



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา

สาขา

ปฐพีวิทยา

ภาควิชา

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินและการบ่อนอินทรีย์กับเม็ดดินเสถียรน้ำในดินป่าไม้
สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

Relationship between Soil Properties, Organic Carbon and Water-stable
Aggregates in Forest Soils of Sakaerat Environmental Research Station

نامผู้วิจัย นายวันพี สุวรรณประภา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ศาสตราจารย์เอิบ เขียวรัตน์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภิมา ธนะจิตต์, ป.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสิงห์ มทววิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินและการบ่อนอินทรีย์กับเม็ดดินเสถียรน้ำในดินป่าไม้
สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

Relationship between Soil Properties, Organic Carbon and Water-stable Aggregates
in Forest Soils of Sakaerat Environmental Research Station

โดย

นายวันรพี สุวรรณประภา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วันพี สุวรรณประภา 2557: ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินและการบ่อนอินทรีย์กับเม็ดดินเสถียร
น้ำในดินป่าไม้ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์
สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D. 137 หน้า

การศึกษาสมบัติดิน ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ และเม็ดดินเสถียรน้ำของดินภายใต้สภาพป่าไม้ต่างชนิด
8 บริเวณในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ประกอบด้วยดินภายใต้ป่า
เบญจพรรณและรอยต่อระหว่างป่าเต็งรังกับป่าดิบแล้งอย่างละ 1 บริเวณ ป่าเต็งรัง 2 บริเวณ และป่าดิบแล้ง 4
บริเวณ โดยทำการแยกขนาดของเม็ดดินเสถียรน้ำออกเป็น 6 ขนาด ดังนี้ 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) 1-2 มิลลิเมตร
(WSA2) 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) 0.25-0.5 มิลลิเมตร (WSA4) 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) และเล็กกว่า 0.1
มิลลิเมตร (WSA6) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินที่มีผลต่อการเกิดเม็ดดินและปริมาณคาร์บอนอินทรีย์
ในเม็ดดินต่างขนาดภายใต้ป่าไม้ต่างชนิด

ผลการศึกษา พบว่า เม็ดดิน WSA1 และ WSA5 มีสหสัมพันธ์เชิงบวกและเชิงลบกับปริมาณคาร์บอน
อินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.71^{**}$ และ -0.64^{**} ตามลำดับ) เนื่องจาก คาร์บอนอินทรีย์จัดเป็นสาร
เชื่อมสำคัญที่ทำให้เกิดเม็ดดินขนาดใหญ่ เหล็กและแมงกานีสทั้ง 3 รูป ได้แก่ รูปอิสระ รูปสัณฐาน และรูป
สารอินทรีย์เชิงซ้อนมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเม็ดดินขนาด WSA2 และ WSA3 และมี
สหสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเม็ดดินขนาด WSA5 เพราะเหล็กและแมงกานีสทำหน้าที่เป็นสาร
เชื่อมระหว่างอินทรีย์วัตถุกับอนุภาคดินเหนียวทำให้เกิดเม็ดดินขนาดใหญ่ (ใหญ่กว่า 0.25 มิลลิเมตร) ส่วน
ปริมาณธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่ในดินมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับเม็ดดินขนาดใหญ่ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับ
ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ แสดงให้เห็นว่า อินทรีย์วัตถุมีบทบาทต่อการสร้างตัวของเม็ดดิน และความเป็น
ประโยชน์ของธาตุอาหารพืชบางชนิด เม็ดดินขนาด WSA1 มีปริมาณเด่นในชั้นดินบนของดินป่าไม้ที่ศึกษาทุก
บริเวณ ขณะที่เม็ดดินขนาด WSA5 พบมากในชั้นดินล่าง โดยพบว่า เม็ดดินขนาด WSA1 มีปริมาณสูงสุดในดิน
บนภายใต้พื้นที่รอยต่อระหว่างป่าเต็งรังกับป่าดิบแล้ง (Skr-4) และป่าดิบแล้งที่ไม่ถูกรบกวน (Skr-8) โดยมี
ปริมาณเท่ากับ 51.45 และ 51.30 กรัมต่อดิน 100 กรัมตามลำดับ ขณะที่เม็ดดินขนาด WSA5 มีปริมาณสูงสุดใน
ดินล่างของป่าเบญจพรรณทุกชนิด (Skr-1) โดยมีปริมาณเท่ากับ 60.10 กรัมต่อดิน 100 กรัม การแจกกระจายของ
ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินต่างขนาด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทั้งในดินบนและในดินล่าง แสดงว่า
สภาพป่าที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อการแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินแต่ละขนาด

Wanrapee Suwanprapa 2014: Relationship between Soil Properties, Organic Carbon and Water-stable Aggregates in Forest Soils of Sakaerat Environmental Research Station. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Somchai Anusontpornperm, Ph.D. 137 pages.

A study on properties, organic carbon content and aggregate stability of soils under different types of forest was conducted in eight areas in Sakaerat Environmental Research Station, Wang Nam Kheo district, Nakhon Ratchasima province. They comprised one soil each under secondary mixed deciduous forest and ecotone (transitional zone between dry dipterocarp and dry evergreen forests), two soils under dry dipterocarp forest, and four soils under dry evergreen forest. Water stable aggregate was analyzed and separated into six sizes; 2-8 mm (WSA1), 1-2 mm (WSA2), 0.5-1 mm (WSA3), 0.25-0.5 mm (WSA4), 0.1-0.25 mm (WSA5), and smaller than 0.1 mm (WSA6) in order to investigate the relationships of the impact of soil properties on the formation of soil aggregate at different sizes and their organic carbon content in those aggregates.

Results revealed that WSA1 and WSA5 statistically had, respectively, highly positive and negative correlation with organic carbon ($r=0.71^{**}$ and -0.64^{**}) due to the organic carbon being the important cementing agent that basically forms large aggregate. Iron and manganese in crystalline, amorphous and organo-complex forms were statistically positively correlated with WSA2 and WSA3, and had negative correlation with WSA5. This is because iron and manganese acting as cementing agent binding between organic matter and clay to form aggregates of larger than 0.25 mm. Most plant nutrients in soil had the positive correlation with large aggregate in a similar fashion as that of organic carbon, indicating that the role of organic matter is not only essential for aggregation but also contributing the availability of some plant nutrients in these soils. WSA1 dominated in the top layer of all forest soils studied whereas WSA5 was found dominant in subsoil layers. The highest amount of WSA1 was in the soils of the transitional zone between dry dipterocarp and dry evergreen forests (Skr-4) and undisturbed dry evergreen forest (Skr-8), having the contents of 51.4 and 51.30 g 100 g⁻¹ soil, respectively. The soil under secondary mixed deciduous forest (Skr-1) contained the greatest amount of WSA5 with the content of 60.10 g 100 g⁻¹ soil. There was no different organic carbon content in various sizes of water stable aggregate in topsoil and subsoil. This indicates that different types of forest had no influence on the amount of organic carbon distribution in different sizes of water stable aggregate.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือให้คำปรึกษา และข้อชี้แนะจนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.เอิบ เขียวรีนรมณ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภิมา ธนะจิตต์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้ความกรุณาในการให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาชี้แนะที่เป็นประโยชน์จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตรและกรมพัฒนาที่ดินสำหรับความกรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการทำผลการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในภาควิชาปฐพีวิทยาที่ให้การช่วยเหลือในห้องปฏิบัติการ และคำแนะนำที่มีประโยชน์ ขอขอบคุณป้า (พี่บวร), เจ๊ตา, พี่เฟิร์ส, พี่เจนชายและหญิง, เพื่อนกอล์ฟ, เปิ้ล, จอย และเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ภาควิชาปฐพีทุกคนที่คอยให้การช่วยเหลือให้คำปรึกษา และมีมิตรภาพที่ดีมาโดยตลอด (ถ้าไม่มีพวกท่านผมคงไม่มีวันนี้)

ขอกราบขอบพระคุณ พ่อไพโรจน์และแม่ณีภาวรรณ สุวรรณประภา บิดาและมารดาของข้าพเจ้า และครอบครัวสุวรรณประภา ที่อบรมสั่งสอนเลี้ยงดูข้าพเจ้า ให้โอกาสทางการศึกษาและเป็นที่กำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมา

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้คงเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาในด้านนี้ และเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ประโยชน์อันใดที่จะรับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบไว้สำหรับผู้ที่ได้กล่าวมาข้างต้น หากมีสิ่งใดผิดพลาดข้าพเจ้าขออภัยและน้อมรับความบกพร่องและข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

วันพี สุวรรณประภา

สิงหาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	19
อุปกรณ์	19
วิธีการ	19
ผลและวิจารณ์	25
สรุปและข้อเสนอแนะ	85
สรุป	85
ข้อเสนอแนะ	87
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	88
ภาคผนวก	104
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	137

พ.ศ. ๒๕๕๖

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ลักษณะทั่วไปที่ทำการศึกษา	30
2 สภาพแวดล้อมทั่วไปในบริเวณที่ทำการศึกษา	31
3 ลักษณะสัณฐานวิทยาของหน้าตัดดินในบริเวณที่ทำการศึกษา	32
4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเสถียรน้ำกับสมบัติดินบางประการ	59
5 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดต่างๆ ของชั้นดินบน (Topsoil, A horizon) และชั้นดินล่าง (ชั้น Bt หรือ ชั้น Bt1)	81
ตารางผนวกที่	
1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดินบริเวณที่ทำการศึกษา	119
2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินในบริเวณที่ศึกษา	121
3 ปริมาณเหล็ก อะลูมินัม และแมงกานีสที่สกัดด้วยไดโครโอไนต์-ซีเตรตไบคาร์บอเนต ออกซาเลต และไพโรฟอสเฟตของดินที่ทำการศึกษา	125
4 ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำในแต่ละขนาด และขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ	127
5 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำแต่ละขนาด	129
6 การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน	131
7 เกณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน	132
8 ข้อจำกัดต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมีและการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	133
9 เกณฑ์การแบ่งระดับปริมาณสภาพกรดที่สกัดได้	136
10 วิธีคาดคะเนระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการประเมินจากผลการวิเคราะห์ดิน	136

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขอบเขตพื้นที่ที่ศึกษา บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสระแกราข จังหวัดนครราชสีมา	15
2	ขอบเขตพื้นที่ลักษณะการใช้ที่ดิน (ปี พ.ศ. 2543) บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสระแกราข จังหวัดนครราชสีมา	18
3	แสดงจุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสระแกราข จ. นครราชสีมา	26
4	แสดงลักษณะภูมิประเทศ และหน้าตัดดินป่าไม้ บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสระแกราข	27
5	ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคขนาดทราย (ก) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (ข) และอนุภาคขนาดดินเหนียว (ค) กับระดับความลึกดิน	40
6	การจำแนกประเภทเนื้อดินตามสัดส่วนโดยมวลของอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว	41
7	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวม (ก) และสภาพการนำน้ำของดินขณะอิ่มตัว (ข) กับระดับความลึกดิน	43
8	ค่าพีเอชของดินที่วัดในน้ำ (ก) และในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 โมลาร์ (ข) กับระดับความลึกดิน	44
9	ปริมาณอินทรียวัตถุ (ก) และปริมาณไนโตรเจนรวม (ข) กับระดับความลึก	45
10	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ก) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ข) กับระดับความลึกดิน	46
11	ปริมาณแคลเซียม (ก) โพแทสเซียม (ข) โซเดียม (ค) และแมกนีเซียมที่สกัดได้ (ง) กับระดับความลึกดิน	49
12	ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (ก) และสภาพกรดที่สกัดได้ (ข) กับระดับความลึกดิน	51
13	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (ก) และอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (ข) กับระดับความลึกดิน	52
14	ความสัมพันธ์ระหว่างเหล็กที่สกัดได้ด้วย dithionite-citrate-bicarbonate (Fe_d) (ก), ammonium oxalate (Fe_o) (ข) และ sodium pyrophosphate (Fe_p) (ค) กับระดับความลึกดิน	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
15 ความสัมพันธ์ระหว่างอะลูมิเนียมที่สกัดได้ด้วย dithionite-citrate-bicarbonate (Al_d) (ก), ammonium oxalate (Al_o) (ข) และ sodium pyrophosphate (Al_p) (ค) กับระดับความลึกดิน	54
16 ความสัมพันธ์ระหว่างแมงกานีสที่สกัดได้ด้วย dithionite-citrate-bicarbonate (Mn_d) (ก), ammonium oxalate (Mn_o) (ข) และ sodium pyrophosphate (Mn_p) (ค) กับระดับความลึกดิน	56
17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดดินเหนียวขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) (ก) เม็ดดินเหนียวขนาด 0.25-0.5 มิลลิเมตร (WSA4) (ข) เม็ดดินขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) (ค) และขนาดเฉลี่ยของเมล็ดดินเหนียวกับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์	61
18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดดินเหนียวขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) (ก) เม็ดดินเหนียวขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) (ข) และขนาดเฉลี่ยของเมล็ดดินเหนียว (MWD) (ค) กับปริมาณไนโตรเจนรวม	62
19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดดินเหนียวขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) (ก) เม็ดดินเหนียวขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) (ข) เม็ดดินเหนียวขนาด 0.25-0.5 มิลลิเมตร (WSA4) (ค) และขนาดเฉลี่ยของเมล็ดดินเหนียว (MWD) (ง) กับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	63
20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดดินเหนียวขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) (ก) กับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และเมล็ดดินเหนียวขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) (ข) กับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้	65
21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดดินเหนียวขนาด 1-2 มิลลิเมตร (WSA2) (ก) เม็ดดินเหนียวขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) (ข) และเมล็ดดินเหนียวขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA3) (ค) กับปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้	66

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเหนียวขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) (ก) เม็ดดินเหนียวขนาด 0.25-0.5 มิลลิเมตร (WSA4) (ข) เม็ดดินเหนียวขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) (ค) และขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเหนียว (MWD) (ง) กับค่าความหนาแน่นรวมของดิน	67
23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเหนียวขนาด 1-2 มิลลิเมตร (WSA2) (ก) เม็ดดินเหนียวขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) (ข) และเม็ดดินเหนียวขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) (ค) กับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในรูปออสันฐาน และรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อน	69
24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเหนียวขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) (ก) กับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในรูปอิสระและรูปออสันฐาน เม็ดดินเหนียวขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) และเม็ดดินเหนียวขนาด 0.25-0.5 มิลลิเมตร (WSA4) (ข) กับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อน และขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเหนียว (MWD) (ค) กับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในรูปออสันฐานและรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อน	70
25 การแจกกระจายของเม็ดดินเหนียวของดินภายใต้ป่าเบญจพรรณทุติยภูมิ (Skr-1) ตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน	71
26 การแจกกระจายของเม็ดดินเหนียวภายใต้พื้นที่ป่าเต็งรังบริเวณตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนล่าง (Skr-2) ตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน	73
27 การแจกกระจายของเม็ดดินเหนียวภายใต้พื้นที่ป่าเต็งรังบริเวณตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (Skr-3) ตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน	74
28 การแจกกระจายของเม็ดดินเหนียวภายใต้พื้นที่ระหว่างป่าเต็งรังกับป่าดิบแล้ง (Skr-4) ตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน	76
29 การแจกกระจายของเม็ดดินเหนียวภายใต้พื้นที่ป่าดิบแล้งพื้นที่ฟู บริเวณส่วนโค้งนูนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (Skr-5) ตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน	76

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
30	การแจกกระจายของเมล็ดดินเสถียรน้ำ ภายใต้พื้นที่ป่าดิบแล้งพื้นที่ฟูส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากการกร่อนที่บริเวณผิวน้ำของที่ลาดเชิงเขา (Skr-6) ตามระดับความลึกดินภายในหน้าตัดดิน	77
31	การแจกกระจายของเมล็ดดินเสถียรน้ำภายใต้พื้นที่ป่าดิบแล้งพื้นที่ฟูตอนล่างของที่ลาดเชิงเขา (Skr-7) ตามระดับความลึกดินภายในหน้าตัดดิน	78
32	การแจกกระจายของเมล็ดดินเสถียรน้ำภายใต้พื้นที่ป่าดิบแล้งไม่ถูกรบกวน ตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (Skr-8) ตามระดับความลึกดินภายในหน้าตัดดิน	79

ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินและการบ่อนอินทรีย์กับเม็ดดินเสถียรน้ำในดินป่าไม้ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

Relationship between Soil Properties, Organic Carbon and Water-stable Aggregates in Forest Soils of Sakaerat Environmental Research Station

คำนำ

เม็ดดิน (Soil aggregates) หมายถึง กลุ่มของอนุภาคดินที่เกาะยึดกันเป็นกลุ่ม เกิดขึ้นด้วยกระบวนการตามธรรมชาติ โดยในช่องว่างของอนุภาคจะเป็นตัวเก็บรักษาและแลกเปลี่ยนของน้ำและอากาศ (คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมแปลพีวทยา, 2551; NRCS, 2008) ขณะที่ความเสถียรของเม็ดดิน (aggregate stability) นั้น หมายถึง ความสามารถของเม็ดดินที่จะทนทานต่อการทำลายโดยแรงภายนอก (มักจะเป็นแรงที่เกิดจากน้ำ) ซึ่งตัวการที่มีอิทธิพลต่อค่าความเสถียรของเม็ดดินนั้น ได้แก่ เนื้อดิน ชนิดของแร่ดินเหนียว เหล็กที่สกัดได้ แคตไอออนที่สกัดได้ ชนิดของอินทรีย์วัตถุ และขนาดของสิ่งมีชีวิต (NRCS, 2008) นอกจากนี้อินทรีย์วัตถุยังช่วยปรับปรุงการเกิดเม็ดดินและโครงสร้างของดิน (Caravaca *et al.*, 2004; Pinheiro *et al.*, 2004; Tisdall and Oades, 1982) ทั้งยังช่วยในการปรับปรุงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ (Carter, 2002) Boyle *et al.* (1989) สรุปว่าการบ่อนอินทรีย์ในดินส่งผลกระทบต่อสมบัติทางฟิสิกส์ของดินในสัดส่วนที่ไม่คงที่ และการบ่อนอินทรีย์ถือเป็นสารเชื่อมหลักในดินที่จะทำให้เกิดเม็ดดินขนาดต่างๆ (Le Bissonnais and Le Souder, 1995) อีกทั้งมีอิทธิพลต่อโครงสร้างดินและความเสถียร โดยการเกาะยึดของอนุภาคดินแร่ ช่วยลดการแตกตัวของเม็ดดินด้วยน้ำ และมีอิทธิพลต่อความแกร่งเชิงกลของเม็ดดิน (Onweremadu *et al.*, 2007) การบ่อนอินทรีย์และปริมาณไนโตรเจนของดินที่พบในเม็ดดินต่างขนาดจะมีความสำคัญต่อการกำหนดปริมาณของดินที่ง่ายต่อการสูญเสียโดยกระบวนการกร่อนดิน

Barthes *et al.* (2008) รายงานว่า การเกิดเม็ดดินในเขตร่อนไม้ไม่ได้เกิดจากอิทธิพลของเนื้อดินโดยชัดเจน ขณะที่การเพิ่มขึ้นของการบ่อนรวมในดินและปริมาณของการบ่อนในอินทรีย์วัตถุขนาดละเอียดจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณอนุภาคดินเหนียวและอนุภาคทรายแบ่งความเสถียรของเม็ดดินขนาดใหญ่มีความสัมพันธ์กับการบ่อนรวมในดินและปริมาณของการบ่อนในอินทรีย์วัตถุ

ขนาดละเอียด และมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับปริมาณอะลูมิเนียมอิสระ และอะลูมิเนียมในรูป
อิสระ

งานวิจัยนี้ต้องการที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนอินทรีย์กับความเสถียรของ
เม็ดดิน รวมถึงสมบัติดินต่างๆ ที่มีผลต่อความเสถียรของเม็ดดินในสภาพป่าต่างชนิด โดยความรู้ที่
ได้จากการศึกษา จะสามารถใช้เป็นฐานความรู้ อันทำให้เกิดความเข้าใจในศาสตร์ทางดินที่กระจ่าง
ขึ้น เพื่อจะได้นำความรู้นี้ไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์และความเจริญของศาสตร์ทางดินต่อไป อีกทั้ง
ทั้งยังสามารถนำข้อมูลไปปรับใช้กับดินในพื้นที่เกษตรกรรมด้วย



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนอินทรีย์ในดินและสมบัติดินกับค่าเม็ดดินเสถียรน้ำ ในสภาพป่าไม้ต่างชนิดของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช
2. เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของชนิดป่าไม้ ต่อการแจกกระจายของเม็ดดิน
3. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินต่างขนาดในสภาพป่าไม้ต่างชนิดของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

การตรวจเอกสาร

1. รูปแบบและวัฏจักรคาร์บอน (Carbon cycle)

วัฏจักรคาร์บอนเป็นวัฏจักรชีวธรณีเคมี (biogeochemical cycle) ซึ่งคาร์บอนถูกแลกเปลี่ยนระหว่างสิ่งมีชีวิต พื้นดิน น้ำ และบรรยากาศของโลก (Burkett *et al.*, 2005) วัฏจักรคาร์บอนเป็นลำดับการเปลี่ยนรูปคาร์บอนไดออกไซด์ไปอยู่ในรูปสารอินทรีย์โดยกระบวนการสังเคราะห์แสงหรือกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมีแล้วถูกใช้ไปในชั้นชีวภาค (biosphere) และในที่สุดก็กลับสู่รูปคาร์บอนไดออกไซด์โดยผ่านกระบวนการหายใจหรือเผาไหม้ (คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปลูกพืชวิทยา, 2551)

คาร์บอนเป็นธาตุองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต เป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 50 ของเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต และในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (Bolin, 1979) เนื่องจากโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบอินทรีย์อื่น ๆ ที่สำคัญล้วนแต่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบทั้งสิ้น คาร์บอนปรากฏอยู่ในบรรยากาศในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีอยู่ในรูปของสารละลาย นอกจากนั้นยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของหินปูนมหาสมุทรที่มีปริมาณคาร์บอนมากกว่าในบรรยากาศถึง 50 เท่า วัฏจักรของคาร์บอนจะหมุนเวียนอยู่ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมหรือระหว่างคาร์บอนอินทรีย์และคาร์บอนอนินทรีย์

รูปของคาร์บอนในดินแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ คาร์บอนอนินทรีย์ในดิน (inorganic carbon) และคาร์บอนอินทรีย์ (organic carbon) คาร์บอนอินทรีย์ที่พบส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของเกลือคาร์บอเนต ซึ่งพบมากในเขตกึ่งแห้งแล้ง จากการประเมินปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนอย่างคร่าวๆ พบว่า คาร์บอนอินทรีย์มีอยู่ประมาณร้อยละ 12 ของคาร์บอนทั้งหมดในดิน (Schlesinger, 1991)

ดอกรัก และ อุทิศ (2552) กล่าวว่า ธาตุคาร์บอนเป็นธาตุหลักในส่วนประกอบของอินทรีย์วัตถุทุกรูปแบบ โดยเริ่มจากการสังเคราะห์แสงของพืชโดยดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศมาทำปฏิกิริยากับน้ำสร้างคาร์โบไฮเดรตแบบง่ายขึ้น และทำการสังเคราะห์ต่อเป็นแป้ง ไขมัน น้ำตาล และน้ำย่อยอื่น ๆ ที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน จากนั้นก็ทำการส่งผ่านไปสู่สัตว์โดยกระบวนการของการเป็นอาหารต่อ คาร์บอนในสัตว์กินพืชถ่ายทอดไปสู่สัตว์กินเนื้อโดยการล่าเป็น

อาหารและเปลี่ยนรูปเป็นเนื้อเยื่อ คาร์บอนในเนื้อเยื่อของพืช สัตว์กินพืช และสัตว์กินเนื้อถูกนำมาใช้ในการหายใจและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศส่วนหนึ่ง และส่วนที่เหลือก็ใช้ในการเจริญเติบโตกับตกเป็นซากเมื่อตายลง ซากของพืชและสัตว์ก็就会被ย่อยสลายโดยการกระทำของแบคทีเรียและเชื้อรา ปลดปล่อยคาร์บอนออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ อีกส่วนหนึ่งที่กลับไปสู่บรรยากาศดั้งเดิม คาร์บอนอีกส่วนหนึ่งถูกเก็บเป็นเนื้อไม้ ซาก หรือถ่านหินในดิน ก๊าซธรรมชาติและน้ำมัน อาจถูกปลดปล่อยเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่บรรยากาศโดยการเผาไหม้จากกิจกรรมของมนุษย์หรือจากเหตุการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ไฟป่า เป็นต้น ซึ่งการทำกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ในปัจจุบันนั้น เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น จึงมีบทบาทที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (green house effect) โดยคาร์บอนไดออกไซด์จะทำหน้าที่เหมือนกระจก เมื่อแสงอาทิตย์ส่องผ่านเข้าไปในเรือนกระจกก็จะทำให้เกิดความร้อนภายในขึ้นแต่ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้ไม่สามารถผ่านกระจกออกไปได้ จึงเกิดการสะสมความร้อนขึ้นภายในเรือนกระจกนั้น ซึ่งหมายถึงพื้นที่โลกนั่นเอง (วาสนา, 2548)

Kudeyarov and Nurganova (1998) และ Phillipss *et al.* (1998) แบ่งแหล่งคาร์บอน (carbon pool) ที่สำคัญที่พบบนโลกออกเป็นแหล่งใหญ่ ๆ ได้แก่ ปฐพีภาค (pedosphere) บรรยากาศภาค (atmosphere) อุทกภาค (hydrosphere) ชีวาลัย (biosphere) และธรณีภาค (lithosphere) ปริมาณคาร์บอนในส่วนที่อยู่ในดินทั่วโลกมีอยู่อย่างมหาศาล (Schlesinger, 1991) ประมาณว่ามีปริมาณเป็นสองเท่าของคาร์บอนในบรรยากาศ หรือเป็น สามเท่าของคาร์บอนที่สะสมในสิ่งมีชีวิตที่อาศัยบนบก มีปริมาณเป็นเศษหนึ่งส่วนสามของคาร์บอนในแหล่งเชื้อเพลิงในรูป fossil fuels ที่พบในส่วนที่เป็นชั้นหินใต้ดินลงไป และเป็นเศษหนึ่งส่วนยี่สิบห้าของคาร์บอนที่พบในส่วนที่เป็นน้ำ โดยทั่วไปแล้วในระบบนิเวศที่มีการปลดปล่อยคาร์บอนมากกว่าการกักเก็บคาร์บอน มักเรียกว่าเป็นแหล่งปลดปล่อยคาร์บอน (carbon sources) และในทางตรงกันข้ามระบบนิเวศที่มีการกักเก็บคาร์บอนมากกว่าการปลดปล่อยคาร์บอน มักเรียกว่าเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน (carbon sinks)

Ciais *et al.* (2000) รายงานว่า คาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีการแลกเปลี่ยนระหว่างบรรยากาศ มหาสมุทร และพื้นดิน การแลกเปลี่ยนถูกควบคุมโดยกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ การแลกเปลี่ยนที่มากที่สุดคือการแลกเปลี่ยนระหว่างบรรยากาศและสิ่งมีชีวิตบนพื้นดิน แหล่งสะสมคาร์บอนที่สำคัญ ได้แก่ มหาสมุทร ดินไม้ และดิน โดยในบางกรณีคาร์บอนในรูปของอินทรียสารในสิ่งมีชีวิต อาจจะไม่ไ้หมุนเวียนกลับคืนสู่บรรยากาศในทันทีทันใด แต่อาจจะสะสมอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง อาจจะเป็นสิบปี ร้อยปี หรือล้านปี

ตัวอย่างเช่น คาร์บอนที่อยู่ในรูปเนื้อไม้ในต้นไม้ใหญ่ ซากพืชและสัตว์ในยุคโบราณที่เน่าเปื่อยผุสลายยังไม่หมด ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น (ศูนย์วิจัยป่าไม้, 2552)

การหมุนเวียนของคาร์บอนในระบบนิเวศแบ่งได้เป็น 3 แบบ ตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมุนเวียนให้ครบรอบ (turnover time) คือ ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว การหมุนเวียนผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ เป็นแบบระยะสั้น การหมุนเวียนผ่านสารอินทรีย์ในดิน ตะกอน ถ่านหิน และน้ำมันเป็นแบบระยะกลาง และการหมุนเวียนผ่านโครงสร้างของโลกทั้งหมดมหาสมุทรรวมถึงในดิน เป็นแบบระยะยาว (Mackenzie, 1995)

ดินเป็นทั้งแหล่งกักเก็บคาร์บอน และแหล่งปลดปล่อยคาร์บอนที่สำคัญในวัฏจักร มีระยะเวลาในการหมุนเวียนคาร์บอนนานกว่าแหล่งอื่น ๆ สามารถเก็บสะสมคาร์บอนได้ในปริมาณมาก (Smith *et al.*, 1997; Lal *et al.*, 2000)

2. เม็ดดิน (Soil aggregates)

เม็ดดิน (soil aggregates) หมายถึง กลุ่มของอนุภาคดินที่เกาะยึดกันเป็นกลุ่ม เกิดขึ้นด้วยกระบวนการตามธรรมชาติ โดยในช่องว่างของอนุภาคจะเป็นตัวเก็บรักษา และแลกเปลี่ยนของน้ำ และอากาศ (คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปลูกพืชวิทยา, 2551; NRCS, 2008)

Tisdall and Oades (1982) และ Oades (1984) ได้ทำการจำแนกสารเกาะยึดอินทรีย์ (organic binding agents) ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ transient, temporary และ persistent โดยสารเกาะยึดอินทรีย์ กลุ่ม transient เกิดจากอินทรีย์วัตถุที่ถูกย่อยสลายอย่างรวดเร็วโดยสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ให้สารที่สำคัญคือ โพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) สารเกาะยึดอินทรีย์กลุ่มนี้จะคงประสิทธิภาพในการเกาะยึดดินเป็นเวลาหลายอาทิตย์ ขณะที่สารเกาะยึดอินทรีย์ กลุ่ม temporary เกิดจากรากพืชและเส้นใยของเชื้อราในกลุ่ม ไมคอร์ไรซา (mycorrhiza) สารเกาะยึดอินทรีย์กลุ่มนี้จะคงประสิทธิภาพในการเกาะยึดดินเป็นเวลาหลายเดือนหรืออาจเป็นหลายปี ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการจัดการดิน สารเกาะยึดอินทรีย์กลุ่มท้ายสุด คือ กลุ่ม persistent นั้นเกิดจากการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ที่มีความสัมพันธ์กับเหล็กออกไซด์ อลูมิเนียมออกไซด์ และอะลูมิเนียมซิลิเกตพื้นระของ persistent เหล่านี้ รวมเป็นสารประกอบเชิงซ้อน C-P-OM (clay-polyvalent metal-organic matter) ให้รายละเอียดโดย Edwards and Bremner (1967) ซึ่งผู้เขียนได้เสนอว่า พันธะแบบ inter-particle ของ

เม็ดดินขนาดเล็กนั้นเกิดขึ้นโดยอิทธิพลของสารประกอบเชิงซ้อน C-P-OM และจะมีความเสถียรของเม็ดดินสูง

Tisdall and Oades (1982) ได้เสนอว่า การเกิดเม็ดดินจะขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดดินและความหลากหลายของสารเกาะยึดเม็ดดินที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2,000 ไมโครเมตร ซึ่งยึดเกาะกันด้วยรากพืชและเส้นใย จะมีปริมาณความจุคาร์บอนอินทรีย์ในดินมากกว่าร้อยละ 2 เม็ดดินขนาดระหว่าง 20-250 ไมโครเมตร ประกอบไปด้วยอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-20 ไมโครเมตร ยึดเกาะกันโดยสารเชื่อมที่หลากหลาย อันประกอบด้วยวัสดุอินทรีย์ ผลึกของออกไซด์และอะลูมิเนียมซิลิเกตที่มีความไม่เป็นระเบียบสูง ความเสถียรของเม็ดดินในน้ำที่ขนาด 2-20 ไมโครเมตร ประกอบด้วยอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 20 ไมโครเมตร ยึดเกาะกันอย่างแข็งแรงด้วยพันธะอินทรีย์ เม็ดดินขนาดนี้มีความสัมพันธ์กับเซลล์แบคทีเรียที่มีชีวิตและอนุภาคดินเหนียว

Oades and Waters (1991) ได้นำเสนอแนวคิดเรื่องลำดับชั้นของเม็ดดินว่าวัสดุอินทรีย์เป็นตัวควบคุมความเสถียรของเม็ดดิน เม็ดดินเหล่านี้จะถูกทำลายตามขั้นตอนและกลุ่มของอนุภาคที่มีขนาดต่างกันจะยังคงมีความสัมพันธ์กัน ลำดับชั้นนี้ถูกสร้างขึ้นมาโดยความผูกพันของอนุภาคโดยรากพืชและเส้นใย ในเม็ดดินขนาดใหญ่การสีกกร่อนจะทำให้เกิดเม็ดดินที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 20-250 ไมโครเมตร ซึ่งมีความเสถียรมากกว่าเม็ดดินขนาดใหญ่ วัสดุที่มีขนาดเล็กกว่า 20 ไมโครเมตร จะถูกปลดปล่อยระหว่างขั้นตอนของการสลายของเม็ดดิน สำหรับเม็ดดินที่มีขนาดน้อยกว่า 20 ไมโครเมตรจะปรากฏอยู่ในโครงสร้างขนาดเล็กของดินเหนียว กลุ่มของสารชีวภาพ และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก

3. ความเสถียรของเม็ดดิน (Aggregate Stability)

ความเสถียรของเม็ดดินเป็นผลลัพธ์ของความเชื่อมโยงอันซับซ้อนระหว่าง กระบวนการทางชีวภาพ เคมี และกระบวนการทางฟิสิกส์ในดิน (Tisdall and Oades, 1982) ความเสถียรของเม็ดดินขึ้นอยู่กับพันธะของดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุ พันธะเคมีของสารอินทรีย์เชิงซ้อน และแรงยึดเกาะทางกายภาพของอนุภาคโดยเส้นใยของราและรากพืช (Miller and Jastrow, 1990; Beare and Bruce, 1993; Angers and Caron, 1998)

การกระจายของเม็ดดินต่างขนาดที่มีความเสถียรนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณของความเสถียรและความไม่เสถียรของเม็ดดิน ที่จำแนกโดยขนาดและความผันผวนของความเสถียรเม็ดดิน (Andraski and Scanlon, 2002) จากการศึกษาเรื่องความเสถียรของเม็ดดิน มีความเป็นไปได้ที่ว่า การจัดการดิน จะช่วยปรับปรุงให้คุณสมบัติของดินและศักยภาพของการใช้ที่ดินทางการเกษตรดีขึ้น (Pinheiro *et al.*, 2004) ความมุ่งหมายของการศึกษาเรื่องการกระจายของเม็ดดินต่างขนาดที่มีความเสถียรนั้น ก็เพื่อที่จะหาสมมติฐานในการที่จะจำแนกเม็ดดินด้วยขนาดและความคงทนในน้ำของเม็ดดิน วิธีการทดลองคือการหาความสูญหายของเม็ดดินจากการเตรียมดิน หลังจากหาค่าความสูญหายจากการเตรียมเม็ดดินที่มีขนาดมากกว่า 250 ไมโครเมตร (Andraski and Scanlon, 2002) จะได้ค่าดัชนีความเสถียรของเม็ดดินและค่าดัชนีความเสถียรของเม็ดดินขนาดใหญ่ การศึกษาเรื่องความเสถียรของเม็ดดินนั้น จะอยู่บนพื้นฐานที่ว่าความต้านทานของเม็ดดินต่อการสูญหายจะทำให้ได้มาซึ่งค่าน้ำหนักเฉลี่ยรวมของเม็ดดินที่เสถียรและค่าน้ำหนักเฉลี่ยรวมของเม็ดดินขนาดใหญ่ที่เสถียร ตามลำดับ (Marquez *et al.*, 2004) มีหลาย ๆ วิธีการที่ใช้ในการหาค่าการกระจายของเม็ดดินที่มีความเสถียร (Andraski and Scanlon, 2002) ความเหมาะสมของวิธีการเหล่านี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะศึกษา

ความเสถียรของเม็ดดินเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญที่จะบอกถึงคุณภาพของดิน และความสมบูรณ์ของพื้นที่ทุ่งหญ้า (Herrick *et al.*, 2001; Nael *et al.*, 2004) ทั้งยังมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับสมบัติของดิน กระบวนการ และปัจจัยต่างๆ ประกอบไปด้วยปริมาณและผลรวมของอินทรีย์วัตถุ (Pinheiro *et al.*, 2004) กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน (Roldan *et al.*, 2005) ประสิทธิภาพในการซาบซึมน้ำ (Abu-Sharar and Salameh, 1995) และความต้านทานการกร่อนดิน (Barthes and Roose, 2002; Ramos *et al.*, 2003) สัดส่วนของเม็ดดินที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าหรือเท่ากับ 2 มิลลิเมตร จะเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวชี้วัดถึงอิทธิพลของระบบการไถพรวนต่อการเกิดเม็ดดิน (Pinheiro *et al.*, 2004) เม็ดดินที่มีขนาดใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร และเล็กกว่า 0.25 มิลลิเมตร จะมีปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนมาก ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับเม็ดดินที่มีขนาด 2-0.25 มิลลิเมตร ความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนอินทรีย์กับขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (mean weight diameter, MWD) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เป็นนัยสำคัญที่มีค่าต่ำ (Zhang *et al.*, 1996; Adesodun *et al.*, 2005) ความเสถียรของเม็ดดินในน้ำจะลดลงตามขนาดของเม็ดดินที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ อินทรีย์วัตถุมีความสัมพันธ์กับอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 20 ไมโครเมตร โดยจะไม่ปรากฏความสัมพันธ์นี้กับค่าความเสถียรของเม็ดดินขนาดใหญ่ในดินเขตกึ่งแห้งแล้ง (Caravaca *et al.*, 2004) ค่าความเสถียรของเม็ดดินจะมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งยวดกับค่าความจุ

อินทรีย์วัตถุ แต่ไม่สัมพันธ์กับคาร์โบไฮเดรต แต่เม็ดดินขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร จะมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตมากกว่าเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร (Spaccini *et al.*, 2002) ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินมีความสัมพันธ์กับดินที่มีโมโนแซคคาไรด์หรือดินที่มีน้ำตาลเชิงเดี่ยวเป็นส่วนประกอบ รวมถึงดินรวมที่มีโปรตีน ดินรวมที่มีกรดฟีนอลิกเป็นส่วนประกอบ และเบสที่สกัดได้ของสารตั้งต้นฮิวมิก (Martens, 2000)

ความเสถียรของเม็ดดินบนผิวหน้าของดินนั้น มีความสำคัญต่อการเกิดการกร่อนดินและการเกิดการไหลบ่าหน้าดินของน้ำ (Li *et al.*, 2005) ความถี่ของการไหลบ่าหน้าดิน และการสูญเสียดินเป็นเวลาเกินกว่า 30 นาที มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับชั้นดินบนซึ่งมีเม็ดดินขนาดใหญ่ที่มีความเสถียร (เม็ดดินขนาดมากกว่า 0.2 มิลลิเมตร) (Barthes and Roose, 2002) ดินที่มีการไถพรวนและขาดวัสดุตกค้าง จะนำมาซึ่งการลดลงของการเกิดเม็ดดินและคาร์บอนอินทรีย์โดยปัจจัยทั้งสองจัดเป็นปัจจัยที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดการกร่อนดิน (Pinheiro *et al.*, 2004)

4. ความสัมพันธ์ของคาร์บอนกับความเสถียรของเม็ดดิน

Igwe *et al.* (2009) ได้ทำการศึกษาเรื่องความเสถียรของคอลลอยด์ดินกับผลกระทบจากเหล็กออกไซด์และอะลูมิเนียมออกไซด์ในดินเขตร้อนบริเวณภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศไนจีเรีย พบว่า ในดินมีค่าดัชนีการเกาะตัวของดินเหนียว (clay-flocculation index) และค่าเม็ดดินขนาดทรายแป้งและดินเหนียว (aggregated silt+clay) ปานกลางถึงสูงจะทำให้ศักยภาพของเม็ดดินมีค่าสูงตามไปด้วย ขณะเดียวกันในการศึกษายังพบว่าคาร์บอนอินทรีย์นั้น ไม่มีอิทธิพลต่อความเสถียรของเม็ดดินขนาดเล็ก (microaggregates) ขณะที่เหล็กในรูปออกไซด์ และรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อนรวมถึงอะลูมิเนียมในรูปอะลูมิเนียมรวม (total aluminium) ซึ่งเป็นรูปหนึ่งๆ ที่อยู่ในเหล็กออกไซด์และอะลูมิเนียมออกไซด์ จะเป็นสารเชื่อมที่ทำให้เกิดเม็ดดินขนาดเล็ก จึงสามารถสรุปได้ว่าออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียมมีความสัมพันธ์กับสารประกอบเชิงซ้อน C-P-OM ซึ่งเป็นตัวการที่จะทำให้เม็ดดินเกิดความเสถียร

Razafimbelo *et al.* (2007) ศึกษาเรื่องคาร์บอนในเม็ดดินและการป้องกันสมบัติทางฟิสิกส์ในดินเหนียวเขตร้อนภายใต้พื้นที่ที่มีการไถพรวนและไม่ไถพรวนของประเทศมาดากัสการ์ โดยทำการศึกษาในพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกถั่วสลับกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มาเป็นเวลานานกว่า 11 ปี แบ่งแปลงทดลองเป็น 2 แบบ คือ แบบไถพรวนและนำวัสดุตกค้าง (ซากพืช) ออกจากแปลงทดลองกับ

แบบไมไผพรวนและยังคงวัสดุตกค้างในแปลงทดลองไว้ จากผลการศึกษาพบว่าความเสถียรของ เม็ดดินมีอิทธิพลต่อปริมาณของคาร์บอนอินทรีย์ในดิน โดยความเสถียรของเม็ดดินจะช่วยป้องกันไม่ให้อินทรีย์วัตถุถูกย่อยสลายโดยสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ขณะเดียวกันพบว่า ระบบไผพรวนและวัสดุ ตกค้าง มีผลกระทบต่อการสะสมคาร์บอนด้วย โดยในแปลงที่ไมไผพรวนและยังคงวัสดุตกค้างไว้ พบว่ามีการสะสมคาร์บอนถึงร้อยละ 64 (คำนวณจากคาร์บอนอินทรีย์ในดินที่มีการสะสมของวัสดุ ตกค้างในรอบ 1 ปี) และยังพบว่าคาร์บอนมีความสัมพันธ์กับความเสถียรของเม็ดดินทั้งขนาดใหญ่ (200-2000 ไมโครเมตร) ขนาดกลาง (20-200 ไมโครเมตร) และขนาดเล็ก (น้อยกว่า 20 ไมโครเมตร) ในทั้งสองระบบแปลงทดลอง

จากการศึกษาผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าปริมาณเม็ดดินขนาดใหญ่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับแปลงแบบไมไผพรวนและยังคงวัสดุตกค้างในแปลงทดลองไว้มากกว่ากับแปลงแบบ ไผพรวนและนำวัสดุตกค้างออกจากแปลงทดลองและปริมาณเม็ดดินขนาดกลางมีความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญในทิศทางตรงกันข้ามกับเม็ดดินขนาดใหญ่ พบปริมาณคาร์บอนที่มีผลต่อการคงรูป ของเม็ดดินขนาดใหญ่ในแปลงแบบไมไผพรวนและยังคงวัสดุตกค้างในแปลงทดลองไว้ มีปริมาณ มากกว่าในแปลงแบบไผพรวนและนำวัสดุตกค้างออกจากแปลงทดลองถึง 1.8 เท่า (31.9 และ 17.9 กรัมคาร์บอนต่อกรัมดินตามลำดับ) จากการศึกษาครั้งนี้ยังพบข้อมูลสำคัญอีกอย่าง คือ เม็ดดินขนาด ใหญ่และขนาดกลางสามารถป้องกันการสูญเสียคาร์บอนได้น้อยกว่า 54 ไมโครกรัมต่อกรัมดินใน ทั้ง 2 ระบบแปลงทดลอง ด้วยเหตุนี้การป้องกันการสูญเสียคาร์บอนโดยเม็ดดินขนาดใหญ่กว่า 50 ไมโครเมตร จึงไม่ใช่กระบวนการหลักในการรักษาคาร์บอนไว้ ดังนั้น การป้องกันการสูญเสีย คาร์บอนอาจเกิดขึ้นในเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่หรือเล็กกว่า 50 ไมโครเมตร ผ่านทางความสัมพันธ์ ระหว่างอินทรีย์วัตถุกับอนุภาคดินเหนียวและอนุภาครายเป้งหรืออาจป้องกันการสูญเสียคาร์บอน โดยการกักเก็บไว้ในรูปองค์ประกอบทางเคมี

5. สมบัติดินและชนิดป่าที่พบบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

ป่าเต็งรัง (Deciduous Dipterocarp Forest หรือ Dry Dipterocarp Forest)

เป็นสังคมหนึ่งในกลุ่มป่าผลัดใบ มีไม้ดัชนีที่แตกต่างไปจากป่าในกลุ่มป่าผลัดใบด้วยกัน อย่างชัดเจน โดยไม้เด่นที่เป็นไม้ดัชนีประกอบไปด้วยไม้ในวงศ์ยางผลัดใบ (deciduous Dipterocarpaceae) ได้แก่ เต็ง (*Shorea obtuse* Wall. Ex Blume) รัง (*Shorea siamensis* Miq.) เหียง

(*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. Ex Miq.) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.) และยางกราด (*Dipterocarpus intricatus* Dyer) เป็นต้น ปกติไม้เหล่านี้ต้องเป็นไม้เด่นในชั้นเรือนยอดและควรมีอย่างน้อยสองชนิดขึ้นไป ลักษณะโครงสร้างของสังคมและปัจจัยสิ่งแวดล้อมอาจมีส่วนช่วยตัดสินใจ ป่าเต็งรังโดยทั่วไปมักไม่มีไม้ไผ่ผสมอยู่ ยกเว้นบริเวณแนวรอยต่อระหว่างป่าชนิดนี้กับป่าผสมผลัดใบอาจพบเห็นได้บ้างบางชนิด โดยเฉพาะไม้ไผ่ที่พบได้มากที่สุด (Smitinand, 1977a; Kutintara, 1975) การกระจายถิ่นของป่าสังคมนี้ มักมีการกระจายถิ่นซ้อนทับกันอยู่กับป่าผสมผลัดใบแต่การปกคลุมพื้นที่แคบกว่าเล็กน้อย เนื่องจากยึดครองในส่วนที่พื้นที่มีความแห้งแล้งจัด ดินกักเก็บน้ำได้น้อย เช่น บนสันเนิน พื้นที่ราบที่เป็นทรายจัด มีหินบนผิวดินมาก หรือบนดินลูกรังที่มีชั้นของลูกรังดิน มีปรากฏตั้งแต่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 50 เมตร ขึ้นไปจนถึง 1,000 เมตร (Bunyavejchewin, 1979)

ป่าเต็งรังขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่ฤดูแบ่งแยกค่อนข้างชัดเจนระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้ง ปกติมักต้องมีช่วงแห้งแล้งจัดเกินกว่า 4 เดือนต่อปี ดินตื้นกักเก็บน้ำได้น้อยมาก ปริมาณน้ำฝนอยู่ในพิสัย 900-1200 มิลลิเมตรต่อปี (Nalampum *et al.*, 1969) ไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำจนนักนิเวศวิทยาหลายท่านเชื่อว่าสังคมป่าชนิดนี้เป็นสังคมสุทธยอดโดยไฟ (pyric climax community) หากไม่มีไฟจะคงอยู่ไม่ได้ ปกติไฟป่ามักเกิดขึ้นในช่วงเดือนธันวาคมไปจนถึงเดือนมีนาคม ไฟเป็นปัจจัยสำคัญต่อการจัดโครงสร้าง การคงชนิดและการสืบพันธุ์ของไม้ในสังคม การเติบโตและการเจริญทดแทนของไม้ส่วนใหญ่ในสังคมนี้ มักขึ้นอยู่กับความชื้นและคุณภาพของดิน ป่าชนิดนี้จะสมบูรณ์ที่สุดเมื่อขึ้นอยู่บนโครงสร้างดินที่เป็นดินร่วนปนทราย ลักษณะค่อนข้างเป็นกรด (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552)

ระบบนิเวศของป่าชนิดนี้ได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์พอเพียงตลอดปีสำหรับพืชในการสร้างอินทรีย์วัตถุ แต่การสังเคราะห์แสงและการไหลเลื่อนของพลังงานมักถูกจำกัดในช่วงฤดูร้อน ผลผลิตในขั้นปฐมภูมิ (primary production) และความหลากหลายของชนิดอาจน้อย สาเหตุจากความแห้งแล้ง ความสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำ ผลผลิตส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนเมื่อความชื้นในดินมีเพียงพอ การพักตัวของพืชสีเขียวเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้งเมื่อน้ำในดินขาดแคลน พันธุ์ไม้ทุกชนิดผลัดใบทิ้งเพื่อลดการคายน้ำและหยุดการเจริญเติบโต (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552)

ป่าดิบแล้ง (Seasonal Rain Forest, Semi-evergreen Forest หรือ Dry Evergreen Forest)

ป่าดิบแล้งจำแนกโดยลักษณะโครงสร้างในด้านองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้และลักษณะทางสรีระของพันธุ์ไม้ในสังคม พรรณไม้ในสังคมนี้เป็นการผสมกันระหว่างไม้ผลัดใบและไม่ผลัดใบในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน ไม้ที่ผลัดใบมักผลัดใบค่อนข้างสูงในช่วงฤดูแล้งซึ่งสังเกตได้จากปริมาณของการร่วงหล่นของใบ อย่างไรก็ตามจะมีการแตกใบขึ้นมาแทนที่ (replacement) ใบที่ร่วงไปในระยะเวลารวดเร็ว ทำให้เรือนยอดยังคงรักษาความเขียวไว้ได้โดยตลอด ไม้ดัชนีของสังคมป่านี้ มีความแตกต่างจากสังคมป่าอื่นค่อนข้างเด่นชัด ทั้งในระดับเรือนยอดชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นพื้นล่าง ปกติไม้ชั้นบนประกอบด้วยไม้ผลัดใบและไม่ผลัดใบในจำนวนเท่าๆ กัน ไม้ดัชนีชั้นเรือนยอดประกอบด้วย ขางแดง (*Dipterocarpus tubinatus* C.F.Gaertn) ขางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. Ex G.Don) ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea* Laness.) เกี่ยมคะนอง (*Shorea henryana* Pierre) กระบาก (*Anisoptera costana* Korth.) ไม้ผลัดใบที่เป็นตัวชี้สังคมในชั้นเรือนยอดนี้เช่น มะค่าโมง (*Azelia xylocarpa* (Kurz) Craib) ตะแบกใหญ่ (*Lagerstroemia calyculata* Kurz) ตะแบกแดง (*Lagerstroemia ovalifolia* Teijsm. and Binn.) และพะยุง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) เป็นต้น (ดอกกรัก และ อุทิศ, 2552)

ป่าดิบแล้งของประเทศไทย พบขึ้นสลับกับป่าไผ่และป่าผสมผลัดใบและอาจมีทุ่งหญ้าที่เกิดจากการทำลายป่าเป็นหย่อม ๆ จะพบป่าชนิดนี้ในระดับความสูงปานกลางและเฉพาะพื้นที่ที่ปัจจัยแวดล้อมเหมาะสม (Smitinand, 1977a; Lekagul and McNeely, 1977; Kutintara, 1975)

ป่าดิบแล้งจัดได้ว่าเป็นสังคมถาวรในสภาพอากาศแถบใต้เขตร้อน (Subtropical climate) ของประเทศไทย ปัจจัยหลักที่เป็นปัจจัยกำหนดของสังคมนี้คือ ฤดูกาลที่มีการแบ่งแยกเด่นชัด อย่างน้อยต้องมีช่วงความแห้งแล้งที่ยาวนานประมาณ 3-4 เดือน มีดินค่อนข้างลึกสามารถกักเก็บน้ำได้ดีพอควรที่จะทำให้พันธุ์ไม้บางชนิดสามารถคงใบอยู่ได้ตลอดช่วงความแห้งแล้งนี้ และไม่มีไฟป่ามารบกวน ด้วยสาเหตุนี้ดินในป่าดิบแล้งจึงมักเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย ปกติป่าชนิดนี้พบตั้งแต่ความสูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 100 เมตรขึ้นไปจนถึง 800 เมตร มีน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 1,000-2,000 มิลลิเมตรต่อปี ดังนั้นจึงปรากฏอยู่ในเส้นทางของมรสุมทางตอนเหนือของภาคได้ขึ้นไป ในบางพื้นที่อาจพบหินที่เป็นต้นกำเนิดของดินโผล่ขึ้นมาให้เห็นด้วย ส่วนปัจจัยที่เกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นนั้นว่ามีบทบาทน้อย (ดอกกรัก และ อุทิศ, 2552)

ป่าเบญจพรรณหรือป่าผสมผลัดใบ (Mixed Deciduous Forest)

เชื่อว่าเบญจพรรณนั้น มีที่มาจากการเรียกในอดีตที่เรียกชื่อตามพรรณไม้เด่นนำในเชิงเศรษฐกิจหลักๆ 5 ชนิด คือ สัก (*Tectona grandis* L.f.) แดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub. Var. *kerrii* (Craib and Hutch.) I.C.Nielsen) ประดู่ (*Pterocarpus marcrocarpus* Kurz) มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa* (Kurz) Craib) และชิงชัน (*Dalbergia oliveri* Gamble) เป็นต้น ลักษณะที่ใช้ในการจำแนกชั้นต้นคือ การที่ต้นไม้เกือบทั้งหมดมีการผลัดใบทั้งในช่วงฤดูแล้ง โดยเฉพาะตั้งแต่ปลายเดือนมกราคมไปจนถึงเดือนเมษายน เรือนยอดโปร่งเหลือแต่ไม้ตายแห้งหมดทั้งป่า (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552)

ขอบเขตของการกระจายของป่าชนิดนี้ในประเทศไทย ปรากฏตามธรรมชาติในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคอีสาน ครอบคลุมต่ำลงไปถึงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ตอนบน มีปรากฏที่ระดับความสูงตั้งแต่ 50 เมตร จนถึง 800 เมตรจากระดับน้ำทะเล หรือมากกว่านี้ในบางพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนประมาณ 1,600 มิลลิเมตรต่อปีหรือต่ำกว่านี้ ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1,200-1,400 มิลลิเมตรต่อปี การกระจายในแต่ละท้องที่ขึ้นอยู่กับสภาพแปรผันของปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น บนลาดเขาทางทิศตะวันตกของประเทศไทย ภาคเหนือ มักพบที่ระดับความสูงต่ำกว่า 700 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง แต่ด้านลาดทางทิศตะวันออกมักขึ้นสูงกว่านี้ (Kutintara, 1975)

ปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดสังคมพืชนี้ขึ้นในประเทศไทยคือ ฤดูแล้ง ป่าผสมผลัดใบพบในพื้นที่ที่มีสามฤดูคือ ฤดูร้อน ฤดูหนาว และฤดูฝน มีช่วงที่ขาดฝนเกินกว่า 4 เดือนเป็นอย่างต่ำ และปริมาณน้ำฝนค่อนข้างน้อย ความชื้นในดินขาดแคลนสำหรับการรักษาใบให้คงอยู่ในช่วงแห้งแล้ง ไฟป่าอาจเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้สังคมป่าชนิดนี้ดำรงอยู่ได้ (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552)

6. ลักษณะพื้นที่ทำการศึกษา

6.1 ที่ตั้งและลักษณะทั่วไป

สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ตั้งอยู่ในเขตตำบลภูหลวง อำเภอปักธงชัย และตำบลวังน้ำเขียว กับตำบลอุคมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียง

ใต้ของตัวเมืองนครราชสีมา มีระยะทางห่างจากตัวเมืองประมาณ 60 กิโลเมตร ตามทางหลวงหมายเลข 304 (ละหานทราย-นครราชสีมา) และห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 200 กิโลเมตร (นันทศักดิ์, 2542)

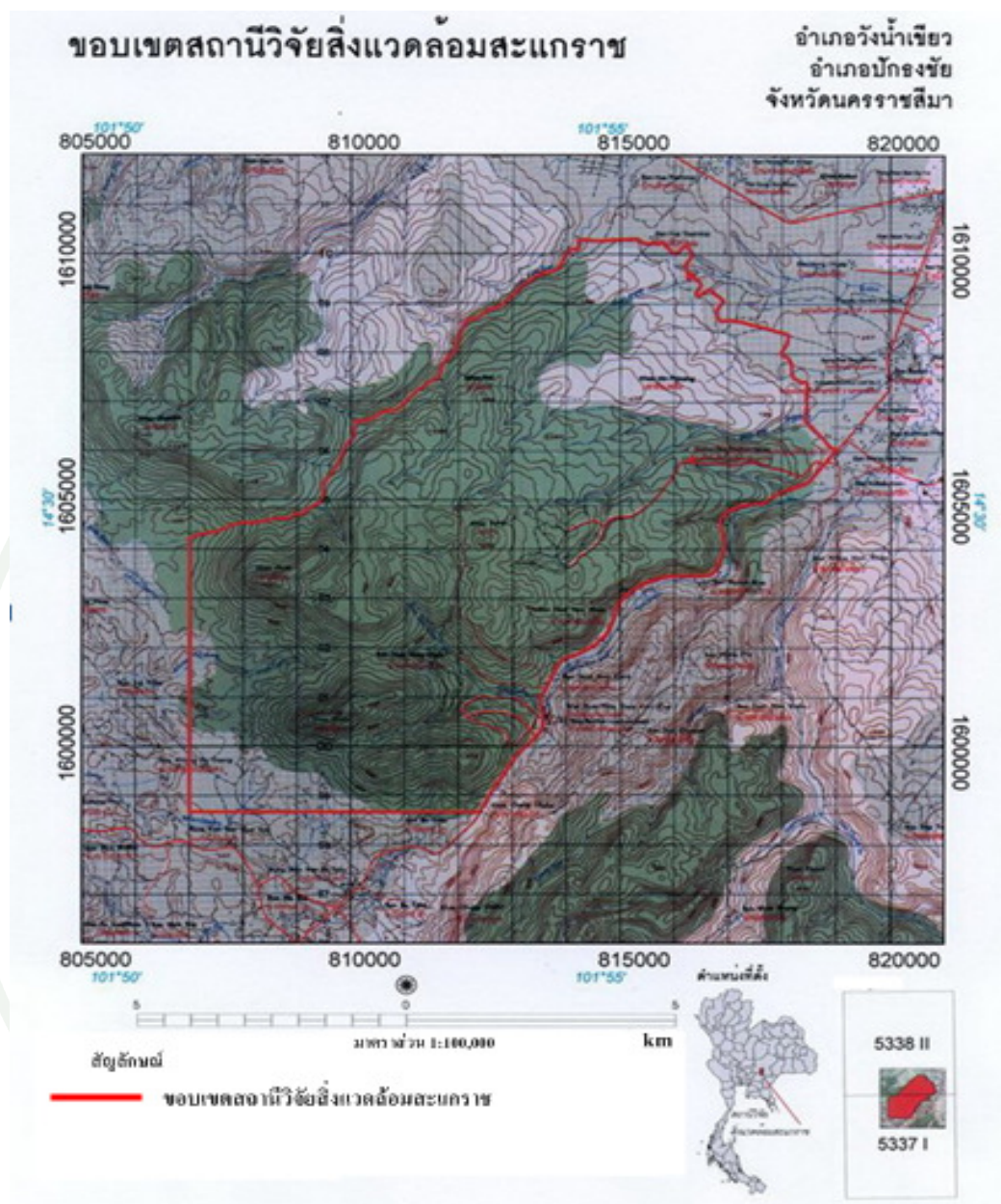
พื้นที่ศึกษาอยู่ในบริเวณป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าไผ่ ในพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ในท้องที่ตำบลสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งตั้งอยู่บริเวณเส้นรุ้งที่ 14 องศา 13 ลิปดาเหนือและเส้นแวงที่ 101 องศา 55 ลิปดาตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 81,047 ตารางกิโลเมตร อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 250-762 เมตร ลักษณะพื้นที่ปกคลุมด้วยป่าดิบแล้ง ประมาณ 29.54 ตารางกิโลเมตร ป่าเต็งรังประมาณ 12.22 ตารางกิโลเมตร และที่อยู่อาศัยอีกประมาณ 0.0005 ตารางกิโลเมตร พุ่มหญ้าและพื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 37.87 ตารางกิโลเมตร ลักษณะทั่วไป เป็นภูเขาที่มีความลาดชันปานกลาง พืชดั้งเดิมร้อยละ 10-35 เป็นส่วนใหญ่ ลักษณะของลำห้วยส่วนใหญ่เป็นแบบ intermittent คือมี น้ำไหลในบางฤดู ส่วนฤดูแล้งน้ำจะแห้ง (สฤติย์ และคณะ, 2523) (ภาพที่ 1)

6.2 ลักษณะภูมิประเทศ

สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ตั้งอยู่บนขอบที่ราบสูงโคราช (Korat Plateau Escarpment) พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขา ได้แก่ เขาเคลียด เขาเขียว และเขาสูง มีความสูง 762 เมตร 729 เมตร และ 725 เมตรจากระดับทะเลปานกลางตามลำดับ โดยมีลักษณะหน้าผาชันทางด้านใต้และค่อย ๆ ลาดลงไปทางเหนือ (นันทศักดิ์, 2542)

6.3 ลักษณะทางปฐพีวิทยา

ดินที่พบส่วนใหญ่มีวัตถุต้นกำเนิดมาจากหินทราย และหินดินดาน ชุดดินส่วนใหญ่จัดเป็นชุดดินโคราช และ ดินเขาใหญ่ ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำ โดยเนื้อดินค่อนข้างหยาบ เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย รองลงมาได้แก่ ดินร่วนปนทราย และดินร่วนเหนียว ตามลำดับ โครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน (subangular blocky) พัฒนาการของหน้าตัดดินส่วนใหญ่เป็น A-B-C โดยพบชั้น C ตามความลึกที่แตกต่างกัน ดินส่วนใหญ่เป็นดินต้นมีความลึกไม่เกิน 80 เซนติเมตร ชั้นดินบนหนาประมาณ 10-20 เซนติเมตร และความหนาของชั้นดินล่างประมาณ 20-30 เซนติเมตร



ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ที่ศึกษา บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

มีความลึกไม่เกิน 80 เซนติเมตร และพบความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ การซึมน้ำได้ปานกลาง และพบหินโผล่บริเวณผิวดิน (วีระศักดิ์, 2523)

6.4 ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชแบ่งออกเป็น 3 ฤดู อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในฤดูหนาวอากาศหนาวเย็น มีความชื้นของอากาศน้อยมาก ในฤดูร้อนอากาศร้อนและมีความชื้นในอากาศสูงมีความชื้นของอากาศเฉลี่ยทั้งปีประมาณร้อยละ 69 ฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ฤดูร้อนอยู่ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนมิถุนายน และฤดูฝนอยู่ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม ซึ่งในช่วงฤดูฝนนี้จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพามาจากทะเลจีน ทำให้เกิดฝนตกชุก ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปี ประมาณ 1,222 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 27 องศาเซลเซียส (สถิตย์ และคณะ, 2523)

6.5 การใช้ที่ดิน

จำลอง (2549) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์การรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรัง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช พบว่า พื้นที่ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชสามารถแบ่งกลุ่มตามชนิดป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ได้ 6 กลุ่ม ได้แก่ ป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง ป่าไผ่ ป่าปลูก ท่งหญ้า และสิ่งปลูกสร้าง (ภาพที่ 2)

6.6 ป่าไม้

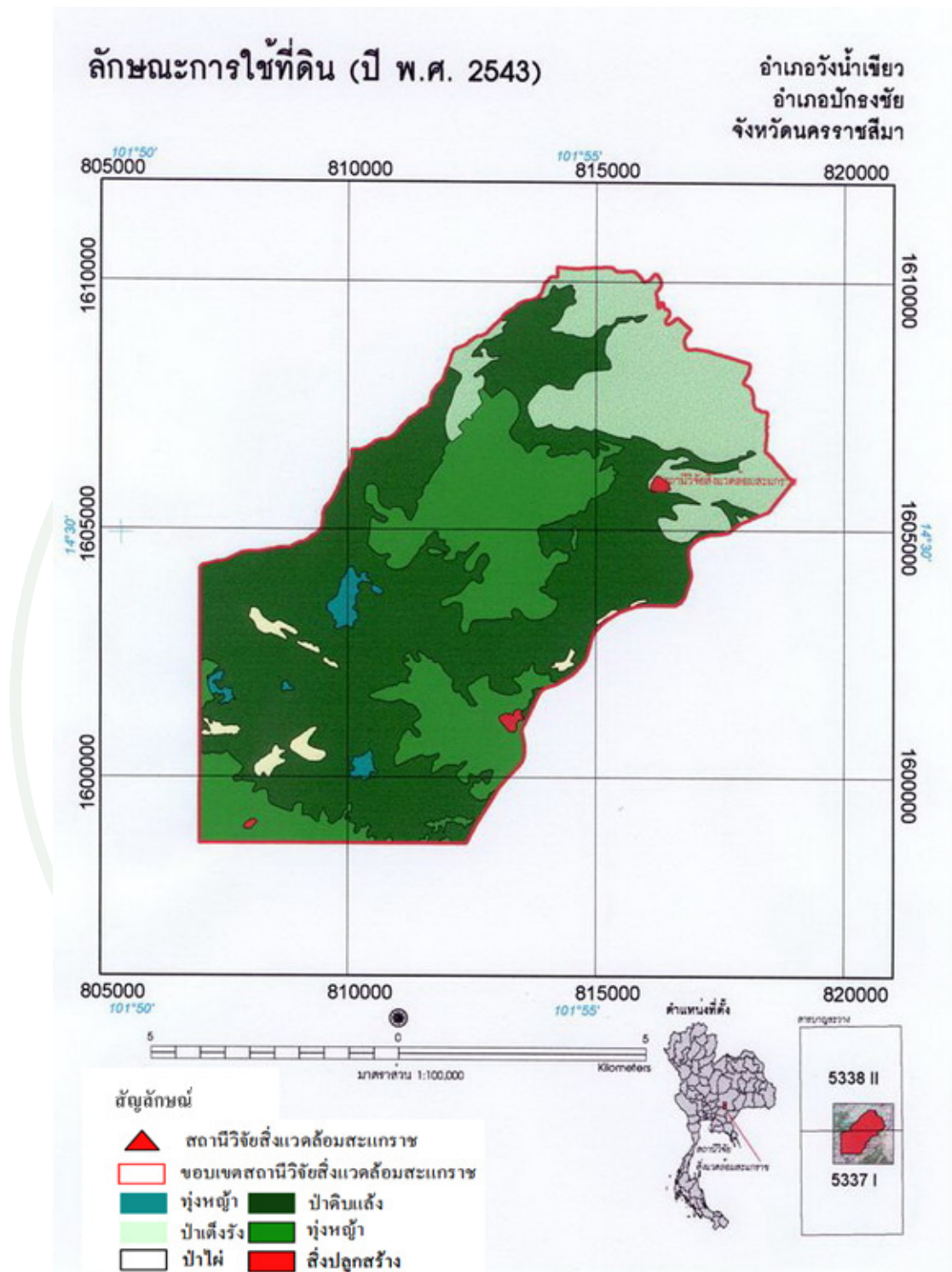
ป่าไม้ธรรมชาติในเขตพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช แบ่งออกเป็นป่าไม้ที่สำคัญ 2 ประเภทได้แก่ (นันทศักดิ์, 2542)

6.6.1 ป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) ลักษณะป่าชนิดนี้ค่อนข้างทึบ มีความหนาแน่นประชิด (crown closure) ประมาณ 85% หรือมีความหนาแน่นประมาณ 123 ต้นต่อไร่ (765 ต้นต่อเฮกตาร์) เป็นเนื้อไม้ที่สามารถทำเป็นสินค้าได้ประมาณ 1,188,584 ลูกบาศก์เมตร จากจำนวน

ป่าดิบแล้งที่มีในปี พ.ศ. 2522 ซึ่งมีประมาณ 33.63 ตารางกิโลเมตร ลักษณะโครงสร้างของป่า แบ่งออกได้ 4 ชั้น โดยไม้ชั้นบนมีความสูงอยู่ระหว่าง 21-40 เมตร ชนิดไม้ที่สำคัญได้แก่ ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea* Pierre) ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) ชัน (*Shorea sericeiflora*) กระจับปี่ (*Irvingia malayana* Oliv. ex A. Benn.) ไม้ชั้นกลางมีความสูง 15-20 เมตร ชนิดไม้ที่สำคัญได้แก่ กระเบาเกล็ด (*Hydnocarpus ilicifolius* King) พลอง (*Memocylon ovatum* J.E. Smith) กัดลิ้น (*Walsura trichostemon* Miq.) ชั้นล่างมีความสูงระหว่าง 4-14 เมตร ชนิดไม้ที่สำคัญได้แก่ มะไฟ (*Baccaurea sapida* Muell Arg.) หมากฝักทอง (*Apodytes dimidiata*) ไม้พื้นล่างมีความสูงต่ำกว่า 4 เมตรลงมา ส่วนใหญ่เป็นลูกไม้ (seedlings) และไม้พุ่มชนิดต่าง ๆ

6.6.2 ป่าเต็งรัง (Dry dipterocarp forest) ลักษณะของป่าชนิดนี้เป็นป่าโปร่ง ความหนาแน่นของต้นไม้ 84 ต้นต่อไร่ (523 ต้นต่อเฮกตาร์) ความหนาแน่นประชิดของเรือนยอดตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป และมีปริมาตรไม้ที่สามารถทำการค้าได้ประมาณ 57,603 ลูกบาศก์เมตร ลักษณะโครงสร้างของป่าเต็งรังแบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ชั้นบนมีความสูงประมาณ 21-25 เมตร ชนิดไม้ที่สำคัญได้แก่ เต็ง (*Shorea obtuse* Wall.) รัง (*Shorea siamensis* Miq.) และพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.) เทียง (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm Ex. Miq.) และกรวด (*Dipterocarpus intricatus* Dyer) พะยอม (*Shorea roxburghii* G. Don.) ไม้ชั้นกลางมีความสูงระหว่าง 11-20 เมตร ชนิดไม้ที่สำคัญได้แก่ ก่อแพะ (*Queyrus kerrii*) คำมอกหลวง (*Gardenia sootepensis*) คำมอกน้อย (*Gardenia obtusifolia* Roxb.) หนามแท่ง (*Randia tomentosa*) และไม้ชั้นล่างเป็นลูกไม้ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ไม้ไผ่ (*Arundinaria pusilla* Cheval and A. Camus) หญ้าคา (*Imperata cylindrical* Beauv.) เป็นต้น

นอกจากนี้ป่าไม้สำคัญ 2 ประเภทดังกล่าวแล้ว ยังมีป่าไผ่ ซึ่งกระจายอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของสถานีวิจัยฯ โดยเฉพาะบริเวณลำห้วยและหน้าผา ประกอบด้วยไผ่ป่า (*Bambusa arundinacea* Willd.) และไผ่ซาง (*Dendrocalamus strictus* Nees) รวมทั้งไร่ร้างที่เกิดจากการบุกรุกแผ้วถางของประชาชนเพื่อทำไร่เลื่อนลอย และทอดทิ้งเมื่อสภาพดินเสื่อมโทรมลง จนกระทั่งไม้ใหญ่ไม่สามารถขึ้นได้ นอกจากหญ้าคา หญ้าพง หญ้าขจรจบ เป็นต้น นอกจากนั้นในพื้นที่ไร่ร้าง ได้มีการปลูกป่าทดแทนที่ดำเนินการโดยสถานีวิจัยฯ และกรมป่าไม้ตามโครงการความร่วมมือไทย-ญี่ปุ่น ประมาณ 9,000 ไร่ พันธุ์ไม้ที่ปลูกประกอบด้วย กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd.) กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis* Cunn.) และซ้อ (*Gmelina arborea* Roxb.) เป็นต้น



ภาพที่ 2 ขอบเขตพื้นที่ลักษณะการใช้ที่ดินบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา (ปี พ.ศ. 2543)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่สภาพภูมิประเทศสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช มาตรฐาน 1:50,000 (กรมแผนที่ทหาร)
2. แผนที่ธรณีวิทยสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช มาตรฐาน 1:100,000
3. เครื่องมือมาตรฐานที่ใช้ในการสำรวจดินภาคสนาม (เอิบ, 2547; Soil Survey Division Staff, 1993)
4. เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ และเคมีของดิน

วิธีการ

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

กำหนดขอบเขตพื้นที่ และจุดที่ใช้ทำการศึกษา รวบรวมข้อมูลและศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งประกอบด้วย สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ ลักษณะทางปฐพีวิทยา พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. การปฏิบัติงานในภาคสนาม

2.1 ศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช โดยการออกสำรวจในพื้นที่ และคัดเลือกจุดเก็บตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนเพื่อใช้ในการศึกษาสมบัติต่าง ๆ ของดิน

2.2 การเลือกเก็บดินตามจุดศึกษา

การศึกษาลักษณะดินตัวแทนของป่าต่างชนิด และ/หรือรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ประกอบด้วย ป่าเบญจพรรณทุกชนิด ป่าเต็งรัง และป่าดิบแล้ง โดยทำการขุดหลุมดินในบริเวณที่กำหนดไว้ ที่มีขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2 เมตร และลึก 2 เมตร ตักแต่งหน้าตัดของดินให้สามารถมองเห็นสัณฐานของดินได้ชัดเจน แบ่งชั้นดินตามการกำเนิดดิน (genetic horizon) ศึกษาสมบัติของดินในแต่ละชั้นดิน พร้อมทั้งทำคำอธิบายหน้าตัดดินตามวิธีการมาตรฐาน (เอิบ, 2548; Soil Survey Staff, 1993) โดยเก็บตัวอย่างดินเพื่อทำการวิเคราะห์แยกวิธีการเก็บออกเป็น 2 วิธี คือ

ตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน (disturbed soil samples) โดยเก็บตัวอย่างดินทุกชั้นดินตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ที่ได้แบ่งไว้ตลอดหน้าตัดดิน ชั้นละ 1 ตัวอย่าง ๆ ละประมาณ 1-2 กิโลกรัม เพื่อนำไปศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์ และสมบัติทางเคมี

ตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวน (undisturbed soil samples) เลือกเก็บเฉพาะชั้นที่ต้องการนำมาศึกษาข้อมูลบางส่วนของสมบัติทางฟิสิกส์ โดยใช้กระบอกลูกเก็บตัวอย่าง (core) (Buol *et al.*, 2010)

3. การเตรียมและวิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ

3.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

1) นำตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม หลังจากนั้นนำมาบดด้วยโกร่งบดดินและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แยกก้อนกรวด เศษหินและแร่ และเศษซากพืชออก ซึ่งจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ และสมบัติทางเคมีของดิน

2) นำตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวนในกระบอกลูกเก็บตัวอย่างมาศึกษาความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) และวิเคราะห์หาสภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัว (saturated hydraulic conductivity)

3.2 การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

1) การกระจายขนาดของอนุภาคดิน (Soil particle size distribution) โดยวิธีไปเปต (pipette method) (Kilmer and Alexander, 1949; Day, 1965) ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาแจกแจงประเภทของเนื้อดิน (soil textural class) โดยการเปรียบเทียบกับชั้นเนื้อดินตามเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA textural class) (Soil Survey Division Staff, 1993)

2) ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) โดยวิธีใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดินที่ไม่ทำลายโครงสร้าง (core method) (Blake and Hartge, 1986)

3) สภาพนำน้ำขณะดินอิ่มตัว (Saturated hydraulic conductivity) โดยใช้พลังงานขับน้ำผันแปร (variable head method) (Klute, 1965)

4) การแจกกระจายของเม็ดดินต่างขนาด (Aggregate size distribution, WSA) และขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (mean-weight diameter, MWD) โดยการนำดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร น้ำหนัก 100 กรัม ไปแช่ในน้ำกรองเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นจึงทำการเขย่าโดยเครื่อง Aggregate Analyzer ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางแตกต่างกันจำนวน 5 ขนาด ประกอบด้วยขนาด 2, 1, 0.5, 0.25 และขนาด 0.1 มิลลิเมตร หลังจากทำการเขย่าโดยเครื่อง Aggregate Analyzer สามารถแยกเม็ดดินต่างขนาดออกได้เป็น 6 ขนาด ประกอบด้วยขนาด 2-8 (WSA1), 1-2 (WSA2), 0.5-1 (WSA3), 0.25-0.5 (WSA4), 0.1-0.25 (WSA5) มิลลิเมตร และขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร (WSA6) ตามลำดับ นำเม็ดดินต่างขนาดทั้ง 6 ขนาด ไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วจึงชั่งน้ำหนักเม็ดดินต่างขนาด เพื่อทำการคำนวณปริมาณของเม็ดดินแต่ละขนาดต่อไป (Elliott, 1986; Elliot *et al.*, 1991) และหาขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) ซึ่งได้มาจากผลรวมของค่าการแจกกระจายของเม็ดดิน ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$MWD = \sum X_i W_i$$

โดย X_i คือ ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดดินแต่ละขนาด และ W_i คือสัดส่วนน้ำหนักของเม็ดดินแต่ละขนาดจากน้ำหนักรวมทั้งหมดของเม็ดดิน (Kemper and Rosenau, 1986)

3.3 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

1) พีเอชดิน (Soil pH) วัดโดยใช้เครื่องมือวัดค่าพีเอชดิน (pH meter) ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ และดินต่อสารละลาย 1M KCl เท่ากับ 1:1 (Thomas, 1996; National Soil Survey Center, 1996)

2) ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon) โดยวิธี Walkley and Black titration (Walkley and Black, 1934; Nelson and Sommers, 1996) จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{Organic matter (\%)} = \% \text{Organic carbon} \times 1.724$$

3) ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl method (Jackson, 1965; Bremner, 1996)

4) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี Ascorbic acid ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร (Watanabe and Olsen, 1965)

5) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) โดยใช้ 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) (Pratt, 1965) แล้ววัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

6) สภาพกรดที่สกัดได้ (Extractable acidity) โดยวิธี barium chloride-triethanolamine ที่ pH 8.2 (Thomas, 1996)

7) ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (Extractable bases) ประกอบด้วย แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม โดยวิธีการสกัดด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7) (Thomas, 1996) แล้ววัดปริมาณเบสด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

8) ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity: CEC) โดยการชะละลายแคตไอออนด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7) และแทนที่แอมโมเนียมไอออนด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในสภาพที่เป็นกรด กลั่นหาแอมโมเนียมไอออน แล้วคำนวณหาความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Chapman, 1965; Summer and Miller, 1996)

9) ค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (Base saturation percentage: %BS) โดยคำนวณจากค่าของปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ทั้งหมด และค่าสภาพกรดที่สกัดได้ (extractable bases, extractable acidity) (National Soil Survey Center, 1996) จากสูตร

$$\text{Base saturation percentage} = \frac{\text{Extractable bases}}{\text{Extractable bases} + \text{Extractable acidity}} \times 100$$

10) ปริมาณเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมในรูปอิสระโดยวิธี dithionite-citratebicarbonate (Mehra and Jacson, 1960) ในรูปสัณฐานโดยวิธี ammonium oxalate (McKeague and Day, 1966) และในรูปสารอินทรีย์โดยวิธี sodium pyrophosphate (McKeague, 1967)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินกับปริมาณเมื่อดินเสถียรน้ำ เพื่อหาความสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไป

5. สถานที่และระยะเวลาที่ทำการศึกษา

5.1 สถานที่ทำการทดลอง

ศึกษาและเก็บข้อมูลภาคสนามบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ตำบลภูหลวง อำเภอปักธงชัย และตำบลวังน้ำเขียว ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของตัวเมืองนครราชสีมา

วิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ และสมบัติทางเคมีของดิน ห่องปฏิบัติการภาควิชา
ปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

5.2 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

เริ่มทำการศึกษาในเดือนมิถุนายน 2553 และสิ้นสุดการศึกษาในเดือนมีนาคม 2555



ผลและวิจารณ์

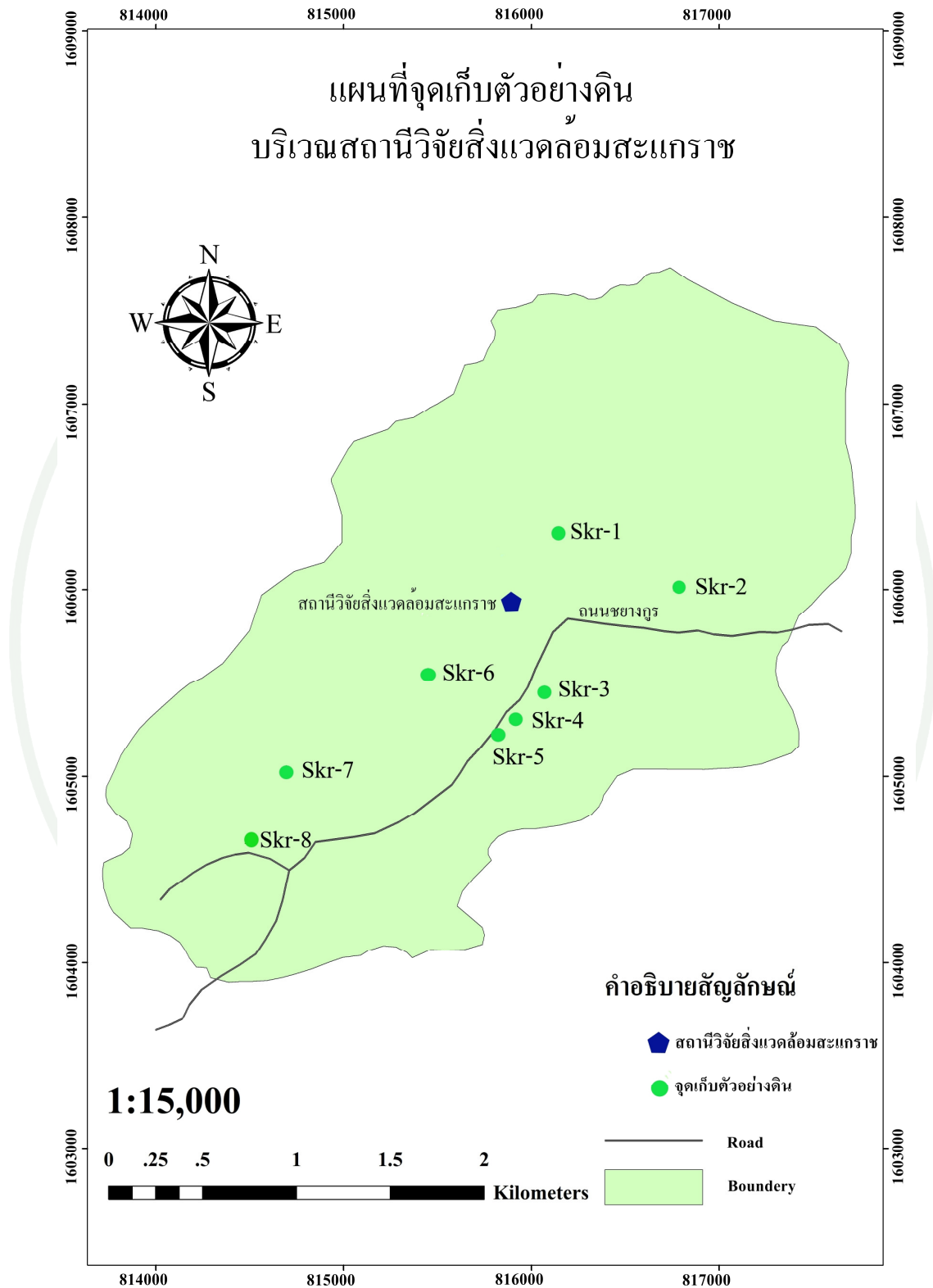
ผลจากการศึกษาสมบัติดิน คาร์บอนอินทรีย์ และเม็ดดินเสถียรน้ำภายใต้สภาพป่าต่างชนิดในพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จำนวน 8 บริเวณ โดยในแต่ละบริเวณกำหนดให้เป็นพีดอน (pedon) ซึ่งเป็นปริมาตรที่เล็กที่สุดที่สามารถบอกได้ว่าเป็นดินหนึ่ง (soil individual) (Buol *et al.*, 2010) และเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดที่สามารถจะอธิบายหน้าตัดดินได้ครบทุกลักษณะ (เอิบ, 2548)

1. ลักษณะทั่วไปและสัณฐานวิทยาสนามของดิน

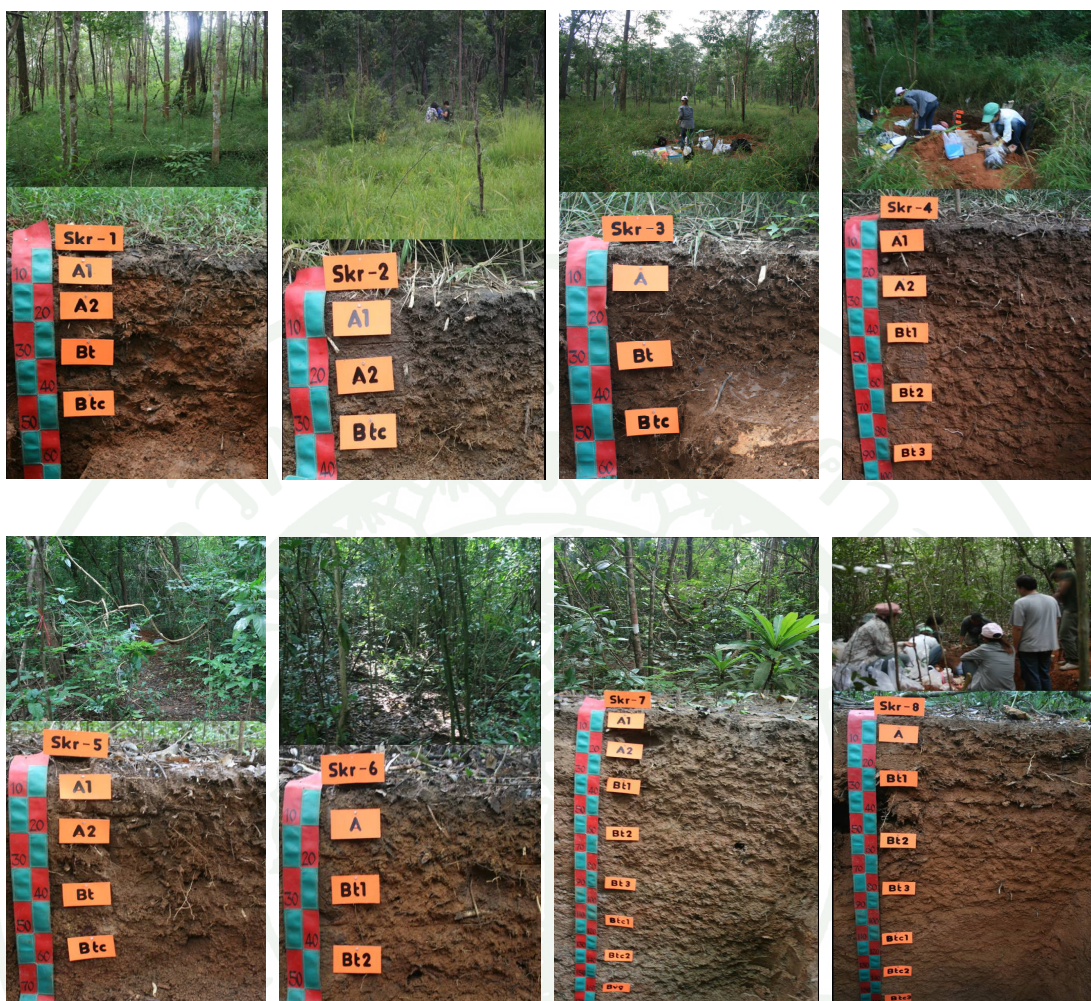
บริเวณที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย ป่าเบญจพรรณพหุชนิด 1 บริเวณ (Skr-1) ป่าเต็งรัง 2 บริเวณ (Skr-2 และ Skr-3) พื้นที่รอยต่อระหว่างป่าเต็งรังกับดิบแล้ง (ecotone) 1 บริเวณ (Skr-4) ป่าดิบแล้งพื้นที่ 3 บริเวณ (Skr-5, Skr-6 และ Skr-7) และ ป่าดิบแล้งไม่ถูกรบกวน 1 บริเวณ (Skr-8) (ภาพที่ 3) โดยมีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนล่างถึงตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 328-531 เมตร มีความลาดชันอยู่ในพิสัยร้อยละ 2-15 อยู่ในเขตที่มีสภาพภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน (tropical savanna) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,222 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27 องศาเซลเซียส พืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ เกิดจากวัสดุต้นกำเนิดดินเป็นเศษตะกอนหินลาดเชิงเขา (colluvium) ที่สลายตัวมาจากหินทราย ซึ่งทำให้ดินส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินเหนียว ส่วนใหญ่เป็นดินชั้นถึงลึกมาก มีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำของดินปานกลางถึงเร็ว และการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง สภาพพื้นที่และลักษณะสัณฐานวิทยาดินในแต่ละบริเวณ (ภาพที่ 3, ภาพที่ 4, ตารางที่) มีดังนี้

1.1 พื้นที่ป่าเบญจพรรณพหุชนิด (secondary mixed deciduous forest, Skr-1)

ดินที่ทำการศึกษายกอยู่บนสภาพพื้นที่ที่เป็นที่ลาดเชิงเขาถูกตัด มีความสูง 424 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง มีความลาดชันร้อยละ 4 วัสดุต้นกำเนิดเป็นเศษตะกอนหินลาดเชิงเขา (colluvium) ที่สลายตัวมาจากหินทราย (sandstone) ลักษณะดินเป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี และมีการสะสมดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก พบกรวดในดินล่าง มีพัฒนาการของหน้าตัดดินเป็น A-Bt-Btc ขณะทำการศึกษายกระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 80 เซนติเมตร จากผิวดิน



ภาพที่ 3 แสดงขอบเขตและจุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะภูมิประเทศ และหน้าตัดดินของดินป่าไม้ บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อม สะแกราช

ดินบนหนา 22 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลแดงเข้มจนถึงแดงเหลือง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย และพีเอชดินในสนามเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดจัดมาก (pH 5.0-6.5) โครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดที่มีความคงทนในระดับอ่อน เริ่มพบการเคลือบผิวของดินเหนียวแต่ไม่ค่อยชัดเจนบริเวณผิวหน้าของเม็ดดิน และมีการเชื่อมกันระหว่างดินเหนียวกับอนุภาคหินทรายเป็นเม็ดดิน และการแจกกระจายของรากพืชมีปริมาณค่อนข้างมากถึงมาก ขนาดเล็กมากถึงปานกลาง

ดินล่างตั้งแต่ความลึก 22-60+ เซนติเมตร ดินมีสีแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงร่วนเหนียวปนทรายปนละเอียดมาก พีเอชดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5-5.0)

โครงสร้างของดินเป็นก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลางที่มีความคงทนในระดับอ่อน ปานกลาง พบการเคลือบผิวของดินเหนียวค่อนข้างมากบริเวณผิวหน้าของเม็ดดินและมีการเชื่อมกันระหว่างดินเหนียวกับอนุภาคทรายเป็นเม็ดดิน และพบหินทรายขนาดเล็ก-ใหญ่ที่กำลังผุพังเป็นจำนวนมาก พบกรวดของหินทรายขนาดเล็ก-ใหญ่จำนวนมากในชั้นดินล่าง พบสารเม็ดกลมของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ และการแจกกระจายของรากพืชในชั้นนี้มีปริมาณลดลงจากบนลงล่าง

1.2 พื้นที่ป่าเต็งรังบริเวณตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนล่าง (dry dipterocarp forest, Skr-2)

ดินที่ทำการศึกษาพบอยู่บนสภาพพื้นที่ส่วนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนล่าง มีความสูง 328 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง ความลาดชันร้อยละ 6 วัตถุต้นกำเนิดเป็นเศษตะกอนหินลาดเชิงเขา (colluvium) ที่สลายตัวมาจากหินทราย ลักษณะดินเป็นดินตื้น มีการระบายน้ำดี และมีการสะสม ดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก พบกรวดในดินล่าง มีพัฒนาการของหน้าตัดดินเป็น A-Btc ขณะทำการศึกษาดพบระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 40 เซนติเมตรจากผิวดิน

ดินบนหนา 22 เซนติเมตร มีสีเทาน้ำตาลเข้มถึงเข้มมาก เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย และปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.0-6.5) โครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลางที่มีความคงทนในระดับอ่อน เริ่มพบการเคลือบผิวของดินเหนียวบริเวณเม็ดดินแต่ไม่ค่อยชัดเจน และการแจกกระจายของรากพืชขนาดเล็กจำนวนมาก ปริมาณค่อนข้างมากถึงมาก นอกจากนี้ เริ่มพบกรวดลักษณะเป็นเหลี่ยมที่เกิดจากการสลายตัวของหินทรายในปริมาณน้อย

ดินล่างลึกตั้งแต่ 22-40+ เซนติเมตร ดินมีสีน้ำตาลเข้ม เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายละเอียดมาก โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลางที่มีความคงทนในระดับปานกลาง พิเศษดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 5.0) พบการเคลือบผิวของดินเหนียวค่อนข้างมากบริเวณผิวหน้าของเม็ดดิน และมีการเชื่อมกันระหว่างดินเหนียวกับอนุภาคหินทรายเป็นเม็ดดิน แสดงให้เห็นว่ามีการเคลื่อนที่ของอนุภาคขนาดละเอียดตามความลึก พบสารเม็ดกลมของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ และการแจกกระจายของรากพืชมีปริมาณลดลงจากบนลงล่าง นอกจากนี้ยังพบหินทรายที่กำลังผุพังสลายตัวขนาดตั้งแต่เล็กถึงใหญ่เป็นจำนวนมาก

1.3 พื้นที่ป่าเต็งรังบริเวณตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (dry dipterocarp forest, Skr-3)

ดินที่ทำการศึกษาพบอยู่บนสภาพพื้นที่ตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง มีความสูง 417 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พื้นที่ที่มีความลาดชันร้อยละ 4 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นเศษตะกอน หินลาดเชิงเขา (colluvium) ที่สลายตัวมาจากหินทราย ดินเป็นดินลึกลับานกลาง มีการระบายน้ำดี และมีการสะสมดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก พบกรวดในดินล่าง มีพัฒนาการของหน้าตัดดินเป็น A-Bt-Btc ขณะทำการศึกษพบระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 60 เซนติเมตร จากผิวดิน

ดินบนหนา 17 เซนติเมตร มีสีเทาน้ำตาลเข้ม เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายละเอียดมาก และพีเอชดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 5.0) โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดที่มีความคงทนในระดับอ่อน เริ่มพบการเคลือบผิวของดินเหนียวบริเวณผิวหน้าของเม็ดดิน แต่ไม่ค่อยชัดเจน และมีการแจกกระจายของรากพืชขนาดเล็กในปริมาณมาก และขนาดใหญ่ในปริมาณเล็กน้อย

ดินล่างลึกตั้งแต่ 17-60+ เซนติเมตร ดินมีสีน้ำตาลเข้มแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายละเอียดมาก พีเอชดินในสนามเป็นกรดจัดถึงกรดปานกลาง (pH 5.5-6.0) โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลางที่มีความคงทนในระดับปานกลาง พบการเคลือบผิวของดินเหนียวค่อนข้างมากบริเวณผิวหน้าของเม็ดดิน และมีการเชื่อมกันระหว่างดินเหนียวกับอนุภาคหินทรายเป็นเม็ดดิน แสดงให้เห็นว่ามีการเคลื่อนที่ของอนุภาคนาละเอียดตามความลึก พบสารเม็ดกลมของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ และรากพืชการแจกกระจายลดลงจากตอนบนลงล่าง นอกจากนี้พบหินทรายที่กำลังผุพังสลายตัวตั้งแต่ขนาดเล็กถึงใหญ่เป็นจำนวนมาก

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของดินที่ทำการศึกษา

Profile symbol (Pedon)	Thickness of soil surface (cm)	Effective depth (cm)	Profile development	Landform	Parent Material
Skr-1	22	60	A1-A2-Bt-Btc	Dissected Footslope	Colluvium of sandstone
Skr-2	22	40	A1-A2-Btc	Upper lower Footslope	Colluvium of sandstone
Skr-3	17	60	A-Bt-Btc	Upper middle Footslope	Colluvium of sandstone
Skr-4	29	105	A1-A2-Bt1-Bt2-Bt3	Concave footslope	Colluvium of sandstone
Skr-5	26	70	A1-A2-Bt-Btc	Convex footslope	Colluvium of sandstone
Skr-6	18	55	A-Bt1-Bt2	Erosional surface of footslope	Colluvium of sandstone
Skr-7	26	175+	A1-A2-Bt1-Bt2-Bt3- Btc1-Btc2-Bvg	Lower footslope	Colluvium of sandstone
Skr-8	14	200+	A-Bt1-Bt2-Bt3-Btc1- Btc2-Btc3-Btc4	Upper middle footslope	Colluvium of sandstone

ตารางที่ 2 สภาพแวดล้อมทั่วไปในบริเวณที่ทำการศึกษา

Profile symbol (Pedon)	Land use	Elevation (m)	Slpoe (%)	Relief	Drainage	Permeability	Runoff
Skr-1	Secondary Mixed Deciduous Forest	423.7	4	Slightly Undulating	Well drained	Rapid	Moderate
Skr-2	Dry Dipterocarp Forest mainly covered with Ya Pek (<i>Arundinaria pusilla</i>)	327.5	6	Undulating	Well drained	Moderate	Rapid
Skr-3	Dry Dipterocarp Forest	417	4	Undulating	Well drained	Moderate	Moderate
Skr-4	Ecotone with Dry Dipterocarp mixed with Dry Evergreen species	428.4	2	Slightly Undulating	Well drained	Rapid	Moderate
Skr-5	Secondary Dry Evergreen Forest	389.4	5	Undulating	Well drained	Rapid	Moderate
Skr-6	Secondary Dry Evergreen Forest	414.3	15	Rolling	Well drained	Moderate	Moderate
Skr-7	Dry Evergreen Forest	488	10	Rolling	Well drained	Moderate	Rapid
Skr-8	Dry Evergreen Forest	531	8	Undulating	Well drained	Rapid	Moderate

ตารางที่ 3 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของหน้าตัดดินในบริเวณที่ทำการศึกษา

Horizon	Depth (cm)	Soil color	Texture	Soil structure	Soil consistence	pH	Horizon boundary	Other
		Mottle			Dry,Moist,Wet			
Skr-1	Haplic Plinthustult (Secondary Mixed Deciduous Forest)							
A1	0-10	5YR 2.5/2	SL	1,f,sbk	S,VFri,NS/NP	6.5	A and S	Fine and common medium roots
A2	10-22	5YR 4/6	SL	1,f,sbk	S,VFri,NS/SP	5.0	C and S	Fine and common medium roots; few traces of dead roots
Bt	22-41	2.5YR 4/8	SCL	4,f-m,sbk	SH,F,SS/SP	4.5	C and S	Fine and common medium roots; few traces of dead roots; few very fine coated sands; many small to large angular stones and boulders of slightly weathered and fresh sandstone
Btc	41-60	2.5YR 4/8	VGSL	4,f,sbk	SH,F,SS/SP	5.0		Few very fine coated sands; many small to large angular stones and boulders of slightly weathered and fresh sandstone; common fine and medium subrounded Fe-Mn nodules
Skr-2	Lithic Haplustult (Dry Dipterocarp Forest mainly covered with Ya Pek (<i>Arundinaria pusilla</i>))							
A1	0-11	10YR 3/2	SL	4,f,sbk	S,VFri,SS/MP	6.5	A and S	Common fine and very few medium roots
A2	11-22	7.5YR 4/6	SCL	2,f-m,sbk	S,VFri,MS/VP	5.0	A and S	Common large angular gravel and small to medium angular stones of weathered and fresh sandstone
Btc	22-40	Mixed 7.5YR 5/6 (95%), 2.5YR 4/8 (5%)	SCL	2,f-m,sbk	SH,F,MS/VP	6.0		Many various sizes of weathered sandstone rock fragments;
Skr-3	Haplic Plinthustult (Dry Dipterocarp Forest)							
A	0-17	5YR 3/3	SL	1,f,sbk	S,VFri,NS/SP	5.0	C and S	Few large gravel of ironstone
Bt	17-40	5YR 4/4	SGSL	1,f,sbk	S,VFri,NS/SP	6.0	C and S	Few faint clay coating on faces of peds
Btc	40-60	5YR 4/4	VGSL	4,f-m,sbk	S,VFri,SS/SP	5.5		Common faint clay coating on faces of peds

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	Soil color	Texture	Soil structure	Soil consistence	pH	Horizon	Other
		Mottle			Dry,Moist,Wet		boundary	
Skr-4	Kanhaphic Haplustult (Ecotone with Dry Dipterocarp mixed with Dry Evergreen species)							
A1	0-13	2.5YR 2.5/2	SL	4,f,sbk	S,VFri,SS/MP	6.0	A and S	Few fine and very few medium vesicular pores
A2	13-29	2.5YR 4/4	SL	4,f,sbk	S,Fri,SS/MP	6.0	A and S	Many very fine, fine, medium and few coarse roots; few traces of dead roots
Bt1	29-53	2.5YR 4/6	SCL	2,f-m,sbk	SH,F,MS/VP	6.5	C and S	Few faint clay coating on fces of peds and pore walls; few very fine coated sand
Bt2	53-79	2.5YR 4/8	SCL	4,f-m,sbk	SH,F,MS/VP	6.5	G and S	Common faint clay coating on faces of peds and porewalls; few very fine coated sand
Bt3	79-105	2.5YR 5/8	SCL	2,f-m,sbk	SH,F,MS/VP	6.5		Common faint clay coating on faces of peds and porewalls; few very fine coated sand
Skr-5	Haplic Plinthustult (Secondary Dry Evergreen Forest)							
A1	0-13	5YR 3/2	SL	4,f,sbk	S,Fri,SS/SP	6.5	C and S	Few very fine coated sands; many very fine and fine vesicular pores
A2	13-26	5YR 4/4	SL	4,f-m,sbk	SH,F,SS/MP	5.5	A and S	Few very fine coated sands; many very fine and fine vesicular pores
Bt	26-44	5YR 4/6	SCL	3,f-m,sbk	SH,F,MS/VP	4.5	A and S	Many distinct clay coating on faces of peds; surfaces of rock fragment and Fe-Mn oxide nodule
Btc	44-70	5YR 4/6	VG SCL	2,f,sbk	SH,F,MS/MP	5.0		Many distinct clay coating on faces of peds; surfaces of rock fragment and Fe-Mn oxide nodule

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	Soil color Mottle	Texture	Soil structure	Soil consistence Dry,Moist,Wet	pH	Horizon boundary	Other
Skr-6	Typic Haplustult (Secondary Dry Evergreen Forest)							
A1	0-18	Mixed 5YR 4/1 (40%), 5YR 6/6 (60%)	SL	2,f,sbk	SH,F,SS/VP	7.0	C and S	Few medium to large angular stone of weathered sandstone
Bt1	18-34	5YR 5/8	SL	2,f,sbk	SH,F,SS/VP	5.5	C and S	Many distinct clay coating on faces of peds
Bt2	34-55	5YR 5/6	SCL	3,f-m,sbk	SH,F,MS/VP	4.5		Few small Fe-Mn oxide nodules; common medium large angular gravel of weathered sandstone
Skr-7	Typic Plinthustalf (Dry Evergreen Forest)							
A1	0-11	7.5YR 5/3	SCL	2,f-m,sbk	SH,F,MS/VP	5.5	C and S	A large holes of termite nest
A2	11-26	Mixed 7.5YR 5/4 (80%), 7.5YR 5/3 (20%)	SCL	2,m,sbk	SH,F,MS/VP	6.0	C and S	A large holes of termite nest
Bt1	26-48	5YR 5/4	SCL	2,m,sbk	SH,F,MS/VP	5.5	C and S	Common distinct clay coating on faces of peds and pore walls; few very fine single tubular pores
Bt2	48-76	5YR 4/6	SC	2,f-m,sbk	SH,F,Vs/VP	5.0	C and S	Few very fine, fine vesicular and few very fine simple and dendrite tubular pores
Bt3	76-109	Mixed 2.5YR 4/3 (70%), 7.5YR 6/3 (30%)	SC	2,f,sbk	SH,F,VS/VP	5.0	C and S	Few traces of dead roots, few small to medium Fe-Mn oxide nodules
Btc1	109-120	Mixed 10R 4/4 (60%), 7.5YR 7/4 (40%)	VGSC	3,f,sbk	H,VF,VS/VP	5.0	A and S	Common traces of dead roots, small to large Fe-Mn oxide nodules
Btc2	120-148	Mixed 10R 6/4 (30%), 7.5YR 7/4 (70%)	VGSC	3,f-m,sbk	H,VF,VS/VP	6.5	C and S	Many prominent clay coating on faces of peds, pore walls and surface of Fe-Mn oxide nodules
Bvg	148-175	Mixed 10R 4/6 (40%), 5YR 6/2 (40%), 10R 6/6 (20%)	VGSC	3,f-m,sbk	H,VF,VS/VP	7.0		Many prominent clay coating on faces of peds, pore walls and surface of Fe-Mn oxide nodules

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	Soil color	Texture	Soil structure	Soil consistence	pH	Horizon boundary	Other
		Mottle			Dry,Moist,Wet			
Skr-8	Typic Plinthustult (Dry Evergreen Forest)							
A	0-14	5YR 6/8	SL	2,f,sbk	SH,F,SS/SP	5.5	C and S	Many very fine and common fine vesicular pore
Bt1	14-35	5YR 5/8	SL	4,f,sbk	S,Fri,SS/MP	5.5	G and S	Comon faint clay coating on faces of peds
Bt2	35-60	5YR 5/8	SL	4,f-m,sbk	S,Fri,MS/VP	5.0	G and S	Few medium angular stone of weathered sandstone, few small Fe-Mn oxide nodules
Bt3	60-88/99	5YR 5/8	SCL	2,f-m,sbk	SH,F,MS/VP	5.0	A and W	Few faint clay coating on faces of peds
Btc1	88/99-120	5YR 5/8	VGSC	2,f,sbk	SH,F,MS/VP	5.0	C and S	Common distinct clay coating on faces of peds and surfaces of Fe-Mn oxide nodules
Btc2	120-142	5YR 5/8	VGSC	2,f,sbk	SH,F,MS/VP	5.0	C and S	Common distinct clay coating on faces of peds, surfaces of rock fragment and Fe-Mn oxide nodules
Btc3	142-165	5YR 5/8	VGSC	2,f,sbk	SH,F,MS/VP	5.0	C and S	Many distinct clay coating on faces of peds, surfaces of rock fragment and Fe-Mn oxide nodules
Btc4	165-200+	5YR 5/8	VGSC	2,f,sbk	SH,F,MS/VP	5.0		Many distinct clay coating on faces of peds, surfaces of rock fragment and Fe-Mn oxide nodules

1.4 พื้นที่ Ecotone เป็นพื้นที่ระหว่างป่าเต็งรังกับป่าดิบแล้ง (ecotone, Skr-4)

ดินที่ทำการศึกษายู่บนสภาพพื้นที่ที่เป็นโค้งเว้าของที่ลาดเชิงเขา มีความสูง 417 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พื้นที่มีความลาดชันร้อยละ 2 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นเศษตะกอนหิน ดาดเชิงเขา (colluvium) ที่สลายตัวมาจากหินทราย ดินเป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี และมีการสะสมดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก มีพัฒนาการของหน้าตัดดินเป็น A-Bt พบระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 105 เซนติเมตรจากผิวดิน

ดินบนหนา 29 เซนติเมตร มีสีแดงคล้ำถึงน้ำตาลแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายละเอียดมาก และพีเอชดินในสนามเป็นกรดปานกลาง (pH 6.0) โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดมากถึงละเอียดที่มีความคงทนในระดับอ่อนปานกลาง พบการแจกกระจายของรากพืชขนาดเล็กมากถึงปานกลางในปริมาณมาก

ดินล่างลึกตั้งแต่ 29-105+ เซนติเมตร ดินมีสีแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายพีเอชดินในสนามเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.5) โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลางที่มีความคงทนในระดับปานกลาง พบการเคลือบผิวของดินเหนียวค่อนข้างมากบริเวณผิวหน้าของเม็ดดิน แสดงให้เห็นว่ามีการเคลื่อนที่ของอนุภาคขนาดละเอียดตามความลึก พบสารเม็ดกลมของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ การแจกกระจายของรากพืชมีปริมาณลดลงจากบนลงล่าง และพบหินทรายที่กำลังผุพังสลายตัวขนาดใหญ่ข้างใต้ของหน้าตัดดิน

1.5 พื้นที่ป่าดิบแล้งพื้นที่ชุ่มชื้นบริเวณส่วนโค้งนูนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (dry evergreen forest, Skr-5)

ดินที่ทำการศึกษาพบอยู่บนสภาพพื้นที่ที่เป็นส่วนโค้งนูนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (convex surface on middle footslope) มีความสูง 389 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พื้นที่มีความลาดชันร้อยละ 5 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นเศษตะกอนหิน ดาดเชิงเขา (colluvium) ที่สลายตัวมาจากหินทราย ดินมีลักษณะเป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดี และมีการสะสมดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก พบเศษกรวดในดินล่าง มีพัฒนาการของหน้าตัดดินเป็น A-Bt-Btc ขณะทำการเก็บตัวอย่างพบระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 70 เซนติเมตรจากผิวดิน (ภาพที่ 8)

ดินบนหนา 0-26 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลแดงเข้ม ถึงน้ำตาลแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายละเอียดมาก พิเษดินในสนามเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดกับบางส่วนที่เป็นแบบเม็ดกลมขนาดละเอียดปานกลาง ที่มีความคงทนในระดับอ่อนปานกลางถึงปานกลาง และมีการแจกกระจายของรากพืชขนาดเล็กมาก ถึงปานกลางภายในหน้าตัดดินจำนวนมาก

ดินล่างลึกตั้งแต่ 26-70+ เซนติเมตร ดินมีสีแดงปนเหลือง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลางที่มีความคงทนในระดับอ่อนถึงแข็ง พิเษดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5-5.0) พบการเคลือบผิวของดินเหนียวบริเวณผิวหน้าของเม็ดดิน แสดงให้เห็นว่ามีการเคลื่อนที่ของอนุภาคขนาดละเอียดตามความลึก พบสารเม็ดกลมของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ และพบรากพืชขนาดเล็กมากถึงปานกลาง ในปริมาณมาก

1.6 พื้นที่ป่าดิบแล้งพื้นที่ส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากการกร่อนที่บริเวณผิวหน้าของที่ลาดเชิงเขา (dry evergreen forest, Skr-6)

ดินที่ทำการศึกษาพบอยู่บนสภาพพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากการกร่อนที่บริเวณผิวหน้าของที่ลาดเชิงเขา (erosional surface of footslope) มีความสูง 414 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง มีความลาดชันร้อยละ 15 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นเศษตะกอนหินดาเชิงเขา (colluvium) ที่สลายตัวมาจากหินทราย ดินมีลักษณะเป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดี มีการสะสมดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก พบกรวดในดินล่าง มีพัฒนาการของหน้าตัดดินเป็น A-Bt ขณะทำการเก็บตัวอย่าง พบระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 55 เซนติเมตร จากผิวดิน

ดินบนหนา 0-18 เซนติเมตร มีสีเทาเข้ม เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายละเอียดมาก พิเษดินในสนามเป็นกลาง (pH 7.0) โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลางที่มีความคงทนในระดับปานกลาง และการแจกกระจายของรากพืชขนาดเล็กในปริมาณมาก นอกจากนี้ยังพบเศษหินทรายที่กำลังผุพังสลายตัวที่มีลักษณะเป็นมุมเหลี่ยมในปริมาณเล็กน้อย

ดินล่างลึกตั้งแต่ 18-55+ เซนติเมตร ดินมีสีเหลืองปนแดงเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ถึงดินร่วนเหนียวปนทราย พีเอชดินในสนามเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 5.0-5.5) สำหรับ โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดมากถึงละเอียดที่มีความคงทนในระดับ ปานกลาง พบการเคลือบผิวของดินเหนียวบริเวณผิวหน้าของเม็ดดิน แสดงให้เห็นว่ามีการเคลื่อนที่ ของอนุภาคขนาดละเอียดตามความลึก พบสารเม็ดกลมของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ พบราก พืชตั้งแต่ขนาดเล็กมากถึงปานกลางที่มีการแจกกระจายในปริมาณที่ลดลงจากตอนบนลงล่าง

1.7 พื้นที่ป่าดิบแล้งพื้นที่ตอนล่างของที่ลาดเชิงเขา (dry evergreen forest, Skr-7)

ดินที่ทำการศึกษาพบอยู่บนสภาพพื้นที่ตอนล่างของที่ลาดเชิงเขา (lower footslope) มีความสูง 488 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พื้นที่ที่มีความลาดชันร้อยละ 10 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็น เศษตะกอนหินลาดเชิงเขา (colluvium) ที่สลายตัวมาจากหินทราย ลักษณะดินมีลักษณะเป็นดินลึก มาก มีการระบายน้ำดี และมีการสะสมดิน เหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก พบเศษกรวดในชั้นดินล่าง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็น A-Bt-Bvg ขณะที่เก็บตัวอย่าง พบระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 175 เซนติเมตรจากผิวดิน (ภาพที่ 10)

ดินบนหนา 0-26 เซนติเมตร มีสีน้ำตาล เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายละเอียด มาก พีเอชดินในสนามเป็นกรดจัดถึงกรดปานกลาง (pH 5.5-6.0) โครงสร้างดินเป็นแบบก้อน เหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลางที่มีความคงทนในระดับปานกลาง และมีการแจกกระจาย ของรากพืชขนาดเล็กมากถึงปานกลางตลอดหน้าตัดดิน

ดินล่างลึกตั้งแต่ 26-175+ เซนติเมตร ดินมีสีน้ำตาลแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปน ทรายถึงดินเหนียวปนทรายละเอียด พีเอชดินในสนามเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 5.0-5.5) โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลางที่มีความคงทนอยู่ในระดับ ปานกลาง พบการเคลือบผิวของดินเหนียวบริเวณผิวหน้าของเม็ดดิน แสดงให้เห็นว่ามีการเคลื่อนที่ ของอนุภาคขนาดละเอียดตามความลึก พบสารเม็ดกลมของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ และราก พืชขนาดเล็กมากถึงปานกลางในปริมาณน้อย ที่ระดับความลึก 109-148 เซนติเมตร ดินมีสีแดงอ่อน เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายละเอียดมาก และเริ่มพบกรวดขนาดเล็ก พีเอชดินในสนามเป็นกรด ปานกลางถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.0-6.5) สำหรับ โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาด ละเอียดถึงปานกลางและความคงทนอยู่ในระดับแข็ง พบการเคลือบผิวของดินเหนียวบริเวณ

ผิวหน้าของเม็ดดิน พบสารเม็ดกลมของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ และรากพืชขนาดเล็กมากถึงปานกลางในปริมาณน้อย ที่ระดับความลึก 148-175+ เซนติเมตร ดินมีสีแดง เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายละเอียดมาก พบกรวดขนาดเล็ก สำหรับโครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน ขนาดละเอียดถึงปานกลาง และมีความคงทนอยู่ในระดับแข็ง พีเอชดินในสนามเป็นกลาง (pH 7.0) พบการเคลือบผิวของดินเหนียวบริเวณผิวหน้าของเม็ดดิน พบสารเม็ดกลมของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ พบรากพืชขนาดเล็กมากถึงปานกลาง ปริมาณน้อย การแจกกระจายของรากพืชมีปริมาณลดลงจากบนลงล่าง นอกจากนี้ยังพบโพรงดินที่เกิดจากการกระของสัตว์ ต่อมา มีการเคลื่อนย้ายของสารจากชั้นดินอื่นลงมาสะสมอยู่เต็มในโพรงดินนั้น ทำให้เห็นเป็นแนวรูปท่อที่สม่ำเสมอ (krotovina)

1.8 พื้นที่ป่าดิบแล้งไม่ถูกรบกวน ตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (dry evergreen forest, Skr-8)

ดินที่ทำการศึกษาพบอยู่บนสภาพพื้นที่ตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (upper middle footslope) มีความสูง 531 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง พื้นที่ที่มีความลาดชันร้อยละ 8 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นเศษตะกอนหินลาดเชิงเขา (colluvium) ที่สลายตัวมาจากหินทราย ดินมีลักษณะเป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี และมีการสะสมดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก พบเศษกรวดที่กำลังสลายตัวของหินวัตถุต้นกำเนิดในดินล่าง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็น A-Bt-Btc ขณะเก็บตัวอย่างดินพบระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 200 เซนติเมตร จากผิวดิน

ดินบนหนา 0-14 เซนติเมตร มีสีเหลืองแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายละเอียดมาก พีเอชดินในสนามเป็นกรดจัด (pH 5.5) โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน ขนาดละเอียดที่มีความคงทนอยู่ในระดับปานกลาง พบการแจกกระจายของรากพืชขนาดเล็กมากถึงปานกลางในปริมาณค่อนข้างมาก

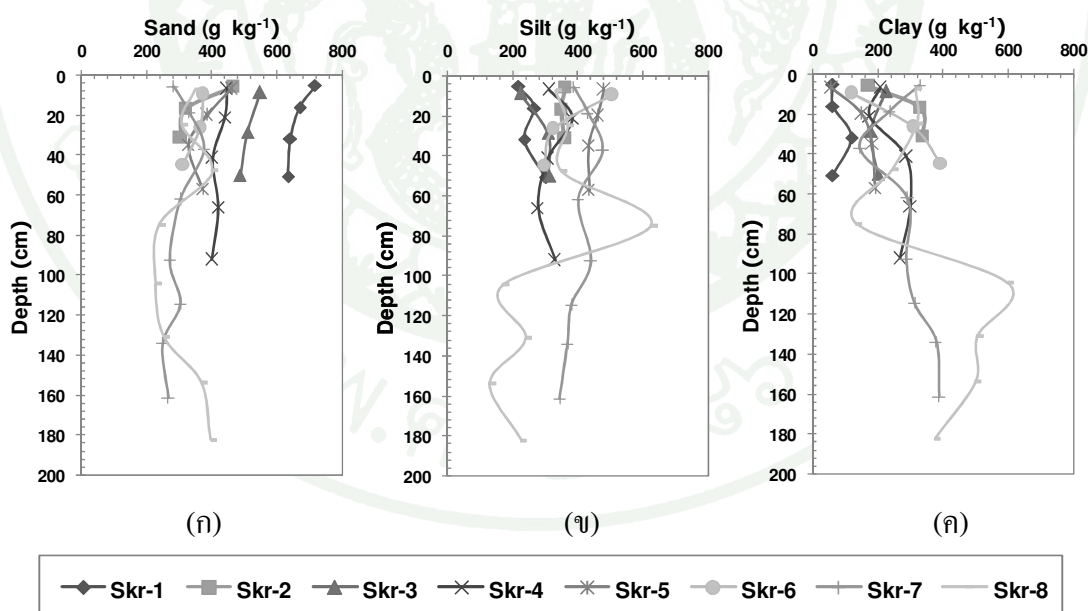
สำหรับดินล่างลึกตั้งแต่ 14-200+ เซนติเมตร ดินมีสีเหลืองแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทรายละเอียด แสดงให้เห็นว่ามีการเคลื่อนที่ของอนุภาคขนาดละเอียดตามความลึก พีเอชดินในสนามเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 5.0-5.5) สำหรับโครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดมากถึงละเอียดและมีความคงทนอยู่ในระดับอ่อนปานกลางถึงปานกลาง พบการเคลือบผิวของดินเหนียวบริเวณผิวหน้าของเม็ดดิน พบสารเม็ดกลมของ

เหล็กและแมงกานีสออกไซด์ และรากพืชขนาดเล็กมากถึงปานกลางในปริมาณน้อยถึงค่อนข้างมาก ที่ระดับความลึก 88/99-200 เซนติเมตร ดินมีสีเหลืองแดง เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายละเอียดมาก และพบกรวดขนาดเล็ก พีเอชดินในสนามเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัดมาก (pH 5.0) โครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียด และมีความคงทนอยู่ในระดับปานกลาง พบการเคลือบผิวของดินเหนียวบริเวณผิวหน้าของเม็ดดิน และพบสารเม็ดกลมของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ พบรากพืชขนาดเล็กมากถึงปานกลางในปริมาณน้อย

2. สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

2.1 การแจกกระจายของอนุภาคและชั้นเนื้อดิน

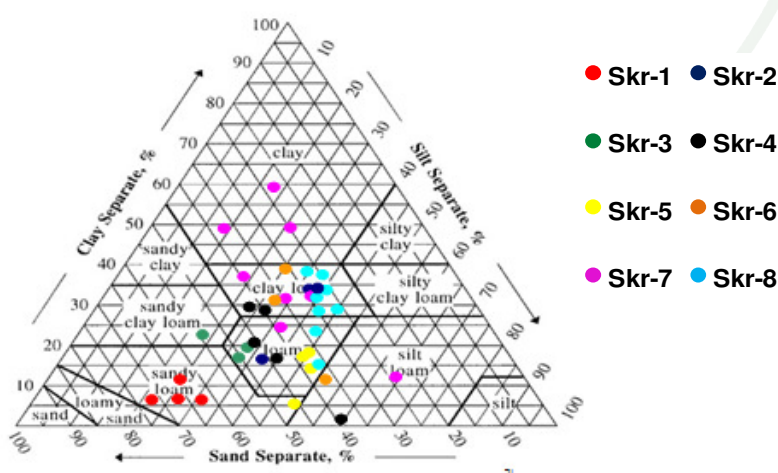
ดินที่ศึกษามีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินเหนียว โดยมีปริมาณอนุภาคทรายอยู่ในพิสัย 229-718 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณทรายแป้งอยู่ในพิสัย 130-626 กรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณดินเหนียวอยู่ในพิสัย 62-600 กรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคขนาดทราย (ก) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (ข) และอนุภาคขนาดดินเหนียว (ค) กับระดับความลึกดิน

การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน พบว่า อนุภาคทรายและทรายแป้งเป็นอนุภาคเด่นในดินที่ทำการศึกษา โดยมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก ซึ่งตรงข้ามกับอนุภาคดินเหนียวที่ปริมาณมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก การแจกกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียวที่เพิ่มขึ้นตามความลึก แสดงให้เห็นว่าดินมีพัฒนาการของหน้าตัดดี (อภิสิทธิ์, 2527; Buol *et al.*, 2010) มีการเคลื่อนย้ายของอนุภาคดินเหนียวบางส่วนจากดินบนลงไปสะสมยังดินล่าง ทำให้อนุภาคขนาดที่ใหญ่กว่าเหลืออยู่ในชั้นดินบน ซึ่งเป็นผลมาจากการกระบวนการเคลื่อนย้ายเชิงกล (lessivage) และกระบวนการเคลื่อนย้ายวัสดุจากชั้นดินบน (eluviation) (Buol *et al.*, 2010)

ผลวิเคราะห์การแจกกระจายของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ของดินทั้ง 8 บริเวณ เมื่อนำไปวิเคราะห์เพื่อหาประเภทชั้นเนื้อดินจากตารางสามเหลี่ยมแสดงความสัมพันธ์ของอนุภาคดิน โดยใช้เกณฑ์ประเมินของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA textural class) (เอิบ, 2547; Soil Survey Staff, 2006) พบว่าดินส่วนใหญ่มีพิสัยของเนื้อดินอยู่ในกลุ่มดินร่วน (loamy) ถึงดินเหนียว (clayey) โดยชั้นดินบนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มของดินร่วน พบในพื้นที่ป่าเต็งรังตอนล่างของพื้นที่ลาดเชิงเขาตอนบน (Skr-2) ขึ้นไปจนถึงป่าดิบแล้งตอนบนของพื้นที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง ส่วนดินล่างนั้นพบว่า มีแนวโน้มที่ปริมาณของอนุภาคขนาดดินเหนียวจะเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยเฉพาะดินในบริเวณพื้นที่ป่าดิบแล้งซึ่งเห็นได้อย่างเด่นชัด ส่วนดินในพื้นที่ป่าเบญจพรรณทุกภูมิภาค พบว่าเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายตลอดหน้าตัดดิน โดยมีปริมาณดินเหนียวเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในดินล่าง (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 การจำแนกประเภทเนื้อดินตามสัดส่วนโดยมวลของอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว

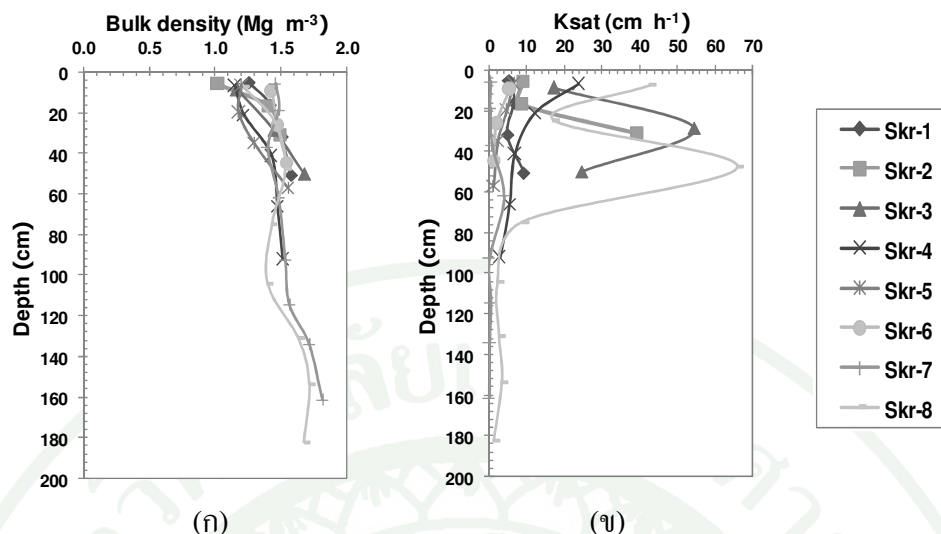
2.2 ความหนาแน่นรวมของดิน

ความหนาแน่นรวมของดินที่ทำการศึกษามีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงสูง ในพิสัย 1.02-1.96 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 7) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกภายในหน้าตัดดิน ซึ่งการที่ดินบนมีความหนาแน่นของดินต่ำกว่าในดินล่างเนื่องจาก ดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงจากอิทธิพลของเศษซากของใบไม้ (litter) ที่ร่วงหล่นมาสะสมที่ผิวดิน ส่วนดินล่างมีความหนาแน่นรวมสูงขึ้น เป็นผลมาจากกระบวนการเคลื่อนย้ายดินเหนียวสู่ดินล่าง ซึ่งอนุภาคขนาดเล็กนี้จะเข้าไปแทรกตัวอยู่ในช่องว่างขนาดต่าง ๆ ในดิน ทำให้ดินแน่นทึบขึ้น (บรรณพิชญ์, 2551; Brady and Weil, 2008)

2.3 สภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัว

สภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัวเป็นค่าที่แสดงความยากง่ายของน้ำที่จะสามารถเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในดิน อัตราการเคลื่อนที่ของน้ำในเวลาหนึ่งจะขึ้นอยู่กับสมบัติต่าง ๆ ของดิน (เอิบ, 2548)

ดินที่ทำการศึกษามีสภาพการนำน้ำขณะอิ่มตัวอยู่ในระดับช้ามากถึงเร็วมาก มีค่าอยู่ในพิสัย 0.03-66.05 เซนติเมตรต่อชั่วโมง (ภาพที่ 7) โดยส่วนใหญ่ดินบนจะมีค่าสูงกว่าดินล่าง ทั้งนี้เนื่องจาก ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงซึ่งง่ายต่อการเกิดเม็ดดิน และมีโครงสร้างที่เสถียร (Iwata *et al*, 1995; Juma, 2001) จึงทำให้ดินมีช่องว่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ยกเว้น ดินในพื้นที่ป่าเต็งรังตอนล่าง (Skr-2) ที่อยู่ในระดับเร็วในดินล่าง เนื่องจากพบเศษชิ้นส่วนของหินทราย และสารเม็ดกลมของเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ ทำให้เกิดช่องว่างขนาดใหญ่ในชั้นดินล่าง จึงอาจส่งผลต่อการเคลื่อนย้ายน้ำในหน้าตัดดิน



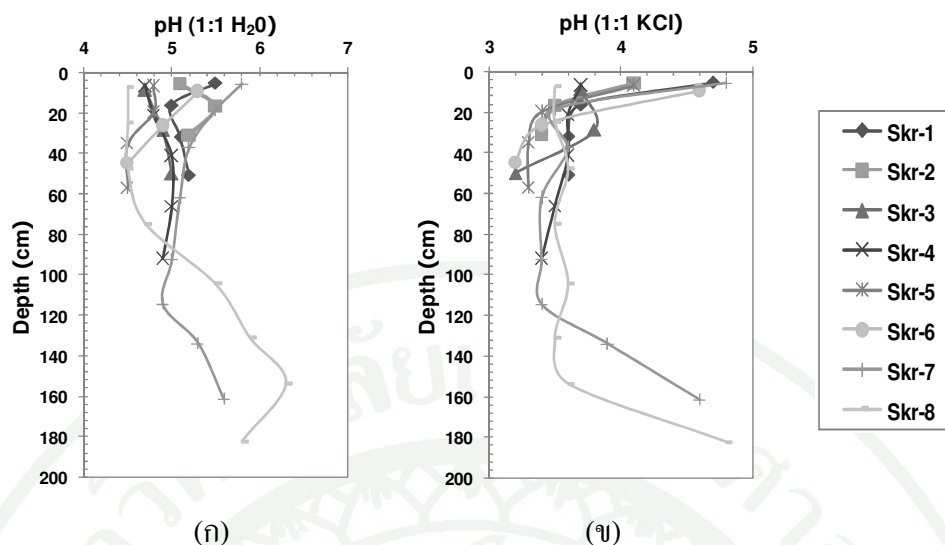
ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวม (ก) และสภาพการนำน้ำของดินขณะอิ่มตัว (ข) กับระดับความลึกดิน

3. สมบัติทางเคมีของดิน

สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษายภายใต้ป่าต่างชนิดบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราช โดยพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินระดับสมบัติทางเคมี (เอิบ, 2547; Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993) ผลการศึกษา พบว่า

3.1 พีเอชดิน (Soil pH)

ค่าพีเอชดินใช้ช่วยวินิจฉัยถึงสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง ระดับการผูกพันอยู่กับที่ อัตราการชะละลาย ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชบางชนิด และสภาพความเป็นพิษของดินต่อพืช (Brady and Weil, 2008; Buol *et al.*, 2010) ผลวิเคราะห์กรณีใช้ดินต่อน้ำในอัตราส่วน 1:1 พบว่าดินที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ มีค่าพีเอชอยู่ในระดับ กรดอ่อนถึงกรดรุนแรง มีค่าอยู่ในพิสัย 4.4-6.3 ซึ่งมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดหน้าตัดดิน (ภาพที่ 8) การที่ดินแสดงค่าพีเอชเป็นกรดนั้น เป็นลักษณะของดินทั่วไปในเขตร้อนที่มีพัฒนาการค่อนข้างดี และมีการชะละลายสูง (Sanchez, 1976; Eiumnoh, 1984) โดยการที่ดินในพื้นที่ที่ทำการศึกษามีค่าเป็นกรดนั้นเป็นผลมาจากอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราเร่งของปฏิกิริยาทางเคมีก็สูงขึ้นด้วยเบสถูกชะละลาย

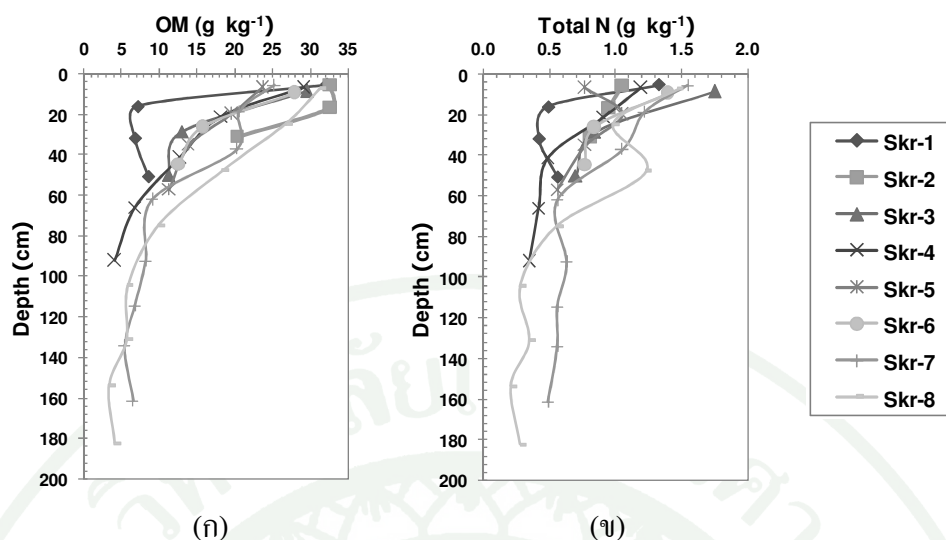


ภาพที่ 8 ค่าพีเอชของดินที่วัดในน้ำ (ก) และในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 โมลาร์ (ข) กับระดับความลึกดิน

ออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย (เอิบ, 2548; Zhang *et al.*, 2006) ส่วนค่าพีเอชดินที่วัดโดยใช้ดินต่อสารละลาย 1 โมลาร์ โพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตราส่วน 1:1 มีค่าอยู่ในพิสัย 3.2-4.8 (ภาพที่ 8) ซึ่งค่าที่วัดได้ต่ำกว่าค่าพีเอชที่วัดด้วยน้ำประมาณ 1 หน่วย แสดงให้เห็นว่า ดินมีประจุสุทธิเป็นลบ ดินเหล่านี้จึงมีความสามารถในการดูดซับแคตไอออนได้ดีกว่าแอนไอออน เป็นลักษณะของดินเขตร้อนส่วนใหญ่ที่มีพัฒนาการสูง มีออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม และแร่ดินเหนียวเคลโอลิไนต์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ (วิโรจ, 2531; Cindy *et al.*, 2008)

3.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงปานกลาง โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 3.4-32.7 กรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 9) การแจกกระจายมีแนวโน้มเหมือนกันในทุกหน้าตัดดิน คือ มีค่าลดลงตามความลึก โดยการที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในชั้นดินบนสูงกว่าในชั้นดินล่าง เป็นผลมาจากการผุพังสลายตัวของเศษซากอินทรีย์ที่สะสมอยู่ในดินตามธรรมชาติ โดยเฉพาะในดินที่มีพัฒนาการในสภาพป่าไม้ (Thomson and Troch, 1978) ส่วนในชั้นดินล่างโอกาสที่อินทรีย์สารต่างๆ จะลงไปสะสมอยู่น้อย ประกอบกับในสภาพเขตร้อนการย่อย



ภาพที่ 9 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ก) และปริมาณไนโตรเจนรวม (ข) กับระดับความลึกดิน

สลายอินทรีย์สารในชั้นดินบนจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว การชะละลายลงไปในชั้นดินล่างเกิดขึ้นน้อย ทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (Virgo and Holmes, 1977; Baize, 1993; Brady and wail, 2008)

3.3 ปริมาณไนโตรเจนรวม

ปริมาณไนโตรเจนรวมที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ พบปริมาณไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับต่ำ มีค่าอยู่ในพิสัย 0.21-1.75 กรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 9) ดินบนมีปริมาณไนโตรเจนรวมสูงกว่าชั้นดินล่าง ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกับการแจกกระจายของอินทรีย์วัตถุภายในหน้าตัดดิน ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่จะได้มาจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดิน (Brady and Weil, 2008; Kalembasa, 2008)

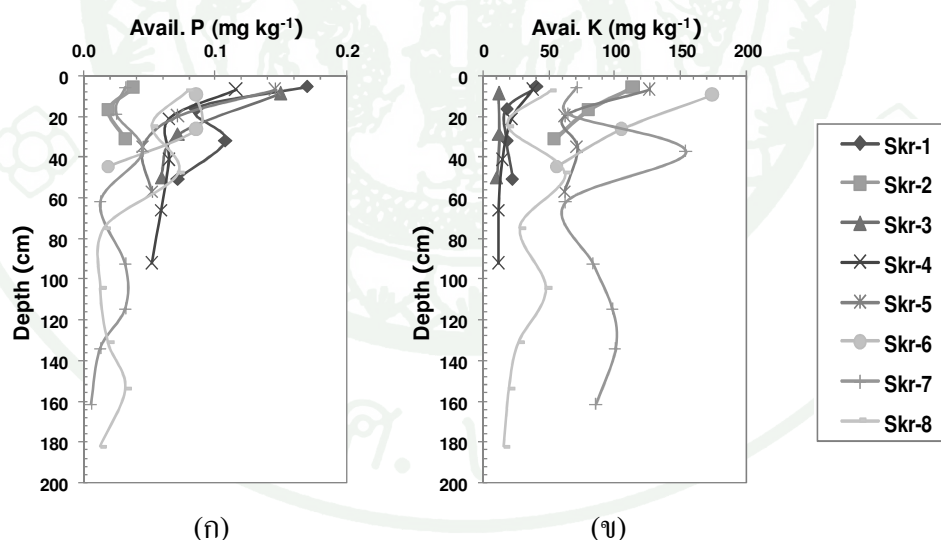
3.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ดินที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ พบว่า มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก มีค่าอยู่ในพิสัย 0.01-0.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 10) โดยปริมาณมีแนวโน้มลดลงตามความลึก การที่ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ แสดงให้เห็นว่าดินที่ทำการศึกษาเป็นดินที่มีพัฒนาการสูง (วรพันธุ์, 2531; Sanchez *et al.*, 1983) ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์นี้ จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินโดยอยู่ในรูปฟอสเฟตอินทรีย์

(Tisdale and Nelson, 1975; Sanchez, 1976) และการที่ดินมีปริมาณดินเหนียวเพิ่มขึ้นในชั้นดินล่าง ทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสลดลง (Brady and Weil, 2008) เพราะปริมาณดินเหนียวที่พบเป็นแร่ดินเหนียวชนิดเคโอลิไนต์ ซึ่งมีกลุ่มไฮดรอกซิล (hydroxyl group) อยู่ระหว่างชั้นอะลูมินาซึ่งสามารถแลกเปลี่ยนกับฟอสฟอรัสได้ (Havlin *et al.*, 2005) ทำให้ในดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าในดินล่าง

3.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ดินที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในพิสัย 11.7-174.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 10) โดยปริมาณโพแทสเซียมจะลดลงตามความลึก การที่โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีค่าสูงในชั้นดินบน เป็นผลมาจากอิทธิพลของอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งจะสะสมอยู่ในชั้นดินบนมากกว่าชั้นดินล่าง เนื่องจากอินทรีย์วัตถุมีความสามารถในการดูดซับธาตุไออนบวกได้สูง เมื่อสลายตัวจึงปลดปล่อยโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ให้กับดิน (Sanchez, 1976; Brady and Weil, 2008)



ภาพที่ 10 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ก) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ข) กับระดับความลึกดิน

3.6 ปริมาณเบสที่สกัดได้

3.6.1 ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้

ดินที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ มีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก ถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในพิสัย 0.04-6.46 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 11) โดยเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้กับความลึกแต่ละหน้าตัดดิน ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น ยกเว้นดินภายใต้ป่าดิบแล้งพื้นที่ (Skr-7) ที่มีค่าสูง และแปรปรวนไม่แน่นอนในตอนล่างของหน้าตัดดิน เนื่องจากบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษานั้นมีลักษณะเป็นแอ่ง มีหินแข็งในชั้นดินล่างที่ลึกลงไป ทำให้มีการสะสมซากพืช และเกิดกระบวนการเคลื่อนย้ายมาสะสมในบริเวณนี้ ซึ่งซากของพืชจะมีปริมาณแคลเซียม (บุญฤทธิ์, 2525)

3.6.2 ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้

ดินที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในพิสัย 0.03-0.45 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 11) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้กับความลึกแต่ละหน้าตัดดิน ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น มีความแปรปรวนบ้างเล็กน้อยในบางดิน จากการศึกษา พบว่า ป่าดิบแล้งจะมีค่าสูงที่สุด ซึ่งมีลักษณะไปในทิศทางเดียวกันกับผลการวิเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน

3.6.3 ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้

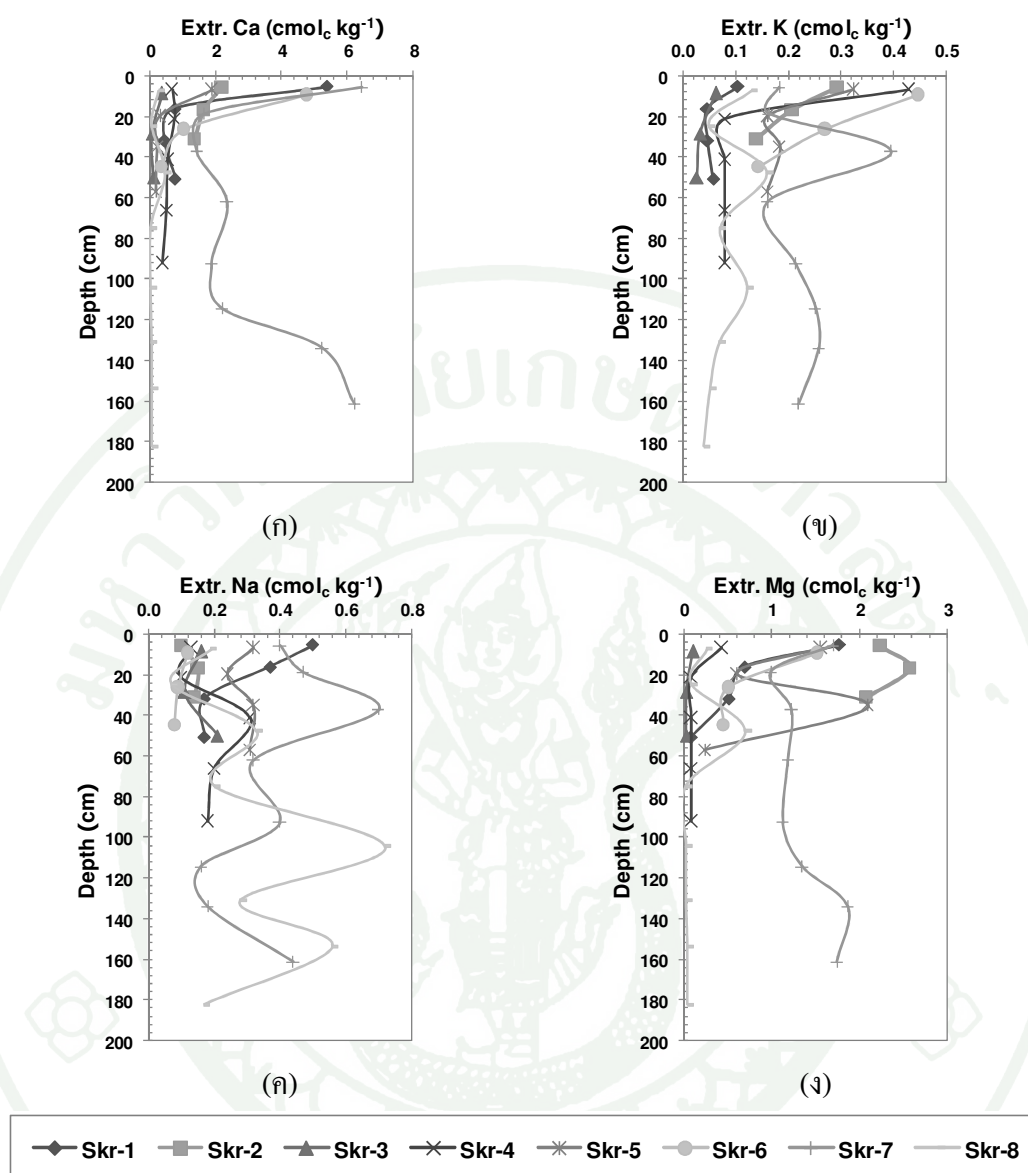
ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ในดินที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในพิสัย 0.07-0.50 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 11) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณโซเดียมที่สกัดได้กับความลึกของหน้าตัดดิน ส่วนใหญ่มีแนวโน้มผันแปรมากในทุกบริเวณ ปริมาณโซเดียมในดินส่วนใหญ่มาจากซากพืช ซึ่งในพื้นที่ป่าเต็งรัง โซเดียมส่วนใหญ่ได้มาจาก เต็ง (*Shorea obtuse* Wall.) (สุภาวดี, 2544) ส่วนป่าดิบแล้งยังไม่มีข้อมูลยืนยันว่ามาจากพืชชนิดใด

3.6.4 ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้

ดินที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ มีปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในพิสัย 0.03-2.58 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 11) และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้กับความลึกแต่ละหน้าตัดดิน ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงตามความลึก เมื่อเปรียบเทียบกัน พบว่า ป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรัง ปริมาณมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของดินแต่ไม่เด่นชัดมากนัก ยกเว้นในกรณีของดินในป่าดิบแล้งพื้นที่ฟู (Skr-7) ที่พบมีแนวโน้มสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยในชั้นดินตอนล่าง เนื่องจาก สภาพของพื้นที่ส่งเสริมให้เกิดการสะสมดังได้อธิบายไปแล้วในกรณีของปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ ส่วนในป่าเบญจพรรณทุกขุม (Skr-1)

ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีแนวโน้มลดลงตามความลึกอย่างเด่นชัด และยังพบว่า ป่าเต็งรังตอนล่างของที่ลาดเชิงเขาตอนบน (Skr-2) มีค่าสูงที่สุด ซึ่งปริมาณแมกนีเซียมจะลดลงในดิน เนื่องจากละลายน้ำได้ดี และ ถูกชะล้างลงไปสู่สมในตอนล่าง (Zinke *et al.*, 1970) และประกอบกับพื้นที่จะมีหญ้าเพ็กขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น ทำให้มีโอกาสเกิดการสะสมธาตุนี้ในดิน ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมา ปริมาณธาตุอาหารสะสมที่ร่วงหล่นลงไปสู่สมที่ผิวดิน พบว่าธาตุแมกนีเซียม มีความเข้มข้นสูงสุดในซากใบพืช (Katagiri and Tsutsumi, 1973)

ปริมาณธาตุต่าง ๆ ที่สะสมในดิน จะแตกต่างกันไปตามชนิดพืช และชนิดป่า อย่างไรก็ตาม ภายใต้ป่าชนิดเดียวกันก็อาจมีความแตกต่างกันไปได้อีกทั้งนี้เป็นผลมาจากความแตกต่างขององค์ประกอบชนิดพรรณไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่านั้น ๆ เช่นเดียวกับอิทธิพลของชนิดดิน และวัตถุต้นกำเนิดดินด้วย (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2527)



ภาพที่ 11 ปริมาณแคลเซียม (ก) โพแทสเซียม (ข) โซเดียม (ค) และแมกนีเซียมที่สกัดได้ (ง) กับระดับความลึกดิน

3.7 ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้

ผลรวมของปริมาณ แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และโซเดียมที่สกัดได้ เมื่อนำมาคำนวณปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ พบว่า มีอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง อยู่ในพิสัย 0.26-8.74 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 12) ปริมาณในดินส่วนใหญ่มีความแปรปรวนเล็กน้อยและมีแนวโน้มลดลงตามความลึกภายในหน้าตัดดิน การที่ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก

ถึงต่ำ แสดงว่า ดินได้รับอิทธิพลการชะละลายที่รุนแรงพอที่จะเคลื่อนย้ายเบสบางส่วนออกไปจากหน้าตัดดิน (Bloom and Grigal, 1985; Bloom, 2000; Buol *et al.*, 2010)

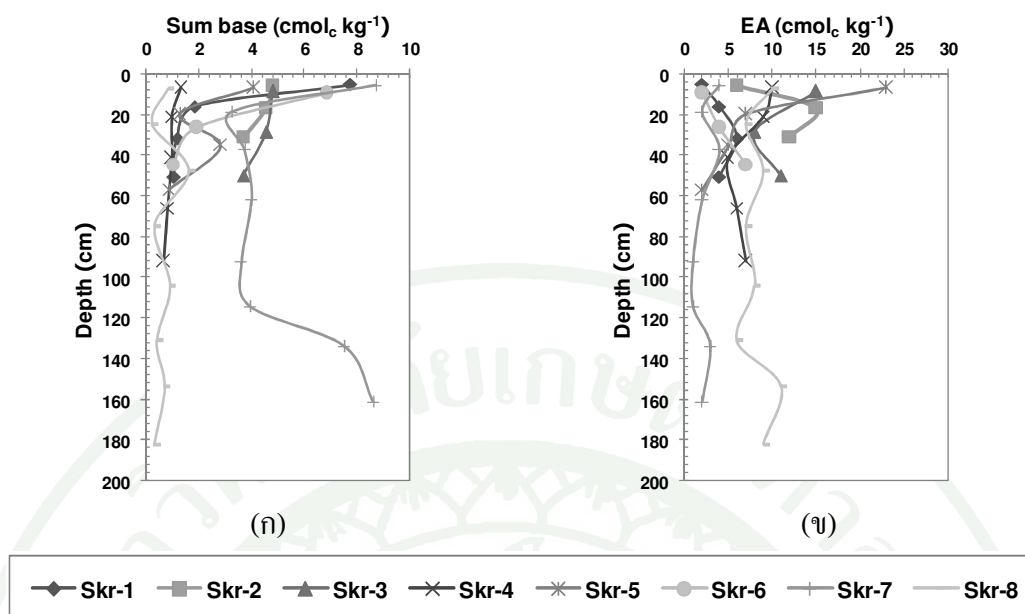
เมื่อพิจารณาระหว่างปริมาณเบสรวมที่สกัดได้กับปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ จะเห็นว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน แสดงว่าแคลเซียมเป็นธาตุที่เด่น เนื่องจากมีปริมาณที่สกัดได้สูงกว่าเบสตัวอื่น ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของดินที่มีพัฒนาการภายใต้สภาพป่าไม้เขตร้อน (Buol *et al.*, 2010)

3.8 สภาพกรดที่สกัดได้

ดินที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ พบว่า มีสภาพกรดที่สกัดได้ อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในพิสัย 1.0-23.0 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 12) ส่วนใหญ่ค่ามีความแปรปรวนภายในหน้าตัดดินค่อนข้างน้อย ซึ่งในดินบนจะมีค่าสูงและมีแนวโน้มลดลงตามความลึกของดิน แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการชะละลายแคตไอออนที่เป็นด่าง และการแทนที่ของไฮโดรเจนไอออนในดินบ่งชี้ว่า ดินที่ทำการศึกษามีพัฒนาการปานกลางถึงค่อนข้างสูง (Sanchez, 1976; Brady and Weil, 2008; Buol *et al.*, 2010)

3.9 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

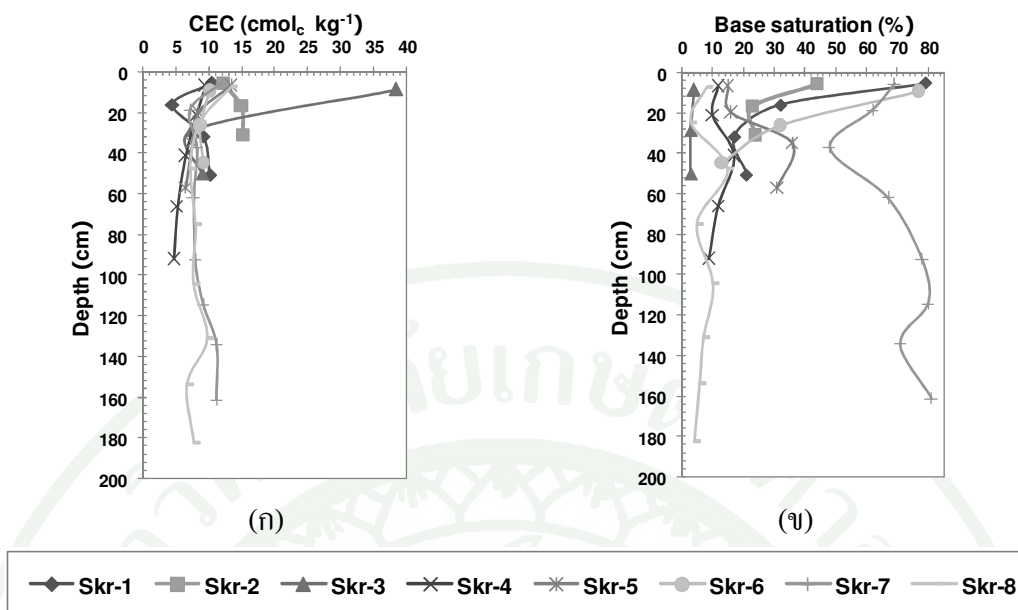
ดินที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำถึงสูงในพิสัย 4.5-38.5 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 13) โดยในภาพรวมส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับต่ำ ยกเว้น ดินภายใต้ป่าเต็งรังตอนบนของที่ลาดเชิงเขา (Skr-3) ที่มีค่าสูงที่สุดในดินบน ซึ่งเป็นผลมาจากรากของหญ้าเพ็กที่มีจำนวนมาก ทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง (3.4-32.7 กรัมต่อกิโลกรัม) ทั้งนี้เนื่องจากความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เช่นเดียวกับปริมาณอนุภาคดินเหนียว และชนิดของแร่ดินเหนียว (Sanchez, 1976)



ภาพที่ 12 ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (ก) และสภาพกรดที่สกัดได้ (ข) กับระดับความลึกดิน

3.10 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส

ดินที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสอยู่ในระดับต่ำถึงสูง มีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 3.5-81.2 ส่วนใหญ่จะมีค่าอยู่ในระดับต่ำ และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ซึ่งแสดงถึงการที่ดินมีพัฒนาการสูง ยกเว้นป่าดิบแล้งพื้นที่ฟู (Skr-7) ที่มีค่าปานกลางถึงสูง และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 13) เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นแอ่งมีหินแข็งในตอนล่างที่ลึกลงไป ทำให้เกิดการสะสมเบสต่าง ๆ ในบริเวณนี้ ดินในบริเวณนี้จึงมีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากยังคงมีเบสเหลืออยู่ในหน้าตัดดินค่อนข้างมาก มีผลทำให้อัตราร้อยละความอิ่มตัวของเบสมากกว่าดินในบริเวณอื่น



ภาพที่ 13 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (ก) และอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (ข) กับระดับความลึกดิน

3.11 ปริมาณเหล็ก อะลูมิเนียม และแมงกานีส

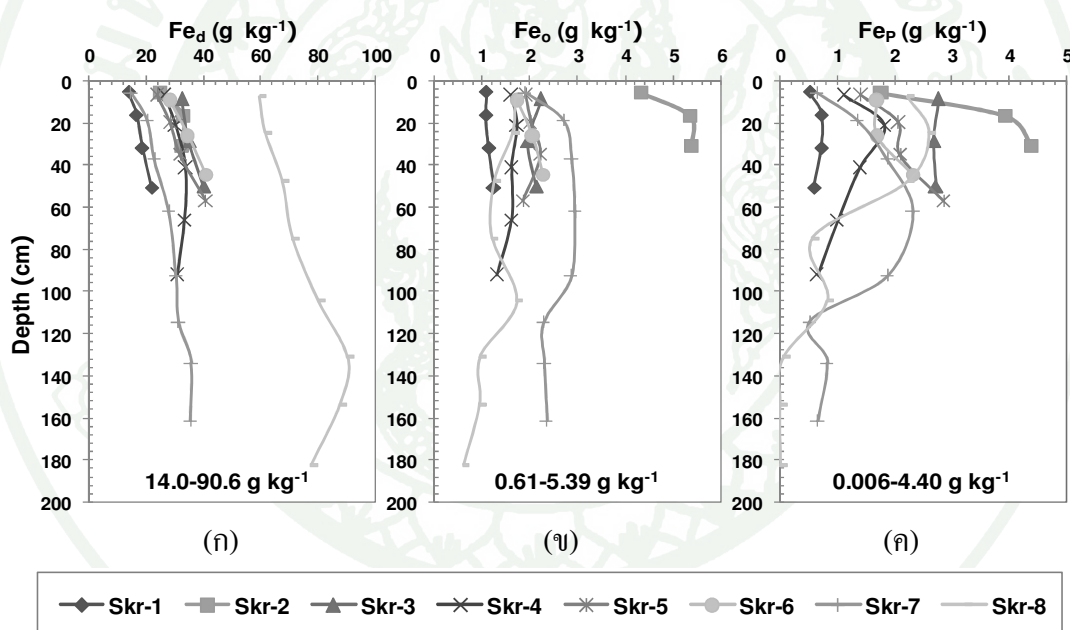
1) เหล็ก

เหล็กอิสระที่สกัดด้วยวิธีไดไซโอไนต์-ซิเตรต-ไบคาร์บอเนต (dithionite-citrate-bicarbonate; Fe_d) (ภาพที่ 14) ซึ่งอยู่ในรูปสารออสันฐาน และรูปที่มีผลึก โดยเฉพาะแร่อิมาไทต์ และเกอร์ไทต์ ของบริเวณที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ พบว่า มีค่าอยู่ในพิสัย 14.0-90.6 กรัมต่อกิโลกรัม โดยดิน Skr-8 ซึ่งพบภายใต้สภาพป่าดิบแล้งและเป็นตำแหน่งที่อยู่สูงที่สุดมีปริมาณเหล็กอิสระมากที่สุด เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณเหล็กอิสระภายในแต่ละบริเวณที่ทำการศึกษพบว่า การสะสมเหล็กอิสระในดินมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก และมีความแปรปรวนบ้าง การที่ในชั้นดินบนมีปริมาณเหล็กอิสระต่ำกว่าในชั้นดินล่าง เนื่องจากในชั้นดินบนมีการชะละลายสูง ทำให้เหล็กถูกชะละลายลงมาข้างล่างพร้อมกับอนุภาคดินเหนียว (กรรณิการ์ และคณะ, 2529)

เหล็กที่สกัดได้ด้วยวิธีแอมโมเนียมออกซาลेट (ammonium oxalate; Fe_o) (ภาพที่ 14) อยู่ในรูปออสันฐาน ซึ่งเป็นรูปที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ (active Fe) ผล

การศึกษาดินทั้ง 8 บริเวณ พบว่า ปริมาณเหล็กในรูปออกไซด์มีค่า อยู่ในพิสัย 0.61-5.39 กรัมต่อกิโลกรัม โดยส่วนใหญ่มีปริมาณลดลงตามความลึก แสดงว่าดินมีเหล็กในรูปนี้ และรูปเป็นสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อนสูงในชั้นดินบน ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากอิทธิพลของอินทรีย์วัตถุซึ่งมีอยู่สูงในชั้นดินดังกล่าว อีกทั้งดินที่ศึกษามีพีเอชดินเป็นกรดทำให้มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยเฉพาะการตรึงธาตุอาหารพืช (บรรณพิชญ์, 2551; Trakoonyingcharoen *et al.*, 2006)

เหล็กที่สกัดด้วยวิธีโซเดียมไพโรฟอสเฟต (sodium pyrophosphate; Fe_p) (ภาพที่ 14) อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน ผลการศึกษาดินทั้ง 8 บริเวณ พบว่า ปริมาณเหล็กในรูปนี้มีค่าอยู่ในพิสัย 0.01-4.40 กรัมต่อกิโลกรัม เหล็กในรูปนี้แสดงถึงศักยภาพในการตรึงฟอสฟอรัสของดิน (ผจงจิตต์, 2545)

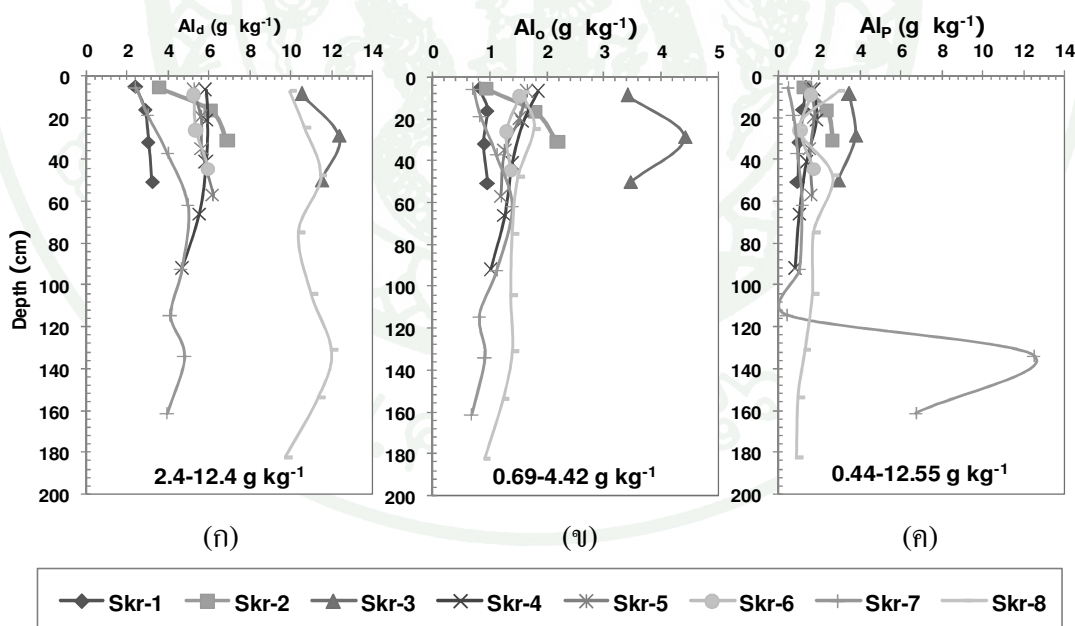


ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างเหล็กที่สกัดได้ด้วย dithionite-citrate-bicarbonate (Fe_d) (ก), ammonium oxalate (Fe_o) (ข) และ sodium pyrophosphate (Fe_p) (ค) กับระดับความลึกดิน

2) อะลูมิเนียม

อะลูมิเนียมอิสระที่สกัดด้วยวิธีไดไธโอนைต-ซิเตรต-ไบคาร์บอเนต (dithionite-citrate-bicarbonate; Al_d) (ภาพที่ 15) ซึ่งเป็นอะลูมิเนียมอยู่ในรูปที่มีผลึก รูปอสัณฐานและสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน รวมทั้งที่อยู่ในลักษณะการแทนที่สารประกอบอื่น ๆ เช่น เหล็กออกไซด์ (ผจงจิตต์, 2545) ผลการศึกษาดินทั้ง 8 บริเวณ พบว่า ปริมาณอะลูมิเนียมอิสระมีอยู่ในพิสัย 2.4-12.4 กรัมต่อกิโลกรัม โดยดิน Skr-3 พบภายใต้ป่าเต็งรัง และ Skr-8 ในป่าดิบแล้ง มีปริมาณอะลูมิเนียมอิสระมากที่สุด

อะลูมิเนียมที่สกัดด้วยวิธีแอมโมเนียมออกซาเลต (ammonium oxalate; Al_o) (ภาพที่ 15) อยู่ในรูปอสัณฐาน รูปที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และรูปสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน (McKeague and Day, 1996; National Soil Survey Center, 1996) ผลการศึกษาดินทั้ง 8 บริเวณ พบว่า มีปริมาณอยู่ในพิสัย 0.69-4.42 กรัมต่อกิโลกรัม โดยปริมาณอะลูมิเนียมมีความแปรปรวนตลอดหน้าตัดดิน



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างอะลูมิเนียมที่สกัดได้ด้วย dithionite-citrate-bicarbonate (Al_d) (ก), ammonium oxalate (Al_o) (ข) และ sodium pyrophosphate (Al_p) (ค) กับระดับความลึกดิน

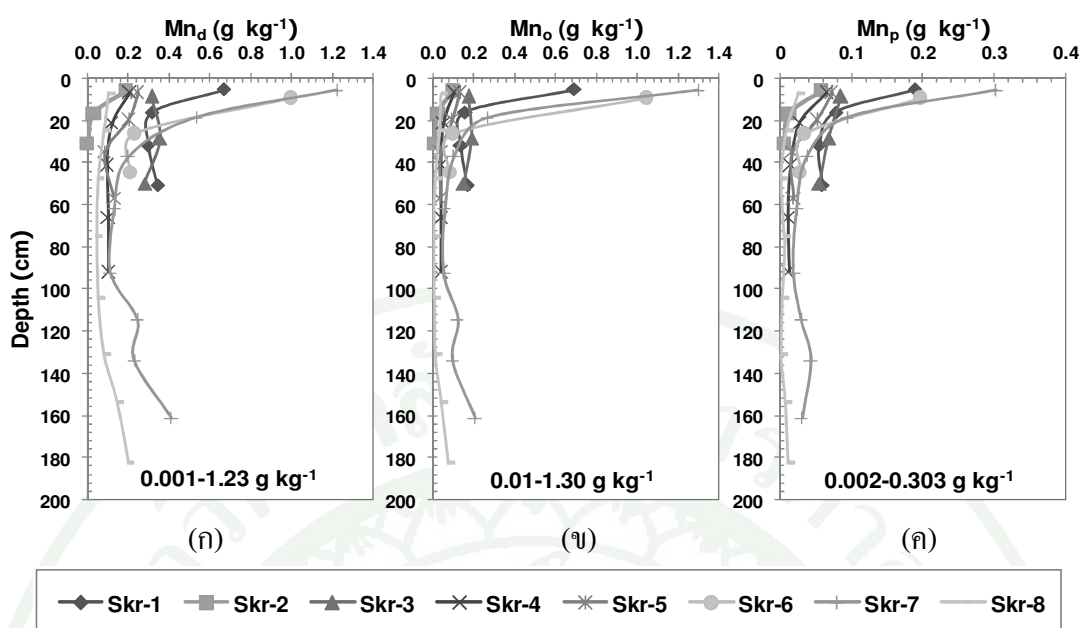
อะลูมิเนียมที่สกัดด้วยวิธีโซเดียมไพโรฟอสเฟต (sodium pyrophosphate; Fe_p) (ภาพที่ 15) อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน (McKeague and Day, 1996; National Soil Survey Center, 1996) ผลการศึกษาดินทั้ง 8 บริเวณ พบว่า ปริมาณอะลูมิเนียมอยู่ในพิสัย 0.44-12.55 กรัมต่อกิโลกรัม และไม่มีความสัมพันธ์ชัดเจนกับระดับความลึกของดิน

3) แมงกานีส

แมงกานีสที่สกัดด้วยวิธีไดไธโอนต์-ซิเตรต-ไบคาร์บอเนต (dithionite-citrate-bicarbonate; Mn_d) (ภาพที่ 16) มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับเหล็กอิสระ แมงกานีสที่สกัดโดยวิธีนี้อยู่ในรูปผลึก รูปอสัณฐาน รูปที่รีดิวซ์ได้ง่าย และรูปสารประกอบเชิงซ้อน (Mehra and Jackson, 1960; National Soil Survey Center, 1996) ผลการศึกษาดินทั้ง 8 บริเวณ พบว่า ปริมาณแมงกานีส มีค่าอยู่ในพิสัย 0.001-1.23 กรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่า ส่วนใหญ่มีค่าสูงในดินบน และลดลงในชั้นดินล่าง แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมงกานีสที่อยู่ในรูปผลึก รูปอสัณฐาน รูปที่รีดิวซ์ได้ง่าย และรูปสารประกอบเชิงซ้อนกับการสะสมอินทรีย์วัตถุในดิน

แมงกานีสที่สกัดด้วยวิธีแอมโมเนียมออกซาเลต (ammonium oxalate; Mn_o) (ภาพที่ 16) อยู่ในรูปอสัณฐาน และรูปสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน (McKeague and Day, 1996; National Soil Survey Center, 1996) ผลการศึกษาดินทั้ง 8 บริเวณ พบว่า ปริมาณแมงกานีสมีค่าอยู่ในพิสัย 0.01-1.30 กรัมต่อกิโลกรัม โดยมีลักษณะการแจกกระจายคล้ายคลึงกับแมงกานีสที่สกัดด้วยวิธี ไดไธโอนต์-ซิเตรต-ไบคาร์บอเนต

แมงกานีสที่สกัดด้วยวิธีโซเดียมไพโรฟอสเฟต (sodium pyrophosphate; Mn_p) (ภาพที่ 16) อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน (McKeague and Day, 1996; National Soil Survey Center, 1996) ผลการศึกษาดินทั้ง 8 บริเวณ ปริมาณแมงกานีสมีค่าอยู่ในพิสัย 0.002-0.303 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีลักษณะการแจกกระจายเหมือนกับแมงกานีสที่สกัดโดยวิธีอื่นดังที่ได้กล่าวมาแล้ว



ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างแมงกานีสที่สกัดได้ด้วย dithionite-citrate-bicarbonate (Mn_d) (ก), ammonium oxalate (Mn_o) (ข) และ sodium pyrophosphate (Mn_p) (ค) กับระดับความลึกดิน

4. หน่วยการจำแนกดิน

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา สมบัติทางฟิสิกส์ และสมบัติทางเคมีของดินสามารถจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Survey Staff, 2010) ได้ 2 อันดับ โดยมีชั้นอนุกรมวิธานดิน ดังต่อไปนี้

4.1 อันดับอัลติซอลส์ (Ultisols)

ดินมีการสะสมดินเหนียวในชั้นดินล่าง เป็นชั้นดินล่างวินิจัยอาร์จิลิก (argillic horizon) และมีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำกว่า 35 ที่ระดับความลึก 1.25 เมตรจากตอนล่างของชั้นอาร์จิลิก จึงจัดจำแนกอยู่ในอันดับอัลติซอลส์ (Ultisols) และพื้นที่ที่มีปริมาณฝนค่อนข้างต่ำ ทำให้ดินมีความชื้นจำกัด จึงจัดเข้าในระบบอบความชื้นดินแบบอัสติก (ustic soil moisture regime) ทำให้ดินนี้อยู่ในอันดับดินย่อย Ustult และดินมีการระบายน้ำดี มีชั้นพินไทต์ต่อเนื่อง หรือมากกว่าครึ่งหนึ่งของเนื้อดิน ในชั้นย่อยต่าง ๆ ภายในระดับความลึก 1.25 เมตรจากผิวดิน จึงสามารถจำแนก

ในระดับกลุ่มดินใหญ่ (great group) ได้เป็น Plinthustults สำหรับดินมีการระบายน้ำดี มีชั้นดินล่าง วินิจัยอาร์จิลิกบาง หรือหนาปานกลาง และมีการแจกกระจายของดินเหนียวที่ปริมาณของดินเหนียวลดลงมากกว่าร้อยละ 20 ของชั้นที่มีปริมาณสูงสุดภายในระดับความลึก 1.50 เมตรจากชั้นผิว ดิน จึงสามารถจำแนกในระดับกลุ่มดินใหญ่ (great group) ได้เป็น Haplustults

นอกจากนี้ ดินยังมีลักษณะ และสมบัติอื่นที่แตกต่างไปจากลักษณะเด่นของกลุ่มดินใหญ่ด้วย ซึ่งสามารถจัดจำแนกในระดับกลุ่มดินย่อยได้เป็น

Haplic Plinthustult: ป่าเบญจพรรณทุกชนิด (Skr-1)

Lithic Haplustult: ป่าเต็งรัง (Skr-2)

Haplic Plinthustult: ป่าเต็งรัง (Skr-3)

Kanhaplic Haplustult: พื้นที่ร่อยต่อ (Skr-4)

Haplic Plinthustult: ป่าดิบแล้งพื้นที่ฟู (Skr-5)

Typic Haplustult: ป่าดิบแล้งพื้นที่ฟู (Skr-6)

Typic Plinthustult: ป่าดิบแล้งไม่ถูกรบกวน (Skr-8)

4.2 อันดับแอลฟิซอลส์ (Alfisol)

ดินที่ทำการศึกษามีการสะสมดินเหนียวในชั้นดินล่างชัดเจน ที่เรียกว่าชั้นดินล่าง วินิจัยอาร์จิลิก (argillic horizon) และมีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสสูงกว่า 35 จึงจัดจำแนกอยู่ใน อันดับแอลฟิซอลส์ (Alfisol) โดยพบภายใต้สภาพพื้นที่ที่มีปริมาณฝนค่อนข้างต่ำ ทำให้ดินมีความชื้นจำกัด จึงจัดเข้าในระบอบความชื้นดินแบบอัสติก ทำให้ดินนี้อยู่ในอันดับดินย่อย Ustalf และยังพบว่าดินที่มีการระบายน้ำดี มีชั้นพินไทต์ต่อเนื่อง หรือมากกว่าครึ่งหนึ่งของเนื้อดิน ในชั้นย่อยต่าง ๆ จึงสามารถจำแนกในระดับกลุ่มดินใหญ่ (great group) ได้เป็น Plinthustalf แต่เนื่องจากดินไม่มีลักษณะและคุณสมบัติอื่นใดที่แตกต่างไปจากลักษณะเด่นของกลุ่มดินใหญ่ ดังนั้นดินตัวแทนที่ทำการศึกษานี้จึงจัดจำแนกในระดับกลุ่มดินย่อยได้เป็น Typic Plinthustalf (Skr-7)

5. ความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนอินทรีย์ สมบัติดินบางประการ และความเสถียรของเม็ดดิน

เม็ดดินที่จะเกิดขึ้นรวมถึงความเสถียรของเม็ดดิน จะเกิดจากความหลากหลายของวิธีการรวมตัว และขนาดของเม็ดดินเอง ความซับซ้อนของการเกิดเม็ดดิน ขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยหลายชนิดร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นสภาพแวดล้อม การจัดการดิน รากพืช และสมบัติดิน เช่น องค์ประกอบเชิงแร่ในดิน เนื้อดิน ความเข้มข้นของคาร์บอนอินทรีย์ในดิน กระบวนการทางดิน รวมถึงไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ (Horn and Smucker, 2005; Pulleman *et al.*, 2005)

ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินกับเม็ดดินเสถียรน้ำภายใต้สภาพป่าต่างชนิด ประกอบไปด้วย ป่าเบญจพรรณหุบเขา ป่าเต็งรัง พื้นที่รอยต่อระหว่างป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง (ecotone) ป่าดิบแล้งแบบถูกรบกวน และแบบที่คงสภาพตามธรรมชาติได้โดยไม่ถูกรบกวน โดยทำการแบ่งขนาดของเม็ดดินออกเป็น 6 ขนาด ได้แก่ เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1), เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 มิลลิเมตร (WSA2), เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3), เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.25-0.5 มิลลิเมตร (WSA4), เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) และเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร (WSA6) (Elliott, 1986; Elliot *et al.*, 1991)

ส่วนขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (Mean weight diameter; MWD) นั้นเป็นค่าที่ได้จากผลรวมเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำทั้ง 6 ขนาดข้างต้น (ตารางผนวกที่ 1) ซึ่งค่าขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความเสถียรของเม็ดดินโดยรวมได้ว่ามีแนวโน้มเป็นอย่างไร (Kemper and Rosenau, 1986) จากนั้นจึงนำค่าเม็ดดินเสถียรน้ำมาทำการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient; r) กับสมบัติดิน (ตารางที่ 1) เพื่อหาทิศทางและระดับความสัมพันธ์ รวมถึงทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเสถียรน้ำกับสมบัติดินแต่ละค่า โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of determination; r^2) กำกับเพื่อใช้บอกกว่าสมบัติดินแต่ละชนิดมีผลต่อความผันแปรของเม็ดดินเสถียรน้ำแต่ละขนาดอย่างไร ผลการศึกษา พบว่าเม็ดดินเสถียรน้ำแต่ละขนาดมีสหสัมพันธ์และมีความผันแปรตามสมบัติดิน ดังนี้

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเสถียรน้ำกับสมบัติดินบางประการ

Soil properties	Size of aggregates						
	WSA1	WSA 2	WSA3	WSA4	WSA5	WSA6	MWD
SOC (g kg ⁻¹)	0.71**	0.32	0.01	-0.37*	-0.64**	-0.28	0.72**
Total N (g kg ⁻¹)	0.59**	0.14	0.01	-0.23	-0.52**	-0.24	0.59**
Avai. P (mg kg ⁻¹)	0.39*	-0.11	-0.40*	-0.42**	-0.07	-0.12	0.36*
Avai. K (mg kg ⁻¹)	0.04	0.28	0.43**	0.17	-0.28	-0.14	0.08
Extr. Ca (cmol _c kg ⁻¹)	0.21	0.07	0.08	-0.17	-0.23	0.15	0.22
Extr. Mg (cmol _c kg ⁻¹)	0.17	0.38*	0.38*	0.02	-0.43**	0.09	0.21
Extr. K (cmol _c kg ⁻¹)	0.04	0.28	0.43**	0.18	-0.28	-0.15	0.08
Extr. Na (cmol _c kg ⁻¹)	-0.12	-0.23	-0.06	0.10	0.15	0.08	-0.13
CEC (cmol _c kg ⁻¹)	0.2	0.16	0.06	-0.06	-0.21	-0.18	0.22
EA (cmol _c kg ⁻¹)	0.28	0.31	0.01	-0.18	-0.27	-0.24	0.30
BS (%)	-0.02	0.01	0.24	0.10	-0.13	0.21	-0.01
BD (Mg m ⁻³)	-0.58**	-0.25	0.05	0.34*	0.47**	0.30	-0.59**
Ksat (cm hr ⁻¹)	0.26	0.16	0.02	-0.11	-0.22	-0.28	0.27
Fe _d (g kg ⁻¹)	-0.26	-0.09	0.05	0.23	0.20	-0.04	-0.25
Fe _o (g kg ⁻¹)	0.15	0.58**	0.53**	0.12	-0.48**	-0.19	0.21
Fe _p (g kg ⁻¹)	0.12	0.43**	0.42**	0.21	-0.38*	-0.32	0.17
Al _d (g kg ⁻¹)	-0.09	-0.03	0.07	0.23	0.03	-0.17	-0.09
Al _o (g kg ⁻¹)	0.17	0.07	0.05	0.10	-0.20	-0.22	0.17
Al _p (g kg ⁻¹)	-0.07	0.15	0.20	0.09	-0.08	0.11	-0.05
Mn _d (g kg ⁻¹)	0.32*	-0.25	-0.28	-0.28	-0.10	0.12	0.29
Mn _o (g kg ⁻¹)	0.35*	-0.16	-0.20	-0.28	-0.17	0.06	0.33*
Mn _p (g kg ⁻¹)	0.45**	-0.20	-0.29	-0.37*	-0.20	0.06	0.41**

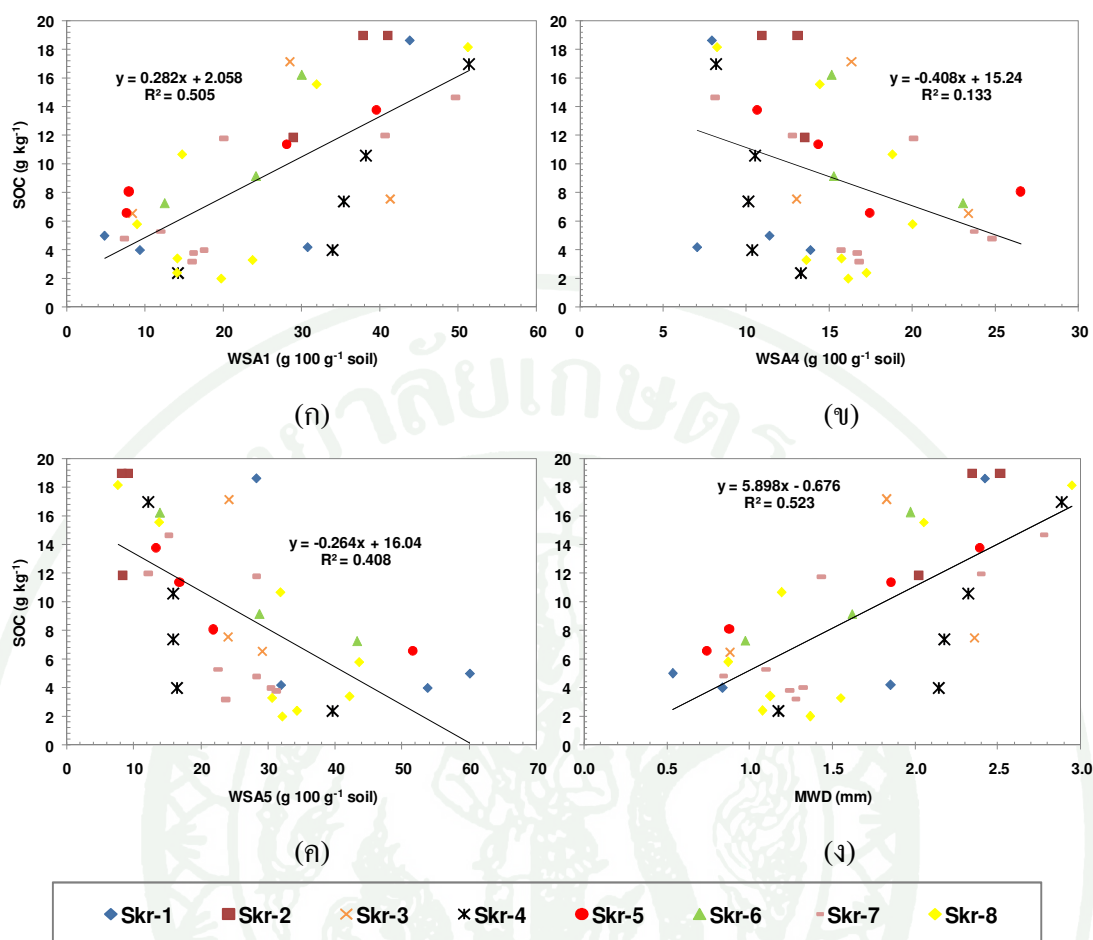
* มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ; ** มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (n=38)

หมายเหตุ WSA1 = เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มม., WSA2 = เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 มม., WSA3 = เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.5-1 มม., WSA4 = เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.25-0.5 มม., WSA5 = เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มม., WSA6 = เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1 มม., MWD = ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (มม.), SOC = ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์, CEC = ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน, EA = สภาพกรดที่สกัดได้, BS = อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส, BD = ความหนาแน่นรวมของดิน, Ksat = สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินขณะอิ่มตัว, Fe_d, Fe_o and Fe_p = เหล็กที่สกัดได้ในรูปอิสระ รูปออกไซด์ และรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อน, Mn_d, Mn_o and Mn_p = แมงกานีสที่สกัดได้ในรูปอิสระ รูปออกไซด์ และรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อน

ส่วนขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (Mean weight diameter; MWD) นั้นเป็นค่าที่ได้จากผลรวมเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำทั้ง 6 ขนาดข้างต้น (ตารางผนวกที่ 1) ซึ่งค่าขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความเสถียรของเม็ดดินโดยรวมได้ว่ามีแนวโน้มเป็นอย่างไร (Kemper and Rosenau, 1986) จากนั้นจึงนำค่าเม็ดดินเสถียรน้ำมาทำการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient; r) กับสมบัติดิน (ตารางที่ 1) เพื่อหาทิศทางและระดับความสัมพันธ์ รวมถึงทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเสถียรน้ำกับสมบัติดินแต่ละค่า โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of determination; r^2) กำกับเพื่อใช้บอกกว่าสมบัติดินแต่ละชนิดมีผลต่อความผันแปรของเม็ดดินเสถียรน้ำแต่ละขนาดอย่างไร ผลการศึกษา พบว่าเม็ดดินเสถียรน้ำแต่ละขนาดมีสหสัมพันธ์และมีความผันแปรตามสมบัติดิน ดังนี้

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการบ่อนอินทรีย์เม็ดกับดินเสถียรน้ำ

การบ่อนอินทรีย์มีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดใหญ่ (2-8 มิลลิเมตร, WSA1) (ตารางที่ 4) (ภาพที่ 17) การที่เม็ดดินเสถียรน้ำขนาดดังกล่าวมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามปริมาณการบ่อนอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นเป็นเพราะว่า การบ่อนอินทรีย์จะทำหน้าที่ยึดเกาะกับเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดเล็ก (0.1-0.25 มิลลิเมตร, WSA5) ทำให้เกิดเม็ดดินขนาดใหญ่ขึ้น (Yamashita *et al.*, 2006; Bronick and Lal, 2005) ขณะที่เม็ดดินเสถียรน้ำที่มีขนาดเล็กลงมา ได้แก่ ขนาด 0.25-0.5 มิลลิเมตร (WSA4) และ 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณการบ่อนอินทรีย์ในดิน อย่างมีนัยสำคัญและอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 4) (ภาพที่ 17) เนื่องจาก การบ่อนอินทรีย์จะไม่มีอิทธิพลต่อความเสถียรของเม็ดดินขนาดเล็ก เมื่อการบ่อนอินทรีย์มีปริมาณน้อย (Nwadielo and Mbagwu, 1991) โดย Mbagwu (1989) และ Mbagwu and Bazzoffi (1988) ได้เสนอว่า บทบาทของการบ่อนอินทรีย์ต่อการเป็นสารเชื่อมจะลดลง เมื่อสารเชื่อมอื่น ๆ เช่น ดินเหนียวซิลิเกต และประจุต่าง ๆ มีอำนาจในการเป็นสารเชื่อมได้สูงกว่า เนื่องจากมีปริมาณมากกว่า โดยเมื่อดินมีปริมาณเหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์อยู่สูง บทบาทของการบ่อนอินทรีย์ต่อความเสถียรของเม็ดดินจะลดลง (Oades, 1984) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างการบ่อนอินทรีย์กับขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ พบว่า มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับความสัมพันธ์ระหว่างการบ่อนอินทรีย์กับปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร

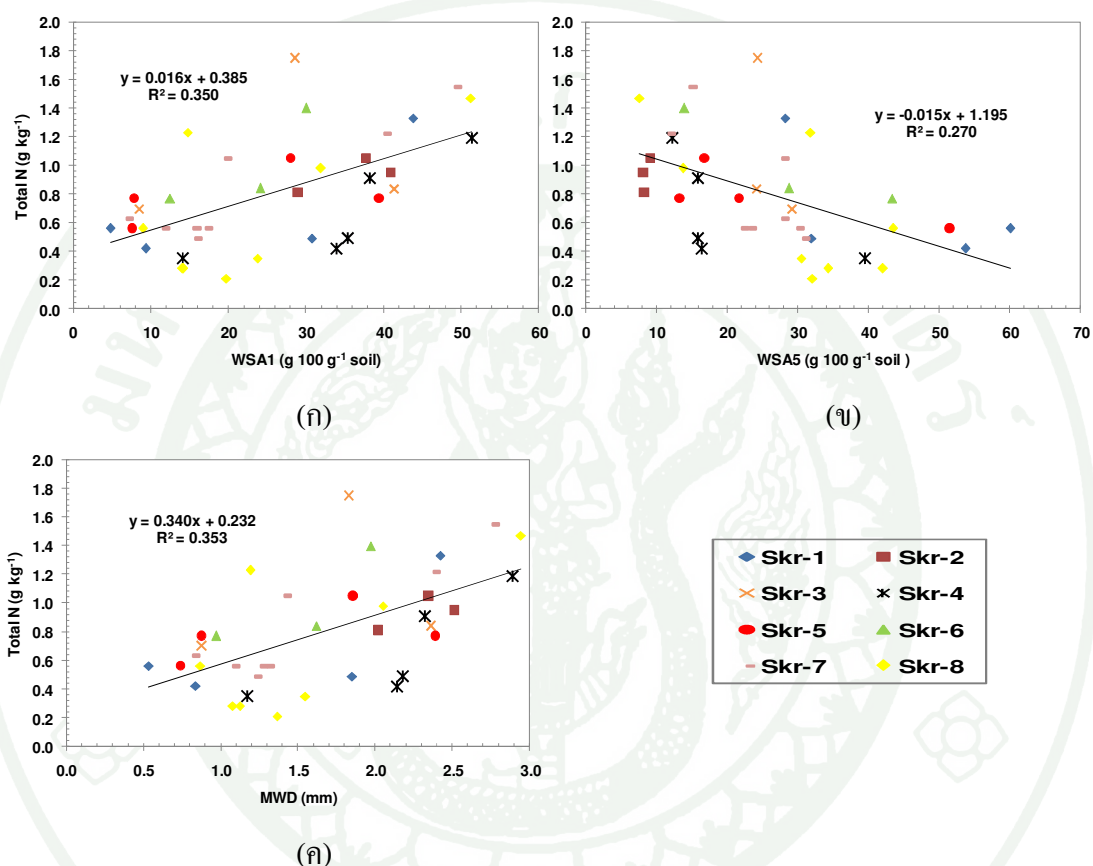


ภาพที่ 17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) (ก) เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.25-0.5 มิลลิเมตร (WSA4) (ข) เม็ดดินขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) (ค) และขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) (ง) กับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนรวมกับเม็ดดินเสถียรน้ำ

ปริมาณไนโตรเจนรวมมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดใหญ่ (2-8 มิลลิเมตร, WSA1) แต่มีสหสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดเล็ก (0.1-0.25 มิลลิเมตร, WSA5) (ตารางที่ 4) (ภาพที่ 18) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนรวมกับขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ พบว่า มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนรวมกับปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร

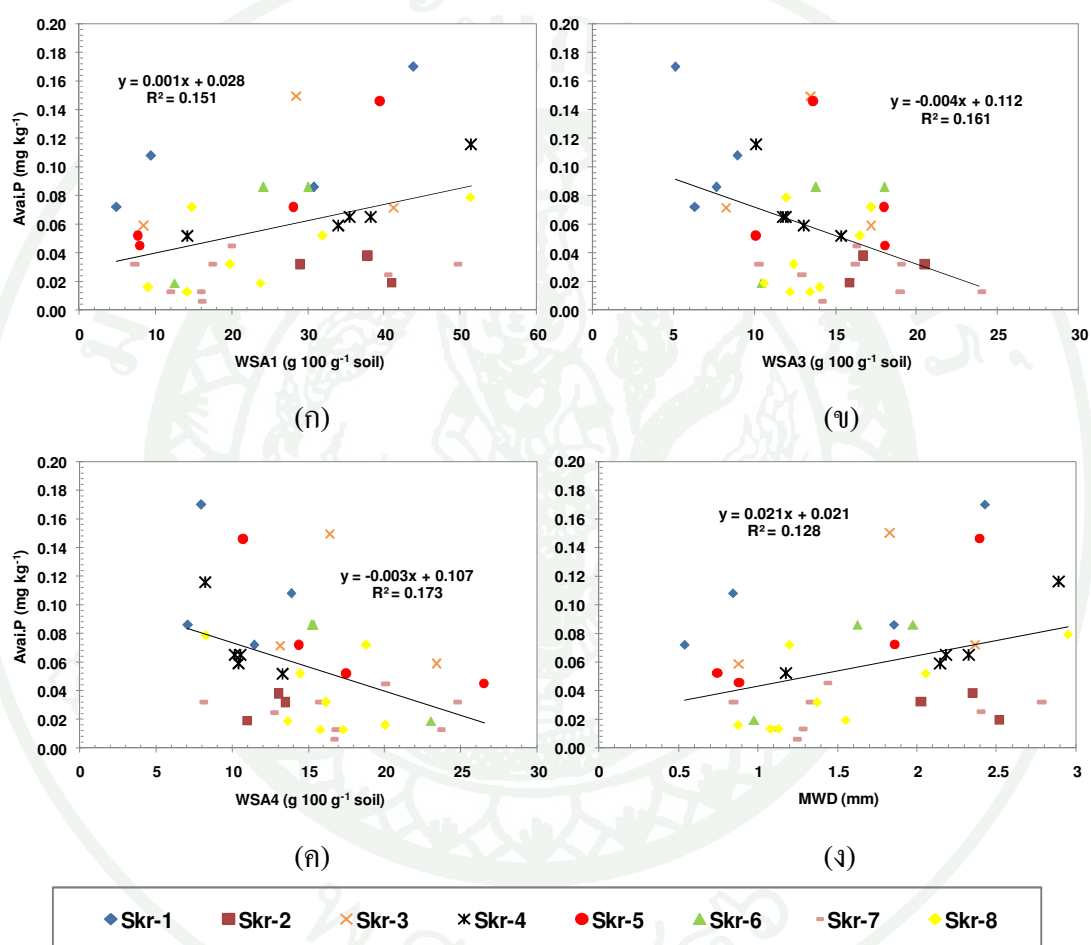
ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนรวมกับเม็ดดินเสถียรน้ำ มีความคล้ายคลึงกับความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนอินทรีย์กับเม็ดดินเสถียรน้ำ เนื่องจากไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่จะได้อมาจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดิน (Brady and Weil, 2008; Kalembasa, 2008) ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญในการให้คาร์บอนอินทรีย์เช่นกัน



ภาพที่ 18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) (ก) เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) (ข) และขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) (ค) กับปริมาณไนโตรเจนรวม

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับเม็ดดินเสถียรน้ำ

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) และขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) และมีสหสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับปริมาณเม็ดดิน

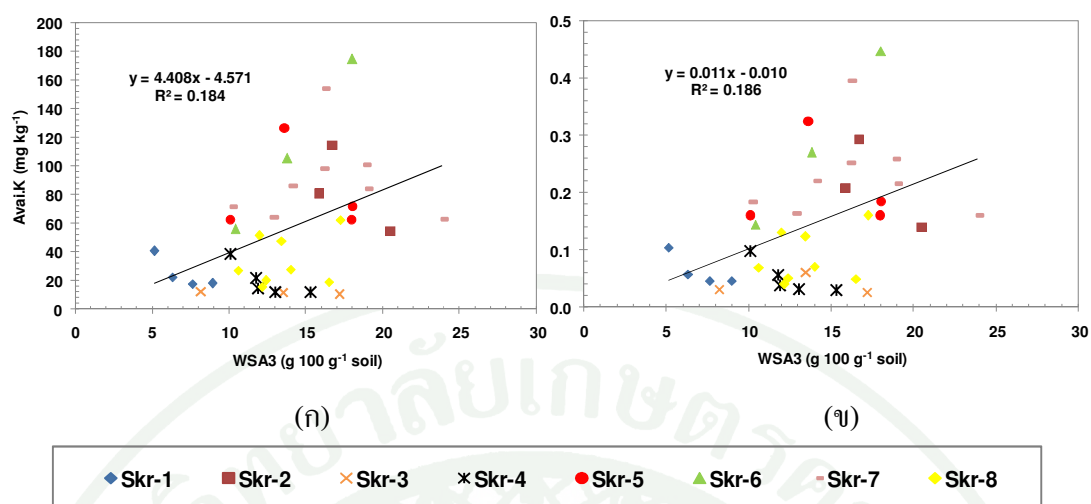


ภาพที่ 19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) (ก) เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) (ข) เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.25-0.5 มิลลิเมตร (WSA4) (ค) และขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) (ง) กับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

เสถียรน้ำขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) และขนาด 0.25-0.5 มิลลิเมตร (WSA4) ตามลำดับ (ตารางที่ 4) (ภาพที่ 19) แสดงให้เห็นว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จะมีมากขึ้นอยู่กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำในดิน และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่มีสสัมพันธ์กับเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดใหญ่ น่าจะเป็นผลมาจากปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่พบอยู่มากในเม็ดดินขนาดดังกล่าว ทั้งนี้ ฟอสฟอรัสน่าจะถูกจับอยู่ในรูปของอินทรีย์ฟอสฟอรัสซึ่งเปลี่ยนเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ได้ง่าย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้กับเม็ดดินเสถียรน้ำ

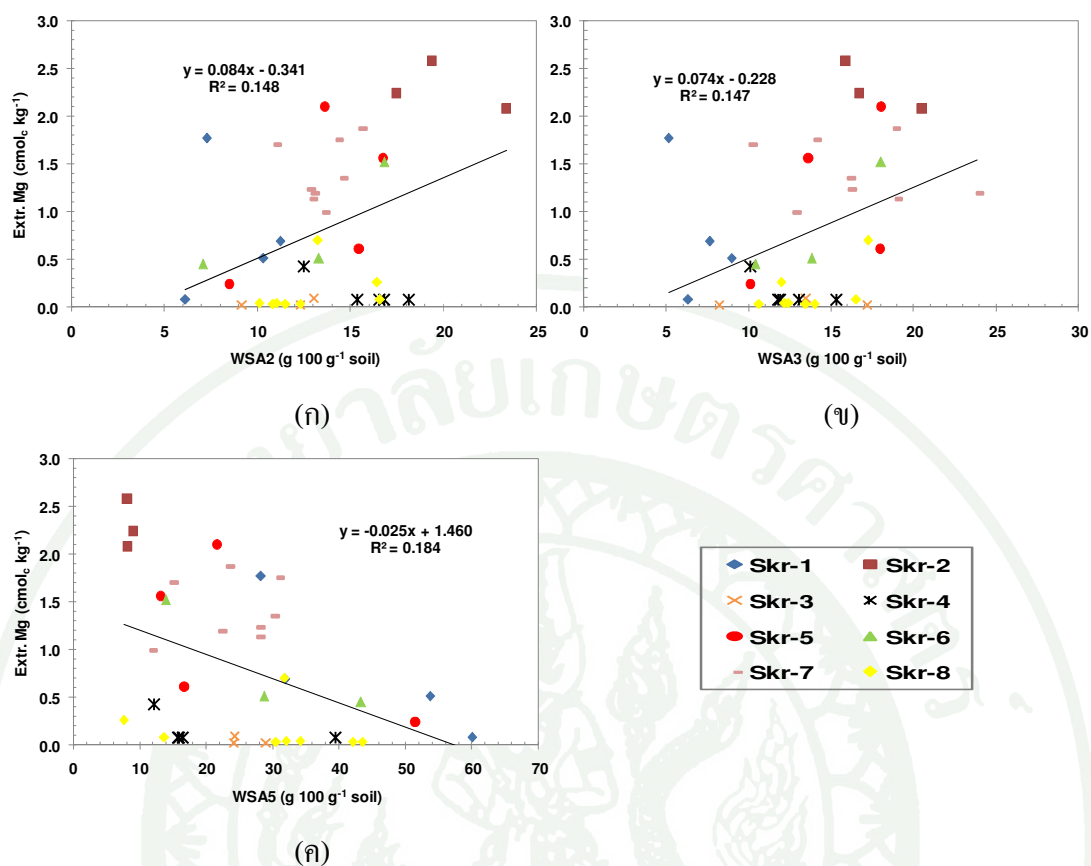
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ต่างมีสสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) (ตารางที่ 4) (ภาพที่ 20) โดยการที่โพแทสเซียมทั้งสองรูปมีสสัมพันธ์เชิงบวก แสดงให้เห็นว่า โพแทสเซียมส่วนใหญ่น่าจะสะสมอยู่ในเม็ดดินขนาด 0.5-1 มิลลิเมตรในกรณีของดินที่มีเนื้อดินละเอียดถึงปานกลางในการศึกษานี้ และจากการที่เม็ดดินขนาดนี้ไม่ได้มีสสัมพันธ์ใดกับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ ดังนั้น ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ซึ่งมีอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก และระดับต่ำมากถึงปานกลางตามลำดับ ในดินเหล่านี้จึงไม่น่าจะเกี่ยวข้องกับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์



ภาพที่ 20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) (ก) กับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) (ข) กับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้

5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้กับเม็ดดินเสถียรน้ำ

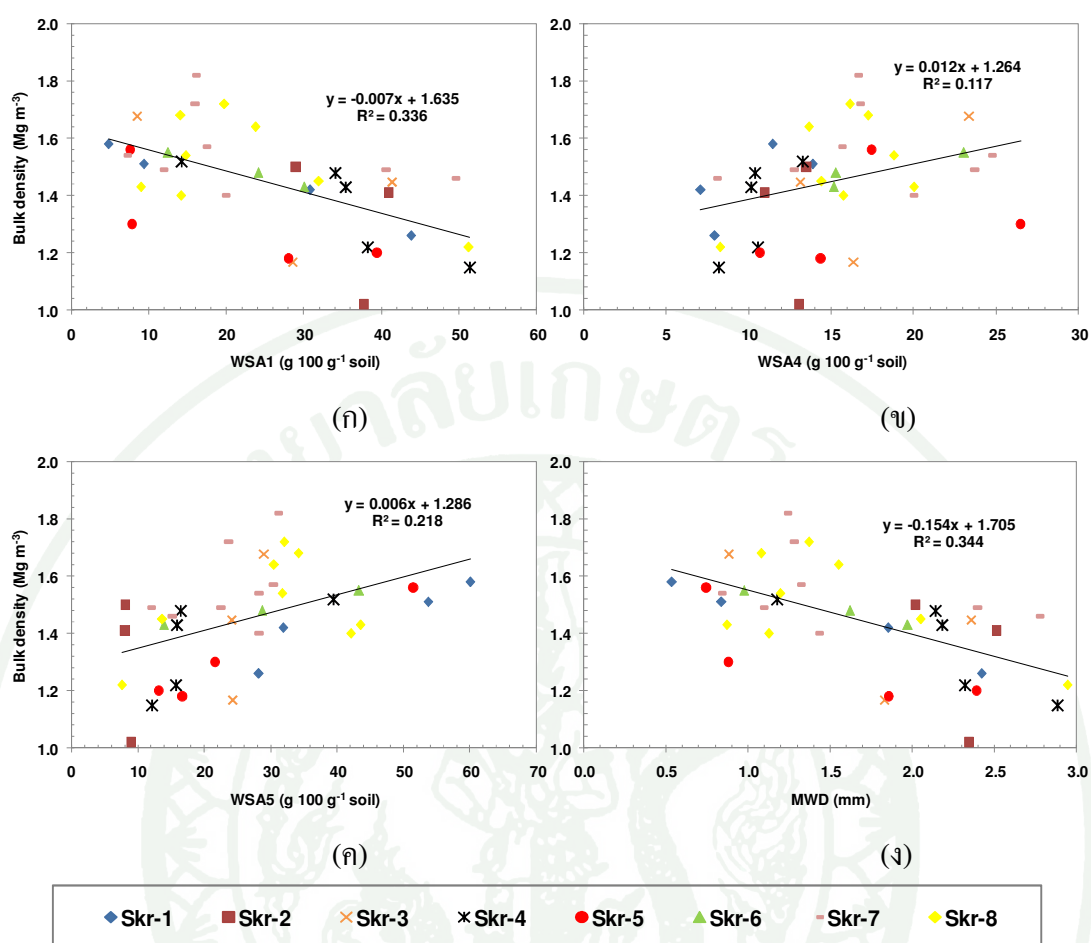
ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้จะมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 มิลลิเมตร (WSA2) และปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) ตามลำดับ แต่มีสหสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) (ตารางที่ 4) (ภาพที่ 21) ความสัมพันธ์ของแมกนีเซียมนี้ อาจเกิดจากการที่แมกนีเซียมทำตัวเป็นสะพานเชื่อมอินทรีย์วัตถุและอนุภาคดินเหนียวเข้าด้วยกันจนเกิดเป็นเม็ดดิน (NRCS, 2008) ทำให้ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำทั้งสอง คือ เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 และ 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA2 และ WSA3) มีปริมาณเพิ่มตามปริมาณแมกนีเซียมที่เพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) ซึ่งหมายถึงปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้เพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณเม็ดดินขนาดข้างต้นลดลง สามารถอธิบายได้ว่า เกิดจากการที่เม็ดดินเสถียรน้ำขนาดข้างต้นสร้างตัวเป็นเม็ดดินเสถียรน้ำที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีแมกนีเซียมทำหน้าที่คล้ายสารเชื่อมช่วยในการจับตัวของเม็ดดิน เมื่อเป็นเช่นนี้สัดส่วนของเม็ดดินขนาดเล็กจึงลดลง และเปลี่ยนเป็นเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่กว่าในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเมื่อดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 มิลลิเมตร (WSA2) (ก) เมื่อดินเสถียรน้ำขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) (ข) และเมื่อดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) (ค) กับปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้

5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นรวมของดินกับเมื่อดินเสถียรน้ำ

ค่าความหนาแน่นรวมของดินมีสหสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณเมื่อดินเสถียรน้ำขนาดใหญ่ (2-8 มิลลิเมตร, WSA1) และมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อปริมาณเมื่อดินเสถียรน้ำขนาดเล็ก (0.1-0.25 มิลลิเมตร, WSA5) (ตารางที่ 4) (ภาพที่ 22) ความหนาแน่นรวมของดินเป็นค่าสัดส่วนระหว่างมวลแห้งของดินกับปริมาตร (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ค่าความหนาแน่นรวมของดินต่ำ เกิดจากอิทธิพลของอินทรีย์วัตถุ (Brady and Weil, 2008) ซึ่งมีผลต่อการสร้างตัวของเมื่อดินเช่นกัน แต่เมื่อค่า



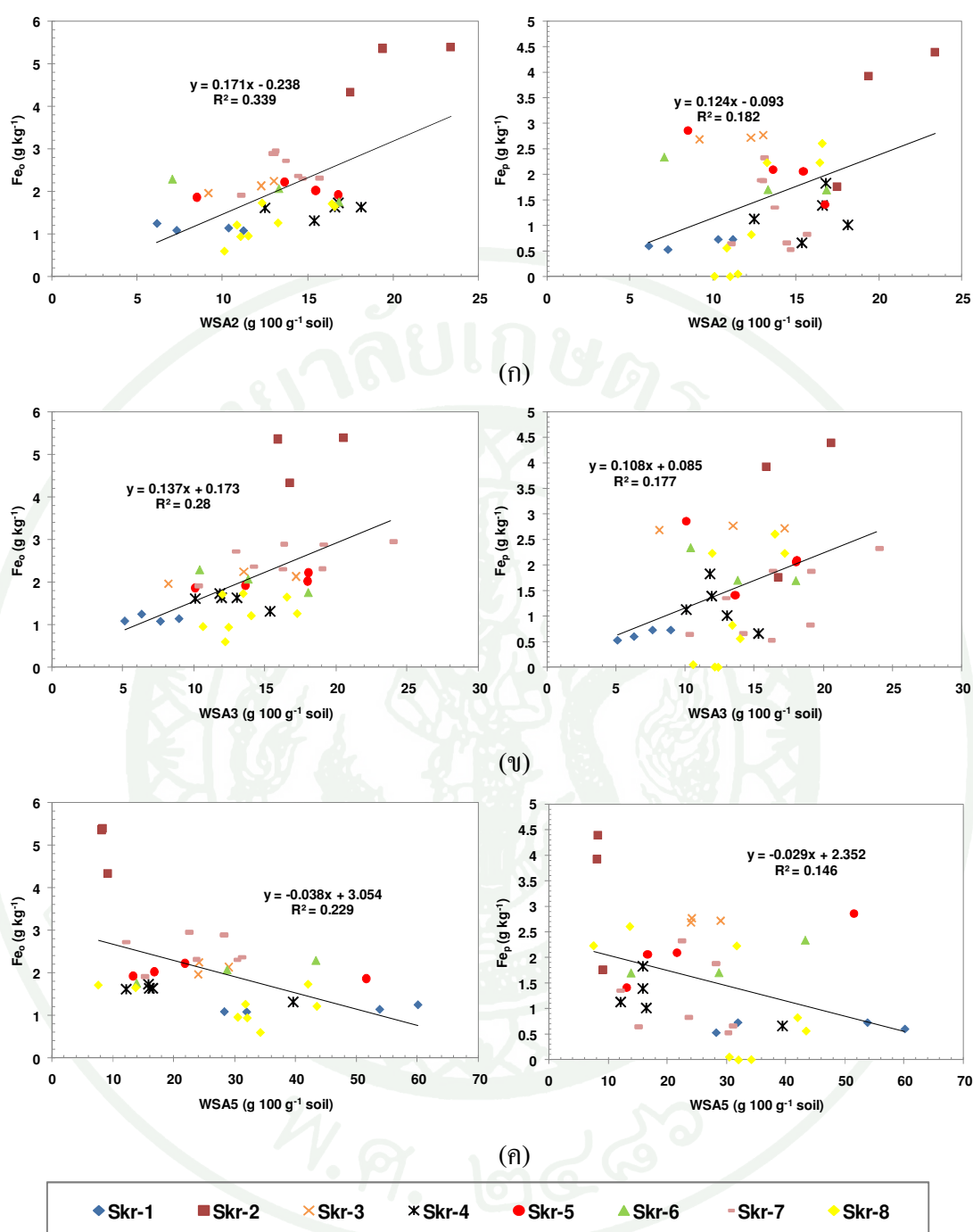
ภาพที่ 22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) (ก) เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.25-0.5 มิลลิเมตร (WSA4) (ข) เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) (ค) และขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) (ง) กับค่าความหนาแน่นรวมของดิน

ความหนาแน่นรวมเพิ่มสูงขึ้น ดินก็จะมีการอัดแน่นตัวเพิ่มขึ้น เม็ดดินเสถียรขนาดใหญ่ไม่สามารถทนต่อแรงอัดแน่นที่เกิดขึ้น จึงเกิดการแตกตัวออกเป็นเม็ดดินที่มีขนาดเล็กลง เหตุนี้ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดเล็กจึงมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นรวมของดินที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกับเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร

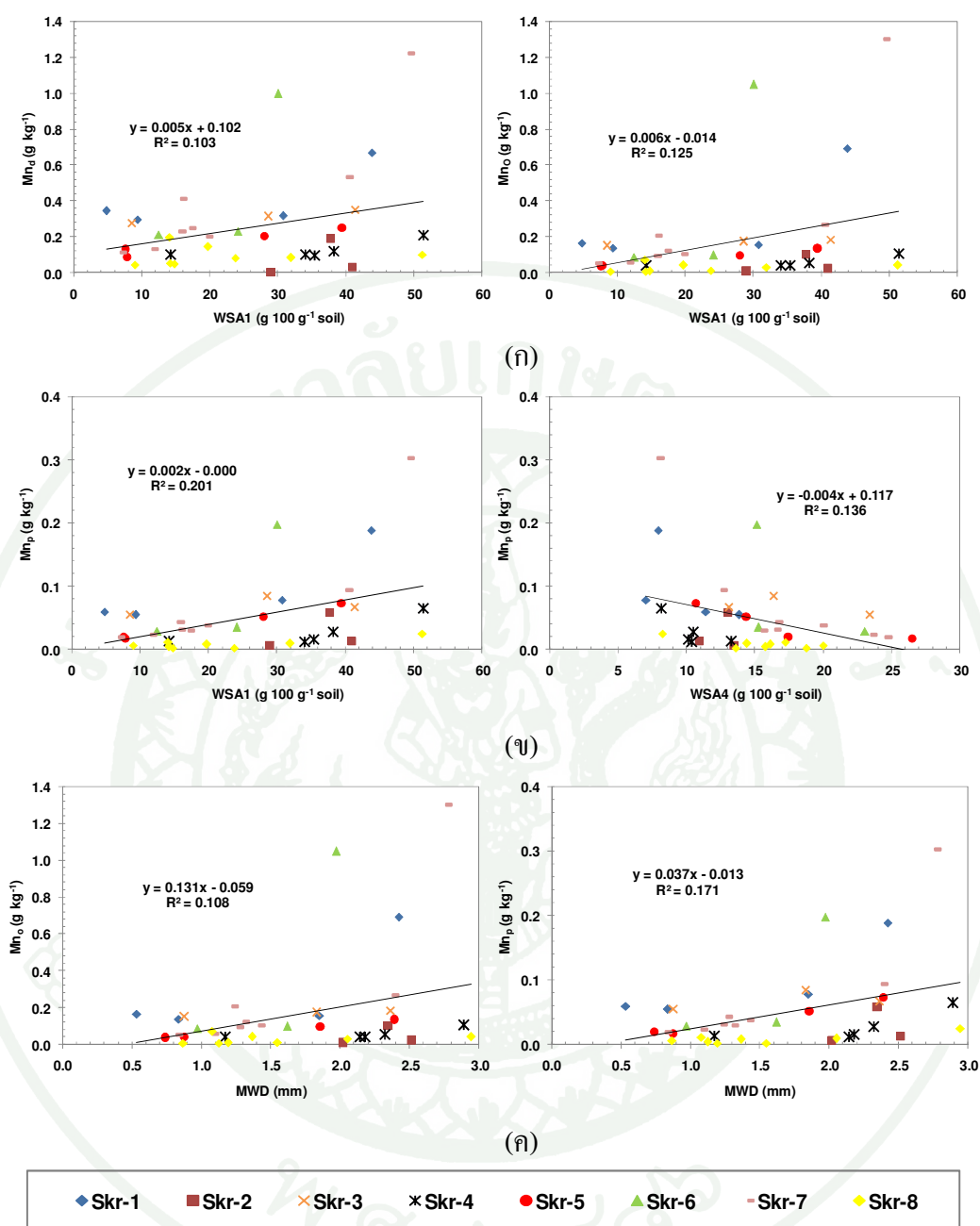
5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเสถียรน้ำกับปริมาณเหล็ก และแมงกานีสในรูปอิสระ อิสระ และรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อน

เมื่อนำปริมาณเหล็ก และแมงกานีสในรูปอิสระ รูปอิสระ และรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อนมาหาสหสัมพันธ์กับเม็ดดินเสถียรน้ำ พบว่า ปริมาณเหล็ก และแมงกานีสในรูปอิสระ อิสระ และรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อนมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 และ 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA2 และ WSA3) แต่มีสหสัมพันธ์ในเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเม็ดดินขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) (ตารางที่ 4) (ภาพที่ 23 และ 24) สามารถอธิบายได้ว่า เหล็กและแมงกานีสออกไซด์อาจทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุ เพื่อที่จะสร้างตัวเป็นเม็ดดิน (Colombo and Torrent, 1991; Zhang *et al.*, 1996; Kenedy *et al.* 2002; Wei *et al.*, 2003; Huang, 2004; Igwe and Stahr, 2004) นอกจากนี้ Taylor *et al.* (1983) ได้พบว่า แมงกานีสออกไซด์มีพื้นที่ผิวมาก แมงกานีสจึงอาจไปเชื่อมตัวกับดินเหนียวเป็นเม็ดดินได้ ขณะที่โดยทั่วไปธรรมชาติของธาตุประจุบวกจะสร้างพันธะกับพื้นที่ผิวของดินเหนียว โดยอินทรีย์วัตถุ ดินเหนียว และธาตุประจุบวกจะเชื่อมต่อกันในลักษณะดังนี้ ดินเหนียว-(เหล็ก-แมงกานีส)-อินทรีย์วัตถุ-(เหล็ก-แมงกานีส)-ดินเหนียว (Edwards and Bremner, 1967)

ส่วนค่าอื่น ๆ ประกอบด้วย ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน สภาพกรดที่สกัดได้ อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินขณะอิ่มตัว เหล็กในรูปอิสระ และอะลูมิเนียมในรูปอิสระ รูปอิสระ และรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อน เมื่อนำมาหาสหสัมพันธ์กับเม็ดดินเสถียรน้ำ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ



ภาพที่ 23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเสียน้ำขนาด 1-2 มิลลิเมตร (WSA2) (ก) เม็ดดินเสียน้ำขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) (ข) และเม็ดดินเสียน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) (ค) กับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในรูปออสันฐานและรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อน



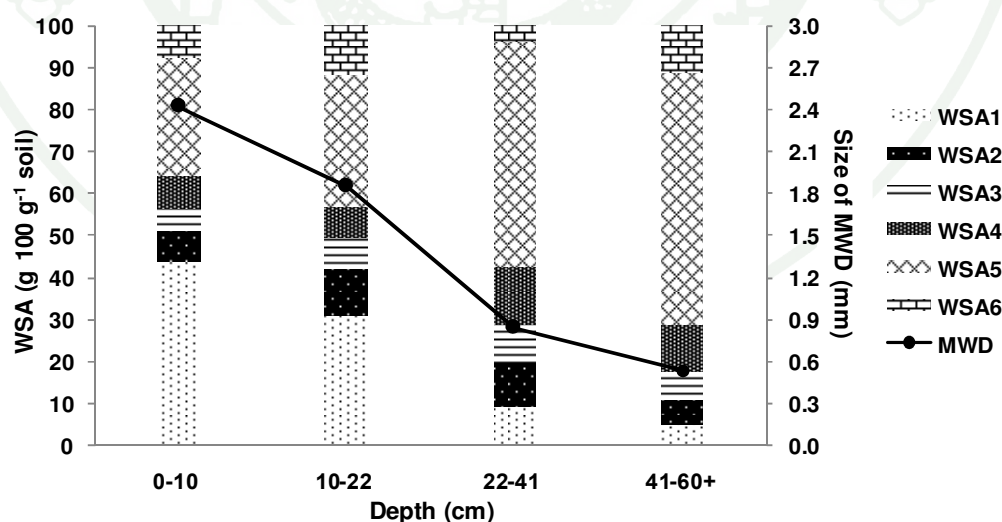
ภาพที่ 24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) (ก) กับ ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในรูปอิสระและรูปอสังฐาน เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) และเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.25-0.5 มิลลิเมตร (WSA4) (ข) กับ ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อน และขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียร น้ำ (MWD) (ค) กับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในรูปอสังฐานและรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อน

6. ปริมาณและขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำภายใต้สภาพป่าต่างชนิด

การศึกษาชั้นหน้าตัดดินและทำการเก็บตัวอย่างตามชั้นกำเนิดดินเพื่อศึกษาการแจกกระจายและขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำภายใต้ป่าต่างชนิด ผลการศึกษามีดังนี้

6.1 ดินป่าเบญจพรรณหุติยภูมิ (Skr-1)

การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำของดินของดินป่าเบญจพรรณหุติยภูมิ พิจารณาตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน พบว่า ปริมาณของเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) มีแนวโน้มลดลงตามความลึกภายในหน้าตัดดิน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 4.85-43.87 กรัมต่อ 100 กรัมดิน เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความลึกโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 28.24-60.10 กรัมต่อ 100 กรัมดิน ส่วนเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดอื่น ได้แก่ 1-2 (WSA2), 0.5-1 (WSA3), 0.25-0.5 (WSA4) และขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร (WSA6) มีการแจกกระจายค่อนข้างแปรปรวนตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 6.14-11.24, 5.13-8.95, 7.07-13.90 และ 3.63-11.32 กรัมต่อ 100 กรัมดินตามลำดับ ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) มีค่าอยู่ในพิสัย 0.54-2.42 มิลลิเมตร (ภาพที่ 25) โดยขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำในดินป่าเบญจพรรณนี้มีแนวโน้มลดลงตามความลึก

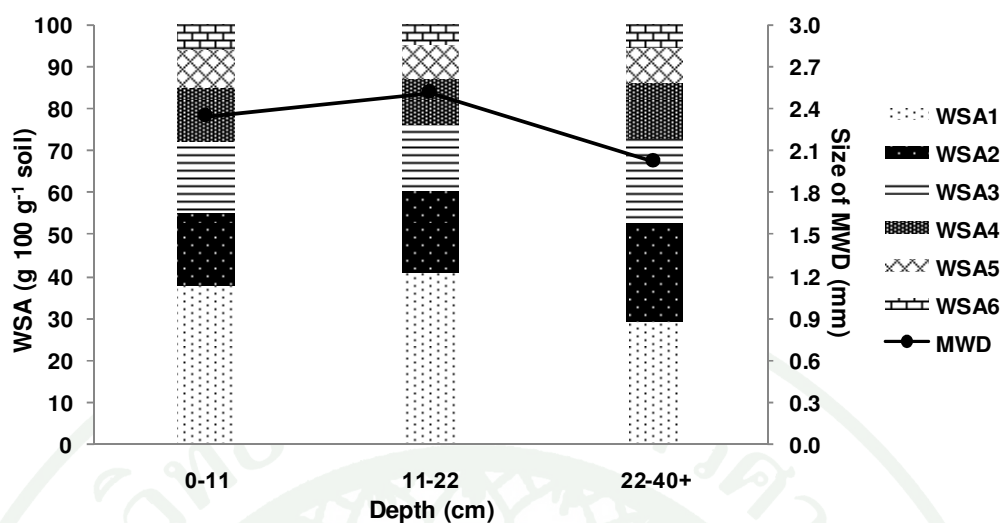


ภาพที่ 25 การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำของดินป่าเบญจพรรณหุติยภูมิ (Skr-1) ตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน

การแจกกระจายและค่าขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำป่าเบญจพรรณทุกภูมิภาคทั้งในดินบนและดินล่าง มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ในชั้นดินบน พบว่า ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) มีปริมาณมากกว่าในชั้นดินล่างอย่างชัดเจน สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากดินมีความแตกต่างของปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่เป็นตัวยึดเกาะกับเม็ดดินขนาดเล็ก (เล็กกว่า 250 ไมโครเมตร) ทำให้เกิดเป็นเม็ดดินขนาดใหญ่ (ใหญ่กว่า 250 ไมโครเมตร) (Yamashita *et al.*, 2006; Bronick and Lal, 2005) การที่ชั้นดินบนมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สูงเป็นการช่วยส่งเสริมให้เกิดเม็ดดินขนาดใหญ่ขึ้น ขณะที่ในชั้นดินล่าง พบว่า ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) มีปริมาณสูง เนื่องจากดินป่าเบญจพรรณทุกภูมิภาคที่ทำการศึกษา มีปริมาณอนุภาคขนาดทรายมาก ขณะที่อนุภาคขนาดดินเหนียวมีอยู่น้อย ทำให้การจับตัวกับอินทรีย์วัตถุโดยอาจมีประจุบวกของเหล็กและ/หรืออะลูมิเนียมเป็นสะพานทำให้เกิดการสร้างตัวเป็นเม็ดดิน (Kenedy *et al.*, 2002; Wei *et al.*, 2003; Huang, 2004) ที่เกิดจากดินเหนียวมีอยู่น้อย จึงไม่ส่งเสริมให้เกิดการสร้างตัวของเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

6.2 ดินภายใต้พื้นที่ป่าเต็งรังบริเวณตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนล่าง (Skr-2)

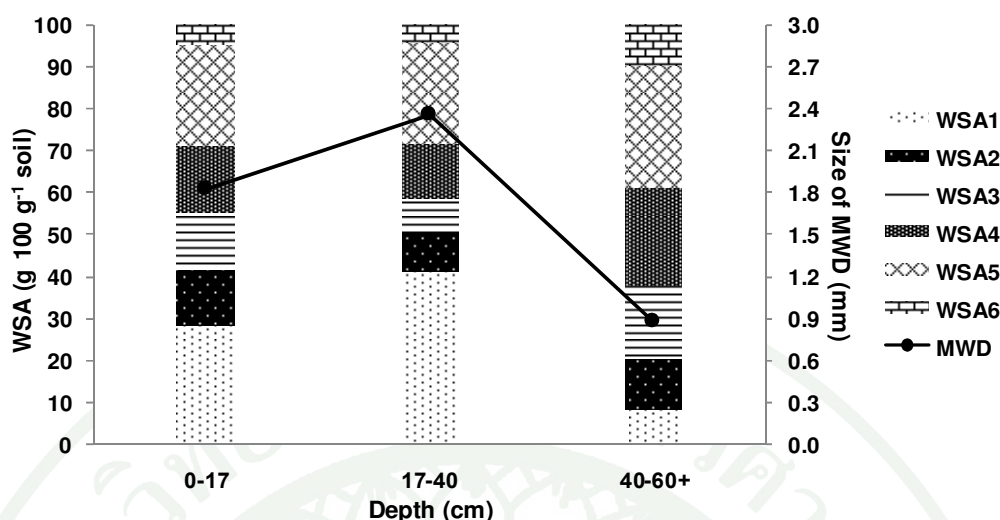
การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำของดินป่าเต็งรังบริเวณตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนล่าง พิจารณาตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน พบว่า ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) มีค่าอยู่ในพิสัย 29.03-41.01 กรัมต่อ 100 กรัมดิน ซึ่งเป็นปริมาณที่เด่นกว่าเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดอื่น ๆ โดยที่เม็ดดินเสถียรน้ำขนาดอื่น ๆ อันประกอบด้วยเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 (WSA2), 0.5-1 (WSA3), 0.25-0.5 (WSA4), 0.1-0.25 (WSA5) และขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร (WSA6) มีปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำอยู่ในพิสัย 17.51-23.40, 15.89-20.52, 10.99-13.51, 8.15-9.11 และ 4.57-5.69 กรัมต่อ 100 กรัมดินตามลำดับ ขณะที่ค่าขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) มีค่าอยู่ในพิสัย 2.02-2.52 มิลลิเมตร (ภาพที่ 26) โดยขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1)



ภาพที่ 26 การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำของดินป่าเต็งรังบริเวณตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนล่าง (Skr-2) ตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน

6.3 ดินภายใต้พื้นที่ป่าเต็งรังบริเวณตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (Skr-3)

การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำในดินป่าเต็งรังบริเวณตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง พิจารณาตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน พบว่า ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 และ 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA1 และ WSA5) มีปริมาณมากกว่าเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดอื่น ๆ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 8.45-41.32 และ 24.05-29.07 กรัมต่อ 100 กรัมดินตามลำดับ ขณะที่ปริมาณเม็ดดินขนาดอื่น ๆ คือ เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 (WSA2), 0.5-1 (WSA3), 0.25-0.5 (WSA4) และขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร (WSA6) มีค่าอยู่ในพิสัย 9.20-13.03, 8.19-13.48, 13.09-23.39 และ 4.15-9.64 กรัมต่อ 100 กรัมดินตามลำดับ ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) มีค่าอยู่ในพิสัย 0.88-1.83 มิลลิเมตร (ภาพที่ 27) โดยขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1)



ภาพที่ 27 การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำของดินป่าเต็งรังบริเวณตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (Skr-3) ตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน

ภายใต้ป่าเต็งรังทั้งสองบริเวณ (Skr-2 และ Skr-3) มีลักษณะการแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) ในตอนล่างของชั้นดินบนจะมีค่าสูงกว่าในตอนบนของชั้นดิน ทั้งนี้เนื่องจาก เม็ดดินที่มีขนาดใหญ่กว่า 250 ไมโครเมตร จะเกิดการสร้างตัวจากเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่า 250 ไมโครเมตร โดยการเกาะตัวกับชิ้นส่วนของรากพืช (Vrdoljak and Sposito, 2002) โดยภายใต้สภาพป่าเต็งรังที่มีไม้พื้นล่างที่สำคัญ คือ หญ้าเพ็ก (*Arundinaria pusilla* Cheval & A. Camus) (นันทศักดิ์, 2542) กระบวนการสร้างตัวเด่นของเม็ดดินภายใต้ป่าเต็งรังทั้งสองบริเวณนี้ จึงเกิดจากการเกาะตัวกันของเม็ดดินกับรากหญ้าเพ็กซึ่งมีอยู่มากในชั้นดินบนตอนล่าง เป็นเหตุให้ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) ในตอนล่างของชั้นดินบนมีปริมาณสูงกว่าในตอนบนของชั้นดิน

6.4 ดินในพื้นที่ระหว่างป่าเต็งรังกับป่าดิบแล้ง (ecotone) (Skr-4)

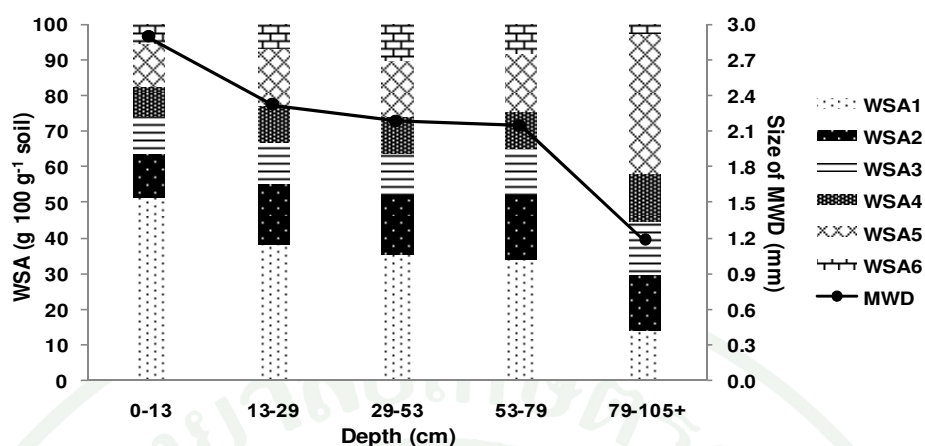
การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำของดินในพื้นที่ระหว่างป่าเต็งรังกับป่าดิบแล้งพิจารณาตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน พบว่า ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) มีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 14.21-51.45 กรัมต่อ 100 กรัมดิน ขณะที่ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดอื่น ๆ ประกอบด้วยเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 (WSA2), 0.5-1 (WSA3), 0.25-0.5 (WSA4) และขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร (WSA6) มีการแจกกระจายอยู่ในพิสัยที่

แคบ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 12.51-18.13, 10.08-15.33, 8.20-13.30 และ 2.24-5.59 กรัมต่อ 100 กรัมดิน ตามลำดับ ยกเว้นเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) ที่มีปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำอยู่ในพิสัย 12.17-39.55 กรัมต่อ 100 กรัมดิน โดยในตอนล่างของชั้นดินล่างจะมีปริมาณของเม็ดดินเสถียรน้ำเท่ากับ 39.55 กรัมต่อ 100 กรัมดิน ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) มีค่าอยู่ในพิสัย 1.18-2.89 มิลลิเมตร (ภาพที่ 28)

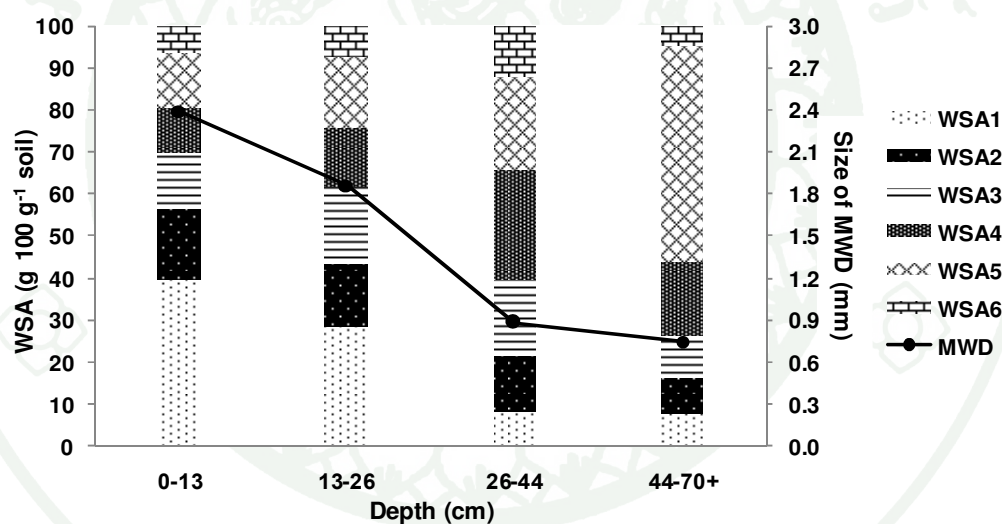
ดินในพื้นที่ระหว่างป่าดงรังและป่าดิบแล้ง (Skr-4) เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) มีปริมาณเด่นในชั้นดินบน และในชั้นดินที่ลึกลงไปมีปริมาณลดลงตามลำดับ เม็ดดินเสถียรน้ำขนาดอื่น ๆ มีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของอินทรีย์วัตถุอันเกิดจากการสะสมของเศษซากใบที่ร่วงหล่นและรากพืชของไม้พื้นล่างในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษามีผลต่อปริมาณของเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1)

6.5 ดินในพื้นที่ป่าดิบแล้งพื้นที่ชุ่มน้ำบริเวณส่วนโค้งงอของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (Skr-5)

การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำของดินป่าดิบแล้งพื้นที่ชุ่มน้ำส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากการกร่อนที่บริเวณผิวหน้าของที่ลาดเชิงเขา พิจารณาตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน พบว่าปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) มีปริมาณที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ระหว่างชั้นดินบนและชั้นดินล่าง โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 28.12-39.49 และ 7.65-7.95 กรัมต่อ 100 กรัมดิน ส่วนปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 (WSA2), 0.5-1 (WSA3), 0.25-0.5 (WSA4), 0.1-0.25 (WSA5) และเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร (WSA6) มีค่าอยู่ในพิสัย 8.52-16.79, 10.10-13.63, 10.71-26.53, 13.30-51.55 และ 4.68-12.03 กรัมต่อ 100 กรัมดินตามลำดับ โดยในตอนล่างของชั้นดินล่าง มีปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) เหนือกว่าในช่วงชั้นอื่น ๆ คือ 51.55 กรัมต่อ 100 กรัมดิน ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) มีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.75-2.40 มิลลิเมตร (ภาพที่ 29)



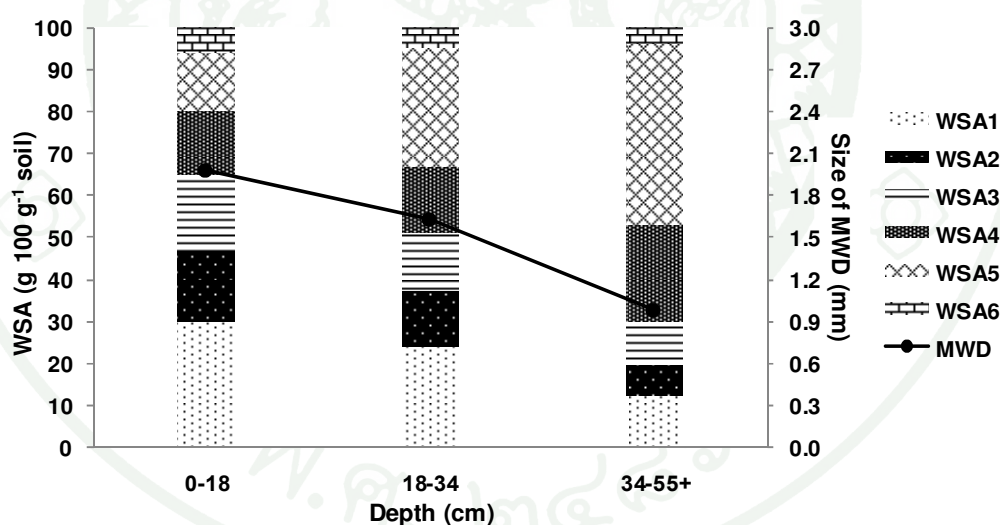
ภาพที่ 28 การแจกกระจายของเมื่อดินเสถียรน้ำในดินพื้นที่ระหว่างป่าเต็งรังกับป่าดิบแล้ง (Skr-4) ตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน



ภาพที่ 29 การแจกกระจายของเมื่อดินเสถียรน้ำในดินพื้นที่ป่าดิบแล้งพื้นที่ฟู บริเวณส่วนโค้งงอของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (Skr-5) ตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน

6.6 ดินในพื้นที่ป่าดิบแล้งพื้นที่ส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากการกร่อนที่บริเวณผิวน้ำของที่ลาดเชิงเขา (Skr-6)

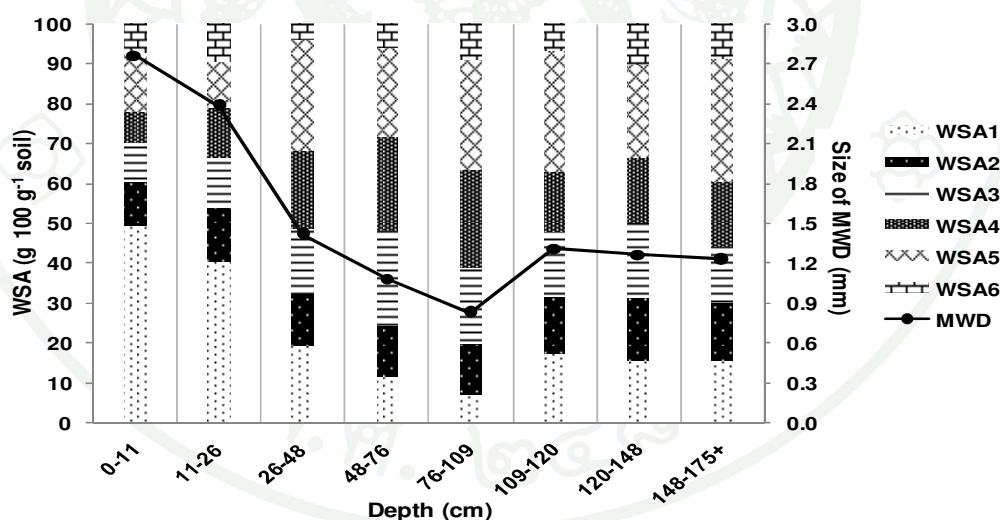
การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำของดินพื้นที่ป่าดิบแล้งพื้นที่ส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากการกร่อนที่บริเวณผิวน้ำของที่ลาดเชิงเขา พิจารณาตามระดับความลึกดินภายในหน้าตัดดินพบว่า ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) มีแนวโน้มลดลงตามความลึก ส่วนปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำทั้งสองขนาดมีค่าอยู่ในพิสัย 12.51-30.05 และ 13.94-43.36 กรัมต่อ 100 กรัมดินตามลำดับ ขณะที่ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 (WSA2), 0.5-1 (WSA3), 0.25-0.5 (WSA4) และขนาดเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร (WSA6) มีค่าอยู่ในพิสัย 7.08-16.84, 10.41-18.03, 15.18-23.07 และ 3.57-5.97 กรัมต่อ 100 กรัมดินตามลำดับ ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) มีแนวโน้มลดลงตามความลึกโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.97-1.97 มิลลิเมตร (ภาพที่ 30)



ภาพที่ 30 การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำ ภายใต้พื้นที่ป่าดิบแล้งพื้นที่ส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากการกร่อนที่บริเวณผิวน้ำของที่ลาดเชิงเขา (Skr-6) ตามระดับความลึกดินภายในหน้าตัดดิน

6.7 ดินในพื้นที่ป่าดิบแล้งพื้นที่ตอนล่างของที่ลาดเชิงเขา (Skr-7)

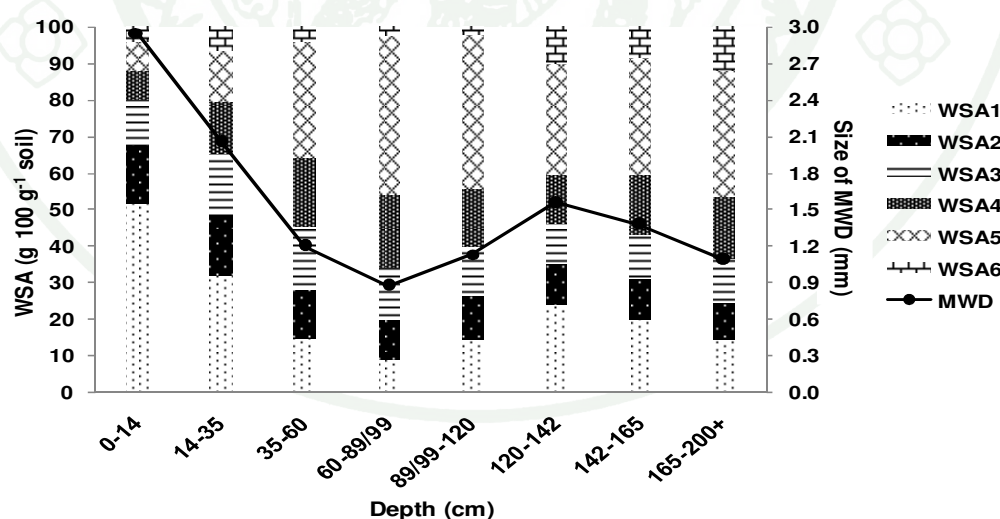
การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำในดินพื้นที่ป่าดิบแล้งพื้นที่ตอนล่างของที่ลาดเชิงเขา พิจารณาตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน พบว่า ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) มีแนวโน้มลดลงตามความลึก ตั้งแต่ความลึก 0-109 เซนติเมตร โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 6.89-49.30 กรัมต่อ 100 กรัมดิน แต่หลังจากความลึก 109 เซนติเมตรไปจนถึงความลึก 175+ เซนติเมตร ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอีกครั้ง โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 15.61-17.11 กรัมต่อ 100 กรัมดิน ขณะที่ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดอื่น ๆ ประกอบด้วย เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 (WSA2), 0.5-1 (WSA3), 0.25-0.5 (WSA4), 0.1-0.25 (WSA5) และเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร (WSA6) มีการแจกกระจายค่อนข้างแปรปรวนภายในหน้าตัดดิน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 10.93-15.53, 10.10-18.83, 7.93-24.60, 11.69-30.76 และ 3.84-10.19 กรัมต่อ 100 กรัมดินตามลำดับ ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงไปในทิศทางเดียวกับปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.83-2.76 มิลลิเมตร (ภาพที่ 31)



ภาพที่ 31 การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำพื้นที่ของดินป่าดิบแล้งพื้นที่ตอนล่างของที่ลาดเชิงเขา (Skr-7) ตามระดับความลึกดินภายในหน้าตัดดิน

6.8 ดินป่าดิบแล้งไม่ถูกรบกวน ตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (Skr-8)

การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำของดินพื้นที่ป่าดิบแล้งไม่ถูกรบกวนตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง พิจารณาตามระดับความลึกภายในหน้าตัดดิน พบว่า เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) ภายในความลึกระหว่าง 0-89/99 เซนติเมตรลงไปมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ในขณะที่เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) กลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกที่ระดับความลึกดินเดียวกัน โดยปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำทั้ง 2 ขนาด ที่ระดับความลึกข้างต้น มีค่าอยู่ในพิสัย 9.01-51.30 และ 7.61-43.51 กรัมต่อ 100 กรัมดินตามลำดับ แต่หลังจากความลึก 88/99-200+ เซนติเมตร ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ในขณะที่ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) จะมีปริมาณลดลงในระดับความลึกดังกล่าว โดยปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำทั้ง 2 ขนาดที่ระดับความลึก 88/99-200+ เซนติเมตร มีค่าอยู่ในพิสัย 14.14-23.77 และ 32.08-30.55 กรัมต่อ 100 กรัมดิน ส่วนขนาดเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดอื่น ๆ ประกอบด้วย เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 (WSA2), 0.5-1 (WSA3), 0.25-0.5 (WSA4) และเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร (WSA6) มีการแจกกระจายค่อนข้างแปรปรวนตลอดหน้าตัดดิน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 10.11-16.45, 10.61-17.24, 8.28-20.01 และ 2.21-12.07 กรัมต่อ 100 กรัมดิน ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำของเม็ดดินเสถียรน้ำ (MWD) มีค่าอยู่



ภาพที่ 32 การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำของดินพื้นที่ป่าดิบแล้งไม่ถูกรบกวน ตอนบนของที่ลาดเชิงเขาตอนกลาง (Skr-8) ตามระดับความลึกดินภายในหน้าตัดดิน

ในช่วงพิสัย 0.87-2.95 มิลลิเมตร โดยขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงในหน้าตัดดินสัมพันธ์กับปริมาณของเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) (ภาพที่ 32)

การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำในดินป่าดิบแล้ง บริเวณที่ทำการศึกษามีทั้งป่าดิบแล้งพื้นที่เคยมีการรบกวนมาก่อน (Skr-5, Skr-6 และ Skr-7) และป่าดิบแล้งที่อยู่ในสภาพธรรมชาติไม่มีการรบกวน (Skr-8) ผลการศึกษา พบว่า เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) ในชั้นดินบนของป่าดิบแล้งพื้นที่ทั้ง 3 บริเวณมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณในชั้นดินบนของป่าดิบแล้งธรรมชาติ (Skr-8) ซึ่งสาเหตุน่าจะเกิดจากอินทรีย์วัตถุที่เกิดการสะสมในปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งการที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีความสัมพันธ์กับการสร้างตัวของเม็ดดิน (Tisdall and Oades, 1982; Beare *et al.*, 1994; Six *et al.*, 2002) จึงมีผลทำให้เม็ดดินมีปริมาณน้อย สอดคล้องกับผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนอินทรีย์กับเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดต่าง ๆ ในดินป่าไม้ (ตารางที่ 5) ในตอนล่างของชั้นดินล่างบริเวณป่าดิบแล้งพื้นที่และป่าดิบแล้งที่อยู่ในสภาพธรรมชาติ (Skr-7 และ Skr-8) ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 (WSA1), 1-2 (WSA2) มิลลิเมตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อาจเกิดจากไอออนของเหล็กและแมงกานีสเกิดการจับตัวกับดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุเพื่อสร้างตัวเป็นเม็ดดินดินขนาดดังกล่าวขึ้น (Edwards and Bremner, 1967)

7. การแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดต่าง ๆ ภายใต้สภาพป่าต่างชนิด

การแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำแต่ละขนาด โดยแยกเป็นชั้นดินบน (Topsoil, ชั้น A ทั้งหมด) และชั้นดินล่างตอนบน (เฉพาะชั้น Bt หรือ ชั้น Bt1 เท่านั้น) พบว่า ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำแต่ละขนาดของชั้นดินบนและชั้นดินล่าง มีค่าดังนี้ (ตารางที่ 4)

7.1 ชั้นดินบน (topsoil, A horizon)

ในชั้นดินบนของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ พบว่า ภายใต้สภาพป่าต่างชนิด ปริมาณของคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำมีปริมาณที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 5) และเมื่อแยกเป็นแต่ละบริเวณแล้วพิจารณาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในแต่ละขนาดของเม็ดดินเสถียรน้ำพบว่า ปริมาณของคาร์บอนอินทรีย์ในแต่ละขนาดของเม็ดดินเสถียรน้ำมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยมีลักษณะแปรปรวนไม่แน่นอน เช่น ภายใต้สภาพป่าเบญจพรรณหุบผา (Skr-1)

ตารางที่ 5 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดต่างๆ ของชั้นดินบน (Topsoil, A horizon) และชั้นดินล่างตอนบน (ชั้น Bt หรือ ชั้น Bt1)

	Soil organic carbon					
	WSA1	WSA2	WSA3	WSA4	WSA5	WSA6
	(----- g kg ⁻¹ -----)					
Topsoil, A horizon						
Skr-1	8.81	9.98	11.87	12.34	7.02	10.80
Skr-2	15.50	22.22	17.49	17.30	15.30	13.95
Skr-3	19.29	15.88	18.59	18.13	19.18	20.34
Skr-4	9.90	12.88	15.24	14.33	14.68	13.46
Skr-5	12.69	12.78	16.50	16.33	12.11	11.33
Skr-6	15.11	14.91	14.53	13.56	11.43	12.40
Skr-7	8.33	9.01	10.07	10.56	8.72	6.88
Skr-8	19.29	19.29	18.59	19.06	13.95	11.43
Subsoil (Bt or Bt1)						
Skr-1	3.29	3.29	3.68	3.20	3.49	4.65
Skr-2	13.27	12.98	13.17	13.17	12.78	11.14
Skr-3	14.33	13.95	15.69	14.53	13.17	19.37
Skr-4	6.20	6.97	7.75	7.55	7.36	6.97
Skr-5	7.36	7.75	7.94	6.97	5.81	6.78
Skr-6	5.42	6.20	7.17	6.39	5.42	5.23
Skr-7	6.20	5.23	5.23	4.07	3.49	3.68
Skr-8	14.14	14.33	13.75	13.95	11.62	12.01

หมายเหตุ WSA1 = เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มม., WSA2 = เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 มม., WSA3 = เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.5-1 มม., WSA4 = เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.25-0.5 มม., WSA5 เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มม., WSA6 = เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1 มม.

ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์จะน้อยที่สุดในเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) ขณะที่ดินในป่าเต็งรังทั้งสองบริเวณ (Skr-2 และ Skr3) ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์มากที่สุดในเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 มิลลิเมตร (WSA2) อาจเกิดจากการที่ดินบนมีการสะสมของอินทรีย์วัตถุมาก การย่อยสลายและเข้ารวมกับเม็ดดินเสถียรน้ำแต่ละขนาด ไม่มีความสม่ำเสมอ กัน เมื่อเป็นเช่นนี้ผลที่ตามมาคือปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินแต่ละขนาดจึงมีปริมาณที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในเม็ดดินที่มีขนาดแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างป่าต่างชนิดจะไม่มีความสัมพันธ์ใด ๆ ที่ชัดเจน

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของดินแต่ละบริเวณเปรียบเทียบกัน พบว่า ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินป่าเบญจพรรณทุติยภูมิ (Skr-1) และป่าดิบแล้งพื้นที่ (Skr-7) มีค่าค่อนข้างต่ำกว่าดินป่าอื่นๆ ที่ทำการศึกษา โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 7.02-12.34 และ 6.88-10.56 กรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ และมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ คาร์บอนอินทรีย์ที่สะสมในเม็ดดินมีปริมาณมากในเม็ดดินขนาด 0.5-1 และ 0.25-0.5 มิลลิเมตร (WSA3 และ WSA4)

ในกรณีของดินป่าดิบแล้งพื้นที่ (Skr-7) ซึ่งมีเนื้อละเอียดกว่า (ดินร่วนเหนียวถึงดินร่วน) มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์น้อยที่สุดในเกือบทุกขนาดของเม็ดดินเสถียรน้ำแต่พบว่า ปริมาณเม็ดดินเหล่านี้มีใกล้เคียงหรือมากกว่าในหลาย ๆ ดินที่ทำการศึกษา แสดงให้เห็นว่า บทบาทของคาร์บอนอินทรีย์ต่อการสร้างตัวของเม็ดดินเสถียรน้ำในดินนี้มีอยู่น้อย เม็ดดินที่เกิดขึ้นเป็นผลจากอิทธิพลของปัจจัยอื่น โดยเฉพาะแคลเซียม เนื่องจาก ดินนี้มีค่าพีเอชในชั้นดินบนสูงที่สุดเท่ากับ (pH 5.5-5.8) ซึ่งเกิดจากการที่ดินมีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่สูง (1.66-6.46 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) แคลเซียมที่พบมากในดินนี้จึงน่าจะมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างตัวของเม็ดดินเสถียรน้ำ เนื่องจาก แคลเซียม ทำตัวเป็นสะพานเชื่อมอินทรีย์วัตถุและอนุภาคดินเหนียวเข้าด้วยกันจนเกิดเป็นเม็ดดิน (NRCS, 2008)

สำหรับดินป่าดิบแล้งธรรมชาติ (Skr-8) ซึ่งพบว่ามีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดปานกลางถึงใหญ่ (WSA1-WSA4) โดยภาพรวมอยู่สูงกว่าดินอื่น ๆ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 18.59-19.29 กรัมต่อกิโลกรัม แสดงให้เห็นว่า คาร์บอนอินทรีย์มีบทบาทที่สำคัญต่อการสร้างตัวของเม็ดดินเสถียรน้ำในดินนี้ ซึ่งเป็นดินที่มีเนื้อค่อนข้างละเอียดกว่าดินอื่น (ดินร่วนเหนียว) และด้วยลักษณะ โครงสร้างสังคมพืชในป่าชนิดนี้ที่มีความหลากหลายและความหนาแน่นของพืชสูง ทำให้มีมวลชีวภาพเหนือและใต้พื้นดินสูง (สาพิศ, 2548) เศษเหลือของมวลชีวภาพที่ตกลงสะสมบนดิน เมื่อสลายตัวเปลี่ยนเป็นอินทรีย์วัตถุซึ่งพบสูงถึง 31.3 กรัมต่อกิโลกรัมในชั้นดินบน ก็น่าจะมีส่วนช่วยทำหน้าที่ในลักษณะสารเชื่อมเม็ดดินได้เป็นอย่างดี (Caravaca *et al.*, 2004; Pinheiro *et al.*, 2004; Tisdall and Oades, 1982) เพราะพืชพรรณดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่ถูกย่อยสลายได้รวดเร็วแล้วจะให้คาร์บอนอินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก สำหรับในเม็ดดินเสถียรน้ำขนาดเล็กลงไป บทบาทของคาร์บอนอินทรีย์จะมีอยู่น้อยเนื่องจากมีปริมาณน้อย แต่การจับตัวของเม็ดดินน่าจะเกิดจากอิทธิพลของอนุภาคนาโนดินเหนียวร่วมกับออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียมมากกว่า (Mbagwu, 1989; Mbagwu and Bazzoffi, 1988)

ส่วนดินป่าเต็งรังทั้งสองบริเวณ (Skr-2 และ Skr-3) พบคาร์บอนอินทรีย์ในปริมาณค่อนข้างสูงกว่าดินอื่นเช่นกัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากดินทั้งสองบริเวณมีหญ้าเพ็กขึ้นหนาแน่น ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่มีอยู่สูงในเม็ดดินเสถียรน้ำส่วนใหญ่จะเกิดจากการย่อยสลายของรากฝอยของหญ้าดังกล่าวซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก แสดงให้เห็นว่า ชนิดของพืชพรรณมีอิทธิพลสูงต่อการสร้างตัวของเม็ดดินเสถียรน้ำโดยเฉพาะเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่ และเนื้อดินเป็นดินร่วนถึงดินร่วนเหนียวปนทรายดังในกรณีของดินทั้งสองนี้

7.2 ดินล่างตอนบน (Bt or Bt1 horizon)

ดินที่ทำการศึกษาทั้ง 8 บริเวณ พบว่า ภายใต้อาณาเขตป่าต่างชนิดปริมาณของคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำจะมีปริมาณที่ต่างกัน (ตารางที่ 5) แต่เมื่อแยกเป็นแต่ละบริเวณที่ทำการศึกษา แล้วพิจารณาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในแต่ละขนาดของเม็ดดินเสถียรน้ำในบริเวณนั้น ๆ จะพบว่า ปริมาณของคาร์บอนอินทรีย์ในแต่ละขนาดของเม็ดดินเสถียรน้ำจะมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าในดินล่างตอนบน ภายใต้อาณาเขตป่าที่ต่างกันจะไม่ส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำแต่ละขนาดแตกต่างกัน

อย่างไรก็ตาม สามารถแบ่งกลุ่มการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินขนาดต่าง ๆ ของชั้นดินล่างตอนบนออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ 1) ดินที่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำอยู่สูง ได้แก่ ดินภายใต้อาณาเขตป่าเต็งรังทั้ง 2 บริเวณ (Skr-2 และ Skr-3) และดินภายใต้อาณาเขตป่าดิบแล้งที่ไม่ถูกรบกวน (Skr-8) และ 2) ดินที่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำอยู่ต่ำ ได้แก่ ดินที่เหลือทั้งหมด โดยในกลุ่มที่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำอยู่สูง อาจเกิดจากปัจจัยที่ต่างกัน โดยดินในป่าเต็งรังทั้ง 2 บริเวณ (Skr-2 และ Skr-3) การที่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สูง อาจเกิดจากปริมาณของรากหญ้าเพ็กที่เมื่อสลายตัวก็จะให้อินทรีย์วัตถุ ส่วนดินในป่าดิบแล้งที่ไม่ถูกรบกวน (Skr-8) การที่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สูง อาจอนุมานได้ว่าเกิดจากลักษณะของโครงสร้างสังคมพืชในป่าชนิดนี้ที่มีความหลากหลายและความหนาแน่นของพืชสูง ทำให้มีมวลชีวภาพเหนือและใต้พื้นดินสูง (สาพิศ, 2548) อีกทั้งบริเวณทำการศึกษเป็นบริเวณที่ไม่ถูกรบกวนทำให้การสะสมมวลชีวภาพตามธรรมชาติมีปริมาณมาก ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงตามไปด้วย ขณะที่ป่าดิบแล้งที่ถูกรบกวน (Skr-5, Skr-6 และ Skr-7) ที่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินต่ำ อาจเกิดจากการที่พื้นที่ป่าดิบแล้งข้างต้น เคยถูกรบกวนมาก่อนที่จะถูกจัดการให้เป็นป่าธรรมชาติแบบปัจจุบัน การรบกวนพื้นที่จะก่อให้เกิดการสูญเสียมวลชีวภาพทั้งบนดินและใต้ดิน ซึ่ง

เป็นปัจจัยหลักต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุ ทำให้ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินภายใต้สภาพป่าดังกล่าว มีปริมาณน้อย ดินภายใต้พื้นที่ระหว่างป่าเต็งรังกับป่าดิบแล้ง (ecotone) การที่มีปริมาณคาร์บอนใน เม็ดดินต่ำ น่าจะเกิดจากการที่พื้นที่ได้รับอิทธิพลร่วมกันระหว่างป่าดิบเต็งรังกับป่าดิบแล้ง ลักษณะ โครงสร้างของสังคมพืชในพื้นที่ไม่มีความเด่นชัด ทำให้การสะสมของมวลชีวภาพทั้งเหนือดินและ ได้ดินจึงน้อยกว่าในป่าดิบแล้ง ขณะเดียวกันพืชพื้นล่าง เช่น หญ้าเพ็กมีความหนาแน่นไม่สูงเท่ากับ ในป่าเต็งรัง จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้นจึงส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ของเม็ดดินภายใต้สภาพ ป่านี้มีการสะสมของคาร์บอนอินทรีย์น้อย ส่วนในป่าเบญจพรรณทุกชนิด การที่มีปริมาณคาร์บอน อินทรีย์ต่ำ อาจเกิดจากลักษณะของเนื้อดิน เนื่องจากดินภายใต้ป่าชนิดนี้ มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปน ทราย เนื้อดินลักษณะนี้จะไม่มีความสามารถในการจับตัวกับอินทรีย์วัตถุ ที่ถูกชะล้างของลงสู่ดิน ล่างเป็นเหตุให้เม็ดดินภายใต้ป่านี้มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ต่ำ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ผลจากการศึกษาสมบัติดินและการกักเก็บคาร์บอนภายใต้ป่าต่างชนิด ในพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จำนวน 8 บริเวณ ประกอบด้วย ป่าเบญจพรรณทุติยภูมิ 1 บริเวณ (Skr-1) ป่าเต็งรัง 2 บริเวณ (Skr-2 และ Skr-3) พื้นที่รอยต่อระหว่างป่าเต็งรังกับดิบแล้ง (ecotone) 1 บริเวณ (Skr-4) ป่าดิบแล้งพื้นที่ 3 บริเวณ (Skr-5, Skr-6 และ Skr-7) และ ป่าดิบแล้งไม่ถูกรบกวน 1 จุด พบว่าภายใต้สภาพป่าต่างชนิด ดินมีพัฒนาการปานกลางถึงค่อนข้างสูง เกิดจากวัตถุดิบกำเนิดดินเป็นเศษตะกอนหินดาเคียงเขาที่สลายตัวมาจากหินทราย สมบัติดินอยู่ในพิสัยกว้าง ได้แก่ ดินเป็นดินต้นถึงลึกมาก เนื้อดินอยู่ในพิสัยดินร่วนปนทรายถึงดินเหนียวและพบการสะสมดินเหนียวในชั้นดินล่าง ดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง ไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับต่ำ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำถึงสูง ค่าร้อยละความอิ่มตัวเบสอยู่ในระดับต่ำยกเว้นในดินบริเวณป่าดิบแล้งพื้นที่ 3 บริเวณ (Skr-3)

ความสัมพันธ์ระหว่างเม็ดดินเสถียรน้ำกับสมบัติดิน พบว่าเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 (WSA1) และขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) มีสหสัมพันธ์เชิงบวกและเชิงลบกับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.71^{**}$ และ -0.64^{**} ตามลำดับ) โดยคาร์บอนอินทรีย์จัดเป็นสารเชื่อมสำคัญที่ทำให้เกิดเม็ดดินขนาดใหญ่ เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 1-2 (WSA2) และขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร (WSA3) มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณเหล็กในรูปออกไซด์ ($r=0.58^{**}$ และ $r=0.53^{**}$ ตามลำดับ) รวมทั้งรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อน ($r=0.43^{**}$ และ $r=0.42^{**}$ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทางกลับกันปริมาณเหล็กทั้ง 2 รูปจะมีสหสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) ($r=-0.48^{**}$ และ $r=-0.38^{*}$ ตามลำดับ) ด้วย ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ทั้งในรูปอิสระ รูปออกไซด์และรูปสารอินทรีย์เชิงซ้อนจะมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนัยสำคัญทางสถิติกับเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA5) ($r=0.32^{*}$, $r=0.35^{*}$, $r=0.45^{**}$ ตามลำดับ) เหล็กและแมงกานีสทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมระหว่างอินทรีย์วัตถุกับอนุภาคดินเหนียวทำให้เกิดเม็ดดินขนาดใหญ่ (มากกว่า 250 ไมโครเมตร) ขึ้น ซึ่งส่งผลให้สัดส่วนของเม็ดดินเสถียรน้ำเปลี่ยนไปทำให้เม็ดดินเสถียรน้ำขนาดเล็ก (เล็กกว่า 250 ไมโครเมตร) มีปริมาณลดลง อนึ่ง

ปริมาณเหล็กและแมงกานีสอาจมีอิทธิพลต่อความสามารถในการเชื่อมตัวของคาร์บอนอินทรีย์ใน
เม็ดดินเสถียรน้ำขนาดเล็กด้วย

การแจกกระจายของเม็ดดินเสถียรน้ำภายใต้สภาพป่าต่างชนิด พบว่า ปริมาณเม็ดดินเสถียร
น้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) มีปริมาณเด่นในชั้นดินบนของดินป่าไม้ที่ทำการศึกษาในทุก
บริเวณ ขณะที่เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) จะมีปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำเด่น
ในชั้นดินล่าง โดยพบว่าเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 2-8 มิลลิเมตร (WSA1) มีปริมาณสูงสุดในดินบน
ของพื้นที่ระหว่างป่าเต็งรังกับป่าดิบแล้ง (Skr-4) และป่าดิบแล้งที่ไม่ถูกรบกวน (Skr-8) เนื่องจาก
อิทธิพลของอินทรีย์วัตถุ เนื่องจากในดินบนของป่าข้างต้นมีการสะสมของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน
มากกว่าในป่าอื่น ๆ ขณะที่ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร (WSA5) มีปริมาณ
สูงสุดในดินล่างของดินป่าเบญจพรรณทุกชนิด ขณะที่เม็ดดินเสถียรน้ำขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร
(WSA5) มีปริมาณสูงสุดในดินป่าเบญจพรรณทุกชนิด ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากลักษณะของเนื้อดินใน
ป่าที่มีอนุภาคทรายเป็นองค์ประกอบสูง ทำให้ไม่ส่งเสริมให้เกิดเม็ดดินขนาดใหญ่ขึ้น

การแจกกระจายของปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินต่างขนาดภายใต้สภาพป่าต่างชนิด
พบว่า ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินแต่ละขนาดจะไม่มี ความแตกต่างกันทั้งในดินบนและใน
ดินล่าง ทำให้สามารถสรุปได้ว่าสภาพป่าที่แตกต่างกัน ไม่ส่งผลต่อการแจกกระจายของคาร์บอน
อินทรีย์ในเม็ดดินแต่ละขนาด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในพื้นที่อื่นที่มีความแตกต่างระหว่างชนิดป่า และลักษณะ หรือ สมบัติดิน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้นสำหรับการหาความสัมพันธ์ระหว่างพืชพรรณ สมบัติดิน การแจกกระจายของคาร์บอนอินทรีย์ และเมื่อดินเสถียรน้ำที่มีความแม่นยำมากขึ้น

2. จากผลการศึกษา พบว่า ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์มีความสัมพันธ์กับการแจกกระจายของ เมื่อดินเสถียรน้ำมาก ดังนั้น จึงควรที่จะศึกษาถึงแหล่งกำเนิดของคาร์บอนอินทรีย์ในดินของแต่ละ ป่าด้วย เช่น ศึกษาถึงมวลชีวภาพทั้งเหนือพื้นดินและใต้พื้นดินของในแต่ละป่า ซึ่งข้อมูลนี้อาจมี ความเชื่อมโยงกับการแจกกระจายของเมื่อดินเสถียรน้ำไม่ทางตรงก็อาจจะเชื่อมโยงทางอ้อมได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมแผนที่ทหาร. 2537. **แผนที่ภูมิประเทศ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา**
ลำดับชุด L7017 มาตรฐาน 1:50000.

กรรณิการ์ อยู่ทอง, อัมภวัลย์ พัสภาดล และ นุรี บุญสมภพพันธ์. 2529. ปริมาณเหล็กออกไซด์
 อิสระในดินเหลืองและดินแดงของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย.
วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 19(3): 116-185

กองสำรวจดิน. 2523. **คู่มือจำแนกความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ.** เอกสารวิชาการ
 เล่มที่ 28. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** ครั้งที่พิมพ์ 10. ภาควิชาปฐพีวิทยา
 คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปฐพีวิทยา. 2551. **พจนานุกรมปฐพีวิทยา.** ภาควิชาปฐพีวิทยา
 คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จำลอง แปลกสระน้อย. 2549. **การประยุกต์การรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์**
เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าดิบแล้ง และป่าเต็งบริเวณสถานีวิจัย สิ่งแวดล้อม
สะแกราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

ดอกรัก มารอด และ อุทิศ กุฎอินทร์. 2552. **นิเวศวิทยาป่าไม้.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
 กรุงเทพฯ.

ถนอม คลอดเพ็ง. 2528. **วิธีการของปฐพีฟิสิกส์วิเคราะห์.** ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์
 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นันทศักดิ์ ปิ่นแก้ว. 2542. ลักษณะทางชีววิทยาและนิเวศวิทยาบางประการของแมลงทับขาแดง
ในป่าเต็งรังบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นงคราญ กาญจนประเสริฐ. 2529. การศึกษาลักษณะวินิจฉัยที่สำคัญในการพัฒนาการของดินและ
ศักยภาพของดินอันดับแอลฟิซอลส์และอินเซปติซอลส์บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง.
วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์. 2551. ลักษณะและสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดินที่สูงในบริเวณเขา
ก่อ จังหวัดเพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญฤทธิ์ ฐิริยากร. 2525. การเปลี่ยนแปลงสมบัติดินในป่าธรรมชาติตามลักษณะการใช้ประโยชน์
ที่ดินที่สะแกราช ปักธงชัย นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผจงจิตต์ ศรีสุข. 2545. สมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดินศิลาแลงในเขตฝั่งทะเลตะวันออก
เฉียงใต้ของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬ, บุญวงศ์ ไทยอุดมสำห, สมศักดิ์ สุขวงศ์, สนิท อักษรแก้ว และสันต์ เกตุ
ปราณีต. 2527. การหมุนเวียนของธาตุอาหารในป่าเต็งรัง สะแกราช. รายงานวิจัยฉบับ
สมบูรณ์. คณะวนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มรกต ทัพพะกุล ณ อุษยา. 2532. จุลสัณฐานวิทยาของดิน. กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วรพันธ์ เกียรติชมภูกุล. 2531. การศึกษาคุณสมบัติและการกำเนิดของดินสีแดงและดินสีเหลืองใน
ภาคตะวันตกของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วาสนา วรภักต์. 2548. สิ่งแวดล้อมกับการพัฒนา. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, ลพบุรี.

วิโรจน์ อัมพิกษ์. 2531. **การจัดการดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วีระศักดิ์ อุดมโชค. 2523. ผลกระทบของการทำลายป่าต่อสภาวะอากาศ บริเวณสถานีวิจัย
สิ่งแวดล้อมสระเกษ, น. 14. ใน **สัมมนาปฐพีวิทยา**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิจัยป่าไม้. 2552. **แผนแม่บทด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ**. กรมอุทยานแห่งชาติ
สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

สถิตย์ วัชรกิตติ, ประครอง อินทรจันทร์ และ สมเพ็ชร มังกรดิน. 2523. การศึกษา
ทรัพยากรธรรมชาติและการใช้ที่ดินของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสระเกษ, น. 44. ใน
รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 69. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สาพิศ คิลกสัมพันธ์. 2548. วัฏจักรคาร์บอนในป่าดิบแล้งสระเกษและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่
กลอง. ใน **รายงานการประชุมวิชาการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้**
“ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต” ณ โรงแรมมารวยการ์เด็น กรุงเทพฯ
วันที่ 4-5 สิงหาคม 2548.

สุภาวดี สกุลธาร. 2544. ความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับธาตุอาหารในใบตลอดอายุใบของพรรณไม้
ป่าเต็งรัง. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาการ**
จัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2527. **การกำหนดและการจำแนกดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2548. **การสำรวจดิน: มโนทัศน์ หลักการและเทคนิค**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชา
ปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2552. **คู่มือปฏิบัติการ การสำรวจดิน**. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะ
เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- Abu-Sharar, T.M. and A.S. Salameh. 1995. Reductions in hydraulic conductivity and infiltration rate in relation to aggregate stability and irrigation water turbidity. **Agric. Water Manage.** 29(1): 53-62.
- Adesodun, J.K., J.S.C. Mbagwu and N. Oti. 2005. Distribution of carbon, nitrogen and phosphorus in water-stable aggregates of an organic waste amended Ultisol in southern Nigeria. **Bioresour. Technol.** 96(4): 509-516.
- Andraski, B.J. and B.R. Scanlon. 2002. Thermocouple psychrometry, pp. 609-642. In J.H. Dane and G.C. Topp, eds. **Methods of Soil Analysis, Part 4: Physical methods**. Soil Sci. Soc. Amer. Book Series NO.5, Wisconsin: Inc., Madison.
- Angers, D.A. and J. Caron. 1998. Plant-induced changes in soil structure: processes and feedbacks. **Biogeochemistry** 45(1): 55-72.
- Baize, D. 1993. **Soil Science Analysis: A Guide to Current Use**. John Wiley and Sons, Ltd., England.
- Barthes, B. and E. Roose. 2002. Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion: validation at several levels. **Catena** 47(2): 133-149.
- Barthes, B.G., E. Kouakoua, M.C. Larre-Larrouy, T.M. Razafimbelo, E.F. de Luca, A. Azontonde, C.S.V.J. Neves, P.L. de Freitas and C.L. Feller. 2008. Texture and sesquioxide effects on water-stable aggregates and organic matter in some tropical soils. **Geoderma** 143: 14-25.
- Bear, M.H. and R.R. Bruce. 1993. A comparison of methods for measuring water-stable aggregates: Implications for determining environmental effects on soil structure. **Geoderma** 56(1): 87-104.

Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density, pp. 363-375. In A. Klute, ed. **Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods**. SSSA Inc., ASA Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A.

Bloom, P.R. 2000. Soil pH and pH Buffering, pp. B333-B352. In M.E. Summer, ed. **Handbook of Soil Science**. CRC Press LLC.

_____ and D.F. Grigal. 1985. Modeling soil response to acidic deposition in non-sulfate absorbing soils. **J. Environ. Qual** 14: 481-495.

Bolin, B., E.T. Degens, P. Duvigneaud and S. Kempe. 1979. The global biogeochemical carbon, pp. 23-28. In B. Bolin, E. T. Degens, S. Kempe and P. Ketner, eds. **The Global Carbon Cycle**. SCOPE Report No. 13: 1-56.

Boyle, M. J., W.T. Frankenberger and L.H. Stolzy. 1989. The influence of organic matter on soil aggregation and water infiltration. **J. Prod. Agric.** 2: 290-299.

Brady, N.C. and R.R. Weil. 2008. **The Nature and Properties of Soils**. 14th ed. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

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

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total, pp. 1085-1121. 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. **Method of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods**. SSSA Inc., ASA Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Bronick, C.J. and R. Lal. 2005. Soil structure and management: a review. **Geoderma**. 124(1-2): 3-22.

- Bullock, P., N. Fedoroff, A. Jongerius, G. Stoops, T. Turisna, U. Babel, J. Agrilar, H.J. Altemuller, E.A. Fitzpatrick, S.T. Kowalinski, G.K. Rutherford and E.A. Yarilova. 1985. **Handbook for Thin Section Description**. Waine Research, Albrighton, United Kingdom.
- Bunyavejchewin, S. 1979. **Phytosociological Structure and Soil Property in Nam Pong Basin**. M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok.
- Buol, S.W., R.J. Southard, R.C. Graham and P.A. McDaniel. 2010. **Soil Genesis and Classification**. 5th ed. Iowa State Press. A Blackwell Pub. Co., Ames.
- Burkett, V., D. Wilcox, R. Stottlemeyer, W. Barrow, D. Fagre, J. Baron, J. Price, J. Nielsen, C. Allen, D. Petersen, G. Ruggerone, T. Doyle. 2005. Nonlinear Dynamics in Ecosystem Response to Climatic Change: Case studies and Policy Implications. **Ecological Complexity** 2: 357-394.
- Caravaca, F., A. Lax and J. Albaladejo. 2004. Aggregate stability and carbon characteristics of particle-size fractions in cultivated and forested soils of semiarid Spain. **Soil Till. Res.** 78: 83-90.
- Carter, M.R. 2002. Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil function. **Agron. J.** 94: 38-47.
- Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity, pp. 891-901. In C.A. Black, ed. **Method of Soil Analysis, Part II: Chemical and Microbiological Properties**. Agron. No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Christensen, B.T. 2001. Physical fraction of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. **Eur. J. Soil Sci.** 52: 345-353.

- Ciais, P., W. Cramer, P. Jarvis, H. Khesghi, C. Nobre, S. Semenov and W. Steffen. 2000. Global perspective, pp. 69-96. *In IPCC Special on Report Land Use, Land Use Change, and Forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Cindy, S.M., J.C. Casagrande, L.R.F. Alleoni, O.A. Camargo and R.S. Berton. 2008. Nickel adsorption in two Oxisols and an Alfisol as affected by pH, nature of the electrolyte, and ionic strength of soil solution. **J. Soils Sed.** 8: 442-451.
- Colombo, C. and J. Torrent. 1991. Relationships between aggregation and iron oxides in Terra Rossa soils from southern Italy. **Catena** 18(1): 51-59.
- Day, P.R. 1965. Particle fraction and particle size analysis, pp. 545-567. *In* C.A. Black, ed. **Method of Soil Analysis, Part I: Particle Size Analysis.** Agron., No.9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Edwards, A.P. and J.M. Bremner. 1967. Microaggregates in soils. **J. Soil Sci.** 18(1): 64-73.
- Eiumnoh, A. 1984. Application of soil taxonomy to fertility capability classification of problem soil in the S.E. Coast of Thailand, pp. 169-190. *In Ecology and Management of Problem Soils in Asia.* FFTC Book Series No. 27. Taipei, Taiwan.
- Elliott, E.T. 1986. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native and cultivated soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 50: 627-633.
- Elliott, E.T., C.A. Palm, D.A. Ruess and C.A. Monz. 1991. Organic matter contained in soil aggregates from a tropical chronosequence: correction for sand and light fraction. **Agric. Ecosyst. Environ.** 34: 443-451.

Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 2005. **Soil Fertility and Fertilizer: an Introduction to Nutrient Management**. 7th ed. Prince-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey.

Herrick, J.E., W.G. Whitford, A.G. de Soyza, J.W. van Zee, K.M. Havstad, C.A. Seybold and M. Walton. 2001. Field soil aggregate stability kit for soil quality and rangeland health evaluations. **Catena** 44(1): 27-35.

Hillel, D. 1998. **Environment Soil Physics**. Academic Press, San Diego, U.S.A.

Horn, R. and A. Smucker. 2005. Structure formation and its consequences for gas and water transport in unsaturated arable and forest soils. **Soil Till. Res.** 81(1): 5-14.

Huang, P.M. 2004. Soil mineral-organic matter-microorganism interactions: Fundamentals and impacts. **Adv. Agron.** 82: 391-472.

Igwe, C.A. and K. Stahr. 2004. Water-stable aggregates of flooded Inceptisols from southeastern Nigeria in relation to mineralogy and chemical properties. **Aust. J. Soil Res.** 42(2): 171-179.

Igwe, C.A., M. Zarei and K. Stahr. 2009. Colloidal Stability in some tropical soils of southeastern Nigeria as affected by iron and aluminium oxides. **Catena** 77: 232-237.

Iwata, S., T. Tabuchi and B.P. Warkentin. 1995. **Soil Water Interaction; Mechanisms and Applications**. 2nd ed. Macel Dekker, Inc., Madison Avenue, New York, USA.

Jackson, K.L. 1965. **Soil Chemical Analysis: Advance Course**. Dept. of Soil Sci., Univ. of Wisconsin, Madison, Wisconsin.

Juma, N.G. 2001. **The Pedosphere and Its Dynamics: A Systems Approach to Soil Science.** Salaman Productions Inc., Enmonton, Alberta, Canada.

Kalembasa, D. 2008. Carbon and nitrogen in organic matter fraction of Histosols located in upper valley of Liwiec river [Poland]. **Roczniki Gleboznawcze J.** 59(2): 98-103.

Katagiri, S. and T. Tsutsumi. 1973. The relationship between site condition and circulation of nutrients in forest ecosystem (I) Litterfall and nutrient contents. **JIBP-PT** 155: 83-90. (in Japanese with English summary).

Kemper, W.D. and R.C. Rosenau. 1986. Aggregate stability and size distribution, pp. 425-442. *In* A. Klute, ed. **Methods of Soil Analysis, Part I: Physical and Mineralogical Methods.** No.9. Agronomy, SSSA, Madison, WI, USA.

Kenedy, M.J. and D.R. Pever and R.J. Hill. 2002. Mineral surface control of organic carbon in black shale. **Sci.** 295(25): 657-660

Kilmer, V.J. and L.T. Alexander. 1949. Method of making mechanical analysis of soil. **Soil Sci.** 68: 15-24.

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.** Agron., No.9. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin.

Kudeyarov, V.N. and I.N. Nurganova. 1998. Carbon dioxide emissions and net primary production of Russian terrestrial ecosystems. **Biol. Fertil. Soils** 27: 246-250.

Kutintara, U. 1975. **Structure of the dry Dipterocarp Forest.** Ph.D. Thesis, Colorado State Univ. Fort Collins, Collins, USA.

Lal, R., J.M. Kimble and B.A. Stewart. 2000. **Carbon Pools and Dynamics in Tropical Ecosystems**. CRC/Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. **Soil Interpretation Handbook for Thailand**. Dept. Land Development, Min. Agri. Coop., Bangkok.

Le Bissonnais, Y. and C. Le Souder. 1995. Mesure de la stabilite structurale des sols pour evaluer leur sensibilite a la battance et a l'erosion. **Etude et Gestion des Sols** 2(1): 43-56.

Lekagul, B. and J. A. Mcneely. 1977. **Mammals of Thailand**. The Assoc. for the Cons. of Wildlife, Sahakarnbhat Co., Bangkok.

Li, Z.X., Cai, C.F., Shi, Z.H. and Wang, T.W. 2005. Aggregate stability and its relationship with some chemical properties of red soils in subtropical China. **Pedosphere** 15(1): 129-136.

Lynch, J.M. and E. Bragg. 1985. Microorganisms and soil aggregate stability. **Adv. Soil Sci.** 2: 133-171.

Mackenzie, F.T. 1955. Biogeochemistry, pp. 261-267. In W.A. Nierenberg, ed. **Encyclopedia of Environmental Biology**. Academic Press Inc., San Diago.

Marquez, C.O., V.J. Garcia, C.A. Cambardella, R.C. Schultz and T.M. Isenhardt. 2004. Aggregate-size stability distribution and soil stability. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 68(3): 725-726.

Martens, D.A. 2000. Management and crop residue influence soil aggregate stability. **J. Environ. Qual.** 29(3): 723-728.

- Mbagwu, J.S.C. 1989. Influence of cattle feedlot manure on aggregate stability, plastic limit and water retentions of three soils in north central Italy. **Biological Waste** 28: 257-269.
- Mbagwu, J.S.C. and P. Bazzoffi. 1988. Stability of microaggregates as influenced by antecedent moisture content, organic waste amendment and wetting and drying cycles. **Catena** 15: 565-576.
- McKeague, J.A. and J.H. Day. 1966. Dithionite- and Oxalate-extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. **Can. J. Soil Sci.** 46:13-22
- Mehra, O.P. and M.L. Jackson. 1960. Iron oxide removal from soils and clays in adithionite-citrate-bicarornate system buffered with sodium. **Clays Clay Miner.** 7: 317-321.
- Miller, R.M. and Jastrow, J.D. 1990. Hierarchy of root and mycorrhizal fungal interactions with soil aggregation. **Soil Biol. Biochem.** 22(5): 579-584.
- Nael, M., H. Khademi, and M.A. Hajabbasi. 2004. Response of soil quality indicators and their spatial variability to land degradationin central Iran. **Appl. Soil Ecol.** 27(3), 221-232.
- Nalamphum, A., T. Santisuk, and T. Smittinand. 1969. **The Defoliation of Teng (*Shorea obtuse* Wall) and Rung (*Pentacme suavis* A.DC.) at ASRCT Sakaerat ExperimentalStation.** Rep 1. NRCT, Bangkok.
- National Soil Survey Center. 1996. **Soil Survey Laboratory Methods Manual.** Soil Survey Invest. Rept. No 42, Version 3.0. U.S. Dept. of Agr., U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter, pp. 961-1010. In J.M. Bigham, ed. **Method of Soil Analysis, Part III: Chemical Methods.** Amer. Soc. of Agron., Madison, Wisconsin.

NRCS. 2008. Soil Quality Indicators: Aggregate Stability. **Soil Quality Information Sheet**.
USDA.

Nwadiaro, B.E. and J.S.C. Mbagwu. 1991. An analysis of soil component active in
microaggregate stability. **Soil Tech.** 4: 343-350.

Oades, J.M. 1984. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for
management. **Plant Soil** 76: 319-337.

Oades, J.M., Waters, A.G. 1991. Aggregate hierarchy in soils. **Aust. J. Soil Res.** 29: 815-828.

O'Neal, A.M. 1952. **Pedology** (translation from French). George Allen and Unwin Ltd.,
London.

Onweremadu, E.U., V.N. Onyia and M. A. N. Anikwe. 2007. Carbon and nitrogen distribution
in water-stable aggregates under two tillage techniques in Fluvisols of Owerri area,
southeastern Nigeria. **Soil Till. Res.** 97: 195-206.

Pinheiro, E.F.M., M.G. Pereira and L.H.C. Anjos. 2004. Aggregate distribution and soil organic
matter under different tillage systems for vegetable crops in a Red Latosol from Brazil.
Soil Till. Res. 77: 79-84.

Phillips, O.L., Y. Malhi, N. Higuchi, W.F. Laurance, V. Nunez, R.M. Vasquez, S.G. Laurance,
L. V. Ferreira, M. Stern, S. Brown and J. Grace. 1998. Changes in the balance of
tropical forests: Evidence from long-term plots. **Sci.** 282: 439-442.

Pratt, P.E. 1965. Potassium, pp. 1023-1031. In C.A. Black, ed. **Method of Soil Analysis,**
Part II: Chemical and Microbiological Properties. Agron. No.9. Amer. Soc. of
Agron. Inc., Madison, Wisconsin.

- Pulleman, M.M., J. Six, A. Uyl, J.C.Y. Marinissen and A.G. Jongmans. 2005. Earthworms and management affect organic matter incorporation and microaggregate formation in agricultural soils. **Appl. Soil Ecol.** 29(1): 1-15.
- Ramos, M.C., S. Nacci and I. Pla. 2003. Effect of raindrop impact and its relationship with aggregate stability to different disaggregation forces. **Catena** 53(4): 365-376.
- Razafimbelo, T.M., Albrecht, A., Oliver, R., Chevallier, T., Chapuis-Lardy, L., Feller, C. 2008. Aggregate associated-C and physical protection in a tropical clayey soil under Malagasy conventional and no-tillage systems. **Soil Till. Res.** 98: 140-149.
- Roldán, A., J.R. Salinas-García, M.M. Alguacil and F. Caravaca. 2005. Changes in soil enzyme activity, fertility, aggregation and C sequestration mediated by conservation tillage practices and water regime in a maize field. **Appl. Soil Ecol.** 30(1): 11-20.
- Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soil in the Tropics**. John Wiley and Son, Inc., New York.
- Sanchez, P.A., J.H. Villacchica and D.E. Bandy. 1983. Soil fertility dynamics after cleaning a tropical rainforest in Peru. **Soil Sci. Soc. Amer. J.** 47: 1171-1178.
- Schlesinger, W.H. 1991. **Biogeochemistry: An Analysis of Global Change**. San Diego: Academic Press, New York.
- Smith, P., J.U. Smith, D.S. Powlson, W.B. McGill, J.R.M. Arah, O.G. Cheryov, K. Coleman, U. Franko, Frolking, D.S. Jenkinson, L.S. Jensen, R.H. Kelly, H. Klein-Gunnewiek, A.S.Komarov, C. Li, J.A.E. Molina, T. Mueller, W.J. Parton, J.H.M. Thornley and A.P. Whitmore. 1997. A comparison of the performance of nine soil organic matter models using datasets from seven long-term experiments. **Geoderma** 81: 153-225.

Smitinand, T. 1977. **Vegetation and Ground Covers of Thailand**. The Forest Herbarium, Royal Forest Department., Bangkok.

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

Soil Survey Staff. 2010. **Keys to Soil Taxonomy**. 10th ed. Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington, D.C.

Spaccini, R., A. Piccolo., J.S.C. Mbagwu., A.Z. Teshale and C.A. Igwe. 2002. Influence of the addition of organic residues on carbohydrate content and structural stability of some highland soils in Ethiopia. **Soil Use Manage**. 18(4): 404-411.

Summer, M.E and W.P. Miller. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients, pp.1021-1229. *In* J.M. Bigham, ed. **Method of Soil Analysis, Part III: Chemical Methods**. Amer. Soc. of Agron., Madison, Wisconsin.

Taylor, R.M., R.M. McKenzie., A.W. Fordham and G.P. Gillman. 1983. Oxide minerals, pp. 309-355. *In* **Soil an Australian Viewpoint**. CSIRO, Division of Soils.

Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity, pp. 475-490. *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. **Method of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods**. SSSA Inc., ASA Inc., Madison, Wisconsin.

Thompson, L.M. and F.R. Troeh. 1978. **Soil and Soil Fertility**. 4th ed. McGraw-Hill Inc., New York.

Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. **Soil Fertility and Fertilizers**. Macmillan Publ, New York.

- Tisdall, J.M. and J.M. Oades, 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soil. **J. Soil Sci.** 33: 141-163.
- Trakoonyingcharoen, P., I. Kheoruenromne, A. Suddhiprakarn and R.J. Gilkes. 2006. Properties of kaolins in red Oxisols and red Ultisols in Thailand. **Applied Clay Sci.** 32: 25-39.
- Virgo, K.J. and D.A. Holmes. 1977. Soil and landform features of mountainous terrain in South Thailand. **Geoderma** 18: 207-225.
- Watanabe, F.S. and S.R. Olsen. 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO_3 extracts from soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 29: 677-678.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-38.
- Wei, C.F., D.T. Xie and B.G. Li. 2003. Progress in research on soil organo-mineral complexes. **Adv. Earth Sci.** 18(2): 221-227.
- Yamashita, T., H. Flessa, B. John, M. Helfrich and B. Ludwig. 2006. Organic matter in density fractions of water-stable aggregates in silty soils: effect of land use. **Soil Biol. Biochem.** 38: 3222-3234.
- Zhang, G., G.M. Zeng, Y.M. Jiang, C.Y. Du, G.H. Huang, J.M. Yao, M. Zeng, X.L. Zhang and W. Tan. 2006. Seasonal dry deposition and canopy leaching of base cations in a subtropical evergreen mixed forest, China. **Silva Fennica.** 40: 417-428.
- Zhang, M.K., Z.L. He, G.C. Chen, C.Y. Huang and M.J. Wilson. 1996. Formation and water stability of aggregates in red soils as affected by organic matter. **Pedosphere** 6(1): 39-45.

Zinke, P., S. Sabhasri and P. Kunstadter. 1970. **Soil Fertility Sapects of the Lua' Forest Fallow System of Shifting Cultivation and Economic Development, in Northern Thailand.** Department of Land Development, Bangkok.





คำอธิบายหน้าตัดดิน (Soil Profile Description)

Sakaerat 1

I Information on the site

Profile symbol	: Skr-1
Soil name	: -
Classification	: Haplic Plinthustult
Date of examination	: October 16, 2010
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Woranan Sonkanha, Narissara Suksawat, Nipat Thanimarn, Naruedon Poviang, Wanrapee Suwanprapa, Walailuck Saikaew, Yuttakarn Kaewkaemthong, Jeeranut Hongjaturun, Jeerawan Promma, Piyavut Pomthong.
Location	: Sakaerat Environmental Research Station, Tambon Udomsup, Amphoe Wang Nam Kheo, Changwat Nakhon Ratchasima.
Elevation	: Approximately 423.7 m (MSL)
Map sheet number	: 5338 II-5337 I Coordination: 47P 0816140 ^E , 160 6310 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Dissected Footslope
2. Surrounding land form	: Slightly Undulating
3. Slope on which profile site	: 4% Aspect: 320 Azimuth
Land use	: Secondary Mixed Deciduous Forest
Annual rainfall	: Approximately 1,222 mm
Mean temperature	: Approximately 27.0°C
Climate	: Tropical Savanna
Other	: -

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium of sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Moderate
Depth of groundwater	: Deeper than > 80 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
A1	0-10	Dark reddish brown (5YR 2.5/2); sandy loam; weak fine subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and non plastic; few very fine coated sands; many very fine vesicular pores; many very fine, fine and common medium roots; few traces of dead roots; slightly acid (field pH 6.5); abrupt and smooth boundary to A2
A2	10-22	Yellowish red (5YR 4/6); sandy loam; weak fine subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and slightly plastic; few

Bt	22-41	faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains, few very fine coated sands; many very fine and few fine vesicular pores; many very fine, fine and common medium roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear and smooth boundary to Bt Red (2.5YR 4/8); sandy clay loam; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and slightly plastic; common on faint clay coating on faces of ped, surfaces of rock fragments and clay bridges between sand grains; many very fine and common fine vesicular pores; many very fine, common fine and few medium roots; few traces of dead roots; few very fine coated sands; many small to large angular stones and boulders of slightly weathered and fresh sandstone; extremely acid (field pH 4.5); clear and smooth boundary to Btc
Btc	41-60	Red (2.5YR 4/8); very gravelly sandy clay loam; moderately weak fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and slightly plastic; common distinct clay coating on faces of ped, surfaces of rock fragments and clay bridges between sand grains; common very fine and fine vesicular pores; common very fine, fine, coarse and few medium roots; few traces of dead roots; few very fine coated sands; many small to large angular gravel, stones and boulders of slightly weathered and fresh sandstone; common fine and medium subrounded Fe-Mn nodules; many large angular boulders of weathered sandstone underneath Btc horizon; very strongly acid (field pH 5.0).

Sakaerat 2

I Information on the site

Profile symbol	: Skr-2
Soil name	: -
Classification	: Lithic Haplustult
Date of examination	: October 27, 2010
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Woranan Sonkanha, Narissara Suksawat, Nipat Thanimarn, Naruedon Poviang, Wanrapee Suwanprapa, Walailuck Saikaew, Yuttakarn Kaewkaemthong, Jeeranut Hongjaturun, Jeerawan Promma, Piyavut Pomthong.
Location	: Sakaerat Environmental Research Station, Tambon Udomsup, Amphoe Wang Nam Kheo, Changwat Nakhon Ratchasima.
Elevation	: Approximately 327.5 m (MSL)
Map sheet number	: 5338 II-53371 I Coordination: 47P0816784 ^E , 160 6020 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Upper lower Footslope
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 6% Aspect: 350 Azimuth
Land use	: Dry Dipterocarp Forest mainly covered with Ya Pek (<i>Arundinaria pusilla</i> Cheval & A. Camus)
Annual rainfall	: Approximately 1,222 mm

Mean temperature : Approximately 27.0°C
 Climate : Tropical Savanna
 Other : -

II General information on the soil

Parent material : Colluvium of sandstone
 Drainage : Well drained
 Permeability : Moderate
 Runoff : Rapid
 Depth of groundwater : Deeper than > 40 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
A1	0-11	Very dark grayish brown (10YR 3/2); very fine sandy loam; moderately weak fine subangular blocky structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; many very fine, common very fine vesicular pores; many very fine, common fine and very few medium roots; few very fine coated sands; common traces of dead roots; few medium to large angular gravel of weathered and fresh sandstone; slightly acid (field pH 6.5); abrupt and smooth boundary to A2
A2	11-22	Strong brown (7.5YR 4/6); very fine sandy clay loam; moderate fine and medium roots subangular blocky structure; soft dry, friable moist, moderate sticky and very plastic; few faint clay coating on faces of peds; few very fine coated sands; common very fine and fine vesicular pores; many very fine, fine and very few medium roots; few traces of dead roots; common traces of dead roots, common large angular gravel and small to medium angular stones of weathered and fresh sandstone; very strongly acid (field pH 5.0); abrupt and smooth boundary to Btc
Btc	22-40	Strong brown (7.5YR 5/6) (95%) mixed with red (2.5YR 4/8) (5%); very fine sandy clay loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; many distinct clay coating on faces of peds, surfaces of rock fragments and clay bridges between sand grains; few very fine coated sands; common very fine, few fine vesicular and few very fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; common traces of dead roots; many various sizes of weathered sandstone rock fragments; many large angular boulders of weathered sandstone underneath Btc horizon; moderately acid (field pH 6.0);

Sakaerat 3

I Information on the site

Profile symbol	: Skr-3
Soil name	: -
Classification	: Haplic Plinthustult
Date of examination	: October 26, 2010
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Woranan Sonkanha, Narissara Suksawat, Nipat Thanimmarn, Naruedon Poviang, Wanrapee Suwanprapa, Walailuck Saikaew, Yuttakarn Kaewkaemthong, Jeeranut Hongjaturun, Jeerawan Promma, Piyavut Pomthong.
Location	: Sakaerat Environmental Research Station, Tambon Udomsup, Amphoe Wang Nam Kheo, Changwat Nakhon Ratchasima.
Elevation	: Approximately 417 m (MSL)
Map sheet number	: 5338 II-5337 I Coordination: 47P 0816066 ^E , 160 5460 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Upper middle Footslope
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 4% Aspect: 71 Azimuth
Land use	: Dry Dipterocarp Forest
Annual rainfall	: Approximately 1,222 mm
Mean temperature	: Approximately 27.0°C
Climate	: Tropical Savanna
Other	: -

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium of sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of groundwater	: Deeper than > 60 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
A	0-17	Dark reddish brown (5YR 3/3); very fine sandy loam; weak very fine and fine subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and slightly plastic; few very fine coated sands; many very fine vesicular and few fine simple tubular pores; many very fine, common fine, medium and very few coarse roots; common traces of dead root; few large gravel of ironstone; very strongly acid (field pH 5.0); clear and smooth boundary to Bt
Bt	17-40	Reddish brown (5YR 4/4); slightly gravelly very fine sandy loam; weak very fine and fine subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and slightly plastic; few faint clay coating on faces of peds; few very fine coated sands; many very fine and very few fine

		vesicular pores; many very fine, common fine, medium and few coarse roots; few traces of dead roots common large gravel of ironstone; many large angular boulders of slightly weathered and fresh sandstone; moderately acid (field pH 6.0); clear and smooth boundary to Btc
Btc	40-60	Reddish brown (5YR 4/4); very gravelly very fine sandy clay loam; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, slightly sticky and slightly plastic; common faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; few very fine coated sands; common fine vesicular and few fine simple tubular pores; many very fine, common fine and medium roots; many small to large gravel of ironstone and Fe-Mn oxide nodule; many large angular boulders of weathered sandstone underneath Btc horizon; strongly acid (field pH 5.5).

Sakaerat 4

I Information on the site

Profile symbol	: Skr-4
Soil name	: -
Classification	: Kanhaplic Haplustult
Date of examination	: October 26, 2010
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Woranan Sonkanha, Narissara Suksawat, Nipat Thanimarn, Naruedon Poviang, Wanrapee Suwanprapa, Walailuck Saikaew, Yuttakarn Kaewkaemthong, Jeeranut Hongjaturun, Jeerawan Promma, Piyavut Pomthong.
Location	: Sakaerat Environmental Research Station, Tambon Udomsup, Amphoe Wang Nam Kheo, Changwat Nakhon Ratchasima.
Elevation	: Approximately 428.4 m (MSL)
Map sheet number	: 5338 II-5337 I Coordination: 47P 0815876 ^E , 160 5285 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Concave footslope
2. Surrounding land form	: Slightly Undulating
3. Slope on which profile site	: 2% Aspect: 160 Azimuth
Land use	: Ecotone with Dry Dipterocarp mixed with dry evergreen species
Annual rainfall	: Approximately 1,222 mm
Mean temperature	: Approximately 27.0°C
Climate	: Tropical Savanna
Other	: Few large angular sandstone rock boulders on the surface

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium of sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Moderate
Depth of groundwater	: Deeper than > 105 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
A1	0-13	Very dusky red (2.5YR 2.5/2); very fine sandy loam; moderately weak very fine and fine subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, slightly sticky and moderate plastic; few very fine coated sands; many very fine, few fine and very few medium vesicular pores; many very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); abrupt and smooth boundary to A2
A2	13-29	Reddish brown (2.5YR 4/4); very fine sandy loam; moderately weak very fine and fine subangular blocky structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and moderate plastic; few very fine coated sands; many very fine vesicular pores; many very fine, fine, medium and few coarse roots; few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); abrupt and smooth boundary to Bt1
Bt1	29-53	Red (2.5YR 4/6); very fine sandy clay loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; few faint clay coating on faces of peds and pore walls; few very fine coated sands; few very fine and common fine vesicular pores; common very fine, medium coarse and many fine roots; few small Fe-Mn oxide nodules, few traces of dead roots; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Bt2
Bt2	53-79	Red (2.5YR 4/8); very fine sandy clay loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; common faint clay coating on faces of peds and pore walls; few very fine coated sands; common very fine and fine vesicular pores; many medium, coarse, common fine and few very fine roots; few small mixed Fe-Mn oxide nodules, few traces of dead roots; slightly acid (field pH 6.5); gradual and smooth boundary to Bt3
Bt3	79-105	Red (2.5YR 5/8); very fine sandy clay loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; common faint clay coating on faces of peds and pore walls; few very fine coated sands; common very fine and fine vesicular pores; common very fine, fine and medium roots; few medium subrounded Fe-Mn oxide nodules; many large angular boulders of weathered sandstone underneath Bt3 horizon; slightly acid (field pH 6.5).

Sakaerat 5

I Information on the site

Profile symbol	: Skr-5
Soil name	: -
Classification	: Haplic Plinthustult
Date of examination	: October 27, 2010
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Woranan Sonkanha, Narissara Suksawat, Nipat Thanimarn, Naruedon Poviang, Wanrapee Suwanprapa, Walailuck Saikaew, Yuttakarn Kaewkaemthong, Jeeranut Hongjaturun, Jeerawan Promma, Piyavut Pomthong.
Location	: Sakaerat Environmental Research Station, Tambon Udomsup, Amphoe Wang Nam Kheo, Changwat Nakhon Ratchasima.
Elevation	: Approximately 389.4 m (MSL)
Map sheet number	: 5338 II-5337 I Coordination: 47P 0815833 ^E , 160 5241 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Convex footslope
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 5% Aspect: 72 Azimuth
Land use	: Secondary Dry Evergreen Forest
Annual rainfall	: Approximately 1,222 mm
Mean temperature	: Approximately 27.0°C
Climate	: Tropical Savanna
Other	: Few large angular sandstone rock boulders on the surface

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium of sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Moderate
Depth of groundwater	: Deeper than > 70 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
A1	0-13	Dark reddish brown (5YR 3/2); very fine sandy loam; moderately weak fine subangular blocky structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few very fine coated sands; many very fine and fine vesicular pores; many very fine, fine and medium roots; many traces of dead roots; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to A2
A2	13-26	Reddish brown (5YR 4/4); very fine sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderate plastic; few very fine coated sands; many very fine and fine vesicular pores; many very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; few medium gravel of ironstones; strongly acid (field pH 5.5); abrupt and smooth boundary to Bt

Bt	26-44	Yellowish red (5YR 4/6); very fine sandy clay loam; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; many distinct clay coating on faces of peds, surfaces of rock fragments and Fe-Mn oxide nodule; few very fine coated sands; few very fine and fine vesicular pores; common very fine, medium and many fine roots; few small angular stones of weathered sandstone, few; extremely acid (field pH 4.5); abrupt and smooth boundary to Btc
Btc	44-70	Yellowish red (5YR 4/6); very gravelly very fine sandy clay loam; moderately fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and moderate plastic; many distinct clay coating on faces of peds rock and surfaces of Fe-Mn oxide nodule; few very fine coated sands; many very fine and few fine vesicular pores; common very fine and few very fine roots; many Fe-Mn oxide nodules, many small to large angular stones of weathered sandstone; many Fe-Mn oxide nodules mixed with weathered sandstone stones and boulders of underneath Btc horizon; very strongly acid (field pH 5.0).

Sakaerat 6

I Information on the site

Profile symbol	: Skr-6
Soil name	: -
Classification	: Typic Haplustult
Date of examination	: October 27, 2010
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Woranan Sonkanha, Narissara Suksawat, Nipat Thanimarn, Naruedon Poviang, Wanrapee Suwanprapa, Walailuck Saikaew, Yuttakarn Kaewkaemthong, Jeeranut Hongjaturun, Jeerawan Promma, Piyavut Pomthong.
Location	: Sakaerat Environmental Research Station, Tambon Udomsup, Amphoe Wang Nam Kheo, Changwat Nakhon Ratchasima.
Elevation	: Approximately 414.3 m (MSL)
Map sheet number	: 5338 II-5337 I Coordination: 47P 0815446 ^E , 160 5556 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Erosional surface of footslope
2. Surrounding land form	: Rolling
3. Slope on which profile site	: 15% Aspect: 332 Azimuth
Land use	: Secondary Dry Evergreen Forest
Annual rainfall	: Approximately 1,222 mm
Mean temperature	: Approximately 27.0°C
Climate	: Tropical Savanna
Other	: Many large angular boulders of sandstone rock on the surface

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium of sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of groundwater	: Deeper than > 55 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
A	0-18	Dark gray (5YR 4/1) (40%) mixed with (5YR 6/6) (60%); very fine sandy loam; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; few very fine coated sands; many very fine and fine vesicular pores; common very fine, many fine, medium and coarse roots; many traces of dead roots, few medium to large angular stones of weathered sandstone; neutral (field pH 7.0); clear and smooth boundary to Bt1
Bt1	18-34	Yellowish red (5YR 5/8); very fine sandy loam; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many distinct clay coating on faces of peds; few very fine coated sands; many very fine and few fine vesicular pores; common very fine, many fine, medium and coarse roots; few traces of dead roots; few medium angular stones of weathered sandstone, strongly acid (field pH 5.5); clear and smooth boundary to Bt2
Bt2	34-55	Yellowish red (5YR 5/6); very fine sandy clay loam; moderate very fine and fine subangular blocky structure; soft dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; common distinct clay coating on faces of peds; few very fine coated sands; common very fine vesicular pores; common fine, few very fine, medium and coarse roots; few traces of dead roots; few small Fe-Mn oxide nodules; common medium large angular gravel of weathered sandstone; many very large angular boulders of weathered sandstone lying underneath Bt2 horizon; very strongly acid (field pH 5.0).

Sakaerat 7

I Information on the site

Profile symbol	: Skr-7
Soil name	: -
Classification	: Typic Plinthustalf
Date of examination	: October 27, 2010
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Woranan Sonkanha, Narissara Suksawat, Nipat Thanimarn, Naruedon Poviang, Wanrapee Suwanprapa, Walailuck Saikaew, Yuttakarn Kaewkaemthong, Jeeranut Hongjaturun, Jeerawan Promma, Piyavut Pomthong.

Location : Sakaerat Environmental Research Station, Tambon Udomsup,
Amphoe Wang Nam Kheo, Changwat Nakhon Ratchasima.
Elevation : Approximately 488 m (MSL)
Map sheet number : 5338 II-5337 I Coordination: 47P 0814585^E, 160 4947^N

Landform

1. Physiographic position : Lower footslope
2. Surrounding land form : Rolling
3. Slope on which profile site : 10% Aspect: 190 Azimuth
Land use : Dry Evergreen Forest
Annual rainfall : Approximately 1,222 mm
Mean temperature : Approximately 27.0°C
Climate : Tropical Savanna
Other : -

II General information on the soil

Parent material : Colluvium of sandstone
Drainage : Well drained
Permeability : Moderate
Runoff : Rapid
Depth of groundwater : Deeper than > 175 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
A1	0-11	Brown (7.5YR 5/3); very fine sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; few very fine coated sands; many very fine and few fine vesicular pores; many very fine, fine and few medium roots; A large holes of termite nest, few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear and smooth boundary to A2
A2	11-26	Brown (7.5YR 5/4) (80%) mixed with brown (7.5YR 5/3) (20%); very fine sandy clay loam; moderate and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; few very fine coated sands; many very fine vesicular pores; many very fine, common fine and few medium roots; A large hole of termite nest, few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); clear and smooth boundary to Bt1
Bt1	26-48	Reddish brown (5YR 5/4); very fine sandy clay loam; moderate medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; common distinct clay coating on faces of peds and pore walls; few very fine coated sands; common very fine, fine and few very fine single tubular pores; common very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; few traces of rock fragment; strongly acid (field pH 5.5); clear and smooth boundary to Bt2
Bt2	48-76	Yellowish red (5YR 4/6); very fine sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, very

		sticky and very plastic; many distinct clay coating on faces of peds and pore walls; few very fine coated sands; few very fine, fine vesicular and few very fine simple and dendrite tubular pores; common very fine, fine and few medium roots; few traces of dead roots, few medium Fe-Mn oxide nodule; few very fine krotovinas; very strongly acid (field pH 5.0); clear and smooth boundary to Bt3
Bt3	76-109	Reddish brown (2.5YR 4/3) (70%) mixed with (7.5YR 6/3) (30%); very fine sandy clay; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds and pore walls; few very fine coated sands; few very fine, fine vesicular and few very fine simple and dendrite tubular pores; few very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots, few small to medium Fe-Mn oxide nodules; very strongly acid (field pH 5.0); clear and smooth boundary to Btc1
Btc1	109-120	Weak red (10R 4/4) (60%) mixed with (7.5YR 7/4) (40%); very gravelly fine sandy clay; strong fine subangular blocky structure; hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; common distinct clay coating on faces of peds, pore walls and surfaces of Fe-Mn oxide nodules; few very fine coated sands; few very fine, fine vesicular and very fine simple tubular pores; few very fine and fine roots; common traces of dead roots, many small to large Fe-Mn oxide nodules; very strongly acid (field pH 5.0); abrupt and smooth boundary to Btc2
Btc2	120-148	Pale red (10R 6/4) (30%) mixed with light brown (7.5YR 6/4) (70%); very gravelly very fine sandy clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds, pore walls and surfaces of Fe-Mn oxide nodules; few very fine coated sands; few very fine, fine vesicular and very fine simple tubular pores; few very fine, fine and medium roots; common traces of dead roots, many small to large Fe-Mn oxide nodules; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Bvg
Bvg	148-175+	Red (10R 4/6) (40%) mixed with pinkish gray (5YR 6/2) (40%) and light red (10R 6/6) (20%); very gravelly very fine sandy clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds, pore walls and surfaces of Fe-Mn oxide nodules; few very fine coated sands; few very fine, fine vesicular and very fine simple tubular pores; few very fine, fine and medium roots; few large krotovinas few traces of dead roots, common small to medium Fe-Mn oxide nodules; common small angular boulders of weathered sandstone lying underneath Bvg horizon; neutral (field pH 7.0).

Sakaerat 8

I Information on the site

Profile symbol	: Skr-8
Soil name	: -
Classification	: Typic Plinthustult
Date of examination	: October 27, 2010
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Woranan Sonkanha, Narissara Suksawat, Nipat Thanimmarn, Naruedon Poviang, Wanrapee Suwanprapa, Walailuck Saikaew, Yuttakarn Kaewkaemthong, Jeeranut Hongjaturun, Jeerawan Promma, Piyavut Pomthong.
Location	: Sakaerat Environmental Research Station, Tambon Udomsup, Amphoe Wang Nam Kheo, Changwat Nakhon Ratchasima.
Elevation	: Approximately 531 m (MSL)
Map sheet number	: 5338 II-5337 I Coordination: 47P 0814581 ^E , 160 4947 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Upper middle footslope
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 8% Aspect: 20 Azimuth
Land use	: Dry Evergreen Forest
Annual rainfall	: Approximately 1,222 mm
Mean temperature	: Approximately 27.0°C
Climate	: Tropical Savanna
Other	: -

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium of sandstone
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
A	0-14	Reddish yellow (5YR 6/8); very fine sandy loam; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few very fine coated sands; many very fine and common fine vesicular pores; common very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear and smooth boundary to Bt1
Bt1	14-35	Yellowish red (5YR 5/8); very fine sandy loam; moderately weak and very fine and fine subangular blocky structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and moderate plastic; common faint clay coating on faces of peds; few very fine coated sands; many very fine vesicular pores; common very fine and fine and medium roots; few traces of dead roots;

		A very large hole of termite nest lining vertically from Bt1 to Bt3; strongly acid (field pH 5.5); gradual and smooth boundary to Bt2
Bt2	35-60	Yellowish red (5YR 5/8); very fine sandy loam; moderate weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, moderate sticky and very plastic; few faint clay coating on faces of peds; few very fine coated sands; many very fine and few fine vesicular pores; common very fine, fine and few medium roots; few traces of dead roots; few medium angular stones of weathered sandstone, few small Fe-Mn oxide nodules; very strongly acid (field pH 5.0); gradual and smooth boundary to Bt3
Bt3	60-88/99	Yellowish red (5YR 5/8); very fine sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; few faint clay coating on faces of peds; few very fine coated sands; many very fine and few fine vesicular pores; few very fine, fine and common medium roots; very strongly acid (field pH 5.0); abrupt and wavy boundary to Btc1
Btc1	88/99-120	Yellowish red (5YR 5/8); very gravelly very fine sandy clay loam; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; common distinct clay coating on faces of peds and surfaces of Fe-Mn oxide nodules; few very fine coated sands, common very fine and few fine vesicular pores; few very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; many fine to large Fe-Mn oxide nodules, many angular gravel of weathered sandstone; very strongly acid (field pH 5.0); clear and smooth boundary to Btc2
Btc2	120-142	Yellowish red (5YR 5/8); very gravelly very fine sandy clay; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; common distinct clay coating on faces of peds, surfaces of rock fragments and Fe-Mn oxide nodules; few very fine coated sands; common very fine and few fine vesicular pores; few very fine and medium roots; few traces of dead roots; many fine to large Fe-Mn oxide nodules, many large angular gravel of weathered sandstone; very strongly acid (field pH 5.0); clear and smooth boundary to Btc3
Btc3	142-165	Yellowish red (5YR 5/8); very gravelly very fine sandy clay; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; many distinct clay coating on faces of peds, surfaces of rock fragments and Fe-Mn oxide nodules; few very fine coated sands; common very fine and few fine vesicular pores; few very fine and medium roots; few traces of dead roots; many fine to large Fe-Mn oxide nodules, many large angular gravel of weathered sandstone; very strongly acid (field pH 5.0); clear and smooth boundary to Btc4
Btc4	165-200+	Yellowish red (5YR 5/8); very gravelly very fine sandy clay; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderate sticky and very plastic; many distinct clay coating on faces of peds, surfaces of rock fragments and Fe-Mn oxide nodules; few very fine coated sands; common very fine and few fine vesicular pores; few very fine and medium roots; few traces of dead roots; many fine to large Fe-

Mn oxide nodules, many large angular gravel of weathered sandstone;
very strongly acid (field pH 5.0).



ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดินบริเวณที่ทำการศึกษา

Depth	Horizon	Particle size distribution			Textural class	Bulk	Hydraulic
(cm)		sand	silt	clay		density	conductivity
		(-----g kg ⁻¹ -----)				(Mg m ⁻³)	(cm hr ⁻¹)
Skr-1 Haplic Plinthustult (Secondary Mixed Deciduous Forest)							
0-10	A1	718	219	62	Sandy loam	1.26	5.39
10-22	A2	670	266	62	Sandy loam	1.42	6.69
22-41	Bt1	641	237	120	Sandy loam	1.51	4.87
41-60	Btc	635	302	62	Sandy loam	1.58	9.23
Skr-2 Lithic Haplustult (Dry Dipterocarp Forest mainly covered with Ya Pek (<i>Arundinaria pusilla</i>))							
0-11	A1	466	363	170	Loam	1.02	9.11
11-22	A2	320	350	329	Clay Loam	1.41	8.81
22-40	Bt	303	359	337	Clay Loam	1.50	39.53
Skr-3 Haplic Plinthustult (Dry Dipterocarp Forest)							
0-17	A	549	225	225	Sandy clay loam	1.17	17.27
17-40	Bt	510	310	179	Loam	1.45	54.65
40-60	Btc	487	312	200	Loam	1.68	24.73
Skr-4 Kanhaphic Haplustult (Ecotone with Dry Dipterocarp mixed with Dry Evergreen species)							
0-13	A1	447	314	208	Loam	1.15	23.93
13-29	A2	441	383	175	Loam	1.22	12.34
29-53	Bt1	402	309	287	Clay loam	1.43	6.88
53-79	Bt2	421	278	300	Clay loam	1.48	5.50
79-105	Bt3	400	330	269	Clay loam	1.52	2.88
Skr-5 Haplic Plinthustult (Secondary Dry Evergreen Forest)							
0-13	A1	461	480	58	Sandy loam	1.20	6.71
13-26	A2	386	463	150	Loam	1.18	4.62
26-44	Bt	382	433	183	Loam	1.30	2.38
44-70	Btc	372	435	191	Loam	1.56	1.16

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Depth	Horizon	Particle size distribution			Textural class	Bulk	Hydraulic
(cm)		sand	silt	clay		density	conductivity
		(-----g kg ⁻¹ -----)				(Mg m ⁻³)	(cm hr ⁻¹)
Skr-6 Typic Haplustult (Secondary Dry Evergreen Forest)							
0-18	A	373	505	120	Silt loam	1.43	5.44
18-34	Bt1	365	326	308	Clay loam	1.48	2.07
34-55	Bt2	311	296	391	Clay loam	1.55	1.38
Skr-7 Typic Plinthustalf (Dry Evergreen Forest)							
0-11	A1	282	388	329	Clay loam	1.46	0.48
11-26	A2	331	431	237	Loam	1.49	0.34
26-48	Bt1	377	476	145	Loam	1.40	0.76
48-76	Bt2	305	402	291	Clay loam	1.49	3.95
76-109	Bt3	272	440	287	Clay loam	1.54	0.03
109-120	Btc1	304	382	312	Clay loam	1.57	0.41
120-148	Btc2	251	369	379	Clay loam	1.72	0.17
148-175+	Bvg	267	345	387	Clay loam	1.82	0.06
Skr-8 Typic Plinthustult (Dry Evergreen Forest)							
0-14	A1	350	332	316	Clay loam	1.22	42.81
14-35	Bt1	310	368	320	Clay loam	1.45	17.00
35-60	Bt2	403	350	245	Loam	1.54	66.05
60-89/99	Bt3	240	626	133	Silt loam	1.43	8.96
88/99-120	Btc1	229	170	600	Clay	1.40	2.30
120-142	Btc2	254	241	504	Clay	1.64	2.68
142-165	Btc3	369	130	500	Clay	1.72	3.32
165-200+	Btc4	398	226	375	Clay loam	1.68	1.18

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินในบริเวณที่ศึกษา

Depth (cm)	Horizon	pH 1:1		OM	Total N	Available		Extractable bases				Sum base	Extr. acidity	CEC		BS
		H ₂ O	KCl			P	K	Ca	Mg	K	Na			by sum	NH ₄ OAc	
				(-----g kg ⁻¹ -----)	(-----mg kg ⁻¹ -----)		(-----cmol _c kg ⁻¹ -----)								(%)	
Skr-1 Haplic Plinthustult (Secondary Mixed Deciduous Forest)																
0-10	A1	5.5	4.7	32.16	1.33	0.17	40.59	5.39	1.77	0.10	0.50	7.77	2	9.76	10.50	79
10-22	A2	5.0	3.7	7.22	0.49	0.09	17.79	0.76	0.69	0.05	0.37	1.87	4	5.86	4.50	32
22-41	Bt1	5.1	3.6	6.88	0.42	0.11	17.86	0.46	0.51	0.05	0.17	1.19	6	7.19	9.25	17
41-60+	Btc	5.2	3.6	8.60	0.56	0.07	22.29	0.77	0.08	0.06	0.17	1.08	4	5.08	10.25	21
Skr-2 Lithic Haplustult (Dry Dipterocarp Forest mainly covered with Ya Pek (<i>Arundinaria pusilla</i>))																
0-11	A1	5.1	4.1	32.68	1.05	0.04	114.28	2.19	2.24	0.29	0.10	4.82	6	10.82	12.25	44
11-22	A2	5.5	3.5	20.47	0.95	0.02	80.58	1.64	2.58	0.21	0.15	4.58	15	19.57	15.00	23
22-40	Bt	5.2	3.4	14.45	0.81	0.03	54.38	1.37	2.08	0.14	0.14	3.72	12	15.72	15.25	24
Skr-3 Haplic Plinthustult (Dry Dipterocarp Forest)																
0-17	A	4.7	3.7	29.58	1.75	0.15	12.09	0.37	0.10	0.06	0.16	4.82	15	19.82	38.50	4
17-40	Bt	4.9	3.8	12.97	0.84	0.07	12.42	0.07	0.03	0.03	0.11	4.58	8	12.57	7.50	3
40-60	Btc	5	3.2	11.28	0.70	0.06	10.29	0.11	0.03	0.03	0.21	3.72	11	14.72	9.00	3

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

Depth	Horizon	pH 1:1		OM	Total	Available		Extractable bases				Sum	Extr.	CEC		BS
(cm)		H ₂ O	KCl		N	P	K	Ca	Mg	K	Na	base	acidity	by sum	NH ₄ OAc	
					(-----g kg ⁻¹ -----)	(-----mg kg ⁻¹ -----)		(-----cmol _c kg ⁻¹ -----)								(%)
Skr-4 Kanhaphic Haplustult (Ecotone with Dry Dipterocarp mixed with Dry Evergreen species)																
0-13	A1	4.7	3.7	29.24	1.19	0.12	38.24	0.69	0.43	0.10	0.13	1.35	10	11.34	9.50	12
13-29	A2	4.8	3.6	18.23	0.91	0.07	21.87	0.76	0.08	0.06	0.10	0.99	9	9.99	8.25	10
29-53	Bt1	5	3.6	12.73	0.49	0.07	14.83	0.56	0.08	0.04	0.31	0.99	5	5.98	6.50	17
53-79	Bt2	5	3.5	6.88	0.42	0.06	12.10	0.52	0.08	0.03	0.20	0.82	6	6.81	5.25	12
79-105	Bt3	4.9	3.4	4.13	0.35	0.05	11.71	0.39	0.08	0.03	0.18	0.68	7	7.67	4.75	9
Skr-5 Haplic Plinthustult (Secondary Dry Evergreen Forest)																
0-13	A1	4.8	4.1	23.74	0.77	0.15	126.51	1.90	1.56	0.32	0.32	4.10	23	27.10	13.50	15
13-26	A2	4.8	3.4	19.61	1.05	0.07	62.33	0.31	0.61	0.16	0.24	1.31	7	8.31	8.50	16
26-44	Bt	4.5	3.3	13.93	0.77	0.05	71.68	0.23	2.10	0.18	0.32	2.84	5	7.84	7.50	36
44-70+	Btc	4.5	3.3	11.35	0.56	0.05	62.42	0.20	0.24	0.16	0.31	0.91	2	2.91	6.50	31

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

Depth	Horizon	pH 1:1		OM	Total	Available		Extractable bases				Sum	Extr.	CEC		BS
(cm)		H ₂ O	KCl		N	P	K	Ca	Mg	K	Na	base	acidity	by sum	NH ₄ OAc	
		(-----g kg ⁻¹ -----)			(-----mg kg ⁻¹ -----)			(-----cmol _c kg ⁻¹ -----)								(%)
Skr-6 Typic Haplustult (Secondary Dry Evergreen Forest)																
0-18	A	5.3	4.6	28.04	1.40	0.09	174.57	4.79	1.52	0.45	0.12	6.87	2	8.87	10.25	77
18-34	Bt1	4.9	3.4	15.82	0.84	0.09	105.28	1.05	0.51	0.27	0.09	1.93	4	5.93	8.75	32
34-55	Bt2	4.5	3.2	12.56	0.77	0.02	56.06	0.36	0.45	0.14	0.08	1.04	7	8.04	9.25	13
Skr-7 Typic Plinthustalf (Dry Evergreen Forest)																
0-11	A1	5.8	4.8	25.28	1.55	0.03	71.27	6.46	1.70	0.18	0.40	8.74	4	12.74	12.00	69
11-48	A2	5.5	3.5	20.64	1.22	0.03	64.05	1.66	0.99	0.16	0.47	3.28	2	5.28	7.25	62
26-48	Bt1	5.2	3.6	20.30	1.05	0.05	154.42	1.44	1.23	0.40	0.70	3.76	4	7.76	8.25	48
48-76	Bt2	5.1	3.4	9.12	0.56	0.01	62.78	2.35	1.19	0.16	0.32	4.02	2	6.02	7.75	67
76-109	Bt3	5	3.4	8.26	0.63	0.03	83.90	1.88	1.13	0.22	0.40	3.63	1	4.63	8.00	78
109-120	Btc1	4.9	3.4	6.88	0.56	0.03	98.44	2.21	1.35	0.25	0.16	3.98	1	4.98	9.25	80
120-148	Btc2	5.3	3.9	5.50	0.56	0.01	100.87	5.25	1.87	0.26	0.18	7.55	3	10.55	11.25	71
148-175+	Bvg	5.6	4.6	6.54	0.49	0.01	85.90	6.24	1.75	0.22	0.44	8.64	2	10.64	11.25	81

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

Depth	Horizon	pH 1:1		OM	Total	Available		Extractable bases				Sum	Extr.	CEC		BS
(cm)		H ₂ O	KCl		N	P	K	Ca	Mg	K	Na	base	acidity	by sum	NH ₄ OAc	
				(-----g kg ⁻¹ -----)	(-----mg kg ⁻¹ -----)		(-----cmol _c kg ⁻¹ -----)									(%)
Skr-8 Typic Plinthustult (Dry Evergreen Forest)																
0-14	A1	4.5	3.5	31.30	1.47	0.08	51.25	0.28	0.26	0.13	0.19	0.86	10	10.86	13.50	8
14-35	Bt1	4.5	3.5	26.83	0.98	0.05	19.05	0.05	0.08	0.05	0.07	0.26	7	7.26	8.75	3
35-60	Bt2	4.5	3.6	18.40	1.23	0.07	62.46	0.46	0.70	0.16	0.33	1.65	9	10.65	7.25	15
60-89/99	Bt3	4.7	3.5	9.98	0.56	0.02	27.78	0.04	0.03	0.07	0.20	0.34	7	7.34	8.00	5
88/99-120	Btc1	5.5	3.6	5.85	0.28	0.01	47.80	0.04	0.03	0.12	0.72	0.92	8	8.92	7.75	10
120-142	Btc2	5.9	3.5	5.68	0.35	0.02	26.94	0.05	0.03	0.07	0.28	0.43	6	6.43	9.75	7
142-165	Btc3	6.3	3.6	3.44	0.21	0.03	19.99	0.07	0.04	0.05	0.56	0.72	11	11.72	6.75	6
165-200+	Btc4	5.8	3.6	4.13	0.28	0.01	15.75	0.08	0.04	0.04	0.17	0.33	9	9.33	7.75	4

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณเหล็ก อะลูมิเนียม และแมงกานีสที่สกัดด้วยไดไฮโดรไอโหนด-ซีเตรต
 โดยการบอเนต ออกซาเลต และไพโรฟอสเฟตของดินที่ทำการศึกษา

Depth (cm)	Horizon	Fe _d (-----g kg ⁻¹ -----)	Fe _o	Fe _p	Fe _o /Fe _d	Al _d	Al _o	Al _p	Mn _d (-----g kg ⁻¹ -----)	Mn _o	Mn _p
Skr-1 Haplic Plinthustult (Secondary Mixed Deciduous Forest)											
0-10	A1	14.0	1.09	0.52	0.08	2.4	0.82	1.33	0.670	0.693	0.189
10-22	A2	16.7	1.08	0.73	0.06	2.9	0.96	1.22	0.318	0.157	0.078
22-41	Bt1	18.7	1.15	0.73	0.06	3.0	0.90	1.00	0.297	0.370	0.055
41-60+	Btc	22.6	1.25	0.60	0.06	3.2	0.97	0.94	0.345	0.167	0.059
Skr-2 Lithic Haplustult (Dry Dipterocarp Forest mainly covered with Ya Pek (<i>Arundinaria pusilla</i>))											
0-11	A1	25.2	4.35	1.77	0.17	3.6	0.95	1.30	0.188	0.099	0.058
11-22	A2	33.1	5.37	3.94	0.16	6.1	1.81	2.39	0.031	0.023	0.013
22-40	Bt	32.6	5.39	4.40	0.17	6.9	2.20	2.67	0.001	0.009	0.006
Skr-3 Haplic Plinthustult (Dry Dipterocarp Forest)											
0-17	A	32.7	2.24	2.77	0.07	10.6	3.42	3.48	0.315	0.175	0.085
17-40	Bt	35.1	1.97	2.69	0.06	12.4	4.42	3.79	0.356	0.188	0.068
40-60	Btc	40.3	2.14	2.73	0.05	11.5	3.47	2.96	0.281	0.151	0.055
Skr-4 Kanhaphic Haplustult (Ecotone with Dry Dipterocarp mixed with Dry Evergreen species)											
0-13	A1	26.5	1.62	1.13	0.06	5.9	1.86	1.74	0.207	0.106	0.066
13-29	A2	30.5	1.73	1.83	0.06	5.9	1.59	1.89	0.121	0.053	0.028
29-53	Bt1	40.0	1.63	1.40	0.05	5.9	1.40	1.39	0.099	0.041	0.015
53-79	Bt2	33.7	1.63	1.01	0.05	5.6	1.27	1.06	0.101	0.040	0.012
79-105	Bt3	31.1	1.32	0.66	0.04	4.7	1.03	0.84	0.103	0.042	0.013
Skr-5 Haplic Plinthustult (Secondary Dry Evergreen Forest)											
0-13	A1	24.0	1.93	1.42	0.08	5.3	1.66	1.60	0.248	0.134	0.073
13-26	A2	28.6	2.03	2.07	0.07	5.6	1.53	1.76	0.202	0.095	0.052
26-44	Bt	32.2	2.22	2.10	0.07	5.7	1.27	1.56	0.086	0.038	0.017
44-70+	Btc	41.0	1.87	2.87	0.05	6.2	1.21	1.63	0.131	0.037	0.019
Skr-6 Typic Haplustult (Secondary Dry Evergreen Forest)											
0-18	A	28.7	1.75	1.70	0.06	5.30	1.53	1.59	0.998	1.049	0.198
18-34	Bt1	34.8	2.06	1.70	0.06	5.39	1.30	1.08	0.232	0.098	0.035
34-55	Bt2	41.1	2.28	2.34	0.06	6.00	1.38	1.76	0.212	0.085	0.028
Skr-7 Typic Plinthustalf (Dry Evergreen Forest)											
0-11	A1	14.9	1.90	0.65	0.13	2.41	0.72	0.48	1.226	1.303	0.303
11-26	A2	20.6	2.72	1.35	0.13	3.00	0.84	0.74	0.534	0.269	0.094
26-48	Bt1	23.0	2.88	1.88	0.13	4.02	1.13	0.93	0.200	0.103	0.038
48-76	Bt2	28.2	2.95	2.33	0.10	5.01	1.40	1.17	0.133	0.057	0.023
76-109	Bt3	30.6	2.88	1.88	0.09	4.66	1.13	1.05	0.114	0.053	0.019
109-120	Btc1	31.4	2.30	0.53	0.07	4.12	0.83	0.44	0.247	0.121	0.030
120-148	Btc2	35.9	2.30	0.83	0.06	4.81	0.92	12.55	0.230	0.097	0.043
148-175+	Bvg	35.7	2.36	0.66	0.07	3.98	0.69	6.74	0.410	0.208	0.031

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Depth	Horizon	Fe _d	Fe _o	Fe _p	Fe _o /Fe _d	Al _d	Al _o	Al _p	Mn _d	Mn _o	Mn _p
(cm)		(-----g kg ⁻¹ -----)				(-----g kg ⁻¹ -----)					
Skr-8 Typic Plinthustult (Dry Evergreen Forest)											
0-14	A1	59.8	1.71	2.23	0.03	9.99	1.58	2.96	0.101	0.042	0.025
14-35	Bt1	61.7	1.65	2.61	0.03	10.70	1.78	1.02	0.084	0.030	0.009
35-60	Bt2	67.6	1.26	2.23	0.02	11.49	1.50	2.67	0.050	0.009	0.002
60-89/99	Bt3	71.2	1.21	0.57	0.02	10.42	1.40	1.74	0.043	0.005	0.006
89/99-120	Btc1	80.3	1.73	0.83	0.02	11.05	1.37	1.69	0.053	0.007	0.004
120-142	Btc2	90.6	0.96	0.06	0.01	11.99	1.41	1.28	0.082	0.010	0.002
142-165	Btc3	87.9	0.95	0.01	0.01	11.41	1.23	0.97	0.145	0.041	0.008
165-200+	Btc4	77.8	0.61	0.01	0.01	9.75	0.91	0.89	0.199	0.073	0.011

หมายเหตุ Fe_d, Al_d, Mn_d = สกัดด้วย dithionite-citrate-bicarbonate (DCB)

Fe_o, Al_o, Mn_o = สกัดด้วย ammonium oxalate (pH 3.0) (AOE)

Fe_p, Al_p, Mn_p = สกัดด้วย 0.1 M sodium pyrophosphate (pH 10) (SPE)

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณเม็ดดินเสถียรน้ำในแต่ละขนาด และขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินเสถียรน้ำ

Depth (cm)	Horizon	WSA1 (-----g 100 g ⁻¹ soil-----)	WSA2	WSA3	WSA4	WSA5	WSA6	MWD (mm)
Skr-1 Haplic Plinthustult (Secondary Mixed Deciduous Forest)								
0-10	A1	43.87	7.29	5.13	7.96	28.24	7.50	2.42
10-22	A2	30.81	11.24	7.64	7.07	31.92	11.32	1.85
22-41	Bt1	9.38	10.35	8.95	13.90	53.80	3.63	0.84
41-60+	Btc	4.85	6.14	6.33	11.44	60.10	11.15	0.54
Skr-2 Lithic Haplustult (Dry Dipterocarp Forest mainly covered with Ya Pek (<i>Arundinaria pusilla</i>))								
0-11	A1	37.87	17.51	16.74	13.08	9.11	5.69	2.35
11-22	A2	41.01	19.39	15.89	10.99	8.15	4.57	2.52
22-40	Bt	29.03	23.40	20.52	13.51	8.27	5.27	2.02
Skr-3 Haplic Plinthustult (Dry Dipterocarp Forest)								
0-17	A	28.52	13.03	13.48	16.37	24.20	4.40	1.83
17-40	Bt	41.32	9.20	8.19	13.09	24.05	4.15	2.36
40-60	Btc	8.45	12.29	17.16	23.39	29.07	9.64	0.88
Skr-4 Kanhaphic Haplustult (Ecotone with Dry Dipterocarp mixed with Dry Evergreen species)								
0-13	A1	51.45	12.51	10.08	8.20	12.17	5.59	2.89
13-29	A2	38.24	16.80	11.78	10.54	15.85	6.79	2.32
29-53	Bt1	35.45	16.59	11.91	10.16	15.87	10.03	2.18
53-79	Bt2	34.04	18.13	13.03	10.39	16.47	7.94	2.14
79-105	Bt3	14.21	15.37	15.33	13.30	39.55	2.24	1.18
Skr-5 Haplic Plinthustult (Secondary Dry Evergreen Forest)								
0-13	A1	39.49	16.79	13.63	10.71	13.30	6.09	2.40
13-26	A2	28.12	15.48	18.01	14.38	16.78	7.23	1.86
26-44	Bt	7.95	13.66	18.07	26.53	21.77	12.03	0.88
44-70+	Btc	7.67	8.52	10.10	17.48	51.55	4.68	0.75
Skr-6 Typic Haplustult (Secondary Dry Evergreen Forest)								
0-18	A	30.05	16.84	18.03	15.18	13.94	5.97	1.97
18-34	Bt1	24.19	13.32	13.81	15.31	28.78	4.58	1.62
34-55	Bt2	12.51	7.08	10.41	23.07	43.36	3.57	0.97
Skr-7 Typic Plinthustalf (Dry Evergreen Forest)								
0-11	A1	49.30	10.93	10.10	7.93	14.76	6.98	2.76
11-26	A2	40.21	13.56	12.75	12.58	11.69	9.21	2.38
26-48	Bt1	19.60	12.75	16.13	19.87	27.81	3.84	1.42
48-76	Bt2	11.58	12.96	23.84	23.53	22.09	5.99	1.08
76-109	Bt3	6.89	12.88	18.93	24.60	27.82	8.88	0.83
109-120	Btc1	17.11	14.51	16.05	15.51	29.96	6.85	1.31
120-148	Btc2	15.61	15.53	18.83	16.60	23.24	10.19	1.26
148-175	Bvg	15.76	14.28	14.00	16.49	30.76	8.70	1.23

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

Depth (cm)	Horizon	WSA1	WSA2	WSA3	WSA4	WSA5	WSA6	MWD (mm)
(-----g 100 g ⁻¹ soil-----)								
Skr-8 Typic Plinthustult (Dry Evergreen Forest)								
0-14	A1	51.30	16.45	11.98	8.28	7.61	4.38	2.95
14-35	Bt1	31.97	16.60	16.52	14.44	13.74	6.72	2.05
35-60	Bt2	14.78	13.28	17.24	18.81	31.79	4.11	1.20
60-89/99	Bt3	9.01	10.86	14.01	20.01	43.51	2.60	0.87
89/99-120	Btc1	14.16	12.33	13.44	15.76	42.08	2.21	1.13
120-142	Btc2	23.77	11.53	10.61	13.64	30.55	9.90	1.55
142-165	Btc3	19.79	11.07	12.42	16.16	32.08	8.48	1.37
165-200	Btc4	14.14	10.11	12.17	17.25	34.26	12.07	1.08

หมายเหตุ WSA1 = water stable aggregate 2-8 mm

WSA2 = water stable aggregate 1-2 mm

WSA3 = water stable aggregate 0.5-1 mm

WSA4 = water stable aggregate 0.25-0.5 mm

WSA5 = water stable aggregate 0.1-0.25 mm

WSA6 = water stable aggregate smaller than 0.1 mm

MWD = mean-weight diameter

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในเม็ดดินเสถียรน้ำแต่ละขนาด

Depth (cm)	Horizon	Soil organic carbon					
		WSA1	WSA2	WSA3	WSA4	WSA5	WSA6
(----- g kg ⁻¹ -----)							
Skr-1 Haplic Plinthustult (Secondary Mixed Deciduous Forest)							
0-10	A1	13.17	15.69	19.29	19.06	10.56	15.20
10-22	A2	4.45	4.26	4.45	5.62	3.49	6.39
22-41	Bt1	3.29	3.29	3.68	3.20	3.49	4.65
41-60+	Btc	2.81	3.29	4.02	3.10	5.62	4.55
Skr-2 Lithic Haplustult (Dry Dipterocarp Forest mainly covered with Ya Pek (<i>Arundinaria pusilla</i>))							
0-11	A1	16.08	28.94	19.29	19.29	16.08	14.91
11-22	A2	14.91	15.50	15.69	15.30	14.53	12.98
22-40	Bt	13.27	12.98	13.17	13.17	12.78	11.14
Skr-3 Haplic Plinthustult (Dry Dipterocarp Forest)							
0-17	A	19.29	15.88	18.59	18.13	19.18	20.34
17-40	Bt	14.33	13.95	15.69	14.53	13.17	19.37
40-60	Btc	9.53	12.19	12.98	11.23	9.49	12.78
Skr-4 Kanhaphic Haplustult (Ecotone with Dry Dipterocarp mixed with Dry Evergreen species)							
0-13	A1	9.53	15.50	19.06	17.43	19.29	16.08
13-29	A2	10.27	10.27	11.43	11.23	10.07	10.85
29-53	Bt1	6.20	6.97	7.75	7.55	7.36	6.97
53-79	Bt2	6.00	5.42	6.78	6.78	5.42	6.97
79-105	Bt3	4.26	3.87	4.07	4.07	4.07	4.65
Skr-5 Haplic Plinthustult (Secondary Dry Evergreen Forest)							
0-13	A1	14.53	14.72	19.06	19.29	14.14	13.75
13-26	A2	10.85	10.85	13.95	13.36	10.07	8.91
26-44	Bt	7.36	7.75	7.94	6.97	5.81	6.78
44-70+	Btc	6.78	8.13	8.91	8.13	6.39	6.78
Skr-6 Typic Haplustult (Secondary Dry Evergreen Forest)							
0-18	A	15.11	14.91	14.53	13.56	11.43	12.40
18-34	Bt1	5.42	6.20	7.17	6.39	5.42	5.23
34-55	Bt2	5.81	6.20	6.20	5.42	4.65	4.45
Skr-7 Typic Plinthustalf (Dry Evergreen Forest)							
0-11	A1	11.82	12.98	15.11	15.69	12.78	9.68
11-26	A2	4.84	5.04	5.04	5.42	4.65	4.07
26-48	Bt1	6.20	5.23	5.23	4.07	3.49	3.68
48-76	Bt2	6.20	6.20	4.45	4.45	3.29	6.20
76-109	Bt3	5.04	4.26	4.07	4.07	3.49	3.29
109-120	Btc1	4.26	3.68	3.20	2.81	2.13	3.00
120-148	Btc2	4.94	3.78	3.20	2.91	2.61	2.42
148-175	Bvg	3.49	3.10	3.29	2.71	1.94	1.94

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

Depth (cm)	Horizon	Soil organic carbon					
		WSA1	WSA2	WSA3	WSA4	WSA5	WSA6
(----- g kg ⁻¹ -----)							
Skr-8 Typic Plinthustult (Dry Evergreen Forest)							
0-14	A1	19.29	19.29	18.59	19.06	13.95	11.43
14-35	Bt1	14.14	14.33	13.75	13.95	11.62	12.01
35-60	Bt2	6.00	6.00	6.78	6.20	5.04	5.81
60-89/99	Bt3	4.45	4.45	4.26	3.97	2.61	4.84
89/99-120	Btc1	3.49	4.07	4.26	3.68	3.68	4.45
120-142	Btc2	1.94	2.13	2.03	2.23	2.52	2.71
142-165	Btc3	1.74	1.74	2.13	2.32	1.74	2.52
165-200	Btc4	1.94	1.94	2.13	2.52	2.32	2.52

หมายเหตุ WSA1 = water stable aggregate 2-8 mm

WSA2 = water stable aggregate 1-2 mm

WSA3 = water stable aggregate 0.5-1 mm

WSA4 = water stable aggregate 0.25-0.5 mm

WSA5 = water stable aggregate 0.1-0.25 mm

WSA6 = water stable aggregate smaller than 0.1 mm

ตารางผนวกที่ 6 การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน (เอิบ, 2552; Soil Survey Division Staff, 1993)

General Terms		Texture class
Sandy soils	Croase texture	Sands (coarse sand, fine sand, very fine sand), Loamy sands (loamy coarse sand, loamy sand, loamy fine sand and loamy very fine sand)
	Moderately coarse-textured	Coarse sandy loam, sandy loam, fine sandy loam
Loamy soils	Medium-textured	Very fine sandy loam, loams, silt loam and silt
	Moderately fine-textured	Clay loam, sandy clay loam, silty clay loam
Clayey soils	Fine textured	Sandy clay, silty clay and clay

ตารางผนวกที่ 7 เกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน
(นงคราญ, 2529; O'Neal, 1952)

Soil properties	Range	Rating
Bulk density (Mg m^{-3})	< 1.2	Very low
	1.2 -1.4	Low
	1.4-1.6	Moderate
	1.6-1.8	Moderately high
	1.8-2.0	High
	>2.0	Very high
Saturated hydraulic conductivity (cm h^{-1})	<0.125	Very slow
	0.125-0.50	Slow
	0.50-2.00	Moderately slow
	2.00-6.25	Moderate
	6.25-12.50	Moderately rapid
	12.50-25.00	Rapid
	>25.00	Very rapid

ตารางผนวกที่ 8 ข้อจำกัดต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Land Classification Division และ FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

8.1 พีเอชดิน (soil reaction), pH (ดิน : น้ำ = 1:1)

Rating	Range
Ultra acid	< 3.5
Extremely acid	3.5-4.4
Very strongly acid	4.5-5.0
Strongly acid	5.1-5.5
Moderately acid	5.6-6.0
Slightly acid	6.1-6.5
Neutral	6.6-7.3
Slightly alkaline	7.4-7.8
Moderately alkaline	7.9-8.4
Strongly alkaline	8.5-9.0
Very strongly alkaline	> 9.0

8.2 อินทรียวัตถุ (organic matter) (% organic carbon x 1.724)

Rating	Range (g kg ⁻¹)
Very Low	< 5
Low	5-10
Moderately low	10-15
Medium	15-25
Moderately high	25-35
High	35-45
Very high	> 45

8.3 ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen)

Rating	Range (g kg ⁻¹)
Very Low	< 1.0
Low	1.0-2.0
Medium	2.0-5.0
High	5.0-7.5
Very High	> 7.5

8.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) (Bray II)

Rating	Range (mg kg ⁻¹)
Very Low	< 3
Low	3-6
Moderately low	6-10
Medium	10-15
Moderately high	15-25
High	25-45
Very high	> 45

8.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) (1M NH₄OAc at pH 7.0)

Rating	Range (mg kg ⁻¹)
Very Low	< 30
Low	30-60
Medium	60-90
High	90-120
Very High	> 120

8.6 ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (extractable bases) (1M NH₄OAc at pH 7.0)

Rating	Range (cmol _c kg ⁻¹)				
	extr. Ca	extr.Mg	extr.K	extr.Na	extr. bases
Very Low	< 2.0	< 0.3	< 0.2	< 0.1	< 2.6
Low	2-5	0.3-1.0	0.2-0.3	0.1-0.3	2.6-6.6
Medium	5-10	1.0-3.0	0.3-0.6	0.3-0.7	6.6-14.3
High	10-20	3.0-8.0	0.6-1.2	0.7-2.0	14.3-31.2
Very High	> 20	> 8.0	> 1.2	> 2.0	> 31.2

8.7 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

Rating	Range (cmol _c kg ⁻¹)
Very Low	< 3
Low	3-5
Moderately low	5-10
Medium	10-15
Moderately High	15-20
High	20-30
Very High	> 30

8.8 ร้อยละความอิ่มตัวเบส (base saturation)

Rating	Range (%)
Low	<35
Medium	35-75
High	>75

ตารางผนวกที่ 9 เกณฑ์การแบ่งระดับปริมาณสภาพกรดที่สกัดได้ (นงคราญ, 2529)

Rating	Extractable acidity ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)
Very low	< 1.0
Low	1.0-2.0
Medium	2.0-5.0
Moderately high	5.0-10.0
High	10.0-20.0
Very high	> 20.0

ตารางผนวกที่ 10 วิธีคาดคะเนระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการประเมินจากผลการวิเคราะห์ดิน (กองสำรวจดิน, 2523)

Fertility level	Organic matter (g kg^{-1})	Base saturation (%)	Cation exchange capacity ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)	Available phosphorus (mg kg^{-1})	Available potassium (mg kg^{-1})
Low	< 15 (1)	< 35 (1)	< 10 (1)	< 10 (1)	< 60 (1)
Medium	15-35 (2)	35-75 (2)	10-25 (2)	10-25 (2)	60-90 (2)
High	> 35 (3)	> 75 (3)	> 25 (3)	> 25 (3)	> 90 (3)

หมายเหตุ Fertility status of the soil used to numbers in parentheses in the table scores. Total is 7 or less is considered low soil fertility. Total score between 8-12 is considered soil fertility is medium. Total score is 13 or more is considered high soil fertility.

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายวันรพี สุวรรณประภา
วัน เดือน ปี ที่เกิด	5 ตุลาคม 2530
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ประวัติการศึกษา	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	พนักงานระดับ 3 องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สวนป่าหนองหญ้าปล้อง จังหวัดเพชรบุรี
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการระดับ นานาชาติ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์