



# วิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์ความคงทนของเส้นทางต่อการย่ำ  
: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

Analysis of Trail Resistance to Trampling  
: A Case Study of Khao Yai National Park

นายชนะสิน ยิ้มน้อย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550



## ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (อุทยานและนันทนาการ)

ปริญญา

อุทยานและนันทนาการ

อนุรักษ์วิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การวิเคราะห์ความคงทนของเส้นทางต่อการย่ำ : กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

Analysis of Trail Resistance to Trampling: A Case Study of Khao Yai National Park

นามผู้วิจัย นายชนะสิน ยิ้มน้อย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์นภวรรณ จูณะกาญจน์, Ph.D. )

กรรมการ

( รองศาสตราจารย์อนันต์ชัย เขื่อนธรรม, M.S. )

กรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิทย์ แสงทองพราว, Ph.D. )

หัวหน้าภาควิชา

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดรชนิ เอ็มพันธุ์, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์วินัย อัจจงหาญ, M.A. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์ความคงทนของเส้นทางต่อการชำรุด: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

Analysis of Trail Resistance to Trampling: A Case Study of Khao Yai National Park

โดย

นายชนะสิน ยิ้มน้อย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (อุทยานและนันทนาการ)

พ.ศ. 2550

ขณะสิน ยิ้มน้อย 2550: การวิเคราะห์ความคงทนของเส้นทางต่อการข่า: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติ  
เขาใหญ่ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (อุทยานและนันทนาการ) สาขาอุทยานและนันทนาการ  
ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์นภวรรณ ฐานะกาญจน์, Ph.D  
200 หน้า

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดป่า ความลาดชัน และการข่าต่อการเปลี่ยนแปลงของดินและสังคมพืชกลุ่มดินบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และเพื่อประเมินความคงทนตามธรรมชาติของพื้นที่ป่าแต่ละชนิดต่อการข่า ซึ่งเป็นงานวิจัยแบบทดลองในพื้นที่ธรรมชาติที่ใช้แผนการทดลองแบบ สปลิต-พลอต (split-plot design) จัดแปลงทดลองหลัก (main plot) แบบบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ที่มี 2 ขั้วโดยทรีทเมนต์สำหรับหน่วยทดลองหลัก (main unit treatments) คือ ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน และทรีทเมนต์สำหรับหน่วยทดลองรอง (sub-unit treatments) คือ การข่าและการไม่ข่า สังคมป่าที่ทำการศึกษาคือ ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันแตกต่างกัน 4 ระดับ โดยใช้การข่าเป็นวิธีปฏิบัติ ศึกษาความเปลี่ยนแปลงของดินและสังคมพืชกลุ่มดินจาก ค่าความคงทนของดินต่อการข่า ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาชซึมผ่านผิวดิน และเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ และประเมินความคงทนของพื้นที่จากอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของแต่ละตัวชี้วัด

ผลการศึกษา พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความเปลี่ยนแปลงของดินและสังคมพืชกลุ่มดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ชนิดป่าและจำนวนรอบการข่า ส่วนเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ที่มีผลต่อความแตกต่างของตัวชี้วัดส่วนใหญ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพียงไม่กี่รอบของการข่า และไม่มีผลต่อบางตัวชี้วัด เช่น เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ โดยภาพรวมพบว่าในป่าดิบเขา บริเวณที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่ำจะมีค่าความคงทนของดินต่อการข่า ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน และอัตราซาชซึมผ่านผิวดินสูงกว่าบริเวณที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชันสูง ส่วนเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้พบว่าบริเวณที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชันสูง มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงกว่าบริเวณที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่ำ สำหรับป่าดิบแล้งพบว่าบริเวณที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่ำจะมีค่าความคงทนของดินต่อการข่า ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน และเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงกว่าบริเวณที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชันสูง แต่บริเวณที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชันสูงจะมีอัตราซาชซึมผ่านผิวดินสูงกว่าบริเวณที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่ำ และจำนวนการข่าที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความคงทนของดินต่อการข่า และค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเพิ่มขึ้นมากในช่วงแรกและจะลดลงในช่วงที่หน้าดินถูกทำลาย หลังจากนั้นค่าความคงทนของดินต่อการข่าจะเพิ่มขึ้นอีก ส่วนอัตราซาชซึมผ่านผิวดินมีค่าลดลงเมื่อการข่าเพิ่มขึ้นแต่ค่อนข้างที่จะมีความผันแปรในป่าดิบแล้ง ส่วนกล้าไม้มีการลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อมีการข่าและลดลงเกือบหมดเมื่อการข่าผ่านไปเพียง 60 รอบ สำหรับความคงทนตามธรรมชาติของพื้นที่ป่าแต่ละชนิด พบว่าช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ของป่าดิบแล้งมีความคงทนสูงที่สุด ส่วนป่าดิบเขาพบว่าในช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน < 10 เปอร์เซ็นต์มีความคงทนสูงที่สุด

Tanasin Yimnoi 2007: Analysis of Trail Resistance to Trampling: A Case Study of Khao Yai National Park. Master of Science (Parks and Recreation), Major Field: Parks and Recreation, Department of Conservation. Thesis Advisor: Assistant Professor Noppawan Tanakanjana, Ph.D. 200 pages.

The objectives of this research were to study the influence of forest type, slope, and trampling to changes in soil and ground vegetation along the nature trails in Khao Yai National Park and to assess natural resistance of the trails to trampling. It was an experimental research in natural area using the split-plot design. The main plots were in randomized complete block design (RCBD) with 2 treatments for the main unit treatments: an interaction between forest types and slope percentage. The sub-unit treatments were trampling and without trampling. This research included two forest types: dry evergreen forest and hill evergreen forest. Slope percentages were divided into four ranges. Change indicators were soil resistance to trampling, soil shear strength, soil permeability, and decrease of saplings. Trail resistance was evaluated through the average change in each indicator.

The study found that forest types and number of trampling significantly influenced changes in soil and ground vegetation in most indicators while slope percentage had influence within only few trampling rounds and had no influence in the decrease of saplings. In hill evergreen forest, it was found that area with low slope percentage had higher soil resistance to trampling, higher soil shear strength, and higher soil permeability than the area with high slope percentage. On the contrary, the area with high slope percentage had higher percentage of decrease of saplings than low slope area. In dry evergreen forest, it was found that area with low slope percentage had higher soil resistance to trampling, higher soil shear strength, and higher percentage of decrease of saplings than the area with high slope percentage but had lower soil permeability than the high slope area. The increase in number of trampling affected greatly to soil resistance to trampling and soil shear strength at the beginning. Its impact dropped down a little bit after soil surface disturbed and increased again afterward. Soil permeability decreased as number of trampling increased. This change was fluctuated in dry evergreen forest. Number of saplings rapidly decreased within only few trampling rounds and almost no sapling left after 60 rounds. In evaluating trail resistance to trampling, it was found that, for the dry evergreen forest area, trail with 10-20% of slope had highest resistance compared to other slope ranges. While in the hill evergreen forest area, trail with < 10% of slope had the highest resistance.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

\_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

## กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ เครือข่ายระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ครส.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนทุนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภวรรณ ฐานะกาญจน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์อนันต์ชัย เขื่อนธรรม กรรมการวิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ แสงทองพราว กรรมการวิชารอง รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ สุขสอาด และรองศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ ภัทรธรรม ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์นันท์ชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์ สำหรับคำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในการเลือกพื้นที่วางแปลงทดลอง คุณประวดี โวหารดี หัวหน้าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ คุณประวดีศาสตร์ จันทร์เทพ ผู้ช่วยหัวหน้าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ คุณวิเชียร ชิมวงษ์ คุณวราพร โพธิสาร คุณพรทิพย์ ฝอยวารี ตลอดจนเจ้าหน้าที่ศูนย์ศึกษาพัฒนาการจัดการอุทยานแห่งชาติทางบก (เขาใหญ่) และเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในทุกๆด้าน คุณรติกร น่วมภักดี คุณเสาวนีย์ สารเนตร ที่ให้คำแนะนำที่มีประโยชน์ คุณเวทิต พุ่มพวง คุณเกวลิต สติระบุตร คุณเชียรศิริ มูลจันทร์ คุณวรุฒ จินตกานนท์ คุณมนัสเทพ คงจันทร์ คุณนิทัส นุ่นสง คุณบรรดาศักดิ์ ป้องศรี คุณเอกสิทธิ์ ปัญญาแสง คุณนวนลนุช เขียวหวาน คุณมยุรี นาสา คุณสุพร พลพันธ์ คุณวนิดา จินะโกฏี คุณปิยวิทย์ สุวรรณลิขิต คุณธรรมรัตน์ พุทธิไทย คุณนัยนา เทศนา ที่ร่วมกันเห็นดีเห็นชอบตากแดดตากฝนเพื่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ พี่ๆเพื่อนๆน้องๆปริญญานิพนธ์รุ่น 6 และทุกรุ่น เพื่อนวนศาสตร์รุ่นที่ 65 ที่ให้ความช่วยเหลือมาตลอด คุณนภาพร คงแจ่ม ที่ให้กำลังใจ ความช่วยเหลือและร่วมลุยดงตากแดดเห็นในการเก็บข้อมูลตลอดจนการทำเล่มวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

สุดท้ายขอขอบพระคุณ คุณตา คุณพ่อ คุณแม่ และพี่สาว ที่หยิบยื่นโอกาสและสิ่งที่ดีที่สุดในชีวิตให้แก่ผู้วิจัย ความสำเร็จครั้งนี้ขออุทิศให้คุณตา ที่เกือบจะมีโอกาสได้เห็นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ญาติๆ ทุกคนที่สนับสนุนมาโดยตลอด ครู อาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนจนมีวันนี้ ขอบคุณธรรมชาติอันสมบูรณ์สำหรับห้องเรียนและห้องทดลองทางธรรมชาติที่มีความรู้ให้ค้นหา

ธนะสิน ยิ้มน้อย

พฤษภาคม 2550

## สารบัญ

### หน้า

|                                                  |      |
|--------------------------------------------------|------|
| สารบัญ                                           | (1)  |
| สารบัญตาราง                                      | (2)  |
| สารบัญภาพ                                        | (10) |
| คำนำ                                             | 1    |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย                          | 2    |
| ขอบเขตของการวิจัย                                | 2    |
| การตรวจเอกสาร                                    | 3    |
| นันทนาการในพื้นที่ธรรมชาติและผลกระทบทางนันทนาการ | 3    |
| แนวความคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ                     | 12   |
| ความคงทนของพื้นที่ธรรมชาติ                       | 21   |
| พื้นที่ศึกษา : อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่             | 32   |
| อุปกรณ์และวิธีการ                                | 42   |
| อุปกรณ์                                          | 42   |
| วิธีการ                                          | 42   |
| ผลและวิจารณ์                                     | 51   |
| สรุปและข้อเสนอแนะ                                | 171  |
| สรุป                                             | 171  |
| ข้อเสนอแนะ                                       | 173  |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง                             | 175  |
| ภาคผนวก                                          | 180  |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า                                                                                                                                                               |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | สรุปคุณสมบัติของดินที่มีอิทธิพลต่อความคงทนของพื้นที่                                                                                                               |
| 2        | สภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538-2547                                                                                       |
| 3        | ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อย การย่อย ความชื้นแน่นของเนื้อดิน อัตราการซึมผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา ก่อนการย่อย          |
| 4        | ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่อย การย่อย ค่าความชื้นแน่นของเนื้อดินและอัตราการซึมผ่านผิวดิน ก่อนการย่อย                                     |
| 5        | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดิน ก่อนการย่อย                                                                                                                |
| 6        | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการซึมผ่านผิวดิน ก่อนการย่อย                                                                                                           |
| 7        | ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อย การย่อย ความชื้นแน่นของเนื้อดิน อัตราการซึมผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา หลังการย่อย 20 รอบ   |
| 8        | ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่อย การย่อย ค่าความชื้นแน่นของเนื้อดิน อัตราการซึมผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ หลังการย่อย 20 รอบ |
| 9        | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 20 รอบ                                                                           |
| 10       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของเนื้อดิน หลังการย่อย 20 รอบ                                                                                                    |
| 11       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการซึมผ่านผิวดิน หลังการย่อย 20 รอบ (ปัจจัยชนิดป่า)                                                                                    |
| 12       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการซึมผ่านผิวดิน หลังการย่อย 20 รอบ (ปัจจัยการย่อย)                                                                                    |
| 13       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ การย่อย 20 รอบ                                                                                                 |
| 14       | ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อย การย่อย ความชื้นแน่นของเนื้อดิน อัตราการซึมผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา หลังการย่อย 40 รอบ   |

### สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ |                                                                                                                                                                    | หน้า |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 15       | ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยการย่อย ค่าความยึดแน่นของเนื้อดินอัตราชาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้หลังการย่อย 40 รอบ  | 67   |
| 16       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินหลังการย่อย 40 รอบ                                                                                                          | 67   |
| 17       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 40 รอบ                                                                       | 68   |
| 18       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราชาบซึมน้ำผ่านผิวดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 40 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)             | 69   |
| 19       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราชาบซึมน้ำผ่านผิวดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 40 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่อย)                               | 70   |
| 20       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้หลังการย่อย 40 รอบ                                                                                              | 70   |
| 21       | ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อยการย่อย ความยึดแน่นของเนื้อดินอัตราชาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาหลังการย่อย 60 รอบ     | 71   |
| 22       | ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยการย่อย ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราชาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้หลังการย่อย 60 รอบ | 74   |
| 23       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินหลังการย่อย 60 รอบ                                                                                                          | 75   |
| 24       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินหลังการย่อย 60 รอบ                                                                                                     | 75   |
| 25       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราชาบซึมน้ำผ่านผิวดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 60 รอบ                                                                    | 75   |
| 26       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้หลังการย่อย 60 รอบ                                                                                              | 77   |
| 27       | ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อยการย่อย ความยึดแน่นของเนื้อดินอัตราชาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาหลังการย่อย 80 รอบ     | 77   |

### สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ |                                                                                                                                                                  | หน้า |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 28       | ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยการย่อย ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราการซึมผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้หลังการย่อย 80 รอบ  | 81   |
| 29       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 80 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)                   | 82   |
| 30       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 80 รอบ (ปัจจัยการย่อย)                                                          | 82   |
| 31       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินหลังการย่อย 80 รอบ (ปัจจัยชนิดป่า)                                                                                   | 83   |
| 32       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินหลังการย่อย 80 รอบ (ปัจจัยการย่อย)                                                                                   | 83   |
| 33       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการซึมผ่านผิวดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 80 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)              | 83   |
| 34       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการซึมผ่านผิวดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 80 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่อย)                                | 84   |
| 35       | ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อยการย่อย ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราการซึมผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขา หลังการย่อย 100 รอบ   | 85   |
| 36       | ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยการย่อย ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราการซึมผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้หลังการย่อย 100 รอบ | 90   |
| 37       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 100 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่อย)                                    | 91   |
| 38       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 100 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันกับการย่อย)                  | 92   |
| 39       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 100 รอบ                                                                    | 93   |

### สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ |                                                                                                                                                                      | หน้า |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 40       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 100 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)              | 94   |
| 41       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 100 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ)                                 | 95   |
| 42       | ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขาหลังการย่ำ 120 รอบ    | 96   |
| 43       | ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำ ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ หลังการย่ำ 120 รอบ | 100  |
| 44       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 120 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)                      | 101  |
| 45       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 120 รอบ (ปัจจัยการย่ำ)                                                              | 101  |
| 46       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 120 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)                 | 102  |
| 47       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 120 รอบ (ปัจจัยการย่ำ)                                                         | 102  |
| 48       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 120 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)              | 103  |
| 49       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 120 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ)                                 | 104  |
| 50       | ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขา หลังการย่ำ 140 รอบ    | 105  |

### สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ |                                                                                                                                                                      | หน้า |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 51       | ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยการย่อย ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้หลังการย่อย 140 รอบ  | 108  |
| 52       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 140 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)                      | 109  |
| 53       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 140 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่อย)                                        | 110  |
| 54       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 140 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันกับการย่อย)                      | 111  |
| 55       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินหลังการย่อย 140 รอบ                                                                                                      | 111  |
| 56       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่อย 140 รอบ (ปัจจัยชนิดป่า)                                                                                   | 112  |
| 57       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่อย 140 รอบ (ปัจจัยการย่อย)                                                                                   | 112  |
| 58       | ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อยการย่อย ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขาหลังการย่อย 160 รอบ | 112  |
| 59       | ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยการย่อย ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้หลังการย่อย 160 รอบ  | 115  |
| 60       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 160 รอบ                                                                             | 116  |
| 61       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่อย 160 รอบ                                                                        | 117  |
| 62       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่อย 160 รอบ (ปัจจัยชนิดป่า)                                                                                   | 117  |
| 63       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่อย 160 รอบ (ปัจจัยการย่อย)                                                                                   | 118  |

### สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ |                                                                                                                                                                             | หน้า |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 64       | ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน<br>อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้ง<br>และป่าดิบเขาหลังการย่ำ 180 รอบ     | 118  |
| 65       | ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำ<br>ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลง<br>ของกล้าไม้ หลังการย่ำ 180 รอบ | 122  |
| 66       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินหลังการย่ำ 180 รอบ                                                                                                                   | 122  |
| 67       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)<br>หลังการย่ำ 180 รอบ (ปัจจัยช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)                                           | 123  |
| 68       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)<br>หลังการย่ำ 180 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ)                                         | 123  |
| 69       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)<br>หลังการย่ำ 180 รอบ                                                                          | 125  |
| 70       | ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน<br>อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขา<br>หลังการย่ำ 200 รอบ     | 127  |
| 71       | ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำ<br>ค่าความยึดแน่นของเนื้อดินอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลง<br>ของกล้าไม้หลังการย่ำ 200 รอบ   | 129  |
| 72       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)<br>หลังการย่ำ 200 รอบ (ปัจจัยช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)                                                | 130  |
| 73       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)<br>หลังการย่ำ 200 รอบ (ปัจจัยชนิดป่า)                                                                  | 130  |
| 74       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)<br>หลังการย่ำ 200 รอบ (ปัจจัยการย่ำ)                                                                  | 130  |
| 75       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินหลังการย่ำ 200 รอบ                                                                                                              | 131  |

### สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ |                                                                                                                                                                              | หน้า |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 76       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่ำ 200 รอบ                                                                                                            | 131  |
| 77       | ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน<br>อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแลเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้ง<br>และป่าดิบเขาหลังการย่ำ 220 รอบ       | 131  |
| 78       | ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำ<br>ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและแลเปอร์เซ็นต์การลดลง<br>ของกล้าไม้หลังการย่ำ 220 รอบ | 134  |
| 79       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการอัดแน่นของดินหลังการย่ำ 220 รอบ                                                                                                                    | 134  |
| 80       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)<br>หลังการย่ำ 220 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ)                                          | 135  |
| 81       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)<br>หลังการย่ำ 220 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันกับการย่ำ)                        | 136  |
| 82       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่ำ 220 รอบ                                                                                                            | 137  |
| 83       | การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแลเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)<br>หลังการย่ำ 220 รอบ                                                                     | 137  |
| 84       | ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำป่าดิบแล้งในแต่ละรอบของการย่ำ                                                                                                             | 139  |
| 85       | ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำป่าดิบเขาในแต่ละรอบของการย่ำ                                                                                                              | 140  |
| 86       | ค่าความยึดแน่นของเนื้อดินป่าดิบแล้งในแต่ละรอบของการย่ำ                                                                                                                       | 142  |
| 87       | ค่าความยึดแน่นของเนื้อดินป่าดิบเขาในแต่ละรอบของการย่ำ                                                                                                                        | 143  |
| 88       | อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบแล้งในแต่ละรอบของการย่ำ                                                                                                                        | 145  |
| 89       | อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบเขาในแต่ละรอบของการย่ำ                                                                                                                         | 146  |
| 90       | แลเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งในแต่ละรอบของการย่ำ                                                                                                                  | 148  |
| 91       | แลเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบเขาในแต่ละรอบของการย่ำ                                                                                                                   | 149  |
| 92       | ระดับความคงทนของป่าดิบแล้งบริเวณช่วงความลาดชันที่แตกต่างกันในแต่ละตัวชี้วัด                                                                                                  | 160  |
| 93       | ระดับความคงทนของป่าดิบเขาบริเวณช่วงความลาดชันที่แตกต่างกันในแต่ละตัวชี้วัด                                                                                                   | 169  |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางผนวกที่                                                                                    | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 รายชื่อพรรณไม้ป่าดิบแล้งในแปลงตัวอย่างขนาด 25 X 50 ตารางเมตร                                  | 181  |
| 2 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์และดัชนีค่าความสำคัญ (IVI) ของพรรณไม้ป่าดิบแล้ง           | 183  |
| 3 รายชื่อพรรณไม้ป่าดิบเขาในแปลงตัวอย่างขนาด 25 X 50 ตารางเมตร                                   | 185  |
| 4 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์และดัชนีค่าความสำคัญ (IVI) ของพรรณไม้ป่าดิบเขา            | 187  |
| 5 รายชื่อกว่าไม้ป่าดิบแล้ง                                                                      | 189  |
| 6 รายชื่อกว่าไม้ป่าดิบเขา                                                                       | 192  |
| 7 เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้แต่ละชนิดของป่าดิบแล้งแปลงที่มีการล่าเมื่อจำนวนรอบการล่าเพิ่มขึ้น | 194  |
| 8 เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้แต่ละชนิดของป่าดิบเขาแปลงที่มีการล่าเมื่อจำนวนรอบการล่าเพิ่มขึ้น  | 198  |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                   | หน้า |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1      | วงจรการเกิดผลกระทบต่อดินจากการประกอบกิจกรรมนันทนาการ                              | 6    |
| 2      | การเกิดผลกระทบต่อดินและพืชจากการประกอบกิจกรรมนันทนาการ<br>(จากการย่ำ)             | 8    |
| 3      | การกระจายของจำนวนประชากรตามกฎของความทนทานทางนิเวศวิทยา<br>(law of tolerance)      | 18   |
| 4      | พื้นที่ศึกษาในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่                                               | 41   |
| 5      | ผังการทดลอง                                                                       | 43   |
| 6      | แปลงตัวอย่างถาวร                                                                  | 46   |
| 7      | ขั้นตอนการเก็บข้อมูล                                                              | 48   |
| 8      | ลักษณะโครงสร้างทางด้านตั้ง และการปกคลุมเรือนยอดของพรรณไม้<br>ในสังคมพืชป่าดิบแล้ง | 53   |
| 9      | ลักษณะโครงสร้างทางด้านตั้ง และการปกคลุมเรือนยอดของพรรณไม้<br>ในสังคมพืชป่าดิบเขา  | 55   |
| 10     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ                                            | 62   |
| 11     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ                                            | 68   |
| 12     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน                         | 69   |
| 13     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ                                            | 70   |
| 14     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่า (ป่าดิบแล้ง) ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันและการย่ำ     | 76   |
| 15     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่า (ป่าดิบเขา) ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันและการย่ำ      | 76   |
| 16     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน                         | 82   |
| 17     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน                         | 84   |
| 18     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ                                            | 85   |
| 19     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ                                            | 91   |
| 20     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันกับการย่ำ                          | 92   |
| 21     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน                         | 93   |
| 22     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน                         | 94   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |                                                                                          | หน้า |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 23     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ                                                   | 95   |
| 24     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน                                | 101  |
| 25     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน                                | 102  |
| 26     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน                                | 103  |
| 27     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ                                                   | 104  |
| 28     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน                                | 109  |
| 29     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ                                                   | 110  |
| 30     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันกับการย่ำ                                 | 111  |
| 31     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ                                                   | 116  |
| 32     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ                                                   | 117  |
| 33     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ                                                   | 124  |
| 34     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่า (ป่าดิบแล้ง) เปอร์เซ็นต์ความลาดชันและการย่ำ                | 126  |
| 35     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่า (ป่าดิบเขา) เปอร์เซ็นต์ความลาดชันและการย่ำ                 | 126  |
| 36     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ                                                   | 135  |
| 37     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันกับการย่ำ                                 | 136  |
| 38     | กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ                                                   | 137  |
| 39     | กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำกับ<br>จำนวนการย่ำที่เพิ่มขึ้น | 141  |
| 40     | กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยึดแน่นของเนื้อดินกับจำนวนการย่ำที่เพิ่มขึ้น               | 144  |
| 41     | กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินกับจำนวนการย่ำที่เพิ่มขึ้น                | 147  |
| 42     | กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินกับจำนวนการย่ำที่เพิ่มขึ้น                | 150  |
| 43     | กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำป่าดิบแล้ง                     | 153  |
| 44     | กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความยึดแน่นของเนื้อดินป่าดิบแล้ง                               | 155  |
| 45     | กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบแล้ง                                | 157  |
| 46     | กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ป่าดิบแล้งที่รอดตาย                             | 159  |
| 47     | กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำป่าดิบเขา                      | 162  |

**สารบัญภาพ (ต่อ)**

| <b>ภาพที่</b> |                                                             | <b>หน้า</b> |
|---------------|-------------------------------------------------------------|-------------|
| 48            | กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความยึดแน่นของเนื้อดินป่าดิบเขา   | 164         |
| 49            | กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบเขา    | 166         |
| 50            | กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ป่าดิบเขาที่รอดตาย | 168         |
| 51            | การเปลี่ยนแปลงของดินและสังคมพืชกลุ่มดินจากการย่ำ            | 170         |

## การวิเคราะห์ความคงทนของเส้นทางต่อการย่ำ : กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

### Analysis of Trail Resistance to Trampling: A Case Study of Khao Yai National Park

#### คำนำ

การใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการในพื้นที่ธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นระดับการใช้ที่เบาบาง ปานกลาง หรือเข้มข้น และไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมประเภทใด ต่างก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ทั้งสิ้น เพียงแต่การเปลี่ยนแปลงนั้นจะเกิดขึ้นมากหรือน้อย สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาพิจารณาในการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการในพื้นที่ธรรมชาติ เพื่อป้องกันการเกิดผลกระทบกับพื้นที่ก็คือ การพิจารณาถึงความคงทนของพื้นที่ ที่จะใช้ประโยชน์ กล่าวคือ พื้นที่ที่มีความคงทนต่ำควรกำหนดให้มีการใช้ประโยชน์เบาบางหรือไม่ใช้ประโยชน์เลย ส่วนพื้นที่ที่มีความคงทนสูงก็เปิดให้ใช้ประโยชน์อย่างเข้มข้นในระดับที่ควบคุมได้ ซึ่งความคงทนของพื้นที่แต่ละแหล่งนันทนาการมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย บางปัจจัยอาจมีความคงทนสูงในพื้นที่หนึ่งในขณะเดียวกันปัจจัยที่เหมือนกันอาจมีความคงทนต่ำในพื้นที่อื่น (Hammitt and Cole, 1998)

กิจกรรมการใช้ประโยชน์เส้นทางเป็นอีกกิจกรรมหนึ่งที่มีความนิยมในพื้นที่ธรรมชาติ โดยเฉพาะกิจกรรมเดินป่าศึกษาธรรมชาติซึ่งมีการตัดเส้นทางเข้าไปในป่าผ่านสังคมพืชและสภาพภูมิประเทศต่างๆ เพื่อได้ศึกษาและสัมผัสกับธรรมชาติโดยตรง การใช้ประโยชน์เหล่านี้ส่งผลต่อระบบนิเวศที่เส้นทางนั้นตัดผ่านทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ความคงทนตัวและการชะล้างพังทลายของดิน การสูญเสียพืชคลุมดิน การรบกวนสัตว์ป่า เป็นต้น และหากพื้นที่บริเวณนั้นมีความคงทนต่ำโดยไม่ได้ทราบมาก่อนแต่มีการใช้ประโยชน์เข้มข้นก็จะส่งผลกระทบที่รุนแรง ฉะนั้นก่อนที่จะตัดเส้นทางจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบว่าพื้นที่นั้นมีความคงทนเพียงใด เพื่อเป็นการคัดเลือกพื้นที่และเปิดใช้ประโยชน์เส้นทางตามความเหมาะสม และเป็นการป้องกันผลกระทบรุนแรงที่จะเกิดขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคงทนของระบบนิเวศในแหล่งนันทนาการทางธรรมชาติในประเทศไทยยังไม่เคยมีผู้ใดดำเนินการมาก่อน การศึกษาความคงทนของป่าแต่ละประเภทต่อ

กิจกรรมการใช้ประโยชน์เส้นทาง (trail use) ซึ่งกิจกรรมหลักที่เกิดขึ้นคือการย่ำ (trampling) ในครั้งนี้จึงเป็นงานวิจัยนำร่องที่จะช่วยให้ได้คำตอบว่ากรอบแนวคิดทางทฤษฎีที่กล่าวถึงข้างต้นสามารถวัดในพื้นที่จริงได้หรือไม่ อย่างไร โดยการวิจัยในครั้งนี้กำหนดกรอบแนวคิดที่จะทำการศึกษาทั้งลักษณะด้านพืชพรรณ ลักษณะดิน และลักษณะภูมิประเทศในส่วนของความลาดชันของพื้นที่เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าที่ได้จากการศึกษาด้านพรรณพืช และดินในป่าแต่ละประเภทในบริเวณที่มีความลาดชันต่างกัน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดป่า ความลาดชันและการย่ำ ต่อการเปลี่ยนแปลงของดินและสังคมพืชคลุมดินบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่
2. เพื่อประเมินความคงทนตามธรรมชาติของพื้นที่ป่าแต่ละชนิดในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ต่อการย่ำ

### ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบความคงทนของพื้นที่ต่อกิจกรรมการใช้ประโยชน์เส้นทางใน 2 ชนิดป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ได้แก่ ป่าดิบแล้งบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ กม.33-หนองผกชี และป่าดิบเขาบริเวณเขาเขียว ที่มีความลาดชันแตกต่างกันได้แก่ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ 10-20 เปอร์เซ็นต์ 21-30 เปอร์เซ็นต์ และ >30 เปอร์เซ็นต์ โดยทำการวางแผนการทดลองและศึกษาความเปลี่ยนแปลงใน 2 ลักษณะ คือ 1) ลักษณะเกี่ยวกับพืชพรรณ ได้แก่เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ในแต่ละเดือนและชนิดพันธุ์ที่ตายไปในแต่ละเดือน และ2) ลักษณะเกี่ยวกับดินได้แก่ความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน และอัตราการซบซึมน้ำของดิน

## การตรวจเอกสาร

การตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง การวิเคราะห์ความคงทนของพื้นที่ต่อกิจกรรมการใช้ประโยชน์เส้นทางในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ได้ทำการตรวจเอกสารใน 3 หัวข้อหลัก คือ 1) นันทนาการในพื้นที่ธรรมชาติและผลกระทบทางนันทนาการ 2) แนวความคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ และ 3) ความคงทนของพื้นที่ธรรมชาติ

### นันทนาการในพื้นที่ธรรมชาติและผลกระทบทางนันทนาการ

#### นันทนาการในพื้นที่ธรรมชาติ

นันทนาการหรือ recreation เป็นกิจกรรมที่บุคคลปฏิบัติในเวลาว่างและเข้าร่วมด้วยความสมัครใจ เป็นกิจกรรมที่ให้รางวัลแก่ผู้เข้าร่วมโดยตรง (self-rewarding) มีผลดีต่อร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ เป็นการได้ประโยชน์ที่สร้างสรรค์ ฟิ้นฟูสภาพและนำพึงปรารถนา (สุรเชษฐ์, 2535; นภวรรณ, 2541; Hammitt and Cole, 1998)

สุรเชษฐ์ (2535) ได้สรุปองค์ประกอบที่สำคัญของนันทนาการไว้ 6 ข้อ คือ

1. นันทนาการต้องเป็นกิจกรรม กล่าวคือ จะต้องเป็นการกระทำหรือปฏิบัติ โดยที่ร่างกายหรือกล้ามเนื้อ หรืออวัยวะส่วนหนึ่งส่วนใดเคลื่อนไหว หากอยู่เฉยๆเป็นการนอนหลับ ไม่จัดว่าเป็นกิจกรรมนันทนาการ
2. การเข้าร่วมกิจกรรมต้องเข้าร่วมด้วยความสมัครใจโดยเกิดจากแรงกระตุ้นภายในของตนเอง ไม่ได้เกิดจากการบังคับแต่อย่างใด
3. กิจกรรมนันทนาการทุกรูปแบบ จะต้องเกิดขึ้นในเวลาว่าง หรือช่วงเวลาที่อิสระจากการทำงาน และการปฏิบัติกิจส่วนตัวอื่นๆ
4. กิจกรรมนั้นต้องทำให้ผู้เข้าร่วมพึงพอใจ หรือรื่นรมย์โดยตรง

5. ต้องเป็นกิจกรรมที่เป็นที่ยอมรับของสังคม ไม่ใช่อบายมุข หรือผิดศีลธรรม เช่น การพนัน คีฬาสุรา

6. กิจกรรมที่กระทำนั้น ต้องไม่ยึดถือเป็นอาชีพ เช่น นักกีฬาอาชีพประเภทต่างๆ

กิจกรรมนันทนาการในพื้นที่ธรรมชาติมักปรากฏในรูปแบบของนันทนาการกลางแจ้ง หรือ outdoor recreation ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ต้องอาศัยสิ่งปลูกสร้างแต่อาศัยทรัพยากรธรรมชาติหรือสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติในพื้นที่นั้นเป็นพื้นฐานในการดำเนินกิจกรรม และการประกอบกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่นั้นโดยตรง (นิตยา, 2526; สุรเชษฐ์, 2535; ครรชนี, 2541, 2547)

สุรเชษฐ์และคณะ (2538) ได้แบ่งรูปแบบของกิจกรรมนันทนาการในพื้นที่แบบเน้นธรรมชาติ (resource-based recreation areas) ได้เป็น 3 ลักษณะ คือ กิจกรรมท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ เช่น กิจกรรมเดินศึกษาธรรมชาติ ดูนก เดินป่า กับกิจกรรมท่องเที่ยวประเภทชื่นชมธรรมชาติ (appreciative recreational activities) และกิจกรรมท่องเที่ยวประเภทตื่นเต้นผจญภัย (adventurous recreation activities) เช่น กิจกรรมการปีนหรือไต่เขา ขี่จักรยานตามเส้นทางธรรมชาติ วินเซิร์ฟ และล่องแพหรือแพไม้ไผ่ เป็นต้น

### ผลกระทบทางนันทนาการ

ผลกระทบทางนันทนาการ หมายถึง การเปลี่ยนแปลง หรือการรบกวนพื้นที่ธรรมชาติ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่พึงปรารถนาในสถานะเงื่อนไขของธรรมชาติ เนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ สามารถเป็นได้ทั้งทางบวกหรือลบ และเป็นการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและทิศทาง (ครรชนี, 2546; นกวรรณ, 2547; Hammitt and Cole, 1998)

นกวรรณ (2547) แบ่งประเภทและลักษณะของผลกระทบทางนันทนาการไว้ 2 ประเภท คือ ผลกระทบทางชีวกายภาพ/ผลกระทบทางนิเวศ (bio-physical impact / ecological impact) และผลกระทบทางจิตวิทยา (psychological impacts)

### ผลกระทบทางชีวภาพ/ผลกระทบทางนิเวศ

ผลกระทบทางชีวภาพ/ผลกระทบทางนิเวศ คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับพื้นที่ธรรมชาติ หรือกับระบบนิเวศทางธรรมชาติ อันเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการ กิจกรรมนันทนาการในพื้นที่ป่าทุกประเภท เป็นการรบกวนหรือสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ โดยส่งผลกระทบต่อดิน พืชพรรณ สัตว์ป่า และแหล่งน้ำ (Hammitt and Cole, 1998) ดังนี้

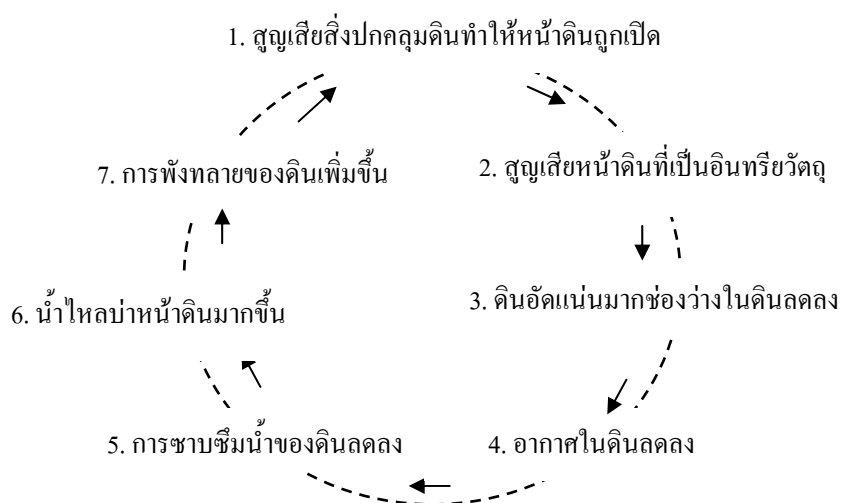
1. ผลกระทบต่อดิน (impact on soil) เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสภาพดินทั้งเนื้อดิน โครงสร้างของดิน ปริมาตรรูพรุน ความหนาแน่นรวมและโครงสร้างแนวตั้งของดิน ในพื้นที่ธรรมชาติที่มีกิจกรรมนันทนาการ กิจกรรมที่ส่งผลกระทบมากที่สุด คือ การย่ำ ส่งผลให้ผิวดินสูญเสียอินทรีย์วัตถุ และเพิ่มความคงทนตัวของชั้นดิน ทำให้ความพรุนของดินลดลง อัตราการซึมซาบผ่านของน้ำและอากาศก็ถูกลดลงไปด้วย องค์ประกอบและสิ่งมีชีวิตในดินก็มีการเปลี่ยนแปลงเป็นผลทำให้พืชผลการเจริญเติบโต และความแข็งแรง ในที่สุดเมื่อดินขาดสิ่งปกคลุม ผลกระทบต่อดินที่รุนแรงที่สุดที่พบในพื้นที่นันทนาการก็จะตามมา นั่นก็คือ การชะล้างพังทลายของดิน ลักษณะผลกระทบที่มักพบในพื้นที่นันทนาการทางธรรมชาติ ดังภาพที่ 1 คือ

ความคงทนตัวของดิน เป็นลักษณะผลกระทบที่เกิดง่ายและโดยทั่วไปดินชั้นบนเป็นชั้นที่มีความคงทนมากที่สุด เริ่มจากการสูญเสียพืชคลุมดินเป็นการเปิดหน้าดินทำให้มีการลดลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุตามผิวดิน ดินเกิดความคงทนและสูญเสียรูพรุนของดิน ลดอัตราการซึมซาบน้ำผ่านผิวดิน ทำให้น้ำและอากาศในดินมีปริมาณน้อยลงส่งผลให้สิ่งมีชีวิตเล็กๆภายในดินลดลงตามไปด้วย อีกทั้งมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของสังคมพืช และเมื่อบริเวณที่ดินมีความคงทนมีน้ำไหลบ่าหน้าดินมากขึ้นก็จะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดิน เป็นผลกระทบต่อดินที่รุนแรงที่สุดบนพื้นที่นันทนาการทางธรรมชาติ เนื่องจากนิเวศวิทยาของดินถูกเปลี่ยนแปลงอย่างมากยากที่จะฟื้นคืนสู่สภาพเดิม ซึ่งการชะล้างพังทลายเป็นผลมาจากปัจจัยของพื้นที่มากกว่ามนุษย์ พื้นที่ที่มีความคงทนของดินต่อการย่ำจะมีการชะล้างพังทลายตามมาไม่ว่าจะมีการใช้ประโยชน์หรือไม่ก็ตาม การชะล้างพังทลายของดินไม่ได้เกิดจากกิจกรรมนันทนาการโดยตรงเสมอไปโดยเฉพาะการย่ำและการพักผ่อนด้วยเต็นท์ อาจเกิดจากลมหรือน้ำ กิจกรรมดังกล่าวเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งที่ช่วยให้เกิดการชะล้างพังทลายเพิ่มขึ้น

โอกาสในการเกิดผลกระทบนี้จะผันแปรไปตามปัจจัยของดินและสภาพพื้นที่ ความ  
คงทนจะเกิดมากในดินที่มีอนุภาคละเอียด ขนาดของอนุภาคดินแตกต่างกัน และมีส่วนประกอบ  
ของอินทรีย์วัตถุต่ำ ส่วนการชะล้างพังทลายของหน้าดิน พบในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ดินตื้น  
และมีพืชปกคลุมดินน้อย รวมถึงบริเวณที่มีการชะล้างพังทลายอยู่ก่อนแล้ว

สรุปโดยรวมตัวชี้วัดผลกระทบที่เกิดกับดิน ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหาร ความคงทนตัวของ  
ดิน อัตราการซึมซับน้ำผ่านผิวดิน ความชื้นของดิน และการชะล้างพังทลายของดิน



ภาพที่ 1 วงจรการเกิดผลกระทบต่อดินจากการประกอบกิจกรรมนันทนาการ

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hammit and Cole (1998)

2. ผลกระทบต่อสังคมพืช (impact on vegetation) ผลกระทบที่เกิดต่อสังคมพืชส่วนใหญ่  
เกิดมาจากการย่ำ เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของจำนวนหรือปริมาณของพืชพรรณที่ปกคลุม  
พื้นที่ (amount of vegetation) สัดส่วนหรือองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ (vegetation composition)  
และสภาพของต้นไม้ (tree condition) เช่น การ โผล่ของรากไม้ เป็นต้น

ผลกระทบต่อสังคมพืชจะปรากฏให้เห็นชัดเจน และเกิดขึ้นรวดเร็วในช่วงแรกของการ  
พัฒนา หรือเปิดให้ใช้พื้นที่ จากนั้น อัตราการเปลี่ยนแปลงจะค่อนข้างคงที่ ผลกระทบของสังคมพืช  
เมื่อพิจารณาจากจำนวนของกลุ่มชั้นทางแนวตัดขวาง (horizontal strata) สามารถกำหนดได้

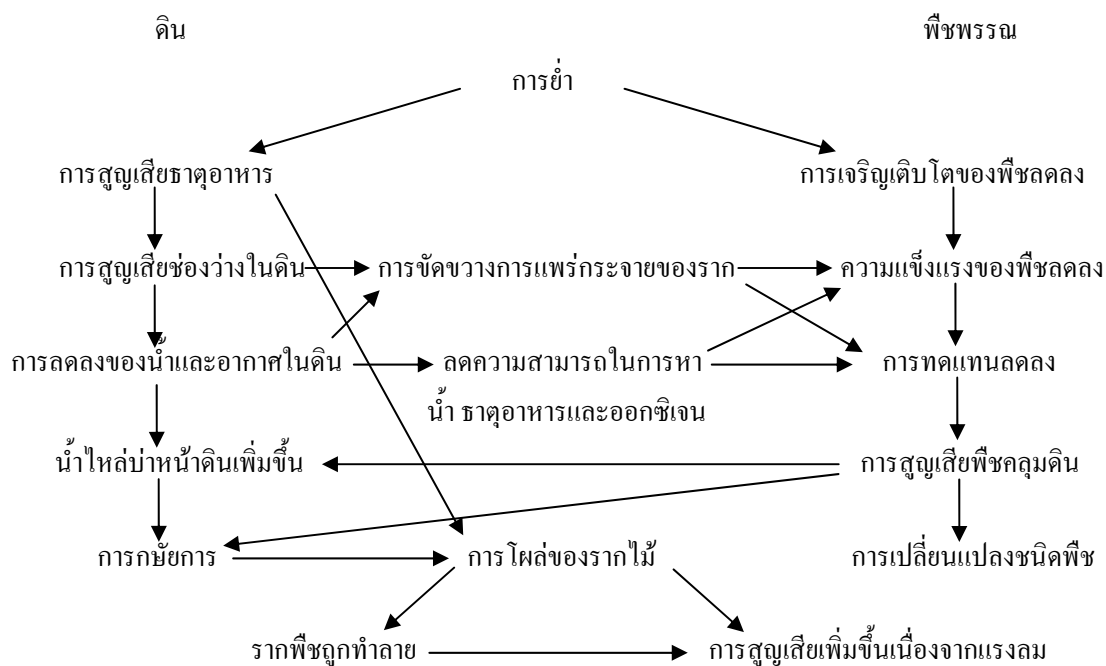
เป็น 3 ระดับ คือ พืชคลุมดิน (ground cover) ไม้พุ่มและไม้หนุ่ม (shrub and sapling) และไม้ยืนต้น (mature tree)

2.1 พืชคลุมดิน เป็นส่วนที่ได้รับผลกระทบชัดเจนจากการเดินย่ำของผู้ใช้ประโยชน์พื้นที่ ซึ่งมีผลกระทบทางตรงและทางอ้อม ทางตรงคือ การทำให้พืชหยุดยั้งการเจริญเติบโต เกิดความเสียหายและเสียรูปทรง ส่วนทางอ้อมคือ การเกิดความคงทนของดินต่อการย่ำ และการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างของดิน ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพืชในที่สุด

2.2 ไม้พุ่มและไม้หนุ่มได้รับผลกระทบจากกิจกรรมนันทนาการในลักษณะที่คล้ายกับพืชคลุมดินบางประการ แต่อาจรุนแรงน้อยกว่า ซึ่งผลกระทบนี้จะเกิดกับไม้พุ่มหรือไม้หนุ่ม มีขนาดเล็กหรือเตี้ย หรือเป็นลูกไม้ที่มีขนาดสูงไม่มาก หรือลำต้นไม่แข็งแรงเพียงพอที่จะทนต่อการย่ำได้

2.3 ไม้ใหญ่ ผลกระทบที่ชัดเจนที่สุดในพื้นที่นันทนาการ ก็คือ ความเสียหายของลำต้นและกิ่งก้าน อันเนื่องมาจากพฤติกรรมต่างๆ เช่น การตอกตะปูหรือผูกเชือก กางเต็นท์หรือหลังคาเพื่อแขวนราวตากผ้า รองลงมา คือ ความเสียหายจากการก่อกองไฟเพื่อประกอบอาหาร เล่นแคมป์ไฟ การขูดขีด สลักชื่อ ลงบนผิวของลำต้น นอกจากนี้ ลำต้นของไม้ใหญ่บางต้นก็ถูกใช้ประลองความแม่นยำของมีดและปืน

ผลกระทบทางนันทนาการของสังคมพืช ที่เป็นผลกระทบต่อเนื่องและร้ายแรงที่สุดคือ การทำลายพืชพรรณจนเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ ไม่สามารถสืบต่อพันธุ์ได้ และในที่สุดก็เกิดการรุกรานของไม้ต่างถิ่น (exotic species) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเกิดผลกระทบต่อดินและพืชจากการประกอบกิจกรรมนันทนาการ (จากการย้าย)  
ที่มา: ดัดแปลงจาก Hammitt and Cole (1998)

### 3. ผลกระทบต่อสัตว์ป่า (impact on wildlife) ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ด้าน

นันทนาการบนพื้นที่ต่อสัตว์ป่า เกิดขึ้นได้ 2 รูปแบบคือ ผลกระทบทางตรงและผลกระทบทางอ้อม ไม่ว่าจะเป็นการรบกวนและการคุกคามสัตว์ป่า (wildlife disturbance and harassment) ซึ่งทำให้สัตว์เกิดอาการเครียด ตกใจ การล่าสัตว์ส่วนเกินออกจากพื้นที่ (harvest) การรบกวนถิ่นที่อาศัย ทำให้สภาพถิ่นที่อาศัยเปลี่ยนแปลง (habitat modification) เหล่านี้ทำให้สัตว์เปลี่ยนพฤติกรรม เกิดการอพยพย้ายถิ่น ที่สำคัญ ทำให้อัตราการสืบพันธุ์ของสัตว์ลดลง ส่งผลต่อองค์ประกอบและโครงสร้างของสัตว์ในพื้นที่เปลี่ยนไป แต่ทั้งนี้ ความทนทานต่อการปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ของสัตว์แต่ละชนิดพันธุ์มีความแตกต่างกันออกไป และในสัตว์ชนิดพันธุ์เดียวกันก็มีความทนทานที่แตกต่างกันออกไปตามช่วงเวลา ฤดูกาล อายุ ประเภทของถิ่นที่อยู่อาศัย และประสบการณ์ของสัตว์ต่อการปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์

### 4. ผลกระทบต่อแหล่งน้ำ (impacts on water) ผลกระทบต่อแหล่งน้ำทั่วไปเกิดจากขยะ

การปล่อยของเสีย สิ่งปฏิกูลลงสู่ลำธารแหล่งน้ำ โดยเฉพาะในแหล่งนันทนาการที่ขาดการควบคุม และขาดระบบกำจัดขยะและสิ่งปฏิกูล ยิ่งพัฒนาที่พักริมน้ำมาก ผลกระทบยิ่งมาก

ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งถึงดิน พืชพรรณ และสัตว์ป่าอีกด้วย (นภวรรณ, 2547) ซึ่งการศึกษาผลกระทบแหล่งน้ำทางด้านนันทนาการจะพิจารณาจาก 3 กลุ่มตัวชี้วัด คือ ตัวชี้วัดทางกายภาพ ได้แก่ ความขุ่น สี อุณหภูมิ ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำ และของแข็งแขวนลอย ตัวชี้วัดทางเคมี ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ การลดลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และตัวชี้วัดทางชีวภาพ ได้แก่ แบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟิคอลโคลิฟอร์ม

สำหรับรูปแบบของการเกิดผลกระทบทางนันทนาการ (impact pattern) ด้านชีวกายภาพแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ (นภวรรณ, 2547) คือ

1. รูปแบบผลกระทบในเชิงพื้นที่ (spatial pattern of impact) ผลกระทบจะกระจายตามพื้นที่ประกอบกิจกรรม เนื่องจากกิจกรรมนันทนาการมักเกิดในบริเวณที่ใกล้ชิดกับทรัพยากรหลัก ดังนั้นเขตที่มีผลกระทบมาก คือ บริเวณที่ตั้งของทรัพยากรหลัก เช่น ริมน้ำตก ริมทะเลสาบ ริมลำธาร หน้าผา บริเวณจุดชมวิว ฯลฯ ซึ่งสามารถแบ่งเขตการกระจายของผลกระทบออกเป็น 3 เขต คือ

1.1 เขตผลกระทบเข้มข้น (impact zone) เป็นพื้นที่ที่มีทรัพยากรหลัก มีการประกอบกิจกรรมนันทนาการที่เข้มข้น ดินและพืชพรรณมักได้รับผลกระทบรุนแรงที่อาจส่งผลกระทบต่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน

1.2 เขตผลกระทบปานกลาง (intersite zone) เป็นพื้นที่อยู่ห่างจากที่ตั้งจากทรัพยากรหลัก ทำหน้าที่เป็น internal buffer ระหว่างผลกระทบเข้มข้นในแต่ละจุด ระดับผลกระทบเบาบางกว่าเขตแรก แต่หากไม่มีมาตรการป้องกันที่ดี เขตผลกระทบเข้มข้นก็อาจขยายเข้ามาในเขตนี้ได้มากขึ้นเรื่อยๆ

1.3 เขตผลกระทบเบาบาง หรือเขตกันชนรอบนอก บริเวณที่มีกิจกรรมนันทนาการ (buffer zone) เป็นพื้นที่เชื่อมต่อระหว่างแหล่งนันทนาการกับเขตพื้นที่ธรรมชาติอื่นๆ และมีผลกระทบเบาบางกว่าเขตอื่นๆ

2. รูปแบบของผลกระทบตามช่วงเวลา (temporal pattern of impact) เป็นการแบ่งผลกระทบที่มีความผันแปร ตามช่วงเวลาที่ต่างกัน ผลกระทบบางประเภทเกิดขึ้นเร็วแต่เวลาผ่านไป

ไม่นานก็จะคงที่ ผลกระทบบางประเภทเกิดขึ้นช้า แต่มีความต่อเนื่องในระยะยาว เช่น การขยายตัวของพื้นที่ทางเดินที่ความเสียหายที่เกิดกับต้นไม้ และการสูญเสียธาตุอาหารในดิน

3. อัตราการฟื้นคืนสภาพของผลกระทบ (recovery rate of impact) เป็นอัตราการฟื้นคืนสภาพของพื้นที่หลังจากมีการใช้ประโยชน์ ซึ่งอัตราการฟื้นคืนสภาพของผลกระทบมีความผันแปรมากกว่าอัตราการเสื่อมสภาพ เพราะการฟื้นคืนขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมมากกว่าการเสื่อมสภาพ

สำหรับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลกระทบในแหล่งนันทนาการทางธรรมชาตินั้น นกวรรณ (2547) ได้แบ่งปัจจัยดังกล่าวออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. ลักษณะของพื้นที่ (site characteristic) โดยให้ความสำคัญกับความทนทานของสิ่งแวดล้อมหรือความทนทานของระบบนิเวศ (environmental durability) ในแหล่งนันทนาการ โดยพิจารณาจากระดับความคงทน (resistance) ของสิ่งแวดล้อมหรือระบบนิเวศของแหล่งนันทนาการ และความสามารถของพื้นที่ในการฟื้นคืนสภาพ (resilience) จากการใช้ประโยชน์ที่เกิดขึ้น โดยปัจจัยที่กำหนดความทนทานของระบบนิเวศ ได้แก่

1.1 ความคงทนของสังคมพืช (vegetation resistance) เนื่องจากลักษณะของระบบนิเวศของแต่ละสังคมพืชแตกต่างกันตามปัจจัยแวดล้อม ระดับความคงทนจึงต่างกัน ทำให้ป่าแต่ละชนิดมีความคงทนต่อการใช้ประโยชน์แตกต่างกัน

1.2 ลักษณะดิน (soil characteristic) ดินในแหล่งนันทนาการแต่ละที่แตกต่างกันไปทั้งทางด้านโครงสร้าง องค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความลึกของชั้นดิน ซึ่งส่งผลต่อข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน

1.3 ลักษณะของภูมิประเทศ (topographic characteristic) ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ทิศด้านลาด เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอีกส่วนหนึ่งในการเกิดผลกระทบ

1.4 ลักษณะของภูมิอากาศ (climatic characteristic) ได้แก่ ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ เป็นต้น

2. ลักษณะของผู้ใช้ประโยชน์และกิจกรรมการใช้ประโยชน์ (use characteristics) อันได้แก่ ปริมาณการใช้ประโยชน์ (amount of use) การกระจายของกิจกรรมการใช้ประโยชน์ (use distribution) ช่วงเวลาการใช้ประโยชน์ (length of stay) ประเภทของกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์ (type of use group) ขนาดของกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์ (party size) พฤติกรรมของผู้ใช้ประโยชน์ (user behavior) และประเภทของการเข้าถึงพื้นที่ (mode of travel)

### ผลกระทบทางจิตวิทยา

ผลกระทบทางจิตวิทยาเป็นความเปลี่ยนแปลงของประสบการณ์นันทนาการของผู้ใช้ประโยชน์ (impacts of recreation experience) อันเนื่องมาจากความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ หรือผู้ใช้ประโยชน์กลุ่มอื่นๆ ซึ่งลักษณะที่สำคัญของผลกระทบทางจิตวิทยามีลักษณะดังนี้ (นภวรรณ, 2547)

1. การตอบสนองของผู้ใช้ประโยชน์แต่ละคนต่อสิ่งที่พบเห็นจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับจิตความอดทน (tolerance) ของผู้ใช้ประโยชน์แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่ม
2. ผลกระทบที่เกิดขึ้นแปรตามความเข้มข้นของการใช้ประโยชน์ทางนันทนาการซึ่งการที่จะกำหนดระดับการใช้ประโยชน์ที่เป็นตัวเลขชัดเจนเหมือนกับการศึกษาผลกระทบหรือจิตความสามารถในการรองรับทางด้านชีวภาพ
3. ระดับของผลกระทบจะมีความผันแปรตามประเภทของกิจกรรมนันทนาการ
4. กิจกรรมประเภทเดียวกันแต่ต่างเวลาและสถานที่ผลกระทบก็อาจต่างกัน

ตัวชี้วัดผลกระทบทางด้านจิตวิทยาได้แก่ การรับรู้หรือความรู้สึกของผู้ใช้ประโยชน์ต่อความแออัดของแหล่งนันทนาการ จำนวนผู้ใช้ประโยชน์ในแต่ละช่วงเวลา ความรู้สึกของผู้ใช้ประโยชน์ต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม ความเสื่อมโทรมและความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมไปจากสภาพเดิมที่ปรากฏ ความพึงพอใจโดยรวมที่มีต่อการไปเยือนและประกอบกิจกรรมนันทนาการในพื้นที่ การเปลี่ยนแปลงของประสบการณ์นันทนาการไปจากความคาดหวังเดิม ความรู้สึกขัดแย้งระหว่างผู้ใช้ประโยชน์ขณะประกอบกิจกรรม การย้ายแหล่งประกอบกิจกรรม จำนวนคำร้องเรียน รายงานเกี่ยวกับพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมของผู้ใช้ประโยชน์

### แนวความคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ

ระบบนิเวศ (ecological system หรือ ecosystems) คือ สังคมแห่งชีวิตและปัจจัยแวดล้อมของสังคม เมื่อพิจารณาร่วมกันเป็นระบบหน้าที่ขององค์ประกอบแห่งความสัมพันธ์ การถ่ายเทพลังงานและหมุนเวียนของสสาร กล่าวคือ ระบบนิเวศนั้นจะถูกจำกัดขอบเขตหรือขนาดเด่นชัด อาจเป็นระบบเปิด (open systems) หมายถึงระบบที่มีการถ่ายเทพลังงาน และการแลกเปลี่ยนของวัตถุได้ทั้งสองอย่าง หรือ เป็นระบบปิด (closed systems) หมายถึงระบบที่มีการถ่ายเทพลังงานได้อย่างเดียว อีกทั้งระบบนิเวศนั้นประกอบด้วยองค์ประกอบหรือโครงสร้าง อาจเป็นสิ่งมีชีวิต ไม่มีชีวิต เกิดเองตามธรรมชาติ หรือมนุษย์สร้างขึ้นเหล่านี้จะอยู่ร่วมกัน และสุดท้าย องค์ประกอบเหล่านี้ต่างก็มีบทบาทหน้าที่ของตน เป็นการสร้างความสัมพันธ์ในการอยู่ร่วมกัน แสดงเอกลักษณ์ของระบบนั้นๆออกมา (เกษม, 2540; อุทิศ, 2542)

ระบบนิเวศในโลกนี้แบ่งเป็นระบบใหญ่ๆ ได้ 2 ระบบ (เกษม, 2540) คือ

1. ระบบนิเวศพื้นดิน (terrestrial ecosystems) ใช้ชนิดพืช (plant species) ในการแบ่งเขต เช่น ระบบนิเวศป่าดิบเขา ระบบนิเวศป่าชายเลน ระบบนิเวศป่าเต็งรัง ฯลฯ

2. ระบบนิเวศน้ำ (aquatic ecosystem) ใช้ความเค็มเป็นตัวกำหนด การที่พื้นผิวโลกแต่ละส่วนมีความแตกต่างกันในด้านสิ่งแวดล้อมของสภาพภูมิประเทศแต่ละแห่ง ซึ่งเปลี่ยนไปตามสภาพภูมิอากาศ ดิน สิ่งมีชีวิต ไฟป่า และการกระทำของมนุษย์ ความแตกต่างเหล่านี้ก่อให้เกิดพืชกลุ่มดินแตกต่างกันไปด้วย

อุทิศ (2542) ให้แนวคิดไว้ว่าพันธุ์พืชที่ขึ้นอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มก้อนนั้น เป็นเพราะพันธุ์พืชต่างๆแต่ละต้น ฝังรากติดแน่นอยู่กับดินเป็นส่วนใหญ่ แล้วทำการสืบลูกหลานโดยการสร้างส่วนสืบพันธุ์อย่างมากมายให้กระจายออกไป อาจอยู่ในรูปของการ โพรยเมล็ดสปอร์ แดกหน่อแตกตา ราก หรือหัวชนิดต่างๆ ด้วยการสืบพันธุ์นี้เอง ทำให้พบพืชชนิดเดียวกันขึ้นอยู่ใกล้กันคลุมพื้นที่กว้าง และถ้ามีพืชหลายชนิดในพื้นที่ก็จะเป็นการขึ้นผสมกันไปตามโอกาสและความเหมาะสมที่เปิดทางให้กลุ่มก้อนของพืชที่ขึ้นผสมกันเช่นนี้และกินพื้นที่กว้าง เรียกว่า สังคมพืช (plant community)

จากแนวคิดที่ว่า สังคมเป็นสิ่งมีชีวิตระดับสูง (super-organism หรือ quasi-organism) และแนวคิดที่ว่าสังคมพืชเป็นการบังเอิญที่พันธุ์ไม้มาขึ้นรวมกัน เรียก แนวคิดเฉพาะตัว (individualistic concept) นำไปสู่ทฤษฎีสำคัญ 2 ทฤษฎี ที่เกี่ยวกับสังคมพืช (อุทิศ, 2542) คือ

### 1. ทฤษฎีทางหน่วยสังคม (community unit theory)

อาศัยการจำแนกสังคม (classification) เป็นเครื่องมือในการศึกษา โดยมีสมมติฐานว่า สังคมพืชมีสภาพเป็นหน่วยหลักอย่างใดอย่างหนึ่งที่ปรากฏจริง และเป็นหน่วยตามธรรมชาติ มิได้ตั้งขึ้นโดยไร้เหตุผล มีลักษณะเช่นเดียวกับหน่วยชนิดพันธุ์ในการจัดจำแนกพืช หากหน่วยหลักนี้เป็นจริงก็ย่อมพบได้ในธรรมชาติ แสดงว่ามีตัวตน ซึ่งสามารถวัดได้เช่นเดียวกับพืชหรือสัตว์ หน่วยหลักที่นิยมใช้กันคือ แอสโซซิเอชัน ซึ่งก็คือ องค์ประกอบของพรรณพืชที่มีความคงที่ ปรากฏในสภาพท้องถิ่นคล้ายๆกัน ปกคลุมด้วยกลุ่มพืชแบบเดียวกัน การปรากฏของกลุ่มพืชที่คล้ายๆกันนี้ มิได้เป็นไปตามโอกาสแบบสุ่ม แต่อยู่ภายใต้การควบคุมของสภาพแวดล้อมแบบเดียวกัน

### 2. แนวคิดทางด้านเชื่อมต่อ (continuum concept)

อาศัยแนวคิดความเป็นอิสระเฉพาะตัว เน้นถึงหลักการขึ้นต่อเนื่องกันไปของพันธุ์พืช แต่ละชนิดพันธุ์ มีช่วงแน่นอนในการมีชีวิตรอดได้ในช่วงความลดหลั่นของสิ่งแวดล้อม การพบอยู่ร่วมกัน ถือได้ว่ามีความสามารถมาซ้อนทับกัน นั่นก็คือ กลุ่มของพันธุ์พืชคลุมดินจะค่อยๆ เปลี่ยนไปในทิศทางต่างๆตามการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแวดล้อม แต่เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมแต่ละพื้นที่มิได้เรียงตัวลดหลั่นกันไปตามลำดับในพื้นที่ที่ต่อเนื่องกัน อาจเรียงตัวขาดตอน จึงอาจพบเห็นพืชคลุมดินแยกเด่นชัด เช่น ชายป่าเต็งรังกับป่าดิบแล้ง เป็นต้น แต่หากสำรวจสังคมพืชมาๆ และ จัดลำดับกัน ก็จะพบการเปลี่ยนแปลงที่ค่อยๆเป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่สามารถแยกเป็นกลุ่มที่แน่นอนได้

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ทำการศึกษาใน 2 สังคมพืช คือ สังคมป่าดิบแล้ง และสังคมป่าดิบเขา ซึ่งอุทิศ (2542) กล่าวถึงสังคมป่าทั้งสองไว้ดังนี้

## 1. สังคมป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest)

สังคมป่าดิบแล้งเป็นสังคมถาวรในสภาพภูมิอากาศแถบกึ่งร้อน (subtropical climate) ของประเทศไทย ปัจจัยหลักที่เป็นปัจจัยกำหนดของสังคมนี้คือฤดูกาลที่มีการแบ่งแยกเด่นชัด อย่างน้อยต้องมีช่วงความแห้งแล้งที่ยาวนานประมาณ 3-4 เดือน มีดินค่อนข้างลึกสามารถกักเก็บน้ำได้ดี และไม่มีไฟป่าเข้ามารบกวน ดินในป่าชนิดนี้จึงมักเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย ป่าดิบแล้งปกคลุมตั้งแต่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100- 800 เมตร มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 1,000-2,000 มิลลิเมตรต่อปี ในบางพื้นที่อาจพบหินที่เป็นต้นกำเนิดของดินโผล่ขึ้นมาให้เห็นด้วย ส่วนปัจจัยที่เกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นมีบทบาทน้อย สำหรับประเทศไทยสามารถพบป่าดิบแล้งได้กระจายตั้งแต่ตอนบนของทิวเขาถนนธงชัยจากจังหวัดชุมพรขึ้นมา ปกคลุมลาดเขาทางทิศตะวันตกของทิวเขาตะนาวศรีไปจนถึงจังหวัดเชียงราย ส่วนทางด้านตะวันออกของประเทศพบปกคลุมตั้งแต่ทิวเขาภูพานต่อลงมาถึงทิวเขาบรรทัด ทิวเขาพนมดงรักลงไปถึงจังหวัดระยอง ขึ้นไปตามทิวเขาตะนาวศรี ทิวเขาเพชรบูรณ์จนถึงจังหวัดเลยและน่าน รวมถึงยังพบในจังหวัดสกลนครและทางเหนือของจังหวัดหนองคายเลียบลำน้ำโขงในส่วนที่ติดต่อกับประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ป่าดิบแล้งปัจจุบันส่วนใหญ่พบเฉพาะในพื้นที่อนุรักษ์ เช่น ป่าดิบแล้งที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา ป่าดิบแล้งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน ป่าดิบแล้งในบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เป็นต้น

ป่าดิบแล้งโดยทั่วไปมีเรือนยอดปกคลุมต่อเนื่องกันโดยตลอด ช่องว่างจากชั้นเรือนยอดชั้นบนถูกปิดด้วยเรือนยอดของไม้ชั้นรองและไม้พุ่ม ส่วนช่องว่างที่ถูกเปิดใหม่จะถูกทดแทนอย่างรวดเร็วจากไม้เบิกนำหลายชนิด โครงสร้างทางด้านตั้งของป่าดิบแล้งประกอบด้วยไม้ 3 ชั้นเรือนยอด ชั้นบนสุดมีความสูงตั้งแต่ 25เมตรขึ้นไป อาจถึง 40 เมตรสำหรับป่าที่สมบูรณ์มากๆ พันธุ์ไม้สำคัญในเรือนยอดชั้นบนส่วนใหญ่เป็นไม้ในตระกูลยาง (Dipterocarpaceae) เรือนยอดชั้นรองมีความสูงประมาณ 10-20 เมตร ไม้เด่นที่พบ เช่น พลองใบใหญ่ (*Memecylon ovatum* Sm.) พลองจีน (*M. floribunda* Blume) กัดลิ้น (*Walsura trichostemon* Miq.) เป็นต้น ในช่วงฤดูแล้งจำนวนใบบนต้นของไม้ชั้นนี้ลดปริมาณลงอย่างเด่นชัดทำให้ป่ามีความแห้งแล้ง และชั้นไม้พุ่มมีความสูงไม่เกิน 5 เมตร แต่ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 3 เมตรประกอบด้วยไม้พุ่มและลูกไม้ของไม้ใหญ่ พันธุ์ไม้ที่พบ เช่น ข่อยหนาม (*Streblus taxoides* (Heynes)) หมักหม้อ (*Rothmannia eucodon* (K.Schum.) Bremek.) เป็นต้น ส่วนพื้นป่าปกคลุมด้วยลูกไม้ในวงศ์ Marantaceae ในสกุล *Phynim* และ *Cucurigo* การจำแนกสามารถจำแนกได้โดยลักษณะโครงสร้างในด้านองค์ประกอบของชนิดพันธุ์

ไม้และลักษณะทางสรีระวิทยาของพันธุ์ไม้ในสังคม พรรณไม้ในสังคมนี้เป็นการผสมผสานระหว่าง ไม้ผลัดใบและไม้ไม่ผลัดใบในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน ไม้ไม่ผลัดใบมักมีการเปลี่ยนแปลงใบ ก่อนข้างสูงในช่วงฤดูแล้ง สังเกตได้จากปริมาณการร่วงหล่นของใบแต่เรือนยอดป่าก็ยังคงรักษา ความเขียวไว้โดยตลอด การจำแนกที่ชัดเจนอาจต้องสังเกตที่ไม้ค้ำนี้ของสังคมซึ่งความแตกต่างจาก สังคมป่าอื่นค่อนข้างเด่นชัดทั้งในระดับเรือนยอดชั้นบน ชั้นกลางและชั้นพื้นป่า

ระบบนิเวศของป่าดิบแล้งประกอบไปด้วยพรรณไม้ที่มีความหลากหลายสูงและมีสภาพ ทางสรีระที่แตกต่างกันหลายระบบ มีทั้งพืชผลัดใบและไม้ผลัดใบจึงทำให้มีการผลิตอินทรีย์วัตถุได้ ตลอดและมีส่วนที่ยังสตกงอยู่ในสังคมค่อนข้างสูงแม้แต่ในช่วงฤดูแล้ง มวลชีวภาพบนพื้นป่ามี ความแปรผันไปตามช่องว่างที่เกิดขึ้นในป่า แต่อย่างไรก็ตามภายใต้เรือนยอดในช่วงฤดูแล้งก็ได้รับ แสงค่อนข้างสูงกว่าป่าดิบชื้นโดยทั่วไป ทำให้ในช่วงต้นฤดูฝนซึ่งไม้ชั้นบนยังผลิใบไม่เต็มที่พืชผิวดินหลายชนิดก็เริ่มแตกหน่อและใบอ่อนก่อน

ป่าดิบแล้งมีระบบนิเวศที่ค่อนข้างมีการหมุนเวียนของธาตุอาหารและการหลั่งไหลของ พลังงานเร็ว สภาพภูมิอากาศที่มีช่วงชื้นหลายเดือน ทำให้แบคทีเรียและเชื้อราต่างๆทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใบและกิ่งก้านขนาดเล็กที่ร่วงหล่นลงมาส่วนใหญ่สลายหมดไปได้ภายในปีเดียว กิ่ง ขนาดใหญ่และต้นไม้ที่ล้มอยู่จะเริ่มสลายโดยแมลง ปลวก และสัตว์กัดแทะ เห็ดชนิดต่างๆ เข้ามา อาศัยทำลายให้ย่อยสลายเล็กลงและหมดไปหากเป็นไม้ที่มีโครงสร้างที่ไม่แข็งแรงเกินไปก็จะสลาย หมดไปได้ในเวลาไม่เกิน 5 ปี สารต่างๆ ก็จะถูกคืนลงสู่ดินและหมุนเวียนกลับขึ้นไปสู่พืช ป่าที่มี ลักษณะสมบูรณ์มีการสูญเสียธาตุอาหารไปกับการถูกชะล้างพังทลายไปกับน้ำค่อนข้างน้อย เพราะ ความแน่นทึบของพืชที่ปกคลุมดินและรากที่ประสานกันแน่น

## 2. สังคมป่าดิบเขา (hill evergreen forest)

ป่าดิบเขาจำแนกได้โดยใช้ไม้ค้ำนี้และลักษณะโครงสร้างของสังคมในด้านการผสมกัน ของชนิดพันธุ์ไม้เป็นหลัก การปรากฏของไม้ค้ำนี้ของป่านี้มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศที่ หนาวเย็น สำหรับความหนาวเย็นในประเทศไทยมักขึ้นอยู่กับความสูงจากระดับน้ำทะเล จึงอาจ กล่าวได้ว่าป่าดิบเขาเป็นป่าที่ขึ้นปกคลุมอยู่บนยอดเขาสูงที่มีอากาศหนาวเย็นตลอดปี ซึ่งโดยทั่วไป ป่าดิบเขาพบในพื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 1,200 เมตร ไม้ที่เป็นไม้ค้ำนี้ได้แก่ ไม้วงศ์ ก่อ (Fagaceae) ผสมไม้ในกลุ่มจิมโนสเปิร์ม (Gymnosperm) และไม้อื่นๆ เช่น

พญาไม้ (*Podocarpus neriifolius* D. don) ปัจจัยสำคัญที่เป็นปัจจัยจำกัดในการปรากฏของสังคมชนิดนี้คือสภาพภูมิอากาศที่หนาวเย็นตลอดปี ซึ่งปกติป่าดงดิบเขามียุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส และต่ำสุดอาจน้อยกว่า 0 องศาเซลเซียส อากาศมีความชื้นสูงโดยเฉพาะความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงฤดูฝนอาจเกิน 90 เปอร์เซ็นต์ตลอดเวลา มีเมฆปกคลุมบ่อยในบางพื้นที่ ดินมีความลึกพอที่จะพญาไม้ใหญ่ได้ ปัจจัยเหล่านี้จึงพบสังคมป่าชนิดนี้เฉพาะบนยอดเขาสูงเท่านั้น

ป่าดิบเขาอาจพบได้ทุกภาคของประเทศไทยในบริเวณที่เป็นยอดเขาสูง และอาจแบ่งย่อยตามลักษณะโครงสร้างของป่าออกได้เป็นสองสังคมย่อย คือ

1. ป่าดิบเขาระดับต่ำ (lower montane forest) เป็นป่าที่มีไม้สูงใหญ่เรือนยอดชั้นบนสูง 30 เมตรมีไม้หนาแน่นไม้เด่นเป็นก่อชนิดต่างๆ ตามต้นไม้มีพืชกาฝากน้อย ชากพืชตามพื้นป่าทับถมกันบางๆ พบที่ระดับความสูงตั้งแต่ 1,200 – 1,800 เมตร มีลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชที่คล้ายคลึงกับป่าดิบแล้งในระดับสูง ต่างกันที่ป่าดิบเขามีไม้ผลัดใบปรากฏอยู่น้อยมาก ป่าที่สมบูรณ์จะมีโครงสร้างป่าครบทั้ง 3 ชั้นเรือนยอด คือ เรือนยอดชั้นบนสุดประกอบไปด้วยไม้ก่อซึ่งเป็นไม้ดัชนีและมีกลุ่มไม้สนขึ้นผสมอยู่ ส่วนไม้อื่นที่พบเช่น ไม้สกุลอบเชย (*Cinnamomum* spp.)

หลายชนิด ยมหอม (*Toona ciliata* M. Roem.) มณฑาดอย (*Manglietia garrettii* Craib) จำปาป่า (*Michelia champaca* L.) จำปีป่า (*Michelia baillonii* (Pierre) Finet & Gagnep.) เป็นต้น ในเรือนยอดชั้นกลางพบไม้ที่สำคัญเช่น เมือยหลวง (*Gordonia axillaris* (Roxb. ex Ker Gawl.) D. Dietr.) เมือยคอย (*Camellia pleurocapa* (Gagnep.) Sealy) ขมิ้นดิน (*Alseodaphne birmanica* Kosterm.) มุ่นเขา (*Pyrenaria garrettii*) กฤษณา (*Aquilaria crassna* Pierre ex Lecomte) เป็นต้น และชั้นไม้พุ่มชนิดไม้ที่สำคัญ เช่น อ้าน้ำ (*Osbeckia nepalensis* Hook. f.) กำลั้งช้างสาร (*Maesa montana* A. DC.) ขมิ้นแดง (*Curcuma roscoeana* Wall.) เป็นต้น ส่วนพืชจำพวกเฟิร์นจะพบตามริมห้วย เช่น ฤๅษีดอญ (*Blechnum orientale* L.) ฤๅษีดิน (*Cyathea borneensis* Copel.) หัสคำ (*Osmunda angustifolia* Ching) และข้าวตอกฤๅษี (*Sphagnum* sp.) เป็นต้น นอกจากนี้สามารถพบพืชที่เป็นพืชเกาะติดซึ่งพบได้ทั้งป่าดิบเขาระดับต่ำและระดับสูง เช่น กกล้วยไม้ชนิดต่างๆ

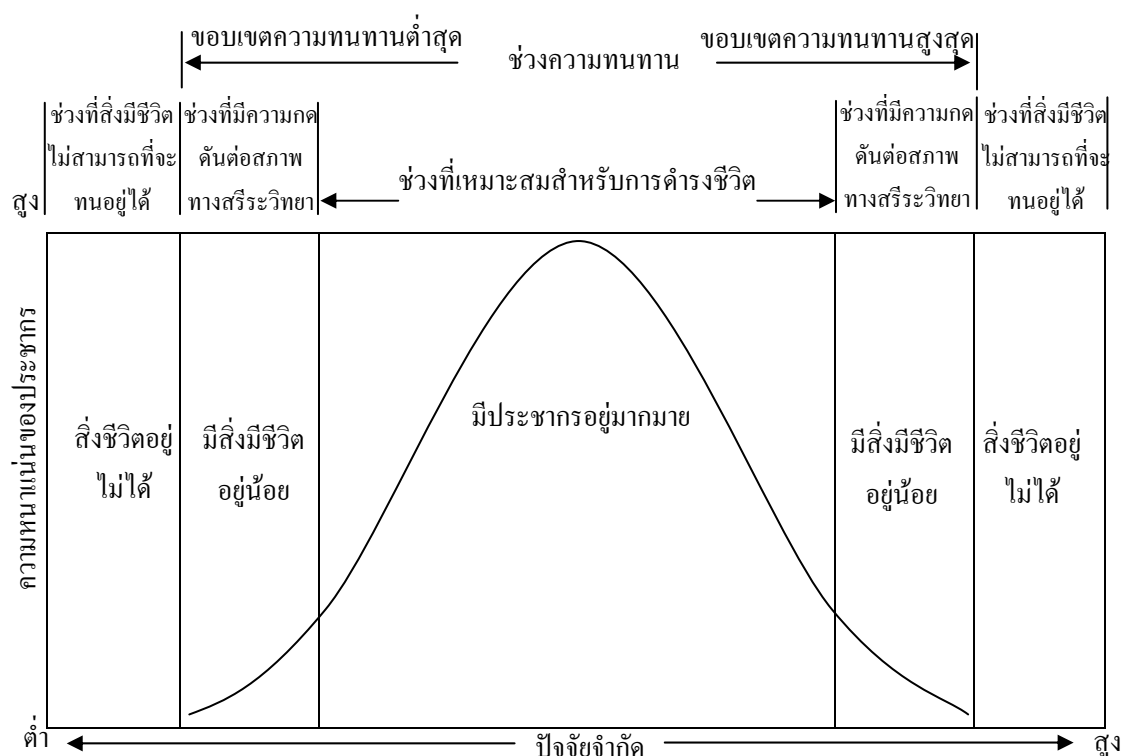
2. ป่าดิบเขาระดับสูง (upper montane forest) หรือปามอสส์ มีเรือนยอดชั้นบนสูงประมาณ 20 เมตร กิ่งก้านคดงและก่อดัวเป็นก้อนๆ กิ่งและลำต้นมีกาฝากและมอสส์เกาะอยู่หนาแน่น พื้นป่ามีชากพืชปกคลุมหนา บางพื้นที่มีมอสส์ ในที่ชื้นแฉะมักมีข้าวตอกฤๅษีขึ้นปกคลุม พบได้บนพื้นที่ที่มีระดับความสูงมากกว่า 2,000 เมตร การปรากฏของมอสส์ที่หนาแน่นทั้งที่ลำต้น กิ่ง ดอก ขอนไม้

และบนพื้นดินพืชนั้น เป็นลักษณะที่ทำให้แยกได้เด่นชัดจากป่าดงดิบเขาระดับต่ำ มอสส์ที่สลายตัวทับถมบนพื้นที่ที่ยึดเกาะทำให้บริเวณนั้นกลายเป็นที่ยึดเกาะของพันธุ์ไม้ชนิดอื่น เช่น บอน จิงข่า รวมถึงไม้พุ่มขนาดเล็กต่างๆ เรือนยอดชั้นบนประกอบไปด้วยไม้ก่อบางชนิด ผสมสกุลไม้เด่นในเขตอบอุ่น เช่น พินปลา (*Litsea umbellata* (Lour.) Merr.) อังแกง (*Cinnamomum tamala* (Hamilton) Nees & Eberm.) เมี่ยงผี (*Pyrenaria diospyricarpa* Kurz) ปลิง (*Macaranga lowii* King ex Hook.f.) และพะยอม (*Calophyllum polyanthum* Wall.ex Choisy) เป็นต้น เรือนยอดชั้นกลางสูงประมาณ 10 เมตร ไม้ส่วนใหญ่เป็นไม้สกุลเมี่ยง (*Gordonia* spp.) กวม (*Acer* spp.) กุหลาบกุ (*Rhododendron* spp.) เหมือด (*Symplocos* spp.) เป็นต้น

สังคมป่าดิบเขาในระดับสูงและระดับต่ำมีความแตกต่างกันในด้านการหมุนเวียนของสารและการหลั่งไหลของพลังงาน กล่าวคือ สังคมป่าดงดิบเขาระดับต่ำมีการหมุนเวียนของสารและการหลั่งไหลของพลังงานค่อนข้างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามดินในป่านี้ก็ไม่ขาดแคลนธาตุอาหาร เนื่องจากมีการเพิ่มธาตุอาหารจากตะกอนที่ไหลลงมาจากพื้นที่ในระดับสูงและการสลายตัวของหิน และดินในส่วนลึกของพื้นที่ผลผลิตมูลฐานสามารถสร้างได้ตลอดปีทั้งนี้เพราะช่วงเวลากลางวันโดยทั่วไปมีอุณหภูมิสูงพอสมควรสำหรับกระบวนการทางชีววิทยาของพืชทุกชนิด พื้นป่าโดยทั่วไปไม่รกริบมากแต่ก็มีพืชล้มลุกและพืชหัวขึ้นผสมอยู่ ส่วนสังคมป่าดิบเขาระดับสูงโดยทั่วไปมีผลผลิตมวลพืชสดแต่ละปีค่อนข้างต่ำ เนื่องจากสภาพอากาศที่ค่อนข้างเย็นและมักประสบปัญหาเรื่องลมที่พัดจัดรวมถึงการปกคลุมของเมฆที่ปรากฏอยู่เสมอ อากาศที่หนาวและชื้นทำให้พืชล้มลุกภายใต้เรือนยอดปามีน้อย แต่ถูกปกคลุมด้วยมอสส์และเฟิร์นค่อนข้างหนาซึ่งพืชกลุ่มนี้มีการเติบโตค่อนข้างช้า อีกทั้งอากาศที่หนาวเย็นทำให้ซากพืชที่ร่วงหล่นลงบนดินมีการสลายช้าตามไปด้วย ในบางบริเวณที่ที่ค่อนข้างชื้นจัดและมีน้ำขังมักก่อตัวเป็นพีท (peat) บางๆปกคลุมผิวดิน การทำงานของสัตว์หน้าดินไม่มีประสิทธิภาพที่จะสลายซากพืชให้หมดไปในช่วงรอบปี

### แนวความคิดเกี่ยวกับความทนทานทางนิเวศวิทยา (ecological amplitude/amplitude of tolerance)

ความทนทานทางนิเวศวิทยาเป็นแนวความคิดที่ว่า สิ่งมีชีวิตหนึ่งสิ่งมีชีวิตใดสามารถทนทานต่อแรงบีบคั้นของปัจจัยแวดล้อมในช่วงจำกัด การแสดงออกสูงสุดในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุดและแสดงออกน้อยลงหรือต่ำลงในตอนปลายทั้งสองข้างของการมีให้ของปัจจัยแวดล้อมนั้นและการตอบสนองนี้ก็เป็นต่อสภาพรวมของปัจจัยแวดล้อมทั้งหมดด้วยดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การกระจายของจำนวนประชากรตามกฎของความทนทานทางนิเวศวิทยา (law of tolerance)  
ที่มา: ดัดแปลงจาก Kendeigh (1975)

ความสามารถในการยังชีพและความแข็งแรงของพืช (vitality and vigor) เป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องความสามารถของพืชในการปรับตัวให้คงอยู่ในสังคมโดยครบวงจรชีวิต การจำแนกระดับของความสามารถในการยังชีพและความเข้มแข็งจำเป็นต้องทราบสภาพของพืชนั้นๆ ในถิ่นที่อยู่อาศัยที่สมบูรณ์สุดของมันมาก่อนในทุกช่วงของการเจริญเติบโต ข้อกำหนดในการพิจารณาความเข้มแข็งมีหลายแนวทาง เช่น ใช้อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณการเจริญเติบโตทั้งหมดโดยเฉพาะด้านความสูง ความรวดเร็วในการเจริญเติบโต การฟื้นคืนหลังถูกรบกวน พื้นที่ปกคลุมด้วยใบ สี และความเต่งตึงของใบและลำต้น ความรุนแรงของการทำลายจากโรคและแมลง เวลาของการปรากฏดอก อัตราการเจริญของราก การพัฒนาของหน่อและใบตลอดจนส่วนที่ตายภาค เป็นต้น (อุทิศ, 2542)

## การศึกษาสังคมพืช

การศึกษาสังคมพืชคลุมดินในท้องที่หนึ่งท้องที่ใดนั้นจำเป็นต้องจำแนกตัวสังคมหรือส่วนของพืชคลุมดิน(communities or vegetation segments) ให้ได้เสียก่อน จากนั้นส่วนของพืชคลุมดินที่แยกไว้ก็สามารถทำการศึกษาและวิเคราะห์โดยเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (sub-areas or stands) ที่อยู่ในสังคมพืชคลุมดินนั้น และการสำรวจเก็บข้อมูลในทางป่าไม้ ประชากรที่ถูกสำรวจมีจำนวนมาก รวมถึงพื้นที่ที่สำรวจมีความกว้างขวางทำให้การศึกษาหรือรวบรวมข้อมูลไม่สามารถที่จะทำได้ทั้งหมด จึงมักจะนิยมใช้วิธีการวางแผนตัวอย่างเพื่อที่จะสุ่มสำรวจเก็บข้อมูล ซึ่งการจะปฏิบัติเช่นนี้จำเป็นที่จะต้องทราบหลักการเกี่ยวกับ ขนาด รูปร่าง จำนวน วิธีการวางแผนและระยะห่างของแปลงตัวอย่าง ตลอดจนวิธีการทางสถิติที่เหมาะสมเสียก่อน (สุวิทย์, 2514; สงคราม, 2526; อุทิศ, 2542) จากข้างต้นขั้นตอนของการเตรียมตัวในการศึกษาสังคมพืชจึงอาจสรุปได้เป็น 4 ขั้นตอน (อุทิศ, 2542) คือ

1. การจำแนกส่วนของพื้นที่ที่พรรณพืชปกคลุม (segmentation of vegetative cover) การกำหนดกลุ่มสังคมพืชไม่ว่าในระดับใด เช่น ระดับสังคม หมู่ไม้หรือชนิดป่า ขึ้นอยู่กับแนวคิดในแต่ละเรื่อง การจำแนกกลุ่มพืชเพื่อการศึกษาจำเป็นต้องทำการสำรวจทั่วไป (reconnaissance survey) เสียก่อน ส่วนใหญ่การจำแนกสังคมพืชเบื้องต้นมักใช้พันธุ์ไม้เด่นของสังคมเป็นหลักแต่บางครั้งการจำแนกสังคมขั้นนี้อาจต้องมองถึงพืชชั้นล่างด้วย ดังนั้นขนาดสังคมหรือหน่วยพันธุ์พืชคลุมดินประเภทนั้นจึงมีพื้นที่เล็กลงและความเป็นเนื้อเดียวกันมีมากขึ้นทำให้การเลือกตัวอย่างทำได้ง่ายขึ้น การจำแนกสังคมพืชคลุมดินในพื้นที่หนึ่งๆจึงอาจแยกออกเป็นสังคมหรือชนิดป่าและภายในสังคมนั้นอาจแตกย่อยออกไปเป็นส่วนเล็กๆที่มีความเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น

2. การเลือกหมู่ไม้ตัวอย่างในสังคมพืชที่กำหนดไว้ (selection of sample stands in recognized plant community) การเลือกหมู่ไม้ที่เป็นตัวแทนของสังคมสามารถทำได้หลายวิธี คือวิธีแรกเลือกหมู่ไม้ที่เห็นว่าจะจะเป็นตัวแทนของหมู่ไม้ทั้งหมดในสังคมนั้นเพื่อการศึกษา วิธีที่สองเลือกหมู่ไม้ที่ทำการศึกษาโดยเอาเฉพาะบางส่วนของหมู่ไม้ทั้งหมดในสังคม และวิธีที่สามเลือกหมู่ไม้ที่ทำการศึกษาโดยวิธีการสุ่มแบบที่ทุกหมู่ไม้มีโอกาสได้รับเลือกเท่ากัน ซึ่งการเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับหลายๆปัจจัยเช่น งบประมาณ ระยะเวลา ความสามารถของบุคคลากร ความแปรผันของหมู่ไม้ภายในสังคม และความจำเป็นที่สอดคล้องกับหลักทางสถิติ

การวางแผนตัวอย่างในการสำรวจพรรณพืชโดยทั่วไปยึดหลักการสุ่มตัวอย่างทางสถิติและความเหมาะสมทางวิชาการ คือ 1) ใช้วิธีการสุ่มวางแผนให้แต่ละส่วนของพื้นที่มีโอกาสเท่าเทียมกันโดยไม่มีการเลือกซ้ำจุดเดิม (random without replacement) 2) ใช้วิธีเลือกแปลงตัวอย่างหรือจุดสุ่มโดยวิธีการที่เป็นระบบ (systematic sampling) และ 3) การเลือกสุ่มตัวอย่างโดยให้ทุกส่วนมีโอกาสเท่าๆกันแต่มีการจำแนกพื้นที่ตามประเภทก่อน (stratified random sampling)

กรณีที่พื้นที่ศึกษามีขนาดเล็กหรือสังคมพืชหรือหมู่ไม้มีความสม่ำเสมอในชนิดพันธุ์ไม้โครงสร้างและอื่นๆ การสุ่มตัวอย่างอาจใช้เพียงแปลงเดียวที่มีขนาดใหญ่พอควร ซึ่งเรียกว่า รีเลเว (relevé) หากสังคมพืชหรือหมู่ไม้มีขนาดใหญ่และมีความผันแปรกว้างอาจใช้แปลงแบบสุ่ม

3. การตัดสินใจในการใช้ ขนาด รูปร่าง และจำนวนแปลงตัวอย่าง (size, shape and number of simple plots) การจะเลือกใช้แปลงแบบใดขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลที่จะได้ ความเหมาะสมกับสังคมพืชและลักษณะรูปชีวิตของพืชที่จะทำการประเมิน ความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน ทุนและกำลังคน รวมถึงคุณภาพของบุคลากร

ขนาดแปลงตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสังคมพืชมีตั้งแต่ลักษณะเป็นจุดไปจนถึงแปลงขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่เป็นตารางกิโลเมตร ซึ่งรูปร่างแปลงตัวอย่างมีหลายรูปแบบ เช่น จุด รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า สามเหลี่ยม และรูปวงกลม แปลงตัวอย่างแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส Raunkiaer ซึ่งเป็นนักพฤกษศาสตร์ชาวเดนมาร์ก เป็นคนแรกที่น่ามาใช้ในการหาความถี่ของไม้และเป็นแปลงที่วางง่ายที่สุด แปลงตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สามารถควบคุมความแปรผันได้ดีกว่าแปลงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ส่วนแปลงวงกลมและแปลงสามเหลี่ยมแม้มีเส้นรอบรูปน้อยแต่การวางแผนค่อนข้างลำบาก (สุวิทย์, 2514; อุทิศ, 2542) สำหรับขนาดแปลงตัวอย่างของสังคมพืชในเมืองไทยนั้นขึ้นอยู่กับชนิดป่าหรือสังคมพืชเป็นสำคัญ เช่น ในการศึกษาไม้ใหญ่ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ใช้แปลงขนาด 10 x 10 เมตร ส่วนป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น ใช้แปลงขนาด 25 x 25 เมตร แปลงตัวอย่างขนาดเล็กนิยมใช้ศึกษาไม้หนุม (sapling) และกล้าไม้ (seedling) คือ ไม้หนุมซึ่งเป็นไม้ที่มีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร ใช้แปลงตัวอย่างขนาด 4 x 4 เมตร และกล้าไม้ ใช้แปลงขนาด 1 x 1 เมตร (ดอกรัก, 2542)

การกำหนดจำนวนและขนาดแปลงตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจขึ้นอยู่กับความถูกต้องที่ต้องการ และปัจจัยอื่นๆที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ผู้ที่ทำการศึกษายาจอาศัยแนวทางด้านสถิติเข้ามาช่วย

หรืออาจใช้วิธีการที่เรียกว่า กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดพันธุ์ (species area curve) ในการหาขนาดและจำนวนแปลงที่เหมาะสม ซึ่งเป็นวิธีที่นักนิเวศวิทยานิยมใช้

4. การกำหนดชนิดข้อมูลที่จะรวบรวมจากแปลงตัวอย่าง (types of data to be collected)  
การกำหนดข้อมูลขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการศึกษาวิจัย โดยทั่วไปอาจแบ่งได้สองกลุ่มใหญ่ๆ คือ 1) ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพพื้นที่และปัจจัยแวดล้อม 2) ข้อมูลเกี่ยวกับพรรณพืชโดยตรง

### ความคงทนของพื้นที่ธรรมชาติ

ความคงทนของพื้นที่ เป็นความสามารถของพื้นที่ในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการโดยไม่ปรากฏร่องรอยผลกระทบ อาจบอกได้เป็นปริมาณการใช้ประโยชน์ที่พื้นที่สามารถรองรับได้ ก่อนที่จะถึงระดับที่เกิดผลกระทบ ปัจจัยสำคัญที่กำหนดความคงทนของระบบนิเวศหรือสภาพแวดล้อมในแหล่งนันทนาการทางธรรมชาติ ได้แก่ ลักษณะด้านพืชพรรณ (vegetation characteristics) ลักษณะดิน (soil characteristics) ลักษณะภูมิประเทศ (topography characteristics) และลักษณะภูมิอากาศ (climatic characteristics) ในการวิเคราะห์ความคงทน ในแหล่งนันทนาการพิจารณาจาก 3 กลุ่มปัจจัย (Hammit and Cole, 1998) คือ

1. ลักษณะพืชพรรณ โดยพิจารณาจากความคงทนของชนิดพันธุ์ สัดส่วนของชนิดพันธุ์ ปริมาณการปกคลุม ลักษณะทางโครงสร้างของพืชพรรณ และลักษณะภายนอกที่เห็นด้วยตาของพืช
2. ลักษณะของดิน ที่มีอิทธิพลต่อความทนทานของพื้นที่ คือ เนื้อดิน อินทรีย์วัตถุ ความชื้น และความลึกของดิน
3. ลักษณะทางภูมิประเทศ ความทนทานจะมีความสัมพันธ์กับความสูงและตำแหน่งที่ตั้ง ภูมิประเทศ ความสูง และทิศด้านลาด

### ลักษณะของพืชพรรณ

ลักษณะทางโครงสร้างและลักษณะสภาพภายนอกของพืชพรรณ (physiognomy) พิจารณาในรูปแบบของรูปชีวิตซึ่งพืชที่มีลักษณะดังกล่าวแตกต่างกันจะมีความคงทนต่างกันด้วย รูปชีวิตที่นำมาใช้จำแนกมีอยู่ 3 รูปแบบ (Cole, 1995a) คือ

1. พิจารณาโดยใช้ตำแหน่งของตาเจริญเป็นเกณฑ (perennating bud) ซึ่งจำแนกโดยใช้จุดที่ตั้งของตาเจริญและแบบการรักษาการป้องกันตาหรือต้นอ่อนเป็นหลัก ตามรูปชีวิตของ Raunkiaer (Liddle, 1977) สามารถจำแนกได้ 6 กลุ่มหลักๆ คือ

1.1 ฟาเนอโรไฟต์ (phanerophyte) เป็นไม้เนื้อแข็งที่มีตาเปิดเผยอยู่ในอากาศ ชี้นในทิศทางตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลกโดยตาเจริญอยู่สูงกว่าพื้นดินไม่ต่ำกว่า 25 เซนติเมตร

1.2 คามีไฟต์ (chamaephyte) เป็นได้ทั้งพวกไม้เนื้อแข็งและไม้ล้มลุก เป็นพืชเตี้ยๆ มีตาเจริญอยู่บนกิ่งในอากาศแต่ใกล้ผิวดิน ตาเจริญอยู่เหนือพื้นดินต่ำกว่า 25 เซนติเมตร

1.3 เฮมิคริปโตไฟต์ (hemicryptophyte) ตาอยู่ระดับผิวดิน ส่วนใหญ่เป็นพืชล้มลุกและพวกหญ้า

1.4 จีโอไฟต์ (geophyte) เป็นไม้พุ่มที่มีตาเจริญอยู่ใต้ดิน

1.5 เฮโลไฟต์ (helophyte) เป็นพืชในพื้นที่ชื้นแฉะ

1.6 ไฮโดรไฟต์ (hydrophyte) เป็นตาของพืชที่เจริญเติบโตอยู่ในน้ำ

นอกจากนี้ยังมีพืชจำพวกคริปโตไฟต์ (cryptophyte) มีตาเจริญหรือหน่อมีชีวิตอยู่ใต้ในฤดูกาลที่ไม่เหมาะสมโดยฝังส่วนนั้นลึกอยู่ในดินระดับต่างๆ หรืออยู่ในโคลนใต้น้ำ ซึ่งสามารถจัดไว้ในกลุ่มเดียวกับจีโอไฟต์ (geophyte) เฮโลไฟต์ (helophyte) และไฮโดรไฟต์ (hydrophyte) ได้

2. จำแนกโดยใช้รูปทรงของใบและลำต้น (leaf-stem architecture) (Cole, 1995b) เช่น

ลำต้นตั้งตรง(erect) ลำต้นสานกันเป็นแผง(matted) ใบเป็นกระจุกที่ฐาน (rosette) เป็นต้น

### 3. ใช้ลักษณะภายนอกพืชที่มองเห็นได้ เช่น shrubs, graminoids, forbs เป็นต้น

ลักษณะทางธรรมชาติของพืชที่มีความคงทนโดยเฉพาะต่อการย่ำคือ ต้นเดี่ยวไม่เป็นลำต้นตรงลำต้นทอดยาวไปกับพื้นดิน พืชที่มีลักษณะเป็นกอ ลำต้นกึ่งก้านเป็นหนาม ใบเป็นแบบกระจุกที่ฐาน(rosette) ลำต้นมีความยืดหยุ่นสูง ใบหนาเล็กและมีความยืดหยุ่นม้วนหดได้เมื่อมีแรงมากระทำ มีความสามารถในการแตกออกนอกจากบริเวณฐาน เป็นพืชที่มีอายุหลายปี (perennial plants) และสามารถแตกตา (buds) หรือเจริญเติบโตได้จากส่วนสืบพันธุ์ที่อยู่ใต้ดินได้ในช่วงต้นฤดูการเจริญเติบโต เป็นพรรณไม้โตเร็ว และสามารถสืบพรรณได้ในช่วงที่ปราศจากการย่ำ ต้นไม้ใหญ่และพืชจำพวกหญ้าโดยทั่วไปจะมีความคงทนสูง มอสมีความคงทนต่ำ ไคเคนและกล้าไม้จะมีความคงทนต่ำสูง ส่วนพวกไม้พุ่มต่างๆที่มีความคงทนปานกลาง แต่อัตราการฟื้นคืนค่อนข้างช้า ส่วนพืชจำพวก forbs มีทั้งคงทนปานกลางและคงทนต่ำ แต่มีอัตราการฟื้นคืนดีกว่าพวกไม้พุ่ม และพืชสามารถลดการถูกทำลายได้ด้วยการลดความสูง Liddle (1977) พบว่าไม้พุ่มที่สูงกว่า 50 เซนติเมตรง่ายที่จะถูกทำลายจากการย่ำมากกว่าต้นที่ต่ำกว่า

รูปชีวิตของพืชก็มีผลต่อความคงทนของชนิดพันธุ์นั้นๆ Cole (1995a) ทำการศึกษาความคงทนจากการย่ำใน 18 ชนิดพันธุ์พืช พบว่าความคงทนของพืชมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความมากมายของพืชพวก graminoids และ shrubs แต่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับพืชที่ค่อนข้างมีความสูงและความมากมายของพืชพวกที่มีลำต้นตั้งตรง เช่น พวก forbs โดย graminoids มีความคงทนมากที่สุด ส่วนพวก forbs มีความคงทนต่ำที่สุด และพวก shrubs มีความคงทนปานกลาง

ในส่วนขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์และปริมาณการปกคลุม พื้นที่ที่มีพืชที่มีความทนทานสูงปกคลุมอยู่มาก จะมีความคงทนต่อการสูญเสียพืชพรรณมากกว่าพื้นที่ที่ส่วนใหญ่มีพืชที่มีความคงทนต่ำปกคลุมอยู่ Hammitt and Cole (1998) พบว่า ชนิดพันธุ์ที่คงทนต่ำสามารถเพิ่มความคงทนให้ตัวมันเองได้หากมันขึ้นอยู่ร่วมกับชนิดพันธุ์ที่มีความคงทนกว่า โดยทั่วไปความคงทนจะเพิ่มขึ้นหากพื้นที่นั้นๆประกอบไปด้วยพืชพรรณหลายๆชั้น โดยพืชชั้นบนจะช่วยรองรับผลกระทบและป้องกันการทำลายชั้นที่ต่ำกว่า ส่วนชั้นที่ต่ำกว่าก็จะทำหน้าที่เปรียบเสมือนเบาะนุ่มๆรองรับพืชชั้นบนจากการย่ำทำให้ความรุนแรงของการทำลายลดลง ความคงทนของชนิดพันธุ์พืชยังขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์อื่นๆที่ขึ้นอยู่ร่วมกันเป็นสังคมนั้นๆ ด้วย การปกคลุมของพืชพรรณจะลดลงเมื่อถูกรบกวน

แม้ว่าส่วนใหญ่จะเป็นพืชที่มีความคงทนมากก็ตาม เช่น ความคงทนของพืชจะมีมากที่สุดเมื่อความเข้มข้นของการใช้ประโยชน์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ความคงทนอันเนื่องมาจากความมากมายของพืชที่ปกคลุม มีความซับซ้อน กล่าวคือ การปกคลุมของสังคมพืชไม่ว่าจะหนาหรือบาง ต่างก็สามารถทำให้มีความคงทนสูงได้และทำให้คงทนต่ำได้เช่นกัน สิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งต่อความคงทนต่ำของพืชพรรณคือการปกคลุมของเรือนยอดไม้ใหญ่ ซึ่งชนิดพันธุ์ที่เติบโตได้เร็วไม่มีความคงทนต่ำกว่าชนิดพันธุ์ที่เติบโตบนพื้นที่เปิดโล่ง

### ลักษณะของดิน

ลักษณะของดินที่มีอิทธิพลต่อความทนทานของพื้นที่ ลักษณะดังกล่าวคือ เนื้อดิน ปริมาณหิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความชื้น ความสมบูรณ์ของธาตุอาหาร และความลึกของดิน ดินที่มีเนื้อปานกลางมีความเหมาะสมสำหรับเปิดใช้เป็นพื้นที่ทางเดินเท้าและเส้นทาง ดินประเภทนี้ เช่น ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนทรายละเอียดและดินร่วน ซึ่งเป็นดินที่มีการระบายน้ำดี เกิดการชะล้างพังทลายน้อย เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่ข้อเสียของดินลักษณะนี้ก็คือ ช่องว่างระหว่างอนุภาคดินทำให้ดินเกิดการอัดตัวได้ง่าย

ดินเนื้อหยาบสามารถทนทานต่อการชะล้างพังทลายโดยลมและน้ำได้ดี เนื่องจากอนุภาคดินมีขนาดใหญ่ต่อการเคลื่อนย้าย อย่างไรก็ตามโครงสร้างที่ไม่แน่นอนของดินเนื้อหยาบทำให้เกิดการขยายกว้างของเส้นทางได้ง่าย รวมทั้งมีความสามารถในการอุ้มน้ำและการแลกเปลี่ยนไอออนของดินต่ำ ทำให้ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช ดินลักษณะนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ทางเดินเท้า

ดินเนื้อหยาบจะมีความคงทนกว่าดินเนื้อละเอียด ดินแป้งและ ดินทรายละเอียดเกิดการชะล้างง่ายเพราะอนุภาคดินมีขนาดเล็กถูกทำให้แตกและเคลื่อนย้ายง่าย จึงมักเกิดปัญหาการกษัยการกับดินลักษณะนี้ นอกจากนี้ดินที่เป็นทรายแป้งเมื่อแห้งก็จะกลายเป็นฝุ่นซึ่งหากเกิดในเส้นทางก็จะทำให้เกิดเป็นมลภาวะกับเส้นทางนั้นๆ ส่วนดินเหนียวมีข้อจำกัดในการรองรับน้ำหนักเพราะดินสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ง่ายเมื่อเปียกชื้น เหนียวเหนอะหนะและแห้งช้า ทำให้ไม่เหมาะต่อการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวก

กรวดและหินมีผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำแต่ความคงทนไม่แน่นอนมีความแตกต่างกันไป ถ้าดินประกอบไปด้วยหินและกรวด 25 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณดินก็จะเป็นประโยชน์ โดยกรวดก้อนเล็กๆเหล่านั้นจะช่วยลดความคงทนตัวของดิน รวมทั้งเพิ่มความคงทนของอนุภาคดินต่อการถูกเคลื่อนย้ายด้วยน้ำ แต่ถ้ามีปริมาณเกินกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ก็จะทำให้เป็นอุปสรรคต่อการใช้ประโยชน์เส้นเพราะหินและกรวดจะทำให้เกิดความยากลำบากในการเดิน นอกจากนี้หากก้อนหินหลุดออกจากดิน เมื่อมีน้ำไหลหินเหล่านั้นก็จะเป็นตัวกีดขวางเส้นทางเอง (Hammit and Cole, 1998)

สำหรับอินทรีวัตถุมีทั้งประโยชน์และโทษ ซึ่งจะผันแปรไปตามปริมาณและชนิดของอินทรีวัตถุนั้น อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับลักษณะของดินด้วย โดยทั่วไปอินทรีวัตถุเป็นสิ่งที่มีความประโยชน์ แต่หากมีปริมาณมากเกินไปก็จะส่งผลเสียเช่นกัน ดินที่มีปริมาณอินทรีวัตถุมากกว่า 20 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ มีการระบายน้ำไม่ดี พื้นที่อยู่สูงและใกล้เส้นศูนย์สูตรการย่อยสลายของซากอินทรีวัตถุเป็นไปได้ช้ามาก การใช้ประโยชน์พื้นที่จะทำให้เกิดเป็นปลักโคลน เป็นข้อจำกัดในการรองรับน้ำหนัก แต่การที่อินทรีวัตถุทับถมกันหนาๆบนหน้าดินก็จะช่วยป้องกันความคงทนตัวและการเกิดการกษัยการของดิน และช่วยในการเจริญเติบโตของพืชเพราะดินสามารถอุ้มน้ำและเก็บกักธาตุอาหารได้

ความชื้นในดินจะมีประโยชน์หากมีในปริมาณไม่มากนักและเพียงพอต่อการเจริญเติบโต และพื้นตัวของพืช ซึ่งหากมีมากเกินไปจะส่งผลต่อการระบายน้ำ ดินแฉะ มีปัญหาต่อการรองรับน้ำหนัก การใช้ประโยชน์มากเกินไปก็จะกลายเป็นปลักโคลน ส่วนความลึกของดินก็มีผลต่อการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ซึ่งดินที่มีความลึกเหมาะสมกับการพัฒนามากกว่าดินตื้น พืชที่ขึ้นอยู่บนดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางจะมีความคงทนต่อการเกิดผลกระทบมากกว่าพืชที่ขึ้นอยู่บนดินที่มีความสมบูรณ์มากหรือดินที่ขาดความสมบูรณ์ แต่การพินึ้นในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์มากจะมีอัตราการพินึ้นดีกว่า นอกจากนี้ดินที่มีความลึกจะมีความเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ทางนันทนาการมากกว่าดินตื้น ซึ่งดินตื้นจะเกิดการชะล้างพังทลายง่ายและพืชมีความคงทนต่ำกว่า

ตารางที่ 1 สรุปคุณสมบัติของดินที่มีอิทธิพลต่อความคงทนของพื้นที่

| คุณสมบัติของดิน       | ลักษณะแต่ละคุณสมบัติ    | ระดับความคงทน |
|-----------------------|-------------------------|---------------|
| เนื้อดิน              | ปานกลาง                 | สูง           |
|                       | หยาบ                    | ปานกลาง       |
|                       | เนื้อดินสมำเสมอ ละเอียด | ต่ำ           |
| ปริมาณกรวดและหิน      | ปานกลาง                 | สูง           |
|                       | ต่ำ                     | ปานกลาง       |
|                       | สูง                     | ต่ำ           |
| ปริมาณอินทรีย์วัตถุ   | ปานกลาง                 | สูง           |
|                       | ต่ำ                     | ปานกลาง       |
|                       | สูง                     | ต่ำ           |
| ความชื้นในดิน         | ปานกลาง                 | สูง           |
|                       | ต่ำ                     | ปานกลาง       |
|                       | สูง                     | ต่ำ           |
| ความอุดมสมบูรณ์ของดิน | ปานกลาง                 | สูง           |
|                       | สูง                     | ปานกลาง       |
|                       | ต่ำ                     | ต่ำ           |
| ความลึกดิน            | ลึก                     | ปานกลาง       |
|                       | ตื้น                    | ต่ำ           |

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hammitt and Cole (1998)

### ลักษณะภูมิประเทศ

ความคงทนของพื้นที่มีความสัมพันธ์กับความลาดชัน ตำแหน่ง สภาพภูมิประเทศ ความสูงจากระดับน้ำทะเลและทิศด้านลาด โดยทั่วไปการเกิดการชะล้างพังทลายจะเพิ่มขึ้นเมื่อความลาดชันเพิ่มขึ้น การเกิดการชะล้างพังทลายบนเส้นทางที่มีความลาดชันต่างกันโดย เส้นทางที่มีความลาดชันไม่เกิน 9 องศา จะไม่เกิดการชะล้างพังทลาย ความลาดชันระหว่าง 9-18 องศา จะเกิดการชะล้างพังทลายในบางส่วนของเส้นทาง ความลาดชันที่มากกว่า 18 องศา จะเกิดการชะล้างพังทลายทั้งพื้นที่ นอกจากนี้ความกว้างและความลึกของเส้นทางจะเพิ่มขึ้นเมื่อความลาดชันเพิ่มขึ้น ในเส้นทางที่สร้างเสร็จใหม่ๆ ปัญหาการเสื่อมสภาพของเส้นทางมักเกิดในช่องทางเดินลงเขามากกว่าทางขึ้น

เขา อีกทั้งปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้นตามระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ทำให้เส้นทางที่อยู่พื้นที่สูงกว่ามีโอกาสเกิดการชะล้างพังทลายของดินมากกว่า และทิศด้านลาดที่รับลมมรสุมและพายุ มีแนวโน้มจะเกิดการชะล้างพังทลายมากกว่าทิศด้านลาดอื่นในพื้นที่ที่ไม่มีความลาดชันเลยแม้ไม่พบปัญหาเรื่องการชะล้างพังทลาย แต่ก็สามารถพบปัญหาอื่นๆได้ เช่น ปัญหาเรื่องการระบายน้ำไม่ดี ทำให้พื้นที่กลายเป็นปลักโคลนหากมีการใช้ประโยชน์มากๆ (Hammitt and Cole, 1998)

อุทิส (2542) กล่าวว่า ความลาดชันของพื้นที่มีผลโดยตรงต่อสังคมพืชน้อยแต่มีผลต่อปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและโอกาสการปรากฏของไม้แต่ละชนิดและต่อโครงสร้างของสังคมพืชส่วนรวม ระบบการระบายน้ำในพื้นที่ขึ้นอยู่กับความลาดชันของพื้นที่ น้ำที่ไหลตามผิวดินมีอัตราความเร็วสูงในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง นอกจากนี้พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงมักมีดินตื้นและชะล้างพังทลายง่ายกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยซึ่งมีดินลึก การจำแนกความลาดชันของพื้นที่ทางด้านป่าไม้ นิยมแบ่งเป็น 4 ระดับคือ

1. ความลาดชันน้อย มีความลาดชันอยู่ในช่วงประมาณ 5-10 องศา ส่วนใหญ่มีดินลึกมีความชื้นสูงเป็นเวลายาวนาน พืชส่วนใหญ่ขึ้นได้ดี
2. ความลาดชันปานกลางมีความลาดชันอยู่ในช่วงประมาณ 11-20 องศา ดินมักตื้นปานกลางมีความชื้นพอควร
3. ความลาดชันค่อนข้างมากมีความลาดชันอยู่ในช่วงประมาณ 21-30 องศา ดินตื้นเก็บน้ำได้ไม่ดี พืชจึงมีรากตื้น โตช้าและมักเกิดความเสียหายจากลม
4. ความลาดชันมากมีความลาดชันอยู่ในช่วง 31-45 องศา ดินตื้น มีหินโผล่ ปกคลุมด้วยไม้พุ่มเตี้ยเป็นส่วนใหญ่ รวมถึงพื้นที่ลาดชันสูงหรือหน้าผา เป็นพื้นที่ที่ไม่มีป่าอย่างต่อเนื่อง ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยหญ้าและหินโผล่ ไม้พุ่มอาจพบได้ในซอกหินที่ลึก

### การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของดิน

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของดินสามารถปฏิบัติได้ทั้งในพื้นที่โดยตรง และในห้องปฏิบัติการไม่ว่าจะเป็น อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน ความหนาแน่นของดิน เป็นต้น

ศรีทอง (2530) ทำการวิเคราะห์สถานะความคงทนของดินต่อการย่อยในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่แจ่ม อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีอัตราส่วนการแตกกระจาย (dispersion ratio) ตามวิธีของ Middleton ซึ่งเป็นการหาอัตราส่วนการแตกกระจายของดินคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของคอลลอยด์กับเปอร์เซ็นต์ของดินแป้งและดินเหนียว จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเทียบกับค่าวิกฤต ถ้าค่าที่ได้มากกว่า 10 แสดงว่าเป็นดินที่ง่ายต่อการพังทลายแต่หากค่าที่ได้ <10 แสดงว่าดินนั้นเป็นดินที่ยากต่อการพังทลาย จากผลการศึกษาใน 5 ลุ่มน้ำย่อย คือลุ่มน้ำแม่หยอด ลุ่มน้ำแม่วาก ลุ่มน้ำแม่ปาน ลุ่มน้ำแม่หลุและลุ่มน้ำแม่โม่แบ่งการศึกษาเป็นดินชั้นบนที่ระดับ 0-25 เซนติเมตร และดินชั้นล่างที่ระดับ 25-50 เซนติเมตร พบว่า ดินทั้งสองระดับส่วนใหญ่เป็นดินที่ง่ายต่อการพังทลาย และค่าอัตราส่วนการแตกกระจายของดินในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ และด้วยวิธีการศึกษาเดียวกันนี้โดยสุทัศน์ (2531) เพื่อทำการวิเคราะห์สมรรถนะความคงทนของดินต่อการย่อยในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชี บริเวณสามลุ่มน้ำย่อยที่มีหินต้นกำเนิดดินที่แตกต่างกันคือ ลุ่มน้ำชีตอนบนซึ่งมีหินทรายเป็นหินต้นกำเนิดดิน ลุ่มน้ำชีภูมิหินปูนเป็นหินต้นกำเนิดดิน และลุ่มน้ำพองมีหินทรายผสมหินปูนเป็นหินต้นกำเนิดดิน โดยทำการศึกษาทุกชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร จากลักษณะการใช้ที่ดินสองประเภท คือพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม จากการศึกษาพบว่า ดินทุกชั้นคุณภาพลุ่มน้ำส่วนใหญ่มีแนวโน้มเป็นดินง่ายต่อการพังทลาย และยังพบว่าดินที่เกิดจากหินต้นกำเนิดประเภทหินปูนมีความคงทนที่สุด รองลงมาคือ หินทรายปนหินปูน และหินทราย ตามลำดับ อีกทั้งดินในพื้นที่ป่ามีแนวโน้มว่ามีความคงทนกว่าดินในพื้นที่เกษตรกรรม

รติกร (2545) ศึกษาผลกระทบต่อดินการหาอัตราการซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและความหนาแน่นของดินด้วยวิธีการใช้ soil core เก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้างแล้วนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ตามกระบวนการในห้องปฏิบัติการ โดยนำตัวอย่างดินมาชั่งน้ำหนัก วัดปริมาตรดินและอากาศโดยใช้เครื่องมือ T- phase จากนั้นวัดการซาบซึมน้ำของดินและนำตัวอย่างดินนั้นไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำดินมาชั่งน้ำหนักและวัดปริมาตรอีกครั้ง การหาค่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหาจาก

$$\text{อัตราซาบซึมน้ำ (ลูกบาศก์เซนติเมตร/วินาที)} = \frac{\text{ปริมาตรของน้ำที่วัดระดับน้ำ}}{\text{ระยะเวลาที่น้ำเคลื่อนจากขีดบนถึงขีดล่าง}}$$

$$\text{ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{\text{มวลของดินแห้ง}}{\text{ปริมาตรทั้งหมดของดิน}}$$

ก่อเกียรติ (2546) ศึกษาผลกระทบต่อดินด้วยการหาอัตราการซาบซึมน้ำผ่านผิวดินด้วยวิธีการวัดโดยตรงในพื้นที่ โดยใช้ soil core ตอก ลงบนจุดที่กำหนดแล้วเติมน้ำลงไปจนถึงระดับที่กำหนดไว้โดยจับเวลาตั้งแต่ เริ่มเติมน้ำจนกระทั่งน้ำซึมลงไปดินหมด ทำการบันทึกระยะเวลาที่น้ำซึมลงดินในแต่ละจุดลงบนตารางบันทึกข้อมูลที่เตรียมไว้ จากนั้นจึงนำระยะเวลาที่วัดได้มาเทียบหาค่าอัตราการซาบซึมน้ำในดินในแต่ละแปลงซึ่งมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ นอกจากนี้ยังทำการวัดค่าการอัดแน่นของดินด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า soil hardness tester ในแปลงตัวอย่าง จากนั้นนำค่าที่วัดได้จากเครื่องมือไปเทียบหาค่าการอัดแน่นของดินในตารางเทียบค่าซึ่งใช้สูตรค่าการอัดแน่น ของดิน  $(P) = 100X / (0.7952(40-X)^2)$  โดยที่ X คือ ค่าที่วัดได้จากเครื่องมือในพื้นที่ ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

### การศึกษาความคงทนของพื้นที่

ในการศึกษาความคงทนของพื้นที่โดยพิจารณาจาก 3 กลุ่มปัจจัยดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้นนั้น นักวิจัยหลายๆท่านในต่างประเทศที่ทำการศึกษาด้านนี้ ใช้หลักการวางแผนการทดลองในพื้นที่ธรรมชาติโดยการวางแผนแปลงถาวรขนาด 0.5 x 1.5 ตารางเมตร ซึ่งถือว่าเป็นแปลงใหญ่ขนาดเท่ากับเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ และในแปลงใหญ่จะแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 30 x 50 ตารางเซนติเมตร ในทุกพื้นที่จะมีการซ้ำและมีแปลงควบคุม ซึ่งในการศึกษาจะเปรียบเทียบความคงทนของพื้นที่จากการถูกรบกวนโดยการย่ำในสถานะเงื่อนไขซึ่งกำหนดขึ้นให้มีความแตกต่างกัน เช่น พื้นที่ สังคมพืช ความลาดชันของพื้นที่ จำนวนการย่ำ น้ำหนักผู้ย่ำ และ ชนิดรองเท้าที่ผู้ย่ำสวมใส่ การรวบรวมข้อมูลจะปฏิบัติหลังจากการย่ำแล้วนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม ในการสำรวจเก็บข้อมูลสำหรับพืชจะรวบรวมข้อมูลการปกคลุมของพืชพรรณ ในแปลงทดลองทั้งก่อนและหลังการย่ำ ซึ่งค่าการปกคลุมของสังคมพืชจะหาเป็นค่าการปกคลุมสัมพัทธ์ (relative cover) ของพืชในทุกแปลงย่อย โดยค่าการปกคลุมสัมพัทธ์หาจาก

$$\text{ค่าการปกคลุมสัมพัทธ์} = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์การปกคลุมของพืชในทุกแปลงย่อยหลังการย่ำ} \times cf \times 100}{\text{เปอร์เซ็นต์การปกคลุมของพืชในทุกแปลงย่อยก่อนย่ำ}}$$

$$\text{เมื่อ } cf = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์การปกคลุมของพืชในแปลงย่อยควบคุมก่อนการทดลอง}}{\text{เปอร์เซ็นต์การปกคลุมของพืชในแปลงย่อยควบคุมหลังการ}}$$

ค่าที่ได้นำมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความทนทานของแต่ละชนิดพันธุ์และแต่ละลักษณะทางสรีระวิทยาของพืช

ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับดินจะศึกษาถึงค่าความคงทนของดินต่อการย่ำในแต่ละแปลงทดลอง แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งส่วนใหญ่ผลการศึกษาไม่ชัดเจนนัก เช่น การศึกษาของ Monz *et al.* (2000) เกี่ยวกับผลจากการย่ำในสองชนิดพันธุ์พืชใน Wyoming Nature Conservancy's Sweetwater River Protected Area พบว่าค่าความแตกต่างของความคงทนของดินต่อการย่ำในแต่ละแปลงทดลอง ที่มีจำนวนการย่ำต่างกันค่าความคงทนของดินต่อการย่ำไม่มีความแตกต่างกัน ทำให้การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความคงทนของดินต่อการย่ำมีน้อยกว่าเรื่องพืชซึ่งให้ผลการศึกษาที่ชัดเจนกว่า

Cole (1993) ศึกษาผลจากการย่ำที่มีต่อพืชพรรณใน 16 สังคมพืชที่แตกต่างกันจาก 4 พื้นที่ คือ Washington, Colorado, New Hampshire และ North Carolina จากการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบความคงทนของพืชโดยพิจารณาจากรูปชีวิต (life form) พบว่า พืชที่มีรูปชีวิตแบบ hemicryptophyte เป็นพืชที่มีความคงทนที่สุด และพืชจำพวก chamaephyte มีความคงทนน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบความคงทนของพืชโดยพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างของใบและลำต้น (leaf-stem architecture) พบว่าพืชที่มีลำต้นตั้งตรง (erect form) มีความคงทนต่ำที่สุดแต่มีการฟื้นคืนดีที่สุด และพืชที่มีใบเป็นกระจุกและขึ้นเป็นกอ (caespitose) เช่น หญ้า เป็นพืชที่มีความคงทนมากที่สุด

Cole (1995a) ทำการทดลองการย่ำในพื้นที่นั้นหนาแน่น โดยศึกษาผลของน้ำหนักของผู้ย่ำ และชนิดของรองเท้าที่สวมใส่ที่มีต่อพื้นที่ ทำการทดลองในสี่ชนิดป่าที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า ผู้ย่ำที่สวมรองเท้า log-soled boot มีผลทำให้ การปกคลุมของพืชพรรณลดลงมากกว่าผู้ย่ำที่สวมรองเท้าวิ่ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประเภทของรองเท้ามีผลต่อการปกคลุมหรือความสูงของพืชพรรณหลังจากการย่ำหนึ่งปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้ย่ำที่มีน้ำหนักตัวมากมีผลต่อการลดลงของความสูงของพืชพรรณมากกว่าผู้ย่ำที่มีน้ำหนักตัวน้อย ทั้งทันทีหลังจากการย่ำและหนึ่งปีหลังการย่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ น้ำหนักของผู้ย่ำมีผลต่อการลดลงของการปกคลุมของพืชพรรณอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Cole (1995b) ทำการทดลองย่ำพืชพรรณเพื่อคาดการณ์ความคงทนและการฟื้นตัวของพืชพรรณ โดยทำการทดลองกับพืช 18 ชนิดพันธุ์ ใน 5 เขตภูเขาในอเมริกา แต่ละชนิดพันธุ์จะถูกย่ำ 0-500 ครั้ง และทำการวัดผลการตอบสนองของพืชพรรณ จากการย่ำ เมื่อ 2 สัปดาห์ และ 1 ปีหลังการ

จากการย่ำ ผลการศึกษาพบว่าลักษณะสรีระวิทยาของพืชสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของพืชที่สนองต่อการย่ำได้ดีกว่าลักษณะของพื้นที่ที่ทำการประเมิน (ความสูงจากระดับน้ำทะเล การปกคลุมของชั้นเรือนยอด หรือการปกคลุมของพืชคลุมดิน) โดยพืชที่มีความคงทนมากที่สุดเมื่อพิจารณาจากรูปแบบการเจริญเติบโตและลักษณะของลำต้นและใบ คือ caespitose , matted , graminoids และ rosette พืชที่มีความคงทนต่ำที่สุด คือ erect forbs และเมื่อพิจารณาความคงทนของพืชจากรูปชีวิต (life form) พบว่าพืชที่มีความคงทนมากที่สุดคือ hemicryptophyte และ geophytes และพืชที่มีความคงทนน้อยที่สุดคือพืชประเภท chamaephyte ค่าการฟื้นตัว (resilience) chamaephyte มีความสามารถในการฟื้นตัวต่ำกว่าพืชชนิดอื่น ค่าความคงทนและค่าการฟื้นคืนสภาพ ของแต่ละชนิดพันธุ์มีความสัมพันธ์กันในทางตรงกันข้าม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง chamaephyte และ graminoid

Monz *et al.* (2000) ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลจากการย่ำในสองชนิดพันธุ์พืชใน Wyoming Nature Conservancy's Sweetwater River Protect Area พบว่าพื้นที่หลังจากการย่ำ *Artemisia*. (sagebrush) ซึ่งเป็นพวกไม้พุ่มชนิดพืชที่ไวต่อการสนองต่อการย่ำกว่า พืชชนิด *Equisetum*. (smoot scoring rush) พวกหญ้าถอดปล้อง และหนึ่งปีหลังการย่ำ ทั้งสองชนิดพันธุ์ จะมีความคล้ายคลึงกับลักษณะเดิมก่อนมีการรบกวนที่เหมือนกัน ไม่ว่าจะเป็น การปกคลุมสัมพัทธ์ ความสูงสัมพัทธ์ และเปอร์เซ็นต์การปกคลุมดิน แต่ไม่มีความแตกต่างเรื่องความคงทนของดินต่อการย่ำ

รติกร (2545) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของกิจกรรมเดินป่าต่อพรรณพืชและคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของดิน ในบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เพื่อเปรียบเทียบระดับของผลกระทบที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นทางเดินป่าที่มีลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางสังคมพืช และปริมาณการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน โดยเลือกเส้นทางเดินป่าสองเส้นทาง ที่มีระดับการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกันเป็นตัวแทนในการศึกษา พบว่า กิจกรรมเดินป่าสามารถส่งผลกระทบต่อพืชและคุณสมบัติทางกายภาพของดินในบริเวณที่มีการประกอบกิจกรรมโดยตรงซึ่งค่อนข้างชัดเจนในเขตผลกระทบเข้มข้น (impact zone) ความแตกต่างของความลาดชันของพื้นที่และปริมาณการใช้ประโยชน์ ส่งผลให้ความหนาแน่นรวมและน้ำหนักรวมของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยถ้าบริเวณที่มีความชันมากจะส่งผลให้ความหนาแน่นรวมของดินและน้ำหนักรวมมีค่ามากตามไปด้วย

Roovers *et al.* (2004) ทำการศึกษาโดยการทดลองย่ำเพื่อเปรียบเทียบความคงทนและอัตราการฟื้นคืนของพืชในสองสังคมพืชคือ สังคมพืชขึ้นปานกลาง (mesophilous forest) ซึ่งไม่พื้น

ล่างเป็นพวกชั้นไม้ล้มลุก และสังคมพืชแห้งแล้ง (heat and dry forest) ซึ่งไม้พื้นล่างเป็นพืชตระกูลหญ้าและไม่พุ่มเตี้ย จากการศึกษาพบว่า สังคมพืชในพื้นที่ขึ้นปานกลางมีความคงทนน้อยกว่าสังคมพืชในพื้นที่แห้งแล้ง แต่มีอัตราการฟื้นคืนที่ดีกว่า

Pratt *et al.* (n.d.) ทำการศึกษาโดยการทดลองย้ายใน 3 ชนิดป่าโดยมีพื้นที่ศึกษา ที่ Mount Elgon ผลการศึกษาพบว่าผลจากการย้ายทำให้สูญเสียพืชคลุมดิน ดินอัดแน่น และเกิดการชะล้างพังทลาย ทั้งนี้ผลกระทบที่เพิ่มขึ้นยังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นด้วย โดยพืชที่มีความคงทนมากที่สุดคือพืชจำพวกหญ้า และพืชใบกว้างที่เป็นไม้พุ่มเป็นพืชที่คงทนต่ำที่สุด ส่วนดินคงทนต่ำที่สุดคือดินเหนียว เนื่องจากพื้นที่มีปริมาณน้ำฝนสูง และดินที่คงทนที่สุดคือดินร่วนปนเปื้อน

### พื้นที่ศึกษา : อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นอุทยานแห่งชาติแห่งแรกของประเทศไทย ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นอุทยานแห่งชาติเมื่อ วันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2505 (เต็ม, 2520 ; กองอุทยานแห่งชาติ, 2529, กรมป่าไม้, 2544) ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้ง (latitude) ที่ 14 องศา 7 ลิปดา ถึง 14 องศา 31 ลิปดา เหนือ และเส้นแวง (longitude) ที่ 101 องศา 7 ลิปดา ถึง 101 องศา 54 ลิปดา ตะวันออก (เสาวนีย์, 2547) มีเนื้อที่ประมาณ 1,355,396 ไร่ หรือประมาณ 2,168 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ 4 จังหวัดคือ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดนครนายก จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดสระบุรี (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2548) มีพื้นที่ต่อเนื่องกับผืนป่าในกลุ่มป่าดงพญาเย็น - เขาใหญ่ และเนื่องจากผืนป่าดงพญาเย็น - เขาใหญ่เป็นผืนป่าอนุรักษ์ที่อุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่าหายากใกล้สูญพันธุ์ เป็นแหล่งรวมความหลากหลายทางชีวภาพทั้งพืชพรรณและสัตว์ป่า ตลอดจนมีทัศนียภาพที่สวยงาม อำนวยประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมแก่ประชาชนทั่วไป อีกทั้งยังเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่หล่อเลี้ยงพื้นที่เกษตรกรรม การอุตสาหกรรมและการใช้สอยของชุมชน (กองอุทยานแห่งชาติ, 2529; กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2548) จนได้รับการขึ้นบัญชีเป็นอุทยานมรดกของกลุ่มประเทศอาเซียน (ASEAN Heritage Park and Reserves) ในปี พ.ศ. 2524 (Trisurat *et al.*, 1996) และในการประชุมคณะกรรมการมรดกโลกสมัยสามัญ ครั้งที่ 29 ณ เมืองเดอร์บัน ประเทศแอฟริกาใต้ เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2548 คณะกรรมการมรดกโลกแห่งองค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) ได้มีมติเป็นเอกฉันท์ให้ผืนป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่ ขึ้นบัญชีเป็นมรดกทางธรรมชาติของโลก (The World Heritage, WH) (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2548)

### ลักษณะทางกายภาพ

เขาใหญ่เป็นเทือกเขาสลับซับซ้อนเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาพนมดงรัก มีระดับความสูงแตกต่างกัน ตั้งแต่ระดับความสูงใกล้เคียงระดับน้ำทะเลตามแนวเขตอุทยานแห่งชาติด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้จนถึงระดับความสูงที่สุดในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ ทางด้านทิศตะวันออกภูมิประเทศมีลักษณะเป็นที่ลาดต่ำ ทางทิศเหนือลาดต่ำลงสู่ทางหลวงมิตรภาพ พื้นที่ลาดต่ำลงสู่ทิศตะวันออกจนจรดทางหลวงสายนครราชสีมา-กบินทร์บุรี ส่วนทางทิศใต้และทิศตะวันตกเป็นหน้าผาสูงชันลงไปจรดพื้นที่กสิกรรมที่บริเวณเชิงเขา ทิศตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะคล้ายกำแพงภูเขาตามแนวอุทยาน ฯ มีเขาร่มเป็นยอดเขาที่สูงที่สุดคือสูง 1,351 เมตร เขาแหลมสูง 1,326 เมตร เขาเขียวสูง 1,292 เมตร เขาสามยอดสูง 1,142 เมตร เขาฟ้าผ่าสูง 1,078 เมตร เขากำแพงสูง 875 เมตร เขาสมอปูนสูง 805 เมตร และเขาแก้วสูง 802 เมตร ซึ่งเป็นความสูงจากระดับน้ำทะเล (เต็ม, 2520 ; กองอุทยานแห่งชาติ, 2529; กรมป่าไม้, 2544; กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2548; Trisurat *et al.*, 1996)

หินที่พบส่วนใหญ่เป็นหินทรายกลุ่มโคราช บริเวณป่าและทุ่งหญ้าดินมีลักษณะทั้งลึกและตื้นปะปนกันไป ดินที่พบมีทั้งดินทราย ดินเหนียว และดินร่วนเหนียวปนทรายหรือปนกรวดสลับกัน ส่วนตามเชิงเขาส่วนใหญ่เป็นดินที่เกิดจากการทับถมกันของวัตถุต้นกำเนิด ซึ่งเรียกว่า colluvial complex

บริเวณทิศเหนือของพื้นที่ดินเป็นชุดดินปากช่องและชุดดินมวกเหล็ก ชุดดินปากช่องเกิดจากการทับถมของตะกอนที่สลายตัวมาจากหินดินดานและหินปูน ดินมีการระบายน้ำดี เก็บความชื้นได้ดี ความสมบูรณ์ปานกลาง ชั้นดินลึก เป็นดินพวก reddish brown lateritic ที่มีส่วนของดินเหนียวละเอียด ส่วนชุดดินมวกเหล็กเกิดจากการทับถมของตะกอนที่สลายตัวมาจากหินดินดาน หินชนวนและหินปูน เป็นดินพวก loamy skeletal มีสีน้ำตาลเข้มหรือน้ำตาลปนเทา ชั้นดินลึกมีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำและง่ายต่อการชะล้างพังทลาย

ทางทิศตะวันตกดินมีลักษณะคล้ายคลึงกับชุดดินมวกเหล็ก แต่เนื่องจากพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง เก็บความชื้นไม่ดีและมีชั้นดินที่ตื้นกว่า ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนทางทิศใต้ดินส่วนใหญ่เป็นดินแกลง เกิดจากการทับถมของตะกอนหลายวัฏจักร ดินชั้นล่างมีส่วนผสมของสิ่งมีชีวิตทางทะเล เป็นดินพวก red-yellow podzolic และ reddish brown lateritic soils ที่มีส่วนผสมของดิน

เหนียวและดินทรายเป็นส่วนใหญ่ แม้ว่าดินจะลึกแต่การระบายน้ำไม่ดี ดินจึงง่ายต่อการชะล้างพังทลาย อีกทั้งยังเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

ด้านทิศตะวันออกและตอนกลางของพื้นที่พบว่าดินมีหลายชุดปะปนกันอยู่ เช่นชุดดินกบินทร์บุรี ชุดดินเชียงของ ชุดดินเชียงใหม่ ชุดดินจัตุรัส ชุดดินโคราช ชุดดินเขาใหญ่ และชุดดินลำนารายณ์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นดินพวก red-yellow podzolic และ reddish brown lateritic soils ที่มีการทับถมกันมานานของตะกอนที่สลายตัวมาจากหินทรายเป็นส่วนใหญ่ ดินมีการระบายน้ำปานกลางถึงดี ชั้นดินมีทั้งดินและลึกสลับกันไป มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

สภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสลับซับซ้อนของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ทำให้เขาใหญ่เป็นจุดกำเนิดของกลุ่มน้ำสำคัญซึ่งหล่อเลี้ยงพื้นที่ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมในภูมิภาคถึง 4 สาย (กองอุทยานแห่งชาติ, 2529) คือ

1. ลุ่มน้ำนครนายก อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของอุทยานฯ ในเขตจังหวัดนครนายก เกิดจากการรวมตัวกันของลำน้ำสำคัญๆ หลายสาย เช่น คลองสาริกา คลองนางรอง คลองลำกระตึก คลองท่าด่าน และคลองสมพงใหญ่ ไหลผ่านกลางเมืองนครนายกไปบรรจบกับแม่น้ำปราจีนบุรีที่จังหวัดฉะเชิงเทรา กลายเป็นแม่น้ำบางปะกง
2. ลุ่มน้ำปราจีนบุรี เกิดจากการรวมตัวของห้วยสำคัญที่ไหลออกจากเขาใหญ่ เช่น ลำพระยาธาร คลองหนองแก้ว ไสน้อย ไสใหญ่ ที่อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี แล้วไหลไปบรรจบกับแม่น้ำนครนายกที่จังหวัดฉะเชิงเทราซึ่งเป็นแม่น้ำบางปะกงต่อไป
3. ลุ่มน้ำลำตะคอง อยู่ทางตอนเหนือของอุทยานฯ ห้วยที่สำคัญ คือ ลำตะคอง แม่น้ำนี้จะไหลลงสู่แม่น้ำมูลในที่สุด เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของกลุ่มน้ำลำตะคองได้รับปริมาณน้ำฝนน้อย การคายระเหยค่อนข้างสูงและพื้นที่รับน้ำมีไม่มากเมื่อเทียบกับลุ่มน้ำด้านทิศใต้ของอุทยานฯ น้ำระบายลงสู่ตอนล่างที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
4. ลุ่มน้ำลำพระเพลิง อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่เขาใหญ่ โดยมีห้วยลำพระเพลิงเป็นลำน้ำสายหลัก เนื่องจากสภาพภูมิประเทศคล้ายคลึงกับลุ่มน้ำลำตะคอง และสภาพป่าถูกบุกรุกทำลาย น้ำที่ได้จากลุ่มน้ำนี้จึงมีปริมาณที่ต่ำมาก

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อย่างสม่ำเสมอทำให้มีฝนตกชุกตามฤดูกาล นอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ด้วย ข้อมูลภูมิอากาศในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2538-2548) ปริมาณน้ำฝนทั้งหมดเฉลี่ย 1,152.81 มิลลิเมตร ปริมาณมากที่สุดในเดือนกันยายน 245.09 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน 31 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคม 17.15 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 2 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2548)

ตารางที่ 2 สภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538-2547

| เดือน      | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) |        |        | ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ) |        |        | ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย<br>(มม.) |
|------------|-------------------------|--------|--------|---------------------------|--------|--------|----------------------------|
|            | สูงสุด                  | ต่ำสุด | เฉลี่ย | สูงสุด                    | ต่ำสุด | เฉลี่ย |                            |
| มกราคม     | 30.52                   | 17.15  | 23.86  | 89.00                     | 41.40  | 65.40  | 13.45                      |
| กุมภาพันธ์ | 31.88                   | 18.39  | 25.17  | 89.30                     | 39.80  | 64.90  | 25.18                      |
| มีนาคม     | 33.78                   | 20.61  | 27.22  | 91.20                     | 41.20  | 66.50  | 65.70                      |
| เมษายน     | 33.85                   | 22.10  | 28.00  | 93.67                     | 47.00  | 70.67  | 136.65                     |
| พฤษภาคม    | 32.33                   | 22.91  | 27.64  | 94.00                     | 55.70  | 75.10  | 191.99                     |
| มิถุนายน   | 31.64                   | 23.27  | 27.49  | 92.80                     | 57.20  | 67.40  | 80.62                      |
| กรกฎาคม    | 31.26                   | 23.24  | 27.27  | 91.90                     | 57.20  | 74.80  | 111.21                     |
| สิงหาคม    | 30.86                   | 23.12  | 27.03  | 92.90                     | 59.80  | 76.70  | 126.91                     |
| กันยายน    | 30.19                   | 22.28  | 26.27  | 95.30                     | 60.70  | 78.20  | 245.09                     |
| ตุลาคม     | 29.94                   | 21.43  | 25.71  | 95.00                     | 58.70  | 77.10  | 125.72                     |
| พฤศจิกายน  | 29.22                   | 19.46  | 24.36  | 90.50                     | 51.60  | 71.40  | 27.08                      |
| ธันวาคม    | 28.61                   | 17.40  | 23.03  | 86.60                     | 47.20  | 67.20  | 3.21                       |
| รวม        |                         |        |        |                           |        |        | 1,152.81                   |

ที่มา : สถานีอุตุนิยมวิทยาปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา กรมอุตุนิยมวิทยา (2548)

### ลักษณะทางชีวภาพ

สังคมป่าในบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่สามารถจำแนกได้ 5 ชนิด (เต็ม, 2520) คือ

1. ป่าดิบเบญจพรรณ ป่าชนิดนี้พบขึ้นอยู่บนพื้นที่ลาดต่ำทางทิศเหนือ สูงจากระดับน้ำทะเล 400-600 เมตร ไม้ชั้นบนมีต้นไม้ผลัดใบหลาย ๆ ชนิดปะปนกัน เช่น มะค่าโมง (*Azelia xylocarpa* (Kurz) Craib ) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) ตะแบกใหญ่ (*Lagerstroemia calyculata* Kurz) ปออีเก้ง (*Pterocymbium tinctorium* (Blanco) Merr. ) แดง (*Xylocarpus xylocarpa* (Roxb.) ) และตะเคียนหนู (*Anogeissus acuminata* (Roxb. ex DC.) ) พืชชั้นล่างได้แก่ ไม้ไผ่ (*Bambusa bambos* (L.) Voss) และหญ้าชนิดต่าง ๆ

2. ป่าดิบแล้ง ป่าชนิดนี้พบขึ้นบนพื้นที่ค่อนข้างราบทางทิศตะวันออกในเขตจังหวัด นครราชสีมา และปราจีนบุรี สูงจากระดับน้ำทะเล 100-400 เมตร ไม้ชั้นบนที่พบทั่ว ๆ ไป ได้แก่ ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don) ยางแดง (*D. turbinatus* C.F.Gaertn.) สะเดาปีก (*Vatica harmandiana* Pierre) เกี่ยมคะนอง (*Shorea henryana* Pierre) พะยอม (*S. roxburghii* G.Don) ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) เป็นต้น พันธุ์ไม้ชั้นรองลงมา ได้แก่ กระบาก (*Hydnocarpus ilicifolius* King) ตาเสือ (*Chisocheton macrophyllus* King subsp. *fulvescens* Mabb.) กระโดนแดง (*Chionanthus microstigma* (Gagnep.) P.S.Green) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีป่าดงดิบสูง 2 ชนิดขึ้นกระจัดกระจายทั่วไป คือ หมากนางลิง (*Areca triandra* Roxb.) และลาน (*Corypha lecomtei* Becc.) ส่วนพืชชั้นล่างส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้วงศ์ Marantaceae สกุล *Phrynium* และ *Cucurigo* วงศ์กระเจียว Zingiberaceae สกุล *Achasia*, *Curcuma*, *Amomum* และสกุล *Ctenolophon* ซึ่งขึ้นปะปนกับกล้วยป่า (*Musa acuminata* Colla) และเตย (*Pandanus* sp.)

3. ป่าดิบชื้น ป่าชนิดนี้พบขึ้นทั่ว ๆ ไปในเขตอุทยานแห่งชาติ บนพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 400 -1,000 เมตร ป่าดิบชื้นบนพื้นที่ระดับต่ำ ๆ มีชนิดไม้คล้ายคลึงกับพันธุ์ไม้ในป่าดิบแล้ง เพียงแต่มีไม้วงศ์ยาง (*Dipterocarpaceae*) ขึ้นอยู่ด้วยเป็นจำนวนมาก เช่น ยางกล่อง (*Dipterocarpus dyeri* Pierre) ยางขน (*D. baudii* Korth.) ยางเสียน (*D. gracilis* Bl.) และกระบาก (*Anisoptera costata* Korth.) ในบริเวณหุบเขา โดยเฉพาะพื้นที่ที่ถูกรบกวนจะพบลำพูป่า (*Duabanga grandiflora* (Roxb. ex DC.) Walp.) และกระทุ่ม (*Anthocephalus chinensis* (Lam.) A.Rich ex Walp.) ขึ้นอยู่ทั่วไป ส่วนพันธุ์ไม้ผลัดใบแทบจะไม่พบเลย ไม้พื้นล่างมีความแน่นทึบ

กว่าป่าดิบแล้ง แต่พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่คล้ายกัน บริเวณลำธารมักมีไผ่ลำใหญ่ ๆ คือ ไผ่ล่ำมะลอก (*Dendrocalamus longispathus* Gamble) ขึ้นอยู่เป็นกลุ่ม ป่าดิบชื้นระดับสูง ๆ ขึ้นไปจะมียางปาย (*D. costatus* C.F.Gaertn.) และยางควน (*D. macrocarpus* Blume) ขึ้นแทนที่ไม้ในป่าดิบชื้นบนพื้นที่ระดับต่ำ นอกจากไม้ยางแล้วไม้ชั้นบนชนิดอื่นยังมีเลียม (*Shorea henryana* Pierree) ปรง (*Altingia siamensis* Noronha) มะมือ (*Choerospondias axillaris* (Roxb.) จำปีป่า (*Michelia baillonii* (Pierre) Finet & Gagnep.) เป็นต้น ไม้ชนิดรองลงมาเป็นพวกไม้กุ่มชนิดต่าง ๆ เช่น กุ่มน้ำ (*Lithocarpus annamensis* Barnet) ก่อรัก (*Quercus semiserrata* Roxb.) ก่อต่าง (*Q. myrsiacifolia* Roxb.) ขึ้นปะปนกับ จันทน์ (*Ligustrum confusum* Decne.) ในระดับไม้พุ่มมีหลายชนิดด้วยกัน ได้แก่ ส้มกุ้ง (*Embelia ribes* Burm.f.) ข้าวสาร (*Maesa ramentacea* (Roxb.) A.DC.) นอกจากนี้ยังมีไผ่สกุล (*Teinostachyum*) ลำเล็กขึ้นเป็นกอแน่นกระจายทั่วไปในหุบเขาส่วนบริเวณฝั่งลำธารจะมีพวกกุศดิน เช่น มหาสะดำ (*Cyathea borneensis* Copel.), (*C. podophylla* (Hook.) Copel.) และกุศมะพร้าว (*C. latebrosa* (Wall. ex Hook.) Copel.) ขึ้นปะปนกับละอองไฟฟ้า (*Cibotium barometz* (L.) J.Sm.) พืชอาศัยจำพวกเฟิร์น ที่พบได้บ่อย ๆ ได้แก่ กระปรอกเล็ก (*Drynaria rigidula* (Sw.) Bedd.) ชายผ้าสีดา (*Platyserium holttumi* de Jonch. & Hennipman) และกุศอ้อม (*Aglaomorpha coronans* (Wall. ex Mett.) Copel.) ส่วนกล้วยไม้ที่พบทั่วไป เช่น เอื้องกุหลาบพวง (*Aerides falcatum* Lindl.) เอื้องปากเป็ด (*Cymbidium simulans* (L.) Sw.) เป็นต้น

4. ป่าดิบเขา ป่าชนิดนี้เกิดอยู่ในที่ ๆ มีอากาศเย็นบนภูเขาที่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,000 เมตร ขึ้นไป สภาพป่าแตกต่างไปจากป่าดิบชื้นอย่างเห็นได้ชัด ไม่มีพันธุ์ไม้วงศ์ยางขึ้นอยู่เลย พันธุ์ที่พบขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก ได้แก่ พันธุ์ไม้จำพวกไม้เนื้ออ่อน เช่น พญาไม้ (*Podocarpus nerifolius* D.Don) มะขามป้อม (*Dacrycarpus imbricatus* (Blume) de Laub.) และสนสามพันปี (*Dacrydium elatum* (Roxb.) Wall. ex Hook.) และไม้กุ่มชนิดต่าง ๆ ที่พบขึ้นอยู่ในป่าดิบชื้น นอกจากกุ่มน้ำ (*Lithocarpus annamensis* Barnet) ก่อต่าง (*Q. myrsiacifolia* Roxb.) ซึ่งชอบขึ้นในระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 600-900 เมตรเท่านั้น ไม้ชั้นรองของป่าดิบเขา ได้แก่ เก็ดล้าน (*Chionanthus eriorachis* (Kerr) P.S.Green) ส้มแปะ (*Vaccinium sprengelii* (G.Don) Sleumer) แคนมอ (*Rhus succedanea* L.) เพลาจ้งหัน (*Metadina trichotoma* (Zoll. ex Merr.) Bakh.f.) เป็นต้น ส่วนไม้ชั้นล่างเป็นพวกไม้พุ่มชนิดต่าง ๆ เช่น ต้างผา (*Brassaiopsis glomerulata* (Blume) Regel) และกัลลังกาสาตัวผู้ (*Ardisia colorata* Roxb.) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีกุศและกล้วยไม้ดินอีกหลายชนิด ในบริเวณที่ราบสันเขาที่เป็นดินทราย มักจะมีแอ่งน้ำปกคลุมด้วยข้าวตอกฤๅษี (*Sphagnum* spp.)

ตะไคร่น้ำ (mosses) ชนิดอื่น ๆ และพืชล้มลุกหลายชนิด เช่น หญ้าข้าวก่ำ (*Adenosma caerulea* R.Br.) อ้าน้อย (*Osbeckia chinensis* L.) เป็นต้น พันธุ์ไม้ที่เป็นไม้ใหญ่ ๆ ตามลำต้นและกิ่งก้านของต้นไม้ในป่าดิบเขา ส่วนใหญ่จะปกคลุมด้วยพืชอาศัยนานาชนิด เช่น กัลยไม้ สกุล *Ione* และสกุล *Bulbophyllum* กล้วยไม้สกุล *Hymenophyllum* , *Trichomanes* และ *Davallia* เป็นต้น

5. ป่าหญ้าและป่ารุ่มหรือป่าเหล่า ป่าชนิดนี้ หมายถึง พื้นที่ที่เกิดจากการทำไร่เลื่อนลอยในระยะเวลา 50 ปี ที่ผ่านมา และบริเวณที่ถูกแผ้วถางเพื่อสร้างถนนในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พืชหลักในป่าหญ้าจึงได้แก่ พวกหญ้าชนิดต่าง ๆ เช่น หญ้าคา (*Imperata cylindrical* (L.) P.Beauv.) และหญ้าที่มีลำยาว ๆ เช่น พง (*Neyraudia reynaudiana* (Kunth) H.Keng ex Hitchc.) แคมพลวง (*Themeda arundinacea* (Roxb.) Ridl.) และยังมีกุศชนิดต่าง ๆ เช่น โขนใหญ่ (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) กูดปัด (*Dicranopteris linearis* (Burm.f.) Underw. var. *linearis*) เนื่องจากในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีการป้องกันไฟป่าเป็นอย่างดี พื้นที่ป่าหญ้าและป่าเหล่าจึงไม่ถูกรบกวนจากไฟป่าเลย ดังนั้นจึงมีพันธุ์ไม้เบิกนำจำนวนไม่น้อย แพร่พันธุ์ขึ้นกระจายกระจายทั่วไป เช่น สอยดาว (*Mallotus paniculatus* Müll.Arg.) มะมือ (*Choerospondias axillaris* (Roxb.) B.L.Burt & Hill) กระทุ่ม (*Anthocephalus chinensis* (Lam.) A.Rich ex Walp.) เป็นต้น บริเวณที่ถูกแผ้วถาง สองฟากถนนตั้งแต่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 400-1,000 เมตร จะพบไม้เบิกนำอีกชนิดหนึ่ง คือ ปอหนู (*Hibiscus macrophyllus* Roxb. ex Hornem.) ที่อยู่เป็นจำนวนมาก บนพื้นที่ระดับความสูงระหว่าง 1,000-1,300 เมตร พบพันธุ์ไม้เบิกนำน้อยชนิด ส่วนใหญ่ได้แก่ กำลังเสือโคร่ง (*Betula alnoides* Buch.-Ham. ex G.Don) และ *Mallotus* sp. เป็นต้น จากการศึกษาแบบแผนการกระจายของพันธุ์พืชในทุ่งหญ้าของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่โดย สุระ(2531) พบว่าสามารถแบ่งสังคมพืชได้เป็น 7 สังคม คือ

1. สังคมหญ้าคา พบกระจายอยู่ทั่วไปทั้งบริเวณที่ราบและเนินเขา เนื้อดินเป็นดินเหนียว ค่า pH อยู่ระหว่าง 5-5.10

2. สังคมหญ้าคาผสมสาบเสือ พบกระจายอยู่ตามบริเวณเนินเขา เนื้อดินเป็นดินเหนียว ค่า pH ระหว่าง 5.10-5.30

3. สังคมหญ้าคาผสมพง พบกระจายทั่วไป ดินมีค่า pH ระหว่าง 5.06-5.30

4. สังคมหญ้าคาผสมกระดูกไก่ย่าน พบกระจายอยู่ตามเนินเขาและที่ราบ เนื้อดินเป็นดินเหนียว ค่า pH ระหว่าง 5.20-5.32
5. สังคมหญ้าคาผสมสาบและหญ้าพง พบกระจายทั่วไป ดินมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.17-5.30
6. สังคมหญ้าคาผสมกระดูกเงิน พบกระจายในพื้นที่ราบที่มีความชื้นสูงหรือน้ำเซาะดิน เป็นดินเหนียว มี pH อยู่ระหว่าง 4.57-5.06
7. สังคมหญ้าคาผสมติ้วขาวและโมกหลวง พบกระจายตามเนินเขา ชายป่าเป็นสังคม ป่ารุ่นสอง (secondary growth) ดินมี pH ระหว่าง 5-5.10

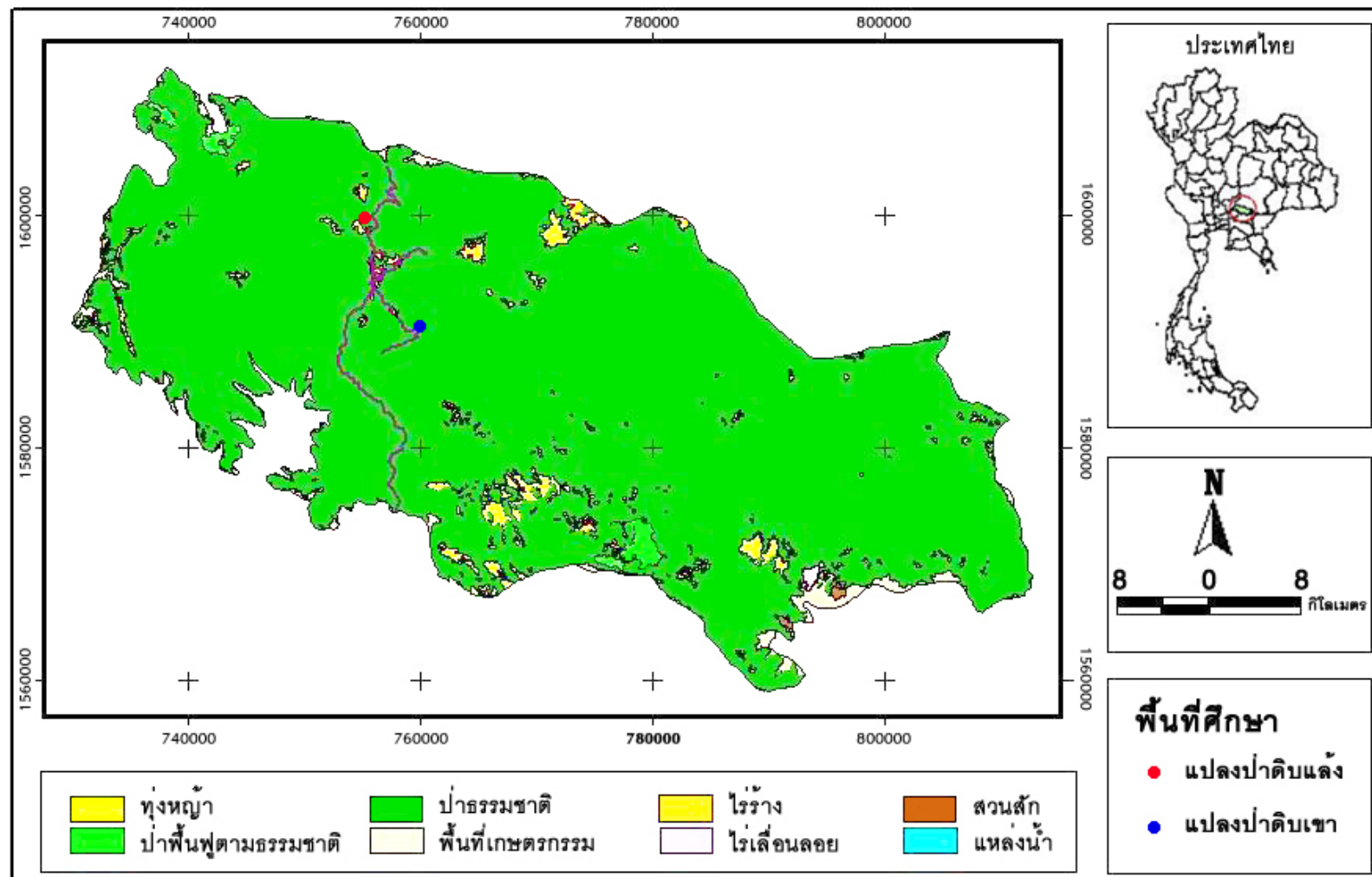
สำหรับทรัพยากรสัตว์ป่า อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นผืนป่าผืนใหญ่ที่อุดมสมบูรณ์ มีลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เหมาะสม ก่อให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศส่งผลให้พื้นที่มีสัตว์ป่าชุกชุม เนื่องจากบริเวณพื้นที่เป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารที่เหมาะสมกับสัตว์ป่าในเขตร้อนเกือบทุกชนิด ทำให้พบสัตว์ป่าหลากหลายประเภท คือ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ได้แก่ สัตว์กินเนื้อ 16 ชนิด ช้าง 1 ชนิด สัตว์กึ่ง 7 ชนิด สัตว์กินแมลง 3 ชนิด สัตว์พวกปลิง 5 ชนิด กระต่ายป่า 1 ชนิด สัตว์จำพวกใช้ฟันแทะ 6 ชนิด และพวกค้ำคาวไม่น้อยกว่า 25 ชนิด สัตว์เลื้อยคลานและสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำประมาณ 70 ชนิด และนกไม่น้อยกว่า 340 ชนิด (กรมป่าไม้, 2544)

### กิจกรรมเดินป่าศึกษาธรรมชาติในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

กิจกรรมเดินป่าศึกษาธรรมชาติในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นกิจกรรมที่ได้รับความนิยมจากผู้ใช้ประโยชน์ จากการศึกษารวบรวม (2543) พบว่าผู้ใช้ประโยชน์มีความต้องการที่จะประกอบกิจกรรมเดินป่าถึงร้อยละ 94.81 รวมถึงการเปิดให้มีการใช้เส้นทางศึกษาธรรมชาติที่มีความแตกต่างกันทั้งทางด้านสภาพธรรมชาติ ระยะทาง และความยากง่ายในการประกอบกิจกรรมถึง 13 เส้นทางคือ 1) เส้นทางน้ำตกกองแก้ว – หอสูวต 2) ผาถ้ำผาไผ่-น้ำตกเหวประทุน/น้ำตกเหวไทร-น้ำตกเหวสุวัตหรือที่ทำการอุทยานฯ 3) ผาถ้ำผาไผ่ (แก้มปี่) – น้ำตกเหวสุวัต 4) น้ำตกเหวสุวัต-หน่วยพิทักษ์เขาแหลม 5) ศูนย์บริการฯ(ดงตัว)-หนองผกชี 6) ศูนย์บริการฯ(ดงตัว)-วังจำปี 7) ศูนย์บริการฯ(ดงตัว)- มอสิงโต 8) ศูนย์บริการฯ(ดงตัว)-ศูนย์ฝึกอบรมฯ 9) กม.33-หนองผกชี 10) น้ำตกกองแก้ว-ค่ายเขาสันและสนามกอล์ฟเก่า 11) กม.10 – จุดชมวิวกาญจนาภิเษก

12) เส้นทางศึกษาธรรมชาติใกล้ศูนย์ฝึกรอบบรรม และ 13) ลานจอดรถ - น้ำตกเหวนรก ซึ่งการใช้ประโยชน์เส้นทางเหล่านี้ก่อให้เกิดผลกระทบกับพื้นที่จากการศึกษาของรติกร (2545) บริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ จากที่ทำการฯ-หอดูดาวหอนงผกซ์และ เส้นทางจากแคมป์ผากล้วยไม้-น้ำตกเหวสุวัต พบว่า กิจกรรมการเดินป่าศึกษาธรรมชาติส่งผลกระทบต่อดินและพืชบริเวณเส้นทางทั้งสอง

จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศของผู้ศึกษาสามารถแสดงพื้นที่และบริเวณที่ทำการศึกษาดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 พื้นที่ศึกษาในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

## อุปกรณ์และวิธีการ

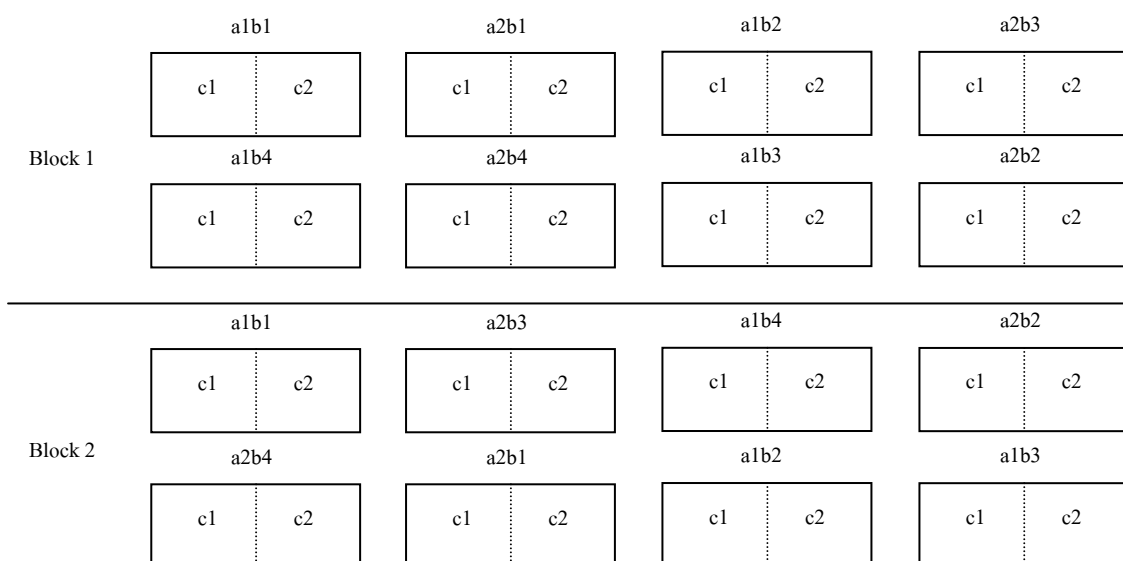
### อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการวางแผน ได้แก่ เชือกหมายระยะ เทปวัดระยะทาง เข็มทิศ สมอบก เครื่องมือวัดความลาดชัน ป้ายหมายเลขติดต้นไม้
2. กล้องถ่ายรูป
3. แพร่อัดพรรณไม้ กระดาษหนังสือพิมพ์
4. เครื่องมือวัดความคงทนของดินต่อการขุด (cone penetrometer)
5. เครื่องมือวัดความยึดแน่นของผิวดินภาคสนาม (trovance shear device )
6. Soil core ปริมาตร 251.30 ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. ไม้บรรทัด
8. เครื่องบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS)
9. ตารางบันทึกข้อมูล
10. โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

### วิธีการ

#### แบบแผนการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยแบบทดลอง (experimental design) ในพื้นที่ธรรมชาติโดยใช้แผนการทดลองแบบ สปลิต-พลอต (split-plot design) ที่จัดแปลงทดลองหลัก (main plot) แบบบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ที่มี 2 ซ้ำ โดยทรีทเมนต์สำหรับหน่วยทดลองหลัก (main unit treatments) คือปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน และทรีทเมนต์สำหรับหน่วยทดลองรอง (sub-unit treatments) คือการขุดและการไม่ขุด ซึ่งตัวอย่างผังการทดลองแสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ผังการทดลอง เมื่อ a1 คือป่าดิบแล้ง a2 คือ ป่าดิบเขา b1-b4 คือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน ตั้งแต่ <10 เปอร์เซ็นต์ ถึง >30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับดังกล่าวข้างต้น และ c1 คือการย่ำ c2 คือไม่ย่ำ

### ปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยประกอบด้วย

ปัจจัยที่ 1 คือ ประเภทป่าแทนด้วย A ซึ่งมี 2 ชนิดป่า ได้แก่ ป่าดิบเขา และป่าดิบแล้ง

ปัจจัยที่ 2 คือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่แทนด้วย B มี 4 ช่วงความลาดชัน ได้แก่

1. ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 %
2. ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 %
3. ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 %
4. ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 %

ปัจจัยที่ 3 คือ การย่ำแทนด้วย C มี 2 ลักษณะ ได้แก่ การย่ำและการไม่ย่ำ (ควบคุมการย่ำ)

โดยตัวชี้วัดความเปลี่ยนแปลง (เมื่อมีปริมาณการย่ำเพิ่มขึ้น) ที่ทำการวัดในแต่ละครั้งที่เก็บข้อมูล ได้แก่

#### ลักษณะเกี่ยวกับดิน ศึกษาจาก

1. ความคงทนของดินต่อการย่ำต่อการย่ำ (Soil Resistance to Trampling, ST) (กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร)
2. ความยึดแน่นของเนื้อดิน (Soil Shear Strength, SS) (กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร)
3. อัตราการซาบซึมน้ำของดิน (Infiltration Rate, IR) (ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/นาที่)

#### ลักษณะเกี่ยวกับพืชพรรณ ศึกษาจาก

1. เปอร์เซนต์การลดลงของกล้าไม้ในแต่ละเดือน (Percent Decrease of Saplings, PS)
2. ชนิดพันธุ์ที่ขาดหายไป

#### การคัดเลือกพื้นที่และบริเวณที่ทำการศึกษา

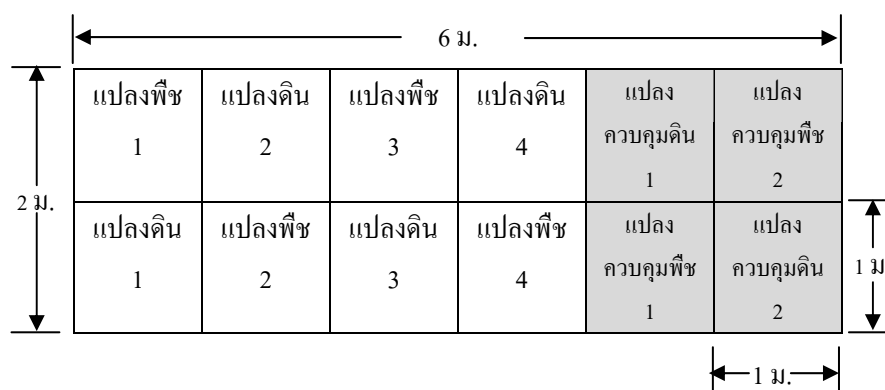
การวิจัยครั้งนี้เป็นกรณีศึกษา โดยใช้อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีผู้มาเยือนเป็นจำนวนมากถึง 771,922 คนซึ่งมากเป็นอันดับสองของอุทยานแห่งชาติในประเทศไทยรองจากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2547) และมีการใช้ประโยชน์ตลอดทั้งปี เส้นทางศึกษาธรรมชาติที่เปิดให้มีการใช้ประโยชน์มีอยู่ 13 เส้นทาง (รติกร, 2545) และเป็นพื้นที่ที่มีความสะดวกในการเดินทางเพื่อการศึกษาเก็บข้อมูล การเลือกพื้นที่ใช้ภาพถ่ายทางอากาศและการสำรวจพื้นที่จริงในการกำหนดประเภทป่าที่จะใช้เป็นตัวแทนในการศึกษา ทั้งนี้คำนึงถึงความสมบูรณ์ของป่าแต่ละประเภทที่จะใช้เป็นตัวแทน ซึ่งจากวิธีการดังกล่าวสามารถเลือกประเภทป่าที่เป็นตัวแทนในการศึกษาได้ 2 ประเภทคือ ป่าดิบแล้งบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ กม. 33-หนองผกชี และป่าดิบเขาบนเขาเขียว ซึ่งทั้ง 2 ชนิดป่าสามารถเดินทางเข้าไปเก็บข้อมูลได้สะดวก และอยู่ห่างกันไม่มาก

### การกำหนดขนาดตัวอย่างและเทคนิคการสุ่มตัวอย่าง

เมื่อได้ประเภทป่าตัวแทนที่แตกต่างกัน 2 ประเภทแล้ว จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยความแตกต่างของความลาดชันของพื้นที่เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ถูกใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ ในแต่ละประเภทป่าจึงกำหนดความลาดชันของบริเวณที่จะทำการศึกษาออกเป็นช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 4 ช่วง ดังกล่าวข้างต้น

การสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนามใช้วิธีการวางแปลงตัวอย่างถาวรเพื่อเป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษาโดยใช้หลักการสำรวจโดยใช้แปลงตัวอย่าง (quadrat method) การวางแปลงจะวางขนานกับเส้นชั้นความสูง ในแต่ละช่วงความลาดชันทำการวางแปลงตัวอย่างถาวรขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 6 เมตร จำนวน 2 ซ้ำ ทั้งนี้จำนวนซ้ำถูกจำกัดด้วยลักษณะของพื้นที่ ทำให้การซ้ำปรากฏได้สูงสุดแค่ 2 ซ้ำ ในการวางแปลงใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงแบบมีเงื่อนไข (purposive sampling) ทั้งนี้เพราะแต่ละแปลงจะต้องทำการวางลงบนพื้นที่ที่อยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันที่กำหนด ไม่มีสภาพการถูกรบกวนพื้นที่หรือมีแต่ไม่มาก ไม่เป็นส่วนของช่องว่างของป่า (gap) มีความคล้ายคลึงกันในด้านของปริมาณลูกไม้ หลีกเลียงบริเวณที่เป็นหิน ฉะนั้นในทุกประเภทป่ามีแปลงตัวอย่างชนิดป่าละ 8 แปลง ในแต่ละแปลงซึ่งถือว่าเป็นแปลงใหญ่จะทำการแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร แปลงใหญ่แต่ละแปลงจึงประกอบด้วย 12 แปลงย่อย ใน 12 แปลงย่อยสำหรับป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาแบ่งเป็นแปลงศึกษาดิน 6 แปลงย่อยเป็นแปลงควบคุม 2 แปลงและแปลงศึกษาพืช 6 แปลงย่อยเป็นแปลงควบคุม 2 แปลง (ดังภาพที่ 6) การกำหนดแปลงศึกษาพืชหรือแปลงศึกษาดินใช้การสุ่มแบบมีระบบ (systematic random sampling)

สรุปคือมีจำนวนแปลงตัวอย่างถาวรทั้งสิ้น 16 แปลงใหญ่ ชนิดป่าละ 8 แปลง ช่วงความลาดชันละ 2 แปลงและมี 192 แปลงย่อย ชนิดป่าละ 96 แปลงย่อย ช่วงความลาดชันละ 24 แปลงย่อย



ภาพที่ 6 แปลงตัวอย่างถาวร

### ขั้นตอนในการเก็บข้อมูล

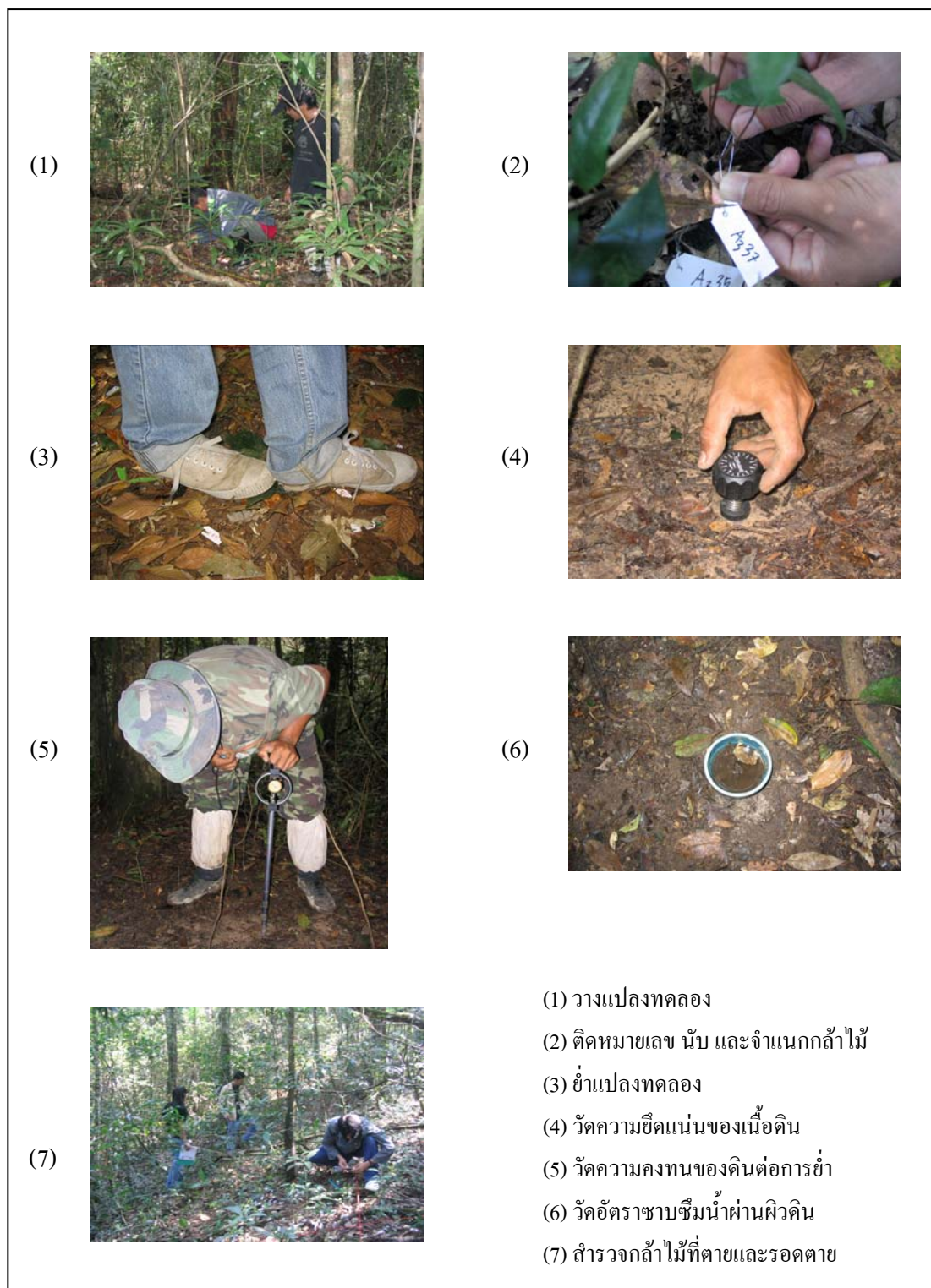
แปลงตัวอย่างป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาในแปลงย่อยที่ทำการศึกษาพืชจะทำการติดแถบหมายเลขกล้าไม้ (ความสูงไม่เกิน 130 เซนติเมตร) ทุกต้น และทุกแปลงยกเว้นแปลงควบคุมจะใช้การย่ำเป็นวิธีปฏิบัติในการทดสอบความคงทนของพื้นที่ โดยทำการย่ำเดือนละ 4 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์ การย่ำแต่ละแปลงในแต่ละครั้งจะย่ำ 5 รอบ วิธีการย่ำลักษณะการเดินจะเดินเท้าต่อเท้ากำหนดน้ำหนักผู้ย่ำอยู่ในช่วง 55-65 กิโลกรัม (ภาพที่ 7) การวัดข้อมูลจะปฏิบัติทันทีหลังจากการย่ำครั้งที่ 4 ปฏิบัติเช่นนี้ตลอดจนครบ 1 ปี การวัดข้อมูลครั้งแรกจะปฏิบัติก่อนที่จะมีการย่ำโดย

ก่อนการย่ำ

1. จำแนกชนิดพันธุ์ไม้ทุกต้นที่ติดแถบหมายเลขไว้ นับจำนวนในแต่ละแปลงย่อย
2. วัดอัตราการซาบซึมของน้ำผ่านผิวดินในแปลงศึกษาดินโดยใช้ soil core ตอกลงในแปลงศึกษาดินทุกแปลง แปลงละหนึ่งจุดแล้ว ทำการวัดอัตราการซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน
3. วัดค่าความคงทนของดินต่อการย่ำในแปลงศึกษาดินโดยใช้ Cone Penetrometer ในการวัดความคงทนของดินต่อการย่ำ ทำการวัดแปลงย่อยละ 3 จุดแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย
4. วัดค่าความยึดแน่นของดิน โดย Trovance Shear Device ในการวัดความยึดแน่นของผิวดินภาคสนาม ทำการวัดแปลงย่อยละ 3 จุดแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

## หลังการฆ่า

ทำการสำรวจร่องรอยความเสียหายของกล้าไม้ที่ศึกษาว่าเป็นอย่างไรเช่น รอยลึก ตำแหน่งของการหัก เป็นต้น สำรวจชนิดพันธุ์ที่ตายและรอดตาย ชนิดพันธุ์ที่เกิดใหม่ ส่วนตัวชี้วัดอื่นๆจะปฏิบัติเช่นเดียวกับก่อนการฆ่า



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

## การวิเคราะห์ข้อมูล

### ข้อมูลพืช

สำหรับกล้าไม้ นับจำนวนต้นทั้งหมดในและจำนวนต้นแต่ละชนิดพันธุ์ในแต่ละแปลงย่อย  
หาค่า เปอร์เซนต์การลดลงของกล้าไม้ในแต่ละเดือนของแต่ละแปลงย่อยจากสูตร

$$\text{การลดลงของกล้าไม้ในแต่ละเดือน(\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่ลดลงในเดือนนั้น}}{\text{จำนวนต้นกล้าไม้ทั้งหมด}} \times 100$$

### ข้อมูลดิน

เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดในพื้นที่โดยค่าที่ได้จะเฉลี่ยในแต่ละแปลงย่อยเนื่องจากทำการวัด  
3 ครั้งใน 1 แปลงย่อยสำหรับค่าความชื้นแน่นและค่าความคงทนของดินต่อการย่อย สำหรับอัตราการ  
ซบซึมน้ำผ่านผิวดินหาค่าโดยนำระยะเวลาที่วัดได้มาเทียบหาค่าอัตราการซบซึมน้ำผ่านผิวดิน  
ในแต่ละแปลงซึ่งมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาทิตั้งนี้ ขนาดของ soil core  
มีพื้นที่เท่ากับ 50.26 ตารางเซนติเมตร เทียบหาค่าปริมาตรน้ำได้เท่ากับ 251.30 ลูกบาศก์เซนติเมตร  
เมื่อนำไปคำนวณหาค่าปริมาตรน้ำต่อพื้นที่แปลงตัวอย่างคือ 1 ตารางเมตร แล้วจะได้ปริมาตรน้ำ  
เท่ากับ 50,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นนำมาเฉลี่ยอีกครั้งให้เป็น 1 ค่าต่อ 1 แปลงใหญ่ทั้งค่า  
ความคงทน ค่าความชื้นแน่นและอัตราการซบซึมน้ำผ่านผิวดิน

นำข้อมูลแต่ละตัวชี้วัดของการย่อยแต่ละรอบมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความคงทนของ  
พื้นที่โดยใช้สถิติพรรณนาและการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ซึ่งจะทำการ  
วิเคราะห์ทั้งสิ้น 12 ครั้ง และตัวแปรใดที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็จะนำมา  
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Least significant different, LSD)

### การประเมินความคงทนตามธรรมชาติของพื้นที่ป่าแต่ละชนิดต่อการย่อย

การประเมินความคงทนของพื้นที่ป่าพิจารณาจาก 4 ตัวคือ 1) อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่า  
ความคงทนของดินต่อการย่อย 2) อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นแน่นของเนื้อดิน 3) อัตราการ

เปลี่ยนแปลงของอัตราسابซึมผ่านผิวคินและ4) อัตราการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตาย โดยนำอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของแต่ละตัวชี้วัดมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวได้จากการนำอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยในทุกช่วงความลาดชันของแต่ละตัวชี้วัดในแต่ละชนิดป่ามาหาค่ากลาง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้ค่ามัธยฐานของข้อมูล โดยบริเวณที่มีความคงทนสูงควรมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยไม่เกินค่ากลางที่กำหนด หากมีบริเวณใดมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยสูงกว่าค่ากลางที่กำหนดแสดงว่าบริเวณนั้นมีความคงทนต่ำ

## ผลและวิจารณ์

### ตอนที่ 1 ลักษณะสังคมพืช

การศึกษาลักษณะของสังคมพืชในครั้งนี้เพื่อเป็นการบรรยายลักษณะและสภาพโดยรวมของพื้นที่ศึกษาซึ่งทำการศึกษาในเชิงปริมาณได้แก่ จำนวนชนิดพรรณไม้ ความหนาแน่นและความเด่นของพรรณไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (1.30 เมตร จากพื้นดิน) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป โดยการวางแผนขนาด 25 X 50 ตารางเมตร ในป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาชนิดป่าละเมาะ 1 แปลง แล้วทำการหาดัชนีค่าความสำคัญของพรรณไม้ ปรากฏผลดังนี้

#### 1. สังคมป่าดิบแล้ง

จำนวนพรรณไม้ยืนต้น (tree) ที่พบทั้งสิ้น 30 ชนิด 26 สกุล 17 วงศ์ และชนิดพันธุ์ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้อีก 5 ชนิดพันธุ์ (ตารางผนวกที่ 1) ซึ่งพรรณไม้ในวงศ์ Lauraceae มีจำนวนชนิดพันธุ์มากที่สุด 5 ชนิด รองลงมาได้แก่วงศ์ Meliaceae จำนวน 4 ชนิด นอกจากนี้ยังประกอบด้วยพรรณไม้วงศ์อื่นๆอีก

##### 1.1 ความหนาแน่นของพรรณไม้ (Density, D)

สัดส่วนของพรรณไม้ที่สำรวจพบที่มีความหนาแน่น 98 ต้นต่อ 0.125 เฮกเตอร์ ส่วนความหนาแน่นสัมพัทธ์ของแต่ละชนิดพันธุ์พบว่า หมักฟักคง (*Apodytes dimidiata* E.MEY.) และ *Polyalthia* sp. มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์สูงที่สุดคือร้อยละ 10.024 รองลงมาได้แก่ มะกาดัน (*Bridelia insulata* Hance) มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ร้อยละ 8.163 และชนิดพันธุ์ที่มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดมี 15 ชนิดคือ อวบน้ำ (*Chionanthus ramiflorus* Roxb.) แหลงบก (*Phoebe lanceolata* Nees) หนั่งหนา (*Enicosanthum fuscum membranaceum* J.Sinclair) สติตัน (*Sloanea sigun* (Blume) K.Schum) เลือดควาย (*Knema erratica* (Hook.f.& Thomson) Sinclair) มะหาด (*Artocarpus lacucha* Roxb.) ปอจีแฮด (*Miliusa lineata* (Craib) Aiston) เทพทาโร (*Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm.) เงาะขนเทา (*Nephelium melliferum* Gagnep.) กัดลิ้น (*Walsura trichostemon* Miq.) กอมขม (*Picrasma javanica* Bl.) กฤษณา (*Aquilaria crassna* Pierre ex H.Lec.) กระเบา (*Hydnocarpus* sp.) กระโคงแดง (*Chionanthus microstigma* (Gagnep.)

P.S.Green) *Diospiros* sp. และ ชนิดพันธุ์ที่ไม่สามารถจำแนกได้อีก 5 ชนิด โดยมีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ร้อยละ 1.020 (ตารางผนวกที่ 2)

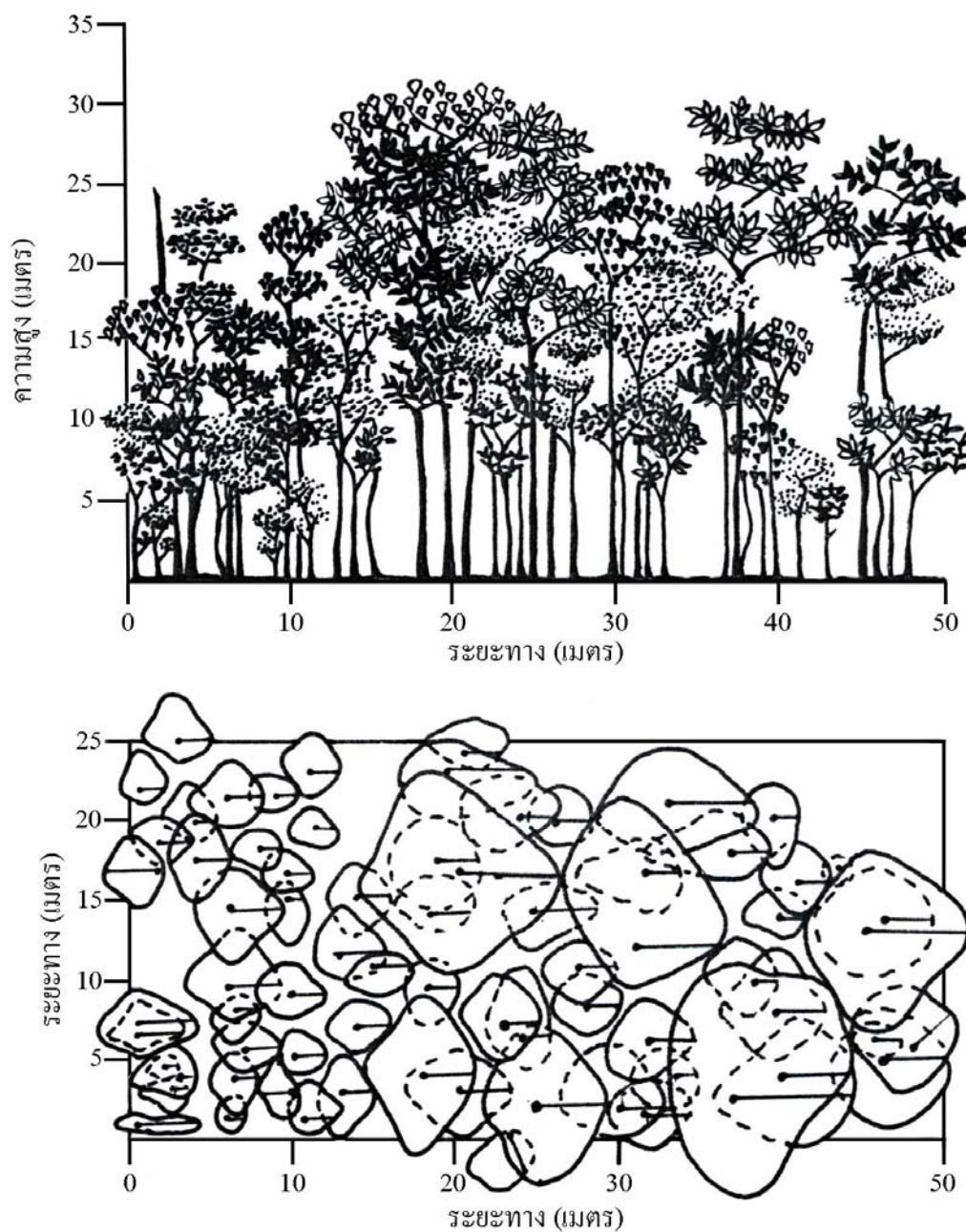
### 1.2 ความเด่นของพรรณไม้ (Dominance, Do)

การศึกษาความเด่นของพรรณไม้เพื่อให้ทราบว่าพืชชนิดนั้นมีอิทธิพลต่อชนิดพรรณอื่นๆในพื้นที่บริเวณเดียวกันมากน้อยเพียงใด หากชนิดพรรณใดมีความเด่นสูงพืชชนิดนั้นก็จะมีอิทธิพลต่อพื้นที่นั้นมาก ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ยางเสียน (*Diperocarpus gracilis* Blume.) มีความเด่นสัมพัทธ์สูงที่สุดคือร้อยละ 52.294 รองลงมาได้แก่ สूरามะริด (*Cinnamomum subavenium* Miq. ) มีค่าความเด่นสัมพัทธ์ร้อยละ 13.740 และ กฤษณา (*Aqilaria crassna* Pierre ex H.Lec. ) มีค่าความเด่นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดคือร้อยละ 0.042 (ตารางผนวกที่ 2)

### 1.3 ดัชนีค่าความสำคัญ (Importance Value Index, IVI)

ดัชนีค่าความสำคัญจากผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์กับค่าความเด่นสัมพัทธ์พบว่า ชนิดพันธุ์ที่มีดัชนีค่าความสำคัญสูงที่สุดคือ ยางเสียน (*Diperocarpus gracilis* Blume.) มีดัชนีค่าความสำคัญเท่ากับ 56.376 รองลงมาได้แก่ สूरามะริด (*Cinnamomum subavenium* Miq. ) ดัชนีค่าความสำคัญเท่ากับ 19.862 และกฤษณา (*Aqilaria crassna* Pierre ex H.Lec.) มีดัชนีค่าความสำคัญเท่ากับ 1.062 (ตารางผนวกที่ 2)

สำหรับลักษณะโครงสร้างทางด้านตั้ง และการปกคลุมเรือนยอดของพรรณไม้ในสังคมพืชป่าดิบแล้ง แสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ลักษณะ โครงสร้างทางด้านตั้ง และการปกคลุมเรือนยอดของพรรณไม้ในสังคมพีชป่าดิบแล้ง

## 2. สังคมป่าดิบเขา

จำนวนพรรณไม้ยืนต้น (tree) ที่พบทั้งสิ้น 26 ชนิด 25 สกุล 15 วงศ์ และชนิดพันธุ์ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้อีก 12 ชนิดพันธุ์ (ตารางผนวกที่ 3) ซึ่งพรรณไม้ในวงศ์ Fagaceae มีจำนวน

ชนิดพันธุ์มากที่สุด 4 ชนิด รองลงมาได้แก่วงศ์ Theaceae จำนวน 3 ชนิด นอกจากนี้ยังประกอบด้วย พรรณไม้วงศ์อื่นๆอีก

## 2.1 ความหนาแน่นของพรรณไม้ (D)

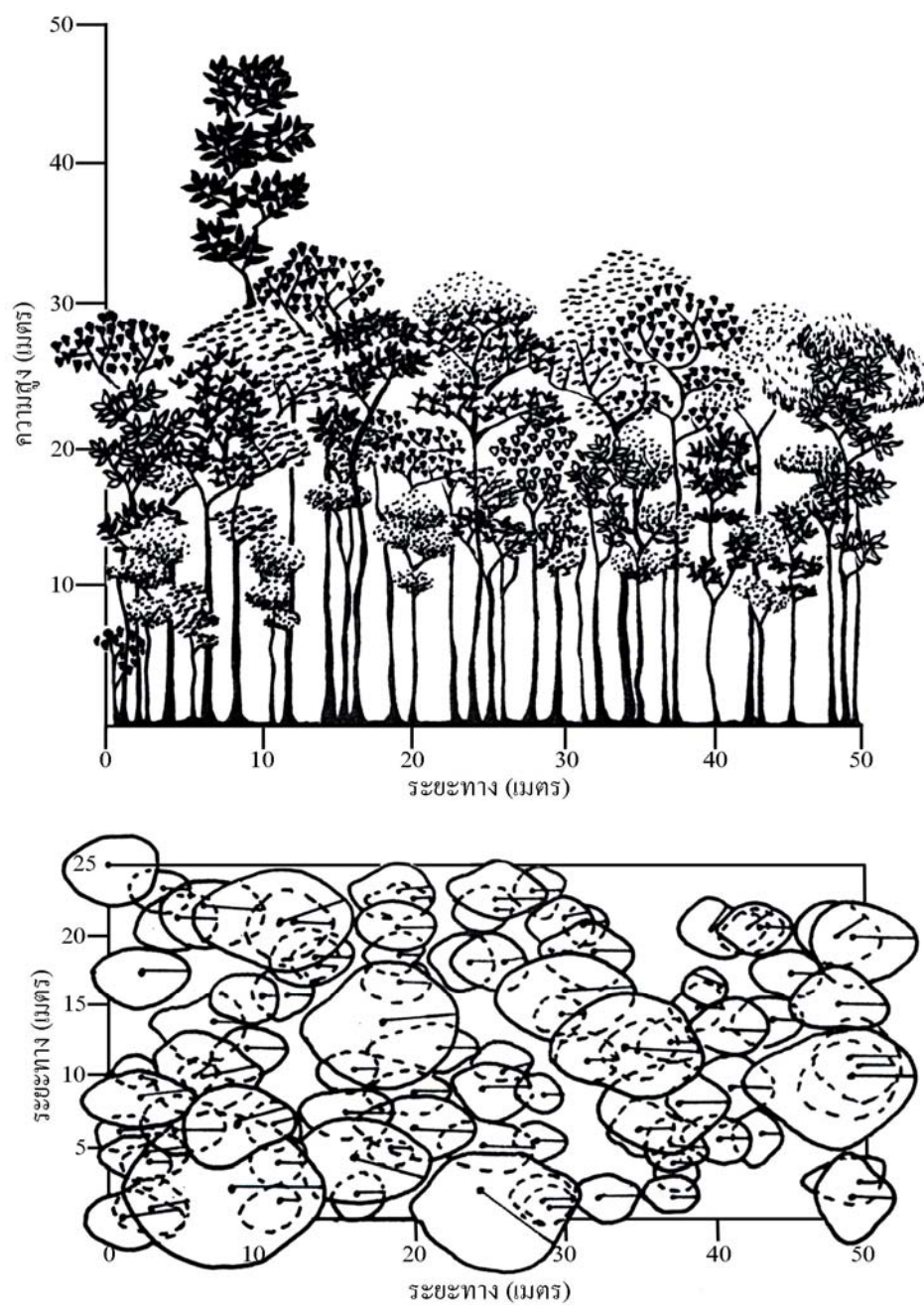
สัดส่วนของพรรณไม้ที่สำรวจพบที่มีความหนาแน่น 132 ต้นต่อ 0.125 เฮกแตร์ ส่วนความหนาแน่นสัมพัทธ์ของแต่ละชนิดพันธุ์พบว่า กะอวม (*Acronychia pedunculata* Miq.) มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์สูงสุดคือร้อยละ 9.091 รองลงมาได้แก่ หว้า (*Syzygium* sp.) สารภีคยอม (*Mesua ferrea* L.) และกระโดนแดง (*Chionanthus microstigma* (Gagnep.) P.S.Green) ซึ่ง มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ร้อยละ 8.333 และชนิดพันธุ์ที่มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดคือ ก่อหนู (*Lithocarpus* sp.) พลองคง (*Tarenna collinsae* Craib) เฌียงพริ้นางแอ (*Carallia brachiata* Merr.) พิกุลป่า (*Adinandra integerrima* T.Anderson ex Dyer) *Aglaia* sp. *Cinnamomum* sp. *Canarium* sp. Euphorbiaceae และ ชนิดพันธุ์ที่ไม่สามารถจำแนกได้อีก 12 ชนิดพรรณ โดยมีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ร้อยละ 0.758 (ตารางผนวกที่ 3)

## 2.2 ความเด่นของพรรณไม้ (Do)

ชนิดพันธุ์ที่มีค่าความเด่นสัมพัทธ์สูงสุดคือ ทะโล้ (*Schima wallichii* (DC.) Korth.) มีค่าความเด่นสัมพัทธ์ร้อยละ 17.80 รองลงมาได้แก่ หว้า (*Syzygium* sp.) มีค่าความเด่นสัมพัทธ์ร้อยละ 17.021 และ เฌียงพริ้นางแอ (*Carallia brachiata* Merr.) มีค่าความเด่นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดคือร้อยละ 0.065 (ตารางผนวกที่ 4)

## 2.3 ดัชนีค่าความสำคัญ (IVI)

ดัชนีค่าความสำคัญจากผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์กับค่าความเด่นสัมพัทธ์พบว่า พรรณไม้ที่มีดัชนีค่าความสำคัญสูงสุดคือ หว้า (*Syzygium* sp.) มีดัชนีค่าความสำคัญเท่ากับ 25.354 รองลงมาได้แก่ ทะโล้ (*Schima wallichii* (DC.) Korth.) มีดัชนีค่าความสำคัญเท่ากับ 23.861 และ เฌียงพริ้นางแอ (*Carallia brachiata* Merr.) มีดัชนีค่าความสำคัญต่ำที่สุดเท่ากับ 0.823 (ตารางผนวกที่ 4) สำหรับลักษณะโครงสร้างทางด้านตั้ง และการปกคลุมเรือนยอดของพรรณไม้ในสังคมพืชป่าดิบเขา แสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ลักษณะโครงสร้างทางด้านตั้ง และการปกคลุมเรือนยอดของพรรณไม้ในสังคมพืชป่าดิบเขา

### 3. ลักษณะสังคมพืชคลุมดินในแปลงตัวอย่างถาวร

#### 3.1 ป่าดิบแล้ง

จำนวนกล้าไม้ที่พบทั้งสิ้น 1,085 ต้น 66 ชนิด 47 สกุล 42 วงศ์ ชนิดพันธุ์ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้อีก 36 ชนิดพันธุ์ ซึ่งพรรณไม้ในวงศ์ Annonaceae และ Rutaceae มีจำนวนชนิดพันธุ์มากที่สุด 5 ชนิด รองลงมาได้แก่วงศ์ Euphorbiaceae จำนวน 4 ชนิด นอกจากนี้ยังประกอบด้วยพรรณไม้วงศ์อื่นๆอีก และชนิดพันธุ์ที่มีจำนวนกล้าไม้มากที่สุดคือ เหมือดหลวง (*Symplocos cochinchinensis* (Lour.) S.Moore.) มีจำนวนต้นกล้า 143 ต้น รองลงมาได้แก่กล้าไม้ในวงศ์ Urticaceae มีจำนวนต้นกล้าเท่ากับ 116 ต้น และยางเลี่ยน (*Dipterocarpus gracilis* Blum.) มีจำนวนต้นกล้ามากเป็นอันดับที่สามซึ่งมีจำนวนต้นกล้าเท่ากับ 108 ต้น (ตารางผนวกที่ 5)

#### 3.2 ป่าดิบเขา

จำนวนกล้าไม้ที่พบทั้งสิ้น 2,277 ต้น 53 ชนิด 44 สกุล 37 วงศ์ ชนิดพันธุ์ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้อีก 25 ชนิดพันธุ์ ซึ่งพรรณไม้ในวงศ์ Euphorbiaceae มีจำนวนชนิดพันธุ์มากที่สุด 5 ชนิด รองลงมาได้แก่วงศ์ Rutaceae จำนวน 3 ชนิด นอกจากนี้ยังประกอบด้วยพรรณไม้วงศ์อื่นๆอีก และชนิดพันธุ์ที่มีจำนวนกล้าไม้มากที่สุดคือ *Castanopsis* sp. มีจำนวนต้นกล้า 968 ต้น รองลงมาได้แก่ *Strobilanthes* sp. มีจำนวนต้นกล้าเท่ากับ 523 ต้น และ *Polygala* sp. มีจำนวนต้นกล้ามากเป็นอันดับที่สามซึ่งมีจำนวนต้นกล้า 221 ต้น (ตารางผนวกที่ 6)

### ตอนที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของดินและสังคมพืชคลุมดินอันเนื่องมาจากการย่ำ

จากการวิเคราะห์ก่อนการย่ำพบว่าค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำมีค่าเท่ากับ 2.858 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.098 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 78,308.562 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขา ก่อนการย่ำ

| ตัวชี้วัด                                                          | ป่าดิบแล้ง  | ป่าดิบเขา  | เฉลี่ย     |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|------------|------------|
| ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ (กก./ชม. <sup>2</sup> )                 | 3.611       | 2.103      | 2.858      |
| ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน (กก./ชม. <sup>2</sup> )                  | 1.095       | 1.101      | 1.098      |
| อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน (ชม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท.) | 120,526.147 | 36,090.976 | 78,308.562 |
| เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ (%)                                   | 0.000       | 0.000      | 0.000      |

เมื่อนำตัวชี้วัดแต่ละตัวมาทดสอบทางสถิติ พบว่าความคงทนของดินต่อการย่ำมีเพียงชนิดป่าเท่านั้นที่มีผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 4) โดยค่าความคงทนเฉลี่ยของดินป่าดิบแล้งมีค่าเท่ากับ 3.611 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาที่มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 2.103 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 5) ซึ่งแม้ว่าจากการสังเกตสภาพดินโดยรวมแล้วดินป่าดิบแล้งมีลักษณะร่วนกว่าป่าดิบเขาแต่พื้นที่ที่ทำการศึกษาในป่าดิบแล้งอาจมีการรบกวนพื้นที่มาบ้างแล้วจากการเดินออกนอกเส้นทางของผู้ใช้ประโยชน์บางกลุ่มในขณะที่แปลงป่าดิบเขาเป็นพื้นที่ที่ไม่ได้เปิดให้มีการใช้ประโยชน์ จากเหตุผลดังกล่าวจึงอาจเป็นผลให้ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำมีความแตกต่างกัน ส่วนความยึดแน่นของเนื้อดินพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 4) และอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่าชนิดป่ามีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 4) โดยป่าดิบแล้งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 120,526.147 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาท. ซึ่งมีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาที่มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 36,090.976 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาท. ทั้งนี้จากการสังเกตในพื้นที่พบว่าดินป่าดิบแล้งมีความร่วนมากกว่าป่าดิบเขาซึ่งทำให้ดินป่าดิบแล้งมีช่องว่างระหว่างอนุภาคดินสูงกว่าป่าดิบเขาด้วยซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ดินป่าดิบแล้งมีอัตราซาบซึมน้ำสูงกว่าดินป่าดิบเขา (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 4** ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่อย ค่าความยึดแน่นของเนื้อดินและอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินก่อนการย่อย

| Source               | df | Mean Square         |                     |                               |
|----------------------|----|---------------------|---------------------|-------------------------------|
|                      |    | ST                  | SS                  | IR                            |
| Main unit analysis : |    |                     |                     |                               |
| Block                | 1  | 2.691 <sup>ns</sup> | 0.355 <sup>ns</sup> | 153282890.680 <sup>ns</sup>   |
| A                    | 1  | 18.180**            | 0.000 <sup>ns</sup> | 57034385152.135**             |
| B                    | 3  | 2.068 <sup>ns</sup> | 0.243 <sup>ns</sup> | 13155048887.299 <sup>ns</sup> |
| AB                   | 3  | 1.877 <sup>ns</sup> | 0.014 <sup>ns</sup> | 6222363199.186 <sup>ns</sup>  |
| Error(a)             | 7  | 0.823               | 0.058               | 3078698236.302                |
| -----                |    |                     |                     |                               |
| Subunit analysis :   |    |                     |                     |                               |
| C                    | 1  | 0.300 <sup>ns</sup> | 0.002 <sup>ns</sup> | 3799501892.615 <sup>ns</sup>  |
| AC                   | 1  | 0.078 <sup>ns</sup> | 0.025 <sup>ns</sup> | 846635325.698 <sup>ns</sup>   |
| BC                   | 3  | 0.090 <sup>ns</sup> | 0.006 <sup>ns</sup> | 2957676393.447 <sup>ns</sup>  |
| ABC                  | 3  | 0.016 <sup>ns</sup> | 0.023 <sup>ns</sup> | 1948997630.499 <sup>ns</sup>  |
| Error(b)             | 8  | 0.135               | 0.013               | 953613539.439                 |
| Total                | 31 |                     |                     |                               |

หมายเหตุ : ns ไม่นับนัยสำคัญทางสถิติ

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

**ตารางที่ 5** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อยก่อนการย่อย

| ชนิดป่า | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม. <sup>2</sup> ) |
|---------|-----------------------------------|
| ดิบแล้ง | 3.611                             |
| ดิบเขา  | 2.103                             |

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน ก่อนการย่ำ

| ชนิดป่า | ค่าเฉลี่ย (ชม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท) |
|---------|----------------------------------------------------|
| ดิบแล้ง | 120,526.147                                        |
| ดิบเขา  | 36,090.976                                         |

หลังการย่ำ 20 รอบ พบว่าค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 5.358 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 175,891.086 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาท ค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 2.048 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 23.298 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาหลังการย่ำ 20 รอบ

| ตัวชี้วัด                                                         | ป่าดิบแล้ง  | ป่าดิบเขา  | เฉลี่ย      |
|-------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|
| ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ (กก./ชม. <sup>2</sup> )                | 5.325       | 5.39       | 5.358       |
| ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน (กก./ชม. <sup>2</sup> )                 | 1.972       | 2.123      | 2.048       |
| อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน (ชม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท) | 267,825.289 | 83,956.883 | 175,891.086 |
| เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ (%)                                  | 26.763      | 19.834     | 23.298      |

เมื่อนำแต่ละตัวชี้วัดมาทดสอบทางสถิติพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำมีผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 8) โดยป่าดิบแล้งที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบเขาที่มีการย่ำ ป่าดิบเขาที่ไม่มีการย่ำ และป่าดิบแล้งที่ไม่มีการย่ำ ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะป่าดิบแล้งมีดินร่วนกว่าป่าดิบเขาอีกทั้งก่อนการย่ำดินป่าดิบแล้งมีค่าความคงทนสูงกว่าป่าดิบเขาจึงอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ป่าดิบแล้งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่า และเมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุด พบว่า ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำป่าดิบแล้งบริเวณที่มีการย่ำมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยป่าดิบแล้งบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 6.228 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรส่วนบริเวณที่ไม่มีการย่ำที่มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.423 กิโลกรัมต่อ

ตารางเซนติเมตร ส่วนป่าดิบเขาพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดป่า ทั้งบริเวณที่มีการย่ำและไม่มีการย่ำของทั้งสองชนิดป่าไม่มีความแตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) จากผลการทดสอบแสดงว่าการย่ำส่งผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำป่าดิบแล้งมากกว่าป่าดิบเขาแต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างชนิดป่าในบริเวณเดียวกัน (ตารางที่ 9 และภาพที่ 10)

ความยึดแน่นของเนื้อดินพบว่าจำนวนรอบการย่ำมีผลต่อค่าความยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) (ตารางที่ 8) โดยบริเวณที่มีการย่ำ มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 2.253 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำที่มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.842 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 10)

อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน พบว่าชนิดป่า และจำนวนรอบการย่ำต่างมีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.01$ ) (ตารางที่ 8) โดยป่าดิบแล้งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 267,825.289 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ซึ่งมีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาที่มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 83,956.883 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ (ตารางที่ 11) และบริเวณที่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 111,032.136 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 240,750.036 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ (ตารางที่ 12)

เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้พบว่าจำนวนรอบการย่ำมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.01$ ) (ตารางที่ 8) โดยแปลงที่มีการย่ำมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 38.015 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าสูงกว่าแปลงที่ไม่มีการย่ำที่มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 8.582 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13) ส่วนชนิดกล้าไม้ที่ลดลงทั้งป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาเฉพาะแปลงที่มีการย่ำพบว่า กล้าไม้ป่าดิบแล้งที่มีเปอร์เซ็นต์การลดลงสูงที่สุดคือ *Globba* sp. *Uvaria* sp. *Dioscorea* sp. *Dalvallia* spp. *Clausena* sp. เฟิร์น และพันธุ์ไม้ในวงศ์ *Dipterocarpaceae* ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การลดลงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพราะกล้าไม้ดังกล่าวมีจำนวนต้นทั้งหมดเพียง 1 ถึง 3 ต้นเท่านั้นซึ่งอาจไม่ใช่ตัวชี้วัดที่ดี รองลงมาได้แก่ กล้าไม้ในวงศ์ *Acanthaceae* มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 97.059 เปอร์เซ็นต์ และ กล้าไม้ในวงศ์ *Melastomataceae* มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 78.571 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 7) ส่วนป่าดิบเขาพบว่ากล้าไม้ในวงศ์ *Acanthaceae* มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ *Strobilanthes* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้

เท่ากับ 62.259 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่สามได้แก่ *Antidesma* sp. และ *Calophyllum* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่อย ค่าความยึดแน่นของเนื้อดินอัตราชาวซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ หลังการย่อย 20 รอบ

| Source               | df | Mean Square         |                     |                               |                       |
|----------------------|----|---------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------|
|                      |    | ST                  | SS                  | IR                            | PS                    |
| Main unit analysis : |    |                     |                     |                               |                       |
| Block                | 1  | 4.884 <sup>ns</sup> | 0.781 <sup>ns</sup> | 1516152139.491 <sup>ns</sup>  | 7.634 <sup>ns</sup>   |
| A                    | 1  | 0.034 <sup>ns</sup> | 0.183 <sup>ns</sup> | 270460724696.636**            | 384.130 <sup>ns</sup> |
| B                    | 3  | 4.874 <sup>ns</sup> | 0.753 <sup>ns</sup> | 34467414505.565 <sup>ns</sup> | 141.967 <sup>ns</sup> |
| AB                   | 3  | 0.530 <sup>ns</sup> | 0.100 <sup>ns</sup> | 20853240158.636 <sup>ns</sup> | 66.544 <sup>ns</sup>  |
| Error(a)             | 7  | 2.001               | 0.307               | 8048986715.610                | 115.957               |
| -----                |    |                     |                     |                               |                       |
| Subunit analysis :   |    |                     |                     |                               |                       |
| C                    | 1  | 12.288**            | 1.353*              | 134613867346.101**            | 6930.471 **           |
| AC                   | 1  | 2.559*              | 0.470 <sup>ns</sup> | 23245518377.465 <sup>ns</sup> | 3.638 <sup>ns</sup>   |
| BC                   | 3  | 0.196 <sup>ns</sup> | 0.199 <sup>ns</sup> | 15496635982.772 <sup>ns</sup> | 65.042 <sup>ns</sup>  |
| ABC                  | 3  | 0.437 <sup>ns</sup> | 0.057 <sup>ns</sup> | 3667955058.097 <sup>ns</sup>  | 35.446 <sup>ns</sup>  |
| Error(b)             | 8  | 0.263               | 0.249               | 7903232582.445                | 23.827                |
| Total                | 31 |                     |                     |                               |                       |

หมายเหตุ : ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

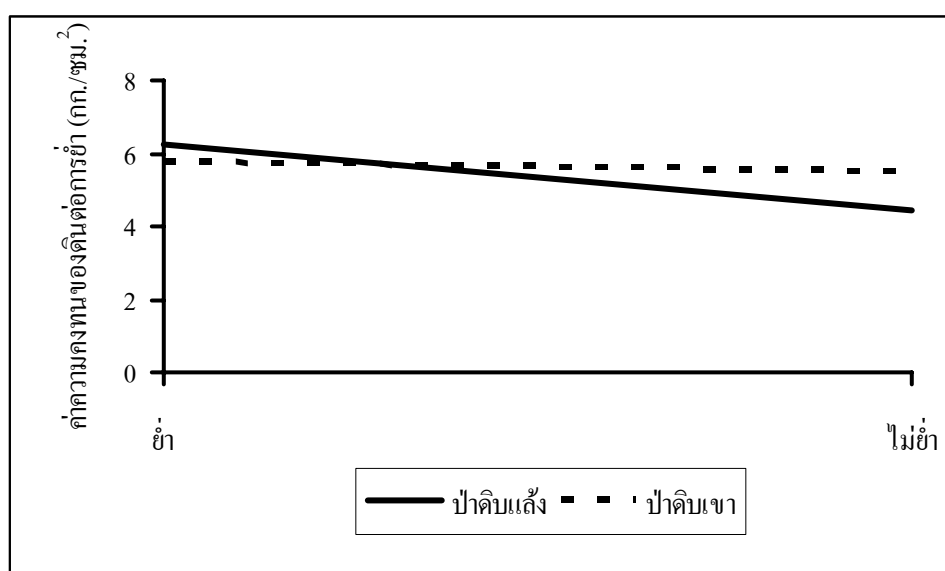
\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 20 รอบ

| ชนิดป่า | การย่ำ                 |                        |
|---------|------------------------|------------------------|
|         | ย่ำ                    | ไม่ย่ำ                 |
| ดิบแล้ง | 6.228 <sup>a (d)</sup> | 4.423 <sup>b (e)</sup> |
| ดิบเขา  | 5.728 <sup>c (d)</sup> | 5.504 <sup>c (e)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 10 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินหลังการย่ำ 20 รอบ

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (กก./ซม. <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------------------------------|
| ย่ำ    | 2.253                             |
| ไม่ย่ำ | 1.842                             |

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่ำ 20 รอบ (ปัจจัยชนิดป่า)

| ชนิดป่า | ค่าเฉลี่ย (ซม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท) |
|---------|----------------------------------------------------|
| ดิบแล้ง | 267,825.289                                        |
| ดิบเขา  | 83,956.883                                         |

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่ำ 20 รอบ (ปัจจัยการย่ำ)

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (ซม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท) |
|--------|----------------------------------------------------|
| ย่ำ    | 111,032.136                                        |
| ไม่ย่ำ | 240,750.036                                        |

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ การย่ำ 20 รอบ

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (%) |
|--------|---------------|
| ย่ำ    | 38.015        |
| ไม่ย่ำ | 8.582         |

หลังการย่ำ 40 รอบ พบว่าค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.841 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.694 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 211,308.213 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาท และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 12.753 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาหลังการย่ำ 40 รอบ

| ตัวชี้วัด                                                          | ป่าดิบแล้ง  | ป่าดิบเขา  | เฉลี่ย      |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|
| ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ (กก./ชม. <sup>2</sup> )                 | 5.272       | 4.41       | 4.841       |
| ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน (กก./ชม. <sup>2</sup> )                  | 2.058       | 1.33       | 1.694       |
| อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน (ชม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท.) | 342,589.011 | 80,027.416 | 211,308.214 |
| เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ (%)                                   | 11.353      | 14.154     | 12.753      |

เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่า จำนวนรอบการย่ำมีผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 15) โดยค่าความคงทนของดินต่อการย่ำบริเวณที่มีการย่ำมีค่าเท่ากับ 5.477 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ที่มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.205 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 16)

ค่าความยึดแน่นของเนื้อดินพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำมีผลต่อความยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 15) โดยป่าดิบแล้งที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ป่าดิบแล้งที่ไม่มีการย่ำ ป่าดิบเขาที่มีการย่ำ และป่าดิบเขาที่ไม่มีการย่ำ ตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุดพบว่า ค่าความยึดแน่นของเนื้อดินป่าดิบแล้งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีค่าไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 2.174 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.941 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนป่าดิบเขาพบว่าบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน 1.663 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 0.998 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าพบว่าทั้งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำของป่าดิบแล้งมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงกว่าป่าดิบเขา ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 17 และภาพที่ 11)

อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่า ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ และปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำ ต่างก็มีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 15) โดยป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์และป่าดิบเขาช่วง เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำที่สุด ส่วนป่าดิบแล้งที่ไม่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งที่มีการย่ำ ป่าดิบเขาที่ไม่มีการย่ำ และป่าดิบเขาที่มีการย่ำตามลำดับ

เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุดพบว่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบแล้งทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุดคือ 535,376.538 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ รองลงมาได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน 397,926.283 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน 292,757.565 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ และบริเวณที่มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำที่สุดคือช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน 144,295.657 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ส่วนป่าดิบเขาพบว่า มีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ที่มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน 135,065.155 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ซึ่งเป็นอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินที่สูงที่สุดของป่าดิบเขาทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ที่มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน 39,988.133 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ซึ่งเป็นอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินที่ต่ำที่สุดของป่าดิบเขาเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าในบริเวณช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันเดียวกันพบว่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินของป่าดิบแล้งและป่าดิบเขามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เฉพาะช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ซึ่งทั้งสองบริเวณป่าดิบแล้งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่าป่าดิบเขา ซึ่งจากผลการทดสอบทางสถิติเห็นได้ชัดเจนว่าป่าดิบแล้งที่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันสูงมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่าบริเวณที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่ำ ส่วนป่าดิบเขาไม่แตกต่างกันมากนัก (ตารางที่ 18 และ ภาพที่ 12)

ส่วนปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย้ายพบว่าอัตราขาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบแล้งบริเวณที่มีการย้ายมีค่าต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย้ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย้ายมีอัตราขาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 204,715.976 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ และบริเวณที่ไม่มีการย้ายมีอัตราขาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 480,462.045 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ส่วนป่าดิบเขาพบว่าบริเวณที่มีการย้ายมีอัตราขาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย้ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย้ายมีอัตราขาบซึมน้ำผ่านผิวดิน 23,855.558 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่และบริเวณที่ไม่มีการย้ายมีอัตราขาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 136,199.275 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าพบว่าทั้งบริเวณที่มีและไม่มีการย้ายของป่าดิบแล้งมีอัตราขาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่าบริเวณเดียวกันของป่าดิบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 19 และ ภาพที่ 13)

เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้พบว่าจำนวนรอบการย้ายมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 15) โดยแปลงที่มีการย้ายมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 22.113 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าสูงกว่าแปลงที่ไม่มีการย้ายที่มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 3.394 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 20) และชนิดกล้าไม้ป่าดิบแล้งที่ลดลงพบว่า มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum* Guillaumin.) กล้า (*Schumannianthus dichotomus* (Roxb.) Gagnep. ) และ *Pteris* sp. ซึ่งทั้ง 3 ชนิดพันธุ์มีจำนวนต้นเพียงชนิดพันธุ์ละ 1 ต้น จึงมีการตายทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ฮ้อยจั่น (*Engelhardtia serrata* Blume. ) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 62.5 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ หมือดหลวง (*Symplocos cochinchinensis* (Lour.) S.Moore. ) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 34 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7) ส่วนป่าดิบเขาพบว่า *Globba* sp. *Lithocarpus* sp. กล้าไม้ในวงศ์ Gramineae และ Lauraceae มีการตายทั้งหมดในการย้ายครั้งนี้ รองลงมาได้แก่ กล้าไม้ในวงศ์ Compositae ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 66.667 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ พวกเฟิร์น ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 54.545 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 8)

**ตารางที่ 15** ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ ค่าความยึดแน่นของเนื้อดินอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้หลังการย่ำ 40 รอบ

| Source               | df | Mean Square         |                     |                               |                      |
|----------------------|----|---------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|
|                      |    | ST                  | SS                  | IR                            | PS                   |
| Main unit analysis : |    |                     |                     |                               |                      |
| Block                | 1  | 6.328 <sup>ns</sup> | 0.154 <sup>ns</sup> | 20128508269.114 <sup>ns</sup> | 6.222 <sup>ns</sup>  |
| A                    | 1  | 5.943 <sup>ns</sup> | 4.234**             | 551508726725.936**            | 62.748 <sup>ns</sup> |
| B                    | 3  | 8.674 <sup>ns</sup> | 0.079 <sup>ns</sup> | 77060551986.039**             | 27.854 <sup>ns</sup> |
| AB                   | 3  | 1.347 <sup>ns</sup> | 0.323 <sup>ns</sup> | 40114797513.847*              | 20.038 <sup>ns</sup> |
| Error(a)             | 7  | 3.921               | 0.165               | 6385558648.878                | 32.090               |
| Subunit analysis :   |    |                     |                     |                               |                      |
| C                    | 1  | 12.941**            | 1.611**             | 301227364383.141**            | 2803.320**           |
| AC                   | 1  | 0.493 <sup>ns</sup> | 0.374**             | 53400656788.057**             | 49.825 <sup>ns</sup> |
| BC                   | 3  | 0.588 <sup>ns</sup> | 0.024 <sup>ns</sup> | 21348324562.009 <sup>ns</sup> | 58.418 <sup>ns</sup> |
| ABC                  | 3  | 0.256 <sup>ns</sup> | 0.015 <sup>ns</sup> | 20965618311.736 <sup>ns</sup> | 15.339 <sup>ns</sup> |
| Error(b)             | 8  | 0.452               | 0.055               | 8512533233.710                | 23.023               |
| Total                | 31 |                     |                     |                               |                      |

หมายเหตุ : ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

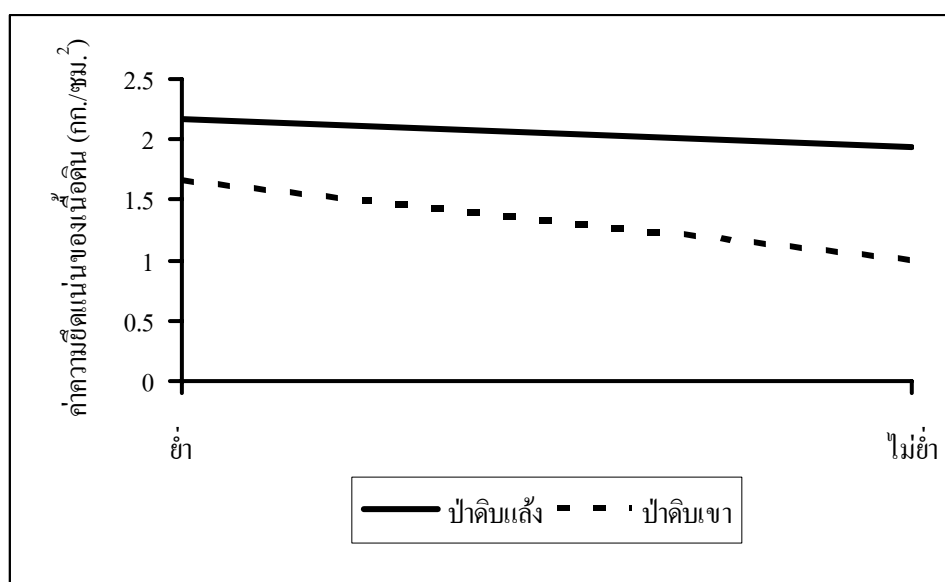
**ตารางที่ 16** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำหลังการย่ำ 40 รอบ

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม. <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------------------------------|
| ย่ำ    | 5.477                             |
| ไม่ย่ำ | 4.205                             |

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 40 รอบ

| ชนิดป่า | การย่ำ                 |                        |
|---------|------------------------|------------------------|
|         | ย่ำ                    | ไม่ย่ำ                 |
| ดิบแล้ง | 2.174 <sup>a (d)</sup> | 1.941 <sup>a (f)</sup> |
| ดิบเขา  | 1.663 <sup>b (e)</sup> | 0.998 <sup>c (g)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

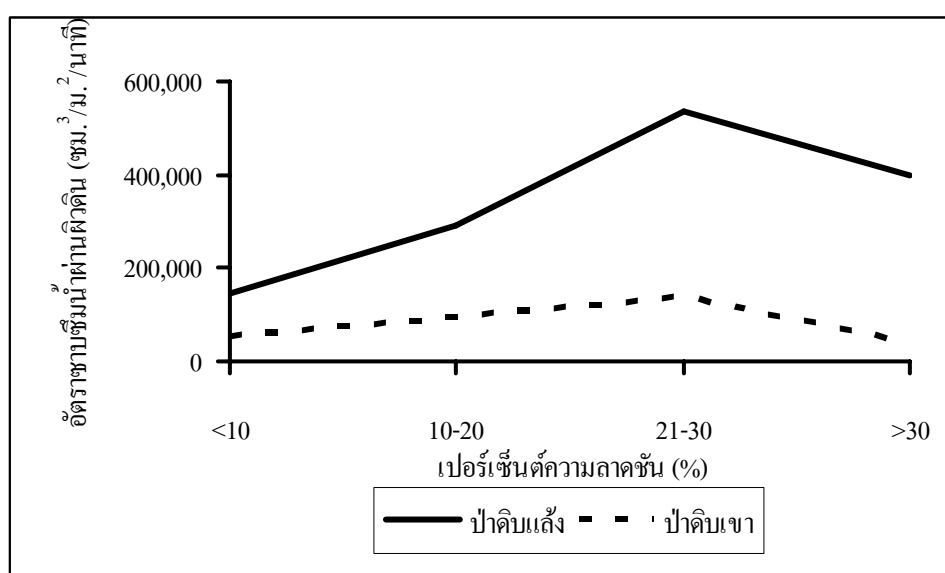


ภาพที่ 11 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซิมน้ำผ่านผิวดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 40 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)

| ชนิดป่า | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) |                              |                              |                              |
|---------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|         | <10                           | 10-20                        | 21-30                        | >30                          |
| ดิบแล้ง | 144,295.657 <sup>a (f)</sup>  | 292,757.565 <sup>b (g)</sup> | 535,376.538 <sup>c (i)</sup> | 397,926.283 <sup>d (k)</sup> |
| ดิบเขา  | 49,920.573 <sup>cm (f)</sup>  | 94,135.805 <sup>cm (h)</sup> | 136,065.155 <sup>c (j)</sup> | 39,988.133 <sup>m (l)</sup>  |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

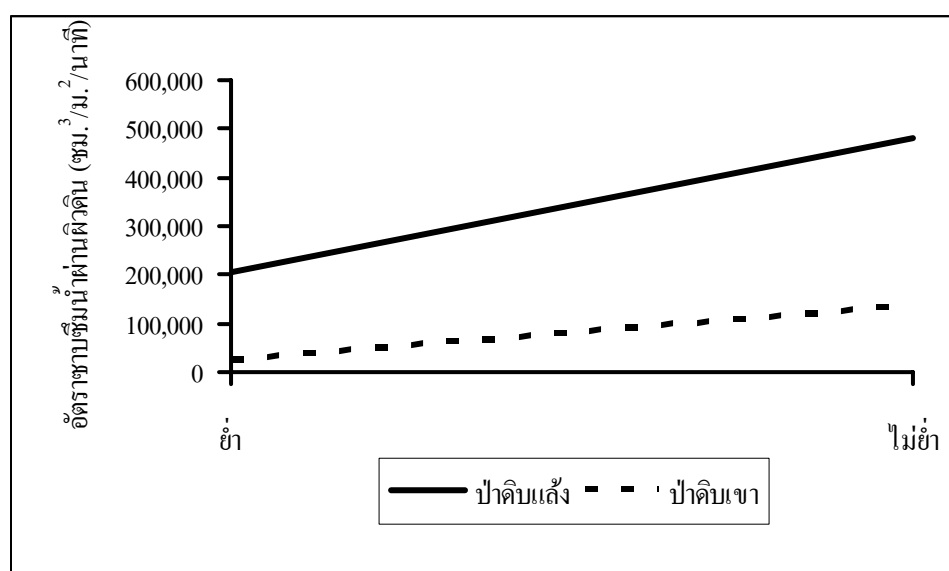


ภาพที่ 12 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซิมน้ำผ่านผิวดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 40 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ)

| ชนิดป่า | การย่ำ                      |                             |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|
|         | ย่ำ                         | ไม่ย่ำ                      |
| ดิบแล้ง | 204,715.976 <sup>a(c)</sup> | 480,462.045 <sup>b(g)</sup> |
| ดิบเขา  | 23,855.558 <sup>d(f)</sup>  | 136,199.275 <sup>c(h)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 13 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้หลังการย่ำ 40 รอบ

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (%) |
|--------|---------------|
| ย่ำ    | 22.113        |
| ไม่ย่ำ | 3.394         |

หลังการย่ำ 60 รอบ พบว่าค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.752 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความยืดหยุ่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.403 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 138,218.177 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 3.486 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 21)

**ตารางที่ 21** ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำ ความยืดหยุ่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาหลังการย่ำ 60 รอบ

| ตัวชี้วัด                                                          | ป่าดิบแล้ง  | ป่าดิบเขา  | เฉลี่ย      |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|
| ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ (กก./ซม. <sup>2</sup> )                 | 4.903       | 4.601      | 4.752       |
| ค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดิน (กก./ซม. <sup>2</sup> )                 | 1.396       | 1.411      | 1.403       |
| อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน (ซม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาที) | 227,901.561 | 48,534.793 | 138,218.177 |
| เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ (%)                                   | 4.771       | 2.199      | 3.485       |

เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่าจำนวนรอบการย่ำมีผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 22) โดยค่าความคงทนของดินต่อการย่ำบริเวณที่มีการย่ำมีค่าเท่ากับ 5.134 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ที่มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.369 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 23)

ความยืดหยุ่นของเนื้อดินพบว่าจำนวนรอบการย่ำมีผลต่อความยืดหยุ่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 22) บริเวณที่มีการย่ำ มีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.503 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำที่มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 1.304 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 24)

อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่และจำนวนรอบการย่ำต่างมีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 22) โดยป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $> 30$  เปอร์เซ็นต์ที่ไม่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน

21-30 เปอร์เซ็นต์ที่ไม่มีการย่ำ และป่าดิบเขาช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ที่มีการย่ำ มีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำที่สุด

เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุดพบว่า อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบแล้งเมื่อพิจารณาบริเวณความลาดชันเดียวกันแต่การย่ำต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใน 3 ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันซึ่งบริเวณที่มีการย่ำจะมีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำ คือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 124,760.295 และ 377,943.195 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ บริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 105,275.340 และ 426,351.245 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับและช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ บริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 103,187.865 และ 495,112.555 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับ และบริเวณที่มีการย่ำส่งผลต่ออัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินไม่แตกต่างกันคือช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 54,599.910 และ 135,982.085 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาบริเวณที่มีจำนวนรอบการย่ำเหมือนกันแต่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่างกันพบว่า บริเวณที่มีการย่ำมีอัตราการซึมน้ำไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) และบริเวณที่ไม่มีการย่ำพบว่า มีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่มีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างจากบริเวณอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยมีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 135,982.085 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ (ตารางที่ 25 และภาพที่ 14)

ส่วนป่าดิบเขาพบว่าอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินบริเวณความลาดชันเดียวกันแต่การย่ำต่างกันพบว่ามีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่มีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 14,701 และ 168,668.890 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับ ส่วนอีก 3 ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันที่การย่ำส่งผลต่ออัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินไม่แตกต่างกันคือช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 10,826.405 และ 55,561.535 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ บริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน

เท่ากับ 22,088.525 และ 59,373.975 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับและช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ บริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 5,656.035 และ 51,201.210 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาบริเวณที่มีจำนวนรอบการย่ำเหมือนกันแต่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่างกันพบว่า บริเวณที่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) และบริเวณที่ไม่มีการย่ำพบว่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างจากบริเวณช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 และ >30 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) แต่ไม่แตกต่างกับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 21-30 และ >30 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราซาบซึมน้ำไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 25 และภาพที่ 15)

เมื่อพิจารณาบริเวณช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันเดียวกันและมีการย่ำเหมือนกันแต่ชนิดป่าต่างกันพบว่าบริเวณที่มีการย่ำและช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันเดียวกัน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินของป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาไม่มีความแตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) ส่วนบริเวณที่ไม่มีการย่ำพบว่ามีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) ส่วนบริเวณอื่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) โดยช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขามีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 377,943.195 และ 168,668.890 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขามีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 426,351.245 และ 59,573.975 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับ และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขามีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 495,112.555 และ 51,201.210 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับ (ตารางที่ 25)

เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้พบว่าชนิดป่ามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) (ตารางที่ 26) โดยป่าดิบแล้งมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 4.711 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาที่มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 2.199 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 92) ซึ่งชนิดพันธุ์ที่ลดลงในแต่ละชนิดป่าพบว่า ป่าดิบแล้ง *Mallotus* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ *Dalbergia* sp. และกล้าไม้ในวงศ์ *Meliaceae* มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 33.333 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ *Areca* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7) ส่วนป่าดิบเขาพบว่า *Ardisia* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ

20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ *Eurya* sp. และ เปล้าเงิน (*Viburnum odoratissimum* Ker Gawl.) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 16.667 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ *Aristolochia* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 14.286 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 8)

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่อย ค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้หลังการย่อย 60 รอบ

| Source               | df | Mean Square         |                     |                              |                      |
|----------------------|----|---------------------|---------------------|------------------------------|----------------------|
|                      |    | ST                  | SS                  | IR                           | PS                   |
| Main unit analysis : |    |                     |                     |                              |                      |
| Block                | 1  | 1.716 <sup>ns</sup> | 0.235 <sup>ns</sup> | 3478879090.323 <sup>ns</sup> | 1.341 <sup>ns</sup>  |
| A                    | 1  | 0.729 <sup>ns</sup> | 0.002 <sup>ns</sup> | 257379500060.860**           | 52.916*              |
| B                    | 3  | 0.601 <sup>ns</sup> | 0.079 <sup>ns</sup> | 19902237709.711*             | 3.387 <sup>ns</sup>  |
| AB                   | 3  | 0.514 <sup>ns</sup> | 0.236 <sup>ns</sup> | 16377834839.233*             | 8.218 <sup>ns</sup>  |
| Error(a)             | 7  | 0.787               | 0.180               | 2897177052.369               | 6.324                |
| -----                |    |                     |                     |                              |                      |
| Subunit analysis :   |    |                     |                     |                              |                      |
| C                    | 1  | 4.674*              | 0.316**             | 220879327717.389**           | 59.378 <sup>ns</sup> |
| AC                   | 1  | 0.203 <sup>ns</sup> | 0.068 <sup>ns</sup> | 73312483737.189**            | 0.330 <sup>ns</sup>  |
| BC                   | 3  | 0.466 <sup>ns</sup> | 0.045 <sup>ns</sup> | 9977364342.373*              | 2.004 <sup>ns</sup>  |
| ABC                  | 3  | 0.666 <sup>ns</sup> | 0.015 <sup>ns</sup> | 10827354002.101*             | 14.194 <sup>ns</sup> |
| Error(b)             | 8  | 0.502               | 0.020               | 1719208139.632               | 13.934               |
| Total                | 31 |                     |                     |                              |                      |

หมายเหตุ : ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำหลังการย่ำ 60 รอบ

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม. <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------------------------------|
| ย่ำ    | 5.134                             |
| ไม่ย่ำ | 4.369                             |

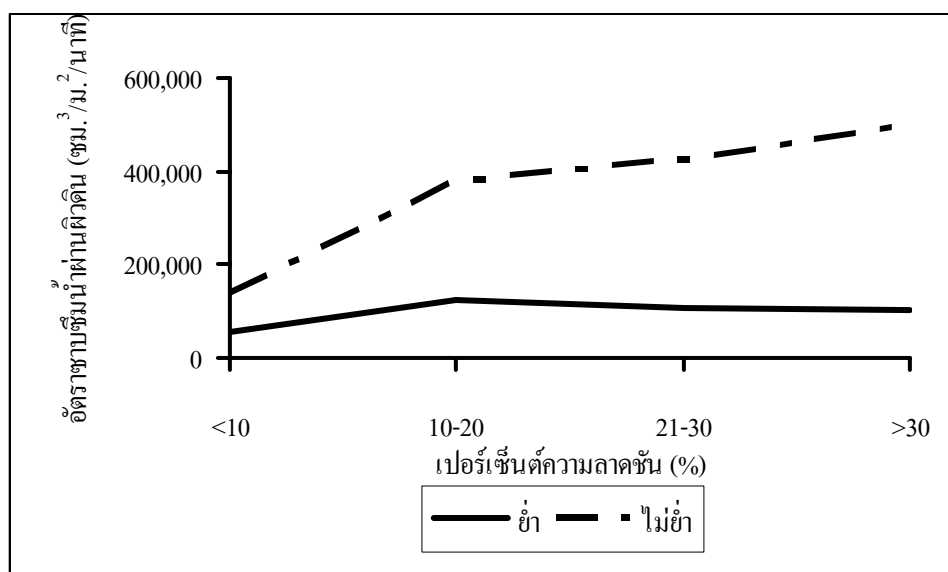
ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินหลังการย่ำ 60 รอบ

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม. <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------------------------------|
| ย่ำ    | 1.503                             |
| ไม่ย่ำ | 1.304                             |

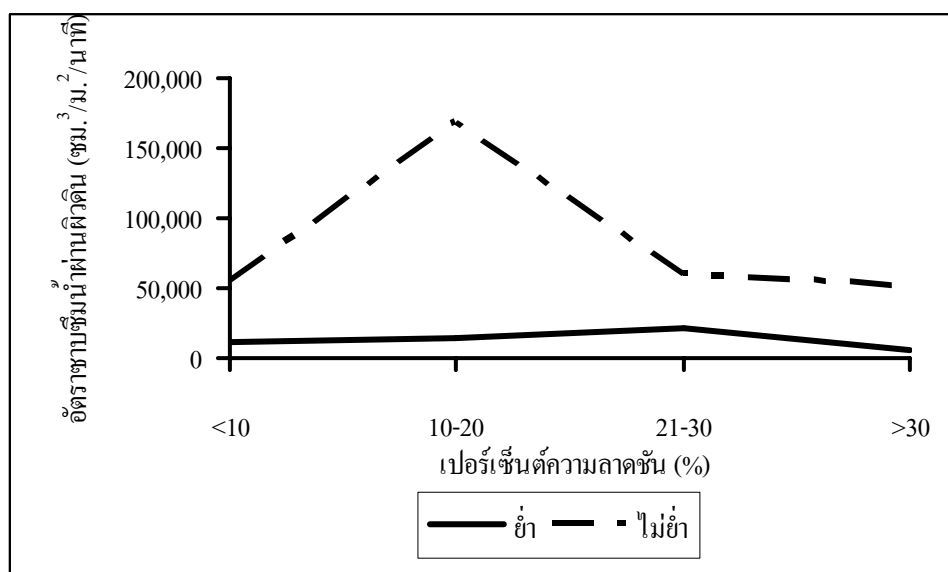
ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 60 รอบ

| ชนิดป่า | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) | จำนวนรอบการย่ำ                |                                |
|---------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|         |                               | ย่ำ                           | ไม่ย่ำ                         |
| ดิบแล้ง | <10                           | 54,599.91 <sup>a (m) 1</sup>  | 135,982.09 <sup>a (n) 5</sup>  |
|         | 10-20                         | 124,760.30 <sup>b (m) 2</sup> | 377,943.20 <sup>c (o) 6</sup>  |
|         | 21-30                         | 105,275.34 <sup>d (m) 3</sup> | 426,351.25 <sup>e (o) 8</sup>  |
|         | >30                           | 103,187.87 <sup>f (m) 4</sup> | 495,112.56 <sup>g (o) 10</sup> |
| ดิบเขา  | <10                           | 10,826.41 <sup>h (p) 1</sup>  | 55,561.54 <sup>h (q) 5</sup>   |
|         | 10-20                         | 14,701.77 <sup>i (p) 2</sup>  | 168,668.89 <sup>j (r) 7</sup>  |
|         | 21-30                         | 22,088.53 <sup>k (p) 3</sup>  | 59,573.98 <sup>k (qr) 9</sup>  |
|         | >30                           | 5,656.04 <sup>l (p) 4</sup>   | 51,201.21 <sup>l (q) 10</sup>  |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนในชนิดป่าเดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวดิ่งในชนิดป่าเดียวกัน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวเลขที่ต่างกันในช่วงความลาดชันเดียวกันแต่ชนิดป่าต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 14 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่า (ป่าดิบแล้ง) ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันและการย่ำ



ภาพที่ 15 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่า (ป่าดิบเขา) ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันและการย่ำ

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้หลังการย่ำ 60 รอบ

| ชนิดป่า | ค่าเฉลี่ย (%) |
|---------|---------------|
| ดิบแล้ง | 4.771         |
| ดิบเขา  | 2.199         |

จำนวนการย่ำ 80 รอบ พบว่าค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.353 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.816 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 204,758.874 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 9.604 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาหลังการย่ำ 80 รอบ

| ตัวชี้วัด                                                           | ป่าดิบแล้ง  | ป่าดิบเขา  | เฉลี่ย      |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|
| ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ (กก./ชม. <sup>2</sup> )                  | 4.899       | 3.806      | 4.353       |
| ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน (กก./ชม. <sup>2</sup> )                   | 1.934       | 1.699      | 1.816       |
| อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน (ชม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาที่) | 345,198.719 | 64,319.028 | 204,758.874 |
| เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ (%)                                    | 10.866      | 8.341      | 9.603       |

เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่มีผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และจำนวนรอบการย่ำมีผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 28) โดยป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์ มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงที่สุด รองลงมาคือ ป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ และป่าดิบเขาช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำน้อยที่สุด เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุด พบว่า ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำป่าดิบแล้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงที่สุด ได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 7.093 กิโลกรัม

ต่อตารางเซนติเมตร กลุ่มที่ 2 มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำรองลงมา ได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.435 และ 4.598 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และกลุ่มที่ 3 ซึ่งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำต่ำที่สุดได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 3.470 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเมื่อพิจารณาจากกราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (ภาพที่ 16) พบว่าบริเวณที่มีความลาดชันต่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่าบริเวณที่มีความลาดชันสูง

ส่วนป่าดิบเขาพบว่า มีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ชัน <10 เปอร์เซ็นต์ กับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.343 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าความคงทนที่สูงที่สุดในทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของป่าดิบเขา และค่าความคงทนของดินต่อการย่ำในช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 3.348 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าความคงทนที่ต่ำที่สุดในทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของป่าดิบเขา (ตารางที่ 29 และภาพที่ 16)

เมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าในช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันเดียวกันพบว่า มีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ของทั้งสองชนิดป่าเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยป่าดิบแล้งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่าป่าดิบเขา (ตารางที่ 29 และภาพที่ 16) ส่วนการย่ำส่งผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่าไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.967 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 3.738 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 30)

ความยึดแน่นของเนื้อดินพบว่าชนิดป่ามีผลต่อความยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และจำนวนรอบการย่ำมีผลต่อความยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 28) โดยป่าดิบแล้งมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.933 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งมีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาที่มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.699 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 31) และบริเวณที่มีการย่ำ มีค่าความยึดแน่นของเนื้อ

ดินเท่ากับ 2.051 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำที่มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.582 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 32)

อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่าปัจจัยร่วมของชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำ และปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ต่างมีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) (ตารางที่ 28) โดยป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $> 30$  เปอร์เซ็นต์มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ และป่าดิบเขาช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $> 30$  เปอร์เซ็นต์ มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำที่สุด และป่าดิบแล้งที่ไม่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งที่มีการย่ำ ป่าดิบเขาที่ไม่มีการย่ำ และป่าดิบเขาที่มีการย่ำตามลำดับ

เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุดพบว่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบแล้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 152,905.258 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ซึ่งเป็นอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินที่ต่ำที่สุดในป่าดิบแล้ง กลุ่มที่ 2 ได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 283,356.120 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ และกลุ่มที่ 3 ได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 และ  $> 30$  เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 444,941.615 และ 499,591.885 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ซึ่งพบว่าป่าดิบเขาบริเวณที่มีความลาดชันสูงมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่าบริเวณที่มีความลาดชันต่ำ ส่วนป่าดิบเขาพบว่าทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันไม่มีความแตกต่างของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน ( $p > 0.05$ ) และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าในบริเวณช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันเดียวกันพบว่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินของป่าดิบแล้งในทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันมีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 33 และภาพที่ 17)

ส่วนปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำพบว่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบแล้งบริเวณที่มีการย่ำมีค่าต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 222,764.129 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ และบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 467,633.310 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ส่วนป่าดิบเขาพบว่าบริเวณที่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำกว่าบริเวณ

ที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีอัตราขาบซึมผ่านผิวดิน 15,961.283 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่และบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีอัตราขาบซึมผ่านผิวดินเท่ากับ 112,676.774 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าพบว่าทั้งบริเวณที่มีและไม่มีมีการย่ำของป่าดิบแล้งมีอัตราขาบซึมผ่านผิวดินสูงกว่าบริเวณเดียวกันของป่าดิบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 34 และภาพที่ 18)

เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ พบว่าไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 28) ทั้งนี้เนื่องจากการลดลงของกล้าไม้เป็นจำนวนมากเมื่อการย่ำผ่านไป 20 รอบ ทำให้เหลือกล้าไม้อยู่น้อย และการลดลงของกล้าไม้จึงไม่แตกต่างกัน ส่วนชนิดพันธุ์ที่ลดลงในแต่ละชนิดป่าพบว่า ป่าดิบแล้ง *Glycosmis* sp. และกล้าไม้ในวงศ์ Rignonaceae ทั้งสองชนิดพันธุ์ตายทั้งหมดในการย่ำครั้งนี้ รองลงมาได้แก่ ดังตาบอด (*Excoecaria oppositifolia* Griff.) *Ixora* sp. และกล้าไม้ในวงศ์ Zingiberaceae มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ กัดลิ้น (*Walsura trichostemon* Miq.) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 34.375 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7) ส่วนป่าดิบเขาพบว่า เตยหนาม (*Pentaspadon velutinus* Hook.f.) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ *Rhapis* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 66.667 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ *Breynia* sp. *Desmos* sp. *Hedyotis* sp. *Piper* sp. และ เปล้าเงิน (*Viburnum odoratissimum* Ker Gawl.) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 8)

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ ค่าความยึดแน่นของ  
เนื้อดินอัตราขาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้หลังการย่ำ 80 รอบ

| Source              | df | Mean Square         |                     |                               |                       |
|---------------------|----|---------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------|
|                     |    | ST                  | SS                  | IR                            | PS                    |
| Mainunit analysis : |    |                     |                     |                               |                       |
| Block               | 1  | 1.921 <sup>ns</sup> | 0.067 <sup>ns</sup> | 981388094.216 <sup>ns</sup>   | 29.166 <sup>ns</sup>  |
| A                   | 1  | 9.548**             | 0.442**             | 631147207653.563**            | 51.030 <sup>ns</sup>  |
| B                   | 3  | 6.869**             | 0.150 <sup>ns</sup> | 44674296800.697*              | 60.632 <sup>ns</sup>  |
| AB                  | 3  | 3.361*              | 0.029 <sup>ns</sup> | 58587934764.245**             | 106.653 <sup>ns</sup> |
| Error(a)            | 7  | 0.658               | 0.045               | 5276783242.501                | 31.724                |
| -----               |    |                     |                     |                               |                       |
| Subunit analysis :  |    |                     |                     |                               |                       |
| C                   | 1  | 12.079**            | 1.758**             | 233360176973.864**            | 19.484 <sup>ns</sup>  |
| AC                  | 1  | 0.060 <sup>ns</sup> | 0.008 <sup>ns</sup> | 43899031721.231**             | 46.441 <sup>ns</sup>  |
| BC                  | 3  | 0.044 <sup>ns</sup> | 0.021 <sup>ns</sup> | 9285302738.331 <sup>ns</sup>  | 7.429 <sup>ns</sup>   |
| ABC                 | 3  | 0.412 <sup>ns</sup> | 0.013 <sup>ns</sup> | 11234720640.691 <sup>ns</sup> | 34.995 <sup>ns</sup>  |
| Error(b)            | 8  | 0.797               | 0.029               | 3806627605.526                | 22.417                |
| Total               | 31 |                     |                     |                               |                       |

หมายเหตุ : ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

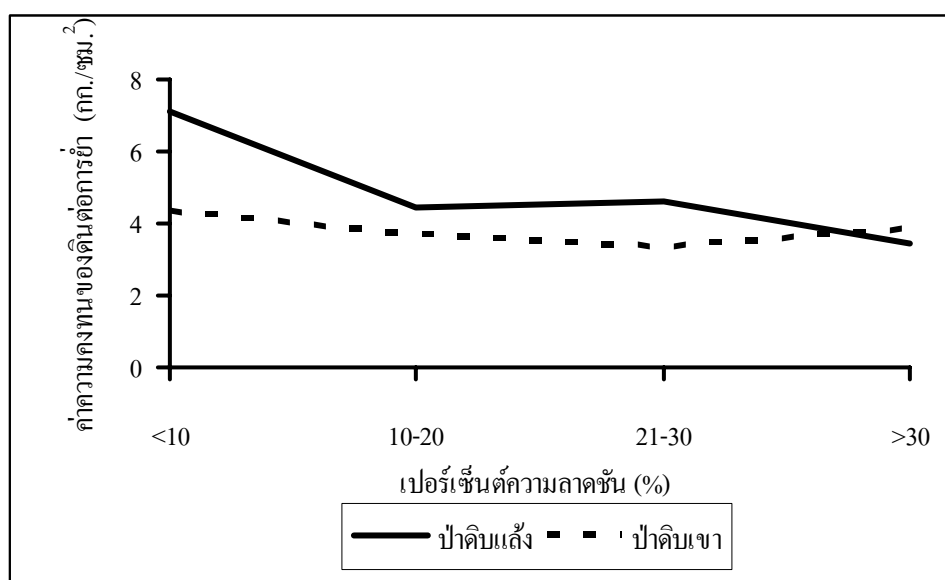
\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

**ตารางที่ 29** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อยโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่อย 80 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)

| ชนิดป่า | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) |                        |                       |                        |
|---------|-------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
|         | <10                           | 10-20                  | 21-30                 | >30                    |
| ดิบแล้ง | 7.093 <sup>a(f)</sup>         | 4.435 <sup>b(g)</sup>  | 4.598 <sup>b(h)</sup> | 3.470 <sup>c(i)</sup>  |
| ดิบเขา  | 4.343 <sup>d(f)</sup>         | 3.693 <sup>de(g)</sup> | 3.348 <sup>c(i)</sup> | 3.843 <sup>de(j)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



**ภาพที่ 16** กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน

**ตารางที่ 30** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อยโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่อย 80 รอบ (ปัจจัยการย่อย)

| การย่อย | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม.²) |
|---------|----------------------|
| ย่อย    | 4.967                |
| ไม่ย่อย | 3.738                |

ตารางที่ 31 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินหลังการย่ำ 80 รอบ (ปัจจัยชนิดป่า)

| ชนิดป่า | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม. <sup>2</sup> ) |
|---------|-----------------------------------|
| ดิบแล้ง | 1.933                             |
| ดิบเขา  | 1.699                             |

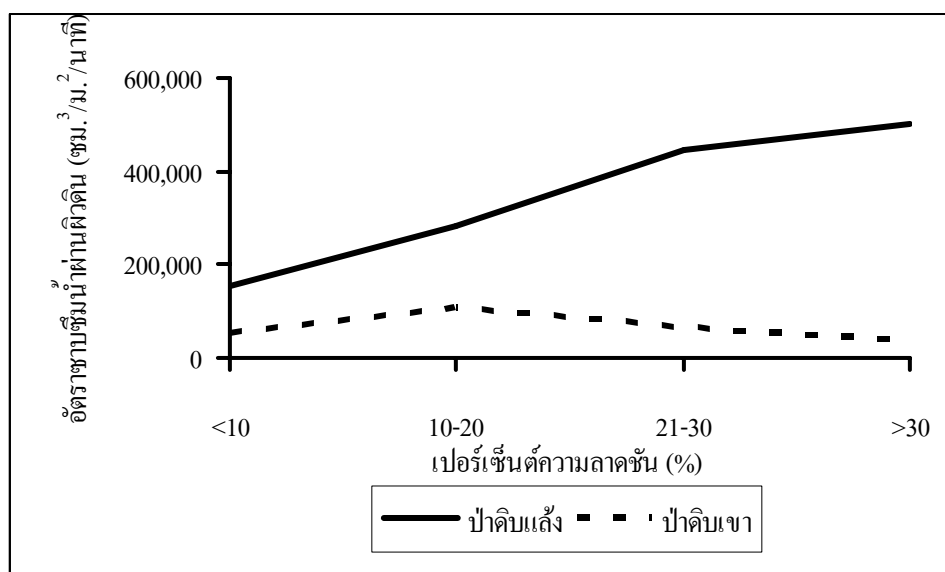
ตารางที่ 32 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินหลังการย่ำ 80 รอบ (ปัจจัยการย่ำ)

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม. <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------------------------------|
| ย่ำ    | 2.051                             |
| ไม่ย่ำ | 1.582                             |

ตารางที่ 33 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 80 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)

| ชนิดป่า | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) |                              |                              |                              |
|---------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|         | <10                           | 10-20                        | 21-30                        | >30                          |
| ดิบแล้ง | 152,905.258 <sup>a (c)</sup>  | 283,356.12 <sup>b (g)</sup>  | 444,941.615 <sup>c (i)</sup> | 499,591.885 <sup>c (k)</sup> |
| ดิบเขา  | 52,959.383 <sup>d (f)</sup>   | 106,902.293 <sup>d (h)</sup> | 63,364.353 <sup>d (j)</sup>  | 34,050.085 <sup>d (l)</sup>  |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

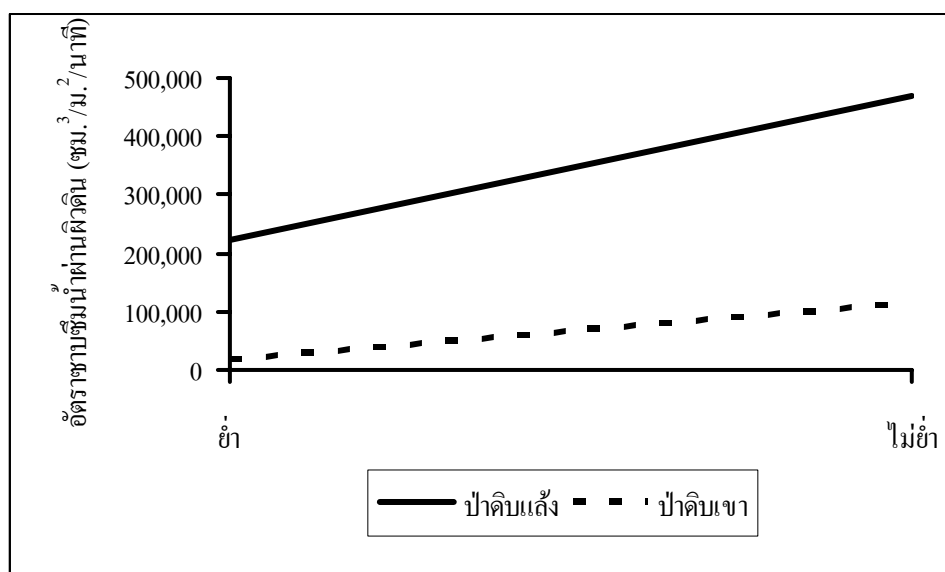


ภาพที่ 17 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน

ตารางที่ 34 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตรา흡น้ำผ่านผิวดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 80 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ)

| ชนิดป่า | การย่ำ                      |                             |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|
|         | ย่ำ                         | ไม่ย่ำ                      |
| ดิบแล้ง | 222,764.129 <sup>a(c)</sup> | 467,633.310 <sup>b(g)</sup> |
| ดิบเขา  | 15,961.283 <sup>c(f)</sup>  | 112,676.774 <sup>d(h)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 18 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ

หลังการย่ำ 100 รอบ พบว่าค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 3.867 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.486 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราซาบน้ำผ่านผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 180,533.006 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาท และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 2.918 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 35)

ตารางที่ 35 ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาหลังการย่ำ 100 รอบ

| ตัวชี้วัด                             | ป่าดิบแล้ง  | ป่าดิบเขา  | เฉลี่ย      |
|---------------------------------------|-------------|------------|-------------|
| ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ (กก./ชม.²) | 4.808       | 2.926      | 3.867       |
| ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน (กก./ชม.²)  | 1.891       | 1.081      | 1.486       |
| อัตราซาบน้ำผ่านผิวดิน (ชม.³/ม.²/นาท)  | 292,711.833 | 68,354.180 | 180,533.007 |
| เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ (%)      | 2.121       | 3.714      | 2.918       |

เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำ และปัจจัยร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่กับจำนวนรอบการย่ำต่างมีผลต่อความคงทนของ

ดินต่อการย่อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 36) โดยป่าดิบแล้งที่มีการย่อยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ป่าดิบแล้งที่ไม่มีการย่อย ป่าดิบเขาที่ไม่มีการย่อย และแปลงป่าดิบเขาที่มีการย่อยตามลำดับ ส่วนช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุก  $< 10$  เปอร์เซ็นต์ที่มีการย่อยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุก 10-20 เปอร์เซ็นต์ที่ไม่มีการย่อย และช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุก 10-20 เปอร์เซ็นต์ที่มีการย่อยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยต่ำที่สุด เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อยด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุด พบว่า ค่าความคงทนของดินต่อการย่อยป่าดิบแล้งบริเวณที่มีและไม่มีการย่อยมีค่าไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่อยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 4.921 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่อยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 4.695 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนป่าดิบเขาพบว่าบริเวณที่มีการย่อยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่อยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อย 2.234 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่อยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 3.618 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าพบว่าทั้งบริเวณที่มีและไม่มีการย่อยของป่าดิบแล้งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยสูงกว่าทั้งสองบริเวณของป่าดิบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 37 และภาพที่ 19)

ส่วนช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุกของพื้นที่เมื่อพิจารณาบริเวณที่มีการย่อยและไม่มีการย่อยของแต่ละช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุกพบว่า มีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุก 10-20 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่มีการย่อยส่งผลต่อค่าความคงทนของดินต่อการย่อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่อยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 2.763 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งมีค่าต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่อยที่มีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 4.835 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเมื่อพิจารณาบริเวณที่มีการย่อยของทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุกร่วมกันพบว่ามีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุก  $< 10$  เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่มีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยแตกต่างจากทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และมีค่าสูงที่สุด โดยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 5.020 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนบริเวณที่ไม่มีการย่อยเมื่อพิจารณาทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุกพบว่า มีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุก 10-20 เปอร์เซ็นต์กับช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุก  $> 30$  เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุก 10-20 เปอร์เซ็นต์มีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 4.835 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและช่วงเปอร์เซ็นต์ความผาสุก  $> 30$  เปอร์เซ็นต์มีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 3.588 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

จากการวิเคราะห์พบว่าค่าความคงทนของดินต่อการย่ำบริเวณที่มีการย่ำโดยรวมแล้วมีค่าต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในการย่ำรอบที่ 100 นี้เป็นช่วงที่เป็นการทำให้น้ำดินเปิดและร่วนมากที่สุดซึ่งหากพิจารณาจากเส้นกราฟ (ภาพที่ 39) จะพบว่าจากการย่ำที่ผ่านมาเมื่อถึงรอบที่ 100 โดยรวมเส้นกราฟจะตกลงมาต่ำที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความคงทนของดินต่อการย่ำป่าดิบแล้งมีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาและบริเวณที่ราบหรือค่อนข้างราบมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่าบริเวณที่มีความลาดชันสูงกว่า (ตารางที่ 38 และภาพที่ 20)

ความยืดหยุ่นของเนื้อดินพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นมีผลต่อความยืดหยุ่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 36) โดยป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์มีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ และ ป่าดิบเขาช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์มีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินต่ำที่สุด เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความยืดหยุ่นของเนื้อดินด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุดพบว่า ค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินเมื่อพิจารณาทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของแต่ละชนิดป่า ป่าดิบแล้งมีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใน 3 กลุ่มของช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันโดยกลุ่มที่ 1 ได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 และ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.965 และ 2.195 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  และ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.730 และ 1.965 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และ กลุ่มที่ 3 ได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  และ  $> 30$  เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.730 และ 1.675 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนป่าดิบเขาพบว่ามีความยืดหยุ่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  10-20 และ  $> 30$  เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.268 1.020 และ 1.215 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และกลุ่มที่ 2 ได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 และ 21-30 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.020 และ 0.823 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าในแต่ละช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันที่เท่ากันพบว่า ทั้งสี่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของป่าดิบแล้งมีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินสูงกว่าป่าดิบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 39 และภาพที่ 21)

อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่และปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำ ต่างมีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 36) โดยป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $> 30$  เปอร์เซ็นต์มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ และป่าดิบเขาช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $> 30$  เปอร์เซ็นต์มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำที่สุดและป่าดิบแล้งที่ไม่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งที่มีการย่ำ ป่าดิบเขาที่ไม่มีการย่ำ และป่าดิบเขาที่มีการย่ำตามลำดับ

เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุดพบว่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบแล้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 110,861.220 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ซึ่งเป็นอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินที่ต่ำที่สุดในป่าดิบแล้ง กลุ่มที่ 2 ได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 และ  $> 30$  เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 334,543.895 และ 393,444.369 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ตามลำดับ และกลุ่มที่ 3 ได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 และ 21-30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 334,543.895 และ 393,444.369 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ซึ่งบริเวณที่มีความลาดชันสูงจะมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่าบริเวณที่มีความลาดชันต่ำ ส่วนป่าดิบเขาพบว่าทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันไม่มีความแตกต่างของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน ( $p > 0.05$ ) เมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าในบริเวณช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันเดียวกันพบว่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินของป่าดิบแล้งในช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 และ 21 ถึง 30 และ  $> 30$  เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) สำหรับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 40 และภาพที่ 22)

ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำพบว่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบแล้งบริเวณที่มีการย่ำมีค่าต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 171,766.094 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ และบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 413,657.571 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ส่วนป่าดิบเขาพบว่าบริเวณที่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำกว่าบริเวณ

ที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีอัตราขาบซึมน้ำผ่านผิวดิน 16,277.448 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาทีและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีอัตราขาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 120,430 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าพบว่าทั้งบริเวณที่มีและไม่มีมีการย่ำของป่าดิบแล้งมีอัตราขาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่าบริเวณเดียวกันของป่าดิบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 41 และภาพที่ 23)

เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ พบว่าไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ ( $p > 0.05$ ) (ตารางผนวกที่ 94) เนื่องจากจำนวนกล้าไม้ในแต่ละแปลงเหลือน้อยมากจึงมีการตายน้อยลง ส่วนชนิดพันธุ์ที่ลดลงในแต่ละชนิดป่าพบว่า ป่าดิบแล้ง *Chloranthus* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 28.571 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ เปิ้ล้าเงิน (*Viburnum odoratissimum* Ker Gawl.) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ *Dalbergia* sp. และ *Ixora* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 16.667 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7) ส่วนป่าดิบเขาพบว่า *Camellia* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ กระอวม (*Acronychia pedunculata* (L.) Miq.) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 33.333 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่กล้าไม้ในวงศ์ Acanthaceae และ Hypoxidaceae มีเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 8)

ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ ค่าความยืดหยุ่นของ  
เนื้อดินอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้  
หลังการย่ำ 100 รอบ

| Source              | df | Mean Square         |                     |                              |                      |
|---------------------|----|---------------------|---------------------|------------------------------|----------------------|
|                     |    | ST                  | SS                  | IR                           | PS                   |
| Mainunit analysis : |    |                     |                     |                              |                      |
| Block               | 1  | 0.001 <sup>ns</sup> | 0.003 <sup>ns</sup> | 3293801912.022 <sup>ns</sup> | 4.651 <sup>ns</sup>  |
| A                   | 1  | 28.350**            | 5.249**             | 402690849882.485**           | 20.320 <sup>ns</sup> |
| B                   | 3  | 2.295 <sup>ns</sup> | 0.006 <sup>ns</sup> | 22077512832.930*             | 0.578 <sup>ns</sup>  |
| AB                  | 3  | 1.914 <sup>ns</sup> | 0.385*              | 41632118449.628**            | 8.494 <sup>ns</sup>  |
| Error(a)            | 7  | 0.583               | 0.048               | 2645132909.337               | 10.837               |
| -----               |    |                     |                     |                              |                      |
| Subunit analysis :  |    |                     |                     |                              |                      |
| C                   | 1  | 2.680 <sup>ns</sup> | 0.090 <sup>ns</sup> | 239494204459.656**           | 0.009 <sup>ns</sup>  |
| AC                  | 1  | 5.184*              | 0.002 <sup>ns</sup> | 37943520174.901**            | 13.210 <sup>ns</sup> |
| BC                  | 3  | 2.748*              | 0.091 <sup>ns</sup> | 5628509859.243 <sup>ns</sup> | 9.041 <sup>ns</sup>  |
| ABC                 | 3  | 0.970 <sup>ns</sup> | 0.161 <sup>ns</sup> | 9269194880.174 <sup>ns</sup> | 11.955 <sup>ns</sup> |
| Error(b)            | 8  | 0.545               | 0.040               | 2475099134.728               | 8.812                |
| Total               | 31 |                     |                     |                              |                      |

หมายเหตุ : ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

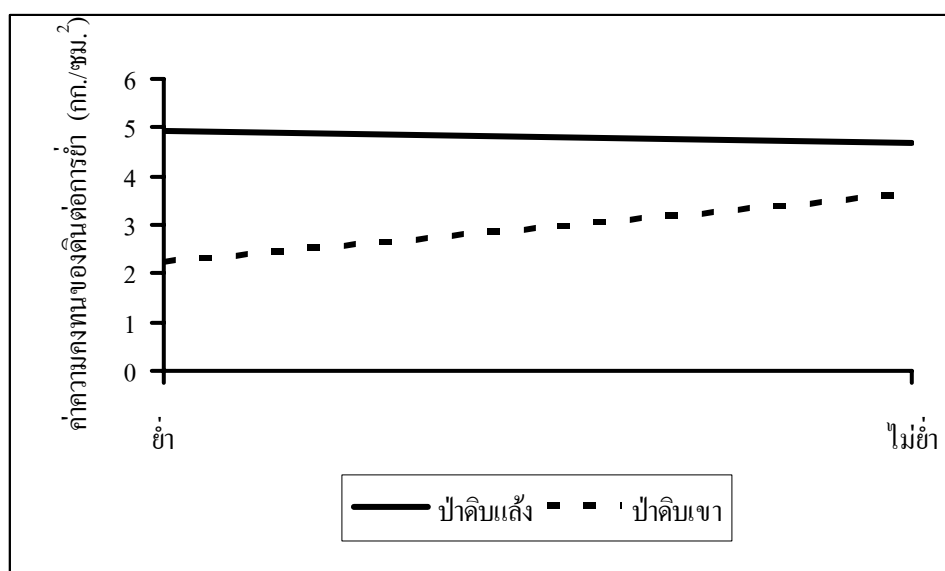
\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

ตารางที่ 37 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 100 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ)

| ชนิดป่า | การย่ำ                 |                        |
|---------|------------------------|------------------------|
|         | ย่ำ                    | ไม่ย่ำ                 |
| ดิบแล้ง | 4.921 <sup>a (d)</sup> | 4.695 <sup>a (f)</sup> |
| ดิบเขา  | 2.234 <sup>b (e)</sup> | 3.618 <sup>c (g)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

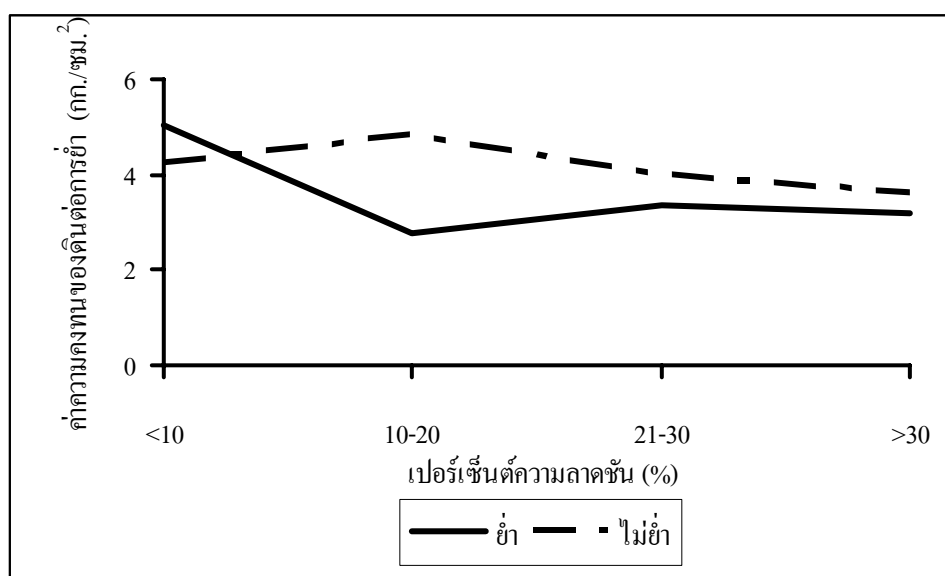


ภาพที่ 19 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ

ตารางที่ 38 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อยโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่อย 100 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันกับการย่อย)

| ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) | การย่อย                |                         |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------|
|                               | ย่อย                   | ไม่ย่อย                 |
| <10                           | 5.020 <sup>a (f)</sup> | 4.235 <sup>a (hi)</sup> |
| 10-20                         | 2.763 <sup>c (g)</sup> | 4.835 <sup>b (h)</sup>  |
| 21-30                         | 3.348 <sup>d (g)</sup> | 3.968 <sup>d (hi)</sup> |
| >30                           | 3.180 <sup>c (g)</sup> | 3.588 <sup>c (i)</sup>  |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

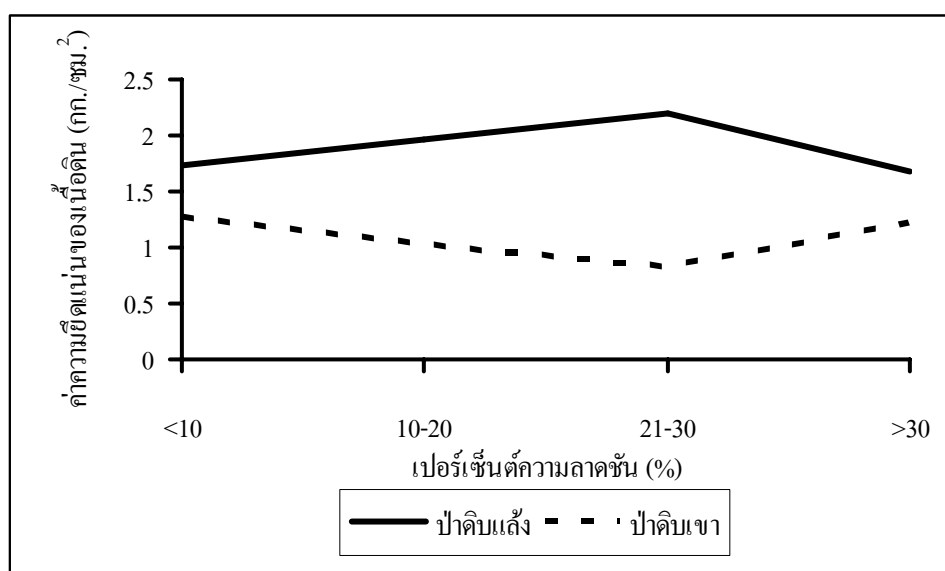


ภาพที่ 20 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันกับการย่อย

ตารางที่ 39 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 100 รอบ

| ชนิดป่า | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน |                         |                        |                        |
|---------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|         | <10                       | 10-20                   | 21-30                  | >30                    |
| ดิบแล้ง | 1.730 <sup>bc (l)</sup>   | 1.965 <sup>ab (f)</sup> | 2.195 <sup>a (h)</sup> | 1.675 <sup>c (j)</sup> |
| ดิบเขา  | 1.268 <sup>d (m)</sup>    | 1.020 <sup>de (g)</sup> | 0.823 <sup>c (i)</sup> | 1.215 <sup>d (k)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

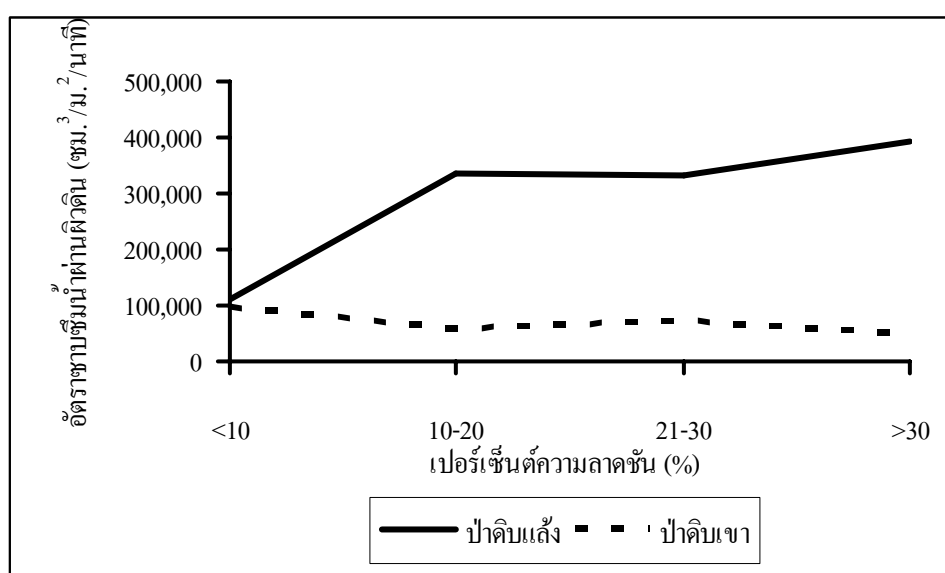


ภาพที่ 21 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน

ตารางที่ 40 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 100 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)

| ชนิดป่า | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) |                              |                             |                             |
|---------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|         | <10                           | 10-20                        | 21-30                       | >30                         |
| ดิบแล้ง | 110,861.220 <sup>a(e)</sup>   | 334,543.895 <sup>bc(f)</sup> | 331,997.848 <sup>c(h)</sup> | 393,444.369 <sup>b(i)</sup> |
| ดิบเขา  | 95,795.805 <sup>d(e)</sup>    | 58,142.920 <sup>d(g)</sup>   | 71,281.657 <sup>d(i)</sup>  | 48,196.320 <sup>d(k)</sup>  |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

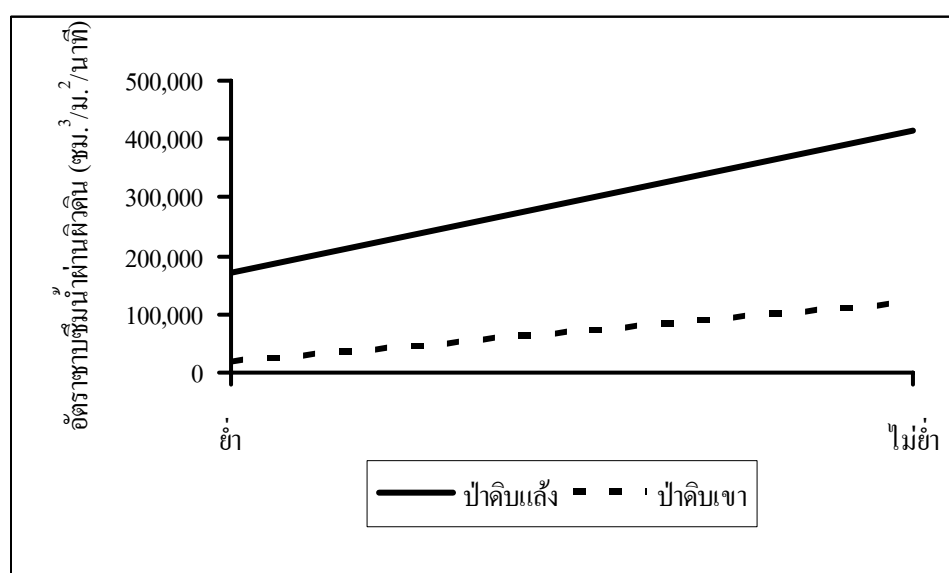


ภาพที่ 22 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน

**ตารางที่ 41** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 100 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ)

| ชนิดป่า | การย่ำ                      |                             |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|
|         | ย่ำ                         | ไม่ย่ำ                      |
| ดิบแล้ง | 171,766.094 <sup>a(e)</sup> | 413,657.571 <sup>b(g)</sup> |
| ดิบเขา  | 16,277.448 <sup>c(f)</sup>  | 120,430.913 <sup>d(h)</sup> |

**หมายเหตุ :** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



**ภาพที่ 23** กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ

จำนวนการย่ำ 120 รอบ พบว่าค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 3.636 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความยืดหยุ่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.723 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 153,238.655 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 3.943 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 42)

ตารางที่ 42 ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาหลังการย่ำ 120 รอบ

| ตัวชี้วัด                                                          | ป่าดิบแล้ง  | ป่าดิบเขา  | เฉลี่ย      |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|
| ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ (กก./ชม. <sup>2</sup> )                 | 4.294       | 2.978      | 3.636       |
| ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน (กก./ชม. <sup>2</sup> )                  | 1.631       | 1.816      | 1.723       |
| อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน (ชม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท.) | 251,632.816 | 54,844.494 | 153,238.655 |
| เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ (%)                                   | 2.917       | 4.968      | 3.943       |

เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ และจำนวนรอบการย่ำต่างมีผลต่อความคงทนดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 43) โดยป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์ มีค่าความคงทนดินมากที่สุด รองลงมาได้แก่ป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ และป่าดิบเขาช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $> 30$  เปอร์เซ็นต์ มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำน้อยที่สุด ส่วนจำนวนรอบการย่ำพบว่าแปลงที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่าแปลงที่ไม่มีการย่ำ

เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุด พบว่าค่าความคงทนของดินต่อการย่ำป่าดิบแล้งในทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงที่สุด ได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 7.450 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร กลุ่มที่ 2 มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำรองลงมา ได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 3.895 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และกลุ่มที่ 3 ซึ่งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำต่ำที่สุดได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์และ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $> 30$  เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 3.060 และ 2.770 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ นั่นก็คือบริเวณที่มีความลาดชันต่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่าบริเวณที่มีความลาดชันสูง และเมื่อพิจารณาเฉพาะป่าดิบเขาพบว่า มีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์ กับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยช่วงเปอร์เซ็นต์ชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์มีค่าความคงทนของดินต่อการ

ต่ำกว่า 3.370 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าความคงทนที่สูงที่สุดในทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของป่าดิบเขาและค่าความคงทนของดินต่อการย่ำในช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 2.660 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าความคงทนที่ต่ำที่สุดในทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของป่าดิบเขา และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าในช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันเดียวกันพบว่า มีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ชัน <10 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยป่าดิบแล้งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่าป่าดิบเขาทั้งสองช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (ตารางที่ 44 และภาพที่ 24)

การย่ำส่งผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่าไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.438 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 2.834 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร การผลการทดสอบทางสถิติพบว่า การย่ำส่งผลให้ดินอัดแน่นเพิ่มขึ้น และมีค่าสูงในบริเวณช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันน้อยๆและแตกต่างจากบริเวณที่มีความลาดชันสูงทั้งในป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาอีกทั้งค่าความคงทนของดินต่อการย่ำป่าดิบแล้งก็มีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 และ 21-30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 45)

ความยึดแน่นของเนื้อดินพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ และจำนวนรอบการย่ำต่างมีผลต่อความยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 43) โดยป่าดิบแล้งช่วงความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบเขาช่วงความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ และป่าดิบแล้งช่วงความลาดชันมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินต่ำที่สุด ส่วนการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงกว่าไม่มีการย่ำ เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุดพบว่า ป่าดิบแล้งมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงที่สุดคือมีค่าเท่ากับ 2.105 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร กลุ่มที่สอง ได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินคือมีค่าเท่ากับ 1.745 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และกลุ่มที่ 3 ได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 และ 21-30 เปอร์เซ็นต์มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินคือมีค่าเท่ากับ 1.413 และ 1.260 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนป่าดิบเขาพบว่า มีเพียง ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ที่มีค่า

ความยืดหยุ่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.708 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซนต์มีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.818 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เท่านั้นที่มีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าในแต่ละช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันที่เท่ากันพบว่า มีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 และ 10-20 เปอร์เซนต์เท่านั้นที่มีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งทั้งสองช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินป่าดิบแล้งมีค่าสูงกว่าป่าดิบเขา (ตารางที่ 46 และภาพที่ 25) และบริเวณที่มีการย่ำ มีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินเท่ากับ 4.443 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำที่มีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินเท่ากับ 2.834 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 47)

อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่มีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 43) โดยป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซนต์มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซนต์ และป่าดิบเขาช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซนต์มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำที่สุด และป่าดิบแล้งที่ไม่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งที่มีการย่ำ ป่าดิบเขาที่ไม่มีการย่ำ และป่าดิบเขาที่มีการย่ำตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุดพบว่า อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบแล้งมีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซนต์เท่านั้นที่มีค่าแตกต่างจากบริเวณอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และมีค่าต่ำที่สุดคือมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 134,025.805 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ส่วนป่าดิบเขาพบว่าทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันไม่มีความแตกต่างของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน ( $p > 0.05$ ) และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าในบริเวณช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันเดียวกันพบว่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินของป่าดิบแล้งในทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันมีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 48 และภาพที่ 26) ส่วนปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำพบว่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบแล้งบริเวณที่มีการย่ำมีค่าต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 161,245.824 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่และบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 342,019.809 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ส่วนป่าดิบเขาพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) และเมื่อ

พิจารณาระหว่างชนิดป่าพบว่าทั้งบริเวณที่มีและไม่มีกรงช้างของป่าดิบแล้งมีอัตราขาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่าบริเวณเดียวกันของป่าดิบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 49 และภาพที่ 27)

เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ พบว่าไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 43) เนื่องจากกล้าไม้มีจำนวนน้อยรวมถึงบางแปลงทดลองแทบจะไม่เหลือกล้าไม้ในแปลงทดลองทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้แตกต่างกัน ส่วนชนิดพันธุ์ที่ลดลงในแต่ละชนิดป่าพบว่า ป่าดิบแล้ง *Rubia* sp. และ กล้าไม้ในวงศ์ Apocynaceae มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ตังดาบอด (*Excoecaria oppositifolia* Griff.) เลือด (*Syzygium claviflorum* (Roxb.)) และ *Cissus* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่กล้าไม้ในวงศ์ Euphorbiaceae มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 33.333 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7) ส่วนป่าดิบเขาพบว่า *Chionanthus* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ *Breynia* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ *Aristolochia* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 28.571 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 8)

**ตารางที่ 43** ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ ค่าความยืดหยุ่นของ  
เนื้อดินอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้  
หลังการย่ำ 120 รอบ

| Source               | df | Mean Square         |                     |                              |                      |
|----------------------|----|---------------------|---------------------|------------------------------|----------------------|
|                      |    | ST                  | SS                  | IR                           | PS                   |
| Main unit analysis : |    |                     |                     |                              |                      |
| Block                | 1  | 2.404 <sup>ns</sup> | 0.008 <sup>ns</sup> | 1617373001.577 <sup>ns</sup> | 0.428 <sup>ns</sup>  |
| A                    | 1  | 13.847**            | 0.276*              | 309805149011.028**           | 33.661 <sup>ns</sup> |
| B                    | 3  | 11.834**            | 0.206*              | 13367111786.124*             | 31.786 <sup>ns</sup> |
| AB                   | 3  | 7.130**             | 0.384**             | 12681127030.136*             | 1.494 <sup>ns</sup>  |
| Error(a)             | 7  | 0.275               | 0.023               | 1900266243.080               | 7.110                |
| -----                |    |                     |                     |                              |                      |
| Subunit analysis :   |    |                     |                     |                              |                      |
| C                    | 1  | 20.560**            | 2.338**             | 109114081253.902**           | 1.170 <sup>ns</sup>  |
| AC                   | 1  | 0.008 <sup>ns</sup> | 0.001 <sup>ns</sup> | 32754425086.223**            | 12.227 <sup>ns</sup> |
| BC                   | 3  | 0.228 <sup>ns</sup> | 0.024 <sup>ns</sup> | 1849945110.271 <sup>ns</sup> | 10.248 <sup>ns</sup> |
| ABC                  | 3  | 0.152 <sup>ns</sup> | 0.018 <sup>ns</sup> | 517383871.390 <sup>ns</sup>  | 13.643 <sup>ns</sup> |
| Error(b)             | 8  | 0.139               | 0.008               | 2182933369.950               | 15.239               |
| Total                | 31 |                     |                     |                              |                      |

หมายเหตุ : ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

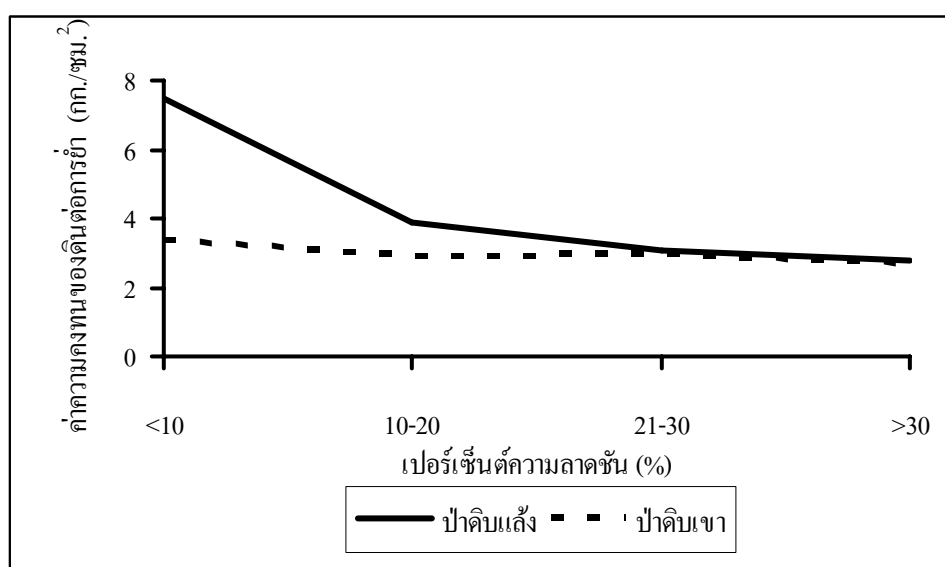
\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

ตารางที่ 44 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อยโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่อย 120 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)

| ชนิดป่า | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) |                         |                         |                        |
|---------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
|         | <10                           | 10-20                   | 21-30                   | >30                    |
| ดิบแล้ง | 7.450 <sup>a (f)</sup>        | 3.895 <sup>b (h)</sup>  | 3.060 <sup>c (j)</sup>  | 2.770 <sup>c (k)</sup> |
| ดิบเขา  | 3.370 <sup>d (g)</sup>        | 2.920 <sup>de (i)</sup> | 2.963 <sup>de (j)</sup> | 2.660 <sup>c (k)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 24 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน

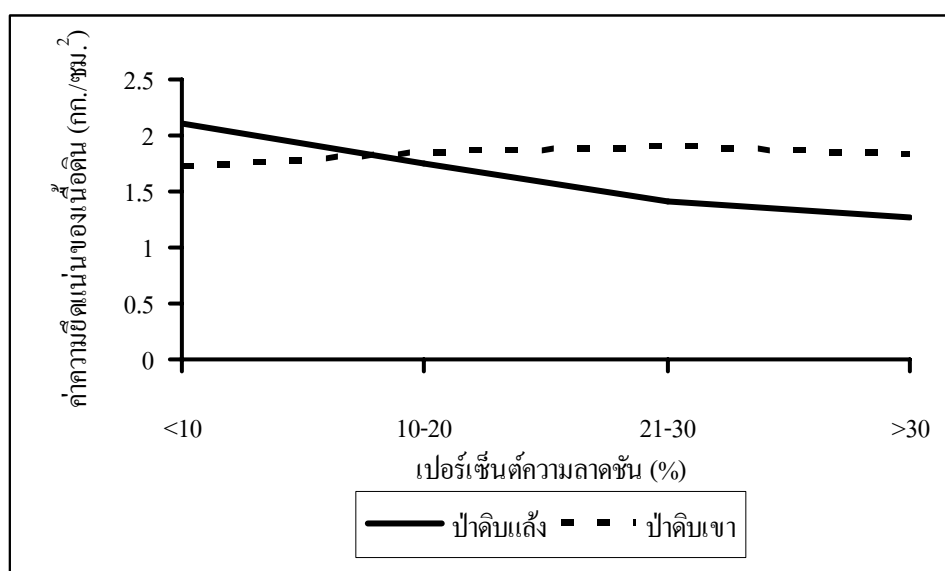
ตารางที่ 45 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อยโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่อย 120 รอบ (ปัจจัยการย่อย)

| การย่อย | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม.²) |
|---------|----------------------|
| ย่อย    | 4.438                |
| ไม่ย่อย | 2.834                |

**ตารางที่ 46** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 120 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)

| ชนิดป่า | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน |                         |                         |                        |
|---------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
|         | <10                       | 10-20                   | 21-30                   | >30                    |
| ดิบแล้ง | 2.105 <sup>a (f)</sup>    | 1.745 <sup>b (h)</sup>  | 1.413 <sup>c (j)</sup>  | 1.260 <sup>c (k)</sup> |
| ดิบเขา  | 1.708 <sup>d (g)</sup>    | 1.843 <sup>de (i)</sup> | 1.898 <sup>de (j)</sup> | 1.818 <sup>c (k)</sup> |

**หมายเหตุ :** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



**ภาพที่ 25** กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน

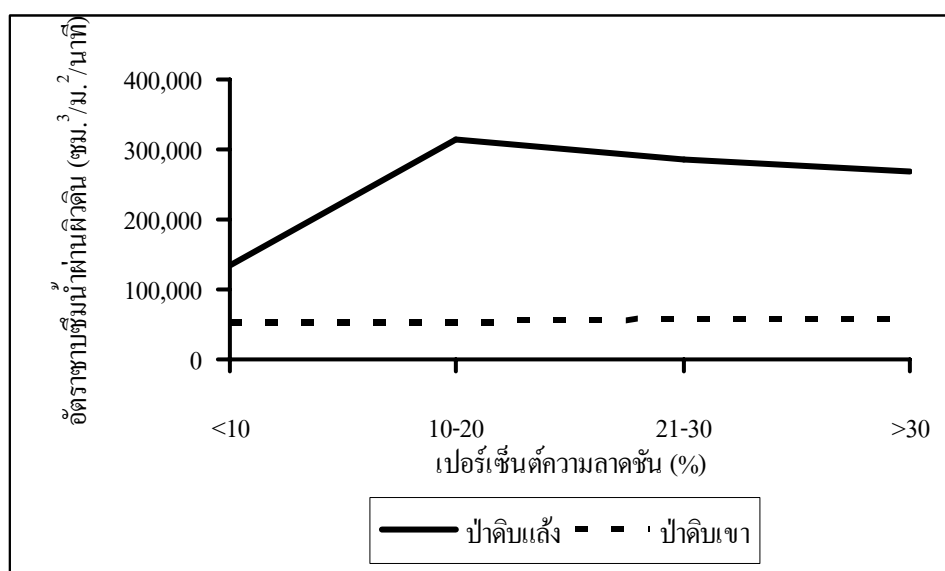
**ตารางที่ 47** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 120 รอบ (ปัจจัยการย่ำ)

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (กก./ซม.²) |
|--------|----------------------|
| ย่ำ    | 4.438                |
| ไม่ย่ำ | 2.834                |

ตารางที่ 48 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวหนัง โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 120 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)

| ชนิดป่า | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) |                             |                             |                             |
|---------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|         | <10                           | 10-20                       | 21-30                       | >30                         |
| ดิบแล้ง | 134,025.805 <sup>a(d)</sup>   | 315,701.250 <sup>b(f)</sup> | 286,862.673 <sup>b(h)</sup> | 269,941.538 <sup>b(i)</sup> |
| ดิบเขา  | 52,493.345 <sup>c(e)</sup>    | 52,393.833 <sup>c(g)</sup>  | 57,789.195 <sup>c(i)</sup>  | 57,601.195 <sup>c(k)</sup>  |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

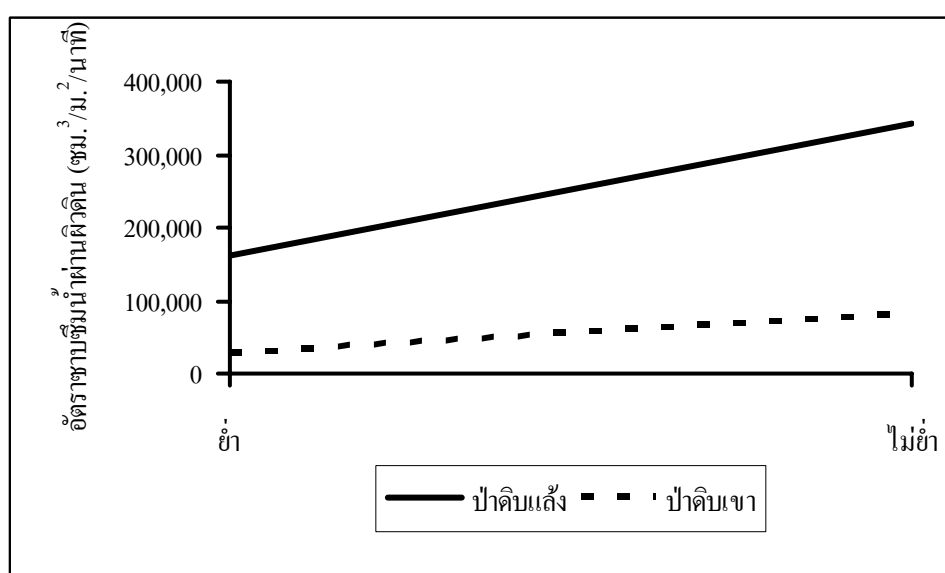


ภาพที่ 26 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน

ตารางที่ 49 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 120 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ)

| ชนิดป่า | การย่ำ                      |                             |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|
|         | ย่ำ                         | ไม่ย่ำ                      |
| ดิบแล้ง | 161,245.824 <sup>a(d)</sup> | 342,019.809 <sup>b(f)</sup> |
| ดิบเขา  | 28,444.244 <sup>c(e)</sup>  | 81,244.745 <sup>c(g)</sup>  |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 27 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ

หลังการย่ำ 140 รอบ พบว่าค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 3.737 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.708 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 165,182.758 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาทีก และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 0.870 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 50)

ตารางที่ 50 ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาหลังการย่ำ 140 รอบ

| ตัวชี้วัด                                                          | ป่าดิบแล้ง  | ป่าดิบเขา  | เฉลี่ย      |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|
| ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ (กก./ชม. <sup>2</sup> )                 | 4.510       | 2.964      | 3.737       |
| ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน (กก./ชม. <sup>2</sup> )                  | 1.721       | 1.695      | 1.708       |
| อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน (ชม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท.) | 265,322.318 | 65,043.199 | 165,182.759 |
| เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ (%)                                   | 1.211       | 0.529      | 0.870       |

เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่มีผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และยังพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำ และปัจจัยร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่กับจำนวนรอบการย่ำต่างมีผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 51) โดยป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์ มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ และป่าดิบเขาช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำต่ำที่สุด ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำพบว่าป่าดิบแล้งที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งที่ไม่มีการย่ำ ป่าดิบเขาที่มีการย่ำ และป่าดิบเขาที่ไม่มีการย่ำ ตามลำดับ และปัจจัยร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่กับจำนวนรอบการย่ำพบว่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์ที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ที่มีการย่ำ และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $> 30$  เปอร์เซ็นต์มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำต่ำที่สุด

เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุด พบว่าค่าความคงทนของดินต่อการย่ำป่าดิบแล้งในทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงที่สุด ได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 6.475 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์และ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $> 30$  เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.153, 3.910 และ 3.503 กิโลกรัมต่อ

ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเฉพาะป่าดิบเขาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าในช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันเดียวกันพบว่ามี 3 ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันที่ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำระหว่างชนิดป่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) ได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $<10$  เปอร์เซ็นต์ ซึ่งป่าดิบแล้งและป่าดิบเขามีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 6.475 และ 3.390 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรตามลำดับ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์โดยป่าดิบแล้งและป่าดิบเขามีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.153 และ 2.558 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์โดยป่าดิบแล้งและป่าดิบเขามีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 3.910 และ 2.885 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 52 และภาพที่ 28)

ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำพบว่าค่าความคงทนของดินต่อการย่ำป่าดิบแล้งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.991 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 4.029 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนป่าดิบเขาพบว่าบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ 3.790 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 2.139 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าพบว่าทั้งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำของป่าดิบแล้งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่าทั้งสองบริเวณของป่าดิบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) (ตารางที่ 53 และภาพที่ 29)

ปัจจัยร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่กับจำนวนรอบการย่ำ เมื่อพิจารณาบริเวณที่มีการย่ำและไม่มีการย่ำของแต่ละช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันพบว่าทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันการย่ำส่งผลต่อค่าความคงทนของดินต่อการย่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) โดยช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $<10$  10-20 21-30 และ  $>30$  เปอร์เซ็นต์บริเวณที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 5.983 3.720 3.998 และ 3.863 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำซึ่งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 3.883 2.990 2.798 และ 2.665 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรตามลำดับ และเมื่อพิจารณาบริเวณที่มีการย่ำของทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันร่วมกันพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) ส่วนบริเวณที่ไม่มี

การย่อยเมื่อพิจารณาทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันพบว่าไม่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่มีความแตกต่างกับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 3.3833 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุดในบริเวณที่ไม่มีการย่อย (ตารางที่ 54 และภาพที่ 30) จากผลการทดสอบทางสถิติพบว่า การย่อยส่งผลให้ดินมีความคงทนเพิ่ม อีกทั้งยังพบว่าบริเวณที่ราบหรือมีความลาดชันน้อยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยสูงกว่าบริเวณที่มีความลาดชันมากซึ่งเห็นได้ชัดเจนในป่าดิบแล้ง อีกทั้งพบว่าป่าดิบแล้งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยสูงกว่าป่าดิบเขา

ความยึดแน่นของเนื้อดินพบว่าจำนวนรอบการย่อยมีผลต่อความยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 51) โดยบริเวณที่มีการย่อย มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 2.104 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่อยที่มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.312 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 55)

อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่าชนิดป่าและจำนวนรอบการย่อยมีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 51) โดยป่าดิบแล้งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 265,322.318 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ซึ่งมีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาที่มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 65,043.199 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ (ตารางที่ 56) และบริเวณที่มีการย่อยมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 103,546.499 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่อยซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 226,819.067 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ (ตารางที่ 57)

เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ พบว่าไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 51) ส่วนชนิดพันธุ์ที่ลดลงในแต่ละชนิดป่าพบว่า ป่าดิบแล้ง (*Antiaris toxicaria* Lesch.) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่กล้าไม้ในวงศ์ Urticaceae มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 8.537 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ *Polyalthia* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 4.762 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7) ส่วนป่าดิบเขาพบว่า *Glycosmis* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 9.091 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ *Ophiopogon* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 8.333

เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ *Dracaena* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 3.571 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 8)

ตารางที่ 51 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่อย ค่าความยึดแน่นของ  
เนื้อดินอัตราชาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้  
หลังการย่อย 140 รอบ

| Source               | df | Mean Square         |                     |                               |                     |
|----------------------|----|---------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
|                      |    | ST                  | SS                  | IR                            | PS                  |
| Main unit analysis : |    |                     |                     |                               |                     |
| Block                | 1  | 0.302 <sup>ns</sup> | 0.033 <sup>ns</sup> | 2822881687.754 <sup>ns</sup>  | 0.003 <sup>ns</sup> |
| A                    | 1  | 19.112**            | 0.006 <sup>ns</sup> | 320893803258.213**            | 3.726 <sup>ns</sup> |
| B                    | 3  | 5.105**             | 0.089 <sup>ns</sup> | 28093420175.038 <sup>ns</sup> | 2.064 <sup>ns</sup> |
| AB                   | 3  | 2.523*              | 0.115 <sup>ns</sup> | 15630298039.023 <sup>ns</sup> | 5.174 <sup>ns</sup> |
| Error(a)             | 7  | 0.306               | 0.035               | 6288370273.792                | 1.783               |
| -----                |    |                     |                     |                               |                     |
| Subunit analysis :   |    |                     |                     |                               |                     |
| C                    | 1  | 13.663**            | 5.024**             | 121569105802.410**            | 0.938 <sup>ns</sup> |
| AC                   | 1  | 0.949**             | 0.101 <sup>ns</sup> | 11365045627.800 <sup>ns</sup> | 2.205 <sup>ns</sup> |
| BC                   | 3  | 0.657**             | 0.038 <sup>ns</sup> | 3390693380.387 <sup>ns</sup>  | 0.786 <sup>ns</sup> |
| ABC                  | 3  | 0.058 <sup>ns</sup> | 0.022 <sup>ns</sup> | 1073429389.336 <sup>ns</sup>  | 1.100 <sup>ns</sup> |
| Error(b)             | 8  | 0.038               | 0.022               | 4791861215.900                | 1.592               |
| Total                | 31 |                     |                     |                               |                     |

หมายเหตุ : ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

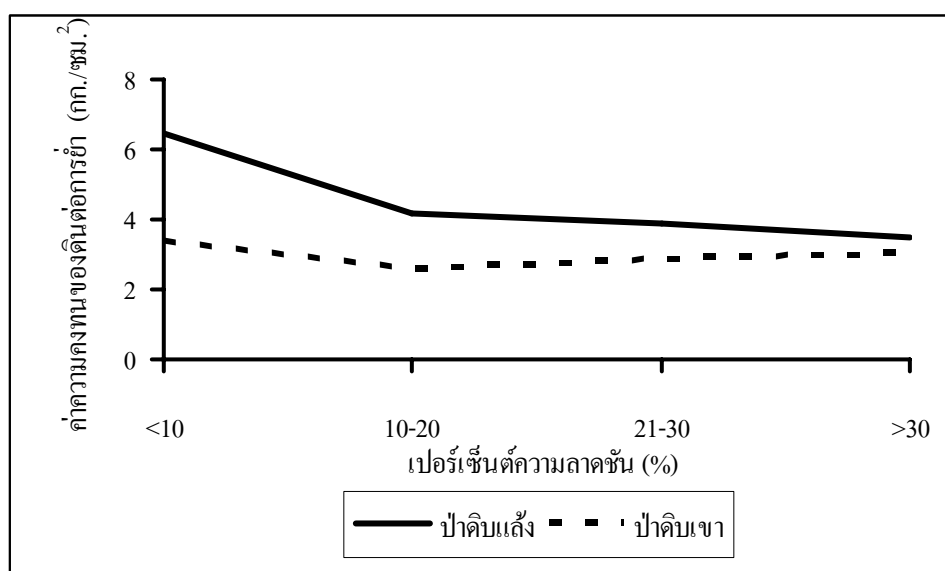
\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

ตารางที่ 52 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 140 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)

| ชนิดป่า | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) |                        |                        |                        |
|---------|-------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|         | <10                           | 10-20                  | 21-30                  | >30                    |
| ดิบแล้ง | 6.475 <sup>a (d)</sup>        | 4.153 <sup>b (f)</sup> | 3.910 <sup>b (h)</sup> | 3.503 <sup>b (j)</sup> |
| ดิบเขา  | 3.390 <sup>c (e)</sup>        | 2.558 <sup>c (g)</sup> | 2.885 <sup>c (i)</sup> | 3.025 <sup>c (j)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

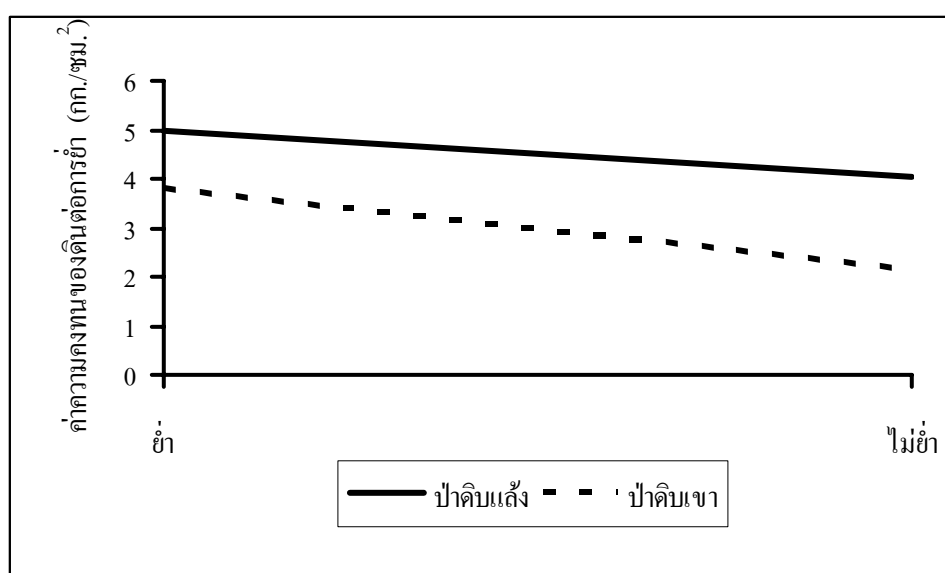


ภาพที่ 28 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน

ตารางที่ 53 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความกทนของดินต่อการย่ำโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 140 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ)

| ชนิดป่า | การย่ำ                 |                        |
|---------|------------------------|------------------------|
|         | ย่ำ                    | ไม่ย่ำ                 |
| ดิบแล้ง | 4.991 <sup>a (e)</sup> | 4.029 <sup>b (g)</sup> |
| ดิบเขา  | 3.790 <sup>c (f)</sup> | 2.139 <sup>d (h)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

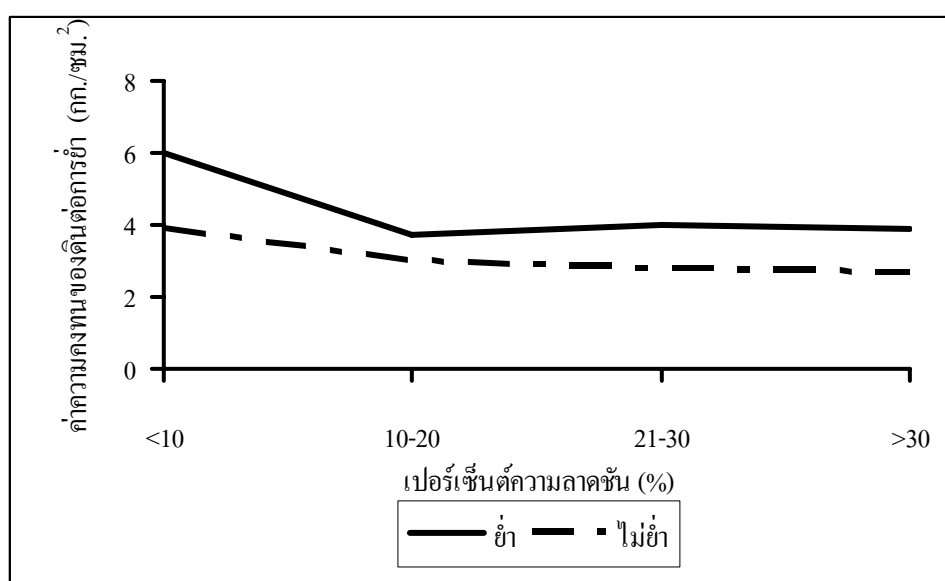


ภาพที่ 29 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ

ตารางที่ 54 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 140 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันกับการย่ำ)

| ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) | การย่ำ                |                       |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                               | ย่ำ                   | ไม่ย่ำ                |
| <10                           | 5.983 <sup>a(i)</sup> | 3.883 <sup>b(k)</sup> |
| 10-20                         | 3.720 <sup>c(j)</sup> | 2.990 <sup>d(l)</sup> |
| 21-30                         | 3.998 <sup>e(j)</sup> | 2.798 <sup>f(l)</sup> |
| >30                           | 3.863 <sup>g(j)</sup> | 2.665 <sup>h(l)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 30 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันกับการย่ำ

ตารางที่ 55 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินหลังการย่ำ 140 รอบ

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม.²) |
|--------|----------------------|
| ย่ำ    | 2.104                |
| ไม่ย่ำ | 1.312                |

ตารางที่ 56 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่ำ 140 รอบ (ปัจจัยชนิดป่า)

| ชนิดป่า | ค่าเฉลี่ย (ชม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท) |
|---------|----------------------------------------------------|
| ดิบแล้ง | 265,322.318                                        |
| ดิบเขา  | 65,043.199                                         |

ตารางที่ 57 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่ำ 140 รอบ (ปัจจัยการย่ำ)

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (ชม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท) |
|--------|----------------------------------------------------|
| ย่ำ    | 103,546.449                                        |
| ไม่ย่ำ | 226,819.067                                        |

หลังการย่ำ 160 รอบ พบว่าค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 2.159 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.671 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 527,46.393 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาท และเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 2.872 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 58)

ตารางที่ 58 ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาหลังการย่ำ 160 รอบ

| ตัวชี้วัด                                                         | ป่าดิบแล้ง | ป่าดิบเขา  | เฉลี่ย     |
|-------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ (กก./ชม. <sup>2</sup> )                | 2.193      | 2.127      | 2.16       |
| ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน (กก./ชม. <sup>2</sup> )                 | 1.571      | 1.771      | 1.671      |
| อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน (ชม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท) | 63,029.176 | 42,463.611 | 52,746.393 |
| เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ (%)                                  | 2.995      | 2.749      | 2.872      |

เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับลักษณะของการย่ำมีผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 59) โดยป่าดิบแล้งที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบเขาที่มีการย่ำ ป่าดิบเขาที่ไม่มีการย่ำ และป่าดิบแล้งที่มีการย่ำ ตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

ความคงทนของดินต่อการย่ำด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุดพบว่าค่าความคงทนของดินต่อการย่ำป่าดิบแล้งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 3.003 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 1.383 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนป่าดิบเขาพบว่าบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ 2.629 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 1.625 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าพบว่าทั้งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) จากการทดสอบทางสถิติพบว่าการย่ำส่งผลให้ดินมีความคงทนเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างป่าดิบแล้งและป่าดิบเขา แต่พบว่าบริเวณที่มีการย่ำป่าดิบแล้งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่าป่าดิบเขาส่วนบริเวณที่ไม่มีการย่ำป่าดิบเขามีค่าความคงทนสูงกว่าป่าดิบแล้ง (ตารางที่ 60 และภาพที่ 31)

ความยึดแน่นของเนื้อดินพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำมีผลต่อความยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 59) โดยป่าดิบแล้งที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบเขาที่มีการย่ำ ป่าดิบเขาที่ไม่มีการย่ำ และป่าดิบแล้งที่ไม่มีการย่ำตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุดพบว่า ค่าความยึดแน่นของเนื้อดินป่าดิบแล้งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 2.380 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 0.761 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนป่าดิบเขาพบว่าบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน 2.213 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.329 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าพบว่าบริเวณที่มีการย่ำของป่าดิบแล้งมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงกว่าบริเวณเดียวกันของป่าดิบเขาของป่าดิบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แต่บริเวณที่ไม่มีการย่ำของป่าดิบเขามีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำของป่าดิบแล้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 61 และภาพที่ 32)

อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่าชนิดป่ามีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และจำนวนรอบการขำมีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 59) โดยป่าดิบแล้งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 63,029.176 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ซึ่งมีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาที่มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 42,463.611 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ (ตารางที่ 62) และบริเวณที่มีการขำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 13,218.904 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการขำซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 92,273.883 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ (ตารางที่ 63 )

เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ พบว่าไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 59) ส่วนชนิดพันธุ์ที่ลดลงในแต่ละชนิดป่าพบว่าป่าดิบแล้ง เขตตาย (*Glycosmis pentaphylla* (Retz.) DC.) และ *Thelypteris* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่กล้าไม้ในวงศ์ Euphorbiaceae มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 33.333 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ *Dalbergia* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 16.667 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7) ส่วนป่าดิบเขาพบว่า *Hedyotis* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ *Rhapis* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 33.333 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่กล้าไม้ในวงศ์ Hypoxidaceae มีเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 8)

**ตารางที่ 59** ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ ค่าความยึดแน่นของ  
เนื้อดินอัตราหว่านขี้เถ้าผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้  
หลังการย่ำ 160 รอบ

| Source               | df | Mean Square         |                     |                              |                      |
|----------------------|----|---------------------|---------------------|------------------------------|----------------------|
|                      |    | ST                  | SS                  | IR                           | PS                   |
| Main unit analysis : |    |                     |                     |                              |                      |
| Block                | 1  | 0.057 <sup>ns</sup> | 0.002 <sup>ns</sup> | 1128074056.825 <sup>ns</sup> | 7.821 <sup>ns</sup>  |
| A                    | 1  | 0.034 <sup>ns</sup> | 0.320**             | 3383539915.809*              | 0.485 <sup>ns</sup>  |
| B                    | 3  | 0.289 <sup>ns</sup> | 0.022 <sup>ns</sup> | 450886063.178 <sup>ns</sup>  | 4.730 <sup>ns</sup>  |
| AB                   | 3  | 0.271 <sup>ns</sup> | 0.002 <sup>ns</sup> | 796061984.866 <sup>ns</sup>  | 2.167 <sup>ns</sup>  |
| Error(a)             | 7  | 0.199               | 0.022               | 293664524.316                | 15.802               |
| -----                |    |                     |                     |                              |                      |
| Subunit analysis :   |    |                     |                     |                              |                      |
| C                    | 1  | 13.768**            | 12.525**            | 49997516530.754**            | 6.178 <sup>ns</sup>  |
| AC                   | 1  | 0.760**             | 1.080**             | 2212469002.921 <sup>ns</sup> | 13.287 <sup>ns</sup> |
| BC                   | 3  | 0.022 <sup>ns</sup> | 0.001 <sup>ns</sup> | 597923039.510 <sup>ns</sup>  | 8.048 <sup>ns</sup>  |
| ABC                  | 3  | 0.028 <sup>ns</sup> | 0.021 <sup>ns</sup> | 709706129.899 <sup>ns</sup>  | 17.135 <sup>ns</sup> |
| Error(b)             | 8  | 0.048               | 0.014               | 447004940.996                | 8.374                |
| Total                | 31 |                     |                     |                              |                      |

หมายเหตุ : ns ไม่นับนัยสำคัญทางสถิติ

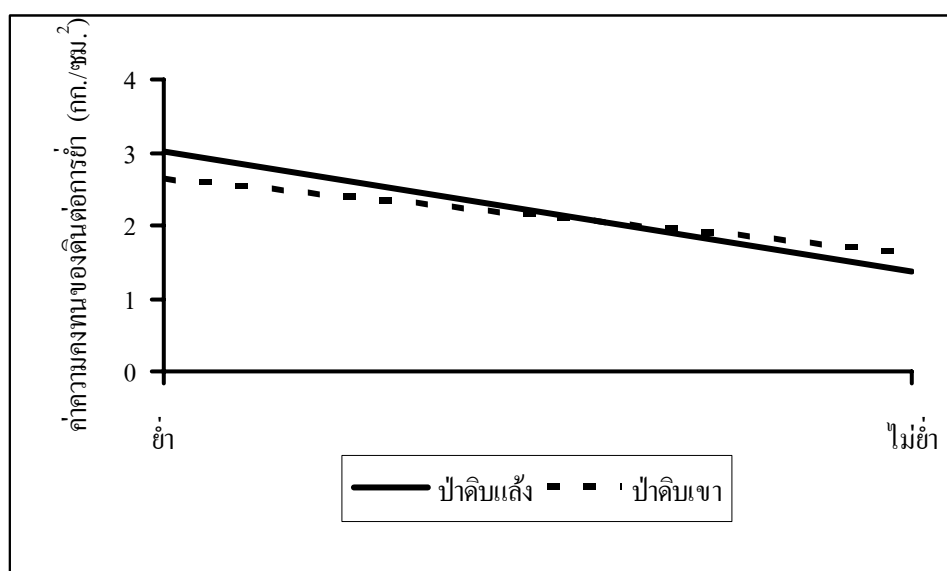
\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

ตารางที่ 60 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความกทนของดินต่อการย่ำโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 160 รอบ

| ชนิดป่า | การย่ำ                |                       |
|---------|-----------------------|-----------------------|
|         | ย่ำ                   | ไม่ย่ำ                |
| ดิบแล้ง | 3.003 <sup>a(e)</sup> | 1.383 <sup>b(f)</sup> |
| ดิบเขา  | 2.629 <sup>a(e)</sup> | 1.625 <sup>d(f)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

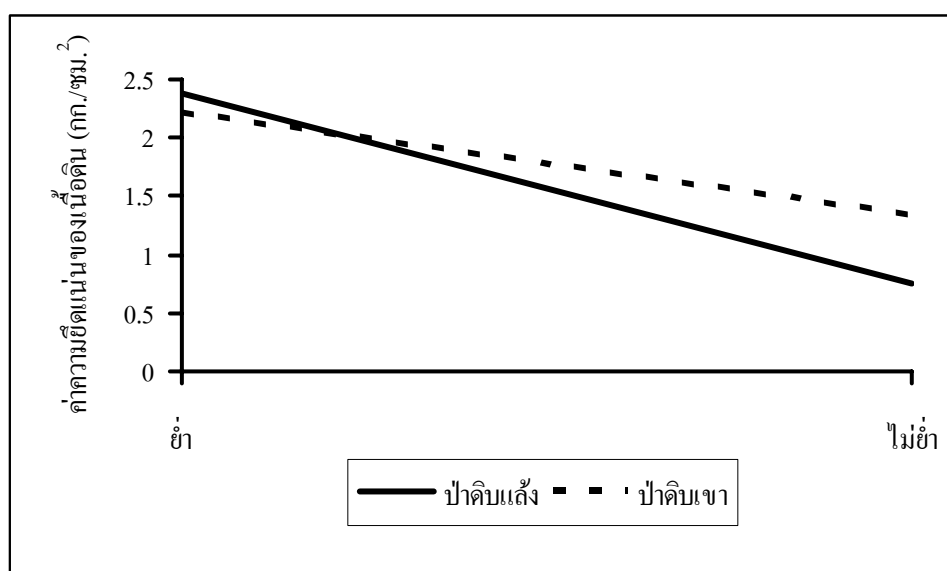


ภาพที่ 31 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ

ตารางที่ 61 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 160 รอบ

| ชนิดป่า | การย่ำ                 |                        |
|---------|------------------------|------------------------|
|         | ย่ำ                    | ไม่ย่ำ                 |
| ดิบแล้ง | 2.380 <sup>a (e)</sup> | 0.761 <sup>b (g)</sup> |
| ดิบเขา  | 2.213 <sup>c (f)</sup> | 1.329 <sup>d (h)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 32 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ

ตารางที่ 62 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่ำ 160 รอบ (ปัจจัยชนิดป่า)

| ชนิดป่า | ค่าเฉลี่ย (ซม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท) |
|---------|----------------------------------------------------|
| ดิบแล้ง | 63,029.1763                                        |
| ดิบเขา  | 42,463.6106                                        |

ตารางที่ 63 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่ำ 160 รอบ (ปัจจัยการย่ำ)

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (ชม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท) |
|--------|----------------------------------------------------|
| ย่ำ    | 13,218.9044                                        |
| ไม่ย่ำ | 92,273.8825                                        |

หลังการย่ำ 180 รอบ พบว่าค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 3.047 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.907 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 52,314.858 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาท และเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 0.961 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 64)

ตารางที่ 64 ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาหลังการย่ำ 180 รอบ

| ตัวชี้วัด                                                         | ป่าดิบแล้ง | ป่าดิบเขา  | เฉลี่ย     |
|-------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ (กก./ชม. <sup>2</sup> )                | 3.147      | 2.948      | 3.047      |
| ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน (กก./ชม. <sup>2</sup> )                 | 2.112      | 1.701      | 1.907      |
| อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน (ชม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท) | 56,763.838 | 47,865.878 | 52,314.858 |
| เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ (%)                                  | 0.856      | 1.066      | 0.961      |

เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่าจำนวนรอบการย่ำมีผลต่อความคงทนของแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 65) โดยค่าความคงทนของดินต่อการย่ำบริเวณที่มีการย่ำมีค่าเท่ากับ 4.285 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำซึ่งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 1.809 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 66)

ความยึดแน่นของเนื้อดินพบว่าช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่มีผลต่อความยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำมีผลต่อความยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 65) โดยช่วงความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ช่วง

ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ ช่วงความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ และช่วงความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนป่าดิบแล้งที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ป่าดิบเขาที่มีการย่ำ ป่าดิบเขาที่ไม่มีการย่ำ และป่าดิบแล้งที่ไม่มีการย่ำตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุดพบว่า ปัจจัยด้านความลาดชันต่างๆของพื้นที่ที่มีเพียงมีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างจากช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งมีความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.768 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 67) ส่วนปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำพบว่าค่าความยึดแน่นของเนื้อดินป่าดิบแล้งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 3.134 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.090 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนป่าดิบเขาพบว่าบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน 2.229 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.174 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าพบว่าบริเวณที่มีการย่ำของป่าดิบแล้งมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงกว่าบริเวณเดียวกันของป่าดิบเขาของป่าดิบเขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนบริเวณที่ไม่มีการย่ำไม่มีความแตกต่างของค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 68 และภาพที่ 33)

อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่และจำนวนรอบการย่ำมีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 65) โดยป่าดิบแล้งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ที่ไม่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ ป่าดิบเขาช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ที่ไม่มีการย่ำ และป่าดิบเขาช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาด <10 เปอร์เซ็นต์ที่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำที่สุด

เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุดพบว่า อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบแล้งเมื่อพิจารณาบริเวณความลาดชันเดียวกันแต่การย่ำต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ใน 3 ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันซึ่งบริเวณที่มีการย่ำจะมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำ คือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ

5,020.660 และ 112,814.315 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ บริเวณที่มีและไม่มีการขำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 8,935.750 และ 96,336.465 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับและช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ บริเวณที่มีและไม่มีการขำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 7,005.395 และ 182,503.410 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับ และบริเวณที่มีการขำส่งผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินไม่แตกต่างกันคือช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งบริเวณที่มีและไม่มีการขำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 6,609.825 และ 34,884.885 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาบริเวณที่มีจำนวนรอบการขำเหมือนกันแต่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่างกันพบว่า บริเวณที่มีการขำมีอัตราซาบซึมน้ำไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) และบริเวณที่ไม่มีการขำพบว่า มีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์กับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) โดยช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 34,884.885 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 182,503.410 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ (ตารางที่ 69 และภาพที่ 33)

ส่วนปาดิบเขาพบว่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินบริเวณความลาดชันเดียวกันแต่การขำต่างกันพบว่า มีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินไม่ต่างกัน ( $p>0.05$ ) โดยบริเวณที่มีและไม่มีการขำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 13,957.300 และ 67,430.290 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับ ส่วนอีก 3 ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันที่มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) คือช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งบริเวณที่มีและไม่มีการขำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 4,192.935 และ 130,258.295 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ บริเวณที่มีและไม่มีการขำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 4,702.295 และ 60,835.82575 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ ตามลำดับและช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ บริเวณที่มีและไม่มีการขำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 5,430.860 และ 96,119.225 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาบริเวณที่มีจำนวนรอบการขำเหมือนกันแต่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่างกันพบว่า ทั้งบริเวณที่มีการขำและไม่มีการขำมีอัตราซาบซึมน้ำไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) และเมื่อพิจารณาบริเวณช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันเดียวกันและมีจำนวนรอบการขำเหมือนกันแต่ชนิดป่าต่างกันพบว่าทั้ง

บริเวณที่มีการขำและไม่มีการขำและช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันเดียวกัน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินของป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาไม่มีความแตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) (ตารางที่ 69 และภาพที่ 35)

เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ พบว่าไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ ( $p>0.05$ ) (ตารางที่ 65) ส่วนชนิดพันธุ์ที่ลดลงในแต่ละชนิดป่าพบว่า ป่าดิบแล้ง เหมือดแอ (*Memecylon scutellatum* Naudin.) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ *Mallotus* sp. และ *Micromelum* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ เปล้าเงิน (*Croton sepalinus* Airy Shaw.) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7) ส่วนป่าดิบเขาพบว่า (*Hypoxis aurea* Lour.) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ *Baliospermum* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 16.667 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ *Aristolochia* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 14.286 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 8)

**ตารางที่ 65** ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ ค่าความยึดแน่นของ  
เนื้อดินอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้  
หลังการย่ำ 180 รอบ

| Source               | df | Mean Square         |                     |                             |                     |
|----------------------|----|---------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
|                      |    | ST                  | SS                  | IR                          | PS                  |
| Main unit analysis : |    |                     |                     |                             |                     |
| Block                | 1  | 0.306 <sup>ns</sup> | 0.011 <sup>ns</sup> | 836561654.334 <sup>ns</sup> | 0.908 <sup>ns</sup> |
| A                    | 1  | 0.318 <sup>ns</sup> | 1.349**             | 633389537.293 <sup>ns</sup> | 0.355 <sup>ns</sup> |
| B                    | 3  | 0.120 <sup>ns</sup> | 0.080*              | 930824335.460 <sup>ns</sup> | 1.802 <sup>ns</sup> |
| AB                   | 3  | 0.193 <sup>ns</sup> | 0.038 <sup>ns</sup> | 3635524660.605*             | 0.298 <sup>ns</sup> |
| Error(a)             | 7  | 0.068               | 0.012               | 713908131.557               | 0.923               |
| -----                |    |                     |                     |                             |                     |
| Subunit analysis :   |    |                     |                     |                             |                     |
| C                    | 1  | 49.030**            | 19.205**            | 65762532235.092**           | 7.306 <sup>ns</sup> |
| AC                   | 1  | 0.000 <sup>ns</sup> | 1.955**             | 658975686.480 <sup>ns</sup> | 1.475 <sup>ns</sup> |
| BC                   | 3  | 0.182 <sup>ns</sup> | 0.006 <sup>ns</sup> | 551910717.262 <sup>ns</sup> | 1.632 <sup>ns</sup> |
| ABC                  | 3  | 0.275 <sup>ns</sup> | 0.034 <sup>ns</sup> | 4302445880.820**            | 1.306 <sup>ns</sup> |
| Error(b)             | 8  | 0.090               | 0.008               | 550515857.989               | 1.351               |
| Total                | 31 |                     |                     |                             |                     |

หมายเหตุ : ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

**ตารางที่ 66** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำหลังการย่ำ 180 รอบ

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม. <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------------------------------|
| ย่ำ    | 4.285                             |
| ไม่ย่ำ | 1.809                             |

**ตารางที่ 67** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 180 รอบ (ปัจจัยช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)

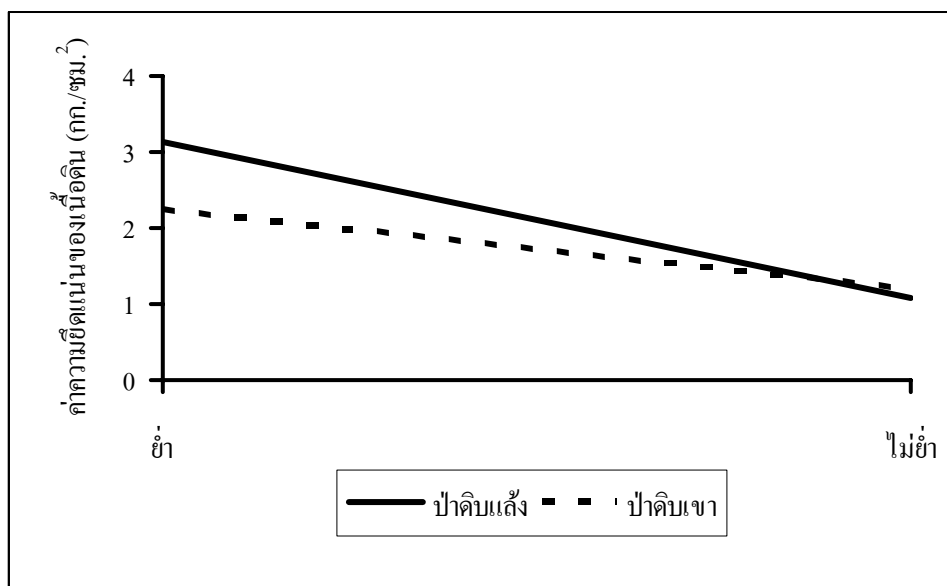
| ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม. <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| <10                           | 1.994 <sup>a</sup>                |
| 10-20                         | 1.963 <sup>a</sup>                |
| 21-30                         | 1.903 <sup>a</sup>                |
| >30                           | 1.768 <sup>b</sup>                |

**หมายเหตุ :** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ )

**ตารางที่ 68** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 180 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ)

| ชนิดป่า | การย่ำ                 |                        |
|---------|------------------------|------------------------|
|         | ย่ำ                    | ไม่ย่ำ                 |
| ดิบแล้ง | 3.134 <sup>a (e)</sup> | 1.090 <sup>b (g)</sup> |
| ดิบเขา  | 2.229 <sup>c(f)</sup>  | 1.174 <sup>d (g)</sup> |

**หมายเหตุ :** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละแถว และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ )

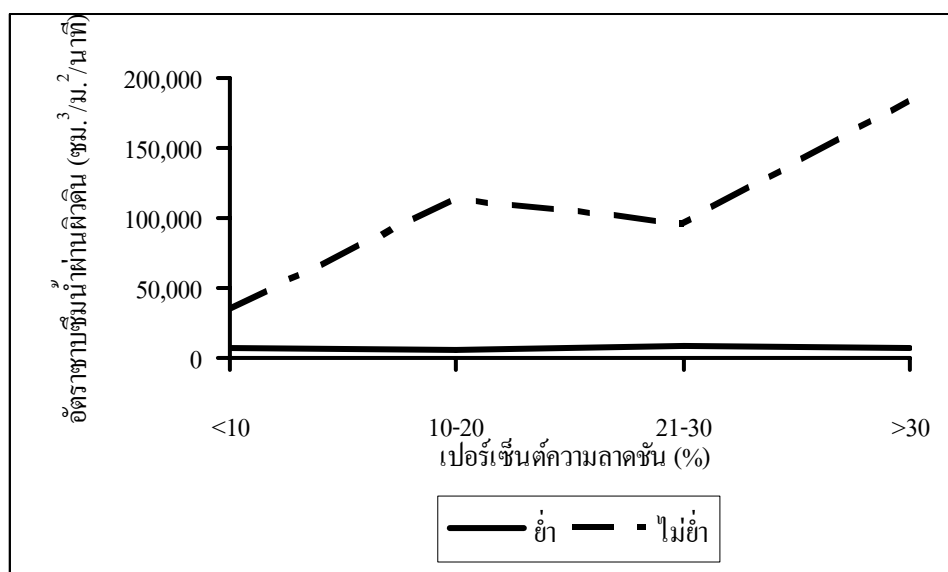


ภาพที่ 33 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่อย

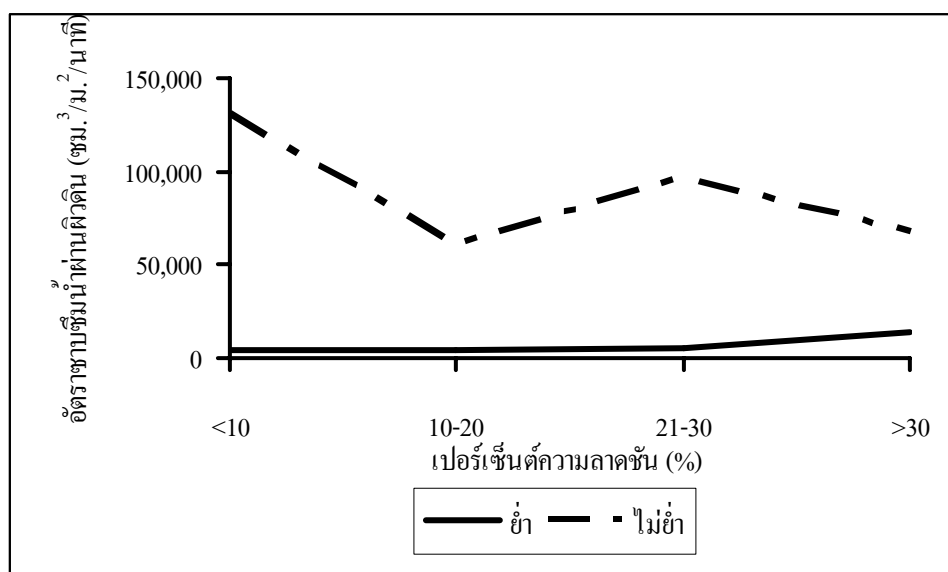
ตารางที่ 69 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 180 รอบ

| ชนิดป่า | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) | การย่ำ                       |                                |
|---------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
|         |                               | ย่ำ                          | ไม่ย่ำ                         |
| ดิบแล้ง | <10                           | 6,609.825 <sup>a(o) 1</sup>  | 34,884.885 <sup>a(p) 5</sup>   |
|         | 10-20                         | 5,020.660 <sup>b(o) 2</sup>  | 112,814.315 <sup>c(pq) 6</sup> |
|         | 21-30                         | 8,935.750 <sup>d(o) 3</sup>  | 96,336.465 <sup>e(pq) 7</sup>  |
|         | >30                           | 7,005.395 <sup>f(o) 4</sup>  | 182,503.410 <sup>g(pq) 8</sup> |
| ดิบเขา  | <10                           | 4,192.935 <sup>h(r) 1</sup>  | 130,258.295 <sup>i(s) 5</sup>  |
|         | 10-20                         | 4,702.295 <sup>j(r) 2</sup>  | 60,835.825 <sup>k(s) 6</sup>   |
|         | 21-30                         | 5,430.860 <sup>l(r) 3</sup>  | 96,119.225 <sup>m(s) 7</sup>   |
|         | >30                           | 13,957.300 <sup>n(r) 4</sup> | 67,430.290 <sup>n(s) 8</sup>   |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนในชนิดป่าเดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้งในชนิดป่าเดียวกัน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวเลขที่ต่างกันในช่วงความลาดชันเดียวกันแต่ชนิดป่าต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 34 กราฟอรรถิพลร่วมระหว่างชนิดป่า (ป่าดิบแล้ง) เปอร์เซ็นต์ความลาดชันและการย่ำ



ภาพที่ 35 กราฟอรรถิพลร่วมระหว่างชนิดป่า (ป่าดิบเขา) เปอร์เซ็นต์ความลาดชันและการย่ำ

หลังการย่ำ 200 รอบ พบว่าค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 2.799 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 1.722 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 59,085.868 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาท และ เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 0.345 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 70)

ตารางที่ 70 ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อย ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราการซึมผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาหลังการย่อย 200 รอบ

| ตัวชี้วัด                                                       | ป่าดิบแล้ง | ป่าดิบเขา  | เฉลี่ย     |
|-----------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| ค่าความคงทนของดินต่อการย่อย (กก./ชม. <sup>2</sup> )             | 2.668      | 2.931      | 2.8        |
| ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน (กก./ชม. <sup>2</sup> )               | 1.769      | 1.675      | 1.722      |
| อัตราการซึมผ่านผิวดิน (ชม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท.) | 67,034.480 | 51,137.256 | 59,085.868 |
| เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ (%)                                | 0.536      | 0.154      | 0.345      |

เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่าช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ที่มีผลต่อความคงทนของดินต่อการย่อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) อีกทั้งชนิดป่าและจำนวนรอบการย่อยต่างก็มีผลต่อความคงทนของดินต่อการย่อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 71) และเมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่อยด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุด พบว่าค่าความคงทนของดินต่อการย่อยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 2.936 และ 2.896 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และกลุ่มที่ 2 ได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์ และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $> 30$  เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 2.896 2.756 และ 2.601 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 72) ส่วนชนิดป่าพบว่าป่าดิบเขามีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยสูงกว่าป่าดิบแล้ง โดยมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 2.931 และ 2.668 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 73) อีกทั้งการย่อยทำให้ค่าความคงทนของดินต่อการย่อยสูงกว่าไม่มีการย่อยโดยมีค่าเท่ากับ 3.967 และ 1.633 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 74) ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า การย่อยส่งผลให้ดินมีความคงทนกว่าการไม่ย่อย อีกทั้งส่งผลให้ป่าดิบแล้งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยสูงกว่าป่าดิบเขา และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์มีค่าความคงทนของดินต่อการย่อยสูงแตกต่างจากบริเวณอื่น

ความยึดแน่นของเนื้อดินพบว่าจำนวนรอบการย่อยมีผลต่อความยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 71) โดยบริเวณที่มีการย่อย มีค่าความยึดแน่นของ

เนื้อดินเท่ากับ 2.56 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำที่มีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 0.884 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 75)

อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่าจำนวนรอบการย่ำมีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 71) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 8,999.347 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาทีซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 109,172.388 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที (ตารางที่ 76)

เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ พบว่าไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 71) ส่วนชนิดพันธุ์ที่ลดลงในแต่ละชนิดป่าพบว่า ป่าดิบแล้ง *Polyalthia* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 4.762 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่กล้าไม้ในวงศ์ *Urticaceae* มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 2.439 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ ยางเสียน (*Dipterocarpus gracilis* Blum.) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 1.408 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7) ส่วนป่าดิบเขาพบว่า พลอง (*Memecylon* sp.) มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 2.857 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ *Polygala* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 1.156 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ *Castanopsis* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 0.183 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 8)

**ตารางที่ 71** ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่อย ค่าความยืดหยุ่นของ  
เนื้อดินอัตราชาบซึมผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้  
หลังการย่อย 200 รอบ

| Source               | df | Mean Square         |                     |                              |                     |
|----------------------|----|---------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|
|                      |    | ST                  | SS                  | IR                           | PS                  |
| Main unit analysis : |    |                     |                     |                              |                     |
| Block                | 1  | 0.071 <sup>ns</sup> | 0.046 <sup>ns</sup> | 651605451.250 <sup>ns</sup>  | 0.551 <sup>ns</sup> |
| A                    | 1  | 0.554**             | 0.071 <sup>ns</sup> | 2021773942.633 <sup>ns</sup> | 1.163 <sup>ns</sup> |
| B                    | 3  | 0.176*              | 0.048 <sup>ns</sup> | 4557282782.052 <sup>ns</sup> | 0.423 <sup>ns</sup> |
| AB                   | 3  | 0.041 <sup>ns</sup> | 0.040 <sup>ns</sup> | 1349494620.892 <sup>ns</sup> | 0.626 <sup>ns</sup> |
| Error(a)             | 7  | 0.034               | 0.027               | 2238792407.746               | 0.772               |
| -----                |    |                     |                     |                              |                     |
| Subunit analysis :   |    |                     |                     |                              |                     |
| C                    | 1  | 43.594**            | 22.462**            | 80277104544.463**            | 0.104 <sup>ns</sup> |
| AC                   | 1  | 0.131 <sup>ns</sup> | 0.059 <sup>ns</sup> | 1756735397.919 <sup>ns</sup> | 0.304 <sup>ns</sup> |
| BC                   | 3  | 0.070 <sup>ns</sup> | 0.006 <sup>ns</sup> | 3585266739.888 <sup>ns</sup> | 0.377 <sup>ns</sup> |
| ABC                  | 3  | 0.050 <sup>ns</sup> | 0.036 <sup>ns</sup> | 685670024.985 <sup>ns</sup>  | 0.612 <sup>ns</sup> |
| Error(b)             | 8  | 0.075               | 0.030               | 1602478268.766               | 0.352               |
| Total                | 31 |                     |                     |                              |                     |

หมายเหตุ : ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

ตารางที่ 72 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 200 รอบ (ปัจจัยช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน)

| ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม. <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| <10                           | 2.936 <sup>a</sup>                |
| 10-20                         | 2.896 <sup>ab</sup>               |
| 21-30                         | 2.756 <sup>b</sup>                |
| >30                           | 2.610 <sup>b</sup>                |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ตารางที่ 73 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 200 รอบ (ปัจจัยชนิดป่า)

| ชนิดป่า | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม. <sup>2</sup> ) |
|---------|-----------------------------------|
| ดิบเขา  | 2.931                             |
| ดิบแล้ง | 2.668                             |

ตารางที่ 74 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 200 รอบ (ปัจจัยการย่ำ)

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม. <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------------------------------|
| ย่ำ    | 3.967                             |
| ไม่ย่ำ | 1.633                             |

ตารางที่ 75 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินหลังการย่ำ 200 รอบ

| จำนวนรอบการย่ำ | ค่าเฉลี่ย (กก./ซม. <sup>2</sup> ) |
|----------------|-----------------------------------|
| ย่ำ            | 2.56                              |
| ไม่ย่ำ         | 0.884                             |

ตารางที่ 76 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่ำ 200 รอบ

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (ซม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท.) |
|--------|-----------------------------------------------------|
| ย่ำ    | 8,999.347                                           |
| ไม่ย่ำ | 109,172.388                                         |

หลังการย่ำ 220 รอบ พบว่าค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 3.306 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 2.032 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเฉลี่ยเท่ากับ 56,283.494 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาท. และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 0.480 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 76)

ตารางที่ 77 ค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำ ความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาหลังการย่ำ 220 รอบ

| ตัวชี้วัด                                                          | ป่าดิบแล้ง | ป่าดิบเขา  | เฉลี่ย     |
|--------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ (กก./ซม. <sup>2</sup> )                 | 2.936      | 3.136      | 3.036      |
| ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน (กก./ซม. <sup>2</sup> )                  | 2.323      | 1.742      | 2.032      |
| อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน (ซม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท.) | 63,469.234 | 49,097.755 | 56,283.494 |
| เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ (%)                                   | 0.049      | 0.909      | 0.479      |

เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่าจำนวนรอบการย่ำมีผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 78) โดยค่าความคงทนของดินต่อการย่ำบริเวณที่มี

การย่ำมีค่าเท่ากับ 4.458 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำซึ่งมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 1.614 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 79)

ความยึดแน่นของเนื้อดินพบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำ และปัจจัยร่วมระหว่างความลาดชันของพื้นที่กับจำนวนรอบการย่ำต่างมีผลต่อความยึดแน่นของเนื้อดินมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 78) โดยป่าดิบแล้งที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบเขาที่มีการย่ำ ป่าดิบแล้งที่ไม่มีการย่ำ และป่าดิบเขาที่ไม่มีการย่ำตามลำดับส่วนพื้นที่ที่มีความลาดชัน  $< 10$  เปอร์เซ็นต์ และ  $> 30$  เปอร์เซ็นต์ที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่พื้นที่ที่มีช่วงความลาดชันระหว่าง 10-20 เปอร์เซ็นต์ที่มีการย่ำ และพื้นที่ที่มีช่วงความลาดชัน  $> 30$  เปอร์เซ็นต์ที่ไม่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินต่ำที่สุด เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของเนื้อดินด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุด พบว่าค่าความยึดแน่นของเนื้อดินป่าดิบแล้งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 3.764 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 0.881 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนป่าดิบเขาพบว่าบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน 2.764 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและบริเวณที่ไม่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 0.720 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเมื่อพิจารณาระหว่างชนิดป่าพบว่าไม่มีความแตกต่างของค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 80 และภาพที่ 36)

ปัจจัยร่วมระหว่างความลาดชันของพื้นที่กับจำนวนรอบการย่ำพบว่าเมื่อพิจารณาบริเวณที่มีการย่ำและไม่มีการย่ำของแต่ละช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันพบว่าทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันการย่ำส่งผลต่อค่าความยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน  $< 10$ , 10-20, 21-30 และ  $> 30$  เปอร์เซ็นต์บริเวณที่มีการย่ำมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 3.295 3.273 3.193 และ 3.295 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำซึ่งมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 0.830 0.943 0.825 และ 0.605 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรตามลำดับ และเมื่อพิจารณาบริเวณที่มีการย่ำของทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันร่วมกันพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) ส่วนบริเวณที่ไม่มีการย่ำเมื่อพิจารณาทุกช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันพบว่ามีเพียงช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเท่ากับ 0.943 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรกับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน

>30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าความยืดหยุ่นของเนื้อดินเท่ากับ 0.943 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 81 และภาพที่ 37)

อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่าจำนวนรอบการย่ำมีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 78) โดยบริเวณที่มีการย่ำมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 7,685.867 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำซึ่งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 104,881.122 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อนาที่ (ตารางที่ 82)

เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับจำนวนรอบการย่ำมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 78) โดยป่าดิบเขาที่มีการย่ำมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ป่าดิบแล้งที่มีการย่ำ ป่าดิบแล้งที่ไม่มีการย่ำ และป่าดิบเขาที่ไม่มีการย่ำตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุดพบว่า เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งบริเวณที่มีและไม่มีการย่ำมีค่าไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ส่วนป่าดิบเขาพบว่าบริเวณที่มีการย่ำซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 1.819 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการย่ำ เนื่องจากบริเวณนี้ไม่มีการลดลงของกล้าไม้เลย และเมื่อพิจารณาระหว่างสองชนิดป่าในบริเวณเดียวกันพบว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้บริเวณที่มีการย่ำเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยป่าดิบเขามีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงกว่าป่าดิบแล้ง (ตารางที่ 83 และภาพที่ 38) ส่วนชนิดพันธุ์ที่ลดลงในแต่ละชนิดป่าพบว่าป่าดิบแล้งมีเพียงกล้าไม้ในวงศ์ Urticaceae เท่านั้นที่ลดลงและมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 1.220 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 7) ส่วนป่าดิบเขาพบว่า *Ophiopogon* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้สูงที่สุดเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ *Neolitsea* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้เท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่ 3 ได้แก่ เปล้าเงิน (*Viburnum odoratissimum* Ker Gawl.) และ *Eurya* sp. มีเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 16.667 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 8)

**ตารางที่ 78** ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ ค่าความยึดแน่นของ  
เนื้อดินอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้  
หลังการย่ำ 220 รอบ

| Source               | df | Mean Square         |                     |                              |                     |
|----------------------|----|---------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|
|                      |    | ST                  | SS                  | IR                           | PS                  |
| Main unit analysis : |    |                     |                     |                              |                     |
| Block                | 1  | 0.005 <sup>ns</sup> | 0.000 <sup>ns</sup> | 362483062.894 <sup>ns</sup>  | 0.702 <sup>ns</sup> |
| A                    | 1  | 0.322 <sup>ns</sup> | 2.697**             | 1652315211.694 <sup>ns</sup> | 5.917**             |
| B                    | 3  | 0.330 <sup>ns</sup> | 0.037 <sup>ns</sup> | 598066905.971 <sup>ns</sup>  | 1.651 <sup>ns</sup> |
| AB                   | 3  | 0.099 <sup>ns</sup> | 0.125 <sup>ns</sup> | 2611110965.004 <sup>ns</sup> | 1.093 <sup>ns</sup> |
| Error(a)             | 7  | 0.105               | 0.065               | 1295112830.717               | 0.373               |
| -----                |    |                     |                     |                              |                     |
| Subunit analysis :   |    |                     |                     |                              |                     |
| C                    | 1  | 64.667**            | 48.536**            | 75575340756.120**            | 7.354**             |
| AC                   | 1  | 0.044 <sup>ns</sup> | 1.407**             | 2158597166.365 <sup>ns</sup> | 5.917**             |
| BC                   | 3  | 0.014 <sup>ns</sup> | 0.052**             | 446815751.219 <sup>ns</sup>  | 1.651 <sup>ns</sup> |
| ABC                  | 3  | 0.056 <sup>ns</sup> | 0.007 <sup>ns</sup> | 2715031151.886 <sup>ns</sup> | 1.093 <sup>ns</sup> |
| Error(b)             | 8  | 0.082               | 0.007               | 1031697423.181               | 0.414               |
| -----                |    |                     |                     |                              |                     |
| Total                | 31 |                     |                     |                              |                     |

หมายเหตุ : ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

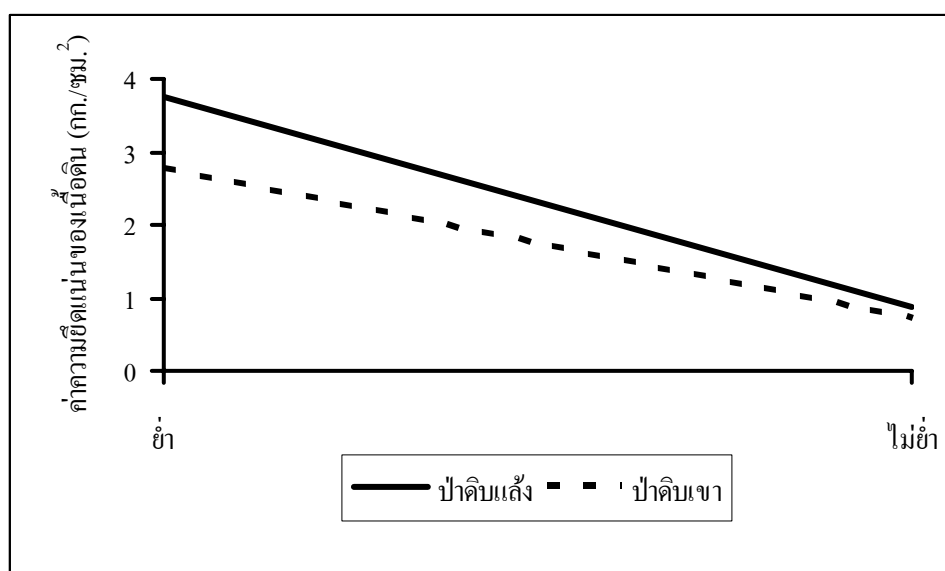
**ตารางที่ 79** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคงทนของดินต่อการย่ำหลังการย่ำ 220 รอบ

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (กก./ชม. <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------------------------------|
| ย่ำ    | 4.458                             |
| ไม่ย่ำ | 1.614                             |

ตารางที่ 80 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 220 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ)

| ชนิดป่า | การย่ำ                |                       |
|---------|-----------------------|-----------------------|
|         | ย่ำ                   | ไม่ย่ำ                |
| ดิบแล้ง | 3.764 <sup>a(c)</sup> | 0.881 <sup>b(f)</sup> |
| ดิบเขา  | 2.764 <sup>c(e)</sup> | 0.720 <sup>d(f)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

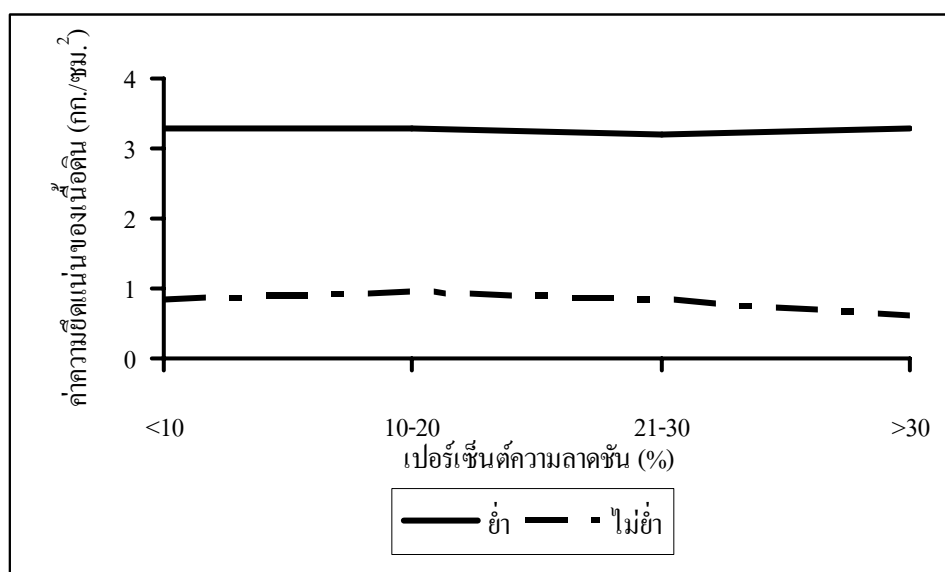


ภาพที่ 36 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ

ตารางที่ 81 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยึดแน่นของเนื้อดินโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD)  
หลังการย่ำ 220 รอบ (ปัจจัยร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันกับการย่ำ)

| ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) | การย่ำ                |                        |
|-------------------------------|-----------------------|------------------------|
|                               | ย่ำ                   | ไม่ย่ำ                 |
| <10                           | 3.295 <sup>a(i)</sup> | 0.830 <sup>b(jk)</sup> |
| 10-20                         | 3.273 <sup>c(i)</sup> | 0.943 <sup>d(i)</sup>  |
| 21-30                         | 3.193 <sup>e(i)</sup> | 0.825 <sup>f(jk)</sup> |
| >30                           | 3.295 <sup>g(i)</sup> | 0.605 <sup>h(k)</sup>  |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 37 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันกับการย่ำ

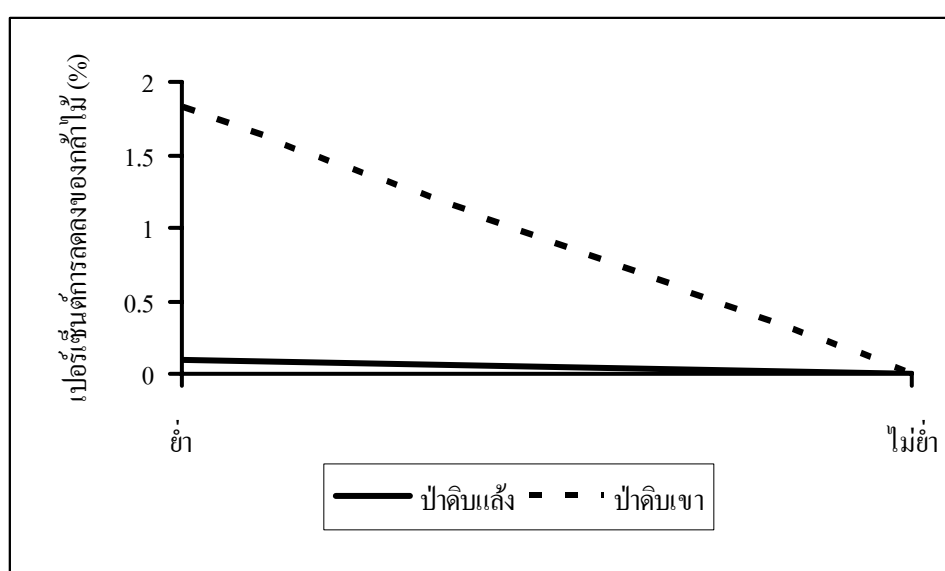
ตารางที่ 82 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราซาบซิมน้ำผ่านผิวดินหลังการย่ำ 220 รอบ

| การย่ำ | ค่าเฉลี่ย (ซม. <sup>3</sup> /ม. <sup>2</sup> /นาท) |
|--------|----------------------------------------------------|
| ย่ำ    | 7,685.867                                          |
| ไม่ย่ำ | 104,881.122                                        |

ตารางที่ 83 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้โดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (LSD) หลังการย่ำ 220 รอบ

| ชนิดป่า | การย่ำ                |                   |
|---------|-----------------------|-------------------|
|         | ย่ำ                   | ไม่ย่ำ            |
| ดิบแล้ง | 0.099 <sup>a(c)</sup> | 0 <sup>a(f)</sup> |
| ดิบเขา  | 1.819 <sup>b(d)</sup> | 0 <sup>c(f)</sup> |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอน และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในวงเล็บในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 38 กราฟอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดป่ากับการย่ำ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของดินอันเนื่องมาจากการย่ำในส่วนของความคงทนของดินต่อการย่ำในครั้งนี้พบว่าตัวแปรส่วนใหญ่ที่มีผลต่อความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ จำนวนรอบการย่ำซึ่งพบว่าจำนวนรอบการย่ำส่งผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่เริ่มย่ำจนถึงการย่ำรอบที่ 220 และชนิดป่าซึ่งพบว่าชนิดป่ามีผลต่อค่าความคงทนของดินต่อการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติร่วมกับปัจจัยด้านอื่นคือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันและจำนวนรอบการย่ำ โดยปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับปัจจัยดังกล่าวส่งผลต่อค่าความคงทนของดินต่อการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในรอบการย่ำที่ 20 80 ถึง 160 และรอบการย่ำที่ 200 ตามลำดับ ส่วนช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันมีความแตกต่างกันบ้างในบางรอบของการย่ำและปรากฏร่วมกับชนิดป่าและจำนวนรอบการย่ำเช่นกันและมีผลต่อค่าความคงทนของดินต่อการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในรอบการย่ำที่ 100 ถึง 140 และรอบการย่ำที่ 200 ตามลำดับ

เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาสร้างเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนของดินต่อการย่ำกับจำนวนการย่ำที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 39) และพิจารณาร่วมกับการทดสอบทางสถิติจะพบว่าหลังจากย่ำไป 20 รอบ ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำมีค่าเพิ่มขึ้นทั้งป่าดิบแล้งและป่าดิบเขา และค่อยๆ ลดลงเมื่อการย่ำเพิ่มขึ้นเป็น 40 รอบ เรื่อยไปจนถึงการย่ำผ่านไป 100 รอบ ซึ่งช่วงเวลานี้เป็นระยะที่ผิวหน้าดินถูกทำลายรวมถึงเศษซากพืชในแปลงถูกทำให้สลายจึงส่งผลให้ดินเกาะตัวกันหลวมๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hammit and Cole (1998) ที่พบว่าช่วงแรกของการย่ำจะทำให้หน้าดินถูกเปิดและเกิดการสูญเสียหน้าดิน และหลังจากนั้นดินจะเริ่มอัดแน่นขึ้น แต่การศึกษาในครั้งนี้จะพบว่าค่าความคงทนของดินต่อการย่ำจะลดลงมาอีกครั้งทั้งในป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาที่การย่ำประมาณ 120 ถึง 160 รอบ ทั้งนี้เพราะมีฝนตกในช่วงเวลาดังกล่าว แต่หลังจากนั้นค่าความคงทนของดินต่อการย่ำก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อการย่ำผ่านไป 160 ถึง 180 รอบ และเมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟจะเห็นได้ว่าเส้นกราฟเริ่มจะเป็นเส้นตรงหลังจากการย่ำรอบที่ 180 เป็นต้นไปนั้นแสดงว่าค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเริ่มจะคงที่เมื่อการย่ำผ่านไป 180 รอบ ซึ่งแตกต่างจากแปลงควบคุมที่ค่าความคงทนค่อนข้างคงที่และลดลงเรื่อยๆ ซึ่งอาจสรุปได้ว่าการย่ำส่งผลให้ดินป่าดิบแล้งมีค่าความคงทนสูงกว่าป่าดิบเขา ทั้งนี้พบว่าดินในป่าดิบแล้งค่อนข้างร่วนและมีอนุภาคสม่ำเสมอซึ่งข้อเสียของดินร่วนก็คือมีช่องว่างระหว่างอนุภาคมากเกิดความคงทนได้ง่าย และพบว่าพื้นที่ที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันที่ต่ำๆ จะมีค่าความคงทนของดินต่อการย่ำสูงกว่าพื้นที่ที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันที่สูงๆ โดยเฉพาะช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเห็นได้ค่อนข้างชัดเจนในป่าดิบแล้งทั้งนี้พื้นที่ที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันที่สูงๆ อาจอยู่ในช่วงที่หน้าดินกำลังถูก

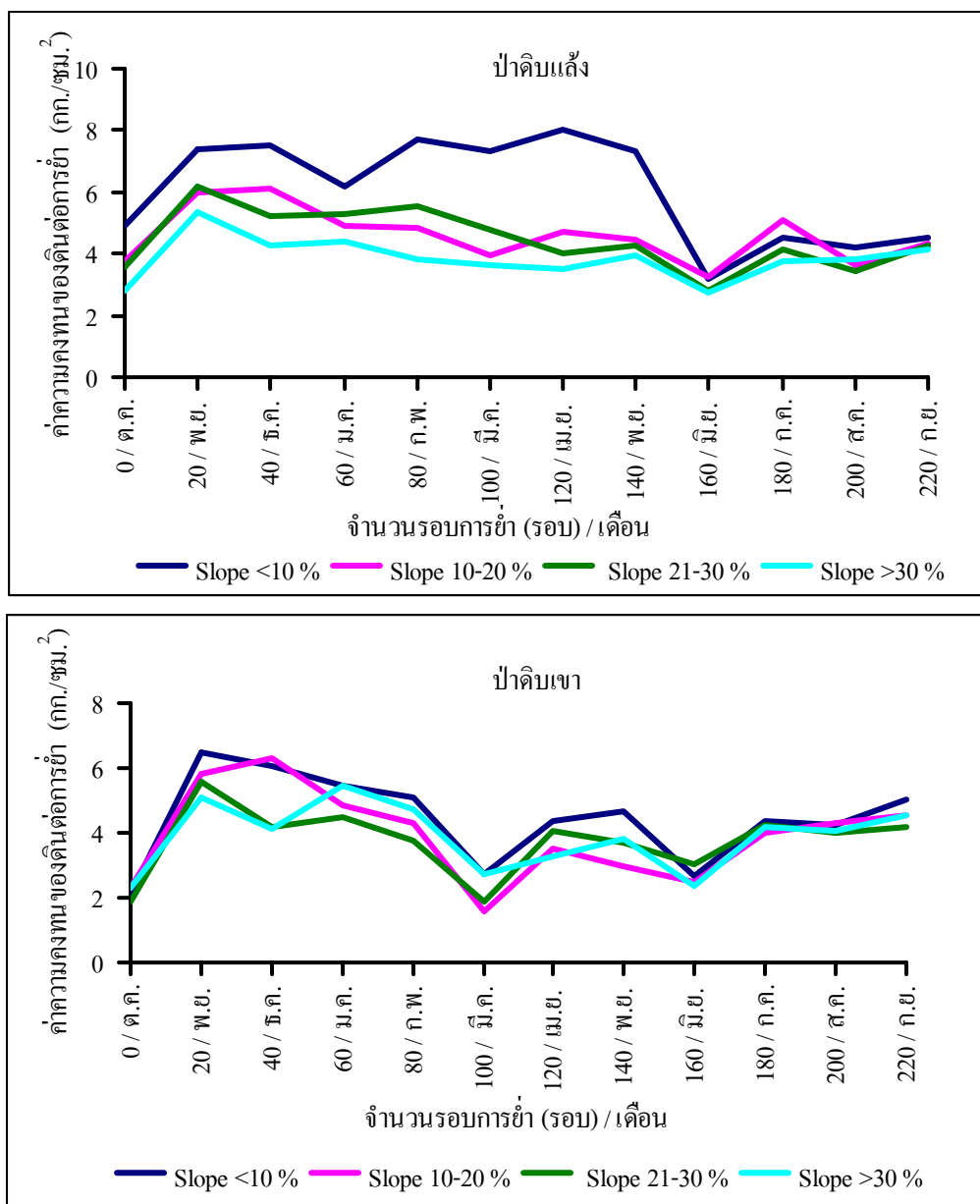
ทำลายและเป็นลักษณะของการสูญเสียผิวหน้าดินมากกว่าเพราะจากการสังเกตในพื้นที่จะพบว่าดินมีลักษณะเหมือนโดนขูดซึ่งทำให้พบรากไม้โผล่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

ตารางที่ 84 ค่าความคงทนของดินต่อการขุดป่าดิบแล้งในแต่ละรอบการขุด

| จำนวนรอบการขุด (รอบ) | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) |       |       |       |
|----------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
|                      | < 10                          | 10-20 | 21-30 | > 30  |
| 0                    | 4.904                         | 3.785 | 3.542 | 2.798 |
| 20                   | 7.412                         | 5.991 | 6.178 | 5.332 |
| 40                   | 7.544                         | 6.108 | 5.200 | 4.277 |
| 60                   | 6.201                         | 4.922 | 5.273 | 4.424 |
| 80                   | 7.676                         | 4.834 | 5.537 | 3.838 |
| 100                  | 7.324                         | 3.955 | 4.790 | 3.618 |
| 120                  | 8.042                         | 4.717 | 4.043 | 3.516 |
| 140                  | 7.295                         | 4.468 | 4.277 | 3.926 |
| 160                  | 3.208                         | 3.252 | 2.798 | 2.754 |
| 180                  | 4.497                         | 5.083 | 4.160 | 3.779 |
| 200                  | 4.189                         | 3.647 | 3.428 | 3.823 |
| 220                  | 4.512                         | 4.350 | 4.277 | 4.145 |

ตารางที่ 85 ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำป่าดิบเขาในแต่ละรอบการย่ำ

| จำนวนรอบการย่ำ (รอบ) | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) |       |       |       |
|----------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
|                      | < 10                          | 10-20 | 21-30 | > 30  |
| 0                    | 2.130                         | 2.300 | 1.878 | 2.297 |
| 20                   | 6.460                         | 5.801 | 5.557 | 5.089 |
| 40                   | 6.035                         | 6.313 | 4.189 | 4.145 |
| 60                   | 5.449                         | 4.878 | 4.482 | 5.434 |
| 80                   | 5.083                         | 4.306 | 3.735 | 4.731 |
| 100                  | 2.725                         | 1.567 | 1.904 | 2.739 |
| 120                  | 4.336                         | 3.501 | 4.072 | 3.266 |
| 140                  | 4.673                         | 2.974 | 3.721 | 3.794 |
| 160                  | 2.651                         | 2.490 | 3.003 | 2.373 |
| 180                  | 4.380                         | 3.984 | 4.233 | 4.154 |
| 200                  | 4.248                         | 4.306 | 4.005 | 4.087 |
| 220                  | 5.039                         | 4.570 | 4.195 | 4.570 |



ภาพที่ 39 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนของดินต่อการย่ำกับจำนวนการย่ำที่เพิ่มขึ้น

ความยึดแน่นของเนื้อดินเมื่อพิจารณากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยึดแน่นของเนื้อดินกับจำนวนการย่ำที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 40) ร่วมกับการทดสอบทางสถิติพบว่าตัวแปรส่วนใหญ่ที่มีผลต่อความแตกต่างของค่าความยึดแน่นของเนื้อดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ จำนวนรอบการย่ำและชนิดป่า ส่วนช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่มีผลบ้างเช่นเดียวกับค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ ซึ่งพบว่าค่าความยึดแน่นของเนื้อดินในป่าดิบแล้งมีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาทั้งนี้อาจเนื่องจากดินในป่าดิบแล้งค่อนข้างร่วนเมื่อถูกย่ำจะทำให้เกิดการยึดแน่นได้ง่ายเช่นเดียวกับกรณี

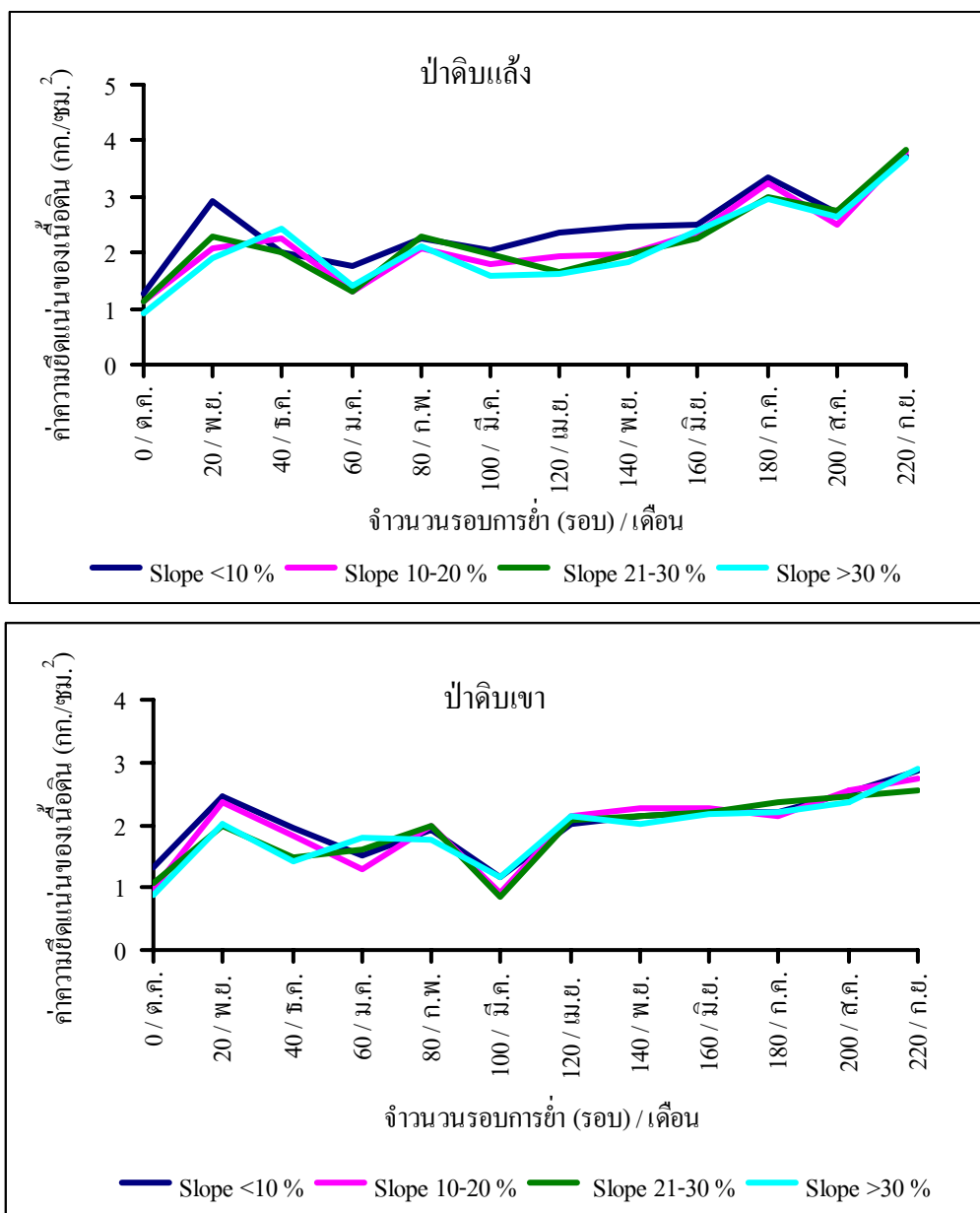
ความคงทนของดินต่อการย่ำ และพบว่าค่าความยึดแน่นของเนื้อดินทั้งสองชนิดป่าจะค่อยๆเพิ่มขึ้นเมื่อเริ่มย่ำ แต่จะมีค่าลดลงในช่วงหลังการย่ำรอบที่ 20 จนถึงประมาณการย่ำรอบที่ 60 ถึง 100 ซึ่งช่วงนี้เป็นช่วงที่ผิวหน้าดินถูกทำลายเช่นเดียวกับกรณีความคงทนของดินต่อการย่ำ และหลังจากการย่ำรอบที่ 100 เป็นต้นไปค่าความยึดแน่นของเนื้อดินก็มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อรอบการย่ำเพิ่มขึ้น อีกทั้งค่าความยึดแน่นของเนื้อดินจะมีค่าสูงเมื่อพื้นที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันไม่มากซึ่งในป่าดิบแล้งจะเห็นว่าช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันที่ <10 เปอร์เซนต์จะมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูง ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ราบหรือค่อนข้างราบเมื่อมีการย่ำดินที่ถูกเปิดจะไม่ค่อยมีการเคลื่อนที่ทำให้เกิดความคงทนและยึดแน่นได้รวดเร็วและง่ายกว่าพื้นที่ที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันสูงซึ่งการย่ำส่วนใหญ่จะทำให้หน้าดินถูกเปิดเพราะความลาดเอียงของพื้นที่ทำให้ลักษณะการเดินการลื่นไถลไปตามทิศด้านลาดจึงทำให้มีการสูญเสียดินมากกว่าการที่ดินอัดแน่นหรือยึดแน่น ส่วนป่าดิบเขาค่าความยึดแน่นของเนื้อดินมีความแตกต่างกันไม่มากในแต่ละช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันส่วนหนึ่งอาจเกิดจากดินที่มีความร่วนน้อยกว่าป่าดิบแล้งทำให้แต่ละช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันมีการสูญเสียดินไม่แตกต่างกันซึ่งส่งผลให้เกิดการยึดแน่นของเนื้อดินแตกต่างกันไม่มาก แต่จะเห็นได้ชัดเจนว่าค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนรอบการย่ำเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 86 ค่าความยึดแน่นของเนื้อดินป่าดิบแล้งในแต่ละรอบของการย่ำ

| จำนวนรอบการย่ำ (รอบ) | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) |       |       |       |
|----------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
|                      | < 10                          | 10-20 | 21-30 | > 30  |
| 0                    | 1.284                         | 1.129 | 1.141 | 0.903 |
| 20                   | 2.920                         | 2.071 | 2.296 | 1.913 |
| 40                   | 2.000                         | 2.258 | 2.008 | 2.425 |
| 60                   | 1.775                         | 1.304 | 1.308 | 1.404 |
| 80                   | 2.254                         | 2.092 | 2.283 | 2.096 |
| 100                  | 2.033                         | 1.796 | 1.958 | 1.588 |
| 120                  | 2.358                         | 1.921 | 1.671 | 1.621 |
| 140                  | 2.479                         | 1.958 | 1.988 | 1.821 |
| 160                  | 2.504                         | 2.363 | 2.263 | 2.383 |
| 180                  | 3.346                         | 3.250 | 2.996 | 2.942 |
| 200                  | 2.725                         | 2.513 | 2.729 | 2.629 |
| 220                  | 3.717                         | 3.800 | 3.846 | 3.688 |

ตารางที่ 87 ค่าความยึดแน่นของเนื้อดินป่าดิบเขาในแต่ละรอบของการย่อย

| จำนวนรอบการย่อย (รอบ) | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) |       |       |       |
|-----------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
|                       | < 10                          | 10-20 | 21-30 | > 30  |
| 0                     | 1.326                         | 0.988 | 1.059 | 0.879 |
| 20                    | 2.463                         | 2.363 | 1.996 | 2.008 |
| 40                    | 1.950                         | 1.813 | 1.479 | 1.404 |
| 60                    | 1.517                         | 1.283 | 1.608 | 1.808 |
| 80                    | 1.933                         | 1.975 | 1.983 | 1.775 |
| 100                   | 1.163                         | 0.908 | 0.846 | 1.175 |
| 120                   | 2.004                         | 2.146 | 2.071 | 2.142 |
| 140                   | 2.142                         | 2.279 | 2.146 | 2.021 |
| 160                   | 2.213                         | 2.279 | 2.192 | 2.163 |
| 180                   | 2.196                         | 2.154 | 2.358 | 2.204 |
| 200                   | 2.504                         | 2.538 | 2.467 | 2.367 |
| 220                   | 2.867                         | 2.738 | 2.542 | 2.904 |



ภาพที่ 40 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นแน่นของเนื้อดินกับจำนวนการย่ำที่เพิ่มขึ้น

กรณีตัวชี้วัดในส่วนของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินกับจำนวนรอบการย่ำที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 41) พิจารณาร่วมกับการทดสอบทางสถิติจะพบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่ที่มีผลต่อความแตกต่างของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ จำนวนรอบการย่ำและชนิดป่า ส่วนช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันไม่ค่อยมีความแตกต่าง เช่นเดียวกับค่าความคงทนของดินต่อการย่ำและค่าความชื้นแน่นของเนื้อดิน ซึ่งป่าดิบแล้งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่าป่าดิบเขา ทั้งนี้เนื่องจากดินป่าดิบแล้งโดยรวมค่อนข้างร่วน

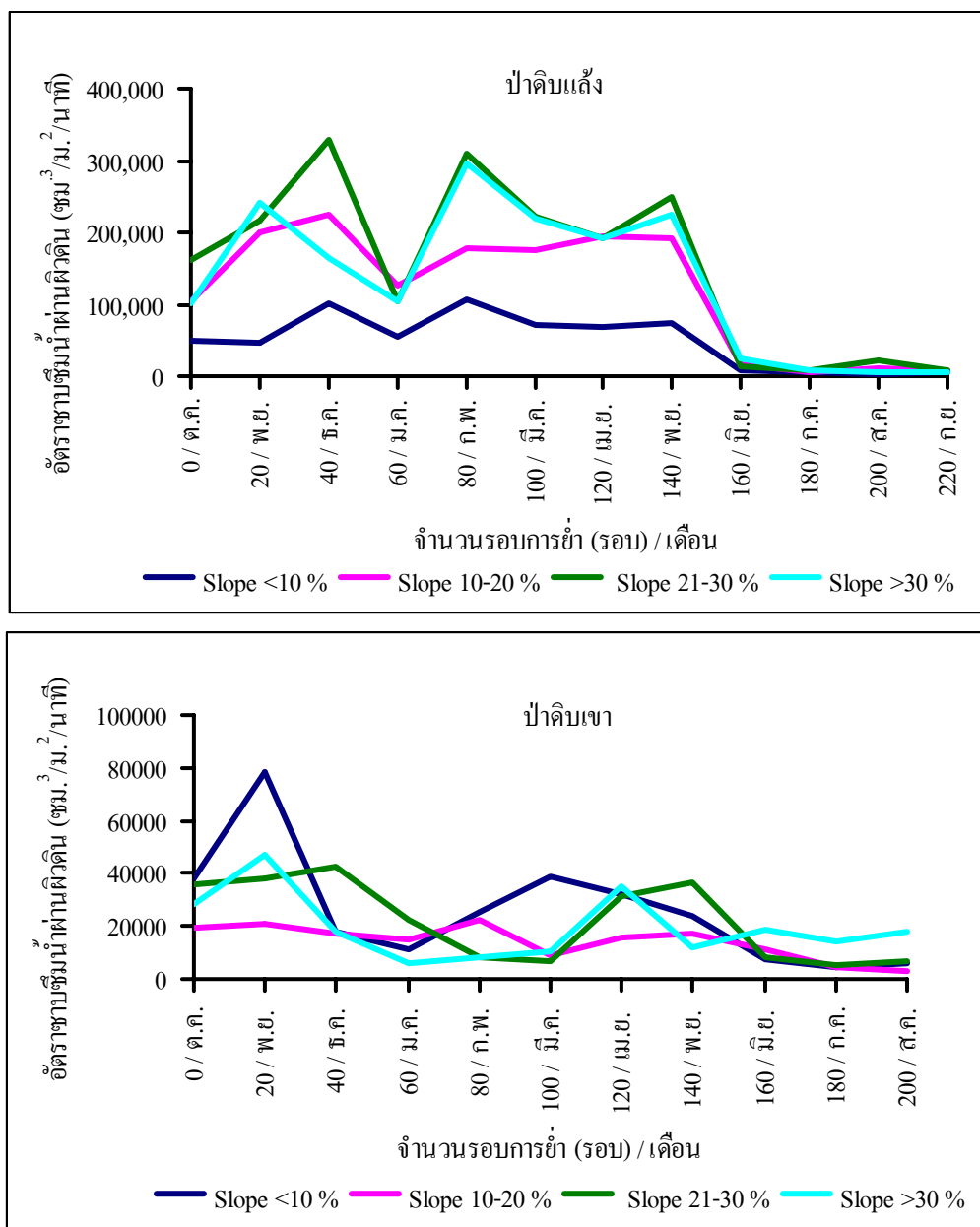
อยู่ก่อนแล้วและการย่ำก็มีการทิ้งระยะซึ่งอาจทำให้ช่องว่างของดินป่าดิบแล้งยังคงมากกว่าป่าดิบเขา และสำหรับป่าดิบแล้งบริเวณที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันสูงๆ มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่าพื้นที่ที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่ำๆ ทั้งนี้เพราะป่าดิบแล้งที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่ำ มีความคงทนและยึดแน่นของดินสูงกว่าพื้นที่ที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันสูง และอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินจะค่อนข้างสูงและผันแปรมากในช่วงการย่ำก่อนรอบที่ 160 และหลังการย่ำรอบที่ 160 เป็นต้นมาอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินลดลงอย่างรวดเร็วและเริ่มที่จะคงที่ ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากพื้นที่ที่ได้รับปริมาณน้ำฝนในช่วงนี้มาก ส่วนป่าดิบเขาช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่มีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินไม่แตกต่างกันมากนักแต่จะเห็นผลค่อนข้างชัดเจนว่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินจะสูงในช่วงแรกและลดลงในช่วงการย่ำที่ประมาณ 40 รอบ จากนั้นอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินจะเพิ่มขึ้นอีกซึ่งเป็นช่วงที่ผิวน้ำดินถูกเปิดทำให้ดินค่อนข้างร่วน และอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินค่อยๆ ลดลงที่จำนวนการย่ำประมาณ 100 รอบขึ้นไปและอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเริ่มมีอัตราคงที่เมื่อการย่ำผ่านไป 160 รอบ ซึ่งดินเริ่มอัดแน่นและได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝนทำให้ดินอึดตัว

ตารางที่ 88 อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบแล้งในแต่ละรอบของการย่ำ

| จำนวนรอบการย่ำ (รอบ) | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) |             |             |             |
|----------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                      | < 10                          | 10-20       | 21-30       | > 30        |
| 0                    | 49,847.791                    | 105,224.617 | 161,232.823 | 101,638.541 |
| 20                   | 46,948.653                    | 200,271.826 | 216,262.582 | 240,573.395 |
| 40                   | 102,665.375                   | 224,068.839 | 328,810.450 | 163,319.246 |
| 60                   | 54,599.910                    | 124,760.298 | 105,275.344 | 103,187.864 |
| 80                   | 108,006.046                   | 177,072.615 | 310,749.722 | 295,228.137 |
| 100                  | 70,099.123                    | 176,071.862 | 221,639.313 | 219,254.073 |
| 120                  | 67,217.687                    | 195,058.600 | 192,076.890 | 190,630.114 |
| 140                  | 74,081.690                    | 190,989.197 | 249,028.724 | 225,261.918 |
| 160                  | 9,060.407                     | 15,216.582  | 12,901.608  | 23,568.054  |
| 180                  | 6,609.826                     | 5,020.659   | 8,935.754   | 7,005.396   |
| 200                  | 1,700.596                     | 10,536.521  | 21,276.338  | 4,641.119   |
| 220                  | 4,623.385                     | 6,942.117   | 8,955.402   | 6,112.845   |

ตารางที่ 89 อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินป่าดิบเขาในแต่ละรอบของการย่อย

| จำนวนรอบการย่อย (รอบ) | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (%) |            |            |            |
|-----------------------|-------------------------------|------------|------------|------------|
|                       | < 10                          | 10-20      | 21-30      | > 30       |
| 0                     | 37,753.825                    | 19,207.981 | 36,185.699 | 28,204.947 |
| 20                    | 78,631.808                    | 20,602.432 | 37,747.457 | 47,218.936 |
| 40                    | 17,956.073                    | 17,019.726 | 42,344.194 | 18,102.241 |
| 60                    | 10,826.404                    | 14,701.768 | 22,088.525 | 5,656.037  |
| 80                    | 25,207.057                    | 22,542.515 | 8,083.926  | 8,011.632  |
| 100                   | 39,135.394                    | 8,904.331  | 6,699.024  | 10,371.051 |
| 120                   | 31,834.307                    | 15,534.674 | 31,670.260 | 34,737.732 |
| 140                   | 23,885.659                    | 17,157.095 | 36,387.476 | 11,579.841 |
| 160                   | 7,297.805                     | 11,456.022 | 7,959.803  | 18,290.958 |
| 180                   | 4,192.936                     | 4,702.293  | 5,430.862  | 13,957.301 |
| 200                   | 5,984.550                     | 3,247.519  | 6,528.427  | 18,079.708 |
| 220                   | 9,807.170                     | 2,529.537  | 11,495.409 | 11,021.073 |



ภาพที่ 41 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินกับจำนวนการฆ่าที่เพิ่มขึ้น

เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ เมื่อพิจารณาจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการฆ่า กับเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ (ภาพที่ 42) ร่วมกับการทดสอบทางสถิติในการศึกษารังนี้พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ จำนวนรอบการฆ่า รองลงมาคือชนิดป่าแต่ก็มีผลเพียงไม่กี่รอบของการฆ่า ส่วนช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ไม่แตกต่างกัน จึงทำให้การฆ่ามีผลต่อการ

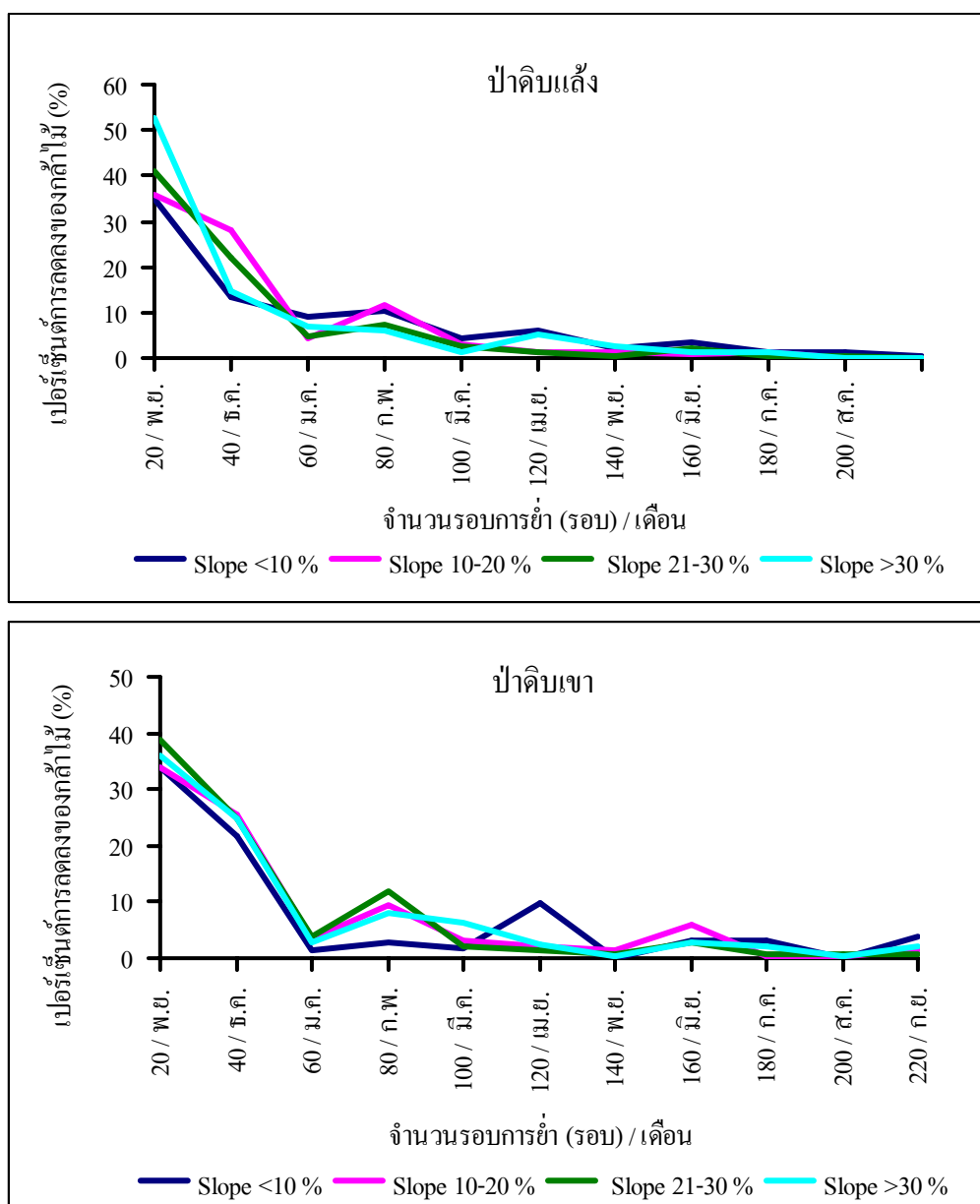
ลดลงของกล้าไม้ค่อนข้างชัดเจนกว่าปัจจัยด้านอื่นๆ ซึ่งทั้งป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาเมื่อการย่ำผ่านไปเพียง 20 รอบซึ่งเป็นการย่ำในครั้งแรก ก็พบว่ากล้าไม้ถูกทำลายลดลงไปเกือบครึ่งหนึ่งของทั้งหมดในแต่ละชนิดป่า และจำนวนกล้าไม้ลดลงเกือบหมดเมื่อการย่ำผ่านไปเพียง 60 รอบ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hammit and Cole (1998) ที่พบว่าพืชจะถูกทำลายมากในช่วงแรกของการย่ำ จากการศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่าในแปลงที่มีการย่ำกล้าไม้ส่วนใหญ่ลดลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 1) ซึ่งบางชนิดลดลงจนหมด เช่น ดังดาบอด (*Excoecaria oppositifolia* Griff.) *Globba* sp. *Desmos* sp. *Hedyotis* sp. เป็นต้น และยังพบว่ามีกล้าไม้บางชนิดที่สามารถคงอยู่โดยไม่มีการสูญเสียกล้าไม้ไปซึ่งถือว่าเป็นชนิดที่มีความคงทน คือ รสสุคนธ์ (*Tetracera loureiri* (Finet & Gagnep.) Pierre ex Craib ) ส่องฟ้า (*Clausena wallichii* Oliv.) *Diospyros* sp. *Knema* sp. *Ardisia* sp. และกล้าไม้ในวงศ์ Mimosaceae ของป่าดิบแล้ง (ตารางที่ภาคผนวกที่ 1) และ จันทน์ชะมด (*Aglaia silvestris* (M.Poem) Merr ) *Helicia* sp. กล้าไม้ในวงศ์ Celastraceae Sapindaceae และ Urticaceae ของป่าดิบเขา (ตารางผนวกที่ 2)

ตารางที่ 90 เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบแล้งในแต่ละรอบของการย่ำ

| จำนวนรอบการย่ำ (รอบ) | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลดชัน (%) |        |        |        |
|----------------------|------------------------------|--------|--------|--------|
|                      | < 10                         | 10-20  | 21-30  | > 30   |
| 20                   | 34.942                       | 35.939 | 41.100 | 52.585 |
| 40                   | 13.176                       | 28.123 | 21.842 | 14.712 |
| 60                   | 9.184                        | 4.305  | 4.686  | 6.768  |
| 80                   | 10.292                       | 11.534 | 7.495  | 6.200  |
| 100                  | 4.102                        | 3.218  | 2.391  | 1.282  |
| 120                  | 5.842                        | 1.337  | 1.172  | 5.023  |
| 140                  | 2.372                        | 1.087  | 0.562  | 2.564  |
| 160                  | 3.324                        | 0.794  | 2.247  | 1.282  |
| 180                  | 1.502                        | 1.087  | 0.610  | 1.282  |
| 200                  | 1.419                        | 0.000  | 0.562  | 0.000  |
| 220                  | 0.394                        | 0.000  | 0.000  | 0.000  |

ตารางที่ 91 เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ป่าดิบเขาในแต่ละรอบของการย่อย

| จำนวนรอบการย่อย (รอบ) | ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลดชั้น (%) |        |        |        |
|-----------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|
|                       | < 10                          | 10-20  | 21-30  | > 30   |
| 20                    | 33.976                        | 33.948 | 38.691 | 35.848 |
| 40                    | 21.726                        | 25.548 | 24.895 | 24.934 |
| 60                    | 1.316                         | 3.652  | 3.846  | 2.945  |
| 80                    | 2.907                         | 9.419  | 11.780 | 7.984  |
| 100                   | 1.754                         | 3.153  | 2.081  | 6.283  |
| 120                   | 9.904                         | 2.018  | 1.514  | 2.511  |
| 140                   | 0.000                         | 1.519  | 0.759  | 0.228  |
| 160                   | 3.203                         | 5.805  | 2.903  | 2.677  |
| 180                   | 3.203                         | 0.519  | 0.765  | 2.031  |
| 200                   | 0.000                         | 0.500  | 0.755  | 0.228  |
| 220                   | 3.937                         | 1.307  | 0.654  | 2.031  |



ภาพที่ 42 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้กับจำนวนการย่ำที่เพิ่มขึ้น

### ตอนที่ 3 การประเมินความคงทนตามธรรมชาติของพื้นที่ป่าแต่ละชนิดต่อการย่ำ

การประเมินความคงทนของพื้นที่ป่าพิจารณาจากการนำอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของ 4 ตัวชี้วัดมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นมา ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวได้จากการนำอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยในทุกช่วงความลาดชันของแต่ละตัวชี้วัดในแต่ละชนิดป่ามาหาค่ากลาง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้ค่ามัธยฐานของข้อมูล โดยบริเวณที่มีความคงทนสูงควรมีอัตราการเปลี่ยนแปลง

เฉลี่ยไม่เกินค่ากลางที่กำหนด หากมีบริเวณใดมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยสูงกว่าค่ากลางที่กำหนด แสดงว่าบริเวณนั้นมีความคงทนต่ำ ซึ่งตัวชี้วัดทั้ง 4 ตัวคือ คือ 1) อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อย 2) อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน 3) อัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน 4) อัตราการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตาย ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้

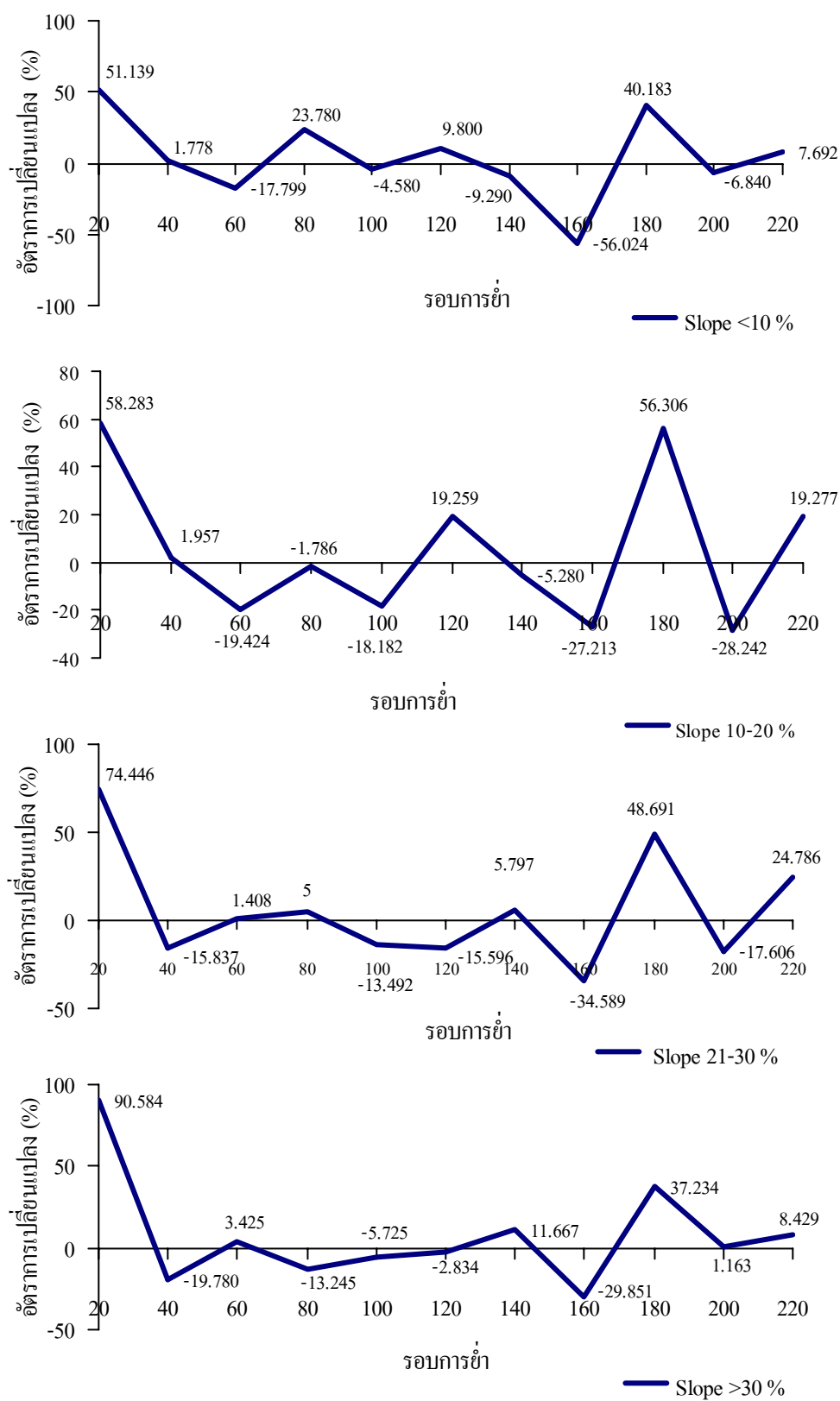
## 1. ป่าดิบแล้ง

### 1.1 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อย

จากการพิจารณากราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อย (ภาพที่ 43) พบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อย ทั้ง 4 ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันมีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อยมีค่าเพิ่มขึ้นค่อนข้างสูงในช่วงระหว่างก่อนการย่อยกับการย่อยที่ 20 ซึ่งช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 10-20 21-30 และ >30 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อยในช่วงนี้เท่ากับ 51.139 58.283 74.446 และ 90.584 เปอร์เซนต์ตามลำดับ หลังจากนั้นอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อยมีค่าไม่มากนักและมีค่าลดลงอีกครั้งในช่วงการย่อยประมาณรอบที่ 140 ถึง 160 โดยช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันทั้ง 4 ช่วงความลาดชันมีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 56.024 27.213 34.589 และ 29.851 เปอร์เซนต์ตามลำดับและเพิ่มขึ้นอีกในช่วงการย่อยที่ 160 ถึง 180 ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อยทั้ง 4 ช่วงความลาดชันมีค่าเท่ากับ 40.183 56.306 48.691 และ 37.234 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้สอดคล้องกับการศึกษาในตอนต้นที่ 2.1 เรื่องการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อยที่พบว่าช่วงการย่อยที่ 20 จะทำให้ดินอัดแน่นก่อนที่จะเกิดการสูญเสียหน้าดินตามมา และในรอบการย่อยที่ 140 ถึง 160 เป็นช่วงที่มีฝนตกลงมาจึงทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อยลดลงอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อไม่มีปริมาณน้ำฝนเมื่อการย่อยที่ 160 ถึง 180 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อยก็เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นกัน

เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่อย พบว่าช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่อย สูงที่สุดคือ 23.386 เปอร์เซนต์ รองลงมาได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20

เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 23.201 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 20.810 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน>30 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 20.358 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความคงทนของป่าดิบแล้งในส่วนของตัวชี้วัดด้านความคงทนของดินต่อการย่อยซึ่งบริเวณที่มีความคงทนสูงควรมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยไม่เกิน 22.005 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการศึกษาในครั้งนี้พบว่าบริเวณที่มีความคงทนสูงคือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน>30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนบริเวณที่มีความคงทนต่ำคือช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์

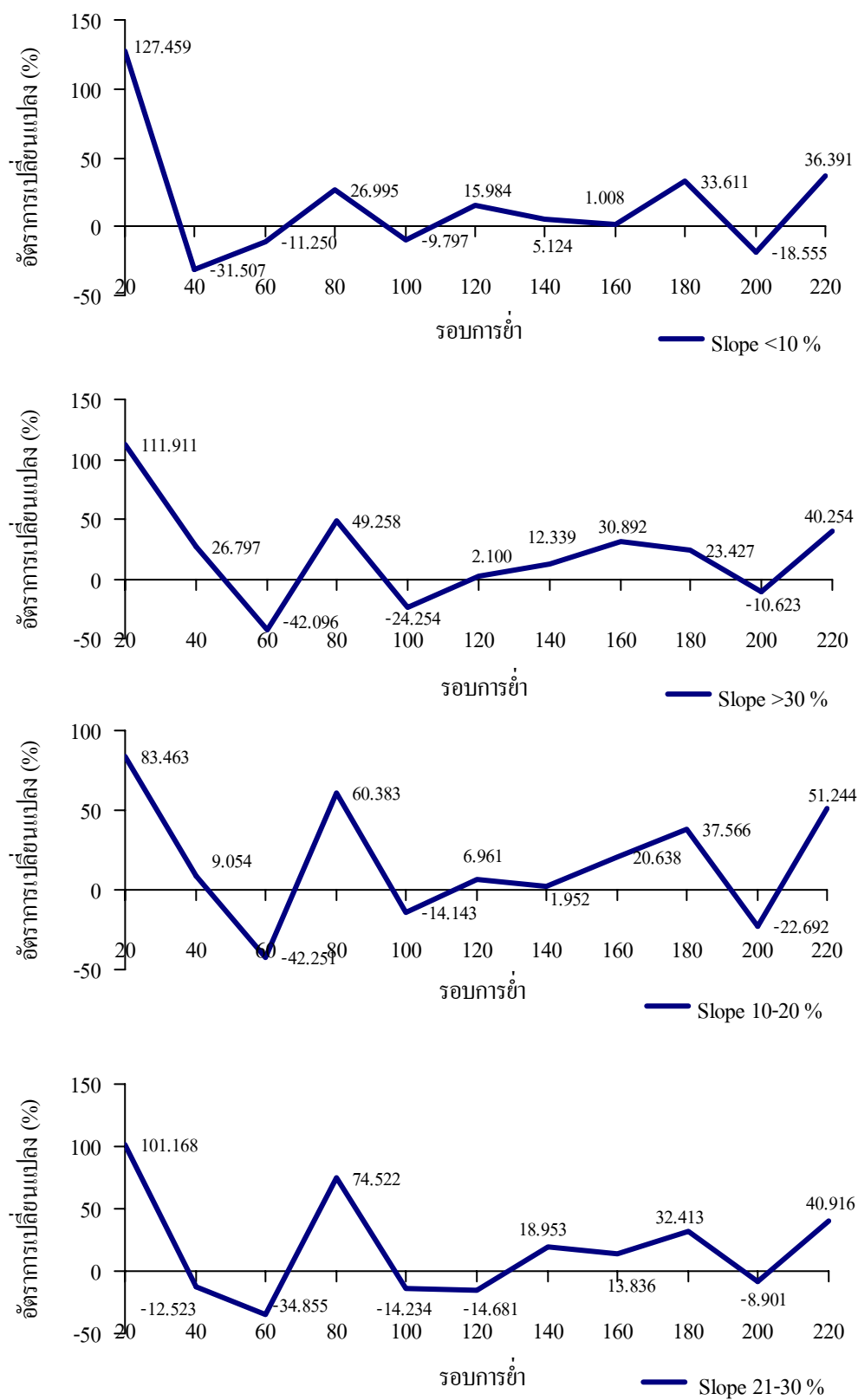


ภาพที่ 43 กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการขำป่าดิบแล้ง

## 1.2 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน

อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเมื่อนำมาสร้างเป็นกราฟ (ภาพที่ 44) พบว่าในช่วงก่อนย่ำถึงเริ่มย่ำจะเป็นช่วงที่ทั้ง 4 ช่วงความลาดชันมีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเพิ่มขึ้นสูงที่สุดเนื่องจากพื้นที่ที่อาจไม่มีการรบกวนมาก่อนเมื่อเริ่มย่ำจึงทำให้ดินมีการยึดแน่นเพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความยึดแน่นของเนื้อดินช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 10-20 21-30 และ >30 เปอร์เซนต์มีค่าเท่ากับ 127.459 83.463 101.168 และ 111.911 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ หลังจากนั้นอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่ำจะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากการย่ำรอบที่ 20 ซึ่งช่วงการย่ำประมาณรอบที่ 20 ถึง 100 เป็นช่วงที่ดินที่เกิดการยึดแน่นเมื่อเริ่มย่ำค่อยๆ ร่วนและเกิดการสูญเสียหน้าดิน หลังจากนั้นดินค่อยๆ ยึดแน่นเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความยึดแน่นของเนื้อดินพบว่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ สูงที่สุดคือ 33.996 เปอร์เซนต์ รองลงมาได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 33.364 เปอร์เซนต์ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 31.850 เปอร์เซนต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 28.880 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ซึ่งความคงทนของพื้นที่เมื่อพิจารณาเรื่องความยึดแน่นของเนื้อดินสำหรับป่าดิบแล้งพื้นที่ที่มีความคงทนสูงควรมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความยึดแน่นของเนื้อดินไม่เกิน 32.607 เปอร์เซนต์ และการศึกษาในครั้งนี้พบว่าบริเวณที่มีความคงทนสูงคือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซนต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซนต์ ส่วนบริเวณที่มีคงทนต่ำคือช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซนต์และ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันมากกว่า 30 เปอร์เซนต์

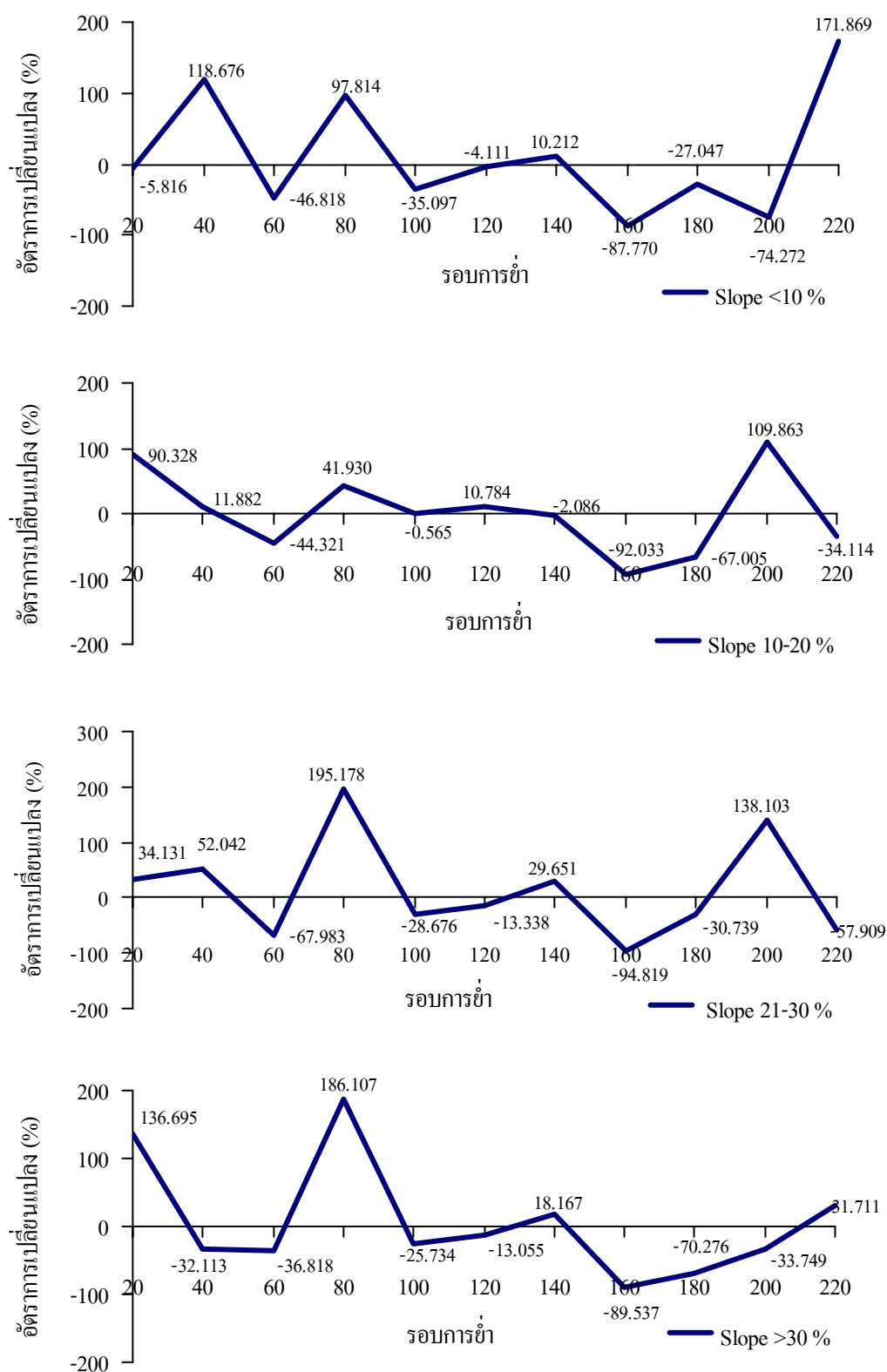


ภาพที่ 44 กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความยึดแน่นของเนื้อดินป่าดิบแล้ง

### 1.3 อัตราการเปลี่ยนแปลงอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน

อัตราการเปลี่ยนแปลงอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเมื่อพิจารณาจากกราฟ (ภาพที่ 45) พบว่าเส้นกราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างที่จะมีความผันแปรสูง ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาโดยตรงในพื้นที่และโดยเฉพาะตัวชี้วัดนี้หากนำตัวอย่างดินมาศึกษาในห้องปฏิบัติการน่าจะเห็นผลชัดเจนกว่านี้ แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณากราฟโดยภาพรวมแล้วพบว่าเส้นกราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินค่อนข้างที่จะมีทิศทางไปในทางลบ นั่นก็คือรอบการย่อยเพิ่มขึ้นอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินก็ค่อยๆลดลง และเมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุดคือ 67.506 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ รองลงมาได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 61.773 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 61.269 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 45.901 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งความคงทนของพื้นที่

เมื่อพิจารณาเรื่องอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสำหรับป่าดิบแล้งพื้นที่ที่มีความคงทนสูงควรมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินไม่เกิน 61.521 เปอร์เซ็นต์ และการศึกษาในครั้งนี้พบว่าบริเวณที่มีความคงทนสูงคือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน>30 เปอร์เซ็นต์ส่วนบริเวณที่มีคงทนต่ำคือช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาด <10 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์

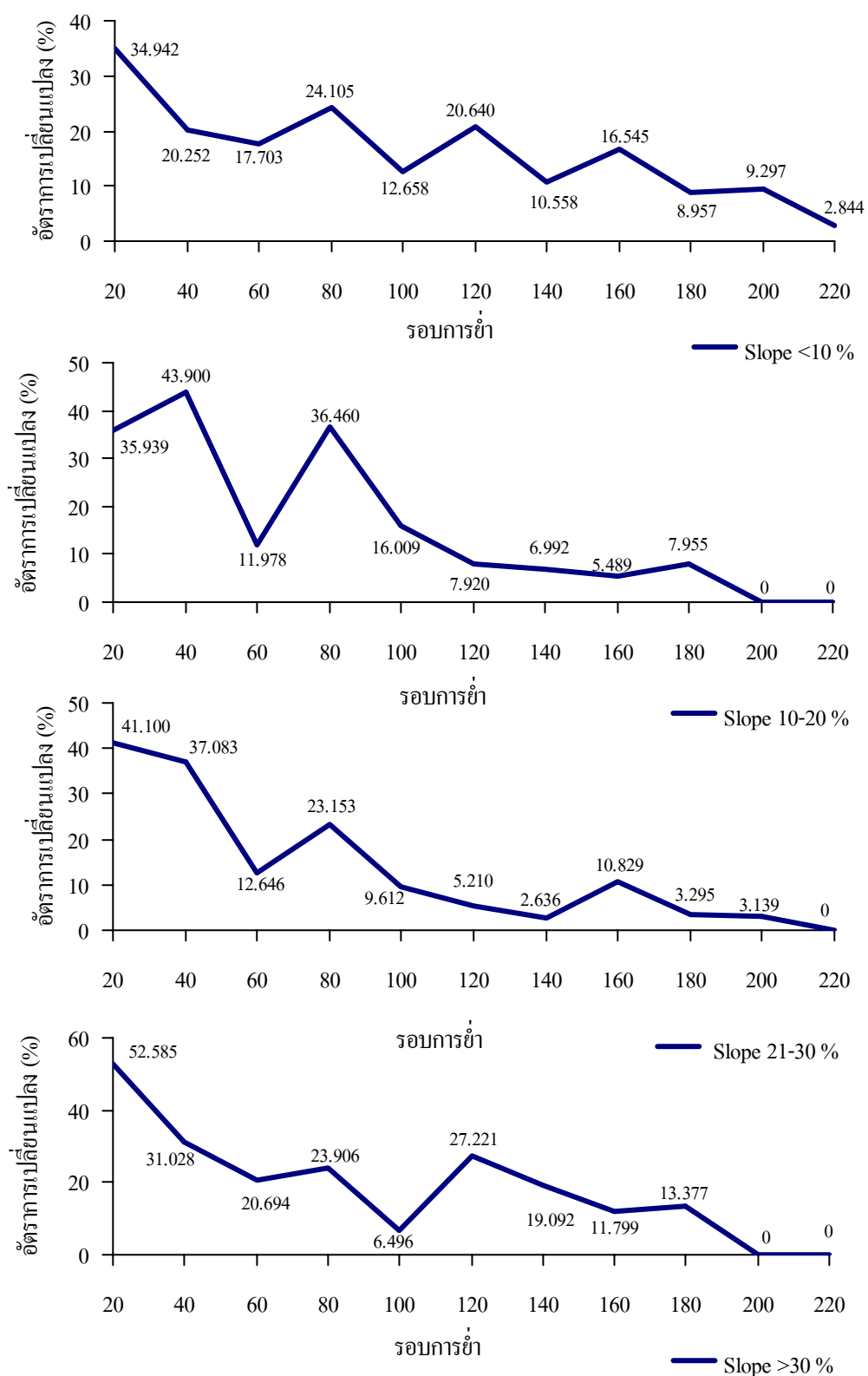


ภาพที่ 45 กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงอัตราขาบซึมผ่านผิวดินป่าดิบแล้ง

#### 1.4 อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตาย

เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายจากกราฟ (ภาพที่ 46) พบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายทั้ง 4 ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันมีอัตราลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเริ่มย่ำ 20 รอบ โดยเฉพาะช่วงความลาดชัน 21-30 และ >30 เปอร์เซนต์ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายลดลงเท่ากับ 41.100 และ 52.585 เปอร์เซนต์ตามลำดับ นั้นแสดงว่าเมื่อเริ่มย่ำกล้าไม้ในบริเวณทั้งสองช่วงความลาดชันถูกทำลายไปเกือบครึ่ง ส่วนช่วงความลาดชัน <10 และ 10-20 เปอร์เซนต์ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายลดลงเท่ากับ 34.942 และ 35.939 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ซึ่งก็ถือว่ามีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างสูง และอัตราการเปลี่ยนแปลงมีการผันแปรค่อนข้างสูงถึงการย่ำประมาณรอบที่ 60 จากนั้นอัตราการเปลี่ยนแปลงจะค่อยๆลดลงซึ่งนั่นก็คือในแปลงทดลองกล้าไม้เริ่มที่จะเหลือน้อยลงหรือไม่เหลือเลย

เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายพบว่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตาย สูงที่สุดคือ 18.745 เปอร์เซนต์ รองลงมาได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายเท่ากับ 16.227 เปอร์เซนต์ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายเท่ากับ 15.695 เปอร์เซนต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายเท่ากับ 13.518 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ซึ่งพื้นที่ที่มีความคงทนสูงควรมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายไม่เกิน 16.046 เปอร์เซนต์ และการศึกษาในครั้งนี้พบว่าบริเวณที่มีความคงทนสูงคือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซนต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซนต์ส่วนบริเวณที่มีคงทนต่ำคือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซนต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 46 กราฟอัตราการใช้เปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ป่าดิบแล้งที่รอดตาย

จากการวิเคราะห์ความคงทนของป่าดิบแล้งโดยการพิจารณาจาก 4 ตัวชี้วัดดังกล่าวข้างต้น พบว่าแต่ละช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันก็มีความคงทนสูงคงทนต่ำแตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 92) ซึ่งเมื่อพิจารณาเฉพาะบริเวณที่คงทนสูงในทุกตัวชี้วัดของแต่ช่วงความลาดชันพบว่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซนต์มีความคงทนสูงที่สุดเนื่องจากบริเวณนี้มีความคงทนสูงใน 3 ตัวชี้วัด จากทั้งหมด 4 ตัวชี้วัด รองลงมาได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซนต์ และช่วง เปอร์เซนต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซนต์ส่วนช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซนต์มีความคงทนต่ำที่สุด ซึ่งแม้ว่าการศึกษาในครั้งนี้พบว่าความแตกต่างของแต่ละตัวชี้วัดระหว่างช่วงความลาดชันค่อนข้างมีน้อย แต่ในการใช้ประโยชน์จริงก็ควรพิจารณาซึ่งจากการศึกษาความคงทนของพื้นที่ในครั้งนี้อาจสรุปได้ว่าการใช้ประโยชน์พื้นที่ธรรมชาติโดยเฉพาะด้านนันทนาการเช่น การสร้างเส้นทางศึกษาธรรมชาติควรเลือกบริเวณที่มีความลาดชันของพื้นที่ไม่มากได้แก่ ช่วง เปอร์เซนต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซนต์และ <10 เปอร์เซนต์ แม้ว่าช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซนต์จะมีความคงทนสูงรองลงมาแต่ก็ไม่ใช่ตัวเลือกที่ดีนัก เนื่องจากพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงอาจเกิดผลกระทบด้านอื่นที่ไม่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้คือการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ซึ่งจากการศึกษาของ Hammit and Cole (1998) พบว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงมักประสบปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งถือว่าเป็นปัญหาที่ร้ายแรงในพื้นที่ธรรมชาติ

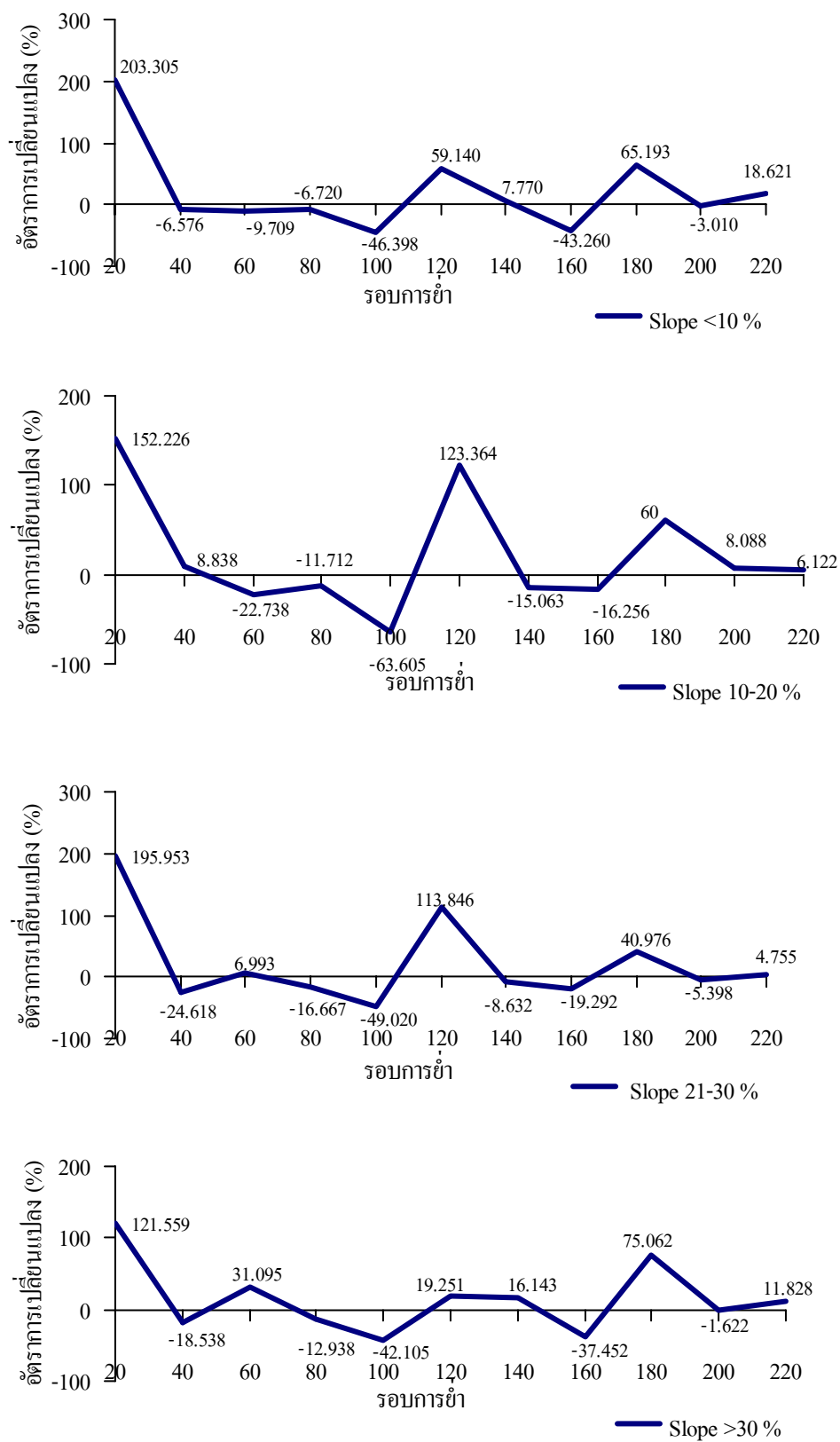
ตารางที่ 92 ระดับความคงทนของป่าดิบแล้งบริเวณช่วงความลาดชันที่แตกต่างกันในแต่ละตัวชี้วัด

| ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาด<br>ชัน (%) | ระดับความคงทน                      |                           |                              |                                 |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------|
|                                   | ความคงทนของ<br>ดินต่อการชะ<br>ล้าง | การยึดแน่นของ<br>เนื้อดิน | อัตราซาบซึมน้ำ<br>ผ่านผิวดิน | เปอร์เซ็นต์กล้าไม้<br>ที่รอดตาย |
| <10                               | สูง                                | สูง                       | ต่ำ                          | ต่ำ                             |
| 10-20                             | ต่ำ                                | สูง                       | สูง                          | สูง                             |
| 21-30                             | ต่ำ                                | ต่ำ                       | ต่ำ                          | สูง                             |
| >30                               | สูง                                | ต่ำ                       | สูง                          | ต่ำ                             |

## 2. ป่าดิบเขา

### 2.1 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อย

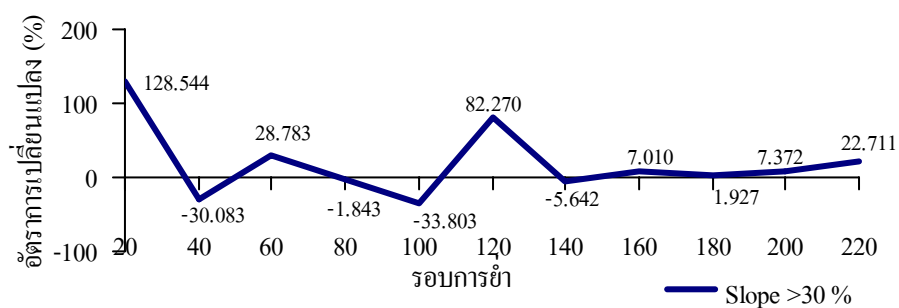
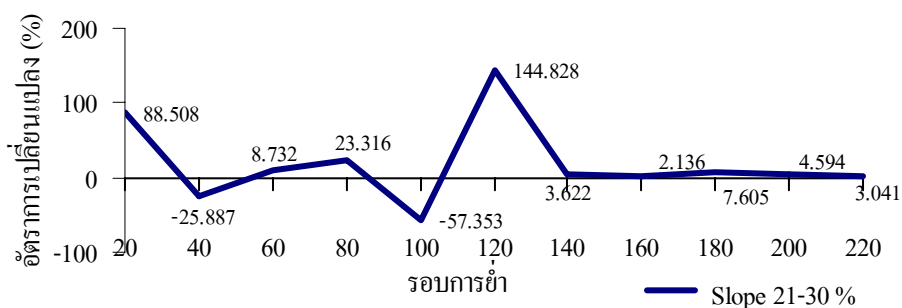
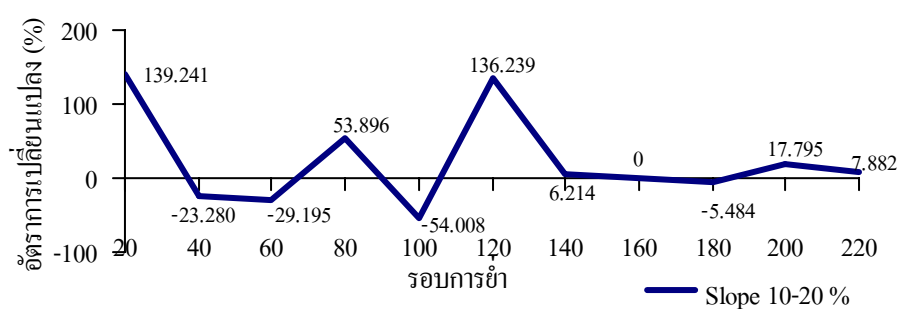
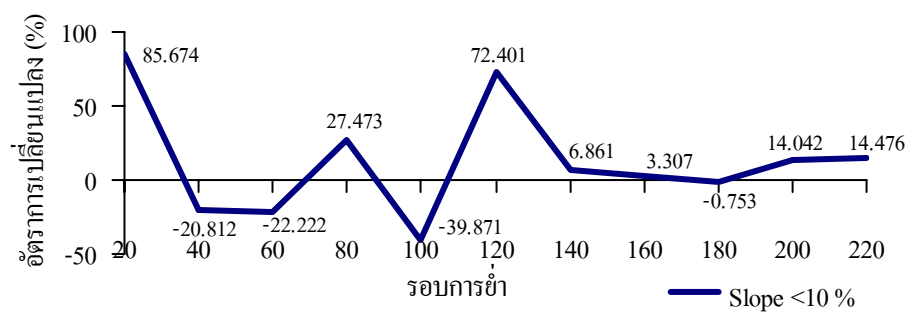
เมื่อนำอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อยมาสร้างเป็นกราฟ (ภาพที่ 47) พบว่าทั้ง 4 ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันในช่วงก่อนการย่อยกับการย่อยรอบที่ 20 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อยมีค่าสูงขึ้นมากนั้นก็เมื่อพื้นที่มีการย่อยจะทำให้ดินอัดแน่นเพิ่มขึ้นทันที หลังจากนั้นอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อยมีความผันแปรในทิศทางที่ลดลง และมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงมากที่สุดระหว่างการย่อยรอบที่ 80 กับรอบที่ 100 เนื่องจากเป็นช่วงที่พื้นที่อยู่ในระหว่างการสูญเสียหน้าดินจึงทำให้ดินค่อนข้างร่วนกว่าปกติ และหลังจากการย่อยรอบที่ 100 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อยมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ถึงประมาณการย่อยรอบที่ 120 ซึ่งหมายความว่าดินเริ่มที่จะอัดแน่นเพิ่มขึ้นเมื่อมีการย่อย แต่เมื่อพื้นที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำฝนในรอบการย่อยที่ 140 ถึง 160 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่อยก็มีความผันแปรในทางที่ลดลงอีกครั้ง ซึ่งเมื่อย่อยต่อไปและไม่มีอิทธิพลจากน้ำฝนดินก็เริ่มอัดแน่นและมีอัตราการเปลี่ยนแปลงระหว่างรอบการย่อยไม่แตกต่างกันมากนัก สังเกตได้ว่าระหว่างรอบการย่อยรอบที่ 200 กับ 220 เส้นกราฟเกือบจะขนานกันที่เป็นจำนวนรอบการย่อย และเมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่อย พบว่าช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่อย สูงที่สุดคือ 44.365 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 44.195 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 42.700 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยเท่ากับ 35.236 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความคงทนของป่าดิบเขาในส่วนของตัวชี้วัดด้านความคงทนของดินต่อการย่อยซึ่งบริเวณที่มีความคงทนสูงควรมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่อยไม่เกิน 43.448 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการศึกษาในครั้งนี้พบว่าบริเวณที่มีความคงทนสูงคือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนบริเวณที่มีความคงทนต่ำคือช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 47 กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความงทนของดินต่อการข่าป่าดิบเขา

## 2.2 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน

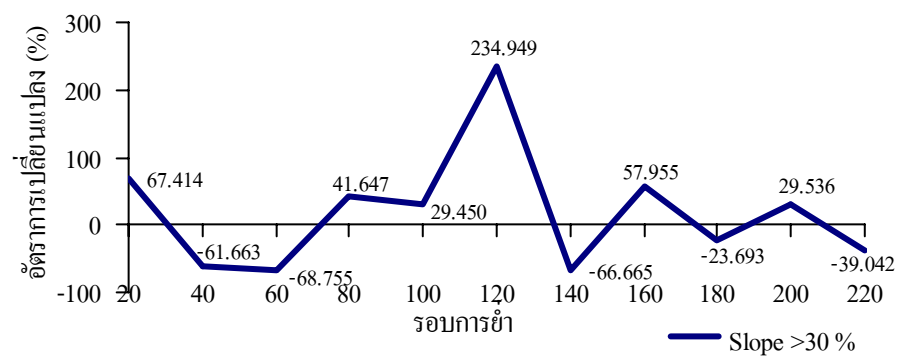
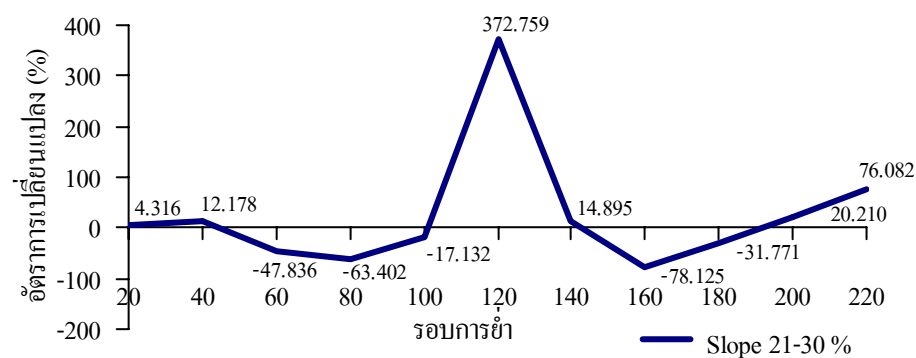
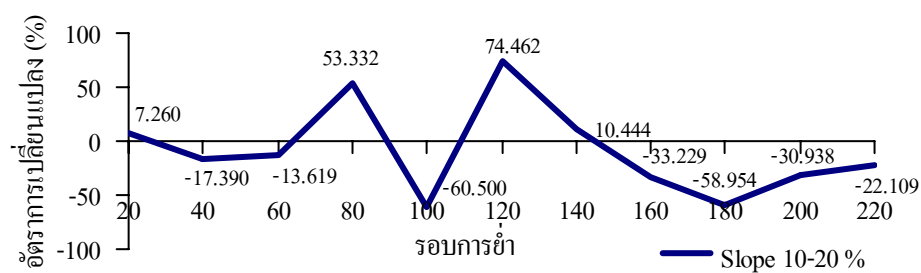
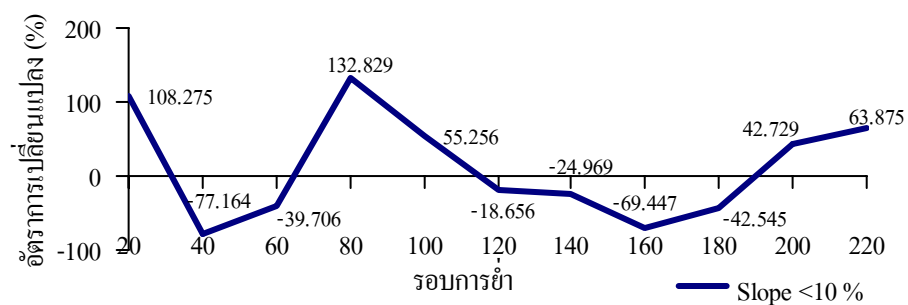
อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความยึดแน่นของเนื้อดินทั้ง 4 ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นทันทีเมื่อพื้นที่ถูกย่ำไป 20 รอบ (ภาพที่ 48) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลง เช่นเดียวกันกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ และหลังจากการย่ำรอบที่ 20 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ลดลงจนถึง ประมาณรอบที่ 100 ซึ่งเป็นช่วงที่หน้าดินถูกทำลายดินจึงมีการเกาะตัวกันหลวมๆ และการย่ำ ระหว่างรอบที่ 100 ถึง รอบที่ 120 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความยึดแน่นของเนื้อดินมีการ เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเพราะดินมีการเปลี่ยนแปลงจากช่วงที่ดินรวนที่สุดไปสู่ช่วงการ ยึดแน่น และมีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าความยึดแน่นของเนื้อดินไปอย่างช้าๆหลังจากรอบการย่ำที่ 120 เป็นต้นไป ซึ่งแสดงว่าหลังจากรอบการย่ำที่ 120 ความแตกต่างของค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน มีความแตกต่างกันไม่มากนัก ซึ่งเมื่อพิจารณาจากภาพที่ 2 ของการศึกษาในตอนที่ 2.2 เรื่องการ ยึดแน่นของเนื้อดิน จะพบว่าค่าความยึดแน่นของเนื้อดินค่อนข้างคงที่จากรอบการย่ำที่ 120 เป็นต้น ไป นั่นก็คือหลังการย่ำรอบที่ 120 เป็นต้นไปเมื่อการย่ำเพิ่มขึ้นการยึดแน่นของดินเริ่มที่จะคงที่ และ เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความยึดแน่นของเนื้อดินพบว่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ความ ลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ สูง ที่สุดคือ 43.021 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์มีอัตรา การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 33.602 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเปอร์เซ็นต์ ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ เท่ากับ 31.817 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลง เฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเท่ากับ 27.990 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งความคงทนของ พื้นที่เมื่อพิจารณาเรื่องความยึดแน่นของเนื้อดินสำหรับป่าดิบแล้งพื้นที่ที่มีความคงทนสูงควรมี อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความยึดแน่นของเนื้อดินไม่เกิน 32.710 เปอร์เซ็นต์ และ การศึกษาในครั้งนี้พบว่าบริเวณที่มีความคงทนสูงคือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ส่วนบริเวณที่มีคงทนต่ำคือช่วงเปอร์เซ็นต์ความ ลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์และ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 48 กราฟอัตราการใช้เปลี่ยนแปลงค่าความยึดแน่นของเนื้อดินป่าดิบเขา

### 2.3 อัตราการเปลี่ยนแปลงอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดิน

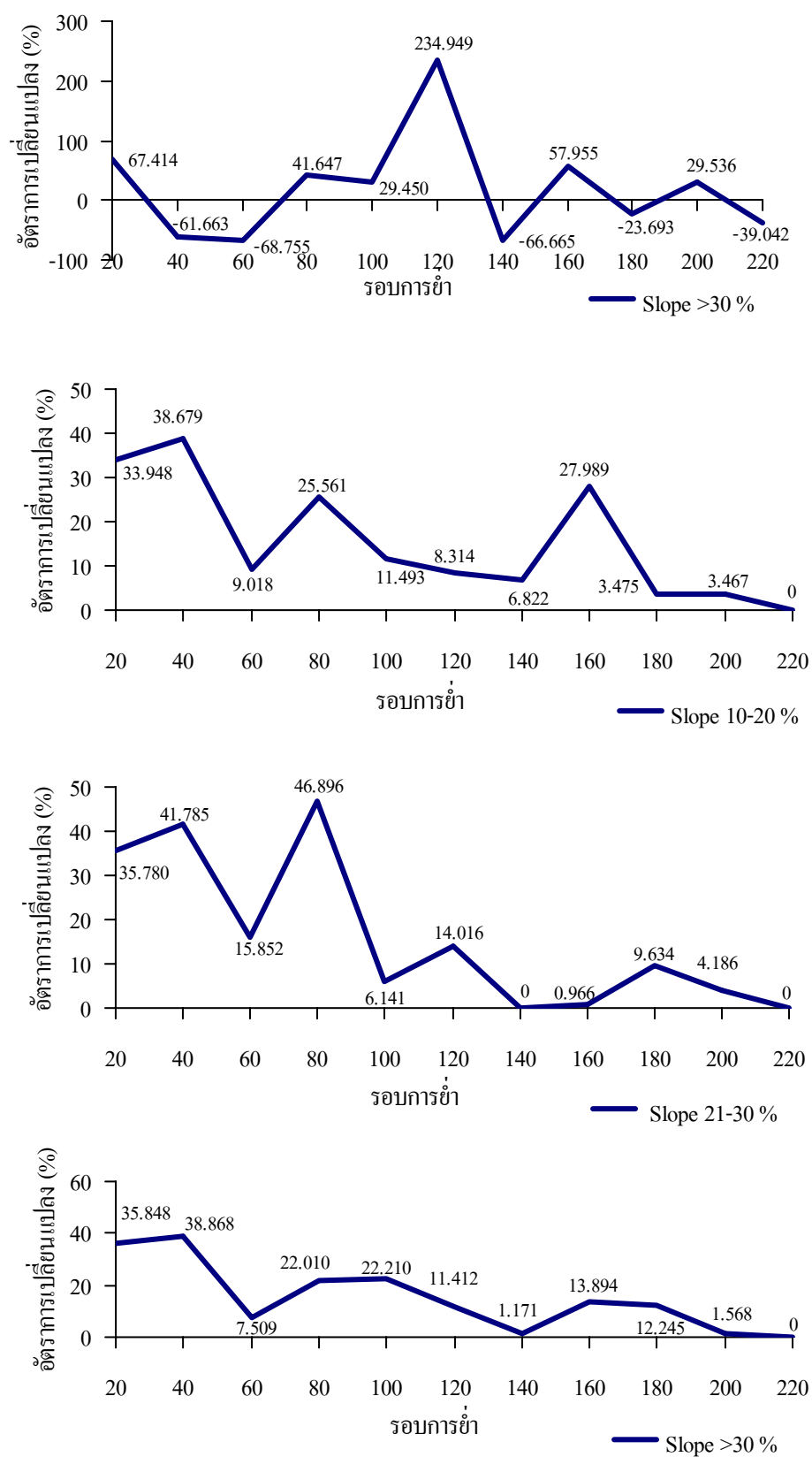
อัตราการเปลี่ยนแปลงอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเมื่อพิจารณาจากกราฟ (ภาพที่ 49) พบว่ามีความผันแปรของข้อมูลค่อนข้างสูงเนื่องจากใช้วิธีการศึกษาในพื้นที่โดยตรงซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่สมบูรณ์มากนักซึ่งการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการน่าจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุด แต่เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุดคือ 67.155 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ รองลงมาได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 65.524 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันน้อย 10 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 61.405 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินเท่ากับ 34.749 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งพื้นที่ที่มีความคงทนสูงควรมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินไม่เกิน 63.465 เปอร์เซ็นต์ และการศึกษาในครั้งนี้พบว่าบริเวณที่มีความคงทนสูงคือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาด <10 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ส่วนบริเวณที่มีความคงทนต่ำคือและช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 49 กราฟอัตราการเปลี่ยนแปลงอัตราขาบขุดน้ำผ่านผิวดินป่าดิบเขา

## 2.4 อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตาย

เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายจากกราฟ (ภาพที่ 50) พบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตาย มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ลดลงอย่างรวดเร็วทั้ง 4 ช่วงความลาดชัน ในช่วงรอบการย่ำ 20 ถึง 80 รอบ ทั้งนี้เพราะช่วงต้นของการย่ำปริมาณกล้าไม้ยังคงมีอยู่ในแปลงศึกษาค่อนข้างมากเมื่อมีการย่ำจึงทำให้กล้าไม้โดนทำลายมากจึงเหลือกล้าไม้มีน้อยลงอัตราการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ลดลงของกล้าไม้ที่เหลือจึงมีค่อนข้างสูง สำหรับรอบการย่ำประมาณระหว่างรอบที่ 100 ถึง 120 ของช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซนต์ และระหว่างรอบการย่ำที่ 140 ถึง 160 ของช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซนต์ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายในทิศทางที่ลดลงอย่างรวดเร็วอีกครั้งนั้น จะเห็นว่าการย่ำช่วงก่อนหน้านี้มีอัตราการเปลี่ยนแปลงมีค่อนข้างน้อยซึ่งกล้าไม้มีการถูกทำลายแต่เป็นการทำให้เกิดการฉีกหักเท่านั้นแต่ไม่ถึงกับตายและเมื่อได้รับการย่ำสะสมมากเพิ่มมากขึ้นก็ตายในที่สุดซึ่งอาจตรงกับช่วงการย่ำดังกล่าว และเมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายพบว่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตาย สูงที่สุดคือ 15.932 เปอร์เซนต์ รองลงมาได้แก่ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายเท่ากับ 15.342 เปอร์เซนต์ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายเท่ากับ 15.158 เปอร์เซนต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซนต์มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายเท่ากับ 13.518 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ซึ่งพื้นที่ที่มีความคงทนสูงควรมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตายไม่เกิน 15.250 เปอร์เซนต์ และการศึกษาในครั้งนี้พบว่าบริเวณที่มีความคงทนสูงคือช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซนต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซนต์ส่วนบริเวณที่มีคงทนต่ำคือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซนต์และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซนต์

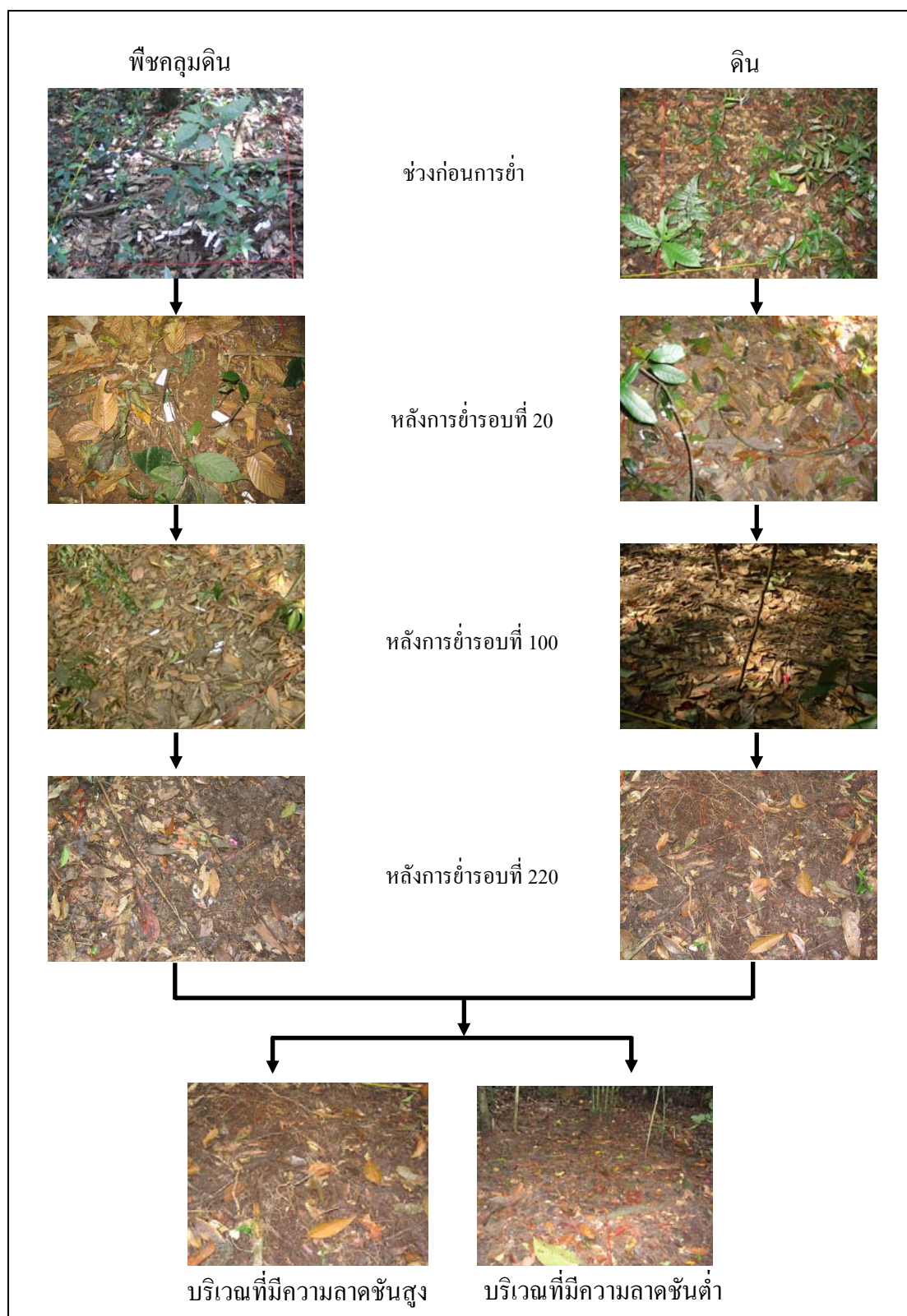


ภาพที่ 50 กราฟอัตราการใช้เปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ค่าไม้ป่าดิบเขาที่รอดตาย

เมื่อพิจารณาระดับความคงทนของป่าดิบเขาในช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่างกัน (ตารางที่ 93) พบว่าบริเวณที่มีความคงทนสูงที่สุดคือในช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นบริเวณที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดที่ใช้ในการศึกษาน้อยที่สุดในทุกตัวชี้วัด รองลงมาได้แก่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ และ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์เป็นบริเวณที่มีความคงทนต่ำที่สุด ซึ่งในการพิจารณาใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าดิบเขาเพื่อเป็นเส้นทางศึกษาธรรมชาติควรเลือกบริเวณที่มีความลาดชันไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์เนื่องจากบริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีความคงทนที่สุด และแม้ว่าช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ค่อนข้างที่จะมีความคงทนสูงในตัวชี้วัดที่ทำการศึกษา แต่ก็ไม่ใช่เหตุผลที่ดีที่จะเลือกใช้ประโยชน์บริเวณนี้ ซึ่งสาเหตุหนึ่งที่ควรหลีกเลี่ยงบริเวณนี้ก็คล้ายกับกรณีของป่าดิบแล้งคือพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงโอกาสที่จะเกิดการชะล้างพังทลายก็มีสูงตามไปด้วย

ตารางที่ 93 ระดับความคงทนของป่าดิบเขาบริเวณช่วงความลาดชันที่แตกต่างกันในแต่ละตัวชี้วัด

| ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน<br>(%) | ระดับความคงทน         |                           |                              |                                 |
|----------------------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------|
|                                  | ความคงทน              |                           |                              |                                 |
|                                  | ของดินต่อการ<br>การชะ | การยึดแน่นของ<br>เนื้อดิน | อัตราซาบซึมน้ำ<br>ผ่านผิวดิน | เปอร์เซ็นต์กล้าไม้<br>ที่รอดตาย |
| <10                              | สูง                   | สูง                       | สูง                          | สูง                             |
| 10-20                            | ต่ำ                   | ต่ำ                       | สูง                          | ต่ำ                             |
| 21-30                            | ต่ำ                   | ต่ำ                       | ต่ำ                          | ต่ำ                             |
| >30                              | สูง                   | สูง                       | ต่ำ                          | สูง                             |



ภาพที่ 51 การเปลี่ยนแปลงของดินและสัณฐานพีชคลุมดินจากการขี้

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

การวิเคราะห์ความคงทนของพื้นที่ต่อกิจกรรมการใช้ประโยชน์เส้นทางในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในครั้งนี้ เพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดป่า ความลาดชันและการย่ำ ต่อการเปลี่ยนแปลงของดินและสังคมพืชคลุมดินบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ตลอดจนเพื่อประเมินความคงทนของป่าแต่ละชนิดที่มีความลาดชันต่างกันว่ามีความคงทนสูงหรือต่ำ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้เป็นงานวิจัยแบบทดลอง ในพื้นที่ธรรมชาติโดยใช้แผนการทดลองแบบ สปลิท-พลอต ที่จัดแปลงทดลองหลัก แบบบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ที่มี 2 ซ้ำ โดยทรีทเมนต์สำหรับแปลงทดลองหลัก คือปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน และทรีทเมนต์สำหรับหน่วยทดลองรอง คือการย่ำและไม่ย่ำ ซึ่งตัวชี้วัดที่ทำการศึกษาคือการเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงได้แก่ ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ ค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราการซึมผ่านผิวดินและเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ สำหรับการประเมินความคงทนของพื้นที่ที่จะศึกษาจาก อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของอัตราการซึมผ่านผิวดินและอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้าไม้ที่รอดตาย ซึ่งสรุปได้ว่า

1. ความคงทนของดินต่อการย่ำพบว่าตัวแปรส่วนใหญ่ที่มีผลต่อความแตกต่างของค่าความคงทนของดินต่อการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ จำนวนรอบการย่ำซึ่งพบว่าจำนวนรอบการย่ำส่งผลต่อความคงทนของดินต่อการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่เริ่มย่ำจนถึงการย่ำรอบที่ 220 และพบว่าชนิดป่ามีผลต่อค่าความคงทนของดินต่อการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติร่วมกับช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันและจำนวนรอบการย่ำ โดยปัจจัยร่วมระหว่างชนิดป่ากับปัจจัยดังกล่าวส่งผลต่อค่าความคงทนของดินต่อการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในรอบการย่ำที่ 20 80 ถึง 160 และรอบการย่ำที่ 200 ตามลำดับ ส่วนช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันบ้างในบางรอบของการย่ำและปรากฏร่วมกับชนิดป่าและจำนวนรอบการย่ำเช่นกันและมีผลต่อค่าความคงทนของดินต่อการย่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในรอบการย่ำที่ 100 ถึง 140 และรอบการย่ำที่ 200 ตามลำดับอีก เมื่อพิจารณาการทดสอบทางสถิติร่วมกับกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนของดินต่อการย่ำกับจำนวนการย่ำที่เพิ่มขึ้นพบว่าหลังจากย่ำไป 20 รอบ ค่าความคงทนของดินต่อการย่ำมีค่าเพิ่มขึ้นทั้งป่าดิบแล้งและป่าดิบเขา และค่อยๆ ลดลงเมื่อการย่ำเพิ่มขึ้นเป็น 40 รอบ

เรื่อยไปจนถึงการย่ำผ่านไป 100 รอบ อีกทั้งยังพบว่าค่าความคงทนของดินต่อการย่ำจะลดลงมาอีกครั้งทั้งในป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาที่การย่ำประมาณ 120 ถึง 160 รอบ ทั้งนี้เพราะมีฝนตกในช่วงเวลาดังกล่าว แต่หลังจากนั้นค่าความคงทนของดินต่อการย่ำก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆเมื่อการย่ำผ่านไป 160 ถึง 180 รอบ และเมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟจะเห็นได้ว่าเส้นกราฟเริ่มจะเป็นเส้นตรงหลังจากการย่ำรอบที่ 180 เป็นต้นไปนั่นแสดงว่าค่าความคงทนของดินต่อการย่ำเริ่มจะคงที่เมื่อการย่ำผ่านไป 180 รอบ

2. ความยึดแน่นของเนื้อดินพบว่าตัวแปรส่วนใหญ่ที่มีผลต่อความแตกต่างของค่าความยึดแน่นของเนื้อดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ จำนวนรอบการย่ำและชนิดป่า ส่วนช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ที่มีผลบ้างเช่นเดียวกับค่าความคงทนของดินต่อการย่ำ ซึ่งพบว่าค่าความยึดแน่นของเนื้อดินในป่าดิบแล้งมีค่าสูงกว่าป่าดิบเขาทั้งนี้อาจเนื่องจากดินในป่าดิบแล้งค่อนข้างร่วนเมื่อถูกย่ำจะทำให้เกิดการยึดแน่นได้ง่ายเช่นเดียวกับกรณีความคงทนของดินต่อการย่ำ และพบว่าค่าความยึดแน่นของเนื้อดินทั้งสองชนิดป่าจะค่อยๆเพิ่มขึ้นเมื่อเริ่มย่ำ แต่จะมีค่าลดลงในช่วงหลังการย่ำรอบที่ 20 จนถึงประมาณการย่ำรอบที่ 60 ถึง 100 ซึ่งช่วงนี้เป็นช่วงที่ผิวหน้าดินถูกทำลายเช่นเดียวกับกรณีความคงทนของดินต่อการย่ำ และหลังจากการย่ำรอบที่ 100 เป็นต้นไปค่าความยึดแน่นของเนื้อดินก็มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อรอบการย่ำเพิ่มขึ้น อีกทั้งค่าความยึดแน่นของเนื้อดินจะมีค่าสูงเมื่อพื้นที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันไม่มากซึ่งในป่าดิบแล้งจะเห็นว่าช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันที่  $<10$  เปอร์เซ็นต์จะมีค่าความยึดแน่นของเนื้อดินสูง และเห็นได้ชัดเจนว่าค่าความยึดแน่นของเนื้อดินเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนรอบการย่ำเพิ่มขึ้น

3. อัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินพบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่ที่มีผลต่อความแตกต่างของอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ จำนวนรอบการย่ำและชนิดป่า ส่วนช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันไม่ค่อยมีความแตกต่าง เช่นเดียวกับค่าความคงทนของดินต่อการย่ำและค่าความยึดแน่นของเนื้อดิน ซึ่งป่าดิบแล้งมีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่าป่าดิบเขา และสำหรับป่าดิบแล้งบริเวณที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันสูงๆ มีอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินสูงกว่าพื้นที่ที่มีช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่ำๆ และมีค่าค่อนข้างสูงและผันแปรมากในช่วงการย่ำก่อนรอบที่ 160 และหลังการย่ำรอบที่ 160 เป็นต้นมาอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินลดลงอย่างรวดเร็วและเริ่มที่จะคงที่ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากพื้นที่ที่ได้รับปริมาณน้ำฝนในช่วงนี้มาก ส่วนป่าดิบเขาช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ที่มีผลต่ออัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินไม่แตกต่างกันมากนักแต่จะเห็นผลค่อนข้างชัดเจนว่าอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินจะสูงในช่วงแรกและลดลงในช่วงการย่ำที่ประมาณ 40 รอบ จากนั้นอัตราซาบซึมน้ำผ่านผิวดินจะเพิ่มขึ้นอีกซึ่งเป็นช่วงที่ผิวหน้าดินถูกเปิดทำให้ดินค่อนข้างร่วน และ

อัตราขาบซึมึน้ำผ่านผิวดินค่อยๆลดลงที่จำนวนการย่ำประมาณ 100 รอบขึ้นไปและอัตราขาบซึมึน้ำผ่านผิวดินเริ่มมีอัตราคงที่เมื่อการย่ำผ่านไป 160 รอบ ซึ่งดินเริ่มอัดแน่นและได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝนทำให้ดินอึมตัว

4. เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ จำนวนรอบการย่ำ รองลงมาคือชนิดป่าแต่ก็มีผลเพียงไม่กี่รอบของการย่ำ ส่วนช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้ไม่แตกต่างกัน จึงทำให้การย่ำมีผลต่อการลดลงของกล้าไม้ค่อนข้างชัดเจนกว่าปัจจัยด้านอื่นๆ ซึ่งทั้งป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาเมื่อการย่ำผ่านไปเพียง 20 รอบซึ่งเป็นการย่ำในครั้งแรก ก็พบว่ากล้าไม้ถูกทำลายลดลงไปเกือบครึ่งหนึ่งของทั้งหมดในแต่ละชนิดป่า และจำนวนกล้าไม้ลดลงเกือบหมดเมื่อการย่ำผ่านไปเพียง 60 รอบ

5. การประเมินความคงทนตามธรรมชาติของพื้นที่ป่าแต่ละชนิดจากการศึกษาพบว่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์ของป่าดิบแล้งมีความคงทนสูงที่สุดรองลงมาได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์ และช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน>30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์มีความคงทนต่ำที่สุด ส่วนป่าดิบเขาพบว่าในช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน <10 เปอร์เซ็นต์มีความคงทนสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน >30 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 10-20 เปอร์เซ็นต์และ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน 21-30 เปอร์เซ็นต์เป็นบริเวณที่มีความคงทนต่ำที่สุด ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงการให้ประโยชน์ทั้งสองชนิดป่าควรเลือกพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำได้แก่ช่วงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์เนื่องจากมีความคงทนสูง

#### ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการย่ำส่งผลกระทบต่อพื้นที่ทั้งดินและพืช ซึ่งในความเป็นจริงการใช้ประโยชน์ควรคำนึงถึงเรื่องนี้ คือควบคุมการใช้ประโยชน์ให้อยู่ในบริเวณที่กำหนดโดยเฉพาะการใช้ประโยชน์เส้นทางศึกษาธรรมชาติ การออกนอกเส้นทางที่กำหนดเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่จะก่อปัญหาให้กับสภาพธรรมชาติ

2. จากผลการศึกษาจะเห็นถึงความแตกต่างของความคงทนในแต่ละพื้นที่ที่เน้นการใช้ประโยชน์พื้นที่ซึ่งควรพิจารณาเป็นแหล่งๆ ไปไม่ควรพิจารณาโดยรวมและสำหรับพื้นที่อื่นๆ ที่ยังไม่มีการเปิดใช้ประโยชน์หากจะเปิดให้มีการใช้ประโยชน์ควรมีการศึกษาถึงความคงทนของพื้นที่เพื่อก่อนให้การใช้ประโยชน์นั้นๆ เหมาะสมกับพื้นที่และสามารถวางแผนการจัดการเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบที่เกินจะควบคุมได้

3. การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวางแผนทดลองในพื้นที่ธรรมชาติโดยตรงและทำการศึกษาโดยตรงในพื้นที่ ซึ่งแปลงทดลองที่กำหนดขึ้นมีจำนวนแปลงค่อนข้างมาก ทำให้ต้องใช้เวลาในการเก็บวัดข้อมูลนานตามไปด้วย ซึ่งตัวแปรที่ทำการศึกษาคำนึงต้องเก็บในระยะเวลาใกล้เคียงกันเพื่อป้องกันผลกระทบจากปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับแปลงทดลองที่ยังไม่มีการเก็บข้อมูล ซึ่งการศึกษานี้พบว่านอกจากผลกระทบจากสัตว์และคนแล้ว ปริมาณน้ำฝนเป็นผลกระทบหลักที่มีต่อผลการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของดิน อีกทั้งจำนวนแปลงทดลองที่มากยังทำให้ความถี่ในการเข้าค่อนข้างน้อยเพราะจำนวนคนไม่พอ รวมถึงการศึกษาไม่สามารถที่ครอบคลุมได้ทุกตัวแปร การศึกษาในครั้งต่อไปควรจะศึกษาในพื้นที่ธรรมชาติโดยตรงเช่นเดิมแต่ควรลดจำนวนแปลงทดลองให้น้อยลง ลดระยะเวลาในการศึกษา เพิ่มจำนวนคนเก็บข้อมูลและความถี่ในการเข้า ควรทำการศึกษาเป็นช่วงฤดูกาล เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมในแต่ละฤดูกาลอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่ทำการศึกษาแตกต่างกัน ซึ่งการศึกษาลักษณะนี้อาจสามารถได้ข้อสรุปที่ชัดเจนว่าในแต่ละฤดูกาลพื้นที่ที่มีความคงทนเพียงใด และผลการศึกษาในแต่ละฤดูกาลมีความแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งหากผลการศึกษาไม่แตกต่างกันการศึกษานี้ครั้งต่อไปสามารถเลือกฤดูกาลใดฤดูกาลหนึ่งเพื่อทำการศึกษาก็ได้ แต่ถ้าผลการศึกษาแตกต่างกันก็สามารถนำข้อมูลมาใช้ในการจัดการพื้นที่ว่าแต่ละช่วงฤดูกาลจะมีการจัดการพื้นที่เพื่อรองรับการใช้ประโยชน์อย่างไร อีกทั้งควรเพิ่มการศึกษาในปัจจัยอื่นๆ เช่น อัตราการชะล้างพังทลายของดิน ปริมาณการสูญเสียหน้าดินและเศษซากพืช เป็นต้น และตัวแปรด้านการเปลี่ยนแปลงของดินควรนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการเนื่องจากเป็นวิธีการวัดที่ค่อนข้างละเอียดและมีเครื่องมือซึ่งไม่สามารถนำออกภาคสนามได้แต่มีความเป็นมาตรฐานกว่าเพื่อเป็นการลดความผิดพลาดของข้อมูลที่เกิดจากการวัด

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2544. คู่มือดูแลรักษาอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. ส่วนอุทยานแห่งชาติ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2547. สถิตินักท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_. 2548. อุทยานแห่งชาติกับมรดกโลก  
แหล่งที่มา: [http://www.dnp.go.th/parkreserve/world\\_np\\_03.asp?lg=1](http://www.dnp.go.th/parkreserve/world_np_03.asp?lg=1)

กลุ่มภูมิอากาศ. 2548. สถิติภูมิอากาศ. กรมอุตุนิยมวิทยา. กรุงเทพฯ.

กองอุทยานแห่งชาติ. 2529. แผนการจัดการอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พ.ศ. 2530-2534. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ก่อเกียรติ นัตรศิริวรกุล. 2546. ผลกระทบของกิจกรรมพักผ่อนด้วยเต็นท์ต่อพรรณพืชและการชะงักงันในดินอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกษม จันทร่แก้ว. 2540. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดร.ชนิ เอมพันธุ์. 2541. เอกสารประกอบการสอนวิชา 301442 การวางแผนและออกแบบอุทยานและพื้นที่นันทนาการ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดร.ชนิ เอ็มพันธุ์. 2546. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการจัดการอุทยานแห่งชาติ  
สำหรับหัวหน้าอุทยานแห่งชาติ วันที่ 26 สิงหาคม พ.ศ. 2546 ณ ฟู้ดฮอลล์รีสอร์ท อำเภอ  
ไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดร.ชนิ เอ็มพันธุ์. 2547. เอกสารประกอบการสอนวิชา หลักนันทนาการและการท่องเที่ยวทาง  
ธรรมชาติ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดอกรัก มารอด. 2542. การสู่มตัวอย่างสังคมพืช. แนวทางในการศึกษาความหลากหลายทาง  
ชีวภาพ. โครงการจัดตั้งศูนย์ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพฯ ฯ.

เต็ม สมิตินันท์. 2520. พันธุ์ไม้ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. สมาคมเพื่อนเขาใหญ่, กรุงเทพฯ.

นภวรรณ ฐานะกาญจน์. 2541. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาหัวหน้าอุทยานแห่งชาติและวน  
อุทยาน ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 12-15 กันยายน พ.ศ. 2541 โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ จังหวัด  
เชียงใหม่. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_. 2547. เอกสารประกอบการสอนวิชา ผลกระทบต่อนันทนาการ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา  
คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิตยา วิรุฬห์รัตน์. 2526. ความสัมพันธ์ระหว่างการมีส่วนร่วมในกิจกรรมนันทนาการกลางแจ้งกับ  
ทัศนคติที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รติกร น่วมภักดี. 2543. ปัญหาพิเศษ เรื่อง ความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่องิจกรรมเดินป่าศึกษา  
ธรรมชาติ กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา  
คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รติกร น่วมักดี. 2543. ปัญหาพิเศษ เรื่อง ความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อกิจกรรมเดินป่าศึกษาธรรมชาติ กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. อ้างถึง ธนบุญ แจ่มกระจ่าง. 2542. 5 เส้นทางท่องไพรยอดนิยม: Trips Magazine. 32: 75-105.

\_\_\_\_\_. 2545. ผลกระทบของกิจกรรมเดินป่าต่อพรรณพืชและคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของดินในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สงคราม ธรรมมิญช. 2526. วิธีสูมตัวอย่างทรัพยากรป่าไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุรเชษฐ์ เขษฐมาศ. 2535. นันทนาการกับการป่าไม้ชุมชน เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาการป่าไม้ชุมชน. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

\_\_\_\_\_, ครรชนี เอ็มพันธุ์, วิจักขณ์ ฉิมโหม และ วิชาญ เอียดทอง. 2538. โครงการศึกษาการท่องเที่ยวเพื่อรักษาระบบนิเวศ : กรณีภาคใต้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เสนอต่อ การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย.

สุระ พัฒนเกียรติ. 2531. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบแผนการกระจายของพันธุ์พืชกับดินในทุ่งหญ้าของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทัศน์ พุกกะชาติศิริ. 2531. การวิเคราะห์สมรรถนะความคงทนของดินในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชี โดยวิธีอัตราส่วนการแตกกระจาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิทย์ แสงทองพราว. 2514. ปฏิบัติการนิเวศวิทยาป่าไม้. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เสาวนีย์ สารเนตร. 2547. การประเมินประสิทธิผลการจัดการอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศรีทอง มุงเมือง. 2530. การวิเคราะห์สถานะความคงทนของดินในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่แจ่ม อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุทิศ ภูอินทร์. 2542. นิเวศวิทยาป่าไม้พื้นฐานเพื่อการป่าไม้. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_. 2542. นิเวศวิทยาป่าไม้พื้นฐานเพื่อการป่าไม้. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. อ้างถึง Transley, A.G. 1939. The Plant Community and the Ecosystem. Jour. Ecol. 27:513-530.

Cole, D.N. 1993. **Trampling effects on mountain vegetation in Washington, Colorado, New Hampshire and North Carolina.** Research Paper. INT-464. Ogden, UT: U.S.D.A., Forest Service, Intermountain Research Station.

Cole, D.N. 1995a. **Experimental trampling of vegetation. II. Predictors of resistance and resilience.** Journal of Applied Ecology. 32 :215-224.

Cole, D.N. 1995b. **Recreational Trampling Experiments: Effects of Trampler Weight and Shoe Type.** United States Department of Agriculture, USA.

Hammit, William E. and David N. Cole. 1998. **Wildland Recreation Ecology and Management.** Second Edition. John Wiley & Sons, Inc., United States of America.

Kendeigh, S.C. 1975. **Ecology with special reference to animals and man.** Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi.

Liddle, M.J. 1997. **Recreation Ecology : the ecological impact of outdoor recreation and ecotourism.** Chapman & Hall, London, UK.

- Marion, J.L. 1998. **Recreation ecology research findings: Implications for wilderness and park managers.** In: Proceedings of the National Outdoor Ethics Conference, April 18-21, St. Louis, MO. Gaithersburg, MD: Izaak Walton League of America.
- Monz, A. C., T. Pokorny, J. Freilich, S. Kehoe and D.A. Baumeister. 2000. **The Consequences of Trampling Disturbance in two vegetation Types at the Wyoming Nature Conservancy's Sweetwater River Project Area.** USDA Forest Service Proceedings RMRS. 5:153-159.
- Pratt, J. n.d. **The Effect of Human Trampling on Three Vegetation Communities in Mount Elgon National Park.** Available Source:  
<http://www.env.leeds.ac.uk/elgon/trampling.html>
- Roover, P., K. Verheyen, M. Hermy and H. Gulinck. 2004. **Experimental trampling and vegetation recovery in some forest and heathland communities.** Applied Vegetation Science 7:111-118.
- Trisurat, Y., A. Eiumnoh, P. Tharnchai and K. Pongphanit. 1996. Mapping Natural Landscape Variation in Khao Yai National Park, Thailand. **Tropical Forestry in the 21st Century.** 5 : 73 - 85

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 รายชื่อพรรณไม้ป่าดิบแล้งในแปลงตัวอย่างขนาด 25 X 50 ตารางเมตร

| ชนิดที่ | ชื่อสามัญ     | ชื่อวิทยาศาสตร์                                    | วงศ์             | จำนวนต้น |
|---------|---------------|----------------------------------------------------|------------------|----------|
| 1       | ขางปอย        | <i>Acalypha kerrii</i> Craib                       | Euphorbiaceae    | 4        |
| 2       | กะอาม         | <i>Acronychia pedunculata</i> Miq.                 | Rutaceae         | 6        |
| 3       | สังกะโต้ง     | <i>Aglaia lawii</i> (Wight) C.J.Saldanha           | Meliaceae        | 3        |
| 4       | ประยงค์       | <i>Aglaia odorata</i> Lour.                        | Meliaceae        | 6        |
| 5       | ค้ำคาว        | <i>Aglaia pirifera</i> Hance                       | Meliaceae        | 4        |
| 6       | หมักฟักดง     | <i>Apodytes dimidiata</i> E.MEY.                   | Icacinaceae      | 10       |
| 7       | กฤษณา         | <i>Aqlaria crassna</i> Pierre ex H.Lec.            | Thymelaeaceae    | 1        |
| 8       | ดาเบ็ดดาไก่อ  | <i>Ardisia</i> sp.                                 | Myrsinaceae      | 3        |
| 9       | มะหาด         | <i>Artocarpus lacucha</i> Roxb.                    | Moraceae         | 1        |
| 10      | มะกาดั้น      | <i>Bridelia insulata</i> Hance                     | Euphorbiaceae    | 8        |
| 11      | กระโดงแดง     | <i>Chionanthus microstigma</i> (Gagnep.) P.S.Green | Oleaceae         | 1        |
| 12      | อวบน้ำ        | <i>Chionanthus ramiflorus</i> Roxb.                | Oleaceae         | 1        |
| 13      | กะเพราดั้น    | <i>Cinnamomum glaucescens</i> Drury                | Lauraceae        | 3        |
| 14      | เทพทาร์       | <i>Cinnamomum porrectum</i> (Roxb.) Kosterm.       | Lauraceae        | 1        |
| 15      | สุรามะริด     | <i>Cinnamomum subavenium</i> Miq.                  | Lauraceae        | 6        |
| 16      | indeterminate | <i>Diospiros</i> sp.                               | Ebenaceae        | 1        |
| 17      | ยางเสียน      | <i>Diploperocarpus gracilis</i> Blume.             | Dipterocarpaceae | 4        |
| 18      | หนังหนา       | <i>Enicosanthum fuscum membranaceum</i> J.Sinclair | Annonaceae       | 1        |
| 19      | ตังดาบอด      | <i>Excoecaria oppositifolia</i> Griff.             | Euphorbiaceae    | 3        |
| 20      | ขี้หนอนควาย   | <i>Gironniera subaequalis</i> Planch.              | Ulmaceae         | 3        |
| 21      | กระเบา        | <i>Hydnocarpus</i> sp.                             | Flacourtiaceae   | 1        |
| 22      | เลื้อยควาย    | <i>Knema erratica</i> (Hook.f.& Thomson) Sinclair  | Myristicaceae    | 1        |
| 23      | indeterminate | indeterminate                                      | Lauraceae        | 3        |
| 24      | ปอขี้แฮด      | <i>Milusa lineata</i> (Craib) Aiston               | Annonaceae       | 1        |

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

| ชนิดที่ | ชื่อสามัญ      | ชื่อวิทยาศาสตร์                                  | วงศ์           | จำนวนต้น |
|---------|----------------|--------------------------------------------------|----------------|----------|
| 25      | กระทุ่มเขา     | <i>Neonauclea calycina</i> (Bartl. ex DC.) Merr. | Rubiaceae      | 2        |
| 26      | เงาะขนเทา      | <i>Nephelium melliferum</i> Gagnep.              | Sapindaceae    | 1        |
| 27      | แหลนบก         | <i>Phoebe lanceolata</i> Nees                    | Lauraceae      | 1        |
| 28      | กอมขม          | <i>Picrasma javanica</i> Bl.                     | Simaroubaceae  | 1        |
| 29      | indeterminate  | <i>Polyalthia</i> sp.                            | Annonaceae     | 10       |
| 30      | สติตัน         | <i>Sloanea sigun</i> (Blume) K.Schum             | Elaeocarpaceae | 1        |
| 31      | กัคลิ้น        | <i>Walsura trichostemon</i> Miq.                 | Meliaceae      | 1        |
| 32      | indeterminate1 | indeterminate1                                   | indeterminate1 | 1        |
| 33      | Indeterminate2 | Indeterminate2                                   | Indeterminate2 | 1        |
| 34      | Indeterminate3 | Indeterminate3                                   | Indeterminate3 | 1        |
| 35      | Indeterminate4 | Indeterminate4                                   | Indeterminate4 | 1        |
| 36      | Indeterminate5 | Indeterminate5                                   | Indeterminate5 | 1        |
| รวม     |                |                                                  |                | 98       |

ตารางผนวกที่ 2 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์และดัชนีค่าความสำคัญ (IVI) ของ  
พรรณไม้ป่าดิบแล้ง

| ชื่อ                                                            | ความ<br>หนาแน่น<br>สัมพัทธ์ (%) | ความเด่น<br>สัมพัทธ์ (%) | ดัชนีค่า<br>ความสำคัญ<br>(IVI) |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| ยางเลี่ยน ( <i>Diperocarpus gracilis</i> Blume.)                | 4.082                           | 52.294                   | 56.376                         |
| สุรามะริด ( <i>Cinnamomum subavenium</i> Miq.)                  | 6.122                           | 13.740                   | 19.862                         |
| หมักฟักดง ( <i>Apodytes dimidiata</i> E.MEY.)                   | 10.204                          | 5.006                    | 15.210                         |
| มะกาดิน ( <i>Bridelia insulata</i> Hance )                      | 8.163                           | 2.815                    | 10.979                         |
| <i>Polyalthia</i> sp.                                           | 10.204                          | 0.669                    | 10.873                         |
| กะอวม ( <i>Acronychia pedunculata</i> Miq.)                     | 6.122                           | 0.854                    | 6.976                          |
| ประยงค์ ( <i>Aglaia odorata</i> Lour.)                          | 6.122                           | 0.443                    | 6.565                          |
| ค้างคาว ( <i>Aglaia pirifera</i> Hance)                         | 4.082                           | 2.400                    | 6.481                          |
| สังกะโต้ง ( <i>Aglaia lawii</i> (Wight) C.J.Saldanha)           | 3.061                           | 3.226                    | 6.287                          |
| จีหนอนควาย ( <i>Gironniera subaequalis</i> Planch.)             | 3.061                           | 2.308                    | 5.369                          |
| Indeterminate3                                                  | 1.020                           | 4.278                    | 5.298                          |
| ขางปอย ( <i>Acalypha kerrii</i> Craib)                          | 4.082                           | 0.374                    | 4.456                          |
| Lauraceae                                                       | 3.061                           | 0.867                    | 3.928                          |
| ตั้งดาบอด ( <i>Excoecaria oppositifolia</i> Griff.)             | 3.061                           | 0.533                    | 3.595                          |
| สดีต้น ( <i>Sloanea sigun</i> (Blume) K.Schum)                  | 1.020                           | 2.470                    | 3.490                          |
| ดาเบ็ดดาไก่ ( <i>Ardisia</i> sp.)                               | 3.061                           | 0.302                    | 3.363                          |
| กะเพราต้น ( <i>Cinnamomum glaucescens</i> Drury)                | 3.061                           | 0.231                    | 3.293                          |
| กระทุ่มเขา ( <i>Neonauclea calycina</i> (Bartl. ex DC.) Merr. ) | 2.041                           | 0.717                    | 2.758                          |
| Indeterminate4                                                  | 1.020                           | 0.939                    | 1.960                          |
| กัคลิ้น ( <i>Walsura trichostemon</i> Miq.)                     | 1.020                           | 0.781                    | 1.802                          |
| เงาะขนเทา ( <i>Nephelium melliferum</i> Gagnep. )               | 1.020                           | 0.694                    | 1.715                          |
| กระโดงแดง ( <i>Chionanthus microstigma</i> (Gragnep.)           |                                 |                          |                                |
| P.S.Green)                                                      | 1.020                           | 0.630                    | 1.650                          |
| เลื้อยควาย ( <i>Knema erratica</i> (Hook.f.& Thomson) Sinclair) | 1.020                           | 0.583                    | 1.603                          |
| Indeterminate1                                                  | 1.020                           | 0.503                    | 1.524                          |
| Indeterminate5                                                  | 1.020                           | 0.470                    | 1.490                          |

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

| ชื่อ                                                         | ความ<br>หนาแน่น<br>สัมพัทธ์ (%) | ความเด่น<br>สัมพัทธ์ (%) | ดัชนีค่า<br>ความสำคัญ<br>(IVI) |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <i>Diospiros</i> sp.                                         | 1.020                           | 0.384                    | 1.404                          |
| อวบน้ำ ( <i>Chionanthus ramiflorus</i> Roxb.)                | 1.020                           | 0.311                    | 1.332                          |
| ปอขี้แฮด ( <i>Milusa lineata</i> (Craib) Aiston)             | 1.020                           | 0.303                    | 1.324                          |
| กอมขม ( <i>Picrasma javanica</i> Bl.)                        | 1.020                           | 0.279                    | 1.299                          |
| เหลนุก ( <i>Phoebe lanceolata</i> Nees)                      | 1.020                           | 0.167                    | 1.188                          |
| เทพทาร์ ( <i>Cinnamomum porrectum</i> (Roxb.) Kosterm.)      | 1.020                           | 0.098                    | 1.118                          |
| มะหาด ( <i>Artocarpus lacucha</i> Roxb.)                     | 1.020                           | 0.095                    | 1.115                          |
| กระเบา ( <i>Hydnocarpus</i> sp.)                             | 1.020                           | 0.077                    | 1.098                          |
| Indeterminate2                                               | 1.020                           | 0.065                    | 1.085                          |
| หนังหนา ( <i>Enicosanthum fuscum</i> membranaceum J.Sinchir) | 1.020                           | 0.051                    | 1.072                          |
| กฤษณา ( <i>Aqilaria crassna</i> Pierre ex H.Lec.)            | 1.020                           | 0.042                    | 1.062                          |
| รวม                                                          | 100.000                         | 100.000                  | 200.000                        |

ตารางผนวกที่ 3 รายชื่อพรรณไม้ป่าดิบเขาในแปลงตัวอย่างขนาด 25 X 50 ตารางเมตร

| ชนิดที่ | ชื่อสามัญ       | ชื่อวิทยาศาสตร์                                     | วงศ์            | จำนวนต้น |
|---------|-----------------|-----------------------------------------------------|-----------------|----------|
| 1       | กะอวม           | <i>Acronychia pedunculata</i> Miq.                  | Rutaceae        | 12       |
| 2       | พิกุลป่า        | <i>Adinandra integerrima</i> T.Anderson ex Dyer     | Theaceae        | 1        |
| 3       | indeterminate   | <i>Aglaia</i> sp.                                   | Meliaceae       | 1        |
| 4       | กะทังหัง        | <i>Calophyllum thorelii</i> Pierre                  | Guttiferae      | 6        |
| 5       | indeterminate   | <i>Canarium</i> sp.                                 | Burseraceae     | 1        |
| 6       | เปล้า           | Caprifoliaceae                                      | Caprifoliaceae  | 2        |
| 7       | เถียงพรว้านางแอ | <i>Carallia brachiata</i> Merr.                     | Rhizophoraceae  | 1        |
| 8       | ก่อเค็ย         | <i>Castanopsis acuminatissima</i> (Blume) A.Dc.     | Fagaceae        | 4        |
| 9       | กระโดงแดง       | <i>Chionanthus microstigma</i> (Gragnep.) P.S.Green | Oleaceae        | 11       |
| 10      | indeterminate   | <i>Cinnamomum</i> sp.                               | Lauraceae       | 1        |
| 11      | มะกอกน้ำ        | <i>Elaeocarpus hygrophilus</i> Kurz                 | Elaeocarpaceae  | 2        |
| 12      | indeterminate   | indeterminate                                       | Euphorbiaceae   | 1        |
| 13      | ระบูไม้ได้      | <i>Litsea</i> sp.                                   | Lauraceae       | 6        |
| 14      | ก่อจี่หู่       | <i>Lithocarpus sootepensis</i> (Craib) A.Camus      | Fagaceae        | 3        |
| 15      | ก่อหู่          | <i>Lithocarpus</i> sp.                              | Fagaceae        | 1        |
| 16      | พลอง            | <i>Memecylon</i> sp.                                | Melastomataceae | 2        |
| 17      | สารภีค้อย       | <i>Mesua ferrea</i> L.                              | Guttiferae      | 11       |
| 18      | หัสคุณ          | <i>Micromelum minutum</i> (G.Forst.) Wight & Arn.   | Rutaceae        | 6        |
| 19      | ขุนไม้          | <i>Nageia wallichiana</i> (C.Presl) Kuntze          | Podocarpaceae   | 6        |
| 20      | พญาไม้ใบขาว     | <i>Podocarpus</i> sp.                               | Podocarpaceae   | 4        |
| 21      | ก่อกระดุม       | <i>Quercus semiserrata</i> Roxb.                    | Fagaceae        | 4        |
| 22      | indeterminate   | indeterminate                                       | Rubiaceae       | 9        |
| 23      | ทะโล้           | <i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth. [T]            | Theaceae        | 8        |
| 24      | เหมือดแก้ว      | <i>Sladenia celastriifolia</i> Kurz                 | Theaceae        | 4        |
| 25      | หว่า            | <i>Syzygium</i> sp.                                 | Mrtaceae        | 11       |
| 26      | พลองดง          | <i>Tarenna collinsae</i> Craib                      | Rubiaceae       | 1        |

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

| ชนิดที่ | ชื่อสามัญ        | ชื่อวิทยาศาสตร์  | วงศ์             | จำนวนต้น |
|---------|------------------|------------------|------------------|----------|
| 27      | Indeterminate1   | Indeterminate 1  | Indeterminate 1  | 1        |
| 28      | Indeterminate2   | Indeterminate2   | Indeterminate2   | 1        |
| 29      | Indeterminate 3  | Indeterminate 3  | Indeterminate 3  | 1        |
| 30      | Indeterminate 4  | Indeterminate 4  | Indeterminate 4  | 1        |
| 31      | Indeterminate 5  | Indeterminate 5  | Indeterminate 5  | 1        |
| 32      | Indeterminate 6  | Indeterminate 6  | Indeterminate 6  | 1        |
| 33      | Indeterminate 7  | Indeterminate 7  | Indeterminate 7  | 1        |
| 34      | Indeterminate 8  | Indeterminate 8  | Indeterminate 8  | 1        |
| 35      | Indeterminate 9  | Indeterminate 9  | Indeterminate 9  | 1        |
| 36      | Indeterminate 10 | Indeterminate 10 | Indeterminate 10 | 1        |
| 37      | Indeterminate 11 | Indeterminate 11 | Indeterminate 11 | 1        |
| 38      | Indeterminate 12 | Indeterminate 12 | Indeterminate 12 | 1        |
| รวม     |                  |                  |                  | 132      |

ตารางผนวกที่ 4 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์และดัชนีค่าความสำคัญ (IVI) ของ  
พรรณไม้ป่าดิบเขา

| ชื่อ                                                                | ความ<br>หนาแน่น<br>สัมพัทธ์(%) | ความเด่น<br>สัมพัทธ์(%) | ดัชนีค่า<br>ความสำคัญ<br>(IVI) |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| หว้า ( <i>Syzygium</i> sp.)                                         | 8.333                          | 17.021                  | 25.354                         |
| ทะโล้ ( <i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth. [T] )                  | 6.061                          | 17.800                  | 23.861                         |
| สารภีค้อย ( <i>Mesua ferrea</i> L.)                                 | 8.333                          | 7.727                   | 16.060                         |
| กะทังหัง ( <i>Calophyllum thorelii</i> Pierre)                      | 4.545                          | 10.572                  | 15.117                         |
| กะอวม ( <i>Acronychia pedunculata</i> Miq.)                         | 9.091                          | 3.520                   | 12.611                         |
| ก่อเดือย ( <i>Castanopsis acuminatissima</i> (Blume) A.Dc.)         | 3.030                          | 7.367                   | 10.397                         |
| มะกอกน้ำ ( <i>Elaeocarpus hygrophilus</i> Kurz)                     | 1.515                          | 8.856                   | 10.371                         |
| กระโดนแดง ( <i>Chionanthus microstigma</i> (Gragnep.)<br>P.S.Green) | 8.333                          | 1.833                   | 10.166                         |
| Rubiaceae                                                           | 6.818                          | 1.387                   | 8.205                          |
| <i>Canarium</i> sp.                                                 | 0.758                          | 6.212                   | 6.970                          |
| ก่อกระดุม ( <i>Quercus semiserrata</i> Roxb.)                       | 3.030                          | 3.930                   | 6.960                          |
| หัตถ์คุณ ( <i>Micromelum minutum</i> (G.Forst.) Wight & Arn.)       | 4.545                          | 1.580                   | 6.125                          |
| ขุนไม้ ( <i>Nageia wallichiana</i> (C.Presl) Kuntze)                | 4.545                          | 1.228                   | 5.774                          |
| <i>Litsea</i> sp.                                                   | 4.545                          | 1.150                   | 5.696                          |
| เหมือดแก้ว ( <i>Sladenia celastrifolia</i> Kurz)                    | 3.030                          | 0.994                   | 4.025                          |
| พญาไม้ใบยาว ( <i>Podocarpus</i> sp.)                                | 3.030                          | 0.696                   | 3.727                          |
| ก่อจันทน์ ( <i>Lithocarpus sootepensis</i> (Craib) A.Camus)         | 2.273                          | 1.224                   | 3.497                          |
| Indeterminate1                                                      | 0.758                          | 1.515                   | 2.272                          |
| พิกุลป่า ( <i>Adinandra integerrima</i> T.Anderson ex Dyer )        | 0.758                          | 1.203                   | 1.960                          |
| พลอง ( <i>Memecylon</i> sp.)                                        | 1.515                          | 0.360                   | 1.875                          |
| เปลี ( <i>Caprifoliaceae</i> )                                      | 1.515                          | 0.348                   | 1.864                          |
| Indeterminate5                                                      | 0.758                          | 0.682                   | 1.440                          |
| Indeterminate9                                                      | 0.758                          | 0.366                   | 1.124                          |
| Indeterminate10                                                     | 0.758                          | 0.301                   | 1.058                          |
| Indeterminate7                                                      | 0.758                          | 0.298                   | 1.056                          |
| ก่อหมู ( <i>Lithocarpus sootepensis</i> (Craib) A.Camus)            | 0.758                          | 0.253                   | 1.011                          |
| Indeterminate3                                                      | 0.758                          | 0.193                   | 0.950                          |

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| ชื่อ                                               | ความหนาแน่น<br>สัมพัทธ์(%) | ความเด่น<br>สัมพัทธ์(%) (ม.) | ดัชนีค่า<br>ความสำคัญ<br>(IVI) |
|----------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Indeterminate12                                    | 0.758                      | 0.190                        | 0.947                          |
| Indeterminate6                                     | 0.758                      | 0.153                        | 0.911                          |
| <i>Cinnamomum</i> sp.                              | 0.758                      | 0.150                        | 0.907                          |
| <i>Aglaia</i> sp.                                  | 0.758                      | 0.136                        | 0.894                          |
| Indeterminate11                                    | 0.758                      | 0.135                        | 0.893                          |
| Euphorbiaceae                                      | 0.758                      | 0.124                        | 0.882                          |
| Indeterminate4                                     | 0.758                      | 0.110                        | 0.868                          |
| Indeterminate2                                     | 0.758                      | 0.104                        | 0.862                          |
| Indeterminate8                                     | 0.758                      | 0.088                        | 0.846                          |
| พลองดง ( <i>Tarenna collinsae</i> Craib)           | 0.758                      | 0.071                        | 0.829                          |
| เจียงพรา้งนางแอ ( <i>Carallia brachiata</i> Merr.) | 0.758                      | 0.065                        | 0.823                          |
| รวม                                                | 100.000                    | 100.000                      | 200.000                        |

ตารางผนวกที่ 5 รายชื่อกล้าไม้ป่าดิบแล้ง

| ชนิดที่ | ชื่อสามัญ     | ชื่อวิทยาศาสตร์                                   | วงศ์             | จำนวนต้น |
|---------|---------------|---------------------------------------------------|------------------|----------|
| 1       | indeterminate | <i>Antiaris toxcaria</i> Lesch.                   | Moraceae         | 3        |
| 2       | หมักไฟคดง     | <i>Apodytes dimidiata</i> E.Mey.                  | Icacinaceae      | 1        |
| 3       | indeterminate | <i>Ardisia</i> sp.                                | Myrsinaceae      | 3        |
| 4       | indeterminate | <i>Areca</i> sp.                                  | Palmae           | 5        |
| 5       | indeterminate | <i>Begonia</i> sp.                                | Beganiaceae      | 20       |
| 6       | indeterminate | <i>Camellia</i> sp.                               | Theaceae         | 1        |
| 7       | มะกอกเกลื้อน  | <i>Canarium subulatum</i> Guillaumin.             | Burseraceae      | 2        |
| 8       | กระดุกไก่อ    | <i>Chloranthus erectus</i> (Buch.-Ham.) Verdc.    | Chloranthaceae   | 85       |
| 9       | indeterminate | <i>Chloranthus</i> sp.                            | Chloranthaceae   | 7        |
| 10      | indeterminate | <i>Cinnamomum</i> sp.                             | Lauraceae        | 78       |
| 11      | indeterminate | <i>Cissus</i> sp.                                 | Vitaceae         | 3        |
| 12      | indeterminate | <i>Clausena guillauminii</i> (Taraka) J.P.Molino. | Rutaceae         | 1        |
| 13      | indeterminate | <i>Clausena</i> sp.                               | Rutaceae         | 1        |
| 14      | indeterminate | <i>Clausena wallichii</i> Oliv.                   | Rutaceae         | 1        |
| 15      | เปล้าเงิน     | <i>Croton sepalinus</i> Airy Shaw.                | Euphorbiaceae    | 6        |
| 16      | indeterminate | <i>Dalbergia</i> sp.                              | Leguminosae      | 8        |
| 17      | indeterminate | <i>Davllia</i> sp.                                | Davalliaceae     | 1        |
| 18      | indeterminate | <i>Desmos</i> sp.                                 | Annonaceae       | 1        |
| 19      | indeterminate | <i>Dioscorea</i> sp.                              | Dioscoreaceae    | 1        |
| 20      | indeterminate | <i>Diospyros</i> sp.                              | Ebenaceae        | 6        |
| 21      | ยางเสียน      | <i>Dipterocarpus gracilis</i> Blum.               | Dipterocarpaceae | 108      |
| 22      | ฮ้อยจั่น      | <i>Engelhardtia serrata</i> Blume.                | Juglandaceae     | 40       |
| 23      | ตังดาบอด      | <i>Excoecaria oppositifolia</i> Griff.            | Euphorbiaceae    | 4        |
| 24      | เฟิร์น        | เฟิร์น                                            | เฟิร์น           | 1        |

|    |         |                                        |           |    |
|----|---------|----------------------------------------|-----------|----|
| 25 | มะลิดิน | <i>Geophila repens</i> (L.) I.M.Schum. | Rubiaceae | 10 |
|----|---------|----------------------------------------|-----------|----|

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| ชนิดที่ | ชื่อสามัญ     | ชื่อวิทยาศาสตร์                                                | วงศ์             | จำนวนต้น |
|---------|---------------|----------------------------------------------------------------|------------------|----------|
| 26      | จันทอนควาย    | <i>Gironniera nervosa</i> Planch.                              | Ulmaceae         | 5        |
| 27      | indeterminate | <i>Globba</i> sp.                                              | Zingiberaceae    | 1        |
| 28      | เขยตาย        | <i>Glycosmis pentaphylla</i> (Retz.) DC.                       | Rutaceae         | 1        |
| 29      | indeterminate | <i>Glycosmis</i> sp.                                           | Rutaceae         | 1        |
| 30      | indeterminate | <i>Goniothalamus</i> sp.                                       | Annonaceae       | 1        |
| 31      | indeterminate | <i>Ixora</i> sp.                                               | Rubiaceae        | 10       |
| 32      | indeterminate | <i>Knema</i> sp.                                               | Myristicaceae    | 2        |
| 33      | ดีหมี         | <i>Lophopetalum wightianum</i> Arn.                            | Celastraceae     | 19       |
| 34      | indeterminate | <i>Mallotus</i> sp.                                            | Euphorbiaceae    | 2        |
| 35      | เหมือดแอ      | <i>Memecylon scutellatum</i> Naudin.                           | Melastomataceae  | 1        |
| 36      | indeterminate | <i>Memecylon</i> sp.                                           | Melastomataceae  | 2        |
| 37      | indeterminate | <i>Micromelum</i> sp.                                          | Rutaceae         | 2        |
| 38      | indeterminate | <i>Olea</i> sp.                                                | Oleaceae         | 1        |
| 39      | indeterminate | <i>Piper</i> sp.                                               | Piperaceae       | 11       |
| 40      | indeterminate | <i>Polyalthia</i> sp.                                          | Annonaceae       | 25       |
| 41      | indeterminate | <i>Pteris</i> sp.                                              | Peteridaceae     | 5        |
| 42      | indeterminate | <i>Rapanea</i> sp.                                             | Myrsinaceae      | 36       |
| 43      | indeterminate | <i>Rubia</i> sp.                                               | Rubiaceae        | 1        |
| 44      | คล้า          | <i>Schumannianthus dichotomus</i> (Roxb.) Gagnep.              | Marantaceae      | 1        |
| 45      | เหมือดหลวง    | <i>Symplocos cochinchinensis</i> (Lour.) S.Moore.              | Symplocaceae     | 143      |
| 46      | เลื้อย        | <i>Syzygium claviflorum</i> (Roxb.)                            | Myrtaceae        | 4        |
| 47      | กูด           | <i>Tecnaria</i> sp.                                            | Dryopteridaceae  | 41       |
| 48      | รสสุคนธ์      | <i>Tetracera loureiri</i> (Finet & Gagnep.) Pierre<br>ex Craib | Dilleniaceae     | 1        |
| 49      | indeterminate | <i>Thelypteris</i> sp.                                         | Thelypteridaceae | 2        |
| 50      | indeterminate | indeterminate                                                  | indeterminate    | 36       |

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| ชนิดที่ | ชื่อสามัญ     | ชื่อวิทยาศาสตร์                         | วงศ์             | จำนวนต้น |
|---------|---------------|-----------------------------------------|------------------|----------|
| 51      | indeterminate | <i>Uvaria</i> sp.                       | Annonaceae       | 1        |
| 52      | indeterminate | <i>Viburnum odoratissimum</i> Ker Gawl. | Caprifoliaceae   | 6        |
| 53      | กัศลิน        | <i>Walsura trichostemon</i> Miq.        | Meliaceae        | 43       |
| 54      | indeterminate | <i>Ziziphus</i> sp.                     | Rhamnaceae       | 27       |
| 55      | indeterminate | indeterminate                           | Acanthaceae      | 53       |
| 56      | indeterminate | indeterminate                           | Annonaceae       | 1        |
| 57      | indeterminate | indeterminate                           | Apocynaceae      | 4        |
| 58      | indeterminate | indeterminate                           | Dipterocarpaceae | 5        |
| 59      | indeterminate | indeterminate                           | Euphorbiaceae    | 3        |
| 60      | indeterminate | indeterminate                           | Lauraceae        | 46       |
| 61      | indeterminate | indeterminate                           | Melastomataceae  | 19       |
| 62      | indeterminate | indeterminate                           | Meliaceae        | 3        |
| 63      | indeterminate | indeterminate                           | Mimosaceae       | 1        |
| 64      | indeterminate | indeterminate                           | Rignonaceae      | 1        |
| 65      | indeterminate | indeterminate                           | Urticaceae       | 116      |
| 66      | indeterminate | indeterminate                           | Vitaceae         | 3        |
| 67      | indeterminate | indeterminate                           | Zingiberaceae    | 2        |
| รวม     |               |                                         |                  | 1,085    |

ตารางผนวกที่ 6 รายชื่อกล้าไม้ป่าดิบเขา

| ชนิดที่ | ชื่อสามัญ     | ชื่อวิทยาศาสตร์                                | ชื่อวงศ์         | จำนวนต้น |
|---------|---------------|------------------------------------------------|------------------|----------|
| 1       | กะอวม         | <i>Acronychia pedunculata</i> (L.) Miq.        | Rutaceae         | 4        |
| 2       | จันทน์ชะมด    | <i>Aglaia silvestris</i> (M.Poem) Merr         | Meliaceae        | 1        |
| 3       | ตีนเป็ดเขา    | <i>Alstonia rostrata</i> C.E.C.Fisch.          | Apocynaceae      | 6        |
| 4       | indeterminate | <i>Antidesma</i> sp.                           | Euphorbiaceae    | 2        |
| 5       | indeterminate | <i>Ardisia</i> sp.                             | Myrsinaceae      | 19       |
| 6       | indeterminate | <i>Aristolochia</i> sp.                        | Aristolochiaceae | 8        |
| 7       | indeterminate | <i>Baliospermum</i> sp.                        | Euphorbiaceae    | 6        |
| 8       | indeterminate | Bamboo                                         | Gramineae        | 5        |
| 9       | indeterminate | <i>Breynia</i> sp.                             | Euphorbiaceae    | 4        |
| 10      | indeterminate | <i>Calophyllum</i> sp.                         | Guttiferae       | 16       |
| 11      | indeterminate | <i>Camellia</i> sp.                            | Theaceae         | 1        |
| 12      | indeterminate | <i>Castanopsis</i> sp.                         | Fagaceae         | 968      |
| 13      | indeterminate | <i>Chionanthus</i> sp.                         | Oleaceae         | 1        |
| 14      | indeterminate | <i>Croton</i> sp.                              | Euphorbiaceae    | 17       |
| 15      | พญาไม้        | <i>Dacrycarpus imbricatus</i> (Blume) de Laub. | Podocarpaceae    | 10       |
| 16      | indeterminate | <i>Desmos</i> sp.                              | Annonaceae       | 2        |
| 17      | indeterminate | <i>Dracaena</i> sp.                            | Dracaenaceae     | 33       |
| 18      | indeterminate | <i>Euodia</i> sp.                              | Rutaceae         | 1        |
| 19      | indeterminate | <i>Eurya</i> sp.                               | Theaceae         | 12       |
| 20      | เฟิร์น        | เฟิร์น                                         | เฟิร์น           | 13       |
| 21      | indeterminate | <i>Globba</i> sp.                              | Zingiberaceae    | 2        |
| 22      | indeterminate | <i>Glycosmis</i> sp.                           | Rutaceae         | 20       |
| 23      | indeterminate | <i>Hedyotis</i> sp.                            | Rubiaceae        | 3        |
| 24      | indeterminate | <i>Helicia</i> sp.                             | Proteaceae       | 3        |
| 25      | indeterminate | <i>Hypoxis aurea</i> Lour.                     | Hypoxidaceae     | 4        |
| 26      | indeterminate | <i>Ixora</i> sp.                               | Rubiaceae        | 138      |
| 27      | indeterminate | <i>Lithocarpus</i> sp.                         | Fagaceae         | 1        |

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

| ชนิดที่ | ชื่อสามัญ     | ชื่อวิทยาศาสตร์                         | ชื่อวงศ์        | จำนวนต้น |
|---------|---------------|-----------------------------------------|-----------------|----------|
| 28      | indeterminate | <i>Mallotus</i> sp.                     | Euphobiaceae    | 2        |
| 29      | พลอง          | <i>Memecylon</i> sp.                    | Melastomataceae | 59       |
| 30      | ขุนไม้        | <i>Nageia wallichiana</i> Kuntze.       | Podocarpaceae   | 12       |
| 31      | indeterminate | <i>Neolitsea</i> sp.                    | Lauraceae       | 13       |
| 32      | indeterminate | <i>Ophiopogon</i> sp.                   | Convallariaceae | 15       |
| 33      | เดยหนาม       | <i>Pentaspadon velutinus</i> Hook.f.    | Anacardiaceae   | 2        |
| 34      | indeterminate | <i>Piper</i> sp.                        | Piperaceae      | 6        |
| 35      | indeterminate | <i>Polygala</i> sp.                     | Polygalaceae    | 211      |
| 36      | indeterminate | <i>Pothos</i> sp.                       | Araceae         | 1        |
| 37      | จิ้ง          | <i>Rhapis</i> sp.                       | Palmae          | 8        |
| 38      | สตีตัน        | <i>Sloanea sigun</i> (Blume) K.Schum    | Elaeocarpaceae  | 4        |
| 39      | indeterminate | <i>Smilax</i> sp.                       | Smilacaceae     | 51       |
| 40      | indeterminate | <i>Stemona</i> sp.                      | Stemonaceae     | 2        |
| 41      | indeterminate | <i>Strobilanthes</i> sp.                | Acanthaceae     | 523      |
| 42      | indeterminate | <i>Syzygium</i> sp.                     | Myrtaceae       | 2        |
| 43      | indeterminate | indeterminate                           | indeterminate   | 25       |
| 44      | เปล้าเงิน     | <i>Viburnum odoratissimum</i> Ker Gawl. | Caprifoliaceae  | 9        |
| 45      | indeterminate | indeterminate                           | Acanthaceae     | 6        |
| 46      | indeterminate | indeterminate                           | Apocynaceae     | 1        |
| 47      | indeterminate | indeterminate                           | Celastraceae    | 2        |
| 48      | indeterminate | indeterminate                           | Compositae      | 5        |
| 49      | indeterminate | indeterminate                           | Hypoxidaceae    | 10       |
| 50      | indeterminate | indeterminate                           | Lauraceae       | 2        |
| 51      | indeterminate | indeterminate                           | Melastomataceae | 1        |
| 52      | indeterminate | indeterminate                           | Sapindaceae     | 3        |
| 53      | indeterminate | indeterminate                           | Urticaceae      | 2        |
| รวม     |               |                                         |                 | 2,277    |

ตารางผนวกที่ 7 เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้แต่ละชนิดของป่าดิบแล้งแปลงที่มีการฆ่าเมื่อจำนวนรอบการฆ่าเพิ่มขึ้น

| ชนิด<br>ที่ | ชื่อสามัญ     | ชื่อวิทยาศาสตร์                                    | วงศ์           | จำนวนการฆ่า (รอบ) |         |        |        |        |        |        |        |        |     |     |  |
|-------------|---------------|----------------------------------------------------|----------------|-------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--|
|             |               |                                                    |                | 20                | 40      | 60     | 80     | 100    | 120    | 140    | 160    | 180    | 200 | 220 |  |
| 1           | ยางนอง        | <i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.                   | Moraceae       | -                 | -       | -      | -      | -      | -      | 50.000 | -      | -      | -   | -   |  |
| 2           | Indeterminate | <i>Ardisia</i> sp.                                 | Myrsinaceae    | -                 | -       | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -   | -   |  |
| 3           | Indeterminate | <i>Areca</i> sp.                                   | Palmae         | -                 | -       | 25.000 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -   | -   |  |
| 4           | Indeterminate | <i>Begonia</i> sp.                                 | Beganiaceae    | 37.500            | 25.000  | 18.750 | 6.250  | -      | 6.250  | -      | -      | -      | -   | -   |  |
| 5           | มะกอกเกลื้อน  | <i>Canarium subulatum</i><br>Guillaumin.           | Burseraceae    | -                 | 100.000 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -   | -   |  |
| 6           | กระดุกไก่อ    | <i>Chloranthus erectus</i> (Buch.-<br>Ham.) Verdc. | Chloranthaceae | 70.833            | 12.500  | 6.944  | 6.944  | 1.389  | -      | -      | -      | -      | -   | -   |  |
| 7           | Indeterminate | <i>Chloranthus</i> sp.                             | Chloranthaceae | 14.286            | -       | 14.286 | 28.571 | 28.571 | -      | -      | -      | -      | -   | -   |  |
| 8           | Indeterminate | <i>Cinnamomum</i> sp.                              | Lauraceae      | 22.000            | 16.000  | 10.000 | 16.000 | -      | 2.000  | 4.000  | 6.000  | -      | -   | -   |  |
| 9           | Indeterminate | <i>Cissus</i> sp.                                  | Vitaceae       | -                 | -       | -      | -      | -      | 50.000 | -      | -      | -      | -   | -   |  |
| 10          | Indeterminate | <i>Clausena</i> sp.                                | Rutaceae       | 100.000           | -       | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -   | -   |  |
| 11          | ส่องฟ้า       | <i>Clausena wallichii</i> Oliv.                    | Rutaceae       | -                 | -       | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -   | -   |  |
| 12          | เปล้าเงิน     | <i>Croton sepalinus</i> Airy Shaw.                 | Euphorbiaceae  | 20.000            | -       | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 40.000 | -   | -   |  |
| 13          | Indeterminate | <i>Dalbergia</i> sp.                               | Leguminosae    | 33.333            | -       | 33.333 | -      | 16.667 | -      | -      | 16.667 | -      | -   | -   |  |
| 14          | Indeterminate | <i>Dalvalla</i> spp.                               | Dalvalliaceae  | 100.000           | -       | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -   | -   |  |
| 15          | Indeterminate | <i>Dioscorea</i> sp.                               | Dioscoreaceae  | 100.000           | -       | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -   | -   |  |

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

| ชนิด<br>ที่ | ชื่อสามัญ     | ชื่อวิทยาศาสตร์                          | วงศ์             | จำนวนการย่ำ (รอบ) |        |        |         |        |        |     |         |         |       |     |
|-------------|---------------|------------------------------------------|------------------|-------------------|--------|--------|---------|--------|--------|-----|---------|---------|-------|-----|
|             |               |                                          |                  | 20                | 40     | 60     | 80      | 100    | 120    | 140 | 160     | 180     | 200   | 220 |
| 16          | Indeterminate | <i>Diospyros</i> sp.                     | Ebenaceae        | -                 | -      | -      | -       | -      | -      | -   | -       | -       | -     | -   |
| 17          | ยางเลี่ยน     | <i>Dipterocarpus gracilis</i> Blum.      | Dipterocarpaceae | 64.789            | 11.268 | 5.634  | 7.042   | 1.408  | -      | -   | -       | -       | 1.408 | -   |
| 18          | ฮ้อยจั่น      | <i>Engelhardtia serrata</i> Blume.       | Juglandaceae     | 16.667            | 62.500 | 4.167  | 8.333   | -      | -      | -   | -       | -       | -     | -   |
| 19          | ตั้งตาบอด     | <i>Excoecaria oppositifolia</i> Griff.   | Euphorbiaceae    | -                 | -      | -      | 50.000  | -      | 50.000 | -   | -       | -       | -     | -   |
| 20          | Fern          | Fern                                     | Fern             | 100.000           | -      | -      | -       | -      | -      | -   | -       | -       | -     | -   |
| 21          | มะลิดิน       | <i>Geophila repens</i> (L.) I.M.Schum.   | Rubiaceae        | -                 | 30.000 | 20.000 | 20.000  | 10.000 | 10.000 | -   | -       | -       | -     | -   |
| 22          | จี่หนอนควาย   | <i>Gironniera nervosa</i> Planch.        | Ulmaceae         | -                 | 33.333 | -      | -       | -      | -      | -   | -       | -       | -     | -   |
| 23          | จำแนกไม่ได้   | <i>Globba</i> sp.                        | Zingiberaceae    | 100.000           | -      | -      | -       | -      | -      | -   | -       | -       | -     | -   |
| 24          | เขยตาย        | <i>Glycosmis pentaphylla</i> (Retz.) DC. | Rutaceae         | -                 | -      | -      | -       | -      | -      | -   | 100.000 | -       | -     | -   |
| 25          | Indeterminate | <i>Glycosmis</i> sp.                     | Rutaceae         | -                 | -      | -      | 100.000 | -      | -      | -   | -       | -       | -     | -   |
| 26          | Indeterminate | <i>Ixora</i> sp.                         | Rubiaceae        | -                 | 16.667 | -      | 50.000  | 16.667 | 16.667 | -   | -       | -       | -     | -   |
| 27          | Indeterminate | <i>Knema</i> sp.                         | Myristicaceae    | -                 | -      | -      | -       | -      | -      | -   | -       | -       | -     | -   |
| 28          | คี่หมี        | <i>Lophopetalum wightianum</i> Arn.      | Celastraceae     | 21.429            | 21.429 | -      | 14.286  | 7.143  | 21.429 | -   | -       | -       | -     | -   |
| 29          | Indeterminate | <i>Mallotus</i> sp.                      | Euphorbiaceae    | -                 | -      | 50.000 | -       | -      | -      | -   | -       | 50.000  | -     | -   |
| 30          | เหมือดแอ      | <i>Memecylon scutellatum</i> Naudin.     | Melastomataceae  | -                 | -      | -      | -       | -      | -      | -   | -       | 100.000 | -     | -   |
| 31          | Indeterminate | <i>Micromelum</i> sp.                    | Rutaceae         | -                 | -      | -      | -       | -      | -      | -   | -       | 50.000  | -     | -   |
| 32          | Indeterminate | <i>Piper</i> sp.                         | Piperaceae       | -                 | 22.222 | -      | 11.111  | 11.111 | 11.111 | -   | -       | -       | -     | -   |

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

| ชนิด<br>ที่ | ชื่อสามัญ     | ชื่อวิทยาศาสตร์                                                | วงศ์            | จำนวนการย่ำ (รอบ) |         |        |       |        |         |       |         |       |       |     |
|-------------|---------------|----------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|---------|--------|-------|--------|---------|-------|---------|-------|-------|-----|
|             |               |                                                                |                 | 20                | 40      | 60     | 80    | 100    | 120     | 140   | 160     | 180   | 200   | 220 |
| 33          | Indeterminate | <i>Polyalthia</i> sp.                                          | Annonaceae      | -                 | 4.762   | 9.524  | 4.762 | 4.762  | 19.048  | 4.762 | 9.524   | 9.524 | 4.762 | -   |
| 34          | Indeterminate | <i>Pteris</i> sp.                                              | Peteridaceae    | -                 | 100.000 | -      | -     | -      | -       | -     | -       | -     | -     | -   |
| 35          | Indeterminate | <i>Rapanea</i> sp.                                             | Myrsinaceae     | 48.148            | 18.519  | 14.815 | 7.407 | 7.407  | -       | -     | -       | -     | -     | -   |
| 36          | Indeterminate | <i>Rubia</i> sp.                                               | Rubiaceae       | -                 | -       | -      | -     | -      | 100.000 | -     | -       | -     | -     | -   |
| 37          | คล้า          | <i>Schumannianthus dichotomus</i><br>(Roxb.) Gagnep.           | Marantaceae     | -                 | 100.000 | -      | -     | -      | -       | -     | -       | -     | -     | -   |
| 38          | เหมือดหลวง    | <i>Symplocos cochinchinensis</i><br>(Lour.) S.Moore.           | Symplocaceae    | 40.000            | 34.000  | 6.000  | 5.000 | 4.000  | -       | -     | 1.000   | -     | 1.000 | -   |
| 39          | เลื้อย        | <i>Syzygium claviflorum</i> (Roxb.)                            | Myrtaceae       | -                 | -       | -      | -     | -      | 50.000  | -     | -       | -     | -     | -   |
| 40          | กุศ           | <i>Tecnaria</i> sp.                                            | Dryopteridaceae | 24.242            | 27.273  | 18.182 | 9.091 | -      | 3.030   | 3.030 | -       | -     | -     | -   |
| 41          | รสสุคนธ์      | <i>Tetracera loureiri</i> (Finet &<br>Gagnep.) Pierre ex Craib | Dilleniaceae    | -                 | -       | -      | -     | -      | -       | -     | -       | -     | -     | -   |
| 42          | Indeterminate | <i>Thelypteris</i> sp.                                         |                 | -                 | -       | -      | -     | -      | -       | -     | 100.000 | -     | -     | -   |
| 43          | Indeterminate | Indeterminate                                                  | Indeterminate   | 62.069            | 10.345  | 3.448  | -     | -      | -       | 3.448 | -       | -     | -     | -   |
| 44          | Indeterminate | <i>Uvaria</i> sp.                                              | Annonaceae      | 100.000           | -       | -      | -     | -      | -       | -     | -       | -     | -     | -   |
| 45          | เปล้าเงิน     | <i>Viburnum odoratissimum</i> Ker<br>Gawl.                     | Caprifoliaceae  | 40.000            | -       | -      | -     | 20.000 | 20.000  | -     | -       | -     | -     | -   |

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

| ชนิด<br>ที่ | ชื่อสามัญ     | ชื่อวิทยาศาสตร์                  | วงศ์             | จำนวนการย่ำ (รอบ) |        |        |         |       |         |       |        |       |       |       |
|-------------|---------------|----------------------------------|------------------|-------------------|--------|--------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|
|             |               |                                  |                  | 20                | 40     | 60     | 80      | 100   | 120     | 140   | 160    | 180   | 200   | 220   |
| 46          | กัคลิน        | <i>Walsura trichostemon</i> Miq. | Meliaceae        | 28.125            | 9.375  | 3.125  | 34.375  | 3.125 | -       | -     | -      | 3.125 | -     | -     |
| 47          | Indeterminate | <i>Ziziphus</i> sp.              | Rhamnaceae       | 9.091             | 18.182 | 18.182 | 18.182  | 9.091 | 9.091   | -     | -      | -     | -     | -     |
| 48          | Indeterminate | Indeterminate                    | Acanthaceae      | 97.059            | -      | -      | 2.941   | -     | -       | -     | -      | -     | -     | -     |
| 49          | Indeterminate | Indeterminate                    | Apocynaceae      | -                 | -      | -      | -       | -     | 100.000 | -     | -      | -     | -     | -     |
| 50          | Indeterminate | Indeterminate                    | Dipterocarpaceae | 100.000           | -      | -      | -       | -     | -       | -     | -      | -     | -     | -     |
| 51          | Indeterminate | Indeterminate                    | Euphorbiaceae    | -                 | -      | -      | -       | -     | 33.333  | -     | 33.333 | -     | -     | -     |
| 52          | Indeterminate | Indeterminate                    | Lauraceae        | 40.741            | 18.519 | 7.407  | 18.519  | 3.704 | -       | -     | -      | -     | -     | -     |
| 53          | Indeterminate | Indeterminate                    | Melastomataceae  | 78.571            | 7.143  | -      | -       | -     | 7.143   | -     | 7.143  | -     | -     | -     |
| 54          | Indeterminate | Indeterminate                    | Meliaceae        | -                 | 33.333 | 33.333 | -       | -     | -       | -     | -      | -     | -     | -     |
| 55          | Indeterminate | Indeterminate                    | Mimosaceae       | -                 | -      | -      | -       | -     | -       | -     | -      | -     | -     | -     |
| 56          | Indeterminate | Indeterminate                    | Rignonaceae      | -                 | -      | -      | 100.000 | -     | -       | -     | -      | -     | -     | -     |
| 57          | Indeterminate | Indeterminate                    | Urticaceae       | 20.732            | 14.634 | 6.098  | 13.415  | 2.439 | 6.098   | 8.537 | 8.537  | 1.220 | 2.439 | 1.220 |
| 58          | Indeterminate | Indeterminate                    | Vitaceae         | 50.000            | -      | -      | -       | -     | -       | -     | -      | -     | -     | -     |
| 59          | Indeterminate | Indeterminate                    | Zingiberaceae    | -                 | -      | -      | 50.000  | -     | -       | -     | -      | -     | -     | -     |

ตารางผนวกที่ 8 เปอร์เซ็นต์การลดลงของกล้าไม้แต่ละชนิดของป่าดิบเขาแปลงที่มีการล่าเมื่อจำนวนรอบการล่าเพิ่มขึ้น

| ชนิด<br>ที่ | ชื่อสามัญ     | ชื่อวิทยาศาสตร์                                   | ชื่อวงศ์         | จำนวนการล่า (รอบ) |         |        |        |         |         |       |        |        |       |        |
|-------------|---------------|---------------------------------------------------|------------------|-------------------|---------|--------|--------|---------|---------|-------|--------|--------|-------|--------|
|             |               |                                                   |                  | 20                | 40      | 60     | 80     | 100     | 120     | 140   | 160    | 180    | 200   | 220    |
| 1           | กระอวม        | <i>Acronychia pedunculata</i> (L.) Miq.           | Rutaceae         | -                 | 33.333  | -      | -      | 33.333  | -       | -     | -      | -      | -     | -      |
| 2           | จันทน์ชะมด    | <i>Aglaia silvestris</i> (M.Poem) Merr            | Meliaceae        | -                 | -       | -      | -      | -       | -       | -     | -      | -      | -     | -      |
| 3           | ตีนเป็ดเขา    | <i>Alstonia rostrata</i> C.E.C.Fisch.             | Apocynaceae      | 20.000            | -       | -      | -      | -       | -       | -     | -      | -      | -     | -      |
| 4           | Indeterminate | <i>Antidesma</i> sp.                              | Euphorbiaceae    | 50.000            | -       | -      | -      | -       | -       | -     | -      | -      | -     | -      |
| 5           | Indeterminate | <i>Ardisia</i> sp.                                | Myrsinaceae      | 10.000            | -       | 20.000 | -      | -       | -       | -     | 20.000 | 10.000 | -     | 10.000 |
| 6           | Indeterminate | <i>Aristolochia</i> sp.                           | Aristolochiaceae | -                 | -       | 14.286 | -      | 14.286  | 28.571  | -     | -      | 14.286 | -     | -      |
| 7           | Indeterminate | <i>Baliospermum</i> sp.                           | Euphorbiaceae    | 16.667            | 33.333  | -      | 16.667 | -       | -       | -     | -      | 16.667 | -     | -      |
| 8           | Indeterminate | Bamboo                                            | Gramineae        | -                 | 100.000 | -      | -      | -       | -       | -     | -      | -      | -     | -      |
| 9           | Indeterminate | <i>Breynia</i> sp.                                | Euphorbiaceae    | -                 | -       | -      | 50.000 | -       | 50.000  | -     | -      | -      | -     | -      |
| 10          | Indeterminate | <i>Calophyllum</i> sp.                            | Guttiferae       | 50.000            | 12.500  | -      | -      | -       | -       | -     | 12.500 | 12.500 | -     | -      |
| 11          | Indeterminate | <i>Camellia</i> sp.                               | Theaceae         | -                 | -       | -      | -      | 100.000 | -       | -     | -      | -      | -     | -      |
| 12          | Indeterminate | <i>Castanopsis</i> sp.                            | Fagaceae         | 32.784            | 32.234  | 4.762  | 9.890  | 1.648   | 3.297   | 0.549 | 0.916  | 1.282  | 0.183 | 0.183  |
| 13          | Indeterminate | <i>Chionanthus</i> sp.                            | Oleaceae         | -                 | -       | -      | -      | -       | 100.000 | -     | -      | -      | -     | -      |
| 14          | Indeterminate | <i>Croton</i> sp.                                 | Euphorbiaceae    | -                 | 22.222  | -      | 22.222 | -       | -       | -     | -      | 11.111 | -     | -      |
| 15          | พญาไม้        | <i>Dacrycarpus imbricatus</i><br>(Blume) de Laub. | Podocarpaceae    | 12.500            | 12.500  | 12.500 | 25.000 | -       | 12.500  | -     | 12.500 | -      | -     | -      |
| 16          | Indeterminate | <i>Desmos</i> sp.                                 | Annonaceae       | -                 | 50.000  | -      | 50.000 | -       | -       | -     | -      | -      | -     | -      |
| 17          | Indeterminate | <i>Dracaena</i> sp.                               | Dracaenaceae     | 35.714            | 21.429  | 3.571  | 7.143  | -       | 7.143   | 3.571 | 7.143  | -      | -     | -      |

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

| ชนิด<br>ที่ | ชื่อสามัญ     | ชื่อวิทยาศาสตร์                      | ชื่อวงศ์        | จำนวนการย่ำ (รอบ) |         |        |         |        |        |       |        |        |       |        |
|-------------|---------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------|---------|--------|---------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
|             |               |                                      |                 | 20                | 40      | 60     | 80      | 100    | 120    | 140   | 160    | 180    | 200   | 220    |
| 18          | Indeterminate | <i>Eurya</i> sp.                     | Theaceae        | -                 | 16.667  | 16.667 | 16.667  | 16.667 | -      | -     | -      | -      | -     | 16.667 |
| 19          | Indeterminate | Fern                                 | Indeterminate   | 18.182            | 54.545  | -      | 9.091   | 9.091  | -      | -     | -      | -      | -     | -      |
| 20          | Indeterminate | <i>Globba</i> sp.                    | Zingiberaceae   | -                 | 100.000 | -      | -       | -      | -      | -     | -      | -      | -     | -      |
| 21          | Indeterminate | <i>Glycosmis</i> sp.                 | Rutaceae        | 9.091             | 9.091   | -      | -       | -      | 9.091  | 9.091 | 9.091  | -      | -     | -      |
| 22          | Indeterminate | <i>Hedyotis</i> sp.                  | Rubiaceae       | -                 | -       | -      | 50.000  | -      | -      | -     | 50.000 | -      | -     | -      |
| 23          | Indeterminate | <i>Helicia</i> sp.                   | Proteaceae      | -                 | -       | -      | -       | -      | -      | -     | -      | -      | -     | -      |
| 24          | หญ้าดอกคำ     | <i>Hypoxis aurea</i> Lour.           | Hypoxidaceae    | -                 | -       | -      | -       | -      | -      | -     | -      | 75.000 | -     | -      |
| 25          | เข็ม          | <i>Ixora</i> sp.                     | Rubiaceae       | 15.686            | 21.569  | 8.824  | 12.745  | 5.882  | 6.863  | -     | 1.961  | 2.941  | -     | 2.941  |
| 26          | Indeterminate | <i>Lithocarpus</i> sp.               | Fagaceae        | -                 | 100.000 | -      | -       | -      | -      | -     | -      | -      | -     | -      |
| 27          | พลอง          | <i>Memecylon</i> sp.                 | Melastomataceae | 20.000            | 22.857  | 5.714  | 20.000  | 5.714  | 2.857  | -     | 2.857  | -      | 2.857 | -      |
| 28          | ขุนไม้        | <i>Nageia wallichiana</i> Kuntze.    | Podocarpaceae   | -                 | 25.000  | -      | -       | 12.500 | 25.000 | -     | 12.500 | -      | -     | -      |
| 29          | Indeterminate | <i>Neolitsea</i> sp.                 | Lauraceae       | -                 | 20.000  | -      | -       | -      | 20.000 | -     | 10.000 | -      | -     | 20.000 |
| 30          | Indeterminate | <i>Ophiopogon</i> sp.                | Convallariaceae | -                 | -       | -      | 25.000  | -      | 8.333  | 8.333 | -      | 8.333  | -     | 25.000 |
| 31          | เตยหนาม       | <i>Pentaspadon velutinus</i> Hook.f. | Anacardiaceae   | -                 | -       | -      | 100.000 | -      | -      | -     | -      | -      | -     | -      |
| 32          | Indeterminate | <i>Piper</i> sp.                     | Piperaceae      | 16.667            | 33.333  | -      | 50.000  | -      | -      | -     | -      | -      | -     | -      |
| 33          | Indeterminate | <i>Polygala</i> sp.                  | Polygalaceae    | 15.607            | 30.058  | 3.468  | 9.827   | 5.780  | 4.624  | 1.156 | 8.671  | -      | 1.156 | 1.156  |
| 34          | จิ้ง          | <i>Rhapis</i> sp.                    | Palmae          | -                 | -       | -      | 66.667  | -      | -      | -     | 33.333 | -      | -     | -      |

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

| ชนิด<br>ที่ | ชื่อสามัญ     | ชื่อวิทยาศาสตร์                         | ชื่อวงศ์       | จำนวนการขำ (รอบ) |         |        |        |        |        |     |        |       |     |        |
|-------------|---------------|-----------------------------------------|----------------|------------------|---------|--------|--------|--------|--------|-----|--------|-------|-----|--------|
|             |               |                                         |                | 20               | 40      | 60     | 80     | 100    | 120    | 140 | 160    | 180   | 200 | 220    |
| 35          | สดีต้น        | <i>Sloanea sigun</i> (Blume) K.Schum    | Elaeocarpaceae | -                | 33.333  | -      | 33.333 | -      | -      | -   | -      | -     | -   | -      |
| 36          | Indeterminate | <i>Smilax</i> sp.                       | Smilacaceae    | 34.286           | 31.429  | 5.714  | 8.571  | 5.714  | -      | -   | 2.857  | 2.857 | -   | -      |
| 37          | Indeterminate | <i>Strobilanthes</i> sp.                | Acanthaceae    | 62.259           | 20.661  | 2.204  | 4.408  | 1.102  | 1.102  | -   | 0.826  | 0.551 | -   | 0.826  |
| 38          | Indeterminate | Indeterminate                           | Indeterminate  | 41.176           | 23.529  | 5.882  | 11.765 | -      | 11.765 | -   | -      | -     | -   | 5.882  |
| 39          | เปล้าเงิน     | <i>Viburnum odoratissimum</i> Ker Gawl. | Caprifoliaceae | -                | 33.333  | 16.667 | -      | 16.667 | -      | -   | 16.667 | -     | -   | 16.667 |
| 40          | Indeterminate | Indeterminate                           | Acanthaceae    | 50.000           | 25.000  | -      | -      | 25.000 | -      | -   | -      | -     | -   | -      |
| 41          | Indeterminate | Indeterminate                           | Celastraceae   | -                | -       | -      | -      | -      | -      | -   | -      | -     | -   | -      |
| 42          | Indeterminate | Indeterminate                           | Compositae     | 33.333           | 66.667  | -      | -      | -      | -      | -   | -      | -     | -   | -      |
| 43          | Indeterminate | Indeterminate                           | Hypoxidaceae   | -                | -       | -      | 25.000 | 25.000 | -      | -   | 25.000 | -     | -   | -      |
| 44          | Indeterminate | Indeterminate                           | Lauraceae      | -                | 100.000 | -      | -      | -      | -      | -   | -      | -     | -   | -      |
| 45          | Indeterminate | Indeterminate                           | Sapindaceae    | -                | -       | -      | -      | -      | -      | -   | -      | -     | -   | -      |
| 46          | Indeterminate | Indeterminate                           | Urticaceae     | -                | -       | -      | -      | -      | -      | -   | -      | -     | -   | -      |

## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

|                              |                                                                                                                                                                         |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ –นามสกุล                | นายชนะสิน ยี่มน้อย                                                                                                                                                      |
| วัน เดือน ปี ที่เกิด         | 1 เมษายน 2523                                                                                                                                                           |
| สถานที่เกิด                  | จังหวัดชุมพร                                                                                                                                                            |
| ประวัติการศึกษา              | ปี 2546 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วนศาสตร์)<br>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                                                                                                           |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน | เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อมศึกษา (ฟื้นฟูพื้นที่) ศูนย์ศึกษาธรรมชาติ<br>และระบบนิเวศเกษตร องค์การกองทุนสัตว์ป่าโลกสากล<br>(World Wide Fund for Nature, WWF) สำนักงานประเทศไทย |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน         | ภายในพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยา<br>พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว กิโลเมตรที่ 46-48<br>ถนนพหลโยธิน อำเภอลำปาง จังหวัดพิจิตร<br>รหัสไปรษณีย์ 12120                           |