

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่

Assessment of Forest Encroachment in the Lower Mae Cheam Watershed, Chiang Mai Province

อาภากรณ์ ทองเสียม*

กาญจน์เชจร ชูชีพ

รัชณี โพธิ์แทน

Arpaporn Thongsangiam*

Kankhajane Chuchip

Rachanee Pothitan

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: arpaporn9th@gmail.com

รับต้นฉบับ 20 เมษายน 2561

รับลงพิมพ์ 31 พฤษภาคม 2561

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the physical variables influencing forest encroachment and the risk assessment of forest encroachment in the lower Mae Cheam Watershed, Chiang Mai Province. To elaborate, the study will analyze the logistic regression based on remote sensing techniques and geographic information systems which result in the interpretation of aerial photos between 2002 and imageries from ThaiChote satellite and 2016 in order to identify 2 types of land use: forest areas and non-forest areas. Further, this study will evaluate the accuracy of the interpretation as well as the quality of translation results to be used to monitor forest changes occurring between 2002 and 2016 and analysis. Risk of forest intrusion by logistic regression analysis. To analyze the physical variables that influence forest encroachment and to develop risk maps for forest intrusion under GIS. The study indicates that there are 4 factors influencing forest encroachment, including distance from road, distance from community, slope and aspect. The study also shows that the low and very low risk factor of forest encroachment is covers 1,098.43 Square Kilometers or 56.99 percent of the study area, while the high risk and very high risk of forest encroachment mark at 164.01 Square Kilometers or 8.51 percent of the study area. Further, the sensitivity analysis of the ROC Curve model shows that the area under the curve was 74.2 percent which indicates that model provides the accuracy of prediction model provides that the overall accuracy of the prediction. Hence, the result of the study can be used to support the work in the relevant areas. In the planning of surveillance of areas prone to forest encroachment.

Keywords: Risk Area Assessment, Forest Encroachment, Lower Mae Cheam Watershed

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดประสงค์ คือ เพื่อวิเคราะห์หาตัวแปรด้านกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกป่าและการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการศึกษาด้วยวิธีการแปลตีความภาพถ่ายทางอากาศออร์โธรี พ.ศ. 2545 และ ภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชด พ.ศ. 2559 เพื่อจำแนกการใช้ที่ดิน 2 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ไม่ใช่ป่าไม้ พร้อมตรวจสอบความถูกต้องของการแปลตีความและปรับปรุงคุณภาพของผลการแปลความเพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2559 และการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการบุกรุกป่าโดยวิธีวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกเพื่อวิเคราะห์หาตัวแปรด้านกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกป่าและจัดทำแผนที่ความเสี่ยงต่อการบุกรุกป่าภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่ามี 4 ปัจจัย ได้แก่ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากชุมชน ความลาดชันและทิศด้านลาด นอกจากนี้ระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกอยู่ในระดับน้อยและน้อยมาก คิดเป็นพื้นที่รวม 1,098.43 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 56.99 ของพื้นที่ศึกษา ในขณะที่ระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกในระดับสูงและสูงมาก คิดเป็นพื้นที่รวม 164.01 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 8.51 ของพื้นที่ศึกษา ผลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลองด้วย ROC Curve พบว่ามีค่าพื้นที่ใต้เส้นกราฟเท่ากับร้อยละ 74.2 ซึ่งถือว่าแบบจำลองนี้ให้ความถูกต้องโดยรวมของการทำนายอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปสนับสนุนการปฏิบัติงานในพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง ในการวางแผนเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าต่อไปได้

คำสำคัญ: การประเมินพื้นที่เสี่ยง บุกรุกป่า ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง

คำนำ

นโยบายป่าไม้แห่งชาติปี พ.ศ. 2528 และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 และฉบับที่ 12 ได้กำหนดให้มีพื้นที่ป่าไม้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ หรือคิดเป็นพื้นที่ประมาณ 129 ล้านไร่ ซึ่งปัจจุบันมีพื้นที่ป่าไม้เหลืออยู่น้อยกว่านโยบายที่ได้กำหนดร้อยละ 10 คือ เหลือเพียงประมาณ 102 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 31.57 ของพื้นที่ประเทศ การลดลงของพื้นที่ป่าเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งของปัญหาภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ประเทศไทยประสบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปัญหาภัยแล้ง และปัญหาอุทกภัย นอกจากนี้ยังพบคนเข้าไปอาศัยในพื้นที่เขตป่าสงวนแห่งชาติ เขตอุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตห้ามล่าสัตว์ป่าและที่ดินสาธารณะอีกจำนวนมาก (คณะกรรมการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558)

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สนใจศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่างเนื่องจากพื้นที่นี้มีการใช้ประโยชน์

ที่ดินหลากหลายประเภท ทั้งยังเป็นพื้นที่ที่ประกอบด้วยป่าสงวนแห่งชาติ จำนวน 978,915.34 ไร่ หรือร้อยละ 81.24 ของพื้นที่ และป่าอนุรักษ์ จำนวน 188,013.01 ไร่ หรือร้อยละ 15.60 ของพื้นที่ และพื้นที่นอกเขตป่าตามกฎหมายจำนวน 38,076.12 ไร่ หรือร้อยละ 3.16 ของพื้นที่ มีจำนวนครัวเรือนประมาณ 39,324 ครัวเรือน มีประชากร 83,521 คน ปัจจุบันมีพื้นที่ป่าไม้ถูกแผ้วถางทำลายเพื่อใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ประมาณ 321,250 ไร่ หรือร้อยละ 26.66 ของพื้นที่ ทั้งนี้ สมณมิตร และคณะ (2560) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าแม่ยาวฝั่งขวา จังหวัดลำปาง พบว่าปัจจัยแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์ ที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการบุกรุกที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้แก่ ระดับความสูง ความลาดชัน ระยะห่างจากเส้นทางถนน ระดับปัญหาการถือครองที่ดิน และป่าเบญจพรรณ ในขณะที่การศึกษการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง สาเหตุ และผล

กระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำสาขาน้ำสมุนตอนล่าง จังหวัดน่าน ของกัญจน์ชญา และ จรรย์ธร (2557) พบว่า พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยสาเหตุหลักมาจากการบุกรุกและจับจองพื้นที่ป่าไม้ เพื่อทำการเกษตร โดยเฉพาะการทำไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อวิเคราะห์หาตัวแปรด้านกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกป่าและประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก ที่อาศัยเทคนิคการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยคาดหวังว่าผลการศึกษาที่พบจะสามารถนำไปประกอบการพิจารณาเพื่อหาแนวทาง สำหรับการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นได้

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง มีเนื้อที่ประมาณ 1,929 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 1,205,029 ไร่ โดยมีพื้นที่อยู่บนลุ่มน้ำหลัก คือ ลุ่มน้ำแม่ปิง แม่น้ำแม่แจ่ม ให้น้ำร้อยละ 40 ของแม่น้ำปิง คิดเป็นร้อยละ 17 ของแม่น้ำเจ้าพระยา ลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงร้อยละ 70 ของพื้นที่ มีที่ราบเชิงเขาร้อยละ 20 ของพื้นที่ เป็นที่ราบร้อยละ 10 ของพื้นที่ ตามลำดับ (สำนักงานจังหวัดเชียงใหม่, 2559) ซึ่งอยู่ในเขตการปกครองของอำเภอแม่แจ่ม อำเภอจอมทอง อำเภอสอด จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอแม่สะเรียง อำเภอแม่ออน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ดัง Figure 1

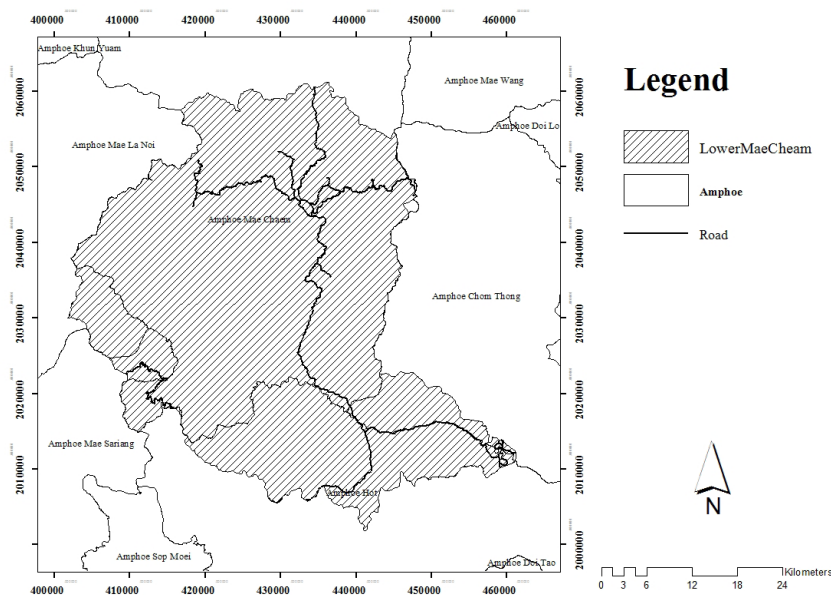


Figure 1 Study area in the Lower Mae Cheam Watershed, Chiang Mai Province.

การจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน

จัดเตรียมข้อมูลการใช้ที่ดินจากภาพถ่ายทางอากาศออร์โธรี ปี พ.ศ. 2545 และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชดที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาบันทึกข้อมูลภาพเมื่อวันที่ 4, 9 และ 29 เดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2559 เพื่อแปลตีความและวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจาก

ดาวเทียมจำแนกการใช้ที่ดินด้วยสายตา โดยใช้ปัจจัยทางด้านรูปร่าง ขนาด และความเข้มของโทนสีในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในระดับมาตราส่วน 1: 25,000 ด้วยโปรแกรม (ArcGIS) โดยจำแนกการใช้ที่ดินเป็น 2 ประเภทหลัก คือ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ไม่ใช่ป่าไม้ พร้อมสร้างเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่

แล้วจึงตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล (accuracy assessment) โดยการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (stratified random sampling) ใช้จุดสำรวจชั้นต่ำ อ้างอิงหลักการ Binomial Probability Theory ตามแนวทางของ Congalton and Green (1998) ดังสมการที่ 1

$$n = \frac{z^2(p)(q)}{e^2} \quad (1)$$

โดย n = จำนวนจุดสำรวจ

p = เปอร์เซนต์ความถูกต้องที่คาดหวัง

e = เปอร์เซนต์ความผิดพลาดโดยสุ่ม

q = เปอร์เซนต์ความผิดพลาดที่ยอมรับได้

$(1-p)$

z = ค่าพื้นที่จากตารางโค้งปกติมาตรฐาน

การศึกษาครั้งนี้กำหนดระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่าเท่ากับ 2 (1.96) และเปอร์เซนต์ความถูกต้องที่คาดหวังไว้ที่ร้อยละ 70 และยอมให้เกิดความผิดพลาดจากการสำรวจไม่เกินร้อยละ 10 นั่นคือ จำนวนจุดสำรวจที่ต้องใช้ในครั้งนี้เท่ากับ 84 จุด แล้วทำการปรับแก้ผลการแปลตีความหลังจากตรวจสอบความถูกต้องภาคสนาม มาแปลตีความถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตอีกครั้งเพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องมากที่สุด

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่ อาศัยการวิเคราะห์โดยการซ้อนทับข้อมูล (Overlay analysis) ระหว่างข้อมูลการใช้ที่ดินของปี พ.ศ. 2545 กับ ข้อมูลการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2559

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้

ในการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง ภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แบ่งขั้นตอน ดังนี้

1. จัดทำชั้นข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ จำนวน 8 ปัจจัย ตามที่พบจากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่คล้ายคลึงกันของ ไกรรพ (2549) และ ธนวัฒน์ (2551)

ประกอบด้วย ระดับชั้นความสูง ความลาดชัน ชนิดพืชด้านลาด ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากชุมชน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และสถานภาพพื้นที่ (ป่าสงวนแห่งชาติป่านุรักษ์ และพื้นที่นอกเขตป่าตามกฎหมายป่าไม้)

2. สุ่มจุดตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา จำนวน 448 จุดให้ครอบคลุมและกระจายทั่วพื้นที่ ซึ่งขนาดตัวอย่างในการวิเคราะห์ logistic regression ต้องใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ $n \geq 30 p$ โดยที่ p คือ จำนวนตัวแปรทำนาย (กัลยา, 2546) โดยวิธีการเลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (stratified sampling) ตามประเภทการใช้ที่ดิน คือ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ไม่ใช่ป่าไม้ แล้วจัดข้อมูลที่ได้ออกเป็น 2 ชุด คือข้อมูลร้อยละ 80 จำนวน 358 จุด นำมาศึกษาหาตัวแปรที่สามารถอธิบายการบุกรุกพื้นที่ป่าได้เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกข้อมูลอีกร้อยละ 20 จำนวน 90 จุด นำมาประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง

3. วิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกเพื่อหาตัวแปรกายภาพที่มีอิทธิพลต่อสภาพการบุกรุกพื้นที่ป่า (เกิดเหตุการณ์บุกรุกป่ากับไม่เกิดเหตุการณ์บุกรุกป่า) ซึ่งฟังก์ชันโลจิสติกจะแสดงความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์บุกรุกป่า (P_y) และความน่าจะเป็นของการไม่เกิดเหตุการณ์บุกรุกป่า (Q_y) โดยมีฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังสมการที่ (2) และสมการที่ (3)

$$P_y = \frac{e^z}{1+e^z} \quad (2)$$

$$Q_y = \frac{1}{1+e^z} \quad (3)$$

เมื่อ P_y = ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์บุกรุกป่า

Q_y = ความน่าจะเป็นของการไม่เกิดเหตุการณ์บุกรุกป่า

$$Z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$$

e = exponential function ($\cong 2.71828$)

X = ตัวแปรอิสระ

β = ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร

เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระไม่เป็นรูปเชิงเส้น จึงต้องปรับให้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในรูปแบบของอัตราส่วนที่เรียกว่า Odds Ratio (OR) ระหว่าง (P_y) กับ (Q_y) (กัลยา, 2546) ที่สามารถแสดงถึงโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ป่าถูกบุกรุกเป็นกี่เท่าของโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ ดังสมการที่ 4

$$\text{Odds Ratio } (P_y) = \frac{P_y}{Q_y} \quad (4)$$

การอยู่ในรูปสมการเชิงเส้นด้วยลอการิทึมธรรมชาติ (natural logarithm) ทำให้ได้ฟังก์ชัน logistic response (หรือเรียก logit) ซึ่งรูปแบบของตัวแปรตามจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระในรูปแบบเชิงเส้นได้ (กัลยา, 2546) ดังสมการที่ 5

$$\text{Logit } (P_y) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 \quad (5)$$

เมื่อ X_1 คือ ระดับชั้นความสูงของพื้นที่

X_2 คือ ชั้นความลาดชันของพื้นที่

X_3 คือ ชุดดิน

X_4 คือ ทิศด้านลาดของพื้นที่

X_5 คือ ระยะห่างจากถนน

X_6 คือ ระยะห่างจากชุมชน

X_7 คือ ระยะห่างจากแหล่งน้ำ

X_8 คือ สถานภาพพื้นที่ตามกฎหมาย

ทำการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ของสมการที่ 5 ด้วยหลักการ Maximum Likelihood เมื่อได้ผลลัพธ์แล้วนำไปใช้ทำนายเหตุการณ์การเกิดบุกรุกป่า (P_y) ในพื้นที่ศึกษาด้วยสมการที่ 2 ซึ่งมีค่าระหว่าง 0.00-1.00

หลังจากนั้นก็ทำการแบ่งช่วงค่าเพื่อเป็นการจำแนกระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุก 5 ระดับ คือ

ระดับความเสี่ยงน้อยมาก มีค่า (P_y) = 0.00-0.20

ระดับความเสี่ยงน้อย มีค่า (P_y) = 0.21-0.40

ระดับความเสี่ยงปานกลาง มีค่า (P_y) = 0.41-0.60

ระดับความเสี่ยงสูง มีค่า (P_y) = 0.61-0.80

ระดับความเสี่ยงสูงมาก มีค่า (P_y) = 0.81-1.00

การประเมินความเหมาะสมของสมการทำนาย

ในการทดสอบสมการประสิทธิภาพการพยากรณ์ของสมการ logit (P_y) โดยใช้ Pseudo R^2 (Cox & Snell และ Nagelkerke R^2) โดยอาศัยการเปรียบเทียบผลการทำนายเหตุการณ์ที่ใช้ในการจัดทำแผนที่เสี่ยงการบุกรุกป่ากับข้อมูลจริง (ข้อมูลสังเกตการณ์ที่กันไว้ร้อยละ 20) ด้วยการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity) แล้วแสดงผลเป็นค่า ROC Curve

ผลและวิจารณ์

ในการศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลการบุกรุกป่าและการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่ มีผลการศึกษาดังนี้

ผลการแปลตีความภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต

ผลการแปลตีความภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต ปีพ.ศ. 2559 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการแปลตีความพบว่าผลการจำแนกข้อมูลภาพมีความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) เท่ากับร้อยละ 83.33 และค่าสถิติแคปปา (Kappa coefficient) เท่ากับ 0.61 แสดงดัง Table 1

Table 1 Accuracy of data from detailed classification in the Lower Mae Cheam Watershed, Chiang Mai Province.

Image 2016	Reference Data		Total	User Accuracy (%)
	Non-forest	Forest		
Non-forest	19	3	22	86.36
Forest	11	51	62	82.25
Total	30	54	84	
Producer Accuracy (%)	63.33	94.44		
Overall accuracy (%)			83.33	
Kappa coefficient (k)			0.61	

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2545 กับ ปี พ.ศ. 2559 ที่ใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูลการใช้ที่ดินซึ่งที่จำแนกเป็นพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่ไม่ใช้ป่าไม้ แสดงผลดัง Table 2 พบว่า พื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2545

มีเนื้อที่ 1,696.45 ตารางกิโลเมตร แต่ในปี พ.ศ. 2559 พื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือ 1,414.05 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นอัตราการบุกรุกป่าเฉลี่ยปีเท่ากับ 20.17 ตารางกิโลเมตร ในขณะที่พื้นที่ไม่ใช้ป่าไม้เพิ่มขึ้นจากเดิมมีพื้นที่ 231.59 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นเป็น 514.00 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ.2559 โดยแปรเปลี่ยนเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยจากการขยายตัวของชุมชนและพื้นที่ทำกิน แสดงดัง Table 2

Table 2 Land use change in the Lower Mae Cheam Watershed, Chiang Mai Province.

Land use type	Year 2002		Year 2016		Annual rate	
	km ²	%	km ²	%	+/-km ²	%
Forest area	1,696.46	87.99	1,414.05	73.34	-20.17	
Non-forest area	231.59	12.01	514.00	26.66	+20.17	
Total	1,928.05	100.00	1,928.05	100.00		

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้

จากการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกเพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ การศึกษาพบว่า ค่า R² (Cox & Snell) มีค่าเท่ากับ 0.157 และค่า R² (Nagelkerke) มีค่าเท่ากับ 0.213 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 0.50 แต่เนื่องจากการเป็นพหุคูณการเกิดเหตุการณ์ที่ข้อมูลทางกายภาพมีลักษณะเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของมนุษย์ อันเป็นสิ่งที่คาดเดาได้ยากเมื่อเทียบกับการพยากรณ์กับกระบวนการทางกายภาพเพียงอย่างเดียว จึงถือได้ว่าเพียงพอที่จะอธิบายอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปร

ตามได้ (สุวดี และ ชลธิชา, 2557) จากความสัมพันธ์ของตัวแปรกับพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก สามารถสร้างฟังก์ชันเชิงเส้นของตัวแปรทำนายได้ ดังสมการที่ (6)

$$\text{Logit}(P_Y) = 0.785 + (0.330x_2) - (0.118x_4) - (0.292x_5) - (0.236x_6) \quad (6)$$

จากการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกจากการนำเข้าปัจจัยแวดล้อมทั้งหมด 8 ปัจจัย พบว่า ปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการถูกบุกรุกมีทั้งหมด 4 ปัจจัยที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ได้แก่ ระยะห่างจากชุมชน ระยะห่างจากถนน ความลาดชัน และทิศด้านลาด ดังรายละเอียดใน Table 3

Table 3 Variables in the Equation.

Variable	β	S.E.	Wald	df	p-value	Exp(β)
Slope_class (X ₂)	0.330	0.148	4.970	1.000	0.026*	1.391
Aspect (X ₄)	-0.118	0.050	5.497	1.000	0.019*	0.889
Dist_Road (X ₅)	-0.292	0.081	13.032	1.000	0.000*	0.747
Dist_village (X ₆)	-0.236	0.062	14.695	1.000	0.000*	0.790
Constant	0.785	0.480	2.683	1.000	0.101	2.193

Remark: *significant at level of 0.05

เมื่อนำสมการถดถอยโลจิสติกที่ได้มาให้เป็นแบบจำลองเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุก ที่มีค่าความน่าจะเป็นอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ที่แบ่งระดับความ

เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าออกเป็น 5 ระดับ ดัง Table 4 และนำค่าที่คำนวณได้ไปสร้างข้อมูลเชิงภาพเป็นแผนที่เสี่ยง แสดงดัง Figure 2 สรุปได้ดังนี้

1. พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกน้อยมาก มีค่าความน่าจะเป็นอยู่ในช่วง 0.00 – 0.20 มีพื้นที่ 541.77 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 28.11 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง

2. พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกน้อย มีค่าความน่าจะเป็นอยู่ในช่วง 0.21 – 0.40 มีพื้นที่ 556.66 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 28.88 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง

3. พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกปานกลาง มีค่าความน่าจะเป็นอยู่ในช่วง 0.41 – 0.60 มีพื้นที่ 664.99 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 34.50 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง

4. พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกสูง มีค่าความน่าจะเป็นในช่วง 0.61 – 0.80 มีพื้นที่ 163.69 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 8.49 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง

5. พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกสูงมาก มีค่าความน่าจะเป็นในช่วง 0.81 – 1.00 มีพื้นที่

0.32 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.02 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง

อนึ่ง เนื้อหาจากการวิเคราะห์ในปัจจัยได้แปลงข้อมูลจากราสเตอร์ มาเป็นเวกเตอร์ ทำให้แนวขอบเขตของพื้นที่มีความคลาดเคลื่อนตามลักษณะข้อมูล มีผลทำให้ขนาดพื้นที่รวมไม่เท่ากับเนื้อที่ของพื้นที่ศึกษาที่ระบุไว้ข้างต้น

อย่างไรก็ตาม วิธีการจำแนกระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าด้วยวิธีแบ่งช่วงค่าเท่ากัน (Equal inter classification) ให้ผลลัพธ์ไม่สมเหตุผลมากนัก หากเทียบกับ อัตราการถูกบุกรุกป่าในระหว่างปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2559 เท่ากับ 20.17 ตารางกิโลเมตรต่อปี ดังนั้น ในการจำแนกระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าควรพิจารณาเลือกใช้การจำแนกวิธีการอื่น เช่น Natural break หรือ Standard deviation และนำผลลัพธ์มาทดสอบความถูกต้องด้วยค่า ROC และเลือกใช้วิธีการที่ให้ค่า ROC สูงสุดมาใช้ในการจัดทำแผนที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกป่าในขั้นตอนสุดท้าย

Table 4 Level of risk area in the Lower Mae Cheam Watershed, Chiang Mai Province.

Level	Area	
	km ²	%
Low risk	541.77	28.11
Relatively low risk	556.66	28.88
Moderate risk	664.99	34.50
Relatively high risk	163.69	8.49
High risk	0.32	0.02
Total	1927.43	100.00

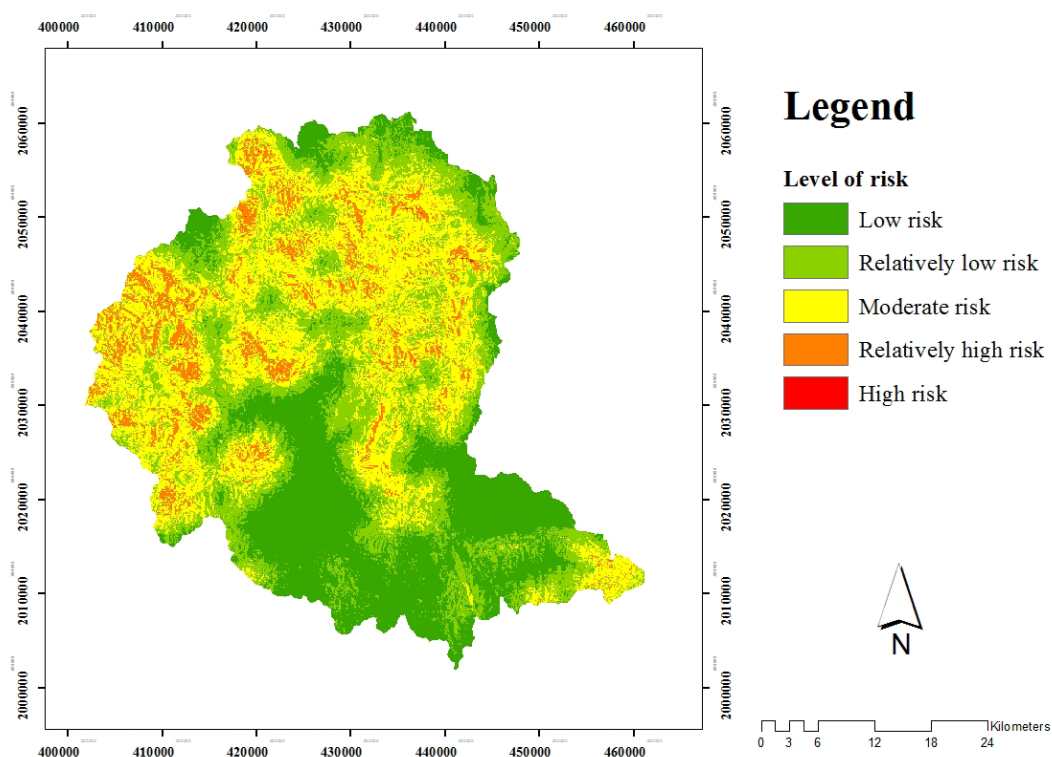


Figure 2 Encroachment risk area map of Mae Cheam Watershed, Chiang Mai Province.

การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

จากการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity) ของแบบจำลอง โดยการนำผลการประเมินหาพื้นที่เสี่ยงการถูกบุกรุกและไม่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุก (เปรียบเทียบกับสภาพพื้นที่จริงที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม) พบว่ากราฟ ROC

มีลักษณะเป็นเส้นโค้งชิดแกนตั้งมาก อยู่เหนือเส้นทแยงมุม โดยโค้งจากจุด (0, 0) ถึงจุด (1, 1) พื้นที่ใต้เส้น ROC ที่มีค่าร้อยละ 74.2 ถือว่าสมการถดถอยที่สร้างขึ้นค่อนข้างมีความแม่นยำให้ความถูกต้องโดยรวมของการทำนายอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี (Fawcett, 2004) ดัง Figure 3

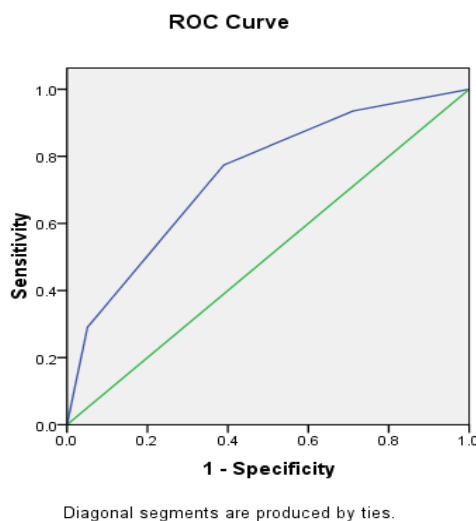


Figure 3 Receiver Operating Characteristic (ROC Curve)

สรุป

จากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูลการใช้ที่ดินที่จำแนกเป็นพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่ไม่ใช่ป่าไม้ ระหว่างปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2559 พบว่า พื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2545 มีเนื้อที่ 1,696.45 ตารางกิโลเมตร แต่ในปี พ.ศ. 2559 พบว่า พื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือ 1,414.05 ตารางกิโลเมตร ในขณะที่พื้นที่ไม่ใช่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2545 ที่มีพื้นที่ 231.59 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นเป็น 514.00 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2559 สาเหตุสำคัญของการลดลงของพื้นที่ป่าเกิดจากการขยายตัวของชุมชนและพื้นที่ทำกิน

จากการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกเพื่อหาปัจจัยที่สามารถทำนายเหตุการณ์บุกรุกพื้นที่ป่า พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบุกรุกมี 4 ปัจจัย (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %) คือ ระยะห่างจากชุมชน ระยะห่างจากถนน ความลาดชัน และทิศด้านลาด เมื่อนำสมการไปทำนายเหตุการณ์ พบว่า พื้นที่ที่ระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกอยู่ในระดับน้อยและน้อยมาก คิดเป็นพื้นที่รวม 1,098.43 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 56.99 ของพื้นที่ศึกษา ในขณะที่เดียวกัน ระดับความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุกในระดับสูงและสูงมาก คิดเป็นพื้นที่รวม

164.01 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 8.51 ของพื้นที่ศึกษา ผลการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง ROC Curve พบว่ามีค่าพื้นที่ใต้เส้นกราฟเท่ากับร้อยละ 74.2 ซึ่งถือว่าแบบจำลองที่ได้นี้ให้ความถูกต้องโดยรวมของการทำนายอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปสนับสนุนการปฏิบัติงานในพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง ในการวางแผนเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกต่อไปได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กัญจนัชญา เม้าลี และ จรัณธร บุญญานุภาพ. 2557. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง สาเหตุและผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำสาขาน้ำสมุนตอนล่าง จังหวัดน่าน. วารสารวนศาสตร์ 33 (2): 131-148.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2546. การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows. ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ไกรรพ พงศ์พิบูลเกียรติ. 2549. การศึกษาการบุกรุกพื้นที่ต้นน้ำของลุ่มน้ำสาขาทะเลสาบสงขลา โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะกรรมการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

2558. รายงานการศึกษาเรื่องการแก้ไขปัญหา
ที่ดินป่าไม้ของชาติ. 30 หน้า.

ธนวัฒน์ ประไพ. 2551. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศ
ภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการ
บุกรุกพื้นที่ป่าอนุรักษ์และพื้นที่โดยรอบของ
อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมนิมิตร พุกงาม, ประสงค์ สงวนธรรม และ สุภาภรณ์
ผ่องศาลา. 2560. การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อ
การบุกรุกพื้นที่ป่าในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่า
แม่จางฝั่งขวาจังหวัดลำปาง. วารสารวนศาสตร์
36 (1): 123-128.

สำนักงานจังหวัดเชียงใหม่. 2559. โครงการบริหารจัดการน้ำ
จังหวัดเชียงใหม่อำเภอแม่แจ่ม. แหล่งที่มา: http://gis.chiangmai.go.th/index.php?name=infobase&themeID=4&pid=25&District_ID=3, 15
ธันวาคม 2559.

สุวดี น้าพาเจริญ และ ชลธิชา จำรัสพร. 2557. การ
วิเคราะห์สมการถดถอย การแปลความหมาย
ค่า R-Square และการประเมินตัวแบบว่า
เหมาะสมหรือไม่ (Regression Analysis:
How Do I Interpret R-squared and Assess
the Goodness-of-Fit?). แปลจาก Jim Frost.
Regression Analysis: How Do I Interpret
R-squared and Assess the Goodness-of-
Fit?. แหล่งที่มา: http://www.tpa.or.th/writer/read_this_book_topic.php?bookID=3086&read=true&count=true, 20 กุมภาพันธ์ 2561.

Congalton, R.G. and K.Green. 1998. Assessing the
accuracy of remotely sensed data: principles
and practices. Lewis, New York.

Fawcett, T. 2004. ROC Graphs: Notes and Practical
Considerations for Researchers. Available
Source: <http://binf.gmu.edu/mmasso/ROC101.pdf>, February 21, 2018.