

นิพนธ์ต้นฉบับ

มูลค่าการบริการของระบบนิเวศของดินบริเวณพื้นที่แหล่งต้นน้ำ
ที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่มในตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

**Value of Soil Ecosystem Services in the Upstream Regions impacted by
Landslide in Maephoon Sub-district, Lablue District, Uttaradit Province**

อลงกรณ์ วงศ์หมั่น
กัญจน์ชญา เมาลี
จรัสธร บุญญาภาพ*

Alongkorn Wongmun
Kanchaya Maosew
Jaruntorn Boonyanuphap*

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, 65000 Thailand

*Corresponding Author, E-mail: charuntornb@nu.ac.th

รับต้นฉบับ 15 ธันวาคม 2559

รับลงพิมพ์ 15 กุมภาพันธ์ 2560

ABSTRACT

This study aimed to estimate the value of soil ecological services impacted by landslide under three main upstream ecosystems of Maepoon Sub-district, there are mixed deciduous forest, mixed deciduous forest with bamboo, and mixed fruit tree-based agroforestry. The study emphasized on economic valuation of soil ecosystem services concerning soil fertility, soil water storage, and soil used in real estate and building construction for individual main ecosystem, in which landslide situation is under the middle successional stage of ecological secondary succession after 9 years of landslide occurrence. The results showed that mixed fruit tree-based agroforestry had the highest value of total soil ecosystem service with 288,328.37 Baht/rai or 1802052.3125 Bath/ha followed by mixed deciduous forest with bamboo, mixed deciduous forest, landslide-damaged mixed deciduous forest, landslide-damaged mixed deciduous forest with bamboo, and landslide-damaged mixed deciduous forest of 264,870.74, 246,642.03, 244,452.19, 166,726.48 and 144,232.73 Baht/rai, respectively or 1,655,442.12 1,541,512.69 1,527,826.19 1,042,040.50 and 901,454.56 Bath/ha, respectively. The different economic value of soil ecosystem services caused by the landslide was evidently shown in mixed deciduous forest with values of 102,409.30 Baht/rai or 640,058.12 Bath/ha followed by mixed deciduous forest with bamboo and mixed fruit tree-based agroforestry (98,144.26 or 613,401.62 Bath/ha and 43,876.18 Baht/rai or 274,226.12 Bath/ha, respectively). In particular, mixed deciduous forest with bamboo showed the highest different economic value in soil fertility and soil water storage with the values of 27,324.74 Baht/rai or 170,779.62 Bath/ha and 2,043.45 Baht/rai/year or 12,771.56 Bath/ha, respectively. While, mixed deciduous forest showed the highest different economic value in soil quantity for

construction with the values of 91,489.27 Baht/rai or 571,807.94 Bath/ha. These results showed the significant difference in economic values between the status qua and under the landslide condition, which is derived from soil ecosystem services in the upstream region. However, the comprehensive framework for the economic assessment of soil ecosystem services is necessary to be developed to better inform decision-making at local level regarding land resources management in the upstream region of the study area.

Keywords: Economic loss valuation, Soil ecosystem service, Landslide, Mixed fruit tree-based agroforestry, Mixed deciduous forest with bamboo, Mixed deciduous forest

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณมูลค่าการบริการเชิงนิเวศของดินที่ได้ผลกระทบจากเหตุการณ์ดินถล่มภายใต้ระบบนิเวศหลัก 3 ประเภท บริเวณแหล่งต้นน้ำของตำบลแม่พูน ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ป่าเบญจพรรณผสมไผ่ และสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตร โดยมุ่งเน้นในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการบริการของระบบนิเวศของดินในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน การกักเก็บน้ำในดิน และปริมาณเนื้อดินเพื่อการใช้ประโยชน์ในการถมที่และก่อสร้าง ทั้งนี้ สถานการณ์ที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่มของระบบนิเวศอยู่ภายใต้สภาวะการทดแทนทางนิเวศวิทยาแบบหัตถ์ภูมิในระยะที่เป็นสังคมระหว่างการทดแทนภายหลังจากเหตุการณ์ดินถล่มเป็นระยะเวลา 9 ปี ผลการศึกษาพบว่า ระบบนิเวศสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรมีมูลค่าการบริการของระบบนิเวศของดินรวมสูงที่สุดเท่ากับ 288,328.37 บาทต่อไร่ หรือ 1802052.3125 บาทต่อเฮกตาร์ รองลงมา ได้แก่ ป่าเบญจพรรณผสมไผ่ ป่าเบญจพรรณสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรที่เกิดดินถล่ม ป่าเบญจพรรณผสมไผ่ที่เกิดดินถล่ม และป่าเบญจพรรณที่เกิดดินถล่ม มีมูลค่าเท่ากับ 264,870.74 246,642.03 244,452.19 166,726.48 และ 144,232.73 บาทต่อไร่ ตามลำดับ หรือ 1,655,442.12 1,541,512.69 1,527,826.19 1,042,040.50 และ 901,454.56 บาทต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ผลต่างระหว่างมูลค่าการบริการของระบบนิเวศของดินภายใต้สถานการณ์ปกติและที่เกิดดินถล่ม พบได้อย่างชัดเจนในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ โดยมีมูลค่าความต่างเท่ากับ 102,409.30 บาทต่อไร่ หรือ 640,058.12 บาทต่อเฮกตาร์ รองลงมา ได้แก่ ป่าเบญจพรรณผสมไผ่ และสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตร (98,144.26 บาทต่อไร่ หรือ 613,401.62 บาทต่อเฮกตาร์ และ 43,876.18 บาทต่อไร่ หรือ 274,226.12 บาทต่อเฮกตาร์) ตามลำดับ ทั้งนี้ ป่าเบญจพรรณผสมไผ่มีความต่างมูลค่าด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน และด้านการเก็บกักน้ำในดินสูงที่สุด เท่ากับ 27,324.74 หรือ 170,779.62 บาทต่อเฮกตาร์ และ 2,043.45 บาทต่อไร่ หรือ 12,771.56 บาทต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ขณะที่ป่าเบญจพรรณมีมูลค่าความต่างด้านปริมาณเนื้อดินเพื่อการใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างสูงที่สุดเท่ากับ 91,489.27 บาทต่อไร่ หรือ 571,807.94 บาทต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ผลจากการศึกษานี้ได้แสดงมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่แตกต่างกันของการบริการของระบบนิเวศของดินในบริเวณแหล่งต้นน้ำระหว่างสถานการณ์ปกติและที่เกิดดินถล่ม ทั้งนี้ การพัฒนากรอบการดำเนินงานที่ครอบคลุมในการประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์ของการบริการของระบบนิเวศของดินเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลที่นำไปใช้ในการตัดสินใจระดับท้องถิ่นได้ดียิ่งขึ้นสำหรับการจัดการทรัพยากรที่ดินในพื้นที่แหล่งต้นน้ำของพื้นที่ศึกษา

คำสำคัญ: การเปรียบเทียบมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ การบริการระบบนิเวศของดิน ดินถล่ม สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตร ป่าเบญจพรรณผสมไผ่ ป่าเบญจพรรณ

คำนำ

ภัยพิบัติทางธรรมชาติเป็นสาเหตุอย่างหนึ่งในการสูญเสียทรัพยากรที่มีคุณค่าต่อเศรษฐกิจและการดำรงอยู่ของมนุษย์ รวมถึงสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ได้รับผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยดินถล่ม ถือได้ว่าเป็นธรณีพิบัติภัยทางธรรมชาติ (Geological hazard) ที่พบเห็นได้ทั่วไปในบริเวณภูมิประเทศที่มีสภาพเป็นภูเขาสูง โดยเฉพาะพื้นที่ลาดเขาที่มีความชันสูง ในปัจจุบัน ปัญหาดินถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงและมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ซึ่งตัวแปรและแรงขับเคลื่อนที่มีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ดินถล่มมิได้มีเพียงสภาพธรณีวิทยา สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศและสิ่งปกคลุมพื้นที่เท่านั้น เช่น เสถียรภาพของเชิงลาด ความแรงของฝน ปริมาณน้ำฝนสะสมและประเภทการใช้ที่ดิน เป็นต้น แต่ยังรวมถึงระบบและมาตรการในการจัดการพื้นที่ แบบแผนของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน กลุ่มสังคมพืชหรือชนิดของพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมพื้นที่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศท้องถิ่น รวมถึงวิถีเกษตรกรรมบนที่สูงของชุมชนท้องถิ่นที่ไม่รักษาสมดุลของธรรมชาติ

ในกรณีเหตุการณ์ดินโคลนถล่มในปี 2549 ของพื้นที่ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรเศรษฐกิจ (Agro-economic zone) ที่สำคัญมากที่สุดแห่งหนึ่งของจังหวัดอุตรดิตถ์ พื้นที่ดังกล่าวมีสภาพเป็นสวนไม้ผลเศรษฐกิจผสมป่าไม้แบบวนเกษตรบนที่สูง โดยปะปนสลับกับผืนป่าธรรมชาติบริเวณแหล่งต้นน้ำของตำบลแม่พูลและตำบลอื่นๆ ในอีกหลายอำเภอของจังหวัดอุตรดิตถ์ มีสาเหตุมาจากอิทธิพลของร่องความกดอากาศต่ำกำลังค่อนข้างแรงที่พัดผ่านภาคเหนือตอนล่างในช่วงระหว่างวันที่ 21-23 พฤษภาคม 2549 ทำให้มีฝนตกหนักต่อเนื่อง ส่งผลให้ตำบลแม่พูลมีพื้นที่สวนไม้ผลเศรษฐกิจถูกทำลายถึง 4,992 ไร่ หรือ ร้อยละ 6.1 ของพื้นที่ตำบลแม่พูล (จรัญธร และประสิทธิ์, 2556; Boonyanuphap, 2013) ผลกระทบ

ที่มาจากเหตุการณ์ดินถล่มดังกล่าว ทำให้เกิดการสูญเสียของชนิดพันธุ์ไม้เศรษฐกิจในท้องถิ่นที่มีคุณค่าทางนิเวศ การสูญเสียวงจรของธาตุอาหารหลักในดิน (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ที่จำเป็นต่อการควบคุมความสมดุลของระบบธรรมชาติ อีกทั้งการเปิดหน้าดินของพื้นที่เกิดดินถล่มเป็นการเร่งกระบวนการชะล้างพังทลายให้รุนแรงยิ่งขึ้นและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดปัญหาคูณภาพน้ำและการทับถมของตะกอนดินบริเวณแหล่งน้ำตามมา ซึ่งเหตุการณ์ดินถล่มได้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อทุนของทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่เดิมภายในพื้นที่ซึ่งส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ในการผลิตภาคเกษตรกรรมและการดำรงอยู่ของชุมชนท้องถิ่น (จรัญธร และคณะ, 2559)

ความสูญเสียจากภัยพิบัติดินถล่มไม่เพียงแต่ก่อให้เกิดความสูญเสียด้านทรัพย์สิน ด้านสาธารณูปโภค และต่อชีวิตเท่านั้น แต่ยังก่อให้เกิดความสูญเสียเชิงนิเวศเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและองค์ประกอบสามารถส่งผลกระทบต่อบทบาทหน้าที่และกระบวนการเชิงนิเวศวิทยาของระบบนิเวศ ทั้งนี้ มูลค่าที่เปลี่ยนแปลงไปของการบริการเชิงนิเวศบริเวณแหล่งต้นน้ำอันเนื่องมาจากดินถล่มเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้สนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวางแผนและคัดเลือกมาตรการที่สามารถป้องกันการเกิดดินถล่มหรือบรรเทาผลกระทบที่มาจากดินถล่มได้ในอนาคต ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประมาณมูลค่าความต่างของการบริการเชิงนิเวศของดิน (Soil ecosystem services) อันเนื่องมาจากดินถล่ม โดยเน้นการประมาณมูลค่าในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความสามารถในการเก็บกักน้ำในดิน และปริมาณเนื้อดินเพื่อการใช้ประโยชน์ในการถมที่และการก่อสร้าง สำหรับระบบนิเวศหลักแต่ละประเภทบริเวณพื้นที่แหล่งต้นน้ำของตำบลแม่พูล ภายใต้สภาวะนิเวศวิทยาแบบพุดิภูมิในระยะที่เป็นสังคมระหว่างการทดแทนภายหลังจากเหตุการณ์ดินถล่มมาแล้วเป็นระยะเวลา 9 ปี โดยข้อมูลมูลค่าการบริการของ

ระบบนิเวศและข้อมูลมูลค่าความต่างการบริการของระบบนิเวศของดินจะเป็นข้อมูลที่สร้างความตระหนักต่อความสำคัญและคุณค่าของระบบนิเวศแหล่งต้นน้ำให้แก่ชุมชนท้องถิ่นและภาคประชาชน และสามารถใช้ในการกำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการจัดสรรทรัพยากรที่ดินและป่าไม้ในบริเวณแหล่งต้นน้ำของพื้นที่ศึกษา

อุปกรณ์ และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่พ่อง-แม่พูล ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ (ละติจูด $17^{\circ}39'10''$ ถึง $17^{\circ}48'40''$ N และลองจิจูด $99^{\circ}57'10''$ ถึง $100^{\circ}02'10''$ E) มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 116 ตารางกิโลเมตร สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปของพื้นที่ตำบลแม่พูลเป็นเทือกเขาสูงชันปกคลุมไปด้วยผืนป่าธรรมชาติและสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรครอบคลุมทั้งในทิศตะวันออก ทิศเหนือ และทิศตะวันตก บริเวณตอนบนของพื้นที่ (Figure 1) ระดับความลาดชันของพื้นที่โดยทั่วไปอยู่ในช่วง 30-75 องศา มีจุดสูงสุดที่ 765 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ณ บริเวณเทือกเขาแม่พูล ทั้งนี้ พื้นที่ภูเขาสูงชันดังกล่าวเป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญของกลุ่มน้ำอำเภอลับแล โดยมีลำน้ำที่สำคัญได้แก่ ห้วยแม่พูล คลองแม่พ่อง ห้วยทราย และห้วยคำปี ในขณะที่ด้านทิศตะวันตกของตำบลฝ่ายหลวงมีเทือกเขาสูงชันอันเป็นแหล่งต้นน้ำของลำห้วยปู่เจ้า โดยลำน้ำที่ได้กล่าวมาทั้งหมดจะไหลรวมกันลงสู่แม่น้ำน่านบริเวณตอนล่างของจังหวัดอุตรดิตถ์ สำหรับตอนล่างของตำบลแม่พูลมีสภาพเป็นที่ราบลุ่มตะกอนแม่น้ำ ซึ่งเป็นพื้นที่สวนไม้ผลผสมบนพื้นที่ราบ นาข้าว ไร่ข้าวโพด หรือสวนผักเป็นหลัก (จริณธร และประสิทธิ์, 2556) สำหรับพื้นที่บริเวณแหล่งต้นน้ำของตำบลแม่พูลพบระบบนิเวศ 3 ประเภทหลัก ได้แก่ (1) ป่าเบญจพรรณ (2) ป่าเบญจพรรณผสมไผ่ และ (3) สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตร โดยทั่วไประบบนิเวศทั้ง 3 ประเภทดังกล่าว

มักพบอยู่บริเวณตำแหน่งตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างของลาดดินภูเขาตามลำดับ ทั้งนี้ ประชากรส่วนใหญ่ในเขตตำบลแม่พูลมีอาชีพทำสวนไม้ผลผสมเป็นหลัก โดยมีการปลูกไม้ผลเศรษฐกิจ เช่น ทุเรียน ลองกอง กล้วย มังคุด กาแฟ แทรกผสมปะปนกับพรรณไม้ป่าในท้องถิ่น นอกจากนี้บางส่วนยังทำนาเพื่อการบริโภค และยังมีอาชีพค้าขายเป็นบางส่วน และนอกจากนี้บางส่วน มีอาชีพทำไม้กวาด หรือทำการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เช่น ทำทุเรียนกวน เป็นต้น (องค์การบริหารส่วนตำบลแม่พูล, 2553)

การเก็บตัวอย่างดิน

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินโดยการขุดหลุมศึกษาหน้าตัดดิน (Soil Profile) และทำการเก็บตัวอย่างดินตามระดับความลึกของชั้นดิน โดยขุดหลุมหน้ากว้าง 1 เมตร $\times$ 1 เมตร และความลึกของชั้นดิน 1.5 เมตร ซึ่งการดำเนินการศึกษาได้ทำการศึกษาหน้าตัดดินและเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 18 ตัวอย่าง ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณจำนวน 6 ตัวอย่าง ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณผสมไผ่จำนวน 6 ตัวอย่าง และในพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรจำนวน 6 ตัวอย่าง โดยแต่ละระบบนิเวศสามารถแบ่งตามสถานการณ์เป็นพื้นที่ไม่เกิดดินถล่มและพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มอย่างละ 3 ตัวอย่าง ซึ่งการเก็บตัวอย่างจะดำเนินการเก็บตัวอย่าง 2 แบบ คือ เก็บตัวอย่างแบบไม่ทำลายโครงสร้างดิน (กระบอกเก็บตัวอย่างดิน) เพื่อวิเคราะห์ความหนาแน่นของดินและความชื้นในดิน และการเก็บตัวอย่างแบบทำลายโครงสร้างดิน (เก็บตัวอย่างแบบผสมดินในชั้นนั้นๆ ในถุงเก็บตัวอย่าง)

วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างดินและเก็บข้อมูลตัวแปร

การศึกษาครั้งนี้ได้ประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณเนื้อดิน และการกักเก็บน้ำในดิน ซึ่งจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์หาปริมาณของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

อินทรีย์วัตถุ ในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม และความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน รวมถึงตัวแปรทางด้านกายภาพของดิน (ความหนาแน่นและความพรุน) ซึ่งตัวอย่างดินที่ทำการเก็บตัวอย่างจะถูกนำมาเตรียมโดยการตากดินให้แห้ง จากนั้นบดดินและร่อนดินผ่านตะแกรงร่อนดินขนาด 2 มม. เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการดังนี้ 1) อินทรีย์วัตถุในดิน ใช้วิธีการของ Walkley and Black (1946) 2) ในโตรเจนทั้งหมด โดยวิธีวิเคราะห์แบบ Dry combustion method และ NC-Analyzer 3) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail. P) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ Bray II method (Kuo, 1996) 4) โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch.Ca Exch.Mg และ Exch.K) ใช้การสกัดด้วย 1M ammonium acetate ที่ pH 7.0 จำนวน 3 ครั้ง และวัดความเข้มข้นด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer 5) ความลึกของชั้นดิน จากการศึกษาคู่มือสร้างและสัณฐานวิทยาของหน้าตัดชั้นดินโดยทำจำนวน 3 หลุมศึกษาหน้าตัดชั้นดินสำหรับระบบนิเวศแต่ละประเภท 6) สัดส่วนและการกระจายของหินและรากพืชในแต่ละหน้าตัดชั้นดิน ใช้วิธีการแปลสภาพภาพถ่ายจากหน้าตัดดิน เพื่อหาปริมาณและสัดส่วนของพื้นที่ที่เป็นหิน และรากพืช ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการประมาณปริมาณดินที่แท้จริง 7) ปริมาณเนื้อดิน คำนวณจากปริมาตรดินที่ความลึก 1.5 เมตร ในพื้นที่ 1 ไร่ (กว้าง × ยาว × ลึก) แล้วปรับปริมาณเนื้อดินโดยใช้สัดส่วนปริมาณการกระจายของหินและรากพืชในชั้นดิน ขณะที่ปริมาณดินในรูปแบบของน้ำหนักเป็นผลคูณระหว่างความหนาแน่นของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) และปริมาตรดินในพื้นที่ 1 ไร่ ในแต่ละชั้นดิน

การประเมินการกักเก็บน้ำของดิน

การประเมินการกักเก็บน้ำของดินเพื่อใช้ในการเกษตร หรือน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Plant Water) จะทำการวิเคราะห์ตามลำดับของชั้นดิน

แต่ละชั้น โดยน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชหาได้จากค่าความต่างของความจุความชื้นภาคสนาม (Field capacity) และความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point) ซึ่งวิเคราะห์ปริมาณความชื้นที่ดูดซับไว้กับดินที่ระดับพลังงาน 1/3 bar และ 15 bar ตามลำดับ จากนั้นนำค่าสัดส่วนของน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมาวิเคราะห์ร่วมกับปริมาณดินในพื้นที่ 1 ไร่ (น้ำ 1 กิโลกรัม มีปริมาตรเท่ากับ 1 ลิตร และน้ำ 1000 ลิตร เท่ากับ 1 ลูกบาศก์เมตร) เพื่อคำนวณปริมาณการกักเก็บน้ำสูงสุดของดินช่วงความลึก 0-150 เซนติเมตร และคำนวณปริมาณการกักเก็บน้ำสูงสุดของแต่ละชั้นดิน จากนั้นคำนวณความสามารถสูงสุดในการกักเก็บน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของระบบนิเวศในขณะทำการหาปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของระบบนิเวศแต่ละประเภทภายในรอบปีได้ใช้การคำนวณในระดับรายเดือน โดยวิเคราะห์จากปริมาณปริมาณน้ำฝนหรือน้ำที่เข้าสู่ชั้นดินในพื้นที่ 1 ไร่ (น้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยตั้งแต่ พ.ศ. 2551-2557) ร่วมกับความสามารถสูงสุดในการกักเก็บน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของระบบนิเวศแต่ละประเภท การศึกษารังนี้ ได้ตั้งข้อสมมติโดยถ้าปริมาณของน้ำฝนที่เข้าสู่ชั้นดินมีค่าไม่เกินความสามารถสูงสุดในการกักเก็บน้ำของดินชั้นดังกล่าว จะทำให้ดินสามารถกักเก็บน้ำได้ทั้งหมดในเดือนนั้น ในกรณีที่ปริมาณน้ำฝนมีค่ามากกว่าความสามารถสูงสุดในการกักเก็บน้ำของชั้นดิน ปริมาณน้ำที่ดินสามารถกักเก็บได้จะเท่ากับความสามารถสูงสุดในการกักเก็บน้ำดินชั้นดังกล่าวเท่านั้น จากนั้น คำนวณผลรวมของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่สามารถกักเก็บได้ของแต่ละเดือนในรอบ 1 ปี อย่างไรก็ตาม ในการวิเคราะห์นี้เป็นการคาดการณ์เบื้องต้นเพื่อป้องกันปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน ซึ่งไม่ได้พิจารณาถึงเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน (Surface Runoff) การสกัดกั้นน้ำฝนของเรือนยอดพืช (Canopy interception) และการคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration) ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝนที่เข้าสู่ชั้นดินตามสภาพจริง

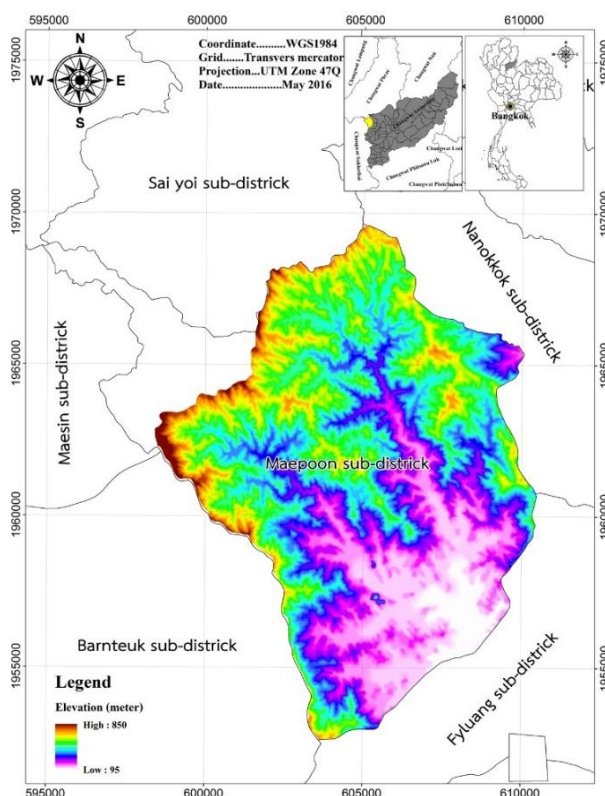


Figure 1 The location of study site in Maepoon Sub-district, Uttaradit Province, Thailand.

การประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ

การประเมินมูลค่าของการบริการระบบนิเวศสามารถแบ่งออกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ การบริการทางตรง และทางอ้อม โดยประเมินจากการใช้ประโยชน์ต่างๆ ของประชาชนในท้องถิ่น ซึ่งสามารถประเมินการใช้ประโยชน์ทางตรงเช่น มูลค่าไม้สัตว์ป่าของป่าเป็นต้น ส่วนการใช้ประโยชน์ทางอ้อมเป็นแนวคิดในการใช้ประโยชน์จากแหล่งทรัพยากร ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมเช่น การกักเก็บคาร์บอน เป็นต้น (เศรษฐ์สันท์และคณะ, 2556)

การประเมินมูลค่าของการบริการของระบบนิเวศใช้วิธีการเปรียบเทียบราคาตลาด (Market price approach) โดยกำหนดขอบเขตของการประเมินมูลค่าในประเด็นสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ (1) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility status) (2) ความสามารถในการกักเก็บน้ำใน

ดินเพื่อการเกษตร (Soil water holding capacity for agriculture) และ (3) ปริมาณเนื้อดิน (Soil quantity) สำหรับปรับแต่งพื้นที่หรือการก่อสร้าง ทั้งนี้การประเมินมูลค่าของการบริการของระบบนิเวศจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลอื่นๆ ได้แก่ ความลึกของชั้นดิน ความหนาแน่นของดิน ปริมาณหิน และปริมาณรากพืชที่พบในดินแต่ละชั้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินมูลค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นตัวแปรที่ใช้ในการประเมินมูลค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยสามารถประเมินปริมาณของตัวแปรดังกล่าวตามความลึกของชั้นดินแต่ละชั้นเพื่อคำนวณและประเมินมูลค่าในเชิงปริมาณและมวลน้ำหนัก รวมถึงการคิดส่วนลดของปริมาณตัวแปรดังกล่าว ตามสัดส่วนของปริมาณ

หินและรากพืชที่ปรากฏอยู่ในดินแต่ละชั้น (นิติพจน์, 2556) ทั้งนี้ มูลค่าของตัวแปรด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินดังกล่าวใช้ราคาของแม่ปุ๋ยที่มีการซื้อขายใน

พื้นที่ศึกษาในปริมาณกระสอบละ 50 กิโลกรัม โดยรายละเอียดแสดงใน Table 1

Table 1 Nutrient value of fertilizer used for valuing the service in soil fertility.

Parameters	Fertilizer formula	Fertilizer price (Baht/bag) ^a	Proportion of nutrient (%)	Nutrient Value (Baht/kg)
Organic matter	Fermented organic fertilizer	150.0	25	0.75
Nitrogen	46-0-0	750.0	46	6.90
Phosphorus	18-46-0	1,200.0	46	11.04
Potassium	0-0-60	850.0	60	10.20
Calcium	CaO	125.3	75	1.88
Magnesium	MgSO ₄	1,051.2	9.8	2.06

Note: ^athe weight of each fertilizer bag is 50 kg

2. การประเมินมูลค่าการสร้างตัวของดิน

การประเมินมูลค่าการสร้างตัวของดินจะใช้วิธีการหาการบริการระบบนิเวศจากปริมาณของเนื้อดิน เนื่องจากปริมาณของเนื้อดินเป็นผลมาจากการสร้างตัวของดิน ดังนั้นจึงใช้การประเมินมูลค่าโดยคำนวณปริมาณดินตามความลึกของดินในแต่ละพื้นที่ในรูปแบบปริมาตร และคำนวณร่วมกับตัวแปรส่วนลดของการกระจายตัวของหินและรากพืช (Rock Fragment and Root distribution) จากนั้นเปรียบเทียบกับราคาซื้อขายหน้าดินในท้องตลาดที่ใช้ในการปรับแต่งพื้นที่หรือการก่อสร้าง ซึ่งมีราคาเท่ากับ 400 บาทต่อรถบรรทุก 1 คัน (รถบรรทุก 1 คัน สามารถบรรทุกดินได้ 3 ลูกบาศก์เมตร) และมีราคา 133.33 บาทต่อลูกบาศก์เมตร (นิติพจน์, 2556)

3. การประเมินมูลค่าความสามารถในการเก็บกักน้ำในดินเพื่อการเกษตร

จากการศึกษาปริมาณน้ำในดินที่สามารถกักเก็บไว้ได้ในรอบปีแล้ว การประเมินมูลค่าน้ำในดินจะนำข้อมูลดังกล่าวมาประเมินเป็นมูลค่าโดยใช้วิธีการคำนวณของการไฟฟ้านครหลวงที่ได้มีการคำนวณค่าบริการการสูบน้ำเพื่อใช้ในการเกษตร ซึ่งมีอัตราค่า

บริการ 100 หน่วยแรก มีราคาหน่วยละ 2.0889 บาท และหลังจาก 100 หน่วยแรก จะคิดอัตราค่าบริการเป็นหน่วยละ 3.2405 บาท โดยน้ำ 1 หน่วย มีปริมาณน้ำเท่ากับ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือ 1,000 ลิตร (การไฟฟ้านครหลวง, 2558)

การประเมินความต่างของมูลค่าการบริการระบบนิเวศ

การเปรียบเทียบมูลค่าการบริการของระบบนิเวศของดินภายใต้สถานการณ์ปกติและที่เคยเกิดดินถล่ม คำนวณจากผลต่างของมูลค่าการบริการระบบนิเวศในระบบนิเวศนั้นๆ ที่ไม่เกิดดินถล่มกับเคยเกิดดินถล่ม โดยใช้หน่วยในการคำนวณเป็นมูลค่าบาทต่อไร่

$$V_{dif} = V_{nls} - V_{ls}$$

โดยที่ V_{dif} = มูลค่าความต่างของการบริการระบบนิเวศอันเนื่องมาจากดินถล่ม

V_{nls} = มูลค่าการบริการระบบนิเวศของพื้นที่ที่ไม่เกิดดินถล่ม

V_{ls} = มูลค่าการบริการระบบนิเวศของพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่ม

ผลและวิจารณ์

คุณสมบัติของดินในการบริการของระบบนิเวศ

1. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินในช่วงระดับความลึก 0-150 เซนติเมตร ในระบบนิเวศหลัก 3 ประเภท บริเวณแหล่งต้นน้ำของตำบลแม่พูลทั้งภายใต้สถานการณ์ปกติและที่เกยเกิดดินถล่ม พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.7-6.6 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.4 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยร้อยละ 2.41 อยู่ในช่วงร้อยละ 0.24-11.69 ปริมาณคาร์บอนทั้งหมดเฉลี่ยร้อยละ 1.40 อยู่ในช่วงร้อยละ 0.14-6.78 ในโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยร้อยละ 0.35 อยู่ในช่วงร้อยละ 0.02-2.68 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 3.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในช่วง 0.43-29.44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 42.81 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในช่วง 10.86-297.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 407.72 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในช่วง 9.05-4036.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 343.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในช่วง 18.08-1,251.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีความหนาแน่นดินเฉลี่ย 1.31 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร อยู่ในช่วง 0.92-1.66 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งคุณสมบัติของดินดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับใกล้เคียงกันกับผลการศึกษาของชุดิมา และคณะ (2556) ที่ศึกษาคุณสมบัติบางประการของดินในช่วงระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ในบริเวณสวนทุเรียนบริเวณพื้นที่ตำบลแม่พูล โดยพบว่า ดินมีความเป็นกรดระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 5.60 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างสูง คือ ร้อยละ 2.58 ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงคือร้อยละ 0.21 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างสูง คือ 16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลางคือ 68.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยค่อนข้างต่ำคือ 1.3 กรัม

ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ชุดิมา และคณะ, 2556) อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติของดินจากการศึกษาครั้งนี้มีความผันแปรสูง อันเนื่องมาจากช่วงระดับความลึกของดิน ความแตกต่างกันของสภาพภูมิประเทศ ตำแหน่งของลาดดิน ความหลากหลายของระบบนิเวศ รวมถึงระดับความรุนแรงของการเกิดดินถล่ม

จากการศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบนิเวศทั้ง 3 ประเภท ภายใต้สถานการณ์ปกติและสถานการณ์ที่เกิดดินถล่ม พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของระบบนิเวศป่าเบญจพรรณผสมไผ่มีปริมาณสูงที่สุด (37,550.48 กิโลกรัมต่อไร่) เมื่อเปรียบเทียบกับระบบนิเวศประเภทอื่น รองลงมา ได้แก่ ป่าเบญจพรรณสวนไผ่ผสมแบบวนเกษตร สวนไผ่ผสมแบบวนเกษตรที่เกิดดินถล่ม ป่าเบญจพรรณที่เกิดดินถล่ม และป่าเบญจพรรณผสมไผ่ที่เกิดดินถล่ม ตามลำดับ ขณะที่ป่าเบญจพรรณผสมไผ่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด (1,922.03 และ 5.99 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ขณะที่ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินของระบบนิเวศแต่ละประเภทไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงรายละเอียดใน Table 2

ความอุดมสมบูรณ์ของดินชั้นผิวดิน (Surface layer: ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร) ของระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและป่าเบญจพรรณผสมไผ่มีแนวโน้มที่สูงกว่าสภาพที่เกิดดินถล่มอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ไนโตรเจนทั้งหมด แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ขณะที่ความอุดมสมบูรณ์ของดินชั้นใต้ผิวดินจนถึงดินชั้นล่าง (Subsurface to subsoil layer: ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 20 ถึง มากกว่า 100 เซนติเมตร) พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณธาตุดังกล่าวในระบบนิเวศป่าธรรมชาติที่ไม่เกิดดินถล่มมีค่าน้อยกว่าสภาพที่เกิดดินถล่ม ขณะที่สวนไผ่ผสมแบบวนเกษตรที่ไม่เกิดดินถล่มมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินชั้นล่างมากกว่าสวนไผ่ผสมที่เกิดดินถล่ม (Table 2)

Table 2 Soil fertility in main ecosystems under status quo and landslide conditions.

Soil Factor		FNSL	FSSL	BNSL	BSSL	MNSL	MSSL
Organic matter (kg/rai)	Mean	26,408.95abc	23,662.96abc	37,550.48a	11,730.75c	28,837.32ab	21,098.21bc
	SD	±1,129.49	±7,670.59	±7,966.26	±4,709.00	±5,398.79	±15,523.85
Total nitrogen (kg/rai)	Mean	1,397.11bc	1,207.04bcd	1,922.03a	808.77d	1,496.50ab	886.96cd
	SD	±100.81	±202.56	±414.54	±203.62	±251.99	±383.03
Avail. P (kg/rai)	Mean	3.53ab	1.96b	5.99a	3.41ab	4.29ab	5.00ab
	SD	±2.45	±0.24	±2.39	±0.74	±0.16	±2.79
Exch. K (kg/rai)	Mean	49.71	55.92	44.20	34.96	43.48	32.92
	SD	±20.87	±21.30	±11.35	±7.24	±3.19	±9.21
Exch. Ca (kg/rai)	Mean	352.15	621.10	591.03	266.47	145.74	306.21
	SD	±228.09	±527.37	±295.43	±230.31	±88.35	±282.28
Exch. Mg (kg/rai)	Mean	753.17	596.76	465.35	685.38	301.86	458.34
	SD	±879.00	±484.16	±269.08	±515.16	±112.11	±317.75

Notes: *Statistically significant different at $p < 0.05$. Site's names were designed by ecosystem types at soil sampling; FNSL: Mixed fruit tree-based agroforestry, FSSL: Landslide-damaged mixed fruit tree-based agroforestry, BNSL: Mixed deciduous forest with bamboo, BSSL: Landslide-damaged mixed deciduous forest with bamboo, MNSL: Mixed deciduous forest, MSSL: Landslide-damaged mixed deciduous forest. Rai, = 0.16 hectare.

2. ปริมาณเนื้อดินที่ใช้ในการถมที่และก่อสร้าง

ปริมาณเนื้อดินเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับปรับถมที่และใช้ในการก่อสร้าง วิเคราะห์จากความหนาแน่นดินร่วมกับปริมาตรของพื้นที่ 1 ไร่ ที่ความลึก 1.5 เมตร และสัดส่วนที่เป็นหิน และรากพืช เพื่อหาปริมาณดินตามสภาพความเป็นจริง พบว่า ปริมาณดินในพื้นที่ศึกษาทั้งหมดอยู่ในช่วง 847.41–1881.36 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ โดยดินในระบบนิเวศสวนไม้ผลที่ไม่เกิดดินถล่มมีปริมาณเนื้อดินสูงที่สุด (1881.36 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) รองลงมา ได้แก่ ดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณผสมไม้สวนไม้ผลผสมที่เกิดดินถล่ม ป่าเบญจพรรณ ป่าเบญจพรรณผสมไม้ที่เกิดดินถล่ม และป่าเบญจพรรณที่เกิดดินถล่ม โดยมีค่าเท่ากับ 1,595.77, 1,561.30, 1,533.60, 1,079.94 และ 847.41 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ทั้งนี้ พื้นที่สวนไม้ผลผสมที่เกิดดินถล่มและไม่เกิดดินถล่มมีปริมาณที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับระบบนิเวศอื่นๆ ภายใต้อาณาเขตเดียวกัน อาจเป็นเพราะการที่มีลักษณะของภูมิประเทศเป็นลาดดินตอนล่าง จึง

ได้รับอิทธิพลของการไหลบ่าหน้าดินเมื่อครั้งที่เกิดดินถล่ม รวมถึงการสะสมดินจากการชะล้างพังทลายของลาดดินตอนบน ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณดินของป่าทั้ง 2 ประเภท ที่เกิดดินถล่มนั้น มีปริมาณดินน้อยที่สุดจากระบบนิเวศทั้งหมด

3. ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน

ผลการศึกษาความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินในระบบนิเวศแต่ละประเภท เมื่อทำการวิเคราะห์ร่วมกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา พบว่าการกักเก็บน้ำในดินมีค่ามากที่สุด ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ (2,759.80 ลบ.ม./ไร่/ปี) รองลงมา ได้แก่ ป่าเบญจพรรณผสมไม้ (2,534.88 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี) ป่าเบญจพรรณที่เกิดดินถล่ม (2,317.59 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี) สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรที่เกิดดินถล่ม (2,264.85 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี) ป่าเบญจพรรณผสมไม้ที่เกิดดินถล่ม (2,148.79 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี) และสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตร (1,665.80 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี) ตามลำดับ โดยความแตกต่างของการกักเก็บ

น้ำในทั้ง 2 ลักษณะ อาจมีลำดับที่ต่างกัน โดยมีอิทธิพลมาจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ เนื้อดิน ปริมาณดิน ความจุความชื้นสนาม จุดเหี่ยวถาวร และน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

มูลค่าการบริการของระบบนิเวศของดินเชิงเศรษฐศาสตร์

1. มูลค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน

จากการศึกษาปริมาณของตัวแปรด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน และประเมินมูลค่าการบริการระบบนิเวศโดยใช้ราคาในท้องตลาดเปรียบเทียบกับตัวแปรด้านความอุดมสมบูรณ์ พบว่า ระบบนิเวศป่าเบญจพรรณผสมไผ่มีมูลค่าความอุดมสมบูรณ์สูงที่สุดเท่ากับ 40,579.07 บาทต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตร สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรที่เกิดดินถล่ม ป่าเบญจพรรณที่เกิดดินถล่ม และป่าเบญจพรรณผสมไผ่ที่เกิดดินถล่ม มีมูลค่าเท่ากับ 30,829.19, 28,964.63, 26,145.74, 22,787.66 และ 13,529.74 บาทต่อไร่ ตามลำดับ โดยในตัวแปรแต่ละด้านจะมีความแตกต่างกันของมูลค่าสูงสุดของการบริการระบบนิเวศแต่ละตัวแปร ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุดในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณผสมไผ่ในระบบนิเวศ ขณะที่โพแทสเซียมและ แคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้สูงสุดพบในสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรที่เกิดดินถล่ม และแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้มีค่าสูงสุดในระบบนิเวศสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตร (Figure 2)

2. มูลค่าเนื้อดินเพื่อการปรับแต่งพื้นที่หรือเพื่อการก่อสร้าง

ระบบนิเวศสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรมีมูลค่าเนื้อดินเพื่อการปรับแต่งพื้นที่หรือเพื่อการก่อสร้างมากที่สุด ได้แก่ สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตร โดยมีมูลค่าเท่ากับ 250,842.39 บาทต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ป่าเบญจพรรณผสมไผ่ (212,763.93 บาทต่อไร่) สวนไม้ผล

ผสมแบบวนเกษตรที่เกิดดินถล่ม (208,167.63 บาทต่อไร่) และป่าเบญจพรรณ (204,474.89 บาทต่อไร่) ตามลำดับ จาก Figure 3a พบว่า ดินถล่มส่งผลให้เกิดความต่างมูลค่าของเนื้อดินในระบบนิเวศทุกประเภทที่อยู่บริเวณพื้นที่ต้นน้ำของตำบลแม่พูล ทั้งนี้ ระบบนิเวศป่าเบญจพรรณผสมไผ่เกิดความต่างมูลค่าของเนื้อดินมากที่สุด (99,778.31 บาทต่อไร่) ขณะที่ สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรเกิดความต่างมูลค่าของเนื้อดินน้อยที่สุด (42,674.76 บาทต่อไร่) เนื่องจาก พื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรในตำบลแม่พูลส่วนใหญ่พบได้ทั่วไปบริเวณที่ลาดดินตอนล่าง (Lower slope) ดังนั้น แม้ว่าพื้นที่ดังกล่าวได้สูญเสียดินชั้นบนไปจากการเกิดดินถล่มในปี 2549 แต่ในระยะของการทดแทนทางนิเวศที่ผ่านมามีประมาณ 9 ปี อาจทำให้เกิดการทับถมของตะกอนดินจากกระบวนการชะล้างพังทลายของหน้าดินที่มาจากลาดดินตอนบน (Upper slope) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นระบบนิเวศแบบป่าเบญจพรรณและป่าเบญจพรรณผสมไผ่

3. มูลค่าการกักเก็บน้ำในดินเพื่อการเกษตร

ความสามารถที่ดินสามารถดูดซับน้ำได้จะนำไปวิเคราะห์กับปริมาณน้ำฝนที่เป็นข้อมูลเฉลี่ยรายเดือน เพื่อหาปริมาณน้ำที่สามารถกักเก็บได้ในแต่ละเดือน และรวมเป็นข้อมูลรายปี สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อแปลงมูลค่าของน้ำ โดยจัดว่าน้ำในดินถือเป็นน้ำเพื่อการเกษตรที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้ โดยคิดมูลค่าตามประเภทน้ำโดยเปรียบเทียบกับราคาของการไฟฟ้านครหลวงที่ได้ให้บริการการสูบน้ำเพื่อการเกษตร พบว่า การกักเก็บน้ำในดินมีมูลค่ามากที่สุด ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ (8,827.99 บาทต่อไร่ต่อปี) รองลงมาได้แก่ ป่าเบญจพรรณผสมไผ่ (8,099.11 บาทต่อไร่ต่อปี) ป่าเบญจพรรณที่เกิดดินถล่ม (7,395.00 บาทต่อไร่ต่อปี) สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรที่เกิดดินถล่ม (7,224.07 บาทต่อไร่ต่อปี) ป่าเบญจพรรณผสมไผ่ที่เกิดดินถล่ม (6,055.66 บาทต่อไร่ต่อปี) และสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตร (5,282.86 บาทต่อไร่ต่อปี) ตามลำดับ (Figure 3 b)

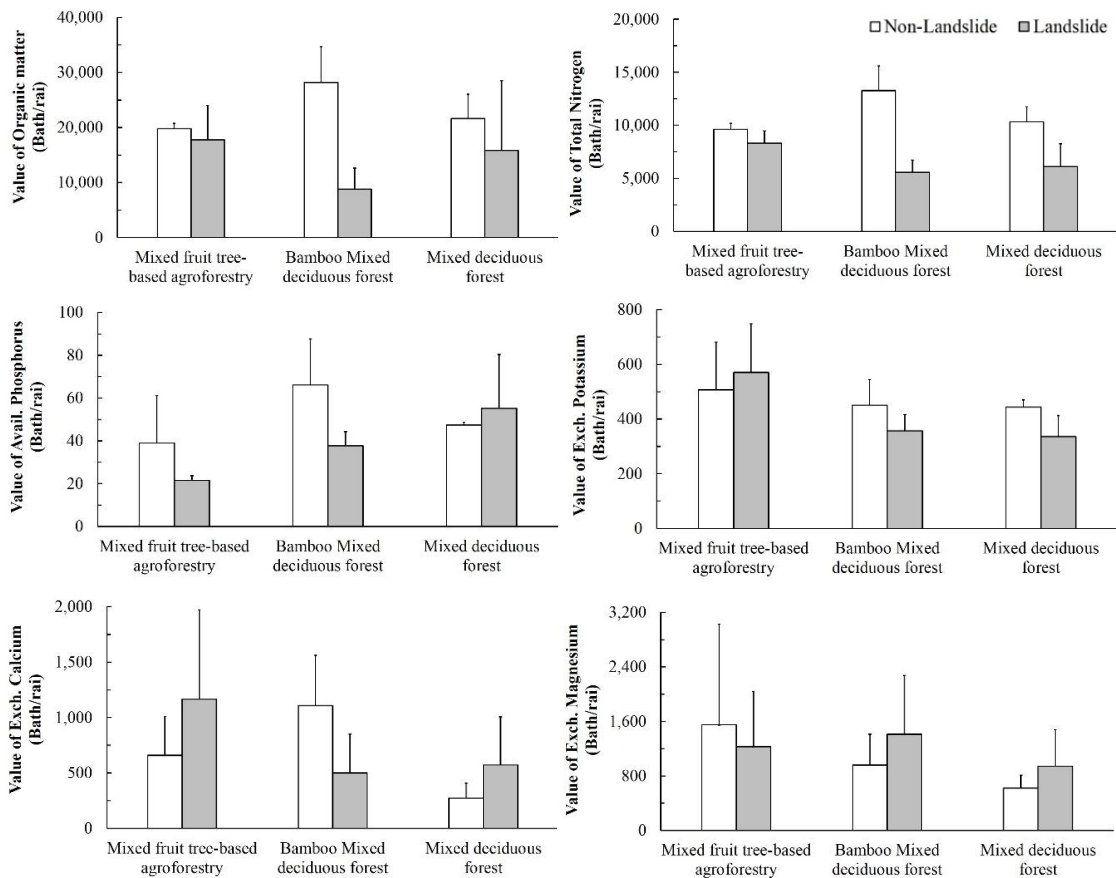


Figure 2 The Value of organic matter and nutrients in soil.

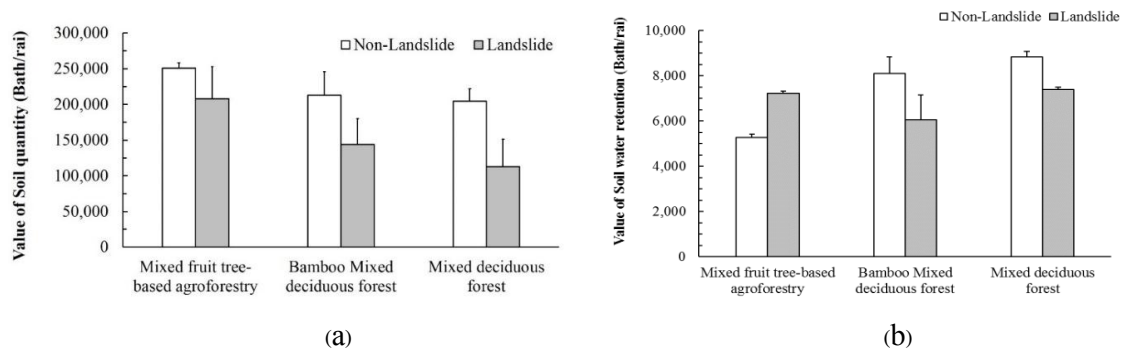


Figure 3 Values of soil quantity used in real estate and building construction(a) and soil water storage (b)

การเปรียบเทียบมูลค่ารวมของการบริการของระบบนิเวศของดิน

การเปรียบเทียบมูลค่ารวมของการบริการของระบบนิเวศของดินอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ดินถล่มใน

ปี 2549 ภายใต้สถานการณ์ของกระบวนการทดแทนแบบทุติยภูมิภายหลังจากดินถล่มมาแล้วประมาณ 9 ปี แสดงใน Table 3 โดยใช้มูลค่าจากการบริการของระบบนิเวศหลักในพื้นที่ที่ไม่เกิดดินถล่มและเกิด

ดินถล่ม ซึ่งอาศัยมูลค่าการบริการระบบนิเวศทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณเนื้อดิน และการกักเก็บน้ำในดิน (Table 3) พบว่า ระบบนิเวศที่มีมูลค่าความต่างมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบเทียบภายใต้สถานการณ์ดินถล่ม ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ มีมูลค่าความต่างเท่ากับ 102,409.30 บาทต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ ป่าเบญจพรรณผสมไผ่และสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตร มีมูลค่าความต่างเท่ากับ 98,144.26 และ 43,876.18 บาทต่อไร่ ตามลำดับ โดยมูลค่าความต่างของการบริการ

ระบบนิเวศมีอิทธิพลหลักมาจากปริมาณเนื้อดินที่ยังคงอยู่ในระบบนิเวศนั้นๆ โดยระบบนิเวศป่าเบญจพรรณผสมไผ่มีมูลค่าด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงที่สุด (44,007.70 บาทต่อไร่) ขณะที่ระบบนิเวศสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรมีมูลค่าความต่างด้านปริมาณเนื้อดินมากที่สุด (250,842.39 บาทต่อไร่) และระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีมูลค่าการกักเก็บน้ำในดินสูงที่สุด (8,827.99 บาทต่อไร่)

Table 3 Total loss values of soil ecosystem services in upstream region of Maepoon Sub-district.

Values of soil ecosystem service (Bath/rai)	Mixed fruit tree-based agroforestry		Bamboo Mixed deciduous forest		Mixed deciduous forest	
	Non Landslide	Landslide	Non Landslide	Landslide	Non Landslide	Landslide
Soil fertility						
-OM	19,806.71	17,747.22	28,162.86	8,798.07	21,627.99	15,823.66
-Total N	9,640.07	8,328.57	13,261.98	5,580.51	10,325.84	6,120.04
-Avail. P	38.99	21.58	66.12	37.64	47.34	55.23
-Exch. K	507.04	570.43	450.88	356.62	443.49	335.76
-Exch. Ca	660.28	1,164.56	1,108.18	499.62	273.26	574.15
-Exch. Mg	1,550.03	1,228.13	957.68	1,410.50	621.23	943.27
Soil quantity for construction						
-Value of soil	250,842.39	208,167.63	212,763.93	143,987.86	204,474.89	112,985.62
Soil water storage						
-Value of soil water	5,282.86	7,224.07	8,099.11	6,055.66	8,827.99	7,395.00
Total values	288,328.37	244,452.19	264,870.74	166,726.48	246,642.03	144,232.73
Total loss values	43,876.18		98,144.26		102,409.30	

สรุป

การเกิดดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่พูล-แม่พ่อง ในปี 2549 ส่งผลกระทบต่อการบริการระบบนิเวศของดินอย่างชัดเจนในทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณเนื้อดินเพื่อการใช้ประโยชน์ถาวรที่และก่อสร้าง และการกักเก็บน้ำในดิน ซึ่งจากการประเมินมูลค่าการบริการระบบนิเวศบริเวณแหล่งต้นน้ำของพื้นที่ศึกษา พบว่า ระบบนิเวศที่มีมูลค่าการบริการสูงที่สุด ได้แก่ สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตร รองลงมา ได้แก่ ป่าเบญจพรรณผสมไผ่

ป่าเบญจพรรณ สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตร ดินถล่ม ป่าเบญจพรรณผสมไผ่ดินถล่ม และป่าเบญจพรรณดินถล่ม ตามลำดับ โดยระบบนิเวศป่าเบญจพรรณผสมไผ่มีมูลค่าด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงที่สุด (44,007.70 บาทต่อไร่) ขณะที่ระบบนิเวศสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรมีมูลค่าความต่างด้านปริมาณเนื้อดินมากที่สุด (250,842.39 บาทต่อไร่) และระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีมูลค่าการกักเก็บน้ำในดินสูงที่สุด (8,827.99 บาทต่อไร่ต่อปี) โดยเมื่อเปรียบเทียบภายใต้สถานการณ์ดินถล่ม พบว่า ระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีความต่างของมูลค่าการบริการระบบ

นิเวศของดินมากที่สุด (102,409.30 บาทต่อไร่) รองลงมา ได้แก่ ป่าเบญจพรรณผสมไม้ (98,144.26 บาทต่อไร่) และสวน ไม้ผลผสมแบบวนเกษตร (43,876.18 บาทต่อไร่) ทั้งนี้มูลค่าความต่างในสถานการณ์ดินถล่มสอดคล้องกับลำดับตามภูมิทัศน์ของพื้นที่ ซึ่งลาดดินตอนบนเป็นป่าเบญจพรรณ ลาดดินตอนกลางเป็นป่าเบญจพรรณผสมไม้ และลาดดินตอนล่างเป็นส่วน ไม้ผลผสมแบบวนเกษตร เนื่องจากลาดดินตอนบนเมื่อเกิดดินถล่มจะมีการเคลื่อนย้ายขององค์ประกอบในระบบนิเวศสู่พื้นที่อื่น ขณะที่ลาดดินตอนกลางและลาดดินตอนล่างที่เกิดดินถล่มได้รับอิทธิพลจากการเคลื่อนย้ายหรือทับถมขององค์ประกอบต่างๆ จากระบบนิเวศอื่นเข้าสู่พื้นที่จึงทำให้เกิดทั้งการลดและเพิ่มขึ้นขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศสวน ไม้ผลผสมฯ และส่งผลให้มูลค่าความต่างลดลงตามลำดับ

คำนิยาม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิชัยพัฒนาที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย ขอขอบคุณเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาที่ได้ร่วมแสดงความคิดเห็นในการตอบแบบสอบถาม และอนุญาตให้ใช้พื้นที่เพื่อศึกษาโครงสร้างและฐานวิทยาของหน้าตัดชั้นดินอันเป็นข้อมูลที่สำคัญยิ่งสำหรับการวิเคราะห์การจ่ายค่าตอบแทนการบริการของระบบนิเวศของดินในระบบนิเวศแต่ละประเภท

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

การไฟฟ้านครหลวง. 2558. **ประเภทที่ 7 กิจกรรมสูบน้ำเพื่อการเกษตร**. แหล่งที่มา : <http://www.meu.or.th/profile/index.php?l=th&tid=3&mid=260&pid=109>, 20 มีนาคม 2559.
ชุตินา จันทรเจริญ, พัฒน์พงษ์ เกิดหล้า, ทราญแก้ว อนุภาส, พิลาสถักษณ์ ถุ่นลิ้ว และ สาริต ภาละพวก. 2556. **การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ตามภูมิปัญญาชาวบ้านกับการใช้ปุ๋ยตามหลักวิชาการเพื่อเพิ่มผลผลิต**

และคุณภาพของทุเรียนในตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์. รายงานผลการวิจัย. กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8. กรมพัฒนาที่ดิน. แหล่งที่มา : <http://r08.1dd.go.th/KM-5.htm>, 14 กุมภาพันธ์ 2560.

จรัณธร บุญญานุภาพ และ ประสิทธิ์ ทองเล่ม. 2556. **การประเมินศักยภาพที่ดินและแนวทางการจัดรูปที่ดินเพื่อกำหนดเขตเกษตรเศรษฐกิจและพื้นที่คุ้มครองบริเวณแหล่งต้นน้ำบนพื้นที่ภูเขาสูงชัน**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.). 81 หน้า.

จรัณธร บุญญานุภาพ, ประสิทธิ์ ทองเล่ม และ แผลมไทย อาษานอก. 2559. **การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของวิธีเพิ่มเสถียรภาพของลาดดินสำหรับการป้องกันดินถล่มบริเวณพื้นที่ตำบลแม่พูล: นัยสู่การจ่ายค่าตอบแทนการให้บริการของระบบนิเวศ**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มูลนิธิชัยพัฒนา. 285 หน้า.

นิติพัฒน์ นวนมะโน. 2556. **การชะล้างพังทลายของดินบนเขาควนหงส์ และมูลค่าการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสงขลา.

เศรษฐ์สันห์ มณฑลเพชร, พสุธา สุนทรแก้ว และ วุฒิพล หัวเมืองแก้ว. 2556. **การประเมินความเสียหายจากการทำลายป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร**. **วารสารวนศาสตร์ 32 (3) : 22-32.**

องค์การบริหารส่วนตำบลแม่พูล. 2553. **ข้อมูลทั่วไป**. แหล่งที่มา : <http://www.maeaphun.org/modules.php?name=Downloads>, 28 พฤษภาคม 2556.

Boonyanuphap, J. 2013. Cost-benefit analysis of vetiver system-based rehabilitation measures for landslide-damaged mountainous agricultural

- lands in the lower Northern Thailand. **Academic Journal**. Natural Hazards; 69 (1): 599.
- Kuo, S. 1996. Phosphorus. In: Method of soil analysis. Part Chemical Methods (eds. Sparks, D.L. Page, A.L. Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T. & Sumner, M.E.), pp. 869-919. Soil. Sci. Soc. America, Inc. and American Soc. Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin
- Walkley, A. and C.A. Black. 1946. **Organic carbon, and organic matter**. In D.L. Sparks *et al.*, eds., Methods of Soil Analysis Part 3 Chemical Methods. Soil Sci. Am.J., Madison, WI, USA.
-