



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่สูงชัน
ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี

Effects of Land Use Changes on Landslides in the High Slope Area of Surat Thani
Province

نامผู้วิจัย นางสาวณัฐนิชา ผ่องพุฒิ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรอนงค์ ผิวนิล, ป.ร.ค.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์สุรัชย์ รัตนเสริมพงศ์, D.M.S.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัตน์ บัวเลิศ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่สูงชัน
ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี

Effects of Land Use Changes on Landslides in the High Slope Area of Surat Thani Province

โดย

นางสาวณัฐนิชา ผ่องพุฒิ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2558

ณัฐนิชา ผ่องพุฒิ 2558: ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการเกิด
ดินถล่มในพื้นที่สูงชันของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรอนงค์ ผิวนิล, ประ.ค. 132 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และ
คาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง โดยการแปลจากภาพถ่ายดาวเทียม และการวิเคราะห์ศักยภาพ
การเปลี่ยนแปลงโดยใช้แบบจำลอง Land Change Modeler (LCM) และประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยต่อ
การเกิดดินถล่มด้วยปัจจัยหลัก เสนอแนะแนวทางการป้องกันการเกิดดินถล่มจากการเปลี่ยนแปลง
การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยหมู่บ้านหน้าถ้ำ ตำบลท่าอูแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดดินถล่ม จึงเก็บข้อมูลภาคสนามสังเกตการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ในปัจจุบัน เพื่อเอาไปเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีต

ผลการศึกษา พบว่าช่วงระหว่างปี พ.ศ.2543 ถึงพ.ศ.2556 พื้นที่ป่าไม้ลดจำนวนน้อยลง
อย่างต่อเนื่อง ในขณะที่สวนยางพารามีพื้นที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้
ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ.2545-2548 มีการเพิ่มขึ้นของที่พักอาศัยจำนวนมาก และเป็นเหตุให้มี
การสร้างบ่อน้ำมากขึ้นในช่วงปี พ.ศ.2548-2550 ในส่วนพื้นที่ไม้ผลผสมมีจำนวนลดลง แต่มีการ
เพิ่มขึ้นของพื้นที่สวนปาล์มในช่วงปี พ.ศ.2553 ซึ่งผลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี
พ.ศ.2561 พบว่าพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ไม้ผลผสมจะมีจำนวนลดลง ส่วนพื้นที่ปาล์ม ยางพารา และ
ที่พักอาศัยจะเพิ่มมากขึ้น สำหรับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มระดับสูงเป็นพื้นที่ยางพารา ที่มี
ลักษณะลาดชันสูงร้อยละ 20-35 ขึ้นไป และมีตัวสนับสนุน คือ ลักษณะแผ่นดินและธรณีวิทยา
โดยมีการเปลี่ยนแปลงใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นตัวเร่งที่ทำให้เกิดดินถล่มมากขึ้น

Nudnicha Pongput 2015: Effects of Land Use Changes on Landslides in the High Slope Area of Surat Thani Province. Master of Science (Environmental Science) , Major Field: Environmental Science, Department of Environmental Science.
Thesis Advisor: Assistant Professor Onanong Phewnil, Ph.D. 132 pages.

This research aims to study the changes of land utilization and forecast a tendency to change by translating satellite images and analyzing the potential of changes using Land Change Modeler (LCM) . Moreover, areas of landslide risk had been assessed by the main factors along with suggestion of landslide prevention measures caused by land use changes. Na Tham village in Tha Uthae sub-district, Kanchanadit district, Surat Thani province is the area affected by the landslides; therefore, field observations had been conducted to collect data and observe the current land utilization in order to compare the land utilization in the past. .

Study results showed that there has been consistently a decrease in the forest area while the rubber plantation area had increased in the period from 2003 to 2013. It also found that changes in land utilization had been identified in the period from 2002 to 2005. There had been a dramatic growth of residential areas resulting in the increased number of in the period from 2005 to 2007. The mixed orchard area had been decreased, but on the other hand the area of palm oil plantations had been increased in 2010. The results of land use forecasting in 2018 found that the forest area and the mixed orchard area are expected to be decrease; meanwhile, the rubber plantation and residential areas will increase. The most vulnerable area to landslide is the rubber plantation areas that have high slope more than 20-35 percent slope, and have contributing factors which are land features and geological characteristics by having land use changes as an accelerator increasing the rate of occurrence of landslides.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรอนงค์ ผิวนิล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์เกษม จันทรแก้ว และอาจารย์สุรัชย์ รัตนเสริมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการค้นคว้าวิจัยตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัตน์ บัวเลิศ ประธานการสอบและอาจารย์เสนีย์ สังศรี ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องจากการสอบ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้อง และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาการแก้ไขปัญหาดินถล่มบนพื้นที่สูงชันตามแนวพระราชดำริ และโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มูลนิธิชัยพัฒนา กลุ่มวิจัยวิทยาศาสตร์ชุมชนเชิงนิเวศ (Eco-Science community Research Group) ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความกรุณาสนับสนุนทุนการวิจัย และบุคลากรเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ชาวสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่คอยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

ด้วยความหวังดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ และคุณแม่ที่ได้อบรมสั่งสอน ให้กำลังใจ สนับสนุนด้านการศึกษาและแนะแนวทางให้กับผู้วิจัยมาตลอดในทุกเรื่อง รวมทั้งทุกคนในครอบครัวที่เป็นกำลังใจ และมีความห่วงใยให้ตลอดมา

ณัฐนิชา ผ่องพุฒิ

ธันวาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	32
อุปกรณ์	32
วิธีการ	33
ผลและวิจารณ์	40
สรุปและข้อเสนอแนะ	92
สรุป	92
ข้อเสนอแนะ	94
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	96
ภาคผนวก	102
ภาคผนวก ก ประเภทและระดับการใช้ประโยชน์ที่ดิน	103
ภาคผนวก ข การแปลภาพถ่ายดาวเทียม	117
ภาคผนวก ค การสำรวจภาคสนาม	126
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	132

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 เหตุการณ์เกิดแผ่นดินถล่มในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ.2513–พ.ศ.2547	8
2 แหล่งที่มาของข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของภาพถ่ายดาวเทียม	37
3 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี	41
4 เมตริกซ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองคราม ระหว่างปี พ.ศ.2543–2545	54
5 เมตริกซ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองคราม ระหว่างปี พ.ศ.2545–2548	56
6 เมตริกซ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองคราม ระหว่างปี พ.ศ.2548–2550	58
7 เมตริกซ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองคราม ระหว่างปี พ.ศ.2550–2553	60
8 เมตริกซ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองคราม ระหว่างปี พ.ศ.2553–2556	62
9 การใช้ประโยชน์ที่ดินกลุ่มตามลักษณะแผ่นดิน พ.ศ.2543	71
10 การใช้ประโยชน์ที่ดินกลุ่มตามลักษณะแผ่นดิน พ.ศ.2545	72
11 การใช้ประโยชน์ที่ดินกลุ่มตามลักษณะแผ่นดิน พ.ศ.2548	72
12 การใช้ประโยชน์ที่ดินกลุ่มตามลักษณะแผ่นดิน พ.ศ.2550	73
13 การใช้ประโยชน์ที่ดินกลุ่มตามลักษณะแผ่นดิน พ.ศ.2553	73
14 การใช้ประโยชน์ที่ดินกลุ่มตามลักษณะแผ่นดิน พ.ศ.2543	74
15 แนวโน้มพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินกลุ่มน้ำคลองครามตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2561	78
16 ความสัมพันธ์จุดเกิดดินถล่มและความลาดชัน	80
17 ความสัมพันธ์จุดเกิดดินถล่มและลักษณะแผ่นดิน	82
18 ความสัมพันธ์จุดเกิดดินถล่มลักษณะแผ่นดิน และลักษณะธรณีวิทยา	82
19 ความสัมพันธ์จุดเกิดดินถล่มและการใช้ประโยชน์ที่ดิน	85
20 ค่าถ่วงน้ำหนักและคะแนนปัจจัยที่ใช้การวิเคราะห์แผนที่เสี่ยงภัยของการเกิดดินถล่ม	88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	การจัดแบ่งระดับความเสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่ศึกษา	90
ตารางผนวกที่		
ก1	การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use classification)	104
ค1	ตำแหน่งพิกัดการเก็บตัวอย่างดิน ณ หมู่บ้านหน้าถ้ำ	127
ค2	ตำแหน่งพิกัดการเก็บตัวอย่างน้ำ ณ หมู่บ้านหน้าถ้ำ	129
ค3	ตำแหน่งพิกัดบ้าน ณ หมู่บ้านหน้าถ้ำ	130

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตำแหน่งและขอบเขตพื้นที่ศึกษากลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอภูกามยาว จังหวัดสุราษฎร์ธานี	6
2	บริเวณที่เคยเกิดดินถล่มครั้งใหญ่ในอดีตของประเทศไทยตั้งแต่ในช่วงปี ปี พ.ศ.2513-พ.ศ.2545	7
3	ตำแหน่งดินถล่มตามกลุ่มชุดหินทางธรณีวิทยาในประเทศไทย พ.ศ.2513-2554	10
4	สถิติดินถล่มรายปีในประเทศไทยปี พ.ศ.2518-พ.ศ.2554	11
5	สถิติค่าเฉลี่ยของดินถล่มทั้งหมดในแต่ละเดือนจำแนกตามภูมิภาคของ ประเทศไทย	12
6	ปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงรายวัน หรือหลายชั่วโมงของการเปลี่ยนแปลงการใช้ ประโยชน์ที่ดินต่อการเกิดน้ำป่าไหลหลากและดินโคลนถล่ม	15
7	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2531-2542 และ พ.ศ. 2542-2554	26
8	พื้นที่การศึกษา บริเวณ กลุ่มน้ำคลองคราม จังหวัดสุราษฎร์ธานี	34
9	การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณกลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอภูกามยาว จังหวัดสุราษฎร์ธานีในปี พ.ศ. 2543	42
10	การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณกลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอภูกามยาว จังหวัดสุราษฎร์ธานีในปี พ.ศ. 2545	43
11	การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณกลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอภูกามยาว จังหวัดสุราษฎร์ธานีในปี พ.ศ. 2548	45
12	การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณกลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอภูกามยาว จังหวัดสุราษฎร์ธานีในปี พ.ศ. 2550	46
13	การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณกลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอภูกามยาว จังหวัดสุราษฎร์ธานีในปี พ.ศ. 2553	47
14	การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณกลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอภูกามยาว จังหวัดสุราษฎร์ธานีในปี พ.ศ. 2556	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	การใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานีในปีพ.ศ.2543-2556	50
16	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินกลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานีในปีพ.ศ.2543-2556	51
17	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์กลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานีในปีพ.ศ.2543-2556	53
18	พื้นที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกลุ่มน้ำคลองคราม ปี พ.ศ. 2543–2545	55
19	พื้นที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองครามปี พ.ศ. 2545–2548	57
20	พื้นที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองครามปี พ.ศ. 2548–2550	59
21	พื้นที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองครามปี พ.ศ. 2550–2553	61
22	พื้นที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองครามปี พ.ศ. 2553–2556	63
23	ตำแหน่งของบ้านของหมู่บ้านหน้าถ้ำ กลุ่มน้ำคลองคราม	66
24	การใช้ประโยชน์ที่ดินกลุ่มน้ำคลองครามตามระดับความลาดชันใน ปี พ.ศ.2543-2556	67
25	การใช้ประโยชน์ที่ดินของป่าไม้กลุ่มน้ำคลองครามตามระดับความลาดชันใน ปี พ.ศ.2543	68
26	การใช้ประโยชน์ที่ดินของยางพารากลุ่มน้ำคลองครามตามระดับความลาดชันใน ปี พ.ศ.2546	68
27	การใช้ประโยชน์ที่ดินของไม้ผลผสมกลุ่มน้ำคลองครามตามระดับความลาดชันใน ปี พ.ศ.2548	69
28	การใช้ประโยชน์ที่ดินของป่าลุ่มน้ำคลองครามตามระดับความลาดชันใน ปี พ.ศ.2550	69
29	การใช้ประโยชน์ที่ดินของบ่อน้ำกลุ่มน้ำคลองครามตามระดับความลาดชันใน ปี พ.ศ.2553	70
30	การใช้ประโยชน์ที่ดินของที่พักอาศัยกลุ่มน้ำคลองครามตามระดับความลาดชันใน ปี พ.ศ.2556	70
31	การคาดการณ์อนาคตการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ.2561	76

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
32 การใช้ประโยชน์ที่ดินของอนาคต ปี พ.ศ. 2561	77
33 แนวโน้มการคาดการณ์อนาคตของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองคราม ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2561	74
34 ความลาดชัน (slope) และรอยดินถล่มของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองคราม	81
35 ลักษณะแผ่นดิน (landform) และรอยดินถล่มของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองคราม	83
36 ลักษณะธรณีวิทยา (geology) และรอยดินถล่มของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองคราม	84
37 การใช้ประโยชน์ที่ดิน (landuse) และรอยดินถล่มของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองคราม	86
38 สมการดัชนีปัจจัยร่วม (weighted factor index method)	87
39 การวิเคราะห์ข้อมูลอันตรายภาคพื้น	89
40 พื้นที่เสี่ยงภัยการเกิดดินถล่มของลุ่มน้ำคลองคราม	91
ภาพผนวกที่	
ข1 แผนที่ภูมิประเทศลุ่มน้ำคลองคราม	118
ข2 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 TM ณ บ้านหน้าถ้ำ ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2543	119
ข3 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 TM ณ บ้านหน้าถ้ำ ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2546	120
ข4 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 TM ณ บ้านหน้าถ้ำ ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2548	121
ข5 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 TM ณ บ้านหน้าถ้ำ ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2550	122
ข6 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 TM ณ บ้านหน้าถ้ำ ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2553	123
ข7 พื้นที่การศึกษา จากGoogle Earth ปี พ.ศ.2553	124
ข8 พื้นที่การศึกษา จากGoogle Earth ปี พ.ศ.2556	125

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่สูงชัน ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี

Effects of Land Use Changes on Landslides in the High Slope Area of Surat Thani Province

คำนำ

เหตุการณ์ภัยพิบัติดินถล่มที่บ้านหน้าถ้ำ ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี เมื่อปีพ.ศ.2554 เกิดขึ้นในขณะที่มีฝนตกอย่างหนักและต่อเนื่องกัน เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของปัญหาดินถล่มบนพื้นที่สูงชัน ซึ่งนับเป็นภัยพิบัติที่เพิ่มทวีความรุนแรงขึ้นทุกปี โดยมีสาเหตุมาจากทางธรรมชาติ และการกระทำของมนุษย์ สร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนจำนวนมาก และส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศโดยรวมปีละนับพันล้านบาท

สาเหตุหรือปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดดินถล่ม อาจจะเป็นผลมาจากธรรมชาติ หรือมนุษย์ หรือทั้งสองอย่างประกอบกัน ตัวอย่างสาเหตุจากธรรมชาติ เช่น สภาพภูมิประเทศ รูปแบบและปริมาณฝน พืชพรรณและการใช้ที่ดิน เป็นต้น ส่วนสาเหตุจากมนุษย์ ประกอบด้วย การบุกรุกและตัดไม้ทำลายป่า การแผ้วถางป่าเพื่อปลูกพืชไร่ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่สูงโดยไม่มี การควบคุม เป็นต้น กลุ่มปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาตินั้น เป็นเรื่องยากที่จะควบคุมหรือบังคับ ตัวอย่างเช่น เป็นการยากที่จะควบคุมบังคับให้ปริมาณหรือความเข้มของฝนไม่มากเกินไป แต่ใน ส่วนของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์นั้น สามารถที่จะค้นคว้าหาสาเหตุและบริหารจัดการได้

การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีผลต่อดินถล่มในประเทศไทย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินมีต่อเนื่องในทุกพื้นที่ของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เกิดผลกระทบทั้งทางบวกและทางลบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับในกรณีพื้นที่สูงบนภูเขาทั้งหมดเป็นพื้นที่ต้นน้ำและจัดเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นคุณภาพที่ 1 หรือ 1A มีป่าปกคลุม เป็นป่าอนุรักษ์ต้นน้ำลำธาร เดิมจะปกคลุมด้วยป่าไม้ที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางนิเวศ แต่การเพิ่มพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศด้วยการให้มีสัมปทานป่าไม้ การตัดไม้จากป่าและใช้ประโยชน์อื่นๆจากป่าไม้จนทำให้ป่าไม้ไม่สามารถฟื้นตัวได้ กลายเป็นป่าเสื่อมโทรม ประกอบกับ

เมื่อประชากรไทยมีจำนวนมากขึ้น มีการขยายพื้นที่ทำการเกษตรและที่อยู่อาศัย ขยายบุกรุกเข้าไปในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นคุณภาพที่ 1 หรือ 1A ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่สงวนรักษาไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำ ทำให้พื้นที่ป่าค่อยๆเปลี่ยนไปกลายเป็นพื้นที่เกษตรในที่สุด หรือที่ยิ่งเลวร้ายไปกว่านั้นอาจจะกลายเป็นพื้นที่รกร้างในฤดูที่ขาดน้ำ

การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินบนที่สูงชัน ในลักษณะที่ทำให้ดินขาดสิ่งปกคลุม เมื่อดินขาดการยึดเหนี่ยวของรากพืช เปิดโอกาสให้น้ำฝนตกกระแทกผิวดินโดยตรง การไหลของน้ำผิวดินทำให้เกิดการพัดพาหน้าดินได้ง่าย ดินที่ขาดการยึดเหนี่ยวของรากพืชมีส่วนสำคัญที่ทำให้ลาดหน้าดินขาดความมั่นคง จนเกิดการพังทลายของหน้าดิน และนำไปสู่ปัญหาน้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลากและดินโคลนถล่ม ในประเทศไทยเกิดปัญหาดินถล่มบนที่สูงชันหลายแห่ง โดยเฉพาะในภาคเหนือและภาคใต้ซึ่งมีพื้นที่เป็นภูเขาที่มีความลาดชันสูง และมักจะเกิดควบคู่ไปกับการเกิดฝนตกหนัก น้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลากและดินโคลนถล่ม เช่น ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ และบ้านน้ำถ้ำ ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นต้น

พื้นที่ลุ่มน้ำคลองครามจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีลักษณะภูมิประเทศแบบเขาหินปูน การพิบัติของลาดดินเกิดทั้งในพื้นที่ป่าธรรมชาติ และพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งคาดว่าเป็นการกัดเซาะและการพิบัติของลาดในหน้าดินระดับต้น ในบริเวณที่มีความชันมากและบริเวณร่องน้ำ รวมไปถึงอาจมีการพิบัติที่เกิดขึ้นกับหน้าผาหินปูน เนื่องจากแรงดันน้ำในรอยแตกของชั้นหินมีค่าสูงจนดันชั้นหินหลุดออกมา และยังพบดินถล่มแบบลึกในบริเวณดังกล่าว มวลดินและหินไต่ไหลมารวมในร่องน้ำและกัดเซาะบริเวณสะพานและถนน เกิดการเปลี่ยนแปลงทางน้ำในพื้นที่ และทับถมในพื้นที่การเกษตร ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ การเกษตร และเส้นทางคมนาคมของหมู่บ้าน

การศึกษานี้จึงได้เลือกกลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นพื้นที่ศึกษาโดยใช้แบบจำลอง IDRISI และ Land Change Modeler ทำการศึกษาร่วมกับการตรวจสอบภาคสนาม ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการเกิดดินถล่ม

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดดินถล่ม และประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูงชันจังหวัดสุราษฎร์ธานี
3. เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดินถล่มในพื้นที่สูงชันจังหวัดสุราษฎร์ธานี

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นพื้นที่ภูเขาสลับซับซ้อนทั้งทางด้านตะวันตกและตะวันออกของจังหวัดทำให้มีโอกาเกิดเสียงสูงต่อการเกิดธรณีพิบัติภัยดินถล่ม โดยเฉพาะหากได้รับอิทธิพลจากร่องความกดดันอากาศต่ำพัดผ่านและปกคลุมในพื้นที่ และเกิดฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องกันหลายวัน จึงทำให้มีความเสี่ยงสูงในการเกิดดินถล่มมากขึ้นในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม และหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม

พื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีที่เคยประสบภัยดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก พบว่า เคยได้รับผลกระทบมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2505 โดยพายุโซนร้อนแฮเรียตพัดเข้าสู่บริเวณแหลมตะลุมพุกที่ส่งผลให้บริเวณอำเภอเวียงสระ อำเภอบ้านส้อง และอำเภอบ้านนาสารเกิดน้ำท่วมพัดพาเอาดินปนหิน และกรวดทรายรวมถึงต้นไม้เป็นจำนวนมาก มาปิดกั้นทางน้ำบริเวณทางน้ำเกิดพังทลายและแนวตลิ่งถูกกัดเซาะตลอดแนว จึงเป็นสาเหตุให้บ้านเรือนราษฎรที่ตั้งบ้านเรือนอยู่ริมน้ำได้รับความเสียหาย (กรมทรัพยากรธรณี, 2544)

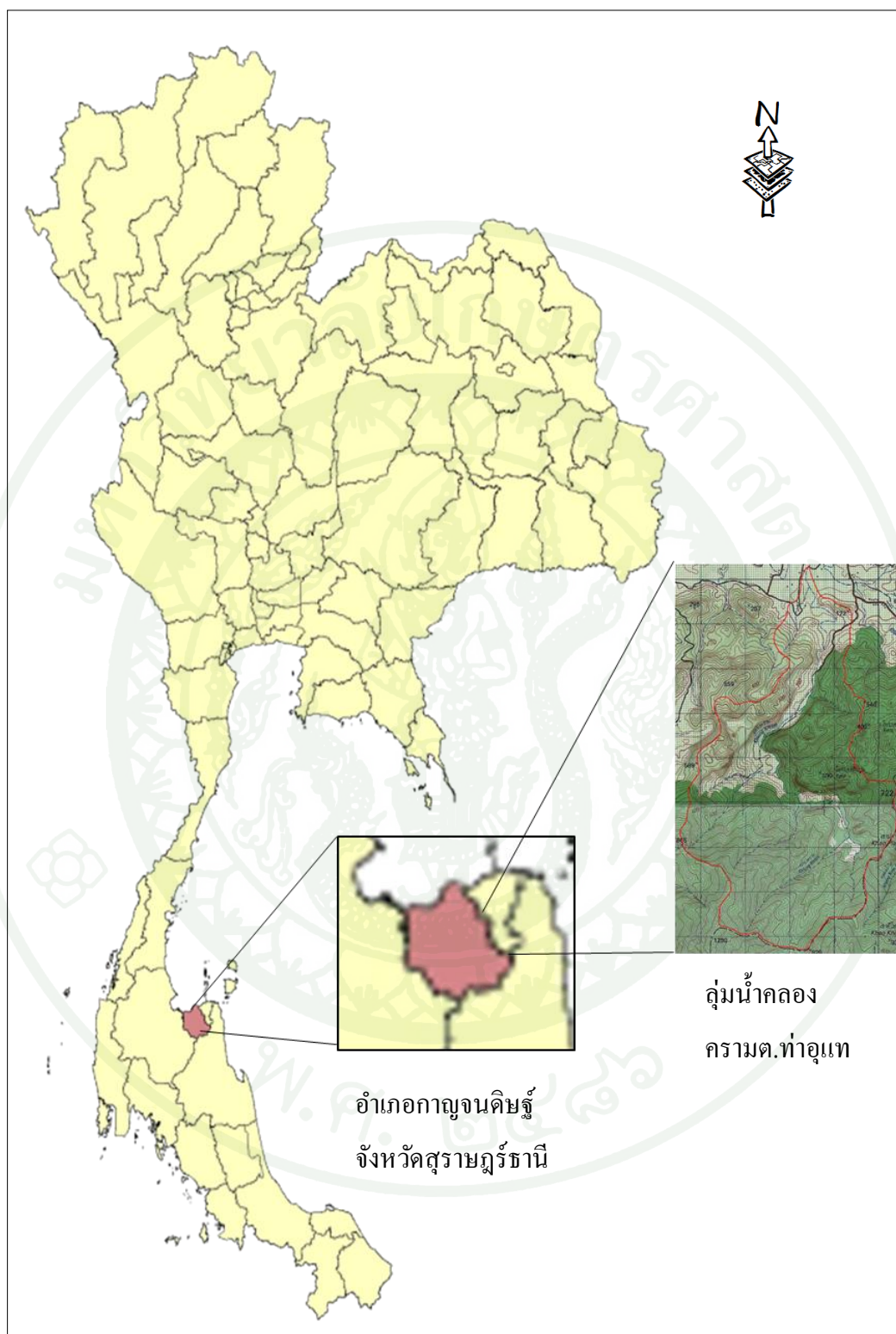
อำเภอกาญจนดิษฐ์ เป็นอำเภอหนึ่งของจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของจังหวัดสุราษฎร์ธานีห่างจากตัวจังหวัดตามเส้นทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 401 เป็นระยะทาง 18 กิโลเมตร โดยมีเนื้อที่ 875.54 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 616,875 ไร่

ทิศเหนือ	จรดอ่าวไทย
ทิศใต้	จรดอำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานีและอำเภอสิชล อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
ทิศตะวันออก	จรดอำเภอคอนสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี และกิ่งอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช
ทิศตะวันตก	จรดอำเภอเมือง และอำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี

บ้านหน้าถ้ำหมู่ที่ 13 ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีเนื้อที่ 1,700 ไร่ หรือ 2.72 ตารางกิโลเมตร อาณาเขตที่ติดต่อกับพื้นที่ใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับบ้านคลองครามเหนือ หมู่ที่ 11 ตำบลปากแพรก อำเภอคอนสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ทิศใต้	ติดต่อกับเขาคีโหมด ตำบลเขาน้อย อำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับอ่าวไม้ตะเคียน ตำบลสี่ขีด อำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับบ้านกงหนิง หมู่ที่ 9 ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

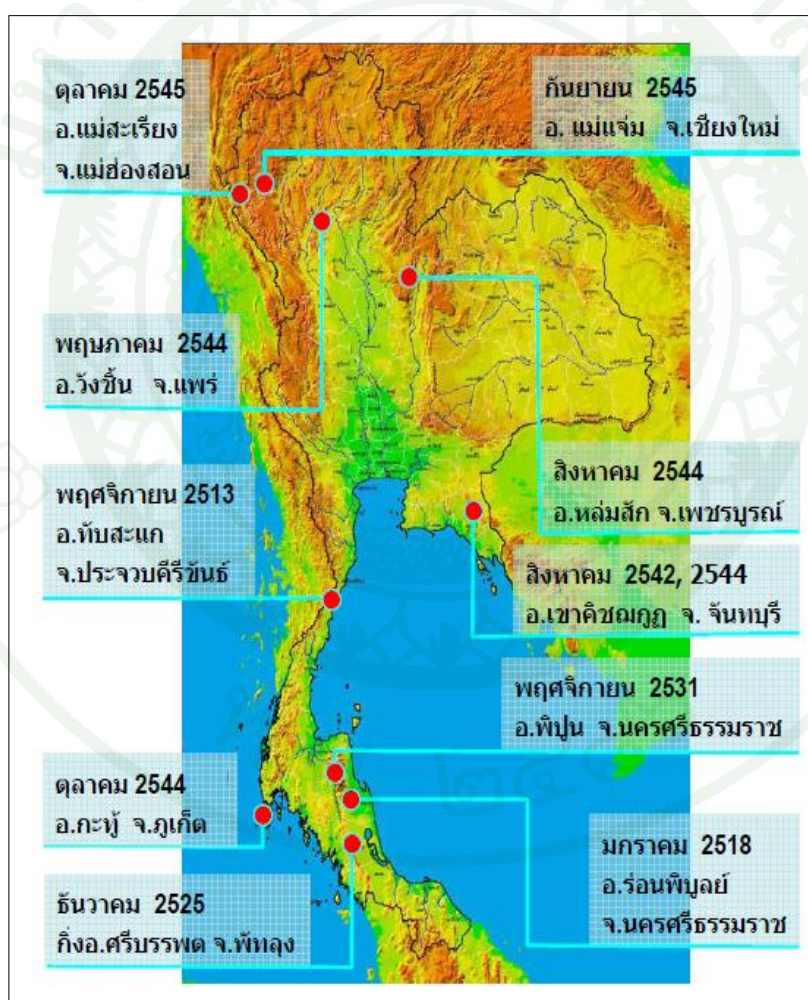
ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่บ้านหน้าถ้ำ ตั้งอยู่ ณ ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ดังแสดงภาพที่ 1 ขอบเขตลุ่มน้ำในพื้นที่ศึกษา กำหนดจากเส้นชั้นความสูงในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 โดยกรมแผนที่ทหาร พบว่ามีพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมดประมาณ 23 ตารางกิโลเมตร ที่ไหลจากบริเวณเทือกเขานครศรีธรรมราชในทิศใต้ลงสู่อ่าวไทยในทิศเหนือ ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล พื้นที่ศึกษามีค่าระดับความตั้งแต่ 40-1,300 เมตรจากระดับน้ำทะเล ปานกลาง (อุณิธิ และคณะ, 2556)



ภาพที่ 1 ตำแหน่งและขอบเขตพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2. สถานการณ์การเกิดดินถล่มในประเทศไทย

การเกิดดินถล่มทำให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิต และทรัพย์สินซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นนั้น ทำให้การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศจะต้องหยุดชะงักลง เนื่องจากงบประมาณมีอยู่ค่อนข้างจำกัด แล้วยังต้องนำไปใช้ในส่วนของความช่วยเหลือกับผู้ประสบภัยและฟื้นฟูพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม สำหรับพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มในประเทศไทย ในช่วง พ.ศ.2513-พ.ศ.2545 (วรากร และบรรพต, 2548) แสดงในภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าการเกิดดินถล่มในประเทศไทยส่วนมากจะเกิดในพื้นที่ภาคเหนือและภาคใต้



ภาพที่ 2 บริเวณที่เคยเกิดดินถล่มครั้งใหญ่ในอดีตของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2513-2545

ที่มา: วรากร และบรรพต (2548)

2.1 ลักษณะการเกิดแผ่นดินถล่มในประเทศไทย

การเกิดดินถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทยในอดีตนั้นมักเกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีความลาดชันและเป็นพื้นที่ป่า จึงไม่ค่อยมีการจดบันทึกไว้หรือไม่ค่อยมีผลกระทบทำให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิต แต่ในช่วง 20 กว่าปีที่ผ่านมา ได้มีการเข้าไปใช้พื้นที่ในบริเวณที่มีความลาดชันเพิ่มมากขึ้นโดยมีเหตุการณ์ที่สร้างความสูญเสียชีวิต เนื่องจากอาจมีการสร้างพื้นที่ที่พังกาสัยขึ้นในบริเวณใกล้เคียง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เหตุการณ์เกิดแผ่นดินถล่มในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513-พ.ศ. 2547

ปี	ที่ตั้ง	ความสูญเสีย
พฤศจิกายน 2513	อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	12 ราย
มกราคม 2518	อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช	58 ราย
ธันวาคม 2525	กิ่งอำเภอศรีบรรพต จังหวัดพัทลุง	4 ราย
พฤศจิกายน 2531	อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช	>200 ราย
พฤศจิกายน 2531	อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช	12 ราย
สิงหาคม 2542	อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี	1 ราย
กันยายน 2543	อำเภอหล่มสัก และ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์	10 ราย
พฤษภาคม 2544	อำเภอวังชัน จังหวัดแพร่	>30 ราย
สิงหาคม 2544	อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์	>100 ราย
พฤษภาคม 2547	อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	1 ราย
พฤษภาคม 2547	อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก	5 ราย
กรกฎาคม 2547	อำเภอแม่อาว จังหวัดเชียงใหม่	1 ราย
ตุลาคม 2547	อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่	3 ราย

ที่มา: วรากร และบรรพต (2548)

วรากร และบรรพต (2548) พบว่า อำเภอพิปูน และอำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช พ.ศ. 2531 ก่อให้เกิดวิกฤตการณ์แผ่นดินถล่มและน้ำท่วมอย่างรุนแรงครอบคลุม

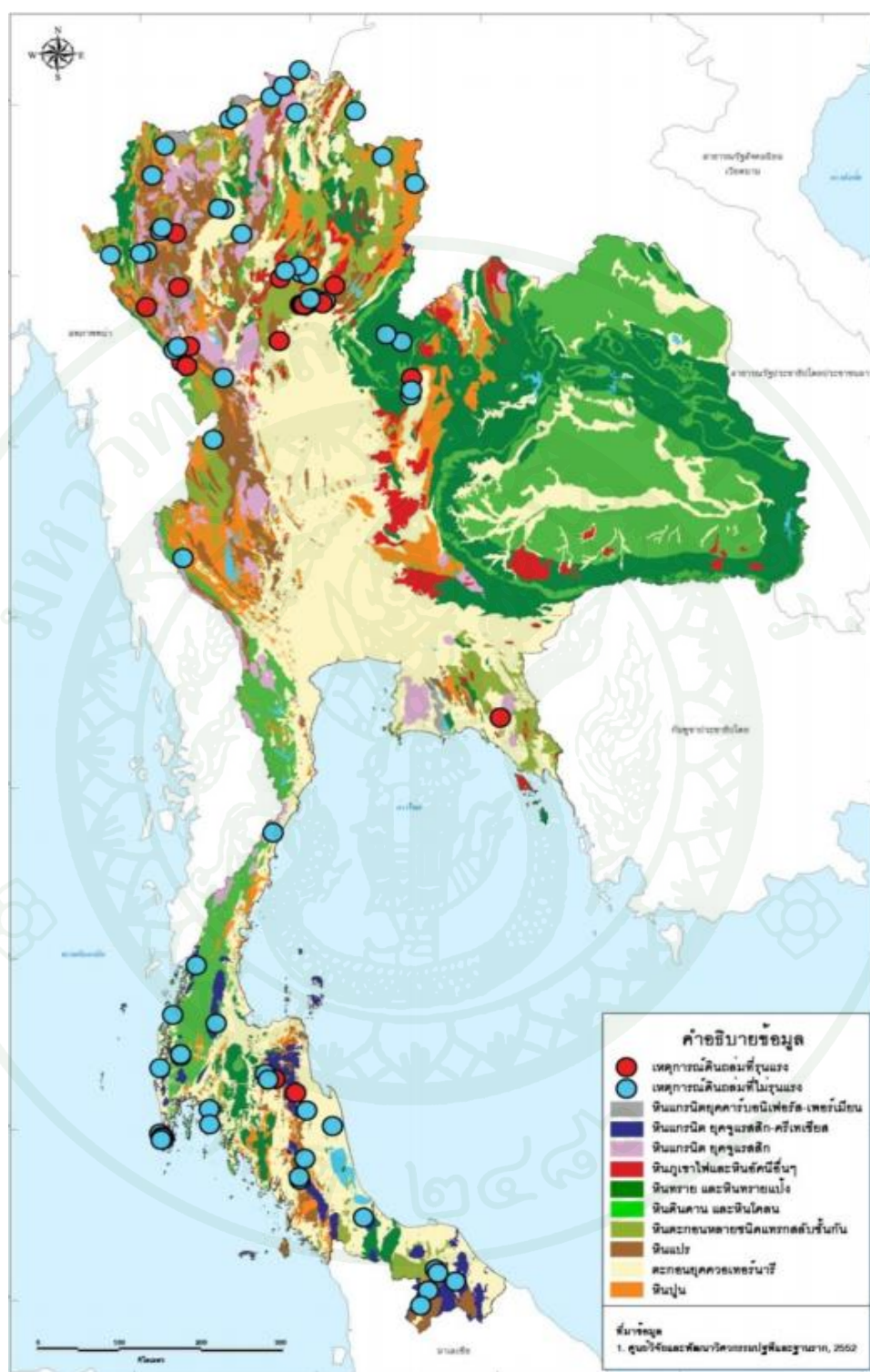
พื้นที่มากกว่า 3,200 ตารางกิโลเมตร และเกิดความเสียหายคิดเป็นมูลค่ารวมมากกว่า 7,000 ล้านบาท มีสาเหตุมาจากปริมาณน้ำฝน การตัดไม้เพื่อทำการเกษตร และจากลักษณะภูมิประเทศของเขาหลวงกับลักษณะทางธรณีของหินอัคนี

อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี พ.ศ.2542 มีฝนตกหนักในพื้นที่ลุ่มน้ำจันทบุรี ทำให้เกิดแผ่นดินถล่มในลำน้ำสาขาของแม่น้ำจันทบุรีตอนล่าง ซึ่งในเขตจังหวัดจันทบุรีมีมูลค่าความเสียหายกว่า 300 ล้านบาท และในปี พ.ศ.2544 ได้เกิดการพิบัติของลาดดินอีกในบริเวณเขาคิชฌกูฏ และเกิดอุทกภัย โดยมีมูลค่าความเสียหายกว่า 330 ล้านบาท

อำเภอวังชัน จังหวัดแพร่ และจังหวัดสุโขทัย พ.ศ.2544 เกิดลาดดินถล่มตามแนวเทือกเขาฝั่งตะวันออกของอำเภอวังชันและน้ำท่วม สร้างความเสียหายนับร้อยล้านบาท สาเหตุที่อาจจะทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ลักษณะทางธรณีวิทยา และสภาพการใช้พื้นที่ ซึ่งก็คือลักษณะของพืชที่ปลูกบริเวณนั้น

ธรณีพิบัติภัยดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากครั้งรุนแรงในพื้นที่ทางภาคเหนือ รวมทั้งจังหวัดอุตรดิตถ์ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2549 ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก ซึ่งลักษณะการพังทลายประมาณร้อยละ 80 ของพื้นที่ที่เกิดดินถล่มมีลักษณะการพังทลายในระดับตื้น จากการสังเกตของผู้ศึกษาว่าระนาบการเกิดพิบัติขึ้นระหว่างชั้นดินผิวงอกอยู่ในที่กับชั้นหินดินดานซึ่งมีความลึกอยู่ในช่วง 40-100 เซนติเมตร (จิตติมา และอภินิติ, 2553)

การเกิดดินถล่มในประเทศไทยที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล ในช่วงปี พ.ศ.2513-2554 พบว่ามีจำนวนเหตุการณ์การเกิดดินถล่มทั้งหมด 152 เหตุการณ์ สามารถแบ่งออกเป็นเหตุการณ์ที่สร้างความเสียหายเป็นบริเวณกว้างและที่มีความเสียหายเฉพาะจุด ดังแสดงภาพที่ 3 (สุทธิศักดิ์ และสุรย์, 2556)

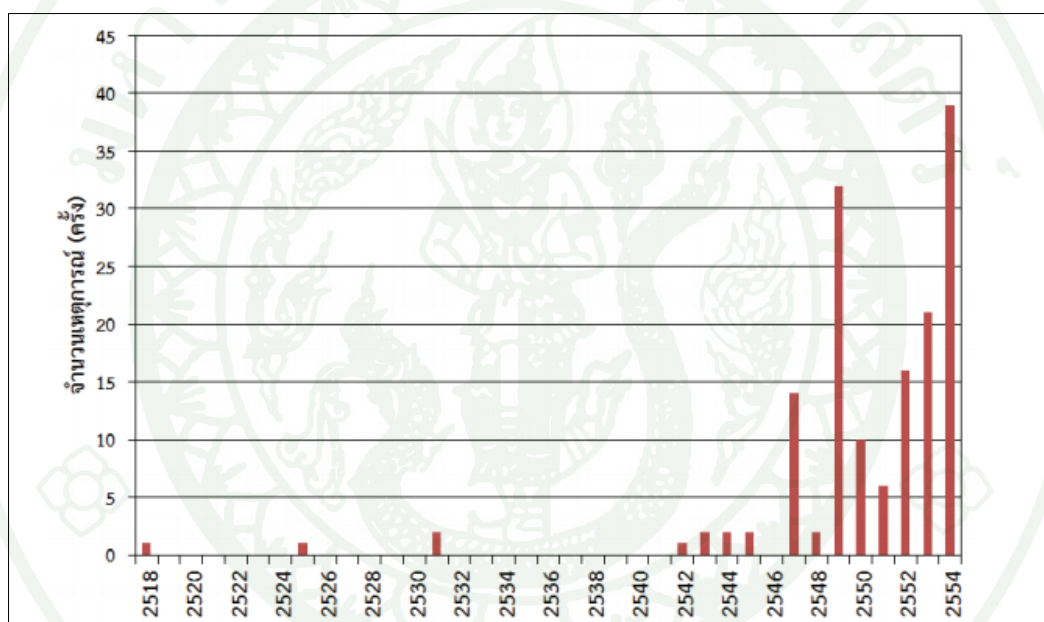


ภาพที่ 3 ตำแหน่งดินถล่มตามกลุ่มชุดหินทางธรณีวิทยาในประเทศไทย พ.ศ.2513-2554

ที่มา: สุทธิศักดิ์ และสุรชัย (2556)

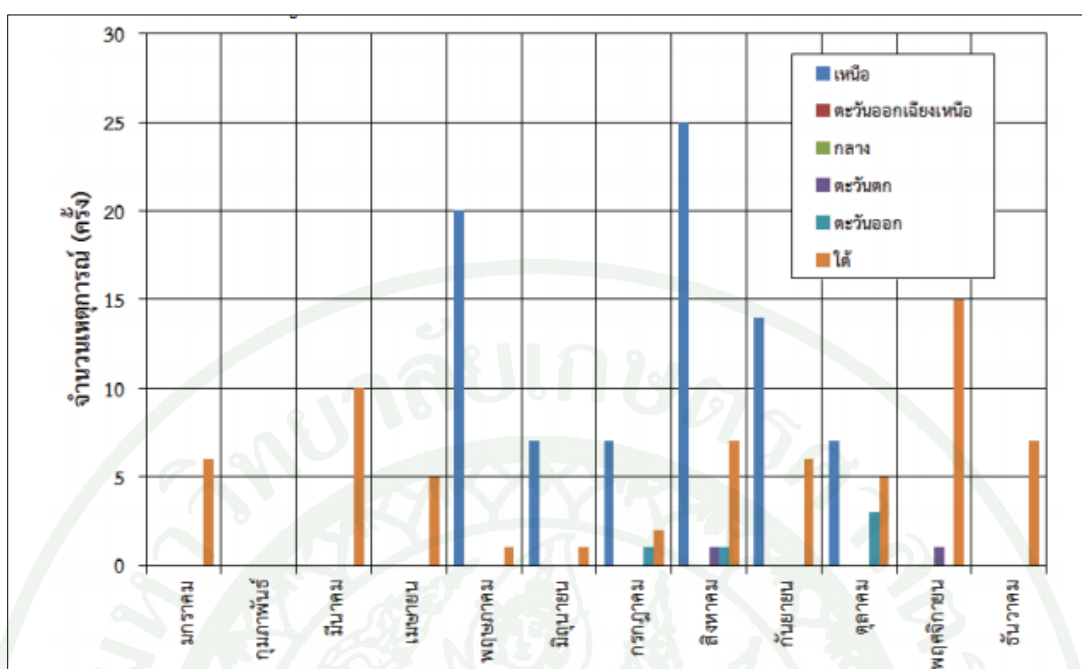
2.2 สถิติการเกิดแผ่นดินถล่มในประเทศไทย

สถิติการเกิดแผ่นดินถล่มในประเทศไทยที่ได้รวบรวมไว้ตั้งแต่ พ.ศ.2518-2554 ดังที่แสดงในภาพที่ 4 นั้น จะเห็นว่า นับตั้งแต่ พ.ศ.2542 เป็นต้นมา มีเหตุการณ์ดินถล่มในประเทศไทยทุกปี และมีแนวโน้มจำนวนครั้งเพิ่มมากขึ้น และหากนำจำนวนครั้งที่เกิดมาพิจารณาช่วงเดือนที่เกิดเหตุการณ์ พบว่าภาคเหนือมีดินถล่มมากในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยภาคใต้มีเหตุการณ์ดินถล่มได้เกือบทุกเดือน ดังแสดงภาพที่ 5 ทั้งนี้มีความสอดคล้องกับเดือนที่มีฝนตกในภูมิภาคนั้นๆ



ภาพที่ 4 สถิติดินถล่มรายปีในประเทศไทย ปี พ.ศ.2518-2554

ที่มา: สุทธิศักดิ์ และ ชีรไนย์ (2556)



ภาพที่ 5 สถิติค่าเฉลี่ยของดินถล่มทั้งหมดในแต่ละเดือนจำแนกตามภูมิภาคของประเทศไทย

ที่มา: สุทธิศักดิ์ และธีรไนย์ (2556)

3. กระบวนการและสาเหตุปัจจัยการเกิดดินถล่ม

3.1 กระบวนการเกิดดินถล่ม

ดินถล่มเป็นกระบวนการเคลื่อนที่ของมวลดิน และหินจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งกระบวนการมักจะเริ่มจากการที่น้ำฝนซึมลงดินในปริมาณมากทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินมีค่าน้อยลง จนไม่อาจต้านทานแรงโน้มถ่วงของโลก หรือดินนั้นไม่สามารถจะอุ้มน้ำได้อีกและไหลลงมาเบื้องล่างพร้อมกันทั้งดินและน้ำ ส่วนกระบวนการในลักษณะอื่นๆที่ทำให้เกิดดินถล่ม อาจเกิดจากการสั่นสะเทือน เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด แต่กระบวนการถล่มในลักษณะนี้พบได้น้อยในประเทศไทย (คณะทำงานของสำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนา, 2555)

การเกิดดินถล่มมักเกิดภายหลังฝนตกหนักมากบริเวณภูเขาซึ่งเป็นต้นน้ำลำธารบริเวณตอนบนของประเทศ กรมพัฒนาที่ดิน (2549) ได้อธิบายกระบวนการเกิดดินถล่มว่า ปริมาณฝนมาก

และความเข้มสูงที่ตกต่อเนื่องบนพื้นที่ลาดชันที่ขาดความสมบูรณ์ของป่าไม้และการปกคลุมของชั้นเรือนยอดหมู่ไม้ ประกอบด้วยลักษณะทางปฐพีวิทยาและธรณีสัณฐานของภูเขาที่อ่อนแอ ทำให้ฝนซึมลงไปในดิน ในขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำจะทำให้แรงยึดเกาะระหว่างมวลดินลดลง ระดับน้ำใต้ผิวดินสูงขึ้นและแรงต้านทางการเลื่อนไหลของดินลดลง หลังจากที่มีน้ำใต้ผิวดินมีระดับสูงจะไหลไปตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินลงไปตามความชันของพื้นที่ลาดเขา ถ้ามีการเปลี่ยนความลาดชันอาจเกิดเป็นน้ำผุดและจะเป็นจุดแรกที่มีการเลื่อนไหลของดิน เมื่อเกิดดินเลื่อนไหลแล้วก็จะเกิดต่อเนื่องขึ้นไปตามลาดเขาโดยความรุนแรงของการเกิดดินถล่มจะมีมาก ถ้าทุกองค์ประกอบที่กล่าวมาแล้วเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน เช่น มีปริมาณฝนตกหนักมากติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน ในพื้นที่ภูเขาหินแกรนิตที่มีความลาดชันสูงและพื้นที่ไม่มีพรรณไม้ปกคลุม ดังนั้น โอกาสที่จะเกิดดินถล่มสูงมาก ในทางตรงกันข้ามความรุนแรงจะลดน้อยลงถ้ามีเพียงองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง

3.2 สาเหตุหลักของดินถล่ม

ดินถล่มเป็นปรากฏการณ์การเคลื่อนที่ของแผ่นดินและกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแผ่นหินตามแนวลาดชัน เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก การเคลื่อนที่ของมวลเหล่านี้มีความเร็วปานกลางถึงเร็วมาก ส่วนมากจะมาพร้อมกับน้ำ จึงมักจะถูกเรียกว่า ดินโคลนถล่ม หรือน้ำท่วมฉับพลันและดินโคลนถล่ม (คณะกรรมการจัดพจนานุกรมศัพท์วิทยา, 2530) สาเหตุและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มมี 2 ประการหลัก คือ

1) สาเหตุจากธรรมชาติ ประกอบด้วย สภาพภูมิประเทศ ได้แก่ ความสูง ความลาดชัน ลักษณะของความลาดเอียง ความต่างระดับของพื้นที่ รูปแบบและปริมาณฝน พืชพรรณและการใช้ที่ดิน คุณสมบัติทางกายภาพของดิน ธรณีวิทยา ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ปริมาณน้ำท่า อัตราการไหลของน้ำ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดิน การสั่นสะเทือนอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว การระเบิดของภูเขาไฟ การเกิดคลื่นยักษ์ การกัดเซาะหน้าผาและตลิ่งโดยคลื่นหรือแม่น้ำ รวมถึงการเกิดหิมะถล่ม เป็นต้น

2) สาเหตุจากมนุษย์ ประกอบด้วย การบุกรุกและตัดไม้ทำลายป่า การแผ้วถางป่าเพื่อปลูกพืชไร่ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่สูงโดยไม่มีการควบคุม เช่น การก่อสร้างที่อยู่อาศัยในพื้นที่ที่มีแนวโน้มเกิดดินถล่ม การสร้างถนน หรือเส้นทางคมนาคมในพื้นที่ที่เป็นภูเขานอกจากนี้การก่อสร้างบ้านเรือนและโครงสร้างพื้นฐานกีดขวางลำน้ำ การขุดเจาะเพื่อฝังท่อ หรือ

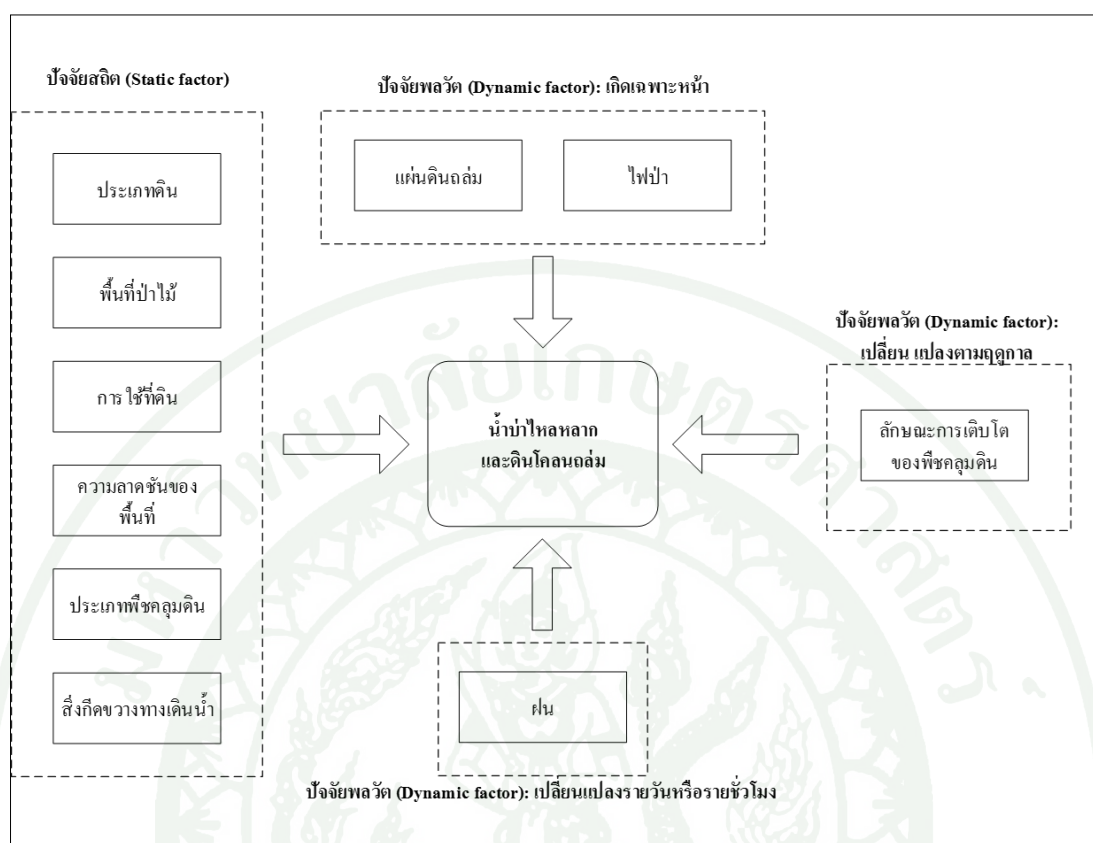
การขุดเจาะเคลื่อนย้ายหินรวมทั้งการสั่นสะเทือนจากการจราจรและการระเบิดที่รุนแรงก็เป็นสาเหตุและปัจจัยที่ก่อให้เกิดดินถล่มได้เช่นกัน

3.3 ปัจจัยทางกายภาพของดินถล่ม

การเกิดแผ่นดินถล่มมีปัจจัยทางกายภาพหลายอย่างประกอบกัน เช่น สภาพความลาดชันของภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสภาพภูมิอากาศ ตามที่ Hutchison (1986) และ Hunt (1984) ได้ทำการศึกษาและสรุปปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม 4 ปัจจัย ดังแสดงภาพที่ 6 ดังนี้

1) ลักษณะภูมิประเทศ เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ได้แก่ ความลาดชัน ความยาวของความลาดชัน ทิศด้านลาด ธรณีสัณฐาน และระดับความสูงของพื้นที่ ลักษณะภูมิประเทศเหล่านี้ต่างมีอิทธิพลต่อความรุนแรงของการเกิดแผ่นดินถล่มทั้งสิ้น โดยเฉพาะความลาดชันของพื้นที่นั้น ซึ่งนับว่าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มมากที่สุด ซึ่งการศึกษาของสุภัท (2532) พบว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มสูงมากเมื่อฝนตกหนัก และถ้าหากชั้นหินดานของพื้นที่เป็นหินแกรนิตที่น้ำซึมผ่านได้ยากทำให้เกิดน้ำไหลบ่าเหนือผิวดินมีปริมาณและความเร็วสูงมาก โดยมีอัตราการไหลสูงสุดไม่ต่ำกว่า 400 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จึงมีความสามารถในการกัดเซาะพังทลาย ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดแผ่นดินถล่มได้ง่าย

2) ลักษณะทางธรณีวิทยาและปฐพีวิทยา เกี่ยวกับลักษณะของดินและหินเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อเสถียรภาพของความลาดชันของพื้นที่ จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของดินที่พบว่ามีปัจจัยที่ด้านการพังทลายของดินอยู่ 2 ปัจจัย คือ ความชื้นแน่นของดินและความเสียดทานภายในดิน ดินเหนียวจะมีความชื้นแน่นสูงมาก แต่มีความเสียดทานภายในดินน้อย ส่วนดินทรายจะมีความชื้นแน่นที่ค่อนข้างน้อย แต่มีแรงเสียดทานภายในดินมาก ดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินแกรนิตซึ่งส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวปนทราย ที่มีช่องว่างขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากมีปริมาณทรายมากกว่าปริมาณดินเหนียว ดินจึงมีแรงเชื่อมแน่นค่อนข้างน้อย แต่มีแรงเสียดทานภายในค่อนข้างมาก จึงทำให้เกิดการเลื่อนไถลของหน้าดินได้ง่าย นอกจากนี้ยังพบว่าโดยปกติแล้วนั้นสภาพที่ดินแห้งสนิทจะมีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความชื้นแน่นเพียงเล็กน้อยในขณะที่ดินเปียก และความเสียดทานระหว่างดินกับหินจะมีค่ามากกว่าระหว่างดินกับดิน



ภาพที่ 6 ปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงรายวัน หรือหลายชั่วโมงของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการเกิดน้ำป่าไหลหลากและดินโคลนถล่ม

3) ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีอิทธิพลโดยตรงต่อการปกคลุมพื้นดิน เช่น ป่าไม้ ทุ่งหญ้า สวนยางพารา สวนผลไม้ และสิ่งก่อสร้างอาคารบ้านเรือน เป็นต้น สิ่งปกคลุมพื้นดินเหล่านี้จะช่วยแรงปะทะของเม็ดฝนก่อนตกลงถึงผิวดิน ทำให้เกิดการพังทลายของดินน้อยลง โดยเฉพาะไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ในป่าไม้นั้นจะมีระบบรากลึกสามารถชอนไชลงไปจนถึงชั้นหินผุ ซึ่งระบบรากหลากหลายชนิดและหลายระดับความลึกของต้นไม้ในป่านั้น ทำให้ดินมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นประมาณ 5-30 เปอร์เซ็นต์ (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2537) ดังนั้น หากสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นมีพืชปกคลุมดินน้อย มีการตัดไม้ทำลายป่ามากและพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง จะทำให้เกิดแผ่นดินถล่มได้ง่ายขึ้น Gray (1970) ได้ทำการศึกษาและพบว่าต้นไม้ที่ขึ้นอยู่มีอิทธิพลทั้งในทางลบและทางบวกต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม คือ ยอดของต้นไม้เพิ่มแรงกระทำจากแรงลมและน้ำหนักของต้นไม้ แต่ในขณะเดียวกันระบบรากของต้นไม้ก็ทำให้แรงต้านทานและแรงยึดเหนี่ยวของดินเพิ่มขึ้น

เช่นกัน อย่างไรก็ตาม อัตราการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ซึ่งปกคลุมด้วยป่าไม้มักสูงกว่าพื้นที่ซึ่งถูกปกคลุมด้วยหญ้า

4) ลักษณะภูมิอากาศ เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปริมาณน้ำฝนนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด กล่าวคือ ถ้าหากฝนตกเป็นเวลานานติดต่อกันจนเกินความสามารถของดินและต้นไม้ที่จะดูดซับเอาไว้ได้ จะทำให้เกิดการกัดเซาะเป็นร่องลึกให้แผ่นดินแยกขาดออกจากกัน จากนั้นจะเกิดแผ่นดินถล่มลงมา โดยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของดินลดลงและน้ำหนักของดินและน้ำเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาของ ปริญา และวันชัย (2532) พบว่าเมื่อมีปริมาณฝนตกมากกว่า 260 มิลลิเมตร ขึ้นไปภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง มักจะเกิดแผ่นดินและหินถล่มลงมาจากไหล่เขาในบริเวณภาคใต้

4. การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม ทำได้โดยการนำปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดดินถล่ม มาวิเคราะห์ร่วมกัน ซึ่งมีหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดเก็บในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และวิธีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

4.1 วิธีการที่ใช้ประเมินพื้นที่เสี่ยงดินถล่ม

การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม โดยทั่วไปที่นิยมใช้ประเมินพื้นที่เสี่ยงดินถล่มโดยหน่วยงานต่างๆ ในประเทศไทย สรุปวิธีหลักๆ ได้เป็น 4 วิธี (วรกร, 2542) เรียงลำดับจากง่ายและรวดเร็ว แต่อาจมีข้อผิดพลาดค่อนข้างสูงไปถึงวิธีที่ท้าทายใช้เวลานาน แต่มีความถูกต้องและเป็นประโยชน์มากกว่า ดังนี้

1) วิธีทางธรณีสัณฐาน (geomorphology method) : โดยการวิเคราะห์จากลักษณะภูมิประเทศ ร่องน้ำ และลาดเขา

2) วิธีดัชนีปัจจัยร่วม (weighted factor index) โดยการนำปัจจัยที่เกิดจากธรรมชาติและมนุษย์กระทำมาจัดจำแนกลำดับความรุนแรงและให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย แล้วคิด

ออกมาเป็นแต้มคะแนนรวมเพื่อจัดลำดับความรุนแรงหรือโอกาสเสี่ยงในแต่ละพื้นที่ วิธีนี้ต้องปรับแก้ความสำคัญของปัจจัยต่างๆให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้น

3) วิธีทางธรณีเทคนิค (geotechnical engineering method) โดยการสำรวจและทดสอบคุณสมบัติทางธรณีวิทยาและวิศวกรรมปฐพีของชั้นดินและหิน ร่วมกับอิทธิพลของความชื้นที่เปลี่ยนไป แล้ววิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินและหินจากรูปแบบทางกลศาสตร์เพื่อหาระดับความมั่นคง

4) วิธีการวิเคราะห์ความเสี่ยง (risk analysis method) โดยการดำเนินการต่อจากวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 โดยการศึกษาทางสถิติของโอกาสที่จะเกิดการวิบัติและผลเสียหายทางด้านเศรษฐกิจและสังคมที่จะเกิดขึ้นตามมา

4.2 การประเมินความเสี่ยงดินถล่มจังหวัดสุราษฎร์ธานี

การศึกษาแนวทางการลดความเสี่ยงภัยพิบัติดินโคลนถล่มในพื้นที่บ้านหน้าถ้ำ ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี (อภินิติ และคณะ, 2556) ได้มีการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม โดยใช้ปัจจัยหลักต่างๆ ที่มีนัยสำคัญต่อการเกิดดินถล่ม ดังนี้

1) ระดับความสูง (elevation) เป็นข้อมูลที่แสดงถึงระดับความสูงของพื้นผิวภูมิประเทศเปรียบเทียบกับระดับทะเลปานกลาง (mean sea level) มีหน่วยเป็นเมตร ซึ่งได้จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 ของกรมแผนที่ทหาร

2) ความลาดชัน (slope) เป็นข้อมูลที่ได้จากเส้นชั้นความสูง (contour) ซึ่งได้จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 ของกรมแผนที่ทหาร มาทำการสร้างโครงข่ายสามเหลี่ยมไม่ปกติ โดยใช้การคำนวณจากค่าระดับเป็นรูปสามเหลี่ยมต่อเนื่องกันไปจนเต็มพื้นที่

3) การใช้ประโยชน์ที่ดิน (landuse) เป็นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งได้จาก Google earth จำแนกได้เป็นสองประเภท ได้แก่ ป่าสมบูรณ์ และพื้นที่เกษตรกรรม อาทิ สวนยางพารา สวนปาล์ม น้ำมัน ฯลฯ

4.3 การประเมินความเสี่ยงดินถล่มจังหวัดเชียงใหม่

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงที่จะเกิดดินถล่มและพื้นที่หมู่บ้านที่เสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากการเกิดดินถล่มบริเวณดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งการศึกษามีการกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ความลาดชัน ลักษณะธรณีวิทยา การใช้ที่ดินและระยะทางใกล้-ไกลจากแม่น้ำ โดยมีการให้ความสำคัญ และการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์จากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เพื่อกำหนดตำแหน่งและความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาช่วยในการวิเคราะห์ (Dorji, 2007) คือ

1) ความลาดชัน เนื่องจากพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นพื้นที่สูงมีความลาดชันสูง ซึ่งความลาดชันมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิดดินถล่ม กล่าวคือ การเกิดดินถล่มการเคลื่อนที่ของมวลดินและหินลงมาตามลาดเขาด้วยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงโลก

2) ลักษณะทางธรณีวิทยา เป็นปัจจัยผู้ศึกษาให้ความสำคัญรองลงมา เนื่องจากคุณสมบัติ โครงสร้าง ของหินแต่ละชนิด มีความแตกต่างกัน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของมวลดินในการเกิดดินถล่มอย่างมาก เช่น พื้นที่ที่เป็นหินแข็งเนื้อแน่นแต่ผุง่าย เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดดินถล่มได้ง่าย

3) การใช้ประโยชน์ที่ดิน ผู้ศึกษาให้ความสำคัญกับการใช้ที่ดินในการเกษตรสูงสุด และรองลงมาคือการสร้างที่อยู่อาศัย เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เป็นพื้นที่สูง ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 2 ประเภท ทำให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ ส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิดดินถล่มเพิ่มขึ้น

4) ระยะห่างจากทางน้ำ ผู้ศึกษาให้คะแนนพื้นที่ที่มีระยะห่างจากทางน้ำในช่วง 50 เมตร มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มสูง และที่มีระยะทางห่างจากทางน้ำมากกว่า 50 เมตร มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มน้อย

4.4 การประเมินความเสี่ยงดินถล่มจังหวัดพะเยา

การวิเคราะห์ปัจจัยดินถล่มในพื้นที่อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา ได้มีการกำหนดปัจจัยทางกายภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบดินถล่ม โดยการพิจารณาสภาพทางกายภาพในพื้นที่ที่เกิดดินถล่มขึ้นก่อนหน้านี้ สามารถแยกปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่ม (วรรณัย, 2552) ได้ดังนี้

1) ความลาดชัน (slop angle-S) ความลาดชันของพื้นที่ที่เป็นปัจจัยหลักที่นำมาสู่การเกิดดินถล่ม ได้จากการคำนวณช่วงความชันด้วยวิธีตรีโกณมิติที่หาจากการแก้สมการที่ทราบถึงข้อมูลพิกัดความสูง โดยพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงจะมีโอกาสเกิดดินถล่มสูงกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ

2) การใช้ประโยชน์ที่ดิน (landuse) ลักษณะการใช้ที่ดินมีผลต่อการเกิดดินถล่ม ได้แก่ สภาพป่าไม้ที่ความอุดมสมบูรณ์ของป่าอยู่นั้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่ม บริเวณที่ป่าไม้ถูกทำลายมากสภาพป่าที่เสื่อมโทรม การตัดถนนบริเวณไหล่เขาก็ก่อเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ทำลายความสมดุลการวางตัวของชั้นหิน ทำให้เกิดการถล่มของมวลดินที่มีการวางตัวอยู่อย่างไม่เหมาะสมอีกทั้งการทำการเกษตรที่มีการถางป่า ทำให้เกิดการถล่มของดินได้ง่ายขึ้นอีกประการหนึ่ง การใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่ศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ แหล่งน้ำ ป่าไม้ ชุมชนและเกษตรกรรม

3) ระยะห่างจากทางน้ำ (stream buffer) พื้นที่ที่มีระยะห่างจากทางน้ำน้อยมีโอกาสเกิดดินถล่มมากกว่าพื้นที่ที่ไกลออกไป โดยในการศึกษาครั้งนี้กำหนดระยะห่างเป็น 50 เมตร

5. หลักการแปลภาพถ่ายดาวเทียม

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรอย่างการใช้ประโยชน์ที่ดิน จะใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเทียมระบบการบันทึกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 คือ ระบบ Enhanced Mapper Plus (ETM) ซึ่งได้จากการปรับปรุงจากการบันทึกข้อมูลดาวเทียม Landsat 5 TM มีการบันทึกข้อมูล 7 ช่วงคลื่น มีวงรอบการบันทึกข้อมูลซ้ำ 16 วัน ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ธรณีวิทยา ป่าไม้ และธรณีพิบัติภัย ด้วยรายละเอียดคุณสมบัติของแต่ละช่วงคลื่น คือ

แบบต์ 1 (ช่วงคลื่นสีน้ำเงิน) มีความยาวคลื่น 0.45-0.52 ไมครอน สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานชายฝั่งทะเล ใช้แยกประเภทต้นไม้ชนิดผลัดใบและไม่ผลัดใบออกจากกัน และแสดงความแตกต่างระหว่างดินกับพืชได้

แบบต์ 2 (ช่วงคลื่นสีเขียว) มีความยาวคลื่น 0.52-0.62 ไมครอน ให้ข้อมูลการสะท้อนแสงสีเขียวของพืชที่เจริญเติบโตแล้ว

แบบต์ 3 (ช่วงคลื่นสีแดง) มีความยาวคลื่น 0.63-0.69 ไมครอน ใช้แยกความแตกต่างของการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ในพืชเพื่อใช้ในการแยกชนิดของพืชพรรณ

แบบต์ 4 (ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้) มีความยาวคลื่น 0.76-0.90 ไมครอน ช่วยในการตรวจวัดมวลชีวะในแหล่งน้ำ และแยกความแตกต่างของน้ำและส่วนที่ไม่ใช่น้ำ

แบบต์ 5 (ช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น) มีความยาวคลื่น 1.55-1.75 ไมครอน ใช้ตรวจความชื้นในพืช ใช้ดูความแตกต่างของหิมะกับเมฆ

แบบต์ 6 (ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน) มีความยาวคลื่น 10.40-12.50 ไมครอน สามารถนำมาวิเคราะห์หาการเหี่ยวเฉาเนื่องจากความร้อนในพืช ใช้ดูความแตกต่างของความร้อนบริเวณพื้นที่ศึกษา ความแตกต่างของความชื้นของดิน

แบบต์ 7 (ช่วงคลื่นอินฟราเรดกลาง) มีความยาวคลื่น 2.08-2.35 ไมครอน สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานสำรวจธรณีวิทยา เช่น การจำแนกชนิดของหิน แร่ธาตุและชนิดดิน

5.1 หลักการแปลความหมายข้อมูลภาพดาวเทียม

การแปลความหมายและวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพดาวเทียม จำแนกได้ 2 วิธี คือการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยสายตาและคอมพิวเตอร์ ทั้งสองรูปแบบมีรายละเอียดของหลักการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม

5.1.1 การแปลความหมายและวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยสายตา

การแปลและวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยสายตา จะมีความถูกต้องแม่นยำได้นั้นขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้แปล ได้แก่ ความรู้ภูมิหลัง ความสามารถทางสายตา ความสามารถทางการตัดสินใจ และประสบการณ์การทำงาน รูปแบบหรือลักษณะที่ใช้ในการแปลความหมายด้วยสายตา ดังนี้ (วีระชาติ และสุรศักดิ์, 2551)

- 1) ระดับสีและชนิดของสี หมายถึง ความแตกต่างของสี ระดับความเข้มของสี เนื่องจากการสะท้อนช่วงคลื่นที่ไม่เหมือนกันของวัตถุต่างๆบนพื้นผิวโลก
- 2) รูปร่าง หมายถึง รูปร่างของวัตถุที่ปรากฏบนภาพเป็นรูปร่างที่มองเห็นจากด้านบนของวัตถุนั้นๆ ซึ่งวัตถุบางอย่างมีรูปร่างเฉพาะทำให้สามารถจำแนกออกจากพื้นที่อื่นได้ง่ายจากภาพดาวเทียม เช่น ลักษณะภูมิประเทศแบบคาสท์ของหินปูน แม่น้ำที่มีลักษณะเป็นเส้นยาวโค้งไปโค้งมา เป็นต้น
- 3) ขนาด หมายถึง ขนาดของวัตถุที่มีความสัมพันธ์กับมาตราส่วนที่ใช้แปลขนาดช่วยให้ผู้แปลสามารถแยกวัตถุแต่ละประเภทได้
- 4) ลักษณะเนื้อภาพ หมายถึง สภาพพื้นผิวที่มีความสม่ำเสมอต่างกัน ขึ้นอยู่กับภูมิประเทศและสิ่งปกคลุมพื้นที่ที่ไม่เหมือนกัน จนทำให้เนื้อภาพเกิดความละเอียดหรือความหยาบแตกต่างกันได้
- 5) รูปแบบ หมายถึง ลักษณะการจัดตัวหรือเรียงตัวของพื้นผิวประเภทต่างๆ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัว ทำให้เห็นเด่นชัดแตกต่างจากพื้นที่อื่นๆ

6) เเง การทอดเงาที่มีความสัมพันธ์กับทิศทางของแสงอาทิตย์ ทำให้เห็นรูปร่าง ลักษณะของวัตถุนั้นๆ

7) ความสัมพันธ์กับตำแหน่งและสิ่งแวดล้อม หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่าง วัตถุ หรือพืชพรรณกับตำแหน่งที่อยู่เฉพาะและสิ่งแวดล้อมอื่นๆ

5.1.2 การแปลภาพเพื่อจำแนกวัตถุได้ดีและถูกต้อง ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ตาม ความยากง่ายและมาตราส่วนที่แตกต่างกันไป รูปร่าง สี ขนาด ซึ่งอาจใช้องค์ประกอบในการแปล ภาพพื้นที่เดียวกัน หรืออาจใช้องค์ประกอบอื่นก็ได้ เนื่องจากการใช้คอมพิวเตอร์จะเป็นการนำเอา เฉพาะค่าสะท้อน คือ ค่าความเข้ม มาใช้เท่านั้น

นอกจากองค์ประกอบที่กล่าวมาแล้ว ยังต้องพิจารณาคูณลักษณะข้อมูลที่ได้รับ จากภาพจากดาวเทียม 3 ลักษณะ คือ

1) ลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุ ซึ่งสัมพันธ์กับความยาว ช่วงคลื่นแสงในแต่ละแบนด์ โดยวัตถุต่างๆ ที่สะท้อนแสงในแต่ละช่วงคลื่นไม่เท่ากัน ทำให้สีของ วัตถุในภาพแต่ละแบนด์แตกต่างในระดับสีขาว-ดำ และทำให้สีแตกต่างกันในภาพสีผสม

2) ลักษณะรูปร่างของวัตถุที่ปรากฏในภาพแตกต่างตามมาตราส่วน และความ ละเอียดภาพจากดาวเทียม ถ้ามีความคุ้นเคยกับลักษณะรูปร่างวัตถุก็จะทำให้ทราบถึงลักษณะที่ จำลองในภาพจากดาวเทียม

3) ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของวัตถุตามช่วงเวลา ทำให้สถานะของวัตถุต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงให้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามช่วงฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงรายปี เป็นต้น ลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามดังกล่าวทำให้มีความแตกต่างของระดับสีในภาพขาวดำ และภาพสีผสม จึงสามารถใช้ข้อมูลดาวเทียมที่ถ่ายซ้ำที่เดิมในช่วงเวลาต่างๆ มาติดตามการเปลี่ยนแปลง เช่น สามารถติดตามการบุกรุกทำลายป่า การเติบโตของพืชตั้งแต่พื้นที่เพาะปลูก ไปจนถึงการเก็บเกี่ยว เป็นต้น

6. การใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน หมายถึง การนำที่ดินมาใช้เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในด้านต่างๆ เช่น เกษตรกรรม พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม และที่อยู่อาศัย (บรรเจิด, 2523 ; สถิตย์, 2525) การใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละรูปแบบจะมีผลต่อสมรรถนะในการให้ผลผลิตของที่ดินและการเกิดการเสื่อมโทรมของที่ดิน เพราะดินแต่ละบริเวณมีศักยภาพในการให้ผลผลิตแตกต่างกันเนื่องจากมีคุณสมบัติและองค์ประกอบแตกต่างกันออกไป ปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบของที่ดินเหล่านี้เป็นตัวกำหนดศักยภาพในการให้ผลผลิตและความเหมาะสมของการใช้ที่ดินนั้นๆ การใช้ที่ดินเพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่ดีที่สุด ต้องมีการใช้ที่ดินให้เหมาะสมกับสมรรถนะที่ดินและจำนวนของประชากรที่ความสามารถของดินที่จะรองรับได้ เพราะการใช้ที่ดินไม่ถูกต้องนั้นจะเป็นการทำลายคุณภาพของดินที่จะทำให้ศักยภาพของที่ดินลดลง (สมเจตน์, 2524)

การใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันหรืออนาคต เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในด้านต่างๆ เช่น เกษตรกรรม พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม และที่อยู่อาศัย เป็นต้น จากการเรียนรู้วิวัฒนาการของการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีตจนถึงปัจจุบัน รูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัดเจน จากพื้นที่ป่าไม้ไปสู่พื้นที่เกษตร พื้นที่รกร้างว่างเปล่า และพื้นที่เมือง ดังนี้

1) การใช้ประโยชน์ที่ดินผิดประเภท เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่ตรงตามสมรรถนะของที่ดินและไม่ได้คำนึงถึงความเหมาะสมของที่ดิน ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและได้รับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำกว่าที่ควรจะเป็น โดยเฉพาะถ้าเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินผิดประเภทในบริเวณที่เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารจะทำให้เกิดผลกระทบต่อปริมาณ คุณภาพ และระยะเวลาการไหลของน้ำ รวมทั้งก่อให้เกิดปัญหาเศรษฐกิจและสังคมตามมา

2) ความขัดแย้งในการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัญหานี้จะเกิดในที่ดินที่มีสมรรถนะสูง สามารถรองรับการใช้ประโยชน์ที่ดินได้หลายรูปแบบ เป็นดินที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาใช้เป็นที่ดินเพื่อการเกษตร ป่าไม้หรือพื้นที่อื่น ประกอบกับความต้องการใช้ที่ดินเข้มข้นมากขึ้น ประชากรเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้เกิดปัญหาการใช้ประโยชน์ที่ดินเพิ่มมากขึ้น

3) กรรมสิทธิ์ที่ดินและไร่ที่ทำกิน ประเทศไทยมีผู้ประกอบอาชีพทางการเกษตรมากกว่าร้อยละ 60 ส่วนใหญ่เป็นผู้อาศัยอยู่ในชนบทและทำอาชีพเกษตรกร นอกจากนี้ไม่มีที่ดินเป็นกรรมสิทธิ์ของตนเองแล้วยังไร้ที่ดินทำกินต้องเช่าที่ดินทำกิน รัฐบาลจึงมีบทบาทในการกำหนดนโยบายในการให้กรรมสิทธิ์ที่ดินแก่ประชาชน เช่น การปฏิรูปที่ดินและการจัดรูปที่ดินในรูปแบบต่างๆ

4) สภาพธรรมชาติของดินเอง ได้แก่ ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งมีอยู่ถึงร้อยละ 33 ของพื้นที่ประเทศ

5) เทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการยังเป็นไปในลักษณะตามใจชอบ การทำไร่เลื่อนลอยยังปรากฏให้เห็นอยู่ทั่วไป วิธีการเพาะปลูกที่ผิดหลักวิชาการโดยไม่คำนึงถึงการอนุรักษ์ดินและน้ำนำไปสู่ปัญหาน้ำท่วมดินพัง กระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรจนเป็นปัญหาเศรษฐกิจและสังคมในที่สุด

6) ผลกระทบสิ่งแวดล้อม จากการใช้ที่ดินรูปแบบต่างๆที่ผิดหลักการและไม่เป็นไปตามศักยภาพของพื้นที่ ก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรบนที่สูงจะทำให้เกิดดินถล่ม

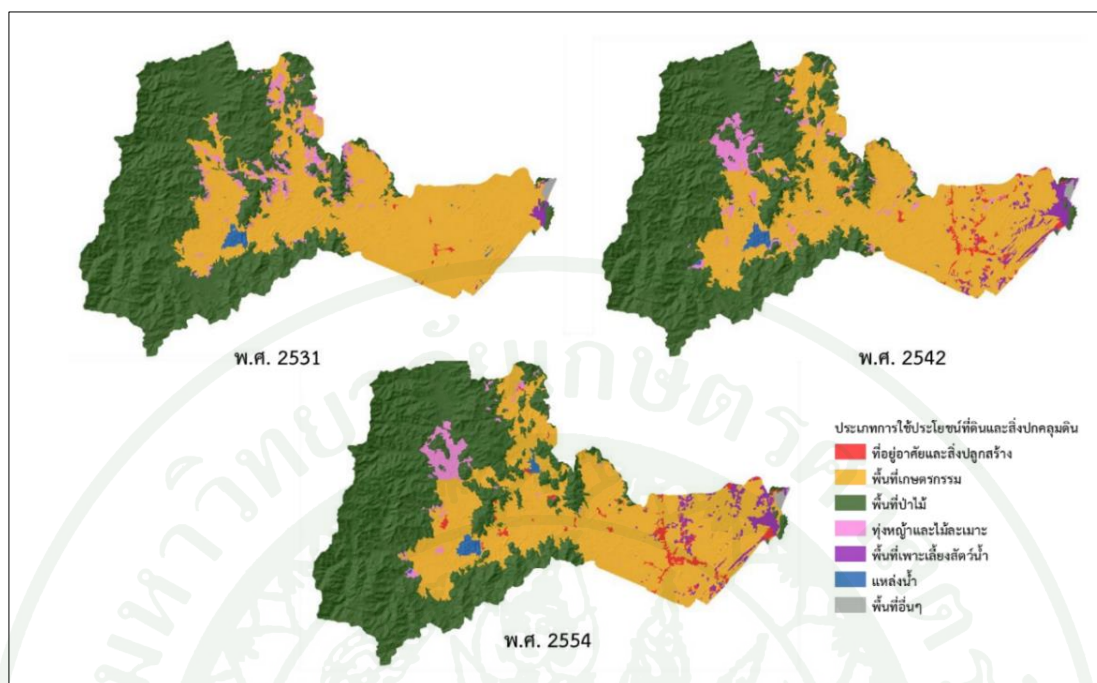
7. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศและสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องตลอดมา (นิพนธ์, 2549) ทำให้การวางแผนการใช้ที่ดิน ซึ่งถือเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างหนึ่งของการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการจัดการทรัพยากรต่างๆ เพื่อให้เกิดผลอย่างยั่งยืนนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการศึกษาและติดตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในอดีตจนถึงปัจจุบัน ตลอดจนทำการศึกษาเพื่อคาดการณ์ถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคต ทั้งนี้เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดนโยบายในการวางแผนการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการกำหนดนโยบายการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และหาพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรง จังหวัดเชียงใหม่ โดยพิจารณาจากปัจจัยทางกายภาพ 8 ปัจจัย ได้แก่ ระดับความสูงจาก

ระดับน้ำทะเล ความลาดชัน ทิศด้านลาด ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากทางน้ำ ระยะห่างจากหมู่บ้าน ลักษณะหิน และลักษณะดิน โดยใช้เทคนิคของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก พบว่าพื้นที่ป่าไม้ลดลง เพราะมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่สวนป่า และที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น (สุชาติ, 2546)

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน บริเวณลุ่มน้ำคลองกุย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในช่วงระหว่าง พ.ศ.2531-2542 พบว่ามีที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และแหล่งน้ำ มีพื้นที่เพิ่มมากขึ้นร้อยละ 88.43 81.65 และ 15.58 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่อื่นๆ เป็นทุ่งหญ้าและละเมาะ พื้นที่เกษตรกรรม มีพื้นที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 29.84 12.99 11.75 6.80 และ 0.65 ตามลำดับ ส่วนทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ และพื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ลดลงร้อยละ 33.11 และ 0.46 ตามลำดับ โดยพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้างมีพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก ส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงมาจากพื้นที่เกษตรกรรม และผลจากการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในปี พ.ศ. 2566 ด้วยแบบจำลอง Land Change Modeler (LCM) โดยมีการใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของปี พ.ศ.2542 และ พ.ศ.2554 เป็นปีฐานในการคำนวณ พบว่า ในช่วงระหว่างปี พ.ศ.2554-พ.ศ.2566 ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และพื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 38.26 34.05 และ 0.56 ตามลำดับ ส่วนทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ แหล่งน้ำ พื้นที่อื่นๆ และพื้นที่เกษตรกรรม มีพื้นที่ลดลงร้อยละ 42.47 13.94 10.97 และ 4.04 ตามลำดับ (ธีรวัฒน์ และคณะ, 2556) ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2531-2542 และ พ.ศ. 2542-2554

ที่มา: ชีรวัดน์ และคณะ (2556)

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เพื่อทำการเกษตรส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรงและทำให้เกิดความรุนแรงจากภัยพิบัติธรรมชาติ โดยเฉพาะในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนกลางเป็นพื้นที่ที่ประสบกับปัญหาอุทกภัยบ่อยครั้ง สาเหตุมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลายและไม่มีความเหมาะสม พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่ปลูกข้าวและข้าวไร่ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำยมตอนกลาง จังหวัดแพร่ ที่มีพื้นที่ประมาณ 2,205,635 ไร่ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 :TM ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมใช้โปรแกรม ERDAS Imagine และโปรแกรม ArcGIS ผลการศึกษาพบว่า มีพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 74.4163.44 และ 57.72 ในปี พ.ศ.2534 พ.ศ.2544 และ พ.ศ.2554 ตามลำดับ และมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดและข้าวไร่ร้อยละ 2.58 10.21 และ 12.70 ในปี พ.ศ.2534 พ.ศ.2544 และ พ.ศ.2554 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ.2534-2544 และ พ.ศ.2544-2554 ในช่วงระยะเวลา 10 ปี พ.ศ.2534-2544 พบว่ามีพื้นที่ป่าไม้ 1,641,189 ไร่ พื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดและข้าวไร่

176,040 ไร่ และในช่วงระยะเวลา พ.ศ.2534-2544พบว่า มีพื้นที่ป่าไม้ 1,399,165 ไร่ พื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดและข้าวไร่ 152,887 ไร่ ข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้ ที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนและจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนกลางเพื่อนำไปสู่การอนุรักษ์และการแก้ไขปัญหาที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะปัญหาอุทกภัย (ชัยลักษณ์ และถาวร, 2556)

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้ข้อมูลจากแผนที่การใช้ที่ดินปี พ.ศ.2531 ของกรมพัฒนาที่ดิน และภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ปี พ.ศ.2538 และ พ.ศ.2542 ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ระหว่างปี พ.ศ.2531-2542 พบว่าพื้นที่ป่าไม้ลดลง 98.08 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 60 พื้นที่ป่าไม้ถูกเปลี่ยนสภาพเป็นยางพารา โดยที่พื้นที่ยางพาราเพิ่มขึ้น 181.7 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 41 ส่วนพื้นที่นาทุ่งเพิ่มขึ้น 184.87 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 88.6 ในขณะที่พื้นที่นาข้าวลดลง 248.7 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 16 โดยพื้นที่นาข้าวถูกเปลี่ยนสภาพเป็นพื้นที่นาทุ่งและยางพารา การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน การขยายของพื้นที่นาทุ่งมีผลต่อการแพร่กระจายความเค็มสู่พื้นที่นาข้าวและแหล่งน้ำที่อยู่บริเวณใกล้เคียง ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และวางแผนการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรอย่างถูกต้อง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนในลุ่มน้ำปากพนัง (เชาวน์ และคณะ, 2546)

8. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ต่อค่าปริมาณน้ำท่ารายเดือนของกลุ่มน้ำน่านตอนบน โครงข่ายลำน้ำสามารถจำลองได้จากข้อมูล DEM โดยมีการนำเข้าแบบจำลอง ข้อมูลการใช้ที่ดินในปี พ.ศ.2520 พ.ศ.2537 และ พ.ศ.2544 ซึ่งเป็นตัวแทนการเปลี่ยนแปลง และสามารถจำแนกหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยาของแบบจำลองในแต่ละช่วงเวลา ข้อมูลน้ำท่าที่ตรวจวัดรายเดือนต่อเนื่องประมาณ 5-10 ปีของแต่ละช่วงการเปลี่ยนแปลง ถูกนำมาใช้ในการปรับเทียบแบบจำลองโดยผลจากการใช้ SWAT พบว่าโครงข่ายลำน้ำที่จำลองขึ้นมีสภาพใกล้เคียงกับสภาพลำน้ำจริง และปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้ใกล้เคียงกับค่าจากการตรวจวัดในขนาดที่ยอมรับได้ นอกจากนี้ในแต่ละช่วงของการเปลี่ยนแปลงยังได้วิเคราะห์ความอ่อนไหวของพารามิเตอร์โดยปรับแก้ตามช่วงที่

แนะนำจากแบบจำลอง ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่พารามิเตอร์ที่อ่อนไหวคือ คุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งได้ถูกนำมาใช้ประมาณค่าปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลตรวจวัดน้ำฝนรายวันในช่วงปี พ.ศ.2541-2545 เพื่อประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน นอกจากนี้ยังได้กำหนดกรณีการเปลี่ยนแปลงจากปัจจุบันอีก 3 กรณี คือกรณีพื้นที่ป่าเพิ่มขึ้น กรณีพื้นที่การเกษตรเพิ่มขึ้น และกรณีพื้นที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น ซึ่งในทุก ๆ กรณีแบบจำลองให้ผลที่แตกต่างกันแสดงถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า และแสดงให้เห็นว่าการศึกษานี้สามารถแสดงให้เห็นประโยชน์ของการประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT ในการวางแผนพัฒนาและบริหารจัดการลุ่มน้ำ (โอฬาร, 2548)

การใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าของชุมชนท้องถิ่น และวิเคราะห์ผลกระทบการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าของชุมชนต่อการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าในอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน โดยการใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูล วางเส้นตรง สำรวจร่องรอยสัตว์ป่า ใช้สถิติ Mann-Whitney U Test และวิเคราะห์สหสัมพันธ์ พบว่า รายการส่วนใหญ่ร้อยละ 69.3 เก็บหาของป่า เขาไปเก็บหาในเขตอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานร้อยละ 50.5 เก็บเห็ดมากที่สุดร้อยละ 50 ระยะทางห่างจากหมู่บ้านเฉลี่ย 2.23 กิโลเมตร ใช้เวลาเฉลี่ย 1.36 ชั่วโมงต่อวัน เดือนตุลาคมเก็บหามากที่สุด รายการส่วนใหญ่เข้าใจผลกระทบการใช้พื้นที่ป่าต่อสัตว์ป่า ส่วนการศึกษาด้านสัตว์ป่า พบว่าการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าในป่าที่ใช้ประโยชน์เข้มข้นกับเบาบาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อมีการทดสอบความสัมพันธ์ พบว่า ระยะทางมีความสัมพันธ์กับการพบร่องรอยกระต่าย กวาง และเก้ง อย่างมีนัยสำคัญ เท่ากับ 0.221 0.439 และ 0.384 ตามลำดับ สรุปได้ว่ากิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าของชุมชนท้องถิ่นนั้นมีผลต่อการใช้พื้นที่ของสัตว์ป่า (สุพร, 2552)

9. การประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเหล่านี้ โดยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียม หรือการสำรวจข้อมูลระยะไกล หรือแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมนั้นเป็นวิธีการที่ได้มาของข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ถูกต้อง สะดวกรวดเร็ว เพราะเป็นการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุและทรัพยากรธรรมชาติ โดยใช้เครื่องมือที่ทันสมัย ถ่ายทอดเป็นภาพออกมา แล้วนำมาวินิจฉัยหาข้อเท็จจริงโดยไม่ต้องเสียเวลาวัดหรือสำรวจภาคสนามในพื้นที่ที่ทำการศึกษา แต่อาจลุ่มบางจุดเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลักษณะต่างๆ

การลดลงของพื้นที่ป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา 2 แห่ง คือ แซมบาลีส บอนเกาลูซอน และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของเกาะมินโดโร ใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat ระบบ MSS โดยการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับการแปลตีความภาพด้วยสายตา ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ศึกษาแซมบาลีส สามารถจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและป่าไม้ได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้ เต็งรัง ป่าเต็งรังผสมไม้พุ่ม ทุ่งหญ้า พื้นที่เกษตรกรรม 1 (นาข้าว-พืชไร่) พื้นที่เกษตรกรรม ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ พบว่า ในพื้นที่ศึกษาแซมบาลีส พื้นที่เต็งรังลดลง 3,606.7 เฮกตาร์ ระหว่างปี พ.ศ.2524-2531 หรือลดลงเฉลี่ยปีละ 51,5025 เฮกตาร์ ส่วนพื้นที่ที่ศึกษามินโดโร ป่าเต็งรังลดลงเป็นพื้นที่ 47,894.3 เฮกตาร์ ระหว่างปี พ.ศ.2519-2530 หรือลดลงเฉลี่ยปีละ 4,354 เฮกตาร์ (Virgilio, 1991)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ นำมาพร้อมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic information system, GIS) ซึ่งสามารถแสดงผลในเชิงพื้นที่ได้ เป็นวิธีการที่สามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยตัวอย่างแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาที่แพร่หลายในปัจจุบัน เช่น แบบจำลอง Land change Modeler, LCM (Eastman, 2009) แบบจำลอง Geomod 2 (Pontius et al., 2001) แบบจำลอง CA-MARKOV (Eastman, 1999) แบบจำลอง Lucas (Berry et al., 1996) ซึ่งในแต่ละแบบจำลองมีกระบวนการทำงานที่แตกต่างกันไป แต่มีความสามารถที่คล้ายกันคือเป็นแบบจำลองที่ใช้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเชิงพื้นที่

แบบจำลอง CLUE ใช้งานร่วมกับ ArcView และ IDRISI แบบจำลอง Lucas ใช้งานร่วมกับ โปรแกรม GRASS แบบจำลอง Geomod 2 ใช้งานร่วมกับ โปรแกรม IDRISI และแบบจำลอง CA_MARKOV และ LCM เป็นโปรแกรมย่อยในโปรแกรม IDRISI และใช้งานร่วมกับ ArcGIS เป็นต้น

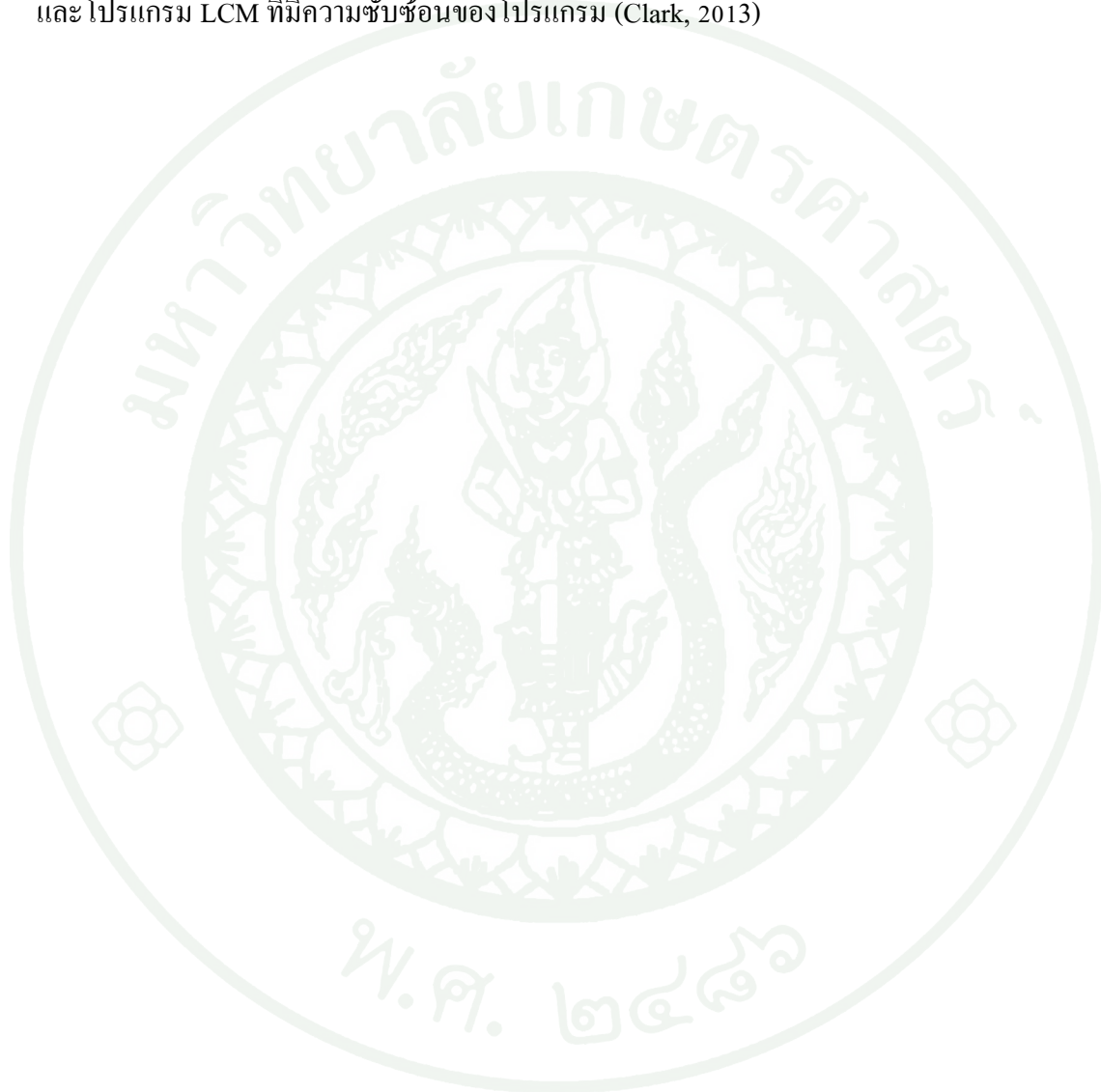
สำหรับแบบจำลอง LCM เป็นแบบจำลองการวางแผนการใช้ที่ดินที่เป็นนวัตกรรมใหม่ และเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการอนุรักษ์และการวางแผนการใช้ที่ดิน แบบจำลอง LCM ช่วยในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ช่วยจำลองสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคต ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่โดยใช้แบบจำลอง Land Change Modeler (LCM) คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินใน ปี ค.ศ.2030 และใช้แบบจำลอง USPED

ประมาณการชะล้างพังทลายของดิน ในลุ่มน้ำ West Fork White, USA ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชุมชนมีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน (Lehet al., 2011)

การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเชิงปริมาณและเชิงพื้นที่ และนำผลที่ได้ไปใช้ในการคาดการณ์ด้วยแบบจำลอง CA-MARKOV โดยใช้ข้อมูลปีตั้งต้นและข้อมูลแต่ละช่วงปีคาบเวลารายปี ราย 2 ปี และราย 3 ปี โดยเลือกพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งแสดงผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินระหว่างปี พ.ศ.2531-2540 จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมเป็นพื้นที่ศึกษา ผลของการศึกษาพบว่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณของการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินมีความสอดคล้องกับอัตราการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ ส่วนความน่าจะเป็นเชิงพื้นที่จากการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกของการเป็นพื้นที่ป่าไม้ ที่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับความสูงภูมิประเทศ ความลาดชัน ลักษณะดิน ระยะห่างจากถนน และระยะห่างจากหมู่บ้าน แต่มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับทิศด้านลาด ลักษณะทางธรณีวิทยา และระยะห่างจากทางน้ำ ซึ่งตรงกันข้ามกับความน่าจะเป็นเชิงพื้นที่ของการเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย การคาดการณ์คาบเวลารายปี ราย 2 ปี และ 3 ปี โดยใช้ข้อมูลปีตั้งต้น พบว่า การเพิ่มขึ้นของพื้นที่เกษตรกรรมมีลักษณะการกระจายเป็นผืนเดียวกันแผ่ขยายขนาดใหญ่ขึ้นและครอบคลุมบริเวณตอนกลางของพื้นที่ลุ่มน้ำจะแตกต่างจากการคาดการณ์โดยใช้ข้อมูลแต่ละช่วงปี ซึ่งจะมีลักษณะการกระจายของพื้นที่เกษตรกรรมไม่ต่อเนื่องเป็นผืนเดียวกัน และมีความใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม ในการตรวจสอบความถูกต้องของการคาดการณ์ที่ได้จากแบบจำลอง พบว่า การใช้ข้อมูลแต่ละช่วงปีมีความถูกต้องเชิงปริมาณและพื้นที่สูงกว่าการใช้ข้อมูลปีตั้งต้น โดยคาบเวลารายปี ราย 2 ปี และราย 3 ปี (ชุดิพงศ์, 2551)

การประยุกต์การใช้ที่ดินด้วยโปรแกรม LCM ภายใน IDRISI ของเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกในขั้นตอนของการวิเคราะห์สิ่งปกคลุมดินและการเปลี่ยนแปลง ซึ่งศึกษาการคาดการณ์ประมาณก๊าซเรือนกระจก (GHG) ลดการปล่อยก๊าซเพื่อลดการปล่อยมลพิษจากการตัดไม้ทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่า (REDD) โครงการและการประเมินผลของการเปลี่ยนแปลงที่ดินส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและที่อยู่อาศัย จุดประสงค์ที่สร้างขึ้นสำหรับความต้องการของการอนุรักษ์ระหว่างประเทศ โมเดลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่สามารถใช้งานได้หลากหลายในการวางแผนการใช้ที่ดินประเมินที่อยู่อาศัยและ REDD ในการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการคาดการณ์อนาคต ซึ่งการใช้ที่ดินถูกนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์หลายและเป็นสิ่ง

สำคัญของการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินที่มีการตรวจสอบทั้งในเชิงลบ และผลกระทบเชิงบวก การใช้ที่ดินที่เกี่ยวข้องกับการผู้มีส่วนได้เสียต่างๆ มักจะนำผลกระทบที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงเป็น สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ปกคลุมดิน เปลี่ยนการวิเคราะห์และกระบวนการของการคาดการณ์อนาคตให้ องค์ประกอบหลายอย่างและตัวแปรที่เป็นไปได้ คือการเป็นเครื่องมือการวางแผนการใช้ประโยชน์ และโปรแกรม LCM ที่มีความซับซ้อนของโปรแกรม (Clark, 2013)



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องมือในการศึกษาวิจัยประกอบด้วยดังนี้

- 1) คอมพิวเตอร์ MacBook Pro แบบ Dual-core ความเร็วสูงสุด 2.9 GHz ระบบ Window 7 Ultimate 64-bit
- 2) เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System; GPS) GARMIN eTrex VISTA HCx
- 3) กล้องถ่ายภาพดิจิทัล SAMSUNG ST100 14.2 MEGA PIXELS
- 4) เครื่องพิมพ์ Brother Professional Series MFC-J5910DW

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

- 1) ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows และ Microsoft Office 2013
- 2) โปรแกรม ArcGIS 10.1
- 3) โปรแกรม IDRISI 17.02 The Selva Edition
- 4) ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ (topographic map) จากกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุดที่ L 7017 มาตราส่วน 1:50,000 ราวที่ 4927III 4927II 4926I 4926IV
- 5) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 ระบบ Thematic Mapper(TM) ปี พ.ศ.2543 พ.ศ.2545 พ.ศ.2548 พ.ศ.2550 และพ.ศ.2553 จากกรมป่าไม้และฐานข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2543 พ.ศ.2548 และ พ.ศ.2556 จากกรมพัฒนาที่ดิน

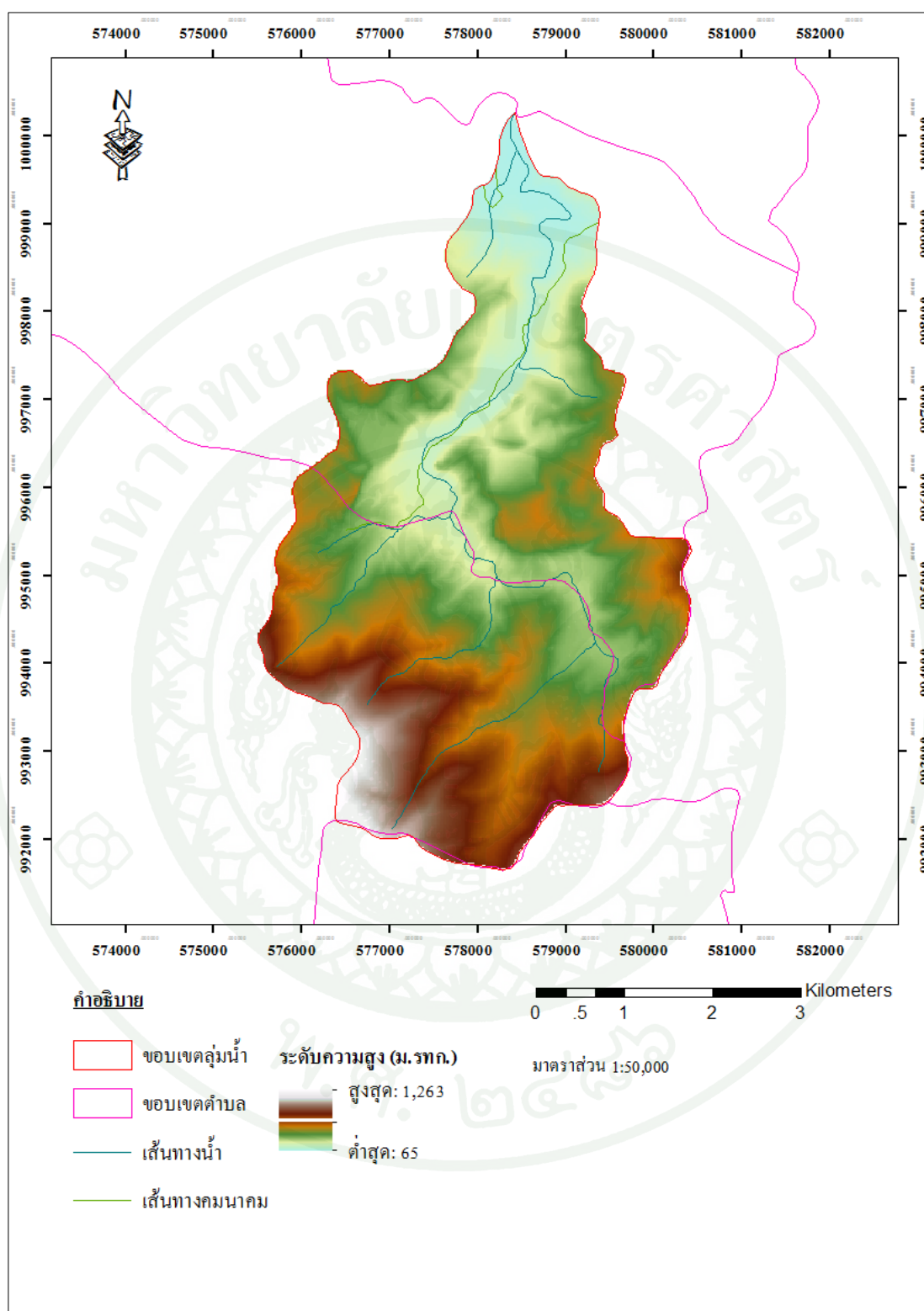
- 3) ข้อมูลแผนที่จุดเกิดดินถล่มปี พ.ศ.2555
- 4) ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา จากกรมทรัพยากรธรณี
- 5) ข้อมูลแผนที่อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เส้นทางคมนาคม เส้นทางน้ำ หมู่บ้าน จากหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง หรือจากการสำรวจภาคสนาม

วิธีการ

1. การรวบรวมข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีต

การรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่การศึกษาในการศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำคลองครามตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543-2556 เพื่อการจัดฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเชิงพื้นที่และตัวเลขในรูปแบบเชิงระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังแสดงรายละเอียดขอบเขตพื้นที่ศึกษาในภาพที่

8



ภาพที่ 8 พื้นที่การศึกษา บริเวณลุ่มน้ำคลองคราม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2. การจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.1 การเตรียมข้อมูล โดยการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-7 ระบบ TM ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกราม และภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง เพื่อนำมาเทียบกับข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการแปลภาพถ่ายดาวเทียมในการทำเพิ่ม และนำมาเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินในปีพ.ศ.2543 พ.ศ.2545 พ.ศ.2548 พ.ศ.2550 พ.ศ.2553 และ พ.ศ.2556

2.2 การจัดทำแผนที่ โดยการนำข้อมูลดิจิทัลมาผสมสีแบบ 4 5 3 (แดง เขียว น้ำเงิน) และเน้นภาพให้มีความแตกต่างในแต่ละสีอย่างชัดเจน และนำข้อมูลดังกล่าวมาเชื่อมต่อกันโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยนำมาทำเป็นรูปแบบของ Polygon ข้อมูลที่ได้มาจัดพิมพ์ให้อยู่ในรูปแบบแผนที่ โดยนำขอบเขตและแม่น้ำสายหลักของกลุ่มน้ำคลองกรามมาซ้อนทับกัน พร้อมกำหนดพิกัดแบบ UTM (Universal Transverse Mercator) พิมพ์แผนที่ออกมาในมาตราส่วน 1:50,000

3. การแปลภาพถ่ายดาวเทียม

3.1 ขั้นตอนการแปลวิเคราะห์ สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อจำแนกประเภทข้อมูล กำหนดประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 5 ประเภท คือ

- 1) พื้นที่เกษตรกรรม เช่น ยางพารา พืชไร่ ไม้ผล เป็นต้น
- 2) พื้นที่ป่าไม้ เช่น ป่าดิบชื้น ป่าเต็งรัง ป่าดิบแห้ง เป็นต้น
- 3) พื้นที่ชุมชน เช่น หมู่บ้าน ชุมชน เขตอุตสาหกรรม เป็นต้น
- 4) พื้นที่แหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำ คลอง อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น
- 5) พื้นที่อื่นๆ เช่น เหมืองแร่ พื้นที่ลุ่ม พื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นต้น

3.2 การจำแนกโดยใช้การแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาโดยพิจารณา คุณสมบัติการสะท้อนแสงของวัตถุ ขนาดและลักษณะทรวดทรงของวัตถุ สภาพการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของวัตถุ ดังนี้

1) ความแตกต่างในเรื่องของสีและระดับสี ปกติวัตถุที่สะท้อนแสงได้ดีภาพที่ปรากฏจะมีสีขาวจาง วัตถุที่มีการดูดซับแสงมากหรือมีการสะท้อนแสงน้อยสีจะทึบหรือดำ วัตถุที่ปรากฏในภาพถ่ายดาวเทียมจึงมีระดับความเข้มของสีต่างๆกันในภาพสีผสม

2) ความแน่นทึบของภาพ เกิดจากการดูดซับและการสะท้อนแสงของวัตถุ ในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของวัตถุแตกต่างกัน เช่น สีเข้มมีความหนาแน่นมาก

3) ระดับความหยาบละเอียดของภาพ จะมีความสัมพันธ์ระหว่างขนาดวัตถุจริง และมีความสม่ำเสมอด้านรูปร่างและขนาดในวัตถุชนิดเดียวกัน เมื่ออยู่รวมกันมากๆ จะมีความละเอียดมากกว่าชนิดเดียวกัน ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายจะแสดงออกในพื้นที่ผิวภาพ เช่น ละเอียด หยาบราบเรียบ

4) ลักษณะความมืดในภาพและเงา ความมืดในภาพหรือส่วนที่ถูกปิดบัง ขึ้นอยู่กับมุมของดวงอาทิตย์กับพื้นผิวโลก ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศ ความลาดชันของพื้นที่

3.3 การทำแผนที่ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

นำข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำมาซ้อนทับกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้ทำการแปลมาแล้ว ให้เกิดเป็นพื้นที่การศึกษา แปลงจากลายเส้นให้กลายเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่และใส่ข้อมูลรายละเอียดในแต่ละ Polygon ปรับแก้ไขข้อมูลให้ตรงกับข้อมูลพื้นฐาน

4. ตรวจสอบความถูกต้องของการแปลภาพถ่ายดาวเทียมและการสำรวจภาคสนาม

ประเมินการตรวจสอบความถูกต้องของการแปลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับการสำรวจภาคสนามจากการใช้เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก หรือเครื่องจีพีเอส (GPS) โดยทำการสุ่มตัวอย่างบางพื้นที่ทำการตรวจสอบพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอาจจะทำได้โดยการเลือกจุดกระจายทั่วไปตามเส้นทางการสำรวจพื้นที่ หรือนำข้อมูล Shapefile จากหน่วยงานอื่นที่ทำการแปลแล้วมาเปรียบเทียบ หลังจากการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินตามหลักการแปลภาพถ่ายดาวเทียม

แล้ว จะมีความผิดพลาดและตรวจสอบความถูกต้องในภาคสนาม เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพพื้นที่จริง และนำมาปรับแก้ไขพื้นที่ใหม่ หรือมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิง พร้อมทั้งได้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังแสดงตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แหล่งที่มาของข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของภาพถ่ายดาวเทียม

ปีพ.ศ.	แหล่งข้อมูล	GISTDA	กรมพัฒนาที่ดิน	กรมป่าไม้	Google Earth
ปี พ.ศ. 2543		x	x	X	
ปี พ.ศ. 2545		x	x	X	
ปี พ.ศ. 2548		x	x	X	
ปี พ.ศ. 2550		x	x	X	
ปี พ.ศ. 2553		x	x	X	x
ปี พ.ศ. 2556		x			x

5. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

นำข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ.2543 พ.ศ.2545 พ.ศ.2548 พ.ศ.2550 พ.ศ. 2553 และ พ.ศ.2556 นำเข้าสู่ประยุกต์ใช้แบบจำลอง Land Change Modeler (LCM) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในโปรแกรม IDRISI Selva (Clark Labs, 2013) เป็นแบบจำลองที่มีความสามารถในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง (change analysis) ศักยภาพในการเปลี่ยนแปลง (transition potential) และการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลง (change prediction) โดยวิเคราะห์จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ช่วงเวลา เพื่อใช้ในการคาดการณ์อนาคตการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตในขั้นต่อไป (Eastman, 2012)

5.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งออกเป็น 5 ช่วงเวลา คือ ในช่วงปี พ.ศ.2543-2545 พ.ศ.2545-2548 พ.ศ.2548-2550 พ.ศ.2550-2553 และ พ.ศ.2553-2556 โดยศึกษาวิเคราะห์พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภทในแต่ละช่วงปี

5.2 ศักยภาพในการเปลี่ยนแปลง ในขั้นตอนนี้ต้องใช้ปัจจัยหรือตัวแปรที่มีผลเกี่ยวข้องกับ การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Multi-Layer Perceptron (MLP) ในการพิจารณาถึงศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในแต่ละประเภทซึ่ง MLP จะทำการสร้างแผนที่ศักยภาพสำหรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

โดยทั่วไปแล้วแบบจำลองการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ควรใช้ทั้งตัวแปร ทางด้านสิ่งแวดล้อม และสภาพสังคม-เศรษฐกิจ อย่างไรก็ตามปัจจัยทางด้านสังคม-เศรษฐกิจนั้น เป็นปัจจัยจำกัด เนื่องจากขาดข้อมูลเชิงพื้นที่และยากต่อการบูรณาการของข้อมูลทั้งสอง (Leh et al., 2011) อ้างอิงจาก (Veldkamp and Lambin, 2001) จากการศึกษาของ Araya เรื่องการเปลี่ยนแปลง ของพื้นที่เมือง โดยใช้แบบจำลอง CA-MARKOV ใช้ข้อจำกัดและปัจจัยในการพิจารณา ได้แก่ ระยะห่างจากถนน ความลาดชัน แหล่งน้ำ พื้นที่เมืองปัจจุบัน และพื้นที่อุทยานแห่งชาติ (Araya et al., 2010) สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ใช้เพียงปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมเป็นตัวขับเคลื่อน ได้แก่ ระดับ ความสูง ความลาดชัน ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ขอบเขต พื้นที่ที่อยู่อาศัย และพื้นที่แหล่งน้ำ ซึ่งกำหนด ปัจจัยคงที่

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคต ใช้หลักการ Markov Chain มีการ กำหนดปีที่ต้องการทราบเพื่อหารูปแบบ และอัตราการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่ง กระบวนการของ Markov Chain ต้องทราบสัดส่วนของการใช้ที่ดิน อย่างน้อย 2 ช่วงระยะห่างกัน พอประมาณ แล้วพิจารณาความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงของการที่ดินรูปแบบต่างๆจากเวลา หนึ่งไปอีกช่วงหนึ่ง (นิพนธ์, 2549) และ (Eastman, 2012) และใช้ข้อมูลแผนที่ศักยภาพสำหรับการ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่ได้จาก MLP มาใช้ในการคำนวณ เป็นแผนที่คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงใน อนาคต ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ทำการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินใน 1 เวลา คือ พ.ศ. 2561 เนื่องจากการคาดการณ์มากกว่านี้จะส่งผลของปัจจัยที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา จึงทำ การวิเคราะห์การคาดการณ์ 5 ปี ในอนาคต ที่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย

6. ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดินถล่ม

การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดินถล่ม ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ออกมา 3 ปัจจัย คือ

1) ความลาดชัน 2) ลักษณะแผ่นดิน และ 3) การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นปัจจัยที่เป็นตัวเร่ง และ ตัวกระตุ้นที่ทำให้เกิดดินถล่มในลุ่มน้ำคลองคราม พร้อมกับข้อมูลจุดเกิดดินถล่มเข้ามาวิเคราะห์

ร่วมกับปัจจัย โดยมีข้อมูลในรูปแบบของ Shapefile หรือข้อมูลทาง GIS นำมาวิเคราะห์ของแต่ละข้อมูล พร้อมกับสำรวจภาคสนามของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองครามและทั้ง 3 ปัจจัยเหล่านี้เพื่อเทียบกับจุดเกิดดินถล่มเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยกับจุดเกิดดินถล่ม

ข้อมูลความลาดชัน เป็นข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ต่อโดยการแบ่งความลาดชันออกมาเป็น 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0-2 ร้อยละ 2-5 ร้อยละ 5-12 ร้อยละ 12-20 ร้อยละ 20-35 และ ร้อยละ >35 ซึ่งแบ่งตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

ข้อมูลลักษณะแผ่นดิน ซึ่งนำมาวิเคราะห์จากข้อมูลความลาดชันมาแบ่งตามลักษณะแผ่นดิน ซึ่งมี 3 ลักษณะ โดยพิจารณาจากความลาดชัน คือ Cliff Hillside และ Mountainous

ข้อมูลการใช้ประโยชน์ ปี พ.ศ.2556 นำมาวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินมี 6 ประเภท คือ ป่าไม้ ไม้ผลผสม ขางพารา ปาล์มน้ำมัน บ่อน้ำ และที่พักอาศัย

7. ประเมินปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม

การประเมินการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการเกิดดินถล่ม โดยพิจารณาปัจจัย 3 ปัจจัย คือ ความลาดชัน ลักษณะแผ่นดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ.2556 ปีล่าสุดมาทำการประเมินต่อการเกิดดินถล่ม โดยนำมาแบ่งเกณฑ์ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม 5 ระดับ คือ ความเสี่ยงมากที่สุด ความเสี่ยงมาก ความเสี่ยงปานกลาง ความเสี่ยงต่ำ ความเสี่ยงต่ำมาก โดยเกิดจากการวิเคราะห์ของปัจจัยหลักร่วมกัน และนำมาให้ค่าน้ำหนักและคะแนนปัจจัยมาแบ่งระดับความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มเกิดจากการวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยเข้าด้วยกัน ซึ่งได้จากการให้ค่าน้ำหนักและคะแนนของปัจจัยที่ถูกพิจารณาจากลักษณะและการวิเคราะห์ข้อมูลการเกิดดินถล่มของพื้นที่ศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้ และนำผลคะแนนรวมมาแบ่งเกณฑ์ระดับความเสี่ยงการเกิดดินถล่ม

ผลและวิจารณ์

พื้นที่ที่ได้ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการศึกษาจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากกรมป่าไม้ที่ได้ทำการแปลแล้ว ซึ่งได้ความอนุเคราะห์เป็นแผนที่ของสุราษฎร์ธานีปี พ.ศ.2543 พ.ศ.2545 พ.ศ.2548 พ.ศ.2550 พ.ศ.2553 และ พ.ศ.2556 มีพื้นที่ทั้งหมดที่ทำการศึกษา 23.14 ตารางกิโลเมตร ซึ่งในแต่ละปีนั้น การเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินถูกเปลี่ยนด้วยกิจกรรมของมนุษย์

1. การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

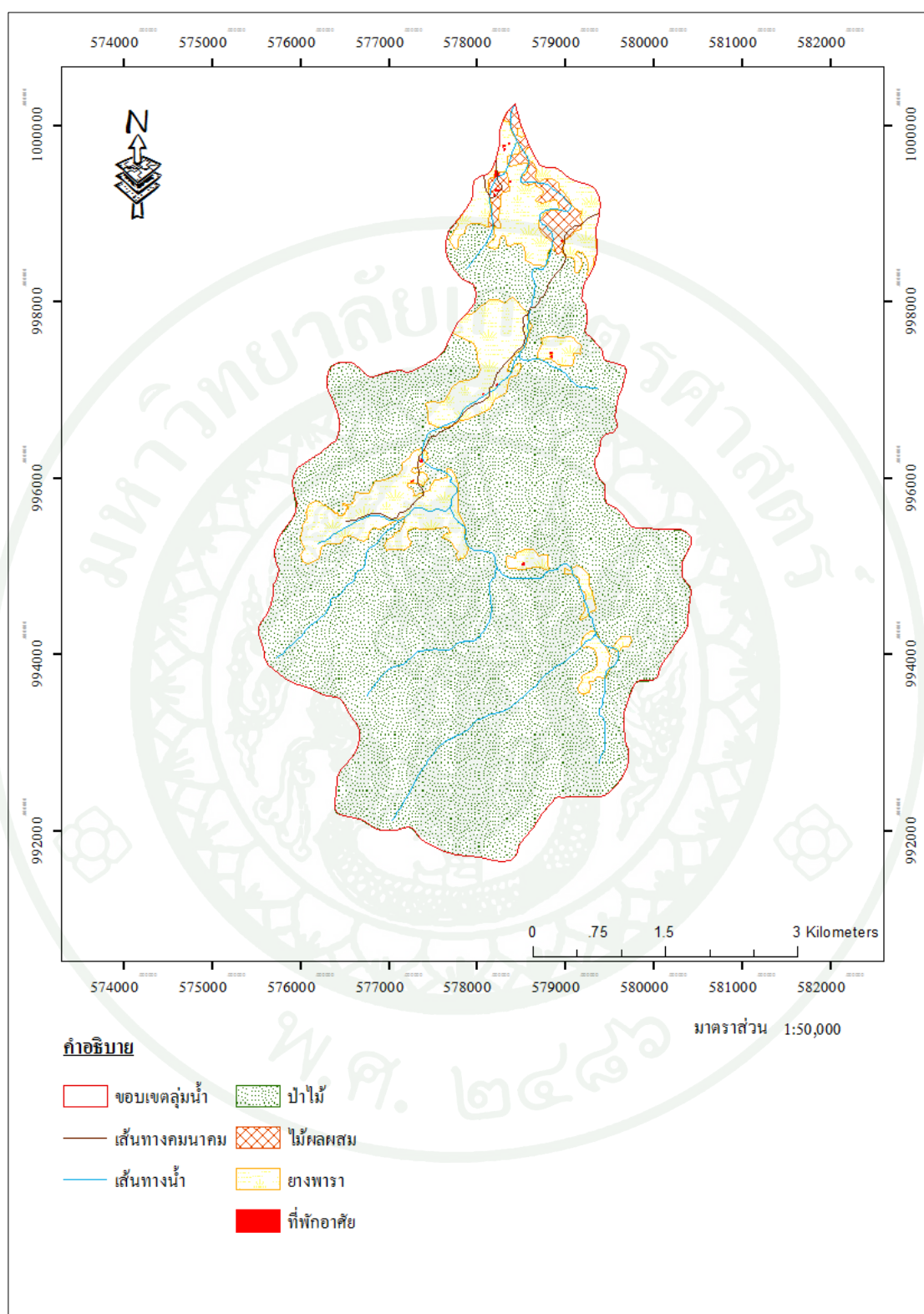
ผลการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ.2543 พ.ศ.2545 พ.ศ.2548 พ.ศ.2550 พ.ศ.2553 และ พ.ศ.2556 บริเวณลุ่มน้ำคลองคราม จากข้อมูลดังแสดงตารางที่ 3 พบว่า ในปี พ.ศ. 2543 มีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุดมีพื้นที่คิดเป็น 19.32 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 83.51 ของพื้นที่การศึกษา พื้นที่รองลงมา พื้นที่ยางพารา ไม้ผลผสม และที่พังกาสัย 3.368 0.442 0.007 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 14.56 1.91 และ 0.03 ของพื้นที่การศึกษา ตามลำดับ ดังแสดงภาพที่ 9

ปี พ.ศ. 2545 มีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุดมีพื้นที่คิดเป็น 19.32 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 83.51 ของพื้นที่การศึกษา พื้นที่รองลงมา พื้นที่ยางพารา ไม้ผลผสม และที่พังกาสัย 3.368 0.442 0.007 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 14.56 1.91 และ 0.03 ของพื้นที่การศึกษา ตามลำดับดังแสดงภาพที่ 10

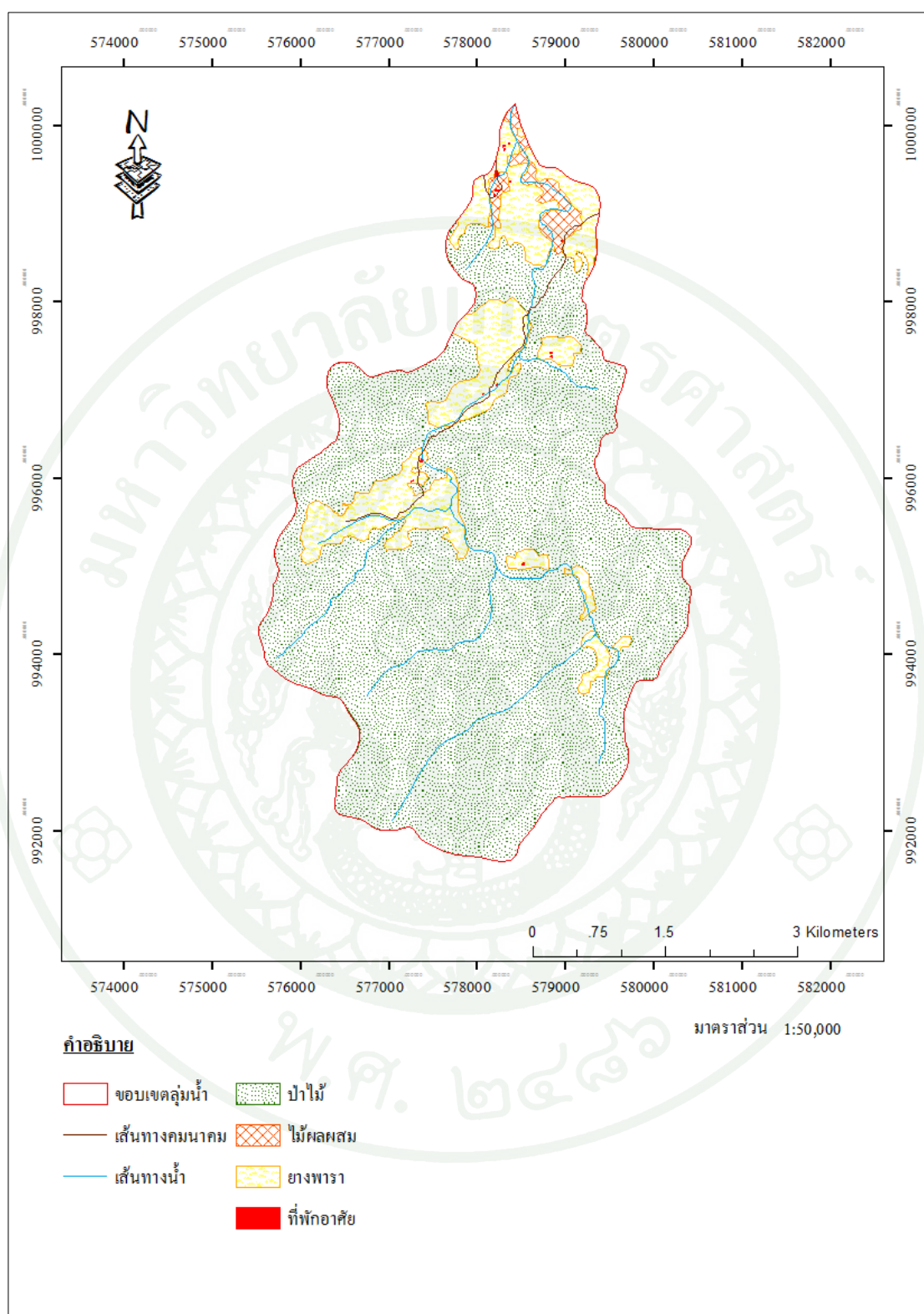
ตารางที่ 3 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์
จังหวัดสุราษฎร์ธานี พ.ศ.2543-2556

หน่วย: ตารางกิโลเมตร

ประเภทการใช้ ประโยชน์ที่ดิน	ป่าไม้	ไม้ผลผสม	ปาล์มน้ำมัน	ยางพารา	บ่อน้ำ	ที่พักอาศัย
ปี พ.ศ. 2543	19.320	0.442	0.000	3.368	0.000	0.007
ปี พ.ศ. 2545	19.320	0.442	0.000	3.368	0.000	0.007
ปี พ.ศ. 2548	19.211	0.435	0.000	3.477	0.000	0.014
ปี พ.ศ. 2550	19.203	0.435	0.000	3.480	0.001	0.018
ปี พ.ศ. 2553	19.017	0.406	0.152	3.543	0.001	0.018
ปี พ.ศ. 2556	18.919	0.301	0.341	3.554	0.001	0.021



ภาพที่ 9 การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ.2543



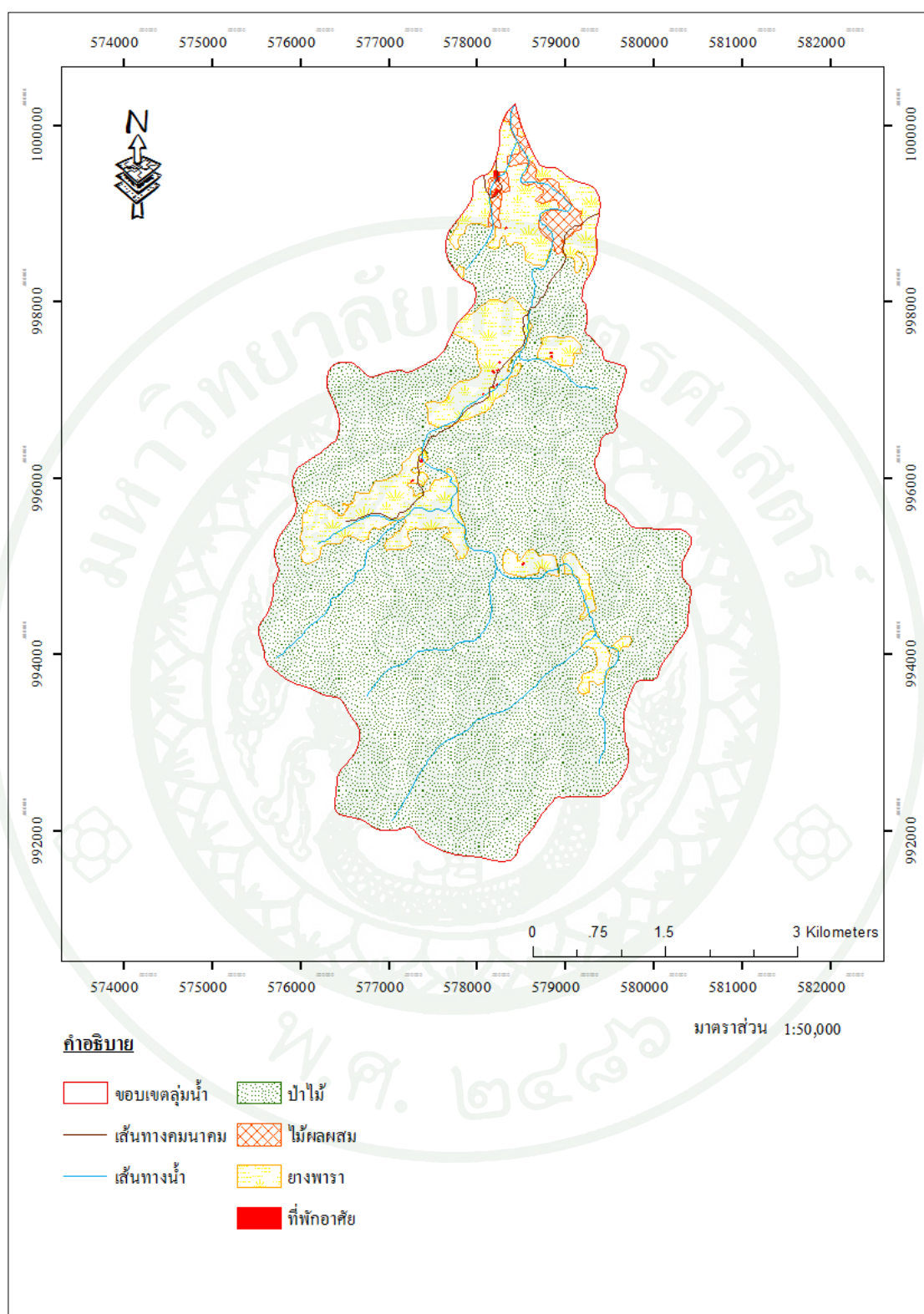
ภาพที่ 10 การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ.2545

ปี พ.ศ.2548 มีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด คิดเป็นพื้นที่ 19.211 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 83.04 ของพื้นที่การศึกษา รองลงมาได้แก่พื้นที่ยางพารา ไม้ผลผสม และที่พักอาศัย คิดเป็นพื้นที่ 3.477 0.435 และ 0.14 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 15.03 1.88 และ 0.06 ของพื้นที่การศึกษาตามลำดับ ดังแสดงภาพที่ 11

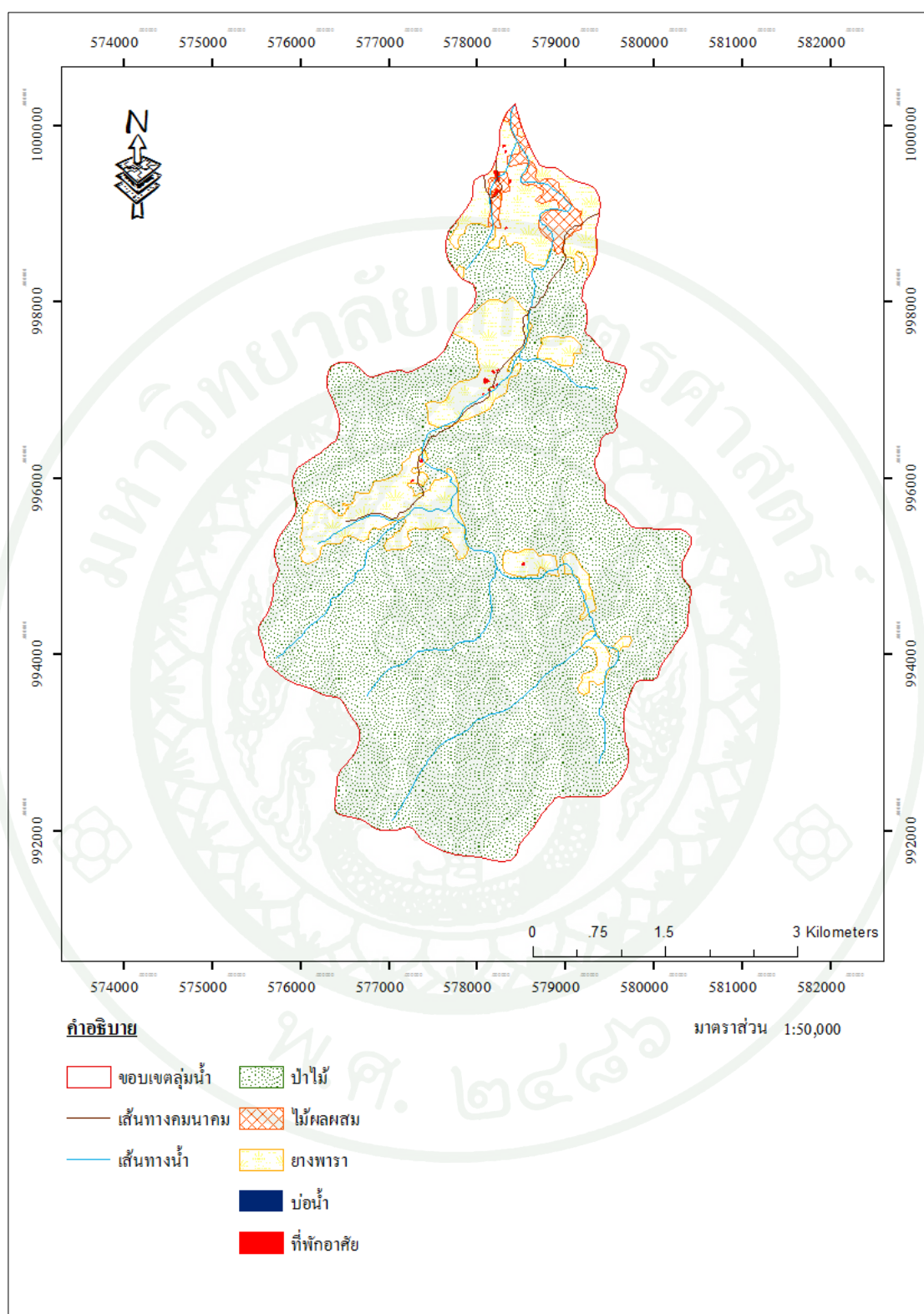
ปี พ.ศ.2550 มีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด 19.203 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 83 ของพื้นที่การศึกษา รองลงมาได้แก่ พื้นที่ยางพารา ไม้ผลผสม ที่พักอาศัย และบ่อน้ำ คิดเป็นพื้นที่ 3.48 0.435 0.018 และ 0.001 หรือร้อยละ 15.04 1.88 0.08 และ 0.004 ของพื้นที่การศึกษาตามลำดับดังแสดงภาพที่ 12

ปี พ.ศ.2553 มีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด คิดเป็นพื้นที่ 19.017 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 82.20 ของพื้นที่การศึกษา รองลงมาได้แก่ พื้นที่ยางพารา ไม้ผลผสม ปาล์มน้ำมัน ที่พักอาศัย และบ่อน้ำ คิดเป็นพื้นที่ 15.31 1.76 0.66 0.02 และ 0.004 ของพื้นที่การศึกษาตามลำดับ ดังแสดงภาพที่ 13

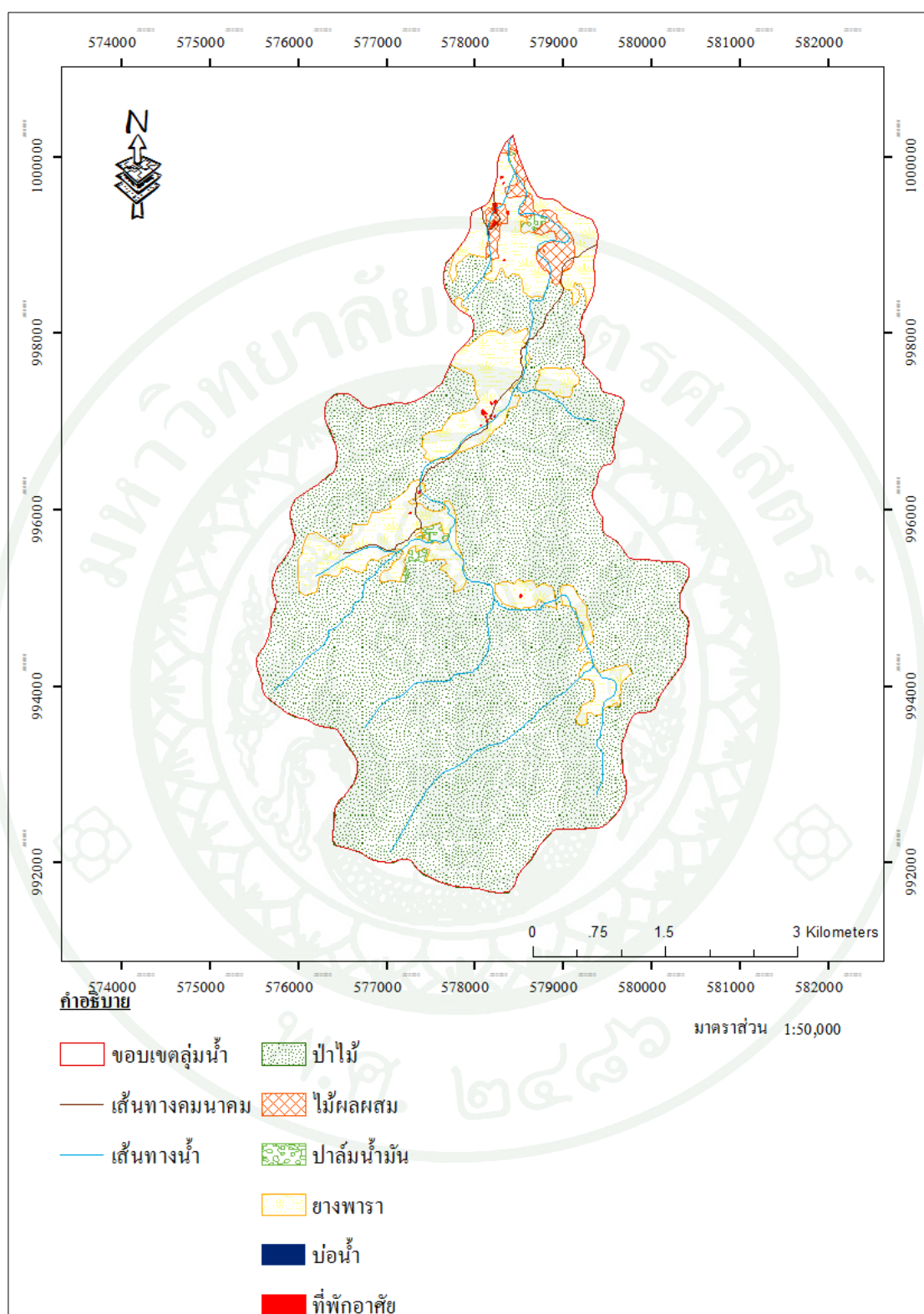
ปี พ.ศ.2556 มีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด 18.919 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 81.77 ของพื้นที่การศึกษา รองลงมาได้แก่ พื้นที่ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ไม้ผลผสม ที่พักอาศัย และบ่อน้ำคิดเป็นพื้นที่ 15.61 1.74 1.30 0.09 และ 0.004 ของพื้นที่การศึกษา ตามลำดับดังแสดงภาพที่ 14



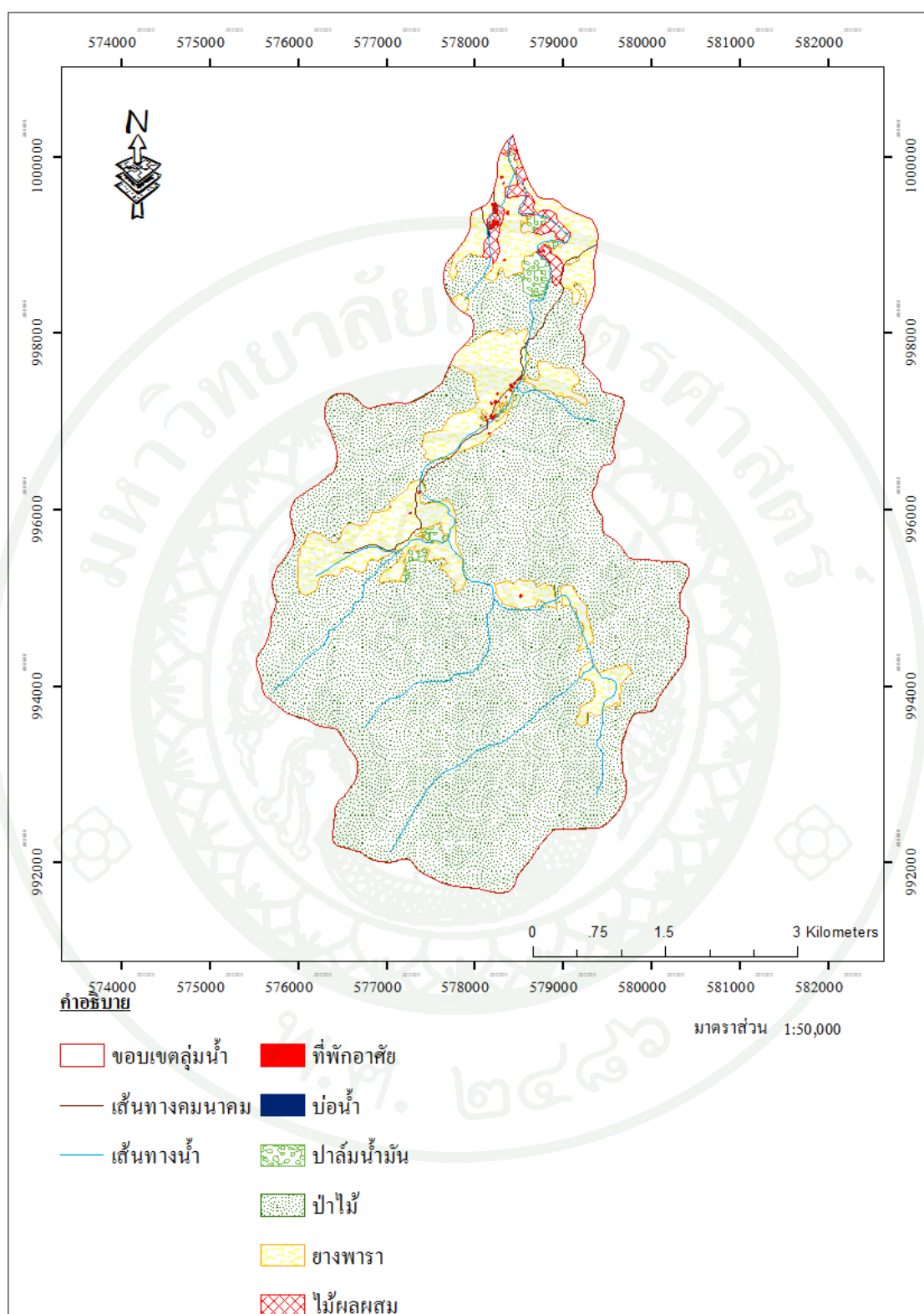
ภาพที่ 11 การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ.2548



ภาพที่ 12 การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานีปี พ.ศ.2550

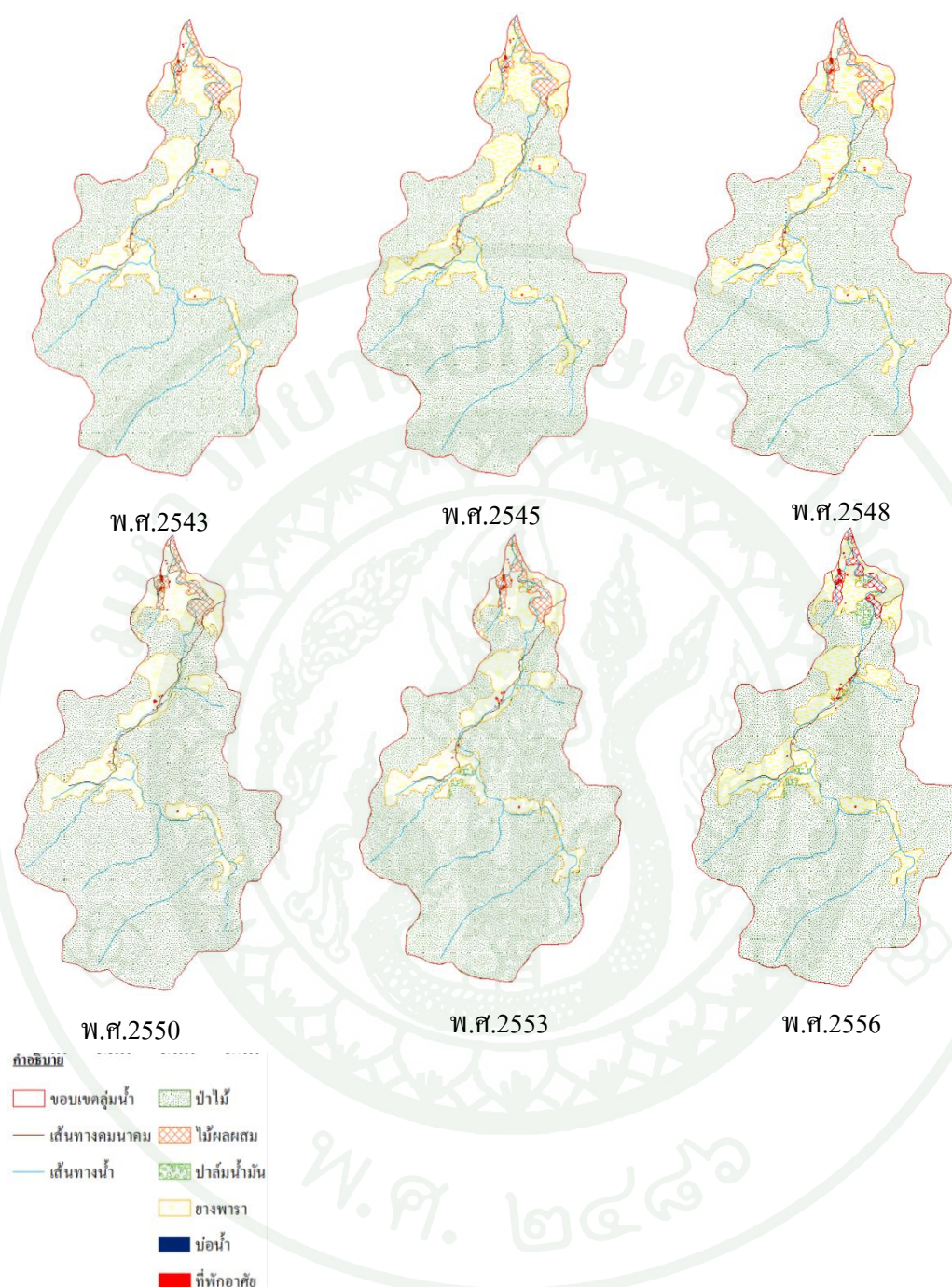


ภาพที่ 13 การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ.2553

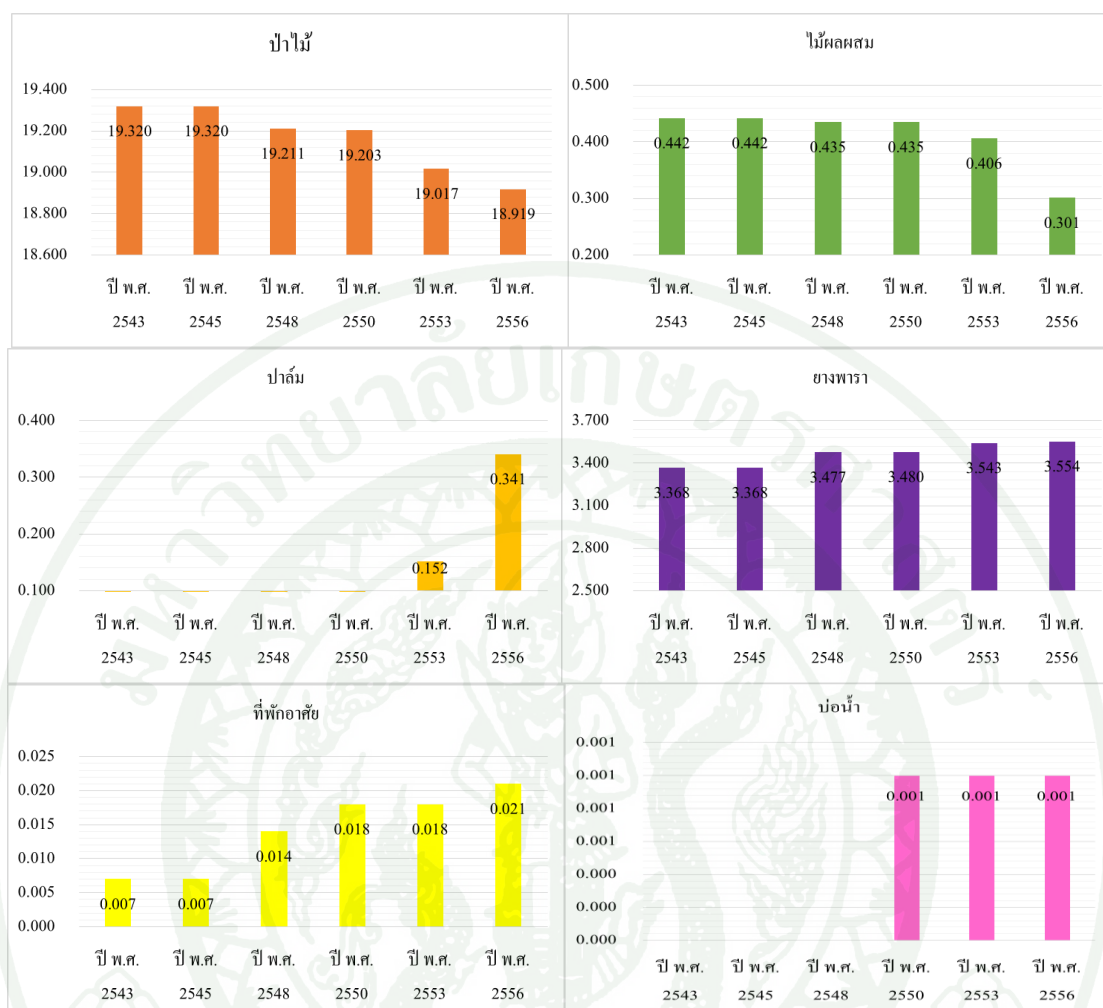


ภาพที่ 14 การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์
จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ.2556

จากการวิเคราะห์แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2543 พ.ศ.2545 พ.ศ.2548 พ.ศ.2550 พ.ศ.2553 และ พ.ศ.2556 ระยะเวลา 6 ปี พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำคลองครามมีพื้นที่ทั้งหมด 23.14 ตารางกิโลเมตร ซึ่งในแต่ละปีมีการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3 สามารถสรุปได้ว่า พื้นที่ป่าไม่มีพื้นที่ลดลงร้อยละ 83.503 83.503 83.032 82.997 82.193 และ 81.769 ตามลำดับ เช่นเดียวกับพื้นที่ไม่ผลผลิตมีพื้นที่ลดลงคิดร้อยละ 1.910 1.910 1.880 1.880 1.755 และ 1.301 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ยางพาราคิดเป็นร้อยละ 14.557 14.557 15.028 15.041 15.313 และ 15.361 ตามลำดับ และพื้นที่ที่พื้กอาศัยคิดเป็นร้อยละ 0.030 0.030 0.061 0.078 0.078 และ 0.091 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ป่าลุ่มน้ำเริ่มปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2553 และ พ.ศ.2556 คิดเป็นร้อยละ 0.657 และ 1.474 ตามลำดับ และพื้นที่บ่อน้ำเริ่มมี ปี พ.ศ. 2550 พ.ศ.2553 และ พ.ศ.2556 คิดเป็นร้อยละ 0.004 0.004 และ 0.004 ตามลำดับ ดังแสดงภาพที่ 15 และภาพที่ 16



ภาพที่ 15 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์
จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ.2543-2556



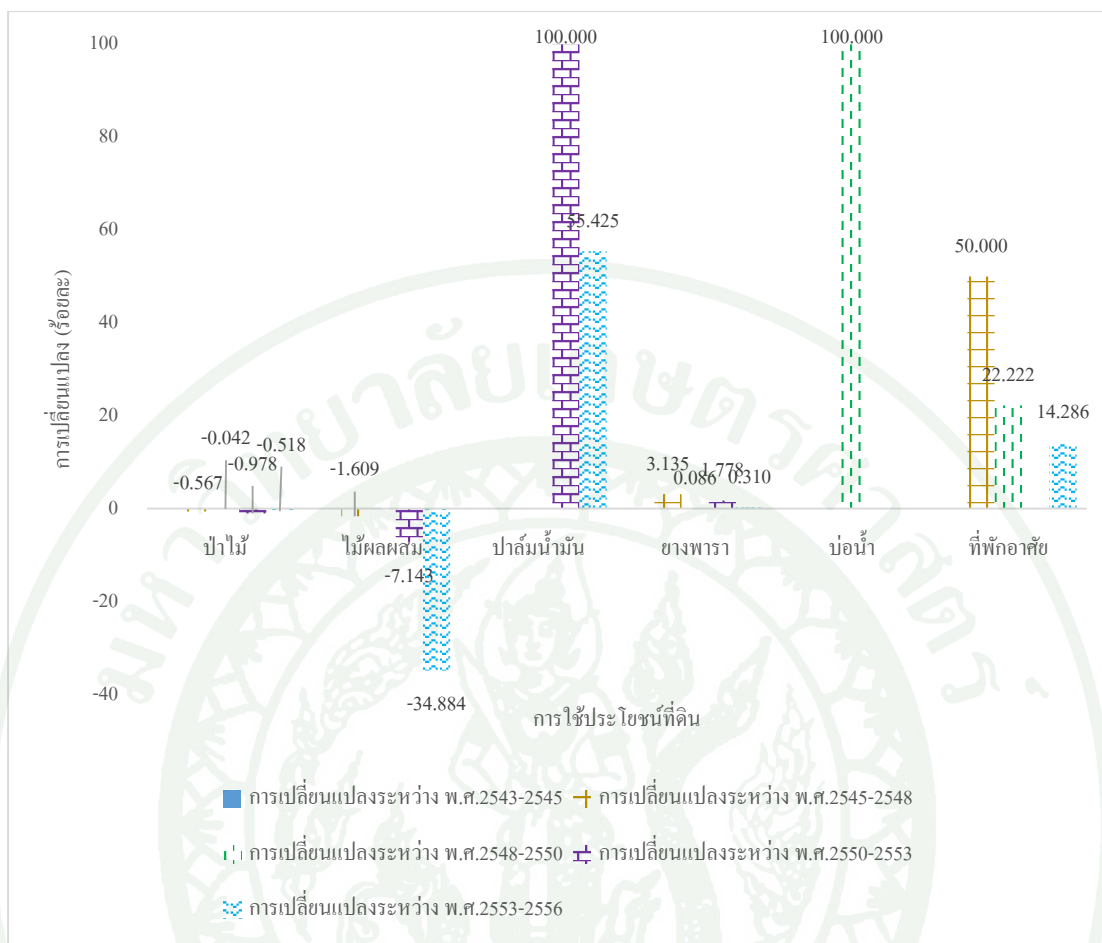
ภาพที่ 16 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน น้ำคลองกรม ดำบลท่าอุเทน อำเภอกาญจนดิษฐ์
จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ.2543-2556

2. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินปีพ.ศ.2543-2556

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งออกเป็น 5 ช่วงเวลา คือ ในช่วงปี พ.ศ. 2543–2545 พ.ศ.2545–2548 พ.ศ.2548–2550 พ.ศ.2550–2553 และ พ.ศ.2553–2555 ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปีพ.ศ.2543–2545 เป็นช่วงปีที่ไม่มี การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในช่วงปี พ.ศ.2545-2548 มีพื้นที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ไม้ผลผสม ที่มีพื้นที่ลดลงร้อยละ 0.567 และ 1.609

ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ยางพารา และพื้นที่ที่พักอาศัยมีพื้นที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.135 และ 50 ตามลำดับ ในช่วงปี พ.ศ.2548-2550 พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ลดลงร้อยละ 0.042 และพื้นที่ยางพารา ที่พักอาศัยมีพื้นที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.086 และ 22.222 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่บ่อน้ำได้มาเริ่มสร้างในปีนี้ร้อยละ 100 ต่อมาในช่วงปี พ.ศ.2550-2553 มีพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ไม้ผลผสม ที่มีพื้นที่ลดลงร้อยละ 0.978 และ 7.143 ตามลำดับ และพื้นที่ที่เพิ่มขึ้นได้แก่ พื้นที่ปาล์มน้ำมัน และพื้นที่ยางพาราเพิ่มขึ้นร้อยละ 100 และ 1.778 ตามลำดับ เนื่องจากว่าพื้นที่ปาล์มน้ำมันเริ่มปลูกหรืออาจปลูกมาก่อนหน้านี้ซึ่งราคาปาล์มน้ำมันอาจได้ราคาดีจึงมีการปลูกเพิ่มมากขึ้น และในช่วงปี พ.ศ.2553-2556 มีพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ไม้ผลผสม ที่มีพื้นที่ลดลงร้อยละ 0.518 และ 34.884 ตามลำดับ และพื้นที่ปาล์มน้ำมัน พื้นที่ยางพารา และพื้นที่ที่พักอาศัย ที่มีพื้นที่เพิ่มมากขึ้น 55.425 0.310 และ 14.286 ตามลำดับ ดังแสดงภาพที่ 17



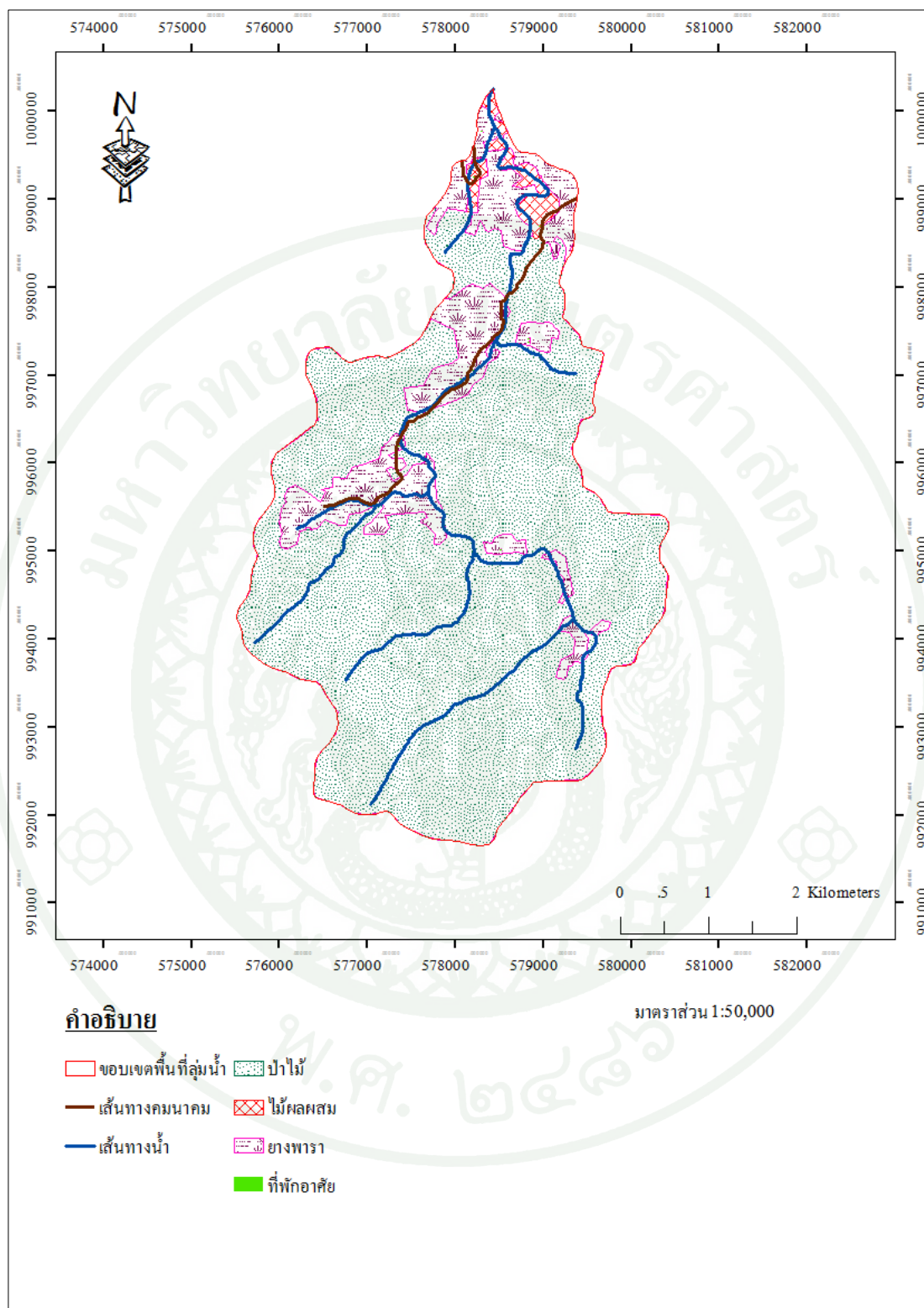
ภาพที่ 17 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ.2543-2556

โดยพบว่า ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2543-2545 พบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ซึ่งมีพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ไม้ผลผสม พื้นที่ยางพารา และพื้นที่ที่พักอาศัย ที่คิดเป็นพื้นที่ 19.320 0.442 3.368 และ 0.007 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ดังแสดงตารางที่ 4 และภาพที่ 18

ตารางที่ 4 เมตริกซ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองคราม
ระหว่างปี พ.ศ.2543-2545

หน่วย: ตารางกิโลเมตร

ปี 2543/2545	ป่าไม้	ไม้ผลผสม	ป่าล้ม น้ำมัน	ยางพารา	บ่อน้ำ	ที่พักอาศัย	ปี 2543
ป่าไม้	19.320	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	19.320
ไม้ผลผสม	0.000	0.442	0.000	0.000	0.000	0.000	0.442
ป่าล้มน้ำมัน	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ยางพารา	0.000	0.000	0.000	3.368	0.000	0.000	3.368
บ่อน้ำ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ที่พักอาศัย	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.007
ปี 2545	19.320	0.442	0.000	3.368	0.000	0.007	



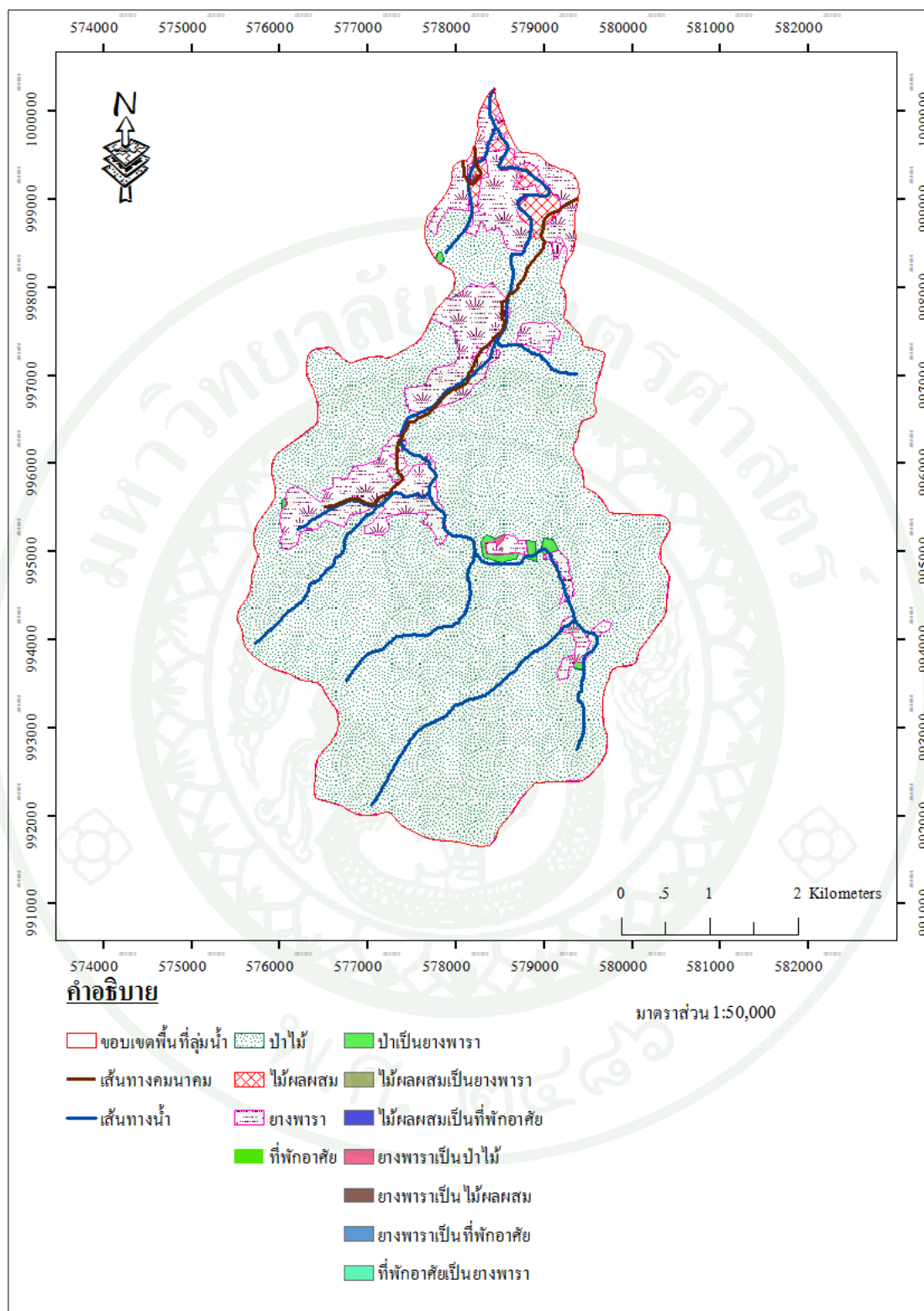
ภาพที่ 18 พื้นที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองคราม ปี พ.ศ.2543-2545

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2545-2548 พบว่ามีพื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ไม้ผลผสม พื้นที่ยางพารา และพื้นที่ที่พื้กออาศัย ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ 19.172 0.431 3.323 และ 0.005 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ และในส่วนของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นพื้นที่ยางพารา ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ 0.148 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ยางพารา และพื้นที่ที่พื้กออาศัยที่ถูกเปลี่ยนมาจากพื้นที่ไม้ผลผสม คิดเป็นพื้นที่ 0.004 และ 0.007 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ยางพาราถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ไม้ผลผสม และพื้นที่ที่พื้กออาศัย คิดเป็นพื้นที่ 0.039 0.004 และ 0.002 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ และพื้นที่ที่พื้กออาศัยเปลี่ยนเป็นพื้นที่ยางพารา คิดเป็นพื้นที่ 0.002 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงตาราง 5 และภาพที่ 19

ตารางที่ 5 เมตริกซ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลุ่มน้ำคลองคราม
ระหว่างปี พ.ศ.2545-2548

หน่วย: ตารางกิโลเมตร

ปี 2545/2548	ป่าไม้	ไม้ผลผสม	ป่าล้ม น้ำมัน	ยางพารา	บ่อน้ำ	ที่พื้กออาศัย	ปี 2545
ป่าไม้	19.172	0.000	0.000	0.148	0.000	0.000	19.320
ไม้ผลผสม	0.000	0.431	0.000	0.004	0.000	0.007	0.442
ป่าล้มน้ำมัน	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ยางพารา	0.039	0.004	0.000	3.323	0.000	0.002	3.368
บ่อน้ำ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ที่พื้กออาศัย	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.005	0.007
ปี 2548	19.211	0.435	0.000	3.477	0.000	0.014	



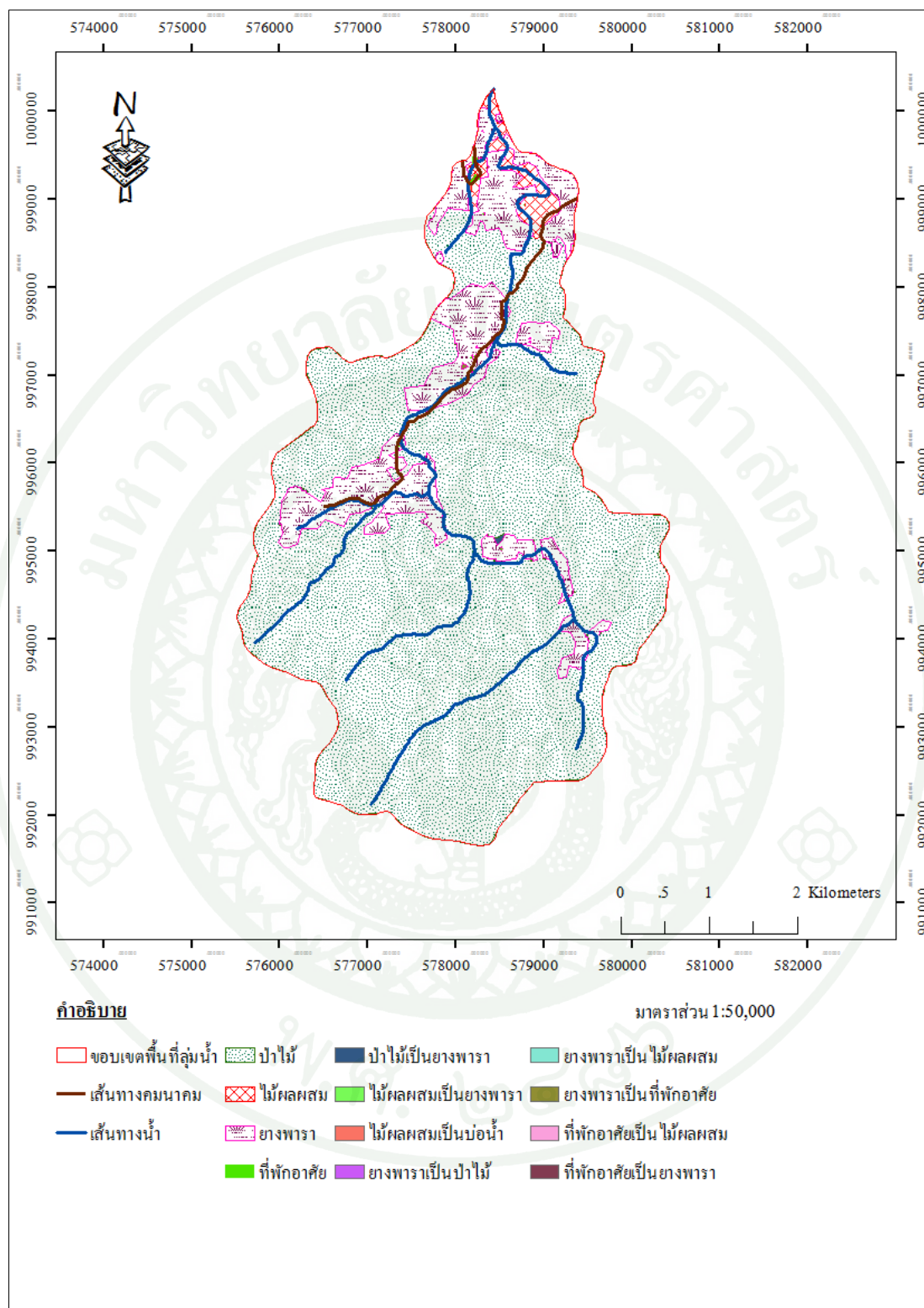
ภาพที่ 19 พื้นที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองคราม ปี พ.ศ. 2545-2548

การใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2548-2550 พบว่า พื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ไม้ผลผสม พื้นที่ยางพารา และพื้นที่ที่พักอาศัย คิดเป็นพื้นที่ 19.192 0.430 3.459 และ 0.011 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นเป็นพื้นที่ยางพารา คิดเป็นพื้นที่ 0.019 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ไม้ผลผสมเปลี่ยนเป็นพื้นที่ยางพารา และพื้นที่บ่อน้ำ คิดเป็นพื้นที่ 0.04 และ 0.001 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ยางพาราเปลี่ยนเป็นพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ไม้ผลผสม และพื้นที่ที่พักอาศัย คิดเป็นร้อยละ 0.011 0.003 และ 0.007 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ไม้ผลผสม และพื้นที่ยางพาราถูกเปลี่ยนมาจากพื้นที่ที่พักอาศัย ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ 0.002 และ 0.001 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงตารางที่ 6 และภาพที่ 20

ตารางที่ 6 เมตริกซ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลุ่มน้ำคลองคราม
ระหว่างปี พ.ศ.2548-2550

หน่วย: ตารางกิโลเมตร

ปี 2548/2550	ป่าไม้	ไม้ผลผสม	ป่าล้ม น้ำมัน	ยางพารา	บ่อน้ำ	ที่พักอาศัย	ปี 2548
ป่าไม้	19.192	0.000	0.000	0.019	0.000	0.000	19.211
ไม้ผลผสม	0.000	0.430	0.000	0.004	0.001	0.000	0.435
ป่าล้มน้ำมัน	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ยางพารา	0.011	0.003	0.000	3.456	0.000	0.007	3.477
บ่อน้ำ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ที่พักอาศัย	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.011	0.014
ปี 2550	19.203	0.435	0.000	3.480	0.001	0.018	



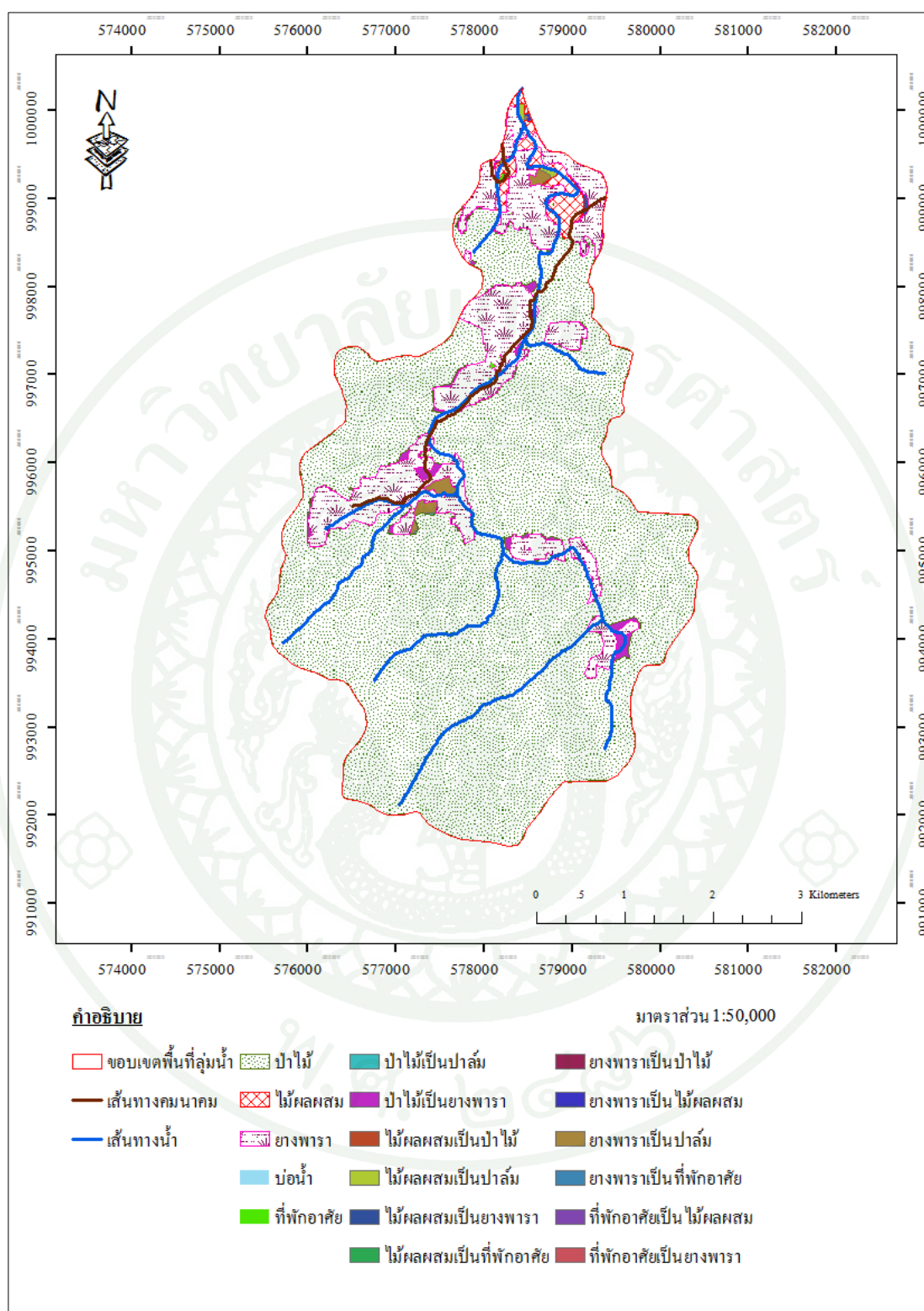
ภาพที่ 20 พื้นที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองคราม ปี พ.ศ. 2548-2550

การใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2550-2553 พบว่าพื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ไม้ผลผสม พื้นที่ยางพารา พื้นที่บ่อน้ำ และพื้นที่ที่พื้กออาศัย คิดเป็นพื้นที่ 18.969 0.387 3.295 และ 0.018 ตารางกิโลเมตร ส่วนพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นพื้นที่ป่าลุ่มน้ำมัน และพื้นที่ยางพารา คิดเป็นพื้นที่ 0.003 และ 0.231 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ป่าลุ่มน้ำมัน และพื้นที่ยางพาราที่ถูกเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ไม้ผลผสม คิดเป็นพื้นที่ 0.002 0.029 และ 0.017 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ยางพาราเปลี่ยนเป็นพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ไม้ผลผสม และพื้นที่ป่าลุ่มน้ำมัน ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ 0.046 0.019 และ 0.120 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ดังแสดงตารางที่ 7 และภาพที่ 22

ตารางที่ 7 เมตริกซ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลุ่มน้ำคลองคราม
ระหว่างปี พ.ศ.2550-2553

หน่วย: ตารางกิโลเมตร

ปี 2550/2553	ป่าไม้	ไม้ผลผสม	ป่าลุ่มน้ำมัน	ยางพารา	บ่อน้ำ	ที่พื้กออาศัย	ปี 2550
ป่าไม้	18.969	0.000	0.003	0.231	0.000	0.000	19.203
ไม้ผลผสม	0.002	0.387	0.029	0.017	0.000	0.000	0.435
ป่าลุ่มน้ำมัน	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ยางพารา	0.046	0.019	0.120	3.295	0.000	0.000	3.480
บ่อน้ำ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
ที่พื้กออาศัย	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.018
ปี 2553	19.017	0.406	0.152	3.543	0.001	0.018	

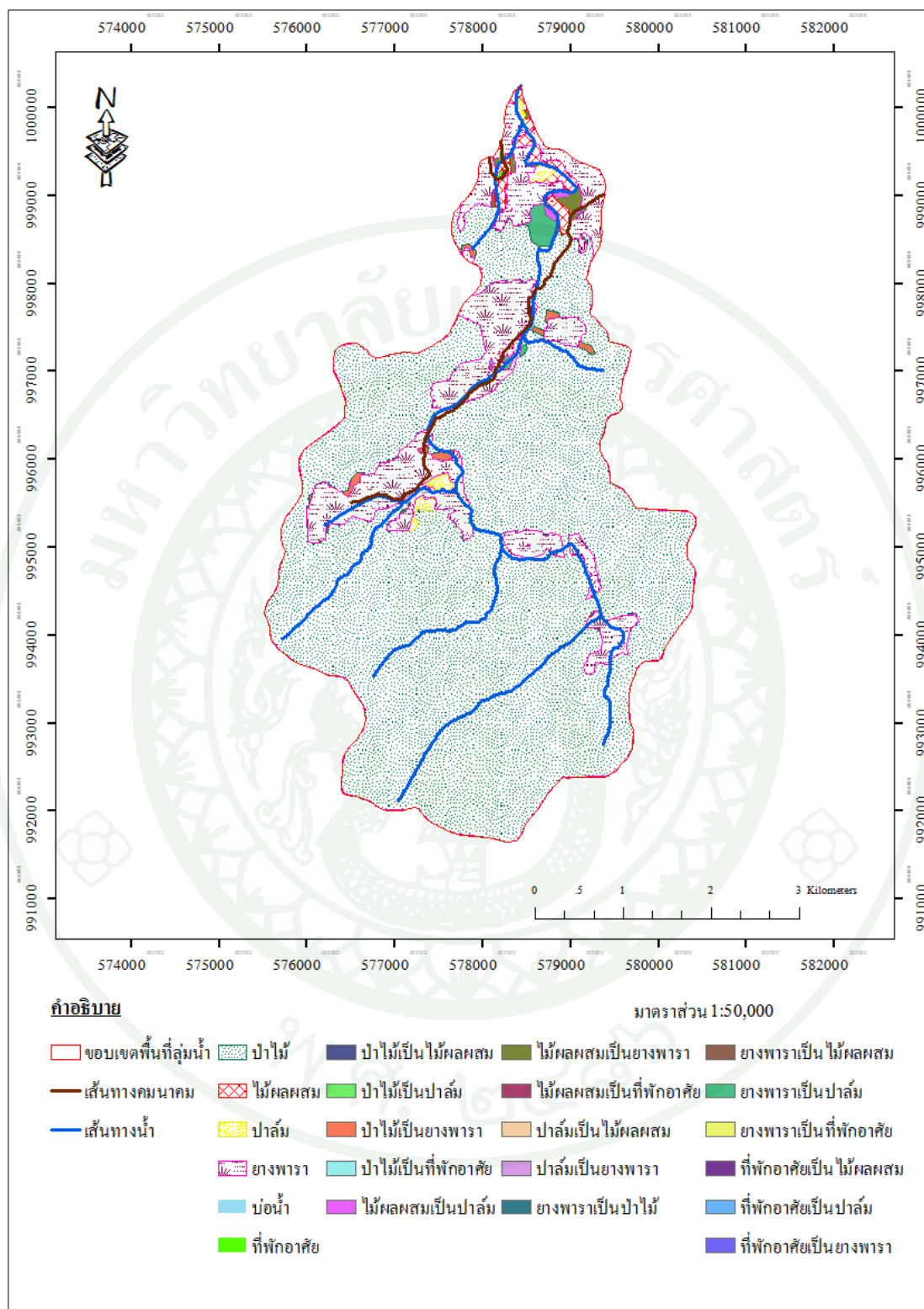


ภาพที่ 21 พื้นที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มน้ำคลองคราม ปี พ.ศ. 2550-2553

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2555-2556 พื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ไม้ผลผสม พื้นที่ป่าลุ่มน้ำมัน พื้นที่ยางพารา พื้นที่บ่อน้ำ และพื้นที่ที่พักอาศัย คิดเป็นพื้นที่ 18.893 0.281 0.146 3.361 0.001 และ 0.015 ตารางกิโลเมตร และส่วนที่พื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ไม้ผลผสม พื้นที่ป่าลุ่มน้ำมัน และพื้นที่ยางพารา คิดเป็นพื้นที่ 0.007 0.008 และ 0.109 ตารางกิโลเมตร ส่วนพื้นที่ไม้ผลผสมเปลี่ยนพื้นที่ป่าลุ่มน้ำมัน และพื้นที่ยางพารา คิดเป็นพื้นที่ 0.045 และ 0.080 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ป่าลุ่มน้ำมันเปลี่ยนเป็นพื้นที่ไม้ผลผสม และพื้นที่ยางพารา คิดเป็นพื้นที่ 0.003 และ 0.003 ตารางกิโลเมตร ส่วนพื้นที่ยางพาราเปลี่ยนเป็นพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ไม้ผลผสม พื้นที่ป่าลุ่มน้ำมัน และพื้นที่ที่พักอาศัย ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ 0.026 0.010 0.140 และ 0.006 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ที่พักอาศัยเปลี่ยนเป็นพื้นที่ป่าลุ่มน้ำมัน และพื้นที่ยางพารา คิดเป็นพื้นที่ 0.002 และ 0.001 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ดังแสดงตารางที่ 8 และภาพที่ 23

ตารางที่ 8 เมตริกซ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลุ่มน้ำคลองคราม
ระหว่างปี พ.ศ. 2555-2556

หน่วย: ตารางกิโลเมตร							
ปี 2553/2556	ป่าไม้	ไม้ผลผสม	ป่าลุ่มน้ำมัน	ยางพารา	บ่อน้ำ	ที่พักอาศัย	ปี 2553
ป่าไม้	18.893	0.007	0.008	0.109	0.000	0.000	19.017
ไม้ผลผสม	0.000	0.281	0.045	0.080	0.000	0.000	0.406
ป่าลุ่มน้ำมัน	0.000	0.003	0.146	0.003	0.000	0.000	0.152
ยางพารา	0.026	0.010	0.140	3.361	0.000	0.006	3.543
บ่อน้ำ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
ที่พักอาศัย	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.015	0.018
ปี 2556	18.919	0.301	0.341	3.554	0.001	0.021	



ภาพที่ 22 พื้นที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลุ่มน้ำคลองคราม ปี พ.ศ.2553-2556

จากการวิเคราะห์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า ประเภทของการทำด้านเกษตรกรรม และที่พักอาศัยของประชกรนั้นต้องพิจารณาจากพฤติกรรมมนุษย์ ซึ่งค้นพบว่าประชกรมีการย้ายถิ่นฐาน ซึ่งทั้งหมดนี้ไม่ได้มีการย้ายมาเพื่อหาที่ดินทำกินของตนเอง แต่มาเพื่อรับจ้างในภาคเกษตรกรรม คือรับจ้างเฝ้าพื้นที่เกษตรกรรมให้กับเจ้าของที่ดินในพื้นที่บ้านหน้าถ้ำ และประชกรดังกล่าวย้ายเข้ามาอาศัยเพื่อเป็นแรงงานเท่านั้น และมีการจ้างแรงงานจากพื้นที่อื่นเข้ามาเพื่อเฝ้าพื้นที่ ซึ่งเป็นลักษณะของกลุ่มทุนนอกพื้นที่ที่แสวงหาประโยชน์กับทรัพยากรภายในพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ลักษณะของครัวเรือนของประชกรในพื้นที่จึงเป็นลักษณะของครัวเรือนขยาย คือ เป็นครัวเรือนขนาดใหญ่ที่มีสมาชิกในครัวเรือนมีมากกว่า 4-5 คนขึ้นไป

การเลือกพื้นที่อยู่อาศัยของประชกร ขึ้นอยู่กับปัจจัยในการตั้งถิ่นฐานของประชกรถึงปัจจัยดึงดูด และปัจจัยผลักดัน (pull & push factor) ในการเลือกพื้นที่เพื่อการกิจกรรมการอยู่อาศัยดังกล่าวของประชกรบริเวณบ้านหน้าถ้ำ ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยจากการผลการศึกษสามารถสรุปถึงเหตุปัจจัยในการตั้งบ้านเรือนที่พักอาศัยของประชกรบริเวณบ้านหน้าถ้ำ โดยเรียงลำดับเหตุผลที่มากที่สุดไปหาเหตุผลที่น้อยที่สุด ซึ่งหมายถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกพื้นที่เพื่อตั้งที่พักอาศัยของประชกรในชุมชนบ้านหน้าถ้ำมากที่สุดดังต่อไปนี้

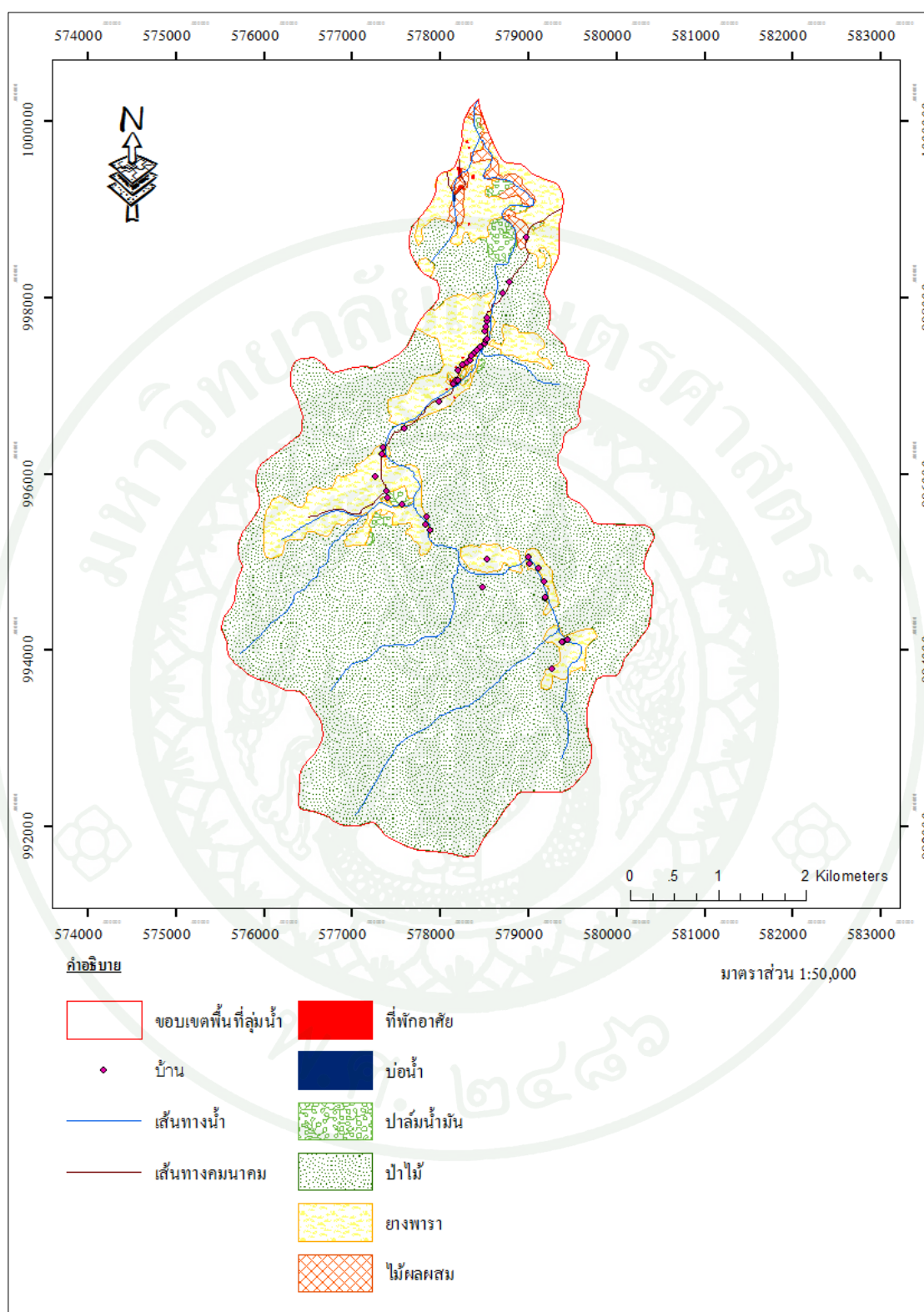
ปัจจัยที่ 1	ต้องอยู่ใกล้พื้นที่เพาะปลูก/พื้นที่เกษตรกรรม
ปัจจัยที่ 2	ต้องอยู่ใกล้แหล่งน้ำเพื่อการบริโภค อุปโภค และการเกษตร
ปัจจัยที่ 3	ต้องอยู่ใกล้ชุมชน และแหล่งบริการชุมชน
ปัจจัยที่ 4	ต้องอยู่ใกล้ที่ราบเชิงเขา
ปัจจัยที่ 5	ต้องอยู่บนพื้นที่ราบ
ปัจจัยที่ 6	ต้องอยู่ใกล้ภูเขา
ปัจจัยที่ 7	ต้องอยู่ใกล้ป่าไม้
ปัจจัยที่ 8	ต้องอยู่บนพื้นที่มีความลาดชันสูง

ดังนั้นเห็นได้ว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดของประชกรในพื้นที่บริเวณบ้านหน้าถ้ำนั้นได้แก่ พื้นที่อยู่อาศัยของประชกรต้องอยู่ใกล้พื้นที่เพื่อการทำเกษตรกรรมหมายถึง พื้นที่เกษตรกรรมต้องเป็นพื้นที่ที่มีคุณภาพของดินที่ดี มีน้ำอุดมสมบูรณ์ จึงทำการตั้งบ้านพักอาศัยให้อยู่ใกล้บริเวณดังกล่าวด้วย ดังแสดงภาพที่

เพื่อให้ครอบคลุมถึงอิทธิพลของปัจจัยที่เป็นเหตุ และเป็นผลต่อการตั้งบ้านเรือนที่อยู่อาศัย อันเนื่องมาจากการศึกษาถึงอิทธิพลที่มีผลต่อพฤติกรรมในการเลือกพื้นที่ดังกล่าว จึงทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงเรื่องอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่เพื่อการทำเกษตรกรรมของประชาชนในพื้นที่บ้านหน้าถ้ำ ซึ่งสามารถสรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกพื้นที่เพื่อทำการเกษตรกรรมของประชาชนในพื้นที่ได้ดังนี้

ปัจจัยที่ 1	ต้องอยู่ใกล้แหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์เพียงพอ
ปัจจัยที่ 2	ต้องอยู่ใกล้ทรัพยากรดินที่มีความอุดมสมบูรณ์
ปัจจัยที่ 3	ต้องเป็นพื้นที่ราบ
ปัจจัยที่ 4	ต้องใกล้บ้านพักอาศัย
ปัจจัยที่ 5	ต้องเป็นที่ว่างเปล่า
ปัจจัยที่ 6	ต้องใกล้แหล่งขายผลผลิต

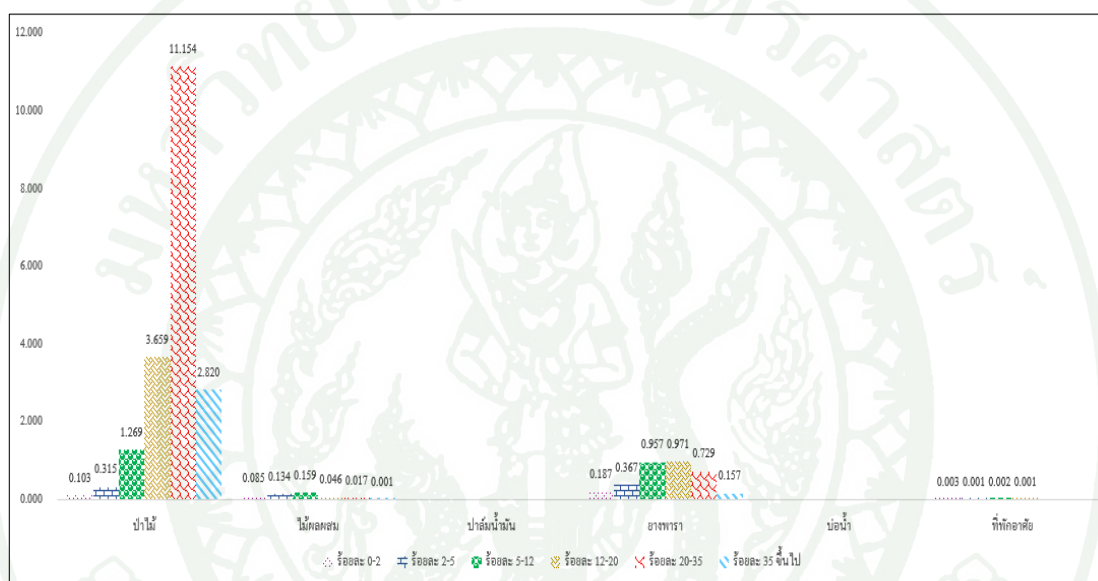
โดยสรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการถูกเลือกนั้น โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดในการเลือกพื้นที่ในการทำพื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ ความเพียงพอของแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร ปัจจัยลำดับรองลงมาได้แก่ ทรัพยากรดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ อันดับถัดมาได้แก่ ต้องเป็นพื้นที่ราบ ถัดมาได้แก่ การใกล้ไกลที่พักอาศัย เป็นพื้นที่ว่างเปล่า และเป็นพื้นที่ที่ใกล้แหล่งขายผลผลิต โดยเรียงตามลำดับความสำคัญ จะเห็นได้ว่าประชากรในพื้นที่ไม่ได้ให้ความสำคัญในเรื่องความใกล้ไกลกับแหล่งที่พักอาศัยเป็นสำคัญมากนัก โดยจะให้ความสำคัญกับสิ่งที่ทำให้ผลผลิตเพื่อการเกษตรกรรมได้ผลผลิตดีเป็นหลักเท่านั้น ซึ่งปัจจัยหลักต่างๆ ที่ประชากรในพื้นที่ใช้เลือกนั้นมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ และมีโอกาสทำให้เกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติดินถล่มขึ้นได้หากขาดการใช้อย่างระมัดระวัง และรอบคอบ



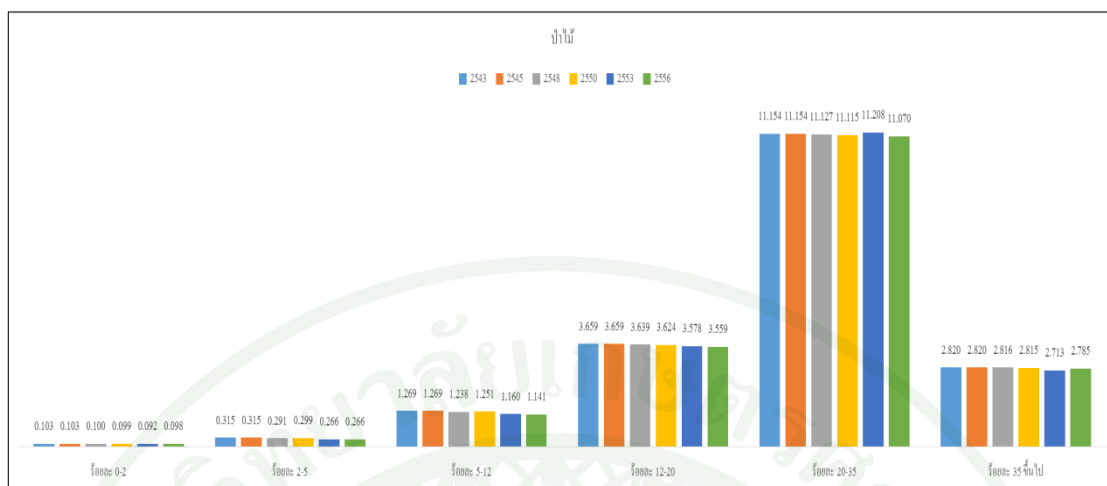
ภาพที่ 23 ตำแหน่งของบ้านของหมู่บ้านหน้าถ้ำ ลุ่มน้ำคลองกรม

2.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามระดับความลาดชัน

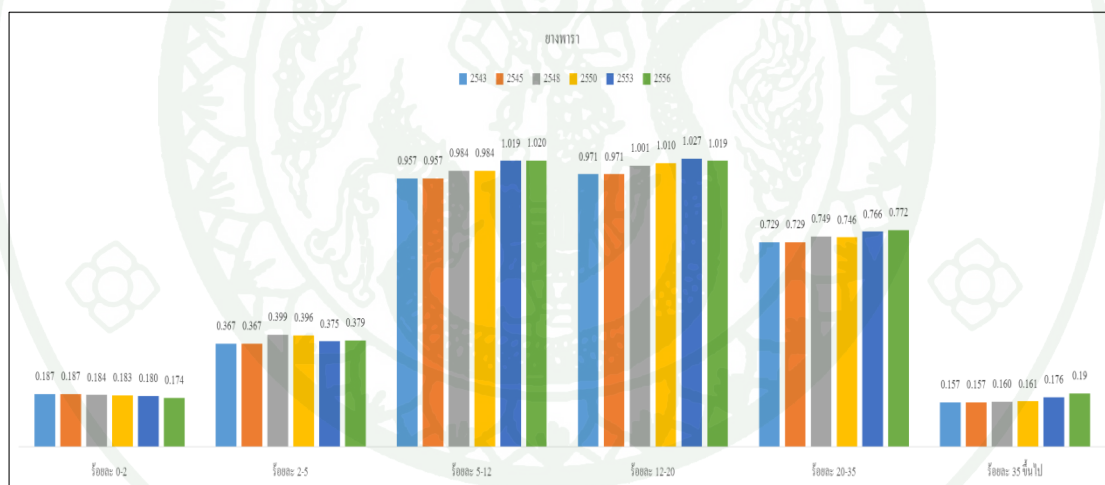
เมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินตามระดับความลาดชันในแต่ละช่วงเวลา (พ.ศ.2543 พ.ศ.2545 พ.ศ.2548 พ.ศ.2550 พ.ศ.2553 และ พ.ศ.2556) มาเปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังแสดงภาพที่ 24 ถึงภาพที่ 30 ตามลำดับ



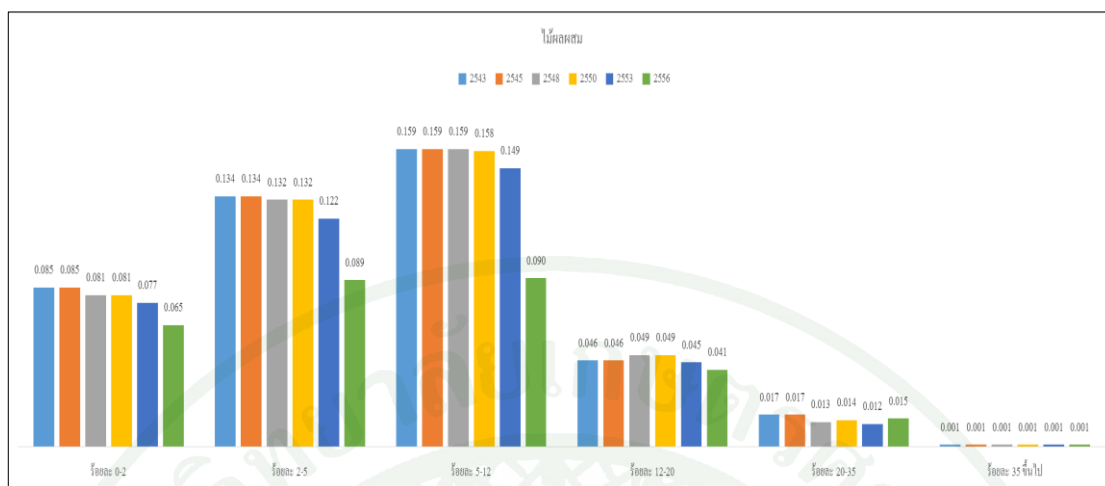
ภาพที่ 24 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองกรามตามระดับความลาดชันใน ปี พ.ศ.2543-2556



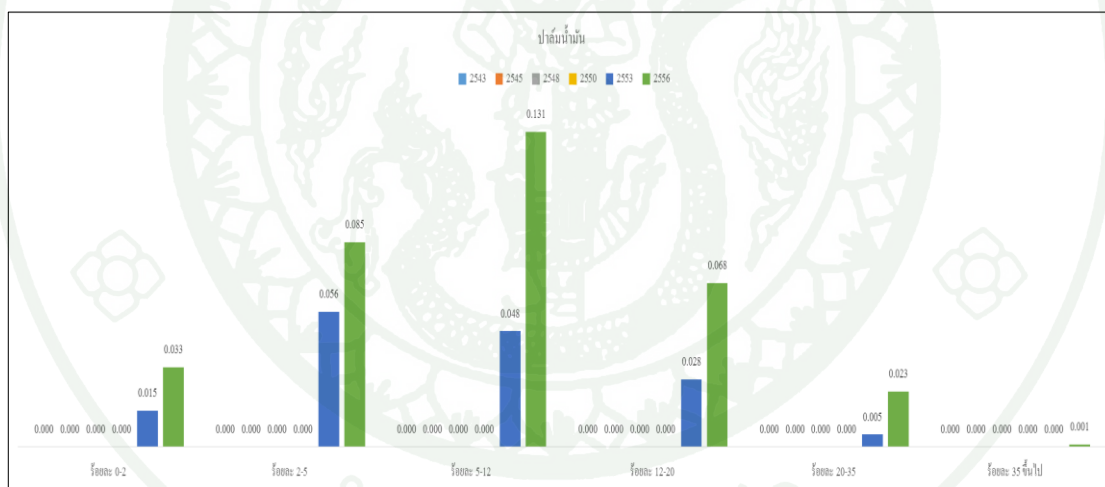
ภาพที่ 25 การใช้ประโยชน์ที่ดินของป่าน้ำกลุ่มน้ำคลองกรมตามระดับความลาดชัน
ในปี พ.ศ.2543-2556



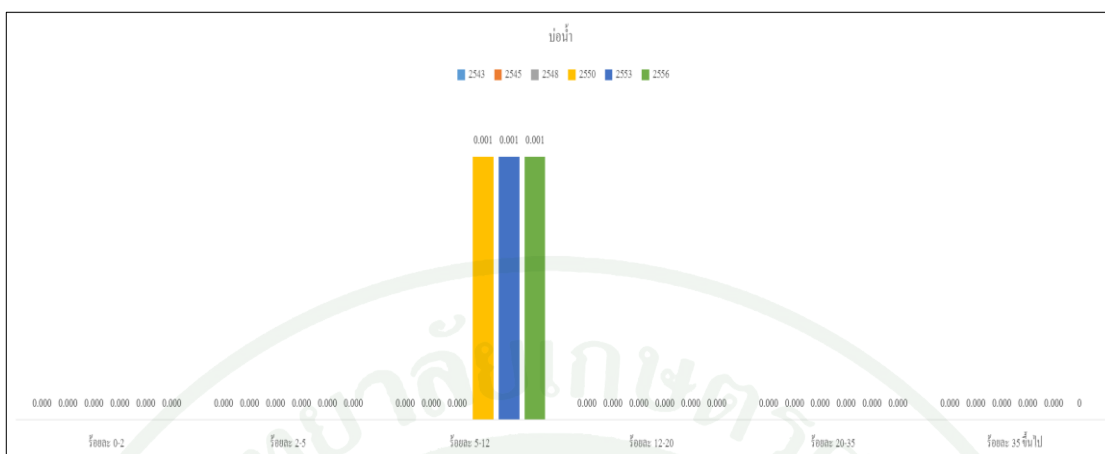
ภาพที่ 26 การใช้ประโยชน์ที่ดินของยางพารากลุ่มน้ำคลองกรมตามระดับความลาดชัน
ในปี พ.ศ.2543-2556



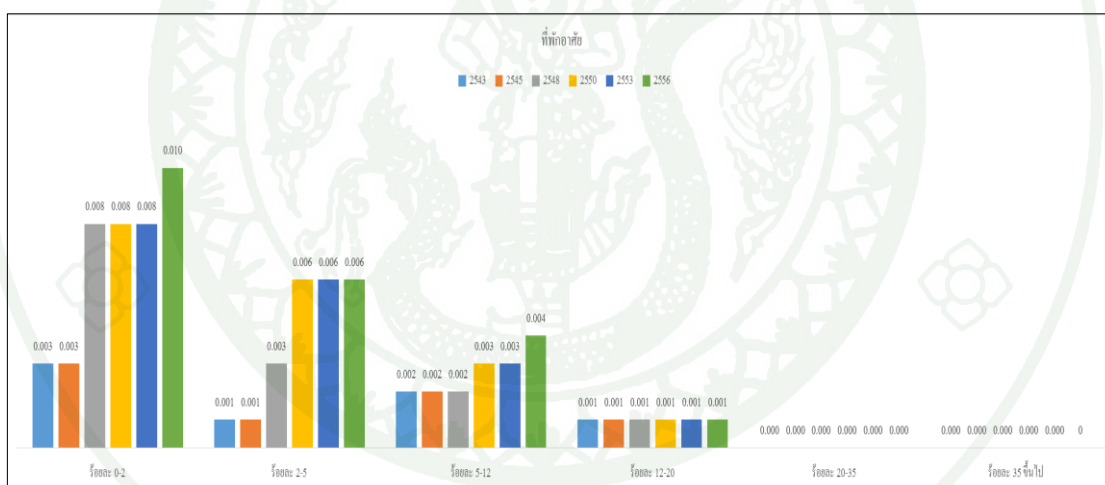
ภาพที่ 27 การใช้ประโยชน์ที่ดินของไม้ผลผสมลุ่มน้ำคลองครามตามระดับความลาดชัน
ในปี พ.ศ.2543-2556



ภาพที่ 28 การใช้ประโยชน์ที่ดินของปาล์มน้ำมันลุ่มน้ำคลองครามตามระดับความลาดชัน
ในปี พ.ศ.2543-2556



ภาพที่ 29 การใช้ประโยชน์ที่ดินของบ่อน้ำลุ่มน้ำคลองครามตามระดับความลาดชัน
ในปี พ.ศ.2543-2556



ภาพที่ 30 การใช้ประโยชน์ที่ดินของที่พักอาศัยลุ่มน้ำคลองครามตามระดับความลาดชัน
ในปี พ.ศ.2543-2556

ข้อมูลข้างต้นที่กล่าวมา พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่จะกระจายตัวอยู่ในระดับความลาดชันร้อยละ 5-12 ร้อยละ 2-5 และร้อยละ 12-20 ตามลำดับ ซึ่งไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก แต่ในระดับความลาดชันร้อยละ 0-2 และร้อยละ 20-35 จะมีความเปลี่ยนแปลงพื้นที่ที่เพิ่มขึ้นไปทางด้านเกษตรกรรม ซึ่งส่วนใหญ่การกระจายตัวอยู่ในระดับความลาดชันร้อยละ 0-2 แต่ถ้าเป็นในระดับความลาดชันร้อยละ 20-35 จะเป็นป่าไม้คงเดิม เนื่องจากเพื่อรักษาความเป็นป่าไม้ให้กับพื้นที่ต้นน้ำ

2.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามลักษณะความลาดชัน

เมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินตามลักษณะแผ่นดินในแต่ละช่วงเวลา (พ.ศ.2543 พ.ศ.2545 พ.ศ.2548 พ.ศ.2550 พ.ศ.2553 และ พ.ศ.2556) มาเปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังแสดงตารางที่ 9 ถึงตารางที่ 14 ตามลำดับ

ตารางที่ 9 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามลักษณะแผ่นดิน พ.ศ.2543

ลักษณะแผ่นดิน	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)
Cliff	ป่าไม้	0.915
Hillside	ป่าไม้	5.083
Mountainous	ป่าไม้	12.979
Cliff	ไม้ผลผสม	0.005
Hillside	ไม้ผลผสม	0.049
Mountainous	ไม้ผลผสม	0.388
Cliff	ยางพารา	0.060
Hillside	ยางพารา	0.660
Mountainous	ยางพารา	2.641
Hillside	ที่พักอาศัย	0.000
Mountainous	ที่พักอาศัย	0.007

ตารางที่ 10 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามลักษณะแผ่นดิน พ.ศ.2545

ลักษณะแผ่นดิน	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)
Cliff	ป่าไม้	0.915
Hillside	ป่าไม้	5.083
Mountainous	ป่าไม้	12.979
Cliff	ไม้ผลผสม	0.005
Hillside	ไม้ผลผสม	0.049
Mountainous	ไม้ผลผสม	0.388
Cliff	ยางพารา	0.060
Hillside	ยางพารา	0.660
Mountainous	ยางพารา	2.641
Hillside	ที่พักอาศัย	0.000
Mountainous	ที่พักอาศัย	0.007

ตารางที่ 11 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามลักษณะแผ่นดิน พ.ศ.2548

ลักษณะแผ่นดิน	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)
Cliff	ป่าไม้	0.908
Hillside	ป่าไม้	5.061
Mountainous	ป่าไม้	12.909
Cliff	ไม้ผลผสม	0.005
Hillside	ไม้ผลผสม	0.049
Mountainous	ไม้ผลผสม	0.381
Cliff	ยางพารา	0.067
Hillside	ยางพารา	0.685
Mountainous	ยางพารา	2.715
Cliff	ที่พักอาศัย	0.001
Hillside	ที่พักอาศัย	0.001
Mountainous	ที่พักอาศัย	0.014

ตารางที่ 12 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามลักษณะแผ่นดิน พ.ศ.2550

ลักษณะแผ่นดิน	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)
Cliff	ป่าไม้	0.907
Hillside	ป่าไม้	5.056
Mountainous	ป่าไม้	12.903
Cliff	ไม้ผลผสม	0.005
Hillside	ไม้ผลผสม	0.049
Mountainous	ไม้ผลผสม	0.381
Cliff	ยางพารา	0.068
Hillside	ยางพารา	0.689
Mountainous	ยางพารา	2.713
Mountainous	บ่อน้ำ	0.001
Cliff	ที่พักอาศัย	0.001
Hillside	ที่พักอาศัย	0.001
Mountainous	ที่พักอาศัย	0.017

ตารางที่ 13 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามลักษณะแผ่นดิน พ.ศ.2553

ลักษณะแผ่นดิน	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)
Cliff	ป่าไม้	0.899
Hillside	ป่าไม้	5.029
Mountainous	ป่าไม้	12.749
Cliff	ไม้ผลผสม	0.005
Hillside	ไม้ผลผสม	0.049
Mountainous	ไม้ผลผสม	0.355
Cliff	ปาล์มน้ำมัน	0.001
Hillside	ปาล์มน้ำมัน	0.008
Mountainous	ปาล์มน้ำมัน	0.143
Cliff	ยางพารา	0.075

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ลักษณะแผ่นดิน	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)
Hillside	ยางพารา	0.710
Mountainous	บ่อน้ำ	0.001
Cliff	ที่พักอาศัย	0.001
Hillside	ที่พักอาศัย	0.001
Mountainous	ที่พักอาศัย	0.018

ตารางที่ 14 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามลักษณะแผ่นดิน พ.ศ.2556

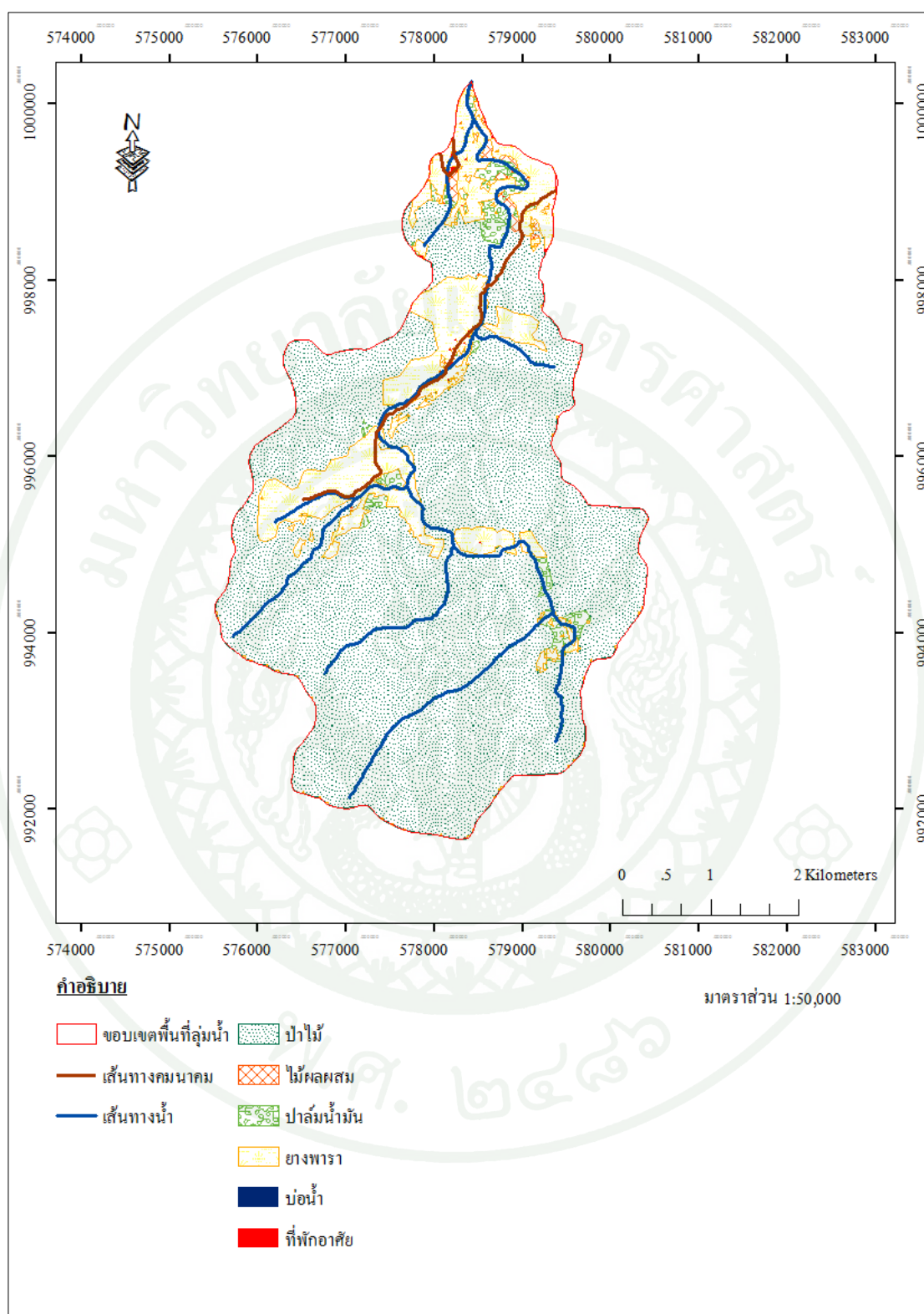
ลักษณะแผ่นดิน	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)
Cliff	ที่พักอาศัย	0.002
Hillside	ที่พักอาศัย	0.001
Mountainous	ที่พักอาศัย	0.020
Mountainous	บ่อน้ำ	0.001
Cliff	ป่าไม้	0.896
Hillside	ป่าไม้	5.011
Mountainous	ป่าไม้	12.686
Cliff	ปาล์มน้ำมัน	0.005
Hillside	ปาล์มน้ำมัน	0.029
Mountainous	ปาล์มน้ำมัน	0.308
Cliff	ไม้ผลผสม	0.003
Hillside	ไม้ผลผสม	0.037
Mountainous	ไม้ผลผสม	0.262
Cliff	ยางพารา	0.077
Hillside	ยางพารา	0.720
Mountainous	ยางพารา	2.742

ข้อมูลข้างต้นที่กล่าวมา พบว่า พื้นที่ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ.2543-2556 พื้นที่ป่าไม้พบบนลักษณะแผ่นดินทั้ง 3 ประเภท ตลอด 6 ปี คือ Cliff Hillside และ Mountain รองลงมาคือ พื้นที่ยางพาราที่พบบนพื้นที่ลักษณะแผ่นดินครบทั้ง 3 ประเภทเช่นกัน ตลอดทั้ง 6 ปี และสังเกตจากพื้นที่ของยางพารา พบว่ามีเนื้อที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี จึงทำให้เห็นได้ว่า พื้นที่ยางพาราถูกกินเนื้อที่เข้าไปเพิ่มมากขึ้น ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่จะเข้าไปในพื้นที่ป่าไม้เป็นส่วนใหญ่ จากการสังเกตของพื้นที่ป่าไม้ลดลง ส่วนพื้นที่ไม้ผลผสม ปาล์มน้ำมัน และที่พื้กออาศัย เพิ่มขึ้น และลดลงเนื่องจากพื้นที่อย่างไม่ผลผสม และปาล์มน้ำมันมีพื้นที่เดิมอยู่แล้ว แต่เปลี่ยนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่เดิม ส่วนที่พื้กออาศัยปลูกขึ้นมาในพื้นที่เดิมที่มีอยู่แล้ว

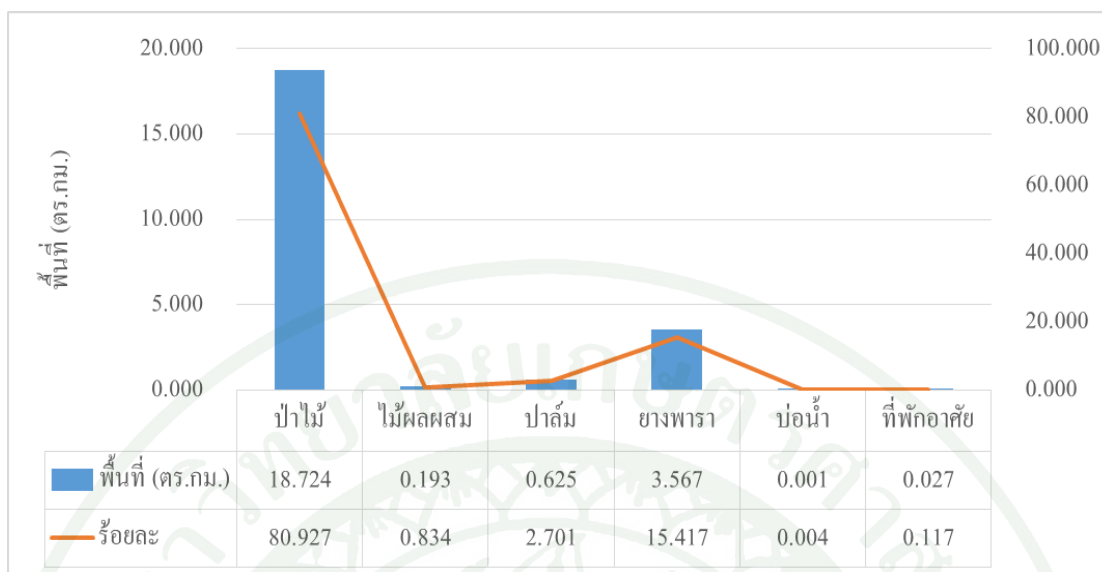
3. การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน

การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตด้วยแบบจำลอง Land Change Modeler (LCM) โดยการใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของปี พ.ศ.2561 โดยปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ระดับความสูง (มีค่าระหว่าง 65-1,263เมตร) ความลาดชัน (มีค่าระหว่าง 0-98) ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (กำหนดเฉพาะชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A ใช้เป็นข้อกำหนดไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลง การใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าที่อยู่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A ไปเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ) ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง (เป็นข้อมูลที่ได้มาจากการจำแนกจากภาพถ่ายทางอากาศ) และ กำหนดการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธี Markov Chain ในแบบจำลอง LCM เป็นปี พ.ศ. 2561 ซึ่งปัจจัยที่นำมาเข้าวิเคราะห์ของการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินมี 6 ปัจจัย ได้แก่ ระดับความสูง ความลาดชัน ลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะแผ่นดิน เส้นทางน้ำ และเส้นทางคมนาคม

ผลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ.2561 ดังภาพที่ พบว่ามีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด คิดเป็นพื้นที่ 18.724 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ 80.93 ของพื้นที่ศึกษา รองลงมา ได้แก่ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ไม้ผลผสม ที่พื้กออาศัย และบ่อน้ำ คิดเป็นพื้นที่ 3.567 0.625 0.193 0.027 และ 0.001 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 15.417 2.701 0.834 0.117 และ 0.004 ของพื้นที่ศึกษา ดังแสดงภาพที่ 31 และภาพที่ 32



ภาพที่ 31 การคาดการณ์อนาคตการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ.2561



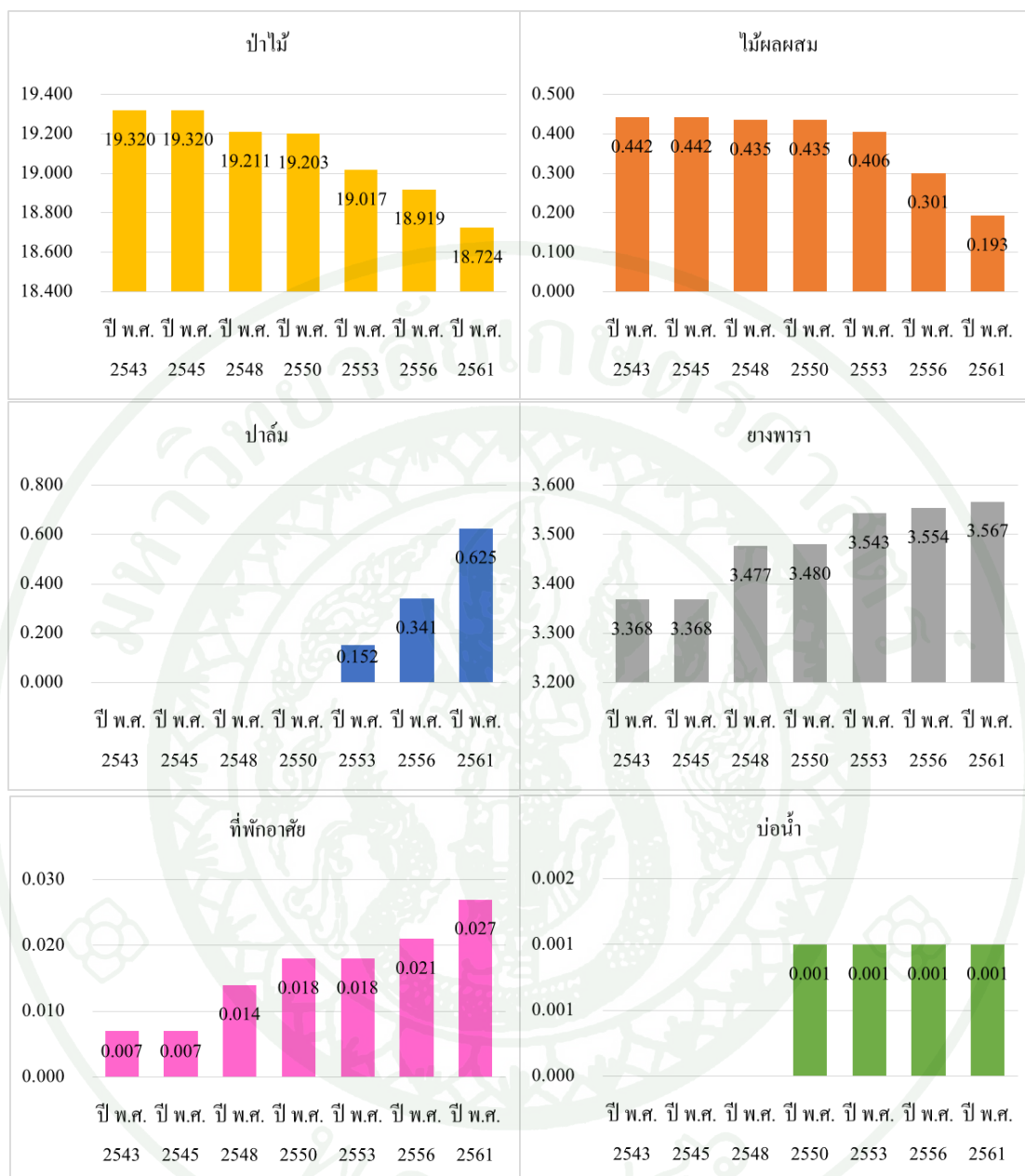
ภาพที่ 32 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองกราม ปี พ.ศ. 2561

เมื่อวิเคราะห์การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า เมื่อนำมาวิเคราะห์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543-2561 จะเห็นว่าแนวโน้มของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีแนวโน้มในทางเดียวกันของการประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ป่าไม้ และไม้ผลผสมมีแนวโน้มลดลง พื้นที่ป่าไม้คิดเป็นพื้นที่ 19.320 19.320 19.211 19.203 19.017 189.9 และ 18.724 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ไม้ผลผสมคิดเป็นพื้นที่ 0.442 0.442 0.435 0.435 0.406 0.301 ตารางกิโลเมตร และ 0.193 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่เพิ่มมากขึ้นคือ พื้นที่ยางพารา และพื้นที่ที่พักอาศัย โดยพื้นที่ยางพาราคิดเป็นพื้นที่ 3.368 3.368 3.477 3.480 3.543 3.554 และ 3.567 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ที่พักอาศัยคิดเป็นพื้นที่ 0.007 0.007 0.014 0.018 0.018 0.021 และ 0.027 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปาล์มน้ำมันเริ่มมีปี พ.ศ.2553 เป็นต้นมา คิดเป็นพื้นที่ 0.152 0.341 และ 0.625 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ และพื้นที่บ่อน้ำที่เริ่มพบในปี พ.ศ.2550 เป็นต้นมา คิดเป็นพื้นที่ 0.001 ตารางกิโลเมตร ที่เหมือนกับปีอื่นๆ ดังแสดงตารางที่ 9 และภาพที่ 33

ตารางที่ 15 แนวโน้มพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองครามตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2561

หน่วย: ตารางกิโลเมตร

ประเภทการใช้ ประโยชน์ที่ดิน	ป่าไม้	ไม้ผลผสม	ป่าลุ่มน้ำมัน	ยางพารา	บ่อน้ำ	ที่พักอาศัย
ปี พ.ศ. 2543	19.320	0.442	0.000	3.368	0.000	0.007
ปี พ.ศ. 2545	19.320	0.442	0.000	3.368	0.000	0.007
ปี พ.ศ. 2548	19.211	0.435	0.000	3.477	0.000	0.014
ปี พ.ศ. 2550	19.203	0.435	0.000	3.480	0.001	0.018
ปี พ.ศ. 2553	19.017	0.406	0.152	3.543	0.001	0.018
ปี พ.ศ. 2556	18.919	0.301	0.341	3.554	0.001	0.021
ปี พ.ศ. 2561	18.724	0.193	0.625	3.567	0.001	0.027



ภาพที่ 33 แนวโน้มการคาดการณ์อนาคตของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำคลองคราม ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2561

4. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่ม

ปัจจัยหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดดินถล่มบนพื้นที่สูงชันที่ถูกพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ที่มีนัยสำคัญต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่ศึกษา ซึ่งได้จากการเดินสำรวจเก็บข้อมูลในสนาม ประกอบด้วย 3 ปัจจัยหลัก ดังนี้

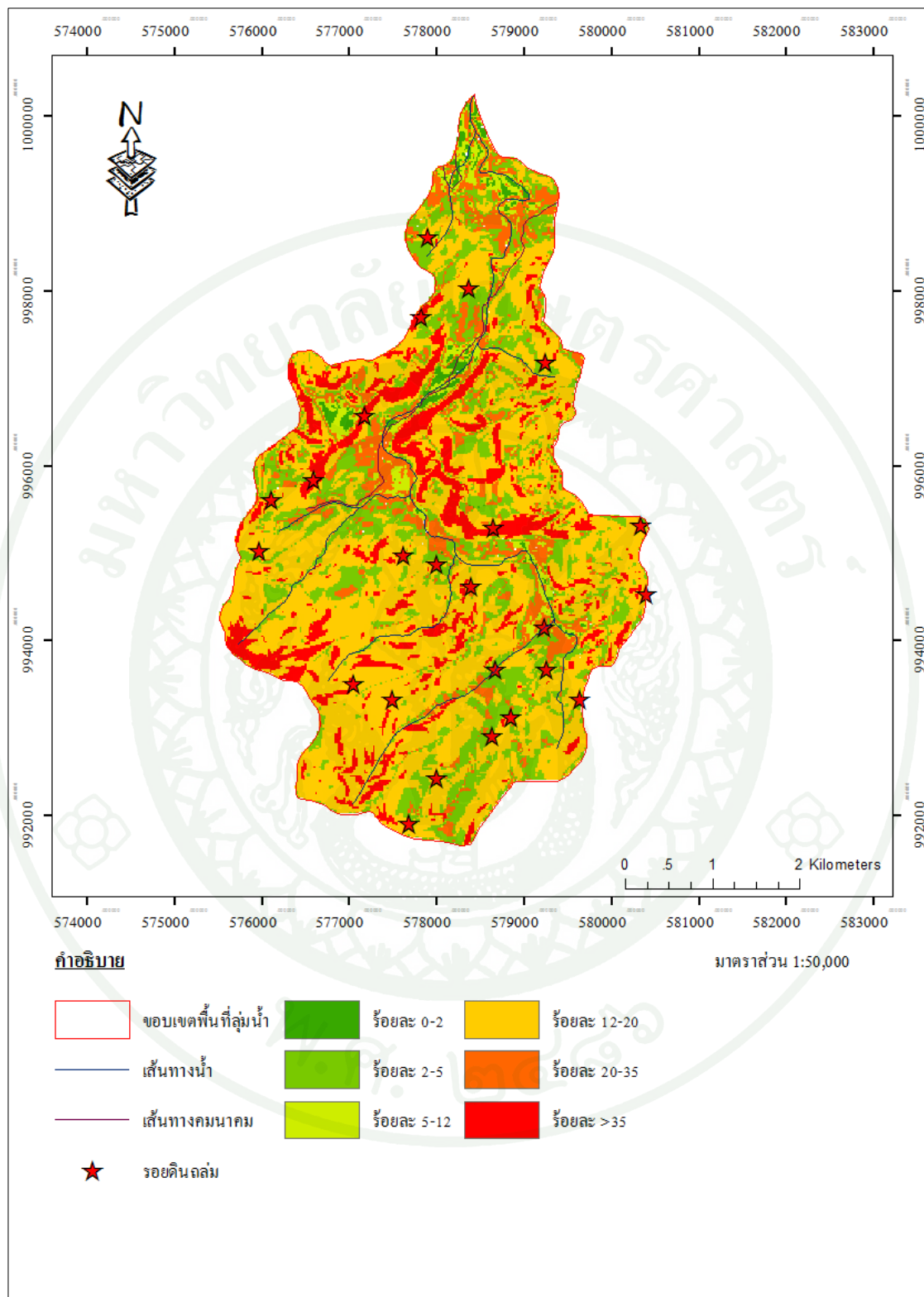
- 4.1 ความลาดชัน (Slope)
- 4.2 ลักษณะแผ่นดิน (Landform)
- 4.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Landuse)

4.1 ความลาดชัน (slope)

เป็นข้อมูลที่ได้จากเส้นชั้นความสูง (contour) ซึ่งได้จากข้อมูล GIS ของคณะศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก เมื่อข้อมูลจุดเกิดดินถล่มและปัจจัยความลาดชันนำมาวิเคราะห์ร่วมกัน พบว่า จุดเกิดดินถล่มที่พบมากที่สุดอยู่บนความลาดชันร้อยละ 20-35 มีทั้งหมด 18 จุด รองอันดับ 2 อยู่ที่มีความลาดชันร้อยละ 12-20 มีทั้งหมด 8 จุด ความลาดร้อยละมากกว่า 35 ขึ้นไป มีทั้งหมด 6 จุด และความลาดชันร้อยละ 5-12 มีทั้งหมด 1 จุด ดังแสดงตารางที่ 16 และภาพที่ 34

ตารางที่ 16 ความสัมพันธ์จุดเกิดดินถล่มและความลาดชัน

ลำดับ	ความลาดชัน (ร้อยละ)	จุดเกิดดินถล่ม (จุด)
1	0-2	0
2	2-5	0
3	5-12	1
4	12-20	8
5	20-35	18
6	> 35 ขึ้นไป	6



ภาพที่ 34 ความลาดชัน (slope) ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองคราม

4.2 ลักษณะแผ่นดิน (landform)

เป็นข้อมูลที่ได้จากการตกกระทบของแสง (hillshade) ซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์จาก DEM ของลุ่มน้ำคลองคราม ซึ่งนำข้อมูลจุดเกิดดินถล่มและปัจจัยลักษณะแผ่นดินเข้ามารวมวิเคราะห์ พบว่าลักษณะแผ่นดินของพื้นที่การศึกษามี 3 รูปแบบด้วยกัน คือ Cliff Hillside และ Mountainous และบนพื้นที่ลักษณะแผ่นดินที่พบจุดเกิดดินถล่มมากที่สุดคือ Mountainous มีทั้งหมด 11 จุด รองลงมา Hillside มีทั้งหมด 11 จุด และ Cliff มีทั้งหมด 2 จุด ดังแสดงตารางที่ 17 และภาพที่ 35

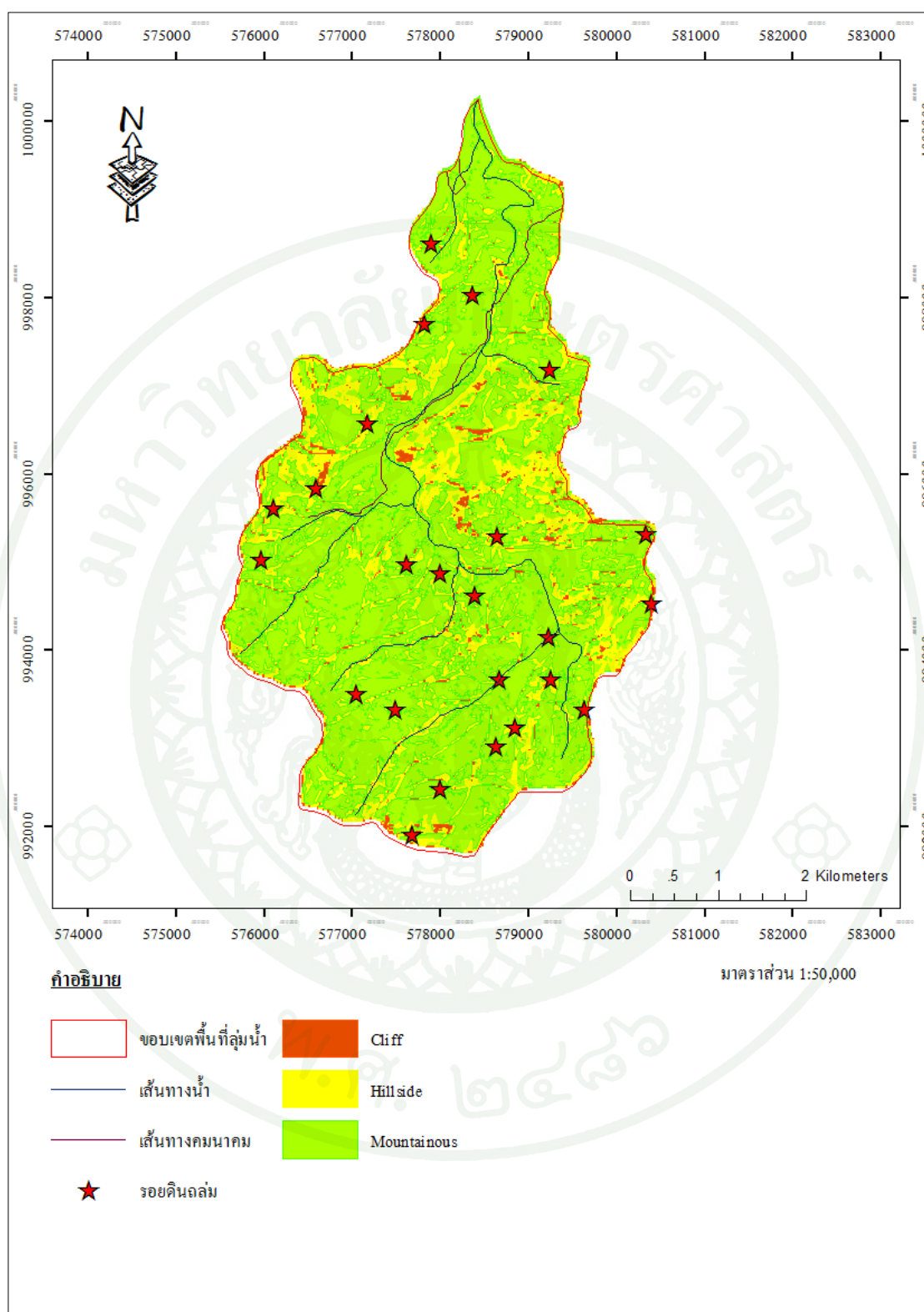
ตารางที่ 17 ความสัมพันธ์จุดเกิดดินถล่มและลักษณะแผ่นดิน

ลำดับ	ลักษณะแผ่นดิน	จุดเกิดดินถล่ม (จุด)
1	Cliff	11
2	Hillside	11
3	Mountainous	2

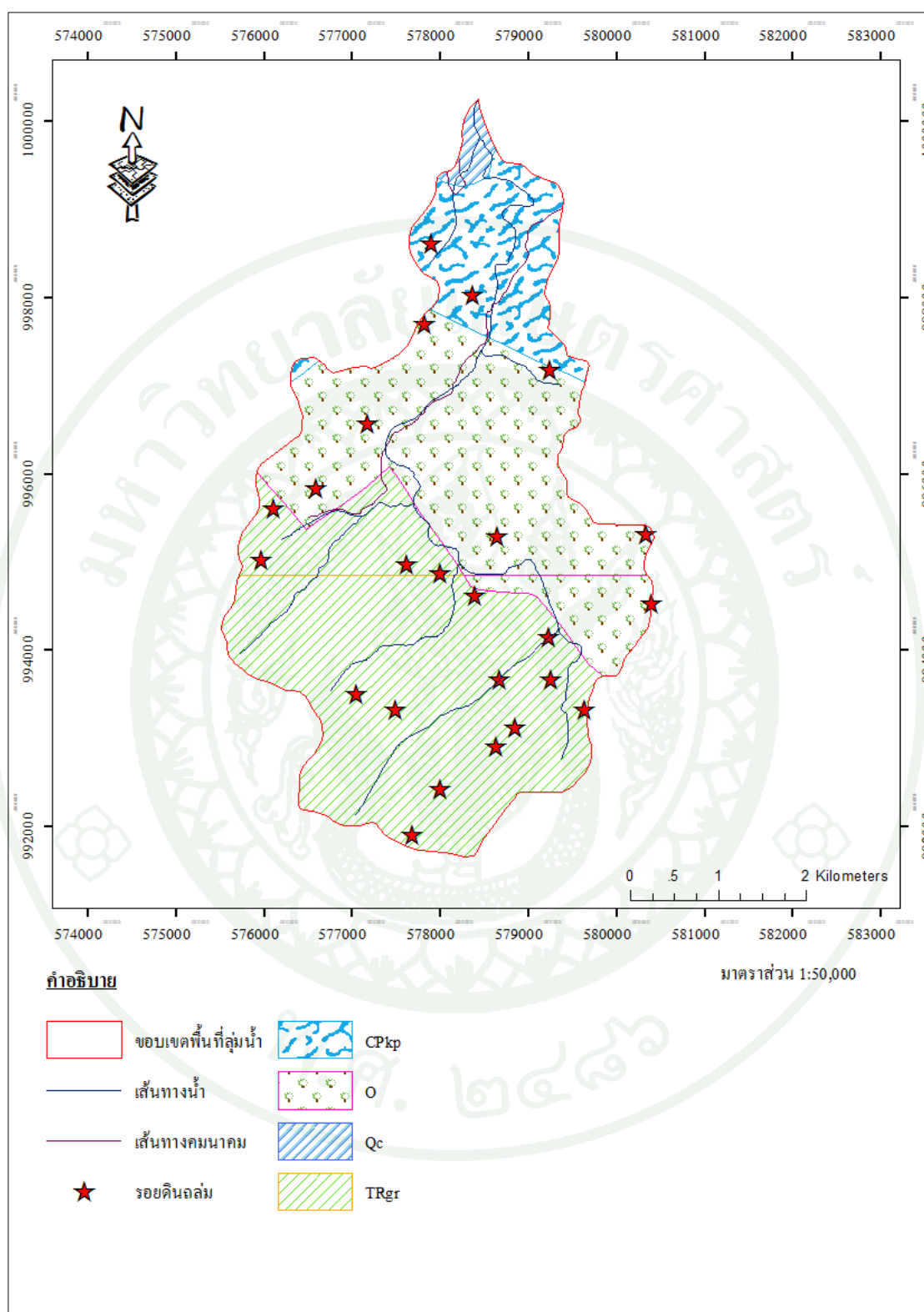
บนพื้นที่ลักษณะแผ่นดินนั้นมีลักษณะทางธรณีวิทยาทั้ง 4 รูปแบบ บนพื้นที่การศึกษาได้แก่ CPkpTRgr O และ Qc แต่ลักษณะธรณีวิทยานั้นพบเกิดจุดดินถล่มเพียงแค่ 3 จุดเท่านั้น ได้แก่ CPkpTRgr และ O ซึ่งลักษณะที่พบนั้น CPkp มีลักษณะพื้นที่เป็นหินทราย หินปูน เนื้อดิน หินดินดาน และหินเชิร์ต ส่วน TRgr มีลักษณะพื้นที่เป็นหินไบโอไทต์แกรนิต หัวมารินแกรนิต แกรโนไดโลไรต์ ไบโอไทต์มัสโคไวต์แกรนิต มัสโคไวต์หัวมารินแกรนิตและ O มีลักษณะพื้นที่เป็นหินปูนเนื้อดินและหินปูน หินปูนเนื้อโคลโลไมต์และหินอ่อนแทรกสลับด้วยหินดินดาน เนื้อปูนผสมหินดินดานปนทราย (อภินิติ และ คณะ, 2556) ดังแสดงตารางที่ 18 และภาพที่ 36

ตารางที่ 18 ความสัมพันธ์จุดเกิดดินถล่ม ลักษณะแผ่นดิน และธรณีวิทยา

ลำดับ	ลักษณะแผ่นดิน	ธรณีวิทยา	จุดเกิดดินถล่ม (จุด)
1	Cliff	CPkp/TRgr	2
2	Hillside	O/TRgr	11
3	Mountainous	CPkp/O/TRgr	11



ภาพที่ 35 ลักษณะแผ่นดิน (landform) และรอยดินถล่มของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองคราม



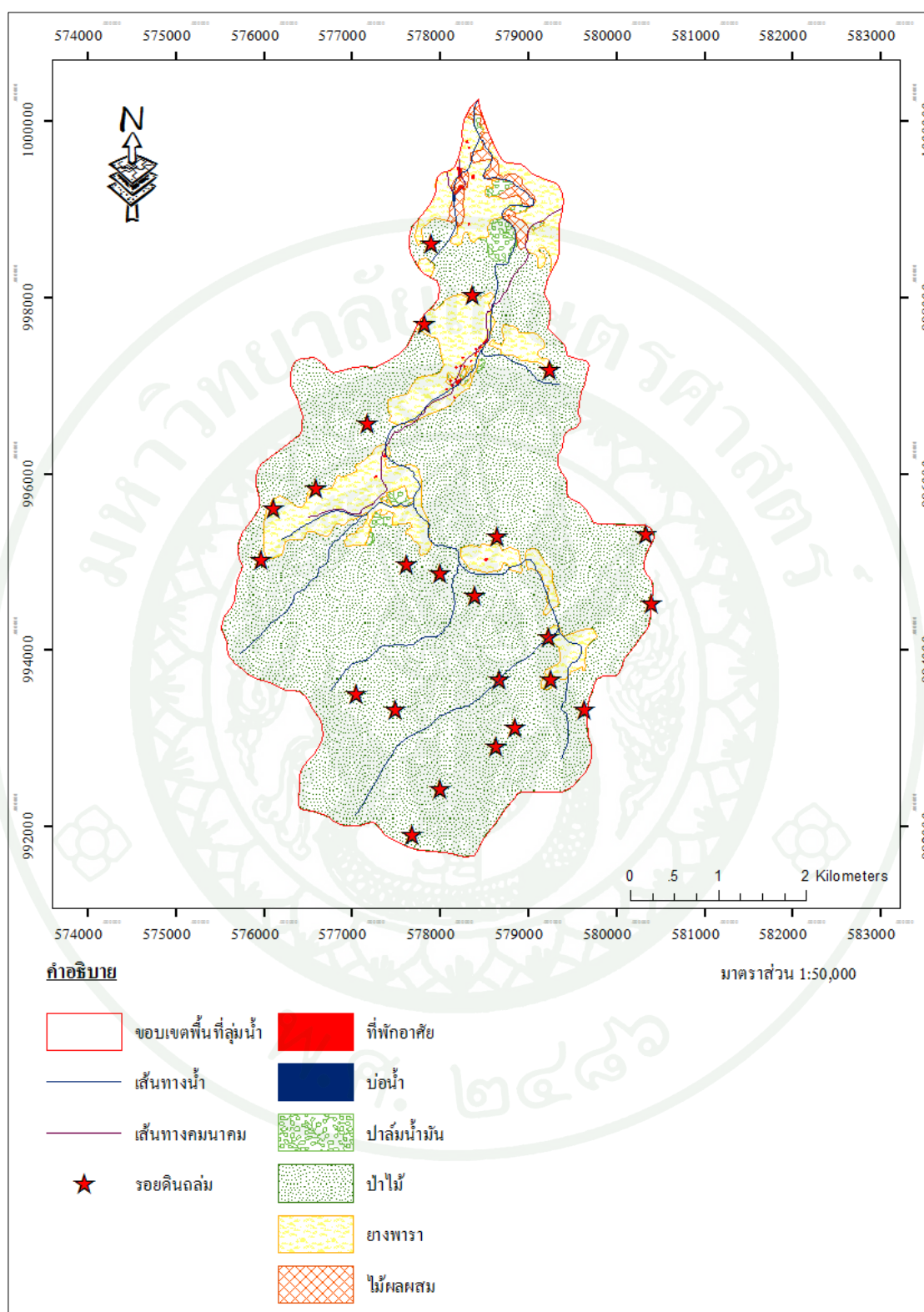
ภาพที่ 36 ลักษณะธรณีวิทยา (geology) และรอยดินถล่มของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองคราม

4.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน (landuse)

เป็นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Google Earth จำแนกได้เป็น 6 ประเภท ได้แก่ ป่าไม้ ไม้ผลผสม ขางพารา ปาล์มน้ำมัน บ่อน้ำ และที่ปักอาศัย และนำข้อมูลจุดเกิดดินถล่มกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินมาวิเคราะห์ร่วมกัน พบว่าจุดเกิดดินถล่มเกิด 2 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด 18 จุดและพื้นที่ขางพาราทั้งหมด 6 จุด ดังแสดงตารางที่ 19 และภาพที่ 37

ตารางที่ 19 ความสัมพันธ์จุดเกิดดินถล่มและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ลำดับ	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	จุดเกิดดินถล่ม (จุด)
1	ป่าไม้	18
2	ไม้ผลผสม	0
3	ขางพารา	6
4	ปาล์มน้ำมัน	0
5	บ่อน้ำ	0
6	ที่ปักอาศัย	0



ภาพที่ 37 การใช้ประโยชน์ที่ดิน (landuse) และรอยดินถล่มของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองคราม

5. การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่ม

การศึกษาและการวิเคราะห์แผนที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่ศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์โดยใช้วิธีดัชนีปัจจัยรวม (weighted factor index method) ซึ่งเป็นวิธีที่มั่งการจัดระดับความเสี่ยงภัยของการเกิดดินถล่มในเชิงสมการทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีนัยสำคัญต่อการเกิดดินถล่ม การวิเคราะห์ศักยภาพของการเกิดดินถล่มเชิงพื้นที่โดยการใช้ค่าปัจจัยรวมสามารถกำหนดได้จากผลรวมของน้ำหนักปัจจัยหลักคูณกับคะแนนปัจจัย ดังแสดงภาพที่ 38 ดังต่อไปนี้

$$S = W_1R_1 + W_2R_2 + W_3R_3 + \dots + W_nR_n$$

เมื่อ	S	คือผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	W	คือน้ำหนักของปัจจัยหลัก
	R	คือคะแนนปัจจัย

ภาพที่ 38 สมการดัชนีปัจจัยรวม (Weighted factor index method)

ที่มา: อภินิติ และคณะ (2556)

5.1 การให้น้ำหนักและคะแนนปัจจัย

การให้น้ำหนักและคะแนนของแต่ละปัจจัยที่ถูกพิจารณาจากลักษณะของปัจจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลการเกิดดินถล่มของพื้นที่ศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้น้ำหนักและคะแนน ในกรณีที่มีค่ามาจะแสดงพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มสูงสุดและกรณีที่มีค่าน้อยจะแสดงพื้นที่เสี่ยงภัยต่ำสุด ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย เข้าด้วยกันเพื่อให้ทั้ง 3 ปัจจัย มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดดินถล่ม เพื่อสามารถสรุปรายละเอียดการให้น้ำหนักและคะแนนของแต่ละปัจจัยได้ออกมาได้เป็นพื้นที่ระดับความเสี่ยงภัย ดังแสดงตารางที่ 14

ตารางที่ 20 ค่าถ่วงน้ำหนักและคะแนนปัจจัยที่ใช้การวิเคราะห์แผนที่เสี่ยงภัยของการเกิดดินถล่ม

ลำดับ	ปัจจัยหลัก	ค่าน้ำหนัก	รายละเอียดปัจจัย	คะแนน
1	ความลาดชัน (slope)	0.5	0-2 เปอร์เซ็นต์	1
			2-5 เปอร์เซ็นต์	2
			5-12 เปอร์เซ็นต์	3
			12-20 เปอร์เซ็นต์	4
			20-35 เปอร์เซ็นต์	5
			>35 เปอร์เซ็นต์	5
2	ลักษณะแผ่นดิน (landform)	0.3	หุบเขาลึก ร่องน้ำลึก	4
			สันเขาขนาดเล็ก หรือภูเขาเล็กๆในหุบเขา	2
			หุบเขาดินๆ	2
			ที่ราบสูงเล็ก หรือภูเขาเล็กๆในที่ราบ	2
			ยอดเขา สันเขา	4
			ที่ราบสูงเปิดกว้าง	2
			ที่ราบ	1
			หุบเขารูปตัวยู	3
			พื้นที่ดินน้ำ	5
			ที่ราบสูง รูปโต๊ะ	3
3	การใช้ประโยชน์ ที่ดิน (Landuse)	0.2	ป่าไม้	1
			ไม้ผลผสม	3
			ป่าลุ่มน้ำมัน	4
			ยางพารา	5
			บ่อน้ำ	2
			ที่พักอาศัย	2

ที่มา: ดัดแปลงจากภินิติ และคณะ (2556)

5.2 การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่ม

จากการดำเนินการ โดยการแปลงข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่มทั้งหมด 3 ปัจจัย ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้โปรแกรมทาง GIS (Geographic Information Systems) ทำการแบ่งพื้นที่วิเคราะห์ออกเป็น Grid สี่เหลี่ยมที่มีขนาด 20x20 ตารางเมตร โดยในแต่ละ Grid จะประกอบด้วยข้อมูลทั้ง 3 ปัจจัย จากนั้นข้อมูลในแต่ละ Grid จะถูกนำมาคำนวณสูตรดังกล่าวข้างต้นแสดงภาพ 38 ซึ่งผลรวมคะแนนที่ได้จะถูกจัดให้มีระดับ ความเสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่ม ดังแสดงตารางที่ 15 โดยจัดแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ระดับ ความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มต่ำมาก อยู่ในช่วงคะแนนรวม 0.20-0.66 คะแนน ความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มต่ำ อยู่ในช่วงคะแนน 0.67-1.13 คะแนน ความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มปานกลาง อยู่ ในช่วงคะแนน 1.14-1.60 คะแนน ความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มสูง อยู่ในช่วงคะแนน 1.61-2.07 คะแนน และความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มสูงมาก อยู่ในช่วงคะแนน 2.08-2.54 คะแนน ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์และการดำเนินงานสามารถแสดงแผนที่ระดับความเสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่ม ได้ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลการแบ่งชั้นแบบอันตรภาคชั้น ดังแสดงภาพที่ 39 และภาพที่ 40

$$\text{ช่วงคะแนน} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

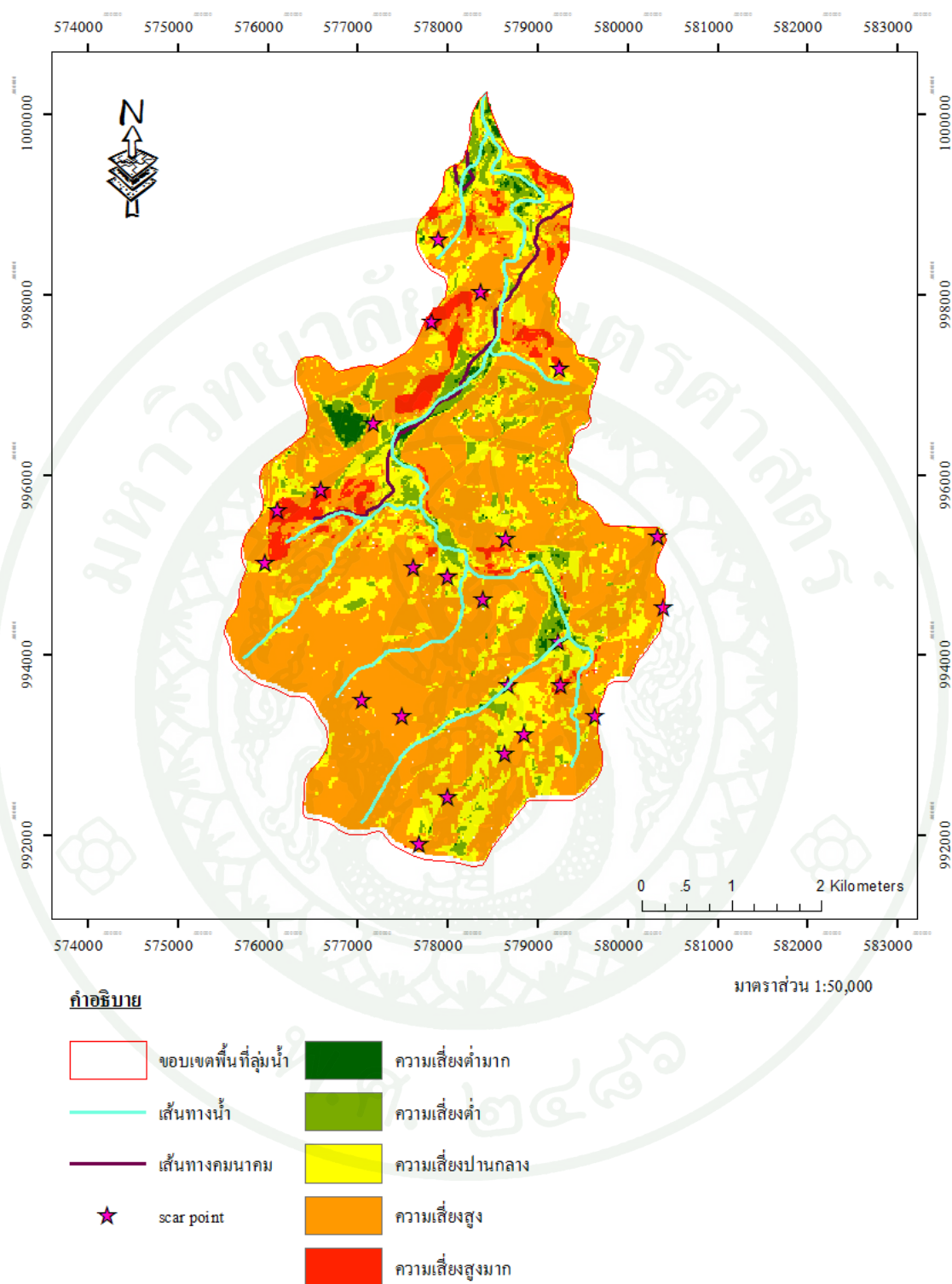
ภาพที่ 39 การวิเคราะห์ข้อมูลการแบ่งชั้นแบบอันตรภาคชั้น

ที่มา: จิตนพา (2557)

ตารางที่ 21 การจัดแบ่งระดับความเสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่ศึกษา

ระดับความเสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่ม	ช่วงคะแนนรวม
ต่ำมาก	0.20 – 0.66
ต่ำ	0.67 – 1.13
ปานกลาง	1.14 – 1.60
สูง	1.61 – 2.07
สูงมาก	2.08 – 2.54

ที่มา:ดัดแปลงจากอภินิติ และคณะ (2556)



ภาพที่ 40 พื้นที่เสี่ยงภัยการเกิดดินถล่มของกลุ่มน้ำคลองคราม

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การจำแนก และการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณลุ่มน้ำคลองคราม ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงปี พ.ศ.2543 พ.ศ.2545 พ.ศ.2548 พ.ศ.2550 พ.ศ.2553 และ พ.ศ.2556 พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ของพื้นที่ลุ่มน้ำ คือ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรม ส่วนการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่างปี พ.ศ.2543-2545 พ.ศ.2545-4548 พ.ศ.2548-2550 พ.ศ.2550-2553 และ พ.ศ.2553-2556 สรุปได้ว่า พื้นที่ป่าลุ่มน้ำมัน ขางพารา บ่อน้ำ และที่พังกาศัย เพิ่มขึ้น และพื้นที่ป่าไม้ และไม้ผลผสม มีพื้นที่ลดลง และผลจากการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2561 พบว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2556-2561 พื้นที่ป่าลุ่มน้ำมัน ขางพารา ที่พังกาศัย มีพื้นที่ที่เพิ่มขึ้น และพื้นที่ป่าไม้ และไม้ผลผสม มีพื้นที่ที่ลดลง ซึ่งทำให้แนวโน้มในอนาคตทำให้พื้นที่ป่าไม้ และไม้ผลผสมลดลง ส่วนขางพารา ป่าลุ่มน้ำมัน บ่อน้ำ และที่พังกาศัยเพิ่มขึ้น และได้วิเคราะห์การประเมินความเสี่ยงดินถล่มเป็น 5 ระดับความเสี่ยง โดยใช้ความลาดชัน ลักษณะแผ่น และการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นปัจจัยหลักในการประเมิน ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความเสี่ยงมากที่สุด คือ พื้นที่ขางพารา เนื่องจากพื้นที่ขางพารา ถูกบุกรุกพื้นที่มากที่สุด สิ่งสำคัญคือเป็นตัวเร่งที่ทำให้เกิดดินถล่ม และมีปัจจัยร่วมเข้าอย่างความลาดชัน และลักษณะแผ่นดินที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดดินถล่มขึ้น จึงมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความเสี่ยงสูงสุด รองลงมา คือ พื้นที่ป่าลุ่มน้ำมัน และมีความเสี่ยงน้อยที่สุด คือ พื้นที่ไม้ผลผสม และพื้นที่ป่าไม้

จากการศึกษาปัญหาการเกิดดินถล่มในพื้นที่ตั้งแต่ทางเข้า-ออก บ้านหน้าถ้ำ และพื้นที่การศึกษาทั้งหมด สามารถสรุปแนวทางการป้องกันการเกิดภัยพิบัติ ในรูปแบบแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มในหมู่บ้านหน้าถ้ำ ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี การหามาตรการป้องกันและบรรเทาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต จึงต้องอาศัยบทบาทของชุมชนในท้องถิ่นร่วมมือกันจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติการเกิดดินถล่ม ซึ่งการเกิดดินถล่มได้นั้น จากแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่ม จากการพิจารณาวิเคราะห์ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อการเกิดดินถล่ม คือ พื้นที่ขางพารา เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงมากที่สุดต่อการเกิดดินถล่ม จึงต้องมีการจัดการของการทำเกษตรกรรมของขางพารา ไม่ให้ถูกบุก

รุกในพื้นที่สูงชัน และการเกษตรกรรมในการปลูกของรูปแบบอื่นๆ สามารถแก้ไขปัญหาโดยการป้องกัน ได้ดังนี้

- 1) ปลูกป่าเพิ่มให้มีความหลากหลาย ในปริมาณที่เหมาะสมกับพื้นที่ ไม่มากไม่น้อยจนเกินไป สัดส่วนที่เหมาะสม การกระจายที่ทั่วพื้นที่
- 2) การทำ Way out น้ำออกจากดินเนื่องจากเป็นพื้นที่สูงชันมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม ซึ่งต้องมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต่างๆ เช่น ขันบันได คูรับน้ำขอบเขา หรือคันดินขอบเขา เพื่อไว้รองรับและสกัดกั้นการไหลบ่าหน้าดิน
- 3) นำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยกับการเกิดดินถล่ม มามอบความรู้แก่ประชาชนในพื้นที่ที่มีความเสี่ยง และการระมัดระวัง การเตรียมพร้อมอันตรายที่จะเกิดขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ แบ่งข้อเสนอแนะเป็น 2 ส่วน คือ ข้อเสนอแนะผลที่ได้จากการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการพื้นที่ และข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปประยุกต์ในการศึกษาครั้งต่อไปโดยข้อเสนอแนะ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะผลที่ได้จากการศึกษา

1) การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีป่าไม้ลดลง ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่ทางการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ ที่ส่งผลต่อพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง และมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดดินถล่ม ดังนั้นจึงควรมีการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณเชิงภูเขาสูง ที่เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญให้คงอยู่ตลอดไป

2) ควรมีการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในปัจจุบันให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้น 1A ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญต่อพื้นที่ป่าต้นน้ำ ต้องมีการป้องกันไม่ให้เกิดการบุกรุก และเข้าไปใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรเพิ่มขึ้น

3) สำหรับพื้นที่ทางด้านการเกษตรที่ทำอยู่บนบริเวณที่สูงที่มีอยู่ในปัจจุบัน ต้องมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต่างๆ ที่เหมาะสมกับความสูงและความลาดชันของพื้นที่ ทั้งวิธีการใช้ระบบพืชและใช้วิธีกล เช่น การป้องกันโดยใช้พืชคลุมดิน ทำขั้นบันได การเพาะปลูกพืชตามแนวระดับ และทำคูรับน้ำรอบเขา เป็นต้น โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปประยุกต์ในการศึกษาต่อไป

1) การศึกษาในการแปลภาพถ่ายดาวเทียม ควรใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดสูงในการแปล เพื่อศึกษาประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินได้หลากหลาย และง่ายต่อการแปลภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับผู้ที่จะศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2) การศึกษาปัจจัยของการเกิดดินถล่มสามารถวิเคราะห์ปัจจัย ธรณีวิทยา ความลาดชัน ชุด
กลุ่มดิน ทิศด้านลาด ระดับความสูง เป็นต้น เข้ามาวิเคราะห์การเกิดดินถล่มได้ และสามารถสร้าง
แผนที่ความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม ในการวิเคราะห์ที่ละเอียดยิ่งขึ้น



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี. 2544. รายงานการศึกษาปัจจัยพื้นฐานเบื้องต้นที่ทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม ที่
ตำบลน้ำก้อ ตำบลน้ำซุน อำเภอหล่ม จังหวัดเพชรบูรณ์ และธรณีพิบัติภัย กรณีน้ำท่วมและ
ภูเขาพังทลายในอำเภอวังชัน จังหวัดแพร่. กองธรณีวิทยา.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2549. การจำแนกและกำหนดคุณลักษณะของดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือของ
ประเทศไทย. กองสำรวจดิน, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมธรณีวิทยา. 2530. พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา. กรมทรัพยากร
ธรณี, กรุงเทพฯ.

คณะทำงานของสำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนา. 2555. ข้อเสนอโครงการเพื่อศึกษาวิจัยการป้องกัน
แก้ไขดินโคลนถล่มบนที่สูงชัน(ร่าง ฉบับที่ 3) . ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐาน
ราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

จิตนพ วุ่นบัว. 2557. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการ
เกิดดินถล่ม ในพื้นที่อำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดพัทลุง, น.2064-2083. ในรายงานประชุม
มหาดใหญ่วิชาการระดับชาติ และนานาชาติ ครั้งที่ 5. จังหวัดสงขลา.

จิตินา เทพพานิช และอภินิธิ โชติสังกาศ. 2553. พฤติกรรมของลาดดินและกำลังเฉือนของดินใน
พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์. ในรายงานการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธา
แห่งชาติ ครั้งที่ 15. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ชุดิพงศ์ ร่มสนธิ์. 2551. การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดย
แบบจำลอง CA-MARKOV บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญา
โท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เชาวน์ ขงเฉลิมชัย, สุชาดา ขงสถิตศักดิ์, อานันต์ คำภีระ และคุณพล ดันนโยภาส. 2546. การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำปากพนังโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. ว. สงขลานครินทร์. วทท. 2547. 26(1) : 93-102.

รัชฎ์ลักษณ์ ขุนศรี และถาวร อ่อนประไพ. 2556. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่า บริเวณลุ่มน้ำยมตอนกลาง จังหวัดแพร่. ในรายงานการประชุมการเสนอผลงานระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 29. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, จังหวัดเชียงใหม่.

ธีรวัฒน์ สุวรรณเลิศเจริญ, ศิริลักษณ์ พุกภัยพิตรกุล, วราทิพย์ บัวแก้ว และฉัตร แก้วภู. 2556. การเปลี่ยนแปลงและคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุม โดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศบริเวณลุ่มน้ำคลองกุล จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. ในรายงานการประชุมวิชาการเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2556. กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2549. การจำลองแบบการจัดการลุ่มน้ำและระบบสิ่งแวดล้อม. ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บรรเจิด พลากรุง. 2523. ทรัพยากรที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ปริญญา นุตาลัย และวันชัย โสภณสกุลรัตน์. 2532. สภาพทางธรณีวิทยาที่มีผลต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัย. ในเอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการการป้องกันอุทกภัยภาคใต้ (เล่มที่ 2) . วันที่ 17-18 สิงหาคม 2532. [ม.ป.ท.]: สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ ร่วมกับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วรรณัย คูทองกุล. 2552. การวิเคราะห์ภัยพิบัติภัยดินถล่มในพื้นที่อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา. ภาควิชาธรณี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วรากร ไผ่เรียง และบรรพต กุลสุวรรณ. 2548. สถานการณ์และปัญหาแผ่นดินถล่มในประเทศไทย.

In **EIT-JAPAN-AIT Joint Workshop, Geo-Risk Engineering and Management.**

27September 2005, Bangkok, Thailand.

วรากร ไผ่เรียง. 2542. **วิศวกรรมเขื่อนดิน**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วีระชาติ วิเวกวิน และสุรศักดิ์ บุญลือ. 2551. **การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 ETM⁺ เพื่อศึกษาธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล บริเวณตะกั่วป่า และอำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา**. กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม, กรมทรัพยากรธรณี.

ศุภชัย จัยปาโม. 2537. **โครงการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถิตย์ วัชรกิตติ. 2525. **ระบบการแบ่งแยกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2524. **หลักการใช้ที่ดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุชาติ มูลเมือง. 2546. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทธศักดิ์ ศรีลัมพ์ และธีรไนย์ นุ้ยมาก. 2556. **การประเมินเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนเชิงสถิติสำหรับเตือนภัยดินถล่ม**. ในรายงานการประชุมการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18. เชียงใหม่.

สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์ และสุรย์ พัฒนาประทีป. 2556. คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ผุพังมาจาก หอนแกรนิตยุคครีเตเชียสในประเทศไทย สำหรับการสร้างแบบจำลองเพื่อประเมิน โอกาสในการเกิดดินถล่ม. ในรายงานการประชุมการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18. กรุงเทพฯ.

สุพร พลพันธ์. 2552. ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าของชุมชนท้องถิ่นต่อการใช้พื้นที่ อาศัยของสัตว์ป่า: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน.น. 84-93. In **Environment and Natural Resources Journal Vol. 7, No. 1.** June 2009.

สุภัทท์ วงศ์วิเศษสมใจ. 2532. วิเคราะห์สถานการณ์อุทกภัยภาคใต้: เอกสารเล่ม 1, น. 125-147. เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่องอุทกภัยภาคใต้โศกนาฏกรรมที่น่าหลีกเลี่ยงได้. สมาคม อนุรักษ์ศิลปกรรมและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

อภินิติ โชติสังกาศ และคณะ. 2556. การศึกษาแนวทางการลดความเสี่ยงภัยพิบัติดินโคลนถล่มใน พื้นที่บ้านหน้าถ้ำ ต.ท่าอุแท อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี โดยวิธีทางวิศวกรรม ผสมผสานวิธีทางชีวภาพ (รายงานฉบับสุดท้าย) . ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและ ฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภินิติ โชติสังกาศ. 2556. รายงานการศึกษาแนวทางการลดความเสี่ยงภัยพิบัติดินโคลนถล่มใน พื้นที่บ้านหน้าถ้ำ ต.ท่าอุแท อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี โดยวิธีทางวิศวกรรม ผสมผสานวิธีชีวภาพ. ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โอฬาร เวศอุไร. 2548. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน ตอนบนโดยใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา SWAT. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

Berry W. Michael, Hazen C. Brett, Macintyre L. Rhonda and Flamm O. Richard. 1996. LUCAS: a system for modeling landuse change. **IEEE computational Science and Engineering.** 3 (1) : 24-35.

- Clark Labs. 2013. **IDRISI Spotlight: The Land Change Modeler**. Clark University, Worcester, MA.
- Dorji, Gyeltshen P. 2007. **Landslide hazard and risk assessment of DoiSuthep-Pui area in Chiang Mai province, northern Thailand**. Chiang Mai: Chiang Mai University.
- Eastman, J.R. 1999. **Guide to GIS and Image Processing**. Volume 2. Clark Labs, Clark University, MA.
- Eastman, J.R. 2009. **IDRISI Taiga Guide to GIS and Image Processing**. Clark University, Worcester, MA.
- Eastman, J.R. 2012. **IDRISI SELVA Manual**. Clark University, Worcester, MA.
- Gray, D.H. 1970. **Effects of forest clear cutting on the stability of natural slopes**, *Bulletin of the Assoc. of Eng. Geologists*, 7(12) : 45-66.
- Hunt E. Roy. 1984. **Geotechnical Engineering Investigation Handbook**. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Hutchinson, J.N. 1968. Mass Movement, pp. 688-695. In **R.W. Fairbridge (ed.)** . *Encyclopedia of Geomorphology*. Reinhold Press, New York.
- Leh, M., Bajwa, S. and Chaubey, I. 2011. **Impact of Land Use Change on Erosion Risk: An Integrated Remote Sensing, Geographic Information System and Modeling Methodology**. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.1137/pdf>.
- Pontius, R.G. JR., and L. C. Schneider. 2001. Land Cover Change Model Validation by an ROC Method for the Ipswich Watershed, Massachusetts, USA. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 85 (1-3) : 239-248.

Veldkamp A. and Lambin E.F. **2001. Predicting land-use change.** Agriculture, Ecosystems and Environment 85: 1-6.

Virgilio, F. B., 1991. Results of Multidate Assessment of Deforestation Using High Resolution Satellite Data in The Philippines. **Proceeding of International Space Year Conference on Training in Remote Sensing Application to Deforestation in Southeast Asia.** Bangkok, Thailand, pp. 243-261.

Yikalo H. Araya and Cabral Pedro. 2010. Analysis and Modeling of Urban Land Cover Change in Setubal and Sesimbra, Portugal. **Open Access Remote Sensing** 2010 (2) : 1549-1563.





ตารางผนวกที่ ก1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use classification)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
U พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง Urban and Built-up Land	U 1 ตัวเมืองและย่านการค้า City, Town, Commercial	
	U 2 หมู่บ้าน Village	U 200 หมู่บ้านจัดสรรร้าง Abandoned village
		U 201 หมู่บ้าน Village
		U 202 หมู่บ้านชาวไทยภูเขา Hill tribe village
	U 3 สถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ Institutional land	
	U 4 สถานีคมนาคม Transpotation, Communication and Utility	U 401 สนามบิน Airport
		U 402 สถานีรถไฟ Railway station
		U 403 สถานีขนส่ง Bus station
		U 404 ท่าเรือ Harbour
		U 405 ถนน Road
		U 406 ทางรถไฟ Railway

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
	U 5 ย่านอุตสาหกรรม Industrial land	U 500 โรงงาน Abandoned factory U 501 นิคมอุตสาหกรรม Industrial estate U 502 โรงงาน Factory อุตสาหกรรม U 503 ลานตากและ Agricultural แหล่งรับซื้อทาง product การเกษตร trading centers
	U 6 อื่นๆ Other	U 600 สถานที่ร้าง Abandoned area U 601 สถานที่พักผ่อน Recreation หย่อนใจ area U 602 สนามกอล์ฟ Golf course U 603 สุสาน, ป่าช้า Cemetery U 604 ศูนย์อพยพ Refugee camp U 605 สถานีบริการ Gasoline น้ำมัน Station
A พื้นที่เกษตรกรรม Agricultural land	A 1 นาข้าว Paddy field	A 100 นาร้าง Abandoned paddy field A 101 นาข้าว Rice paddy
	A 2 พืชไร่ Field crop	A 200 ไร่ร้าง Abandoned field crop

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
A พื้นที่เกษตรกรรม Agricultural land	U 5 ย่านอุตสาหกรรม Industrial land	U 500 โรงงานอุตสาหกรรมร้าง Abandoned factory U 501 นิคมอุตสาหกรรม Industrial estate U 502 โรงงานอุตสาหกรรม Factory U 503 ลานตากและแหล่งรับซื้อทางการเกษตร Agricultural product trading centers
	U 6 อื่นๆ Other	U 600 สถานที่ร้าง Abandoned area U 601 สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ Recreation area U 602 สนามกอล์ฟ Golf course U 603 สุสาน, ป่าช้า Cemetery U 604 ศูนย์อพยพ Refugee camp U 605 สถานีบริการน้ำมัน Gasoline Station
	A 1 นาข้าว Paddy field	A 100 นาร้าง Abandoned paddy field A 101 นาข้าว Rice paddy
	A 2 พืชไร่ Field crop	A 200 ไร่ร้าง Abandoned field crop

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
	Field crop	A 201 พืชไร่ผสม Mixed field crop
		A 202 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ Maize
		A 203 อ้อย Sugarcane
		A 204 มันสำปะหลัง Cassava
		A 205 ถั่วแปบ Pineapple
		A 206 ยาสูบ Tobacco
		A 207 ฝ้าย Cotton
		A 208 ถั่วเขียว Mungbean
		A 209 ถั่วเหลือง Soybean
		A 210 ถั่วลิสง Peanut
		A 211 ปอแก้ว ปอกระเจา Kenaf, Jute
		A 212 ถั่วดำ ถั่วแดง Black Bean, Red bean
		A 213 ข้าวฟ่าง Sorghum
		A 214 ละหุ่ง Castor bean
		A 215 งา Sesame
		A 216 ข้าวไร่ Upland rice
		A 217 มันฝรั่ง Potato
		A 218 มันแกว Jam potto
		A 219 มันเทศ Sweeypoyat o
		A 220 แตงโม Watermelon
		A 221 ลูกเดือย Millet

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
		A 222 จิง Ginger
		A 223 กะหล่ำปลี Cabbage
		A 224 มะเขือเทศ Tomato
		A 225 ว่านหางจระเข้ Aloe vera
		A 226 ป่านศรนารายณ์ Agave
		A 227 ปอสา Paper mulberry
		A 228 ทานตะวัน Sunflower
		A 229 พริก Chill
		A 230 ข้าวสาลี Wheat
		A 231 ข้าวบาร์เลย์ Barley
		A 232 ข้าวไรย์ Rye
		A 233 ฝิ่น Opium
		A 234 กัญชา Marihuana
		A 235 กระเจี๊ยบ Roselle
		A 236 เผือก Taro
A 3	ไม้ยืนต้น	A 301 ไม้ยืนต้นผสม Mixed perennial
	Perennial	A 302 ยางพารา Para rubber
		A 303 ปาล์มน้ำมัน Oil palm
		A 307 สนประดิพัทธ์ Casuarina
		A 308 กระถิน Acacia
		A 309 ประดู่ Pterocarpus sp.
		A 310 ฝ้อ Gmelwa sp.

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
	A 311	ไม้ชายเลย Mangrove
	A 312	กาแฟ Coffee
	A 313	ชา Tea
	A 314	หม่อน Mulberry
	A 315	ไผ่ Bamboo
	A 316	นุ่น Kapok
	A 317	หมาก Betel palm
	A 318	จามจุรี Rain Tree
	A 319	ตีนเป็ด Cerlera sp.
	A 320	เปล้า Croton sp.
	A 321	ขมหอม Indian mahogany
	A 322	กฤษณา Agallocin
	A 323	ตะกู New Guinea Labula
A 4	ไม้ผล	A 401 ไม้ผลผสม Mixed orchard
	Orchard	A 402 ส้ม Orange
		A 403 ทุเรียน Durian
		A 404 เงาะ Rambutan
		A 405 มะพร้าว Coconut
		A 323 ตะกู New Guinea Labula

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3	
	A 4	ไม้ผล	A 401	ไม้ผลผสม
				Mixed orchard
		Orchard	A 402	ส้ม
			A 403	ทุเรียน
			A 404	เงาะ
			A 405	มะพร้าว
			A 406	ลิ้นจี่
			A 407	มะม่วง
			A 408	มะม่วงหิมพานต์
			A 409	พุทรา
			A 410	น้อยหน่า
				apple
			A 411	กล้วย
			A 412	มะขาม
			A 413	ลำไย
			A 414	ฝรั่ง
			A 415	มะละกอ
			A 416	ขนุน
			A 417	กระท้อน
			A 418	ชมพู
			A 419	มังคุด
			A 420	ยางสาด ลองกอง
			A 421	ระกำ สละ
				Rakum, Sala

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
	A 422 มะนาว	Lime
	A 423 ไม้ผลเมืองหนาว	Sub-tropical fruit
	A 424 มะขามเทศ	Manilla tamarind
	A 425 มะกอกน้ำ	Elaeocarpaceae
	A 426 แก้วมังกร	Dragon Fruit
	A 427 ส้มโอ	Pomelo
	A 428 ละมุด	Sapodilla
	A 429 มะปราง มะยงชิด	Plummango
	A 430 มะไฟ	Burmese Grape
	A 431 ทับทิม	Pomegranate
A 5 พืชสวน	A 501 พืชสวนผสม	Mixed horticulture
Horticulture	A 502 พืชผัก	Truck crop
	A 503 ไม้ดอก	Floricultural
	A 504 องุ่น	Grapes
	A 505 พริกไทย	Pepper
	A 506 สตอเบอรี่	Strawberry
	A 507 เสาวรส	Passion fruit
	A 508 ราสเบอรี่	Raspberry
	A 509 พืชสมุนไพร	Herbs

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
	A 510	นาหญ้า Grass plantation
	A 511	หวาย Rattan
	A 512	แคนตสลุป Cantaloupe
A 6	ไร่หมุนเวียน Swdden cultivation	A 600 ไร่ร้าง Bush fallow
A 7	ทุ่งหญ้าเลี้ยง สัตว์และ โรงเรือนเลี้ยง สัตว์ Pasture and farm house	A 700 โรงเรือนร้าง Abandoned farm house
	A 701	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ Pasture
	A 702	โรงเรือนเลี้ยงโค กระบือ และม้า Cattle farm house
	A 703	โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ ปีก Poultry farm house
	A 704	โรงเรือนเลี้ยงสุกร Swine farm house
A 8	พืชน้ำ	A 801 พืชน้ำผสม Mixed aquatic plant
	Aquatic plant	A 802 กก Reed
		A 803 บัว Lotus
		A 804 กระเจี๊ยบ Water chestnut

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
	A 805	เหหัว Water chestnut
	A 806	ผักบุ้ง Water spinach
	A 807	ผักกะเฉด Wate mimosa
A 9	สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ Aquacultural land	A 900 สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำร้าง Abandoned aquacultural land
	A 901	สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำผสม Mixed aquacultural land
	A 902	สถานที่เพาะเลี้ยงปลา Fish farm
	A 903	สถานที่เพาะเลี้ยงกุ้ง Shrimp farm
	A 904	สถานที่เพาะเลี้ยงปู หอย Crab/Shellfish farm
	A 905	ฟาร์มจระเข้ Crocodile farm
A 0	เกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสม Integrated farm/Diversified farm	

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1		ระดับ/Level 2		ระดับ/Level 3	
F	พื้นที่ป่าไม้ Forest land	F 1	ป่าดิบ	F 100	ป่าดิบรอสภาพ พื้นที่ Disturbed evergreen forest
			Evergreen forest	F 101	ป่าดิบสมบูรณ์ Dense evergreen forest
		F 2	ป่าผลัดใบ	F 200	ป่าผลัดใบรอสภาพ พื้นที่ Disturbed deciduous forest
			deciduous forest	F 201	ป่าผลัดใบ สมบูรณ์ Dense deciduous forest
		F 3	ป่าเลน	F 300	ป่าเลนรอสภาพ พื้นที่ Disturbed mangrove forest
			Mangrove forest	F 301	ป่าเลนสมบูรณ์ Dense mangrove forest
		F 4	ป่าพรุ	F 400	ป่าพรุรอสภาพ พื้นที่ Disturbed swamp forest
			Swamp forest	F401	ป่าพรุสมบูรณ์ Dense swamp forest
		F 5	สวนป่า	F500	สวนป่ารอสภาพ พื้นที่ Disturbed forest plantation

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

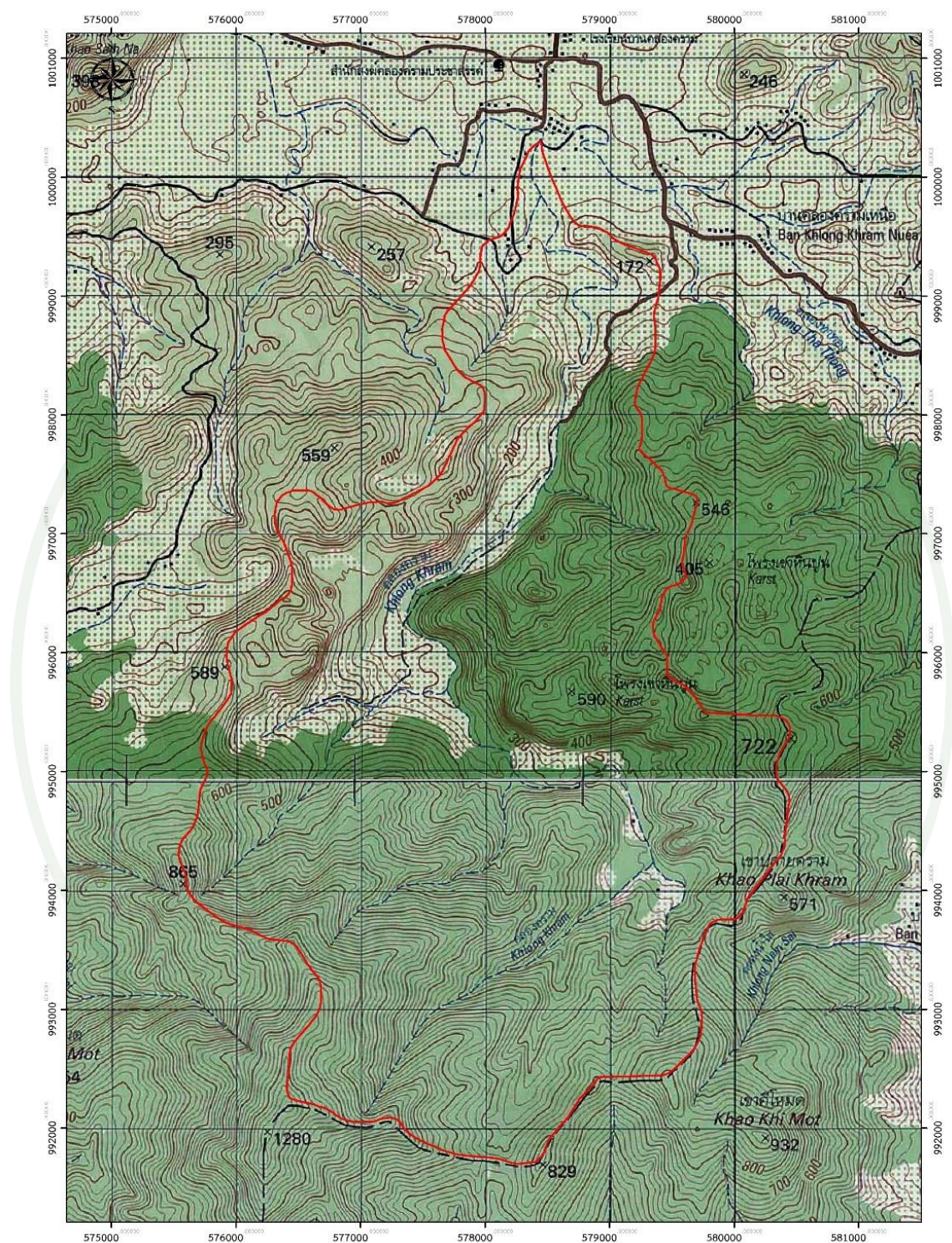
ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
	Forest plantation	F 501 สวนป่าสมบูรณ์ Dense forest plantation
	F 6 วนเกษตร	พื้นที่ปลูกป่าร่วมกับเกษตร
	Agro-forest	
W พื้นที่น้ำ	W 1 แหล่งน้ำ	W 101 แม่น้ำลำคลอง River, Canal
	ธรรมชาติ	
Water body	Natural water body	W 102 หนอง บึง Natural water resource
	W 2 แหล่งน้ำที่สร้าง ขึ้น	W 201 อ่างเก็บน้ำ Reservoir
	Reservoir (Built-up)	W 202 บ่อน้ำในไร่นา Farm pond
		W 203 คลองชลประทาน Irrigation canal
M พื้นที่เปิดเตล็ด	M 1 พุ่มหญ้าและไม้ ละเมาะ	M 101 พุ่มหญ้า Grass
Miscellaneous land	Rangeland	M 102 ไม้ละเมาะ Scrub
		M 103 ไม้ไผ่ Bamboo
	M 2 พื้นที่ลุ่ม	
	Marsh and Swamp	
	M 3 เหมืองแร่ บ่อ ขุด	M 300 เหมืองเก่า บ่อขุด Abandoned mine, pit
	Mine, pit	M 301 เหมืองแร่ Mine

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ระดับ/Level 1	ระดับ/Level 2	ระดับ/Level 3
		M 302 บ่อลูกรัง Laterite pit
		M 303 บ่อทราย Sand pit
		M 304 บ่อดิน Soil pit
M 4	อื่นๆ	M 401 นาเกลือ Salt flat
	Other	M 402 หาดทราย Beach
		M 403 ที่หินโผล่ Rock out
		crop
		M 404 ที่ทิ้งขยะ Garbage dump
		M 405 พื้นที่ถม Landfill

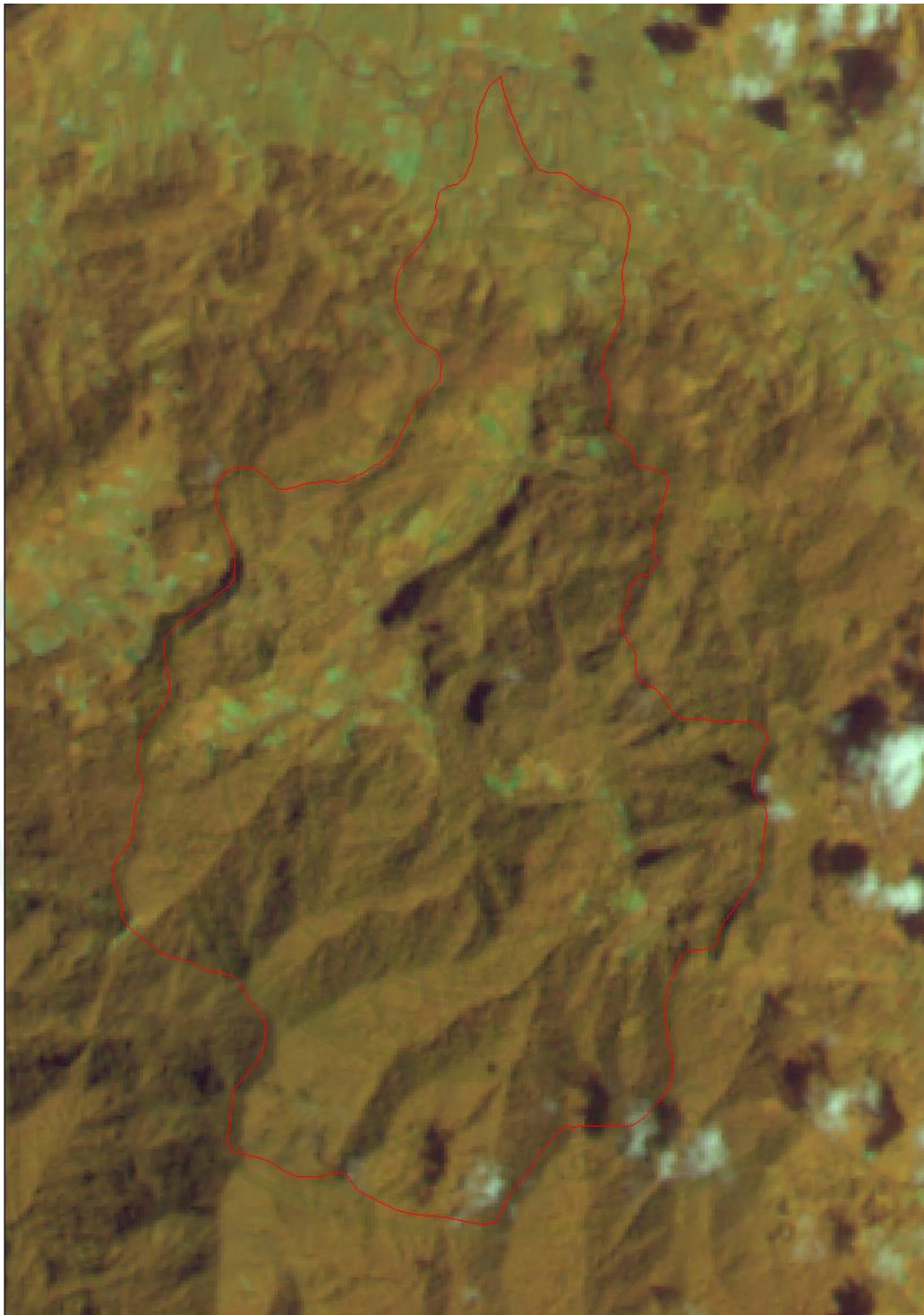
ที่มา: สุเทพ (2554)





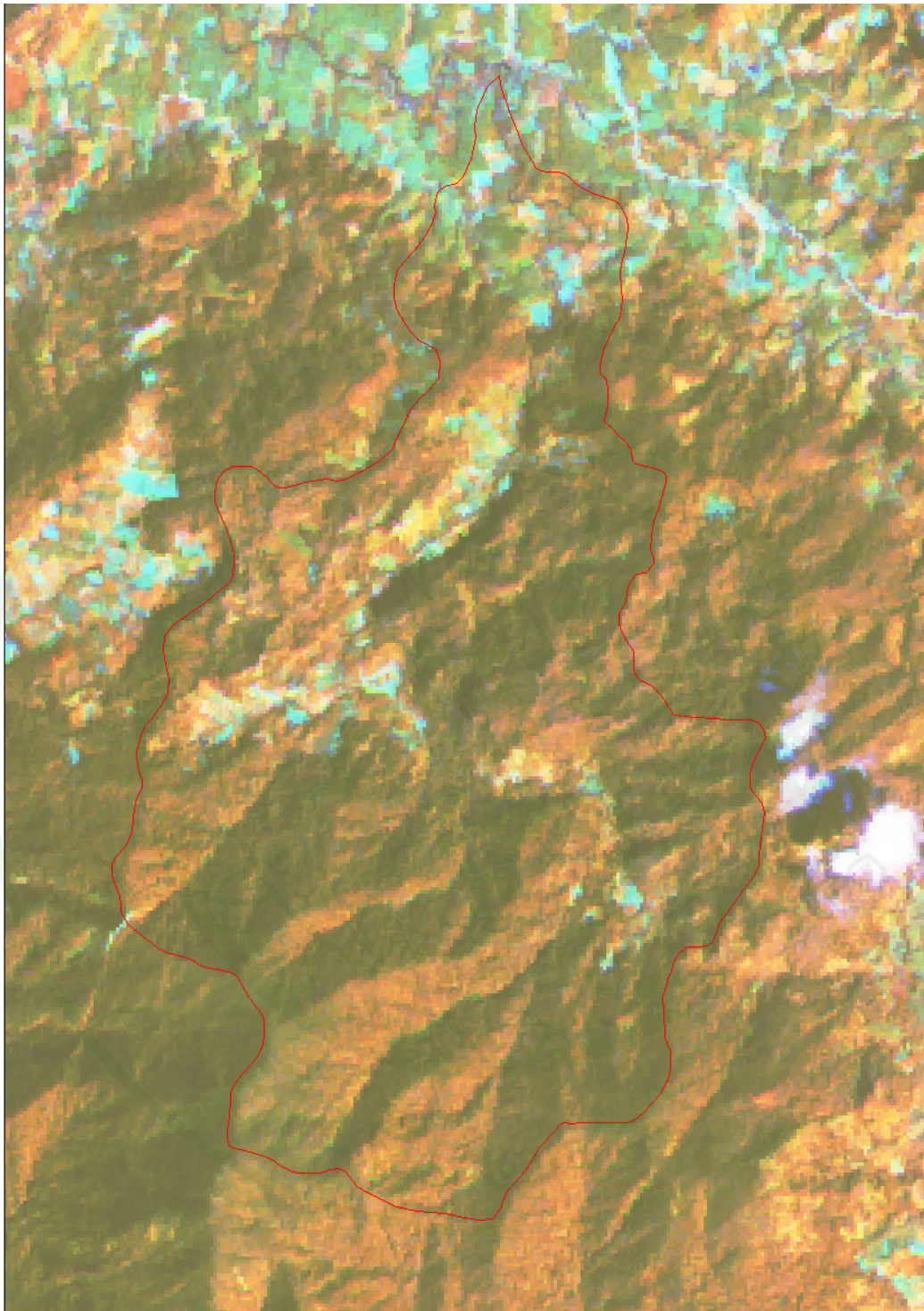
ภาพผนวกที่ ข1 แผนที่ภูมิประเทศลุ่มน้ำคลองคราม

ที่มา: กรมแผนที่ทหาร (2543)



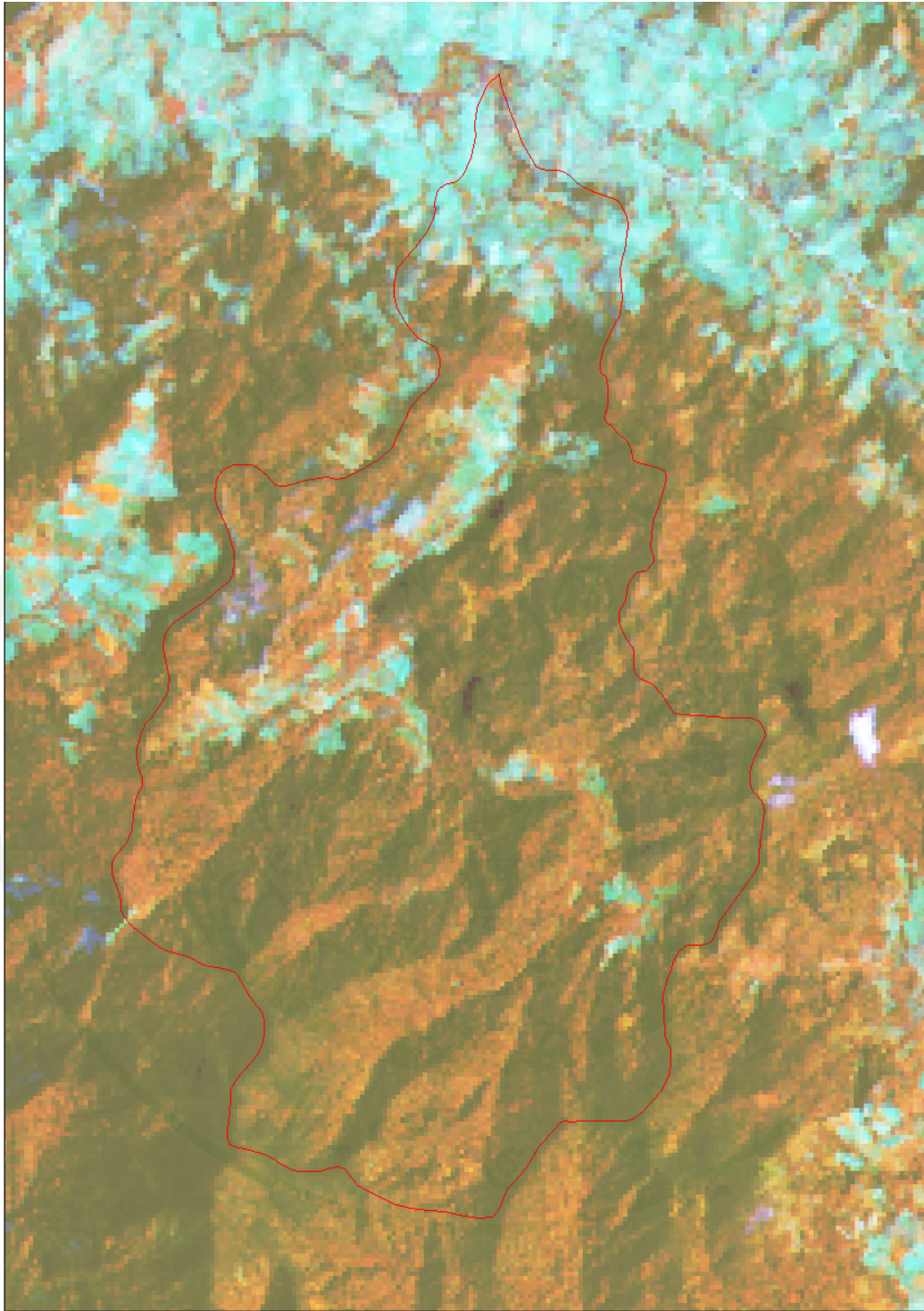
ภาพผนวกที่ ข2 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 TM ณ บ้านน้ำถ้ำ ตำบลท่าอุแท
อำเภอกาญจนาดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2543

ที่มา: กรมป่าไม้



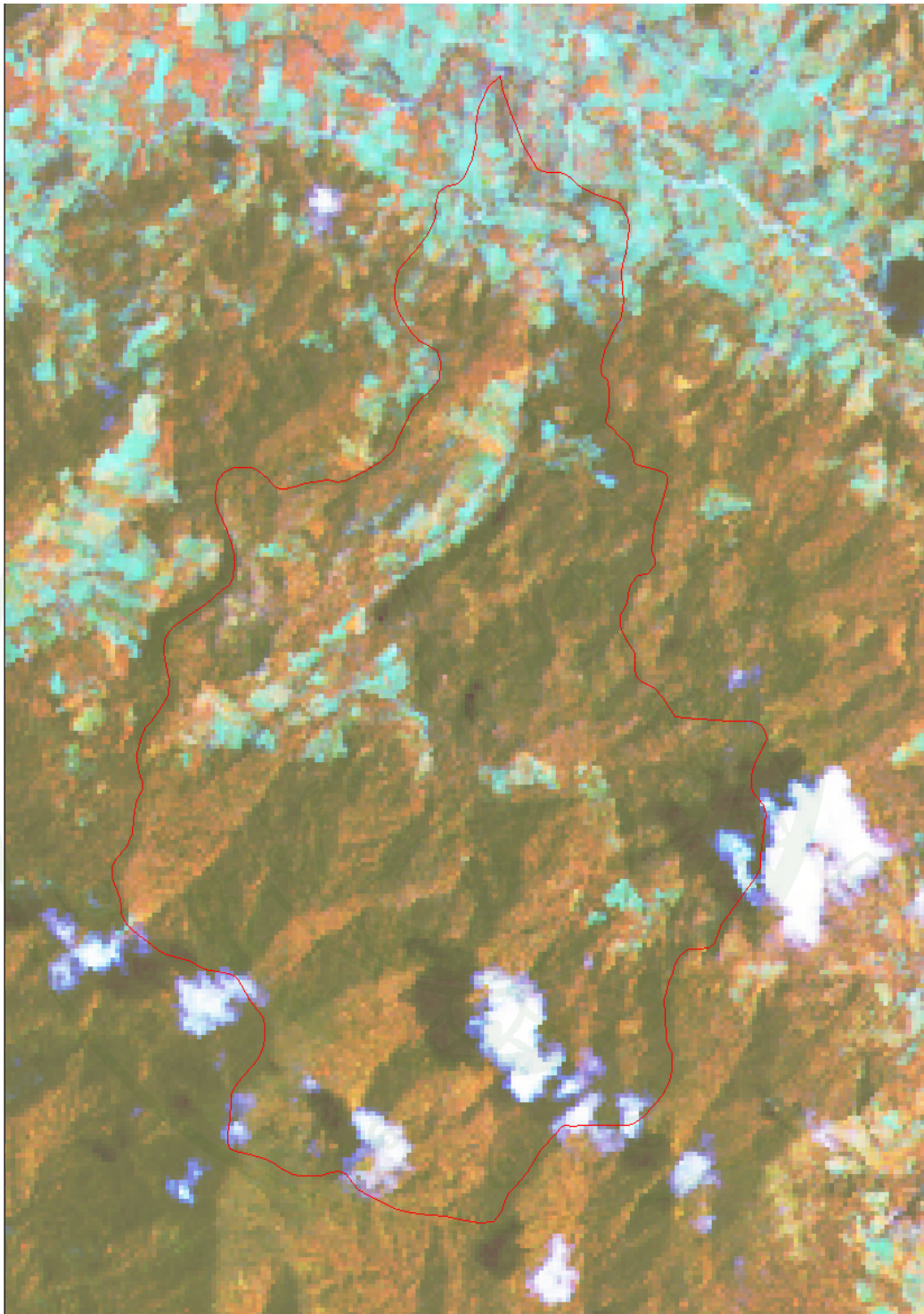
ภาพผนวกที่ ข3 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 TM ณ บ้านน้ำถ้ำ ตำบลท่าอุแท
อำเภอกาญจนาดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2546

ที่มา: กรมป่าไม้



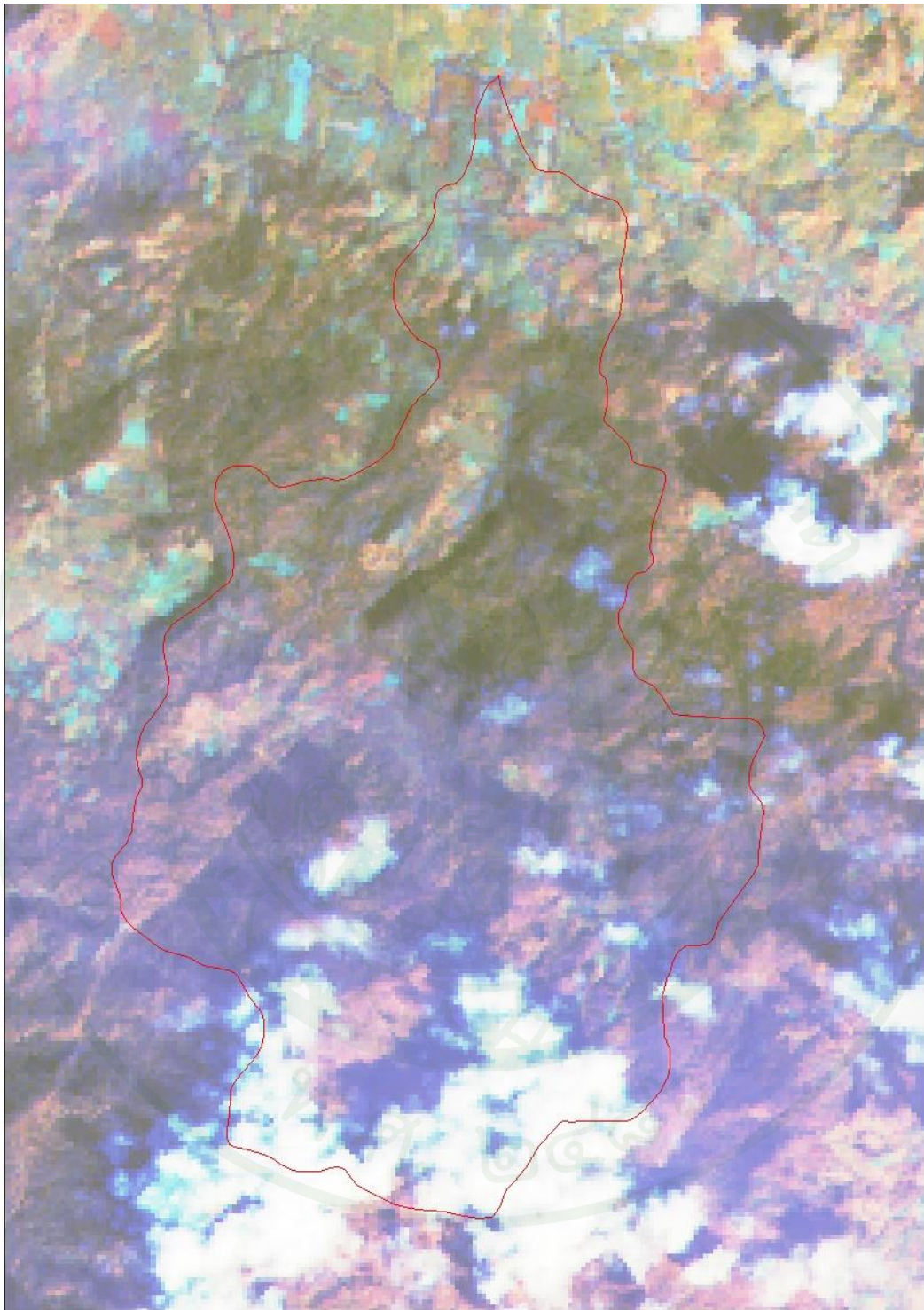
ภาพผนวกที่ ข4 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 TM ณ บ้านน้ำถ้ำ ตำบลท่าอุแท
อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2548

ที่มา: กรมป่าไม้



ภาพผนวกที่ ข5 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 TM ณ บ้านน้ำถ้ำ ตำบลท่าอุแท
อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2550

ที่มา: กรมป่าไม้



ภาพผนวกที่ ข6 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 TM ณ บ้านน้ำถ้ำ ตำบลท่าอุแท
อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ.2553

ที่มา: กรมป่าไม้



ภาพผนวกที่ ข7 พื้นที่การศึกษา จาก Google Earth ปี พ.ศ.2553



ภาพผนวกที่ ข8 พื้นที่การศึกษา จาก Google Earth ปี พ.ศ.2556



ตารางผนวกที่ ค1 ตำแหน่งพิทักษ์การเก็บตัวอย่างดิน ณ หมู่บ้านหน้าถ้ำ

ตำแหน่ง	พื้นที่	X	Y
จุดจอตกรด	สวนผสม (มะละกอ,กล้วย,ทุเรียน)	579267	993785
SR1 ขวา บน	ยางพารา	579405	993847
SR1 ขวา กลาง	ยางพารา	579436	993870
SR1 ขวา ล่าง	ยางพารา	579473	993946
SR1 ซ้าย บน	สวนผลไม้ (ทุเรียน)	579588	993926
SR1 ซ้าย กลาง	สวนผลไม้ (ทุเรียน)	579586	993931
SR1 ซ้าย ล่าง	สวนผลไม้ (ทุเรียน)	579566	993930
บ้านพี่ด้วง	บ้าน	578240	997236
SR2 ขวา บน	ยางพารา	579094	995022
SR2 ขวา กลาง	ยางพารา	579044	995033
SR2 ขวา ล่าง	ยางพารา	579027	995041
SR2 ซ้าย บน	ป่า	578887	994955
SR2 ซ้าย กลาง	ป่า	578891	994989
SR2 ซ้าย ล่าง	ป่า	578934	995002
SR4 ขวา บน	ยางพารา	577215	996134
SR4 ขวา กลาง	ยางพารา	577256	996149
SR4 ขวา ล่าง	ยางพารา	577308	996162
SR4 ซ้าย บน	ไร่สวนผสม (ทุเรียน มะเขือพวง กล้วย)	577309	996007
เกษตรกรรมเก่า	ยางพารากกล้วย ทุเรียนป่า	577234	995971
SR4 ซ้าย กลาง	ไร่สวนผสม (ทุเรียน มะเขือพวง กล้วย)	577307	996032
SR4 ซ้าย ล่าง	ไร่สวนผสม (ทุเรียน มะเขือพวง กล้วย)	577331	996066
SR5 ขวา บน	ไม้ผล (ทุเรียน)	578573	997393

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

ตำแหน่ง	พื้นที่	X	Y
SR5 ขวา กลาง	ไม้ผล (มังคุด ทุเรียน)	578596	997402
SR5 ขวา ล่าง	ไม้ผล (มังคุด ทุเรียน)	578582	997425
SR5 ซ้าย บน	สวน (ทุเรียน)	578555	997353
SR5 ซ้าย กลาง	ไร่สวนผสม (ทุเรียน พลู่ มังคุด)	578505	997342
SR5 ซ้าย ล่าง	หมากมะพร้าว	578506	997328
SR6 ขวา ล่าง	ยางพารา	578864	998228
SR6 ขวา กลาง	ยางพารา	578891	998230
SR6 ขวา บน	ยางพารา	578942	998213
SR6 ซ้าย กลาง	ปาล์มน้ำมัน	578586	999198
SR6 ซ้าย บน	ปาล์มน้ำมัน	578600	999182
SR6 ซ้าย ล่าง	ปาล์มน้ำมัน	578613	999241

ตารางผนวกที่ ค2 ตำแหน่งพิกัดการเก็บตัวอย่างน้ำ ณ หมู่บ้านหน้าถ้ำ

ตำแหน่ง	พื้นที่	X	Y
SW1	ห้วยผีตู	579330	994316
SW2	ห้วยตาซาดิ	578974	994939
SW3	คลองคราม	577868	995330
SW4	ห้วยโคน โกโก้	577333	996100
SW5	คลองคราม	577436	996395
SW6	คลองย่อย	578490	997403
SW7	คลองคราม	578577	997850
SW8	คลองคราม	578816	998225
SW9	คลองคราม	578438	1000307

ตารางผนวกที่ ๓๓ ตำแหน่งพิกัดบ้าน ณ หมู่บ้านหน้าถ้ำ

ลำดับ	X	Y
1	579264	993782
2	579445	994117
3	579391	994090
4	579376	994094
5	579194	994587
6	579187	994597
7	579173	994776
8	579115	994934
9	579014	994977
10	579001	995059
11	578526	995035
12	577880	995365
13	577836	995424
14	577851	995515
15	577571	995650
16	577398	995735
17	577385	995806
18	577260	995974
19	577338	996221
20	577338	996221
21	577354	996305
22	577591	996523
23	577984	996818
24	578147	997021
25	578183	997048
26	578172	997063
27	578203	997069

ตารางผนวกที่ ค3 (ต่อ)

ลำดับ	X	Y
28	578206	997180
29	578252	997236
30	578255	997237
31	578303	997266
32	578337	997293
33	578348	997340
34	578391	997376
35	578417	997403
36	578415	997411
37	578449	997441
38	578478	997471
39	578500	997485
40	578519	997515
41	578531	997531
42	578509	997626
43	578514	997679
44	578528	997738
45	578527	997780
46	578705	998060
47	578781	998176
48	578971	998694

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวณัฐนิชา ผ่องพุฒิ
เกิดวันที่	25 กรกฎาคม พ.ศ. 2532
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต บางเขน
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนศึกษาที่ได้รับ	1. โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อม แหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มูลนิธิชัยพัฒนา 2. โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาการแก้ไขปัญหาดินถล่ม บนพื้นที่สูงชัน (มูลนิธิชัยพัฒนา) 3. กลุ่มวิจัยวิทยาศาสตร์ชุมชนเชิงนิเวศ ภาควิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์