

การประเมินค่าการสูญเสียดินด้วยเครื่องมือวัดการพังทลายของดิน แนวตั้ง : แนวทางการจัดการป่าไม้แบบยั่งยืน

ESTIMATION OF SOIL LOSS BY USING EROSION BRIDGE : A GUIDE TO SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT

วีระภาส คุณรัตนศิริ¹

Weeraphart Khunrattanasiri¹

ABSTRACT

Soil loss estimation by using erosion bridge to be used as a guide to sustainable forest management was conducted in Huai Nam Gud, Khunkong Watershed Research Station, Chiangmai. The estimation of soil loss in each land use type was done, including, shifting cultivation, natural pine forest, pine forest plantation, filled side-slope and forest road to indicate sustainable forest management.

The results indicated that shifting cultivation have the highest monthly soil surface change of 34.018 millimeters. Forest road, pine forest plantation, natural pine forest and filled side-slope had monthly soil surface change of 21.134, 11.371, 4.741 and 4.326 millimeters respectively. Sediment delivery ratio of Huai Nam Gud Watershed was 0.263. On site erosion was 9.441 tonnes/rai/month and off site erosion was 2.481 tonnes/rai/month. Shifting cultivation produced the most annual soil loss of 58.674 tonnes/rai/year. Forest road, pine forest plantation and natural pine forest had annual soil loss of 29.216, 15.992 and 9.406 tonnes/rai/year.

Reforestation in bare land and degenerated forest can reduce soil loss and eventually recovered to natural forest. Agro-forestry system is an option which could be applied in soil and water conservation practices in order to promote the forest plantations in combination with agricultural crops.

บทคัดย่อ

การประเมินค่าการสูญเสียดินด้วยเครื่องมือวัดการพังทลายของดินแนวตั้ง (erosion bridge) เพื่อหาแนวทางการจัดการป่าไม้แบบยั่งยืนนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลบริเวณลุ่มน้ำห้วยน้ำกุด สถานีวิจัยลุ่มน้ำขุนคอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการสูญเสียดินในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ พื้นที่ไร่เลื่อนลอย ป่าสนธรรมชาติ สวนป่าสนสามใบ ไร่ทาง และถนนป่าไม้

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าไร่เลื่อนลอยเป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือนมากที่สุด 34.018 มิลลิเมตร รองลงมาคือพื้นที่ถนนป่าไม้ สวนป่าสนสามใบ ป่าสนธรรมชาติและไร่ทาง โดยมีค่า 21.134, 11.371, 4.741 และ 4.326 มิลลิเมตร ตามลำดับ สัดส่วนการเคลื่อนย้ายตะกอนพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำกุดมีค่า 0.263 ปริมาณตะกอนที่สูญเสียออกจากพื้นที่มีค่า 9.441 ตัน/ไร่/เดือน และปริมาณตะกอนวัดได้บริเวณเขื่อนวัดน้ำมีค่า 2.481 ตัน/ไร่/เดือน ปริมาณการสูญเสียดินรายปี พบว่าไร่เลื่อนลอยเป็นรูปแบบการใช้

¹ ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ประโยชน์ที่ดินที่มีการสูญเสียดินมากที่สุด 58.674 ดัน/ไร่/ปี รองลงมาคือพื้นที่ถนนป่าไม้ สวนป่าสนสามใบและป่าสนธรรมชาติ โดยมีการสูญเสียดิน 29.216, 15.992 และ 9.406 ดัน/ไร่/ปี ตามลำดับ

การปลูกป่าเสริมในพื้นที่ว่างเปล่าและพื้นที่เสื่อมโทรมสามารถลดการสูญเสียดินลงได้และในไม้ชำสามารถฟื้นตัวเป็นป่าธรรมชาติได้ ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ป่าธรรมชาติมีการสูญเสียดินออกจากพื้นที่น้อยที่สุด การใช้ระบบวนเกษตรในการอนุรักษ์ดินและน้ำ เป็นอีกมาตรการหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้มีการปลูกป่าร่วมกับพืชเกษตรควบคู่กันไป

คำนำ

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติอย่างหนึ่งที่อำนวยประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ให้แก่มนุษย์ชาติมากมายหลายประการ นับตั้งแต่การรักษาคุณค่าธรรมชาติ ควบคุมสภาพดินฟ้าอากาศให้อยู่ในสภาพปกติ รวมทั้งเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่ให้นมนุษย์ได้บริโภคใช้สอยและประกอบอาชีพด้านการทำไม้ การเก็บหาของป่า การขนส่ง การอุตสาหกรรม การผลิตไม้แปรรูปและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ใช้วัตถุจากไม้และของป่า ตลอดจนการส่งจำหน่ายเป็นรายได้แก่ประชาชนและประเทศชาติอีกทางหนึ่ง แต่ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา การเพิ่มผลผลิตและรายได้ของประเทศมาจากการขยายพื้นที่เพาะปลูกมากกว่าการเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากรายชื่อยากจนขาดที่ดินทำกิน เกิดภาวะการอดอยาก ความต้องการที่ดินทำกินและที่อยู่อาศัย การเพิ่มจำนวนของประชากรอย่างรวดเร็ว ในขณะที่เดียวกันพื้นที่ทำกินมีอยู่เพียงจำกัด การอพยพโยกย้ายของประชากรจึงมีการรุกเข้าไปตั้งถิ่นฐานอยู่กระจัดกระจายในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ก่อให้เกิดการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธารทางภาคเหนือของประเทศ ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญ จากสถิติการป่าไม้ปี พ.ศ.2538 พบว่าพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยเหลืออยู่เพียง 131,485 ตารางกิโลเมตรหรือคิดเป็น 25.62% ของเนื้อที่ทั้งหมดของประเทศ (กรมป่าไม้, 2539) การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทอื่นๆ โดยขาดการอนุรักษ์หน้าดินซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ด้วยธาตุอาหารของพืชจะทำให้เกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน และดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่ออัตราการชะล้างพังทลายของดินมีอยู่หลายประการด้วยกัน เช่น ปัจจัยเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศ ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ ปัจจัยเกี่ยวกับพืชพรรณ ปัจจัยเกี่ยวกับดิน และปัจจัยอันเกิดจากมนุษย์ (นิพนธ์, 2527) ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการสูญเสียโครงสร้างและความสมบูรณ์ของผิวน้ำดิน เมื่อหน้าดินอันอุดมสมบูรณ์เหล่านี้ถูกเคลื่อนย้ายไปจากที่เดิม โดยการกระทำจากปัจจัยดังกล่าว ทำให้พื้นที่นั้นขาดธาตุอาหารซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้พืชเจริญเติบโต เป็นเหตุให้ผลผลิตตกต่ำ รายได้ภาคการเกษตรลดลง เกิดภาวะหนี้สินและเกิดปัญหาอื่นๆ ที่มีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกกลุ่มน้ำห้วยน้ำกุด ในพื้นที่สถานีวิจัยลุ่มน้ำขุนทอง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพื้นที่ตัวอย่างเพื่อศึกษาหาผลกระทบที่เกิดจากการจัดการป่าไม้รูปแบบต่างๆ ในแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้เครื่องมือวัดการพังทลายของดินแนวตั้งเพื่อหาค่าการสูญเสียดินแนวตั้ง เนื่องจากการสูญเสียดินเป็นปัจจัยชี้้นำการจัดการป่าไม้แบบยั่งยืนอีกประเภทหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อศึกษาหารูปแบบการจัดการป่าไม้ที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาพื้นที่แบบยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาการสูญเสียดินในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากเครื่องมือวัดการพังทลายของดินแนวคัง (erosion bridge)
2. เพื่อศึกษาหารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สอดคล้องกับหลักการจัดการป่าไม้แบบยั่งยืน
3. เพื่อนำเสนอข้อมูลพื้นฐานและแนวทางที่เหมาะสมในการวางแผนการจัดการพื้นที่และพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

พื้นที่ศึกษา

ที่ตั้งและอาณาเขต

ลุ่มน้ำห้วยน้ำกัศมีขนาดพื้นที่ 738.72 ไร่ มีอาณาเขตอยู่ในสถานีวิจัยลุ่มน้ำขุนทอง ตั้งอยู่ในบริเวณตำบลทุ่งข้าวพวง ตำบลเมืองยาง อำเภอเขียงคาว และตำบลเมืองแหง อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่ อยู่ระหว่างเส้นแวงที่ $98^{\circ} 43' - 98^{\circ} 54' E$ และเส้นรุ้งที่ $19^{\circ} 25' - 19^{\circ} 35' N$

ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นภูเขาสูงชัน สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1,200-1,700 เมตร ยอดคอกที่สำคัญได้แก่ คอยกำพร้าว คอยแม่แต และคอยลาวและคอยจ๊กจ้อง ภูเขาส่วนใหญ่เป็นภูเขาหินจึงมีการชะล้างพังทลายสูง มีพื้นที่ค่อนข้างราบภายในหุบเขาและบริเวณสองฝั่งลำธาร บางบริเวณเป็นพื้นที่ค่อนข้างราบยาวไปตามแนวลำห้วยสลับกับพื้นที่เนินเขาสูงๆ ต่ำๆ มีหินโผล่ ภูเขาสูงบริเวณนี้เป็นแหล่งต้นกำเนิดของแม่น้ำลำธารหลายสาย โดยมีลำน้ำแม่ทองเป็นลำน้ำสำคัญไหลผ่านบริเวณตอนกลางของพื้นที่ซึ่งแยกออกเป็น 2 สายด้วยกันคือ ลำน้ำทองแงงขาวและลำน้ำทองแงงซ้าย ลำธารมีลักษณะเป็นแบบ Dendritic pattern

ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลักษณะทางธรณีวิทยามีบริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำขุนทอง สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ทางตอนเหนือและตะวันตกของพื้นที่เป็นหินชั้น และหินแปรหน่วยหินตะนาวศรี ในยุคไซลูเรียนดีโวเนียนและตอนล่างคาร์บอนิฟอรัส หน่วยหินแก่งกระจานประกอบด้วยหินดินดานสีเทาเข้มหรือหินชนวนหรือหินทรายสีจาง เนื้อปนด้วยกรวดของแร่ควอตซ์ ยังมีซากสัตว์ในยุคดีโวเนียนและคาร์บอนิฟอรัสปนอยู่ด้วย และส่วนที่สองทางใต้และตะวันออกบริเวณลุ่มน้ำแม่ทองเป็นหินอัคนี พวกหินแกรนิตและหินไดโอไรท์ ซึ่งเกิดในยุคไครแอสสิก

ลักษณะทางปฐพีวิทยา

สภาพพื้นที่เป็นแบบพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (slope complex) โดยทั่วไปมีความลาดเอียงตั้งแต่ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ประกอบไปด้วยดินหลายชนิด มีทั้งดินลึกและดินตื้น บางแห่งมีก้อนกรวดหินปะปนอยู่ในเนื้อดินหรือกระจัดกระจายอยู่ตามผิวดิน มีการระบายน้ำดีจนถึงมีการระบายน้ำมากเกินไป ลักษณะเนื้อดินเป็นดินลึกหรือค่อนข้างลึก มีสีค่อนข้างซีดหรือสีแดงจัดและมีปฏิกิริยาเป็นกรด ในบริเวณที่มีความลาดชัน หรือลาดเขาด้านลงจะพบดินพวก Reddish brown lateritic soil ในบริเวณที่สูงขึ้นไปอีกจะเป็นพวก Red yellow podzolic soil ซึ่งจะมีอัตราการพังทลายสูง และหน้าดินตื้น ส่วนในบริเวณที่ต่ำลงมาทางหุบเขาจะเป็นดินพวก Alluvial soil เป็นดินที่เกิดจากการที่น้ำและลมพัดพาเม็ดเซาะ พังทลายผิวหน้าดินจากพื้นที่ที่อยู่สูงกว่าลงมากลายเป็นดินซึ่งจะมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำจะมีหินแกรนิต (Granite) ซึ่งสลายตัวเป็นดินที่มีสภาพเป็นกรด ไม่เหมาะสมต่อการทำการเกษตรนอกจากสวงวน

ไว้เป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีหินทรายแข็ง และหินดินดานปะปนอยู่โดยทั่วไป

ระยะเวลาทำการศึกษา

ทำการเก็บข้อมูล ในระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2541 และทำการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2541 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2542

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ในสำนักงาน

1. แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ระยะเวลาที่ 4748II
2. ภาพดาวเทียม Landsat ระบบ TM Path 131 Row 047 ถ่ายทำเมื่อวันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2539

3. แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1:50,000 ถ่ายทำเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2538
4. ระบบคอมพิวเตอร์
5. โปรแกรม IDRISI 2.0 for Windows

อุปกรณ์ในสนาม

1. เครื่องมือวัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Global positioning system)
2. เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบอัตโนมัติ
3. เครื่องมือวัดการพังทลายของดินแนวตั้ง (Erosion bridge) เป็นเครื่องมือวัดการเปลี่ยนแปลงของผิวดินในแนวตั้ง โดยมีลักษณะเป็นคานเหล็กตัน ยาว 3 เมตร บนสันของคานเหล็กหมายถึงจุดไว้ห่างกันจุดละ 10 เซนติเมตร จำนวน 28 จุด เริ่มตั้งแต่ปลายด้านหนึ่งจนถึงสิ้นสุดที่บริเวณปลายอีกด้านหนึ่ง ขณะทำการวัด วาง Erosion bridge บนหลักอลูมิเนียมที่ปักไว้คงที่ 2 หลัก บริเวณหัวท้ายของคานเหล็ก (Figure 1 และ Figure 2)

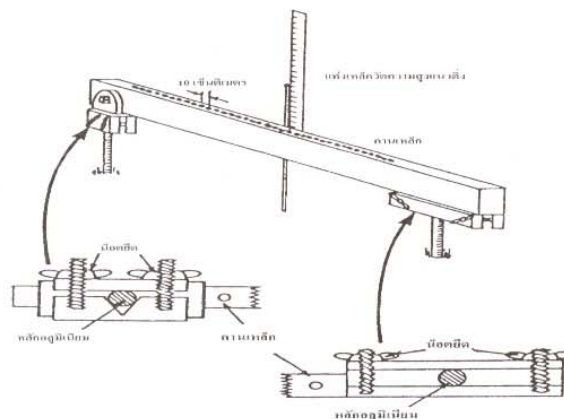


Figure 1. Detailed structure of Erosion bridge equipment

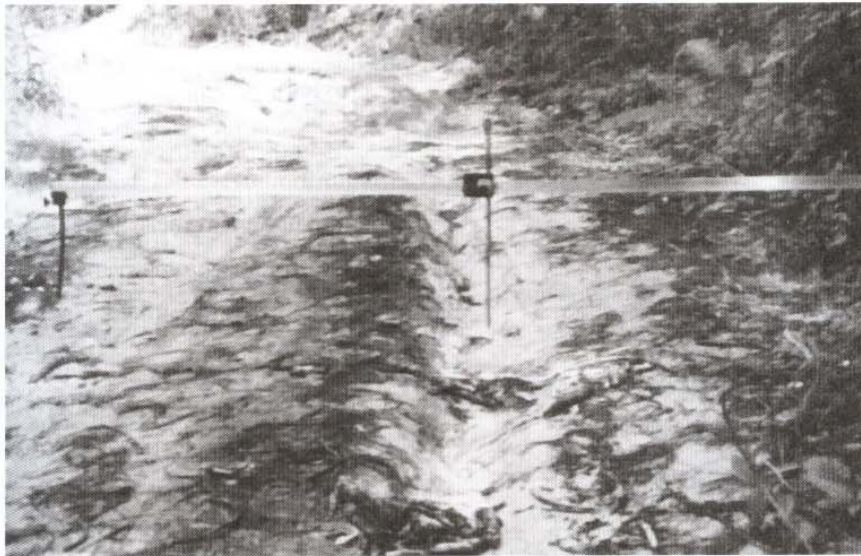


Figure 2. Vertical soil loss measurement on forest road by using erosion bridge

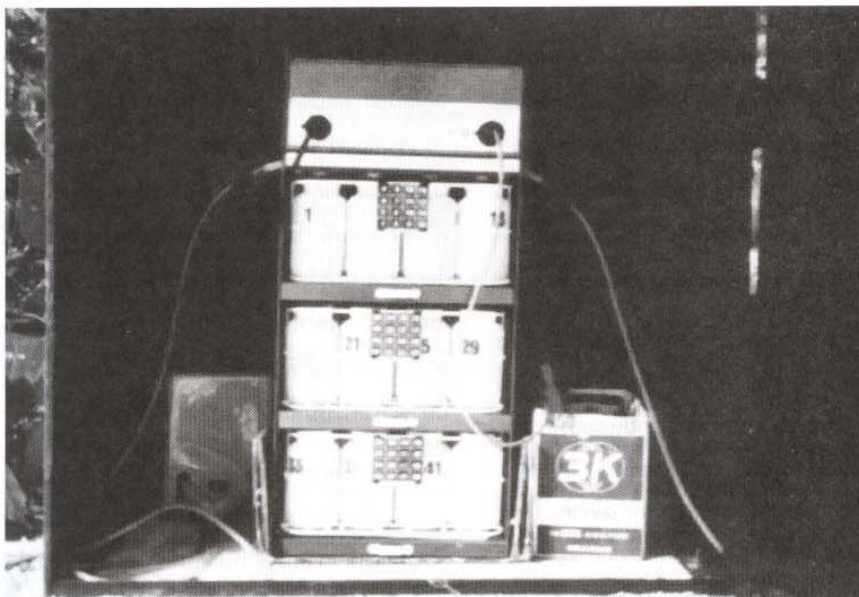


Figure 3. Sediment sampler

4. เครื่องมือสูมตัวอย่างตะกอนแขวนลอย (Sediment sampler) เป็นเครื่องมือวัดปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ตัวเครื่องสามารถตั้งเวลาในการเก็บข้อมูลได้ ตัวอย่างตะกอนแขวนลอยที่ได้จะถูกดูดขึ้นมาจากลำน้ำด้วยเครื่องปั้มน้ำมาบรรจุไว้ในขวดพลาสติกปริมาตร 1 ลิตร ซึ่งมีจำนวน 48 ขวด หมุนเวียนจนครบทุกขวด แล้วจึงทำการเปลี่ยนขวดพลาสติกใหม่ (Figure 3)

5. อุปกรณ์บันทึกข้อมูลอัตโนมัติ (Data logger)

6. อุปกรณ์โอนถ่ายข้อมูล (Organizer)

วิธีการ

การจัดเตรียมแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม

1. ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาแก้ไขความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต ด้วยวิธี nearest neighbor แบบ quadratic โดยนำแผนที่ภูมิประเทศบริเวณสถานที่ศึกษา มาหาจุดควบคุมภาคพื้นดิน เช่น สบห้วยหรือจุดตัดถนน จากนั้นป้อนตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดินที่อ่านได้ลงในภาพถ่ายดาวเทียม คำนวณหาค่า root mean square error

2. จำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน และคำนวณหาเนื้อที่ โดยนำภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ที่ผ่านการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงภูมิศาสตร์แล้วมาสร้างภาพสีผสมเท็จ (false color composit) แบนด์ 3, แบนด์ 5 และแบนด์ 4 จำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้โปรแกรม IDRISI ด้วยวิธี supervised classification แบบ maximum likelihood กำหนด training area เป็นตัวแทนค่าการสะท้อนแสงของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท โดยอาศัยข้อมูลจากการสำรวจพื้นที่เบื้องต้นและการตีความภาพถ่ายทางอากาศด้วยสายตา จากนั้นคำนวณหาเนื้อที่ในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การสำรวจเก็บข้อมูลในภาคสนาม

1. การวัดค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือน

เลือกพื้นที่ติดตั้ง erosion bridge โดยอาศัยข้อมูลจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์และการแปลภาพถ่ายทางอากาศด้วยสายตา จากนั้นจึงกำหนดเส้นแนวที่วัดค่าการพังทลาย โดยคำนึงถึงความสะดวกในการเข้าถึงพื้นที่ ในแต่ละพื้นที่ติดตั้ง erosion bridge 4 แนว (ยกเว้นพื้นที่ถนนป่าไม้และไหล่ทาง รูปแบบละ 36 แนว) โดยวางแนวจากบริเวณที่สูงที่สุดของพื้นที่ แล้วไล่ลงมาถึงจุดต่ำสุดโดยพิจารณาจากจุดเปลี่ยนความลาดเอียงและความต่อเนื่องของพื้นที่เป็นหลัก เมื่อได้แนวที่วัดค่าการพังทลายแล้วทำการตกแต่งอูมเนียมทรงกลม 2 แท่งให้ห่างกัน 3 เมตร เพื่อใช้สำหรับวาง erosion bridge ขณะทำการวัด บันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้ง ในแต่ละจุดบนคานอูมเนียม โดยวัดทั้งหมด 28 ครั้ง แต่ละครั้งวัดห่างกัน 10 เซนติเมตร เริ่มตั้งแต่ปลายด้านซ้ายสุดของเครื่องมือมาทางด้านขวาสุด พร้อมทั้งบันทึกจุดติดตั้งเครื่องมือเป็นพิคกิ้งแผนที่ โดยใช้เครื่องวัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ โดยก่อนทำการวัดต้องกำจัดสิ่งปกคลุมดินออกให้หมดเสียก่อน เพื่อให้ค่าที่ได้เป็นค่าความสูงจาก erosion bridge ถึงผิวดินทุกครั้ง การบันทึกข้อมูลในแต่ละแนวจะทำการบันทึกข้อมูลห่างกันทุกๆ 1 เดือน

2. การวัดระดับน้ำ

ติดตั้งเครื่องมือวัดระดับน้ำอัตโนมัติในบ่อน้ำนิ่งบริเวณเขื่อนวัดน้ำ เพื่อเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงของน้ำในลำน้ำ ข้อมูลจะถูกบันทึกลงในอุปกรณ์บันทึกข้อมูลอัตโนมัติ ทำการถ่ายข้อมูลจากอุปกรณ์บันทึกข้อมูลอัตโนมัติส่งสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกๆ 2 อาทิตย์

3. การวัดตะกอนแขวนลอย

ติดตั้งเครื่องมือสูบน้ำตัวอย่างตะกอนแขวนลอย บริเวณเหนือเขื่อนวัดน้ำเล็กน้อย โดยตั้งเวลาในการดูดตัวอย่างน้ำในช่วงที่ระดับน้ำเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง ตัวอย่างน้ำจะถูกดูดมาเก็บไว้ในขวดพลาสติก เมื่อตัวอย่างน้ำบรรจุครบทั้ง 48 ขวดแล้วทำการเปลี่ยนขวดบรรจุใหม่ จากนั้นนำตัวอย่างน้ำจากเครื่องมือ sediment sampler มาหาน้ำหนักตะกอนแห้งคือ ปริมาตรน้ำหนึ่งลิตร โดยกรองตะกอนจากตัวอย่างน้ำ โดยใช้กระดาษกรอง อบตะกอนจนแห้งสนิทและชั่งน้ำหนัก

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การสูญเสียดิน

1) หาค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งในแต่ละเดือน ในแต่ละ erosion bridge จากนั้นหาความแตกต่างระหว่างค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) และการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งที่ลดลง (ค่าลบ) ในแต่ละ erosion bridge จากนั้นหาค่าเฉลี่ยความแตกต่างในแต่ละ erosion bridge ในแต่ละเดือนเป็นค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งรายเดือนในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2) ค่าปริมาณการสูญเสียดินต่อพื้นที่ โดยนำค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินในแนวโค้งรายเดือนคูณด้วยเนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท หลังจากนั้นนำค่าที่ได้คูณด้วยค่า bulk density ของดินและจำนวนพื้นที่ในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้ จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม เป็นปริมาณการสูญเสียดินต่อหน่วยพื้นที่

3) ค่าอัตราส่วนการเคลื่อนย้ายตะกอน (sediment delivery ratio) โดยนำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำที่เก็บรวบรวมมาจากเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม มาเลือกหา

ข้อมูลระดับน้ำที่ตกอยู่ในช่วงที่ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้น โดยดูจากส่วนขึ้นของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเวลา หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลตะกอนที่เก็บได้ในช่วงเวลาเดียวกันจากเครื่องสูบน้ำตัวอย่างตะกอนแขวนลอย โดยใช้สูตร (Thammincha และ คณะ , 1999)

$$Q_s = 0.0864 \times Q \times Ct$$

เมื่อ Q_s = ปริมาณตะกอนแขวนลอย (ตัน/วัน)

Q = ปริมาณน้ำ (เซนติเมตร)

Ct = ความหนาแน่นตะกอนแขวนลอย (มิลลิกรัม/ลิตร)

คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด (coefficient of determination, R^2) เพื่อศึกษาแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลระดับน้ำและข้อมูล ปริมาณตะกอนแขวนลอยแล้วนำค่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณตะกอน มาคาดคะเนตะกอนที่เกิดขึ้นในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม และนำมาหาค่าสัดส่วนการเคลื่อนย้ายตะกอน (sediment delivery ratio : SDR)

$$\text{สัดส่วนการเคลื่อนย้ายตะกอน} = \frac{\text{ปริมาณตะกอนแขวนลอย}}{\text{ปริมาณดินในลุ่มน้ำที่ถูกกัดเซาะ}}$$

ผลและวิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งรายเดือน

การหาค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งรายเดือน โดยทำการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความลึกของผิวดินที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงความลึกของผิวดินที่ลดลง จากจำนวนจุดวัดทั้งสิ้น 28 จุด ในแต่ละ erosion bridge ในพื้นที่ทั้ง 5 รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งรายเดือนของข้อมูลในแต่ละ erosion bridge สรุปได้ดังนี้

ไร่เลื่อนลอย วัดข้อมูลการเปลี่ยนแปลงผิวดิน แนวโค้งด้วย erosion bridge จำนวน 8 แนว โดยแบ่งการวัดข้อมูลออกเป็น 2 พื้นที่ (พื้นที่ละ 4 แนว) เพื่อให้กระจายครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ ปรากฏว่าค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งรายเดือนที่ได้จากการเฉลี่ยค่าการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 28 จุดในแต่ละ erosion bridge ของพื้นที่ไร่เลื่อนลอย มีค่าลบ 7 จุดติดตั้งและมีค่าบวกเพียง 1 จุดติดตั้ง โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มีค่าลบตั้งแต่ -2.429 มิลลิเมตร จนถึง -201.0 มิลลิเมตร การเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มีค่าบวกมีค่า 0.964 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งรายเดือนทั้งหมด 8 จุดติดตั้งมาหาค่าเฉลี่ยรวมทั้งพื้นที่ จะมีค่า -34.018 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ไร่เลื่อนลอยมีการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งในลักษณะสูญเสียดินออกจากพื้นที่ เดือนละ 34.018 มิลลิเมตร (Figure 4)

ป่าสนธรรมชาติ วัดข้อมูลการเปลี่ยนแปลงผิวดิน แนวโค้งด้วย erosion bridge จำนวน 4 จุดติดตั้ง ปรากฏว่าค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งรายเดือนที่ได้จากการเฉลี่ยค่าการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 28 จุดในแต่ละ erosion bridge ของพื้นที่ป่าสนธรรมชาติ มีค่าลบ 3 จุดติดตั้งและมีค่าบวกเพียง 1 จุดติดตั้ง โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มีค่าลบตั้งแต่ -0.536 มิลลิเมตร จนถึง -24.964 มิลลิเมตร การเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มีค่าบวกมีค่า 8.536 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งรายเดือนทั้งหมด 4 จุดติดตั้งมาหาค่าเฉลี่ยรวมทั้งพื้นที่ จะมีค่า -4.741 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าสนธรรมชาติมีการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งในลักษณะสูญเสียดินออกจากพื้นที่ เดือนละ 4.741 มิลลิเมตร (Figure 5)

สวนป่าสนสามใบ วัดข้อมูลการเปลี่ยนแปลงผิวดิน แนวโค้งด้วย erosion bridge จำนวน 8 จุดติดตั้ง โดยแบ่งการวัดข้อมูลออกเป็น 2 พื้นที่ (พื้นที่ละ 4 แนว)

ปรากฏว่าค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งรายเดือนที่ได้จากการเฉลี่ยค่าการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 28 จุดในแต่ละ erosion bridge ของพื้นที่สวนป่าสนสามใบ มีค่าลบ 7 จุดติดตั้งและมีค่าบวกเพียง 1 จุดติดตั้ง โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มีค่าลบตั้งแต่ -1.821 มิลลิเมตร จนถึง -53.750 มิลลิเมตร การเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มีค่าบวกมีค่า 1.821 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งรายเดือนทั้งหมด 8 จุดติดตั้งมาหาค่าเฉลี่ยรวมทั้งพื้นที่ จะมีค่า -11.371 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่า พื้นที่สวนป่าสนสามใบมีการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งในลักษณะสูญเสียดินออกจากพื้นที่ เดือนละ 11.371 มิลลิเมตร (Figure 6)

ไหล่ทาง วัดข้อมูลการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งด้วย erosion bridge จำนวน 36 จุดติดตั้ง เนื่องจากลักษณะพื้นที่มีความขรุขระมาก จึงจำเป็นต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มากขึ้น ตลอดความยาวของพื้นที่ ปรากฏว่าค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งรายเดือนที่ได้จากการเฉลี่ยค่าการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 28 จุดในแต่ละ erosion bridge ของพื้นที่ไหล่ทาง มีค่าลบ 26 จุดติดตั้งและมีค่าบวก 10 จุดติดตั้ง โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มีค่าลบตั้งแต่ -0.5 มิลลิเมตร จนถึง -169.25 มิลลิเมตร การเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มีค่าบวกตั้งแต่ 0.643 มิลลิเมตร จนถึง 69.179 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งรายเดือนทั้งหมด 36 จุดติดตั้งมาหาค่าเฉลี่ยรวมทั้งพื้นที่ จะมีค่า -4.326 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ไหล่ทางมีการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งในลักษณะสูญเสียดินออกจากพื้นที่เดือนละ 4.326 มิลลิเมตร (Figure 7)

ถนนป่าไม้ วัดข้อมูลการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งด้วย erosion bridge จำนวน 36 จุดติดตั้ง เนื่องจากลักษณะพื้นที่มีความขรุขระมาก จึงจำเป็นต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มากขึ้นตลอดความยาวของพื้นที่ ปรากฏว่าค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวโค้งรายเดือนที่

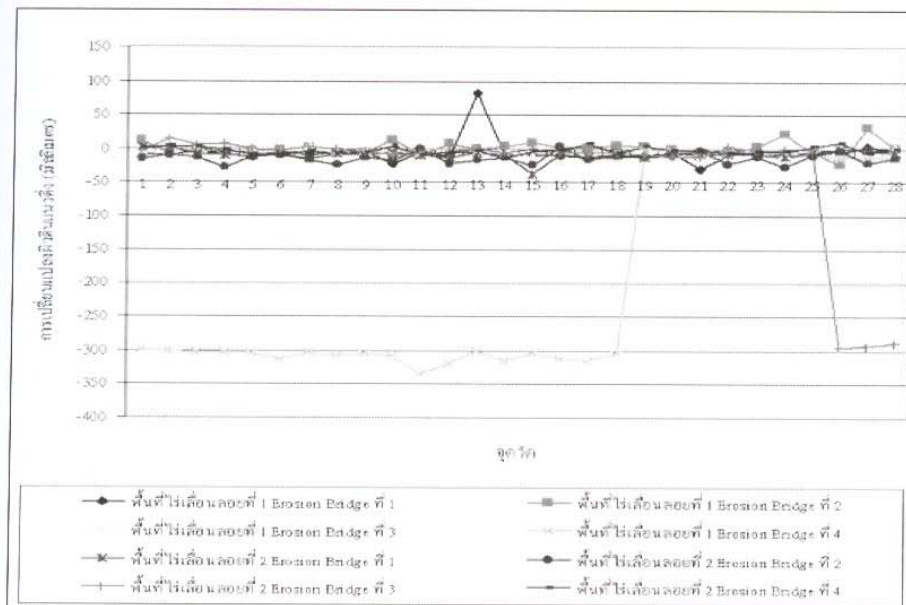


Figure 4. Monthly soil surface changes in shifting cultivation area

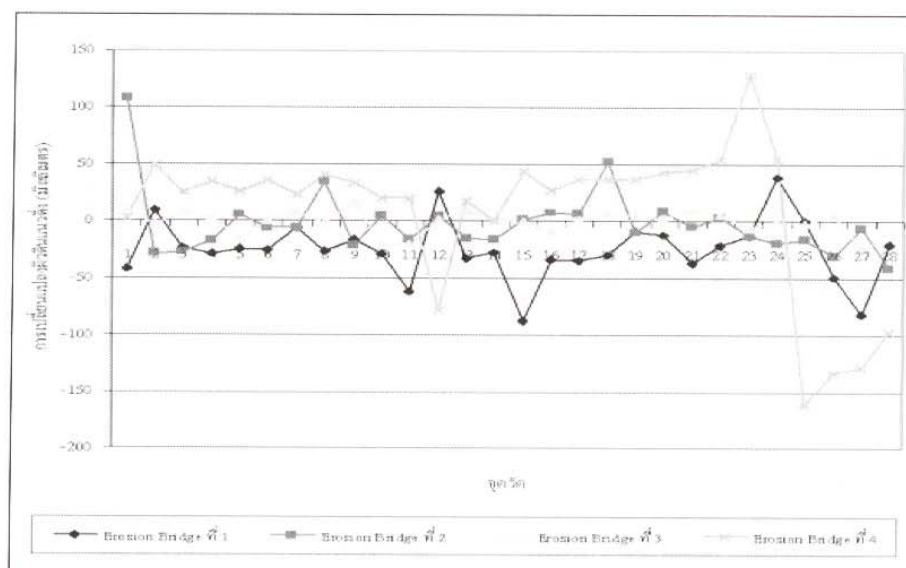


Figure 5. Monthly soil surface changes in natural pine forest

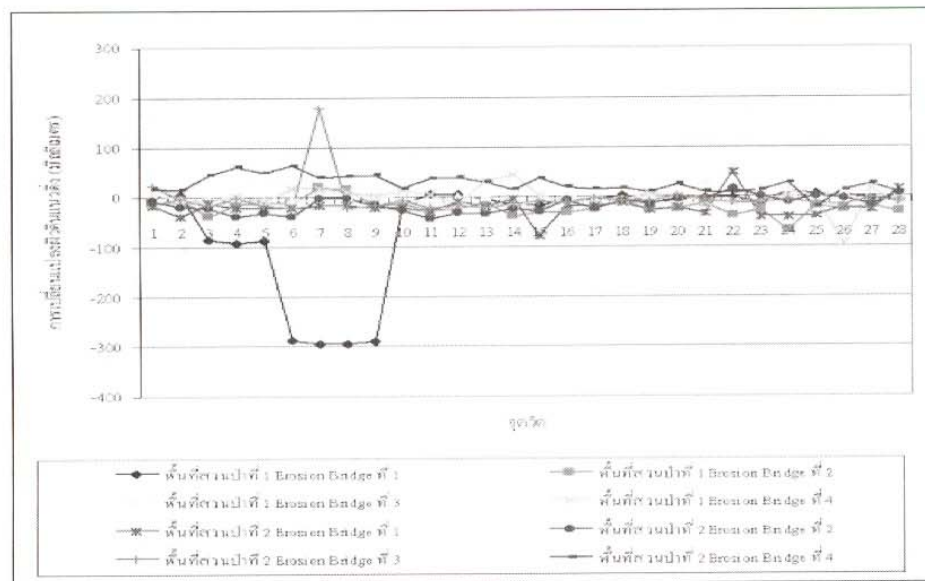


Figure 6. Monthly soil surface changes in pine plantation

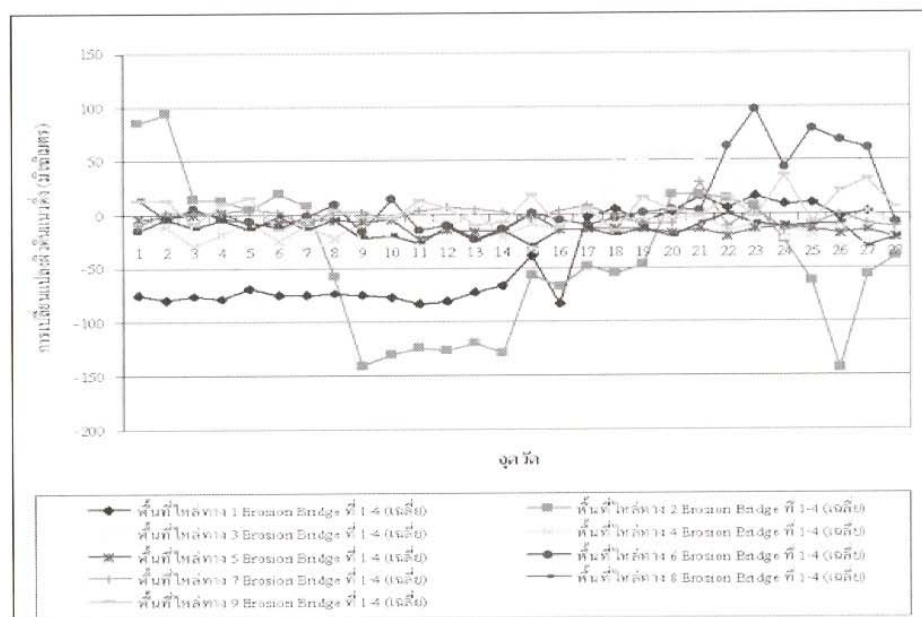


Figure 7. Monthly soil surface changes filled-side-slope

ได้จากการเฉลี่ยค่าการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 28 จุด ในแต่ละ erosion bridge ของพื้นที่ถนนป่าไม้มีค่า 18 จุด คิดตั้งและมีค่าบวก 18 จุดคิดตั้ง โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มีค่าลบตั้งแต่ -2.036 มิลลิเมตร จนถึง -150.893 มิลลิเมตร การเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มีค่าบวก ตั้งแต่ 0.786 มิลลิเมตร จนถึง 182.036 มิลลิเมตรและเมื่อนำค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือนทั้งหมด 36 จุดคิดตั้งมาหาค่าเฉลี่ยรวมทั้งพื้นที่ จะมีค่า -21.134 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ถนนป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งในลักษณะสูญเสียดินออกจากพื้นที่เดือนละ 21.134 มิลลิเมตร (Figure 8)

ผลรวม วัสดข้อมูลการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งด้วย erosion bridge จำนวน 92 จุดคิดตั้ง ปรากฏว่าค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือนที่ได้จาก

การเฉลี่ยค่าการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 28 จุดในแต่ละ erosion bridge ของพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำกาด มีค่าลบ 61 จุดคิดตั้งและมีค่าบวก 31 จุดคิดตั้ง โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มีค่าลบตั้งแต่ -0.5 มิลลิเมตร จนถึง -201.0 มิลลิเมตร การเปลี่ยนแปลงผิวดินที่มีค่าบวกตั้งแต่ 0.643 มิลลิเมตร จนถึง 182.036 มิลลิเมตร และเมื่อนำค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือนทั้งหมด 92 จุดคิดตั้งมาหาค่าเฉลี่ยรวมทั้งพื้นที่ จะมีค่า -6.731 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำกาดมีการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งในลักษณะสูญเสียดินออกจากพื้นที่เดือนละ 6.731 มิลลิเมตร

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งในในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

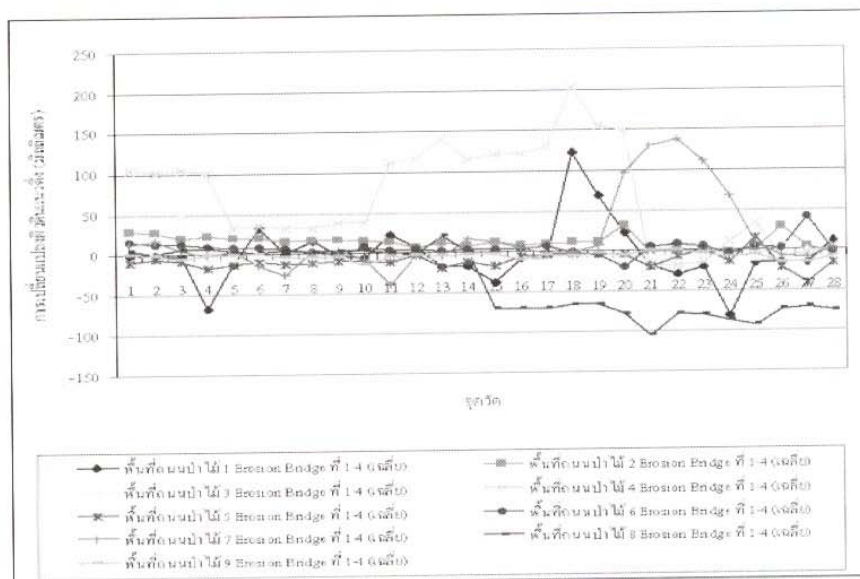


Figure 8. Monthly soil surface changes in forest road

ทั้ง 5 ประเภทดังกล่าวข้างต้น ซึ่งให้เห็นว่ารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 5 รูปแบบได้แก่ ไร่เลื่อนลอย ป่าสนธรรมชาติ สวนป่าสามใบ ไหล่ทางและถนนป่าไม้ เป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ก่อให้เกิดการสูญเสียดินออกจากพื้นที่ โดยในพื้นที่ไร่เลื่อนลอยเป็นประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดการสูญเสียดินมากที่สุดเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือนสูงถึง 34.018 มิลลิเมตร รองลงมาได้แก่ ถนนป่าไม้ สวนป่าสนสามใบ ป่าสนธรรมชาติและไหล่ทาง โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือน 21.134, 11.371, 4.741 และ 4.326 มิลลิเมตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าพื้นที่ไร่เลื่อนลอยเป็นพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งมากที่สุดเพราะว่าแต่เดิมเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมีการทำกิจกรรมต่าง ๆ มากมายในพื้นที่ทำให้ดินสูญเสียโครงสร้างเดิม อนุภาคดินจับตัวอย่างหลวมๆ และภายหลังพื้นที่ถูกปล่อยให้เปิดโล่ง ไม่มีต้นไม้ใหญ่หรือสิ่งปกคลุมดินอื่นใดขึ้นปกคลุม มีเพียงหญ้าขึ้นปกคลุมผิวดินเพียงเล็กน้อยในบางฤดูกาล พื้นที่ไร่เลื่อนลอยจึงเสี่ยงต่อการเกิดการสูญเสียดินในพื้นที่ อีกทั้งสภาพการกัดเซาะดังกล่าวยังเอื้ออำนวยให้แก่งจืดที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายอื่นๆ ให้เข้ามามีอิทธิพลหนุนให้เกิดการสูญเสียดินง่ายยิ่งขึ้น ถนนป่าไม้เป็นรูปแบบพื้นที่ที่ก่อให้เกิดการสูญเสียดินรองจากไร่เลื่อนลอย ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ผิวดินถนนป่าไม้ไม่มีสิ่งปกคลุมดิน อีกทั้งยังมีกิจกรรมต่างๆ เกิดขึ้นบนพื้นที่มาก มีความลาดชันสูง บางแห่งของถนนมีร่องรอยการกัดเซาะโดยน้ำฝนเป็นร่องลึกมากกว่า 1 เมตร และยังมีร่องริ้วซึ่งเกิดจากน้ำฝนกัดเซาะอีกหลายแห่ง แต่เนื่องจากการปกคลุมเรือนยอดของต้นไม้บริเวณขอบถนนที่ขยายเรือนยอดมาปกคลุมถนนจะช่วยลดแรงกระแทกของเม็ดฝนก่อนที่จะตกลงสู่พื้นผิวดินถนนป่าไม้จึงช่วยให้การสูญเสียดินไม่รุนแรงเช่นเดียวกับในพื้นที่ไร่เลื่อนลอย เช่นเดียวกับพื้นที่ป่าสนสามใบที่มี

ค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งใกล้เคียงกับพื้นที่ถนนป่าไม้เนื่องจากเรือนยอดของต้นไม้เปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอดที่ค่อนข้างน้อย อีกทั้งพื้นที่ป่ายังไม่มีถูกไม้ขึ้นปกคลุมเนื่องจากเศษซากของใบสน ขึ้นปกคลุมทั้งพื้นที่ เมล็ดไม้ที่ร่วงหล่นลงมาไม่สามารถสับผิวดินและเจริญเติบโตได้ ส่วนในพื้นที่ป่าสนธรรมชาติและไหล่ทางมีการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งต่ำที่สุด เนื่องจากลักษณะกายภาพของพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชันสูง ปราศจากการรบกวนจากมนุษย์และสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่อื่นๆ มารบกวนพื้นที่ อีกทั้งสภาพโดยทั่วไปของทั้งสองพื้นที่มีเรือนยอดของไม้ยืนต้นปกคลุมพื้นที่ค่อนข้างหนาแน่น อีกทั้งยังมีไม้พื้นล่าง และเศษซากพืชปกคลุมพื้นผิวดินค่อนข้างมากการกัดเซาะผิวดินดินโดยน้ำฝนหรือน้ำไหลบ่าหน้าดินจึงมีอิทธิพลต่อการสูญเสียดินในสองพื้นที่นี้น้อยมาก ทำให้การเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งที่วัดได้มีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ทั้ง 5 รูปแบบ จากนั้นนำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือนที่วัดจาก erosion bridge จำนวนทั้งสิ้น 92 แนว มาสร้างแผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือนของกลุ่มน้ำห้วยน้ำกั๊ด (Figure 9) จากโมดูล Spatial analysis ในโปรแกรม Arcview GIS โดยใช้ค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือนที่ได้ทั้งสิ้น 92 ค่า ซึ่งกระจายอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำกั๊ดมาคาดคะเนค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือนในพื้นที่อื่นๆ ภายในลุ่มน้ำห้วยน้ำกั๊ด

การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม

นำภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ระบบ Thematic mapper มาแก้ไขความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต โดยใช้จุดควบคุมภาคพื้นดินได้เพียง 7 จุด เนื่องจากเส้นถนนในภาพถ่ายดาวเทียมปรากฏไม่ชัดเจน อีกทั้งสภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน

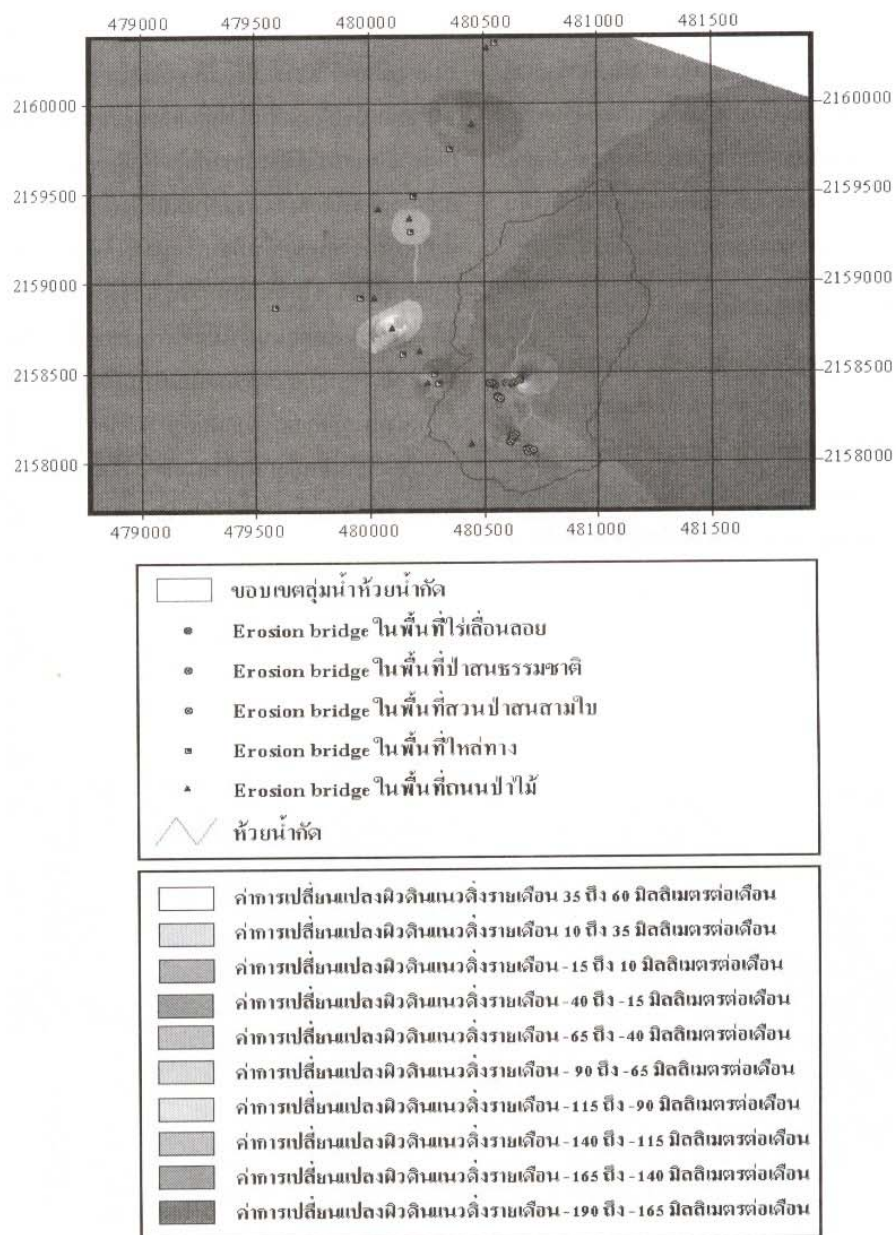


Figure 9. Map of monthly soil surface change in Huai Nam Gud Watershed area

ผลจากการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต ให้ค่า root mean square error 0.799 จุดภาพ ที่ความละเอียดของจุดภาพ 30 เมตร (Figure 10) จากนั้นจึงสร้างภาพผสมสีเท็จโดยนำภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการแก้ไขความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตแล้วแบบด์ 3 แบบด์ 5 และแบบด์ 4 ด้วยวิธี linear with saturation points เพื่อเน้นความแตกต่างในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

นำภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านขั้นตอนการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางภูมิศาสตร์และขั้นตอนการสร้างภาพผสมสีเท็จมาจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธี supervised classification แบบ maximum likelihood กำหนด training area โดยอาศัยข้อมูลจากการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ผลการศึกษาพบว่าป่าสนธรรมชาติ และสวนป่าสนสามใบ สามารถจำแนกรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ชัดเจน ในพื้นที่ป่าสนธรรมชาติให้ค่าการ

สะท้อนแสงปรากฏเป็นสีน้ำเงินเข้มจนถึงสีน้ำตาลเข้ม ส่วนในพื้นที่สวนป่าสนสามใบ ค่าการสะท้อนแสงปรากฏเป็นสีน้ำตาลอ่อนและสีเหลืองเข้ม ส่วนในพื้นที่ถนนป่าไม้และพื้นที่ไร่เลื่อนลอยไม่สามารถจำแนกรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ชัดเจนจากภาพถ่ายดาวเทียมโดยตรง โดยในพื้นที่ไร่เลื่อนลอยต้องอาศัยการวงขอบเขตพื้นที่จากข้อมูลที่ได้จากการจัดทำแผนที่ดินร่างในขั้นตอนการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ และในพื้นที่ถนนป่าไม้ต้องคำนวณหาพื้นที่โดยอ่านค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ของถนนป่าไม้ด้วย เครื่องวัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ จากนั้นคำนวณหาความยาวของถนนที่ตกอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำกั๊ด ได้พื้นที่ถนนป่าไม้ยาว 991.73 เมตร กำหนดให้ buffer ของถนนป่าไม้มีขนาดความกว้าง 3 เมตรเพื่อเป็นตัวแทนความกว้างของถนนป่าไม้ตลอดความยาวของถนน ในการคำนวณหาเนื้อที่ในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในครั้งนี้

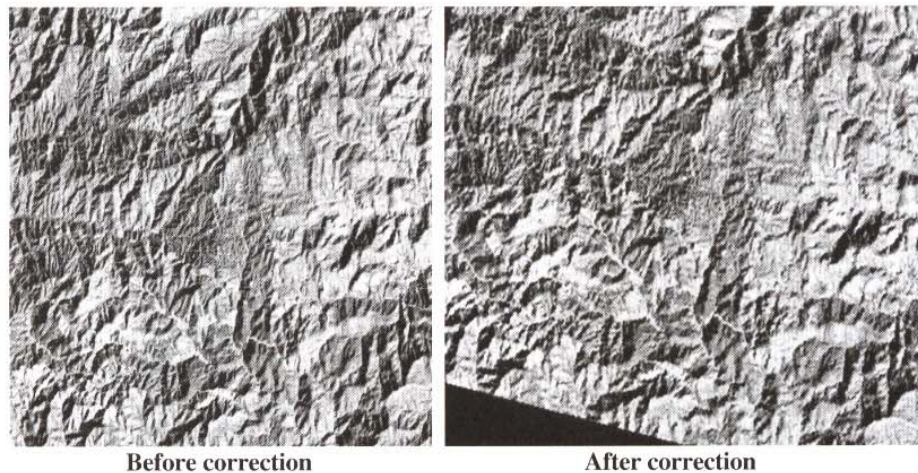


Figure 10. Statellite image showing arithmetic erros before and after correction

ได้ตัดพื้นที่ไหล่ทางออกจากการวิเคราะห์เนื่องจากพื้นที่ไหล่ทาง จะวัดเพียงการเปลี่ยนแปลงผิวหน้าดิน แนวโค้ง ผลการคำนวณเนื้อที่ในแต่ละใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำห้วยน้ำกุดจากภาพถ่ายดาวเทียม พบว่าสวนป่าสนสามใบเป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีพื้นที่ 416.811 ไร่ รองลงมาได้

แก่พื้นที่ป่าสนธรรมชาติ 284.113 ไร่ พื้นที่ไร่เลื่อนลอย 35.941 ไร่ พื้นที่ถนนป่าไม้เป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีขนาดเล็กที่สุด คือมีพื้นที่เพียง 1.859 ไร่ ผลการคำนวณเนื้อที่ในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแสดงใน Table 1 และ Figure 11

Table 1. Area of each landuse pattern from satellite interpretation

Landuse	Area	
	rai	%
Shifting cultivation	35.941	4.865
Natural pine forest	284.113	38.460
Pine plantation	416.811	56.423
Forest road	1.859	0.252
Total	738.724	100

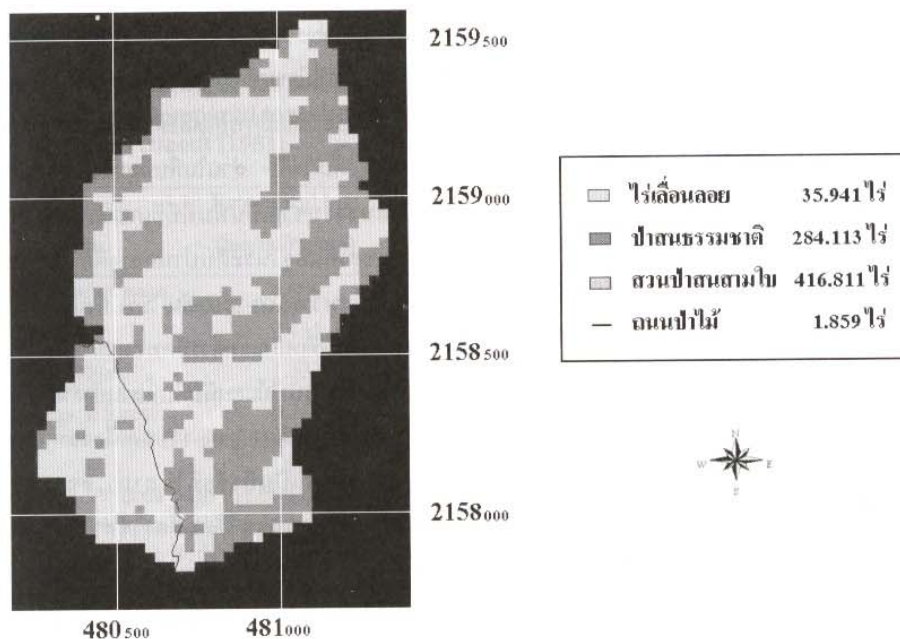


Figure 11. Land use map of Huai Nam Gud Watershed Area

สัดส่วนการเคลื่อนย้ายตะกอน (sediment delivery ratio)

นำค่าระดับน้ำที่เก็บข้อมูลจากเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติบริเวณเขื่อนวัดน้ำมาสร้างกราฟระหว่างระดับน้ำกับเวลา จากนั้นแยกข้อมูลที่เป็นส่วนขึ้นของกราฟออกจากข้อมูลทั้งหมด นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าปริมาณตะกอน ที่เก็บจากเครื่องมือสุ่มตัวอย่างตะกอนแขวนลอยที่ติดตั้งบริเวณเขื่อนวัดน้ำพบว่าข้อมูลระดับน้ำ 21 ช่วงเวลาที่ตรงกับช่วงเวลาการเก็บตะกอนจากเครื่องมือสุ่มตัวอย่างตะกอนแขวนลอย เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูง ของระดับน้ำกับปริมาณตะกอนจำนวนทั้งสิ้น 21 ชุดข้อมูล พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ระหว่างระดับน้ำกับปริมาณตะกอน ได้ค่าความสัมพันธ์ 0.687 แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ถึง 68.70 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสมการแสดงความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\text{ปริมาณตะกอน (ตัน/วัน)} = 1.27 \times 10^{-5} \left[\text{ระดับน้ำ (เซนติเมตร)} \right]^{3.65}$$

นำสมการความสัมพันธ์ที่ได้ไปใช้คาดคะเนปริมาณตะกอนช่วงเดือนกันยายน ถึงเดือนตุลาคม จากข้อมูลระดับน้ำ จากนั้นนำมาหาค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนวัดที่เขื่อนวัดน้ำได้ 2.481 ตันต่อเดือน ตะกอนท้องลำธารมีค่าประมาณ 0.248–0.868 ตันต่อเดือน เพราะฉะนั้นปริมาณตะกอนรวมบริเวณเขื่อนวัดน้ำจะมีค่าประมาณ 2.729–3.349 ตันต่อเดือน แต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้ปริมาณตะกอนแขวนลอยมาคิดคำนวณ จากนั้นนำค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือนคูณด้วยค่า bulk density และเนื้อที่ในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Table 2) พบว่าค่าการสูญเสียดินที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ไร่เลื่อนลอยมีค่า 4.890 ตัน/ไร่/เดือน รองลงมาคือ พื้นที่ถนนป่าไม้

สวนป่าสนสามใบและป่าสนธรรมชาติ โดยมีค่าการสูญเสียดิน 2.435, 1.333 และ 0.784 ตัน/ไร่/เดือน ตามลำดับ ค่าสัดส่วนการเคลื่อนย้ายตะกอนของพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำกมมีค่า 0.263 อธิบายได้ว่าปริมาณตะกอนที่สูญเสียจากพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำกมในแต่ละเดือนปริมาณ รวม 9.441 ตัน สามารถเคลื่อนย้ายมาถึงเขื่อนวัดน้ำได้เพียง 2.481 ตัน ตะกอนที่เหลืออีก 6.960 ตัน ตกค้างอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำ แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถชี้เฉพาะได้ว่าปริมาณตะกอนที่เหลืออยู่บนพื้นที่ตกค้างอยู่ในบริเวณใดของพื้นที่ลุ่มน้ำบ้าง และมีปริมาณมากน้อยเพียงไร

เมื่อคำนวณหาค่าปริมาณการสูญเสียดินในทุกรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินตลอดทั้งปี นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การชะล้างพังทลายของดินของกรมพัฒนาที่ดิน (Table 3) พบว่าพื้นที่ไร่เลื่อนลอย และถนนป่าไม้เป็นพื้นที่ที่มีเกณฑ์การชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับรุนแรง คือมีการสูญเสียดินอยู่ในช่วงระหว่าง 20.01–100 ตัน/ไร่/ปี ส่วนในพื้นที่สวนป่าสนสามใบ และป่าสนธรรมชาติเป็นพื้นที่ที่มีเกณฑ์การชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางคือ มีการสูญเสียดินระหว่าง 5.00–20.00 ตัน/ไร่/ปี ดังนั้นรูปแบบการจัดการป่าไม้ที่เหมาะสมควรมีการลดขนาดพื้นที่ไร่เลื่อนลอยและถนนป่าไม้และเพิ่มพื้นที่สวนป่าสนสามใบ และป่าสนธรรมชาติ (Figure 12) แต่เนื่องจากความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้โดยง่ายหรือควบคุมได้แต่ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอดจะเป็ปัจจัยที่ควบคุมได้ง่าย โดยการเพิ่มสิ่งปกคลุมดินให้มากขึ้น เมื่อพิจารณาจากรูปแบบพื้นที่สวนป่าสนสามใบ และป่าสนธรรมชาติมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงผิวดินรายเดือนลดลง การปลูกป่าในพื้นที่ว่างเปล่าจากนั้นปล่อยทิ้งไว้ให้ฟื้นฟูตามธรรมชาติโดยปราศจากกิจกรรมที่รบกวน จึงเป็นมาตรการที่เหมาะสม

ในการป้องกันการสูญเสียดินให้ลดน้อยลงใน
อนาคตมาตรการของหน่วยงานรัฐที่ส่งเสริม และ
สนับสนุนให้มีการปลูกป่าในพื้นที่ว่างเปล่าจึงเป็น

แนวทางที่เหมาะสมในการลดการสูญเสียดินและ
คืนสภาพป่าให้สมบูรณ์ต่อไป

Table 2. Monthly soil losses in each landuse type

Landuse type	Average monthly soil surface changes (mm.)	Area (rai)	Bulk Density (gm/cm ³)	Rate of soil loss (ton/rai/yr)
Shifting cultivation	- 34.018	35.941	1.078	4.890
Forest road	- 21.134	1.859	1.240	2.435
Pine plantation	- 11.371	416.811	0.879	1.333
Natural pine forest	- 4.741	284.113	0.864	0.784
Total		738.724		9.441

Note : ¹ Songkram *et al.* (1999)

Table 3. Annual rate of soil loss estimated from monthly rate of soil loss in each land use Type, compared to soil erosion baseline in Thailand by Land Development Department (1981)

Landuse type	Rate of soil loss (ton/rai/month)	Annual soil loss (ton/rai/yr)	Soil erosion baseline				
			1	2	3	4	5
Shifting cultivation	4.890	58.674				X	
Forest road	2.435	29.216				X	
Pine plantation	1.333	15.992			X		
Natural pine forest	0.784	9.406			X		

Note : 1 = area with the soil erosion rate of 0.01 – 2.00 ton/rai/years
 2 = area with the soil erosion rate of 2.01 – 5.00 ton/rai/years
 3 = area with the soil erosion rate of 5.01 – 20.00 ton/rai/years
 4 = area with the soil erosion rate of 20.01 - 100 ton/rai/years
 5 = area with the soil erosion rate of 100 – 966.65 ton/rai/years

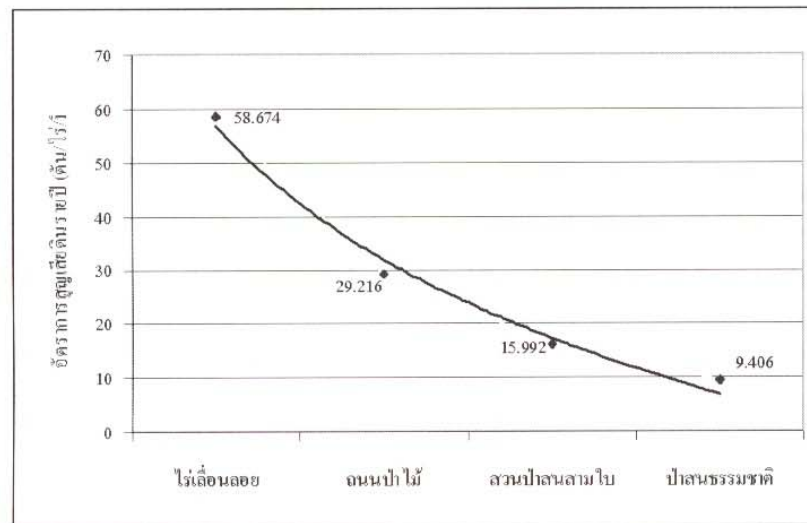


Figure 12. Soil losses in various landuse types

สรุป

การหาแนวทางการจัดการป่าไม้แบบยั่งยืนโดยการประเมินค่าการสูญเสียดินด้วยเครื่องมือวัดการพังทลายของดินแนวตั้งบริเวณห้วยน้ำกั๊ด สถานีวิจัยลุ่มน้ำขุนทอง จังหวัดเชียงใหม่ ด้วยเครื่องมือ วัดการพังทลายของดินแนวตั้ง (erosion bridge) วัดการเปลี่ยนแปลงของผิวหน้าดินในแนวตั้ง จำนวน 28 จุด ใน 1 แนว โดยแต่ละจุดวัดห่างกันจุดละ 10 เซนติเมตร ในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินได้แก่ ไร่เลื่อนลอย ป่าสนธรรมชาติ สวนป่าสนสามใบ พื้นที่ไหล่ทางและถนนป่าไม้ โดยหาปริมาณการสูญเสียดินรายเดือน เพื่อประมาณค่าการสูญเสียดินรายปี เพื่อพิจารณารูปแบบการจัดการป่าไม้ที่เหมาะสม สรุปดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือน พบว่าการใช้ Erosion bridge หาค่าการเปลี่ยนแปลงของผิวดินแนวตั้งเฉลี่ยรายเดือน ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งรายเดือนในรูปแบบการสูญเสียดินออกจากพื้นที่ทั้ง 5 รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยมีพื้นที่ไร่เลื่อนลอย

เป็นรูปแบบพื้นที่ที่มีการสูญเสียดินแนวตั้งมากที่สุดถึงเดือนละ 34.018 มิลลิเมตร รองลงมาได้แก่พื้นที่ถนนป่าไม้ 21.134 มิลลิเมตร สวนป่าสนสามใบ 11.371 มิลลิเมตร ป่าสนธรรมชาติ 4.741 มิลลิเมตร และพื้นที่ไหล่ทาง 4.326 มิลลิเมตร พื้นที่ไร่เลื่อนลอย และพื้นที่ถนนป่าไม้เป็นพื้นที่ที่มีการสูญเสียดินสูง จึงควรกำหนดมาตรการเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเร่งด่วน และควรสงวนพื้นที่ป่าสนธรรมชาติในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำกั๊ดให้มีสัดส่วนของพื้นที่ป่าสนธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นรูปแบบพื้นที่ที่มีการสูญเสียดินแนวตั้งรายเดือนต่ำที่สุด

2. สัดส่วนการเคลื่อนย้ายตะกอน (sediment delivery ratio) พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำกั๊ดมีค่าสัดส่วนการเคลื่อนย้ายตะกอนต่อเดือน 0.263 โดยมีตะกอนที่สูญเสียออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำกั๊ด 9.441 ตัน/ไร่/เดือน โดยแยกเป็นปริมาณตะกอนจากพื้นที่ไร่เลื่อนลอย 4.890 ตัน/ไร่/เดือน ถนนป่าไม้ 2.435 ตัน/ไร่/เดือน สวนป่าสนสามใบ 1.333 ตัน/ไร่/เดือนและป่าสนธรรมชาติ

0.784 ตัน/ไร่/เดือน พื้นที่ไร่เลื่อนลอยและถนนป่าไม้ มีค่าการสูญเสียดินอยู่ในเกณฑ์รุนแรง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20.01 – 100 ตัน/ไร่/ปี พื้นที่สวนป่าสนสามใบและป่าสนธรรมชาติ การสูญเสียดินอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.01 – 20.00 ตัน/ไร่/ปี

ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่ารูปแบบพื้นที่ไร่เลื่อนลอยและถนนป่าไม้ มีการสูญเสียดินอยู่ในเกณฑ์รุนแรง การปลูกป่าเสริมในพื้นที่ว่างเปล่าจึงเป็นมาตรการที่เหมาะสมสามารถลดการเสื่อมโทรมระยะยาวที่เกิดจากการสูญเสียดิน อีกทั้งยังช่วยให้พื้นที่เดิมฟื้นสภาพกลับคืนสู่ป่าธรรมชาติซึ่งเป็นสภาพดั้งเดิมของพื้นที่ แต่ในบางกรณีข้อจำกัดในเรื่องการถือครองที่ดินมักเป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการวางแผนการจัดการพื้นที่ การปรับเปลี่ยนพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรให้กลับกลายเป็นป่าธรรมชาติย่อมทำได้ยาก การนำระบบวนเกษตรมาประยุกต์ใช้ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยประสานความเข้าใจระหว่างเจ้าของพื้นที่และผู้วางแผนการจัดการป่าไม้เนื่องจากระบบวนเกษตรเป็นรูปแบบการจัดการป่าไม้ที่มีการปลูกไม้ป่าร่วมกับพืชเกษตรเพื่อเน้นการอนุรักษ์พื้นที่ทั้งยังเป็นการเพิ่มสิ่งปกคลุมดินเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แกดินและเพิ่มประสิทธิภาพในการหมุนเวียนธาตุอาหารให้แก่พืชเกษตรที่ปลูกร่วมกัน การใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำจะช่วยลดปริมาณการสูญเสียดินจากพื้นที่ได้อีกทางหนึ่ง

สำหรับข้อบกพร่องในการนำเครื่องมือ Erosion bridge มาใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ การใช้ค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินรายเดือนเฉลี่ย เป็นตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลงของผิวดินนั้นยังไม่ถูกต้องมากนัก เนื่องจากไม่สามารถบอกให้ทราบได้ว่า จุดใดของพื้นที่ที่มีการสูญเสียดินและจุดใดของพื้นที่ที่มีการทับถมและถ้าในกรณีที่ค่าการเปลี่ยนแปลงผิวดินแนวตั้งเฉลี่ยรายเดือนมีค่าเท่ากับ

ศูนย์จะถือว่าผิวดินบริเวณนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งในความเป็นจริงผิวดินบริเวณนั้นอาจมีปัจจัยอื่นทำให้เกิดการสูญเสียดินมาก่อน แล้วจึงค่อยถูกอนุภาคดินบริเวณตอนบนเคลื่อนที่มาทับถม จึงทำให้ดูเหมือนไม่มีการเปลี่ยนแปลงผิวดินบริเวณนั้น อีกทั้งช่วงเวลาในการวัดข้อมูลจาก Erosion bridge นั้น ควรที่จะมีการวัดทุกครั้งหลังสิ้นสุดการตกของฝนในแต่ละครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงผิวดิน แต่ในความเป็นจริงมักเกิดปัญหาจากสภาพพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง และมีพืชพรรณขึ้นปกคลุมหนาแน่น ลำบากในการเข้าถึงพื้นที่ อีกทั้งจำนวนจุดวัดที่มีมาก และกระจายอยู่ทั่วทั้งพื้นที่ทำให้การวัดข้อมูลจาก Erosion bridge ต้องวัดเป็นช่วงเวลาแทน

เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2539. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทยปี 2538. ส่วนศูนย์ข้อมูลกลาง สำนักสารนิเทศ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 149 น.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2524. การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 37 น.
- นิพนธ์ ดังธรรม. 2527. การควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 618 น.
- Thammincha, S., V. Viranant and T. Kaewamphut. 1999. Erosion and Erodibility of Khun Khong Watershed Research Station, Chiangmai, Thailand. Annual Report of INDFORSUS Project. Bangkok. 27 p.