

**สภาพกร่อนได้ของดินตามลักษณะภูมิประเทศเนินเขาและลอนลาดขรุขระ
ในเขตเงาฝน ลุ่มน้ำพุสวรรค์ จังหวัดเพชรบุรี**
**Soil Erodibility of Hill and Rugged Terrain Landform in Rain Shadow Phusawan
Watershed, Keang Krachan District, Petchaburi Province**

ภาดล สหเจริญ¹ กิตติชัย ดวงมัลย์¹ เกษม จันทร์แก้ว^{1,2} และอรอนงค์ ผิวนิล¹
Phadol Sahachareon¹, Kittichai Duangmal¹, Kasem Chunkao^{1,2} and Onanong Phewnil¹

บทคัดย่อ

พื้นที่ลุ่มน้ำพุสวรรค์ เป็นลุ่มน้ำขนาดเล็กมีพื้นที่ประมาณ 7 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในอำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี อยู่ในเขตพื้นที่เงาฝน คือมีฝนตกเฉลี่ยไม่เกิน 700 มิลลิเมตรต่อปี ระดับความสูงของพื้นที่ลุ่มน้ำ 90-400 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ลักษณะแผ่นดินของพื้นที่แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ เนินเขา (hill) และที่ลอนลาดขรุขระ (rugged terrain) โดยเนินเขาสูงจะอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณและป่าไผ่ ส่วนแอ่งที่ราบลอนลาดขรุขระอยู่ตอนกลางของพื้นที่ลุ่มน้ำส่วนใหญ่ใช้ทำการเกษตรกรรมโดยเฉพาะการปลูกสับปะรด และไม้ผล การศึกษาความสามารถของการพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ ใช้ค่าสัดส่วนของการแตกกระจายอนุภาคดิน (dispersion ratio) เพื่อหาสภาพกร่อนได้ของดินในพื้นที่เพื่อวางแผนการใช้ที่ดินให้เหมาะสม โดยการเก็บตัวอย่างตามลักษณะแผ่นดินคือที่เนินเขา และลอนลาดขรุขระ จำนวน 3 แนวต่อลักษณะแผ่นดิน แนวละ 3 ตัวอย่างตามความสูง รวมตัวอย่างทั้งหมด 18 ตัวอย่าง พบค่า dispersion ratio ระหว่าง 12.1-58.7 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 10 นั้นหมายความว่าดินมีสภาพกร่อนได้ของดินสูง และเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติ analysis of variance พบว่าไม่มีค่าความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มในพื้นที่สูงมีค่า dispersion ratio ที่สูงกว่า ดังนั้นเพื่อลดการกร่อนของดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำจึงควรการอนุรักษ์ป่าไม้ในพื้นที่ต้นน้ำและการอนุรักษ์ดินในพื้นที่เกษตรอย่างเข้มข้น

คำสำคัญ : สภาพกร่อนได้ของดิน สัดส่วนของการแตกกระจายอนุภาคดิน ลุ่มน้ำ ลักษณะแผ่นดิน

Abstract

Pusawan watershed area is 7 sq km where is rain shadow area and located in Keang Krachan district, Petchaburi province. Rainfall intensity is not exceed 700 mm./year, elevation 90-400 m. MSL which is consisted of 2 landforms, hill and rugged terrain. Hills is located in Southwest and Northeast which is covered by mixed forest and bamboo forest. Rugged terrain is located in the middle of watershed area which is agricultural area, deciduous especially, pineapple and fruit trees. The study aimed to investigate soil erodibility for land suitability in watershed by dispersion ratio method. Soil samples were collected from hill and rugged terrain area in 3 lines each. The total soil samples were 18 samples which were collected 3 samples in each line and elevation. The results found high erodibility due to dispersion ratio value was ranged 12.1-58.7 which exceed than 10. Even though analysis of variance statistic was not different, but dispersion ratio value in higher elevation was high. It might be concluded that soil erosion in watershed was decreased by forest conservation in upstream and intensive soil conservation in agricultural area.

Keywords: soil erodibility, dispersion ratio, watershed, landform

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

² โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

คำนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นมีฝนตกเฉลี่ยทั่วประเทศประมาณ 1,500 มิลลิเมตรต่อปี โดยฝนเกิดจากอิทธิพลลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และอิทธิพลของลมพายุดีเปรสชันจากทะเลจีนใต้ แต่เมื่อพิจารณาการตกของฝนรายพื้นที่ทั่วประเทศจะมีความแตกต่างกันตามลักษณะภูมิประเทศ โดยเฉพาะเทือกเขาที่วางตัวเหนือใต้ด้านทิศตะวันตกของประเทศไทย ที่ขวางกั้น อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่ทำให้บริเวณหน้าเขาด้านทิศตะวันตกมีฝนตกมาก เช่นที่จังหวัดระนองมีฝนตกเฉลี่ย 3,600-4,000 มิลลิเมตรต่อปี ในขณะที่ด้านหลังแนวเทือกเขาดังกล่าว ได้แก่ เทือกเขาภูเก็ต เทือกเขาตะนาวศรี เกิดเป็นเขตเงาฝนขึ้น (rain shadow) พื้นที่ดังกล่าว ได้แก่ พื้นที่หลังเทือกเขาตะนาวศรี คือ จังหวัดตาก ราชบุรี และเพชรบุรี เป็นต้นพื้นที่ลุ่มน้ำพุสวรรค์ เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กประมาณ 7 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในเขตอำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี อยู่ในพื้นที่เขตเงาฝน มีฝนตกเฉลี่ยไม่เกิน 700 มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันที่ฝนตกไม่เกิน 100 วันในหนึ่งปี และลักษณะการตกของฝนมีความเข้มข้นสูง ทำให้พื้นที่ดังกล่าวขาดแคลนน้ำเพื่อการบริโภคและอุปโภค กรมชลประทานได้สร้างเขื่อนที่ด้านท้ายน้ำ ความจุประมาณ 800,000-900,000 ลูกบาศก์เมตร เมื่อปี พ.ศ. 2528 เพื่อแก้ปัญหาความขาดแคลนน้ำดังกล่าว ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำบนพื้นที่สูงและพื้นที่อยู่ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ จะเป็นป่าเบญจพรรณและป่าไผ่ ในขณะที่พื้นที่ราบระหว่างเขามีลักษณะเป็นที่ลอนลาดขรุขระมีการใช้ประโยชน์ปลูกสับปะรด และมีปลูกไม้ผล เช่น มะม่วง มะนาว มะขาม ขนุน มะละกอ เป็นต้น ด้วยลักษณะดินในพื้นที่เป็นดินร่วนถึงร่วนปนทรายเป็นส่วนใหญ่และมีชั้นดินตื้นประมาณ 10-15 เซนติเมตร ในบริเวณพื้นที่เนินและความลึกของชั้นดิน 5-10 เซนติเมตร ในพื้นที่ลอนลาดขรุขระ หากไม่มีพืชปกคลุมดินจะทำให้โอกาสการเกิดการพังทลายของดินสูง หน้าดินและอนุภาคดินเหนียว (clay) มีโอกาสถูกพัดพาออกจากพื้นที่ ด้วยปัจจัยฝนที่มีความเข้มข้นสูงและตกแต่ละครั้งจำนวนมาก จึงทำให้เกิดน้ำไหลพาหน้าดินและการกัดเซาะพังทลายของดิน ตะกอนอนุภาคดินเหนียวดังกล่าวมีการจับกับสารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชทั้งหญ้าและแมลงในกระบวนการทำการเกษตรกรรมในพื้นที่จึงถูกพัดพาออกไปในอ่างเก็บน้ำทำให้เกิดปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำติดตามมา ด้วยลักษณะดังกล่าวจะเห็นว่าการใช้ประโยชน์มีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินลงสู่แหล่งน้ำ เครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างถูกต้อง จึงได้มีการศึกษาความสามารถของการพังทลายของดิน โดยใช้วิธีการศึกษาค่า Dispersion Ratio หากมีค่า Dispersion Ratio มากกว่า 10 หมายความว่า ดินง่ายต่อการพังทลาย (Middleton, 1930) ไม่ควรเข้าไปใช้ประโยชน์ หรือต้องมีการควบคุมการใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้านี้ได้แบ่งการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างดินตามลักษณะแผ่นดิน (landform) คือพื้นที่เนินเขา (hill) และพื้นที่ลอนลาดขรุขระ (rugged terrain) เพื่อวิเคราะห์ค่า Dispersion Ratio จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ และใช้เพื่อการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำพุสวรรค์ เพื่อให้เกิดความผาสุกแก่ประชาชนที่ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ลุ่มน้ำและความยั่งยืนของทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ลุ่มน้ำพุสวรรค์อยู่ในแผนที่ลักษณะภูมิประเทศ ชุด L7018 มาตราส่วน 1 ต่อ 50,000 ราว 4935 III มีขอบเขตตามค่าพิกัด UTM ที่ 0569900 ถึง 0573650 ตะวันออก และ 1437500 ถึง 1440950 เหนือ มีเนื้อที่ประมาณ 7.00 ตารางกิโลเมตร หรือ 4,379.56 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลพุสวรรค์ ตำบลยางน้ำก่ลัดใต้ (บางส่วน) และตำบลแก่งกระจาน (บางส่วน) อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ ตำบลยางน้ำกลัดใต้ จังหวัดเพชรบุรี
ทิศใต้	ติดต่อกับ ตำบลพุสวรรค์ และ ตำบลวังจันทร์ จังหวัดเพชรบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ ตำบลพุสวรรค์ และ ตำบลห้วยลึก จังหวัดเพชรบุรี
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ ตำบลแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี

ลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นแบบพัด (fan shape) สอดคล้องกับค่า form factor หรือค่าอัตราส่วนระหว่างความกว้างต่อความยาวเฉลี่ยลุ่มน้ำ มีค่า 1.511 ซึ่งมีค่า form factor มากกว่า 1 พื้นที่ที่มีความสูงตั้งแต่ 90 ถึง 400 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความลาดชันเฉลี่ยของลุ่มน้ำประมาณร้อยละ 12 (ลาดชันสูงสุดร้อยละ 65 ต่ำสุดร้อยละ 3) มีทิศด้านลาดตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีลักษณะเขาสูงชันบนทั้งทิศตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ ทิศทางการไหลของน้ำจากทางทิศตะวันตกไปทางทิศออก มีความลาดชันของลำน้ำเฉลี่ยร้อยละ 70.588 มีค่าความหนาแน่นการระบายน้ำ (drainage density : Dd) 2.47 กิโลเมตร/ตารางกิโลเมตร และมีความหนาแน่นลำธาร (stream density : Ds) 1.72 ลำธาร/ตารางกิโลเมตร ซึ่งในภาพรวมจัดว่าเป็นลุ่มน้ำที่มีการระบายน้ำดี (Figure 1)

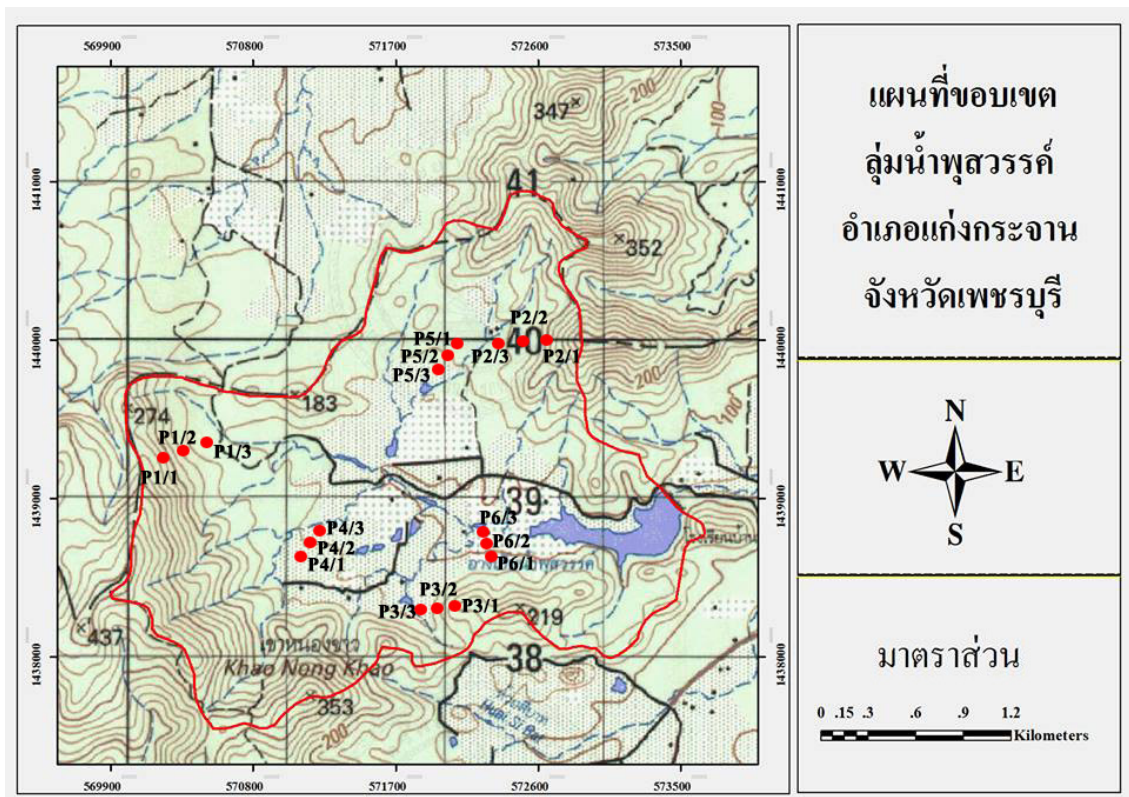


Figure 1 Soil sampling sites in Phusawan watershed, Kaeng Krachan district, Phetchaburi province.

2. การคัดเลือกสถานที่และวิธีการเก็บตัวอย่าง

การทดลองได้กำหนดขอบเขตของกลุ่มน้ำพุสวรรค์ จากนั้นคัดเลือกพื้นที่ตามลักษณะแผ่นดิน และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ พื้นที่เนินเขา (hill) และพื้นที่ลอนลาดขรุขระ (rugged terrain) ที่มีการใช้ประโยชน์ในที่ดินเป็นป่าไม้และที่ลอนลาดขรุขระเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยการเก็บตัวอย่างในพื้นที่แต่ละลักษณะแผ่นดินจะเก็บตัวอย่างดิน 3 แนว แนวละ 3 จุด คือ พื้นที่เนินเขาเก็บตั้งแต่ไหล่เขา (ความชัน มากกว่าร้อยละ 40) ระดับกลางเขา (ความชันระหว่างร้อยละ 20-40) และตีนเขา (ความชันน้อยกว่าร้อยละ 20) ได้ตัวอย่างทั้งหมด 9 ตัวอย่าง ส่วนพื้นที่ลอนลาดขรุขระ เก็บตัวอย่างดินตามความสูง คือ สูง กลาง ต่ำ ตามทิศทางด้านลาด ได้ตัวอย่างทั้งหมด 9 ตัวอย่าง รวมตัวอย่างดินทั้งหมด 18 ตัวอย่าง

ในการเก็บตัวอย่างดินแต่ละจุด จะเก็บตัวอย่างดินโดยวิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง 3 จุด เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ห่างกันประมาณ 100 ฟุต โดยดินในพื้นที่มีลักษณะเป็นดินตื้น คือ ลักษณะแผ่นดินที่เป็นเนินเขาจะมีความลึกของดินประมาณ 10-15 เซนติเมตร และที่ลอนลาดขรุขระมีความลึกของดิน 5-10 เซนติเมตร จึงทำการเก็บตัวอย่างเฉพาะดินบน จากนั้นนำตัวอย่างดินที่เก็บได้ ใส่ถุงพลาสติกเพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องทดลองต่อไป

3. วิธีการวิเคราะห์

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพ ได้แก่ การวิเคราะห์หอนุภาคของดิน (sand, silt, clay) โดยใช้วิธีการไฮโดรมิเตอร์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2552)

3.2 การวิเคราะห์อัตราส่วนการแตกกระจายของดิน (dispersion ratio : DR) โดย Middleton (1930) และ Wallis and Willen (1963) อธิบายวิธีการวิเคราะห์อัตราส่วนการแตกกระจายของดิน โดยการนำตัวอย่างดินที่ผึ่งแห้งดีแล้ว น้ำหนักแห้ง 50 กรัม ใส่ลงไปใน Cylinder ขนาด 1,200 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นลงไปให้ส่วนผสมเป็น 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าขึ้นลงประมาณ 20 ครั้ง ตั้งส่วนผสมใน cylinder ทิ้งไว้ 100 วินาที แล้วใช้ปิเปตดูดส่วนผสมที่ระดับความลึก 25 เซนติเมตร ขึ้นมา 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร (เวลา และระยะทางที่ใช้ในการดูดส่วนผสมคำนวณจาก Stokes' Law โดยวัดอุณหภูมิของส่วนผสมแล้วกำหนดระดับความลึกที่จะดูดสารแขวนลอยขึ้นมา) จากนั้นนำส่วนผสมที่ดูดขึ้นมาใส่ลงในถ้วยพรอยด์ที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้ว และนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำถ้วย พรอยด์ออกมาชั่งน้ำหนัก ซึ่งจะเป็นน้ำหนักของ colloid นำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของ dispersion ratio

$$\text{Dispersion ratio} = \frac{\% \text{ colloid}}{\% \text{ silt} + \% \text{ clay}} \times 100$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณสมบัติดินของพื้นที่เนินเขา

จากการเก็บตัวอย่างดิน 3 แนว โดยพิจารณาจากความสูงของพื้นที่บนเนินเขาความสูง 140-200 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ลุ่มน้ำ และพื้นที่ตีนเขาระหว่าง 110-153 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ลักษณะของการใช้ที่ดินของพื้นที่พบว่าในแนวที่ 1-2 เป็นป่าเบญจพรรณ และป่าไผ่ ส่วนแนวที่ 3 พื้นที่สูงมีการใช้ประโยชน์พื้นที่เป็นป่าเบญจพรรณ ส่วนกลางเขาและตีนเขามีการใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกสับปะรด โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างเป็นจุดที่ 1-3 (Figure 1) และมีรายละเอียดดังนี้

ระดับบนเขา (top) พบว่าบริเวณพื้นที่มีความสูงประมาณ 140-200 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีความชื้นอยู่ร้อยละ 40-46 การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นป่าเบญจพรรณผสมป่าไผ่ มีพื้นที่ปกคลุมด้วยพืชร้อยละ 30-70 ลักษณะดินเป็นดินเหนียวถึงดินทรายปนร่วน มีร้อยละของกรวด (% gravel) ระหว่าง 23.66-96.19 พบว่ามีจุดที่มีร้อยละของ

กรวดสูงมากคือ 96.19 ซึ่งสอดคล้องกับการเป็นจุดเก็บดินบนที่สูง มีความลาดชันร้อยละ 40 ดินร่วน โอกาสของการกัดเซาะพังทลายของดินด้านบนสูง ทำให้เหลือกรวดในพื้นที่ได้มาก (Table 1)

ระดับกลางเขา (middle) จุดเก็บตัวอย่างดินมีระดับความสูงประมาณ 120-194 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีความชันระหว่างร้อยละ 22.4-30 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นป่าเบญจพรรณและป่าไผ่ และพบในจุดเก็บตัวอย่างดินที่ 3 มีการใช้พื้นที่เพื่อการปลูกสับปะรด เนื้อดินมีลักษณะเป็นดินเหนียวถึงดินร่วนปนทราย จะพบว่าในพื้นที่ปลูกสับปะรดมีอนุภาคของดินเหนียวสูงกว่าเมื่อเทียบกับพื้นที่ป่า ทั้งนี้เนื่องมาจากการชะล้างพังทลายจากดินที่อยู่สูงกว่าและตะกอนดินเหนียวมาสะสมด้านล่าง และเป็นพื้นที่ใหม่ที่เริ่มการปลูกสับปะรด มีพืชปกคลุมดินระหว่างร้อยละ 30-60 ของพื้นที่ มีร้อยละของกรวดระหว่าง 26.97-58.17 โดยพบว่าในแปลงสับปะรดมีเปอร์เซ็นต์กรวดน้อยที่สุด

ระดับตีนเขา (low) พบว่าบริเวณพื้นที่ที่มีความสูงประมาณ 110-153 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีความชันระหว่างร้อยละ 15-17 การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นป่าเบญจพรรณ ป่าไผ่ และไร่สับปะรด มีพืชคลุมดินระหว่างร้อยละ 30-50 มีกรวดปนระหว่างร้อยละ 16.53-40.62 ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนเหนียว ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของการชะล้างพังทลายของดินจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ทำให้เนื้อดินด้านล่างมีส่วนประกอบของดินเหนียวมากขึ้น

2. คุณสมบัติดินของพื้นที่ลอนลาดขรุขระ

ส่วนใหญ่ของพื้นที่ลอนลาดขรุขระมีระดับความสูงตั้งแต่ 90-130 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีการใช้ประโยชน์เพื่อการทำการเกษตรกรรม ได้แก่ ไร่สับปะรด สวนผลไม้ (มะม่วง ขนุน มะละกอ) สวนปาล์ม กล้วย โดยได้เก็บตัวอย่างดิน 9 จุดตามแนวความลาดเอียง โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินเป็นจุดที่ 4-6 มีรายละเอียดดังนี้ (Figure 1) ระดับบน (top) มีระดับความสูงของพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างระหว่าง 105-130 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีความชันระหว่างร้อยละ 8-10 มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นไร่สับปะรด ปาล์ม กล้วย และป่าไผ่ มีพืชปกคลุมดินร้อยละ 20-60 โดยพบพืชปกคลุมดินน้อยในปาล์ม กล้วย ของกรวดพบระหว่างร้อยละ 35.27-40.0 ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนถึงร่วนปนทราย (Table 1)

ระดับกลาง (middle) จุดเก็บตัวอย่างดินมีความสูงระหว่าง 95-120 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีความชันระหว่างร้อยละ 7-8 มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นไร่สับปะรด ป่าไผ่ และสวนผลไม้ประเภทมะม่วง มีพืชปกคลุมดินระหว่างร้อยละ 40-70 โดยพบว่าในพื้นที่ไร่สับปะรดมีพืชปกคลุมดินสูงสุด กรวดมีค่าระหว่างร้อยละ 25.26-45.2 โดยพบสูงสุดในไร่สับปะรด ลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวถึงดินร่วนปนทราย

ระดับต่ำ (low) พื้นที่เก็บตัวอย่างมีความสูงระหว่าง 90-110 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พืชปกคลุมดินระหว่างร้อยละ 10-70 โดยมากที่สุดในส่วนของไร่สับปะรดและน้อยที่สุดในสวนมะม่วง เนื้อดินเป็นดินร่วนถึงร่วนปนทราย กรวดระหว่างร้อยละ 26.38-40.3 โดยพบมากที่สุดในส่วนมะม่วง

Table 1 Area description of soil sample sites Phusawan watershed Kaeng Krachan district, Phetchaburi province.

Landform	Level	Soil sample	Elevation (m.)	Texture	Land use	% Plant cover	Aspect	Mean slope (%)
Hill	Top	P1/1	200	Loamy sand	Mixed deciduous forest with bamboo	30	E	46.0
		P2/1	200	Loam	Mixed deciduous forest	50	W	40.0
		P3/1	140	Clay	Mixed deciduous forest	70	W	42.0
	Middle	P1/2	194	Sandy loam	Mixed deciduous forest with bamboo	30	E	22.4
		P2/2	150	Clay loam	Mixed deciduous forest	60	W	30.0
		P3/2	120	Clay	Pineapple	40	W	25.0
	Low	P1/3	153	Clay loam	Bamboo	50	E	15.0
		P2/3	137	Clay loam	Eucalyptus forest	30	W	17.0
		P3/3	110	Clay loam	Pineapple	40	W	15.0
Rugged terrain	Top	P4/1	130	Clay loam	Pineapple	60	NE	10.0
		P5/1	130	Clay loam	Bamboo	40	S	10.0
		P6/1	105	Loam	Eucalyptus with banana	20	N	8.0
	Middle	P4/2	120	Clay loam	Pineapple	70	NE	7.0
		P5/2	120	Clay	Bamboo	40	S	7.0
		P6/2	95	Sandy clay loam	Orchard (mango)	50	N	8.0
	Low	P4/3	110	Clay loam	Pineapple	70	NE	6.0
		P5/3	110	Clay loam	Bamboo	40	S	5.0
		P6/3	90	Loam	Orchard (mango)	10	N	4.0

3. เปรียบเทียบค่าสมรรถนะการพังทลายของดิน

จากการศึกษาสมรรถนะการพังทลายของดินโดยใช้วิธี Dispersion ratio (DR) โดย Middleton (1930) ได้กำหนดค่า Dispersion ratio เกิน 10 ดินชนิดนั้นจะเป็นดินที่พังทลายง่าย และถ้าน้อยกว่า 10 แล้ว ถือว่าเป็นดินที่มีความคงทนดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Anderson (1954) นอกจากนี้ Wallis and Willen (1963) และ Willis (1965) ยังมีการนำมาประยุกต์วิธีการหาค่า Dispersion ratio โดยการเพิ่มค่าน้ำหนักดินในการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มดินจาก 10 กรัมเป็น 50 กรัมแล้วมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น Singh and Khera (2008); Ezeabasili *et al.* (2014) ยังได้มีการใช้ค่า Dispersion ratio ในการพิจารณาความสามารถของการพังทลายของดินในพื้นที่ต่างๆ และลักษณะ

ของการประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันด้วย

การศึกษาได้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของเนินเขาที่มีพื้นที่ลาดชันสูงร้อยละ 15-46 มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นป่าเบญจพรรณเป็นส่วนใหญ่ และมีการใช้ประโยชน์เป็นไร่สับปะรดบ้าง พบว่ามีค่าเฉลี่ยของ Dispersion ratio ระหว่าง 35.31-50.99 โดยมีค่าสูงสุดในพื้นที่บนเขาที่มีความลาดชันสูงและต่ำสุดที่ดินเขาที่มีความลาดชันต่ำ เมื่อพิจารณาแต่ละแนวการเก็บตัวอย่างพบว่าในแนวที่ 1 (P1/1-P1/2) มีค่า Dispersion ratio สูงมาก คือ 56.5 และ 38.5 ทั้งนี้เมื่อพิจารณาปริมาณอนุภาคดินเหนียว (clay content) มีปริมาณน้อยมาก คือ ร้อยละ 8.1 และ 10.33 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับเหตุผลของ Kemper and Chepil (1965) ที่ว่าอนุภาคดินเหนียวมีบทบาทสำคัญในการรวมตัวของ primary particles ของดินตั้งแต่สองหรือมากกว่าสอง particles ขึ้นไป ดังนั้นเมื่อมีการรวมตัวกันมากขึ้นทำให้มีความสามารถการคงทนของดินสูงขึ้นด้วย (Mazurak, 1950; McHenry and Russel, 1943) ส่วนที่ 2 คือ พื้นที่ลักษณะลอนลาดขรุขระ มีการเก็บตัวอย่าง 3 แนว พบว่ามีค่าเฉลี่ยของ Dispersion ratio ของพื้นที่ด้านบน ความลาดชันประมาณร้อยละ 8-10 มีค่าสูงสุด คือ 41.62 รองลงมาคือพื้นที่กลางเขา 40.73 และต่ำสุดคือ 35.36 และเมื่อทำการวิเคราะห์ผลค่า Dispersion ratio ทางสถิติด้วย Analysis of variance พบว่าไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติทั้งในชุดข้อมูลทั้งหมด และชุดข้อมูลพื้นที่เนินเขาและลอนลาดขรุขระ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะของดินในพื้นที่ที่เป็นดินต้น (Table 2)

ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) นับเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่า Dispersion ratio จากการศึกษาของ Free *et al.* (1940) พบว่า Dispersion ratio มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อ Bulk density และตรงกันข้ามกับ infiltration, aggregation, silt and clay content, clay content, total porosity, organic matter, moisture และ pH ซึ่งจากการเก็บตัวอย่างครั้งนี้จะพบว่า จุดเก็บดินที่มีค่า Dispersion ratio สูงจะมีค่า bulk density สูงด้วย และเมื่อพิจารณาร้อยละ clay content ก็จะเป็นไปในทางตรงข้ามกับ Dispersion ratio สอดคล้องกับการศึกษาดังกล่าว (Table 2)

เมื่อพิจารณาจากพื้นที่ทำการเก็บตัวอย่างดินทั้งสองส่วนใหญ่ พบว่า มีค่า Dispersion ratio ที่สูงกว่า 10 ทั้งสิ้น นั้นแสดงให้เห็นว่า ดินในลุ่มน้ำพุสวรรค์ทั้งหมดมีความง่ายต่อการพังทลายของดิน ทั้งในพื้นที่ที่มีความลาดชันหรือพื้นที่เนินเขาและพื้นที่ลอนลาดขรุขระ และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า จากการศึกษาของเกษมและคณะ (2512) มีการศึกษาความคงทนของดินที่ระดับความสูงต่างๆ เพื่อการปรับปรุงลุ่มน้ำบนภูเขา บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าดินมีค่า Dispersion ratio สูงขึ้นตามระดับความสูง โดยมีค่า Dispersion ratio ตั้งแต่ 10.61-22.64 ที่ระดับความสูง 340-1,600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง นอกจากนี้ยังพบว่าดินชั้นล่างจะมีความคงทนต่อการพังทลายมากกว่าดินชั้นบน ทั้งนี้พื้นที่ศึกษาเป็นดินป่าและทุ่งนาร้างเก่าจึงทำให้มีดินลึก เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ลุ่มน้ำพุสวรรค์ เป็นพื้นที่ที่มีดินต้น ระดับความสูงของพื้นที่ระหว่าง 90-400 เมตร มีลักษณะเป็นป่าเบญจพรรณ ป่าไผ่ และไร่สับปะรด อยู่ในเขตพื้นที่เงาฝน คือฝนตกน้อยกว่า 700 มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันฝนตกต่อปีไม่ถึง 100 วัน เมื่อมีฝนตกจะตกหนักทำให้เป็นปัจจัยส่งเสริมให้ดินเกิดการชะล้างพังทลายได้ง่าย และทำให้ค่า Dispersion ratio มีค่าสูงเกือบสองเท่า (20.1-56.5) เมื่อเทียบกับพื้นที่ห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่

ผลการศึกษาทำให้เห็นได้ว่าลุ่มน้ำพุสวรรค์ที่มีสภาพแผ่นดินเป็นเนินเขาและลอนลาดขรุขระในเขตเงาฝน ดินมีความสามารถในการพังทลาย (soil erodibility) สูง โดยพิจารณาได้จากค่า Dispersion ratio ที่ทุกจุดเก็บตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ลุ่มน้ำมีค่าสูงกว่า 10 แสดงให้เห็นว่าดินมีโอกาสที่จะเกิดการพังทลายหากมีปัจจัยสนับสนุนอื่นๆ เช่น น้ำฝน ความชัน ความสูง และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนั้นเพื่อการป้องกันและลดปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ พุสวรรค์วิธีการหนึ่งที่สามารถดำเนินการได้คือ ต้องมีการดูแลและวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่อย่างดีเพื่อป้องกันปัญหาการกัดเซาะพังทลายของดินและปัญหาอื่นๆ ในพื้นที่ที่จะเกิดขึ้นตามมา

Table 2 Average dispersion ratio of soil sample of Phusawan watershed, Kaeng Krachan District, Phetchaburi province.

Landform	Level	Soil sample	% sand	% silt	% clay	% colloid	Dispersion ratio	Bulk density (g/cm ³)	%Gravel
Hill	Top	P1/1	74.57	17.33	8.10	0.36	56.50	1.41	23.66
		P2/1	47.53	28.80	23.67	0.26	20.10	0.90	96.19
		P3/1	30.87	25.47	43.67	0.94	24.70	1.65	43.73
		average	50.99	23.87	25.15	0.52	33.75	1.32	54.52
	Middle	P1/2	74.20	15.47	10.33	0.25	38.50	1.64	43.35
		P2/2	34.20	35.47	30.33	0.20	12.10	1.36	58.17
		P3/2	34.20	25.47	40.33	0.92	37.00	1.53	26.97
		average	47.53	25.47	27.00	0.46	29.21	1.51	42.83
	Low	P1/3	27.53	45.47	27.00	0.51	27.90	1.17	16.53
		P2/3	44.20	25.47	30.33	0.31	22.60	1.15	29.41
		P3/3	34.20	32.13	33.67	0.79	41.20	1.73	40.62
		average	35.31	34.36	30.33	0.54	30.54	1.35	35.01
Rugged terrain	Top	P4/1	27.53	42.13	30.33	0.45	52.00	1.55	35.27
		P5/1	40.87	25.47	33.67	0.43	30.60	1.32	40.00
		P6/1	50.87	28.80	20.33	0.52	42.40	1.50	39.35
		average	39.76	32.13	28.11	0.47	41.62	1.48	38.20
	Middle	P4/2	37.53	28.80	33.67	0.33	58.70	1.67	45.20
		P5/2	37.53	22.13	40.33	0.61	21.40	1.59	25.26
		P6/2	54.20	25.47	20.33	0.48	42.10	1.93	32.56
		average	43.09	25.47	31.44	0.47	40.73	1.73	34.34
	Low	P4/3	30.87	42.13	27.00	0.52	45.70	1.64	37.18
		P5/3	37.53	32.13	30.33	0.68	33.20	1.63	26.38
		P6/3	37.53	42.13	20.33	0.42	27.20	1.78	40.30
		average	35.31	38.80	25.89	0.54	35.36	1.68	34.62

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาความสามารถในการทนต่อการชะล้างพังทลายของดิน ด้วยวิธี Dispersion ratio บริเวณพื้นที่เนินเขาและบริเวณลอนลาดขรุขระ บริเวณลุ่มน้ำพุสวรรค์ จังหวัดเพชรบุรี มีผลดังนี้

1. คุณสมบัติดินทางกายภาพของพื้นที่เนินเขา เป็นดินเหนียว ดินร่วนปนดินเหนียวและดินร่วนปนทราย ในขณะที่บริเวณพื้นที่ลอนลาดขรุขระ มีลักษณะดินเป็นดินเหนียว ดินร่วน ดินร่วนเหนียว และดินทรายร่วนเหนียว ทั้งสองพื้นที่เป็นดินปนกรวด ซึ่งสอดคล้องในเรื่องความชันของพื้นที่ คือบนที่สูงมีลักษณะเป็นร่วนและร่วนปนทราย เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำพุสวรรค์เป็นเขตเงาฝน ดินตื้นมาก มีปริมาณกรวดสูง การเกิดการชะล้างพังทลายค่อนข้างสูง ทำให้อนุภาคของดินตะกอนขนาดเล็ก (อนุภาคดินเหนียว) พัดพาจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ จึงทำให้มีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียวเป็นส่วนใหญ่

2. ค่า Dispersion ratio ของพื้นที่พบว่าบนพื้นที่สูงมีค่าสูงกว่าพื้นที่ต่ำกว่า แต่อย่างไรก็ดี ค่า Dispersion ratio ของทุกจุดเก็บตัวอย่างมีค่ามากกว่า 10 นั้นหมายความว่าดินในทุกพื้นที่มีความง่ายต่อการพังทลาย แม้ว่าจะเป็นพื้นที่ปกคลุมด้วยป่าไม้ก็ตามก็ยังมีค่า Dispersion ratio สูงและมีโอกาสที่จะพังทลายด้วยการที่เป็นพื้นที่เขตเงาฝน ดินตื้น และในพื้นที่ที่มีความลาดชันยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความง่ายต่อการพังทลายของดิน

3. ในพื้นที่ลอนลาดขรุขระ แม้ว่าจะมีความลาดชันต่ำกว่าร้อยละ 6-10 แต่ด้วยลักษณะของดินในพื้นที่มีอนุภาคดินเหนียวต่ำ ดินตื้น มีการทำการเกษตรกรรมด้วยการปลูกสับปะรด มีการรบกวนดินด้วยวิธีเขตกรรม กิจกรรมต่างๆ ดังกล่าวจึงทำให้เกิดค่า Dispersion ratio ที่มีค่าสูงเกินกว่า 10 และบ่งบอกถึงสมรรถนะของดินต่อการเกิดการพังทลาย

4. จากค่า Dispersion ratio ของพื้นที่ทำให้ต้องมีความระมัดระวังต่อการใช้พื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรบกวนพื้นที่ป่าไม้จะส่งผลให้เกิดการชะล้างพังทลายที่มากขึ้น ดังนั้นในพื้นที่เนินเขาจึงไม่ควรมีการถากถางป่าพื้นที่ใหม่เพื่อการทำการเกษตร เพราะจะส่งผลให้เกิดการพังทลายอย่างรุนแรง ในขณะที่พื้นที่ลอนลาดขรุขระที่มีการทำการเกษตรกรรมปลูกสับปะรดเป็นส่วนใหญ่ ควรมีวิธีการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน เช่น การทำขั้นบันได การมีพืชปกคลุมดินเมื่อไม่มีการใช้ประโยชน์พื้นที่ เพื่อป้องกันการกระแทกของเม็ดฝนโดยตรงกับดินและลดการชะล้างพังทลายของดิน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนการวิจัยจากสำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์ มูลนิธิชัยพัฒนา ขอขอบพระคุณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (มูลนิธิชัยพัฒนา) และภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาทดลองเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เกษม จันทรแก้ว นิพนธ์ ตั้งธรรม และทวี แก้วละเอียด. 2512. การหาความคงทนของดินในระดับความสูงต่างๆ เพื่อการปรับปรุงลุ่มน้ำบนภูเขา. การวิจัยลุ่มน้ำที่ห้วยคอกม้า ปีที่ 2516(2): 2-23
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2552. บทปฏิบัติการวิชาปฐพีวิทยาเบื้องต้น (0407211). ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- Anderson, H.W. 1951. Physical characteristics of soil related to erosion. J. Soil and water Conserv. 6:129-133
- Ezeabasili, A.C.C., B.U. Okoro and E.J. Emengini. 2014. Relative erodibilities of some soils from Anambra basin. Sky Journal of Soil Science and Environmental Management Vol. 3(8): 83-90
- Free, G.R.E., G.M. Browning and G.W. Musgrave. 1940. Relative infiltrations and related physical characteristics of certain soils. U.S. Dep.Agr.Tech.Bull.729.
- Kemper, W.D. and W.S. Chepil. 1965. Size distribution of aggregates, pp. 499-510. In C.A. Black (ed) Methods of soil analysis. Part 1. Agron. Monogr. 9 .ASA, Madison, WI.
- Mazurak, A.P. 1950. Effect of gaseous phase on water-stable synthetic aggregates. Soil Sci. 69: 135-148.
- McHenry, J.R. and M.B. Russell. 1943. Elementary mechanics of aggregation of puddled materials. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 8: 71-78.
- Middleton, H.E. 1930. Properties of soil which influence soil erosion. USDA Tech. Bull.. 178. 16 p.
- Singh, M.J. and K.L. Khera. 2008. Soil erodibility indices under different land uses in lower Shiwaliks. Tropical Ecology 49 (2): 113-111.
- Wallis, C.R. and D.W. Willen. 1963. Variation indispersion ratio, surface aggregation ratio, and texture of some California surface soils as related to soil-forming factors. Int. Ass. Sci. Hydrol., Bull 8(4): 48-58.
- Willis, D.W. 1965. Surface soil textural and potential erodibility characteristics of some Southern Sierra Nevada Forest sites. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29: 213-218.