



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้

ชีววิทยาป่าไม้

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง แบบจำลองถิ่นอาศัยของกระทิง (*Bos gaurus* H. Smith) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว
จังหวัดชัยภูมิ

Habitat Models of the Gaur (*Bos gaurus* H. Smith) in Phukhiew Wildlife Sanctuary,
Chaiyaphum Province

นางผู้วิจัย นางเบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ยงยุทธ ไตรสุรัตน์, D.Tech.Sc.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์นริศ ภูมิภาคพันธ์, วท.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์นริศ ภูมิภาคพันธ์, วท.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กาญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

แบบจำลองถิ่นอาศัยของกระทิง (*Bos gaurus* H. Smith) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว
จังหวัดชัยภูมิ

Habitat Models of the Gaur (*Bos gaurus* H. Smith) in Phukhieo Wildlife Sanctuary,
Chaiyaphum Province

โดย

นางเบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้)

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ 2553: แบบจำลองถิ่นอาศัยของกระทิง (*Bos gaurus* H. Smith)

ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

(วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้) สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ยงยุทธ ไตรสุรัตน์, D.Tec.Sc. 104 หน้า

การศึกษาแบบจำลองถิ่นอาศัยของกระทิง (*Bos gaurus* H. Smith) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำนายการกระจายของกระทิงและภัยคุกคาม โดยใช้ข้อมูลจากระบบการลาดตระเวนและการสำรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติ ระหว่างเดือนเมษายน 2549 – ตุลาคม 2550 รวมระยะทางประมาณ 968 กิโลเมตร วิเคราะห์การกระจายของกระทิงด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Biomapper และสมการ Multiple logistic regression โดยใช้ปัจจัยด้านนิเวศ 9 ปัจจัย ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองการกระจาย ด้วยวิธีการหาพื้นที่ใต้กราฟของ Receiver Operating Characteristic พร้อมทั้งวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ของกระทิงระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝน และพื้นที่เสี่ยงของกระทิง

ผลการศึกษาพบร่องรอยกระทิง 562 จุด และภัยคุกคาม 816 จุด แบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงที่สร้างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Biomapper และสมการ Multiple logistic regression มีความถูกต้องในระดับปานกลาง และคาดคะเนพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากของกระทิงทั้งหมดเท่ากับ 260 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 17 ของพื้นที่ศึกษา และ 778 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 50 ของพื้นที่ศึกษา ตามลำดับ กระทิงมีการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝน มีค่าเท่ากับร้อยละ 40.65 พื้นที่ที่มีการคุกคามมาก ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 317 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 20 ของพื้นที่ศึกษา และมีพื้นที่ที่วิกฤตจำนวน 5 พื้นที่ ครอบคลุมพื้นที่เท่ากับ 65 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 4 ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวต้องวางแผนการลาดตระเวนป้องกันดูแลพื้นที่อย่างเข้มข้นต่อไป ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อการเสริมสร้างประสิทธิภาพการอนุรักษ์ประชากรกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว และเป็นตัวอย่างกับพื้นที่อนุรักษ์อื่นๆ ได้

คำสำคัญ: กระทิง แบบจำลองถิ่นอาศัย การวิเคราะห์ความต้องการทางด้านนิเวศ สมการถดถอยพหุคูณ

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Benjarat Prompen 2010: Habitat Models of the Gaur (*Bos gaurus* H. Smith) in Phukhieo Wildlife Sanctuary, Chaiyaphum Province. Master of Science (Forest Biological Science), Major Field: Forest Biological Science, Department of Forest Biology.
Thesis Advisor: Associate Professor Yongyut Trisurat, D.Tech.Sc. 104 pages.

The study on modeling of the Gaur (*Bos gaurus* H. Smith) habitat was conducted in Phukhieo wildlife sanctuary, Chaiyaphum Province. This study aimed to predict the distribution of gaur and threats in the sanctuary using data obtained from patrolling and natural resources monitoring system during April 2006 – October 2007. The total patrol distance covers 968 kilometers in length. Distribution of gaur was analyzed by using Biomapper program, multiple logistic regression and nine ecological factors. The accuracy of distribution models was assessed using the area under curve of a receiver operating characteristic. In addition, the turnover rate (shifting distribution) between dry and wet seasons, and risk area of gaur were included.

The results showed that there were 562 presence points of gaur and 816 threat observations. The accuracies of distribution model derived from biomapper technique and multiple logistic regression were moderate. The predicted suitable areas for gaur cover 260 km² or 17% of study area, and 778 km² or 50% of study area, respectively. Turnover rate for gaur between dry and wet seasons was 40.65%. High threat areas cover approximately 317 km² or 20% of study area. There are five areas listed as critical threat, covering 65 km² or 4% of study area. Officials and rangers should put more efforts on protection and patrolling on these areas. The outcome of this research is useful for strengthening gaur conservation in Phukhieo wildlife sanctuary and to be used as a model for other protected area in Thailand.

Keywords: Gaur (*Bos gaurus* H. Smith), Habitat Models, Ecological Niche Factor Analysis, Multiple Logistic Regression

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ยงยุทธ ไตรสุรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รศ.ดร.นริศ ภูมิภาคพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานวิจัย และข้อมูลทางวิชาการ ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.วิจักขณ์ นิมีโหม ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ผศ.ดร.สุวิทย์ แสงทองพราว ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ในฐานะผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.กาญจนา นิตยะ หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว คุณสุชาติ โภชนงค์ ผู้อำนวยการกลุ่มงานสารสนเทศสัตว์ป่า เจ้าหน้าที่โครงการภูเขียว - อีซู เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว และ โครงการภูเขียว - อีซู ที่ให้ความช่วยเหลือและให้การสนับสนุน ทั้งมากและน้อย ขอขอบคุณในกำลังใจและความห่วงใยจากคุณชัชชนันท์ พรหมเพ็ญ ครอบครัว จิบหนองแวง-ภูมิบัลลังก์ และน้องๆ นิสิตปริญญาโทภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ที่เป็นกำลังใจอัน เข้มแข็งให้สามารถดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี การศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อเกลี้ยง จิบหนองแวง(ผู้ล่วงลับ) คุณแม่ลิ จิบหนองแวงและพระครูวิทิศขานุกูล ที่ได้อบรมและให้กำลังใจ ผู้วิจัยมาตลอดในทุกเรื่อง

เบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ

เมษายน 2553

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	26
อุปกรณ์	26
วิธีการ	26
ผลการศึกษาและการวิจารณ์	46
สรุปและข้อเสนอแนะ	77
สรุป	77
ข้อเสนอแนะ	79
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	81
ภาคผนวก	89
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	104

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รายละเอียดข้อมูลที่นำเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	30
2	อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝน ระหว่างปี พ.ศ. 2540-2550	42
3	ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว	45
4	จำนวนจุดที่สำรวจพบกระทิงและภัยคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	48
5	ค่ากลางปัจจัยแวดล้อม ค่าความเชี่ยวชาญ ค่าความต้านทานของกระทิงและภัยคุกคาม ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Biomapper	52
6	ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ที่วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Biomapper	53
7	ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการปรากฏและไม่ปรากฏของกระทิงและปัจจัยแวดล้อม	56
8	ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ที่วิเคราะห์ด้วยสมการ Multiple logistic regression	58
9	ผลการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองด้วยวิธีการหาพื้นที่ Receiver Operating Curves (ROC)	63
10	ภัยคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	64
11	ร้อยละของภัยคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	65
12	พื้นที่ซ้อนทับระหว่างถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงและระดับความเข้มข้นของการคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	68
13	ขนาดพื้นที่ซ้อนทับระหว่างถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงในหน้าแล้งและหน้าฝน (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	72

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
1 ผลการวิเคราะห์ Correlations matrix ด้วยโปรแกรม Biomapper	95
2 ผลการวิเคราะห์ Matrix : Correlations ด้วยโปรแกรม Biomapper	96
3 ผลการวิเคราะห์ Ecological Niche Factor Analysis ด้วยโปรแกรม Biomapper	97
4 ผลการวิเคราะห์ Matrix of each factor ด้วยโปรแกรม Biomapper	98
5 ผลการวิเคราะห์ Case Processing Summary ด้วยวิธีการสร้างสมการถดถอยพหุคูณ	98
6 ผลการวิเคราะห์ Model Summary ด้วยวิธีการสร้างสมการถดถอยพหุคูณ	99
7 ผลการวิเคราะห์ Classification Table ด้วยวิธีการสร้างสมการถดถอยพหุคูณ	99
8 ผลการวิเคราะห์ Variables in the Equation ด้วยวิธีการสร้างสมการถดถอยพหุคูณ	100
9 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการกระจายของกระทิง (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	103

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กระทิง (<i>Bos gaurus</i> H. Smith) ที่พบในการสำรวจด้วยการลาดตระเวน ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ	6
2 ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมที่สร้าง โดยการใช้โปรแกรม Biomapper	21
3 การกระจายของชนิดพันธุ์เป่าหมายกับปัจจัยความต้องการทางนิเวศวิทยา	22
4 ขั้นตอนการศึกษาแบบจำลองถิ่นอาศัยของกระทิง (<i>Bos gaurus</i> H. Smith) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ	27
5 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	36
6 แผนที่แสดงที่ตั้งและพื้นที่รับผิดชอบของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว	40
7 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิของพื้นที่ศึกษา ระหว่างปี พ.ศ. 2540-2550	43
8 ความหลากหลายของสังคมพืชในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว	44
9 เส้นทางการเดินทางลาดตระเวนเพื่อตรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติ (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	47
10 จำนวนจุดที่พบกระทิงและภัยคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	48
11 แหล่งโป่งดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว	49
12 แหล่งโป่งน้ำซับในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว	49
13 ตำแหน่งที่พบกระทิงและภัยคุกคาม (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	50
14 ตำแหน่งการปรากฏกระทิงและตำแหน่งไม่ปรากฏเทียมของกระทิง (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	51
15 ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ที่วิเคราะห์ด้วย โปรแกรม Biomapper	55
16 ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ที่วิเคราะห์ด้วย สมการ Multiple logistic regression	59
17 จำนวนจุดที่พบภัยคุกคามในหน้าแล้งและหน้าฝน (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
18 พื้นที่ซ้อนทับระหว่างถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงและระดับความเข้มข้นของการคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	71
19 ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวในหน้าฝน (เดือนเมษายน 2549 – ตุลาคม 2549)	74
20 ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวในหน้าแล้ง (เดือนพฤศจิกายน 2549 – มีนาคม 2550)	75
21 พื้นที่ซ้อนทับระหว่างถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงในหน้าแล้งและหน้าฝน (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)	76
ภาพผนวกที่	
1 การเตรียมความพร้อมด้านเทคนิคการสำรวจและจำแนกชนิดพันธุ์สัตว์ป่า การใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งบนผิวโลก (GPS) การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อการสำรวจและติดตามทรัพยากรธรรมชาติให้แก่เจ้าหน้าที่ลาดตระเวน	90
2 การสำรวจข้อมูลโดยการลาดตระเวนเพื่อติดตามตรวจสอบทรัพยากรธรรมชาติในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว	91
3 ภัยคุกคามที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว	92
4 พื้นที่ได้กราฟที่ได้จากการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองด้วยวิธีการหาพื้นที่ Receiver Operating Curves (ROC) โดยที่ a) ค่าพื้นที่ได้กราฟของแบบจำลองที่วิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยพหุคูณ มีค่า AUC เท่ากับ 0.616 และ b) ค่าพื้นที่ได้กราฟของแบบจำลองที่วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Biomapper มีค่าเท่ากับ 0.674	93
5 ค่าการกระจายของปัจจัยต่างๆ ที่นำเข้าสู่แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิง	94

แบบจำลองถิ่นอาศัยของกระทิง (*Bos gaurus* H. Smith)

ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ

Habitat Models of the Gaur (*Bos gaurus* H. Smith)

in Phukhiew Wildlife Sanctuary, Chaiyaphum Province

คำนำ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว เป็นผืนป่าขนาดใหญ่ ที่มีความสำคัญยิ่งในการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และขยายพันธุ์ของสัตว์ป่าชนิดต่าง ๆ โดยจัดเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์จำพวกนก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก อย่างน้อย 110 414 80 และ 40 ชนิด สัตว์เหล่านี้จัดอยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์และถูกคุกคามหลายชนิด อาทิเช่น ช้างป่า กระทิง วัวแดง เลียงผา หมิวาย หมิวมา เสือโคร่ง เสือดาว เสือลายเมฆ เสือไฟ แมวลายหินอ่อน หมาใน กวางป่า ชะนีมือขาว ค่างแว่นถิ่นเหนือ เพียงพอนเส้นหลังขาว จระเข้จืด เต่าปูลู เป็ดกำ นกเงือกกรมช้าง นกเป็ดน้ำ ท้องขาว และเป็นพื้นที่ที่มีสัตว์ถิ่นเดียวของโลกอาศัยอยู่ คือปลาจาดถ้ำ (มงคลและคณะ, 2542) นอกจากนี้ผืนป่าภูเขียว ยังมีชนิดป่าและพรรณพืชที่สำคัญ โดยเฉพาะป่าดงดิบ ซึ่งเป็นชนิดป่าที่ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น อุดมสมบูรณ์ ครอบคลุมพื้นที่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่ จึงทำให้สามารถควบคุมและให้ปริมาณน้ำแก่ลำห้วยลำธารได้อย่างสม่ำเสมอและมีคุณภาพตลอดทั้งปี จนกลายเป็นแหล่งกำเนิดต้นน้ำที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือลำน้ำพรม ลำชี และลำสะพุง

พื้นที่รอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวทางด้านใต้ ภายในรัศมี 5 กิโลเมตร มีชุมชนอาศัยอยู่โดยรอบ ซึ่งส่วนใหญ่มีอาชีพทำการเกษตร ไร่ข้าว และเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากสภาพของป่ากันชนปัจจุบันถูกบุกรุกและมีการขยายตัวของชุมชนทำให้มีกิจกรรมของชุมชนที่หลากหลายส่งผลกระทบต่อเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว มักพบการกระทำผิดกฎหมายเกี่ยวกับพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 และ พระราชบัญญัติเกี่ยวกับการป่าไม้ตามบริเวณแนวขอบพื้นที่ ในสถานการณ์ปัจจุบัน พบว่ายังมีปัญหาภัยคุกคามต่อทรัพยากรในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว โดยเฉพาะการลักลอบล่าสัตว์ป่า เช่น การลักลอบล่ากระทิง ส่งผลให้จำนวนประชากรของสัตว์ป่าในพื้นที่ลดลงอย่างรวดเร็ว และอาจทำให้สัตว์ป่าหลายชนิดต้องสูญพันธุ์จากพื้นที่ ปัญหาเหล่านี้ก่อให้เกิดคำถามในแง่ของการจัดการทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า

จากข้อมูลสารบบคดีของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ระหว่าง ปี พ.ศ. 2542-2549 พบว่ามี การกระทำผิดกฎหมายว่าด้วยการป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวในส่วนของ การกระทำผิด ตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 จำนวน 187 คดี ที่ได้แจ้งความดำเนินคดี ที่สถานีตำรวจ โดยเป็นคดีเกี่ยวกับการลักลอบล่าสัตว์กระทิง จำนวน 1 คดี ในปี พ.ศ.2545 เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสามารถตรวจยึดซากกระทิงของกลางได้ จำนวน 192 กิโลกรัม (เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว, 2549)

ทั้งนี้เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว เป็นพื้นที่อนุรักษ์ที่มีความสำคัญในระดับภูมิภาค แต่ใน อดีตที่ผ่านมากลับขาดแคลนข้อมูลพื้นฐานในหลายด้าน โดยเฉพาะการขาดระบบติดตามตรวจสอบ (monitoring system) ข้อมูลเชิงนิเวศซึ่งจำเป็นต่อการวางแผนการจัดการพื้นที่อนุรักษ์อย่างมาก อัน จะเป็นประโยชน์ในการอธิบายความสัมพันธ์และเหตุผลที่ลักษณะของถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า และปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ของพื้นที่ในแต่ละแห่งว่ามีผลต่อการพบเห็น การกระจายและความชุกชุม ของสัตว์ป่าที่แตกต่างกัน การศึกษาในการกระจายของสัตว์ป่าในพื้นที่จึงช่วยทำให้เห็นแนวโน้ม ของปัญหาในพื้นที่อนุรักษ์และกำหนดแผนการจัดการได้เป็นอย่างดี และเป็นประโยชน์ต่อการจัด มาตรการในระบบการลาดตระเวนคุ้มครองพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวอย่างมีประสิทธิภาพ และรัดกุมต่อไป

การศึกษาครั้งนี้ เน้นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้วยวิธีการลาดตระเวน เพื่อตรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญ เพราะการ ลาดตระเวนเป็นภารกิจหลักๆ ของเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ซึ่งมีการเดินสำรวจ กระจายครอบคลุมเกือบทั้งพื้นที่และมีปริมาณข้อมูลมากเพียงพอที่จะใช้เป็นตัวแทนในการสร้าง แบบจำลองการกระจายของสัตว์ป่าสำคัญในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว โดยการศึกษาครั้งนี้ เลือกระบบเป็นสัตว์เป้าหมายในการวิเคราะห์ข้อมูล เพราะเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จัดว่า เป็นถิ่นอาศัยที่เป็นผืนป่าขนาดใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ยังคงความอุดมสมบูรณ์ และยังมี การลักลอบล่ากระทิงอยู่ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลใช้เทคนิคการสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการ ทางสถิติ ตลอดจนโปรแกรมสำเร็จรูป Biomapper software ซึ่งเป็น โปรแกรมวิเคราะห์ความ ต้องการทางนิเวศวิทยาที่เฉพาะสำหรับชนิดพันธุ์ใดๆ ที่เรียกว่า Ecological Niche Factors Analysis (ENFA) เป็นเทคนิคในการสร้างแผนที่การกระจายของสัตว์ป่า และเหมาะสมกับชุดข้อมูลที่มี เฉพาะการปรากฏ (presence-only data) ช่วยในการสร้างแบบจำลองแผนที่การกระจายของกระทิง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว เพื่อการเปรียบเทียบกับการสร้างแบบจำลองที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการ ทางสถิติแบบ Multiple logistic regression พิจารณาความถูกต้องของแบบจำลองถิ่นอาศัยของ

กระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน เพื่อเสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบจำลองที่ให้ความถูกต้องแม่นยำและเหมาะสมกับการปฏิบัติงานจริงในพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งผลจากการสร้างแบบจำลองดินอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงนี้ ยังสามารถใช้เป็นประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาและการจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวให้มีประสิทธิภาพต่อไป



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และรูปแบบการกระจายของกระทิงในแต่ละถิ่นอาศัยและจำแนกความสำคัญของปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมและภัยคุกคาม โดยใช้ชุดข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏของกระทิงในพื้นที่ศึกษา ร่วมกับการวิเคราะห์ปัจจัยความต้องการทางนิเวศวิทยา (ecological niche factor analysis) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Biomapper
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และรูปแบบการกระจายของกระทิงในแต่ละถิ่นอาศัยและจำแนกความสำคัญของปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมและภัยคุกคาม โดยใช้ชุดข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม (pseudo-absence) ร่วมกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (multiple logistic regression)
3. เปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองการกระจายของกระทิงที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี โดยวัดความถูกต้องในการทำนายการกระจายของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว
4. วิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวด้วยแผนที่แสดงถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงและแผนที่แสดงความเข้มข้นของภัยคุกคาม
5. เปรียบเทียบการกระจายของกระทิงระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝน

การตรวจเอกสาร

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว เป็นพื้นที่ป่าที่มีขนาดใหญ่ที่สำคัญของประเทศ ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ทั้งนี้เนื่องจากมีสภาพภูมิประเทศที่หลากหลาย ทำให้เกิดเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าที่สำคัญๆ ของประเทศไทยหลายชนิด อาทิ กระต๊อง ซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่น่าสนใจในแง่ของการอนุรักษ์ โดยในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว พบว่ายังมีประชากรของกระต๊องอยู่จำนวนมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ได้รับการป้องกันและดูแลรักษาอย่างดีจากเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีการลักลอบล่ากระต๊องอยู่แม้จะมีการป้องกันดูแลรักษาป่าอย่างดีเพียงใดก็ตาม トラบไคที่ยังมีค่านิยมในการบริโภคเนื้อสัตว์ป่าและความยากจนของชุมชนที่อยู่โดยรอบพื้นที่

ในการวิจัยครั้งนี้ กำหนดและวางแผนการเก็บข้อมูลการกระจายของกระต๊องและปัจจัยการคุกคาม โดยจะเป็นการใช้เทคนิคในการสำรวจข้อมูลด้วยการลาดตระเวนติดตามตรวจสอบทรัพยากรธรรมชาติ (patrolling and monitoring) เพื่อเก็บข้อมูลการปรากฏของสัตว์ป่า (wildlife) และภัยคุกคาม (threat) ในพื้นที่อนุรักษ์โดยบันทึกตำแหน่งภูมิศาสตร์ของการปรากฏจากเส้นทางลาดตระเวน ทางด่านสัตว์ หรือเส้นทางที่เกิดตามธรรมชาติในพื้นที่อนุรักษ์ จัดเป็นวิธีการสำรวจแบบลาดตระเวนติดตามการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติผสมผสานเทคนิคการเก็บข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และเทคนิคการสำรวจสัตว์ป่า ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลการปรากฏของชนิดพันธุ์และตำแหน่งของกิจกรรมมนุษย์หรือภัยคุกคาม (presence point of wildlife human and threat) สามารถใช้เป็นประโยชน์ในการทำนายถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของสัตว์ป่าและวิเคราะห์ความเข้มข้นของภัยคุกคามได้ โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. สัตว์ป่าเป้าหมายในการวิจัย: กระต๊อง (*Bos gaurus* H. Smith)

ข้อมูลทั่วไป นิเวศวิทยาและภัยคุกคามเกี่ยวกับกระต๊อง ซึ่งเป็นสัตว์เป้าหมายในการวิจัยในครั้งนี้ มีรายละเอียดโดยสรุป ตามหัวข้อต่อไปนี้

1.1 อนุกรมวิธาน ตามการจัดอนุกรมวิธานของ Lekagul and McNeely (1977) กระติงหรือเมย มีชื่อสามัญว่า Gaur จัดอยู่ในอันดับ Artiodactyla วงศ์ Bovidae สกุล *Bos* และมีชื่อสัตวศาสตร์ว่า *Bos gaurus* H. Smith

1.2 นิเวศวิทยาทั่วไป กระติงหรือเมย เป็นสัตว์ป่าขนาดใหญ่ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และอินเดีย มีขนตามลำตัวเป็นสีน้ำตาลอมดำ หรือดำ มีถุงเท้าขาว บริเวณกระบังหน้ากว้างเป็นขนสีขาว และจัดเป็นวัวป่าที่มีขนาดใหญ่ วิวัฒนาการมาจากกระติงโบราณ (*Bos paleogaurus*) ที่พบในประเทศอินเดีย (นริศ, 2549) ภาพกระติงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระติง (*Bos gaurus* H. Smith) ที่พบในการสำรวจด้วยการลาดตระเวนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ

ที่มา: โครงการภูเขียว - อีซู และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ

กระทิงจัดเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม วงศ์วัวและควาย (bovidae) ซึ่งเป็นกลุ่มของสัตว์กีบคู่ (artiodactyla) ปกติกระทิงสามารถอาศัยอยู่ได้ในป่าได้ทุกประเภท และทุกระดับความสูง พบตั้งแต่ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบเขา โดยมักพบมากตามป่าบนเขาที่เป็นพื้นที่เปิดโล่งในป่า (gaps) เนื่องจากการทำลายตามธรรมชาติเกิดเป็นทุ่งหญ้า และชอบหากินในพื้นที่ทุ่งหญ้า ไร่ร้าง ที่ปราศจากการรบกวนของมนุษย์ (Francis, 2001) จากการศึกษาเกี่ยวกับถิ่นอาศัยของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง (Bhumpakphun, 1997) พบว่า สังกมป่าเหมาะแก่การอยู่อาศัยของกระทิงมากที่สุดคือ ป่าเบญจพรรณ รองลงมาได้แก่ป่าดิบแล้งบนที่ราบ ป่าดิบแล้งบนลาดเขา ชายหาดริมห้วย ป่าเบญจพรรณบนลาดเขา ป่าเต็งรังบนลาดเขา ป่าดิบเขาบนลาดเขา ป่าเต็งรังในหุบ ป่าดิบเขาบนสันเขา และดงกล้วยป่าบนลาดเขา ตามลำดับ กระทิงสามารถอยู่ในสภาพป่าและใน ระดับความสูงที่หลากหลาย (รองลากและคณะ, 2543; Prayurasiddhi, 1997) ได้มากกว่าวัวแดงและ ช้างป่า นอกจากนี้ กระทิงชอบป่าที่มีความชื้นและร่มมากกว่าวัวแดง เพื่อลดการแก่งแย่งในการใช้พื้นที่ร่วมกับช้างป่าและวัวแดงในหน้าฝน

พฤติกรรมการหากินของกระทิง เป็นแบบเดินหากิน ไปเรื่อยๆ (roaming pattern) การใช้ประโยชน์พื้นที่หากินในหุบที่ราบซึ่งมีแหล่งทรัพยากรสำคัญ (keystone resource area) ซึ่งมีหญ้า พืชอาหารต่างๆ แหล่งดินโป่งและน้ำซับ นอกจากนี้กระทิงมักใช้แนวร่องห้วยและด่านช้างบนสันเขาสู่เป็นตัวเส้นทางเชื่อม (travel route) ระหว่างพื้นที่หุบเขาที่เป็นแหล่งทรัพยากรสำคัญที่ใช้หากินหลักในพื้นที่ซึ่งไม่ถูกรบกวนด้วยภัยการล่าจากมนุษย์ (นริศ, 2549) โดยปกติกระทิงจะอยู่รวมกันเป็นฝูงประมาณ 6 - 20 ตัวหรือมากกว่า ในฤดูกาลผสมพันธุ์กระทิงจะต่อสู้กันเพื่อแย่งตำแหน่งจำฝูง กระทิงหนุ่มมักเป็นฝ่ายถูกขับไล่ออกจากฝูงเพื่อไปหาฝูงใหม่ เป็นการป้องกันการผสมแบบเลือดชิด (inbreeding) กระทิงมักออกหากินในเวลากลางคืน พักผ่อนและนอนหลับตลอดทั้งวัน อาหารของกระทิงคือใบไม้ทุกชนิดที่กินได้ กิ่งอ่อนและหน่อไม้ มักเล็มอาหารไปตลอดทางเดินจนถึงแหล่งน้ำหรือแหล่งหญ้าระบัด

1.3 ภัยคุกคามของกระทิง ปัจจัยจำกัดที่เป็นตัวกำหนดการกระจายของกระทิง ได้แก่ ประเภทป่า ความใกล้ไกลจากแหล่งน้ำถาวร โป่งดิน และ โป่งน้ำ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ความลาดชัน ตลอดจนพื้นที่ที่มีกิจกรรมของมนุษย์ เช่น หน่วยพิทักษ์ป่า หมู่บ้าน ถนน และเส้นทางต่างๆ ที่เกิดจากมนุษย์ (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2545) สำหรับภัยคุกคามที่สำคัญของกระทิงในพื้นที่ธรรมชาติหลายๆ แห่ง คือการลักลอบล่าจากพราน รองลงไปเป็นเสือโคร่งและฝูงหมาไบนอกจากนั้นยังพบสาเหตุการตายจากงูในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง และอุทยานแห่งชาติตาพระยาพบว่ากระทิงถูกงูจงอางกัดตาย ในกรณีของสัตว์ผู้ล่ามีความสัมพันธ์

ในแบบสัตว์ผู้ล่าและเหยื่อ (predator and prey relationship) ต่างฝ่ายต่างควบคุมประชากรซึ่งกันและกัน การมีสัตว์ผู้ล่าเป็นกลไกธรรมชาติที่ช่วยคัดสรรพันธุกรรมที่แข็งแรงให้คงอยู่ (นริศ, 2549)

2. ภัยคุกคามของสัตว์ป่าในพื้นที่อนุรักษ์

ภัยคุกคาม ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ลักลอบเข้าไปในพื้นที่อนุรักษ์และส่งผลกระทบต่อสัตว์ป่าในพื้นที่อนุรักษ์ สามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

2.1 พื้นที่อาศัยถูกแบ่งแยก การบุกรุกพื้นที่ป่า การลักลอบตัดไม้ การทำลายถิ่นอาศัย การสร้างสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่อนุรักษ์ การสร้างถนน ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสัตว์ป่าได้ทั้งทางบวกและทางลบ ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงถิ่นอาศัย มีการเข้าไปใช้ประโยชน์ของมนุษย์ สัตว์ที่มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงจะเกิดพฤติกรรมหลบหนี ยังผลให้ต้องเกิดการย้ายพื้นที่หากินไปในที่สุด อาจเกิดจากความเสื่อมโทรมของพื้นที่อาศัยเดิมที่เกิดจากการบุกรุกของมนุษย์เพื่อการใช้ประโยชน์ (ไสว และกัลยาณี, 2544) แต่ในทางตรงกันข้าม สัตว์ที่มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมหรือสภาพถิ่นอาศัยที่เปลี่ยนแปลงได้ดีจะสามารถใช้บริเวณ ถนนเป็นแหล่งหากินได้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสัตว์ที่เกิดจากถนน เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเคลื่อนที่ของสัตว์ป่า ซึ่งเกิดกับสัตว์ป่าบางประเภทเท่านั้น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ เช่น ช้างป่า (*Elephas maximus* Linnaeus) มักใช้แนวถนนเป็นเส้นทางในการหากิน จากการศึกษาของ Trombulak and Frissell (1999) พบว่าหมีดำ (black bear) ในทางตอนเหนือของรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา มีการเปลี่ยนแปลงถิ่นอาศัย โดยหนีห่างจากพื้นที่ที่มีถนนหลายเส้นทาง

Meffe and Carroll (1994) จำแนกประเภทของชนิดพันธุ์สัตว์ป่าที่มีความเสี่ยงสูงเมื่อได้ผลกระทบจากการเกิด พื้นที่อาศัยถูกแบ่งแยก (fragmentation) ได้แก่ ชนิดพันธุ์ที่หายากซึ่งเป็นชนิดพันธุ์ที่ต้องการถิ่นอาศัยจำเพาะ ชนิดพันธุ์ที่ต้องการถิ่นอาศัยขนาดใหญ่ ชนิดพันธุ์ที่มีความสามารถในการกระจายจำกัด ชนิดพันธุ์ที่มีความสามารถในการขยายพันธุ์ต่ำ ชนิดพันธุ์ที่ดำรงชีพด้วยทรัพยากรที่มีความเฉพาะตัวไม่สามารถทำนายได้ว่ามีแหล่งอยู่ที่ใดและช่วงเวลาใด ชนิดพันธุ์ที่สร้างรังบนพื้น ชนิดพันธุ์ที่อาศัยอยู่ในใจกลางของพื้นที่และชนิดพันธุ์ที่มนุษย์เลือกใช้ประโยชน์ ทั้งนี้ชนิดพันธุ์เหล่านี้ มีข้อจำกัดในการดำรงชีพ หากถิ่นอาศัยลดน้อยลง หรือถูกทำลายไป อาจก่อให้เกิดการสูญพันธุ์ได้ง่าย

2.2 การลักลอบล่าสัตว์ป่า การล่าสัตว์ป่าเพื่อการบริโภคเนื้อสัตว์ป่า มีจำนวนมากขึ้นตาม การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่ใช้ในการล่าและการขาดทางเลือกในการหาแหล่งอาหารโปรตีน และเพราะเนื่องจากการนิยมนบริโภคเนื้อสัตว์โดยตรง มีทั้งการล่าขนาดใหญ่ และสัตว์เลื้อยลูก ค้วยนม ตลอดจนการล่าเพื่อการค้า ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อความอยู่รอดของสัตว์ป่า นอกจากนี้การที่สัตว์มีอัตราการขยายพันธุ์ที่ต่ำ และอาจทำให้เกิดการสูญพันธุ์ของสัตว์ป่าในที่สุด (Peres and Barlow, 2004)

ปัจจุบันประเทศในภูมิภาคเอเชีย ยังมีการล่าสัตว์ป่าเป็นจำนวนมาก ทั้งเพื่อการบริโภค และการล่า เนื่องจากประชากรมนุษย์เพิ่มขึ้นสูงมาก ในรอบ 50 ปี พบว่าสาเหตุประการหนึ่งของการล่าสัตว์ มาจากความเชื่อของมนุษย์ และการล่าตามประเพณีท้องถิ่น การใช้ผลิตภัณฑ์จาก สัตว์ป่า และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงผลกระทบต่อประชากรสัตว์ป่า โดย พบว่าในประเทศเวียดนาม มีสัตว์ป่าสำคัญอยู่ในภาวะสูญพันธุ์หรือเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ถึง 12 ชนิด ในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์และดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่ามีการล่าสัตว์ป่า เช่น เสือ ช้าง กระทิงและวัวแดง สัตว์เลื้อยลูกค้วยนมอื่นๆ ที่อุทยานแห่งชาติกุยบุรีในชวราวัค ประเทศ มาเลเซีย มีการล่านกเงือกและสัตว์ตระกูลลิง นอกจากนี้ยังพบว่าในตลาดของประเทศอินโดนีเซียมี การขายนกขนาดเล็ก ค้างคาวและกบ จนเป็นเหตุให้ประชากรของสัตว์ป่าลดจำนวนลงอย่างต่อเนื่อง อันเนื่องมาจากการล่าที่มากเกินไป (WCS, 2005)

2.3 ไฟป่า ในอดีตการเกิดไฟป่าในแถบพื้นที่อนุรักษ์พบน้อย ในเกาะสุมาตรามีสัตว์ป่าตายใน ไฟป่าจำนวนมาก พบว่ากลุ่มที่รอดชีวิตส่วนใหญ่เป็นสัตว์จำพวกนก และสัตว์เลื้อยลูกค้วยนมบางชนิด ในขณะที่บริเวณป่าอะเมซอนของประเทศบราซิลพบหลักฐานการตายของสัตว์ป่าในกลุ่มของสัตว์บก เช่น กลุ่มเต่า กระรอก มากกว่าในกลุ่มสัตว์ที่เคลื่อนที่ได้รวดเร็วหรือกลุ่มสัตว์เรือนยอด เช่น นกแก้ว กลุ่มลิงชะนี ที่รอดพ้นจากไฟป่าเพราะเคลื่อนที่ในระดับเรือนยอดและรอดพ้นจากควันไฟ (Peres and Barlow, 2004) สัตว์จำพวกนก และกิ่งก่าที่ไม่ถูกทำลายจากไฟป่าจะหายไปประมาณ 1 เดือนหลังการ เกิดไฟป่า เนื่องมาจากการขาดแคลนแหล่งอาหาร ในกลุ่มสัตว์กินผลไม้บางกลุ่มจะลดความชุกชุมลง มีกลุ่มนกเงือก 2 ชนิด และสัตว์จำพวกลิง 2 ชนิดที่ลดลงหรือหายไปหลังการเกิดไฟป่า

จากการตรวจเอกสารรายงานของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (ส่วนควบคุมไฟป่า, 2548) ระบุว่าสถานการณ์ไฟป่าในหน้าไฟป่า ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนเมษายนของปี 2548 พบว่า มีความรุนแรงมากที่สุดในรอบ 6 ปี (พ.ศ.2542 - 2547)

เนื่องจากการสะสมของปริมาณเชื้อเพลิงที่เพิ่มมากขึ้น ประกอบกับอิทธิพลของ เอลนีโญ ช่วงเวลาของการเกิดไฟป่าในปี พ.ศ. 2548 เกิดไฟครอบคลุมไปถึงเดือนมิถุนายน ไฟป่าจัดเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดควบคุมปริมาณพื้นที่ป่าไม้ การจัดการไฟป่า จึงเป็นศาสตร์ที่สำคัญอย่างหนึ่งในการจัดการทรัพยากรป่าไม้

2.4 การเก็บหาของป่า จัดเป็นการรบกวนระบบนิเวศที่รุนแรงอีกประการหนึ่ง ดังที่ Shahabuddin and Prasad (2004) ประเมินความยั่งยืนของระบบนิเวศในป่าไม้ที่มีการเก็บหาของป่าในประเทศอินเดีย พบว่าแนวโน้มการรบกวนต่อระบบนิเวศสูงนั้นขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่อนุรักษ์

3. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) คือ ระบบที่มีประสิทธิภาพมากในการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ไว้ในฐานข้อมูล นำข้อมูลออกมาใช้ ดัดแปลงแก้ไขและวิเคราะห์ (manipulation and analysis) และแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล (display and output) ซึ่งสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจในปัญหาเกี่ยวกับการวางแผนการใช้ทรัพยากรเชิงพื้นที่ (แก้ว และสุภักดิ์, 2536) และนอกจากนี้ สุวิทย์ (2538) ได้อธิบายไว้ว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยทั่วไปมีความหมาย คือ ระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักที่สำคัญในการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลและข่าวสาร ตั้งแต่การรวบรวม การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนการนำเสนอผลการวิเคราะห์การประเมินผลข้อมูลเชิงซ้อนทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ตามความต้องการ โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535 – 2539) รัฐบาลได้ริเริ่มให้ความสำคัญของการจัดการทรัพยากรป่าไม้เป็นอย่างยิ่งโดยกำหนดแนวทางและมาตรการในการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ ให้มีการตรวจสอบป่าไม้ด้วยการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น ภาพถ่ายดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับการบริหารและจัดการทรัพยากรป่าไม้ร่วมกันกับทรัพยากรอื่นๆ (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2535)

อนุสรณ์ (2549) กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มี 3 ประการ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์สำหรับทำงาน และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในองค์กร และนอกจากนี้ยังมีส่วนสำคัญอีก 2 ส่วน บุคลากรทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และ

ข้อมูลที่จะให้นำเข้าในระบบ ทั้งนี้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญของระบบดังต่อไปนี้

1) ฮาร์ดแวร์ (hardware) จัดเป็นอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้กับโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้า การประมวลผล การแสดงผลข้อมูลและวิเคราะห์ผลของการทำงาน เช่น Computer Digitizer Scanner Global Positioning System (GPS) Plotter และ Printer

2) ซอฟต์แวร์ (software) เป็นชุดคำสั่งที่จัดเรียงไว้สำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยคำสั่งย่อย 5 กลุ่ม ซึ่งมีลักษณะการทำงานดังนี้

- 2.1) การนำเข้าและการทดสอบข้อมูล
- 2.2) การจัดเก็บข้อมูลและการจัดการฐานข้อมูล
- 2.3) การแสดงผลข้อมูลและการนำเสนอ
- 2.4) การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูล
- 2.5) การตอบโต้กับการใช้งาน

3) กระบวนการ (procedures) เป็นขั้นตอนการประมวลผลและวิธีการดำเนินการซึ่งต้องการการวิเคราะห์หาคำตอบที่ถูกต้องตรงตามความต้องการ

4) คนหรือบุคลากร (people) จัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด เนื่องจากถ้าขาดบุคลากรจะไม่มีการพัฒนาโปรแกรม อุปกรณ์ หรือข้อมูลที่มีคุณภาพ

5) ข้อมูล (data) ซึ่งข้อมูลทางภูมิศาสตร์มีส่วนประกอบหลัก 3 อย่างคือ

5.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) เป็นข้อมูลซึ่งนำเสนอเกี่ยวกับรูปทรงและตำแหน่งจากพื้นโลกจริงจะถูกนำเสนอในรูปของจุด (point) เส้น (line) และรูปหลายเหลี่ยม (polygon)

5.2) ข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute data) เป็นข้อมูลที่จะอธิบายถึงคุณลักษณะของข้อมูลทางภูมิศาสตร์

5.3) ข้อมูลเชิงพฤติกรรม (behavior data) หมายถึงการกำหนดเงื่อนไขหรือลักษณะของข้อมูลที่ผู้ใช้กำหนดตามสภาพแวดล้อมจริงของข้อมูลนั้น ๆ

จะเห็นได้ว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บ สืบค้น ปรับปรุง แก้ไข วิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลในสภาพความเป็นจริงที่มีการอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์เป็นตัวเชื่อมโยงเพื่อนำไปใช้ในการดำเนินงานด้านต่างๆ โดยทั่วไปจะใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวัตถุประสงค์หลัก 4 ข้อ ได้แก่ การรวบรวมข้อมูล การแสดงผลข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และจัดทำรายงาน

4. งานวิจัยเกี่ยวกับภัยคุกคามของสัตว์ป่า

ปัจจุบันนี้มีรายงานวิจัยหลายงานวิจัย ที่ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินและจัดทำแผนที่ภัยคุกคามเป็นการผสมผสานความรู้ด้านการจัดการพื้นที่ ด้านภูมิศาสตร์ และการวิเคราะห์เชิงสถิติ มาร่วมในการประเมินการกระจายและระดับความรุนแรงของการเกิดภัยคุกคามในพื้นที่อนุรักษ์ มีการศึกษาด้วยการตรวจวัดและจัดทำแผนที่ภัยคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทางตอนใต้ของประเทศอินเดียด้วยการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วิเคราะห์ผลกระทบ ประกอบด้วย ข้อมูลกายภาพของพื้นที่ สภาพภูมิประเทศ และข้อมูลด้านเศรษฐกิจสังคม โดยแบ่งกลุ่มของภัยคุกคามเป็น 3 กลุ่ม คือ ภัยคุกคามที่มีความรุนแรงมากที่สุด ได้แก่ การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ รองลงมาคือ ภัยคุกคามที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา เช่น การสร้างถนน และภัยคุกคามที่มีผลกระทบน้อยสุดคือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะภูมิประเทศ เช่น ความลาดชัน (Barve *et al.*, 2005)

การศึกษาเกี่ยวกับภัยคุกคามในต่างประเทศ โดยเฉพาะในทวีปแอฟริกา ทั้งที่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับภัยคุกคามโดยตรง และการศึกษาที่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาด้านชีววิทยาหรือนิเวศวิทยาของกลุ่มสัตว์ชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น การศึกษาผลกระทบจากการล่าของชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงพื้นที่อนุรักษ์ต่อประชากรสัตว์ป่าใน Western Dja Reserve ประเทศแคเมอรูน (Muchaal and Ngandjui, 1999) การใช้เส้นทางสำรวจที่เป็นมาตรฐาน (standard line transect) ในการสำรวจและประเมินการกระจายตัวในพื้นที่ของการล่าสัตว์และเสนอแนวทางการจัดการเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ ระยะเวลา 2 ปี ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติและการจัดทำแผนที่การกระจายของการล่าสัตว์ป่า จากข้อมูลตำแหน่งที่พบการล่าสัตว์ ความถี่ของการวางกับดักสัตว์ รวมถึงการเก็บข้อมูลด้านชีวภาพของชนิดสัตว์ที่ถูกล่าด้วย ผลการศึกษาพบว่า จากการแบ่งเขตที่พบการล่าโดยชุมชนนั้น จะมีค่าความถี่ของการพบกับดักลดลงเมื่อระยะทางห่างจากชุมชนเพิ่มมากขึ้น

Blom *et al.* (2004) ทำการศึกษาผลกระทบจากมนุษย์ต่อความหนาแน่นของประชากรสัตว์ป่าในป่าแอฟริกาตอนกลาง โดยใช้วิธีการสำรวจด้วยการสร้างเส้นทางสำรวจ (line transect) จำนวน 6-8 เส้น ระยะทางเส้นละ 20 กิโลเมตร เป็นเวลา 2 ปี 8 เดือน พบว่าความหนาแน่นของประชากรสัตว์ป่า เช่น ช้างป่า ลิงกอริลล่า และสัตว์ตระกูลลิง ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาล ในส่วนของผลกระทบของกิจกรรมมนุษย์มีอิทธิพลเชิงลบต่อการกระจายของสัตว์ป่าซึ่งกิจกรรมของมนุษย์มีผลต่อการกระจายของช้างป่าน้อยมาก ในทางตรงกันข้ามพบว่ามีความหนาแน่นของประชากรกลุ่มลิงค่างสูงในพื้นที่ที่มีกิจกรรมมนุษย์สูง จะมีความหนาแน่นของสัตว์กลุ่มนี้ต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถนน และแหล่งชุมชน การศึกษาครั้งนี้ยืนยันได้ว่าการสร้างถนนมีผลกระทบเชิงลบต่อประชากรสัตว์ป่า ในขณะที่การศึกษาของ Thoisy *et al.* (2004) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการล่าและผลกระทบต่อสังคมของสัตว์จำพวกลิงในทางตอนเหนือของประเทศ French Guiana โดยการใช่วิธีการสำรวจข้อมูลการปรากฏและความชุกชุมของสัตว์ป่าจำพวกลิง จำนวน 17 ชนิดป่า เพื่อดูแรงกดดันจากการล่าจัดเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพบความมากมายของชนิดพันธุ์สัตว์จำพวกลิง พบว่าในป่าที่มีการทำไม้จะพบกลุ่มค่าง เพียง 3 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ Red Howler Monkey (*Alouatta seniculus*) Black Spider Monkey (*Ateles paniscus*) และ Tufted Capuchin (*Cebus paella*) และมีความชุกชุมต่ำมากในพื้นที่ที่มีการล่าสูง

5. การศึกษาปัจจัยแวดล้อมและการเลือกใช้พื้นที่อาศัยของสัตว์ป่า

การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยแวดล้อมกับการเลือกใช้พื้นที่อาศัยของสัตว์ป่า โดยกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏของสัตว์ป่าในแต่ละพื้นที่ เช่น การศึกษาของธีรพงษ์ (2546) ศุภกิจ (2546) และอนรรฆ (2545) ได้กล่าวเกี่ยวกับความรู้ทางวิชาการเกี่ยวกับปัจจัยแวดล้อมที่ใช้ในการการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของสัตว์ป่า แบ่งเป็นปัจจัยทางชีวภาพ ปัจจัยทางกายภาพ และปัจจัยที่มีผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 ปัจจัยชีวภาพ เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของสัตว์โดยตรง ได้แก่

1) ชนิดป่า โดยจำแนกตามลักษณะของสังคมพืช เช่น ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง ป่าผสมผลัดใบ ป่าสนและป่าไผ่ เป็นต้น สังคมพืชแต่ละชนิดมักเป็นตัวกำหนดการเลือกเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งของสัตว์ อันเนื่องมาจากการเป็นแหล่งอาหาร ซึ่งในแต่ละช่วงเวลาชนิดป่าจะมีความสามารถในการรองรับการเข้ามาใช้ประโยชน์ของสัตว์ป่าแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ทำการจำแนกชนิดป่าจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5TM ปี 2543 เพื่อสร้างเป็นชั้นข้อมูลชนิดป่า

2) แหล่งน้ำ จัดเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากต่อสัตว์ป่า เนื่องจากสัตว์ป่าทุกประเภท จะต้องใช้แหล่งน้ำในการดำรงชีวิต ความจำเป็นที่จะต้องใช้แหล่งน้ำอยู่ตลอดนั้น จึงเป็นปัจจัยที่จะทำให้ทราบถึงการเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ว่ามีความสัมพันธ์กับแหล่งน้ำต่างๆ หรือไม่

5.2 ปัจจัยกายภาพ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสัตว์โดยตรงเช่นกัน สัตว์ป่าที่มีสรีระขนาด และน้ำหนักที่แตกต่างกัน ย่อมตอบสนองต่อปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ที่แตกต่างกัน ปัจจัยที่ควรใช้ศึกษา ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลและสภาพความลาดชันของพื้นที่ พบว่าสัตว์ป่าขนาดใหญ่มักมีอาณาเขตหากินขนาดใหญ่ สามารถเดินทางไกลๆ ได้เป็นระยะทางไกลๆ ตั้งแต่ที่ราบเชิงเขาไปจนถึงภูเขาสูง อย่างไรก็ตามแนวโน้มในการเลือกทำกิจกรรมต่างๆ ยังมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ความลาดชันต่ำ

1) ความสูง มักมีอิทธิพลต่อการเลือกใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าโดยที่สัตว์แต่ละชนิดจะมีความสามารถในการเข้ามาใช้พื้นที่ในระดับความสูงที่แตกต่างกันออกไป

2) ความลาดชัน สัตว์แต่ละชนิดจะมีความสามารถในการใช้พื้นที่ที่ระดับความลาดชันมากหรือน้อยไม่เท่ากัน มักขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของลักษณะทางกายภาพและความสามารถของสัตว์ป่าจึงเป็นปัจจัยหนึ่งในการกำหนดขอบเขตของการกระจายของสัตว์ป่า

3) ที่ราบ เป็นพื้นที่สำคัญและเหมาะสมกับการอยู่อาศัยของสัตว์หลายๆ ชนิด ซึ่งมักชอบใช้พื้นที่ราบในการดำรงชีพ ในสัตว์บางชนิดเท่านั้นที่ชอบใช้พื้นที่อาศัยที่เป็นหน้าผาหรือที่ลาดชัน เช่น กวางผา เลียงผา สำหรับกระทิงสามารถอาศัยได้ในพื้นที่หลากหลายแบบ แต่เลือกใช้พื้นที่ที่มีร้อยละของความลาดชันน้อย

5.3 ปัจจัยเกี่ยวกับมนุษย์ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการอยู่รอดของสัตว์ป่าที่อาจส่งผลได้ทั้งด้านบวกและลบ ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่ ระยะห่างจากหมู่บ้าน และระยะห่างจากถนน ระยะทางถึงหน่วยพิทักษ์ป่า แต่ในกรณีหน่วยพิทักษ์ป่าที่ตั้งอยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ มีส่วนช่วยในการป้องกันดูแลรักษาถิ่นอาศัยของกระทิง เพราะหากมีหน่วยพิทักษ์ป่า ผู้ลักลอบจะหลีกเลี่ยงหรือหากมีการตรวจตราอย่างเข้มข้น จะป้องกันการลักลอบเข้ามาล่าสัตว์ในพื้นที่ได้ โดยทั่วไปปัจจัยเกี่ยวกับมนุษย์นี้ เป็นการรบกวนสัตว์ป่าโดยตรง สัตว์ป่ามักหลีกเลี่ยงการเข้ามาทำกิจกรรมต่างๆ ในบริเวณที่มีกิจกรรมมนุษย์

1) ถนน เป็นปัจจัยที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ มีผลกระทบต่อสัตว์ป่าทั้งใน ด้านบวกและลบ อิทธิพลของถนนจะบ่งชี้ถึงผลกระทบของถนนที่มีต่อสัตว์ป่าชนิดนั้นๆ

2) อาคารและสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่อนุรักษ์ มีผลต่อสัตว์ป่าอย่างมาก ทั้งนี้สัตว์ป่าจะ หลีกเลี่ยงแหล่งที่มีการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ จัดเป็นปัจจัยที่มีผลต่อสัตว์ป่าอย่างยิ่ง การวางแผนสร้าง สิ่งปลูกสร้างในพื้นที่อนุรักษ์ต้องศึกษาผลกระทบและให้ความสำคัญในแง่ที่ว่าบริเวณนั้นเป็น ถิ่นที่อาศัยที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับสัตว์ป่าหรือไม่

6. การสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทำนายถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของสัตว์ป่าและระดับการคุกคาม

ปัจจุบันนักนิเวศวิทยาและนักวิทยาศาสตร์ด้านการอนุรักษ์ มีความสนใจและทำการวิจัย เพิ่มมากขึ้น ในการสร้างแบบจำลองที่ใช้ทำนายการกระจายที่มุ่งศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการกระจาย ที่สัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมของถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์นั้นๆ ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวกำหนด ยุทธศาสตร์ในการอนุรักษ์ได้ (Araujo *et al.*, 2004; Ortega-Huerta and Peterson, 2004; Peterson and Robins, 2003; Sánchez-Cordero *et al.*, 2005, Trisurat *et al.*, 2006) เทคนิควิธีการสร้าง แบบจำลองรูปแบบการกระจายของชนิดพันธุ์มีอยู่มากมาย (Guisan and Thuiller, 2005; Guisan and Zimmermann, 2000) สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับวิธีการสำรวจและชุดข้อมูลที่มีอยู่ แต่สำหรับการประเมินความถูกต้องและหาความสัมพันธ์ของวิธีการสร้างแบบจำลองแต่ละวิธีการ นั้น ยังคงเป็นสิ่งท้าทายสำหรับงานด้านนิเวศวิทยาและชีววิทยา (Pearson *et al.*, 2006; Thuiller, 2003)

Guisan *et al.* (2006) ได้เสนอแนะขั้นตอนการจัดทำแบบจำลองโดยใช้ระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีทางสถิติไว้ 6 ประเด็น ได้แก่

- 1) การเชื่อมโยงทฤษฎีทางด้านนิเวศวิทยา
- 2) การใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้ว และการสร้างชุดข้อมูลจำลองด้วยวิธีทางสถิติ
- 3) การผสมผสานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 4) การรวมข้อมูลด้านนิเวศวิทยาและความสัมพันธ์ด้านปัจจัยแวดล้อม
- 5) การประเมินผลการทำนายแบบจำลอง ตรวจสอบความผิดพลาดและความชัดเจน
- 6) ทำนายการกระจายของกลุ่มสังคมหรือกลุ่มชุดข้อมูลที่สำรวจและจัดทำแบบจำลอง

ทั้งนี้แบบจำลองส่วนใหญ่จะใช้ได้ ณ เวลาใดเวลาหนึ่งหรือใช้วัดความสำคัญของการกระจายของชนิดพันธุ์ ซึ่งพิจารณาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ การกระจาย การอพยพ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยแวดล้อม จากการศึกษาของ Titeux (2006) กล่าวว่า การสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์ (habitat models) จะต้องกำหนดกลุ่มประชากรชนิดเดียว ต้องกำหนดคุณลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างการตอบสนองของชนิดพันธุ์และสภาพแวดล้อมที่ระดับขนาดของพื้นที่ที่แตกต่างกัน ในการใช้แบบจำลองกับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และการใช้สถิติสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างชนิดพันธุ์กับปัจจัยแวดล้อม

วิธีการในจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสม สามารถจำแนกออกเป็นประเภทตามการแบ่งของ Williams and Araujo (2003) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท อ้างอิงตามลักษณะของข้อมูล ได้แก่ชุดข้อมูลที่มีทั้งการปรากฏและไม่ปรากฏของชนิดพันธุ์และชุดข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏ ส่วนใหญ่แล้ววิธีเหล่านี้จะเป็นการใช้วิธีทางสถิติในการสร้างแบบจำลองโดยใช้สมการถดถอยพหุคูณ (multiple logistic regression) และใช้ข้อมูลเลขฐานสอง (binary data) ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งเป็นการกำหนดเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งจาก 2 เงื่อนไข ส่วนใหญ่จะเป็นสถานะ 1 หรือ 0 ซึ่งตัวอย่างวิธีการทางสถิติที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น

- 1) Generalized Linear Modeling (GLM) เป็นการวิเคราะห์ทางสถิติที่จะทำการพิจารณาผลอันเกิดจากชุดตัวแปรในครั้งเดียวกัน
- 2) Generalized Additive Modeling (GAM) เป็นการวิเคราะห์ที่ขยายความสามารถของ Linear Regression
- 3) Discriminant Function Analysis (DA) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้การวิเคราะห์จำแนกข้อมูลกลุ่มตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป ซึ่งจะทำการวิเคราะห์จากตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป
- 4) Artificial Neural Networks (ANN) คือ โครงข่ายประสาทเทียม ที่เป็นการทำงานที่เลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ได้ด้วยการประมวลผลข้อมูลและองค์ความรู้ได้อย่างมากภายในครั้งเดียว
- 5) Classification and Regression Tree (CART) เป็นการจัดกลุ่มให้กับแต่ละข้อมูล

ในกรณีชุดข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏ มีการพัฒนาการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองร่วมกับข้อมูลความต้องการปัจจัยทางนิเวศวิทยาของกลุ่มที่เราสนใจโดย Hirzel *et al.* (2002) เรียกว่า Ecological Niche Factor Analysis (ENFA) และ Maximum Entropy Method (Maxent) โดยที่ Maxent เป็นเครื่องมือ ที่ใช้สร้างกระบวนการเรียนรู้และฝึกฝนแบบจำลองร่วมกันสูตรทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะให้อัตราส่วนเกณฑ์ ที่ใช้สร้างแบบจำลองการกระจายของชนิดพันธุ์ได้อย่างถูกต้อง และเชื่อถือได้โดยอาศัยหลักการคำนวณค่าโอกาสของการกระจายของชนิดพันธุ์ (Phillips *et al.*, 2006) การสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมนั้น สามารถใช้เทคนิควิธีการต่างๆ มา ช่วยสร้างแบบจำลอง ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นวิธีการใดก็ตาม ต้องอาศัยข้อมูลตำแหน่งของสัตว์ป่า ทั้งตำแหน่งที่ปรากฏและไม่ปรากฏของสัตว์ป่า หรือชุดข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏของสัตว์ป่า (Brotans *et al.*, 2004)

รายละเอียดของการสร้างแบบจำลองด้วยชุดข้อมูลประเภทต่างๆ และแนวคิดในการใช้วิธีการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ป่า มีดังต่อไปนี้

6.1 วิธีการที่ใช้ชุดข้อมูลที่มีทั้งการปรากฏและไม่ปรากฏของชนิดพันธุ์

เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ปรากฏและไม่ปรากฏของสัตว์ป่า (dependent variable) กับปัจจัยแวดล้อม (independent variable) ในการเลือกใช้พื้นที่อาศัยของสัตว์ป่า โดยอาศัยเทคนิคทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อทำการวิเคราะห์แบบเทคนิคการซ้อนทับ (overlay technique) ร่วมกับชั้นข้อมูลปัจจัยแวดล้อมต่างๆ และการวิเคราะห์ทางสถิติแบบสมการถดถอยพหุคูณ (multiple logistic regression)

สำหรับการจัดเตรียมข้อมูลปัจจัยแวดล้อมที่เป็นตัวแปรอิสระ สามารถทำการคัดเลือกจากการพิจารณาปัจจัยแวดล้อมที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์พื้นที่ของสัตว์ป่าที่ทำการศึกษาโดยข้อมูลบางส่วนได้จากแผนที่สภาพภูมิประเทศ ซึ่งต้องให้เป็นข้อมูลเชิงเส้น เช่น เส้นความสูงจากระดับน้ำทะเล เส้นลำห้วย เส้นถนน ถนนหลัก ถนนรอง ด่านสัตว์ ระดับความสูง ทำการเก็บข้อมูลปัจจัยประเภทต่างๆ แยกไว้ในรูปชั้นข้อมูล ได้แก่ แหล่งน้ำในหน้าแล้งและหน้าฝน แหล่งอาหารของสัตว์ป่า แหล่งคินโป่ง สภาพป่า ทุ่งหญ้า ถิ่นอาศัยที่เฉพาะ เช่น แหล่งหลบภัย แหล่งถ้ำ ข้อมูลตัวแปรตาม ได้แก่ ตำแหน่งการปรากฏและไม่ปรากฏของสัตว์ป่า โดยเก็บข้อมูล

ได้จากการสำรวจสัตว์ป่าด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การใช้เส้นทางสำรวจ (transect line) การสำรวจด้วยการลาดตระเวนติดตามทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่อนุรักษ์ (patrolling and monitoring)

ปัจจุบันได้มีการศึกษาการกระจายของสัตว์ป่าขนาดใหญ่ในพื้นที่อนุรักษ์ของประเทศไทย ในสัตว์ป่าหลายกลุ่ม เช่นการศึกษาของ Bhumpakphan (1997) ทำการศึกษาการเลือกใช้พื้นที่อาศัยของกลุ่มสัตว์กีบที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เดียวกัน (sympatric ungulates) ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ได้แก่ กระตัง (*Bos gaurus* H. Smith) วัวแดง (*Bos javanicus* D'Alton) และ กวางป่า (*Cervus unicolor* Kerr) โดยการคัดเลือกปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเปรียบเทียบระหว่างหน้าฝนและหน้าแล้ง เช่น ลำห้วย แหล่งน้ำถาวร แหล่งโป่ง สภาพป่า ความชัน ความสูง ถนน ปัจจัยด้านกิจกรรมของมนุษย์ พบว่า การกระจายของกระตังในหน้าแล้งสัมพันธ์กับแหล่งน้ำในพื้นที่มาก และห่างจากบริเวณกิจกรรมมนุษย์ สำหรับวัวแดงมีโอกาสพบในพื้นที่ใกล้แหล่งดินโป่ง และพื้นที่โล่ง หลีกเลียงจากป่าทึบ อาทิเช่น ป่าดิบแล้ง เป็นต้น การศึกษาการเลือกใช้พื้นที่อาศัยของช้างป่า (*Elephas maximus*) มีการศึกษาในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตะเบาะห้วยใหญ่ โดยธีระพงษ์ (2546) และในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว โดย ศุภกิจ (2546) ให้ผลการศึกษาสอดคล้องกัน โดยปัจจัยที่มีความสำคัญต่อช้างป่าในหน้าแล้ง ได้แก่ แหล่งดินโป่ง แหล่งน้ำถาวร ที่พบในพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ โดยมีค่าความลาดชันน้อยกว่าร้อยละ 10 นอกจากนี้พบว่าช้างป่าจะหลีกเลียงการใช้ถนน มักพบอยู่ใกล้ป่าดงดิบและห่างจากบริเวณหน่วยงานที่มีกิจกรรมของมนุษย์ แต่อย่างไรก็ตามแม้การศึกษาวิจัยจะให้ผลออกมาสอดคล้องกัน แต่ประการสำคัญของการเลือกใช้พื้นที่และปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ป่าแต่ละชนิดในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันเล็กน้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปรับตัวให้เข้ากับสภาพพื้นที่ในแต่ละแห่ง

6.2 การใช้ชุดข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏ (presence-only data)

เพื่อการทำนายการกระจายของสัตว์ป่าที่ใช้ชุดข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏแตกต่างจากวิธีการใช้การปรากฏและไม่ปรากฏ (presence-absence data) โดยชุดข้อมูลนี้จะบอกเฉพาะตำแหน่งที่สำรวจพบของชนิดเป้าหมายแต่ไม่สามารถใช้จำแนกตำแหน่งที่ไม่พบชนิดเป้าหมายได้ (Dettmers and Bart, 1999) สำหรับการสร้างข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม (pseudo-absence) ช่วยในการสร้างแบบจำลอง เช่นการศึกษาของ Stockwell and Peters (1999) และ Engler *et al.* (2004) แต่เทคนิคเหล่านี้ยังคงถูกจัดให้เป็นประเภทเดียวกับวิธีการที่ใช้ชุดข้อมูลเฉพาะการปรากฏ (presence-only method) เพราะไม่มีข้อมูลการไม่ปรากฏจริง (true-absence data) ที่แท้จริงในการสร้างแบบจำลอง

การบันทึกชุดข้อมูลเฉพาะการปรากฏนี้ มักพบว่าเป็นการเก็บข้อมูลการกระจายของชนิดพันธุ์ของหน่วยงานเช่น หอพรรณไม้หรือพิพิธภัณฑ์ ซึ่งจะเป็นการระบุตำแหน่งที่พบพรรณพืชหรือพันธุ์สัตว์เท่านั้น (Williams *et al.*, 2002) โดยชุดข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏนี้ สามารถใช้เป็นประโยชน์ได้ ทั้งนี้เพราะใช้กำลัง แรงงาน และต้นทุนในการเก็บข้อมูลน้อยกว่าชุดข้อมูลที่มีทั้งการปรากฏและไม่ปรากฏ สำหรับการใส่แบบจำลองที่สร้างด้วยชุดข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏพบว่ายังมีการศึกษาวิจัย แต่การเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีการที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Elith *et al.*, 2006) การเก็บข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏนี้จะขาดข้อมูลการไม่ปรากฏที่แท้จริงแต่สามารถแก้ไขได้ด้วยการสร้างแบบจำลองที่ใช้ชุดข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม เช่น วิธีการสร้างแบบจำลองในรูปเชิงเส้นทางสถิติ (Generalized Linear Model: GLM) หรือการสร้างแบบจำลองแบบ (Generalized Additive Model: GAM)

การศึกษาและการพัฒนาวิธีการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ป่า มีตัวอย่างและกรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลอง เช่น การสร้างแบบจำลองที่ใช้แนวคิดด้านความต้องการทางนิเวศวิทยาเฉพาะเพื่อคำนวณค่าความเหมาะสมของถิ่นอาศัย โดยเป็นการวิเคราะห์ขอบเขตของตำแหน่งที่พบชนิดพันธุ์และข้อจำกัดของปัจจัยแวดล้อม (Hirzel *et al.*, 2002) ส่วนการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม BIOCLIM ซึ่งเป็นการจำแนกความต้องการทางนิเวศของชนิดพันธุ์ที่สัมพันธ์กับช่วงสภาพอุณหภูมิ โดยตำแหน่งของชนิดพันธุ์จะเรียงตามตัวแปรใดๆ ที่มีอิทธิพลสูง (Busby, 1991) การศึกษาของ Walker and Cocks (1991) ได้ใช้โปรแกรม HABITAT จำแนกความต้องการทางนิเวศของตำแหน่งที่พบชนิดพันธุ์ในแต่ละช่วงสภาพแวดล้อม ซึ่งจะแตกต่างจาก BIOCLIM ตรงที่จะมีความสามารถมากกว่าในการปรับแก้แนวขอบของการกระจายตัวบนปัจจัยแวดล้อมใดๆ ของชนิดพันธุ์ในแต่ละช่วงสภาพอากาศ

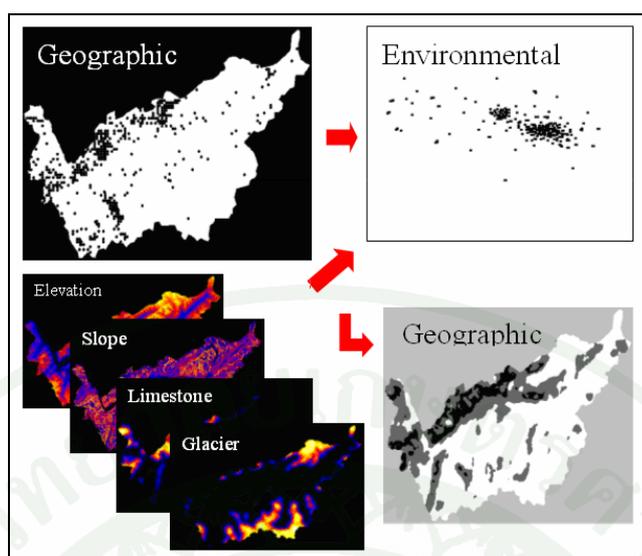
การศึกษาของ Farber and Kadmon (2003) ใช้วิธีการ Mahalanobis Distance วิเคราะห์สภาพแวดล้อมของตำแหน่งของชนิดพันธุ์ทั้งหมด และนอกจากนี้ยังมีวิธีการที่ได้รับความนิยมอีกวิธีการหนึ่ง คือ โปรแกรม GARP ซึ่งเป็นกระบวนการที่อ้างอิงการทำงานของ Genetic Algorithms (GAs) จากการศึกษาของ Stockwell and Peters (1999) ตำแหน่งการปรากฏของชนิดพันธุ์จะถูกสุ่มทดลองซ้ำในการสร้างชุดข้อมูลให้เป็นชุดข้อมูลที่ใช้สร้างแบบจำลอง (training data) และสำหรับการทดสอบ (test data) กระบวนการทำงานของอัลกอริทึมจะมีการคัดเลือก การประเมินผล การทดสอบ การยอมรับหรือการปฏิเสธ ความถูกต้องของการทำนายจะวัดได้ในแต่ละขั้นตอนอาศัยการทดสอบชุดข้อมูลการปรากฏและชุดข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม (pseudo-absence point) และการเปลี่ยนความถูกต้องจากปฏิกริยาใดนั้นด้วยการใช้การประเมินแบบจำลอง

สำหรับในประเทศไทยมีงานวิจัยที่อาศัยชุดข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏและการสร้างชุดข้อมูลการไม่ปรากฏเทียมและปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ (independent variables) มาเพื่อสร้างแบบจำลองทำนายถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ป่าที่ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างฤดูกาล ได้แก่ การศึกษานิเวศวิทยาและการใช้พื้นที่อาศัยของควายป่า (*Bubalus bubalis*) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จ. อุทัยธานี ของ Rattanawat (2001) พบว่าในหน้าแล้ง ควายป่ามีความสัมพันธ์กับปัจจัยต่างๆ ในการดำรงชีพ ได้แก่ แหล่งน้ำถาวร สังกมพีชริมน้ำ (riparian habitat) แหล่งโป่ง ปลักโคลน ซึ่งอยู่ในพื้นที่ราบ รวมทั้งอยู่ใกล้หน่วยพิทักษ์ป่า และการศึกษาการเลือกใช้พื้นที่อาศัยของสมเสร็จ (*Tapirus indicus*) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่ามีความสัมพันธ์กับพื้นที่ที่เป็นแหล่งที่ราบ ลำห้วย อ่างเก็บน้ำ ในหน้าแล้ง (สมหญิง, 2549)

7. การวิเคราะห์ความต้องการปัจจัยทางนิเวศวิทยาและการใช้โปรแกรม Biomapper

ปัจจุบันได้มีการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ที่ชื่อว่า Biomapper เพื่อประเมินถิ่นอาศัยที่เหมาะสม (Engler *et al.*, 2004) ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการใช้กับวิเคราะห์ข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏของสัตว์ป่าหรือกิจกรรมของมนุษย์ เพื่อหาความสัมพันธ์กับปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม (environmental factors) และปัจจัยทางด้านชีวภูมิศาสตร์ (biophysical factors) เป็นวิธีการเชิงสถิติใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สร้างสมการความสัมพันธ์ เช่น การใช้ฟังก์ชันในการทำสมการเชิงเส้น (generalized linear modeling) ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับข้อมูลการพบเห็นสัตว์ป่าและกิจกรรมของมนุษย์

การใช้ชุดข้อมูลของชนิดพันธุ์เพื่อทำนายถิ่นอาศัยที่เหมาะสม การวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการปัจจัยทางนิเวศวิทยาของแต่ละชนิดสามารถผสมผสานทั้งการสำรวจข้อมูลชนิดพันธุ์และปัจจัยแวดล้อมเฉพาะตัวโดยปัจจุบันนี้สามารถใช้โปรแกรม Biomapper ทำการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยของชนิดพันธุ์ได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมที่สร้างโดยการใช้โปรแกรม Biomapper

ที่มา: Hirzel *et al.* (2002)

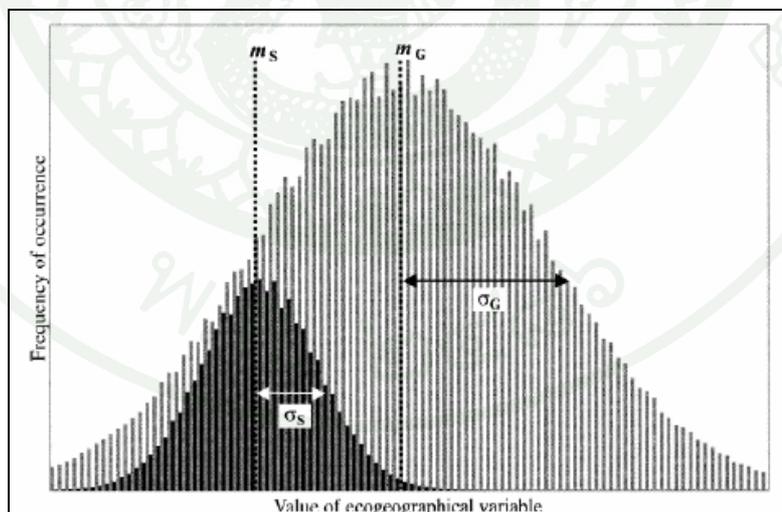
การวิเคราะห์ความต้องการปัจจัยทางนิเวศวิทยากับโปรแกรม Biomapper จะรวมเครื่องมือการวิเคราะห์ทางสถิติและการทำแผนที่โดยใช้แผนที่ในรูปแบบของตารางกริด จำนวนตัวแปรทางด้านปัจจัยแวดล้อมในรูปแบบตารางกริด การนำเข้าข้อมูลเข้าในกระบวนการเพื่อสร้างออกมาเป็นค่านิเวศภูมิศาสตร์ (Eco-geographical Value: EGV) โดยโปรแกรมจะสร้างการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความต้องการปัจจัยทางนิเวศวิทยาของแต่ละชนิด ซึ่งโปรแกรมจะทำการคำนวณหาความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลกับปัจจัยแวดล้อมทางด้านนิเวศวิทยา โดยมีการแปลงข้อมูลปัจจัยแวดล้อมที่ไม่มีความสัมพันธ์เชิงสถิติ (uncorrelated factors)

ข้อดีของการวิเคราะห์ความต้องการปัจจัยทางนิเวศวิทยา คือสามารถใช้กับกรณีของชุดข้อมูลการไม่ปรากฏของชนิดพันธุ์ ไม่จำเป็นต้องมีชุดข้อมูลนี้เพราะการเก็บข้อมูลในพื้นที่อนุรักษ์ขนาดใหญ่ทำได้ค่อนข้างยาก ในการเปรียบเทียบเชิงสมการถดถอยพหุคูณ (multiple logistic regression) ใช้ความต้องการปัจจัยทางนิเวศวิทยาอธิบายและทำนายถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับชนิดพันธุ์ใดๆ ในการคำนวณความสมดุลการกระจาย (equilibrium distribution) และให้แปรผลเมื่อชุดข้อมูลชนิดพันธุ์มีระดับความมากมายที่สมบูรณ์ (Hirzel, 2001) โดยขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

- 1) เตรียมข้อมูลแผนที่นิเวศภูมิศาสตร์ เพื่อใช้สำหรับนำเข้าในการวิเคราะห์ ENFA
- 2) ทำการเปรียบเทียบการวิเคราะห์สถิติเชิงปริมาณ เช่น การวิเคราะห์ค่าการกระจายของข้อมูล
- 3) จำลองข้อมูลเชิงสองมิติและสามมิติ
- 4) การคำนวณและวิเคราะห์ความต้องการปัจจัยทางนิเวศวิทยา (ENFA) และแปรผล
- 5) สร้างแผนที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสม
- 6) การประเมินความถูกต้องแม่นยำของการทำนายโดยการใ้ Means of cross-validation

หลักการเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความต้องการปัจจัยทางนิเวศวิทยา คือการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลในกับปัจจัยแวดล้อมของพื้นที่ที่ข้อมูลปรากฏอยู่ในรูปที่มีความหลากหลายทางมิติ (Guisan and Zimmermann, 2000) ความเหมาะสมของถิ่นอาศัยจะอยู่บนพื้นฐานของโครงสร้าง (ภาพที่ 3) โดยจะจำแนกเป็น

- 1) Marginality of the species คือ ค่ากลางของชนิดพันธุ์นั้นๆ จะแตกต่างจากค่ากลางปัจจัยแวดล้อมทั้งหมดของพื้นที่
- 2) Specialization of the species คือ สัดส่วนของความแปรปรวนทั้งหมดกับความแปรปรวนของชนิดพันธุ์



ภาพที่ 3 การกระจายของชนิดพันธุ์เป้าหมายกับปัจจัยความต้องการทางนิเวศวิทยา

ที่มา: Hirzel *et al.* (2002)

จากภาพแสดงการกระจายของชนิดพันธุ์ที่เป็นส่วนหนึ่ง (subset) ของการกระจายแบบทั้งหมดของพื้นที่ศึกษา (global distribution) โดยอ้างอิงจากแนวความคิดเรื่องความต้องการปัจจัยทางนิเวศวิทยาที่กล่าวถึงเซลล์ที่พบการปรากฏหรือชุดข้อมูลการสำรวจของชนิดพันธุ์เป้าหมายจะมีปริมาณมากเกินไป (multidimensional space) ของตัวแปรทางนิเวศวิทยา หากค่า EGVs เป็น Multi-normal การสร้างกราฟแสดงการกระจายของชุดข้อมูลจะต้องเป็นเป็นรูป Hyper-ellipsoids shape ในการวิเคราะห์ Global distribution ในกรณีที่มีแกนในรูปแบบ 3 มิติ หลักการเบื้องต้นของแนวความคิดนี้จะแสดงในรูปแบบสมการที่ 1 และ 2 ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่เป็น Marginality factors และ Specialization factors แต่สมการที่ใช้สำหรับคำนวณใน โปรแกรม Biomapper จะเป็นแบบ Multidimensional EGVs (Williams and Araujo, 2000)

ค่า Specialization (λ) สูง หมายถึงชนิดพันธุ์นั้นๆ มีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อม (egv) สูง ส่วนค่า Tolerance สูง หมายถึง ในพื้นที่ศึกษานั้น มีการปรากฏของชนิดพันธุ์สัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมที่กว้าง (Engler *et al.*, 2004; Hirzel *et al.*, 2002) ส่วนค่า Eigen-values จะลดลงอย่างรวดเร็วจากปัจจัยลำดับที่ 2 จนถึงปัจจัยสุดท้าย ดังนั้นปัจจัย 4-5 ปัจจัยแรกเท่านั้นที่ใช้ในการคำนวณถิ่นอาศัยที่เหมาะสมได้

การคำนวณค่าดัชนีความเหมาะสมของถิ่นอาศัย (habitat suitability index) สามารถคำนวณในแต่ละเซลล์ของภูมิประเทศ โดยการเปรียบเทียบค่าของปัจจัยในแต่ละตำแหน่งกับค่ากลางของการกระจายของชนิดพันธุ์ต่อปัจจัยนั้นๆ (Hirzel *et al.*, 2002) การใช้ชุดข้อมูลทุกชุดข้อมูล การคำนวณความต้องการปัจจัยทางนิเวศวิทยาจะทำได้โดยการสร้างและการทำนายแผนที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับในแต่ละตารางกริดของพื้นที่ศึกษา

8. เทคนิคการสำรวจสัตว์ป่าและภัยคุกคามและความเป็นไปได้ในการสำรวจด้วยลาดตระเวนติดตามทรัพยากรธรรมชาติ

8.1 วิธีการสำรวจสัตว์ป่าจากร่องรอยจากเส้นทางสำรวจ (line transect)

การสำรวจประชากรสัตว์ป่าไม่มีวิธีการและสูตรสำเร็จมาตรฐานตายตัวที่สามารถใช้ได้กับสัตว์ป่าทุกชนิดและทุกพื้นที่ การประยุกต์การสำรวจให้เหมาะสมกับชนิด หรือประเภทสัตว์ป่า เวลา ฤดูกาล และสถานที่ ต้องอาศัยแนวทางวิธีการศึกษาหลากหลายที่แตกต่างกัน อาจประยุกต์ใช้

การสำรวจตามแนวเส้นตรง (line transect) เพื่อตรวจสอบบันทึกการพบร่องรอยของสัตว์ป่าและ
ภัยคุกคามได้ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการปฏิบัติงานในสภาพพื้นที่และภูมิประเทศที่
แตกต่างกันตลอดจนความแตกต่างของสัตว์ป่าที่มีความสามารถในการหลบซ่อนและเคลื่อนที่
แตกต่างกัน

8.2 ความเป็นไปได้ในการสำรวจสัตว์ป่าและภัยคุกคามด้วยการลาดตระเวนตรวจติดตาม ทรัพยากรธรรมชาติ

ในประเทศไทยมีดำเนินการด้านการลาดตระเวนตรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติที่
เด่นชัดใน 2 พื้นที่อนุรักษ์ ได้แก่

- 1) การจัดระบบลาดตระเวนในพื้นที่ป่าภาคตะวันตกของไทย ดำเนินการโดยเขตรักษา
พันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งร่วมกับสมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า ประเทศไทย
- 2) การจัดระบบลาดตระเวนในพื้นที่ป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้านตะวันตกของไทย
ดำเนินการโดยโครงการภูเขียว – อีซู ร่วมกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว เป็นการจัดระบบ
ลาดตระเวนเพื่อป้องกันปราบปรามและการเก็บข้อมูลภัยคุกคามต่อสัตว์ป่า ร่วมกับการสำรวจการ
กระจายของสัตว์ป่าสำคัญ เพื่อตรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติอย่างต่อเนื่อง

ซึ่งระบบลาดตระเวนของทั้ง 2 พื้นที่นี้ ได้มีการพัฒนาและเสริมสร้างประสิทธิภาพใน
การปฏิบัติงานลาดตระเวนของพนักงานพิทักษ์ป่า ซึ่งถือว่าเป็นกำลังหลักในการทำงานในพื้นที่ได้
อย่างต่อเนื่อง มีการจัดหลักสูตรการเสริมสร้างความรู้ในการสำรวจข้อมูล การใช้เทคโนโลยี
ภูมิศาสตร์ การใช้ GPS การใช้แผนที่ ซึ่งผลการปฏิบัติงานเหล่านี้จัดว่าเป็นแนวทางหนึ่งในการ
เสริมสร้างความรู้และเป็นประโยชน์ต่อการจัดการพื้นที่อนุรักษ์ของประเทศไทยได้

สำหรับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขื่อนั้น มีลักษณะภูมิทัศน์ป่าไม้ขนาดใหญ่
ประกอบด้วยถิ่นอาศัยหลากหลายประเภท และโครงสร้างทางด้านภูมิศาสตร์ที่หลากหลาย การ
กำหนดวิธีการสำรวจที่อยู่บนพื้นฐานทางสถิติที่เป็นมาตรฐาน จำเป็นต้องใช้ปัจจัยต่างๆ สำหรับ
การกำหนดชั้นของพื้นที่ศึกษา โดยสามารถกำหนดสมมติฐานได้ว่า การปรากฏของสัตว์ป่าจะอยู่
บนพื้นฐานของปัจจัยแวดล้อมที่สำคัญต่อการดำรงชีพ ทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณของแหล่ง

ปัจจัย อุปสรรคทางด้านภูมิประเทศ ปัจจัยแวดล้อม ความสัมพันธ์ภายในกลุ่มและนอกกลุ่มชนิดพันธุ์ การสำรวจลาดตระเวนเพื่อตรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติ สามารถกำหนดขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพอย่างหนึ่งที่จะใช้สำรวจข้อมูลและตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรธรรมชาติ การกำหนดพื้นที่ที่ทีมลาดตระเวนจะออกลาดตระเวน หรือพื้นที่หลักที่มีความชุกชุมของสัตว์ป่าสูง และพบว่ามีความถี่ของการพบภัยคุกคามสูง และแหล่งที่พบแหล่งทรัพยากรที่สำคัญ เช่น แหล่งโป่ง แหล่งน้ำสำคัญ ถ้ำ แหล่งอาหาร ที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของสัตว์ป่า ภายใต้เงื่อนไขสามารถดึงดูดสัตว์ป่าเข้ามาใช้พื้นที่เหล่านี้อย่างมากมา ในขณะที่เดียวกันกับข้อมูลการปรากฏของภัยคุกคาม ในพื้นที่ที่พบว่ามีความถี่ในระดับที่สูง จะสัมพันธ์กับความถี่ของการลาดตระเวน เช่น ไม้หอม หรือเนื้อสัตว์ป่า จะต้องมีการสำรวจอย่างเข้มข้น ในบางเส้นทางที่มีการลาดตระเวนจะมีการเดินลาดตระเวนซ้ำ ในต่างช่วงเวลากัน เช่น ในรอบเดือน หรือรอบปี จำนวนสมาชิกในทีมลาดตระเวน ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ จะแตกต่างกัน การเก็บข้อมูลโดยเจ้าหน้าที่สนาม จะไม่ใช่การสุ่ม และต้องเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ จะส่งผลให้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมีประสิทธิภาพ เพื่อใช้วิเคราะห์ขนาดของกลุ่มประชากรสัตว์ป่า ความมากมายสัมพันธ์ ตลอดจนใช้วิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสม ของสัตว์ป่าและแผนที่ระดับความรุนแรงของภัยคุกคามได้ นอกจากนี้การวิเคราะห์ด้านสัตว์ป่า ร่วมกับการวิเคราะห์ด้านภัยคุกคามในพื้นที่อนุรักษ์ จะเป็นประโยชน์ต่อการเสนอแผนการจัดการพื้นที่อนุรักษ์ได้เป็นอย่างดี

เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการลาดตระเวนนี้ เป็นข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏ (presence-only data) สามารถอนุมานได้ว่า ตำแหน่งที่พบชุดข้อมูลนั้นๆ มีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อม และมีแหล่งปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีพของสัตว์ หรือตำแหน่งนั้นๆ มีปัจจัยที่เอื้อต่อการเกิดภัยคุกคาม ข้อมูลเหล่านี้จัดเป็นข้อมูลการสำรวจแบบสุ่ม (randomize sampling) ที่อาจจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้ในการคำนวณทางสถิติ เพราะไม่มีชุดข้อมูลการไม่ปรากฏ (absence data) ในการทำการศึกษาระบบนิเวศวิทยาจะต้องมีการวางระบบการสำรวจอย่างเป็นมาตรฐาน เช่น การวางเส้นทางสำรวจ (line transect) หรือการสร้างแปลงสำรวจ (sampling plot) ซึ่งเป็นวิธีการที่กระทำได้ยาก หากจะให้ครอบคลุมพื้นที่อนุรักษ์ขนาดใหญ่ และต้องใช้เจ้าหน้าที่ หรือนักวิจัยที่มีความชำนาญและเชี่ยวชาญเป็นจำนวนมาก ซึ่งในการวางแผนการปฏิบัติในพื้นที่จริง หัวหน้าหน่วยงานหรือผู้จัดการพื้นที่อนุรักษ์ จำเป็นต้องใช้อัตรากำลัง เจ้าหน้าที่สนาม ที่ปฏิบัติงานประจำอยู่ในพื้นที่ตามกำลังที่มีอยู่อย่างจำกัด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการในสำรวจข้อมูล

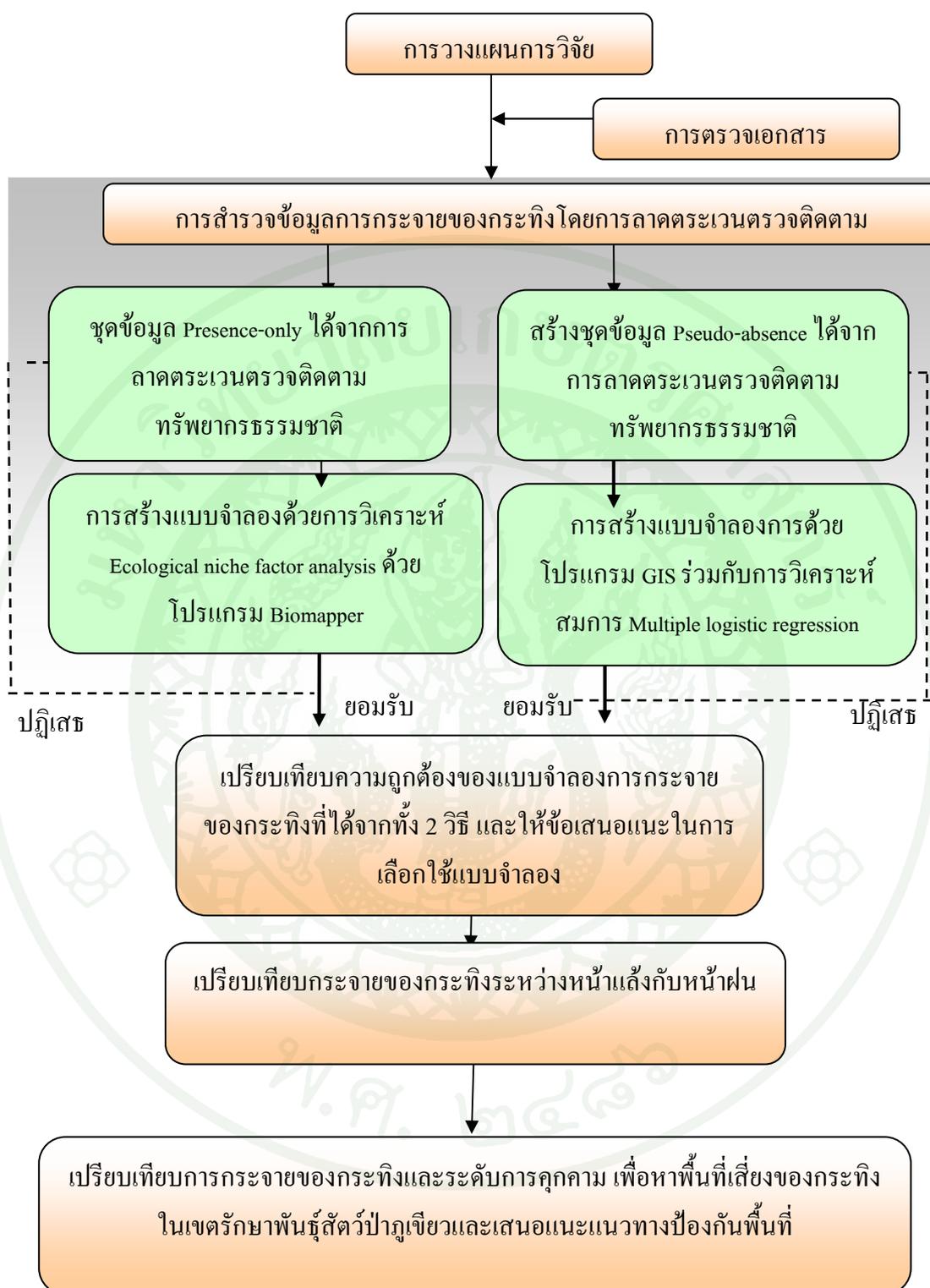
- 1.1 เข็มทิศและเทปวัดระยะขนาด 2 เมตร
- 1.2 เชือกวัดระยะยาว 25 เมตร และ 50 เมตร
- 1.3 กล้องถ่ายภาพพร้อมอุปกรณ์
- 1.4 ตารางบันทึกข้อมูลสัตว์ป่าและรูปแบบของภัยคุกคาม
- 1.5 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Global Positioning System-GPS)

2. อุปกรณ์ในการในการวิเคราะห์ข้อมูล

- 2.1 แผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ครอบคลุมบริเวณพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ มาตราส่วน 1:50000 ระวัง 5241I 5241II 5242II 5341I 5341II 5341III 5341IV 5342III (ที่มา: กรมแผนที่ทหารปี พ.ศ. 2512)
- 2.2 แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม (Landsat 5TM ปี 2549) ครอบคลุมบริเวณพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ มาตราส่วน 1:50000 (ที่มา: ส่วนวิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้ พ.ศ.2543)
- 2.3 เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมระบบปฏิบัติการ
- 2.4 โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ
- 2.5 โปรแกรมสำเร็จรูปทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 2.6 โปรแกรม Biomapper 3.0 (public domain software)

วิธีการ

การศึกษาในครั้งนี้ จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาและทำความเข้าใจรูปแบบและลักษณะการปรากฏของสัตว์ป่า ในพื้นที่เลือกกระทิงเป็นสัตว์เป้าหมายกับภัยคุกคามอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ในพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งพบว่าในปัจจุบันยังมีการล่ากระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวอยู่ ทั้งนี้ กระทิงจัดเป็นสัตว์ป่าสำคัญที่สามารถใช้บอกความสมบูรณ์ของพื้นที่อนุรักษ์ได้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีข้อมูลและการวิจัยการกระจายและการเลือกใช้พื้นที่อาศัยของกระทิงในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีลำดับขั้นตอนในการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลดังภาพที่ 4 ซึ่งรายละเอียดแผนการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการศึกษาแบบจำลองถิ่นอาศัยของกระทิง (*Bos gaurus* H. Smith) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ

1. การเก็บข้อมูลด้วยการลาดตระเวนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการด้วยวิธีการเดินลาดตระเวนและการสำรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ซึ่งเริ่มด้วยการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ลาดตระเวนให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่อง GPS การเก็บและนำเข้าสู่ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ตลอดจนฝึกอบรมด้านเทคนิคการสำรวจและจำแนกชนิดพันธุ์สัตว์ป่าและทรัพยากรธรรมชาติ ในส่วนนี้ดำเนินการ โดยโครงการภูเขียว - อีซู ซึ่งผู้วิจัยเป็นหนึ่งในทีมงานการฝึกอบรมและเก็บข้อมูลการลาดตระเวนเพื่อตรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติ ระหว่างเดือนเมษายน 2549 - ตุลาคม 2550 ซึ่งจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือข้อมูลระหว่างเดือนเมษายน 2549 - มีนาคม 2550 ใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิง และข้อมูลระหว่างเดือนเมษายน 2550 - ตุลาคม 2550 เป็นข้อมูลสำหรับประเมินผลความถูกต้องของแบบจำลอง

โดยการลาดตระเวนเพื่อตรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติ จะเป็นการเดินตามเส้นทางด่านสัตว์ กำหนดเส้นทางลาดตระเวนที่เป็นระบบตามพื้นที่รับผิดชอบของศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียว ทั้ง 6 ศูนย์ ออกลาดตระเวน 3 ครั้งต่อเดือน เป็นครั้งละ 6 วัน ใช้เจ้าหน้าที่ลาดตระเวน 6 - 8 คนต่อชุด ออกลาดตระเวนระหว่างเวลา 8.00 - 16.30 และพักค้างแรมในป่าเมื่อพบเห็นตัวหรือร่องรอยกระทิง และพบเห็นร่องรอยการปรากฏของภัยคุกคามในเส้นทางสำรวจ จะทำการบันทึกด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก

2. ข้อมูลการปรากฏและไม่ปรากฏของกระทิงและภัยคุกคาม

2.1 การเก็บข้อมูล ใช้เทคนิคการลาดตระเวนอย่างเป็นระบบ ซึ่งได้วางแผนทำการเก็บข้อมูลด้านสัตว์ป่าตามเส้นทางลาดตระเวนและเส้นทางด่านสัตว์ป่าในพื้นที่เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีทั้งการปรากฏและไม่ปรากฏของกระทิง ในการใช้เป็นข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูลกับตัวแปรทางสภาพแวดล้อมร่วมกับการวิเคราะห์ทางสถิติโดยเลือกใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องจับพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS) เพื่อบันทึกตำแหน่งที่พบรอยตีนสัตว์ป่า (footprints) ตำแหน่งที่พบตัวและกองมูล (dung count) ซึ่งเป็นดัชนีที่มีสำคัญในการแสดงความมากมายของสัตว์ป่า (นริศ, 2540) และเหมาะสมที่จะใช้สำหรับการเก็บข้อมูลในระยะเวลาที่จำกัด ทั้งนี้เนื่องจากร่องรอยที่มีโอกาสพบเห็นได้บ่อยในบริเวณที่เป็นถิ่นอาศัยของสัตว์ป่า คือรอยตีนและกองมูล อีกทั้งกองมูลของกระทิงมีขนาดใหญ่ สามารถสำรวจพบได้ง่าย อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้จะใช้ร่องรอยอื่นๆ เสียงร้อง และการพบเห็นตัวโดยตรง มาประกอบในการ

สำรวจการกระจายของกระทิง โดยกำหนดให้มีการเดินตามเส้นทางลาดตระเวน ตามพื้นที่
รับผิดชอบของศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียว ทั้ง 6 ศูนย์ กำหนดเส้นทางตามเส้นทางด่านสัตว์ป่า เส้นทาง
ลาดตระเวนตรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติรวมเส้นทางสำรวจ 261 เส้นทาง ระยะทางประมาณ
968 กิโลเมตรโดยชุดข้อมูลการพบปรากฏและไม่ปรากฏของกระทิง นำเข้าระบบสารสนเทศ
ภูมิศาสตร์เพื่อแสดงแผนที่การกระจายของกระทิง

2.2 สร้างชุดข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม (pseudo-absence) เพื่อนำมาเป็นตัวแทนชุดข้อมูล
การไม่ปรากฏ (absence) อาศัยข้อมูลที่ได้จากข้อ 2.1 พิจารณาจากการกระจายของข้อมูลที่ปรากฏ
ของกระทิงและภัยคุกคาม ใช้เทคนิคทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แสดงการจำลองแบบสุ่มด้วย
ด้วยโปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อกำหนดจุดที่เป็นตัวแทนการไม่ปรากฏ โดย
กำหนดขอบเขตรอบจุดที่ปรากฏของกระทิงเป็นระยะ 500 เมตร คัดเลือกจุดที่ตกนอกขอบเขต 500
เมตรเป็นจุดไม่ปรากฏ เพื่อใช้เป็นตัวแทนชุดข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม (pseudo-absence) นำมาใช้
ในขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยของกระทิงด้วยวิธีการทางสถิติ Multiple
logistic regression

3. การเตรียมข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การใช้เครื่อง GPS และแผนที่เชิงทศพทวนการใช้แผนที่ เชื่อมทิศ พร้อมกับการใช้
เครื่อง GPS โดยใช้เครื่อง GARMIN รุ่น 12XL ซึ่งเทคโนโลยีนี้เป็นที่รู้จักคุ้นเคยของเจ้าหน้าที่ภาค
สนาม จัดฝึกอบรมให้แก่เจ้าหน้าที่โดยร่วมกับโครงการภูเขียว - อีซู เพื่อให้ทราบถึงหลักการพื้นฐาน
การใช้งานเบื้องต้น เพื่อบันทึกแนวจุดบนเส้นทาง (waypoint) บันทึกเส้นทาง (route) วัด
ระยะทาง สร้างเส้นทางและถ่ายข้อมูลพิกัดต่างๆ ลงในคอมพิวเตอร์โดยเนื้อหาที่สำคัญคือการใช้
งานเบื้องต้น สร้างความคุ้นเคยกับเครื่องรับสัญญาณ แหล่งพลังงานอุปกรณ์ การติดตั้งแบตเตอรี่
การเปิดปิดเครื่อง การปรับตั้งขั้นต้นสำหรับเครื่องรับสัญญาณ หลักการพื้นฐานของเครื่อง GPS
วิธีใช้งานเบื้องต้นการถ่ายข้อมูล ปรับปรุงจากฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่คณะวนศาสตร์ได้
จัดทำข้อมูลเบื้องต้นไว้ โดยจะทำการนำเข้าทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial layer) และข้อมูลเชิง
คุณลักษณะ (attributes) รายละเอียดการเตรียมข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ชุดข้อมูล	รายละเอียดชั้นข้อมูล	การนำเข้าข้อมูล
1. ข้อมูลเศรษฐกิจและสังคม	ขอบเขตการปกครอง	นำเข้าข้อมูลในรูปแบบของเวกเตอร์ แบบ Polygon
	ตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้าน	นำเข้าข้อมูลในรูปแบบของเวกเตอร์ แบบ Point data
2. พรรณพืช	ประเภทป่า	การแปลงชุดข้อมูล Polygon ให้เป็น Raster
3. สัตว์ป่า	ตำแหน่งที่พบและไม่พบสัตว์ป่า	นำเข้าข้อมูลในรูปแบบของเวกเตอร์ แบบ Point data
	4. สิ่งปลูกสร้าง	ถนน
5. เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า	สิ่งก่อสร้าง อาคาร	นำเข้าข้อมูลในรูปแบบของเวกเตอร์ แบบ Point data
	สำนักงาน	นำเข้าข้อมูลในรูปแบบของเวกเตอร์ แบบ Polygon
	ขอบเขตพื้นที่เขตฯ	นำเข้าข้อมูลในรูปแบบของเวกเตอร์ แบบ Polygon
	ตำแหน่งสำนักงานและหน่วยฯ	นำเข้าข้อมูลในรูปแบบของเวกเตอร์ แบบ Point data
6. ข้อมูลภูมิประเทศ	หน่วยงานใกล้เคียง	นำเข้าข้อมูลในรูปแบบของเวกเตอร์ แบบ Point data
	เส้นชั้นความสูง	นำเข้าข้อมูลชั้นความสูงในรูปแบบของเวกเตอร์โดยมีช่วงห่างของแต่ละชั้นความสูงเท่ากับ 100 เมตร แล้วแปลงข้อมูลชั้นความสูงให้อยู่ในรูปแบบของแรสเตอร์โดยมีขนาดกริดเท่ากับ 25x25 เมตร
	ความชัน	การจำลองความสูงที่อยู่ในรูปแบบแรสเตอร์ ให้เป็นข้อมูลความลาดชัน กำหนดค่าเป็น ร้อยละของความชันแบ่งพื้นที่ตามลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่
7. น้ำ	ภูมิสถานวิทยของพื้นที่	นำเข้าข้อมูลในรูปแบบของเวกเตอร์ แบบ Point data
8. ถิ่นอาศัยสำคัญ	ลำห้วย	นำเข้าข้อมูลในรูปแบบของเวกเตอร์ แบบ Polyline
	แหล่งโป่ง	นำเข้าข้อมูลในรูปแบบของเวกเตอร์ แบบ Point data
9. ภัยคุกคาม	แหล่งน้ำสำคัญ	นำเข้าข้อมูลในรูปแบบของเวกเตอร์ แบบ Point data
	ตำแหน่งที่พบภัยคุกคาม	นำเข้าข้อมูลในรูปแบบของเวกเตอร์ แบบ Point data

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิง ด้วยวิธีการ และชุดข้อมูลที่แตกต่างกัน 2 วิธีการ โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1 การสร้างแบบจำลองและสมการที่ใช้ทำนายการกระจาย

4.1.1 ข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏ (presence-only data) ที่ได้จากการสำรวจติดตาม ทรัพยากรธรรมชาติ จะใช้เทคนิคการสร้างแบบจำลองจากโปรแกรม Biomapper (Hirzel *et al.*, 2002) เพื่อหาค่านิเวศภูมิศาสตร์ (EGV) ซึ่งบ่งบอกความต้องการปัจจัยทางนิเวศวิทยาของกระทิง และ ระดับความเข้มข้นของภัยคุกคาม ตามวิธีการของ Williams and Araujo (2000) ดังสมการที่ 1-4

$$M_{EGV} = \frac{|m_G - m_S|}{1.96} \quad (\text{สมการ 1})$$

$$S_{EGV} = \frac{\sigma_G}{\sigma_S} \quad (\text{สมการ 2})$$

$$M_{EGVs} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^v m_i^2}}{1.96} \quad (\text{สมการ 3})$$

$$S_{EGVs} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^v \lambda_i^2}}{v} \quad (\text{สมการ 4})$$

M = Marginality

S = Specialization

m_i = Marginality of EGV at i

λ_i = Specialization of variables

EGV = Ecogeographical variable

EGVs = Ecogeographical variables

M_G = Mean of EGVs of the whole of study area

M_S = Mean of EGVs of the observation data

σ_G = Standard deviation of EGVs of the whole of study area

σ_S = Standard deviation of EGVs of the observation area

1) สมการที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ค่ากลางการกระจายของปัจจัยแวดล้อมทั้งพื้นที่ (marginality factors)

2) สมการที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ค่ากลางการกระจายของชนิดพันธุ์ต่อปัจจัยแวดล้อมทั้งพื้นที่ (specialization factors) ที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างชนิดพันธุ์เป้าหมายกับปัจจัยด้านนิเวศว่าชนิดพันธุ์มีความต้องการปัจจัยด้านนิเวศสูงหรือต่ำและสามารถสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมด้วยการรวมสมการด้วยโปรแกรม Biomapper เป็นแบบ Multidimensional EGVs (สมการที่ 3 และ 4) โดยที่

- Marginality คือ การวิเคราะห์การกระจายชนิดพันธุ์ต่อค่าเฉลี่ยปัจจัยทางด้านนิเวศที่เหมาะสมทั้งหมดในพื้นที่ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 โดยที่ค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง ปัจจัยแวดล้อมจำกัดการกระจายของชนิดพันธุ์ มีแนวโน้มการกระจายแคบ ส่วนค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึง ปัจจัยแวดล้อมไม่เป็นตัวจำกัดการกระจายของชนิดพันธุ์ สัตว์ป่ากระจายได้กว้างทั่วทั้งพื้นที่

- Specialization คือ การวิเคราะห์การกระจายของชนิดพันธุ์ต่อปัจจัยแวดล้อมแต่ละปัจจัย มีค่าตั้งแต่ 0.00 ขึ้นไป (value= 0-infinity) โดยที่ค่าต่ำ หมายถึง สัตว์ป่ากระจายได้กว้าง หากมีค่าสูงมากๆ หมายถึง สัตว์ป่ากระจายได้แคบ มีความต้องการทางด้านนิเวศที่เฉพาะเจาะจง

- Tolerance คือ ค่าความผกผันของ Specialization มีค่าเป็น 1/S สอดคล้องกับค่า Marginality (Hirzel *et al.*, 2002; Engler *et al.*, 2004)

4.1.2 ข้อมูลที่มีทั้งการปรากฏและไม่ปรากฏ (presence-absence data) ของกระทิงและกบฏุกคาม ที่ได้จากการสำรวจตามเส้นทางลาดตระเวนที่เป็นระบบและมีมาตรฐาน ใช้เทคนิคการสร้างข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม (pseudo-absence) เพื่อใช้เป็นข้อมูลหลักในการสร้างแบบจำลอง โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อม (independent variable) กับการเลือกใช้พื้นที่อาศัยของกระทิง โดยอาศัยเทคนิคทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อทำการวิเคราะห์แบบเทคนิคการซ้อนทับ (overlay technique) ตำแหน่งที่พบและไม่พบสัตว์ (dependent variable) ร่วมกับชั้นข้อมูลปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ร่วมกันการวิเคราะห์ทางสถิติแบบสมการถดถอย (logistic regression) โดยการใช้โปรแกรมทางสำเร็จรูปทางสถิติและสร้างแผนที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงด้วยโปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การวิเคราะห์ทางสถิติ สมการถดถอย ตามวิธีการของ Hosmer and Lemeshow (1989) ได้สมการที่ใช้วิเคราะห์ คือ

$$\text{Prob (event)} = \frac{e^Z}{1 + e^Z} \quad (\text{สมการ 5})$$

$$Z = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p \quad (\text{สมการ 6})$$

$$e = 2.717$$

เมื่อ	Prob (event)	คือ	ค่าโอกาสการปรากฏของสัตว์เป้าหมาย มีค่าเท่ากับ 0-1
	Z	คือ	การปรากฏ หรือการไม่ปรากฏของสัตว์เป้าหมาย
	$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ Logistic
	$x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$	คือ	จำนวนตัวแปรอิสระที่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4.1.3 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นปัจจัยด้านนิเวศที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของกระทิง ได้จากการปรับปรุงฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2545) ดำเนินการแปลงข้อมูลเวกเตอร์ (vector format) ให้เป็นข้อมูลราสเตอร์ (raster format) กำหนดขนาดตารางกริดเท่ากับ 25x25 เมตร โดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แล้วนำเข้าโปรแกรม Biomapper (Hirzel *et al.*, 2002) เพื่อวิเคราะห์ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงต่อไป โดยใช้ปัจจัยด้านนิเวศทั้งสิ้น 9 ปัจจัย (ภาพที่ 5) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มข้อมูล คือ

1) ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศ ได้แก่

1.1) ลักษณะภูมิถิ่นฐาน (geographical morphology)

1.1.1) เขตภูมิประเทศแบบที่ราบลอนลาด (undulating plain) พื้นที่ส่วนใหญ่มีความสูงของภูมิประเทศแตกต่างกันไม่ถึง 150 เมตร มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด

1.1.2) เขตภูมิประเทศแบบหน้าผาชัน (plateau scarp slope) คือพื้นที่ด้านข้างของภูเขาขูดตัด มีลักษณะเป็นหน้าผาสูงชัน ประกอบด้วยสังคมพืชป่าไผ่ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และพื้นที่กำลังฟื้นตัว ซึ่งสภาพพื้นที่ลักษณะนี้อาจพบกระทิงได้เนื่องจากการใช้เป็นเส้นทางผ่านไปยังแหล่งอาหารหรือถิ่นอาศัยอื่น หรือเป็นการเคลื่อนย้ายระหว่างฤดูกาล

1.1.3) เขตภูมิประเทศแบบที่ราบสูงหลังแป (plateau dip slope) คือพื้นที่ส่วนบนของภูเขาขูดตัด พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลอนคลื่นสลับกับเทือกเนินเขาที่ลาดเขาชันที่ราบสูงหลังแปนี้เป็นพื้นที่ต้นน้ำของลำน้ำ สะพุง ลำน้ำสาขาของแม่น้ำชี

1.1.4) เขตภูมิประเทศแบบคาสต์ (karst topography) คือบริเวณที่เป็น ภูเขาหินปูน เช่น ภูเขาหินปูนที่ถูกกัดกร่อนลงอย่างต่อเนื่อง เหลือแต่ซากหักพังกองอยู่กับพื้นดิน จนกลายเป็นที่ราบ หรือที่ราบลอนคลื่น หน้าผารอยเลื่อน เกิดจากการเลื่อนของแผ่นดินทำให้เกิด เป็นหน้าผา

1.1.5) เขตภูมิประเทศแบบภูเขาที่ถูกกัดกร่อน (erosion surface) คือ พื้นที่ตั้งแต่บริเวณตีนภูเขาน้อยจนถึงลำห้วยสาบติดกับบ้านแก่งตาไผ่ ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยป่า ดงดิบแล้ง และมีป่าเต็งรังผสมอยู่ประปราย

1.1.6) เขตภูมิประเทศแบบเขาและภูเขา (mountain and hill) คือพื้นที่ปก คลุมด้วยป่าดงดิบเขาเป็นส่วนมาก

1.1.7) เขตภูเขารูปมีดอีโต้ หรือภูเขาควาย (cuesta) คือพื้นที่ส่วนที่ เป็นหน้าผาชัน ส่วนที่เป็นที่ลาดเชิงเขา และส่วนที่เป็นพื้นที่ลาดเทของสันเขา

1.2) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Digital Elevation Model: DEM) พื้นที่เขต รักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว มีระดับความสูง ระหว่าง 100 - 1,320 เมตร จากระดับน้ำทะเล พื้นที่ส่วน ใหญ่มีความสูงระหว่าง 700 - 900 เมตรจากระดับน้ำทะเล คิดเป็นประมาณร้อยละ 34 ของพื้นที่เขต รักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวทั้งหมด

1.3) ระดับความลาดชัน (slope) พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว มีระดับ ลาดชัน ระหว่างร้อยละ 0 - 50 เมตร พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงจะเป็นบริเวณเขาและภูเขา หน้าผาชัน และลาดเชิงเขา ทางขึ้นภูคิง

2) ปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ ได้แก่

2.1) ชนิดป่า (forest type) พบว่ามีสัดส่วนของพื้นที่ป่าดงดิบมากที่สุด คิด เป็นประมาณร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาเป็นกลุ่มป่าเบญจพรรณ คิดเป็นประมาณร้อยละ 20 ซึ่งนับว่าเป็นแหล่งอาศัยที่เหมาะสมสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยของกระทิง

2.2) แหล่งโป่ง (saltlick) โป่งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว มีทั้งโป่งดินและโป่งน้ำซับ มีกระจายบริเวณที่ราบบนสันแปงของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว โดยการศึกษาครั้งนี้พบแหล่งโป่งจำนวน 73 แห่ง พบแหล่งโป่งหนาแน่นบริเวณตอนกลางของพื้นที่ก่อนไปทางเหนือ บริเวณลุ่มน้ำพรม เช่น โป่งข้างห้วยไม้ซอด โป่งไผ่ โป่งไฮ โป่งห้วยหม้าย

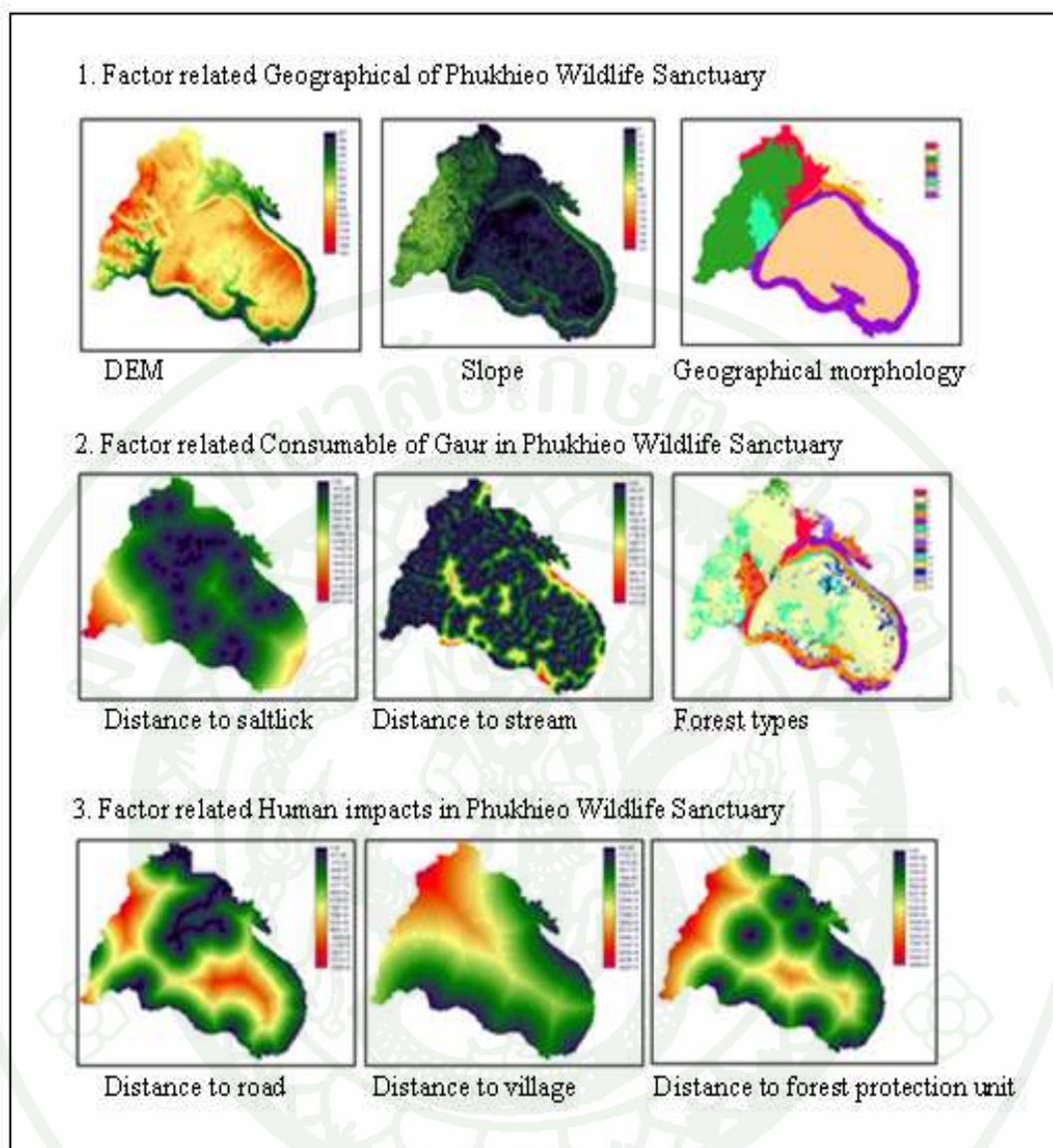
2.3) แหล่งน้ำ (stream) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว เป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญของลำน้ำชี ซึ่งจัดได้ว่าเป็นสายเลือดเส้นสำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ลักษณะโครงสร้างของพื้นที่อาจแยกออกได้เป็นสามลุ่มน้ำใหญ่ เช่น ลุ่มน้ำพรม อยู่ทางตอนเหนือของพื้นที่เป็นแหล่งให้น้ำที่สำคัญแก่เขื่อนจุฬาภรณ์ ลุ่มน้ำชี เป็นพื้นที่ปลายสุดของลำน้ำชีอยู่ทางทิศตะวันตกของพื้นที่ และลุ่มน้ำสะพุง เป็นลุ่มน้ำที่ใหญ่ที่สุดของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ครอบคลุมพื้นที่ราบสูงทั้งหมดทางตอนใต้ของพื้นที่

3) ปัจจัยด้านกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่

3.1) ถนน (road) เส้นทางภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว มีเส้นทางหลัก 1 เส้นทางที่เป็นถนนลาดยางเริ่มต้นจากศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียวถึงที่ทำงานเขตบริเวณทุ่งกะมัง มีระยะทางประมาณ 20 กิโลเมตร

3.2) หน่วยพิทักษ์ป่า (wildlife sanctuary protection unit) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว มีการแบ่งสายการบริหารพื้นที่ออกเป็นศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียว มีทั้งหมด 6 ศูนย์ และมีหน่วยพิทักษ์ป่ากระจายอยู่รอบตามแนวเขตทั้งหมด 16 หน่วยพิทักษ์ป่า

3.3) หมู่บ้าน (village) หมู่บ้านที่อยู่รอบๆ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว มีประมาณ 59 หมู่บ้าน ตามแนวด้านทิศตะวันออกและทิศใต้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว



ภาพที่ 5 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)

4.1.4 ระดับคะแนนความเหมาะสม โดยการจำแนกระดับพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการกระจายของกระทิงและเข้มข้นของภัยคุกคาม ดังนี้

- ค่าระดับคะแนนพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการกระจายของกระทิง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 – 1.00 แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ เหมาะสมน้อย เหมาะสมปานกลาง และเหมาะสมมาก ซึ่งมีค่าคะแนนเท่ากับ 0 – 0.33 0.34 – 0.66 และ 0.67 – 1.00 ตามลำดับ

- ค่าระดับคะแนนความเข้มข้นของระดับการคุกคาม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 – 1.00 แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับน้อย ระดับปานกลาง และระดับมาก ซึ่งมีค่าคะแนนเท่ากับ 0 – 0.33 0.34 – 0.66 และ 0.67 – 1.00 ตามลำดับ

4.2 การวัดความถูกต้องของแบบจำลอง

ศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลอง ระหว่างแบบจำลองที่สร้างด้วยโปรแกรม Biomapper3.2 และแบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีการทางสถิติแบบสมการถดถอย (logistic regression) ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยทำการจำแนกข้อมูลไว้สำหรับทำการวิเคราะห์ร้อยละ 80 และร้อยละ 20 เช่นเดียวกับวิธีการของศุภกิจ(2546) สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ ด้วยการใส่ตำแหน่งพิกัดของกระทิงที่ได้จากการสำรวจและสุ่มเลือกมาเป็นตัวแทนในการตรวจสอบความถูกต้องนำมาซ้อนทับกับแผนที่การกระจายของกระทิงที่ได้ทำการวิเคราะห์และได้จัดชั้นข้อมูลไว้ จากนั้นทำการวิเคราะห์ตรวจสอบร้อยละความถูกต้องของข้อมูลการกระจายของกระทิง ด้วยการวัดความถูกต้องของแบบจำลองด้วยการหาพื้นที่ใต้กราฟ (Area Under Curve – AUC) ของ Receiver Operating Characteristic (ROC) ด้วยการใช้ชุดข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (test data) โดยที่ค่า AUC มีค่าระหว่าง 0.00 – 1.00 (Hosmer and Lemeshow, 2000) หากค่าใกล้เคียง 1.00 แสดงว่าแบบจำลองมีความถูกต้องสูงมาก

4.3 เปรียบเทียบถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝนด้วยวิธี Turnover rate

เปรียบเทียบถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝน โดยพิจารณาจากพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในหน้าแล้งและหน้าฝน คำนวณค่าร้อยละของพื้นที่ที่เพิ่มขึ้น (gain area) และค่าพื้นที่ที่หายไป (loss area) เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าอัตรา

เปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ (turnover rate) ซึ่งตัดแปลงจากการหาค่า Beta diversity metrics (Cuesta-Camacho *et al.*, 2006) ดังต่อไปนี้

$$T = 100 \times \frac{(G+L)}{(R+G)} \quad (\text{สมการ 7})$$

- เมื่อ T = อัตราเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ ระหว่างช่วงเวลา
 G = พบว่าพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมทั้งหมดของกระทิงที่เพิ่มขึ้นระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝน
 L = พื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมที่หายไปของกระทิงระหว่างหน้าแล้งและฝน
 R = พื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมทั้งหมดของกระทิงในหน้าฝน

หากค่าอัตราเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ ระหว่างช่วงเวลา (T) เท่ากับ 0 หมายถึง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่อาศัยระหว่าง 2 ฤดูกาล และหากค่าอัตราเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ ระหว่างช่วงเวลา (T) เท่ากับ 100 หมายถึง มีการเปลี่ยนแปลงการครอบครองพื้นที่แตกต่างจากเดิมอย่างสมบูรณ์

สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย

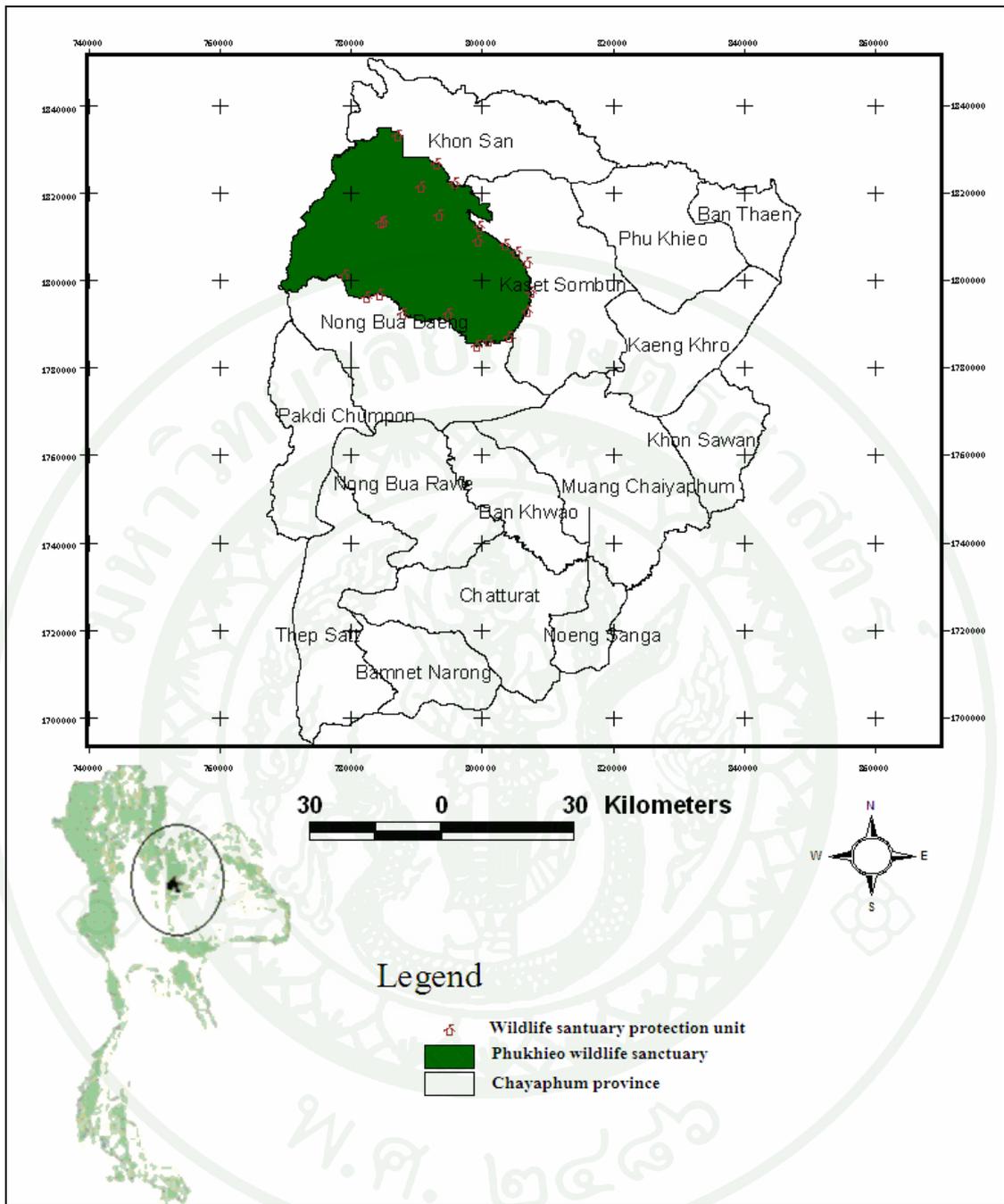
1. ระยะเวลาการทำวิจัย

ดำเนินการศึกษาวิจัยในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ ระหว่างเดือน
เมษายน 2549 – ตุลาคม 2550

2. พื้นที่ศึกษา

2.1 ประวัติความเป็นมา

พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว เดิมเป็นพื้นที่ป่าที่ถูกกำหนดเป็นป่าโครงการไม้
กระยาเลยภูเขียวหมวดที่ 4 ในปี พ.ศ. 2498 เป็นพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติขึ้นกับป่าไม้เขตนครราชสีมา
มีการทำไม้บางส่วนออกมา ตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2502 ถึง พ.ศ. 2512 ก่อนที่จะประกาศเป็นเขตรักษา
พันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จากการทำไม้เนื้อทำให้ราษฎรใช้เส้นทางนี้เดินทางเข้าไปบุกรุกทำลายป่าอัน
อุดมสมบูรณ์ส่วนนี้อย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งทำการล่าสัตว์ป่าเพื่อเป็นอาหารและส่งออกขายในตัว
เมือง โดยเฉพาะกระซู่ ซึ่งเป็นสัตว์ป่าสงวนที่หายากมาก ได้ถูกล่าไปถึง 3 ตัว ในช่วงปี พ.ศ. 2510 -
2513 ในบริเวณทุ่งกะมัง อันเนื่องมาจากการที่สัตว์ป่าสงวนที่สำคัญ ได้ถูกลักลอบล่าและป่าไม้ได้
ถูกทำลายเนื้อทำให้ นายศักดิ์ วัฒนกุล ป่าไม้จังหวัดชัยภูมิในสมัยนั้น (พ.ศ. 2513) ได้เสนอต่อ
กรมป่าไม้ให้ประกาศพื้นที่นี้เป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโดยด่วน กรมป่าไม้จึงได้ส่งเจ้าหน้าที่ออก
ทำการสำรวจและประกาศเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ในปี พ.ศ. 2515 โดยประกาศคณะ
ปฏิวัติ ฉบับที่ 154 ลงวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2515 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 89 ตอน
ที่ 82 วันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2515 เนื้อที่ 883,125 ไร่ หรือ 1,314 ตารางกิโลเมตร พร้อมทั้งอพยพ
ราษฎรออกจากเขตพื้นที่ 140 ครอบครัว ต่อมาในปี พ.ศ.2522 ได้ผนวกพื้นที่เพิ่มเติม โดยประกาศ
ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่มที่ 96 ตอนที่ 32 วันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2522 ในปัจจุบันมีพื้นที่
รับผิดชอบประมาณ 1,567 ตารางกิโลเมตร ซึ่งแผนที่แสดงที่ตั้งและพื้นที่รับผิดชอบของเขตรักษา
พันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แผนที่แสดงที่ตั้งและพื้นที่รับผิดชอบของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว

2.2 ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ป่าภูเขาเขียว เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มป่าผืนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้าน ตะวันตก ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ป่าอนุรักษ์ตามกฎหมายอีก 8 พื้นที่ คือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ตาดหมอก ภูกระดึง ภูผาม่าน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขาเขียว ตะแบะ - ห้วยใหญ่ ภูผาแดง และผาผึ้ง ลักษณะภูมิประเทศ ประกอบด้วยภูเขาล้อมรอบพื้นที่ราบสูงตอนกลางพื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์ สัตว์ป่าภูเขาเขียว มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 235 - 1,310 เมตร ตอนเหนือของพื้นที่ถูกรอบด้วย เทือกเขาภูเขาน้อย และต่อด้วยเทือกเขาภูเขาใหญ่ ทอดเป็นแนวยาวทางด้าน ทิศทางตะวันออก และวกลงได้กลับขึ้นไปจรดภูเขาน้อยทางทิศตะวันตก ทำให้ลักษณะพื้นที่คล้ายรูปเกือกม้า ด้าน ตะวันตกของพื้นที่มีลักษณะเป็นภูเขา ส่วนใหญ่เป็นภูเขาหินปูน ยอดเขาสูงที่สุดคือ เขาเฉลียง ตาแดด มีความสูง 1,310 เมตร บางส่วนเป็นเทือกเขาหินปูนซึ่งประกอบด้วยถ้ำขนาดใหญ่ที่มีความ สวยงามหลายแห่งมียอดเขาที่สูงที่สุดได้แก่ ยอดเขาโป่งทองหลาง (1,310 เมตร)

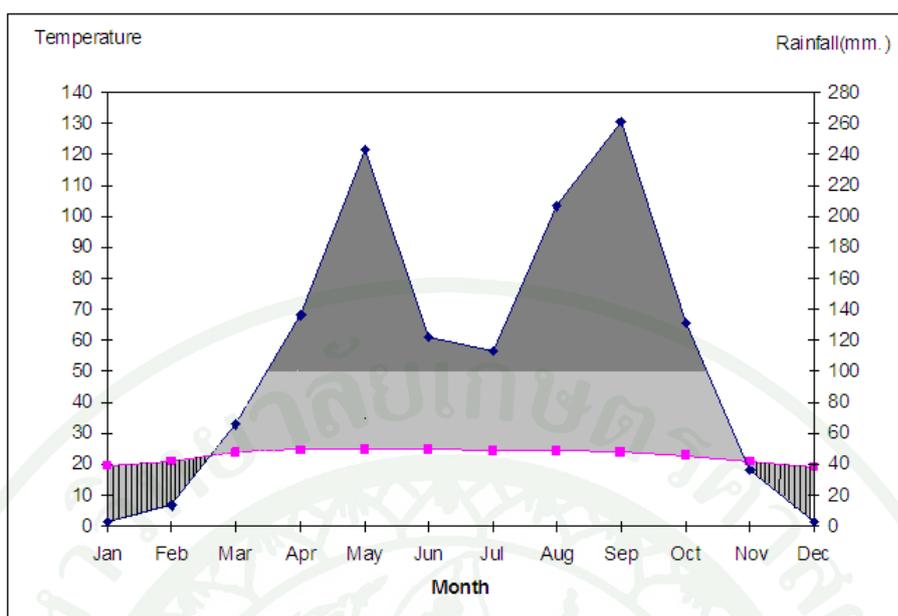
2.3 ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขาเขียว จัดอยู่ในระบบกึ่งเขตร้อน (tropical savana climate AW) มี 3 ฤดูกาล คือ หน้าแล้ง หน้าฝน และหน้าหนาว โดยบริเวณที่ราบตอนบน ของพื้นที่กับบริเวณเชิงเขาจะมีความแตกต่างของอากาศและปริมาณน้ำฝนมาก โดยมีปริมาณน้ำฝน เฉลี่ยทั้งพื้นที่ต่อปีประมาณ 1,100 มิลลิเมตร บริเวณทุ่งกะมัง 1,500 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด และต่ำสุดตลอดปี 27 องศาเซลเซียส และ 17 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 39 องศา เซลเซียส เดือนกันยายนมีปริมาณน้ำฝนมากที่สุด หน้าหนาวมีอุณหภูมิต่ำสุดคือ 2 องศาเซลเซียส ข้อมูลสถิติภูมิอากาศแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 7 ทั้งนี้สามารถแบ่งช่วงหน้าแล้งและหน้าฝนใช้ ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนตามวิธีการสร้าง Walther's climate diagram กำหนดเดือนที่ มีปริมาณน้ำฝนต่อเดือนมากกว่า 100 มิลลิเมตร เป็นหน้าฝนและเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าเป็น หน้าแล้ง โดยหน้าแล้งอยู่ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม และหน้าฝนอยู่ระหว่างเดือน เมษายนถึงเดือนตุลาคม

ตารางที่ 2 อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝน ระหว่างปี พ.ศ. 2540-2550

ปี พ.ศ.	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์	ปริมาณน้ำฝน
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	เฉลี่ย (%)	เฉลี่ย (มม.)
2540	26.5	18.5	22.48	90.65	910.4
2541	27.3	18.7	22.99	88.87	1442.6
2542	28.2	18.1	23.17	81.93	1418.4
2543	26.3	18.2	22.23	91.48	1422.2
2544	26.6	19.3	22.96	92.83	1253
2545	27.3	18.6	22.94	92.91	1544.7
2546	27.9	18.4	23.13	89.21	1281
2547	27.7	17.8	22.72	89.14	1142.5
2548	27.2	18.5	22.84	87.63	1459.2
2549	27.2	18.5	22.82	81.74	1685.8
2550	26.6	17.8	22.20	91.19	1274.3
Ave.	27.1	18.4	22.77	20.58	21.68

ที่มา: สถานีตรวจวัดอากาศเขื่อนจุฬาภรณ์ จังหวัดชัยภูมิ (2551)

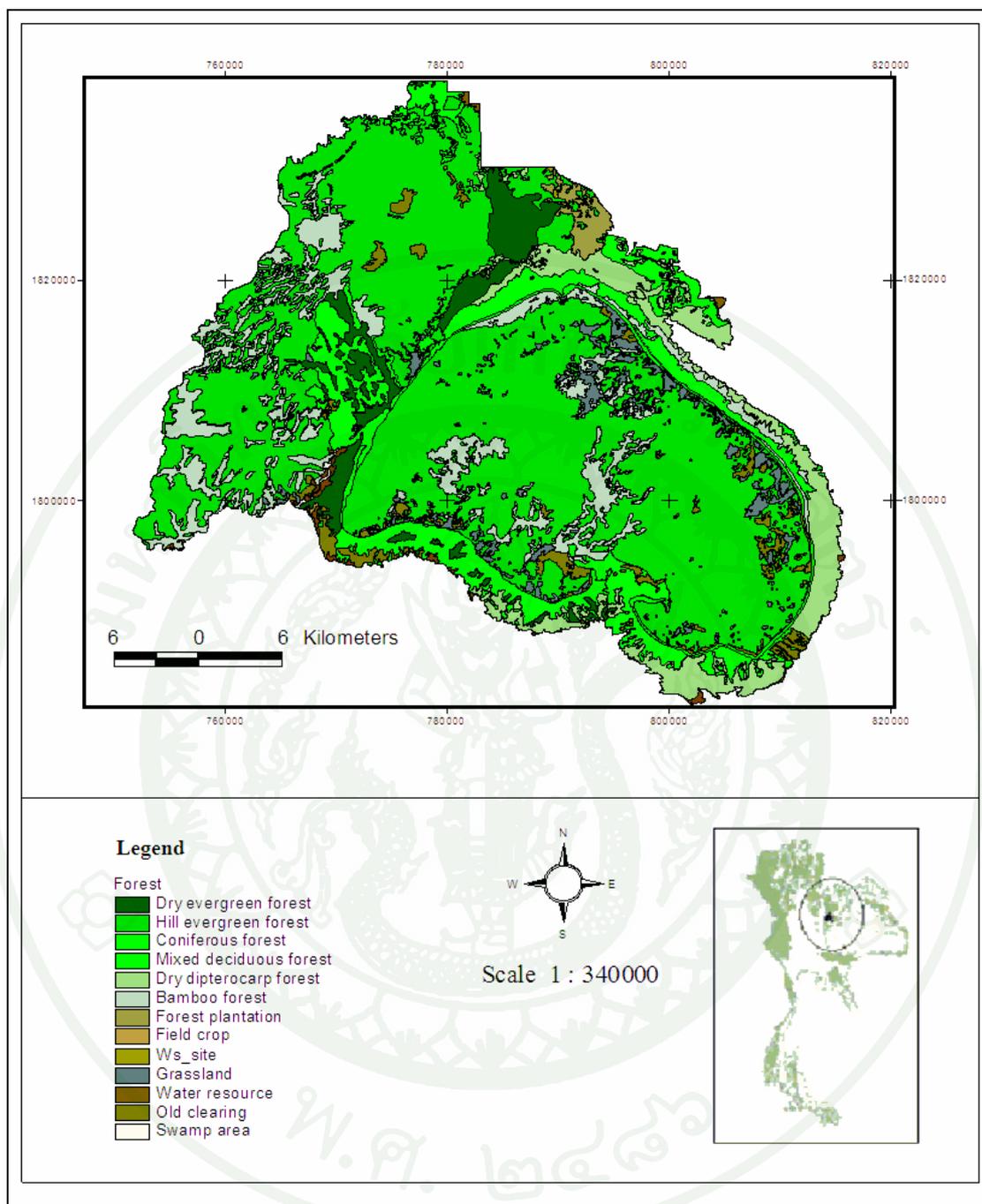


ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิของพื้นที่ศึกษา ระหว่างปี พ.ศ. 2540 - 2550

ที่มา: สถานีตรวจวัดอากาศเขื่อนจุฬาภรณ์ จังหวัดชัยภูมิ (2551)

2.4 ทรัพยากรป่าไม้

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวเป็นผืนป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีความหลากหลายทางสภาพพื้นที่ ทำให้เกิดสังคมพืชกลุ่มดินขึ้นหลายรูปแบบด้วยกัน ที่สำคัญได้แก่ สังคมป่าดงดิบเขา ในระดับต่ำ สังคมป่าดงดิบแล้ง สังคมพืชป่าเต็งรัง สังคมป่าผสมผลัดใบ และสังคมทุ่งหญ้า นอกจากนี้ยังมีสังคมพืชขนาดเล็กปรากฏให้เห็นเป็นพิเศษในบางจุดของพื้นที่ เช่น สังคมธารน้ำไหล สังคมผาหิน สังคมบึง เป็นต้น ลักษณะความหลากหลายของสังคมพืชในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว แสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ความหลากหลายของสังคมพืชในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว

2.5 ความหลากหลายทางชีวภาพของพรรณพืชและสัตว์ป่า

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงที่เอื้อประโยชน์ต่อทุกชีวิต ประกอบไปด้วยความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศสิ่งมีชีวิตประกอบไปด้วยพืชที่มีท่อลำเลียงร้อยละ 17.97 ของพืชที่มีท่อลำเลียงในประเทศไทย ส่วนสัตว์ป่ามีกระดูกสันหลังพบถึงร้อยละ 33.57 ของที่มีรายงานพบในประเทศไทย ทั้งนี้เพราะความหลากหลายทางชีวภาพสูง ประกอบกับมีพื้นที่เชื่อมมีต่อเป็นพื้นที่เดียวกับอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว อุทยานแห่งชาติตาคลี และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตะแบก-ห้วยใหญ่ และป่าสงวนแห่งชาติป่าภูซำผักหนาม จากการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของพรรณพืชและสัตว์ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวของคณะวนศาสตร์ (2532) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว

ความหลากหลาย	จำนวนชนิด	วงศ์	สกุล
พืชที่มีท่อลำเลียง	1,674	202	837
ไลเคนส์	ไม่มีรายงาน	13	20
สัตว์ป่ามีกระดูกสันหลัง	744	136	450
สัตว์เลื้อยคลาน	57	25	47
นก	356	61	205
สัตว์เลื้อยคลาน	28	12	21
สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก	15	6	8
ปลา	6	11	20

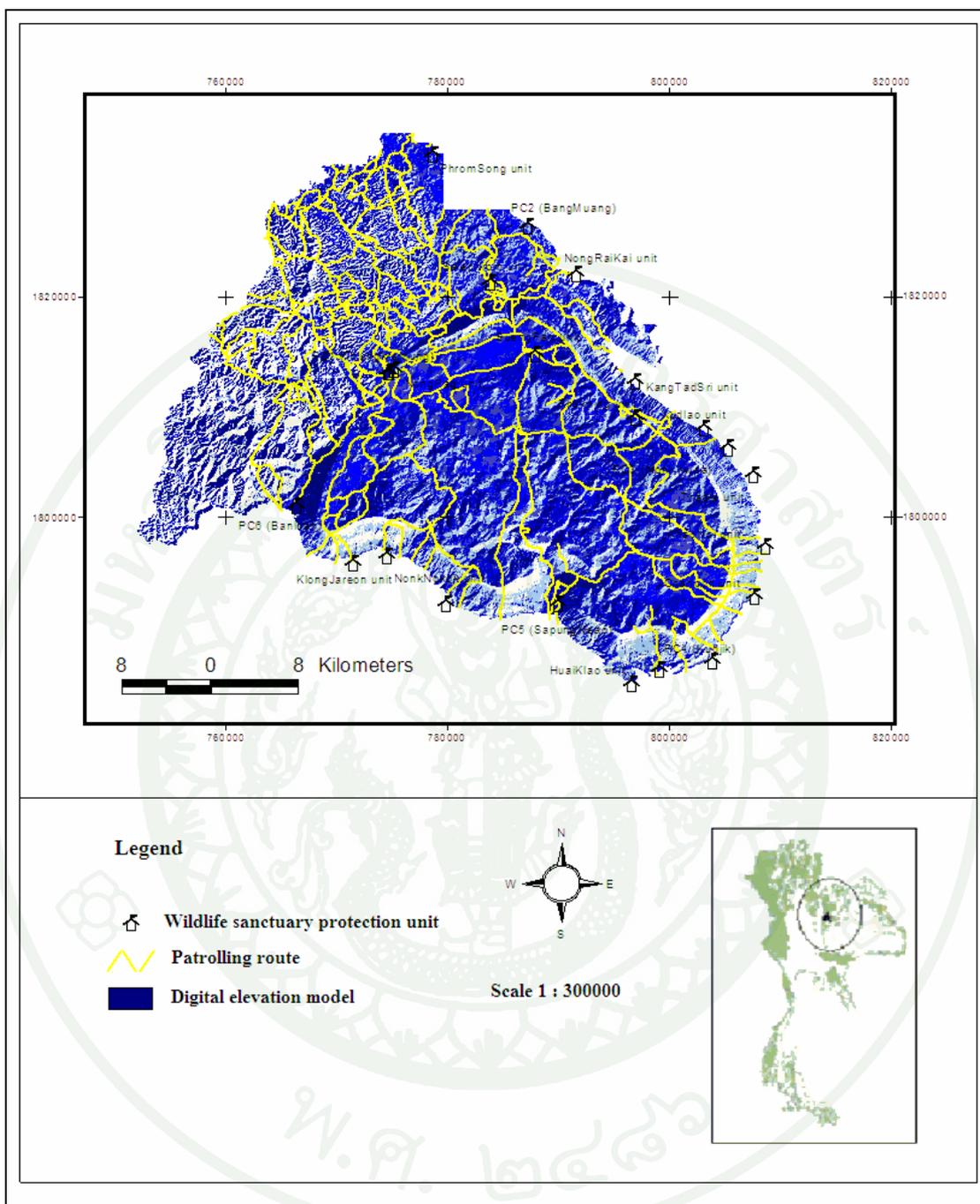
สัตว์ป่าชนิดที่หายากและใกล้สูญพันธุ์ ตามที่กล่าวไว้ในรายงานของธนูและกิตติ (2540) ได้แก่ กระซู่ (*Dicerorhinus sumatrensis*) หม่าโน (*Panthera tigris* Linneaus) ช้างป่า (*Elephas maximus* Linneaus) และเป็ดก่า (*Cairina scutulata*) เป็นต้น

ผลการศึกษาและการวิจารณ์

การศึกษาแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวครั้งนี้ แบ่งข้อมูลเป็น 2 ช่วง คือ 1) ข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิง ระหว่างเดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550 และ 2) ข้อมูลสำหรับประเมินผลของแบบจำลอง ระหว่างเดือนเมษายน-ตุลาคม 2550 ผลการศึกษาที่ได้แบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Biomapper

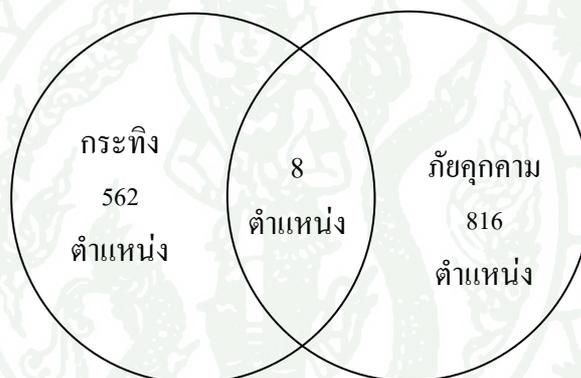
ผลจากการลาดตระเวนและการสำรวจติดตามตรวจสอบทรัพยากรธรรมชาติ ด้วยการลาดตระเวนทั้งหมดจำนวน 261 ครั้ง ระยะทางประมาณ 968 กิโลเมตร (ภาพที่ 9) ครอบคลุมทั้งพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จำนวนตำแหน่งที่พบตัวและร่องรอยของกระทิงจำนวน 562 จุด และร่องรอยของภัยคุกคามจำนวน 816 จุด มีตำแหน่งที่ซ้อนทับกันซึ่งเป็นจุดที่พบทั้งกระทิงและจุดที่พบภัยคุกคาม จำนวน 8 ตำแหน่ง ดังแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 10 โดยที่การกระจายของตำแหน่งที่พบกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว มีความชุกชุมอยู่บริเวณตอนกลางถึงตอนบนของพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณทุ่งกะมัง ห้วยโป่งไฮ ห้วยโป่งไผ่ เขาโป่งดินแดง เขาภูตะเคองจนถึงถ้าครอบ ฯลฯ แหล่งโป่งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแสดงในภาพที่ 11 และ 12 โดยมีเส้นทางหากินติดต่อกันกับผืนป่าอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตะแบะ-ห้วยใหญ่ เป็นต้น สำหรับการกระจายของกระทิงในหน้าฝนและหน้าแล้ง พบทั้งสิ้น 354 และ 217 ตำแหน่งตามลำดับ ส่วนภัยคุกคามจะพบบริเวณแนวเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ซึ่งมีหมู่บ้านอยู่รอบๆ โดยเฉพาะทางด้านทิศใต้ของพื้นที่ ซึ่งข้อมูลการสำรวจพบกระทิงและภัยคุกคามนี้ จะนำเข้าไปโปรแกรม Biomapper เพื่อสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงและระดับความเข้มข้นของการคุกคามต่อไป การกระจายของตำแหน่งที่พบกระทิงและภัยคุกคาม และการสร้างชุดข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม แสดงในภาพที่ 13 และ 14 ตามลำดับ



ภาพที่ 9 เส้นทางการเดินทางลาดตระเวนเพื่อตรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติ
(เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)

ตารางที่ 4 จำนวนจุดที่สำรวจพบกระทิงและภัยคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว
(เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)

ช่วงเวลา	ตำแหน่งการ ปรากฏของ กระทิง	ตำแหน่งการ ปรากฏของภัย คุกคาม	ตำแหน่งที่พบ กระทิงและ ภัยคุกคาม
หน้าฝน เมษายน 2549 - ตุลาคม 2549	345	289	1
หน้าแล้ง พฤศจิกายน 2549 - มีนาคม 2550	217	527	7
รวมทั้งปี เมษายน 2549 - มีนาคม 2550	562	816	8



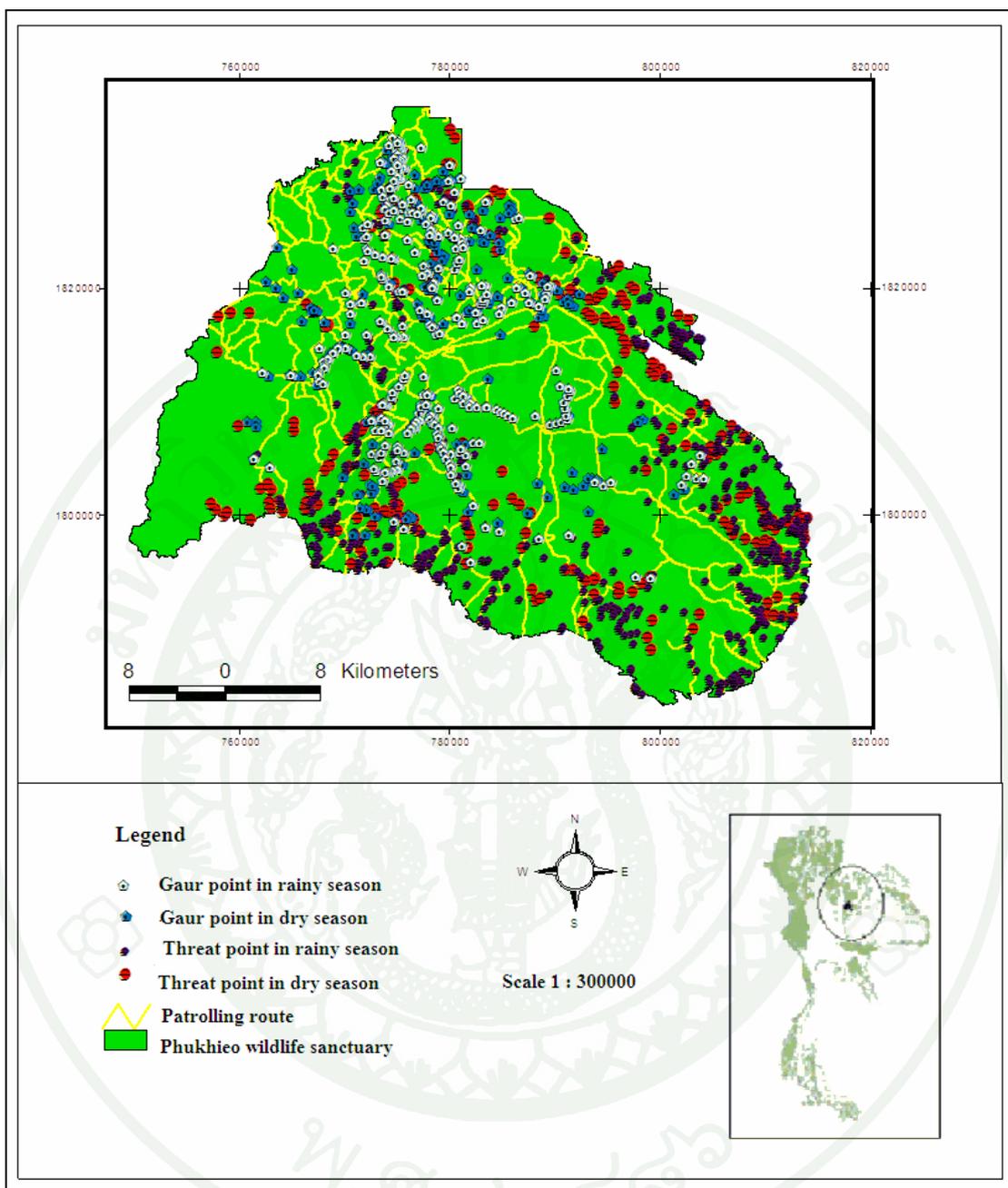
ภาพที่ 10 จำนวนจุดที่พบกระทิงและภัยคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว
(เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)



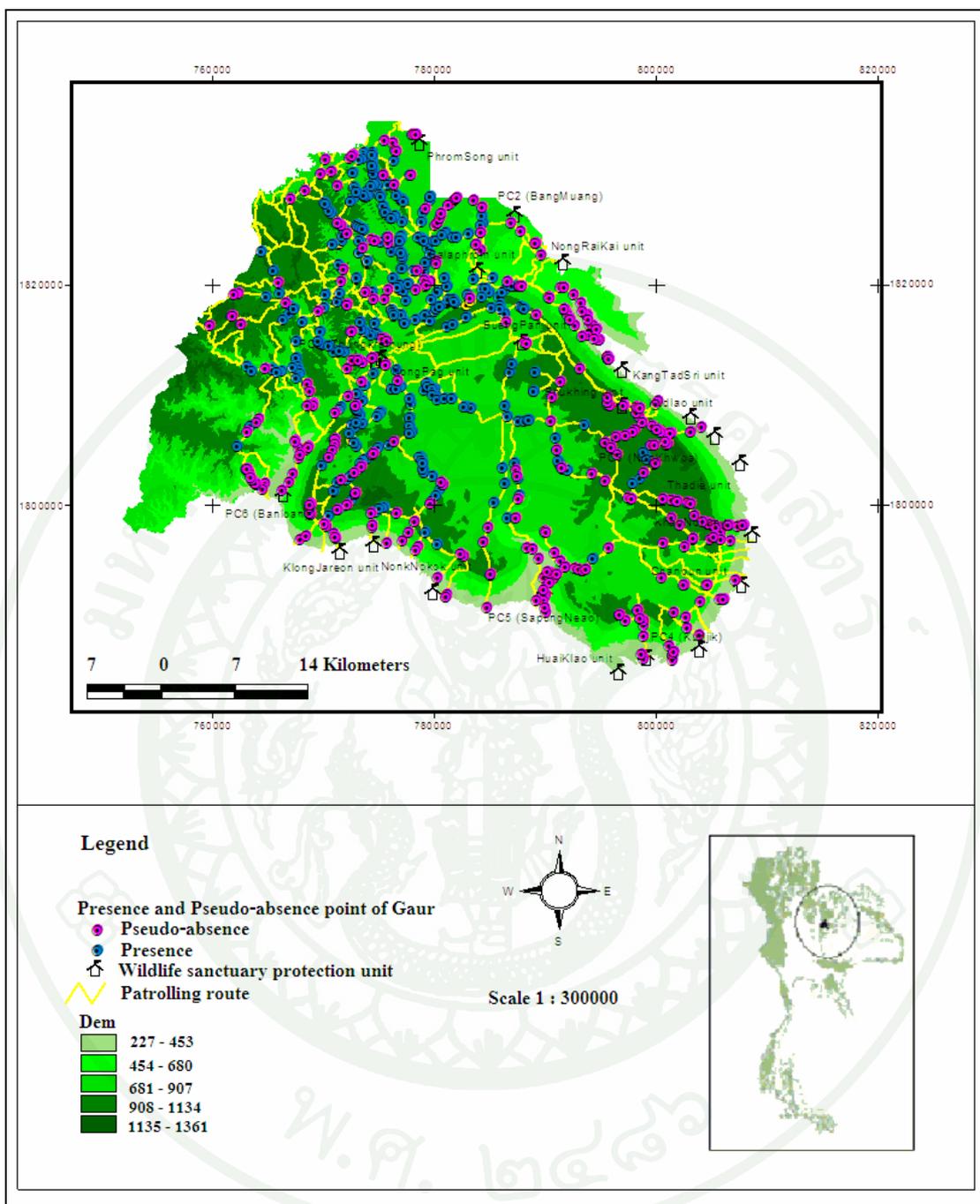
ภาพที่ 11 แหล่งโป่งดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว



ภาพที่ 12 แหล่งโป่งน้ำซับในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว



ภาพที่ 13 ตำแหน่งที่พบกระทิงและภัยคุกคาม (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)



ภาพที่ 14 ตำแหน่งการปรากฏกระทิงและตำแหน่งไม่ปรากฏเทียมของกระทิง
(เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)

ผลจากวิเคราะห์การกระจายทั้งปีของกระทิง ด้วยโปรแกรม Biomapper เพื่อสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว พบว่ากระทิงมีการกระจายในพื้นที่ได้ค่อนข้างกว้าง อธิบายได้ด้วยค่าทางสถิติที่บอกความสัมพันธ์ของกระทิงกับปัจจัยด้านนิเวศ ซึ่งให้อธิบายด้วยค่ากลางปัจจัยแวดล้อม (marginality) ค่าความเชี่ยวชาญ (specialization) และค่าความเชี่ยวชาญ (specialization) ของความสามารถในการกระจายตัวในพื้นที่ศึกษาของกระทิง (ตารางที่ 5) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5 ค่ากลางปัจจัยแวดล้อม ค่าความเชี่ยวชาญ ค่าความต้านทานของกระทิงและภัยคุกคามที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Biomapper

	ค่า Marginality	ค่า Specialization	ค่า Tolerance
หน้าฝน	0.57	1.75	0.57
หน้าแล้ง	0.53	1.54	0.65
รวมทั้งปี	0.54	1.58	0.63
ภัยคุกคาม	0.55	1.22	0.82

ค่า Marginality ผลการวิเคราะห์การกระจายชนิดพันธุ์ต่อค่ากลางปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมทั้งหมดเท่ากับ 0.54 สำหรับการกระจายของกระทิงในหน้าฝนมีการกระจายน้อยกว่าหน้าแล้ง มีค่ากลางปัจจัยแวดล้อมเท่ากับ 0.57 และ 0.53 ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าที่ได้ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลรวมทั้งปีและการแยกวิเคราะห์รายฤดู แสดงให้เห็นว่าปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ไม่ได้เป็นสิ่งจำกัดการกระจายของกระทิง ทำให้กระทิงกระจายตัวได้ค่อนข้างกว้างทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา

ค่า Specialization ผลของการวิเคราะห์การกระจายของชนิดพันธุ์ต่อปัจจัยแวดล้อมแต่ละปัจจัย มีค่าตั้งแต่ 0-infinity โดยที่ค่าความเชี่ยวชาญ (specialization) ของกระทิงในหน้าฝนสูงกว่าหน้าแล้ง โดยมีค่าเท่ากับ 1.75 ในขณะที่หน้าแล้ง 1.54 เมื่อวิเคราะห์รวมทั้งพื้นที่ พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.58 จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลรวมทั้งปีและการแยกวิเคราะห์รายฤดู สอดคล้องกับการวิเคราะห์ค่ากลางปัจจัยแวดล้อม (marginality) ซึ่งจะบอกถึง

ความสามารถในการกระจายตัวของกระทิง สามารถเลือกใช้พื้นที่เพื่อหากินและดำรงชีพได้ทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา นับสำคัญต่อการกระจายของกระทิง ได้แก่ ปัจจัยด้านภูมิสัณฐาน แหล่งโป่ง แหล่งน้ำ และหลักเฉียงหน่วยพิทักษ์ป่า และพื้นที่ที่ไกลจากหมู่บ้าน สำหรับชนิดป่าเนื่องจากพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวส่วนใหญ่เป็นป่าดิบ จึงไม่มีความแตกต่างในการเลือกใช้พื้นที่ป่าของกระทิง เพราะตำแหน่งที่พบกระทิงส่วนใหญ่ตกอยู่ในป่าดิบ

ค่า Tolerance ผลของการวิเคราะห์ค่าความต้านทานต่อสภาพพื้นที่ของชนิดพันธุ์ต่อปัจจัยแวดล้อม โดยจากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดเท่ากับ 0.63 สำหรับการกระจายของกระทิงในหน้าฝน มีการกระจายน้อยกว่าหน้าแล้ง มีค่ากลางปัจจัยแวดล้อมเท่ากับ 0.57 และ 0.65 ตามลำดับ ให้ผลสอดคล้องกับค่า Marginality ซึ่งอธิบายได้ว่า กระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวมีการกระจายค่อนข้างกว้าง

เมื่อพิจารณาจากแผนที่แสดงถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิง ทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลรวมทั้งปีและการแยกวิเคราะห์รายฤดู พบว่าถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมากสำหรับกระทิงจะอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่ก่อนไปทางทิศเหนือ ก่อนไปทางทิศเหนือ ที่ปกคลุมด้วยสังคมพืชป่าดงดิบ มีความอุดมสมบูรณ์สูง เป็นแหล่งน้ำและแหล่งอาหารให้แก่กระทิงได้ตลอดทั้งปี ปัจจัยอื่นๆ ที่มีนัยสำคัญต่อการกระจายของกระทิง ได้แก่ แหล่งโป่ง ชนิดป่า ระดับความลาดชัน ระยะทางจากหน่วยพิทักษ์ป่าและระยะทางจากหมู่บ้าน สำหรับบริเวณทุ่งกระทิง ซึ่งเป็นทุ่งหญ้าขนาดใหญ่ที่อยู่ใกล้ที่ทำการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว กระทิงหลักเฉียงที่จะใช้ ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณทุ่งกะมังมีกิจกรรมของมนุษย์ค่อนข้างสูง และเป็นทุ่งหญ้าที่ไม่มีป่าให้เป็นที่หลบภัยสำหรับกระทิง

ตารางที่ 6 ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ที่วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Biomapper

ระดับความเหมาะสม	Prob(event)	พื้นที่ (%)	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)
เหมาะสมน้อย (low)	0.00-0.33	60.05	940.91
เหมาะสมปานกลาง (moderate)	0.34-0.66	23.39	366.58
เหมาะสมมาก (high)	0.67-1.00	16.56	259.51
รวม			1,567.00

จากตารางที่ 6 จะเห็นว่าเมื่อคิดเป็นสัดส่วนของพื้นที่ในแต่ละระดับความเหมาะสมของถิ่นอาศัย จะพบว่าพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมมาก (high) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 260 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 16.56 ของพื้นที่ทั้งหมด เหมาะสมปานกลาง ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 367 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 23.39 ของพื้นที่ทั้งหมด และเหมาะสมน้อยครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 942 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 60 ของพื้นที่ทั้งหมด (ภาพที่ 15) ซึ่งในหน้าแล้งมีพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมมาก ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 221 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 14.12 ของพื้นที่ทั้งหมด ในขณะที่หน้าฝนมีพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมมาก ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 214 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 13.66 ของพื้นที่ทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์การกระจายโดยรวมตลอดทั้งปี อธิบายได้จากแผนที่แสดงถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิง (ภาพที่ 15) เมื่อพิจารณาร่วมกับปัจจัยด้านนิเวศที่นำมาวิเคราะห์แล้วพบว่า กระทิงจะใช้พื้นที่ตอนกลางของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ก่อนไปทางด้านเหนือ ซึ่งปกคลุมด้วยสังคมพืชป่าดิบเขาเป็นส่วนใหญ่ โดยมีความอุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งน้ำและแหล่งอาหารให้แก่กระทิงได้ตลอดทั้งปี ทั้งนี้ยังพบว่ากระทิงอาศัยอยู่อย่างชุกชุมบริเวณห้วยไม้ซอด เส้นทางไปบึงเปบนจนถึงสันเขาของภูเขียน้อยและช่วงป่าดิบเขาบริเวณถ้ำครอบและน้ำตกบัวขาวที่มีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับการเข้ามาใช้ประโยชน์ ประกอบกับยังคงมีพืชอาหารชนิดต่างๆ ตามพื้นที่ป่าที่ออกงามหมุนเวียนตลอดทั้งปี

2. แบบจำลองถ้อยอาศัยที่เหมาะสมของกระทิง จากสมการ Multiple logistic regression

2.1 ความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับการกระจายของกระทิง

ผลจากการนำตำแหน่งการปรากฏของกระทิง และสร้างชุดข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม (pseudo-absence dataset) ร้อยละ 80 มาวิเคราะห์กับปัจจัยแวดล้อมที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษาจำนวน 9 ปัจจัย เพื่อการจัดชั้นข้อมูล (zone) ที่ได้จากการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการสร้างแบบจำลองถ้อยอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงจากสมการโลจิสติก หลังจากนำข้อมูลตำแหน่งการปรากฏและไม่ปรากฏของกระทิงและปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 7 และตารางภาคผนวกที่ 5 - 9

ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการปรากฏและไม่ปรากฏของกระทิงและปัจจัยแวดล้อม

	Correlations								
	Saillick ¹	ws_site ²	trans ³	stream ⁴	Village ⁵	slope ⁶	Dem ⁷	Ftype ⁸	Geo ⁹
saillick	1.000	0.067	0.028	0.036	-0.303	-0.019	-0.021	0.006	0.059
ws_site	0.067	1.000	0.731	-0.220	0.420	-0.044	-0.025	-0.020	0.106
trans	0.028	0.731	1.000	-0.090	0.002	0.002	-0.053	-0.004	0.159
stream	0.036	-0.220	-0.090	1.000	-0.242	-0.038	-0.030	-0.004	0.016
village	-0.303	0.420	0.002	-0.242	1.000	-0.031	0.004	0.015	-0.016
slope	-0.019	-0.044	0.002	-0.038	-0.031	1.000	-0.008	-0.040	-0.115
dem	-0.021	-0.025	-0.053	-0.030	0.004	-0.008	1.000	-0.143	-0.102
Ftype	0.006	-0.020	-0.004	-0.004	0.015	-0.040	-0.143	1.000	0.162
Geo	0.059	0.106	0.159	0.016	-0.016	-0.115	-0.102	0.162	1.000

หมายเหตุ ¹แหล่งโป่ง ²หน่วยพิทักษ์ป่า ³เส้นทาง ⁴แหล่งน้ำ ⁵หมู่บ้าน ⁶ความลาดชัน
⁷ความสูงจากระดับน้ำทะเล ⁸ชนิดป่า และ ⁹ลักษณะภูมิस्थาน

หลังจากนำผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการกระจายและโอกาสการเข้าใช้พื้นที่ของกระทิงตลอดทั้งปี พบว่า ค่าปัจจัยทั้งหมดมีค่าการทดสอบความสัมพันธ์น้อยกว่าที่ระดับนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และพบว่ามีปัจจัยทั้งหมด 6 ปัจจัย ที่มี ความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้พื้นที่อาศัยของกระทิง ซึ่งจะเห็นได้ว่าปัจจัยด้านชนิดป่า ไม่มีผลต่อการปรากฏและไม่ปรากฏของกระทิง โดยไม่เข้าสู่สมการแบบจำลอง สามารถอธิบายได้ว่า สามารถ

พบกระติงกระจายได้ทั่วไปในสภาพป่าชนิดต่างๆ เป็นการกระจายแบบไม่เน้นเฉพาะและการปรากฏและไม่ปรากฏของกระติงสัมพันธ์กับปัจจัยด้านอื่นๆ ได้แก่ ระยะทางถึงแหล่งโป่ง ระยะทางถึงหน่วยพิทักษ์ป่า ระยะทางถึงหมู่บ้าน ความลาดชัน ระดับความสูง และลักษณะภูมิสัณฐานของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว

หลังจากนั้นนำเข้าสู่สมการความเกี่ยวข้องระหว่างตัวแปรตาม คือ ตำแหน่งการปรากฏและไม่ปรากฏของกระติง โดยที่สมการปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่อาศัยของกระติงตลอดทั้งปี มีความสัมพันธ์กับโอกาสการปรากฏของกระติงมี 6 ปัจจัยหลัก อ้างอิงจากสมการ 5 และ 6 ดังนี้

$$Z = -25.2763 + 21.4500 \text{ Geo}(7) + 22.0904 \text{ Geo}(6) + 19.4596 \text{ Geo}(5) + 21.8377 \text{ Geo}(4) + 22.0099 \text{ Geo}(3) + 18.2120 \text{ Geo}(2) + 21.9796 \text{ Geo}(1) + 0.0027 \text{ Dem} - 0.0120 \text{ slope} + 0.0002 \text{ village} + 0.0002 \text{ ws_site} - 0.0003 \text{ saltlick}$$

(ค่า $R^2 = 0.643$)

(สมการ 7)

2.2 แบบจำลองและโอกาสการใช้พื้นที่อาศัยของกระติง

นำสมการที่ได้ดังกล่าว (สมการ 7) เข้าสู่รูปแบบพื้นฐานของตัวแบบการถดถอยพหุคูณดังสมการที่ 8 ดังต่อไปนี้

$$P(x) = \frac{e^Z}{1 + e^Z}$$

(สมการ 8)

วิเคราะห์หาโอกาสการใช้พื้นที่อาศัยของกระติง โดยใช้หลักการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กำหนดพื้นที่ซึ่งกระติงมีโอกาสดูกระจายเป็น 3 ระดับ คือ

- 1) พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมน้อย $P(x) = 0.00 - 0.33$
- 2) พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมปานกลาง $P(x) = 0.37 - 0.66$
- 3) พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมมาก $P(x) = 0.67 - 1.00$

โดยการใช้เกณฑ์ตาม โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แผนที่แสดงถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของ
กระทิง ดังแสดงในตารางที่ 8 และภาพที่ 16

ตารางที่ 8 ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ที่วิเคราะห์ด้วย

สมการ Multiple logistic regression

ระดับความเหมาะสม	Prob(event)	พื้นที่ (%)	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)
เหมาะสมน้อย (low)	0.00-0.33	32	501.51
เหมาะสมปานกลาง (moderate)	0.34-0.66	18	286.95
เหมาะสมมาก (high)	0.67-1.00	50	778.05
รวม			1,567.00

จากภาพที่ 16 แสดงถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า
ภูเขียว ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยสมการ โลจิสติกและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ให้ผลจาก
วิเคราะห์การกระจายของกระทิงที่สัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมตลอดทั้งปี มีขนาดพื้นที่ที่เหมาะสม
สำหรับอาศัยของกระทิงสูง ของพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว โดยผลการสร้างแบบจำลองด้วย
สมการ Multiple logistic regression นี้ ให้ผลสอดคล้องกับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Biomapper
แต่ให้พื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมาก มีขนาดกว้างกว่า ทั้งนี้อาจเพราะการสร้างตำแหน่งการไม่
ปรากฏเทียม ที่ส่งผลทำให้การวิเคราะห์ให้ผลที่แตกต่างกัน

สามารถแบ่งถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงได้เป็น 3 ระดับดังนี้

พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมมาก (high)

ผลการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมร่วมกับปัจจัยแวดล้อม พบว่า ปัจจัยด้านเขตภูมิประเทศที่มีผลต่อการกระจายของกระทิง ได้แก่ เขตภูมิประเทศแบบที่ราบลอนลาด เขตภูมิประเทศแบบหน้าผาชัน เขตภูมิประเทศแบบที่ราบสูงหลังแป เขตภูมิประเทศแบบคาสต์ หรือภูเขาหินปูน เขตภูมิประเทศแบบภูเขาที่ถูกกัดกร่อน เขตภูมิประเทศแบบเขาและภูเขา และเขตภูเขารูปมีค้อได้ หรือภูเขาควาย(cuesta)

จากสมการถดถอยพหุคูณประเมินตลอดปี พื้นที่ที่มีโอกาสพบกระทิงมาก ได้แก่ บริเวณเขตภูมิประเทศแบบเขตภูมิประเทศแบบที่ราบสูงหลังแป โดยที่ราบสูงหลังแปเป็นพื้นที่ต้นน้ำของลำน้ำ สะพุง ลำน้ำสาขาของแม่น้ำชี พื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมไปด้วยป่าดงดิบเขา มีทุ่งหญ้ากระจายอยู่ตามขอบบริเวณที่ติดกับหน้าผา พบมีกระทิงกระจายประมาณร้อยละ 35 ในพื้นที่ยอดห้วยปากกิ่ง ห้วยไม้ซอด และห้วยแจ้งกลาง ซึ่งอยู่ตอนกลางของพื้นที่เขตก่อนไปทางทิศใต้ของพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว สำหรับในบริเวณพื้นที่เขตภูมิประเทศแบบเขาและภูเขา ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกของพื้นที่ พบกระทิงกระจายประมาณร้อยละ 20 และเขตภูมิประเทศแบบที่ราบลอนลาด ซึ่งอยู่บริเวณตอนเหนือของพื้นที่ พบกระทิงกระจายประมาณร้อยละ 18

กระทิงสามารถกระจายได้ในบริเวณที่มีระดับความสูงจากน้ำทะเลระหว่าง 600 - 1,000 เมตร โดยพบกระทิงชุกชุมมากที่สุดที่ระดับ 800 - 900 เมตรจากระดับน้ำทะเล บริเวณที่มีความลาดชันระหว่างร้อยละ 0 - 50 โดยพบมากที่สุดที่ระยะความชันร้อยละ 0 - 10 ซึ่งเป็นที่ราบบนสันแปของพื้นที่พบกระทิงกระจายที่ระยะห่างระหว่าง 0 - 1 กิโลเมตรจากแหล่งโป่ง และบริเวณที่ห่างจากหมู่บ้านมากกว่า 2 กิโลเมตรขึ้นไป

ทั้งนี้พื้นที่ที่เหมาะสมมากสำหรับกระทิงครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 778 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 50 ของพื้นที่ทั้งหมด เช่น 1) บริเวณห้วยไม้ซอด 2) บึงแปน ลักษณะเป็นทุ่งหญ้ารอบเรียบกว้างประมาณ 4 ตารางกิโลเมตร เนื่องจากบึงแปนเป็นทุ่งหญ้างวงอยู่กลางป่าจึงเป็นแหล่งอาหารของสัตว์ป่าจำพวกกินหญ้าเป็นหลัก และ 3) บริเวณผาเทวดา เป็นหน้าผาสูงชันอยู่ในเทือกเขาทางตอนเหนือของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า บริเวณใต้หน้าผาเป็นป่าดงดิบชื้นที่แน่นทึบ

พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมปานกลาง (moderate)

เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้เคียงและต่อเนื่องกับพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมมากของกระทิง พบกระจายตอนกลางพื้นที่ส่วนใหญ่ พื้นที่ปกคลุมด้วยป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณไม่ห่างจากแหล่งน้ำมากนัก พื้นที่ที่เหมาะสมปานกลางนี้ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยระหว่าง 700 - 1,000 เมตร เป็นพื้นที่มีระดับความลาดชันค่อนข้างมากเนื่องจากอยู่ใกล้บริเวณภูเขาหินปูนที่สลับซับซ้อน มีร้อยละของความลาดชันอยู่ระหว่าง 10 - 20

พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมปานกลาง ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 287 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 32 ของพื้นที่ทั้งหมด พบบริเวณเขตหน้าผาชันซึ่งเป็นพื้นที่ด้านข้างของภูเขาอดตัด มีลักษณะเป็นหน้าผาสูงชัน ประกอบด้วยสังคมพืชป่าไผ่ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และพื้นที่กำลังฟื้นตัว

พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมน้อย (low)

เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้เคียงและต่อเนื่องกับพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมปานกลางของกระทิง พบกระจายจากตอนกลางของพื้นที่ด้านตะวันออกเฉียงใต้เป็นส่วนใหญ่ จนถึงแนวเขตพื้นที่ ส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณและป่าไผ่ มีความลาดชันสูงมากบริเวณแนวเขต พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมน้อยนี้ส่วนใหญ่อยู่ใกล้หน่วยพิทักษ์ป่าและหมู่บ้าน พื้นที่ที่เหมาะสมปานกลางนี้ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยประมาณ 500 - 800 เมตร มีร้อยละของความลาดชันอยู่ระหว่าง 15 - 30

พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมน้อย ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 502 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 18 ของพื้นที่ทั้งหมด พบบริเวณพื้นที่ที่เป็นหน้าผาชัน ที่ลาดเชิงเขา และพื้นที่ลาดเทของสันเขา ซึ่งพบทางทิศตะวันตกของพื้นที่ และแนวผาชันรอบแนวเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว เช่นทางขึ้นภูถ้ำ

3. การเปรียบเทียบแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงที่ได้จากการวิเคราะห์ตามข้อ 1 และ 2

ผลจากการวิเคราะห์ Receiver Operating Curves (ROC) ใช้ประเมินแบบจำลองได้ ด้วยวิธีการหาพื้นที่ใต้กราฟ Area under curves (AUC) โดยใช้ชุดข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (test data) ที่ได้จากการสำรวจด้วยการลาดตระเวนติดตามตรวจสอบทรัพยากรธรรมชาติในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ระหว่างเดือนเมษายน 2550- ตุลาคม 2550 โดยมีค่าระหว่าง 0-1 ตามการแบ่งของ Hosmer and Lemeshow(2000) มีเกณฑ์ได้ดังนี้

AUC = 0.6	หมายถึง	แบบจำลองการกระจายให้ค่าความถูกต้องน้อย
0.7 < AUC < 0.8	หมายถึง	แบบจำลองการกระจายให้ค่าความถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้
0.8 < AUC < 0.9	หมายถึง	แบบจำลองการกระจายให้ค่าความถูกต้องในระดับดี
AUC > 0.9	หมายถึง	แบบจำลองการกระจายให้ค่าความถูกต้องในระดับดีเยี่ยม

ค่าพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม Biomapper ตามตารางที่ 9 แสดงโดยพบว่าเมื่อทำการทดสอบแบบจำลองด้วยชุดข้อมูลที่เตรียมไว้สำหรับทดสอบนั้นในแบบจำลองถิ่นอาศัยของกระทิงรวมทั้งปี มีค่าพื้นที่ใต้กราฟ (AUC) เท่ากับ 0.674 และค่าพื้นที่ใต้กราฟของแบบจำลองที่สร้างด้วยสมการ Multiple logistic regression มีค่า AUC เท่ากับ 0.616 เมื่อเทียบตามเกณฑ์แล้วจัดว่าเป็นแบบจำลองที่ให้ค่าความถูกต้องเกินร้อยละ 50 แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ

ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าแบบจำลองที่สร้างด้วยสมการ Multiple logistic regression ให้ค่า AUC ที่ต่ำกว่าแบบจำลองที่สร้างด้วยโปรแกรม Biomapper เนื่องจากแบบจำลอง Biomapper นี้ใช้เฉพาะข้อมูลการปรากฏ ที่ได้จากการสำรวจพบจริงในพื้นที่ ทำให้ไม่เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล จึงให้ค่า AUC สูงกว่า เหมาะกับข้อมูลที่ได้จากการเดินลาดตระเวนติดตามทรัพยากรธรรมชาติ ในขณะที่แบบจำลองจากสมการ Multiple logistic regression ใช้ข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม ที่เป็นการจำลองด้วยวิธีการทางสถิติและใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งในความเป็นจริงตำแหน่งไม่ปรากฏเทียมนั้น อาจพบกระทิงกระจายอยู่ได้ โดยวิธีการสร้างแบบจำลองสมการ Multiple logistic regression นี้ ใช้กับข้อมูลที่สำรวจที่กำหนดเส้นทางสำรวจและกำหนดจุดบนเส้นทางในการเก็บข้อมูล มีการสุ่มเลือกจุดสำรวจที่เป็นระบบ

ตารางที่ 9 ผลการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองด้วยวิธีการหาพื้นที่ Receiver Operating Curves (ROC)

	AUC Test dataset 20% of survey data	AUC data between Apr07-Oct07
1.1 แบบจำลองการกระจายของ กระทิงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย โปรแกรมสำเร็จรูป Biomapper	0.72	0.64
1.2 แบบจำลองการกระจายของ กระทิงที่ได้จากการสมการ Multiple logistic regression	0.84	0.62

จะเห็นว่า เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงที่ได้จากการวิเคราะห์ตามข้อ 1.1 และ 1.2 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ Receiver Operating Curves (ROC) ใช้ประเมินแบบจำลองได้ ด้วยวิธีการหาพื้นที่ใต้กราฟ Area under curves (AUC) พบว่าการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองการถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิง ทั้ง 2 วิธีการ ให้ค่าความถูกต้องของแบบจำลองใกล้เคียงกัน สามารถนำไปใช้ทำนายการกระจายของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวได้ แต่การสร้างแบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Biomapper (freeware) โดยอาศัยแนวคิดด้านความต้องการปัจจัยทางนิเวศ (ecological niche factor analysis) จะค่อนข้างง่ายและสะดวกและเหมาะกับข้อมูลที่เป็นข้อมูลจากการลาดตระเวนตรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติ ที่มีเฉพาะข้อมูลการปรากฏของสัตว์ป่า (presence-only data) สำหรับการสร้างแบบจำลองที่ได้จากการสร้างชุดข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม (pseudo-absence) ร่วมกับการใช้สมการ Multiple logistic regression และโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ นั้น วิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์จะค่อนข้างยากกว่าเพราะต้องทำการจำลองข้อมูลการไม่ปรากฏ (pseudo-absence) ซึ่งเกิดความคลาดเคลื่อนหรือความลำเอียงในการสร้างชุดข้อมูลดังกล่าวได้

4. พื้นที่เสี่ยงของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว

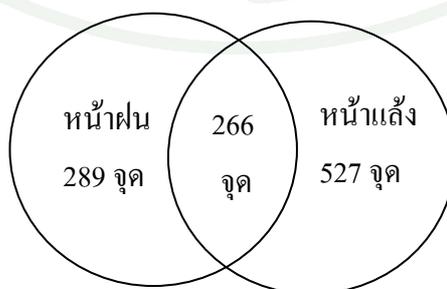
ผลของการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีระดับความเข้มข้นของภัยคุกคามและพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการกระจายของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว โดยใช้ข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏของกระทิงและภัยคุกคาม ซึ่งรวบรวมจากการลาดตระเวนเพื่อตรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Biomapper ร่วมกับปัจจัยทางนิเวศ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การกระจายของภัยคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว

ผลจากการลาดตระเวนและการสำรวจติดตามตรวจสอบทรัพยากรธรรมชาติ รวมระยะทางประมาณ 968 กิโลเมตร ครอบคลุมทั้งพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว พบภัยคุกคาม เป็นจำนวน 816 ตำแหน่ง แบ่งเป็นการพบภัยคุกคามในหน้าฝนและหน้าแล้ง เท่ากับ 289 และ 527 ตามลำดับ โดยเมื่อซ้อนทับกันระหว่างหน้าฝนและหน้าแล้ง พบว่ามีเป็นตำแหน่งเดียวกันและใกล้เคียงกัน จำนวน 266 จุด รายละเอียดตามตารางที่ 10 และ 11 และภาพที่ 17

ตารางที่ 10 ภัยคุกคามที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)

ฤดูกาล	เดือน	ตำแหน่งที่พบภัย คุกคาม	ตำแหน่งที่ซ้อนทับ กันระหว่างฤดูกาล
หน้าฝน	เมษายน 2549 - ตุลาคม 2549	289	266
หน้าแล้ง	พฤศจิกายน 2549 - มีนาคม 2550	527	
รวมทั้งปี	เมษายน 2549 - มีนาคม 2550	816	



ภาพที่ 17 จำนวนจุดที่พบภัยคุกคามในหน้าแล้งและหน้าฝน (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)

ตารางที่ 11 ร้อยละของภัยคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)

ลำดับ	ภัยคุกคาม	ร้อยละของภัยคุกคาม
1	การลักลอบบุกรุกพื้นที่	0.37
2	การลักลอบล่าสัตว์ป่า	8.09
3	การลักลอบตัดไม้	9.93
4	การลักลอบเก็บหาของป่า	22.67
5	การลักลอบหาปลา	1.10
6	การลักลอบนำสัตว์เลี้ยงเข้ามาเลี้ยงในพื้นที่	4.04
7	ไฟป่า	2.33
8	ร่องรอยการบุกรุกเข้าพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว	51.47
		100.00

ภัยคุกคาม ได้แก่ ร่องรอยกิจกรรมของมนุษย์ระหว่างการเดินลาดตระเวนของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว พบว่าแหล่งที่พบภัยคุกคามเข้มข้นบริเวณรอบแนวเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ด้านใต้ซึ่งมีหมู่บ้านที่อยู่ติดแนวเขตจำนวน 59 หมู่บ้าน สามารถได้แบ่งประเภทใหญ่ ออกเป็น 8 ประเภท ได้แก่

1) การลักลอบบุกรุกพื้นที่ พบการล่าสัตว์ป่า 3 ตำแหน่ง ซึ่งไม่มากนัก ตามพื้นที่รับผิดชอบของศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียวที่ 3 (โนนเขวา) บริเวณบ้านแก้งตาไส และบริเวณพื้นที่รับผิดชอบของศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียวที่ 6 (บ้านโหล่น)

2) การลักลอบล่าสัตว์ป่า พบการล่าสัตว์ป่า 66 ตำแหน่ง กระจายพบมากบริเวณที่ราบภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ในบางพื้นที่เช่น บริเวณบึงแปน ป่าดงแคร่ ป่าโป่งดินแดง บริเวณห้วยแจ้กลาง ในบริเวณใกล้ทุ่งกะมัง พบว่าเป็นการล่ากระทิง 1 ครั้ง

3) การลักลอบตัดไม้ พบ 81 ตำแหน่ง กระจายตามบริเวณพื้นที่ลาดชันขึ้นสู่หลังเขา ตลอดแนวรับผิวดขอบของศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียวที่ 3 (โนนเขวา) และศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียวที่ 4 พบ บริเวณพื้นที่ลาดเขา มีการตัดไม้ไฟเป็นไม้ใช้สอยในครัวเรือน สำหรับในพื้นที่รับผิวดขอบของศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียวที่ 5 และศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียวที่ 6 พบตามที่ลาดชันขึ้นสู่หลังเขาตลอดแนวเขต

4) การลักลอบเก็บหาของป่า ได้แก่ การพบร่องรอยการเก็บไม้หอม การเก็บหน่อไม้ ผักหวาน ร่องรอยการเผา หน่อไม้ ฯลฯ พบ 185 ตำแหน่ง พบว่าเป็นการลักลอบเก็บไม้หอม 126 ตำแหน่ง พบมากในพื้นที่ด้านตะวันตกเฉียงเหนือของเขตฯ บริเวณป่าดงแคร่ ป่าห้วยโป่งบง ป่าห้วยแวง ป่าภูตะเคิง พบการเก็บหาหน่อไม้ตามบริเวณพื้นที่ลาดชันขึ้นสู่หลังเขาตลอดแนว

5) การลักลอบหาปลา พบ 9 ตำแหน่ง พบบริเวณตลำพรหม ลำสะพุง ลำน้ำชี บริเวณใต้เขื่อนห้วยกุ่ม ห้วยปากงิ้ว ห้วยลาดเป็ดท่า บึงแวง

6) การลักลอบนำสัตว์เลี้ยงเข้ามาเลี้ยงในพื้นที่ เป็นการเลี้ยงวัว พบจำนวน 33 ตำแหน่ง พบตามขอบแนวเขตทางด้านอำเภอเกษตรสมบูรณ์ และอำเภอหนองบัวแดง บริเวณพื้นที่ป่าโคกยาว หนองไร่ไถ่ พบว่ามีการทำคอกไว้นอกเขต แล้วนำสัตว์เข้ามาเลี้ยงในพื้นที่

7) ไฟป่า พบ 19 ตำแหน่ง ซึ่งส่วนมากเป็นทุ่งหญ้า ได้แก่ เกิดบริเวณด้านล่างตามลาดเขาชัน และเกิดบริเวณบนหลังเขา หลังเขา

8) การพบร่องรอยการบุกรุกเข้าพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว พบจำนวน 423 ตำแหน่ง กระจายเกือบทั้งพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว โดยภัยคุกคามประเภทนี้ ประกอบด้วย ร่องรอยเท้า เห็นตัวคนบุกรุก รอยพินกั้งไม่เป็นทางเดิน หรือร่องรอยการกระทำกิจกรรมต่างๆ ของผู้ลักลอบบุกรุกเข้าพื้นที่

4.2 ความเข้มข้นของระดับการคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของระดับการคุกคาม (ภาพที่ 18-B) พบว่ามีความเข้มข้นอยู่บริเวณตามแนวเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ทางตอนใต้และตะวันออกของพื้นที่ ปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อการกระจายของภัยคุกคาม ได้แก่ ระยะทางจากหมู่บ้านรอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว

เมื่อคิดเป็นสัดส่วนของพื้นที่ พบว่ามีพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของภัยคุกคามมาก ครอบคลุมประมาณ 317 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 20 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ที่มีความเข้มข้นของภัยคุกคามปานกลาง ประมาณ 466 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 30 ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของภัยคุกคามน้อย ประมาณ 785 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 50 ของพื้นที่ทั้งหมด (ตารางที่ 12 และภาพที่ 18-A) เมื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ให้ผลค่าพื้นที่ใต้กราฟ (AUC) แบบจำลองระดับความเข้มข้นของภัยคุกคาม เท่ากับ 0.70

เมื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองด้วยใช้ชุดข้อมูลที่แบ่งไว้ร้อยละ 20 (train dataset) พบว่า แบบจำลองความเข้มข้นของระดับการคุกคามให้ค่า AUC เท่ากับ 0.70 ซึ่งใกล้เคียงกับความถูกต้องของแบบจำลองการกระจายของกระทิงที่สร้างด้วยโปรแกรม Biomapper ที่ให้ค่า AUC เท่ากับ 0.72 จัดว่าเป็นแบบจำลองที่ยอมรับได้ สามารถใช้ประเมินการกระจายของกระทิงและภัยคุกคามในพื้นที่ได้

ผลของการเปรียบเทียบการกระจายของกระทิงและระดับความเข้มข้นของภัยคุกคาม โดยการซ้อนทับกันระหว่างแผนที่แสดงการกระจายของกระทิงและแผนที่แสดงความเข้มข้นของภัยคุกคามพบว่าพื้นที่ที่วิกฤต มีจำนวน 5 พื้นที่ (ตารางที่ 12 และภาพที่ 18-C) ดังนี้

- 1) พื้นที่ที่วิกฤตมาก (Hot spot) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการกระจายของกระทิงอย่างชุกชุมในพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของภัยคุกคามสูง ทั้งหมดครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 65 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 4 ของพื้นที่ทั้งหมด พบ 3 พื้นที่ คือ บริเวณป่าไร่เหนือ-ป่าผาเทวดา ป่าภูเขียน้อย และพื้นที่ป่าเหนือเขื่อนจุฬาภรณ์
- 2) พื้นที่ที่วิกฤตปานกลาง ประมาณ 157 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10 ของพื้นที่ทั้งหมด พบจำนวน 2 พื้นที่ คือ ป่าหนองเต่า-ห้วยบังลาย และป่าห้วยปลากั้ง-สะพุงตั้ง

ตารางที่ 12 พื้นที่ซ้อนทับระหว่างถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงและระดับความเข้มข้นของการคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)

		ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิง (ตร.กม)		
		น้อย	ปานกลาง	มาก
ระดับความเข้มข้นของภัยคุกคาม (ตร.กม)	น้อย	328 (20.93%)	287 (18.33%)	169 (10.81%)
	ปานกลาง	197 (12.59%)	157 (10.04%)	102 (6.53%)
	มาก	182 (11.62%)	78 (4.95%)	65 (4.18%)
รวม		707 (45.14%)	522 (33.33%)	337 (21.51%)

ผลการศึกษานี้ สามารถใช้ประกอบการวางแผนการอนุรักษ์ประชากรกระทิง ควรให้ความสำคัญและวางมาตรการดูแลรักษาในพื้นที่วิกฤตมากและปานกลาง ทั้ง 5 พื้นที่ ตลอดจนควรกำหนดให้มีการลาดตระเวนเพื่อตรวจติดตามและป้องกันพื้นที่อย่างเข้มข้น ควรกำหนดแผนการลาดตระเวนโดยคำนึงถึงความพร้อมและการวางแผนงานดังต่อไปนี้

1) กำหนดเขตการสำรวจติดตาม (monitoring zone)

ควรกำหนดให้มีการลาดตระเวนอย่างเข้มข้นในพื้นที่เสี่ยงทั้ง 5 พื้นที่ เน้นให้มีการลาดตระเวนบ่อยครั้งขึ้น ทั้งนี้อาจทำการแบ่งพื้นที่เพื่อการสำรวจติดตามทรัพยากรให้มีขนาดพื้นที่เท่า ๆ กัน จะช่วยให้สามารถทำการสำรวจประเมินสถานภาพของทรัพยากรได้อย่างเป็นระบบ โดยให้พื้นที่เสี่ยงทั้ง 5 พื้นที่เป็นศูนย์กลางของแต่ละเขตการสำรวจติดตาม ซึ่งจะเป็ประโยชน์เมื่อนำข้อมูลจากแต่ละส่วนมาพิจารณาร่วมกันอาจบอกได้ถึงทิศทางการเคลื่อนย้ายของทรัพยากรสัตว์ป่า และการลักลอบเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ในแต่ละช่วงฤดูกาลได้ ขนาดพื้นที่และจำนวนของเขตการสำรวจติดตาม ไม่ควรให้มีมากเกินไปเพราะหากมากเกินไปจะส่งผลให้การจัดฐานข้อมูลและการสำรวจในพื้นที่ต้องใช้เวลามาก

การแบ่งเขตการสำรวจติดตามเป็นเพียงการลากเส้นสมมุติโดยอาศัยข้อมูลทางด้านลักษณะทางกายภาพ และลักษณะทางชีวภาพของพื้นที่ประกอบการพิจารณา เช่น

1.1) ลักษณะทางกายภาพ เช่น สภาพภูมิประเทศที่ปรากฏในพื้นที่ รูปทรง หรือลักษณะของพื้นที่ แนวสันเขา ยอดเขา หุบเขา เส้นลำน้ำ หน้าผา ความลาดชันของพื้นที่ เป็นต้น

1.2) ลักษณะทางชีวภาพ หมายถึง สังคมพืช และลักษณะทางนิเวศวิทยาถิ่นอาศัยของสัตว์ป่า ซึ่งมีสังคมพืชเป็นองค์ประกอบหลัก

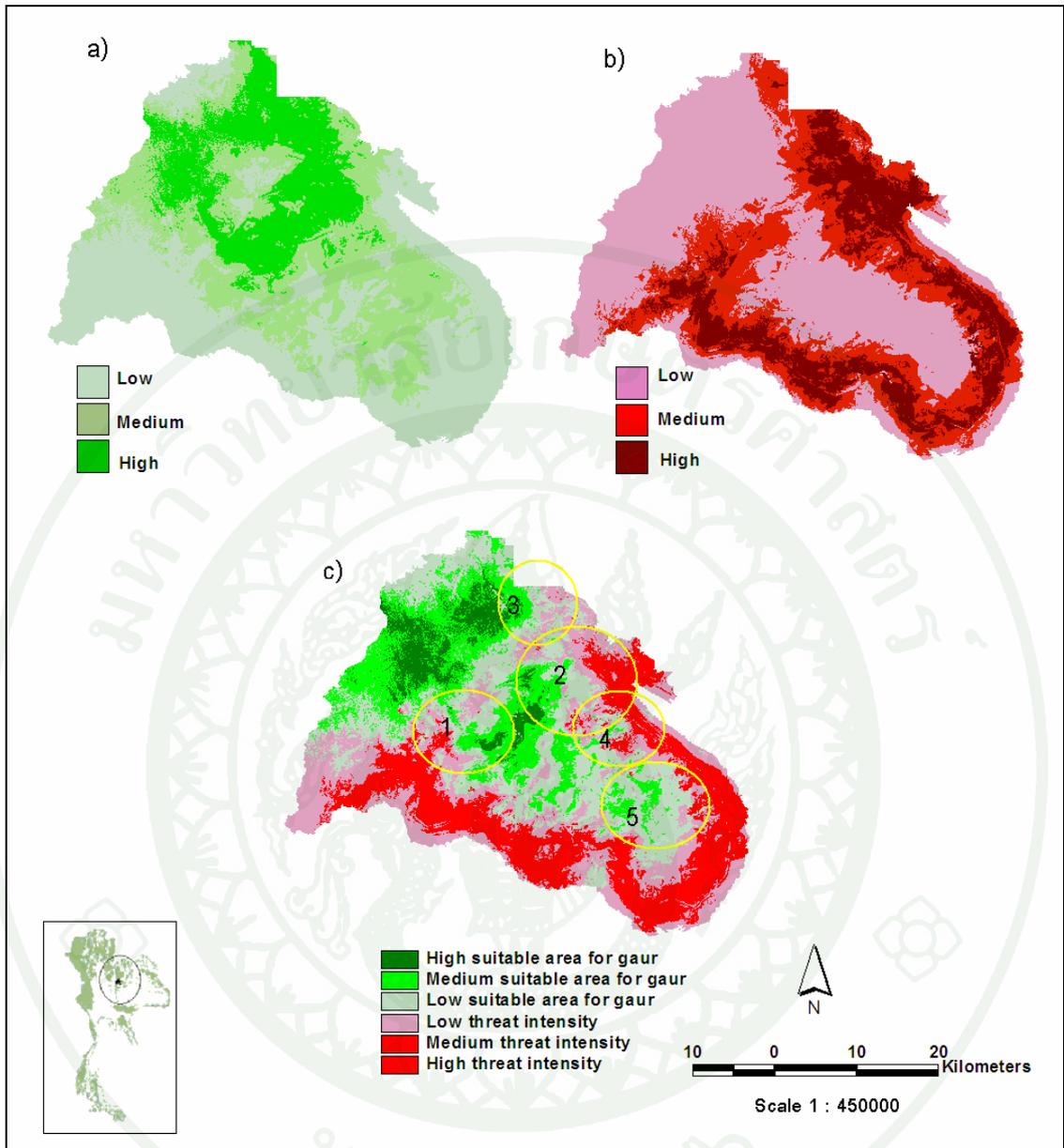
1.3) ลักษณะอื่นๆ เช่น เส้นกริดแผนที่ เส้นทางเข้าพื้นที่ เส้นทางการลาดตระเวน ที่ตั้งหมู่บ้าน ที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า พื้นที่รับผิดชอบของแต่ละหน่วยพิทักษ์ป่า เป็นต้น

2) ด้านอัตรากำลัง

การลาดตระเวนสำรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติ กำลังเจ้าหน้าที่ที่เหมาะสมในการออกปฏิบัติหน้าที่ จำนวนเจ้าหน้าที่ควรเป็นเลขคู่ เพื่อให้สามารถจับคู่ปฏิบัติงานในการเข้าจับกุมผู้ต้องหาได้ กำลังคนที่มีมากเกินไปจะทำให้เกิดความไม่คล่องตัวในการเดินทางและในการเตรียมอุปกรณ์ยังชีพในป่า แต่กำลังคนที่มีน้อยเกินไปจะทำให้เกิดความลำบาก หรืออาจเกิดอันตรายในการเข้าจับกุมผู้ต้องหา และการควบคุมตัวผู้ต้องหาออกจากป่า และหากเกิดเหตุสุดวิสัยมีการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยกำลังคนที่มีน้อยเกินไปจะทำให้การช่วยเหลือได้ลำบาก

3) องค์ประกอบของชุดลาดตระเวน

ควรประกอบด้วยกำลังเจ้าหน้าที่ที่มีความสามารถในการปฏิบัติงานแตกต่างกันออกไป เพื่อไม่ให้งานหนักอยู่กับใครคนใดคนหนึ่งในชุดจนเกินไป และสามารถร่วมกันตัดสินใจในกรณีเกิดปัญหาหรือในกรณีที่เกิดความไม่มั่นใจในการจำแนกชนิด หรือประเภทของข้อมูล ซึ่งในชุดลาดตระเวนหนึ่งชุด ต้องใช้เจ้าหน้าที่ที่ความรู้ในการจำแนกชนิดสัตว์ป่า พันธุ์พืช ประเภทร่องรอยการกระทำผิด สามารถใช้เครื่อง GPS ในการบันทึกข้อมูลภาคสนาม และใช้ในการหาพิกัดตำแหน่งร่วมกับแผนที่ เข็มทิศได้ สามารถวางแผนการออกปฏิบัติงานในภาคสนาม ประเมินสถานการณ์ และวางแผนการเข้าจับกุมผู้ต้องหาได้



ภาพที่ 18 พื้นที่ซ้อนทับระหว่างถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงและระดับความเข้มข้นของการคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)

หมายเหตุ a) ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิง b) ความเข้มข้นของภัยคุกคามในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว c) พื้นที่เสี่ยงของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว

5. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงถิ่นอาศัยของกระทิงระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝนด้วยการวิเคราะห์ Turnover rate

5.1 พื้นที่ซุ่มทับระหว่างหน้าฝนและหน้าแล้ง

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิง ระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝน พบว่าในหน้าแล้งมีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับกระทิงตั้งแต่ระดับปานกลางจนถึงมาก เท่ากับ 672 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 43 ของพื้นที่ทั้งหมด ในขณะที่หน้าฝนมีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับกระทิงตั้งแต่ระดับปานกลางจนถึงมาก เท่ากับ 495 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 32 ของพื้นที่ทั้งหมด (ภาพที่ 19 และ 20)

ตารางที่ 13 ขนาดพื้นที่ซุ่มทับระหว่างถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงในหน้าแล้งและหน้าฝน (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)

		ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงในหน้าฝน (ตร.กม)		
		น้อย	ปานกลาง	มาก
ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงในหน้าแล้ง ตร.กม (%)	น้อย	147.20 (9.39%)	208.79 (13.32%)	190.14 (12.13%)
	ปานกลาง	75.61 (4.82%)	203.53 (12.99%)	121.44 (7.75%)
	มาก	144.02 (9.19%)	274.14 (17.49%)	202.14 (12.90%)
	รวม	366.82 (23.41%)	686.46 (43.81%)	513.73 (32.78%)

จากตารางที่ 13 เมื่อทำการซุ่มทับระหว่างถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระทิงในหน้าแล้งและหน้าฝน พบว่ามีถิ่นอาศัยของกระทิงที่เหมาะสมมากของสองฤดูที่ซุ่มทับกัน คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 202.14 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.90 ถิ่นอาศัยของกระทิงที่เหมาะสมปานกลาง

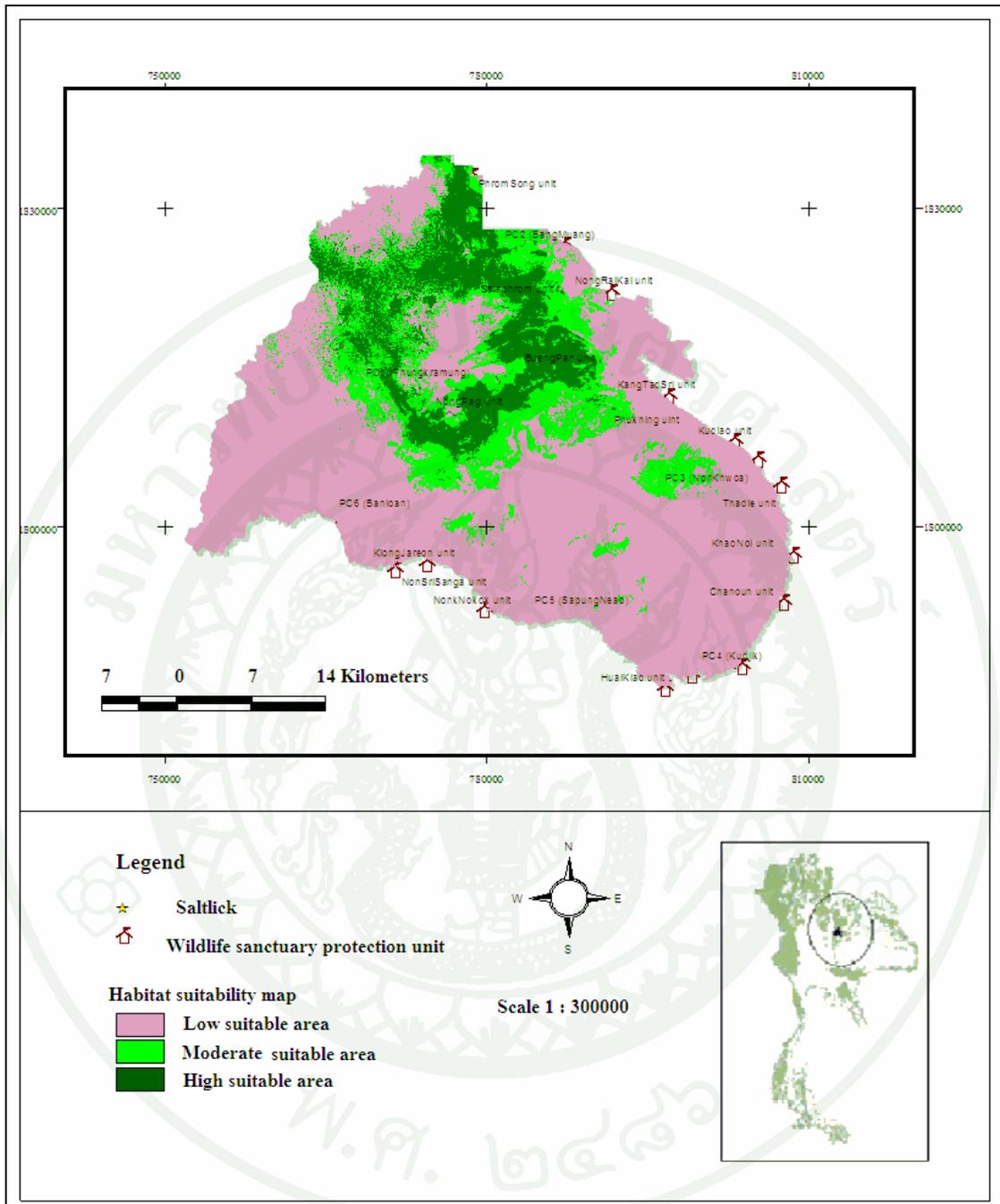
ของสองฤดูที่ซ้อนทับกัน คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 203.53 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.99 และสำหรับถิ่นอาศัยของกระทิงที่เหมาะสมน้อยของสองฤดูที่ซ้อนทับกัน คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 147.20 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 9.39 โดยครอบคลุมพื้นที่ 4 พื้นที่ บริเวณป่าบึงแปน ผาเทวดา ทางตอนเหนือของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ตำแหน่งพื้นที่ซ้อนทับระหว่างฤดูดังแสดงในภาพที่ 21

5.2 อัตราการเปลี่ยนแปลงถิ่นอาศัยของกระทิงระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝน

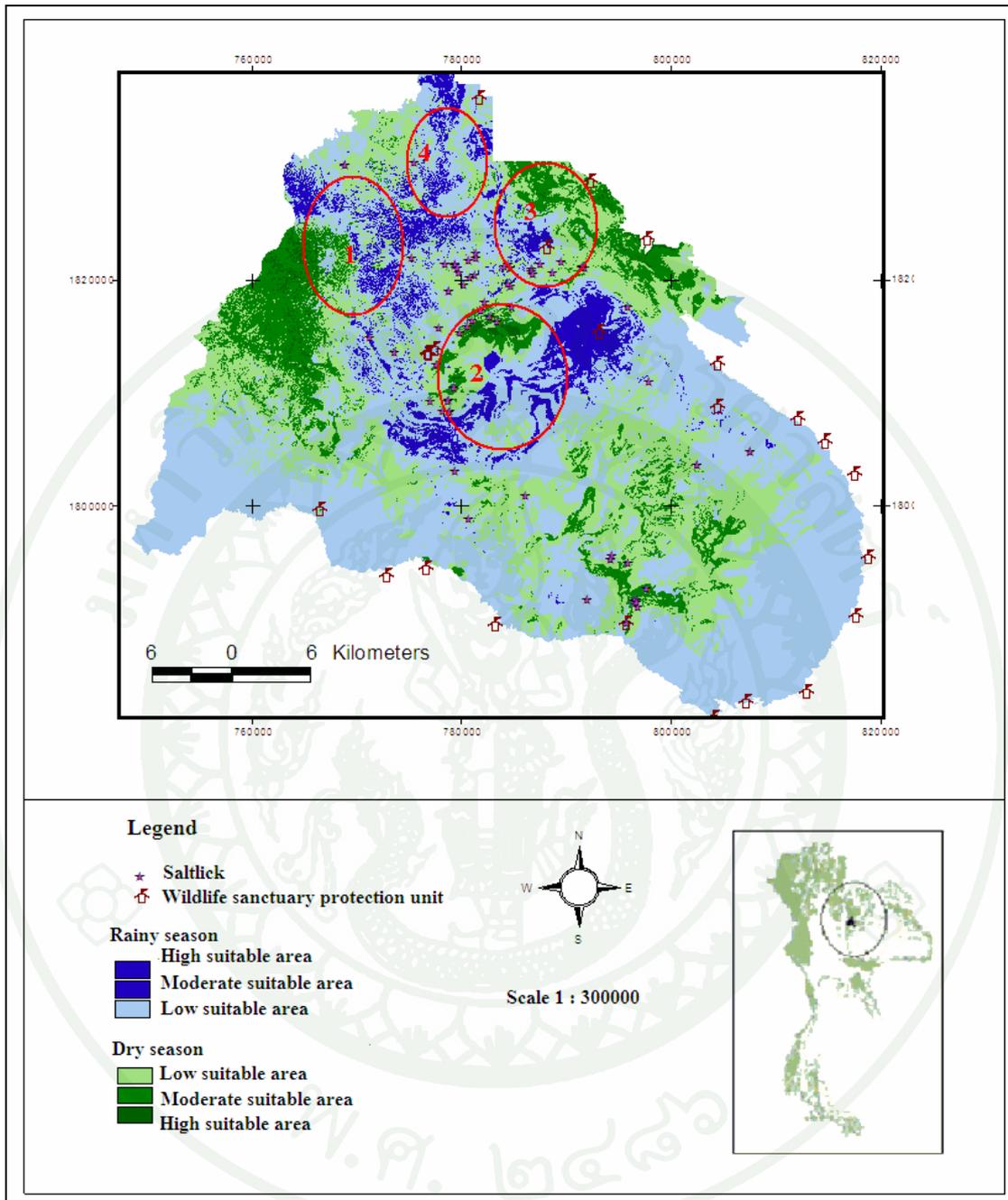
จากแผนที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในหน้าแล้งและหน้าฝน พบว่าพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมทั้งหมดของกระทิงที่เพิ่มขึ้นระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝนมีค่าเท่ากับ 236 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมที่หายไปของกระทิงระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝนมีค่าเท่ากับ 61 ตารางกิโลเมตร สามารถคำนวณค่าอัตราเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ (Turnover rate) อ้างอิงจากสมการที่ 7 ได้ดังนี้

$$T (\text{turn over rate}) = 100 \times \frac{(236 \text{ km}^2 + 61 \text{ km}^2)}{(495 \text{ km}^2 + 236 \text{ km}^2)} = 40.65\%$$

ผลจากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ (turnover rate) ของกระทิงระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝนนี้ สามารถอธิบายการเคลื่อนย้ายพื้นที่หากินในแต่ละช่วงเวลาของกระทิงได้ โดยการเลือกใช้พื้นที่ในหน้าฝน มีความแตกต่างจากหน้าแล้งคิดเป็นร้อยละ 40.65 ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยด้านนิเวศที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของกระทิงระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝนต่างกัน อาทิเช่น แหล่งน้ำ แหล่งอาหาร แหล่งคินโป่ง นับว่าเป็นตัวแปรสำคัญในการเลือกใช้พื้นที่ของกระทิง ผลจากการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการสัตว์ป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าได้ ด้วยการจัดการถิ่นที่อาศัย (habitat manipulation) โดยเน้นที่การดูแลป้องกันพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว เพื่อให้เป็นแหล่งอาศัยที่ปลอดภัยแก่กระทิง การจัดการแหล่งน้ำ แหล่งโป่ง ตลอดจนแหล่งพืชอาหารช่วงหน้าแล้ง การจัดการให้มีการเกิดการเร่งแตกยอดใหม่ของพืชอาหาร การรักษาพื้นที่ให้มีไม้พุ่ม และหย่อมป่าใกล้ทุ่งหญ้า สำหรับเป็นแหล่งอาหารและใช้หลบภัย ที่เอื้อให้กระทิงจะสามารถดำรงชีพในปริมาณประชากรที่เหมาะสมต่อสมรรถนะของพื้นที่สามารถรองรับได้ (carrying capacity)



ภาพที่ 19 ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวในหน้าฝน (เดือนเมษายน 2549- ตุลาคม 2549)



ภาพที่ 21 พื้นที่ซoonทับระหว่างถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับกระติงในหน้าแล้งและหน้าฝน (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การศึกษาแบบจำลองถิ่นอาศัยของกระทิง (*Bos gaurus* H. Smith) ที่ได้จากการโปรแกรมสำเร็จรูป Biomapper พบว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากสำหรับกระทิงครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 260 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 17 ของพื้นที่ทั้งหมด เมื่อประเมินแบบจำลองด้วยชุดข้อมูลที่เตรียมไว้ร้อยละ 20 (train dataset) จากข้อมูลทั้งหมดสำรวจระหว่างเมษายน 2549 - มีนาคม 2550 ด้วยการใช้วิธีหาค่าพื้นที่ได้กราฟ มีค่า AUC เท่ากับ 0.72 ตามลำดับ จัดว่าเป็นแบบจำลองที่ยอมรับได้ ใช้ทำนายการกระจายของกระทิงในพื้นที่ได้
2. แบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสม (habitat suitability map) ของกระทิง ที่ได้จากการสร้างชุดข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม (pseudo-absence) ร่วมกับการใช้สมการ Multiple logistic regression พบว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากสำหรับกระทิงครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 778 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 50 ของพื้นที่ทั้งหมด เมื่อประเมินแบบจำลองด้วยชุดข้อมูลที่เตรียมไว้ร้อยละ 20 (train dataset) จากข้อมูลทั้งหมดสำรวจระหว่างเมษายน 2549 - มีนาคม 2550 ด้วยการใช้วิธีหาค่าพื้นที่ได้กราฟ มีค่า AUC เท่ากับ 0.84 ตามลำดับ จัดว่าเป็นแบบจำลองที่ดี ใช้ทำนายการกระจายของกระทิงในพื้นที่ได้
3. ผลจากการเปรียบเทียบแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Biomapper และแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการการสร้างชุดข้อมูลการไม่ปรากฏเทียม (pseudo-absence) ร่วมกับการใช้สมการ Multiple logistic regression เมื่อประเมินแบบจำลองด้วยชุดข้อมูลที่สำรวจเพิ่มเติมระหว่างเดือนเมษายน 2550 - ตุลาคม 2550 (test dataset) พบว่ามีค่าพื้นที่ได้กราฟ (AUC) ของแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Biomapper มีค่า AUC เท่ากับ 0.674 และค่า AUC ของแบบจำลองที่สร้างด้วยสมการ Multiple logistic regression มีค่าเท่ากับ 0.616 เมื่อเทียบตามเกณฑ์แล้วจัดว่าเป็นแบบจำลองที่ให้ความถูกต้องเกินร้อยละ 50 แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ

4. ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงของกระทิง อาศัยแผนที่แสดงระดับความเข้มข้นของการคุกคาม พบว่ามีพื้นที่ที่มีระดับความเข้มข้นของการคุกคามมาก ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 317 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 20 ของพื้นที่ทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบกับแผนที่แสดงถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิง พบว่ามีพื้นที่ซ้อนทับกันระหว่างพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของระดับการคุกคามสูง จัดว่าเป็นพื้นที่ที่วิกฤตมากครอบคลุมพื้นที่เท่ากับ 65 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 4 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่วิกฤตปานกลางเท่ากับ 157 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งต้องวางแผนการลาดตระเวนป้องกันดูแลพื้นที่อย่างเข้มข้นต่อไป

5. อัตราการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝน พบว่า มีค่าเท่ากับร้อยละ 40.65 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า กระทิงมีการเคลื่อนย้ายพื้นที่หากินระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝน ซึ่งการเลือกใช้พื้นที่ระหว่างฤดูกาลแตกต่างกันนั้น เนื่องจากปัจจัยด้านนิเวศที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของกระทิง เช่น แหล่งน้ำ แหล่งอาหารที่แตกต่างกันระหว่างสองหน้า แต่การศึกษาครั้งนี้พบว่าการใช้พื้นที่ของกระทิงในหน้าแล้งกว้างกว่าในหน้าฝน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในหน้าแล้งมีการลาดตระเวนของเจ้าหน้าที่ค่อนข้างสูงและกระจายครอบคลุมพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ทำให้พบการปรากฏของกระทิงมากกว่าในหน้าฝน ซึ่งมีข้อจำกัดทางด้านความยากลำบากในการลาดตระเวนเนื่องจากปริมาณฝนค่อนข้างมาก และทั้งนี้ในหน้าแล้ง เป็นฤดูกาลที่ชุมชนรอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว มีการลักลอบเข้ามาในพื้นที่ค่อนข้างสูง

6. วิธีการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระทิงด้วยโปรแกรม Biomapper จัดว่าเป็นอีกหนึ่งวิธีการที่ให้ความถูกต้องสูง และเหมาะสมกับข้อมูลการลาดตระเวนและการสำรวจติดตามทรัพยากรธรรมชาติ เนื่องจากใช้เฉพาะข้อมูลที่มีเฉพาะการปรากฏของสัตว์ร่วมกับปัจจัยด้านนิเวศ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถบอกถึงความถี่ ช่วงเวลา และบริเวณพื้นที่ที่ถูกคุกคาม และชนิดของทรัพยากรธรรมชาติ เช่น สัตว์ป่าชนิดสำคัญ และแหล่งไม้หอม เป็นต้น ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในการวางแผนการป้องกันและจัดการทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่เพื่อให้ทราบถึงการกระจายของทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ อีกทั้งยังใช้กำลังเจ้าหน้าที่ แรงงาน และต้นทุนในการเก็บข้อมูลน้อย และลดข้อจำกัดในเรื่องกำลังเจ้าหน้าที่ในการเก็บข้อมูล สามารถใช้เทคนิคและวิธีการที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสม กับสัตว์สำคัญชนิดอื่นๆ ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว และพื้นที่อนุรักษ์อื่นๆ ทั้งยังจัดว่าง่ายและสะดวกกว่าวิธีการสร้างแบบจำลองอื่นๆ เช่น การสร้างแบบจำลองโดยอาศัยเทคนิคทางสถิติแบบสมการ Multiple logistic regression ซึ่งต้องใช้ข้อมูลที่มีทั้งการปรากฏและไม่ปรากฏ และต้องทำการศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์ ที่มีการวางระบบการสำรวจและ

ตรวจติดตามอย่างเป็นมาตรฐาน เช่นการวางเส้นทางสำรวจ การสร้างแปลงสำรวจถาวร เป็นต้น
วิธีการนี้กระทำได้ยาก หากจะให้ครอบคลุมพื้นที่อนุรักษ์ขนาดใหญ่ แต่จะให้ค่าความถูกต้องสูง
เพราะเป็นข้อมูลที่เป็นการพบปรากฏและไม่ปรากฏอย่างแท้จริง

7. การเก็บข้อมูลด้วยการลาดตระเวน ต้องอาศัยความเข้าใจและเคารพในข้อตกลงเกี่ยวกับ
หลักการและวิธีการบันทึกข้อมูล ซึ่งอาจใช้วิธีการถ่ายภาพเป็นหลักฐานยืนยันประกอบการรายงาน
ข้อมูล ทั้งนี้เนื่องจากอาจมีการเก็บข้อมูลซ้ำซ้อนระหว่างหน้าและชุดลาดตระเวนที่มีมากกว่าหนึ่งชุด

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้ผลการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยที่เหมาะสม เพื่อการวางแผนจัดการอนุรักษ์ประชากรของ กระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว

1.1 การวางแผนการอนุรักษ์ประชากรกระทิง โดยการจัดการดูแลป้องกันพื้นที่อาศัยที่
เหมาะสมของกระทิงในพื้นที่เสี่ยง ควรให้ความสำคัญและวางมาตรการดูแลรักษาพื้นที่ ตลอดจนควร
กำหนดให้มีการลาดตระเวนเพื่อตรวจติดตามและป้องกันพื้นที่อย่างเข้มข้นในพื้นที่ที่มีความเสี่ยง ทั้ง
5 โซน สามารถวางแผนในการคุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คาดว่า
การลาดตระเวนในพื้นที่อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง จะส่งผลให้การเข้ามารบกวนในพื้นที่ของราษฎร
ลดลง และทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่สามารถเพิ่มพูนและฟื้นตัวได้ดีขึ้น สามารถพัฒนาและใช้เป็น
ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดการพื้นที่อนุรักษ์อย่างหนึ่ง

1.2 การเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ (turnover rate) ของกระทิงระหว่างหน้าแล้งและหน้าฝน
มีความแตกต่างกันเนื่องจากปัจจัยด้านนิเวศที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของกระทิงระหว่างหน้าแล้ง
และหน้าฝนต่างกัน อาทิเช่น แหล่งน้ำ แหล่งอาหาร แหล่งดินโป่ง นับว่าเป็นตัวแปรสำคัญในการ
เลือกใช้พื้นที่ของกระทิง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความสำคัญมากในการวางแผนการจัดการสัตว์ป่าใน
พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าได้ การรักษาให้มีความคงอยู่ของประชากรกระทิงในพื้นที่ ควรมีการ
จัดการถิ่นที่อาศัย (habitat manipulation) โดยเน้นที่การดูแลป้องกันพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า
ภูเขียว เพื่อให้เป็นแหล่งอาศัยที่ปลอดภัยแก่กระทิง การจัดการแหล่งน้ำ แหล่งโป่ง ตลอดจนแหล่ง
พืชอาหารช่วงหน้าแล้ง การจัดการพืชอาหาร การรักษาพื้นที่ให้มีไม้พุ่ม และห่อมป่าใกล้ทุ่งหญ้า

สำหรับเป็นแหล่งอาหารและใช้หลบภัยที่เอื้อให้กระทิงจะสามารถดำรงชีพในปริมาณประชากรที่เหมาะสมต่อสมรรถนะของพื้นที่ที่สามารถรองรับได้ (carrying capacity)

2. การประยุกต์ใช้ผลการวิจัยในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวต่อไป

การศึกษาวิจัยเพิ่มเติม ทั้งการศึกษาวิจัยเพื่อประเมินขนาดประชากร และนิเวศวิทยาของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว โดยการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบทั้งพื้นที่ เช่นการสำรวจด้วยวิธีการกำหนดเส้นทางถาวรเพื่อเก็บข้อมูลทุกเดือน เช่น การวาง Line transect หรือการวางแปลงสำรวจ (plot) เพื่อสำรวจการพบเห็นตัวโดยตรงหรือทางอ้อม เช่น พบรอยเท้าสัตว์ป่า (Foot prints) ตำแหน่งที่พบร่องรอย ตัว และกองมูล (dung count) ซึ่งเป็นดัชนีที่มีสำคัญในการแสดงความมากมายของสัตว์ป่า (นริศ, 2544) ทั้งนี้เนื่องจากร่องรอยที่มีโอกาสพบเห็นได้บ่อยในบริเวณที่เป็นถิ่นอาศัยของสัตว์ป่า นอกจากนี้สามารถประยุกต์ใช้วิธีการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยจากงานวิจัยนี้ เพื่อใช้วิเคราะห์ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ป่าที่สำคัญๆ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวได้ ซึ่งผลการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ป่านี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนและจัดการพื้นที่อนุรักษ์ได้อย่างดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

แก้ว นวลฉวี และสุภัค วงษ์ปาน. 2536. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการสำรวจ

ทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

โครงการภูเขียว - อียู. 2546. รายงานผลการปฏิบัติงานประจำปีของโครงการอนุรักษ์และพัฒนาป่า

ไม้ที่ยั่งยืนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน ประจำปี 2546.
สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ. 89 หน้า.

ธนู หอระตะ และ กิตติ กริதியุตานนท์. 2540. ความหลากหลายชนิด แหล่งที่อยู่อาศัย และสถานการณ์

ของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ. ส่วนอนุรักษ์
สัตว์ป่าสำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

มงคล คำสุข, กิตติ กริதியุตานนท์, วรณชนก สุวรรณกร และนิพนธ์ สงวนญาติก. 2542. ความ

หลากหลายของสัตว์ป่ามีกระดูกสันหลัง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ.
ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

นริศ ภูมิภาคพันธ์. 2540. เทคนิคการสำรวจทรัพยากรสัตว์ป่า. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นริศ ภูมิภาคพันธ์. 2549. การรักษาประชากรกระทิงไว้ในธรรมชาติ และใช้ประโยชน์ใน

แนวทางที่เหมาะสม. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ. 13 หน้า.

ฝ่ายจัดการทรัพยากรธรรมชาติ. 2543. รายงานประจำปีเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว. ฝ่ายจัดการ

ทรัพยากรธรรมชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว, จังหวัดชัยภูมิ. 98 หน้า.

รองลาภ สุขมาศรวง, วิทยา ชนิดตาวงศ์, สมโภชน์ ดวงจันทราศิริ, มงคล ไชยภักดี, เบญจรัตน์ จิบหนองแขง, อ้อด เกิดสมบุรณ์ และ หมึก ไวทันยการ. 2543. การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรช้างป่าและกระทิง วัวแดง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 8 (1): 8-15.

ธีระพงษ์ ชุมแสงศรี. 2546. ระบบสารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตะเบาะ-ห้วยใหญ่ จังหวัดเพชรบูรณ์และชัยภูมิ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ส่วนควบคุมไฟป่า. 2548. การพยากรณ์สถานการณ์ไฟป่า. สำนักป้องกันปราบปราม และควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. แหล่งที่มา: <http://www.dnp.go.th>, 8 กุมภาพันธ์ 2549.

สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์. 2538. สถานภาพและแนวโน้มของการพัฒนา Remote Sensing กับ GIS, หน้า 1: 1-10 ใน รายงานการประชุมสัมมนา ดร.สถิตย์ วัชรกิตติ อนุสรณ์ ครั้งที่ 5: การประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืน. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ ฯ.

สำนักนายกรัฐมนตรี. 2535. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 พ.ศ.2535-2539. กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2543. รายงานประจำปี 2542 สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ไสว วังหงสา และกัลยาณี บุญเกิด. 2544. ผลกระทบของถนนที่ตัดผ่านป่าต่อการสูญเสียสัตว์มีกระดูกสันหลังในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน. ส่วนวิจัยอุทยานแห่งชาติและสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สมหญิง ทัทพิกรณ์. 2546. การใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของสมเสร็จ (*Tapirus indicus*) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว. 2549. สารบบคดีป่าไม้เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว. เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว, จังหวัดชัยภูมิ.

ศุภกิจ วินิตพรสวรรค์. 2546. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์การแพร่กระจายของช้างป่า (*Elephant maximus* Linnaeus, 1758) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิจัยป่าไม้. 2545. การประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตะเบาะ-ห้วยใหญ่ จังหวัดชัยภูมิและเพชรบูรณ์. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

อนรรฆ พัฒนวิบูลย์. 2545. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาเนวศวิทยาสัตว์ป่า. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนุสรณ์ รังสีพานิช. 2549. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. ส่วนภูมิสารสนเทศ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

Araujo, M.B., L.Hannah, M.Cabeza, P.H. Williams and W.Thuiller. 2004. Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. **Global Change Biology**, 10:1618–1626.

Barve N., D. Rao, G. Vanaraj, J. G. Poulsen, K.N. Ganeshalah, M.C.Kiran, N. A. Aravind and R. U. Shaanker. 2005. Measuring and mapping threats to a wildlife sanctuary in Southern India. **Conservation Biology** 19(1): 122-130.

- Bhumpakphan, N. 1997. **Ecological characteristics and habitat utilization of gaur (*Bos gaurus* H. Smith, 1827) in different climatic sites.** Ph.D. Thesis, Kasetsart University.
- Blom A., E. Mbea, H. T. Prins, I. M.A.Heitkonig and R.v. Zalinge. 2004. Human impact on wildlife populations within a protected Central African forest. **African Journal of Ecology** 42: 23-31.
- Brotons, L., A.H. Hirzel, M.B. Araujo and W. Thuiller. 2004. Presence-absence versus presence-only modelling methods for predicting bird habitat suitability. **Ecography** 27: 437-448.
- Busby, J.R. 1991. BIOCLIM: A Bioclimate Analysis and Prediction System. Nature Conservation: Cost effective biological surveys and data analysis. **Nature conservation** pp.64-68.
- Chaiyarat, R. 2001. **Ecology and habitat utilization of Wild water buffalo (*Bubalus bubalis*) in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary.** Ph.D. Thesis, Kasetsart University.
- Davis, J. C. 1986. **Statistics and data analysis in geology.** (Second edition ed.). New York, USA: John Wiley and Sons.
- Dettmers, R. and J. Bart. 1999. A GIS modeling method applied to predicting forest songbird habitat. **Ecological Applications** 9:152-163.
- Elith, J., A. Guisan, A. Lehmann, A.T. Peterson, B.A. Loiselle, C. Moritz, C.H. Graham, F. Huettmann, J. Soberon, J.Li, J.McC. Overton, J.R. Leathwick, K.S. Richardson, L.G. Lohmann, M. Dudik, M. Nakamura, M.S. Wisz, Manion, G., N.E. Zimmermann, R. Scachetti-Pereira, R.E. Schapire, R.J Hijmans, R.P. Anderson, S. Ferrier, S. Williams, S.J. Phillips and Y. Nakazawa. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. **Ecography** 29: 129-151.

- Engler R., A. Guisan and L. Rechsteiner. 2004. An improved approach for predicting the Distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. **Journal of Applied Ecology** 41: 263-274.
- Farber, O. and R. Kadmon. 2003. Assessment of alternative approaches for bioclimatic modeling with special emphasis on the Mahalanobis distance. **Ecological Modelling** 160:115–130.
- Francis, C.M. 2001. **A Photographic Guide to Mammals of South-East Asia**. New Holland Publisher, Malaysia.
- Ghazala S. and S. Prasad. 2004. Assessing Ecological Sustainability of Non-Timber Forest Produce Extraction: The Indian Scenario. **Conservation Society** 2(2): 235-250.
- Guisan A., A. Lehmann, S. Ferrier, M. Austin, J. M. Overton, R. Aspinall, T. Hastie. 2006. Making better biogeographical predictions of species' distributions. **Journal of applied ecology** 43: 386-393.
- Guisan A. and N. E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological modelling** 135: 147-186.
- Guisan A. and W. Thuiller. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. **Ecology letter** 8: 993-1009.
- Hastie T. and R. Tibshirani. 1986. Generalized additive models. **Statistical Science** 3: 297-318.
- Hirzel A. H. 2001. **Linking landscape-and population ecology for large population management modelling: the case of Ibex (*Capra ibex*) in Switzerland**. University of Lauanne.

- Hirzel A. H. and A. Guisan. 2002. Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modelling. **Ecological Modelling** 157: 331-341.
- Hirzel A., H. Hausser, J. D. Chessel and N. Perrin. 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data. **Ecology** 83(7): 2027-2036.
- Hirzel A., B. Oggier, H. Posse, P.A. Crettenand, R. Arlettaz and Y. C. Glenz. 2004. Ecological requirements of reintroduced species and the implications for release policy: the case of the bearded vulture. **Applied Ecology** 41: 1103-1116.
- Hosmer, D.W. and S. Lemeshow. 1989. **Applied logistic regression**. John Wiley & Sons, New York.
- Lekagul, B. and J.A. McNeely. 1977. Mammal of Thailand. Kurusapha Ladprao, Bangkok.
- McCullagh P. and J. A. Nelder. 1989. **Generalized Linear Models, second edition**. Chapman and Hall, University Press, Cambridge.
- Meffe, G. and R. Carroll. 1994. **Principles of Conservation Biology**. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Mass. 600 pp.
- Muchaal P. K. and G. Ngandjui. 1999. Impact of village hunting on wildlife populations in the Western Dja Reserve, Cameroon. **Conservation Biology** 13(2): 385-396
- Nitaya K. and K. Berkmuller. 2003. **Overall project work plan: Sustainable management in Phukhieo Wildlife Sanctuary through Community participation (Phukhieo Project)**. Chaiyaphum, Wildlife conservation office, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation.

- Ortega-Huerta, M.A. and A.T Peterson. 2004. Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in North-eastern Mexico. **Diversity and Distribution** 10: 39–54.
- Peres C A. and J. Barlow. 2004. **Human influences on tropical forest wildlife survival**. University of East Anglia, Norwich, UK.
- Peterson, A.T. and C.R. Robins. 2003. Using ecological-niche modeling to predict barred owl invasions with implications for spotted owl conservation. **Conservation Biology** 17: 1161–1165.
- Phillips J. S., R. E. Schapire and R. P. C. Anseron. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling** 190: 231-259.
- Prayurasiddhi, T. 1997. **Ecological separation of gaur (*Bos gaurus*) and banteng (*Bos javanicus*) in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand**. Ph. D. Thesis, University of Minnesota, U. S. A..
- Sanchez-Cordero, V., M. Munguía, S. Sarkar and V. Cirelli. 2005. Place prioritization for biodiversity content using species ecological niche modeling. **Biodiversity Informatics** 2: 11–23.
- Shahabuddin, G. and S. Prasad. 2004. Assessing Ecological Sustainability of Non-Timber Forest Produce Extraction: The Indian Scenario. **Conservation and Society** 2(2) : 235-250.
- Stockwell, D. and D. Peter. 1999. The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. **International Journal of Geographical Information Science** 13: 143–158.
- Thoisy, B. D., C. Julliot and F. Renoux. 2004. **Hunting in northern French Guiana and its impact on primate communities**. <http://journals.cambridge.org>. February 8, 2007.

- Thuiller, W. 2003. BIOMOD - optimizing predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change. **Global Change Biology** 9: 1353–1362.
- Titeux N. 2006. **Modeling species distribution when habitat occupancy departs from suitability: Application to birds in a landscape context**. PhD thesis. Université Catholique de Louvain, Belgique.
- Towers S. 2000. Kernel Probability Density Estimation Methods in <http://www.d0.fnal.gov/Jsmjt/durham/pde.ps>. July 20, 2007.
- Trisurat Y, A. Pattanavibool and N. Bhumpakphan. 2006. Wildlife Modeling in Thailand : Methods and Implications. **Journal Wildlife in Thailand** 13(1) : 201-221.
- Trombulak S.C. and C.A. Frissell. 1999. Review of ecological effect of road on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology** 14(1): 18-30
- Walker, P.A. and K.D. Cocks. (1991) HABITAT: a procedure for modelling a disjoint environmental envelope for a plant or animal species. **Global Ecology and Biogeography Letters** 1: 108–118.
- WCS, 2005. **Hunting & Wildlife Trade in Asia**. Available Source: Wildlife Conservation Society http://www.wcs.org/media/file/Factsheet_HWTAsia_050614.pdf. February 8, 2007.
- Williams, P.H., C.R. Margules and D.W Hilbert. 2002. Data requirements and data sources for biodiversity priority area selection. **Journal of Biosciences**, 27:327–338.
- Williams P. H. and M. B. Araujo. 2003. Using probability of persistence to identify important areas for biodiversity conservation. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences** 267: 1959-1966.





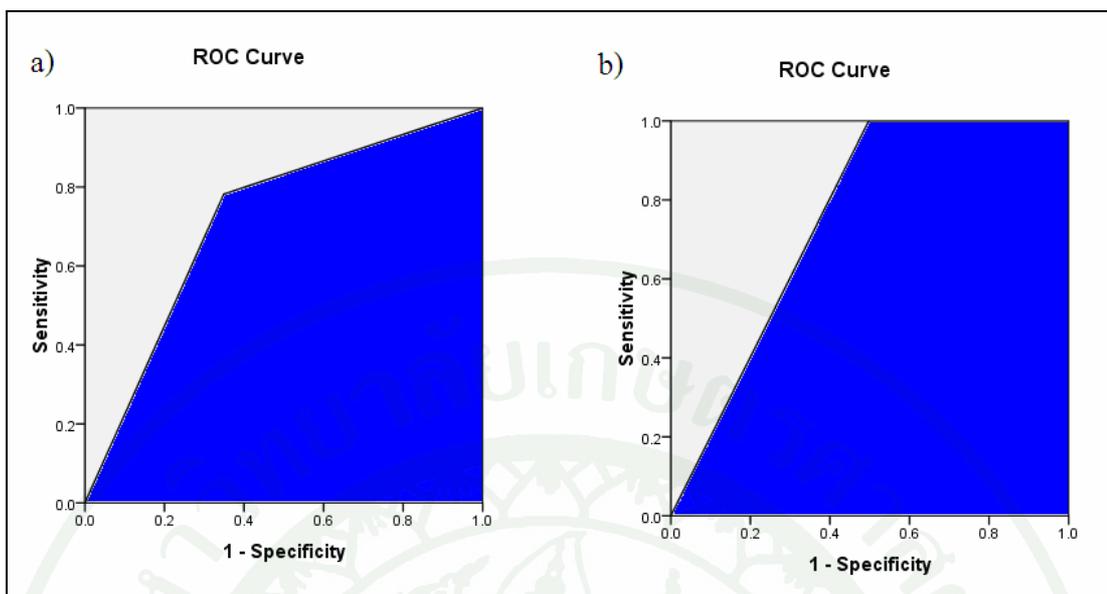
ภาพผนวกที่ 1 การเตรียมความพร้อมด้านเทคนิคการสำรวจและจำแนกชนิดพันธุ์สัตว์ป่า การใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งบนผิวโลก (GPS) การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อการสำรวจและติดตามทรัพยากรธรรมชาติ ให้แก่เจ้าหน้าที่ลาดตระเวน



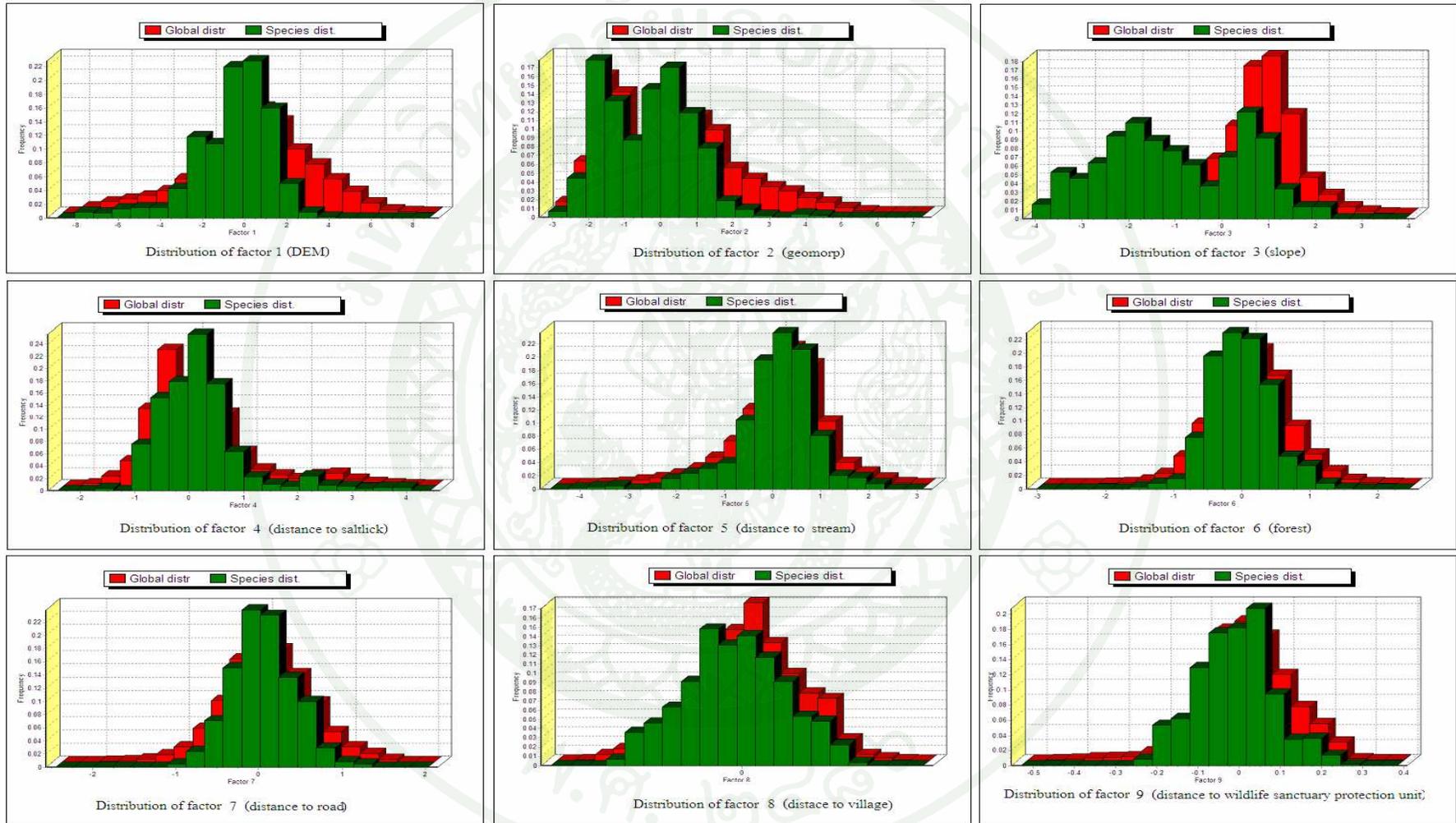
ภาพผนวกที่ 2 การสำรวจข้อมูลโดยการลาดตระเวนเพื่อติดตามตรวจสอบทรัพยากรธรรมชาติ
ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว



ภาพผนวกที่ 3 ภัยคุกคามที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว



ภาพผนวกที่ 4 พื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองด้วยวิธีการหาพื้นที่ Receiver Operating Curves (ROC) โดยที่ a) ค่าพื้นที่ใต้กราฟของแบบจำลองที่วิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยพหุคูณ มีค่า AUC เท่ากับ 0.616 และ b) ค่าพื้นที่ใต้กราฟของแบบจำลองที่วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Biomapper มีค่าเท่ากับ 0.674



ภาพผนวกที่ 5 ค่าการกระจายของปัจจัยต่างๆ ที่นำเข้าสู่แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของกระตัง

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ Correlations matrix ด้วยโปรแกรม Biomapper

Global correlations matrix :								
1.00	0.19	0.04	-0.20	-0.18	-0.14	0.41	0.45	0.44
0.19	1.00	-0.34	-0.19	0.16	0.06	0.26	-0.40	-0.13
0.04	-0.34	1.00	0.34	-0.03	0.03	0.20	0.10	0.35
-0.20	-0.19	0.34	1.00	-0.09	0.05	0.07	-0.21	0.23
-0.18	0.16	-0.03	-0.09	1.00	0.10	-0.17	-0.31	-0.29
-0.14	0.06	0.03	0.05	0.10	1.00	-0.11	-0.23	-0.17
0.41	0.26	0.20	0.07	-0.17	-0.11	1.00	0.21	0.75
0.45	-0.40	0.10	-0.21	-0.31	-0.23	0.21	1.00	0.56
0.44	-0.13	0.35	0.23	-0.29	-0.17	0.75	0.56	1.00
Global means :								
809.66	4.91	23.17	5181.53	612.12	3.62	4767.38	11394.79	6021.74
Species covariances matrix :								
0.23	0.15	0.06	-0.01	0.13	0.03	0.07	0.01	0.05
0.15	1.23	-0.11	0.04	0.30	0.17	0.40	-0.53	0.10
0.06	-0.11	0.71	0.03	0.09	-0.02	0.18	0.12	0.14
-0.01	0.04	0.03	0.20	0.00	0.02	0.18	-0.09	0.09
0.13	0.30	0.09	0.00	0.74	-0.01	0.03	-0.13	-0.05
0.03	0.17	-0.02	0.02	-0.01	0.79	0.07	-0.11	-0.03
0.07	0.40	0.18	0.18	0.03	0.07	0.75	-0.13	0.43
0.01	-0.53	0.12	-0.09	-0.13	-0.11	-0.13	0.59	0.13
0.05	0.10	0.14	0.09	-0.05	-0.03	0.43	0.13	0.42
Species means (standardized) :								
0.22	-0.25	-0.19	-0.62	-0.26	-0.19	-0.31	0.63	-0.03

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ Matrix : Correlations ด้วยโปรแกรม Biomapper

Eigen values :			
Factor	Value	Expl.Var.	Cum.Expl.Var
1	6.22	0.28	0.28
2	5.36	0.24	0.51
3	2.86	0.13	0.64
4	2.42	0.11	0.75
5	1.57	0.07	0.82
6	1.33	0.06	0.88
7	1.10	0.05	0.93
8	0.97	0.04	0.97
9	0.68	0.03	1

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ Ecological Niche Factor Analysis ด้วยโปรแกรม Biomapper

Ecological Niche Factor	Global means	Species means (standardized)
Digital elevation model	809.66	0.216
Geo morphology (7 types)	4.91	-0.253
slope	23.17	-0.189
distance to saltlick	5,181.53	-0.622
distance to stream	612.12	-0.255
forest type (14 types)	3.62	-0.191
distance to road	4,767.38	-0.305
distance to village	11,394.79	0.625
distance to ws-site	6,021.74	-0.026

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ Matrix of each factor ด้วยโปรแกรม Biomapper

Score matrix									
Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1_dem	0.20	0.72	-0.43	-0.05	-0.46	-0.35	0.22	0.02	0.12
1_ecozone	-0.24	0.04	-0.16	0.27	0.07	0.08	-0.15	-0.01	-0.71
1_slope	-0.18	0.02	0.10	-0.05	-0.36	0.48	-0.04	0.39	-0.26
2_dist_saltlick	-0.59	0.52	0.23	0.39	0.15	-0.30	-0.02	0.12	0.10
2_dist_stream	-0.24	-0.21	0.00	-0.14	0.24	-0.56	0.28	0.24	-0.08
2_forest	-0.18	-0.04	0.06	-0.10	-0.19	-0.37	-0.61	-0.01	0.01
3_dist_road	-0.29	-0.28	-0.63	0.19	0.52	0.21	-0.42	-0.37	0.45
3_dist_villge	0.59	0.07	0.21	0.46	0.52	-0.24	-0.43	0.47	-0.13
3_dist_wssite	-0.03	0.29	0.53	-0.70	0.04	-0.02	0.33	-0.65	-0.42
Marginality:	0.54								
Specialisation:	1.58								
Tolerance (1/S):	0.63								

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ Case Processing Summary ด้วยวิธีการสร้างสมการ
ถดถอยพหุคูณ

Unweighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	870	100.0
	Missing Cases	0	.0
	Total	870	100.0
Unselected Cases		0	.0
Total		870	100.0

a. If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ Model Summary ด้วยวิธีการสร้างสมการถดถอยพหุคูณ

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R
			Square
1	923.840	.277	.369
2	739.572	.415	.553
3	695.573	.444	.592
4	660.277	.466	.621
5	636.870	.480	.640
6	632.965	.483	.643

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ Classification Table ด้วยวิธีการสร้างสมการถดถอยพหุคูณ

		Observed	Predicted		Percentage of Correct
			pre_ab		
			0	1	
Step 1	pre_ab	0	334	101	76.80
		1	113	322	74.00
	Overall Percentage				75.40
Step 2	pre_ab	0	371	64	85.30
		1	72	363	83.40
	Overall Percentage				84.40
Step 3	pre_ab	0	366	69	84.10
		1	69	366	84.10
	Overall Percentage				84.10
Step 4	pre_ab	0	354	81	81.40
		1	62	373	85.70
	Overall Percentage				83.60
Step 5	pre_ab	0	357	78	82.10
		1	58	377	86.70
	Overall Percentage				84.40
Step 6	pre_ab	0	358	77	82.30
		1	60	375	86.20
	Overall Percentage				84.30

a. The cut value is .500

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ Variables in the Equation ด้วยวิธีการสร้างสมการถดถอยพหุคูณ

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a	dist_village	.000	.000	202.485	1	.000	1.000
	Constant	-2.520	.192	171.628	1	.000	.080
Step 2 ^b	dist_village	.000	.000	190.401	1	.000	1.000
	Geo_morph			113.015	7	.000	
	Geo_morph(1)	23.492	1.135	.000	1	.998	1.594
	Geo_morph(2)	19.121	1.135	.000	1	.999	2.014
	Geo_morph(3)	23.266	1.135	.000	1	.998	1.272
	Geo_morph(4)	22.946	1.135	.000	1	.998	9.236
	Geo_morph(5)	20.523	1.135	.000	1	.999	8.188
	Geo_morph(6)	23.461	1.135	.000	1	.998	1.545
	Geo_morph(7)	22.847	1.135	.000	1	.998	8.363
	Constant	-25.467	1.135	.000	1	.998	.000
	Step 3 ^c	dist_village	.000	.000	175.421	1	.000
Dem		.003	.000	38.644	1	.000	1.003
Geo_morph				85.050	7	.000	
Geo_morph(1)		22.252	1.143	.000	1	.998	4.613
Geo_morph(2)		18.329	1.143	.000	1	.999	9.128
Geo_morph(3)		22.144	1.143	.000	1	.998	4.140
Geo_morph(4)		22.107	1.143	.000	1	.998	3.989
Geo_morph(5)		19.786	1.143	.000	1	.999	3.917
Geo_morph(6)		22.305	1.143	.000	1	.998	4.862
Geo_morph(7)		21.827	1.143	.000	1	.998	3.014
Constant		-26.252	1.143	.000	1	.998	.000

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 4 ^d	dist_saltlick	.000	.000	29.428	1	.000	1.000
	dist_village	.000	.000	117.185	1	.000	1.000
	Dem	.003	.000	36.551	1	.000	1.003
	Geo_morph			78.399	7	.000	
	Geo_morph(1)	21.884	1.166	.000	1	.999	3.193
	Geo_morph(2)	18.095	1.166	.000	1	.999	7.222
	Geo_morph(3)	21.807	1.166	.000	1	.999	2.956
	Geo_morph(4)	21.790	1.166	.000	1	.999	2.906
	Geo_morph(5)	19.574	1.166	.000	1	.999	3.170
	Geo_morph(6)	21.859	1.166	.000	1	.999	3.114
	Geo_morph(7)	21.595	1.166	.000	1	.999	2.390
	Constant	-24.661	1.166	.000	1	.998	.000
Step 5 ^e	dist_saltlick	.000	.000	31.443	1	.000	1.000
	dist_ws_site	.000	.000	21.922	1	.000	1.000
	dist_village	.000	.000	115.507	1	.000	1.000
	Dem	.003	.000	39.227	1	.000	1.003
	Geo_morph			82.984	7	.000	
	Geo_morph(1)	22.032	1.154	.000	1	.998	3.701
	Geo_morph(2)	18.297	1.154	.000	1	.999	8.837
	Geo_morph(3)	21.777	1.154	.000	1	.998	2.868
	Geo_morph(4)	21.837	1.154	.000	1	.998	3.045
	Geo_morph(5)	19.316	1.154	.000	1	.999	2.448
	Geo_morph(6)	21.880	1.154	.000	1	.998	3.181
	Geo_morph(7)	21.504	1.154	.000	1	.999	2.182

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Constant	-25.537	1.154	.000	1	.998	.000
Step 6 ^f						
dist_saltlick	.000	.000	31.574	1	.000	1.000
dist_ws_site	.000	.000	21.496	1	.000	1.000
dist_village	.000	.000	112.017	1	.000	1.000
slope	-.012	.006	3.889	1	.049	.988
Dem	.003	.000	38.377	1	.000	1.003
Geo_morph			83.366	7	.000	
Geo_morph(1)	21.980	1.153	.000	1	.998	3.513
Geo_morph(2)	18.212	1.153	.000	1	.999	8.117
Geo_morph(3)	22.010	1.153	.000	1	.998	3.621
Geo_morph(4)	21.838	1.153	.000	1	.998	3.048
Geo_morph(5)	19.460	1.153	.000	1	.999	2.826
Geo_morph(6)	22.090	1.153	.000	1	.998	3.924
Geo_morph(7)	21.450	1.153	.000	1	.999	2.068
Constant	-25.276	1.153	.000	1	.998	.000

a. Variable(s) entered on step 1: dist_village

b. Variable(s) entered on step 2: Geo_morph.

c. Variable(s) entered on step 3: Dem.

d. Variable(s) entered on step 4: dist_saltlick.

e. Variable(s) entered on step 5: dist_ws_site.

f. Variable(s) entered on step 6: slope.

ตารางผนวกที่ 9 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการกระจายของกระทิง (เดือนเมษายน 2549 – มีนาคม 2550)

Variable	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95.0% C.I. for EXP(B)
1. ระยะทางถึง							
แหล่งโป่ง	-0.0003	0.0000	31.5736	1	0.000	0.9997	0.9997
2. ระยะทางถึง							
หน่วยพิทักษ์ป่า	0.0002	0.0000	21.4956	1	0.0000	1.0002	1.0001
3. ระยะทางถึง							
หมู่บ้าน	0.0002	0.0000	112.0174	1	0.0000	1.0002	1.0002
4. ความลาดชัน	-0.0120	0.0061	3.8894	1	0.0486	0.9881	0.9763
5. ระดับความสูง	0.0026	0.0004	38.3773	1	0.0000	1.0026	1.0018
6. ลักษณะภูมิ							
ลักษณะ			83.3658	7	0.0000		
6.1 Cuesta	21.9796	11534.6167	0.0000	1	0.9985	3512540181.1274	0.0000
6.2 Erosion							
Surface	18.2120	11534.6167	0.0000	1	0.9987	81168943.2766	0.0000
6.3 Karst							
Topography	22.0099	11534.6167	0.0000	1	0.9985	3620580836.928	0.0000
6.4 Mountain							
and Hill	21.8377	11534.6167	0.0000	1	0.9985	3047945116.9877	0.0000
6.5 Plateau -							
Dip slope	19.4596	11534.6167	0.0000	1	0.9987	282617898.3764	0.0000
6.6 Plateau -							
Scarp slope	22.0904	11534.6167	0.0000	1	0.9985	3924254733.4905	0.0000
6.7 Undulating							
Plain	21.4500	11534.6167	0.0000	1	0.9985	2068242699.8269	0.0000
Constant	-25.2763	11534.6167	0.0000	1	0.9983	0.0000	

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ	นางเบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	3 ตุลาคม 2519
สถานที่เกิด	อำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	วท.บ (วนศาสตร์) ชีววิทยาป่าไม้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	นักวิชาการป่าไม้ปฏิบัติการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2551)