

การผลิตแผนที่ความเสี่ยงการเกิดดินถล่มโดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
และแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ร่วมกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม
กรณีศึกษาของบ้านนางแลใน อ.เมือง จ.เชียงราย *

Mapping of landslide susceptibility area using geographic information system
and logistic regression model with environmental factors: a case study of Ban
Nanglae Nai, Muang district, Chiang Rai province

กฤตวิชัย สุขอึ้ง (Krittawit Suk-ueng) **

ภานุพงศ์ พรหมมารัตน์ (Bhanupong Phrommarat) ***

สุรัสวดี นางแล (Suruswadee Nanglae) ****

ธนายุทธ ช่างเรือนงาม (Thanayut Changruenngam) ****

ศิวรี สุดสนธิ (Sivaree Sudsanit) ****

บทคัดย่อ

ดินถล่ม โดยทั่วไปแล้วหมายถึงการเคลื่อนตัวของแผ่นดินลงไปตามความชัน ซึ่งเกิดจากสาเหตุตามธรรมชาติ หรือจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การทำลายป่าไม้ และการตัดถนน เป็นต้น ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายแก่ชุมชน โดยเฉพาะที่อาศัยอยู่ตามแนวเทือกเขาในภาคเหนือ ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีการกำหนดพื้นที่ที่มีโอกาสเสี่ยงในการเกิดดินถล่มโดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกส์ร่วมกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในการผลิตแผนที่ความเสี่ยงของการเกิดดินถล่มเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการป้องกันความเสี่ยงของการเกิดดินถล่ม พื้นที่ศึกษาอยู่ในบริเวณบ้านนางแลในหมู่ 7 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย มีพื้นที่ทั้งสิ้นประมาณ 23 ตารางกิโลเมตร ซึ่งพื้นที่ที่เกิดร่องรอยดินถล่มมี 4 พื้นที่ ได้แก่ ฝาลาดรอยวัว บ้านลิไข น้ำตกตาดฮาง และดอยตัง จากการสุ่มจุดภายในพื้นที่ที่เคยดินถล่มจำนวน 62 จุด พบว่า ในบริเวณพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มอยู่ในพื้นที่ที่มีความสูง 675.77 เมตร ห่างจากแม่น้ำนางแล 89.45 เมตร ความลาดชันร้อยละ 48.53 และค่าเฉลี่ยดัชนีความแตกต่างของพิชพรรณน้อยกว่า 0 เคยเป็นพื้นที่ที่เกิดดินถล่ม จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกพบว่า ระดับความสูงของพื้นที่เพิ่มขึ้นทำให้โอกาสของการเกิดดินถล่มเพิ่มขึ้น และพื้นที่ที่มี

* เพื่อเผยแพร่งานวิจัย

For publishing research

** โปรแกรมวิชาพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Energy and Environment Program, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University

*** ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร (Corresponding author)

Department of Environmental Science, Faculty of Science, Silpakorn University,

Email: b.phrommarat@gmail.com

**** โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Mathematics Program, Faculty of Science and Technology, Chiangrai Rajabhat University

ระยะห่างจากแม่น้ำนางแลมากจะมีโอกาสของการเกิดดินถล่มลดลง และความถูกต้องของแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกเท่ากับร้อยละ 81.69 และจากการวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกร่วมกับความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดดินถล่มและปัจจัยสิ่งแวดล้อมพบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มของบ้านนางแลในหมู่ 7 มากที่สุด คือ พื้นที่ที่มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 664-687 เมตร และมีระยะห่างจากแม่น้ำนางแลไม่เกิน 100 เมตร

คำสำคัญ:ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์, แบบจำลองการถดถอยโลจิสติก, แผนที่ความเสี่ยงของการเกิดดินถล่ม

Abstract

Landslide generally means the movement of earth down a slope occurring from natural causes or human activities, e.g. deforestation and road construction. It consistently causes damage to villages located in mountainous areas in the northern region. In this study, landslide susceptibility areas were defined by applying logistic regression model integrating with environmental factors and geographic information system (GIS) to produce a landslide susceptibility map in order to be used as a guideline for landslide mitigation. Ban Nanglae Nai (Moo. 7), Muang district, Chiang Rai province was selected as a study area. The area was divided into four former landslide sites including Pha Lad Roi Vow, Ban Li Kai, Tad Hang waterfall and Doi Dang. Sixty-two random points were automatically selected in former landslide sites. These random points were 675.77 meters of above mean sea level with average of 89.45 meters away from Nanglae river, the average slope of 48.53 percent and negative values of NDVI. The result of logistic regression model showed that the risk of landslide was increased by higher-elevation, however it was reduced as the distance from the river increased. The accuracy of the model was 81.69 percent. In addition, the result of integrating former landslide sites and logistic regression model with environmental factors found that the high-risk area of landslide in the village was located at 664-687 meter above sea level and approximately 100 meters away from Nanglae river.

Keywords: Geographic Information System, Logistic regression model, Landslide susceptibility mapping

บทนำ

ดินถล่ม (Landslide) คือการเคลื่อนตัวของแผ่นดินลงไปตามความชัน ซึ่งเกิดจากสาเหตุตามธรรมชาติ หรือจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การทำลายป่าไม้ การทำการเกษตรบนที่สูง และการตัดถนน เป็นต้น ทำให้เกิดการพังทลายบริเวณผิวดิน และส่งผลกระทบต่อแหล่งที่อยู่อาศัยของมนุษย์ที่อาศัยอยู่ใกล้ภูเขา ดินถล่มที่เกิดขึ้นทั่วโลกทำให้มีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บมากกว่า 100,000 คน และมีความสูญเสียทางเศรษฐกิจมากกว่า 3 หมื่นล้านบาท โดยมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าการป้องกันความเสี่ยงของการเกิดดินถล่มอย่างมีประสิทธิภาพนั้นมีความสัมพันธ์กับการกำหนดพื้นที่ที่มีโอกาสเสี่ยงในการเกิดดินถล่ม (บุญชู บึงทอง, 2544; Intarawichian, 2008)

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System หรือ GIS) ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในการสำรวจเพื่อวางแผนการจัดการพื้นที่และการประเมินความเสี่ยงในการเกิดภัยพิบัติต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ณรงค์ วงษ์พานิช และคณะ (2558) ได้ประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้ในการจัดการทรัพยากรชายฝั่งทะเลของจังหวัดเพชรบุรี และคมสัน ศิริวงศ์วัฒนา (2559) ได้ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินและอัตราการชะล้างพังทลายดินเพื่อวางแผนอนุรักษ์พื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว GIS ยังสามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematic model) และปัจจัยสิ่งแวดล้อมของการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น การเกิดดินถล่ม โดยสามารถแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ของความเสี่ยงในการเกิดดินถล่มเพื่อบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเกิดดินถล่ม เช่น การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองการถดถอยโลจิสติก (Logistic regression model) ร่วมกับลักษณะเนื้อดิน และความสูงของภูมิประเทศ สามารถผลิตแผนที่ความเสี่ยงของการเกิดดินถล่มในประเทศเอลซัลวาดอร์ได้ (García-Rodríguez et al., 2008; Bai et al., 2010)

บ้านนางแลในหมู่ 7 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ถูกเลือกเป็นพื้นที่ศึกษาในการศึกษาร้านนี้เนื่องจากเป็นหมู่บ้านที่อยู่ติดภูเขาตามแนวแม่น้ำนางแล รวมทั้งเป็นแหล่งต้นน้ำและแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของตำบลนางแล เช่น น้ำตกนางแลใน และผาตาทรายวัว เป็นต้น ประชาชนในบ้านนางแลในหมู่ 7 มีการทำเกษตรที่สูง เช่น นาข้าว และสวนลิ้นจี่ เป็นต้น จากการสอบถามผู้นำชุมชนในพื้นที่พบว่า บ้านนางแลในหมู่ 7 เกิดดินถล่มในปี พ.ศ. 2553 (ศรีเดช หน่อแก้ว, 2558) ซึ่งทำให้มีโอกาสเสี่ยงในการเกิดดินถล่มในอนาคต ดังนั้น การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกจึงเป็นแนวทางในการป้องกันความเสี่ยงที่จะเกิดดินถล่มได้

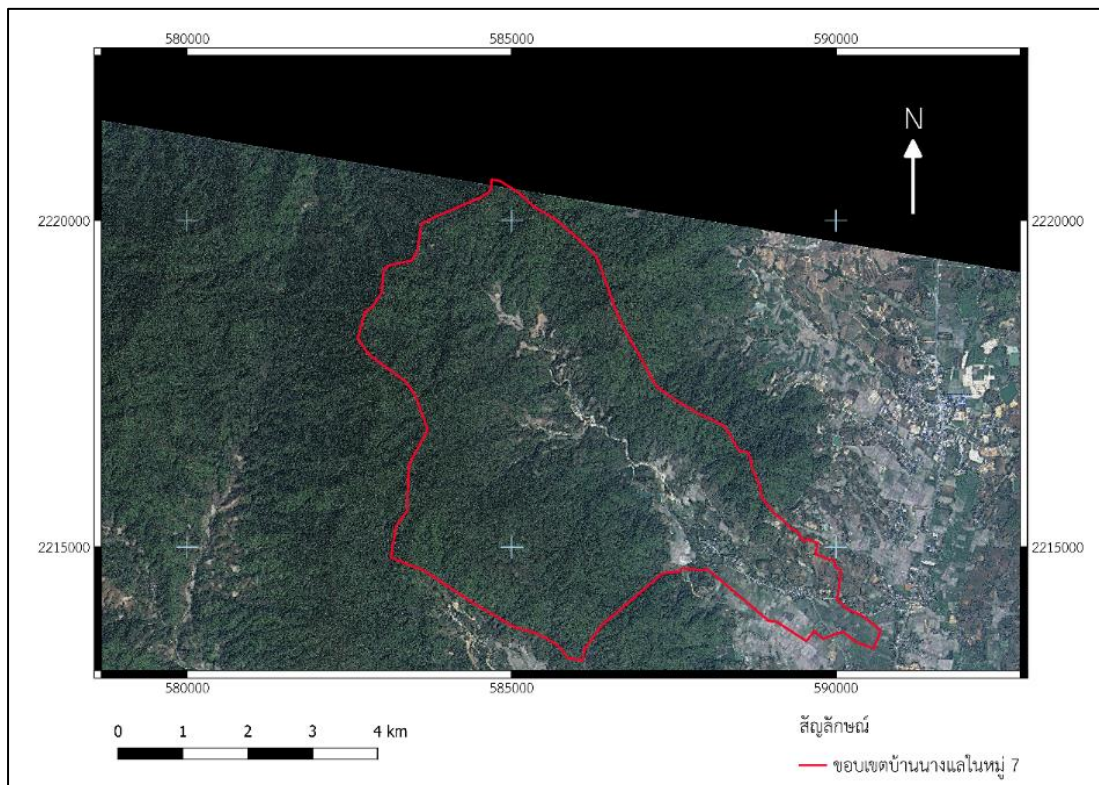
วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้างพื้นที่เสี่ยงโดยกำหนดระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มโดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองการถดถอยโลจิสติก

วิธีดำเนินการวิจัย

1) พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ที่ศึกษาคือ บริเวณหมู่บ้านนางแลในหมู่ 7 ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 23 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในตำแหน่งระหว่าง 2210000-2220000 องศาเหนือ และ 580000-590000 องศาตะวันออก ในระบบพิกัด UTM (Universal Transverse Mercator) กริดโซน 47N ตามระบบพิกัดมูลฐาน (Global Datum) WGS 84 (World Geodetic System 1984) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาบริเวณบ้านนางแลในหมู่ 7 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
(ดัดแปลงจากภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชต ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554)

2) การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวข้องกับดินถล่มและการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

2.1) รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดินถล่มและการสำรวจภาคสนาม

การศึกษาในครั้งนี้ได้มีการรวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับดินถล่มในพื้นที่บ้านนางแลในหมู่ 7 เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการคาดการณ์การเกิดดินถล่ม และชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง ชั้นข้อมูลความสูงของพื้นที่ที่ได้จากแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ชั้นข้อมูลความลาดชันและชั้นข้อมูลพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากสถานีพัฒนาที่ดิน จังหวัดเชียงราย และชั้นข้อมูลระยะห่างจากแม่น้ำนางแลที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม รวมทั้งการสำรวจบริเวณที่มีร่องรอยการเกิดดินถล่มตามแนวแม่น้ำนางแลและบ้านลิไข่ ร่วมกับการเก็บค่าพิกัดภูมิศาสตร์และถ่ายภาพบริเวณที่มีร่องรอยการเกิดดินถล่ม

2.2) การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

ใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตซึ่งบันทึกภาพเมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 จำนวน 1 ภาพ ผ่านกระบวนการก่อนการประมวลผลภาพ และกระบวนการปรุงแต่งข้อมูลโดยใช้ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index; NDVI) เพื่อการจำแนกพื้นดิน พื้นน้ำ และพืชพรรณ

3) การวิเคราะห์และการประมวลผล

3.1) การจัดทำแผนที่เสี่ยงในการเกิดดินถล่ม

กำหนดพื้นที่ศึกษาบริเวณบ้านนางแลในหมู่ 7 จากแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50000 ลำดับชุด L 7018 ระวัง 4949 II และภาพถ่ายจากดาวเทียมไทยโชตแบบหลายช่วงคลื่น จำนวน 1 ภาพ บันทึกภาพเมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 จากนั้นสำรวจพื้นที่ศึกษาในภาคสนามร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม เพื่อหาร่องรอยดินถล่มที่เคยเกิดขึ้นในอดีต (พ.ศ. 2553) โดยจัดเก็บในโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ แล้วนำไปวิเคราะห์ในแบบจำลองการถดถอยโลจิสติก เพื่อผลิตแผนที่เสี่ยงในการเกิดดินถล่ม

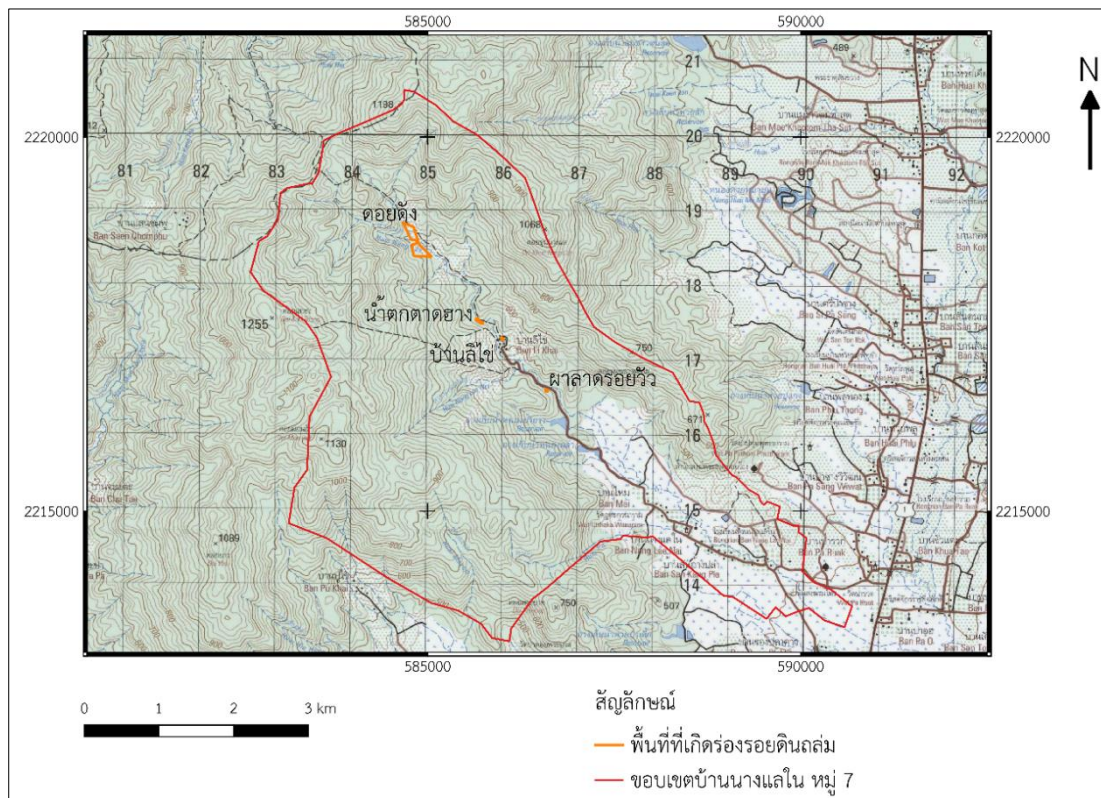
3.2) การสร้างแบบจำลองการถดถอยโลจิสติก

ในการสร้างแบบจำลองการถดถอยโลจิสติก เริ่มต้นจากการนำข้อมูลร่องรอยการเกิดดินถล่มมา กำหนดขอบเขตของการเกิดดินถล่ม แล้วสุ่มจุดโดยใช้โปรแกรม R ลงในพื้นที่ศึกษา โดยแยกจุดออกเป็น 2 ชุด ได้แก่ จุดที่ตกอยู่ในพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มโดยแต่ละจุดมีค่าเท่ากับ 1 และจุดที่ตกอยู่ในพื้นที่ที่ไม่เคยเกิดดินถล่ม โดยแต่ละจุดมีค่าเท่ากับ 0 จากนั้นกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ความลาดชัน (Slope) ระยะห่างจากแม่น้ำนางแล (Distance) ดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Used) ซึ่งต้องสร้างตัวแปรหุ่น 8 ตัวแปร ได้แก่ นาข้าว พืชไร่ ไม้ยืนต้น ไม้ผล สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ป่าผลัดใบ พื้นที่น้ำ และพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง จากนั้นนำจุดที่ถูกสุ่มมาสกัดข้อมูลจากตัวแปรแต่ละตัวเพื่อจัดทำชุดข้อมูล (Data Set) และแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นชุดข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลอง (ร้อยละ 75) ส่วนที่สองเป็นชุดข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (ร้อยละ 25) ในการสร้างแบบจำลองถดถอย โลจิสติกต้องคัดเลือกตัวแปรที่เข้าไปในตัวแบบด้วยวิธี Stepwise ซึ่งแบบจำลองที่ดีที่สุดจะให้ค่า AIC (Akaike's Information Criterion) น้อยที่สุด และใช้ค่า AUC (Area Under the ROC Curve) ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ผลการวิจัย

1) พื้นที่ที่เกิดร่องรอยดินถล่มที่ได้จากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม

พื้นที่ที่เกิดร่องรอยดินถล่มมี 4 พื้นที่ ได้แก่ ฝาลาดรอยวัว (790 ตารางเมตร) บ้านลิไข (270 ตารางเมตร) น้ำตกตาดฮาง (2,000 ตารางเมตร) และดอยดั่ง (48,000 ตารางเมตร) ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 พื้นที่ที่เกิดร่องรอยดินถล่มจากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม

2) พื้นที่เสี่ยงการเกิดดินถล่มบริเวณบ้านนางแลในหมู่ 7 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

จากการสุ่มจุดภายในพื้นที่ที่เคยดินถล่มจำนวน 62 จุด ภายในพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่ม พบว่าในบริเวณพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มอยู่ในพื้นที่ที่มีความสูงโดยเฉลี่ย 675.77 เมตร ซึ่งห่างจากแม่น้ำโดยเฉลี่ย 89.45 เมตร มีระดับความชันโดยเฉลี่ยร้อยละ 48.53 และมีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของพีชพรรณติดลบซึ่งแสดงว่าพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มส่วนใหญ่เป็นพื้นที่น้ำหรืออาจเป็นพื้นที่โล่ง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นภายในพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่ม

ปัจจัย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความสูงจากระดับน้ำทะเล	464.78	717.76	675.77	44.79
ระยะห่างจากแม่น้ำ	0.00	187.95	89.45	54.23
ความลาดชัน	21.00	66.00	48.53	8.88
ความแตกต่างของพีชพรรณ	-0.28	0.85	-0.09	0.16

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มจากชุดข้อมูล 62 จุด พบว่าพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม A2 (พืชไร่) จำนวน 34 จุด (คิดเป็นร้อยละ 54.84) รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ F2 (ป่าผลัดใบ) จำนวน 15 จุด (คิดเป็นร้อยละ 24.19) และพื้นที่เกษตรกรรม A1 (นาข้าว) จำนวน 13 จุด (คิดเป็นร้อยละ 20.97) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่ม

ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน	จำนวน	ร้อยละ
พื้นที่เกษตรกรรม A1 (นาข้าว)	13	20.97
พื้นที่เกษตรกรรม A2 (พืชไร่)	34	54.84
พื้นที่ป่าไม้ F2 (ป่าผลัดใบ)	15	24.19

ในการสร้างแบบจำลองความเสี่ยงของการเกิดดินถล่ม (Landslide Susceptibility) ใช้แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกจากตัวแปรเชิงปริมาณ 4 ตัวแปร ได้แก่ แบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ระยะห่างจากแม่น้ำ (Distance) ความลาดชัน (Slope) และดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (NDVI) และมีตัวแปรเชิงคุณภาพ 1 ตัวแปร คือ การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Used : LU) โดยบ้านนางแลในหมู่ 7 มีการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด 9 ประเภท ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม A1 (นาข้าว), พื้นที่เกษตรกรรม A2 (พืชไร่), พื้นที่เกษตรกรรม A3 (ไม้ยืนต้น), พื้นที่เกษตรกรรม A4 (ไม้ผล), พื้นที่เกษตรกรรม A9 (สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ), พื้นที่ป่า F2 (ป่าผลัดใบ), พื้นที่น้ำ W, พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง U และพื้นที่เบ็ดเตล็ด M โดยสร้างตัวแปรดัมมี่ (Dummy Variables) ทั้งหมด 8 ตัวแปร ได้แก่ พื้นที่ A1, A2, A3, A4, A9, F2, W และ U

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกที่มีการคัดเลือกตัวแปรแบบ Stepwise พบว่ามีตัวแปรที่เข้าไปในแบบจำลอง 4 ตัวแปร ได้แก่ แบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ระยะห่างจากแม่น้ำ ความแตกต่างของพืชพรรณ และพื้นที่เกษตรกรรม A2 โดยตัวแปรความสูงจากระดับน้ำทะเล และ ระยะห่างจากแม่น้ำมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.001 ตัวแปร A2 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และตัวแปร NDVI มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.10 ดังแสดงในตารางที่ 3

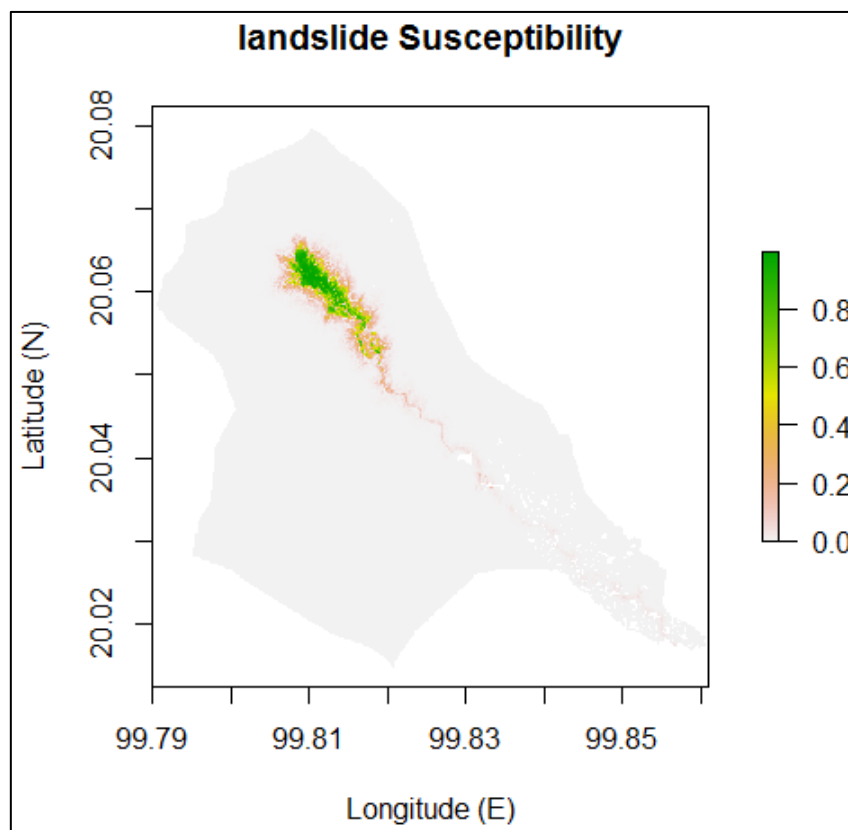
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอยโลจิสติก

Variables	Coefficients	Std. Error	Z value	P-Value
(Intercept)	-18.601	4.623	-4.023	5.74×10^{-5} ***
DEM	0.033	0.008	4.051	5.09×10^{-5} ***
Distance	-0.028	0.008	-3.645	2.68×10^{-4} ***
NDVI	-5.649	3.319	-1.702	0.0887 .
A2	1.927	0.965	1.997	0.0459 *

Null deviance = 288.945, Residual deviance = 37.353, Pseudo- $R^2 = 87.07$, AIC = 47.353

หมายเหตุ: *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.001, * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05, . หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.10

ค่า Null deviance หรือค่า Log Likelihood สำหรับ Constant-Only Model (L_0) เท่ากับ 288.945 และค่า Residual deviance หรือค่า Log Likelihood สำหรับ Full Model (L_1) เท่ากับ 37.353 โดยสามารถคำนวณค่า Pseudo- R^2 ได้เท่ากับ 87.07 ซึ่งหมายความว่าแบบจำลองนี้พยากรณ์ได้ร้อยละ 87.07 และจากสมการ $\text{Logit}(x) = -18.601 + 0.033\text{DEM} - 0.028\text{Distance} - 5.649\text{NDVI} + 1.927\text{A2}$ พบว่า ตัวแปร DEM และ A2 มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก ซึ่งหมายความว่าพื้นที่ที่สูงมากขึ้น ทำให้โอกาสของการเกิดดินถล่มเพิ่มขึ้น และหากพื้นที่นั้นมีการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการปลูกพืชไร่ ทำให้โอกาสของการเกิดดินถล่มเพิ่มขึ้นอีกด้วย ในขณะที่ตัวแปร Distance และ NDVI มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบซึ่งแสดงว่าพื้นที่ที่มีระยะห่างจากแม่น้ำมากขึ้น (Distance เพิ่มขึ้น) ส่งผลให้โอกาสของการเกิดดินถล่มลดลง และถ้าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณมีค่าเพิ่มขึ้น (NDVI เพิ่มขึ้น) ส่งผลให้โอกาสของการเกิดดินถล่มลดลง นอกจากนี้พื้นที่ที่ไม่มีโอกาสที่จะเกิดดินถล่มมีความน่าจะเป็นเท่ากับ 0 (พื้นที่สีเทา) แต่ถ้าความน่าจะเป็นเท่ากับ 1 (พื้นที่ สีเขียว) หมายความว่าพื้นที่นั้นมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดดินถล่ม (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แผนที่ความเสี่ยงของการเกิดดินถล่มบริเวณบ้านนางแลในหมู่ 7 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยแถบสีแสดงระดับความเสี่ยงของการเกิดดินถล่ม มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1

จากการประเมินผลแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกโดยมีการคัดเลือกตัวแปรด้วยวิธีการ Stepwise พบว่าจำนวนจุดสุ่มในพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองใช้ทั้งหมด 19 จุด จำนวนจุดสุ่มในพื้นที่ที่ไม่เคยเกิดดินถล่มที่ใช้ตรวจสอบใช้ทั้งหมด 140 จุด มีค่า AUC เท่ากับ 0.8169173 ซึ่งหมายความว่ามีความถูกต้องของการพยากรณ์เท่ากับร้อยละ 81.69 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าที่คำนวณได้จากการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองการถดถอยโลจิสติก

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Evaluation)	Value
จำนวนจุดสุ่มในพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่ม ที่ใช้ตรวจสอบ	19
จำนวนจุดสุ่มในพื้นที่ที่ไม่เคยเกิดดินถล่ม ที่ใช้ตรวจสอบ	140
AUC	0.8169173

สรุปและอภิปรายผล

พื้นที่ที่เกิดร่องรอยดินถล่มส่วนใหญ่พบอยู่บริเวณบ้านลิไซซึ่งเป็นบ้านของประชาชนที่เป็นชนเผ่า และอาศัยอยู่รวมกันบนพื้นที่สูงโดยเฉพาะดอยดั่ง ซึ่งบริเวณนี้มีโครงสร้างทางธรณีวิทยาเป็นหินอัคนีประเภทหินแกรนิตซึ่งมีอัตราการผุพังสูง และเมื่อมีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 260 มิลลิเมตร ขึ้นไปภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้ดินมีความอ่อนตัวและก่อให้เกิดแผ่นดินถล่มได้ (วรวิทย์ ตันตวินิช, 2535) โดยพื้นที่ที่เกิดร่องรอยดินถล่มมี 4 พื้นที่ ได้แก่ ฝาลาดทรายขาว บ้านลิไซ น้ำตกตาดฮาง และดอยดั่ง

จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกพบว่า ระดับความสูงของพื้นที่และระยะห่างจากแม่น้ำเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญ กล่าวคือ เมื่อระดับความสูงของพื้นที่เพิ่มขึ้น โอกาสของการเกิดดินถล่มก็จะเพิ่มขึ้นตาม และถ้าหากพื้นที่นั้นอยู่ใกล้แม่น้ำด้วยแล้ว ก็จะทำให้โอกาสของการเกิดดินถล่มเพิ่มขึ้นด้วย ปัจจัยที่มีความสำคัญรองลงมา ได้แก่ พื้นที่ที่มีการทำเกษตรกรรมพืชไร่ (A2) ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้โอกาสของการเกิดดินถล่มเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนปัจจัยสุดท้าย คือ ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (NDVI) ซึ่งถ้า NDVI มีค่าติดลบ (เป็นพื้นที่น้ำหรืออาจเป็นพื้นที่โล่ง) จะทำให้โอกาสของการเกิดดินถล่มเพิ่มขึ้น จากแบบจำลองมีความถูกต้องของแบบจำลองการถดถอยโลจิสติกเท่ากับร้อยละ 81.69 นอกจากนี้จากการวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกร่วมกับความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดดินถล่มและปัจจัยสิ่งแวดล้อมพบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มของบ้านนางแลในหมู่ 7 มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 664-687 เมตร และมีระยะห่างจากแม่น้ำนางแลไม่เกิน 100 เมตร และหากพื้นที่นั้นเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่ซึ่งมีรากเกาะยึดดินไม่แน่นเหมือนพื้นที่ที่ปลูกไม้ยืนต้นหรือเป็นพื้นที่โล่งใกล้แม่น้ำ จะทำให้เพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มได้เช่นกัน (บุญชู บึงทอง, 2544; เกษมศรี มานิมนต์, 2549; กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากข้อมูลพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มในหมู่บ้านนางแลในมีความถี่ของการเกิดที่ไม่แน่นอน กล่าวคือ บางปีมีการเกิดดินถล่ม แต่บางปีไม่มีการเกิดดินถล่ม การพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงอาจต้องใช้เทคนิค อื่น ๆ เข้ามาประกอบในการพิจารณา เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมทรัพยากรธรณี. (2556). **โครงการจัดทำข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับชุมชน ตำบลนางแล อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย**. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- เกษมศรี มานินนต์. (2549). **ศักยภาพการเกิดแผ่นดินถล่มจากการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิงตอนบน อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คมสัณห์ ศิริวงศ์วัฒนา. (2559). “การศึกษาปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินและอัตราการชะล้างพังทลายดินเพื่อวางแผนอนุรักษ์พื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ”. **Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University**. ปีที่ 3, ฉบับที่ 5 : 32-50.
- ณรงค์ วงษ์พานิช, สมสุข เข้มขำ และสิน พันธุ์พินิจ. (2558). “การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้ในการจัดการทรัพยากรชายฝั่งทะเลของจังหวัดเพชรบุรี”. **Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University**. ปีที่ 2, ฉบับที่ 1 : 1-13.
- บุญชู บึงทอง. (2544). **การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติแผ่นดินถล่มในจังหวัดจันทบุรี**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วรุณดี ต้นตวนิช. (2535). **ธรณีวิทยาภัยพิบัติเนื่องจากแผ่นดินถล่มที่บ้านกะทูนเหนือ จังหวัดนครศรีธรรมราช**. กรุงเทพฯ: ฝ่ายธรณีวิทยาสังเกตการณ์ กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี.
- ศรีเดช หน่อแก้ว. (6 กรกฎาคม 2558). **ผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 7 บ้านนางแลใน. สัมภาษณ์**.

ภาษาต่างประเทศ

- Bai, S.B., 2010. Wang, J., Lü, G.N., Zhou, P.G., Hou, S.S. and Xu, S.N. (2010). “GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping of the Zhongxian segment in the Three Gorges area, China”. **Geomorphology**, 115: 23-31.
- García-Rodríguez, M.J., Malpica, J.A., Benito, B. and Díaz, M. (2008). “Susceptibility assessment of earthquake-triggered landslides in El Salvador using logistic regression”. **Geomorphology**, 95: 172-191.
- Intarawichian, N. (2008). **A comparative study of analytical hierarchy process and probability analysis for landslide susceptibility zonation in lower Mae Chaem watershed, Northern Thailand**. Doctor of philosophy in Geoinformatics, Suranaree University of Technology.