Thai J. For. 15 : 150-160 (1996) วารสารวนศาสตร์ 15 : 150-160 (2539)

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อหาปัจจัยชีวกายภาพที่มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ในลุ่มน้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช

GIS APPLICATION IN DETERMINING BIOPHYSICAL FACTORS AFFECTING LANDSLIDE IN TAPI WATERSHED, NAKHON SI THAMMARAT

นิพนธ์ ตั้งธรรม[1] Nipon Tangtham

สราวุธ นาแรมงาม[2] Sarawuth Naramngam

ABSTRACT

Slope map, geology map, land-use map and drainage system map of two sub-watersheds, Klong Kratun and Klong Dindaeng in Tapi basin were, one at a time, overlayed on landslide map of the same area interpreted from Landsat taken on November 22, 1988 when devastated landslide and flood occurred in order to determine factors causing this natural hazard using GIS as a tool. Results reveal that of total slided area of 14.75 sq.km or about 6.19% of study area, landslides were mostly occurred on slope 17°-35° with granitic rock formation and covered by both forest and rubber plantation. Slided area increases with and increasing slope with maximum of 7.13% of area having slope steeper than 35°. Granatic rock indicates the highest proportion of landslide with about 7.6% of its formation followed by shale/slate and alluviam. Regarding vegetative cover, the largest proportion of slided area was found in rubber plantation (7.5% of its area) followed by forest area (5.98%). Gullies of stream-orders seem to show less impact on landslide in this study area.

บทคัดย่อ

การศึกษาเพื่อหาว่าปัจจัยทางชีวกายภาพอะไรบ้างที่มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำตาปี ได้ดำเนินการโดยใช้แผนที่ความลาดชัน แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และแผนที่ระบบทางน้ำของลุ่มน้ำย่อย 2 ลุ่มน้ำ คือลุ่มน้ำคลองกระทูน และลุ่มน้ำคลองดินแดง ทั้งนี้ได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นเครื่องมือในการซ้อนทับแผนที่ต่างๆ ดังกล่าว กับแผนที่แผ่นดินถล่มที่แปลตีความจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ซึ่งถ่ายทำเมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2531 อันเป็นช่วงเวลาที่ได้เกิดแผ่นดินถล่มและอุทกภัยอย่างรุนแรงในพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาพบว่า จากพื้นที่แผ่นดินถล่มทั้งหมด 14.75 ตารางกิโลเมตรนั้น ประมาณร้อยละ 6.19 เกิดในพื้นที่ๆมีความลาดเทสูงอยู่ระหว่าง 17°-35° บนฐานธรณีที่เป็นหินแกรนิต และเกิดทั้งในที่ๆมีป่าไม้ และสวนยางปกคลุมอยู่ พื้นที่แผ่นดินถล่มเพิ่มขึ้นตามความลาดเทที่เพิ่มขึ้น โดยเกิดขึ้นสูงสุดในพื้นที่ๆมีความลาดเทสูงกว่า 35° บริเวณที่เป็นหินแกรนิตจะมีแผ่นดินถล่มเกิดได้สูงสุด (ประมาณ 7.6 %) ตามมาด้วยบริเวณที่เป็นหิน

[1] ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กทม. 10900

[2] ฝ่ายระบบข้อมูลมลพิษ กรมควบคุมมลพิษ พญาไท กทม. 10400

ดินดาน และหินชนวน และบริเวณดินทับถมสองฝั่งลำน้ำ ส่วนปัจจัยชีวภาพนั้นบริเวณเกิดแผ่นดินถล่มส่วนใหญ่พบในพื้นที่สวนยาง (7.5% ของพื้นที่สวนยาง) ในพื้นที่ป่า (5.98%) ส่วนร่องลึก (gullies) และทางน้ำลำดับต่างๆ มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มน้อยในพื้นที่นี้

คำนำ

การเกิดแผ่นดินถล่มขึ้นในภาคใต้ของประเทศไทย เมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2531 นั้น ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินทั้งของราษฎรและของทางราชการเป็นจำนวนมาก ซึ่งในการที่จะลดความเสียหายให้น้อยลงนั้น จำเป็นต้องศึกษาเพื่อให้รู้ถึงสาเหตุหรือปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดแผ่นดินถล่มขึ้น ซึ่งการเกิดแผ่นดินถล่มขึ้นในพื้นที่หนึ่งๆ นั้น มีปัจจัยเกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นปริมาณน้ำฝน แรงลม ลักษณะปฐพี-ธรณีวิทยา ลักษณะของลำธาร ความลาดชันของพื้นที่ หรือการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น แต่ละปัจจัยอาจทำให้เกิดแผ่นดินถล่มได้ยากหรือง่ายขึ้นแตกต่างกันไป ดังนั้นการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ว่ามีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มอย่างไรนั้น นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวางแผนป้องกัน แก้ไข และลดความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นให้น้อยลง การศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ซ้อนทับแผนที่ของปัจจัยสำคัญที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดแผ่นดินถล่มขึ้น คือ ความลาดชันของพื้นที่ ลักษณะธรณีวิทยา การใช้ประโยชน์ที่ดิน และระบบของลำธารในลุ่มน้ำ มาซ้อนทับกับแผนที่แผ่นดินถล่ม เพื่อเปรียบเทียบว่าปัจจัยที่ใช้มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มแตกต่างกันอย่างไร

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่ภูมิประเทศระวาง 4826 II และ 4926 III มาตราส่วน 1: 50,000

2. แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน จัดทำโดย ดำรัส (2534)

3. แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1: 250,000 จัดทำโดย กรมทรัพยากรธรณี (2526)

4. แผนที่แผ่นดินถล่ม จัดทำโดย พิสุทธิ์ และคณะ (2533)

5. เครื่องคำนวณ และ Microcomputer พร้อมโปรแกรม ARC/INFO และ ERDAS

ทั้งนี้ได้ใช้พื้นที่ลุ่มน้ำคลองกะทูนและลุ่มน้ำคลองดินแดง ในลุ่มน้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นพื้นที่ในการศึกษา

วิธีการ

1. นำแผนที่ความลาดชัน ลักษณะธรณีวิทยา การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบของลำธาร และแผนที่แผ่นดินถล่ม ในพื้นที่ดังกล่าวเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยการ digitize โดยใช้โปรแกรม ARC/INFO สำหรับแผนที่ภูมิประเทศนั้นนำเข้าเฉพาะขอบเขตลุ่มน้ำ ระบบของลำธาร และความลาดชัน โดยความลาดชันนั้นหาโดยวิธีใช้วงกลมของ Sheng (1978) (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร) ทาบลงแผนที่ภูมิประเทศ

มาตราส่วน 1:50,000 นับจำนวนเส้นที่ผ่านในวงกลม แล้วคำนวณหาความลาดชันจากสมการ

$$\text{ความลาดชัน (\%)} = \frac{\text{ความสูงในแนวดิ่ง}}{\text{ระยะทางในแนวราบ}} \times 100$$

2. แปลงข้อมูลจาก ARC/INFO ไปเป็นข้อมูล ERDAS กำหนดขนาดของกริดที่ใช้เท่ากับ 50 x 50 เมตร

3. ใช้หลักของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานต่างๆ กับการเกิดแผ่นดินถล่ม โดยการซ้อนทับแผนที่

4. แสดงผลการซ้อนทับเป็นแผนที่ และตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับแผ่นดินถล่มที่เคยเกิดขึ้นจริงในพื้นที่

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาพบว่าในลุ่มน้ำที่ใช้ในการศึกษา คือ ลุ่มน้ำคลองกะทูน และลุ่มน้ำคลองดินแดง มีพื้นที่ 99.17 และ 139.27 ตารางกิโลเมตร เกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำ 5.16 และ 9.59 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 5.20 และ 6.89 ของพื้นที่แต่ละลุ่มน้ำตามลำดับ (ร้อยละ 34.98 และ 65.02 ของพื้นที่แผ่นดินถล่มทั้งหมด) เมื่อรวมทั้งสองลุ่มน้ำมีพื้นที่ 238.44 ตารางกิโลเมตร เกิดแผ่นดินถล่มรวม 14.75 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 6.19 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 สำหรับสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ส่วนใหญ่คือ 159.73 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 66.99 ของพื้นที่ทั้งหมด อยู่ในช่วงความลาดชันระหว่าง 17°-35° (ร้อยละ 30-70) รองลงไปคือความลาดชันน้อยกว่า 17° และมากกว่า 35° ตามลำดับ ลักษณะธรณีวิทยา พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิต (granite) ร้อยละ 77.49 ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงไปคือ หินดินดานและหินชนวน (shale/ slate) และที่ราบตะกอนน้ำพา (alluvial deposit) สำหรับสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินมีเพียง 3 ประเภทเท่านั้น คือป่าไม้ สวนยางพารา และนาข้าว มีพื้นที่ 179.57, 53.54 และ 5.33 ตารางกิโล-เมตร หรือร้อยละ 75.31, 22.45 และ 2.24 ของพื้นที่ศึกษาตามลำดับ (ตารางที่ 2) กล่าวโดยสรุปแล้วพื้นที่ศึกษามีความลาดชันค่อนข้างสูง และพื้นที่ส่วนใหญ่มีฐานธรณีเป็นหินแกรนิต ทำให้เกิดแผ่นดินถล่มได้ง่าย แม้ว่าจะมีพื้นที่ป่าไม้อยู่ในปริมาณมากก็ตาม

จากการนำปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดแผ่นดินถล่มคือ ความลาดชัน ลักษณะธรณีวิทยา และแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน มาศึกษาหาความสัมพันธ์กับการกระจายของรอยแผ่นดินถล่ม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งสามารถกล่าวโดยละเอียดได้ดังนี้ คือ

1. **ความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินถล่มกับความลาดชัน** การศึกษาครั้งนี้แบ่งความลาดชันเป็น 3 ระดับ คือ ความลาดชันน้อยกว่า 17° ความลาดชันระหว่าง 17°-35° และความลาดชันมากกว่า 35° ซึ่งเกิดแผ่นดินถล่มเป็นพื้นที่ 2.68, 11.28 และ 0.79 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 3.96, 7.06 และ 7.13 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ชั้นความลาดชันนั้นๆ ตามลำดับ (ภาพที่ 1) จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดแผ่นดินถล่มเพิ่มมากขึ้นตามระดับชั้นความลาดชัน โดยส่วนมากเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ที่มีความลาดชันตั้งแต่ 17° (30%) ขึ้นไป สอดคล้องกับการศึกษาของ วรวุฒิ (2535) และศูนย์วิจัยป่า

ตารางที่ 1. พื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่แผ่นดินถล่ม ในลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำตาปี ซึ่งใช้เป็นพื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำ	พื้นที่ลุ่มน้ำ	พื้นที่แผ่นดินถล่มในลุ่มน้ำ		
	กม^2	กม^2	% ต่อพ.ท.ลุ่มน้ำ	% ต่อ พ.ท.แผ่นดินถล่มทั้งหมด
(1)	(2)	(3)	(4)=(3)/(2) x 100	(5)=(3)/(14.75) x 100
1. คลองกะทูน	99.17	5.16	5.20	34.98
2. คลองดินแดง	139.27	9.59	6.89	65.02
รวม	238.44	14.75	6.19	100.00

หมายเหตุ (2) และ (3) ได้จากโปรแกรม ERDAS

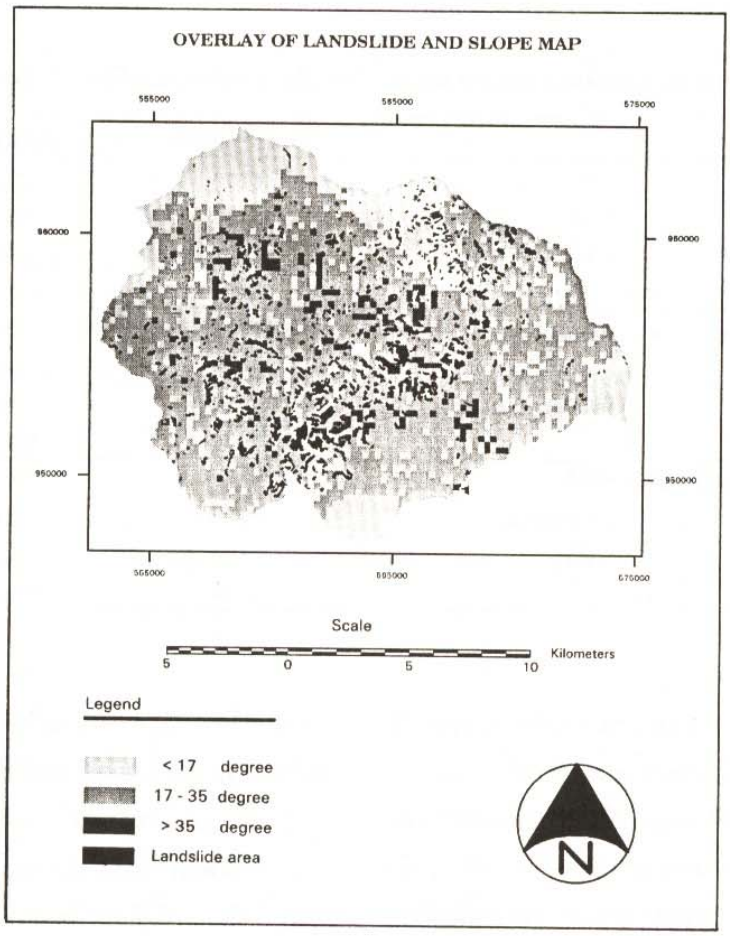
ตารางที่ 2. การกระจายของชั้นความลาดชัน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และลักษณะธรณีวิทยา ในลุ่มน้ำที่ศึกษา

ปัจจัย			พื้นที่ (ตร.กม.)	เปอร์เซ็นต์
ความลาดชัน	< 17°	(< 30 %)	67.70	28.39
	17-35°	(30-70 %)	159.73	66.99
	> 35°	(> 70 %)	11.01	4.62
	รวม		238.44	100.00
ลักษณะธรณีวิทยา	หินแกรนิต		184.76	77.49
	หินดินดานและหินชนวน		34.39	14.42
	ที่ราบตะกอนน้ำพา		19.29	8.09
	รวม		238.44	100.00
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ป่าไม้		179.57	75.31
	สวนยางพารา		53.54	22.45
	นาข้าว		5.33	2.24
	รวม		238.44	100.00

ไม้ (2537) เมื่อพิจารณารวมถึงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและลักษณะธรณีวิทยา พบว่า ทุกชั้นความลาดชันมีเปอร์เซ็นต์การเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่สวนยางพารามากที่สุด (ตารางที่ 3) ซึ่งอาจเป็นเพราะระบบรากของยางพาราตื้นกว่าในป่าธรรมชาติทำให้เกิดแผ่นดินถล่มได้ง่ายกว่า ในส่วนของลักษณะธรณีวิทยานั้น พบว่าทุกชั้นความลาดชันเกิดแผ่นดินถล่มในหินแกรนิตคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้มากที่สุด รองลงไปคือหินดินดานและหินชนวน และที่ราบตะกอนน้ำพา ตามลำดับ

2. **ความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินถล่มกับลักษณะธรณีวิทยา** Nilsen และคณะ (1976) รายงานว่า หินแกรนิตมีสมบัติทางกายภาพที่ง่ายต่อการเกิดแผ่นดินถล่มมากกว่าหินชนิดอื่นๆ คือเมื่อสลายตัวจะเป็นดินที่มีปริมาณทรายมาก จึงเกิดแผ่นดินถล่มได้ง่ายเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งจาก

การซ้อนทับแผนที่แผ่นดินถล่มกับแผนที่ธรณีวิทยา ได้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของนักวิจัยหลาย ๆ ท่าน (ปริญญา และ วันชัย 2532, Aung 1991, Zhibin 1991) คือพบว่า เกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่หินแกรนิตมากที่สุด รองลงมาคือหินดินดาน และหินชนวน และที่ราบตะกอนน้ำพา โดยเกิดแผ่นดินถล่มเป็นพื้นที่ 14.04, 0.68 และ 0.02 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 7.60, 1.98 และ 0.12 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ของหินแต่ละชนิด ตามลำดับ (ภาพที่ 2) และจากการซ้อนทับร่วมกับความลาดชันพบว่า ในหินทุกชนิดเกิดแผ่นดินถล่มมากขึ้นในพื้นที่ที่มีความลาดชันตั้งแต่ 17° ขึ้นไป และในหินทุกชนิดมีเปอร์เซ็นต์การเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่สวนยางพารามากที่สุด รองลงไปคือในพื้นที่ป่าไม้ ส่วนในนาข้าวไม่มีรอยแผลจากการเกิดแผ่นดินถล่ม



ภาพที่ 1. การกระจายของรอยแผ่นดินถล่มกับชั้นความลาดชันต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกระทูนและลุ่มน้ำคลองดินแดง

ตารางที่ 3. การเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่แผ่นดินถล่มกับปัจจัยต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกะทูนและคลองดินแดง

ก) พื้นที่แผ่นดินถล่มกับชั้นความลาดชัน และลักษณะทางธรณีวิทยา

Slope class	Area	Slided Area		Granite			Shale/Slate			Alluvial deposit		
				Area	Slided Area		Area	Slided Area		Area	Slided Area	
deg.	km^2	km^2	%	km^2	km^2	%	km^2	km^2	%	km^2	km^2	%
< 17	67.70	2.68	3.96	52.04	2.56	4.92	9.22	0.12	1.30	6.45	0.00	0.00
17 - 35	159.73	11.28	7.06	123.71	10.75	8.69	23.51	0.51	2.18	12.52	0.02	0.18
> 35	11.01	0.79	7.13	9.01	0.74	8.16	1.67	0.05	2.99	0.33	0.00	0.00
Total	238.44	14.75	6.19	184.76	14.04	7.60	34.39	0.68	1.98	19.29	0.02	0.12

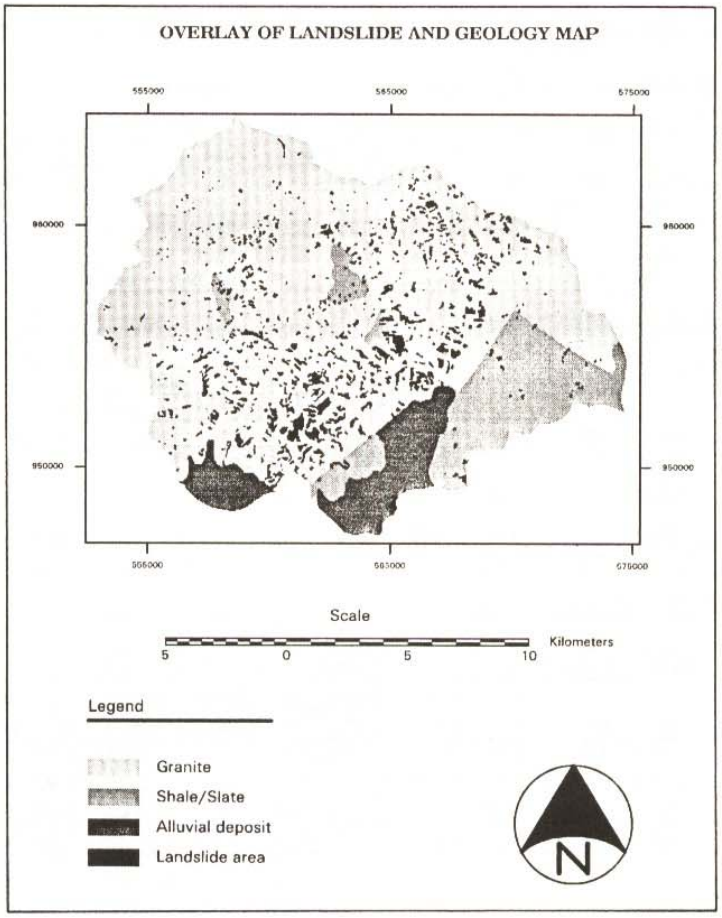
ข) พื้นที่แผ่นดินถล่มกับลักษณะทางธรณีวิทยา และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน

Parent rock	Area	Slided Area		Forest			Rubber			Paddy		
				Area	Slided Area		Area	Slided Area		Area	Slided Area	
	km^2	km^2	%	km^2	km^2	%	km^2	km^2	%	km^2	km^2	%
Granite	184.76	14.04	7.60	153.28	10.25	6.68	31.49	3.80	12.06	0.00	0.00	0.00
Shale/ Slate	34.39	0.68	1.98	26.30	0.49	1.84	7.69	0.20	2.57	0.41	0.00	0.00
Alluvial	19.29	0.02	0.12	0.00	0.00	0.00	14.37	0.02	0.16	4.92	0.00	0.00
Total	238.44	14.75	6.19	179.57	10.73	5.98	53.54	4.02	7.50	5.33	0.00	0.00

ค) พื้นที่แผ่นดินถล่มกับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และชั้นความลาดชัน

Slope class	Area	Slided Area		< 17 degree			17 - 35 degree			> 35 degree		
				Area	Slided Area		Area	Slided Area		Area	Slided Area	
deg.	km^2	km^2	%	km^2	km^2	%	km^2	km^2	%	km^2	km^2	%
Forest	179.57	10.73	5.98	55.20	2.18	3.94	115.82	8.04	6.94	8.55	0.51	5.99
Rubber	53.54	4.02	7.50	10.18	0.51	4.96	40.91	3.24	7.92	2.46	0.27	11.10
Paddy	5.33	0.00	0.00	2.33	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	238.44	14.75	6.19	67.70	2.68	3.96	159.73	11.28	7.06	11.01	0.79	7.13

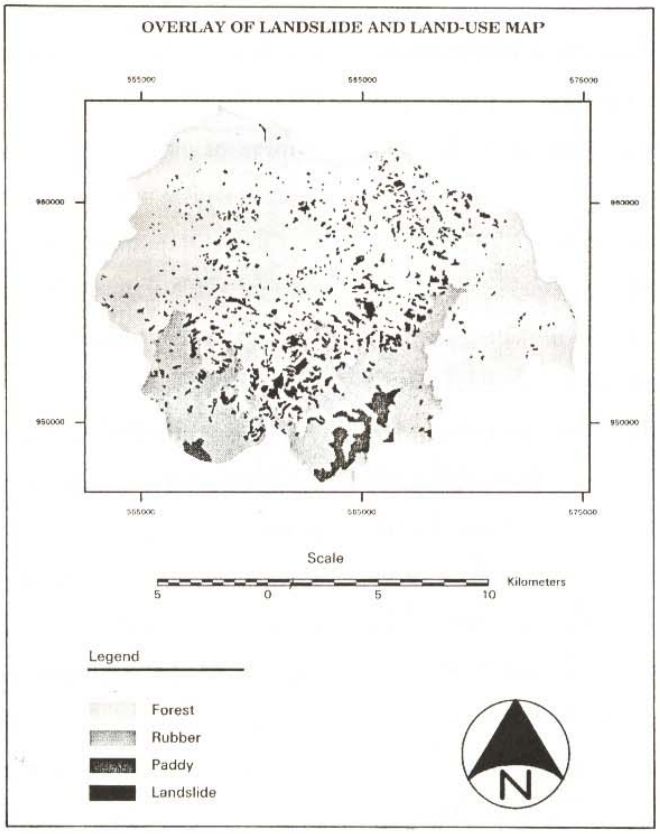
3. **ความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินถล่มกับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน** การศึกษาครั้งนี้มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน 3 ชนิด คือ พื้นที่ป่าไม้ สวนยางพารา และนาข้าว พบว่า แผ่นดินถล่มเกิดขึ้นในพื้นที่สวนยางพาราและป่าไม้เท่านั้น (ภาพที่ 3) คือมีพื้นที่แผ่นดินถล่ม 4.02 และ 10.73 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 7.50 และ 5.98 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สวนยางพาราและป่าไม้ตามลำดับ ส่วนพื้นที่นาข้าวนั้นไม่เกิดแผ่นดินถล่มขึ้นเลย เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในที่ราบตะกอนน้ำพา และมีความลาดชันค่อนข้างต่ำ การที่เปอร์เซ็นต์การเกิดแผ่นดินถล่มในสวนยางพารามากกว่าในพื้นที่ป่าไม้นั้น อาจเป็นเพราะต้นยางในสวนยางพารามักมีอายุเท่ากัน และมีระบบรากตื้นอยู่ในระดับเดียวกัน ทำให้เกิดแผ่นดินถล่มได้ง่ายกว่าในป่าธรรมชาติ ซึ่งมีพรรณไม้หลายชนิด มีอายุแตกต่างกัน มีระบบรากหลายแบบและอยู่ในระดับความลึกของดินที่แตกต่างกันไป ทำให้มีระบบรากที่แข็งแรงและยึดดินได้ดีกว่า เมื่อพิจารณาร่วมกับความลาดชันและลักษณะธรณีวิทยา พบว่าในพื้นที่ป่าไม้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแผ่นดินถล่มในช่วงความลาดชันระหว่าง 17°-35°



ภาพที่ 2. การกระจายของแผ่นดินถล่มกับลักษณะทางธรณีวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกะทูนและลุ่มน้ำคลองดินแดง

และเป็นหินแกรนิตมากที่สุด ส่วนในสวนยางพารามีเปอร์เซ็นต์การเกิดแผ่นดินถล่มในช่วงความลาดชันมากกว่า 35° และเป็นหินแกรนิตมากที่สุด ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าในพื้นที่ที่มีความลาดชันเท่ากัน พื้นที่ป่าไม้จะเกิดแผ่นดินถล่มคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้อยกว่าพื้นที่สวนยางพารา อาจเป็นไปได้ว่ากลไกต่างๆ ในองค์ประกอบของป่าธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นระบบราก ชั้นเรือนยอด ความหนาแน่นของต้นไม้และเรือนยอด เป็นตัวควบคุมและป้องกันการเกิดแผ่นดินถล่มได้ดีและมีประสิทธิภาพมากกว่าในสวนยางพารา

4. **ความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินถล่มกับลำดับของลำธาร** นอกจากปัจจัยดังที่กล่าวมาแล้ว ยังมีรายงานว่าแผ่นดินถล่มมักเกิดตามทางน้ำหรือร่องน้ำเล็กๆ บนไหล่เขา (Brice 1966, วรวุฒิ 2535) โดยน้ำที่ไหลมารวมกันจะกัดเซาะจนทำให้เกิดแผ่นดินถล่มขึ้น ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้นำ ลำดับของลำธาร (stream order) และระยะ



ภาพที่ 3. การกระจายของรอยแผ่นดินถล่มกับการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกะทูนและลุ่มน้ำคลองดินแดง

ตารางที่ 4. ความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินถล่มกับลำดับและระยะห่างจากลำธารในพื้นที่ศึกษา

ก) ความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินถล่มกับลำดับของลำธาร (stream order)

Stream order	Area km^2	Slided Area		
		km^2	% of order area	% of total slided
1	36.55	0.33	0.90	2.24
2	12.12	0.24	1.98	1.63
3	7.49	0.12	1.60	0.81
4	5.27	0.04	0.76	0.27
5	3.62	0.06	1.66	0.41
others	173.39	13.96	8.05	94.64
Total	238.44	14.75	6.19	100.00

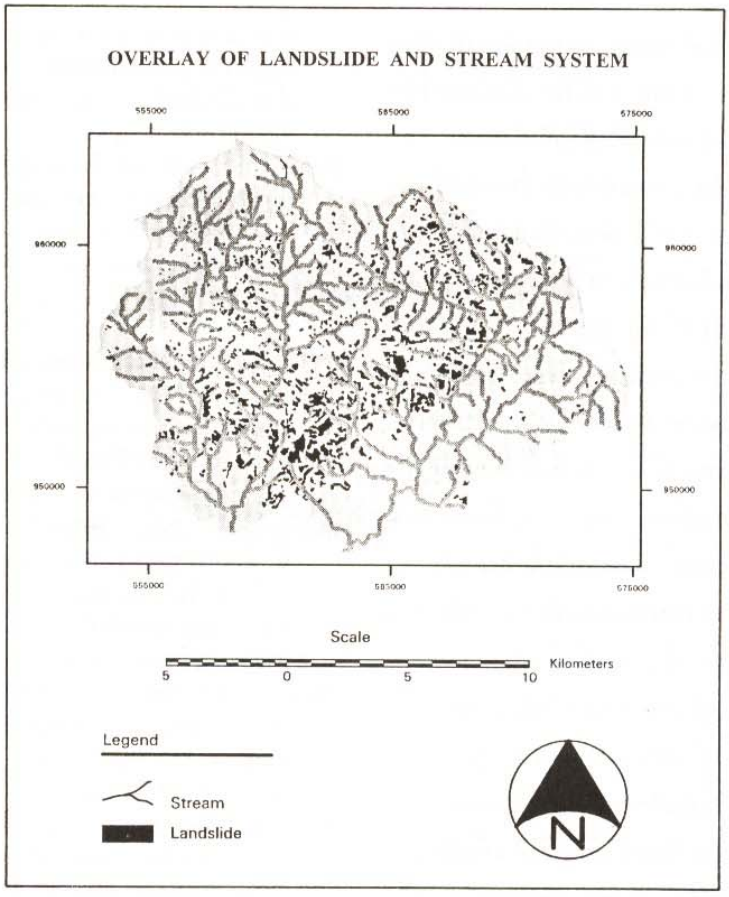
ข) ความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินถล่มกับระยะห่างจากลำธาร

Distance m	Area km^2	Slided Area		
		km^2	% of distance area	% of total slided
0-100	65.05	0.79	1.22	5.37
100-200	58.88	4.32	7.34	29.31
200-300	45.79	4.12	8.99	27.90
300-400	29.96	2.66	8.88	18.04
> 400	38.76	2.86	7.37	19.38
Total	238.44	14.75	6.19	100.00

ห่างจากลำธาร ซึ่งคาดว่าน่าจะมีอิทธิพลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มแตกต่างกันไป มาซ้อนทับหาความสัมพันธ์กับรอยแผ่นดินถล่มด้วย ได้ผลการศึกษาพอสรุปได้ดังนี้

ในระบบลุ่มน้ำของพื้นที่ศึกษานั้น มีลำดับของลำธารจากลำดับที่ 1-5 ก่อนนำมาซ้อนทับกับแผนที่แผ่นดินถล่มได้กันพื้นที่ (buffer) ออกจากริมลำธารข้างละ 100 เมตร เพราะลำธารลำดับแรกๆ นั้น มักอยู่ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง และมีร่องน้ำขนาดเล็กอยู่รอบๆ พื้นที่เหล่านี้น่าจะมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มขึ้นสูง ส่วนในลำดับลำธารที่สูงขึ้นนั้น ความลาดชันโดยเฉลี่ยจะน้อยลง แต่มีขนาดของลำธารกว้างขึ้น และมีปริมาณน้ำในลำธารมากขึ้น พื้นที่รอบๆ จึงมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มจากการกัดเซาะของน้ำได้เช่นกัน ผลของการซ้อนทับ (ตารางที่ 4 (ก) และภาพที่ 4) ชี้ให้เห็นว่าในพื้นที่อื่นๆ ที่ไม่มีลำธารไหลผ่านนั้นเกิดแผ่นดินถล่มถึง 13.96 ตารางกิโลเมตร (94.64 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่แผ่นดินถล่มทั้งหมด) ในส่วนของลำดับของลำธารนั้น หากพิจารณาพื้นที่แผ่นดินถล่ม และเปอร์เซ็นต์ของแผ่นดินถล่มต่อพื้นที่แผ่นดินถล่มทั้งหมด ลำธารลำดับที่ 1 เกิดแผ่นดินถล่มมากที่สุด และมีแนวโน้มลดลงตามลำดับของลำธารที่เพิ่มขึ้น แต่หากพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของแผ่นดินถล่มต่อพื้นที่ลำดับของลำธารแล้ว เปอร์เซ็นต์การเกิดแผ่นดินถล่มจะกระจายไม่มีระบบที่แน่นอน ซึ่งจากผลการศึกษาพอจะสรุปได้ว่าลำดับของลำธารมีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มค่อนข้างน้อยและมีความสัมพันธ์ไม่เด่นชัดนัก ซึ่งน่าจะเป็นเพราะในพื้นที่จริงนั้นแผ่นดินถล่มจะเกิดตามร่องน้ำที่มีขนาดไม่ใหญ่มาก คืออาจจะเป็นลำธารหรือร่องน้ำเล็กๆ ที่ไหลมารวมกันเป็นลำธารลำดับที่ 1 และไม่ปรากฏในแผนที่ของกรมแผนที่ทหาร (มาตรา ส่วน 1 : 50,000) ดังนั้นหากแผนที่มีความละเอียดมากกว่านี้ และสามารถแสดงตำแหน่งของร่องน้ำขนาดเล็ก ที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนได้ น่าจะทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินถล่มกับลำดับของลำธารชัดเจนขึ้น

5. **ความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินถล่มกับระยะห่างจากลำธาร** ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งระยะห่างจากริมลำธารทุกลำดับเป็น 5 ช่วง (0-100, 100-200, 200-300, 300-400 และ > 400 เมตร) นำมาซ้อนทับกับแผนที่แผ่นดินถล่ม โดยมีสมมติฐานว่าพื้นที่ใกล้ลำธารน่าจะเกิดแผ่นดินถล่มมากกว่าพื้นที่ซึ่งไกลลำธารออกไป ได้ความสัมพันธ์ดังแสดงในตารางที่ 4 (ข) เมื่อพิจารณาพื้นที่แผ่นดินถล่ม และเปอร์เซ็นต์ของแผ่นดินถล่มต่อพื้นที่แผ่นดินถล่มทั้งหมด ระยะห่างจากลำธาร 100-200 เมตร เกิดแผ่นดินถล่มมากที่สุด (4.32 ตารางกิโลเมตร หรือ 29.31 เปอร์เซ็นต์) รองลงไปคือ ระยะห่าง 200-300 เมตร ระยะห่าง > 400 เมตร ระยะห่าง 300-400 เมตร และระยะห่าง 0-100 เมตร ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของแผ่นดินถล่มต่อพื้นที่ชั้นของระยะห่างจากลำธารแล้ว พบว่าระยะห่าง 0-100 เมตร เกิดแผ่นดินถล่มน้อยที่สุด คือ 1.22 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นเปอร์เซ็นต์แผ่นดินถล่มจะเพิ่มขึ้นและสูงสุดที่ระยะห่าง 200-300 เมตร (8.99 เปอร์เซ็นต์) จากนั้นจะเริ่มลดลงตามระทางที่มากขึ้น ซึ่งจากผลที่ได้นั้น พื้นที่ที่อยู่ใกล้ลำธารมากที่สุดเกิดแผ่นดินถล่มน้อยที่สุด พื้นที่ที่อยู่ไกลลำธารกลับเกิดแผ่นดินถล่มมากกว่า แสดง



ภาพที่ 4. การกระจายของรอยแผ่นดินถล่มกับระบบลำธาร ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกะทูนและลุ่มน้ำคลองดินแดง

ว่าระยะห่างจากลำธารไม่มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มโดยตรง แต่อาจมีผลในทางอ้อม เช่น พื้นที่ใกล้ลำธารมีความชื้นและความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงจึงมีความหนาแน่นของพืชมากทำให้เกิดแผ่นดินถล่มได้ยากกว่าพื้นที่ซึ่งมีความหนาแน่นของพืชน้อย เป็นต้น

สรุป

จากการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์หาความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินถล่มกับปัจจัยชีวกายภาพต่างๆ บริเวณลุ่มน้ำคลองกะทูนและคลองดินแดง ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของลุ่มน้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการซ้อนทับแผนที่ สามารถสรุปผลการศึกษาที่ได้ดังนี้

1. ลุ่มน้ำที่ศึกษาซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 238.44 ตารางกิโลเมตร เกิดแผ่นดินถล่มขึ้น 14.75 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 6.19 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด สภาพทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงความลาดชัน 17°-35° หรือ

30-70 เปอร์เซ็นต์ (66.99 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด) ลักษณะธรณีวิทยาเป็นหินแกรนิต (77.49 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด) และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ป่าไม้ มากที่สุด คือ 75.31 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด

2. แผ่นดินถล่มส่วนใหญ่อยู่ในช่วงความลาดชันมากกว่า 35° คือประมาณ 7.13 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ชั้นความลาดชัน โดยเปอร์เซ็นต์การเกิดแผ่นดินถล่มจะเพิ่มขึ้นเมื่อความลาดชันเพิ่มขึ้น สำหรับลักษณะธรณีวิทยานั้น พื้นที่หินแกรนิตเกิดแผ่นดินถล่มมากที่สุด 7.60 เปอร์เซ็นต์ต่อพื้นที่หินแกรนิตทั้งหมด และพบว่าพื้นที่แผ่นดินถล่มอยู่ในสวนยางพารามากกว่าในพื้นที่ป่าไม้คือ 7.50 และ 5.98 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สวนยางพาราและพื้นที่ป่าไม้ตามลำดับ โดยเปอร์เซ็นต์การเกิดแผ่นดินถล่มต่อพื้นที่ของสวนยางพาราในทุกชั้นความลาดชันและในพื้นที่ของหินทุกชนิดนั้นมากกว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ป่าไม้ ส่วนลำดับของลำธารและระยะห่างจากลำธารนั้นมีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มค่อนข้างน้อย และมีความสัมพันธ์ที่ไม่ชัดเจนนัก

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี. 2526. แผนที่ธรณีวิทยาภาคใต้ มาตราส่วน 1:250,000. กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ.

ดำรัส ศุขอร่าม. 2534. การใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ศึกษาและประเมินผลความเสียหายพื้นที่ป่าไม้ : ระบบนิเวศวิทยา : สัตว์ป่า บริเวณพื้นที่อุทกภัยปี 2531 จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปริญญา นุตาลัย และ วันชัย โสภณสกุลรัตน์. 2532. น้ำท่วมภาคใต้, น. 1-124. *ใน* เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่องอุทกภัยภาคใต้โศกนาฏกรรมที่น่าจะหลีกเลี่ยงได้. สมาคมอนุรักษ์ศิลปกรรมและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

พิสุทธิ์ วิจารสรณ์, สุรินทร์ ไวยเจริญ, สถิระ อุดมศรี, อนุวัตร โพธินาม และสุพร บุญประดับ. 2533. รายงานการศึกษาสาเหตุและประเมินผลเสียหายบริเวณพื้นที่อุทกภัยของจังหวัดนครศรีธรรมราชและสุราษฎร์ธานี ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะดินและลักษณะทางธรณีวิทยา. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

วรวุฒิ ตั๊นติวนิช. 2535. ธรณีวิทยาภัยพิบัติเนื่องจากแผ่นดินถล่มที่บ้านกะทูนเหนือ จังหวัดนครศรีธรรมราช. ฝ่ายธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กองธรณีวิทยา, กรมทรัพยากรธรณี. กรุงเทพฯ. 31 น.

ศูนย์วิจัยป่าไม้. 2537. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติ ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้. รายงานฉบับสุดท้าย. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 260 น.

Aung, Z. 1991. The Study of Landslide Susceptibility Using the GIS Approach (west of Amphoe Phi Pun, Nakorn Sithammarat Province). M.Sc. Thesis, AIT, Bangkok.

Brice, J.C. 1966. Erosion and Deposition in the Loess mantled Great Plains, Medicine Creek Drainage Basin, Nebraska. US Geological Survey, Professional Paper 352-H: 339 p.

Nilsen, T.H., F.A. Taylor and R.M. Dean. 1976. Natural Conditions That Control Landsliding in San Francisco Bay Region. An Analysis Based on Data from the 1968-69 and 1972-73 Rainy Seasons, Geol. Survey Bul. 1224 p.

Sheng, T.C. 1978. Using Circle Interception Method for Slope Analysis. Technical Note No. 1 Mae Sa Watershed Project, Thailand. 34 p.

Zhibin, T. 1991. A Study of Landslides in Weathering Granitic Slope in Amphoe Phipun, Nakhon Si Thammarat, Thailand. M.Sc. Thesis, AIT, Bangkok, Thailand.

THAI JOURNAL OF FORESTRY

Volume 15 Number 2, July - December 1996

ISSN 0857-1724

Three-dimensional distribution of light intensity in the dry dipterocarp forest at Sakaerat, northeastern Thailand 81

.....Pricha Dhanmanonda

Economics and marketing of *Eucalyptus camaldulensis* plantation in Khon Kaen Province 89

..... Santi Suksard

Impact of land use changes on streamflow and flow characteristics of Pasak Basin 98

.....Nipon Tangtham and Suwanna Yuwananont

Radiation environment of mangrove pneumatophores 111

..... Vipak Jintana, Takeshi Hirano and Toshio Ichikawa

Leaf structure and photosynthetic rate of some ornamental seedlings 118

.....Ladawan Puangchit and Tanet Sengsuwan

Diversity of soil insects at hill evergreen forest, Doi Angkhan, Chiangmai Province 132

..... Decha Wiwatwitaya

Aboveground biomass of two fast growing species in agroforestry plots 138

.....Mongkon Vannaprasert

Age-diameter relationships of trees in tropical semi-evergreen rain forest at Sakaerat, Nakhon Ratchasima 144

.....Sarayudh Bunyavejchewin

GIS application in determining biophysical factors affecting landslide in Tapi Watershed, Nakhnon Si Thammarat 150

.....Nipon Tangtham and Sarawuth Naramngam

THE OFFICIAL JOURNAL OF THE FACULTY OF FORESTRY KASETSART UNIVERSITY

PUBLISHED BY FORESTRY RESEARCH CENTER KASETSART UNIVERSITY BANGKOK 10903 THAILAND