



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

ปริญญาโท

ปริญญาโท

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ลักษณะดินและการประเมินสมรรถนะที่ดินของดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดจากหินปูนบนพื้นที่สูงในประเทศไทย

Soil Characteristics and Land Capability Classification of Highland Soils on Limestone in Thailand

นามผู้วิจัย นายกิตติ วงษ์แสง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสาวนุช ถาวรพฤษย์, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ศาสตราจารย์เอิบ เขียวรัตน์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิบูลย์ กังแฮ, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสิงห์ มทวีสายเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ลักษณะดินและการประเมินสมรรถนะที่ดินของดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดจากหินปูน
บนพื้นที่สูงในประเทศไทย

Soil Characteristics and Land Capability Classification of Highland Soils
on Limestone in Thailand

โดย

นายกิตติ วงษ์แสง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติ วงษ์แสง 2553: ลักษณะดินและการประเมินสมรรถนะที่ดินของดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดจากหินปูนบนพื้นที่สูงในประเทศไทย ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสาวนุช ถาวรพุกภัย, ปร.ด. 99 หน้า

การประเมินสมรรถนะที่ดินของดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดจากหินปูนบนพื้นที่สูง เพื่อใช้ทางการเกษตร ทำการศึกษาโดยใช้ดินบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก อ. เชียงดาว จ. เชียงใหม่ เป็นตัวแทน 6 บริเวณ ดินในบริเวณที่ทำการศึกษาจำนวน 4 พืดอน อยู่ในกลุ่มดิน Paleustults และ 2 พืดอน คือกลุ่มดิน Haplustalfs ดินทั้งหมดเป็นดินลิกมาก ส่วนใหญ่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำพาท้องถิ่น และตะกอนคาบเชิงเขาอยู่บนวัสดุตกค้างของหินจำพวกหินปูน เนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียวถึงดินเหนียว สภาพการนำน้ำของดินอึดตัว อยู่ในระดับช้ามากถึงเร็วมาก ดินเป็นดินกรดจัดมากถึงปานกลาง (pH 5-7) ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก ($0.7-62.4 \text{ g kg}^{-1}$) ปริมาณไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก ($0.1-1.7 \text{ g kg}^{-1}$) ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำมากถึงสูงมาก โดยมีค่า $0.6-76.3 \text{ mg kg}^{-1}$ และ $25-525 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ปานกลางถึงสูงมาก ($8-46 \text{ cmol kg}^{-1}$) ปริมาณกรดที่สกัดได้มีปริมาณต่ำ ($1-2.6 \text{ cmol kg}^{-1}$) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนปานกลางถึงสูงมาก ($13-64 \text{ cmol kg}^{-1}$) อัตราร้อยละความอึดตัวเบสต่ำถึงสูง (17-85%) แร่ดินเหนียวที่พบส่วนใหญ่เป็น เคโอลิไนต์ โดยเฉพาะในกลุ่มดิน Paleustults ในขณะที่แร่สมกไทต์ และแร่โอลิไต์ พบมากในกลุ่มดิน Haplustalfs

การประเมินสมรรถนะที่ดินต่อการเกษตร พบว่าดินมีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกดีมาก (U-I) และเหมาะสมดี (U-II_s, U-II_e) ยกเว้นแต่ในพืดอน 3 ที่มีปัญหาการกร่อนดิน ทำให้มีสมรรถนะที่ดินทางการเกษตรปานกลาง (U-III_e) ในการประเมินสมรรถนะที่ดินที่สูง ดินส่วนใหญ่มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกดีมาก (C₁) ยกเว้นในพืดอน 3 ที่มีความเหมาะสมดี (C₂) การประเมินความเหมาะสมพืชไร่ทุกพืดอนมีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกดีมาก (N-1) ยกเว้นพืดอน 3 มีความเหมาะสมปานกลางเพราะมีปัญหาด้านความลาดชัน (N-3_t) ดินมีความเหมาะสมในการปลูกไม้ผลดีมากในทุกพืดอน (F-1) เพราะไม้ผลมีรากลึก จึงสามารถปลูกได้ดีในความลาดชันที่มากกว่าพืชไร่ได้ และเนื่องจากดินมีการระบายน้ำดี ทำให้ดินในทุกพืดอนไม่มีความเหมาะสมต่อการทำน่าน้ำขัง (P-5_d) ดังนั้น ดินที่ทำการศึกษาจึงมีความเหมาะสมในการทำ การเกษตรจำพวกพืชไร่และไม้ผล เพราะมีความลาดชันไม่มาก และเป็นดินลิกมาก แต่จำเป็นต้องมีการจัดการ ด้านการกร่อนดินและการอนุรักษ์ดินในระดับหนึ่ง เช่นการปลูกพืชตามแนวระดับ เพื่อให้เกิดการสูญเสียหน้าดินจากการกร่อนให้น้อยที่สุด

Kitti Wongsang 2010: Soil Characteristics and Land Capability Classification of Highland Soils on Limestone in Thailand. Master of Science (Agriculture), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Saowanuch Tawornpruek, Ph.D. 99 pages.

A study on soil characteristics and land capability classification of highlands soils for agriculture was carried out on 6 representative areas in Huai Luek Royal Project Development Center, Chiang Mai province. These soils are Paleustults (4 pedons) and Haplustalfs (2 pedons). They are very deep soils. Their parent materials are local alluvium and colluvium over residuum derived mainly from limestone. Textures of these soils vary from clay loam to clay. Hydraulic conductivity ranges from very slow to very rapid. These soils are very strongly acid to neutral (pH 5-7). They have very low to very high organic matter content (0.7-62.4 g kg⁻¹). Total nitrogen content of these soils are very low to low (0.1-1.7 g kg⁻¹). Available phosphorus and potassium are very low to very high ranging from 0.6-76.3 mg kg⁻¹ and 25-525 mg kg⁻¹, respectively. Extractable bases are medium to high (8-46 cmol kg⁻¹). Extractable acidity is low (1-2.6 cmol kg⁻¹). Cation exchange capacity is medium to very high (13-64 cmol kg⁻¹). Base saturation percentage is low to high (17-85%). Kaolinite is the dominant mineral in all Paleustults while smectite and illite are the dominant minerals in Haplustalfs.

Land capability classification of these soils for agriculture indicates them as mostly suitable (U-I, U-IIe, U-IIs) except pedon 3 that is a moderately suitable (U-IIIe) because of soil erosion problem. Land classification of highlands for agriculture also has similar result which most of the soils are very well suitable (C₁) and pedon 3 is suitable with minor soil conservation improvement (C₂). These soils are mostly suitable for field crop except for pedon 3 which has topographic problem. All of the soils are suitable for fruit tree but non-suitable for paddy rice. These soils have good capability for field crop and fruit tree because their low surface slopes and they are very deep soils. However they need proper practical soil conservation measures, for examples contour cultivation to minimize soil loss from surface soil erosion.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.เสาวนุช ถาวรพฤษ์ และ ศ.ดร.เอิบ เขียวรัตน์ ที่
กรุณาให้คำปรึกษา ที่ช่วยเหลือด้านการเรียนและการทำวิทยานิพนธ์อย่างเต็มที่ที่อาจารย์ท่านหนึ่ง
จะสามารถช่วยได้ จนวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าสำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ ดร.วันเพ็ญ
วิริยะกิจนทีกุล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไข และเพิ่มเติมวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผศ.พิบูลย์ กังแฮ ที่ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี
ขอขอบพระคุณอาจารย์ประมวลพงษ์ สินธุเสน ที่ให้คำปรึกษารายละเอียดทางด้านจุลศัณฐานวิทยา
ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ช่วยเหลือและให้คำปรึกษา ขอขอบคุณนายสิทธิานต์
ชมพูแก้ว นายโกศล เคนทะ และเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทั้งนอกและในภาควิชาปฐพีที่ช่วยเหลือและ
เป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้า และเป็นแรงผลักดันทำให้ข้าพเจ้ามีแรงเดินหน้าต่อเสมอมา

ในสุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าทำตามที่ต้องการ
และสนับสนุนข้าพเจ้ามาจนถึงทุกวันนี้อย่างไม่เหน็ดเหนื่อย รวมถึงพี่สาวที่ช่วยเป็นกำลังใจให้
ข้าพเจ้าสามารถเดินทางมาสู่เป้าหมายแห่งความสำเร็จได้ด้วยดี

อนึ่ง วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากมูลนิธิ
โครงการหลวงประจำงบประมาณปี 2549 ข้าพเจ้าขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

กิตติ วงษ์แสง

มีนาคม 2553

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	18
อุปกรณ์	18
วิธีการ	18
ผลและวิจารณ์	23
สรุปและข้อเสนอแนะ	63
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	66
ภาคผนวก	73
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	99

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงข้อจำกัดสำหรับจำแนกชั้นสมรรถนะดินย่อยในการประเมินสมรรถนะที่ดิน	9
2	แสดงข้อจำกัดที่ใช้ในการจำแนกความเหมาะสมของที่ดิน	10
3	แสดงการจำแนกชั้นสมรรถนะที่สูงพื้นที่เขตร้อน	12
4	สภาพภูมิประเทศและลักษณะของหน้าตัดดินที่ทำการศึกษา	26
5	แสดงสัณฐานวิทยาของหน้าตัดดินที่ทำการศึกษา	27
6	แสดงผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีรวม (total analysis) ของดินที่ทำการศึกษา	50
7	แสดงผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงแร่ในอนุภาคขนาดดินเหนียว และในอนุภาค ขนาดทรายแป้งของดินที่ทำการศึกษา	55
8	ผลการจำแนกสมรรถนะที่ดินของดินในพื้นที่ศึกษา	59
9	ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกข้าวของดินที่ทำการศึกษา	60
10	ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกพืชไร่ของดินที่ทำการศึกษา	60
11	ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกไม้ผลของดินที่ทำการศึกษา	61
12	ผลการจำแนกสมรรถนะที่ดินที่สูง โดยวิธีการของ Sheng	62
13	เปรียบเทียบผลการประเมินสมรรถนะและจำแนกความเหมาะสมของที่ดิน	62
ตารางผนวกที่		
1	ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินที่ทำการศึกษา	83
2	ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา	84
3	ข้อมูลสภาพภูมิอากาศบริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำดอยเชียงดาว อ.เชียงดาว จ. เชียงใหม่ ในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2521-2550)	86
4	การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน	87

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
5	ข้อกำหนดต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี และการประเมิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	88
6	เกณฑ์การแบ่งระดับปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้	91
7	ความหมายสัญลักษณ์ชั้นของเนื้อดินที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะที่สูง	91
8	ระดับชั้นของค่าสภาพการนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ	92
9	วิธีการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากผลการวิเคราะห์ดิน	92
10	X-ray diffraction spacing obtained from (001) planes of layer-silicate species as related to sample treatment.	93

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงความสามารถในการใช้ที่ดินในชั้นสมรรถนะที่ดินต่าง ๆ	7
2 ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย และปริมาณการคายระเหยของน้ำระหว่างปี พ.ศ. 2521-2550 ในบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก	14
3 แผนที่ทางธรณีวิทยาของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก ตำบลปงโค้ง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่	15
4 แสดงขอบเขตบริเวณที่ทำการศึกษ และจุดเก็บตัวอย่างดิน	24
5 แสดงลักษณะภูมิประเทศและหน้าตัดดินของดินที่ทำการศึกษา	25
6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอนุภาคขนาดทราย (ก) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (ข) และอนุภาคขนาดดินเหนียว (ค) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา	38
7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชดินที่วัดในน้ำ (ก) และค่าพีเอชดินที่วัดในสารละลาย 1M KCl (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา	40
8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ก) และปริมาณไนโตรเจนรวม (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา	42
9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ก) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา	43
10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (ก) และ ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา	44
11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (ก) และปริมาณ โซเดียมที่สกัดได้ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา	46
12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (ก) และสภาพกรดที่สกัดได้ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา	47
13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (ก) และอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา	48
14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุรวมกับชั้นดินที่ทำการศึกษา โดยวิธี principal component analysis โดยใช้ตัวแปร 41 ธาตุ กับ 49 ชั้นดิน	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
1 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาค ขนาดดินเหนียวของดินบริเวณที่ 1 ช่วงความถี่ 0-31 เซนติเมตร	94
2 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาค ขนาดดินเหนียวของดินบริเวณที่ 1 ช่วงความถี่ 31-53 เซนติเมตร	94
3 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาค ขนาดดินเหนียวของดินบริเวณที่ 2 ช่วงความถี่ 0-24 เซนติเมตร	95
4 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาค ขนาดดินเหนียวของดินบริเวณที่ 3 ช่วงความถี่ 0-12 เซนติเมตร	95
5 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาค ขนาดดินเหนียวของดินบริเวณที่ 3 ช่วงความถี่ 12-35 เซนติเมตร	96
6 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาค ขนาดดินเหนียวของดินบริเวณที่ 5 ช่วงความถี่ 180-200 เซนติเมตร	96
7 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาค ขนาดดินเหนียวของดินบริเวณที่ 6 ช่วงความถี่ 99-120 เซนติเมตร	97
8 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาค ขนาดดินเหนียวของดินบริเวณที่ 6 ช่วงความถี่ 175-200 เซนติเมตร	97
9 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาค ขนาดทรายแป้งของดินบริเวณที่ 4 ช่วงความถี่ 76-100 เซนติเมตร	98
10 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาค ขนาดทรายแป้งของดินบริเวณที่ 5 ช่วงความถี่ 0-16 เซนติเมตร	98

ลักษณะดินและการประเมินสมรรถนะที่ดินของดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดจากหินปูน บนพื้นที่สูงในประเทศไทย

Soil Characteristics and Land Capability Classification of Highland Soils on Limestone in Thailand

คำนำ

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหนึ่งในศูนย์พัฒนาโครงการหลวง 36 โครงการ ซึ่งกระจายอยู่ใน 5 จังหวัดภาคเหนือ อันได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน พะเยา และลำพูน จัดตั้งขึ้นเพื่อส่งเสริมการทำเกษตรในพื้นที่ภูเขาให้ประชาชนโดยรอบ เพื่อลดการทำเกษตรแบบไร่เลื่อนลอย (shifting cultivation) และส่งเสริมให้ประชาชนในพื้นที่สามารถประกอบอาชีพที่เหมาะสมอยู่ร่วมกับสภาพแวดล้อมที่ยั่งยืนได้ พื้นที่ส่วนใหญ่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก เป็นพื้นที่ราบลุ่มสลับภูเขา

การทำเกษตรบนพื้นที่ที่มีความลาดชัน มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดการกร่อนดิน และส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงอย่างรวดเร็ว (FAO and IRRI, 1989) ในการใช้พื้นที่ที่มีความลาดชันไม่ควรมองข้ามความเสี่ยงต่อการกร่อนดิน โดยให้มีการการอนุรักษ์ดินควบคู่ไปกับการเกษตร ซึ่งเป็นวิธีการทำการเกษตรที่เหมาะสมที่สุดและเพื่อให้สามารถทำการอนุรักษ์ได้เหมาะสมมากที่สุด จึงควรจำแนกสมรรถนะและความเหมาะสมของพื้นที่ เพื่อใช้ในการเกษตรก่อนการเพาะปลูก และการใช้พื้นที่ทำการเกษตรให้ตรงสมรรถนะที่ดิน ก็เป็นการช่วยอนุรักษ์พื้นที่อีกทางหนึ่งด้วย (กฤษณพงศ์, 2549) แต่งานจำแนกสมรรถนะที่ดินในพื้นที่สูงเป็นงานที่ยาก เพราะดินในที่สูงมีความแปรปรวนสูง (สมยศ, 2529; กรมพัฒนาที่ดิน, 2550; Tongchuta, 1973) และมีปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานสมรรถนะที่ดินมากมาย เช่น ความลาดชัน และข้อจำกัดทางด้านภูมิอากาศ (Klingbiel and Montgomery, 1961) อย่างไรก็ตาม การจำแนกสมรรถนะดินในที่สูง มีความสำคัญต่อการตัดสินใจในการใช้พื้นที่ รวมถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรดิน การศึกษาในครั้งนี้ จึงดำเนินขึ้นเพื่อให้สามารถใช้ผลการศึกษากลายเป็นพื้นฐานการพัฒนาการใช้ดินที่สูงให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางสัณฐานวิทยา สมบัติทางกายภาพ เคมี และแร่วิทยา ของดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดจากหินปูน บนพื้นที่สูง
2. เพื่อจำแนกชั้นสมรรถนะและชั้นความเหมาะสมของที่ดิน สำหรับนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการตัดสินใจใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเหมาะสม



การตรวจเอกสาร

1. คำจำกัดความ

พื้นที่สูง (highland area) หมายถึง “ภูเขา” โดยคำว่าภูเขานั้นจากพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันวิจัยและพัฒนาที่สูง (องค์การมหาชน) ให้คำจำกัดความว่าเป็นพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 500 เมตรขึ้นไป หรือพื้นที่ที่อยู่ระหว่างพื้นที่สูงตามที่คณะกรรมการกำหนด (ราชกิจจานุเบกษา, 2548)

ดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดจากหินปูน คือดินที่เกิดจากการผุพังของหินและแร่ที่เป็นด่างจำพวกหินปูน ในเขตร้อนและที่ ๆ มีความชื้นสูงเช่นประเทศไทย ดินจะสลายตัวอย่างรุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่มีผิวหน้าเสถียร และมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ (Buol and Sanchez, 1986; Beinroth *et al.*, 2000) ดินลักษณะนี้จะมีสีน้ำตาลแดงจนถึงแดงเนื่องจากการเกิดออกซิเดชันของเหล็กที่เป็นองค์ประกอบของหินต้นกำเนิด (เอิบ, 2533) และมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวกิจกรรมต่ำ (Paramanathan and Eswaran, 1980) โครงสร้างของดินร่วนซุย มีโครงสร้างขนาดเล็ก อาจจะจับตัวกัน เช่นเม็ดดินขนาดทรายหรือทรายแป้ง ดินมีการระบายน้ำดี (Paramanathan and Eswaran, 1980; Beinroth *et al.*, 2000; Imhoff *et al.*, 2002) ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลางถึงต่ำ

2. ลักษณะของดินที่สูงในประเทศไทย

สภาพภูมิประเทศที่เป็นที่สูงของประเทศไทย ส่วนใหญ่พบอยู่ทางภาคเหนือของประเทศ โดยสามารถแบ่งออกได้ตามโครงสร้างธรณีวิทยาเป็น 3 ประเภท คือ

1. ภูเขาหินแกรนิต โดยเกิดขึ้นจากการที่มีโครงสร้างทางธรณีวิทยาแบบโค้งงอ (folding) และเกิดรอยเลื่อน (faulting) แบบต่าง ๆ จะก่อให้เกิดการแทรกซอนของหินอัคนี จำพวกหินแกรนิตเข้ามาบรรจุกตามช่องว่าง ซึ่งถูกดันจากแรงภายในโลกให้แทรกขึ้นมาหลายครั้งหลายหนในแต่ละยุค
2. ภูเขาหินปูน มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวตรงที่มีรูปทรงไม่แน่นอน ยอดเขาแหลมหยิกหยัก ผิวของความลาดชันค่อนข้างขรุขระเป็นภูมิประเทศคาสต์ (Karst topography) ภูเขาหินปูนละลายน้ำที่เป็นกรดได้ค่อนข้างง่าย ทำให้เกิดเป็นถ้ำที่มีหินงอก (stalagmite) หินย้อย (stalagmite) นอกจากนี้ยัง

เกิดเป็นหลุมยุบ (sinkhole) ซึ่งเกิดจากการไหลซึมของน้ำลงไปร่องรอยหินปูนที่ถูกน้ำกัดเซาะจนเกิดการระบายน้ำเป็นลำน้ำใต้ดิน

3. ภูเขาหินทราย มีเอกลักษณ์ของรูปทรงพื้นฐานที่มักจะมียอดเขาเป็นยอดตัด ทำให้เกิดเป็นภูเขาที่มีความลาดชันด้านหนึ่งสูงมาก บริเวณตรงกลางเขาเป็นพื้นที่ราบหรือค่อนข้างราบ และอีกด้านหนึ่งของภูเขาจะเป็นที่ลาดชันค่อนข้างต่ำกว่าอีกด้านหนึ่ง

การจำแนกดินบนที่สูงนั้นออกถึงชั้นชุดดิน (series) นั้นทำได้ยาก เพราะมีปัจจัยต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย และยังเกิดการเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็ว เพราะในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (slope complex) เดียวกันอาจมีความแตกต่างกันมากมายในพื้นที่นั้นได้ ทั้งที่พื้นที่อยู่ห่างกันไม่มาก ทำให้ทางด้านการจัดการลุ่มน้ำบนพื้นที่สูง จำแนกดินออกถึงระดับกลุ่มดินหลัก (great soil group) เท่านั้น โดยแยกกลุ่มดินที่สูงออกเป็น 5 กลุ่มดินหลัก (สมยศ, 2529; Tongchuta, 1973) ดังนี้

1. Red Yellow Podsolic Soils

ดินชนิดนี้เกิดจากหินซึ่งแปรสภาพให้เกิดดินเป็นกรด เช่น หินแกรนิต หินไนส์ หินควอร์ตไซต์ หินฟิลไลต์ หินทราย หินดินดาน เป็นดินที่มีการระบายน้ำดี พบตามที่ราบเชิงเขาหรือบนภูเขาโดยทั่วไป ลักษณะของดินมีชั้น A1-A2- Bt-C หรือ R ความลึกของดินชนิดนี้ขึ้นอยู่กับความลาดชันและลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ ลักษณะดินชนิดนี้ที่เห็นได้ชัดก็คือ ส่วนใหญ่จะมีสีซีด ดินร่วนหรือดินทราย มีก้อนกรวดหรือหินขนาดเล็ก ปะปนอยู่มาก เกิดการสลายตัวพังทลายได้ง่าย ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ จึงมักพบว่าดินส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ป่าเต็งรัง หรือป่าห้วยคา นอกจากนี้พื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมาก อาจพบป่าสนได้ ซึ่งในฤดูแล้ง จะเกิดไฟไหม้ลามไปตามผิวดินเป็นประจำ มีระดับพีเอชดินประมาณ 5.5-7 ในระดับดินบน และ 4-5 ในระดับดินล่าง ไม่เหมาะต่อการเกษตร สมควรอนุรักษ์พื้นที่ให้เป็นป่าเท่านั้น

2. Reddish Brown Lateritic Soils

เป็นดินที่มีการระบายน้ำดี เกิดจากหินชนิดเป็นกลางเช่น หินแอนดีไซต์หินไนส์ที่มีไมกาปน หรือหินไมกาซิสต์ ในบางพื้นที่พบว่า ดินชนิดนี้สลายตัวมาจากต้นกำเนิดที่เป็นหินดินดานซึ่งมีสีเข้ม และมีหินปูนปะปน มีลักษณะดินคล้ายกลุ่มแรก แต่เกิดบนวัตถุต้นกำเนิดที่มีซิลิกาน้อยกว่า และมีพีเอชดินสูงกว่า มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวมากกว่า มีลักษณะชั้นดินเรียงตัวกันเป็น A1-A3-Bt-C

หรือ R โดยทั่วไป ดินจะมีความลึกมาก บางแห่งลึกเกิน 2 เมตร ไม่ค่อยพบหินปะปน หรือถ้ามีก็น้อยมาก โดยทั่วไปแล้วดินชนิดนี้จะพบว่ามีป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ขึ้นปกคลุมอยู่ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมาก ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง พีเอชดินประมาณ 5.0-6.0

3. Red Brown Earths

มีลักษณะคล้ายกับดินในชุด Reddish Brown Lateritic Soils ต่างกันที่ดินชุดนี้เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่มีปฏิกิริยาเป็นด่างเช่นหินปูน หรือหินผสมของหินปูน หรือดินดานเนื้อปูนผสมอยู่ ส่วนใหญ่จะพบบริเวณซึ่งเป็นเทือกเขาหินปูน มีการระบายน้ำดี อาจเป็นบริเวณที่ราบหรือมีความลาดชันก็ได้ และโดยทั่วไปจะไม่พบหินปะปนอยู่เลย ยกเว้นบนที่ลาดชัน อาจพบก้อนหินปูนขนาดเล็ก กระจายปะปนอยู่ได้ มีลักษณะชั้นดินเหมือนกับดิน Reddish Brown Lateritic Soils คือเป็นชั้น A1-A3-Bt-C หรือ R เนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนดินร่วน หน้าดินเป็นสีเข้ม น้ำตาล หรือน้ำตาลแดง มีพีเอชประมาณ 6.5-8 ดินยิ่งลึกลงไปยิ่งเป็นด่างขึ้น เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ในบริเวณที่เป็นที่ราบ หรือมีทางน้ำไหลผ่าน ดินชนิดนี้จะพบชั้นดินดาน ทำให้ดินต้นยากต่อการเกษตรกรรม

4. Alluvial Soils

พบดินชนิดนี้ตามบริเวณหุบเขา ซึ่งเกิดจากน้ำพัดพาดินตะกอนไหลลอมมาทับถมในบริเวณซึ่งเป็นที่ราบ หรือมีความลาดชันเล็กน้อย ดินจึงมีความอุดมสมบูรณ์สูง แต่มีการระบายน้ำไม่ดี เนื่องจากเป็นดินตะกอน ซึ่งมีอนุภาคดินเหนียวปะปนอยู่มาก ทำให้ดินอุ้มน้ำและชุ่มชื้นอยู่เสมอ เหมาะที่จะใช้ทำนาข้าวเท่านั้น เนื่องจากเป็นดินตะกอน เนื้อดินอาจแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ที่อยู่เหนือชุดดินนี้ขึ้นไป ถ้าตอนบนเป็นชุดดิน Red Yellow Podsollic Soils เนื้อดินจะเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ไม่มากนัก ถ้าดินตอนบนเป็น Reddish Brown Lateritic Soils หรือ Red Brown Earths ดินที่พบตามหุบเขาจะเป็นดินเหนียว และอุดมสมบูรณ์สูงตามไปด้วย

5. Colluvial Soils

พบเป็นพื้นที่เล็กน้อยเป็นหย่อม ๆ ตามเชิงเขา ซึ่งลาดชันมาก ดินชนิดนี้มีลักษณะคล้าย Alluvial Soils เพียงแต่ไม่ได้เกิดจากการไหลมาตามร่องน้ำ แต่เกิดจากผิวหน้าดินไหลลงมาทับ

ถมกันเองตามแรงโน้มถ่วง อาจเกิดจากพื้นที่ลาดชันมาก น้ำฝนพัดพาดินไหลเลื่อนลงมา หรือเกิดจากดินยึดตัวกันหลวม ๆ หรือเกิดแผ่นดินไหว ทำให้ชั้นผิวดินหน้าดินไหลลงมาสู่ที่ต่ำ ลักษณะของดินกลุ่มนี้จะสังเกตได้ง่ายจากการเรียงตัวของชั้นดินซึ่งเป็นแบบ A-B แล้วก็มี A-B ซ้ำอีกชั้นหนึ่ง ก่อนจะถึงชั้น C หรือ R

ดังนั้นจะพบว่า ดินทั้ง 5 กลุ่มดินหลักนี้ จะมีเฉพาะดิน Reddish Brown Lateritic Soils และดิน Red Brown Earths เท่านั้นที่จะนำมาพิจารณาในการกำหนดสมรรถนะที่ดิน เพราะเป็นดินที่สามารถนำมาทำการเกษตรได้มากกว่ากลุ่มดินอื่น

3. การจำแนกสมรรถนะและความเหมาะสมของที่ดินทางการเกษตร

การจำแนกสมรรถนะและความเหมาะสมของที่ดิน ทำได้โดย เก็บข้อมูลต่าง ๆ ของพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง และนำมาพิจารณารวมกัน ทำการจำแนกออกมาเป็นชั้นตามระบบ โดยจะแบ่งดังนี้

3.1 การจำแนกสมรรถนะของดิน

การจำแนกสมรรถนะที่ดินเป็นการจำแนกที่ กรมพัฒนาที่ดิน ได้นำเอาแบบอย่างจากการจำแนกสมรรถนะที่ดินของประเทศสหรัฐอเมริกามาดัดแปลงใช้ โดยรวมเอาที่ดินที่ทำการเพาะปลูกไว้ด้วยกันตามความสามารถ และข้อจำกัดในการให้ผลผลิตของพืช ซึ่งจะใช้ในการจำแนกเฉพาะพืชที่ค่อนข้างแน่นอน โดยกำหนดไว้ว่า ดินที่นำมาจำแนกสมรรถนะนั้นมีความเหมาะสมสูงสุด และเมื่อพบว่าข้อจำกัดของพื้นที่นั้นตกอยู่ในอันดับที่เหมาะสมน้อยลงมาแม้เพียงอย่างเดียว พื้นที่นั้นก็จะตกลงมาสู่อันดับความเหมาะสมตามชั้นที่ข้อจำกัดนั้น ซึ่งจะคล้ายกับ Law of Minimum หรือ Law of Limiting factor (สายงานสำรวจจำแนกสมรรถนะที่ดิน, 2520)

Land Capability Class	Wildlife	Forestry	GRAZING			CULTIVATION			
			limited	Modtrate	Intense	Limited	Moderate	Intense	Very Intense
I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									

ภาพที่ 1 แสดงความสามารถในการใช้ที่ดินในชั้นสมรรถนะที่ดินต่าง ๆ (เอิบ, 2548)

การจำแนกสมรรถนะที่ดินนี้แบ่งออกได้เป็น 8 ชั้น (ภาพที่ 1) โดยอาศัยข้อจำกัดของพื้นที่และสมบัติของดินที่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยใช้อักษร U นำหน้า ตามด้วยเลขโรมันตั้งแต่ I – VIII เพื่อแทนระดับชั้นสมรรถนะทั้ง 8 ชั้น ชั้นที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกมากที่สุดคือชั้นที่ I และเหมาะสมน้อยที่สุดคือชั้นที่ IV ชั้นที่ V – VII จะไม่เหมาะต่อการปลูกพืช แต่เหมาะที่จะนำไปทำอย่างอื่น เช่น ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ป่าไม้ ไม้ยืนต้น ส่วนชั้นที่ VIII ไม่อาจให้ผลตอบแทนด้านเศรษฐกิจจากการเกษตรและป่าไม้ได้ แต่อาจเป็นแหล่งน้ำลำธารได้ (สายงานสำรวจจำแนกสมรรถนะที่ดิน, 2520) ชั้นสมรรถนะที่ดิน (land capability classification) แบ่งออกได้ดังนี้

ชั้นสมรรถนะที่ดินที่ 1 (U – I) ดินมีความเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับปลูกพืช ที่ดินมีความเหมาะสม และสามารถนำไปปลูกพืชได้เกือบทุกชนิด สามารถที่จะนำไปทำการเพาะปลูก ทำทุ่งหญ้าและป่าไม้ก็ได้ ดินจะอยู่ในชั้นที่เป็นดินลึกมีการระบายน้ำดี และพื้นที่เกือบจะอยู่ในแนวระดับลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วน หรือดินร่วนเหนียวและง่ายต่อการที่จะปฏิบัติงาน อุ้มน้ำดี ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง หรือถ้าความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พืชก็มีการตอบสนองต่อการให้ปุ๋ยเป็นอย่างดี

ชั้นสมรรถนะที่ดินที่ 2 (U – II) ดินในชั้นนี้มีความเหมาะสมที่จะทำการปลูกพืชได้หลายชนิด แต่ชนิดพืชที่ปลูกได้ดีจะมีน้อยกว่าชั้นสมรรถนะที่ดินที่ 1 ต้องการการจัดการที่ดีด้านความอุดมสมบูรณ์และ โครงสร้างของดิน และต้องมีการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างเป็นพิเศษ ซึ่งได้แก่การไถในแนวระดับ การทำคันดิน การทำทางระบายน้ำ การปลูกพืชในแนวระดับ การใส่ปุ๋ยหรือปุ๋ย เป็นต้น

ชั้นสมรรถนะที่ดินที่ 3 (U – III) ดินในชั้นนี้มีความเสี่ยงหรือข้อจำกัดปานกลางที่จะทำการปลูกพืชได้ โอกาสที่จะเลือกชนิดของพืชใช้เพาะปลูกมีจำกัด แต่ดินเหล่านี้ก็ยังคงมีความเหมาะสมต่อการทำการเกษตรอยู่ รวมถึงทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และป่าไม้ แต่ต้องการการจัดการที่ดียิ่งขึ้นกว่าดินในชั้นสมรรถนะที่ดินที่ 2 ทั้งด้านความอุดมสมบูรณ์และด้านอื่นเป็นพิเศษอย่างมาก

ชั้นสมรรถนะที่ดินที่ 4 (U – IV) ดินในชั้นนี้มีความเสี่ยงหรือข้อจำกัดอย่างมากที่จะจำกัดในการใช้ดิน โอกาสที่จะเลือกชนิดของพืชใช้เพาะปลูกนั้นมีน้อยมาก มีความเหมาะสมต่อการทำการเกษตรอยู่ แต่ต้องมีการจัดการที่ระมัดระวังมาก บางชนิดดินในชั้นนี้อาจสามารถทำได้แค่ปลูกทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์หรือเป็นป่าไม้ได้เท่านั้น ซึ่งดินเหล่านี้จัดการยาก

ชั้นสมรรถนะที่ดินที่ 5 (U – V) ดินในชั้นนี้มีอันตรายจากการพังทลายน้อยหรือไม่มีเลย แต่มีข้อจำกัดอื่น ๆ ซึ่งยากแก่การแก้ไข ทำให้ดินไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืชที่คอน เช่น เกิดน้ำท่วมเป็นระยะเวลานาน หรือเกิดน้ำท่วมบ่อยครั้ง อย่างไรก็ตาม ดินเหล่านี้อาจมีความเหมาะสมในการใช้ทำทุ่งหญ้า ป่าไม้ หรือใช้เป็นพิเศษในกิจกรรมอื่น ๆ

ชั้นสมรรถนะที่ดินที่ 6 (U – VI) ดินในชั้นนี้มีข้อจำกัดมาก ไม่เหมาะสมในการปลูกพืชทั่วไป แต่เหมาะสมที่จะใช้เป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ป่าไม้ เป็นที่อยู่อาศัยและหาอาหารของสัตว์ป่า หรือเป็นแหล่งดินน้ำลำธาร เพราะมีขีดข้อจำกัดที่ไม่สามารถแก้ไขได้

ชั้นสมรรถนะที่ดินที่ 7 (U – VII) ดินในชั้นนี้มีข้อจำกัดมากมาย ทำให้ไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชโดยทั่วไป ควรคงให้อยู่ในสภาพป่าไม้และดินน้ำลำธารเป็นดีที่สุด

ชั้นสมรรถนะที่ดินที่ 8 (U – VIII) ดินในชั้นที่ 8 มีข้อจำกัดมากที่สุดคือจำกัดความของดินชั้นนี้ จนทำให้ไม่สมควรนำมาใช้ทำการเกษตร และจำกัดให้ใช้เป็นพื้นที่อยู่อาศัย หาอาหารของสัตว์ป่า เป็นแหล่งน้ำลำธาร และสถานที่พักผ่อนได้เท่านั้น

ตารางที่ 1 แสดงข้อจำกัดสำหรับจำแนกชั้นสมรรถนะดินย่อยในการประเมินสมรรถนะที่ดิน

สัญลักษณ์ย่อ	ปัญหาที่พบ
e	การกร่อนดิน
s	มีปัญหาในชั้นที่พืชหยั่งรากถึง
m	ความชื้นในฤดูปลูก
f	น้ำท่วม
d	การระบายน้ำเร็ว
x	เกลือหรือด่าง
a	มีปัญหาดินเป็นกรด
cl	ความชื้นมากเกินไป

ชั้นสมรรถนะดินย่อย

ชั้นสมรรถนะดินย่อยจะบ่งบอกถึงชนิดและข้อจำกัดต่าง ๆ ซึ่งแสดงด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ (ตารางที่ 1) เมื่อทราบชั้นสมรรถนะที่ดินแล้วให้ทำการจำแนกชั้นสมรรถนะย่อย ระบุข้อจำกัดที่รุนแรงที่สุดตามลักษณะของสมบัติที่ใช้ประเมิน โดยเติมตัวอักษรของข้อจำกัดนั้นต่อท้ายชั้นสมรรถนะ ในชั้นสมรรถนะที่ดินที่ 1 จะไม่มีจำกัดของสมรรถนะดินย่อย เพราะเป็นชั้นที่มีความเหมาะสมในการเพาะปลูกที่สุด ชั้นสมรรถนะดินย่อยจะเริ่มมีตั้งแต่ชั้นสมรรถนะที่ดินที่ 2 เป็นต้นไป

3.2 การจำแนกความเหมาะสมของดิน

ระบบการจำแนกความเหมาะสมของที่ดินตามศักยภาพหรือขีดความสามารถ (Land Suitability Classification) ซึ่งเป็นวิธีที่ปรับปรุงมาจากแนวทางการประเมินที่ดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) เป็นระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อตอบสนองต่อการใช้งานในประเทศไทย โดยเปรียบเทียบกับชนิดของพืช ใช้ความเหมาะสมแก่ชนิดพืชเป็นหลักในการตัดสินใจจำแนก ซึ่งทำให้สามารถจำแนกได้แม้เป็นการปลูกข้าว (กองสำรวจและจำแนกดิน, 2542)

การจำแนกชั้นความเหมาะสมของดินสำหรับพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย แบ่งเป็น 4 กลุ่มพืช ได้แก่ ข้าว พืชไร่ ไม้ผลและทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ถาวร โดยแบ่งชั้นความเหมาะสมออกเป็น 5 ชั้นดังนี้

- ชั้นความเหมาะสมที่ 1 เป็นชั้นที่มีความเหมาะสมดีมาก
 ชั้นความเหมาะสมที่ 2 เป็นชั้นที่มีความเหมาะสมดี
 ชั้นความเหมาะสมที่ 3 เป็นชั้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง
 ชั้นความเหมาะสมที่ 4 เป็นชั้นที่ไม่ค่อยเหมาะสม
 ชั้นความเหมาะสมที่ 5 เป็นชั้นที่ไม่เหมาะสม

ข้อจำกัดของดินยกเว้นชั้นที่ 1 ในแต่ละชั้นจะมีข้อจำกัดที่ทำให้ความเหมาะสมของดินอยู่ในชั้นนั้น ซึ่งถ้าข้อจำกัดใดรุนแรงสุด ก็จะตกอยู่ในชั้นความเหมาะสมนั้นตามแบบกฎ Law of Minimum เช่นเดียวกับการประเมินสมรรถนะที่ดิน เมื่อทราบชั้นความเหมาะสมของดินแล้วให้ทำการจำแนกชั้นความเหมาะสมย่อย โดยระบุข้อจำกัดที่รุนแรงที่สุดไว้ต่อท้าย ตามลักษณะของสมบัติที่ใช้ประเมิน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงข้อจำกัดที่ใช้ในการจำแนกความเหมาะสมของที่ดิน

สัญลักษณ์ย่อ	ปัญหาที่พบ
t	สภาพพื้นที่ไม่เหมาะสม
s	เนื้อดินไม่เหมาะสม
b	ชั้นดินที่มีการชะละลายรุนแรง
c, g	พบชั้นดานแข็งหรือก้อนกรวดมาก
r	พบหินพื้น โส่
z	พบก้อนหิน โส่
x	ดินเค็ม
d	การระบายน้ำของดินไม่เหมาะสม
f	มีน้ำท่วม
w	น้ำแข็ง
m	เสี่ยงต่อการขาดน้ำ
n	ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ
a, k	พีเอชดิน (a: acid, k: alkaline)
j	ชั้นดินกรดกำมะถัน
e	การกร่อนของดิน
o	ชั้นดินอินทรีย์หนา

3.3 การจำแนกสมรรถนะของดินในพื้นที่สูง

การจำแนกสมรรถนะของดินในพื้นที่สูงโดยวิธีการตามแบบของ Sheng ซึ่งเหมาะสมในการจำแนกสมรรถนะที่ดินบริเวณภูเขาในพื้นที่เขตร้อน (Sheng, 1986) เพื่อใช้งานทางการเกษตร เพราะพื้นที่ภูเขามีสภาพดินแปรสูง และเป็นพื้นที่ที่ต้องการอนุรักษ์ควบคู่ไปพร้อมกับการทำการเกษตร ลักษณะของชั้นสมรรถนะของการจำแนกวิธีนี้ จึงมีการอนุรักษ์พื้นที่ควบคู่ไปด้วยในทุกชั้นสมรรถนะ

การจำแนกสมรรถนะที่ดินนี้ทำการแบ่งชั้นสมรรถนะที่ดินออกเป็น 7 ชนิดและบางชนิดอาจอยู่ด้วยกัน โดยสามารถเลือกได้ว่า จะทำอย่างไรกับพื้นที่ ข้อจำกัดต่าง ๆ มีลักษณะที่ตายตัว โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพและลักษณะพื้นที่ โดยพิจารณาจากความลึกของดินและความลาดชันของพื้นที่เป็นหลัก (ตารางที่ 3) แต่ถ้าพื้นที่มีลักษณะที่มีน้ำขังหรือความชื้นสูงให้นำมาพิจารณากับความลาดชัน

สำหรับพื้นที่ที่มีน้ำขังหรือมีหินมาก ต้องจำแนกเพิ่มเติมดังนี้

- (a) ความชันต่ำกว่า 25°: ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์
- (b) ความชันมากกว่า 25°: ป่าไม้

ถ้าพื้นที่เกิดการกร่อนแบบร่องธาร (Gully erosion) ขัดขวางการไถให้พื้นที่สามารถใช้งานเป็น ป่าไม้หรือทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์

สัญลักษณ์ที่ใช้แสดงสมรรถนะในแผนที่จะใช้ลักษณะดังต่อไปนี้

$$\frac{C_2}{C-2-D}$$

เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงถึงรายละเอียดในการจำแนก ในที่นี้ C_2 หมายถึงชั้นสมรรถนะที่ 2 ตามการจำแนก, 2 หมายถึงชั้นความลาดชัน 7° - 15° (moderately sloping), D หมายถึง ชั้นความลึกมากกว่า 90 เซนติเมตร (deep) (ตารางที่ 3) และ C เป็นตัวแทนเนื้อดินตามการจำแนกของแต่ละประเทศจะกำหนด ในที่นี้หมายถึงดินเหนียว (clay) และสามารถดูชั้นของเนื้อดินได้จากตารางผนวกที่ 6

ตารางที่ 3 แสดงการจำแนกชั้นสมรรถนะที่สูงพื้นที่เขตร้อน (Sheng, 1986)

Soil Depth\ Slope	1. Gently sloping <7°	2. Moderately sloping 7° - 15°	3. Strongly sloping 15° - 20°	4. Very strongly sloping 20° - 25°	5. Steep 25° - 30°	6. Very steep >30°
Deep (D) >90 cm	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	FT	F
Moderately Deep (MD) 50-90 cm	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄ /P	FT	F
Shallow (S) 20-50 cm	C ₁	C ₂ /P	C ₃ /P	P	F	F
Very Shallow (VS) <20 cm	C ₁ /P	P	P	P	F	F

- C₁ : ความเหมาะสมดีมาก เหมาะสำหรับการเพาะปลูก ต้องการการจัดการและอนุรักษ์เพียงเล็กน้อย
- C₂ : ความเหมาะสมดี เหมาะสำหรับการเพาะปลูกรองจาก C1 ต้องการการจัดการและอนุรักษ์ปานกลาง ถ้าจะปลูกพืช ควรทำขั้นบันได และสามารถใช้อุปกรณ์ขนาดใหญ่ได้
- C₃ : ความเหมาะสมปานกลาง เหมาะสำหรับการเพาะปลูกรองจาก C2 ต้องการการจัดการและอนุรักษ์มาก ถ้าจะปลูกพืช ควรทำขั้นบันได และสามารถใช้อุปกรณ์ขนาดเล็กได้
- C₄ : ความเหมาะสมน้อย เหมาะสำหรับการเพาะปลูกรองจาก C3 ต้องการการจัดการและอนุรักษ์มากที่สุด ไม่ควรใช้อุปกรณ์ในการจัดการ แต่ควรใช้แรงงานหรือรถไถเบาเท่านั้น
- P : ใช้เป็นทุ่งหญ้า โดยเฉพาะบริเวณที่มีความชันสูง
- FT : ปลูกพวกไม้ผลที่มีรากลึก ต้องมีการอนุรักษ์ควบคู่ไปด้วย และควรปลูกหญ้าคลุมดิน
- F : ปล่อยให้เป็นป่า

สภาพทั่วไปของบริเวณที่ทำการศึกษา

1. ที่ตั้งและอาณาเขต

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ที่ตั้งของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอยู่ในเขตหมู่บ้านห้วยลึก หมู่ที่ 7 ตำบลปิงโค้ง อำเภอเชียงดาว ตั้งอยู่ประมาณเส้นรุ้ง 19 องศา 31 ลิปดา ถึง 19 องศา 33 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 99 องศา 02 ลิปดา ถึง 99 องศา 05 ลิปดาตะวันออก มีพื้นที่รับผิดชอบ 14.70 ตารางกิโลเมตร หรือ 9,186.24 ไร่ พื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแบ่งตามเขตการปกครองอยู่ในพื้นที่ตำบลปิงโค้งทั้งหมด (ศูนย์ข้อมูล และสารสนเทศ, 2548) มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ใกล้เคียงดังนี้

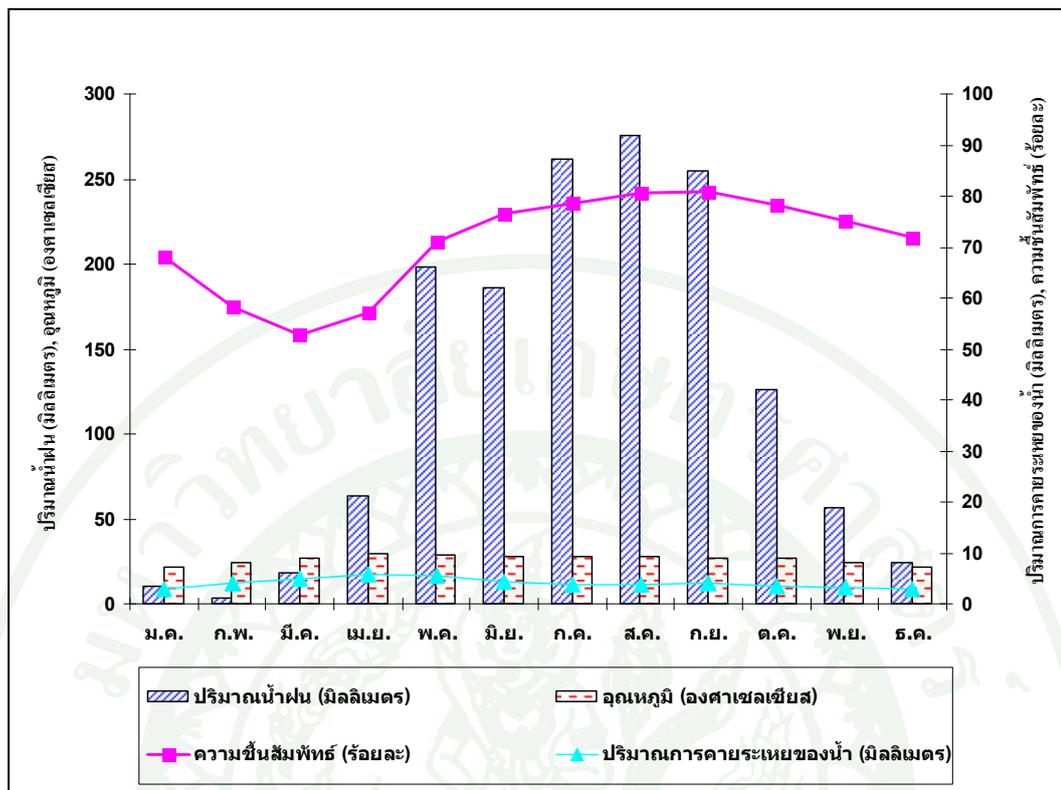
ทิศเหนือ ทิศใต้ และทิศตะวันออก ติดต่อกับ ตำบลปิงโค้ง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่
ทิศตะวันตก ติดต่อกับ ตำบลทุ่งข้าวพวง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

2. สภาพภูมิประเทศ

ภูมิประเทศของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก มีลักษณะเป็นที่ราบสลับกับเนินเขาและล้อมรอบด้วยภูเขาสูงชัน มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 400-1,000 เมตร โดยพื้นที่ที่มีระดับความสูง 500-600 เมตร คิดเป็นร้อยละ 44.32 ของพื้นที่ รองลงมาเป็นพื้นที่ที่มีระดับความสูง 600-700 เมตร คิดเป็นร้อยละ 23.43 และพื้นที่ที่มีความสูง 700-800 เมตร คิดเป็นร้อยละ 16.30 ของพื้นที่ ความลาดชันผิวหน้าส่วนใหญ่อยู่ที่ร้อยละ 0-2 คิดเป็นร้อยละ 31.09 ของพื้นที่ รองลงมาคือความลาดชันผิวหน้าอยู่ที่ร้อยละ 20-35 โดยคิดเป็นร้อยละ 20.56 ของพื้นที่และความลาดชันผิวหน้าร้อยละ 35-50 โดยคิดเป็นร้อยละ 17.08 ของพื้นที่

3. สภาพภูมิอากาศ

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึกอยู่ในเขตโซนร้อน มีภูมิอากาศเป็นแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน (tropical savanna) โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดพาความชุ่มชื้นเข้าสู่พื้นที่ ทำให้ฝนตกชุกในช่วงกลางเดือนพฤษภาคม ถึงประมาณเดือนกันยายน และในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดพาความหนาวเย็นมาจาก

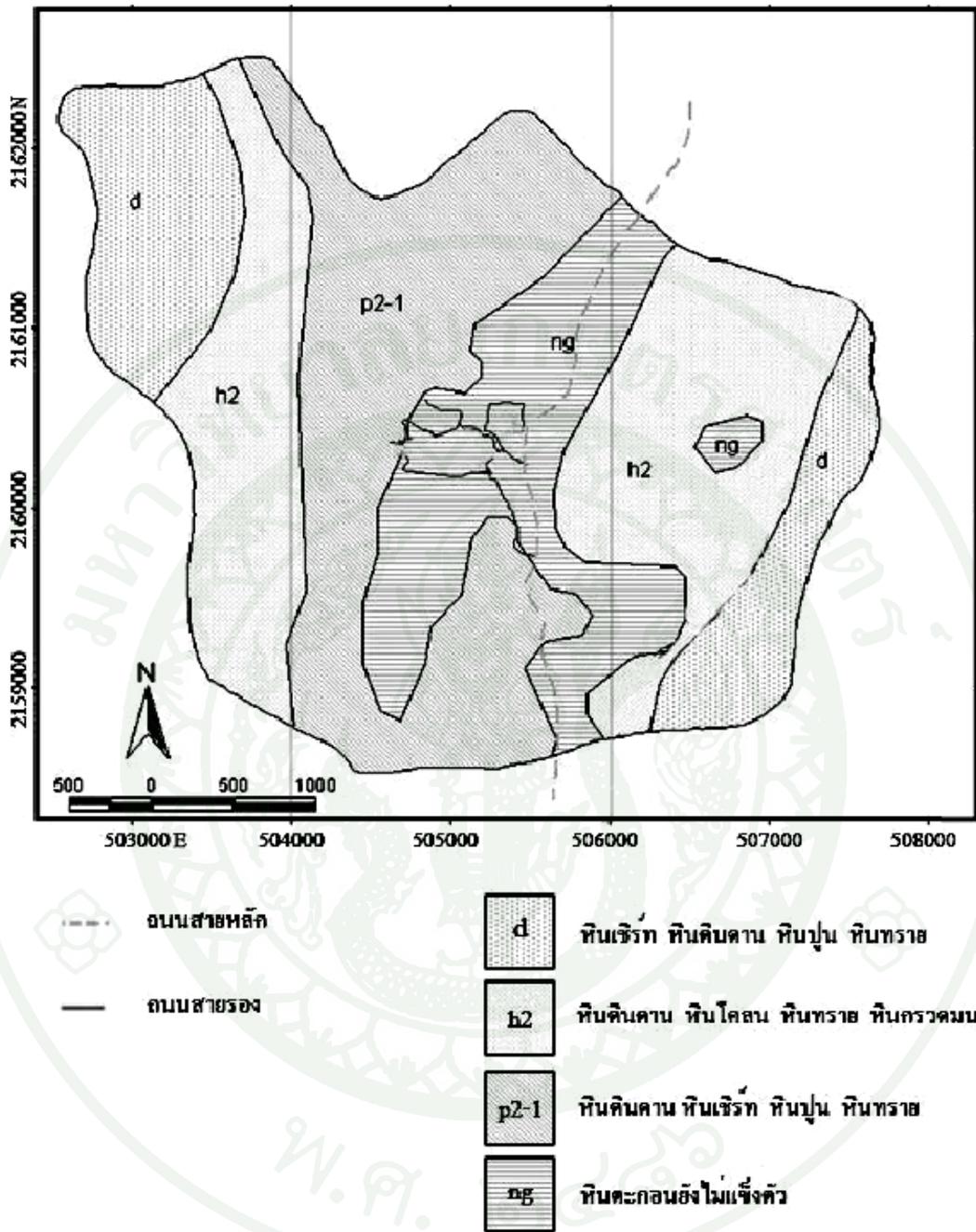


ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย และปริมาณการคายระเหยของน้ำ ระหว่างปี พ.ศ. 2521-2550 ในบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก

ประเทศจีน มีผลทำให้อากาศหนาวเย็น จากข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึกพบว่ามียุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 29.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 21.9 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,480 มิลลิเมตร ปริมาณฝนเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่เดือนสิงหาคม 276 มิลลิเมตร ปริมาณฝนเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่เดือนกุมภาพันธ์ 3.7 มิลลิเมตร

4. ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลักษณะธรณีวิทยาของพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก ถูกจำแนกเป็นหมวดหมู่ตามชนิด ชั้นหิน และอายุของหิน ได้เป็น 4 หน่วย (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แผนที่ทางธรณีวิทยาของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก ตำบลปึงโค้ง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

4.1 หินตะกอนจากมหายุคพาลีโอโซอิก (Paleozoic) โดยพบมากทั้งทางตะวันออกและตะวันตกของพื้นที่ ซึ่งแบ่งหินออกตามยุคได้ดังนี้

4.1.1 ยุคดีโวเนียน (Devonian) ซึ่งประกอบด้วย หินเชิร์ต หินดินดาน หินปูนและหินทราย ร้อยละ 17.4 ของพื้นที่ หรือประมาณ 2.56 ตารางกิโลเมตร

4.1.2 ยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous) ซึ่งประกอบด้วย หินดินดาน หินทราย หินเชิร์ต หินแกรนิต และหินกรวดมนสีเทา-สีเขียวเข้ม ร้อยละ 32.29 ของพื้นที่ หรือประมาณ 4.75 ตารางกิโลเมตร

4.1.3 ยุคเพอร์เมียน (Permian) ซึ่งประกอบด้วย หินตะกอนมากมายหลายชนิด และหินปูน หินเชิร์ต ร้อยละ 30.5 ของพื้นที่ หรือประมาณ 4.48 ตารางกิโลเมตร

4.2 หินตะกอน จากมหายุคซีโนโซอิก (Cenozoic) พบมากบริเวณตรงกลางของพื้นที่ที่ทำการศึกษา เป็นหินชั้นตะกอนยังไม่แข็งตัว ประกอบด้วยชั้นทราย ชั้นทรายกรวด ชั้นดินดานและชั้นทรายแบ่งในยุควอร์เทเชียรี (Tertiary) ร้อยละ 19.81 ของพื้นที่หรือประมาณ 2.91 ตารางกิโลเมตร

5. ทรัพยากรดิน

พื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก แบ่งกลุ่มชุดดินหรือหน่วยแผนที่ดินได้ 2 กลุ่ม (ศูนย์ข้อมูลและสารสนเทศ, 2548) ได้แก่ หน่วยแผนที่ดินที่ 29 และหน่วยแผนที่ดินที่ 62 ตามกำหนดโดยกรมพัฒนาที่ดิน มีรายละเอียดดังนี้

หน่วยแผนที่ดินที่ 29 มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีดินเป็นสีน้ำตาล วัตถุต้นกำเนิดเป็นพวกตะกอนน้ำหรือเกิดจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อละเอียด พบบริเวณที่ดอนที่เป็นลูกคลื่นไปจนถึงเนินเขา เป็นดินลึก การระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ เป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก

หน่วยแผนที่ดินที่ 62 ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขาและเทือกเขาที่มีความลาดชันมากกว่า 35% เป็นดินลึกและดินตื้น ลักษณะดินและความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกันไปตามชนิดของหินต้นกำเนิด มีเศษหินก้อนหินหรือหินโผล่ ส่วนใหญ่ยังปกคลุมด้วยป่าไม้

6. ทรัพยากรป่าไม้

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึกอยู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติรวม 5,401 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 58.8 ของพื้นที่ อยู่ในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขียงดาว 4,578 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49.8 ของพื้นที่ และในเขตอุทยานแห่งชาติศรีลานนา 823 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 9 ของพื้นที่ อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าลุ่มน้ำแม่ฝาง 5,683 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 61.87 ของพื้นที่และป่าเขียงดาว 3,503 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 38.1 ของพื้นที่



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่ดินของจังหวัดเชียงใหม่ มาตรฐาน 1:100,000 (กองสำรวจดิน, 2519)
2. แผนที่ธรณีวิทยาของประเทศไทย ของกรมทรัพยากรธรณี ขนาดมาตรฐาน 1:500,000 (กรมทรัพยากรธรณี, 2526)
3. เครื่องมือสำรวจดินภาคสนามมาตรฐาน (เอิบ, 2548; Soil Survey Division Staff, 1993)
4. เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินทางเคมี ทางกายภาพ และทางแร่
วิทยา

วิธีการ

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น และการวางแผนก่อนออกสำรวจภาคสนาม

- 1.1 ศึกษาลักษณะและขอบเขตของพื้นที่ ในบริเวณที่ศึกษา โดยใช้แผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตรฐาน 1:50,000
- 1.2 ออกสำรวจเบื้องต้น เพื่อหาบริเวณที่เป็นตัวแทน แล้วทำการเลือกบริเวณที่ทำการศึกษา
- 1.3 ศึกษาข้อมูลด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบริเวณที่ศึกษา แล้วคัดเลือกจุดที่จะทำการเก็บ ตัวอย่างดิน โดยกำหนดจุดลงในแผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตรฐาน 1:50,000 ขุดหลุมหน้าตัดดิน เพื่อที่จะศึกษาและเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2. การปฏิบัติงานในภาคสนาม

2.1 ขุดหน้าดินที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยมีขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2 เมตร ลึก 2 เมตร ตกแต่งหน้าตัดดินให้สามารถมองเห็นสัณฐานวิทยาของดินในสนาม ศึกษาสภาพแวดล้อมพร้อมทำคำอธิบายหน้าตัดดินบริเวณนั้น (เอิบ, 2547)

2.2 เก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์ แยกออกเป็น 2 วิธีคือ

2.2.1 ตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน (Disturbed soil samples) เก็บดินทุกชั้น ตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ที่ได้แบ่งไว้ตลอดหน้าตัดดิน ชั้นละประมาณ 1-2 กิโลกรัม

2.2.2 ตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวน (Undisturbed soil samples) เลือกเก็บเฉพาะชั้นที่ต้องการนำมาศึกษาสภาพนำน้ำของดินอิ่มตัว (saturated hydraulic conductivity) โดยใช้กระบอกรับตัวอย่าง (soil core)

3. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

3.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

3.1.1 การแจกกระจายขนาดอนุภาคดิน (Soil particle size distribution) โดยวิธีไปเปิด (Kilmer and Alexander, 1949; Day, 1965) ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาแจกแจงประเภทของเนื้อดิน (soil textural class) โดยการเปรียบเทียบกับชั้นเนื้อดินตามเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA Textural Class) (Soil Survey Division Staff, 1993)

3.1.2 สภาพนำน้ำของดินอิ่มตัว (Saturated hydraulic conductivity) โดยใช้พลังงานขับน้ำผันแปร (variable head method) (Klute, 1965)

3.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

3.2.1 พีเอชดิน (pH) โดยใช้น้ำและสารละลาย 1M KCl ในอัตราส่วนดินต่อน้ำ หรือ ดินต่อสารละลายเท่ากับ 1:1 (National Soil Survey Center, 1996) วัดค่าโดยใช้เครื่องวัดพีเอช (pH meter)

3.2.2 อินทรีย์วัตถุ (Organic matter) คำนวณได้จากปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่วิเคราะห์ได้โดยวิธี Walkley-Black titration แล้วนำค่าที่ได้ไปคูณ 1.724 (Walkley and Black, 1934)

3.2.3 ไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl method (Black, 1965)

3.2.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945)

3.2.5 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) ใช้สกัดด้วย แอมโมเนียมอะซิเตต ความเข้มข้น 1 M ที่เป็นกลาง (pH 7) (Pratt, 1965) วัดปริมาณโดยใช้ atomic absorption spectrophotometer (AAS)

3.2.6 เบสที่สกัดได้ (Extractable bases) โดยการสกัดด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตตที่เป็นกลาง (Peech, 1945)

3.2.7 สภาพความเป็นกรดที่สกัดได้ (Extractable acidity) โดยวิธี barium chloride-triethanolamine pH 8.2 (Peech, 1965)

3.2.8 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity: CEC) โดยใช้การชะละลายแคตไอออนด้วยแอมโมเนียมอะซิเตตที่เป็นกลาง และแทนที่แอมโมเนียมไอออนด้วย โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 10 ในสภาพกรด กลั่นหาแอมโมเนียมไอออน แล้วคำนวณค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Chapman, 1965)

3.2.9 ค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (Base saturation percentage, %BS) โดยคำนวณจากค่าของปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ทั้งหมด และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC = extractable bases + extractable acidity) (National Soil Survey Center, 1996) จากสูตร

$$\%BS = \frac{\text{Extractable bases}}{\text{Extractable bases} + \text{Extractable acidity}} \times 100$$

3.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ในดิน

3.3.1 วิเคราะห์ชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียว (clay mineral) ที่มีขนาดอนุภาคดินเล็กกว่า 2 ไมโครเมตร แบบ oriented-clay plate โดยวิธีการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction analysis) (Jackson, 1965) โดยการทำอนุภาคขนาดดินเหนียวให้อิ่มตัวด้วยโพแทสเซียมและโพแทสเซียมเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส แมกนีเซียม และแมกนีเซียมที่อิ่มตัวด้วย glycerol และนำสไลด์ไปเข้าเครื่องวิเคราะห์โดยการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray diffractometer) นำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับชนิดของแร่มาตรฐาน (standard minerals) (Whittig, 1965) และประเมินหาปริมาณของแร่ โดยวิธี relative peak height (Jackson, 1965)

3.3.2 วิเคราะห์ชนิดและปริมาณของแร่ ในอนุภาคขนาดทรายแป้ง (silt fraction) ขนาด 2-50 ไมโครเมตร แบบ random powder โดยวิธีเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (Jackson, 1965) นำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับชนิดของแร่มาตรฐาน (Brindley and Brown, 1980) แล้วประเมินหาปริมาณของแร่ โดยวิธี relative peak height (Jackson, 1965)

3.3.3 ทดสอบเพื่อยืนยันการวิเคราะห์แร่ boehmite โดยการทำอนุภาคดินเหนียวให้อิ่มตัวด้วยโพแทสเซียมเผาที่อุณหภูมิ 260 และ 480 องศาเซลเซียส นำสไลด์ไปเข้าเครื่องวิเคราะห์โดยการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับ เพื่อประเมินหาแร่ boehmite โดยวิธี relative peak height (Brindley and Brown, 1980)

3.4 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุรวม (XRF)

ทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุรวมโดยใช้เครื่อง Phillips PW1400 X-ray fluorescence (XRF) fitted with a rhodium tube โดยใช้ตัวอย่างดินจำนวน 0.700 กรัม หลอมกับ lithium metal/tetraborate flux ที่อุณหภูมิ 1050°C (Karathanasis and Hajek, 1996)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และทางแร่ มาจำแนกสมรรถนะที่ดิน (สายงานสำรวจจำแนกสมรรถนะที่ดิน, 2520) ความเหมาะสมของดิน (กองสำรวจและจำแนกดิน, 2542) และสมรรถนะที่ดินที่สูง (Sheng, 1986)

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาลักษณะดินบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก ทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการเพื่อประเมินสมรรถนะและความเหมาะสมของที่ดิน โดยใช้ดินเป็นตัวแทนทั้งหมด 6 บริเวณ ประกอบไปด้วยสภาพทั่วไป สัณฐานวิทยาสนามของดิน สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี และลักษณะเชิงแร่วิทยาของดิน

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษาและสัณฐานวิทยาสนามของดิน

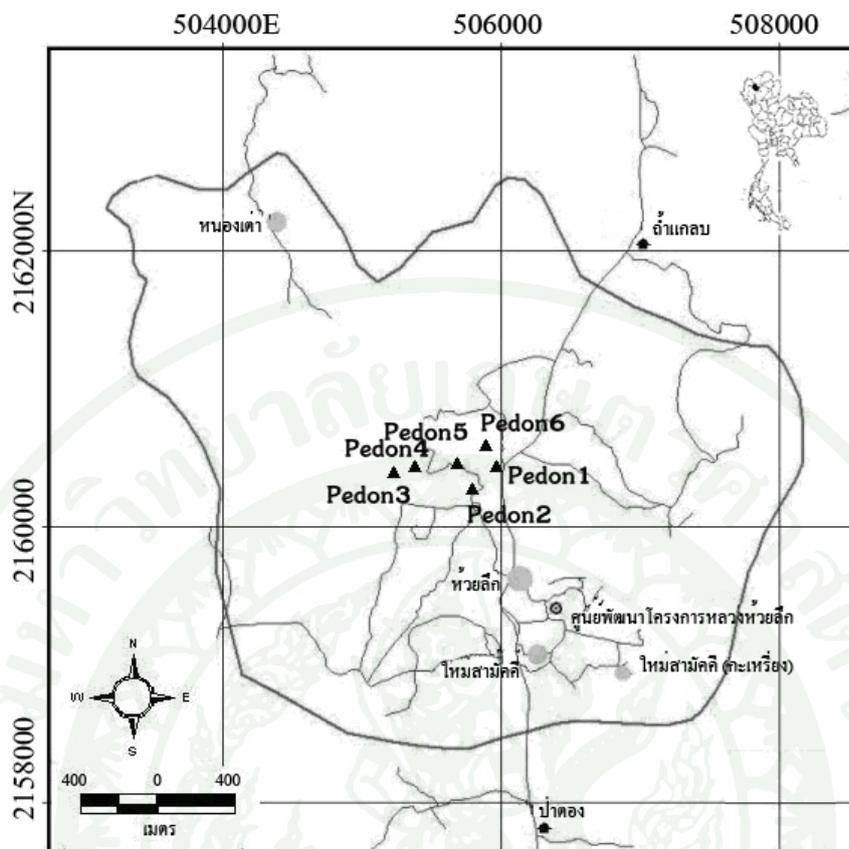
สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชันในหุบเขา (ภาพที่ 4) โดยมีความลาดชันร้อยละ 1-10 ดินเป็นดินลึก มีพัฒนาการดี สภาพพื้นที่และลักษณะสัณฐานวิทยาดินในแต่ละบริเวณ (ภาพที่ 5, ตารางที่ 4 และ 5) มีดังนี้

พืดอน 1 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic

สภาพภูมิประเทศเป็นแบบลูกคลื่นลอนลาด ดินลึกมาก มีพัฒนาการหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนคาคเชิงเขาบนวัสดุตกค้างจากหินปูน ดินมีการซาบซึมน้ำเร็ว น้ำไหลผ่านผิวช้า ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 195 เซนติเมตรขณะทำการศึกษา

ดินบนมีความลึก 31 เซนติเมตร ดินมีสีน้ำตาลปนแดงเข้มมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนและโครงสร้างแบบก้อนกลม พบรากพืชในชั้นดินบนและค่าพีเอชดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.5)

ดินล่างมีความลึกตั้งแต่ 31-195+ เซนติเมตร โดยดินมีสีน้ำตาลปนแดงและน้ำตาลปนแดงเข้ม มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว โครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนและพบรากพืชตลอดหน้าตัดดิน พบคราบดินเหนียวในช่องว่างและผิวหน้าเม็ดดิน พบก้อนกรวดที่ผุพังมาจากหินชนวน ที่ความลึก 53-132 เซนติเมตร พบก้อนทรงมนของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ที่ความลึก 80 เซนติเมตร ลงไป พบรังสัตว์/แมลงขนาดเล็กที่ความลึก 106-132 เซนติเมตร และค่าพีเอชดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 6-7)

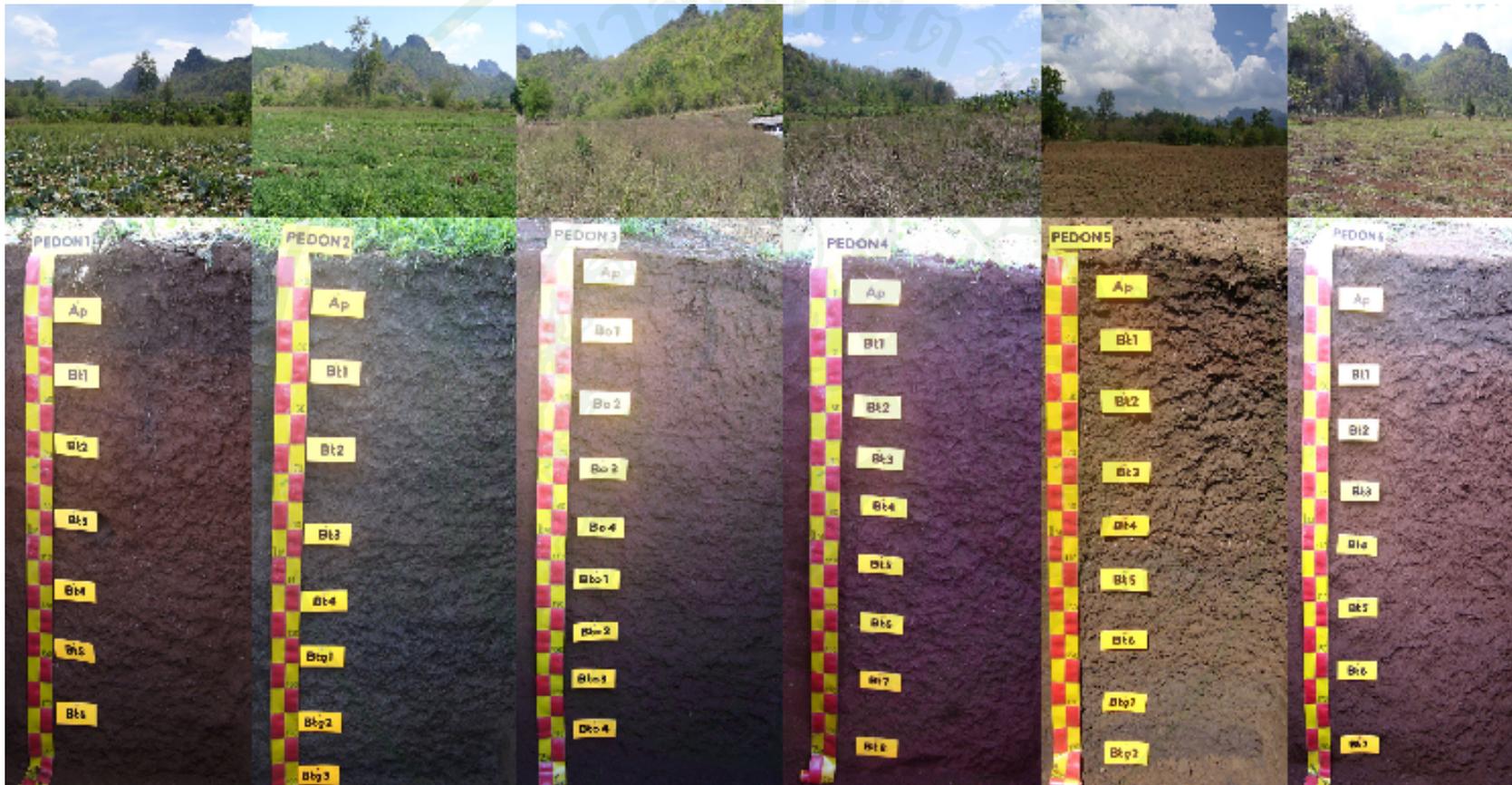


ภาพที่ 4 แสดงขอบเขตบริเวณที่ทำการศึกษ และจุดเก็บตัวอย่างดิน

พืดอน 2 Typic Haplustalf, fine, mixed, active, hyperthermic.

สภาพภูมิประเทศราบเรียบ ดินเป็นดินลึกลงมาก มีพัฒนาการหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt-Btg วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพาท้องถิ่น (local alluvium) ดินมีการระบายน้ำดี มีการซาบซึมน้ำปานกลาง น้ำไหลบ่าผ่านผิวช้า ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตรขณะทำการศึกษา

ดินบนมีความลึก 24 เซนติเมตร มีสีเทาและเทาเข้มมาก มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว โครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนและ โครงสร้างแบบก้อนกลม พบคราบดินเหนียวในช่องว่างและผิวหน้า เมื่อดิน พบรากพืชในชั้นดิน ค่าพีเอชดินเป็นกลาง (pH 7)



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะภูมิประเทศและหน้าตัดดินของดินที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 4 สภาพภูมิประเทศและลักษณะของหน้าตัดดินที่ทำการศึกษา

ตัวอย่างดิน	ความหนาของชั้นดินบน (ซม.)	ความลึก (ซม.)	พัฒนาการของหน้าตัดดิน	ความลาดชัน (%)	สภาพภูมิประเทศ	สัณฐานภูมิประเทศ	วัตถุต้นกำเนิดดิน
						การใช้ที่ดิน	
Pedon 1	31	195+	Ap-Bt	3	Undulating	Dissected footslope Vegetable and maize	Colluvium over residuum
Pedon 2	24	200+	Ap-Bt-Btg	1	Nearly Flat	Narrow valley floor Vegetable and legume	Local alluvium
Pedon 3	12	200+	Ap-Bt	10	Rolling	Upper footslope Groundnut and maize	Colluvium over residuum of limestone
Pedon 4	13	210+	Ap-Bt	4.5	Undulating	Lower footslope Groundnut and maize	Colluvium
Pedon 5	16	200+	Ap-Bt-Btg	1	Nearly Flat	Narrow valley floor Vegetable	Local alluvium
Pedon 6	30	200+	Ap-Bt	3	Undulating	Middle part of footslope Vegetable and maize	Colluvium over residuum

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะฐานวิทยาของหน้าตัดดินที่ทำการศึกษา

ชั้นดิน	ความลึก (ซม.)	สีดิน สีจุดประ	เนื้อดิน	โครงสร้าง	การยึดตัว			พีเอชดิน ในสนาม	ขอบเขต ชั้นดิน	ลักษณะอื่นๆ
					แห้ง	ชื้น	เปียก			
Pedon 1	Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic									
Ap	0 - 31	5 YR 3/3	C	2, f-m, sbk and 2, vf-f, gr	SH	F	MS/MP	6.5	A and S	Many very fine, common fine and few medium roots
Bt1	31 - 53	2.5 YR 3/4	C	3, f-m, sbk	H	F	MS/VP	7	D and S	Common very fine and few fine roots
Bt2	53 - 80	2.5 YR 3/4	C	3, f-m, sbk	H	F	SS/VP	6.5	D and S	Few angular gravels of weathered slate; many very fine and few fine roots
Bt3	80 - 106	2.5 YR 4/4	C	3, f-m, sbk	H	F	SS/VP	6	D and S	Few medium rounded Fe-Mn oxide nodules, few angular gravels of weathered slate and few very fine and fine roots
Bt4	106 - 132	2.5 YR 4/4	C	3, f-m, sbk	VH	F	SS/VP	6.5	D and S	Few medium rounded Fe-Mn oxide nodules, few angular gravels of weathered slate few very fine and fine roots and a large hole of cricket nest
Bt5	132 - 156	2.5 YR 4/4	C	3, f-m, sbk	VH	F	SS/VP	6.5	D and S	Few medium rounded Fe-Mn oxide nodules, few very fine roots
Bt6	156 - 195+	2.5 YR 4/4	C	3, f-m, sbk	VH	F	SS/VP	6.5		Few medium rounded Fe-Mn oxide nodules, few very fine roots

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ชั้นดิน	ความลึก (ซม.)	สีดิน		เนื้อดิน	โครงสร้าง	การขีดตัว			พีเอชดิน ในสนาม	ขอบเขต ชั้นดิน	ลักษณะอื่นๆ
		สีจุดประ				แห้ง	ชื้น	เปียก			
Pedon 2	Typic Haplustalf, fine, mixed, active, hyperthermic										
Ap	0 - 24	mixed	10 YR 3/1, 10 YR 4/1	C	3, vf-f, gr and 3, f-m, sbk	SH	F	VS/VP	7	A and S	Many very fine and fine roots
Bt1	24 - 50	mixed	10 YR 4/4, 10 YR 3/2	SiC	3, f-m, sbk	H	F	MS/VP	6.5	D and S	Few very fine and fine roots
Bt2	50 - 82	mixed	10 YR 4/2, 10 YR 4/3	SiC	3, f-m, abk	H	VF	MS/VP	6.5	A and S	Very few very fine roots
Bt3	82 - 107		10 YR 4/3	SCL	4, vf-f-m, abk	S	Fri	MS/MP	6.5	A and S	Common rounded and subrounded gravels of resistant rock fragments
Bt4	107 - 129	mixed	10 YR 4/2, 10 YR 4/3, 10 YR 4/4	SC	4, vf-f-m, abk	S	Fri	MS/VP	6.5	G and S	Few rounded and subrounded gravel of resistant rock fragments
Btg1	129 - 151	mixed	10 YR 4/2, 10 YR 4/3	C	3, f-m, sbk-abk	SH	F	MS/VP	6.5	D and S	Few traces of highly weathered slate rock fragments
Btg2	151 - 178	mixed	10 YR 4/3, 10 YR 4/2	C	3, f-m, sbk-abk	H	F	MS/VP	6.5	G and S	Few traces of Mn oxide powder
Btg3	178 - 200+	mixed	10 YR 4/1, 10 YR 3/2, 10 YR 4/2, 10 YR 4/3	SC	3, f-m, abk	SH	F	MS/VP	6.5		Few traces of Mn oxide powder

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ชั้นดิน	ความลึก (ซม.)	สีดิน สีจุดประ	เนื้อดิน	โครงสร้าง	การยึดตัว			พีเอชดิน ในสนาม	ขอบเขต ชั้นดิน	ลักษณะอื่นๆ
					แห้ง	ชื้น	เปียก			
Pedon 3	Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic									
Ap	0 - 12	5 YR 2.5/2	C	3, vf-f, gr and 3, vf-m, sbk	S	Fri	VS/VP	6.5	A and S	Few fine and medium subrounded Fe-Mn oxide nodules, common very fine and few fine roots
Bt1	12 - 35	2.5 YR 3/3	C	3, vf-f-m sbk	SH	Fri	VS/VP	6	D and S	Few fine and medium subrounded Fe-Mn oxide nodules, common very fine and few fine roots
Bt2	35 - 60	2.5 YR 3/3	C	3, f-m, sbk	SH	Fri	VS/VP	6	D and S	Few fine and medium subrounded Fe-Mn oxide nodules, few very fine roots
Bt3	60 - 84	2.5 YR 3/3	C	3, f-m, sbk	SH	Fri	VS/VP	6	D and S	Few fine and medium subrounded Fe-Mn oxides nodules, few very fine roots
Bt4	84 - 105	2.5 YR 3/4	C	3, f-m, sbk	SH	F	VS/VP	6	D and S	Few very fine subrounded Fe-Mn oxide nodules, few very fine roots
Bt5	105 - 125	2.5 YR 3/4	C	3, f-m, sbk	SH	F	VS/VP	5.5	D and S	Few very fine subrounded Fe-Mn oxide nodules
Bt6	125 - 149	2.5 YR 3/4	C	3, f-m, sbk	SH	F	VS/VP	5.5	D and S	Few very fine subrounded Fe-Mn oxide nodules
Bt7	149 - 171	2.5 YR 3/4	C	3, f-m, sbk	SH	F	VS/VP	5.5	D and S	Few very fine subrounded Fe-Mn oxide nodules, few traces of dead roots
Bt8	171 - 200+	2.5 YR 3/4	C	3, f-m, sbk	SH	F	VS/VP	5.5	D and S	Few very fine subrounded Fe-Mn oxide nodules

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ชั้นดิน	ความลึก (ซม.)	สีดิน สีจุดประ	เนื้อดิน	โครงสร้าง	การยึดตัว			พีเอชดิน ในสนาม	ขอบเขต ชั้นดิน	ลักษณะอื่นๆ
					แห้ง	ชื้น	เปียก			
Pedon 4	Typic Paleustult, fine, mixed, semiactive, hyperthermic									
Ap	0 - 13	5 YR 3/3	C	3, vf, gr and 2, f-m, sbk	SH	F	MS/VP	7	D and S	Many very fine and fine roots
Bt1	13 - 33	5 YR 3/4	C	3, f-m, sbk	SH	F	MS/VP	7	D and S	Few fine rounded Fe-Mn oxide nodules and few very fine roots
Bt2	33 - 57	2.5 YR 3/4	C	3, f-m, sbk	SH	F	MS/VP	6.5	D and S	Few fine rounded Fe-Mn oxide nodules and very few very fine roots
Bt3	57 - 76	2.5 YR 3/4	C	3, f-m, sbk	SH	F	MS/VP	6.5	D and S	Very few fine rounded Fe-Mn oxide nodules and very few very fine roots
Bt4	76 - 100	2.5 YR 3/4	C	3, f-m, abk	SH	F	MS/MP	6.5	D and S	Very few fine rounded Fe-Mn oxide nodules and very few very fine roots, small hole of cricket nest
Bt5	100 - 120	2.5 YR 3/4	C	3, f-m, abk	H	VF	VS/VP	6.5	D and S	Few fine rounded Fe-Mn oxide nodules few small holes of cricket nest, few traces of highly weathered rock fragments, few gravel of weathered slate and very few very fine roots
Bt6	120 - 150	2.5 YR 4/4	C	3, f-m, abk	VH	VF	VS/VP	6.5	D and S	Few fine rounded Fe-Mn oxide nodules few traces of highly weathered rock fragments, common gravels of weathered slate and very few very fine roots
Bt7	150 - 178	2.5 YR 4/6	C	3, f-m, abk	VH	VF	VS/VP	6.5	D and S	Few angular gravels of slightly weathered rock fragments
Bt8	178 - 210+	2.5 YR 4/6	C	3, f-m, abk	VH	VF	VS/VP	6.5		Common rounded Fe-Mn oxide nodules

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ชั้นดิน	ความลึก (ซม.)	สีดิน สีจุดประ	เนื้อดิน	โครงสร้าง	การยึดตัว			พีเอชดิน ในสนาม	ขอบเขต ชั้นดิน	ลักษณะอื่นๆ
					แห้ง	ชื้น	เปียก			
Pedon 5	Ultic Haplustalf, fine, mixed, superactive, hyperthermic									
Ap	0 - 16	7.5 YR 3/2	CL	3, f-m, sbk	H	F	SS/VP	6.5	A and S	Many very fine and few fine roots and very few traces of charcoal
Bt1	16 - 42	7.5 YR 4/3	C	3, f-m, sbk	H	F	MS/V P	7	A and S	Few very fine and fine roots
Bt2	42 - 62	10 YR 4/3	C	3, f-m, abk	VH	VF	SS/VP	7	G and S	Very few very fine roots and very few traces of charcoal
Bt3	62 - 90	Mixed 10 YR 4/4, 7.5 YR 4/3	C	3, f-m, abk	H	F	SS/VP	6.5	G and S	Very few very fine roots and very few traces of charcoal
Bt4	90 - 109	Mixed 10 YR 4/4, 10 YR 4/2, 5 YR 4/6	C	3, f-m, abk	H	F	VS/V P	7	A and S	Very few traces of charcoal
Bt5	109 - 126	Mixed 7.5 YR 4/2, 10 YR 4/2, 10 YR 4/6	C	3, f-m, abk	H	VF	VS/V P	7	G and S	Very few traces of charcoal
Bt6	126 - 158	Mixed 10 YR 4/3, 10 YR 4/1	C	3, f-m, abk	H	F	VS/V P	7	A and S	Common traces of charcoal
Btg1	158 - 180	Mixed 10 YR 4/4, 10 YR 4/2, 10 YR 4/6	C	3, f-m, abk	H	F	SS/VP	7	G and S	Very few angular gravels of rock fragments and common traces of charcoal
Btg2	180 - 200+	Mixed 10 YR 3/1, 10 YR 3/2	C	3, f-m, sbk	H	F	SS/VP	7		Common angular gravels of weathered rock fragments (mainly slate), few traces of charcoal, common fine flat and rounded gravel of resistant rock fragments

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ชั้นดิน	ความลึก (ซม.)	สีดิน สีจุดประ	เนื้อดิน	โครงสร้าง	การยึดตัว			พีเอชดิน ในสนาม	ขอบเขต ชั้นดิน	ลักษณะอื่นๆ
					แห้ง	ชื้น	เปียก			
Pedon 6	Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic									
Ap	0 - 30	5 YR 3/3	C	3, vf-f, gr and 3, f-m, sbk	H	F	MS/VP	7	A and S	few fine rounded Fe-Mn oxide nodules and common very fine and few fine roots
Bt1	30 - 50	2.5 YR 3/3	C	3, f-m, sbk	H	F	VS/VP	7	D and S	very few fine rounded Fe-Mn oxide nodules and few very fine roots
Bt2	50 - 72	5 YR 3/4	C	3, f-m, sbk	H	F	VS/VP	6.5	D and S	few fine rounded Fe-Mn oxide nodules and very few very fine roots
Bt3	72 - 99	5 YR 3/4	C	3, f-m, abk	SH	F	VS/VP	6.5	D and S	few fine rounded Fe-Mn oxide nodules and very few very fine roots
Bt4	99 - 120	2.5 YR 3/6	C	3, f-m, abk	H	F	VS/VP	6	D and S	few fine rounded Fe-Mn oxide nodules and very few very fine roots
Bt5	120 - 148	2.5 YR 3/6	C	3, f-m, abk	H	VF	VS/VP	5.5	D and S	few fine rounded Fe-Mn oxide nodules and very few very fine roots
Bt6	148 - 175	2.5 YR 3/6	C	3, f-m, abk	H	F	VS/VP	5	D and S	few fine rounded Fe-Mn oxide nodules and very few very fine roots
Bt7	175 - 200+	2.5 YR 3/6	C	3, f-m, abk	H	F	VS/VP	5		few fine rounded Fe-Mn oxide nodules

ตารางที่ 5 (ต่อ) *คำย่อในตาราง

เนื้อดิน	โครงสร้าง	การยึดตัว	ขอบเขตชั้นดิน	
C = clay	1 = weak	แข็ง SH = slightly hard	เป็ยก MS = moderately sticky	A = abrupt
SiC = silty clay	2 = moderate	H = hard	SS = slightly sticky	D = diffuse
SC = sandy clay	3 = strong	VH = very hard	VS = very sticky	G = gradual
SCL = sandy clay loam	4 = moderately weak	S = soft	MP = moderately plastic	S = smooth
CL = clay loam	vf = very fine	อ่อน VF = very firm	VP = very plastic	
	f = fine	F = firm		
	m = medium	Fri = friable		
	abk = angular blocky			
	sbk = subangular blocky			
	gr = granular			

ดินล่างมีความลึกตั้งแต่ 24-200+ เซนติเมตร ดินมีสีน้ำตาล สีน้ำตาลเหลืองเข้ม น้ำตาลปนเหลืองเข้มมาก น้ำตาลปนเทาเข้ม น้ำตาลปนเทาเข้มมาก และสีเทาเข้ม มีเนื้อดินเป็น ดินเหนียว ดินเหนียวปนทรายแข็งถึงดินเหนียวปนทราย โครงสร้างดินเป็นก้อนเหลี่ยมมุมมนที่ความลึก 24-50 เซนติเมตร และพบอีกครั้งที่ความลึก 129-178 เซนติเมตร พบโครงสร้างแบบก้อนกลมที่ความลึก 50 เซนติเมตรลงไป รากพืชพบตลอดจนถึงความลึก 82 เซนติเมตร มีรากดินเหนียวในช่องว่างและผิวหน้าของเม็ดดินตลอดหน้าตัด พบสะพานดินเหนียวที่เชื่อมอนุภาคทรายที่ความลึก 82-129 เซนติเมตร พบหินชนวนที่ผุพังที่ความลึก 129-151 เซนติเมตร และพบผงแมงกานีสออกไซด์ที่ความลึก 151 เซนติเมตรลงไป ค่าพีเอชดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.5)

พืดอน 3 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic

สภาพภูมิประเทศเป็นแบบลูกคลื่นลอนชัน ดินเป็นดินลึกมาก มีพัฒนาการหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนคาคเซิงเขาอยู่บนวัสดุตกค้างจากหินปูนดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำเร็วและน้ำไหลผ่านผิวปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตร ขณะทำการศึกษา

ดินบนมีความลึก 12 เซนติเมตร ดินมีสีน้ำตาลปนแดงเข้ม มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนและโครงสร้างแบบก้อนกลม พบก้อนทรงมนของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ ค่าพีเอชดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.5)

ดินล่างมีความลึกตั้งแต่ 12-200+ เซนติเมตร ดินมีสีน้ำตาลปนแดงเข้ม มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว โครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน พบรากพืชถึงระดับความลึก 105 เซนติเมตร พบก้อนทรงมนของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ตลอดหน้าตัดดิน พบคราบดินเหนียวผสมเหล็กในช่องว่างและผิวหน้าของเม็ดดินที่ความลึก 35 เซนติเมตรลงไป ที่ความลึก 149-171 เซนติเมตรพบชิ้นส่วนรากพืชตายเล็กน้อย พีเอชดินอยู่ในช่วงกรดจัดถึงกรดปานกลาง (pH 5.5-6)

พืดอน 4 Typic Paleustult, fine, mixed, semiactive, hyperthermic

สภาพภูมิประเทศเป็นแบบลูกคลื่นลอนลาด เป็นดินลึกมาก ดินมีพัฒนาการหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนคาคเซิงเขา (colluvium) ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำเร็วและน้ำไหลผ่านผิวช้า ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตรขณะทำการศึกษา

ดินบนมีความลึก 13 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลปนแดงเข้ม มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนและโครงสร้างแบบก้อนกลม ค่าพีเอชดินเป็นกลาง (pH 7)

ดินล่างมีความลึกตั้งแต่ 13-200+ เซนติเมตร มีสีน้ำตาลปนแดงเข้ม น้ำตาลแดง และสีแดง มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวที่ความลึก 13-76 เซนติเมตร โครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนและลึกลงไปเป็นโครงสร้างแบบก้อนกลม พบรากพืชจนถึงระดับความลึก 1 เมตร พบรากดินเหนียวในช่องว่างและผิวหน้าของเม็ดดินตลอดหน้าตัดของดินล่าง พบก้อนกรวดที่ผุพังมากจากหินชนวนที่ความลึก 100-150 เซนติเมตร พบก้อนทรงมนของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ในดินล่างยกเว้นที่ความลึก 150-178 เซนติเมตร พบรากดินเหนียวผสมเหล็กในช่องว่างและผิวหน้าของเม็ดดินที่ความลึก 150 เซนติเมตรลงไปและพบรังสัตว์แมลงขนาดเล็กที่ความลึก 76-100 เซนติเมตร พีเอชดินอยู่ในช่วงเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (pH 6.5-7)

พืดอน 5 Ultic haplustalf, fine, mixed, superactive, hyperthermic

สภาพภูมิประเทศราบเรียบ ดินเป็นดินลึกมาก มีพัฒนาการหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt-Btg วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพาท้องถิ่น (local alluvium) ดินมีการระบายน้ำดี มีการซาบซึมน้ำเร็ว และน้ำไหลผ่านผิวช้า ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตรขณะทำการศึกษา

ดินบนมีความลึก 16 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลเข้ม มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว โครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน พบร่องรอยของถ่านเล็กน้อย พบรากพืชในชั้นดินบนและค่าพีเอชดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.5)

ดินล่างมีความลึกตั้งแต่ 16-200+ เซนติเมตร ดินมีสีน้ำตาล น้ำตาลเข้ม น้ำตาลปนเหลืองเข้ม น้ำตาลปนเทาเข้ม น้ำตาลปนเทาเข้มมาก แดงปนเหลือง เทาเข้ม และสีเทาเข้มมาก มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว โครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนที่ความลึก 16-42 เซนติเมตร และพบอีกครั้งที่ความลึก 18 เซนติเมตรลงไป โครงสร้างเป็นแบบก้อนกลมที่ความลึก 42-180 เซนติเมตร พบชิ้นส่วนรากพืชจนถึงความลึก 90 เซนติเมตร พบรากดินเหนียวในช่องว่างและผิวหน้าของเม็ดดินตลอดหน้าตัดดินล่าง พบผงถ่านที่ความลึก 42 เซนติเมตรลงไป พบสะพานดินเหนียวเชื่อมระหว่างอนุภาคทรายที่ความลึก 158 เซนติเมตรลงไป ดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (pH 6.5-7)

พืดอน 6 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic

สภาพภูมิประเทศเป็นแบบลูกคลื่นลอนลาด เป็นดินลึกมาก ดินมีพัฒนาการหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนคาคเซิงเขานวัสดุตกค้างจากหินปูน ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำเร็ว และน้ำไหลบ่าผ่านผิวช้า ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตรขณะทำการศึกษา

ดินบนมีความลึก 30 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลปนแดงเข้ม มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนและโครงสร้างแบบก้อนกลม พบก้อนทรงมนของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ พบรากพืช ค่าพีเอชดินเป็นกลาง (pH 7)

ดินล่างมีความลึกตั้งแต่ 30-200+ เซนติเมตร มีสีน้ำตาลปนแดงเข้มและสีแดงเข้ม มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ที่ความลึก 30-72 เซนติเมตร โครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนและลึกลงไปเป็นโครงสร้างแบบก้อนกลม พบรากพืชจนถึงระดับความลึก 175 เซนติเมตร พบกราบดินเหนียวในช่องว่างและผิวหน้าของเม็ดดินและพบก้อนทรงมนของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ตลอดหน้าตัดดินของดินล่าง พีเอชดินอยู่ในช่วงเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกลาง (pH 5-7)

ดินทั้ง 6 พืดอนเป็นดินลึกมาก ความหนาของชั้นดินบนอยู่ในช่วง 12-31 เซนติเมตร ซึ่งจะมีสมบัติดินที่แตกต่างกันแบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกได้แก่ดินพืดอนที่ 1, 3, 4 และ 6 ดินในกลุ่มนี้จะ มีสีน้ำตาลปนแดงไปจนถึงสีแดง มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนและโครงสร้างแบบก้อนกลม มีการแสดงพัฒนาการของหน้าตัดดินชัดเจน วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนคาคเซิงเขายู่บนวัสดุตกค้าง การที่ดินมีพัฒนาการดี เนื้อดินสีน้ำตาลปนแดงและสีแดง แสดงว่าดินมีการระบายน้ำระบายอากาศดี และมีเหล็กออกไซด์มาก (Foth, 1990; Buol *et al.*, 2003) กลุ่มที่สองได้แก่ ดินพืดอนที่ 2 และ 5 ดินมีสีน้ำตาลถึงเทาเข้มและมีเนื้อดินหยาบกว่า มีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพาท้องถิ่น ทั้งสองกลุ่มนั้นแสดงพัฒนาการของหน้าตัดดินชัดเจน มีชั้นการสะสมดินเหนียว (Bt) ในชั้นดินล่าง ซึ่งเกิดจากการที่ดินเหนียวถูกน้ำชะ ทำให้ดินเหนียวเคลื่อนย้ายลงมาสะสมในชั้นดินล่าง (Buol *et al.*, 2003; เอิบ, 2548)

2. สมบัติทางกายภาพของดินที่ศึกษา

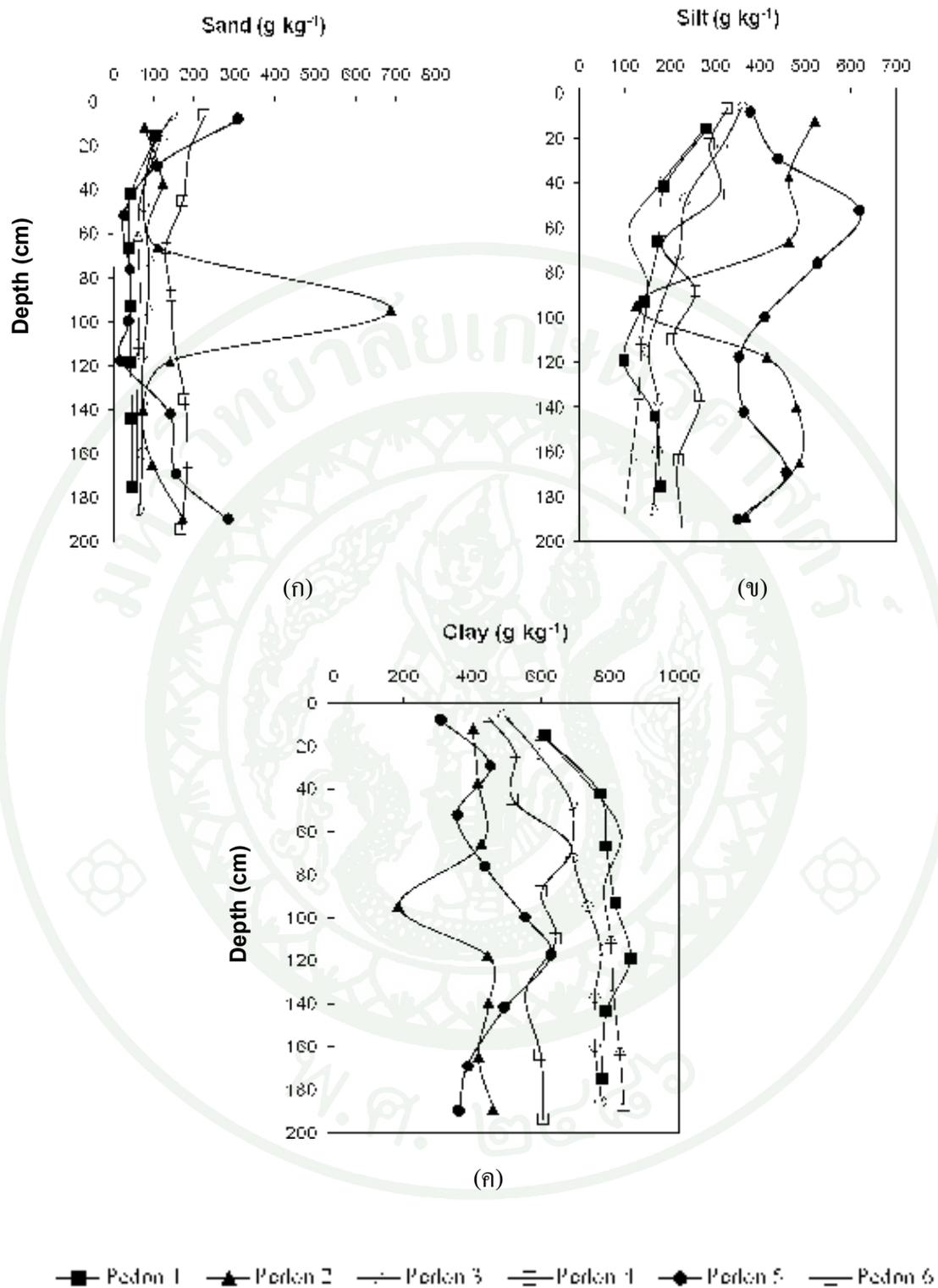
1. การแจกกระจายของขนาดอนุภาคและชั้นเนื้อดิน

ผลการศึกษาการแจกกระจายของอนุภาคดินพบว่า ดินมีอนุภาคทรายเป็นองค์ประกอบ อยู่ในพิสัย 25-688 กรัมต่อกิโลกรัม โดยพืดอนที่ 1 ถึงพืดอนที่ 6 มีอนุภาคทรายอยู่ในพิสัย 38-107, 73-688, 63-146, 130-225, 18-310 และ 57-120 กรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ โดยพบว่า มีอนุภาคทรายสูงในชั้นดินบน และในชั้นดินล่างมีอนุภาคทรายลดลงหรือค่อนข้างคงที่ในชั้นดินอันดับรองลงมา ยกเว้น พืดอนที่ 2 และ พืดอนที่ 5 ที่มีอนุภาคทรายเพิ่มขึ้นและลดลงไม่สม่ำเสมอ แสดงให้เห็นว่า วัตถุประสงค์กำเนิดเป็นตะกอนที่พัดพามาสะสมจึงทำให้เกิดความไม่สม่ำเสมอของอนุภาคทรายภายในหน้าตัดดิน (ภาพที่ 6) (เอิบ, 2548)

การแจกกระจายของอนุภาคทรายแบ่งพบว่า ดินมีอนุภาคทรายแบ่งเป็นองค์ประกอบอยู่ในพิสัย 99-619 กรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่าพืดอนที่ 1 ถึงพืดอนที่ 6 มีอนุภาคทรายแบ่งอยู่ในพิสัย 99-283, 126-520, 153-361, 185-328, 353-619 และ 100-280 กรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ อนุภาคทรายแบ่งนั้น มีแนวโน้มลดลงตามความลึก ยกเว้นพืดอนที่ 2 และพืดอนที่ 5 ที่มีความผันแปร และมีปริมาณมากกว่าในพืดอนอื่น ๆ

การแจกกระจายของอนุภาคดินเหนียวพบว่า ดินมีอนุภาคดินเหนียวเป็นองค์ประกอบ อยู่ในพิสัย 186-858 กรัมต่อกิโลกรัม โดยพืดอนที่ 1 ถึงพืดอนที่ 6 มีอนุภาคดินเหนียวอยู่ในพิสัย 610-858, 186-460, 494-774, 447-685, 310-628 และ 600-839 กรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ แนวโน้มของอนุภาคดินเหนียวส่วนใหญ่ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ยกเว้นพืดอนที่ 5 ที่อนุภาคดินเหนียวมีความผันแปรผิดไปจากพืดอนอื่น

ลักษณะการกระจายของอนุภาคดินในบริเวณที่ทำการศึกษานั้นพบว่า ดินในพืดอนที่ 1,3,4 และ 6 มีการเคลื่อนย้ายอนุภาคขนาดดินเหนียวลงไปสะสมในชั้นดินล่าง โดยมีน้ำเป็นตัวการ แสดงให้เห็นว่าดินมีพัฒนาการหน้าตัดดี ส่วนพืดอนที่ 2 และ 5 นั้นจะมีลักษณะการกระจายอนุภาคไม่ต่อเนื่องกันในแต่ละชั้น เป็นผลมาจากอิทธิพลจากตะกอนน้ำ (Buol *et al.*, 2003; เอิบ, 2548)



ภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอนุภาคทราย (ก) อนุภาคทรายแป้ง (ข) และอนุภาคดินเหนียว (ค) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

2. สภาพน้ำขังของดินที่ศึกษา

สภาพน้ำขังของดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำทั้ง 6 พืดอน ซึ่งทำการศึกษาเฉพาะดินบน พบว่ามีค่าตั้งแต่ 0.11-135 เซนติเมตรต่อชั่วโมง มีค่าอยู่ในระดับ ซ้ำมากถึงเร็วมาก (O' Neal, 1952) (ตารางผนวกที่ 1)

ดินที่ทำการศึกษามากส่วนใหญ่มักจะเป็นดินเนื้อละเอียด แต่มีการระบายน้ำดี เป็นผลมาจากโครงสร้างดินที่ดี และมีความต่อเนื่องของช่องว่างในดิน ทำให้การระบายน้ำและระบายอากาศจากช่องว่างระหว่างเม็ดดินได้ดี (Hillel, 1982) ในพืดอนที่ 3, 4 และ 5 ดินบนมีสภาพน้ำที่สูงกว่าดินล่างอย่างชัดเจน ลักษณะเช่นนี้ทำให้เกิดน้ำไหลผ่านผิวได้ง่าย และส่งผลให้ชั้นดินบนมีขนาดบวมลง ส่วนพืดอนอื่นที่ดินบนมีสภาพน้ำขณะอิ่มตัวต่ำกว่าดินล่าง จะยังมีชั้นดินบนที่มีความหนาอยู่ แต่ทั้งนี้ชั้นดินบนจะบางมากเท่าไร ก็ขึ้นอยู่กับความลาดชันที่ผิวหน้าด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; เอิบ, 2548)

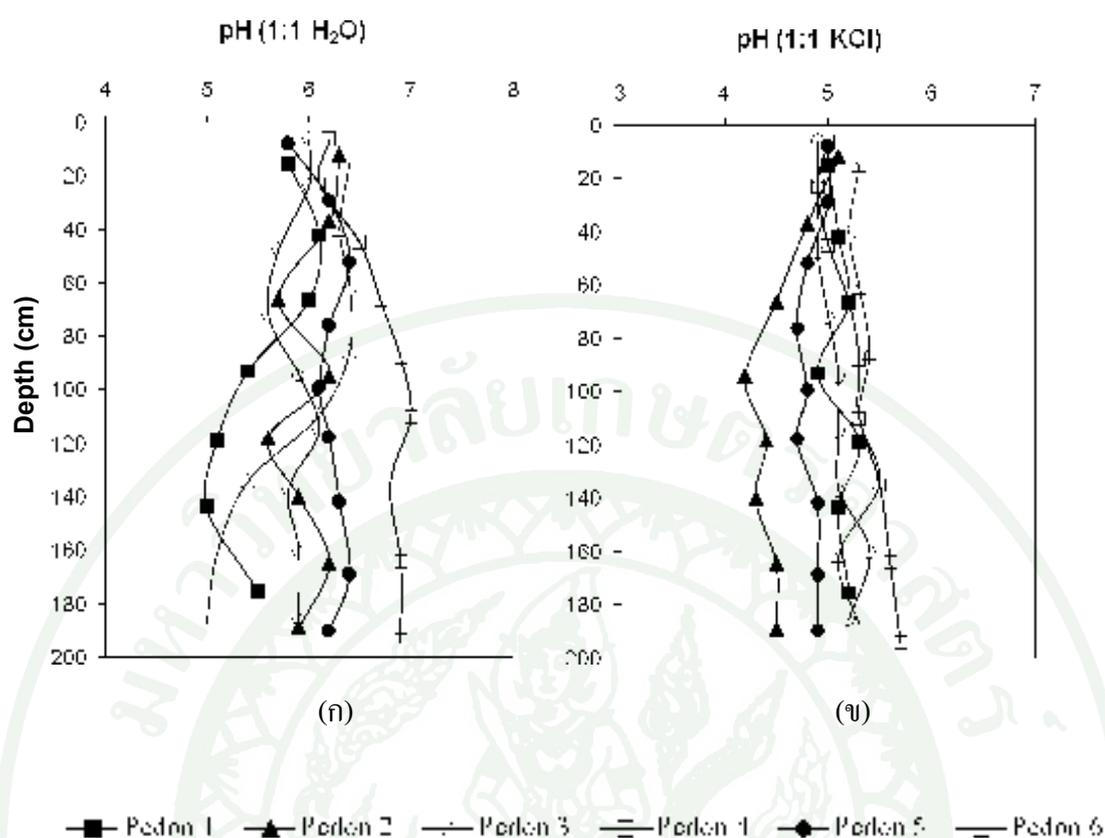
3. สมบัติทางเคมี

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา มีดังนี้

1. พีเอชดิน (pH)

พีเอชดินที่ทำการศึกษา เมื่อวัดโดยใช้ดินต่อน้ำในอัตราส่วน 1:1 (ภาพที่ 7 ก) มีค่าอยู่ในพิสัย 5-7 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกลาง และพีเอชดินโดยใช้วิธีดินต่อสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตราส่วน 1:1 (ภาพที่ 7 ข) มีค่าอยู่ในพิสัย 4.2-5.7 มีค่าอยู่ในช่วงเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดปานกลาง

ค่าพีเอชดินของดินที่ทำการศึกษาพบว่าดินชั้นบนของทุกพืดอน มีค่าอยู่ในช่วงเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.8-6.4) ค่าพีเอชดินที่วัดโดยน้ำ มีค่าสูงกว่าที่วัดโดยใช้สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ แสดงว่าดินมีผลลัพท์ของประจุในดินรวมเป็นลบ ซึ่งเป็นธรรมชาติของระบบดินที่ควบคุมโดยอิทธิพลของแร่ดินเหนียวซิลิเกต (Sanchez, 1976; Sposito, 1992) ในชั้นล่างของดินพืดอน 6 มีผลต่างของค่าพีเอชดินที่วัดโดยน้ำกับที่วัดโดยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์เป็น



ภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชดินที่วัดในน้ำ (ก) และค่าพีเอชดินที่วัดในสารละลาย 1M KCl (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

บวก และมีค่า พีเอชดินเป็นกรดเพิ่มตามความลึก อาจเนื่องจากดินมีปริมาณของดินเหนียวประเภทเคโอลิไนต์ และแร่เหล็กออกไซด์ ทำให้มีการแทนที่ประจุที่มีขนาดใกล้เคียงกันน้อยมาก ประจุส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับค่าพีเอชดินเป็นหลัก และการที่ pH ของดินลดลงตามความลึก แสดงว่าไอออนบวกที่เป็นค่าถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดิน (Bell and Edwards, 1987; Sanchez and Logan, 1992; Buol *et al.*, 2003; Brady and Weil, 2004)

2. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินที่ทำการศึกษา ดินบนมีมีค่าอยู่ในช่วงค่อนข้างสูงถึงสูงมาก (30.2-62.4 กรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนดินล่างมีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างสูง (0.7-34.3 กรัมต่อกิโลกรัม) (ภาพที่ 8 ก) ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เปลี่ยนแปลงเป็นผลมาจากปัจจัยทางด้านอุณหภูมิ ความชื้น เนื้อดิน และชนิดของพรรณพืช (Parton *et al.*, 1987) และการที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุมี

แนวโน้มลดลงตามความลึกนั้น เป็นผลมาจากการทับถมของเศษซากพืช ทำให้อินทรีย์วัตถุสะสมอยู่บนชั้นดินบน ส่วนดินล่างมีการสะสมของอินทรีย์วัตถุที่น้อยกว่า จึงมีการสะสมอินทรีย์วัตถุที่น้อยกว่า (Virgo and Holmes, 1977)

3. ปริมาณไนโตรเจนรวม

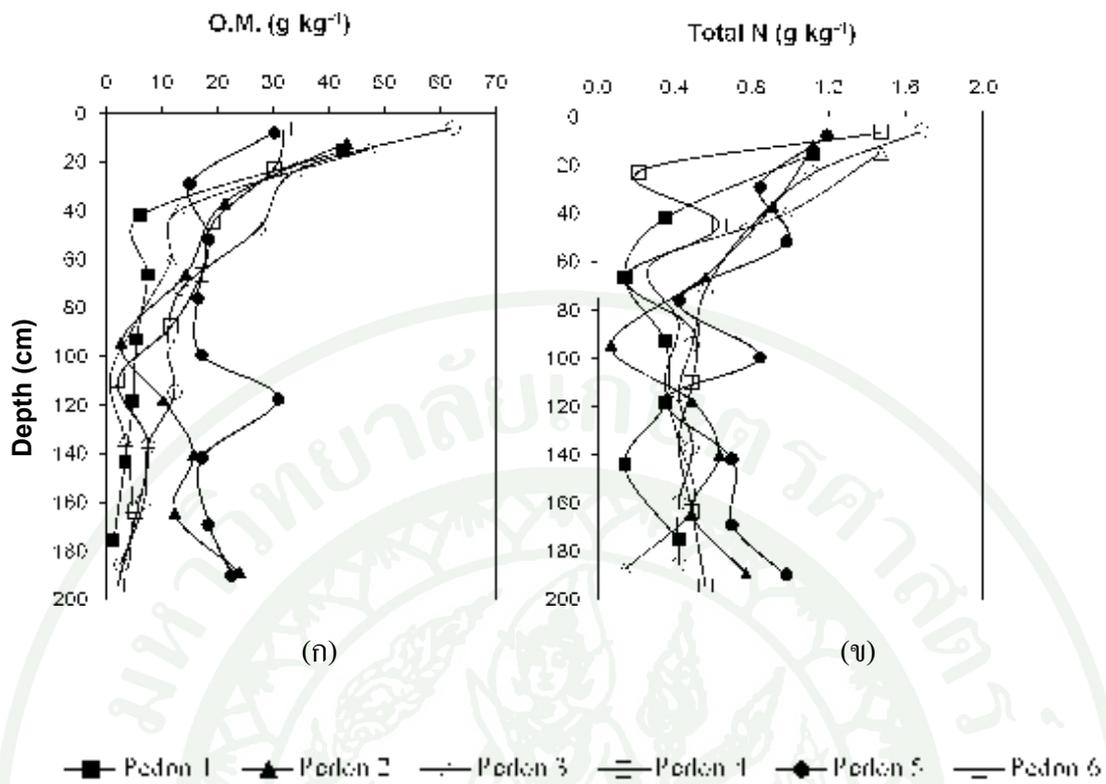
ปริมาณไนโตรเจนรวมของดินที่ทำการศึกษา มีค่าอยู่ในช่วงต่ำถึงต่ำมาก (0.1-1.7 กรัมต่อกิโลกรัม) ดินบนมีค่าไนโตรเจนรวมต่ำ (1.1-1.7 กรัมต่อกิโลกรัม) ในทุกปีเดือน (ภาพที่ 8 ข) ไนโตรเจนรวมมีค่าลดลงตามความลึก ซึ่งมีลักษณะไปทางเดียวกันกับปริมาณอินทรีย์วัตถุ เพราะเมื่ออินทรีย์วัตถุสลายตัวจะให้ธาตุไนโตรเจน (Brady, 1990)

4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ทำการศึกษาทั้ง 6 ปีเดือนพบว่า มีค่าตั้งแต่ต่ำมากถึงสูงมาก (0.6-76.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีค่าสูงปานกลางถึงสูงมากในดินบน (15.5-57.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก (ภาพที่ 9 ก) โดยเป็นผลจากการเป็นดินที่มีพัฒนาการสูง ผ่านการชะละลายมานานทำให้ดินเป็นกรด ฟอสฟอรัสจึงถูกดูดซับอยู่ในรูปที่ละลายออกมายาก (Sanchez, 1976; Havlin *et al.*, 1999) ยกเว้นปีเดือนที่ 2 ซึ่งฟอสฟอรัสมีค่าผันแปรตลอดหน้าตัดดินเกิดจากเป็นพื้นที่รับน้ำจากบริเวณที่ทำการเกษตร และการที่วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพา ซึ่งมีฟอสฟอรัสที่อาจมาจากการใส่ปุ๋ย หรือที่จับตัวกับแคลเซียมจากภูเขาหินปูน ซึ่งเป็นตะกอนที่ไหลมาทับถมตลอดทุกปี และพอที่เอซเปลี่ยนแปลง ฟอสฟอรัสก็ละลายปลดปล่อยออกมา ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสแปรผันไปตามตะกอนที่มาทับถม (Buol *et al.*, 2003)

5. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ระดับต่ำมากถึงสูงมาก (25.0-524.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบนมีระดับสูงถึงสูงมาก (92.7-524.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนในดินล่างปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก (25.0-149.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ภาพที่ 9 ข) การที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มากในดินบนและลดลงตามความลึก เป็นอิทธิพลมาจากการใช้ที่ดิน เพราะมีการใช้งานพื้นที่ทางการเกษตร จึงมีการใส่ปุ๋ย ทำให้ในดินบนพบว่ามีโพแทสเซียมสูงกว่าในดินล่าง ปริมาณ

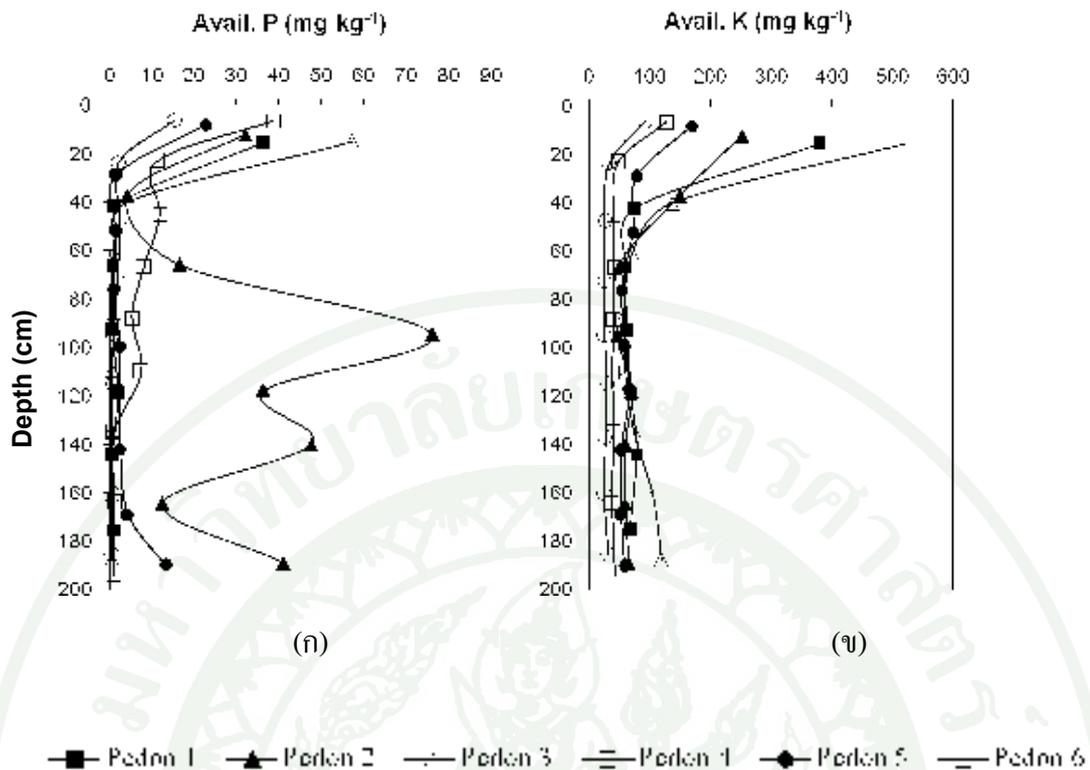


ภาพที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ก) และปริมาณไนโตรเจนรวม (ข) กับ ความลึกของดินที่ทำการศึกษา

โพแทสเซียมมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุ เพราะอินทรีย์วัตถุมีความสามารถในการดูดซับ แคตไอออนได้ในปริมาณสูง และการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุจะให้โพแทสเซียมบางส่วน (Sanchez *et al.*, 1983; Brady, 1990)

6. ปริมาณเบสที่สกัดได้

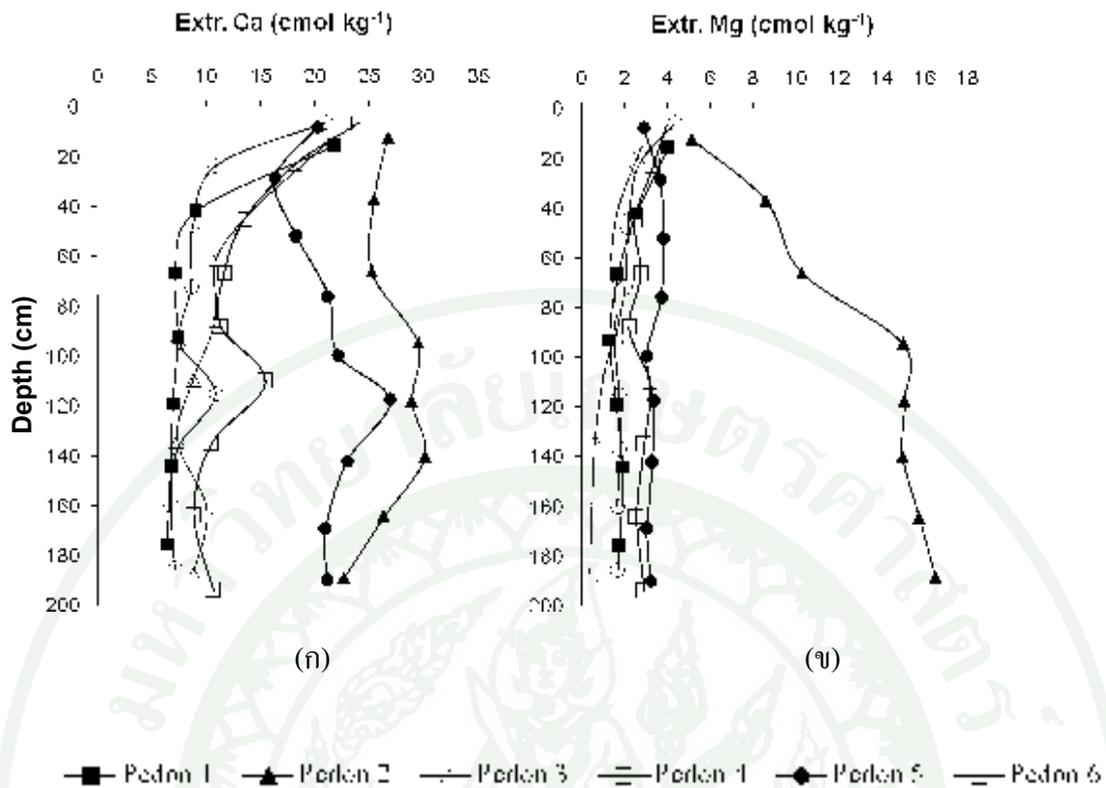
ปริมาณเบสที่สกัดได้ อันได้แก่แคตไอออนที่เป็นต่างอยู่ในรูปที่สกัดได้ที่ทำการ วิเคราะห์ ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และ โซเดียม



ภาพที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ก) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

แคลเซียมที่สกัดได้

ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในดิน มีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก มีพิสัยอยู่ในช่วง 6.4-30.1 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ดินบนมีค่าอยู่ในระดับสูงมาก มีพิสัยอยู่ในช่วง 20.2-26.7 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และดินล่างมีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก มีพิสัยอยู่ในช่วง 6.4-30.1 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ในพีดอนที่ 1, 3, 4 และ 6 แคลเซียมที่สกัดได้มีค่าลดลงตามความลึก ในพีดอน 2 มีแนวโน้มคงที่ตลอดหน้าตัด และพีดอน 5 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก (ภาพที่ 10 ก) การที่ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ลดลงตามความลึก แสดงถึงดินที่มีพัฒนาการสูง ทำให้ดินถูกชะละลายแคลเซียมไปจากหน้าตัดดิน ในพีดอนที่ 2 ที่มีแนวโน้มคงที่ และพีดอนที่ 5 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากอิทธิพลการชะละลายโดยน้ำยังมีไม่มาก และการรับอิทธิพลมาจากวัตถุต้นกำเนิด (FitzPatrick, 1971; Buol *et al.*, 2003)



ภาพที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (ก) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

แมกนีเซียมที่สกัดได้

ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษา มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงสูงมาก มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.4-16.6 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ดินบนค่าแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง พิสัยอยู่ในช่วง 2.8-5.2 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ดินล่างมีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.4-16.6 เซนติโมลต่อกิโลกรัม โดยพีดอนที่ 1, 3, 4, 5 และ 6 มีแนวโน้มคงที่ ส่วนพีดอนที่ 2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก (ภาพที่ 10 ข) จากการที่ส่วนใหญ่ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีแนวโน้มคงที่และเพิ่มขึ้นตามความลึกนั้น ผลมาจากวัตถุดิบกำเนิดและมีการชะละลายจากดินบนลงไปสะสมในดินล่างโดยน้ำ รวมถึงอาจมีอิทธิพลจากน้ำใต้ดินร่วมด้วย (Chadwick and Graham, 2000; Buol *et al.*, 2003)

โพแทสเซียมที่สกัดได้

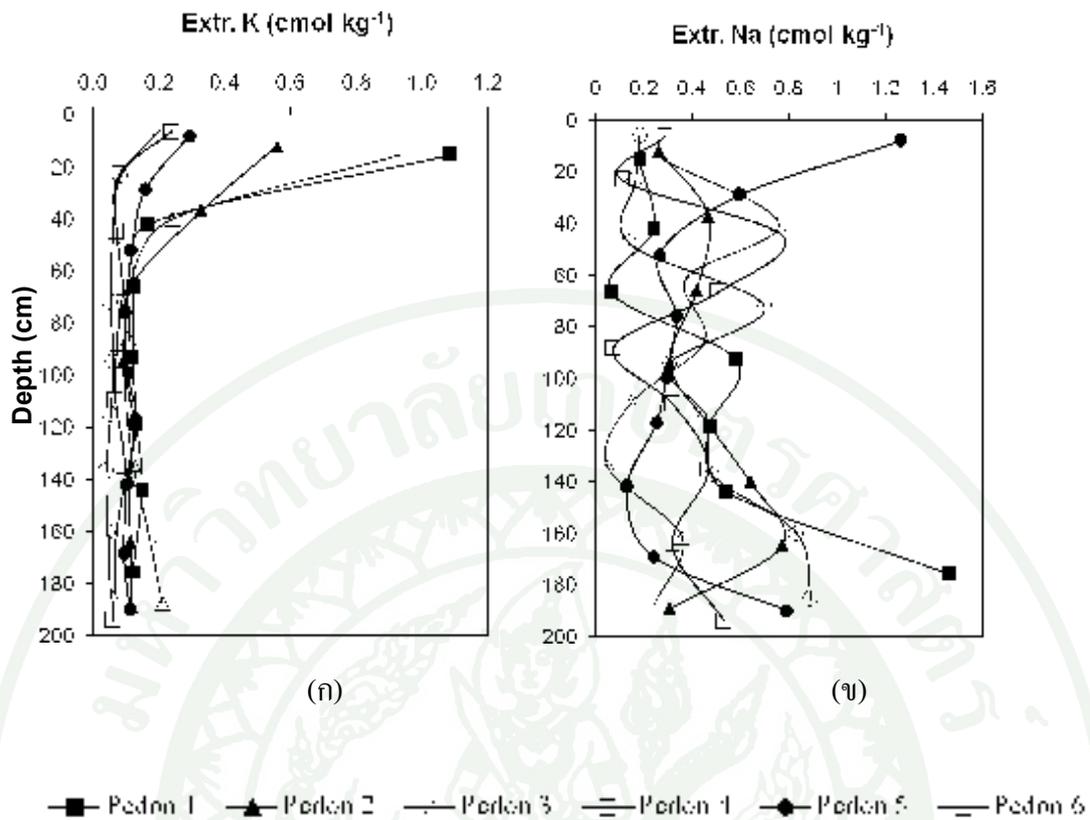
ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษา มีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูง มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.1-1.1 เซนติโมลต่อกิโกรัม ดินบนโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูง พิสัยอยู่ในช่วง 0.2-1.1 เซนติโมลต่อกิโกรัม ดินล่างมีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำมีพิสัยอยู่ในช่วง 0.1-0.3 เซนติโมลต่อกิโกรัม โดยทุกพีดอนมีค่าลดลงตามความลึก (ภาพที่ 11 ก) เพราะ อินทรีย์วัตถุซึ่งปริมาณโพแทสเซียมมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุ เช่นเดียวกับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Sanchez *et al.*, 1983; Brady, 1990)

โซเดียมที่สกัดได้

ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษา มีค่าอยู่ในช่วงต่ำมากถึงสูง มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.05-1.46 เซนติโมลต่อกิโกรัม ดินบนมีค่าอยู่ในช่วงต่ำถึงสูง มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.18-1.26 เซนติโมลต่อกิโกรัม ดินล่างมีค่าอยู่ในช่วงต่ำมากถึงสูง มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.05-1.46 เซนติโมลต่อกิโกรัม โดยในพีดอนที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก พีดอนที่ 4 และ 6 มีความผันแปรสูง ส่วนพีดอนที่ 5 มีแนวโน้มลดลงตามความลึกและเพิ่มขึ้นในตอนท้าย (ภาพที่ 11 ข) เพราะโซเดียมสามารถละลายไปกับน้ำได้ง่าย ทำให้มีความแปรผันสูง

ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษา ซึ่งหาได้จากผลรวมของแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียมและโซเดียมที่สกัดได้ มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 8.2-45.8 เซนติโมลต่อกิโกรัม ดินบนมีปริมาณเบสรวมที่สกัดได้มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 24.7-32.7 เซนติโมลต่อกิโกรัม ส่วนดินล่างมีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 8.2-45.8 เซนติโมลต่อกิโกรัม มีแนวโน้มลดลงตามความลึก ยกเว้นพีดอน 2 และ 5 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 12 ก)

การที่ปริมาณเบสรวมลดลงตามความลึก แสดงถึงการมีพัฒนาการสูง มีแร่ดินเหนียวที่มีกิจกรรมต่ำ มีการดูดซับไอออนบวกได้น้อย ซึ่งแคตไอออนสามารถถูกชะละลายไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย ในพีดอนที่ 2 และ 5 มีปริมาณเบสรวมที่สกัดได้แนวโน้มเพิ่มขึ้นและความลึก เนื่องมาจากอิทธิพลการชะละลายยังไม่เต็มที่ ทำให้มีการสะสมเบสในตอล่างของหน้าตัดดิน ซึ่งแสดงว่าดินมีระดับพัฒนาการไม่สูงนัก (FitzPatrick, 1971; Buol *et al.*, 2003)

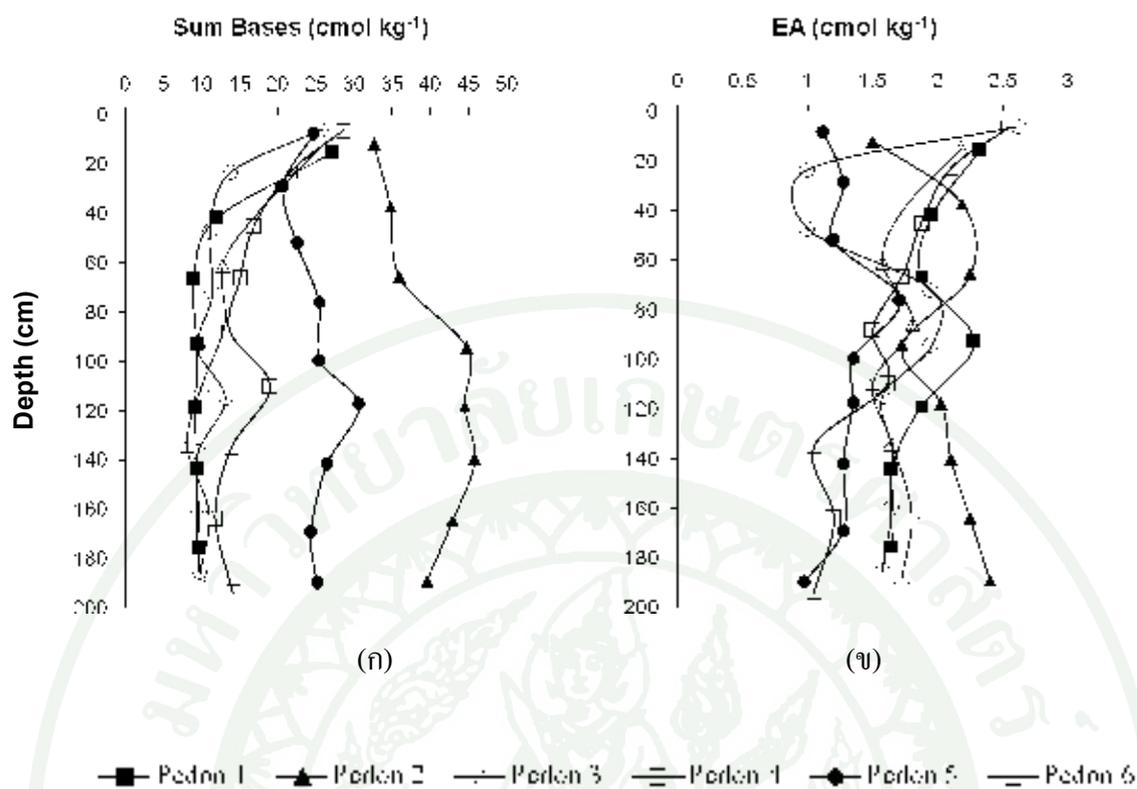


ภาพที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (ก) และปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

7. สภาพกรดที่สกัดได้

สภาพกรดที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษามีค่าต่ำ มีพิสัยอยู่ในช่วง 1.0-2.6 เซนติโมลต่อ กิโลกรัม โดยพีดอนที่ 1, 3, 4 และ 6 มีแนวโน้มลดลงตามความลึก ส่วนพีดอนที่ 2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก และพีดอนที่ 5 มีแนวโน้มคงที่ (ภาพที่ 12 ข)

สภาพกรดที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษา มีค่าน้อยในทุกพีดอนเนื่องจากพีเอชดินมีค่ามากกว่า 4.5 ทำให้อะลูมิเนียมในดินไม่ละลายออกมาและจับตัวกันอยู่ในรูปของแร่กิบbsite ทำให้ดินมีปริมาณกรดที่สกัดได้ไม่สูงนัก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)



ภาพที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (ก) และสภาพกรดที่สกัดได้ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

8. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนโดยวิธีชะละลายไอออนบวกด้วยสารละลาย 1 M NH_4OAc (pH7.0) (Chapman, 1965) ในดินที่ทำการศึกษาทั้ง 6 พืดอน มีค่า 13.1-64.3 เซนติโมลต่อ กิโลกรัม มีค่าอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูงมาก ในดินบนมีค่าสูงถึงสูงมาก อยู่ในช่วง 20.1-39.4 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงตามความลึก ยกเว้นพืดอน 2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก (ภาพที่ 13 ก)

การที่ในดินบนมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง และลดลงตามความลึก มีผลมาจากในดินบนมีอินทรีย์วัตถุสูง และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนลดลงตามความลึกทั้งที่ปริมาณดินเหนียวเพิ่มขึ้น มีผลมาจากชนิดของแร่ดินเหนียว ที่เป็นแร่ดินเหนียวกิจกรรมต่ำ ร่วมกับการที่มีแร่เหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์ ในทางกลับกัน พืดอน 2 ที่มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นตาม

ที่มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำกว่าร้อยละ 35 นั้นแสดงถึงการเคลื่อนย้ายของแคตไอออนออกไปจากชั้นดินโดยการชะละลาย และธาตุอาหารและองค์ประกอบที่มีกิจกรรมสูงต่าง ๆ จะจำกัดอยู่ในเขตรากพืชตอนบนเป็นส่วนใหญ่ (Bell and Edwards, 1987; Sanchez and Logan, 1992; Buol *et al.*, 2003)

4. การวิเคราะห์ทางเคมีรวม

ผลการวิเคราะห์ปริมาณทั้งหมดของธาตุต่าง ๆ ทางเคมีรวมโดยวิธี X-ray fluorescence spectrophotometer (XRF) ตามความลึกของดิน แสดงผลดังตารางที่ 6 และเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุรวมกับชั้นดินที่ทำการศึกษาโดยวิธี principal component analysis (statsoft, 2003) (ภาพที่ 14) พบว่าแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มของชั้นดินในพีคตอนที่ 2 โดยพบธาตุหลักเป็น CaO, Na₂O, MgO, P₂O₅ และ TiO₂ โดยสอดคล้องกับพีคตอนที่ 2 นี้ ที่พบแร่สเมกไทต์ เป็นแร่หลัก แสดงถึงดินที่มีพัฒนาการยังไม่สูงมาก จึงยังพบธาตุจำพวกแมกนีเซียมและแคลเซียม (Dixon and Weed, 1989)

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มของชั้นดินจากพีคตอนที่ 5 โดยพบธาตุหลักเป็น K₂O และ SiO₂ ซึ่งเป็นธาตุองค์ประกอบหลักของแร่อิลไลต์ ซึ่งสอดคล้องกับพีคตอนที่ 5 นี้มีแร่อิลไลต์เป็นแร่หลัก แสดงให้เห็นว่าดินยังมีพัฒนาการไม่สูงมาก (Dixon and Weed, 1989)

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มของชั้นดินจากพีคตอนที่ 1, 3, 4 และ 6 โดยธาตุหลักที่พบคือธาตุ Fe₂O₃, Al₂O₃, MnO และ SO₃ โดยสอดคล้องกับการพบแร่หลักของดินกลุ่มนี้ที่เป็นแร่เคโอลิไนต์ เหล็ก และอะลูมิเนียมออกไซด์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสภาพแวดล้อมการสะสมอยู่กับที่ของหินที่มีแร่เหล็กเป็นองค์ประกอบ และเป็นดินมีพัฒนาการสูง (Dixon and Weed, 1989; Dixon and Schulze, 2002)

4.1 ซิลิโคน

ปริมาณรวมของซิลิโคนในดินที่ทำการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 313-729 กรัมต่อกิโลกรัม ทุกพีคตอนมีแนวโน้มคงที่ตลอดหน้าตัดดิน ยกเว้นพีคตอนที่ 4 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก และพีคตอนที่ 2 และ 1 ที่มีแนวโน้มลดลงตามความลึก เพราะซิลิโคนเป็นธาตุที่พบมากในหน้าตัดดิน มี

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีรวม (total analysis) ของดินที่ทำการศึกษา

Depth (cm)	Horizon	Si	Al	Ca	Mg	P	K	Ti	Fe	Mn	Na	S
		(- g kg ⁻¹ -)										(- mg kg ⁻¹ -)
Pedon 1 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic												
0 - 31	Ap	431	279	7.4	9.6	7.6	8.5	39.3	209	7.9	473	118
53 - 80	Bt2	416	306	2.8	10.1	2.9	7.9	36.0	213	5.2	292	233
80 - 106	Bt3	415	305	2.6	9.9	2.5	7.8	36.9	215	5.1	458	-
106 - 132	Bt4	415	304	2.6	10.0	2.2	7.8	37.2	215	5.1	406	-
132 - 156	Bt5	411	306	2.4	10.3	2.1	7.8	37.5	217	5.3	398	-
156 - 195+	Bt6	404	306	2.5	10.8	1.9	7.8	39.1	221	5.9	519	-
Pedon 2 Typic Haplustalf, fine, mixed, active, hyperthermic												
0 - 24	Ap	598	175	12.3	19.5	5.3	22.0	35.4	127	1.9	3679	115
24 - 50	Bt1	481	200	11.0	26.6	4.7	15.2	54.3	199	2.7	4599	233
50 - 82	Bt2	463	204	14.0	33.1	4.8	13.5	54.3	204	2.3	6592	-
82 - 107	Bt3	472	184	21.5	40.7	5.9	12.3	44.4	209	2.9	7852	-
107 - 129	Bt4	470	205	15.0	32.9	5.6	13.4	54.3	195	2.5	5908	-
129 - 151	Btg1	468	203	15.0	34.0	6.2	13.7	55.2	197	2.3	5883	-
151 - 178	Btg2	469	200	12.8	34.5	4.3	13.5	54.6	204	2.1	5602	-
178 - 200+	Btg3	476	192	13.8	31.4	5.9	13.1	55.2	205	3.1	5155	-
Pedon 3 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic												
0 - 12	Ap	334	344	9.3	15.7	5.3	3.5	36.7	238	12.5	549	488
12 - 35	Bt1	318	365	3.0	13.2	2.6	3.2	37.3	245	11.7	571	-
35 - 60	Bt2	313	366	2.6	13.4	2.3	3.2	37.6	249	12.9	458	-
60 - 84	Bt3	313	368	2.6	12.8	2.1	3.2	37.5	248	12.4	572	-
84 - 105	Bt4	318	366	2.7	13.0	2.1	3.4	37.3	245	12.0	399	-
105 - 125	Bt5	330	356	5.6	14.5	3.8	3.2	36.9	237	11.7	646	470
125 - 149	Bt6	327	356	4.0	14.6	3.6	3.0	36.7	242	12.2	465	465
149 - 171	Bt7	319	359	3.3	13.8	3.2	3.0	37.1	248	12.7	572	229
171 - 200+	Bt8	317	365	3.3	13.4	3.0	3.0	37.9	245	12.1	401	114
Pedon 4 Typic Paleustult, fine, mixed, semiactive, hyperthermic												
0 - 13	Ap	421	301	8.4	12.2	6.8	5.8	32.3	202	9.5	527	117
13 - 33	Bt1	403	315	6.1	12.9	4.9	5.3	32.3	210	9.8	524	233
33 - 57	Bt2	393	325	4.7	12.9	4.7	5.3	32.7	209	11.6	573	115
57 - 76	Bt3	419	310	4.1	12.6	3.8	5.9	31.4	202	9.7	560	112
76 - 100	Bt4	410	317	3.9	12.5	3.7	5.7	31.6	206	9.5	395	-
100 - 120	Bt5	425	308	3.8	12.3	3.2	6.3	31.0	200	10.2	506	-
120 - 150	Bt6	503	262	3.4	10.4	2.1	8.1	27.9	175	7.0	443	-
150 - 178	Bt7	596	217	3.1	9.3	1.1	11.0	22.0	136	4.3	380	-
178 - 210+	Bt8	597	226	3.2	9.5	0.9	12.3	20.3	128	3.0	388	-

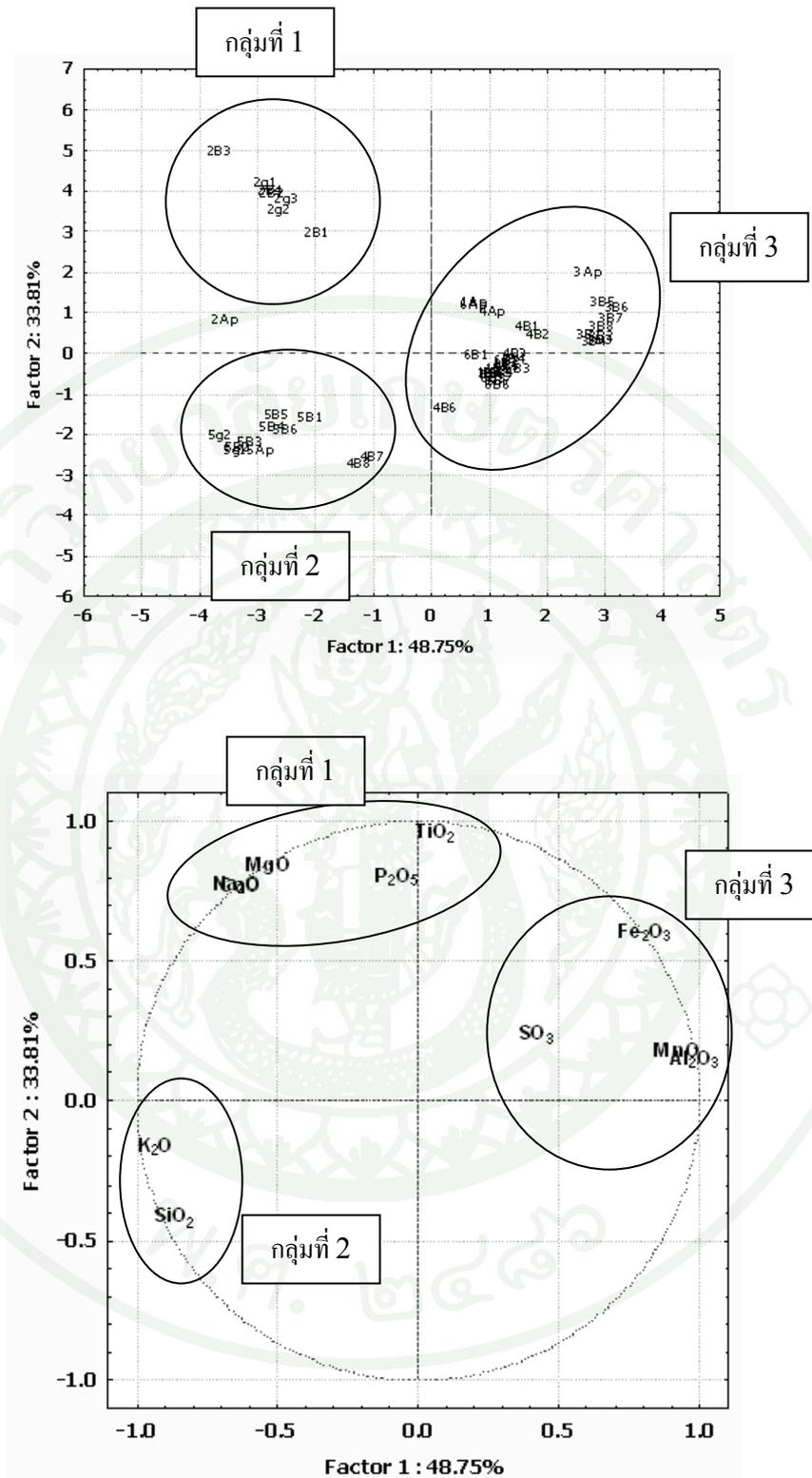
ตารางที่ 6 (ต่อ)

Depth (cm)	Horizon	Si	Al	Ca	Mg	P	K	Ti	Fe	Mn	Na	S
		(----- g kg ⁻¹ -----)										(-mg kg ⁻¹ -)
Pedon 5 Ultic Haplustalf, fine, mixed, superactive, hyperthermic												
0 - 16	Ap	729	117	5.7	10.4	3.1	14.2	21.3	97	1.6	708	109
16 - 42	Bt1	606	182	5.3	13.7	2.1	18.4	29.5	140	2.3	671	112
42 - 62	Bt2	651	179	5.6	15.1	1.8	23.2	20.2	101	1.3	1675	-
62 - 90	Bt3	645	179	5.7	14.5	1.8	21.7	21.9	108	1.4	1598	-
90 - 109	Bt4	618	189	6.3	14.7	2.2	20.4	24.5	121	1.7	1167	-
109 - 126	Bt5	601	202	7.6	14.8	2.4	19.7	28.1	123	0.8	840	-
126 - 158	Bt6	629	176	6.3	13.8	1.9	17.6	25.5	126	2.2	930	-
158 - 180	Btg1	685	154	6.6	13.1	1.8	19.7	20.1	96	1.7	1747	-
180 - 200+	Btg2	699	138	7.6	14.3	2.6	18.5	19.6	96	1.5	2233	-
Pedon 6 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic												
0 - 30	Ap	432	286	9.0	9.8	7.2	9.1	35.9	204	7.5	354	236
30 - 50	Bt1	432	300	4.6	9.4	4.5	7.7	33.8	202	6.5	574	-
50 - 72	Bt2	422	300	3.5	9.7	3.2	7.4	34.8	212	6.2	452	226
72 - 99	Bt3	427	298	3.0	9.7	2.2	7.1	35.1	211	6.1	396	339
99 - 120	Bt4	422	299	2.9	9.6	2.2	7.1	35.8	214	6.0	567	113
120 - 148	Bt5	422	302	2.7	9.4	1.9	7.1	36.1	212	6.0	510	-
148 - 175	Bt6	424	302	2.5	8.9	1.7	7.1	36.0	211	6.1	341	-
175 - 200+	Bt7	421	302	2.7	9.3	1.6	7.0	36.9	213	6.4	507	-

ความสัมพันธ์กับปริมาณของอนุภาคทรายและทรายแป้งในดิน (Dixon and Weed, 1989; Buol *et al.*, 2003) ผลที่ได้จึงสอดคล้องกับผลการศึกษากการแจกกระจายของขนาดอนุภาค

4.2 อะลูมิเนียม

ปริมาณรวมของอะลูมิเนียมของดินที่ศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 117-368 กรัมต่อกิโลกรัม มีแนวโน้มคงที่ตลอดหน้าตัดดินยกเว้นพีดตอนที่ 4 ที่มีแนวโน้มลดลงในตอนล่างของหน้าตัดดิน อะลูมิเนียมเป็นธาตุที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแร่ดินเหนียวในดิน เพราะอะลูมิเนียมเป็นองค์ประกอบสำคัญในแร่กลุ่มอะลูมิเนียมซิลิเกต (คณาจารย์ภาควิชาปฐพี, 2548; Dixon and Weed, 1989) ซึ่งมีแนวโน้มตรงกันข้ามกับซิลิกอน ในพีดตอนที่ 4 ลึกลงไป สัดส่วนของซิลิกอนเมื่อเทียบกับอะลูมิเนียมที่เพิ่มสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าในอนุภาคขนาดดินเหนียว มีแร่จำพวกอะลูมิเนียมออกไซด์ลดลงในตอนล่างของหน้าตัดดิน และมีแร่ดินเหนียวชนิด 2:1 มากขึ้น



ภาพที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุรวมกับชั้นดินที่ทำการศึกษา โดยวิธี principal component analysis โดยใช้ตัวแปร 41 ธาตุ กับ 49 ชั้นดิน

4.3 แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และโซเดียม

ปริมาณรวมของธาตุแคลเซียมอยู่ในช่วง 2-21 กรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียมมีค่าอยู่ในช่วง 9-41 กรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมอยู่ในช่วง 3-23 กรัมต่อกิโลกรัม และโซเดียมมีค่าอยู่ในช่วง 292 -7852 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณแคลเซียมมีแนวโน้มลดลงตามความลึกยกเว้นพีคตอนที่ 2 และ 5 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก แมกนีเซียมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ยกเว้นพีคตอนที่ 4 และ 6 ที่มีแนวโน้มลดลงตามความลึก โพแทสเซียมมีแนวโน้มลดลงตามความลึกยกเว้นพีคตอนที่ 4 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก และโซเดียมมีแนวโน้มคงที่ตลอดหน้าตัดดิน ยกเว้นพีคตอนที่ 2 และ 5 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ปริมาณของธาตุที่เป็นค่าสูง สอดคล้องกับค่าร้อยละความอิ่มตัวเบส ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิด และสภาพการชะละลายภายในหน้าตัดดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพี, 2548; เอ็ม 2548; Dixon and Schulze, 2002; Buol *et al.*, 2003)

4.4 เหล็กและไทเทเนียม

ค่าวิเคราะห์ปริมาณรวมของธาตุเหล็กมีค่าอยู่ในช่วง 95-248 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณไทเทเนียมมีค่าอยู่ในช่วง 19-55 กรัมต่อกิโลกรัม และทั้งคู่มีแนวโน้มคงที่ตลอดหน้าตัดดิน เหล็กออกไซด์เกิดขึ้นมากเนื่องจากการผุพังในดินและหินที่มี clay มาก ดังนั้นเมื่อดินมีพัฒนาการสูงจึงมักมีออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของอะลูมิเนียม เหล็ก และไทเทเนียมมาก (อัญชลี, 2534)

4.5 แมงกานีส

ปริมาณรวมของธาตุแมงกานีสในดินที่ศึกษา พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.8-13 กรัมต่อกิโลกรัม มีแนวโน้มลดลงตามความลึก ยกเว้นพีคตอนที่ 2 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก พบปริมาณธาตุแมงกานีสในดินที่สูงมาก เนื่องจากเป็นชั้นที่มีการสะสมสารกอนทรงมนของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ และวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นหินปูน ซึ่งหินปูน (CaCO_3) อาจเกิดการแทนที่ของ Ca ด้วย Mn^{2+} เมื่อผุพังจะปล่อยธาตุแมงกานีสให้แก่ดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพี, 2548; Dixon and Schulze, 2002) ทำให้ดินบริเวณนี้มีธาตุแมงกานีสสูงตามไปด้วย

4.6 ฟอสฟอรัสและกำมะถัน

ดินมีค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.9-7.6 กรัมต่อกิโลกรัม มีแนวโน้มลดลงตามความลึกยกเว้นพีคตอนที่ 2 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก สำหรับค่าวิเคราะห์กำมะถันมีค่าอยู่

ในช่วง น้อยมากจนไม่สามารถวัดได้ถึง 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ทั้งฟอสฟอรัสและกำมะถันส่วนใหญ่จะมาจากอินทรีย์วัตถุ การที่ดินมีแนวโน้มของฟอสฟอรัสและกำมะถันลดลงตามความลึกมีผลสอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพี, 2548; Brady, 1990; Germida and Siciliano, 2000)

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงแร่ของดิน

ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณองค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว และอนุภาคขนาดทรายแป้งของดินที่ศึกษาทั้ง 6 บริเวณ โดยวิธีการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับแร่มาตรฐาน (ตารางที่ 7) ตามวิธีของ Whittig and Allardice (1986)

1. องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว

พืดอน 1 องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียวประกอบด้วย แร่เคโอลิไนต์ ปริมาณปานกลาง (20-40%) ถึงสูง (40-60%) เวอร์มิคิวไลต์ปริมาณเล็กน้อย (<5%) ถึงปริมาณน้อย (5-20%) พบแร่เกอไทต์และกิบbsite ปริมาณน้อย และพบแร่ควอตซ์และฮีมาไทต์ปริมาณเล็กน้อยตลอดหน้าตัดดิน

พืดอน 2 องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียวประกอบด้วย แร่เคโอลิไนต์ ปริมาณน้อย (5-20%) ถึงปานกลาง (20-40%) พบแร่โอลิไลต์ปริมาณเล็กน้อย (<5%) ถึงปานกลาง (20-40%) แร่สเมกไทต์พบในปริมาณน้อย (5-20%) ถึงสูง (40-60%) และพบแร่ควอตซ์ เกอไทต์ และกิบbsite ปริมาณเล็กน้อย (<5%) ตลอดหน้าตัดดิน

พืดอน 3 องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียว ประกอบด้วย แร่เคโอลิไนต์, เบอห์ไมต์ และเวอร์มิคิวไลต์ ปริมาณปานกลาง (20-40%) และพบแร่กิบbsiteและฮีมาไทต์ปริมาณน้อย (5-20%) พบควอตซ์ เกอไทต์ และแคลไซต์ในปริมาณเล็กน้อย

พืดอน 4 องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียวประกอบด้วย แร่เคโอลิไนต์, เบอห์ไมต์ และเวอร์มิคิวไลต์ ปริมาณปานกลาง (20-40%) พบแร่กิบbsite, เกอไทต์ และฮีมาไทต์ปริมาณน้อย (5-20%) พบแร่โอลิไลต์ และควอตซ์ ปริมาณเล็กน้อย (<5%) ตลอดหน้าตัดดิน

ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงแร่ในอนุภาคขนาดดินเหนียว และในอนุภาคขนาดทรายแป้งของดินที่ทำการศึกษา

Depth (cm)	Horizon	Clay fraction											Silt fraction		
		Kao	Ill	Smec	Ver	Qtz	G	Gib	B	He	Ma	Ca	Qtz	Other	
Pedon 1	Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic														
0-31	Ap	xx	-	-	tr	tr	x	x	tr	tr	-	-	xxx	A, B, T	
53-80	Bt2	xxx	-	-	tr	tr	x	x	tr	tr	-	-	-	-	
80-106	Bt3	xxx	-	-	x	tr	x	x	tr	tr	-	-	-	-	
Pedon 2	Typic Haplustalf, fine, mixed, active, hyperthermic														
0-24	Ap	xx	xx	x	-	tr	tr	tr	-	-	-	-	xxxx	B, T	
24-50	Bt1	x	tr	xx	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	
82-107	Bt3	x	tr	xx	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	
129-151	Btg1	x	tr	xxx	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	
Pedon 3	Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic														
0-12	Ap	xx	-	-	xx	tr	-	x	xx	x	-	tr	xx	A, B, G, T,	
12-35	Bt1	xx	-	-	xx	-	tr	x	xx	x	-	-	-	-	
149-171	Bt7	xx	-	-	xx	-	tr	x	xx	x	x	tr	-	-	
Pedon 4	Typic Paleustult, fine, mixed, semiactive, hyperthermic														
0-13	Ap	xx	tr	-	xx	tr	x	x	xx	x	-	-	xxx	A, G, T	
76-100	Bt4	xx	tr	-	xx	tr	x	x	xx	x	-	-	-	-	
Pedon 5	Ultic Haplustalf, fine, mixed, superactive, hyperthermic														
0-16	Ap	xx	xx	tr	-	tr	tr	-	-	tr	tr	-	xxxx	B	
62-90	Bt3	x	xx	tr	-	tr	tr	-	-	tr	tr	-	-	-	
180-200	Btg2	xx	xx	xx	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	
Pedon 6	Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic														
0-30	Ap	xx	tr	-	x	tr	tr	x	tr	tr	-	-	xxx	A, B, T	
50-72	Bt2	xx	tr	-	x	-	tr	xx	tr	tr	-	-	-	-	
99-120	Bt4	xx	tr	-	x	tr	tr	xx	tr	tr	-	-	-	-	
148-175	Bt7	xx	tr	-	x	tr	tr	xx	tr	tr	tr	-	-	-	

หมายเหตุ

xxxx = dominant (>60%) xxx = large (40-60%) xx = moderate (20-40%) x = small (5-20%) tr = trace (<5%)

- = not detected, Kao = Kaolinite, Ill = Illite, Smec = Smectite, Qtz = Quartz, Gib = Gibbsite, He = Hematite,

Ma = Magnetite, Ca = Calcite, A = Anatase, B = Boehmite, G = Goethite, T = Tourmaline

พืดอน 5 องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียวประกอบด้วย แร่เคโอลิไนต์ปริมาณน้อย (5-20%) ถึงปานกลาง (20-40%) แร่อิลไลต์ปริมาณปานกลาง (20-40%) พบแร่สเมกไทต์ปริมาณเล็กน้อย (<5%) ถึงปานกลาง (20-40%) นอกจากนี้พบแร่ควอตซ์, เกอไทต์ ฮีมาไทต์และแมกนีไทต์ปริมาณเล็กน้อย (5%) ที่ความลึก 180-200 เซนติเมตร ไม่พบฮีมาไทต์และแมกนีไทต์

พืดอน 6 องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียว ประกอบด้วย แร่เคโอลิไนต์ ปริมาณปานกลาง (20-40%) แร่เวอร์มิคิวไลต์ปริมาณน้อย (5-20%) และแร่กิบบิไซต์ ปริมาณน้อย (5-20%) ถึงปานกลาง (20-40%) พบแร่อิลไลต์ เกอไทต์ เบอห์ไมต์ ฮีมาไทต์และควอตซ์ปริมาณเล็กน้อย (<5%) ทุกชั้นดินยกเว้นชั้น Bt2 ไม่พบแร่ควอตซ์

กลุ่มอนุภาคดินเหนียวมีแร่เคโอลิไนต์เป็นองค์ประกอบเชิงแร่หลัก ในพืดอนที่ 1, 3, 4 และ 6 พบว่ามีแร่เวอร์มิคิวไลต์ พบอิลไลต์เพียงเล็กน้อย กลับกันในพืดอนที่ 2 และ 5 พบว่ามีแร่สเมกไทต์และอิลไลต์เป็นองค์ประกอบเชิงแร่หลัก ทั้งนี้เพราะทั้ง 2 พืดอนนี้อยู่ในบริเวณรับตะกอนน้ำ ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมของการเกิดแร่เวอร์มิคิวไลต์และอิลไลต์ (อัญชลี, 2534, Buol *et al.*, 2003) พืดอนที่ 1, 3, 4 และ 6 ยังพบกิบบิไซต์ เกอไทต์ ฮีมาไทต์ เบอห์ไมต์ ซึ่งเป็นแร่ออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม แสดงให้เห็นถึงการที่ดินมีพัฒนาการสูง และดินมีสภาวะเป็นกรด (อัญชลี, 2534) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองทางเคมีก่อนหน้านี้

2. องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคทรายแป้ง

แร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้งของดินที่ศึกษาทั้ง 6 พืดอนพบว่ามีแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลักในทุกพืดอน นอกจากนี้พบเบอห์ไมต์ ฮีมาไทต์ เกอไทต์ ทัวร์มาลีนและ อนาเทส ปริมาณเล็กน้อย

ในอนุภาคขนาดทรายแป้ง มีแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งแร่ควอตซ์เป็นแร่ที่พบได้มากในทราย จึงพบมากในพืดอนที่ 2 และ 5 ที่เป็นตะกอนน้ำ แร่ควอตซ์นี้เป็นแร่ที่ทนต่อการสลายตัวสูง (อัญชลี, 2534, Buol *et al.*, 2003) และไม่มีผลต่อการดูดซับธาตุอาหารพืชมากนัก

5. การจำแนกดิน

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา สมบัติทางกายภาพ เคมีและแร่วิทยาของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 6 บริเวณ สามารถจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Survey Staff, 2006) ดังนี้

1. การจำแนกชั้นสูง

การจำแนกอันดับ (order) พบว่าดินที่ทำการศึกษาที่ดอนทุกพืดอนมีการสะสมดินเหนียวในชั้นดินล่างที่ชัดเจน และมีค่า CEC ต่ออนุภาคดินเหนียวเกิน 16 cmol kg^{-1} ทำให้เกิดชั้นดินวินิจฉัยอาร์จิลิก (argillic horizon) ในพืดอนที่ 1, 3, 4 และ 6 มีอัตราความอิ่มตัวเบสต่ำกว่าร้อยละ 35 จึงจัดอยู่ในอันดับอัลทิซอลส์ (Ultisols) ในพืดอน 2 และ 5 มีอัตราความอิ่มตัวเบสมากกว่าร้อยละ 35 จัดอยู่ในอันดับแอลฟิซอลส์ (Alfisols)

การจำแนกในชั้นอันดับย่อย (suborder) พบว่าในทุกพืดอนมีระบบความชื้นแบบอัสติก (ustic) ในพืดอนที่ 1, 3, 4 และ 6 จึงจัดอยู่ในอันดับย่อย Ustults พืดอนที่ 2 และ 5 จัดอยู่ในอันดับย่อย Ustalfs

การจำแนกชั้นกลุ่มดิน (great groups) พบว่าพืดอนที่ 1, 3, 4 และ 6 จำแนกเป็น Paleustults เนื่องจากปริมาณดินเหนียวในตอนล่างเพิ่มขึ้นตามความลึกของหน้าตัดดิน พืดอนที่ 2 และ 5 จำแนกเป็น Haplustalfs เนื่องจากมีปริมาณของดินเหนียวในตอนล่างลดลงมากกว่าร้อยละ 20 ตามความลึก

การจำแนกชั้นกลุ่มดินย่อย (subgroups) ในพืดอนที่ 1, 2, 3, 4 และ 6 ไม่แสดงลักษณะอื่นที่แตกต่างไปจากกลุ่มดิน จึงจำแนกเป็น Typic พืดอนที่ 5 มีชั้นดินล่างวินิจฉัยอาร์จิลิกที่มีค่าอัตราความอิ่มตัวเบสต่ำกว่าร้อยละ 75 จึงจำแนกเป็น Utlitic

2. การจำแนกชั้นต่ำ

การจำแนกชั้นเนื้อดินพบว่าดินในพืดอนที่ 1, 3 และ 6 อยู่ในชั้นเนื้อดิน very-fine เนื่องจากดินมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวมากกว่าร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก ในพืดอนที่ 2, 4 และ 5 อยู่

ในชั้นเนื้อดิน fine เนื่องจากดินมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวมากกว่าร้อยละ 35 แต่มีน้อยกว่าร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก

ชั้นแร่วิทยาจำแนกโดยคิดจากอนุภาคในกลุ่มขนาด 0.02-2 มิลลิเมตร โดยทุกพีคตอน ไม่พบแร่ใดปริมาณมากพอจึงจัดเป็นชั้นแร่วิทยา mixed

ชั้นอุณหภูมิดิน พบว่าดินในทุกบริเวณที่ทำการศึกษามีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 26 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่าและมีความแตกต่างของค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนและฤดูหนาวแตกต่างกันเกิน 6 องศาเซลเซียส จึงจัดอยู่ในชั้นอุณหภูมิดิน hyperthermic

ชั้นอนุกรมวิธานของดิน

- พีคตอน 1 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic
- พีคตอน 2 Typic Haplustalf, fine, mixed, active, hyperthermic
- พีคตอน 3 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic
- พีคตอน 4 Typic Paleustult, fine, mixed, semiactive, hyperthermic
- พีคตอน 5 Ultic Haplustalf, fine, mixed, superactive, hyperthermic
- พีคตอน 6 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic

6. ผลการจำแนกสมรรถนะที่ดิน

6.1 การจำแนกสมรรถนะที่ดิน

การจำแนกสมรรถนะที่ดิน โดยใช้หลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (สายงานสำรวจ จำแนกสมรรถนะที่ดิน, 2520) ซึ่งใช้สมบัติต่าง ๆ ได้แก่ ความลาดชัน เนื้อดิน ความลึกของดิน ผลของการกร่อนดินที่เกิดขึ้นแล้ว การไหลซึมของน้ำลงไปดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำและอื่น ๆ ซึ่งจะต้องพิจารณาว่าเป็นคุณสมบัติและลักษณะที่ถาวรของดิน จากสมบัติต่าง ๆ ของดินที่ทำการศึกษา สามารถจำแนกสมรรถนะที่ดิน (ตารางที่ 8) ได้ดังนี้

พีคตอนที่ 2 จำแนกสมรรถนะที่ดินได้เป็น U-I มีความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชที่ดอนได้ทุกชนิด

พืดอนที่ 1, 4 และ 6 จำแนกสมรรถนะที่ดินเป็น U-IIe โดยเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยง หรือ ข้อจำกัดหรือปัญหาเกี่ยวกับการกร่อนดินเพียงเล็กน้อย ในการใช้ที่ดินทางการเกษตร ดินส่วนใหญ่ จะเป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง และเหมาะสมสำหรับการทำ การเกษตร หากมีการจัดการที่ดีแล้ว จะสามารถปลูกพืชได้หลายชนิด

พืดอนที่ 5 จำแนกสมรรถนะที่ดินได้เป็น U-IIs มีปัญหาด้านความอุดมสมบูรณ์ เล็กน้อย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง แต่ยังสามารถให้ผลผลิตทางการเกษตร เพียงแต่ต้องม การจัดการเพียงเล็กน้อยด้านความอุดมสมบูรณ์

พืดอนที่ 3 จำแนกสมรรถนะที่ดินเป็น U-IIIe โดยมีปัจจัยความเสี่ยงหรือข้อจำกัดด้าน ความเสี่ยงต่อการกร่อนดินเพิ่มขึ้น จำเป็นต้องมีการจัดการที่เหมาะสม เกี่ยวกับสภาพความลาดเท ของพื้นที่ จะสามารถให้ผลผลิตที่ดีได้

ตารางที่ 8 ผลการจำแนกสมรรถนะที่ดินของดินในพื้นที่ศึกษา (รายงานสำรวจและจำแนกดิน, 2520)

พืดอน	ระดับความเหมาะสม	ความหมาย	ข้อจำกัด
1	U-IIe	เหมาะสมดี	e (การกร่อนดิน)
2	U-I	เหมาะสมดีมาก	-
3	U-IIIe	เหมาะสมปานกลาง	e (การกร่อนดิน)
4	U-IIe	เหมาะสมดี	e (การกร่อนดิน)
5	U-IIs	เหมาะสมดี	s (ความอุดมสมบูรณ์)
6	U-IIe	เหมาะสมดี	e (การกร่อนดิน)

6.2 ความเหมาะสมที่ดิน

การจำแนกความเหมาะสมที่ดิน (กองสำรวจและจำแนกดิน, 2542) โดยใช้สมบัติต่าง ๆ ได้แก่ ความลาดชัน เนื้อดิน ชั้นดินที่มีการชะละลายรุนแรง ความลึกที่พบชั้นดานแข็ง หินพื้น โผล่ ก้อนหิน โผล่ ความเค็มของดิน การระบายน้ำของดิน อันตรายจากการถูกน้ำท่วม อันตรายจากน้ำแข็ง ความเสี่ยงต่อการขาดน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ดิน พีเอชดิน ความลึกที่พบชั้นดินกรดกำมะถัน การกร่อนของดิน และความหนาของชั้นดินอินทรีย์ สามารถจำแนกความเหมาะสมของที่ดินเพื่อใช้ในการปลูกข้าว (ตารางที่ 9) พืชไร่ (ตารางที่ 10) และปลูกผลไม้ (ตารางที่ 11) ได้ดังนี้

ตารางที่ 9 ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกข้าวของดินที่ทำการศึกษา

พืดอน	ระดับความเหมาะสม	ความหมาย	ข้อจำกัด
1	P-5d	ไม่เหมาะสม	d (การระบายน้ำดีเกินไป)
2	P-5d	ไม่เหมาะสม	d (การระบายน้ำดีเกินไป)
3	P-5d	ไม่เหมาะสม	d (การระบายน้ำดีเกินไป)
4	P-5d	ไม่เหมาะสม	d (การระบายน้ำดีเกินไป)
5	P-5d	ไม่เหมาะสม	d (การระบายน้ำดีเกินไป)
6	P-5d	ไม่เหมาะสม	d (การระบายน้ำดีเกินไป)

ตารางที่ 10 ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกพืชไร่ของดินที่ทำการศึกษา

พืดอน	ระดับความเหมาะสม	ความหมาย	ข้อจำกัด
1	N-1	เหมาะสมดีมาก	-
2	N-1	เหมาะสมดีมาก	-
3	N-3t	เหมาะสมปานกลาง	t (สภาพพื้นที่)
4	N-1	เหมาะสมดีมาก	-
5	N-1	เหมาะสมดีมาก	-
6	N-1	เหมาะสมดีมาก	-

ตารางที่ 11 ความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกไม้ผลของดินที่ทำการศึกษา

พืดอน	ระดับความเหมาะสม	ความหมาย	ข้อจำกัด
1	F-1	เหมาะสมดีมาก	-
2	F-1	เหมาะสมดีมาก	-
3	F-1	เหมาะสมดีมาก	-
4	F-1	เหมาะสมดีมาก	-
5	F-1	เหมาะสมดีมาก	-
6	F-1	เหมาะสมดีมาก	-

ในการใช้ที่ดินในทุกพืดอนไม่เหมาะสมที่จะนำพื้นที่มาทำน่าน้ำขัง เพราะที่ดินมีการระบายน้ำดีเกินไป ทำให้ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ ทางด้านพืชไร่ ทุกพืดอนมีความเหมาะสมดีมาก ยกเว้นพืดอนที่ 3 ที่มีข้อจำกัดทางด้านสภาพภูมิประเทศที่ไม่เหมาะสม ปัญหาหลักมาจากความลาดชันของพื้นที่ ซึ่งจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์เพิ่มเติมเช่นการปลูกหญ้าแฝก ส่วนการใช้ที่ดินสำหรับปลูกไม้ผลมีความเหมาะสมดีมากในทุกพืดอนเพราะไม้ผลเป็นพืชรากลึก ทำให้ไม่มีปัญหาด้านความลาดชัน

6.3 ชั้นสมรรถนะที่ดินที่สูง

การจำแนกสมรรถนะที่ดินที่สูง ใช้สมบัติทางกายภาพและลักษณะพื้นที่ โดยพิจารณาจากความลึกของดินและความลาดชันของพื้นที่เป็นหลัก (ตารางที่ 12) ได้ดังนี้

พืดอนที่ 1, 2, 4, 5 และ 6 จำแนกสมรรถนะที่ดินเป็น C₁ เหมาะสมสำหรับการเกษตรในที่สูง สามารถให้ผลผลิตที่คุ้มทุนได้ เพียงมีการจัดการด้านการอนุรักษ์หน้าดินเพียงเล็กน้อย เช่น การไถพรวนแนวระดับ การปลูกพืชตามแนวระดับ

พืดอนที่ 3 จำแนกสมรรถนะที่ดินเป็น C₂ เหมาะสมสำหรับการทำการเกษตร แต่เพราะมีปัญหาด้านความลาดชัน ทำให้จำแนกได้ในขั้นนี้ การใช้งานพื้นที่ก็ยังคงจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์ที่มากยิ่งขึ้น เช่นการปลูกพืชขวางความลาดเท หรือปลูกหญ้าแฝกระหว่างแปลง เพื่อลดการพังทลายของหน้าดิน

ตารางที่ 12 ผลการจำแนกสมรรถนะที่ดินที่สูง โดยวิธีการของ Sheng

พีดอน	ระดับความเหมาะสม	ความหมาย	ข้อจำกัด
1	C ₁	เหมาะสมดีมาก	มีการอนุรักษ์ดินเล็กน้อย
2	C ₁	เหมาะสมดีมาก	มีการอนุรักษ์ดินเล็กน้อย
3	C ₂	เหมาะสมดี	มีการอนุรักษ์ดินปานกลาง
4	C ₁	เหมาะสมดีมาก	มีการอนุรักษ์ดินเล็กน้อย
5	C ₁	เหมาะสมดีมาก	มีการอนุรักษ์ดินเล็กน้อย
6	C ₁	เหมาะสมดีมาก	มีการอนุรักษ์ดินเล็กน้อย

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบผลการประเมินสมรรถนะและจำแนกความเหมาะสมของที่ดิน

Pedon	Land capability classification (รายงานสำรวจจำแนก สมรรถนะที่ดิน, 2520)	Land suitability classification (กองสำรวจและจำแนกดิน, 2542)			Highland capability classification (Sheng, 1986)
		Upland crop	Fruit trees	Paddy rice	
Pedon 1	U-IIe	N-1	F-1	P-5d	C ₁
Pedon 2	U-I	N-1	F-1	P-5d	C ₁
Pedon 3	U-IIIe	N-3t	F-1	P-5d	C ₂
Pedon 4	U-IIe	N-1	F-1	P-5d	C ₁
Pedon 5	U-IIs	N-1	F-1	P-5d	C ₁
Pedon 6	U-IIe	N-1	F-1	P-5d	C ₁

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาสมรรถนะและความเหมาะสมของพื้นที่สูงที่มีวัตถุประสงค์กำเนิดจากหินปูน บริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก ตำบล ปิงโค้ง อำเภอ เชียงดาว จังหวัด เชียงใหม่ โดยใช้ดินเป็นตัวแทน 6 บริเวณ ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของดิน ทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วยข้อมูลจากการวิเคราะห์สัณฐานวิทยาสนาม ลักษณะเชิงแร่วิทยา สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีของดิน

บริเวณที่ทำการศึกษามีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบสลับเนินเขาล้อมรอบด้วยหุบเขาสูง วัตถุประสงค์กำเนิดดินส่วนใหญ่เป็นตะกอนน้ำพาที่ตื้นและตะกอนคาคเชิงเขาอยู่บนวัสดุค้ำจาก การผุพังอยู่กับที่และสลายตัวมาจากหินปูน ดินเป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำของดินปานกลางถึงเร็ว มีน้ำไหลบ่าผ่านผิวซ้ำถึงปานกลาง ลักษณะทางสัณฐานวิทยาแสดงว่าดินมีพัฒนาการสูง มีชั้นการสะสมดินเหนียวในดินล่าง มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนถึงมุมเหลี่ยม และโครงสร้างแบบก้อนกลม ดินมีสีน้ำตาลปนแดงเข้มเป็นส่วนใหญ่ เฉพาะพีดอนที่ 2 ที่สีดินเป็นสีเทาถึงน้ำตาลปนเทา และพีดอนที่ 5 เป็นสีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลปนเหลือง เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นเนื้อละเอียด ยกเว้นพีดอนที่ 2 ที่มีเนื้อปานกลาง สภาพการนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำอยู่ในระดับช้ามากถึงเร็วมาก มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.11-135 เซนติเมตรต่อชั่วโมง

จากการวิเคราะห์ทางเคมีของบริเวณที่ศึกษาพบว่า ค่าพีเอชดิน อยู่ในช่วงเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย (pH 5-7) อินทรีย์วัตถุมีค่าอยู่ในช่วงต่ำมากถึงสูงมาก (0.7-62.4 กรัมต่อกิโลกรัม) ไนโตรเจนรวมมีในช่วงต่ำถึงต่ำมาก (0.1-1.7 กรัมต่อกิโลกรัม) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าต่ำมากถึงสูงมาก (0.6-76.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีระดับต่ำมากถึงสูงมาก (25.0-524.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แคลเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก (6.4-30.1 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) แมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก (0.4-16.6 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) โพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูง (0.1-1.1 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) โซเดียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วงต่ำมากถึงสูง (0.05-1.46 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 8.2-45.8 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ปริมาณกรดที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษามีค่าต่ำ มีพิสัยอยู่ในช่วง 1.0-2.6 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนในมีค่าอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูงมาก (13.1-64.3 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสมีค่าอยู่ในช่วง 17-85 มีค่าอยู่ในช่วงต่ำถึงสูง

ดินที่ทำการศึกษามีปริมาณรวมของซิลิโคน อยู่ในช่วง 313-729 กรัมต่อกิโลกรัม อะลูมิเนียมอยู่ในช่วง 117-368 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณรวมของธาตุแคลเซียมอยู่ในช่วง 2-21 กรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียมมีค่าอยู่ในช่วง 9-41 กรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมอยู่ในช่วง 3-23 กรัมต่อกิโลกรัม และโซเดียมมีค่าอยู่ในช่วง 292-7852 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เหล็กมีค่าอยู่ในช่วง 95-248 กรัมต่อกิโลกรัม ไทเทเนียมมีค่าอยู่ในช่วง 19-55 กรัมต่อกิโลกรัม แมงกานีส มีค่าอยู่ในช่วง 0.8-13 กรัมต่อกิโลกรัม ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.9-7.6 กรัมต่อกิโลกรัม และกำมะถันมีค่าอยู่ในช่วง น้อยมากจนไม่สามารถวัดได้ถึง 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

จากผลการศึกษาสมบัติทางแร่วิทยาพบว่า ดินในพืดอนที่ 1, 3, 4 และ 6 มีแร่โอลิไนด์ที่มีกิจกรรมต่ำเป็นองค์ประกอบเชิงแร่หลักในกลุ่มอนุภาคดินเหนียว และพบว่ามีแร่เวอร์มิคิวไลต์ และอิลไลต์เพียงเล็กน้อย ยังพบกิบบไซต์ เกอไทต์ ฮีมาไทต์ เบอห์ไมต์ ซึ่งเป็นแร่ออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม แสดงให้เห็นถึงการที่ดินมีพัฒนาการดี กลับกันกับในพืดอนที่ 2 และ 5 พบว่ามีแร่สเมกไทต์และอิลไลต์เป็นองค์ประกอบเชิงแร่หลัก ซึ่งเป็นแร่ที่พบได้บ่อยในบริเวณรับตะกอนน้ำ พบแร่แคลไซต์ในพืดอนที่ 3 ที่ความลึก 0-12 และ 149-171 เซนติเมตร มาจากวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นหินปูน อนุภาคทรายแป้งพบแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบเชิงแร่หลัก

ดินที่ทำการศึกษำจำแนกตามระบบอนุกรมวิธานดิน ออกได้เป็น 2 อันดับ คือ อัลทิซอลล์ และ แอลฟิซอลล์ โดยมีชั้นอนุกรมวิธานดังต่อไปนี้

- พืดอน 1 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic
- พืดอน 2 Typic Haplustalf, fine, mixed, active, hyperthermic
- พืดอน 3 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic
- พืดอน 4 Typic Paleustult, fine, mixed, semiactive, hyperthermic
- พืดอน 5 Ultic Haplustalf, fine, mixed, superactive, hyperthermic
- พืดอน 6 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic

การจำแนกสมรรถนะที่ดินพืดอนที่ 2 มีความเหมาะสมดีมาก (U-I) พืดอนที่ 1, 4 และ 6 มีความเหมาะสมดีแต่มีข้อจำกัดทางด้านความเสี่ยงต่อการเกิดการกร่อนดิน (U-IIe) พืดอนที่ 5 จำแนกมีความเหมาะสมดีมีข้อจำกัดทางด้านความอุดมสมบูรณ์ (U-IIs) และพืดอนที่ 3 มีความเหมาะสมปานกลางมีข้อจำกัดทางด้านความเสี่ยงต่อการเกิดการกร่อนดิน (U-IIIe)

ความเหมาะสมของที่ดินในการเกษตรนั้น ดินทุกพืดอนมีความเหมาะสมดีต่อการปลูกไม้ผล และพืชไร่ ยกเว้นพืดอนที่ 3 มีความเหมาะสมปานกลาง เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านพื้นที่ที่มีความลาดชัน

การจำแนกสมรรถนะที่ดินในพื้นที่สูง ทุกพืดอนยกเว้นพืดอนที่ 3 มีความเหมาะสมดีมาก (C₁) เหมาะสำหรับการเกษตรที่สูงและต้องมีการอนุรักษ์ดินควบคู่ไปด้วยเพียงเล็กน้อย พืดอนที่ 3 มีความเหมาะสมดีในการทำการเกษตรที่สูง (C₂) แต่ต้องมีการอนุรักษ์ดินที่มากขึ้นและสามารถใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรขนาดกลางลงไปได้

จากผลการศึกษาลักษณะต่างๆ ของดิน และการประเมินสมรรถนะที่ดินทั้งสามแบบ ให้ผลที่ตรงกันว่า ดินที่ทำการศึกษามีความเหมาะสมในการทำการเกษตร ได้แก่ พืชไร่ และไม้ผล แต่ไม่มีความเหมาะสมในการทำน่าน้ำขัง สมควรที่จะมีการอนุรักษ์ดิน หรือการแก้ปัญหาด้านความลาดชันของพื้นที่ใน ดินบริเวณนี้เป็นดินที่มีพัฒนาการสูง และมีความแตกต่างทางกายภาพ ทางเคมี และทางแร่ ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน เพราะน้ำพาตะกอนของการกร่อนจากที่สูงมาสะสมในที่ต่ำกว่า จึงควรการประเมินสมรรถนะที่ดินในบริเวณพื้นที่สูงเสียก่อนที่จะทำการเกษตร โดยพิจารณาในหัวข้อหลักๆ อันได้แก่ ความลาดชัน ความลึกของชั้นดิน และร่องรอยการกร่อน เพื่อสามารถใช้งานพื้นที่ได้ประโยชน์และยั่งยืนที่สุด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กฤษณพงศ์ สังขวาที. 2549. การอนุรักษ์ดินและน้ำ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตภาคใต้.
- กรมทรัพยากรธรณี. 2526. แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทยมาตราส่วน 1: 500,000. กรมทรัพยากร ธรณี, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. ฐานข้อมูลดินของประเทศไทย. แหล่งที่มา: http://www.ldd.go.th/thaisoils_museum/INDEX.HTM, 11 พฤษภาคม 2550.
- กองสำรวจและจำแนกดิน. 2542. คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของดินสำหรับพืชเศรษฐกิจของ ประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กองสำรวจดิน. 2519. แผนที่ดินเชิงใหม่ มาตราส่วน 1: 100,000. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวง เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2523. คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ศูนย์ข้อมูลและสารสนเทศ. 2548. ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก ตำบลปงโค้ง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่. สำนักแผนงานและสารสนเทศ, สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน).
- สายงานสำรวจจำแนกสมรรถนะที่ดิน. 2520. คู่มือการสำรวจจำแนกสมรรถนะที่ดิน. กรมพัฒนา ที่ดิน, กรุงเทพฯ.

สมยศ กิจคำ. 2529. การอนุรักษ์ดินเพื่อการจัดการลุ่มน้ำบนที่สูง. สำนักงานป่าไม้จังหวัดเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ราชกิจจานุเบกษา. 2548. ฉบับกฤษฎีกา เล่ม 122 ตอนที่ 95 ก.

อัญชลี สุทธิประการ. 2534. แร่ในดิน เล่มที่ 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียววีร์นรมณ์. 2533. ดินของประเทศไทย ลักษณะการกระจายและการใช้. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2547. บทปฏิบัติการ การสำรวจดิน. พิมพ์ครั้งที่ 5. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. การสำรวจดิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Beinroth, F.H., H. Eswaran, G. Uehara and P.E. Reich. 2000. Oxisols, pp. E373-E392. In M.E. Sumner, ed. **Handbook of Soil Science**. CRC Press LLC, USA.

Bell, L.C. and D.G. Edwards. 1987. The role of aluminum in acid soil infertility. In M. Latham, ed. **Soil Management under Humid Conditions in Asia (ASIALAND)**. IBSRAM Proc. No 5. Bangkok, IBSRAM.

Black, C. A. 1965. **Methods of soil analysis**. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Brady, N.C. 1990. **The Nature and Properties of Soils**. 10th ed. Macmillan Publishing Company, New York.

_____ and R.R. Weil. 2004. **Elements of the Nature and Properties of Soils**. 2nd ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. **Soil Sci.** 59:39-45

Brindley, G.W. and G. Brown. 1980. **Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification**. Mineralogical Society Monograph. No.5. Spottiswoode Ballantyne Ltd., London.

Buol, S.W. and P.A. Sanchez. 1986. Red soils in the America: morphology, classification and management, pp. 14-43. *In* Institute of Soil Science Academia Sinica, ed. **Proceeding on the International Symposium of Red Soils**. Science Press, Beijing, China.

Buol, S.W., R.J. Southard, R.C. Graham, and P.A. McDaniel. 2003. **Soil Genesis and Classification**. 5th ed. Iowa State Press, A Blackwell Publishing Company, Iowa.

Chadwick, O.A. and R.C. Graham. 2000. Pedogenic processes, pp. E41-E76. *In* M.E. Sumner, ed. **Handbook of Soil Science**. CRC Press LLC, USA.

Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity, pp. 891-901. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties**. Monograph No.9. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle size analysis, pp. 545-567. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis Part I. Physical and Mineralogical Methods**. Agronomy, No.9. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Dixon, J.B. and D.G. Schulze. 2002. Soil Mineralogy with Environmental Applications. **Soil Sci. Soc. Amer.**, Madison, Wisconsin, USA.

- _____ and S.B. Weed. 1989. Mineral in Soil Environments. 2nd ed. **Soil Sci. Soc. Amer.**, Madison, Wisconsin, USA.
- FAO and IRRI. 1989. **Resource Management for Upland Areas in Southeast Asia**. FARM Field Document 2. FAO. Bangkok, Thailand.
- FitzPatrick, E.A. 1971. **Pedology: A Systematic Approach to Soil Science**. Oliver and Boyd, Edinburg.
- Foth, D. H. 1990. **Fundamentals of Soil Science**. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Germida, J.J. and S.D. Siciliano. 2000. Phosphorus, Sulfur and Metal Transformations, pp. C95-C107. *In* M.E. Sumner, ed. **Handbook of Soil Science**. CRC Press LLC, USA.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 1999. **Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management**. 6th ed. Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Hillel, D. 1982. **Introduction to Soil Physics**. Academic Press, New York.
- Imhoff, S, A. Pires d Silva and A. Dexter. 2002. Factors contributing to the tensile strength and friability of Oxisols. **Soil Sci. Amer. J.** 66: 1656-1661.
- Jackson, M.L. 1965. **Soil Chemical Analysis-Advanced Course**. Department of Soils, University of Wisconsin, USA.
- Kanathanasis, A.D. and B.E. Hajek. 1996. Element analysis by x-ray fluorescence spectroscopy, pp. 161-223. *In* D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner, eds. **Methods of Soil Analysis, Part 3. Chemical Method**. Agronomy No. 5. SSSA book Series. Madison, WI.

- Kilmer, V.J. and L.T. Alexander. 1949. Method of making mechanical analysis of soils. **Soil Sci.** 68: 15-24.
- Klingbiel, A.A. and P.H. Montgomery. 1961. Land Capacity Classification. **Agri. Handbook No. 210**, USDA.
- Klute, A. 1965. Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soils, pp. 210-220. In C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis, Part I: Physical and Mineralogical Methods**. Agronomy, No. 9. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. **Soil Interpretation Handbook for Thailand**. Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok.
- National Soil Survey Center. 1996. **Soil Survey Laboratory Methods Manual**. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 3.0. Natural Conservation Service, United States Department of Agriculture.
- O'Neal, A.M. 1952. **Pedology**. George Allen and Unwin Ltd., London.
- Paramanathan, S. and H. Eswaran. 1980. Morphological properties of Oxisols, pp. 35-43. In B.K.G. Theng, ed. **Soils with Variable Charge**. New Zealand Society of Soils Science, Lower Hutt, New Zealand.
- Peech, M. 1945. Determination of exchangeable cation and exchange capacity of soil rapid micromethod utilizing centrifuge and spectrophotometer. **Soil Sci.** 59: 25-28.
- _____. 1965. Exchange acidity, pp. 905-913. In C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties**. Monograph No. 9. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Pratt, P.E. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. *In* C.A. Black, ed. **Methods of soil Analysis.**

Part II: Chemical and Microbiological Properties. Monograph No. 9. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Parton, W.J., D.S. Schimel, C.V. Cole and D.S. Ojima. 1987. Analysis of factor controlling soil organic matter level in great plains grasslands. **Soil Sci. Soc. Amer. J.** 51: 1173-1179.

Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soils in the Tropics.** John Wiley and Sons Inc., New York.

_____ and T.J. Logan. 1992. Myths and science about the chemistry and fertility of soils in tropics. *In* R. Lal and P.A. Sanchez, ed. **Myths and Science of Soils of the Tropics.** SSSA Spec. Publ. 29. ASA, SSSA, Madison, WI.

_____, J.H. Villachica and D.E. Bandy. 1983. Soil fertility dynamics after cleaning a tropical rainforest in Peru. **Soil Sci. Soc. Amer. J.** 47:1171-1178.

Sheng, T.C. 1986. **Watershed Conservation.** The Chinese Soil and Water Conservation Society Taipei, Taiwan, Republic of China and Colorado State University Fort Collins, Colorado, USA.

Soil Survey Division Staff. 1993. **Soil Survey Manual.** U.S. Dep. of Agr. Handbook No. 18, U.S. Government Printing Office, Washington D.C.

Soil Survey Staff. 2006. **Keys to Soil Taxonomy.** 10th ed. U.S. Dep. of Agr.

Sposito, G. 1992. Characterization of particle surface charge. *In* J. Buffle and H.P. van Leeuwen, ed. **Environment particles.** Vol. 1. Lewis Publishers, Chelsea, MI.

Tongchuta, T. 1973. The description and classification of the soils of Thailand. **FFTC Tech. Bull. No. 14.**

Virgo, K.J. and D.A. Holmes. 1997. Soils and landform features of mountainous terrain in South. Thailand. **Geoderma** 18: 207-225.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter: a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-35.

Whittig, L.D. and W.R. Allardice. 1986. X-ray diffraction technique, pp. 671-698. In A. Klute, ed. **Methods of Soil Analysis. Part I: Physical and Mineralogical Methods.** 2nd ed. Agronomy, No. 9. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Young, A. 1976. **Tropical Soils and Soil Survey.** Cambridge Univ. Press, London.



คำอธิบายหน้าตัดดิน (Soil profile description)

Pedon 1

I Information on the site

Profile symbol	: Pedon 1
Classification	: Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic
Date of examination	: April 20, 2006
Described by	: Saowanuch Tawornpruek, Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Kitti Wongsang, Koson Kentha, Nakharintip Puthasith.
Location	: Tambon Pinkhong, Amphoe Chaingdao, Changwat Chaingmai
Elevation	: Approximately 580 m (MSL)
Map sheet number	: 5238 II Coordination : 47Q 0505599 ^E , 2160764 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Dissected footslope
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 3% Aspect : South-east
Land use	: Vegetable and upland crop such as maize
Annual rainfall	: Approximately 1,200 mm
Mean temperature	: Approximately 26 °C
Climate	: Tropical savanna
Other	: Agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium over residuum derived from limestone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Slow
Depth of groundwater	: Deeper than 195 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0 -31	Dark reddish brown (5YR 3/3); clay; fine and medium subangular blocky parting to moderate very fine and fine granular structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; many very fine and few fine vesicular pores; many very fine, common fine and few medium roots; slightly acid (field pH 6.5); abrupt, smooth boundary to Bt1.
Bt1	31 - 53	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; many prominent clay films on faces of peds and pore walls; many very fine, common fine vesicular and few fine tubular pores; common very fine and few fine roots; neutral (field pH 7.0); diffuse, smooth boundary to Bt2.
Bt2	53 - 80	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; few angular gravels of weathered slate; many very fine and few fine roots; slightly acid (field pH 6.5); diffuse, smooth boundary to Bt3.
Bt3	80 - 106	Reddish brown (2.5YR 4/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; common distinct clay films on faces of peds and pore walls; few medium rounded Fe-Mn oxide nodules and few angular gravels of weathered slate; many very fine and few fine vesicular pores; few very fine and fine roots; moderately acid (field pH 6.0); diffuse, smooth boundary to Bt4.
Bt4	106 - 132	Reddish brown (2.5YR 4/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; very hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; common distinct clay films on faces of peds and pore walls; few medium rounded Fe-Mn oxide nodules and few angular gravels of weathered slate; many very fine and few fine vesicular pores; many very fine and few fine vesicular pores; few very fine and fine roots; a large hole of cricket nest; slightly acid (field pH 6.5); diffuse, smooth boundary to Bt5.

Bt5	132 - 156	Reddish brown (2.5YR 4/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; very hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; few distinct clay films on faces of peds and pore walls; few medium rounded Fe-Mn oxide nodules; many very fine vesicular pores; few very fine roots; slightly acid (field pH 6.5); diffuse, smooth boundary to Bt6.
Bt6	156 – 195+	Reddish brown (2.5YR 4/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; very hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; few distinct clay films on faces of peds and pore walls; few medium rounded Fe-Mn oxide nodules; many very fine vesicular pores; few very fine roots; slightly acid (field pH 6.5).

Pedon 2

I Information on the site

Profile symbol	: Pedon 2
Classification	: Typic Haplustalf, fine, mixed, active, hyperthermic
Date of examination	: April 21, 2006
Described by	: Saowanuch Tawornpruek, Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Kitti Wongsang, Koson Kentha, Nakharintip Puthasith.
Location	: Tambon Pinkhong, Amphoe Chaingdao, Changwat Chaingmai
Elevation	: Approximately 570 m (MSL)
Map sheet number	: 5238 II Coordination : 47Q 0505434 ^E , 2160473 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Narrow valley floor
2. Surrounding land form	: Nearly flat
3. Slope on which profile site	: 1% Aspect : South-east
Land use	: Vegetable and legumes
Annual rainfall	: Approximately 1,200 mm
Mean temperature	: Approximately 26 °C
Climate	: Tropical savanna
Other	: Agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Local alluvium
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Slow
Depth of groundwater	: Deeper than 200 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0 -24	Very dark gray (10YR 3/1) (80%), Mixed with dark gray (10YR 4/1) (20%); clay; strong very fine, fine granular and fine, medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; few faint clay films on faces of peds and pore walls; many very fine and fine vesicular pores; many very fine and fine roots; few traces of charcoal; neutral (field pH 7.0); abrupt, smooth boundary to Bt1.
Bt1	24 - 50	Dark yellowish brown (10YR 4/4) (80%), Mixed with very dark grayish brown (10YR 3/2) (20%); silty clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; many prominent clay films on faces of peds and pore walls; many very fine and few fine vesicular pores; few very fine and fine roots; slightly acid (field pH 6.5); diffuse, smooth boundary to Bt2.
Bt2	50 - 82	Dark grayish brown (10YR 4/2) (50%), Mixed with brown (10YR 4/3) (50%); silty clay; strong fine and medium angular blocky structure; very hard dry, very firm moist, moderately sticky and very plastic; many prominent clay films on faces of peds and pore walls; many very fine vesicular pores; very few very fine roots; slightly acid (field pH 6.5); abrupt, smooth boundary to Bt3.

Bt3	82 -107	Brown (10YR 4/3); sandy clay loam; moderately weak very fine, fine and medium angular blocky structure; soft dry, friable moist, moderately sticky and moderately plastic; many distinct clay films on faces of peds, sand grains and few prominent clay bridges between sand grains; common rounded and subrounded gravels of resistant rock fragments; common very fine and few fine vesicular pores; practical no roots; slightly acid (field pH 6.5); abrupt, smooth boundary to Bt4.
Bt4	107 - 129	Dark grayish brown (10YR 4/2) (60%), Mixed with brown (10YR 4/3) (30%), dark yellowish brown (10YR 4/4) (10%); sandy clay; moderately weak very fine, fine and medium angular blocky structure; soft dry, friable moist, moderately sticky and very plastic; common prominent clay films on faces of peds, sand grains and pore walls, few distinct clay bridges between sand grains; few rounded and subround gravels of resistant rock fragments; many very fine and few fine vesicular pores; practical no roots; slightly acid (field pH 6.5); gradual, smooth boundary to Btg1.
Btg1	129 - 151	Dark grayish brown (10YR 4/2) (60%), Mixed with brown (10YR 4/3) (40%); clay; strong fine and medium subangular blocky mixed angular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; many prominent clay films on faces of peds, sand grains and pore walls, many very fine and few fine vesicular pores; practical no roots; few traces of highly weathered slate rock fragments; slightly acid (field pH 6.5); diffuse, smooth boundary to Btg2.
Btg2	151 - 178	Brown (10YR 4/3) (80%), Mixed with dark grayish brown (10YR 4/2) (20%); clay; strong fine and medium subangular blocky mixed angular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; many prominent clay films on faces of peds, sand grains and pore walls, few traces of Mn oxide powder; common very fine and fine vesicular pores; practical no roots; slightly acid (field pH 6.5); gradual, smooth boundary to Btg3.
Btg3	178 – 200+	Dark gray (10YR 4/1) (40%), Mixed with very dark grayish brown (10YR 3/2) (30%), dark grayish brown (10YR 4/2) (20%); brown (10YR 4/3) (10%); sandy clay; strong fine and medium angular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; many prominent clay films on faces of peds, sand grains and pore walls, few traces of Mn oxide powder; many very fine vesicular pores; practical no roots; slightly acid (field pH 6.5).

Pedon 3

I Information on the site

Profile symbol	: Pedon 3
Classification	: Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic
Date of examination	: April 21, 2006
Described by	: Saowanuch Tawornpruek, Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Kitti Wongsang, Koson Kentha, Nakharintip Puthasith.
Location	: Tambon Pinkhong, Amphoe Chaingdao, Changwat Chaingmai
Elevation	: Approximately 600 m (MSL)
Map sheet number	: 5238 II Coordination : 47Q 0504886 ^E , 2160621 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Upper footslope
2. Surrounding land form	: Rolling
3. Slope on which profile site	: 10% Aspect : South-east
Land use	: Upland crop such as peanut and maize
Annual rainfall	: Approximately 1,200 mm
Mean temperature	: Approximately 26 °C
Climate	: Tropical savanna
Other	: Agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium over residuum derived limestone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Moderate
Depth of groundwater	: Deeper than 200 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0 -12	Dark reddish brown (5YR 2.5/2); clay; strong very fine and fine granular and strong very fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, very sticky and very plastic; few fine and medium subrounded Fe-Mn oxide nodules; many very fine and few fine vesicular pores; common very fine and few fine roots; slightly acid (field pH 6.5); abrupt, smooth boundary to Bt1.
Bt1	12 - 35	Dark reddish brown (2.5YR 3/3); clay; strong very fine, fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, very sticky and very plastic; few faint; few fine and medium subrounded Fe- Mn oxide nodules; many very fine vesicular pores; common very fine and few fine roots; moderately acid (field pH 6.0); diffuse, smooth boundary to Bt2.
Bt2	35 - 60	Dark reddish brown (2.5YR 3/3); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, very sticky and very plastic; few faint ferriargillan coating on ped face and pore walls; few fine subrounded Fe- Mn oxide nodules; many very fine vesicular pores; few very fine roots; moderately acid (field pH 6.0); diffuse, smooth boundary to Bt3.
Bt3	60 - 84	Dark reddish brown (2.5YR 3/3); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, very sticky and very plastic; few distinct ferriargillan coating on ped face and pore walls; few fine subrounded Fe- Mn oxide nodules; many very fine vesicular pores and few tabular pores; few very fine roots; moderately acid (field pH 6.0); diffuse, smooth boundary to Bt4
Bt4	84 - 105	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; few distinct ferriargillan coating on ped face and pore walls; few very fine subrounded Fe- Mn oxide nodules; many very fine and few fine vesicular pores; few very fine roots; moderately acid (field pH 6.0); diffuse, smooth boundary to Bt5.
Bt5	105 - 125	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; few distinct ferriargillan coating on ped face and pore walls; few very fine subrounded Fe- Mn oxide nodules; many very fine vesicular pores; practical no roots; strongly acid (field pH 5.5); diffuse, smooth boundary to Bt6.
Bt6	125 - 149	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; few distinct ferriargillan coating on ped face and pore walls; few very fine subrounded Fe- Mn oxide nodules; many very fine vesicular pores; practical no roots; strongly acid (field pH 5.5); diffuse, smooth boundary to Bt7.
Bt7	149 - 171	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; few faint ferriargillan coating on ped face and pore walls; few very fine subrounded Fe- Mn oxide nodules; many very fine vesicular pores; practical no roots; few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); diffuse, smooth boundary to Bt8.
Bt8	171 – 200+	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; few faint ferriargillan coating on ped face and pore walls; few very fine subrounded Fe- Mn oxide nodules; many very fine vesicular pores; practical no roots; strongly acid (field pH 5.5).

Pedon 4

I Information on the site

Profile symbol	: Pedon 4
Classification	: Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic
Date of examination	: April 21, 2006
Described by	: Saowanuch Tawornpruek, Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Kitti Wongsang, Koson Kentha, Nakharintip Puthasith.
Location	: Tambon Pinkhong, Amphoe Chaingdao, Changwat Chaingmai
Elevation	: Approximately 580 m (MSL)
Map sheet number	: 5238 II Coordination : 47Q 0504983 ^E , 2160658 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Lower footslope
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 4.5% Aspect : South-east
Land use	: Upland crop such as peanut and maize
Annual rainfall	: Approximately 1,200 mm
Mean temperature	: Approximately 26 °C
Climate	: Tropical savanna
Other	: Agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: slow
Depth of groundwater	: Deeper than 200 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0 - 13	Dark reddish brown (5YR 3/3); clay; strong very fine granular and moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; many very fine and few fine vesicular pores; many very fine and fine roots; neutral (field pH 7.0); distinct, smooth boundary to Bt1.
Bt1	13 - 33	Dark reddish brown (5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; few faint clay film on faces of peds and pore walls; few fine rounded Fe-Mn oxide nodules; many very fine vesicular pores; few very fine roots; neutral (field pH 7.0); diffuse, smooth boundary to Bt2.
Bt2	33 - 57	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; common distinct clay film on faces of peds and pore walls; few fine rounded Fe-Mn oxide nodules; many very fine vesicular pores; very few very fine roots; slightly acid (field pH 6.5); diffuse, smooth boundary to Bt3.
Bt3	57 - 76	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; common distinct clay film on faces of peds and pore walls; very few fine rounded Fe- Mn oxide nodules; common very fine vesicular pores; very few very fine roots; slightly acid (field pH 6.5); diffuse, smooth boundary to Bt4.
Bt4	76 - 100	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium angular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common distinct clay film on faces of peds and pore walls; very few fine rounded Fe- Mn oxide nodules; few very fine vesicular pores; very few very fine roots; few small holes of cricket nest; slightly acid (field pH 6.5); diffuse, smooth boundary to Bt5.
Bt5	100 - 120	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium angular blocky structure; hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; common distinct clay film on faces of peds and pore walls; few fine rounded Fe-Mn oxide nodules; few very fine vesicular pores; very few very fine roots; few small holes of cricket nest, few traces of highly weathered

		rock fragments and few gravels of weathered slated; slightly acid (field pH 6.5); distinct, smooth boundary to Bt6.
Bt6	120 - 150	Reddish brown (2.5YR 4/4); clay; strong fine and medium angular blocky structure; very hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; common distinct clay film on faces of peds and pore walls; few fine rounded Fe- Mn oxide nodules; few very fine vesicular pores; very few very fine roots; few traces of highly weathered rock fragments and common gravels of weathered slated; slightly acid (field pH 6.5); diffuse, smooth boundary to Bt7.
Bt7	150 – 178	Red (2.5YR 4/6); clay; strong fine and medium angular blocky structure; very hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; common distinct clay film on faces of peds and pore walls; few distinct ferriargillan coating on faces of peds and pore walls; few angular gravels of slightly weathered rock fragments; few very fine vesicular pores; practical no roots; slightly acid (field pH 6.5); diffuse, smooth boundary to Bt8.
Bt8	178 – 200+	Red (2.5YR 4/6); clay; strong fine and medium angular blocky structure; very hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; common distinct clay film on faces of peds and pore walls; few distinct ferriargillan coating on faces of peds and pore walls; common rounded Fe- Mn oxide nodules; few very fine vesicular pores; practical no roots; slightly acid (field pH 6.5).

Pedon 5

I Information on the site

Profile symbol	: Pedon 5
Classification	: Ultic Haplustalf, fine, mixed, superactive, hyperthermic
Date of examination	: April 21, 2006
Described by	: Saowanuch Tawornpruek, Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Kitti Wongsang, Koson Kentha, Nakhartintip Puthasith.
Location	: Tambon Pinkhong, Amphoe Chaingdao, Changwat Chaingmai
Elevation	: Approximately 570 m (MSL)
Map sheet number	: 5238 II Coordination : 47Q 0505372 ^E , 2160716 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Narrow valley floor
2. Surrounding land form	: Nearly Flat
3. Slope on which profile site	: 1% Aspect : South-east
Land use	: Upland crop such as peanut and maize
Annual rainfall	: Approximately 1,200 mm
Mean temperature	: Approximately 26 °C
Climate	: Tropical savanna
Other	: Agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Local alluvium
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Slow
Depth of groundwater	: Deeper than 200 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0 - 16	Dark brown (7.5YR 3/2); clay loam; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many very fine and few fine vesicular pores; many very fine and few fine roots; very few traces of charcoal; slightly acid (field pH 6.5); abrupt, smooth boundary to Bt1.
Bt1	16 - 42	Brown (7.5YR 4/3) (70%); Mixed with dark brown (10YR 3/3) (30%); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; common distinct clay films on faces of peds and pore walls; many very fine vesicular pores; few very fine and fine roots; neutral (field pH 7.0); abrupt, smooth boundary to Bt2.

Bt2	42 - 62	Brown (10YR 4/3) (80%); Mixed with brown (7.5YR 4/3) (20%); clay; strong fine and medium angular blocky structure; very hard dry, very firm moist, slightly sticky and very plastic; common prominent clay films on faces of peds and pore walls; many very fine vesicular pores; very few very fine roots; very few traces of charcoal; neutral (field pH 7.0); gradual, smooth boundary to Bt3.
Bt3	62 - 90	Dark yellowish brown (10YR 4/4) (90%), Mixed with brown (7.5YR 4/3) (10%); clay; strong fine and medium angular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many prominent clay films on faces of peds and pore walls; many very fine and few fine vesicular pores; very few very fine roots; very few traces of charcoal; slightly acid (field pH 6.5); gradual, smooth boundary to Bt4.
Bt4	90 - 109	Dark yellowish brown (10YR 4/4) (80%), Mixed with dark grayish brown (10YR 4/2) (15%), yellowish red (5YR 4/6) (5%); clay; strong fine and medium angular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; many prominent clay films on faces of peds and pore walls; many very fine vesicular pores; practical no roots; very few traces of charcoal; neutral (field pH 7.0); abrupt, smooth boundary to Bt5.
Bt5	109 - 126	Brown (7.5YR 4/2) (50%), Mixed with dark grayish brown (10YR 4/2) (30%), dark yellowish brown (10YR 4/6) (20%); clay; strong fine and medium angular blocky structure; hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; many prominent clay films on ped faces and pore walls; many very fine and very few fine vesicular pores; practical no roots; very few traces of charcoal; neutral (field pH 7.0); gradual, smooth boundary to Bt6.
Bt6	126 - 158	Brown (10YR 4/3) (60%), Mixed with dark gray (10YR 4/1) (40%); clay; strong fine and medium angular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; many prominent clay films on faces of peds and pore walls; many very fine vesicular pores; practical no roots; common traces of charcoal; neutral (field pH 7.0); abrupt, smooth boundary to Btg1.
Btg1	158 - 180	Dark gray (10YR 4/4) (50%), Mixed with dark grayish brown (10YR 4/2) (40%), dark yellowish brown (10YR 4/6) (10%); clay; strong fine and medium angular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many prominent clay films on faces of peds and pore walls, few distinct clay bridges between sand grains; very few angular gravels of rock fragments; common very fine vesicular pores; practical no roots; common traces of charcoal; neutral (field pH 7.0); gradual, smooth boundary to Btg2.
Btg2	180 - 200+	Very dark gray (10YR 3/1) (80%), Mixed with very dark grayish brown (10YR 3/2) (20%); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many prominent clay films on faces of peds and pore walls, common prominent clay bridges between sand grains; common angular gravels of weathered rock fragments (mainly slate); many very fine and few fine vesicular pores; practical no roots; few traces of charcoal, common fine flat and rounded gravels of resistant rock fragments; neutral (field pH 7.0).

Pedon 6

I Information on the site

Profile symbol	: Pedon 6
Classification	: Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic
Date of examination	: April 21, 2006
Described by	: Saowanuch Tawornpruek, Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Kitti Wongsang, Koson Kentha, Nakharintip Puthasith.
Location	: Tambon Pinkhong, Amphoe Chaingdao, Changwat Chaingmai
Elevation	: Approximately 580 m (MSL)
Map sheet number	: 5238 II Coordination : 47Q 0505498 ^E , 2160769 ^N

Landform	
1. Physiographic position	: Middle part of footslope
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 3% Aspect : South-east
Land use	: Upland crop such as peanut, maize and vegetable
Annual rainfall	: Approximately 1,200 mm
Mean temperature	: Approximately 26 °C
Climate	: Tropical savanna
Other	: Agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium over residuum derived from limestone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Slow
Depth of groundwater	: Deeper than 200 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0 - 30	Dark reddish brown (5YR 3/3); clay; strong very fine and fine granular and fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; few fine rounded Fe- Mn oxide nodules; common very fine vesicular pores; common very fine and few fine roots; neutral (field pH 7.0); abrupt, smooth boundary to Bt1.
Bt1	30 - 50	Dark reddish brown (2.5YR 3/3); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; common distinct clay films on faces of peds and pore walls; very few fine rounded Fe- Mn oxide nodules; many very fine vesicular pores; few very fine roots; neutral (field pH 7.0); diffuse, smooth boundary to Bt2.
Bt2	50 - 72	Dark reddish brown (5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; common distinct clay films on faces of peds and pore walls; few fine rounded Fe- Mn oxide nodules; common very fine vesicular pores; very few very fine roots; slightly acid (field pH 6.5); diffuse, smooth boundary to Bt3.
Bt3	72 - 99	Dark reddish brown (5YR 3/4); clay; strong fine and medium angular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; common distinct clay films on faces of peds and pore walls; few fine rounded Fe-Mn oxide nodules; many very fine vesicular pores; very few very fine roots; slightly acid (field pH 6.5); diffuse, smooth boundary to Bt4.
Bt4	99 - 120	Dark red (2.5YR 3/6); clay; strong fine and medium angular blocky structure; very hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; common faint clay films on faces of peds and pore walls; few fine rounded Fe-Mn oxide nodules; common very fine vesicular pores; very few very fine roots; moderately acid (field pH 6.0); diffuse, smooth boundary to Bt5.
Bt5	120 - 148	Dark red (2.5YR 3/6); clay; strong fine and medium angular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; few faint clay films on faces of peds and pore walls; few fine rounded Fe- Mn oxide nodules; few very fine vesicular pores; very few very fine roots; strongly acid (field pH 5.5); diffuse, smooth boundary to Bt6.
Bt7	148 - 175	Dark red (2.5YR 3/6); clay; strong fine and medium angular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; few distinct clay films on faces of peds and pore walls; few fine rounded Fe- Mn oxide nodules; common very fine vesicular pores; very few very fine roots; very strongly acid (field pH 5.0); diffuse, smooth boundary to Bt7.
Bt6	175 - 200+	Dark red (2.5YR 3/6); clay; strong fine and medium angular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; few distinct clay films on faces of peds and pore walls; few fine rounded Fe- Mn oxide nodules; common very fine vesicular pores; practical no roots; very strongly acid (field pH 5.0).

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินที่ทำการศึกษา

Depth (cm)	Horizon	Particle size distribution			Textural class	Hydraulic conductivity (cm hr ⁻¹)
		Sand (-----g kg ⁻¹ -----)	Silt	Clay		
Pedon 1 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic						
0 - 31	Ap	107	283	610	C	15.45
31 - 53	Bt1	43	188	770	C	33.66
53 - 80	Bt2	38	175	787	C	-
80 - 106	Bt3	42	144	814	C	-
106 - 132	Bt4	43	99	858	C	-
132 - 156	Bt5	45	167	787	C	-
156 - 195+	Bt6	45	180	775	C	-
Pedon 2 Typic Haplustalf, fine, mixed, active, hyperthermic						
0 - 24	Ap	78	520	402	SiC	1.29
24 - 50	Bt1	121	463	416	SiC	13.94
50 - 82	Bt2	110	463	427	SiC	-
82 - 107	Bt3	688	126	186	SL	-
107 - 129	Bt4	140	415	445	SiC	-
129 - 151	Btg1	73	480	448	SiC	-
151 - 178	Btg2	96	486	418	SiC	-
178 - 200+	Btg3	172	368	460	C	-
Pedon 3 Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic						
0 - 12	Ap	146	361	494	C	134.66
.12 - 35	Bt1	92	316	592	C	1.93
35 - 60	Bt2	75	236	689	C	-
60 - 84	Bt3	88	221	692	C	-
84 - 105	Bt4	84	182	734	C	-
105 - 125	Bt5	74	153	773	C	-
125 - 149	Bt6	70	175	755	C	-
149 - 171	Bt7	72	173	755	C	-
171 - 200+	Bt8	63	162	774	C	-
Pedon 4 Typic Paleustult, fine, mixed, semiactive, hyperthermic						
0 - 13	Ap	225	328	447	C	33.66
13 - 33	Bt1	188	288	524	C	3.27
33 - 57	Bt2	173	310	518	C	-
57 - 76	Bt3	130	185	685	C	-
76 - 100	Bt4	143	257	600	C	-
100 - 120	Bt5	151	207	642	C	-
120 - 150	Bt6	177	268	555	C	-
150 - 178	Bt7	184	219	597	C	-
178 - 210+	Bt8	168	228	604	C	-

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Depth (cm)	Horizon	Particle size distribution			Textural class	Hydraulic conductivity (cm hr ⁻¹)
		Sand (-----g kg ⁻¹ -----)	Silt	Clay		
Pedon 5	Ultic Haplustalf, fine, mixed, superactive, hyperthermic					
0 - 16	Ap	310	380	310	CL	7.77
16 - 42	Bt1	109	440	451	SiC	0.11
42 - 62	Bt2	25	619	355	SiCL	-
62 - 90	Bt3	39	525	435	SiC	-
90 - 109	Bt4	38	409	553	SiC	-
109 - 126	Bt5	18	355	628	C	-
126 - 158	Bt6	140	365	495	C	-
158 - 180	Btg1	155	459	386	SiCL	-
180 - 200+	Btg2	284	353	363	CL	-
Pedon 6	Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic					
0 - 30	Ap	120	280	600	C	11.99
30 - 50	Bt1	72	180	748	C	7.87
50 - 72	Bt2	60	110	830	C	-
72 - 99	Bt3	65	152	783	C	-
99 - 120	Bt4	61	138	801	C	-
120 - 148	Bt5	59	132	809	C	-
148 - 175	Bt6	57	116	827	C	-
175 - 200+	Bt7	61	100	839	C	-

หมายเหตุ SiCL = silty clay loam, SiC = silty clay, C = clay, SL = sandy loam, CL = clay loam

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา

Depth (cm)	Horizon	pH 1:1		OM. (.....g kg ⁻¹)	Total N	Avail. P (.....mg kg ⁻¹)	Avail. K	Extractable Base				Sum bases	EA	CEC Sum	CEC NH ₄ OAc	BS %
		H ₂ O	KCl					Ca	Mg	K	Na					
Pedon 1	Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic															
0 - 31	Ap	5.8	5	42.6	1.1	36.1	380.2	21.77	4.08	1.09	0.18	27.12	2.32	29.44	37.75	57
31 - 53	Bt1	6.1	5.1	6.2	0.4	1.0	76.0	9.01	2.59	0.17	0.24	12.01	1.95	13.96	20.19	24
53 - 80	Bt2	6.0	5.2	7.6	0.1	0.7	60.1	7.14	1.73	0.13	0.07	9.05	1.88	10.93	17.3	18
80 - 106	Bt3	5.4	4.9	5.5	0.4	0.7	62.8	7.40	1.31	0.12	0.59	9.42	2.28	11.70	20.04	20
106 - 132	Bt4	5.1	5.3	4.8	0.4	2.1	69.6	6.96	1.66	0.13	0.47	9.23	1.88	11.10	18.97	19
132 - 156	Bt5	5.0	5.1	3.4	0.1	0.7	79.0	6.77	1.93	0.15	0.55	9.39	1.65	11.04	19.95	19
156 - 195+	Bt6	5.5	5.2	1.4	0.4	0.9	67.9	6.43	1.80	0.12	1.46	9.81	1.65	11.46	19.64	20
Pedon 2	Typic Haplustalf, fine, mixed, active, hyperthermic															
0 - 24	Ap	6.3	5.1	43.2	1.1	32.1	252.2	26.70	5.15	0.56	0.26	32.67	1.5	34.17	39.41	67
24 - 50	Bt1	6.2	4.8	21.3	0.9	4.3	149.1	25.39	8.65	0.33	0.47	34.83	2.18	37.02	44.07	68
50 - 82	Bt2	5.7	4.5	14.4	0.6	16.6	49.7	25.18	10.31	0.12	0.42	36.03	2.25	38.28	48.86	72
82 - 107	Bt3	6.2	4.2	2.8	0.1	76.3	47.4	29.45	15.04	0.09	0.31	44.89	1.72	46.62	44.67	83
107 - 129	Bt4	5.6	4.4	10.3	0.5	36.3	69.9	28.88	15.10	0.13	0.47	44.58	2.02	46.60	53.45	83
129 - 151	Btg1	5.9	4.3	15.8	0.6	47.6	60.5	30.10	15.00	0.11	0.64	45.85	2.10	47.95	46.52	85
151 - 178	Btg2	6.2	4.5	12.4	0.5	12.4	59.3	26.30	15.79	0.12	0.77	42.98	2.25	45.23	50.27	79
178 - 200+	Btg3	5.9	4.5	24.0	0.8	41.0	65.8	22.65	16.56	0.12	0.31	39.63	2.40	42.03	64.27	71
Pedon 3	Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic															
0 - 12	Ap	6.0	4.9	62.4	1.7	15.5	92.7	21.02	4.39	0.20	0.18	25.80	2.62	28.42	38.27	52
12 - 35	Bt1	6.0	4.9	34.3	1.1	2.2	33.1	10.91	2.66	0.08	0.17	13.82	1.00	14.82	26.74	27
35 - 60	Bt2	5.7	4.9	27.4	0.8	2.4	26.2	8.76	2.23	0.06	0.14	11.19	1.00	12.19	23.36	22
60 - 84	Bt3	5.6	5	13.7	0.6	1.9	25.0	8.63	2.07	0.05	0.70	11.45	1.95	13.40	21.32	23
84 - 105	Bt4	5.9	5.1	11.0	0.5	0.9	25.6	7.53	1.61	0.06	0.31	9.51	1.95	11.46	20.69	19
105 - 125	Bt5	6.1	5.1	12.4	0.4	0.8	29.6	10.86	1.79	0.05	0.46	13.16	1.58	14.73	19.23	27
125 - 149	Bt6	5.8	5.1	7.6	0.5	0.7	27.4	7.34	1.82	0.04	0.48	9.67	1.65	11.32	15.46	19
149 - 171	Bt7	5.9	5.4	6.9	0.4	0.6	25.3	6.82	1.70	0.05	0.83	9.39	1.65	11.04	15.87	19
171 - 200+	Bt8	5.9	5.2	2.8	0.4	0.6	31.6	7.12	1.72	0.05	0.89	9.78	1.58	11.36	13.07	20

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

Depth (cm)	Horizon	pH 1:1		OM. (.....g kg ⁻¹)	Total N	Avail. P (.....mg kg ⁻¹)	Avail. K	Extractable Base				Sum bases	EA	CEC Sum	CEC NH ₄ OAc	BS %
		H ₂ O	KCl					Ca	Mg	K	Na					
pedon 4		Typic Paleustult, fine, mixed, semiactive, hyperthermic														
0 - 13	Ap	6.2	5.0	32.1	1.5	38.7	127.9	24.04	4.02	0.24	0.29	28.59	2.55	31.14	33.09	58
13 - 33	Bt1	6.1	4.9	30.2	0.2	11.3	48.0	18.17	3.37	0.08	0.11	21.72	2.10	23.82	21.74	44
33 - 57	Bt2	6.5	5.0	19.2	0.6	11.9	39.9	13.55	2.51	0.07	0.78	16.90	1.88	18.78	21.53	34
57 - 76	Bt3	6.7	5.2	17.2	0.1	8.2	41.9	11.67	2.78	0.09	0.51	15.05	1.72	16.78	21.32	30
76 - 100	Bt4	6.9	5.3	11.7	0.5	5.3	40.7	11.33	2.24	0.07	0.08	13.72	1.50	15.22	19.57	28
100 - 120	Bt5	7.0	5.3	2.1	0.5	7.5	38.7	15.44	3.20	0.07	0.32	19.03	1.62	20.64	18.37	38
120 - 150	Bt6	6.8	5.5	7.6	0.4	1.0	40.9	10.45	2.95	0.10	0.47	13.96	1.05	15.01	16.93	28
150 - 178	Bt7	6.9	5.6	5.5	0.5	1.2	37.7	8.85	2.59	0.07	0.32	11.83	1.20	13.03	15.63	23
178 - 210+	Bt8	6.9	5.7	2.1	0.6	1.0	43.5	10.63	2.95	0.06	0.53	14.18	1.05	15.23	13.75	28
pedon 5		Ultic Haplustalf, fine, mixed, superactive, hyperthermic														
0 - 16	Ap	5.8	5.0	30.2	1.2	22.7	169.0	20.19	2.93	0.29	1.26	24.67	1.12	25.80	20.14	52
16 - 42	Bt1	6.2	5.0	15.1	0.8	1.5	78.4	16.29	3.69	0.16	0.60	20.74	1.28	22.01	25.34	42
42 - 62	Bt2	6.4	4.8	18.5	1.0	1.5	72.4	18.31	3.86	0.12	0.27	22.55	1.20	23.75	23.8	45
62 - 90	Bt3	6.2	4.7	16.5	0.4	1.0	53.9	21.24	3.75	0.10	0.33	25.43	1.71	27.14	24.83	51
90 - 109	Bt4	6.1	4.8	17.2	0.8	2.5	59.2	22.05	3.05	0.11	0.29	25.51	1.35	26.86	28.25	52
109 - 126	Bt5	6.2	4.7	30.9	0.4	2.2	67.0	26.87	3.38	0.13	0.25	30.64	1.35	31.99	31.53	63
126 - 158	Bt6	6.3	4.9	17.2	0.7	2.4	53.2	22.95	3.31	0.10	0.13	26.50	1.28	27.77	25.32	54
158 - 180	Btg1	6.4	4.9	18.5	0.7	4.3	53.2	20.98	3.08	0.10	0.24	24.40	1.28	25.67	23.97	50
180 - 200+	Btg2	6.2	4.9	22.6	1.0	13.3	58.9	21.07	3.23	0.11	0.79	25.21	0.98	26.19	27.23	52
pedon 6		Typic Paleustult, very-fine, mixed, semiactive, hyperthermic														
0 - 30	Ap	6.4	5.3	47.4	1.5	57.2	524.8	20.96	2.80	0.94	0.27	24.98	2.18	27.16	34.34	54
30 - 50	Bt1	6.3	5.2	13.0	1.0	4.1	136.9	14.58	1.73	0.24	0.76	17.31	1.72	19.03	19.93	37
50 - 72	Bt2	6.4	5.3	11.7	0.3	1.1	71.2	10.91	1.41	0.12	0.38	12.82	1.58	14.40	21.81	27
72 - 99	Bt3	6.4	5.4	5.5	0.4	1.0	58.4	10.89	1.60	0.11	0.45	13.04	1.80	14.85	17.12	27
99 - 120	Bt4	6.1	5.3	0.7	0.4	0.6	60.4	8.83	1.01	0.10	0.15	10.09	1.50	11.59	15.44	21
120 - 148	Bt5	5.4	5.5	3.4	0.4	0.6	73.5	7.34	0.64	0.12	0.05	8.16	1.65	9.81	17.32	17
148 - 175	Bt6	5.1	5.1	4.8	0.5	0.6	105.9	10.04	0.49	0.17	0.36	11.05	1.80	12.85	12.74	24
175 - 200+	Bt7	5.0	5.3	4.1	0.1	0.6	119.1	8.81	0.43	0.21	0.25	9.70	1.72	11.42	17.41	21

ตารางผนวกที่ 3 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศบริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำคอยเชียงดาว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ ในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2521-2550) (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550)

ค่าเฉลี่ยรายเดือนของข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากสถานีตรวจอากาศในบริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำคอยเชียงดาว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ ในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2521 -2550)													
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
ปริมาณน้ำฝน (mm)	10.6	3.7	18.4	63.8	198.2	185.9	261.5	276.0	255.2	126.1	56.6	24.4	1480.4
จำนวนวันฝนตก(วัน)	0.68	0.94	2.0	6.39	14.87	16.29	18.19	20.0	17.52	11.19	4.81	1.48	114.35
อุณหภูมิ (°C)	22.1	24.1	27.1	29.4	28.8	28.2	27.7	27.4	27.2	26.6	24.4	21.9	26.3
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	68.1	58.1	52.8	57.1	71.1	76.5	78.5	80.5	80.9	78.3	75.1	72.0	70.76
ปริมาณการระเหยน้ำ (mm)	2.9	4.0	5.1	5.8	5.4	4.2	3.7	3.8	4.0	3.5	3.2	2.8	48.4

ตารางผนวกที่ 4 การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน

คำเรียกทั่วไป		ชื่อชั้นของเนื้อดินหลัก
ดินทราย (Sandy)	เนื้อหยาบ	ได้แก่ ทรายชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่ทรายหยาบมากถึง ทรายละเอียดมาก และทรายปนดินร่วนถึงทรายละเอียดมากปนดินร่วน
	เนื้อหยาบปานกลาง	ได้แก่ ดินร่วนปนทรายชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่ ดินร่วนปนทรายหยาบถึงดินร่วนปนทรายละเอียด
ดินร่วน (loamy)	เนื้อปานกลาง	ได้แก่ ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนปนทรายแป้ง และทรายแป้ง
ดินเหนียว (Clayey)	เนื้อดินละเอียด	ได้แก่ ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง และดินเหนียว

ที่มา: เอิบ (2548); Soil Survey Division Staff (1993)

ตารางผนวกที่ 5 ข้อกำหนดต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี และการประเมินความ
อุดมสมบูรณ์ของดิน (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973;
Soil Survey Division Staff, 1993; เอ็ม, 2548)

1. ปฏิกริยาของดิน (soil reaction), pH (ดิน : น้ำ = 1 : 1)

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	< 3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.5
เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid)	4.5-5.0
เป็นกรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
เป็นด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
เป็นด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	> 9.0

2. อินทรีย์วัตถุ (organic matter) (% organic carbon x 1.724 x 10)

ระดับ (rating)	พิสัย (g kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	< 5
ต่ำ (L)	5-10
ค่อนข้างต่ำ (ML)	10-15
ปานกลาง (M)	15-25
ค่อนข้างสูง (MH)	25-35
สูง (H)	35-45
สูงมาก (VH)	> 45

3. ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen)

ระดับ (rating)	พิสัย (g kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	< 1.0
ต่ำ (L)	1.0-2.0
ปานกลาง (M)	2.0-5.0
สูง (H)	5.0-7.5
สูงมาก (VH)	> 7.5

4. อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (bases saturation)

ระดับ (rating)	พิสัย (%)
ต่ำ (L)	< 35
ปานกลาง (M)	35-75
สูง (H)	> 75

5. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

ระดับ (rating)	พิสัย (cmol kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	< 3
ต่ำ (L)	3-5
ค่อนข้างต่ำ (ML)	5-10
ปานกลาง (M)	10-15
ค่อนข้างสูง (MH)	15-20
สูง (H)	20-30
สูงมาก (VH)	> 30

6. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) (Bray II)

ระดับ (rating)	ฟอสฟอรัส (mg kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	< 3
ต่ำ (L)	3-6
ค่อนข้างต่ำ (ML)	6-10
ปานกลาง (M)	10-15
ค่อนข้างสูง (MH)	15-25
สูง (H)	25-45
สูงมาก (VH)	> 45

7. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) (NH₄OAc)

ระดับ (rating)	โพแทสเซียม (mg kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	< 30
ต่ำ (L)	30-60
ปานกลาง (M)	60-90
สูง (H)	90-120
สูงมาก (VH)	> 120

8. ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (extractable bases) (NH₄OAc)

ระดับ (rating)	เบสรวมที่สกัดได้ (cmol kg ⁻¹)				
	extr. Ca	extr. Mg	extr. K	extr. Na	extr. bases
ต่ำมาก (VL)	< 2.0	< 0.3	< 0.2	< 0.1	< 2.6
ต่ำ (L)	2-5	0.3-1.0	0.2-0.3	0.1-0.3	2.6-6.6
ปานกลาง (M)	5-10	1.0-3.0	0.3-0.6	0.3-0.7	6.6-14.3
สูง (H)	10-20	3.0-8.0	0.6-1.2	0.7-2.0	14.3-31.2
สูงมาก (VH)	> 20	> 8.0	> 1.2	> 2.0	>31.2

ตารางผนวกที่ 6 เกณฑ์การแบ่งระดับปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้

ระดับ (rating)	ปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้ (cmol kg^{-1})
ต่ำมาก	< 1.0
ต่ำ	1.0-5.0
ปานกลาง	5.0-10.0
สูง	10.0-20.0
สูงมาก	> 20.0

ที่มา: นงคราญ (2529)

ตารางผนวกที่ 7 ความหมายสัญลักษณ์ชั้นของเนื้อดินที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะที่สูง

สัญลักษณ์	ความหมาย	สัญลักษณ์	ความหมาย
S	ทราย	CL	ดินร่วนปนดินเหนียว
C	ดินเหนียว	LS	ทรายปนดินร่วน
L	ดินร่วน	SCL	ดินร่วนเหนียวปนทราย
Si	ทรายแป้ง	SiC	ดินเหนียวปนทรายแป้ง
SC	ดินเหนียวปนทราย	SiL	ดินร่วนปนทรายแป้ง
SL	ดินร่วนปนทราย	SiCL	ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง

ตารางผนวกที่ 8 ระดับชั้นของค่าสภาพการนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ

ระดับชั้น	ค่าสภาพการนำน้ำของดินที่อิ่มตัว ด้วยน้ำ (cm hr ⁻¹)
ช้ามาก (Very slow)	< 0.125
ช้า (slow)	0.125-0.50
ช้าปานกลาง (moderately slow)	0.50-2.00
ปานกลาง (moderate)	2.00-6.25
เร็วปานกลาง (moderately rapid)	6.25-12.50
เร็ว (rapid)	12.50-25.00
เร็วมาก (very rapid)	> 25.00

ที่มา: O'Neal (1952)

ตารางผนวกที่ 9 วิธีการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากผลการวิเคราะห์ดิน

ระดับความอุดม สมบูรณ์ของดิน	ปริมาณ อินทรีย์วัตถุ (g kg ⁻¹)	อัตราร้อยละ ความอิ่มตัวเบส (%)	ความจุ แลกเปลี่ยน แคตไอออน (cmol kg ⁻¹)	ปริมาณ ฟอสฟอรัสที่ เป็นประโยชน์ (mg kg ⁻¹)	ปริมาณ โพแทสเซียมที่ เป็นประโยชน์ (mg kg ⁻¹)
ต่ำ	< 15 (1)	< 35 (1)	< 10 (1)	< 10 (1)	< 60 (1)
ปานกลาง	15 - 30 (2)	35 - 75 (2)	10 - 25 (2)	10 - 25 (2)	60 - 90 (2)
สูง	> 35 (3)	> 75 (3)	> 25 (3)	> 25 (3)	> 90 (3)

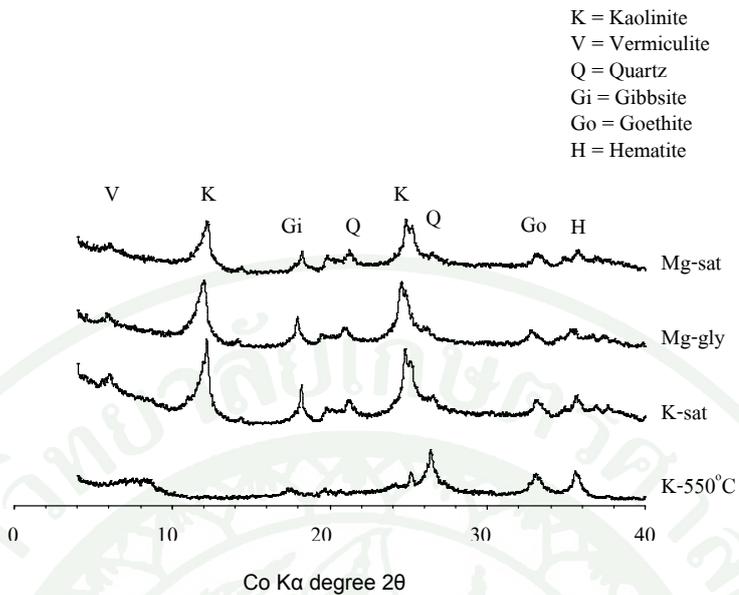
หมายเหตุ วิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินใช้วิธีให้คะแนน (ตัวเลขคะแนนอยู่ในวงเล็บในตาราง) ถ้าคะแนนเท่ากับ 7 หรือน้อยกว่า ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ถ้าคะแนนอยู่ระหว่าง 8-12 ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ถ้ามีคะแนน 13 หรือมากกว่า ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

ที่มา: กองสำรวจดิน (2523)

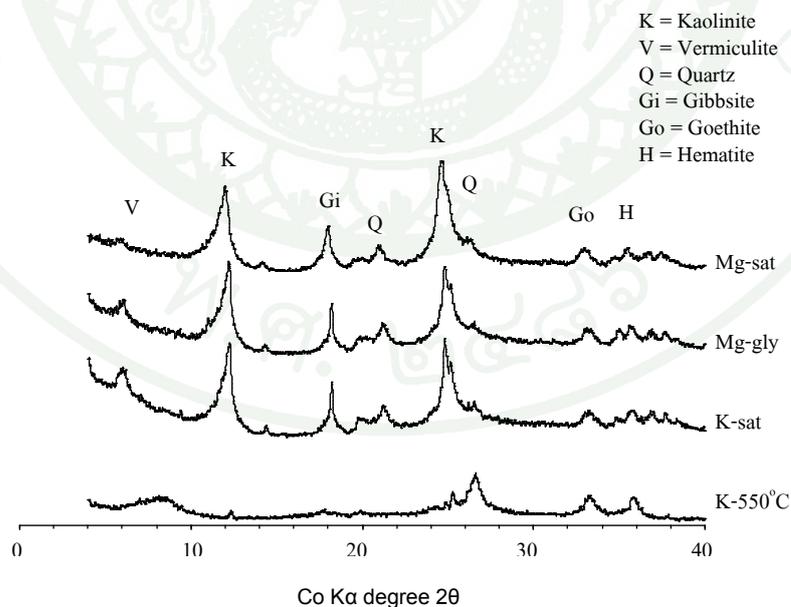
ตารางผนวกที่ 10 X-ray diffraction spacing obtained from (001) planes of layer-silicate species as related to sample treatment.

Diffraction spacing (nm)	Mineral (or minerals) Indicated
	<u>Mg-saturated, air-dried</u>
1.4 – 1.5	Smectite, vermiculite, chlorite
0.99 – 1.01	Mica (illite), halloysite
0.72 – 0.75	Metahalloysite
0.715	Kaolinite, chlorite (2nd-order maximum)
	<u>Mg-saturated, glycerol-solvated</u>
1.77 – 1.80	Smectite
1.4 – 1.5	Vermiculite, chlorite
1.08	Halloysite
0.99 – 1.01	Mica (illite)
0.72 – 0.75	Metahalloysite
0.75	Kaolinite, chlorite (2nd-order maximum)
	<u>K-saturated, air-dried</u>
1.4 – 1.5	Chlorite, vermiculite (with interlayer aluminum)
1.24 – 1.28	Smectite
0.99 – 1.01	Mica (illite), halloysite, vermiculite (contracted)
0.72 – 0.75	Metahalloysite
0.715	Kaolinite, chlorite (2nd-order maximum)
	<u>K-saturated, heated (550° C)</u>
1.4	Chlorite
0.99 – 1.01	Mica, vermiculite (contracted), smectite (contracted)
0.715	Chlorite (2nd-order maximum)

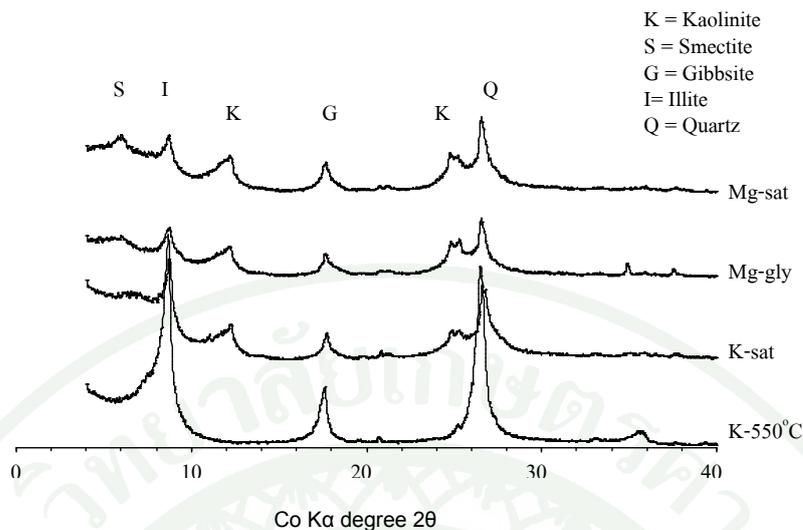
ที่มา: Whittig and Allardice (1986)



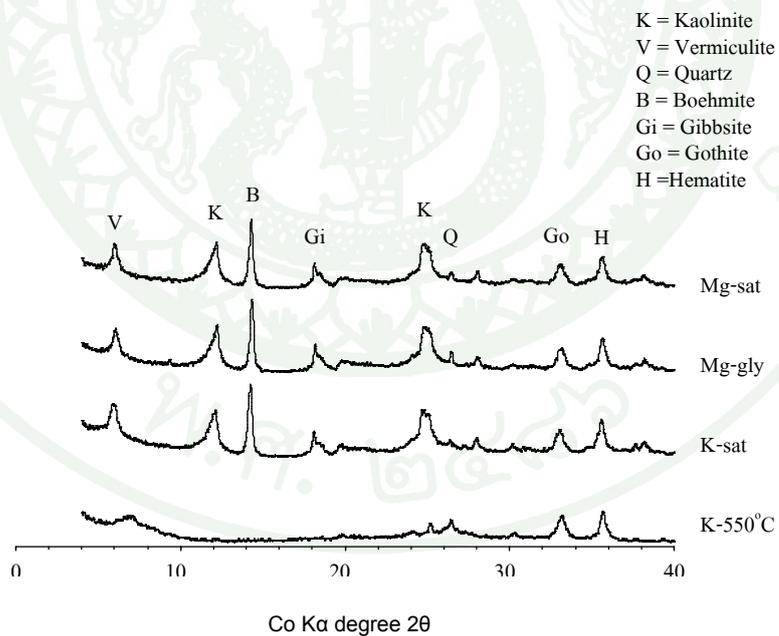
ภาพผนวกที่ 1 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวของดินพีคตอนที่ 1 ช่วงความถี่ 0-31 เซนติเมตร



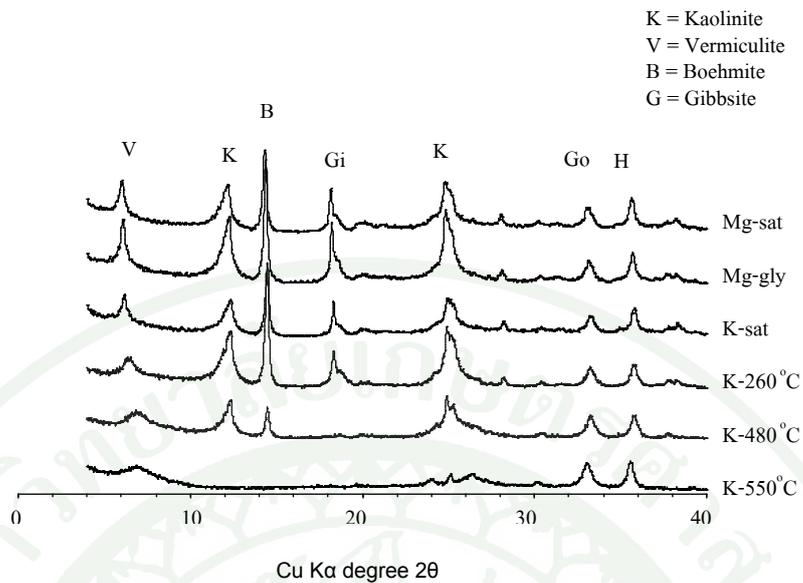
ภาพผนวกที่ 2 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวของดินพีคตอนที่ 1 ช่วงความถี่ 31-53 เซนติเมตร



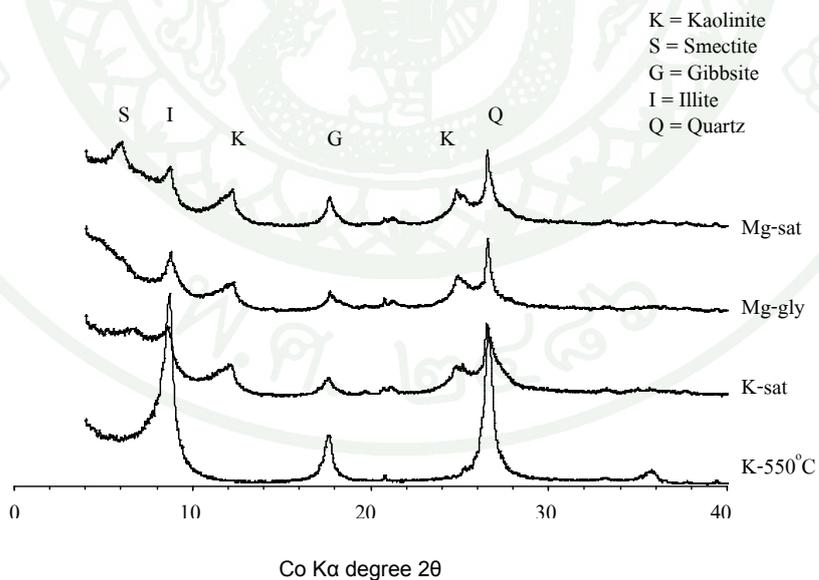
ภาพผนวกที่ 3 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวของดินพืดอนที่ 2 ช่วงความลึก 0-24 เซนติเมตร



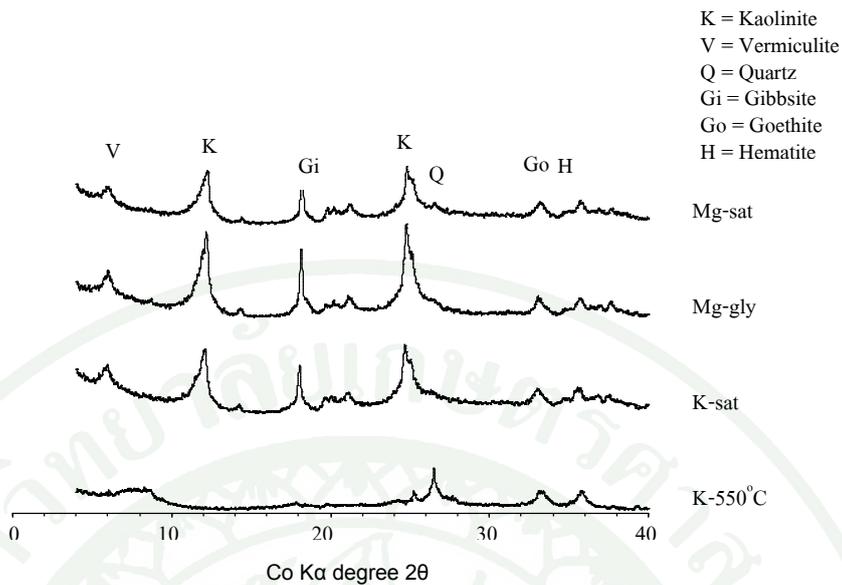
ภาพผนวกที่ 4 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวของดินพืดอนที่ 3 ช่วงความลึก 0-12 เซนติเมตร



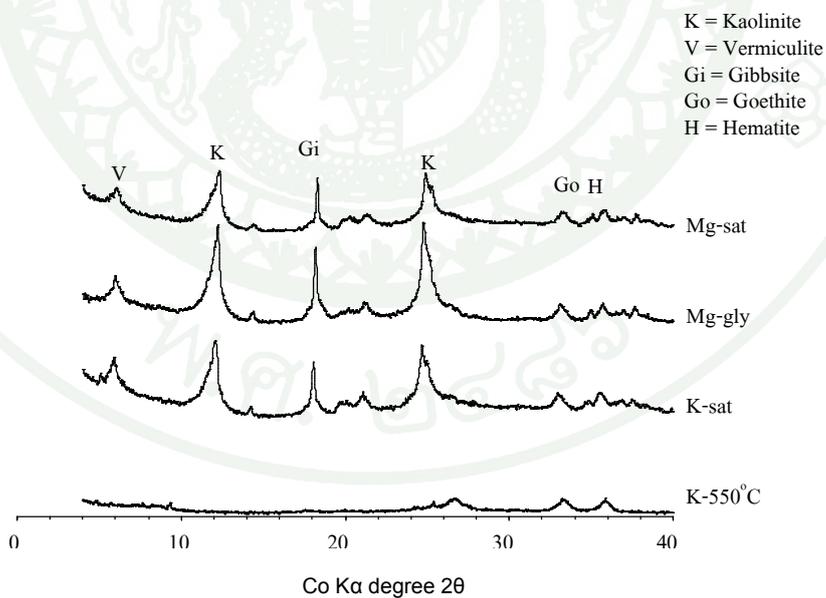
ภาพผนวกที่ 5 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาด
 ดินเหนียวของดินพืดตอนที่ 3 ช่วงความถี่ 12-35 เซนติเมตร



ภาพผนวกที่ 6 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาด
 ดินเหนียวของดินพืดตอนที่ 5 ช่วงความถี่ 180-200 เซนติเมตร

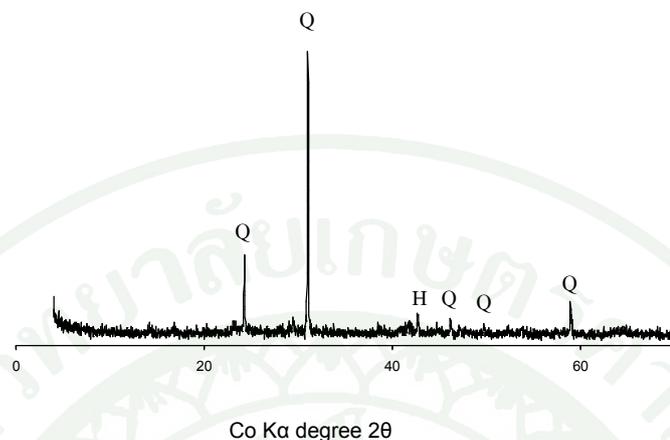


ภาพผนวกที่ 7 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาด
 ดินเหนียวของดินพีคตอนที่ 6 ช่วงความถี่ 99-120 เซนติเมตร



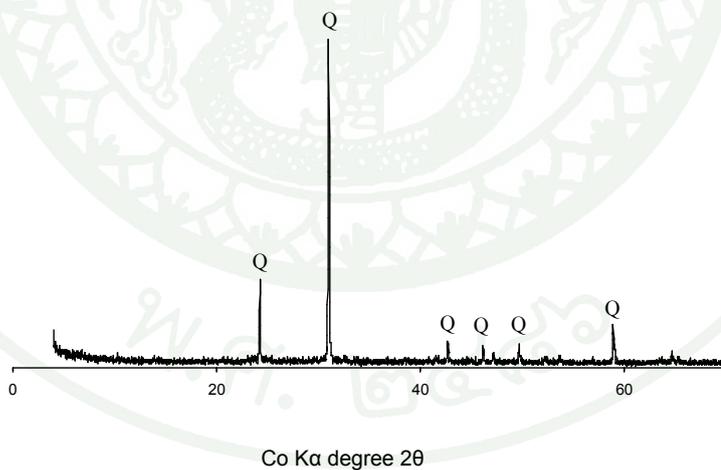
ภาพผนวกที่ 8 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาด
 ดินเหนียวของดินพีคตอนที่ 6 ช่วงความถี่ 175-200 เซนติเมตร

Q = Quartz
H = Hematite



ภาพผนวกที่ 9 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้งของดินพืดอนที่ 4 ช่วงความถี่ 76-100 เซนติเมตร

Q = Quartz



ภาพผนวกที่ 10 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้งของดินพืดอนที่ 5 ช่วงความถี่ 0-16 เซนติเมตร

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายกิตติ วงษ์แสง
เกิดวันที่	21 กุมภาพันธ์ 2526
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-