# ใบรับรองวิทยานิพนธ์

## บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์)

**ปริญญา**

การจัดการป่าไม้ | การจัดการป่าไม้

**สาขา** | **ภาควิชา**

**เรื่อง** การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล เพื่อการประเมินถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

Application of Geographic Information System and Remote Sensing for Goral's Habitat Assessment in Omkoi Wildlife Sanctuary Changwat Chiang Mai

**นามผู้วิจัย** นายวรพล ดีปราสัย

**ได้พิจารณาเห็นชอบโดย**

**ประธานกรรมการ** .....

( รองศาสตราจารย์สุระ พัฒนเกียรติ, Ph.D. )

**กรรมการ** .....

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประสงค์ สงวนธรรม, M.S. )

**กรรมการ** .....

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์นริศ ภูมิภาคพันธ์, วท.ค. )

**หัวหน้าภาควิชา** .....

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประสงค์ สงวนธรรม, M.S. )

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว**

.....

( รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A. )

**คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย**

**วันที่** 27 **เดือน** มีนาคม **พ.ศ.** 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

# การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล เพื่อการประเมินถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

Application of Geographic Information System and Remote Sensing for Goral's Habitat Assessment in Omkoi Wildlife Sanctuary Changwat Chiang Mai


โดย

นายวรพล ดีปราสัย


เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์)
พ.ศ. 2549


ISBN 974-16-1213-3

วรพล ดีปราสัย 2549: การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล เพื่อการประเมินถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์) สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ ภาควิชาการจัดการป่าไม้ ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์สุระ พัฒนเกียรติ, Ph.D. 132 หน้า
ISBN 974-16-1213-3

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล เพื่อการประเมินถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกพื้นที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของกวางผา วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวาง โดยปัจจัยดังกล่าวประกอบด้วย (1) ปัจจัยทางชีวภาพได้แก่ ชนิดป่า (2) ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ แหล่งน้ำ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ความลาดชัน ทิศด้านลาด ชนิดหิน ชนิดดิน และปริมาณน้ำฝน และ (3) ปัจจัยที่มีผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ ระยะห่างจากที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า ระยะห่างจากหมู่บ้าน และระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม

สำหรับผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อการเลือกถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา ได้แก่ ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ความสูงจากระดับน้ำทะเล ชนิดหิน แหล่งน้ำ และทิศด้านลาด ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผาค่อนข้างที่จะมีลักษณะจำเพาะ คือ เป็นทุ่งหญ้าที่มีลักษณะเป็นหินผาสูงชัน ซึ่งลักษณะพื้นที่จะหันไปทางด้านทิศตะวันตก และโดยเฉพาะอย่างยิ่งห่างไกลจากพื้นที่กิจกรรมของมนุษย์ พบว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 71,592.25 ไร่หรือร้อยละ 9.58 ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อยครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 679,786.25 ไร่หรือร้อยละ 90.42 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ จากผลการศึกษาความเหมาะสมของแหล่งที่อยู่อาศัยของกวางผาและปัจจัยที่สัมพันธ์ต่อการปรากฏของกวางผาเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการจัดการแหล่งที่อยู่อาศัยของกวางผา และคาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการและการอนุรักษ์แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าต่อไป

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ 9 / 03 / 2549

Vorapol Deeprasai 2006: Application of Geographic Information System and Remote Sensing for Goral's Habitat Assessment in Omkoi Wildlife Sanctuary Changwat Chiang Mai. Master of Science (Forestry), Major Field: Forest Management, Department of Forest Management. Thesis Advisor: Associate Professor Sura Pattanakiat, Ph.D. 132 pages.
ISBN 974-16-1213-3

The objectives for the application of Geographic Information System (GIS) and Remote Sensing for Goral's Habitat Assessment in Omkoi Wildlife Sanctuary Changwat Chiang Mai are focusing on the identification of Goral habitat suitability area and factors effected to Goral habitat selection. The factors using in the study are including (1) biological factor as forest type; (2) physical factor as water supply, altitude, slope, aspect, rock type, soil type and precipitation and (3) human activity impact factors as distance from forest protecting units, distance from villages and distance from roads.

The result of the study revealed that the significant factors effected to habitat selection of Goral are distance from road, altitude, rock type, water supply and aspect respectively. The study is also shown that Goral's habitat specific area are steep slope grass land, in high altitude facing to the west aspect and quite distance from human activity. The high-suitable habitat area for Goral is 71,592.25 rai or 9.58% of the total area and low-suitable habitat area is 679,786.25 rai or 90.42% of the total area respectively. Thus, this study is useful for Goral habitat conservation and management in the next future.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

9 / 03 / 2006

# กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุระ พัฒนเกียรติ ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประสงค์ สงวนธรรม กรรมการวิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นริศ ภูมิภาคพันธ์ กรรมการวิชารอง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย อรุณประภารัตน์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะ และคำแนะนำ ในการแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม และ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า ที่อนุญาตให้ข้าพเจ้าได้สำรวจข้อมูลสัตว์ป่าในพื้นที่ และทบวงมหาวิทยาลัยที่สนับสนุนเงินทุนในการวิจัย

ขอบพระคุณ พี่ดิสสกุล ธรรมสานุกุล วนศาสตร์ รุ่น 50 ผู้ช่วยเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย ที่ให้ข้อมูลในพื้นที่ศึกษา อำนวยความสะดวกทั้งทางด้านยานพาหนะ และบุคลากร ร่วมสำรวจภาคสนาม ขอขอบคุณ สมบัติ วรวัฒน์ เข็มทอง ศักดิ์ขาว และเจ้าหน้าที่หน่วยพิทักษ์ป่ามูเซอร์ทุกท่านที่มิได้กล่าวชื่อในที่นี้ ที่ร่วมแรงร่วมใจฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆในระหว่างการเดินสำรวจข้อมูลภาคสนาม

ขอขอบคุณน้องรัฐพล บุญมี วนศาสตร์ รุ่นที่ 67 ที่รับอาสาทุกครั้งเมื่อข้าพเจ้าขอความร่วมมือในการออกสำรวจภาคสนาม น้องณัฐ รุ่น 60 น้องกิ่ง รุ่นที่ 66 ที่ช่วยเหลือด้านข้อมูล อุปกรณ์ และแนะนำโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลแผนที่ น้องฝน น้องเฟียต น้องตั้ม น้องเชษฐ์ น้องราม น้องต่อ น้องก้อย น้องเบนซ์ น้องอัน น้องแชมป์ และน้องน๊อต รวมถึงเพื่อนๆวนศาสตร์ทุกคนที่ให้ความเป็นพี่เป็นน้องเสมอมาในยามที่ข้าพเจ้าต้องการคำแนะนำและคำปรึกษา

คุณประโยชน์อันใดที่จะได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ พี่ น้อง และครอบครัวของข้าพเจ้า ที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนเงินทุนเพื่อใช้ในการศึกษาเสมอมา และคณาจารย์ทุกท่านที่คอยประสิทธ์ประสาทวิชาความรู้ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งถึงวันนี้

วรพล ดีปราสัย

มีนาคม 2549

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| สารบัญ | (1) |
| สารบัญตาราง | (2) |
| สารบัญภาพ | (4) |
| คำนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 2 |
| ตรวจเอกสาร | 3 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 32 |
| อุปกรณ์ | 32 |
| วิธีการ | 33 |
| สถานที่ทำการศึกษา | 44 |
| ผลและการวิจารณ์ | 63 |
| สรุปและข้อเสนอแนะ | 100 |
| สรุป | 100 |
| ข้อเสนอแนะ | 102 |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง | 107 |
| ภาคผนวก | 114 |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ปริมาณน้ำฝนรอบ 30 ปี ของสถานีวัดปริมาณน้ำฝนทางภาคเหนือของประเทศไทย | 50 |
| 2 | กลุ่มชุดดินภายในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย | 53 |
| 3 | ลักษณะทางธรณีวิทยาภายในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย | 55 |
| 4 | แสดงจุดที่ใช้ในการปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตของข้อมูลดาวเทียม Landsat TM 7 | 69 |
| 5 | ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธี man-machine interactive system | 73 |
| 6 | เมตริกความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธี man-machine interactive system | 75 |
| 7 | การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ(Correletion Coefficient) | 88 |
| 8 | ทดสอบนำตัวแปรชนิดป่า (Forest) ที่มีสหสัมพันธ์สูงกับความจากระดับน้ำทะเล (altitude) เพิ่มเข้าสู่การพิจารณา | 95 |
| 9 | การทดสอบเปรียบเทียบพื้นที่ที่คำนวณตามวิธีการคัดเลือกหาตัวแปรที่เหมาะสมต่อการกระจายของกวางผา กับวิธีการนำปัจจัยอิสระเข้าพิจารณาทุกตัวโดยการวิเคราะห์ด้วย Multiple Regression Analysis | 98 |

**ตารางผนวกที่**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | ตำแหน่งที่ได้จากการสำรวจร่องรอยกวางผาในพื้นที่ศึกษา | 115 |
| 2 | Coverage ที่ใช้ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผาโดยใช้วิธี Multiple Regression Analysis | 118 |
| 3 | ระดับของการจำแนกสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในการแปลความหมายจาก ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat - 7TM | 120 |
| 4 | ที่ตั้งหน่วยราชการในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย | 121 |

## สารบัญตาราง(ต่อ)


| ตารางผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 5 | ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลการสำรวจภาคสนามกับการแปลตีความด้วยวิธี man-machine interactive system | 122 |
| 6 | ผลผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนด ขั้นตอนที่ 1 (Goral (Stat_Mod1(real2)_out) : P to enter: 0.05, P to remove: 0.05 ) | 127 |
| 7 | ผลผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนด ขั้นตอนที่ 2 (Goral (Stat_Mod1(real2)_out) : P to enter: 0.05, P to remove: 0.05 ) | 128 |
| 8 | ผลผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนด ขั้นตอนที่ 3 (Goral (Stat_Mod1(real2)_out) : P to enter: 0.05, P to remove: 0.05 ) | 129 |
| 9 | ผลผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนด ขั้นตอนที่ 4 (Goral (Stat_Mod1(real2)_out) : P to enter: 0.05, P to remove: 0.05 ) | 130 |
| 10 | ผลผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนด ขั้นตอนที่ 5 (Goral (Stat_Mod1(real2)_out) : P to enter: 0.05, P to remove: 0.05 ) | 131 |
| 11 | ผลผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนด ขั้นตอนที่ 6 (Goral (Stat_Mod1(real2)_out) : P to enter: 0.05, P to remove: 0.05 ) | 132 |

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | แนวเส้นสำรวจสัตว์ป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ | 35 |
| 2 | แผนผังแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับความเหมาะสมต่อการปรากฏของกวางผาโดยใช้ Multiple Regression Analysis | 43 |
| 3 | ที่ตั้งเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวดเชียงใหม่ | 47 |
| 4 | ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ | 49 |
| 5 | ปริมาณน้ำฝนพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ | 52 |
| 6 | กลุ่มชุดดินในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ | 55 |
| 7 | ลักษณะทางธรณีวิทยาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ | 57 |
| 8 | ตำแหน่งที่พบกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ | 65 |
| 9 | แนวสำรวจสัตว์ป่าบริเวณดอยม่อนจอง-ดอยหลวง ในพื้นที่เขตรักษา-พันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ | 66 |
| 10 | ตัวอย่างร่องรอยกวางผาที่ได้จากการสำรวจในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์-สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ | 67 |
| 11 | ภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้แผนที่ภูมิประเทศอ้างอิงในการเลือกจุดควบคุมทางภาคพื้นดิน เพื่อปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิต | 68 |
| 12 | ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีขอบเขตตามเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ที่ปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตเรียบร้อยแล้ว | 71 |
| 13 | การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2547 | 73 |
| 14 | ฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยกวางผา ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จ. เชียงใหม่ | 82 |

**สารบัญภาพ(ต่อ)**


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 15 | การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และระดับความเหมาะสมต่อการปรากฏของกวางผา โดยวิธี การนำปัจจัยอิสระเข้าสู่การพิจารณาทุกตัว | 87 |
| 16 | พื้นที่เหมาะสมต่อการปรากฏของกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ | 97 |

# การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล เพื่อการประเมินถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

**Application of Geographic Information System and Remote Sensing for Goral's Habitat Assessment in Omkoi Wildlife Sanctuary Changwat Chiang Mai**

## คำนำ

ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 รัฐบาลได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยกำหนดแนวทางยุทธศาสตร์การบริหารจัดการให้มีการพัฒนาและจัดทำฐานข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพในการติดตามตรวจสอบและจัดการทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างทันการ รวมทั้งให้มีการศึกษาวิจัยเพื่อเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน และมีการติดตามข้อมูลผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมโลกเพื่อวางแผนเตรียมพร้อมรับปัญหา (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2545) ปัจจุบันระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) และการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างรวดเร็วและทันต่อสถานการณ์ปัจจุบัน เนื่องจากสามารถที่จะวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้หลายประเภทได้ในเวลาเดียวกัน และสามารถจัดเก็บข้อมูลได้อย่างมีระบบ นำเสนอข้อมูลได้ชัดเจนและครอบคลุม นับได้ว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกลเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพอย่างมากต่อการนำมาใช้ ในการประเมินแหล่งพื้นที่ที่เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผาได้อย่างชัดเจน

ความสำคัญและที่มาของการศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกลเพื่อการประเมินถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา(*Nemorhaedus caudatus*) เนื่องจากกวางผาจัดเป็นหนึ่งในสัตว์ป่าสงวน 15 ชนิดของประเทศไทย ปัจจุบันใกล้จะสูญพันธุ์ จากข้อมูลที่มีผู้สำรวจถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา พบว่า กวางผามีถิ่นที่อยู่อาศัยจำกัดในบางพื้นที่ของประเทศเท่านั้น ซึ่งน้อยมากเมื่อเทียบกับพื้นที่การกระจายทั่วทั้งโลก ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบถึงปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเลือกถิ่นที่อยู่อาศัย การกระจาย และบริเวณที่มีพื้นที่อาศัยเหมาะสมกับกวางผา โดยแสดงผลออกมาแล้วสามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจน

และใช้เป็นฐานข้อมูลในการตัดสินใจต่อการจัดการ และการป้องกันพื้นที่ที่คาดว่าจะเป็นพื้นที่มีความสำคัญ (hot spot) สำหรับกวางผา และเพื่อนำข้อมูลจากการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการหาพื้นที่แหล่งใหม่ โดยพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ที่กำหนดในการปล่อย กวางผาหรือสัตว์ป่าชนิดอื่นๆ คืนสู่ป่า และติดตามศึกษาต่อไปในอนาคต

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเลือกใช้ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา

2. เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่อยู่อาศัยจากปัจจัยของกวางผาที่กำหนดจากมากไปหาน้อย

3. เพื่อวิเคราะห์และสร้างแผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผา

# ตรวจเอกสาร

ในการศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล เพื่อการประเมินถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ นั้นได้มีการตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ครอบคลุมตามประเด็นต่างๆ ซึ่งได้ทำการแบ่งออกเป็น 7 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (remote sensing)

ส่วนที่ 2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System :GIS)

ส่วนที่ 3 ระบบระบุพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (Global Positioning System :GPS)

ส่วนที่ 4 สัตว์ป่าสงวน และถิ่นที่อยู่อาศัย

ส่วนที่ 5 นิเวศวิทยากวางผา

ส่วนที่ 6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ 7 หลักการและวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา

ส่วนที่ 8 แนวทางของการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อการจัดการทรัพยากรป่าไม้ และสัตว์ป่า

## 1. <u>การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing)</u>

### 1.1. ความหมาย

การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล หมายถึงวิทยาศาสตร์ และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์จากเครื่องมือบันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (spectral) รูปทรงสัณฐานของวัตถุบนพื้นผิวโลก (spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (temporal) (สุรชัย, 2536)

การสำรวจจากระยะไกล เป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแขนงหนึ่ง ที่ใช้ในการบ่งบอก จำแนก หรือวิเคราะห์คุณสมบัติของวัตถุต่างๆ โดยปราศจากการสัมผัสโดยตรง (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

การสำรวจจากระยะไกล เป็นวิทยาการของการได้มาของข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุบนพื้นผิวโลก เป็นการรับรู้การสะท้อน หรือส่งผ่านพลังงาน การวิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ข้อมูลนั้น (Canada Centre for Remote Sensing, 2001)

องค์ประกอบที่สำคัญของการสำรวจข้อมูลระยะไกล คือ คลื่นแสงซึ่งเป็นพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติไม่ว่าเป็นพลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์ หรือเป็นพลังงานจากตัวเอง ซึ่งระบบการสำรวจข้อมูลระยะไกลโดยการอาศัยพลังงานแสงธรรมชาติ เรียกว่า passive remote sensing ส่วนระบบบันทึกที่มีแหล่งพลังงานที่สร้างขึ้น และส่งไปยังวัตถุ เป้าหมาย เรียกว่า active remote sensing พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) ที่สะท้อนหรือแผ่ออกจากวัตถุหรือพื้นผิวโลก มักเป็นต้นกำเนิดของข้อมูลที่สำรวจจากระยะไกล เครื่องมือที่ใช้วัดค่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนหรือแผ่ออกจากวัตถุ เรียกว่า เครื่องวัดจากระยะไกล (remote sensor) หรือ เครื่องวัด (sensor) เช่น กล้องถ่ายรูป หรือเครื่องสแกนเนอร์ (scanner) และยานพาหนะที่ใช้ติดตั้งเครื่องวัด เรียกว่า ยานสำรวจ (platform) ได้แก่ เครื่องบิน หรือดาวเทียม (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2547)

1.2 การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล ประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ

1.2.1 การได้มาซึ่งข้อมูล (data acquisition) การได้รับข้อมูลในกระบวนการสำรวจข้อมูลจากระยะไกลเป็นกระบวนการต่างๆ ที่ให้ได้มาซึ่งข้อมูลโดยเริ่มตั้งแต่ดาวเทียม หรือยานสำรวจ (platform) ถูกส่งออกสู่วงโคจรในตำแหน่งที่จะทำการบันทึกข้อมูลจนถึงขั้นการส่งข้อมูลหรือสัญญาณการสะท้อนพลังงานสู่สถานีรับภาคพื้นดิน (receiving station) และผลิตข้อมูลออกมาในรูปแบบของข้อมูลเชิงอนุมาน (analog data) หรือข้อมูลเชิงตัวเลข (digital data) (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2547) ประกอบด้วย แหล่งพลังงาน (energy source) การเคลื่อนที่ของพลังงาน

(propagation of energy) ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับลักษณะพื้นผิวโลก (interaction with the target) ระบบการบันทึกข้อมูล (sensor system) และข้อมูลที่ได้รับ (สุรชัย, 2536)

1.2.2 การแปลตีความ และการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (image interpretation and analysis) มีการดำเนินการได้ 2 วิธีการ คือการแปลตีความด้วยสายตา (visual interpretation) ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative) ซึ่งสามารถวัดออกมาเป็นค่าได้แน่นอน อาจออกมาในรูปของ ดี เลว หรือเปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ การแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาไม่สามารถวัดออกมาเป็นเชิงปริมาณได้ทันที และการวิเคราะห์และประมวลผลเชิงตัวเลข (digital analysis and processing) ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative) (สุพรรณ, 2536)

(1) การวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยสายตา (visual interpretation) หรือการแปลตีความหมาย (photographic interpretation) หมายถึง การวินิจฉัย (identification) ว่าสิ่งที่เห็นควรเป็นสิ่งใด หรือน่าจะเป็นอะไร ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิเคราะห์ (analysis) อย่างมีระบบเพื่อนำข้อมูล (data) และสารสนเทศ (information) จากหลายด้านมาประกอบกันเพื่อช่วยระบุว่าสิ่งที่เห็นในภาพนั้นว่าน่าจะเป็นอะไรในพื้นที่จริง (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2545) การแปลภาพถ่ายดาวเทียมจะอาศัยลักษณะที่ปรากฏบนภาพถ่ายดาวเทียม คือ รูปร่าง (shape) รูปแบบการจัดเรียง (pattern) สี (color) ที่ตั้ง (site) และ ถิ่นที่ตั้งและสิ่งแวดล้อมข้างเคียง (site and environment) เป็นปัจจัยสำคัญในการแปลตีความ (สุวิทย์ และคณะ, 2544) นักแปลภาพที่ดีควรมีคุณสมบัติ คือ ความรู้ภูมิหลัง (background) ความสามารถของสายตา (visual acuity) ความสามารถของจิตใจ (mental acuity) และประสบการณ์ (experience) (ประสพชัย, 2536)

(2) การวิเคราะห์ และการประมวลผลเชิงตัวเลข (digital analysis and processing) จะเป็นการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวิเคราะห์โดยใช้ค่าทางสถิติ หรือทฤษฎีทางสถิติเป็นตัวตัดสินใจ กระบวนการวิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูลดาวเทียม สามารถแยกออกได้ดังนี้

การเตรียมข้อมูลก่อนทำการวิเคราะห์ (preprocessing) ประกอบด้วยกระบวนการปรับแก้ความผิดพลาดทางคลื่น (radiometric correction) การแก้ไขความคลาดเคลื่อน

ทางเรขาคณิต (geometric correction) ของภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงกับข้อเท็จจริงบนพื้นผิวโลก

การเน้น หรือการปรับปรุงคุณภาพภาพถ่ายดาวเทียม (image enhancement) จะประกอบด้วย กระบวนการปรับแก้ระดับสีเทา (contrast stretching) การกรองข้อมูล (spatial filtering) เพื่อความชัดเจนของข้อมูล

การแปลงค่าของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (image transformation) เป็นการรวมข้อมูลจากหลายช่วงคลื่นด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลใหม่ที่ต้องการ เช่น การหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์ (spectral or band ratio) และ principal components analysis (Canada Centre for Remote Sensing, 2001)

การจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (image classification) โดยทั่วไปการจำแนกข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ มี 2 วิธี คือ (1) supervised classification เป็นวิธีที่ผู้วิเคราะห์จะต้องกำหนดพื้นที่ข้อมูลตัวอย่าง (training area) ของข้อมูลแต่ละประเภทให้กับคอมพิวเตอร์ เพื่อคำนวณค่าสถิติ (mean, standard deviation) และค่าสถิติดังกล่าวจะเป็นตัวแทนสำหรับจำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมด และ (2) unsupervised classification เป็นวิธีที่ผู้วิเคราะห์ไม่ต้องกำหนดพื้นที่ข้อมูลตัวอย่าง (training area) ของแต่ละประเภทข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์ (กันยา และคณะ, 2536)

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก่อนทำการแปล วิเคราะห์ หรือการจำแนกประเภทข้อมูล คือ การเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (multitemporal approach) เนื่องจากวัตถุแต่ละชนิดอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล หรือช่วงเวลา ดังนั้นการวิเคราะห์ จำแนกประเภทข้อมูล หรือติดตามการเปลี่ยนแปลง (monitoring) จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลจากหลายช่วงเวลามาใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อความถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงตามช่วงคลื่น (multispectral approach) เนื่องจากวัตถุแต่ละชนิดจะมีการสะท้อน หรือดูดซึมพลังงานแตกต่างกัน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ข้อมูลช่วงคลื่นเดียวอาจจะจำแนกประเภทข้อมูลได้ไม่ดีนัก จำเป็นต้องใช้ข้อมูลหลายช่วงคลื่นมาวิเคราะห์หรือประกอบกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลชัดเจนมากขึ้น ระดับความหยาบละเอียดของข้อมูล

(multilevel or multistage approach) เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกลมีระดับ ความหยาบละเอียดแตกต่างกัน เช่น ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียม Landsat TM5 มีความละเอียด (resolution) 30x30 เมตร ข้อมูลจากดาวเทียม Spot มีความละเอียด 20x20 เมตร ดังนั้นในการวิเคราะห์ หรือจำแนกข้อมูลควรจะมีระดับที่เหมาะสมกับข้อมูล ซึ่งทั้งการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยสายตา และวิเคราะห์เทปบันทึกข้อมูลจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนที่เหมือนกัน ยกเว้นวิธีการแปลและวัสดุที่ใช้แตกต่างกัน ขั้นตอนต่างๆ สรุปได้ดังนี้ สุพรรณ (2536) ได้สรุปขั้นตอนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ ดังนี้

1) ตรวจสอบข้อมูล และรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน
2) เก็บข้อมูลภาคพื้นดิน
3) แปล และวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมด้วยสายตา หรือคอมพิวเตอร์
4) จัดทำแผนที่
5) ตรวจสอบความถูกต้องทางภาคพื้นดิน (mapping accuracy)

สรุปได้ว่า การสำรวจระยะไกล (remote sensing :RS) เป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่ต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ ในขบวนการของการสำรวจข้อมูลโดยไม่สัมผัสวัตถุเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ออกมา โดยทั่วไปจะใช้เครื่องบิน และดาวเทียมในการติดตั้งอุปกรณ์บันทึกข้อมูล และจัดเก็บข้อมูลออกมาตาม media แต่ละชนิดของเครื่องบันทึก ซึ่งโดยทั่วไปนั้นข้อมูลที่ได้จะหมายถึง ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น

## 2. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

### 2.1. ความหมาย

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ เครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียม ดัดแปลง แก้ไข จัดการ และวิเคราะห์ พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลพื้นที่ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ ดังนั้น GIS จึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ประโยชน์เพื่อใช้ในการจัดการและบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้านพื้นที่ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากเป็นระบบเกี่ยวข้องกับระบบการไหลเวียนของ

ข้อมูลและการผสานข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) หรือข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) เพื่อให้เป็นข่าวสารที่มีคุณค่า (โครงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2541)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์เครื่องมือหลักที่สำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความซับซ้อนและปริมาณมาก ตั้งแต่การจัดเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดเตรียม การดัดแปลงข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ การแก้ไข การจัดการและการวิเคราะห์ ข้อมูล พร้อมทั้งการเสนอผลการวิเคราะห์ประเมินผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ทั้งหมดอยู่ในรูปของแผนที่ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ตามความต้องการ โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลข่าวสารประเภทต่างๆ ที่เกี่ยวข้องระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้รับการยอมรับว่าเป็นประโยชน์อย่างมาก ในการจัดการและการบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้านพื้นที่ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล ยิ่งทำให้ความสามารถของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ก้าวหน้ายิ่งขึ้น จากความหลากหลายของความสามารถในการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นี้เอง จึงทำให้หน่วยงานภาครัฐและเอกชนจำนวน ไม่น้อยที่ใช้ประโยชน์จากระบบข้อมูลนี้ และมีแนวโน้มที่จะมีผู้ใช้เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ (กรมวิชาการเกษตร, 2001)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ระบบสำหรับการนำเข้า การเก็บ การเปลี่ยนแปลงการวิเคราะห์ และการแสดงผลข้อมูลทางภูมิศาสตร์ หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยข้อมูลเหล่านี้จะแสดงในลักษณะของจุด เส้น และพื้นที่รูปปิด ที่ควบคู่ไปกับข้อมูลอรรถาธิบาย (attribute data) ซึ่งแสดงลักษณะเฉพาะตัวของข้อมูลแต่ละรูปแบบ (สุวิทย์ และคณะ, 2542)

2.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีองค์ประกอบที่สำคัญหลายอย่าง แต่ละอย่างล้วนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญทั้งสิ้น แต่ที่สำคัญประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ข้อมูลและสารสนเทศ เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ต่างๆ และโปรแกรม และบุคลากร

2.1.1 ข้อมูลและสารสนเทศ (data/information) ข้อมูลที่จะนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ควรเป็นข้อมูลเฉพาะเรื่อง (theme) และเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการตอบคำถามต่างๆ ได้ตามวัตถุประสงค์ เป็นข้อมูลที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ และเป็นปัจจุบันมากที่สุด (โครงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2541) ข้อมูลและสารสนเทศสามารถ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

ก. ข้อมูลที่มีลักษณะเชิงพื้นที่ หรือข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ เป็นข้อมูลที่แสดงสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ ด้วยตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ ซึ่งมีโครงสร้างข้อมูล 2 รูปแบบ คือ

(1) รูปแบบข้อมูลเวคเตอร์ (vector format) เป็นข้อมูลที่แสดงทิศทาง และตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ในลักษณะของจุด (point) หรือโดยการเชื่อมจุดหลายๆ จุดเพื่อแสดงรูปแบบเส้น (arcs or line) เช่น ถนน แม่น้ำ เป็นต้น และปลายของเส้นหลายๆ เส้นที่ต่อกันจนเกิดเป็นรูปขอบเขตของพื้นที่ เรียกว่า โพลีกอน (polygons) ดังนั้นรูปแบบของข้อมูลเชิงพื้นที่ จะอาศัยค่าพิกัดที่ต่อเนื่องของจุดในการกำหนดขอบเขตของวัตถุที่เราสนใจ

(2) รูปแบบข้อมูลราสเตอร์ (raster format) โครงสร้างของข้อมูลจะแสดงในรูปสี่เหลี่ยม หรือจุดภาพ (grid or pixels) ที่มีการอ้างอิงกับระบบพิกัดรายละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เก็บบันทึกในรูปแบบนี้จะแปรผันโดยตรงกับขนาดของจุดภาพ

ข. ข้อมูลอรรถาธิบาย (non-spatial data or attribute data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของพื้นที่นั้น อาจจะเป็นค่าเชิงปริมาณ หรือตารางที่อธิบายถึงสภาพพื้นที่ได้เด่นชัดเพื่อการจัดการทรัพยากรต่างๆ เช่น ข้อมูลประชากรในพื้นที่ป่า ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา คุณภาพของน้ำและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น การป้อนข้อมูลชนิดนี้มักนิยมกำหนดเป็นรหัส และจัดเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลที่เรียกว่า topology file (จรัณธร, 2541)

2.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ ชิ้นส่วนต่างๆ ในคอมพิวเตอร์ เรียกว่า hardware ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง (central processing unit : CPU) อุปกรณ์การนำเข้า (input devices) เช่น Digitizer Scanner อุปกรณ์อ่านข้อมูล อุปกรณ์การเก็บรักษา ข้อมูล (disk drive storage unit) และแสดงผลข้อมูล (output devices) เช่น printer, plotter เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดมีหน้าที่และคุณภาพแตกต่างกันออกไป

2.2.3 โปรแกรม หรือระบบซอฟท์แวร์ (software) หมายถึง โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการระบบ และสั่งงานต่างๆ เพื่อให้ระบบฮาร์ดแวร์ทำงาน หรือเรียกข้อมูลที่จัดเก็บในระบบฐานข้อมูลทำงานตามวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปชุดคำสั่ง หรือโปรแกรมของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะประกอบด้วย หน่วยนำเข้าข้อมูล หน่วยเก็บข้อมูล การจัดการข้อมูล หน่วยวิเคราะห์แสดงผลหน่วยแปลงข้อมูล และหน่วยโต้ตอบกับผู้ใช้

2.2.4 บุคลากร จะประกอบด้วยผู้ใช้ระบบ (analyst) และผู้ใช้สารสนเทศ (user) ผู้ใช้ระบบหรือผู้ชำนาญการ GIS จะต้องมีความชำนาญในหน้าที่ และได้รับการฝึกฝนมาแล้วเป็นอย่างดี พร้อมที่จะทำงานได้เต็มความสามารถ โดยทั่วไปผู้ใช้ระบบจะเป็นผู้เลือกระบบฮาร์ดแวร์ และระบบซอฟท์แวร์ เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ และสนองความต้องการของหน่วยงาน ส่วนผู้ใช้สารสนเทศ คือ นักวางแผน หรือผู้มีอำนาจตัดสินใจ (decision maker) เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่างๆ

นอกจากองค์ประกอบที่สำคัญทั้ง 4 ส่วนแล้ว องค์กรที่จะรองรับ (organization) ก็นับว่ามีความสำคัญต่อการดำเนินงานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทั้งนี้เพราะองค์กรที่เหมาะสมและมีวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะสามารถรองรับและให้การสนับสนุนการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาใช้ในแผนงานขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณ อุปกรณ์ และบุคลากรที่เหมาะสมกับหน้าที่

## 2.3 การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS operation system)

การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก คือการวิเคราะห์ปัญหา หรือการกำหนดวัตถุประสงค์ การจัดเตรียมฐานข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผลข้อมูล

2.3.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ (determination objective) เป็นขั้นตอนแรกและสำคัญที่สุดในการดำเนินงานเกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทั้งนี้ นักวิเคราะห์ GIS ต้องทราบวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนก่อนการดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ ว่าต้องการแก้ปัญหาอะไร ปัญหา

ดังกล่าวสามารถตอบได้โดย GIS หรือไม่ ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิเคราะห์คืออะไร และใครเป็นผู้นำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

2.3.2 การจัดเตรียมฐานข้อมูล (database preparation) ประกอบด้วย

(1) การนำเข้าข้อมูล (data input) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลทั่วไป การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นการแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่ให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (digital data) ซึ่งสามารถนำเข้าได้หลายวิธี เช่น digitizing table คีบอร์ด (computer keyboard) สแกนเนอร์ (scanner) นำเข้าข้อมูลจากแผ่นฟิล์ม (film importation) และแปลงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่จัดเก็บจากเครื่อง global positioning system (GPS)

(2) การจัดเก็บข้อมูลพื้นที่ในระบบ GIS (cartographic representation) ข้อมูลเชิงพื้นที่จะถูกจัดเก็บโดยอ้างอิงจากค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ ทั้งนี้รหัสของข้อมูลอาจเรียงตามลำดับของการนำเข้า หรือเรียงตามค่ารหัสที่ถูกกำหนดโดยผู้ใช้ระบบ (User ID)

(3) ความสัมพันธ์ทางพื้นที่ (spatial topology) ข้อมูลพื้นที่ โดยทั่วไปจะมีระบบการจัดเก็บข้อมูลเฉพาะของข้อมูลแต่ละลักษณะ (each graphic object) ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลพื้นที่ และระบบการจัดเก็บนี้เรียกว่า ความสัมพันธ์ทางพื้นที่ หลังจากได้สร้าง topology เรียบร้อยแล้ว ข้อมูลต่างๆ สามารถนำมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่ได้

(4) การจัดเก็บและเรียกค้นตารางฐานข้อมูล (database) ฐานข้อมูลที่ใช้อธิบายข้อมูลพื้นที่ หรือข้อมูลอรรถาธิบาย ได้ถูกจัดเก็บในรูปแบบที่สัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นข้อมูลที่ถูกต้อง ง่ายต่อการปรับแก้และการเรียกใช้

2.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล (data analysis) คือ การนำเอาข้อมูลแผนที่ต่างๆ ที่เก็บไว้ในระบบมาทำการประมวลผล ด้วยวิธีการซ้อนทับ (overlay) และการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลบรรยาย เพื่อทำการวิเคราะห์ หรือกำหนดวางแผนการจัดการกับพื้นที่นั้นๆ เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ตามที่ต้องการ (วิเชียร, 1999)

2.3.4 การแสดงผล (data display) ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถนำเสนอหรือแสดงผลได้ทั้งบนจอคอมพิวเตอร์ (monitor) ผลิตเป็นเอกสาร ในรูปแบบของแผนที่และตาราง โดยใช้เครื่องพิมพ์ หรือ plotter หรือสามารถแปลงข้อมูลเหล่านั้นไปสู่ระบบการทำงานในโปรแกรมอื่นๆ ในรูปแบบของแผนที่ (map) แผนภูมิ (chart) หรือ ตาราง (table) (โครงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2541)

## 2.4 เทคนิควิธีการหลักๆ ที่สามารถวิเคราะห์ด้วย GIS

การใช้ GIS เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น จำเป็นที่จะต้องทราบรายละเอียดและความสามารถของเครื่องมือที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ด้วย ซึ่งเทคนิคและหลักการวิเคราะห์หลักๆ ที่ GIS สามารถทำได้นั้น Congalton and Green (1992) ได้กล่าวว่า จากการเก็บรวบรวมข้อมูล จำเป็นที่จะต้องนำข้อมูลที่ได้มาลงตำแหน่ง และจัดรวมให้อยู่บนแผนที่ฐาน ซึ่งการลงตำแหน่งให้อยู่บนแผนที่แผ่นเดียวนั้นมีค่าใช้จ่ายสูง เสียเวลา และอาจทำให้แผนที่ดูยุ่งเหยิง อย่างไรก็ตามการใช้เทคนิคทาง GIS โดยใช้วิธีการการวิเคราะห์การซ้อนทับ (overlay analysis) การสร้างแบบจำลอง (modeling) การสร้างขอบเขตอาณาบริเวณ (buffering) และการวิเคราะห์โครงข่าย (network analysis) จะไม่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวข้างต้น เมื่อการประมวลผลสิ้นสุดลง โดยสามารถอธิบายเทคนิควิธีการต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

### 2.4.1 การวิเคราะห์การซ้อนทับ (overlay analysis)

ความสามารถในการแบ่งประเภทของข้อมูลจากการให้รายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุ ทำให้สามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลประเภทเดียวกันแต่มีคุณลักษณะแตกต่างกันอยู่ในชั้นแผนที่ (layer) เดียวกันได้ เช่น แผนที่ชั้นลำห้วย มีทั้งลำห้วยน้ำไหลเฉพาะฤดูและน้ำไหลตลอดปีอยู่ในชั้นแผนที่เดียวกัน เป็นต้น การเลือกเฟ้นเอาลักษณะเฉพาะของข้อมูลจากการรวมชั้นแผนที่หนึ่งกับข้อมูลอีกชั้นแผนที่หนึ่ง โดยเงื่อนไขทางพีชคณิตแบบ Boolean ในการดำเนินการ คือ และ (and) หรือ (or) ไม่อย่างใดอย่างหนึ่งอย่างเดียว และ ไม่ใช่ (not) ดำเนินการโดยใช้เงื่อนไขตามข้อกำหนด ผลที่ได้อาจจะเป็นจริง (true) หรือ เท็จ (false) ซึ่งจะได้ข้อมูลชั้นแผนที่ใหม่ที่เกิดจากการรวมข้อมูลชั้นแผนที่เมที่มีอยู่ออกมา และสามารถแบ่งประเภทของการวิเคราะห์การซ้อนทับออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ การดำเนินการแบบจุด (point operation) และการ

ดำเนินการกับวัตถุข้างเคียงหรือวัตถุที่มีขอบเขต (neighborhood or region operation) ซึ่งแต่ละประเภทมีวิธีการดังนี้

การดำเนินการแบบจุด สามารถใช้เงื่อนไขทางพีชคณิตแบบ Boolean ร่วมด้วยได้ เช่น การให้ค่าน้ำหนักคะแนน การคูณด้วยตัวปัจจัย การบวก รวมถึงการดำเนินการที่ซับซ้อน เช่น การจำแนกตัวแปร (clustering) การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (discriminate analysis) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis) และการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติอื่นๆ

การดำเนินการกับวัตถุข้างเคียงหรือวัตถุที่มีขอบเขต ซึ่งความสัมพันธ์และกระบวนการวิเคราะห์จะมีความซับซ้อนมากกว่าการดำเนินการแบบจุด เนื่องจากเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางด้านพื้นที่ของข้อมูล ทั้งจากการวัด (measure) ความสัมพันธ์ (correlation) และความหลากหลาย (diversity) ของข้อมูล เช่น ข้อมูลความลาดชัน และทิศทางด้านลาด เป็นต้น

2.4.2 การสร้างแบบจำลอง (modeling)

Congalyon and Green (1992) พบว่า วัตถุสิ่งของ และมนุษย์ล้วนมีหลายหลาก ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองทางพื้นที่ควรพิจารณาถึงหลักเกณฑ์ที่สำคัญ ได้แก่ การประมวลผลโดยใช้คอมพิวเตอร์จัดการ และสร้างแผนที่ใหม่ขึ้นมานั้น ต้องมีการวางแผนให้รัดกุม และควรเขียนแผนผังการดำเนินงาน (flow chart) ให้ชัดเจน รวมถึงควรให้ความสำคัญกับการตัดสินใจในการนำข้อมูลไปใช้ด้วย

สำหรับแนวทางการสร้างแบบจำลองจากปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน โดยรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลแสดงรายละเอียดอื่นที่เกี่ยวข้องกับวัตถุ ซึ่งต้องอาศัยผู้มีความรู้และผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ดังนั้นจึงเป็นเรื่องยากที่จะทำให้ทุกคนมีความเห็นตรงกันในทุกเรื่อง ตัวอย่างเช่น การประเมินหาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า โดยใช้ชั้นข้อมูลดังนี้ แผนที่สังคมพืช ความสูงจากระดับน้ำทะเล ทิศด้านลาด ความลาดชัน กรรมสิทธิ์ที่ดิน ถนน และลำห้วย จากชั้นข้อมูลที่กำหนด สามารถให้ค่าน้ำหนักคะแนนแก่แต่ละปัจจัยของชั้นข้อมูล การคำนวณระยะห่างจากชั้นข้อมูล ถนน และลำห้วย ความหลากหลายของข้อมูลในแต่ละชั้นแผนที่ ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ได้ควรจะสามารถประเมินความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่อาศัย และพื้นที่ในบริเวณไหนควรฟื้นฟู เป็นต้น

ในการสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่สนใจควรมีการทดสอบให้เหมาะสมทั้งในเรื่องของปัจจัย วิธีการ และกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา ว่าแบบจำลองนั้นสามารถให้ความถูกต้องได้มากน้อยขนาดไหน โดยการทดสอบกับพื้นที่จริง ซึ่งโดยทั่วไปในเรื่องของการใช้แบบจำลองเพื่อการพยากรณ์นั้น เทคนิควิธีการทางสถิติที่นิยมนำมาใช้ คือ การวิเคราะห์ความถดถอย (regression analysis) เพื่อการสร้างตัวแบบ (model) ในการพยากรณ์สารสนเทศปริภูมิ (spatial information) โดยการการรวบรวมข้อมูลทั้งในส่วนของข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลแสดงรายละเอียดอื่นๆ เพื่อที่จะได้นำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และคัดสรรเฉพาะปัจจัยที่จำเป็นไว้ในการสร้างแบบจำลองต่อไป

2.4.3 การสร้างขอบเขตอาณาบริเวณ (buffering)

เป็นเทคนิคกำหนดพื้นที่อาณาบริเวณ โดยกำหนดระยะทางจากจุดหรือเส้นกึ่งกลางถึงแนวขอบเขตที่จะสร้างขอบเขตอาณาบริเวณ เช่น การกำหนดอาณาบริเวณรอบโป่ง เพื่อกำหนดพื้นที่การเข้าใช้พื้นที่บริเวณใกล้โป่งของกวางผา เป็นต้น

2.4.4 การวิเคราะห์โครงข่าย

การวิเคราะห์โครงข่าย หรือการวิเคราะห์แนวเชื่อมต่อ เช่น เส้นทางการไหลของวัตถุผ่านพื้นที่ การวิเคราะห์โครงข่ายส่วนมากจะใช้กับระบบการขนส่ง (transportation) อุทกวิทยา (hydrology) แนวทางในการศึกษารอยเลื่อนของวัตถุนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ ยานพาหนะ (vehicles) ระบบการสื่อสาร การศึกษาสัตว์ป่า และระบบสารธารณูปโภค เป็นต้น

**3. <u>ระบบระบุพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (Global Positioning System : GPS)</u>**

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการสำรวจได้มีการพัฒนาขึ้นมาก การระบุตำแหน่งที่สำรวจเพื่อยึดโยงกับแผนที่ที่มีอยู่ หรือการบอกพิกัดเพื่อระบุว่าเป็นตำแหน่งใดบนโลกนั้น สามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือ ระบุพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (GPS) ซึ่งได้มีผู้ให้คำจำกัดความและหลักการการทำงานของเครื่องระบุพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ไว้ดังนี้ คือ

วันชัย (2541) กล่าวว่า ระบบการกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม เป็นระบบที่อยู่ภายใต้การควบคุมของกระทรวงกลาโหม สหรัฐอเมริกา โดยมีดาวเทียมเพื่อการนี้โดยเฉพาะโคจรกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปบนท้องฟ้าจำนวนหนึ่ง ดาวเทียมเหล่านี้รหัส GPS โดยใช้คลื่นวิทยุเป็นพาหะมายังเครื่องรับสัญญาณที่ตั้งอยู่บนพื้นโลก เนื่องจากดาวเทียมแต่ละดวงมีวงโคจรที่เป็นระบบที่แน่นอน จึงสามารถทราบตำแหน่งดาวเทียมในอวกาศได้ ตำแหน่งที่ตั้งของตัวเครื่องรับนั้นจะถูกคำนวณเป็นพิกัดภูมิศาสตร์และพิกัดกริดแบบต่างๆ โดยใช้ดาวเทียมเป็นจุดอ้างอิงในการคำนวณหาตำแหน่งที่ตั้งของตัวเองบนพื้นโลก ในขณะที่ชูเกียรติ (2543) กล่าวไว้ว่า GPS เป็นระบบดาวเทียมเพื่อใช้ในการนำหน navigation ซึ่งออกแบบและจัดสร้างโดยกองทัพสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วยดาวเทียมจำนวน 24 ดวง ที่โคจรอยู่รอบโลกวันละ 2 รอบ ดาวเทียมเหล่านี้ ส่งสัญญาณเป็นคลื่นวิทยุ และมีข้อมูลที่เป็นรหัสอื่นๆ modulate มาด้วยเป็นผลทำให้สามารถนำ ข้อมูลการรับสัญญาณ GPS ไปคำนวณหาตำแหน่งได้ตลอด 24 ชั่วโมง และสามารถทำได้ในทุกสภาพอากาศและทุกหนทุกแห่งบนผิวโลกหรือที่ระดับเหนือขึ้นไป ระบบ GPS เปิดบริการให้ ประชาชนทั่วไปใช้ประโยชน์ในการหาตำแหน่งด้วย โดยเริ่มเปิดดำเนินการอย่างสมบูรณ์มาตั้งแต่กลางปี พ.ศ. 2536 นอกจากการใช้ประโยชน์ในเรื่องของการนำหนตามวัตถุประสงค์ดั้งเดิมของ GPS แล้ว ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานรังวัด (Surveying) ที่เป็นการหาตำแหน่งที่มีความถูกต้องสูงได้อีกด้วย ซึ่งการใช้ประโยชน์ในงานรังวัดนี้ เป็นการประยุกต์ใช้ที่นอกเหนือความคาดหมายจากวัตถุประสงค์เดิมเมื่อตอนเริ่มออกแบบ

สามารถสรุปได้ว่า ระบบระบุพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (Global Positioning System : GPS) เป็นระบบที่อยู่ภายใต้การควบคุมของกระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกา โดยมีดาวเทียมเพื่อการนี้โดยเฉพาะ คือ ดาวเทียม NAVSTAR ซึ่งโคจรครอบคลุมอยู่ทั่วโลก โดยสามารถใช้งานได้ตลอด 24 ชั่วโมง ในทุกสภาพอากาศ มีหลักการทำงาน คือ จะมีสถานีควบคุมบนพื้นโลกที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของดาวเทียม ซึ่งทำให้รู้ตำแหน่งและวงจรของดาวเทียมในแต่ละดวง โดยดาวเทียมจะส่งสัญญาณคลื่นวิทยุซึ่งเป็นคลื่นพาหะนำข้อมูลรหัสGPSมายังเครื่องรับซึ่งเป็นเครื่องรับ GPS เครื่องรับสัญญาณจะทำการประมวลผล ซึ่งสามารถระบุพิกัดตำแหน่งออกมาได้ โดยใช้ดาวเทียม 3 ดวง สำหรับค่าทางแนวราบ (X, Y) และอย่างน้อย 4 ดวงสำหรับค่าตำแหน่ง ในทางดิ่ง (Z) ซึ่งความถูกต้องของข้อมูลมีตั้งแต่ระดับต่ำกว่ามิลลิเมตร จนไปถึง 100 เมตร หรือมากกว่า ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับวิธีการในการประมวลผล ประสิทธิภาพของเครื่องรับ รวมทั้งสภาพบรรยากาศ สภาพแวดล้อม และสิ่งปกคลุมเหนือพื้นดิน ณ จุดที่อยู่ขณะนั้น

**4. <u>สัตว์ป่าสงวน และถิ่นที่อยู่อาศัย</u>**

ประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ (Biological Diversity) มากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก ด้วยขนาดพื้นที่ของประเทศเพียง 513,115 ตารางกิโลเมตร แต่มีความหลากหลายทั้งพันธุ์พืช และสัตว์ป่านานาชนิด ทั้งนี้เนื่องจากแหล่งที่ตั้งของประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน ตั้งอยู่บนคาบสมุทรบริเวณกึ่งกลางภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และขอบเขตภูมิศาสตร์สำคัญของโลกคือ อินโด-มาลายัน (Indo-Malayan Realm) เป็นผลให้ประเทศไทยเป็นแหล่งรวมของเขตกระจายพันธุ์ของสัตว์ป่า 3 เขต คือ แบบจีน-หิมาลัย (Sino-Himalayan) อินจีน (Indo-Chinese) และแบบซุนดา (Sundiac) นอกจากนี้ ประเทศไทยมีการวางตัว ทอดยาวตามแนวเหนือ-ใต้ ทำให้สภาพป่าในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 เขตอย่างชัดเจน คือ ป่าดิบชื้น (Tropical Rain Forest) ทางภาคใต้ และป่าผลัดใบแบบเขตร้อน (Mixed Deciduous Rain Forest) ทางด้านตอนเหนือของประเทศ (Lekagul and McNeely, 1977)

ด้วยเหตุที่ประเทศไทยมีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์จนแต่เดิมเชื่อว่าทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้ใช้อย่างไรก็ไม่มีวันหมดสิ้น จึงมีการใช้ทรัพยากรชีวภาพอย่างฟุ่มเฟือยปราศจากมาตรการจัดการอย่างถูกต้อง และจริงจังมาโดยตลอดในช่วงกึ่งศตวรรษที่ผ่านมา ประเทศไทยมีการพัฒนาทุกด้านอย่างรวดเร็ว ทั้งการขยายพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรม การขยายตัวเมืองสู่ชนบท การก่อสร้างเส้นทางคมนาคม รวมถึงการค้าขายพันธุ์พืช และสัตว์ป่ากันอย่างแพร่หลาย เป็นต้น ก่อให้เกิดการบุกรุกถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า และคุกคามตัวสัตว์ป่าอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน และก่อให้เกิดปัญหาการสูญพันธุ์อย่างต่อเนื่อง

สถานการณ์คุกคามความเป็นอยู่ของสัตว์ป่าในประเทศไทย ก่อให้เกิดการหามาตรการในการจัดการและการอนุรักษ์สัตว์ป่า และทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืน และเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2503 เมื่อครั้งที่สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เมื่อครั้งยังดำรงพระยศสมเด็จพระราชชนนีศรีสังวาลย์และผู้สำเร็จราชการแทนพระองค์ ได้ทรงลงนามในพระประมาภิไธย พระบาทสมเด็จพระประมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ตราพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2503 มีเป้าหมายเพื่อการอนุรักษ์ และคุ้มครองสัตว์ป่า และแหล่งซึ่งเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าอย่างยั่งยืน แต่อย่างไรก็ตามสถานการณ์สัตว์ป่าหลายชนิดยังคงมีแนวโน้มถูกคุกคามเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ประกอบกับประเทศไทยได้ร่วมเป็นภาคีระหว่างประเทศในการควบคุมดูแลการค้า หรือการลักลอบค้าสัตว์ป่าในรูปแบบต่างๆ ตามอนุสัญญาว่าด้วยการค้าสัตว์ป่าและพันธุ์พืชระหว่างประเทศ

(Conservation Intranation Trade in Endanger Species of Wild Floras and Fawnas : CITES) ในปี พ.ศ. 2518 และได้ให้สัตยาบัน ในวันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2526 จึงได้มีการพิจารณา ตราพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 ขึ้นใหม่เมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2535และยกเลิกพระราชบัญญัติฉบับ พ.ศ.2503(ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2542)

ดังนั้น สัตว์ป่าสงวน จึงหมายถึง สัตว์ป่าที่หายาก กำหนดตามตามบัญชีท้ายพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ.2535 จำนวน 15 ชนิด เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 12 ชนิด ได้แก่ แรด กระซู่ กูปรี ควายป่า ละองหรือละมั่ง สมัน เลียงผา พยูน เก้งหม้อ สมเสร็จ แมวลายหินอ่อน และกวางผา และสัตว์ปีก จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ นกเจ้าฟ้าหญิงสิรินธร นกแต้วแล้วท้องดำ และนกกระเรียน สัตว์ป่าสงวนเหล่านี้หายาก หรือใกล้สูญพันธุ์ หรืออาจจะสูญพันธุ์ไปแล้ว จึงจำเป็นต้องมีการบัญญัติกฎหมายออกมาอย่างเข้มงวดกวดขัน เพื่อป้องกันมิให้เกิดอันตรายแก่สัตว์ป่าที่ยังมีชีวิตอยู่ หรือซากสัตว์ป่า ซึ่งอาจจะตกไปอยู่ยังต่างประเทศด้วยการซื้อขาย (ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2542)

ถิ่นที่อยู่อาศัย (habitat) หมายถึงพื้นที่ซึ่งสัตว์ปาใช้ประโยชน์และทำกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิต ภายในถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่ามีปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต (welfare factors) ประกอบด้วยอาหาร น้ำ สิ่งปกคลุม และพื้นที่เพื่อทำกิจกรรม สัตว์ป่าแต่ละชนิดอาจใช้สภาพถิ่นที่อาศัยเพียงประเภทเดียวหรือหลายประเภท ซึ่งรายละเอียดนั้นเราสามารถพิจารณาจาก บทบาททางนิเวศในถิ่นที่อาศัย (ecological niches) ของสัตว์ป่าแต่ละชนิดว่ามีลักษณะอย่างไร และต้องการใช้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมใดบ้างในการดำรงชีวิต นริศ (2542) กล่าวว่า ทรัพยากรเป็นสิ่งแวดล้อมในด้านปัจจัยแห่งความผาสุขที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของสัตว์ป่ามี 4 ประการ ได้แก่อาหาร (food) ที่หลบภัย (cover) น้ำ (water) และพื้นที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ (living space) สิ่งดังกล่าวมีอยู่จำกัดในพื้นที่และมีความผันแปร ด้านความมากน้อย และเหมาะสมเป็นไปใน แต่ละช่วงเวลาในรอบฤดูกาล

1 อาหาร (food) เป็นแหล่งที่ให้พลังงานในการดำรงชีพ ได้แก่ พืชและสัตว์ที่เป็นอาหารแก่สัตว์ป่าต่างๆ เช่น หญ้า ยอดไม้ ใบไม้ และสัตว์ต่างๆ

2 น้ำ (water) เป็นองค์ประกอบหลักที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของสิ่งมีชีวิต สัตว์ป่าหลายชนิดใช้แหล่งน้ำจากธรรมชาติโดยตรง และการบริโภคอาหารซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบ สัตว์บางชนิดใช้

แหล่งน้ำเป็นที่หาอาหาร สัตว์น้ำใช้แหล่งน้ำเป็นที่อยู่อาศัย ดังนั้นแหล่งน้ำถาวรในฤดูแล้งมีความสำคัญ และเป็นปัจจัยจำกัดต่อการแพร่กระจาย (limitation of dispersal)

3 สภาพสิ่งปกคลุม (cover) แยกการพิจารณาออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ที่หลบภัย (escape cover) และความต้องการถิ่นที่อาศัย (habitat requirement)

4 พื้นที่เพื่อการทำกิจกรรม และสิ่งจำเป็นพิเศษอื่นๆ (living space and special needs) สัตว์ป่าแต่ละชนิดต้องการปัจจัยพิเศษเพื่อ ให้มีชีวิตสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น ปลักโคลน (mud wallow) หมูป่า ควายป่า และช้างป่า ใช้ระบายความร้อน โคลนที่เคลือบขนและปิดผิวหนัง ปกป้องแมลงต่างๆ ที่คอยรบกวน

สัตว์ป่าจะมีชีวิตอยู่รอดและขยายพันธุ์ สร้างประชากรขึ้นทดแทนได้ดีหรือไม่เพียงใดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมระหว่างสัตว์ป่าและปัจจัยสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติตามภาพรวม 2 ประการ ได้แก่ ศักยภาพทางชีววิทยาของสัตว์ป่า ซึ่งเป็นสิ่งที่ได้มาจากลักษณะทางพันธุกรรม และปัจจัยจำกัดทางสิ่งแวดล้อม เช่น ความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่อาศัย ซึ่งมีปัจจัยทั้งทางกายภาพและชีวภาพกำหนด (นริศ, 2542) ในปัจจุบันพื้นที่อนุรักษ์หลายแห่ง เช่น อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า หลายแห่ง ได้พัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ และถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า

**5. <u>นิเวศวิทยาของกวางผา</u>**

กวางผา เป็น 1 ใน 15 ชนิดสัตว์ป่าสงวน ที่ยังคงเหลืออยู่ในประเทศไทย ซึ่งถูกจัดความสำคัญให้อยู่ในระดับต้น Lekagul and McNeely (1977) กล่าวว่า สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมวงศ์ Bovidae ประกอบด้วยสัตว์ 48 สกุล 114 ชนิด กระจายอยู่ในอัฟริกา ยุโรป เอเชียและอเมริกาเหนือ กวางผาเป็นสัตว์ที่อยู่ในวงศ์ Bovidae มีลักษณะเด่น คือ มีเขาทั้ง 2 เพศ เขาโค้งไปด้านหลังแต่ไม่แตกกิ่ง ตรงกลางกลวงแต่ไม่ร่วงหลุด ขายาว ปลายนิ้วตีนเป็นส่วนของเล็บที่พัฒนาไปเป็นกีบ

กวางผา (Goral) มีการจัดหมวดหมู่ทางอนุกรมวิธานตามวิธีการของ Ellerman และMorrison-Scott (1966) และปรับแก้ไขชื่อสัตว์ศาสตร์ใหม่ตาม Corbet and Hill (1992) ดังนี้

Phylum Chordata
Class Mammalia
Infraclass Eutheria
Cohort Ferungulata
Order Artiodacthyla
Suborder Ruminantia
Family Bovidae
Genus *Nemorhaedus* H. Smith, 1827
Species *Nemorhaedus caudatul* (Corbet and Hill, 1992)

5.1 ลักษณะทั่วไป

กวางผามีความยาวของหัวและลำตัวรวมกันประมาณ 820 – 1,200 มิลลิเมตร หางยาวประมาณ 76 – 203 มิลลิเมตร หูยาวประมาณ 100 – 140 มิลลิเมตร ขายาวประมาณ 265 – 285 มิลลิเมตร ความสูงจากพื้นจนถึงไหล่ ประมาณ 500 – 700 มิลลิเมตร หนักประมาณ 22 – 32 กิโลกรัม Lekagul and McNeely (1977)

กวางผามีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกับเลียงผา (*Nemorhaedus sumatraensis*) แต่มีขนาดเล็กกว่า เพศผู้มีขนาดใหญ่กว่าเพศเมียเล็กน้อย (โอภาส, 2518 ; Bertin *et al*., 1974) ต่อมใต้ตา (suborbital glands) มีขนาดเล็กกว่าเลียงผามาก สีน้ำตาลมากกว่าเลียงผา ขนค่อนข้างหยาบ และรุงรัง ขนใต้ท้องมีลักษณะอ่อนนุ่ม ระหว่างเขาทั้งสองข้างจนถึงหลังมีขนปรากฏเป็นแผงชัดเจน ขนปกคลุมตัวด้านบนเป็นสีน้ำตาลเทา หรือน้ำตาลเข้ม ขนปกคลุมตัวด้านล่างมี สีจางกว่าด้านบน ขนด้านหน้าของขาทั้ง 4 ข้าง มีสีน้ำตาลแดง ส่วนด้านหลังจะเป็นสีน้ำตาลเข้ม ใต้อก ริมฝีปาก และตาจะมีรอยประสีจางค่อนข้างขาว หางสั้นและเป็นพุ่ม เขาสั้นโค้งไปทางด้านหลังของลำตัว มีวงแหวนไม่ได้สมมาตรที่บริเวณส่วนฐานของเขา เพศผู้มีวงแหวนนี้ค่อนข้างชัดเจน และเพศผู้มีเขายาวกว่าเพศเมีย (Lekagul and McNeely, 1977) กวางผาเพศเมียมีเต้านม 4 เต้า (Walker, 1975)

ลักษณะของกะโหลกของกวางผาเมื่อเทียบกับขนาดของเลียงผาแล้ว มีขนาดสั้นแต่มีความสูงกว่า คือ ความยาวรวมของกะโหลกเฉลี่ยยาวประมาณ 195 มิลลิเมตร เมื่อมองจากด้านบนจะเห็นส่วนปลายจมูกแหลม ตรงกลางป่องออกเนื่องจากส่วนของเบ้าตาอยู่สูงและนูนยื่นออกมามากจนมองไม่เห็นกระดูกส่วนแก้ม สูตรฟัน (Dental Formula ; DF ) เหมือนกับเลียงผาคือ 0/3, 0/1, 3/3, 3/3, x 2 = 32 แต่ฟันหน้ากราม (premolar) 2 ซี่แรกของกวางผามีผิวหน้าเรียบมากกว่าของเลียงผา (Lekagul and McNeely, 1977)

5.2 การแพร่กระจาย

กวางผามีเขตการกระจายในอินเดียแถบทางตอนใต้ของเทือกเขาหิมาลัย ตั้งแต่แคว้นแคชเมียร์ ถึงแคว้นอัสสัม นอกจากนี้ยังพบทางตอนใต้ของจีน และทางตอนเหนือของพม่าและไทย (Kondo, 1972)

ในประเทศไทยพบบริเวณต้นแม่น้ำปิง ตั้งแต่เขตอำเภออุ้มผาง จังหวัดตากขึ้นไป (บุญส่ง, 2535 ; บุญส่ง และจารุจินต์, 2533) บริเวณที่พบกวางผามากที่สุดอยู่ในบริเวณดอยม่อนจอง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ นอกจากนี้บังพบที่ดอยพ่อหลวง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ตื่น อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก อุทยานแห่งชาติแม่ปิง อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน และอาจหลงเหลืออยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสาละวิน และลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ (กองอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2531)

5.3 นิเวศวิทยาทั่วไป

5.3.1 การใช้พื้นที่อาศัย

กวางผา อาศัยอยู่ตามภูเขาที่ขรุขระ เนินเขาที่มีหญ้า และลานหินใกล้ป่า (MacKinnon and Mackinnon, 1974) ทำให้มีโอกาสพบเห็นตัวกวางผาได้ยาก (Sanderson, 1967) ปกติกวางผาจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ประมาณ 4-8 ตัว (Prater, 1990)

บนสันเขาของดอยม่อนจอง ถึงดอยม้าวิ่งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย ที่มีความยาวของสันเขาแคบประมาณ 6 กิโลเมตร แต่มีเพียง 4 กิโลเมตร เป็นที่โล่งซึ่งเกิดจากไฟไหม้

หญ้าและลามขึ้นมาจนถึงป่าดิบเขา ไฟซึ่งเกิดอยู่บ่อยครั้งทำให้ต้นไม้ใหญ่ตาย และเกิดเป็นที่โล่งขยายระยะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ บริเวณกึ่งกลางของสันเขาเป็นทางด่านเด่นชัด ด้านหนึ่งของสันเขาลาดเอียงไปทางทิศตะวันออกและมีป่าดงดิบเขาปกคลุมอย่างหนาแน่น ด้านตะวันตกเป็นผาหินปูนสูงชันเป็นถิ่นที่อาศัยของกวางผา จากข้อมูลการศึกษาของชุมพล งามผ่องใส ซึ่งเคยติดตามหาสัตว์ชนิดนี้ ณ บริเวณดอยม่อนจอง สามารถพบเห็นตัวและร่องรอยกวางผาเกือบตลอดแนวเทือกเขา ซึ่งพบว่ามีจำนวนมากที่สุดไม่เกิน 20 ตัว (คณะวนศาสตร์, 2535)

5.3.2 อุปนิสัยการกินอาหาร

ในสภาพธรรมชาติกวางผาจะเริ่มต้นหากินตอนเช้าตรู่จนถึงตอนสาย จากนั้นจะไปที่แม่น้ำหรือแหล่งน้ำเพื่อดื่มน้ำและหาพื้นที่ที่มีไม้พุ่มหนาแน่น หรือชะง่อนหินเพื่อพักผ่อนในช่วงกลางวัน และจะออกหากินอีกครั้งในช่วงเย็น บางครั้งอาจหากินจนมืด ช่วงที่อากาศค่อนข้างเย็นอาจใช้เวลามากกว่า หรือใช้เวลาตลอดทั้งวันในที่โล่ง (Lekagul and McNeely ,1977) โดยใช้ริมฝีปากดึงใบไม้หรือผลไม้ให้หลุดออก (Long, 1971) บางครั้งพบว่ากวางผากินดินโป่ง (โอภาส, 2518) เนื่องจากตามธรรมชาติพืชมีแร่ธาตุโซเดียมปริมาณน้อยไม่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ จึงสรุปได้ว่าสัตว์ป่ากินดินโป่งเพราะต้องการแร่ธาตุแคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัสเพิ่มเติมจากพืชอาหารปกติ (อนุชยา, 2529)

กวางผาเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง ทำให้มีประสิทธิภาพในการย่อยอาหารได้ดี โดยอาศัยการทำงานร่วมกับแบคทีเรีย (bacteria) และโปรโตซัว (protozoa) ที่อยู่ในกระเพาะอาหารทำให้เกิดกระบวนการหมัก (fermentation) เพื่อย่อยเซลลูโลสให้เป็นอาหารที่สามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ต่อร่างกาย (Geist, 1971) ด้วยความสามารถดังกล่าวทำให้กวางผาสามารถกินพืชและหญ้าที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำ จากการศึกษาพืชอาหารของกวางผาโดยการวิเคราะห์มูล โดยรัตนวัฒน์ (2540) ทำการเก็บมูลกวางผาจำนวน 30 กอง ในแต่ละฤดูกาลพบพืชอาหารรวม 14 ชนิด จาก 6 วงศ์ พบว่าในช่วงฤดูฝน กวางผากินหญ้าหวายมากที่สุด รองลงมาคือ หญ้าชนิดหนึ่งในวงศ์ Gramineae และหญ้าหนวดฤาษี มีความถี่ในการปรากฏสัมพัทธ์เท่ากับ 35.9 , 20.51 และ 12.82 ตามลำดับ ส่วนช่วงฤดูแล้งกวางผาจะกินหญ้าหวายมากที่สุด รองลงมาคือ ก้ามปูหลุด หญ้าชนิดหนึ่งในวงศ์ Gramineae และหญ้าหนวดฤาษี มีความถี่ในการปรากฏสัมพัทธ์เท่ากับ 31.40, 18.60, 8.14 และ 8.14 ตามละดับ ในช่วงฤดูแล้ง กวางผากินพืชอาหารที่มีลักษณะอวบน้ำ เพื่อชดเชยปริมาณและคุณค่าทาง

อาหาร และพบว่ากวางผากินพืชบางชนิดที่ไม่สามารถตรวจพบในมูล คือ หญ้าเทียน พรรณไม้ในวงศ์ Aspaceae หางปลาช่อน โชนดอย และ *Borreria* sp.

5.3.3 ลักษณะทางสังคมและโครงสร้างชั้นอายุ

จากการศึกษาของ Fox *et al.* (1992) ได้จำแนกชั้นอายุของแพะ Ibex ในเทือกเขาหิมาลัย ประเทศอินเดีย ออกเป็น 3 ชั้นอายุ คือ ตัวเต็มวัย (adult) ก่อนเต็มวัย (yearling) และลูกอ่อน (kid) โดยใช้ลักษณะของเขาในการจำแนก พบว่า แพะไอเบซ(Ibex) 302 ตัว เป็นตัวเต็มวัย 191 ตัว ก่อนเต็มวัย 33 ตัว และลูกอ่อน 78 ตัว ตามลำดับ ส่วนการศึกษาโครงสร้างประชากรของกวางผาบริเวณดอยม่อนจอง พบว่า กวางผาเป็นสัตว์ที่อยู่โดดเดี่ยว แต่บางครั้งอาจอยู่เป็นคู่ หรือเป็นกลุ่ม โดยเฉพาะในช่วงฤดูผสมพันธุ์มักพบกวางผาอยู่รวมกันเป็นคู่ หรือเพศผู้ 1 ตัว ต่อ เพศเมีย 2 ตัว และลูกกวางผาอีก 1 ตัว (รัตนวัฒน์, 2540)

5.3.4 พฤติกรรมและการผสมพันธุ์

ช่วงเวลาการสืบพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขึ้นอยู่กับพลังงานที่มีก่อนและระหว่างการ ตั้งท้อง ขณะที่เพศเมียเลี้ยงดูลูกอ่อนและระหว่างที่ลูกอ่อนยังอยู่ภายใต้การเลี้ยงดูของแม่ ช่วงการให้กำเนิดลูกอ่อนของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่ เป็นช่วงวิกฤติของวงจรสืบพันธุ์ซึ่งจะตรงกับช่วงเวลาที่พืชอาหารมีคุณค่าทางอาหารสูง (Vaughan, 1972) และในช่วงเวลาที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมที่พืชอาหารพร้อมที่จะให้ประโยชน์ได้ (Millar, 1977)

กวางผาเพศผู้ปกติอยู่ตัวเดียว เมื่อถึงฤดูผสมพันธุ์จึงเข้ามาจับคู่กับเพศเมีย โดยจับคู่กันประมาณ 4 – 6 วัน ระยะตั้งท้องประมาณ 170 – 218 วัน (Walther *et al.*, 1988) การผสมพันธุ์อยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม เพศเมียก็จะแยกไปตกลูกตามซอกหิน หรือชะง่อนผา ปกติตกลูกครั้งละ 1 ตัว แต่บางครั้ง 2 ตัว ลูกมักเกิดในช่วงเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน และใช้เวลา 2 – 3 ปี ในการเติบโตเข้าวัยเจริญพันธุ์ ความยืนยาวของอายุยังไม่แน่ชัด อาจจะมีอายุยืนประมาณ 8 –10 ปี (Lekagul and McNeely, 1977)

5.3.5 ปัจจัยคุกคามและสาเหตุการตาย

สาเหตุสำคัญที่ทำให้สัตว์ป่าสูญพันธุ์ สามารถแยกสาเหตุที่ก่อผลกระทบต่อความสมบูรณ์ของสัตว์ป่าได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม แม้ว่าบางสาเหตุไม่ทำให้สัตว์ป่าล้มตายอย่างฉับพลันก็ตาม แต่ก็ทำให้สัตว์ป่ามีชีวิตอย่างไม่เป็นสุข เป็นการทารุณสัตว์ป่าอย่างมาก และส่งผลกระทบถึงปริมาณของสัตว์ป่าในทางอ้อม (วศิน, 2524) ซึ่งสามารถจำแนกสาเหตุที่ทำให้สัตว์ป่าสูญพันธุ์ได้ ดังนี้

ก. สาเหตุทางตรง ได้แก่
(1) การล่าสัตว์ป่าอย่างไม่มีการควบคุม
(2) การเก็บและทำลายไข่ หรือตัวอ่อนของสัตว์ป่า
(3) ภัยธรรมชาติ และอุบัติเหตุ ได้แก่ ไฟป่า น้ำท่วม ฯลฯ
(4) ความต้องการเฉพาะของสัตว์ป่านั้นๆ

ข. สาเหตุทางอ้อม ได้แก่
(1) การบุกรุกทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า
(2) การใช้สารเคมี และสารฆ่าแมลง
(3) การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม
(4) การกระทำโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์
(5) สาเหตุอื่นๆ

บริเวณดอยม่อนจองมีสัตว์ผู้ล่าขนาดใหญ่ เช่น เสือโคร่ง และเสือดาว ขึ้นมาหากิน เพราะมีร่องรอยเล็บ และกองมูลตามที่โล่งบนสันเขา บริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพลหลายแห่ง กลายเป็นที่เลี้ยงวัวของชาวบ้าน มีแพริมน้ำเพื่อจับปลา และสัตว์น้ำต่างๆ ตลอดจนกิจกรรมแล่นเรือขึ้นล่องผ่านทางน้ำตลอดแนวเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า จึงเป็นอุปสรรคต่อการเข้ามาใช้ประโยชน์ของสัตว์ป่าขนาดใหญ่ เช่น อีเก้ง หมูป่า เลียงผา และกวางผา สัตว์ป่าหลายชนิดถูกลักลอบล่าโดยการส่องยิงจากเรือ ในเวลากลางคืนและในจำนวนสัตว์ที่ถูกล่าดังกล่าวมีเลียงผาและกวางผาอยู่ด้วย (คณะวนศาสตร์, 2535)

ปัจจุบันเทือกเขาสูงชัน ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของกวางผา ได้ถูกบุกรุกทำไร่เลื่อนลอย โดยชาวเขาเผ่าต่างๆ กอปรกับความเชื่อมาแต่สมัยโบราณว่า น้ำมันเลียงผา และกวางผาที่ได้จากกะโหลก และกระดูกใช้แก้โรคไขข้ออักเสบได้ กวางผาจึงถูกล่าเป็นจำนวนมากเช่นเดียวกับเลียงผา และพบซากของกวางผาขายปนกับเลียงผา บริเวณอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก (ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2543)

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รัตนวัฒน์ (2540) ได้ศึกษานิเวศวิทยาของกวางผาในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ปาบริเวณดอยม่อนจอง สำรวจพฤติกรรม การดำรงชีวิตของกวางผาในด้านการใช้ประโยชน์เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยสามารถสรุปได้พอสังเขป ดังนี้

### 6.1 ความสัมพันธ์ของแหล่งหากินกับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

พบว่าในช่วงหน้าฝน (พ.ค. – ต.ค.) กวางผาจะเข้ามาใช้ประโยชน์ที่ระดับ 1,400 – 1,500 มากที่สุด รองลงมาคือระดับ 1,700-1,800 ม. ตามลำดับ ส่วนในช่วงฤดูแล้ง (พ.ย. – เม.ย.) กวางผาจะใช้ประโยชน์ที่ระดับ 1,500-1,600 ม. มากที่สุด รองลงมาคือ ระดับ 1,600 – 1,700 ม ตามลำดับ ส่วนบริเวณพื้นที่ตอนบน เนื่องจากมีพื้นทีที่เป็นแนวทุ่งหญ้าค่อนข้างแคบ สามารถเป็นแหล่งอาหารพอได้บ้างแต่ไม่อุดมสมบูรณ์เท่าใดนัก โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง หญ้าบริเวณทุ่งด้านล่างหน้าดอยม่อนจอง จะตายเนื่องจากมีสภาพอากาศแห้งแล้ว ทำให้วัว และควายของชาวบ้านที่หากินบริเวณทุ่งหญ้าด้านล่างอพยพขึ้นมาหากินบริเวณเชิงดอยและยอดดอยม่อนจอง

### 6.2 ความสัมพันธ์กับพืชอาหาร และอุปนิสัยการกินอาหาร

กวางผากินพืชอาหารรวม 14 ชนิด จาก 6 วงศ์ ในช่วงฤดูฝนกวางผากินหญ้าหวายมากที่สุด รองลงมาคือ หญ้าชนิดหนึ่งในวงศ์ Gramineae และหญ้าหนวดฤาษี มีค่าความถี่สัมพันธ์เท่ากับ 35.90, 20.51 และ 12.82 ตามลำดับ ส่วนในช่วงฤดูแล้ง กวางผากินหญ้าหวายมากที่สุด รองลงมาคือ ก้ามปูหลุด หญ้าชนิดหนึ่งในวงศ์ Gramineae และหญ้าหนวดฤาษี มีความถี่ในการปรากฏสัมพันธ์เท่ากับ 31.40, 18.60, 8.14 และ 8.14 ตามลำดับ ซึ่งแหล่งอาหารโดยส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณทุ่งหญ้า

6.3 การใช้ประโยชน์พื้นที่ตามลักษณะสังคมพืช (พฤษภาคม 2539 – เมษายน 2540)

พบกวางผาเข้ามาใช้พื้นที่ลักษณะต่างๆ รวมทั้งหมด 501 ครั้ง พบว่ากวางผาเข้ามาใช้ประโยชน์ในช่วงฤดูฝนทั้งหมด 242 ครั้ง กวางผาเลือกใช้ประโยชน์ทุ่งหญ้ามากที่สุด 129 ครั้ง (53.31%) รองลงมาคือลานหิน 94 ครั้ง (38.84%) และป่าร่องเขาน้อยที่สุด 19 ครั้ง (7.85%) ส่วนในช่วงฤดูแล้งพบเห็นกวางผาเข้ามาใช้ประโยชน์ทั้งหมด 259 ครั้ง กวางผาเลือกใช้ประโยชน์ทุ่งหญ้ามากที่สุด 124 ครั้ง (47.88%) รองลงมาคือลานหิน 110 ครั้ง (42.47%) และป่าร่องเขาน้อยที่สุด 25 ครั้ง (9.35%) เนื่องจากพืชอาหารส่วนใหญ่ของกวางผาเป็นพรรณไม้จำพวกหญ้า ดังนั้นกวางผาจึงใช้ประโยชน์ทุ่งหญ้าในการหากินมากที่สุด ส่วนบริเวณลานหินมีใช้เพื่อการพักผ่อนมากกว่า และใช้ประโยชน์บริเวณป่าร่องเขาเพื่อหลบภัยเป็นส่วนใหญ่

6.4 ความสัมพันธ์ของกวางผากับมนุษย์

ในปัจจุบันพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยลดลงอย่างมาก ทำให้พื้นที่ป่าไม้บางส่วนมีสภาพกระจัดกระจายเป็นหย่อมเกาะ(Theory of Island) หรือมีสภาพจำกัดมากขึ้น เพราะพื้นที่กสิกรรม ระบบชลประทาน ถนนและสิ่งก่อสร้างต่างๆ ได้แบ่งพื้นที่ป่าออกจากกัน ถ้าสัตว์ชนิดใดไม่สามารถปรับตัวได้ก็ต้องล้มตาย และสูญพันธ์จากพื้นที่ในเวลาต่อมา กวางผาเป็นสัตว์ชนิดหนึ่งที่ใช้พื้นที่ค่อนข้างจำเพาะและมีความสามารถไม่มากนักในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงกอปรกับจำนวนประชากรของกวางผาที่มีค่อนข้างน้อยจึงส่งผลให้กวางผาตกอยู่ในสภาพใกล้สูญพันธุ์

**7. <u>หลักการและวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา</u>**

การวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าโดยอาศัยหลักการทางสถิติ เพื่อพิจารณาถึงแหล่งที่อยู่อาศัย โอกาสที่จะพบสัตว์ และปัจจัยสัมพันธ์ ที่มีผลต่อการปรากฏของสัตว์ป่าในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาตำแหน่งที่พบ และไม่พบร่องรอยของสัตว์กวางผาบนเส้นทางเดินสำรวจ มาวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบบนหลักการทางสถิติโดย Press and Wilson (1978) ได้กล่าวไว้ว่า ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ เมื่อตัวแปรตามเป็น

ตัวแปรเชิงปริมาณนั้น วิธีการทางสถิติที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอย ในกรณีที่ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ หรือให้ค่า 2 ค่า (binary) เช่น เป็นเหตุการณ์ที่สนใจ (ให้ค่าเป็น 1) และเหตุการณ์ที่ไม่สนใจ (ให้ค่าเป็น 0) วิธีการทางสถิติที่เหมาะสมในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามดังกล่าว กับตัวแปรอิสระที่อาจเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ หรือตัวแปรเชิงคุณภาพ ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีการทางสถิติที่นำมาใช้เพื่อศึกษา และสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร หรือมากกว่า เมื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวแล้วก็จะสามารถพยากรณ์ค่าของตัวแปรอีกกลุ่มหนึ่งได้

รูปแบบการถดถอย (Regression Model) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. เส้นแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลง ของตัวแปรหนึ่ง เมื่ออีกตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนไป ซึ่งเส้นแนวโน้มที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนี้อาจเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้

2. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในรูปแบบที่แสดงให้เห็นข้อมูลเป็นจุดที่กระจายอยู่รอบเส้นแนวโน้ม

จากส่วนประกอบทั้งสองนี้ จึงนำมาสร้างรูปแบบการถดถอยแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ถ้าสมมติว่าความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง ดังนั้นรูปแบบของสมการคือ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + e \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

หรือ $E(Y) = \beta_0 + \beta_1 x_1$ โดยที่ $-\alpha < E(Y) < \alpha$

เมื่อ $e$ คือ ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

$\beta_0$ คือ ส่วนตัดแกน Y หรือ ค่าของ Y เมื่อ X มีค่าเป็น 0

$\beta_1$ คือ ความชัน (slope) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย

และ $X$ คือ ปัจจัยอิสระที่ใช้ในการพิจารณา

รูปแบบในสมการที่ 1 นี้เรียกว่า รูปแบบการถดถอยเชิงเส้นตรง เรียกตัวแปร Y ว่า เป็นตัวแปรตาม หรือตัวแปรที่เป็นผลการตอบสนอง (dependent หรือ response variable) และเรียกตัวแปร x ว่า ตัวแปรอิสระ (independent variable) สำหรับรูปแบบการถดถอยเชิงเส้นตรงที่มีตัวแปรอิสระ k ตัว ก็สามารถเขียนได้เป็น

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_k X_k + e \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

หรือ $E(Y) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_k X_k + e$ โดยที่ $-\alpha < E(Y) < \alpha$

เมื่อ $e$ คือ ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

$\beta_0$ คือ ส่วนตัดแกน Y หรือ ค่าของ Y เมื่อ X มีค่าเป็น 0

$\beta_1, \beta_,, \ldots, \beta_k$ คือ ความชัน (slope) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย

และ $X_1, X_2, X_3, \ldots, X_k$ คือ ปัจจัยอิสระที่ใช้ในการพิจารณา

จุดประสงค์สำคัญในการวิเคราะห์การถดถอย คือ การประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบหรือเป็นการหารูปแบบที่เหมาะสมกับข้อมูล โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (method of least squares) เมื่อได้รูปแบบแล้ว ก็จะนำมาทดสอบว่ารูปแบบที่สร้างขึ้นเหมาะสมกับข้อมูลหรือไม่ ผลจากการตรวจสอบจะชี้ให้เห็นว่ารูปแบบนี้เหมาะสมหรือต้องแก้ไขอย่างไร

การวิเคราะห์การถดถอย เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาลักษณะข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ดังนั้น ส่วนสำคัญอันหนึ่งที่จะลืมเสียไม่ได้ในการวิเคราะห์การถดถอย คือ การเก็บข้อมูล ทั้งนี้ผลสรุปจากการวิเคราะห์ขึ้นกับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์นั่นเอง นั่นคือ หากได้ข้อมูลที่มีคุณภาพดี จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ง่ายขึ้น รวมถึง model ที่เหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

## 7.1 การเลือกตัวแปรอิสระ

ปัญหาที่สำคัญอันหนึ่งในการวิเคราะห์การถดถอย คือ การเลือกตัวแปรอิสระกลุ่มใดเหมาะสมที่จะนำมาใส่ไว้ในรูปแบบการถดถอย เพื่อให้สมการถดถอยที่สร้างขึ้นเป็นสมการที่ดีที่สุด เนื่องจากในบรรดาตัวแปรอิสระที่กำหนดขึ้น มีบางตัวสำคัญและบางตัวไม่สำคัญ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะตรงแปรนั้นอาจไม่ตรงกับปัญหาเท่าใด บางตัวอาจไช้ซ้อนกัน หรือบางตัวสำคัญแต่เก็บข้อมูลที่เป็นจริงได้ยาก เป็นต้น ตัวแปรที่ไม่สำคัญเหล่านี้ควรตัดออกจากรูปแบบ ทั้งนี้รูปแบบที่มีตัวแปรอิสระมากจะซับซ้อน การวิเคราะห์ยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูลมากขึ้น นอกจากนี้ตัว

แปรอิสระที่มีอยู่ บางตัวอาจมีความสัมพันธ์กัน อาจจะมีผลต่อ power ของรูปแบบในการประมาณ และทำให้ความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยสูงขึ้น ซึ่งมีวิธีการที่สรุปคร่าวๆ ได้ดังนี้

7.1.1 การเลือกตัวแปรอิสระโดยวิธี all possible regression

วิธีนี้จะคัดเลือกสมการที่ดีที่สุดจากรูปแบบการถดถอยทั้งหมดที่เป็นไปได้นี้ เป็นรูปแบบที่เกิดจากการนำตัวแปรอิสระต่างๆใส่ไว้ในรูปแบบ โดยเริ่มจากรูปแบบที่ไม่มีตัวแปรอิสระในรูปแบบเลย จนถึงรูปแบบที่มีตัวแปรอิสระครบทุกตัว การคัดเลือกสมการจะอาศัยเกณฑ์การเลือกต่างๆที่กำหนดขึ้น เกณฑ์การเลือกที่กล่าวถึงในที่นี้คือ $R^2$ MSE และ C เป็นต้น

7.1.2 การเลือกตัวแปรอิสระโดยวิธี stepwise regression

อีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้การเลือกตัวแปรอิสระง่ายขึ้น และใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่า คือ วิธีเลือกไปทีละขั้น (stepwise regression) จะให้ผลลัพธ์เป็นสมการที่ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปรอิสระที่ดีที่สุดมา 1 สมการ วิธีการเลือกทีละขั้นนี้ แต่ละขั้นจะมีการสร้าง regression models และแต่ละขั้นจะมีการเพิ่มหรือตัดตัวแปรอิสระทิ้งทีละตัว การเพิ่มหรือตัดตัวแปรทิ้ง จะพิจารณาจากความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อ error sum of square หรืออาจพิจารณาจากสัมประสิทธิ์กำหนดบางส่วน หรือพิจารณาจากตัวทดสอบ F ก็ได้เช่นกัน การเลือกไปทีละขั้นนี้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- Forward selection
- Backward elimination
- Stepwise regression ซึ่งเป็นการนำวิธี Forward selection และ Backward elimination มารวมกัน

วิธีการเลือกตัวแปรอิสระที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น แต่ละวิธีจะให้สมการถดถอยมา 1 สมการซึ่งผู้วิเคราะห์อาจสรุปว่าสมการที่ได้มานี้เป็นสมการที่ดีที่สุด แต่ในความเป็นจริงสมการที่ดีที่สุดอาจจะไม่ใช่สมการนี้สมการเดียว อาจมีกลุ่มของตัวแปรอิสระอื่นที่ให้สมการที่ดีเท่าเทียมกันอีกหลายกลุ่มก็ได้ ซึ่งต้องพิจารณาเสมอว่าลำดับของตัวแปรอิสระที่อยู่ในรูปแบบ มิได้หมายความว่าตัวแปรนั้นมีความสำคัญตามลำดับที่ใส่เข้าไป บางครั้งอาจพบว่าตัวแปรที่ใส่เข้าในรูปแบบตัวแรก

กลับเป็นตัวแปรที่ถูกนำออกจากรูปแบบในขั้นตอนท้ายๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสาเหตุจากตัวแปรมีสหสัมพันธ์ต่อกันสูงมากเป็นต้น (เปรมใจ, 2531)

7.2 การพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา

นริศ (2542) กล่าวว่า ทรัพยากรเป็นสิ่งแวดล้อมในด้านปัจจัยแห่งความผาสุขที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของสัตว์ป่ามี 4 ประการ ได้แก่อาหาร (food) ที่หลบภัย (cover) น้ำ (water) และพื้นที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ (living space) สิ่งดังกล่าวมีอยู่จำกัดในพื้นที่ และมีความผันแปรด้านความมากน้อย และเหมาะสมเป็นไปในแต่ละช่วงเวลาในรอบฤดูกาล และจากการศึกษานิเวศวิทยากวางผาของรัตนวัฒน์ (2540) ปัจจัยที่มีอิทธิพลหลักต่อการเลือกอาศัยของกวางผาบริเวณดอยม่อนจองพอสรุปได้ดังนี้ กวางผาเลือกอาศัยในพื้นที่บริเวณที่ ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างมาก มีความสัมพันธ์กับพืชอาหารที่กระจายในสังคมป่าทุ่งหญ้าที่มีลักษณะเป็นลานหินและห่างไกลจากพื้นที่กิจกรรมมนุษย์ เช่น พื้นที่ กสิกรรม ระบบชลประทาน เส้นทางคมนาคม และความห่างไกลจากแหล่งชุมชน เป็นต้น ดังนั้นจึงอนุมานได้ว่าปัจจัยด้าน ระดับชั้นความสูง (altitude) ชนิดป่า (forest type) ความห่างจากชุมชน (village) ความห่างจากแหล่งน้ำ (stream) ความห่างจากที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า (forest protecting unit) ความห่างจากเส้นทางคมนาคม (Road) จึงเป็นปัจจัยลำดับแรกที่ที่ถูกพิจารณานำเข้าสู่สมการ อย่างไรก็ตามปัจจัยอื่นที่นอกเหนือจากการศึกษาของรัตนวัฒน์ ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นปัจจัยเสริมที่อาจจะมีส่วนหรือมีอิทธิพลโดยทางอ้อมในการปรากฏของกวางผา และควรจะมีการทดสอบและนำเข้าสู่การวิเคราะห์สมการตามสมมติฐาน ซึ่งปัจจัยเสริมที่กำหนดเพิ่มเข้าไป มีดังนี้ ความลาดชัน (slope) ทิศด้านลาด (aspect) ชนิดหิน (rock) ชุดดิน (soil) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในรอบ 30 ปี (precipitation) เป็นต้น และนำปัจจัยทั้งหมดสู่การวิเคราะห์รายละเอียดตำแหน่งร่องรอยกวางผากับปัจจัยแวดล้อมที่ทำการศึกษา(ความถี่ต่อการปรากฏในแต่ละปัจจัย)

8. **<u>แนวทางของการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อการจัดการทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า</u>**

ประเทศไทยมีการนำเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เข้ามาใช้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2534 โดยสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศ หรือ TDRI ได้แนะนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อให้ผู้ใช้เห็นถึงความสำคัญและเข้าใจถึงระบบ ตลอดจนถึงการจัดทำฐานข้อมูลและการเก็บข้อมูลในภาคสนาม โดยใช้พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งเป็นจุดเริ่มต้น มีการจัดทำแผนที่แสดงแนวเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า เส้นทางคมนาคม ลำน้ำ ลำห้วย ซึ่งนำเข้าจากแผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 การเก็บข้อมูลภาคสนามใช้เครื่องระบุพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์จากดาวเทียม (GPS) แล้วนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล การแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อสำรวจสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ถูกนำมาสาธิตให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบ GIS และประโยชน์ในการตรวจสอบปัญหาการบุกรุกที่ดิน การติดตามสัตว์ป่าหายากบางชนิด (ธีระ และ พอล, 2535 ; TDRI, 1992)

ประมาณปี พ.ศ.2536 กรมป่าไม้ ร่วมกับ มูลนิธิสืบ นาคะเสถียร และ Remote Sensing Laboratory ของมหาวิทยาลัย มินิโต้ ทำการสำรวจการแพร่กระจายของเสือโคร่งและหมี ศึกษาวิจัยถึงพฤติกรรมและถิ่นที่อยู่อาศัย เพื่อจุดประสงค์ของการอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า โดยเริ่มต้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งและทุ่งใหญ่นเรศวร และในปี พ.ศ. 2538 เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ร่วมกับมหาวิทยาลัยขอนแก่น นำเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจบริหารการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตลอดจนทรัพยากรธรรมชาติในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า (เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว และ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2538) ต่อมาในปี พ.ศ.2539 กรมป่าไม้โดยส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติได้เล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล จึงได้จัดทำโครงการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสำรวจตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าขึ้น โดยเริ่มต้นดำเนินการในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง เขตรักษา-พันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอุ้มผางเป็นปีแรก และต่อมาได้ดำเนินการในอีก 5 พื้นที่ ได้แก่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูสีฐาน เขตรักษาพันธุ์-สัตว์ป่าเขาบรรทัดเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย ในปี พ.ศ. 2543 ได้ดำเนินการในอีก 4 พื้นที่ได้แก่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตะเบาะ-ห้วยใหญ่ จังหวัดเพชรบูรณ์

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเมี่ยง-ภูทอง จังหวัดพิษณุโลก และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ จังหวัดพะเยา โดยกำหนดเป้าหมายที่จะกลับมาดำเนินการซ้ำในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเดิมอีกทุกๆ 5-10 ปี และมีแผนจะดำเนินการกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทั่วประเทศ ในปี พ.ศ.2542 ทวีโชค ได้ทำการศึกษาช้างเลี้ยงที่ปล่อยกลับคืนสู่ธรรมชาติโดยการใช้วิทยุและ GPS ติดตามเพื่อหาค่าพิกัดตำแหน่งและการกระจายของพื้นที่หากินในแต่ละช่วงเวลาที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง จ.ลำปาง

# อุปกรณ์และวิธีการ

## อุปกรณ์

1. แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ระวาง 4643 I 4643 IV 4644 I 4644 II 4744 III และ4744 VI ปี พ.ศ. 2547
2. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT (TM7) ปี พ.ศ. 2547
3. ข้อมูลชุดดิน ของกรมพัฒนาที่ดิน
4. ข้อมูลชุดหิน ของกรมกรมทรัพยากรธรณี
5. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนภาคเหนือของประเทศไทย ช่วงเวลา 30 ปี ( พ.ศ. 2514 – 2543) ของกรมอุตุนิยมวิทยา
6. โปรแกรมประมวลผลข้อมูลดาวเทียม
7. เครื่อง Scanner ขนาด A0
8. เครื่องหาตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (Global Positioning System : GPS – receiver)
9. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
10. โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
11. โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ
12. เครื่องพิมพ์สี และขาวดำ
13. กล้องถ่ายภาพพร้อมอุปกรณ์
14. กล้องส่องทางไกลแบบสองตา
15. เข็มทิศ
16. เทปวัดขนาด 50 เมตร

## วิธีการ

ในการประเมินถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา โดยการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการสำรวจระยะไกล ประกอบด้วยส่วนสำคัญหลัก 3 ส่วน ดังนี้

1. การสำรวจข้อมูลภาคสนาม
   1.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม
   1.2 การสำรวจข้อมูลสัตว์ป่าภาคสนาม
2. การจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศ
   2.1 การวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้การสำรวจระยะไกล
   2.2 การจัดทำฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยกวางผา
3. การศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเลือกใช้ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา และการวิเคราะห์หาแบบจำลอง(Model) เพื่อสร้างแผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผา

### 1. การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

วัตถุประสงค์ของการสำรวจภาคสนามในการศึกษาครั้งนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยการสำรวจข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินรวบรวมข้อมูลภาคพื้นดิน (ground truthing) และสำหรับใช้เป็นพื้นที่ตัวแทน (training area) ในการจัดกลุ่มของจุดภาพทั้งหมดโดยใช้จุดที่ได้ทำการสำรวจจริงในภาคสนามมาประกอบการพิจารณาในการเลือกพื้นที่ตัวแทนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น ป่าทุ่งหญ้า ป่าเต็งรัง ป่าดิบเขา แหล่งน้ำ เป็นต้น จำแนกภาพออกเป็นประเภทต่างๆในขั้นตอนการแปลตีความข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบกำกับในกระบวนการจัดกลุ่ม (supervise classification) ก่อนที่จะนำข้อมูลมาสะกัดด้วยสายตาอีกครั้ง และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการแปลตีความอีกครั้ง (ตารางผนวกที่ 6)

1.2 การสำรวจข้อมูลสัตว์ป่าภาคสนาม เป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจร่องรอยของสัตว์ป่าที่ได้จากการเดินสำรวจในพื้นที่โดยการเดินตามด่านสัตว์ และแนวเส้นสำรวจสัตว์ป่า โดยทำการเดินสำรวจให้ ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา และจุดที่เดินสำรวจควรที่ต้องกระจายอยู่ทั่วทั้งพื้นที่ โดยการพิจารณาเลือกใช้เส้นทางในการสุ่มเก็บข้อมูลตัวอย่าง ด้วยวิธีการเลือกสุ่มแบบวิจารณญาณ (injudgement sampling) ซึ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างโดยไม่ทราบความน่าจะเป็นที่แต่ละหน่วยประชากรจะถูกเลือก ข้อจำกัดคือ ผู้ที่ทำการเลือกเส้นทาง ควรจะเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ รวมทั้งมีทักษะในการเก็บข้อมูล และทราบลักษณะของพื้นที่ศึกษาเป็นอย่างดี โดยใช้เส้นทางเดินสำรวจ เส้นทางด่านสัตว์และแนวเส้นสำรวจสัตว์ป่า 11 เส้นทาง รวมระยะทางที่ใช้ในการสำรวจ ทั้งหมดประมาณ 70 กิโลเมตร ทำการแบ่งย่อยเส้นทางสำรวจให้เป็นตัวแทนของหน่วยตัวอย่างที่ทำการศึกษาด้วยระยะห่างเท่ากันทุก 300 เมตร ทำการบันทึกร่องรอยกวางผาโดยอ้างอิงกับระบบพิกัดภูมิศาสตร์ด้วยเครื่องบอกพิกัดภูมิศาสตร์ บันทึกการปรากฏและไม่ปรากฏร่องรอยของกวางผา ซึ่งร่องรอยที่สำรวจพบนั้นจะบันทึกเป็นหนึ่งเหตุการณ์ที่พบถึงแม้ว่าจะพบร่องรอยบริเวณนั้นมากเท่าใดก็ตาม นอกจากนั้นยังบันทึกสภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยา เช่น ชนิดป่าที่เป็นแหล่งอาหาร ความสูงจากระดับน้ำทะเล วันเวลาที่บันทึกข้อมูล เป็นต้นจากนั้นนำข้อมูลที่ได้สู่กระบวนการการวิเคราะห์สมการต่อไป (ภาพที่ 1)

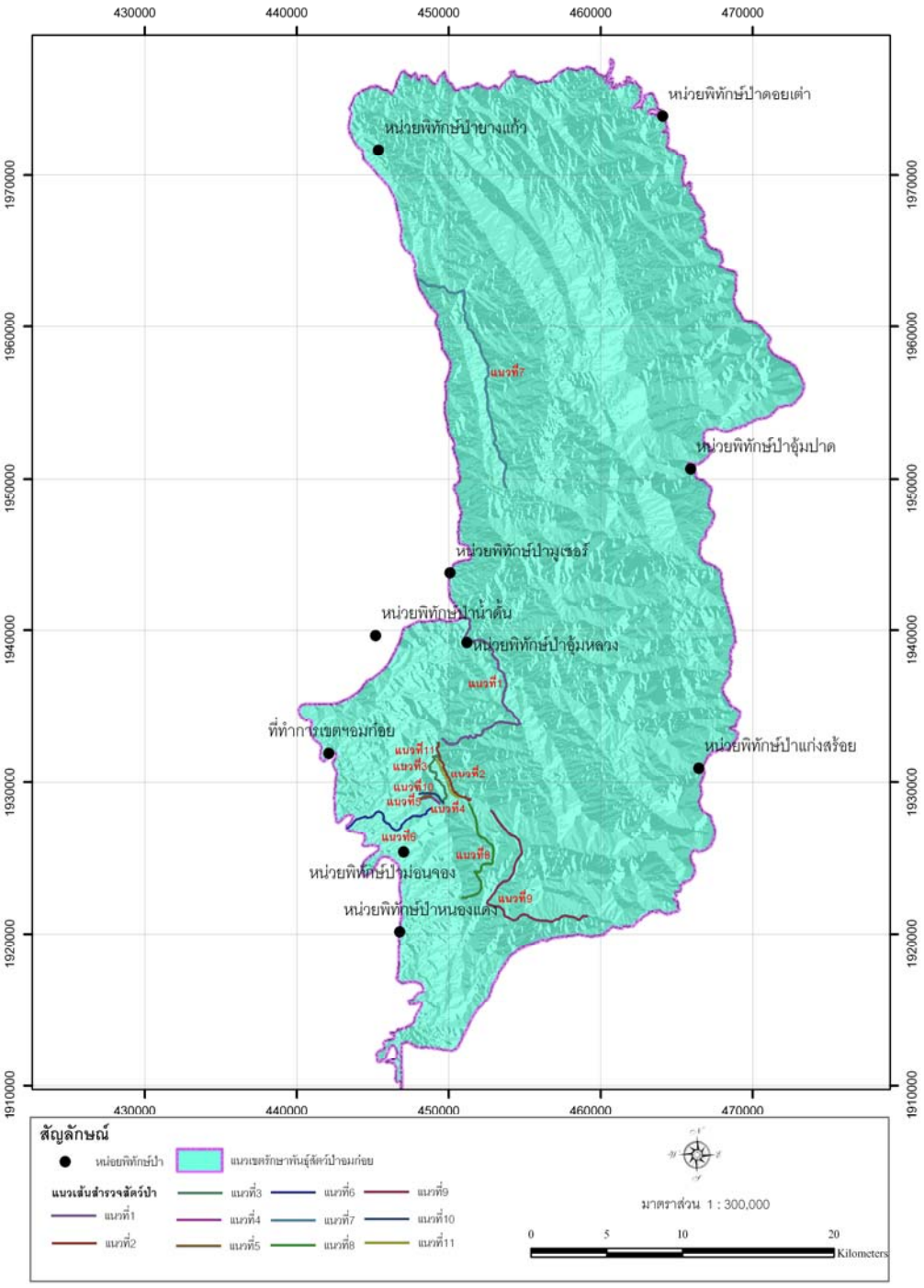
**2. การจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศ**

2.1 การวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้การสำรวจระยะไกล

การจำแนกและวิเคราะห์พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อหาการกระจายของชนิดป่าที่เป็นแหล่งอาหาร ซึ่งเป็นปัจจัยทางชีวภาพ ที่มีอิทธิพลต่อการกระจายของถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา โดยใช้การสำรวจระยะไกลประกอบด้วยขั้นตอนและวิธีการ ดังนี้

2.1.1 การจัดเตรียมข้อมูล (data preparation)

ข้อมูลที่ใช้จะเป็นข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat –7 TM แบนด์ 4 5 3 ในรูปแบบข้อมูลราสเตอร์ 8 บิท (Raster format) ในปี พ.ศ. 2547




<u>ภาพที่ 1</u> แนวเส้นสำรวจสัตว์ป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

2.1.2 การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต (geometric correction)

การปรับแก้ทางเรขาคณิตใช้วิธีแผนที่สู่ภาพ (map to image) ซึ่งอ้างอิงโดยกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (ground control point) จากแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร โดยการแปลงข้อมูล (rectification) ด้วยวิธี Cubic convolution โดยกำหนดค่าความผิดพลาดเฉลี่ยไม่เกิน 1 จุดภาพ ซึ่งมีรายละเอียด 20x20 เมตร ด้วยโปรแกรมประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

2.1.3 การแปลตีความ และการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (image interpretation and analysis)

ทำการตีความ และการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยวิธีผสมผสานระหว่างการแปลตีความโดยมนุษย์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ (man-machine interactive system) เมื่อพิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธีนั้นสามารถเกื้อกูลซึ่งกันและกันได้ ทำให้การแปลตีความได้ผลลัพธ์ดีขึ้น คือ หลังจากที่มีการแปลตีความด้วยคอมพิวเตอร์(automatic image processing) ด้วยวิธีการแบบกำกับในกระบวนการจัดกลุ่ม (supervised classification) แล้วนำข้อมูลมาสกัดข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยสายตา (visual interpretation) อีกครั้ง เพื่อให้เกิดความถูกต้องของข้อมูลมากที่สุด

2.1.4 การทดสอบความถูกต้อง (Accuracy Test)

การประเมินความแม่นยำของการจำแนก จะกระทำหลังจากการจำแนกข้อมูลภาพเสร็จสมบูรณ์ โดยการเปรียบเทียบผลการจำแนก กับข้อทางภาคพื้นดินในการเปรียบเทียบจะทำการสุ่มตัวอย่างข้อมูลการจำแนกทุกประเภทแล้วคำนวณหาค่าความถูกต้องโดยใช้ตาราง Confusion Matrix เพื่อหา Omission Error (ข้อมูลการจำแนกขาดหาย) และ Commission Error (ข้อมูลที่มีการจำแนกเกินมา)

2.1.5 การทำแผนที่สิ่งปกคลุมดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสังคมพืช

จัดทำแผนที่เชิงกริดของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่มีรายละเอียด 20x20 เมตร เพื่อเป็นฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ปัจจัย ที่ใช้ในการวิเคราะห์การกระจายถิ่นที่อยู่ของกวางผา โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.2 การจัดทำฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยกวางผา

ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบราสเตอร์ หรือรูปแบบของกริด ที่มีรายละเอียดต่อกริด 20x20 เมตร โดยใช้ปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา คือ ปัจจัยทางชีวภาพ ปัจจัยทางกายภาพ และปัจจัยจากสภาพแวดล้อม ในการพิจารณาเลือกเกณฑ์ตัดสินใจจากปัจจัยที่กำหนด โดยมีแนวคิดดังนี้

2.2.1 ปัจจัยทางชีวภาพ (biotic factor) นั้นเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ และจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ป่า ซึ่งสัตว์ป่าแต่ละชนิดมีความต้องการปัจจัยทางชีวภาพเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน โดยแบ่งย่อยปัจจัยทางชีวภาพออกได้เป็นประเภทดังต่อไปนี้

ก. ชนิดป่าหรือแหล่งอาหารสำหรับกวางผา (forest type) โดยการแปลตีความพื้นที่แหล่งอาหารจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM ปี 2547 ที่ได้ทำการทดสอบความถูกต้อง และปรับแก้แล้ว ในรูปของข้อมูลราสเตอร์ (raster format) ของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่มีรายละเอียด 20x20 เมตร แบ่งชั้นข้อมูลออกเป็นป่าชนิดต่างๆ ที่เป็นแหล่งหาอาหารของกวางผาแล้ว แบ่งชั้นข้อมูลออกเป็น 4 ชั้น คือ 1) พื้นที่ป่าดิบเขา และป่าทุ่งหญ้า 2) พื้นที่ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง 3) พื้นที่ป่าฟื้นฟูตามธรรมชาติจากการถูกบุกรุก และไร่ร้าง และ 4) พื้นที่เกษตรกรรม และแหล่งน้ำ

2.2.2 ปัจจัยทางกายภาพ (physical factors) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพในการเข้าใช้ถิ่นหากินของสัตว์ป่า โดยใช้ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดดังนี้คือ แหล่งน้ำ ความลาดชัน ความสูงจากระดับน้ำทะเล ชนิดดิน ชนิดหิน ปริมาณน้ำฝน และทิศด้านลาด เป็นตัวกำหนด ซึ่งเกณฑ์ที่ตั้งไว้ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

ก. ความห่างจากแหล่งน้ำ (stream) โดยการนำเข้าข้อมูลความห่างจากแหล่งน้ำด้วยวิธีการ Vectorized จากแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหารด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และคำนวณหาค่าระยะห่างจากแหล่งน้ำโดยวิธีการทำ Buffering เป็นชั้นระยะห่างจริงออกมาจากข้อมูลเส้นแหล่งน้ำที่ได้นำเข้าไว้แล้ว จัดเก็บข้อมูลในรูปเชิงกริด ที่มีรายละเอียด 20x20 เมตร

ข. ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (altitude) โดยการนำเข้าข้อมูลเส้นระดับชั้นความสูง (contour line) ด้วยวิธีการ Vectorized จากแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหารด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สร้างแผนที่ข้อมูล Digital Elevation Model (DEM) ในรูปข้อมูลราสเตอร์ หรือข้อมูลเชิงกริด ขนาด 20x20 เมตร เป็นชั้นระยะห่างจริงจากข้อมูลเส้นระดับความสูง (Elevation) ในพื้นที่ศึกษาโดยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ค. ทิศด้านลาด (aspect) คำนวณหาค่าทิศด้านลาดของพื้นที่ศึกษาจากแผนที่ข้อมูล Digital Elevation Model (DEM) ที่ได้จากข้อ ข. ด้วยโปรแกรมประยุกต์ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Extension Spatial Analysis) ของโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ แล้วแบ่งชั้นข้อมูลออกเป็น 4 ชั้น ให้อยู่ในรูปข้อมูลราสเตอร์ หรือข้อมูลเชิง กริด ขนาด 20x20 เมตร คือ

- พื้นที่ที่มีทิศด้านลาดทางทิศเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
- พื้นที่ที่มีทิศด้านลาดทางทิศตะวันออก และทิศตะวันออกเฉียงใต้
- พื้นที่ที่มีทิศด้านลาดทางทิศใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้
- พื้นที่ที่มีทิศด้านลาดทางทิศตะวันตก และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

ง. ความลาดชัน (slope) คำนวณหาความลาดชันในพื้นที่ศึกษาจากแผนที่ข้อมูล Digital Elevation Model (DEM) ที่ได้จากข้อ ข. ด้วยโปรแกรมประยุกต์ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Extension Spatial Analysis) ของโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในรูปข้อมูลราสเตอร์ หรือข้อมูลเชิงกริด ขนาด 20x20 เมตร

จ. ชุดดิน (soil ) โดยการนำข้อมูลทุติยภูมิจากกรมพัฒนาที่ดินที่มีการวิเคราะห์และตีความเป็นแผนที่ จัดเก็บในรูปของข้อมูลราสเตอร์ หรือเชิงกริด ขนาด 20x20 เมตร แบ่งชั้นข้อมูลออกเป็นชุดดินชนิดต่างๆ 14 ชุด คือ

- กลุ่มชุดดินที่ 30C
- กลุ่มชุดดินที่ 30D
- กลุ่มชุดดินที่ 35B
- กลุ่มชุดดินที่ 35C
- กลุ่มชุดดินที่ 46D/RL
- กลุ่มชุดดินที่ 48C
- กลุ่มชุดดินที่ 48D
- กลุ่มชุดดินที่ 48E
- กลุ่มชุดดินที่ 59B (59)
- กลุ่มชุดดินที่ 59C (59)
- กลุ่มชุดดินที่ 62
- กลุ่มชุดดินที่ RL
- กลุ่มชุดดินที่ RL/46C
- กลุ่มชุดดินที่ RL/46D

ฉ. ชุดหิน (rock ) โดยการนำข้อมูลทุติยภูมิจากกรมพัฒนาที่ดินที่มีการวิเคราะห์และตีความเป็นแผนที่ จัดเก็บในรูปของข้อมูลราสเตอร์ หรือเชิงกริด ขนาด 20x20 เมตร แบ่งชั้นข้อมูลออกเป็นชุดหิน ชนิดต่างๆ 9 ชุด คือ

- กลุ่มชุดหินที่ Cgr
- กลุ่มชุดหินที่ PE
- กลุ่มชุดหินที่ E
- กลุ่มชุดหินที่ Qa
- กลุ่มชุดหินที่ O
- กลุ่มชุดหินที่ Qt
- กลุ่มชุดหินที่ SD
- กลุ่มชุดหินที่ P_R
- กลุ่มชุดหินที่ R_gr@P+Rgr

ช. ปริมาณน้ำฝน (precipitation) โดยการนำข้อมูลสถิติของปริมาณน้ำฝนรอบ 30 ปี ของสถานีวัดปริมาณน้ำฝนทางภาคเหนือ จากกรมอุตุนิยมวิทยา ทำการวิเคราะห์หาความต่อเนื่องของการกระจายปริมาณน้ำฝน โดยการทำ Interpolation แล้วจัดเก็บในรูปของข้อมูลราสเตอร์ หรือเชิงกริด ขนาด 20x20 เมตร

2.2.3 ปัจจัยแวดล้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ (environmental factors)ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ตำแหน่งของหน่วยพิทักษ์ป่า หมู่บ้าน และถนน ในโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ นำมาพิจารณาโดยใช้ค่าที่พบร่องรอยที่ใกล้กับตำแหน่งเหล่านี้มากที่สุดเป็นค่าที่ใช้ในการตัดสินใจ

ก. ความห่างจากเส้นทางคมนาคม (road)โดยการนำเข้าเส้นทางคมนาคม ด้วยวิธีการ Vectorized จากแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ด้วยโปรแกรม ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แล้วหาแล้วคำนวณหาค่าระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ด้วยวิธีการทำ Buffering เป็นชั้นระยะห่างจริงออกไปจากข้อมูลเส้นทางคมนาคมที่ได้นำเข้าไว้แล้ว และจัดเก็บในรูปของข้อมูลราสเตอร์ หรือเชิงกริด ขนาด 20x20 เมตร

ข. ความห่างจากหมู่บ้าน (village) โดยการนำเข้าพิกัดหมู่บ้าน ด้วยวิธีการ Vectorized จากแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหารด้วยโปรแกรม ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แล้วหาแล้วคำนวณหาค่าระยะห่างจากหมู่บ้าน ด้วยวิธีการทำ Buffering เป็นชั้นระยะห่างจริงออกไปจากข้อมูลระยะห่างจากหมู่บ้านที่ได้นำเข้าไว้แล้ว จัดเก็บในรูปของข้อมูลราสเตอร์ หรือเชิงกริด ขนาด 20x20 เมตร

ค. ความห่างจากที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า (forest protecting unit)โดยการนำเข้าพิกัดหน่วยพิทักษ์ป่า ด้วยวิธีการ Vectorized จากแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหารด้วยโปรแกรม ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แล้วหาแล้วคำนวณหาค่าระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ด้วยวิธีการทำ Buffering เป็นชั้นระยะห่างจริงออกไปจากข้อมูลระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ที่ได้นำเข้าไว้แล้ว จัดเก็บในรูปของข้อมูลราสเตอร์ หรือเชิงกริด ขนาด 20x20 เมตร

**3. <u>การศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเลือกใช้ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา และการวิเคราะห์หาแบบจำลอง (Model) เพื่อสร้างแผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผา</u>**

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการใช้ regression analysis วิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัย เพื่อคำนวณหาแบบจำลอง (model) ที่เหมาะสม จากการสำรวจที่พบ และไม่พบเจอกวางผา โดยผลสำเร็จเป็นการสร้างแผนที่การปรากฏของกวางผาในพื้นที่ศึกษาออกมา เนื่องจากลักษณะข้อมูลของตัวแปรตาม (Y) ที่กำหนดในที่นี้คือ เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ แบ่งออกได้ 2 ลักษณะ คือ ตำแหน่งที่พบเจอร่องรอย และไม่พบเจอร่องรอยบนเส้นทางที่ทำการสำรวจ ส่วนตัวแปรอิสระ (x) เป็นทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณ คือ ข้อมูลเชิงปริมาณที่วัดได้จากการสำรวจ (numeric) และข้อมูลจัดเรียงลำดับ (ordinal scale) ดังแสดงในภาพที่ 2

สมการเชิงเส้น หรือสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ X จะอยู่ในรูปสมการเชิงเส้น ดังนี้

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_k X_k + e \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

หรือ $E(Y) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_k X_k + e$ โดยที่ $-\alpha < E(Y) < \alpha$

เมื่อ $e$ คือ ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

$\beta_0$ คือ ส่วนตัดแกน Y หรือ ค่าของ Y เมื่อ X มีค่าเป็น 0

$\beta_1, \beta_,\ldots, \beta_k$ คือ ความชัน (slope) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย

และ $X_1, X_2, X_3, \ldots, X_k$ คือ ปัจจัยอิสระที่ใช้ในการพิจารณา

ค่าที่ได้จากสมการ regression model นั้น จะเป็นค่า 0 และ1 ซึ่งจะต้องนำมาเพื่อสร้างแผนที่จัดชั้นความเหมาะสมใหม่ออกมา และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบ รวมถึงค่าระดับนัยสำคัญของปัจจัยต่างๆที่ นำมาศึกษานั้นมีความสัมพันธ์ ในทิศทางใดและมากน้อยเพียงใด ปัจจัยใดที่ไม่มีนัยสำคัญที่สามารถยอมรับได้ ที่ไม่สามารถนำเข้าแบบจำลองหรือสมการได้ เป็นต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ในการวิเคราะห์ ในส่วนที่ได้จากการแสดงผลการวิเคราะห์ จะแสดงผลในรูปของแผนที่ และตาราง การศึกษาในครั้งนี้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทาง regression analysis เป็น 2 วิธีการ ได้แก่

3.1 วิธีการนำปัจจัยอิสระเข้าสู่การพิจารณาทุกตัว ซึ่งเป็นเทคนิคการเลือกตัวแปรทั้งหมดเข้าสู่สมการในขั้นตอนเดียวโดยที่ผู้ใช้ตั้งสมมติฐาน หรือให้ความสนใจว่า ตัวแปรตัวแปรทั้ง 11 ตัวแปร ที่นำเข้าสู่สมการมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม หรืออยู่ในสมการ เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยแต่ละตัว(ทั้ง 11 ตัวแปร) ว่ามีผลต่อการเลือกใช้ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผามากเพียงใด

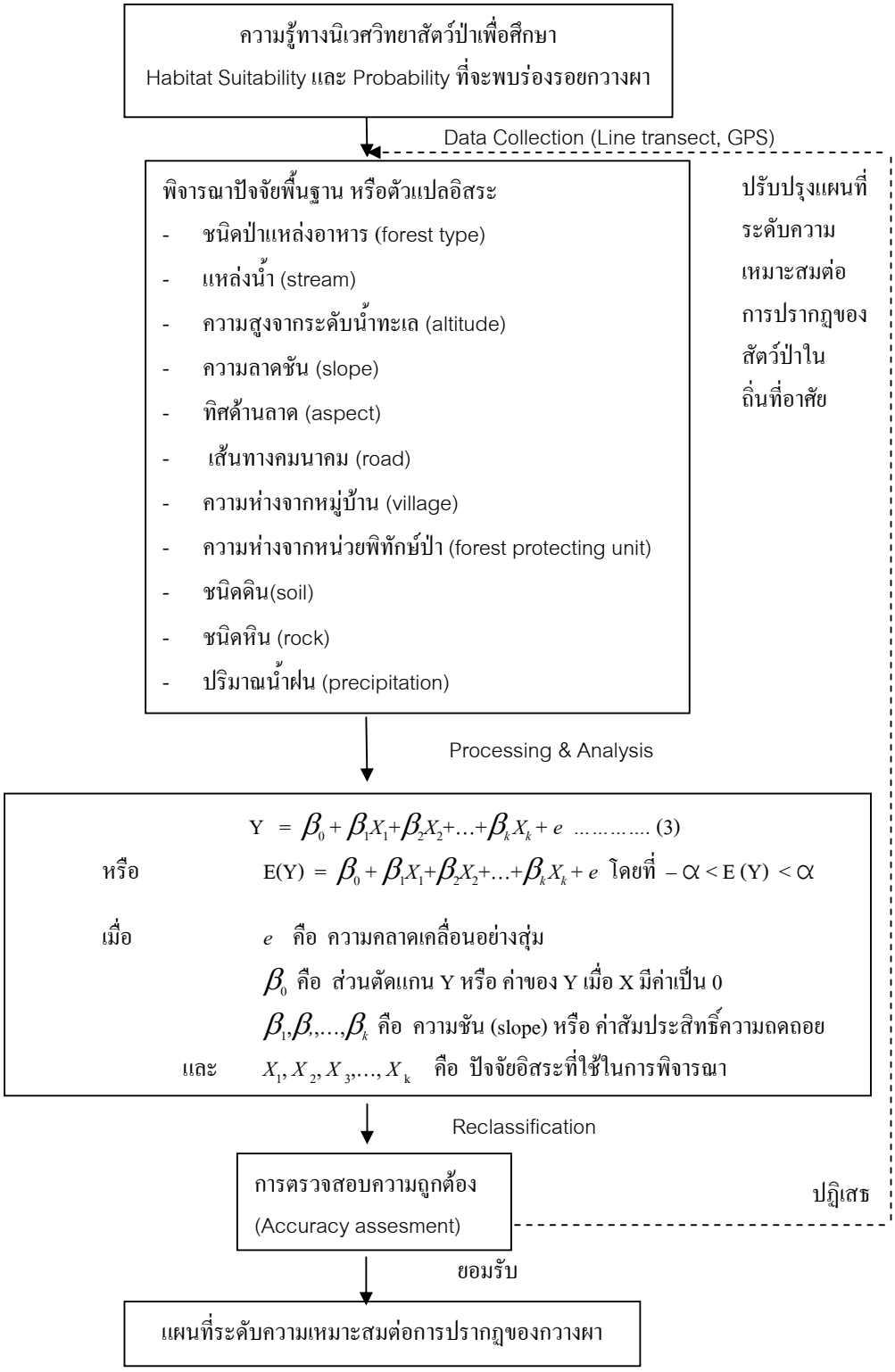
3.2 วิธีการวิเคราะห์หาแบบจำลอง(Model) เพื่อสร้างแผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผาเพื่อคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนดจากมากไปหาน้อย เพื่อเป็นตัวแทนในการหาพื้นที่เหมาะสมของกวางผาในการศึกษาครั้งนี้เป็นเทคนิค stepwise เทคนิคหนึ่ง ที่จะช่วยให้การคัดเลือกหาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยของกวางผามากที่สุดจากปัจจัยที่กำหนดจากมากไปหาน้อย หรือวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระที่จำเป็นในกรณีที่ไม่ต้องเก็บข้อมูลปัจจัยที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ได้ทั้งหมด 11 ปัจจัยตามที่ได้ตั้งไว้ในตอนแรก แต่สามารถให้ผลในการวิเคราะห์ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด เป็นวิธีเลือกไปทีละขั้น (stepwise regression) จะให้ผลลัพธ์

เป็นสมการที่ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปรอิสระที่คาดว่าดีที่สุดและเป็นตัวแทนในการศึกษาครั้งนี้ได้ วิธีนี้จะเริ่มจากรูปแบบที่ไม่มีตัวแปรอิสระเลย มีเพียงเทอม intercept ในรูปแบบเท่านั้น จากนั้นจึงนำตัวแปรอิสระใส่เข้าในรูปแบบทีละตัว ตัวแปรอิสระตัวแรกที่จะนำใส่ไว้ในรูปแบบเป็นตัวแปรที่ให้ค่าสหสัมพันธ์กับตัวแปร Y สูงที่สุด สมมติว่าตัวแปรอิสระที่มีสหสัมพันธ์กับ Y สูงที่สุดคือ $Y_1$ ตัวแปร $X_1$ ก็จะเป็นตัวแปรที่ให้ค่า F ในการทดสอบนัยสำคัญของสมการสูงที่สุดด้วย โดยที่ค่า F ของการทดสอบจะต้องมีค่ามากกว่า F ที่กำหนดไว้ในการทดสอบ (สมมติว่าคือ $F_{IN}$) จึงจะนำตัวแปร $X_1$ ใส่ไว้ในรูปแบบ ตัวแปรตัวถัดไปที่จะนำใส่ในรูปแบบก็เช่นกัน จะเป็นตัวแปรที่มีค่า partial correlation กับ Y เมื่อปรับอิทธิพลของ $X_1$ ออกแล้ว สูงที่สุดหรือเป็นตัวแปรอิสระที่ให้ค่า partial F statistic ของการทดสอบสูงที่สุด ถ้า F นี้มีค่าเกินกว่า $F_{IN}$ ตัวแปร $X_2$ จะถูกนำใส่ในรูปแบบ การพิจารณาตัวแปรที่จะใส่ไว้ในรูปแบบ ตัวถัดไปก็ทำเช่นเดียวกัน โดยพิจารณาว่าจะนำตัวแปรนั้นใส่ไว้ในรูปแบบ ถ้า partial F statistic มีค่าเกินกว่า $F_{IN}$ วิธีการคัดเลือกตัวแปรนี้จะหยุดเมื่อ partial F statistic ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งมีค่าน้อยกว่า $F_{IN}$ หรือหยุดเมื่อตัวแปรอิสระทุกตัวอยู่ในรูปแบบแล้ว (เปรมใจ, 2531)

ซึ่งค่าที่ได้จากสมการ regression model นั้น จะเป็นค่าโอกาสในการพบร่องรอยของกวางผาซึ่งมีค่าเป็น 0 (ไม่พบ) และ 1 (พบ) เพื่อสร้างแผนที่จัดชั้นความเหมาะสมใหม่ออกมา และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบ รวมถึงค่าระดับนัยสำคัญของปัจจัยต่างๆที่นำมาศึกษานั้นมีความสัมพันธ์ ในทิศทางใดและมากน้อยแค่ไหน ปัจจัยใดที่ไม่มีนัยสำคัญที่ยอมรับได้ ก็สามารถตัดออกจากตัวแบบจำลองหรือสมการได้ เป็นต้น โดยแบ่งระดับความเหมาะสมของโอกาสที่พบเจอออกเป็น 2 ระดับ ดังนี้

(1) เหมาะสมมาก หมายถึง พื้นที่ที่มีโอกาสจะพบร่องรอยกวางผาสูงค่าความน่าจะเป็นอยู่ที่ 1 ซึ่งจะสอดคล้องกับความหนาแน่น และระดับความเหมาะสมมากต่อการเป็นที่อยู่อาศัยของกวางผา

(2) เหมาะสมน้อย หมายถึง พื้นที่ที่มีโอกาสจะพบร่องรอยกวางผาน้อยค่าความน่าจะเป็นอยู่ที่ 0 ซึ่งจะสอดคล้องกับความหนาแน่น และระดับความเหมาะสมน้อยต่อการเป็นที่อยู่อาศัยของกวางผา




<u>ภาพที่ 2</u> แผนผังแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับความเหมาะสมต่อการปรากฏของกวางผา โดยใช้ multiple regression analysis

เมื่อได้สมการหรือแบบจำลอง (model) ที่เหมาะสม ที่สามารถเป็นตัวแทนในการศึกษาครั้งนี้ นำมาคำนวณ (map calculation) ในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผาต่อไป

## สถานที่ทำการศึกษา

### 1. ที่ตั้งและอาณาเขต

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 17 องศา 17 ลิปดา ถึง 19 องศา 54 ลิปดาเหนือ และระหว่างเส้นลองติจู้ที่ 98 องศา 27 ลิปดาถึง 98 องศา 45 ลิปดาตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ตำบลยางเบี่ยง ตำบลม่อนจอง อำเภออมก๋อย ตำบลมืดกา อำเภอ ดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ ตำบลบ้านนา อำเภอสามเงา จังหวัดตาก ทางตอนเหนือถึงอำเภอ ลำห้วยแม่ลายซึ่งไหลลงสู่แม่น้ำปิ้งเป็นแนวเขต ในส่วนของอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนภูมิพล ทางตะวันออกถือเอาลำน้ำปิ้งเป็นแนวเขตลงมาจนถึงสบน้ำแม่ตื่น แนวเขตแยกเข้าตามลำน้ำแม่ตื่นจนถึงห้วยอูมฮวมแยกขึ้นไปตามห้วยอูมฮวม และตัดไปตามสันปันน้ำของรอยต่อระหว่างจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดตาก แยกลงริมห้วยแม่ตื่นตามแนวสันเขาลงจรดลำน้ำแม่ตื่นใต้สบห้วยหมี แนวเขตด้านตะวันตกเริ่มจากรอบสันเขาลงพบลำน้ำแม่ตื่นบริเวณเหนือปากห้วยเดื่อทางตะวันตกทอดขนานไปกับลำน้ำตื่นจนถึงห้วยน้ำดั้น ขึ้นไปตามห้วยน้ำดั้นจนจรดถนนระหว่างอำเภออมก๋อยกับบ้านแม่ตื่นไปตามแนวสันเขา และตามห้วยยอมแฮม และตัดเข้าหาห้วยแม่ลาย

พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อยมีแนวเขตติดต่อกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ตื่น ซึ่งอยู่ทางทิศใต้ในจังหวัดตาก และติดต่อกับอุทยานแห่งชาติแม่ปิงฝั่งซ้ายของลำน้ำปิง การเข้าสู่พื้นที่กระทำได้โดยใช้เส้นทางหลวงสายฮอด-แม่สะเรียง มีทางแยกเข้าสู่อำเภออมก๋อยที่หมู่บ้านกิ่วลมและเดินทางต่อด้วยทางดินที่หมู่บ้านโอ้งโม้งประมาณ 12 กิโลเมตร ถึงที่ทำการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย หรืออาจเดินทางต่อโดยเส้นทางหลวงสายอมก๋อยหมู่บ้านแม่ตื่นเข้าสู่ พื้นที่ตอนล่างของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย อีกเส้นทางหนึ่งอาจเดินทางโดยทางเรือจากเขื่อนภูมิพลขึ้นไปตามลำน้ำปิงหรือ ล่องลงมาจากอำเภอดอยเต่าเข้าสู่พื้นที่ทางด้านตะวันออกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย ดังแสดงในภาพที่ 3

**2. <u>ประวัติความเป็นมา</u>**

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อยมีประวัติความเป็นมาพอสังเขป ดังนี้ พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย แต่เดิมเป็นป่าสงวนแห่งชาติป่าอมก๋อย ส่วนที่อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ ได้รับการควบคุมดูแลโดยป่าไม้เขตเชียงใหม่และป่าไม้จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนพื้นที่ในจังหวัดตากได้ รับการดูแลและควบคุมโดยป่าไม้เขตตากและป่าไม้จังหวัดตาก ป่าไม้ทั้งสองส่วนนี้เป็นป่าโครงการทำไม้มาก่อน และได้ผ่านการทำไม้มาหลายครั้ง ทั้งไม้กระยาเลยและไม้สัก ฉะนั้นไม้ที่มีคุณค่าขนาดใหญ่จึงถูกนำออกไปเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามสภาพป่าไม่ได้เสื่อมโทรมอันเนื่องมากจากการทำไม้ แต่พื้นที่ส่วนนี้เดิมได้เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของชนเผ่ากะเหรี่ยงและชาวเขาเผ่าอื่นมาเป็นเวลาช้านาน ดังปรากฏเห็นได้จากโบราณวัตถุและโบราณสถานหลายแห่งที่ยังคงตกค้างอยู่บริเวณลำน้ำแม่ตื่นและลำน้ำปิง ซึ่งเป็นเส้นทางคมนาคม ดังเช่น พระธาตุแก่งสร้อย แสดงให้เห็นว่าเคยเป็นจุดที่ตั้งของเมืองขนาดเล็กมาก่อน บริเวณหมู่บ้านแม่ตื่นมีวัดโบราณปรากฏอยู่ และมีการขุดพบโบราณวัตถุหลายชนิด อย่างไรก็ตามเนื่องจากพื้นที่ป่ากว้างขวางและประชากรของ ชาวเขาในสมัยนั้นมีไม่มาก ป่าและสัตว์ป่าจึงยังคงความอุดมสมบูรณ์

นับจากปี พ.ศ. 2510 เป็นต้นมา ประชากรชาวเขาเผ่าต่างๆ ได้เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการโยกย้ายถิ่นฐานเข้ามาจากประเทศเพื่อนบ้าน และอัตราการตายที่ลดลง เนื่องมาจากการแพทย์ที่ทันสมัยทำให้พื้นที่ส่วนนี้เริ่มถูกทำลายอย่างหนัก สัตว์ป่าที่มีคุณค่าหลายชนิดถูกล่าจนเกือบจะหมดไปจากพื้นที่ กรมป่าไม้จึงได้เล็งเห็นปัญหา และทำการประกาศพื้นที่ตลอดริมฝั่งแม่น้ำปิงฝั่งตะวันตก จากดอยเต่าลงมาจนถึงห้วยน้ำรินใกล้ตัวเขื่อนภูมิพลให้เป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เรียกว่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ตื่นรวมพื้นที่ประมาณ 1,500,000 ไร่ ได้ทำการประกาศเมื่อปี พ.ศ. 2521 ต่อมาทางราชการเห็นว่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแห่งนี้มีพื้นที่กว้างใหญ่เกินไปสำหรับการบริหาร ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่เป็นรูปยาวจากเหนือลงใต้มีเทือกเขาสลับซับซ้อน และการเข้าสู่พื้นที่ตอนบนและตอนล่างเป็นทางที่แยกจากกันทำให้ไม่สามารถควบคุมการปฏิบัติงานในส่วนต่างๆ ได้อย่างทั่วถึง จึงเห็นสมควรกำหนดให้เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ตื่นที่ประกาศไว้เดิมแยกออกเป็น 2 เขต โดยตัดพื้นที่ส่วนบน ตั้งแต่ปากห้วยแม่ตื่นขึ้นไปจัดตั้งเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแห่งใหม่ เรียก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย ส่วนพื้นที่ตอนล่างก็ยังคงเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ตื่นดังเดิม ทั้งนี้ได้ประกาศไว้ตั้งแต่วันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2526 ในหนังสือราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 100 ตอนที่ 135

พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อยจึงได้รับความคุ้มครองโดยพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 เป็นต้นมา ซึ่งห้ามมิให้ผู้ใดเข้าไปล่าสัตว์ทำลายถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า หรือสร้างสิ่งรบกวนใดๆ ต่อพื้นที่ป่าไม้และสัตว์ป่า กรมป่าไม้โดยกองอนุรักษ์สัตว์ป่าได้จัดตั้งหน่วยงานเข้าไปควบคุม ดูแล และป้องกันให้เป็นไปตามพระราชบัญญัตินี้ตั้งแต่เริ่มก่อตั้งเป็นต้นมา แต่เนื่องจากปัญหาหลายประการด้วยกันจึงมีการฝ่าฝืนกฎหมาย โดยชนกลุ่มน้อยเสมอมา การลักลอบล่าสัตว์ป่าและการลักตัดไม้ ตลอดจนการบุกรุกพื้นที่ป่าของชาวเขาเผ่าต่างๆ ได้เป็นปัญหาหลักและค่อนข้างรุนแรงเสมอมา

## 3.1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่

3.1 ลักษณะภูมิประเทศ

ภูมิประเทศของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย โดยทั่วไปประกอบด้วยเทือกเขา หุบเขา และที่ราบระหว่างเขา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาถนนธงชัยตะวันออก มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 200 เมตรขึ้นไปจนถึง 1,929 เมตร จุดสูงสุด คือ ยอดดอยม่อนจอง ในเทือกเขาขุนแม่ตื่น เป็นสันแบ่งลงสู่ห้วยอุมหลวง และห้วยอุมฮวม ดังภาพที่ 4

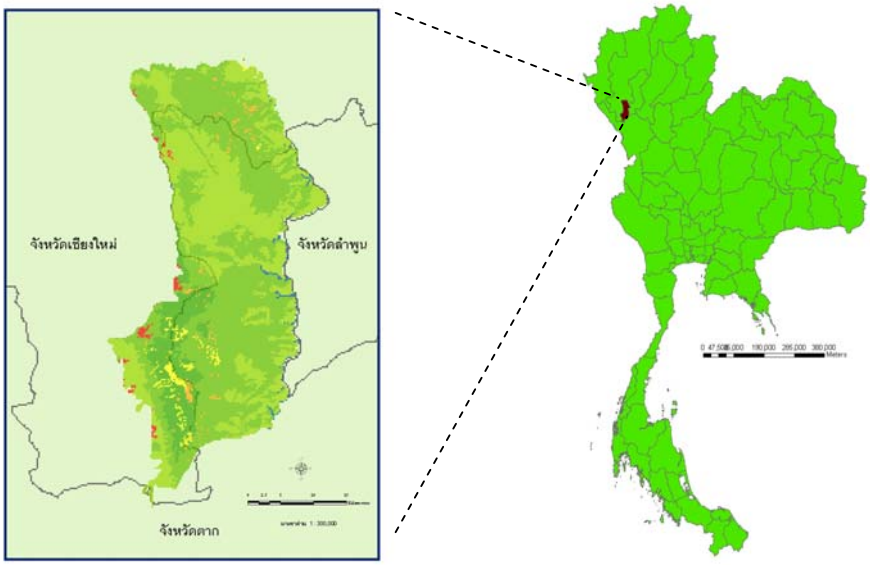
ลำน้ำสายสำคัญได้แก่ ลำน้ำปิง เป็นแนวเขตของพื้นที่ด้านทิศตะวันออก ปัจจุบันเปลี่ยนเป็นพื้นที่อ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนภูมิพล ลำน้ำแม่ตื่นเป็นลำน้ำหลักทางทิศตะวันตก ระบายน้ำลงสู่ลำน้ำปิง จากลำน้ำสายหลักทั้งสองนี้มีลำห้วยแยกมากมายหลายสายกระจายเข้าไปรับน้ำจากตอนกลางของพื้นที่ ทางตอนเหนือมีลำห้วยแม่ลายเป็นแนวเขต มีห้วยแยกเป็นสาขาอีกหลายห้วย ลำห้วยตอนกลางที่ไหลลงสู่ลำน้ำปิงโดยตรง เช่น ห้วยแม่ฮาด ห้วยแก่งป๊อกเฮียด ห้วยอันแปน้ำ ห้วยหาดหยวก ห้วยผาตา ห้วยอุ้มปาด ห้วยสะเรี่ยม ห้วยเฮียด ห้วยแม่สา ห้วยแก่งปวง ห้วยแก่งจาน และห้วยอมรุ เป็นต้น

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย ประกอบด้วยลุ่มน้ำใหญ่สำคัญ 2 ลุ่มน้ำคือ

- ลุ่มน้ำอุ้มปาด เป็นลุ่มน้ำตอนบนแยกจากลุ่มน้ำแม่ลายไหลลงสู่แม่ปิง ในลุ่มน้ำมีห้วยแยกหลายสาย เช่น ห้วยฝาย ห้วยปุงยาง ห้วยแม่จาน และห้วยบง พื้นที่ตอนกลางของลุ่มน้ำนี้

ค่อนข้างราบ มีหมู่บ้านของราษฎรชาวไทยภูเขาเข้ามายึดเป็นที่ทำกินอยู่หลายหมู่บ้าน ในส่วนที่ไปบรรจบกับแม่น้ำปิงมีลักษณะเป็นหุบเขาชัน

- ลุ่มน้ำสะเรียม ตั้งอยู่ตอนกลางของพื้นที่รับน้ำตั้งแต่ดอยหลังเมือง ดอยกิ่งช้างชี ดอยโตน ดอยเรี่ยม ดอยแต้ และยอดเขาขนาดเล็กอื่นๆ มีลำห้วยแยกที่สำคัญ คือ ห้วยเฮือด ห้วยกวน และห้วยหนองสามร้อน ลุ่มน้ำสะเรียมจะมาบรรจบกับลุ่มน้ำแม่สาและลุ่มน้ำแม่ปาง ก่อตัวเป็นลุ่มน้ำขนาดใหญ่ ขึ้นรับน้ำจากดอยหลังเมือง ดอยม่อนจอง ดอยม้าวิ่ง ดอยผาม่าน ดอยหลวง และดอยผาแมว (คณะวนศาสตร์, 2535)



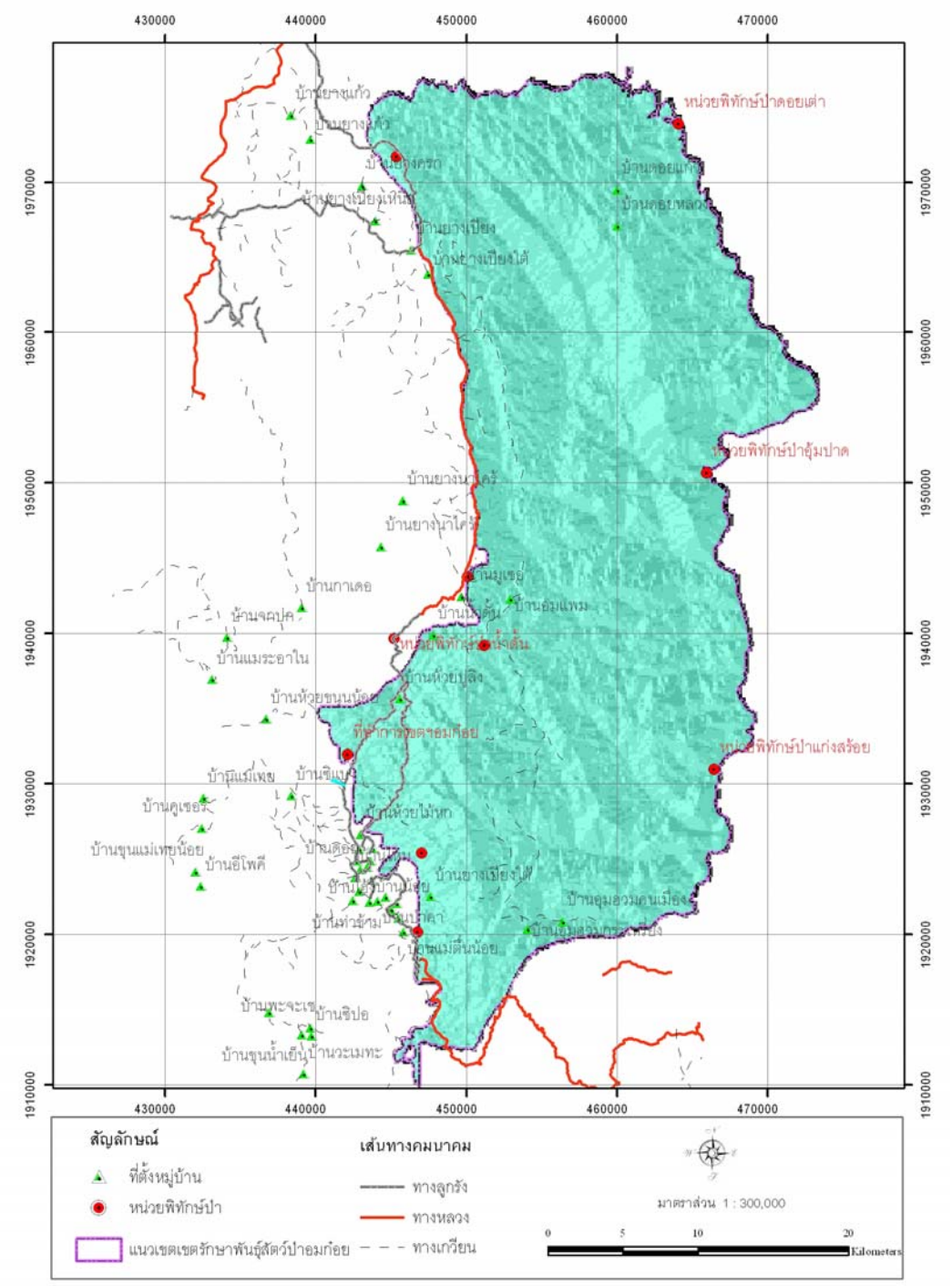

ภาพที่ 3 ที่ตั้งเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

3.2 ลักษณะภูมิอากาศ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย มีค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 1,060.1 มิลลิเมตร (ข้อมูลจากปี 1971–2000) เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 254.1 มิลลิเมตร จำนวนวันฝนตก 144.8 วันต่อปี ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 5

สภาพอากาศโดยทั่วไปจัดว่าค่อนไปทางกึ่งเขตร้อน (subtropical climate) แต่ไม่เด่นชัดมาก คือ มีฤดูฝน (rainy season) ที่ยาวนาน ประมาณ 6 เดือน ฤดูหนาวมีอากาศค่อนข้างเย็น (cool season)

มีช่วงเวลาประมาณ 3 เดือน และฤดูร้อน (hot season) มีช่วงเวลาประมาณ 3 เดือน ฤดูฝนเริ่มประมาณเดือนพฤษภาคมไปจนถึงเดือนตุลาคม ฤดูหนาวเริ่มประมาณเดือนพฤศจิกายนไปจนถึงเดือนมกราคม และในฤดูร้อนเริ่มจากเดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงเดือนเมษายน อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยสูงสุดประจำเดือนอยู่ระหว่าง 34.1 – 37.9 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 19.5 – 24.9 องศาเซลเซียส (กองภูมิอากาศ , 2547)




ภาพที่ 4 ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

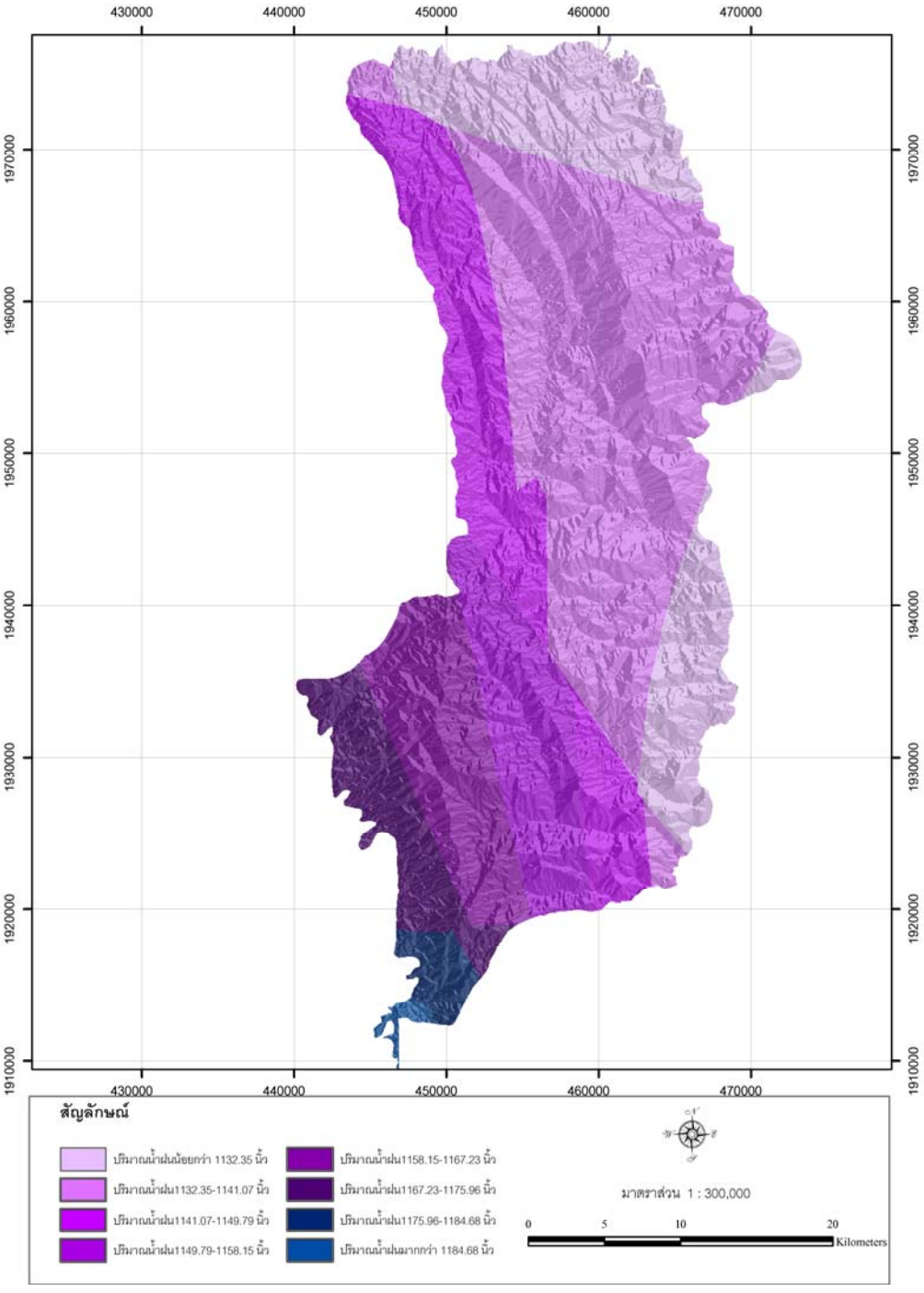
ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำฝนรอบ 30 ปี ของสถานีวัดปริมาณน้ำฝนทางภาคเหนือของประเทศไทย

| สถานี | ปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือน (มิลลิเมตร) | | | | | | | | | | | | รวมทั้งปี |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | |
| แม่ฮ่องสอน | 7.7 | 4.8 | 16.6 | 59.1 | 168.3 | 184.4 | 216.5 | 253.8 | 204.7 | 106.9 | 45.2 | 14.3 | 1,282.3 |
| แม่สะเรียง | 7.0 | 7.0 | 11.3 | 46.7 | 162.8 | 178.3 | 187.9 | 225.3 | 176.9 | 106.8 | 20.9 | 8.8 | 1,139.7 |
| เชียงราย | 11.2 | 12.2 | 20.9 | 94.6 | 194.7 | 194.8 | 319.1 | 377.7 | 271.2 | 130.7 | 56.6 | 18.5 | 1,702.2 |
| พะเยา | 5.0 | 11.3 | 22.6 | 93.9 | 168.7 | 101.8 | 140.3 | 190.3 | 193.5 | 116.5 | 40.5 | 11.5 | 1,095.9 |
| เชียงใหม่ | 7.7 | 9.2 | 17.3 | 54.5 | 155.4 | 119.4 | 157.6 | 224.4 | 202.4 | 116.6 | 51.4 | 18.1 | 1,134.0 |
| ลำปาง | 5.6 | 7.6 | 20.5 | 65.1 | 148.5 | 114.7 | 146.0 | 193.4 | 210.3 | 106.4 | 34.4 | 7.6 | 1,060.0 |
| ลำพูน | 2.4 | 5.9 | 13.1 | 42.8 | 146.4 | 123.2 | 118.3 | 153.2 | 191.3 | 110.5 | 48.1 | 7.2 | 964.4 |
| แพร่ | 6.3 | 9.7 | 24.6 | 77.3 | 174.0 | 120.6 | 152.5 | 212.4 | 185.4 | 90.0 | 22.1 | 7.0 | 1,081.9 |
| น่าน | 7.3 | 13.1 | 31.6 | 96.1 | 167.8 | 133.4 | 214.8 | 270.9 | 196.5 | 78.5 | 20.5 | 6.8 | 1,237.3 |
| ท่าวังผา | 9.1 | 12.1 | 35.6 | 104.0 | 190.5 | 188.2 | 262.0 | 295.5 | 183.0 | 81.6 | 25.4 | 9.3 | 1,396.3 |
| ทุ่งช้าง | 10.4 | 28.7 | 39.2 | 105.5 | 262.6 | 243.5 | 297.5 | 355.8 | 261.3 | 81.8 | 16.2 | 4.0 | 1,706.5 |
| อุตรดิตถ์ | 7.4 | 14.9 | 25.4 | 78.7 | 233.2 | 185.8 | 187.4 | 263.6 | 263.5 | 116.4 | 29.9 | 4.1 | 1,410.3 |
| สุโขทัย | 5.3 | 83.4 | 6.0 | 59.9 | 252.9 | 143.9 | 98.3 | 183.0 | 207.9 | 375.3 | 58.2 | 2.0 | 1,476.1 |
| ตาก | 4.2 | 8.4 | 13.4 | 42.0 | 161.2 | 124.2 | 93.7 | 127.9 | 208.9 | 203.9 | 60.8 | 5.2 | 1,053.8 |

ตารางที่ 1 (ต่อ)

| สถานี | ปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือน (มิลลิเมตร) | | | | | | | | | | | | รวมทั้งปี |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | |
| แม่สอด | 2.3 | 8.0 | 8.7 | 38.9 | 168.8 | 235.3 | 312.4 | 333.3 | 159.9 | 98.8 | 24.7 | 4.2 | 1,395.3 |
| เขื่อนภูมิพล | 4.4 | 7.4 | 18.1 | 59.9 | 182.9 | 88.1 | 80.1 | 114.4 | 218.6 | 205.5 | 49.7 | 7.2 | 1,035.9 |
| อุ้มผาง | 7.5 | 13.8 | 32.4 | 90.8 | 186.3 | 191.0 | 216.1 | 252.6 | 248.0 | 158.9 | 26.9 | 3.2 | 1,427.5 |
| พิษณุโลก | 5.1 | 12.9 | 30.5 | 54.5 | 178.4 | 179.8 | 187.9 | 256.7 | 230.6 | 159.3 | 33.3 | 6.6 | 1,335.6 |
| เพชรบูรณ์ | 5.6 | 19.0 | 38.4 | 67.9 | 155.8 | 144.2 | 154.1 | 189.3 | 200.8 | 86.9 | 10.5 | 6.6 | 1,079.1 |
| หล่มสัก | 4.4 | 23.4 | 43.0 | 63.4 | 159.3 | 136.5 | 136.7 | 191.1 | 188.2 | 79.0 | 14.8 | 4.5 | 1,044.3 |
| วิเชียรบุรี | 6.9 | 13.9 | 37.9 | 90.2 | 167.7 | 136.6 | 160.3 | 206.9 | 244.3 | 118.0 | 16.6 | 4.9 | 1,204.2 |
| กำแพงเพชร | 1.8 | 13.5 | 30.4 | 46.1 | 198.1 | 149.6 | 152.2 | 173.8 | 268.5 | 190.5 | 50.1 | 5.6 | 1,280.3 |

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2547)




<u>ภาพที่ 5</u> ปริมาณน้ำฝนพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2547)

3.3 ลักษณะทางปฐพีวิทยา

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อยครอบคลุมพื้นที่ที่ประกอบด้วยกลุ่มชุดดินจำนวน 14 ชุด ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 6

ตารางที่ 2 กลุ่มชุดดินภายในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย

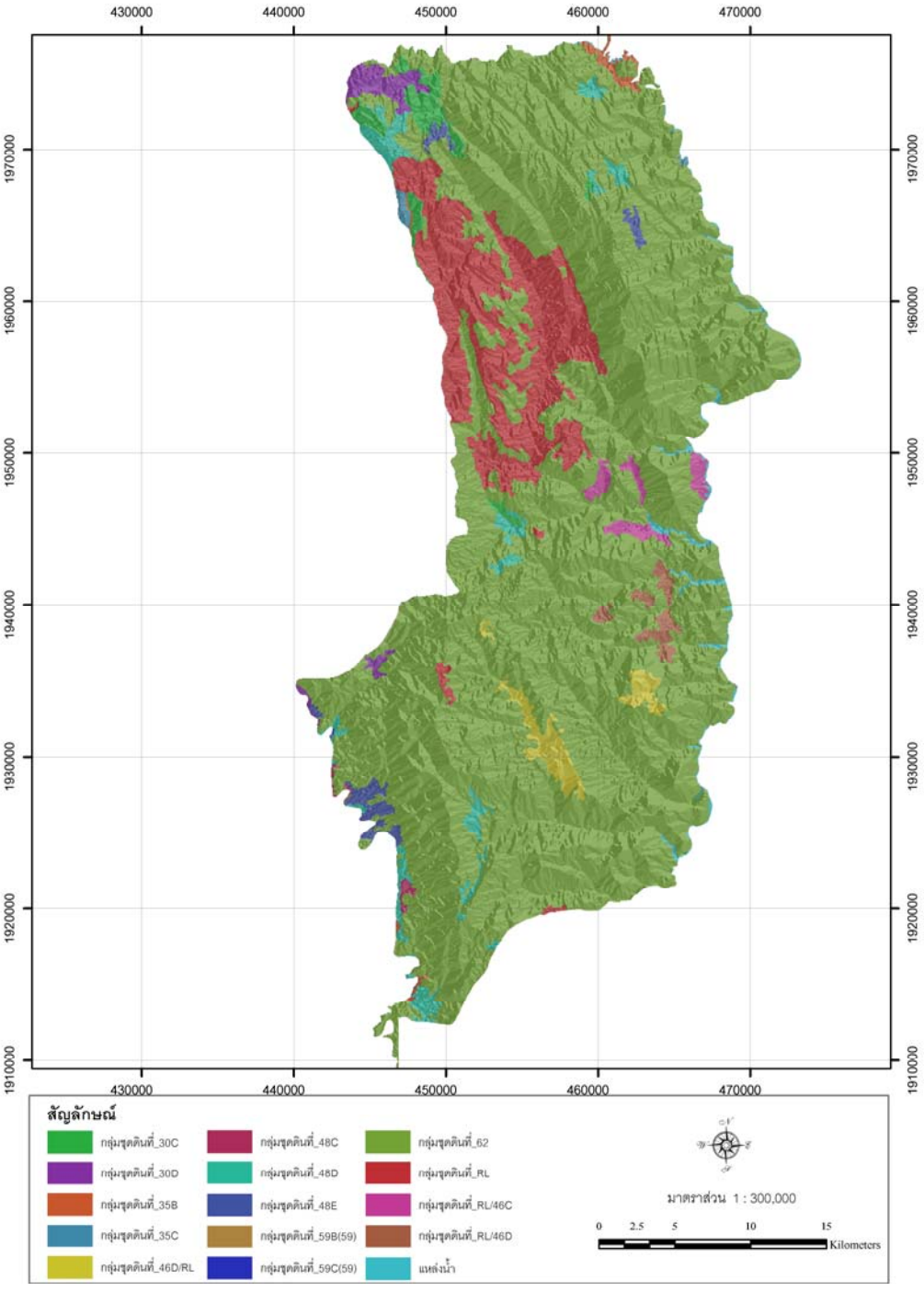
| หน่วยดิน | ความหมาย |
|---|---|
| กลุ่มชุดดินที่_30C | เป็นพวกดินเหนียว พบบริเวณพื้นที่ภูเขาเป็นส่วนใหญ่มีความสูง สีดินเป็นสีแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกหินเนื้อละเอียด เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ประมาณ 5.5-6.5ความลาดชัน ประมาณ 5-12 % |
| กลุ่มชุดดินที่_30D | เป็นพวกดินเหนียว พบบริเวณพื้นที่ภูเขาเป็นส่วนใหญ่มีความสูง สีดินเป็นสีแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกหินเนื้อละเอียด เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ประมาณ 5.5-6.5ความลาดชัน ประมาณ 12-20 % |
| กลุ่มชุดดินที่_35C | เป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ หรือเกิดจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณพื้นที่ดิน มีความลาดชัน ประมาณ 5-12 % pH ประมาณ 4.5 - 5.5 |
| กลุ่มชุดดินที่_46D/RL | เป็นพวกดินเหนียวปนกรวดหรือปนลูกรัง ดินสีน้ำตาลหรือสีเหลืองหรือแดง พบบริเวณที่ดินมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชันประมาณ 12-20 % pH 4.5-7.0มีหินโผล่ |
| กลุ่มชุดดินที่_48C | เป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนเศษหินหรือปนกรวด ก้อนกรวดขนาดใหญ่เป็นหินกลมมน ถ้าเป็นดินปนเศษหินมักพบชั้นหินพื้นตื้น กว่า 50 ซม. ดินเป็นสีน้ำตาล สีน้ำตาลปนแดง สีแดงปนเหลือง มีความลาดชันประมาณ 5-12 % เป็นดินตื้นมาก มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH 5.0-7.0 |
| กลุ่มชุดดินที่_48D | เป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนเศษหินหรือปนกรวด ก้อนกรวดขนาดใหญ่เป็นหินกลมมน ถ้าเป็นดินปนเศษหินมักพบชั้นหินพื้นตื้น กว่า 50 ซม. ดินเป็นสีน้ำตาล สีน้ำตาลปนแดง สีแดงปนเหลือง มีความลาดชันประมาณ 12-20 % เป็นดินตื้นมาก มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH 5.0-7.0 |

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2547)

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| หน่วยดิน | ความหมาย |
|---|---|
| กลุ่มชุดดินที่_48E | เป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนเศษหินหรือปนกรวด ก้อนกรวดขนาดใหญ่เป็นหินกลมมน ถ้าเป็นดินปนเศษหินมักพบชั้นหินพื้นตื้น กว่า 50 ซม. ดินเป็นสีน้ำตาล สีน้ำตาลปนแดง สีแดงปนเหลือง มีความลาดชันประมาณ 20-25% เป็นดินตื้นมาก มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH 5.0-7.0 |
| กลุ่มชุดดินที่_59B(59) | ดินมีการผสมของดินหลายชนิด ซึ่งเกิดจากตะกอนลำน้ำพัดพามาทับถมกัน พบบริเวณที่ราบลุ่ม หรือบริเวณพื้นล่างของหุบเขา มีสภาพพื้นที่ราบเรียบ มีความลาดชันประมาณ 2-5% ดินที่พบส่วนใหญ่มีการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว |
| กลุ่มชุดดินที่_59C(59) | ดินมีการผสมของดินหลายชนิด ซึ่งเกิดจากตะกอนลำน้ำพัดพามาทับถมกัน พบบริเวณที่ราบลุ่ม หรือบริเวณพื้นล่างของหุบเขา มีสภาพพื้นที่ราบเรียบ มีความลาดชันประมาณ 5-12% ดินที่พบส่วนใหญ่มีการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว |
| กลุ่มชุดดินที่_62 | ดินนี้ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขา ซึ่งมีความลาดชันมากกว่า 35 % ดินที่พบในบริเวณดังกล่าวนี้มีทั้งดินลึกและดินตื้น ลักษณะของเนื้อดินและความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของหินต้นกำเนิดในบริเวณนั้น มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป ส่วนใหญ่ยังปกคลุมด้วยป่าไม้ประเภทต่าง ๆ |
| กลุ่มชุดดินที่_RL | เป็นพื้นที่มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ |
| กลุ่มชุดดินที่_RL/46C | เป็นพื้นที่มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป อยู่ร่วมกับพวกดินเหนียวปนกรวดหรือปนลูกรัง ดินสีน้ำตาลหรือสีเหลืองหรือแดง พบบริเวณที่ดินมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชันประมาณ 5-12 % pH 4.5-7.0 |
| กลุ่มชุดดินที่_RL/46D | เป็นพื้นที่มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป อยู่ร่วมกับพวกดินเหนียวปนกรวดหรือปนลูกรัง ดินสีน้ำตาลหรือสีเหลืองหรือแดง พบบริเวณที่ดินมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชันประมาณ 12-20 % pH 4.5-7.0 |

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2547)




ภาพที่ 6 กลุ่มชุดดินในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

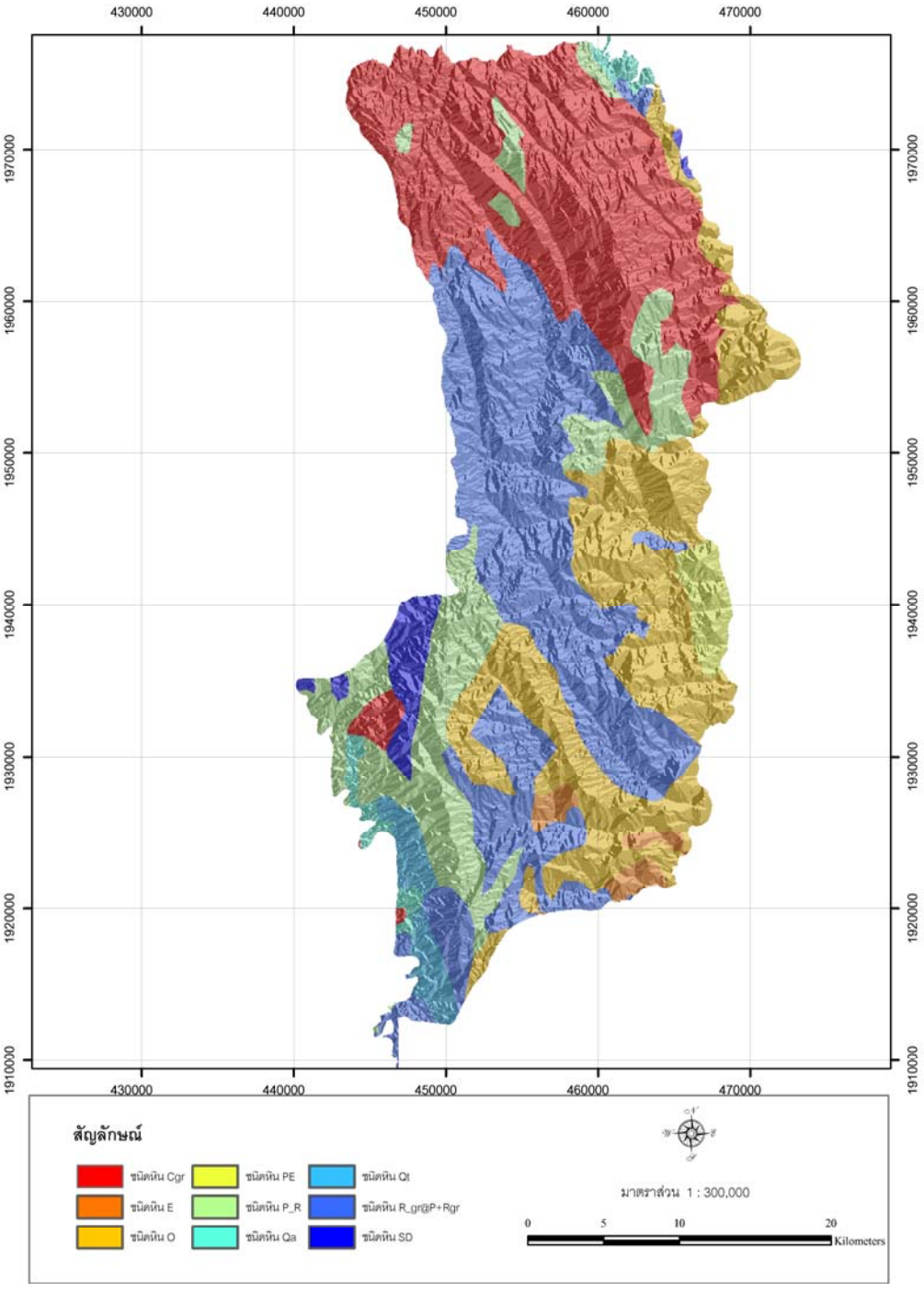
3.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อยครอบคลุมพื้นที่ที่ประกอบด้วยกลุ่มชุดดินจำนวน 14 ชุด ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 7

ตารางที่ 3 ลักษณะทางธรณีวิทยาภายในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย

| ชนิดหิน | สัญลักษณ์ | ความหมาย |
|---|---|---|
| I | Cgr | Rhyolite, andesite, tuff, agglomerate; conglomerate, sandstone, shale, slate, chert beds; limestone, massive to well bedded, recrystallized, light grey to pinkish grey, Granite, Grano-diorite and quartz feldspathic dikes. |
| | R_gr@P+Rgr | Granite, , Grano-diorite, and diodorite |
| S,M | Qa | Alluvial deposit : gravel, sand, silt, clay, and mud. |
| | PE | Metamorphic complexes of amphibolite facies; augen gneiss, granite gneiss, biotite-microcline gneiss, quartz feldspathic gneiss, biotite schist, banded quartzite, calc-silicate rocks and marbles. |
| | O | Limestone, shale. |
| | SD | Undifferentiated sequences of quartzite, phylite, graywacke, chert beds and local conglomerate. |
| | Qt | Terace deposit: gravel,sand, silt, and clay |

ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี (2547)




ภาพที่ 7 ลักษณะทางธรณีวิทยาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

3.5 สังคมพืชและชนิดพรรณไม้

สังคมพืชในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อยมีการแปรผันไปตามสภาพอากาศซึ่งเป็นสภาพแบบกึ่งเขตร้อน สังคมพืชถาวรในพื้นที่ควรเป็นสังคมป่าผลัดใบที่ต้นไม้ทิ้งใบในช่วงฤดูร้อน แต่เนื่องจากความผันแปรในปัจจัยอื่น เช่น สภาพภูมิประเทศ โดยเฉพาะความสูงจากระดับน้ำทะเล ลักษณะดิน โดยเฉพาะชนิด และความลึกของดิน และอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์ ทำให้พื้นที่ป่าอมก๋อยประกอบด้วยสังคมพืชหลายชนิดด้วยกัน ในพื้นที่มีระดับความสูงเกินกว่า 1,200 เมตรขึ้นไป ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยป่าดงดิบเขา โดยมีไม้ในวงศ์ก่อเป็นไม้เด่น แต่ยอดเขาที่ค่อนข้างแห้งแล้งและชั้นดินตื้น สังคมพืชจะเปลี่ยนเป็นป่าเต็งรังผสมสน หรือสังคมสนผสมไม้ก่อ บริเวณที่มีความลาดชันมากๆ อาจเปลี่ยนเป็นสังคมผาหินและหญ้าผสมกับไม้พุ่มเตี้ย ในระดับความสูงที่ต่ำกว่า 1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเลส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยป่าผสมผลัดใบทั้งที่มีไม้สักและไม่มีไม้สัก และป่าเต็งรังผสมสน และที่เป็นป่าเต็งรังแท้ ทั้งป่าเต็งรังสมบูรณ์และป่าเต็งรังแคระ บริเวณลุ่มห้วยผาระดับความสูงประมาณ 1,000 – 1,500 เมตรที่มีความชื้นตลอดปี อาจพบป่าดงดิบแล้งปรากฏเป็นหย่อมๆ

สังคมป่าดงดิบเขา กระจายอยู่บนยอดเขาสูงบริเวณแนวเขตทางทิศตะวันตกของพื้นที่ โดยเฉพาะยอดดอยม่อนจองและยอดเขาอื่นๆ บริเวณขุนแม่ตื่น ป่าชนิดนี้อาจจัดเป็นป่าดงดิบเขาระดับต่ำ (Lower montane forest) ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดของสังคม คือ ความหนาวเย็นที่ค่อนข้างคงที่ตลอดปี เพราะฉะนั้นจึงกระจายอยู่ตั้งแต่ระดับความสูงเกินกว่า 1,200 เมตรขึ้นไป ลักษณะโดยทั่วไปเป็นป่าที่ต้นไม้ไม่ผลัดใบมีไม้ในวงศ์ไม้ก่อ (Fagaceae) เป็นไม้เด่นในสังคมชนิดพันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ก่อตาควาย (*Quercus brandisiana*) ก่อตาหมู (*Lithocarpus sootepensis*) ก่อดำ ( *L. truncatus*) ก่อหยุม (*Castanopsis argyrophylla*) ก่อขาวใบนวล (*C. hystrix*) เหมือดคนตัวผู้ (*Helicia nilagirica*) ค่าหด ( *Engelhardtia spicata*) ยมหอม (*Toona ciliata*) ข่าต้น ( *Cinnamomum ilicioides*) จันทร์ทอง (*Fraxinus floribunda*) เป็นต้น

สังคมพืชหน้าผาและลานหิน สังคมพืชชนิดนี้คลุมพื้นที่ไม่มากนัก ปรากฏให้เห็นเฉพาะบนยอดเขาสูงและบริเวณหน้าผาชัน โดยเฉพาะบริเวณผาหินปูนริมฝั่งแม่น้ำปิง และดอยม่อนจองซึ่งเป็นยอดเขาสูงสุดในพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณเหลี่ยมผาด้านทิศตะวันตกของดอยม่อนจองปกคลุมด้วยหญ้าและไม้พุ่มขนาดเล็ก สังคมพืชชนิดนี้เกิดขึ้นเนื่องจากชั้นดินที่ตื้นมาก บางตอนเป็นดินที่ทับถมอยู่ในซอกหินการเก็บกักน้ำในดินค่อนข้างน้อย เนื่องจากความลาดชันและเป็นทรายจัด นอกจากนี้เหลี่ยมผาที่มีความลาดชันมากตั้งรับลมที่พุ่งเข้าปะทะอย่างรุนแรงทำให้ ไม้ใหญ่ไม่สามารถเข้ามายึดครองพื้นที่ได้ คงมีแต่ไม้พุ่มเตี้ยหรือไม้ที่คดงอขึ้นอยู่ในซอกหินที่พอมีดิน

อยู่บ้าง บางส่วนปกคลุมด้วยหญ้าหลายชนิด ซึ่งมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม ส่วนลาดเขาด้านตะวันออกของดอยม่อนจองซึ่งเป็นลาดเขาที่อยู่ด้านตรงข้ามกับทิศทางลมที่รุนแรง พื้นที่ปกคลุมด้วยป่าดงดิบเขาแคระแกรน ทั้งนี้เนื่องจากชั้นดินที่ตื้นและกำลังลมที่ค่อนข้างแรง ไม้ในสังคมพืชชนิดนี้มีเรือนยอดชั้นบนสุดสูงไม่เกิน 7 เมตร พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่เป็นชนิดเดียวกันกับไม้ชั้นรองในป่าดงดิบเขาที่สมบูรณ์แต่มีขนาดลำต้นที่เล็กกว่าและคดงอเนื่องจากแรงลม นอกจากนั้นยังมีไม้ในวงศ์ก่อที่มีลำต้นแคระแกรนขึ้นผสมอยู่ด้วย ส่วนบริเวณทุ่งหญ้าบนสันเขาและหน้าผาประกอบด้วยหญ้าหลายชนิด โดยเฉพาะหญ้าคา (*Imperata cylindrica*) หญ้าลิ้นงู *(Hedyotis corymbosa*) คนทิดิน (*Desmodium heterocarpon*) กระดุมเงิน (*Eriocaulon henryanum*) หญ้าชันอากาศ (*Panicum repens*) หญ้าขน (*Brachiaria mutica*) แห้วทรงกระเทียม (*Eleocharis dulcis*) หญ้าปล้องหิน (*Paspalum scrobiculatum*) ตองกง (*Thysanolaena maxima*) กูดกวาง (*Tectaria variolosa*) โด่ไม่รู้ล้ม (*Elephantopus scaver*) กระต่ายจาม (*Scoparia dulcis*) และผักชีโคก (*Lindernia spinifida*) เป็นต้น สังคมทุ่งหญ้ามักเกิดไฟป่าเป็นประจำเนื่องจากหญ้าแห้งเป็นเชื้อเพลิงที่ดี การเกิดเพลิงมักมีสาเหตุมาจากราษฎรในพื้นที่ทำการจุดเผาพื้นที่ไร่เลื่อนลอย และซังข้าวในท้องนาในหุบห้วย ไฟจะลุกลามขึ้นบนหน้าผาอย่างรวดเร็ว ลมที่พัดค่อนข้างรุนแรงจะทำให้เกิดการลุกลามของเพลิงอย่างรวดเร็วยากต่อการควบคุม ในช่วงปีที่แล้งจัดไฟป่าอาจลุกลามเข้าไปถึงป่าดงดิบเขาบางตอนและทำให้ต้นไม้ตาย เป็นจำนวนมาก และทุ่งหญ้าจะเข้าไปทดแทน สังคมผาชันและทุ่งหญ้านี้มีความสำคัญต่อกวางผาและเลียงผามาก เพราะสัตว์ทั้งสองชนิดนี้ได้อาศัยเป็นแหล่งหลบภัยและหากิน

สังคมป่าดิบแล้ง เป็นสังคมพืชที่ปรากฏในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อยค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่กระจายอยู่บริเวณห้วยในระดับสูงที่เป็นรอยต่อกับป่าดงดิบเขาระดับต่ำและในร่องห้วยหรือชานห้วยที่มีความชื้นจัดตลอดปี ไม้เด่นได้แก่ ตะเคียนทอง (*Hopea odorata*) ขนุนป่า (*Artocarpus lanceifolius*) หว้า (*Syzigium cumini*) เขลง (*Dialium cochinchinense*) จำปีป่า (*Michelia flloribunda*) กะบาก (*Anisoptera costata*) ตะแบกเปลือกบาง (*Lagerstroemia duperreana*) หอมไกลดง (*Harpullia arborea*) ข้าวหลาม (*Goniothalamus marcanii*) มะดูก (*Siphonodon celasrineus*)

สังคมป่าเต็งรัง เป็นสังคมพืชที่ขึ้นครอบคลุมพื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อยมากที่สุด กระจายอยู่ทั่วไป ทั้งบนที่ราบและบนเขาสูงชันที่มีความสูงต่ำกว่า 1,100 เมตร ลงมาส่วนใหญ่ปกคลุมพื้นที่ที่มีชั้นดินค่อนข้างตื้น เป็นทรายจัดหรือมีหินผสมอยู่มากหรือในพื้นที่ ที่มีชั้นดิน

ลูกรัง (Lateritic zone) ปรากฏอยู่ชิดผิวดิน ลักษณะของสังคมอาจแบ่งโดยใช้ไม้เด่นในเรือนยอดเป็นหลักออกได้ 2 สังคมย่อย คือ

ก. ป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่น เป็นป่าเต็งรังส่วนใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย กระจายอยู่ในพื้นที่ที่มีชั้นดินค่อนข้างลึก อาจเป็นดินทรายจัด หรือดินเหนียวปนทราย ไม้เด่นของสังคม ได้แก่ ไม้พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) ขึ้นผสมอยู่กับ ไม้เต็ง (*Shorea obtusa*) รัง (*S. siamensis*) รกฟ้า ก่อแพะ (*Quercus kerrii*) ในบางพื้นที่อาจพบไม้เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) ปรากฏอยู่ด้วย

ข. ป่าเต็งรังผสมสน ส่วนใหญ่กระจายอยู่บนยอดเขาสูง ปกติพบตั้งแต่ระดับความสูงประมาณ 600 เมตร ไปจนถึง 1,200 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ไม้เด่นได้แก่ สนสองใบ (*Pinus merkusii*) บางแห่งอาจพบไม้พลวง เป็นไม้เด่นผสมด้วยเต็ง ก่อแพะ สมอไทย (*Terminalia chebula*) และไม้อื่นๆ ที่พบในป่าเต็งรังทั่วไป

สังคมไร่ร้าง เป็นสังคมพืชที่อยู่ระหว่างการทดแทน (Successional stage)หลายระดับด้วยกัน ความแปรผันของสังคมพืชที่อยู่ระหว่างการทดแทนนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงในการทำลาย ช่วงเวลาที่ถูกทอดทิ้งไว้ และสังคมป่าดั้งเดิมก่อนถูกทำลาย สังคมพืชที่ขึ้นทดแทนในพื้นที่ถูกทำลายมีหลายรูปแบบ ในพื้นที่ที่ดินมีคุณภาพค่อนข้างเลวมากมักปกคลุมด้วยหญ้าคาเป็นพืชเด่น นอกจากหญ้าคาอาจพบพืชชนิดอื่นผสมอยู่ เช่น โชนใหญ่ (*Pteridium aquilinum*) เขมรเล็ก (*Borreria laevis*) หญ้านิ้วหนู (*Fimbristylis dichotoma*) และ เลา (*Saccharum spontaneum*) หาก พื้นดินมีความชื้นมากขึ้นอาจพบสาบเสือ (*Eupatorium odoratum*) เข้ามาผสม และใน บางแห่งอาจทำให้หญ้าคาหมดไป ส่วนไร่ร้างบริเวณลำห้วยหรือในหุบที่ชื้นสูงมักปกคลุมด้วยหญ้าพง (*Saccharum fuscum*) เลา โมกหลวง (*Holarrhena antidysenterica*) หว้า ลำพูป่า (*Duabanga grandiflora*) พังแหร (*Trema angustifolia*) และปอชนิดต่างๆ

สังคมป่าผลัดใบ เป็นสังคมพืชที่ครอบครองพื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย เป็นบริเวณกว้างรองจากสังคมป่าเต็งรัง กระจายอยู่ทั่วไปตั้งแต่ที่ราบหรือในที่ลาดชันน้อยและบนไหล่เขา หรือยอดเขาที่มีความชันมากแต่มีชั้นดินลึก และในระดับความสูงไม่เกิน 1,200 เมตร พิจารณาจากไม้เด่นในสังคมอาจแบ่งสังคมพืชชนิดนี้เป็นสองสังคมย่อย คือ

ก. สังคมป่าผสมผลัดใบที่มีไม้สัก ไม้เด่นได้แก่ ไม้สัก (*Tectona grandis*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) แดง (*Xylia xylocarpa* var. *kerrii*) ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) รกฟ้า (*Terminalia alata*) งิ้วป่า (*Bombax anceps*) ซ้อ (*Gmelina arborea*) ตะเคียนหนู (*Anogeissus acuminata*) พฤกษ์ (*Albizzia lebbek*) และสมอภิเพก (*Terminalia bellerica*)

ข. สังคมป่าผสมผลัดใบที่ไม่มีไม้สัก โครงสร้างส่วนใหญ่เหมือนกันกับที่มีไม้สัก แต่ไม้สักไม่ปรากฏ ไม้เด่นประกอบด้วย ไม้แดง ประดู่ สมอภิเพก ตะแบกใหญ่ (*Lagerstroemia calyculata*) และตะเคียนหนู สังคมป่าประเภทนี้กระจายในที่มีความสูงเกินกว่า 800 เมตรขึ้นไป ซึ่งอยู่เหนือระดับที่ไม้สักจะขึ้นได้

3.6 สัตว์ป่า

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดตาก ตั้งอยู่ในเขตสัตว์ภูมิศาสตร์ย่อยอินโดจีน (Indo-Chinese subregion) ของเขตสัตว์ภูมิศาสตร์ Oriental region มีคุณค่าความสำคัญเป็นพื้นที่ขอบด้านตะวันตก ของแหล่งรองรับการกระจายของสัตว์ป่าเมืองร้อนแถบตอนใต้ของประเทศจีนและลาวทางตอนเหนือ นอกจากนี้ยังเป็นพื้นที่รองรับชนิดพันธุ์สัตว์ป่าจากเขตสัตว์ภูมิศาสตร์ย่อยจีน-หิมาลัย (Sino-Himalayan subregion) ของเทือกเขาหิมาลัยจากจีน เนปาล ภูฐาน อัสสัม และพม่าตอนเหนือ แพร่กระจายลงสู่ทางตอนใต้ตามแนวเทือกเขาสูงที่ต่อเนื่องมาจนถึงบริเวณเทือกเขาถนนธงชัย (Dawna Range) โดยมีสัตว์ชนิดที่สำคัญอาศัยอยู่บนเทือกเขาแห่งนี้ เช่น นกภูเขาหลายชนิด นกเงือกคอแดง (*Aceros napalensis*) ไก่ฟ้าหางลายขวาง (*Syrmaticus humiae*) กวางผา หรือ อีหม่น (*Naemorhedus goral*) ลิงไอ้เงี๊ยะ (*Macaca assamensis*) เต่าปูลู (*Platysternon megacephalum*) และ กระท่างหรือจิ้งจกน้ำ (*Tylotolitron verrucosus*) เป็นต้น Herbert Deignan (1945) นักปักษีวิทยาที่มีชื่อเสียงมากที่สุดและมีผลงานการศึกษาเรื่องนกของเมืองไทยในยุคแรก เรียกพื้นที่ที่มีลักษณะพิเศษซ้อนทับระหว่างเขตภูมิศาสตร์ย่อยอินโดจีนและเขตภูมิศาสตร์ย่อยจีน-หิมาลัยว่า “มณฑลอินโด-พม่า (Indo-Burmese Province)”

3.7 ข้อมูลด้านสังคม

สถิติประชากร และการถือครองที่ดินในพื้นที่เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าอมก๋อย จากการรวบรวมข้อมูลของส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า พบว่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย มี จำนวนกลุ่มบ้าน 15 กลุ่ม แบ่งออกเป็น

1. อาศัยและทำกินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า
   จำนวน 475 ครอบครัว
   จำนวน 858 คน
   จำนวน 793 แปลง
   พื้นที่ถือครอง 5,280 ไร่

2. ตั้งบ้านเรือนนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า แต่ทำกินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า
   จำนวน 163 ครอบครัว
   จำนวน 796 คน
   จำนวน 250 แปลง
   พื้นที่ถือครอง 1,355 ไร่

จำนวนราษฎรรวม 1,654 คน
พื้นที่ถือครองรวม 6,635 ไร่
พื้นที่ที่ยังไม่ถูกบุกรุกรวม 758,365 ไร่

# ผลและการวิจารณ์

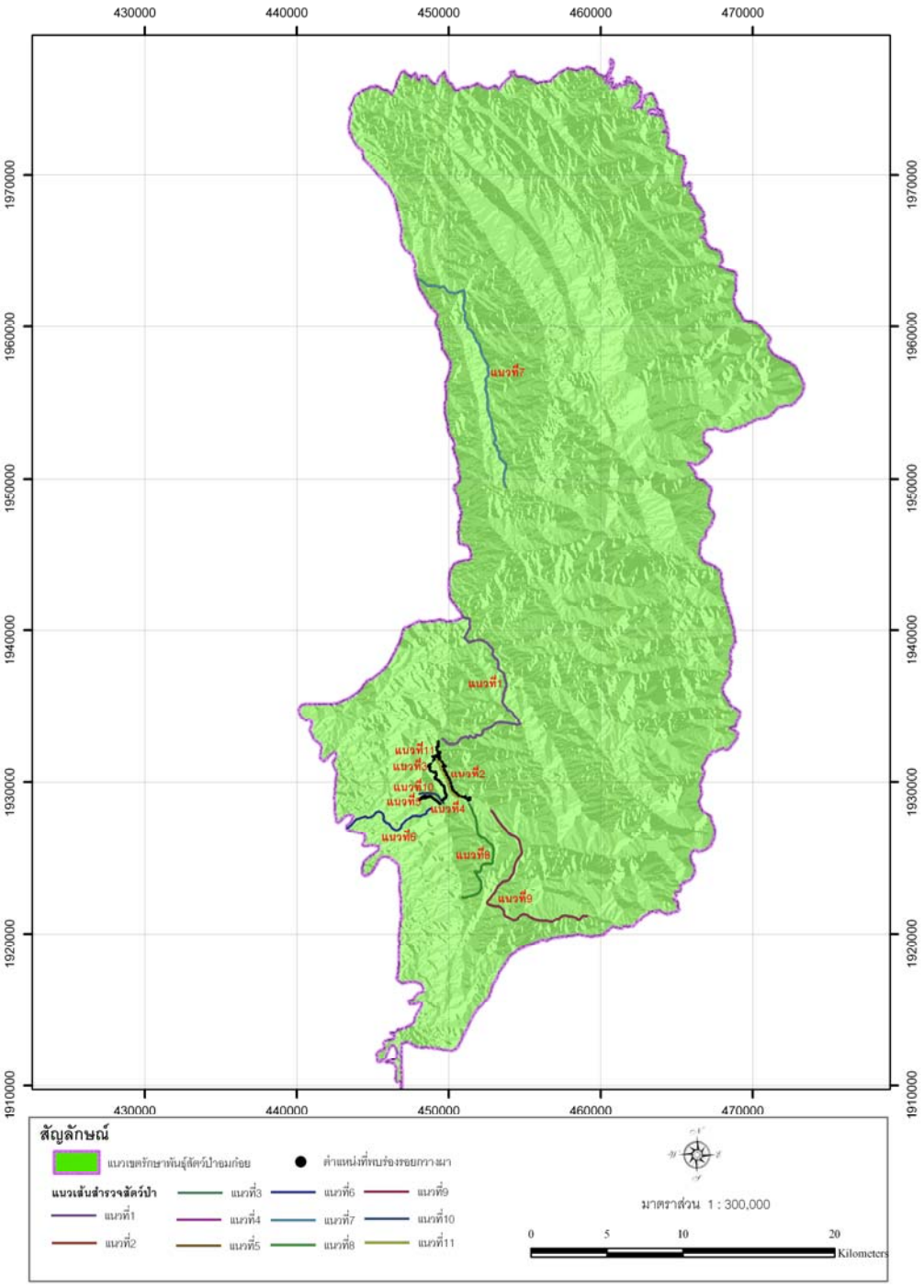
จากการศึกษาถึงถิ่นที่อยู่อาศัย จากการสร้างแนวสำรวจพื้นที่ผ่านบริเวณถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผาศึกษาถึงปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเลือกที่อยู่อาศัยของกวางผา ในพื้นที่บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อประเมินถิ่นที่อยู่อาศัย โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการสำรวจระยะไกล ผลการศึกษาจำแนกได้ดังนี้

## 1. การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

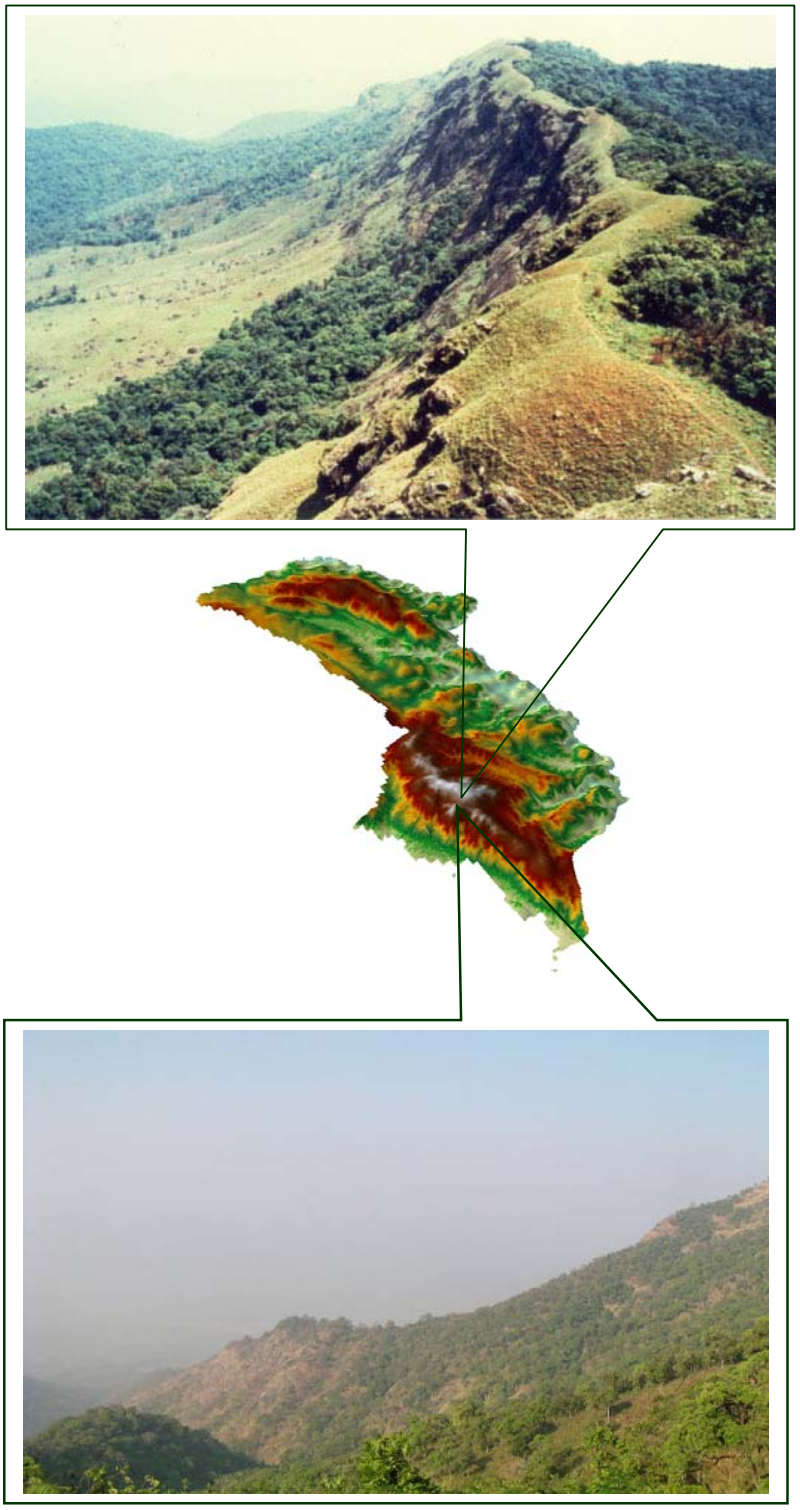
1.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยการสำรวจข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินรวบรวมข้อมูลภาคพื้นดิน (ground truthing) และสำหรับใช้เป็นพื้นที่ตัวแทน (training area) ในการจัดกลุ่มของจุดภาพทั้งหมดโดยใช้จุดที่ได้ทำการสำรวจจริงในภาคสนามมาประกอบการพิจารณาในการเลือกพื้นที่ตัวแทนการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากหน่วยพื้นที่ตัวแทนที่ขนาดพื้นที่เท่ากับ 30x30 เมตรทั้งหมด 135 จุด กระจายแบบสุ่ม (random) กระจายทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาสามารถจำแนกสภาพพื้นที่กลุ่มตัวอย่างออกเป็นประเภทต่างๆได้ดังนี้ 1)ป่าดิบเขาจำนวน 11 จุด 2)ป่าเบญจพรรณจำนวน 27 จุด 3)ป่าเต็งรังจำนวน 30 จุด 4)ป่าฟื้นตัวตามธรรมชาติจำนวน 16 จุด 5)พื้นเกษตรกรรมจำนวน 10 จุด 6)ป่าทุ่งหญ้าจำนวน 11 จุด 7)แหล่งน้ำจำนวน 10 จุด และ 8)พื้นที่ไร่ร้างจำนวน 20 จุด (ตารางผนวกที่ 5) เพื่อขั้นตอนการแปลตีความข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบกำกับในกระบวนการจัดกลุ่ม (supervise classification) ก่อนที่จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสายตาอีกครั้ง และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการแปลตีความอีกครั้งในหัวข้อที่ 2.1 (การวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้การสำรวจระยะไกล)ดังตารางผนวกที่ 2

1.2 ผลการสำรวจข้อมูลสัตว์ป่าภาคสนาม เป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจร่องรอยของกวางผาที่ได้จากการเดินสำรวจในพื้นที่โดยการเดินตามด่านสัตว์ และเส้นทางสำรวจสัตว์ป่าทำการเดินสำรวจให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา และจุดที่เดินสำรวจ โดยการพิจารณาเลือกใช้เส้นทางในการสุ่มเก็บข้อมูลตัวอย่าง ด้วยวิธีการเลือกสุ่มแบบวิจารณญาณ (injudgement sampling) ซึ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างโดยไม่ทราบความน่าจะเป็นที่แต่ละหน่วยประชากรจะถูกเลือก โดยใช้เส้นทางเดินสำรวจ เส้นทางด่านสัตว์ และแนวเส้นสำรวจสัตว์ป่า 11 เส้นทาง(ภาพที่ 8) รวมระยะทางที่ใช้ในการสำรวจ ทั้งหมดประมาณ 70 กิโลเมตร ทำการแบ่งย่อยเส้นทางสำรวจให้เป็นตัวแทนของหน่วยตัวอย่างที่ทำการศึกษา

ด้วยระยะห่างเท่ากันทุก 300 เมตร ทำการบันทึกร่องรอยกวางผา โดยอ้างอิงกับระบบพิกัดภูมิศาสตร์ด้วยเครื่องบอกพิกัดภูมิศาสตร์ บันทึกการปรากฏและไม่ปรากฏร่องรอยของกวางผา(ตารางผนวกที่ 1) ซึ่งร่องรอยที่สำรวจพบนั้นจะบันทึกเป็นหนึ่งเหตุการณ์ที่พบถึงแม้ว่าจะพบร่องรอยบริเวณนั้นมากเท่าใดก็ตาม นอกจากนั้นยังบันทึกสภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยา เช่น ชนิดป่าที่เป็นแหล่งอาหาร ความสูงจากระดับน้ำทะเลวันเวลาที่บันทึกข้อมูล เป็นต้น จากการศึกษาพบหน่วยตัวอย่างจากการศึกษาครั้งนี้ทั้งสิ้น 210 จุด พบการปรากฏและร่องรอยการปรากฏของกวางผา 68 จุด ไม่พบการปรากฏและร่องรอยการปรากฏของกวางผา 142 จุด ดังแสดงในภาพที่ 8 และ9




ภาพที่ 8 ตำแหน่งที่พบร่องรอยกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่




ภาพที่ 9 แนวสำรวจสัตว์ป่าบริเวณดอยม่อนจอง – ดอยหลวง ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

กวางผาที่พบบนดอนม่อนจอง เมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2547

รอยเท้ากวางผา

กองมูลกวางผา

ที่หลบภัย

ด่านสัตว์ป่า

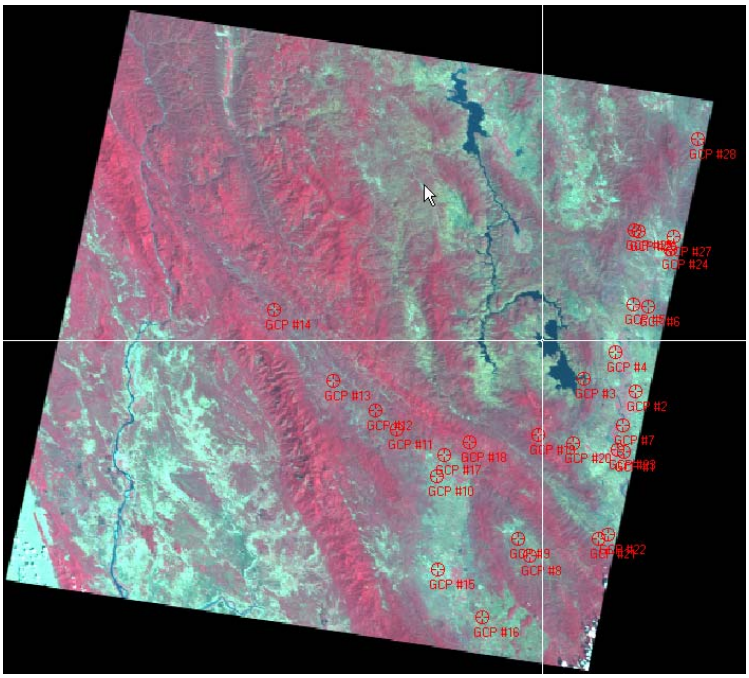
ภาพที่ 10 ตัวอย่างร่อยรอยกวางผาที่ได้จากการสำรวจในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

**2. <u>การจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศ</u>**

2.1 การวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้การสำรวจระยะไกล

ก. การแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิต (Geometric Correction)

เนื่องจากข้อมูลจำเป็นต้องมีการปรับแก้ทางเรขาคณิต ก่อนที่จะมีการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมที่มีสาเหตุแตกต่างกัน เช่น การทำงานของอุปกรณ์รับสัญญาณ การหมุนตัวของโลก ความโค่งของโลกเป็นต้น การแก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตดังกล่าว กระทำโดยการใช้แผนที่ภูมิประเทศกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1: 50,000 เป็นข้อมูลอ้างอิงพิกัดภูมิศาสตร์ โดยการกำหนดตำแหน่งของจุดภาพให้เข้ากับระบบของแผนที่ และเลือกจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point) ที่มีลักษณะเด่นทั้งในแผนที่ภูมิประเทศและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ดังแสดงในภาพที่ 11 และตารางที่ 4




<u>ภาพที่ 11</u> ภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้แผนที่ภูมิประเทศอ้างอิงในการเลือกจุดควบคุมทางภาคพื้นดินเพื่อปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิต

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANSAT (TM7) ปี พ.ศ. 2547 ทำการปรับแก้ทางเรขาคณิต Geometric Correction โดยใช้แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1: 50000 เป็นข้อมูลอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นผิวโลก ใช้สมการการแปลงค่าพิกัด สมการโพลิโนเมี่ยล ดีกรีที่ 2

$$X' = 257.009 + 1.00057X - 0.00042001Y + 1.000099x10^{-10}X^2 - 3.51582x10^{-10}XY + 1.56767\ x10^{-10}Y^2$$

$$Y' = 208.06 + 0.000459476X + 0.99966Y + 8.10067x10^{-11}X^2 - 2.84519x10^{-10}XY + 1.26865\ x10^{-10}Y^2$$

RMSe = 0.1237

ตารางที่ 4 แสดงจุดที่ใช้ในการปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตของข้อมูลดาวเทียม Landsat TM 7

| Point_ID | x_input (image data) | y_input (image data) | X_reference (topomap) | Y_reference (topomap) | X residual | Y residual | Rms error |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GCP #1 | 509553.896 | 1883098.214 | 509553.896 | 1883098.214 | 0.030 | 0.025 | 0.039 |
| GCP #2 | 513404.695 | 1901822.437 | 513404.695 | 1901822.439 | -0.073 | -0.059 | 0.093 |
| GCP #3 | 497327.536 | 1906023.768 | 497327.536 | 1906023.768 | -0.069 | -0.056 | 0.088 |
| GCP #4 | 507129.078 | 1914123.962 | 507129.078 | 1914123.962 | -0.082 | -0.066 | 0.105 |
| GCP #5 | 512603.168 | 1928822.842 | 512603.168 | 1928822.842 | -0.066 | -0.054 | 0.085 |
| GCP #6 | 517179.245 | 1928397.866 | 517179.245 | 1928397.866 | -0.101 | -0.082 | 0.130 |
| GCP #7 | 509378.991 | 1891498.710 | 509378.991 | 1891498.710 | -0.033 | -0.027 | 0.042 |
| GCP #8 | 480305.305 | 1850948.472 | 480305.305 | 1850948.472 | 0.003 | 0.002 | 0.003 |
| GCP #9 | 476653.340 | 1856072.512 | 476653.340 | 1856072.512 | -0.077 | -0.063 | 0.099 |
| GCP #10 | 451603.992 | 1875797.379 | 451603.992 | 1875797.379 | -0.158 | -0.128 | 0.203 |
| GCP #11 | 438829.413 | 1890097.150 | 438829.413 | 1890097.150 | 0.105 | 0.085 | 0.135 |
| GCP #12 | 432404.380 | 1895898.847 | 432404.380 | 1895898.847 | 0.291 | 0.013 | 0.123 |
| GCP #13 | 419229.869 | 1905197.750 | 419229.869 | 1905197.750 | 0.015 | 0.024 | 0.023 |
| GCP #14 | 400706.263 | 1927350.156 | 400703.767 | 1927348.136 | -0.053 | -0.114 | 0.123 |
| GCP #15 | 451829.988 | 1846673.872 | 451829.988 | 1846673.872 | -0.057 | -0.043 | 0.063 |
| GCP #16 | 465730.066 | 1831847.312 | 465730.066 | 1831847.312 | -0.046 | -0.037 | 0.059 |
| GCP #17 | 453653.134 | 1882299.078 | 453653.134 | 1882299.078 | -0.097 | -0.079 | 0.125 |
| GCP #18 | 461629.403 | 1886273.369 | 461629.403 | 1886273.369 | -0.083 | -0.067 | 0.106 |

ตารางที่ 4 (ต่อ)

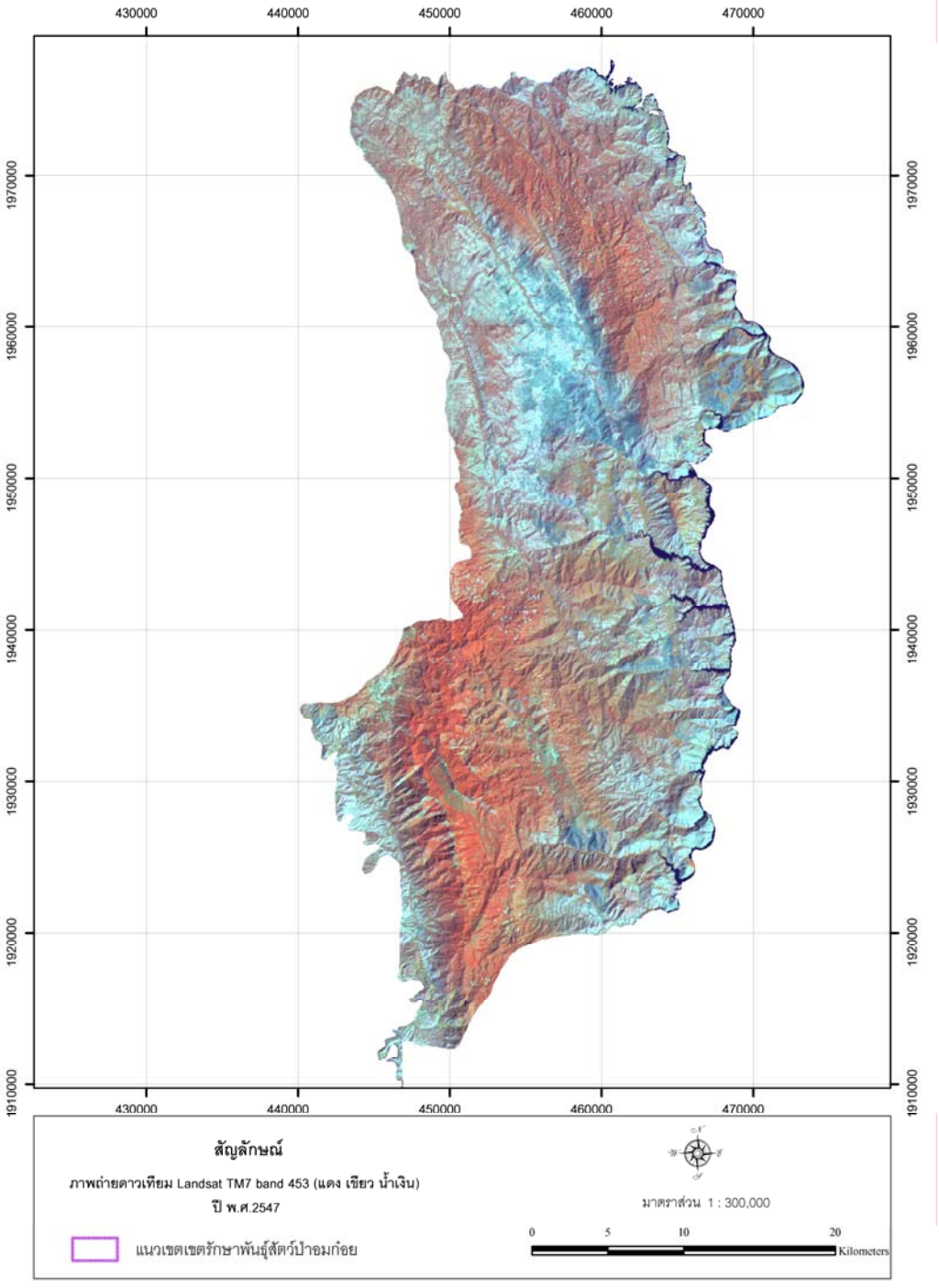
| Point_ID | x_input (image data) | y_input (image data) | X_reference (topomap) | Y_reference (topomap) | X residual | Y residual | Rms error |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GCP #19 | 483102.499 | 1888498.348 | 483102.499 | 1888498.348 | -0.096 | -0.078 | 0.124 |
| GCP #20 | 493753.854 | 1885824.683 | 493753.854 | 1888524.683 | -0.074 | -0.060 | 0.096 |
| GCP #21 | 501803.959 | 1856071.460 | 501803.959 | 1856071.460 | 0.023 | 0.032 | 0.021 |
| GCP #22 | 504828.339 | 1857448.050 | 504828.339 | 1857448.050 | 0.022 | 0.036 | 0.024 |
| GCP #23 | 507704.338 | 1883972.429 | 507704.338 | 1883972.429 | 0.009 | 0.008 | 0.012 |
| GCP #24 | 524204.955 | 1946123.434 | 524204.955 | 1946123.434 | -0.088 | -0.071 | 0.113 |
| GCP #25 | 513028.948 | 1952072.801 | 513028.948 | 1952072.801 | 0.117 | 0.095 | 0.150 |
| GCP #26 | 514179.064 | 1951598.555 | 514179.064 | 1951598.555 | 0.093 | 0.076 | 0.120 |
| GCP #27 | 252253.548 | 1950048.739 | 525253.548 | 1950048.739 | -0.076 | -0.062 | 0.098 |
| GCP #28 | 532729.303 | 1980347.913 | 532729.303 | 1980347.913 | 0.103 | 0.023 | 0.118 |

ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยตามแนวราบ (Control Point Error x) = 0.1123
ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยตามแนวตั้ง (Control Point Error y) = 0.1721
ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวม (Control Point Error Total) = 0.1237

ผลของการปรับแก้ข้อมูลทางเรขาคณิต ได้ค่าความผิดพลาดรวมไม่เกิน 1 จุดภาพ หรือ 2.474 เมตร ในการเลือกค่าพิกัดจะใช้

Projection คือ UTM (Universal Transverse Mercator) Zone 47
Spheroid คือ Everest
Datum Indian 1975

การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการ Resampling แบบ Nearest Neighbor เนื่องจากข้อมูลภาพที่ได้จากวิธี Nearest Neighbor จะได้สีของข้อมูลภาพเหมือนเดิม เพื่อจะใช้ในการวิเคราะห์ หรือจัดกลุ่มข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น (Multi-spectral Image Classification) ต่อไป และกำหนดขนาดจุดภาพเป็น 20x20 เมตร และได้แผนที่ที่มีการปรับแก้พิกัดทางภูมิศาสตร์เรียบร้อยแล้วดังภาพที่ 12



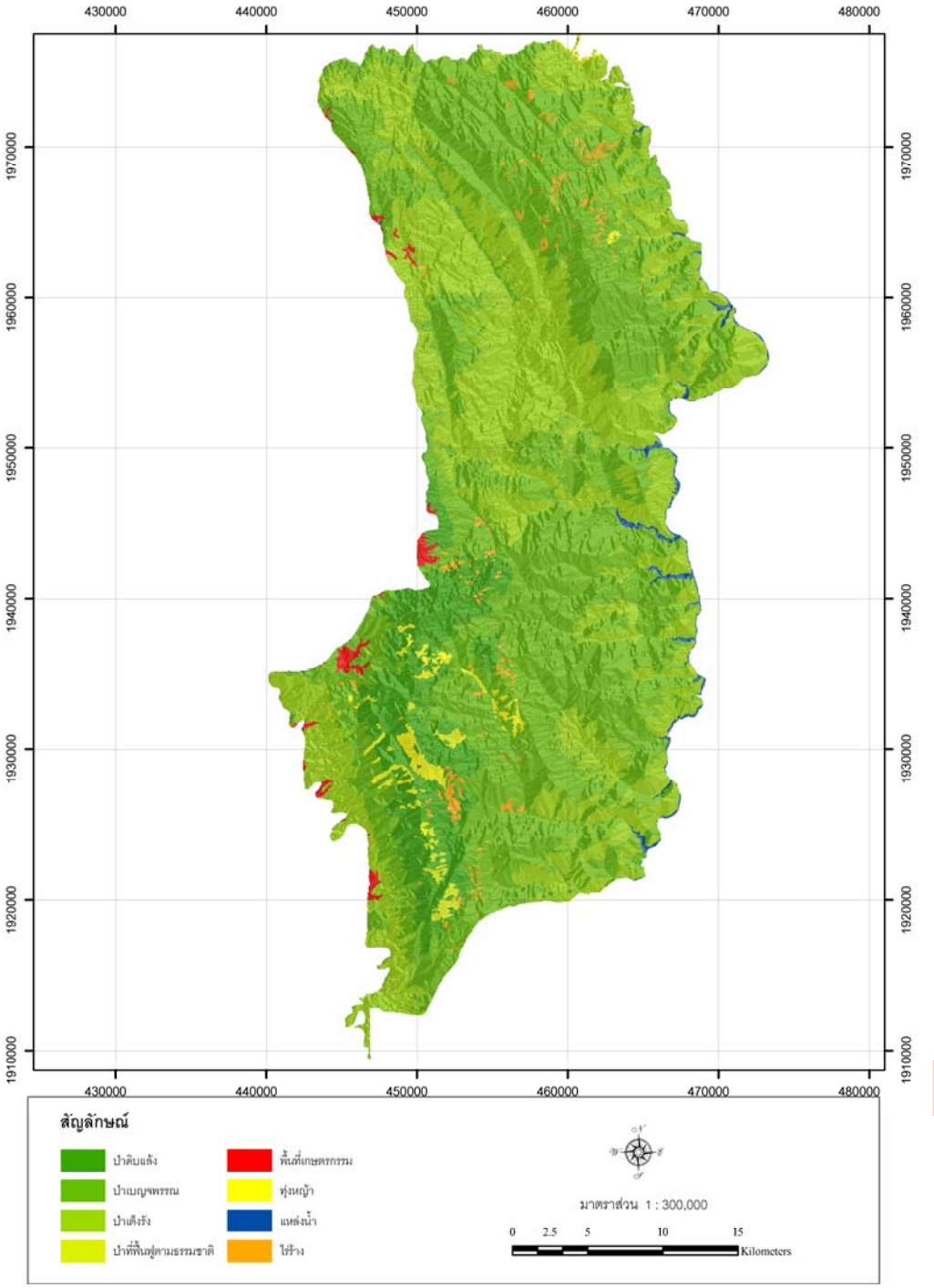

ภาพที่ 12 ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีขอบเขตตามเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ที่ปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตเรียบร้อยแล้ว

ข. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธี ผสมผสานระหว่างการแปลตีความโดยมนุษย์และเครื่องคอมพิวเตอร์ (man-machine interactive system)

จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย เลือกพื้นที่เพื่อเป็นตัวแทน (Training Area) ในการจัดกลุ่มของจุดภาพทั้งหมด โดยใช้จุดที่ได้ทำการตรวจสอบจริงในภาคสนามมาประกอบการพิจารณาในการเลือกพื้นที่ตัวแทน เป็นการเลือกพื้นที่ตัวแทนที่เป็นตัวอย่างการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น ป่าทุ่งหญ้า ป่าเต็งรัง ป่าดิบเขา แหล่งน้ำ เป็นต้น

เมื่อทำการเลือกพื้นที่ตัวแทนแล้วทำการตรวจสอบความเหมาะสมของค่ากลุ่มตัวแทน (Signature) ด้วยการดูค่า histogram ของค่ากลุ่มตัวแทนให้มีค่าใกล้เคียงรูปสมมาตร และลองใช้ค่ากลุ่มตัวแทนในการจัดชั้นข้อมูล ถ้าให้ผลดีก็ถือว่าค่ากลุ่มตัวแทนมีความเหมาะสมในการจัดจำแนกชั้นข้อมูล

ทำการจัดชั้นข้อมูลด้วยกฎในการจัดชั้นข้อมูล (Classification Decision Rules) กฎในการตัดสินใจ เป็น mathematical algorithm เพื่อการจำแนกภาพออกเป็นประเภทต่างๆ โดยตัวจัดชั้นซึ่งทำงานโดยใช้กฎเกณฑ์ในการตัดสินใจเฉพาะ ซึ่งในที่นี้ ใช้กฎที่ใช้ตัวพารามิเตอร์ (Parametric Decision Rule) เป็นกฎการตัดสินใจที่ให้ตัวจำแนกหรือตัวจัดกลุ่มข้อมูลใช้ค่าคุณลักษณะของกลุ่มที่เป็นพารามิเตอร์ทางสถิติ เช่น ค่า mean vector และcovariance เป็นตัวพิจารณาในการจัดกลุ่ม ซึ่งในที่นี้ใช้วิธี Maximum likelihood ในการจัดกลุ่มข้อมูลหลังจากที่มีการแปลตีความด้วยคอมพิวเตอร์ แบบกำกับในกระบวนการจัดกลุ่ม(supervised classification) แล้วนำข้อมูลมาสกัดข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยสายตาอีกครั้ง เพื่อให้เกิดความถูกต้องของข้อมูลมากที่สุด ได้ผลการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังตาราง ที่ 5 และ ภาพที่ 13




ภาพที่ 13 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2547

ตารางที่ 5 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธี man-machine interactive system

| ประเภทการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน | จำนวน Pixel | เนื้อที่ (ตารางเมตร) | เนื้อที่ (ไร่) |
|---|---|---|---|
| ป่าดิบเขา | 273,559 | 109,423,600 | 68,389.75 |
| ป่าเบญจพรรณ | 1,576,097 | 630,438,800 | 394,024.25 |
| ป่าเต็งรัง | 1,032,486 | 412,994,400 | 258,121.50 |
| ทุ่งหญ้า | 12,711 | 5,084,400 | 3,177.75 |
| ป่าที่ฟื้นตัวตามธรรมชาติ | 19,297 | 7,718,800 | 4,824.25 |
| ไร่ร้าง | 34,641 | 13,856,400 | 8,660.25 |
| พื้นที่เกษตรกรรม | 22,490 | 8,996,000 | 5,622.50 |
| แหล่งน้ำ | 36,106 | 14,442,400 | 9,026.50 |
| รวม | 3,007,387 | 1,202,954,800 | 751,846.75 |

**หมายเหตุ** : พื้นที่รวมที่ได้จากการวิเคราะห์หรือตีความอาจคลาดเคลื่อน เนื่องจากข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ได้แปลงจาก เวคเตอร์(vector) มาเป็นราสเตอร์(raster)ที่มีขนาด pixel 20x20 เมตร ทำให้แนวขอบเขตของพื้นที่ ไม่โค้งสมจริง มีผลทำให้ขนาดพื้นที่รวมคลาดเคลื่อนจากขนาดพื้นที่จริง แต่มีผลกระทบต่อการวิเคราะห์ค่อนข้างต่ำ

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย พบว่าพื้นที่โดยส่วนใหญ่ปกคลุมไปด้วยป่าเบญจพรรณ รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าเต็งรัง ครอบคลุมพื้นที่ ประมาณ 394,024.25 ไร่ และ258,121.50 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 52.40 และ 34.33 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ โดยทั่วไปมีการกระจายตัวบริเวณตอนกลางของพื้นที่ที่ระดับชั้นความสูงไม่เกิน 1,200 เมตร ส่วนพื้นที่ป่าที่มีการกระจายน้อย ได้แก่ ป่าทุ่งหญ้า ป่ากำลังฟื้นตัวตามธรรมชาติ พื้นที่ไร่ร้าง และป่าดิบเขาครอบคลุมพื้นที่ ประมาณ 3,177.75 ไร่ 4,824.25 ไร่ 8,660.25 ไร่ และ 68,389.75 หรือคิดเป็นร้อยละ 0.42 0.64 1.12 และ 9.06 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะกระจายตัวตามพื้นที่ที่เป็นภูเขาสูงชัน ที่ระดับชั้นความสูงไม่ต่ำกว่า 1,100 เมตร ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมนั้นจะปกคลุมและกระจายตัวตามแนวรอบพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าประมาณ 5,622.50 ไร่หรือคิดเป็นร้อยละ 0.75 ของพื้นที่ทั้งหมด รวมพื้นที่ทั้งหมดที่ได้จากการแปลตีความจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย มีพื้นที่เท่ากับ 751,846.75 ไร่

ค. การทดสอบความถูกต้อง (Accuracy Test)

นำข้อมูลที่ได้จากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธี man-machine interactive system มาประเมินความถูกต้องของการจัดกลุ่ม (Accuracy Assessment of Classification) ด้วยการใช้ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามเป็นข้อมูลอ้างอิงมาสร้างเมตริคความผิดพลาด ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เมตริกความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธี man-machine interactive system

| ข้อมูลที่ได้จากการจำแนกด้วยวิธี Supervise Classification | ข้อมูลอ้างอิง | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ป่าดิบเขา | ป่าเบญจพรรณ | ป่าเต็งรัง | ป่าที่ฟื้นตัวตามธรรมชาติ | พื้นที่เกษตรกรรม | ทุ่งหญ้า | ไร่ร้าง | แหล่งน้ำ | รวม | ค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (เปอร์เซ็นต์) |
| | ป่าดิบเขา | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 82 |
| | ป่าเบญจพรรณ | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 27 | 70 |
| | ป่าเต็งรัง | 1 | 4 | 18 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 | 30 | 60 |
| | ป่าที่ฟื้นตัวตามธรรมชาติ | 0 | 1 | 0 | 13 | 0 | 1 | 1 | 0 | 16 | 81 |
| | พื้นที่เกษตรกรรม | 0 | 0 | 1 | 0 | 8 | 0 | 1 | 0 | 10 | 80 |
| | ทุ่งหญ้า | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 6 | 0 | 1 | 11 | 54 |
| | ไร่ร้าง | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 20 | 75 |
| | แหล่งน้ำ | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 10 | 80 |
| | รวม | 13 | 27 | 25 | 13 | 8 | 10 | 29 | 10 | 135 | |
| | ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (เปอร์เซ็นต์) | 69 | 70 | 72 | 100 | 100 | 60 | 52 | 80 | | |

ความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) = (9+19+18+13+8+6+15+8) / 135
= 71.11 เปอร์เซ็นต์

ผลการแปลตีความด้วยโดยวิธีผสมผสานระหว่างการแปลตีความโดยมนุษย์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ (man-machine interactive system) ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 71.11 เปอร์เซ็นต์ ผลของความถูกต้องของผู้ผลิตที่ให้ความเชื่อถือได้ คือ แหล่งน้ำ(80 เปอร์เซ็นต์) ป่าฟื้นตัวตามธรรมชาติ (100 เปอร์เซ็นต์) พื้นที่เกษตรกรรม (100 เปอร์เซ็นต์) ผลของความถูกต้องของผู้ใช้ที่ให้ความเชื่อถือได้ คือ แหล่งน้ำ (80 เปอร์เซ็นต์) ป่าดิบเขา(82 เปอร์เซ็นต์) ป่าฟื้นตัวตามธรรมชาติ (81 เปอร์เซ็นต์) พื้นที่เกษตรกรรม (80 เปอร์เซ็นต์) จากการจำแนก

2.2 การจัดทำฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยกวางผา

ข้อมูลปัจจัยพื้นที่ที่ใช้ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย คือ ปัจจัยทางชีวภาพ ปัจจัยทางกายภาพ และปัจจัยจากสภาพแวดล้อม และจัดเก็บไว้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปข้อมูลเชิงกริด (grid format) ที่มีรายละเอียด 20x20 เมตร เป็นฐานข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ และแปลตีความในรูปของแผนที่พื้นที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของกวางผา มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ปัจจัยทางชีวภาพ (biotic factor)

ก. ชนิดป่าหรือแหล่งอาหารสำหรับกวางผา (forest type) เมื่อทำการแปลตีความพื้นที่แหล่งอาหารจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM ปี 2547 ที่ได้ทำการทดสอบความถูกต้อง และปรับแก้แล้ว จัดเก็บในรูปของข้อมูลราสเตอร์ (raster format) ของแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน สามารถแบ่งข้อมูลชนิดป่า ที่เป็นแหล่งหาอาหารของกวางผาแล้วแบ่งชั้นข้อมูลออกเป็น 4 ชั้น คือ

| | |
|---|---|
| พื้นที่ป่าดิบเขา และป่าทุ่งหญ้า | ครอบคลุมพื้นที่ 77,033.75 ไร่ |
| พื้นที่ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง | ครอบคลุมพื้นที่ 652,142.25 ไร่ |
| พื้นที่ป่าฟื้นฟูตามธรรมชาติจากการถูกบุกรุก และไร่ร้าง | ครอบคลุมพื้นที่ 12,207.00 ไร่ |
| พื้นที่เกษตรกรรม และแหล่งน้ำ | ครอบคลุมพื้นที่ 10,455.25 ไร่ |

2.2.2 ปัจจัยทางกายภาพ (physical factors) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพในการเข้าใช้ถิ่นหากินของกวางผา โดยใช้ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดดังนี้คือ

ก. ความห่างจากแหล่งน้ำ (stream) ในพื้นที่ศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่สามารถคำนวณหาระยะที่ห่างจากแหล่งน้ำที่แตกต่างกันเพื่อแสดงให้เห็นถึงการกระจายของชั้นข้อมูล ในที่นี้ได้ทดสอบแบ่งชั้นข้อมูลความห่างจากแหล่งน้ำออกเป็น 6 ชั้น คือ

| | |
|---|---|
| พื้นที่ที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำน้อยกว่า 100 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 127,594.50 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำ 100 - 200 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 186,815.75 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำ 200 - 300 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 139,336.50 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำ 300 - 400 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 90,682.25 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำ 400 - 500 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 53,477.00 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระยะห่างจากแหล่งน้ำมากกว่า 500 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 63,959.50 ไร่ |

ข. ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (altitude) ในพื้นที่ศึกษาจากแผนที่ข้อมูล Digital Elevation Model (DEM) จัดเก็บข้อมูลในรูปข้อมูลราสเตอร์ (raster format) หรือข้อมูลเชิงกริด เพื่อแสดงให้เห็นถึงการกระจายของชั้นข้อมูล ในที่นี้ได้ทดสอบแบ่งชั้นข้อมูลระดับความสูงออกเป็น 10 ชั้น คือ

| | |
|---|---|
| พื้นที่ที่มีระดับความสูงน้อยกว่า 300 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 50,662.75 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระดับความสูง 300 – 600 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 105,385.50ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระดับความสูง 600 – 700 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 143,295.00 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระดับความสูง 700 – 1,000 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 166,106.50 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระดับความสูง 1,000 – 1,300 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 137,898.00 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระดับความสูง 1,300 – 1,600 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 77,917.75 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระดับความสูง 1,600 – 1,900 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 44,160.25 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระดับความสูง 1,300 – 1,600 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 17,835.75 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระดับความสูง 1,600 – 1,900 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 6,980.00 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีระดับความสูงมากกว่า 1,900 เมตร | ครอบคลุมพื้นที่ 1,606.25 ไร่ |

ค. ทิศด้านลาด (aspect) ในพื้นที่ศึกษาจากแผนที่ข้อมูล Digital Elevation Model (DEM) จัดเก็บข้อมูลในรูปข้อมูลราสเตอร์ (raster format) หรือข้อมูลเชิงกริดเพื่อแสดงให้เห็นถึงการกระจายของชั้นข้อมูล ในที่นี้ได้ทดสอบแบ่งชั้นข้อมูลทิศด้านลาดออกเป็น 4 ชั้น คือ

พื้นที่ที่มีทิศด้านลาดทางทิศเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ครอบคลุมพื้นที่ 205,816.25 ไร่
พื้นที่ที่มีทิศด้านลาดทางทิศตะวันออก และทิศตะวันออกเฉียงใต้ ครอบคลุมพื้นที่ 216,698.25 ไร่
พื้นที่ที่มีทิศด้านลาดทางทิศใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ ครอบคลุมพื้นที่ 174,675.50 ไร่
พื้นที่ที่มีทิศด้านลาดทางทิศตะวันตก และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ครอบคลุมพื้นที่ 154,657.75 ไร่

ง. ความลาดชัน (slope) ในพื้นที่ศึกษาจากแผนที่ข้อมูล Digital Elevation Model (DEM) จัดเก็บข้อมูลในรูปข้อมูลราสเตอร์ (raster format) หรือข้อมูลเชิงกริด เพื่อแสดงให้เห็นถึงการกระจายของชั้นข้อมูล ในที่นี้ได้ทดสอบแบ่งชั้นข้อมูลความลาดชันออกเป็น 5 ชั้น คือ

| | |
|---|---|
| พื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยกว่า 14.991 | เปอร์เซ็นต์ ครอบคลุมพื้นที่ 514,092.25 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีความลาดชัน 14.991 - 83.975 | เปอร์เซ็นต์ครอบคลุมพื้นที่ 227,036.50 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีความลาดชัน 83.975 - 125.959 | เปอร์เซ็นต์ ครอบคลุมพื้นที่ 10,512.50 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีความลาดชัน 125.959 - 167.943 | เปอร์เซ็นต์ครอบคลุมพื้นที่ 201.50 ไร่ |
| พื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 167.943 | เปอร์เซ็นต์ ครอบคลุมพื้นที่ 5.00 ไร่ |

จ. ชุดดิน (soil) โดยการนำข้อมูลทุติยภูมิจากกรมพัฒนาที่ดินที่มีการวิเคราะห์และตีความเป็นแผนที่ จัดเก็บในรูปของข้อมูลราสเตอร์ (raster format) หรือเชิงกริด แบ่งชั้นข้อมูลออกเป็นชุดดินชนิดต่างๆ 14 ชุด คือ

| | |
|---|---|
| กลุ่มชุดดินที่ 30C | ครอบคลุมพื้นที่ 9,754.50 ไร่ |
| กลุ่มชุดดินที่ 30D | ครอบคลุมพื้นที่ 6,758.00 ไร่ |
| กลุ่มชุดดินที่ 35B | ครอบคลุมพื้นที่ 2,418.00 ไร่ |
| กลุ่มชุดดินที่ 35C | ครอบคลุมพื้นที่ 1,077.50 ไร่ |
| กลุ่มชุดดินที่ 46D/RL | ครอบคลุมพื้นที่ 10,171.25 ไร่ |
| กลุ่มชุดดินที่ 48C | ครอบคลุมพื้นที่ 1,018.50 ไร่ |
| กลุ่มชุดดินที่ 48D | ครอบคลุมพื้นที่ 1,5648.75 ไร่ |

| | |
|---|---|
| กลุ่มชุดดินที่ 48E | ครอบคลุมพื้นที่ 6,290.25 ไร่ |
| กลุ่มชุดดินที่ 59B (59) | ครอบคลุมพื้นที่ 337.75 ไร่ |
| กลุ่มชุดดินที่ 59C (59) | ครอบคลุมพื้นที่ 50.50 ไร่ |
| กลุ่มชุดดินที่ 62 | ครอบคลุมพื้นที่ 603,502.50ไร่ |
| กลุ่มชุดดินที่ RL | ครอบคลุมพื้นที่ 78,224.50 ไร่ |
| กลุ่มชุดดินที่ RL/46C | ครอบคลุมพื้นที่ 6,223.50 ไร่ |
| กลุ่มชุดดินที่ RL/46D | ครอบคลุมพื้นที่ 5,267.75 ไร่ |

ฉ. ชุดหิน (rock) โดยการนำข้อมูลทุติยภูมิจากกรมพัฒนาที่ดินที่มีการวิเคราะห์และตีความเป็นแผนที่ จัดเก็บในรูปของข้อมูลราสเตอร์ (raster format) หรือเชิงกริด แบ่งชั้นข้อมูลออกเป็นชุดหิน ชนิดต่างๆ 9 ชุด คือ

| | |
|---|---|
| กลุ่มชุดหินที่ Cgr | ครอบคลุมพื้นที่ 199,013.50 ไร่ |
| กลุ่มชุดหินที่ PE | ครอบคลุมพื้นที่ 10,332.25 ไร่ |
| กลุ่มชุดหินที่ E | ครอบคลุมพื้นที่ 165,120.75 ไร่ |
| กลุ่มชุดหินที่ Qa | ครอบคลุมพื้นที่ 13,181.25 ไร่ |
| กลุ่มชุดหินที่ O | ครอบคลุมพื้นที่ 101,574.25 ไร่ |
| กลุ่มชุดหินที่ Qt | ครอบคลุมพื้นที่ 10,481.25 ไร่ |
| กลุ่มชุดหินที่ SD | ครอบคลุมพื้นที่ 16,257.50 ไร่ |
| กลุ่มชุดหินที่ P_R | ครอบคลุมพื้นที่ 219,099.75 ไร่ |
| กลุ่มชุดหินที่ R_gr@P+Rgr | ครอบคลุมพื้นที่ 16,814.75 ไร่ |

ช. ปริมาณน้ำฝน (precipitation) ในพื้นที่ศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่สามารถคำนวณหาปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงการกระจายของชั้นข้อมูล ในที่นี้ได้ทดสอบแบ่งชั้นข้อมูลปริมาณน้ำฝนออกเป็น 8 ชั้น คือ

พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 1,132.35 มิลลิเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 131,563.75 ไร่
พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝน 1,132.35 - 1,141.07 มิลลิเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 287,531.00 ไร่
พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝน 1,141.07 - 1,149.79 มิลลิเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 119,843.50 ไร่
พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝน 1,149.79 - 1,158.15 มิลลิเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 71,559.25 ไร่

พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝน 1,158.15 - 1,167.23 มิลลิเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 76,287.25 ไร่
พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝน 1,167.23 - 1,175.96 มิลลิเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 48,504.75 ไร่
พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝน 1,175.96 - 1,184.68 มิลลิเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 13,392.75 ไร่
พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,184.68 มิลลิเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 3,175.50 ไร่

2.2.3 ปัจจัยแวดล้อม ที่ส่งผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ (environment factors) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดดังนี้คือ

ก. ความห่างจากเส้นทางคมนาคม (road) ในพื้นที่ศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่สามารถคำนวณหาระยะที่ห่างจากเส้นทางคมนาคมที่แตกต่างกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงการกระจายของชั้นข้อมูล ในที่นี้ได้ทดสอบแบ่งชั้นข้อมูลความห่างจากเส้นทางคมนาคมออกเป็น 5 ชั้น คือ

พื้นที่ที่มีระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมน้อยกว่า 500 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 93,207.00 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม 500 – 1,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 71,974.00 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม 1,000 – 1,500 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 56,496.00 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม 1,500 – 2,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 44,672.00 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมมากกว่า 2,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 485,562.25 ไร่

ข. ความห่างจากหมู่บ้าน (village) ในพื้นที่ศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่สามารถคำนวณหาระยะที่ห่างจากจากหมู่บ้านที่แตกต่างกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงการกระจายของชั้นข้อมูล ในที่นี้ได้ทดสอบแบ่งชั้นข้อมูลความห่างจากจากหมู่บ้านออกเป็น 8 ชั้น คือ

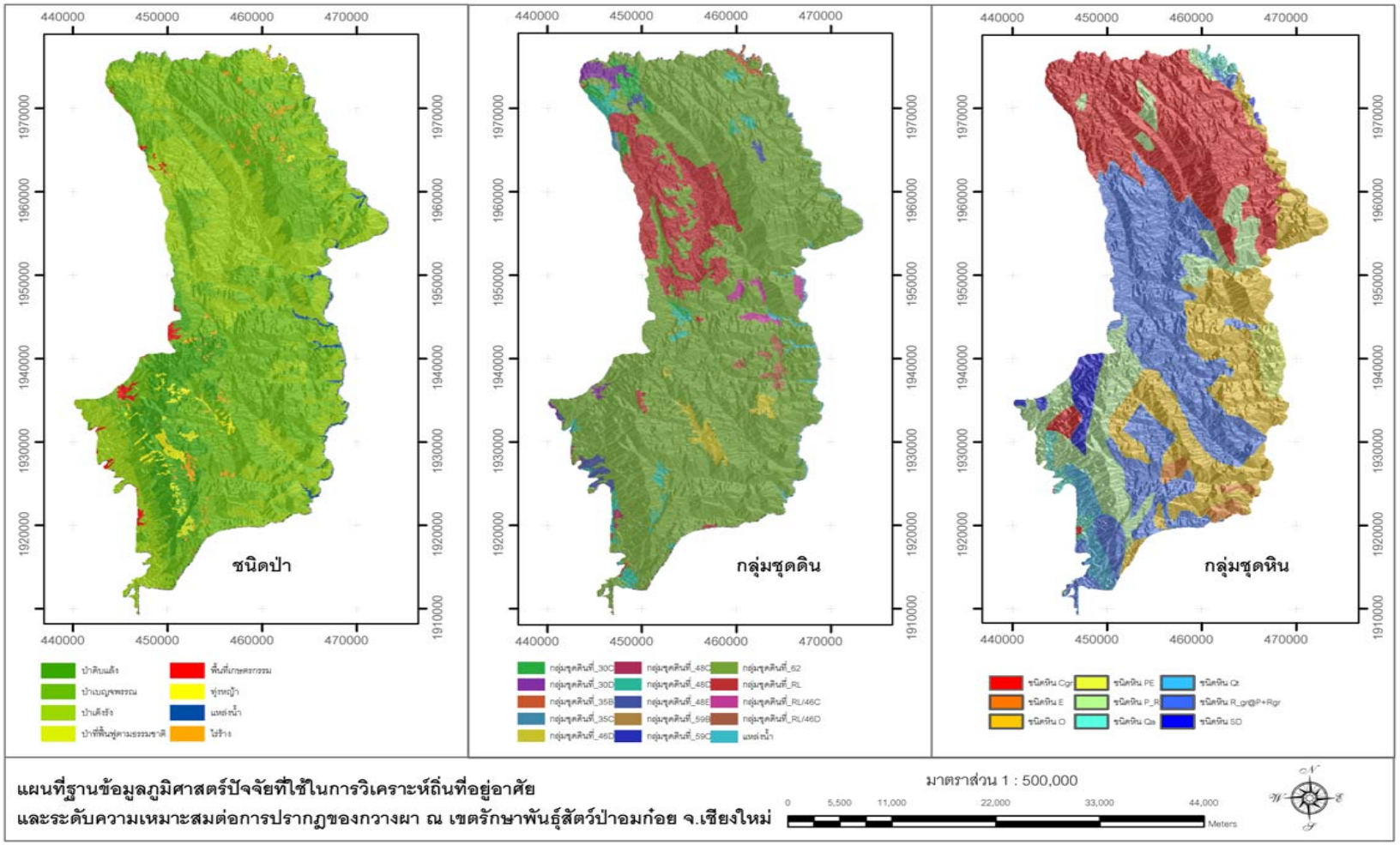
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหมู่บ้านน้อยกว่า 500 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 2,096.25 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหมู่บ้าน 500 – 1,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 7,222.25 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหมู่บ้าน 1,000 – 1,500 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 12,268.75 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหมู่บ้าน 1,500 – 2,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 50,576.25 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหมู่บ้าน 2,000 – 3,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 41,780.00 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหมู่บ้าน 3,000 – 4,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 47,249.75 ไร่

พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหมู่บ้าน 4,000 – 5,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 46,472.75 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหมู่บ้านน้อยกว่า 5,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 544,215.00 ไร่

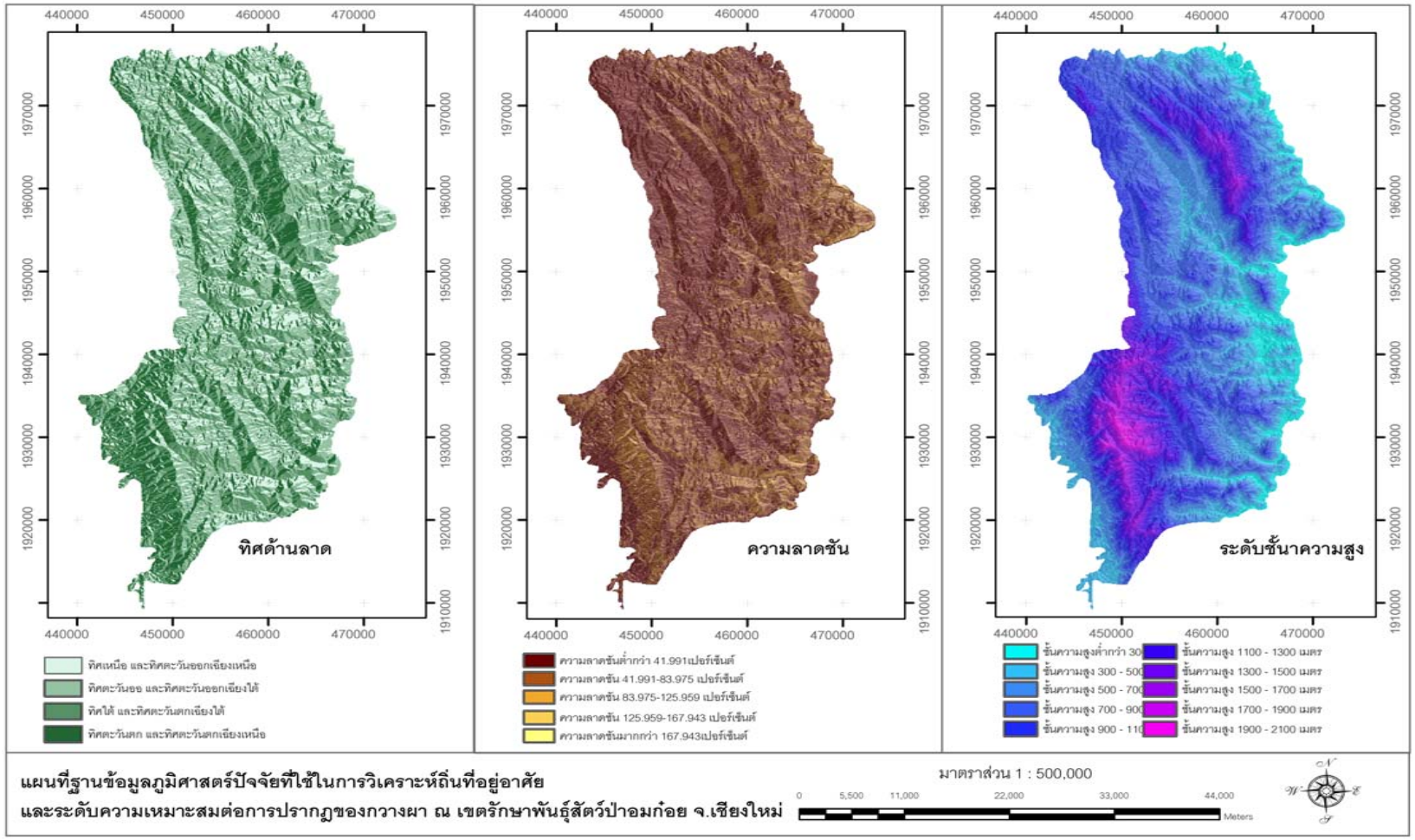
ค. ความห่างจากที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า (forest protecting unit) ในพื้นที่ศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่สามารถคำนวณหาระยะที่ห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าที่แตกต่างกันเพื่อแสดงให้เห็นถึงการกระจายของชั้นข้อมูล ในที่นี้ได้ทดสอบแบ่งชั้นข้อมูลความห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าออกเป็น 7 ชั้น คือ

พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่าน้อยกว่า 500 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 3,331.82 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 500 – 1,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 9,294.57 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 1,000 – 1,500 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 14,625.38 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 1,500 – 2,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 19,936.87 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 2,000 – 3,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 55,469.25 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า 3,000 – 4,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 66,108.77 ไร่
พื้นที่ที่มีระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่ามากกว่า 4,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 583,105.33 ไร่

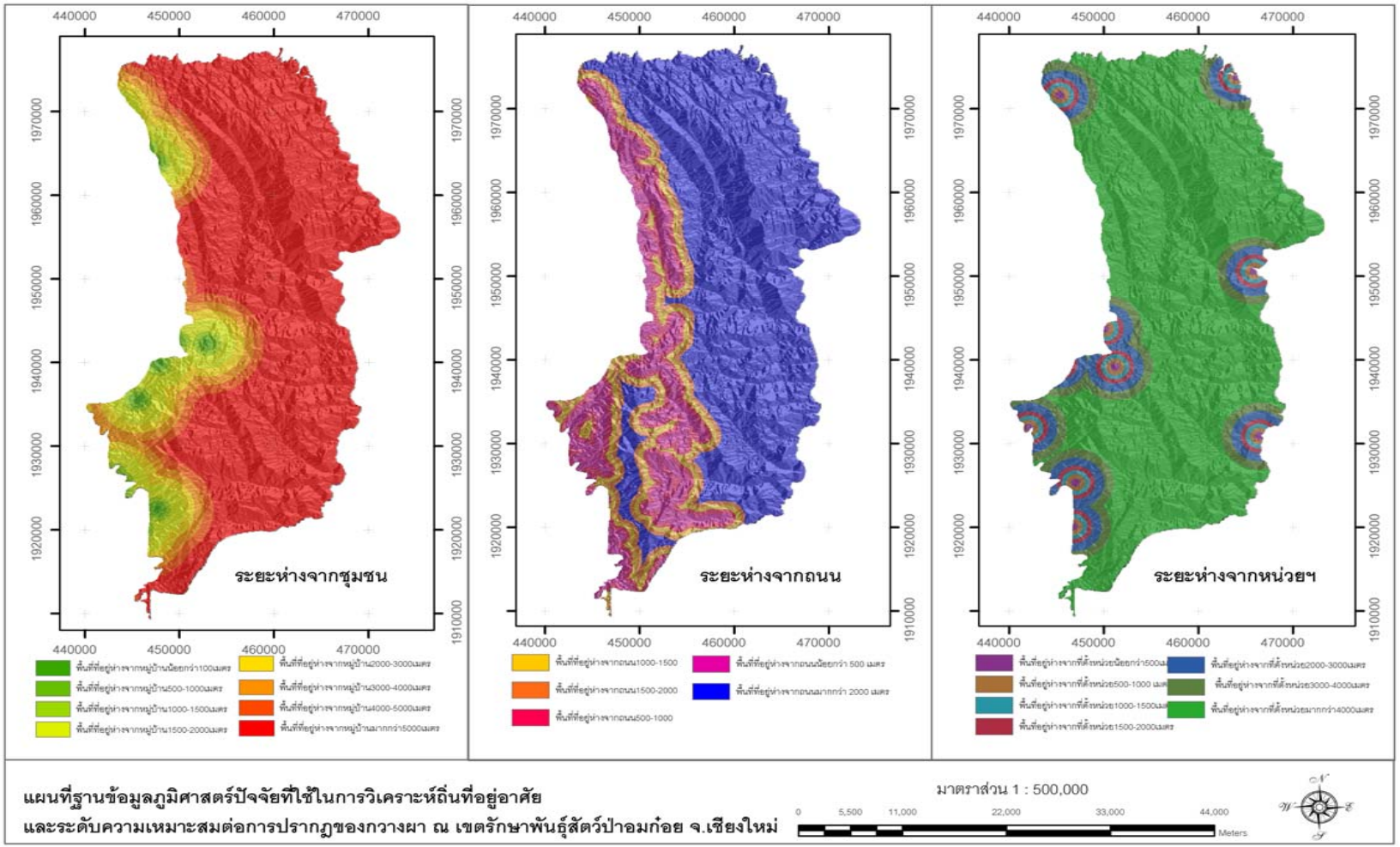
รายละเอียดเกี่ยวกับพื้นที่ และแสดงการกระจายของข้อมูลในพื้นที่ของแต่ละปัจจัยพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์การกระจายถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา แสดงไว้ในภาพที่ 14



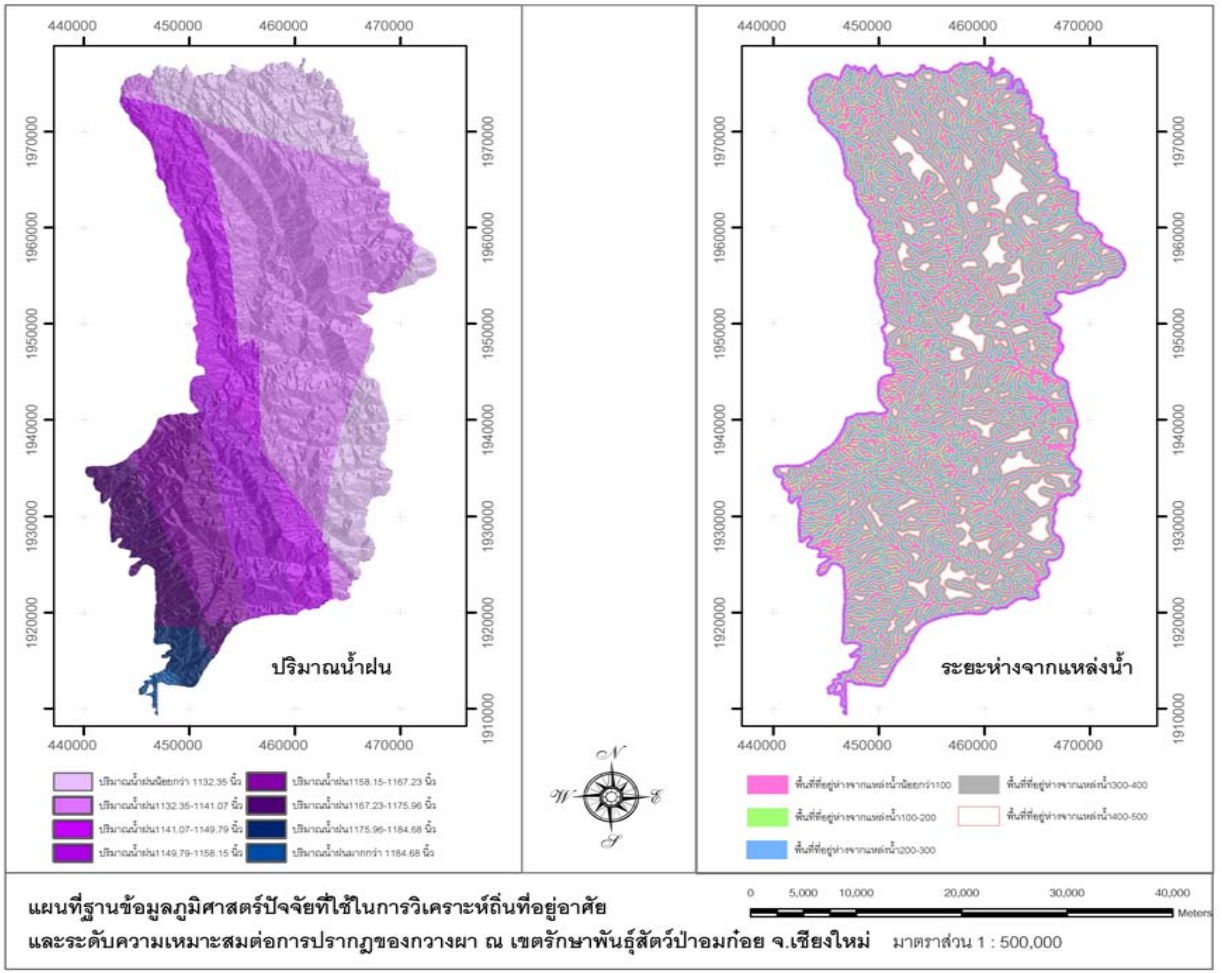

ภาพที่ 14 ฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยกวางผา ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จ. เชียงใหม่


440000
450000
460000
470000
1970000
1960000
1950000
1940000
1930000
1920000
1910000
ทิศด้านลาด
ทิศเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
ทิศตะวันออ และทิศตะวันออกเฉียงใต้
ทิศใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้
ทิศตะวันตก และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
ความลาดชัน
ความลาดชันต่ำกว่า 41.991เปอร์เซ็นต์
ความลาดชัน 41.991-83.975 เปอร์เซ็นต์
ความลาดชัน 83.975-125.959 เปอร์เซ็นต์
ความลาดชัน 125.959-167.943 เปอร์เซ็นต์
ความลาดชันมากกว่า 167.943เปอร์เซ็นต์
ระดับชั้นาความสูง
ชั้นความสูงต่ำกว่า 30
ชั้นความสูง 300 - 50
ชั้นความสูง 500 - 70
ชั้นความสูง 700 - 90
ชั้นความสูง 900 - 11
ชั้นความสูง 1100 - 1300 เมตร
ชั้นความสูง 1300 - 1500 เมตร
ชั้นความสูง 1500 - 1700 เมตร
ชั้นความสูง 1700 - 1900 เมตร
ชั้นความสูง 1900 - 2100 เมตร
แผนที่ฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัย
และระดับความเหมาะสมต่อการปรากฏของกวางผา ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จ.เชียงใหม่
มาตราส่วน 1 : 500,000
0
5,500
11,000
22,000
33,000
44,000
Meters
N
W
E
S

ภาพที่ 14 (ต่อ)


ระยะห่างจากชุมชน
ระยะห่างจากถนน
ระยะห่างจากหน่วยฯ
แผนที่ฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัย
และระดับความเหมาะสมต่อการปรากฏของกวางผา ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จ.เชียงใหม่
มาตราส่วน 1 : 500,000
0 5,500 11,000 22,000 33,000 44,000
Meters

ภาพที่ 14 (ต่อ)


440000
450000
460000
470000
1970000
1960000
1950000
1940000
1930000
1920000
1910000
ปริมาณน้ำฝน
ปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 1132.35 นิ้ว
ปริมาณน้ำฝน1132.35-1141.07 นิ้ว
ปริมาณน้ำฝน1141.07-1149.79 นิ้ว
ปริมาณน้ำฝน1149.79-1158.15 นิ้ว
ปริมาณน้ำฝน1158.15-1167.23 นิ้ว
ปริมาณน้ำฝน1167.23-1175.96 นิ้ว
ปริมาณน้ำฝน1175.96-1184.68 นิ้ว
ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1184.68 นิ้ว
N
W
E
S
ระยะห่างจากแหล่งน้ำ
พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำน้อยกว่า100
พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ100-200
พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ200-300
พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ300-400
พื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำ400-500
0
5,000
10,000
20,000
30,000
40,000
Meters
แผนที่ฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัย
และระดับความเหมาะสมต่อการปรากฏของกวางผา ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จ.เชียงใหม่
มาตราส่วน 1 : 500,000

ภาพที่ 14 (ต่อ)

**3. <u>การศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเลือกใช้ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา และการวิเคราะห์หาแบบจำลอง(Model) เพื่อสร้างแผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผา</u>**

3.1 การวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเลือกใช้ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา

การวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเลือกใช้ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา เป็นการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรแต่ละตัว (ทั้ง 11 ปัจจัย) โดยการนำตัวแปรที่กำหนดทั้งหมดเข้าสู่สมการถดถอยโดยวิธี Multiple Regression Analysis จากหน่วยตัวอย่างที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม 210 ตัวอย่าง (ปรากฏ 68 ตัวอย่างและไม่ปรากฏ 142 ตัวอย่างข้อมูล) ในการวิเคราะห์หาสมการ หรือแบบจำลอง (Model) ในการศึกษาครั้งนี้ได้ตัดข้อมูลที่เป็น outlier ออกจากการคำนวณ 11 หน่วยตัวอย่าง (ปรากฏร่องรอยกวางผา 5 ตัวอย่างข้อมูล และไม่ปรากฏร่องรอยกวางผา 6 ตัวอย่างข้อมูล) ดังนั้นหน่วยตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์คงเหลือ 199 ตัวอย่าง (ปรากฏ 63 ตัวอย่างข้อมูลและไม่ปรากฏ 126 ตัวอย่างข้อมูล) สามารถแสดงสมการ หรือแบบจำลอง (model) ได้ดังนี้

<u>สมการตามวิธีการนำปัจจัยอิสระเข้าสู่การพิจารณาทุกตัว</u>

**Goral 1** = -4.96597 – 0.002084 forest type+ 0.00012 stream + 0.00031 altitude + 0.00024 slope + 0.02305 aspect + 0.0000043village + 0.00028 road + 0.00001 forest protecting unit – 0.00545 soil + 0.00700 rock + 0.00392 precipitation ……. (4)

เมื่อ $R^2 = 0.9398$

ปัจจัยอิสระที่นำเข้าสู่การพิจารณา มีดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| forest type | = แหล่งอาหาร | Stream | = ระยะห่างจากแหล่งน้ำ |
| altitude | = ระดับความสูง | Slope | = ความลาดชัน |
| Aspect | = ทิศด้านลาด | Road | = ระยะห่างจากถนน |
| Village | = ระยะห่างจากหมู่บ้าน | precipitation | = ปริมาณน้ำฝน |
| Soil | = ชนิดดิน | Rock | = ชนิดหิน |

forest protecting unit = ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า

| N = 201 | Regression Summary for Dependent Variable : Goral (Stat_Mod1(real)_out) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Beta** | **Std.Err. of Beta** | **B** | **Std.Err. of B** | **T(189)** | **p-level** |
| intercept | | | -4.96597 | 1.737852 | -2.85753 | 0.004753 |
| forest type | -0.026693 | 0.026857 | -0.02084 | 0.020973 | -0.99389 | 0.321559 |
| stream | 0.042153 | 0.022532 | 0.00012 | 0.000063 | 1.87079 | 0.062937 |
| altitude | 0.304409 | 0.038143 | 0.00031 | 0.000039 | 7.98078 | 0.000000 |
| slope | 0.031961 | 0.019395 | 0.00024 | 0.000145 | 1.64791 | 0.101050 |
| aspect | 0.046568 | 0.020044 | 0.02305 | 0.009922 | 2.32322 | 0.021243 |
| village | 0.008461 | 0.023450 | 0.0000043 | 0.000005 | 0.36080 | 0.718658 |
| road | 0.648945 | 0.033793 | 0.00028 | 0.000015 | 19.20330 | 0.000000 |
| forest protecting unit | 0.099489 | 0.035095 | 0.00001 | 0.000005 | 2.83480 | 0.005090 |
| soil | -0.016898 | 0.021636 | -0.00545 | 0.006975 | -0.78100 | 0.435788 |
| rock | 0.033210 | 0.022596 | 0.00700 | 0.004763 | 1.46978 | 0.143302 |
| precipitation | 0.072027 | 0.027254 | 0.00392 | 0.001482 | 2.64279 | 0.008920 |

| **Statistic** | **Multiple R** | **Multiple $R^2$** | **Adjust $R^2$** | **F (11, 189)** | **p** | **Std.Err.of Esteimate** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Summary Value | 0.9694 | 0.9398 | 0.9362 | 265.2741 | 0.000 | 0.1182 |

ภาพที่ 15 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และระดับความเหมาะสมต่อการปรากฏของกวางผา โดยวิธีการนำปัจจัยอิสระเข้าสู่การพิจารณาทุกตัว

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ(Correlation Coefficient)

| ปัจจัย | ชนิดป่า | แหล่งน้ำ | ชั้นความสูง | ความลาดชัน | ทิศด้านลาด | ระยะห่างชุมชน | ระยะห่างถนน | ระยะห่างหน่วย | ชนิดดิน | ชนิดหิน | ปริมาณน้ำฝน | ร่องรอยกวาง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ชนิดป่า | 1.00 | -0.35 | **-0.71** | -0.20 | -0.19 | 0.02 | -0.59 | 0.41 | 0.03 | 0.09 | -0.30 | **-0.64** |
| แหล่งน้ำ | -0.35 | 1.00 | 0.48 | 0.10 | 0.16 | 0.20 | 0.42 | 0.12 | 0.18 | 0.15 | -0.05 | 0.50 |
| ชั้นความสูง | **-0.71** | 0.48 | 1.00 | 0.28 | 0.32 | 0.07 | 0.81 | -0.38 | 0.12 | -0.12 | 0.33 | 0.88 |
| ความลาดชัน | -0.20 | 0.10 | 0.28 | 1.00 | 0.12 | -0.05 | 0.13 | -0.07 | 0.12 | -0.18 | 0.07 | 0.32 |
| ทิศด้านลาด | -0.19 | 0.16 | 0.32 | 0.12 | 1.00 | 0.00 | 0.40 | -0.16 | -0.06 | 0.00 | 0.21 | 0.42 |
| ระยะห่างชุมชน | 0.02 | 0.20 | 0.07 | -0.05 | 0.00 | 1.00 | 0.08 | 0.50 | 0.14 | 0.42 | -0.27 | 0.13 |
| ระยะห่างถนน | -0.59 | 0.42 | 0.81 | 0.13 | 0.40 | 0.08 | 1.00 | -0.13 | 0.13 | -0.18 | 0.34 | 0.94 |
| ระยะห่างหน่วย | 0.41 | 0.12 | -0.38 | -0.07 | -0.16 | 0.50 | -0.13 | 1.00 | 0.38 | 0.44 | -0.71 | -0.27 |
| ชนิดดิน | 0.03 | 0.18 | 0.12 | 0.12 | -0.06 | 0.14 | 0.13 | 0.38 | 1.00 | 0.21 | -0.34 | 0.13 |
| ชนิดหิน | 0.09 | 0.15 | -0.12 | -0.18 | 0.00 | 0.42 | -0.18 | 0.44 | 0.21 | 1.00 | -0.17 | -0.09 |
| ปริมาณน้ำฝน | -0.30 | -0.05 | 0.33 | 0.07 | 0.21 | -0.27 | 0.34 | -0.71 | -0.34 | -0.17 | 1.00 | 0.34 |
| ร่องรอยกวางผา | -0.64 | 0.50 | 0.88 | 0.32 | 0.42 | 0.13 | 0.94 | -0.27 | 0.13 | -0.09 | 0.34 | 1.00 |

จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่หน้าตัวแปรของปัจจัยแต่ละตัวที่อยู่ใน Goral1 (สมการที่ 4) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ(Correlation Coefficient) ในตารางที่ 7 สามารถอธิบายบทบาทของแต่ละปัจจัยที่ทำการศึกษาได้ว่า

ชนิดป่าแหล่งอาหาร (for type) ค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่หน้าตัวแปรมีค่าเท่ากับ -0.02084 และพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชนิดป่าแหล่งอาหารกับโอกาสพบร่องรอยกวางผา พบว่ามีค่าเท่ากับ -0.64 แสดงให้เห็นว่า กวางผามีความสัมพันธ์กับแหล่งอาหารค่อนข้างมาก คือ ชนิดป่าที่กวางผาเลือกอาศัยนั้นเป็นพื้นที่ป่าทุ่งหญ้ามากกว่าชนิดป่าแหล่งอื่น หรือพบว่าหากพื้นที่ป่าทุ่งหญ้าถูกเปลี่ยนแปลงหรือกลายสภาพเป็นป่าชนิดอื่นแล้ว จะทำให้โอกาสในการปรากฏร่องรอยของกวางผาลดน้อยลง

แหล่งน้ำ (stream) ค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่หน้าตัวแปรมีค่าเท่ากับ 0.00012 และพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแหล่งน้ำ กับโอกาสพบร่องรอยกวางผา พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.50 ค่า

ดังกล่าวคล้ายจะแสดงให้เห็นว่า โอกาสในการพบร่องรอยของกวางผาจะมากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากแหล่งน้ำ แต่จากการสำรวจการกระจายร่องรอยของกวางผา พบกระจายอยู่ในบริเวณที่เป็นพื้นที่มีลักษณะสูงชัน และค่อนข้างห่างไกลจากแหล่งน้ำสายหลัก ถึงแม้ว่าในสมการจะแสดงว่าการกระจายของกวางผาจะอยู่ห่างจากแหล่งน้ำสายหลักค่อนข้างมากก็ตาม ไม่ได้หมายความว่ายิ่งห่างไกลจากแหล่งน้ำโอกาสในการปรากฏของกวางผาจะมากขึ้น แต่แสดงให้เห็นได้ว่ากวางผาสามารถอาศัยน้ำจากแหล่งน้ำซับในระยะห่างระหว่าง 300 – 500 เมตร ที่มีการกระจายทั่วทั้งพื้นแทนแหล่งน้ำขนาดใหญ่ และกวางผาสามารถเลือกใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำในพื้นที่บริเวณใดก็ได้

ระดับชั้นความสูง (altitude) ค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่หน้าตัวแปรมีค่าเท่ากับ 0.00031 และพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้นความสูง กับโอกาสพบร่องรอยกวางผา พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.88 แสดงให้เห็นว่า โอกาสในการพบร่อยรอยกวางผาเพิ่มมากขึ้นเมื่อพื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมากมากๆ และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้นความสูง (altitude) กับชนิดป่าแหล่งอาหาร (forest type) มีค่าเท่ากับ -0.71 และพบว่าระดับชั้นความสูงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับป่าแหล่งอาหารที่เป็นป่าทุ่งหญ้าซึ่งมีการกระจายตัวในพื้นที่บริเวณสูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างมาก

ความลาดชัน(slope) และทิศด้านลาด (aspect) ค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่หน้าตัวแปรมีค่าเท่ากับ 0.00024 และ 0.020044 ตามลำดับ และพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทั้ง 2 ปัจจัย กับโอกาสพบร่องรอยกวางผา พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.32 และ 0.42 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าทั้ง 2 ปัจจัยมีความสัมพันธ์ต่อการกระจายของกวางผาค่อนข้างน้อย นั่นคือกวางผาสามารถใช้พื้นที่บริเวณที่มีลักษณะที่ไม่จำเป็นต้องสูงชันมากๆ ได้ และทิศด้านลาดไม่จำเป็นต้องหันไปทางทิศตะวันตกเสมอไป แต่อะไรคือปัจจัยที่ทำให้กวางผาต้องกระจายอยู่ในพื้นที่ลักษณะนั้น จากการศึกษาและสำรวจในพื้นที่ศึกษาพบว่าลักษณะสัณฐานทางธรณีวิทยาของพื้นที่บริเวณที่พบร่องรอยกวางผามีลักษณะเป็นหน้าผาสูงชัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะหันไปทางด้านทิศตะวันตก ที่กวางผาใช้เป็นที่อาศัยแหล่งอาหารและหลบภัย ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทิศด้านลาด กับเส้นทางคมนาคม พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.40 แสดงว่าทิศด้านลาดมีความสัมพันธ์กับเส้นทางคมนาคมพอสมควร นั่นคือบริเวณพื้นที่ที่หันไปทางด้านทิศตะวันตกจะค่อนข้างที่จะอยู่ห่างไกลจากเส้นทางคมนาคม ซึ่งระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมมีความสัมพันธ์กับโอกาสพบร่องรอยกวางผาสูง ($r = 0.94$)

ชุดดิน (soil) และชุดหิน (rock) ค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่หน้าตัวแปรมีค่าเท่ากับ -0.00545 และ 0.00700 ตามลำดับ และพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทั้ง 2 ปัจจัย กับโอกาสพบร่องรอยกวางผา พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.13และ -0.09 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ทั้ง 2 ปัจจัยมีความสัมพันธ์กับการกระจายของกวางผาในระดับค่อนข้างต่ำ นั่นคือกวางผาสามารถกระจาย หรืออาศัยอยู่ในพื้นที่แหล่งอื่น ที่มีลักษณะพื้นที่ไม่มีการกระจายตัวของกลุ่มชุดดินที่ RL และ ชุดหิน R_gr@P+Rgr หรือP_R ซึ่งเป็นพื้นที่หน้าดินตื้น มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำได้

ปริมาณน้ำฝน (precipitation) ค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่หน้าตัวแปรมีค่าเท่ากับ 0.00392 และพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับโอกาสพบร่องรอยกวางผา พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.34 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยปริมาณน้ำฝนมีนัยสำคัญต่อการกระจายของร่องรอยกวางผาในระดับค่อนข้างต่ำ

ความห่างไกลจากที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า (forest protecting unit) และเส้นทางคมนาคม (road) ค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่หน้าทั้ง 2 ตัวแปร มีค่าเท่ากับ 0.00001 และ 0.00028 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างทั้ง 2 ตัวแปรกับโอกาสพบร่องรอยกวางผา พบว่ามีค่าเท่ากับ -0.27 และ 0.94 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทางด้านเส้นทางคมนาคมมีนัยสำคัญต่อการกระจายของร่องรอยกวางผา ซึ่งจัดว่าเป็นอุปสรรครบกวนต่อการกระจายตัวของกวางผามากกว่าที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่าซึ่งน้อยมาก มีผลทำให้กวางผาต้องถูกบีบ หรือจำกัดพื้นที่ไม่ให้กวางผากระจายลงหากินในพื้นที่หากินตอนล่าง

ระยะห่างจากหมู่บ้าน (village) ค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่หน้าตัวแปรมีค่าเท่ากับ 0.0000043 และพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากหมู่บ้านกับโอกาสพบร่องรอยกวางผา พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.13 แสดงให้เห็นว่า ถึงแม้ว่าชุมชนจะเป็นอุปสรรคที่รบกวนต่อการกระจายตัวของกวางผา แต่เนื่องจากพื้นที่ที่ทำการศึกษาเป็นพื้นที่ภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่มีการควบคุมการเข้าจัดตั้งแหล่งชุมชน ทำให้การศึกษาการกระจายร่องรอยของกวางผาที่สำรวจพบค่อนข้างที่จะสัมพันธ์กับที่ตั้งหมู่บ้านน้อยมาก

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัยแวดล้อม กับ การตอบสนองต่อปัจจัยของกวางผา ดังกล่าวข้างต้น จากหน่วยตัวอย่างทั้งหมด 199 ตัวอย่าง (ปรากฏ 63 ตัวอย่างและไม่ปรากฏ 126

ตัวอย่างข้อมูล) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ($R^2$ ) มีค่าเท่ากับ 0.9398 ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยทั้ง 11 ปัจจัย เป็นตัวแปรที่มีนัยสำคัญต่อการปรากฏและไม่ปรากฏของกวางผา ค่อนข้างมาก

อย่างไรก็ตาม Model ที่วิเคราะห์ จากสมการ Goral 1 เนื่องจากมีการนำปัจจัยทั้งหมด 11 ปัจจัยเข้าสู่การวิเคราะห์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ($R^2$ ) = 0.9398 มีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งตามหลักแล้วค่า $R^2$ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ ค่า SSE ลดลง ซึ่งค่า SSE จะลดลงเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปในรูปแบบ ดังนั้น ค่า $R^2$ จะมีค่าสูงสุดเมื่อมีตัวแปรอิสระอยู่ในสมการครบทุกตัว การใช้ $R^2$ เป็นเกณฑ์ในการเลือกรูปแบบจึงไม่ควรพิจารณารูปแบบที่ให้ค่า $R^2$ สูงที่สุดเพียงอย่างเดียว แต่ควรพิจารณาจากความสำคัญของตัวแปรที่สำคัญที่สุดและมีผลต่อ error sum of square หรืออาจพิจารณาจากสัมประสิทธิ์กำหนดบางส่วน หรือพิจารณาจากตัวทดสอบ F ก็ได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามสมการดังกล่าวสามารถนำมาวิเคราะห์แนวโน้มของปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์แต่ละประเภทว่าส่งผลกระทบต่อการกระจายของกวางผาได้

3.2 การวิเคราะห์หาแบบจำลอง(Model) เพื่อสร้างแผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผา เพื่อคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนดจากมากไปหาน้อย เพื่อเป็นตัวแทนในการหาพื้นที่เหมาะสมของกวางผาในการศึกษาครั้งนี้

สมการเริ่มจากรูปแบบที่ไม่มีตัวแปรอิสระเลย มีเพียงเทอม intercept ในรูปแบบเท่านั้น จากนั้นจึงนำตัวแปรอิสระใส่เข้าในรูปแบบทีละตัว ตัวแปรอิสระตัวแรกที่จะนำใส่ไว้ในรูปแบบเป็นตัวแปรที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับตัวแปร Y สูงที่สุดนั่นคือ ระยะห่างจากถนน (r = 0.94) และเป็นตัวแปรที่ให้ค่า partial F statistic ในการทดสอบนัยสำคัญของสมการสูงที่สุด (F = 1601.911) ซึ่งต้องมีค่ามากกว่า F ที่กำหนดไว้ในการทดสอบ (สมมติว่าคือ $F_{IN} = F_{0.05(1,198)} = 3.84$) จึงจะนำตัวแปรอิสระตัวที่ 1 (ปัจจัยระยะห่างจากถนน) ใส่ไว้ในรูปแบบเป็นอันดับที่ 1 ดังสมการที่ 5 และตารางผนวกที่ 6

**Goral 2** = -0.01318+ 0.00041road ……. (5)

เมื่อ $R^2$ = 0.88993342

จากสมการที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยทางด้านระยะห่างจากถนนหรือเส้นทางคมนาคมสายหลัก ได้แก่ ทางหลวงแผ่นดิน ถนนลูกรัง และทางเกวียน นั้นนับว่ามีอิทธิพลมากที่สุดในทั้งหมด 11 ปัจจัย แสดงให้เห็นว่ากวางผาจะพยายามหลบหนีจากบริเวณพื้นที่ที่ง่ายต่อการเข้าถึงและรบกวน ถึงแม้ว่าในการวิเคราะห์ครั้งนี้จะใช้เพียงข้อมูลที่เป็นเส้นทางคมนาคมสายหลักก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาในพื้นที่ที่ทำการสำรวจนั้นการเข้าถึงพื้นที่แหล่งอาศัยของกวางผาสามารถเข้าถึงได้จากเส้นทางเดิน(trail) เล็กๆโดยสัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย และคนเดินป่าในบริเวณที่ราบสันเขาตอนบนของดอยม่อนจอง-ดอยหลวง และที่ราบตอนล่างบริเวณหน้าดอยม่อนจอง เป็นผลให้กวางผาถูกผลักดันให้ต้องอาศัยได้เฉพาะบริเวณลาดหน้าผาดอยม่อนจอง-ดอยหลวง อย่างไรก็ตามเส้นทางเดินเล็กๆเหล่านี้ก็มีนัยสำคัญที่แสดงให้เห็นว่าบริเวณที่สามรถเข้าถึงได้ง่ายมีผลกระทบต่อการกระจายของแหล่งที่อยู่อาศัยของกวางผามาก ซึ่งในการศึกษาครั้งต่อไปจำเป็นต้องรวบรวมข้อมูลเส้นทางเหล่านี้เข้าสู่การพิจารณาในแบบจำลองด้วย

ส่วนตัวแปรตัวที่ 2 (ปัจจัยความสูงจากระดับน้ำทะเล) ที่ถูกคัดเลือกเข้าใส่ในรูปแบบก็เช่นกัน จะเป็นตัวแปรที่มีค่า partial correlation กับ Y ($r = 0.88$ ) เมื่อปรับอิทธิพลของ แปรอิสระตัวที่ 1 ( ปัจจัยระยะห่างจากถนน) สูงที่สุดออกแล้ว หรือเป็นตัวแปรอิสระที่ให้ค่า partial F statistic ของการทดสอบสูงที่สุด($F = 93.375$) และค่า F นี้มีค่าเกินกว่า $F_{IN}$ ($F_{0.05(1,197)} = 3.84$) ตัวแปรตัวที่ 2 (ปัจจัยความสูงจากระดับน้ำทะเล) จึงถูกนำใส่ในรูปแบบ ดังสมการที่ 6 และตารางผนวกที่ 7

**Goral 3** = -0.3128+ 0.00029road + 0.00033altitude ……. (6)

เมื่อ $R^2 = 0.92506905$

จากสมการที่ 6 แสดงให้เห็นว่า ร่องรอยการกระจายของกวางผาจะเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากเส้นทางคมนาคม และสูงจากระดับน้ำทะเลค่อนมากๆ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับสมการ Goral 2 อธิบายได้ว่า กวางผาจะเลือกกระจายอยู่ในพื้นที่ที่ห่างไกลจากการรบกวนจากมนุษย์ และยากต่อการเข้าถึง และพื้นที่นั้นเป็นพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างมาก ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสูงจากระดับน้ำทะเลกับชนิดป่าแหล่งอาหาร ซึ่งมีค่าเท่ากับ -0.71 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ปัจจัยมีค่อนข้างสูง นั่นคือพื้นที่บริเวณนั้นมีการกระจายของบริเวณพื้นที่โล่งแหล่งที่ปกคลุมด้วยหญ้า ที่เป็นแหล่งอาหารของกวางผาด้วย

การพิจารณาตัวแปรที่จะใส่ไว้ในรูปแบบ ตัวถัดไปก็ทำเช่นเดียวกัน โดยพิจารณาว่าจะนำตัวแปรนั้นใส่ไว้ในรูปแบบ ถ้า partial F statistic มีค่าเกินกว่า $F_{IN}$ ดังนั้นวิธี Forward selection นี้ตัวแปรที่ถูกเลือกเข้าสู่สมการ ตัวที่ 3 4 และ5 ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้แก่ ชุดหิน (Rock) partial F statistic = 14.84 ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (Stream) partial F statistic = 5.111 และทิศด้านลาด (Aspect) partial F statistic = 5.464 ตามลำดับ ดังสมการที่ 7 – 9 และตารางผนวกที่ 8 - 10

**Goral 4** = -0.4029+ 0.00030 road + 0.00032 altitude + 0.01552 rock …. (7)

เมื่อ $R^2$ = 0.93001109

จากสมการที่ 7 เมื่อปัจจัยด้านชนิดหิน (rock) ถูกนำเข้าสู่สมการจะแดงให้เห็นลักษณะพื้นที่ที่มีการกระจายของกวางผาชัดเจนขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าพื้นที่ที่มีการกระจายของกวางผาเป็นพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากเส้นทางคมนาคมซึ่งห่างไกลจากการรบกวนของกิจกรรมมนุษย์ สูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างมากมีการกระจายของพื้นที่โล่งแหล่งที่ปกคลุมด้วยหญ้าที่เป็นแหล่งอาหารของกวางผา และพื้นที่ดังกล่าวโดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะมีการกระจายของชุดหิน R_gr@P+Rgr หรือ P_R ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป พื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ

**Goral 5** = -0.39567+ 0.000301 road + 0.000307 altitude + 0.013256 rock + 0.000062 stream ……. (8)

เมื่อ $R^2$ = 0.93299794

จากสมการที่ 8 ปัจจัยทางด้านความห่างจากแหล่งน้ำ (stream) ถูกนำเข้าสู่สมการ อธิบายได้ว่าพื้นที่ที่มีการกระจายของกวางผา เป็นพื้นที่ที่ห่างไกลจากเส้นทางคมนาคม ห่างไกลจากการรบกวนของกิจกรรมมนุษย์ สูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างมากมีการกระจายของชนิดป่าที่เป็นแหล่งอาหารของกวางผา และพื้นที่ดังกล่าวโดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่กระจัดกระจายทั่วไป มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ แต่ในสมการที่ 8 ชี้ไปในทิศทางที่ดูเหมือนว่ายิ่งห่างจากแหล่งน้ำหลักยิ่งมีโอกาสพบกวางผามากขึ้น แต่ในความเป็นจริงในพื้นที่นั้นมีการกระจายของแหล่งน้ำ(น้ำซับ)ที่ระยะห่าง 300 – 500 เมตร ทั่วทั้งพื้นที่ที่กวางผาสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างพอเพียง

การพิจารณาตัวแปรที่จะใส่ไว้ในรูปแบบ จะหยุดเมื่อ partial F statistic ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งในช่วงของตัวแปร มีค่าน้อยกว่า $F_{IN}$ ($F_{0.05(1,193)} = 3.84$) และตัวแปรที่ไม่ถูกนำเข้าสู่การพิจารณา ได้แก่ ระยะห่างจากชุมชน(F = 1.623) ชนิดป่าแหล่งอาหาร(F = 0.128) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า(F = 3.126) ชุดดิน(F = 0.258) ความลาดชัน(F = 3.366) และปริมาณน้ำฝน(F = 0.834) หรือหยุดเมื่อตัวแปรอิสระทุกตัวอยู่ในรูปแบบแล้ว แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้เราต้องการที่จะเพิ่มตัวแปรอิสระที่เหลืออยู่ข้างต้นเข้าสู่สมการอีกครั้ง ก็ไม่ทำให้ค่า $R^2$ ลดลงหรือผันแปรแต่อย่างใด

**Goral 6** = - 0.446094 + 0.000292 Road + 0.000307 Elevation + 0.012402 Rock + 0.000145 Stream + 0.023312 Aspect ……. (9)

เมื่อ $R^2 =$ 0.93468991

จากสมการที่ 9 ตัวแปรตัวสุดท้ายที่ถูกเพิ่มเข้าสู่สมการ คือทิศด้านลาด (aspect) อธิบายได้ว่าพื้นที่ที่มีการกระจายของกวางผา เป็นพื้นที่ที่ห่างไกลจากเส้นทางคมนาคม สูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างมากมีการกระจายของชนิดป่าที่เป็นแหล่งอาหารของกวางผา และพื้นที่ดังกล่าวโดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ มีการกระจายของแหล่งน้ำ(น้ำซับ) ทั่วทั้งพื้นที่ที่กวางผาสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างพอเพียง ซึ่งโดยตามสัณฐานทางธรณีวิทยาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย พื้นที่ที่มีลักษณะเฉพาะดังกล่าวจะถูกหันไปทางด้านทิศตะวันตกเป็นส่วนใหญ่ และไม่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลที่เกิดจากดวงอาทิตย์แต่อย่างใด

เมื่อพิจารณาจากค่า Correlation Coefficient ดังตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่าตัวแปรบางตัวมีค่าความสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ต่อกันค่อนข้างสูง เช่น พื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล(elevation) กับ ชนิดป่า(Forest) มีค่า (r ) = -0.71 ซึ่งหากเมื่อเพิ่มตัวแปรอีกตัวเข้าสู่สมการ ซึ่งในสมการนั้นมีตัวแปรที่มีค่าความสัมพันธ์ Correlation Coefficient ( r ) ต่อกันสูงที่อยู่ในรูปแบบแล้วจะมีประโยชน์น้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากตัวแปรที่เพิ่มเข้าไปต่างก็มีสหสัมพันธ์สูงกับตัวแปรที่มีอยู่แล้วในรูปแบบ ซึ่งรายละเอียดที่ได้จากการเพิ่มตัวแปรนี้ส่วนใหญ่จะรวมอยู่แล้วในตัวแปรที่อยู่ในรูปแบบ ตัวอย่างเช่น สมการที่ 9 ที่มีปัจจัยพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล(Elevation)อยู่แล้วในสมการซึ่งมีค่า $R^2$ = 0.93473351 แต่เมื่อเพิ่มปัจจัยดังตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าค่า $R^2$ = 0.93468991 แทบจะไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 8 การทดสอบนำตัวแปรชนิดป่า (Forest) ที่มีสหสัมพันธ์สูงกับความสูงจากระดับน้ำทะเล (altitude) เพิ่มเข้าสู่การพิจารณา

| Factor | Beta | Std.Err. | B | Std.Err. | t(193) | p-level |
|---|---|---|---|---|---|---|
| intercept | | | -0.426828 | 0.070922 | -6.01826 | 0.000000 |
| Forest type | -0.009443 | 0.026365 | -0.007374 | 0.020589 | -0.35815 | 0.720627 |
| stream | 0.051543 | 0.021775 | 0.000145 | 0.000061 | 2.36706 | 0.018925 |
| altitude | 0.290180 | 0.037277 | 0.000300 | 0.000039 | 7.78447 | 0.000000 |
| aspect | 0.047590 | 0.020240 | 0.023556 | 0.010018 | 2.35131 | 0.019721 |
| road | 0.672060 | 0.033236 | 0.000292 | 0.000014 | 20.22085 | 0.000000 |
| rock | 0.058790 | 0.019416 | 0.012392 | 0.004093 | 3.02789 | 0.002801 |

Regression Summary for Dependent Variable: Goral (Stat_Mod1(real2)_out)

$R = 0.96681617$ $R^2 = 0.93473351$ Adjusted $R^2 = 0.93269393$

$F(6,192) = 458.30$ $p < 0.0000$ Std.Error of estimate: 0.12149

จากตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ถึงแม้ว่าปัจจัยบางตัวที่ปรากฏในสมการที่ 9 อาจจะไม่ใช่ปัจจัยโดยตรงต่อการปรากฏร่องรอยของกวางผา เช่น ถนน ความสูงจากระดับน้ำทะเล ชนิดหิน แหล่งน้ำ และทิศด้านลาด แต่เมื่อนำตัวแปรหรือปัจจัยบางตัวที่อยู่ในสมการเหล่านั้นมาพิจารณาถึงความสัมพันธ์(Correlation Coefficient) พบว่าปัจจัยหลายตัวมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการหากินของกวางผา เช่น ระดับชั้นความสูงจากระดับน้ำทะเล(altitude) มีความสัมพันธ์กับชนิดป่าที่เป็นแหล่งอาหาร(forest type) มาก ถึงแม้ว่าปัจจัยทางด้านชนิดป่าซึ่งเป็นแหล่งอาหารของกวางผาจะไม่ถูกนำเข้าสู่การพิจารณาในแบบจำลองในครั้งนี้ แต่แสดงให้เห็นเป็นนัยว่าพื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมีการกระจายตัวของแหล่งอาหารที่กวางผาสามารถอาศัยหากินได้

ดังนั้นรูปแบบของสมการ หรือแบบจำลอง (model) ที่สามารถเป็นตัวแทนของการศึกษาในครั้งนี้ สรุปได้ดังนี้

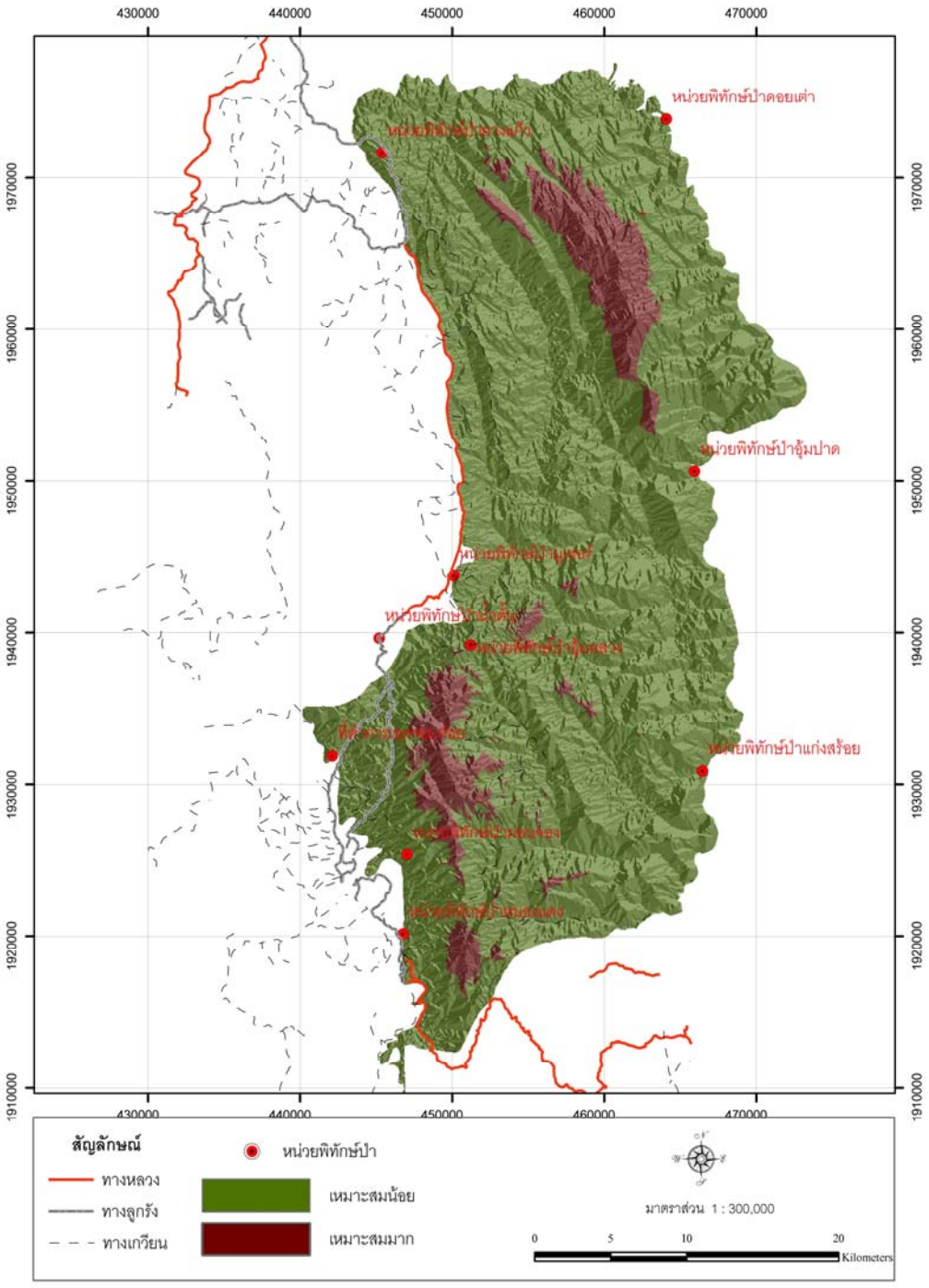
สมการตามวิธีการคัดเลือกตัวแปรที่เหมาะสม

**Goral 6** = -0.446094 + 0.000292 road + 0.000307 altitude + 0.012402 rock + 0.000145 stream + 0.023312 aspect

เมื่อ $R^2$ = 0.93468991

จากสมการ Goral 6 (คัดเลือกหาตัวแปรที่เหมาะสมที่สุด) สรุปได้ว่าพื้นที่ที่มีการกระจายของกวางผา มีลักษณะเป็นพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากการสันจรของชุมชน ซึ่งจะอยู่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างมากมีการกระจายตัวของสังคมป่าทุ่งหญ้าที่เป็นแหล่งอาหารของกวางผา และโดยส่วนใหญ่พื้นที่มีจะความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ มีลักษณะเป็นเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป มีแหล่งน้ำซับ กระจายทั่วทั้งพื้นที่ที่กวางผาสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างพอเพียง ซึ่งโดยลักษณะสัณฐานทางธรณีวิทยา แหล่งหากินของกวางผาที่มีลักษณะเฉพาะดังกล่าวส่วนใหญ่จะหันไปทางด้านทิศตะวันตกซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลจากดวงอาทิตย์แต่อย่างใด อันเป็นลักษณะเฉพาะของพื้นที่ในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างการศึกษาการกระจายของหมูป่าของธีระพงษ์, 2545 ณ เขต-รักษาพันธุ์สัตว์ป่าตะเบาะห้วยใหญ่ พบว่าหน่วยตัวอย่างที่พบหมูป่ามีอยู่ถึง 138 ตัวอย่าง ค่า $R^2$ = 0.083 เหตุที่ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ($R^2$) มีค่าต่ำนั้น เนื่องจากหมูป่าอยู่กระจายทั่วพื้นที่ศึกษาทุกสภาพป่า ความลาดชันสูงก็พบ ความลาดชันต่ำก็พบ อยู่ใกล้หน่วยฯ ห่างจากหมู่บ้านและถนนเป็นต้น แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง(Model) ที่ได้ไม่มีอิทธิพลต่อการกระจายของหมูป่า นั่นคือหมูป่าสามารถอยู่รอด และปรับตัวได้ในทุกสภาพของพื้นที่ศึกษา และใช้ประโยชน์จากปัจจัยในพื้นที่ได้อย่างหลากหลาย




ภาพที่ 16 พื้นที่เหมาะสมต่อการปรากฏของกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 9 การทดสอบเปรียบเทียบพื้นที่ที่คำนวณตามวิธีการคัดเลือกหาตัวแปรที่เหมาะสมต่อการกระจายของกวางผา กับวิธีการนำปัจจัยอิสระเข้าพิจารณาทุกตัว โดยการวิเคราะห์ด้วย Multiple Regression Analysis

| ระดับความเหมาะสม | วิเคราะห์ด้วย Multiple Regression Analysis | | | |
|---|---|---|---|---|
| | การนำปัจจัยอิสระเข้าพิจารณาทุกตัว | | การคัดเลือกหาตัวแปรที่เหมาะสม | |
| | พื้นที่ (ไร่) | พื้นที่ (เปอร์เซ็นต์) | พื้นที่ (ไร่) | พื้นที่ (เปอร์เซ็นต์) |
| มาก | 360,502.75 | 47.98 | 71,592.25 | 9.58 |
| น้อย | 390,837.75 | 52.02 | 679,786.25 | 90.42 |
| รวม | 751,340.50 | 100.00 | 751,378.50 | 100.00 |

**หมายเหตุ** : พื้นที่รวมที่ได้จากการวิเคราะห์ในแต่ละวิธีอาจไม่เท่ากัน เนื่องจากข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ได้แปลงจาก เวคเตอร์(vector) มาเป็นราสเตอร์(raster)ที่มีขนาด pixel 20x20 เมตร ทำให้แนวขอบเขตของพื้นที่ ไม่โค้งสมจริง มีผลทำให้ขนาดพื้นที่รวมไม่เท่ากัน แต่มิผลกระทบต่อการวิเคราะห์ค่อนข้างต่ำ

จากภาพที่ 16 และตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัย และระดับความเหมาะสมต่อโอกาสการปรากฏของกวางผา โดยให้หลักการทางสถิติ โดยใช้วิธี Multiple Regression Analysis ผลจากการวิเคราะห์ทำให้ทราบระดับความเหมาะสมของปัจจัยที่กวางผาเลือก ซึ่งมีผลต่อโอกาสในการปรากฏของกวางผาในแต่ละหน่วยพื้นที่ ภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย ซึ่งพบว่า

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการคัดเลือกหาตัวแปรที่เหมาะสมต่อการกระจายของกวางผานั้น สามารถจำแนกพื้นที่ออกได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากมีพื้นที่ 71,592.25 ไร่ (9.5850%) โดยสภาพพื้นที่โดยทั่วไป พื้นที่ที่มีการกระจายของกวางผา โดยมากจะอยู่ห่างไกล สูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างมากซึ่งมีการกระจายของชนิดป่าที่เป็นแหล่งอาหารของกวางผา(ป่าทุ่งหญ้า) และพื้นที่ดังกล่าวมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ โดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป และมีแหล่งน้ำขนาดเล็กกระจายทั่วทั้งพื้นที่ที่กวางผาสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างพอเพียง ซึ่งโดยนัยฐานทางธรณีวิทยาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย พื้นที่เหมาะสมต่อการกระจายของกวางผาส่วนใหญ่จะหันไปทางด้านทิศตะวันตก อันเป็น

ลักษณะเฉพาะของพื้นที่การกระจายของกวางผาในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย ซึ่งพื้นที่ดังกล่าว (ภาพที่ 16) ได้ถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งกระจายอยู่บริเวณทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณที่ใกล้กับ หน่วยพิทักษ์ป่าน้ำดั้น หน่วยพิทักษ์ป่าอมก๋อย หน่วยพิทักษ์ป่าม่อนจอง หน่วยพิทักษ์ป่าหนองแดง และพื้นที่ส่วนที่สองกระจายอยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณที่ใกล้กับหน่วยพิทักษ์ป่ายางแก้ว หน่วยพิทักษ์ป่าดอยเต่า หน่วยพิทักษ์ป่าอุ้มปาด ส่วนพื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อยมีพื้นที่ 679,786.25ไร่(90.42%) กระจายโดยทั่วไปทางตอนกลางของพื้นที่มีลักษณะค่อนข้างราบ สูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,200 เมตร เป็นป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ (ภาพที่13)

สำหรับการศึกษาด้วยการนำปัจจัยอิสระเข้าพิจารณาทุกตัว พื้นที่ที่มีโอกาสพบมาก คิดเป็นพื้นที่รวม 360,502.75 ไร่ (47.98%) กระจายเป็นผืนใหญ่ที่ค่อนข้างถูกแบ่งออกอย่างชัดเจนโดยลักษณะเป็นเทือกเขาสูงชัน ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ ใกล้กับแหล่งชุมชนตำบลแม่ตื่น หมู่บ้านห้วยไม้หก และอีกพื้นที่ตั้งอยู่ค่อนไปทางทางตะวันออกของพื้นที่ติดทางด้านลำน้ำแม่ปิง ส่วนบริเวณที่มีโอกาสพบน้อยคิดเป็นพื้นที่รวม 390,837.75ไร่(52.02%) กระจายอยู่บริเวณตอนกลาง ค่อนไปทางทิศตะวันตกของพื้นที่ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่ค่อนข้างราบ สูงจากระดับน้ำทะเลไม่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่ที่ใกล้เคียงกับแหล่งอาศัยชุมชนและบริเวณที่มีเส้นทางคมนาคมตัดผ่าน

เมื่อนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี มาพิจารณาเปรียบเทียบกันระหว่างพื้นที่ที่ได้จากวิธีการคัดเลือกหาตัวแปรที่เหมาะสมต่อการกระจายของกวางผา หรือแบบจำลองอันเป็นตัวแทนของการศึกษาในครั้งนี้ ดังสมการที่ 9 กับวิธีการนำปัจจัยอิสระเข้าพิจารณาทุกตัวที่ได้สมการที่ 4 พบว่ามีพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากแตกต่างกัน 288,910.50 ไร่ พื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อยแตกต่างกัน 288,948.50 ไร่ สาเหตุที่พื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี แตกต่างกันมาก เนื่องนั้น จะคัดตัวแปรที่มีนัยสำคัญที่สุด ซึ่งได้แก่ ความห่างจากถนน (road) ระดับชั้นความสูง (altitude) ชุดหิน (rock) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (stream) และทิศด้านลาด (aspect) เข้าสู่สมการซึ่งทั้ง 5 ปัจจัยนั้นกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ที่มีลักษณะเฉพาะดังกล่าวข้างต้น นั่นเป็นการแสดงให้เห็นว่า โอกาสในการกระจายตัวของแหล่งที่อยู่อาศัยของกวางผาสามารถขยายออกไปสู่พื้นที่แหล่งอื่น และสามารถใช้ประโยชน์จากปัจจัยด้านอื่นๆนอกเหนือจากปัจจัยทั้ง 5 จากวิธีการคัดเลือกหาตัวแปรที่เหมาะสมดังกล่าวข้างต้น ซึ่งต้องหาวิธีการและมาตรการในการจัดการพื้นที่ที่เหมาะสมมาดำเนินการต่อไป

# สรุป และข้อเสนอแนะ

## สรุป

การวิเคราะห์และสร้างแผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผา ได้นำหลักการทางสถิติ Multiple Regression Analysis ทำให้ทราบทิศทางความสัมพันธ์ ความมีนัยสำคัญของปัจจัยแต่ละตัว และสามารถนำค่าทางสถิติ หรือค่าความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย ซึ่งมีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางผามาสร้างเป็นแผนที่โอกาสที่จะพบ หรือระดับความเหมาะสมต่อการปรากฏภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า อมก๋อยของกวางผา ผสมผสานกับการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาร่วมในการวิเคราะห์ ถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมที่สามารถมองภาพรวมของพื้นที่ได้ชัดเจน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยแต่ละตัว (จาก 11 ตัวแปร) ว่ามีนัยสำคัญต่อการเลือกใช้ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผาอย่างไร ด้วยวิธีการ Multiple Regression Analysis โดยวิธีการนำปัจจัยอิสระเข้าพิจารณาทุกตัว ดังสมการ Goral 1 = -4.96597 – 0.002084 Forest + 0.00012 Stream + 0.00031 Elevation + 0.00024 Slope + 0.02305 Aspect + 0.0000043 Village + 0.00028 Road + 0.00001 Station – 0.00545 Soil + 0.00700 Rock + 0.00392 Rain พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้ปัจจัยในพื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัยของกวางผา ได้แก่ แหล่งอาหารแหล่งน้ำ ระดับชั้นความสูง ความลาดชัน ทิศด้านลาด ชุดดิน ชุดหิน และปริมาณน้ำฝน ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลผลักดันทำให้กวางผาไม่สามารถอาศัยในพื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัย ได้แก่ ปัจจัยแวดล้อมที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งได้แก่ ที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า และความห่างไกลจากเส้นทางคมนาคม เป็นต้น ส่วนปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการอยู่อาศัยของกวางผาค่อนข้างน้อย ได้แก่ แหล่งชุมชน สาเหตุเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษานั้น เป็นพื้นที่ตั้งอยู่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่ได้กันพื้นที่ห่างจากแหล่งชุมชนออกไป และบริเวณที่พบร่องรอยกวางผานั้นกระจายอยู่ห่างจากแหล่งชุมชนค่อนข้างมากจึงไม่มีนัยสำคัญต่อการศึกษาในครั้งนี้

2. จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับโอกาสในการปรากฏร่องรอยกวางผา(Correlation Coefficient) พบว่า ปัจจัยที่มีนัยสำคัญ(significant) กับการปรากฏร่องรอยของร่องรอยกวางผาค่อนข้างมาก ได้แก่ แหล่งอาหาร (r = -0.62 ) พื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล(r = 0.88 ) ความลาดชัน(r = 0.70 ) ความห่างจากถนน(r = 0.94) ปัจจัยที่มีนัยสำคัญ(significant) กับการปรากฏร่องรอยของร่องรอยกวางผาในระดับปานกลาง ได้แก่ แหล่งน้ำ(r = 0.583 ) ทิศด้านลาด(r = 0.41)

และปัจจัยที่มีนัยสำคัญ(significant) กับการปรากฏร่องรอยของร่องรอยกวางผาค่อนข้างน้อย ได้แก่ ความห่างจากชุมชน (r = 0.14 ) ความห่างจากที่ตั้งหน่วยฯ (r = -0.27 ) ชนิดดิน (r = 0.13 ) ชนิดหิน (r = -0.08) และปริมาณน้ำฝน (r = 0.036) เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่าปัจจัยบางอย่างอาจจะต้องตัดออกไป หรือไม่จำเป็นต้องต้องนำเข้าสู่การพิจารณา เพื่อให้ได้แบบจำลองที่เหมาะสมของพื้นที่ศึกษาต่อไป

3. จากการวิเคราะห์หาแบบจำลอง(Model) เพื่อสร้างแผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผาเพื่อคัดเลือกปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัย เพื่อเป็นตัวแทนในการหาพื้นที่เหมาะสมของกวางผาในการศึกษาครั้งนี้ สมการมีดังนี้ Goral = -0.446094 + 0.000292 road + 0.000307altitude + 0.012402 rock + 0.000145 stream + 0.023312 aspect สรุปได้ว่าสภาพพื้นที่โดยทั่วไป ที่มีการกระจายของกวางผา จะอยู่ห่างไกล สูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างมากซึ่งมีการกระจายของชนิดป่าทุ่งหญ้าที่เป็นแหล่งอาหารของกวางผา และพื้นที่ดังกล่าวชนิดดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ โดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่ กระจัดกระจายทั่วไป มีแหล่งน้ำขนาดเล็กกระจายทั่วทั้งพื้นที่ที่กวางผาสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างพอเพียง ซึ่งโดยสัณฐานทางธรณีวิทยาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย และพื้นที่ที่เหมาะสมดังกล่าวส่วนใหญ่จะหันไปทางด้านทิศตะวันตก อันเป็นลักษณะเฉพาะของพื้นที่ในการกระจายของกวางผาภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย เช่น บริเวณพื้นที่ตลอดแนวหน้าผาดอยม่อนจอง และดอยหลวง ที่ระดับชั้นความสูงจากน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 1,500 – 1,900 เมตร ที่ปราศจากการรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์ ครอบคลุมพื้นที่ ประมาณ 71,592.25 ไร่ (9.58%) ซึ่งบริเวณที่มีลักษณะจำเพาะนี้จะถูกแบ่งแยกออกเป็น 2 พื้นที่ใหญ่ๆ คือ พื้นที่ส่วนที่ 1 จะกระจายอยู่ทางด้านทิศตะวันตดเฉียงใต้ของพื้นที่ค่อนไปทางตำบลแม่ตื่นอยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยพิทักษ์ป่าน้ำดั้น หน่วยพิทักษ์ป่าอุ้มหลวง หน่วยพิทักษ์ป่าอมก๋อย หน่วยพิทักษ์ป่าม่อนจอง และหน่วยพิทักษ์ป่าหนองแดง ส่วนพื้นที่ที่มีลักษณะที่เหมาะสมเช่นเดียวกันนี้ส่วนที่ 2 จะกระจายอยู่บริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือทางด้านที่ติดกับลำน้ำปิดงอยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยพิทักษ์ป่ายางแก้ว หน่วยพิทักษ์ป่าดอยเต่า และหน่วยพิทักษ์ป่าอุ้มปาด ซึ่งเมื่อพิจารณาพื้นที่ทั้งสองส่วนถูกแบ่งออกค่อนข้างที่ห่างกันมาก ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีเกาะ(Theory of Island) เนื่องจากพื้นที่มีลักษณะจำเพาะ ที่มีการกระจายของปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเลือกใช้ในพื้นที่ลักษณะเดียวกันเท่านั้น

4. พื้นที่ที่มีโอกาสพบน้อย ซึ่งเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ ประมาณ 679,786.25ไร่(90.42 %) ซึ่งกระจายเป็นผืนใหญ่ทางตอนกลาง และกระจายออกไปทางด้านทิศตะวันตกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า

อมก๋อย พื้นที่บริเวณดังกล่าวสภาพโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบ สูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,200 เมตร สภาพโดยส่วนใหญ่ปกคลุมไปด้วยป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และพื้นที่โดยรอบที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับแหล่งที่เป็นกิจกรรมของมนุษย์ เช่น เส้นทางคมนาคม กสิกรรม แหล่งชุมชน รวมถึงพื้นที่ที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า เป็นต้น

4. เมื่อทดสอบเปรียบเทียบการวิเคราะห์ระหว่างพื้นที่ที่ได้จากวิธีการคัดเลือกหาตัวแปรที่เหมาะสมต่อการกระจายของกวางผา หรือแบบจำลองที่เป็นตัวแทนของการศึกษาในครั้งนี้ กับสมการที่ได้จากการนำปัจจัยอิสระเข้าพิจารณาทุกตัว พบว่ามีพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากแตกต่างกัน 288,910.50 ไร่ พื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อยแตกต่างกัน 288,948.50 ไร่ สาเหตุที่พื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี แตกต่างกันมาก เนื่องจากวิธีการคัดเลือกหาตัวแปรที่เหมาะสมนั้น จะคัดตัวแปรที่มีนัยสำคัญที่สุดซึ่ง ได้แก่ ความห่างจากถนน (road) ระดับชั้นความสูง (altitude) ชุดดิน (rock) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (stream) และทิศด้านลาด (aspect) เข้าสู่สมการซึ่งทั้ง 5 ปัจจัยนั้นกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ที่มีลักษณะเฉพาะดังกล่าวข้างต้นทำให้พื้นที่เหมาะสมมีขนาดเล็กมากเมื่อเปรียบกับพื้นที่ทั้งหมด ส่วนวิธีการนำปัจจัยอิสระเข้าพิจารณาทุกตัวเข้าสู่การพิจารณา ซึ่งสมมติว่าทุกตัวแปรมีนัยสำคัญต่อการกระจายของกวางผา จึงทำให้พื้นที่ถูกตีความมีขนาดใหญ่มาก นั่นเป็นการแสดงให้เห็นว่า โอกาสในการกระจายตัวของแหล่งที่อยู่อาศัยของกวางผามีโอกาสที่ขยายออกไปสู่พื้นที่แหล่งอื่นๆได้โดยต้องหาวิธีการและมาตรการในการจัดการพื้นที่ที่เหมาะสมมาจัดการต่อไป

5. เมื่อกำหนดพื้นที่เหมาะสมต่อการปรากฏของกวางผาตามสมการ หรือแบบจำลอง (Model)แล้ว จะสามารถกำหนดทิศทางของการวางแผนการจัดการพื้นที่ได้อย่างมีทิศทาง เช่น การจัดการสัตว์ป่าสงวนชนิดนี้ในเชิงนโยบาย การควบคุมดูแลพื้นที่ที่เป็นแหล่งกระจายของกวางผา การนำกวางผาที่ได้จากการเพาะเลี้ยง ในพื้นที่ศึกษา เหมาะสมต่อการกระจายของกวางผาในอนาคต

## ข้อเสนอแนะ

### 1. วิธีการ และข้อจำกัดบางประการของการเลือกวิธีการสำรวจ

1.1 การศึกษาการกระจายของกวางผา เนื่องจากพื้นที่โดยทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ที่มีการกระจายของกวางผานั้น ค่อนข้างจะเป็นพื้นที่ที่มีสภาพเป็นลาดเขาสูงชัน แนวเส้นทางสำรวจที่มีการกำหนดขึ้นในแผนที่การเข้าถึงเป็นไปได้ยาก ทำให้ประสบปัญหาในเรื่องของการเข้าถึงพื้นที่

หรือจุดในการเก็บข้อมูลและเวลา ดังนั้นการเก็บข้อมูลจึงเกิดขึ้นในบริเวณที่คาดว่าน่าจะเป็นที่อยู่อาศัยของกวางผากระจายอยู่ ดังนั้น หากต้องการข้อมูลภาคสนามที่สมบูรณ์ขึ้นควรเพิ่มเวลาและแนวเส้นสำรวจ เพื่อที่จะสำรวจข้อมูลในพื้นที่ได้อย่างครอบคลุมมากที่สุด

1.2 แนวเส้นสำรวจ(Line Transect) ที่มีการกำหนดแบบแนวเส้นตรงไว้ตามแผนการสำรวจคงใช้ไม่ได้ เพราะในบางครั้งการเข้าถึงพื้นที่เป็นไปได้ยากเพราะลักษณะพื้นที่ศึกษาเป็นหน้าผาสูงชัน จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสมตามสภาพพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ที่มีความลาดชัน ทำให้การเข้าถึงจุดเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการสำรวจอาจจะใช้ทางด่านสัตว์ป่า หรือเส้นทางในการเดินสำรวจลาดตระเวนของเจ้าหน้าที่ แต่ทั้งนี้แนวเส้นสำรวจเหล่านี้ต้องครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการศึกษาทุกสภาพภูมิประเทศและปัจจัยที่ทำการศึกษา ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหา

1.3 แนวเส้นสำรวจสัตว์ป่า ต้องผ่านพื้นที่ตัวอย่างที่พบการปรากฏของกวางผา เพื่อจะทราบถึงปัจจัยต่อการเลือกอาศัยในพื้นที่ของกวางผาที่แท้จริง ซึ่งจะสามารถนำมาร่วมวิเคราะห์กับข้อมูลปัจจัยที่ไม่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของกวางผา ซึ่งต้องมากเพียงพอเพื่อทำให้เห็นทิศทางของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

1.4 ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่นั้น ควรครอบคลุมระยะเวลา 1 ปีเป็นอย่างน้อย เนื่องจากจะสามารถทราบถึงความเคลื่อนไหวในแต่ละฤดูกาล เพราะแต่ละฤดูกาลนั้นอาจมีอิทธิพลทำให้ปัจจัยแวดล้อมเปลี่ยน เช่น แหล่งน้ำ แหล่งอาหาร เป็นต้น ซึ่งอาจใช้ประกอบการวินิจฉัยแบบจำลองได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และแน่นอนต้องมีการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองหรือสมการ กับข้อมูลที่มีการสำรวจในพื้นที่จริง เพื่อจะได้แบบจำลองที่สมบูรณ์แบบที่สุด และต้องมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องอาจจะมากกว่า 1 ปี เนื่องจากสัตว์ป่า (กวางผา) เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการเคลื่อนไหวตลอดเวลาซึ่งผันแปรตามปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิต ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุง สมการหรือแบบจำลองที่เหมาะสมต่อการเลือกถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผาในอนาคต

**2. <u>การวิเคราะห์พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยการสำรวจระยะไกล</u>**

2.1 ผลการแปลตีความด้วยโดยวิธีผสมผสานระหว่างการแปลตีความโดยมนุษย์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ (man-machine interactive system) ในขั้นตอนการแปลตีความด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

โดยวิธี Supervised Classification ต้องมีการกำหนดพื้นที่ตัวแทนให้ดี นอกเหนือจากการใช้ค่าการสะท้อนแสงเป็นปัจจัยในการกำหนดในการจำแนก เนื่องจากค่าการสะท้อนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินบางประเภทมีค่าของการสะท้อนแสงใกล้เคียงกันมากทำให้การแปลค่าการใช้ประโยชน์ที่ดินผิดเพี้ยนไป เช่นบริเวณพื้นที่บริเวณป่าทุ่งหญ้า ในช่วงของฤดูแล้งป่าจะมีการผลัดใบทำให้ค่าการสะท้อนแสงใกล้เคียงกัน การแก้ไขอาจจะใช้ข้อมูลภาพหลายช่วงเวลามาช่วยในการตัดสินใจ

2.2 การใช้ข้อมูลอ้างอิงในภาคสนามเพื่อเป็นพื้นที่ตัวแทน(training area) ทั้งหมดจำนวน 135 จุด อาจจะน้อยเกินไปเมื่อเทียบกับพื้นที่ทั้งหมด เนื่องจากพื้นที่สำรวจนั้นการเข้าถึงค่อนข้างที่จะมีอุปสรรค ถึงแม้ว่าต้องการใช้จุดสำรวจที่มีกว่านี้

**3. <u>การนำผลหรือแบบจำลองไปใช้ในการจัดการพื้นที่อาศัยของกวางผา</u>**

3.1 การศึกษาในครั้งนี้ใช้ปัจจัยทางด้านกายภาพที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษาในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมต่อการกระจายของกวางผา ที่มีแนวโน้มคาดว่าจะเป็นปัจจัยที่ทำให้กวางผาเลือกที่จะใช้ปัจจัยเหล่านั้นในพื้นที่ แต่มิได้นำเอาปัจจัยที่เกิดจากการคุกคามด้วยกิจกรรมต่างของมนุษย์ เช่น การเข้าเก็บหาของป่า การปล่อยสัตว์เลี้ยงเข้าหากินซ้อนทับแหล่งอาหารของกวางผา เช่น พบรอยเท้าของวัว และควายบริเวณที่ราบด้านหน้า และบริเวณสันเขาตอนบนของดอยม่อนจอง – ดอยหลวง เป็นต้น รวมถึงกิจกรรมการท่องเที่ยวบริเวณสันเขาตอนบนของดอยม่อนจอง ในช่วงระหว่างเดือนตุลาคม – กุมภาพันธ์ ของทุกปี ซึ่งน่าจะนำปัจจัยเหล่านี้มาพิจารณาในการศึกษาครั้งต่อไป

3.2 การวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผานั้น เพื่อให้ทราบถึงการกระจายและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกที่จะอาศัยของกวางผา รวมถึงแนวโน้มที่จะเปลี่ยนของประชากรกวางผาในอนาคต เพราะเป็นที่ทราบกันดีว่า อัตราการสูญเสียทรัพยากรสัตว์ป่านอกเหนือจากการล่าประชากรโดยตรง หรือการคุกคามโดยตรง ไม่ว่าจากธรรมชาติ หรือจากน้ำมือมนุษย์ อีกปัญหาหนึ่งที่เป็นสาเหตุหลักในการสูญเสียประชากรสัตว์ป่า คือการสูญเสียแหล่งที่เป็นปัจจัยต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ป่า ณ ปัจจุบันกวางผายังคงประสบปัญหานี้อยู่ เนื่องจากถิ่นที่อยู่ของกวางผาค่อนข้างที่จะเป็นลักษณะเฉพาะ ซึ่งปัจจัยต่อการดำรงชีวิตของกวางผาหลายปัจจัย ที่อยู่ในสมการหรือแบบจำลองจะกระจายอยู่ในพื้นที่แหล่งเดียวกันเป็นหย่อมๆ และพื้นที่เหล่านี้จะไม่ติดต่อกันเป็นผืนใหญ่ กระจายอยู่หลายจุดในพื้นที่ เป็นไปตามทฤษฎีเกาะ(Theory of Island) การอพยพข้ามถิ่นเป็นไปได้ค่อนข้าง

ยาก ดังนั้นเมื่อทราบพื้นที่การกระจายของกวางผา(Hot Spot) เปรียบเสมือนดาบสองคมเช่นกัน คือ เป็นการชี้ถึงแหล่งที่อยู่และง่ายต่อการล่า หรือเก็บหาประโยชน์ ดังนั้นควรมีการวางแผนการจัดการพื้นที่อย่างชัดเจนถึงแม้ว่าจะอยู่ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่มีกฎหมายคุ้มครอง เช่น การกำหนดพื้นที่แนวกันชน(Buffer Zone) เพื่อกันการเข้าถึงพื้นที่ของชาวบ้าน การจัดแผนการลาดตระเวนที่เข้มงวดมากขึ้น การกำหนดพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวที่ห่างจากถิ่นที่อาศัยของกวางผา การส่งเสริมประชาสัมพันธ์ในพื้นที่เพื่อการอนุรักษ์อย่างยั่งยืน เป็นต้น

3.3 จากการวิเคราะห์หาแบบจำลอง(Model) เพื่อสร้างแผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของกวางผาเพื่อคัดเลือกปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัย เพื่อเป็นตัวแทนในการหาพื้นที่เหมาะสมของกวางผาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อยจากการศึกษาครั้งนี้ หากต้องมีการนำไปศึกษาในพื้นที่อื่นอาจจะต้องมีการปรับปรุงข้อมูลของปัจจัยในบางส่วน เนื่องจากลักษณะพื้นที่ศึกษาของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อยค่อนข้างมีลักษณะเฉพาะ เช่น บริเวณพื้นที่ที่พบการกระจายของกวางผาจะมีทิศด้านลาดหันไปทางทิศตะวันตก ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ ซึ่งพื้นที่ศึกษาอื่นอาจไม่เป็นเช่นเดียวกัน และควรที่จะพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวกับเงื่อนไขทางด้านการคุกคามด้วยกิจกรรมต่างของมนุษย์ดังกล่าวในหัวข้อ 3.1 ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้มิได้นำเข้าสู่การพิจารณา เป็นต้น ซึ่งน่าจะนำมาพิจารณาในการศึกษาพื้นที่อื่นในครั้งต่อไป

**4. <u>แนวทางในการจัดการเพื่อการอนุรักษ์ประชากร และการแพร่กระจายของกวางผา</u>**

4.1 การศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบถึงพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการกระจายของกวางผาในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย ที่ครอบคลุมพื้นที่ ประมาณร้อยละ 9.58 ของพื้นที่ทั้งหมด กระจายอยู่บริเวณทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือติดกับแม่น้ำปิง และ บริเวณที่ตั้งอยู่บริเวณทางตะวันตกเฉียงใต้ของเขตรักษาพันธุ์บริเวณดอยม่อนจอง และดอยหลวง ใกล้กับตำบลแม่ตื่น ควรจัดให้มีการดูแลพื้นที่ดังกล่าวอย่างใกล้ชิด ถึงแม้ว่าจะตั้งอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่ให้ความคุ้มครองตามกฎหมายก็ตาม เช่น ควรจัดให้มีหน่วยลาดตระเวนเพิ่มเติมในพื้นที่ดังกล่าว หรือจัดตั้งหน่วยพิทักษ์ป่าในบริเวณพื้นที่เสี่ยงต่อการเข้าใช้ประโยชน์จากประชาชน เป็นต้น และบริเวณด้านนอกโดยรอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าควรที่จะมีการกำหนดพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นแนวกันชน(Buffer Zone) เพื่อผ่อนผันให้ชาวบ้านใช้ประโยชน์ได้ตามบริเวณรอบแนวเขตรักษ์สัตว์ป่า หรือกำหนดให้เป็นป่าชุมชน ลดการเข้าถึงพื้นที่ที่เป็นแหล่งการกระจายของกวางผา

4.2 การศึกษาครั้งนี้ทำให้เราทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้พื้นที่และการกระจายของกวางผา น่าจะมีความสำคัญต่องานเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์กวางผา และปล่อยสู่พื้นที่ที่เป็นแหล่งอาศัยตามธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าพื้นที่ที่ปล่อยคืนสู่ป่ามีปัจจัยที่เพียงพอต่อการดำรงชีพของสัตว์ชนิดนั้นเพียงใด และในกรณีที่มีการคืนกวางผาสู่ป่าธรรมชาติ ควรมีการศึกษาการเคลื่อนที่และการใช้พื้นที่อาศัย(home range) ของกวางผา เช่น การติดตั้งสัญญาณติดตามตัว(radio telemetry) เพื่อดูการกระจายได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

4.3 ส่วนแผน และโยบายระยะยาวนั้น ต้องให้ความสำคัญในเรื่องของการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ หรือสร้างความรู้ความเข้าใจ ให้ประชาชนที่อาศัยอยู่รอบพื้นที่และประชาชนทั่วไปได้ทราบในฐานะเป็นผู้มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นลักษณะเฉพาะที่เป็นแหล่งอาศัยของกวางผา และจะส่งผลกระทบต่อการดำรงชีพของชุมชนอย่างไร หากพื้นที่แหล่งต้นน้ำปิงถูกคุกคาม รวมถึงการสูญเสียแหล่งหากินของสัตว์ป่าสงวน 1 ใน 15 ชนิดที่กระจายอยู่ไม่กี่แห่งหรืออาจเรียกได้ว่าเป็นแหล่งสุดท้าย

# เอกสารและสิ่งอ้างอิง


กรมวิชาการเกษตร. 2001. Geographic Information System And Remote Sensing. แหล่งที่มา : **http://www.doa.go.th/gis/,** 21 เมษายน 2547

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2547. การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล. แหล่งที่มา : **http://www.depq.go.th/Remote-Sensing/index.html,** 21 เมษายน 2547

กองภูมิอากาศ. 2547. **สถิติภูมิอากาศภาคเหนือของประเทศไทยในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514 – 2543).** กรมอุตุนิยมวิทยา, กระทรวงคมนาคม, กรุงเทพฯ.

กองอนุรักษ์สัตว์ป่า. 2531. **สัตว์ป่าเมืองไทยก่อนที่จะเหลือความทรงจำ.** ธีระการพิมพ์. กรุงเทพฯ.

กันยา ทิสยากร, ถนอมศรี รังสิกรรภุม และ จตุพร พรประเสริฐชัย. 2536. การประมวลผลข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์, น. 159 – 182 *ใน* **การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม,** กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว และมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2548. **รายงานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว.** เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว, ชัยภูมิ.

คณะวนศาสตร์. 2535. **รายงานฉบับร่างแผนการจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ (พ.ศ.2536 – 2540).** คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โครงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2541. **คู่มือฝึกอบรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Arcview Version 3.0) สำหรับการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.** สำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย, กรุงเทพฯ.

จรัณธร บุญญานุภาพ. 2541. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุจินต์ นภีตะภัฏ และ วิเชียร คงทอง. 2536. **วิกฤตการณ์การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ป่าและแนวทางแก้ไขที่ยั่งยืน.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ. 2543. แนวโน้มและทิศทางการประยุกต์ใช้ GPS เพื่อการพัฒนาประเทศในอนาคต, หน้า 7. ใน **การประชุมวิชาการภูมิศาสตร์ ครั้งที่ 1.** สมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทวีโชค อังควานิช. 2542. **โครงการคืนช้างสู่ธรรมชาติในพระราชดำริของสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ.** กองทุนสัตว์ป่าโลก, สำนักงานประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ณัฐวุฒิ บุตรดี. 2545. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการสำรวจระยะไกลประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีระพงษ์ ชุมแสงศรี. 2545. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าขนาดใหญ่ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตะเบาะ-ห้วยใหญ่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีระ พันธุมวนิช และ พอล เฮสติ้งส์. 2535. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. **วารสารเทคโนโลยี** 10 (103): 49-54.

นริศ ภูมิภาคพันธ์. 2542. **สิ่งแวดล้อมของสัตว์ป่า (Environment of Wildlife).** เอกสารประกอบการเรียนเทคนิคการสำรวจสัตว์ป่า. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญส่ง เลขะกุล . 2535. **เที่ยวป่า.** ศักดิ์โสภาการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

บุญส่ง เลขะกุล และ จารุจินต์ นภีตะภัฏ. 2533. **สัตว์กีบ.** องค์การค้าของคุรุสภา, กรุงเทพฯ.

ประสพชัย นามลาพุทธา. 2536. การแปลตีความข้อมูลด้วยสายตา, น. 113 – 126. ***ใน* การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.** กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

เปรมใจ ตรีสรานุวัฒนา. 2531. **การวิเคราะห์การถดถอย.** ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์. 2540. **นิเวศวิทยาของกวางผา ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ และตาก.**วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วศิน อิงคพัฒนากุล. 2524. สัตว์ป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ของประเทศไทย, น. 166-179. ***ใน* การสัมมนาเรื่องสัตว์ป่าเมืองไทย ปีที่ 2.** คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันชัย อรุณประภารัตน์. 2541. **การกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถิต วัชรกิตติ, เลิศ จันทนุภาพ, ประสาน ประดิษฐพงษ์, สงคราม ธรรมมิญช, ชาญ บุญญสิริกูล และสุเทพเลาหเดช. 2521. **การประเมินการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงผลกระทบต่ออุทยานแห่งชาติเขาใหญ่.** คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า. 2542. **ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า.** สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้.

ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า. 2543. **ข้อมูลพื้นฐานเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าในประเทศไทย.** สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. หน้า 153-169.

ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า และ ศูนย์วิจัยป่าไม้. 2540ก. **โครงการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสำรวจตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร.** กรมป่าไม้.

_____. 2540ข. **โครงการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสำรวจตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง.** กรมป่าไม้.

_____. 2540ค. **โครงการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสำรวจตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอุ้มผาง.** กรมป่าไม้.

_____. 2542. **โครงการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสำรวจตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน.** กรมป่าไม้.

_____. 2540ก. **โครงการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสำรวจตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตะเบาะ-ห้วยใหญ่ จังหวัดชัยภูมิและเพชรบูรณ์.** กรมป่าไม้.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ. 2545 แผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ เก้า พ.ศ. 2545 – 2549, แหล่งที่มา **http://www.nesdb.go.th.,** 25 มกราคม 2547.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2540. **คำอธิบายเรื่องการสำรวจระยะไกล.** กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สุพรรณ กาญจนสุธรรม. 2536. หลักการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมด้านการเกษตร, น. 271 – 294. *ใน* **การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.** กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สุรชัย รัตนเสริมพงศ์. 2536. หลักการเบื้องต้นของเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล, น. 89 – 112. *ใน* **การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.** กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สุวิทย์ อ๋องสมหวัง, นฤมล นุชเปลี่ยน, อนุสร รังสิพานิช และอนุชิต รัตนสุวรรณ. 2544. **การประเมินพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกไฟไหม้ในปี พ.ศ. 2544 โดยการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.** สำนักวิชาการ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

อนุชยา ทรัพย์มี. 2529. **การใช้ประโยชน์โป่งธรรมชาติ และโป่งเทียมของสัตว์ป่า ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โอภาส ขอบเขตต์. 2518. **สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในเมืองไทย.** ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ, กรุงเทพฯ.

Anthony, R.G. and N.S. Smith. 1974. **Comparison of rumen and fecal analysis to describe deer diets.** J. Wild. Mange. 38(3) : 535-540. Bangkok.

Arunpraparut, W., T. Tasaka. 1995. Analysis of Deforestation Before and After Logging Ban in Eastern Thailand by Using GIS. **J. Jpn.** For. Eng. Assoc. 10(3):187-193.

Canada Centre for Remote Sensing. 2001. Fundamentals of Remote Sensing. แหล่งที่มา: **http://www.ccrs.nrcan.gc.ca.,** 25 มกราคม 2547.

Congalton, R. G. and K. Green. 1992. The ABCs of GIS: An introduction to geographic information system. **J. of For.** 90(11): 16-17.

Corbet, G.B. and J.E. Hill. 1992 **The Mammals of the Indomalayan Region:A Systematic Review.** Natural History Museum Publications Oxford University Press, London.

Croker, B.H. 1959. **A method of estimating the botanical composition oath diet of sheep.** N. Z. J. Agr. Res. 2 : 72-85.

Ellerman J.R. and T.C.S. Morrison-scott. 1966. **Class Mammalia. In Checklist of Palaearctic and Indian Mammals 1758-1946.** 2d ed., British Museum (National History), London.

Fox, J.L., S.P. Sinha and R.S. Chundawat. 1992. **Activity patterns and habitat use of Ibex in the Himalaya Mountains of India.** J. Mamm. 73 (3) : 527-534.

Geist, V. 1971. **Mountain Sheep.: A Study in Behavior and Evolution.** The University of Chicago Press, Chicago.

Kondo, H. 1972. **The Illustrated Encyclopedia of the Animal Kingdom IV.** Fratelli Fabbri Editori, Milan.

Lekagul, B. and J.A. McNeely. 1977. **Mammals of Thailand.** Kurusapha Ladprao, Bangkok.

Long, T. 1971. **Mountain animals.** *Cited by* B. Lekagul J.A. McNeely. 1977. Mammal of Thailand. Kurusapha Ladprao, Bangkok.

MacKinnon, J. and K. MacKinnon. 1974. **Animals of Asia.** Holt, Rinehart and Winston of Canada, Limited, Canada.

Millar, J.S. 1977. **Adaptive features of Mammalian reproduction.** Evolution. 31 : 370-386.

Nualchawee, K., L.D. Miller, C. Tom, J. Christenson and D. Williams. 1981. Spatial Inventory and Modeling of Shifting Cultivation and Forest Land Cover of Northern Thailand with Inouts from Map Airphotos, and Landsat. **Remote Sensing Center Technical Report No. 4177.** Texas A&M University, College Station

Prater, S.H. 1990. **The Book of Indian Animals.** Oxford University Press, Bombay.

Press, S.J. S. Wilson. 1978. Choosing between logistic regression and discriminant analysis. **J. of the Amer. Statist. Ass.** 73: 699-705.

Sanderson, T. 1967. **Living Mammals of the World.** Doubleday & Company, Inc., New York.

Vaughan, T.A. 1972. **Mammalogy.** W. B. Saunders Conpany, Philadelphia.

Walker, E.P. 1975. **Mammals of the World Volume II.** Hopkins University Press, London.

Walther F.R.,V. Geist, H. Soma and V. Zhiwotschenko. 1988. **Chamois and related species, pp.** 495-509. *In* B. Grzimek (ed.) Grzimek's Encyclopedia (Mammals). Vol. 5. McGraw-Hill Publishing Company, New York.

# ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ตำแหน่งที่ได้จากการสำรวจร่องรอยกวางผาในพื้นที่ศึกษา

| ลำดับที่ | พิกัด X | พิกัด Y | ชั้นความสูง | ร่องรอย |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 449218 | 1932281 | 1849.000 | ขี้กวางผา |
| 2 | 451232 | 1928904 | 1795.000 | ขี้กวางผา |
| 3 | 448454 | 1928925 | 1662.000 | ขี้กวางผา |
| 4 | 448451 | 1928930 | 1696.000 | ขี้กวางผา |
| 5 | 448444 | 1928932 | 1699.000 | ขี้กวางผา |
| 6 | 448441 | 1928940 | 1699.000 | ขี้กวางผา |
| 7 | 448422 | 1928943 | 1701.000 | ขี้กวางผา |
| 8 | 448390 | 1928934 | 1696.000 | ขี้กวางผา |
| 9 | 448364 | 1928959 | 1704.000 | ขี้กวางผา |
| 10 | 448360 | 1928927 | 1709.000 | ขี้กวางผา |
| 11 | 448340 | 1928943 | 1712.000 | ขี้กวางผา |
| 12 | 448277 | 1928935 | 1710.000 | ขี้กวางผา |
| 13 | 448538 | 1928969 | 1680.000 | ด่านกวางผา |
| 14 | 448224 | 1928895 | 1707.000 | ด่านกวางผา |
| 15 | 449244 | 1931721 | 1784.000 | ที่นอนกวางผา |
| 16 | 450131 | 1929957 | 1864.000 | ที่นอนกวางผา |
| 17 | 448333 | 1928945 | 1714.000 | ที่นอนกวางผา |
| 18 | 448290 | 1928935 | 1714.000 | ที่นอนกวางผา |
| 19 | 450005 | 1930223 | 1873.000 | พบกวางผา |
| 20 | 451285 | 1928850 | 1752.000 | พบกวางผา |
| 21 | 449318 | 1932648 | 1731.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 22 | 449443 | 1931933 | 1864.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 23 | 449208 | 1932272 | 1850.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 24 | 449239 | 1932108 | 1850.000 | รอยเท้ากวางผา |

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

| ลำดับที่ | พิกัด X | พิกัด Y | ชั้นความสูง | ร่องรอย |
|---|---|---|---|---|
| 25 | 450149 | 1929943 | 1871.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 26 | 450150 | 1929931 | 1875.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 27 | 450182 | 1929724 | 1900.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 28 | 450198 | 1929689 | 1902.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 29 | 450230 | 1929633 | 1929.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 30 | 450230 | 1929624 | 1931.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 31 | 450224 | 1929624 | 1935.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 32 | 450346 | 1929387 | 1889.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 33 | 450639 | 1929127 | 1831.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 34 | 450901 | 1929019 | 1782.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 35 | 449122 | 1931682 | 1708.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 36 | 449077 | 1931706 | 1688.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 37 | 449973 | 1930308 | 1879.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 37 | 449626 | 1931047 | 1887.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 39 | 449727 | 1930822 | 1897.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 40 | 449775 | 1930735 | 1898.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 41 | 449856 | 1930515 | 1890.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 42 | 449986 | 1930275 | 1883.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 43 | 450005 | 1930222 | 1877.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 44 | 449701 | 1930858 | 1901.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 45 | 449854 | 1930600 | 1886.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 46 | 449928 | 1930399 | 1872.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 47 | 449973 | 1930308 | 1879.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 48 | 450048 | 1930180 | 1882.000 | รอยเท้ากวางผา |

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

| ลำดับที่ | พิกัด X | พิกัด Y | ชั้นความสูง | ร่องรอย |
|---|---|---|---|---|
| 49 | 450076 | 1930115 | 1871.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 50 | 450075 | 1930097 | 1869.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 51 | 450125 | 1929920 | 1876.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 52 | 450198 | 1929703 | 1900.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 53 | 450223 | 1929655 | 1916.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 54 | 450231 | 1929639 | 1927.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 55 | 448574 | 1928983 | 1682.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 56 | 448567 | 1928983 | 1681.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 57 | 448522 | 1928950 | 1677.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 58 | 448477 | 1928928 | 1681.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 59 | 448393 | 1928936 | 1698.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 60 | 448320 | 1928948 | 1715.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 61 | 448187 | 1928885 | 1705.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 62 | 450258 | 1929495 | 1931.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 63 | 451184 | 1928912 | 1797.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 64 | 451051 | 1928997 | 1827.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 65 | 451035 | 1928987 | 1828.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 66 | 450525 | 1929249 | 1852.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 67 | 450280 | 1929482 | 1926.000 | รอยเท้ากวางผา |
| 68 | 449417 | 1931504 | 1870.000 | รอยเท้ากวางผา |

ตารางผนวกที่ 2 Coverage ที่ใช้ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางผาโดยใช้วิธี Multiple Regression Analysis

| ตัวแปร | Scale | Score | รายละเอียด |
|---|---|---|---|
| แหล่งอาหาร | Ordinal | 1 | ป่าทุ่งหญ้า ,ป่าดิบเขา |
| (forest type) | | 2 | ป่าเต็งรัง ,ป่าเบญจพรรณ |
| | | 3 | ไร่ร้าง ,ป่าฟื้นฟู |
| | | 4 | พื้นที่เกษตรกรรม ,แหล่งน้ำ |
| แหล่งน้ำ | numeric | numeric | Distance in meter |
| (stream) | | | |
| ทิศด้านลาด | Ordinal | 1 | ทิศเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ |
| (aspect) | | 2 | ทิศตะวันออก และทิศตะวันออกเฉียงใต้ |
| | | 3 | ทิศใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ |
| | | 4 | ทิศตะวันตก และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ |
| ชนิดหิน | Ordinal | 1 | Cgr |
| (rock) | | 2 | R_gr@P+Rgr |
| | | 3 | Qa |
| | | 4 | PE |
| | | 5 | O |
| | | 6 | SD |
| | | 7 | Qt |
| ระดับชั้นความสูง | numeric | numeric | Elevation by meter |
| (altitude)* | | | |
| ชนิดดิน | Ordinal | 1 | กลุ่มชุดดินที่ 30C |
| (Soil) | | 2 | กลุ่มชุดดินที่ 30D |
| | | 3 | กลุ่มชุดดินที่ 35B |
| | | 4 | กลุ่มชุดดินที่ 35C |

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

| ตัวแปร | Scale | Score | รายละเอียด |
|---|---|---|---|
| ชนิดดิน | Ordinal | 5 | กลุ่มชุดดินที่ 46D/RL |
| (soil) | | 6 | กลุ่มชุดดินที่ 48C |
| | | 7 | กลุ่มชุดดินที่ 48D |
| | | 8 | กลุ่มชุดดินที่ 48E |
| | | 9 | กลุ่มชุดดินที่ 59B (59) |
| | | 10 | กลุ่มชุดดินที่ 59C (59) |
| | | 11 | กลุ่มชุดดินที่ 62 |
| | | 12 | กลุ่มชุดดินที่ RL |
| | | 13 | กลุ่มชุดดินที่ RL/46C |
| | | 14 | กลุ่มชุดดินที่ RL/46D |
| ปริมาณน้ำฝน | numeric | numeric | Precipitation by inch |
| (precipitation) | | | |
| ความลาดชัน | numeric | numeric | Precipitation by percentage |
| (slope) | | | |
| ความห่างจากหมู่บ้าน | numeric | numeric | Distance in meter |
| (village) | | | |
| ความห่างจากถนน | numeric | numeric | Distance in meter |
| (road) | | | |
| ความห่างจากที่ตั้งหน่วยฯ | numeric | numeric | Distance in meter |
| (forest protecting unit) | | | |

ตารางผนวกที่ 3 ระดับของการจำแนกสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในการแปลความหมายจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat - 7TM

| ระดับที่ 1 | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | รหัส |
|---|---|---|---|
| F - พื้นที่ป่า | F1 - ป่าไม่ผลัดใบ | F1.1 - ป่าดิบแล้ง | 112 |
| | | F1.2 - ป่าดิบเขา | 113 |
| | F2 - ป่าผลัดใบ | F2.1 - ป่าเบญจพรรณ | 121 |
| | | F2.2 - ป่าเต็งรัง | 122 |
| | | F2.3 - ป่าไผ่ | 123 |
| | F3 - สวนป่า | | 130 |
| | F4 - ป่าธรรมชาติถูกบุกรุก/แผ้วถาง | | 140 |
| | F5 - ป่าที่กำลังฟื้นตัวโดยธรรมชาติ | | 150 |
| A - พื้นที่เกษตรกรรม | A1 - นาข้าว | | 210 |
| | A2 - พืชไร่ | | 220 |
| | A3 - ไม้ยืนต้น | | 230 |
| | A4 - ไม้ผล | | 240 |
| | A5 - พืชสวน | | 250 |
| | A6 - ยางพารา | | 260 |
| U - ที่อยู่อาศัย | U1 - ตัวเมือง | | 310 |
| | U2 - หมู่บ้าน | | 320 |
| | U3 - สถานที่ราชการ | U3.1 ที่ทำการเขต | 331 |
| | | U3.2 ที่ตั้งหน่วยฯ | 332 |
| | | U3.3 สถานีพัฒนาฯ | 333 |
| | | U3.4 งานอื่นของกรมอุทยานฯ | 334 |
| C - ไร่ร้าง | C1 - ไร่ร้าง | | 610 |
| P - ทุ่งหญ้า | | | 400 |

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

| ระดับที่ 1 | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | รหัส |
|---|---|---|---|
| W - แหล่งน้ำ | | | 500 |
| O - อื่นๆ | | | 700 |

ตารางผนวกที่ 4 ที่ตั้งหน่วยราชการในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย

| ลำดับที่ | พิกัด X | พิกัด Y | ID | ชื่อ | Reference |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 466456 | 1930939 | 2 | หน่วยพิทักษ์ป่าแก่งสร้อย | Garmim |
| 2 | 447030 | 1925387 | 2 | หน่วยพิทักษ์ป่าม่อนจอง | Garmim |
| 3 | 445197 | 1939643 | 2 | หน่วยพิทักษ์ป่าน้ำดั้น | Garmim |
| 4 | 442110 | 1931909 | 1 | ที่ทำการเขตฯอมก๋อย | Garmim |
| 5 | 446773 | 1920150 | 2 | หน่วยพิทักษ์ป่าหนองแดง | Garmim |
| 6 | 464081 | 1973853 | 2 | หน่วยพิทักษ์ป่าดอยเต่า | Garmim |
| 7 | 465926 | 1950650 | 2 | หน่วยพิทักษ์ป่าอุ้มปาด | Garmim |
| 8 | 450094 | 1943785 | 2 | หน่วยพิทักษ์ป่ามูเซอร์ | Garmim |
| 9 | 451199 | 1939205 | 2 | หน่วยพิทักษ์ป่าอุ้มหลวง | Garmim |
| 10 | 445379 | 1971658 | 2 | หน่วยพิทักษ์ป่ายางแก้ว | Garmim |

ตารางผนวกที่ 5 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลการสำรวจภาคสนาม กับการแปลตีความด้วยวิธี man-machine interactive system

| จุดที่ | พิกัด_X | พิกัด_Y | ข้อมูลอ้างอิง | BND1 | BND2 | BND3 | BND4 | BND5 | BND7 | NDVI | การแปลตีความ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11301 | 450541 | 1939873 | ดิบเขา | 54 | 39 | 31 | 70 | 51 | 24 | 0.368 | ดิบเขา |
| 11302 | 450946 | 1937715 | ดิบเขา | 52 | 40 | 29 | 63 | 48 | 27 | 0.370 | ดิบเขา |
| 11303 | 452780 | 1939333 | ดิบเขา | 59 | 43 | 39 | 71 | 69 | 39 | 0.291 | ดิบเขา |
| 11304 | 454587 | 1936636 | ดิบเขา | 58 | 38 | 33 | 54 | 53 | 29 | 0.241 | ดิบเขา |
| 11305 | 447844 | 1932293 | ดิบเขา | 55 | 40 | 31 | 77 | 58 | 28 | 0.426 | ดิบเขา |
| 11306 | 453346 | 1929191 | ดิบเขา | 54 | 42 | 29 | 74 | 69 | 31 | 0.437 | ดิบเขา |
| 11307 | 449867 | 1923176 | แหล่งน้ำ | 55 | 35 | 26 | 46 | 29 | 17 | 0.278 | ดิบเขา |
| 11308 | 450892 | 1920236 | ดิบเขา | 55 | 40 | 30 | 79 | 66 | 29 | 0.450 | ดิบเขา |
| 11309 | 452537 | 1923203 | เต็งรัง | 57 | 44 | 36 | 63 | 116 | 86 | 0.273 | ดิบเขา |
| 11310 | 451701 | 1944432 | ดิบเขา | 56 | 43 | 33 | 71 | 61 | 25 | 0.365 | ดิบเขา |
| 11311 | 451080 | 1947075 | ดิบเขา | 62 | 51 | 47 | 82 | 87 | 29 | 0.271 | ดิบเขา |
| 12101 | 445632 | 1971891 | ไร่ร้างโล่ง | 66 | 56 | 59 | 61 | 103 | 64 | 0.041 | เบญจพรรณ |
| 12102 | 446845 | 1970057 | เบญจพรรณ | 61 | 47 | 41 | 60 | 59 | 31 | 0.188 | เบญจพรรณ |
| 12103 | 447790 | 1966901 | เบญจพรรณ | 65 | 50 | 53 | 62 | 80 | 44 | 0.078 | เบญจพรรณ |
| 12104 | 451053 | 1967198 | ไร่ร้างโล่ง | 68 | 56 | 60 | 63 | 106 | 64 | 0.079 | เบญจพรรณ |
| 12105 | 451917 | 1972566 | เบญจพรรณ | 60 | 46 | 34 | 56 | 57 | 30 | 0.244 | เบญจพรรณ |
| 12106 | 453077 | 1970138 | เบญจพรรณ | 64 | 50 | 45 | 64 | 81 | 47 | 0.174 | เบญจพรรณ |
| 12107 | 457042 | 1970893 | เบญจพรรณ | 60 | 48 | 43 | 58 | 62 | 33 | 0.149 | เบญจพรรณ |
| 12108 | 455720 | 1966874 | ไร่ร้างโล่ง | 60 | 50 | 40 | 82 | 99 | 50 | 0.344 | เบญจพรรณ |
| 12109 | 461223 | 1962747 | เบญจพรรณ | 57 | 43 | 35 | 73 | 69 | 31 | 0.352 | เบญจพรรณ |
| 12110 | 451863 | 1958674 | ไร่ร้างโล่ง | 68 | 55 | 61 | 64 | 96 | 59 | 0.024 | เบญจพรรณ |
| 12111 | 452186 | 1956003 | เบญจพรรณ | 60 | 47 | 43 | 51 | 70 | 38 | 0.085 | เบญจพรรณ |
| 12112 | 461573 | 1959213 | เบญจพรรณ | 61 | 48 | 41 | 66 | 78 | 39 | 0.234 | เบญจพรรณ |
| 12113 | 464864 | 1957002 | เบญจพรรณ | 67 | 56 | 59 | 61 | 87 | 50 | 0.017 | เบญจพรรณ |
| 12114 | 458040 | 1949692 | เบญจพรรณ | 65 | 52 | 46 | 68 | 83 | 40 | 0.193 | เบญจพรรณ |
| 12115 | 462544 | 1948720 | ไร่ร้างโล่ง | 70 | 54 | 56 | 57 | 89 | 52 | 0.009 | เบญจพรรณ |
| 12116 | 453346 | 1944108 | เบญจพรรณ | 59 | 47 | 33 | 60 | 62 | 30 | 0.290 | เบญจพรรณ |
| 12117 | 459415 | 1942408 | ไร่ร้างโล่ง | 64 | 56 | 50 | 73 | 98 | 48 | 0.187 | เบญจพรรณ |
| 12118 | 457608 | 1938039 | เบญจพรรณ | 61 | 42 | 33 | 45 | 52 | 29 | 0.154 | เบญจพรรณ |
| 12119 | 462518 | 1933804 | เบญจพรรณ | 60 | 47 | 37 | 61 | 60 | 30 | 0.245 | เบญจพรรณ |
| 12120 | 458229 | 1928787 | เบญจพรรณ | 60 | 47 | 41 | 71 | 70 | 34 | 0.268 | เบญจพรรณ |

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| จุดที่ | พิกัด_X | พิกัด_Y | ข้อมูลอ้างอิง | BND1 | BND2 | BND3 | BND4 | BND5 | BND7 | NDVI | การแปลตีความ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12121 | 446196 | 1930454 | เบญจพรรณ | 57 | 41 | 33 | 44 | 66 | 34 | 0.143 | เบญจพรรณ |
| 12122 | 447232 | 1926520 | เบญจพรรณ | 58 | 47 | 33 | 47 | 50 | 24 | 0.175 | เบญจพรรณ |
| 12123 | 448129 | 1923621 | ไร่ร้างโล่ง | 62 | 48 | 46 | 72 | 91 | 50 | 0.220 | เบญจพรรณ |
| 12124 | 451235 | 1915545 | เบญจพรรณ | 61 | 45 | 43 | 52 | 71 | 39 | 0.095 | เบญจพรรณ |
| 12125 | 455583 | 1920308 | เบญจพรรณ | 60 | 44 | 34 | 50 | 58 | 30 | 0.190 | เบญจพรรณ |
| 12126 | 457516 | 1924104 | เบญจพรรณ | 63 | 46 | 43 | 59 | 77 | 44 | 0.157 | เบญจพรรณ |
| 12127 | 459587 | 1935217 | ไร่ร้างโล่ง | 64 | 48 | 43 | 64 | 102 | 53 | 0.196 | เบญจพรรณ |
| 12201 | 455261 | 1946320 | เบญจพรรณ | 62 | 47 | 43 | 50 | 62 | 34 | 0.118 | เต็งรัง |
| 12202 | 456421 | 1944755 | เบญจพรรณ | 64 | 53 | 52 | 62 | 72 | 36 | 0.088 | เต็งรัง |
| 12203 | 466483 | 1947668 | ไร่ร้างโล่ง | 66 | 56 | 51 | 62 | 90 | 48 | 0.062 | เต็งรัง |
| 12204 | 465943 | 1945726 | เต็งรัง | 74 | 63 | 68 | 70 | 111 | 61 | 0.014 | เต็งรัง |
| 12205 | 467454 | 1942624 | เบญจพรรณ | 67 | 49 | 44 | 52 | 69 | 37 | 0.083 | เต็งรัง |
| 12206 | 454614 | 1949907 | เต็งรัง | 72 | 58 | 70 | 61 | 120 | 76 | -0.069 | เต็งรัง |
| 12207 | 461169 | 1946832 | เบญจพรรณ | 65 | 46 | 44 | 37 | 55 | 36 | -0.086 | เต็งรัง |
| 12208 | 461762 | 1939064 | เต็งรัง | 66 | 59 | 56 | 55 | 100 | 57 | -0.009 | เต็งรัง |
| 12209 | 450541 | 1955626 | เต็งรัง | 73 | 58 | 63 | 66 | 118 | 76 | 0.023 | เต็งรัง |
| 12210 | 454695 | 1953090 | เต็งรัง | 77 | 67 | 88 | 72 | 148 | 92 | -0.100 | เต็งรัง |
| 12211 | 456340 | 1957325 | เต็งรัง | 79 | 64 | 82 | 62 | 139 | 93 | -0.139 | เต็งรัง |
| 12212 | 459469 | 1954951 | เต็งรัง | 80 | 65 | 73 | 50 | 117 | 88 | -0.187 | เต็งรัง |
| 12213 | 463381 | 1951984 | เต็งรัง | 74 | 65 | 82 | 73 | 131 | 88 | -0.087 | เต็งรัง |
| 12214 | 449813 | 1960319 | เต็งรัง | 67 | 63 | 70 | 72 | 111 | 68 | 0.069 | เต็งรัง |
| 12215 | 450271 | 1965310 | เต็งรัง | 73 | 64 | 79 | 77 | 134 | 84 | -0.013 | เต็งรัง |
| 12216 | 447492 | 1974149 | ไร่ร้างโล่ง | 64 | 50 | 48 | 59 | 79 | 47 | 0.124 | เต็งรัง |
| 12217 | 448871 | 1971180 | ทุ่งหญ้า | 63 | 52 | 52 | 58 | 91 | 52 | 0.055 | เต็งรัง |
| 12218 | 457423 | 1961462 | เต็งรัง | 73 | 60 | 66 | 46 | 119 | 89 | -0.179 | เต็งรัง |
| 12219 | 457282 | 1958104 | เต็งรัง | 79 | 68 | 86 | 67 | 159 | 106 | -0.124 | เต็งรัง |
| 12220 | 443004 | 1933083 | เต็งรัง | 72 | 61 | 83 | 69 | 141 | 87 | -0.092 | เต็งรัง |
| 12221 | 444064 | 1929761 | ไร่ร้างโล่ง | 66 | 54 | 56 | 73 | 97 | 53 | 0.132 | เต็งรัง |
| 12222 | 445549 | 1926439 | เต็งรัง | 77 | 67 | 78 | 64 | 152 | 98 | -0.099 | เต็งรัง |
| 12223 | 447987 | 1917392 | ไร่ร้างโล่ง | 69 | 54 | 60 | 58 | 100 | 58 | -0.017 | เต็งรัง |
| 12224 | 448588 | 1913858 | เต็งรัง | 75 | 64 | 80 | 70 | 151 | 99 | -0.067 | เต็งรัง |
| 12225 | 460780 | 1930751 | ทุ่งหญ้า | 72 | 61 | 72 | 70 | 118 | 66 | -0.014 | เต็งรัง |

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| จุดที่ | พิกัด_X | พิกัด_Y | ข้อมูลอ้างอิง | BND1 | BND2 | BND3 | BND4 | BND5 | BND7 | NDVI | การแปลตีความ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12226 | 462795 | 1929337 | เด็งรัง | 76 | 66 | 81 | 66 | 118 | 73 | -0.102 | เด็งรัง |
| 12227 | 458519 | 1926227 | ดิบเขา | 76 | 52 | 52 | 38 | 77 | 57 | -0.156 | เด็งรัง |
| 12228 | 457529 | 1921668 | ทุ่งหญ้า | 68 | 54 | 56 | 62 | 114 | 65 | 0.051 | เด็งรัง |
| 12229 | 466364 | 1926157 | เด็งรัง | 75 | 63 | 78 | 58 | 128 | 87 | -0.147 | เด็งรัง |
| 12230 | 466400 | 1931811 | เด็งรัง | 79 | 65 | 82 | 59 | 135 | 93 | -0.163 | เด็งรัง |
| 14001 | 449553 | 1933006 | ทุ่งหญ้า | 61 | 53 | 48 | 82 | 102 | 58 | 0.262 | ป่าฟื้นตัว |
| 14002 | 449472 | 1932705 | ป่าฟื้นตัว | 62 | 51 | 49 | 74 | 95 | 51 | 0.203 | ป่าฟื้นตัว |
| 14003 | 452088 | 1930784 | ป่าฟื้นตัว | 59 | 46 | 37 | 94 | 70 | 31 | 0.435 | ป่าฟื้นตัว |
| 14004 | 452423 | 1930286 | ป่าฟื้นตัว | 60 | 47 | 41 | 80 | 89 | 46 | 0.219 | ป่าฟื้นตัว |
| 14005 | 452690 | 1931062 | ป่าฟื้นตัว | 59 | 49 | 38 | 89 | 70 | 30 | 0.402 | ป่าฟื้นตัว |
| 14006 | 450926 | 1924617 | ป่าฟื้นตัว | 59 | 49 | 42 | 91 | 83 | 42 | 0.368 | ป่าฟื้นตัว |
| 14007 | 450994 | 1923930 | ป่าฟื้นตัว | 56 | 47 | 38 | 88 | 84 | 40 | 0.397 | ป่าฟื้นตัว |
| 14008 | 450611 | 1923637 | ป่าฟื้นตัว | 55 | 46 | 35 | 75 | 68 | 34 | 0.364 | ป่าฟื้นตัว |
| 14009 | 451061 | 1922883 | ป่าฟื้นตัว | 57 | 46 | 36 | 89 | 84 | 41 | 0.424 | ป่าฟื้นตัว |
| 14010 | 451309 | 1921758 | ป่าฟื้นตัว | 56 | 46 | 37 | 78 | 84 | 36 | 0.357 | ป่าฟื้นตัว |
| 14011 | 452164 | 1920666 | ป่าฟื้นตัว | 57 | 48 | 37 | 81 | 85 | 41 | 0.373 | ป่าฟื้นตัว |
| 14012 | 452558 | 1920418 | ป่าฟื้นตัว | 58 | 47 | 37 | 79 | 79 | 40 | 0.362 | ป่าฟื้นตัว |
| 14013 | 451759 | 1919788 | ป่าฟื้นตัว | 55 | 43 | 40 | 63 | 89 | 48 | 0.223 | ป่าฟื้นตัว |
| 14014 | 452412 | 1919743 | ป่าฟื้นตัว | 60 | 48 | 43 | 85 | 89 | 46 | 0.328 | ป่าฟื้นตัว |
| 14015 | 451264 | 1918921 | เบญจพรรณ | 58 | 45 | 31 | 100 | 72 | 28 | 0.527 | ป่าฟื้นตัว |
| 14016 | 451793 | 1919326 | ไร่ร้างโล่ง | 61 | 50 | 46 | 79 | 109 | 67 | 0.264 | ป่าฟื้นตัว |
| 20001 | 447269 | 1965234 | เกษตรกรรม | 70 | 59 | 64 | 63 | 113 | 77 | -0.089 | เกษตรกรรม |
| 20002 | 450264 | 1943745 | เกษตรกรรม | 65 | 54 | 61 | 64 | 123 | 78 | 0.024 | เกษตรกรรม |
| 20003 | 450264 | 1942728 | ไร่ร้างโล่ง | 59 | 55 | 47 | 86 | 94 | 50 | 0.293 | เกษตรกรรม |
| 20004 | 445263 | 1936490 | เกษตรกรรม | 65 | 61 | 62 | 76 | 117 | 64 | 0.101 | เกษตรกรรม |
| 20005 | 445236 | 1935474 | เกษตรกรรม | 68 | 51 | 55 | 46 | 109 | 73 | -0.089 | เกษตรกรรม |
| 20006 | 442955 | 1931654 | เกษตรกรรม | 73 | 62 | 77 | 70 | 126 | 76 | -0.048 | เกษตรกรรม |
| 20007 | 443505 | 1927037 | เกษตรกรรม | 73 | 62 | 68 | 61 | 137 | 93 | -0.054 | เกษตรกรรม |
| 20008 | 447077 | 1921404 | เกษตรกรรม | 75 | 64 | 74 | 71 | 123 | 75 | -0.021 | เกษตรกรรม |
| 20009 | 446912 | 1920250 | เด็งรัง | 96 | 88 | 106 | 76 | 186 | 143 | -0.165 | เกษตรกรรม |
| 20010 | 449574 | 1963256 | เกษตรกรรม | 69 | 57 | 61 | 64 | 106 | 62 | 0.024 | เกษตรกรรม |
| 41001 | 460700 | 1977377 | เด็งรัง | 78 | 62 | 70 | 51 | 121 | 71 | -0.157 | ทุ่งหญ้า |
| 41002 | 460314 | 1976449 | เบญจพรรณ | 70 | 50 | 50 | 32 | 36 | 24 | -0.220 | ทุ่งหญ้า |

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| จุดที่ | พิกัด_X | พิกัด_Y | ข้อมูลอ้างอิง | BND1 | BND2 | BND3 | BND4 | BND5 | BND7 | NDVI | การแปลตีความ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 41003 | 461186 | 1975841 | แหล่งน้ำ | 66 | 45 | 36 | 11 | 17 | 12 | -0.440 | ทุ่งหญ้า |
| 41003 | 463011 | 1964255 | ทุ่งหญ้า | 64 | 53 | 44 | 79 | 79 | 38 | 0.285 | ทุ่งหญ้า |
| 41004 | 462769 | 1963789 | เต็งรัง | 83 | 72 | 83 | 65 | 167 | 121 | -0.139 | ทุ่งหญ้า |
| 41005 | 456691 | 1932023 | เต็งรัง | 72 | 63 | 73 | 62 | 144 | 97 | 0.061 | ทุ่งหญ้า |
| 41006 | 451809 | 1936097 | ทุ่งหญ้า | 57 | 45 | 37 | 63 | 79 | 44 | 0.260 | ทุ่งหญ้า |
| 41007 | 449219 | 1930675 | ทุ่งหญ้า | 54 | 42 | 33 | 63 | 61 | 33 | 0.313 | ทุ่งหญ้า |
| 41008 | 450514 | 1934964 | ทุ่งหญ้า | 57 | 51 | 44 | 94 | 87 | 40 | 0.362 | ทุ่งหญ้า |
| 41009 | 450055 | 1929299 | ทุ่งหญ้า | 57 | 42 | 39 | 53 | 83 | 50 | 0.510 | ทุ่งหญ้า |
| 41010 | 451350 | 1928409 | ทุ่งหญ้า | 59 | 46 | 44 | 71 | 83 | 39 | 0.235 | ทุ่งหญ้า |
| 50001 | 463476 | 1945314 | แหล่งน้ำ | 62 | 41 | 28 | 13 | 11 | 10 | -0.366 | แหล่งน้ำ |
| 50002 | 464053 | 1944974 | แหล่งน้ำ | 62 | 39 | 27 | 13 | 12 | 8 | -0.350 | แหล่งน้ำ |
| 50003 | 465512 | 1944776 | แหล่งน้ำ | 64 | 42 | 30 | 14 | 12 | 10 | -0.364 | แหล่งน้ำ |
| 50004 | 466282 | 1944126 | แหล่งน้ำ | 63 | 41 | 34 | 14 | 11 | 11 | -0.369 | แหล่งน้ำ |
| 50005 | 467221 | 1944182 | แหล่งน้ำ | 64 | 40 | 31 | 12 | 11 | 8 | -0.442 | แหล่งน้ำ |
| 50006 | 465201 | 1949901 | แหล่งน้ำ | 63 | 40 | 29 | 15 | 13 | 11 | -0.101 | แหล่งน้ำ |
| 50007 | 465953 | 1950201 | แหล่งน้ำ | 64 | 41 | 30 | 13 | 10 | 9 | 0.018 | แหล่งน้ำ |
| 50008 | 467849 | 1953545 | ดิบเขา | 63 | 42 | 33 | 15 | 16 | 77 | -0.447 | แหล่งน้ำ |
| 50009 | 470346 | 1958484 | ดิบเขา | 63 | 46 | 35 | 45 | 55 | 32 | 0.125 | แหล่งน้ำ |
| 50010 | 470092 | 1959346 | แหล่งน้ำ | 61 | 42 | 32 | 26 | 20 | 13 | -0.023 | แหล่งน้ำ |
| 61001 | 462763 | 1970029 | เต็งรัง | 75 | 661 | 64 | 69 | 131 | 80 | 0.038 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61002 | 462004 | 1969857 | ไร่ร้างโล่ง | 70 | 56 | 58 | 67 | 104 | 59 | 0.072 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61003 | 461376 | 1969531 | ไร่ร้างโล่ง | 66 | 51 | 52 | 59 | 114 | 71 | 0.063 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61004 | 460919 | 1969981 | ไร่ร้างโล่ง | 41 | 59 | 61 | 72 | 107 | 64 | 0.075 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61005 | 461038 | 1969133 | ไร่ร้างโล่ง | 68 | 55 | 64 | 61 | 103 | 63 | -0.024 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61006 | 461880 | 1969388 | ไร่ร้างโล่ง | 70 | 53 | 58 | 65 | 94 | 54 | 0.057 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61007 | 459538 | 1967983 | ไร่ร้างโล่ง | 66 | 55 | 46 | 68 | 86 | 45 | 0.186 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61008 | 459099 | 1967752 | เบญจพรรณ | 60 | 46 | 40 | 82 | 76 | 38 | 0.344 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61009 | 458981 | 1967224 | ไร่ร้างโล่ง | 63 | 50 | 49 | 54 | 73 | 41 | 0.049 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61010 | 461174 | 1968054 | ไร่ร้างโล่ง | 71 | 59 | 58 | 71 | 104 | 66 | 0.101 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61011 | 456162 | 1974187 | ไร่ร้างโล่ง | 70 | 58 | 64 | 62 | 97 | 63 | -0.016 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61012 | 457552 | 1973492 | ไร่ร้างโล่ง | 68 | 55 | 57 | 56 | 104 | 62 | 0.066 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61013 | 456813 | 1965430 | ไร่ร้างโล่ง | 70 | 56 | 59 | 59 | 115 | 69 | -0.078 | ไร่ร้างโล่ง |

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| จุดที่ | พิกัด_X | พิกัด_Y | ข้อมูลอ้างอิง | BND1 | BND2 | BND3 | BND4 | BND5 | BND7 | NDVI | การแปลตีความ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61014 | 461142 | 1966327 | ไร่ร้างโล่ง | 62 | 51 | 45 | 73 | 91 | 44 | 0.237 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61015 | 458362 | 1963287 | ไร่ร้างโล่ง | 72 | 63 | 73 | 57 | 99 | 64 | -0.123 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61016 | 454078 | 1945005 | เต็งรัง | 86 | 75 | 59 | 68 | 178 | 127 | -0.123 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61017 | 452123 | 1927171 | ไร่ร้างโล่ง | 57 | 46 | 39 | 69 | 79 | 41 | 0.278 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61018 | 452442 | 1926187 | เบญจพรรณ | 58 | 45 | 35 | 67 | 69 | 37 | 0.314 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61019 | 456046 | 1926245 | ไร่ร้างโล่ง | 72 | 61 | 76 | 66 | 119 | 69 | 0.070 | ไร่ร้างโล่ง |
| 61020 | 456915 | 1926013 | เต็งรัง | 74 | 60 | 72 | 69 | 129 | 77 | 0.040 | ไร่ร้างโล่ง |

ตารางผนวกที่ 6 ผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนด ขั้นตอนที่ 1

(Goral (Stat_Mod1(real2)_out) : P to enter: 0.05, P to remove: 0.05 )

| STEP 1 | Degr. of | F to | P to | F to | P to | Effect | Beta | Std.Err. | B | Std.Err. | t(193) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| intercept | | | | | 0.327971 | | | | 0.013181 | 0.013441 | 0.98064 |
| forest type | 1 | | | 134.024 | 0.000000 | Out | | | | | |
| stream | 1 | | | 64.476 | 0.000000 | Out | | | | | |
| altitude | 1 | | | 647.604 | 0.000000 | Out | | | | | |
| slope | 1 | | | 22.999 | 0.000003 | Out | | | | | |
| aspect | 1 | | | 41.982 | 0.000000 | Out | | | | | |
| village | 1 | | | 3.312 | 0.070296 | Out | | | | | |
| road | 1 | | | 1601.911 | 0.000000 | Entered | 0.943657 | 0.023577 | 0.00041 | 0.000010 | 40.02388 |
| Forest protecting unit | 1 | | | 15.941 | 0.000092 | Out | | | | | |
| soil | 1 | | | 3.458 | 0.064453 | Out | | | | | |
| rock | 1 | | | 1.497 | 0.222548 | Out | | | | | |
| precipitation | 1 | | | 25.318 | 0.000001 | Out | | | | | |

Regression Summary for Dependent Variable: Goral (Stat_Mod1(real2)_out) R = 0.94365741 $R^2$ = 0.89048932

Adjusted $R^2$ = 0.88993342 F(5,193) = 1601.9 $p < 0.0000$ Std.Error of estimate: 0.15536

ตารางผนวกที่ 7 ผลผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนด ขั้นตอนที่ 2

(Goral (Stat_Mod1(real2)_out) : P to enter: 0.05, P to remove: 0.05)

| STEP 2 | Degr. of | F to | P to | F to | P to | Effect | Beta | Std. Err. | B | Std. Err. | t(193) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| intercept | | | | | 0.000000 | | | | -0..3128 | 0.0355 | -8.80876 |
| forest type | 1 | 1601.911 | 0.0000 | | | In | 0.68257 | 0.033 | 0.00029 | 0.00001 | 0.00000 |
| stream | 1 | | | 22.207 | 0.000005 | Out | | | | | |
| altitude | 1 | | | 93.375 | 0.000000 | Enter | 0.32171 | 0.033 | 0.00033 | 0.00003 | 9.66305 |
| slope | 1 | | | 2.175 | 0.141914 | Out | | | | | |
| aspect | 1 | | | 3.912 | 0.049358 | Out | | | | | |
| village | 1 | | | 5.725 | 0.017665 | Out | | | | | |
| road | 1 | | | 18.065 | 0.000033 | Out | | | | | |
| Forest protecting unit | 1 | | | 1.075 | 0.301002 | Out | | | | | |
| soil | 1 | | | 0.131 | 0.717979 | Out | | | | | |
| rock | 1 | | | 12.531 | 0.000500 | Out | | | | | |
| precipitation | 1 | | | 0.805 | 0.370691 | Out | | | | | |

Regression Summary for Dependent Variable: Goral (Stat_Mod1(real2)_out) R= 0.96219849 $R^2$ = 0.92582593

Adjusted $R^2$ = 0.92506905 F(5,193) = 1223.2 p < 0.0000 Std.Error of estimate: 0.12818

ตารางผนวกที่ 8 ผลผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนด ขั้นตอนที่ 3

(Goral (Stat_Mod1(real2)_out) : P to enter: 0.05, P to remove: 0.05 )

| STEP 3 | Degr. of | F to | P to | F to | P to | Effect | Beta | Std.Err. | B | Std.Err. | t(193) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| intercept | | | | | 0.000000 | | | | -0.4029 | 0.04153 | -9.7016 |
| forest type | 1 | 420.335 | 0.00000 | | | In | 0.700 | 0.03221 | 0.00030 | 0.00014 | 21.5452 |
| stream | 1 | 93.375 | 0.00000 | | | In | 0.315 | 0.03221 | 0.00032 | 0.00033 | 9.80768 |
| altitude | 1 | | | 9.424 | 0.002446 | Out | | | | | |
| slope | 1 | | | 1.373 | 0.242673 | Out | | | | | |
| aspect | 1 | | | 6.051 | 0.014769 | Out | | | | | |
| village | 1 | | | 7.804 | 0.005732 | Out | | | | | |
| road | 1 | | | 0.040 | 0.840977 | Out | | | | | |
| Forest protecting unit | 1 | | | 12.870 | 0.000422 | Out | | | | | |
| soil | 1 | | | 0.075 | 0.784959 | Out | | | | | |
| rock | 1 | | | 14.840 | 0.000159 | Enter | 0.073 | 0.01912 | 0.01552 | 0.00403 | 3.85226 |
| precipitation | 1 | | | 0.001 | 0.972075 | Out | | | | | |

Regression Summary for Dependent Variable: Goral (Stat_Mod1(real2)_out) R= 0.96492048 $R^2$ = 0.93107153

Adjusted $R^2$ = 0.93001109 F(5,193) = 878.01 p < 0.0000 Std.Error of estimate:0.12388

ตารางผนวกที่ 9 ผลผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนด ขั้นตอนที่ 4

(Goral (Stat_Mod1(real2)_out) : P to enter: 0.05, P to remove: 0.05 )

| STEP 4 | Degr. of | F to | P to | F to | P to | Effect | Beta | Std.Err. | B | Std.Err. | t(193) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| intercept | | | | | 0.000000 | | | | -0.39567 | 0.041225 | -9.5978 |
| forest type | 1 | 464.196 | 0.000000 | | | In | 0.6929 | 0.03233 | 0.000301 | 0.000014 | 21.43179 |
| stream | 1 | 96.191 | 0.000000 | | | In | 0.2966 | 0.03299 | 0.000307 | 0.000034 | 8.99134 |
| altitude | 1 | 14.840 | 0.000159 | | | In | 0.0628 | 0.01951 | 0.013256 | 0.004113 | 3.22267 |
| slope | 1 | | | 3.068 | 0.081422 | Out | | | | | |
| aspect | 1 | | | 4.944 | 0.027328 | Out | | | | | |
| village | 1 | | | 1.617 | 0.205089 | Out | | | | | |
| road | 1 | | | 0.041 | 0.840055 | Out | | | | | |
| Forest protecting unit | 1 | | | 4.679 | 0.031759 | Out | | | | | |
| soil | 1 | | | 0.422 | 0.516858 | Out | | | | | |
| rock | 1 | | | 5.111 | 0.024887 | Entered | 0.0496 | 0.02195 | 0.000139 | 0.000062 | 2.26072 |
| precipitation | 1 | | | 0.276 | 0.599693 | Out | | | | | |

Regression Summary for Dependent Variable: Goral (Stat_Mod1(real2)_out) R = 0.96679362 $R^2$ = 0.93468991

Adjusted $R^2$ = 0.93299794 F(5,193) = 552.43 p < 0.0000 Std.Error of estimate: 0.12121

ตารางผนวกที่ 10 ผลผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนด ขั้นตอนที่ 5

(Goral (Stat_Mod1(real2)_out) : P to enter: 0.05, P to remove: 0.05 )

| STEP 5 | Degr. of | F to | P to | F to | P to | Effect | Beta | Std.Err. | B | Std.Err. | t(193) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| intercept | | | | | 0.000000 | | | | -0.44609 | 0.046115 | -9.6735 |
| forest type | 1 | 459.322 | 0.000000 | | | In | 0.6726 | 0.03312 | 0.00029 | 0.000014 | 20.309 |
| stream | 1 | 80.844 | 0.000000 | | | In | 0.2965 | 0.03262 | 0.00030 | 0.000034 | 9.0918 |
| altitude | 1 | 10.386 | 0.001490 | | | In | 0.6726 | 0.03312 | 0.00029 | 0.000014 | 20.309 |
| slope | 1 | 5.111 | 0.024887 | | | In | 0.0515 | 0.02172 | 0.00014 | 0.000061 | 2.3728 |
| aspect | 1 | | | 5.464 | 0.020433 | Entered | 0.0470 | 0.02014 | 0.02331 | 0.009972 | 2.3375 |
| village | 1 | | | 1.185 | 0.277650 | Out | | | | | |
| road | 1 | | | 0.038 | 0.844924 | Out | | | | | |
| Forest protecting unit | 1 | | | 2.393 | 0.123530 | Out | | | | | |
| soil | 1 | | | 0.708 | 0.401287 | Out | | | | | |
| rock | 1 | | | 3.347 | 0.068874 | Out | | | | | |
| precipitation | 1 | | | 1.257 | 0.263657 | Out | | | | | |

Regression Summary for Dependent Variable: Goral (Stat_Mod1(real2)_out) R = 0.96679362 $R^2$ = 0.93468991

Adjusted $R^2$ = 0.93299794 F(5,193) = 552.43 p < 0.0000 Std.Error of estimate: 0.12121

ตารางผนวกที่ 11 ผลผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกที่จะอยู่อาศัยจากปัจจัยที่กำหนด ขั้นตอนที่ 6

(Goral (Stat_Mod1(real2)_out) : P to enter: 0.05, P to remove: 0.05 )

| STEP 6 | Degr. of | F to | P to | F to | P to | Effect | Beta | Std.Err. | B | Std.Err. | t(193) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| intercept | | | | | 0.000000 | | | | -0.44609 | 0.046115 | -9.6735 |
| forest type | 1 | 412.474 | 0.000000 | | | In | 0.67265 | 0.03312 | 0.000292 | 0.000014 | 20.309 |
| stream | 1 | 82.661 | 0.000000 | | | In | 0.296592 | 0.03262 | 0.000307 | 0.000034 | 9.0918 |
| altitude | 1 | 9.225 | 0.002718 | | | In | 0.672650 | 0.03312 | 0.000292 | 0.000014 | 20.309 |
| slope | 1 | 5.630 | 0.018635 | | | In | 0.051552 | 0.02172 | 0.000145 | 0.000061 | 2.3728 |
| aspect | 1 | 5.464 | 0.020433 | | | In | 0.047096 | 0.02014 | 0.023312 | 0.009972 | 2.3375 |
| village | 1 | | | 1.623 | 0.204258 | Out | | | | | |
| road | 1 | | | 0.128 | 0.720627 | Out | | | | | |
| Forest protecting unit | 1 | | | 3.126 | 0.078635 | Out | | | | | |
| soil | 1 | | | 0.258 | 0.612236 | Out | | | | | |
| rock | 1 | | | 3.366 | 0.068083 | Out | | | | | |
| precipitation | 1 | | | 0.834 | 0.362269 | Out | | | | | |

Regression Summary for Dependent Variable: Goral (Stat_Mod1(real2)_out) R = 0.96679362 $R^2$ = 0.93468991

Adjusted $R^2$ = 0.93299794 F(5,193) = 552.43 p < 0.0000 Std.Error of estimate: 0.12121