

## อิทธิพลของวิธีอนุรักษ์ดินและน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน ในพื้นที่เสียหายจากดินโคลนถล่ม

### Influence of Soil and Water Conservation Measures on Changes in Soil Physical Properties in Landslide Damaged Areas

จรัณธร บุญญาภาพ<sup>1\*</sup>, จักรชัย ผาสุก<sup>1</sup>, กัญจน์ชญา เม้าลิว<sup>1</sup> และ ปทมกร มุลทะลิตี<sup>1</sup>  
Jaruntorn Boonyanuphap<sup>1\*</sup>, Jakchai Phasuk<sup>1</sup>, Kanchaya Maosew<sup>1</sup> and Pathamakorn Moolthasit<sup>1</sup>

<sup>1</sup>คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, 65000 Thailand

\*Corresponding author: charuntornb@nu.ac.th

#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสียหายจากดินโคลนถล่ม มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำถูกออกแบบด้วยการผสมผสานระบบหญ้าแฝก (VS) ร่วมกับการปลูกชนิดพันธุ์ไม้ป่าและชนิดพันธุ์ไม้ผลที่สำคัญทางเศรษฐกิจในท้องถิ่น เพื่อฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินและป้องกันการชะล้างพังทลายในพื้นที่เสียหายจากดินโคลนถล่ม มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 2 มาตรการ ได้แก่ 1) การปลูกแฝกร่วมกับมะค่าโมง ทูเรียน กล้วยน้ำว่า และถั่วพริ้วเมล็ดแดง (VA) และ 2) การปลูกแฝกร่วมกับไม้แดง ทูเรียน กล้วยน้ำว่า และถั่วพริ้วเมล็ดแดง (VX) โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของมาตรการดังกล่าวกับการฟื้นฟูพื้นที่ด้วยกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติ (CT) ผลการศึกษา พบว่า การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินในทุกตัวแปรระหว่างมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและการฟื้นฟูพื้นที่ด้วยการทดแทนตามธรรมชาติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การปลูกแฝกร่วมกับมะค่าโมงและทูเรียน (VA) แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินทางกายภาพที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม การให้น้ำแบบฉีดฝอย ความชื้นของผืน และระยะเวลาที่ฝนตกเป็นตัวแปรสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินระหว่างการดำเนินการศึกษาครั้งนี้ อีกทั้งการติดตามการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินในระยะยาวและการศึกษาตัวแปรสมบัติดินอื่นที่เหมาะสม ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากขึ้นในการศึกษาอิทธิพลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อฟื้นฟูพื้นที่เสียหายจากดินโคลนถล่ม

**คำสำคัญ:** ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ, ดินถล่ม, หญ้าแฝก, สมบัติทางกายภาพของดิน

#### ABSTRACT

The objective of this study was to investigate changes in soil physical properties of soil and water conservation measures in landslide-damaged areas. Soil and water conservation measures were designed by integrating the vetiver system (VS) together with native tree species and economically important fruit tree. The designed soil and water conservation measures are as follows: 1) VA measure: Vetiver cultivation intercropped with *Azelia xylocarpa*, durian (*Durio zibethinus*), Pisang Awak (Musa, ABB genome group), and sword bean, and 2) VX measure: Vetiver cultivation integrated with *Xylia xylocarpa*, durian, Pisang Awak,

and sword bean. Changes in soil physical properties of the designed measures were compared to ecological restoration with the natural succession (CT). There was no statistically significant difference among soil and water conservation measures and ecological restoration with natural succession (CT) with respect to the changes in soil physical properties. However, the VA measure showed positive trend of changing in physical soil properties. However sprinkler Irrigation, intensity and duration of rainfall can be significant variables affecting changes in soil physical properties during the study. Moreover, monitoring of long-term changes in soil properties and selecting other suitable soil properties can obtain more accurate and reliable information for observing the influence of soil and water conservation measures on ecological restoration of the landslide-damaged areas.

**Keywords:** Soil and water conservation, landslide, vetiver, soil physical properties

## บทนำ

เหตุการณ์ภัยพิบัติดินโคลนถล่มในวันที่ 23 พฤษภาคม 2549 บริเวณพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินอย่างมาก โดยเฉพาะในเขตตำบลแม่พูล เหตุการณ์ดินโคลนถล่มดังกล่าวส่งผลให้พื้นที่เกษตรกรรมที่เป็นสวนผลไม้ผสมแบบวนเกษตรทั้งบนพื้นที่ภูเขาสูงชันและพื้นที่ราบได้รับความเสียหายเป็นบริเวณกว้าง พื้นที่เกษตรกรรมที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ดินโคลนถล่มดังกล่าว ถือได้ว่าเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงและเป็นพื้นที่เศรษฐกิจหลักของอำเภอลับแลและจังหวัดอุตรดิตถ์ จากการศึกษาการใช้ที่ดินระหว่างปี 2550-2558 พบว่า พื้นที่เกษตรกรรมหลายแห่ง โดยเฉพาะพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรบนภูเขาสูงชันในบริเวณแหล่งต้นน้ำของลุ่มน้ำคลองแม่พ่อง-แม่พูล ยังคงได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มในปี 2549 และยังคงเกิดดินถล่มระดับต้นที่ไม่รุนแรงมากนักตามมาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน (Boonyanuphap et. al. 2016a)

ในปัจจุบัน การทำเกษตรกรรมแบบผิดวิธีและการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติทำให้เกิดดินโคลนถล่ม ส่งผลให้ดินเสื่อมคุณภาพและทำให้ดินในพื้นที่ไม่มีการใช้ประโยชน์จึงปล่อยให้พื้นที่รกร้าง ทำให้เกิดการบุกรุกผืนป่าเพื่อหาที่ดินในการทำเกษตรกรรมแห่งใหม่ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องค้นหามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่เพื่อเร่งการฟื้นฟูพื้นที่เสียหายจากการเกิดดินถล่ม เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากรดินและน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุดถูกต้องตามหลักวิชาการและฟื้นฟูพื้นที่เสียหายจากการเกิดดินโคลนถล่ม อีกทั้งเป็นการป้องกันการชะล้างการพังทลายของดิน ทำให้มีพื้นที่ใช้ประโยชน์ได้ยาวนานอีกด้วย (Boonyanuphap et. al. 2016b)

แฝก (*Chrysopogon zizanioides* L. Roberty) เป็นพืชตระกูลหญ้าที่ขึ้นเป็นกอหนาแน่นอยู่ตามธรรมชาติ สามารถขึ้นได้ดีในดินเกือบทุกชนิด เจริญเติบโตโดยการแตกกอมีรากยาวจำนวนมาก รากแฝกเติบโตหยั่งลึกลงไปดินไม่เป็นอุปสรรคต่อพืชที่ปลูกข้างเคียง จึงสามารถนำมาปลูกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำได้ดี (Land Development Department. 2007) พระราชดำรัสเกี่ยวกับแฝกของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 สรุปรว่า “แฝกมีคุณลักษณะที่เหมาะสมในการจัดระบบอนุรักษ์ดิน โดยการปลูกเป็นแนวรั้วกันตามระดับชั้นและได้มีการศึกษาทดลองใช้อย่างได้ผลดี ในประเทศแถบเอเชียหลายประเทศแล้ว” และยังมีพระราชดำรัสเกี่ยวกับการปลูกแฝกร่วมกับชนิดพันธุ์ไม้ป่าท้องถิ่นสรุปความว่า “ควรปลูกป่าแก้ปัญหาหน้าท่วม ดินถล่ม โดยเฉพาะแนะนำให้ปลูกป่าผสม ไม้เนื้อแข็งที่โตเข้ากับไม้เนื้ออ่อน ทั้งนี้ การปลูกไม้เนื้อแข็งรากลึกช่วยป้องกันดินถล่ม โดยเฉพาะไม้เนื้อแข็งจะต้องเน้นเรื่องการอุ้มน้ำและรักษาหน้าดิน รวมทั้งระบายน้ำ” ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสียหายจากดินโคลนถล่ม ซึ่งข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินในมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำจะเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญให้กับ

หน่วยงานภาครัฐที่อยู่ในพื้นที่ศึกษาและสามารถใช้เป็นทางเลือกในการตัดสินใจและวางแผนฟื้นฟูพื้นที่เสียหายจากดินโคลนถล่มในบริเวณแหล่งต้นน้ำของพื้นที่ตำบลแม่พูลให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและหน่วยงานภาครัฐที่มีบทบาทหน้าที่ดูแลพื้นที่ศึกษา

## อุปกรณ์และวิธีการ

### พื้นที่ศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่ศึกษาบริเวณแหล่งต้นน้ำของกลุ่มน้ำคลองแม่พ่อง-แม่พูล ในพื้นที่หมู่ 4 บ้านต้นเกลือ ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นเขตเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดแห่งหนึ่งของจังหวัดอุตรดิตถ์ แต่เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวได้รับความเสียหายอย่างรุนแรงจากเหตุการณ์ดินโคลนถล่มในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2549 เป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นและยังส่งผลให้เกิดปัญหาดินถล่มอย่างต่อเนื่อง สำหรับสภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปของตำบลแม่พูลเป็นที่อกเขาสูงชันสลับซับซ้อนปกคลุมไปด้วยผืนป่าธรรมชาติและสวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตร ครอบคลุมทั้งในทิศเหนือ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตกของพื้นที่บริเวณตอนบน มีจุดสูงสุดที่ 765 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ณ บริเวณที่อกเขาแม่พูลเป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญของกลุ่มน้ำอำเภอลับแล มีลำน้ำที่สำคัญ ได้แก่ ห้วยแม่พูล คลองแม่พ่อง ห้วยทรายและห้วยคำปี ในขณะที่ด้านทิศตะวันตกของตำบลฝายหลวงมีที่อกเขาสูงชันอันเป็นแหล่งต้นน้ำของลำห้วยปู่เจ้า โดยลำน้ำที่ได้กล่าวมาทั้งหมดจะไหลไปรวมกันลงสู่แม่น้ำน่าน บริเวณตอนล่างของจังหวัดอุตรดิตถ์ สำหรับพื้นที่ตอนล่างตำบลแม่พูลมีสภาพเป็นที่ราบลุ่มตะกอนแม่น้ำ ซึ่งเป็นพื้นที่สวนไม้ผลผสมบนพื้นที่ราบ นาข้าว ไร่ข้าวโพด หรือสวนผักเป็นหลัก

### การออกแบบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 2 มาตรการ (Measures or Treatments) ได้กำหนดประเภทของพืชที่นำมาปลูกร่วมกันโดยให้สอดคล้องกับบริบทของชุมชนและเกษตรกรในท้องถิ่นของตำบลแม่พูล นอกจากนี้ พืชพรรณที่คัดเลือกต้องมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเพื่อนำไปสู่การใช้ประโยชน์ทรัพยากรที่ดินในบริเวณที่เสียหายจากดินโคลนถล่มในอนาคต มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำถูกออกแบบด้วยการผสมผสานการใช้ระบบหญ้าแฝก ร่วมกับการปลูกไม้ผลเศรษฐกิจในท้องถิ่น พืชบำรุงดิน พืชที่เลี้ยงสำหรับไม้ผลเศรษฐกิจ และไม้ป่าในท้องถิ่น ผู้วิจัยได้คัดเลือกเจ้าของแปลงศึกษาที่มีความสนใจจำนวน 1 แปลง โดยเป็นพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรที่เกิดดินโคลนถล่มในปี 2549 แปลงศึกษาตั้งอยู่ที่บริเวณแหล่งต้นน้ำที่เสียหายจากดินโคลนถล่ม ในเขตบ้านต้นเกลือ หมู่ 4 ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ลักษณะพื้นที่มีความลาดชันประมาณ 42-45 องศา ทิศด้านลาดทางด้านตะวันออก (98°E) การศึกษามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำได้ออกแบบแปลงการทดลองแบบ Complete randomize design (CRD) ซึ่งแต่ละมาตรการมีจำนวน 3 แปลงทดลอง (3 Replications) แปลงทดลองมีขนาด 6 x 6 เมตร โดยเริ่มดำเนินการศึกษาในเดือนกันยายน 2558 สำหรับ Table 1 แสดงลักษณะของพันธุ์พืชภายหลังจากดำเนินการศึกษามาแล้ว 1 ปี (เก็บข้อมูล 5 มกราคม 2560) รายละเอียดการปลูกพืชพรรณแต่ละมาตรการ มีดังนี้

(1) การปลูกแฝกร่วมกับมะค่าโมงและทุเรียนพันธุ์พื้นเมือง (VA) : ปลูกหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกาเป็นรูปตัววี (V) จำนวน 2 แถวในแปลงทดลองและปลูกกล้าทุเรียนพันธุ์พื้นเมือง (*Durio zibethinus*) อายุ 2 ปี จำนวน 2 ต้น ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ผลเศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุดในท้องถิ่นเนื่องจากต้านทานโรคและเจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศของตำบลแม่พูล (หลังจากปลูก 2-3 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่จะทำการเสียบยอดเพื่อเปลี่ยนเป็นต้นพันธุ์หอมทอง หรือ พันธุ์หลงลับแล) กล้าทุเรียนทั้ง 2 ปลูกห่างจากขอบแปลงด้านข้าง 3 เมตร สำหรับกล้าทุเรียนต้นด้านข้างปลูกห่างจากขอบแปลงด้านบนและด้านล่าง 2.25 เมตร พร้อมปลูกถั่วพริ้วเมล็ดแดง (*Canavalia gladiata* (Jacq.) DC.) เพื่อบำรุงดินรอบโคนต้นทุเรียนเป็นวงกลมรัศมี 1 เมตร ปลูกต้นกล้วยน้ำว้า (*Musa ABB Group*) แบบตัดต้นจำนวน 4 ต้น โดยปลูกที่ด้านล่างหญ้าแฝกอย่างละ 2 ต้น ซึ่งกล้วยน้ำว้าจะเป็นพืชที่เลี้ยงให้กับกล้าทุเรียนและแฝกโดยให้ร่มเงา เก็บรักษาความชุ่มชื้น และเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับพื้นที่ ปลูกกล้ามะค่าโมง (*Azelia xylocarpa* (Kurz) Craib.) อายุประมาณ 2 ปี จำนวน 4 ต้น บริเวณ

มุมทั้ง 4 ด้านของพื้นที่แปลงทดลอง โดยห่างจากขอบแปลงด้านข้าง 1 เมตร และด้านบนและด้านล่าง 0.5 เมตร ทั้งนี้ ต้นมะค่าโมงเป็นชนิดพันธุ์ไม้ป่าเศรษฐกิจในท้องถิ่นที่ใช้เสริมเสถียรภาพของลาดดินให้มีความมั่นคงยิ่งขึ้นในกรณีพรมไม้ดังกล่าวเติบโตเต็มที่

(2) **การปลูกแฝกร่วมกับแดงและทุเรียนพันธุ์พื้นเมือง (VX)** : วิธีอนุรักษ์ดินและน้ำสำหรับพื้นที่สวนไม้ผลผสมที่เกิดดินโคลนถล่มวิธีที่ 3 มีรูปแบบและระยะการปลูกพืชคล้ายกับวิธีที่ 2 โดยปลูกหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกาเป็นรูปตัววี (V) จำนวน 2 แถวในแปลงทดลองและปลูกกล้าทุเรียนพันธุ์ท้องถิ่นอายุ 2 ปี จำนวน 2 ต้น พร้อมปลูกถั่วพรางเมล็ดแดงเพื่อบำรุงดินรอบโคนต้นทุเรียนเป็นวงกลมรัศมี 1 เมตร ปลูกต้นกล้วยน้ำว้าแบบตัดต้นจำนวน 4 ต้น โดยปลูกที่ด้านล่างแถวหญ้าแฝกอย่างละ 2 ต้น สำหรับชนิดพันธุ์ไม้ป่าเศรษฐกิจเปลี่ยนเป็นปลูกกล้าแดง (*Xylocarpus xylocarpa* (Roxb.) Taub. var. *kerrii* (Craib)) อายุประมาณ 2 ปี จำนวน 4 ต้น บริเวณมุมทั้ง 4 ด้านของพื้นที่แปลงทดลอง ทั้งนี้ ต้นแดงเป็นชนิดพันธุ์ไม้ป่าเศรษฐกิจในท้องถิ่นที่ใช้เสริมเสถียรภาพของลาดดิน

(3) **การฟื้นฟูพื้นที่ตามธรรมชาติ (CT)** : วิธีอนุรักษ์ดินและน้ำสำหรับพื้นที่สวนไม้ผลผสมที่เกิดดินโคลนถล่มวิธีนี้จะปล่อยให้พืชรากงอกขึ้นในท้องถิ่นขึ้นทดแทนตามธรรมชาติในแปลงทดลองและไม่มีการกำจัดวัชพืชหรือพืชรากงอกที่อยู่นอกแปลง โดยชนิดพันธุ์พืชที่พบในแปลงทดลอง ได้แก่ ปอสา (*Broussonetia papyrifera*) เต้าหลวง (*Macaranga gigantea* Muell.Arg.) ตองกง (*Thyrsanoleana maxima* Kuntze) สาบเสือ (*Chromolaena odorata* (L.) R.M.King.) รางจืด เฟิร์นก้านดำ เป็นต้น

### เงื่อนไขของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในการฟื้นฟูพื้นที่เสียหายจากดินโคลนถล่ม

มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีทางพืชพรรณ (Vegetative approaches) อยู่บนข้อสมมุติหลักของการฟื้นฟูพื้นที่ในเชิงนิเวศ (Major assumption of ecological restoration) ที่ให้ “ประสิทธิภาพของวิธีอนุรักษ์ดินและน้ำในการฟื้นฟูพื้นที่ลาดชันที่เสียหายจากดินโคลนถล่ม รวมถึงการเพิ่มเสถียรภาพของลาดดินเพื่อป้องกันดินโคลนถล่ม จะเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาหรืออายุของการดำเนินการตามมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละวิธีที่ออกแบบไว้” เนื่องจากในช่วงระยะเริ่มต้นของการดำเนินการมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ได้ออกแบบนั้น กล้าแฝก หน่อกล้วยน้ำว้า และกล้าพรมไม้ป่าท้องถิ่น รวมถึงกล้าไม้ผลเศรษฐกิจที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ย่อมส่งผลให้ประสิทธิภาพการฟื้นฟูพื้นที่ตามบทบาทหน้าที่ของชนิดพันธุ์พืชแต่ละชนิดที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์

การศึกษานี้ได้จำลองสถานการณ์ให้สภาพพื้นที่ของแปลงทดลองมีความใกล้เคียงกับสภาพจริงของพื้นที่สวนไม้ผลผสมแบบวนเกษตรที่เกิดความเสียหายหลังจากเหตุการณ์ดินโคลนถล่มอย่างรุนแรงในปี 2549 ดังนั้น จึงจำเป็นต้องกำหนดข้อสมมุติทางสิ่งแวดล้อม (Environment assumption) ให้สภาพพื้นที่และคุณสมบัติของดินในบริเวณดำเนินการแปลงทดลองมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมีความใกล้เคียงกับสภาพของพื้นที่สวนไม้ผลผสมที่เสียหายจากเหตุการณ์ดินโคลนถล่มดังกล่าว

### การเก็บตัวอย่างดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้างดินด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างดินขนาด 100 ml (Sampling Tube, DIK-1801) ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร (Topsoil layer) โดยเก็บตัวอย่างแปลงทดลองละ 3 ซ้ำ จำนวน 2 ครั้ง วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2560 และ วันที่ 27 ตุลาคม 2560 ตามลำดับ เพื่อนำไปวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม (Field bulk density) ความหนาแน่นอนุภาค ความพรุน อัตราส่วนของช่องว่างของดิน (Soil void ratio : e) พร้อมทั้งวัดอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินขณะที่ดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Unsaturated infiltration rate) ด้วย Mini Disk Infiltrometer (Decagon Devices, Inc.) ที่ 3 ตำแหน่งของทุกแปลงทดลอง (ด้านบน ด้านล่าง และตอนกลางของแปลงทดลอง) โดยใช้ส่วแซะผิวดินเพื่อใช้เป็นฐานในการวางเครื่องมือวัดอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดิน เพื่อให้ผิวดินที่ทำการวัดมีความเรียบและหลีกเลี่ยงผิวดินที่เป็นหิน สำหรับการวัดการสูญเสียน้ำดิน ได้ทำการฝังหมุด Erosion stake จำนวน 3 หมุด บริเวณทั้ง 3 ตำแหน่งเช่นเดียวกับการวัด

อัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดิน โดยวัดความสูงของหมุดที่โผล่พ้นผิวดินใน 2 ช่วงเวลา (วันที่ 2 มิถุนายน 2560 และ วันที่ 28 ตุลาคม 2560) หลังการวัดทุกครั้งจะกดหมุดให้ส่วนล่างของหัวหมุดอยู่บนขีดกับผิวดินพอดี แล้วนำความสูงของหมุดทุกตัวที่อ่านได้มาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งแสดงถึงความหนาของดินที่สูญเสียไประหว่าง 2 ช่วงเวลา จากนั้น นำความหนาของดินที่สูญเสียไปนี้ มาคำนวณปริมาณดินที่สูญเสีย (หน่วยน้ำหนักต่อเนื้อที่) จากผลคูณระหว่างค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมของดินในแต่ละแปลง กับความหนาของดินที่สูญเสียไปและขนาดของพื้นที่ (Sakai, 1991; Pornpun and Suchila, 1999)

#### วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

นำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ค่า Soil Three Phase ด้วยเครื่อง Digital Actual Volumenometer (DIK-1150, Daiki Rika Kogyo Co., Ltd.) จากนั้นทำการคำนวณหาค่าความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาค ความพรุนของดิน (Cresswell and Hamilton, 2002a, 2002b) ปริมาตรของเม็ดดินหรือของแข็ง ( $V_s$ ) ปริมาตรของอากาศ ( $V_a$ ) ปริมาตรของน้ำ ( $V_w$ ) และ อัตราส่วนช่องว่างของดิน โดยอัตราส่วนช่องว่างของดินเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาตรของช่องว่างในมวลดิน ( $V_v$ ;  $V_v = V_w + V_a$ ) กับปริมาตรของเม็ดดิน สำหรับการคำนวณอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินใช้หน่วยเป็นเซนติเมตรต่อชั่วโมง (Decagon Devices, Inc., 2014) จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรคุณสมบัติดินระหว่างมาตรการอนุรักษ์ดิน และน้ำกับการฟื้นฟูพื้นที่ด้วยกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One way ANOVA) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรคุณสมบัติดินระหว่างการเก็บตัวอย่างดิน 2 ช่วงเวลา สำหรับแต่ละมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ด้วยสถิติการทดสอบค่าที่แบบ Dependent samples (Paired-samples t-test) (Kohout, 1974) โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics version 24

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินในช่วงเวลาประมาณ 9 เดือน (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือน ตุลาคม 2560) ภายหลังจากดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมาตั้งแต่เดือนกันยายน 2558 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นรวมและปริมาตรของเม็ดดินเพิ่มขึ้นในทุกมาตรการและการฟื้นฟูตนเองตามธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยของความพรุนของดินและอัตราส่วนช่องว่างของดินที่มีค่าลดลงในทุกมาตรการ (VA และ VX) และการฟื้นฟูพื้นที่ตามธรรมชาติ (CT) โดยเฉพาะมาตรการ VX มีค่าเฉลี่ยของปริมาตรของเม็ดดินที่เพิ่มขึ้นและค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนช่องว่างของดินที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.042$  และ  $p=0.037$  ตามลำดับ) ทั้งนี้ การเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นรวมและปริมาตรของเม็ดดินของมาตรการปลูกแฝกร่วมกับพันธุ์ไม้ป่าท้องถิ่นและพืชเศรษฐกิจ อาจเป็นเหตุมาจากการให้น้ำโดยใช้สายยางฉีดพ่นเป็นฝอยสัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง ในช่วงฤดูแล้ง (ปลายเดือนตุลาคมถึงต้นเดือนพฤษภาคมของปี 2558 และ 2559) เป็นระยะเวลา 2 ปี แรกของการดำเนินการวิธีอนุรักษ์ดินและน้ำ ประกอบกับการปกคลุมพื้นที่ของเรือนยอดและพืชคลุมดินมีน้อย เนื่องจากเป็นช่วงระยะเริ่มแรกของการเจริญเติบโตของกล้าชนิดพันธุ์พืชทดลอง จึงทำให้การสกัดกั้นน้ำฝนของชั้นเรือนยอด (Tree canopy and undergrowth rainfall interceptions) ในพื้นที่แปลงทดลองมีน้อย ทำให้เกิดการชะล้างหน้าดินและ ซึ่งอาจส่งผลให้ความหนาแน่นรวมและปริมาตรของเม็ดดินมีค่าที่เพิ่มขึ้น รวมถึงความพรุนของดินมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดหากเปรียบเทียบกับ การฟื้นฟูพื้นที่ตามธรรมชาติที่มีชนิดพันธุ์ไม้เบิกนำและพืชปกคลุมพื้นล่างขึ้นเจริญเติบโตปกคลุมพื้นที่ค่อนข้างหนาแน่น

อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นอนุภาคของดินมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกมาตรการ ( $p<0.05$ ) โดยมีค่าลดลงระหว่าง (0.22-0.24 g/cu cm) อาจเนื่องมาจากการเติบโตของพรรณพืชที่ปลูกระหว่างดำเนินการศึกษาเป็น เวลาประมาณ 2 ปี ซึ่งเป็นการสะสมปริมาณอินทรีย์วัตถุและคาร์บอนอินทรีย์ในดินภายในแปลงทดลอง (Blanco-Canqui et al., 2006) ค่าเฉลี่ยของอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินขณะที่ดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำของมาตรการ VA และ มาตรการ VX มีค่าเพิ่มขึ้น

เล็กน้อย (0.06 และ 0.2 cm/hr ตามลำดับ) ขณะที่อัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินของการฟื้นฟูพื้นที่ตามธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยลดลงเล็กน้อย (0.07 cm/hr) โดยรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินแสดงใน Table 2

### อิทธิพลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน

ผลการศึกษาระหว่าง 2 ช่วงเวลาของการเก็บข้อมูลสมบัติทางกายภาพของดิน แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันในบางตัวแปรระหว่างมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับการฟื้นฟูพื้นที่ตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงใน Table 3 อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรสมบัติทางกายภาพของดินที่สำคัญต่อการฟื้นฟูพื้นที่เสียหายจากดินโคลนถล่มและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกทดลองมีแนวโน้มที่แตกต่างกัน โดยการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นรวมและปริมาตรของเม็ดดินของการฟื้นฟูพื้นที่ตามธรรมชาติมีน้อยกว่ามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 2 มาตรการ นอกจากนี้ การลดลงของความพรุนของและตราส่วนช่องว่างของดินของการฟื้นฟูพื้นที่ตามธรรมชาติมีน้อยกว่ามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 2 มาตรการเช่นกัน ขณะที่ การเพิ่มขึ้นของอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้ง 2 มาตรการมีมากกว่าการฟื้นฟูพื้นที่ตามธรรมชาติเล็กน้อย

นอกจากนี้ ในระยะ 2 ปีแรกของการดำเนินการมาตรการปลูกแฝกร่วมกับมะค่าโมงและทุเรียนพันธุ์พื้นเมือง (VA) มีค่าเฉลี่ยของการสูญเสียดิน 9.46 ตันต่อไร่ ซึ่งมีการสูญเสียดินน้อยกว่ามาตรการ VX และการฟื้นฟูพื้นที่ตามธรรมชาติ โดยมีการสูญเสียดิน 14.19 และ 11.61 ตันต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Punsak et. al. (2015) ในพื้นที่บ้านคูพงษ์ ตำบลคูพงษ์ อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน พบว่า ในช่วงระยะ 5 ปีแรกของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไม่ไถพรวน ดินบนพื้นที่ลาดชันมีปริมาณการสูญเสียดินโดยเฉลี่ยปีละ 2.48 ตันต่อไร่ ขณะที่ ช่วงระยะ 5 ปีแรกของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบการปลูกยางพาราร่วมกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปลูกยางพาราโดยไม่มีการกำจัดวัชพืช การปลูกยางพารา ระหว่างชั้นบันไดดิน และการปลูกยางพาราโดยไม่มีการทำชั้นบันไดดิน มีปริมาณการสูญเสียดินโดยเฉลี่ยปีละ 0.81 2.68 6.28 และ 6.59 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

## สรุป

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสียหายจากดินโคลนถล่มเปรียบเทียบกับการฟื้นฟูพื้นที่ด้วยกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติตลอดระยะเวลาของการศึกษาค้าง พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพียงบางตัวแปร โดยความหนาแน่นรวมและปริมาตรของเม็ดดินมีค่าเพิ่มขึ้น ขณะที่ ความพรุนของดินและอัตราส่วนช่องว่างของดินที่มีค่าลดลงในทุกมาตรการในทุกมาตรการ อัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินขณะที่ดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำมีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในทั้ง 2 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ นอกจากนี้ยังพบการสูญเสียดินของมาตรการปลูกแฝกร่วมกับมะค่าโมงและทุเรียนพันธุ์พื้นเมือง (VA) มีค่าน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรการ VX และ การฟื้นฟูพื้นที่ด้วยกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติ

การศึกษาค้างนี้อยู่ภายใต้สภาวะการณ์ระยะเริ่มต้นของการดำเนินการมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเพียง 2 ปี จึงอาจส่งผลให้ไม่สามารถคาดการณ์ถึงแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดินได้อย่างชัดเจน และทำให้เกิดข้อจำกัดในการประเมินระดับอิทธิพลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในการฟื้นฟูพื้นที่เสียหายจากดินโคลนถล่มในระยะยาว อย่างไรก็ตาม การศึกษาค้างนี้เป็นการศึกษาแบบต่อเนื่อง ซึ่งต้องมีการเก็บข้อมูลในระยะยาวเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือที่นำไปใช้ในการประเมินอิทธิพลของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแต่ละมาตรการ ทั้งนี้ พื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่แหล่งต้นน้ำที่สำคัญ จึงควรกำหนดตัวแปรหรือตัวชี้วัดที่เหมาะสมเพิ่มเติม เช่น สมบัติของดินด้านอุทกวิทยา (Soil hydrological properties) เพื่อศึกษาความสามารถในการเก็บกักน้ำที่เป็นประโยชน์ของดิน (Available water capacity : AWC) ในพื้นที่แหล่งต้นน้ำ

ซึ่งนำไปสู่การประเมินประสิทธิภาพและความยั่งยืนของการดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่เสียหายจากดินโคลนถล่มของตำบลแม่พูลในอนาคต

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของพื้นที่สวนไม้ผลแบบวนเกษตรที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ดำเนินโครงการวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- Blanco-Canqui, H., R. Lal., W. M. Post, R. C. Izaurralde, and M. J. Shipitalo. 2006. Organic Carbon Influences on Soil Particle Density and Rheological Properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:1407-1414.
- Boonyanuphap, J and B. Boonman. 2016a. Ecological Service Assessment of Soil and Water Conservation using Vetiver-based System coupled with Native Tree Species in Landslide-damaged Area. Final research report. Office of the Royal Development Projects Boards. (in Thai)
- Boonyanuphap, J., P. Tonglem and L. Asanok. 2016b. Economic Valuation of Slope Stabilization Methods for Landslide Prevention in Maepoon Subdistrict: its Implication on Payment for Ecosystem Services. Final research report. The Chaipattana Foundation. (in Thai)
- Cresswell, H.P. and G.J. Hamilton. 2002a. Bulk density and pore space relations. p. 35-58. In McKenzie, N.J., H. Cresswell, and K. Coughlan (eds.) *Soil physical measurement and interpretation for land evaluation. A laboratory handbook.* CSIRO Publishing, Melbourne, Australia.
- Cresswell, H.P. and G.J. Hamilton. 2002b. Particle Size Analysis. In: *Soil Physical Measurement and Interpretation For Land Evaluation.* (Eds. NJ McKenzie, HP Cresswell and KJ Coughlan) CSIRO Publishing: Collingwood, Victoria. pp 224-239.
- Decagon Devices, Inc. 2014. Mini Disk Infiltrometer User's Manual. Version 4
- Jongsuksuntigool, P. and S. Teeraporn. 1999. Soil Erosion between Forest and Shifting Cultivation Area at Mon Ung Ket Watershed Management Unit Pai District, Mae Hong Son Province. *Journal of Thai Forestry Research.* 1(1): 12-22. (in Thai)
- Kohout, L. 1974. The Pinkava many-valued complete logic systems and their application to the design of manyvalued switching circuits. In: Rine DC (ed) *Proc.*
- Land Development Department. 2007. His Majesty the King vetiver grass project. Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok, Thailand, p.20 (in Thai)
- Punsak, W., Narongrit, C., Rakngam, J., Homhuan, W., Boonyanuphap, J., and Takrattarasaran, N. 2015. Impact of change in cropping system to para rubber plantation in Nan watershed. Final Research Report: The Thailand Research Fund. (in Thai)
- Sakai, M. 1991. Personal communication. Soil erosion rate in teak plantation at Uttaradit Province. Kyushu Research Center. Forest and Forest Research Institute, Japan.

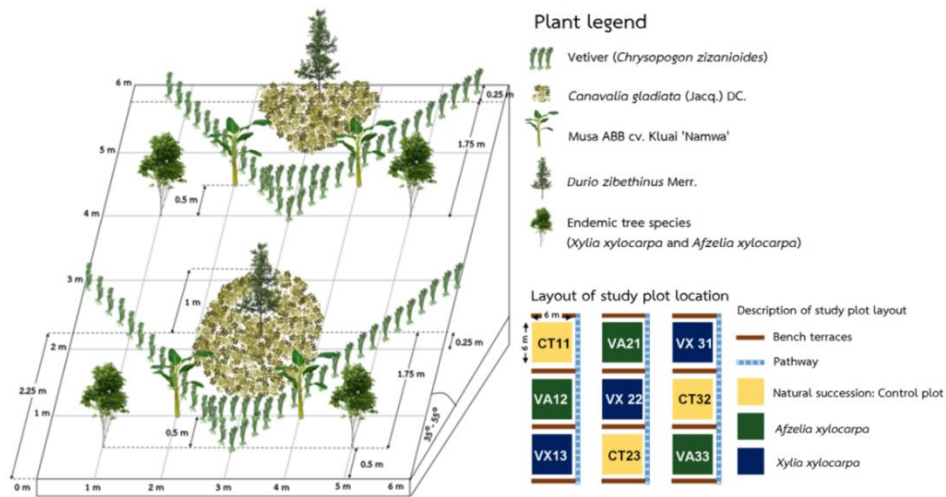


Figure 1 Layout of the positions of vetiver and selected plants in the study plot

Table 1 Diameter at breast height, diameter at the base of seedling, and tree height of the studied plants collected on 5 January 2017

Plant species	Plant characteristics									
	d0/d.b.h. (cm)					Height (cm)				
	Mean	Min.	Max.	SD	Skewness	Mean	Min.	Max.	SD	Skewness
<i>Afzelia xylocarpa</i> *	2.88	2.10	3.50	0.47	-0.59	187.6	78.4	300.0	62.64	-0.08
<i>Xylia xylocarpa</i> *	2.84	2.19	3.18	0.56	-1.72	174.7	145.0	200.0	27.75	-0.69
<i>Durio zibethinus</i> *	2.51	2.48	2.56	0.05	0.01	151.4	135.0	168.0	23.33	0.01
Musa ABB Group**	12.08	6.84	18.39	3.27	0.35	242.2	144.0	401.0	64.19	0.72
<i>B. papyrifera</i> *	4.86	3.81	7.76	1.14	2.10	500.1	320.0	650.0	105.30	0.14
<i>M. gigantea</i> *	2.26	1.68	2.83	0.81	0.01	322.0	194.0	450.0	181.02	0.00

Note : \*d0: Stem diameter at the base of seedling; \*\*d.b.h.: Stem diameter at 1.3-m height;

**Table 2** Comparison of soil physical properties between sampling times

Soil properties	Measures	1 <sup>st</sup> Sampling time		2 <sup>nd</sup> Sampling time		Mean change
		Mean	Std. D	Mean	Std. D	
Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	CT	1.47	±0.07	1.48	±0.07	0.01
	VA	1.39	±0.16	1.53	±0.16	0.14
	VX	1.44	±0.04	1.48	±0.04	0.06
Particle density (g/cm <sup>3</sup> )	CT*	2.76	±0.02	2.52	±0.06	-0.24
	VA*	2.75	±0.03	2.54	±0.05	-0.21
	VX*	2.76	±0.02	2.54	±0.05	-0.22
Porosity (%)	CT	46.7	±2.27	42.17	±5.02	-4.54
	VA	49.48	±5.97	39.85	±1.44	-9.62
	VX	47.91	±1.71	41.91	±3.70	-5.99
Solid volume (%)	CT	45.80	±3.21	53.37	±4.83	7.58
	VA	41.45	±7.41	55.65	±1.25	14.20
	VX*	39.51	±1.47	53.15	±3.54	13.64
Water volume (%)	CT	24.73	±1.00	27.44	±4.66	2.71
	VA	29.84	±0.72	33.40	±3.55	3.56
	VX	32.08	±2.22	30.34	±1.25	-1.74
Air volume (%)	CT	29.47	±2.24	19.18	±2.73	-10.29
	VA*	28.71	±8.04	10.96	±4.68	17.76
	VX	28.41	±3.42	16.52	±2.71	-11.90
Soil void ratio (e)	CT	1.19	±0.16	0.88	±0.18	-0.31
	VA	1.46	±0.42	0.80	±0.04	-0.66
	VX*	1.53	±0.09	0.89	±0.13	-0.65
Infiltration rate (cm/hr)	CT	0.67	±0.11	0.60	±0.17	-0.07
	VA	0.45	±0.28	0.51	±0.27	0.06
	VX	0.36	±0.09	0.55	±0.11	0.20

Note : \*Statistically significant difference between sampling times, 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> sampling times were done on 11 February 2017 and 27 October 2017, respectively

**Table 3** Mean change values of soil physical properties and soil loss between sampling times

Measures	BD (g/cm <sup>3</sup> )	PD (g/cm <sup>3</sup> )	Porosity (%)	V <sub>s</sub> (%)	V <sub>w</sub> (%)	V <sub>a</sub> (%)	e	Infiltration rate (cm/hr)	Soil loss (ton/rai)
CT	0.01ns	-0.24ns	-4.54ns	7.58ns	2.71ns	-10.29ns	-0.31ns	-0.07ns	11.61ns
VA	0.14ns	-0.21ns	-9.62ns	14.20ns	3.56ns	-17.76ns	-0.66ns	0.06ns	9.46ns
VX	0.06ns	-0.22ns	-5.99ns	13.64ns	-1.74ns	-11.90ns	-0.65ns	0.20ns	14.19ns

Note : ns indicates no statistically significant differences among measures (Duncan's test,  $p < 0.05$ ); Soil sampling times were done on 11 February 2017 and 27 October 2017