



ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

การแจกกระจายของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมในดินกรดจัดของ  
ประเทศไทย

DISTRIBUTION OF IRON MANGANESE AND ALUMINUM IN ACID SULFATE SOILS OF  
THAILAND

โดย

นางสาวอรพิน ไทเด็ยว

(อาจารย์ พรทิวา กัญจนวงศ์หา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ดร. อภิศักดิ์ โพธิ์บัน)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 10 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การแจกกระจายของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมในดินกรดจัดของ  
ประเทศไทย

DISTRIBUTION OF IRON MANGANESE AND ALUMINUM IN ACID SULFATE SOILS OF  
THAILAND



โดย

นางสาวอรพิน โทนเด็ยว

ป.ศ.  
๒๓๒4๓  
๒546

เลขที่.....  
เลขทะเบียน.....  
วันเดือนปี.....

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอำนาจคุณพระศรีรัตนตรัยและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายที่ดลบันดาลให้ข้าพเจ้าทำปัญหาพิเศษสำเร็จได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ พรทิวา กัญญวงศ์หา อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้สละเวลามาดูแลข้าพเจ้าอย่างใกล้ชิด รวมทั้งเป็นที่ปรึกษาปัญหาต่างๆ และคอยให้คำแนะนำที่ดีกับข้าพเจ้า มาโดยตลอด

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาปรัชญาพิทยาทาน และอาจารย์ในสถาบัน แห่งนี้ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ข้าพเจ้ารวมทั้งผู้แต่งตำราและเอกสารต่างๆ ซึ่งข้าพเจ้านำมา ใช้อ้างอิงในปัญหาพิเศษเล่มนี้

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่อบรมเลี้ยงดู สนับสนุนทุนการศึกษา และให้กำลังใจข้าพเจ้าเสมอมา

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง, คุณนารี พันธุจินดาวรรณ และคุณอนงนาฏ ศรีประโชติ ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์ในห่องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณ น้าจิตร ที่ให้การสนับสนุนการทำงานในห่องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน ที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจกับข้าพเจ้าเสมอมา

อรพิน โทนเดี่ยว

พฤษภาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแจกกระจายของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมในดินกรดจัดของ  
ประเทศไทย

DISTRIBUTION OF IRON MANGANESE AND ALUMINUM IN ACID SULFATE SOILS OF  
THAILAND

บทคัดย่อ

นำตัวอย่างดินจากสัณฐานภูมิประเทศที่เป็นที่ลุ่ม-ราบ น้ำทะเลขึ้นถึงเกิดจากตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยอายุน้อย ที่ลุ่ม-ราบ น้ำทะเลเคยขึ้นถึงเกิดจากตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก กับที่ลุ่ม-ราบ น้ำท่วมถึงเกิดจากตะกอนน้ำทะเล ตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก และตะกอนน้ำจืด ทั้งหมด 10 หน้าตัดดิน ประกอบด้วย ดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด 2 หน้าตัดดิน ดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นจริง และพบสารประกอบจาโรไซด์ 3 หน้าตัดดิน ; ไม่พบสารประกอบจาโรไซด์ แต่ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก 2 หน้าตัดดิน ดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว 1 หน้าตัดดิน กับดินที่ได้รับอิทธิพลจากมนุษย์อย่างมาก คือ ยกทรงเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างอื่นนอกเหนือจากทำนา 2 หน้าตัดดิน มาศึกษาอิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดิน การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการประกอบไปด้วย การหาปริมาณเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมทั้งหมด, หาปริมาณเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง ที่เป็นประโยชน์โดยใช้สารสกัด DTPA, หาปริมาณออกไซด์ของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียม โดยใช้วิธี Dithionite-Citrate- Bicarbonate ซึ่งค่าที่ได้เป็น Crystalline+Non-Crystalline, หาปริมาณ Non-Crystalline ของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียม ที่สกัดด้วยสารละลาย Acid-Oxalate pH 3, หาปริมาณของ Exchangeable Acidity โดยใช้สารสกัด KCl 1 M., หาปริมาณของ Exchangeable Aluminum โดยใช้สารสกัด KCl 1 M.

ผลการศึกษาเป็นดังนี้

ดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 1 ซึ่งมีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลอายุน้อย และหน้าตัดดินที่ 2 ซึ่งมีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะกอนน้ำกร่อยอายุน้อย จากการศึกษาพบว่า มีปริมาณแมงกานีสทั้งหมดสูงกว่าหน้าตัดดินอื่นๆ และตลอดหน้าตัดดินมีค่าอะลูมิเนียมทั้งหมดสูงกว่า D.C.B. และ Oxalate

ดินที่กำลังมีการก่อกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4 และ หน้าตัดดินที่ 5 ซึ่งพบสารประกอบจาโรไซต์ในหน้าตัดดินกับหน้าตัดดินที่ 6 และหน้าตัดดินที่ 7 ซึ่งไม่พบสารประกอบจาโรไซต์ในหน้าตัดดิน มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก จากการศึกษาพบว่า ในหน้าตัดดินที่พบสารประกอบจาโรไซต์มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าหน้าตัดดินที่ไม่พบสารประกอบจาโรไซต์ และยังพบว่าในหน้าตัดดินที่พบสารประกอบจาโรไซต์มีปริมาณเหล็กทั้งหมดสูงกว่าแมงกานีส และอะลูมิเนียม ในช่วงความลึกที่พบสารประกอบจาโรไซต์

ดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 8 มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเล ตะกอนน้ำกร่อย และตะกอนน้ำจืด จากการศึกษาพบว่า ปริมาณของอะลูมิเนียมทั้งหมดจะมีค่าใกล้เคียงกับหน้าตัดดินที่ 1 และหน้าตัดดินที่ 2

ดินที่ได้รับอิทธิพลจากมนุษย์อย่างมาก ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 9 และหน้าตัดดินที่ 10 ซึ่งในหน้าตัดดินที่ 9 เป็นหน้าตัดดินที่ทำการยกทรง และพบสารประกอบจาโรไซต์ในหน้าตัดดิน ทำให้มีปริมาณอะลูมิเนียมทั้งหมดอยู่สูงตลอดหน้าตัดดิน และมีปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า D.C.B.-Fe และ Oxalate-Fe ส่วนในหน้าตัดดินที่ 10 อยู่ห่างจากแม่น้ำเจ้าพระยาไม่มากนัก จึงได้รับอิทธิพลจากตะกอนน้ำจืดมากกว่าหน้าตัดดินอื่นๆ และดินที่นำมาถมเพื่อยกทรงนั้นก็เป็ดินบนของพื้นที่เดียวกัน ทำให้มีปริมาณของเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง ที่เป็นประโยชน์อยู่สูงที่ความลึก 0-34 เซนติเมตร

จากการศึกษาหน้าตัดดินกรดจัดทั้ง 4 ประเภท สรุปได้ว่า

1. การแจกกระจายตามความลึกของจุลธาตุที่เป็นประโยชน์ มีลักษณะสอดคล้องกับปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำ โดยที่ เมื่อ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  เป็นกรดมากขึ้น จุลธาตุที่เป็นประโยชน์ในสารละลายดินก็มีมากขึ้นตามไปด้วย ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปัจจัยสำคัญที่ควบคุมปริมาณจุลธาตุในสารละลายดิน คือปฏิกิริยาดิน โดยที่เมื่อปฏิกิริยาดินเป็นกรดมากขึ้น จุลธาตุในสารละลายดิน โดยเฉพาะพวกที่เป็นประจุบวกที่เป็นโลหะ (ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง) ก็จะมีมากขึ้น

2. ดินที่มีพัฒนาการของหน้าตัดดินต่ำ ทำให้วัตถุต้นกำเนิดดินมีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณสมบัติของดิน โดยในหน้าตัดดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลจะมีค่า EC (1:1) สูงกว่าในหน้าตัดดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำกร่อยและตะกอนน้ำจืด

3. การแจกกระจายของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมทั้งหมดในทุกหน้าตัดดิน พบว่าปริมาณของ  $\text{Total-Fe} > \text{Fe}_d > \text{Fe}_o > \text{Fe}_{d+o}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Total-Mn} > \text{Mn}_d > \text{Mn}_o > \text{Mn}_{d.o}$$

$$\text{Total-Al} > \text{Al}_d > \text{Al}_o > \text{Al}_{d.o}$$

ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ปริมาณของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมทั้งหมดเป็นปริมาณของธาตุที่อยู่ในสารละลายดิน ส่วนปริมาณของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมที่สกัดด้วยสารละลาย ไดไฮโอไนต์-ซีเตรต-ไบคาร์บอเนต เป็นค่าของ Crystalline+Non-Crystalline ซึ่งปริมาณของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมที่สกัดด้วยสารละลายแอมโมเนียม ออกซาเลต-ออกซาลิก เอซิด จะเป็นค่าของ Non-Crystalline และปริมาณ D.C.B.-Oxalate ของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียม ซึ่งเป็นผลต่างระหว่างค่าทั้งสอง

4. ในชั้นที่พบสารประกอบจอร์ไซต์จะมีปริมาณของเหล็กอยู่สูง ทั้งนี้เนื่องจากว่าสารประกอบจอร์ไซต์ที่มีอยู่ในสารละลายดินได้ถูกออกซิไดซ์กลายเป็นสารประกอบไพไรต์ ซึ่งมีเหล็กเป็นองค์ประกอบหลัก จึงทำให้ค่าที่วิเคราะห์ออกมาจะมีปริมาณของเหล็กอยู่สูง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญเรื่อง	V
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูปภาพ	VII
สารบัญตารางภาคผนวก	VIII
สารบัญรูปภาพภาคผนวก	IX
คำอธิบายสัญลักษณ์	X
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	17
ผลการศึกษาและวิจารณ์	22
ฐานวิทยาสนาม	
สมบัติทางเคมี	
สรุปผลการศึกษา	89
เอกสารอ้างอิง	92
ภาคผนวก	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สรุปสังขยานวทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 1	21
2	สรุปสังขยานวทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 2	28
3	สรุปสังขยานวทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 3	37
4	สรุปสังขยานวทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 4	43
5	สรุปสังขยานวทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 5	50
6	สรุปสังขยานวทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 6	58
7	สรุปสังขยานวทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 7	62
8	สรุปสังขยานวทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 8	69
9	สรุปสังขยานวทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 9	77
10	สรุปสังขยานวทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 10	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงแบบจำลองอย่างง่ายของหน้าตัดดินที่ใช้ศึกษา	11
2	แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างดินที่นำมาศึกษา	19
3	แสดงหน้าตัดดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด	20
4	แสดงหน้าตัดดินที่กำลังมีการตกค้างมะถันเกิดขึ้น และพบสารประกอบ จาโรไซต์ในหน้าตัดดิน	36
5	แสดงหน้าตัดดินที่กำลังมีการตกค้างมะถันเกิดขึ้น แต่ไม่พบจาโรไซต์	57
6	แสดงหน้าตัดดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว	68
7	แสดงหน้าตัดดินที่ได้รับอิทธิพลจากมนุษย์อย่างมาก	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 1	95
2 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 2	96
3 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 3	97
4 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 4	98
5 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 5	99
6 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 6	100
7 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 7	101
8 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 8	102
9 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 9	103
10 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 10	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพภาคผนวก

ภาพผนวกที่	หน้า	
1	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 1	105
2	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 1	106
3	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 2	107
4	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 2	108
5	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 3	109
6	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 3	110
7	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 4	111
8	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 4	112
9	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 5	113
10	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 5	114
11	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 6	115
12	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 6	116
13	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 7	117
14	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 7	118
15	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 8	119
16	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 8	120
17	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 9	121
18	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 9	122
19	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 10	123
20	แสดงการแจกกระจายตามความถี่ของหน้าตัดดิน 10	124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## คำนำ

### เหล็ก

เหล็กในดินอยู่ในรูปของ เหล็กที่เป็นประโยชน์ อยู่ในสารละลายดินในรูป  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  เหล็กที่ถูกแร่ดินเหนียวดูดยึดเอาไว้ และเหล็กในรูปสารประกอบออกไซด์ และไฮดรอกไซด์ เช่น ฮีมาไทต์ เกอไทต์ เลพิโดโครไซต์ แมกนีไทต์ แมกนีไมต์ และเฟอริไฮดรต์

### แมงกานีส

แมงกานีสในดินอยู่ในรูปของ แมงกานีสที่เป็นประโยชน์ อยู่ในสารละลายดินในรูป  $Mn^{2+}$   $Mn^{4+}$  แมงกานีสที่ถูกแร่ดินเหนียวดูดยึดเอาไว้ และแมงกานีสที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดิน

### อะลูมิเนียม

อะลูมิเนียมในดินอยู่ในรูปของ อะลูมิเนียมที่อยู่ในสารละลายดิน อะลูมิเนียมในรูปสารประกอบ เช่น จิบไซต์  $[Al(OH)_3]$ , วาไรไซต์  $[AlPO_4 \cdot 2H_2O]$  อะลูไนต์  $[KAl_3(OH)_6(SO_4)_2]$ , บาชาลูมิไนต์  $[Al_4(OH)_{10}SO_4 \cdot 5H_2O]$  และอะลูมิเนียมจากวัตถุต้นกำเนิดดิน

### ปัจจัยที่มีผลต่อเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมในดิน

1. สภาพออกซิเดชัน หรือรีดักชัน ในสภาพรีดักชันเหล็กจะอยู่ในรูปของ  $Fe^{2+}$  ซึ่งจะละลายออกมามากในสารละลายดินมีผลทำให้ดินเป็นกรด
2. ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ในดินที่มี pH ต่ำหรือเป็นกรดรุนแรงธาตุเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมจะมีมากในสารละลายดิน จนอาจเป็นพิษกับพืช
3. วัตถุต้นกำเนิดดิน ถ้าวัตถุต้นกำเนิดดินมีธาตุเหล่านี้มาก ในดินก็จะพบธาตุเหล่านี้มาก
4. พัฒนาการของหน้าตัดดิน ถ้าดินมีพัฒนาการสูง เช่น ดินสีแดง (Oxisols) จะพบออกไซด์ของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมอยู่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดดินกรดจัด มี 2 กระบวนการ คือ การเกิด และสะสมสารประกอบไฟโรต์ และเปลี่ยนจากไฟโรต์ไปเป็นสารประกอบจาร์ไซต์

ปัญหาของดินกรดจัด เกิดจากปฏิกิริยาดินเป็นกรดอย่างรุนแรง อยู่ในสภาพน้ำขัง และวัตถุต้นกำเนิดดินมีเหล็กเป็นองค์ประกอบอยู่มาก

นอกจากนี้แล้วดินกรดจัดยังมีพัฒนาการของหน้าตัดดินน้อย ทำให้อิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิดดินยังหลงเหลืออยู่มากในดิน ความเป็นกรดที่รุนแรง และอยู่ในสภาพน้ำขังก็อาจทำให้เหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียม มีมากในสารละลายดิน

### ดินกรดจัด (Acid Sulfate Soil)

เป็นหนึ่งในดินที่มีปัญหาของประเทศไทย ลักษณะสำคัญของดินกรดจัด คือ มีความเป็นกรดรุนแรงมาก เมื่อแห้งอาจมีค่าปฏิกิริยาดิน (pH) ลดต่ำลงจนถึง 2.5 และมักพบจุดประสีเหลือง ฟางข้าวของสารประกอบจาร์ไซต์อยู่ภายในความลึกไม่เกิน 1.5 เมตร จากผิวน้ำดิน ปัญหาที่สำคัญของดินกรดจัดต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากความเป็นกรดที่รุนแรงแล้วยังมีอื่นๆ อีก ได้แก่ การมีธาตุอาหารต่ำ เนื่องจากในดินมีเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมจำนวนมาก มีผลทำให้ธาตุต่างๆ เปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ

ดินกรดจัดในประเทศไทยซึ่งพบมากบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนใต้ มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเล ตะกอนน้ำกร่อย ทั้งที่มีอายุน้อย และอายุมาก และตะกอนน้ำจืด ส่วนใหญ่ของพื้นที่ใช้ประโยชน์ในการทำนา มีเพียงบางส่วนของพื้นที่เท่านั้นที่ยกร่องเพื่อปลูกไม้ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการแจกกระจายของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมในดินกรดจัดของประเทศไทย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

### ออกไซด์ของเหล็กในดิน

ออกไซด์ของเหล็กในดินเกิดขึ้นเนื่องจากเป็นผลที่เกิดจากการสลายตัวของแร่ธาตุในดิน และหินที่มีดินเหนียวมาก เมื่อดินมีอายุมากขึ้นส่วนที่เป็นอนุภาคดินเหนียวจะมีออกไซด์ของเหล็กมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับของซิลิคอน และจัดเป็นแร่ซิลิเกตที่ไม่มีชั้น (non-layer silicate mineral) ที่พบมากที่สุดในดิน แต่ไม่จัดเป็นแร่ดินเหนียว การศึกษาเกี่ยวกับออกไซด์ของเหล็กมีมาก ทั้งนี้เพราะว่าเกิดร่วมกับแร่ดินเหนียวซิลิเกต และเกิดมากในดินแถบร้อน และกึ่งร้อน ออกไซด์ของเหล็กบางชนิดมีระบบผลึก จึงมีสมบัติคล้ายแร่ดินเหนียวซิลิเกต คือ มีประจุลบแต่น้อยกว่าพวกที่เป็นแร่ดินเหนียวซิลิเกต ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีน้อยกว่าของแร่เคโอลิไนต์ และส่วนใหญ่จะไม่เหนียว (sticky) ยืดหยุ่น (plastic) หรือแรงยึดติดกันเหมือนแร่ดินเหนียวซิลิเกต ซึ่งแสดงถึงการมีสมบัติทางฟิสิกส์ที่ดี ความรู้เกี่ยวกับแร่เหล่านี้ใช้ประโยชน์ในการศึกษาเกี่ยวกับศิลาแลง (laterite) และบอกไซต์ (bauxite)

ออกไซด์ของเหล็กในดิน สามารถเกิดขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด ในรูปแบบต่างๆ กันตามสภาพแวดล้อมของการมี หรือขาดออกซิเจนเป็นสำคัญ แม้จะมีปริมาณน้อยในดินแต่มักจะอยู่ในอนุภาคดินที่มีขนาดละเอียด จึงมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อสมบัติของดินทั้งทางเคมี และกายภาพ ได้แก่ การลดความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส โดยเฉพาะดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรด และการทำให้ความสามารถต่อการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินลดลง ส่วนสมบัติทางกายภาพที่สำคัญ คือ การก่อให้เกิดการจับตัวของเม็ดดินเป็นก้อนขนาดเล็ก ช่วยให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น และอิทธิพลเนื่องจากสีของแร่เหล็กในดินยังได้นำมาใช้ในการเรียกชื่อดินในระดับกลุ่มดินหลัก เช่น Reddish Brown Lateritic soils, Red Yellow Podzolic soils นอกจากนี้ปริมาณของแร่เหล็กในดินยังสามารถนำมาวินิจฉัยถึงความมากน้อยของการพัฒนาการของดินในเชิงเปรียบเทียบได้ดียิ่งหนึ่ง เมื่อหินปฐมภูมิสลายตัวผุพังเกิดเป็นดิน เหล็กในรูปของเฟอร์รัสซึ่งอยู่ร่วมกับแร่ซิลิเกตจะถูกปลดปล่อยออกมาโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน และไฮโดรไลซิส โดยปกติเหล็กที่อยู่ในรูปเฟอร์ริกออกไซด์จะละลายได้น้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่างๆ ไป แต่จะตกตะกอนในรูปออกไซด์ และไฮดรอกไซด์ เหล็กในรูปของออกไซด์ ( $Fe^{3+}$ ) จะมีอยู่น้อยมาก หรือเกือบไม่มีเลยในโครงสร้างของแร่ดินเหนียว ซิลิเกตทุติยภูมิ หรือรวมตัวกับสารอินทรีย์ ปฏิกริยาออกซิเดชัน และรีดักชันของเหล็กจะมีบทบาท ต่อสมบัติต่างๆ ของดินเป็นอย่างมากซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการศึกษาการกำเนิดของดิน และการ จำแนกดิน เหล็กออกไซด์ในดินมีอิทธิพลต่อโครงสร้าง เนื้อดิน และมักจะเกี่ยวข้องกับการจับกัน เป็นก้อนดิน และเชื่อมองค์ประกอบที่สำคัญ ของดิน ทำให้เกิดดินที่มีโครงสร้างเป็นเม็ดกลม (granules) เกิดสารมวลพอก (nodule) เกิดการสะสมของเหล็กที่เรียกว่าพลินไทต์ (plinthite) และ ศิลาแลง เป็นต้น (อัญชลี, 2534)

เหล็กออกไซด์ในดิน เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของวัตถุดินกำเนิด โดยกลไกของกระบวนการ ทำลาย เหล็กออกไซด์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ และพบบ่อยมี 4 ชนิด คือ เกอไทต์ (goethite;  $\alpha FeO.OH$ ) เลพิโดโครไซต์ (lepidocrocite;  $\gamma FeO.OH$ ) ฮีมาไทต์ (hematite;  $\alpha Fe_2O_3$ ) และ แมกฮีไมต์ (maghemite;  $\gamma Fe_2O_3$ )

1. แร่เกอไทต์ เหล็กออกไซด์ในดินส่วนใหญ่ อยู่ในรูปของแร่เกอไทต์ และฮีมาไทต์ เนื่องจากมีความเสถียรมาก สามารถพบได้ในดินเกือบทุกแห่ง และทุกสภาพภูมิอากาศ ทั้งในเขตร้อน และแถบอบอุ่น ทำให้ดินมีสีน้ำตาลเหลือง อาจกระจายอยู่ทั่วไปในชั้นดิน หรืออาจจะพบสะสมอยู่ในชั้นใดชั้นหนึ่งของหน้าตัดดินก็ได้

2. แร่ฮีมาไทต์ ดินสีแดงโดยทั่วไป จะพบแร่เกอไทต์กระจายอยู่ร่วมกับแร่ฮีมาไทต์ แร่เกอไทต์มักจะพบได้ในทุกสภาพภูมิอากาศ แต่แร่ฮีมาไทต์จะไม่พบในดินที่เกิดใหม่ในแถบ ภูมิอากาศร้อนชื้น แร่ฮีมาไทต์มีผลทำให้ดินมีสีแดง และมีอิทธิพลเกี่ยวกับสีมากกว่าแร่เกอไทต์ นั่นคือ ถึงแม้ว่ามีแร่ฮีมาไทต์ในปริมาณที่น้อยอยู่รวม ในดินที่แร่เกอไทต์มาก จะทำให้สี hue แดง กว่า 5YR อิทธิพลของสีนี้จะมีผลมาก เมื่อแร่มีขนาดเล็ก และละเอียด และถ้ามีการสะสมมากๆ สีก็จะเข้มขึ้น ดินสีแดงที่มีอายุมากๆ อาจมีผลึกของแร่ฮีมาไทต์โดยขนาดอนุภาคทราย และทรายแป้ง ได้

3. แร่เลพิโดโครไซต์ พบในดินน้อยกว่าแร่เกอไทต์ และแร่ฮีมาไทต์ เกิดจากปฏิกิริยา ของสารประกอบไฮดรอกซีของเหล็กประจุบวกสอง ( $Fe^{2+}$ ) และเกิดในดินน้ำขัง ดินจะเป็นดินเหนียว มีสีเทา แต่ไม่มีรายงานว่าพบแร่เลพิโดโครไซต์ในดินต่างที่มีน้ำขัง แร่เลพิโดโครไซต์ที่มีขนาดใหญ่ใน ดินจะเกิดเป็นจุดประ (mottle) หรือเกิดเป็นแถบสีส้มสด

4. แร่แมกฮีไมต์ แร่แมกฮีไมต์พบได้ในดินที่ผ่านการผุพังอยู่กับที่มานาน ในเขตร้อน

และกิ่งร้อน และอาจจะพบในเขตอบอุ่นบ้าง แร่แมกนีไมต์เกิดจากหินอัคนีที่เป็นด่าง เชื่อว่าเกิดจากปฏิกิริยา dehydration ของแร่เหล็กออกไซด์ที่มีน้ำอื่นๆ เช่น เกอไทต์ เลพิโดโครไซต์ เฟอร์ริไฮโดรต์ เป็นต้น แร่แมกนีไมต์จะให้สีน้ำตาลแดง และดูคล้ายแร่เหล็ก อาจจะกระจายอยู่ทั่วไป หรือรวมตัวอยู่เป็นก้อนร่วมกับแร่ฮีมาไทต์

วิธีการที่ใช้ศึกษาเหล็กออกไซด์กันอย่างแพร่หลาย คือ การเลี้ยวเบนของรังเอกซ์ (X-ray Diffraction Technique) เทคนิคการวิเคราะห์ความแตกต่างของความร้อน (Differential thermal analysis-DTA) และเทคนิคอีกอย่างหนึ่งคือ การใช้คุณสมบัติในความสามารถของการละลายที่แตกต่างกันในสารละลายต่างชนิดกัน ได้แก่ สารละลาย oxalate (0.2 N.  $\text{NH}_4$  oxalate-oxalic acid pH 3) กับสารละลาย Dithionite-Citrate-Bicarbonate (DCB) โดยที่พวกออกไซด์ฐานหรือไม่มีระบบผลึก ละลายได้หมดในสารละลาย oxalate ส่วนพวกที่มีระบบผลึกจะไม่ละลายโดยเฉพาะเกอไทต์ และฮีมาไทต์ จึงสามารถนำมาตรวจสอบโดยเทคนิคทางเอกซ์เรย์ และ DTA ได้ดีขึ้น สำหรับสารละลาย DCB สามารถละลายได้ทั้งพวกที่มีระบบผลึก และไม่มีระบบผลึก ดังนั้นอัตราส่วนของเหล็กที่ได้จากการสกัดด้วย oxalate ต่อ dithionite จึงอาจนำมาเปรียบเทียบอัตราพัฒนาการของดินได้อย่างหนึ่ง เพราะดินที่มีพัฒนาการน้อยจะมีเหล็กที่ไม่มีระบบผลึกมากกว่าดินที่มีพัฒนาการสูง จึงใช้ศึกษาเกี่ยวกับการเกิดดินได้ (ฮัญชลิ, 2534)

## เหล็ก

เหล็กเป็นธาตุอาหารพืชที่พบมากในดินที่มีแร่ปฐมภูมิและทุติยภูมิ โดยจะพบเหล็กในรูปของฮีมาไทต์ เกอไทต์ เลพิโดโครไซต์ แมกนีไทต์ แมกนีไมต์ และเฟอร์ริไฮโดรต์ เหล็กถ้ามีมากเกินไปในดินจะยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเหล็กจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยเปลี่ยนจาก  $\text{Fe}^{2+}$  (เฟอร์รัส) ไปเป็น  $\text{Fe}^{3+}$  (เฟอร์ริก) ซึ่งเป็นพิษต่อพืช ระดับของเหล็กที่เป็นพิษจะมีช่วงกว้างมาก จากน้อยกว่า 1% ถึงมากกว่า 20% ขึ้นอยู่กับชนิดหรือรูปของเหล็ก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540; Loepfert และ Inskeep, 1996) ความเข้มข้นของเหล็กที่ละลายได้จะเพิ่มขึ้นเมื่อดินเป็นดินเปรี้ยวจัดอยู่ในสภาพน้ำขังในช่วง 2-10 สัปดาห์ และจะลดลงในเวลาต่อมา ลักษณะเช่นนี้พบมากในดินเปรี้ยวจัดที่มีอายุน้อยโดยทั่วไป ถ้าดินมีเหล็กละลายอยู่ประมาณ 100 ส่วนในล้านส่วน (ppm) อาจมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แมงกานีส

ภายใต้พื้นผิวโลกจะพบแมงกานีสอยู่ในรูป  $Mn^{2+}$ ,  $Mn^{3+}$  และ  $Mn^{4+}$  แต่มีรายงานว่า  $Mn^{3+}$  จะไม่เสถียรในสารละลาย (Gambrell, 1996) ดังนั้น ในสภาพน้ำขังแมงกานีสจะอยู่ในรูปของ  $Mn^{4+}$  และจะเปลี่ยนเป็น  $Mn^{2+}$  ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้นของ  $Mn^{2+}$  ในสารละลายเพิ่มขึ้นและยังมีผลให้ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินมีค่าสูงขึ้นด้วย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540) ระดับของแมงกานีสจะมีช่วงกว้างมากจากความเข้มข้นที่น้อยกว่า 20 ug/g จนถึงความเข้มข้นที่มากกว่า 3,000 ug/g (Gambrell, 1996) ซึ่งการเกิดการเปลี่ยนแปลงของแมงกานีสในสภาพรีดักชันจะสืบเนื่องมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์พวกแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจนและจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นก่อนหน้าการเปลี่ยนแปลงของเหล็ก ทั้งนี้เนื่องจากว่าแมงกานีสมีระดับออกซิเดชันสูงกว่าเหล็ก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540)

## อะลูมิเนียม

อะลูมิเนียมเป็นธาตุที่พบมากในดินเปรี้ยวจัดซึ่งเกิดจากสารประกอบของแร่ปฐมภูมิ ในดินจะพบอะลูมิเนียมรวมอยู่กับธาตุต่างๆ ได้แก่ จิบไซต์  $[Al(OH)_3]$ , วาริสไซต์  $[AlPO_4 \cdot 2H_2O]$ , อะลูไนต์  $[KAl_3(OH)_6(SO_4)_2]$ , บากาลูมิไนต์  $[Al_4(OH)_{10}SO_4 \cdot 5H_2O]$  (Bertsch และ Bloom, 1996) อะลูมิเนียมสามารถละลายได้เมื่อค่า pH ของดินน้อยกว่า 4.5 โดยปริมาณอะลูมิเนียมที่ละลายได้จะมีค่าเป็นปฏิภาคกลับกับค่า pH (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540) เพราะอะลูมิเนียมจะเข้าไปได้ที่แคทไอออนอื่นๆ ที่อยู่บนผิวของอนุภาคดินเหนียวออกมา เช่น  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  (Bertsch และ Bloom, 1996) เมื่อค่า pH ลดลง 1 หน่วย ปริมาณอะลูมิเนียมจะเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เท่า

## ปัจจัยที่มีผลต่อเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมในดิน

1. ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ธาตุที่มีประจุบวกจะละลายน้ำได้ง่ายและพืชสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้ดีภายใต้สภาพของดินที่เป็นกรด ในดินที่เป็นกรดมากๆ มักจะมีธาตุพวกนี้ละลายอยู่ในน้ำในดินมาก จนบางครั้งมากเกินไปจนเกิดเป็นพิษกับพืชที่ปลูกได้ โดยเฉพาะเมื่อใช้พันธุ์ที่ไม่ค่อยทนทานต่อสารพิษ การใส่ปูนลงไปในปริมาณที่เหมาะสม จะช่วยลดระดับธาตุอาหาร



3. ปฏิกริยากับสารอินทรีย์อื่นๆ การใส่ปุ๋ยลงไปในดินมากๆ ก็อาจก่อให้เกิดการขาดธาตุเหล็กขึ้นได้ ทั้งนี้เพราะนอกจากเหล็กจะถูกเปลี่ยนให้เป็นรูปไฮดรอกไซด์ซึ่งละลายน้ำยากแล้ว ไบคาร์บอเนตไอออน ( $\text{HCO}_3^-$ ) ซึ่งเกิดจากการแปรสภาพของปูนยังอาจเป็นปฏิปักษ์ (interfere) ต่อเมแทบอลิซึมของเหล็กอีกด้วย

เหล็ก และแมงกานีส เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในแร่ดินเหนียวโดยเฉพาะพวก 2:1 type ธาตุเหล่านี้อาจถูกปลดปล่อยออกมาและเป็นประโยชน์ต่อพืชได้เมื่อดินอยู่ในสภาพบางสภาพ หรืออาจถูกตรึงกลับเข้าไปอยู่ในโครงสร้างของแร่ดินเหนียวใหม่อีกก็ได้ เมื่อสภาพบางอย่างในดินเปลี่ยนแปลงการตรึงของเหล็กและแมงกานีสด้วยอนุภาคดินเหนียวนี้ มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้อยมากเพราะธาตุเหล่านี้โดยปกติมีมากอยู่แล้วในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

#### ดินกรดจัด (Acid Sulfate Soil)

หมายถึง ดินที่อาจจะมี กำมะถัน หรือเคยมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดินอันเป็นผลมาจากขบวนการสร้างดิน และปริมาณของกรดที่เกิดขึ้นมีมากพอที่จะมีผลต่อคุณสมบัติของดิน โดยทั่วไปดินจะมีจุดประสีเหลืองฟางข้าวของสารประกอบที่เรียกว่า จาโรไซต์ (Jarosite;  $\text{KFe}_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ ) อยู่ในหน้าตัดดินในความลึกไม่เกิน 1 เมตร ส่วนความลึกที่มากกว่านี้จะเป็นสารประกอบไพไรต์ (Pyrite;  $\text{FeS}_2$ ) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540; อารีรัตน์, 2542)

จากคำจำกัดความที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้จำแนกดินกรดจัดได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

#### 1. ดินที่เคยผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว (Para หรือ Pseudo Acid Sulfate Soil)

หมายถึง ดินที่เคยมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน แต่กรดเหล่านี้ได้ถูกชะล้าง ถูกทำลายหรือถูกสะเทิน โดยสารประกอบพวกคาร์บอเนตที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และจะพบผลึกแร่ยิปซัมที่มีลักษณะคล้ายผลึกแก้วเป็นรูปเข็มอยู่ในชั้นดิน ทำให้ปริมาณกรดกำมะถันเหลืออยู่น้อยในดินจนไม่เป็นพิษต่อพืช แต่ดินนี้ยังคงแสดงลักษณะจุดประสีเหลืองฟางข้าวของสารประกอบจาโร-

โซลต์อยู่ในชั้นของดินล่าง และยังคงมีปริมาณของสารประกอบซัลเฟตที่ละลายน้ำได้กับเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวด้วยธาตุอะลูมิเนียมอยู่สูง แต่มีปริมาณของธาตุอะลูมิเนียมอิสระที่ละลายน้ำได้อยู่ต่ำไม่ถึงขั้นที่จะเป็นอันตรายต่อพืชที่ปลูก (พรทิวา, 2532; กรมพัฒนาที่ดิน, 2540; อารีรัตน์, 2542)

## 2. ดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน (Actual Acid Sulfate Soil)

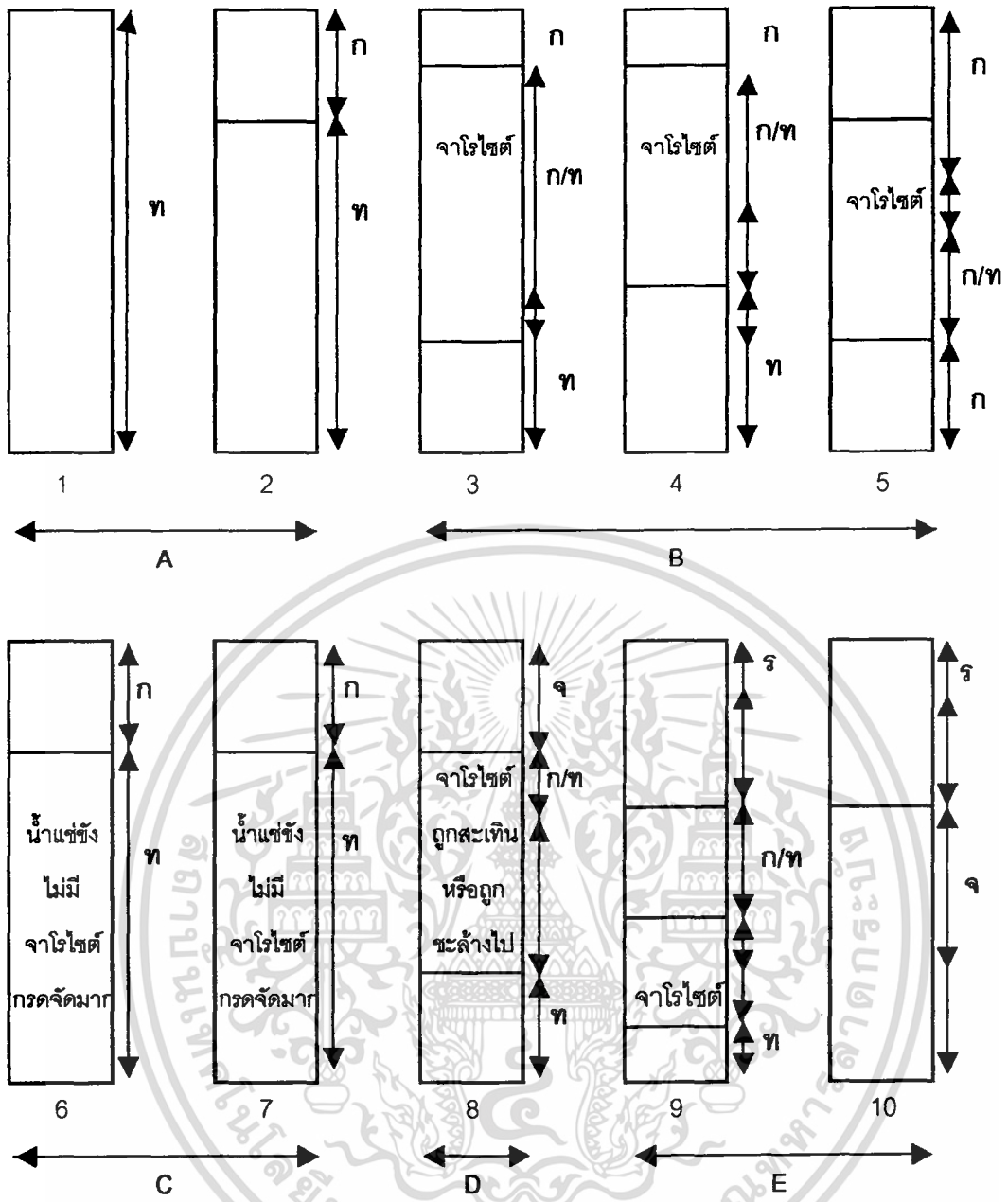
หมายถึง ดินที่มีกรดกำมะถันเกิดขึ้นแล้วจริงๆ ในหน้าตัดดิน เป็นดินที่แสดงจุดประสีเหลืองฟางข้าวของสารประกอบจาโรโซลต์อยู่ในชั้นดินล่างชั้นใดชั้นหนึ่งของหน้าตัดดิน (พรทิวา, 2532; อารีรัตน์, 2542) และบางครั้งอาจพบจุดประสีข้าวของอะลูมิเนียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable aluminum) ในปริมาณที่สูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540) จนทำให้ดินมีความเป็นกรดอย่างรุนแรงที่ pH ต่ำกว่า 4 (Bertsch และ Bloom, 1996) ภายในระดับความลึก 1 เมตร จากผิวดิน ดินจะมีสภาพเป็นกรดจัดจนเป็นพิษต่อพืช (พรทิวา, 2532)

## 3. ดินที่มีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด (Potential Acid Sulfate Soil)

หมายถึง ดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำทะเล และยังคงอยู่ในสภาพน้ำแช่ขัง มีปริมาณสารประกอบไพโรซอลต์ในหน้าตัดดิน 1-2.5% แต่จะมีปริมาณของตะกอนที่เป็นปูน และตะกอนแร่ธาตุต่างๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นด่างต่ำจนไม่สามารถสะเทินกรดนี้ได้ ถ้าระบายน้ำออกจากดินประเภทนี้สารประกอบไพโรซอลต์จะถูกออกซิไดซ์กลายเป็นกรดกำมะถัน ซึ่งทำให้ดินเปลี่ยนสภาพเป็นดินกรดจัด (พรทิวา, 2532; กรมพัฒนาที่ดิน, 2540; อารีรัตน์, 2542)

ภายในหน้าตัดดินเดียวกันอาจพบทั้งดินที่เคยผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว ดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน และดินที่มีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด หรือพบบางส่วนก็ได้ เช่น จากการศึกษาการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในดินกรดจัดของประเทศไทยของอารีรัตน์ (2542) พบว่า หน้าตัดดินจากที่ราบลุ่มน้ำทะเลขึ้นถึง พบเฉพาะดินประเภทที่มีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัดเท่านั้น ในขณะที่หน้าตัดดินจากบริเวณที่ราบลุ่ม น้ำทะเลเคยขึ้นถึงเกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเลและน้ำกร่อย พบว่าภายในหน้าตัดดินเดียวกันประกอบด้วยดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้วในตอนบน ดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น (ที่ตอนกลางของหน้าตัดดิน) ส่วนตอนล่างสุดของหน้าตัดดินเป็นดินที่มีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด เป็นต้น ดังภาพที่ 1 แสดงภาพจำลองหน้าตัดดินกรดจัดที่ได้จากการศึกษาของอารีรัตน์ (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงแบบจำลองอย่างง่ายของหน้าตัดดินที่ใช้ศึกษา

คำอธิบายสัญลักษณ์ A : ดินซึ่งมีศักยภาพซึ่งเป็นกรดจัด

B : ดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดินและพบจาโรไซต์

C : ดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน แต่ไม่พบจาโรไซต์

D : ดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว

$T$  : ตะกอนน้ำทะเล ;  $g/T$  : ตะกอนน้ำกร่อย / น้ำทะเล ;

$g$  : ตะกอนน้ำกร่อย ;  $จ$  : ตะกอนน้ำจืด ;  $r$  : บริเวณที่ยกร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศไทยพบดินกรดจัดเป็นพื้นที่กว้างมากในบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนใต้ ตั้งแต่ อ่าวไทยจนถึงอยุธยา ซึ่งสัณฐานภูมิประเทศ และวัตถุต้นกำเนิดของดินกรดจัดในบริเวณนี้จำแนก ได้ดังนี้ คือ

1. **ที่ราบชายฝั่งน้ำทะเลท่วมถึง** เป็นพื้นที่ซึ่งอยู่ติดฝั่งทะเล มีลักษณะลุ่ม และราบ น้ำทะเลท่วมถึง จึงมีตะกอนใหม่ ๆ มาทับถมทุกปี ตะกอนมีขนาดเล็ก จึงได้ดินที่มีเนื้อละเอียด มีปริมาณเกลืออยู่สูง และมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบอยู่สูงมาก แต่มีสารประกอบพวกคาร์บอเนต ต่ำ หรือไม่มีเลย ทำให้ดินที่พบมีความเป็นกรดแอมโมเนียมอยู่มาก เมื่อระบายน้ำออกจากพื้นที่ ดินนี้จะเปลี่ยนเป็นดินกรดจัดทันที ถ้าเจาะดินนี้เพื่อสำรวจในสนามจะได้กลิ่นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ ) อย่างชัดเจน ดินที่พบในพื้นที่สัณฐานภูมิประเทศแบบนี้มีพัฒนาการต่ำมาก ไม่พบชั้นดินที่ชัดเจน ในตลอดความลึก 1 เมตร ดินจะมีลักษณะเป็นโคลนละเอียดสีขาวอย่างชัดเจน และมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นด่าง (pH 8)

2. **ที่ราบน้ำทะเลเค็มท่วมถึง** เกิดจากตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยที่มีอายุน้อย เป็นพื้นที่ลุ่ม-ราบ ซึ่งน้ำทะเลเค็มท่วมถึงมาก่อน แต่ปัจจุบันน้ำทะเลท่วมไม่ถึง ทั้งนี้อาจเกิดจากมีเชือกกันน้ำเค็ม หรือมีถนนสายหลักตัดเลียบบ่ออ่าวไทยในด้านตะวันออก และตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา วัตถุต้นกำเนิดดินยังคงเป็นตะกอนขนาดเล็ก จึงทำให้หน้าตัดดินเป็นดินเนื้อละเอียด โดยตอนบนของหน้าตัดดินได้รับอิทธิพลจากตะกอนน้ำกร่อย ในขณะที่ตอนล่างของหน้าตัดดินยังคงเป็นตะกอนน้ำทะเล เนื่องจากดินยังคงอยู่ในสภาพน้ำขัง หรือระดับน้ำใต้ดินยังคงอยู่ใกล้ผิวดินมาก ทำให้ดินยังคงสภาพเป็นดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด อย่างไรก็ตาม จะมีบางช่วงของปี เช่น ฤดูร้อนที่น้ำใต้ดินอยู่ลึกจากผิวดินบ้าง ทำให้ตอนบนของหน้าตัดดินเริ่มมีพัฒนาการให้เห็นบ้างแต่ไม่ชัดเจน ในขณะที่ตอนล่างของหน้าตัดดินยังคงมีสีเทาปนเขียว และมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นด่าง บางบริเวณจะพบก้อนไพไรต์ และเศษเปลือกหอยที่ระดับความลึก 1-2 เมตร จากผิวดิน

3. **ที่ราบน้ำทะเลเค็มท่วมถึง** เกิดจากตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยที่มีอายุปานกลางถึงอายุมาก เป็นที่ลุ่ม-ราบ อยู่ถัดจากสองบริเวณแรกขึ้นไปทางเหนือของอ่าวไทย วัตถุต้นกำเนิดดินประกอบด้วยตะกอนน้ำทะเลในตอนล่างสุด ถัดขึ้นมาเป็นตะกอนน้ำกร่อยที่มีอายุปานกลางถึงอายุมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะห่างจากอ่าวไทย ตอนบนสุดเป็นตะกอนน้ำจืด สัณฐานภูมิ-

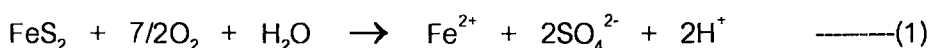
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศเช่นนี้ เป็นบริเวณที่จะพบทั้งดินที่กำลังมีการตกกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน และดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว ขึ้นอยู่กับระดับความลึกที่พบจาโรไฮต์ในหน้าตัดดิน

### การเกิดดินกรดจัด

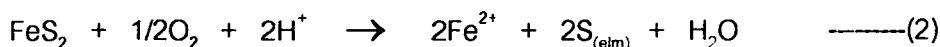
กระบวนการเกิด และสะสมสารประกอบไพไรต์ เริ่มจากการมีตะกอนมาทับถมในแอ่งต่ำ โดยตะกอนนี้จะถูกรีดิวซ์อย่างสมบูรณ์ มีลักษณะอ่อนมาก ค่า n-value สูงกว่า 1 (Pons และ Zonnevelde, 1965) เมื่อมีการตกตะกอนในสภาพน้ำกร่อยเป็นเวลานานจนมีการทับถมที่สูงขึ้นของตะกอน และมีป่าชายเลนที่ปกคลุมพื้นที่ โดยที่บริเวณนั้นยังมีน้ำขังอยู่ ทำให้เกิดการสะสมของอินทรีย์วัตถุ กระบวนการเกิดขึ้นของสารประกอบไพไรต์นี้จะเกี่ยวข้องกับแบคทีเรียที่รีดิวซ์สารประกอบซัลเฟตให้เป็นสารประกอบซัลไฟด์ (ซึ่งบางส่วนของสารประกอบซัลไฟด์จะถูกออกซิไดซ์ให้เป็นธาตุกำมะถัน) และเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบเหล็กในรูปของเฟอร์รัส ( $Fe^{2+}$ ) หรือเฟอร์ริก ( $Fe^{3+}$ ) ไฮดรอกไซด์กับสารประกอบซัลไฟด์และธาตุกำมะถัน (Richard, 1973; van Breemen และ Pons, 1977) ซึ่งสารประกอบซัลไฟด์จะได้จากน้ำทะเล และธาตุเหล็กจะได้จากเหล็กออกไซด์ หรือแรชิลิเกต แบคทีเรียพวกที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะรีดิวซ์สารประกอบซัลไฟด์โดยมีอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งพลังงาน และธาตุเหล็กจะรวมตัวกับสารประกอบซัลไฟด์เกิดเป็นสารประกอบไพไรต์ขึ้น (สรสิทธิ์, 2520; อัมภวาพร, 2528; พิสุทธิ, 2530; ทศนิยม, 2531; van Breemen, 1976; Bloomfield และ Powison, 1977)

กระบวนการออกซิเดชันของสารประกอบไพไรต์โดยแบคทีเรียพวก *Thiobacillus* sp. เกิดขึ้นเมื่อมีการระบายน้ำออกไปจากพื้นที่ ทำให้เกิดการแทรกซึมของก๊าซออกซิเจนเข้าไปในดิน (สรสิทธิ์, 2520; อัมภวาพร, 2528) สารประกอบไพไรต์จะถูกออกซิไดซ์ในครั้งแรกสุดให้กลายเป็นสารประกอบเฟอร์รัสซัลเฟต และกรดกำมะถัน (Bloomfield และ Coulter, 1973) ถ้าหากมีสารที่จะมาสะเทินกรดอยู่น้อย หรือไม่มีเลย กรดกำมะถันที่เกิดขึ้นก็จะสะสมจนมีปริมาณมากในดิน (พิสุทธิ, 2530; ทศนิยม, 2531) ทำให้ค่าปฏิกิริยาดินอยู่ระหว่าง 3.0-4.0 และเกิดเป็นจุดประสีเหลือง ฟางข้าวของสารประกอบจาโรไฮต์ขึ้นในหน้าตัดดิน (van Breemen, 1976) สมการสุทธิของกระบวนการออกซิเดชันของสารประกอบไพไรต์เป็นดังนี้ (Bloomfield และ Coulter, 1973; van Breemen และ Pons, 1977) คือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้สารประกอบไพไรต์ อาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับอากาศที่แทรกซึมเข้าไป  
ในดิน เกิดเป็นเฟอร์รัสไอออน ( $\text{Fe}^{2+}$ ) และธาตุกำมะถันบริสุทธิ์ขึ้น ดังสมการ

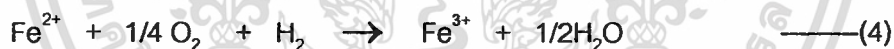


ซึ่งธาตุกำมะถันอิสระ ( $2\text{S}_{(\text{elm})}$ ) ที่ได้จากปฏิกิริยาในสมการที่ 2 จะถูกออกซิไดซ์ต่อไปโดย  
แบคทีเรียพวก *Thiobacillus thioparus* ให้กลายเป็นกรดกำมะถัน

อัตราการเกิดปฏิกิริยาในสมการที่ 2 จะดำเนินไปอย่างช้าๆ และในขณะเดียวกันสาร  
ประกอบไพไรต์จะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับเฟอร์ริกไอออน ( $\text{Fe}^{3+}$ ) ดังสมการ

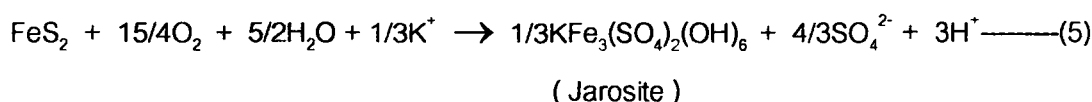


การดำเนินไปของปฏิกิริยาในสมการที่ 3 จะทำให้ดินมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นจนค่าปฏิกิริยา  
ดินต่ำกว่า 4.0 ซึ่งที่จุดนี้เฟอร์รัสไอออน ( $\text{Fe}^{2+}$ ) ที่ได้จากสมการนี้จะถูกเปลี่ยนไปเป็นเฟอร์ริกไอออน  
( $\text{Fe}^{3+}$ ) โดยแบคทีเรียพวก *Thiobacillus ferrooxidans* (อักษฎาพร, 2528; van Breemen, 1976)  
ดังสมการ



เฟอร์ริกไอออน ( $\text{Fe}^{3+}$ ) ที่ได้จากสมการที่ 4 จะเป็นสารตั้งต้นที่จะทำปฏิกิริยากับสาร  
ประกอบไพไรต์ ซึ่งการดำเนินไปของปฏิกิริยาเป็นเช่นเดียวกับสมการที่ 3 ทำให้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น  
ของสมการที่ 3 และสมการที่ 4 สามารถดำเนินไปอย่างต่อเนื่องได้เรื่อยๆ นั่นคือ ทำให้ความเป็น  
กรดของดินเพิ่มขึ้น (pH ของดินลดลง) (อักษฎาพร, 2528)

นอกจากนี้สารประกอบไพไรต์ยังสามารถถูกออกซิไดซ์ได้โดยตรงในสภาพที่ดินมีประจุบวก  
ที่มีสภาพเป็นด่าง (basic cations) เช่น  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$  เกิดเป็นสารประกอบจาร์ไซต์  
(สรสิทธิ์, 2520; อักษฎาพร, 2528; พิสุทธิ, 2530) ดังสมการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบจาโรไซต์จะทำให้เกิดจุดประสีเหลืองฟางข้าวขึ้นภายในหน้าตัดดิน ซึ่งสารนี้มีลักษณะคล้ายผงกำมะถันจับกันเป็นก้อนหลวมๆ (เจลิยว, 2531) หน้าตัดดินที่มีสารประกอบจาโรไซต์จะมีค่าปฏิกิริยาดินต่ำกว่า 4.0 และค่า Eh อยู่ในพิสัย 0.35-0.75 โวลต์ (อัษฎาพร, 2528) ซึ่งในสภาพเช่นนี้สารประกอบจาโรไซต์จะสลายตัวยากมาก (van Breemen และ Pons, 1977) แต่ถ้ามีการลดลงของค่า Eh หรือดินอยู่ในสภาพรีดักชันจะทำให้สารประกอบจาโรไซต์สลายตัวให้เฟอร์รัสไอออน ( $Fe^{2+}$ ) ซัลเฟตไอออน ( $SO_4^{2-}$ ) และโพแทสเซียมไอออน ( $K^+$ ) (สรสิทธิ์, 2520) นอกจากนี้ยังพบว่า ในสภาพที่ดินถูกน้ำขังสารประกอบจาโรไซต์จะถูกรีดิวซ์ (van Breemen, 1976) ดังสมการ



ชั้นของสารประกอบจาโรไซต์จะอยู่ไม่คงที่ โดยจะมีการสลายตัว และสร้างชั้นใหม่ตลอดเวลา กล่าวคือ สารประกอบจาโรไซต์ที่อยู่ตอนบนของชั้นดิน (ที่มีจาโรไซต์) จะทำปฏิกิริยากับน้ำ (hydrolysis) อย่างช้าๆ กลายเป็นเกอไทต์ (goethite;  $2FeOOH$ ) และกรดชั้นมาอีก (อัษฎาพร, 2528; van Breemen และ Pons, 1977) ส่วนในตอนล่างของชั้นหน้าตัดดินก็จะมีสารประกอบจาโรไซต์เกิดขึ้นมาใหม่ จากกระบวนการออกซิเดชันของสารประกอบไพไรต์ (สรสิทธิ์, 2520)

### ปัญหาของดินกรดจัด

ปัญหาของดินกรดจัดโดยเฉพาะของประเทศไทยที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด คือ การเป็นกรดอย่างรุนแรง อีกทั้งอยู่ในสภาพขังน้ำ จึงทำให้เหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมอาจจะละลายออกมาจนเป็นพิษต่อพืชอย่างรุนแรง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540)

และในกรณีของดินที่มีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัดซึ่งพบบนพื้นฐานภูมิประเทศที่เป็นที่ราบลุ่มน้ำทะเลขึ้นถึง ซึ่งปฏิกิริยาดินที่วัดได้ในสนามเป็นด่าง (pH มากกว่า 8) แม้ขณะนี้ยังไม่มีปัญหาเรื่องความเป็นกรดเพราะมีน้ำทะเลท่วมถึงอยู่เสมอ แต่ก็มีปัญหาอื่นคือมีเกลืออยู่มาก (ค่า EC สูงมาก ค่าโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก)

เกี่ยวกับสมบัติบางประการของดินกรดจัดในที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย จากการศึกษาของอารีรัตน์ (2542) พบว่า วัตถุต้นกำเนิดดินที่แตกต่างกันมีผลต่อสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดินกรดจัด เช่น การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดินแตกต่างกัน, pH, EC แตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัน การแจกกระจายของ Fractionation P แตกต่างกัน รวมทั้งธาตุประจุบวกที่เป็นต่าง, CEC และ EA แตกต่างกันด้วย และจากที่ได้กล่าวมาข้างต้นว่าดินกรดจัดเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินซึ่งมีสารประกอบไพไรต์เป็นองค์ประกอบและสารนี้มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นจาโรไซต์หรือสารประกอบเหล็กชนิดอื่นๆ ได้ นอกจากนี้แล้วดินกรดจัดยังมีพัฒนาการของหน้าตัดดินน้อย (เช่นชั้น Ac, Abj) ทำให้อิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิดดินยังหลงเหลืออยู่มากในดิน นอกจากนี้ความเป็นกรดที่รุนแรงและอยู่ในสภาพน้ำขังก็อาจทำให้เหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมมีมากในสารละลายดิน ดังนั้นจึงสนใจที่จะศึกษาการแจกกระจายของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมในหน้าตัดดินกรดจัดของประเทศไทย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การศึกษาในภาคสนาม

#### อุปกรณ์

- แผนที่ดินบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนใต้ของประเทศไทย มาตราส่วน 1:100,000 (กองสำรวจดิน, 2515)
- อุปกรณ์สำหรับการออกสำรวจและเก็บตัวอย่างดินในภาคสนาม (เอิบ, 2530)

#### วิธีการ

- ออกสำรวจภาคสนามเพื่อเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่างดินซึ่งเป็นตัวแทนของดินกรดจัดในประเทศไทย โดยเลือกเก็บตัวอย่างดินจากสัณฐานภูมิประเทศที่พบ ซึ่งประกอบไปด้วยดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด ดินกรดจัดซึ่งกำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน และดินที่เคยผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว โดยมีความลึกที่พบจารไรไซด์เป็นเกณฑ์ในการเก็บตัวอย่างดิน
  - ขุดหน้าตัดดิน กว้างxยาวxลึก เท่ากับ 1.5x2.5x2.5 เมตร หรือจนถึงระดับน้ำใต้ดิน ตกแต่งหน้าตัดดิน แบ่งชั้นดินและทำคำบรรยายหน้าตัดดิน
  - เก็บตัวอย่างดินจากแต่ละชั้นดิน เพื่อนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ

### 2. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

#### การเตรียมตัวอย่างดิน

- นำตัวอย่างดินมาผึ่งในร่ม (air dried) แล้วบด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เก็บตัวอย่างดินที่ผ่านตะแกรงไว้เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

#### การวิเคราะห์ทางกายภาพ\*

- วิเคราะห์การแจกกระจายของอนุภาคดิน (Particle-Size distribution) โดยใช้วิธีไปเปต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา หรือทำซ้ำอย่างอื่นถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Pipette method) (Gee and Bauder, 1986)

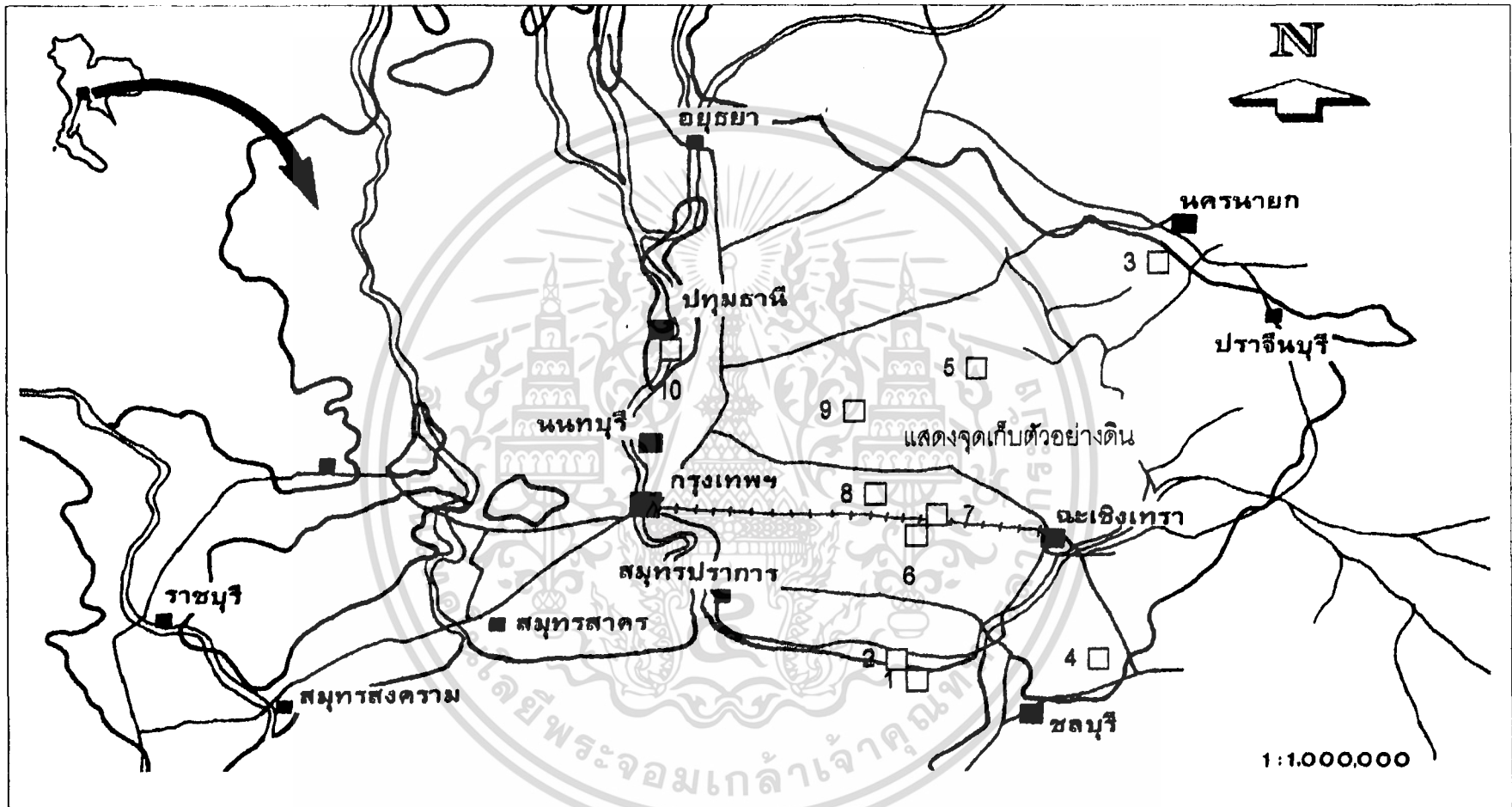
- การประเมินชั้นเนื้อดิน (Textural classes) โดยเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (Soil Survey Laboratory Staff, 1992)

### การวิเคราะห์ทางเคมี

- วิเคราะห์ค่าปฏิกิริยาดิน (pH)\* โดยใช้อัตราส่วนของดินต่อน้ำ และดินต่อสารละลาย โพแทสเซียมคลอไรด์ เข้มข้น 1 นอร์มอล เท่ากับ 1:1 แล้ววัด pH ด้วยเครื่องมือวัดปฏิกิริยาดิน (pH meter) (Thomas, 1996)
- วิเคราะห์หาค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity; EC)\* โดยอัตราส่วน ระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 แล้ววัดค่า EC ด้วย EC meter (Rhoades, 1990)
- วิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน\* โดยวิธี Walkley and Black titration (International Institute of Tropical Agriculture, 1979)
- วิเคราะห์หาธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)\* โดยวิธี Bray II (Bray และ Kurtz, 1945)
- วิเคราะห์หาปริมาณออกไซด์ของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมโดยใช้วิธี Dithionite-Citrate-Bicarbonate ซึ่งค่าที่ได้เป็น Crystalline+Non-Crystalline
- วิเคราะห์หาปริมาณ Non-Crystalline ของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมที่สกัดด้วย สารละลาย Acid-Oxalate pH 3
- วิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง ที่เป็นประโยชน์
- วิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมทั้งหมด
- วิเคราะห์หาปริมาณ Exchangeable Acid โดยใช้สารสกัด KCl 1 M.
- วิเคราะห์หาปริมาณ Exchangeable Aluminum โดยใช้สารสกัด KCl 1 M.

หมายเหตุ \* ใช้ค่าวิเคราะห์ของอารีรัตน์ (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างดินที่นำมาศึกษา



หน้าตัดดินที่ 1 หน้าตัดดินที่ 2

ภาพที่ 3 แสดงหน้าตัดดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 1 และ หน้าตัดดินที่ 2 มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยอายุน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19967

ตารางที่ 1 สรุปสัณฐานวิทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 1

Depth (cm)	Horizon	Texture	Color	pH <sub>i</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC
0-1	Apg 1	C	เฉพาะตอนบน 1 cm ที่แห้งและแตก Dark brown (7.5YR 3/2) main Greenish gray (10Y6/1)	8.0	7.22	6.60	10.6
1-10	Apg 2	C	Brown (7.5YR 4/2) Greenish gray (10Y 5-1) Dark greenish gray (5GY 4/1) Grayish brown (10YR 5/2)	8.0	5.83	5.30	16.1
10-20	CAg	C	Dark greenish gray (10GY 3-1) Grayish brown (2.5Y 5-2) Greenish gray (10YR 5/1) Greenish gray (10Y 5/1)	8.0	5.85	5.41	21.7
20-35	Cg 1	C	Dark greenish gray (10GY 4/1), (5GY 4/1) Olive gray (5Y 5/2) Olive brown (2.5Y4/4)	8.5	6.10	5.53	27.7
35-50	Cg 2	C	Dark greenish gray (5GY 4/1) Dark greenish gray (10Y 4/1)	8.5	6.33	5.88	28.2
50-70	Cg 3	C	Dark greenish gray (10Y 4/1), (5GY 4/1)	8.5	6.95	6.45	24.8
70-90	Cg 4	C	Greenish gray (10GY 5/1), (5G 5/1) Greenish brown (2.5Y 5/2)	8.5	7.26	6.78	21.8
90-110	Cg 5	C	Greenish gray (5G 5/1), (5GY 5/1)	8.5	5.43	4.90	29.3
110-120	Cg 6	C	Dark greenish gray (10GY 4/1) Greenish gray (5GY 5/1)	8.5	6.13	5.75	32.0
120-150	Cg 7	C	Greenish gray (5G 5/1), (5GY 5/1), (10Y 5/1)	8.5	7.22	6.84	23.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## ผลการศึกษาและวิจารณ์

### สัณฐานวิทยาสนามและสมบัติทางเคมีของดิน

หน้าตัดดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด (Potential acid sulfate soil)

#### หน้าตัดดินที่ 1

#### สัณฐานวิทยาสนาม (ภาพที่ 3 และตารางที่ 1)

อยู่บนสัณฐานภูมิประเทศซึ่งเป็นที่ราบน้ำทะเลขึ้นถึงเป็นประจำ พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Apg-CAg-Cg จากสัณฐานวิทยาสนาม ปฏิกริยาดิน และค่าการนำไฟฟ้าของดิน (ตารางที่ 1) ทำให้แบ่งหน้าตัดดินออกได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ

**เฉพาะตอนบน 1 เซนติเมตร (0-1 เซนติเมตร)** ที่แห้ง แดง และร่อนออกจากส่วนอื่นๆ ของหน้าตัดดิน ทำให้อนุมานได้ว่าเป็นตะกอนอายุน้อยที่สุด ซึ่งมากับถมได้ไม่นานนักเป็นดินเหนียวส่วนใหญ่ สีน้ำตาลเข้ม (7.5YR 3/2) และมีสีเทาออกเขียว (10Y 6/1) ปะปนอยู่บ้าง ปฏิกริยาดินในสนามเป็นด่างปานกลาง (Field pH=8.0) ส่วนปฏิกริยาดินที่วัดด้วยน้ำ (pH<sub>water</sub> 1:1) เท่ากับ 7.22 และปฏิกริยาดินเมื่อวัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ เข้มข้น 1 นอร์มอล (pH<sub>KCl</sub> 1:1) เท่ากับ 6.6 ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าของดิน EC (1:1) มีค่าเท่ากับ 10.6 mS/cm

**ที่ความลึก 1-50 เซนติเมตร** เป็นดินเหนียว สีน้ำตาล (7.5 YR 4/2) สีเทาออกเขียว (10Y 5/1) สีเทาออกเขียวเข้ม (5GY 4/1, 10GY 3/1, 10GY 4/1 และ 10Y 4/1) สีน้ำตาลออกเทา (2.5Y 5/2 และ 10YR 5/2) สีเทาออกเขียวมะกอก (5Y 5/2) และสีน้ำตาลออกเขียวมะกอก (2.5Y 4/4) โดยที่ความเขียวเพิ่มตามความลึก (ค่า Hue เปลี่ยนจาก YR เป็น Y และ GY) แสดงถึงการขังน้ำอย่างรุนแรง หรือเกือบตลอดเวลา Field pH อยู่ในพิสัย 8.0-8.5 ในขณะที่ pH<sub>water</sub> (1:1) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเมื่อวัดในสนาม มีค่าอยู่ในพิสัย 5.83-6.33 และเพิ่มขึ้นตามความลึกของช่วงนี้ ส่วน pH<sub>KCl</sub> (1:1) ซึ่งมีค่าต่ำกว่า pH<sub>water</sub> (1:1) ก็เพิ่มขึ้นตามความลึกเช่นเดียวกัน (16.1-28.2 mS/cm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ที่ความลึก 50-90 เซนติเมตร** เป็นดินเหนียว สีเทาออกเขียวเข้ม (10Y 4/1 และ 5GY 4/1) สีเทาออกเขียว (10GY 5/1 และ 5G 5/1) และสีน้ำตาลออกเขียว (2.5Y 5/2) Field pH มีค่าเท่ากับ 8.5 เช่นเดียวกับที่พบในความลึก 1-50 เซนติเมตร แตกต่างกันว่าที่  $pH_{water}(1:1)$  (เท่ากับ 6.95 และ 7.26) และ  $pH_{KCl}(1:1)$  (เท่ากับ 6.5-6.8) ส่วน EC (1:1) มีค่าเท่ากับ 24.8 และ 21.8 mS/cm

**ที่ความลึก 90-120 เซนติเมตร** ดินมีสีดินฐานวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับที่ปรากฏในความลึก 70-90 เซนติเมตร คือ เป็นดินเหนียว สีเทาออกเขียว (5G 5/1 และ 5GY 5/1) และสีเทาออกเขียวเข้ม (10GY 4/1) Field pH เท่ากับ 8.5 ในขณะที่  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าต่ำกว่าที่พบในความลึก 70-90 เซนติเมตร คือ เท่ากับ 5.43 และ 6.13 ส่วน  $pH_{KCl}(1:1)$  มีค่าเท่ากับ 4.9 และ 5.8 และ EC (1:1) มีค่าเป็น 29.3 และ 32.0 mS/cm

**ที่ความลึก 120-150 เซนติเมตร** เป็นดินเหนียว สีเทาออกเขียว (5G 5/1, 5GY 5/1 และ 10 Y 5/1) Field pH เท่ากับ 8.5 ในขณะที่  $pH_{water}(1:1)$  มีค่ามากกว่าที่พบในความลึก 90-120 เซนติเมตร (เท่ากับ 7.22) ส่วน  $pH_{KCl}(1:1)$  เท่ากับ 6.8 และ EC (1:1) มีค่าเท่ากับ 23.2 mS/cm

### สมบัติทางเคมีของดิน

### ปฏิกิริยาดินและการนำไฟฟ้าของดิน (ภาพผนวกที่ 1 และตารางผนวกที่ 1)

พบว่า Field pH มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ คืออยู่ในพิสัย 8.0-8.5 ส่วน  $pH_{water}(1:1)$  และ  $pH_{KCl}(1:1)$  ของตอนบน 1 เซนติเมตร มีค่าเป็น 7.22 และ 6.60 ตามลำดับ ในขณะที่ความลึกอื่นๆ ค่าปฏิกิริยาดิน เพิ่มขึ้นตามความลึก (5.83-7.26 : 1-90 เซนติเมตร และ 5.43-7.22 : 90-150 เซนติเมตร  $pH_{water}(1:1)$ ) ซึ่ง  $pH_{KCl}(1:1)$  ก็มีการแจกกระจายในลักษณะเดียวกัน (5.30-6.80 และ 4.90-6.80 ตามลำดับ)

EC (1:1) มีการแจกกระจายไม่สม่ำเสมอตามความลึก โดยเพิ่มขึ้นตามความลึก ในช่วง 0-50 เซนติเมตร (10.6-28.2 mS/cm) หลังจากนั้นลดลงเล็กน้อย (24.8-21.8 mS/cm : 5-90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนติเมตร) ส่วนในต่อนล่างสุดของหน้าตัดดิน (90-150 เซนติเมตร) EC (1:1) ลดลงตามความลึกอีกครั้งหนึ่ง คืออยู่ในพิสัย 32.0-23.2 mS/cm

#### การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ภาพผนวกที่ 1 และตารางผนวกที่ 1)

มีอนุภาคขนาดทรายต่ำกว่าร้อยละ 0.51 ในทุกช่วงความลึก และมีการแจกกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอ (อยู่ในพิสัยร้อยละ 0.07-0.51) ส่วนอนุภาคขนาดทรายแป้ง และอนุภาคขนาดดินเหนียว มีการแจกกระจายแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง และรูปแบบการแจกกระจายตามความลึกตรงกันข้ามกัน คือ ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 20 เซนติเมตร อนุภาคขนาดทรายแป้งลดลงตามความลึก (ร้อยละ 39.98-26.73) ส่วนอนุภาคขนาดดินเหนียว เพิ่มขึ้นตามความลึก (ร้อยละ 65.80-77.70)

#### อินทรีย์คาร์บอนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ภาพผนวกที่ 1 และตารางผนวกที่ 1)

อินทรีย์คาร์บอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก (ร้อยละ 1.73-2.64) ซึ่งอาจเป็นรูปแบบที่แตกต่างจากหน้าตัดดินทั่วๆ ไปที่อินทรีย์คาร์บอนลดลงตามความลึก สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากดินอยู่ในสภาพน้ำขังเกือบตลอดเวลา ทำให้อินทรีย์วัตถุไม่มีโอกาสเกิดกระบวนการ mineralization จึงยังคงสะสมมากในดิน (Brady and Weil, 2002)

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าอยู่ในพิสัย 41.03-89.87 ppm โดยดินล่าง (20-150 เซนติเมตร) มีค่าสูงกว่าดินบน

#### ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (ภาพผนวกที่ 1 และตารางผนวกที่ 1)

อะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Ex.AI) มีค่าอยู่ในพิสัย 0.22-0.44 meq/100 g soil และลดลงตามความลึกของช่วงนี้ เช่นเดียวกับอะลูมิเนียมที่วิเคราะห์โดยวิธีทำให้เกิดสี แล้ววัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer (เรียกว่า Aluminon-AI) ก็มีค่าต่ำในช่วงความลึก 0-90 เซนติเมตร (0.14-9.60 ppm) และมีค่าเป็น 773.61-236.51 ppm ที่ความลึก 90-150 เซนติเมตร ส่วนไฮโดรเจนที่แลกเปลี่ยนได้ (Ex.H) ไม่สามารถตรวจพบได้ภายในความลึก 90 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน ส่วนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความลึก 90-150 เซนติเมตร มีการแจกกระจายเหมือน Ex.AI โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 1.74-1.13 meq/100 g soil

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาดินที่วัดด้วยน้ำกับความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้จะเห็นว่ามีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ ในช่วง 0-90 เซนติเมตร ซึ่ง  $pH_{water}(1:1)$  อยู่ในพิสัย 5.83-7.26 ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าต่ำ โดยเฉพาะ Ex.AI (0.22-0.44 meq/100 g soil) และไม่สามารถตรวจพบ Ex.H ส่วนที่ความลึก 90-150 เซนติเมตร ซึ่ง  $pH_{water}(1:1)$  อยู่ในพิสัย 5.43-7.22 ค่า Ex.AI สูงกว่าตอนบนมาก และลดลงตามความลึก (8.10-3.29 meq/100 g soil) ซึ่งสอดคล้องกับ  $pH_{water}(1:1)$  ที่เพิ่มขึ้นตามความลึก (เป็นกรดน้อยลง)

### จุลธาตุประจวบที่เป็นโลหะ (ภาพผนวกที่ 2 และตารางผนวกที่ 1)

เหล็ก ภายในความลึก 0-90 เซนติเมตร มีเหล็กที่เป็นประโยชน์อยู่ในพิสัย 32.42-97.31 ppm ส่วนที่ความลึก 90-150 เซนติเมตร ปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นอย่างมาก (266.29-195.18 ppm) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกของช่วงนี้

แมงกานีส มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อย (0-50 เซนติเมตร : 557-946 ppm) ส่วนภายในความลึก 50-110 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกัน (644-813 ppm) และที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (110-150 เซนติเมตร) ปริมาณแมงกานีสที่เป็นประโยชน์มีค่าอยู่ในพิสัย 1114-809 ppm

สังกะสี มีค่าอยู่ในพิสัย 5.5-12.9 ppm และมีการแจกกระจายตามความลึกในรูปแบบที่ค่อนข้างจะสอดคล้องกับแมงกานีสที่เป็นประโยชน์ กล่าวคือ เพิ่มขึ้นตามความลึกในช่วง 0-20 เซนติเมตร (5.5-8.9 ppm) และลดลงตามความลึกในช่วง 35-90 เซนติเมตร และ 90-150 เซนติเมตร (7.8-3.8 ppm และ 12.9-7.4 ppm ตามลำดับ)

ทองแดง ตอนบน 20 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน มีทองแดงที่เป็นประโยชน์สูงกว่าช่วงความลึกอื่นๆ ที่มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (2.8-3.9 ppm และ 1.2-1.8 ppm ตามลำดับ)

สารละลายดินก็มีมากขึ้นตามไปด้วย ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปัจจัยสำคัญที่ควบคุมปริมาณจุลธาตุในสารละลายดิน คือปฏิกิริยาดิน โดยที่เมื่อปฏิกิริยาดินเป็นกรดมากขึ้น จุลธาตุในสารละลายดิน โดยเฉพาะพวกที่เป็นประจุบวกที่เป็นโลหะ (ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง) ก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย (Brady and Weil, 2002)

ส่วนการที่ปริมาณจุลธาตุที่เป็นประโยชน์ ในความลึก 90-150 เซนติเมตร แตกต่างจากความลึกอื่นๆ อาจเป็นไปได้ว่า วัตถุประสงค์กำเนิดดินของทั้งสองส่วนมีองค์ประกอบแตกต่างกัน ดังจะเห็นได้จากที่ความลึก 70-90 เซนติเมตร และ 120-150 เซนติเมตร มีปฏิกิริยาดินใกล้เคียงกัน ค่าการนำไฟฟ้าใกล้เคียงกัน แต่ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ต่างกัน ซึ่งสิ่งนี้อาจสะท้อนถึงองค์ประกอบของวัตถุประสงค์กำเนิดดินว่าแตกต่างกัน

#### **เหล็กที่สกัดได้ (Extractable Iron) (ภาพผนวกที่ 2 และตารางผนวกที่ 1)**

**เหล็กทั้งหมด (Total Iron : Total-Fe)** มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดิน คืออยู่ในพิสัย 46832-53590 ppm แต่ถ้าพิจารณาอย่างละเอียดจะเห็นว่า สามารถแบ่งหน้าตัดดินได้เป็นสามส่วน คือ 0-20 เซนติเมตร ซึ่งปริมาณ Total-Fe เพิ่มขึ้นตามความลึก (49221-53590 ppm) ความลึก 20-90 เซนติเมตร ซึ่ง Total-Fe ค่อนข้างใกล้เคียงกัน และความลึก 90-150 เซนติเมตร ที่ Total-Fe ลดลงตามความลึก (47893-50635 ppm และ 52074-46832 ppm ตามลำดับ)

**เหล็กที่สกัดด้วยสารละลาย ไดไธโอนิต์-ซิเตรต-ไบคาร์บอเนต (Dithionite-Citrate-Bicarbonate-Iron :  $Fe_d$ )** มีค่าใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดิน (11696-20143 ppm)

**เหล็กที่สกัดด้วยสารละลาย แอมโมเนียม ออกซาเลต-ออกซาลิก เอซิด (Ammonium oxalate-Oxalic acid  $Fe_o$  :  $Fe_o$ )** มีแนวโน้มลดลงตามความลึก (14341-5046 ppm และ 9192-8536 ppm : 1-90 เซนติเมตร และ 90-150 เซนติเมตร ตามลำดับ) ทำให้ผลต่างระหว่าง  $Fe_d$  และ  $Fe_o$  ( $Fe_{d-o}$ ) มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก (504-10951 ppm) แต่ก็สามารถแบ่งการแจกกระจายของ  $Fe_{d-o}$  ออกได้เป็นสองช่วงเช่นเดียวกัน คือ 0-90 เซนติเมตร (504-6746 ppm) และ 90-150 เซนติเมตร (10951-7216 ppm)

#### **แมงกานีสที่สกัดได้ (Extractable Manganese) (ภาพผนวกที่ 2 และตารางผนวกที่ 1)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แมงกานีสทั้งหมด (Total Manganese-Total-Mn)** ภายใน 1-70 เซนติเมตร มีแนวโน้มลดลงตามความลึก (4522-1980 ppm)

**แมงกานีสที่สกัดด้วยสารละลาย ไดโธไอโนต์-ซิเตรต-โบคาร์บอเนต (D.C.B.-Mn : Mn<sub>o</sub>)** มีการแจกกระจายในรูปแบบเดียวกับ Total-Mn คือ ลดลงตามความลึกในช่วง 1-70 เซนติเมตร (3551-1839 ppm) และตอนบน 20 เซนติเมตร มี Total-Mn สูงกว่าตอนล่าง

**แมงกานีสที่สกัดด้วยสารละลาย แอมโมเนียม ออกซาเลต-ออกซาลิก เอซิด (Oxalate Mn : Mn<sub>o</sub>)** ตอนบน 20 เซนติเมตร จากผิวน้ำดินมีค่าสูงกว่าชั้นความลึกอื่นๆ ซึ่งมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (1726-2409 ppm และ 483-1083 ppm ตามลำดับ) ทำให้ Mn<sub>o</sub> มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดิน (1021-1656 ppm) ยกเว้นที่ความลึก 90-110 เซนติเมตร ที่มีค่าเป็น 472 ppm

**อะลูมิเนียมที่สกัดได้ (Extractable Aluminum)** (ภาพผนวกที่ 2 และตารางผนวกที่ 1)

**อะลูมิเนียมทั้งหมด (Total Aluminum : Total Al)** มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกตั้งแต่ผิวน้ำดินถึง 70 เซนติเมตร (101321-123358 ppm) หลังจากนั้นก็มีค่าเป็น 90250-84927 ppm และ 112449-112343 ppm ที่ความลึก 70-110 เซนติเมตร และ 110-150 เซนติเมตร ตามลำดับ

**อะลูมิเนียมที่สกัดด้วยสารละลาย ไดโธไอโนต์-ซิเตรต-โบคาร์บอเนต (D.C.B.-Al : Al<sub>o</sub>)** มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดิน (ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในพิสัย 51.69-105.67 ppm) อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าตอนบน 20 เซนติเมตร มี Al<sub>o</sub> สูงกว่าช่วงความลึกอื่นๆ เล็กน้อย (68.16-105.67 ppm และ 51.69-62.30 ppm ตามลำดับ)

**อะลูมิเนียมที่สกัดด้วยสารละลาย แอมโมเนียม ออกซาเลต-ออกซาลิก เอซิด (Oxalate Al : Al<sub>o</sub>)** มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดิน คือ อยู่ในพิสัย 8.7-13.5 ppm ทำให้ Al<sub>o</sub> มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันด้วย (40.7-134.5 ppm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2 สรุปสัณฐานวิทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 2

Depth (cm)	Horizon	Texture	Color <sup>a</sup>	pH <sub>i</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC
0-3/4	Apg	C	<u>Very dark gray (7.5YR 3/1) และ Gray (5Y 6/1)</u> จุดประ: yellowish red (5YR 5/6) common	6.5	5.49	5.19	10.8
4-13	ACg 1	C	<u>Light olive gray (5Y 6/2)</u> Reddish brown (5YR 4/3) common	6.0	4.99	4.11	3.4
13-30	ACg 2	C	<u>Gray (5Y 6/1)</u> Yellowish red (5YR 4/6) common	7.0	5.65	4.35	2.0
30-40	ACg 3	C	<u>Gray (5Y 6/1)</u> Light yellowish brown (2.5Y 6/3) common Light olive brown (2.5Y 5/3) common Reddish brown (5YR 5/4) few	7.0	5.56	4.59	3.6
40-53	Cg 1	C	<u>Greenish gray (10Y 5/1)</u> <u>Light gray (5Y 7/2) few</u> Light olive brown (2.5Y 5/4)	8.0	6.59	5.87	8.9
53-68	Cg 2	C	<u>Greenish gray (10GY 5/1)</u> <u>Dark gray (5Y 4/1)</u> Olive yellow (5Y 6/6) Yellowish red (2.5YR 4/6) very few	8.0	6.08	5.56	13.5
68-79/81	Cg 3	C	<u>Pale olive (5Y 6/3)</u> <u>Dark gray (5Y 4/1)</u> <u>Dark grayish brown (2.5Y 4/2)</u> <u>Yellowish brown (10YR 5/4)</u>	8.0	3.51	3.16	20.0
81-100	Cg 4	SIC	<u>Greenish gray (10Y 5/1), (5GY 5/1)</u> Dark greenish gray (10GY 4/1) very few	8.0	3.41	3.10	26.7
100-110	Cg 5	SIC	<u>Greenish gray (10Y 5/1), (5GY 5/1)</u> Light olive brown (2.5Y 5/3) very few	8.0	7.37	7.15	13.4
110-130	Cg 6	SIC	<u>Greenish gray (5GY 5/1), (10Y 5/1)</u>	8.0	7.32	7.23	29.9
130-150	Cg 7	SIC	<u>Greenish gray (5GY 5/1), (10Y 5/1)</u>	8.5	5.95	5.65	31.1
150-170	Cg 8	SIC	<u>Greenish gray (5GY 5/1)</u> Dark greenish gray (10GY 4/1) Gray (2.5Y 5/1)	8.5	5.50	5.33	33.1
170-190	Cg 9	SIC	<u>Greenish gray (5GY 5/1)</u> Dark greenish gray (10GY 4/1) Olive gray (5Y 5/2)	8.5	7.45	7.33	33.2
190-210	Cg 10	C	<u>Dark greenish gray (10GY 4/1)</u> Olive gray (5Y 4/2)	8.5	6.24	5.99	38.3
210-220	Cg 11	C	<u>Dark greenish gray (10GY 4/1)</u> Gray (5Y 5/1)	8.5	6.74	6.44	38.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน้าตัดดินที่ 2

พบบนสัณฐานภูมิประเทศที่ราบ น้ำทะเลเคยขึ้นถึง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Apg-ACg-Cg จากสัณฐานวิทยาสนาม ปฏิริยาดิน และค่าการนำไฟฟ้าของดิน (ตารางที่ 2) ทำให้แบ่งหน้าตัดดินออกได้เป็น 7 ส่วน คือ

**ชั้นดินบน (0-4 เซนติเมตร)** เป็นดินเหนียว สีเทา (5Y 6/1) และสีเทาเข้มมาก (7.5YR 3/1) มีจุดประสีแดงออกเหลือง (5YR 5/6) ปฏิริยาดินในสนามเป็นกรดเล็กน้อย (Field pH 6.5) ส่วนปฏิริยาดินที่วัดด้วยน้ำ ( $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$ ) เท่ากับ 5.49 ปฏิริยาดินเมื่อวัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ เข้มข้น 1 นอร์มอล ( $\text{pH}_{\text{KCl}}(1:1)$ ) เท่ากับ 5.19 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC (1:1)) เท่ากับ 10.8 mS/cm

**ที่ความลึก 4-40 เซนติเมตร** เป็นดินเหนียว สีเทาปนเขียวมะกอกอ่อน (5Y 6/2) และสีเทา (5Y 6/1) มีจุดประสีน้ำตาลออกแดง (5YR 4/3 และ 5YR 5/4) สีแดงออกเหลือง (5YR 4/6) สีน้ำตาลปนเหลืองอ่อน และสีน้ำตาลปนเขียวมะกอกอ่อน (2.5Y 6/3 และ 2.5Y 5/3 ตามลำดับ) Field pH อยู่ในพิสัย 6.0-7.0 ในขณะที่  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  มีค่าเป็น 4.99-5.65 และ  $\text{pH}_{\text{KCl}}(1:1)$  มีค่าเท่ากับ 4.11-4.59 ส่วน EC (1:1) มีค่าต่ำกว่าชั้นดินบนอย่างเห็นได้ชัด (2.0-3.6 mS/cm)

**ที่ความลึก 40-68 เซนติเมตร** เป็นดินเหนียว สีเทาออกเขียว (10Y 5/1 และ 10GY 5/1) สีเทาอ่อน (5Y 7/2) สีเทาเข้ม (5Y 4/1) มีจุดประเพียงเล็กน้อย สีน้ำตาลปนเขียวมะกอกอ่อน (2.5Y 5/4) สีเหลืองปนเขียวมะกอก (5Y 6/6) และสีแดงออกเหลือง (5YR 4/6) Field pH เป็นต่างปานกลาง (เท่ากับ 8.0) ในขณะที่  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  มีค่าสูงกว่าชั้นดินที่อยู่ตอนบน (เท่ากับ 6.08-6.59) เช่นเดียวกับ  $\text{pH}_{\text{KCl}}(1:1)$  ที่มีค่าเป็น 5.56-5.87 ส่วน EC (1:1) มีค่าเท่ากับ 8.9-13.5 mS/cm

**ที่ความลึก 68-100 เซนติเมตร** เป็นดินเหนียว และดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเขียวมะกอกอ่อนมาก (5Y 6/3) สีเทาเข้ม (5Y 4/1) สีเทาปนเขียว (10Y 5/1 และ 5GY 5/1) สีเทาปนเขียวเข้ม (10GY 4/1) สีน้ำตาลปนเทาเข้ม (2.5Y 4/2) และสีน้ำตาลออกเหลือง (10YR 5/4) Field pH เป็นต่างปานกลาง (เท่ากับ 8.0) ในขณะที่  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  มีค่าเพียง 3.41-3.51 ซึ่งเกิดจากการที่

สารประกอบไฟโรต์ที่พบในความลึกเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หลังจากนำดินไปผึ่งในที่ร่ม ก่อนนำมาวิเคราะห์ ทำให้กลายเป็นดินกรดจัด ชนิดที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน ส่วน EC (1:1) มีค่าเท่ากับ 20.0-26.7 mS/cm

**ที่ความลึก 100-130 เซนติเมตร** เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเทาปนเขียว (10Y 5/1 และ 5GY 5/1) และสีน้ำตาลปนเขียวมะกอกอ่อน (2.5Y 5/3) Field pH เท่ากับ 8.0 ในขณะที่  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  สูงกว่าชั้นดินที่อยู่ตอนบน (เท่ากับ 7.32-7.37) ส่วน EC (1:1) มีค่าเป็น 13.4 mS/cm (110-130 เซนติเมตร)

**ที่ความลึก 130-170 เซนติเมตร** เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเทาปนเขียว (5GY 5/1 และ 10Y 5/1) สีเทาปนเขียวเข้ม (10GY 4/1) และสีเทา (2.5Y 5/1) พบก้อนแข็งของสารประกอบไฟโรต์ Field pH เป็นด่างปานกลาง (เท่ากับ 8.5) ในขณะที่  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  มีค่าเท่ากับ 5.50-5.95 ส่วน EC (1:1) มีค่าเท่ากับ 31.1-33.1 mS/cm

**ที่ความลึก 170-220 เซนติเมตร** เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง และดินเหนียว สีเทาปนเขียว (5GY 5/1) สีเทาปนเขียวเข้ม (10GY 4/1) สีเทาปนเขียวมะกอก (5Y 5/2 และ 5Y 4/2) และสีเทา (5Y 5/1) Field pH เป็นด่างแก่ (เท่ากับ 8.5) สิ่งที่แตกต่างกันจากชั้นดินที่อยู่ตอนบน คือ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  (เท่ากับ 6.24-7.45) ส่วน EC (1:1) มีค่าเท่ากับ 33.2-38.3 mS/cm

จะเห็นว่าตลอดหน้าตัดดิน สีดินแสดงถึงลักษณะการขังน้ำเกือบตลอดเวลา สีของดินอยู่ในพิสัยของค่า Hue 2.5Y ถึง 10GY และมีค่า Chroma ต่ำ อย่างไรก็ตาม ตอนบนของหน้าตัดดิน อาจมีกระบวนการออกซิเดชันเกิดขึ้นได้ในบางโอกาส ทำให้พบสีจุดประได้บ้าง

### สมบัติทางเคมีของดิน (ภาพที่ 3 และตารางที่ 2)

ถึงแม้ว่าปฏิกิริยาดินในสนาม มีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก (Field pH=6.0-8.5) แต่จาก  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  และ EC (1:1) ที่มีความแตกต่างกันดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้คาดการณ์ได้ว่า วัตถุต้นกำเนิดดินในแต่ละช่วงความลึก มีความแตกต่างกัน เช่น เป็นตะกอนที่มาทับถมใหม่ เมื่อ

ไม่นานนัก (0-4 เซนติเมตร เพราะ EC (1:1) สูงกว่าความลึกที่อยู่ตอนล่าง) เป็นตะกอนน้ำกร่อย (4-40 เซนติเมตร เพราะ EC (1:1) อยู่ในพิสัย 2.0-3.6 mS/cm ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าความลึกที่อยู่ตอนบนและตอนล่าง) หรือเป็นตะกอนน้ำทะเลที่พบก้อนไฟไรต์อยู่ด้วยทำให้  $pH_{\text{water}}(1:1)$  ต่ำมาก (ความลึก 68-100 เซนติเมตร และ 130-170 เซนติเมตร)

### ปฏิกิริยาดินและการนำไฟฟ้าของดิน (ภาพผนวกที่ 3 และตารางผนวกที่ 2)

Field pH ในตอนบน 40 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน มีค่าต่ำกว่าชั้นความลึกอื่นๆ (มีค่าเท่ากับ 6.0-7.0 สำหรับความลึก 0-40 เซนติเมตร และ 8.0-8.5 สำหรับความลึก 40-220 เซนติเมตร) ในขณะที่  $pH_{\text{water}}(1:1)$  มีการแจกกระจายไม่สม่ำเสมอตามความลึก ขึ้นอยู่กับสัณฐานวิทยาสนาม โดยที่  $pH_{\text{water}}(1:1)$  เพิ่มขึ้นเล็กน้อยภายในความลึก 0-68 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในพิสัย 4.99-6.59 และ  $pH_{\text{water}}(1:1)$  มีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดจนภายในความลึก 68-100 เซนติเมตร อันเป็นบริเวณที่มีก้อนไฟไรต์ ( $pH_{\text{water}}(1:1)=3.41-3.51$ ) และที่ความลึก 100-130 เซนติเมตร  $pH_{\text{water}}(1:1)$  มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 7.32-7.37 และ  $pH_{\text{water}}(1:1)$  ลดลงอย่างเห็นได้ชัดจน (5.50-5.95) ซึ่งเป็นช่วงความลึกที่พบก้อนไฟไรต์ ส่วนที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (170-220 เซนติเมตร)  $pH_{\text{water}}(1:1)$  เพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง แม้จะไม่สม่ำเสมอ (อยู่ในพิสัย 6.24-7.45) สอดคล้องกับลักษณะการแจกกระจายของขนาดอนุภาคดินในช่วงความลึกนี้ด้วย สำหรับ  $pH_{\text{KCl}}(1:1)$  ซึ่งมีค่าต่ำกว่า  $pH_{\text{water}}(1:1)$  ตลอดหน้าตัดดินอยู่ในพิสัย 3.10-7.33 ก็มีการแจกกระจายตามความลึกในรูปแบบเดียวกับ  $pH_{\text{water}}(1:1)$

EC (1:1) มีการแจกกระจายในรูปแบบที่เพิ่มขึ้นตามความลึก (อยู่ในพิสัย 2.0-38.3 mS/cm) สำหรับความลึก 100-110 เซนติเมตร ที่มี EC (1:1) ต่ำกว่าช่วงความลึกอื่นๆ ที่อยู่ตอนบนและตอนล่าง (13.4 mS/cm) ในขณะที่ช่วงความลึกอื่นๆ มีค่าเป็น 26.7 mS/cm : 81-100 เซนติเมตร และ 29.9 mS/cm : 110-130 เซนติเมตร) อาจเกิดจากองค์ประกอบของวัตถุต้นกำเนิดดินแตกต่างกันโดยธรรมชาติอยู่แล้ว ดังจะเห็นได้จาก ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และแมงกานีสทั้งหมด ที่พบในความลึก 100-110 เซนติเมตร มีค่าแตกต่างจากช่วงความลึกอื่นๆ ที่อยู่ติดกัน

### การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ภาพผนวกที่ 3 และตารางผนวกที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดหน้าตัดดิน มีอนุภาคขนาดทรายต่ำมาก คือน้อยกว่าร้อยละ 1.5 ในขณะที่มีอนุภาคขนาดทรายแบ่งร้อยละ 24.47-55.94 และมีอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 43.82-74.69 การแจกกระจายของอนุภาคขนาดทรายแบ่ง และขนาดดินเหนียว มีลักษณะตรงกันข้ามกัน คือ ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 150 เซนติเมตร อนุภาคขนาดทรายแบ่งเพิ่มขึ้นตามความลึก (ร้อยละ 24.47-55.94) ในขณะที่อนุภาคขนาดดินเหนียวลดลงตามความลึก (ร้อยละ 74.69-43.82) ส่วนตั้งแต่ความลึก 150-220 เซนติเมตร การแจกกระจายของอนุภาคดินทั้งสองขนาดมีลักษณะตรงกันข้ามจากที่กล่าวมาข้างต้น คือลดลงตามความลึกสำหรับอนุภาคขนาดทรายแบ่ง และเพิ่มขึ้นตามความลึกสำหรับอนุภาคขนาดดินเหนียว (ร้อยละ 53.87-36.88 และร้อยละ 45.47-62.95 ตามลำดับ)

#### อินทรีย์คาร์บอนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ภาพผนวกที่ 3 และตารางผนวกที่ 2)

ตอนบน 4 เซนติเมตร มีอินทรีย์คาร์บอนสูงที่สุดในหน้าตัดดิน (ร้อยละ 4.54) ซึ่งเป็นผลมาจากมีรากพืชอยู่หนาแน่น และมีเศษซากพืชอยู่บนผิวดินมาก ส่วนที่ความลึกอื่นๆ พบว่ามีอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในพิสัยร้อยละ 0.28-3.52 โดยที่ตั้งแต่ความลึก 100 เซนติเมตร ลงไป มีอินทรีย์คาร์บอนสูงกว่าที่พบในความลึก 4-100 เซนติเมตร (ร้อยละ 2.76-3.52 และร้อยละ 0.28-2.50 ตามลำดับ) สาเหตุที่ทำให้ดินล่างยังคงมีอินทรีย์คาร์บอนสูง เกิดจากดินอยู่ในสภาวะขังน้ำเกือบตลอดเวลา ทำให้อินทรีย์วัตถุเกิดกระบวนการ mineralization ได้น้อย จึงสะสมมากในดิน เช่นเดียวกับที่พบในหน้าตัดดินที่ 1

ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 40 เซนติเมตร ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าเพิ่มขึ้น (28.78-133.85 ppm) หลังจากนั้นค่าลดลงตามความลึกภายในช่วง 40-81 เซนติเมตร (105.96-75.82 ppm) และมีค่าเพิ่มมากขึ้นเป็น 346.63-621.44 ppm ภายในความลึก 100-130 เซนติเมตร ส่วนที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (130-220 เซนติเมตร) มีการแจกกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอ โดยส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 100 ppm ยกเว้นที่ความลึก 170-190 เซนติเมตร มีค่าเป็น 233.12 ppm

#### ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (ภาพผนวกที่ 3 และตารางผนวกที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ex.AI มีค่าอยู่ในพิสัย 0.11-4.41 meq/100 g soil ในขณะที่ Ex.H มีตั้งแต่ไม่สามารถตรวจสอบได้จนถึง 1.99 meq/100 g soil เช่นเดียวกับ Aluminon-AI ที่มีค่าตั้งแต่ประมาณ 0.1 ppm ไปจนถึง 371 ppm

การแจกกระจายตามความลึกของความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ มีลักษณะสอดคล้องกับ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  คือ มีค่ามากเมื่อ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  มีค่าต่ำ เช่น Ex.AI มีค่าเป็น 2.57-4.41 meq/100 g soil ในความลึก 68-100 เซนติเมตร ซึ่งพบก้อนไฟไรต์ และ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  เท่ากับ 3.41-3.51 และ Ex.H ในความลึกนี้มีค่าเท่ากับ 1.15-1.99 meq/100 g soil หรือที่ความลึก 130-170 เซนติเมตร ซึ่ง  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  มีค่าเท่ากับ 5.50-5.95 และพบก้อนไฟไรต์ ก็มี Ex.AI และ Ex.H สูงเช่นเดียวกัน (3.21-3.38 meq/100 g soil และ 1.65-1.71 meq/100 g soil ตามลำดับ) ส่วนที่ความลึกอื่นๆ ซึ่ง  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  มีค่าสูงกว่าช่วงความลึกที่กล่าวมาข้างต้น ก็พบว่า Ex.AI มีค่าต่ำลง และอาจไม่สามารถตรวจพบ Ex.H ก็เป็นได้ (Ex.AI อยู่ในพิสัย 0.11-0.88 meq/100 g soil สำหรับความลึก 0-68 เซนติเมตร และ 0.55 meq/100 g soil สำหรับความลึก 170-190 เซนติเมตร เป็นต้น)

#### จุลธาตุประจวบทุกที่เป็นโลหะ (ภาพผนวกที่ 4 และตารางผนวกที่ 2)

**เหล็ก** มีการแจกกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอตามความลึก โดยตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 40 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในพิสัย 212-122 ppm และลดลงตามความลึก ส่วนที่ความลึก 40-68 เซนติเมตร เหล็กลดลงกว่าเดิมอย่างเห็นได้ชัดเจน (52-88 ppm) เช่นเดียวกับที่ความลึก 100-130 เซนติเมตร (8-13 ppm) และ 170-190 เซนติเมตร (17 ppm) ซึ่งมีเหล็กเป็นประโยชน์ต่ำกว่าที่พบในช่วงความลึกอื่นๆ ที่มีเหล็กอยู่ในพิสัย 225-276 ppm

**แมงกานีส** มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 106-957 ppm และช่วงความลึกใดที่มีเหล็กต่ำกว่าบริเวณอื่นๆ ของหน้าตัดดินก็มักจะมีแมงกานีสต่ำตามไปด้วย (เช่น ที่ความลึก 170-190 เซนติเมตร ที่มีแมงกานีสเพียง 534 ppm และมีเหล็กเพียง 17 ppm)

**สังกะสี** มีค่าอยู่ในพิสัย 1.72-30.05 ppm มีการแจกกระจายตามความลึกเหมือนกับเหล็กทุกประการ กล่าวคือ ช่วงความลึกที่มีเหล็กต่ำ สังกะสีจะต่ำตามไปด้วย (เช่น ที่ความลึก 40-68 เซนติเมตร : 52-88 ppm Fe, 2 ppm Zn, ที่ความลึก 100-130 เซนติเมตร : 8-13 ppm Fe, 2-3

ppm Zn และที่ความลึก 170-190 เซนติเมตร : 17 ppm Fe, 2 ppm Zn) ในขณะเดียวกันช่วงความลึกที่มีเหล็กสูง สังกะสีในรูปที่เป็นประโยชน์ก็จะสูงตามไปด้วย

**ทองแดง** มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึง 68 เซนติเมตร (2.7-5.8 ppm) ยกเว้นที่ความลึก 30-40 เซนติเมตร มีค่าเป็น 3.54 ppm หลังจากนั้น มีค่าทองแดงใกล้เคียงกันไปจนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (อยู่ในพิสัย 0.8-1.5 ppm)

จะเห็นว่าการแจกกระจายของจุลธาตุโลหะที่เป็นประจุบวกในสารละลายดินมีลักษณะสอดคล้องกับ  $pH_{water}(1:1)$  อย่างยิ่ง โดยเฉพาะเหล็ก แมงกานีส และสังกะสี สาเหตุเกิดจากปฏิกิริยาดินเป็นปัจจัยสำคัญ ที่มีผลต่อปริมาณจุลธาตุโลหะที่เป็นประจุบวก ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในส่วนของหน้าตัดดินที่ 1

#### **เหล็กที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 4 และตารางผนวกที่ 2)**

Total-Fe มีค่าอยู่ในพิสัย 60246-37835 ppm และมีการแจกกระจายในลักษณะที่ค่อนข้างลดลงตามความลึก สอดคล้องกับการแจกกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียว ในขณะที่  $Fe_0$  มีการแจกกระจายตามความลึกแบบไม่สม่ำเสมอ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 4259-16933 ppm และเป็นที่น่าสังเกตว่า ช่วงความลึกใดที่พบก้อนไฟไรต์ หรือ  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าต่ำมักมี  $Fe_0$  สูงกว่าช่วงความลึกที่  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าสูงกว่า (เช่น ความลึก 68-100 เซนติเมตร :  $pH_{water}(1:1)=3.41-3.51$ ,  $Fe_0=14603-15521$  ppm; ความลึก 100-130 เซนติเมตร :  $pH_{water}(1:1)=7.32-7.37$ ,  $Fe_0=6517-6852$  ppm เป็นต้น) ส่วน  $Fe_{ox}$  ก็มีรูปแบบการแจกกระจายตามความลึก สอดคล้องกับ  $Fe_0$  และมีค่าอยู่ในพิสัย 3572-11456 ppm ทำให้  $Fe_{ox}$  ซึ่งมีค่าอยู่ในพิสัย 687-8259 ppm มีการแจกกระจายตามความลึก สอดคล้องกับ  $Fe_0$  และ  $Fe_{ox}$  ด้วยเช่นเดียวกัน

#### **แมงกานีสที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 4 และตารางผนวกที่ 2)**

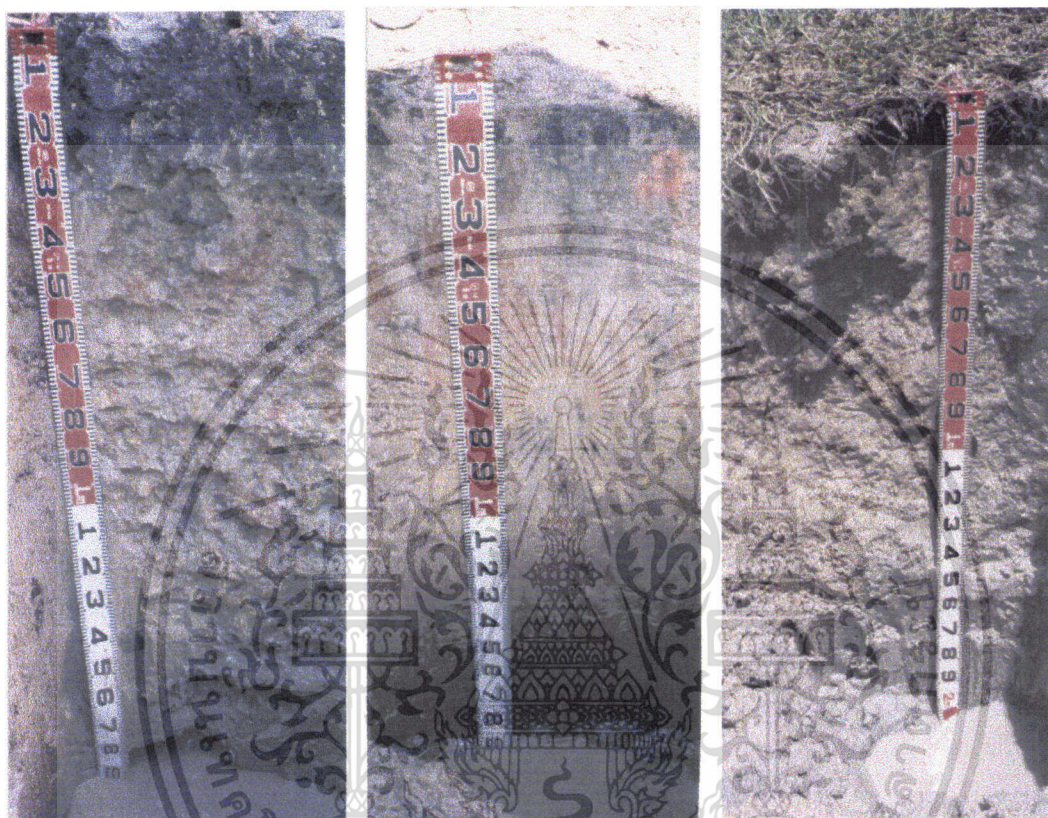
Total-Mn ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 100 เซนติเมตร มีการแจกกระจายแบบเพิ่มขึ้นตามความลึก (240-974 ppm) ในขณะที่ความลึก 100-130 เซนติเมตร มีแมงกานีสทั้งหมดสูงที่สุดในหน้าตัดดิน (3596-4153 ppm) หลังจากนั้นแมงกานีสทั้งหมดที่พบยังคงมีค่าสูงกว่าในตอน

บนของหน้าตัดดิน คืออยู่ในพิสัย 1607-2833 ppm ส่วน  $Mn_0$  ก็มีการแจกกระจายตามความลึก เหมือนกับแมงกานีสทั้งหมด คือ ค่อนข้างเพิ่มขึ้นตามความลึกในช่วง 0-100 เซนติเมตร (160-769 ppm) และมีค่าสูงสุด (3322-3887 ppm) ที่ความลึก 100-130 เซนติเมตร หลังจากนั้นก็มีค่าอยู่ในพิสัย 1509-2651 ppm ในตอนล่างของหน้าตัดดิน ในขณะที่  $Mn_0$  มีการแจกกระจายตามความลึก แบบไม่ค่อยสม่ำเสมอ และมีค่าไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก คือ อยู่ในพิสัย 130-514 ppm จึงทำให้การแจกกระจายของ  $Mn_{0.0}$  ตามความลึก มีลักษณะสอดคล้องกับแมงกานีสทั้งหมด และ  $Mn_0$  ทุกประการ

#### อะลูมิเนียมที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 4 และตารางผนวกที่ 2)

Total-Al มีการแจกกระจายตามความลึก เหมือนกับอนุภาคขนาดดินเหนียว คือลดลงตามความลึก ในช่วง 4-150 เซนติเมตร โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 128519-84250 ppm และเพิ่มขึ้นตามความลึก (90287-103601 ppm) ในตอนล่างของหน้าตัดดิน (150-220 เซนติเมตร) ส่วน  $Al_0$  มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดิน โดยอยู่ในพิสัย 50-81 ppm เช่นเดียวกับ  $Al_0$  ที่มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (8-20 ppm) ตลอดหน้าตัดดิน ทำให้ได้ค่า  $Al_{0.0}$  ใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดินด้วย (43-66 ppm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน้าตัดดินที่ 3

หน้าตัดดินที่ 4

หน้าตัดดินที่ 5

ภาพที่ 4 แสดงหน้าตัดดินที่กำลังมีการขุดค้นพบซากปรักหักพัง และพบสารประกอบ  
 จาโรไซต์ในหน้าตัดดิน ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4 และหน้าตัดดินที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 3 สรุปสัณฐานวิทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 3

Depth (cm)	Horizon	Texture	Color <sup>a</sup>	pH <sub>s</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>Ca</sub>	EC
0-15	Apg 1	C	<u>Very dark gray (7.5YR 3/1)</u> Brown (7.5YR 4/3) 20%	4.5	4.08	3.30	0.5
15-25/30	Apg 2	C	<u>Very dark gray (10YR 3/1)</u> Brown (7.5YR 4/3) 10%	4.5	3.81	3.15	0.4
30-40	B <sub>Ag</sub>	C	<u>Light brownish gray (10YR 6/2)</u> Red (2.5YR 4/8) 10% Black (7.5YR 2.5/1) very few Brownish yellow (10YR 6/8) very few Yellow (10YR 7/8) very few	4.0	3.61	2.98	0.5
40-50/55	B <sub>tg</sub> 1	C	<u>Light brownish gray (10YR 6/2)</u> Red (2.5YR 4/6) many Yellow (10YR 7/8) common, (2.5Y 8/6) very few Black (7.5YR 2.5/1) very few	4.0	3.51	2.98	0.6
55-63/66	B <sub>tg</sub> 2	C	<u>Light brownish gray (10YR 6/2)</u> Reddish brown (2.5YR 4/4) many Yellow (2.5Y 8/6) common Brownish yellow (10YR 6/8) common	4.0	3.50	2.88	0.6
66-74/80	B <sub>tg</sub> 3	C	<u>Light brownish gray (10YR 6/2)</u> Red (2.5YR 4/6) many Yellow (2.5Y 8/6) common, (2.5Y 7/6) few, (10YR 7/6) few	4.0	3.42	2.91	0.7
80-90/93	B <sub>tg</sub> 4	C	<u>Light brownish gray (10YR 6/2)</u> Red (2.5YR 4/6) common Pale yellow (5Y 8/4) common Yellow (2.5Y 7/6) common Light reddish brown (2.5YR 6/3) very few	4.0	3.52	2.83	0.7
93-105	B <sub>tg</sub> 5	C	<u>Light brownish gray (10YR 6/2)</u> Yellow (10YR 7/8) common, (5Y 8/6) few, (2.5Y 7/6) few Red (2.5YR 5/8) few	4.0	3.48	2.84	0.7
105-117	BC <sub>tg</sub> 1	C	<u>Light brownish gray (10YR 6/2)</u> Yellow (10YR 7/8) common, (5Y 8/6) few, (2.5Y 8/6) few Red (10R 4/6) few	4.0	3.40	2.80	0.8
117-138	BC <sub>tg</sub> 2	C	<u>Light brownish gray (10YR 6/2) และ Pinkish gray (7.5YR 6/2)</u> Light red (2.5YR 7/8) few Pale yellow (5Y 8/4) very few	4.0	3.48	2.84	0.8
138-156	C <sub>g</sub> 1	C	<u>Light gray (10YR 7/1)</u> Yellow (2.5Y 7/6) few Pale yellow (5Y 8/4) very few	4.5	3.57	2.96	0.9
156-175	C <sub>g</sub> 2	C	Grayish brown (2.5Y 5/2)	4.5	3.69	3.04	1.0
175-190	C <sub>g</sub> 3	C	Greenish gray (10Y 5/1), (10Y 6/1) Grayish brown (10YR 5/2)	4.5	2.41	2.24	5.4
190-210+	C <sub>g</sub> 4	SIC	Dark gray (N 4/ ) Greenish gray (10Y 6/1) Light brown (7.5YR 6/3) Brown (7.5YR 4/4)	4.5	2.17	2.08	7.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน (Actual Acid Sulfate Soil)

### หน้าตัดดินที่ 3

พบบนสันฐานภูมิประเทศที่ราบหรือค่อนข้างราบ น้ำทะเลเคยขึ้นถึงมาก่อน วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Apg-BAg-Bjg-BCjg-Cg จากสันฐานวิทยาสนาม ปฏิกริยาดิน และการนำไฟฟ้าของดิน (ตารางที่ 3) ทำให้แบ่งหน้าตัดดินออกได้เป็นสี่ส่วนใหญ่ๆ คือ

ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 40 เซนติเมตร เป็นดินเหนียว สีเทาเข้มมาก (7.5YR 3/1 และ 10YR 3/1) และสีเทาปนน้ำตาลอ่อน (10YR 6/2) มีจุดประสีน้ำตาล (7.5YR 4/3) สีแดง (2.5YR 4/8) สีดำ (7.5YR 2.5/1) สีเหลืองออกน้ำตาล (10YR 6/8) และสีเหลือง (10YR 7/8) ปฏิกริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (Field pH=4.0-4.5) ส่วนปฏิกริยาดินที่วัดด้วยน้ำ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  มีค่าอยู่ในพิสัย 3.61-4.08 การนำไฟฟ้าของดิน (EC (1:1)) มีค่าอยู่ในพิสัย 0.4-0.5 mS/cm

ที่ความลึก 40-138 เซนติเมตร ซึ่งเป็นบริเวณที่มีสารประกอบจากริโซต์ เป็นดินเหนียว สีพื้นส่วนใหญ่ สีเทาปนน้ำตาลอ่อน (10YR 6/2) มีจุดประสีแดง (2.5YR 4/6, 2.5YR 5/8 และ 10R 4/6) สีเหลือง (10YR 7/8, 10YR 7/6, 2.5Y 8/6, 2.5Y 7/6 และ 5Y 8/6) สีเหลืองซีด (5Y 8/4) ซึ่งเป็นสีของสารประกอบจากริโซต์ สีดำ (7.5YR 2.5/1) สีน้ำตาลออกแดง (2.5YR 4/4) และสีแดงอ่อน (2.5YR 7/8) ปฏิกริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (Field pH=4.0) ในขณะที่  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  มีค่าอยู่ในพิสัย 3.40-3.52 และ EC (1:1) มีค่าเป็น 0.6-0.8 mS/cm

ที่ความลึก 138-175 เซนติเมตร ซึ่งพบสารประกอบจากริโซต์น้อยมาก เป็นดินเหนียว สีเทาอ่อน (10YR 7/1) และสีน้ำตาลออกเทา (2.5Y 5/2) มีจุดประสีเหลือง (2.5Y 7/6) และสีเหลืองซีด (5Y 8/4) เพียงเล็กน้อย ปฏิกริยาดินในสนามเป็น กรดจัดมาก (Field pH=4.5) ส่วน  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  มีค่าเป็น 3.57-3.69 และ EC (1:1) มีค่าเท่ากับ 0.9-1.0 mS/cm

ที่ความลึก 175-210 เซนติเมตร เป็นดินเหนียว และดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเทาออกเขียว (10Y 5/1, 10Y 6/1) สีน้ำตาลออกเทา (10YR 5/2) สีเทาเข้ม (N4/) สีน้ำตาลอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(7.5YR 6/3) และสีน้ำตาล (7.5YR 4/4) Field pH เท่ากับ 4.5 เช่นเดียวกับช่วงความลึกที่อยู่ตอนบน แต่  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าเพียง 2.17-2.41 และ EC (1:1) มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 5.4-4 mS/cm

### สมบัติทางเคมีของดิน (ภาพที่ 4 และตารางที่ 3)

#### ปฏิกิริยาดินและการนำไฟฟ้าของดิน (ภาพผนวกที่ 5 และตารางผนวกที่ 3)

ปฏิกิริยาดินในสนามมีค่าอยู่ในพิสัย 4.0-4.5 โดยที่ตอนบน 30 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน และที่ความลึก 138-210 เซนติเมตร มี Field pH เท่ากับ 4.5 ในขณะที่ความลึกอื่นๆ มี Field pH เท่ากับ 4.0 ส่วน  $pH_{water}(1:1)$  ภายในความลึก 0-175 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในพิสัย 3.40-4.08 โดยค่าสูงสุดพบที่ผิวหน้าดิน ในขณะที่ความลึกอื่นๆ ของช่วงนี้มี  $pH_{water}(1:1)$  ใกล้เคียงกัน (3.40-3.81) ส่วนที่ความลึก 175-210 เซนติเมตร  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าลดลงอย่างมากเหลือเพียง 2.17-2.41 สำหรับ  $pH_{KCl}(1:1)$  ซึ่งมีค่าต่ำกว่า  $pH_{water}(1:1)$  ตลอดหน้าตัดดิน ก็มีการแจกกระจายเหมือนกับ  $pH_{water}(1:1)$  ทุกประการ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 3.30-2.08 ส่วน EC (1:1) มีค่าค่อนข้างเพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อย (0.4-1.0 mS/cm : 15-175 เซนติเมตร) หลังจากนั้น มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมากเป็น 5.4-7.4 mS/cm ที่ความลึก 175-210 เซนติเมตร

#### การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ภาพผนวกที่ 5 และตารางผนวกที่ 3)

ตลอดหน้าตัดดิน มีอนุภาคขนาดทรายต่ำกว่าร้อยละ 4 และแจกกระจายไม่ค่อยสม่ำเสมอ โดยเพิ่มขึ้นตามความลึก จนถึง 55 เซนติเมตร (ร้อยละ 1.80-4.17) หลังจากนั้นลดลงตามความลึกไปจนถึง 175 เซนติเมตร (ร้อยละ 2.76-0.02) และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่ตอนล่างสุด ของหน้าตัดดิน (ร้อยละ 0.06-1.91 : 175-210 เซนติเมตร) ส่วนอนุภาคขนาดทรายแป้งเพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อย ในช่วงตอนบน 55 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน (ร้อยละ 27.09-28.70) หลังจากนั้นลดลงตามความลึก (ร้อยละ 27.02-25.48 : 55-80 เซนติเมตร, ร้อยละ 28.19-25.98 : 105-175 เซนติเมตร) ส่วนที่ชั้นดินล่างสุด (190-210 เซนติเมตร) มีค่าเป็นร้อยละ 48.28 สำหรับอนุภาคขนาดดินเหนียว มีรูปแบบการแจกกระจายที่ตรงกันข้ามกับอนุภาคขนาดทรายแป้ง คือ ลดลงตามความลึก ในตอนบน 55 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน (ร้อยละ 70.96-67.13) และเพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อยในช่วง 55-175 เซนติเมตร (ร้อยละ 70.22-74.00) แล้วลดลงเป็นร้อยละ 49.81 ที่ชั้นดินล่างสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### อินทรีย์คาร์บอนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ภาพผนวกที่ 5 และตารางผนวกที่ 3)

ชั้นดินบน (0-30 เซนติเมตร) มีอินทรีย์คาร์บอนสูงกว่าชั้นดินล่างส่วนใหญ่ (ร้อยละ 2.2-2.6) และที่ความลึก 30-175 เซนติเมตร มีอินทรีย์คาร์บอนน้อยกว่าร้อยละ 1 (อยู่ในพิสัย ร้อยละ 0.29-0.86) และที่ความลึก 175-210 เซนติเมตร อินทรีย์คาร์บอนเพิ่มเป็นร้อยละ 2.34-5.57 ซึ่งสูงที่สุดในหน้าตัดดิน

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีการแจกกระจายตามความลึกในรูปแบบที่ใกล้เคียงกับอินทรีย์คาร์บอน คือชั้นดินบน (0-30 เซนติเมตร) และที่ความลึก 156-210 เซนติเมตร มีค่าสูงกว่าตอนกลางของหน้าตัดดิน (อยู่ในพิสัย 9.6-24.3 ppm, 19.9-29.2 ppm และ 0.9-5.8 ppm ตามลำดับ)

### ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (ภาพผนวกที่ 5 และตารางผนวกที่ 3)

เนื่องจากดินมี  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  เป็นกรดจัดมากตลอดหน้าตัดดิน (อยู่ในพิสัย 4.08-2.17) ทำให้ Ex.A1 มีค่าสูงตลอดหน้าตัดดิน มีค่าสูงสุดที่ความลึก 175-210 เซนติเมตร (47.90-69.03 meq/100 g soil) ในขณะที่ควาลึกอื่นๆ มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในพิสัย 8.02-16.26 meq/100 g soil ส่วน Ex.H ก็พบได้เกือบตลอดหน้าตัดดิน และมีการแจกกระจายตามความลึกในรูปแบบเดียวกันกับ Ex.A1 โดยส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในพิสัย 0.23-23.52 meq/100 g soil เช่นเดียวกับ Aluminom-Al ที่มีการแจกกระจายเหมือน Ex.A1 ทุกประการ โดยมีค่าส่วนใหญ่อยู่ในพิสัย 758-9094 ppm

### จุลธาตุประจุบวกที่เป็นโลหะ (ภาพผนวกที่ 6 และตารางผนวกที่ 3)

เหล็ก ที่ผิวดินมีค่าเท่ากับ 150 ppm และตั้งแต่ความลึก 15 เซนติเมตร ลงไป จนถึง 175 เซนติเมตร มีเหล็กในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน (21-82 ppm) ส่วนที่ความลึก 175-210 เซนติเมตร ปริมาณเหล็กที่พบมีค่าสูงสุดในหน้าตัดดิน (688-1921 ppm)

แมงกานีส มีการกระจายตามความลึกเช่นเดียวกับเหล็ก คือ มีค่าสูงสุดที่ความลึก 175-210 เซนติเมตร (183-222 ppm) ส่วนที่ความลึกอื่นๆ มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (7-15 ppm) และที่ผิวหน้าดินมีค่าเท่ากับ 19 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สังกะสี** ที่ผิวหน้าดินมีค่าเท่ากับ 1.4 ppm ในขณะที่ความลึก 15-175 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกัน (0.3-0.8 ppm) และค่าสูงที่สุดในหน้าตัดดินพบที่ความลึก 175-210 เซนติเมตร (2-8 ppm)

**ทองแดง** มีการแจกกระจายตามความลึกเหมือนกับจุลธาตุประจวบวกรอื่นๆ คือ มีค่าสูงที่สุดในความลึก 175-210 เซนติเมตร (2.8 ppm) ที่ผิวดินมีค่าเท่ากับ 0.9 ppm ในขณะที่ความลึกอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกัน (0.4-1 ppm)

การแจกกระจายตามความลึกของจุลธาตุประจวบวกรที่เป็นโลหะ ในหน้าตัดดินนี้มีลักษณะเหมือนกับที่พบในหน้าตัดดินที่มีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด (หน้าตัดดินที่ 1 และหน้าตัดดินที่ 2) คือ สอดคล้องกับ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  ดังจะเห็นได้จากตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน ซึ่งเป็นกรดรุนแรงมาก ( $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  น้อยกว่า 2.5) จุลธาตุประจวบวกรที่เป็นโลหะทุกธาตุ มีค่าสูงที่สุดในหน้าตัดดิน

**เหล็กที่สกัดได้** (ภาพผนวกที่ 6 และตารางผนวกที่ 3)

**Total-Fe** มีการแจกกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอตามความลึก โดยภายใน 40 เซนติเมตร จากผิวดิน ปริมาณเหล็กทั้งหมดค่อนข้างใกล้เคียงกัน (33139-38924 ppm) ส่วนที่ความลึก 40-93 เซนติเมตร เหล็กทั้งหมด มีค่าสูงที่สุดในหน้าตัดดิน คืออยู่ในพิสัย 62991-72599 ppm หลังจากนั้นเหล็กทั้งหมด มีแนวโน้มลดลงตามความลึก จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (48573-24268 ppm) และเมื่อเปรียบเทียบกับ การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน พบว่าไม่สอดคล้องกัน

**D.C.B.-Fe** ตั้งแต่ผิวดินลงไปถึงความลึก 66 เซนติเมตร  $\text{Fe}_o$  มีแนวโน้มลดลง (11430-5096 ppm) หลังจากนั้นมีความค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (5747-12303 ppm) ไปจนถึงความลึก 156 เซนติเมตร และที่ความลึก 156-175 เซนติเมตร  $\text{Fe}_o$  มีค่าต่ำที่สุดในหน้าตัดดิน (748 ppm) สอดคล้องกับเหล็กทั้งหมด ที่มีค่าต่ำกว่าความลึกอื่นๆ ที่อยู่ติดกัน ส่วนที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (175-210 เซนติเมตร)  $\text{Fe}_o$  มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 9816-23510 ppm

Oxalate-Fe มีค่าสูงในชั้นดินบน (0-30 เซนติเมตร : 6581-5800 ppm) และที่ความลึก 175-210 เซนติเมตร (6950-17421 ppm) และมีค่าต่ำที่สุดที่ความลึก 156-175 เซนติเมตร (406 ppm) ในขณะที่ความลึกอื่นๆ มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (2122-3795 ppm)

Fe<sub>d</sub> มีค่าสูงมากในความลึก 80-156 เซนติเมตร (6993-9808 ppm) และมีค่าต่ำที่สุด (342 ppm) ที่ความลึก 156-175 เซนติเมตร ในขณะที่ความลึกอื่นๆ มีการแจกกระจายไม่ค่อยสม่ำเสมอ คือ อยู่ในพิสัย 2223-6627 ppm สำหรับความลึก 0-80 เซนติเมตร และ 2866-6089 ppm สำหรับตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน

#### แมงกานีสที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 6 และตารางผนวกที่ 3)

Total-Mn ที่ผิวหน้าดินมีค่าเท่ากับ 117 ppm และตั้งแต่ความลึก 15-175 เซนติเมตร แมงกานีสทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (68-96 ppm) ส่วนที่ตอนล่างสุด (175-210 เซนติเมตร) แมงกานีสทั้งหมดมีค่าสูงที่สุดในหน้าตัดดิน (319-324 ppm)

D.C.B.-Mn ก็มีการแจกกระจายตามความลึกเช่นเดียวกับแมงกานีสทั้งหมด คือ ตอนบน 15 เซนติเมตร จากผิวหน้าดินมีค่าเป็น 94 ppm หลังจากนั้น แมงกานีสทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามความลึก (21-53 ppm : 30-156 เซนติเมตร) และค่าสูงที่สุดในหน้าตัดดิน พบที่ความลึก 175-210 เซนติเมตร (240-318 ppm)

Oxalate-Mn เช่นเดียวกับแมงกานีสทั้งหมด และ Mn<sub>d</sub> คือค่าสูงที่สุดในหน้าตัดดินพบที่ความลึก 175-210 เซนติเมตร (206-238 ppm) ที่ผิวหน้าดินมีค่าเท่ากับ 50 ppm ในขณะที่ความลึก 15-175 เซนติเมตร มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อย (21-48 ppm)

Mn<sub>o</sub> แม้จะมีการแจกกระจายตามความลึกไม่ค่อยสม่ำเสมอ เท่ากับแมงกานีสที่สกัดได้ในรูปอื่นๆ แต่จะเห็นว่า ผิวหน้าดิน และตอนล่างสุดของหน้าตัดดินยังคงมี Mn<sub>o</sub> สูงกว่าที่พบในความลึก 15-175 เซนติเมตร (มีค่าเป็น 44 ppm, 34-80 ppm และ 0.2-11 ppm ตามลำดับ)

#### อะลูมิเนียมที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 6 และตารางผนวกที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ตารางที่ 4 สรุปสัณฐานวิทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 4

Depth (cm)	Horizon	Texture	Color <sup>a</sup>	pH <sub>i</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC
0-10	Apg 1	CL	Black (5YR 2.5/1) และ Dark brown (7.5YR 3/2)	5.5	4.51	3.76	0.8
10-18	Apg 2	SCL	<u>Very dark gray (7.5YR 3/1) และ Dark gray (7.5YR 4/1)</u> Red (2.5YR 4/6) very few Reddish yellow (7.5YR 6/8) very few	4.5	4.31	3.50	0.4
18-30	ABg	SCL	<u>Dark gray (5YR 4/1) และ Reddish gray (5YR 5/2)</u> Dark yellowish brown (10YR 3/6) common Yellowish red (5YR 5/8) few Strong brown (7.5YR 5/8) very few	4.0	3.71	3.27	0.3
30-40	BAG	SCL	<u>Brown (7.5YR 5/2)</u> Red (10R 4/8) many Dark red (10R 3/6) common yellowish brown (10YR 5/8) very few	4.5	3.80	3.27	0.3
40-50	Bg	SCL	<u>Brown (7.5YR 5/2) และ Pinkish gray (7.5YR 6/2)</u> Reddish brown (2.5YR 4/4) common Reddish yellow (7.5YR 6/8) few Pale yellow (5Y 8/4) very few	4.5	3.73	3.17	0.3
50-65	Bjg 1	C	<u>Pinkish gray (7.5YR 6/2)</u> Yellow (10YR 7/8) common Red (2.5YR 4/6) few Yellow (2.5YR 8/6) very few	4.0	3.61	3.04	0.4
65-75	Bjg 2	C	<u>Pinkish gray (5YR 6/2)</u> Reddish yellow (7.5YR 6/8) many Reddish brown (2.5YR 5/4) few Red (2.5YR 5/6) few Yellow (2.5Y 8/6) few	4.0	3.50	2.98	0.3
75-90	Bjg 3	C	<u>Pinkish gray (7.5YR 6/2)</u> Yellow, (10YR 7/8) many (2.5Y 8/6) few	4.0	3.42	2.97	0.4
90-107	BCjg	C	<u>Pinkish gray (7.5YR 6/2)</u> Yellow (10YR 8/8) common	4.0	3.50	2.98	0.4
107-127	Cg 1	C	Reddish brown (5YR 4/3) Pinkish gray (7.5YR 6/2)	4.0	3.53	2.99	0.4
127-142	Cg 2	CL	<u>Pinkish gray (7.5YR 6/2)</u> Brown (7.5YR 4/2) และ Light Brownish gray (10YR 6/2)	4.0	3.43	3.03	0.5
142-161	Cg 3	SIL	Very dark gray (5YR 3/1) Light brown (7.5YR 6/3) Dark greenish gray (10Y 3/1) few	4	2.46	2.36	3.7
161-185	Cg 4	L	Very dark gray (N 3/ ) Brown (7.5YR 4/2)	4.5	2.15	2.09	7.5
185-210	Cg 5	SL	Very pale brown (10YR 7/3), (10YR 8/2) Dark reddish gray (5YR 4/2)	4.5	2.25	2.23	6.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Total-AlI ชั้นดินบน 30 เซนติเมตร แรก มีอะลูมิเนียมทั้งหมด สูงกว่าชั้นดินอื่นๆ คือ 149572-163187 ppm หลังจากนั้น อะลูมิเนียมทั้งหมดมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ไปจนถึงความลึก 190 เซนติเมตร (114134-156939 ppm) ส่วนที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดินมีอะลูมิเนียมทั้งหมด ลดลงจากเดิมอย่างเห็นได้ชัดเจน (104351 ppm) สอดคล้องกับการแจกกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียว

D.C.B.-AlI มีรูปแบบการแจกกระจายตามความลึกค่อนข้างสอดคล้องกับอะลูมิเนียมทั้งหมด และอนุภาคขนาดดินเหนียว โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 52-99 ppm

Oxalate-AlI มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดิน โดยส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในพิสัย 8-11 ppm ยกเว้นความลึก 138-156 เซนติเมตร ที่มีค่าเป็น 18 ppm ทำให้  $Al_{ox}$  ของความลึกนี้มีค่าต่ำที่สุด (34 ppm) ในขณะที่ช่วงความลึกอื่นๆ มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (56-91 ppm) ซึ่งสอดคล้องกับการแจกกระจายของ  $Al_d$  ด้วย

#### หน้าตัดดินที่ 4

พบบนพื้นฐานภูมิประเทศที่ราบ หรือค่อนข้างราบ วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อย อายุมาก พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Apg-ABg-BAg-Bjg-BCjg-Cg จากสถานีวิจัยสนาม ปฏิกริยาดิน และการนำไฟฟ้าของดิน (ตารางที่ 4) ทำให้แบ่งหน้าตัดดินออกได้เป็นสามส่วน คือ

ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 50 เซนติเมตร เป็นดินร่วนเหนียว และดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง มีสีพื้นเป็นสีน้ำตาลเข้ม (7.5YR 3/2) และสีดำ (5YR 2/5) สำหรับผิวหน้าดิน สีเทาเข้ม (7.5YR 4/1 และ 5YR 4/1) สีเทาเข้มมาก (7.5YR 3/1) สีเทาปนแดง (5YR 5/2) สีน้ำตาล (7.5YR 5/2) และสีเทาปนชมพู (7.5YR 6/2) สำหรับช่วงความลึก 10-50 เซนติเมตร จุดประมีสีแดง (2.5YR 4/6 และ 10Y 4/8) สีแดงออกเหลือง (5YR 5/8) สีน้ำตาลเข้ม (7.5YR 5/8) สีแดงเข้ม (10R 3/6) สีน้ำตาลออกเหลือง (10YR 5/8) สีน้ำตาลแดง (2.5YR 4/4) สีเหลืองปนแดง (7.5YR 6/8) และสีเหลืองซีด (5Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8/4) ปฏิกริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมากถึงกรดแก่ (Field pH=4.0-5.5) ส่วน  $\text{pH}_{\text{water}}$  (1:1) อยู่ในพิสัย 3.71-4.51 ในขณะที่ EC (1:1) มีค่าเป็น 0.30-0.80 mS/cm

**ที่ความลึก 50-142 เซนติเมตร** ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว มีเฉพาะความลึก 127-142 เซนติเมตร เท่านั้นที่เป็นดินร่วนเหนียว สีพื้นเทาปนชมพู (7.5YR 6/2 และ 5YR 6/2) จุดประสีเหลือง (10YR 7/8; 2.5Y 8/6 และ 10YR 8/8) ซึ่งเป็นสีของสารประกอบจาโรไซต์ สีแดง (2.5YR 4/6 และ 2.5YR 5/6) สีเหลืองปนแดง (7.5YR 6/8) สีน้ำตาลปนแดง (2.5YR 5/4) และสีแดง (2.5YR 5/6) สำหรับความลึก 50-107 เซนติเมตร ในขณะที่ความลึก 107-142 เซนติเมตร เป็นสีผสมของ สีน้ำตาลปนแดง (5YR 4/3) สีเทาปนชมพู (7.5YR 6/2) สีน้ำตาล (7.5YR 4/2) และสีเทาปนน้ำตาลอ่อน (10YR 6/2) ปฏิกริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (Field pH=4.0) ส่วน  $\text{pH}_{\text{water}}$  (1:1) อยู่ในพิสัย 3.42-3.61 และ EC (1:1) มีค่าเป็น 0.30-0.40 mS/cm

**ที่ความลึก 142-210 เซนติเมตร** เป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ดินร่วน และดินร่วนปนทราย สีเทาเข้มมาก (5YR 3/1 และ N3/) สีน้ำตาลอ่อน (7.5YR 6/3) สีเทาปนเขียวเข้ม (10Y 3/1) สีน้ำตาล (7.5YR 4/2) และสีเทาปนแดงเข้ม (5YR 4/2) บางบริเวณดินจับกันเป็นก้อนแข็งและแน่นทึบ ปฏิกริยา ดินในสนามเป็นกรดจัด (Field pH=4.0-4.5) ในขณะที่  $\text{pH}_{\text{water}}$  (1:1) มีค่าต่ำมาก คืออยู่ในพิสัย 2.15-2.46 ส่วน EC (1:1) มีค่ามากกว่าที่พบในตอนบน คือ มีค่าเป็น 3.70-7.50 mS/cm

**สมบัติทางเคมีของดิน (ภาพที่ 4 และตารางที่ 4)**

**ปฏิกริยาดินและการนำไฟฟ้าของดิน (ภาพผนวกที่ 7 และตารางผนวกที่ 4)**

มีเฉพาะตอนบน 10 เซนติเมตร เท่านั้นที่ Field pH เท่ากับ 5.5 นอกนั้นมีค่าอยู่ในพิสัย 4.0-4.5 และค่อนข้างคงที่ตลอดความลึก ส่วน  $\text{pH}_{\text{water}}$  (1:1) มีลักษณะลดลงตามความลึก คืออยู่ในพิสัย 4.51-2.15 โดยเฉพาะตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (142-210 เซนติเมตร) ที่  $\text{pH}_{\text{water}}$  (1:1) มีค่าต่ำมาก (เท่ากับ 2.15-2.46) ในขณะที่  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  (1:1) ซึ่งมีค่าต่ำกว่า  $\text{pH}_{\text{water}}$  (1:1) ก็มีการแจกกระจายในรูปแบบเดียวกับ  $\text{pH}_{\text{water}}$  (1:1) โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 3.76-2.09 สำหรับ EC (1:1) ในช่วง 142 เซนติเมตร จาก ผิวหน้าดินมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน คืออยู่ในพิสัย 0.30-0.80 mS/cm และมีค่าเพิ่มขึ้นมากเป็น 3.70-7.50 mS/cm ในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ภาพผนวกที่ 7 และตารางผนวกที่ 4)

ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 40 เซนติเมตร อนุภาคขนาดทรายเพิ่มขึ้นตามความลึก (ร้อยละ 35.84-67.34) ในขณะที่ อนุภาคขนาดดินเหนียวลดลง (ร้อยละ 39.73-22.64) และอนุภาคขนาดทรายแป้ง ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 10-14) มีเฉพาะผิวหน้าดินเท่านั้นที่มีอนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 24

ที่ความลึก 50-142 เซนติเมตร อนุภาคขนาดทรายมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 34-40) ในขณะที่อนุภาคขนาดดินเหนียวลดลงตามความลึกเล็กน้อย (ร้อยละ 46-37) ส่วนอนุภาคขนาดทรายแป้ง เพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อย (ร้อยละ 18-24)

ในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (142-210 เซนติเมตร) อนุภาคขนาดทราย และอนุภาคขนาดดินเหนียว เพิ่มขึ้นตามความลึก (ร้อยละ 38-58 และ 10-18 ตามลำดับ) ในขณะที่อนุภาคขนาดทรายแป้งลดลงตามความลึก (ร้อยละ 52-24)

### อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ภาพผนวกที่ 7 และ ตารางผนวกที่ 4)

มีการแจกกระจายตามความลึกในรูปแบบเดียวกันกับที่ปรากฏในหน้าตัดดินที่ 3 คือ ตอนบน 0-18 เซนติเมตร และที่ความลึก 127-210 เซนติเมตร มีค่าสูงกว่าตอนกลางของหน้าตัดดิน ที่มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 0.95-1.95, ร้อยละ 1.01-4.91 และร้อยละ 0.16-0.77 ตามลำดับ สำหรับอินทรีย์คาร์บอน ในขณะที่ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าอยู่ในพิสัย 16-31 ppm, 10-17 ppm และ 0.5-4.7 ppm ตามลำดับ)

### ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (ภาพผนวกที่ 7 และตารางผนวกที่ 4)

Ex.AI มีค่าอยู่ในพิสัย 1.70-41.10 meq/100 g soil โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก และมีค่าสูงสุดในความลึก 142-210 เซนติเมตร อันเป็นบริเวณที่  $\text{pH}_{\text{water}} (1:1)$  มีค่าต่ำที่สุด ซึ่ง Ex.H ก็มีค่าสูงที่สุดในช่วงความลึกนี้เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1.16-9.76 meq/100 g soil) ส่วนที่ความลึกอื่นๆ มีค่าอยู่ในพิสัย 0.04-7.45 meq/100 g soil ในขณะที่ Aluminon-Al ก็มีการแจกกระจายตามความลึกในรูปแบบเดียวกับ Ex.Al โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 59-998 ppm ภายในความลึก 0-142 เซนติเมตร ส่วนที่ความลึก 142-210 เซนติเมตร มีค่าสูงถึง 3296-4944 ppm เช่นเดียวกับที่พบในหน้าตัดดินที่ 3 คือ ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้มีการแจกกระจายตามความลึกในรูปแบบที่สอดคล้องกับ  $pH_{\text{water}}(1:1)$  ทำให้ความลึก 142-210 เซนติเมตร มีความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าที่พบในช่วงความลึกอื่นๆ

#### จุลธาตุประจวบที่ เป็นโลหะ (ภาพผนวกที่ 8 และตารางผนวกที่ 4)

**เหล็ก แมงกานีส และสังกะสี** มีการแจกกระจายตามความลึกในรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ชั้นดินบนหนา 18 เซนติเมตร และตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (142-210 เซนติเมตร) มีจุลธาตุเหล่านี้สูงกว่าที่พบในตอนกลางของหน้าตัดดิน

ที่ความลึก 0-18 เซนติเมตร มีเหล็ก 135-241 ppm ในขณะที่ตอนล่างสุดมีเหล็ก 452-875 ppm และที่ความลึก 18-142 เซนติเมตร มีเหล็กค่อนข้างใกล้เคียงกัน คืออยู่ในพิสัย 26-63 ppm ส่วนที่ความลึก 127-142 เซนติเมตร มีเหล็กต่ำกว่าชั้นดินอื่นๆ (11 ppm) อาจเป็นไปได้ว่าวัสดุประกอบดินแตกต่างกันโดยธรรมชาติอยู่แล้ว ดังจะเห็นได้จากการแจกกระจายของอนุภาคดิน แตกต่างจากชั้นดินที่อยู่ติดกัน นอกจากนี้ เหล็กทั้งหมด, D.C.B.-Fe และ Oxalate-Fe ก็แตกต่างจากชั้นดินอื่นๆ ที่อยู่ติดกันด้วย

ตอนบนหนา 18 เซนติเมตร มีแมงกานีส 20-42 ppm และแมงกานีส มีแนวโน้มลดลงตามความลึกไปจนถึง 142 เซนติเมตร (6.6-1.3 ppm) ส่วนที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน แมงกานีสมีค่าสูงถึง 24-72 ppm

สังกะสี ของชั้นดินบน มีค่าเท่ากับ 0.8-2.6 ppm ในขณะที่ความลึก 18-142 เซนติเมตร มีสังกะสีอยู่ในพิสัย 0.3-0.7 ppm ในขณะที่ความลึก 142-210 เซนติเมตร มีสังกะสีสูงกว่าช่วงความลึกอื่นๆ (2.1-5.5 ppm)

ส่วนของแดง มีแนวโน้มลดลงตามความลึกไปจนถึง 127 เซนติเมตร (อยู่ในพิสัย 1.2-0.4 ppm) และตั้งแต่ความลึก 127 เซนติเมตร ลงไป ค่าของแดงส่วนใหญ่อยู่ที่ 1.2-1.4 ppm ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุดในหน้าตัดดิน

### เหล็กที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 8 และตารางผนวกที่ 4)

Total-Fe เพิ่มขึ้นตามความลึก ในช่วง 0-40 เซนติเมตร (16181-28790 ppm) หลังจากนั้นมีความค่าอยู่ในพิสัย 50374-27102 ppm ภายในความลึก 40-107 เซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าสูงที่สุดในหน้าตัดดิน และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ส่วนตั้งแต่ความลึก 107 เซนติเมตร ลงไป มีความค่าอยู่ในพิสัย 10811-17925 ppm อันเป็นค่าต่ำที่สุดในหน้าตัดดิน และจะเห็นว่าการแจกกระจายตามความลึกของเหล็กทั้งหมดมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกับการแจกกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียว

D.C.B.-Fe มีการแจกกระจายตามความลึก เหมือนกับเหล็กทั้งหมด โดยมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก ในตอนบนหนา 50 เซนติเมตร (4545-8748 ppm) หลังจากนั้นมีความค่าอยู่ในพิสัย 6409-13854 ppm ในช่วงความลึกที่พบสารประกอบจาโรไซต์ (50-107 เซนติเมตร) ส่วนที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน  $Fe_0$  เพิ่มมากกว่าเดิมอีกครั้งหนึ่ง (891-9727 ppm) สำหรับความลึก 127-142 เซนติเมตร ที่มี  $Fe_0$  ต่ำมาก (195 ppm) อาจเป็นผลของวัตถุต้นกำเนิดดิน ที่แตกต่างจากความลึกอื่นๆ ซึ่งการแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน และเหล็กในสารละลายดิน สัมพันธ์กับข้อสันนิษฐานนี้

Oxalate-Fe มีค่าลดลงตามความลึก ในช่วง 0-50 เซนติเมตร (3173-893 ppm) และมีความค่าอยู่ในพิสัย 1474-1740 ppm สำหรับความลึก 50-107 เซนติเมตร และมีความค่าสูงขึ้นอีกครั้งหนึ่งในตอนล่างของหน้าตัดดิน

$Fe_{2+}$  มีความเพิ่มขึ้นตามความลึกในช่วง 0-50 เซนติเมตร (2588-8059 ppm) และมีความลดลงตามความลึก (1211-4934 ppm) ในช่วงที่พบสารประกอบจาโรไซต์ และมีความต่ำที่สุดในความลึก 107-140 เซนติเมตร (101-373 ppm) ส่วนที่ความลึก 142-210 เซนติเมตร  $Fe_{2+}$  มีความสูงขึ้นอีกครั้งหนึ่ง (1081-3885 ppm)

### แมงกานีสที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 8 และตารางผนวกที่ 4)

Total-Mn ภายในความลึก 142 เซนติเมตร มีการแจกกระจายเหมือนกับอนุภาคขนาด

ดินเหนียว คือ ลดลงตามความลึก ในตอนบน 50 เซนติเมตร (87-22 ppm) มีค่าใกล้เคียงกันภายในความลึก 50-142 เซนติเมตร (29-36 ppm) ในขณะที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน มีการแจกกระจายในรูปแบบที่ตรงกันข้ามกับอนุภาคนาดินเหนียว โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 39-104 ppm

D.C.B.-Mn มีการแจกกระจายตามความลึก ในรูปแบบเดียวกันกับแมงกานีสทั้งหมด คือ ลดลงตามความลึก (83-10 ppm : 0-50 เซนติเมตร) มีค่าใกล้เคียงกัน (5-11 ppm : 50-142 เซนติเมตร) และมีค่าเพิ่มเป็น 25-95 ppm ในตอนล่างของหน้าตัดดิน

Oxalate-Mn เช่นเดียวกับ  $Mn_0$  คือ ชั้นดินบนหนา 18 เซนติเมตร และความลึก 142-210 เซนติเมตร มี  $Mn_0$  มากกว่าช่วงความลึกอื่นๆ (24-40 ppm, 20-54 ppm และ 4-7 ppm ตามลำดับ) ทำให้  $Mn_{0o}$  มีการแจกกระจายในรูปแบบนี้เช่นเดียวกัน (43 ppm สำหรับผิวหน้าดิน, 1-6 ppm สำหรับความลึก 18-142 ppm และ 4-40 ppm สำหรับตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน)

อะลูมินัมที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 8 และตารางผนวกที่ 4)

Total-Al ภายในความลึก 142 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน มีการแจกกระจายตามความลึก สอดคล้องกับอนุภาคนาดินเหนียว หลังจากนั้น มีการแจกกระจายในรูปแบบที่ตรงกันข้ามกัน โดยมีค่าลดลงตามความลึก ในช่วง 0-50 เซนติเมตร (65639-44556 ppm) และมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันในความลึก 50-142 เซนติเมตร (75128-86449 ppm) หลังจากนั้น ลดลงตามความลึก (105897-59655 ppm) จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน

D.C.B.-Al มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก (49-168 ppm) ในช่วง 0-127 เซนติเมตร หลังจากนั้น มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (78-131 ppm)

Oxalate-Al มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดิน โดยอยู่ในพิสัย 7-10 ppm ทำให้  $Al_{0o}$  มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อย (41-159 ppm : 10-127 เซนติเมตร) หลังจากนั้น มีค่าใกล้เคียงกัน (71-122 ppm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 5 สรุปลักษณะดินของหน้าตัดดินที่ 5

Depth (cm)	Horizon	Texture	Color <sup>a</sup>	pH <sub>f</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC
0-15	Apg 1	SIC	<u>Light brown (7.5YR 6/3)</u> Strong brown (7.5YR 5/8)	4.5	3.75	3.00	1.5
15-25	Apg 2	SIC	<u>Gray (7.5YR 6/1)</u> Light brown (7.5YR 6/4) common Red (7.5R 4/8) few	5.0	4.10	3.21	1.5
25-35	Bg 1	SIC	<u>Light gray (7.5YR 7/1) และ Pinkish gray (7.5YR 6/2)</u> Red (7.5R 4/8) Yellow (10YR 7/6) few	4.5	4.04	3.13	1.6
35-50	Bg 2	SIC	<u>Light gray (2.5Y 7/1)</u> Red (7.5R 4/8) many Brownish yellow (10YR 6/8) very few	4.5	3.95	3.15	1.7
50-70	Bg 3	SIC	<u>Light gray (2.5Y 7/1)</u> Red (7.5R 4/8) few Pale red (10R 6/4) few Brownish yellow (10YR 6/6)	5.0	3.95	3.17	1.8
70-80	Bjg 1	SIC	<u>Light gray (2.5Y 7/1), (2.5Y 7/2)</u> Yellow (2.5Y 7/8) Pale yellow (5Y 7/4) Light reddish brown (2.5YR 6/3) few	5.0	3.99	3.20	1.8
80-100	Bjg 2	SIC	<u>Light gray (2.5Y 7/1), (2.5Y 7/2)</u> Yellow (5Y 8/6) Olive yellow (2.5Y 6/8) Yellowish brown (10YR 5/8)	5.0	4.19	3.37	1.8
100-120	BCjg 1	SIC	<u>Light gray (10YR 7/1)</u> Brownish yellow (10YR 6/6), (10YR 6/8) common Pale yellow (5Y 8/4) few	5.5	4.70	3.83	1.8
120-140	BCjg 2	SIC	<u>Light gray (10YR 7/1)</u> Yellow (10YR 7/8), (2.5Y 8/8) very few	6.5	6.16	4.83	1.6
140-160	Cg 1	SIC	Greenish gray (5GY 5/1) Greenish brown (2.5Y 5/2)	8.0	3.48	2.95	4.6
160-180	Cg 2	SIC	Greenish gray (5GY 5/1) Light olive gray (5Y 6/2) few	8.0	2.70	2.34	7.1
180-200	Cg 3	SIC	Greenish gray (5GY 5/1), (10Y 5/1)	8.5	2.91	2.48	6.7
200-220	Cg 4	SIC	Greenish gray (5GY 5/1), (10Y 5/1)	8.5	6.06	5.57	5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน้าตัดดินที่ 5

พบบนสัณฐานภูมิประเทศที่ราบ วัดจุดต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อย อายุมาก พัฒนาการของหน้าตัดดิน เป็นแบบ Apg-Bg-Bjg-BCjg-Cg จากสัณฐานวิทยาสนาม ปฏิริยาดิน และการนำไฟฟ้าของดิน (ตารางที่ 5) ทำให้แบ่งหน้าตัดดินออกได้เป็นสามส่วนใหญ่ๆ คือ

ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 140 เซนติเมตร เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง สีพื้น น้ำตาลอ่อน (7.5YR 6/3) สีเทา (7.5YR 6/1) สีเทาอ่อน (7.5YR 7/1, 2.5Y 7/1, 2.5Y 7/2 และ 10YR 7/1) และสีเทาปนชมพู (7.5YR 6/2) ภายในความลึก 80 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน พบจุดประสีน้ำตาลเข้ม (7.5YR 5/8) สีน้ำตาลอ่อน (7.5YR 4/6) สีแดง (7.5R 4/8) สีเหลือง (10YR 7/6) สีเหลืองปนน้ำตาล (10YR 6/8) และสีแดงซีด (10R 6/4) และที่ความลึก 80-140 เซนติเมตร จุดประที่พบมี สีเหลือง (2.5Y 7/8, 5Y 8/6, 10YR 7/8 และ 2.5Y 8/8) สีเหลืองซีด (5Y 7/4 และ 5Y 8/4) สีเหลืองปนเขียวมะกอก (2.5Y 6/8) ซึ่งเป็นสีของสารประกอบจาโรไซต์ สีน้ำตาลปนแดงอ่อน (2.5YR 6/3) สีน้ำตาลปนเหลือง (10YR 5/8) และสีเหลืองปนน้ำตาล (10YR 6/6 และ 6/8) ปฏิริยาดินในสนามส่วนใหญ่เป็นกรดจัดถึงกรดแก่ (Field pH 4.5-5.5) ยกเว้นที่ความลึก 120-140 เซนติเมตร ที่ Field pH เท่ากับ 6.5 ทำให้  $pH_{water} (1:1)$  มีค่าเท่ากับ 6.16 ในขณะที่ความลึกที่อยู่ตอนบนมี  $pH_{water} (1:1)$  อยู่ในพิสัย 3.75-4.70 ส่วน EC (1:1) ของส่วนนี้มีค่าอยู่ในพิสัย 1.5-1.8 mS/cm

ที่ความลึก 140-200 เซนติเมตร เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเทาออกเขียว (5GY 5/1 และ 10Y 5/1) สีน้ำตาลออกเทา (2.5Y 5/2) และสีเทาปนเขียวมะกอกอ่อน ปฏิริยาดินในสนามเป็นต่างปานกลางถึงต่างแก่ (Field pH เท่ากับ 8.0-8.5) แต่  $pH_{water} (1:1)$  ต่ำมาก คืออยู่ในพิสัย 2.70-3.48 ส่วน EC (1:1) มีค่าสูงกว่าชั้นดินที่อยู่ตอนบน (4.6-7.1 mS/cm)

ที่ความลึก 200-220 เซนติเมตร เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเทาออกเขียว (5GY 5/1 และ 10Y 5/1) และ Field pH เท่ากับ 8.5 เช่นเดียวกับที่พบในความลึก 140-200 เซนติเมตร แตกต่างกันที่  $pH_{water} (1:1)$  มีค่าสูงกว่า (เท่ากับ 6.06) ในขณะที่ EC (1:1) มีค่าเท่ากับ 5.2 mS/cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สมบัติทางเคมีของดิน (ภาพที่ 4 และตารางที่ 5)

#### ปฏิกิริยาดินและการนำไฟฟ้าของดิน (ภาพผนวกที่ 9 และตารางผนวกที่ 5)

ปฏิกิริยาดินในสนาม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยอยู่ในพิสัย 4.5-8.5 ในขณะที่  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าค่อนข้างคงที่ภายในความลึก 0-120 เซนติเมตร (เท่ากับ 3.75-4.70) มีเฉพาะความลึก 120-140 เซนติเมตร เท่านั้น ที่มีค่า  $pH_{water}(1:1)$  เท่ากับ 6.16 ส่วนที่ความลึก 140-200 เซนติเมตร  $pH_{water}(1:1)$  ลดลงอย่างมาก (2.70-3.48) และค่า  $pH_{water}(1:1)$  เพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง เป็น 6.06 ในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน สำหรับ  $pH_{KCl}(1:1)$  ซึ่งมีค่าต่ำกว่า  $pH_{water}(1:1)$  ทุกประการ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 3.00-3.83 (0-120 เซนติเมตร) มีค่าเป็น 4.83 (120-140 เซนติเมตร) มีค่าเป็น 2.34-2.95 และ 5.57 สำหรับความลึก 140-200 เซนติเมตร และ 200-220 เซนติเมตร ตามลำดับ

การนำไฟฟ้าของดิน มีค่าค่อนข้างคงที่ภายในความลึก 140 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน (1.5-1.8 mS/cm) หลังจากนั้น มีค่าเพิ่มเป็น 4.6-7.1 mS/cm ในความลึก 140-220 เซนติเมตร

#### การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ภาพผนวกที่ 9 และตารางผนวกที่ 5)

ตลอดหน้าตัดดิน มีอนุภาคขนาดทรายอยู่ในพิสัยร้อยละ 0.2-1.9 ในขณะที่มีอนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 41-66 และมีอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 33-58 การแจกกระจายตามความลึกของอนุภาคขนาดทรายแป้งและอนุภาคขนาดดินเหนียวมีลักษณะตรงกันข้ามกัน คือ อนุภาคขนาดทรายแป้ง ค่อนข้างลดลงตามความลึก (ร้อยละ 49.47-41.02 : 0-160 เซนติเมตร และร้อยละ 65.94-41.32 : 160-220 เซนติเมตร)

#### อินทรีย์คาร์บอนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ภาพผนวกที่ 9 และตารางผนวกที่ 5)

ผิวหน้าดินมีอินทรีย์คาร์บอนร้อยละ 0.95 ในขณะที่ความลึก 15-140 เซนติเมตร มีอินทรีย์คาร์บอนใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 0.19-0.37) ส่วนที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (160-220 เซนติเมตร) มีค่าสูงขึ้นเป็นร้อยละ 1.80-2.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีการแจกกระจายในรูปแบบเดียวกับอินทรีย์คาร์บอน คือ มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ในความลึก 140 เซนติเมตร จากผิวน้ำดิน (ประมาณ 1-9 ppm) ส่วนค่าสูงที่สุดในหน้าตัดดินพบที่ความลึก 140-220 เซนติเมตร (29-72 ppm)

จะเห็นว่าหน้าตัดดินที่ 3, 4 และ 5 มีการแจกกระจายของอินทรีย์คาร์บอน และฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์เหมือนกัน คือ ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน มีค่าเหล่านี้สูงกว่าตอนกลางของหน้าตัดดิน ทั้งนี้เนื่องจากสภาพขังน้ำเกือบตลอดเวลา ทำให้มีการสะสมวัสดุอินทรีย์ ได้มากกว่าสภาพที่มีการระบายอากาศได้ และการที่มีอินทรีย์วัตถุมากในดิน ทำให้ฟอสฟอรัสมีโอกาสที่จะถูกตรึงได้น้อยลง จึงเหลืออยู่มากในสารละลายดิน (Brady and Weil, 2002)

#### ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (ภาพผนวกที่ 9 และตารางผนวกที่ 5)

Ex.AI และ Aluminon-AI มีการแจกกระจายที่สอดคล้องกับ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  กล่าวคือ จะมีค่ามากเมื่อ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  มีค่าน้อย ทำให้ที่ความลึก 140-220 เซนติเมตร มี Ex.AI มากกว่าช่วงความลึกอื่นๆ (4.96-22.43 meq/100 g soil,  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)=2.70-6.06$ ) เช่นเดียวกับที่ความลึก 0-80 เซนติเมตร ( $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)=3.75-4.10$ , Ex.AI=1.03-4.63 meq/100 g soil) ในขณะที่ความลึก 80-140 เซนติเมตร มีค่าเพียง 0.32-0.66 meq/100 g soil ( $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)=4.19-6.16$ ) ส่วนที่ความลึก 200-220 เซนติเมตร แม้ว่า  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  จะใกล้เคียงกับที่พบในความลึก 120-140 เซนติเมตร แต่กลับมี Ex.AI สูงกว่ามาก (7.45 meq/100 g soil,  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)=6.06$ ) ซึ่งอาจเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างชนิดกัน

สำหรับ Aluminon-AI ซึ่งมีการแจกกระจายเหมือนกับ Ex.AI ก็มีค่าส่วนใหญ่อยู่ในพิสัยประมาณ 1-1969 ppm ส่วน Ex.H มีค่าตั้งแต่ไม่สามารถตรวจพบไปจนถึง 3.60 meq/100 g soil โดยค่าที่สูงจะพบในช่วงความลึกที่มี  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  ต่ำ

#### จุลธาตุประจุบวกที่เป็นต่าง (ภาพผนวกที่ 10 และตารางผนวกที่ 5)

เหล็ก ภายในความลึก 140 เซนติเมตร จากผิวน้ำดิน มีเหล็กอยู่ในพิสัย 25-104 ppm และตั้งแต่ความลึก 140 เซนติเมตร ลงไป ค่าเหล็กที่เป็นประโยชน์ เพิ่มขึ้นเป็น 181-312 ppm

**แมงกานีส** มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน และเพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อย ภายในความลึก 0-140 เซนติเมตร (40-80 ppm) หลังจากนั้น มีค่าไม่สม่ำเสมอ แต่เป็นค่าที่สูงกว่าชั้นดินที่อยู่ตอนบนอย่างมาก (69-148 ppm : 140-180 เซนติเมตร และ 898-2530 ppm : 180-220 เซนติเมตร)

**สังกะสี** มีค่าค่อนข้างคงที่ ภายในความลึก 140 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน (0.82-1.31 ppm) หลังจากนั้น มีค่าไม่สม่ำเสมอ (2.80-23.93 ppm : 140-220 เซนติเมตร)

**ทองแดง** มีการแจกกระจายตามความลึก ที่แตกต่างไปจากสามธาตุที่กล่าวมาข้างต้น คือ เพิ่มขึ้นตามความลึก (1.78-6.29 ppm : 0-160 เซนติเมตร และ 1.20-1.76 ppm : 160-220 เซนติเมตร)

### เหล็กที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 10 และตารางผนวกที่ 5)

Total-Fe ในตอนบน 50 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน มีค่าลดลงตามความลึก (34851-27517 ppm) หลังจากนั้น มีค่าอยู่ในพิสัย 32343-40681 ppm ภายในความลึก 50-140 เซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าสูงสุดในหน้าตัดดิน และมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก ในตอนล่างของหน้าตัดดิน (29337-43278 ppm : 140-220 เซนติเมตร) และเมื่อเปรียบเทียบกับ การแจกกระจายตามความลึกของอนุภาคนาโนดินเหนียว จะเห็นว่า ค่อนข้างสอดคล้องกัน

D.C.B.-Fe จากผิวหน้าดินจนถึงความลึก 35 เซนติเมตร ปริมาณ  $Fe_0$  ไม่ค่อยสม่ำเสมอ อยู่ในพิสัย 4302-15752 ppm หลังจากนั้น มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกจนถึง 120 เซนติเมตร (2901-20257 ppm) และมีค่าเป็น 3627-5546 ppm ที่ความลึก 120-180 เซนติเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่มี  $Fe_0$  ต่ำที่สุดในหน้าตัดดิน ส่วนตอนล่างของหน้าตัดดินมี  $Fe_0$  เพิ่มขึ้นเป็น 11379-19811 ppm

Oxalate-Fe ตอนบน 25 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน มี  $Fe_0$  เท่ากับ 1999-4912 ppm ส่วนที่ความลึกอื่นๆ  $Fe_0$  มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 1046-7596 ppm โดยค่าสูงสุดพบที่ความลึก 160-220 เซนติเมตร

$Fe_{d0}$  มีการแจกกระจายตามความลึก ในรูปแบบเดียวกับ  $Fe_d$  โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 713-12214 ppm

#### แมงกานีสที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 10 และตารางผนวกที่ 5)

Total-Mn ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 180 เซนติเมตร แมงกานีสทั้งหมด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก (101-462 ppm) ในขณะที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (180-220 เซนติเมตร) ปริมาณแมงกานีสทั้งหมด สูงกว่าช่วงความลึกที่อยู่ตอนบนอย่างเห็นได้ชัด (1429-5019 ppm)

D.C.B.-Mn มีรูปแบบการแจกกระจายตามความลึกเหมือนกับ แมงกานีสทั้งหมด คือ ที่ความลึก 180-220 เซนติเมตร มีค่าสูงกว่าบริเวณอื่นๆ ของหน้าตัดดินอย่างเห็นได้ชัดเจน (1261-4056 ppm) ในขณะที่ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 180 เซนติเมตร  $Mn_d$  เพิ่มขึ้นตามความลึก (74-430 ppm)

Oxalate-Mn มีลักษณะเหมือนกับแมงกานีสทั้งหมด และ  $Mn_o$  คือ เพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อย ในช่วง 0-180 เซนติเมตร (38-352 ppm) ในขณะที่ความลึก 180-220 เซนติเมตร มีค่ามากกว่าชั้นดินที่อยู่ตอนบนอย่างเห็นได้ชัด (1193-2356 ppm)

$Mn_{d0}$  มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก (18-78 ppm : 0-200 เซนติเมตร) ในขณะที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน มีค่าสูงถึง 1700 ppm

#### อะลูมิเนียมที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 10 และตารางผนวกที่ 5)

Total-Al มีการแจกกระจายตามความลึก ในรูปแบบที่สอดคล้องกับอนุภาคขนาดดินเหนียว คือ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 89503-114456 ppm

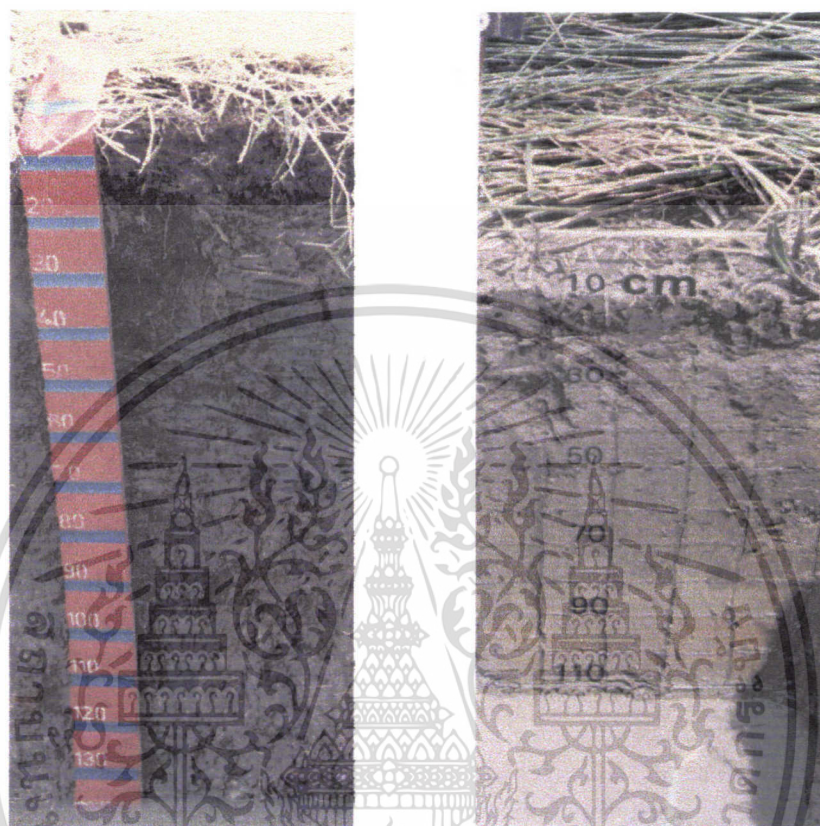
D.C.B.-Al ค่อนข้างเพิ่มขึ้นตามความลึก ในช่วง 0-100 เซนติเมตร และ 100-180 เซนติเมตร (38-79 ppm และ 44-72 ppm ตามลำดับ) หลังจากนั้น มีค่าลดลง (58-47 ppm : 180-220 เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oxalate-Al มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงตลอดหน้าตัดดิน (7-9 ppm) ทำให้การแจกกระจายของ  $Al_{d_0}$  มีรูปแบบเหมือนกับ  $Al_d$  โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 29-71 ppm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน้าตัดดินที่ 6

หน้าตัดดินที่ 7

ภาพที่ 5 แสดงหน้าตัดดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น แต่ไม่พบจากรีโซลต์ ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 6 และหน้าตัดดินที่ 7 ซึ่งเป็นหน้าตัดดินที่มีความเป็นกรดรุนแรงตลอดช่วงความลึก ดินอยู่ในสภาพน้ำแช่ขังเป็นเวลานาน ทำให้สารประกอบไพไรต์ ทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำเกิดเป็นกรดไทต์กับกรดกำมะถัน จึงทำให้ดินมีความเป็นกรดรุนแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 6 สรุปสัณฐานวิทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 6

Depth (cm)	Horizon	Texture	Color <sup>a</sup>	pH <sub>i</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC
0-10	Apg	C	Dark gray (10YR 4/1) และ very dark gray (10YR 3/1) Dark yellowish brown (10YR 4/6)	4.0	4.05	3.51	2.6
10-30	Bwg 1	C	Very dark gray (10YR 3/1) Yellowish brown (10YR 3/6)	5.0	4.23	3.68	2.7
30-50	Bwg 2	C	Black (10YR 2/1) Dark yellowish brown (10YR 3/4)	4.0	4.27	3.60	2.6
50-70	Bwg 3	C	Very dark brown (10YR 2/2) Dark yellowish brown (10YR 4/6)	4.0	3.80	3.22	3.5
70-100	Cg 1	C	Dark gray (10YR 4/1) Yellowish brown (10YR5/8) Red (2.5YR 5/8) semi-hard concretions	4.0	3.52	2.96	4.6
110-135	Cg 2	C	Gray (10YR 5/1) Yellowish brown (10YR 5/6) Dark brown (10YR 3/3) Yellow (10YR 7/8)	4.5	3.53	2.99	6.6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน้าตัดดินที่ 6

พบบนสัณฐานภูมิประเทศที่ราบ และลุ่ม วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Apg-Bwg-Cg จากสัณฐานวิทยาสนาม ปฏิกริยาดิน และการนำไฟฟ้าของดิน (ตารางที่ 6) ทำให้แบ่งหน้าตัดดินออกได้เป็นสองส่วน คือ

ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 50 เซนติเมตร เป็นดินเหนียว สีพื้นเทาเข้ม (10YR 4/1) สีเทาเข้มมาก (10YR 3/1) และสีดำ (10YR 2/1) มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองเข้ม (10YR 4/6 และ 10YR 3/4) และสีน้ำตาลปนเหลือง (10YR 3/6) ปฏิกริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด (Field pH=4.0-5.0) ส่วน  $pH_{water}(1:1)$  อยู่ในพิสัย 4.05-4.27 และ EC(1:1) มีค่าเท่ากับ 2.6-2.7 mS/cm

ที่ความลึก 50-135 เซนติเมตร เป็นดินเหนียว สีน้ำตาลเข้มมาก (10YR 2/2) สีเทาเข้ม (10YR 4/1) และสีเทา (10YR 5/1) มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองเข้ม (10YR 4/6) สีน้ำตาลปนเหลือง (10YR 5/8 และ 10YR 5/6) และสีน้ำตาลเข้ม (10YR 3/3) สีแดง (2.5YR 5/8) และสีเหลือง (10YR 7/8) ปฏิกริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (Field pH=4.0-4.5) ส่วน  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าต่ำกว่าที่พบในชั้นดินที่อยู่ตอนบน (เท่ากับ 3.52-3.80) ในขณะที่ EC (1:1) มีค่าอยู่ในพิสัย 3.5-6.6 mS/cm

**สมบัติทางเคมีของดิน (ภาพที่ 5 และตารางที่ 6)**

**ปฏิกริยาดินและการนำไฟฟ้าของดิน (ภาพผนวกที่ 11 และตารางผนวกที่ 6)**

ปฏิกริยาดินในสนามส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 4.0 มีเฉพาะที่ความลึก 10-30 เซนติเมตร และ 100-135 เซนติเมตร เท่านั้นที่ Field pH มีค่าเป็น 5.0-4.5 ตามลำดับ ส่วน  $pH_{water}(1:1)$  ในตอนบน 50 เซนติเมตร มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก (4.05-4.27) ในขณะที่ความลึก 50-135 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในพิสัย 3.52-3.80 สำหรับ  $pH_{KCl}(1:1)$  ซึ่งมีค่าต่ำกว่า  $pH_{water}(1:1)$  ตลอดหน้าตัดดิน ก็มีการแจกกระจายในรูปแบบเดียวกับ  $pH_{water}(1:1)$  โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 2.96-3.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EC (1:1) ในตอนบน 50 เซนติเมตร มีค่าค่อนข้างคงที่ (2.6-2.7 mS/cm) และมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกในตอนล่างของหน้าตัดดิน (3.5-6.6 mS/cm : 50-135 เซนติเมตร)

#### การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ภาพผนวกที่ 11 และตารางผนวกที่ 6)

มีอนุภาคขนาดทรายต่ำมากร้อยละ 0.6-3.1 และมีการแจกกระจายไม่ค่อยสม่ำเสมอตามความลึก ในขณะที่อนุภาคขนาดทรายแป้ง และอนุภาคขนาดดินเหนียว มีการแจกกระจายในรูปแบบที่ตรงกันข้ามกัน คือ ในช่วง 0-70 เซนติเมตร อนุภาคขนาดทรายแป้งเพิ่มขึ้นตามความลึก (ร้อยละ 31.3-39.4) ส่วนอนุภาคขนาดดินเหนียว ลดลงตามความลึก (ร้อยละ 67.2-59.2) ส่วนที่ความลึก 70-135 เซนติเมตร อนุภาคขนาดทรายแป้งลดลงตามความลึก (ร้อยละ 37.8-25) ในขณะที่อนุภาคขนาดดินเหนียวเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 59.2-70.5)

#### อินทรีย์คาร์บอนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ภาพผนวกที่ 11 และตารางผนวกที่ 6)

อินทรีย์คาร์บอนมีแนวโน้มลดลงตามความลึก (ร้อยละ 2.54-1.20) ส่วนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ตอนกลางของหน้าตัดดิน (10-100 เซนติเมตร) มีค่าต่ำกว่าที่พบในตอนบน และตอนล่างของหน้าตัดดิน (8-24 ppm, 75 ppm และ 46 ppm ตามลำดับ)

#### ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (ภาพผนวกที่ 11 และตารางผนวกที่ 6)

มีลักษณะการแจกกระจายตามความลึก สอดคล้องกับ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  ที่ชั้นดินล่างมีค่าต่ำกว่าชั้นดินบน ( $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)=3.52-4.27$ ) ทำให้ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ เพิ่มขึ้นตามความลึก (0.81-2.99 meq Al/100 g soil) ไม่สามารถตรวจสอบได้ถึง 0.51 meq H/100 g soil และ 13-240 ppm-Aluminon-Al)

#### จุลธาตุประจุบวกที่เป็นโลหะ (ภาพผนวกที่ 12 และตารางผนวกที่ 6)

เหล็ก มีการแจกกระจายในรูปแบบที่เพิ่มขึ้นตามความลึก (116-215 ppm) ในขณะที่แมงกานีสลดลงตามความลึก (423-102 ppm) ส่วนสังกะสี มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกในช่วง 0-50 เซนติเมตร (1.4-5.1 ppm) หลังจากนั้นก็มีค่าใกล้เคียงกัน (1.8-2.4 ppm) เช่นเดียวกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทองแดง ที่เพิ่มขึ้นตามความลึก (1.5-2.7 ppm : 0-50 เซนติเมตร) และมีค่าใกล้เคียงกัน ในความลึก 50-135 เซนติเมตร (1.3-1.6 ppm)

### เหล็กที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 12 และตารางผนวกที่ 6)

Total-Fe ตอนบน 50 เซนติเมตร จากผิวน้ำดิน มีค่าลดลงตามความลึก (52069-27586 ppm) หลังจากนั้นมีความสูงชันอย่างเห็นได้ชัด (56338-88718 ppm : 70-135 เซนติเมตร)

D.C.B.-Fe มีการแจกกระจายตามความลึก ในรูปแบบเดียวกับเหล็กทั้งหมด โดยอยู่ในพิสัย 4450-33753 ppm และที่ความลึก 70-135 เซนติเมตร ก็มีค่าสูงกว่าช่วงที่อยู่ตอนบนอย่างเห็นได้ชัดเจน คืออยู่ในพิสัย 18369-33753 ppm

Oxalate-Fe มีค่าอยู่ในพิสัย 2714-9615 ppm และมีการแจกกระจายตามความลึก คล้ายกับเหล็กทั้งหมด และ  $Fe_d$  ทำให้  $Fe_{d_0}$  มีการแจกกระจายเหมือนกับเหล็กที่สกัดได้ในรูปอื่นๆ คือ ตอนล่าง (70-135 เซนติเมตร) มีค่าสูงกว่าตอนบนอย่างมาก (8859-24137 ppm และ 1736-9259 ppm ตามลำดับ)

### แมงกานีสที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 12 และตารางผนวกที่ 6)

Total-Mn มีค่าสูงสุดที่ผิวน้ำดิน (1657 ppm) ในขณะที่ความลึก 10-135 เซนติเมตร มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (239-405 ppm) และเพิ่มขึ้นในตอนล่างของหน้าตัดดินเล็กน้อย

D.C.B.-Mn มีลักษณะเหมือนกับ แมงกานีสทั้งหมด ทุกประการ คือ ดินบน 10 เซนติเมตร แรก มีค่าสูงสุด (1211 ppm) ในขณะที่ความลึกอื่นๆ มีค่าอยู่ในพิสัย 171-358 ppm โดยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในตอนล่างของหน้าตัดดิน

Oxalate-Mn ดินบนมีค่าสูงสุด (970 ppm) ในขณะที่ความลึก 10-100 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกัน (89-170 ppm) ส่วนที่ชั้นดินล่างสุด (100-135 เซนติเมตร) มี  $Mn_0$  เท่ากับ 245 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 7 สรุปสัณฐานวิทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 7

Depth (cm)	Horizon	Texture	Color <sup>a</sup>	pH <sub>i</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC
0-10	Apg 1	C	Black (7.5YR 2.5/1)	4.5	3.77	3.27	5.3
10-20	Apg 2	C	Black (7.5YR 2.5/1)	7.0	4.84	4.12	1.8
			Strong brown (7.5YR 4/6) few				
20-30	Bg 1	C	Very dark gray (7.5YR 3/1)	4.0	3.58	3.00	2.5
			Dark brown (7.5YR 3/4) very few				
30-40	Bg 2	C	Very dark gray (7.5YR 3/1)	4.0	3.35	2.89	3.7
			Dark brown (7.5YR 3/4) very few				
40-50	Bg 3	C	Dark gray (7.5YR 4/1)	4.0	3.68	3.23	4.8
			Dark brown (7.5YR 3/4) very few				
50-60	Bg 4	C	Very dark gray (2.5Y 3/1)	4.0	3.84	3.32	4.7
60-70	BCg 1	C	Black (7.5YR 2.5/1)	4.0	3.14	2.75	7.2
			Dark yellowish brown (10YR 4/6)				
70-80	BCg 2	SC	Dark greenish gray (10GY 4/1) main	4.0	2.79	2.46	10.1
			Very dark gray (5YR 3/1)				
			Dark gray (5YR 4/1)				
80-90	Cg 1	SC	Dark greenish gray (10GY 4/1) main	4.5	2.68	2.40	12.4
			Very dark gray (5YR 3/1)				
			Dark gray (5YR 4/1)				
90-100	Cg 2	SC	Greenish gray (5GY 6/1)	4.0	2.75	2.50	14.4
			Yellowish red (5YR 5/6) common				
			Yellow (10YR 8/8) very few				
100-110	Cg 3	SC	Greenish gray (5GY 5/1)	4.0	2.80	2.56	15.0
			Yellowish red (5YR 5/6) common				
110-120	Cg 4	SC	Greenish gray (5GY 5/1)	4.0	2.92	2.63	14.1
			Strong brown (7.5YR 4/6) few				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mn<sub>0</sub> ที่ความลึก 10-70 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกัน (51-104 ppm) ส่วนที่ความลึกอื่นๆ มีค่าสูงกว่านี้ (241 ppm : 0-10 เซนติเมตร และ 113-210 ppm : 70-135 เซนติเมตร)

### อะลูมิเนียมที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 12 และตารางผนวกที่ 6)

Total-Al มีการแจกกระจายตามความลึก สอดคล้องกับอนุภาคขนาดดินเหนียว คือ ลดลงตามความลึก ในช่วง 0-100 เซนติเมตร (103300-82026 ppm) และอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 67.2-59.2 ในขณะที่ชั้นดินล่างสุด มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 112991 ppm (อนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 70.5)

D.C.B.-Al มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดิน (45-76 ppm) เช่นเดียวกับ Oxalate-Al ที่มีค่าอยู่ในพิสัย 6-10 ppm ทำให้ Al<sub>0</sub> มีการแจกกระจายเหมือนกับ Al<sub>0</sub> โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 37-69 ppm

### หน้าตัดดินที่ 7

พบบนหลักฐานภูมิประเทศที่ราบ และลุ่ม วัตถุประสงค์กำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Apg-Bg-BCg-Cg สามารถแบ่งหน้าตัดดินออกเป็นสองส่วนใหญ่ๆ โดยอาศัยหลักฐานวิทยาสนาม ปฏิกริยาดิน และการนำไฟฟ้าของดินเป็นเกณฑ์ (ตารางที่ 7) ดังนี้

ที่ความลึก 0-60 เซนติเมตร เป็นดินเหนียว สีพื้นดำ (7.5YR 2.5/1) สีเทาเข้มมาก (7.5YR 3/1 และ 2.5 Y 3/1) และสีเทาเข้ม (7.5YR 4/1) มีจุดประสีน้ำตาลแก่ (7.5YR 4/6) และสีน้ำตาลเข้ม (7.5YR 3/4) ปฏิกริยาดินในสนามส่วนใหญ่เป็นกรดจัดมาก (Field pH=4.0-4.5) ยกเว้นที่ความลึก 10-20 เซนติเมตร ที่ Field pH=7.0 ทำให้ pH<sub>water</sub>(1:1) สูงกว่าความลึกอื่นๆ (เท่ากับ 4.84) และ EC (1:1) มีค่าเพียง 1.8 mS/cm ส่วนที่ความลึกอื่นๆ มี pH<sub>water</sub>(1:1) อยู่ในพิสัย 3.35-3.84 และค่า EC (1:1) อยู่ในพิสัย 1.8-5.3

**ที่ความลึก 60-120 เซนติเมตร ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง มีเฉพาะ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความลึก 60-70 เซนติเมตร เท่านั้นที่เป็นดินเหนียว มีสีพื้นดำ (7.5YR 2.5/1) และจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองเข้ม (10YR 4/6) ส่วนที่ความลึก 70-90 เซนติเมตร ดินมีสีเทาปนเขียวเข้ม (10GR 4/1) สีเทาเข้มมาก (5YR 3/1) และสีเทา (5YR 4/1) ในขณะที่ความลึก 90-120 เซนติเมตร ดินมีสีพื้นสีเทาปนเขียว (5GY 5/1) มีจุดประสีแดงออกเหลือง (5YR 5/6) สีเหลือง (10YR 8/8) และสีน้ำตาลแก่ (7.5YR 4/6) ปฏิกริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (Field pH=4.0-4.5) แต่  $pH_{water}(1:1)$  ลดลงกว่าชั้นที่อยู่ตอนบนอย่างมาก (อยู่ในพิสัย 2.68-3.14) ส่วน EC (1:1) ที่มีค่าสูงกว่าเดิมอย่างเห็นได้ชัด (7.2-15 mS/cm)

### สมบัติทางเคมีของดิน (ภาพที่ 5 และตารางที่ 7)

#### ปฏิกริยาดินและการนำไฟฟ้าของดิน (ภาพผนวกที่ 13 และตารางผนวกที่ 7)

ยกเว้นที่ความลึก 10-20 เซนติเมตร มีค่าปฏิกริยาดินในสนามเป็นกลาง (Field pH=7.0) แล้ว ชั้นดินอื่นๆ มี Field pH ส่วนใหญ่เท่ากับ 4.0 มีเฉพาะดินบนเท่านั้นที่ Field pH เท่ากับ 4.5 ส่วน  $pH_{water}(1:1)$  ของความลึก 0-60 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในพิสัย 3.35-3.84 ยกเว้นความลึก 10-20 เซนติเมตร ที่มีค่าเป็น 4.84 ในขณะที่ความลึก 60-120 เซนติเมตร  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าต่ำกว่าความลึกที่อยู่ด้านบน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 2.68-3.14 สำหรับ  $pH_{KCl}(1:1)$  ที่มีค่าต่ำกว่า  $pH_{water}(1:1)$  โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 2.4-3.3 ยกเว้นที่ความลึก 10-20 เซนติเมตร ที่มีค่าเป็น 4.1

EC (1:1) มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 2.5-15 mS/cm ยกเว้นที่ความลึก 10-20 เซนติเมตร ซึ่งมีปฏิกริยาดินแตกต่างจากความลึกอื่นๆ ก็มี EC (1:1) ต่างออกไปด้วย โดยมีค่าเป็น 1.8 mS/cm

#### การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ภาพผนวกที่ 13 และตารางผนวกที่ 7)

อนุภาคขนาดทรายมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 0.12-2.81 และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ส่วนอนุภาคขนาดทรายแป้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก (ร้อยละ 33-54) ซึ่งตรงกันข้ามกับอนุภาคขนาดดินเหนียว ที่ลดลงตามความลึก (ร้อยละ 66-41)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อินทรีย์คาร์บอนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ภาพผนวกที่ 13 และตารางผนวกที่ 7)

อินทรีย์คาร์บอนมีการแจกกระจายไม่สม่ำเสมอ โดยมีความเข้มข้นที่ความลึก 0-70 เซนติเมตร (ร้อยละ 2.47-3.02) และตั้งแต่ความลึก 70 เซนติเมตร ลงไป อินทรีย์คาร์บอนลดลงตามความลึกอย่างเห็นได้ชัด (ร้อยละ 2.08-1.26)

**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** ลดลงตามความลึกในช่วง 0-30 เซนติเมตร (26-6 ppm) หลังจากนั้น มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก เป็นสองช่วงคือ 30-80 เซนติเมตร (10-66 ppm) และ 80-120 เซนติเมตร (35-57 ppm)

## ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (ภาพผนวกที่ 13 และตารางผนวกที่ 7)

Ex.AI มีค่าอยู่ในพิสัย 1.81-21.61 meq /100 g soil โดยตอนล่างของหน้าตัดดิน (70-120 เซนติเมตร) มีค่าสูงกว่าตอนบน เนื่องจาก  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าต่ำกว่า (อยู่ในพิสัย 13.74-21.61 meq Al/100 g soil,  $pH_{water}(1:1)=2.68-2.92$ )

Ex.H ก็มีแนวโน้มการแจกกระจายตามความลึกคล้ายคลึงกับ Ex.AI โดยส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในพิสัย 0.10-2.75 meq /100 g soil

Aluminon-Al มีการแจกกระจายเหมือนกับ Ex.AI โดยส่วนใหญ่มีค่าประมาณ 100-2235 ppm

## จุลธาตุประจุบวกที่เป็นโลหะ (ภาพผนวกที่ 14 และตารางผนวกที่ 7)

**เหล็ก** มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันตลอดความลึก (174-290 ppm) อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าตอนล่างของหน้าตัดดิน มีเหล็กในสารละลายดินสูงกว่าตอนบนเล็กน้อย ซึ่งเกิดจากมี  $pH_{water}(1:1)$  ต่ำกว่า

**แมงกานีส** ตั้งแต่ความลึก 0-60 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในพิสัย 84-225 ppm ส่วนชั้นดินที่อยู่ลึกกว่านี้ มีแมงกานีสในสารละลายดินสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (583-1748 ppm) และเพิ่มขึ้นตามความลึกภายในช่วงนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังกะสี มีค่าอยู่ในพิสัย 2.8-9.6 ppm ภายในตออบน 70 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน ในขณะที่ความลึกอื่นๆ สังกะสีในสารละลายดิน มีค่าสูงมากขึ้น อย่างเห็นได้ชัด (19-58 ppm)

ทองแดง มีค่าอยู่ในพิสัย 0.43-2.43 ppm โดยตออบน 60 เซนติเมตร มีค่าสูงกว่าความลึก 60-120 เซนติเมตร เล็กน้อย

### เหล็กที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 14 และตารางผนวกที่ 7)

Total-Fe มีค่าค่อนข้างคงที่ในความลึก 0-30 เซนติเมตร และมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก ในช่วง 30-100 เซนติเมตร (36803-67257 ppm) และ 30371-49251 ppm สำหรับความลึก 100-120 เซนติเมตร

D.C.B.-Fe มีค่าไม่ค่อยสม่ำเสมอภายในความลึก 0-70 เซนติเมตร (12261-19557 ppm) และมีค่าลดลงตามความลึก ในตอนล่างของหน้าตัดดิน (26400-12048 ppm : 70-120 เซนติเมตร)

Oxalate-Fe มีการแจกกระจายไม่ค่อยสม่ำเสมอ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 5078-13478 ppm

$Fe_{d_0}$  เนื่องจากทั้ง  $Fe_d$  และ  $Fe_0$  มีการแจกกระจายตามความลึกไม่ค่อยสม่ำเสมอ จึงทำให้  $Fe_{d_0}$  มีการแจกกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอตามไปด้วย โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 511-14488 ppm

### แมงกานีสที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 14 และตารางผนวกที่ 7)

มีการแจกกระจายในรูปแบบที่เพิ่มขึ้นตามความลึก โดยที่ความลึก 0-70 เซนติเมตร มีค่าสูงกว่าช่วงความลึกที่อยู่ด้านบนอย่างเห็นได้ชัด ปริมาณของแมงกานีสที่สกัดได้ทุกรูปเป็นดังนี้

Total-Mn : 270-1005 ppm (0-90 เซนติเมตร) และ 2074-2646 ppm (90-120 เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D.C.B.-Mn : 173-829 ppm และ 1364-2364 ppm ตามลำดับ

Oxalate-Mn : 73-689 ppm และ 832-2170 ppm ตามลำดับ

Mn<sub>d</sub> : 81-194 ppm (0-100 เซนติเมตร) และ 418-1246 ppm (100-120 เซนติเมตร)

**อะลูมิเนียมที่สกัดได้** (ภาพผนวกที่ 14 และตารางผนวกที่ 7)

Total-Al มีการแจกกระจายในรูปแบบที่ค่อนข้างลดลงตามความลึก โดยค่าส่วนใหญ่ อยู่ในพิสัย 101712-91833 ppm และมีรูปแบบการแจกกระจายที่สอดคล้องกับอนุภาคขนาด ดินเหนียว

D.C.B.-Al มีการแจกกระจายไม่สม่ำเสมอหนักตลอดหน้าตัดดิน โดยส่วนใหญ่ มีค่า ประมาณ 54-95 ppm

Oxalate-Al มีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดความลึก (8-12 ppm)

Al<sub>d</sub> มีการแจกกระจายตามความลึกแบบไม่ค่อยสม่ำเสมอ เช่นเดียวกับ Al<sub>s</sub> โดยมีค่า ส่วนใหญ่อยู่ในพิสัย 46-82 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงหน้าตัดดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 8 เกิดจาก ตะกอนน้ำทะเล ตะกอนน้ำกร่อย และตะกอนน้ำจืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 สรุปสัณฐานวิทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 8

Depth (cm)	Horizon	Texture	Color <sup>a</sup>	pH <sub>f</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC
0-15	Apg 1	C	<u>Black (7.5YR 2.5/1)</u> Strong brown (7.5YR 5/8) common	5.5	4.04	3.53	3.7
15-28/30	Apg 2	C	<u>Dark gray (N 4/1)</u> Yellowish red (5YR 5/8) common	5.5	4.72	4.09	3.3
30-40	ABg	C	<u>Dark gray (7.5YR 4/1) และ Brown (7.5YR 5/2)</u> Strong brown (7.5YR 5/8) common	6.5	5.11	4.40	2.9
40-50/52	Bg 1	C	<u>Light gray (2.5Y 7/1) และ Gray (7.5YR 5/1)</u> Reddish yellow (7.5YR 6/8) common Strong brown (7.5YR 5/8) common	7.0	5.72	4.92	3
52-70/75	Bg 2	C	<u>Gray (2.5Y 6/1)</u> Reddish yellow (7.5YR 7/8) common Brown (7.5YR 5/4) common	7.0	6.1	5.29	2
75-80/82	Bg 3	C	<u>Light olive gray (5Y 6/2) และ Gray (5Y 6/1)</u> brown (10YR 4/3) common Light olive brown (2.5Y 5/6) common	7.0	6.21	5.21	2.6
82-100	Bg 4	C	<u>Gray (5Y 6/1)</u> Brown (7.5YR 5/4), (7.5YR 4/2) common Pale yellow (5Y 7/3) few	7.0	6.33	5.34	1.1
100-107/110	BCg 1	C	<u>Gray (2.5Y 5/1)</u> Yellowish brown (10YR 5/4) Pale olive (5Y 6/3)	7.0	6.38	5.35	2.2
110-118	BCg 2	C	<u>Light olive gray (5Y 6/2) และ Gray (2.5Y 5/1)</u> Strong brown (7.5YR 5/8) common Light brown (7.5YR 6/4) common	7.0	6.11	5.14	3
118-130/135	BCg 3	C	<u>Gray (5Y 5/1) และ Light gray (5Y 7/2) very few</u> Brown (7.5YR 5/4) common	7.0	4.83	4.15	4.5
130-150	BCg 4	SIC	Dark gray (5Y 4/1) และ Olive (5Y 5/2)	7.0	2.95	2.48	8.3
150-160	Cg 1	SIC	Greenish gray (5GY 5/1) Light olive gray (5Y 6/2) few	8.0	2.76	2.36	9.4
160-170/172	Cg 2	SIC	Greenish gray (5GY 5/1), (10Y 5/1) Light olive gray (5Y 6/2) few	8.0	2.79	2.38	10.1
172-179/180	Cg 3	SIC	Greenish gray (5GY 5/1) Olive gray (5Y 4/2) very few	8.0	2.85	2.47	10.9
180-198	Cg 4	SIC	Greenish gray (5GY 5/1) Dark greenish gray (10GY 4/1)	8.0	2.87	2.51	11.8
198-210	Cg 5	SIC	Dark greenish gray (5GY 4/1) Greenish gray (10Y 5/1), (10GY 5/1)	8.5	4.28	3.86	8.9
210-220	Cg 6	SIC	Greenish gray (10Y 5/1) Dark greenish gray (10GY 4/1)	8.5	7.23	6.79	7.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว (Para Acid Sulfate Soil)

### หน้าตัดดินที่ 8

พบบนล้นฐานภูมิประเทศที่ราบ หรือค่อนข้างราบ วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Apg-ABg-Bg-BCg-Cg จากล้นฐานวิทยาสนาม ปฏิกริยาดิน และการนำไฟฟ้าของดิน (ตารางที่ 8) ทำให้แบ่งหน้าตัดดินออกได้เป็นสี่ส่วน คือ

**ตั้งแต่ผิวหน้าดิน ลงไปถึงความลึก 52 เซนติเมตร** เป็นดินเหนียว สีดำ (7.5YR 2.5/1) สีเทาเข้ม (N 4/ และ 7.5YR 4/1) สีน้ำตาล (7.5YR 5/2) สีเทาอ่อน และสีเทา (2.5Y 7/1 และ 7.5YR 5/1 ตามลำดับ) จุดประมีสีน้ำตาลแก่ (7.5YR 5/8) สีแดงปนเหลือง (5YR 5/8) และสีเหลืองปนแดง (7.5YR 6/8) ปฏิกริยาดินในสนามเป็นกรดแก่ถึงกลาง (Field pH=5.5-7.0) ในขณะที่  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าอยู่ในพิสัย 4.04-5.72 ส่วน EC (1:1) มีค่าเท่ากับ 2.9-3.7 mS/cm

**ที่ความลึก 52-135 เซนติเมตร** เป็นดินเหนียว สีเทา (2.5Y 6/1, 5Y 6/1 และ 2.5Y 5/1) จุดประที่มีสีเหลืองออกแดง (7.5YR 7/8) สีน้ำตาล (7.5YR 5/4, 7.5YR 4/2 และ 10YR 4/3) สีน้ำตาลปนเขียวมะกอกอ่อน (2.5Y 5/6) สีเหลืองซีด (5Y 7/3) สีน้ำตาลปนเหลือง (10YR 5/4) สีเขียวมะกอกซีด (5Y 6/3) สีน้ำตาลแก่และสีน้ำตาลอ่อน (7.5YR 5/8 และ 7.5YR 6/4 ตามลำดับ) ปฏิกริยาดินในสนามเป็นกลาง (Field pH=7.0) ในขณะที่  $pH_{water}(1:1)$  ส่วนใหญ่อยู่ในพิสัย 6.11-6.38 ยกเว้นที่ความลึก 118-135 เซนติเมตร ที่มี  $pH_{water}(1:1)=4.83$  ส่วน EC (1:1) มีค่าอยู่ในพิสัย 1.1-4.5 mS/cm

**ที่ความลึก 135-210 เซนติเมตร** เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเทาเข้ม (5Y 4/1) สีเขียวมะกอก (5Y 5/2) สีเทาออกเขียว (5GY 5/1, 10Y 5/1 และ 10GY 5/1) สีเทาปนเขียวมะกอกอ่อน (5Y 6/2) สีเทาปนเขียวมะกอก (5Y 4/2) และสีเทาปนเขียวเข้ม (5GY 4/1) ปฏิกริยาดินในสนามเป็นด่างปานกลางถึงแก่ (Field pH=8.0-8.5) ในขณะที่  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าต่ำมาก คือส่วนใหญ่อยู่ในพิสัย 2.76-2.95 ยกเว้นที่ความลึก 198-210 เซนติเมตร ที่มี  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าเท่ากับ 4.28 ส่วน EC (1:1) มีค่าเพิ่มขึ้นจากความลึกที่อยู่ตอนบน คืออยู่ในพิสัย 8.3-11.8 mS/cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความลึก 210-220 เซนติเมตร เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง เช่นเดียวกับชั้นดินที่อยู่ตอนบน สีเทาปนเขียว (10Y 5/1) และสีเทาปนเขียวเข้ม (10GY 4/1) ปฏิริยาดินในสนามเป็นด่างแก่ (Field pH=8.5) แต่  $pH_{water}(1:1)$  สูงกว่าชั้นดินที่อยู่ตอนบน คือมีค่าเป็น 7.23 ในขณะที่ EC (1:1) มีค่าเท่ากับ 7.9 mS/cm

**สมบัติทางเคมีของดิน (ภาพที่ 6 และตารางที่ 8)**

**ปฏิริยาดินและการนำไฟฟ้า (ภาพผนวกที่ 15 และตารางผนวกที่ 8)**

ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึง 75 เซนติเมตร ปฏิริยาดินในสนามเพิ่มขึ้นตามความลึก อยู่ในพิสัย 5.5-8.0 หลังจากนั้นค่าคงที่ ลงไปจนถึงความลึก 150 เซนติเมตร (Field pH=7.0) และตั้งแต่ความลึก 150 เซนติเมตร ลงไป ปฏิริยาดินเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย (Field pH=8.0-8.5)

$pH_{water}(1:1)$  มีค่าต่ำกว่า Field pH ตลอดหน้าตัดดิน โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยภายในความลึก 0-118 เซนติเมตร (เท่ากับ 4.04-6.38) หลังจากนั้น มีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยมีค่าส่วนใหญ่อยู่ที่ 2.76-2.95 มีเฉพาะตอนบนและตอนล่างของส่วนนี้เท่านั้น ที่  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าเป็น 4.83 (118-135 เซนติเมตร) และ 4.28 (198-210 เซนติเมตร) ส่วนที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน มีค่า  $pH_{water}(1:1)$  สูงขึ้นอีกครั้งหนึ่ง เป็น 7.23

$pH_{KCl}(1:1)$  มีค่าการแจกกระจายตามความลึกเหมือน  $pH_{water}(1:1)$  ทุกประการ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 2.36-6.79

EC (1:1) ลดลงตามความลึก ตั้งแต่ผิวหน้าดินไปจนถึง 100 เซนติเมตร (3.7-1.1 mS/cm) หลังจากนั้นค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก อยู่ในพิสัย 2.2-11.8 mS/cm (100-198 เซนติเมตร) และ 8.9-7.9 mS/cm (198-220 เซนติเมตร)

**การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ภาพผนวกที่ 15 และตารางผนวกที่ 8)**

มีอนุภาคขนาดทรายต่ำมาก คือน้อยกว่าร้อยละ 0.5 ในเกือบทุกชั้นดิน (อยู่ในพิสัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 0.05-0.53) ยกเว้นที่ความลึก 52-75 เซนติเมตร มีค่าเป็นร้อยละ 3.41 ส่วนอนุภาคขนาดทรายแป้ง และอนุภาคขนาดดินเหนียว มีการแจกกระจายในรูปแบบที่ตรงกันข้ามกัน โดยในช่วง 40 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน อนุภาคทั้งสองขนาดมีค่าค่อนข้างคงที่ (ร้อยละ 24-26 สำหรับอนุภาคขนาดทรายแป้ง และร้อยละ 74-75 สำหรับอนุภาคขนาดดินเหนียว) หลังจากนั้นอนุภาคขนาดทรายแป้ง มีแนวโน้มคงที่ ในขณะที่อนุภาคขนาดดินเหนียว เพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อยจนถึงความลึก 135 เซนติเมตร (ร้อยละ 26-30 และร้อยละ 68-74 ตามลำดับ) สำหรับในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (135-220 เซนติเมตร) มีอนุภาคขนาดทรายแป้งสูงที่สุดในหน้าตัดดิน และมีอนุภาคขนาดดินเหนียวน้อยที่สุดในหน้าตัดดิน โดยอนุภาคขนาดทรายแป้งเพิ่มขึ้นตามความลึก ในขณะที่อนุภาคขนาดดินเหนียวมีลักษณะตรงกันข้าม (ร้อยละ 42-55 และร้อยละ 58-45 ตามลำดับ)

#### **อินทรีย์คาร์บอนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ภาพผนวกที่ 15 และตารางผนวกที่ 8)**

ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 75 เซนติเมตร อินทรีย์คาร์บอนลดลงอย่างเห็นได้ชัด (ร้อยละ 2.98-0.18) หลังจากนั้นค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกอีกครั้งหนึ่ง จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (ร้อยละ 0.12-3.32)

**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** มีการแจกกระจายตามความลึกสอดคล้องกับอินทรีย์คาร์บอน คือ ลดลงตามความลึก ในตอนบน 75 เซนติเมตร ของหน้าตัดดิน (12.47-2.41 ppm) หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นตามความลึก (7.45-80.23 ppm)

#### **ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (ภาพผนวกที่ 15 และตารางผนวกที่ 8)**

มีการแจกกระจายตามความลึก สอดคล้องกับ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  ทุกประการ กล่าวคือ มีค่ามากที่สุดที่ความลึก 135-210 เซนติเมตร (8.54-17.62 meq Al/100 g soil, 1.22-3.11 meq H/100 g soil และ 587-2075 ppm Aluminon-Al :  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)=4.83-6.38$ ) ส่วนที่ตอนบน 52 เซนติเมตร ซึ่ง  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  อยู่ในพิสัย 4.04-5.72 ก็มีความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำเช่นเดียวกัน

#### **จุลธาตุประจวบที่เป็นโลหะ (ภาพผนวกที่ 16 และตารางผนวกที่ 8)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เหล็ก** มีค่าลดลงตามความลึกเล็กน้อย ในช่วง 0-75 เซนติเมตร (213-22 ppm) ส่วนภายในความลึก 75-118 เซนติเมตร มีเหล็กค่อนข้างใกล้เคียงกัน (20-31 ppm) ในขณะที่ตอนล่างของหน้าตัดดิน (118-220 เซนติเมตร) มีเหล็กสูงสุด และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก (141-324 ppm)

**แมงกานีส** มีการแจกกระจายตามความลึกในรูปแบบเดียวกับเหล็ก คือ ลดลงตามความลึก ในช่วง 0-75 เซนติเมตร (61-38 ppm) มีค่าใกล้เคียงกันที่ความลึก 75-118 เซนติเมตร (58-73 ppm) และเพิ่มขึ้นตามความลึกอย่างเห็นได้ชัดในตอนล่างของหน้าตัดดิน (91-885 ppm)

**สังกะสี** มีค่าลดลงตามความลึก ในตอนบน 75 เซนติเมตร จากผิวน้ำดิน (2.43-0.70 ppm) หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นตามความลึกอย่างเห็นได้ชัดไปจนถึง 160 เซนติเมตร (1.21-14.02 ppm) แล้วลดลงตามความลึกจนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (13.56-3.71 ppm)

**ทองแดง** มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันภายในความลึก 0-100 เซนติเมตร (1.95-2.81 ppm) หลังจากนั้นค่าค่อนข้างคงที่ภายในความลึก 100-135 เซนติเมตร (4.06-4.29 ppm) และมีค่าอยู่ในพิสัย 0.83-1.11 ppm สำหรับความลึก 135-220 เซนติเมตร

**เหล็กที่สกัดได้** (ภาพผนวกที่ 16 และตารางผนวกที่ 8)

**Total-Fe** มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนภายในความลึก 0-75 เซนติเมตร (29476-110957 ppm) หลังจากนั้น มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (62082-77632 ppm : 75-135 เซนติเมตร) ในขณะที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (135-220 เซนติเมตร) เหล็กทั้งหมดมีค่าค่อนข้างคงที่ และเป็นค่าที่ต่ำที่สุดในหน้าตัดดิน (41690-48816 ppm)

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการแจกกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียว พบว่าตั้งแต่ความลึก 75 เซนติเมตร ลงไป ลักษณะการแจกกระจายของเหล็กทั้งหมด และอนุภาคขนาดดินเหนียวค่อนข้างจะสอดคล้องกัน

**D.C.B.-Fe** มีรูปแบบการแจกกระจายตามความลึกคล้ายคลึงกับเหล็กทั้งหมด กล่าวคือ เพิ่มขึ้นตามความลึก ในตอนบน 75 เซนติเมตร (7176-26756 ppm) และมีค่าอยู่ในพิสัย

8658-13875 ppm ภายในความลึก 75-135 เซนติเมตร หลังจากนั้น มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (4658-24283 ppm)

**Oxalate-Fe** เพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อย โดยแบ่งออกเป็นสองช่วง คือ 0-135 เซนติเมตร (3190-7894 ppm) และ 135-220 เซนติเมตร (3733-11623 ppm)

**Fe<sub>2o</sub>** มีการแจกกระจายตามความลึก ค่อนข้างสอดคล้องกับ Fe<sub>o</sub> โดยตอนบน 75 เซนติเมตร มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก (3559-19805 ppm) หลังจากนั้น มีค่าอยู่ในพิสัย 810-10347 ppm (75-150 เซนติเมตร) ในขณะที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดินมีค่าค่อนข้างเพิ่มขึ้นตามความลึก (1213-12659 ppm)

#### **แมงกานีสที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 16 และตารางผนวกที่ 8)**

ทุกรูปของแมงกานีสที่สกัดได้ มีการแจกกระจายตามความลึก ในรูปแบบเดียวกันหมด คือ เพิ่มขึ้นตามความลึกในตอนบน 52 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน (134-480 ppm-Total Mn, 131-384 ppm-Mn<sub>o</sub>, 64-227 ppm-Mn<sub>o</sub> และ 59-157 ppm Mn<sub>2o</sub>) มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันภายในความลึก 52-110 เซนติเมตร (1150-1596 ppm-Total Mn, 1094-1520 ppm-Mn<sub>o</sub> , 753-1071 ppm-Mn<sub>o</sub> และ 341-450 ppm Mn<sub>2o</sub>) หลังจากนั้น มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (370-2860 ppm-Total Mn, 216-1949 ppm-Mn<sub>o</sub>, 158-1328 ppm-Mn<sub>o</sub> และ 59-803 ppm Mn<sub>2o</sub>) โดยที่ความลึก 198-220 เซนติเมตร มีแมงกานีสที่สกัดได้ทุกรูป สูงมากกว่าที่พบในชั้นดินอื่นๆ ของช่วงความลึกน้อย่างเห็นได้ชัด

#### **อะลูมิเนียมที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 16 และตารางผนวกที่ 8)**

**Total-Al** มีการแจกกระจายตามความลึก ในรูปแบบเดียวกับอนุภาคขนาดดินเหนียว กล่าวคือ ลดลงตามความลึกในช่วง 0-75 เซนติเมตร (130149-109140 ppm) มีค่าใกล้เคียงกันภายในความลึก 75-150 เซนติเมตร (112577-129673 ppm) หลังจากนั้น มีค่าต่ำที่สุดในหน้าตัดดิน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 90939-110284 ppm

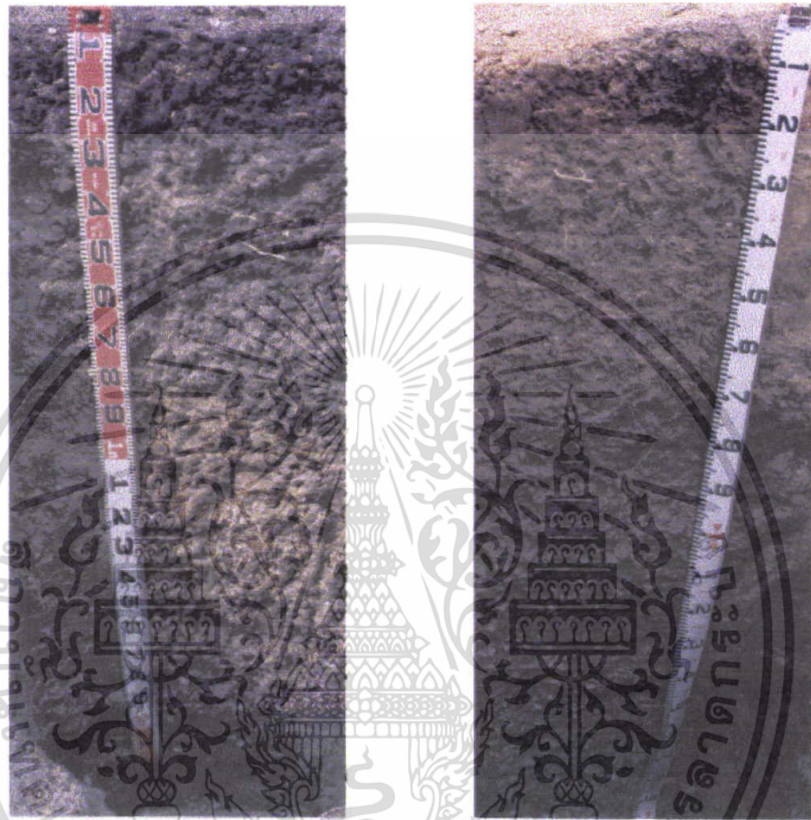
**D.C.B.-Al** ตอนบน 52 เซนติเมตร Al<sub>o</sub> ลดลงตามความลึก (52-44 ppm) หลังจากนั้น มีค่าส่วนใหญ่อยู่ในพิสัย 46-69 ppm ภายในความลึก 52-150 เซนติเมตร ในขณะที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน มีการแจกกระจายเหมือนกับ Total-Al โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 60-77 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oxalate-Al มีค่าใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดิน อยู่ในพิสัย 8-12 ppm ทำให้การแจก  
กระจายตามความลึกของ  $Al_{D_0}$  มีลักษณะคล้ายคลึงกับ  $Al_0$  โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 36-68 ppm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน้าตัดดินที่ 9

หน้าตัดดินที่ 10

ภาพที่ 7 แสดงหน้าตัดดินที่ได้รับอิทธิพลจากมนุษย์อย่างมาก คือ ยกร่องเพื่อใช้ประโยชน์  
นอกเหนือจากทำนา ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 9 และหน้าตัดดินที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 9 สรุปลักษณะดินของหน้าตัดดินที่ 9

Depth (cm)	Horizon	Texture	Color <sup>#</sup>	pH <sub>i</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC
0-10	Apg 1	C	<u>Very dark gray (5YR 3/1)</u> Reddish brown (5YR 4/4) very few	5.0	6.87	5.74	0.5
10-20	Apg 2	C	<u>Very dark gray (5YR 3/1) และ Brown (7.5YR 4/2)</u> Strong brown (7.5YR 5/8) very few	5.5	4.23	3.36	0.4
20-30/40	BAg	C	<u>Brown (7.5YR 4/2) และ Very dark gray (7.5YR 3/1)</u> Strong brown (7.5YR 5/8) very few	5.5	3.89	3.18	0.4
40-50/55	Bg 1	C	<u>Brown (7.5YR 4/2) และ Very dark gray (7.5YR 3/1)</u> Brown (7.5YR 4/4) very few	5.0	3.78	3.10	0.5
55-60/70	Bg 2	C	<u>Gray (5YR 5/1) และ Very dark gray (N 3/ )</u> Yellowish red (5YR 5/6)	5.0	3.72	3.10	0.6
70-80	Bg 3	C	<u>Dark gray (5YR 4/1)</u> Brown (5YR 4/4) very few Yellowish red (5YR 5/6) very few	4.5	3.69	3.06	0.7
80-90/93	BCg 1	C	<u>Brown (7.5YR 5/2)</u> Brown (5YR 4/4) common	4.5	3.66	2.99	0.5
93-105	BCg 2	SIC	<u>Dark reddish gray (2.5YR 4/1) และ Weak red (2.5YR 5/2)</u> Brown (5YR 4/4) common	4.5	3.54	2.92	0.6
105-123	CBg 1	SIC	<u>Gray (5YR 5/1), Weak red (2.5YR 4/2)</u> Pale yellow (2.5Y 8/3) few	4.0	3.41	2.86	0.7
123-145	CBg 2	SIC	<u>Gray (5YR 5/1), Weak red (2.5YR 4/2)</u> Pale yellow (2.5Y 8/3) common Yellowish brown (10YR 5/8)	4.0	3.49	2.89	0.7
145-170	Cjg 1	SIC	<u>Gray (5YR 5/1)</u> Reddish brown (5YR 4/4) Reddish yellow (7.5YR 8/6) very few	4.0	3.23	2.85	1.4
170-190	Cjg 2	SIC	<u>Gray (5YR 5/1)</u> Strong brown (5YR 5/6) Brown (5YR 4/4) Pale yellow (2.5Y 8/3) very few	4.0	3.00	2.73	2.1
190-210	Cg 1	C	<u>Gray (2.5Y 6/1), (7.5YR 5/1)</u> Brown (7.5YR 4/4) very few	5.0	3.30	2.86	2.8
210-230	Cg 2	C	Gray (N 5/ ) Light brownish gray (2.5Y 6/1) Light olive brown (2.5Y 5/3)	6.5	2.74	2.53	4.9
230-245+	Cg 3	C	Greenish gray (10Y 5/1) Light olive brown (2.5Y 5/4) Olive yellow (2.5Y 6/6)	7.0	2.62	2.38	5.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ดินที่ได้รับอิทธิพลจากการกระทำของมนุษย์ (Human Influenced-Acid Sulfate Soil)

### หน้าตัดดินที่ 9

พบบนสัณฐานภูมิประเทศที่ราบ วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก มีการยกร่องหรือหน้าดินจากบริเวณใกล้เคียงขึ้นมาถมบนผิวหน้าดินเดิม อันเป็นการปรับสภาพพื้นที่เพื่อเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งเดิมใช้ทำนา พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Apg-BAg-Bg-BCg-CBg-Cjg-Cg จากสัณฐานวิทยาสนาม ร่วมกับปฏิกิริยาดิน และการนำไฟฟ้าของดิน (ตารางที่ 9) ทำให้แบ่งหน้าตัดดินออกได้เป็นสามส่วน คือ

**ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 80 เซนติเมตร** เป็นดินเหนียว สีเทาเข้มมาก (5YR 3/1 และ N3/) มีจุดประสีน้ำตาลออกแดง (5YR 4/4) สีน้ำตาลแก่ (7.5YR 5/8) สีน้ำตาล (7.5YR 4/4) และสีแดงออกเหลือง (5YR 5/6) ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ (Field pH=4.5-5.5) ในขณะที่  $pH_{water}(1:1)$  ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในพิสัย 3.69-4.23 ยกเว้นที่ผิวดิน มีค่าเป็น 6.87 ส่วน EC (1:1) อยู่ในพิสัย 0.4-0.7 mS/cm

**ที่ความลึก 80-145 เซนติเมตร** ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง มีเฉพาะความลึก 80-93 เซนติเมตร เท่านั้นที่เป็นดินเหนียว สีพื้นที่พบเป็นสีน้ำตาล (7.5YR 5/2) สีเทาออกแดงเข้ม (2.5YR 4/1) สีแดงอ่อน (2.5YR 5/2 และ 2.5YR 4/2) และสีเทา (5YR 5/1) มีจุดประสีน้ำตาล (5YR 4/4) สีเหลืองซีด (2.5Y 8/3) และสีน้ำตาลออกเหลือง (10YR 5/8) ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (Field pH=4.0-4.5) ส่วน  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าอยู่ในพิสัย 3.41-3.66 ในขณะที่ EC (1:1) มีค่าเท่ากับ 0.5-0.7 mS/cm

**ตั้งแต่ความลึก 145 เซนติเมตร** ลงไปถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (245 เซนติเมตร) เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง และดินเหนียว สีพื้นเทา (5YR 5/1, 2.5Y 6/1) 7.5YR 5/1 และ N5/) สีเทาปนน้ำตาลอ่อน (2.5Y 6/1) สีน้ำตาลปนเขียวมะกอกอ่อน (2.5Y 5/3) และสีเหลืองปนเขียวมะกอก (2.5Y 6/6) จุดประที่พบมีสีน้ำตาลออกแดง (7.5YR 4/4) สีเหลืองออกแดง (7.5YR 8/6) สีน้ำตาลแก่ (5YR 5/6) สีน้ำตาล (5YR 4/4) และสีเหลืองซีด (2.5Y 8/3) ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมากถึงกลาง (Field pH=4.0-7.0) ในขณะที่  $pH_{water}(1:1)$  มีค่าต่ำมาก (เท่ากับ 2.62-3.30) และ EC (1:1) มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 1.4-5.8 mS/cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สมบัติทางเคมีของดิน (ภาพที่ 7 และตารางที่ 9)

### ปฏิกิริยาดินและการนำไฟฟ้าของดิน (ภาพผนวกที่ 17 และตารางผนวกที่ 9)

ปฏิกิริยาดินในสนาม ลดลงตามความลึกในตอขนบน 105 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน (Field pH=5.5-4.5) หลังจากนั้นมีความคงที่ (Field pH=4.0) ภายในความลึก 105-190 เซนติเมตร และเพิ่มขึ้นตามความลึกอย่างเห็นได้ชัด ในตอนล่างของหน้าตัดดิน (Field pH=5.0-7.0 : 190-245 เซนติเมตร)

$pH_{water}(1:1)$  ของผิวหน้าดินมีค่าเท่ากับ 6.87 หลังจากนั้น มีค่าต่ำมากและมีแนวโน้มลดลงตามความลึก อยู่ในพิสัย 4.23-2.62 ส่วน  $pH_{KCl}(1:1)$  ซึ่งมีค่าต่ำกว่า  $pH_{water}(1:1)$  ตลอดหน้าตัดดิน ก็มีการแจกกระจายเหมือนกันทุกประการ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 3.36-2.38 สำหรับความลึก 10-245 เซนติเมตร ในขณะที่ผิวหน้าดิน มีค่า  $pH_{KCl}(1:1)$  เท่ากับ 5.74

EC (1:1) มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยแบ่งได้เป็นสามช่วง คือ 0-80 เซนติเมตร (0.4-0.7 mS/cm) 80-145 เซนติเมตร และ 145-245 เซนติเมตร (0.5-0.7 mS/cm และ 1.4-5.8 mS/cm ตามลำดับ)

### การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ภาพผนวกที่ 17 และตารางผนวกที่ 9)

ชั้นดินบน (0-10 เซนติเมตร) มีการแจกกระจายของขนาดอนุภาคดินแตกต่างจากที่พบในความลึกอื่นๆ คือ ประกอบด้วยอนุภาคขนาดทรายร้อยละ 20.4 อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 32.7 และอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 46.9 ในขณะที่ชั้นดินอื่นๆ มีอนุภาคขนาดทรายต่ำมาก และมีการแจกกระจายรูปแบบที่ค่อนข้างลดลงตามความลึก (ร้อยละ 3.08-0.24) ส่วนอนุภาคขนาดทรายแป้ง และอนุภาคขนาดดินเหนียว มีการแจกกระจายในลักษณะตรงกันข้ามกัน และสามารถแบ่งได้เป็นสามช่วง คือ

ที่ความลึก 10-93 เซนติเมตร อนุภาคขนาดทรายแป้งลดลงตามความลึก ในขณะที่อนุภาคขนาดดินเหนียวเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 37.9-34.0 และร้อยละ 59-64 ตามลำดับ) ส่วนที่ความลึก 10-93 เซนติเมตร อนุภาคทั้งสองขนาดมีค่าค่อนข้างคงที่ โดยที่อนุภาคขนาดทรายแป้ง

มีค่ามากกว่าที่พบในชั้นดินที่อยู่ตอนบน (ร้อยละ 52-55) และที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (190-245 เซนติเมตร) อนุภาคขนาดทรายแบ่งเพิ่มขึ้นตามความลึก (ร้อยละ 32-38) ในขณะที่อนุภาคขนาดดินเหนียวมีค่าลดลง (ร้อยละ 67-62)

### **อินทรีย์คาร์บอนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ภาพผนวกที่ 17 และตารางผนวกที่ 9)**

ในตอนบน 55 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน อินทรีย์คาร์บอนลดลงตามความลึกอย่างเห็นได้ชัด (ร้อยละ 1.68-1.14) หลังจากนั้น มีค่าค่อนข้างลดลงตามความลึกไปจนถึง 145 เซนติเมตร (ร้อยละ 1.13-0.89) และเพิ่มขึ้นตามความลึกอย่างเห็นได้ชัดอีกครั้งหนึ่งในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (ร้อยละ 1.00-2.12)

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่าสูงที่สุดที่ผิวหน้าดิน (85 ppm) และค่อนข้างลดลงตามความลึก ในช่วง 10-80 เซนติเมตร (18-7 ppm) และมีค่าเพิ่มเป็น 27 ppm ที่ความลึก 80-93 เซนติเมตร หลังจากนั้น มีค่าลดลงเป็น 7-13 ppm ในช่วง 93-170 เซนติเมตร ส่วนที่ตอนล่างของหน้าตัดดิน (170-245 เซนติเมตร) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีค่ามากกว่าที่พบในตอนบน (30-56 ppm)

เมื่อพิจารณาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ร่วมกับอินทรีย์คาร์บอน และสีดิน พบว่าชั้นดินบนเดิมก่อนที่จะมีการยกทรง อาจอยู่ในช่วงความลึกประมาณ 80-105 เซนติเมตร

### **ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (ภาพผนวกที่ 17 และตารางผนวกที่ 9)**

มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยค่าสูงสุดพบที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (210-245 เซนติเมตร) สอดคล้องกับความรุนแรงของกรดที่เพิ่มขึ้นตามความลึก (ดูได้จาก  $pH_{water}(1:1)$ ) การแจกกระจายตามความลึกของความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ทุกรูป เป็นดังนี้ 0.38-16.21 meq Al/100 g soil (0-210 เซนติเมตร) และ meq Al/100 g soil (210-245 เซนติเมตร) ในขณะที่ Ex.H มีตั้งแต่ไม่สามารถตรวจสอบได้ในตอนบน 70 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน จนถึง มีค่าเป็น 6.29 meq /100 g soil ในชั้นดินล่างสุด ส่วน Aluminon-Al มีการแจกกระจายในรูปแบบที่คล้ายคลึงกับ Ex.AI โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 1-5135 ppm

### **จุลธาตุประจวบที่เป็นโลหะ (ภาพผนวกที่ 18 และตารางผนวกที่ 9)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เหล็ก** มีค่าต่ำที่สุด ที่ผิวหน้าดิน (29 ppm) หลังจากนั้นแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก (73-657 ppm) โดยตอนล่างของหน้าตัดดิน มีค่าสูงกว่าที่พบในความลึก 10-190 เซนติเมตร

**แมงกานีส** มีการแจกกระจายตามความลึกคล้ายกับเหล็ก คือ เพิ่มขึ้นตามความลึก และค่ามากที่สุดพบที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (6-197 ppm) เช่นเดียวกับสังกะสีที่มีค่าสูงที่สุด พบที่ผิวหน้าดิน และความลึก 210-245 เซนติเมตร (54 และ 26-71 ppm ตามลำดับ) ในขณะที่ช่วงความลึกอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกัน (2-9 ppm)

**ทองแดง** มีรูปแบบการแจกกระจายคล้ายคลึงกับสังกะสี คือที่ความลึก 20-210 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกัน (1-1.4 ppm) ในขณะที่ความลึกที่อยู่ตอนบนสุด และตอนล่างสุด มีค่าสูงกว่านี้ (2.1-3.3 ppm และ 0.9-1.5 ppm ตามลำดับ)

**เหล็กที่สกัดได้** (ภาพผนวกที่ 18 และตารางผนวกที่ 9)

**Total-Fe** เพิ่มขึ้นตามความลึกตลอดหน้าตัดดิน โดยแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วงคือ 0-93 เซนติเมตร, 93-190 เซนติเมตร และ 190-245 เซนติเมตร (26045-38720 ppm, 35030-40708 ppm และ 27007-35728 ppm ตามลำดับ)

**D.C.B.-Fe** ค่อนข้างเพิ่มขึ้นตามความลึกตั้งแต่ผิวหน้าดินไปจนถึงความลึก 105 เซนติเมตร (5262-23499 ppm) หลังจากนั้น มีการแจกกระจายไม่ค่อยสม่ำเสมอ แต่มีแนวโน้มลดลงตามความลึก (23450-9092 ppm)

**Oxalate-Fe** ตอนบน 80 เซนติเมตร มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน (2560-3499 ppm) หลังจากนั้นค่าเพิ่มขึ้น อยู่ในพิสัย 5603-10407 ppm ภายในความลึก 80-190 เซนติเมตร และมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก 3707-9745 ppm ในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** มีรูปแบบการแจกกระจายไม่ค่อยสม่ำเสมอ สอดคล้องกับ Fe<sub>2</sub> โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 1965-15297 ppm

**แมงกานีสที่สกัดได้** (ภาพผนวกที่ 18 และตารางผนวกที่ 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Total-Mn ที่ผิวหน้าดิน มีค่าเท่ากับ 233 ppm ในขณะที่ความลึก 10-190 เซนติเมตร มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อย (51-106 ppm) ส่วนที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน มีค่าเพิ่มเป็น 197-293 ppm

D.C.B.-Mn และ Oxalate-Mn มีการแจกกระจายในรูปแบบเดียวกับ Total-Mn ทุกประการ ทำให้  $Mn_{d-o}$  มีลักษณะเดียวกันด้วย โดยมีค่าเป็นดังนี้

ที่ผิวดิน : 181 ppm-  $Mn_d$ , 106 ppm- $Mn_o$  และ 75 ppm- $Mn_{d-o}$

ที่ความลึก 10-190 เซนติเมตร : 21-76 ppm-  $Mn_d$ , 10-54 ppm- $Mn_o$  และ 2-31 ppm- $Mn_{d-o}$

ที่ความลึก 190-245 เซนติเมตร : 136-274 ppm-  $Mn_d$ , 94-231 ppm- $Mn_o$  และ 34-43 ppm- $Mn_{d-o}$

**อะลูมิเนียมที่สกัดได้** (ภาพผนวกที่ 18 และตารางผนวกที่ 9)

Total-Al มีการแจกกระจายตามความลึก คล้ายคลึงกับอนุภาคขนาดดินเหนียว คือเพิ่มขึ้นตามความลึกในช่วง 0-93 เซนติเมตร (89906-130133 ppm อนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 47-64) มีค่าค่อนข้างคงที่ภายในความลึก 93-190 เซนติเมตร (90037-105518 ppm อนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 52-55) และมีค่าลดลงตามความลึกในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (108666-102006 ppm อนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 67-62)

D.C.B.-Al เพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อย ในตอนบน 93 เซนติเมตร (51-81 ppm) หลังจากนั้น มีค่าไม่ค่อยสม่ำเสมอ แต่ส่วนใหญ่อยู่ในพิสัย 52-95 ppm

Oxalate-Al มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดิน โดยอยู่ในพิสัย 8-15 ppm ทำให้  $Al_{d-o}$  มีการแจกกระจายตามความลึกเป็นไปตามค่า  $Al_d$  โดยอยู่ในพิสัย 41-86 ppm เป็นส่วนใหญ่

## ตารางที่ 10 สรุปสัณฐานวิทยาสนามของหน้าตัดดินที่ 10

Depth (cm)	Horizon	Texture	Color <sup>#</sup>	pH <sub>i</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC
0-15	Apg 1	SiC	<u>Brown (7.5YR 5/2)</u> , <u>(7.5YR 5/4)</u> Yellowish red (5YR 4/6) very few	6.0	5.00	4.17	0.5
15-26	Apg 2	SiC	<u>Light gray (7.5YR 7/1) 20%</u> และ <u>Light brown (7.5YR 6/4)</u> Red (2.5YR 4/6) few	5.5	4.74	3.53	0.4
26-34	Bg 1	C	<u>White (7.5YR 8/1)</u> และ <u>Brown (7.5YR 5/4) 30%</u> Strong brown (7.5YR 5/6) few Reddish yellow (7.5YR 6/8) few	5.5	4.81	3.47	0.5
34-46	Bg 2	C	<u>White (7.5YR 8/1)</u> Brown (7.5YR 5/4) common Reddish yellow (7.5YR 6/8) few	5.5	4.44	3.25	0.7
46-60	Bg 3	C	<u>Light gray (2.5Y 7/1)</u> Reddish yellow (7.5YR 6/6) common	5.5	4.28	3.09	1.0
60-70/72	Bg 4	C	<u>Gray (2.5Y 6/1)</u> Yellowish red (5YR 5/8) common Red (2.5Y 4/8) few	5.5	4.20	3.08	1.0
72-83/86	Bg 5	SiC	<u>Gray (5YR 5/1)</u> Yellowish red (5YR 5/8) very few Reddish yellow (7.5YR 6/6) very few	5.5	4.31	3.16	1.0
86-93	Bg 6	SiC	<u>Gray (5YR 6/1)</u> Strong brown (7.5YR 5/8)	6.0	4.27	3.14	1.0
93-106	BCg 1	C	<u>Gray (2.5Y 6/1)</u> Strong brown (7.5YR 5/8) common Yellowish red (5YR 5/6) common	6.0	4.24	3.06	1.3
106-117/125	BCg 2	C	<u>Light gray (N 7/1)</u> Red (2.5YR 4/8) many	6.5	4.25	3.12	1.9
125-130	BCg 3	C	<u>Gray (5Y 6/1)</u> Red (2.5YR 5/8) many Yellowish brown (10YR 5/8) very few	6.0	4.61	3.21	0.7
130-136	BCg 4	C	<u>Gray (5Y 6/1)</u> Red (2.5YR 5/8) many Yellowish brown (10YR 5/8) few	6.0	4.70	3.40	0.9
136-143	BCg 5	C	<u>Light gray (5Y 7/1)</u> และ <u>Dark gray (5YR 4/1) few</u> Strong brown (7.5YR 5/8) many Yellowish red (5YR 5/8) few	6.5	4.89	3.74	1.1
143-150	BCg 6	C	<u>Light gray (5Y 7/1)</u> Strong brown (7.5YR 5/8) many	7.0	6.32	4.88	0.7
150-154/155	BCg 7	C	<u>Light gray (5Y 7/1)</u> Reddish yellow (7.5YR 6/8) common Brownish yellow (10YR 6/8) common	8.0	6.97	5.60	1.1
155-172	Cg 1	C	<u>Light gray (5Y 7/1)</u> Brownish yellow (10YR 6/8) few	8.0	7.37	5.92	0.7
172-187	Cg 2	C	<u>Light gray (5Y 7/1)</u> Brownish yellow (10YR 6/8) few	8.0	7.48	6.09	1.2
187-200	Cg 3	C	<u>Light gray (5Y 7/1)</u> Brownish yellow (10YR 6/8) few	8.0	7.51	6.19	0.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน้าตัดดินที่ 10

มีการยกทรงเพื่อเปลี่ยนสภาพการใช้ที่ดิน จากนาข้าวเป็นไม้ผล เช่นเดียวกับ หน้าตัดดินที่ 9 พบบนสันฐานภูมิประเทศที่ราบ วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำกร่อย และ ตะกอนน้ำจืด พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Apg-Bg-BCg-Cg สามารถแบ่งหน้าตัดดิน ออกได้เป็น 3 ช่วงใหญ่ๆ โดยอาศัยฐานฐานวิทยาสนาม ปฏิกริยาดิน และการนำไฟฟ้าของดิน (ตารางที่ 10) ดังนี้

ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 86 เซนติเมตร เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง และ ดินเหนียว สีพื้นน้ำตาล (7.5YR 5/2 และ 7.5YR 5/4) สีเทาอ่อน (7.5YR 7/1 และ 2.5Y 7/1) สีน้ำตาลอ่อน (7.5YR 6/4) สีขาว (7.5YR 8/1) และสีเทา (2.5Y 6/1 และ 5YR 5/1) มีจุดประ เป็นสีแดงออกเหลือง (5YR 4/6 และ 5YR 5/8) สีแดง (2.5YR 4/6) สีน้ำตาลแก่ (7.5YR 5/6) สีเหลืองออกแดง (7.5YR 6/8 และ 7.5YR 6/6) และสีน้ำตาล (7.5YR 5/4) ปฏิกริยาดินในสนาม เป็นกรดแก่ถึงปานกลาง (Field pH=5.5-6.0) ในขณะที่  $pH_{water}$  (1:1) มีค่าอยู่ในพิสัย 4.20-5.00 ส่วน EC (1:1) มีค่าเท่ากับ 0.4-1.0 mS/cm

ที่ความลึก 86-143 เซนติเมตร ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว พบดินเหนียวปนทรายแป้ง เฉพาะความลึก 86-93 เซนติเมตร สีพื้นเป็นสีเทา (5YR 6/1, 2.5Y 6/1, N 7/, 5Y 6/1) สีเทา อ่อน (5Y 7/1) และสีเทาเข้ม (5YR 4/1) จุดประที่พบมีสีน้ำตาลแก่ (7.5YR 5/8) สีแดงออก เหลือง (5YR 5/6) สีแดง (2.5YR 4/8 และ 2.5YR 5/8) สีน้ำตาลออกเหลือง (10YR 5/8) และ สีแดงออกเหลือง (5YR 5/8) ปฏิกริยาดินในสนามเป็นกรดปานกลางถึงเล็กน้อย (Field pH=6.0-6.5) ในขณะที่  $pH_{water}$  (1:1) อยู่ในพิสัย 4.24-4.89 และมีค่า EC (1:1) เท่ากับ 0.7-1.9 mS/cm

ที่ความลึก 143-200 เซนติเมตร เป็นดินเหนียว สีพื้นเทาอ่อน (5Y 7/1) มีจุดประ สีน้ำตาลแก่ (7.5YR 5/8) สีเหลืองออกแดง (7.5YR 6/8) และสีเหลืองปนน้ำตาล (10YR 6/8) ปฏิกริยาดินในสนามเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย (Field pH=7.0-8.0) ส่วน  $pH_{water}$  (1:1) อยู่ใน พิสัย 6.32-7.51 และ EC (1:1) มีค่าเป็น 0.7-1.2 mS/cm

## สมบัติทางเคมีของดิน (ภาพที่ 7 และตารางที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปฏิกิริยาดินและการนำไฟฟ้าของดิน (ภาพผนวกที่ 19 และตารางผนวกที่ 10)

ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 86 เซนติเมตร ปฏิกิริยาดินในสนามส่วนใหญ่มีค่าคงที่ (Field pH=5.5-6.0) หลังจากนั้นค่าเพิ่มขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อย และตั้งแต่ความลึก 150 เซนติเมตร ลงไป Field pH มีค่ามากที่สุด (อยู่ในพิสัย 6.0-8.0)

$pH_{water}(1:1)$  มีค่าลดลงตามความลึกเล็กน้อย ในช่วง 0-143 เซนติเมตร (อยู่ในพิสัย 5.00-4.20) หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นตามความลึก ( $pH_{water}(1:1)=6.32-7.51$ ) ในขณะที่  $pH_{KCl}(1:1)$  ซึ่งมีค่าต่ำกว่า  $pH_{water}(1:1)$  ตลอดหน้าตัดดิน ก็มีการแจกกระจายเหมือนกันทุกประการ โดยอยู่ในพิสัย 3.06-6.19

## การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ภาพผนวกที่ 19 และตารางผนวกที่ 10)

มีอนุภาคขนาดทรายต่ำกว่า ร้อยละ 5 ตลอดหน้าตัดดิน โดยมีค่าลดลงตามความลึก จนถึง 125 เซนติเมตร (ร้อยละ 5.6-0.9) และร้อยละ 3.2-2 สำหรับความลึก 125-150 เซนติเมตร หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นตามความลึกเล็กน้อย จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (ร้อยละ 0.8-2.5)

อนุภาคขนาดทรายแป้ง และขนาดดินเหนียว มีการแจกกระจายตามความลึกในรูปแบบที่ตรงกันข้ามกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นสามช่วง คือ

0-60 เซนติเมตร ซึ่งอนุภาคขนาดทรายแป้งลดลง ในขณะที่อนุภาคขนาดดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก (ร้อยละ 47-37 และร้อยละ 47-59 ตามลำดับ) หลังจากนั้นอนุภาคทั้งสองขนาด มีการแจกกระจายที่ตรงข้ามกับชั้นดินที่อยู่ตอนบน (ร้อยละ 39-48 และ 59-50 ตามลำดับ : ความลึก 60-93 เซนติเมตร) และตั้งแต่ความลึก 93 เซนติเมตร ลงไป อนุภาคขนาดดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก ในขณะที่อนุภาคขนาดทรายแป้ง ลดลงร้อยละ 61-67 และร้อยละ 39-31 ตามลำดับ

## อินทรีย์คาร์บอนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ภาพผนวกที่ 19 และตารางผนวกที่ 10)

มีการแจกกระจายตามความลึกในรูปแบบเดียวกัน คือ ลดลงตามความลึกอย่างเห็นได้ชัด ในตอนบน 72 เซนติเมตร แรก (ร้อยละ 1.75-0.41 และ 97-3.2 ppm Avail.P) หลังจากนั้น

มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่ความลึก 72-86 เซนติเมตร แล้วลดลงตามความลึก ไปจนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (ร้อยละ 0.96-0.09 และ 12-0.7 ppm Avail.P)

การแจกกระจายของทั้งสองค่าวิเคราะห์นี้ ทำให้คาดการณ์ได้ว่าชั้นดินบนเดิม ควรจะเป็นความลึก 72-86 เซนติเมตร

### ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (ภาพผนวกที่ 19 และตารางผนวกที่ 10)

Ex.AI มีการแจกกระจายตามความลึก สอดคล้องกับ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  คือมีค่าต่ำที่สุด ที่ความลึก 130 เซนติเมตร ลงไป เพราะ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  ของช่วงนี้สูงกว่าบริเวณอื่นๆ ของหน้าตัดดิน (1.08-0.22 meq/100 g soil,  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)=4.70-7.51$ ) และมีค่าสูงมากที่ความลึก 46-125 เซนติเมตร ซึ่งมี  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  ต่ำที่สุดในหน้าตัดดิน (เท่ากับ 4.20-4.31 และ Ex.AI เท่ากับ 3.05-4.34 meq/100 g soil) ส่วนที่ความลึกอื่นๆ ค่า Ex.AI ก็สอดคล้องกับ  $\text{pH}_{\text{water}}(1:1)$  เช่นเดียวกัน

Ex.H ไม่สามารถตรวจพบได้ในความลึก 136-200 เซนติเมตร ในขณะที่ความลึกอื่นๆ มีค่าส่วนใหญ่อยู่ในพิสัย 0.07-0.35 meq/100 g soil

Aluminon-AI มีการแจกกระจายตามความลึกในรูปแบบเดียวกับ Ex.AI ทุกประการ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 5-92 ppm (0-60 เซนติเมตร) 411-440 ppm (60-125 เซนติเมตร) และ 2-110 ppm (125-200 เซนติเมตร)

### จุลธาตุประจุบวกที่เป็นโลหะ (ภาพผนวกที่ 20 และตารางผนวกที่ 10)

เหล็ก ที่ตอนกลางของหน้าตัดดิน (34-125 เซนติเมตร) มีค่าสูงกว่าชั้นดินที่อยู่ลึกลงไป ที่มีค่าลดลงตามความลึก (67-163 ppm และ 34-3 ppm ตามลำดับ) ในขณะที่ตอนบนของหน้าตัดดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 153-184 ppm

แมงกานีส มีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยอยู่ในพิสัย 103-2 ppm เช่นเดียวกับการแจกกระจายของสังกะสี ซึ่งมีค่าอยู่ในพิสัย 7.6-0.3 ppm ส่วนทองแดง มีค่าค่อนข้างคงที่ ลงไปจนถึงความลึก 125 เซนติเมตร (1.6-2.6 ppm) หลังจากนั้นก็มีค่าลดลงเล็กน้อย อยู่ในพิสัย 1.1-1.7 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เหล็กที่สกัดได้

Total-Fe มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ในตอนบน 34 เซนติเมตร แรก (39307-44748 ppm) หลังจากนั้น มีค่าลดลงตามความลึกอย่างเห็นได้ชัด (52870-31505 ppm : 34-93 เซนติเมตร) และมีค่าคงที่ (ประมาณ 35000 ppm : 93-125 เซนติเมตร) ส่วนที่ตอนล่างของหน้าตัดดิน มีค่าลดลงตามความลึกอีกครั้งหนึ่ง (55006-33354 ppm)

D.C.B.-Fe มีรูปแบบการแจกกระจายไม่ค่อยสม่ำเสมอ แต่มีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยแบ่งออกได้เป็นสองช่วง คือ 0-130 เซนติเมตร (18458-4848 ppm) และ 130-200 เซนติเมตร (21153-3731 ppm)

Oxalate-Fe มีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 6646-1209 ppm ทำให้  $Fe_{ox}$  มีการแจกกระจายตามความลึก เป็นไปตาม  $Fe_{ox}$  คือลดลงตามความลึกเป็นส่วนใหญ่ (11901-2174 ppm : 0-130 เซนติเมตร และ 18926-1513 ppm : 130-200 เซนติเมตร)

## แมงกานีสที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 20 และตารางผนวกที่ 10)

ทุกรูปของแมงกานีสที่สกัดได้ มีรูปแบบการแจกกระจายเหมือนกัน คือ ลดลงตามความลึกอย่างเห็นได้ชัด ในตอนบน 86 เซนติเมตร (496-100 ppm-Total Mn, 370-43 ppm- $Mn_{ox}$ , 224-30 ppm  $Mn_0$  และ 146-12 ppm- $Mn_{ox}$ ) มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ที่ความลึก 86-143 เซนติเมตร (75-91 ppm-Total Mn, 21-42 ppm- $Mn_{ox}$ , 12-26 ppm  $Mn_0$  และ 2-23 ppm- $Mn_{ox}$ ) หลังจากนั้น มีค่าสูงมาก และลดลงตามความลึก จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (486-115 ppm-Total Mn, 348-54 ppm- $Mn_{ox}$ , 257-29 ppm  $Mn_0$  และ 102-24 ppm- $Mn_{ox}$ )

## อะลูมิเนียมที่สกัดได้ (ภาพผนวกที่ 20 และตารางผนวกที่ 10)

Total-Al มีการแจกกระจายตามความลึก สอดคล้องกับอนุภาคขนาดดินเหนียวทุกประการ โดยเพิ่มขึ้นตามความลึกในตอนบน 46 เซนติเมตร แรก (87594-126087 ppm, อนุภาคขนาดดินเหนียว ร้อยละ 47-59) และลดลงตามความลึกไปจนถึง 93 เซนติเมตร (104419-88074 ppm, อนุภาคขนาดดินเหนียว ร้อยละ 59-50) หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความลึก (101831-129482 ppm, อนุภาคขนาดดินเหนียว ร้อยละ 61-65 : 93-150 เซนติเมตร) ในขณะที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดินมีค่าอยู่ในพิสัย 108841-115184 ppm (อนุภาคขนาดดินเหนียว ร้อยละ 63-67)

D.C.B.-Al มีค่าไม่ค่อนขำสม่ำเสมอ โดยส่วนใหญ่อยู่ในพิสัย 39-65 ppm

Oxalate-Al มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดิน (5-9 ppm) ทำให้  $Al_{D_0}$  มีการแจกกระจายตามความลึก คล้ายกับ  $Al_0$  โดยมีค่าส่วนใหญ่อยู่ที่ 31-60 ppm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาลักษณะการแจกกระจายของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียม ในดินกรดจัดของประเทศไทย โดยใช้ฐานฐานวิทยาในสนามเป็นเกณฑ์ ในการเก็บตัวอย่างดิน ทั้งหมด 10 หน้าตัดดิน และแบ่งได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. หน้าตัดดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 1 และหน้าตัดดินที่ 2 ซึ่งพบในบริเวณที่ลุ่ม-ราบ น้ำทะเลขึ้นถึง เกิดจากตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยอายุน้อย

2. หน้าตัดดินที่กำลังมีการดก่ามะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน แบ่งเป็น 2 ประเภทย่อย คือ

2.1 หน้าตัดดินที่พบสารประกอบจาโรไซต์ ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4 และหน้าตัดดินที่ 5 ซึ่งมีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก พบในบริเวณที่ลุ่ม-ราบ น้ำทะเลเคยขึ้นถึง

2.2 หน้าตัดดินที่ไม่พบสารประกอบจาโรไซต์ แต่มีความเป็นกรดรุนแรงมากตลอดความลึก ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 6 และหน้าตัดดินที่ 7 พบในแอ่งต่ำ มีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำทะเล และตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก สาเหตุที่ไม่พบจาโรไซต์ เนื่องจากดินอยู่ในสภาพน้ำแช่ขังหรืออยู่ในสภาพถูกรีดริชเป็นเวลานาน ทำให้สารประกอบไพไรต์ ซึ่งมีมากในหน้าตัดดิน เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำ ได้กรดกำมะถัน และเกลือโพแทสเซียม ดินจึงมีสภาพเป็นกรดรุนแรง

3. หน้าตัดดินซึ่งเคยผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 8 พบในที่ลุ่ม-ราบ น้ำทะเลเคยขึ้นถึงมาก่อน เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นตะกอนน้ำทะเล ตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก และตะกอนน้ำจืดในตอนบนของหน้าตัดดิน ในตอนบน 135 เซนติเมตร ปฏิกริยาดินในห้องปฏิบัติการ (วัดด้วยน้ำ) ไม่แตกต่างจากปฏิกริยาดินในสนามมากนัก ในขณะที่ความลึก 135-220 เซนติเมตร มีปฏิกริยาดินเมื่อแห้ง ต่างจากปฏิกริยาดินในสนามอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่า ที่ความลึกนี้ มีสารประกอบซึ่งเมื่อเกิดปฏิกริยาออกซิเดชันแล้วจะเกิดความเป็นกรดรุนแรงขึ้นในดินอยู่เป็นปริมาณมาก แต่ในช่วงความลึก 82-135 เซนติเมตร ที่ไม่มีความเป็นกรดรุนแรงเกิดขึ้นนั้น อาจเกิดจากสารประกอบจาโรไซต์ที่เคยพบในช่วงความลึกนี้ ถูกสะเทิน ถูกชะล้าง หรือถูกทำลายให้สูญหายไปจนหมดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

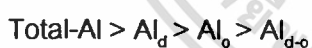
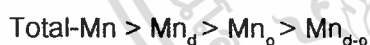
4. หน้าตัดดินซึ่งได้รับอิทธิพลจากมนุษย์อย่างมาก คือ การยกทรงเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างอื่นนอกเหนือจากทำนา ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 9 และหน้าตัดดินที่ 10 โดยที่ หน้าตัดดินที่ 9 เป็นการยกทรงดินที่กำลังมีการตกัامةถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน ส่วนหน้าตัดดินที่ 10 เป็นการยกทรงดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำจืด หรือตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก และมีอิทธิพลของธาตุกำมะถันน้อย

จากการศึกษาหน้าตัดดินกรดจัดทั้ง 4 ประเภท สรุปได้ว่า

1. การแจกกระจายตามความลึกของจุลธาตุที่เป็นประโยชน์ มีลักษณะสอดคล้องกับปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำ โดยที่ เมื่อ  $pH_{water}(1:1)$  เป็นกรดมากขึ้น จุลธาตุที่เป็นประโยชน์ในสารละลายดินก็มีมากขึ้นตามไปด้วย ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปัจจัยสำคัญที่ควบคุมปริมาณจุลธาตุในสารละลายดิน คือปฏิกิริยาดิน โดยที่เมื่อปฏิกิริยาดินเป็นกรดมากขึ้น จุลธาตุในสารละลายดิน โดยเฉพาะพวกที่เป็นประจุบวกที่เป็นโลหะ (ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง) ก็จะมีมากขึ้น

2. ดินที่มีพัฒนาการของหน้าตัดดินต่ำ ทำให้วัตถุต้นกำเนิดดินมีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณสมบัติของดิน โดยในหน้าตัดดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลจะมีค่า EC (1:1) สูงกว่าในหน้าตัดดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำกร่อยและตะกอนน้ำจืด

3. การแจกกระจายของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมทั้งหมดในทุกหน้าตัดดิน พบว่าปริมาณของ  $Total-Fe > Fe_d > Fe_o > Fe_{d-o}$



ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ปริมาณของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมทั้งหมดเป็นปริมาณของธาตุที่อยู่ในสารละลายดิน ส่วนปริมาณของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมที่สกัดด้วยสารละลายไดโรโอไนต์-ซีเตรต-ไบคาร์บอเนต เป็นค่าของ Crystalline+Non-Crystalline ซึ่งปริมาณของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียมที่สกัดด้วยสารละลายแอมโมเนียม ออกซาเลต-ออกซาลิก เอซิด จะเป็นค่าของ Non-Crystalline และปริมาณ D.C.B.-Oxalate ของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียม เป็นผลต่างระหว่างค่าทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ในชั้นที่พบสารประกอบจาโรไซด์จะมีปริมาณของเหล็กอยู่สูง ทั้งนี้เนื่องจากว่าสารประกอบจาโรไซด์ที่มีอยู่ในสารละลายดินได้ถูกออกซิไดซ์กลายเป็นสารประกอบไพไรต์ ซึ่งมีเหล็กเป็นองค์ประกอบหลัก จึงทำให้ค่าที่วิเคราะห์ออกมาจะมีปริมาณของเหล็กอยู่สูง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

กองสำรวจดิน. 2515. แผนที่ดินบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนใต้ (จังหวัดปทุมธานี นนทบุรี นครหลวง กรุงเทพฯ ธนบุรี สมุทรสาครและสมุทรปราการ) ของประเทศไทย  
มาตราส่วน 1:100,000. กองสำรวจดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,  
กรุงเทพฯ. 8 แผ่น

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. ทุกหน้า.

เอิบ เขียวรัตน์. 2530. คู่มือปฏิบัติการสำรวจดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 187 หน้า.

พรทิศา กัญญาวงศ์หา. 2532. การกำเนิด และสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดินกรดจัดใน  
บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. ทุกหน้า.

จุมพล ยูวะนิม และคณะ. 2540. การจัดการดินเปรี้ยว. คณะกรรมการกำหนดมาตรการ และ  
จัดทำเอกสารอนุรักษ์ดินและน้ำและการจัดการดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตร และ  
สหกรณ์. ทุกหน้า.

อารีรัตน์ เพ็งพัทตร์. 2542. การแจกกระจายของฟอสฟอรัสในดินกรดจัดของประเทศไทย.  
ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สาขาวิชาปฐพีวิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,  
กรุงเทพฯ. ทุกหน้า.

อัญชลี สุทธิประการ. 2534. แร่ในดิน. เล่มที่ 2 : แร่ดินเหนียวและเทคนิคการวิเคราะห์. ภาควิชา  
ปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 623 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Loeppert, R.H. and W.P. Inskeep. 1996. Method of Soil Analysis. Part 3 Chemical Methods. No.5 in the Soil Science Society of America Book Series. Soil Science Society America. Inc., Madison, Wisconsin, USA. 639-664 p

Bertsch, P.M. and P.R. Bloom. 1996. Method of Soil Analysis. Part 3 Chemical Methods. No.5 in the Soil Science Society of America Book Series. Soil Science Society America., Inc., Madison, Wisconsin, USA. 517-549 p.

Gambrell, R.P. 1996. Method of Soil Analysis. Part 3 Chemical Methods. No.5 in the Soil Science Society of America Book Series. Soil Science Society America., Inc., Madison, Wisconsin, USA. 665-681 p.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 แสดงค่าการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด

Horizor	Depth (cm)	Particle Size Distribution (%)				pH <sub>f</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KC</sub>	EC	Org.C (%)	Avail.P (ppm)	EA		Al* (ppm)	Available (ppm)				Total (ppm)			D.C.B (ppm)			Oxalate (ppm)			D.C.B-Oxalate (ppm)		
		Sand	Silt	Clay	Texture							Ex.Al	Ex.H		Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al
App 1	0-1	0.14	39.98	59.9	C	8.0	7.22	6.60	10.60	2.01	51.85	0.22	ND	0.71	33.62	557.47	5.53	2.85	49221	3520	101321	12198	3383	74.42	10229	1726	11.93	1969	1656	62.49
App 2	1-10	0.08	35.63	64.3	C	8.0	5.83	5.30	16.10	1.78	41.03	0.22	ND	0.14	43.32	577.64	7.56	3.61	50875	4522	107908	18005	3551	68.16	14341	2409	12.62	3664	1141	55.54
CAG	10-20	0.30	26.73	73	C	8.0	5.85	5.4	21.70	1.73	63.67	0.33	ND	0.75	68.77	609.36	8.93	3.92	53590	3546	108666	13660	3486	105.67	13156	2123	13.55	504.08	1363	92.13
Cg 1	20-35	0.51	33.67	65.8	C	8.5	6.10	5.5	27.70	2.00	89.87	0.43	ND	0.30	32.42	818.83	7.32	1.82	48810	3053	109624	16646	2176	69.32	12826	1083	9.54	3820	1092	59.78
Cg 2	35-50	0.19	30.61	69.20	C	8.5	6.33	5.9	28.20	2.07	77.37	0.33	ND	7.01	95.78	945.79	7.80	1.25	50514	2786	114511	17432	2031	51.85	10686	555.86	11.20	6746	1475	40.65
Cg 3	50-70	0.30	28.09	71.6	C	8.5	6.95	6.5	24.80	2.15	77.34	0.44	ND	3.35	83.94	764.18	6.11	1.39	50635	1980	123358	14618	1839	55.81	10268	483.08	10.74	4349	1356	45.07
Cg 4	70-90	0.29	24.25	75.5	C	8.5	7.26	6.8	21.80	2.05	79.55	0.44	ND	9.60	97.31	644.12	3.80	1.22	47893	2775	90250	11696	1921	54.28	5046	548.21	8.66	6650	1373	45.62
Cg 5	90-110	0.43	24.73	74.8	C	8.5	5.43	4.90	29.30	2.64	74.60	8.10	1.74	773.61	266.29	813.67	12.94	1.39	52074	1829	84927	20143	1469	62.30	9192	997.61	9.80	10951	471.85	52.50
Cg 6	110-120	0.07	22.51	77.4	C	8.5	6.13	5.8	32.00	2.26	65.47	4.80	1.22	371.48	232.34	1114	11.07	1.83	49027	2235	112449	16320	1908	145.80	9104	651.31	11.32	7216	1257	134.48
Cg 7	120-150	0.11	22.21	77.7	C	8.5	7.22	6.8	23.20	2.35	77.35	3.29	1.13	236.51	195.18	809.24	7.36	1.45	46832	2176	112343	16231	1624	51.69	8536	603.65	11.02	7695	1021	40.66

ตารางผนวกที่ 2 แสดงค่าการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด

Horizon	Depth (cm)	Particle Size Distribution (%)				pH <sub>r</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC	Org.C (%)	Avail.P (ppm)	EA		Al* (ppm)	Available (ppm)				Total (ppm)			D.C.B (ppm)			Oxalate (ppm)			D.C.B-Oxalate (ppm)		
		Sand	Silt	Clay	Texture							Ex.Al	Ex.H		Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al
Ap <sub>g</sub>	0-4	0.22	28.83	70.95	C	6.5	5.49	5.19	10.80	4.54	28.78	0.88	ND	1.15	212.17	115.29	5.65	2.77	40661	240.18	113241	4259	165.95	65.30	3572	131.72	8.43	687.42	34.23	56.88
AC <sub>g</sub> 1	4-13	0.59	24.72	74.69	C	6.0	4.99	4.11	3.40	1.06	73.12	0.22	ND	2.85	163.23	105.74	2.53	3.61	53202	270.23	128519	7783	159.92	60.34	6282	129.60	7.80	1500	30.32	52.54
AC <sub>g</sub> 2	13-30	1.42	24.47	74.11	C	7.0	5.65	4.35	2.00	0.51	116.64	0.17	ND	4.72	140.90	139.57	3.00	3.69	60067	516.70	114778	10566	491.46	64.47	8015	335.30	8.90	2551	156.15	55.57
AC <sub>g</sub> 3	30-40	1.41	26.47	72.12	C	7.0	5.56	4.59	3.60	0.28	133.85	0.44	ND	1.57	122.36	195.77	3.67	3.54	60246	658.29	110592	10044	631.20	80.81	9017	469.95	9.73	1028	161.25	71.08
C <sub>g</sub> 1	40-53	0.45	27.95	71.60	C	8.0	6.59	5.87	8.90	0.44	105.96	0.11	0.05	0.14	51.97	186.64	2.19	5.53	50993	462.98	105576	9096	448.70	54.09	7014	291.09	11.35	2082	157.61	42.74
C <sub>g</sub> 2	53-68	0.45	30.02	69.53	C	8.0	6.08	5.56	13.50	0.93	91.16	0.11	ND	0.00	88.06	240.21	2.44	5.83	53053	436.51	105211	9525	392.21	71.20	7396	270.80	8.59	2129	121.41	62.61
C <sub>g</sub> 3	68-81	0.41	35.89	63.70	C	8.0	3.51	3.16	20.00	1.89	75.82	2.57	1.15	249.57	231.53	533.94	13.35	2.22	56897	616.64	99411	14603	565.79	69.29	7058	380.90	8.96	7545	184.90	60.33
C <sub>g</sub> 4	81-100	0.90	41.62	57.48	SiC	8.0	3.41	3.10	26.70	2.5	93.26	4.41	1.99	370.70	225.16	496.30	30.05	1.46	44292	973.53	99356	15521	768.70	62.97	7262	297.30	9.36	8259	471.40	53.61
C <sub>g</sub> 5	100-110	0.35	44.37	55.28	SiC	8.0	7.37	7.15	13.40	3.27	621.44	0.55	ND	0.00	12.94	642.55	2.59	0.83	44045	4153	93992	6517	3887	75.42	5573	513.76	19.62	943.97	3373	55.80
C <sub>g</sub> 6	110-130	0.23	47.05	52.72	SiC	8.0	7.32	7.23	29.90	3.52	346.63	0.32	ND	40.95	7.63	712.56	2.01	0.79	45003	3596	89601	6852	3322	70.80	5699	287.25	7.83	1153	3035	62.97
C <sub>g</sub> 7	130-150	0.24	55.94	43.82	SiC	8.5	5.95	5.65	31.10	3.20	85.18	3.38	1.71	298.48	276.27	956.85	11.02	0.94	38134	1607	84250	14105	1570	68.67	11456	341.08	11.29	2649	1229	57.38
C <sub>g</sub> 8	150-170	0.21	48.37	51.42	SiC	8.5	5.50	5.33	33.10	2.76	86.13	3.21	1.65	275.98	250.97	905.75	11.68	0.92	37835	1668	90287	12479	1509	64.49	10713	441.83	8.43	1766	1067	56.06
C <sub>g</sub> 9	170-190	0.66	53.87	45.47	SiC	8.5	7.45	7.33	33.20	3.17	233.12	0.55	ND	0.00	17.47	533.63	1.72	0.92	42784	2833	90669	7706	2651	78.85	4985	184.54	12.95	2720	2467	65.90
C <sub>g</sub> 10	190-210	0.29	40.12	59.59	C	8.5	6.24	5.99	38.30	2.92	53.92	2.50	1.04	110.46	254.34	925.29	10.32	0.95	38750	1723	95885	16933	1595	64.78	10707	288.63	9.56	6226	1307	55.22
C <sub>g</sub> 11	210-220	0.17	36.88	62.95	C	8.5	6.74	6.44	38.10	2.82	87.33	1.53	0.95	86.06	255.97	945.25	9.16	1.03	42043	1751	103601	16664	1693	49.89	10717	152.38	11.99	5947	1540	37.90

ตารางผนวกที่ 3 แสดงค่าการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น

Horizon	Depth (cm)	Particle Size Distribution (%)				pH <sub>r</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC	Org.C (%)	Avail.P (ppm)	EA		Al* (ppm)	Available (ppm)				Total (ppm)			D.C.B (ppm)			Oxalate (ppm)			D.C.B-Oxalate (ppm)		
		Sand	Silt	Clay	Texture							Ex.Al	Ex.H		Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al
App 1	0-15	1.80	27.24	70.96	C	4.5	4.1	3.30	0.50	2.56	24.31	8.02	0.40	758.46	151.30	18.81	1.43	0.88	33354	116.67	149572	11430	94.37	98.67	6581	50.29	7.93	4849	44.09	90.74
App 2	15-30	2.76	27.09	70.15	C	4.5	3.8	3.15	0.40	2.21	9.59	13.97	0.47	1329	78.25	6.92	0.71	0.54	33139	74.81	163187	8994	32.12	78.81	5800	28.45	8.75	3194	3.67	70.06
BAg	30-40	3.91	27.84	68.25	C	4.0	3.6	2.98	0.50	0.66	5.84	15.26	0.98	1952	26.48	9.18	0.45	0.47	38924	68.48	128716	8749	21.46	80.53	2122	20.89	7.77	6627	0.57	72.75
Bjg 1	40-55	4.17	28.70	67.13	C	4.0	3.5	2.98	0.60	0.51	2.60	16.26	ND	1732	21.41	8.87	0.43	0.58	66598	69.67	120388	8328	32.13	75.50	3795	22.06	9.10	4533	10.07	66.40
Bjg 2	55-66	2.76	27.02	70.22	C	4.0	3.50	2.88	0.60	0.30	1.84	13.91	0.51	1790	19.32	10.64	0.48	0.48	62991	73.87	114134	5096	21.33	81.40	2873	21.12	7.89	2223	0.21	73.52
Bjg 3	66-80	1.85	25.48	72.67	C	4.0	3.4	2.91	0.70	0.32	1.41	15.29	0.52	151.98	24.64	11.34	0.46	0.50	72599	79.18	120827	5747	32.53	68.90	3051	28.01	8.60	2696	4.52	60.30
Bjg 4	80-93	1.03	26.68	72.29	C	4.0	3.5	2.83	0.70	0.29	1.31	15.71	0.42	1560	31.21	12.14	0.61	0.63	65771	78.25	118863	10977	32.36	74.17	2421	23.77	8.97	8555	8.60	65.20
Bjg 5	93-105	1.05	25.92	73.03	C	4.0	3.5	2.84	0.70	0.31	0.96	15.61	0.23	1830	49.86	13.22	0.67	0.50	48573	79.77	123210	11470	32.16	70.72	2759	26.28	8.76	8711	5.88	61.96
BCjg 1	105-117	1.03	28.19	71.78	C	4.0	3.40	2.80	0.80	0.38	0.91	15.71	ND	311.58	74.10	13.00	0.48	0.37	43364	80.54	128013	10329	32.53	74.17	3063	27.32	9.09	7266	5.21	65.09
BCjg 2	117-138	0.57	26.46	72.97	C	4.0	3.5	2.84	0.80	0.48	1.12	14.99	0.77	1792	81.82	13.20	0.32	0.54	44501	89.83	156939	9963	31.80	92.37	2970	31.06	7.82	6993	0.74	84.55
Cg 1	138-156	0.48	26.81	72.71	C	4.5	3.6	2.96	0.90	0.86	4.43	14.57	ND	1590	48.06	14.29	0.45	0.58	39096	90.47	126969	12303	53.49	52.01	2495	48.04	17.63	9808	5.45	34.37
Cg 2	156-175	0.02	25.98	74.00	C	4.5	3.7	3.04	1.00	0.75	23.77	13.56	0.41	1648	46.92	14.99	0.78	0.93	24268	96.02	155635	747.99	42.90	81.17	405.87	32.38	8.37	342.12	10.51	72.80
Cg 3	175-190	0.06	27.88	72.06	C	4.5	2.4	2.24	5.40	2.34	29.20	47.90	8.27	6522	688.13	222.19	7.98	2.83	31620	319.23	120699	9816	318.33	88.68	6950	238.36	10.69	2866	79.96	77.98
Cg 4	190-210	1.91	48.28	49.81	SIC	4.5	2.2	2.08	7.40	5.57	19.90	69.03	23.52	9094	1921	182.66	2.03	2.80	28070	323.91	104351	23510	240.01	63.73	17421	205.99	7.78	6089	34.02	55.95

ตารางผนวกที่ 4 แสดงค่าการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น

Horizon	Depth (cm)	Particle Size Distribution (%)				pH <sub>r</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>r,Cl</sub>	EC	Org.C (%)	Avail.P (ppm)	EA		Al* (ppm)	Available (ppm)				Total (ppm)			D.C.B (ppm)			Oxalate (ppm)			D.C.B-Oxalate (ppm)		
		Sand	Silt	Clay	Texture							Ex.Al	Ex.H		Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al
Apg 1	0-10	35.84	24.43	39.73	CL	5.5	4.51	3.76	0.80	1.95	30.59	1.70	ND	59.19	241.19	41.73	2.61	1.23	16181	87.01	65639	6197	82.97	50.42	3173	39.66	7.57	3024	43.30	42.85
Apg 2	10-18	52.54	13.82	33.64	SCL	4.5	4.31	3.50	0.40	0.95	16.14	2.09	0.09	185.13	135.27	19.86	0.79	1.08	18057	54.12	64655	4545	30.47	48.67	1957	24.49	7.79	2588	5.98	40.88
ABg	18-30	63.53	9.65	26.82	SCL	4.0	3.71	3.27	0.30	0.35	3.35	4.41	0.04	401.84	35.43	6.63	0.33	0.75	28295	27.64	57797	6278	10.21	75.50	933.42	6.99	7.97	5345	3.22	67.53
BAG	30-40	67.34	10.02	22.64	SCL	4.5	3.80	3.27	0.30	0.21	1.72	4.86	ND	402.91	26.17	5.32	0.29	0.92	28790	21.54	44556	8748	9.94	62.13	689.71	5.78	7.49	8059	4.16	54.65
Bg	40-50	59.11	12.70	28.19	SCL	4.5	3.73	3.17	0.30	0.16	0.89	5.93	0.13	560.43	39.88	4.32	0.45	0.99	27102	24.41	56047	6505	10.16	69.88	893.45	5.83	7.19	5612	4.33	62.69
Bjg 1	50-65	39.79	17.66	42.54	C	4.0	3.61	3.04	0.40	0.32	0.56	9.55	0.04	882.27	37.91	1.26	0.29	0.55	50374	33.11	75128	13854	5.29	62.39	1740	6.25	8.35	12115	0.97	54.04
Bjg 2	65-75	34.09	19.42	46.49	C	4.0	3.50	2.98	0.30	0.21	0.45	10.80	7.45	981.72	32.04	1.26	0.30	0.42	46870	36.45	86449	9311	10.23	85.27	1589	5.61	6.96	7722	4.62	78.31
Bjg 3	75-90	34.78	20.20	45.02	C	4.0	3.42	2.97	0.40	0.46	0.62	10.92	0.21	997.91	42.43	1.69	0.30	0.46	37862	33.81	79157	8418	10.49	80.13	1661	4.99	8.19	6758	5.50	71.94
BCjg	90-107	33.88	21.24	44.88	C	4.0	3.50	2.98	0.40	0.31	0.74	10.81	0.47	929.74	63.30	1.49	0.34	0.47	28318	32.57	85636	6409	10.42	86.84	1474	4.36	9.43	4934	6.06	77.41
Cg 1	107-127	33.87	21.25	40.38	C	4.0	3.53	2.99	0.40	0.77	4.73	14.08	ND	957.75	46.87	1.48	0.72	0.74	14166	32.42	82678	891.44	5.24	168.24	518.65	3.96	9.72	372.79	1.29	158.51
Cg 2	127-142	39.58	23.78	36.64	CL	4.0	3.43	3.03	0.50	2.36	12.28	10.02	0.37	878.99	10.62	1.27	0.53	1.25	10811	28.76	75889	194.71	10.53	99.04	93.65	4.49	8.55	101.06	6.03	90.49
Cg 3	142-161	37.82	51.97	10.21	SIL	4.0	2.46	2.36	3.70	4.43	16.66	28.27	5.41	3296	452.31	26.42	2.09	1.42	14053	56.31	105897	4112	41.64	100.48	1789	20.84	8.11	2323	20.80	92.37
Cg 4	161-185	42.11	41.75	16.14	L	4.5	2.15	2.09	7.50	4.91	13.92	41.10	9.76	4944	874.70	72.18	5.52	1.15	17925	104.03	66638	9727	94.53	130.76	5842	54.14	8.29	3885	40.39	122.47
Cg 5	185-210	58.14	23.84	18.02	SL	4.5	2.25	2.23	6.10	1.01	10.26	29.56	1.16	3802	740.37	23.96	2.44	0.29	14267	38.68	59655	9639	24.83	78.06	8558	20.44	6.73	1081	4.39	71.33

ตารางผนวกที่ 5 แสดงค่าการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น

Horizon	Depth (cm)	Particle Size Distribution (%)				pH <sub>i</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC	Org.C (%)	Avail.P (ppm)	EA		Al* (ppm)	Available (ppm)				Total (ppm)			D.C.B (ppm)			Oxalate (ppm)			D.C.B-Oxalate (ppm)		
		Sand	Silt	Clay	Texture							Ex.Al	Ex.H		Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al
App 1	0-15	1.86	49.47	48.7	SiC	4.5	3.8	3.00	1.50	0.95	4.25	4.63	ND	353.57	97.66	39.92	1.06	1.78	34851	101.38	89503	15752	73.51	37.92	4912	38.11	9.16	10840	35.40	28.76
App 2	15-25	1.25	47.07	51.7	SiC	5.0	4.10	3.21	1.50	0.35	1.58	1.56	ND	100.49	44.55	49.21	0.87	2.31	34711	118.02	104134	4302	62.96	57.20	1999	45.20	6.94	2303	17.76	50.26
Bg 1	25-35	1.13	48.79	50.1	SiC	4.5	4	3.13	1.60	0.19	1.56	2.14	0.42	0.00	43.88	49.61	0.87	2.44	28446	107.99	88739	10518	84.57	50.65	1227	45.30	7.17	9291	39.27	43.48
Bg 2	35-50	0.89	45.64	53.5	SiC	4.5	4	3.15	1.70	0.17	1.91	2.74	0.28	234.84	53.55	52.28	1.10	2.43	27517	112.20	100015	2901	83.62	58.07	1046	52.43	8.47	1854	31.19	49.61
Bg 3	50-70	1.59	44.39	54	SiC	5.0	4	3.17	1.80	0.37	1.04	1.93	0.18	133.39	69.83	58.91	1.31	2.76	37491	131.60	96915	8012	83.79	61.82	1678	54.20	7.21	6334	29.59	54.61
Bjg 1	70-80	1.34	45.83	52.8	SiC	5.0	4	3.20	1.80	0.18	0.85	1.03	0.27	60.35	91.65	62.72	1.06	2.94	40007	131.80	86007	12673	94.85	59.65	1977	51.41	7.77	10696	43.44	51.88
Bjg 2	80-100	1.40	43.59	55	SiC	5.0	4.2	3.37	1.80	0.22	1.03	0.66	0.04	35.83	104.06	70.16	0.84	3.05	40681	144.47	91272	12276	96.07	78.58	2407	56.90	7.93	9869	39.17	70.64
BCjg 1	100-120	1.42	42.27	56.3	SiC	5.5	4.70	3.83	1.80	0.27	1.46	0.65	ND	9.87	83.88	76.80	0.82	3.35	38840	171.81	97880	20257	158.88	44.13	2894	92.09	7.78	17363	66.79	36.35
BCjg 2	120-140	1.00	45.13	53.9	SiC	6.5	6.2	4.83	1.60	0.28	9.23	0.32	ND	0.85	25.36	80.34	1.17	5.01	32343	183.61	99518	5546	169.02	65.29	2278	106.43	8.25	3268	62.59	57.04
Cg 1	140-160	1.84	41.02	57.1	SiC	8.0	3.5	2.95	4.60	0.91	29.36	4.96	1.05	508.93	181.02	147.54	7.89	6.29	29337	274.88	101579	3627	236.52	71.90	1721	173.38	9.26	1906	63.14	62.65
Cg 2	160-180	1.45	65.94	32.6	SiC	8.0	2.70	2.34	7.10	1.80	48.83	22.43	3.60	292.10	211.74	69.29	2.80	1.20	39127	461.58	114456	4888	429.72	70.87	4175	351.60	7.97	712.83	78.12	62.91
Cg 3	180-200	0.62	51.25	48.1	SiC	8.5	2.9	2.48	6.70	1.88	53.76	17.90	1.97	1969	277.03	898.03	23.93	1.33	36712	1429	89794	11379	1261	57.70	6135	1193	7.56	5244	67.94	50.14
Cg 4	200-220	0.21	41.32	58.5	SiC	8.5	6.1	5.57	5.20	2.44	71.88	7.45	2.78	649.18	311.95	2530	5.81	1.76	43278	5019	110891	19811	4056	46.96	7596	2356	8.53	12214	1700	38.43

ตารางผนวกที่ 6 แสดงค่าการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีการตกตะกอนเกิดขึ้น

Horizon	Depth (cm)	Particle Size Distribution (%)				pH <sub>r</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>ca</sub>	EC	Org.C (%)	Avail.P (ppm)	EA		Al* (ppm)	Available (ppm)				Total (ppm)			D.C.B (ppm)			Oxalate (ppm)			D.C.B-Oxalate (ppm)		
		Sand	Silt	Clay	Texture							Ex.Al	Ex.H		Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al
Apg	0-10	1.52	31.28	67.20	C	4.0	4.05	3.51	2.60	1.37	74.90	1.28	ND	42.88	116.45	422.87	1.41	1.54	52069	1657	93215	16541	1211	52.06	7282	969.95	9.74	9259	240.96	42.31
Bwg 1	10-30	0.62	36.70	62.68	C	5.0	4.23	3.68	2.70	2.54	18.07	0.81	0.03	13.46	170.85	195.13	4.51	2.51	30393	322.35	103300	8193	274.45	53.35	4041	170.02	5.63	4152	104.43	47.72
Bwg 2	30-50	0.59	36.53	62.88	C	4.0	4.27	3.60	2.60	2.47	10.92	1.16	ND	62.04	151.14	117.98	5.06	2.69	27586	241.29	98580	4450	180.88	75.59	2714	93.45	6.34	1736	87.44	69.25
Bwg 3	50-70	1.32	39.44	59.24	C	4.0	3.80	3.22	3.50	1.87	24.09	2.18	0.13	119.46	206.98	105.84	2.41	1.66	36179	239.43	92835	10189	171.35	51.73	5806	119.98	7.12	4383	51.36	44.60
Cg 1	70-100	3.06	37.76	59.18	C	4.0	3.52	2.96	4.60	1.20	7.81	1.80	0.51	166.90	201.38	101.78	1.76	1.33	88718	372.36	82026	33753	298.46	60.29	9615	88.83	7.66	24137	209.63	52.63
Cg 2	100-135	0.56	24.96	70.48	C	4.5	3.53	2.99	6.60	0.95	45.91	2.99	0.46	240.17	215.25	176.00	2.39	1.34	56338	404.61	112991	18369	358.42	44.58	9510	245.42	7.56	8859	113.00	37.02

ตารางผนวกที่ 7 แสดงค่าการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น

Horizor Depth (cm)	Paticle Size Distribution (%)				pH <sub>r</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KC</sub>	EC	Org.C (%)	Avail.P (ppm)	EA		Al* (ppm)	Available (ppm)				Total (ppm)			D.C.B (ppm)			Oxalate (ppm)			D.C.B-Oxalate (ppm)		
	Sand	Silt	Clay	Texture							Ex.Al	Ex.H		Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al
Apg 1 0-10	1.9	34.3	63.9	C	4.5	3.77	3.3	5.30	2.69	25.71	2.87	0.10	111.02	246.79	164.52	2.82	1.27	455.12	465.28	96979	17489	338.74	208.69	9259	222.03	11.10	8230	116.71	197.59
Apg 2 10-20	1.2	33.2	65.6	C	7.0	4.84	4.1	1.80	2.96	14.77	18.11	6.33	7.18	218.55	148.23	5.58	2.43	44668	292.02	101665	13406	274.70	91.57	8488	153.71	10.15	4917	120.99	81.42
Bg 1 20-30	2.8	32.8	64.4	C	4.0	3.58	3.00	2.50	2.53	6.29	5.24	0.32	447.91	173.99	83.69	3.30	1.19	44001	269.57	101581	19031	173.22	57.66	5078	72.86	8.83	13953	100.36	48.83
Bg 2 30-40	2	35.6	62.5	C	4.0	3.35	2.9	3.70	2.47	10.09	6.68	0.76	559.26	177.56	107.32	3.71	1.03	36803	323.03	94831	17740	246.38	57.58	9348	165.49	8.44	8392	80.89	49.13
Bg 3 40-50	1	37.4	61.7	C	4.0	3.68	3.2	4.80	2.57	25.47	2.54	0.27	148.56	242.50	201.20	7.14	1.08	40946	460.02	101712	13124	407.89	90.20	9924	295.94	7.90	3200	111.95	82.30
Bg 4 50-60	2.6	37.9	59.5	C	4.0	3.84	3.3	4.70	3.02	28.04	1.81	0.36	60.37	227.58	224.91	9.00	1.11	48309	464.21	98457	12261	454.42	89.12	9020	276.00	10.21	3240	178.42	78.91
BCg 1 60-70	2.8	40.4	56.8	C	4.0	3.14	2.8	7.20	2.71	35.50	6.42	0.82	566.11	210.47	582.89	9.57	0.65	56497	732.37	91833	19557	491.50	74.22	12487	367.93	11.67	7071	123.57	62.55
BCg 2 70-80	1.9	44.40	53.7	SC	4.0	2.79	2.5	10.10	2.08	65.57	16.43	2.14	1704	219.32	1028	24.59	0.44	53075	979.80	95936	26400	681.01	54.06	11912	579.62	7.87	14488	101.39	46.18
Cg 1 80-90	0.9	44.9	54.2	SC	4.5	2.68	2.40	12.40	1.97	35.08	21.61	2.11	2235	232.47	735.54	58.12	0.43	53443	1005	96021	19311	828.53	55.43	8725	689.03	9.70	10587	139.50	45.72
Cg 2 90-100	0.6	52.4	47.00	SC	4.0	2.75	2.50	14.40	1.37	36.77	20.81	2.75	2151	289.84	1748	32.55	0.56	67257	2646	94010	13989	2364	76.92	13478	2170	10.50	511.12	193.75	66.42
Cg 3 100-110	0.2	54.3	45.5	SC	4.0	2.80	2.6	15.00	1.26	46.27	18.20	0.95	2006	261.99	1359	29.51	0.45	30371	2074	50528	12335	1364	90.27	10577	946.06	9.22	1758	417.95	81.04
Cg 4 110-120	0.1	52.71	41.2	SC	4.0	2.92	2.63	14.10	1.55	56.82	13.74	1.04	1004	249.77	1653	19.35	0.64	49251	2487	97568	12048	2078	74.77	11040	831.65	10.79	1008	1246.12	63.98

ตารางผนวกที่ 8 แสดงค่าการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว

Horizon	Depth (cm)	Particle Size Distribution (%)				pH <sub>i</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC	Org.C (%)	Avail.P (ppm)	EA		Al* (ppm)	Available (ppm)				Total (ppm)			D.C.B (ppm)			Oxalate (ppm)			D.C.B-Oxalate (ppm)		
		Sand	Silt	Clay	Texture							Ex.Al	Ex.H		Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al
Apg 1	0-15	0.42	26.00	73.58	C	5.5	4.04	3.53	3.70	2.98	12.47	1.21	0.27	92.34	212.64	60.66	2.43	2.43	29476	134.13	130149	7176	130.96	52.29	3617	64.10	8.64	3559	66.86	43.65
Apg 2	15-30	0.27	24.32	75.41	C	5.5	4.72	4.09	3.30	1.53	5.04	0.44	ND	4.40	85.44	61.22	2.42	2.73	33347	163.60	128519	11207	155.48	49.23	3190	96.60	9.94	8016	58.88	39.29
ABg	30-40	0.29	25.16	74.55	C	6.5	5.11	4.40	2.90	0.70	2.41	0.16	ND	17.16	53.62	46.34	1.19	2.27	37431	352.95	127486	13982	209.76	44.87	4548	138.73	8.59	9434	71.03	36.29
Bg 1	40-52	0.37	29.52	70.11	C	7.0	5.72	4.92	3.00	0.44	2.65	0.11	0.05	1.58	28.35	38.02	0.77	2.48	53548	480.07	118629	11922	384.45	44.08	4323	227.43	7.99	7598	157.02	36.09
Bg 2	52-75	3.41	28.28	68.31	C	8.0	6.14	5.29	2.00	0.18	3.87	0.27	ND	0.00	22.39	41.27	0.70	1.95	110957	1551	109140	26756	1228	59.35	6951	812.82	8.77	19805	415.49	50.58
Bg 3	75-82	0.53	26.37	73.10	C	7.0	6.21	5.21	2.60	0.12	7.45	0.22	ND	1.57	29.54	58.20	1.21	2.54	64586	1446	114392	13875	1393	54.25	6934	993.78	9.03	6941	399.17	45.21
Bg 4	82-100	0.17	26.45	73.38	C	7.0	6.33	5.34	1.10	0.19	16.31	0.22	ND	0.87	30.70	73.47	2.43	2.81	69617	1596	115672	13682	1520	69.00	7894	1071	12.34	5788	449.71	56.66
BCg 1	100-110	0.18	25.79	74.03	C	7.0	6.38	5.35	2.20	0.31	32.96	0.22	ND	1.19	20.41	65.00	2.77	4.13	66093	1150	121722	10008	1094	64.56	5950	752.65	10.10	4058	341.13	54.46
BCg 2	110-118	0.28	26.62	73.10	C	7.0	6.11	5.14	3.00	0.64	35.57	0.22	ND	1.83	26.34	65.29	3.32	4.29	77632	462.35	112900	16623	384.66	45.79	6276	193.29	8.58	10347	191.37	37.21
BCg 3	118-135	0.05	26.67	73.28	C	7.0	4.83	4.15	4.50	1.19	42.34	0.33	0.14	11.08	140.60	91.24	5.26	4.06	62082	369.54	112577	8658	216.45	53.74	5805	157.69	9.43	2853	58.76	44.31
BCg 4	135-150	0.05	42.10	57.85	SiC	7.0	2.95	2.48	8.30	1.80	32.00	12.97	2.63	1083	231.79	167.31	11.11	0.96	48788	369.76	129673	4658	291.10	66.16	3848	211.52	9.28	809.65	79.58	56.88
Cg 1	150-160	0.06	45.54	54.40	SiC	8.0	2.76	2.36	9.40	2.14	32.57	17.62	3.11	2075	247.18	242.80	14.02	0.83	47579	470.61	110284	9352	373.03	65.87	4777	264.41	8.61	4575	108.62	57.26
Cg 2	160-172	0.10	54.33	45.57	SiC	8.0	2.79	2.38	10.10	2.37	33.03	14.42	1.91	1616	221.38	259.89	13.56	0.83	46981	527.70	90939	10121	422.79	59.82	3733	234.43	10.64	6388	188.36	49.18
Cg 3	172-180	0.17	52.52	47.31	SiC	8.0	2.85	2.47	10.90	2.19	43.08	12.86	1.60	1041	260.52	328.71	12.02	0.83	41690	676.19	103334	11382	567.75	61.21	6676	233.45	10.80	4706	334.29	50.41
Cg 4	180-198	0.05	50.22	49.73	SiC	8.0	2.87	2.51	11.80	3.32	47.85	11.01	1.89	1037	268.74	498.40	10.65	0.99	43590	884.07	102204	9565	835.20	63.61	8352	260.06	8.32	1213	575.14	55.29
Cg 5	198-210	0.07	54.80	45.13	SiC	8.5	4.28	3.86	8.90	2.79	60.50	8.54	1.22	587.25	275.53	885.15	7.81	1.06	43717	1606	108898	17589	1538	76.97	9027	734.80	8.72	8562	802.90	68.25
Cg 6	210-220	0.30	51.24	48.46	SiC	8.5	7.23	6.79	7.90	3.30	80.23	3.17	2.24	281.63	324.37	768.87	3.71	1.11	48816	2860	97079	24283	1949	61.08	11623	1328	9.58	12659	621.08	51.51

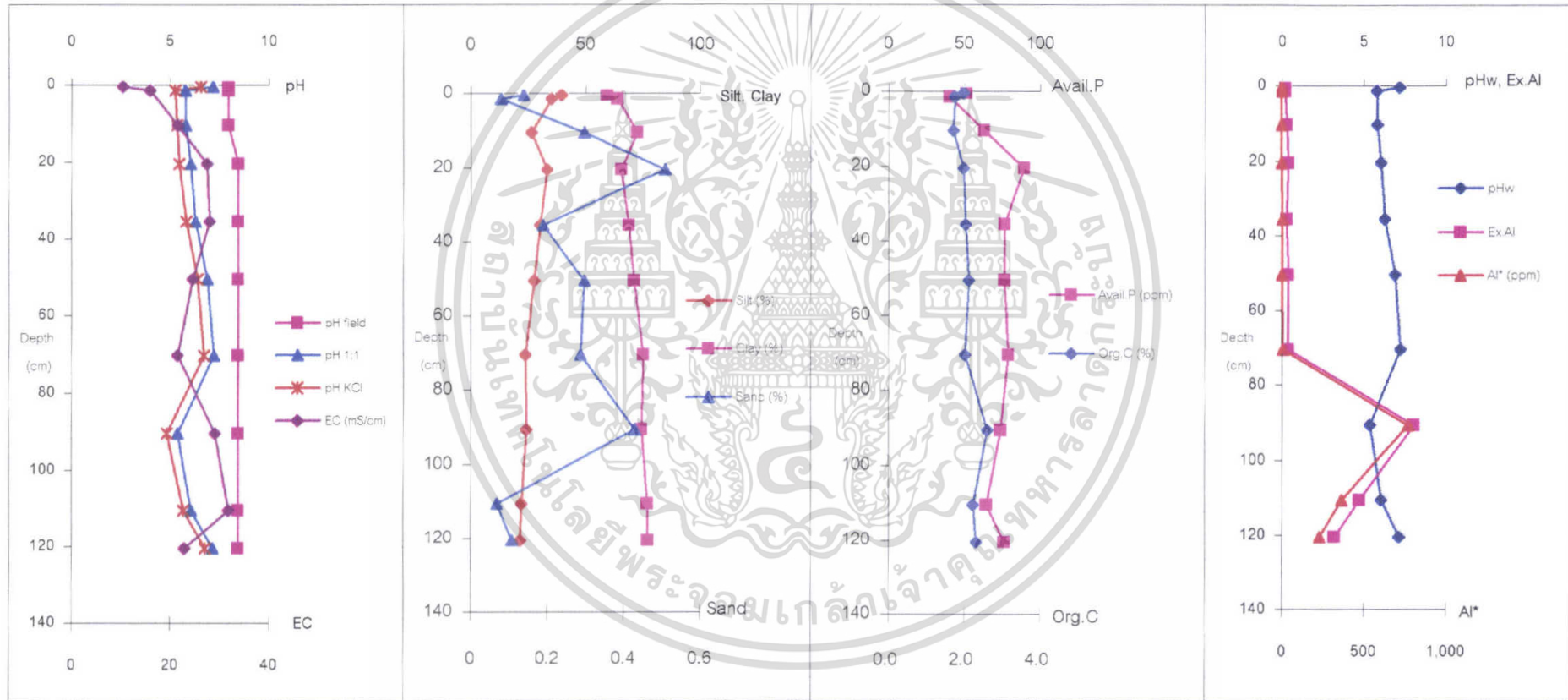
ตารางผนวกที่ 9 แสดงค่าการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 1 ซึ่งเกิดจากการกระทำของมนุษย์

Horizon	Depth (cm)	Particle Size Distribution (%)				pH <sub>i</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>cr</sub>	EC	Org.C	Avail.P	EA		Al*	Available (ppm)				Total (ppm)			D.C.B (ppm)			Oxalate (ppm)			D.C.B-Oxalate (ppm)		
		Sand	Silt	Clay	Texture							(%)	(ppm)		Ex.Al	Ex.H	(ppm)	Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al
Apg 1	0-10	20.4	32.7	46.91	C	5.0	6.87	5.74	0.50	1.57	84.76	0.38	ND	1.34	28.71	40.93	54.00	3.32	38720	232.55	89906	6434	181.40	51.32	3499	106.29	9.13	2935	75.11	42.18
Apg 2	10-20	3.08	37.9	59.05	C	5.5	4.23	3.36	0.40	1.68	17.71	4.56	ND	357.65	116.90	9.27	8.63	2.05	26130	50.85	107366	8739	21.38	53.08	2847	10.01	8.06	5892	11.37	45.02
BAG	20-40	1.42	37.5	61.09	C	5.5	3.89	3.18	0.40	1.38	12.55	8.16	ND	741.37	104.77	7.14	2.92	1.41	26045	50.72	110942	8519	21.23	67.45	2774	19.37	8.81	5745	1.86	58.65
Bg 1	40-55	1.50	35.6	62.92	C	5.0	3.78	3.10	0.50	1.14	11.69	11.03	ND	900.64	83.17	6.36	2.48	0.75	28824	59.34	109944	5262	21.59	66.71	2560	15.40	9.34	2702	6.18	57.36
Bg 2	55-70	1.56	34	64.42	C	5.0	3.72	3.10	0.60	1.07	7.70	11.04	ND	910.13	73.05	10.17	2.45	0.92	31232	66.85	130133	5773	32.30	67.28	2721	26.99	7.92	3051	5.31	59.36
Bg 3	70-80	1.35	34.4	64.28	C	4.5	3.69	3.06	0.70	1.13	7.30	3.50	5.95	877.29	85.72	9.84	1.99	0.63	30194	71.65	127174	7466	32.11	75.45	3298	28.99	9.57	4168	3.12	65.87
BCg 1	80-93	1.97	35.7	62.37	C	4.5	3.66	2.99	0.50	1.09	26.63	11.53	0.21	949.84	89.39	13.04	2.06	0.94	36050	71.66	111185	10261	32.92	80.79	5661	29.54	8.18	4601	3.38	72.61
BCg 2	93-105	1.72	43.6	54.66	SiC	4.5	3.54	2.92	0.60	0.99	13.48	12.20	ND	939.39	109.66	12.98	1.64	0.87	38277	81.29	97980	23499	64.60	68.42	8203	33.51	9.63	15297	31.10	58.79
CBg 1	105-123	1.75	44.7	53.51	SiC	4.0	3.41	2.86	0.70	0.92	7.13	10.40	1.84	922.98	119.16	13.66	2.21	1.22	39565	85.41	90037	23458	54.68	52.40	10407	29.15	10.93	13051	25.53	41.47
CBg 2	123-145	1.82	45.5	52.65	SiC	4.0	3.49	2.89	0.70	0.89	10.09	10.88	0.52	936.69	104.83	14.77	1.95	1.42	39405	84.71	94005	10114	43.62	95.04	8150	12.81	8.83	1965	30.81	86.20
Cjg 1	145-170	1.71	46.1	52.24	SiC	4.0	3.23	2.85	1.40	1.00	9.57	16.21	ND	1037	115.63	19.23	2.08	1.13	40708	91.50	94621	16755	53.79	75.83	7163	36.04	15.36	9593	17.74	60.46
Cjg 2	170-190	1.92	43.5	54.62	SiC	4.0	3.00	2.73	2.10	1.40	29.82	13.99	0.88	1586	166.89	35.21	4.75	1.08	35030	106.05	105518	11630	75.55	94.07	5603	54.49	10.00	6027	21.06	84.07
Cg 1	190-210	0.68	32.1	67.20	C	5.0	3.30	2.86	2.80	2.12	55.56	10.58	1.12	734.55	254.87	60.29	9.12	1.22	27007	196.86	108666	9092	135.55	508.33	3707	93.78	7.93	5385	41.77	500.40
Cg 2	210-230	0.39	35.85	64.23	C	6.5	2.74	2.53	4.90	1.89	43.69	23.51	2.80	295.09	303.50	127.00	26.48	0.86	31702	290.34	103262	16840	171.72	65.25	5432	137.44	8.24	11408	34.29	57.02
Cg 3	230-245	0.24	38.12	61.64	C	7.0	2.62	2.38	5.80	1.97	36.76	42.21	6.29	5135	656.82	196.94	71.42	1.54	35728	292.90	102006	13314	274.43	65.83	9745	231.39	10.68	3569	43.04	55.15

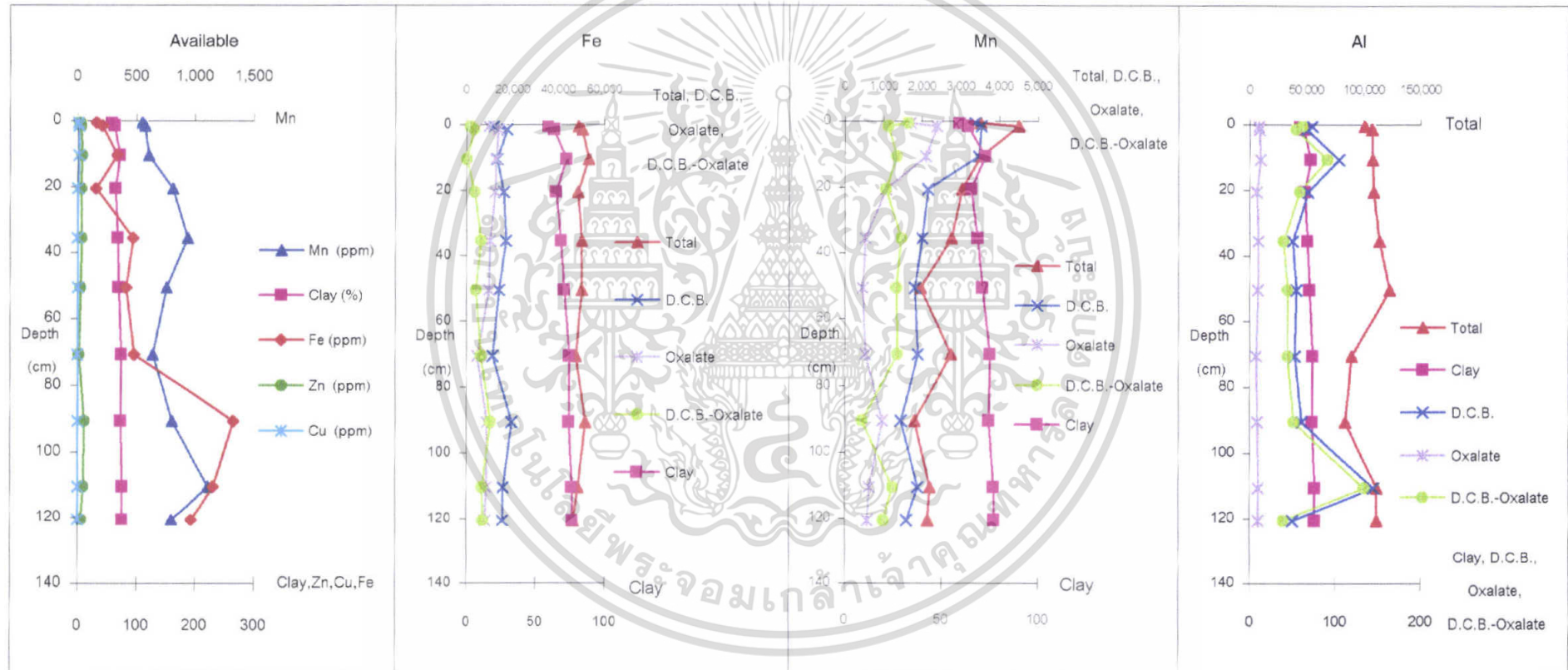
ตารางผนวกที่ 10 แสดงค่าการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 2 ซึ่งเกิดจากการกระทำของมนุษย์

Horizon	Depth (cm)	Particle Size Distribution (%)				pH <sub>f</sub>	pH <sub>w</sub>	pH <sub>KCl</sub>	EC	Org.C (%)	Avail.P (ppm)	EA		Al* (ppm)	Available (ppm)				Total (ppm)			D.C.B (ppm)			Oxalate (ppm)			D.C.B-Oxalate (ppm)		
		Sand	Silt	Clay	Texture							Ex.Al	Ex.H		Fe	Mn	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al	Fe	Mn	Al
Apg 1	0-15	5.64	47.47	46.89	SIC	6.0	5.00	4.17	0.5	1.75	97.00	0.22	ND	5.40	155.79	88.06	7.55	2.10	44748	496.05	87594	18458	370.40	512.37	6558	224.39	7.24	11901	146.00	505.12
Apg 2	15-26	3.75	42.88	53.37	SIC	5.5	4.74	3.53	0.4	1.11	31.93	0.88	0.21	48.76	183.69	71.19	4.34	2.63	39307	263.90	91716	15596	221.73	47.65	5967	123.31	7.32	9629	98.42	40.33
Bg 1	26-34	4.59	38.64	56.77	C	5.5	4.81	3.47	0.5	0.98	21.46	1.08	ND	47.52	152.55	102.99	2.72	2.49	43008	266.47	103655	9114	240.53	44.54	6646	175.61	7.89	2467	64.93	36.65
Bg 2	34-46	3.96	37.32	58.72	C	5.5	4.44	3.25	0.7	0.41	3.28	1.58	0.12	91.52	67.47	71.11	1.14	1.86	52870	229.34	126087	10554	182.16	40.93	3774	97.11	8.55	6780	85.04	32.37
Bg 3	46-60	2.48	40.08	57.44	C	5.5	4.28	3.09	1.0	0.42	3.21	3.05	0.11	54.40	70.17	47.06	0.94	1.95	48511	154.49	104419	15259	149.91	38.67	3580	62.26	7.89	11678	87.65	30.77
Bg 4	60-72	2.07	39.10	58.83	C	5.5	4.20	3.08	1.0	0.49	7.75	3.76	0.07	434.50	100.98	31.60	0.88	1.86	41370	114.77	103680	11541	63.99	51.84	3861	28.52	7.95	7680	35.47	43.89
Bg 5	72-86	2.26	45.88	51.86	SIC	5.5	4.31	3.16	1.0	0.96	12.32	4.34	ND	440.18	163.12	22.87	0.90	2.35	36581	100.44	99383	12617	42.59	51.02	6455	30.31	8.23	6163	12.28	42.79
Bg 6	86-93	1.73	48.31	49.96	SiC	6.0	4.27	3.14	1.0	0.65	5.14	3.78	0.35	422.03	116.69	15.83	0.80	2.43	31505	80.02	88074	13765	42.03	52.17	5507	25.73	7.55	8258	16.30	44.63
BCg 1	93-106	0.73	38.51	60.76	C	6.0	4.24	3.06	1.3	0.38	3.40	3.92	0.24	411.37	72.53	15.06	0.81	1.59	35026	79.06	101831	4848	21.08	42.45	2674	19.10	6.84	2174	1.98	35.60
BCg 2	106-125	0.92	34.27	64.81	C	6.5	4.25	3.12	1.9	0.41	4.25	3.09	0.19	413.42	71.52	13.66	0.64	2.01	34597	74.85	116456	8589	32.01	44.08	2390	15.64	8.96	6199	16.37	35.12
BCg 3	125-130	3.17	36.04	60.79	C	6.0	4.61	3.21	0.7	0.22	1.14	1.63	0.22	109.55	34.42	8.34	0.51	1.43	49615	83.46	102405	10258	21.37	51.94	2550	11.63	7.72	7708	9.74	44.23
BCg 4	130-136	2.89	35.28	61.83	C	6.0	4.70	3.40	0.9	0.16	1.00	1.08	0.14	40.44	27.94	5.35	0.34	1.24	55006	87.58	125232	21153	32.09	64.63	2227	9.48	5.13	18926	22.61	59.50
BCg 5	136-143	2.15	33.61	64.24	C	6.5	4.89	3.74	1.1	0.13	0.72	0.94	ND	16.57	24.23	10.67	0.32	1.22	45723	91.45	129460	8657	32.06	44.53	1733	18.45	6.68	6924	13.61	37.85
BCg 6	143-150	1.96	32.65	65.39	C	7.0	6.32	4.88	0.7	0.07	0.68	0.59	ND	4.40	13.40	52.94	0.76	1.27	44394	486.12	129482	11424	348.07	45.01	2523	256.65	8.50	8901	91.41	36.51
BCg 7	150-155	0.79	32.98	66.23	C	8.0	6.97	5.60	1.1	0.07	1.80	0.32	ND	4.34	8.80	20.64	0.67	1.06	40948	351.58	115184	9438	295.08	53.71	2846	193.39	6.68	6592	101.69	47.03
Cg 1	155-172	1.06	33.42	65.52	C	8.0	7.37	5.92	0.7	0.10	1.44	0.33	ND	2.27	5.58	11.15	0.62	1.05	35472	322.07	108841	3731	311.34	48.46	2217	234.78	7.23	1513	76.56	41.23
Cg 2	172-187	1.80	35.47	62.73	C	8.0	7.48	6.09	1.2	0.10	1.82	0.22	ND	7.94	3.44	4.74	0.30	1.33	33354	127.39	111003	5015	74.30	60.08	1209	48.70	7.64	3807	25.60	52.44
Cg 3	187-200	2.54	30.66	66.80	C	8.0	7.51	6.19	0.9	0.09	1.58	0.33	ND	1.77	3.24	1.94	0.26	1.70	33574	114.93	110406	3841	53.71	43.27	1251	29.30	9.30	2590	24.42	33.97

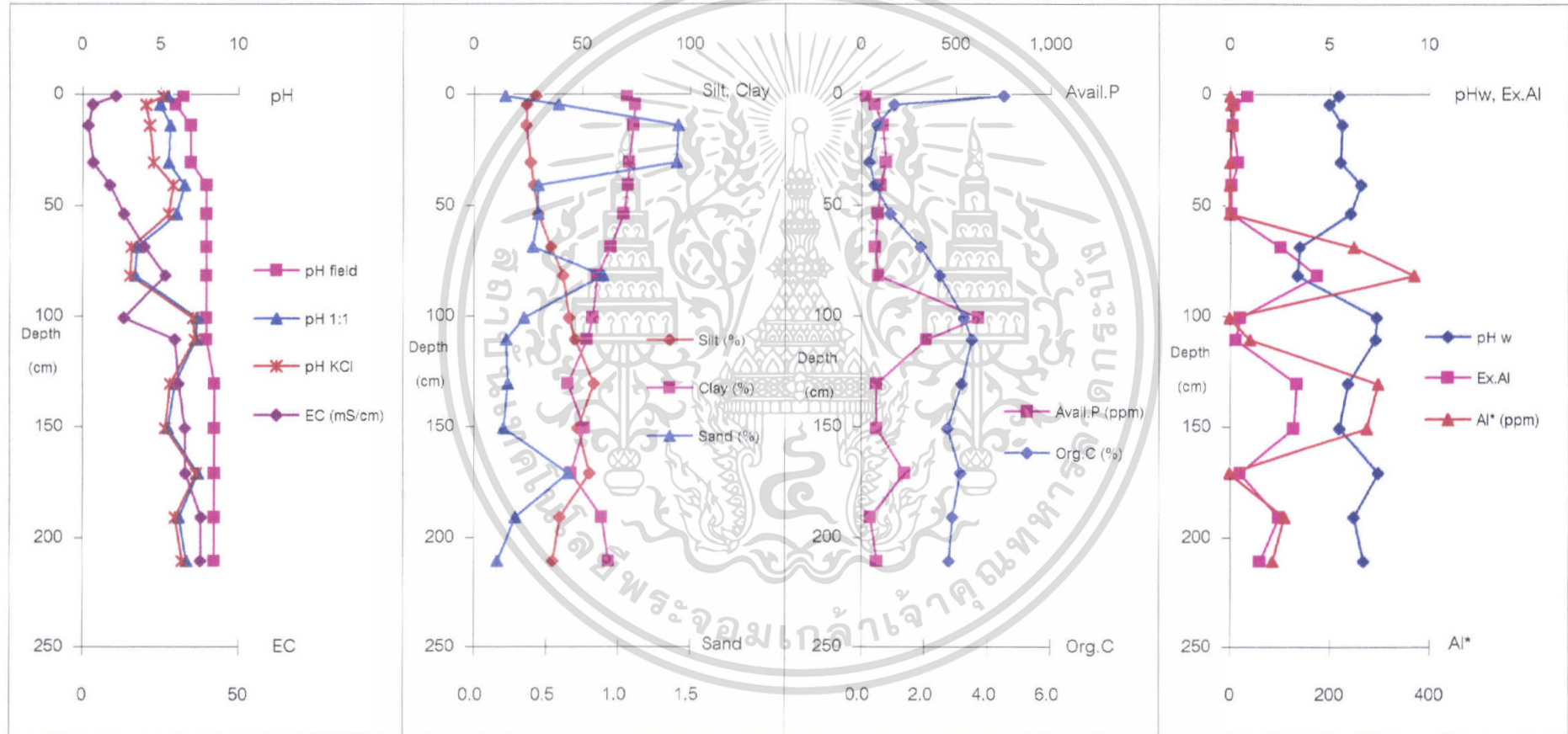
ภาพผนวกที่ 1 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้วงปฏิบัติการของหน้าตัดดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด



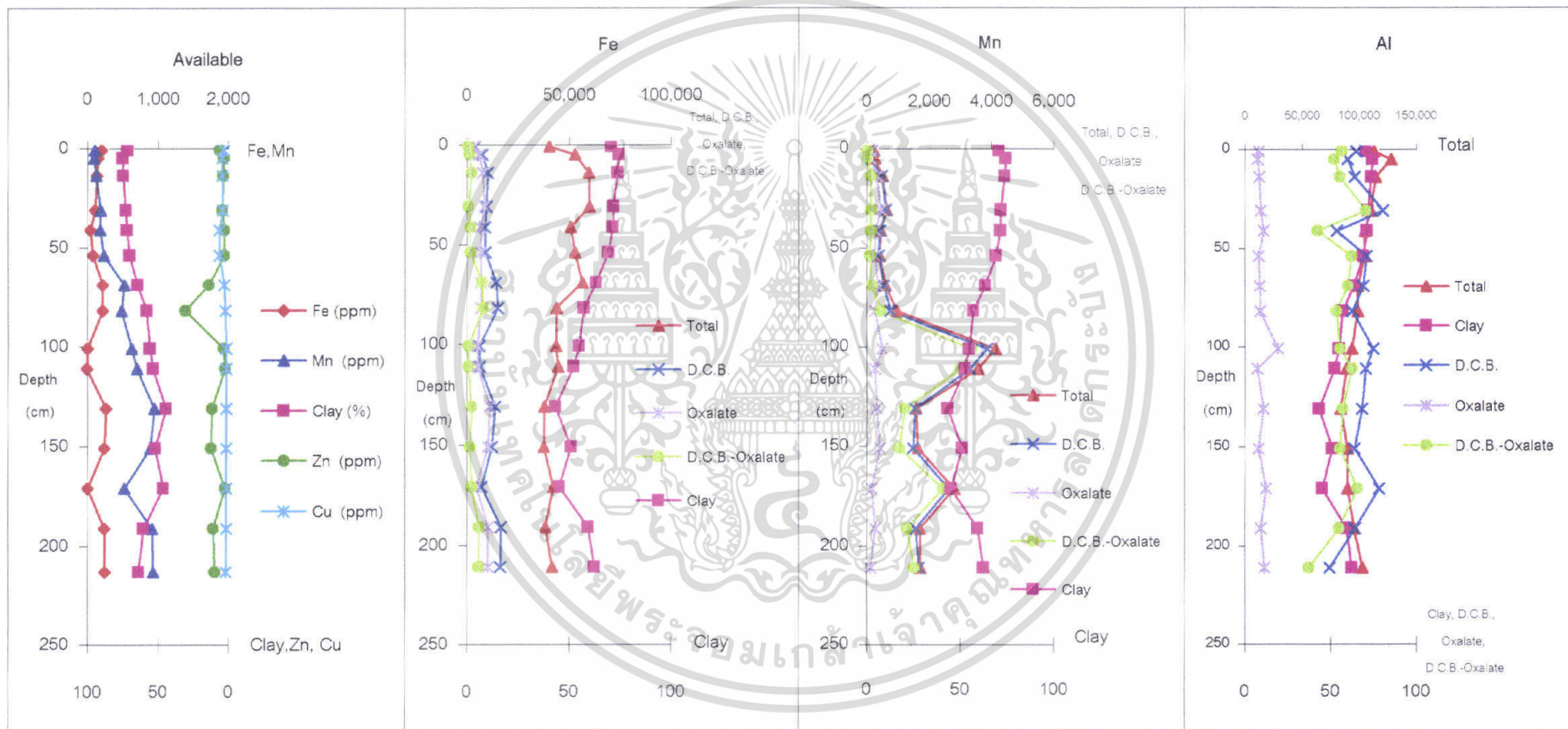
ภาพผนวกที่ 2 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด



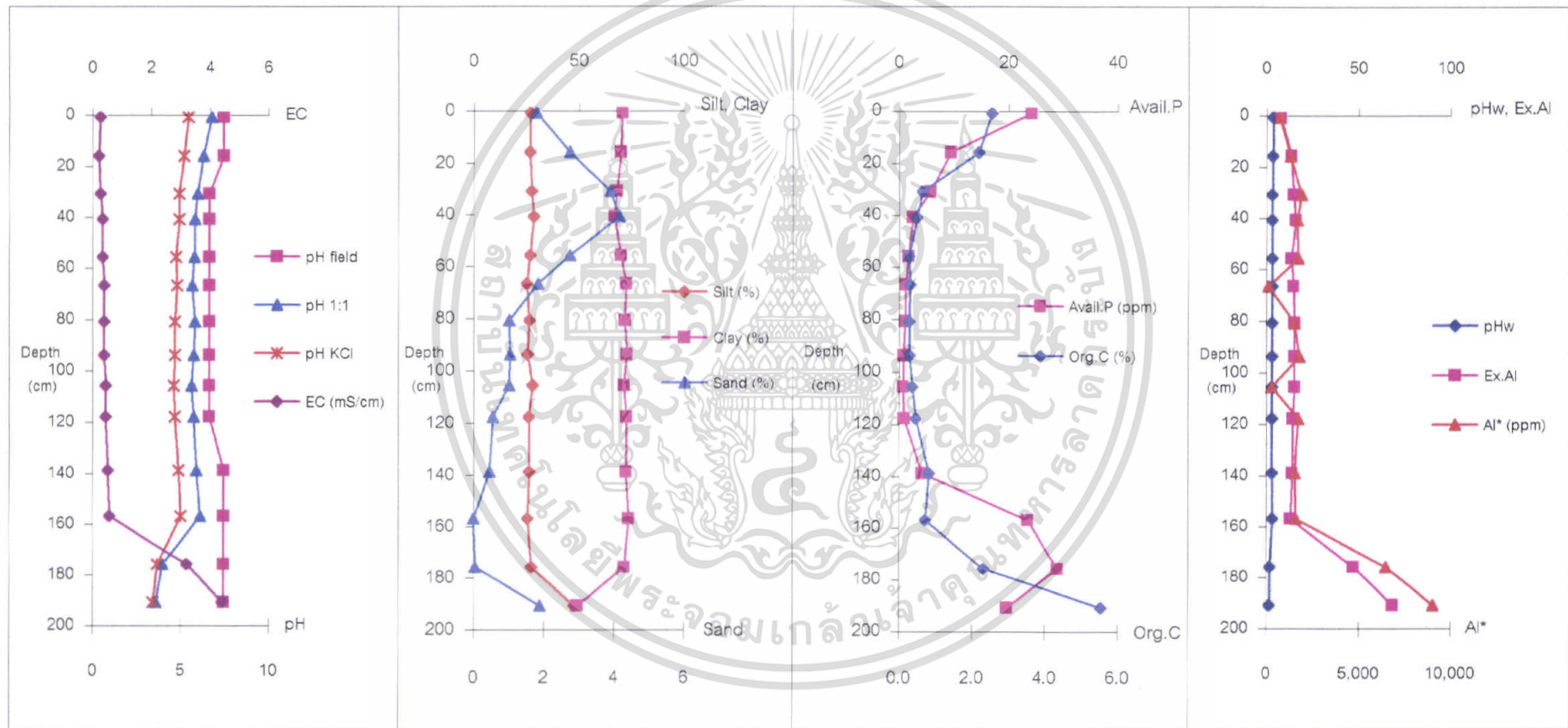
ภาพผนวกที่ 3 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด



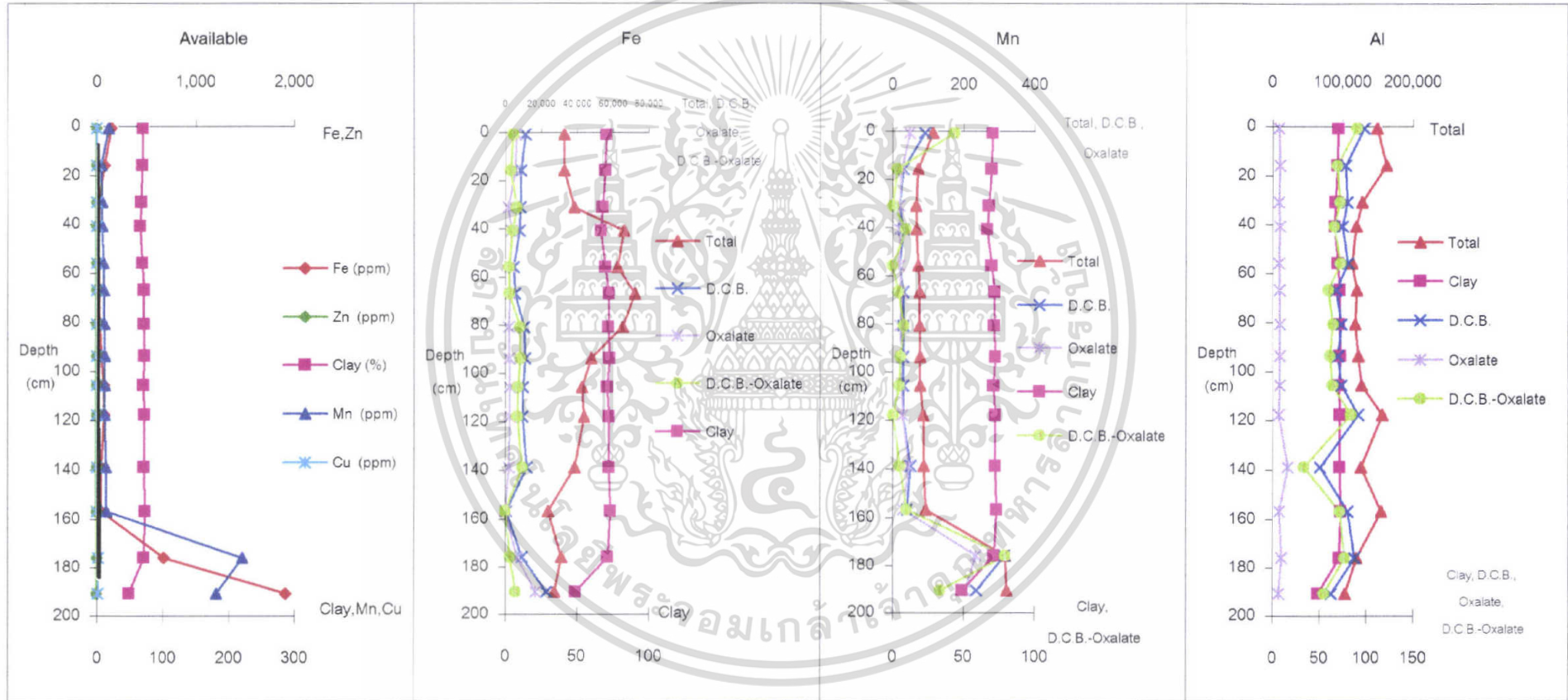
ภาพผนวกที่ 4 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด



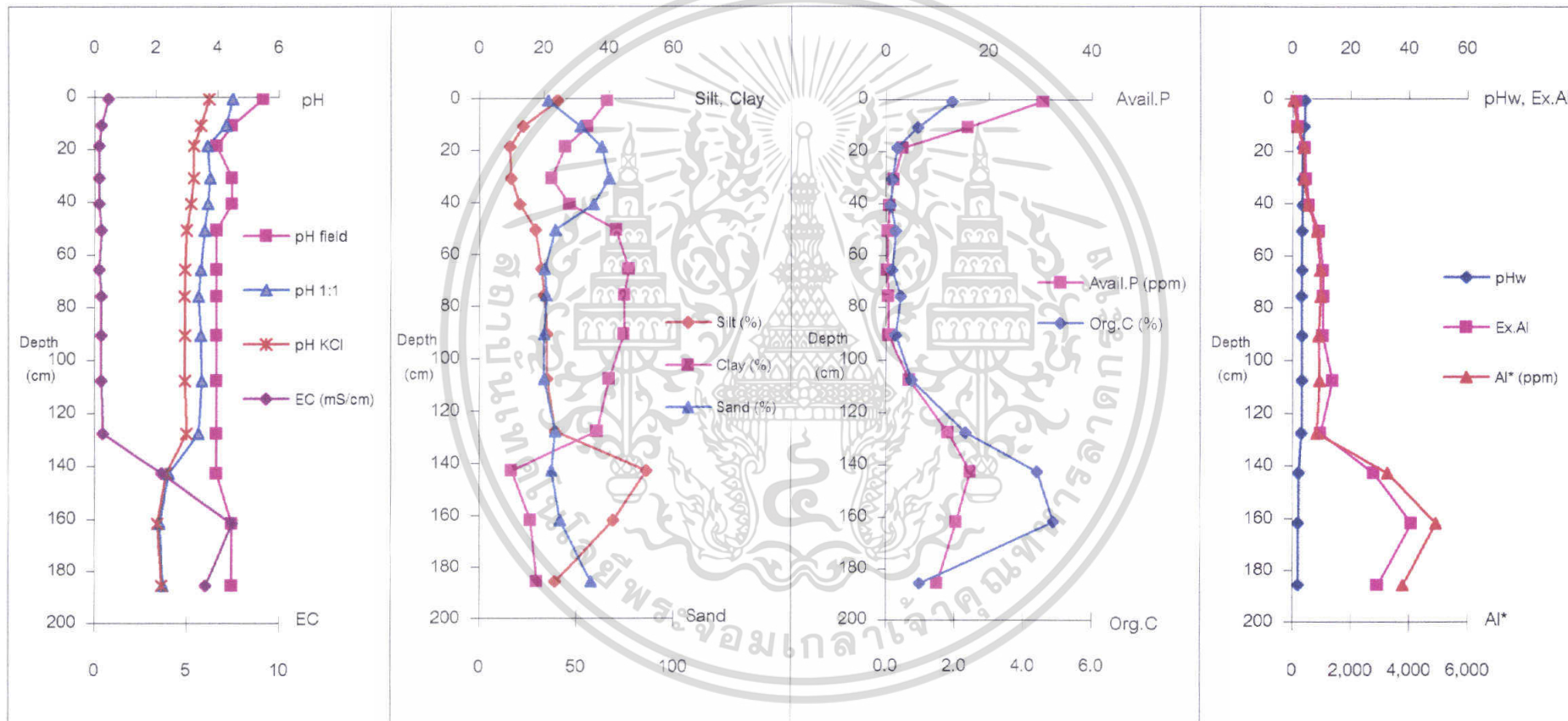
ภาพผนวกที่ 5 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น



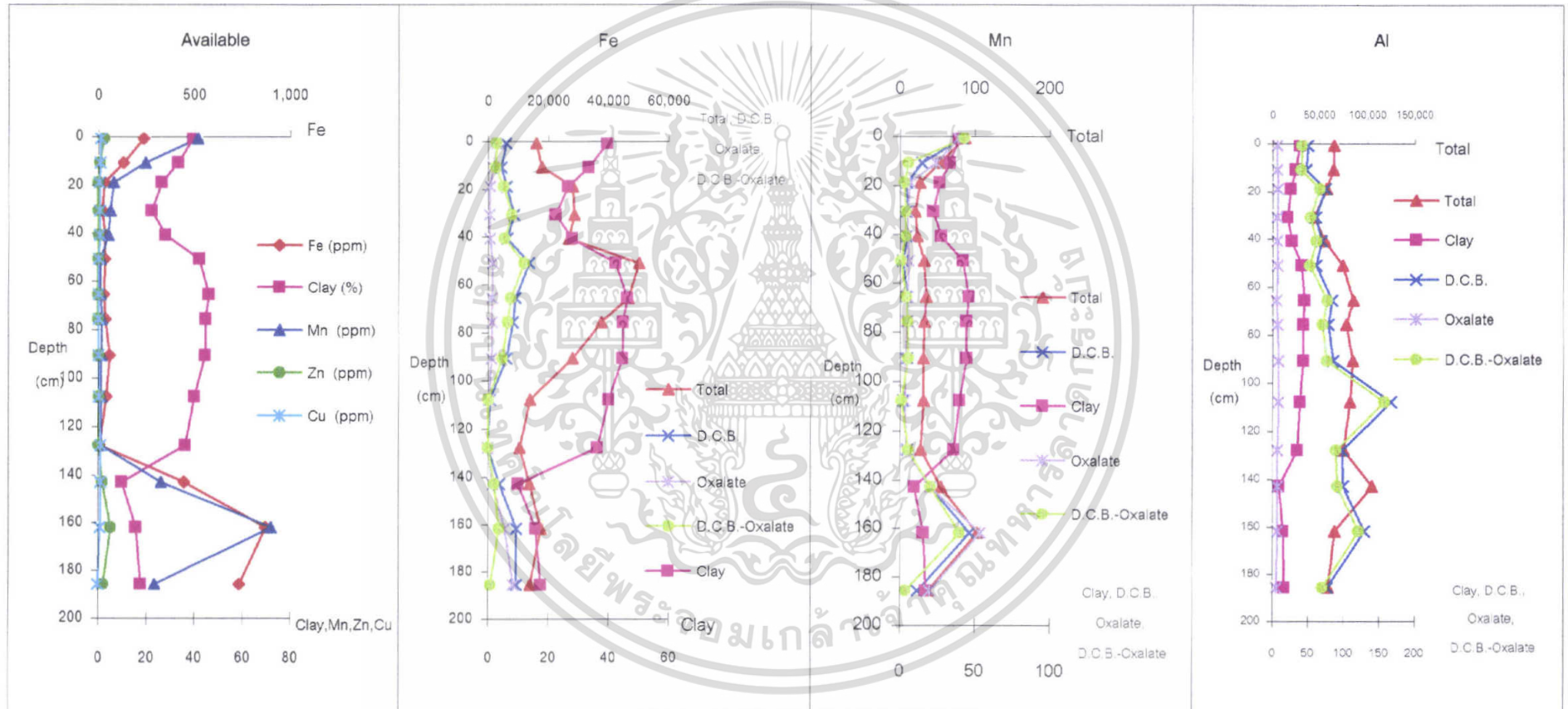
ภาพผนวกที่ 6 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีการถมทับถมกันเกิดขึ้น



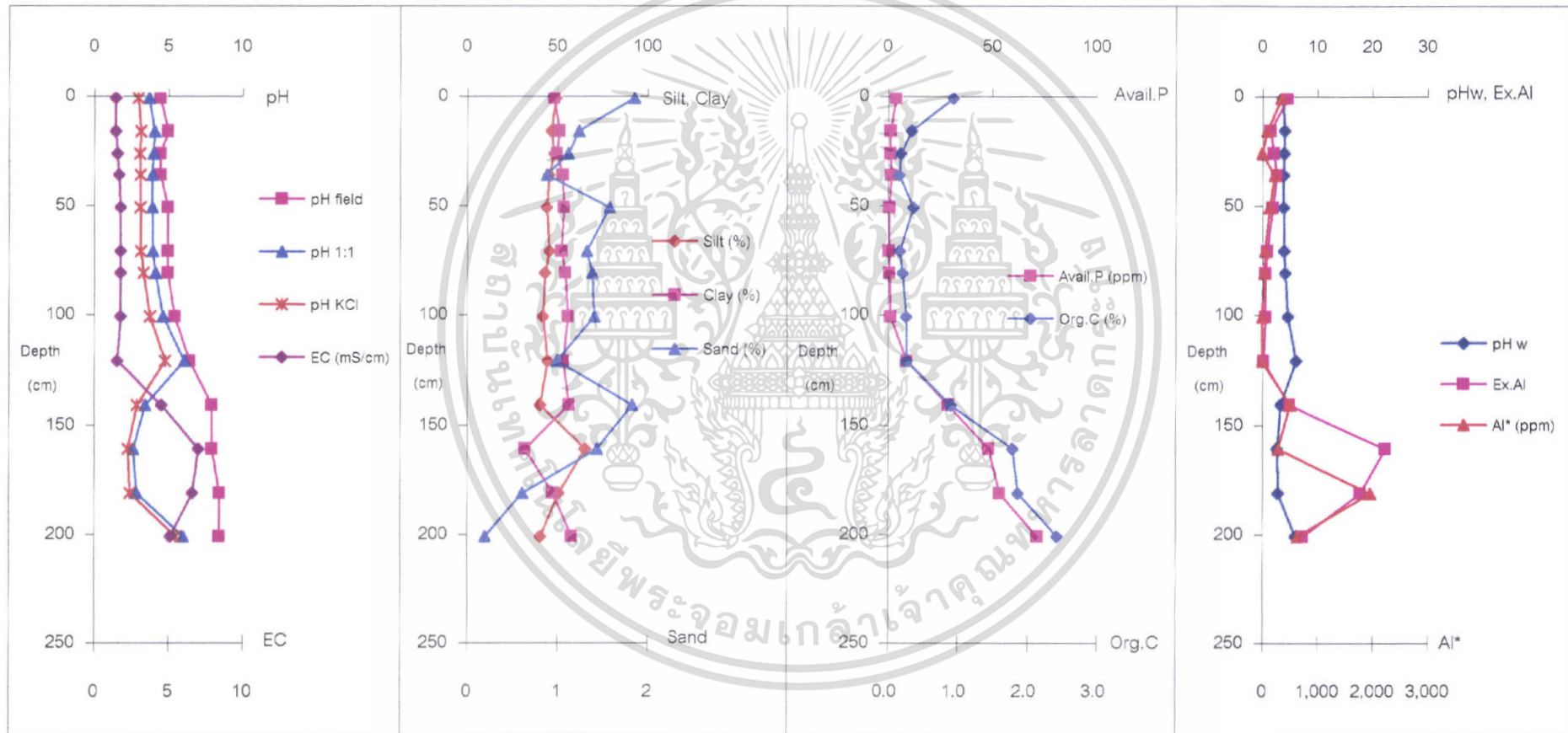
ภาพผนวกที่ 7 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น



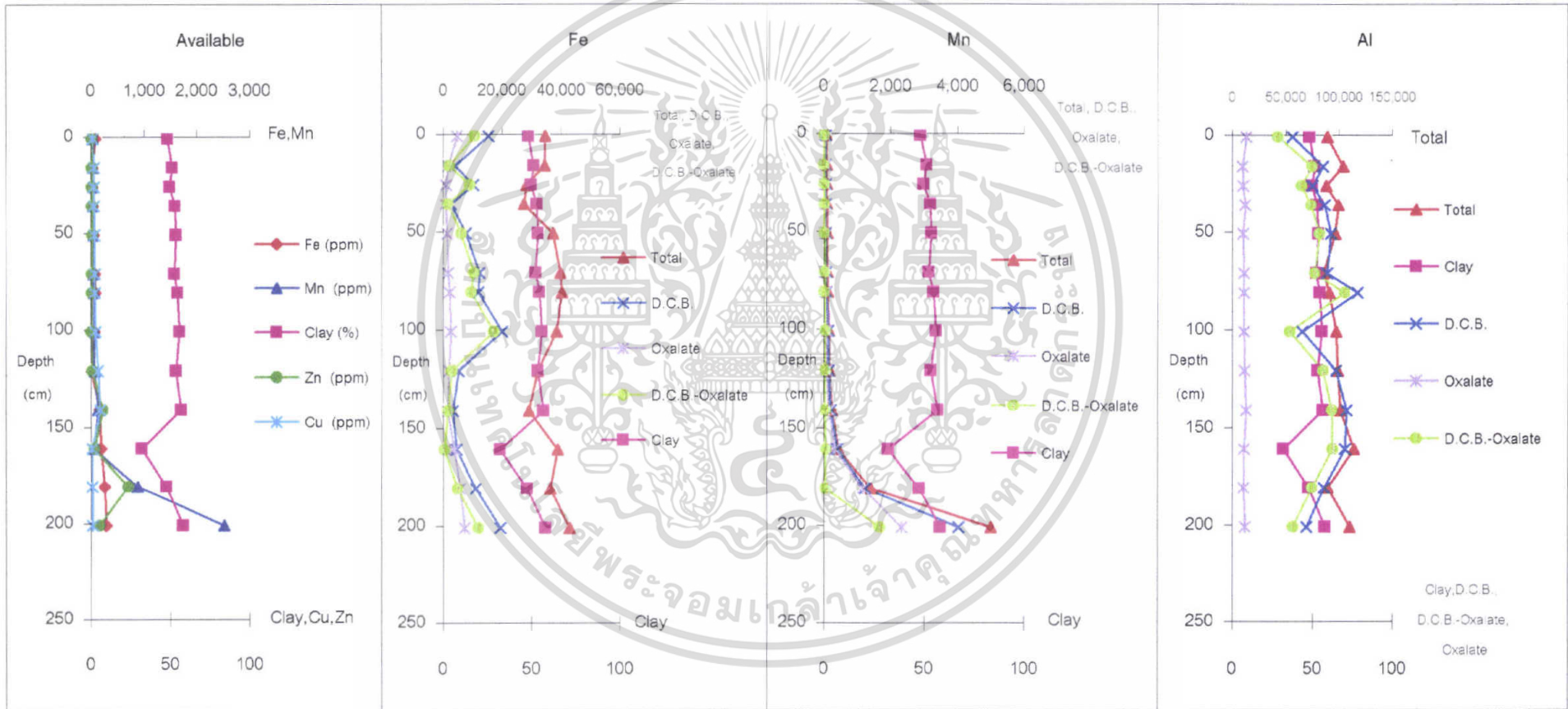
ภาพผนวกที่ 8 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้วงปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น



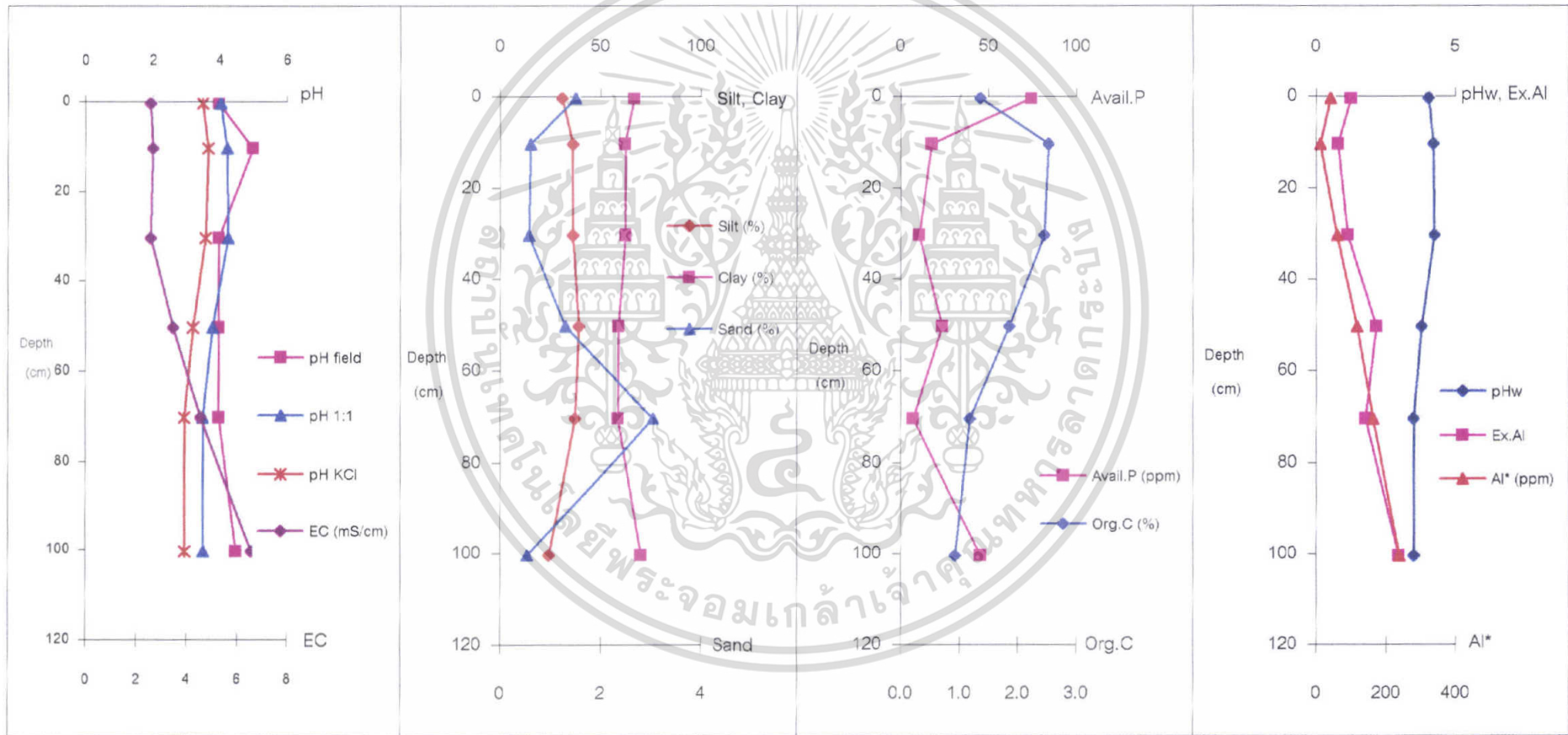
ภาพผนวกที่ 9 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น



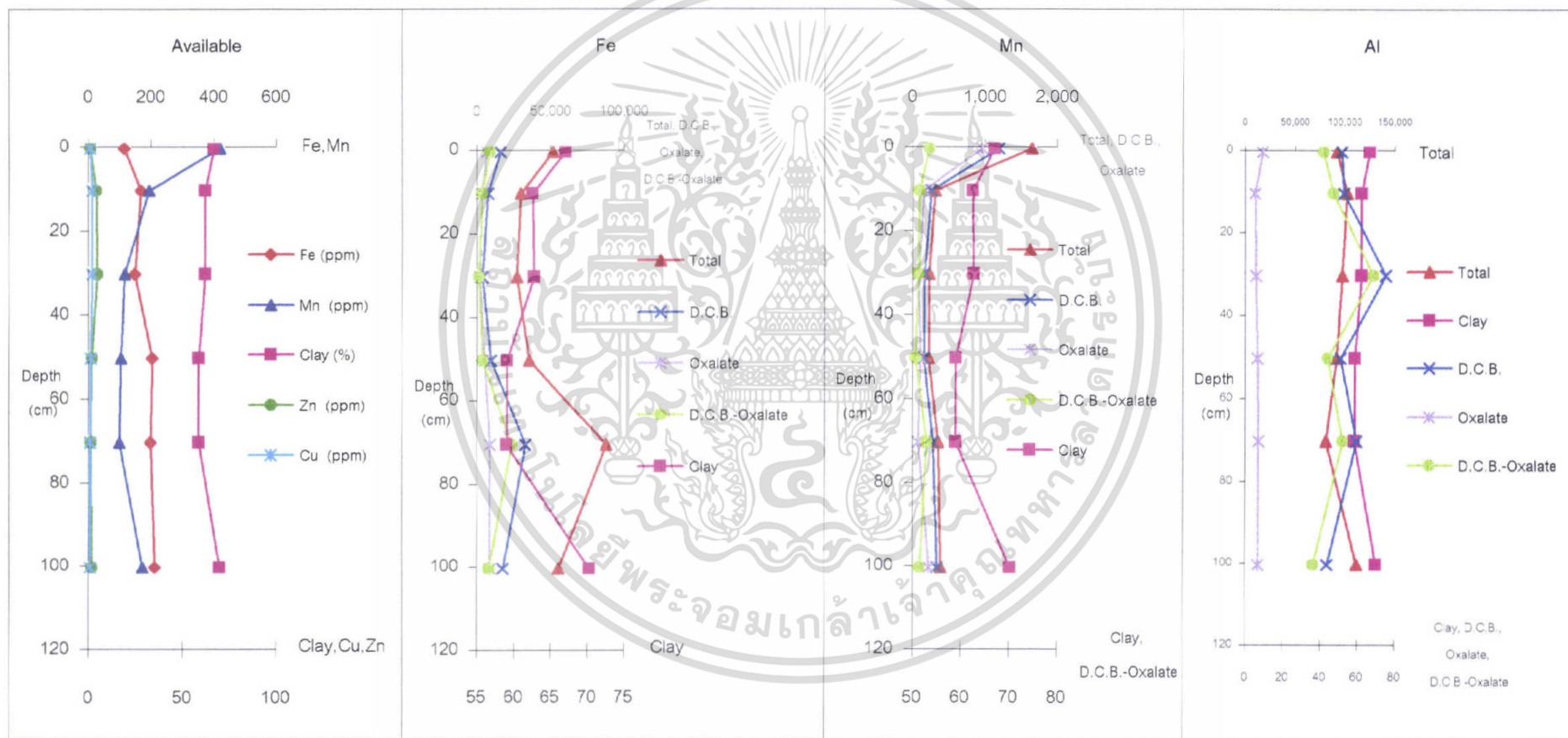
ภาพผนวกที่ 10 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีการรุดกำมะถันเกิดขึ้น



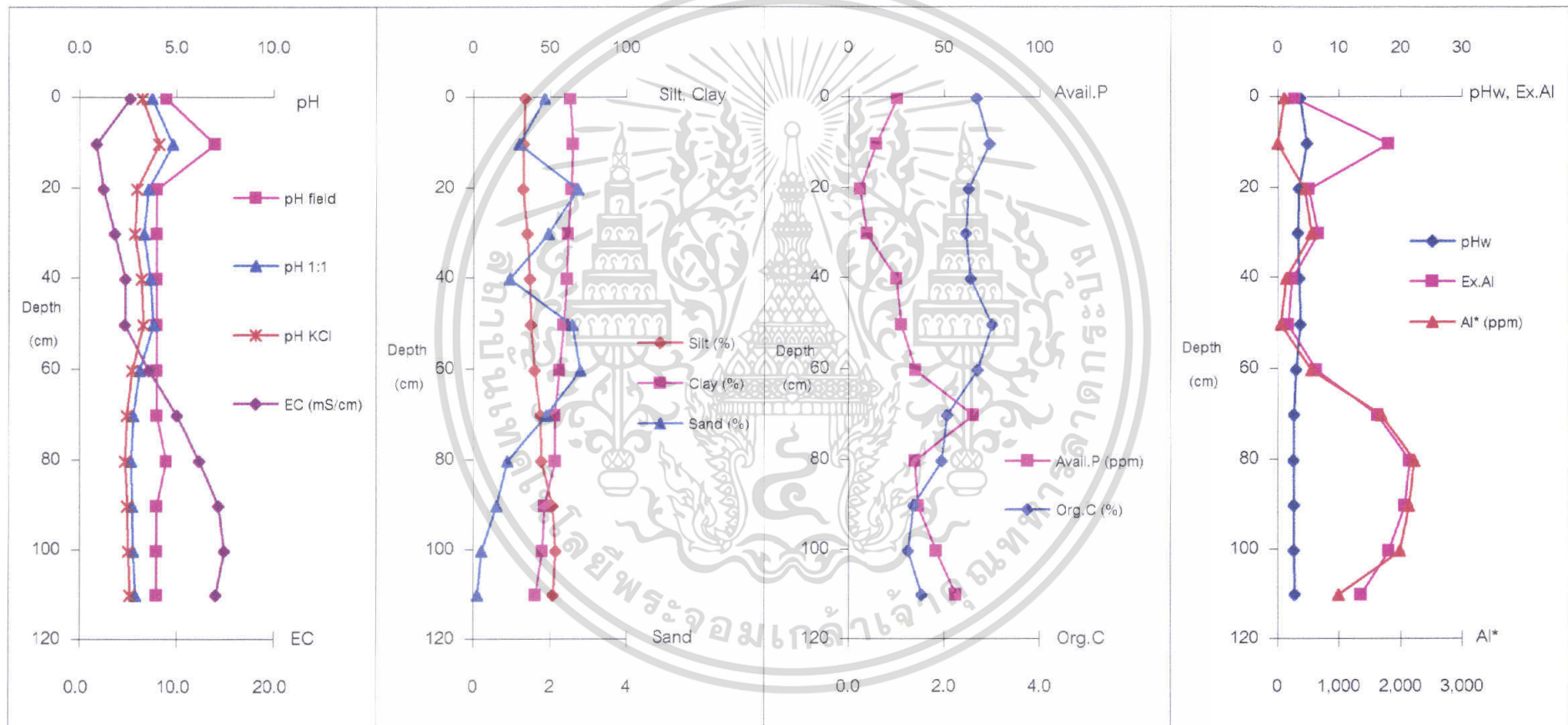
ภาพผนวกที่ 11 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น



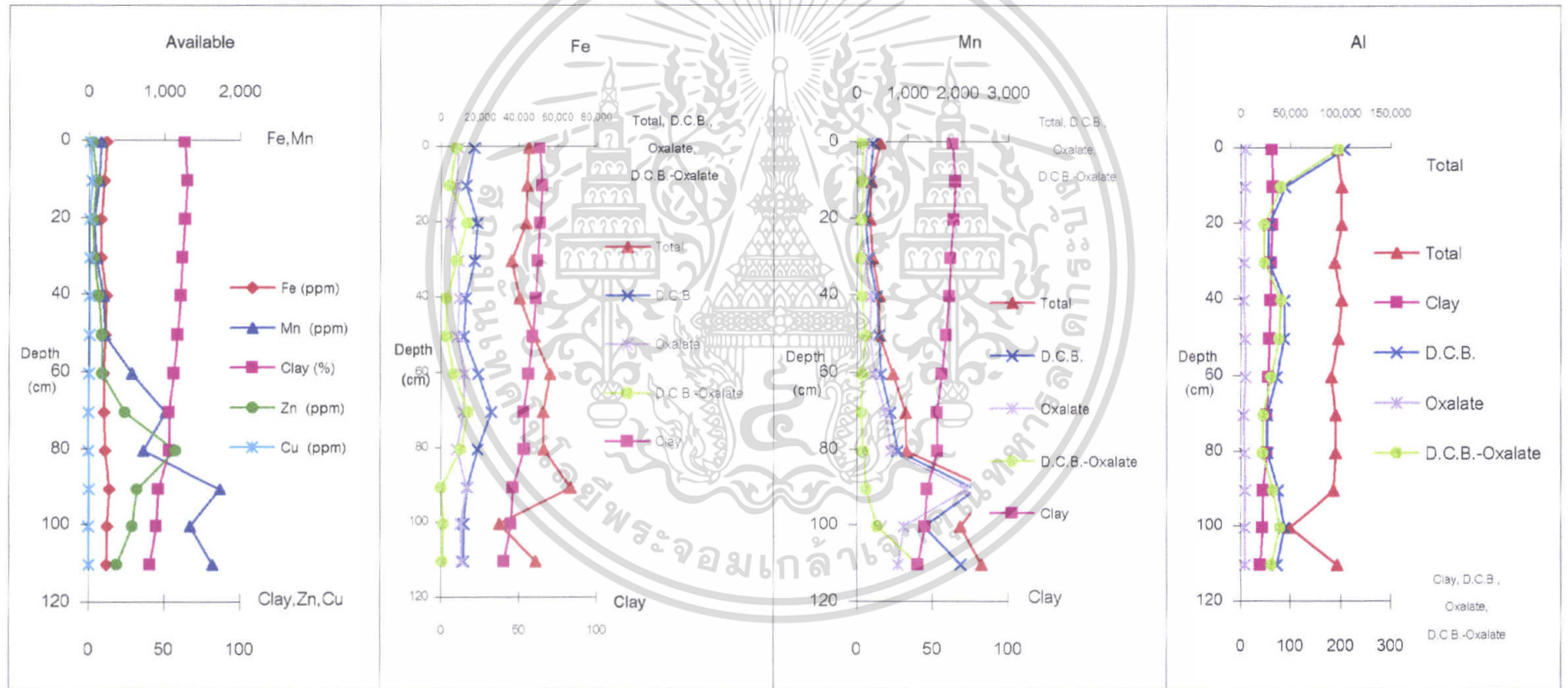
ภาพผนวกที่ 12 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น



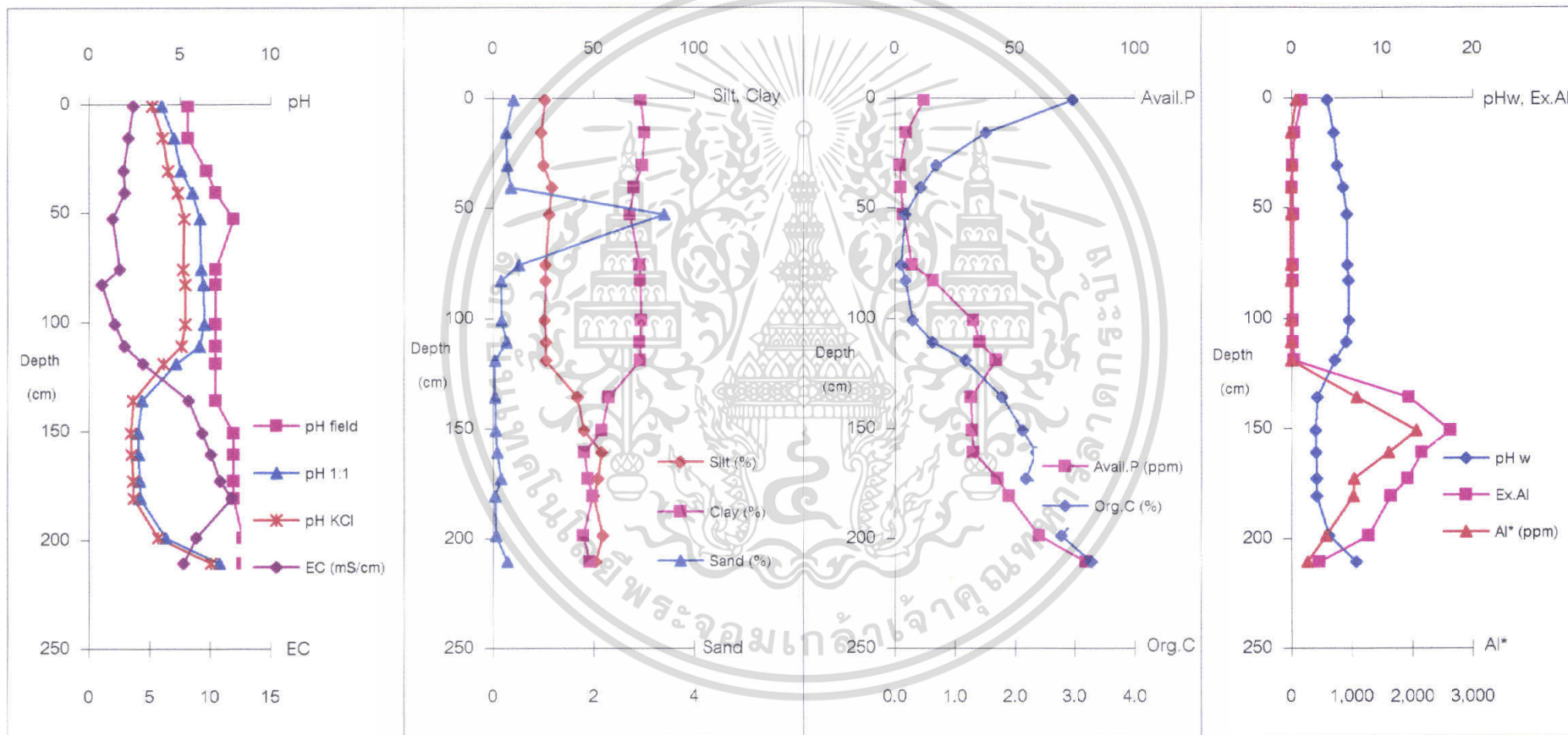
ภาพผนวกที่ 13 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีการตกตะกอนเกิดขึ้น



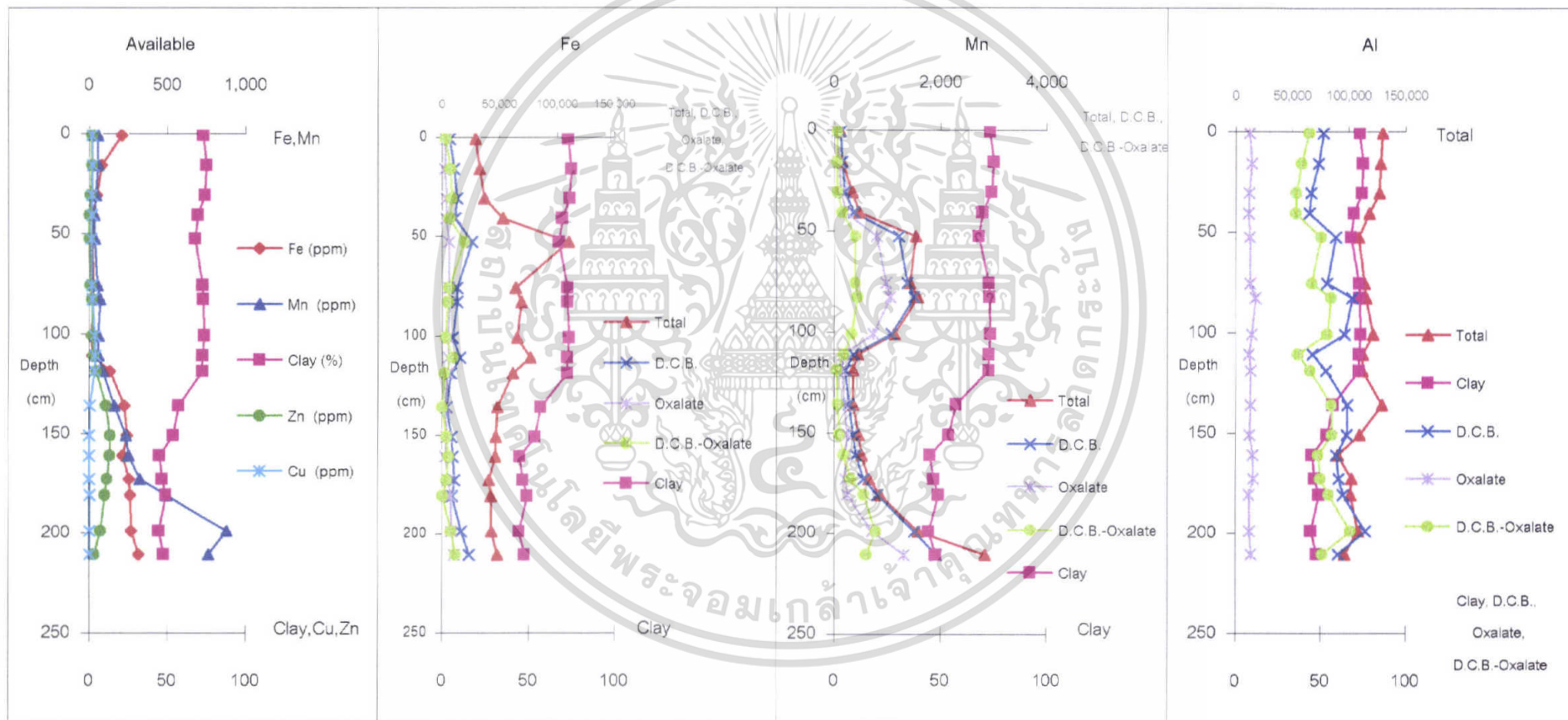
ภาพผนวกที่ 14 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่กำลังมีการกัดน้ำมะถันเกิดขึ้น



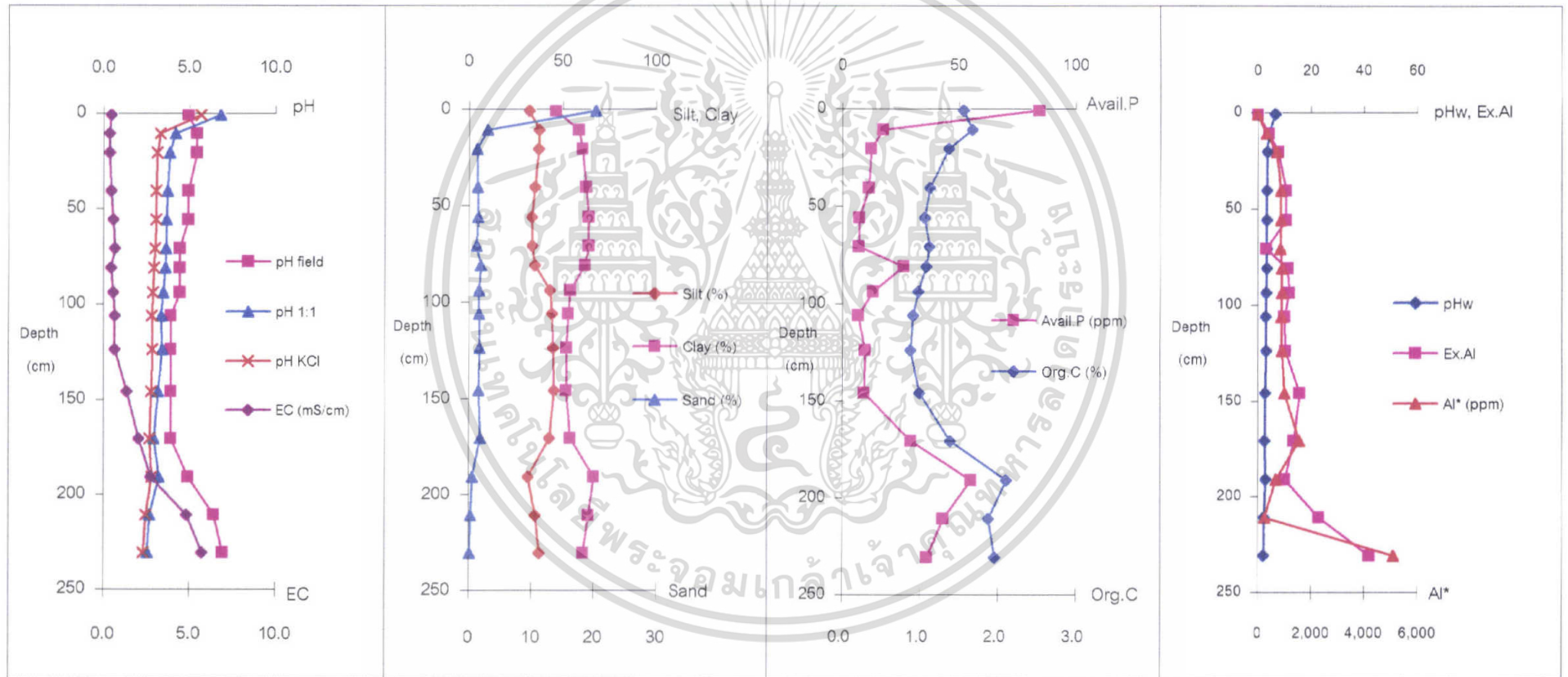
ภาพผนวกที่ 15 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว



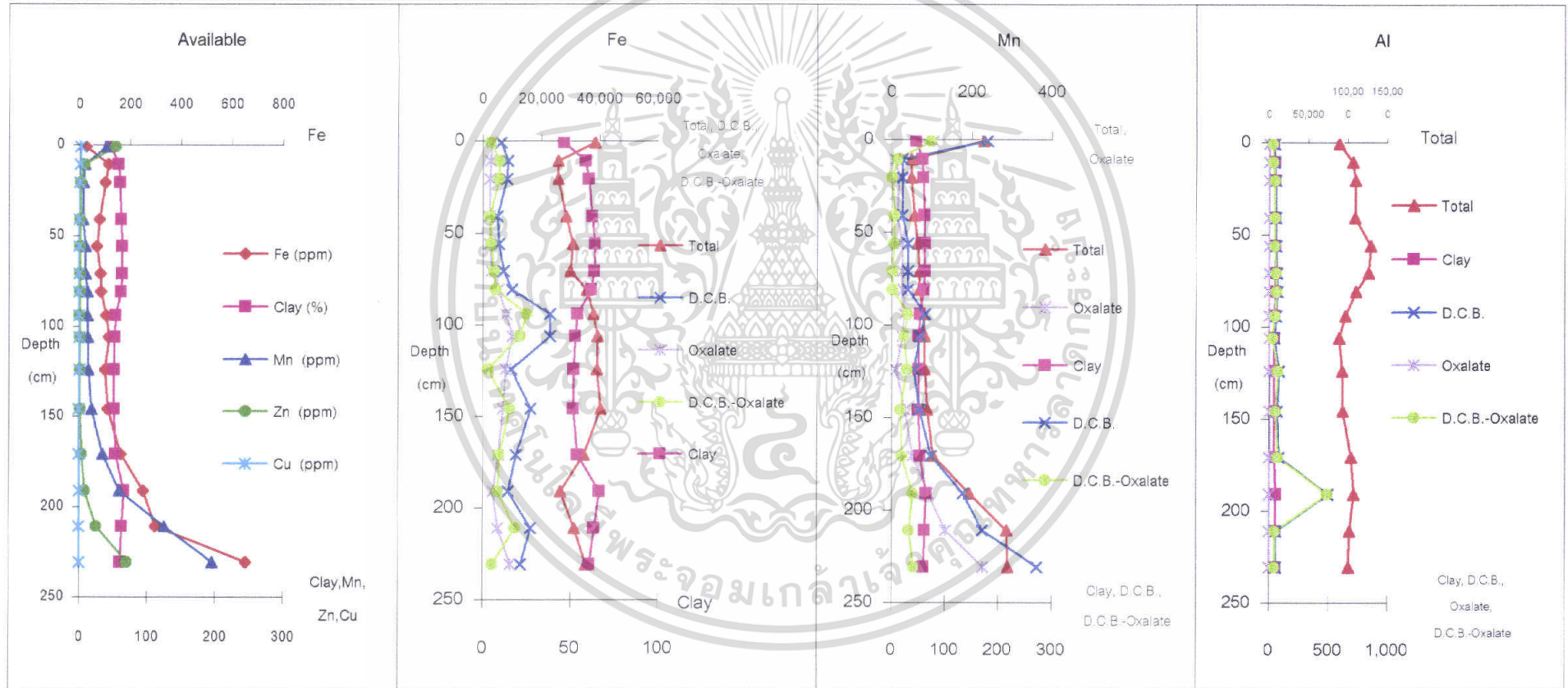
ภาพผนวกที่ 16 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว



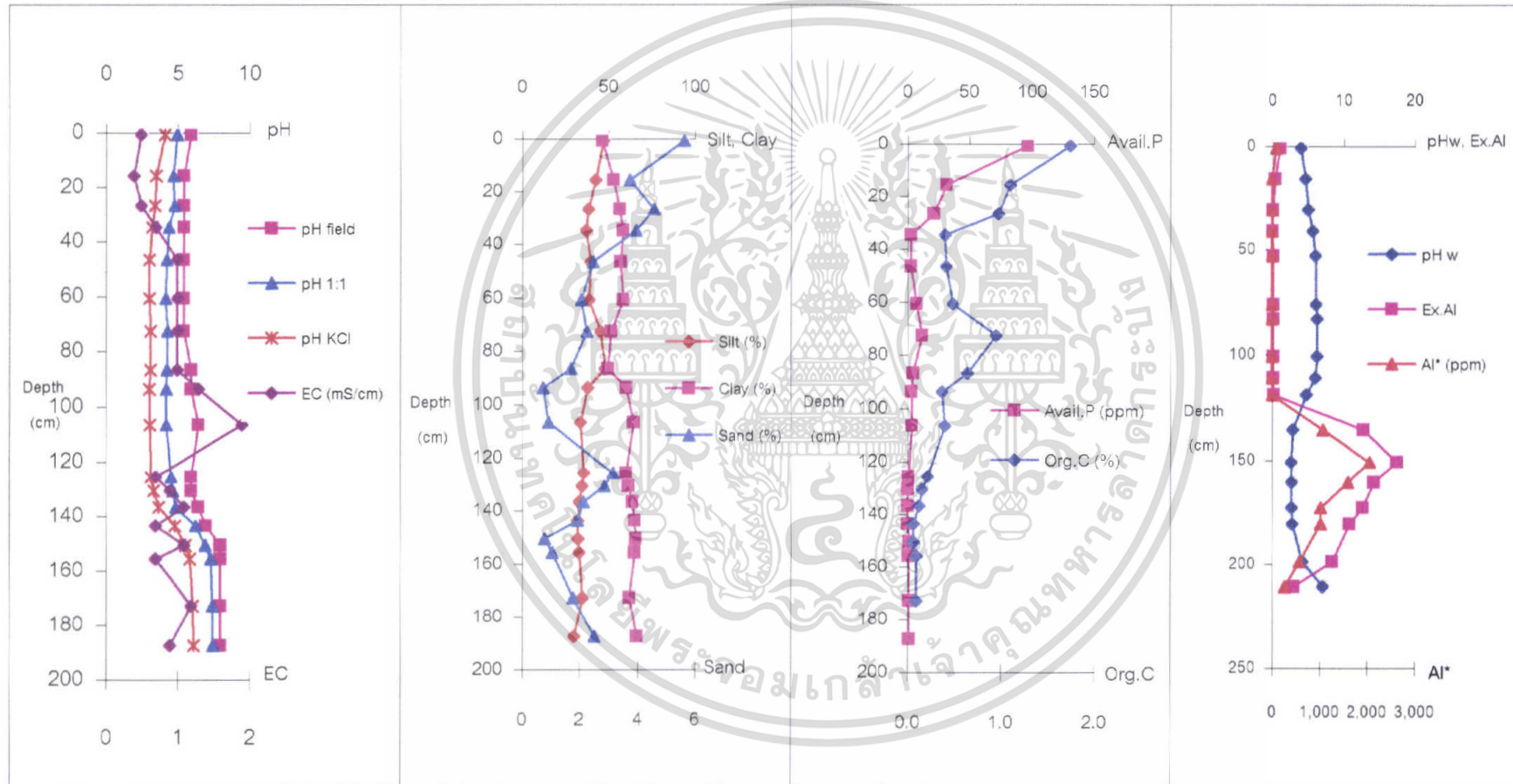
ภาพผนวกที่ 17 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 1 ซึ่งเกิดจากการกระทำของมนุษย์



ภาพผนวกที่ 18 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 1 ซึ่งเกิดจากการกระทำของมนุษย์



ภาพผนวกที่ 19 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้วงปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 2 ซึ่งเกิดจากการกระทำของมนุษย์



ภาพผนวกที่ 20 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 2 ซึ่งเกิดจากการกระทำของมนุษย์

