

การสูญเสียดินและน้ำจากแปลงทดลองปลูกพืชที่ใช้มาตรการ อนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ บนพื้นที่ลาดเขา โครงการทดลอง จัดการลุ่มน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่

Soil and Water Losses from Various Types of Crop and Conservation Measures on Hillslope at Mae Sa Integrated Watershed and Forest Land Use Project, Changwat Chiang Mai

นิพนธ์ ตั้งธรรม¹ และ อภินันท์ ขอพร²
Nipon Tangtham and Aphinan Korporn

ABSTRACT

Soil and water losses from 4 conservation measures-bench terrace (BT), intermittent terrace (IT), hillside ditch (HD), contour bund (CB), and no measure plots (CK) were investigated using 3 replications of 5x20 m runoff plots constructed on 30% slope at Mae Sa Integrated Watershed and Forest Land Use Project, Chiang Mai. Soil and water losses by storm were collected from 1980-1990 with the absence of data in 1984, 1988 and 1989. Results showed that the CK plot yielded the highest average of annual soil loss (31.3 tons/ha) followed by HD, IT, CB and BT with the value of 11.7, 9.6, 8.4 and 5.0 tons/ha respectively. The average annual water loss was largest in HD (91.3 mm) followed by CK, IT, CB and BT with the value of 90.4, 86.9, 81.7 and 78.7 mm respectively.

Key words : soil and water losses, conservation measures, hillslope hydrology

1 ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

2 ส่วนอนุรักษ์ต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้

. Section of Watershed Conservation, Division of Natural Resources Conservation, Royal Forest Department, Bangkok 10900, Thailand.

บทคัดย่อ

การสูญเสียดินและน้ำจากพื้นที่ที่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ 4 วิธีคือ ขันบันไดดิน (bench terrace, BT), ขันบันไดดินแบบต่อเนื่อง (intermittent terrace, IT) คันคูขอบเขา (hillside ditch, HD) และคันดินขอบเขา (contour bund, CB) ได้ศึกษาเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่ทำมาตรการอนุรักษ์ (no measure, CK) โดยใช้แปลงทดลองขนาด 5x20 ตร.ม. มีความลาดเท 30% จำนวนมาตรการละ 3 ซ้ำ ในพื้นที่ของโครงการจัดการลุ่มน้ำและการใช้ประโยชน์ป่าไม้แบบผสมผสาน อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 ถึง พ.ศ.2533 โดยมีข้อมูลขาดหายไปในปี พ.ศ. 2527 2531 และ 2532 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแปลง CK ให้ค่าการสูญเสียดินสูงสุด (31.3 ตัน/เฮกแตร์) ตามมาด้วยแปลง HD, IT, CB และ BT คือ 11.7, 9.6, 8.4 และ 5.0 ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ การสูญเสียในลักษณะไหลบ่าหน้าดินพบว่ามากที่สุดเฉลี่ย 91.3 มม./ปี ในแปลง HD ตามด้วย CK, IT, CB และ BT คือ 90.4, 86.9, 81.7 และ 78.7 มม./ปี ตามลำดับ

คำนำ

พื้นที่ส่วนใหญ่ในภาคเหนือของประเทศไทยเป็นภูเขาที่มีความลาดชันในระดับต่างๆ กัน และมีความสลับซับซ้อน ในอดีตเคยปกคลุมไปด้วยป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์และเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำสายสำคัญหลายสาย เมื่อประชากรเพิ่มจำนวนมากขึ้นทำให้ความต้องการที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมมีมากขึ้น การใช้พื้นที่ทำการเกษตรกรรมอย่างไม่ถูกต้อง ไม่คำนึงถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรดินและน้ำ ทำให้เกิดการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆ นับตั้งแต่การสูญเสียหน้าดินที่มีธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุ ทำให้ความสามารถในการ

ผลิตของดินลดลง และตะกอนดินจะไปทับถมในแม่น้ำลำคลอง อ่างเก็บน้ำ และเขื่อนต่างๆ ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มพูนมากขึ้น หากไม่มีมาตรการควบคุมหรือป้องกัน มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นวิธีการที่สามารถนำมาใช้เพื่อลดหรือป้องกันปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน และการชะล้างพังทลายของดินให้อยู่ในปริมาณที่ยอมรับได้ นอกจากนั้นยังช่วยรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์และความสามารถในการให้ผลผลิตของดินให้คงอยู่หรือดีขึ้นกว่าเดิม วิธีการทางวิศวกรรมหรือวิธกล (mechanical measures) เป็นการจัดการต่อความลาดเทของพื้นที่เพื่อลดความยาวของความลาดเทและเพิ่มโอกาสในการซึมน้ำได้ของดิน ซึ่ง Hatch (1981) พบว่า เมื่อทำขันบันไดปลูกพืช (bench terrace) ในพื้นที่สวนชาสามารถลดปริมาณการสูญเสียดินจากการปลูกขึ้นลงตามแนวความลาดชันจาก 63 ตัน/เฮกแตร์/ปี เหลือเพียง 14 ตัน/เฮกแตร์/ปี นอกจากนั้น Gupta (1981) ได้ศึกษาจากแปลงทดลองขนาดเล็กและพื้นที่ลุ่มน้ำพบว่า พื้นที่ป่าหรือทุ่งหญ้าที่หนาแน่นนั้น มีการสูญเสียดินจากพื้นที่น้อยมากในระหว่างช่วงฤดูฝนคือมีเพียง 2 ตัน/เฮกแตร์ เท่านั้น ในขณะที่การสูญเสียดินจากพื้นที่ว่างเปล่าที่ไถพรวนทิ้งไว้มีสูงถึง 44 ตัน/เฮกแตร์ ทั้งๆ ที่พื้นที่มีความลาดชันเพียง 9 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น และพบว่าถ้าทำไร่เลื่อนลอยบนพื้นที่เขาลาดชันจะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินประมาณ 41 ตัน/เฮกแตร์ แต่เมื่อมีการทำคันดินขันบันไดจะลดการสูญเสียดินเหลือเพียง 5 ตัน/เฮกแตร์ อย่างไรก็ตาม นิพนธ์และคณะ (2515) พบว่า พื้นที่ที่เคยใช้ทำไร่เลื่อนลอยซึ่งถูกปล่อยทิ้งไว้เป็นไร่ร้าง และมีหญ้าคา วัชพืชคลุมหนาแน่น สามารถควบคุมการสูญเสียหน้าดินได้เท่าเทียมกับป่าดิบเขาธรรมชาติ แต่โอกาสเกิดน้ำไหลบ่าจะเกิดขึ้นได้บ่อยครั้งกว่า และมีปริมาณมากกว่าในป่าธรรมชาติ

สุธัม และคณะ (2523) ได้ทดลองในดินชุด

มาบ่อนที่ศูนย์พัฒนาจังหวัดระยอง ความลาดเท 5 เปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบ 4 วิธีคือ ไถพรวนขึ้นลง และปล่อยทิ้งไว้ ไถพรวนขึ้นลงแล้วปลูกข้าวโพด สองครั้งติดต่อกัน ไถขวางความลาดเทแล้วปลูกข้าวโพด สองครั้งติดต่อกัน และไถขวางความลาดเทแล้วปลูก ข้าวโพดตามด้วยถั่วเขียว พบว่ามีการสูญเสียดิน 44.38, 31.25, 26.25 และ 17.50 ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ ซึ่ง แสดงให้เห็นถึงผลดีของการไถพรวนขวางความลาด เทและการปลูกพืชที่คลุมดินได้แน่นทึบ เช่น ถั่วเขียว นั้นเอง การศึกษาของ ภิชาติ(2525) ที่โครงการสาธิต การจัดการลุ่มน้ำแม่สา จากแปลงทดลองมาตรการ อนุรักษ์ดินและน้ำ 4 ชนิด คือ ขันบันไดดินต่อเนื่อง ขันบันไดดินไม่ต่อเนื่อง คูรับน้ำขอบเขา และคันดิน รับน้ำขอบเขาบนพื้นที่ความลาดชัน 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ในปีที่สามหลังจากแปลงทดลองอยู่ตัวดีแล้ว สิ่งก่อสร้างแต่ละชนิดสามารถลดการสูญเสียดินและ น้ำได้ 96, 86, 80 และ 91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และได้แนะนำว่า คันดินรับน้ำขอบเขาควรเป็นวิธีที่ นำไปแนะนำให้แก่เกษตรกรใช้ได้ดีที่สุด เพราะเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างถูกและป้องกันการสูญเสียดิน และน้ำได้อย่างดีมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าสิ่งก่อ สร้างชนิดอื่นที่เสียค่าใช้จ่ายสูงมาก นอกจากนี้ กัลยาณี และคณะ (2528) ได้ศึกษาปริมาณตะกอนและน้ำไหล บ่าจากแปลงปลูกข้าวโพด และตะไคร้แบบขันบันได ข้าวโพดและตะไคร้ ข้าวโพดอย่างเดียว และแปลง ควบคุม บริเวณสถานีวิจัยเพื่อรักษาดินน้ำแม่กลอง กาญจนบุรี พบว่า มีค่าเฉลี่ย 204.92, 273.56, 355.80 และ 930.11 กิโลกรัม/เฮกแตร์/ปี และ 233.5, 259.0, 332.6 และ 549.8 ลูกบาศก์เมตร/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ การศึกษาการปลูกป่าแบบทำขันบันไดดินของ เรือง (2529) ที่ดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ประสิทธิภาพการปลูกป่าบนขันบันไดดินสามารถ ช่วยลดปริมาณการสูญเสียดินจากพื้นที่ที่มีความลาด ชันสูงได้อย่างมหาศาลคือ มีการสูญเสียดินจากแปลง ทดลองน้อยกว่าแปลงซึ่งปลูกไม้ป่าแต่ไม่ทำขันบันได

กับแปลงที่ไถพรวนขึ้นลงและปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 70 และ 7,000 เท่า ตามลำดับ และสามารถลดการสูญ เสียในรูปน้ำไหลบ่าหน้าดินได้อย่างดียิ่ง คือ มีการ สูญเสียน้ำจากแปลงทดลองน้อยกว่าประมาณ 5.5 และ 15 เท่า ตามลำดับ และการศึกษาของ ชาตรี (2534) ในปีที่ 7 ของแปลงทดลองเดียวกันนี้ ก็ได้ผลใน ทำนองเดียวกัน สำหรับการศึกษานี้เป็นการ ประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากโครงการทดลองจัดการลุ่ม น้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ ได้ทดลองทำมาตรการ อนุรักษ์ดินและน้ำ 4 มาตรการคือ คันดินรับน้ำขอบ เขา คูรับน้ำขอบเขา ขันบันไดไม่ต่อเนื่อง และขัน บันไดต่อเนื่อง เปรียบเทียบกับแปลงเปรียบเทียบ เพื่อ ประยุกต์ใช้กับพื้นที่ที่มีลักษณะใกล้เคียงได้ การ ทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาการสูญเสียดิน และน้ำจากพื้นที่ ที่มีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและ น้ำแบบต่างๆ บนพื้นที่ลาดเขา (2) ศึกษา ประสิทธิภาพในการลดอัตราการสูญเสียหน้าดินและ น้ำไหลบ่าของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และ (3) เป็นข้อมูลในการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่ต้นน้ำลำ ธารทางภาคเหนือของประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ใช้แปลงทดลองการสูญเสียดินและ น้ำ (runoff plot) รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 5x20 เมตร สร้างบนความลาดชัน 30% จำนวน 15 แปลง ใน พื้นที่โครงการทดลองการจัดการลุ่มน้ำแม่สา จังหวัด เชียงใหม่ โดยสร้างให้เป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ 5 มาตรการ คือ คันดินรับน้ำขอบเขา (contour bund, CB) คูรับน้ำขอบเขา (hillside ditch, HD) ขันบันได ไม่ต่อเนื่อง (intermittent terrace, IT) และขันบันได ต่อเนื่อง (bench terrace, BT) เปรียบเทียบกับสภาพ การใช้ประโยชน์ที่ดินแบบไม่มีสิ่งก่อสร้างแต่มีพืช คลุมดิน (check, CK) แบบละ 3 ซ้ำ (replications) เรียงต่อเนื่องกัน วางแปลงทดลองโดยใช้แผนการ

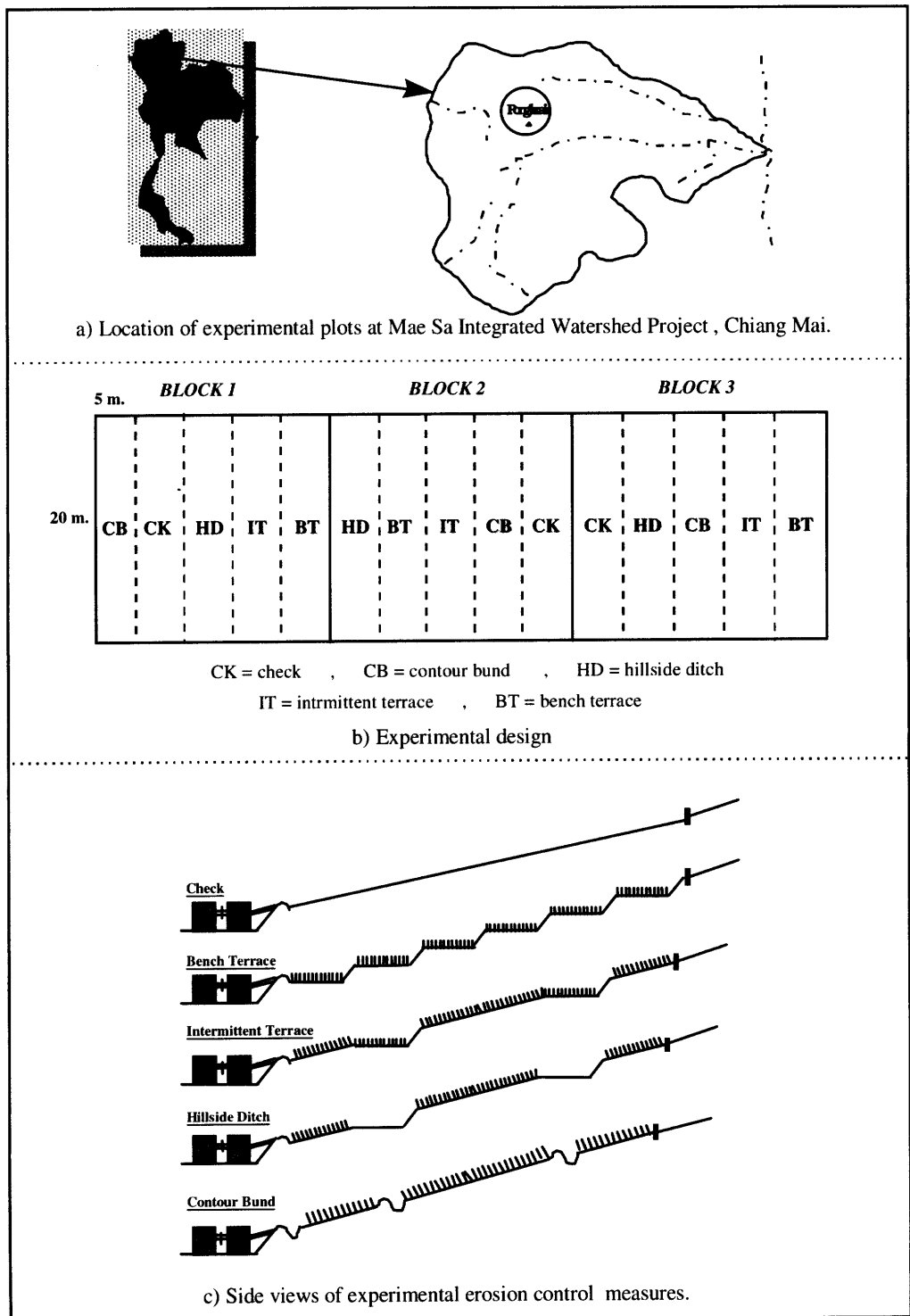


Figure 1 a) Experimental location
b) design and c) plot x-sections.

ทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) แต่ละแปลงปลูกข้าวไร่ และข้าวโพด มีบ่อน้ำและตะกอนอยู่ปลายสุดด้านล่างของแปลงทดลอง ซึ่งมีรางซีเมนต์รับน้ำต่อท่อส่งน้ำจากแปลงทดลองในบ่อซีเมนต์กลมสำหรับเก็บน้ำ และตะกอนจำนวน 2 บ่อ บ่อที่สองรับน้ำล้นจากบ่อแรกโดยใช้ท่อแบ่งน้ำ (water divisor) รับน้ำลงถึงที่สองเพียง 1/15 เท่านั้น ซึ่งในกรณีนี้ปริมาณน้ำไหลบ่าทั้งหมดที่วัดได้จึงเป็น 15 เท่า ของปริมาณน้ำในถังที่สองรวมกับปริมาณน้ำในถังแรก ตำแหน่งพื้นที่โครงการ พังการทดลอง และลักษณะแปลงทดลอง แสดงไว้ใน Figure 1 วิธีการศึกษาประกอบด้วย (1) เก็บข้อมูลปริมาณน้ำไหลบ่าและตะกอนดินตั้งแต่ปี พ.ศ.2523-2533 (ปี 2527, 2531 และ 2532 ไม่มีข้อมูล) โดยเก็บทุกครั้งหลังฝนตกแล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำไหลบ่าและปริมาณการสูญเสียหน้าดิน วัดปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินโดยใช้ไม้วัดความสูงของน้ำในถัง 3 ครั้งเฉลี่ย และวัดปริมาณตะกอนดินทั้งหมดแล้วชั่งน้ำหนักเปียก นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105-110°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแห้งสำหรับปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำไหลบ่าพบว่ามีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณตะกอนที่เก็บกักได้แต่ละครั้ง จึงตัดทิ้งไม่นำมาคำนวณ (2) รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากเครื่องวัดน้ำฝนแบบ cylinder จำนวน 1 เครื่อง ที่สถานีตรวจวัดอากาศของหน่วยสาธิตฯ ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากแปลงทดลองประมาณ 200 เมตร จากข้อมูลที่ได้นำมาประเมินค่าการสูญเสียดินและน้ำจากแปลงทดลองทุกแปลงทุกครั้งที่มีการฝนตกแล้วรวมกันเป็นค่าประมาณทั้งปี แล้วเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างปีของแต่ละแปลง และระหว่างแปลงทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (least significant difference)

ผลและวิจารณ์

การสูญเสียดินและน้ำจากแปลงทดลองปลูกพืชที่ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่ลาดเขาบริเวณโครงการจัดการลุ่มน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ.2523-2533 (1980-1990) ได้ผลจากการตรวจวัดและการวิเคราะห์ดังนี้

1. การสูญเสียดินจากแปลงทดลอง

ผลการศึกษาการสูญเสียดินในแต่ละครั้งที่มีการฝนตกตั้งแต่ปี 2523-2533 ได้สรุปเป็นค่ารวมทั้งปีไว้ใน Table 1 ซึ่งพบว่า จากแปลงทดลองทั้ง 5 มาตรการแปลงที่มีการสูญเสียดินเฉลี่ยมากที่สุดคือ แปลง CK (31.3 ตัน/เฮกแตร์/ปี) และมีความสูงกว่าแปลงอื่นๆ ในแต่ละปี รองลงมาได้แก่ แปลง HD, IT, CB และ BT ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 11.7, 9.6, 8.4 และ 5.0 ตัน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการสูญเสียดินรายปีพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในระหว่างแปลงต่อแปลงพบว่า แปลง CK มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับแปลง HD, IT, CB และ BT ตามลำดับ ส่วนแปลง BT มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับแปลง IT และ CB ตามลำดับ ส่วนที่เหลือมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในปี 2523, 2524, 2525 และ 2529 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ในปี 2523 (1980) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าแปลง BT มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับแปลง IT และ CB ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลง CK และ HD ตามลำดับ ส่วนที่เหลือมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ในปี 2524 (1981) พบว่า มีความแตกต่างกัน

Table 1 Annual soil loss from various conservation measures at Mae Sa Integrated Watershed and Forest Land Use Project, Amphoe Mae Rim, Chiang Mai.

Conservation measures	Check (CK)		Contour bund (CB)		Hillside ditch (HD)		Intermittent terrace (IT)		Bench terrace (BT)	
Year	kg/plot	t/ha	kg/plot	t/ha	kg/plot	t/ha	kg/plot	t/ha	kg/plot	t/ha
1980	155.572	15.557	40.354	4.035	51.975	5.198	48.861	4.886	10.565	1.056
1981	1,059.595	105.960	91.807	9.181	214.100	21.410	152.678	15.268	40.561	4.056
1982	485.935	48.594	137.217	13.217	191.897	19.190	130.234	13.023	77.353	7.735
1983	136.945	13.694	100.902	10.090	110.526	11.053	101.395	10.140	63.453	6.345
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	51.220	5.122	28.550	2.855	25.555	2.556	42.911	4.291	39.677	3.968
1986	331.746	33.175	184.292	18.429	161.397	16.140	206.712	20.671	127.371	12.737
1987	210.456	21.046	62.940	6.294	134.153	13.415	68.244	6.824	26.448	2.645
1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	72.571	7.257	23.263	2.326	46.089	4.609	16.418	1.642	14.689	1.469
Mean	331.005	31.300	83.666	8.367	116.962	11.696	95.932	9.593	50.015	5.002

Note:- no data available in 1984, 1988 and 1989

Table 2 Statistical comparison of soil loss among and between treatments during 1980 to 1990.

Year	Among treatment	CK-CB	CK-HD	CK-IT	CK-BT	CB-HD	CB-IT	CB-BT	HD-IT	HD-BT	IT-BT
1980	*	NS	NS	NS	*	NS	NS	**	NS	*	**
1981	**	**	**	**	**	**	NS	*	NS	**	*
1982	**	**	**	**	**	NS	NS	*	NS	*	NS
1983	NS	-----NS-----									
1985	NS	-----NS-----									
1986	*	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	*
1987	NS	-----NS-----									
1990	NS	-----NS-----									

Note : no data available in 1984, 1988 and 1989

* = significant difference

** = highly significant difference

NS = non-significant difference

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่า แปลง CK มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลง HD, IT, CB และ BT ตามลำดับ ส่วนแปลง BT มีความ

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลง HD และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับแปลง IT และ CB ตามลำดับ และแปลง HD มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับแปลง CB ส่วนที่เหลือมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ในปี 2525 (1982) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และพบว่า แปลง CK มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับแปลง HD, IT, CB และ BT ตามลำดับ และแปลง BT มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลง HD และ CB ตามลำดับ ส่วนที่เหลือมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ในปี 2529 (1986) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่า แปลง BT มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลง CK และ IT ตามลำดับ ส่วนที่เหลือมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อาจกล่าวได้ว่า ในช่วงปี 2523 (1980) 2524 (1981) และ 2525 (1982) การสูญเสียดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพราะว่าในช่วงปีแรกๆ มาตรการแต่ละแบบยังคงมีสภาพที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด แต่ในช่วงปีหลังๆ ไม่มีการปรับปรุงบำรุงรักษา สภาพของมาตรการคงปล่อยให้สภาพเป็นไปตามธรรมชาติ ดังนั้นเมื่อมีน้ำไหลบ่าและตะกอนดินจากพื้นที่ด้านบนลงมา จึงก่อให้เกิดการทับถมและเปลี่ยนแปลงรูปแบบของมาตรการ ทำให้มีรูปแบบที่ใกล้เคียงกัน ความสามารถในการอนุรักษ์ดินและน้ำจึงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในปี 2529 (1986) ซึ่งการสูญเสียดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นเพราะในช่วงปี 2529 ฝนมีปริมาณมากประกอบกับความหนาแน่นของพืชไร่ภายในแต่ละแปลงแตกต่างกัน โดยเฉพาะในแปลง BT อาจมีความหนาแน่นของพืชไร่มากกว่าในแปลงอื่นๆ จึงมีปริมาณการสูญเสียหน้าดินน้อยที่สุด ในขณะที่แปลง CK และ IT มีความหนาแน่นของพืชไร่น้อยจึงมีปริมาณการสูญเสียดินมาก ซึ่ง นิพนธ์ (2527) ได้กล่าวว่า พืชและสิ่งปกคลุมดิน

เปรียบเสมือนตัวลดหรือทำลายพลังตกกระทบของฝนที่กาะชะหน้าดิน เนื่องจากช่วยยึดน้ำฝนไว้ส่วนหนึ่ง และเป็นตัวลดอัตราความเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดิน ทำให้ลดพลังเคลื่อนย้ายดินตะกอนได้อย่างมหาศาล ขณะเดียวกันก็ชลอให้น้ำหน้าดินมีเวลาซึมดิ่งลงไป ในดินได้นานขึ้น ตลอดจนช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน ทำให้ดินจับกันเป็นก้อนดีขึ้น เพิ่มปริมาณช่องว่างในดินเป็นการเพิ่มสมรรถนะการไหลซึมน้ำผ่านผิวหน้าดินและการซึมดิ่งลึกลงของน้ำในดิน และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการสูญเสียดินของแต่ละแปลงในช่วงระยะเวลาปีต่อปี ดังข้อมูลใน Table 1 พบว่า ปี 2523 (1980) ทั้ง 5 มาตรการ มีค่าปริมาณการสูญเสียดินน้อยกว่า ในปี 2524 (1981) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ยกเว้นมาตรการอนุรักษ์แบบ CB ที่มีปริมาณการสูญเสียดินน้อยกว่าในปี 2524 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น (Table 3) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในปี 2523 (1990) มีการปรับปรุงสภาพพื้นที่ทำให้มีการเปิดหน้าดิน ทำให้ดินยังไม่คงสภาพยังไม่เป็นไปตามธรรมชาติ สมรรถนะและคุณสมบัติต่างๆ ของดินจึงแตกต่างไปจากเดิมบ้าง จึงมีผลให้ในปี 2524 มีปริมาณการสูญเสียดินมากกว่าปี 2523 (1980) ระหว่างปี 2525 (1982) และ 2526 (1983) มีเพียงมาตรการ CK มาตรการเดียวเท่านั้นที่มีค่าปริมาณการสูญเสียดินมากกว่าในปี 2526 อย่างมีนัยสำคัญสำหรับปริมาณการสูญเสียดินในระหว่างปีถัดมา มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ามาตรการที่ทำการทดลองทั้ง 5 มาตรการ ให้ผลที่แตกต่างกันทางสถิติเพียงปีแรกปีเดียว และในปีต่อๆ มา ก็มีความแตกต่างกันในระหว่างปีแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และจากข้อมูลจะเห็นว่าปริมาณการสูญเสียดินเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างไม่เป็นระบบ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีความหนักเบาของฝนมากน้อยต่างกันในแต่ละปี ประกอบกับพืชคลุมดินที่ปลูกเป็นวัชพืชมีความสามารถในการอนุรักษ์ดินและน้ำมากขึ้น

Table 3 Statistical comparison between years of annual soil loss from various conservation measures by least significant difference method.

Comparison year	CK	CB	HD	IT	BT
1980 vs 1981	**	*	**	**	**
1981 vs 1982	-----NS-----				
1982 vs 1983	*	NS	NS	NS	NS
1982 vs 1983	*	NS	NS	NS	NS
1983 vs 1985	-----NS-----				
1985 vs 1986	-----NS-----				
1986 vs 1987	-----NS-----				
1987 vs 1990	-----NS-----				

Note : no data available in 1984, 1988 and 1989

* = significant difference

** = highly significant difference

NS = non-significant difference

Table 4 Annual water loss from various runoff plots with different conservation measures at Mae Sa Integrated Watershed and Forest Land-use Project, Amphoe Mae Rim, Chiang Mai.

Water loss from conservation measures												
Year	Observed rainfall	No. of rainy day	Check (CK)		Contour bund (CB)		Hillside ditch (HD)		Intermittent terrace (IT)		Bench terrace (BT)	
			mm.	% of rainfall	mm.	% of rainfall	mm.	% of rainfall	mm.	% of rainfall	mm.	% of rainfall
1980	1,389.7	67	100.13	7.20	94.50	6.80	93.94	6.76	100.19	7.21	89.73	6.46
1981	1,142.5	43	177.67	15.55	96.30	8.43	138.56	12.13	116.10	10.16	109.65	9.61
1982	785.0	33	82.08	10.46	79.95	10.18	88.18	11.23	82.82	10.55	81.38	10.37
1983	1,141.9	49	126.88	11.11	133.39	11.68	142.53	12.48	134.95	11.82	118.51	10.38
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	837.2	28	46.41	5.54	54.03	6.45	54.12	6.46	61.34	7.33	48.58	5.80
1986	1,003.1	42	86.80	8.65	94.84	9.45	102.24	10.19	110.54	11.02	100.42	10.01
1987	302.3	15	46.14	15.26	47.07	15.57	50.70	16.77	48.78	16.14	42.59	14.09
1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	922.8	28	56.93	6.17	53.90	5.84	60.41	6.55	40.74	4.41	38.46	4.17
Mean	940.6	-	90.38	9.61	81.75	8.69	91.34	9.71	86.93	9.24	78.69	8.36

Note:- no data available in 1984, 1988 and 1989

2. การสูญเสียจากแปลงทดลอง

ผลการศึกษาการสูญเสียในแต่ละครั้ง (storm) ที่มีฝนตก ตั้งแต่ปี 2523-2533 (1980-1990) ได้สรุปเป็นค่ารวมทั้งปีไว้ใน (Table 4) ซึ่งพบว่าจากแปลงทดลองทั้ง 5 มาตรการ แปลงที่มีการสูญเสียน้ำเฉลี่ยมากที่สุดคือ แปลง HD เท่ากับ 91.34 มิลลิเมตร/ปี รองลงมาได้แก่ แปลง CK, IT, CB และ BT ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 90.38, 86.93, 81.75 และ 78.69 มิลลิเมตร/ปี ตามลำดับ และปริมาณการสูญเสียจะมีความ

แปรผันตามปริมาณน้ำฝน

เมื่อเปรียบเทียบการสูญเสียรายปี พบว่าเฉพาะในปีพ.ศ. 2524 (ค.ศ. 1981) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกันในช่วงแปลงต่อแปลง พบว่าแปลง CK มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับแปลง BT และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลง CB และสำหรับแปลง HD มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลง BT

Table 5 Statistical comparison of water loss from runoff-plot among and between treatments during 1980 to 1990 by least significant different method.

Among											
Year	treatment	CK-CB	CK-HD	CK-IT	CK-BT	CB-HD	CB-IT	CB-BT	HD-IT	HD-BT	IT-BT
1980	NS	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1981	*	*	NS	*	**	**	*	NS	*	*	NS
1982	NS	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1983	NS	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1985	NS	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1986	NS	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1987	NS	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1990	NS	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Table 6 Statistical comparison between years of annual water loss from various conservation measures.

Comparison year	CK	CB	HD	IT	BT
1980 vs 1981	**	NS	*	NS	*
1981 vs 1982	-----	-----	-----	-----	-----
1982 vs 1983	-----	-----	-----	-----	-----
1983 vs 1985	-----	-----	-----	-----	-----
1985 vs 1986	-----	-----	-----	-----	-----
1986 vs 1987	-----	-----	-----	-----	-----
1987 vs 1990	-----	-----	-----	-----	-----

Note : no data available in 1984, 1988 and 1989

* = significant difference

** = highly significant difference

NS = non-significant difference

และ IT ตามลำดับ และ CB แตกต่างกับ IT อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนที่เหลือมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่าในปี 2523 (1980) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มทำแปลงทดลอง สภาพของดินเพิ่งถูกเปลี่ยนสภาพอาจทำให้ดินมีความพรุนไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินน้ำจึงสามารถซึมลงสู่ดินชั้นล่างได้ใกล้เคียงกัน ต่อมาในปี 2524 แปลงทดลองมีความคงสภาพมากขึ้นประกอบกับตะกอนดินที่พัดพามาจากพื้นที่ด้านบนอาจอุดตันช่องว่างของดิน ทำให้ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินเพิ่มมากขึ้นกว่าในปี 2523 ทุกแปลง จึงทำให้ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินจากแปลงทดลองที่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและแปลงเปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติและเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการสูญเสียน้ำของแต่ละแปลง ในช่วงระยะเวลาปีต่อปี (Table 6) พบว่า มาตรการอนุรักษ์แบบ CB และ IT มีความแตกต่างกันในระหว่างปีอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนมาตรการ CK พบว่ามีความแตกต่างระหว่างปี 2523 กับปี 2524 คือในปี 2523 จะมีการสูญเสียน้ำน้อยกว่าปี 2524 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมาตรการอนุรักษ์แบบ HD และ BT ปี 2523 มีการสูญเสียน้ำน้อยกว่าปี 2524 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น สำหรับความแตกต่างระหว่างปีต่อๆ มาพบว่า ทั้ง 5 มาตรการมีความแตกต่างกันในระหว่างปีอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในปี 2523 สภาพของแปลงทดลองยังมีสภาพไม่สมบูรณ์ ต่อมาปี 2524 จึงมีความคงสภาพมากขึ้น จึงทำให้ในปี 2525 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินลดลงจากปี 2524 ทุกแปลง ยกเว้นแปลง CB ที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และในปีต่อๆ มาปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินก็เพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไป แต่ก็มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป

การศึกษาการสูญเสียดินและน้ำจากแปลงทดลองที่ปลูกพืชไร่และใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ ได้แก่ ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ (CK) คันดินรับน้ำขอบเขา (CB) คูรับน้ำขอบเขา (HD) ขันบันไดไม้ต่อเนื่อง (IT) และขันบันไดต่อเนื่อง (BT) บนพื้นที่ลาดเขาของโครงการการจัดการลุ่มน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2523-2533 มีผลสรุปได้ดังนี้

1) การสูญเสียดินโดยเฉลี่ยแล้วมากที่สุดในการแปลง CK (31.3 ตัน/เฮกแตร์) รองลงมาได้แก่ แปลง HD, IT, CB และ BT ด้วยอัตราการสูญเสียเท่ากับ 11.7, 9.6, 8.4 และ 5.0 ตัน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ

2) การสูญเสียดินระหว่างมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในช่วงแรกระหว่างปี พ. ศ. 2523-2525 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในช่วงหลังจากนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นในปีที่ฝนมีปริมาณมาก การไม่ได้รับการซ่อมบำรุง คูและรักษาสภาพของมาตรการอนุรักษ์และการขึ้นของวัชพืชที่หนาแน่นขึ้นในช่วงปีหลังๆ มีผลทำให้ความสามารถในการอนุรักษ์ดินและน้ำของแปลงต่างๆ ไม่แตกต่างกัน

3) มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินมากที่สุดคือ HD (91.3 มม./ปี) ตามมาด้วยมาตรการ CK, IT, CB และ BT ด้วยอัตรา 90.4, 86.9, 81.7 และ 78.7 มม./ปี ตามลำดับ

4) ค่าเฉลี่ยการสูญเสียน้ำในระหว่างแปลงพบว่ามีความแตกต่างกันเฉพาะในปี พ.ศ. 2524 เท่านั้นกล่าวคือ แปลง CK ต่างจาก BT อย่างมีนัยสำคัญยิ่งและต่างกับ CB และ IT อย่างมีนัยสำคัญ แปลง HD ต่างกับ BT และ IT อย่างมีนัยสำคัญ แปลง CB กับ HD แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนในปีอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

5) การเปรียบเทียบการสูญเสียน้ำในแต่ละแปลงระหว่างปีนั้น พบว่า ในแต่ละแปลงจะมีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะช่วง 2 ปีแรก ขณะที่ดินยังไม่คงสภาพเท่านั้น หลังจากนั้นทั้ง 5 มาตรการมีความแตกต่างกันระหว่างปีอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

6) กล่าวได้ว่า BT ลดการสูญเสียดินและน้ำได้ดีที่สุดตามมาด้วย CB, IT และ HD ตามลำดับ อย่างไรก็ตามหากไม่มีการบำรุงรักษาอย่างดี มาตรการทุกรูปแบบจะให้ผลในการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ไม่แตกต่างกันนักในปีต่อๆ มา

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในโครงการทดลองจัดการลุ่มน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ทุกท่านที่ได้ดำเนินการศึกษาเก็บข้อมูล นับตั้งแต่เริ่มต้นโครงการในปี พ.ศ.2523 จนถึงปี พ.ศ.2533 โดยเฉพาะ คุณสุรพงษ์ วงศ์ดี เจ้าหน้าที่บริหารงานป่าไม้ 6 ส่วนอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องที่เอื้ออำนวยความสะดวกทุกอย่างจนงานวิจัยนี้ลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กัลยาณี ดอนสกุล, ประเดิมชัย แสงคู่วงศ์, และสมาน รวยสูงเนิน. 2528. ปริมาณตะกอนและน้ำไหลบ่าหน้าดินจากพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณสถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำแม่กลอง กาญจนบุรี. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 13 น.

ชาติรี มากนวล. 2534. การประมาณค่าประสิทธิภาพการควบคุมการพังทลายของดินในสมการการสูญเสียดินสากลของสวนป่าไม้ไผ่เร็วอายุ 7 ปี บนชั้นบันไดดินบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ ตั้งธรรม, เกษม จันทร์แก้ว, และ สุรเชษฐ์

อังกุลภักดีกุล. 2515. น้ำไหลบ่าหน้าดินและตะกอนจากป่าธรรมชาติและไร่ร้าง บริเวณลุ่มน้ำบนภูเขา. บัณฑิตกสิกรรมปีที่ 10 สถานีวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ดอยปุย เชียงใหม่. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 618 น.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2527. การควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภิกษาคี วรธนะประทีป. 2525. ผลการทดลองหาค่าการสูญเสียดินและปริมาณน้ำไหลบ่า โดยใช้สิ่งก่อสร้างต่างๆ ที่โครงการทดลองจัดการลุ่มน้ำแม่สา พ.ศ.2522-2524, น.263-271. ใน รายงานการประชุมอนุรักษ์ดินและน้ำแห่งชาติ พ.ศ. 2525. ชลบุรี.

เรือง จันทรมหเสถียร. 2529. การสูญเสียดินและน้ำจากการปลูกป่าบนชั้นบันไดดินบริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุธัม ปลัดสงคราม, วิรัช บัวคง, และ วินัส เจริญรุ่งรัตน์. 2523. การศึกษาการถูกชะล้างของดินบางชนิดที่เกิดจากความยาวของพื้นที่ลาดต่างๆ กัน, น.79-83. ใน รายงานวิชาการประจำปี 2523. กองบริการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Gupta, R.K. 1981. Ecological consequences of irrational landuses on loss of productive soil, pp. 219-230. In Proc. South-East Asia Regional Symposium on Problems of Soil Erosion and Sedimentation. AIT and Hydraulics Res. Sta. (Wallingford, U.K.), Bangkok.

Hatch, T. 1981. Preliminary results of soil erosion and conservation trails under Paper (*Piper nigrum*) in Sarawak, Malaysia, pp. 225-262. In R.P.C. Morgan (ed.). Soil Conservation: Problems and Prospects. John Wiley and Sons, Inc., Chichester.