

นิพนธ์ต้นฉบับ

การเปรียบเทียบการประมาณค่าการสูญเสียดินโดยแบบจำลอง USLE, MMF และ
RMMF บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำขุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

Comparison of Soil Loss Estimation based on USLE, MMF and RMMF Models in
Nam Chun Watershed, Lom Sak District, Phetchabun Province

พิสิฏฐ์ กิมยงค์¹Pisit Kimyong¹สามัคคี บุญยะวัฒน์²Samakkee Boonyawat²สมนนิมิตร พุกงาม²Somnimirt Pukngam²¹สำนักงานวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

Office of Research and Development for Land Management, Land Development Department

E-mail: pisitkimyong@yahoo.com

²คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

รับต้นฉบับ 9 ตุลาคม 2555

รับลงพิมพ์ 23 พฤศจิกายน 2555

ABSTRACT

Soil loss estimation was conducted in the Nam Chun watershed, Lom Sak district, Phetchabun province. The experimental plots on the soil loss were constructed on different land uses consisting of 1 plot of up-and-down plowing, 2 plots of sweet corn, 2 plots of sweet tamarind and 3 plots of mixed forest plantation. The observed sediment was examined in the area for 6 months from 1 May to 31 October, 2006. The results showed that the observed sediment from the plots of up-and-down plowing, sweet corn, sweet tamarind and mixed forest plantation were 9.04, 2.09, 3.41 and 0.40 t/rai/6 months respectively. Estimation comparison among the USLE, MMF and RMMF models was analyzed using the C-factor from different sources such as LDD (2002), the EI_{30max} and the ratio method. USLE, the most correct estimation of sediment for the mixed forest plantation plot when using C-factor from LDD (2002), estimated the sediment as 0.81 t/rai/6 months (SSE = 0.04). For MMF, the most correct estimation of sediment for the mixed forest plantation plot when using the C-factor from the EI_{30max} method and the ratio method estimated sediment as 0.21 t/rai/6 months (SSE = 0.04). For RMMF, the most correct estimation of sediment for the mixed forest plantation plot when using the C-factor from the EI_{30max} method and the ratio method estimated sediment as 0.21 t/rai/6 months (SSE = 0.04). However, the MMF and RMMF methods needed more complicated parameters and more steps in the calculation than

those of USLE. The estimated sediment regarding MMF and RMMF showed that sediment was not found on the 75th day and 90th day in the sweet tamarind plot and there was no sediment on the 60th day, 75th day, 105th day and 120th day in the mixed forest plantation plot, whereas, observed sediment was still found on every observation. Therefore, it can be concluded that the USLE method is the most appropriate for soil loss estimation in this study area.

Keywords: Soil loss Estimation, Observed Sediment, USLE MMF and RMMF model, Nam Chun Watershed

บทคัดย่อ

การประมาณค่าการสูญเสียดินในครั้งนี้ดำเนินการในพื้นที่ลุ่มน้ำขุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยสร้างแปลงทดลองการสูญเสียดินบนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย การไถพรวนขึ้นลง 1 แปลง ปลูกร้างโพดหวาน 2 แปลง ปลูกร้างข้าวโพดหวาน 2 แปลง และป่าปลูกผสม 3 แปลง ทำการตรวจวัดตะกอนดินจริงในพื้นที่ระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม - 31 ตุลาคม พ.ศ. 2549 รวม 6 เดือน ปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัดจากแปลงไถพรวนขึ้นลง ปลูกร้างโพดหวาน ปลูกร้างข้าวโพดหวาน และป่าปลูกผสม เท่ากับ 9.04, 2.09, 3.41 และ 0.40 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการประมาณค่าจากแบบจำลอง USLE, MMF และ RMMF โดยใช้ C-factor ได้แก่ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) จากวิธี EI_{30max} และจากวิธีหาอัตราส่วน พบว่า แบบจำลอง USLE ให้ผลการประมาณถูกต้องมากที่สุดในการแปลงป่าปลูกผสม เมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 0.81 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากับ 0.04 สำหรับแบบจำลอง MMF ให้ผลการประมาณถูกต้องมากที่สุดในการแปลงป่าปลูกผสม เมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} และวิธีหาอัตราส่วน มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 0.21 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากัน คือ 0.04 สำหรับแบบจำลอง RMMF ให้ผลการประมาณถูกต้องมากที่สุดในการแปลงป่าปลูกผสม เมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} และวิธีหาอัตราส่วน มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 0.21 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากัน คือ 0.04 นอกจากนี้แบบจำลอง MMF และ RMMF ต้องการพารามิเตอร์นำเข้าสมการและขั้นตอนในการคำนวณสลับซับซ้อนกว่าแบบจำลอง USLE เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการประมาณกับลำดับวันที่ตรวจวัดตะกอนดิน พบว่า แบบจำลอง MMF และ RMMF ไม่เกิดตะกอนดินซึ่งตรงกับวันที่ 75 และ 90 ในแปลงปลูกร้างข้าวโพดหวาน และไม่เกิดตะกอนดินซึ่งตรงกับวันที่ 60, 75, 105 และ 120 ในแปลงป่าปลูกผสม ขณะที่พบปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัดทุกครั้ง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแบบจำลอง USLE ยังเหมาะสมที่สุดที่เป็นตัวแทนสมการในการประมาณค่าการสูญเสียดินในพื้นที่ศึกษา

คำสำคัญ: การประมาณค่าการสูญเสียดิน ปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัด แบบจำลอง USLE, MMF และ RMMF ลุ่มน้ำขุน

คำนำ

การสูญเสียดินเกิดขึ้นเมื่อมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเปิดหน้าดิน อาทิ การตัดไม้เพื่อทำการเกษตร ซึ่งเป็นปัญหาที่ทวีความรุนแรงยิ่งขึ้นเมื่อพื้นที่ทำกิจกรรมนั้นมีความลาดชันมาก

ลุ่มน้ำขุนตั้งอยู่ที่ตำบลน้ำขุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นพื้นที่ที่มีการประกอบอาชีพเกษตรอยู่มาก จำเป็นต้องมีการเปิดหน้าดิน และทำการเพาะปลูกพืชบนพื้นที่ที่มีความลาดชัน จึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงการเกิดการสูญเสียดินได้ การแก้ไขปัญหาดังกล่าว สามารถดำเนินการโดยการวางแผนการใช้ที่ดิน ตลอดจนกำหนดมาตรการ และวิธีการควบคุมมิให้มีการขยายพื้นที่ทำกินรุกเข้าไปในพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร โดยประกาศเขตพื้นที่อนุรักษ์ประเภทต่างๆ

สำหรับนักวิชาการด้านการจัดการลุ่มน้ำ หรือด้านอนุรักษ์ดินและน้ำ รวมไปถึงนักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มาช่วยแก้ไขปัญหาคือการสูญเสียดิน ซึ่งเครื่องมือที่ได้รับความนิยมอย่างหนึ่งคือ แบบจำลอง (model) โดยสามารถจำลองสถานการณ์ได้ว่าเกิดผลกระทบมากน้อยเพียงใด ตลอดจนนำผลที่ได้จากแบบจำลองไปกำหนดมาตรการ วิธีการป้องกันการเกิดการสูญเสียดินต่อไปในประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดิน ได้นำสมการการสูญเสียดินสากลมาใช้ประมาณค่าการสูญเสียดิน แต่ผลลัพธ์ที่ได้ยังมีความคลาดเคลื่อน ต้องปรับปรุงรูปแบบของแบบจำลองให้รองรับกับลักษณะภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังมีการนำแบบจำลองอื่นเข้ามาประมาณค่าการสูญเสียดิน แต่ก็มีอยู่ไม่มากนัก ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงได้นำแบบจำลอง อันได้แก่ USLE, MMF และ RMMF มาประมาณค่าการสูญเสียดิน โดยเลือกพื้นที่ลุ่มน้ำขุน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงในการเกิดการสูญเสียดินเป็นพื้นที่ศึกษา แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัด เพื่อเลือกแบบจำลองที่ให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัดมากที่สุด สามารถใช้เป็นตัวแทนในการประมาณค่าการสูญเสียดินในพื้นที่ศึกษาได้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำขุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ $16^{\circ} 44' - 16^{\circ} 48'$ เหนือ และลองจิจูดที่ $101^{\circ} 2' - 101^{\circ} 9'$ ตะวันออกลักษณะทางภูมิประเทศเป็นเขาและเนินเขาที่ลาดชันสูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 240-1,509 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 67 ตารางกิโลเมตร ลักษณะภูมิอากาศได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ จัดเป็นเขตร้อนชื้น ความชื้นสูง อุณหภูมิปานกลางถึงสูง มีฤดูฝนและฤดูแล้งอย่างชัดเจน ฤดูฝนเริ่มเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,087.6 มิลลิเมตรต่อปี มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.7 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุด 33.2 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายนและอุณหภูมิต่ำสุด 22.2 องศาเซลเซียส ในเดือนธันวาคม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2551) การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ประกอบด้วยพืชไร่ สามารถพบได้ทั่วไปบนพื้นที่ที่มีความลาดชัน ได้แก่ ข้าวโพด ถั่วเขียว ผักชี จิง มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว และข้าว ป่าธรรมชาติสามารถพบได้ทั่วไปบนพื้นที่ลาดชันสูง และยากแก่การเข้าถึงส่วนใหญ่เป็นไม้สักตะแบก และกัลปพฤกษ์ ทุ่งหญ้าเกิดขึ้นทั่วไปในพื้นที่ราบและบางส่วนของพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งส่วนใหญ่พบหญ้าคา ไม้ผลพบบ้างในบางพื้นที่ ส่วนใหญ่เป็นมะขามหวาน มะม่วง น้อยหน่า (สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2549)

การรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลภูมิประเทศ ได้แก่ แผนที่ซึ่งครอบคลุมบริเวณลุ่มน้ำย่อยน้ำขุน เช่น แผนที่ภูมิประเทศ ของกรมแผนที่ทหารระวาง 5242 III และ 5242 IV มาตราส่วน 1: 50,000 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน มาตราส่วน 1: 50,000 ปี พ.ศ. 2549 ในรูปแบบระบบภูมิสารสนเทศของกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งแบ่งเป็นข้อมูลน้ำฝน และอุณหภูมิระหว่างปี พ.ศ. 2520-2551 ข้อมูลชุดดินจากรายงานการสำรวจดินจังหวัดเพชรบูรณ์ของกรมพัฒนาที่ดิน

รวมไปถึงการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องมาเพื่อกำหนดเทคนิคที่นำมาใช้เก็บข้อมูลในภาคสนาม และกำหนดรูปแบบการแปรผลในแบบจำลองการประมาณค่าการสูญเสียดิน

การสร้างแปลงทดลอง

สร้างแปลงทดลองการสูญเสียดินขนาด 5x10 เมตร บริเวณบ้านห้วยโป่งพัฒนาซึ่งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนบนแปลงไทรพรวนขึ้นลง จำนวน 1 แปลง แปลงปลูกข้าวโพดหวาน จำนวน 2 แปลง และแปลงปลูกมะขามหวานจำนวน 2 แปลง และวางแปลงทดลองที่หน่วยปลูกฟื้นฟูพื้นที่น้ำก้อหน่วยที่ 2 บนแปลงปลูกสวนป่าผสม จำนวน 3 แปลง รวมทั้งสิ้น 8 แปลง (Figure 1) สำหรับจำนวนซ้ำของแปลงทดลองของแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่เท่ากันนั้นมีข้อจำกัดในเรื่องของการอนุญาตให้เข้าใช้พื้นที่ของเจ้าของที่ดิน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลน้ำฝนรายชั่วโมงจากเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติจากสถานีวัดน้ำฝนเขาค้อ ประจำปี พ.ศ. 2549 ของโครงการชลประทานจังหวัดเพชรบูรณ์ นำมาเฉลี่ยเป็นราย 30 นาที เพื่อให้สอดคล้องกับการคำนวณค่าดัชนีพลังงานจลน์ของฝนรายครั้ง (EI_{30max}) ใช้เป็นปัจจัยร่วมประมาณค่าการสูญเสียดินในแบบจำลอง USLE และเก็บข้อมูลน้ำฝนรายวันจากเครื่องวัดน้ำฝนแบบไม่อัตโนมัติ จากบ้านห้วยโป่งพัฒนา และหน่วยปลูกฟื้นฟูพื้นที่น้ำก้อหน่วยที่ 2 นำมาคำนวณค่าพลังงานจลน์ของฝน ใช้เป็นปัจจัยร่วมประมาณค่าการสูญเสียดินในแบบจำลอง MMF (Morgan, 1986) และ RMMF (Saengtongpinit, 2004) เลือกใช้ข้อมูลระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม 2549 เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัด

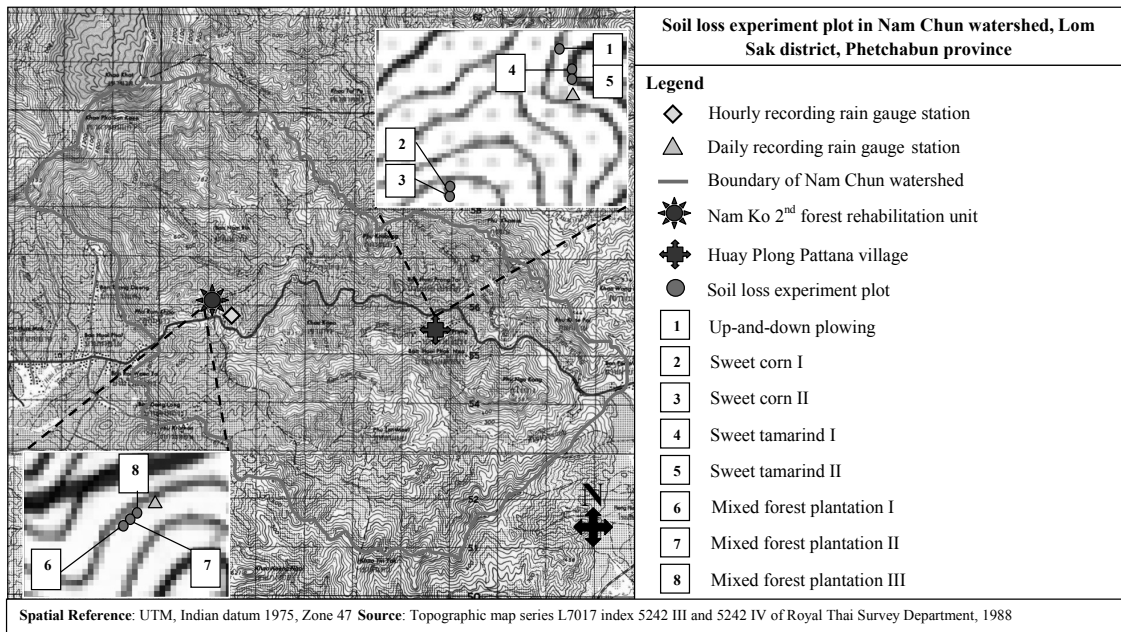


Figure 1 Location of soil loss experiment plot in Nam Chun watershed, Lom Sak district, Phetchabun province.

เก็บตัวอย่างดินบริเวณแปลงทดลองวัดตะกอนดินทั้ง 8 แปลง โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 3 จุดต่อหนึ่งแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 และ 30-50 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางกายภาพ โดยตัวอย่างดินจากหลุมเจาะด้วยสว่านเจาะดิน (soil augers) ใช้ประมาณค่าความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K-factor) ในแบบจำลอง USLE และตัวอย่างดินจากหลุมขุดขนาด 30x50x50 เซนติเมตรบรรจุในกระบอกเก็บตัวอย่างดิน (soil core) ใช้เป็นปัจจัยร่วมในการประมาณค่าความสูงของน้ำไหลบ่าหน้าดิน (มิลลิเมตร) ในแบบจำลอง MMF และ RMMF วัดความลาดชันบริเวณแปลงทดลองวัดตะกอนดินทั้ง 8 แปลงด้วยเครื่องวัดความลาดชัน (abney hand level) และวัดความยาวความลาดชันด้วยสายวัด ผลลัพธ์ที่ได้ใช้เป็นปัจจัยร่วมประมาณค่าการสูญเสียดินในแบบจำลอง USLE, MMF และ RMMF

ถ่ายภาพพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมบริเวณลุ่มน้ำขุน เพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจเลือกใช้ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับนำเข้าแบบจำลองการประมาณค่าการสูญเสียดินทั้ง 3 แบบจำลอง วัดขนาดความสูงทรงพุ่ม ของพืชพรรณที่ขึ้นในแปลงวัดตะกอนดินทั้ง 8 แปลง โดยผลลัพธ์ที่ได้ใช้เป็นปัจจัยร่วมประมาณค่าการสูญเสียดินที่เกิดขึ้นจากแบบจำลอง MMF และ RMMF

ตรวจวัดปริมาณตะกอนดินจากบ่อรับน้ำและดักตะกอนซึ่งอยู่ปลายสุดด้านล่างของแปลงทดลองเก็บตะกอนดินทุก 15 วัน ตั้งแต่ 1 พฤษภาคม - 31 ตุลาคม พ.ศ. 2549 เป็นจำนวน 12 ครั้ง ส่งวิเคราะห์หาน้ำหนักแห้งที่สำนักวิทยาศาสตร์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ผลลัพธ์ที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับปริมาณตะกอนดินที่ประมาณค่าได้จากแบบจำลอง USLE, MMF และ RMMF

การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณหาอัตราการสูญเสียดินจากแต่ละแบบจำลอง และเปรียบเทียบผลการประมาณของแต่ละแบบจำลองกับปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัด โดยวิเคราะห์ค่าผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (sum square error; SSE)

ผลและวิจารณ์

ปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัด

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้ปริมาณตะกอนดินจากแปลงไถพรวนขึ้นลงมีค่าเท่ากับ 9.04 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน แปลงปลูกข้าวโพดหวานแปลงที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 2.06 และ 2.11 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ แปลงปลูกมะขามหวานแปลงที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 3.33 และ 3.48 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ และแปลงปลูกสวนป่าผสมแปลงที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 0.40, 0.42 และ 0.38 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนดินจากแปลงไถพรวนขึ้นลง แปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงปลูกสวนป่าผสมเท่ากับ 9.04, 2.09, 3.41 และ 0.40 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ

การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในแต่ละแบบจำลอง

แบบจำลอง USLE ใช้พารามิเตอร์ได้แก่ ดัชนีพลังงานจลน์ของฝน (EI_{30max}) มีค่าเท่ากับ 1017.48 เมตริกตันต่อเฮกเตอร์ใช้เป็นตัวแทนในทุกแปลงทดลอง เนื่องจากมีสถานีตรวจวัดน้ำฝนที่มีความละเอียดสูงที่สุดระดับรายชั่วโมงซึ่งครอบคลุมพื้นที่ที่ศึกษาวิจัยเพียงแห่งเดียวเท่านั้น ค่าความคงทนของการกร่อนของดิน (K-factor) ด้วยวิธีของ Williams *et al.* (1990) ของแปลงไถพรวนขึ้นลง แปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม มีค่าเท่ากับ 0.25, 0.28, 0.28 และ 0.29 ตามลำดับ ค่าความลาดเทและความยาวความลาดเท (LS-factor) จากการวัดผลด้วย abney hand level ของแปลงไถพรวนขึ้นลง แปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม มีค่าเท่ากับ 0.31, 0.29, 1.05 และ 1.78 ตามลำดับ ค่าดัชนีพืชปกคลุมดิน (C-factor) ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) ของแปลงไถพรวนขึ้นลง แปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม มีค่าเท่ากับ 1.00, 0.502 0.15 และ 0.088 ตามลำดับ C-factor จากวิธี EI_{30max} ของแปลงปลูกข้าวโพดหวาน

แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม มีค่าเท่ากับ 0.299, 0.140 และ 0.010 ตามลำดับ C-factor จากวิธีหาค่าอัตราส่วนของแปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม มีค่าเท่ากับ 0.298, 0.139 และ 0.010 ตามลำดับ และค่าดัชนีมาตรการที่ใช้ในการควบคุมการสูญเสียดิน (P-factor) ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) มีค่าเท่ากับ 1 ในทุกแปลงทดลอง

แบบจำลอง MMF ใช้พารามิเตอร์ได้แก่ปริมาณน้ำฝนรายวัน (R-factor) ซึ่งครอบคลุมระยะเวลาศึกษาวิจัยของแปลงทดลองไผ่พรวนขึ้นลง แปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน มีค่าเท่ากับ 1805.80 มิลลิเมตรต่อ 6 เดือน สำหรับแปลงป่าปลูกผสม มีค่าเท่ากับ 1907.50 มิลลิเมตรต่อ 6 เดือน และนำค่าปริมาณน้ำฝนรายวันดังกล่าวมาคำนวณหาพลังงานจลน์ของฝนด้วยวิธีของ Morgan (1986) ความหนาแน่นรวมของดิน (pb; BD-factor) จากตัวอย่างดินที่ผู้วิจัยเก็บจากแต่ละแปลงทดลองนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ของสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ของแปลงไผ่พรวนขึ้นลง แปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม มีค่าเท่ากับ 1.24, 1.34, 1.40 และ 1.37 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ความหนักเบาของฝนชนิดที่มีผลต่อการสูญเสียดิน (I-factor) ประยุกต์ใช้ข้อมูลของ Morgan (1986) มีค่าเท่ากับ 25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง สมรรถนะน้ำพืชชนิด (P; A-factor) ของแปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม ประยุกต์ใช้ข้อมูลของ Saengtongpinit (2004) มีค่าเท่ากับ 0.25, 0.20 และ 0.33 ตามลำดับ สำหรับแปลงไผ่พรวนขึ้นลงไม่มีพืชขึ้นปกคลุมจึงประมาณค่า P; A-factor ไม่ได้ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินที่ความจุความชื้นสนาม (F_c ; MS-factor) ของแปลงไผ่พรวนขึ้นลง แปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม ประยุกต์ใช้ข้อมูลของ Saengtongpinit (2004) เช่นกัน มีค่าเท่ากับ 0.26, 0.31, 0.26 และ 0.20

ตามลำดับ อัตราส่วนคายน้ำ (E_t/E_p ; E_t/E_0 -factor) ของแปลงไผ่พรวนขึ้นลง แปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม ประยุกต์ใช้ข้อมูลของ Saengtongpinit (2004) เช่นกัน มีค่าเท่ากับ 0.05, 0.70, 0.90 และ 0.88 ตามลำดับ ความลึกของรากหาอาหารพืช (RD; EHD-factor) ของแปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม ประยุกต์ใช้ข้อมูลของ Saengtongpinit (2004) เช่นกัน มีค่าเท่ากับ 0.12, 0.15 และ 0.14 เมตร ตามลำดับ เนื่องจากในแปลงไผ่พรวน ขึ้นลงไม่มีรากหาอาหารพืชเข้ามาเกี่ยวข้องจึงประยุกต์ใช้ค่าความลึกของดินจนถึงระดับที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ตามรายงานการสำรวจดินของสำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน (ม.ป.ป.) มีค่าเท่ากับ 0.38 เมตร ส่วนค่า K-factor, LS-factor และ C-factor ใช้ค่าเดียวกันกับแบบจำลอง USLE

แบบจำลอง RMMF ใช้พารามิเตอร์เช่นเดียวกับแบบจำลอง USLE แต่เพิ่มเติมในส่วนของเปอร์เซ็นต์ปกคลุมของเรือนยอด (CC-factor) โดยที่แปลงไผ่พรวนขึ้นลง และแปลงปลูกข้าวโพดหวาน ประยุกต์ใช้ข้อมูลของ Saengtongpinit (2004) ส่วนแปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม ได้จากการตรวจวัดของผู้ศึกษาวิจัยด้วยวิธีสะท้อนภาพเรือนยอดผ่านกระจกเงาจำลองภาพนั้นบนกระดาษดอทกริด คัดลอกภาพที่ได้ผ่านเครื่องสแกนภาพ และประมาณค่า CC-factor บนโปรแกรม Arc GIS เวอร์ชัน 9.2 มีค่าเท่ากับ 0.03, 0.51, 0.40 และ 0.14 ตามลำดับ ความเชื่อมแน่นของดิน (COH-factor) ของแปลงไผ่พรวนขึ้นลง แปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม ประยุกต์ใช้ข้อมูลของ Saengtongpinit (2004) เช่นกัน มีค่าเท่ากับ 7.78, 8.69, 0.26 และ 12.00 ตามลำดับ และสิ่งคลุมดินระดับพื้นล่าง (GC-factor) ของแปลงไผ่พรวนขึ้นลง แปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม ประยุกต์ใช้ข้อมูลของ Yazidhi (2003) มีค่าเท่ากับ 0.05, 0.10, 0.90 และ 0.85 ตามลำดับ

การสูญเสียดินที่ประมาณค่าได้จากแต่ละแบบจำลอง

การสูญเสียดินที่ประมาณค่าได้จากแต่ละแบบจำลองในพื้นที่ลุ่มน้ำขุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ดังรายละเอียดใน Table 1 แยกอธิบายได้ดังนี้

การสูญเสียดินที่ประมาณค่าได้จากแบบจำลอง USLE, MMF และ RMMF เมื่อใช้ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) ของแปลงไผ่พรวนขึ้นลงมีค่าเท่ากับ 12.58, 2.50 และ 2.50 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับของแปลงปลูกข้าวโพดหวานมีค่าเท่ากับ 6.39, 2.26 และ 1.52 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับของแปลงปลูกมะขามหวานมีค่าเท่ากับ 7.16, 2.35 และ 1.35 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับของแปลงปลูกผสมมีค่าเท่ากับ 7.37, 1.85 และ 1.71 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ

การสูญเสียดินที่ประมาณค่าได้จากแบบจำลอง USLE, MMF และ RMMF เมื่อใช้ C-factor จากวิธี

EI_{30max} ของแปลงไผ่พรวนขึ้นลง มีค่า C-factor เกิน 1 จึงไม่นำค่าดังกล่าวมาใช้ในการประมาณค่าการสูญเสียดินในทุกแบบจำลอง ของแปลงปลูกข้าวโพดหวานมีค่าเท่ากับ 3.80, 1.35 และ 1.10 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับของแปลงปลูกมะขามหวานมีค่าเท่ากับ 6.68, 2.20 และ 1.31 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับของแปลงปลูกผสมมีค่าเท่ากับ 0.81, 0.21 และ 0.21 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ

การสูญเสียดินที่ประมาณค่าได้จากแบบจำลอง USLE, MMF และ RMMF เมื่อใช้ C-factor จากวิธีหาอัตราส่วน ของแปลงไผ่พรวนขึ้นลง มีค่า C-factor เกิน 1 จึงไม่นำค่าดังกล่าวมาใช้ในการประมาณค่าการสูญเสียดินในทุกแบบจำลองเช่นกัน ของแปลงปลูกข้าวโพดหวานมีค่าเท่ากับ 3.79, 1.36 และ 1.11 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับของแปลงปลูกมะขามหวานมีค่าเท่ากับ 6.63, 2.18 และ 1.30 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับของแปลงปลูกผสมมีค่าเท่ากับ 0.83, 0.21 และ 0.21 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ

Table 1 Soil loss estimation from each model and the observed sediment and statistical testing using difference C-factor.

Model	Land Use	Soil loss (t/rai/6 month) and statistical testing using difference C-factor							
		C-factor by LDD (2002)		C-factor by EL_{30max} method		C-factor by ratio method		Observed sediment	
		Estimated sediment	SSE	SD	Estimated sediment	SSE	SD		
USLE	Up-and-down plowing	8.55	12.58	1.17	12.30	-	-	-	-
	Sweet corn	1.97	6.39	0.67	3.99	3.80	0.33	0.98	3.79
	Sweet tamarind	3.19	7.16	0.67	4.06	6.68	0.61	3.36	6.63
	Mixed forest plantation	0.40	7.37	0.94	8.01	0.81	0.04	0.01	0.83
MMF	Up-and-down plowing	8.55	2.50	0.93	7.79	-	-	-	-
	Sweet corn	1.97	2.26	0.31	0.88	1.35	0.20	0.54	1.36
	Sweet tamarind	3.19	2.35	0.34	1.02	2.20	0.32	0.91	2.18
	Mixed forest plantation	0.40	1.85	0.32	0.91	0.21	0.04	0.02	0.21
RMMF	Up-and-down plowing	8.55	2.50	0.93	7.79	-	-	-	-
	Sweet corn	1.97	1.52	0.13	0.15	1.10	0.15	0.21	1.11
	Sweet tamarind	3.19	1.35	0.24	0.52	1.31	0.24	0.54	1.30
	Mixed forest plantation	0.40	1.71	0.28	0.72	0.21	0.04	0.02	0.21

Remarks: C-factor estimation using EL_{30max} and ratio method in up-and-down plowing plot was >1 , so C-factor was not used in USLE, MMF and RMMF models; SSE = sum square error and SD = standard deviation.

การเปรียบเทียบแบบจำลอง

ผลการศึกษา (Table 1) นำมาเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุดที่จะใช้เป็นตัวแทนการประมาณค่าการสูญเสียดินในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนอินทนิลได้ดังนี้

การประมาณค่า C-factor จากวิธี EI_{30max} ซึ่งตรงกับลำดับวันที่ 45 ของการตรวจวัดปริมาณตะกอนดิน มีค่าเกิน 1 ในแปลงปลูกข้าวโพดหวาน และปลูกมะขามหวาน จึงไม่นำ C-factor ในวันดังกล่าวมาใช้ในการประมาณค่าการสูญเสียดินของแบบจำลอง USLE, MMF และ RMMF และเพื่อความสะดวกของข้อมูลในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ จึงไม่นำปริมาณตะกอนดินที่ตรวจวัดได้ในวันที่ 45 มาใช้ ปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัดของแปลงไผ่พรวนขึ้นลง แปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม จึงมีค่าเท่ากับ 8.55, 1.97, 3.19 และ 0.40 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ

แปลงไผ่พรวนขึ้นลง C-factor ซึ่งหาจากวิธี EI_{30max} และวิธีหาค่าอัตราส่วนมีค่าเกิน 1 จึงไม่นำค่าดังกล่าวมาใช้ในการประมาณค่าการสูญเสียดินของแบบจำลอง USLE, MMF และ RMMF ดังนั้นการประมาณค่าการสูญเสียดินของแต่ละแบบจำลองจึงใช้ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) เท่านั้น

เมื่อเปรียบเทียบผลการประมาณค่าการสูญเสียดินที่ได้จากแต่ละแบบจำลองกับปริมาณตะกอนดินที่ตรวจวัดได้จริง พบว่า แบบจำลอง USLE ให้ผลการประมาณถูกต้องมากที่สุดในแปลงป่าปลูกผสม เมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 0.81 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากับ 0.04 รองลงมาคือ ในแปลงปลูกข้าวโพดหวานเมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} และในแปลงปลูกมะขามหวานเมื่อใช้ C-factor จากวิธีหาค่าอัตราส่วน มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 3.80 และ 6.63 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ มีค่า SSE เท่ากับ 0.33 และ 0.61 ตามลำดับ ส่วนแปลงไผ่พรวนขึ้นลงให้ผลการประมาณถูกต้องน้อยที่สุด เมื่อใช้ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545)

มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 12.58 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากับ 1.17

สำหรับแบบจำลอง MMF ให้ผลการประมาณถูกต้องมากที่สุดในแปลงป่าปลูกผสม เมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} และวิธีหาค่าอัตราส่วน มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 0.21 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากัน คือ 0.04 รองลงมาคือ ในแปลงปลูกข้าวโพดหวานเมื่อใช้ C-factor จากวิธีหาค่าอัตราส่วน และในแปลงปลูกมะขามหวานเมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 1.35 และ 2.18 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ มีค่า SSE เท่ากับ 0.20 และ 0.32 ตามลำดับ ส่วนแปลงไผ่พรวนขึ้นลงให้ผลการประมาณถูกต้องน้อยที่สุด เมื่อใช้ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 2.50 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากับ 0.93

สำหรับแบบจำลอง RMMF ให้ผลการประมาณถูกต้องมากที่สุดในแปลงป่าปลูกผสม เมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} และวิธีหาค่าอัตราส่วน มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 0.21 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากัน คือ 0.04 รองลงมาคือ ในแปลงปลูกข้าวโพดหวานเมื่อใช้ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) และในแปลงปลูกมะขามหวานเมื่อใช้ C-factor จากวิธีหาค่าอัตราส่วนเช่นกัน มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 1.52 และ 1.31 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ มีค่า SSE เท่ากับ 0.13 และ 0.24 ตามลำดับ ส่วนแปลงไผ่พรวนขึ้นลงให้ผลการประมาณถูกต้องน้อยที่สุด เมื่อใช้ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 2.50 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากับ 0.93

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงผลการประมาณค่าการสูญเสียดินให้สอดคล้องกับลำดับวันที่ตรวจวัดปริมาณตะกอนดิน พบว่าแบบจำลอง MMF และ RMMF ไม่เกิดตะกอนดินซึ่งตรงกับวันที่ 75 และ 90 ในแปลงปลูกมะขามหวาน และไม่เกิดตะกอนดินซึ่งตรงกับวันที่ 60, 75, 105 และ 120 ในแปลงป่าปลูกผสม ในขณะที่พบปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัดทุกครั้ง

และจากรายงานผลการศึกษาที่กล่าวมาในข้างต้นนำมาสรุปเป็นข้อดีข้อด้อยของแต่ละแบบจำลองแยกอธิบายได้ดังนี้

ข้อดีของแบบจำลอง USLE ได้แก่ 1) สามารถประยุกต์ใช้ดัชนีพืชปกคลุมดิน (C-factor) ซึ่งหาได้จากวิธี EI_{30max} และจากวิธีหาอัตราส่วนโดยที่ C-factor ดังกล่าวสามารถลดความคลาดเคลื่อนของการสูญเสียดินได้มากกว่าเมื่อใช้ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) เป็นพารามิเตอร์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่า SSE ที่น้อยกว่า 2) ปัจจัยนำเข้าแบบจำลองไม่มาก และมีขั้นตอนในการคำนวณไม่สลับซับซ้อนมากนัก

ข้อด้อยของแบบจำลอง USLE ได้แก่ ดัชนีพลังงานจลน์ของฝน (R-factor) โดยวิธี EI_{30max} ต้องการข้อมูลน้ำฝนราย 30 นาที ซึ่งในพื้นที่ศึกษาขนาดข้อมูลนี้จำเป็นต้องติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดน้ำฝนให้สอดคล้องกับความต้องการ ในขณะที่แบบจำลอง MMF และ RMMF ต้องการข้อมูลน้ำฝนรายวัน ซึ่งในพื้นที่ศึกษามีสถานีตรวจวัดน้ำฝนที่เก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าว ดังนั้นการนำข้อมูลน้ำฝนรายวันมาใช้อ้อมสะดวกกว่าการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดน้ำฝนราย 30 นาที

ข้อดีของแบบจำลอง MMF ได้แก่ R-factor ที่ใช้ในแบบจำลอง MMF ต้องการข้อมูลน้ำฝนรายวัน ซึ่งในพื้นที่ศึกษามีสถานีตรวจวัดน้ำฝนที่เก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าวจึงสะดวกต่อการนำข้อมูลมาใช้

ข้อด้อยของแบบจำลอง MMF ได้แก่ 1) C-factor ซึ่งหาได้จากวิธี EI_{30max} และจากวิธีหาอัตราส่วน ไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้กับแบบจำลอง MMF ซึ่งพิจารณาจากค่า SSE ที่ไม่มีความแตกต่างกัน 2) ปัจจัยนำเข้าแบบจำลองมาก และมีขั้นตอนในการคำนวณสลับซับซ้อน 3) ปัจจัยนำเข้าแบบจำลองที่เกี่ยวข้องยังขาดความน่าเชื่อถือ อาทิ I-factor, P; A-factor, F; MS-factor, RD; EHD-factor, E_t/E_p ; E_t/E_0 -factor, Q-factor และ C-factor จำเป็นต้องศึกษาวิจัยปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ให้มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลามาก 4) ผลการประมาณ พบว่า แบบจำลอง MMF ไม่เกิดตะกอนดินซึ่งตรงกับวันที่ 75 และ 90 ในแปลงปลูกมะขามหวาน

และไม่เกิดตะกอนดินซึ่งตรงกับวันที่ 60, 75, 105 และ 120 ในแปลงป่าปลูกผสม ในขณะที่พบปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัดทุกครั้ง

ข้อดีของแบบจำลอง RMMF ได้แก่ R-factor ที่ใช้ในแบบจำลอง RMMF ต้องการข้อมูลน้ำฝนรายวัน เช่นเดียวกับแบบจำลอง MMF ซึ่งในพื้นที่ที่ศึกษาวิจัยมีสถานีตรวจวัดน้ำฝนที่เก็บข้อมูลดังกล่าวจึงสะดวกต่อการนำข้อมูลมาใช้

ข้อด้อยของแบบจำลอง RMMF ได้แก่ 1) ปัจจัยนำเข้าแบบจำลองที่เกี่ยวข้องยังขาดความน่าเชื่อถือเช่นเดียวกับแบบจำลอง MMF นอกจากนี้แบบจำลอง RMMF ยังต้องการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในส่วน of CC-factor, COH-factor และ GC-factor ส่งผลให้ต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษาวิจัยปัจจัยนำเข้าแบบจำลอง RMMF มากกว่าแบบจำลอง MMF ซึ่งไม่มีปัจจัยดังกล่าวมาเกี่ยวข้อง 2) ผลการประมาณ พบว่า แบบจำลอง RMMF ไม่เกิดตะกอนดินซึ่งตรงกับวันที่ 75 และ 90 ในแปลงปลูกมะขามหวาน และไม่เกิดตะกอนดินซึ่งตรงกับวันที่ 60, 75, 105 และ 120 ในแปลงป่าปลูกผสม ในขณะที่พบปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัดทุกครั้งเช่นเดียวกับแบบจำลอง MMF

สรุปผลการเปรียบเทียบแต่ละแบบจำลอง

จากผลการเปรียบเทียบในข้างต้น พบว่าแบบจำลอง USLE, MMF และ RMMF ให้ผลการประมาณถูกต้องที่สุดร่วมกันในแปลงป่าปลูกผสมเมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} และวิธีหาอัตราส่วน สำหรับแปลงปลูกข้าวโพดหวาน แบบจำลอง RMMF ให้ผลการประมาณถูกต้องมากที่สุด เมื่อใช้ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) สำหรับแปลงปลูกมะขามหวาน แบบจำลอง RMMF ให้ผลการประมาณถูกต้องมากที่สุด เมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} ส่วนแปลงไผ่หวานขึ้นลงแบบจำลอง MMF และ RMMF ให้ผลการประมาณถูกต้องมากที่สุดเมื่อใช้ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง RMMF มีแนวโน้มในการประมาณค่าได้ถูกต้องมากกว่าแบบจำลอง MMF และ

USLE และ C-factor จากวิธี EI_{30max} และวิธีฮาอ์ตราส่วน สามารถลดความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณการสูญเสียดินของแบบจำลอง USLE และ MMF ในแปลงปลูกข้าวโพดหวาน และมะขามหวาน ได้ดีกว่า C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) เมื่อพิจารณาถึงข้อดีและข้อด้อยของแต่ละแบบจำลอง สรุปได้ว่า แบบจำลอง MMF และ RMMF มีขั้นตอนสลับซับซ้อน จำเป็นต้องศึกษาวิจัยเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องให้มีความน่าเชื่อถือก่อนนำมาประยุกต์ใช้ ซึ่งการศึกษาวิจัยครั้งนี้ยังขาดข้อมูลดังกล่าวอยู่ อาทิ I-factor, P; A-factor, CC-factor, COH-factor, F_c ; MS-factor, RD; EHD-factor, E_t/E_p ; E_t/E_0 -factor, Q-factor และ C-factor ในขณะที่แบบจำลอง USLE ต้องการศึกษเพิ่มเติมในส่วนของดัชนีพลังงานจลน์ของฝน (R-factor) และค่าดัชนีพืชปกคลุมดิน (C-factor) ซึ่งมีความสลับซับซ้อนของวิธีการคำนวณในแบบจำลองน้อยกว่าแสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง MMF และ RMMF ยังต้องการการศึกษารวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ระยะเวลามากกว่าแบบจำลอง USLE และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับผลการประมาณค่าการสูญเสียดินกับปริมาณตะกอนดินที่ตรวจวัดได้ พบว่า แบบจำลอง MMF และ RMMF ไม่เกิดตะกอนดินซึ่งตรงกับวันที่ 75 และ 90 ในแปลงปลูกมะขามหวาน และไม่เกิดตะกอนดินซึ่งตรงกับวันที่ 60, 75, 105 และ 120 ในแปลงปลูกผสม ในขณะที่พบปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัดทุกครั้ง ดังนั้นจึงยังไม่เหมาะสมที่จะนำแบบจำลอง MMF และ RMMF มาเป็นเครื่องมือใช้ในการวางแผนจัดการการสูญเสียดิน จึงสรุปได้ว่าแบบจำลอง USLE ยังเหมาะสมที่สุดที่เป็นตัวแทนในการประมาณค่าการสูญเสียดินในพื้นที่ศึกษานี้

สรุป

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการในพื้นที่ลุ่มน้ำหูน อำเภอลำดัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยสร้างแปลงทดลองการสูญเสียดินบนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่

แตกต่างกัน ประกอบด้วย การไถพรวนขึ้นลง 1 แปลง ปลูกข้าวโพดหวาน 2 แปลง ปลูกมะขามหวาน 2 แปลง และป่าปลูกผสม 3 แปลง ทำการตรวจวัดตะกอนดินจริงในพื้นที่ระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม - 31 ตุลาคม พ.ศ. 2549 รวม 6 เดือน พบปริมาณตะกอนดินที่ตรวจวัดได้จากแปลงไถพรวนขึ้นลง แปลงปลูกข้าวโพดหวาน แปลงปลูกมะขามหวาน และแปลงป่าปลูกผสม เท่ากับ 9.04, 2.09, 3.41 และ 0.40 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการประมาณค่าการสูญเสียดินจากแบบจำลอง USLE, MMF และ RMMF โดยใช้ C-factor ที่แตกต่างกัน โดยแปลงไถพรวนขึ้นลง แบบจำลอง USLE ให้ผลการประมาณถูกต้องมากที่สุดในการแปลงป่าปลูกผสม เมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 0.81 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากับ 0.04 รองลงมาคือ ในแปลงปลูกข้าวโพดหวานเมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} และในแปลงปลูกมะขามหวานเมื่อใช้ C-factor จากวิธีฮาอ์ตราส่วน มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 3.80 และ 6.63 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ มีค่า SSE เท่ากับ 0.33 และ 0.61 ตามลำดับ ส่วนแปลงไถพรวนขึ้นลงให้ผลการประมาณถูกต้องน้อยที่สุด เมื่อใช้ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 12.58 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากับ 1.17 สำหรับแบบจำลอง MMF ให้ผลการประมาณถูกต้องมากที่สุดในการแปลงป่าปลูกผสม เมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} และวิธีฮาอ์ตราส่วน มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากัน คือ 0.21 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากัน คือ 0.04 รองลงมาคือ ในแปลงปลูกข้าวโพดหวานเมื่อใช้ C-factor จากวิธีฮาอ์ตราส่วน และในแปลงปลูกมะขามหวานเมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 1.35 และ 2.18 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ มีค่า SSE เท่ากับ 0.20 และ 0.32 ตามลำดับ ส่วนแปลงไถพรวนขึ้นลงให้ผลการประมาณถูกต้องน้อยที่สุด เมื่อใช้ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 2.50 ตันต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากับ 0.93 สำหรับแบบจำลอง RMMF ให้ผล

การประมาณถูกต้องมากที่สุดในการแปลงป่าปลูกผสม เมื่อใช้ C-factor จากวิธี EI_{30max} และวิธีหาอัตราส่วน มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 0.21 ต้นต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากัน คือ 0.04 รองลงมาคือ ในแปลงปลูกข้าวโพดหวานเมื่อใช้ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) และในแปลงปลูกมะขามหวานเมื่อใช้ C-factor จากวิธีหาอัตราส่วนเช่นกัน มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 1.52 และ 1.31 ต้นต่อไร่ต่อ 6 เดือน ตามลำดับ มีค่า SSE เท่ากับ 0.13 และ 0.24 ตามลำดับ ส่วนแปลงไถพรวนขึ้นลงให้ผลการประมาณถูกต้องน้อยที่สุด เมื่อใช้ C-factor ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) มีค่าประมาณการสูญเสียดินเท่ากับ 2.50 ต้นต่อไร่ต่อ 6 เดือน มีค่า SSE เท่ากับ 0.93

เมื่อพิจารณาถึงข้อดีข้อด้อยของแต่ละแบบจำลอง พบว่าแบบจำลอง MMF และ RMMF มีขั้นตอนสลับซับซ้อน จำเป็นต้องศึกษาวิจัยเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องให้มีความน่าเชื่อถือก่อนนำมาประยุกต์ใช้ ซึ่งการศึกษาวิจัยครั้งนี้ยังขาดข้อมูลดังกล่าวอยู่ อาทิ I-factor, P; A-factor, CC-factor, COH-factor, F_c ; MS-factor, RD; EHD-factor, E_t/E_p ; E_t/E_0 -factor, Q-factor และ C-factor ในขณะที่แบบจำลอง USLE ต้องการการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของ R-factor และ C-factor ซึ่งมีความสลับซับซ้อนของวิธีการคำนวณในแบบจำลองน้อยกว่า แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง MMF และ RMMF ยังต้องการการศึกษารวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ระยะเวลามากกว่าแบบจำลอง USLE และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการประมาณค่าการสูญเสียดินกับปริมาณตะกอนดินที่ตรวจวัดได้ พบว่าแบบจำลอง MMF และ RMMF ไม่เกิดตะกอนดินซึ่งตรงกับวันที่ 75 และ 90 ในแปลงปลูกมะขามหวาน และไม่เกิดตะกอนดินซึ่งตรงกับวันที่ 60, 75, 105 และ 120 ในแปลงป่าปลูกผสม ในขณะที่พบปริมาณตะกอนดินที่ได้จากการตรวจวัดทุกครั้ง ดังนั้นจึงยังไม่เหมาะสมที่จะนำแบบจำลอง MMF และ RMMF มาเป็นเครื่องมือใช้ในการวางแผนจัดการการสูญเสียดิน จึงสรุปได้ว่าแบบจำลอง USLE ยังเหมาะสมที่สุดที่เป็นตัวแทนในการประมาณค่าการสูญเสียดินในพื้นที่ศึกษานี้

คำนิยาม

ผู้วิจัยขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2549

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. การประเมินการสูญเสียดินในประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2551. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีและจำนวนวันฝนตกรายปี. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. (CD-ROM).
- สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน 2549. ข้อมูลปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. (CD-ROM).
- _____. ม.ป.ป. ประเภทของดิน. แหล่งที่มา: http://osl.1dd.go.th/easysoil/s_type.htm, 8 พฤษภาคม 2554.
- Morgan, R.P.C. 1986. *Soil Erosion & Conservation*. Longman Scientific & Technical. Longman Group Limited, UK.
- Saengthongpinit, C. 2004. *Soil Erosion Assessment Using Revised MMF Equations with Special Reference to Terrain Parameter (s). Lom Sak district, Thailand*. M.S. Thesis, University of Twente.
- Williams J. R., C. A. Jones and P. T. Dyke. 1990. The EPIC model. pp. 3-92. *In EPIC-Erosion/ Productivity Impact Calculator*, USDA. ARS Tech. Bul. No.1768.
- Yazidhi, B. 2003. *A Comparative Study of Soil Erosion Modeling in Lom Kao Petchabun, Thailand*. M.S. Thesis, University of Twente.