



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรป่าไม้)
ปริญญา

การจัดการทรัพยากรป่าไม้

การจัดการป่าไม้

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประยุกต์การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับในการประเมินของป่า ฒ ป่าสาธิตและ
ต้นแบบของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว

Application of Adaptive Cluster Sampling for Non-timber Forest Products

Assessment in Training and Model Forest, Faculty of Forestry,

National University of Laos

นามผู้วิจัย นายคำเพชร พรหมภูมิ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิระภาส คุณรัตนศิริ, Dr.rer.nat.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สันติ สุขสอาด, วท.ค.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์วิพัทธ์ จินตนา, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับในการประเมินของป่า ณ ป่าสาธิตและต้นแบบ
ของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว

Application of Adaptive Cluster Sampling for Non-timber Forest Products Assessment in
Training and Model Forest, Faculty of Forestry, National University of Laos

โดย

นายคำเพ็ชร พรหมภูมิ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรป่าไม้)

พ.ศ. 2556

คำพิเชฐ พรหมภูมิ 2556: การประยุกต์การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับในการประเมินของป่า ณ
ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(การจัดการทรัพยากรป่าไม้) สาขาการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ภาควิชาการจัดการป่าไม้
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิระภาส คุณรัตนศิริ, Dr.rer.nat. 139 หน้า

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณผลผลิตของป่า 3 ชนิด ได้แก่ หวาย ต้าว และแสม โดย
การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (ACS) การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (SRS) และการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system
(LPS) กำหนดการสุ่มตัวอย่างร้อยละ 1.25 ของพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (394 เฮกแตร์) การสุ่มตัวอย่างแบบ (LPS) แปลง
ตัวอย่างเป็นรูปวงกลมขนาด 0.05 เฮกแตร์ จำนวน 100 แปลง การสุ่มตัวอย่างแบบ (SRS) แปลงตัวอย่างเป็นรูป
สี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 20 x 25 เมตร หรือ 0.05 เฮกแตร์ จำนวน 100 แปลง การสุ่มตัวอย่างแบบ (ACS) จำนวน
แปลงตัวอย่างเริ่มต้น 100 แปลง เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักกลุ่มปรับ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เช่น ค่าร้อยละ
ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ค่าความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน

ผลการศึกษาพบว่า การสุ่มตัวอย่างแบบ (ACS) รวมมี 57 กลุ่มปรับ 179 แปลง พบหวาย 224 กอ 1,085
ลำ คิดเป็นร้อยละ 38.14 ของจำนวนลำของป่า 3 ชนิดที่พบ ค่าเฉลี่ย 176.69 ลำต่อเฮกแตร์ ค่าความแปรปรวน
1.46 ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 12.00 และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันร้อยละ 53.45 พบต้าว 152 กอ 667 ลำ
คิดเป็นร้อยละ 23.44 ค่าเฉลี่ย 164.69 ลำต่อเฮกแตร์ ค่าความแปรปรวน 5.31 ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 23.06
และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันร้อยละ 167.49 พบแสม 198 กอ 1,093 ลำ คิดเป็นร้อยละ 38.42 ค่าเฉลี่ย 214.31
ลำต่อเฮกแตร์ ค่าความแปรปรวน 5.56 ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 23.60 และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันร้อยละ
107.10 การสุ่มตัวอย่างแบบ (SRS) พบหวาย 115 กอ 539 ลำ คิดเป็นร้อยละ 40.31 ค่าเฉลี่ย 171.13 ลำต่อเฮก
แตร์ ค่าความแปรปรวน 42.77 ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 82.00 และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันร้อยละ
76.40 พบต้าว 71 กอ 331 ลำ คิดเป็นร้อยละ 24.76 ค่าเฉลี่ย 165.50 ลำต่อเฮกแตร์ ค่าความแปรปรวน 47.18 ค่า
ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 109.00 และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันร้อยละ 82.97 พบแสม 89 กอ 467 ลำ คิดเป็น
ร้อยละ 34.93 ค่าเฉลี่ย 203.06 ลำต่อเฮกแตร์ ค่าความแปรปรวน 41.73 ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 95.00 และ
ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันร้อยละ 63.65 และการสุ่มตัวอย่างแบบ (LPS) พบหวาย 103 กอ 459 ลำ คิดเป็นร้อย
ละ 34.88 ค่าเฉลี่ย 133.06 ลำต่อเฮกแตร์ ค่าความแปรปรวน 19.52 ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 53.00 และค่า
สัมประสิทธิ์ความแปรผันร้อยละ 66.47 พบต้าว 76 กอ 328 ลำ คิดเป็นร้อยละ 24.92 ค่าเฉลี่ย 156.19 ลำต่อเฮก
แตร์ ค่าความแปรปรวน 82.21 ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 140.00 และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันร้อยละ
116.13 พบแสม 110 กอ 529 ลำ คิดเป็นร้อยละ 40.20 ค่าเฉลี่ย 182.44 ลำต่อเฮกแตร์ ค่าความแปรปรวน 21.02 ค่า
ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 60.00 และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันร้อยละ 50.22

ลายมือชื่อผู้พิมพ์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Khamphet Phomphoumy 2013: Application of Adaptive Cluster Sampling for Non-timber Forest Products Assessment in Training and Model Forest, Faculty of Forestry, National University of Laos. Master of Science (Forest Resource Management), Major Field: Forest Resource Management, Department of Forest Management. Thesis Advisor: Assistant Professor Weeraphart Khunrattanasiri, Dr.rer.nat. 139 pages.

The aims of this study were to assessment the quantity of non-timber forest products namely: rattan, sugar palm (Tao) and Hem by employed adaptive cluster sampling (ACS), simple random sampling (SRS) and line plot system (LPS). The size of sample area was fixed at 1.25 percent of the total area (394 ha). The sampling plot was a circular with measuring size of 0.05 hectare consist 100 sampling plots were used to collect data for LPS. The sampling plot was a rectangular with measuring size 20 x 25 meters consist 100 sampling plots were used to collect data for SRS. The sampling without replacement consist 100 initial sampling plots were used to collect data for ACS. Statistical methods used in the analysis were frequency, percent, mean, variance, sampling errors, coefficient variation.

The result of ACS study, there were 57 network consisting 179 plots in which 224 clumps or 1,085 culms of rattan were found, making up 38.14 percent. The average value was 176.69 culms per ha and its variance value was 1.46. For Tao, there were 152 clumps or 667 culms, which was about 23.44 percent. The average value was 164.69 culms per ha and its variance value was 5.32. For Hem there were 198 clumps or 1,093 culms with the percentage of 38.42. The average value was 214.31 culms per ha and its variance value was 5.57. The result of SRS consisting 100 plots in which 115 clumps or 539 culms of rattan were found, making up 40.31 percent. The average value was 171.13 culms per ha and its variance value was 42.77. For Tao, there were 71 clumps or 331 culms, making up 24.76 percent. The average value was 165.50 per ha and its variance value was 47.18. For Hem, there were 89 clumps or 467 culms, making up 34.93 percent. The average value was 203.06 per ha and its variance value was 41.73. The result of LPS consisting 100 plots in which 103 clumps or 459 culms of rattan were found, making up 34.88 percent. The average value was 133.06 culms per ha and its variance value was 19.52. For Tao, there were 76 clumps or 328 culms, making up 24.92 percent. The average value was 156.19 culms per ha and its variance value was 82.21. The analysis also found 110 clumps or 529 culms of Hem, making up 40.20 percent. The average value was 182.44 culms per ha and its variance value was 21.02.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และความร่วมมือจากหลายฝ่าย ในโอกาสนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระภาส คุณรัตนศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ สุขสอาด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะวนศาสตร์ทุกๆ ท่าน โดยเฉพาะคณาจารย์ภาควิชาการจัดการป่าไม้ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการและข้าราชการที่เกี่ยวข้องทุกๆ ท่าน ของสำนักงานความร่วมมือเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ (สพร.) (Thailand International Development Cooperation Agency: TICA) ที่ให้การสนับสนุนด้านทุนการศึกษาและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ

ขอบคุณคณาจารย์คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาวทุก ๆ ท่าน และเจ้าหน้าที่ประจำภาคสนามป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว ที่อำนวยความสะดวกในทุกด้าน และขอขอบคุณเพื่อนๆ และนิสิตคณะป่าไม้ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลจนสำเร็จอันเป็นประโยชน์ในการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยเป็นห่วงเป็นใยและให้การสนับสนุนกำลังใจที่ประทับใจ และพิเศษสำหรับแรงบันดาลใจที่สำคัญจากครอบครัวของผู้วิจัย ได้แก่ ภรรยา และลูกๆ สุดที่รักทั้งสาม ที่เป็นกำลังใจและเป็นแรงบันดาลใจมาตลอดระยะเวลาทำการศึกษา และขอขอบคุณญาติพี่น้องทุกคน ที่ให้กำลังใจและดูแลครอบครัว ขอขอบคุณกำลังใจจากพี่ เพื่อน และน้องๆ คณะวนศาสตร์โดยเฉพาะภาควิชาการจัดการป่าไม้ ซึ่งผลักดันให้ผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาครั้งนี้ได้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลการศึกษาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ศึกษา และความดีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คำเพ็ชร พรหมภูมิ

มกราคม 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	6
อุปกรณ์และวิธีการ	61
อุปกรณ์	61
วิธีการ	61
ผลและวิจารณ์	81
สรุปและข้อเสนอแนะ	96
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	100
ภาคผนวก	113
ภาคผนวก ก แบบบันทึกข้อมูล 1, 2, 3 และข้อมูลการเก็บตัวอย่าง หวาย ต้าว แห่ม	114
ภาคผนวก ข ภาพชนิดของของป่า และภาพการสำรวจ	133
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	139

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยต่อเฮกแตร์ และค่าร้อยละ ของการสำรวจแบบ Line plot system	82
2	ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยต่อเฮกแตร์ และค่าร้อยละ ของการสำรวจแบบ Line plot system	83
3	ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยต่อเฮกแตร์ และค่าร้อยละ ของการสำรวจแบบ Simple random sampling	85
4	ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยต่อเฮกแตร์ และค่าร้อยละ ของการสำรวจแบบ Simple random sampling	85
5	ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยต่อเฮกแตร์ และค่าร้อยละ ของการสำรวจแบบ Adaptive cluster sampling	86
6	ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยต่อเฮกแตร์ และค่าร้อยละ ของการสำรวจแบบ Adaptive cluster sampling	87
7	เปรียบเทียบปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยของกอจากการสำรวจ 3 วิธี	91
8	เปรียบเทียบปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยของลำจากการสำรวจ 3 วิธี	92
9	เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางสถิติ จากการสำรวจ 3 วิธี	94
10	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (relative efficiency)	95
11	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (efficiency)	95

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่แสดงที่ตั้งป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้	56
2	แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้	58
3	แผนที่แสดงการวางแผนแปลงตัวอย่างในการสำรวจแบบ Line plot system	66
4	การวางแผนแปลงตัวอย่างทั่วพื้นที่ศึกษาจำนวน 7,880 แปลง	68
5	การกระจายของแปลงตัวอย่างที่สุ่มเลือกขึ้นต้น 100 แปลง	69
6	การเพิ่มแปลงตัวอย่างรอบ ๆ แปลงตัวอย่างแรก เช่น ด้านบน ล่าง ซ้าย และขวา	69
7	การเพิ่มแปลงตัวอย่างที่ใกล้เคียงแปลงตัวอย่างแรกที่มีของป่า	70
8	จำนวนกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ	71
ภาพผนวกที่		
ข1	รากและใบของแสมเขียว <i>Fibraurca recisa</i> Pierre.	134
ข2	ลำและใบของแสมเหือง <i>Coscinium fenestratum</i> (Gaerte) Colebr.	134
ข3	ลำต้นตำว <i>Arenga westerhuttii</i> Griff.	135
ข4	ลำต้นตำวร้าง <i>Caryota mitis</i> Lour.	135
ข5	ลำของหวายขม หวายครึ่ง <i>Calamus palustris</i> Griffith.	136
ข6	ลำของหวายปุ่ม <i>Daemonorops jenkinsiana</i> Mart.	136
ข7	ลำของหวายหางหนู <i>Calamus solitaries</i> T. Evans et al.	137
ข8	การวางแผนแปลงตัวอย่าง	137
ข9	สถานที่พักของพื้นที่ศึกษา	138
ข10	ทีมงานนักวิจัย	138

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

กก.	กระทรวงการเงิน
กป.	กระทรวงกลาโหมและป่าไม้
นย.	สำนักงานนายกรัฐมนตรี
สปป.ลาว	สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว
ACS	Adaptive Cluster Sampling
CFI	Continuous Forest Inventory
DoF	Department of Forestry
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GNP	Gross National Product
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
IUCN	World Conservation Union
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
Lao PDR	Lao People's Democratic Republic
LPS	Line Plot System
MIA	Management Intervention Area
MFP	Minor Forest Product
NAFRI	National Agriculture and Forestry Research Institute
NUoLs	National University of Laos
NTFPs	Non-timber Forest Products
NWFPs	Non-wood Forest Products
PROFEP	Promotion of Forest Education Project
SNV	Netherlands Development Organisation
SRS	Sample Random Sampling
TMF	Training and Model Forest

**การประยุกต์ การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ ในการประเมินของป่า ณ ป่าสาธิต และ
ต้นแบบ ของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว**

Application of Adaptive Cluster Sampling for Non-timber Forest Products

Assessment in Training and Model Forest, Faculty of Forestry,

National University of Laos

คำนำ

ของป่าเป็นปัจจัยหลักของการดำรงชีวิตของประชาชนลาว โดยเฉพาะประชาชนที่ดำรงชีวิตในเขตชนบท และของป่ามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ และผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (Gross national product: GNP) ประชากรกว่าร้อยละ 80 ได้พึ่งพิง และใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่าในด้านต่าง ๆ ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค ผลผลิตจากป่าเป็นแหล่งรายได้กว่าร้อยละ 50 ของรายได้ในครัวเรือนทั้งหมด (กระทรวงกลาโหมและป่าไม้, 2548; Foppes and Ketphanh, 2000a; DoF, 1997) นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ประโยชน์ของป่าประมาณร้อยละ 40 - 60 ของรายได้ที่ได้มาจากการขายของป่าโดยเฉพาะประชาชนในเขตชนบท ซึ่งส่วนใหญ่มีฐานะยากจน (Cledon, 1998 a; Dechaineux *et al.*, 1998) ของป่ามีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ ซึ่งใน ค.ศ. 1996 ของป่ามีมูลค่าการส่งออกประมาณร้อยละ 2.5 หรือมีมูลค่าประมาณ 4.3 ล้านดอลลาร์สหรัฐอเมริกา รองจากการขายไม้ซุง ฝ้ายไหม ไฟฟ้า และกาแฟ ตามลำดับ (Ingles *et al.*, 1998 ; Foppes and Ketphanh, 2000b) หรือร้อยละ 20 - 30 ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ

ของป่ายังมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวัน และก่อให้เกิดมูลค่าทาง เศรษฐกิจของมนุษย์ทั้งเป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีการซื้อขายกันระหว่างประเทศมาเป็นเวลานาน ประมาณร้อยละ 80 ของประชากรโลกได้ใช้ประโยชน์จากของป่า เพื่อสนองความต้องการของตัวเอง ในด้านการรักษาสุขภาพ และโภชนาการ หลายล้านครัวเรือนในโลกได้พึ่งพิง และการสร้างรายได้จากการขายของป่าเป็นหลัก มูลค่าการขายของป่าในโลกมีประมาณ 11 พันล้านดอลลาร์สหรัฐอเมริกาต่อปี (Vantomme, 2001)

ของป่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่นับว่าเป็นประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากป่าไม้ มนุษย์นำของป่ามาใช้เป็นปัจจัยที่เกื้อหนุนต่อการดำรงชีพในประจำวัน ทั้งในด้านเกษตรกรรม การแพทย์ อุตสาหกรรม ในรูปอาหาร ยารักษาโรค เครื่องมือ และเครื่องใช้ต่างๆ (วิสุทธิ์, 2532) ตลอดจนใช้เป็นส่วนประกอบในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย และเครื่องนุ่งห่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งชาวชนบทที่อาศัยอยู่ในป่าและใกล้เขตป่า ล้วนแล้วแต่ใช้ประโยชน์จากของป่าเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต

การศึกษาเกี่ยวกับของป่ามีมานาน แต่ส่วนใหญ่จะศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของป่า ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางเศรษฐกิจ การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ การพึ่งพิงของป่า เป็นต้น (วิระวัฒน์และคณะ, 2539; วิสิทธิ์ชัย, 2544; จุฬารักษ์, 2544; ธนะภักดิ์, 2544; มงคล, 2545; วราวุธ, 2549; ธวัช, 2551) การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับในการประเมินของป่า 3 ชนิด ได้แก่ หวาย ตำลึง และแสม ในพื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว โดยการเปรียบเทียบวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ และการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ

การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Adaptive cluster sampling: ACS) ถูกนำเสนอโดย Thompson (1990) เป็นวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพในการประมาณค่าประชากรและค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับได้มีการใช้กันมากในงานวิจัยในด้านสังคม และในงานวิจัยทางด้านธรรมชาติ การศึกษาวิจัยการสำรวจในครั้งนี้ได้ประยุกต์การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับเพื่อการสำรวจของป่า เพราะว่าวิธีการสำรวจแบบนี้จะกระจายแปลงตัวอย่างออกบริเวณรอบ ๆ แปลงตัวอย่างที่เรากำหนดเบื้องต้นเกิดเป็นกลุ่ม ๆ และเหมาะสมกับการกระจายของของป่าที่เกิดขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ นอกจากนี้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับยังเหมาะสมกับพื้นที่ห่างไกลการเดินทางยุ่งยาก มีงบประมาณและแรงงานน้อย ในการสำรวจบางครั้งประสิทธิภาพของการสุ่มตัวอย่างไม่ใช่ความชัดเจนหรือความถูกต้องอย่างเดียว แต่จะขึ้นกับ เวลา แรงงาน และงบประมาณอีกด้วย

การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลก็มีความสำคัญอีกสิ่งหนึ่งที่ควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ และการจัดการทรัพยากรป่าไม้ เพราะว่า การสำรวจคือการเก็บรวบรวมข้อมูลทรัพยากรป่าไม้ เพื่อให้ทราบความมากมายของชนิดพันธุ์ มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจชุมชนหรือคุณค่าทางด้านวัฒนธรรม และจิตใจ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจก็จะใช้สำหรับวิเคราะห์เพื่อวางแผนในการจัดการให้ถูกต้อง และเหมาะสมกับปัญหาที่จะแก้ไข

ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว (Training and model forest: TMF) มีเนื้อที่ทั้งหมด 1,303 เฮกเตอร์ (ประมาณ 8,143.75 ไร่) ซึ่งถูกโอนมัติจากรัฐบาลสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว) มอบให้คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว เพื่อใช้เป็นพื้นที่ป่าฝึกหัดและค้นคว้าวิจัยทางด้านทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะทางด้านป่าไม้ ของคณาจารย์ นักวิจัย นักศึกษา และบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจ

พื้นที่ป่าอนุรักษ์ภูผาเดือน เป็นป่าธรรมชาติในพื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้ ซึ่งมีเนื้อที่ทั้งหมด 394 เฮกเตอร์ (ประมาณ 2,462.25 ไร่) ครอบคลุมพื้นที่ของป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้ ประมาณร้อยละ 30.2 ยังคงความอุดมสมบูรณ์ด้วยพันธุ์ไม้ สัตว์ป่า ธรรมชาติ ที่สวยงาม เป็นพื้นที่ท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ (Ecotourism) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษา เพื่อนำเอาผลที่ได้จากการศึกษาไปเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการพื้นที่ให้เหมาะสม เพื่อเป็นการสนับสนุนและส่งเสริมให้พื้นที่ดังกล่าวเป็นที่รู้จักในสังคมในด้านการศึกษาด้านทรัพยากรป่าไม้ ด้านการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ รวมทั้งการกำหนดแนวทางการจัดการทรัพยากรของป่าให้เหมาะสมเป็นระบบ และเกิดผลประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

จากเงื่อนไขทางด้านทรัพยากรธรรมชาติ และระดับการทำลายป่าไม้ในพื้นที่เป้าหมายของการจัดการ (Management intervention area: MIA) สามารถเป็นตัวแทนแก่หลายพื้นที่ใน สปป.ลาว ซึ่งอาจสามารถใช้เป็นต้นแบบในการจัดการและการศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมด้านป่าไม้ และเพื่อแสดงให้เห็นทางเลือกในการฟื้นฟูป่าไม้ในอนาคตในขอบเขตทั่วประเทศ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณผลผลิตของของป่า ในพื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย
2. เพื่อเปรียบเทียบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับกับการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system และการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับกับการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ในการประเมินผลผลิตของของป่า ในพื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับในการประเมินผลผลิตของของป่า 3 ชนิด ได้แก่ หวาย ต้าว และแสม ในพื้นที่ป่าสาธิต และต้นแบบของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว อีกทั้งศึกษาเทคนิควิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับเพื่อใช้ในการประเมินผลผลิตของของป่าและความหนาแน่นชนิดของของป่าที่สำคัญต่อเศรษฐกิจ และมีบทบาทต่อชุมชนในการใช้

นิยามศัพท์

การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Adaptive cluster sampling) หมายถึงแผนแบบการสุ่มตัวอย่างที่ปรับกระบวนการสุ่มตัวอย่างให้สามารถนำลักษณะของข้อมูลที่สำรวจมากำหนดหน่วยตัวอย่าง โดยการสุ่มหน่วยตัวอย่างเริ่มต้น จากนั้นก็กระจายหน่วยตัวอย่างออกตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น การสำรวจพืชในพื้นที่ใดหนึ่งหน่วยตัวอย่างเริ่มต้นที่พบสิ่งที่เราต้องการก็จะเพิ่มหน่วยตัวอย่างออกแต่ละด้านของหน่วยตัวอย่างเริ่มต้น และหน่วยตัวอย่างเริ่มต้นใดไม่พบสิ่งที่เราสนใจหรือไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดนั้นก็ไม่ต้องเก็บหรือเพิ่มหน่วยตัวตัวอย่างอีก

การประเมิน (Assessment) หมายถึง กระบวนการกำหนดปัญหาเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจการวางแผนจัดการต่อไป

การสำรวจของป่า (Non-timber forest products inventory) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับของป่า เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของป่า ความหนาแน่น ปริมาณของป่า ปริมาณการสืบพันธุ์ รวมถึงข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ทราบว่าของป่ามีปริมาณเท่าไร มีชนิดไหนบ้าง มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ฯลฯ และนำเอาผลของการสำรวจไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการบริหารจัดการของป่าให้ถูกต้อง

ของป่า (Non-timber forest products) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากป่า จากส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นพืชหรือต้นไม้ สัตว์ป่า เช่น หวาย ฝั่ หน่อไม้ เห็ด ชันและยางไม้ สมุนไพร เครื่องเทศ พืชอาหาร แมลงกินได้ ไม้หอม สัตว์ป่า เป็นต้น แต่ไม่ใช่ส่วนที่เป็นซุง ของป่าในการศึกษารั้ครั้งนี้คือ หวาย ต้าวและแ่ม

ป่าสาธิตและต้นแบบ (Training and model forest) หมายถึง พื้นที่ป่าไม้ ที่รัฐบาลได้มอบให้คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว เป็นพื้นที่สาธิตการศึกษาด้านป่าไม้ การฟื้นฟูป่าไม้ การส่งเสริมป่าไม้ ค้นคว้าวิจัยทางด้านทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะทางด้านป่าไม้ของคณาจารย์ นักวิจัย นักศึกษา และบุคคลทั่วไป

การตรวจเอกสาร

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจ

ความหมายและความสำคัญของการสำรวจทรัพยากรป่าไม้

การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ (Forest resource inventory) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับป่าไม้ เป็นต้นว่า ชนิดป่า การใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ ส่วนประกอบของชนิดพรรณไม้ ความหนาแน่น ขนาดความโต ปริมาตรไม้ ปริมาณการสืบพันธุ์ รวมตลอดถึงข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะสภาพภูมิประเทศ โดยเฉพาะระดับความสูง ความลาดชัน ซึ่งอาจจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนทำไม้ ออก สร้างทาง หรือถนนป่าไม้ และวางแผนการจัดการป่าไม้ในโอกาสต่อไป (สฤติย์, 2525)

การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ นับว่าเป็นภารกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งของงานด้านป่าไม้ เพราะข้อมูลที่ได้มีความสำคัญต่อการวางแผนการจัดการทรัพยากรป่าไม้ และแผนงานอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ การออกแบบสำรวจก็มีความสำคัญเพราะการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของป่า ลักษณะของไม้ทุกต้นในป่า หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าการสำรวจหมดพื้นที่ แต่ในทางปฏิบัติจริง ๆ แล้วเป็นไปได้ เพราะพื้นที่กว้างใหญ่ เป็นต้นว่าถ้ามีการสำรวจทรัพยากรป่าไม้แห่งชาติ ซึ่งก็หมายความว่าต้องใช้เวลานาน ต้องมีกำลังคนมากพอที่จะทำการสำรวจ และที่สำคัญต้องมีงบประมาณเพียงพอในการสำรวจ ด้วยเหตุผลเหล่านี้เองการสำรวจหมดพื้นที่จึงไม่นิยมกระทำกัน เพื่อแก้ไขปัญหานี้จึงนิยมนำเอาการสุ่มตัวอย่างมาใช้ในงานสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ซึ่งจากการศึกษาและประสบการณ์ของบุคคลต่าง ๆ ในวงการป่าไม้ ได้ให้ข้อคิดเห็นว่า การสุ่มตัวอย่างในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้จะสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับป่าไม้ได้ในเวลาอันรวดเร็ว ใช้กำลังคนน้อย ประหยัดค่าใช้จ่าย และมีความถูกต้องในระดับใกล้เคียงกับการสำรวจหมดพื้นที่ (สฤติย์, 2525)

ปัสสี (2548) ยังได้กล่าวถึงความหมายและความสำคัญของการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ซึ่งมีบทบาทสำคัญ และถือว่าเป็นงานที่จะต้องดำเนินการเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการบริหาร จัดการเกี่ยวกับทรัพยากรป่าไม้ เพราะมีความจำเป็นต้องทราบข้อมูลหรือข้อเท็จจริงต่างๆ เกี่ยวกับป่าไม้ ซึ่งข้อมูลทั่วไปที่ใช้อธิบายลักษณะของป่าไม้ได้แก่

1. ขนาดเนื้อที่และขอบเขตของป่า
2. ลักษณะโครงสร้างของป่ารวมทั้งชนิดพันธุ์ไม้และ/หรือทรัพยากรอื่นที่ขึ้นอยู่ในป่า
3. ขนาดและปริมาณของต้นไม้และ/หรือทรัพยากรในป่า
4. ความหนาแน่นและการกระจายของต้นไม้หรือทรัพยากรอื่นในป่า
5. อัตราการเติบโตและการเปลี่ยนแปลงของต้นไม้หรือทรัพยากรอื่นในป่า
6. อายุของป่าไม้โดยศึกษาจากอายุของต้นไม้ชั้นเรือนยอดเด่นในป่า

นอกจากข้อมูลดังกล่าวแล้ว การสำรวจทรัพยากรป่าไม้จะทำให้ทราบศักยภาพของป่าไม้ที่จะอำนวยผลผลิตทางตรงและทางอ้อม ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ นอกจากจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนจัดการทรัพยากรป่าไม้แล้ว ยังใช้เป็นข้อมูลในการติดตามตรวจสอบ และประเมินผลการดำเนินโครงการเกี่ยวกับทรัพยากรป่าไม้ด้วย ดังนั้นการดำเนินการเพื่อให้ได้ข้อมูลดังกล่าวเกี่ยวกับป่าไม้ จึงเป็นหน้าที่ของกลุ่มงานด้านการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ โดยข้อมูลที่ได้จากการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ อาจจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสำรวจ (ปัสสี, 2548)

การสำรวจของป่า (Non-timber forest products inventory) คือ กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณและคุณภาพของทรัพยากรของป่า เพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการทรัพยากรเหล่านั้น แม้ว่าป่าไม้จะเป็นแหล่งสร้างสินค้าและบริการที่หลากหลาย แต่ผลิตภัณฑ์จากไม้ก็ยังเป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจของเจ้าหน้าที่บริหารจัดการป่าไม้ได้มากที่สุด ดังนั้นจึงนับเป็นวัตถุประสงค์หลักของการสำรวจ (Husch *et al.*, 2003)

นับตั้งแต่ศตวรรษที่ 18 หลายประเทศในแถบยุโรปตะวันตกมีวิธีการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้เพื่อควบคุมผลผลิตจากไม้ตลอดมา การตรวจสอบการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้จึงจะเน้นไปที่ไม้เป็นส่วนใหญ่ แต่ก็ยังให้ความสนใจการสำรวจของป่าด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม การค้นพบใหม่ ๆ เกี่ยวกับความสำคัญของคุณค่าในตัวผลิตผลอื่น เช่น ของป่า ตลอดจนการกำหนดแนวคิดในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรของป่าอย่างหลากหลายและการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของจำนวนสัตว์และพืชได้กระตุ้นความใส่ใจในผลผลิตรองจากป่าขึ้นมาอีกครั้งควบคู่กันกับการบริหารจัดการอย่างยั่งยืน

การสำรวจทรัพยากรของป่าในเชิงปริมาณ

แม้ว่าการประเมินของป่าจะไม่จำเป็นต้องผ่านการพิสูจน์ทางชีวมิติทุกงานสำรวจ การพิสูจน์ทางชีวมิติก็มีความจำเป็น เมื่อต้องการข้อมูลที่แม่นยำและมีคุณภาพเพื่อสร้างความเชื่อมั่นในตัวเลขและการตีความของการประเมิน ขอบเขตของการพิสูจน์ทางชีวมิติในการประเมินของป่าจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ความจำเป็นและความคาดหวังของผู้ใช้ข้อมูลนั้นๆ (FAO, 2001) โดยทั่วไประเบียบวิธีทางชีวมิตินั้นสามารถช่วยให้เกิดประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างยั่งยืน จุดนี้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการหลีกเลี่ยงการเก็บเกี่ยวที่มากเกินไป อีกทั้งยังเพิ่มความมั่นคงของการคงอยู่ในระยะยาวของกลุ่มสิ่งมีชีวิตเป้าหมาย และความเสี่ยงในเชิงพาณิชย์ที่ขึ้นอยู่กับกลุ่มสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น อย่างไรก็ตามในกรณีส่วนใหญ่ การเก็บเกี่ยวและใช้ประโยชน์ของป่ามากเกินไปมักเกิดขึ้นเนื่องจากการขาดข้อมูลผลผลิตของป่าที่เชื่อถือได้ ซึ่งนำไปสู่การลดลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตและการยุบตัวของกิจการที่ต้องพึ่งพิงทรัพยากรเหล่านั้น (Tewari, 1999)

2. การประเมินค่าทรัพยากรป่าเขตร้อนโดยการระบุนาตรฐานของสิ่งมีชีวิต และคุณภาพข้อมูลซึ่งแสดงผลเปรียบเทียบจากการสำรวจแต่ละครั้ง อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบผลของการสำรวจซึ่งมีการดำเนินการต่างกัันนับเป็นเรื่องยาก (FAO, 2001)

3. การสร้างกลวิธีโดยรวมเพื่อวางแผนและจัดลำดับความสำคัญในระดับชาติ ระดับภูมิภาค หรือระดับนานาชาติ การสร้างกลวิธีดังกล่าวนี้มักจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากการประเมินจากท้องถิ่น และจะมีความน่าเชื่อถือได้จากข้อมูลดังกล่าว (FAO, 2001)

4. การมอบคำแนะนำที่ถูกต้องเพื่อการสนับสนุนการคงอยู่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในป่า และการดำรงชีพของคนท้องถิ่นในระยะยาว

5. การเพิ่มน้ำหนักและการสร้างความเชื่อถือให้กับคำแนะนำ เพื่อหลีกเลี่ยงอคติทางการเมือง ข้อปฏิบัตินี้เป็นสิ่งสำคัญ เจ้าหน้าที่ของภาครัฐจะต้องอธิบายเหตุผลในการกำหนดโควต้าแก่กลุ่มที่มีการเคลื่อนไหวเพื่อเรียกร้องระดับโควต้าที่สูงขึ้น (เช่น กลุ่มอุตสาหกรรม/กลุ่มธุรกิจ) หรือเรียกร้องระดับที่ต่ำลง (เช่น กลุ่มนักรณรงค์) กรณีตัวอย่างที่เห็นได้ชัดสำหรับการใช้ข้อมูลชีวมิติที่

นำเชื้อถัอในการป้องกันความขัดแย้งทางการเมือง เช่น กรณีการกำหนดโควต้าประจำชาติสำหรับเปลือกไม้พรุณัส แอฟริกา (Prunus africana) ในประเทศคาเมอรูน (Wong, 2000)

การสำรวจของป่าอาจสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ตามลักษณะของการสำรวจดังนี้ คือ การสำรวจเพียงหนึ่งประเภททรัพยากร การสำรวจจากหนึ่งวัตถุประสงค์แต่หลายประเภททรัพยากร และการสำรวจจากหลายวัตถุประสงค์หลายประเภททรัพยากร การจำแนกนี้ช่วยเน้นย้ำจุดสำคัญของการสำรวจและขยายไปถึงเกณฑ์วิธีที่สามารถดึงมาใช้ให้สอดคล้องกับของป่าประเภทที่ใช้ในการศึกษานั้นๆ (Wong, 2000)

การสำรวจทรัพยากรของป่าประเภทเดียว

การสำรวจทรัพยากรในรูปแบบนี้จะมุ่งเน้นไปที่ของป่าเพียงประเภทเดียว Wong (2000) เชื่อว่าการศึกษาดังวิธีนี้จะสามารถเพิ่มโอกาสในการพัฒนาระเบียบวิธีที่สามารถปรับให้รับกับลักษณะของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เป็นต้นกำเนิดของผลผลิต และสามารถสร้างมาตรฐานให้กับการศึกษาวิจัยของป่าได้

อย่างไรก็ตาม Wong (2000) ยังตั้งข้อสังเกตว่า มีงานวิจัยผลผลิตของป่าเพียงไม่กี่ชิ้นเท่านั้นที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ที่การระบุปริมาณของทรัพยากรในแหล่งกำเนิดแรกเริ่ม สาเหตุคือของป่านั้นจะต้องมีคุณค่ามากหรืออยู่ภายใต้กฎหมาย เพื่อแสดงถึงการสำรวจอย่างเฉพาะเจาะจงไปที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ทั้งนี้ ส่วนใหญ่แล้วการศึกษากลุ่มสิ่งมีชีวิตอย่างเฉพาะเจาะจงมักดำเนินการวิจัยโดยเลือกกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญต่อการส่งออก เช่น หวาย

จากความคิดเห็นของ Wong (2000) ในด้านกลวิธีการประมาณผลผลิตของป่า ค้นพบว่า การใช้วิธีการสำรวจของป่าในรูปแบบนี้ มาจากสาเหตุหลายประการ

การรวมการสำรวจของป่าเข้ากับการสำรวจป่าไม้ในวัตถุประสงค์เดียวแต่หลายประเภททรัพยากร

การสำรวจประเภทนี้มีขึ้นเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณในขอบเขตของป่าเพื่อวัตถุประสงค์เดียว เช่น เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการ ซึ่งการสำรวจประเภทนี้จะดำเนินการร่วมกันไปด้วย

กับการสำรวจทรัพยากรไม้ และมุ่งที่จะเก็บข้อมูลการคงอยู่และความอุดมสมบูรณ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง

ในระบบการคัดเลือกของการจัดการทรัพยากรไม้ตามที่ระบุไว้ในงานของป่าไม้สามารถแบ่งตามการจัดส่วนประมาณ 100 เฮกตาร์ หรือ 1 ตารางกิโลเมตร และก่อนจะเริ่มดำเนินการทำไม้ แต่ละส่วนจะต้องถูกยกมาในการสำรวจปริมาณการเติบโตที่มีอยู่ พร้อมกับข้อมูลสถานที่ จำนวน และขนาดของต้นไม้ทุกต้น สูตรคำนวณผลผลิตจึงถูกนำมาใช้เพื่อระบุผลผลิตจากไม้จากแต่ละส่วนโดยยึดหลักตามข้อมูลการสำรวจปริมาณการเติบโตที่มีอยู่ (Wong, 2000)

ไม้ต้นจะถูกคัดจากแผนที่สำรวจปริมาณการเติบโตที่มีอยู่ เพื่อสรุปผลผลิตที่จัดสรรไว้ตามกฎหมายเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและความสมบูรณ์ของป่าในอนาคต เกณฑ์วิธีจากข้อมูลสำรวจปริมาณการเติบโตที่มีอยู่ โดยทั่วไปจะเป็นจำนวนรวม หรือ 100 เปอร์เซ็นต์ ของการแจกแจงด้วยพื้นที่สำรวจซึ่งมีการวางแผนแบ่งเป็นส่วนๆ ต่อกัน

ความจำเป็นในการรวมของป่าเข้าไปในการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้โดยทั่วไปมีผลต่อความพยายามในการรวมของป่าในข้อมูลสำรวจปริมาณการเติบโตที่มีอยู่ ของทรัพยากรไม้ (Wong, 2000) ในป่าของประเทศกาน่ากำลังมีการพัฒนาแนวคิดที่จะรวมของป่าเข้ากับข้อมูลสำรวจปริมาณการเติบโตที่มีอยู่ของทรัพยากรไม้ หลักฐานเรื่องการผนวกของป่าเข้ากับการสำรวจชุมชนป่าโดยทั่วไปมีปรากฏอยู่ในงานศึกษาค้นคว้าของ Gronow and Safo (1996)

แม้ว่าการสำรวจปริมาณการเติบโตที่มีอยู่ จะเป็นวิธีที่ชัดเจนและปฏิบัติได้จริงของการระบุการกระจาย ความอุดมสมบูรณ์ และศักยภาพในการบริหารจัดการของป่าของพื้นที่ที่ถูกคัดเลือก แต่โดยทั่วไปก็จะทำให้มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง ยกเว้นในกรณีที่เป็นพื้นที่ขนาดเล็ก

Wong (2000) ยังเน้นย้ำว่า การสำรวจปริมาณการเติบโตที่มีอยู่มีความชัดเจนในทางชีวมิติ เช่นเดียวกันกับการสำรวจประชากร อย่างไรก็ตามปัญหาความไม่สมบูรณ์ของการตรวจสอบอาจเกิดขึ้นได้ เมื่อต้องจัดการกับสัตว์ ไม้ล้มลุกขนาดเล็ก พืชกาฝาก ฯลฯ ที่จำเป็นต้องใช้การศึกษาค้นคว้าอย่างละเอียดถี่ถ้วน นอกจากนี้ ข้อมูลประชากรในการสำรวจด้วยวิธีนี้จะนำไปในลักษณะของการประมาณต่ำกว่า และอาจไม่บ่งบอกถึงความหนาแน่นที่แท้จริง อีกทั้งการระบุความคลาดเคลื่อนก็ทำได้ยาก และปัญหาความแม่นยำและความชัดเจนของการประมาณแบบนี้ ก็มัก

มาจากการขาดการทำสำเนาซ้ำในพื้นที่เดียวกัน งานวิจัยของนักวิชาการหลายท่าน เช่น Poffenberger *et al* (1992), Cunningham (1996) and Dijk (1999) จึงมักใช้เทคนิคอื่นๆ ในการระบุความอุดมสมบูรณ์และการกระจายของของป่า

การสำรวจทรัพยากรในหลายวัตถุประสงค์

การรับรู้ถึงการใช้ประโยชน์จากป่าที่หลากหลาย และความสนใจในการรวมของป่าเข้ากับการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ เป็นตัวนำไปสู่การพัฒนาของการสำรวจทรัพยากรในหลายวัตถุประสงค์

Wong (2000) อธิบายถึงกรณีนี้โดยการกล่าวว่า “ความสนใจเกี่ยวกับการรวมของป่าเข้ากับการจัดการทรัพยากรป่าและการบริหารจัดการพื้นที่สงวนที่เพิ่มขึ้น ได้เป็นตัวกระตุ้นการรวมการสำรวจของป่าเข้ากับการสำรวจทรัพยากรป่าไม้โดยทั่วไป จนกลายเป็นการสำรวจทรัพยากรแบบหลากหลายวัตถุประสงค์”

Lund (1998a) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า การสำรวจทรัพยากรแบบหลายวัตถุประสงค์นี้ว่าเป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ตรงกับความต้องการข้อมูลทั้งหมดหรือบางส่วน เพื่อศึกษาผลผลิตตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ประโยชน์จากการศึกษา เช่น การบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ และการปกป้องรักษาพื้นที่ลุ่มน้ำ หรือกลุ่มภาคต่างๆ เช่น ภาคป่าไม้ และภาคการเกษตร

แม้ว่า Lund *et al.* (1998) จะชี้ให้เห็นว่าการสำรวจทรัพยากรในหลายวัตถุประสงค์ สามารถรวมผลผลิตและกลุ่มภาคต่างๆ ได้หลากหลายไปจนถึงภาคการสันติภาพและการเกษตร ฯลฯ อย่างไรก็ตาม Wong (2000) ตั้งข้อสังเกตว่าตัวหลักของการสำรวจทรัพยากรในหลายวัตถุประสงค์ ซึ่งรวมถึงของป่านั้นดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ป่าไม้เท่านั้น ทั้งนี้เพื่อขอบเขตของวัตถุประสงค์ที่จำกัด เช่น การระบุระดับตำแหน่งของทรัพยากรป่าไม้ การกระจายของของป่า ความอุดมสมบูรณ์ และความหลากหลายของพันธุ์พืช เหตุที่ต้องเป็นเช่นนั้นเพราะของป่าส่วนใหญ่มีต้นกำเนิดมาจากป่าที่อยู่ในความควบคุมดูแลของหน่วยงานป่าไม้ของรัฐ ซึ่งรับหน้าที่ในการดำเนินการสำรวจทรัพยากรโดยทั่วไปและตรวจสอบข้อมูลทรัพยากรป่าไม้ให้เป็นข้อมูลล่าสุดอยู่เสมอ นอกจากนี้ Wong (2000) ยังเน้นว่า ทรัพยากรป่าไม้ยังคงเป็นวัตถุประสงค์แรกสุดของการสำรวจส่วนใหญ่

มีหลายประเทศทั้งในเขตอบอุ่นและเขตร้อนที่มีการใช้วิธีการสำรวจทรัพยากรในหลายวัตถุประสงค์กับของป่า Wong (2000) ยกตัวอย่างของ การสำรวจทรัพยากรในหลายวัตถุประสงค์ในการพิทักษ์ป่าของประเทศสหรัฐอเมริกา การสำรวจป่าสงวนของประเทศสวีเดน ลิทัวเนีย โปแลนด์ และฟินแลนด์

ในงานวิจัยของ Lund (1998b) ได้แสดงรายการอัตราการสำรวจแบบสำรวจทรัพยากรในหลายวัตถุประสงค์ของของป่าในประเทศรัสเซีย นอร์เวย์ และตุรกี ทางตอนเหนือและตะวันออกของทวีปยุโรป พืชพันธุ์จำพวกเบอร์รี่และเห็ดก็ถูกรวบรวมไว้ในการสำรวจมากกว่าร้อยละ 100 แล้ว นอกจากนี้ยังพบรายงานของการรวมผลผลิต เช่น ไม้ และหวาย ในการสำรวจป่าสงวนแห่งชาติของหลายๆ ประเทศ ทั้งในอินเดีย อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และไทย (Sharma and Bhatt, 1982; Serna, 1990; Stockdale, 1995; Rai and Chauhan, 1998)

ในงานวิจัยของ Wong (1998) กล่าวถึงประเทศแอฟริกา ซึ่งมีการรวมของไม้เลื้อย หวาย และไม้ล้มลุก ในการสำรวจป่าสงวนแห่งชาติของประเทศกานา ซึ่งรายงานถึงการสำรวจของป่าแบบสำรวจทรัพยากรในหลายวัตถุประสงค์ มีการรวมพันธุ์พืชหลายประเภท เช่น *Chewsticks* หวาย *Raphia palms* ไม้เถา ไม้ และพันธุ์พืชชนิดอื่นๆ

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Lund (1998a) and Lund (1998b) ซึ่งบันทึกการสำรวจแบบสำรวจทรัพยากรในหลายวัตถุประสงค์ ในเอธิโอเปีย เซเนกัล และอูกันดา ซึ่งมีการรวมของป่าเข้ามาในการสำรวจด้วย

ประเภทของการสำรวจทรัพยากรป่าไม้

สถิติ (2525) ได้รวบรวมและจัดแบ่งประเภทของการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ออกเป็น 4 ประเภทตามวัตถุประสงค์ของการจัดการป่าไม้นี้

1. การสำรวจเบื้องต้น (Reconnaissance) การสำรวจเบื้องต้น เป็นการสำรวจรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับป่าไม้ พื้นที่ป่าไม้อย่างรวดเร็วโดยคร่าว ๆ ไม่ละเอียด ซึ่งอาจจะทำได้โดยการใช้เครื่องบินหรือ เฮลิคอปเตอร์ บินเหนือพื้นที่ป่าเพื่อตรวจสอบสภาพป่าโดยทั่วไปว่าประกอบด้วยป่าชนิดใดบ้าง มีประมาณหรือสัดส่วนอย่างไร ตรวจสอบสภาพของป่าว่าเป็นอย่างไร อยู่ในสภาพดีหรือมี

การบุกรุกแผ้วถางทำไร่ และตรวจดูกิจกรรมต่าง ๆ ในบริเวณป่าเป็นต้น ซึ่งสามารถหมายขอบเขตลงในแผนที่ได้ นอกจากนั้นอาจจะสำรวจเกี่ยวกับการใช้พื้นที่ดิน การระบาดของโรคแมลงป่าไม้ และอื่น ๆ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจประเภทนี้จะใช้ประโยชน์เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการศึกษาวิจัย การสำรวจอย่างละเอียด หรือการที่จะตัดสินใจในการดำเนินงาน โครงการพัฒนาป่าไม้ หรือการเกษตรในขั้นต่อไป

2. การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ (Forest inventory) หมายถึง การสำรวจทรัพยากรป่าไม้เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชนิดป่า ชนิดพันธุ์ไม้ ปริมาณไม้ ขนาดของไม้ ความหนาแน่น โครงสร้างของป่า ความสูงของต้นไม้ ปริมาตรไม้ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะสภาพภูมิประเทศ ระดับความสูง ความลาดชัน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจสังคมของประชากรในท้องถิ่น ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะใช้ประโยชน์ในการวางแผนการจัดการป่าไม้ และวางแผนสร้างหนทางในการทำไม้ ออก เป็นต้น

3. การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของชาติ (National forest inventory) หมายถึง การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ทั่วประเทศ ทั้งนี้เพื่อให้ทราบข้อเท็จจริงว่าประเทศมีป่าอยู่มากน้อยเท่าไร รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอัตราส่วนของป่าชนิดต่างๆ ในแต่ละภาคว่ามีมากน้อยต่างกันอย่างไร ส่วนประกอบของชนิดไม้ ขนาดของไม้ ความหนาแน่น ความสูง ปริมาตรไม้ โครงสร้างของป่า ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะสภาพภูมิประเทศ ระดับความสูง ความลาดชัน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจสังคมของประชากรในภาคต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานอันเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการให้สัมปทานการทำไม้ การวางแผนจัดการป่าไม้ การวางแผนปลูกป่าทดแทน รวมตลอดถึงการวางแผนในการพัฒนาปรับปรุงกิจการป่าไม้ของประเทศ

4. การสำรวจทรัพยากรป่าไม้แบบต่อเนื่อง (Continuous forest inventory) การสำรวจทรัพยากรป่าไม้แบบต่อเนื่อง หรือ CFI เป็นวิธีการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ที่ทำต่อเนื่องโดยการวัดหรือเก็บข้อมูลซ้ำในบริเวณเดียวกันในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อที่จะหาความเจริญเติบโต หรือความเจริญเพิ่มพูนภายใต้สภาพของการจัดการป่าไม้

วิธีเช่นนี้ได้เริ่มใช้ครั้งแรกในประเทศฝรั่งเศส โดย Gurnaud เมื่อปี พ.ศ 1878 โดยใช้ชื่อวิธีนี้ว่า The Control Method วิธีการเช่นเดียวกันนี้ได้นำไปใช้ในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ โดย Biolley ในปี ค.ศ 1890 ซึ่งได้ใช้กับการสำรวจป่า Couvet ใน Swiss Jura มีการวัดไม้ซ้ำสิบครั้งโดยท่างกัน

ระยะ 6 ปี ระหว่างปี ค.ศ 1890 – 1946 สถิติข้อมูลที่ได้จากป่า Couvet นี้ และ ป่าใกล้เคียง Boveresse จะใช้เป็นตัวเลขพื้นฐานในเรื่องความเจริญเติบโต ความเพิ่มพูนของป่าในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ในปัจจุบัน

การออกแบบการสำรวจทรัพยากรป่าไม้

การออกแบบการสำรวจทรัพยากรป่าไม้เป็นศิลปะที่ต้องได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญด้านการสำรวจโดยเฉพาะ เพราะถ้าเจงนับทั้งหมดด้วยการวัดไม้ทุกต้นที่มีอยู่ในป่านั้น เป็นวิธีการที่yakต้องเสียเวลาและงบประมาณมาก โดยข้อพิจารณาอย่างหนึ่งที่สำคัญของนักสำรวจคือวิธีการออกแบบงานสำรวจที่มีด้วยกันหลายวิธี บางวิธีได้เลิกใช้ไปแล้วก็มี บางวิธีมีการพัฒนาให้มีความเหมาะสมกับท้องถิ่นและสภาพแวดล้อม ฉะนั้นผู้สำรวจจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการแต่ละวิธีว่าเหมาะสมกับสถานการณ์ใด ซึ่ง สถิตย์ (2525) ได้ออกแบบการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ออกเป็น 6 แบบดังนี้

1. การสำรวจแบบ Strip system วิธีการสำรวจแบบนี้ กำหนดให้ความกว้างของแปลง มีขนาดใดขนาดหนึ่ง แล้วนำไปวางไว้ตลอดตามความยาวของพื้นที่สำรวจ ซึ่งวิธีนี้จะยุ่งยากในการหมายแนวการควบคุมให้การเก็บตัวอย่างอยู่ในแนว ความนิยมจึงเปลี่ยนมาใช้แบบ Line plot system และ Tract unit system

2. การสำรวจแบบ Line plot system วิธีการสำรวจแบบนี้ กำหนดแนวสำรวจเป็นเส้นตรงแล้ววางแปลงตัวอย่างที่มีรูปร่างและขนาดพอเหมาะบนเส้นสำรวจนั้นเป็นระยะ ๆ ให้นานและอยู่ในระยะห่างที่สม่ำเสมอเท่ากันโดยตลอดทั่วทั้งพื้นที่ป่า แปลงตัวอย่างเหล่านั้นจะกระจายกันอย่างเป็นระเบียบอย่างสม่ำเสมอจนตลอดทั้งบริเวณป่า ฉะนั้นวิธีการสำรวจวิธีนี้จึงอำนวยความสะดวกในการเข้าวางแปลง การวางแปลงที่สม่ำเสมอหรือใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Systematic sampling ทำให้มีความสะดวก ง่าย โดยไม่ต้องพิจารณาอะไรอีกในการเลือกวางแปลงตัวอย่าง จึงถือว่าสะดวกแก่ผู้ปฏิบัติ เพราะเมื่อกำหนดทิศทางเส้นตรงไว้แล้วเพียงแต่วัดระยะตามเส้นเหล่านี้ จุดกึ่งกลางของแปลงตัวอย่างก็สามารถกำหนดได้

3. การสำรวจแบบ Tract unit system วิธีการสำรวจแบบนี้ ประยุกต์มาจากแบบ Line plot system คือแทนที่จะออกแบบให้แนวสำรวจเป็นเส้นตรงพร้อมวางแผนแปลงตัวอย่างเป็นระยะ ๆ ก็เปลี่ยนเป็นหักเส้นสำรวจนั้นให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าแทน ดังนั้นการสำรวจแบบนี้ภาพถ่ายทางอากาศจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะสามารถช่วยในการถ่ายทอดกำหนดขอบเขตของ tract ลงในภาพถ่ายทางอากาศได้

4. การสำรวจแบบ Camp unit system วิธีการสำรวจแบบนี้ประยุกต์มาจากแบบ Tract unit system เพื่อใช้ในกรณีที่มีสภาพภูมิประเทศมีความสูงชันที่ทำให้การเดินทางติดต่อสื่อสารมีความยุ่งยากลำบาก จึงออกแบบงานให้มีการเก็บตัวอย่างในแต่ละ Tract เป็นกลุ่ม ๆ หรือที่เรียกว่า Cluster sampling ให้อยู่กันอย่างสม่ำเสมอและเป็นระเบียบ โดยเรียกการรวมกลุ่มของ Tract แบบนี้ว่า Unit

5. การสำรวจแบบ Modified camp unit system วิธีการสำรวจแบบนี้ดัดแปลงมาจากวิธีการสำรวจแบบ Camp unit system โดยการนำ Camp unit หลาย ๆ Unit มารวมกลุ่มกันโยงยึดด้วยระยะทาง และทิศทางที่แน่นอน การอยู่รวมกันเช่นนี้อาจกำหนดให้มีระยะทางจากจุดศูนย์กลางของ Unit ถึง tract ลดลงและลดจำนวน Tract ลงด้วย

6. การสำรวจแบบ Stratification system วิธีการสำรวจแบบนี้ จะต้องทำการสำรวจสภาพป่าเบื้องต้น (Reconnaissance) ก่อน โดยการใช้ภาพถ่ายทางอากาศหรือดาวเทียมก็ได้ เพื่อให้รู้ถึงสภาพทั่วไปของป่านั้น ๆ แล้วทำการจำแนกชนิดป่าก่อนจะทำการเลือกวิธีการสำรวจแบบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นในแต่ละชนิดป่า วิธีการนี้จะลดความผันแปรในข้อมูลตัวอย่าง จึงมี Sample size ที่ไม่มากนักเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย

การสุ่มตัวอย่างในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้

การสุ่มตัวอย่างในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ คือการเลือกตัวแทนของป่าจากประชากรทั้งหมด เช่น ต้นไม้หรือสัตว์ป่า ซึ่งมักจะมีจำนวนมากเกินไปที่จะทำการตรวจวัดได้ทั้งหมด วัตถุประสงค์ของการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ก็เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของป่า หรือทรัพยากรอื่น ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลน้อย ใช้กำลังคนน้อย และใช้งบประมาณน้อย ซึ่งวิธีการเลือกตัวแทนของป่านั้น สถิติ (2525) ได้รวบรวมและจัดแบ่งวิธีการเลือกตัวแทนของป่า หรือการสุ่มตัวอย่างในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ออกเป็น 5 วิธี ดังนี้

1. การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายนี้ ถือว่าประชากรแต่ละหน่วยจะมีโอกาสถูกเลือกเท่าๆ กัน โดยใช้วิธีจับฉลากหาตัวแทนพื้นที่สุ่มตัวอย่างจากตารางสี่เหลี่ยมเล็กๆ (Grid) ที่ถูกแบ่งมาจากพื้นที่ทั้งหมด ตัวอย่างข้อมูลที่ได้รับโดยวิธีนี้จะกระจายกันออกไปอย่างไม่มีระเบียบ ซึ่งเมื่อสุ่มได้ในบริเวณใดแล้วก็ต้องเข้าทำการสำรวจ ณ ตำแหน่งที่สุ่มนั้นทุกแห่ง จะละเว้นหรือลืมนึกไม่ได้

วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบนี้ไม่นิยมใช้ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ที่มีเนื้อที่กว้างขวาง ด้วยเหตุเพราะว่าเมื่อมีเนื้อที่สำรวจมากเกินไป พื้นที่บางแห่งอาจจะถูกละเลยไม่ได้รับการคัดเลือกหรือถูกเลือกน้อยเกินไป

2. การสุ่มตัวอย่างแบบจำแนกชั้น (Stratified random sampling) การสุ่มตัวอย่างแบบนี้เริ่มจากพื้นที่ป่าทั้งผืนจะถูกแบ่งออกเป็นชั้นๆ (Strata) ตามคุณลักษณะที่จำแนก เช่น ความหนาแน่นของป่า ประเภทชนิดป่า หรือชั้นอายุ เป็นต้น โดยมีสมมติฐานว่าถ้าบริเวณป่าที่จำแนกไว้นั้นมีความสม่ำเสมอ การสุ่มเก็บตัวอย่างก็จะสะดวกและมีข้อผิดพลาดน้อยด้วย ทั้งนี้อาจใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random) หรือแบบอื่นก็ได้ เพื่อทำการสุ่มตัวอย่างภายในแต่ละชั้นนั้นอีก

ภาพถ่ายทางอากาศหรือแผนที่จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use classification) นับว่ามีประโยชน์ต่อการสุ่มตัวอย่างวิธีนี้ เพราะว่าการจำแนกชั้น (Stratification) สามารถดำเนินงานได้ง่ายและสะดวก

3. การสุ่มตัวอย่างแบบสม่ำเสมอ (Systematic sampling) วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบนี้มีหลักเกณฑ์ว่าผู้สำรวจเพียงทำการสุ่มเฉพาะตัวอย่างแรกเท่านั้น ส่วนตัวอย่างต่อไปไม่ต้องสุ่มอีก แต่ให้ขึ้นอยู่กับช่วงระยะห่างระหว่างตัวอย่างที่ถูกกำหนดไว้ก่อน เช่น การสำรวจแบบ Line plot system เมื่อกำหนดระยะห่าง ระหว่างแปลงตัวอย่างไว้ 100 เมตร

4. การสุ่มตัวอย่างแบบรวมกลุ่ม (Cluster sampling) เป็นการรวมแปลงตัวอย่างเข้ามาอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ โดยเพียงสุ่มหาที่ตั้งของแปลงตัวอย่างเริ่มต้น จากนั้นก็กระจายแปลงตัวอย่างตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างสม่ำเสมอ ฉะนั้นจะพบว่าจำนวนแปลงตัวอย่างจะถูกจัดให้อยู่เป็นกลุ่ม ๆ ตามทิศทางและการกระจายที่มีระยะห่าง ๆ เท่ากันอย่างมีระบบ เช่น วิธีการสำรวจแบบ Camp unit system เป็นต้น

วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบนี้ เหมาะสำหรับบริเวณป่าที่มีพื้นที่กว้างใหญ่ ลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน ซึ่งจะมีผลทำให้เสียแรงงานในการเดินทางน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะแปลงตัวอย่างกระจายอยู่เป็นกลุ่ม (ซึ่งคาดว่าจะทำการสำรวจเสร็จภายใน 1 วัน) โดยไม่ต้องเสียเวลาเดินทางไปทำต่อในวันต่อไปอีก ด้วยเหตุดังกล่าววิธีการสำรวจวิธีนี้จึงประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายในการสำรวจ

5. การสุ่มตัวอย่างแบบสองชั้น (Double sampling) เป็นการประมาณค่าตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งจาก ความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ที่มีความยุ่งยาก หรือค่อนข้างเสียค่าใช้จ่ายมากในการเก็บตัวอย่างโดยมีหลักเกณฑ์ว่า ให้เริ่มสุ่มตัวอย่างครั้งแรกจาก “ตัวแปรเสริม” หรือ “ตัวแปรรอง” ซึ่งให้ความถูกต้องแน่นอน แล้วต่อไปให้สุ่มตัวอย่างอีกครั้งจากตัวแปรเสริมที่เลือกไว้แล้ว ซึ่งเราเรียกตัวอย่างที่สุ่มจากครั้งหลังนี้ว่า “ตัวแปรหลัก”

ตัวอย่างการใช้ Double sampling ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ก็คือการวางแผนสำรวจในภาพถ่ายทางอากาศ (Photo plot) ประกอบกับการวางแผนแปลงตัวอย่างในสนาม (Field plot) กล่าวคือในแรกเริ่ม ให้ทำการสุ่มตัวอย่างในภาพถ่ายทางอากาศเพื่อประเมินไม้ ซึ่งจะทำให้ได้มากและเสียค่าใช้จ่ายน้อย จากนั้นให้สุ่มตัวอย่างจาก Photo plot นั้นอีกครั้งเพื่อหาจุดที่วางแผนจริงในภาคสนาม และเมื่อได้จุดใดแล้วให้เข้าทำการวัดไม้โดยตรง จากนั้นให้ประมาณค่าปริมาตรไม้ที่ต้องการและถูกต้อง จากสมการ Regression ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรใน Photo plot และปริมาตรใน Field plot

ชนิด รูปร่างและขนาดของแปลงตัวอย่าง

การปฏิบัติงานการเก็บตัวอย่างข้อมูลในบริเวณป่าที่มีพื้นที่กว้างขวาง จะพบว่ามีความยุ่งยากที่จะวัดต้นไม้ให้ครบถ้วนทุกต้นบางครั้งอาจจะสับสนหลงลืมนับได้ ซึ่งก็จะทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการสำรวจนั้น ด้วยเหตุผลนี้เองในการสุ่มตัวอย่างจึงต้องกำหนดตัวแทนของกลุ่มประชากรที่ใช้ในการสุ่มเลือก โดยเรียกว่าหน่วยของการสุ่มตัวอย่าง (Sampling unit) ซึ่งอาจประกอบด้วยแปลงตัวอย่าง (Plot) ขนาดเล็ก ๆ ที่มีขนาดและรูปร่างที่แน่นอน หรือจุดสังเกตการณ์ (Observation point) ที่ใช้ในการเจนนับไม้หรือตรวจสอบไม้ตัวอย่างตามหลักการความน่าจะเป็นก็ได้ และขอบเขตบริเวณที่พบกลุ่มตัวแทนของประชากรนี้เราจะเรียกว่าแปลงตัวอย่าง (Sampling plot) (สถิติ, 2525)

ชนิดของแปลงตัวอย่าง

ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ การตรวจวัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ชนิดของแปลงตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูล สถิตย์ (2525) ได้แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. แปลงตัวอย่างชั่วคราว (Temporary sample plot) เป็นแปลงตัวอย่างที่สร้างขึ้นในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับป่าไม้และทรัพยากรธรรมชาติอย่างอื่น เช่น วัดความโตของต้นไม้ นับจำนวนต้นไม้ วัดความสูง เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติ ซึ่งอาจจะใช้วิธีการตรวจนับจำนวนไม้หนุ่ม (Poling) และกล้าไม้ (Sapling) ของไม้ชนิดต่าง ๆ ในป่า แปลงตัวอย่างชนิดนี้ไม่มีการหมายแนวหรือขอบเขตของแปลงตัวอย่าง เพียงแต่กำหนดขอบเขตเพื่อเก็บข้อมูลดังกล่าวเพียงครั้งเดียวแล้วก็เลิกกันไป แปลงตัวอย่างชนิดนี้ส่วนใหญ่ใช้ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ทุกวิธี

2. แปลงตัวอย่างถาวร (Permanent sample plot) เป็นแปลงตัวอย่างชนิดนี้สร้างขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลแบบต่อเนื่อง เช่น การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของไม้ชนิดต่าง ๆ แปลงตัวอย่างที่สร้างขึ้นจึงต้องมีขอบเขตและเนื้อที่ที่แน่นอน มีการหมายขอบเขตเด่นชัด ซึ่งอาจทำด้วยรั้วหรือหมายด้วยสีให้เห็นขอบเขตอย่างชัดเจน เพื่อความสะดวกในการติดตามวัดข้อมูลในการสำรวจในคราวต่อไป แปลงตัวอย่างถาวรดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่แล้วสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

แปลงตัวอย่างสำหรับการค้นคว้า (Research sample plot) สร้างขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาวิจัย เช่น ศึกษาถึงการทดแทนของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าชนิดต่าง ๆ ศึกษาเกี่ยวกับการตัดฟันไม้เพื่อบำรุงป่า เป็นต้น

แปลงตัวอย่างสำหรับการจัดการ (Management sample plot) สร้างขึ้นเพื่อให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นในการที่จะนำไปประกอบในการวางแผนการจัดการป่าไม้ เช่น เพื่อวัดการเจริญเติบโตของไม้ชนิดต่าง ๆ ศึกษาหาความสามารถในการแตกหน่อ การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติ เป็นต้น

รูปร่างของแปลงตัวอย่าง

การกำหนดชนิด รูปร่าง และขนาดของแปลงตัวอย่างที่จะใช้ในงานวิจัยนั้น ๆ ส่วนใหญ่แล้วจะกำหนดตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย เช่น แปลงตัวอย่างชั่วคราว และแปลงตัวอย่างถาวรใช้

ในงานศึกษาวิจัยประเภทใด และรูปร่างของแปลงตัวอย่างที่จะใช้นั้นเป็นรูปร่างอย่างไรถึงจะถูก
ต้องกับงานที่ทำอยู่ สถิตย์ (2525) ได้จำแนกรูปร่างของแปลงตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ออก
เป็น 5 ชนิดดังต่อไปนี้

1. แปลงตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular sample plot) จะใช้ในงานป่าไม้ เช่น เก็บ
เมล็ดพันธุ์ไม้ ศึกษาเกี่ยวกับการรวบรวมพันธุ์ไม้

2. แปลงตัวอย่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square sample plot) จะใช้กันโดยทั่วไปในงานศึกษา
วิจัยที่มีการติดตามศึกษาระยะยาว หรือเป็นแปลงตัวอย่างแบบถาวร เช่น ศึกษาหาความเจริญเติบโต
ศึกษาถึงการทดแทนของชนิดพันธุ์ไม้ ศึกษาถึงการตัดขยายระยะ (Thinning) ของสวนไม้สัก เป็น
ต้น

3. แปลงตัวอย่างรูปวงกลม (Circular sample plot) แปลงตัวอย่างส่วนใหญ่มาใช้ในการ
สำรวจทรัพยากรป่าไม้ ซึ่งเป็นแปลงตัวอย่างชั่วคราว คือเมื่อหมายขอบเขต เก็บข้อมูลแล้วก็ทิ้งไป
ไม่ติดตามเก็บข้อมูลอีกต่อไป แปลงตัวอย่างวงกลมสะดวกในการกำหนดจุดและวางขอบเขตแปลง
ซึ่งเหมาะในการนำมาใช้ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ เพราะจะทำได้รวดเร็ว สะดวกในการวาง
ขอบเขตด้วย

ในระยะเวลาต่อมาได้มีการดัดแปลงแปลงตัวอย่างวงกลมให้มีวงกลมซ้อนกันหรือที่เรียกว่า
“Concentric sample plot” โดยอาจจะมียวงกลมซ้อนกัน 3 วง หรือ 2 วง ที่มีรัศมีและเนื้อที่แตกต่าง
กัน การที่กำหนดรัศมีแตกต่างกันก็เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูล เช่น ถ้ามีวงกลม 3 วงซ้อนกัน
ในรัศมี 5.64 เมตร มีเนื้อที่ 0.01 เฮกแตร์ เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติโดยการนับ
กล้าไม้ (Sapling) ในรัศมี 12.62 เมตร มีเนื้อที่ 0.05 เฮกแตร์ ทำการนับจำนวนไม้หนุ่ม (Poling) ส่วน
ในรัศมีวงกลมใหญ่สุด 17.85 เมตร มีเนื้อที่ 0.1 เฮกแตร์ ทำการวัดขนาดความโต ความสูงของต้นไม้
(Tree) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (1.30 เมตร) โตกว่า 10 เซนติเมตร ขึ้นไป และประมาณ
ท่อนซุงที่จะทำออกเป็นสินค้าได้ เป็นต้น

4. แปลงตัวอย่างเป็นแนว (Strip sample plot) เป็นแปลงตัวอย่างที่ใช้ชั่วคราวในการสำ
รวจนับไม้ โดยทำการวัดไม้ทุกต้นในขอบเขตแปลงขนาดจำกัดที่ต้องการ เป็นต้นว่า ต้นไม้ที่มี
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (1.30 เมตร) โตกว่า 10 เซนติเมตร แปลงตัวอย่างแบบนี้อาจจะ

มีความกว้างของแนวตั้งแต่ 5-20 เมตร ส่วนความยาวนั้นแล้วแต่ลักษณะความยาวของพื้นที่ แต่เนื่องจากพื้นที่ของแปลงตัวอย่างแบบนี้กว้างขวางมากเกินไป ทำให้มีการสับสนหลงลืมในการนับไม่ได้ง่าย ทำให้เกิดความผิดพลาด ในปัจจุบันจึงไม่นิยมใช้ในการสำรวจ

5. แปลงตัวอย่างวงกลมในแนวเส้นตรง เนื่องจากมีปัญหาข้อขัดข้องในการปฏิบัติงานการสำรวจไม้ โดยวิธีการสำรวจแบบแนวจึงได้มีการดัดแปลงหรือประยุกต์แปลงให้ใช้แปลงตัวอย่างวงกลม หรือวงกลมซ้อนกันวางตามแนวเส้นตรงให้มีระยะห่างเท่ากัน ซึ่งใช้ในวิธีการแบบ Line plot system ขนาดของวงกลมก็แล้วแต่ผู้ใช้จะเลือกอาจจะใช้ขนาดรัศมี 12.62 เมตร มีเนื้อที่ 0.05 เฮกแตร์ หรือรัศมี 17.85 เมตร มีเนื้อที่ 0.1 เฮกแตร์ ส่วนระยะห่างระหว่างแปลงตัวอย่าง และระยะห่างระหว่างแนวนั้นขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์การสำรวจ

ขนาดของแปลงตัวอย่าง

ขนาดของแปลงตัวอย่างเป็นสิ่งที่นักสำรวจควรจะต้องคำนึงถึงอย่างมาก ทั้งนี้เพราะว่าถ้าขนาดของแปลงตัวอย่างกว้างขวางจนเกินไปทำให้มีปัญหาในการสำรวจนับไม้ เช่น มีการสับสนหลงสำรวจ ใช้เวลามากเกินไป ทำให้สมรรถภาพในการทำงานด้อยลงไป สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะมีผลทำให้ผลการสำรวจมีความผิดพลาดมาก สถิตย์ (2525) ได้ทำการรวบรวมผู้ทดสอบศึกษาถึงขนาดของแปลงตัวอย่างที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ดังนี้

ขนาดแปลงตัวอย่างของ Rollet ที่ใช้ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ขนาด 100 x 100 เมตร มีเนื้อที่ 1 เฮกแตร์ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แล้วจึงแบ่งสี่เหลี่ยมจัตุรัสออกเป็น 4 บล็อก เท่า ๆ กัน

Dawkins ได้ทดลองใช้แปลงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular sample plot) หรือ Transects ซึ่งมีขนาดความกว้าง 1 chain (1 chain เท่ากับ 20 เมตร) ความยาว 1/2 ถึง 3/4 ไมล์ (1 mile เท่ากับ 1,609 กิโลเมตร) ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 1.6 เฮกแตร์ ถึงมากกว่า 10 เฮกแตร์ แล้วเขาได้สรุปในผลงานว่าแปลงตัวอย่างขนาดเล็กที่มีความกว้าง 1 chain ยาว 2 chain ซึ่งมีเนื้อที่ 0.08 เฮกแตร์ มีประสิทธิภาพดีกว่าแปลงขนาดใหญ่ ส่วนวิธีการสำรวจแบบแนว (Strip) นั้นนิยมใช้ความกว้าง 10 - 50 เมตร ส่วนความยาวแล้วแต่สภาพภูมิประเทศหรือสภาพป่า แต่คิดเป็นเนื้อที่แล้วประมาณ 0.1 เฮกแตร์

ประเทศในยุโรปตอนเหนือ เช่น ฟินแลนด์ สวีเดน นิยมใช้แปลงตัวอย่างที่มีเนื้อที่ 0.01 - 0.03 เฮกแตร์ แต่ช่วงระยะเวลาต่อมาแปลงตัวอย่างขนาด 0.1 เฮกแตร์ ได้ใช้ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของชาติในฟินแลนด์

ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีความผันแปรจำนวนชนิดพันธุ์ไม้มากกว่าในประเทศยุโรปตอนเหนือ นิยมใช้ขนาดแปลงตัวอย่างขนาดเล็กลงไป คือขนาด 1/5 เอเคอร์ (ประมาณ 0.08 เฮกแตร์)

ในปี ค.ศ. 1962 Mr. Boon ได้ทดสอบใช้แปลงตัวอย่างที่มีขนาดต่าง ๆ คือ ขนาด 0.2, 0.4, 1.0, 2.0, 4.0 และ 8.0 เฮกแตร์ ในการสำรวจนับไม้ และเขาได้สรุปว่าแปลงตัวอย่างที่มีขนาดเล็กมีประสิทธิภาพดีกว่าขนาดใหญ่ นอกจากนี้เขายังให้ข้อคิดเห็นว่า รูปร่างของแปลงตัวอย่างมีส่วนสัมพันธ์กับขนาดของแปลงตัวอย่าง เป็นต้น Transects, Strip, Rectangular, Square และ Variable relascope plots อาจจะนำไปใช้ได้ แต่การจะเลือกรูปร่างและขนาดของแปลงตัวอย่างเท่าใดนั้น จะต้องดูสภาพแวดล้อม สภาพภูมิประเทศ เป็นกรณี ๆ ไป การเลือกรูปร่างและขนาดของแปลงตัวอย่างที่พอเหมาะสมนั้นจะมีผลทำให้การสำรวจมีประสิทธิภาพ

ในปี ค.ศ. 1964 Leotsch and Haller ได้ทดลองใช้ทั้งแปลงตัวอย่างขนาดใหญ่ 0.25-0.30 เฮกแตร์ รูปวงกลมขนาดเล็ก 0.01-0.1 เฮกแตร์ รูปวงกลมซ้อน (Concentric sample plot) ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้แห่งชาติของไทยระหว่างปี พ.ศ. 2499-2504 และในที่สุดเขาได้สรุปว่าแปลงตัวอย่างขนาดเล็กที่มีเนื้อที่ 0.01-0.1 เฮกแตร์ รูปวงกลมซ้อนกัน มีประสิทธิภาพดีกว่าขนาดใหญ่ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ในป่าเมืองไทย

หลักเกณฑ์ในการสุ่มตัวอย่าง

ก่อนที่จะมีการนำเอาหลักการทางสถิติเข้ามาประยุกต์ใช้ในงานการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ นักวิชาการป่าไม้หลายท่านเชื่อว่า ความแม่นยำในการประมาณ (Standard error of estimate) หรือ Sampling error ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ของการสำรวจ ถ้าสำรวจมากก็จะได้ข้อมูลที่ดี แต่ถ้าหากพิจารณาตามหลักสถิติจะพบว่า เป็นไปในทางตรงกันข้าม สาเหตุเนื่องจากโดยทั่วไปแล้ว เราใช้ความผันแปรของหน่วยแต่ละหน่วยในประชากร (Sampling variance) ที่ประมาณได้จากตัวอย่างเป็นตัวชี้วัดค่าประมาณนั้นมีความน่าเชื่อถือได้มากน้อยแค่ไหน นั่นก็คือถ้าหากใช้จำนวนตัวอย่างที่มาก และ Sampling variance มีค่าน้อย จะพบว่า Sampling error จะมีค่าน้อยด้วย นั่นหมายถึงว่า

ข้อมูลที่ได้จะมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นด้วย ซึ่งพอจะสรุปได้ว่าความแม่นยำของการประมาณไม่ได้ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ของการสำรวจ แต่จะขึ้นกับความผันแปรของข้อมูลตัวอย่างนั้น และแปรผันกับจำนวนตัวอย่างที่ใช้ ซึ่งแสดงตามสมการดังต่อไปนี้

$$SE = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

เมื่อ $SE =$ Standard error of estimate หรือ Sampling error ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง
 $S^2 =$ Sampling variance ความแปรผันของหน่วยตัวอย่าง
 $n =$ จำนวนตัวอย่าง

ASEAN Institute of Forest Management (1987) ได้กำหนดค่าประมาณความผิดพลาดในการสุ่มตัวอย่างที่ยอมให้เกิดได้ (Allowable error) ดังนี้

1. $\pm 5\%$ ที่ระดับความมั่นใจ 95% สำหรับการหาปริมาณทั้งหมดไม้ (Total volume) ทรัพยากรสำรวจเพื่อวางแผนการทำไม้ (Operation inventory)
2. $\pm 10\%$ ที่ระดับความมั่นใจ 95% สำหรับการหาปริมาณทั้งหมดไม้ ทรัพยากรสำรวจเพื่อจัดวางโครงการและวางแผนการจัดการป่าไม้ (Management inventory)
3. $\pm 10\%$ ที่ระดับความมั่นใจ 95% สำหรับการหาปริมาณเฉพาะไม้ที่ต้องการ (Volume of select species) ทรัพยากรสำรวจเพื่อวางแผนการทำไม้
4. $\pm 15\%$ ที่ระดับความมั่นใจ 95% สำหรับการหาปริมาณเฉพาะไม้ที่ต้องการ ทรัพยากรสำรวจเพื่อจัดวางโครงการและวางแผนการจัดการป่าไม้
5. $\pm 20\%$ ที่ระดับความมั่นใจ 95% สำหรับการหาปริมาณทั้งหมดไม้ ทรัพยากรสำรวจทรัพยากรป่าไม้แห่งชาติ (National forest inventory)

ในการสำรวจข้อมูลด้วยตัวแทนนั้น เมื่อได้ตัดสินใจแล้วว่าเลือกวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบใดได้แล้ว ปัญหาต่อไปที่จะต้องได้พิจารณาก็คือ ขนาดตัวอย่างหรือจำนวนแปลงตัวอย่าง (Sample size) เท่าใดจึงจะเหมาะสม เพราะการใช้ขนาดตัวอย่างมากเกินไปอาจทำให้เสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่ถ้าตัวแทนมีขนาดเล็กเกินไป ก็อาจทำให้ความคลาดเคลื่อนของการประมาณมีค่าสูง ซึ่ง จรัญ และ อนันต์ชัย (2529) ได้อธิบายไว้ว่า โดยทั่วไปค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณจะมีมาก หรือน้อย ขึ้นอยู่กับ 2 ประการคือ

1. ระดับความเชื่อมั่นที่ใช้ในการประมาณ (Confidence level) ซึ่งโดยทั่วไปมักจะกำหนดให้เท่ากับ 95% หรือ 99% หรือระดับอื่นๆ แล้วแต่การใช้ประโยชน์ข้อมูล
2. ความผันแปรของหน่วยตัวแทนในประชากรซึ่งพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณ (Standard error) ซึ่งมีค่าแตกต่างกันไปตามค่าของประชากรที่ต้องการประมาณ

ASEAN Institute of Forest Management (1987) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ในการสุ่มตัวอย่างที่ใช้ขนาดตัวแทนไม่เกิน 5% สามารถหาจำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสม โดยใช้สูตรดังนี้

$$n = \frac{t^2 CV^2}{SE^2}$$

- เมื่อ $n =$ จำนวนตัวอย่าง หรือแปลงตัวอย่าง
- $SE =$ ค่าประมาณความผิดพลาดในการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้เป็นเปอร์เซ็นต์ (Sampling error %)
- $CV =$ ค่าประมาณสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Estimate coefficient of variance)
- $t =$ ค่าจำกัดความเชื่อมั่น (Confidence limits)

นิยามศัพท์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสุ่มตัวอย่าง

ประชากร (Population) หมายถึง กลุ่มของสิ่งใด ๆ ก็ตามที่ประกอบไปด้วยหน่วยข้อมูลในขอบข่ายที่เราสนใจจะศึกษา หรือมีความอยากรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ อาจเป็นกลุ่มของคน สัตว์ สิ่งของ หรือสิ่งอื่น ๆ ก็ได้ เช่น เรามีความสนใจอยากรู้ข้อมูลเกี่ยวกับต้นไม้ หรือหมู่ไม้ในสวนป่าแห่งหนึ่ง นั่นคือประชากรที่เราสนใจนั่นเอง (ปัสสิ, 2548)

ลักษณะที่ศึกษา (Characteristic under study) หมายถึง ลักษณะหรือรายละเอียดที่เราต้องการทราบเกี่ยวกับประชากรนั้น ๆ ซึ่งการศึกษาในประชากรหนึ่ง ๆ อาจจะมีลักษณะที่ศึกษาเพียงลักษณะเดียวหรือหลาย ๆ ลักษณะก็ได้ เช่นเราต้องการทราบว่าสวนป่าแห่งนี้มีปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้จำนวนเท่าใด ดังนั้นลักษณะในที่นี้ก็คือปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ กรณีดังกล่าว การศึกษาถือว่ามีเพียงลักษณะเดียว ลักษณะของการศึกษามากกว่าหนึ่งลักษณะ เช่น ในการสำรวจสวนป่าเราต้องการทราบข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของต้นไม้ในสวนป่าโดยเฉลี่ยเป็นอย่างไร มีปริมาตรที่ทำเป็นสินค้าอย่างไร มีสัดส่วนของไม้ขนาดต่าง ๆ ในสวนป่าเป็นอย่างไร มีปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าเป็นอย่างไร คุณภาพของต้นไม้เป็นอย่างไร มีตำหนิหรือไม่ มากน้อยเพียงใด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าลักษณะที่ศึกษาของประชากรที่เราสนใจก็คือวัตถุประสงค์ของการสำรavnั่นเอง (ปัสสิ, 2548)

ค่าประชากร (Parameter) หมายถึง ค่าคงที่ที่แสดงหรืออธิบายลักษณะของประชากร ซึ่งในการศึกษาเกี่ยวกับประชากรใด ๆ ก็ตาม สิ่งที่เราต้องการทราบก็คือ ค่าประชากรนั่นเอง ทั้งนี้เพื่อนำไปใช้ในการอธิบายเกี่ยวกับประชากรนั้น ๆ ค่าประชากรที่สำคัญได้แก่ ยอดรวมประชากร (Population total) ค่าเฉลี่ยประชากร (Population mean) ค่าความแปรปรวนประชากร (Population variance) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประชากร (Population standard deviation) สัดส่วนประชากร (Population proportion) และอัตราส่วนประชากร (Population ratio) (ปัสสิ, 2548)

หน่วยข้อมูลหรือหน่วยเอนกนับ (Element or enumeration unit) หมายถึง หน่วยที่ให้ข้อมูลหรือรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของประชากรที่เราต้องการศึกษา ซึ่งแต่ละหน่วยก็จะมีค่าประจำตัวของหน่วยนั้น ๆ เช่น ประชากรที่เราสนใจคือสวนป่าแห่งหนึ่งซึ่งประกอบด้วยต้นไม้ต่าง ๆ ดังนั้นการที่รู้ข้อมูลหรือรายละเอียดเกี่ยวกับสวนป่าจำเป็นต้องสังเกตและรวบรวมข้อมูลจากหน่วยข้อมูลในสวนป่า ซึ่งก็คือต้นไม้แต่ละต้นที่ปลูกหรือขึ้นอยู่ในสวนป่าแห่งนั้น (ปัสสิ, 2548)

การสุ่มตัวอย่าง (Sampling) หมายถึง การเลือกหน่วยตัวอย่างในประชากรที่เราสนใจมาบางส่วน เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ เช่น ในการสำรวจป่าไม้แห่งหนึ่ง โดยกำหนดหน่วยตัวอย่างให้เป็นแปลงย่อย ๆ กระจายเต็มพื้นที่ป่าแห่งนั้น ซึ่งในทางปฏิบัติเราไม่อาจเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกแปลงย่อยในป่า หากแต่จะสุ่มเลือกและเก็บรวบรวมข้อมูลเพียงบางแปลงเท่านั้นเพื่อเป็นตัวแทนของป่าทั้งหมด โดยสามารถกระทำได้ 2 วิธีคือ การเลือกตัวอย่างโดยอาศัยความน่าจะเป็น (Probability sampling) และใช้ความไม่น่าจะเป็น (Non probability sampling) (ปัสลี, 2548)

หน่วยการสุ่มตัวอย่าง (Sampling unit) หมายถึง หน่วยที่ใช้สำหรับสุ่มเลือกตัวแทน จากประชากรเพื่อให้เป็นตัวแทนในการประมาณค่าประชากร ซึ่งก็คือ หน่วยที่เราจะต้องสังเกตวัดรายละเอียดและรวบรวมข้อมูลนั่นเอง โดยตัวอย่างแต่ละหน่วยอาจจะประกอบด้วยหน่วยข้อมูลเพียงหนึ่งหน่วย หรือมากกว่าก็ได้ เช่น การสำรวจสวนป่าแห่งหนึ่งเพื่อต้องการทราบปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ เราอาจกำหนดไม้แต่ละต้นเป็นหน่วยตัวอย่าง กรณีนี้ถือว่าหนึ่งหน่วยตัวอย่าง ประกอบด้วยหนึ่งหน่วยข้อมูล (ต้นไม้อะต้นต้นเป็นหน่วยข้อมูล เพราะเป็นหน่วยที่จะให้รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะประชากรที่เราสนใจคือ ปริมาตรไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้) (ปัสลี, 2548)

ขนาดตัวอย่าง (Sampling size) หมายถึง จำนวนหน่วยตัวอย่างที่ถูกเลือกให้เป็นตัวแทนของประชากร เช่น ถ้าต้องการสำรวจพื้นที่ให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการพึงพิงทรัพยากรป่าไม้ของชุมชนที่รายรอบพื้นที่ป่าแห่งหนึ่ง โดยกำหนดให้แต่ละหมู่บ้านหรือชุมชนเป็นหน่วยตัวอย่างสมมุติว่ามีหมู่บ้านที่อยู่รายรอบป่าดังกล่าวจำนวนทั้งสิ้น 100 หมู่บ้าน แต่เราสุ่มเลือกมาเพียง 30 หมู่บ้านเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการพึงพิงทรัพยากรป่าไม้ ดังนั้นขนาดตัวอย่างในที่นี้คือจำนวน 30 หมู่บ้าน (ปัสลี, 2548)

ความเข้มของการสุ่มตัวอย่าง (Sampling intensity) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างจำนวนหน่วยตัวอย่างที่ถูกเลือกต่อจำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมดในประชากรนั้น บางทีเรียกว่าเศษส่วนการสุ่มตัวอย่าง (Sampling fraction: f) ค่านี้มักจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์จึงเรียกว่า เปอร์เซ็นต์การสุ่มตัวอย่างหรือเปอร์เซ็นต์การสำรวจ ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้พื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งโดยทั่วไปเรามักจะทำการรวบรวมข้อมูลจากพื้นที่เพียงบางส่วนในป่าแห่งนั้น อัตราส่วนระหว่างเนื้อที่ที่ทำการสำรวจกับเนื้อที่ป่าทั้งหมด คือความเข้มของการสุ่มตัวอย่างหรือเปอร์เซ็นต์การสุ่มตัวอย่าง เช่น บอกว่าทำการสุ่มตัวอย่างหรือสำรวจป่าไม้ 2% , 5% เป็นต้น (ปัสลี, 2548)

กรอบการสุ่มตัวอย่าง (Sampling frame) หมายถึง รายการหรือบัญชีรายชื่อของหน่วยตัวอย่างในประชากรที่เราสนใจ โดยในรายการดังกล่าวจะทำให้เราทราบถึงตำแหน่งที่ตั้งรวมทั้งขอบเขตของหน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงานภาคสนาม ทำให้ผู้ปฏิบัติงานทราบว่า มีหน่วยตัวอย่างทั้งหมดเท่าไรและอยู่ที่ใดบ้าง เช่น กรณีกำหนดให้ค้นไม้แต่ละต้นเป็น หน่วยตัวอย่าง การจัดทำกรอบตัวอย่างอาจจะไม่สะดวก หรือเป็นไปได้ ดังนั้น การสำรวจ ทรัพยากรป่าไม้ จึงมักจะกำหนดให้หน่วยตัวอย่างเป็นแปลงย่อย ๆ หรือแปลงตัวอย่างในการสำรวจ เพราะจะทำให้ การจัดทำกรอบตัวอย่างให้ง่ายขึ้น (ปัสสี, 2548)

ตัวอย่าง (Sample) หมายถึง กลุ่มของหน่วยตัวอย่างที่ได้สุ่มเลือกมาตามเกณฑ์ และ วิธีการกำหนดไว้เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาลักษณะที่ต้องการเกี่ยวกับประชากรนั้น ๆ เช่น ในกรณีหมู่บ้านที่ถูกสุ่มเลือกมาทั้งหมด 30 หมู่บ้านจาก 100 หมู่บ้านนั้น คือ ตัวอย่างจากการสุ่มเลือกได้เราจะทำการสังเกต และเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ (ปัสสี, 2548)

ค่าสถิติ (Statistic) หมายถึง ค่าคงที่ที่แสดงหรืออธิบายลักษณะของตัวอย่าง ซึ่งค่านี้จะเป็นค่าประมาณสำหรับค่าประชากรเพื่อนำไปใช้ในการอธิบายลักษณะของประชากรตามที่เราต้องการต่อไป เรียกว่าเป็นตัวประมาณ (Estimator) ค่าประชากรนั่นเอง ค่าสถิติสำคัญได้แก่ ยอดรวมตัวอย่าง (Sample total) ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง (Sample mean) ความแปรปรวนตัวอย่าง (Sample variance) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง (Sample standard deviation) สัดส่วนตัวอย่าง (Sample proportion) และอัตราส่วนตัวอย่าง (Sample ratio) (ปัสสี, 2548)

ความแม่นยำและความเที่ยง (Accuracy and Precision)

ปัสสี (2548) ได้กล่าวถึง ความแม่นยำและความเที่ยง (Accuracy and precision) ในหนังสือเทคนิคการสุ่มตัวอย่างในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ดังนี้

ความแม่นยำ (Accuracy) หมายถึง ความใกล้เคียงกันระหว่างค่าสถิติที่คำนวณได้จากตัวอย่างกับค่าประชากร กล่าวคือ ถ้าปริมาณความแตกต่างระหว่างค่าสถิติจากตัวอย่างกับค่าแท้จริงของประชากรมีน้อย แสดงว่ามีความแม่นยำมากและการที่จะตรวจสอบดูว่าตัวประมาณค่าประชากรมีความแม่นยำหรือไม่ มักจะใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean square error หรือเรียกว่า MSE) ซึ่งในทางปฏิบัติไม่อาจกระทำได้นี้เนื่องจากเราไม่ทราบค่าประชากร

ความเที่ยง (Precision) หมายถึง ความใกล้เคียงกันระหว่างค่าสถิติแต่ละค่าที่ได้จากการสุ่มหลาย ๆ ครั้ง หรือค่าสถิติที่ได้จากการสุ่มแต่ละครั้งในประชากรเดียวกันจะมีค่าใกล้เคียงกันรวมกลุ่มกัน ซึ่งการที่จะตรวจสอบว่าตัวประมาณค่าประชากรมีความเที่ยงมากน้อยเพียงใด จะใช้ค่าความแปรปรวน (Variance) ของตัวประมาณนั้น ตัวประมาณที่มีความแปรปรวนต่ำกว่าจะมีค่าเที่ยงมากกว่า

ความเอนเอียงและความคลาดเคลื่อน (Bias and Error)

บัสลี (2548) ได้กล่าวถึง ความเอนเอียงและความคลาดเคลื่อน (bias and error) ในหนังสือเทคนิคการสุ่มตัวอย่างในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ดังนี้

ความเอนเอียง (Bias) หมายถึง ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าสถิติหรือค่าประมาณที่ได้จากตัวอย่างที่เป็นไปได้ทั้งหมดกับค่าประชากร

ความคลาดเคลื่อน (Error) คือ ปริมาณความแตกต่างระหว่างค่าประมาณที่คำนวณได้จากตัวอย่างกับค่าแท้จริงของประชากร ซึ่งโดยปกติแล้วในการสำรวจจะเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น 2 ลักษณะ คือ

1. ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสุ่มตัวอย่าง (Sampling error) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากเราทำการสุ่มเลือกตัวอย่างมาเพียงบางส่วน ค่าประมาณที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจึงมักจะแตกต่างไปจากประชากรเสมอไม่มากก็น้อย ความคลาดเคลื่อนลักษณะนี้เราสามารถควบคุมให้อยู่ในระดับที่ต้องการได้โดยอาศัยทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง เช่น การเลือกแผนแบบการสุ่มตัวอย่าง และกำหนดขนาดตัวอย่าง ที่เหมาะสมกับลักษณะการกระจายของข้อมูลในประชากร

2. ความคลาดเคลื่อนที่ไม่ได้เกิดจากการสุ่มตัวอย่าง (Non-sampling error) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากสาเหตุอื่นนอกจากการสุ่มตัวอย่าง เช่น ความคลาดเคลื่อนจากการหาดำแหน่งของหน่วยตัวอย่างหรือแปลงตัวอย่าง ความคลาดเคลื่อนจากการวัด (ทั้งสาเหตุจากเครื่อง มือ และผู้วัด) และการบันทึกข้อมูลรวมทั้งการประมวลผลข้อมูล ความคลาดเคลื่อนจากความมีอคติของผู้ปฏิบัติงานเป็นต้น ความคลาดเคลื่อนเหล่านี้มักจะเกิดขึ้นเสมอและควบคุมได้ยากมาก ไม่ว่าจะเป็นการสำรวจแบบ 100 เปอร์เซ็นต์ หรือจะทำการสำรวจด้วยการสุ่มตัวอย่างก็ตาม

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับของป่า

ลักษณะทั่วไปของแสม

แสมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Coscinium fenestratum* (Gaerte) Colebr. เป็นสมุนไพรไม้เถาเลื้อย เนื้อแข็ง (ประนอม และคณะ, 2545) มีลักษณะสำคัญคือลำต้นสีเหลือง มีรสขม สมุนไพรแสมจัดอยู่ในวงศ์เมนิสเปอร์มาซิอิ (Family Menispermaceae หรือ Moonsced Family) (Forman, 1991) ที่สำคัญดังนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Coscinium fenestratum* (Gaerte) Colebr.

วงศ์: Menispermaceae

ชื่อสามัญไทย: เครือเหิน (North - eastern), ขมิ้นเครือ (South - eastern)

ชื่อพื้นเมือง: สมุนไพรแสม แห้ม (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว)

ใบ: เป็นรูปรีไข่ หรือ รูปไข่กว้างคล้ายกับรูปไข่โอรีนยาว 11 – 23 เซนติเมตร. กว้าง 8 – 23 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบมนตัดหรือรูปหัวใจขอบใบเรียบ ผิวใบด้านบนเกือบเกลี้ยง เมื่อแห้งผิวเรียบผิวใบด้านล่างมีขนค่อนข้างยาวเส้นกลางใบและเส้นแขนงใบจม มี 5 -7 เส้น เรียงเป็นรูปฝ่ามือ เนื้อใบบางคล้ายแผ่นหนัง ก้านใบยาว 8 – 16 เซนติเมตร ปลายก้านใบติดกับแผ่นใบ ซึ่งห่างจากขอบของฐานใบ ประมาณ 0.8 เซนติเมตร (พบน้อยที่อยู่ลึกเข้าไปจากฐานใบ 2.7 เซนติเมตร)

ช่อดอก: เป็นกระจุกแน่นกลม มีก้านดอกได้ถึง 6 – 7 เซนติเมตร มีก้านช่อดอกยาว 10 – 30 เซนติเมตร ช่อดอกอยู่เดี่ยว ๆ หรือมีปลายช่อดอกอยู่ด้วยกัน ช่อดอกยาว 5 – 11 เซนติเมตร ใบประดับรูปลิ้นแฉกยาว 4 – 5 มิลลิเมตร

ดอกเพศผู้: มีก้านดอกยาวได้ถึง 1 มิลลิเมตร หรือไม่มี กลีบเกลี้ยงรูปรีหรือรูปแกมไข่ กลีบชั้นในแผ่ มี 3 – 6 กลีบ กลีบสีเหลืองยาว 1.5 – 2 มิลลิเมตร กลีบชั้นนอกมีขนาดเล็กยาว 1 – 1.5 มิลลิเมตร เกสรเพศผู้มี 6 อัน ยาว 1 มิลลิเมตร เรียง 2 ชั้น ชั้นนอก 3 อัน แยกกัน ชั้นใน 3 อันเชื่อมกัน

ดอกเพศเมีย: มีกลีบเลี้ยงเหมือนดอกเพศผู้ มีเกสรดอกเพศผู้เป็นหมัน 6 อัน รูปคล้าย กระบอก ยาว 1 มิลลิเมตร รังไข่มี 3 คาร์เพล ยาว 2 มิลลิเมตร มีขนหนาแน่นก้านเกสรเพศเมียเป็น รูปคล้ายเส้นโค้งลง

ข้อผล: มีคาร์โพฟอร์ (carpophores) ทรงกลมสั้นผ่านศูนย์กลาง 7-8 มิลลิเมตร มีขนยาว

ผล: เป็นเมล็ดเดี่ยวแข็ง (Drupe) สีน้ำตาลแกมส้มหรือสีเหลือง รูปทรงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.8 – 3 เซนติเมตร ผิวมีขนยาว

เมล็ด: สีค่อนข้างขาว รูปรีวงเกือบกลม

การกระจายพันธุ์และนิเวศวิทยาของแสม

แสมเป็นพืชที่เจริญเติบโต และเป็นพืชที่เขียวตลอดทั้งปี เจริญเติบโตถึง 20 เมตร พบได้ในป่า แดงภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (หนองคาย และนครพนม) ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเอเชียใต้

การใช้ประโยชน์จากแสม

การใช้ประโยชน์แสมเชื่อว่า การต้มหรือกลั่น (distillation) จากพืชสมุนไพรนี้ใช้เป็นยาลด ไข้และใช้รักษาบาดแผลต่าง ๆ (สุกเกต, 2547) ปัจจุบันมีการนำแสมมารับประทานกันอย่างแพร่ หลาย โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และสาธารณรัฐ ประชาธิปไตย ประชาชนลาว มีความเชื่อว่า เมื่อนำแสมมารับประทาน สามารถรักษาโรคเบาหวาน มะเร็ง ความดัน โลหิตสูงและต่ำ ขับสารพิษตกค้างในร่างกาย ละลายไขมันอุดตันในหลอดเลือด ลดความอ้วน รักษา โรคกระเพาะอาหาร และอื่นๆ (Punitha *et al.*, 2005; Tran and Stefan, 2001)

การใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ การนำ berberine ไปใช้ประโยชน์ด้านการแพทย์ไม่ทำให้เกิดความเป็นพิษ แต่ผลข้างเคียงที่พบเมื่อได้รับ berberine ในปริมาณสูงคือ มีผลเกี่ยวกับกระเพาะ อาหาร และลำไส้ เกิดโรคหอบหืด ความดันเลือดต่ำ มีอาการคล้ายเป็นไข้ ถ้าได้รับ berberine ในช่วงตั้งครรภ์ จะมีผลต่อการหดตัวของมดลูกและการแท้ง และทำให้ทารกเป็นโรคดีซ่าน ดังนั้น

ปริมาณของ berberine ที่ใช้รักษาโรคมีขนาด 200 มิลลิกรัม รับประทาน 2-4 ครั้งต่อวัน (Birdsall *et al.*, 1997; Anonymous, 2000)

นอกจากนี้มีการนำแสมไปใช้ประโยชน์ เช่น ประเทศมาเลเซียนำผลสีเหลืองของแสมไปใช้ในการย้อมผ้า ใช้เป็นส่วนผสมเครื่องสำอางค์ เช่น ยาสระผม สบู่ และ ครีมอาบน้ำ เป็นต้น และ เครื่องดื่มน้ำสมุนไพร รากใช้ไล่แมลง ผลเป็นอาหารของลิงอุรังอุตัง ชะนี นก (Anonymous, 2001; Agusta, 2003)

ลักษณะทั่วไปของตาว

ชิด หรือตาว หรือตาว (Sugar Palm) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Arenga westerhoutii* Griff. *Arenga pinnata* (Wurmb) Merr. หรือ *Arenga saccharifera* Labell. เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ปาล์ม Palmae อนุวงศ์ Arecoideae เช่นเดียวกับ มะพร้าว ตาล และ ปาล์ม ชนิดต่างๆ (ปิฎกะ, 2535)

1. ราก: เป็นรากฝอย (fibrous root) เช่นเดียวกับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั่วไป รากของต้นตาวจะอยู่ลึกลงไปใต้ดิน เนื่องจากการงอกของเมล็ดจะมีการสร้างสะดือยังลึกลงไปใต้ดินก่อน แล้วจึงพัฒนาสร้างรากและลำต้นที่จะโผล่ขึ้นมาเหนือดิน

2. ลำต้น: เป็นลำต้นเดี่ยว ไม่มีหน่อ ไม่มีเปลือก เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นประมาณ 12-24 นิ้ว เมื่อโตเต็มที่มีความสูงประมาณ 6-15 เมตร

3. ใบ: ใบเป็น compound leaf รูปขนนก มีทางใบยาวประมาณ 4-8 เมตร ใบย่อยมีสีเขียวเป็นมันด้านบน ส่วนด้านใต้มีสีเงินเทา มีเส้นใยจากโคนใบห่อหุ้มปิดลำต้นเป็นเส้นหยาบๆ สีดำแข็งเรียกว่ารอก (fibrous sheaths) มีก้านใบใหญ่ยาวไปตลอดถึงปลายตัวใบ มีแกนกลางของทางใบ rachis จากแกนกลางใบจะมีใบย่อยแตกออกจากแกนกลางทำมุมก้มต่ำลงห่อลง ลักษณะของขอบใบทั้งหมดของทางใบจะอยู่เสมอกันหรือต่ำกว่าแกนกลางใบ ลักษณะเหมือนรูปตัววีคว่ำ หรือวีกลับ (inverted-v-shaped)

4. ดอก: เป็นลักษณะช่อดอกแทงออกจากลำต้นในระหว่างกาบใบ หรือระหว่างชั้นของ โคนกาบใบเรียกรากการออกดอกแบบนี้ว่า *interfloriar* โดยจะเริ่มออกดอกจากข้อแรกจากส่วนยอดแล้ว ช่อต่อไปจะทยอยแทงช่อดอกเลื่อนลงมาทางด้านล่าง ใน 1 ต้น สามารถออกดอกออกผลได้โดยเฉลี่ย 3-6 หรืออาจมีถึง 9 ทะลาย ลักษณะช่อดอกเป็นพวงใหญ่ เรียกว่า ตะแฉ่ ดอกตัวจะมีก้านสั้นมากจนเกือบจนเกือบจะไม่สามารถมองเห็นได้ฐานของดอกจะติดแน่นอยู่กับแขนงช่อดอก

ดอกตัวเป็นดอกแบบแยกเพศ *monoecious* กอเกสรผู้และเกสรเมียแยกกันอยู่แต่ดอกทั้งสองเพศอยู่บนต้นเดียวกัน

ช่อดอกเพศผู้จะแทงออกมาระหว่างโคนกาบใบ มีความยาวประมาณ 1-2 เมตร และใน 1 ช่อ ดอกจะมี 60-70 แขนง แต่ละแขนงมีความยาวไม่เท่ากัน ตั้งแต่ 1-1.5 เมตร จะออกติดกับแขนงไม่มีก้านดอก แต่ละแขนงมีประมาณ 100-150 กลีบดอกจะมีสีเขียวและเมื่อมีอายุมากขึ้นจนแก่กลีบดอกจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงส่วนกลีบเลี้ยงยังคงมีสีเขียว เมื่อแก่ทั้งกลีบเลี้ยงและกลีบดอกจะร่วงหลุดจากแขนง คงเหลือแต่แขนงและกาบช่อดอกแห้งติดกับต้นไปจนกว่าจะสุก โดยเฉลี่ยแต่ละต้นจะมีดอกเพศผู้ประมาณ 2-4 ช่อดอกต่อต้น แต่ในบางต้นอาจมีดอกเพศผู้หมดทั้งต้นก็มี

5. ผล และเมล็ด: ผลมีลักษณะกลมมนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-2 นิ้ว ผลตัวเมื่อแก่จัดจะไม่แตกออก เมื่อกดมีสิ่งปกคลุมเป็นชั้นๆ ดังนี้

1. *exocarp* เปลือกชั้นนอก มีลักษณะเรียบเป็นมัน เมื่ออายุยังน้อยมีสีเขียว และเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้มตามลำดับเมื่อแก่ขึ้นและจะมีนวล (*bloom*) ปกคลุมเมื่อผลแก่เต็มที่

2. *mesocarp* หมายถึงส่วนที่อยู่ถัดจากเปลือกเข้าไป เป็นเส้นใยสดห่อหุ้มส่วนของเมล็ดอยู่ ส่วนของเส้นใยนี้จะมีน้ำยาง ส่วนของเส้นใยนี้จะมีน้ำยางอยู่ หากถูกผิวหนังจะคันมาก

3. *endocarp* หมายถึงเชื้อที่ห่อหุ้มเมล็ดตัว เมื่อผลยังอ่อนส่วนเชื้อนี้จะไม่แข็งแต่เมื่อผลแก่เชื้อนี้จะแข็งและมีสีดำ

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุลตำว

พืชสกุลนี้พบทั้งหมดประมาณ 22 ชนิด มีการกระจายพันธุ์อยู่บริเวณจีนตอนใต้ หมู่เกาะริวกิว ใต้หวันตอนเหนือ ไปจนถึงตอนใต้บริเวณเกาะคริสต์มาส ตลอดจนภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ภูมิภาคมาเลเซีย ภาคตะวันตกของประเทศอินเดีย ไปจนถึงควีนส์แลนด์ และบริเวณตะวันออกของประเทศออสเตรเลีย โดยมีศูนย์กลางความหลากหลายอยู่บริเวณสุมาตรา มาลายา และบอร์เนียว มีทั้งชนิดที่มีลำต้นเดี่ยว (solitary) หรือลำต้นแตกเป็นกอ (cluster) ลำต้นมีขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นไม่เกิน 2 ซม. สูงประมาณ 30-100 (150) เซนติเมตร ไปจนถึงชนิดที่มีลำต้นขนาดใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นประมาณ 20-45 เซนติเมตร สูงประมาณ 10-20 เมตร ลำต้นมีเส้นใยจากโคนใบห่อหุ้มปิดลำต้นเป็นเส้นหยาบๆ สีดำแข็ง เรียกว่ารก (fibrous sheaths) ดอกเป็นชนิด polygamous คือ ต้นเดียวกันจะมีทั้งช่อดอกดอกสมบูรณ์เพศและช่อดอกดอกแยกเพศอยู่บนต้นเดียวกัน ในช่อดอกสมบูรณ์เพศจะมีองค์ประกอบพื้นฐานของดอกเป็นแบบ triad คือ มีดอกเพศเมีย (pistillate flower) หนึ่งดอกอยู่ตรงกลางและด้านข้างทั้งสองด้านมีดอกเพศผู้ (staminate flower) อยู่ข้างละดอกและดอกเพศผู้ในช่อดอกสมบูรณ์เพศมักจะบานก่อนดอกเพศเมีย ปาล์มในสกุลนี้ส่วนใหญ่มักเป็นปาล์มชนิดที่ออกดอกเพียง 1-2 ครั้ง จากนั้นลำต้นจะค่อยๆ โทรมลง และช่อดอกที่ออกมาใหม่มักจะมีแต่ดอกเพศผู้ การออกดอกมักจะเริ่มที่บริเวณเรือนยอด หรือบางชนิดออกดอกที่ปลายลำก่อน แล้วค่อยๆ แทะช่อดอกตามลำต้นต่ำลงมาเรื่อยๆ ทุกปี จนเกือบถึงพื้นดินแล้วลำต้นก็จะแห้งตายไป (hapaxanthic) ผลรูปทรงกลมไปจนถึงทรงรี มีเมล็ด 1-3 เมล็ด เปลือกผลด้านนอกมักมีผิวเรียบส่วนที่อยู่ถัดจากเปลือกเข้าไป (mesocarp) มักมีน้ำยางที่มีพิษต่อผิวหนัง เมื่อสัมผัสถูกน้ำยางมักมีอาการคันอย่างรุนแรง ในประเทศไทยพบพืชในสกุลนี้อยู่ประมาณ 5 ชนิดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ

1. กลุ่มที่มีลำต้นแตกเป็นกอ ขนาดเล็กมีขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นไม่เกิน 2 ซม. แดกหน่อเป็นกอ สูง 30-150 เซนติเมตร ในประเทศไทยพบ 2 ชนิด คือ เต่าร้างหนู (*Arenga caudata* (Lour.) H.E. Moore) ศรีสยาม (*Arenga hookeriana* (Becc.) Whitmore) ซึ่งเป็นปาล์มประดับที่มีความสวยงามและเป็นที่นิยม ปาล์มทั้งสองชนิดนี้มีลักษณะแตกต่างกันเห็นได้ชัดคือ ศรีสยามเป็นปาล์มใบเดี่ยวส่วนเต่าร้างหนูเป็นปาล์มใบประกอบ

2. กลุ่มที่มีลำต้นขนาดใหญ่มีทั้งชนิดที่มีลำต้นเดี่ยวและชนิดที่แตกเป็นกอ มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นประมาณ 30-45 เซนติเมตร ในประเทศไทยพบพืชสกุลตำลึงที่อยู่ในกลุ่มนี้จำนวน 3 ชนิด คือ *Arenga pinnata* (Wurm) Merrill, *Arenga westerhoutii* Griff. และ *Arenga obtusifolia* Mart. ซึ่งทั้งสามชนิดนี้มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกที่ค่อนข้างคล้ายคลึงกันมากโดยเฉพาะชก (*Arenga pinnata*) และ ตำลึง (*Arenga westerhoutii*) ซึ่งเป็นชนิดที่มีลำต้นเดี่ยวขนาดใหญ่ สำหรับลักษณะที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดของปาล์มทั้งสองชนิดนี้ก็คือการเรียงตัวของใบย่อย โดยใบย่อยของต้นตำลึงนั้นจะเรียงตัวอยู่ในระนาบเดียวในขณะที่ใบย่อยของต้นชกนั้นเรียงตัวอยู่ในหลายระนาบ (ปิฎฐะ, 2524, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2541, และ Hodel, 1998)

การกระจายพันธุ์และนิเวศวิทยาของตำลึง

ตำลึงกระจายพันธุ์แถบมาเลเซีย พม่า กัมพูชา ลาว ตลอดจนเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมไปจนถึงทางฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย ศรีลังกา ภูฐาน จีนตอนใต้ ไปจนถึงบริเวณตอนเหนือของทวีปออสเตรเลียและหมู่เกาะโซโลมอน (Natalie and Dransfield, 1987) แต่ไม่พบตำลึงในหมู่เกาะแปซิฟิกและทวีปอเมริกา (Flach and Rumawas, 1996) ในประเทศไทยพบกระจายอยู่เกือบทั่วประเทศตั้งแต่เหนือจรดใต้ มักพบเห็นตามหนาผาสูงชันของเขากินปูนที่ระดับความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเล ไปจนถึงที่ระดับความสูงประมาณ 800 เมตรจากระดับน้ำทะเล

การใช้ประโยชน์จากตำลึง

ใช้น้ำตาลและใช้ผลรับประทาน นอกจากนี้ยอดอ่อนของต้นตำลึงยังมีรสอร่อย หวานกรอบ คล้ายกันกับยอดอ่อนของมะพร้าวอีกด้วย การบริโภคยอดอ่อนของต้นตำลึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้นตำลึงลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว แต่ในปัจจุบันชาวบ้านและชุมชนได้ตระหนักถึงความสำคัญของแหล่งทรัพยากรนี้ จึงได้มีการควบคุมและลดการบริโภคยอดอ่อนของตำลึง และนอกจากนี้ตำลึงยังมีการใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ อีก อาทิ การใช้ใบเพื่อมุงหลังคา รวมไปถึงก้านใบก็สามารถนำมาใช้ทำไม้กวาดได้คล้ายกันกับก้านใบของมะพร้าว (Johnson, 1991)

ลักษณะทั่วไปของหวาย

หวาย (Rattan) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวพบในป่าเขตร้อน เป็นชื่อรวมที่เรียกพวกปาล์มเลื้อย (climbing palm) เป็นพืชพวกปาล์มที่มีหนาม ส่วนมากมีลำต้นเป็นเถาเลื้อยทอดไปตามดิน และปีนป่ายไปบนต้นไม้อื่น ๆ (สมคิด, 2524) แต่หวายบางชนิดที่มีลำต้นสั้นและแข็งแรง (ชาลิต, 2525) ในทางพฤกษศาสตร์ หวายถูกจัดอยู่ในวงศ์ ปาล์ม (Family Palmae หรือ Arecaceae) ในกลุ่มของ Lepidocaryoid (subfamily Lepidocaryoideae) (Moor, 1973) มีลักษณะที่แตกต่างจากอนุวงศ์อื่น ๆ คือ ผลมีเกล็ดหุ้ม พรรณไม้ในอนุวงศ์นี้มีทั้งไม้ต้น ไม้กอ และไม้เลื้อย มีการกระจายพันธุ์ในเขตร้อนของโลก ชนิดที่เป็นไม้เลื้อยได้แก่ *Calamus*, *Calospatha*, *Ceratolobus*, *Daemonorops*, *Korthalsia*, *Myrialepis*, *Plectocomia*, *Plectocomiopsis*, *Bejaudia*, *Eremospatha*, *Ancistrophyllum* และ *Oncocalamus* ที่เป็นไม้ต้นได้แก่สกุล *Metroxylon* (สาธุ) และที่เป็นไม้กอได้แก่สกุล *Eleiodoxa* (หลุมพี), *Eugeissona* (จากเขา) และ *Salacca* (ระกำ) (เต็ม, 2529) ซึ่งลำดับหมวดหมู่ของหวายมีระเบียบวิธีจำแนกดังนี้

Division Tracheophyta

Class Angiospermae

Subclass Monocotyledoneae

Order Arecales

Family Arecaceae (Palmae)

Subfamily Lepidocaryoideae

การกระจายพันธุ์ของหวาย

หวายมีจุดศูนย์กลางการกระจายพันธุ์อยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และพื้นที่ใกล้เคียง คาดกันว่าในทั่วโลกมีหวายอยู่ 14 สกุล (genus) ประมาณ 600 ชนิด (species) (Dransfield, 1979a, b) แต่ที่มีการศึกษาและเผยแพร่มีเพียง 12 สกุล โดยพบในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 9 สกุล คือ *Calamus*, *Calospatha*, *Ceratolobus*, *Daemonorops*, *Korthalsia*, *Myrialepis*, *Plectocomia*, *Plectocomiopsis* และ *Bejaudia* ที่เหลืออีก 3 สกุลพบเฉพาะในแอฟริกาใต้คือ *Eremospatha*, *Ancistrophyllum* และ *Oncocalamus* มีอีก 2 สกุลพบในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แต่ยังไม่ได้เผยแพร่ คือ *Pogonotium* และ *Retispatha* ในจำนวน 9 สกุลแรกของหวายในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้พบ

ขึ้นอยู่บริเวณคาบสมุทรมลายู ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า เป็นศูนย์กลางของหวาย เพราะมีความหลากหลายสกุลมากที่สุด จำนวนสกุลน้อย ๆ ลดลงเมื่อห่างจากศูนย์กลางออกไป คือ บอเนียว 8 สกุล สุมาตรา 7 สกุล ชวา 5 สกุล ฟิลิปปินส์ 4 สกุล นิวกินี 3 สกุล และ ฟิจิ 1 สกุล (IDRC, 1980)

หวายในประเทศไทยประกอบด้วย 6 สกุล รวม 50 ชนิด (ประเสริฐ, 2522; Dransfield, 1974, 1979b; IDRC, 1980) คือสกุล *Calamus*, *Daemonorops*, *Korthalsia*, *Myrialepis*, *Plectocomia* และ *Plectocomiopsis* โดยแหล่งหวายขึ้นอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติในป่าดงดิบทางภาคใต้ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และในพื้นที่ทั่วประเทศ (ทัศนีย์ และคณะ, 2523; ประเสริฐ, 2522; สุทธิรัตน์, 2522)

การใช้ประโยชน์จากต้าว

หวายจัดเป็นผลผลิตรองของป่า รองไปจากเนื้อไม้ ปัจจุบันมีการนำลำหวาย (rattan cane) มาทำเฟอร์นิเจอร์ และเครื่องใช้ต่าง ๆ ตลอดจนจนถึงการสร้างบ้านเรือน (IDRC, 1980) ต้นหวายที่สามารถตัดมาใช้งานมีอายุตั้งแต่ 6 ถึง 25 ปี เดือนที่เหมาะสมสำหรับตัดลำหวายมาใช้ประโยชน์ คือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมีนาคม

ในภาคตะวันออกนิยมเหนือตอนบนของประเทศไทย เช่น สกลนคร กาฬสินธุ์ และอีกหลายจังหวัดใกล้เคียง มีการเพาะปลูกหวายพันธุ์ท้องถิ่นอย่างกว้างขวาง ซึ่งหวายท้องถิ่นชนิดดังกล่าว มีการเรียกชื่อแตกต่างกันไปตามพื้นที่ เช่น หวายขม หวายดง หวายหนาม ซึ่งมีทั้งหนามขาว หรือหนามแดง สำหรับชื่อสามัญเรียกหวายดง (*Calamus sp.*) (ธนธิป และคณะ, 2532) ซึ่งต่อมาได้มีการคัดแยกสายพันธุ์ให้ชัดเจนเรียกว่า *Calamus siamensis* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่นิยมและเหมาะสมในการขยายพันธุ์และเพาะเลี้ยงต้นกล้าพันธุ์ เพื่อนำต้นอ่อนที่ห่อหุ้มด้วยกาบใบมาบริโภค ในลักษณะของผักในการแปรรูปต่าง ๆ เช่น แกงพื้นบ้าน ผัด ลวกจิ้มกับน้ำพริกต่าง ๆ สำหรับยอดหวาย หรือหน่อหวายที่ใช้รับประทานนี้จะมีลักษณะสีขาว-เหลือง เมื่อลอกกาบใบออกแล้ว และถ้าตัดทิ้งไว้เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง จะกลายเป็นสีน้ำตาล และภายใน 3 วัน จะมีสีคล้ำ และเหี่ยวเฉาไปในที่สุด

ความหมายของของป่า

คำว่าของป่า ในภาษาอังกฤษใช้คำว่า Non-timber forest products: NTFPs ซึ่งเป็นผลผลิตจากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ เป็นคำใหม่ที่นิยมใช้กันขณะนี้ แต่เดิมนั้นใช้คำว่า ผลิตภัณฑ์รอง (minor forest product: MFP) และอีกคำหนึ่งที่ใช้เรียกกันคือ Non-wood forest products: NWFPs (สมใจ, 2539)

ของป่า หรือ ผลิตผลรอง หรือผลิตผลที่ไม่ใช่เนื้อไม้ หมายถึงผลิตผลอื่น ๆ ที่ได้จากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ ผลิตผลต่าง ๆ ที่ได้จากป่ามีมากมายทั้งที่อยู่ในรูปของพืชและสัตว์ป่า เช่น หวาย ไม้หน่อไม้ เห็ด ชันและยางไม้ สมุนไพร เครื่องเทศ พืชอาหาร แมลงกินได้ ไม้หอม สัตว์ป่า เป็นต้น (สันติ, 2549)

Hammett (1993) ได้ให้ความหมายว่า ของป่า คือ ผลิตผลที่มีชีวิตทั้งหมด ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ ซึ่งนำออกมาจากป่า และรวมไปถึงบริการอื่นๆ ที่ได้รับจากป่า ดังนั้นจึงรวมไปถึงไม้ฟืน ถ่าน น้ำผึ้ง น้ำมันยาง ชัน เครื่องเทศ เครื่องจักสานที่ทำจากหวาย เถาวัลย์ หญ้าต่างๆ ที่ให้เส้นใยใช้ทำกระดาษ หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสัตว์ป่า เช่น กระดุก หนัง เพื่อใช้ในพิธีกรรมต่างๆ หรือเป็นเครื่องประดับ คำว่าบริการต่างๆ จากป่านั้น หมายถึง หน้าที่ของป่าในลักษณะที่เป็นท่าเลี้ยงสัตว์ แหล่งต้นน้ำ ลำธาร ปกป้องการพังทลายของดิน และลมพายุ ที่อยู่อาศัยสำหรับสัตว์ป่า และป่าซึ่งได้รับการพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ (Ecotourism)

De beer and Mcdermott (1996) ได้ให้ความหมายว่า ของป่า เป็นวัตถุดิบที่ได้จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ สำหรับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ประกอบด้วย อาหาร สมุนไพร เครื่องเทศ น้ำมันหอมระเหย ยางไม้ ชัน เปลือกไม้ ไม้ประดับ สัตว์ป่า หวาย ไม้ไผ่ ฟืน และถ่าน

FAO (2000) ได้ใช้คำว่า Non-wood forest products: NWFPs ซึ่งหมายถึง ผลิตภัณฑ์ทางด้านชีววิทยานอกเหนือจากเนื้อไม้ที่ได้รับจากป่าและที่ไม่ใช่ป่า รวมถึงจากสัตว์ป่า ผลิตผลจากสวนป่า ระบบวนเกษตร ตัวอย่างของป่ารวมทั้งผลิตผลที่ใช้เป็นอาหาร และกิจกรรมที่เกี่ยวกับอาหาร เช่น เห็ด (Mushrooms) ผลไม้เปลือกแข็ง (Edible nuts) ผลไม้ (Fruits) สมุนไพรและเครื่องปรุงอาหาร (Medicinal plants and condiments) เครื่องเทศ (Spices) พืชมีกลิ่นหอม (Aromatic plants) เส้นใยที่ใช้ในการก่อสร้าง ทำเฟอร์นิเจอร์ ทำเสื้อผ้า หรือเครื่องมือ เครื่องใช้ภาชนะต่างๆ

ยางไม้ (Gums) ชันไม้ (Resins) นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่นำมาทำเครื่องสำอางค์ (Cosmetic) และใช้ ในทางวัฒนธรรม เป็นต้น

การจัดประเภทของของป่า

ผลิตผลจากป่าอาจจะจำแนก 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ผลิตผลหลัก (Major products) ได้แก่ ไม้ซุง (timber) ไม้ขนาดเล็ก (small wood) และไม้ฟืน (fire wood) ฯลฯ อีกกลุ่มหนึ่งคือผลิตผลรอง (Minor products) ได้แก่ ไม้ไผ่ (bamboo) หวาย (rattan) หนุ่ยเลี้ยงสัตว์ เปลือกไม้ ฯลฯ และรวมถึงผลิตภัณฑ์จากสัตว์ป่าด้วย (Chuntanaparb *et al.*, 1985)

Hammett (1993) ได้จัดแบ่งผลิตผลจากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้หรือของป่าออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ของป่าที่ใช้เพื่อการบริโภค (Consumptive uses of non-timber forest products) เป็นการ ใช้ในระดับครัวเรือน เช่น ใช้ประกอบอาหาร ยารักษาโรค และทำเครื่องใช้ไม้สอยที่จำเป็นต่อการ ยังชีพ ได้แก่ ตะกร้า รั้ว เชือก เสื้อผ้า และผลิตผลที่สามารถนำไปขายในตลาดได้ อาทิเช่น น้ำมันยาง ชัน สารสกัดจากธรรมชาติ วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง สัตว์ป่า และเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อน หรือใช้หุงต้ม เป็นต้น

2. ของป่าที่ไม่ใช่เพื่อการบริโภค (Non-consumptive uses of non-timber forest products) จัดเป็นประโยชน์ทางอ้อมจากป่าซึ่งเกี่ยวข้องกับการรักษาต้นน้ำลำธาร การรักษาคุณภาพ ของอากาศ คุณค่าทางศาสนา การคุ้มครองสัตว์ป่า และการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์

Shrestha (1994) ได้จัดแบ่งประเภทของป่าออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ของป่าทุกชนิดที่ได้จากพืชที่ไม่ได้ให้เนื้อไม้ (Forest products from non-timber plants) อาทิ พืชล้มลุกที่เป็นสมุนไพร เครื่องเทศ พืชที่ให้เส้นใย พืชประเภท เฟิร์นที่รับประทานได้ เห็ด ผักป่า เหง้า (Rhizomes) ของพืชจำพวกหนุ่ย และพืชเกาะอาศัย (Epiphytes) ตลอดจนจุลินทรีย์ ต่างๆ ที่มีขนาดเล็กจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น

2. ของป่าที่ได้จากการใช้ประโยชน์ส่วนที่ไม่ใช่เนื้อไม้ของไม้ยืนต้น (Non-timber use of forest trees) เช่น เมล็ด ใบ น้ำมันยาง ชัน และเปลือก เป็นต้น

สมศักดิ์ (2550) ได้จัดแบ่งประเภทของของป่าที่ชาวบ้านเก็บหามาใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 5 ประเภท คือ

1. อาหาร ได้แก่ หน่อไม้ เห็ด น้ำผึ้ง ปลา ผักป่า ผลไม้ พืชหัว (มัน กลอย) แมลง กบ เขียด และ อื่น
2. ฝ้าย หวาย และพืชที่ให้เส้นใย อาทิ ทำเชือก เครื่องมือ เครื่องใช้ และที่อยู่อาศัย
3. ชันและยาง อันหมายถึงสารที่ไหลมาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช
4. เปลือกไม้ซึ่งใช้เป็นสีย้อมธรรมชาติ สมุนไพร เครื่องเทศ เกี่ยวพันกับหมาก ทำรูป ทำเอื่อกระดาด สกัดแทนนินหรือน้ำฝาด จนเป็นรายได้ของชาวบ้าน
5. พืชสมุนไพรที่ใช้เป็นยาพื้นบ้าน

นอกจากการจัดแบ่งประเภทของป่าที่ชาวบ้านหาใช้ประโยชน์ในครัวเรือนแล้ว สมศักดิ์ (2550) ยังได้อธิบายถึงแนวทางการใช้ประโยชน์ของป่าของชาวบ้านว่า ชาวบ้านมักมียุทธศาสตร์ในการใช้ประโยชน์ของป่าโดยได้แบ่งออกเป็น 3 แนวทางคือ

1. ใช้ของป่าเพื่อการยังชีพเป็นส่วนใหญ่ ในกลุ่มนี้ของป่าสร้างรายได้ให้กับชุมชนไม่มากนัก ถ้าจะมีรายได้จากของป่าบ้างก็จะน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของรายได้ครัวเรือน ส่วนใหญ่จะเป็นครัวเรือนหรือชุมชนหรือชนเผ่าที่อยู่ห่างไกลและทุรกันดาร ถนนหนทางเข้าถึงได้ยาก ป่าค่อนข้างสมบูรณ์ ของป่าเป็นสิ่งที่ชาวบ้านกลุ่มนี้พอจะขายได้ ดังเช่นชาวบ้านป่าที่นำของป่ามาขายตามบริเวณชายแดน รายได้จากการขายของป่าของกลุ่มนี้จะไม่มากพอที่ทำให้ชาวบ้านพ้นจากความยากจนไปได้

2. ใช้ของป่าเพื่อเสริมรายได้ให้หลากหลาย กลุ่มนี้จะมีรายได้หลักจากการเกษตร รับจ้างหรือค้าขายเล็ก ๆ น้อย ๆ ของป่าในกรณีนี้ช่วยเสริมรายได้ของตน เป็นการช่วยกระจายความเสี่ยงของป่ามักจะมิพบบทบาทสำคัญในช่วงที่ไม่มีรายได้อย่างอื่น หรือไม่ขัดกับงานการเกษตร เช่น เมื่อหมดฤดูการเก็บเกี่ยว คนในกลุ่มนี้มักจะเก็บหาของป่า จากสองวิธี คือ

- ก. มีการนำของป่ามาปลูกบริเวณบ้าน หรือในระบบไร่นา หรือทำเป็นวนเกษตร
- ข. เก็บหาจากป่าโดยที่อาจมีหรือไม่มีการจัดการ

3. ยึดการผลิตของป่าเป็นอาชีพโดยมีลักษณะเฉพาะด้านการผลิต รายได้จากการขายของป่าของคนกลุ่มนี้มักมีมากกว่าครึ่งหนึ่งของรายได้ครัวเรือน การผลิตของป่าในกรณีนี้จะทำเป็นอาชีพ เช่น การเพาะเห็ด หรือปลูกพืชผลจากป่า หรือพืชสมุนไพร ซึ่งมีการจัดการอย่างประณีตและเป็นลำดับเป็นขั้น ผลผลิตจากของป่าบางชนิดสามารถจำหน่ายได้ในต่างประเทศ ผลผลิตของกลุ่มนี้จะมีราคาสูงกว่ากลุ่มแรก มีการตลาดดีและค่อนข้างมั่นคง ของป่าบางชนิดอาจได้จากการจัดการป่าธรรมชาติโดยจัดให้มีการสืบพันธุ์ตลอดเวลา

ของป่า (NTFPs) หมายถึง ผลผลิตจากป่าทุกชนิดยกเว้นไม้ วนิดา (2544) ได้มีการพยายามที่จะจำแนกของป่าในแต่ละประเทศ บางประเทศแยกจากการใช้ประโยชน์ โดยหมายรวมถึงของป่าที่สัมผัสไม่ได้ เช่น สถานที่พักผ่อน อุทยาน เป็นต้น บางประเทศแยกตามลักษณะของผลผลิตสำหรับประเทศไทย ซึ่งมีของป่ามากมายหลายชนิด เนื่องจากความหลากหลายทางชีวภาพของพืชในเขตร้อน ได้รวบรวมของป่าเป็นหมวดหมู่ ตามการใช้ประโยชน์ของป่า โดยได้จำแนกของป่าเป็น 9 กลุ่มดังนี้

1. หวาย
2. ฝั
3. สมุนไพรและเครื่องเทศ
4. พืชอาหาร
5. ไม้หอม
6. แมลงอุตสาหกรรม และแมลงกินได้
7. ชันและยางไม้
8. เปลือกไม้
9. แทนิน และสีธรรมชาติ

นอกจากการจัดแบ่งประเภทของป่าแล้ว วนิดา (2539) ยังได้อธิบายถึงการใช้ประโยชน์จากของป่าของชุมชนในชนบทที่อยู่ใกล้ป่าว่า การมองเห็นประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากป่าจึงมีลักษณะเป็นการใช้ประโยชน์ทางตรงที่เกิดขึ้นทันทีในท้องที่มากกว่ามุ่งประโยชน์ทางอ้อม ประโยชน์ดังกล่าวโดยส่วนใหญ่มุ่งสนองความจำเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต การใช้ประโยชน์ของป่านอกจากจะใช้จากเนื้อไม้โดยตรงแล้วยังใช้ในลักษณะการเก็บหาของป่า ได้แก่

1. พืชผักป่า เป็นพืชที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของประชาชนในชนบทสูงสุด เนื่องจากมี การเก็บหาพืชผักป่าใช้เป็นอาหารประจำวัน และขายในท้องตลาด
2. พืชอาหารเบ็ดเตล็ด ได้แก่ พืชหัว หน่อไม้ หน่อหวาย และผลไม้ป่า เป็นต้น
3. เห็ดกินได้พบได้ในป่าทั่วประเทศพบมากในฤดูฝนใช้ทำอาหารบางชนิดใช้เป็นสมุนไพร รักษาโรคได้
4. แมลงอุตสาหกรรม และแมลงกินได้ ได้แก่ ครั่ง ผึ้ง อีหนู ไช้เม็ดแดง จักจั่น จิ้งหรีด และแมลงเม่า เป็นต้น
5. เปลือกไม้ ยางไม้
6. ชันไม้ น้ำมันยาง
7. ไม้หอม แก่นไม้ เช่น ไม้กฤษณา และไม้จันทร์หอม เป็นต้น

Byron and Arnold (1997) ได้อธิบายถึงการใช้ประโยชน์จากของป่าของชุมชนที่อยู่ใกล้กับแหล่งป่าไม้ ซึ่งมีหลายๆ อย่างในลักษณะเอนกประสงค์ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างคนกับป่าสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. คนที่อาศัยอยู่ในป่าหาเลี้ยงชีพโดยการล่าสัตว์ เก็บหาของป่า หรือทำไร่หมุนเวียน และเป็นคนพึ่งพิงป่าไม้อย่างมากที่สุดในการดำรงชีพ คนที่จัดอยู่ในประเภทนี้มักเป็นคนพื้นเมืองในท้องถิ่น หรือชนกลุ่มน้อย ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่นอกกระแสทางเศรษฐกิจ และการเมือง

2. คนที่อาศัยอยู่ใกล้ป่า โดยทั่วไปมักทำการเกษตรอยู่ภายนอกป่า และใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่า เช่น ไม้ฟืน อาหาร และยาสมุนไพร เป็นต้น เพื่อเลี้ยงชีพหรือนำมาซึ่งรายได้สำหรับผู้ทำการเกษตร ชาติอาหารที่ได้จากป่ามีความสำคัญต่อการผลิต อาจเป็นในรูปของใบไม้ที่เก็บจากในป่าเพื่อใช้คลุมหน้าดินบริเวณโคนต้นไม้ที่ปลูก หรือในรูปของมูลสัตว์ที่ได้จากการนำสัตว์ไปเลี้ยงในป่า

3. คนที่เกี่ยวกับกิจกรรมเชิงธุรกิจการค้า เช่น ดักจับสัตว์ ขุดหาแร่ ตัดไม้ กลุ่มคนที่จัดอยู่ในประเภทนี้แตกต่างจากสองประเภทแรก โดยที่คนเหล่านี้มีรายได้จากแรงงานที่ได้จากการพึ่งพิงป่ามากกว่าที่จะเป็นผู้ใช้ประโยชน์จากผลผลิตจากป่าเพื่อเลี้ยงชีพโดยตรง อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างคนกับป่าประเภทนี้มีอยู่มากในประเทศอุตสาหกรรม เช่น ชุมชนเล็กๆ ในประเทศออสเตรเลีย ที่ประชาชนมีรายได้ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับการตัดไม้ขาย

การจัดประเภทของป่ามีความไม่แน่นอนสูง และยังไม่มีระบบที่แน่นอน มีนักวิจัยหรือนักพัฒนาของป่าพยายามจัดประเภท โดยระบบการจัดประเภทของป่าจะได้จัดตามประเภทของการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ของป่าเป็นหลัก ซึ่ง FAO (2002) ได้จัดประเภทของป่าเป็น 7 ประเภทดังนี้

1. พืชอาหาร (food plants)
2. พืชสมุนไพร (medicinal plants)
3. พืชที่ให้เส้นใย (fiber plants)
4. สารสกัด (extracts)
5. พืชประดับ (ornamentals)
6. ถ่านและฟืน (charcoal and fuel wood)
7. ผลิตภัณฑ์สัตว์ (animal and animal products)

คณะป่าไม้ (2550) การพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาของป่า ของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว ได้จัดประเภทของป่าออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ดังนี้

1. กลุ่มของป่า พืชที่เป็นสมุนไพร (medicinal plants)
2. กลุ่มของป่า พืชที่บริโภคได้ (edible plants)
3. กลุ่มของป่า พืชที่บริโภคไม่ได้ (non edible plants)
4. กลุ่มของป่า สัตว์ที่บริโภคได้ (edible wildlife)
5. กลุ่มของป่า สัตว์ที่บริโภคไม่ได้ (non edible wildlife)

คำเหล็ก และวิจิต (2542) ได้แบ่งกลุ่มของป่าออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ตามวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ดังนี้

1. กลุ่มของป่า พืชที่ให้ยางและน้ำมัน (gumes and resins)
2. กลุ่มของป่า พืชที่ให้เส้นใย (fiber plants)
3. กลุ่มของป่า พืชที่เป็นยาสมุนไพร (medicinal plants)
4. กลุ่มของป่า พืชที่เป็นอาหาร (food plants)
5. กลุ่มของป่า สัตว์ที่บริโภคได้ และบริโภคไม่ได้ (edible and non edible wildlife)

การจำแนกและการประเมินทรัพยากรของป่า

นักวิชาการหลาย ๆ ท่านพยายามที่จะจำแนกแบ่งกลุ่มผลผลิตรองจากป่าหรือของป่า แต่ก็ไม่ได้มีการจำแนกระบบใดที่ใช้กันเป็นมาตรฐาน อย่างไรก็ตาม การจำแนกที่หลากหลายนั้นก็มีขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ กันไป ระบบการจำแนกมีความสำคัญต่อการรายงาน เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์และอุปสงค์ของผลผลิต หรือเพื่อช่วยในการเชื่อมโยงระหว่างระเบียบวิธีและทรัพยากรของป่า โดยเฉพาะในการประเมินทรัพยากรของป่า (FAO, 2001)

วิธีการจำแนกของป่ามีหลายวิธี เช่น แบ่งของป่าออกตามคุณลักษณะผลผลิต การใช้หรือบริโภค อนุกรมวิธาน ลักษณะวิธีการบริหารจัดการ และลักษณะรูปแบบชีวิต (Life form)

Wong (2000) และ FAO (2001) กล่าวถึงวิธีการจำแนกที่หลากหลายนี้ไว้ในงานวิจัยเช่นกัน การจำแนกโดยยึดหลักจากคุณลักษณะของผลผลิตหรือการบริโภคนี้เป็นประโยชน์ต่อการติดตามผลผลิตในตลาด เพื่อให้สามารถระบุบทบาทความสำคัญของผลผลิตเหล่านั้นในเศรษฐกิจระดับประเทศและระดับนานาชาติได้

ตามผลการศึกษาวิจัยของ FAO (2001) มีเพียงการจำแนกประเภทไม้ที่ระบบเท่านั้นที่ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์ในการประเมินทรัพยากรของป่าหรือการสำรวจโดยตรง และระบบเหล่านั้นก็มักยึดหลักทฤษฎี ซึ่งพยายามที่จะจำแนกแยกแยะกลุ่มสิ่งมีชีวิตต่างๆ ตามรูปแบบชีวิต (Life form) อย่างกว้างๆ เช่น ไม้ล้มลุก ไม้ต้น ไม้พุ่ม หวาย ฯลฯ แม้ว่าเราจะเห็นถึงความซับซ้อนยุ่งยากในการจำแนกให้เหมาะสม อย่างไรก็ตามเขายังคงยืนยันว่าระบบการจำแนกแบ่งกลุ่มของป่าที่หลากหลายนี้เป็นสิ่งจำเป็น ความหลากหลายของทรัพยากรของป่าทำให้เกิดอนุกรมวิธานบางประเภทซึ่งมีความจำเป็นต่อการประเมินผลผลิตของป่า ลักษณะทางชีววิทยาของกลุ่มสิ่งมีชีวิตของป่าที่ก่อให้เกิดอนุกรมวิธานแบบหนึ่งสำหรับการประเมินทรัพยากรของป่าเช่นกัน

Wong (2000) กล่าวถึงลักษณะทางชีววิทยาซึ่งเป็นหลักในการจัดกลุ่มของป่าเพื่อการประเมินไว้ดังต่อไปนี้

1. รูปแบบชีวิต (Life form) ของทรัพยากรนั้นๆ เช่น ไม้ต้น ไม้เตี้ย นก หวาย ปาล์ม ฯลฯ
2. ฤดูกาล เช่น ให้ผลผลิตในช่วงฤดูฝนหรือฤดูแล้ง เป็นต้น

3. ทรัพยากรนั้นๆ ถูกเก็บเกี่ยวมาใช้บางส่วนหรือทั้งหมด
4. การเก็บเกี่ยวมาใช้ทำให้ตัวทรัพยากรนั้นๆ ตายหรือหมดไปหรือไม่
5. การเคลื่อนย้าย เช่น ทรัพยากรนั้นๆ สามารถเคลื่อนที่ได้ หรือติดกับฐานโดยตรงถาวร
6. การกระจายของทรัพยากร หรืออัตราการแพร่พันธุ์

ในการประเมินผลผลิตที่หลากหลาย สิ่งสำคัญคือการพัฒนาของอนุกรมวิธานเชิงลำดับชั้น พร้อมทั้งรูปแบบชีวิตแต่ละรูปแบบซึ่งถูกจำแนกย่อยตามส่วนที่ถูกนำมาใช้ กลุ่มไม้ต้นอาจแบ่งแยกออกเป็น ผล เปลือกไม้ ลำต้น ใบ ราก ฯลฯ และกรรมวิธีที่เหมาะสมที่คิดค้นขึ้นมาสำหรับส่วนต่างๆ (Wong, 2000)

การลดความซ้ำซ้อนในอนุกรมวิธาน Wong (2000) ได้เสนอแนะเอาไว้ว่า อนุกรมวิธานคู่ขนานควรได้รับการพัฒนาให้สอดคล้องกันกับขอบเขตของรูปแบบชีวิตและส่วนที่ถูกเก็บเกี่ยวมาใช้ เพื่อให้ระเบียบวิธีในการค้นคว้าส่วนที่ใกล้เคียงกันในแต่ละรูปแบบชีวิตดำเนินไปด้วยเกณฑ์วิธีเดียวกัน เช่น เกณฑ์วิธีสำหรับผลไม้ ก็ควรเป็นไปในแบบเดียวกันกับแต่ละรูปแบบชีวิต เช่น ผลจากปาล์ม ไม้พุ่ม ไม้เถา ไม้ต้น ฯลฯ ทั้งนี้ Wong (2000) ยังได้สังเกตเห็นว่า งานวิจัยบางชิ้นซึ่งศึกษาผลผลิตหลายประเภทได้คิดค้นวิธีการแบ่งกลุ่มโดยยึดตามรูปแบบชีวิต เพื่อประโยชน์ในการแจกแจง การวิเคราะห์และการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้า เช่น ในการสำรวจทรัพยากรที่หลากหลายในประเทศกานา ไม้ล้มลุกถูกบันทึกเป็น พบ/ไม่พบ ในขณะที่จำนวนต้นไม้และลำต้นของหวายถูกนับที่ขนาด ในกรณีที่คล้ายคลึงกันก็นับปริมาณลำต้นหวายจากระยะเวลาในช่วงเป็นต้นอ่อนและการเติบโต

อนุกรมวิธานเพื่อการออกแบบการสำรวจของป่า

วิธีการสุ่มตัวอย่างมักถูกนำมาใช้ออกแบบการสำรวจทรัพยากรป่าไม้เพื่อให้ได้ปริมาณค่าเฉลี่ยของทรัพยากรป่าไม้นั้น ๆ และการออกแบบนี้จะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสำรวจ (Johnson, 2000)

Wong (2000) เน้นย้ำว่า นักวิชาการหลายท่านมองวัตถุประสงค์ของการสำรวจเป็นกรอบความคิดหลักของการออกแบบการสำรวจที่เหมาะสม สำหรับการสำรวจของป่าซึ่งมีเป้าหมายในการประมาณค่าความสมบูรณ์และแจกแจงของป่าที่คัดเลือกไว้เพื่อวัตถุประสงค์ในการตัดสินใจ

เกี่ยวกับการบริหารการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน กระบวนการที่ต้องใช้นั้นก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่คัดสรรไว้เพื่อใช้ประโยชน์ ทั้งนี้วิธีการเลือกกระบวนการดังกล่าวนี้มักได้รับอิทธิพลจากลักษณะของการกระจาย ขนาด และวงจรชีวิตของกลุ่มสิ่งมีชีวิต กล่าวคือ ลักษณะทางชาติพันธุ์ของประชากรมีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบของการสำรวจ

Wong (2000) ยืนยันว่า ความใกล้เคียงกันของรูปแบบชีวิต (Life form) มักถูกนำมาใช้เป็นหลักสำหรับอนุกรมวิธานของผลผลิตรองจากป่า อย่างไรก็ตามความใกล้เคียงกันของรูปแบบชีวิตเพียงอย่างเดียวก็ไม่สามารถช่วยระบุชี้ชัดได้ว่าวิธีใดเหมาะสมที่สุดในการเก็บผลผลิตจากป่า แม้ว่าจะมีการสันนิษฐานว่า รูปแบบชีวิตประเภทเดียวกันควรจะใช้เทคนิคที่คล้ายคลึงกัน แต่ข้อสันนิษฐานดังกล่าวก็ไม่เป็นจริงเสมอไป เพราะนอกจากรูปแบบชีวิตแล้ว ก็จำเป็นต้องคำนึงถึงลักษณะของช่วงชีวิตของผลผลิตนั้นๆ ด้วยเช่นกัน

กรณีตัวอย่าง เช่น Wong (2000) พบว่าเทคนิคที่ใช้กับกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีการเคลื่อนที่อาจไม่เหมาะสำหรับการสำรวจรังนกในถ้ำ หรือลูกนกแก้ว ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่เคลื่อนที่ ซึ่งทำให้จำเป็นต้องใช้เทคนิคของกลุ่มไม่เคลื่อนที่ ซึ่งนักพฤกษศาสตร์คุ้นเคยมากกว่า หรือในกรณีของ Munthali and Mughogho (1992) ที่ตั้งเอาเทคนิคแปลงตัวอย่างที่คล้ายกับการศึกษาวิจัยพืชพันธุ์มาใช้ในการสำรวจหนอน แม้ว่าจะใช้หนอนของพืชเลือกกลางคืนก็ตาม หลายส่วนของพืชสามารถนำไปใช้เป็นของป่าได้ ดังนั้นในการตัดสินใจเลือกเทคนิคการแจกแจงเพื่อประมาณผลผลิตหนึ่ง ควรมีการพิจารณาทั้งชิ้นส่วน และช่วงชีวิตของพืชไปด้วยกัน

ความแตกต่างระหว่างพืชพันธุ์และสัตว์มีความสำคัญต่อผังแปลง เช่นเดียวกับการจำแนกพันธุ์ และผลผลิต โครงแบบแปลงและการสุ่มตัวอย่างก็ควรคัดเลือกให้เหมาะสมกับการสำรวจ อย่างไรก็ตาม ในการเลือกรูปแบบการสุ่มตัวอย่างก็ต้องคำนึงถึงการกระจายของประชากร มากกว่ารูปแบบชีวิตของสิ่งนั้น (Wong, 2000)

Wong (2000) แสดงความคิดเห็นไปในทางเดียวกันโดยชี้ให้เห็นว่าเมื่อมีการกระจายของประชากรที่แตกต่างกันก็ควรใช้รูปแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งนับเป็นความคิดเห็นที่สมเหตุสมผลเมื่อคำนึงถึงการพัฒนาของเกณฑ์วิธีสำหรับการกระจายในบางรูปแบบ เช่น การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (ACS) สิ่งมีชีวิตซึ่งมีการกระจายแบบเกาะกลุ่ม (Pilz *et al.*, 1996) และการสุ่มตัวอย่างตามเส้นสำรวจ (LPS) สำหรับการกระจายเป็นหย่อม

Stahl *et al* (2000) อธิบายว่า ในกรณีของพืชหาย ผู้สำรวจควรต้องศึกษาลักษณะรูปแบบการกระจายตัวของกลุ่มสิ่งมีชีวิตก่อนที่จะสรุปรูปแบบการสุ่มตัวอย่าง ระดับความหนาแน่น หรือรูปร่าง และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง การลงสัมภาษณ์ท้องถิ่นหรือการสำรวจนาร่องเป็นขั้นตอนที่จะช่วยให้ได้ข้อมูลขั้นต้นเกี่ยวกับการกระจายของกลุ่มสิ่งมีชีวิตก่อนที่จะเริ่มการเลือกรูปแบบการสำรวจหลัก

สำหรับระดับแปลงตัวอย่าง Freese (1984) ตั้งข้อสังเกตถึงการจำแนกระหว่าง “หน่วย” ซึ่งจะต้องดำเนินการสำรวจ และ “ค่า” ที่จะต้องเป็นตัวแปรหรือคุณลักษณะในการวัดหน่วยแต่ละหน่วย ในงานวิจัยเพื่อตรวจสอบการให้ผลผลิตของผลไม้ ต้นของพันธุ์ไม้ต่างๆ จะจัดไว้เป็นหน่วย ขณะที่น้ำหนักของผลไม้จะเป็นค่าที่นำมาวัดในแต่ละหน่วยที่ได้ การจำแนกของป่ามีความสำคัญทั้งต่อการจัดบันทึกข้อมูลการแลกเปลี่ยน และการเชื่อมโยงกับระเบียบวิธีที่เหมาะสม เช่นเดียวกับการหาารูปแบบการสุ่มตัวอย่างที่ดีที่สุดสำหรับการสำรวจ

ประวัติการใช้ประโยชน์ของป่าใน สปป.ลาว

ของป่าเป็นผลิตภัณฑ์ทางด้านป่าไม้ที่ตอบสนองความต้องการด้านอาหารให้แก่ชุมชน หรือกลุ่มคนที่ดำรงชีวิตอยู่ในป่าหรือใกล้ชิดกับป่า มนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์ของป่าอย่างแพร่หลายตามวัตถุประสงค์และวัฒนธรรมของแต่ละชาติ ได้แก่ ใช้เป็นอาหาร เครื่องนุ่งห่ม เป็นเครื่องมือต่าง ๆ เป็นเครื่องหัตถกรรม และยารักษาโรคมานานเป็นเวลานานมาก ซึ่งไม่รู้ได้ว่ามาตั้งแต่ปีไหนสมัยไหน การขายมีลักษณะแบบง่ายขาย เช่น ใช้แลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่มคนเดียวกันเท่านั้น จากนั้นมูลค่าของป่ามีการขยายตัว การขายค่อย ๆ มีการค้าขายสู่ภายนอก ในปัจจุบันของป่ามีการค้นพบและนำมาใช้ในลาวประมาณ 507 ชนิดแล้ว และศูนย์ข้อมูลข่าวสารของป่าคาดการณ์ว่า อาจสามารถเพิ่มขึ้นมากกว่า 4 เท่าถ้ามีการสำรวจในทั่วพื้นที่ของประเทศ

ในประเทศเพื่อนบ้านของลาวมีประวัติการใช้ของป่ามายาวนาน ได้แก่ จีนมีการใช้ของป่ามายาวนานที่สุดในโลก เช่น การใช้ไม้ป้อง (ไผ่) มาหลายพันปี การใช้สัตว์ป่ามาปรุงแต่งเป็นยาบำรุงกำลัง และใช้ยาพื้นบ้านรักษาโรค เวียดนามก็มีประวัติในการใช้สัตว์ป่ามาปรุงแต่งเป็นยาบำรุงกำลัง และใช้ยาพื้นบ้านรักษาโรคเหมือนกันกับจีน และเวียดนามยังมีการขายไม้กฤษณามาตั้งแต่ ศตวรรษที่ 16 ส่วนประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย บรูไน และฟิลิปปินส์มีประวัติความเป็นมาในการใช้ของป่าอันยาวนาน เช่น การใช้ของป่าเป็นยารักษาโรค ประเภทเครื่องเทศใช้ในการปรุง

แต่งอาหาร และประเทศเหล่านี้ยังเป็นศูนย์กลางความหลากหลายทางด้านชีวภาพพันธุ์ของโลกอีกด้วย ประเทศไทย และลาวมีประวัติการใช้ของป่าเหมือน ๆ กันส่วนมากนิยมใช้ในการปรุงแต่งอาหาร ยารักษาโรค ปลูกสร้างบ้าน และแลกเปลี่ยนสินค้า (ฟ่งซ่ง และคณะ, 2550)

ความสำคัญของของป่า

การใช้ประโยชน์ของป่าเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในชีวิตประจำวันของชาวชนบท อีกจำนวนหนึ่งได้ใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในตัวเมืองทั้งแบบขนาดเล็ก ขนาดใหญ่ ระบบเศรษฐกิจได้ปรับเปลี่ยนสู่กลไกการตลาด มีการพัฒนาด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และคมนาคม ดังนั้น การเก็บหาของป่าไม่เพียงแต่เพื่อการดำรงชีวิตประจำวันแต่ยังมีการเก็บหาเพื่อเป็นสินค้าอีกด้วย (สุนทอน, 2541)

ของป่ามีความสำคัญมากเพราะการประเมินในระดับชาติได้กล่าวว่า ของป่าที่ประชาชนนำมาใช้ประโยชน์มีมูลค่าประมาณ 320 ดอลลาร์สหรัฐอเมริกาต่อครัวเรือนต่อปี ถ้ารวมครัวเรือนที่มีรายรับจากของป่าทั้งหมดอาจมีมูลค่าถึง 1.837 พันล้านกีบต่อปี (ประมาณ 183,700 ดอลลาร์สหรัฐอเมริกาต่อปี) ในที่นี้ยังไม่ได้คิดการใช้พื้น ปลา และสัตว์น้ำ (กระทรวงกลาโหม และป่าไม้, 2546ก)

สปป. ลาว มีผลผลิตของป่าหลายชนิดซึ่งมีคุณค่าต่อเศรษฐกิจ เช่น หมากแห้ง (กระวาน) (*Amomum spp.*) ไม้กฤษณา (*Aquilaria spp.*) ไม้ป๋อง(ไผ่) หวาย (*Calamus spp.*) น้ำมันยางนา (*Dipterocarpus spp.*) ลูกตำลึง (*Arenga spp.*) หมากจองบาน (*Scaphium spp.*) หน่อไม้ เห็ด สัตว์ป่า และกล้วยไม้ (orchid) ซึ่งกลายเป็นสินค้าที่สำคัญสร้างรายรับเข้าสู่ประเทศโดยเฉลี่ยเป็นเงินถึง 4.3 ล้านดอลลาร์สหรัฐอเมริกาต่อปี หรือประมาณร้อยละ 2.5 ของจำนวนรายได้ทั้งหมดจากสินค้าที่ส่งออกไปยังต่างประเทศในช่วงระยะปี 2537–2538 การส่งออกของป่ามีมูลค่าเฉลี่ย 31.8 ล้านดอลลาร์สหรัฐอเมริกาต่อปี ในแต่ละปีการส่งออกมีความแตกต่างกันระหว่าง 1.1–73.3 ล้านดอลลาร์สหรัฐอเมริกาต่อปี แต่ในปัจจุบันการส่งออกมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องอยู่ระหว่าง 6-7 ล้านดอลลาร์สหรัฐอเมริกาต่อปี (กระทรวงกลาโหมและป่าไม้, 2546.ก) มูลค่าส่งของป่าออกไปขายในบางปีมีมูลค่าสูงถึง 50–55% ของผลิตภัณฑ์ป่าไม้ทั้งหมด (FAO, 2002)

ในปัจจุบันของป่าเป็นที่รู้จักกันมากขึ้น ในด้านการบริโภคเป็นอาหาร ยาสมุนไพรรักษาโรคต่าง ๆ เครื่องมือรับใช้ทางการเกษตร ปลูกสร้างบ้าน ฯลฯ นอกจากนั้นของป่ายังมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของประชาชนท้องถิ่น ความสำคัญต่อเศรษฐกิจแห่งชาติ และยังมีความสำคัญต่อสภาพแวดล้อมอีกด้วย (NAFRI; NUoL; SNV, 2007)

ความสำคัญของของป่าต่อการดำรงชีพของประชาชนท้องถิ่น

สำหรับประชาชนท้องถิ่นหลายกลุ่ม โดยเฉพาะกลุ่มประชาชนที่ได้ใช้ประโยชน์จากป่าไม้ และของป่าซึ่งได้สนองความต้องการพื้นฐาน และรายรับ ในรูปแบบที่เป็นอาหาร ยาสมุนไพรรักษาโรค วัสดุก่อสร้างบ้าน ของใช้สำหรับงานทางประเพณี การเก็บหาของป่าส่วนใหญ่ลักษณะเอกเทศ ไม่มีแผนการ การแปรรูปผลิตภัณฑ์ของป่าเพื่อส่งขายมีน้อย สำหรับชาวชนบทที่ยากจนแล้วของป่าเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญคล้ายกับการปลูกพืชผลต่าง ๆ การคุ้มครองและรักษาของป่าจะเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับความยั่งยืนของการดำรงชีวิตก็ตาม แต่ของป่ายังคงถูกภัยคุกคามเพิ่มขึ้น โดยการตัดไม้ การแผ้วถางป่าเพื่อทำไร่ และการพัฒนาที่ดินต่าง ๆ (NAFRI; NUoL; SNV, 2007)

ความสำคัญของของป่าต่อสภาพแวดล้อม

ของป่าเป็นตัวแทนการอนุรักษ์ป่าไม้ แหล่งต้นน้ำลำธาร ความหลากหลายของชีวภาพ บรรดานักค้นคว้า และนักพัฒนาได้แนะนำว่า ของป่านั้นสามารถสนองความต้องการของชุมชนได้ โดยที่ไม่ได้ทำลายระบบนิเวศ การอนุรักษ์ทรัพยากรของป่าจะต้องไปเคียงคู่กับการจัดสรรที่ดินเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ การเก็บหาของป่าในระดับที่ต่ำ การแก้ไขความยากจนของชุมชนซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไรก็ดี ระบบนิเวศวิทยาป่าไม้ มีความสัมพันธ์ต่อกันถ้าขาดความรู้และการตรวจสอบเกี่ยวกับทรัพยากรแล้ว การเก็บหาของป่าบางชนิดก็อาจส่งผลกระทบต่ออันใหญ่หลวงต่อประชากรของป่าบางชนิดและสิ่งแวดล้อมได้ (NAFRI; NUoL; SNV, 2007)

ความสำคัญของของป่าต่อเศรษฐกิจแห่งชาติ

ของป่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการรับประกันด้านเสบียงอาหาร ด้านรายรับ และเป็นที่ยึดเหนี่ยวจิตใจของประชาชน ความจริงแล้วบางพื้นที่มีรายรับจากการขายของป่ามีมูลค่าสูงกว่ารายรับจากการขายไม้ซุง (Timber) อยู่ในตลาดท้องถิ่น ตลาดในตัวเมืองภายในและต่างประเทศ อาหารที่เป็นของป่า ยาสมุนไพรรักษาโรค เป็นพื้นฐานสำคัญต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจของชาติ เช่น ตลาดของป่าเติบโตในระดับประมาณร้อยละ 20 ต่อปี ตลาดยาสมุนไพรเติบโตในอัตราประมาณร้อยละ 13-15 ต่อปี (Wilkinson, 2004)

ประเทศจีน และอินเดีย เป็นประเทศที่ผลิตและบริโภคของป่ามากที่สุด ในนั้นประเทศจีนยังได้ผลิตและแปรรูปของป่าหลายชนิดด้วยกัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 11 พันล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี (FAO, 2002) ดังนั้นการพัฒนาของป่า จำเป็นต้องได้ผลผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์ของป่า และปรับปรุงตลาดให้ดีขึ้นเพื่อเพิ่มมูลค่าของการซื้อขาย และแก้ไขความขาดแคลนของชุมชนให้ดีขึ้น (NAFRI; NUOL; SNV, 2007)

การสำรวจและการศึกษาของป่าใน สปป. ลาว

การศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับของป่าใน สปป. ลาว ได้มีนักวิจัยหลายท่านที่ได้ทำการวิจัย อาทิ เช่น อนุกรมวิธานชื่อ ชนิดพันธุ์ ตระกูล ลักษณะพืช การกระจายพันธุ์ ส่วนวิธีการใช้ประโยชน์ และวิธีการแปรรูปต่างๆ คำเหล็ก (2543) ได้ทำการศึกษาในสามจังหวัดคือ อุดมไซ จำปาสัก และสาละวัน การศึกษาได้ทำการรวบรวมชนิดพันธุ์ของป่าที่สำคัญ และประชาชนนิยมใช้เป็นประจำ และพืชที่เก็บรวบรวมมาได้รวมมี 51 ชนิดและได้จัดแบ่งแต่ละชนิดตามประโยชน์การใช้ได้แก่ พืชจำพวกที่ให้ยางและน้ำมัน พืชที่ให้ใยเส้นและจำพวกที่เป็นยารักษาโรค นอกจากนี้แล้วยังได้อธิบายถึงลักษณะพืชศาสตร์ เขตกระจายพันธุ์ การใช้ประโยชน์ การเก็บหา ฯลฯ ในบริเวณขอบเขตบ้านหนองหินจังหวัดจำปาสักตามการสำรวจพบว่า มีของป่าประมาณ 353 ชนิด ในนั้นมีชนิดที่เป็นอาหาร 127 ชนิด เป็นยารักษาโรค 149 ชนิด ปลูกมี 17 ชนิด สัตว์ป่ามี 25 ชนิด พืชที่ให้ใยเส้นมี 18 ชนิด และพืชที่เป็นสินค้ามี 17 ชนิด (คำเหล็ก, 2543)

สปป. ลาว เป็นอีกหนึ่งประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางด้านนิเวศวิทยาที่เหมาะสมต่อการ
กำเนิด การขยายพันธุ์ของไม้ไผ่ และหวายต่างๆ ตามการสำรวจและศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทั่วไป
การกระจายพันธุ์ การจำแนกวงศ์ตระกูล พบว่าไม้ไผ่เกิดอยู่เขตที่มีความสูงจากระดับน้ำ ทะเล
ประมาณ 150–200 เมตร หรือสูงกว่านั้น การศึกษาไม้ไผ่ อยู่ 9 จังหวัดในภาคเหนือ ภาคกลาง
และภาคใต้ ซึ่งสามารถเก็บรวบรวมชนิดพันธุ์ไม้ไผ่ได้ 93 ชนิด และ 8 ตระกูล จังหวัดที่พบมากคือ
จังหวัดเชียงขวางมีประมาณ 50 กว่าชนิด แต่มี 30 ชนิดที่แตกต่างกับไม้ไผ่ที่อยู่ภาคกลาง และภาคใต้
(โครงการค้นคว้าพัฒนาหวาย-ไม้ไผ่, 2537) นอกจากนั้นยังมีการศึกษาค้นคว้าลักษณะพืชศาสตร์
แหล่งกำเนิดธรรมชาติ ส่วนที่ใช้เป็นยารักษาโรค ส่วนประกอบทางเคมี และคุณประโยชน์ทางการ
แพทย์ของชนิดพันธุ์ของป่าจำนวน 82 ชนิด (บุญโฮง, 2542)

อาหารที่เป็นของป่า

เนื่องจากทรัพยากรอื่นที่มามีทดแทนมีจำกัด การพึ่งพิงธรรมชาติจึงยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง
เป็นพื้นฐานที่สำคัญของการดำรงชีวิตของประชาชนในเขตชนบทต่อไป ของป่าได้ตอบสนองความ
ต้องการอันหลากหลายในการดำรงชีวิตประจำวัน และทั้งสร้างโอกาสให้ครอบครัวมีรายรับ ของป่า
ที่เก็บหามาเป็นอาหาร และยังมีบางส่วนที่นำไปขายหรือแลกเปลี่ยน ฉะนั้นของป่าถือว่าเป็น
องค์ประกอบที่ใหญ่ที่สุดในบรรดาอาหารที่นำมาจากป่าทั้งหมด ชาวบ้านได้มีการรายงานว่า
ทรัพยากรลดลงอย่างเห็นได้ชัดเงินในต้นปี 2523 ที่ผ่านมา โดยเฉพาะจำพวกสัตว์ป่า ปลา หน่อไม้
แต่การใช้ของป่าก็ได้สะท้อนกลับให้เห็นถึงความสำคัญของทรัพยากรดังกล่าว ในด้านเศรษฐกิจ
และสังคม (NAFRI, 2007) อาหารที่เป็นของป่าประเภทหลัก ๆ จากการสำรวจภาคสนามมี
ประมาณ 708 ชนิด ส่วนใหญ่จะเป็นพืชที่กินได้ทุกชนิด เช่น จำพวกผลไม้ ดอก ใบ ราก เปลือก หัว
(Rhizome) แผลงกินได้ สัตว์ป่าขนาดเล็ก นก ปลา ฯลฯ (Foppes and Ketphanh, 2004; NAFRI;
UNoL; SNV, 2009)

แผนดำเนินการและการพัฒนาของป่า

แผนพัฒนาของป่าเพื่อให้ประชาชนได้มีการใช้ประโยชน์แบบยั่งยืนคือ การดำเนินการ
สำรวจศึกษาความสามารถที่จะเป็นไปได้เพื่อเป็นข้อกำหนดนโยบายและแผนงาน หรือโครงการ
สำหรับการพัฒนาของป่าควรดำเนินการดังนี้

1. การพัฒนาชนบท มีการกำหนดของป่าที่สำคัญสำหรับการใช้ประโยชน์ในครัวเรือน และสร้างรายรับของชาวบ้านโดยมีองค์กร IUCN – กรมป่าไม้ เป็นผู้ผลิตหนังสือคู่มือกำหนดชนิดพันธุ์ของป่าที่สำคัญมี 24 ชนิดเพื่อการใช้ประโยชน์ภายในและเป็นสินค้า วิเคราะห์ถึงคุณค่าทางด้านอาหารของของป่าและบทบาทสำคัญในการรับประกันด้านอาหาร มีการสำรวจชนิดพืชเป็นยา รักษาโรค มีการติดตามถึงลักษณะธรรมชาติและระดับการใช้ประโยชน์ของป่าแบบประเพณี วิธีการนำเอาของป่ามาปลูก ขยายพันธุ์ มีการจัดลำดับความสำคัญของป่าที่ลดลงหรือใกล้สูญพันธุ์ ให้มีการแปรรูปของป่าก่อนนำไปจำหน่ายเพื่อลดสิ่งเสียหาย และใช้ให้หมดคุณค่าและมีรายรับสูงขึ้น รองรับการใช้ถึงและสิทธิการใช้ประโยชน์ของป่าในท้องถิ่น ความรู้ทางวนวัฒนวิทยาของท้องถิ่นเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาแผนการเฉพาะ ในการควบคุมของป่าเพิ่มการทดลองด้านการเกษตรป่าไม้แบบประสมประสานในหลากหลายรูปแบบ

2. ด้านความหลากหลายทางด้านชีวภาพ และพื้นฐานทรัพยากร ให้มีการสร้างแผนที่ละเอียดเกี่ยวกับพันธุ์พืช โดยปฏิบัติตามข้อมูลตัวจริงจากการสำรวจภาคสนาม และการเก็บตัวอย่างเพื่อวางแผนในอนาคตและต่อการสำรวจพันธุ์พืช และเก็บตัวอย่างพืชบนพื้นฐานการใช้แบบประเพณีของชาวบ้านเพื่อกำหนดและจำแนกชนิดของป่า สร้างสถาบันหอพรรณพืช สวนพืชศาสตร์เพื่อเก็บข้อมูล รวบรวมจำนวน บันทึกและรักษาทรัพยากร พร้อมทั้งได้ข้อมูลด้านพืชศาสตร์ชนเผ่า รวมไปถึงการสะสมเมล็ดพันธุ์ในสถานที่เหมาะสม

3. การพัฒนาแห่งชาติ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้มีการพัฒนาการทดสอบ วิธีการติดตามตรวจสอบการค้าขายของป่า ยกระดับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มมูลค่าการส่งออกของป่าในรูปแบบผลิตภัณฑ์การค้าใหม่ มีการส่งเสริมอุตสาหกรรมของป่า มีการไปทัศนศึกษายังต่างประเทศที่มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของป่า เช่น จีน เวียดนาม เพื่อกำหนดผลิตภัณฑ์ ตลาด ลูกค้า วิธีการและชนิดพันธุ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาด้านการค้าและอุตสาหกรรมของป่า (กระทรวงกลาโหมและป่าไม้, 2546ก)

ระเบียบการคุ้มครองของป่าใน สปป. ลาว

นิติกรรมในปัจจุบัน รับประกันสิทธิในการใช้ประโยชน์ของป่าของประชาชนและสิทธิในการใช้ประโยชน์ของป่าตามประเพณีซึ่งรับรู้ในกฎหมายป่าไม้ ข้อตกลงเลขที่ 54/กป.2539 และหนังสือแนะนำเลขที่ 37/กป.2539 ของกระทรวงกลาโหมและป่าไม้ แผนกกลาโหมและป่าไม้

จังหวัด สำนักงานป่าไม้อำเภอ มีบทบาทสำคัญในการดำเนินการปฏิบัติเพื่อจำกัดการใช้ประโยชน์ที่ขัดกับสิทธิ์ตามประเพณี เช่น การแผ้วถางทำไร่ การเผาป่า และการหาปลาแบบดั้งเดิม ฯลฯ (กระทรวงกลาโหมและป่าไม้, 2546)

ในระเบียบการและเงื่อนไขการค้าของป่าเหมือนกันกับการค้าไม้ เช่น แผนการทำไม้ การจ่ายค่าพันธุ์ ค่าทำเนียมต่างๆ การเก็บหาของป่าสามารถดำเนินเฉพาะอยู่ในเขตป่าที่ผ่านการสำรวจ และมีแผนคุ้มครองเท่านั้น พร้อมนั้นผู้เก็บหาของป่าต้องได้ปลูกทดแทนตามจำนวนหน่วยของป่าที่ได้เก็บหา หรือจ่ายค่าพันธุ์ปลูกทดแทน “ข้อกำหนดของนายกรัฐมนตรี เลขที่ 10/นย. 2543 ข้อกำหนดของกระทรวงกลาโหมและป่าไม้ เลขที่ 1848/กป. 2542 และข้อกำหนดชั่วคราวของกระทรวงการคลัง เลขที่ 111/ก. 2543” ได้ควบคุมการจัดตั้งปฏิบัติการปลูกไม้และการจ่ายค่าทดแทนการทำไม้ และของป่าจากธรรมชาติ เฉพาะการเก็บหาของป่าจากป่าปลูกได้ละเว้นค่าพันธุ์ประเภทนี้ (กระทรวงกลาโหมและป่าไม้, 2546)

ปัญหาการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ได้สร้างผลกระทบต่อนโยบาย เช่น การแผ้วถางป่าแบบเลื่อนลอย การใช้ไม้ผลัดผลป่าไม้แบบไม่หมดคุณค่า โดยส่วนมากชาวบ้านที่อยู่ในชนบทยังนำทรัพยากรป่าไม้มานำใช้ ซื้อและขายตามประเพณีที่ยังไม่ได้แปรรูปจากโรงงานให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเป็นสินค้าราคาแพง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เนื้อที่ป่าไม้ใน สปป. ลาว ลดลงอย่างรวดเร็ว สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมลง ชีวิตความเป็นอยู่ของชาวบ้านที่อยู่ชนบท หรือที่ทำไร่ในทั่วประเทศได้รับความลำบาก (สภาแห่งชาติ, 2549)

ปัญหาสำหรับการพัฒนาของป่า

1. การขาดความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาของป่า

ความยุ่งยากของการใช้ประโยชน์และการพัฒนาของป่าคือ ความรู้เกี่ยวกับการขยายพันธุ์ของป่า ด้านวนวัฒนวิทยา การปลูกเสริม การเก็บหาของป่า การนำมาปลูกและการคุ้มครองของป่าประเภทต่างๆ ในธรรมชาติแบบยั่งยืนยังมีขอบเขตจำกัด ขนาดและรูปแบบการใช้ประโยชน์ของป่ายังมีข้อจำกัด

ระเบียบการสำรวจการผลิต การขายของป่าต้องเหมาะสมกับความรู้ด้านการตลาด ความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ วิธีการหนดตัวเลขการเก็บ และการตลาดสำหรับของป่าที่มี ลักษณะวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานความยั่งยืนของทรัพยากรและการแข่งขันตามกลไกการตลาดคือ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเพื่อเปลี่ยนแปลงระบบการใช้ประโยชน์ในปัจจุบันให้เหมาะสมกับ สภาพตัวจริง(กระทรวงกลาโหมและป่าไม้, 2546ข)

2. ข้อจำกัดด้านความสามารถ

ในปัจจุบันจำนวนพนักงานของรัฐบาลที่รับผิดชอบงานเกี่ยวกับของป่าที่สังกัดอยู่ องค์กรต่างๆ นั้นมีจำนวนน้อย และความสามารถเหล่านั้น ทั้งบุคลากร อุปกรณ์เพื่อใช้ในการ เคลื่อนไหวงานตามภาระบทบาทของตนนั้นยังมีข้อจำกัดอยู่ ฉะนั้นการจัดตั้งปฏิบัตินโยบาย เกี่ยวกับการคุ้มครอง การตลาด และการพัฒนาของป่าจะต้องเรียกร้องให้มีการยกระดับความรู้ ความสามารถของบุคลากรที่สังกัดภาครัฐบาล และผู้มีส่วนร่วมอื่นๆ เช่น ประชาชน ผู้ขาย และผู้ แปรรูปของป่า(กระทรวงกลาโหมและป่าไม้, 2546ข)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Noon *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Adaptive cluster sampling) และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) เพื่อตรวจสอบสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ (Amphibians) และสัตว์เลื้อยคลาน (Reptiles) ในป่าฝนเขตร้อน (Efficiency of adaptive cluster and random sampling in detecting terrestrial herpetofauna in a tropical rainforest) วัดประสิทธิภาพของการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ และวิธีการสุ่มตัวอย่างง่าย และความสามารถของวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้งสองวิธีในการตรวจสอบชนิดและประเมินปริมาณสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ และสัตว์เลื้อยคลาน ผลการศึกษาพบว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ มีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย แต่ในหลักของทฤษฎีแล้ววิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับหรือ Adaptive cluster sampling จะมีประสิทธิภาพและความแม่นยำมากกว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ดังนั้นการที่จะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับเข้าในการสำรวจนั้นผู้ใช้ต้องมีความระมัดระวัง เพราะอาจจะทำให้ผลของการวิจัยออกมาไม่สมบูรณ์และไม่ประทับใจ

Talvitie *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษาการสำรวจประชากรไม้ในป่าโปรง โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Inventory of sparse forest populations using adaptive cluster sampling) วัดประสิทธิภาพของการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Adaptive cluster sampling) และการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยการประเมินประชากรไม้ในพื้นที่หน้าตัดต่อเฮกแตร์ ปริมาตรต่อเฮกแตร์ และทำการเปรียบเทียบสูตรการคำนวณของ Horvitz-Thompson (HT) และ Hansen-Hurwitz (HH) การสุ่มตัวอย่างแบบง่ายใช้แปลงตัวอย่าง 61 แปลง และการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับขนาดแปลงตัวอย่างแรก 61 แปลง และแปลงตัวอย่างทั้งหมดในกลุ่มปรับเท่ากับ 159 แปลง ผลการศึกษาการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายในการประเมินประชากรตามสูตรการคำนวณของ (HT) และ (HH) พบว่าค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของการสุ่มตัวอย่างทั้งหมดคล้ายคลึงกัน การศึกษายังได้วิเคราะห์ถึงการใช้เวลาในการสำรวจทั้งสองวิธีโดยการเปรียบเทียบข้อมูลในเวลาทำการสำรวจ เช่น การเดินทาง การวางแผน การจัดเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่าง เวลาที่ทำทั้งหมดแต่ละวันหารด้วยจำนวนแปลงตัวอย่างที่ทำการสำรวจในวันนั้น การใช้เวลาในการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายจะใช้เวลามากกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ

Vorgelegt (2006) ได้ศึกษาการประเมินวิธีการสำหรับการสำรวจของป่า (Assessment of methods for non-timber forest products in off-reserve forests) การศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic sampling) และประสิทธิภาพของการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Adaptive cluster sampling) ใช้ในการสำรวจของป่า 3 ชนิด ได้แก่ หวาย ปาล์ม และไผ่ ที่พื้นที่ป่าอนุรักษ์ของอำเภอ Goaso ประเทศ GHANA ผลการศึกษาพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับมีความคลาดเคลื่อนต่ำ นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ถึงเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานภาคสนามเช่นการเดินทาง การวางแผนตัวอย่างและการวัดเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับใช้เวลาในการวัดเก็บข้อมูลคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ประมาณร้อยละ 71 มากกว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบอยู่ที่ร้อยละ 51-64

Gelens *et al.* (2008) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์สำหรับการจัดการและอนุรักษ์ต้นไม้ (Geo-information applications for off-reserve tree management) การศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic sampling) และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Adaptive cluster sampling) เพื่อประเมินปริมาณของป่า 3 ชนิด ได้แก่ หวาย ไผ่ และเตา ผลการศึกษาพบว่า การสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบมีปริมาณของป่าเฉลี่ยต่อเฮกแตร์คือ หวาย 10.5 ไผ่ 2 และเตา 30.8 ขณะที่การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับมีปริมาณของป่าเฉลี่ยต่อเฮกแตร์คือ หวาย 11 ไผ่ 2.8 และเตา 29 และการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบในการประเมินปริมาณหยาอยู่ที่ร้อยละ 114.6 ไผ่อยู่ที่ร้อยละ 76.8 และเตาอยู่ที่ร้อยละ 51.5 ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับในการประเมินปริมาณหยาอยู่ที่ร้อยละ 12.68 ไผ่อยู่ที่ร้อยละ 8.75 และเตาอยู่ที่ร้อยละ 6.35 จากผลการวิเคราะห์พบว่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ สูงกว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ

นอกจากนี้การวิจัยยังได้วิเคราะห์ความต้องการทางด้านเวลาที่ใช้ในการสำรวจ และเก็บข้อมูลปริมาณของป่าแต่ละวิธีอีกด้วย ผลการศึกษาพบว่า การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ ใช้เวลามากกว่า ถ้าเทียบกับการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ แต่การใช้เวลามากกว่านั้นทำให้ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างนั้นลดลง แต่ถ้าใช้เวลามากในการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบอย่างเดียวนั้นอาจทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนลดลงได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามมองในแง่เศรษฐกิจแล้ว การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับมีประสิทธิภาพมากกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ

สถานที่ทำการวิจัย

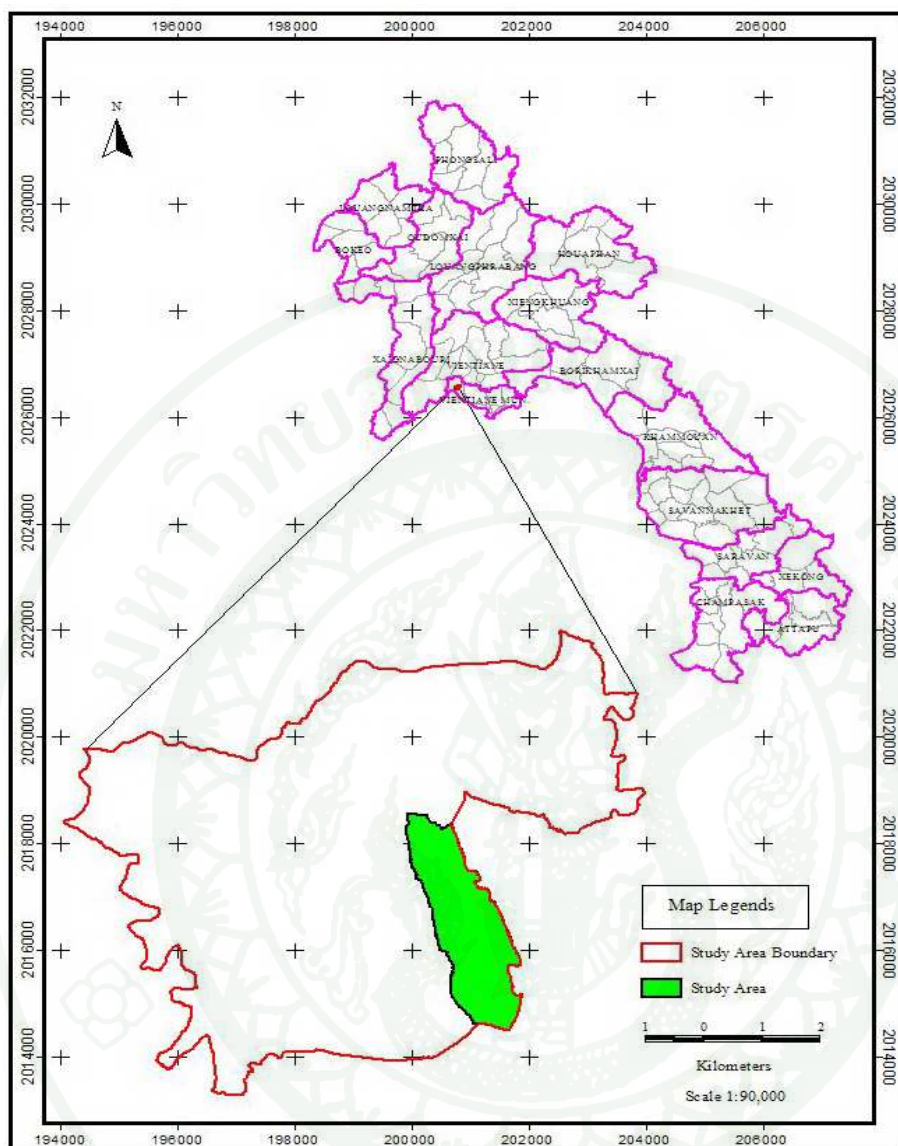
ประวัติการสร้างพื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบ

พื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้ (Training and model forest: TMF) ตั้งอยู่อำเภอสังทอง ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของนครหลวงเวียงจันทน์ ประมาณ 80 กิโลเมตร (ภาพที่ 1) อำเภอสังทอง รวมมี 30 หมู่บ้าน มีประชากรอาศัยอยู่ประมาณ 21,000 คน (คณะป่าไม้, 2544)

พื้นที่ดังกล่าวได้เริ่มการสำรวจและขออนุมัติพื้นที่ในปี พ.ศ. 2537 และ ได้รับกรรมสิทธิ์ในการใช้เนื้อที่ดินป่าไม้ รวมมีเนื้อที่ทั้งหมด 20,800 เฮกแตร์ (130,000 ไร่) ซึ่งอยู่ในขอบเขตอำเภอสังทอง นครหลวงเวียงจันทน์ (กระทรวงกลาโหมและป่าไม้, 2537) เพื่อใช้เป็นพื้นที่ป่าฝึกหัดและค้นคว้าวิจัยทางด้านทรัพยากรธรรมชาติ คณาจารย์ นักวิจัย และ นักศึกษา

ในปี พ.ศ. 2539 คณะป่าไม้ ได้สร้างเป็นแผนที่ และกำหนดเอาพื้นที่ดังกล่าวเพียง 4,300 เฮกแตร์ (26,875 ไร่) เพื่อสร้างเป็นขอบเขตเป้าหมายของการจัดการ (Management intervention area: MIA) (แผนกกลาโหมและป่าไม้ นครหลวงเวียงจันทน์, 2539) จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในระหว่างปี พ.ศ. 2538 – 2543 ประชาชนในพื้นที่ดังกล่าวเรียกร้องให้มีการปรับแก้ทางด้านขอบเขตพื้นที่เป้าหมายของการจัดการ เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2543 ขอบเขตเป้าหมายของการจัดการ (MIA) ได้ถูกปรับแก้ซึ่งมีเนื้อที่ทั้งหมด 4,680 เฮกแตร์ (29,250 ไร่) (ภาพที่ 1) ในจำนวนเนื้อที่ดังกล่าวมี 1,303 เฮกแตร์ (8,143.75 ไร่) เป็นพื้นที่ดินของคณะป่าไม้ และ 3,377 เฮกแตร์ (21,106.25 ไร่) เป็นที่ดินของชาวบ้าน (กระทรวง กลาโหมและป่าไม้, 2543)

ในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2543 พื้นที่ของคณะป่าไม้ (1,303 เฮกแตร์) ได้ถูกโอนมัติอย่างเป็นทางการจากกระทรวงการเงิน ให้เป็นพื้นที่อยู่ในความรับผิดชอบและความดูแลของคณะป่าไม้ อย่างถูกต้อง เพื่อใช้เป็นพื้นที่การศึกษาด้านป่าไม้ (กระทรวงการเงิน, 2543)



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงที่ตั้งป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้

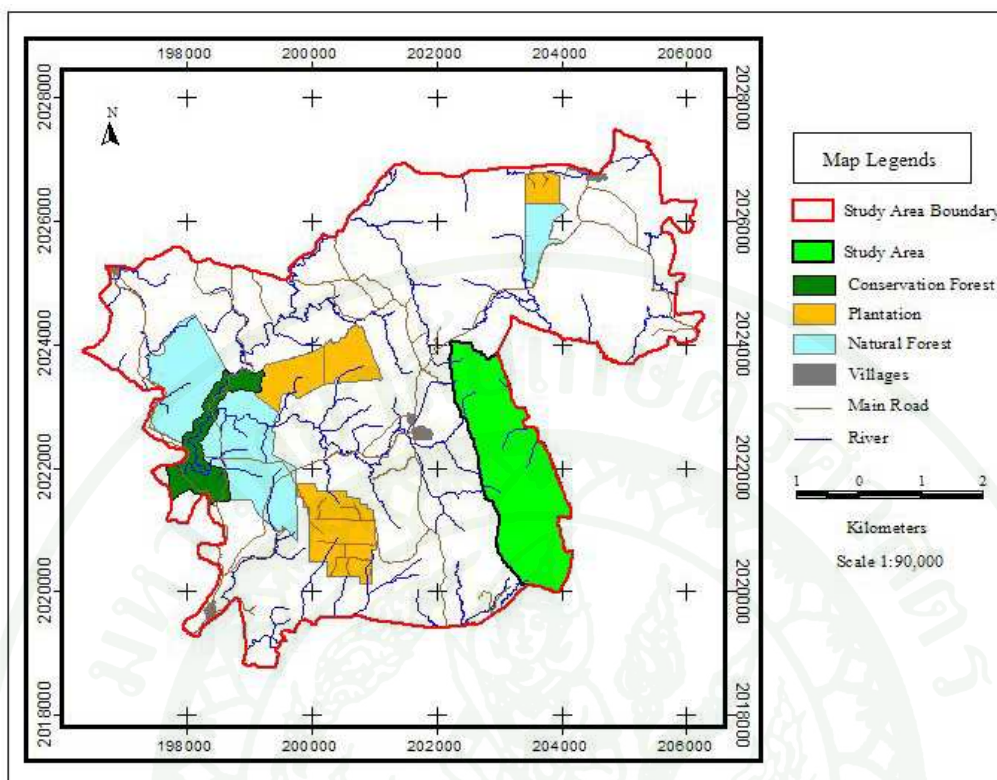
จากเงื่อนไขทางด้านทรัพยากรธรรมชาติ และระดับการทำลายป่าไม้ในพื้นที่เขตเป้าหมายของการจัดการ สามารถเป็นตัวแทนแก่หลายพื้นที่ใน สปป. ลาว ซึ่งอาจสามารถใช้เป็นต้นแบบเพื่อแสดงให้เห็นทางเลือกในการฟื้นฟูป่าไม้ทั้งหมดในทั่วประเทศได้นั้น ทางรัฐบาลประเทศเยอรมันได้มอบทุนช่วยเหลือโดยการบริหารงานผ่านธนาคารพัฒนาเยอรมัน (Kreditanstalt für Wiederaufbau: KfW) ภายใต้โครงการ Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit: GTZ เพื่อสมทบทุนเข้าในการฟื้นฟูป่าไม้ ร่วมกับโครงการส่งเสริมการศึกษาด้านป่าไม้ (Promotion of forestry education project: PROFEP)

ระยะที่ I (Phase I) ของโครงการ (ปี พ.ศ. 2537-2540) ได้ริเริ่มการสำรวจโดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ และใช้การสำรวจภาคพื้นดินเพื่อรวบรวมข้อมูลสภาพทั้งหมดของทรัพยากรธรรมชาติในขอบเขตเป้าหมายของการจัดการ ระยะที่ II (Phase II) ของโครงการ (ปี พ.ศ. 2540-2543) ธนาคารพัฒนาเยอรมัน (KfW) ได้อนุมัติให้ดำเนินโครงการฟื้นฟูป่าไม้ เพื่อเป็นการทดสอบ และดำเนินการสร้างแผนงานในชุดแรกประจำปีและดำเนินการฟื้นฟูป่าตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ (คณะป่าไม้, 2544)

ที่ตั้งของพื้นที่ป่าสาธิต และ ต้นแบบ

พื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้ (TMF) ประกอบด้วยสามเขต รวมมีเนื้อที่ทั้งหมด 1,303 เฮกเตอร์ (ประมาณ 8,143.75 ไร่) (ภาพที่ 2) พื้นที่ดังกล่าวอยู่ใน เส้นลองจิจูด (Longitude) $102^{\circ} 9' 40.30''$ (E) ตะวันออก และ เส้นละติจูด (Latitude) $18^{\circ} 20' 24.70''$ (N) เนื้อล้อมรอบพื้นที่ป่าของคณะป่าไม้ประกอบด้วย 5 หมู่บ้าน ซึ่งส่งผลกระทบต่อ การคุ้มครอง และการใช้ประโยชน์ที่ดินและ ป่าไม้ ของคณะป่าไม้เป็นอย่างมาก (คณะป่าไม้, 2544)

พื้นที่ป่าอนุรักษ์ของคณะป่าไม้ ประกอบด้วย 2 แห่งคือ ป่าอนุรักษ์ห้วยน้ำยอง มีเนื้อที่ทั้งหมด 105 เฮกเตอร์ (ประมาณ 656.25 ไร่) ขาวตามสองฝั่งของแม่น้ำยอง และป่าอนุรักษ์ภูผาเดือน เป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ อีกแห่งหนึ่งของคณะป่าไม้ ซึ่งมีเนื้อที่ทั้งหมด 394 เฮกเตอร์ (ประมาณ 2,462.25 ไร่) ครอบคลุมประมาณร้อยละ 30.2 ของพื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้ (ภาพที่ 2) (คณะป่าไม้, 2544)



ภาพที่ 2 แผนที่แสดงขอบเขตป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้

ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของป่าสาธิตและต้นแบบ (TMF) คณะป่าไม้ ของโครงการส่งเสริมการศึกษาด้านป่าไม้ (PROFEP) คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว เป็นลักษณะราบและเนินเขา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ย ระหว่าง 180-420 เมตร ลักษณะความลาดชันแตกต่างกัน เช่น ร้อยละ 15 ของพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ร้อยละ 2 ของพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 44 เปอร์เซ็นต์ และร้อยละ 83 ของพื้นที่เป็นพื้นที่ราบและความลาดชันน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ (คณะป่าไม้, 2544)

ลักษณะภูมิอากาศ

ภูมิอากาศเป็นอากาศเขตร้อนชื้น โดยได้รับอิทธิพลของลมประจำฤดู ซึ่งทำให้มีสองฤดูแตกต่างกันอย่างชัดเจน ลมมรสุมทางตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงเดือนตุลาคม ถึง มีนาคม ซึ่งทำให้

อากาศแห้งแล้ง หรือฤดูแล้ง และลมมรสุมที่มาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเดือนเมษายน ถึง กันยายน ทำให้เกิดฝนตก หรือฤดูฝน ปริมาณน้ำฝนระหว่าง 1,300-2,100 มม./ปี อุณหภูมิเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 72 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณการระเหยน้ำ 750-1,100 มม./ปี (คณะเกษตรศาสตร์ และป่าไม้, 2541)

ทรัพยากรป่าไม้ และสัตว์ป่า

สภาพป่าไม้ในพื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบ (TMF) คณะป่าไม้ ของโครงการส่งเสริมการศึกษาด้านป่าไม้ (PROFEP) คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว ปกคลุมด้วยป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณ แต่ป่าส่วนใหญ่ได้รับการสัมปทานทำไม้มาก่อน โดยบริษัท โอซากา จำกัด จากประเทศญี่ปุ่นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513 บริษัทดังกล่าวได้เลือกตัดไม้ขนาดใหญ่ ที่มีค่าทางเศรษฐกิจ เช่น ไม้ประดู่ มะค่าโมง ต่อมาบริษัท รัฐวิสาหกิจป่าไม้เลข 9 ของลาวได้เข้ามาทำไม้ในช่วงปี พ.ศ. 2526-2529 จากการทำไม้ดังกล่าวทำให้ป่าที่เคยความอุดมสมบูรณ์ มีสภาพเสื่อมโทรมลงมากกว่า 50% ของพื้นที่ (คณะเกษตรศาสตร์และป่าไม้, 2541) ในการฟื้นตัวของพื้นที่ป่าดังกล่าวได้มีไม้ไฟขึ้นมาทดแทน กลายเป็นป่าไฟผสมกับไม้ชนิดอื่น จากการสำรวจยังมีไม้มีค่าทางเศรษฐกิจเหลือ เช่น ไม้ประดู่ มะค่าโมง ตะเคียนหิน ยางแดง ตะแบกแดง กระบก ฯลฯ คงเหลืออยู่บ้าง(คณะป่าไม้, 2544)

ชนิดพันธุ์และกลุ่มสัตว์ที่พบเห็นในเขตป่าดังกล่าวเป็นสัตว์ป่าที่พบเห็นได้โดยทั่วไป เช่น นก ถึง กระรอก ชะมด งู และบางครั้งพบอีเก้ง แต่สัตว์ป่าบางชนิดก็ได้ลดลงจากการทำไม้ในสมัยก่อน (คณะป่าไม้, 2544)

สภาพเศรษฐกิจ-สังคม

บ้านนาปอ มีครัวเรือนประมาณ 92 ครัวเรือน ประชากรประมาณ 451 คน ประกอบด้วย 2 ชาติพันธุ์ คือ เผ่าลาวลุ่มร้อยละ 85 และ เผ่าลาวเทิง ร้อยละ 15 เผ่าลาวลุ่มนับถือศาสนาพุทธ แต่ละหมู่บ้านมีวัดหนึ่งแห่ง ส่วนเผ่าลาวเทิงนับถือผี ซึ่งจะมีการเซ่นไหว้ต่าง ๆ แต่ทั้งสองเผ่าปฏิบัติเหมือนกัน คือ ทุกวันพระของเดือน (ขึ้นและแรม 15 ค่ำ) จะหยุดทำงานทุกอย่าง (คณะป่าไม้, 2544)

การประกอบอาชีพ ส่วนใหญ่จะทำนา ทำไร่ ทำสวน และเลี้ยงสัตว์เป็นอาชีพหลัก จากนั้นยังมีอาชีพรองได้แก่การเก็บหาของป่า โดยเฉพาะไม้ไผ่ที่เป็นแหล่งรายได้สำคัญของราษฎร นอกจากนั้นยังมีค้าขาย รับจ้าง เป็นต้น (คณะปาไม, 2544)

ด้านการศึกษา

ด้านการศึกษาถือว่ายังไม่ขยายตัวเท่าที่ควรนัก เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเพิ่งได้รับการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน แต่หมู่บ้านมีโรงเรียนประถม 1 หลัง มีการเรียนตั้งแต่ระดับชั้น ป. 1 ถึง ป. 5 การเรียนการสอน ยังขาดอุปกรณ์การเรียน ครูสอน เมื่อจบชั้นประถม 5 แล้วจะไปเรียนต่อที่อื่นก็ลำบาก ห่างไกลจากบ้าน เศรษฐกิจรอบครัวไม่อำนวย ทำให้ไม่ได้เรียนต่อ (คณะปาไม, 2544)

การคมนาคม

ปัจจุบันการคมนาคมได้รับการขยายตัวมีเส้นทางลูกรังที่ได้รับการปรับปรุงจากการร่วมมือลาว-เยอรมัน (GTZ) ในโครงการส่งเสริมการศึกษาด้านป่าไม้ ของคณะปาไม บริเวณป่าสาธิต ทำให้ระบบคมนาคมสะดวกขึ้น การไปมาค้าขายระหว่างบ้านต่อบ้าน และตัวเมืองใหญ่ สะดวกมากขึ้น มีรถโดยสารประจำทางทุกวัน (คณะปาไม, 2544)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เทปวัดระยะ
2. เข็มทิศมือ (Hand compass)
3. เครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global positioning system: GPS)
4. แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:10,000 ของโครงการส่งเสริมการศึกษาด้านป่าไม้
5. แบบฟอร์มบันทึกข้อมูล (Data sheets)
6. เครื่องเขียนต่าง ๆ
7. อุปกรณ์สำหรับบันทึกภาพ ได้แก่ กล้องถ่ายรูป
8. เครื่องคอมพิวเตอร์

วิธีการ

การวิจัยในหัวข้อเรื่อง การประยุกต์การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มในการสำรวจของป่า ณ ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณผลผลิตของของป่า และเปรียบเทียบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (ACS) และการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system (LPS) และการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (SRS)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) และข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อมูลทุติยภูมิ

เป็นข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวกับหัวข้องานวิจัย เช่น ทฤษฎีเกี่ยวกับการสำรวจประเภทการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ วิธีการสุ่มตัวอย่างในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ค่าสถิติต่างๆ

ที่เกี่ยวกับการสุ่มตัวอย่าง ทฤษฎีเกี่ยวกับของป่า ความหมายของของป่า ประเภทของป่า การใช้ประโยชน์ของป่า และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจและของป่า เป็นต้น

ข้อมูลปฐมภูมิ

เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม ซึ่งในการรวบรวมข้อมูลได้กำหนดชนิดของป่าที่มีสำคัญต่อเศรษฐกิจ และมีบทบาทต่อชุมชนในการใช้ประโยชน์ เช่น หวาย ต້าว และแสม เพื่อให้ได้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้กำหนดวิธีการออกเป็นสามอย่างตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. การสำรวจปริมาณของป่าโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system

การสำรวจปริมาณผลผลิตของของป่า ในพื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว โดยการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system ซึ่งมีขั้นตอนในการออกแบบและวางแผนสำรวจดังนี้

1.1 การคำนวณหาเนื้อที่ทำการสำรวจ

การคำนวณหาเนื้อที่ทำการสำรวจเบื้องต้นได้กำหนดเปอร์เซ็นต์การสำรวจร้อยละ 1.25 ของเนื้อที่ทั้งหมด พื้นที่การศึกษามีเนื้อที่ 394 เฮกเตอร์ โดยในการสำรวจจะใช้แปลงตัวอย่างแบบวงกลม ที่มีรัศมีเท่ากับ 12.62 เมตร (สถิติ, 2525) หรือมีขนาดเนื้อที่เท่ากับ 0.05 เฮกเตอร์ สำหรับการสำรวจแบบ LPS ดังนั้นการคำนวณหาเนื้อที่ทำการสำรวจ สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\frac{\text{เนื้อที่ทำการสำรวจ}}{\text{เนื้อที่ทั้งหมดของพื้นที่ศึกษา}} = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์การสำรวจ}}{100\%} \quad (1)$$

จากสมการที่ (1) แทนค่าใส่สมการ เนื้อที่ทั้งหมดของพื้นที่การศึกษา 394 เฮกแตร์ เปอร์เซ็นต์การสำรวจ ร้อยละ 1.25 ของพื้นที่ทั้งหมด และค่า 100% จะได้เนื้อที่ทำการสำรวจเท่ากับ 4.925 เฮกแตร์ หรือประมาณ 5 เฮกแตร์

1.2 การคำนวณหาเนื้อที่แปลงตัวอย่างที่เป็นตัวแทน

การคำนวณหาเนื้อที่แปลงตัวอย่างที่เป็นตัวแทน หมายถึงแปลงตัวอย่างหนึ่งแปลง ขนาด 0.05 เฮกแตร์ จะเป็นตัวแทนแก่พื้นที่เท่าไรเฮกแตร์ ซึ่งสามารถคำนวณได้ตามสมการดังนี้

$$\frac{\text{เนื้อที่แปลงตัวอย่าง}}{\text{เนื้อที่แปลงตัวอย่างที่เป็นตัวแทน}} = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์การสำรวจ}}{100\%} \quad (2)$$

จากสมการที่ (2) แทนค่าใส่สมการ เนื้อที่แปลงตัวอย่าง 0.05 เฮกแตร์ การสำรวจ ร้อยละ 1.25 ของพื้นที่ทั้งหมด และค่า 100% จะได้เนื้อที่แปลงตัวอย่างเป็นตัวแทนเท่ากับ 4 เฮกแตร์ หมายถึง แปลงตัวอย่างหนึ่งแปลงขนาด 0.05 เฮกแตร์ จะเป็นตัวแทนแก่พื้นที่ 4 เฮกแตร์ หรือ 40,000 ตารางเมตร

1.3 ระยะห่างระหว่างแนวสำรวจ และระยะห่างระหว่างแปลงตัวอย่าง

การคำนวณหาระยะห่างระหว่างแนวสำรวจ และระยะห่างระหว่างแปลงตัวอย่าง สามารถคำนวณได้ สองกรณีคือ ระยะห่างระหว่างแนวสำรวจกับระยะห่างระหว่างแปลงตัวอย่างมีค่าเท่ากัน แต่ต้องเป็นพื้นที่ที่มีความกว้างและยาวไม่ต่างกันมากนัก สำหรับพื้นที่ที่จะทำการศึกษาในครั้งนี้มีขนาดความกว้าง และยาวของพื้นที่แตกต่างกัน ดังนั้นการคำนวณได้กำหนดเอากรณี ระยะห่างระหว่างแนวสำรวจ และระยะห่างระหว่างแปลงตัวอย่างมีค่าต่างกัน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากค่าของเนื้อที่แปลงตัวอย่างที่เป็นตัวแทนดังสมการ

$$\begin{aligned} \text{กำหนดให้ } L &= \text{ระยะห่างระหว่างแนวสำรวจ} \\ I &= \text{ระยะห่างระหว่างแปลงตัวอย่าง} \\ \text{เนื้อที่แปลงตัวอย่างที่เป็นตัวแทน} &= 40,000 \text{ ตารางเมตร} \end{aligned}$$

$$L \times l = 40,000 \text{ ตารางเมตร หรือ } L = \frac{40,000}{l} \quad (3)$$

กรณี $L \neq l$ หรือ $L > l$ สมมติกำหนดให้ $l = 100$ เมตร แทนค่าใส่ (3) ระยะห่างระหว่าง แนวสำรวจเท่ากับ $L = \frac{40,000}{100} = 400$ เมตร

ระยะห่างระหว่างแนวสำรวจ 400 เมตร และ ระยะห่างระหว่างแปลงตัวอย่างเท่ากับ 100 เมตร การที่จะเลือกใช้ระยะห่างระหว่างแนวสำรวจ และระยะห่างระหว่างแปลงตัวอย่างเท่าใดนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ที่ทำการสำรวจเพื่อให้แปลงตัวอย่างกระจายทั่วพื้นที่อย่างสม่ำเสมอ

1.4 การคำนวณขนาดตัวอย่าง

การคำนวณขนาดตัวอย่าง หรือจำนวนแปลงตัวอย่าง (Sample size) เป็นสิ่งสำคัญ และเป็นเครื่องวัดประสิทธิภาพของการสำรวจ ถ้าการเก็บตัวอย่างยิ่งมาก ความถูกต้องยิ่งสูงและน่าเชื่อถือ อย่างไรก็ตามการเก็บตัวอย่างต้องคำนึงถึงเวลา ค่าใช้จ่าย และบุคลากรในการสำรวจด้วย ในการสำรวจครั้งนี้ได้กำหนดเนื้อที่แปลงตัวอย่างเท่ากับ 0.05 เฮกแตร์ และเนื้อที่ที่ทำการสำรวจ 5 เฮกแตร์ หรือร้อยละ 1.25 ของพื้นที่ทั้งหมด จากค่าดังกล่าวเราสามารถคำนวณหาจำนวนแปลงตัวอย่างหรือขนาดตัวอย่างในเบื้องต้นได้จำนวน 100 แปลง

1.5 การวางเส้นฐาน

เส้นฐาน (Base line) เป็นเส้นที่สร้างขึ้น (หรือสมมุติฐาน) ในบริเวณป่า โดยทั่วไปนิยมวางไปตามแนวขอบเขตของธรรมชาติ เช่น แนวแม่น้ำ หรือสิ่งที่สร้างขึ้น เช่น ถนน เส้นฐานสร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นฐานในการวางแนวสำรวจ โดยวางให้ตั้งฉากออกไปจากเส้นฐาน เพื่อให้การสุ่มตัวอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งบริเวณป่า การวางเส้นฐานจะวางอยู่ขอบนอก บริเวณป่าที่จะทำการสำรวจตามทิศเหนือได้ ตามความยาวของพื้นที่ดังกล่าว (ภาพที่ 3)

1.6 การวางเส้นสำรวจ

การวางเส้นสำรวจ (Cruise line) ก็ต้องยึดระยะห่างที่คำนวณได้ในเบื้องต้นเป็นหลัก คือ เปอร์เซ็นต์การสำรวจร้อยละ 1.25 ของพื้นที่ ระยะห่างระหว่างแปลง 100 เมตร

ระยะห่าง ระหว่างแนวสำรวจ 400 เมตร เส้นสำรวจแรกห่างจากขอบเขตป่าครึ่งหนึ่ง ของระยะห่าง ระหว่างเส้นสำรวจคือ 200 เมตร และเส้นสำรวจแต่ละเส้นต้องตั้งฉากกับเส้นฐานและห่าง กันอย่าง สม่ำเสมอ (ภาพที่ 3)

1.7 การวางแผนตัวอย่าง

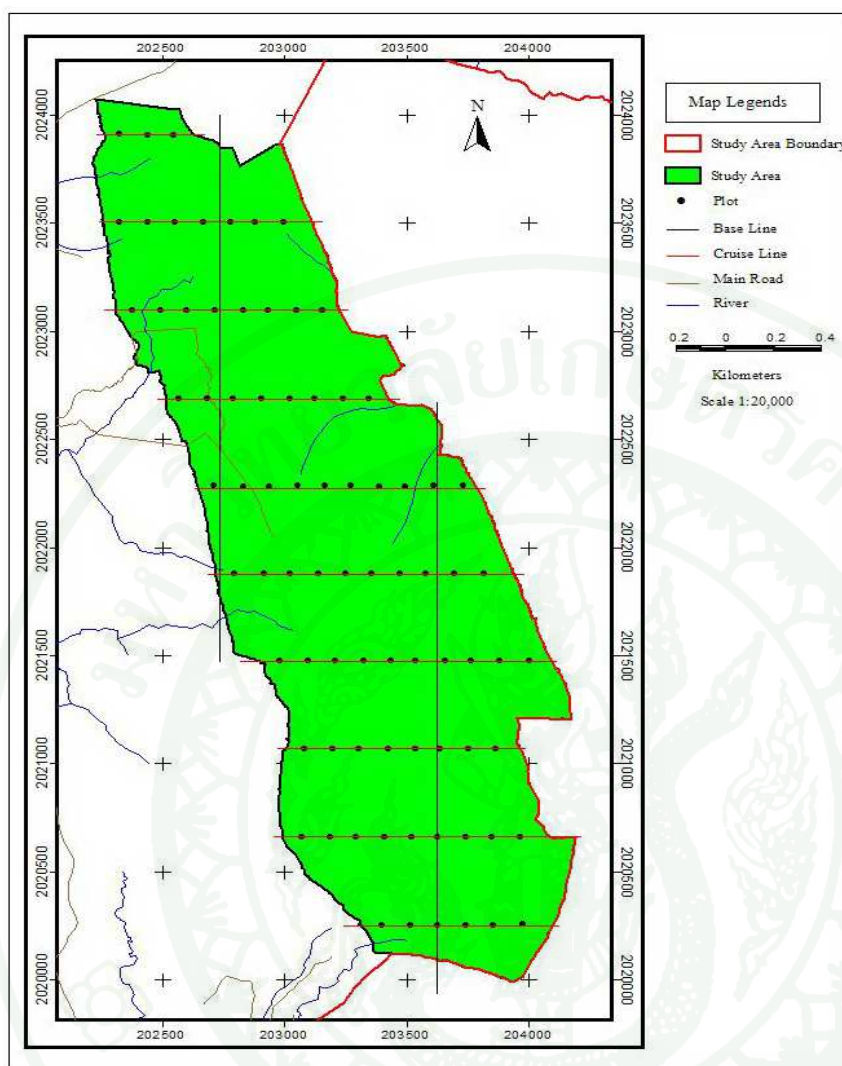
การวางแผนตัวอย่างก็ได้ยึดหลักในการคำนวณในเบื้องต้นเป็นหลักเช่นกัน คือ ระยะห่าง ระหว่างแปลงตัวอย่างที่คำนวณได้คือ 100 เมตร แปลงตัวอย่างแรกห่างจากขอบเขตป่า เท่าครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างแปลงตัวอย่าง คือ 50 เมตร และแปลงตัวอย่างต่อไปวาง สม่ำเสมอ ทุกๆ 100 เมตร (ภาพที่ 3)

1.8 การเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่าง

เมื่อทำการวางแผนเสร็จสิ้นก็จะเริ่มทำการเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่างทันที ข้อมูล พื้นฐานที่จะบันทึกได้แก่ ข้อมูลพื้นที่ เช่น พิกัดแปลง ทิศด้านลาด วัฒนธรรม ลำดับแนวสำรวจ (เบอร์ แนวสำรวจ) ลำดับแปลงตัวอย่าง (เบอร์แปลง) ประเภทป่า (แบบบันทึกข้อมูล 1 แนบในภาคผนวก)

ข้อมูลปริมาณผลผลิตของของป่า เช่น หวาย (*Calamus sp.*) ต่าว(*Arenga sp.*) และ แห้ว (*Coscinium sp.*) จะได้บันทึกลงในแบบบันทึกข้อมูล 1 โดยมีการวัด และเก็บข้อมูลดังนี้

1. หวาย (*Calamus sp.*) บันทึกจำนวนลำทั้งหมด จำนวนกอทั้งหมด พร้อม บันทึกลงในแบบบันทึกข้อมูล 1 (แบบบันทึกข้อมูล 1 แนบในภาคผนวก)
2. ต่าว (*Arenga sp.*) บันทึกจำนวนลำทั้งหมด จำนวนกอทั้งหมด พร้อมบันทึก ลงในแบบบันทึกข้อมูล 1 (แบบบันทึกข้อมูล 1 แนบในภาคผนวก)
3. แห้ว (*Coscinium sp.*) บันทึกจำนวนลำทั้งหมด จำนวนกอทั้งหมด พร้อม บันทึกลงในแบบบันทึกข้อมูล 1 (แบบบันทึกข้อมูล 1 แนบในภาคผนวก)



ภาพที่ 3 แผนที่แสดงการวางแผนตัวอย่างในการสำรวจแบบ Line plot system

2. การสำรวจปริมาณของป่าโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ

การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ ที่ทำการสุ่มตัวอย่างขึ้นต้นอย่างง่ายหมายถึง การสุ่มตัวอย่างแบบที่ปรับกระบวนการสุ่มตัวอย่างให้สามารถนำลักษณะของข้อมูลที่เก็บได้มากำหนดหน่วยตัวอย่าง โดยการสุ่มตัวอย่างเบื้องต้นจะอาศัยการสุ่มแบบง่าย เช่น กำหนดพื้นที่ที่จะทำการศึกษา ซึ่งอาศัยหลักการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายในการสำรวจของป่า หากพื้นที่ใดพบของป่าเป็นไปตามเกณฑ์ก็จะเพิ่มพื้นที่บริเวณใกล้เคียงเป็นตัวอย่างเพิ่มเติม แต่ถ้าพื้นที่ใดไม่พบของป่าที่เป็นไปตามเกณฑ์พื้นที่นั้นก็ไม่ต้องสนใจ

การสำรวจปริมาณผลผลิตของของป่า โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (ACS) ซึ่งมีขั้นตอนในการออกแบบและวางแผนสำรวจดังนี้

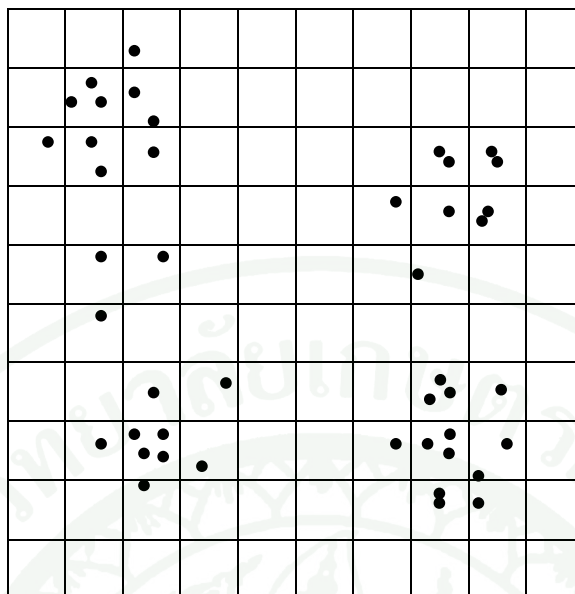
2.1 การคำนวณหาค่าต่างๆ

ในการคำนวณค่าต่าง ๆ จะใช้ค่าที่คำนวณจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS ตามข้อ 1 ค่าที่คำนวณได้แก่เนื้อที่ที่ทำการสำรวจ เนื้อที่ที่เป็นตัวแทนของแปลงตัวอย่าง การคำนวณขนาดตัวอย่าง และค่าอื่นๆ ที่สามารถใช้ร่วมกันได้ ในเบื้องต้นได้กำหนดเปอร์เซ็นต์การสำรวจร้อยละ 1.25 ของเนื้อที่ทั้งหมดของพื้นที่การศึกษา 394 เฮกเตอร์ โดยในการสำรวจจะใช้แปลงตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาด 20 x 25 เมตร หรือมีขนาดเนื้อที่เท่ากับ 0.05 เฮกเตอร์ เพื่อให้มีเนื้อที่เท่ากับแปลงตัวอย่างของการสุ่มแบบ LPS

2.2 การวางแผนแปลงตัวอย่าง

การวางแผนแปลงตัวอย่างของการสุ่มแบบกลุ่มปรับ โดยการสุ่มแบบง่าย วิธีการสุ่มแบบนี้ถือว่าประชากรแต่ละหน่วยมีโอกาสที่จะถูกเลือกเท่าๆ กัน (สถิติ, 2525) ฉะนั้นหน่วยที่ถูกเลือกก็จะกระจายทั่วพื้นที่ เมื่อสุ่มได้พื้นที่ที่จะทำการสำรวจแล้วก็ต้องเข้าทำการสำรวจ ณ ตำแหน่งที่สุ่มนั้นให้ได้ทุกตำแหน่ง

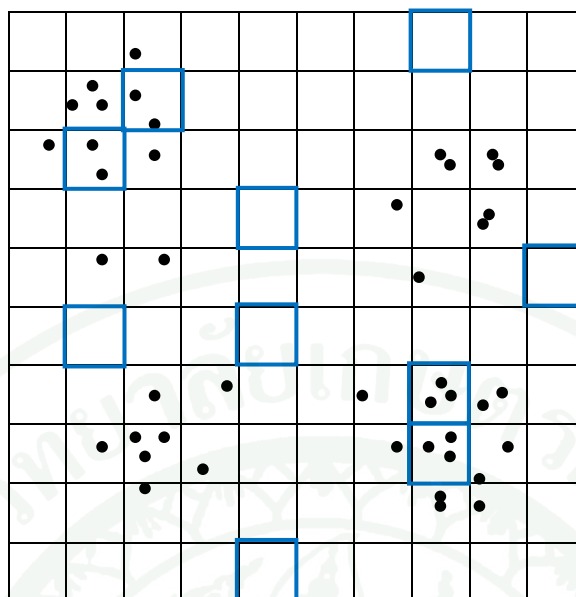
วิธีการวางแผนแปลงตัวอย่าง ได้สร้างตารางกริด (grid) ขนาด 20 x 25 เมตร ลงในแผนที่ของพื้นที่ศึกษา จำนวนแปลงทั้งหมด 7,880 แปลง (ภาพที่ 4) (คำนวณจากเปอร์เซ็นต์การสุ่มตัวอย่าง และขนาดเนื้อที่ของแปลงตัวอย่าง)



ภาพที่ 4 การวางแผนตัวอย่างทั่วพื้นที่ศึกษาจำนวน 7,880 แปลง

ทำเบอร์ใส่ตารางกริดทั้งหมด แล้วเขียนหมายเลขใส่กระดาษเพื่อจับฉลากเอาเบอร์แปลงตัวอย่าง เมื่อจับฉลากได้เลขใดก็บันทึกไว้ และจับฉลากเอาเบอร์ต่อไปจนครบตามจำนวนแปลงตัวอย่างที่กำหนดไว้ จำนวนแปลงตัวอย่างที่สุ่มเลือกเป็นตัวแทนจากการคำนวณจากเปอร์เซ็นต์การสุ่มตัวอย่างเท่ากับ 100 แปลง และฉลากที่จับแล้วก็ทิ้งไปไม่ต้องใส่คืนอีก ซึ่งเรียกวิธีการเช่นนี้ว่า Sampling without replacement (สถิติฯ, 2525) และจับฉลากไปจนครบตามจำนวนที่กำหนด (ภาพที่ 5)

ภายหลังการจับฉลากเสร็จแล้ว การหาที่ตั้งของแปลงตัวอย่างเป็นสิ่งสำคัญ การหาที่ตั้งของแปลงตัวอย่างแต่ละแปลง โดยการใช้แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:10,000 ของพื้นที่ศึกษาเพื่อหาตำแหน่งของแปลงตัวอย่างในแผนที่ และหาจุดโฟกัส (focus) และจุดหลักฐานที่สามารถเป็นสิ่งอ้างอิงได้ เช่น ต้นไม้ ถนน แม่น้ำ ฯลฯ หลังจากนั้นก็ทำการวัดระยะจากสิ่งอ้างอิงไปยังแนวสำรวจ หรือแปลงตัวอย่างด้วยระยะเท่าไร โดยอิงใส่มาตราส่วนของแผนที่ และวัดมุมจากสิ่งอ้างอิงไปยังแนวสำรวจ หรือแปลงตัวอย่างด้วยมุมเท่าไร แล้วบันทึกข้อมูลที่ตั้งของแนวสำรวจแต่ละแนว และแปลงตัวอย่างแต่ละแปลงให้ละเอียดก่อนลงภาคสนาม (ภาพที่ 5)



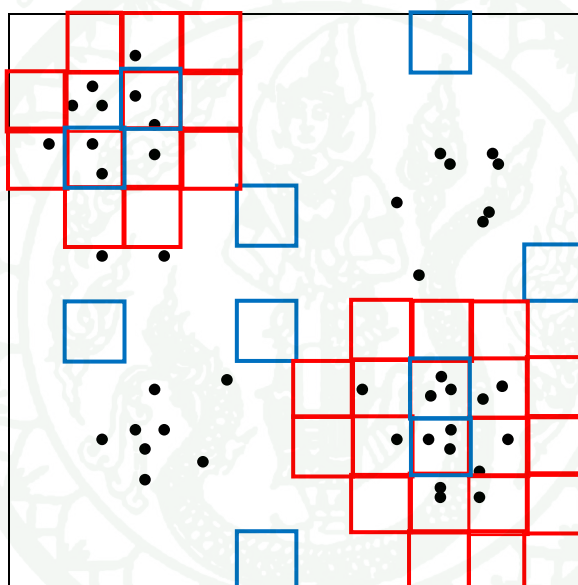
ภาพที่ 5 การกระจายของแปลงตัวอย่างที่สุ่มเลือกขึ้นต้น 100 แปลง

ในการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ จำเป็นต้องหาหน่วยตัวอย่างที่อยู่รอบๆ เพื่อรวมหน่วยอื่นๆ เข้าด้วยกันภายในกรอบตัวอย่าง การหาหน่วยตัวอย่างที่อยู่รอบๆ นี้จะใช้วิธีเดียวกันกับหน่วยตัวอย่างอื่นๆ โดยเราต้องหาหน่วยตัวอย่างใกล้เคียงเป็น 4 หน่วยติดกันเช่น ด้านบน ด้านล่าง ด้านซ้าย และด้านขวา ของแปลงตัวอย่างแรก (ภาพที่ 6)



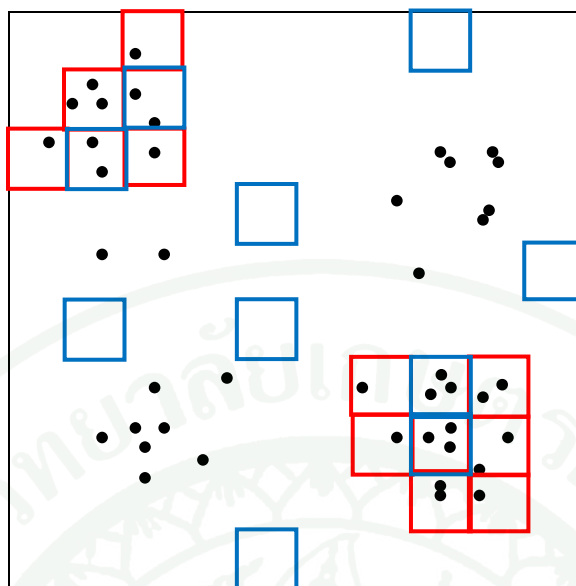
ภาพที่ 6 การเพิ่มแปลงตัวอย่างรอบๆ แปลงตัวอย่างแรก เช่นด้านบน ล่าง ซ้าย และขวา

หลังจากเสร็จสิ้นการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายเพื่อหาจุดที่ตั้งของการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ ขั้นตอนต่อไปคือ การระบุกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับดังกล่าวนี้จะประกอบไปด้วย แปลงตัวอย่างแรก และแปลงตัวอย่างอื่นๆ ที่อยู่รอบๆ แปลงตัวอย่างแรกซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในขั้นตอนของการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ กล่าวคือแปลงตัวอย่างแรกที่ไม่ใช่ของป่า แปลงตัวอย่างอื่นๆ ที่อยู่รอบๆ ก็จะได้ขยายออก ถ้าแปลงตัวอย่างแรกมีของป่าตามที่ต้องการ เช่น หวาย ตัว และแสม ก็จะทำการขยายแปลงตัวอย่างนั้นออกไปแต่ละด้านของแปลงตัวอย่างแรก เช่น ด้านบน ด้านล่าง ด้านซ้าย และด้านขวาของแปลงตัวอย่างแรกนั้น (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 แสดงการเพิ่มแปลงตัวอย่างที่ใกล้เคียงแปลงตัวอย่างแรกที่มีของป่า

นอกจากนี้ ยังจำเป็นต้องระง่อนไขของการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ ในการขยายแปลงตัวอย่างที่อยู่รอบๆ แปลงตัวอย่างแรกนี้ด้วย เช่น แปลงตัวอย่างแรกต้องมีของป่าที่เราต้องการ และมีค่ามากกว่าศูนย์ “0” จากนั้นจึงดำเนินตามขั้นตอนของการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ คือถ้าแปลงตัวอย่างแรกที่มีของป่า ก็จะต้องเพิ่มแปลงสำรวจที่อยู่รอบๆ แปลงตัวอย่างแรกด้วย และทำซ้ำต่อไปจนกว่าจะเหลือเพียงแปลงที่ไม่มีของป่า และ แปลงตัวอย่างแรกที่ไม่ใช่ของป่า แปลงตัวอย่างอื่นๆ ที่อยู่รอบๆ ก็จะได้ขยายออก (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 จำนวนกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ

2.3 การเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่าง

การเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่าง เมื่อพบของป่าที่ต้องการตามการกำหนดแล้ว ก็จะเริ่มเก็บ ข้อมูลเหมือนกับในข้อ 1.8 และบันทึกลงใน แบบบันทึกข้อมูล 2 (แบบบันทึกข้อมูล 2 แบบในภาคผนวก)

การบันทึกข้อมูลจะได้แยกออกเป็นแต่ละกลุ่มตามจำนวนแปลงตัวอย่างที่พบในเวลาทำการสำรวจ เช่น แปลงตัวอย่างแรกที่พบของป่าเท่าไร่ และมีแปลงรอบๆ ก็แปลง มีของป่าเท่าไร่ และแปลงต่อๆ ไปก็ทำเช่นเดียวกันจนหมดจำนวนแปลงที่กำหนด

การวิเคราะห์ข้อมูล

ภายหลังการเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ที่ทำการศึกษาลำเร็จจะได้นำข้อมูลทั้งหมดมาตรวจสอบความถูกต้อง และการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ จะใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในรูปแบบการพรรณนา (Descriptive analysis) การคำนวณค่าต่างๆ ตามหลักสถิติแบบง่ายซึ่งประกอบด้วย การแจกแจงความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าความหนาแน่น (Density) หรือปริมาณของป่า และค่าสถิติอื่นๆ เช่น จำนวนตัวอย่างรวม (Sample total) ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง (Sample mean) ค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง (Sample variance) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (Sample standard deviation) ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง (Sample standard error) ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่าง (Sample coefficient of variation) และขนาดตัวอย่างหรือจำนวนตัวอย่าง (Sampling size) และการวิเคราะห์ข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตของป่า

การคำนวณหาปริมาณของป่าแต่ละชนิดที่ทำการสำรวจ หวาย ตา และแสม หรือค่าความหนาแน่นของป่าชนิดหนึ่งชนิดใด คำนวณจากสมการของ อุทิส (2541)

$$\text{ปริมาณของป่า} = \frac{\text{จำนวนของป่าชนิดหนึ่งในแปลงตัวอย่างทั้งหมด}}{\text{พื้นที่รวมของแปลงตัวอย่างทั้งหมด}} \quad (4)$$

การคำนวณหาปริมาณของป่าแต่ละชนิดที่ทำการสำรวจ หวาย ตา และแสม หรือค่าความหนาแน่นของป่าชนิดหนึ่งชนิดใดต่อหน่วยพื้นที่ คำนวณจากสมการของ อุทิส (2541)

$$\text{ปริมาณของป่า} = \frac{\text{จำนวนของป่าชนิดหนึ่งในแปลงตัวอย่างทั้งหมด}}{\text{พื้นที่รวมของแปลงตัวอย่างทั้งหมด}} \times \text{หน่วยพื้นที่} \quad (5)$$

การคำนวณหาความถี่ของของป่าคือ ค่าความบ่อยครั้งของของป่าชนิดหนึ่งชนิดใดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง นิยมวัดกันเป็นเปอร์เซ็นต์ ค่าความถี่เป็นการบอกถึงการกระจายของชนิดของป่าในพื้นที่ คำนวณจากสมการของ อุทิส (2541)

$$\text{ความถี่ในการพบ (\%)} = \frac{\text{จำนวนแปลงที่พบของป่าชนิดหนึ่ง}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมด}} \times 100 \quad (6)$$

2. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติของการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system

นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ เช่น จำนวนตัวอย่างรวม (Sample total) ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง (Sample mean) ค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง (Sample variance) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (Sample standard deviation) ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง (Sample standard error) ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่าง (Sample coefficient of variation) และขนาดตัวอย่างหรือจำนวนตัวอย่าง (Sampling size) ดังนี้

จำนวนตัวอย่างรวม (Sample total) เป็นผลรวมของค่าที่แสดงลักษณะประชากรจากหน่วยตัวอย่างที่สุ่มเลือกมาเป็นตัวแทนของประชากรนั้น ๆ เราอาจแทนด้วยสัญลักษณ์ “y” ดังนั้นถ้ากำหนดให้

$$\begin{aligned} n &= \text{ขนาดตัวอย่าง หรือจำนวนหน่วยตัวอย่างที่ถูกสุ่มเลือกให้เป็นตัวอย่าง} \\ y_i &= \text{ค่าที่แสดงลักษณะประชากรประจำหน่วยตัวอย่างที่ i ที่ถูกสุ่มเลือกให้เป็นตัวอย่าง} \\ i &= 1, 2, 3, \dots, n \end{aligned}$$

จำนวนตัวอย่างรวมดังนี้

$$y_{LPS} = \sum_{i=1}^n y_i \quad (7)$$

ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง (Sample mean) เป็นค่าที่แสดงเฉลี่ยต่อหน่วยตัวอย่างที่เป็นตัวแทนประชากรนั้นๆ แทนด้วยสัญลักษณ์ “ $\bar{y}$ ” และใช้เป็นตัวแทนค่าเฉลี่ยประชากร (μ)

ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างดังนี้

$$\bar{y}_{LPS} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (8)$$

ค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง (Sample variance) เป็นค่าที่แสดงความผันแปรระหว่างค่าสังเกตหรือข้อมูลประจำหน่วยตัวอย่างที่ถูกสุ่มเลือกเป็นตัวอย่างแทนด้วยสัญลักษณ์ “ s^2 ” และใช้เป็นตัวแทนค่าความแปรปรวนประชากร (σ^2)

ค่าความแปรปรวนของตัวอย่างดังนี้

$$s_{LPS}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n - 1} \quad (9)$$

ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (Sample standard deviation) เป็นค่าที่ได้จากค่าความแปรปรวนของตัวอย่างโดยถอดรากที่สองของค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง แทนด้วยสัญลักษณ์ (sd) และใช้ตัวแทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ)

ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างดังนี้

$$sd_{LPS} = \sqrt{s^2} \quad (10)$$

ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง (Sample standard error) ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง หมายถึงการกระจายของค่าเฉลี่ย โดยวัดเป็นค่าความแปรปรวน (Variance) หรือถอดรากที่สองของค่าความแปรปรวนเรียกว่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของค่าเฉลี่ย

ค่าความคลาดเคลื่อน ของตัวอย่างดังนี้

$$se_{LPS} = \frac{sd}{\sqrt{n}} \quad (11)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่าง (Sample coefficient of variation) ถ้าต้องการเปรียบเทียบความผันแปรของค่าสังเกตระหว่างตัวอย่างหลาย ๆ ชุด ก็สามารถใช้ค่าอัตราส่วนระหว่างค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละชุด ค่าที่ได้จะเป็นค่าคงที่เรียกว่า “ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่าง” (Sample coefficient of variation) แทนสัญลักษณ์ด้วย “CV”

ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่างดังนี้

$$CV_{LPS} = \frac{sd}{y} \times 100 \quad (12)$$

ขนาดตัวอย่างหรือจำนวนตัวอย่าง (Sampling size) ขนาดตัวอย่างหรือจำนวนตัวอย่าง หมายถึง จำนวนตัวอย่างที่กำหนดไว้โดยไม่มีการซ้อนทับ หรือการวางและการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในป่าที่ดำเนินการสำรวจ บางครั้งเรียกว่า Sampling intensity ขนาดของตัวอย่าง เป็นเครื่องวัดประสิทธิภาพของการสำรวจ ถ้าการเก็บตัวอย่างยิ่งมาก ความถูกต้องยิ่งสูงน่าเชื่อถือ แต่เป็นการเก็บตัวอย่างให้มากขึ้น อย่างไรก็ดี การเก็บตัวอย่างต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการสำรวจด้วย

ขนาดตัวอย่างหรือจำนวนตัวอย่างดังนี้

$$n_{LPS} = \frac{z^2 s^2}{d^2} \quad (13)$$

z^2 = ค่าจากตารางการแจกแจงปกติมาตรฐานค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95
เปอร์เซ็นต์

d^2 = ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่ยอมรับได้เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมโดยจะได้เอาค่าเฉลี่ยของจำนวนลำห้วย ต่าว และแอม ต่อแปลงตัวอย่างและในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ (สุรินทร์, 2541)

3. การคำนวณค่าทางสถิติของการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ

ในการสำรวจของป่า 3 ชนิด เช่น หวาย ต้าว แล แสม ได้กำหนดพื้นที่เพื่อศึกษาของป่า ซึ่งมีเนื้อที่ทั้งหมด 394 เฮกเตอร์ หรือประมาณ 2,462.25 ไร่ แบ่งพื้นที่ออกเป็นตารางกริด (grid) จำนวน 7,880 ตารางกริดขนาด 20 x 25 เมตร (0.05 เฮกเตอร์) ทำการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นแบบง่าย จำนวน 100 แปลง เพื่อทำการศึกษาของป่าทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละแปลง และได้มีการเพิ่มขยายแปลง ตัวอย่างออกไปยังหน่วยใกล้เคียง เช่น บน ล่าง ซ้าย ขวา เมื่อกระบวนการนี้เสร็จสมบูรณ์ ประกอบด้วยแปลงตัวอย่างทั้งหมด 179 แปลง และแปลงตัวอย่างที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดมี 152 แปลงและมี 27 แปลงตัวอย่างแรกที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ภายหลังการสุ่มเสร็จสมบูรณ์ สามารถระบุแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับได้จำนวน 30 กลุ่มปรับรวมมี 152 แปลง

ตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ดัดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ตัวประมาณค่าเฉลี่ยแบบง่าย ถึงแม้จะไม่เอนเอียงสำหรับค่าเฉลี่ยของประชากรเมื่อใช้กับแผนแบบการสุ่มตัวอย่างที่ยังไม่ได้ปรับ แต่ถ้าใช้กับแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ จะเกิดความเอนเอียง ดังนั้น Thompson (1990) ได้เสนอตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ไม่เอนเอียงสำหรับแผนแบบการสุ่มตัวอย่างกลุ่มปรับ โดยการสร้างตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ดัดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson

การคำนวณค่าเฉลี่ย $\bar{y}_{ACS}$ ซึ่งเป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง $\bar{Y}_{ACS}$

$$\bar{y}_{ACS} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^v \frac{y_k}{\alpha_k} \quad (14)$$

$$\text{เมื่อ } \alpha_k = 1 - \frac{\binom{N-X_k}{n}}{\binom{N}{n}} \quad (15)$$

โดย $\bar{y}_{ACS}$ = เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียงของค่าเฉลี่ยที่ดัดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson เมื่อตัวอย่างขั้นต้นสุ่มแบบง่าย
 α_k = เป็นความน่าจะเป็นที่หน่วยที่ k รวมอยู่ในตัวอย่างที่เลือกมาโดยวิธี Simple random sampling

y_k = เป็นจำนวนตัวอย่างของสิ่งที่เราสนใจในแปลงที่ k

x_k = เป็นจำนวนแปลงตัวอย่างในกลุ่มที่พบสิ่งที่เราสนใจในแปลงที่ k

v = เป็นจำนวนแปลงตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างหลังจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ

N = เป็นจำนวนแปลงตัวอย่างของกลุ่มประชากรมีค่าเท่ากับ 7,880 แปลง

n = เป็นจำนวนแปลงตัวอย่างที่สุ่มมีค่าเท่ากับ 100 หน่วย

ค่าประมาณของความแปรปรวนที่ไม่เอนเอียงเป็นดังนี้

$$\text{var}(\bar{y}_{ACS}) = \frac{1}{N^2} \sum_{k=1}^v \sum_{l=1}^v \frac{y_k y_l}{\alpha_{kl}} \left(\frac{\alpha_{kl}}{\alpha_k \alpha_l} - 1 \right) \quad (16)$$

เมื่อ
$$\alpha_{kl} = 1 - \left\{ \binom{N-x_k}{n} + \binom{N-x_l}{n} - \binom{N-x_k-x_l}{n} \right\} / \binom{N}{n} \quad (17)$$

ให้ α_{kl} = เป็นความน่าจะเป็นที่หน่วยที่ k และ l รวมอยู่ในตัวอย่างเดียว

4. การคำนวณค่าทางสถิติของการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

ตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียงของค่าเฉลี่ย แผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

$$\bar{y}_{SRS} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{n} \quad (18)$$

เมื่อ $\bar{y}_{SRS}$ = เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียงของการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

y_i = คือข้อมูลที่ได้จากหน่วยที่ i ในตัวอย่างขนาด n

ความแปรปรวนของตัวประมาณค่าเมื่อการสุ่มตัวอย่างแบบไม่คืนที่

$$s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n-1} \quad (19)$$

5. เปรียบเทียบวิธีการสุ่มตัวอย่างแต่ละวิธีในประเมินปริมาณผลผลิตของป่า

นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์แต่ละวิธีการสุ่มตัวอย่าง เช่น วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มาเปรียบเทียบ ค่าที่จะต้องเปรียบเทียบได้แก่ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง (Sample mean) ค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง (Sample variance) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (Sample standard deviation) ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง (Sample error) ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่าง (Sample coefficient of variation) และขนาดตัวอย่างหรือจำนวนตัวอย่าง (Sample size)

ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative efficiency: RE) ซึ่งโดยปกติการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบการจำลอง ไม่สามารถจะวัดออกมาเป็นหน่วยวัดหน่วยใดได้ ทั้งนี้ RE จะเป็นตัววัดในเชิงเปรียบเทียบว่า ตัวแบบจำลองหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับตัวแบบจำลองอีกตัวแบบหนึ่งตัวใดจะมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณค่า ในงานวิจัยเล่มนี้จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำของตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ตัดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ในแผนการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ เมื่อตัวอย่างขึ้นต้นสุ่มแบบง่าย และในแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายที่ไม่ปรับ ด้วยค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative efficiency) โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำของตัวประมาณทั้ง 2 แบบ

การหาค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ด้วยอัตราส่วนระหว่างตัวประมาณค่าของการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS กับตัวประมาณค่าของการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS หรือ ระหว่างตัวประมาณค่าของการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS กับตัวประมาณค่าของการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS กำหนดให้อัตราส่วนของตัวประมาณค่าทั้ง 2 มีค่าดังนี้

ตัวประมาณค่าทั้ง 2 มีค่าเท่ากับ 1

ตัวประมาณค่าทั้ง 2 มีค่าน้อยกว่า 1

ตัวประมาณค่าทั้ง 2 มีค่ามากกว่า 1

ถ้าอัตราส่วนของตัวประมาณค่าทั้ง 2 มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่า ประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำของตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ดัดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ในแผนการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ เมื่อตัวอย่างขึ้นต้นสุ่มแบบง่ายเท่ากันกับการสุ่มตัวอย่างแบบอื่น

ถ้าอัตราส่วนของตัวประมาณค่าทั้ง 2 มีค่าน้อยกว่า 1 หมายความว่า ประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำของตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ดัดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ในแผนการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ เมื่อตัวอย่างขึ้นต้นสุ่มแบบง่าย น้อยกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบอื่น

และถ้าอัตราส่วนของตัวประมาณค่าทั้งสองมีค่ามากกว่า 1 หมายความว่า ประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำของตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ดัดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ในแผนการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ เมื่อตัวอย่างขึ้นต้นสุ่มแบบง่าย มากกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบอื่น โดยคำนวณจากสมการของ วิชาญ (2546)

$$RE_1 = \frac{\text{var}(\bar{y}_{SRS})}{\text{var}(\bar{y}_{ACS})} \quad (20)$$

$$\text{และ } RE_2 = \frac{\text{var}(\bar{y}_{LPS})}{\text{var}(\bar{y}_{ACS})} \quad (21)$$

เมื่อ RE_1 = ประสิทธิภาพของการสุ่มตัวอย่างแบบ Simple random sampling
เปรียบเทียบกับวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Adaptive cluster sampling

RE_2 = ประสิทธิภาพของการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system
เปรียบเทียบกับวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Adaptive cluster sampling

$\text{var}(\bar{y}_{SRS})$ = ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของการสุ่มตัวอย่างแบบ Simple random sampling

$\text{var}(\bar{y}_{ACS})$ = ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของการสุ่มตัวอย่างแบบ Adaptive cluster sampling

$\text{var}(\bar{y}_{LPS})$ = ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (Efficiency: E) ของการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system, Adaptive cluster sampling และ Simple random sampling โดยคำนวณจากสมการของ ทวี และสมศักดิ์ (2518) ดังนี้

$$E_1 = 100 \left(\frac{CV_{LPS}}{CV_{ACS}} \right)^2 \quad (22)$$

$$\text{และ } E_2 = 100 \left(\frac{CV_{SRS}}{CV_{ACS}} \right)^2 \quad (23)$$

เมื่อ	E_1	=	ประสิทธิภาพของการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system เปรียบเทียบกับการสุ่มตัวอย่างแบบ Adaptive cluster sampling
	E_2	=	ประสิทธิภาพของการสุ่มตัวอย่างแบบ Simple random sampling เปรียบเทียบกับการสุ่มตัวอย่างแบบ Adaptive cluster sampling
	CV_{LPS}	=	สัมประสิทธิ์ความผันแปรของการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system
	CV_{ACS}	=	สัมประสิทธิ์ความผันแปรของการสุ่มตัวอย่างแบบ Adaptive cluster sampling
	CV_{SRS}	=	สัมประสิทธิ์ความผันแปรของการสุ่มตัวอย่างแบบ Simple random sampling

สรุปผลที่ได้จากวิเคราะห์ เขียนผลวิจัย และข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนและการจัดการของป่า เสนอวิธีการที่เหมาะสม ความเป็นได้ที่จะดำเนินการศึกษาการสำรวจและการจัดการของป่าในอนาคต

ผลและวิจารณ์

การประเมินปริมาณผลผลิตของป่าด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system

การสำรวจเพื่อประเมินปริมาณผลผลิตของป่า 3 ชนิด ได้แก่ หวาย ต้าวและแสม โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system (LPS) การสำรวจร้อยละ 1.25 ของพื้นที่ทั้งหมด 394 เฮกแตร์ (2,462.25 ไร่) ใช้แปลงตัวอย่างแบบวงกลม ที่มีรัศมีเท่ากับ 12.62 เมตร หรือมีขนาดเนื้อที่เท่ากับ 0.05 เฮกแตร์ จำนวนแปลงตัวอย่างที่ใช้ทั้งหมด 100 แปลง เนื้อที่ทำการสำรวจเท่ากับ 4.925 เฮกแตร์ หรือประมาณ 5 เฮกแตร์ การสุ่มตัวอย่างแบบ LPS กำหนดระยะห่างระหว่างแนวสำรวจเท่ากับ 400 เมตร และระยะห่างระหว่างแปลงตัวอย่างเท่ากับ 100 เมตร ผลการสำรวจพบของป่า 82 แปลง ไม่พบของป่า 18 แปลง ในจำนวนนี้มีหวาย 69 แปลง ต้าว 42 แปลง และแสม 58 แปลง พบกอกของป่าทั้งหมด 289 กอ และมีจำนวนลำทั้งหมด 1,316 ลำ ในจำนวนนี้มีหวาย 103 กอ 459 ลำ ความถี่ในการพบประมาณร้อยละ 69 มีต้าว 76 กอ 328 ลำ ความถี่ในการพบประมาณร้อยละ 42 มีแสม 110 กอ 529 ลำ ความถี่ในการพบประมาณร้อยละ 58

ผลการคำนวณปริมาณความหนาแน่นกอกของป่าแต่ละชนิดที่พบในการสำรวจคือ หวาย จำนวนกอกที่พบในการสำรวจ 103 กอ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 29.88 กอต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 35.64 ต้าว จำนวนกอกที่พบในการสำรวจ 76 กอ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 36.19 กอต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 26.30 แสม จำนวนกอกที่พบในการสำรวจ 110 กอ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 37.94 กอต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 38.06 (ตารางที่ 1)

ผลการคำนวณหาปริมาณความหนาแน่นลำของป่าแต่ละชนิดที่พบในการสำรวจ คือ หวาย จำนวนลำที่พบในการสำรวจ 459 ลำ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 133.06 ลำต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 34.88 (ตารางที่ 2) ค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง เท่ากับ 19.52 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างเท่ากับ 4.42 ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่างเท่ากับ 0.53 หรือร้อยละ 53.00 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 66.47 ขนาดตัวอย่างที่ทำการสำรวจเบื้องต้นเท่ากับ 100 แปลง จากการคำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 113 แปลง ค่าตัวอย่างสูงสุดเท่ากับ 20 และค่าตัวอย่างต่ำสุดเท่ากับ 1 (ตัวประมาณค่า หรือค่าพารามิเตอร์ที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ กำหนดเอาปริมาณ ของลำหวาย ต้าว และแสม ที่พบในแปลงตัวอย่างเป็นตัวกำหนดการวิเคราะห์)

ตำว จำนวนลำที่พบในการสำรวจ 328 ลำ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 156.19 ลำต่อเฮกเตอร์ คิดเป็นร้อยละ 24.92 (ตารางที่ 2) ค่าความแปรปรวนของตัวอย่างเท่ากับ 82.21 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างเท่ากับ 9.07 และค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่างเท่ากับ 1.40 หรือร้อยละ 140 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 116.13 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS ซึ่งการวางแผนขนาดตัวอย่างขั้นต่ำเท่ากับ 100 แปลงจากการคำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 404 แปลง ค่าตัวอย่างสูงสุดเท่ากับ 32 และค่าตัวอย่างต่ำสุดเท่ากับ 1

แสม จำนวนลำที่พบในการสำรวจ 529 ลำ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 182.44 ลำต่อเฮกเตอร์ คิดเป็นร้อยละ 40.20 (ตารางที่ 2) ค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง เท่ากับ 21.02 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง เท่ากับ 4.58 และค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่างเท่ากับ 0.60 หรือร้อยละ 60 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 50.22 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS ซึ่งการวางแผนขนาดตัวอย่างขั้นต่ำเท่ากับ 100 แปลงจากการคำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 89 แปลง ค่าตัวอย่างสูงสุดเท่ากับ 22 และค่าตัวอย่างต่ำสุดเท่ากับ 2

ตารางที่ 1 ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยกบต่อเฮกเตอร์ และค่าร้อยละของการสำรวจแบบ

Line plot system

ชนิดของของป่า	ความหนาแน่นเฉลี่ยของกบ		
	จำนวนกบ	กบ/เฮกเตอร์	ร้อยละ
หวาย	103	29.88	35.64
ตำว	76	36.19	26.30
แสม	110	37.94	38.06
รวม	289	104.01	100.00

ตารางที่ 2 ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยลำต่อเฮกเตอร์ และค่าร้อยละของการสำรวจแบบ

Line plot system

ชนิดของของป่า	ความหนาแน่นเฉลี่ยของลำ		
	จำนวนลำ	ลำ/เฮกเตอร์	ร้อยละ
หวาย	459	133.06	34.88
ต้าว	328	156.19	24.92
แสม	529	182.44	40.20
รวม	1,316	471.69	100.00

การประเมินปริมาณผลผลิตของป่าด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Simple random sampling

การสำรวจเพื่อประเมินปริมาณผลผลิตของป่า 3 ชนิดได้แก่ หวาย และแสม โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling: SRS) การสำรวจประมาณร้อยละ 1.25 ของพื้นที่ทั้งหมด 394 เฮกเตอร์ (2,462.25 ไร่) ใช้แปลงตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 20 x 25 เมตร หรือมีขนาดเนื้อที่เท่ากับ 0.05 เฮกเตอร์ เนื้อที่ทำการสำรวจเท่ากับ 4.925 เฮกเตอร์ หรือประมาณ 5 เฮกเตอร์ การสุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยไม่แทนคืน หรือ Sampling without replacement วางแปลงเป็นรูปกริด (grid) ไล่พื้นที่ศึกษาที่มีจำนวนทั้งหมด 7,880 แปลง สุ่มเอา 100 แปลง ผลการสำรวจพบของป่า 73 แปลง ไม่พบของป่า 27 แปลง ในจำนวนนี้ พบหวาย 63 แปลง ต้าว 40 แปลง และ แสม 46 แปลง พบกอของป่าทั้งหมด 275 กอ และมีจำนวนลำทั้งหมด 1,337 ลำ ในนี้มีหวาย 115 กอ 539 ลำ ความถี่ในการพบประมาณร้อยละ 63.00 ต้าว 71 กอ มี 331 ลำ ความถี่ในการพบประมาณร้อยละ 40.00 แสม 89 กอ มี 467 ลำ ความถี่ในการพบประมาณร้อยละ 46.00

ผลการคำนวณปริมาณความหนาแน่นกอของป่าแต่ละชนิดที่พบในการสำรวจคือ หวาย จำนวนกอที่พบในการสำรวจ 115 กอ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 36.50 กอต่อเฮกเตอร์ คิดเป็นร้อยละ 41.82 ต้าว จำนวนกอที่พบในการสำรวจ 71 กอ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 35.50 กอต่อเฮกเตอร์ คิดเป็นร้อยละ 25.82 แสม จำนวนกอที่พบในการสำรวจ 89 กอ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 38.69 กอต่อเฮกเตอร์ คิดเป็นร้อยละ 32.36 (ตารางที่ 3)

ผลการคำนวณหาปริมาณความหนาแน่นลำของป่าแต่ละชนิดที่พบในการสำรวจคือ หวาย จำนวนลำที่พบในการสำรวจ 539 ลำ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 171.13 ลำต่อเฮกแตร์ คิดเป็น ร้อยละ 40.31 (ตารางที่ 4) ค่าความแปรปรวนของตัวอย่างเท่ากับ 42.77 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของตัวอย่าง เท่ากับ 6.54 และค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง เท่ากับ 0.82 หรือร้อยละ 82 ค่า สัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 76.40 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการสุ่ม ตัวอย่างแบบ SRS ซึ่งการวางขนาดตัวอย่างขั้นต่ำเท่ากับ 100 แปลง จากการคำนวณขนาดตัวอย่างที่ เหมาะสมเท่ากับ 192 แปลง ค่าตัวอย่างสูงสุดเท่ากับ 36 และค่าตัวอย่างต่ำสุดเท่ากับ 2 (ตัวประมาณ ค่า หรือค่าพารามิเตอร์ที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ กำหนดเอาปริมาณ ของลำหวาย ตัว และ แอ้ม ที่พบในแปลงตัวอย่างเป็นตัวกำหนดการวิเคราะห์)

ตัว จำนวนลำที่พบในการสำรวจ 331 ลำ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 165.50 ลำต่อ เฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 24.76 (ตารางที่ 4) ค่าความแปรปรวน ของตัวอย่างเท่ากับ 47.18 ค่าความ เบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างเท่ากับ 6.87 และค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง เท่ากับ 1.09 หรือร้อยละ 109 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 82.97 ขนาดตัวอย่างที่ เหมาะสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS ซึ่งการวางขนาดตัวอย่างขั้นต่ำเท่ากับ 100 แปลง จากการ คำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 219 แปลง ค่าตัวอย่างสูงสุดเท่ากับ 28 และค่าตัวอย่าง ต่ำสุดเท่ากับ 1

แอ้ม จำนวนลำที่พบในการสำรวจ 467 ลำ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 203.06 ลำต่อ เฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 34.93 (ตารางที่ 4) ค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง เท่ากับ 41.73 ค่าความ เบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างเท่ากับ 6.46 และค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง เท่ากับ 0.95 หรือร้อยละ 95 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่าง เท่ากับร้อยละ 63.65 ขนาดตัวอย่างที่ เหมาะสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS ซึ่งการวางขนาดตัวอย่างขั้นต่ำเท่ากับ 100 แปลง จากการ คำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 158 แปลง ค่าตัวอย่างสูงสุดเท่ากับ 29 และค่าตัวอย่าง ต่ำสุดเท่ากับ 2

ตารางที่ 3 ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยต่อเฮกแตร์ และค่าร้อยละ ของการสำรวจแบบ

Simple random sampling

ชนิดของของป่า	ความหนาแน่นเฉลี่ยของกอ		
	จำนวนกอ	กอ/เฮกแตร์	ร้อยละ
หวาย	115	36.50	41.82
ต้าว	71	35.50	25.82
แสม	89	38.69	32.36
รวม	574	110.69	100.00

ตารางที่ 4 ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยลำต่อเฮกแตร์ และค่าร้อยละ ของการสำรวจแบบ

Simple random sampling

ชนิดของของป่า	ความหนาแน่นเฉลี่ยของลำ		
	จำนวนลำ	ลำ/เฮกแตร์	ร้อยละ
หวาย	539	171.13	40.31
ต้าว	331	165.50	24.76
แสม	467	203.06	34.93
รวม	2,845	539.69	100.00

การประเมินปริมาณของป่าด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Adaptive cluster sampling

การสำรวจเพื่อประเมินปริมาณผลผลิตของป่า 3 ชนิด ได้แก่ หวาย ต้าว และแสม โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (Adaptive cluster sampling: ACS) ใช้แปลงตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 20 x 25 เมตร หรือมีขนาดเนื้อที่เท่ากับ 0.05 เฮกแตร์ การสุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยไม่แทนคืน หรือ Sampling without replacement วางแปลงตัวอย่างเป็นรูปกริด (grid) ไล่พื้นที่ศึกษา ซึ่งมีจำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมด 7,880 แปลง (N=7,880 แปลง) และสุ่มเอาแปลงตัวอย่างจำนวน 100 แปลง (n = 100 แปลง) จากการวางแปลงตัวอย่างเริ่มต้น 100 แปลง สามารถกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับได้ 57 กลุ่มปรับ รวมมี 179 แปลง ในจำนวนนี้มี 152 แปลง ที่เป็นไปตามเงื่อนไข (มีของป่า) และมี 27 แปลงไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด (ไม่พบของป่า) ในการสำรวจ

พบหวาย 123 แปลง ต้าว 81 แปลง และแสม 102 แปลง พบกอของป่าทั้งหมด 574 กอ และมีจำนวนลำทั้งหมด 2,845 ลำ ประกอบด้วยหวาย 224 กอ 1,085 ลำ ความถี่ในการพบประมาณร้อยละ 68.72 พบต้าว 152 กอ 667 ลำ ความถี่ในการพบประมาณร้อยละ 45.25 และพบแสม 198 กอ 1,093 ลำ ความถี่ในการพบประมาณร้อยละ 56.98

ผลการคำนวณปริมาณความหนาแน่นกอของป่าแต่ละชนิดที่พบในการสำรวจคือ หวาย จำนวนกอที่พบในการสำรวจ 224 กอ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 36.44 กอต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 39.03 ต้าว จำนวนกอที่พบในการสำรวจ 152 กอ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 37.50 กอต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 26.48 แสม จำนวนกอที่พบในการสำรวจ 198 กอ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 38.81 กอต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 34.49 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยกอต่อเฮกแตร์ และค่าร้อยละ ของการสำรวจแบบ Adaptive cluster sampling

ชนิดของของป่า	ความหนาแน่นเฉลี่ยของกอ		
	จำนวนกอ	กอ/เฮกแตร์	ร้อยละ
หวาย	224	36.44	39.03
ต้าว	152	37.50	26.48
แสม	198	38.81	34.49
รวม	574	112.75	100.00

ผลการคำนวณปริมาณความหนาแน่นลำของป่าแต่ละชนิดที่พบในการสำรวจคือ หวาย จำนวนลำที่พบในการสำรวจ 1,085 ลำ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 176.69 ลำต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 38.14 ต้าว จำนวนลำที่พบในการสำรวจ 667 ลำ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 164.69 ลำต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 23.44 แสม จำนวนลำที่พบในการสำรวจ 1,093 ลำ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 214.31 ลำต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 38.42 (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยลำต่อเฮกแตร์ และค่าร้อยละ ของการสำรวจแบบ

Adptive cluster sampling

ชนิดของของป่า	ความหนาแน่นเฉลี่ยของลำ		
	จำนวนลำ	ลำ/เฮกแตร์	ร้อยละ
หวาย	1,085	176.69	38.14
ต้าว	667	164.69	23.44
แสม	1,093	214.31	38.42
รวม	2,845	555.69	100.00

การคำนวณค่าเฉลี่ยที่ไม่เอนเอียงของการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ

คำนวณค่า α_k เป็นความน่าจะเป็นที่หน่วยที่ k รวมอยู่ในตัวอย่างที่เลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบ SRS จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 100 แปลง เพื่อกำหนดกลุ่มตัวอย่างหลังจากการสุ่มเสร็จสมบูรณ์ สามารถระบุแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับได้จำนวน 30 กลุ่มปรับรวมมี 152 แปลง ที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด และมี 27 แปลงที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด นำเอาข้อมูลแต่ละกลุ่มมาคำนวณหา α_k เป็นความน่าจะเป็นที่แปลงที่ k ตามสูตรคำนวณต่อไปนี้

$$\alpha_{1,2,3} = 1 - \left(\frac{N - X_{1,2,3}}{n} \right) / \left(\frac{N}{n} \right) = 1 - \left(\frac{7,880 - 6}{100} \right) / \left(\frac{7,880}{100} \right)$$

และค่าความน่าจะเป็นในกลุ่มปรับแต่ละกลุ่มปรับ ก็จะคำนวณแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละชนิดของป่าต่อไป

$\alpha_{1,2,3}$ = ความน่าจะเป็นที่กลุ่ม 1 ที่มีจำนวนแปลงตัวอย่างเริ่มต้นจำนวน 3 แปลงที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดนั้นคือ แปลงที่ 1 แปลงที่ 2 และแปลงที่ 3 ซึ่งรวมอยู่ด้วยกันเป็นกลุ่มปรับหนึ่ง และ $X_{1,2,3}$ จำนวนแปลงตัวอย่างในกลุ่มปรับ ซึ่งแต่ละกลุ่มปรับจะมีจำนวนแปลงตัวอย่างมากน้อยต่างกัน ในกลุ่มปรับที่ 1 มีแปลงตัวอย่างทั้งหมด 6 แปลงตัวอย่าง และค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มปรับที่ 2 กลุ่มปรับที่ 3 และกลุ่มปรับอื่น ๆ จนถึงค่าความน่าจะเป็น $\alpha_{97,98}$ ของกลุ่มปรับที่ 30 ให้เป็น N = หน่วยประชากรทั้งหมดเท่ากับ 7,880 แปลง และหน่วยตัวอย่างเท่ากับ n = 100 แปลง นำเอาค่าแทนใส่สูตรแล้วคำนวณหาความน่าจะเป็นต่อไป

จากข้อมูลการคำนวณข้างต้นนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของลำห้วย ต้าว และแหม่ จากการสำรวจพบจำนวนลำห้วย 1,085 ลำ ในจำนวน 123 แปลงตัวอย่างรวมมี 30 กลุ่มปรับ ค่าเฉลี่ยของลำห้วยสามารถคำนวณได้จากสูตรข้างล่างนี้

$$\bar{y}_{ACS} = \frac{1}{7,880} \sum_{k=1}^{57} \frac{y_k}{\alpha_k}$$

$$\bar{y}_{ACS} = \frac{1}{7,880} \left(\begin{array}{l} \frac{72}{0.0738} + \frac{40}{0.0498} + \frac{85}{0.1086} + \frac{47}{0.0972} + \frac{31}{0.0498} + \frac{9}{0.0738} + \frac{45}{0.0619} + \\ \frac{30}{0.0619} + \frac{30}{0.0498} + \frac{44}{0.0855} + \frac{42}{0.0738} + \frac{24}{0.06119} + \frac{23}{0.0736} + \frac{8}{0.0498} + \\ \frac{37}{0.0619} + \frac{36}{0.0619} + \frac{9}{0.0619} + \frac{24}{0.0498} + \frac{48}{0.0738} + \frac{31}{0.0498} + \frac{12}{0.0498} + \\ \frac{24}{0.0498} + \frac{49}{0.0738} + \frac{44}{0.0619} + \frac{51}{0.0738} + \frac{32}{0.0376} + \frac{28}{0.0619} + \frac{38}{0.0498} + \\ \frac{56}{0.0738} + \frac{36}{0.0498} + \frac{(27)0}{0.0127} \end{array} \right)$$

ดังนั้นค่าเฉลี่ยของลำห้วย $\bar{y}_{ACS}$ ซึ่งเป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง $\bar{Y}_{ACS}$ คือ

$$\bar{y}_{ACS} = \frac{1}{7,880} (17,281.48) = 2.2616 \text{ ลำ/แปลงตัวอย่าง}$$

การสำรวจพบปริมาณของลำต้าวจำนวน 667 ลำ ในจำนวน 81 แปลงตัวอย่างรวมมี 29 กลุ่มปรับ ค่าเฉลี่ยของลำต้าวสามารถคำนวณได้จากสูตรข้างล่างนี้

$$\bar{y}_{ACS} = \frac{1}{7,880} \left(\begin{array}{l} \frac{5}{0.0738} + \frac{10}{0.0498} + \frac{33}{0.1086} + \frac{17}{0.0972} + \frac{17}{0.0498} + \frac{15}{0.0738} + \frac{17}{0.0619} + \\ \frac{23}{0.0619} + \frac{10}{0.0498} + \frac{7}{0.0855} + \frac{19}{0.0738} + \frac{6}{0.06119} + \frac{12}{0.0736} + \frac{12}{0.0498} + \\ \frac{32}{0.0619} + \frac{29}{0.0619} + \frac{38}{0.0619} + \frac{38}{0.0498} + \frac{45}{0.0738} + \frac{38}{0.0498} + \frac{3}{0.0498} + \\ \frac{48}{0.0738} + \frac{54}{0.0619} + \frac{15}{0.0738} + \frac{22}{0.0376} + \frac{22}{0.0619} + \frac{16}{0.0498} + \frac{54}{0.0738} + \\ \frac{10}{0.0498} + \frac{(27)0}{0.0127} \end{array} \right)$$

ดังนั้นค่าเฉลี่ยของลำตัว $\bar{y}_{ACS}$ ซึ่งเป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง $\bar{Y}_{ACS}$ คือ

$$\bar{y}_{ACS} = \frac{1}{7,880} (10,851.11) = 1.3770 \text{ ลำ/แปลงตัวอย่าง}$$

การสำรวจพบปริมาณของลำแสมจำนวน 1,093 ลำ ในจำนวน 81 แปลงตัวอย่างรวมมี 30 กลุ่มปรับ ค่าเฉลี่ยของลำแสมสามารถคำนวณได้จากสูตรข้างล่างนี้

$$\bar{y}_{ACS} = \frac{1}{7,880} \left(\begin{array}{c} \frac{45}{0.0738} + \frac{15}{0.0498} + \frac{52}{0.1086} + \frac{50}{0.0972} + \frac{40}{0.0498} + \frac{55}{0.0738} + \frac{29}{0.0619} + \\ \frac{31}{0.0619} + \frac{19}{0.0498} + \frac{76}{0.0855} + \frac{45}{0.0738} + \frac{33}{0.06119} + \frac{5}{0.0736} + \frac{42}{0.0498} + \\ \frac{28}{0.0619} + \frac{38}{0.0619} + \frac{34}{0.0619} + \frac{36}{0.0498} + \frac{35}{0.0738} + \frac{37}{0.0498} + \frac{27}{0.0498} + \\ \frac{26}{0.0498} + \frac{70}{0.0738} + \frac{34}{0.0619} + \frac{41}{0.0738} + \frac{21}{0.0376} + \frac{27}{0.0619} + \frac{42}{0.0498} + \\ \frac{25}{0.0738} + \frac{35}{0.0498} + \frac{(27)0}{0.0127} \end{array} \right)$$

ดังนั้นค่าเฉลี่ยของลำแสม $\bar{y}_{ACS}$ ซึ่งเป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง $\bar{Y}_{ACS}$ คือ

$$\bar{y}_{ACS} = \frac{1}{7,880} (17,364.46) = 2.2036 \text{ ลำ/แปลงตัวอย่าง}$$

การคำนวณหาความแปรปรวนที่ไม่เอนเอียงของการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ

การคำนวณหา (α_{30}) ความน่าจะเป็น ในจำนวนกลุ่มทั้งหมด 30 กลุ่มที่อยู่รวมกันและ เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด และค่าความน่าจะเป็นในกลุ่มต่างๆ ก็จะคำนวณแล้วนำมาวิเคราะห์หา ค่าความแปรปรวนของตัวอย่างแต่ละชนิดของป่าต่อไป

$$\alpha_{(30)} = 1 - \left[\begin{aligned} & \left(\binom{N-X_{1,2,3}}{n} + \binom{N-X_{5,6}}{n} + \binom{N-X_{8,9,10,11}}{n} + \binom{N-X_{12,13,14,15}}{n} + \binom{N-X_{17}}{n} + \binom{N-X_{18,19,20}}{n} + \right. \\ & \left(\binom{N-X_{23,24}}{n} + \binom{N-X_{25,26}}{n} + \binom{N-X_{28,29}}{n} + \binom{N-X_{30,31,32,33}}{n} + \binom{N-X_{36,38}}{n} + \binom{N-X_{39,41}}{n} + \right. \\ & \left(\binom{N-X_{43}}{n} + \binom{N-X_{44,46}}{n} + \binom{N-X_{47,48}}{n} + \binom{N-X_{49,50,52}}{n} + \binom{N-X_{53,54}}{n} + \binom{N-X_{55,56}}{n} + \right. \\ & \left(\binom{N-X_{59,60,61}}{n} + \binom{N-X_{62,63,64}}{n} + \binom{N-X_{67,68,69}}{n} + \binom{N-X_{72,73}}{n} + \binom{N-X_{74,75,77}}{n} + \binom{N-X_{78,80,81}}{n} + \right. \\ & \left(\binom{N-X_{82,83,84}}{n} + \binom{N-X_{85}}{n} + \binom{N-X_{87,88}}{n} + \binom{N-X_{90,92}}{n} + \binom{N-X_{93,94,95}}{n} + \binom{N-X_{97,98}}{n} - \right. \\ & \left. \left. \binom{N-X_{1,2,3}-X_{5,6}-X_{8,9,10,11}-X_{12,13,14,15}-X_{17}-\dots-X_{97,98}}{n} \right) \right] / \binom{N}{n} \end{aligned} \right]$$

$$\alpha_{(30)} = 1 - \left[\begin{aligned} & (0.0738 + 0.0498 + 0.1086 + 0.0972 + 0.0498 + 0.0738 + 0.0619 + \\ & 0.0619 + 0.0498 + 0.0855 + 0.0738 + 0.0619 + 0.0376 + 0.0498 + \\ & 0.0619 + 0.0619 + 0.0619 + 0.0498 + 0.0738 + 0.0498 + 0.0498 + \\ & 0.0498 + 0.0738 + 0.0619 + 0.0738 + 0.0376 + 0.0619 + 0.0498 + \\ & (0.0738 + 0.0498) - (0.1408) \end{aligned} \right]$$

$$\alpha_{(30)} = 1 - (1.8583 - 0.1408) = -0.7175$$

ค่าความแปรปรวนของตัวอย่างของหวาย เท่ากับ 1.4613 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างเท่ากับ 1.2088 และค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง เท่ากับ 0.1209 หรือร้อยละ 12.09 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่าง เท่ากับร้อยละ 53.45 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ซึ่งการวางแผนขนาดตัวอย่างขึ้นต้นเท่ากับ 100 แปลง จากการคำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม เท่ากับ 25 แปลง ค่าตัวอย่างสูงสุดเท่ากับ 85 และค่าตัวอย่างต่ำสุดเท่ากับ 8

ค่าความแปรปรวนของตัวอย่างของตำวเท่ากับ 5.3195 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างเท่ากับ 2.3064 และค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่างเท่ากับ 0.2306 หรือร้อยละ 23.06 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่าง เท่ากับร้อยละ 167.49 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ซึ่งการวางแผนขนาดตัวอย่างขึ้นต้นเท่ากับ 100 แปลง จากการคำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 148 แปลง ค่าตัวอย่างสูงสุดเท่ากับ 54 และค่าตัวอย่างต่ำสุดเท่ากับ 3

ค่าความแปรปรวนของตัวอย่างของแสม เท่ากับ 5.5695 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างเท่ากับ 2.3600 และค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่างเท่ากับ 0.2360 หรือร้อยละ 23.60 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 107.10 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ซึ่งการวางแผนขนาดตัวอย่างขั้นต่ำเท่ากับ 100 แปลง จากการคำนวณขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 97 แปลง ค่าตัวอย่างสูงสุดเท่ากับ 76 และค่าตัวอย่างต่ำสุดเท่ากับ 5

เปรียบเทียบวิธีการสุ่มตัวอย่างแต่ละวิธี

การเปรียบเทียบวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 3 วิธีในการสำรวจของป่า 3 ชนิด ในการสำรวจหาพบพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด 36.50 กอต่อเฮกแตร์ รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS และแบบ LPS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 36.44 และ 29.88 กอต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ในการสำรวจตัวพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด 37.50 กอต่อเฮกแตร์ รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS และแบบ SRS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 36.19 และ 35.50 กอต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ในการสำรวจแสมพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด 38.81 กอต่อเฮกแตร์ รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแบบ LPS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 38.69 และ 37.94 กอต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ(ตาราง 7)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยของกอจากการสำรวจ 3 วิธี

ชนิดของป่า	เปรียบเทียบปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย		
	LPS	SRS	ACS
	กอ/เฮกแตร์	กอ/เฮกแตร์	กอ/เฮกแตร์
หาพบ	29.88	36.50	36.44
ตัว	36.19	35.50	37.50
แสม	37.94	38.69	38.81

การเปรียบเทียบวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 3 วิธีในการสำรวจของป่า 3 ชนิด ในการสำรวจหาพบว่ามีวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด 176.69 ลำต่อเฮกแตร์ รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแบบ LPS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 171.13 และ 133.06 ลำต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ในการสำรวจตัวพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด 165.50 ลำต่อเฮกแตร์ รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS และแบบ LPS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 164.69 และ 156.19 ลำต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ในการสำรวจแสมพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด 214.31 กอต่อเฮกแตร์ รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแบบ LPS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 203.06 และ 182.44 ลำต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ (ตาราง 8)

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยของลำจากการสำรวจ 3 วิธี

ชนิดของป่า	เปรียบเทียบปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย		
	LPS	SRS	ACS
	ลำ/เฮกแตร์	ลำ/เฮกแตร์	ลำ/เฮกแตร์
หาพบ	133.06	171.13	176.69
ตัว	156.19	165.50	164.69
แสม	182.44	203.06	214.31

การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของวิธีการสำรวจทั้ง 3 วิธี ในการสำรวจของป่า 3 ชนิด ในการสำรวจหาพบว่ามีวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด 1.46 รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS และแบบ SRS มีค่าความแปรปรวน 19.52 และ 42.77 ตามลำดับ ในการสำรวจตัวพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด 5.31 รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแบบ LPS มีค่าความแปรปรวน 47.18 และ 82.21 ตามลำดับ ในการสำรวจแสมพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด 5.56 รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS และแบบ SRS มีค่าความแปรปรวน 21.02 และ 41.73 ตามลำดับ (ตาราง 9)

การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในการสำรวจทั้ง 3 วิธี ในการสำรวจของป่า 3 ชนิด ในการสำรวจหาพบว่ามีวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดร้อยละ 12.00 รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS และแบบ SRS มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 53.00 และร้อยละ 82.00 ตามลำดับ ในการสำรวจตัวพบว่ามีวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดร้อยละ 23.06 รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแบบ LPS มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 109.00 และร้อยละ 140.00 ตามลำดับ ในการสำรวจแสมพบว่ามีวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดร้อยละ 23.60 รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS และแบบ SRS มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 60.00 และร้อยละ 95.00 ตามลำดับ (ตาราง 9)

การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรในการสำรวจทั้ง 3 วิธี ในการสำรวจของป่า 3 ชนิด ในการสำรวจหาพบว่ามีวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรน้อยที่สุดร้อยละ 53.45 รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS และแบบ SRS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรร้อยละ 66.47 และร้อยละ 76.40 ตามลำดับ ในการสำรวจตัวพบว่ามีวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรน้อยที่สุดร้อยละ 82.97 รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS และแบบ ACS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรร้อยละ 116.13 และร้อยละ 167.49 ตามลำดับ ในการสำรวจแสมพบว่ามีวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรน้อยที่สุดร้อยละ 50.22 รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแบบ ACS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรร้อยละ 63.56 และร้อยละ 107.10 ตามลำดับ (ตาราง 9)

การเปรียบเทียบขนาดแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมที่ใช้สำหรับสำรวจของป่า 3 ชนิด ทั้ง 3 วิธีการสุ่มตัวอย่าง จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า ขนาดแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมที่ใช้ในการสำรวจหาพบว่ามีขนาดน้อยที่สุด ได้แก่วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีขนาดแปลงตัวอย่าง 25 แปลง รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS และแบบ SRS ขนาดแปลงตัวอย่าง 113 แปลง และ 192 แปลง ตามลำดับ แต่ขนาดแปลงตัวอย่างทั้ง 2 มีจำนวนมากกว่าจำนวนแปลงตัวอย่างที่วางขึ้นต้น 100 แปลง ซึ่งมีผลต่อจำนวนแปลงตัวอย่างที่กำหนดขึ้นต้น ใช้ในการสำรวจตัว มีขนาดน้อยที่สุด ได้แก่วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีขนาดแปลงตัวอย่าง 184 แปลง รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแบบ LPS ขนาดแปลงตัวอย่าง 219 แปลง และ 404 แปลง ตามลำดับ แต่ขนาดแปลงตัวอย่างทั้ง 3 มีจำนวนมากกว่าจำนวนแปลงตัวอย่างที่วางขึ้นต้น 100 แปลง ซึ่งมีผลต่อจำนวนแปลงตัวอย่างที่กำหนดขึ้นต้น ใช้ในการสำรวจแสม มีขนาดน้อยที่สุด ได้แก่วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS

มีขนาดแปลงตัวอย่าง 89 แปลง รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS และแบบ SRS ขนาดแปลงตัวอย่าง 97 แปลง และ 158 แปลง ตามลำดับ แต่ขนาดแปลงตัวอย่างดังกล่าว มีจำนวนมากกว่าจำนวนแปลงตัวอย่างที่วางขึ้นต้น 100 แปลง ซึ่งมีผลต่อจำนวนแปลงตัวอย่างที่กำหนดขึ้นต้น (ตาราง 9)

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางสถิติ จากการสำรวจ 3 วิธี

ผลการวิเคราะห์	เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางสถิติ								
	LPS			SRS			ACS		
	หว่าย	ข้าว	แสม	หว่าย	ข้าว	แสม	หว่าย	ข้าว	แสม
Var.	19.52	82.21	21.02	42.77	47.18	41.73	1.46	5.31	5.56
Sd	4.42	9.07	4.58	6.54	6.87	6.46	1.20	2.30	2.36
Se(%)	53.00	140.00	60.00	82.00	109.00	95.00	12.00	23.06	23.60
CV(%)	66.47	116.13	50.22	76.40	82.97	63.65	53.45	167.49	107.10
Sample size	113	404	89	192	219	158	25	148	97

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative efficiency: RE) ระหว่างแผนการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS กับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแผนการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS กับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS ผลการคำนวณ การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการประเมินปริมาณหว่าย ข้าว และแสม มีค่า RE_1 มากกว่า 1 แสดงว่าตัวประมาณค่าที่ดัดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ที่มีการสุ่มตัวอย่างขึ้นต้นแบบง่ายภายใต้แผนการสุ่มแบบกลุ่มปรับ มีประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำมากกว่าตัวประมาณค่าเฉลี่ยของแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการประเมินปริมาณหว่าย ข้าว และแสม มีค่า RE_2 มากกว่า 1 แสดงว่าตัวประมาณค่าที่ดัดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ที่มีการสุ่มตัวอย่างขึ้นต้นแบบง่ายภายใต้แผนการสุ่มแบบกลุ่มปรับ มีประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำมากกว่าตัวประมาณค่าเฉลี่ยของแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS (ตาราง 10)

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (relative efficiency)

ชนิดของของป่า	เปรียบเทียบระหว่าง		เปรียบเทียบระหว่าง	
	LPS	ACS	SRS	ACS
หวาย	19.52	1.46	42.77	1.46
ตำว	82.21	5.31	47.18	5.31
แสม	21.02	5.56	41.73	5.56

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (Efficiency) ของการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS กับการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการสำรวจหวาย พบว่า การสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรมากกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS คือ 154.65 ต่อ 100 และใช้ในการสำรวจตำว และแสม พบว่า การสุ่มตัวอย่าง ACS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรน้อยกว่า การสุ่มตัวอย่างแบบ LPS คือ 48.07 ต่อ 100 และ 21.99 ต่อ 100 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS กับการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการสำรวจหวาย พบว่า การสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรมากกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS คือ 204.31 ต่อ 100 และใช้ในการสำรวจตำว และแสม พบว่า การสุ่มตัวอย่าง ACS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรน้อยกว่า การสุ่มตัวอย่างแบบ AS คือ 24.54 ต่อ 100 และ 35.32 ต่อ 100 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแล้วพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีประสิทธิภาพในการสำรวจหวาย และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีประสิทธิภาพในการสำรวจตำว และแสม (ตาราง 11)

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (efficiency)

ชนิดของของป่า	เปรียบเทียบระหว่าง		เปรียบเทียบระหว่าง	
	LPS	ACS	SRS	ACS
หวาย	100	154.65	100	204.31
ตำว	100	48.07	100	24.54
แสม	100	21.99	100	35.32

สรุปและข้อเสนอแนะ

การสุ่มตัวอย่างแบบ Line plot system

ผลการศึกษาปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดคือ แสม 37.94 กอต่อเฮกเตอร์ รองลงมา ได้แก่ ต้าว 36.19 กอต่อเฮกเตอร์ และหวาย 29.88 กอต่อ เฮกเตอร์ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยของลำ มากที่สุดคือแสม 182.44 ลำต่อเฮกเตอร์ รองลงมาได้แก่ ต้าว 156.19 ลำต่อเฮกเตอร์ และหวาย 133.06 ลำต่อเฮกเตอร์

ค่าความแปรปรวนของการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS ใช้สำรวจหวายมีค่าน้อยที่สุด 19.52 รองลงมาได้แก่ แสม 21.02 และต้าว 82.21 ค่าความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS ใช้สำรวจหวายมีค่าน้อยที่สุดร้อยละ 53.00 รองลงมาได้แก่ แสมร้อยละ 60.00 และต้าวร้อยละ 140.00 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS ใช้สำรวจแสมมีค่าน้อยที่สุดร้อยละ 50.22 รองลงมาได้แก่หวายร้อยละ 66.47 และต้าวร้อยละ 116.13

ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS ในการสำรวจแสมมีจำนวน แปลงที่น้อยที่สุด 89 แปลง รองลงมาได้แก่หวาย 113 แปลง และต้าว 404 แปลง แต่ขนาดแปลง ตัวอย่างทั้ง 2 มีผลต่อจำนวนแปลงตัวอย่างขึ้นต้นเพราะว่ามีจำนวนแปลงที่มากกว่า จำนวนแปลง ตัวอย่างขึ้นต้น 100 แปลง

การสุ่มตัวอย่างแบบ Simple random sampling

ผลการศึกษาปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดคือ แสม 38.69 กอต่อเฮกเตอร์ รองลงมา ได้แก่ หวาย 36.50 กอต่อเฮกเตอร์ และต้าว 35.50 กอต่อ เฮกเตอร์ ปริมาณความหนาแน่นของลำ มากที่สุดคือแสม 203.06 ลำต่อเฮกเตอร์ รองลงมาได้แก่ หวาย 171.13 ลำต่อเฮกเตอร์ และต้าว 165.50 ลำ ต่อเฮกเตอร์

ค่าความแปรปรวนของการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS ใช้สำรวจแสมมีค่าน้อยที่สุด 41.73 รองลงมาได้แก่ หวาย 42.77 และต้าว 47.18 ค่าความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS ใช้สำรวจหวายมีค่าน้อยที่สุดร้อยละ 82.00 รองลงมาได้แก่ แสมร้อยละ 95.00 และต้าวร้อยละ 109.00

ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS ใช้สำรวจแสมมีค่าน้อยที่สุดร้อยละ 63.65 รองลงมาได้แก่ หวายร้อยละ 76.40 และ ต้าวร้อยละ 82.97

ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS ในการสำรวจแสมมีจำนวนแปลงที่น้อยที่สุด 158 แปลง รองลงมาได้แก่ หวาย 192 แปลง และ ต้าว 219 แปลง แต่ขนาดแปลงตัวอย่างทั้ง 3 มีผลต่อจำนวนแปลงตัวอย่างขึ้นต้นเพราะว่ามีจำนวนแปลงที่มากกว่า จำนวนแปลงตัวอย่างขึ้นต้น 100 แปลง

การสุ่มตัวอย่างแบบ Adaptive cluster sampling

ผลการศึกษาปริมาณความหนาแน่นมากที่สุดคือ แสม 38.81 กอต่อเฮกแตร์ รองลงมาได้แก่ ต้าว 37.50 กอต่อเฮกแตร์ และ หวาย 36.44 กอต่อเฮกแตร์ ปริมาณความหนาแน่นของลำมากที่สุดคือ แสม 214.31 ลำต่อเฮกแตร์ รองลงมาได้แก่ หวาย 176.69 ลำต่อเฮกแตร์ และ ต้าว 164.69 ลำต่อเฮกแตร์

ค่าความแปรปรวนของการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ใช้สำรวจหาวามีค่าน้อยที่สุด 1.46 รองลงมาได้แก่ ต้าว 5.31 และ แสม 5.56 ค่าความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ใช้สำรวจหาวามีค่าน้อยที่สุดร้อยละ 12.00 รองลงมาได้แก่ ต้าวร้อยละ 23.06 และ แสมร้อยละ 23.60 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ใช้สำรวจหาวามีค่าน้อยที่สุดร้อยละ 53.45 รองลงมาได้แก่ แสมร้อยละ 107.10 และ ต้าวร้อยละ 167.49

ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS ในการสำรวจหาวามีจำนวนแปลงน้อยที่สุด 25 แปลง รองลงมาได้แก่ แสม 97 แปลง และ ต้าว 148 แปลง แต่ขนาดแปลงตัวอย่างดังกล่าว มีผลต่อจำนวนแปลงตัวอย่างขึ้นต้นเพราะว่ามีจำนวนแปลงที่มากกว่า จำนวนแปลงตัวอย่างขึ้นต้น 100 แปลง

การเปรียบเทียบวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 3 วิธี ในการสำรวจหาชื้อ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแบบ LPS การสำรวจตัว วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS และแบบ LPS การสำรวจแฮมพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแบบ LPS

การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของวิธีการสำรวจทั้ง 3 วิธี การสำรวจหยาบ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS และแบบ SRS การสำรวจตัวพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแบบ LPS การสำรวจเข้มพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS และแบบ SRS

การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในการสำรวจทั้ง 3 วิธี การสำรวจหาพบพบว่า วิธีการ
 สุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS
 และแบบ SRS การสำรวจตัวพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด
 รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแบบ LPS การสำรวจเข้มพบพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่าง
 แบบ ACS มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS และแบบ
 SRS

การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรในการสำรวจทั้ง 3 วิธี การสำรวจหาพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS และแบบ SRS การสำรวจตัวพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS และแบบ ACS การสำรวจแถมพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแบบ ACS

ขนาดแปลงตัวอย่างที่เหมาะสมที่ใช้ในการสำรวจหาพบได้แก่วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีขนาดแปลงตัวอย่าง 25 แปลง ในการสำรวจแถม ได้แก่วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS มีขนาดแปลงตัวอย่าง 89 แปลง วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ขนาดแปลงตัวอย่าง 97 แปลง แปลงตัวอย่างดังกล่าว ไม่มีผลต่อจำนวนแปลงตัวอย่างที่กำหนดขั้นต่ำ 100 แปลง

เปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative efficiency: RE) ระหว่างแผนการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS กับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแผนการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS กับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS ผลการคำนวณ การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการประเมินปริมาณหาพบ ตัว และแถม มีค่า RE_1 และ RE_2 มากกว่า 1 แสดงว่าตัวประมาณค่าที่ดัดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ที่มีการสุ่มตัวอย่างขั้นต้นแบบง่ายภายใต้แผนการสุ่มแบบกลุ่มปรับ มีประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำมากกว่าตัวประมาณค่าเฉลี่ยของแผนการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (Efficiency) ของการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS กับการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการสำรวจหาพบว่าการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรมากกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบ LPS ใช้ในการสำรวจตัว และแถม พบว่าการสุ่มตัวอย่าง LPS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรมากกว่า การสุ่มตัวอย่างแบบ ACS เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS กับการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการสำรวจหาพบว่าการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรมากกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS ใช้ในการสำรวจตัว และแถม พบว่าการสุ่มตัวอย่าง SRS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรมากกว่า การสุ่มตัวอย่างแบบ ACS เมื่อพิจารณาแล้วพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีประสิทธิภาพในการสำรวจหาพบ และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีประสิทธิภาพในการสำรวจตัว และแถม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงกลาโหมและป่าไม้. 2537. **มติดกของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงกลาโหม และ ป่าไม้** เลขที่ 0259/กป ลงวันที่ 17 ธันวาคม 2537 ว่าด้วยการมอบที่ดินป่าไม้เขตอำเภอสังทอง แก่ คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว เพื่อสร้างเป็นพื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบ. นครหลวง เวียงจันทน์.

_____. 2543. **มติดกของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงกลาโหม และ ป่าไม้** เลขที่ 165/กป ลงวันที่ 20 มิถุนายน 2543 ว่าด้วยการแบ่งเขตคุ้มครองและใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว กับอำนาจการปกครองท้องถิ่น (7 หมู่บ้าน) เขตอำเภอสังทอง. นครหลวงเวียงจันทน์.

_____. 2546ก. **ยุทธศาสตร์ชีวนาพันธุของ สปป. ลาว**. กระทรวงกลาโหมและป่าไม้, นครหลวงเวียงจันทน์.

_____. 2546ข. **ระเบียบการว่าด้วยการกีดตั้ง และคุ้มครองป่าผลิตแบบยั่งยืน**. เลขที่ 0240/กป ลงวันที่ 3 ตุลาคม 2546, นครหลวงเวียงจันทน์.

_____. 2548. **ยุทธศาสตร์ป่าไม้ถึงปี 2020 ของ สปป. ลาว**. กระทรวงกลาโหมและป่าไม้, นครหลวงเวียงจันทน์.

กระทรวงการเงิน. 2543. **มติดกของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงการเงิน** เลขที่ 1697/กง ลงวันที่ 13 พฤศจิกายน 2543 ว่าด้วยการมอบที่ดินป่าไม้เขตอำเภอสังทอง แก่คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว. นครหลวงเวียงจันทน์.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2541. “**ปาล์ม**” โครงการสวนปาล์มเทิดพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. กองแผนงานและโครงการพิเศษ สำนักงาน ปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คำหลัก ไชยคารา. 2543. การศึกษาของป่าใน สปป. ลาว. คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว, นครหลวงเวียงจันทน์.

คำหลัก ไชยคารา และ วิจิต คำไชย. 2542. ของป่าที่มีคุณค่าใน สปป. ลาว. สถาบันวิจัยด้านการเกษตรและป่าไม้แห่งชาติ, นครหลวงเวียงจันทน์.

คณะเกษตรศาสตร์และป่าไม้. 2541. แผนการจัดสรรป่าทดลองและตัวแบบเมืองสังข์ทอง. ภาควิชาป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว, นครหลวงเวียงจันทน์.

คณะป่าไม้. 2544. แผนการจัดการสำหรับการพัฒนาทรัพยากรป่าไม้เพื่อการฝึกหัดและการค้นคว้าวิจัย. โครงการส่งเสริมการศึกษาด้านป่าไม้ คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว, นครหลวงเวียงจันทน์.

_____. 2550. การพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาของป่า ของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว. โครงการส่งเสริมการศึกษาด้านป่าไม้ คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว, นครหลวงเวียงจันทน์.

โครงการค้นคว้าพัฒนาห้วย-ไม้ปอง. 2537. การศึกษาบางชนิดพันธุ์ห้วยและไม้ปองใน สปป. ลาว. กรมป่าไม้ กระทรวงกลาโหมและป่าไม้, นครหลวงเวียงจันทน์.

จุฬารักษ์ ขุนแสน. 2544. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเศรษฐกิจสังคมกับการใช้ประโยชน์จากของป่าของชุมชน รายรอบอุทยานแห่งชาติแม่จรม จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จรัญ จันทลักษณ์ และ อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2529. สถิติเบื้องต้นแบบประยุกต์. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

ชลิต นิยมธรรม. 2525. ข้อสังเกตห้วยบางชนิดในสนามและวิธีการเก็บตัวอย่างห้วยเพื่อนำมาตรวจพิสูจน์. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันท์. 2529. **ความรู้เรื่องหวาย**. เอกสารการสัมมนาเรื่องหวาย. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทวี แก้วละเอียด และสมศักดิ์ สุขวงศ์. 2518. **การทดลองสำรวจนับไม้แบบ Point ในป่าเต็งรัง**. รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 34. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ รัตวานิช, มนตรี พรหมโชติกุล และทนายท ธิยะใจ. 2523. **การใช้ประโยชน์หวายไทย ภาค 1**. น. 235-252. ในการประชุมการป่าไม้ ปี 2523 สาขาวนผลิตภัณฑ์. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ชนาธิป กุลคิดก, นัฏฐากร เสมสันทด, วิโรจน์ อธิรัตน์ปัญญา และวรรณานิธิวัฒน์ชัย. 2532. **หวาย**. เอกสารส่งเสริมการปลูกไม้ป่า ฝายวนพัฒนาการวิจัย กองบำลึง กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ชนะภักดิ์ คูศิริสุคนธ์. 2544. **ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีผลต่อระดับการพึ่งพิงผลผลิตของป่าจากป่าโปร่ง ขุนเพชร จังหวัดชัยภูมิ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธวัช เกียรติเสรี. 2551. **การเปรียบเทียบลักษณะทางเศรษฐกิจ สังคม และการใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไนระหว่างหมู่บ้านที่มี และไม่มีป่าชุมชน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญโฮง สุธะวงศ. 2542. **บางชนิดของป่าที่สำคัญ**. โครงการข้อมูลข่าวสารของป่า สถาบันวิจัยด้านการเกษตรและป่าไม้แห่งชาติ, นครหลวงเวียงจันทน์.

ปัสสิ ประสมสินธ์. 2548. **เทคนิคการสุ่มตัวอย่างในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้**. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิฎฐะ บุญนาค. 2535. **พฤกษศาสตร์ของปาล์ม ฉบับปรับปรุง, หจก. บรรณกิจเทรดดิ้ง, บริษัท โรงพิมพ์กรุงธนพัฒนาจำกัดบุคคโล กรุงเทพฯ**.

ประเสริฐ โพธิ์บัณ. 2522. หวายไทย. เอกสารทางวิชาการการประชุมป่าไม้ ประจำปี 2522. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ประนอม เศวติชัยภูสกูล, รพีพล ภโววาท, ไพริน ทองคุ้ม และ ตาพร ไม้สน. 2545. ลักษณะทางเภสัชเวทของเห้ม. วารสารวิทยาศาสตร์การแพทย์ 44 (1): 1-10.

แผนกกลกิกรรมและป่าไม้ นครหลวงเวียงจันทน์. 2539. มติตกลงของแผนกกลกิกรรมและป่าไม้ นครหลวงเวียงจันทน์ เลขที่ 194 ลงวันที่ 9 สิงหาคม 2539 ว่าด้วยการมอบที่ดินป่าไม้เขตอำเภอสังทอง (7 หมู่บ้าน) แก่คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว เพื่อสร้างเป็นพื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบ, นครหลวงเวียงจันทน์.

พงษ์ หวังนึ่ง, บุญทิด ลัดธิปัญญา, ฟองแก้ว บัวสะพา, แสงเพชร พรหมมาทอง, คำเพ็ชร พรหมภูมิ, สุวันพิง พรหมมะสาน. 2550. คู่มือประกอบการสอนวิชาของป่า หลักสูตรปริญญาตรีป่าไม้. คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว, นครหลวงเวียงจันทน์.

มงคล ศรีอนันต์. 2545. การใช้ประโยชน์จากของป่าของครัวเรือนราษฎร ในอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วนิดา สุบรรณเสณี. 2539. ของป่าในประเทศไทย. ส่วนวิจัยและพัฒนาผลผลิตป่าไม้. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

_____. 2544. ของป่าในประเทศไทย. ส่วนป่าชุมชน. สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิสิทธิ์ชัย เขตสกุล. 2544. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเศรษฐกิจสังคมกับการใช้ประโยชน์จากของป่าของชุมชนรอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชาญ โชควิวัฒน์. 2546. กรอบแนวคิดของแผนแบบการลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิสูตร ไบไม้. 2532. ความหลากหลายทางด้านชีวภาพในประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

วีระวัฒน์ ฉันทกานันท์, บัณฑิต ประไซโย, ไพรัช เคนวิเศษ, เมธี รุ่งแสง, ถาวรศักดิ์ วงศ์ประเสริฐ, ชัยรัตน์ จงก้องเกียรติ. 2539. ของป่ากับเศรษฐกิจครัวเรือนของราษฎรบ้านโนนอำนาจ ตำบลนาตาล อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดกาฬสินธุ์. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

วรารุณ สุวรรณรัตน์. 2549. ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์จากของป่า ของราษฎรที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงพื้นที่ป่าชุมชนโคกบึงปรือ ตำบลสระกระแซ อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สภาแห่งชาติ. 2549. กฎหมายป่าไม้. สาธารณรัฐประชาธิปไตย ประชาชนลาว, นครหลวงเวียงจันทน์.

สถิตย์ วัชรกิตติ. 2525. การสำรวจทรัพยากรป่าไม้. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สันติ สุขสอาด. 2549. การตลาดผลิตภัณฑ์ป่าไม้. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุนทอน เกดพัน. 2541. ความสำคัญของของป่าต่อเศรษฐกิจชนบท และเศรษฐกิจแห่งชาติ, สถาบันวิจัยด้านการเกษตร และป่าไม้แห่งชาติ, นครหลวงเวียงจันทน์.

สมคิด สิริพัฒน์ดีลก. 2524. ลักษณะทั่วไปของหวาย. เอกสารทางวิชาการ เล่มที่ 14. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมใจ ศรีมงคลทิพย์. 2539. ของป่ากับคุณค่าทางเศรษฐกิจที่ให้แก่ชุมชน. ข่าวสารป่ากับชุมชน 3 (6): 29 - 34.

สมศักดิ์ สุขวงศ์. 2550. การจัดการป่าชุมชน เพื่อคน และ เพื่อป่า. ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชน แห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุทธรรทิปน์ บุญชูดวง. 2522. รายงานผลการศึกษาวิจัยหอยและผลิตภัณฑ์หอย และผลิตภัณฑ์ไม้
แกะสลัก. กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, กรุงเทพฯ.

สุรินทร์ นิยมางกูร. 2541. เทคนิคการต้มตัวอย่าง. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศุภเกต แสนทวีสุข. 2547.ฤทธิ์ของสมุนไพรแสมในการลดระดับน้ำตาลในเลือดของหนูเบาหวาน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อุทิศ กุญอินทร์. 2541. นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชา
ชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Agusta, A. 2003. *Cosciniium fenestratum* (Gaertn.) Colebr. Plant Resource s of South East Asia.
Med. Poisonous Plants. 3: 139-140.

Anonymous. 2000. berberine. **Alternative MedicineReview.** 5 (2): 175-177.

_____. 2001. **The Wealth of India. First Supplement Series (Raw material).** NISCAIR,
CSIR, New Delhi.

ASEAN Institute of Forest Management. 1987. **Recommended Forest Inventory Procedures in
ASEAN.** Kuala Lumpur, Malasia.

Birdsall, T. C. N. D and G. S. N. D. Kelly. 1997. Berberine: Therapeutic Potential of an Alkaloid
Found in Several Medicine Plants. **Alternative MedicineReview.** 2 (2): 94-103.

Byron,N. and M Amold. 1997. What Future for the People of the Tropical Forests?. **CIFOR
Working Paper No. 19 Bogor:** Center for International Forestry Research, Bangladesh.

Chuntanaparb, L., P. Sri - Aran and W. Hoamuangkaew. 1985. **Non - Wood Timber Products in Thailand.** GCP/ RAS/ 106/ JPN Field Document 5, Bangkok.

Cledon, K. R. 1998. **The Role of Forest Food Resources in Village Livelihood Systems.** A study three villages in Salavan Province, Lao PDR. IUCN-NTFP Project. Vientiane, Lao PDR.

Cunningham, A. B. 1996. People, park and plant use. Recommendations for multiple-use zones and development alternatives around Bwindi Impenetrable National Park Uganda. **People and plants working paper No. 4.** UNESCO, Paris.

De beer, J. H. and Mcdermott, M. J. 1996. **The Economic Value of Non-timber Forest in Southeast Asia.** Netherland Committee for IUCN, Amsterdam.

Dechaineux, R., S. Pamsoupha, V. Chanthanivong, S. Chanyhavongsa and Vongdeune. 1998. **Nongthe Village Profile, Nakhornphaeng District, Salavan Province. IUCN-NTFP Project.** Vientiane, Lao PDR.

Dijk, J. f. W. Van. 1999. **An assessment of non-wood forest product resources for the development of sustainable commercial extraction.** In: Non-wood forest products of Central Africa: Current issues and prospects for conservation and development. Sunderland T. C. H., Clack L. E. and Vantomme P. (eds.). FAO, Rome.

DoF. 1997. **National Village Forestry Strategy. A discussion paper.** Second draft. Department of Forestry Ministry of Agriculture and Forestry. Vientiane, Lao PDR.

Dransfield, J. 1974. **A Short Guide to Rattan.** BIOTOR/TF/74/128. Regenal Center for Tropical Biology, Bogor, Indonesia.

Dransfield, J. 1979a. **Report of Consultancy on Rattan Development for FAO Regional Office for Asia and the Far East, Bangkok.** Royal Botanical Garden, Kew, Richmond, Surrey, UK. (Mimeographed).

_____. 1979b. A Manual of the Rattan of the Malay Peninsula. **Malayan Forest Records No. 29.** Forest Department, Malaysia.

FAO. 2000. **What are NWFP.** Available Source: [http://www.fao.org/forstry/FOPW/NWF/ what e.stm](http://www.fao.org/forstry/FOPW/NWF/what_e.stm), July 10, 1998.

_____. 2001. **Resource Assessment of Non-Wood Forest Products, Experience and Biometric Principle.** Non-Wood Forest Products 13. FAO, Rome.

_____. 2002. **Non - wood forest products in 15 countries of tropical asia - an overview.** Available Source: <http://www.fao.org>

Flach, M and F. Rumawas. 1996. **“ARENGA” Plants yielding non-seed carboghydrates, Plant Resources of South-East Asia**, No 9, Bogor, Indonesia.

Foppes, J. and S. Ketphanh. 2000a. **Forest extraction or cultivation? Local solutions from Lao PDR. Paper for the workshop on the evolution and sustainability of intermediate systems of forest management, FOREASIA**, 28 June-1 July 2000, Lofoten, Norway.

_____. 2000b. **No More Timber, More Non Timber. Disussion Paper.** IUCN-NTFP Project. Vientiane, Lao PDR.

_____. 2004. **Non-timber Forest Products Use Household Food Security in Lao PDR. Paper Prepared for The NAFRI/FAO EM-1093 Sumposium on Biodiversity Food Securiry.** Vientiane, Lao PDR.

- Forman, LL. 1991. **Menispermaceae**. In: **Flora of Thailand. Vol. 5** (part 3), The Forest Herbarium, Royal Forest Department, Bangkok.
- Freese, F. 1984. **Statistics for land managers: An introduction to sampling methods for foresters, Farmers and Environmental Biologists**. Paeony Press, Jedburgh, Scotland.
- Gelens, Ir. M. F., Ir. L. M. van Leeuwen and Y. A. Hussin. 2008. **Geo-information applications for off-reserve tree management (GORTMAN)** Ghana.
- Gronow, J. and Safo, E. 1996. **Collabulative forest resource assessmentsurvey for the management of community forest reserves in Ghana**. in: Recent approaches to participatory forest resource assessment. Rural development prest study guide 2. Center J. (ed). ODI, London.
- Hammett, A. L. 1993. Non-timber forest products: profits and panacea? **Proceedings of non-timber forest products**. Forest Research and Survey Center, Kathmandu.
- Hodel, D. R. 1998. **The Palms and Cycads of Thailand**. Allen Press, Lawrence, Kansas, USA.
- Husch, B., Beers, T. W. and Kershaw, J. A. Jr. 2003. **Forest Mensuration 4th ed.** John Wiley and Sons Inc. Hoboken, New Jersey.
- IDRC. 1980. Rattan: **Report of workshop help in Singapore, 4-6 June 1979**. IDRC, Ottawa, Canada.
- Ingles, A., Foppes, J and S. Ketphanh. 1998. **Guiding the development of the NTFP sub-sector in Lao PDR**: Towards a long term strategy. IUCN-NTFP Project . Vientiane, Lao PDR.
- Johnson, E. W. 2000. **Forest sampling desk reference**. CRC Press LLC.

- Johnson, D. 1991. **Palms for human needs in Asia**. Palm utilization and conservation in India Indonesia, Malaysia and the Philippines. WWF Project 3325. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.
- _____. 1998a. **IUFRO Guideline for designing multipurpose resource inventory**. IUFRO World Services vol. 8. IUFRO, Vienna, Austria.
- Lund, H. G. 1998b. A comparison of multipurpose resource inventory throughout the world. **EFI Working Paper 14**. European Forestry Institute.
- Lund, H. G., Pajari, B. and Korhonen, M. (eds.). 1998. Sustainable development for non-wood goods and benefits from boreal and cold temperate forests. **EFI Proceedings No. 23**. European Forestry Institute. Joensuu, Finland.
- Moor, H. E., Jr. 1973. **The major group of palms and their distribution**. *Gentes herb.* 11 (2): 27-141.
- Munthali, S. M. and D. E. C. Mughogho. 1992. **Economic incentives for conservation: bee keeping and Saturniidae caterpillar utilization by rural communities**. Biodiversity and conservation.
- NAFRI, NUoL, SNV. 2009. **ของป่า 100 ชนิดที่มีความสำคัญใน สปป.ลาว**. สถาบันวิจัยด้านการเกษตร และป่าไม้แห่งชาติ, นครหลวงเวียงจันทน์.
- _____. 2007. **Non-Timber Forest Products in Lao PDR. A Manual of 100 Commercial and Traditional Products**. The National Agriculture and Forestry Research Institute. Vientiane, Lao PDR.

- Natalie W.UHL and John Dransfield. 1987. "ARECOIDEAE : CARYOTEAE" **Genera Palmarum, the L.H. Bailey Hortorium and the International Palm Society**, Allen Press, Lawrence, Kansas, USA.
- Noon, B. R., N. M. Ishwar and V. Karthikeyan. 2006. Efficiency of adaptive cluster and random sampling in detecting terrestrial herpetofauna in a tropical rainforest. **Wildlife Society Bulletin 34(1)**: 59-68; 2006.
- Pilz, D., Fischer, C., Molina, R., Amaranthus, M. and Luoma, D. 1996. Study 10: Matsutake productivity and ecology plots in Southern Oregon. In: Managing forest ecosystems to conserve fungus diversity and sustain wild mushroom harvest. **General Technical Report PNW-GTR-371. Pilz, D. and Molina, R. (eds.) USDA forest Service**. Pacific Northwest Research Station.
- Poffenberger, M., McGean, B., Ravindranath, N. H. and Gadgil, M. 1992. **Field methods manual. Vol. 1 - Diagnostic tools for supporting joint forest management systems**. Joint Forest Management Support Programme. Society for Promotion of Wastelands Development, New Delhi.
- Punitha, I. S. R., K. Rajendran and A. Shirwaikar. 2005. Alcoholic Stem Extract of *Coscinium fenestratum* Regulates Carbohydrate Metabolism and Improves Antioxidant Status in Streptozotocin-Nicotinamide Induced Diabetic Rats. **ECAM 2 (3)**: 375-381.
- Rai, S. N. and Chauhan, K. V. S. 1998. Distribution and growing stock of bamboos in India. **India Forester 124 (2)**: 89-98.
- Serna, C.B. 1990. Rattan resource supply situation and management. In: Rattan; **Proceedings of the national symposium/workshop on rattan, Cebu City, June 1-3, 1988**. Philippine Council for Agriculture, Forestry and Natural Resources Research and Development Book Series No. 99. Torreta, N. K. and Belen, E. H. (eds.) Los Bonos, Laguna.

- Sharma, S. K. and Bhatt, P. M. 1982. An assessment of cane potential of Baratang Island in South Andaman Forest Division. **Indian forester** **108 (4)**: 270-282.
- Shrestha, T.B. 1994. Utilization of Non-timber forest products: medicinal and aromatic plants. **Proceedings of national seminar on non-timber forest products: medicinal & aromatic plants**. MFSC7HPPCL, Kathmandu.
- Stahl, G., Ringvall, A. and Lamas, T. 2000. Guided transect sampling for assessing sparse population. **Forest Science** **46**: 108-115.
- Stockdale, M. C. 1995. **Report on the international meeting of experts on inventory techniques for rattan and bamboo in tropical natural forest. 27-28 March 1995, Kuala Lumpur, Malasia**. ODAFRIM Regional Forestry Research Programme, Malasia.
- Talvitie, M., O. Leino and M. Holopainen. 2006. Inventory of sparse forest populations using adaptive cluster sampling. **Silva Fennica** **40(1)**: 101-108.
- Tewari, D. D. 1999. Income and employment opportunities and potential of Non-timber Forest Products (NTFPs): A Case Study of Gujarat, India. **Journal of sustainable Forestry**, Vol. 8(20): 55-76.
- Thompson, S. K. 1990. Adaptive cluster sampling. **Journal of the American Statistical Association**. **85**, 1050-9.
- Tompson, S. K. and G. A. F. Seber. 1996. **Adaptive sampling**. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Tran, T. A and S. Ziegler. 2001 Utilization of medicine plants in Bach Ma National Park, Vietnam. **Newsletter of Medicine Plant Specialist Group of the IUCN Species Survival Commission**. 7: 3-4.

Vantomme, P. 2001. **Production and trade opportunities for non-wood forest products, particularly food products for niche markets.** UNCTAD Expert meeting: ways to enhance the production and export capacities of developing countries of agriculture and food products, including niche products, such as environmentally preferable products.

Vorgelegt Von. 2006. **Assessment methods for non-timber forest products in off-reserve forest. Case study of Goaso District, Ghana.** Master Thesis, University of Freiburg.

Wilkinson, K. and C. Elevitch. 2004. **Non-timber forest products: The Overstory.** Available Source: <http://www.agroforestry.net>

Wong, J. L. G. 1998. **Non-timber Forest Products from the Reserved Forests of Ghana.** Consultancy report 11. Forest Sector Development Project, Accra, Ghana.

_____. 2000. The biometrics of non-timber forest product resource assessment: **a review of current methodology. Research paper for the European Tropical Forest Research Network (ETFRN),** Department for International Development (DFID), UK.





ภาคผนวก ก

แบบบันทึกข้อมูล 1, 2, 3 และข้อมูลการเก็บตัวอย่างหวาย ต้าว แหม่ม

ข้อมูลการเก็บตัวอย่าง จากการสำรวจแบบ Line Plot System

ลำดับ แปลง	หวาย		ต้าว		แอม	
	กอ	ลำ	กอ	ลำ	กอ	ลำ
1			1	2	1	6
2	3	20			1	5
3	2	10	3	11	1	13
4						
5						
6	3	18	2	10	2	15
7	1	4				
8	1	7	3	18	1	6
9	1	5	2	10	1	2
10						
11	2	13			3	9
12	1	5			2	10
13						
14	1	3			2	14
15	3	12	2	5	2	12
16	3	18			4	17
17	1	3	1	4		
18	4	16	1	2	1	6
19						
20	1	6	1	2	2	9
21	2	12	2	5	2	13
22	1	5	1	1	1	6
23	1	3			2	14

24	1	2			2	9
25	2	5	3	8	3	13
26						
27	2	12			2	9
28	1	6				
29	1	3	1	2	2	6
30	1	9	1	2		
31	1	4	1	1	1	4
32			2	9	1	3
33	1	3			2	6
34	1	4	1	1	3	15
35	1	5	1	2		
36	2	7			2	8
37						
38	1	5	1	2	1	3
39	2	5				
40	1	4	1	1	1	5
41	1	6	1	2	1	5
42	2	6				
43	1	3	1	1	2	12
44						
45	1	3	1	2	2	9
46	2	7	2	5		
47	1	5			2	5
48					4	15
49	2	13				
50	1	1			3	7

51	2	11				
52						
53			3	8		
54					5	22
55						
56	2	9	1	4	1	5
57	1	5			1	6
58						
59	1	4			1	9
60	1	4				
61					2	15
62			2	7	1	4
63					2	13
64						
65	1	3	1	2	2	8
66	1	3	1	2	2	7
67	1	3			2	15
68	1	4	3	28		
69	2	13	3	11	2	6
70	1	3			2	7
71						
72			1	4	1	8
73	3	10				
74					3	18
75						
76	1	3	4	32		
77						

78	1	5	1	2	1	3
79	1	7				
80	1	4	1	1	1	5
81	1	3			2	12
82	1	4	3	28		
83	2	13	3	11	2	6
84	1	3			2	7
85						
86	2	8	1	4		
87	3	13				
88					3	18
89						
90	1	3	4	32		
91	2	8			1	4
92					2	9
93	1	4	4	29		
94	1	5	3	11	2	7
95	1	3	1	4		
96	1	2			2	8
97						
98	2	6				
99					3	16
100	3	15				
รวม	103	459	76	328	110	529

ข้อมูลการเก็บตัวอย่าง จากการสำรวจแบบ Simple Random Sampling

ลำดับ แปลง	หวาย		ต้าว		แสม	
	กอ	ลำ	กอ	ลำ	กอ	ลำ
1	4	36	1	1	1	6
2	1	2			2	7
3					5	22
4						
5	2	10	1	2		
6	1	4				
7						
8	6	29	3	8		
9					5	22
10	2	10	1	4		
11	1	6	1	3	1	6
12					2	8
13	2	7	1	5		
14	3	11	1	1		
15	2	12	1	7	2	8
16						
17	3	14	1	3	2	8
18	1	5				
19			2	4	4	25
20	2	4			4	14
21						
22						
23	1	5	1	1	1	6

24	3	12			2	9
25	1	3	1	2	2	6
26	1	3	1	2		
27						
28	1	5	2	10	1	2
29	2	7				
30					3	9
31					2	7
32	1	3				
33	4	13	1	2	1	6
34						
35						
36	3	16	2	10		
37						
38	2	12			2	9
39	1	3	1	2	3	22
40						
41	2	5				
42						
43	2	13	2	10		
44	1	4			2	15
45						
46					2	9
47	1	4				
48	3	13	2	10		
49	1	4			2	15
50	1	4	3	9	1	6

51						
52	2	9	2	10		
53	1	4	3	28	1	6
54	1	5	2	10	1	2
55	3	13	2	10		
56	1	3			1	6
57						
58						
59					1	6
60	1	4			2	15
61	1	5	2	10	1	2
62	2	11	2	10		
63	1	4			3	22
64	1	4	3	28	1	6
65						
66						
67	1	6			1	6
68	1	3	1	2	2	6
69	1	3	1	1		
70						
71						
72	1	5			1	7
73					2	15
74	1	4	3	28	2	15
75	1	4			1	6
76						
77	3	12	2	10		

78	1	4			2	11
79						
80	3	14	2	10		
81	1	4			2	7
82	1	5	2	10	1	2
83	2	11				
84					2	13
85	4	24	2	10		
86						
87	3	12	2	10		
88	1	4			1	6
89						
90	2	11	2	5	2	13
91						
92	4	18	2	10	2	13
93	1	4	3	16	1	6
94	3	16	2	10		
95	1	4				
96						
97	2	14	2	7	4	29
98	2	16				
99						
100						
รวม	115	539	71	331	89	467

ข้อมูลการเก็บตัวอย่าง จากการสำรวจแบบ Adaptive Cluster Sampling

กลุ่ม ปรับ	ลำดับ แปลง	จำนวน แปลง	หวาย		ต้าว		แอ้ม	
			กอ	ลำ	กอ	ลำ	กอ	ลำ
1	1	1	4	36	1	1	1	6
	2	2	3	12	1	1		
	3	3	1	2			2	7
	4	4					5	22
	5	5						
	6	6	3	22	1	3		
	7	7					2	10
2	8	1	2	10	1	2		
	9	2	1	4				
	10	3						
	11	4					3	15
	12	5	6	26	3	8		
3	13	1	6	29	3	8		
	14	2	1	3				
	15	3					5	22
	16	4	4	33				
	17	5			4	14	1	2
	18	6					5	22
	19	7	2	10	1	4		
	20	8	1	6	1	3	1	6
	21	9	1	4	1	4		
4	22	1					2	8
	23	2	1	4	2	4		

	24	3	1	4			5	22
	25	4					2	12
	26	5	2	7	1	5		
	27	6	3	11	1	1		
	28	7	2	12	1	7	2	8
	29	8						
	30	9	3	9				
5	31	1	3	9	3	9		
	32	2	1	3	2	4	1	2
	33	3	3	14	1	3	2	8
	34	4	2	5	1	1	3	30
6	35	1	1	5				
	36	2			2	4	4	25
	37	3	2	4			4	14
	38	4			2	4	1	3
	39	5						
	40	6						
	41	7			1	2		
	42	8			2	5	2	13
7	43	1	1	5	1	1	1	6
	44	2			2	16	2	14
	45	3	5	22				
	46	4	3	12			2	9
	47	5	1	6				
8	48	1	1	3	1	2	2	6
	49	2	1	3	1	2		
	50	3						

	51	4	3	16	2	10	1	4
	52	5	1	4			2	15
	53	6	1	4	2	9	1	6
9	54	1	1	5	2	10	1	2
	55	2	3	15			3	17
	56	3	1	3				
	57	4	2	7				
10	58	1					3	9
	59	2					2	7
	60	3	1	3			2	14
	61	4	2	12	2	5	2	12
	62	5	3	13			5	28
	63	6	1	3				
	64	7	4	13	1	2	1	6
	65	8						
	66	9						
11	67	1	3	16	2	10		
	68	2	1	4			2	15
	69	3	1	4	2	9	1	6
	70	4					2	15
	71	5						
	72	6	2	12			2	9
	73	7	1	6				
12	74	1	1	3	1	2	3	22
	75	2	1	3	1	1		
	76	3						
	77	4			1	2	1	3

	78	5	2	5				
	79	6	3	13	1	1	2	8
13	80	1	1	3	1	2	1	5
	81	2	2	7				
	82	3						
	83	4	2	13	2	10		
14	84	1	1	4			2	15
	85	2	1	4	3	12	1	6
	86	3						
	87	4					2	12
	88	5					2	9
15	89	1	1	4				
	90	2	3	13	2	10		
	91	3	1	4			2	10
	92	4	1	4	3	12	2	18
	93	5	2	12	2	10		
16	94	1	1	4			2	15
	95	2	1	4	3	9	1	6
	96	3	2	15	2	10	1	2
	97	4						
	98	5	2	9	2	10		
	99	6	1	4			2	15
17	100	1	1	4	3	28	1	6
	101	2	1	5	2	10	1	2
	102	3					2	18
	103	4					1	6
	104	5					1	2

18	105	1	3	13	2	10		
	106	2	1	4			2	15
	107	3	1	4	3	28	2	15
	108	4	1	3			1	6
	109	5						
	110	6						
19	111	1					1	6
	112	2	5	35	2	10		
	113	3	1	4			2	15
	114	4	1	4	3	12	1	6
	115	5	1	5	2	10	1	2
	116	6			3	13	1	6
20	117	1	2	11	2	10		
	118	2	1	4			3	22
	119	3	1	4	3	28	1	6
	120	4						
	121	5						
	122	6	2	12			2	9
21	123	1	1	6			1	6
	124	2	1	3	1	2	2	6
	125	3	1	3	1	1		
	126	4						
	127	5						
	128	6					2	15
22	129	1	1	5			1	7
	130	2	1	4				
	131	3					2	15

	132	4	2	15			1	4
23	133	1	3	14	2	10	3	26
	134	2	1	4	3	28	2	15
	135	3	1	4			1	6
	136	4	2	15			2	11
	137	5					2	12
	138	6						
	139	7	3	12	2	10		
24	140	1	1	4			2	11
	141	2	3	18	3	28	1	10
	142	3						
	143	4	3	14	2	10		
	144	5	1	4			2	7
	145	6	1	4	3	16	1	6
	146	1	1	5	2	10	1	2
25	147	2	2	11				
	148	3	1	5	1	5		
	149	4	1	4			4	26
	150	5	4	26				
	151	6					2	13
	152	1	4	24	2	10		
26	153	2	1	4			2	9
	153	3	1	4	3	12	2	12
	155	4						
	156	1	3	12	2	10		
27	157	2	1	4			2	10
	158	3	1	4			1	6

	159	4	1	5	2	10	1	2
	160	5						
	161	6	1	3	1	2	2	9
28	162	1	2	11	2	5	2	13
	163	2	1	5	1	1	1	6
	164	3						
	165	4	4	18	2	10	2	13
	166	5	1	4			2	10
29	167	1	1	4	3	16	1	6
	168	2	3	16	2	10		
	169	3	1	4				
	170	4	3	27	3	18	2	10
	171	5	1	5	2	10		
	172	6					3	9
	173	7						
30	174	1	2	14	2	7	4	29
	175	2	2	16				
	176	3	1	3	1	2	2	6
	177	4	1	3	1	1		
	178	5						
	179	6						
รวม			224	1085	152	667	198	1093





ภาพผนวกที่ ข1 รากและใบของแสมเจียว *Fibraura recisa* Pierre.



ภาพผนวกที่ ข2 ลำและใบของแสมเหลื่อง *Coscinium fenestratum* (Gaerte) Colebr.



ภาพผนวกที่ ข3 ลำต้นต้าว *Arenga westerhoutii* Griff



ภาพผนวกที่ ข4 ลำต้นต้าวร้าง *Caryota mitis* Lour.



ภาพผนวกที่ ข5 ลำของหวายขม หวายครึ่ง *Calamus palustris* Griffith.



ภาพผนวกที่ ข6 ลำของหวายปูน *Daemonorops jenkinsiana* Mart.



ภาพผนวกที่ ข7 ลำของหวายหางหนู *Calamus solitarius* T. Evens et al.



ภาพผนวกที่ ข8 การวางแผนแปลงตัวอย่าง



ภาพผนวกที่ ข9 สถานที่พักของพื้นที่ศึกษา



ภาพผนวกที่ ข10 ทีมงานนักวิจัย

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายคำเพชร พรหมภูมิ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	6 พฤศจิกายน 2520
สถานที่เกิด	นครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐ ประชาธิปไตย ประชาชนลาว
ประวัติการศึกษา	เรียนจบปริญญาตรี ปี 2544 ที่คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัย แห่งชาติลาว
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เป็นอาจารย์สอนประจำที่คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัย แห่งชาติลาว
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	คณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	เป็นอาจารย์สอนดีเด่นประจำคณะป่า ไม้มหาวิทยาลัย แห่งชาติลาว
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนการศึกษาจากสำนักงานความร่วมมือ เพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ(สพร.) (Thailand International Development Cooperation Agency: TICA)