

รายงานผลการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2542

เรื่อง อิทธิพลของวัตถุดิบกำเนิดดินและขนาดอนุภาคดินที่มีต่อการแจกกระจาย  
ของฟอสฟอรัสในดินกรดจัดของประเทศไทย

The Effects of Soil Parent Materials and Particle-Size Contents on  
Soil Phosphorus Distributions in Acid Sulfate Soils of Thailand



นางสาวนุจรี บุญแปลง  
นางสาวพรทิวา กัญยวงศ์หา

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรกฎาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานผลการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2542

เรื่อง อิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิดดินและขนาดอนุภาคดินที่มีต่อการแจกกระจาย  
ของฟอสฟอรัสในดินกรดจัดของประเทศไทย

The Effects of Soil Parent Materials and Particle-Size Contents on  
Soil Phosphorus Distributions in Acid Sulfate Soils of Thailand



RCH  
S  
592.575  
ห422ร  
ค.2

นางสาวนุจรี บุญเปล่ง

นางสาวพรทิwa กัญยวงค์หา

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 64460  
วัน,เดือน,ปี..... 11 ก.ย. 2549

b. 11216001  
i. ....

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรกฎาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของวัตถุดิบกำเนิดดินและขนาดอนุภาคดินที่มีต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสใน  
ดินกรดจัดของประเทศไทย

The Effects of Soil Parent Materials and Particle-Size Contents on Soil Phosphorus  
Distributions in Acid Sulfate Soils of Thailand

บทคัดย่อ

นำตัวอย่างดินจากสัณฐานภูมิประเทศที่เป็นที่ลุ่ม-ราบ น้ำทะเลขึ้นถึงเกิดจากตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยอายุน้อย, ที่ลุ่ม-ราบ น้ำทะเลเคยขึ้นถึงเกิดจากตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก กับที่ลุ่ม-ราบน้ำท่วมถึงเกิดจากตะกอนน้ำทะเล ตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก และตะกอนน้ำจืด ทั้งหมด 10 หน้าตัดดิน ประกอบด้วย ดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด 2 หน้าตัดดิน ดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นจริงและพบสารประกอบจาโรไซต์ 3 หน้าตัดดินไม่พบสารประกอบจาโรไซต์ แต่ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก 2 หน้าตัดดิน ดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว 1 หน้าตัดดิน กับดินที่ได้รับอิทธิพลจากมนุษย์อย่างมาก คือยกร่องเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างอื่น นอกเหนือจากทำนา 2 หน้าตัดดิน เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของวัตถุดิบกำเนิดดินและขนาดอนุภาคของดินที่มีต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในดินกรดจัด การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการประกอบด้วย การแจกกระจายของอนุภาคดินและจำแนกชั้นเนื้อดิน วัดค่าปฏิกิริยาดินและการนำไฟฟ้าของดิน อินทรีย์คาร์บอน อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด Fractionation Phosphorus และ Residual Phosphorus ซึ่งเป็นผลต่างระหว่างอนินทรีย์ฟอสฟอรัสกับ Fractionation Phosphorus

ผลการศึกษาพบว่า ทุกหน้าตัดดินเป็นดินเนื้อละเอียด มีพัฒนาการต่ำ การระบายน้ำเลวมาก ทำให้ปริมาณของอนุภาคขนาดดินเหนียวไม่มีผลต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดิน แต่สิ่งที่มีอิทธิพล ได้แก่ วัตถุดิบกำเนิดดิน รวมทั้งสัณฐานวิทยาในสนามของดิน

ผลการศึกษาเป็นดังนี้

ดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 1 ซึ่งมีวัตถุดิบกำเนิดเป็นตะกอนน้ำทะเลอายุน้อย และหน้าตัดดินที่ 2 ซึ่งมีวัตถุดิบกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยอายุน้อย จากการศึกษาพบว่า มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงกว่าหน้าตัดดินอื่นๆ และตลอดหน้าตัดดิน มีค่า Residual Phosphorus สูงกว่า Fractionation Phosphorus

ดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4 และหน้าตัดดินที่ 5 ซึ่งพบสารประกอบจาโรไซต์ในหน้าตัดดิน กับหน้าตัดดินที่ 6 และหน้าตัดดินที่ 7 ซึ่งไม่พบสารประกอบจาโรไซต์ในหน้าตัดดิน มีวัตถุดิบกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก จากการศึกษาพบว่าในหน้าตัดดินที่พบสารประกอบจาโรไซต์มีอนินทรีย์

ฟอสฟอรัสทั้งหมดและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าหน้าตัดดินที่ไม่พบสารประกอบ  
จาโรไซต์ และยังพบว่าในหน้าตัดดินที่พบสารประกอบจาโรไซต์มี Fractionation Phosphorus อยู่  
ในรูปของ Fe-P สูงกว่า Al-P ในช่วงความลึกที่พบสารประกอบจาโรไซต์

ดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 8 มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอน  
น้ำทะเล ตะกอนน้ำกร่อย และตะกอนน้ำจืด จากการศึกษาพบว่า ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้ง  
หมดมีค่าใกล้เคียงกับที่พบในหน้าตัดดินที่ 6 และหน้าตัดดินที่ 7 และ Fractionation Phosphorus ก็  
มีลักษณะคล้ายกันด้วย

ดินที่ได้รับอิทธิพลจากมนุษย์อย่างมาก ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 9 และหน้าตัดดินที่ 10 ซึ่งใน  
หน้าตัดดินที่ 9 เป็นหน้าตัดดินที่ทำการขร่งและพบสารประกอบจาโรไซต์ในหน้าตัดดิน ทำให้  
การแจกกระจายของฟอสฟอรัสที่พบเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับหน้าตัดดินที่พบสารประกอบ  
จาโรไซต์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ส่วนในหน้าตัดดินที่ 10 อยู่ห่างจากแม่น้ำเจ้าพระยาไม่มากนัก  
จึงได้รับอิทธิพลจากตะกอนน้ำจืดมากกว่าหน้าตัดดินอื่นๆ และดินที่นำมาถมเพื่อขร่งนั้นก็เป็  
นดินบนของพื้นที่เดียวกัน ทำให้มีฟอสฟอรัสเหมือนกับดินบนเดิม และตลอดหน้าตัดดินพบว่า มี  
ปริมาณฟอสฟอรัสต่ำกว่าหน้าตัดดินอื่นๆ

จากการศึกษาหน้าตัดดินกรดจัดทั้ง 4 ประเภท สรุปได้ว่า

1. การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน โดยเฉพาะอนุภาคขนาดดินเหนียวและอนุภาค  
ขนาดทรายแป้ง บอกให้ทราบว่าดินมีลำดับการตกตะกอนของวัตถุต้นกำเนิดดินในเวลาที่แตกต่างกัน  
หรือแม้แต่วัตถุต้นกำเนิดชนิดเดียวกัน ก็แสดงให้เห็นถึงการตกตะกอนในเวลาที่แตกต่างกัน

2. ดินนี้มีพัฒนาการของหน้าตัดดินต่ำ ทำให้วัตถุต้นกำเนิดดินมีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณ  
สมบัติของดิน ปริมาณฟอสฟอรัสและรูปของฟอสฟอรัสในดิน โดยในหน้าตัดดินที่มีวัตถุต้น  
กำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลจะมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าในหน้าตัดดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็น  
ตะกอนน้ำกร่อยและตะกอนน้ำจืด

3. เนื่องจากดินมีพัฒนาการต่ำ ทำให้ปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว ที่พบในแต่ละหน้าตัด  
ดิน ไม่มีผลต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดิน

4. ในทุกหน้าตัดดิน พบว่าการแจกกระจายของอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด มีลักษณะ  
เหมือนการแจกกระจายของอินทรีย์คาร์บอน ทั้งนี้เนื่องจากอินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ  
หนึ่งของอินทรีย์วัตถุและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอินทรีย์วัตถุ

5. การแจกกระจายของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีลักษณะเหมือนกับอนินทรีย์  
ฟอสฟอรัสทั้งหมดในทุกหน้าตัดดิน หรืออาจกล่าวได้ว่า การที่ดินจะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์  
มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดที่พบในดิน ในกรณีของดินกรดจัด  
ซึ่งเป็นดินที่มีพัฒนาการต่ำนี้ แสดงว่า ถ้ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำก็เนื่องจากวัตถุต้นกำเนิด

เอกสารนี้มีฟอสฟอรัสตัวนั้นเอง ทรัพยากรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	8
ผลการศึกษาและวิจารณ์	12
สรุปผลการศึกษา	62
เอกสารอ้างอิง	68



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงคำวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 1	13
2 แสดงคำวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 2	19
3 แสดงคำวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 3	27
4 แสดงคำวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 4	31
5 แสดงคำวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 5	36
6 แสดงคำวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 6	41
7 แสดงคำวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 7	45
8 แสดงคำวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 8	49
9 แสดงคำวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 9	54
10 แสดงคำวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 10	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงวัฏจักรของฟอสฟอรัสในดิน	4
2 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างดินที่นำมาศึกษา	10
3 แสดงแบบจำลองอย่างง่ายของหน้าตัดดินที่ใช้ศึกษา	11
4 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 1	14
5 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 2	20
6 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 3	28
7 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 4	32
8 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 5	37
9 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 6	42
10 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 7	46
11 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 8	50
12 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 9	55
13 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 10	59
14 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของความสัมพันธ์ระหว่าง OC กับ OP	64

## คำนำ

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุคัวหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบสำคัญสำหรับเซลล์และจำเป็นอย่างมากต่อชีวิตของพืชและสัตว์ ฟอสฟอรัสมีความสำคัญต่อพืชในแง่ที่ทำให้ผลผลิตของพืชมีคุณภาพดีและให้ผลผลิตตอบแทนสูง ฟอสฟอรัสในดินตามธรรมชาติจะมีในปริมาณที่ต่ำมาก ทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่ำตามไปด้วย ปัญหาของฟอสฟอรัสในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินมีอยู่ 3 ประการด้วยกัน คือ (1) ดินมีฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำอยู่แล้วโดยธรรมชาติ (2) องค์ประกอบของฟอสฟอรัสที่พบในดินมักไม่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งก็คือ อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ และ (3) เมื่อใส่ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ เช่น ใส่ปุ๋ยเคมีลงไป ในดิน ฟอสฟอรัสเหล่านี้จะถูกตรึง ทำให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและรูปของฟอสฟอรัสในดินได้แก่ วัตถุประสงค์กำเนิดดิน ปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียวในดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ค่าปฏิกิริยาดิน และการใช้ที่ดิน ปริมาณของฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน จะแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุประสงค์กำเนิดดิน วัตถุประสงค์กำเนิดดินที่เป็นหินปูนจะมีปริมาณของฟอสฟอรัสทุกประเภทมากกว่าวัตถุประสงค์กำเนิดดินที่เป็นหินดินดานและหินทราย (Hanley และ Murphy, 1970) และดินที่มีวัตถุประสงค์กำเนิดเดียวกัน เนื้อดินละเอียดจะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมากกว่าดินเนื้อหยาบ และปริมาณของฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นบนมักจะพบน้อยกว่าในดินชั้นล่าง

ปริมาณของฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณของอนุภาคขนาดดินเหนียวในดินในเชิงบวกและไม่มีความสัมพันธ์กับค่าปฏิกิริยาดินและอนุภาคขนาดทราย (Longanathan และ Sutton, 1987) คือ เมื่ออนุภาคดินเหนียวเพิ่มขึ้นฟอสฟอรัสทั้งหมดจะเพิ่มตามไปด้วย

ปริมาณของฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน นั่นคือ เมื่ออินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น ฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินก็จะเพิ่มตามไปด้วย

รูปของฟอสฟอรัสในดินจะขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาของดินด้วย ในดินที่เป็นกรด (pH ต่ำ) ฟอสฟอรัสจะถูกตรึงโดยเหล็กและอะลูมิเนียม แล้วตกตะกอนกลายเป็นสารประกอบอยู่ในรูปเหล็กฟอสเฟต (Fe-P) และอะลูมิเนียมฟอสเฟต (Al-P) ส่วนในดินที่เป็นด่าง (pH สูง) ฟอสฟอรัสจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมและแมกนีเซียม แล้วตกตะกอนกลายเป็นสารประกอบ อยู่ในรูปแคลเซียมฟอสเฟต (Ca-P) และแมกนีเซียม (Mg-P) (Brady และ Weil, 1996)

นอกจากนี้ ปฏิกิริยาดินยังมีผลต่อรูปของฟอสฟอรัสในสารละลายดิน คือ เมื่อ pH เป็นกรดรุนแรง (pH 4-4.5) สารละลายดินจะมีโมโนไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $H_2PO_4$ ) เป็นลักษณะเด่น เมื่อ pH เป็นด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายดินจะมีไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $\text{HPO}_4^-$ ) เป็นลักษณะเด่น และถ้า pH เป็นกลางสารละลายดิน จะมีฟอสฟอรัสทั้งสองรูปในปริมาณใกล้เคียงกัน (Brady และ Weil, 1996)

การใช้ที่ดินมีผลต่อฟอสฟอรัสในดินคือ ในสภาพธรรมชาติจะมีฟอสฟอรัสในมวลชีวภาพและ ในอินทรีย์วัตถุพอเพียงต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่เมื่อมีการบุกรุกทำลายป่าเพื่อเป็นพื้นที่เกษตร ฟอสฟอรัสจะสูญเสียจากดินอย่างรวดเร็ว หรือในอีกกรณีหนึ่ง ได้แก่ พื้นที่ซึ่งได้รับอิทธิพลจากมนุษย์ จะมีฟอสฟอรัสอยู่เป็นปริมาณมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินบน

ดินกรดจัด (Acid Sulfate Soil) เป็นหนึ่งในดินที่มีปัญหาของประเทศไทย ลักษณะสำคัญของ ดินกรดจัด คือ มีความเป็นกรดรุนแรงมาก เมื่อแห้งอาจมีค่าปฏิกิริยาดิน (pH) ลดต่ำลงจนถึง 2.5 และ มักพบจุดประสีเหลืองฟางข้าวของสารประกอบจาโรไซต์อยู่ภายในความลึกไม่เกิน 1.5 เมตร จากผิวดิน ปัญหาที่สำคัญของดินกรดจัดต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากความเป็นกรดที่รุนแรงแล้วยังมีอื่นๆ อีก ได้แก่ การมีธาตุอาหารต่ำ โดยเฉพาะฟอสฟอรัสซึ่งอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ได้ทันที นอกจากนี้แล้ว ฟอสฟอรัสที่ไต่ลงไปในดินในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชก็จะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากในดินมีเหล็กและอะลูมิเนียม อยู่เป็นจำนวนมาก

ดินกรดจัดในประเทศไทยซึ่งพบมากบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนใต้ มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็น ตะกอนน้ำทะเล ตะกอนน้ำกร่อย ทั้งที่มีอายุน้อยและอายุมาก และตะกอนน้ำจืด ส่วนใหญ่ของพื้นที่ใช้ประโยชน์ในการทำนา มีเพียงบางส่วนของพื้นที่เท่านั้นที่ยกร่องเพื่อปลูกไม้ผล

จากที่กล่าวมาแล้วว่า ทั้งวัตถุต้นกำเนิดดินและขนาดอนุภาคดินมีผลต่อปริมาณของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดิน ทำให้สนใจศึกษาลักษณะการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในดินกรดจัดของประเทศไทย ซึ่งมักเป็นดินที่มีปัญหาเกี่ยวกับรูปของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการจัดการดิน เพื่อให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ในดินได้มากที่สุดและนานที่สุด นอกจากนี้แล้ว ยังต้องการทราบอีกว่า ถ้าดินกรดจัดมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ทันทีในปริมาณต่ำ จะมีการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในรูปอื่นๆ เป็นอย่างไร

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ของ soil phosphorus กับ particle size fraction ของดินกรดจัด
2. เพื่อศึกษาการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในแต่ละชั้นดิน
3. เพื่อทราบถึงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินกรดจัด
4. เพื่อศึกษาผลของวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่พบในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

### ฟอสฟอรัสในดิน

แหล่งสำคัญของฟอสฟอรัสในดิน มีทั้งส่วนที่เป็นอินทรีย์และอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ ปริมาณของฟอสฟอรัสทั้งสองประเภทนี้จะผันแปรไปตามชนิดของดิน โดยที่ชั้นดินบนมักมีอินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ประมาณร้อยละ 20-80 ของฟอสฟอรัสทั้งหมด ในขณะที่อินทรีย์ฟอสฟอรัสนั้นจะเพิ่มขึ้นตามความลึกของหน้าตัดดิน (Brady และ Weil, 1996)

อินทรีย์ฟอสฟอรัส มี 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ inositol phosphates, nucleic acid และ phospholipids ซึ่งส่วนใหญ่ของสารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัสเหล่านี้เกิดจากการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์ดิน โดยในดินจะมีอินทรีย์ฟอสฟอรัสในรูป inositol phosphates มากถึงร้อยละ 10-50 ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ก็ต่อเมื่อเกิดขบวนการ mineralization ไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้เท่านั้น

ปัจจัยที่มีผลต่ออินทรีย์ฟอสฟอรัสในดิน คือ อินทรีย์วัตถุ ถ้าดินมีอินทรีย์วัตถุอยู่มาก อินทรีย์ฟอสฟอรัสก็จะมากตามไปด้วย

อินทรีย์ฟอสฟอรัส มี 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. ฟอสฟอรัสในสารละลายดิน ซึ่งเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ทันที ดินแทบทุกชนิดจะมีฟอสฟอรัสในสารละลายดินต่ำมากเมื่อเทียบกับมหาธาตุอื่นๆ ส่วนใหญ่ฟอสฟอรัสในสารละลายดินจะอยู่ในรูปไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $H_2PO_4^-$ ) และโมโนไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $HPO_4^{2-}$ ) อย่างไรก็ตามปฏิกิริยาดิน (pH) จะมีผลต่อรูปของฟอสฟอรัสในสารละลายดินด้วย

2. ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของสารประกอบแคลเซียมฟอสเฟตซึ่งจะพบมากในดินด่าง สารประกอบนี้จะค่อยๆ ปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกสู่สารละลายดิน

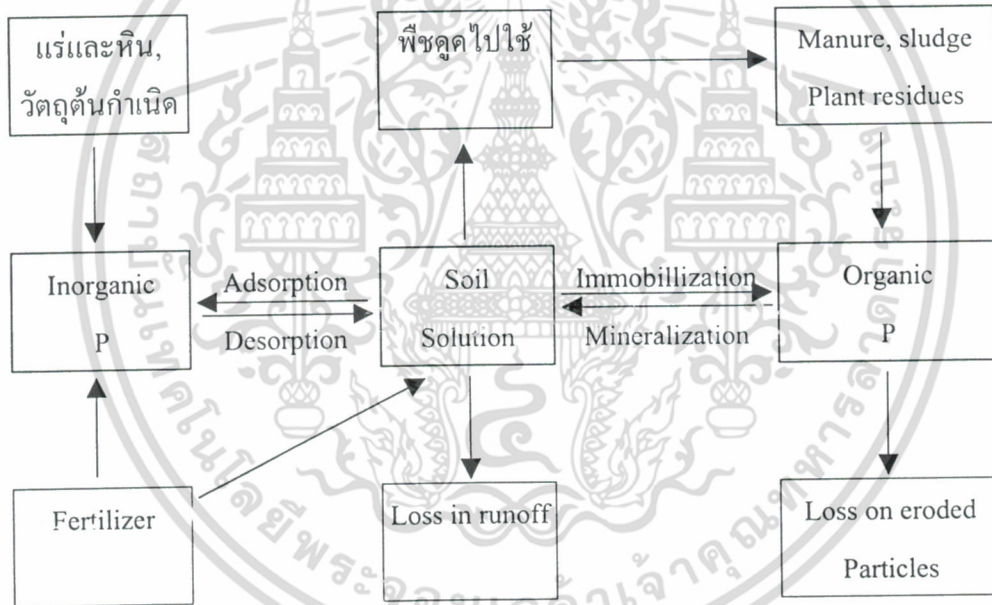
3. ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของเหล็กและอะลูมิเนียมฟอสเฟตจะพบมากในดินกรด สารประกอบนี้จะค่อยๆ ปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกสู่สารละลายดินเช่นเดียวกัน

ถ้าจำแนกฟอสฟอรัสโดยอาศัยเป็นประโยชน์เป็นเกณฑ์จะจำแนกได้ 2 ประเภทคือ

1. ฟอสฟอรัสซึ่งอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ใช้ได้ทันที ส่วนใหญ่จะอยู่ในสารละลายดิน โดยได้จากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดิน ปุ๋ยเคมีและสารประกอบฟอสเฟตต่างๆ ในดิน ซึ่งปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาอยู่ในรูปไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $H_2PO_4^-$ ) และโมโนไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $HPO_4^{2-}$ )

2. ฟอสฟอรัสรูปที่ไม่สามารถเป็นประโยชน์ได้ทันที ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแร่ต่างๆ ในดิน และอยู่ในส่วนที่ถูกตรึง เช่น ฟอสฟอรัสในแร่อะพาไทต์ ฟอสฟอรัสในรูปสารประกอบแคลเซียม ฟอสเฟตและอะลูมิเนียมฟอสเฟต เป็นต้น สารประกอบเหล่านี้จะค่อยๆ ปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกสู่สารละลายดิน

ฟอสฟอรัสทั้ง 2 ประเภทนี้จะอยู่สมดุลกันเสมอในดิน กล่าวคือ เมื่อพืชดูดใช้ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ สารประกอบที่มีฟอสฟอรัสในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ก็จะปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกสู่สารละลายดินเพื่อชดเชยส่วนที่พืชดูดใช้ และเพื่อรักษาระดับความสมดุลเดิมให้คงอยู่ต่อไป หรือถ้าใส่ปุ๋ยเคมีที่มีฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำได้ลงไปดิน ซึ่งทำให้มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณมากกว่าธาตุอื่นๆ ที่อยู่ในสารละลายดิน เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม หรือแคลเซียมก็จะตรึงฟอสฟอรัสเอาไว้ ทั้งนี้เพื่อรักษาสมดุลนั่นเอง



ภาพที่ 1 แสดงวัฏจักรของฟอสฟอรัสในดิน (ดัดแปลงจาก Brady และ Weil, 1996)

ภาพที่ 1 แสดงวัฏจักรฟอสฟอรัสในดิน ซึ่งจะเห็นว่าพืชสามารถดูดฟอสฟอรัสไปใช้ได้ก็ต่อเมื่อ ฟอสฟอรัสละลายออกมาสู่สารละลายดิน โดยฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในสารละลายดินได้มาจาก อินทรีย์ฟอสฟอรัสและอนินทรีย์ฟอสฟอรัส อินทรีย์ฟอสฟอรัสได้จากพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ที่ตายแล้ว กระบวนการที่ทำให้อินทรีย์ฟอสฟอรัสละลายออกมาอยู่ในสารละลายดินได้ แล้วกลายเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ คือ กระบวนการ Mineralization ส่วนอนินทรีย์ฟอสฟอรัสได้มาจากปุ๋ยเคมี และแร่ธาตุต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และกระบวนการที่ทำให้อินทรีย์ฟอสฟอรัสออกมาสู่สารละลายดินได้ คือ Desorption อย่างไรก็ตาม ฟอสฟอรัสที่สารละลายดินก็สามารถสูญเสียไปได้โดยกระบวนการไหลบ่าหน้าดิน (Run off) และอยู่ในกระบวนการซึมละลาย (Leaching)

### ปัจจัยหลักที่มีผลต่อปริมาณและรูปของฟอสฟอรัสในดิน

1. ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีผลต่ออินทรีย์ฟอสฟอรัสในดิน คือดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงจะมีอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงตามไปด้วย โดยทั่วไปในดินบนจะมีอินทรีย์วัตถุเป็นปริมาณมาก จึงทำให้ที่ดินชั้นบนมีอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูง ในกรณีที่มีการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยพืชสดลงไปในพื้นที่เกษตรกรรม ก็จะทำให้อินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงตามไปด้วยเช่นเดียวกัน
2. วัตถุต้นกำเนิดดิน จะมีผลต่อฟอสฟอรัสทุกประเภท คือวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นเนื้อละเอียดจะมีปริมาณของฟอสฟอรัสทุกประเภทสูงกว่าวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นเนื้อหยาบ เช่น ดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินโคลน (mudstone) จะมีปริมาณฟอสฟอรัสทุกประเภทสูงกว่าดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินทราย (sandstone) (Hanley และ Murphy, 1970)
3. ปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว จะมีผลต่อฟอสฟอรัสทั้งหมด คือดินที่มีอนุภาคขนาดดินเหนียวเป็นองค์ประกอบอยู่สูงก็จะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงตามไปด้วย ยกเว้นในดินที่มีพัฒนาการต่ำ ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดจะไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาคดินเหนียวเพียงอย่างเดียว แต่จะขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีกด้วย เช่น วัตถุต้นกำเนิดดิน เป็นต้น
4. พัฒนาการของดิน มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและรูปของฟอสฟอรัส คือดินที่มีพัฒนาการสูง ฟอสฟอรัสทั้งหมดจะเพิ่มตามความลึกเช่นเดียวกับปริมาณอนุภาคดินเหนียว ดินในอันดับ Mollisols จะมีฟอสฟอรัสในรูปของสารประกอบแคลเซียมและแมกนีเซียมฟอสเฟตเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ดินในอันดับ Alfisols และ Ultisols จะพบสารประกอบเหล็กและอะลูมิเนียมฟอสเฟตเป็นหลัก
5. ปฏิริยาติน นอกจากปฏิริยาตินจะมีผลต่อรูปของฟอสฟอรัสในสารละลายดินแล้ว ยังมีผลต่อการตรึงฟอสฟอรัสในดินด้วย กล่าวคือ สารละลายดินจะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในปริมาณมากที่สุดเมื่อดินมีค่าปฏิริยาตินอยู่ระหว่าง 6-7 ถ้าดินมีค่าปฏิริยาตินเป็นกรดก็จะมี การตรึงฟอสฟอรัสเกิดขึ้น เนื่องจากว่ามีเหล็ก อะลูมิเนียม แมงกานีส ไฮดรอกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียมอยู่ในสารละลายดินเป็นจำนวนมาก ส่วนในดินที่มีค่าปฏิริยาตินเป็นด่าง การตรึงฟอสฟอรัสจะถูกตรึงให้อยู่ในรูปสารประกอบแคลเซียมฟอสเฟต และที่ค่าปฏิริยาตินเป็นกลางนั้นการดูดซับฟอสฟอรัสที่ขอบของแร่คาโอลิไนต์จะมีบทบาทสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาการตรึงฟอสฟอรัสในดินกรดและดินด่างจะดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้สารประกอบฟอสเฟตที่เกิดขึ้นมีความสามารถในการละลายลดลงเรื่อยๆ นั่นคือฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์จะลดปริมาณลง

### ดินกรดจัด (Acid Sulfate Soil)

ดินกรดจัด หมายถึง ดินที่อาจจะมี กำลั่งมี หรือเคยมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน อันเป็นผลมาจากขบวนการสร้างดินและปริมาณของกรดที่เกิดขึ้นมีมากพอที่จะมีผลต่อคุณสมบัติของดิน โดยทั่วไปดินจะมีจุดประสีเหลืองฟางข้าวของสารประกอบที่เรียกว่า จาโรไซต์ (Jarosite;  $\text{KFe}_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ ) อยู่ในหน้าตัดดินในความลึกไม่เกิน 1 เมตร ส่วนความลึกที่มากกว่านี้จะเป็นสารประกอบไพไรต์ (Pyrite;  $\text{FeS}_2$ ) (ศรีสิทธิ์, 2520)

จากคำจำกัดความที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้จำแนกดินกรดจัดได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ ดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด ดินกรดจัดที่กำลั่งมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน และดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว

ดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด (Potential Acid Sulfate Soil) หมายถึง ดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำทะเลและยังคงอยู่ในสภาพน้ำแช่แข็ง มีปริมาณสารประกอบไพไรต์อยู่ในหน้าตัดดินมากกว่าร้อยละ 1 แต่จะมีปริมาณของตะกอนที่เป็นปูนและตะกอนแร่ต่างๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นด่างต่ำจนไม่สามารถสะเทินกรดนี้ได้ ถ้าระบายน้ำออกจากดินประเภทนี้สารประกอบไพไรต์จะถูกออกซิไดซ์กลายเป็นสารประกอบจาโรไซต์ ซึ่งทำให้ดินเปลี่ยนสภาพเป็นดินกรดจัดทันที

ดินกรดจัดซึ่งกำลั่งมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน (Actual Acid Sulfate Soil) หมายถึง ดินที่มีกรดกำมะถันเกิดขึ้นจริงในหน้าตัดดิน เป็นดินที่แสดงจุดประสีเหลืองฟางข้าวของสารประกอบจาโรไซต์อยู่ในชั้นดินล่างของหน้าตัดดินภายในความลึกไม่เกิน 1 เมตร ดินประเภทนี้จะแสดงความเป็นกรดอย่างรุนแรงจนเป็นพิษต่อพืช

ดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว (Para Acid Sulfate Soil) หมายถึง ดินที่เคยมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน แต่กรดเหล่านี้ได้ถูกชะล้าง ถูกทำลายหรือถูกสะเทินโดยสารประกอบพวกคาร์บอเนต ทำให้ไม่เกิดความเป็นพิษ

ประเทศไทยพบดินกรดจัดเป็นพื้นที่กว้างมากในบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนใต้ ตั้งแต่อำเภอไทยจนถึงจังหวัดอยุธยา ซึ่งสัณฐานภูมิประเทศและวัตถุต้นกำเนิดของดินกรดจัดในบริเวณนี้ จำแนกได้ดังนี้ คือ

1. ที่ราบชายฝั่งน้ำทะเลท่วมถึง เป็นพื้นที่ซึ่งอยู่ติดฝั่งทะเล มีลักษณะลุ่มและราบ น้ำทะเลท่วมถึง จึงมีตะกอนใหม่ๆ มาทับถมทุกปี ตะกอนมีขนาดเล็กจึงได้ดินที่มีเนื้อละเอียด มีปริมาณเกลืออยู่สูง และมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบอยู่สูงมาก แต่มีสารประกอบพวกคาร์บอเนตต่ำหรือไม่มีเลย ทำให้ดินที่พบมีความเป็นกรดแฝงอยู่มาก เมื่อระบายน้ำออกจากพื้นที่ ดินนี้จะเปลี่ยนเป็นดินกรดจัดทันที ถ้าเจาะดินนี้เพื่อสำรวจในสนามจะได้กลิ่นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ ) อย่างชัดเจน ดินที่พบในสวนฐานภูมิประเทศแบบนี้มีพัฒนาการต่ำมาก ไม่พบชั้นดินที่ชัดเจน ในตลอดความลึก 1 เมตร ดินจะมีลักษณะเป็นโคลนและสีเขียวอย่างชัดเจน และมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นด่าง (pH 8)

2. ที่ราบน้ำทะเลเคยท่วมถึง เกิดจากตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยที่มีอายุน้อย เป็นพื้นที่ลุ่ม-ราบซึ่งน้ำทะเลเคยท่วมถึงมาก่อน แต่ปัจจุบันน้ำทะเลท่วมไม่ถึง ทั้งนี้อาจเกิดจากมีเขื่อนกั้นน้ำเค็มหรือมีถนนสายหลักตัดเฉียบอ่าวไทยในด้านตะวันออกและตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา วัดตุตันเนินดินยังคงเป็นตะกอนขนาดเล็ก จึงทำให้น้ำตัดดินเป็นดินเนื้อละเอียด โดยตอนบนของหน้าตัดดินได้รับอิทธิพลจากตะกอนน้ำกร่อย ในขณะที่ตอนล่างของหน้าตัดดินยังคงเป็นตะกอนน้ำทะเล เนื่องจากดินยังคงอยู่ในสภาพน้ำขังหรือระดับน้ำใต้ดินยังคงอยู่ใกล้ผิวดินมาก ทำให้ดินยังคงสภาพเป็นดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด อย่างไรก็ตามจะมีบางช่วงของปี เช่น ฤดูร้อนที่น้ำใต้ดินอยู่ลึกจากผิวดินบ้าง ทำให้ตอนบนของหน้าตัดดินเริ่มมีพัฒนาการให้เห็นบ้างแต่ไม่ชัดเจน ในขณะที่ตอนล่างของหน้าตัดดินยังคงมีสีเทาปนเขียวและมีค่าปฏิกิริยาเป็นด่าง บางบริเวณจะพบก้อนไฟไรต์และเศษเปลือกหอยที่ระดับความลึก 1-2 เมตร จากผิวดิน

3. ที่ราบน้ำทะเลเคยท่วมถึง เกิดจากตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยที่มีอายุปานกลางถึงอายุมาก เป็นที่ลุ่ม-ราบอยู่ถัดจากสองบริเวณแรกขึ้นไปทางเหนือของอ่าวไทย วัดตุตันกำเนิดดินประกอบด้วยตะกอนน้ำทะเลในตอนล่างสุด ถัดขึ้นมาเป็นตะกอนน้ำกร่อยที่มีอายุปานกลางถึงอายุมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะห่างจากอ่าวไทย ตอนบนสุดเป็นตะกอนน้ำจืด สวนฐานภูมิประเทศเช่นนี้เป็นบริเวณที่จะพบทั้งดินที่กำลังมีการกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดินและดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว ขึ้นอยู่กับระดับความลึกที่พบจาโรไฮต์ในหน้าตัดดิน

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การศึกษาในภาคสนาม

#### อุปกรณ์

- แผนที่ดินบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนใต้ของประเทศไทยมาตราส่วน 1:100,000 (กองสำรวจดิน, 2515)
- อุปกรณ์ในการออกภาคสนาม เช่น อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน (เอิบ, 2530)

#### วิธีการ

- ออกสำรวจภาคสนามเพื่อเลือกพื้นที่ที่จะเก็บตัวอย่างดิน ซึ่งเป็นตัวแทนของดินกรดจัดของประเทศไทย โดยเก็บตัวอย่างดินจากสัณฐานภูมิประเทศที่พบ ดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด, ดินกรดจัดซึ่งกำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน และดินที่เคยผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว โดยใช้ความลึกที่พบชั้นจาโรไซต์เป็นเกณฑ์ในการเก็บตัวอย่างดิน ภาพที่ 3 เป็นลักษณะหน้าตัดดินที่เก็บตัวอย่าง
- ขุดหน้าตัดดินขนาด กว้าง x ยาว x ลึก เท่ากับ 1.5 x 2.5 x 2.5 เมตรหรือจนถึงระดับน้ำใต้ดิน ตกแต่งหน้าตัดดิน แบ่งชั้นดิน และทำคำบรรยายหน้าตัดดิน
- เก็บตัวอย่างดินจากแต่ละชั้นดิน เพื่อนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ

### 2. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

#### การเตรียมตัวอย่างดิน

- นำตัวอย่างดินมาผึ่งในที่ร่ม (air dried) แล้วบด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เก็บตัวอย่างดินที่ผ่านตะแกรงไว้เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป (Soil Survey Laboratory Staff, 1992)

#### การวิเคราะห์ทางกายภาพ

- วิเคราะห์การแจกกระจายของอนุภาคดิน (Particle-Size distribution) โดยใช้วิธีไปเปต (Pipette method) (Gee and Bauder, 1986)
- การประเมินชั้นเนื้อดิน (Textural classes) โดยใช้เกณฑ์ของกระทรวงเกษตร สหรัฐอเมริกา (Soil Survey Laboratory Staff, 1992)

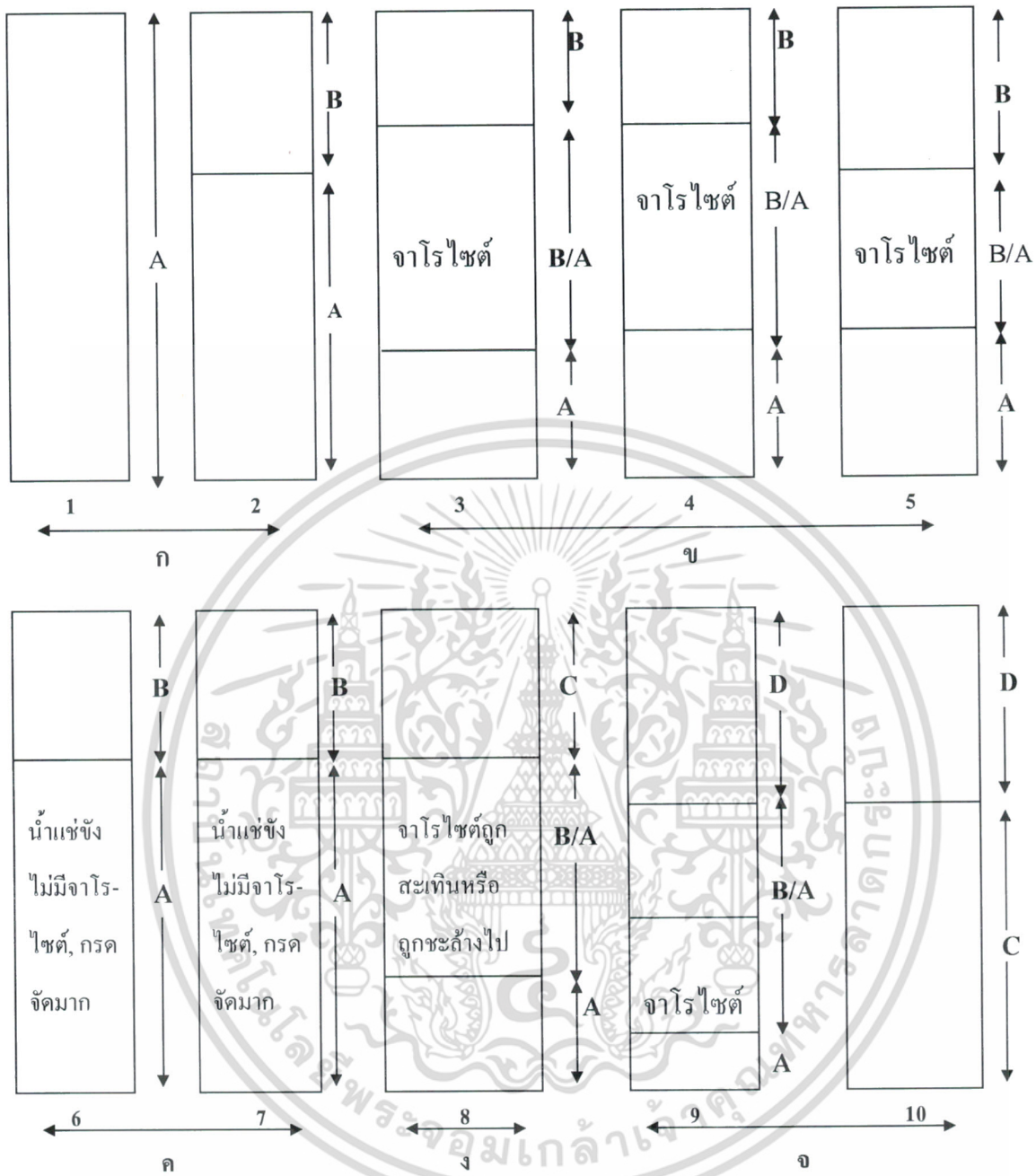
### การวิเคราะห์ทางเคมี

- วิเคราะห์ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) โดยใช้อัตราส่วนของดินต่อน้ำ และดินต่อสารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ เข้มข้น 1 M เท่ากับ 1:1 แล้ววัดค่าปฏิกิริยาดินด้วยเครื่องมือวัดปฏิกิริยาดิน (pH meter) (Thomas, 1996)
- วิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity; EC) โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 แล้ววัดค่าการนำไฟฟ้าของดินด้วย EC meter (Rhoades, 1990)
- วิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน โดยวิธี Walkley and Black titration (International Institute of Tropical Agriculture, 1979)
- วิเคราะห์หาฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945)
- วิเคราะห์หาฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) โดยวิธีย่อยดินด้วยสารละลาย Perchloric acid 70% (Jackson, 1958)
- วิเคราะห์หาอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธี Ignition คือ นำดินมาเผาที่อุณหภูมิ 550°C แล้วสกัดด้วย  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.5 M และอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็นผลต่างระหว่างค่าฟอสฟอรัสที่ได้จากการเผากับไม่เผาตัวอย่างดิน (William and Walker, 1967)
- วิเคราะห์หา Fractionation Phosphorus โดยวิธีสกัด (Kuo, 1996) ซึ่งรูปของฟอสฟอรัสที่ได้ประกอบด้วย
  - Soluble and loosely bond phosphorus (SL-P) สกัดด้วย 1 M  $\text{NH}_4\text{Cl}$
  - Aluminum phosphate (Al-P) สกัดด้วย 0.5 M  $\text{NH}_4\text{F}$  pH 8.2
  - Iron phosphate (Fe-P) สกัดด้วย 0.1 M NaOH
  - Calcium phosphate (Ca-P) สกัดด้วย 0.25 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - Residual phosphorus (Residual-P) คือ ผลต่างระหว่างอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด กับ Fractionation phosphorus

หมายเหตุ ค่าวิเคราะห์ทุกค่า ยกเว้น pH และ EC เป็น Oven-dried basis ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





คำอธิบายสัญลักษณ์ ก. ดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด; ข. ดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดินและพบจาโรไซท์; ค. ดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดินแต่ไม่พบจาโรไซท์; ง. ดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว; จ. ดินที่ได้รับอิทธิพลจากมนุษย์อย่างมาก

A : ตะกอนน้ำทะเล; B/A: ตะกอนน้ำกร่อย/น้ำทะเล; B: ตะกอนน้ำกร่อย; C: ตะกอนน้ำจืด; D: บริเวณที่ขรุขระ

ภาพที่ 3 แสดงแบบจำลองอย่างง่ายของหน้าตัดดินที่ใช้ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารทงสวนไวสาหรับการใชงานเพอการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการศึกษาและวิจารณ์

หน้าตัดดินที่นำมาศึกษาการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในดินกรดจัด มีทั้งหมด 10 หน้าตัดดิน เก็บจากที่ราบลุ่มภาคกลางตอนใต้ จากสัณฐานภูมิประเทศแบบที่ราบลุ่มน้ำทะเลท่วมถึง และที่ราบลุ่มน้ำทะเลเคยขึ้นถึง มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเล ตะกอนน้ำกร่อย และตะกอนน้ำจืด ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณที่ศึกษา จากสัณฐานวิทยาของดินในสนามและการปรับปรุงพื้นที่เพื่อใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้จำแนกดินได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. หน้าตัดดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 1 และหน้าตัดดินที่ 2
2. หน้าตัดดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4, หน้าตัดดินที่ 5, หน้าตัดดินที่ 6 และหน้าตัดดินที่ 7
3. หน้าตัดดินซึ่งผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 8
4. หน้าตัดดินที่ปรับปรุงพื้นที่ คือ ยกร่องเพื่อการใช้ประโยชน์อื่น ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 9 และหน้าตัดดินที่ 10

### ดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด

ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 1 และหน้าตัดดินที่ 2

#### หน้าตัดดินที่ 1

อยู่บนสัณฐานภูมิประเทศซึ่งเป็นที่ราบน้ำทะเลขึ้นถึงเป็นประจำ ทำให้มีน้ำขังพื้นที่เกือบตลอดเวลา ตลอดหน้าตัดดินเป็นโคลนและสีเขียว ไม่พบพัฒนาการของหน้าตัดดิน ดินจะลodenี้ว่ามีเมื่อบิบบในสนามจะเกิดกลิ่นฉุนของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์รุนแรง ปฏิกริยาดินในสนามเป็นค้างปานกลางถึงด่างแก่ (pH 8-8.5)

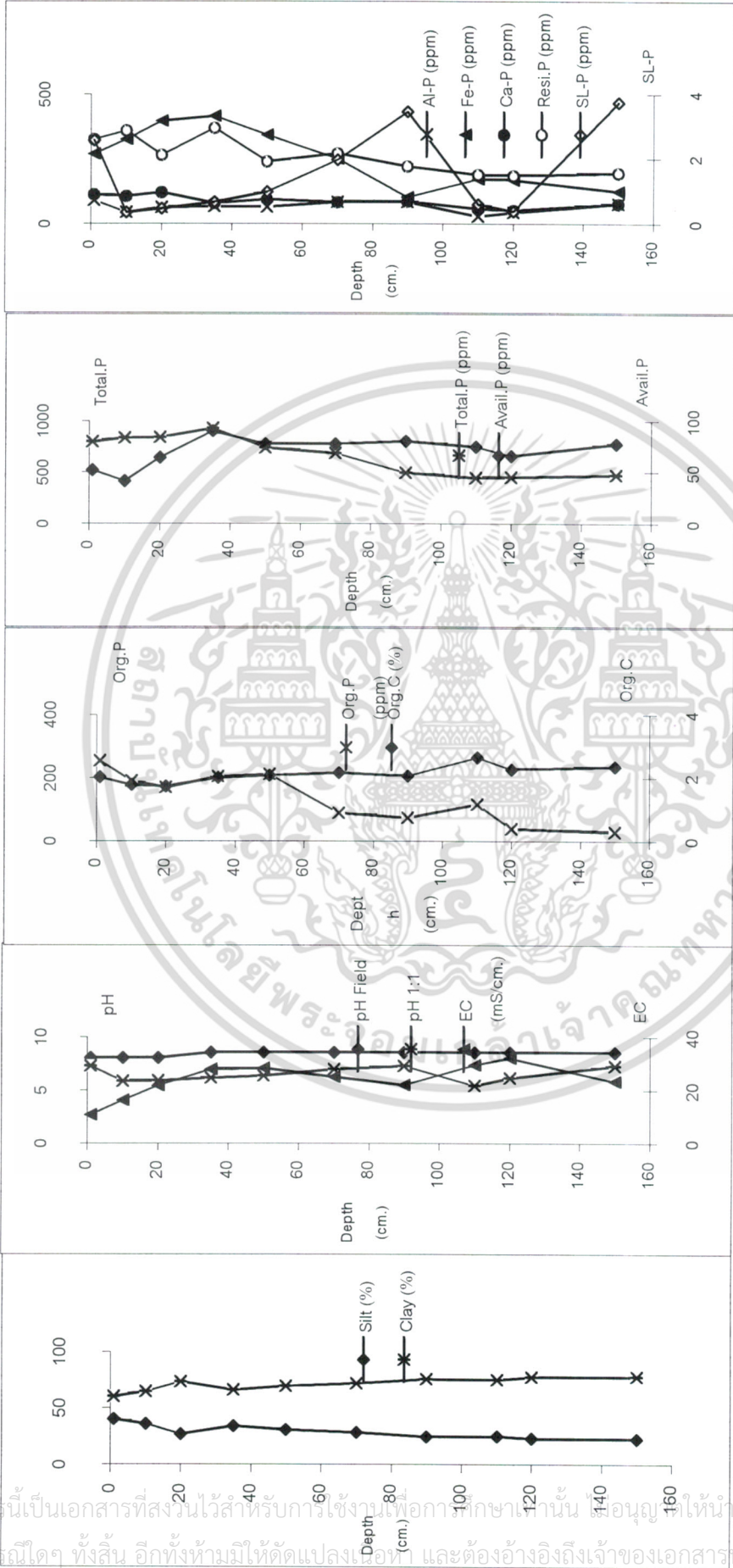
แม้ว่าสัณฐานวิทยาในสนามของหน้าตัดดินนี้จะไม่แสดงพัฒนาการให้เห็น และมีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลเพียงอย่างเดียว แต่ผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 4) แสดงให้เห็นว่า เป็นหน้าตัดดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนหลายเวลา คือที่ระดับความลึก 0-10, 10-35, 35-90 และ 90-150 เซนติเมตร โดยที่

ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีอนุภาคขนาดดินเหนียวเปลี่ยนจากร้อยละ 60 ไปเป็นร้อยละ 64 ในขณะที่อนุภาคขนาดทรายแปรเปลี่ยนจากร้อยละ 40 ไปเป็นร้อยละ 35 และมีอนุภาคขนาดทรายต่ำมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Horizon	Depth (cm.)	Particle Size Distribution (%)			pH (Field)	pH ดิน:น้ำ 1:1	pH KCl 1:1	EC 1:1 (mS/cm.)	Org.C (%)	Org.P (ppm)	OC:OP	Avail.P (ppm)	Fractionation Phosphorus (ppm)				Residual.P (ppm)		
		Sand	Silt	Clay									Texture	SL-P	Al-P	Fe-P		Ca-P	
Ap1	0-1	0.14	39.98	59.88	Clay	8	7.22	6.6	10.6	2.01	253.41	79	51.85	793.19	2.56	87.65	267.81	110.37	324.8
Ap2	1-10	0.08	35.63	64.29	Clay	8	5.83	5.3	16.1	1.78	190.46	94	41.03	827.81	0.34	41.3	324.49	103.95	357.73
Cg1	10-20	0.3	26.73	72.97	Clay	8	5.85	5.41	21.7	1.73	169.36	102	63.67	837.29	0.46	60.06	395.87	118.31	262.59
Cg2	20-35	0.51	33.67	65.82	Clay	8.5	6.1	5.53	27.7	2	203.26	99	89.87	923.69	0.66	64.39	413.45	77.92	367.27
Cg3	35-50	0.19	30.61	69.2	Clay	8.5	6.33	5.88	28.2	2.07	210.38	98	77.37	734.64	0.97	63.65	340.37	91.35	238.3
Cg4	50-70	0.3	28.09	71.61	Clay	8.5	6.95	6.45	24.8	2.15	88.11	244	77.34	683.33	1.96	81.51	248.35	82.08	269.43
Cg5	70-90	0.29	24.25	75.46	Clay	8.5	7.26	6.78	21.8	2.05	71.86	284	79.55	487.66	3.45	81.08	100.36	83.97	218.8
Cg6	90-110	0.43	24.73	74.84	Clay	8.5	5.43	4.9	29.3	2.64	115.08	230	74.6	443.96	0.59	26.87	172.11	55.98	188.41
Cg7	110-120	0.07	22.51	77.42	Clay	8.5	6.13	5.75	32	2.26	38.38	595	65.47	445.13	0.36	42.43	167.94	50.09	184.31
	120-150	0.11	22.21	77.68	Clay	8.5	7.22	6.84	23.2	2.35	26.83	869	77.35	470.62	3.74	75.61	122.55	74.78	193.94

ตารางที่ 1 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 1



Resi.P = Residual-P

หมายเหตุ

ภาพที่ 4 แสดงการแจกกระจายตามลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้ผู้อื่นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกร้นำไปใช้

ที่ระดับความลึก 10-35 เซนติเมตร อนุภาคขนาดดินเหนียวเปลี่ยนจากร้อยละ 73 ไปเป็นร้อยละ 60 อนุภาคขนาดทรายแป้งเปลี่ยนจากร้อยละ 27 ไปเป็นร้อยละ 34 ในขณะที่อนุภาคทรายต่ำมาก อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าอนุภาคขนาดทรายเพิ่มขึ้นมากกว่าในช่วงดินบน

ที่ระดับความลึก 35-90 เซนติเมตร อนุภาคขนาดดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึกจากร้อยละ 69 ไปเป็นร้อยละ 75 ในขณะที่อนุภาคขนาดทรายแป้งลดลงตามความลึกจากร้อยละ 31 ไปเป็นร้อยละ 25 ส่วนอนุภาคขนาดทรายมีปริมาณต่ำกว่าช่วงความลึกที่อยู่ตอนบน

ที่ระดับความลึก 90-150 เซนติเมตร ซึ่งเป็นตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน อนุภาคขนาดดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึกจากร้อยละ 75 ไปเป็นร้อยละ 78 ส่วนอนุภาคขนาดทรายแป้งมีแนวโน้มลดลงตามความลึกจากร้อยละ 25 ไปเป็นร้อยละ 22

ตลอดหน้าตัดดินมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว จะเห็นว่าค่าการแจกกระจายของอนุภาคดินขนาดต่างๆ ที่สลับกันไปมาเป็นสิ่งที่แสดงถึงลักษณะการตกตะกอนในเวลาที่แตกต่างกัน ซึ่งค่าวิเคราะห์ทางเคมีก็แสดงแนวโน้มที่สอดคล้องกับลักษณะการแจกกระจายของอนุภาคดินเช่นกัน

#### ค่าวิเคราะห์ทางเคมี

**ปฏิกิริยาดิน** แม้ว่าจะมีค่าปฏิกิริยาดินในสนามค่อนข้างคงที่ตลอดหน้าตัดดิน ก็เป็นต่างปานกลางถึงด่างแก่ (pH 8.0-8.5) แต่จะเห็นว่าค่าปฏิกิริยาดินที่วัดด้วยน้ำจะแตกต่างกันไปตามความแตกต่างของลำดับการตกตะกอน เช่น ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีค่าปฏิกิริยาดินเป็น 7.2 และ 5.8 ซึ่งแตกต่างจากช่วงความลึก 10-35 เซนติเมตร ที่มีค่าปฏิกิริยาดินเป็น 5.9 และ 6.1 ในขณะที่ช่วงความลึก 35-90 เซนติเมตร มีค่าปฏิกิริยาดินเพิ่มขึ้นตามความลึกจาก 6.3 เป็น 7.2 เช่นเดียวกับในตอนล่างสุดของหน้าตัดดินที่ค่าปฏิกิริยาดินเพิ่มจาก 5.4 เป็น 7.2 ส่วนค่าปฏิกิริยาดินที่วัดด้วยสารละลายไปแตสซีมคลอไรด์จะมีค่าต่ำกว่าเมื่อวัดด้วยน้ำในทุกช่วงความลึก และค่าที่ได้ก็สอดคล้องกับลำดับการตกตะกอนเช่นเดียวกัน

**การนำไฟฟ้าของดิน** ค่าการนำไฟฟ้าซึ่งวัดด้วยอัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 ตลอดหน้าตัดดินมีค่าสูงมาก คืออยู่ในพิสัย 11-32 mS/cm. โดยตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 50 เซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจาก 11 mS/cm. เป็น 28 mS/cm. หลังจากนั้นจะลดลงเป็น 25-22 mS/cm. ที่ระดับความลึก 50-90 เซนติเมตร ในขณะที่ช่วงความลึก 90-150 เซนติเมตร นั้นค่าการนำไฟฟ้าของดินเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

**อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** ตลอดหน้าตัดดินมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในพิสัยร้อยละ 1.7-2.6 และมีการแจกกระจายสอดคล้องกับลำดับการตกตะกอนเช่นเดียวกัน อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าสูงสุดที่ชั้นดินบน (253 ppm) ซึ่งเป็นตะกอนใหม่ล่าสุด นอกจากจะมีค่าสอดคล้อง

คล่องกับลำดับการตกตะกอนแล้ว ยังมีแนวโน้มเป็นไปตามลักษณะการแจกกระจายของอินทรีย์คาร์บอนตลอดหน้าตัดดินด้วย คือ เมื่ออินทรีย์คาร์บอนลดลง (ช่วงความลึก 0-20 เซนติเมตร) อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดก็ลดลง และเมื่ออินทรีย์คาร์บอนเพิ่มขึ้น (ช่วงความลึก 20-70 เซนติเมตร) อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดก็เพิ่มตามไปด้วย

**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** การแจกกระจายของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีลักษณะสอดคล้องกับลำดับการตกตะกอนเช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาตลอดความลึกของดิน จะเห็นว่าตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 35 เซนติเมตร ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก คือ อยู่ในพิสัย 41-90 ppm และที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 64-77 ppm

**อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 35 เซนติเมตร อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามความลึกจาก 793 ppm ไปเป็น 924 ppm หลังจากนั้นจะมีการแจกกระจายที่ลดลงตลอดความลึกไปเป็น 488 ppm ที่ความลึก 90 เซนติเมตร และที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดินมีการแจกกระจายค่อนข้างคงที่ อยู่ในพิสัย 444-471 ppm อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าตลอดหน้าตัดดินการแจกกระจายของฟอสฟอรัสทั้งหมดสอดคล้องกับลำดับการตกตะกอน ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วใน ส่วนของการแจกกระจายของอนุภาคดิน

#### Fractionation Phosphorus

**SL-P** ถึงแม้ว่า SL-P ของทุกชั้นดินจะมีค่าต่ำมาก คือ มีค่าตั้งแต่ต่ำกว่า 1 ppm จนถึงไม่เกิน 4 ppm แต่จะสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนว่า การแจกกระจายของ SL-P มีแนวโน้มเป็นไปตามลำดับการตกตะกอนของหน้าตัดดิน

**AI-P** ตลอดความลึกของดิน พบว่าการแจกกระจายของ AI-P มีลักษณะสอดคล้องกับค่าปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำ ยกเว้นที่ผิวหน้าดินซึ่งมี AI-P เท่ากับ 88 ppm จะเห็นว่า AI-P มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกไปจนถึง 90 เซนติเมตร คือมีค่าอยู่ในพิสัย 41-81 ppm และในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (90-150 เซนติเมตร) พบว่า AI-P ก็เพิ่มขึ้นตามความลึกเช่นกัน (27-76 ppm) และถ้าพิจารณาการแจกกระจายของ AI-P ตลอดความลึกทั้งหมดจะเห็นว่า ความผันแปรของค่า AI-P เป็นไปตามลำดับการตกตะกอนของหน้าตัดดิน

**Fe-P** นอกจากค่าของ Fe-P จะเป็นไปตามลำดับการตกตะกอนดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังสังเกตเห็นได้ชัดอีกว่า ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 90 เซนติเมตร Fe-P มีการแจกกระจายเหมือนกับอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด คือช่วงแรก (0-35 เซนติเมตร) เพิ่มจาก 268 ppm ไปเป็น 413 ppm และที่ความลึก 35-90 เซนติเมตร ลดลงจาก 340 ppm ไปเป็น 100 ppm และในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน จะพบว่า Fe-P ลดลงตามความลึกจาก 172 ppm ไปเป็น 123 ppm ตั้งแต่ความลึก 35 เซนติเมตรลงไป

พบว่า การแจกกระจายของ Fe-P มีลักษณะตรงกันข้ามกับการแจกกระจายของค่าปฏิบัติการดินเมื่อวัดด้วยน้ำ

**Ca-P** การแจกกระจายของ Ca-P มีแนวโน้มเหมือนกับค่าปฏิบัติการดินเมื่อวัดด้วยน้ำ และคล้ายกับการแจกกระจายของ Al-P ด้วย ตลอดความลึกของดิน พบว่า Ca-P มีแนวโน้มลดลงตามความลึกคือมีค่าอยู่ในพิสัย 110-50 ppm นอกจากนี้แล้ว ค่าการแจกกระจายของ Ca-P ยังเป็นไปตามลำดับการตกตะกอนอีกด้วย

**Residual-P** ซึ่งเป็นความแตกต่างระหว่างอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดกับ Fractionation phosphorus ถ้าเป็นดินที่มีพัฒนาการ มีการสลายตัวอย่างรุนแรง Residual-P จะหมายถึง ฟอสฟอรัสซึ่งอยู่ในรูปที่สลายตัวได้ช้าที่สุดและเป็นรูปที่จะปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกสู่สารละลายดินได้ต่ำที่สุดหรือแทบจะไม่ปลดปล่อยออกมาเลย แต่สำหรับในดินกรดจัดซึ่งมีพัฒนาการต่ำ Residual-P อาจเป็นไปได้ 2 กรณี คือ วัตถุต้นกำเนิดดินซึ่งเป็นตะกอนจากน้ำทะเลเดิม Residual-P ในลักษณะเช่นนี้ ซึ่งเป็นรูปที่ปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาช้ามากอยู่แล้ว ทำให้เมื่อเกิดเป็นดินก็จะคงสภาพนี้เอาไว้ หรืออีกประการหนึ่งคือวัตถุต้นกำเนิดดินซึ่งมีอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดต่างกัน สลายตัวให้ฟอสฟอรัสในรูปต่างๆ ออกมา และยังเหลือฟอสฟอรัสที่ยังไม่ปลดปล่อยออกมา ซึ่งได้แก่ Residual-P ก็เป็นไปได้

จะเห็นว่า Residual-P ตลอดความลึกของดินมีการแจกกระจายที่ตอบสนองต่อลำดับการตกตะกอนเช่นเดียวกับ Fractionation phosphorus และยังมีแนวโน้มลดลงตามความลึกของหน้าตัดดิน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 367-184 ppm

เมื่อพิจารณาค่า Fractionation phosphorus และ Residual-P ตลอดหน้าตัดดิน พบว่าในทุกลำดับการตกตะกอนมี Residual-P > Fe-P > Ca-P > Al-P > SL-P

## หน้าตัดดินที่ 2

เป็นหน้าตัดดินซึ่งพบในบริเวณที่ราบลุ่มน้ำทะเลเคยขึ้นถึง เกิดจากตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยอายุน้อย เดิมบริเวณนี้น้ำทะเลขึ้นถึงมาก่อน แต่เมื่อมีถนนสุขุมวิทตัดผ่าน ทำให้น้ำทะเลไม่สามารถขึ้นถึง แต่ยังคงมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ตื้นมากในเกือบตลอดปี ทำให้ดินยังคงสภาพเป็นดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด แต่เนื่องจากมีบางช่วงของปีที่ระดับน้ำใต้ดินลดลง ทำให้ดินเริ่มมีพัฒนาการขึ้นบ้าง ดังจะสังเกตเห็นได้จากที่ความลึก 40 เซนติเมตร ดินมีสีเหลืองออกเขียว ยกเว้นดินบนสุดซึ่งมีสีคล้ำ ซึ่งเป็นสัญญาณในสนามที่บอกถึงสภาพออกซิเดชันสลับกับรีดักชันในบางช่วงของปี แต่ดินยังไม่เกิดโครงสร้างให้เห็น ปฏิกริยาดินในช่วงนี้เป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (pH 6.5-7.0) ที่ระดับความลึก 40-53 เซนติเมตร ดินมีสีออกเขียว ในขณะที่ตั้งแต่ความลึก 53 เซนติเมตร ลงไปจนถึง 1 เมตร ดินมีสีม่วง

แดงปนสีเขียว โดยสีเขียวเพิ่มขึ้นตามความลึก เมื่อบิบบจะลอคนิ้วมือออกมา ค่าปฏิกิริยาดินทั้ง 2 ช่วง ความลึกที่กล่าวมานี้เป็นด่างปานกลาง (pH 8.0) และที่ความลึก 1 เมตร พบก้อนไพไรต์ ( $\text{FeS}_2$ ) เป็นแนวแคบๆ ตั้งแต่ระดับความลึก 1 เมตร ลงไปจนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน ดินมีลักษณะเป็นโคลนและสีเขียว เมื่อบิบบจะลอคนิ้วมือออกมาและพบก้อนไพไรต์เป็นแนวยาวที่ความลึก 140 เซนติเมตร และ 160 เซนติเมตร ในขณะที่ตั้งแต่ความลึก 190 เซนติเมตรลงไปจะได้กลิ่นฉุนของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์อย่างรุนแรง นอกจากนี้ยังพบเศษเปลือกหอยขนาดเล็กที่ความลึกตั้งแต่ 100 เซนติเมตรลงไป และมีปฏิกิริยาเป็นด่างปานกลางถึงด่างแก่ (pH 8.0-8.5)

เมื่อพิจารณาสัณฐานของดินในสนาม โดยเฉพาะค่าปฏิกิริยาดินและสีดิน รวมค่าปฏิกิริยาดินที่วัดเมื่อแห้ง (ค่าปฏิกิริยาดินที่วัดด้วยน้ำในห้องปฏิบัติการ) จะเห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะแบ่งหน้าตัดดินออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ช่วงแรกตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 68 เซนติเมตร คาดว่ามีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำกร่อย ช่วงที่ 2 ตั้งแต่ความลึก 68 เซนติเมตรลงไปถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (220 เซนติเมตร) เป็นตะกอนน้ำทะเล และในแต่ละช่วงของวัตถุต้นกำเนิดดินยังสามารถแยกลำดับการตกตะกอน โดยอาศัยการแจกกระจายของอนุภาคดินร่วมกับค่าวิเคราะห์ทางเคมีบางประการในห้องปฏิบัติการได้ดังนี้ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5)

ที่ระดับความลึก 0-13 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียว ร้อยละ 71-75 อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 25-29 และมีอนุภาคขนาดทรายน้อยกว่าร้อยละ 0.5 ค่าปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดปานกลาง (pH 6.0-6.5) และมีค่าปฏิกิริยาดินเมื่อดินแห้งเป็นกรดแก่ถึงกรดจัด (pH 5.0-5.5) มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 10.8 mS/cm. ที่ชั้นดินบน และ 3.4 mS/cm. ที่ความลึก 4-13 เซนติเมตร

ที่ระดับความลึก 13-40 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 72-74 อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 24-26 และอนุภาคขนาดทรายน้อยกว่าร้อยละ 1.4 ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกลาง (pH 7.0) แต่เมื่อดินแห้งมีปฏิกิริยาเป็นกรดปานกลาง (pH 5.6) และค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 2-3.6 mS/cm.

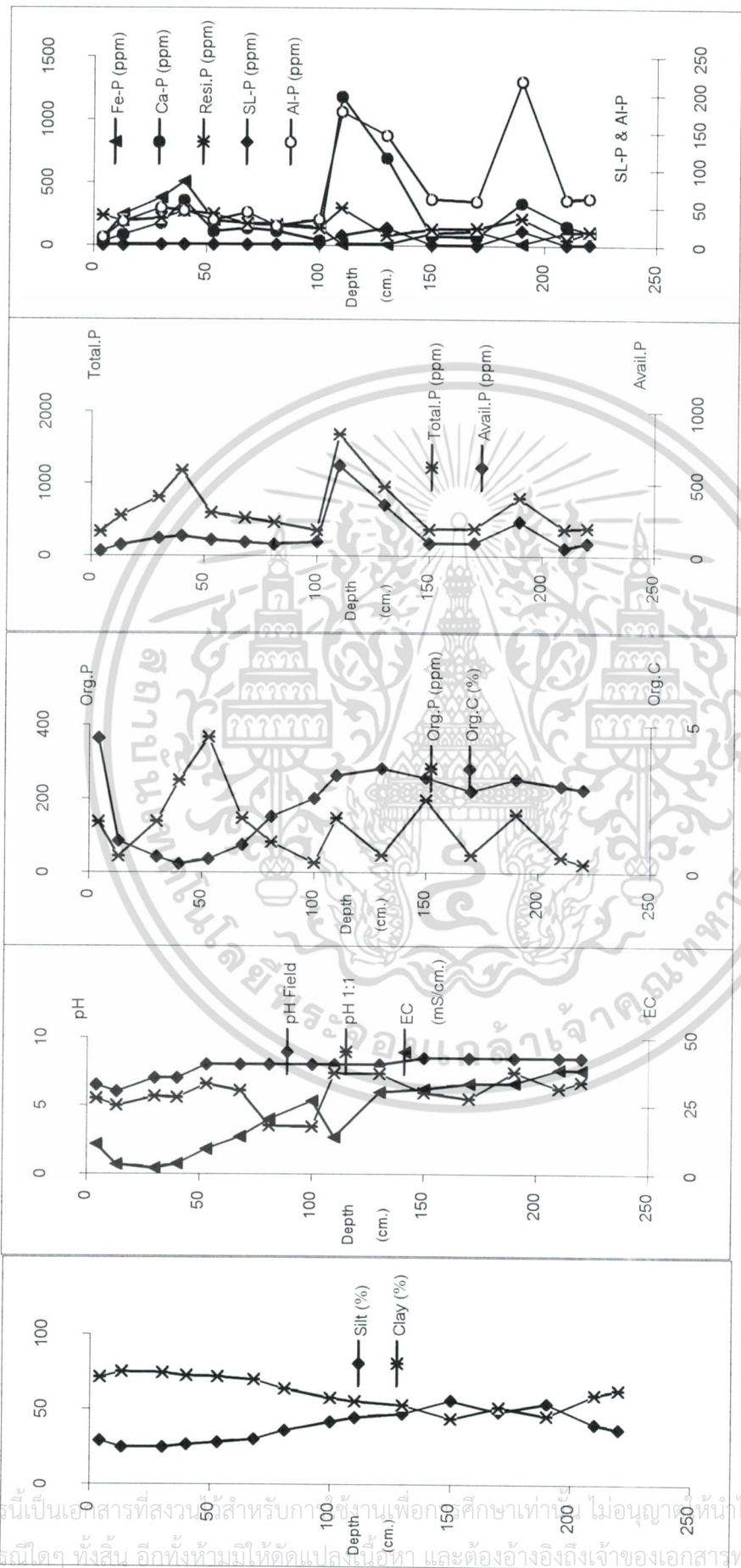
ที่ความลึก 40-68 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียว ร้อยละ 70-72 อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 28-30 และมีอนุภาคขนาดทรายน้อยกว่าร้อยละ 0.5 ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นด่างปานกลาง (pH 8) ในขณะที่ดินแห้งจะมีปฏิกิริยาเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.6-6.1) และมีค่าการนำไฟฟ้าของดินเป็น 8.9-13.5 mS/cm.

ที่ระดับความลึก 68-100 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวและดินเหนียวปนทรายแป้ง ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 64-57 อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 36-42 และอนุภาค

Horizon	Depth (cm.)	Particle Size Distribution (%)			pH (Field)	pH 1:1	pH 1:1	pH 1:1	EC 1:1 (mS/cm.)	Org.C (%)	Org.P (ppm)	OC:OP	Avail.P (ppm)	Total.P (ppm)	Fractionation Phosphorus (ppm)				Residual.P (ppm)
		Sand	Silt	Clay											Texture	SL-P	Al-P	Fe-P	
A <sub>pg</sub>	0-4	0.22	28.83	70.95	6.5	5.49	5.19	10.8	4.54	136.17	326	28.78	326.5	0.25	9.81	57.81	24.78	233.85	
AC <sub>g</sub> 1	Apr-13	0.59	24.72	74.69	6	4.99	4.11	3.4	1.06	43.46	25	73.12	543.23	0.33	30.51	240.53	82.47	189.39	
AO <sub>g</sub> 2	13-30	1.42	24.47	74.11	7	5.65	4.35	2	0.51	137.32	37	116.64	805.21	0.6	48.93	373.18	172.77	209.73	
AO <sub>g</sub> 3	30-40	1.41	26.47	72.12	7	5.56	4.59	3.6	0.28	249.47	11	133.85	1169.2	0.72	45.32	502.64	354.32	266.2	
C <sub>g</sub> 1	40-53	0.45	27.95	71.6	8	6.59	5.87	8.9	0.44	366.38	12	105.96	579.8	0.45	33.01	195.31	105.91	245.12	
C <sub>g</sub> 2	53-68	0.45	30.02	69.53	8	6.08	5.56	13.5	0.93	146.41	63	91.16	514.82	0.56	42.98	173.56	132.24	165.48	
C <sub>g</sub> 3	68-81	0.41	35.89	63.7	8	3.51	3.16	20	1.89	81.17	233	75.82	454.2	0.36	25.14	162	111.02	155.69	
C <sub>g</sub> 4	81-100	0.9	41.62	57.48	8	3.41	3.1	26.7	2.5	24.73	1002	93.26	347.15	2.3	33.5	141	37.69	132.67	
C <sub>g</sub> 5	100-110	0.35	44.37	55.28	8	7.37	7.15	13.4	3.27	146.64	223	621.44	1675.4	13.2	177.02	8.55	1183.96	292.63	
C <sub>g</sub> 6	110-130	0.23	47.05	52.72	8	7.32	7.23	29.9	3.52	45.63	766	346.63	947.53	22.7	145.56	9.73	692.12	77.45	
C <sub>g</sub> 7	130-150	0.24	55.94	43.82	8.5	5.95	5.65	31.1	3.2	195.26	164	85.18	355.55	0.97	60.65	96.69	74.72	122.52	
C <sub>g</sub> 8	150-170	0.21	48.37	51.42	8.5	5.5	5.33	33.1	2.76	48.05	574	86.13	369.78	0.26	57.69	112.18	65.56	134.09	
C <sub>g</sub> 9	170-190	0.66	53.87	45.47	8.5	7.45	7.33	33.2	3.17	156.54	202	233.12	793.23	19.7	217.81	12.76	334.42	208.57	
C <sub>g</sub> 10	190-210	0.29	40.12	59.59	8.5	6.24	5.99	38.3	2.92	39.9	731	53.92	360.31	0.84	59.93	102.82	154.23	42.49	
C <sub>g</sub> 11	210-220	0.17	36.88	62.95	8.5	6.74	6.44	38.1	2.82	22.92	1225	87.33	377.9	1.35	62.19	102.13	105.17	107.06	

ตารางที่ 2 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดไว้สำหรับโครงการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีคนนำไปใช้



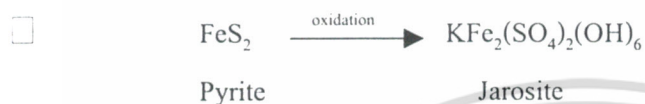
Resi. P = Residual-P

ภาพที่ 5 แสดงการแจกแจงตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับภาควิชางานฟิสิกส์ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้ผู้อื่นใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะโดยใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณำไปใช้

ขนาดทรายน้อยกว่าร้อยละ 1 ค่าปฏิกิริยาดินในสนามเป็นด่างปานกลาง (pH 8) แต่เมื่อดินแห้งจะมีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 3.5) และมีค่าการนำไฟฟ้าเป็น 20-27 mS/cm.

จากการที่ค่าปฏิกิริยาดินเมื่อแห้งลดลงอย่างมาก ทำให้คาดการณ์ได้ว่า ถ้ามีการระบายน้ำออกจากพื้นที่หรือถ้าดินมีการระบายน้ำดีกว่านี้แล้ว หน้าตัดดินนี้จะกลายเป็นดินที่ค่าล้งมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นอย่างแน่นอน โดยสารประกอบไพไรต์จะถูกออกซิไดซ์เปลี่ยนเป็นสารประกอบจาโรไซต์ ดังสมการ



ที่ความลึก 100-130 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียวลดลงจากร้อยละ 57 ไปเป็นร้อยละ 53 ตามความลึกในช่วงนี้ อนุภาคขนาดทรายแป้งเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 42 ไปเป็นร้อยละ 47 และอนุภาคขนาดทรายลดลงจากร้อยละ 0.9 ไปเป็นร้อยละ 0.23 มีปฏิกิริยาดินในสนามเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0) แต่เมื่อดินแห้งมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกลาง (pH 7.3) ทำให้แยกออกจากชั้นที่อยู่ตอนบนและตอนล่าง และมีค่าการนำไฟฟ้าเป็น 13.4 และ 29.9 mS/cm. ในช่วงความลึกนี้ยังพบก้อนไพไรต์เป็นแนวแคบๆ อีกด้วย

ที่ระดับความลึก 130-170 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 44-51 อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 48-50 และอนุภาคขนาดทรายร้อยละ 0.5 มีค่าปฏิกิริยาดินในสนามเป็นด่างแก่ (pH 8.5) แต่เมื่อแห้งมีปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ถึงกรดปานกลาง (pH 5.5-5.9) และมีค่าการนำไฟฟ้าเป็น 31-33 mS/cm.

ที่ความลึก 170-220 เซนติเมตร ซึ่งเป็นตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง มีอนุภาคขนาดดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึกจากร้อยละ 45 เป็นร้อยละ 63 ส่วนอนุภาคขนาดทรายแป้งและขนาดทรายลดลงตามความลึก โดยอนุภาคขนาดทรายแป้งลดลงจากร้อยละ 54 เป็นร้อยละ 37 และอนุภาคขนาดทรายลดลงจากร้อยละ 0.7 ไปเป็นร้อยละ 0.2 ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นด่างแก่ (pH 8.5) แต่เมื่อดินแห้งมีปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงกรดเล็กน้อย (pH 7.4-6.2) และมีค่าการนำไฟฟ้าเป็น 38 mS/cm.

เมื่อพิจารณาตลอดความลึกของหน้าตัดดินจะเห็นว่า ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 110 เซนติเมตร อนุภาคขนาดดินเหนียวมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ในขณะที่อนุภาคขนาดทรายแป้งเพิ่มขึ้น ส่วนอนุภาคขนาดทราย ซึ่งพบในปริมาณที่ต่ำมากจะมีความไม่สม่ำเสมอตลอดหน้าตัดดิน

### ค่าวิเคราะห์ทางเคมี

**ปฏิกิริยาดิน** ถึงแม้ว่าปฏิกิริยาดินในสนามมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 6.5 และ 6.6 ในชั้นดินบน 0-13 เซนติเมตร ไปเป็น 8.0 ที่ความลึก 53 เซนติเมตร และหลังจากนั้นมีค่าคงที่เท่ากับ 8.0 จนถึงความลึก 130 เซนติเมตร แล้วจึงเปลี่ยนเป็น 8.5 จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำมีค่าผันแปรไปอย่างมากดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งอาจเกิดจากองค์ประกอบของวัตถุต้นกำเนิดดินที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาตลอดหน้าตัดดินจะเห็นว่าตั้งแต่ผิวหน้าดินจนถึงความลึก 68 เซนติเมตร ปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกคืออยู่ในพิสัย 5.0-6.6 แต่ที่ระดับความลึก 68-100 เซนติเมตร ปฏิกิริยาดินลดลงอย่างมากคือวัดได้ 3.5 ในขณะที่ช่วงความลึกถัดลงไปมีค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 7.3 และที่ความลึก 130 เซนติเมตรจนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดินนี้มีค่าปฏิกิริยาดินผันแปรไปเช่นกัน

จะเห็นว่าวัตถุต้นกำเนิดดินมีผลต่อปฏิกิริยาดิน คือจากผิวหน้าดินจนถึงความลึก 68 เซนติเมตร ซึ่งเกิดจากตะกอนน้ำกร่อยนั้นมีค่าปฏิกิริยาดินค่อนข้างสม่ำเสมอมากกว่าในตอนล่างของหน้าตัดดิน ซึ่งเกิดจากตะกอนน้ำทะเลและชั้นดินซึ่งเกิดจากตะกอนน้ำทะเล (68-220 เซนติเมตร) ก็มีความผันแปรของปฏิกิริยาดินที่วัดด้วยน้ำอย่างเห็นได้ชัด เช่น ที่ความลึก 68-100 เซนติเมตร (pH 3.4-3.5) ที่ความลึก 100-130 เซนติเมตร (pH 7.3-7.4) ที่ความลึก 130-170 เซนติเมตร (pH 6.0-5.5) และที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (pH 6.2-7.5) ซึ่งความแตกต่างเช่นนี้เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินและองค์ประกอบที่พบในวัตถุต้นกำเนิดดินนั่นเอง

**การนำไฟฟ้าของดิน** ตอนบนของหน้าตัดดิน (0-30 เซนติเมตร) มีค่าการนำไฟฟ้าลดลงตามความลึกจาก 10.8 mS/cm. ไปเป็น 3.4 mS/cm. หลังจากนั้นค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยอยู่ในพิสัย 26-38.3 mS/cm. เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของวัตถุต้นกำเนิดดินกับค่าการนำไฟฟ้า จะเห็นว่า ชั้นดินที่เกิดจากตะกอนน้ำกร่อย (0-68 เซนติเมตร) มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่าชั้นดินซึ่งเกิดจากตะกอนน้ำทะเลอย่างมากและจะสังเกตเห็นว่าชั้นรอยต่อระหว่างตะกอนน้ำกร่อยและตะกอนน้ำทะเล (40-68 เซนติเมตร) มีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าชั้นดินที่อยู่ตอนบนอย่างมาก (ตารางที่ 2)

**อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 40 เซนติเมตร อินทรีย์คาร์บอนมีค่าลดลงตามความลึกคืออยู่ในพิสัยร้อยละ 0.3-4.5 โดยชั้นดินบนมีค่าอินทรีย์คาร์บอนสูงที่สุดในหน้าตัดดินที่ช่วงความลึก 40-130 เซนติเมตร อินทรีย์คาร์บอนเพิ่มขึ้นตามความลึกคือเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.4 ไปเป็นร้อยละ 3.5 และตั้งแต่ความลึก 130 เซนติเมตรจนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน อินทรีย์คาร์บอนมีแนวโน้มที่จะลดลงตามความลึก คือลดลงจากร้อยละ 3.2 ไปเป็น

ร้อยละ 2.8 เมื่อคำนึงถึงวัตถุต้นกำเนิดดินแล้ว จะเห็นว่าตะกอนน้ำกร่อยมีอินทรีย์คาร์บอนต่ำกว่าตะกอนน้ำทะเล

การแจกกระจายของอินทรีย์ฟอสฟอรัสมีความไม่สม่ำเสมอตลอดความลึกของหน้าตัดดิน โดยเฉพาะในชั้นดินที่เกิดจากตะกอนน้ำทะเล (68-220 เซนติเมตร) ในตอนบน 13 เซนติเมตรการแจกกระจายของอินทรีย์ฟอสฟอรัสเหมือนกับอินทรีย์คาร์บอน ในขณะที่ช่วงความลึก 13-100 เซนติเมตรการแจกกระจายของอินทรีย์ฟอสฟอรัสมีลักษณะตรงกันข้ามกับอินทรีย์คาร์บอน (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5) และหลังจากนั้นค่าของอินทรีย์ฟอสฟอรัสจะไม่สม่ำเสมอตลอดช่วงความลึกที่เหลืออยู่ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจากองค์ประกอบของวัตถุต้นกำเนิดดินก็เป็นได้

**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** การแจกกระจายของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มไม่สม่ำเสมอตลอดหน้าตัดดิน แต่จะมีลักษณะสอดคล้องกับวัตถุต้นกำเนิดดินและลำดับการตกตะกอนของวัสดุเหล่านั้น คือช่วงที่เกิดจากตะกอนน้ำกร่อย ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากผิวดิน ในขณะที่ชั้นดินที่เกิดจากตะกอนน้ำทะเล ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มลดลงตามความลึก ถ้าอธิบายละเอียดโดยใช้ลำดับการตกตะกอนเป็นเกณฑ์แล้วจะเห็นว่า ความแตกต่างของตะกอนหรือวัตถุต้นกำเนิดดินในแต่ละเวลาที่มาตกตะกอนมีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์คือ ในช่วงความลึก 0-13 เซนติเมตร ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มตามความลึกจาก 29 ppm ไปเป็น 73 ppm และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 117 ppm เป็น 134 ppm ที่ความลึก 13-40 เซนติเมตร ในขณะที่ช่วงความลึก 40-68 เซนติเมตร ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลงจาก 106 ppm เป็น 91 ppm สำหรับชั้นดินที่เกิดจากตะกอนน้ำทะเล พบว่าที่ความลึก 68-100 เซนติเมตร มีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มจาก 76 ppm เป็น 93 ppm ส่วนที่ความลึก 100-130 เซนติเมตร จะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในปริมาณที่สูงสุด คือ 621 ppm และ 347 ppm และหลังจากนั้นค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ก็สอดคล้องกับลำดับการตกตะกอนเช่นเดียวกันคาร์บอน (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5)

**อนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** ตั้งแต่ชั้นดินบนจนถึงความลึก 40 เซนติเมตร ค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามความลึก คือ อยู่ในพิสัย 327-1169 ppm หลังจากนั้นจะมีค่าลดลงไปเป็น 347 ppm ที่ความลึก 100 เซนติเมตร ค่าสูงสุดของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดพบที่ความลึก 100-130 เซนติเมตร (1675 และ 948 ppm) และในตอนล่างสุดของหน้าตัดดินจะมีการแจกกระจายของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดผันแปรไปตามลำดับการตกตะกอน

จะเห็นว่า การแจกกระจายของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีความสัมพันธ์อย่างมากกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด ซึ่งความสัมพันธ์นี้พบในหน้าตัดดินที่ 1 ด้วย แสดงว่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินมีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในสารละลายดินด้วย

### Fractionation Phosphorus

**SL-P** ถึงแม้ว่า เกือบตลอดหน้าตัดดินจะมีปริมาณของ SL-P ต่ำมาก คือส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1 ppm แต่จะเห็นว่า SL-P มีการแจกกระจายเหมือนกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด คือชั้นดินใดมีอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงก็จะมี SL-P ด้วยเช่นกัน เช่นที่ความลึก 100-130 เซนติเมตร และที่ความลึก 170-190 เซนติเมตร ยกเว้นที่ความลึก 30-40 เซนติเมตร ที่มี SL-P ต่ำมาก ในขณะที่มีอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงถึง 1169 ppm และยังพบอีกว่า โดยเฉลี่ยแล้วตะกอนน้ำกร่อยจะมีค่า SL-P ต่ำกว่าตะกอนน้ำทะเล

**AI-P** ชั้นดินที่เกิดจากตะกอนน้ำกร่อย ปริมาณ AI-P มีค่าโดยเฉลี่ยต่ำกว่าชั้นดินที่เกิดจากตะกอนน้ำทะเล คืออยู่ในพิสัย 10-49 ppm และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกของช่วงนี้ ส่วนการแจกกระจายของ AI-P ในชั้นดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลจะเหมือนกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด คือ ชั้นดินที่มี AI-P สูง จะมีอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงตามไปด้วย แสดงว่าลำดับการตกตะกอนมีอิทธิพลต่อปริมาณ AI-P ที่พบและเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง AI-P กับปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำ จะเห็นว่ามีการแจกกระจายตลอดหน้าตัดดินเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

**Fe-P** ตั้งแต่ผิวหน้าดินถึงความลึก 100 เซนติเมตร การแจกกระจายของ Fe-P มีลักษณะเหมือนกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด คือเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในช่วงแรก (0-40 เซนติเมตร) มีค่าเป็น 58-503 ppm และลดลงจาก 195 ppm ไปเป็น 141 ppm ในตอนล่างของช่วงความลึกนี้ ในขณะที่ตั้งแต่ความลึก 100 เซนติเมตร ลงไปถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน จะเห็นว่า Fe-P มีการแจกกระจายที่ตรงกันข้ามกับค่าปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำ คือชั้นดินที่มีค่าปฏิกิริยาดินสูง เช่น ที่ความลึก 100-130 เซนติเมตรจะมี Fe-P ต่ำมาก และถ้าปฏิกิริยาดินลดลงปริมาณของ Fe-P ที่พบในชั้นดินนั้นจะเพิ่มขึ้น เช่น ที่ความลึก 130-170 เซนติเมตร เป็นต้น

**Ca-P** การแจกกระจายของ Ca-P ตลอดหน้าตัดดินมีลักษณะคล้ายกับการแจกกระจายของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดและมีแนวโน้มที่จะเป็นไปตามการแจกกระจายของปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำด้วยเช่นกัน นอกจากนี้แล้วยังพบอีกว่า การแจกกระจายของ Ca-P จะเหมือนกับการแจกกระจายของ AI-P โดยเฉพาะในชั้นดินที่เกิดจากตะกอนน้ำทะเล

**Residual-P** เช่นเดียวกับในหน้าตัดดินที่ 1 คือ Residual-P มีการแจกกระจายเหมือนกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด นอกจากนี้แล้วยังพบอีกว่าลำดับการตกตะกอนของวัตถุต้นกำเนิดดินทั้ง 2 ชนิด

มี ผลต่อ Residual-P ด้วย (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5) และโดยเฉลี่ยแล้วจะเห็นว่าวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็น ตะกอนน้ำกร่อยจะมี Residual-P มากกว่าวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นตะกอนน้ำทะเล

เมื่อพิจารณาปริมาณของ Fractionation phosphorus และ Residual-P ให้สัมพันธ์กับลำดับการ ตกตะกอนแล้ว พอดีสรุปได้ดังนี้

ที่ความลึก 0-13 เซนติเมตร โดยเฉลี่ยแล้วมี Residual-P > Fe-P >> Ca-P > Al-P >> SL-P

ที่ความลึก 13-40 เซนติเมตร พบว่า Fe-P > Residual-P ( Ca-P >> Al-P >> SL-P

ที่ความลึก 40-68 เซนติเมตร พบว่า Fe-P ( Residual-P > Ca-P >> Al-P >> SL-P

ที่ความลึก 68-100 เซนติเมตร พบว่า Fe-P > Residual-P > Ca-P > Al-P >> SL-P

ที่ความลึก 100-130 เซนติเมตร พบว่า Ca-P >> Al-P > Residual-P >> SL-P > Fe-P

ที่ความลึก 130-170 เซนติเมตร พบว่า Residual-P > Fe-P > Ca-P > Al-P >> SL-P

ที่ความลึก 170-190 เซนติเมตร พบว่า Ca-P > Residual-P > Al-P > SL-P > Fe-P

ที่ความลึก 190-220 เซนติเมตร พบว่า Ca-P > Fe-P > Residual-P > Al-P >> SL-P

### ดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน

ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4, หน้าตัดดินที่ 5, หน้าตัดดินที่ 6 และหน้าตัดดินที่ 7

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ใหญ่ๆ ก็หน้าตัดดินที่มีสารประกอบจาโรไซต์เกิดขึ้นในหน้าตัดดิน ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 3, 4 และ 5 กับหน้าตัดดินที่ไม่มีสารประกอบจาโรไซต์ แต่มีความเป็นกรดรุนแรง มาก ค่าปฏิกิริยาดินในสนามน้อยกว่า 4.5 ตลอดหน้าตัดดิน ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 6 และ 7 หน้าตัดดิน เหล่านี้พบในสัณฐานภูมิประเทศที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบ น้ำทะเลเคยขึ้นถึงมาก่อนเกิดจากตะกอนน้ำ ทะเลและตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นดินเนื้อละเอียดมักพบจาโรไซต์ภายในความ ลึก 1 เมตร จากผิวหน้าดิน ส่วนหน้าตัดดินที่ไม่มีจาโรไซต์แต่มีความเป็นกรดจัดมากนั้น อาจเกิดจาก จาโรไซต์ทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำและได้เป็นสารประกอบเกลือไทด์กับกรดซัลฟูริกจึงทำให้ดินยังคง เป็นกรดรุนแรงนั่นเอง

### ดินที่มีสารประกอบจาโรไซต์เกิดขึ้นในหน้าตัดดิน

ได้แก่หน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4 และหน้าตัดดินที่ 5

#### หน้าตัดดินที่ 3

แม้จะพบสารประกอบจาโรไซต์ในช่วงความลึก 40-138 เซนติเมตร แต่หน้าตัดดินนี้ก็แสดง ความเป็นกรดจัดตลอดหน้าตัด ก็มีค่าปฏิกิริยาดินในสนามต่ำกว่า 4.5 ในตอนบน 30 เซนติเมตร เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินสีคล้ำเนื่องจากอิทธิพลของอินทรีย์วัตถุและมักมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 4.5) หลังจากนั้นดินมีสีจางลง ซึ่งนอกจากจะพบจุดประของสารประกอบจาโรไซต์แล้วยังพบจุดประสีแดงอีกด้วย และดินมีค่าปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมาก (pH 4.0) ตั้งแต่ความลึกประมาณ 100-160 เซนติเมตร ดินมีสีเขียว-เหลือง คล้ายโคลนและในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน ดินมีสีเขียวเข้ม ช่วงความลึกนี้ดินมีค่าปฏิกิริยาเป็นกรดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.0-4.5)

การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ตารางที่ 3 และภาพที่ 6) พบว่ามีอนุภาคดินเหนียวเป็นลักษณะเด่น และแสดงให้เห็นว่ามีลำดับการตกตะกอนต่างเวลาเกิดขึ้น คือ

ตั้งแต่ผิวหน้าดินถึงความลึก 55 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียวลดลงจากร้อยละ 71 ไปเป็นร้อยละ 61 อนุภาคขนาดทรายแป้งและอนุภาคขนาดทรายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยอนุภาคขนาดทรายแป้งเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 27 ไปเป็นร้อยละ 29 และอนุภาคขนาดทรายเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 2 ไปเป็นร้อยละ 4

ที่ระดับความลึก 55-117 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 70-73 โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก อนุภาคขนาดทรายแป้งค่อนข้างคงที่ คือร้อยละ 26-28 และอนุภาคขนาดทราย ร้อยละ 1-3

ในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (117-210 เซนติเมตร) มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีอนุภาคขนาดดินเหนียวมากกว่าช่วงตอนบนเล็กน้อย คือร้อยละ 73-74 มีอนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 26-28 และมีอนุภาคขนาดทรายต่ำมากคือน้อยกว่าร้อยละ 1

เมื่อพิจารณาหลักฐานของดินในสนามร่วมกับการแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน และค่าวิเคราะห์ทางเคมีบางประการ เช่น ปฏิกิริยาดินเมื่อดินแห้งและค่าการนำไฟฟ้าของดิน ทำให้อาจกล่าวได้ว่า หน้าตัดดินนี้เกิดจากตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำมากเกือบตลอดหน้าตัดดิน (0.4-1.0 mS/cm. ตั้งแต่ 0-175 เซนติเมตร) มี 2 ชั้นล่างสุดเท่านั้นที่ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้นเป็น 5.4 และ 7.4 mS/cm. ตามลำดับ

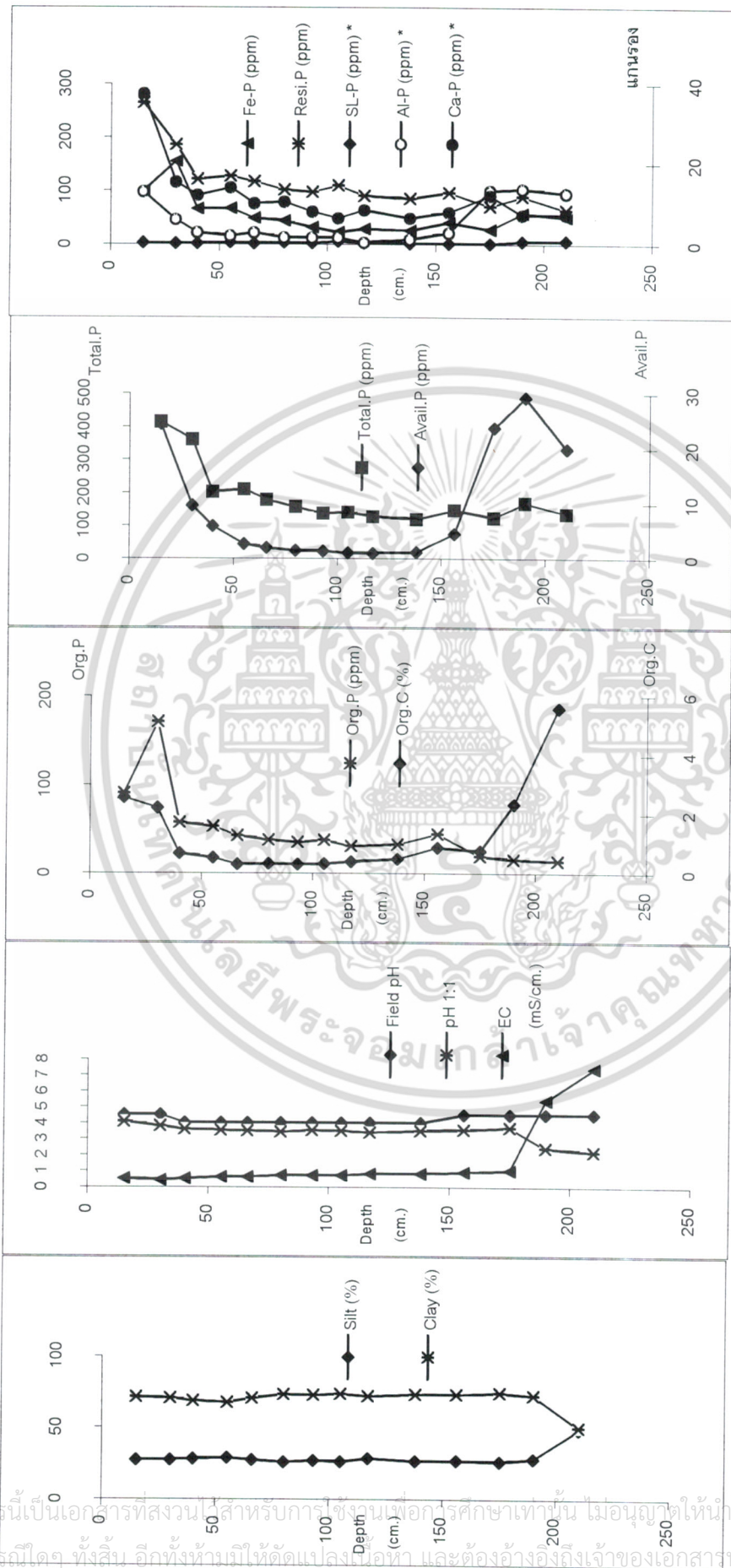
#### ค่าวิเคราะห์ทางเคมี

**ปฏิกิริยาดิน** นอกจากปฏิกิริยาดินในสนามจะเป็นกรดจัดมาก (pH<4.5) แล้ว ปฏิกิริยาดินเมื่อแห้งก็แสดงความเป็นกรดรุนแรงให้เห็นตลอดหน้าตัดดินอีกด้วย คือมีค่าปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำ เท่ากับ 2.2-4.1 ปฏิกิริยาดินมีค่าสูงสุดที่ผิวหน้าดิน ในขณะที่ตอนกลางของหน้าตัด (15-175 เซนติเมตร) มีปฏิกิริยาดินค่อนข้างคงที่คือประมาณ 3.5 และตอนล่างสุดของหน้าตัดดินค่าปฏิกิริยาดินจะต่ำที่สุด

**การนำไฟฟ้าของดิน** การแจกกระจายของค่าการนำไฟฟ้ามีลักษณะตรงกันข้ามกับค่าปฏิกิริยาดิน คือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยตั้งแต่ผิวหน้าดินจนถึงความลึก 175 เซนติเมตร มีค่าการนำ

Horizon	Depth (cm.)	Particle Size Distribution (%)			pH (Field)	pH ดิน:น้ำ 1:1	pH KCl 1:1	EC 1:1 (mS/cm.)	Org.C (%)	Org.P (ppm)	OC:OP (ppm)	Avail.P (ppm)	Total.P (ppm)	Fractionation Phosphorus (ppm)				Residual.P (ppm)
		Sand	Silt	Clay										Texture	SL-P	Al-P	Fe-P	
App1	15	1.8	27.24	70.96	4.5	4.08	3.3	0.5	2.56	90.18	285	24.31	412.16	0.22	12.92	98.09	37.38	263.55
App2	30	2.76	27.09	70.15	4.5	3.81	3.15	0.4	2.21	170.53	129	9.59	359.6	0.16	6.06	153.48	15.35	184.55
BAg	40	3.91	27.84	68.25	4	3.61	2.98	0.5	0.66	57.34	116	5.84	201.19	0.14	2.81	65.63	12.06	120.55
Bjg1	55	4.17	28.7	67.13	4	3.51	2.98	0.6	0.51	53	96	2.6	209.22	0.36	2	66.76	14.02	126.07
Bjg2	66	2.76	27.02	70.22	4	3.5	2.88	0.6	0.3	42.03	71	1.84	178.12	0.2	2.83	48.5	10.1	116.49
Bjg3	80	1.85	25.48	72.67	4	3.42	2.91	0.7	0.32	37.15	85	1.41	156.65	0.4	1.61	42.93	10.46	101.24
Bjg4	93	1.03	26.68	72.29	4	3.52	2.83	0.7	0.29	35.24	81	1.31	137.55	0.22	1.61	30.81	8.04	96.88
Bjg5	105	1.05	25.92	73.03	4	3.48	2.84	0.7	0.31	37.73	81	0.96	140.23	0.7	1.56	22.49	6.5	108.97
BCjg1	117	1.03	28.19	71.78	4	3.4	2.8	0.8	0.38	30.74	123	0.91	127.44	0.22	0.4	28.16	8.45	90.21
BCjg2	138	0.57	26.46	72.97	4	3.48	2.84	0.8	0.48	32.7	144	1.12	118.62	0.16	1.21	25.57	6.46	85.22
Cg1	156	0.48	26.81	72.71	4.5	3.57	2.96	0.9	0.86	44.42	195	4.43	147.01	0.14	2.8	40.05	8.01	96.01
Cg2	175	0.02	25.98	74	4.5	3.69	3.04	1	0.75	19.1	393	23.77	123.09	0.16	13.27	26.8	12.06	70.79
Cg3	190	0.06	27.88	72.06	4.5	2.41	2.24	5.4	2.34	15.27	1557	29.2	168.94	0.63	13.76	58.03	7.29	89.24
Cg4	210	1.91	48.28	49.81	4.5	2.17	2.08	7.4	5.57	13.36	4281	19.9	134.62	0.78	12.68	50.45	7.36	63.36

ตารางที่ 3 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 3



\* อ่านค่าตามแกนรอง ; Resi.P = Residual-P

ภาพที่ 6 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
 ไม่ว่าจะโดยใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีคนนำไปใช้

ไฟฟ้าเท่ากับ 0.4-1.0 mS/cm. และตอนล่างสุดของหน้าตัดดินมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดคือ 5.4 และ 7.4 mS/cm.

**อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ฟอสฟอรัส** ตั้งแต่ผิวหน้าดินจนถึงความลึก 175 เซนติเมตร อินทรีย์คาร์บอนมีแนวโน้มลดลงตามความลึก จากร้อยละ 2.6 ไปเป็นร้อยละ 0.3 และในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน ค่าอินทรีย์คาร์บอนจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คือจากร้อยละ 2.3 ไปเป็นร้อยละ 5.6 การแจกกระจายของอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดก็มีลักษณะคล้ายกับอินทรีย์คาร์บอน คือลดลงตามความลึก โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 19-170 ppm

**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** ตอนบนสุดและตอนล่างสุดของหน้าตัดดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าตอนกลางของหน้าตัดดินอันเป็นช่วงที่พบสารประกอบจาโรไซต์ คือตอนบนสุด (0-40 เซนติเมตร) มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 6-24 ppm ตอนล่างสุด (138-210 เซนติเมตร) มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 4-29 ppm ในขณะที่ตอนกลางของหน้าตัดดินมีค่านี้ต่ำมากคือ น้อยกว่า 3 ppm และถ้าพิจารณาตลอดหน้าตัดดินจะเห็นว่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มลดลงตามความลึกไปจนถึง 117 เซนติเมตร หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นตามความลึก

**อนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** การแจกกระจายของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงตามความลึกจาก 412 ppm ไปเป็น 119 ppm และในตอนล่างสุดของหน้าตัดดินปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่ามากกว่าในช่วงที่พบในตอนกลาง ซึ่งเป็นความลึกที่พบจาโรไซต์ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดกับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์แล้ว จะเห็นว่ามีการแจกกระจายตลอดหน้าตัดดินที่คล้ายกัน คือมีค่าสูงในตอนบนและตอนล่างของหน้าตัดดินมีค่าต่ำสุดในตอนกลางซึ่งเป็นความลึกที่พบจาโรไซต์ จึงอาจกล่าวได้ว่า สารประกอบจาโรไซต์มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับฟอสฟอรัสที่พบในดิน โดยเฉพาะฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

#### Fractionation Phosphorus

**SL-P** ตลอดหน้าตัดดิน มีค่า SL-P ต่ำมาก คือ ไม่ถึง 1 ppm โดยมีแนวโน้มคงที่ไปจนถึงความลึก 175 เซนติเมตร หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

**AI-P** มีการแจกกระจายตลอดหน้าตัดดินเหมือนกับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด คือตอนบนและตอนล่างของหน้าตัดดินมี AI-P มากกว่าตอนกลางของหน้าตัดดินซึ่งเป็นช่วงที่พบจาโรไซต์ และถ้าพิจารณาตลอดความลึกจะเห็นว่า AI-P ลดลงตามความลึก จาก 13 ppm ไปเป็น 0.4 ppm ไปจนถึง 117 เซนติเมตร หลังจากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 1.2 ppm ไปเป็น 14 ppm จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน

**Fe-P** มีลักษณะเช่นเดียวกับ Al-P คือในตอนบนและตอนล่างมี Fe-P มากกว่าตอนกลางของหน้าตัดดินที่พบจาโรไฮต์ (153-66 ppm, 67-22 ppm, 27-58 ppm ที่ความลึก 0-40 เซนติเมตร, 40-175 เซนติเมตร และ 175-210 เซนติเมตร ตามลำดับ) และตลอดหน้าตัดดินจะเห็นว่า ในช่วงแรก Fe-P มีแนวโน้มลดลงตามความลึกจาก 153 ppm ไปเป็น 22 ppm จนถึงความลึก 105 เซนติเมตร หลังจากนั้น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 25 ppm ไปเป็น 58 ppm จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน

**Ca-P** การแจกกระจายของ Ca-P แตกต่างจาก Fractionation Phosphorus อื่นๆ บ้างเล็กน้อย คือลดลงตามความลึกจาก 37 ppm ไปเป็น 6 ppm

**Residual-P** มีการแจกกระจายตลอดหน้าตัดดินเหมือนกับ Ca-P คือ ลดลงตามความลึกจาก 264 ppm ไปเป็น 63 ppm

ตลอดหน้าตัดดินจะเห็นว่า Residual-P > Fe-P >> Ca-P >> Al-P > SL-P ตั้งแต่ผิวหน้าดินจนถึงความลึก 150 เซนติเมตร หลังจากนั้นจะพบว่า Residual-P > Fe-P > Al-P > Ca-P >> SL-P การที่มี Ca-P ต่ำอาจเกิดจากค่าปฏิกิริยาดินที่เป็นกรดรุนแรง ทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูป Fe-P และ Al-P มากกว่า Ca-P

#### หน้าตัดดินที่ 4

เป็นหน้าตัดดินที่พบสารประกอบจาโรไฮต์ ที่ระดับความลึก 50-107 เซนติเมตร ตอนบน 50 เซนติเมตร ดินมีสีคล้ำ ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก (pH 5.5-4.0) ที่ความลึก 50-107 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีเทา บอกถึงลักษณะการขังน้ำ นอกจากนี้จะพบจุดประสีเหลืองฟางข้าวแล้วยังพบจุดประสีแดงอยู่บ้าง มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.0) ตั้งแต่ความลึก 107 เซนติเมตรลงไป ดินมีสีเขียวคล้ำถึงสีเขียว ซึ่งบอกถึงการขังน้ำอย่างรุนแรง ตอนบนเป็นดินเนื้อละเอียด ตอนล่างเป็นดินเนื้อปานกลาง มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.0-4.5) และมีกลิ่นฉุนของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์รุนแรงมาก

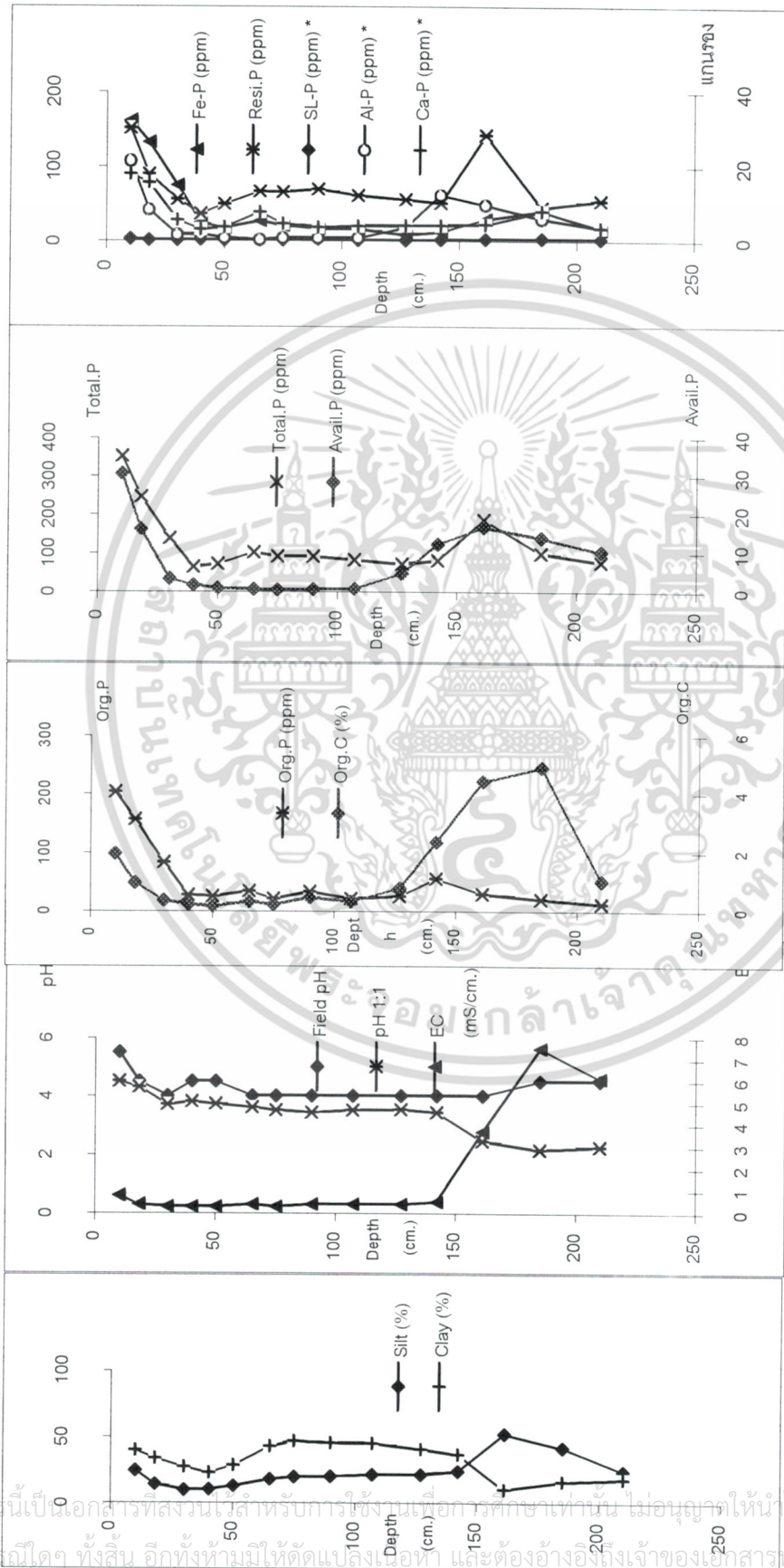
จากลักษณะการแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ตารางที่ 4 และภาพที่ 7) รวมทั้งค่าวิเคราะห์ทางเคมีบางอย่างจากห้องปฏิบัติการ (ปฏิกิริยาดินและค่าการนำไฟฟ้า) ทำให้แยกหน้าตัดดินออกตามลำดับการตกตะกอน ได้ดังนี้

ชั้นผิวหน้าดิน (0-10 เซนติเมตร) มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว มีอนุภาคขนาดดินเหนียวขนาดทรายแป้งและขนาดทราย ร้อยละ 40, 24 และ 36 ตามลำดับ ปฏิกิริยาดินเมื่อแห้ง วัดด้วยน้ำ เป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) และมีค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 0.8 mS/cm.

ที่ความลึก 10-50 เซนติเมตร ดินมีเนื้อปานกลาง คือเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 23-34 โดยมีแนวโน้มลดลงตามความลึก อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ

Horizon Depth (cm.)	Particle Size Distribution (%)			pH (Field)	pH ดิน:น้ำ 1:1	pH KCl 1:1 (mS/cm.)	EC 1:1 (%)	Org.C (%)	Org.P (ppm)	OC:OP:Avail.P (ppm)	Total.P (ppm)	Fractionation Phosphorus (ppm)				Residual.P (ppm)		
	Sand	Silt	Clay									Texture	SL-P	Al-P	Fe-P		Ca-P	
Apg 1 10	35.84	24.43	39.73	Clay loam	5.5	4.51	3.76	0.8	1.95	203.01	96	30.59	351.4	0.5	21.45	160.9	17.88	150.67
Apg 2 18	52.54	13.82	33.64	Sandy clay loam	4.5	4.31	3.5	0.4	0.95	156.39	61	16.14	245.5	0.16	8.25	131.97	15.53	89.59
ABg 30	63.53	9.65	26.82	Sandy clay loam	4	3.71	3.27	0.3	0.35	82.81	42	3.35	136.98	0.23	1.53	74.4	5.47	55.35
BAG 40	67.34	10.02	22.64	Sandy clay loam	4.5	3.8	3.27	0.3	0.21	26.44	81	1.72	63.18	0.29	1.76	24.25	2.98	35.9
Bg 50	59.11	12.7	28.19	Sandy clay loam	4.5	3.73	3.17	0.3	0.16	24.86	65	0.89	70.81	0.11	0.76	17.03	3.51	49.4
Big 65	39.79	17.66	42.54	Clay	4	3.61	3.04	0.4	0.32	33.77	95	0.56	100.97	0.23	0.38	26.73	7.64	65.99
Big 2 75	34.09	19.42	46.49	Clay	4	3.5	2.98	0.3	0.21	21.02	100	0.45	90.85	0.11	0.75	20.5	4.47	65.02
Big 3 90	34.78	20.2	45.02	Clay	4	3.42	2.97	0.4	0.46	32.77	140	0.62	90.4	0.5	0.77	16.33	3.59	69.21
BCig 107	33.88	21.24	44.88	Clay	4	3.5	2.98	0.4	0.31	20.85	150	0.74	81.36	0.12	0.78	15.52	3.88	61.06
Cg 1 127	33.87	21.25	40.38	Clay	4	3.53	2.99	0.4	0.77	24.94	308	4.73	70.82	0.11	3.63	7.98	4	55.1
Cg 2 142	39.58	23.78	36.64	Clay loam	4	3.43	3.03	0.5	2.36	54.59	429	12.28	79.3	0.24	12.33	11.93	3.98	50.82
Cg 3 161	37.82	51.97	10.21	Silt loam	4	2.46	2.36	3.7	4.43	29.17	1526	16.66	186.16	0.54	9.71	29.12	4.4	142.39
Cg 4 185	42.11	41.75	16.14	Loam	4.5	2.15	2.09	7.5	4.91	20	2451	13.92	98.65	0.6	5.96	39.75	7.95	44.39
Cg 5 210	58.14	23.84	18.02	Sandy loam	4.5	2.25	2.23	6.1	1.01	11.75	841	10.26	75.9	0.49	3.37	14.98	3.5	53.56

ตารางที่ 4 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 4



หมายเหตุ \* อ่านค่าตามแกนรอง ; Resi. P = Residual-P

ภาพที่ 7 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขหรือดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารที่  
 ไม่ว่ากันใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารที่

10-13 และอนุภาคขนาดทรายร้อยละ 52-67 โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก การแจกกระจายของอนุภาคดินทุกขนาด ในช่วงความลึกนี้มีความไม่สม่ำเสมออย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 4 และภาพที่ 7) ปฏิกริยาดินเมื่อแห้งเป็นกรดจัดมาก (pH 3.7-4.3) และมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.4-0.3 mS/cm.

ที่ความลึก 50-142 เซนติเมตร เป็นดินเนื้อละเอียดประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียว ลดลงจากร้อยละ 46 ไปเป็นร้อยละ 36 อนุภาคขนาดทรายแข็งเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 18 ไปเป็นร้อยละ 24 และมีอนุภาคขนาดทรายเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 34 ไปเป็นร้อยละ 40 มีปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH ประมาณ 3.5) และมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.4 mS/cm. เกือบตลอดช่วงความลึกนี้

ที่ความลึก 142-210 เซนติเมตร ซึ่งเป็นตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน ลักษณะดินเนื้อปานกลาง อนุภาคขนาดดินเหนียวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 10 ไปเป็นร้อยละ 18 อนุภาคขนาดทรายแข็งมีแนวโน้มลดลงจากร้อยละ 52 ไปเป็นร้อยละ 24 อนุภาคขนาดทรายเพิ่มขึ้นตามความลึกจากร้อยละ 39 ไปเป็นร้อยละ 58 ปฏิกริยาดินเมื่อแห้งเป็นกรดรุนแรงมาก (pH น้อยกว่า 2.5) และมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าชั้นดินอื่นๆ คือ 3.7-7.5 mS/cm.

ตลอดหน้าตัดดินปฏิกริยาดินลดลงตามความลึกคือตอนบน 18 เซนติเมตร มีค่าปฏิกริยาดินเท่ากับ 4.3-4.5 และตอนกลางของหน้าตัดดินมีปฏิกริยาดินเท่ากับ 3.4-3.8 ส่วนตอนล่างสุดมีค่าน้อยกว่า 2.5 ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของดินมีค่าค่อนข้างคงที่ไปจนถึงความลึก 142 เซนติเมตร คือโดยส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในพิสัย 0.3-0.5 mS/cm. หลังจากนั้นค่าเพิ่มเป็น 3.7-7.5 mS/cm. ที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน

จากลักษณะต่างๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้อนุมานได้ว่าหน้าตัดดินนี้มีวัตถุต้นกำเนิดเกือบตลอดช่วงความลึกเป็นตะกอนน้ำกร่อยอายุมากและจะสังเกตเห็นว่าปฏิกริยาดินและค่าการนำไฟฟ้าของดิน มีการแจกกระจายตลอดความลึกเหมือนกับที่พบในหน้าตัดดินที่ 3

#### ค่าวิเคราะห์ทางเคมี

**อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** ในตอนบน 40 เซนติเมตรของหน้าตัดดิน ค่าอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดลดลงตามความลึกจากร้อยละ 2 ไปเป็นร้อยละ 0.2 และจาก 203 ppm ไปเป็น 25 ppm ตามลำดับ หลังจากนั้นแนวโน้มการแจกกระจายค่อนข้างคงที่ไปจนถึงความลึก 127 เซนติเมตร (มีค่าส่วนใหญ่อยู่ในพิสัยร้อยละ 0.2-0.4 และ 20-30 ppm ตามลำดับ) ส่วนในตอนล่างสุดของหน้าตัดดินจะมีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง (ร้อยละ 1-5 และ 12-55 ppm ตามลำดับ) อีกทั้งอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดยังมีการแจกกระจายที่เหมือนกับอินทรีย์คาร์บอนเกือบตลอดหน้าตัดดิน

**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** ตลอดหน้าตัดดินการแจกกระจายของค่าวิเคราะห์ทั้งสองมีแนวโน้มเหมือนกัน คือลดลงตามความลึก อย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่ผิวหน้าดินจน

ถึงความลึก 75 เซนติเมตร หลังจากนั้นมีความที่แต่ก่อนไปทางลดลงเล็กน้อย ตลอดความลึก 75-107 เซนติเมตร และในตอนล่างสุดของหน้าตัดดินค่าวิเคราะห์ทั้งสองจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

จะสังเกตเห็นว่าชั้นที่พบสารประกอบโรโซไซด์ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก คือน้อยกว่า 1 ppm (อยู่ในพิสัย 0.5-0.7 ppm) และมีค่าโดยเฉลี่ยของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดน้อยกว่าชั้นที่อยู่ตอนบนและตอนล่าง (ตารางที่ 4 และภาพที่ 7) นอกจากนี้แล้วการแจกกระจายของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดคงเหมือนกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดอีกด้วย

### Fractionation Phosphorus

**SL-P** มีค่าต่ำมากตลอดหน้าตัดดิน คือน้อยกว่า 0.5 ppm และการแจกกระจายของ SL-P สอดคล้องกับลำดับการตกตะกอนดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อการแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน

**AI-P** มีลักษณะการแจกกระจายตลอดหน้าตัดดินคล้ายกับปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำ และเช่นเดียวกันกับที่พบในหน้าตัดดินที่ 3 คือ ชั้นที่พบโรโซไซด์ มี AI-P ต่ำกว่าชั้นที่อยู่ตอนบนและตอนล่างอย่างมากและโดยเฉลี่ยแล้วตอนบนของหน้าตัดดินมี AI-P มากกว่าตอนล่างของหน้าตัดดิน (ยกเว้นชั้นดินบนซึ่งมี AI-P มากที่สุด คือ 15 ppm โดยเฉลี่ย)

**Fe-P** ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 75 เซนติเมตร ค่า Fe-P มีลักษณะเหมือนการแจกกระจายของปฏิกิริยาดินเมื่อแห้ง แต่หลังจากนั้นการแจกกระจายของ Fe-P จะตรงกันข้ามกับการแจกกระจายของปฏิกิริยาดินไปจนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าตอนบนสุดและตอนล่างสุดของหน้าตัดดินจะมี Fe-P มากกว่าตอนกลางของหน้าตัดดินที่พบโรโซไซด์ซึ่งค่าของ Ca-P และ Residual-P ก็มีลักษณะเช่นเดียวกันนี้

นอกจากนี้แล้ว ยังพบอีกว่าปริมาณของอนุภาคขนาดดินเหนียวไม่มีผลต่ออนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดและ Fractionation Phosphorus เลย เช่น ในตอนบนของหน้าตัดดิน (0-50 เซนติเมตร) ซึ่งมีอนุภาคดินเหนียวต่ำกว่าตอนกลางของหน้าตัดดิน (50-142 เซนติเมตร) แต่กลับมีอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปริมาณที่มากกว่า หรือในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (142-210 เซนติเมตร) ซึ่งมีอนุภาคดินเหนียวน้อยที่สุดก็มีอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงกว่าตอนกลางของหน้าตัดดินและค่อนข้างใกล้เคียงกับตอนบนของหน้าตัดดิน แสดงว่าองค์ประกอบในวัตถุต้นกำเนิดดินมีอิทธิพลต่อปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยเฉพาะในดินที่มีพัฒนาการต่ำ ตลอดหน้าตัดดินจะพบว่าปริมาณของ Fractionation Phosphorus มีความสัมพันธ์เป็นดังนี้

ที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร พบว่า  $Fe-P > Residual-P \gg Ca-P > AI-P \gg SL-P$

ที่ความลึก 30-127 เซนติเมตร พบว่า  $Residual-P > Fe-P > Ca-P > AI-P > SL-P$

ที่ความลึก 127-210 เซนติเมตร พบว่า  $Residual-P > Fe-P > AI-P > Ca-P > SL-P$

## หน้าตัดดินที่ 5

พบจาโรไซท์ที่ระดับความลึก 80-140 เซนติเมตร ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 80 เซนติเมตร ดินมีสีออกน้ำตาลเป็นดินเนื้อละเอียดปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.0) ที่ความลึก 80-140 เซนติเมตร ซึ่งพบจาโรไซท์ดินมีสีจางลงกว่าเดิมมากคือมีสีเทาออกเขียว นอกจากนี้จะมีจาโรไซท์แล้ว ยังพบจุดประสีแดงและสีน้ำตาลอีกด้วย ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ (pH 5.0-5.5) ยกเว้นที่ตอนล่างสุดของช่วงความลึกนี้ที่มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.5) และตั้งแต่ความลึก 120 เซนติเมตร ลงไปถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (220 เซนติเมตร) ดินจะลวดนัวมือเมื่อบีบออกมาอย่างแรง ตั้งแต่ความลึกที่ 140 เซนติเมตรลงไป ดินมีลักษณะเป็นโคลนและสีเขียว ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นด่างปานกลางถึงด่างแก่ (pH 8.0-8.5)

ค่าการแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ตารางที่ 5 และภาพที่ 8) แสดงให้ทราบว่า หน้าตัดดินนี้เกิดจากการตกตะกอนที่ต่างเวลากัน คือ

ตั้งแต่ผิวหน้าดินจนถึงความลึก 35 เซนติเมตร เป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง มีอนุภาคขนาดดินเหนียวและอนุภาคขนาดทรายแป้งในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 49-52 และ 47-49 ตามลำดับ และมีอนุภาคขนาดทรายน้อยกว่าร้อยละ 2

ที่ความลึก 35-80 เซนติเมตร เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 53-54 อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 44-47 และอนุภาคขนาดทรายน้อยกว่าร้อยละ 1.5

ที่ความลึก 100-160 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียวและอนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 54-57 และ 42-45 ในขณะที่มีอนุภาคขนาดทรายน้อยกว่าร้อยละ 2

ที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (160-220 เซนติเมตร) มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวเช่นเดียวกับช่วงความลึกอื่นๆ แต่มีอนุภาคขนาดดินเหนียวและทรายแป้งแตกต่างจากชั้นดินที่อยู่ตอนบน คือมีค่าร้อยละ 35-58 และ 41-61 ตามลำดับ โดยแจกกระจายตามความลึกในลักษณะตรงกันข้ามกัน ส่วนอนุภาคขนาดทราย มีค่าต่ำกว่าร้อยละ 1

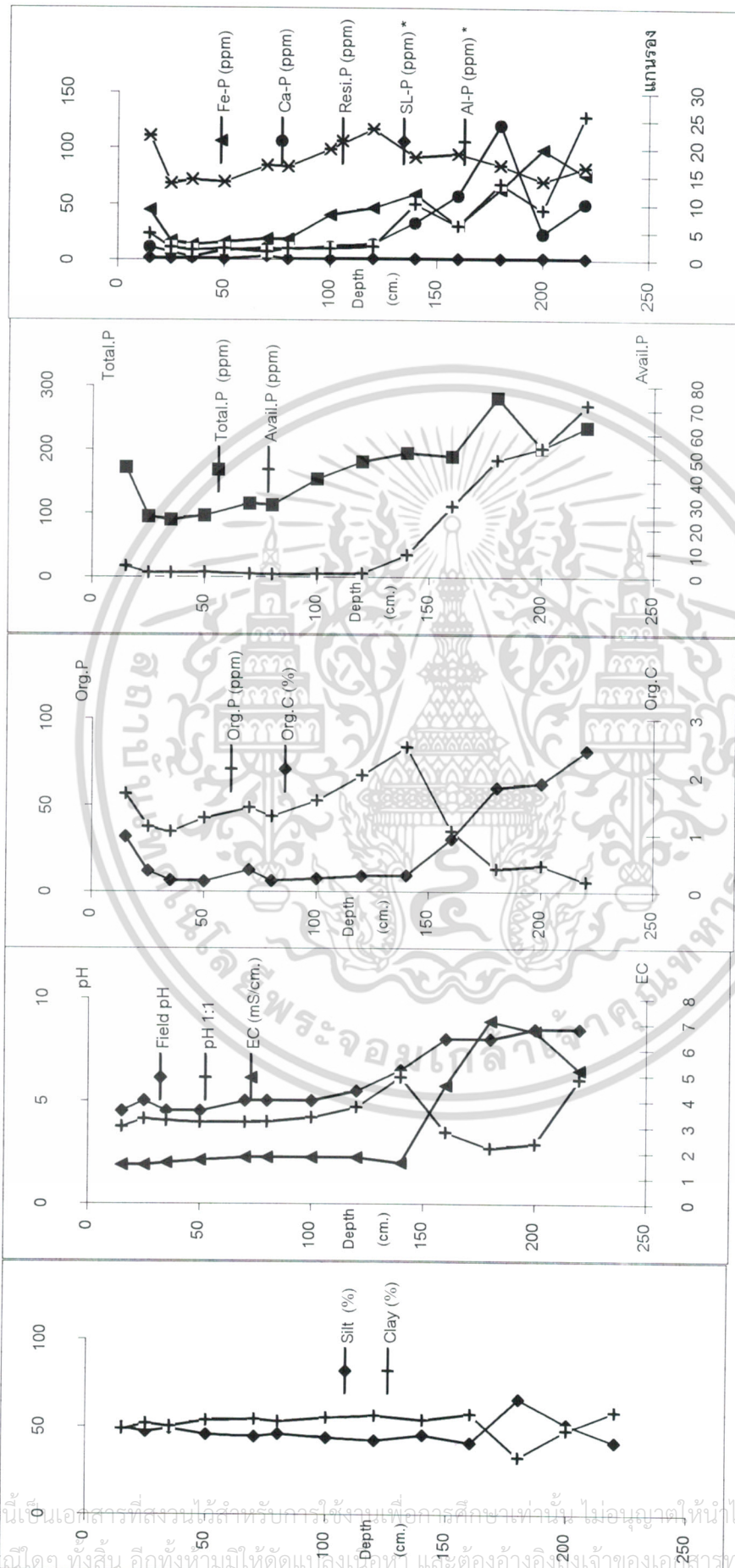
จากค่าปฏิกิริยาดินในสนามและค่าวิเคราะห์ทางเคมีบางประการ ทำให้แยกหน้าตัดดินออกได้เป็น 2 ช่วงใหญ่ๆ คือ ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปจนถึงความลึก 140 เซนติเมตร มีปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดจัดถึงกรดปานกลาง (pH 4.5-6.5) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ส่วนค่าปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำ มีค่าเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 3.7-4.7) ยกเว้นที่ความลึก 120-140 เซนติเมตร ซึ่งมี pH เท่ากับ 6.2 ทำให้แยกย่อยช่วงความลึกนี้ได้อีก 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ ที่ความลึก 0-35, 35-80, 80-120 และ 120-140 เซนติเมตรตามลำดับ การนำไฟฟ้าของช่วงความลึกนี้มีค่าส่วนใหญ่เป็น 1.5-1.8 mS/cm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Horizon	Depth (cm.)	Particle Size Distribution (%)			pH (Field)	pH ดิน:น้ำ 1:1	pH KCl 1:1	EC 1:1 (mS/cm.)	Org.C (%)	Org.P (ppm)	OC:OP (ppm)	Avail.P (ppm)	Total.P (ppm)	Fractionation Phosphorus (ppm)				Residual.P (ppm)
		Sand	Silt	Clay										Texture	SL-P	Al-P	Fe-P	
Ap <sub>1</sub>	0-15	1.86	49.47	48.67	4.5	3.75	3.00	1.50	0.95	56.43	170	4.25	170.69	0.27	4.57	44.39	11.16	110.30
Ap <sub>2</sub>	15-25	1.25	47.07	51.68	5.0	4.10	3.21	1.50	0.35	37.26	94	1.58	93.88	0.19	2.11	16.57	7.08	67.93
Bg <sub>1</sub>	25-35	1.13	48.79	50.08	4.5	4.04	3.13	1.60	0.19	34.38	56	1.56	89.03	0.28	1.65	13.19	2.37	71.54
Bg <sub>2</sub>	35-50	0.89	45.64	53.47	4.5	3.95	3.15	1.70	0.17	42.51	40	1.91	95.46	0.10	1.97	15.73	8.46	69.20
Bg <sub>3</sub>	50-70	1.59	44.39	54.02	5.0	3.95	3.17	1.80	0.37	48.35	77	1.04	114.58	0.62	1.33	18.70	10.08	83.85
Bg <sub>4</sub>	70-80	1.34	45.83	52.83	5.0	3.99	3.20	1.80	0.18	43.38	41	0.85	112.19	0.12	1.95	18.24	9.00	82.88
Bg <sub>5</sub>	80-100	1.40	43.59	55.01	5.0	4.19	3.37	1.80	0.22	52.62	42	1.03	152.72	0.14	2.00	39.83	11.95	98.80
BC <sub>1</sub> g <sub>1</sub>	100-120	1.42	42.27	56.31	5.5	4.70	3.83	1.80	0.27	67.00	40	1.46	179.95	0.16	2.33	46.57	13.97	116.92
BC <sub>2</sub> g <sub>2</sub>	120-140	1.00	45.13	53.87	6.5	6.16	4.83	1.60	0.28	83.08	33	9.23	194.00	0.22	10.01	58.74	33.04	91.99
Cg <sub>1</sub>	140-160	1.84	41.02	57.14	8.0	3.48	2.95	4.60	0.91	34.96	259	29.36	189.14	0.18	6.01	30.70	57.66	94.59
Cg <sub>2</sub>	160-180	1.45	65.94	32.61	8.0	2.70	2.34	7.10	1.80	12.87	1387	48.83	281.62	0.22	13.55	62.91	120.46	84.48
Cg <sub>3</sub>	180-200	0.62	51.25	48.13	8.5	2.91	2.48	6.70	1.88	14.77	1251	53.76	201.45	0.32	8.88	98.46	23.28	70.51
Cg <sub>4</sub>	200-220	0.21	41.32	58.47	8.5	6.06	5.57	5.20	2.44	5.74	4068	71.88	235.31	0.22	25.67	76.20	50.53	82.69

ตารางที่ 5 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในองค์กรศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะรวมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



\* อ่านค่าตามแกนรอง ; Resi.P = Residual-P

ภาพที่ 8 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ที่ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต  
 ไม่ควรเอาใจใส่ทุกสิ่งทุกอย่างที่เห็นในเอกสารนี้ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีคนนำไปใช้

ตั้งแต่ความลึก 140 เซนติเมตรจนถึงตอนล่าง มีปฏิริยาดินในสนามเป็นด่างปานกลางถึงด่างแก่ (pH 8.0-8.5) แต่เมื่อวัดในห้องปฏิบัติการเมื่อดินแห้ง พบว่าปฏิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 2.7-3.5) และเป็นกรดปานกลาง (pH 6.1) ที่ความลึก 140-200 และ 200-220 เซนติเมตร ตามลำดับ การนำไฟฟ้าของดินในช่วงความลึกนี้แตกต่างจากตอนบนของหน้าตัดดินอย่างชัดเจนคือ มีค่าเท่ากับ 4.2-6.7 mS/cm.

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า หน้าตัดดินนี้มีวัตถุต้นกำเนิดดิน 2 ประเภท คือในตอนบนของหน้าตัดดินเป็นตะกอนน้ำกร่อยและอาจมีตะกอนน้ำจืดเข้ามาเกี่ยวข้องกับด้วยในดินบน ส่วนตอนล่างเป็นตะกอนน้ำทะเลที่มีสารประกอบไพไรต์อยู่ในปริมาณมาก ทั้งนี้ สืบเนื่องจากในสภาพน้ำแข็งตามธรรมชาติดินมีปฏิริยาเป็นด่างปานกลาง แต่เมื่อดินแห้งปฏิริยาดินจะเป็นกรดรุนแรง แสดงว่าสารประกอบไพไรต์ถูกออกซิไดซ์

#### ค่าวิเคราะห์ทางเคมี

**อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** ตั้งแต่ผิวหน้าดินจนถึงความลึก 140 เซนติเมตร อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีการแจกกระจายเหมือนกัน ในขณะที่จากความลึก 140 เซนติเมตร จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดินนั้นจะแจกกระจายในลักษณะที่ตรงกันข้าม

ชั้นบนของหน้าตัดดิน มีอินทรีย์คาร์บอนร้อยละ 0.95 และที่ความลึก 15-140 เซนติเมตร ค่าอินทรีย์คาร์บอนค่อนข้างคงที่ คืออยู่ในพิสัยร้อยละ 0.2-0.4 หลังจากนั้นอินทรีย์คาร์บอนจะเพิ่มขึ้นตามความลึกจากร้อยละ 0.9 ไปเป็นร้อยละ 2.4

อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด มีค่าเป็น 56 ppm ในชั้นดินบน ตั้งแต่ความลึก 15-70 เซนติเมตร มีอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในพิสัย 32-48 ppm โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกซึ่งเหมือนกับที่ความลึก 70-140 เซนติเมตร ที่มีอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในพิสัย 43-83 ppm และที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน ค่าอินทรีย์ฟอสฟอรัสลดลงอย่างเห็นได้ชัดจาก 13 ppm ไปเป็น 6 ppm

**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** การแจกกระจายของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในหน้าตัดดินนี้เหมือนกับหน้าตัดดินที่ 3 และ 4 ชั้นที่มีจิวไรต์หรือมีปฏิริยาดินในสนามเป็นกรดรุนแรงจะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่น้อยมาก ในขณะที่ตอนล่างของหน้าตัดดินซึ่งปฏิริยาดินในสนามเป็นด่างปานกลางจะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าชั้นดินอื่นๆ โดยตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 140 เซนติเมตร มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก คือส่วนใหญ่อยู่ในพิสัย 1-2 ppm ยกเว้นชั้นบนสุดและล่างสุดของช่วงความลึกนี้ มีค่าเท่ากับ 4 และ 9 ppm ในขณะที่ช่วงล่างสุดของหน้าตัดดิน (140-220 เซนติเมตร) มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าตอนบนอย่างมาก คือมีค่าอยู่ในพิสัย 20-72 ppm โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก

**อนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** มีค่าเท่ากับ 171 ppm ที่ชั้นดินบน และตั้งแต่ความลึก 15 เซนติเมตรลงไปตลอดหน้าตัดดินพบว่าค่านี้เพิ่มขึ้นตามความลึกจาก 89 ppm ไปเป็น 281 ppm และถ้าพิจารณาอย่างละเอียด จะเห็นว่าการแจกกระจายของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดสอดคล้องกับลำดับการตกตะกอนของวัตถุต้นกำเนิดดินดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

#### **Fractionation Phosphorus**

**SL-P** มีค่าต่ำมาก คือน้อยกว่า 0.5 ppm ตลอดหน้าตัดดิน และมีการแจกกระจายที่สอดคล้องกับลำดับการตกตะกอนของวัตถุต้นกำเนิดดิน

**AI-P** ที่ความลึก 0-120 เซนติเมตร มี AI-P ในปริมาณที่ต่ำมาก โดยมีค่าสูงสุดที่ชั้นดินบน (5 ppm) หลังจากนั้นมีความโน้มค่อนข้างคงที่ (1-2 ppm) ในขณะที่ตั้งแต่ความลึก 120 เซนติเมตรลงไปจะมี AI-P มากกว่าตอนบน (6-26 ppm) และตลอดหน้าตัดดิน การแจกกระจายของ AI-P ที่สอดคล้องกับค่าปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำเป็นอย่างมาก

**Fe-P** ยกเว้นชั้นดินบนซึ่งมี Fe-P เท่ากับ 44 ppm แล้ว จะพบว่า Fe-P มีความโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกจาก 13 ppm ไปเป็น 59 ppm ไปจนถึง 140 เซนติเมตร อีกทั้งการแจกกระจายของ Fe-P ในช่วงความลึกนี้เหมือนกับปฏิกิริยาดินที่วัดด้วยน้ำ ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (140-220 เซนติเมตร) มี Fe-P สูงกว่าชั้นที่อยู่ตอนบน (31-98 ppm) แต่มีการแจกกระจายที่ไม่สอดคล้องกับค่าปฏิกิริยาดินมากนัก (ตารางที่ 5 และภาพที่ 8) อย่างไรก็ตามจะเห็นว่า ชั้นที่มีจาโรไซต์มักมี AI-P กับ Fe-P ต่ำกว่าชั้นตะกอนสีเขียวซึ่งอยู่ตอนล่างของหน้าตัดดินเสมอ

**Ca-P** มีการแจกกระจายคล้ายกับ AI-P กับ Fe-P คือ ในความลึก 0-140 เซนติเมตร มีปริมาณน้อยกว่าที่ความลึก 140-220 เซนติเมตร และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก จาก 2 ppm ไปเป็น 33 ppm รวมทั้งการแจกกระจายในช่วงนี้คล้ายกับปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำ แต่หลังจากความลึกนี้ลงไปจะมีค่า Ca-P มากขึ้น (23-120 ppm) และไม่เหมือนการแจกกระจายของปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำมากนัก

**Residual-P** การแจกกระจายของ Residual Phosphorus ตลอดหน้าตัดดินแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ จากผิวหน้าดินถึงความลึก 120 เซนติเมตร Residual-P มีความโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกจาก 68 ppm ไปเป็น 117 ppm หลังจากนั้นค่านี้จะลดลงจาก 95 ppm ไปเป็น 71 ppm จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน

ตลอดหน้าตัดดิน พบว่าการแจกกระจายของ Fractionation Phosphorus เป็นดังนี้ Residual-P > Fe-P > Ca-P >> AI-P >> SL-P

## ดินที่ไม่มีสารประกอบจาโรไซต์เกิดขึ้นในหน้าตัดดิน

ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 6 และหน้าตัดดินที่ 7

### หน้าตัดดินที่ 6

พบในสภาพแอ่งต่ำ น้ำเซาะขังเกือบตลอดทั้งปี ไม่พบสารประกอบจาโรไซต์ในหน้าตัดดิน แต่มีปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 4.0) และปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำมีค่าเป็นกรดจัดอย่างรุนแรง (pH 3.5-4.2) แสดงว่ามีความเป็นกรดในดินสูงมากซึ่งเป็นไปได้ว่าในสภาพน้ำขังสารประกอบไพไรต์อาจทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำได้เกิดไฮดรอกซัลฟูริก ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ลักษณะของดินในสนาม พบว่าตอนบน 10 เซนติเมตร มีสีจางกว่าที่ความลึก 10-50 เซนติเมตร ซึ่งเป็นไปได้ว่าตอนบนสุดเป็นตะกอนใหม่มาทับอยู่บนชั้นดินบนเดิม ในขณะที่ชั้นความลึกอื่นๆ นั้นดินมีสีเทาซึ่งบอกลักษณะการขังน้ำเป็นเวลานาน

จากลักษณะการแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ตารางที่ 6 และภาพที่ 9) และลักษณะของดินในสนาม ทำให้แยกหน้าตัดดินออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

จากผิวหน้าดินถึง 10 เซนติเมตร เป็นดินเหนียวที่มีอนุภาคขนาดดินเหนียว อนุภาคขนาดทรายแป้ง และอนุภาคขนาดทรายเท่ากับร้อยละ 67, 13 และ 1.5 ตามลำดับ

ที่ความลึก 10-100 เซนติเมตร เป็นดินเหนียว ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 59-63 อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 37-39 และอนุภาคขนาดทรายร้อยละ 0.6-3.0

ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (100-135 เซนติเมตร) มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 70 อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 25 และอนุภาคขนาดทรายร้อยละ 0.6

### ค่าวิเคราะห์ทางเคมี

ปฏิกิริยาดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 3.5-4.3 โดยตอนบน 50 เซนติเมตร มีค่าสูงกว่าตอนล่างเล็กน้อย

การนำไฟฟ้าของดิน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก คือ 2.6-6.6 mS/cm. จากค่าการนำไฟฟ้าของดินนี้เอง ทำให้อนุมานได้ว่าดินมีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำกร่อยอายุน้อยที่มีตะกอนน้ำจืดทับถมอยู่บางๆ ในตอนบน

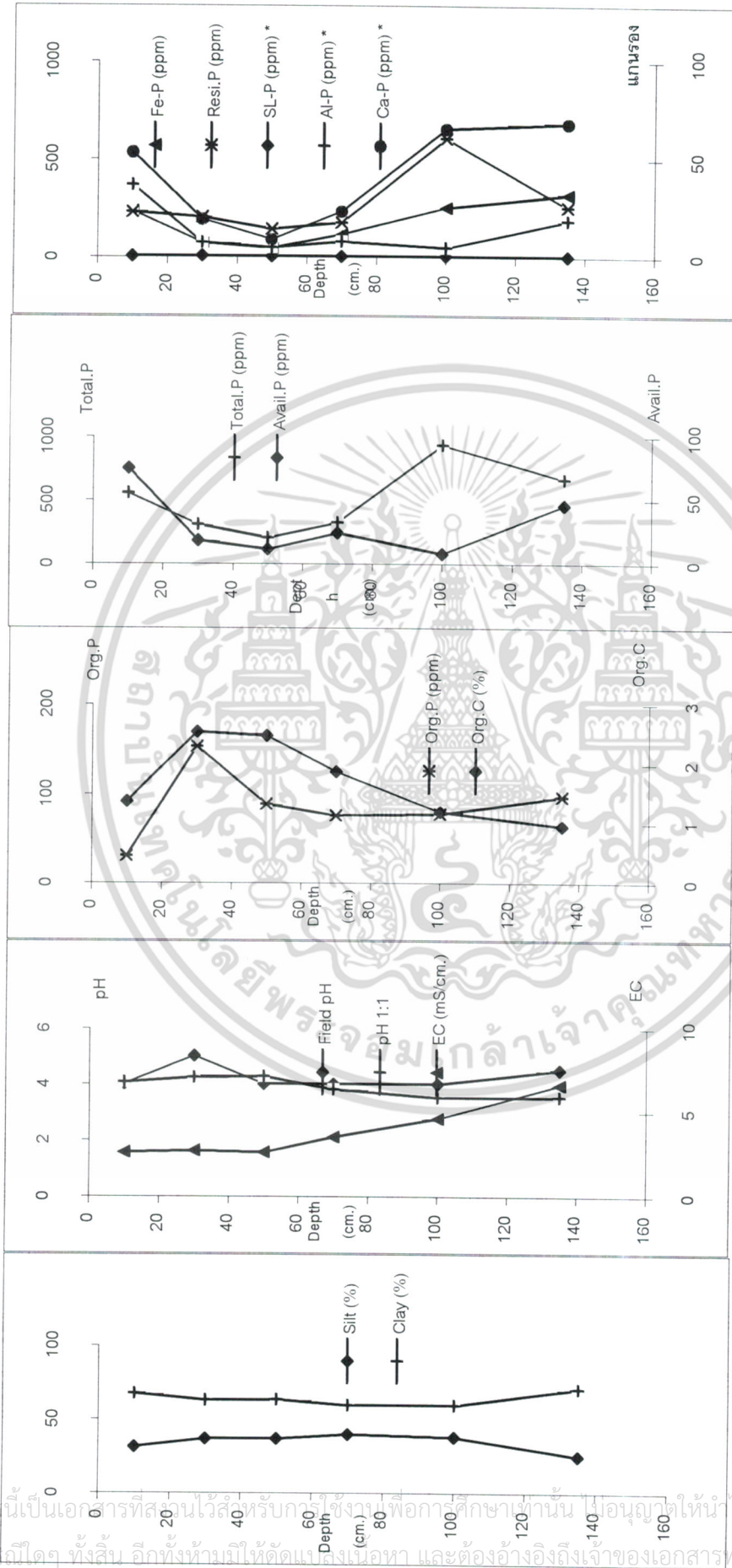
อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด อินทรีย์คาร์บอนมีค่าสูงสุดที่ชั้นดินบนเดิม (10-50 เซนติเมตร; ร้อยละ 2.5) และมีแนวโน้มลดลงจากร้อยละ 2.5 ไปเป็นร้อยละ 0.95 ตามความลึก ในขณะที่ดินบน 10 เซนติเมตร มีอินทรีย์คาร์บอนร้อยละ 1.4 อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีการแจกกระจายที่สอดคล้องกับอินทรีย์คาร์บอนคือมีค่าสูงสุดที่ความลึก 10-30 เซนติเมตร (153 ppm) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ในขณะที่ดินบนมีอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดเพียง 30 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Horizon Depth (cm.)	Particle Size Distribution (%)			pH (Field)	pH ดิน:น้ำ 1:1	pH KCl 1:1	EC 1:1 (mS/cm.)	Org.C (%)	Org.P (ppm)	OC:OP (ppm)	Avail.P (ppm)	Total.P (ppm)	Fractionation Phosphorus (ppm)				Residual.P (ppm)	
	Sand	Silt	Clay										Texture	SL-P	Al-P	Fe-P		Ca-P
0-10 Apg	1.52	31.28	67.20	Clay	4.0	4.05	3.51	2.6	1.37	29.58	45	74.90	553.21	0.27	36.77	234.67	53.45	228.05
10-30 Bwg 1	0.62	36.70	62.68	Clay	5.0	4.23	3.68	2.7	2.54	152.61	167	18.07	301.87	0.42	7.33	71.34	19.28	203.50
30-50 Bwg 2	0.59	36.53	62.88	Clay	4.0	4.27	3.60	2.6	2.47	88.40	281	10.92	199.14	0.39	4.63	44.39	9.01	140.72
50-70 Bwg 3	1.32	39.44	59.24	Clay	4.0	3.80	3.22	3.5	1.87	76.01	247	24.09	319.54	0.19	7.79	112.92	23.36	175.28
70-100 Cg 1	3.06	37.76	59.18	Clay	4.0	3.52	2.96	4.6	1.20	77.75	153	7.81	929.51	0.50	4.62	254.16	65.47	604.76
100-135 Cg 2	0.56	24.96	70.48	Clay	4.5	3.53	2.99	6.6	0.95	96.80	98	45.91	663.33	0.19	18.73	320.02	68.30	256.09

ตารางที่ 6 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้บนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



\* อ่านค่าตามแกนรอง ; Resi.P = Residual-P

ภาพที่ 9 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้วงนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะตีพิมพ์ หรือทำซ้ำในทางอื่นใดก็ตาม หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อเจ้าของเอกสารที่ระบุไว้

**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** มีค่ามากที่สุดชั้นดินบน (75 ppm) และชั้นล่างสุด (46 ppm) ในขณะที่ตอนกลางของหน้าตัดดินมีค่าไม่สม่ำเสมอ โดยอยู่ในพิสัย 8-24 ppm

**อนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** มีการแจกกระจายไม่สม่ำเสมอตลอดความลึกเช่นเดียวกัน คือมีค่าอยู่ในพิสัย 119-930 ppm อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าตอนบน 70 เซนติเมตร มีค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำกว่าตอนล่างของหน้าตัดดิน

ตั้งแต่ผิวหน้าดินถึงความลึก 70 เซนติเมตร จะเห็นว่าการแจกกระจายของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีความสอดคล้องกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด แต่หลังจากนั้นจะแจกกระจายในลักษณะตรงกันข้าม

#### **Fractionation Phosphorus**

**SL-P** มีค่าต่ำกว่า 0.5 ppm ตลอดหน้าตัดดิน

**AI-P** ในตอนบนและตอนล่างของหน้าตัดดิน มีค่า AI-P สูงกว่าตอนกลางของหน้าตัดดิน (37 ppm, 19 ppm และ 5-8 ppm ตามลำดับ)

**Fe-P** มีค่าต่ำสุดที่ความลึก 10-50 เซนติเมตร และมีค่าสูงมากในชั้นดินบนกับตอนล่างของหน้าตัดดิน นอกจากนี้ยังพบอีกว่ามีการแจกกระจายในลักษณะตรงกันข้ามกับค่าปฏิกิริยาดิน

**Ca-P** มีการแจกกระจายเหมือนกับ Fe-P คือ ที่ความลึก 10-50 เซนติเมตร มีค่าต่ำที่สุดในขณะที่ตอนบนกับตอนล่างของหน้าตัดดินมีค่าสูงที่สุด

**Residual-P** มีการแจกกระจายตลอดหน้าดินเหมือนกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดคือ ตอนบน 30 เซนติเมตร และตอนล่างสุดมีค่ามากกว่าที่ความลึก 30-70 เซนติเมตร

ตลอดหน้าตัดดินพบว่า Residual-P > Fe-P >> Ca-P > AI-P >> SL-P ยกเว้น ตอนบน 10 เซนติเมตร ซึ่งมี Fe-P > Residual-P >> Ca-P > AI-P >> SL-P

#### **หน้าตัดดินที่ 7**

เป็นดินกรดจัดที่กำลังมีการดกมะถันเกิดขึ้นจริงในหน้าตัดดิน แต่ไม่มีสารประกอบจาโรไซต์ให้เห็น ทั้งนี้อาจเกิดจากดินอยู่ในสภาพรีดิวซ์เกือบตลอดเวลา ทำให้ไพไรต์ทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำเกิดเป็นสารประกอบเกอไทต์และกรดซัลฟูริก

ดินบน 20 เซนติเมตร มีสีคล้ำเนื่องจากอิทธิพลของอินทรีย์วัตถุ ปฏิกิริยาดินในสนามต่างกัน อย่างเห็นได้ชัดเจน (pH 4.5 และ 7.0 ตามลำดับ) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอิทธิพลของการใช้ที่ดิน การใช้ปุ๋ย และการขังน้ำบนพื้นที่ ตั้งแต่ความลึก 20 เซนติเมตรลงไป ดินมีสีเทา มีลักษณะคล้ายโคลนและ ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 4.0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (ตารางที่ 7 และภาพที่ 10) พบว่าตลอดหน้าตัดดินเป็นดินเนื้อละเอียด มีอนุภาคขนาดดินเหนียวและขนาดทรายแป้งเป็นลักษณะเด่น คือ ร้อยละ 41-66 และ 33-54 ตามลำดับ โดยมีการแจกกระจายในทิศทางตรงกันข้ามกัน คืออนุภาคขนาดดินเหนียวลดลงตามความลึก ในขณะที่อนุภาคขนาดทรายแป้งเพิ่มขึ้น ส่วนอนุภาคขนาดทรายมีน้อยกว่าร้อยละ 3 และมีค่าไม่สม่ำเสมอตลอดหน้าตัดดิน ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปจนถึงความลึก 70 เซนติเมตร เนื้อดินเป็นดินเหนียว ส่วนในตอนล่างของหน้าตัดดินตั้งแต่ความลึก 70-120 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง

จากปฏิกิริยาดินในสนามซึ่งเป็นกรดจัดมากตลอดหน้าตัดดิน (pH 4.0) และปฏิกิริยาดินเมื่อวัดด้วยน้ำที่มีค่าต่ำอย่างมาก (pH 2.7-3.8) รวมทั้งจากค่าการนำไฟฟ้าของดินซึ่งเพิ่มขึ้นตามความลึก (1.8-15 mS/cm.) ทำให้คาดการณ์ได้ว่าหน้าตัดดินนี้มีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำกร่อยกับตะกอนน้ำทะเลที่มีสารประกอบไพไรต์เป็นองค์ประกอบอยู่มาก ทำให้เมื่อเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำจึงได้กรดซัลฟูริกออกมามาก เป็นเหตุให้ดินเป็นกรดจัดอย่างรุนแรง ซึ่งลักษณะการแจกกระจายของปฏิกิริยาดินเมื่อแห้งกับค่าการนำไฟฟ้าของดินก็บอกให้ทราบถึงลำดับการตกตะกอนของวัตถุต้นกำเนิดดินเช่นเดียวกัน (ที่ความลึก 0-70 เซนติเมตร และ 70-120 เซนติเมตร (ตารางที่ 7 และภาพที่ 10))

#### ค่าวิเคราะห์ทางเคมี

**อินทรีย์คาร์บอน** ที่ตอนบน 50 เซนติเมตร อินทรีย์คาร์บอนมีค่าสูงสุด (ร้อยละ 2.7-3.0; ที่ความลึก 0-20 เซนติเมตร) และมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ในความลึกอื่นๆ ของช่วงนี้ (ร้อยละ 2.5-2.6) ตั้งแต่ความลึก 50 เซนติเมตรลงไปถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน อินทรีย์คาร์บอนมีค่าลดลงตามความลึกจากร้อยละ 3.0 ไปเป็นร้อยละ 1.3 และจะเห็นว่าตอนบน 50 เซนติเมตรมีอินทรีย์คาร์บอนมากกว่าตอนล่างของหน้าตัดดิน

**อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** มีการแจกกระจายเหมือนกับอินทรีย์คาร์บอน คือ ตอนบน 50 เซนติเมตรมีค่าสูงกว่าตอนล่างของหน้าตัดดิน แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีการแจกกระจายไม่สม่ำเสมอตลอดหน้าตัดดิน

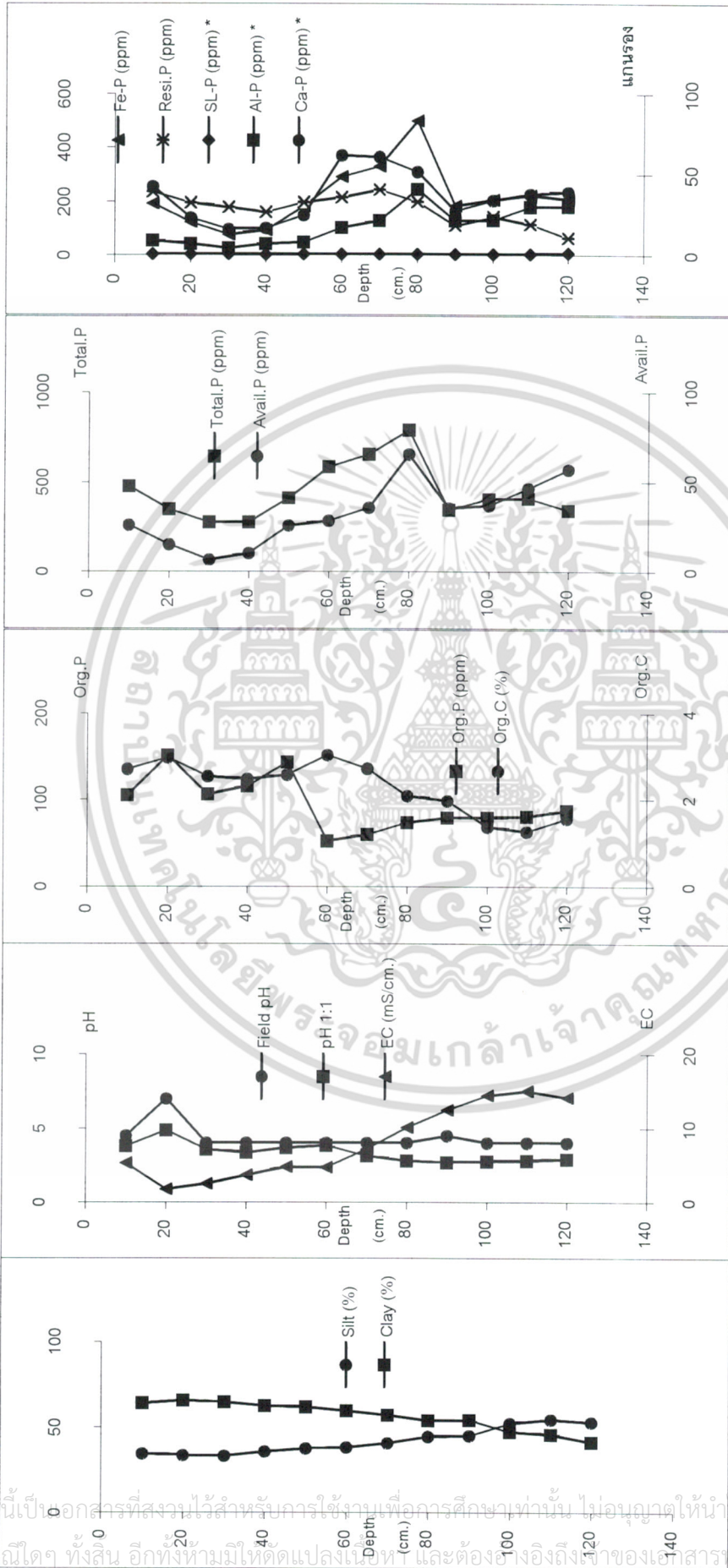
**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกจาก 6 ppm ไปเป็น 65 ppm ซึ่งตลอดหน้าตัดดินอาจจะแบ่งการแจกกระจายของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ออกได้เป็น 3 ช่วง คือ

ที่ความลึก 0-40 เซนติเมตร มีแนวโน้มลดลงตามความลึก จาก 26 ppm ไปเป็น 6 ppm

ที่ความลึก 40-80 เซนติเมตร มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก จาก 28 ppm ไปเป็น 66 ppm และตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกเช่นเดียวกัน คือ เพิ่มจาก 35 ppm ไปเป็น 57 ppm

Horizon	Depth (cm.)	Particle Size Distribution (%)			pH (Field)	pH ดิน:น้ำ 1:1	EC 1:1 (mS/cm.)	Org.C (%)	Org.P (ppm)	OC:OP (ppm)	Avail.P (ppm)	Total.P (ppm)	Fractionation Phosphorus (ppm)				Residual.P (ppm)	
		Sand	Silt	Clay									SL-P	Al-P	Fe-P	Ca-P		
App 1	0-10	1.88	34.26	63.86	4.5	3.77	3.27	5.30	2.69	104.62	257	25.71	476.65	0.24	8.74	190.67	42.37	234.63
App 2	10-20	1.21	33.16	65.63	7.0	4.84	4.12	1.80	2.96	150.69	196	14.77	346.34	0.28	6.92	122.03	23.05	194.06
Bg 1	20-30	2.75	32.82	64.43	4.0	3.58	3.00	2.50	2.53	106.14	238	6.29	271.78	0.20	3.96	75.16	15.82	176.64
Bg 2	30-40	1.98	35.57	62.45	4.0	3.35	2.89	3.70	2.47	115.50	213	10.09	273.68	0.16	6.75	91.32	16.68	158.77
Bg 3	40-50	0.96	37.36	61.68	4.0	3.68	3.23	4.80	2.57	142.73	179	25.47	408.56	0.29	7.73	181.09	24.82	194.63
Bg 4	50-60	2.61	37.87	59.52	4.0	3.84	3.32	4.70	3.02	52.25	582	28.04	563.36	0.24	16.85	290.90	61.79	213.58
BCg 1	60-70	2.81	40.37	56.82	4.0	3.14	2.75	7.20	2.71	59.56	452	35.50	653.91	0.33	21.41	329.39	60.53	242.25
BCg 2	70-80	1.92	44.40	53.68	4.0	2.79	2.46	10.10	2.08	73.20	285	65.57	767.60	0.41	40.55	498.81	51.54	196.29
Cg 1	80-90	0.91	44.91	54.18	4.5	2.68	2.40	12.40	1.97	78.89	250	35.08	341.97	0.33	21.21	183.02	27.45	109.95
Cg 2	90-100	0.63	52.37	47.00	4.0	2.75	2.50	14.40	1.37	79.12	1520	36.77	403.93	0.36	21.78	205.74	33.89	142.15
Cg 3	100-110	0.23	54.28	45.49	4.0	2.80	2.56	15.00	1.26	80.27	158	46.27	405.05	0.42	29.79	222.40	37.77	114.67
Cg 4	110-120	0.12	52.71	41.17	4.0	2.92	2.63	14.10	1.55	87.34	178	56.82	340.10	0.88	30.33	207.52	39.11	62.26

ตารางที่ 7 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 7



ภาพที่ 10 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด  
 ไม่ว่าจะผิดใจ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีคนนำไปใช้

**อนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** มีการแจกกระจายตลอดหน้าตัดดินเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ คือมีค่าอยู่ในพิสัย 272-477 ppm ที่ความลึก 0-40 เซนติเมตร 409-788 ppm ที่ความลึก 40-80 เซนติเมตร และ 340-405 ppm ในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน

#### **Fractionation Phosphorus**

**SL-P** แม้จะอยู่ในปริมาณที่ต่ำมาก คือน้อยกว่า 0.5 ppm เป็นส่วนใหญ่ แต่จะพบว่ามีการแจกกระจายตลอดช่วงความลึกคล้ายกับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด

**Al-P** มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในพิสัย 4-30 ppm ยกเว้นที่ความลึก 70-80 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงถึง 41 ppm และจะสังเกตเห็นว่าตอนบน 50 เซนติเมตรของหน้าตัดดินนี้มี Al-P ต่ำกว่าตอนล่างอย่างชัดเจน

**Fe-P** ตั้งแต่ผิวหน้าดินจนถึงความลึก 30 เซนติเมตร มีค่า Fe-P ลดลงตามความลึกจาก 191 ppm ไปเป็น 75 ppm หลังจากนั้นค่า Fe-P เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีค่าเป็น 499 ppm ที่ความลึก 70-80 เซนติเมตร และในตอนล่างสุดของหน้าตัดดินค่า Fe-P มีแนวโน้มคงที่ คืออยู่ในพิสัย 206-222 ppm

**Ca-P** มีการแจกกระจายไม่สม่ำเสมอตลอดหน้าตัดดิน คือในตอนบน 50 เซนติเมตร มีค่าลดลงตามความลึกจาก 42 ppm ไปเป็น 16 ppm ที่ความลึก 50-80 เซนติเมตร มีค่า Ca-P สูงกว่าตอนบนอย่างเห็นได้ชัด คืออยู่ในพิสัย 62-52 ppm และในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน Ca-P มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกเพิ่มจาก 27 ppm ไปเป็น 39 ppm

**Residual-P** มีการแจกกระจายตามความลึกไม่สม่ำเสมอเช่นเดียวกัน คือลดลงจาก 235 ppm ไปเป็น 159 ppm ในตอนบน 40 เซนติเมตร เพิ่มขึ้นจาก 195 ppm ไปเป็น 242 ppm ในช่วงความลึก 40-60 เซนติเมตร และลดลงอีกครั้งหนึ่งในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน โดยลดลงจาก 196 ppm ไปเป็น 62 ppm

การแจกกระจายของ Fractionation Phosphorus ตามความลึกพบว่า ในตอนบน 50 เซนติเมตร มี Residual-P > Fe-P >> Ca-P > Al-P >> SL-P ในขณะที่ตอนล่างของหน้าตัดดิน พบว่า Fe-P > Residual-P >> Ca-P > Al-P >> SL-P

### **ดินที่ผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว**

ได้แก่หน้าตัดดินที่ 8

#### **หน้าตัดดินที่ 8**

เป็นดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำจืดในตอนบนสุด ส่วนในตอนล่างเป็นตะกอนน้ำกร่อย และตะกอนน้ำทะเล ตามลำดับ ตอนบน 50 เซนติเมตร ดินมีสีคล้ำมากมีรอยแตกเป็นร่องเห็นได้อย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชัดเจน ปฏิกริยาดินในสนามเป็นกรดแก่ถึงเป็นกลาง (pH 5.5-7.0) ที่ความลึก 50-100 เซนติเมตร ดินมีสีเทาออกเหลือง ปฏิกริยาดินในสนามเป็นกลาง (pH 7.0) ความลึก 100-150 เซนติเมตร ดินมีสีเขียวออกเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกลาง (pH 7.0) และในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (150-220 เซนติเมตร) ดินมีสีเขียวเข้ม มีเศษเปลือกหอยขนาดเล็ก เมื่อบีบดินจะล่อนิ้วมือออกมา ปฏิกริยาดินเป็นด่างเล็กน้อย (pH 8.0-8.5)

จะเห็นว่าตลอดหน้าตัดดินมีปฏิกริยาดินในสนาม โดยเฉพาะในชั้นดินล่างเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย แต่เมื่อดินแห้งนำมาวัดในห้องปฏิบัติการ พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด คือตั้งแต่ผิวหน้าดินถึงความลึก 118 เซนติเมตร ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 4.0-6.4) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ในช่วงตอนบน 50 เซนติเมตร หลังจากนั้นค่อนข้างคงที่ ที่ความลึก 118-210 เซนติเมตร ซึ่งเดิมมีปฏิกริยาดินในสนามเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย แต่เมื่อดินแห้งจะเป็นกรดรุนแรงมาก (pH ส่วนใหญ่น้อยกว่า 3) แสดงว่ามีสารประกอบบางอย่างซึ่งเมื่อถูกออกซิไดซ์แล้วทำให้เกิดกรดขึ้นในดิน ส่วนในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน ค่าปฏิกริยาดินไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (ตารางที่ 8 และภาพที่ 11)

นอกจากค่าปฏิกริยาดินเมื่อแห้งจะบอกความแตกต่างของวัตถุต้นกำเนิดดินแล้ว การนำไฟฟ้าของดินก็บอกความแตกต่างของวัตถุต้นกำเนิดดินด้วยเช่นกัน คือในช่วงตอนบน 100 เซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยลดลงจาก 3.7 mS/cm. ไปเป็น 2.0 mS/cm. หลังจากนั้นก็มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว คือเพิ่มจาก 1.1 mS/cm. ไปเป็น 11.8 mS/cm. จนถึงความลึก 198 เซนติเมตร และในตอนล่างสุดของหน้าตัดดินมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 8.9 และ 7.9 mS/cm. ตามลำดับ

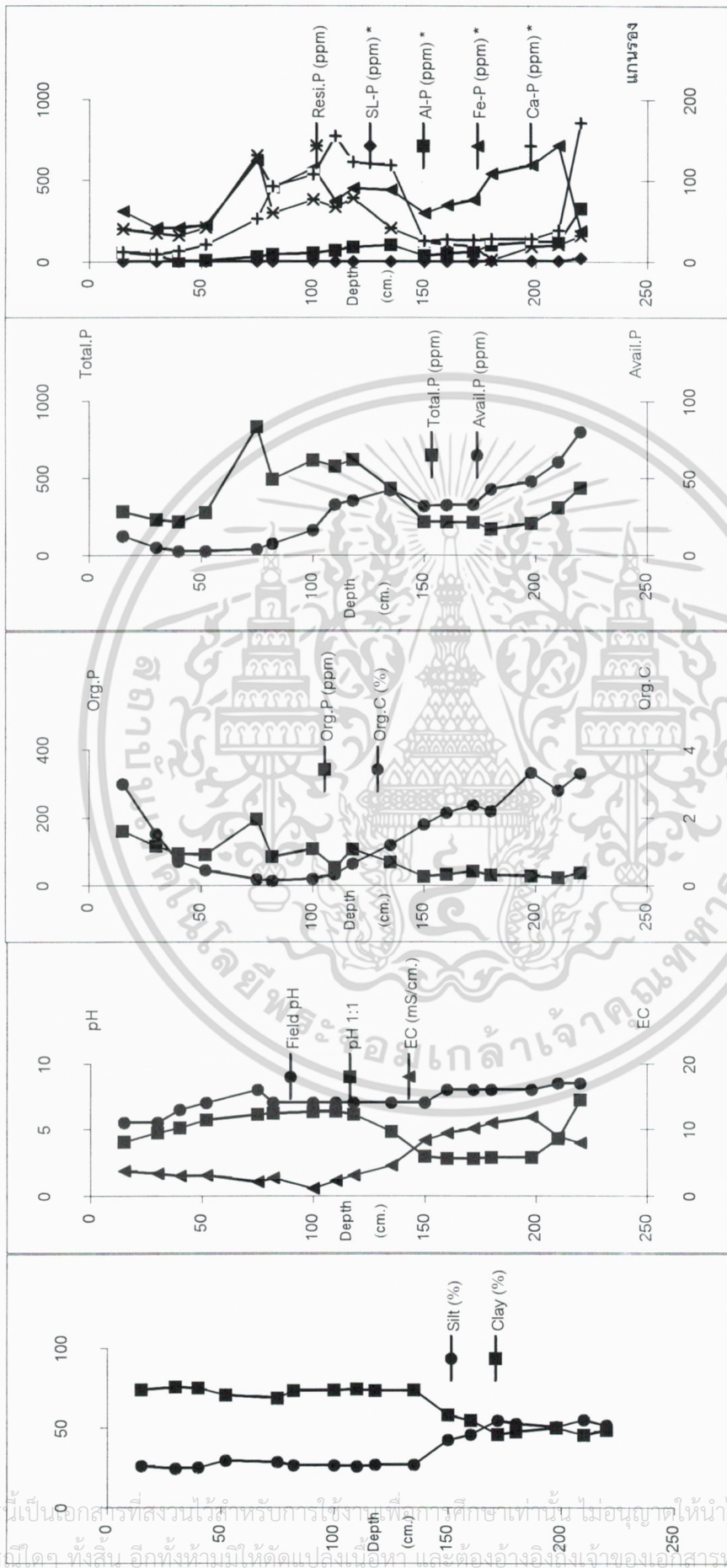
นั่นคือ มีความเป็นไปได้ว่าตอนบน 50 เซนติเมตรเป็นตะกอนน้ำจืด ที่ความลึก 50-130 เซนติเมตรเป็นตะกอนน้ำกร่อย หลังจากนั้นเป็นตะกอนน้ำทะเล ส่วนสาเหตุที่ไม่พบจาโรไซต์ภายในความลึก 1 เมตรนั้น เป็นไปได้ว่าสารประกอบนี้ถูกสะเทิน ถูกทำลาย หรือถูกชะล้างให้สูญหายไปจากหน้าตัดดินแล้ว อย่างไรก็ตามจะพบว่าในตอนล่างของหน้าตัดดินยังมีสารประกอบซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นจาโรไซต์ได้ถ้าถูกออกซิไดซ์

ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 135 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียว ร้อยละ 68-74 อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 24-30 ในขณะที่มีอนุภาคขนาดทรายต่ำมาก และในช่วงความลึกนี้สามารถแบ่งย่อยได้อีก 2 ส่วน คือ 0-75 เซนติเมตร และ 75-135 เซนติเมตร ทั้งนี้โดยใช้การแจกกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียวและอนุภาคขนาดทรายแป้งเป็น (ตารางที่ 8 และภาพที่ 11) และยังเห็นได้ชัดเจนว่าช่วงความลึกนี้มีอนุภาคขนาดดินเหนียวสูงกว่าในตอนล่างของหน้าตัดดินซึ่งเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง มีอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 45-59 และมีแนวโน้มลดลง

Horizon	Depth (cm.)	Particle Size Distribution (%)			pH (Field)	pH ดิน:น้ำ 1:1	EC 1:1 (mS/cm.)	Org.C (%)	Org.P (ppm)	OC:OP	Avail.P (ppm)	Fractionation Phosphorus (ppm)				Residual.P (ppm)			
		Sand	Silt	Clay								Texture	SL-P	Al-P	Fe-P		Ca-P		
Ap <sub>g</sub> 1	0-15	0.42	26.00	73.58	Clay	5.5	4.04	3.53	3.70	2.98	160.32	186	12.47	284.63	0.10	11.15	61.63	11.50	200.25
Ap <sub>g</sub> 2	15-30	0.27	24.32	75.41	Clay	5.5	4.72	4.09	3.30	1.53	116.46	132	5.04	229.78	0.06	7.04	41.09	8.52	173.06
AB <sub>g</sub>	30-40	0.29	25.16	74.55	Clay	6.5	5.11	4.40	2.90	0.70	93.18	75	2.41	214.77	0.10	0.83	41.34	12.81	159.69
B <sub>g</sub> 1	40-52	0.37	29.52	70.11	Clay	7.0	5.72	4.92	3.00	0.44	90.67	48	2.65	277.58	0.29	1.64	45.12	20.51	210.02
B <sub>g</sub> 2	52-75	3.41	28.28	68.31	Clay	8.0	6.14	5.29	2.00	0.18	195.83	9	3.87	832.77	0.16	6.13	124.02	52.33	650.13
B <sub>g</sub> 3	75-82	0.53	26.37	73.10	Clay	7.0	6.21	5.21	2.60	0.12	83.72	14	7.45	491.14	0.08	8.56	91.06	92.35	299.30
B <sub>g</sub> 4	82-100	0.17	26.45	73.38	Clay	7.0	6.33	5.34	1.10	0.19	107.75	18	16.31	615.97	0.39	10.67	114.96	106.75	383.20
BC <sub>g</sub> 1	100-110	0.18	25.79	74.03	Clay	7.0	6.38	5.35	2.20	0.31	51.63	59	32.96	577.98	0.21	14.15	74.91	153.99	334.72
BC <sub>g</sub> 2	110-118	0.28	26.62	73.10	Clay	7.0	6.11	5.14	3.00	0.64	105.79	61	35.57	620.66	0.25	17.88	90.13	122.02	390.38
BC <sub>g</sub> 3	118-135	0.05	26.67	73.28	Clay	7.0	4.83	4.15	4.50	1.19	67.60	176	42.34	433.54	0.32	20.35	88.20	118.05	206.62
BC <sub>g</sub> 4	135-150	0.05	42.10	57.85	Silty clay	7.0	2.95	2.48	8.30	1.80	25.00	719	32.00	216.43	0.14	7.36	60.00	25.15	123.78
C <sub>g</sub> 1	150-160	0.06	45.54	54.40	Silty clay	8.0	2.76	2.36	9.40	2.14	32.27	668	32.57	214.77	0.14	9.94	69.57	27.28	107.84
C <sub>g</sub> 2	160-172	0.10	54.33	45.57	Silty clay	8.0	2.79	2.38	10.10	2.37	41.09	579	33.03	211.93	0.25	12.91	76.70	26.30	95.77
C <sub>g</sub> 3	172-180	0.17	52.52	47.31	Silty clay	8.0	2.85	2.47	10.90	2.19	30.22	729	43.08	168.46	0.85	20.32	108.36	27.63	11.30
C <sub>g</sub> 4	180-198	0.05	50.22	49.73	Silty clay	8.0	2.87	2.51	11.80	3.32	27.08	858	47.85	206.94	0.62	24.67	119.24	27.96	88.45
C <sub>g</sub> 5	198-210	0.07	54.80	45.13	Silty clay	8.5	4.28	3.86	8.90	2.79	22.25	1268	60.50	309.10	0.64	24.88	143.11	38.52	101.95
C <sub>g</sub> 6	210-220	0.30	51.24	48.46	Silty clay	8.5	7.23	6.79	7.90	3.30	36.43	915	80.23	436.55	3.84	65.47	37.72	170.55	158.97

ตารางที่ 8 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้การควบคุมของกรมวิชาการ ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมวิชาการได้  
 ไม่ว่ากรณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ \* อ่านแกนค่าตามแกนรอง ; Resi.P = Residual-P

ภาพที่ 11 แสดงการแจกกระจายตามลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีงานนำไปใช้

ตามความลึก ในขณะที่อนุภาคขนาดทรายแบ่งเพิ่มขึ้นตามความลึก คือเพิ่มจากร้อยละ 42 ไปเป็นร้อยละ 55

### ค่าวิเคราะห์เคมี

อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด มีการแจกกระจายที่ไม่เหมือนกัน คือในขณะที่อินทรีย์คาร์บอนในตอนบนของหน้าตัดดิน (ยกเว้นชั้นดินบน) มีค่าน้อยกว่าตอนล่างของหน้าตัดดิน จะพบว่าอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีลักษณะตรงกันข้าม คือมีค่าลดลงตามความลึกและตอนบนของหน้าตัดดินมีค่าสูงกว่าตอนล่าง โดยที่ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 82 เซนติเมตร อินทรีย์คาร์บอนลดลงตามความลึกคือลดลงจากร้อยละ 3 ไปเป็นร้อยละ 0.12 และหลังจากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกอย่างเห็นได้ชัด โดยเพิ่มจากร้อยละ 0.2 ไปเป็นร้อยละ 3.3 ในขณะที่อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดนั้นแม้จะลดลงตามความลึกแต่การแจกกระจายในความลึก 135 เซนติเมตรจะไม่สม่ำเสมอมากนัก (อยู่ในพิสัย 51-160 ppm) และในตอนล่างของหน้าตัดดินมีค่าอยู่ในพิสัย 25-36 ppm

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในตอนบนของหน้าตัดดินมีค่านี้น้อยกว่าตอนล่างอย่างเห็นได้ชัดเจนคือตอนบน 82 เซนติเมตรแรก มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในพิสัย 2-7 ppm ยกเว้นชั้นดินบนซึ่งมีค่าเป็น 12 ppm และ 5 ppm ตามลำดับ ที่ความลึก 82-135 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในพิสัย 16-42 ppm โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกและในตอนล่างของหน้าตัดดินก็มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกเช่นเดียวกัน คืออยู่ในพิสัย 32-80 ppm จะเห็นว่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกและปริมาณที่พบในแต่ละช่วงความลึก บอกถึงลำดับการตกตะกอนและความแตกต่างของวัตถุต้นกำเนิดดินด้วยเช่นเดียวกัน

อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด มีการแจกกระจายตามความลึกแบ่งได้เป็น 3 ช่วงใหญ่ๆ เช่นเดียวกัน โดยตอนกลางและตอนล่างมีค่าน้อยกว่าตอนบนของหน้าตัดดิน ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 52 เซนติเมตร มีค่าวิเคราะห์นี้เท่ากับ 215-285 ppm จากความลึก 52 เซนติเมตรลงไปถึง 135 เซนติเมตร มีการแจกกระจายไม่สม่ำเสมอและมีค่าอยู่ในพิสัย 434-832 ppm ในช่วงแรกของตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (135-172 เซนติเมตร) มีค่าอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดค่อนข้างคงที่คือ 212-216 ppm หลังจากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกจนถึงตอนล่างสุด (168-437 ppm) เมื่อเปรียบเทียบกับปฏิกิริยาดินเมื่อแห้งจะเห็นว่ามีการแจกกระจายที่เหมือนกัน คือตอนกลางของหน้าตัดดินมีค่ามากกว่าตอนบนและตอนล่างของหน้าตัดดิน

### Fractionation Phosphorus

SL-P มีค่าต่ำกว่า 1 ppm ในแทบทุกระดับความลึก โดยที่ความลึก 172-220 เซนติเมตร มีค่าต่ำกว่าช่วงความลึกอื่นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Al-P** ที่ความลึก 0-40 เซนติเมตร Al-P มีค่าลดลงตามความลึก โดยลดลงจาก 11 ppm ไปเป็น 0.8 ppm หลังจากนั้นมีความเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยเพิ่มจาก 0.6 ppm ไปเป็น 20 ppm จนถึงความลึก 135 เซนติเมตร และในตอนล่างของหน้าตัดดินก็มีความเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง (7-65 ppm) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการแจกกระจายตามความลึกของปฏิกิริยาดินเมื่อแห้ง จะพบว่ามีความสัมพันธ์ที่คล้ายกันยกเว้นเฉพาะตอนบน 40 เซนติเมตร

**Fe-P** ในตอนบน 52 เซนติเมตร ค่า Fe-P มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกโดยเพิ่มจาก 44 ppm ไปเป็น 45 ppm เว้นแต่ดินบนซึ่งมีค่าเป็น 62 ppm ที่ความลึก 52-135 เซนติเมตร มีการแจกกระจายของ Fe-P ไม่สม่ำเสมอ แต่มีแนวโน้มลดลงตามความลึกโดยลดลงจาก 124 ppm ไปเป็น 75 ppm หลังจากนั้น Fe-P เพิ่มขึ้นตามความลึกอย่างเห็นได้ชัดจนเพิ่มจาก 60 ppm ไปเป็น 143 ppm จนถึงความลึก 210 เซนติเมตร และที่ตอนล่างสุด 220 เซนติเมตร มีค่า Fe-P ต่ำที่สุด คือ 38 ppm

**Ca-P** มีความเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 110 เซนติเมตร โดยมีความเพิ่มขึ้นจาก 9 ppm ไปเป็น 160 ppm หลังจากนั้นมีความลดลงเล็กน้อยจาก 122 ppm ไปเป็น 118 ppm ในช่วงความลึก 110-153 เซนติเมตร ที่ความลึก 135-210 เซนติเมตร มีค่า Ca-P ลดต่ำลงและเกือบจะคงที่ตลอดช่วงความลึกนี้ (ประมาณ 28 ppm) หลังจากนั้นค่า Ca-P จะเพิ่มขึ้นเป็น 171 ppm ที่ความลึก 220 เซนติเมตร ตั้งแต่ความลึก 100 เซนติเมตรลงไปจะเห็นว่า Ca-P แจกกระจายเหมือนกับค่าปฏิกิริยาดินเมื่อแห้งอย่างเห็นได้ชัด

**Residual-P** แจกกระจายเหมือนกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด คือมีค่าสูงในตอนกลางของหน้าตัดดิน ตอนบน 52 เซนติเมตร มี Residual-P อยู่ในพิสัย 160-210 ppm ตอนกลางของหน้าตัดดินมีค่าอยู่ในพิสัย 207-650 ppm ในขณะที่ตอนล่างของหน้าตัดดินแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือส่วนแรกที่มีความลึก 135-180 เซนติเมตร ค่า Residual-P ลดลงตามความลึกจาก 124 ppm ไปเป็น 11 ppm และส่วนที่สอง (180-220 เซนติเมตร) เพิ่มขึ้นตามความลึกจาก 88 ppm ไปเป็น 159 ppm

ตลอดหน้าตัดดิน มีการแจกกระจายของ Fractionation Phosphorus ดังนี้ คือ

ตอนบน 75 เซนติเมตร มี Residual-P >> Fe-P > Ca-P > Al-P >> SL-P

ที่ความลึก 75-100 เซนติเมตร มี Residual-P > Fe-P ( Ca-P >> Al-P >> SL-P

ที่ความลึก 100-135 เซนติเมตร มี Residual-P > Ca-P > Fe-P >> Al-P >> SL-P

ที่ความลึก 135-172 เซนติเมตร มี Residual-P > Fe-P > Ca-P > Al-P >> SL-P

ที่ความลึก 172-210 เซนติเมตร มี Fe-P > Residual-P > Ca-P > Al-P >> SL-P

ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (220 เซนติเมตร) มี Ca-P > Residual-P >> Al-P > Fe-P >> SL-P

## หน้าตัดดินที่ได้รับอิทธิพลจากมนุษย์

ได้แก่หน้าตัดดินที่ 9 และหน้าตัดดินที่ 10 ซึ่งมีการรกร่องเพื่อใช้ประโยชน์อย่างอื่นนอกเหนือจากทำนา

### หน้าตัดดินที่ 9

มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำกร่อยและตะกอนน้ำทะเล ตอนบน 70 เซนติเมตร เป็นดินที่เกิดจากการรกร่อง มีสีคล้ำ ปฏิริยาดินในสนามเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดจัด (pH 5.0-5.5) ที่ความลึก 70-93 เซนติเมตร ซึ่งเป็นชั้นดินบนเดิมมีสีคล้ำเช่นเดียวกัน ปฏิริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) ที่ความลึก 93-123 เซนติเมตร ดินมีสีน้ำตาลเหลือง ปฏิริยาเป็นกรดจัดมากเช่นเดียวกัน ตั้งแต่ความลึก 123-190 เซนติเมตร ดินมีสีเทาปนเหลืองและพบจาโรไซต์จึงทำให้ปฏิริยาดินต่ำมาก (pH 4.0) ที่ความลึก 190-210 เซนติเมตร ดินมีสีเหลืองออกเขียว ปฏิริยาดินเป็นกรดจัด และในตอนล่างของหน้าตัดดิน (210-245 เซนติเมตร) ดินมีสีเขียว ปฏิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงปานกลาง (pH 6.5-7.0)

การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน ทำให้แยกหน้าตัดดินออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ ตอนบน 10 เซนติเมตร ความลึก 10-93 เซนติเมตร ความลึก 93-190 เซนติเมตร และความลึก 190-245 เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากมีอนุภาคขนาดดินต่างๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 9 และภาพที่ 12) โดยตอนบนสุดมีอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 47 มีอนุภาคขนาดทรายแป้งและขนาดทรายร้อยละ 33 และ 20 ตามลำดับ มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว

ที่ความลึก 10-93 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียว อยู่ในพิสัยร้อยละ 59-64 อนุภาคขนาดทรายแป้งอยู่ในพิสัยร้อยละ 34-38 และอนุภาคขนาดทรายอยู่ในพิสัย ร้อยละ 1-3

ที่ความลึก 93-190 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียวอยู่ในพิสัย ร้อยละ 52-55 อนุภาคขนาดทรายแป้งอยู่ในพิสัยร้อยละ 43-46 และอนุภาคขนาดทรายน้อยกว่าร้อยละ 2

ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (190-245 เซนติเมตร) มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ประกอบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียวอยู่ในพิสัยร้อยละ 62-67 อนุภาคขนาดทรายแป้งอยู่ในพิสัยร้อยละ 32-38 และอนุภาคขนาดทรายน้อยกว่าร้อยละ 1

### ค่าวิเคราะห์ทางเคมี

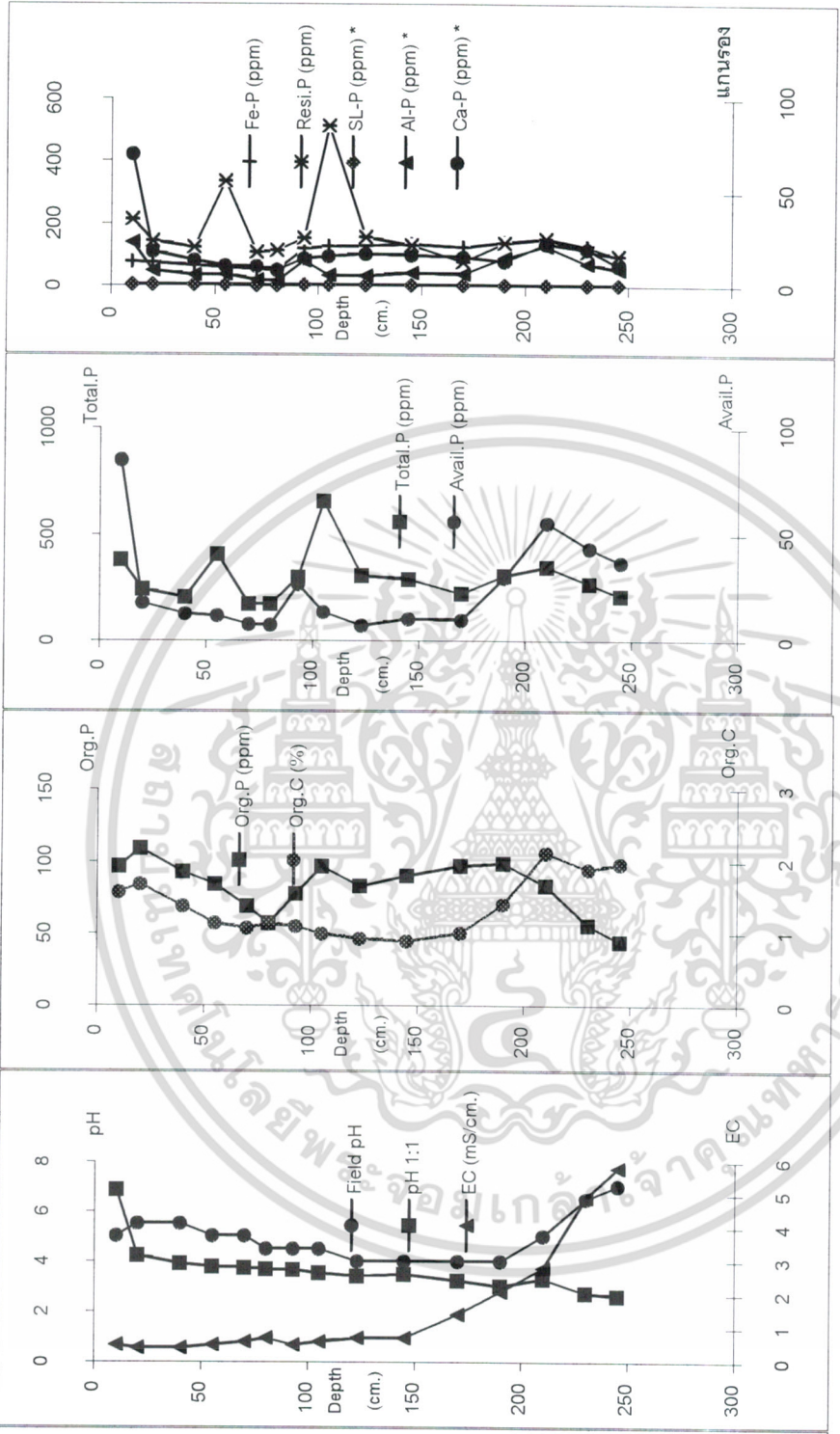
**ปฏิริยาดิน** ตลอดหน้าตัดดินมีปฏิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (ยกเว้นดินบน) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยลดลงจาก 4.2 ไปเป็น 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Horizon	Depth (cm.)	Particle Size Distribution (%)			pH (Field)	pH ดิน:น้ำ 1:1	EC 1:1 (mS/cm.)	Org.C (%)	Org.P (ppm)	OC:OP	Avail.P (ppm)	Fractionation Phosphorus (ppm)				Residual.P (ppm)		
		Sand	Silt	Clay								Texture	SL-P	Al-P	Fe-P		Ca-P	
App1	0-10	20.37	32.72	46.91	Clay	5.0	5.74	0.50	1.57	96.78	161	84.76	379.97	0.40	23.12	75.73	70.15	210.57
App2	Oct-20	3.08	37.87	59.05	Clay	5.5	4.23	0.40	1.68	108.77	153	17.71	241.45	0.24	7.86	72.68	18.07	142.60
B <sub>Ag</sub>	20-40	1.42	37.49	61.09	Clay	5.5	3.89	0.40	1.38	92.82	149	12.55	205.87	0.36	5.61	64.10	13.62	122.18
B <sub>G1</sub>	40-55	1.50	35.58	62.92	Clay	5.0	3.78	0.50	1.14	84.38	136	11.69	407.79	0.20	6.00	58.58	10.38	332.63
B <sub>G2</sub>	55-70	1.56	34.02	64.42	Clay	5.0	3.72	0.60	1.07	68.93	155	7.70	172.84	0.16	2.88	52.09	10.28	107.43
B <sub>G3</sub>	70-80	1.35	34.37	64.28	Clay	4.5	3.69	0.70	1.13	56.85	198	7.30	173.09	0.16	2.40	49.38	8.27	112.88
BC <sub>G1</sub>	80-93	1.97	35.66	62.37	Clay	4.5	3.66	0.50	1.09	77.43	142	26.63	298.42	0.20	13.12	117.96	14.58	152.56
BC <sub>G2</sub>	93-105	1.72	43.62	54.66	Silty clay	4.5	3.54	0.60	0.99	96.64	102	13.48	658.78	0.19	5.49	125.47	15.68	511.95
CB <sub>G1</sub>	105-123	1.75	44.74	53.51	Silty clay	4.0	3.41	0.70	0.92	82.96	111	7.13	305.80	0.36	5.20	128.09	17.08	155.07
CB <sub>G2</sub>	123-145	1.82	45.53	52.65	Silty clay	4.0	3.49	0.70	0.89	90.00	99	10.09	288.07	0.33	7.02	133.57	16.52	130.63
C <sub>ig1</sub>	145-170	1.71	46.05	52.24	Silty clay	4.0	3.23	2.85	1.40	96.91	103	9.57	222.56	0.17	6.20	123.97	15.43	76.79
C <sub>ig2</sub>	170-190	1.92	43.46	54.62	Silty clay	4.0	3.00	2.73	1.40	98.83	141	29.82	307.84	0.20	15.02	140.75	13.26	138.61
C <sub>g1</sub>	190-210	0.68	32.12	67.20	Clay	5.0	3.30	2.80	2.12	83.29	255	55.56	346.69	0.24	21.47	151.08	22.80	151.10
C <sub>g2</sub>	210-230	0.39	35.85	64.23	Clay	6.5	2.74	4.90	1.89	55.61	337	43.69	268.64	0.24	11.79	125.76	19.65	111.20
C <sub>g3</sub>	230-245	0.24	38.12	61.64	Clay	7.0	2.62	5.80	1.97	44.09	448	36.76	210.82	0.43	8.91	93.00	10.85	97.63

ตารางที่ 9 แสดงค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในองค์กรศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากฝ่ายวิชาการ  
 ไม่ว่าการันตีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



; Resi.P = Residual-P

\* อ่านแกนค่าตามแกนของ

ภาพที่ 12 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภาคีใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การนำไฟฟ้าของดิน** มีค่าต่ำกว่า 1 mS/cm. ตั้งแต่หน้าตัดดินลงไปจนถึง 145 เซนติเมตร คือมีค่าอยู่ในพิสัย 0.4-0.7 mS/cm. หลังจากนั้นก็มีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก คือมีค่าอยู่ในพิสัย 1.4-5.8 mS/cm. จะเห็นว่าปฏิกิริยาดินและค่าการนำไฟฟ้าของดินมีการแจกกระจายเหมือนกับที่พบในหน้าตัดดินที่ 3, 4 และ 5 ทั้งนี้เนื่องจากมีวัตถุต้นกำเนิดดินเหมือนกันแตกต่างกันเฉพาะอิทธิพลของมนุษย์ที่เข้ามาเกี่ยวข้องเท่านั้น

**อินทรีย์คาร์บอน** ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 93 เซนติเมตร มีอินทรีย์คาร์บอนมากกว่า ร้อยละ 1 ทั้งนี้เนื่องจากการรุกร่องมักนำเอาดินบนมาถมพื้นที่ทำให้อินทรีย์คาร์บอนมีค่ามากและตั้งแต่ชั้นดินบนเค็มลงไปถึงความลึก 145 เซนติเมตร อินทรีย์คาร์บอนมีแนวโน้มลดลงตามความลึกเล็กน้อย โดยลดลงจาก ร้อยละ 1.1 ไปเป็นร้อยละ 0.9 ในตอนล่างสุดของหน้าตัดดินมีอินทรีย์คาร์บอนเพิ่มมากกว่าชั้นดินอื่นๆ โดยเพิ่มจากร้อยละ 1 ไปเป็นร้อยละ 2.1

**อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** ที่ตอนบน 93 เซนติเมตร อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยลดลงจาก 109 ppm ไปเป็น 57 ppm หลังจากนั้นก็มีค่าค่อนข้างคงที่ ไปจนถึงความลึก 170 เซนติเมตร (ประมาณ 90 ppm) และมีค่าลดลงตามความลึก ในตอนล่างของหน้าตัดดิน โดยลดลงจาก 83 ppm ไปเป็น 44 ppm จะเห็นว่าชั้นกร่องมีการแจกกระจายของอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ในขณะที่ชั้นดินอื่นๆ นั้นมีลักษณะค่อนข้างจะตรงกันข้ามกัน

**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปถึงความลึก 170 เซนติเมตร มีค่าลดลงตามความลึก แต่แบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือช่วงแรกจากผิวหน้าดินจนถึงความลึก 80 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในพิสัย 7-18 ppm ยกเว้นชั้นดินบนที่มีค่าเป็น 85 ppm ช่วงที่ 2 (80-170 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในพิสัย 7-26 ppm ในขณะที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดินค่านี้นี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกโดยเพิ่มจาก 30 ppm ไปเป็น 56 ppm

**อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** มีค่าไม่สม่ำเสมออย่างมากในตอนบน 93 เซนติเมตร และในตอนล่างของหน้าตัดดินก็มีค่าไม่สม่ำเสมอเช่นเดียวกัน โดยตอนบน 40 เซนติเมตรกับที่ความลึก 170-245 เซนติเมตร เท่านั้นที่มีการแจกกระจายเหมือนกับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มีค่าอยู่ในพิสัย 206-380 ppm และ 211-347 ppm ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

### Fractionation Phosphorus

**SL-P** มีค่ามากที่สุดตลอดหน้าตัดดิน คือ น้อยกว่า 0.5 ppm

**Al-P** ในตอนบน 80 เซนติเมตร มีค่าลดลงตามความลึก โดยลดลงจาก 23 ppm ไปเป็น 4 ppm และมีค่าเป็น 13 ppm ที่ความลึก 80-93 เซนติเมตร หลังจากนั้นมียาค่อนข้างคงที่ คืออยู่ในพิสัย 5-7 ppm จนถึงความลึก 170 เซนติเมตร ในตอนล่างสุดของหน้าตัดดินมีค่าอยู่ในพิสัย 10-21 ppm

**Fe-P** ตอนบน 80 เซนติเมตรมีค่าลดลงตามความลึก โดยลดลงจาก 75 ppm ไปเป็น 49 ppm หลังจากนั้นมียาค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกโดยเพิ่มจาก 117 ppm ไปเป็น 151 ppm จนถึงความลึก 210 เซนติเมตร และในตอนล่างสุดของหน้าตัดดินมีค่าลดลง โดยลดลงจาก 126 ppm ไปเป็น 93 ppm

**Ca-P** มีการแจกกระจายตลอดหน้าตัดดินค่อนข้างสม่ำเสมอที่สุดในบรรดา Fractionation Phosphorus คือมีค่าสูงที่สุดในชั้นดินบน (70 ppm) และลดลงตามความลึก โดยลดลงจาก 18 ppm ไปเป็น 8 ppm จนถึง 80 เซนติเมตร และมีค่าค่อนข้างคงที่ (ประมาณ 16 ppm) ไปจนถึง 190 เซนติเมตร และในตอนล่างสุดของหน้าตัดดินมีค่าลดลงตามความลึก โดยลดลงจาก 23 ppm ไปเป็น 11 ppm

**Residual-P** มีการแจกกระจายเหมือนกับบอไนทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดและเมื่อหาความสัมพันธ์ของ Fractionation Phosphorus ตลอดหน้าตัดดิน พบว่า

ชั้นดินบน มี Residual-P >> Fe-P > Ca-P > Al-P >> SL-P

ที่ความลึก 10-80 เซนติเมตร พบว่า Residual-P > Fe-P > Ca-P > Al-P >> SL-P

ที่ความลึก 80-123 เซนติเมตร มี Residual-P > Fe-P >> Ca-P > Al-P >> SL-P

ที่ความลึก 123-190 เซนติเมตร พบว่า Fe-P > Residual-P >> Ca-P > Al-P >> SL-P

ที่ความลึก 190-245 เซนติเมตร มี Residual-P ( Fe-P > Ca-P ( Al-P >> SL-P

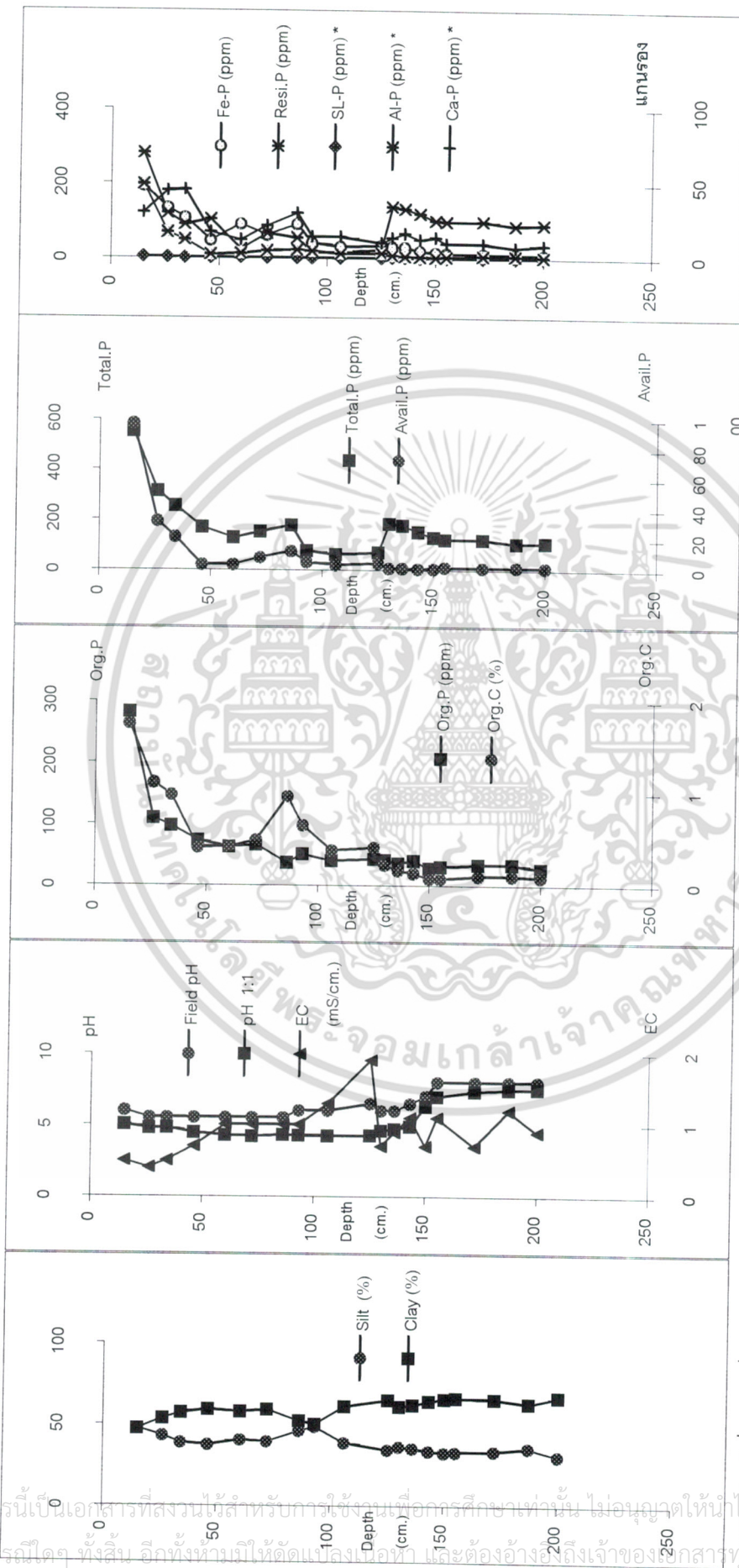
### หน้าตัดดินที่ 10

เป็นหน้าตัดดินที่ได้รับอิทธิพลจากมนุษย์อย่างมากคือ ขร่องเพื่อใช้ประโยชน์อย่างอื่นนอกจากทำนา มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำจืด ดินมีสีน้ำตาลในช่วงตอนบน 1 เมตร หลังจากนั้นมียาเทาปนเหลืองและสีเทา ซึ่งบอกถึงสภาพการขังน้ำบางเวลา มีปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดแก่ถึงปานกลาง ตั้งแต่ผิวหน้าดินไปจนถึง 150 เซนติเมตร หลังจากนั้นปฏิกิริยาดินเป็นด่างเล็กน้อย (pH 8.0)

#### คำวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน ชั้นที่เป็นดินขร่องมีอนุภาคขนาดดินเหนียวค่อนข้างคงที่ มีอนุภาคขนาดทรายแป้งเพิ่มขึ้นตามความลึกและมีอนุภาคขนาดทรายลดลงตามความลึกคืออยู่ในพิสัย ร้อยละ 53-59, 37-43 และ 2-5 ตามลำดับ ที่ตอนบน 26 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง หลังจากนั้นเนื้อดินเป็นดินเหนียว (ตารางที่ 10 และภาพที่ 13)





; Resi.P = Residual-P

\* อ่านแกนค่าตามแกนรอง

ภาพที่ 13 แสดงการแจกกระจายตามความลึกของค่าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน้าตัดดินที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขหรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มี  
 นำไปใช้

ตั้งแต่ความลึก 86 เซนติเมตร ลงไปตลอดหน้าตัดดิน อนุภาคขนาดดินเหนียวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 61 ไปเป็นร้อยละ 67 ในขณะที่อนุภาคขนาดทรายแป้งลดลงตามความลึก โดยลดลงจากร้อยละ 38 ไปเป็นร้อยละ 31 และอนุภาคขนาดทรายแป้งมีค่าไม่สม่ำเสมอ

**ปฏิกิริยาดิน** ตั้งแต่ดินบนลงไปถึงความลึก 106 เซนติเมตร ปฏิกิริยาดินลดลงตามความลึก (pH 4.2-5.0) หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (pH 4.3-4.9) จนถึงความลึก 143 เซนติเมตร ในขณะที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง (pH 6.3-7.5)

**การนำไฟฟ้าของดิน** ตลอดหน้าตัดดินมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ คือมีค่าอยู่ในพิสัย 0.5-1.0 mS/cm. เป็นส่วนใหญ่ทำให้เป็นไปได้ว่าได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลและน้ำกร่อยน้อยมาก นอกจากนั้นจุดเก็บตัวอย่างอยู่ห่างจากแม่น้ำเจ้าพระยาประมาณ 2 กิโลเมตร ดังนั้นจึงได้รับอิทธิพลจากตะกอนน้ำจืดมากกว่า

**อินทรีย์คาร์บอน** ในชั้นดินขร่งมีค่าลดลงตามความลึก โดยลดลงจากร้อยละ 1.8 ไปเป็นร้อยละ 0.4 หลังจากนั้นมีความสูงชันเล็กน้อยในชั้นดินบนเดิม และมีค่าลดลงตลอดหน้าตัดดิน โดยลดลงจากร้อยละ 1 ไปเป็นร้อยละ 0.1

**อินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** มีค่าลดลงตามความลึกตลอดหน้าตัดดิน โดยลดลงจาก 282 ppm ไปเป็น 27 ppm และการแจกกระจายมีลักษณะใกล้เคียงกับอินทรีย์คาร์บอน

**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** มีค่าลดลงตามความลึกตลอดหน้าตัดดิน โดยลดลงจาก 97 ppm ไปเป็น 0.68 ppm มีเฉพาะตอนบนที่ความลึก 34 เซนติเมตรของหน้าตัดดินเท่านั้นที่มีค่าค่อนข้างสูง นอกนั้นมีค่าต่ำมาก

**อนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด** มีค่าสูงสุดที่ชั้นดินบน คือมีค่าเป็น 550 ppm หลังจากนั้นมีความลดลงเป็น 128 ppm ที่ความลึก 60 เซนติเมตร และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 177 ppm ที่ความลึก 86 เซนติเมตร ก่อนที่จะมีค่าต่ำลงในความลึก 86-125 เซนติเมตร โดยลดลงจาก 76 ppm ไปเป็น 60 ppm ตั้งแต่ 125 เซนติเมตรลงไป ค่านี้มีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยลดลงจาก 183 ppm ไปเป็น 105 ppm

#### **Fractionation Phosphorus**

**SL-P** มีค่าต่ำมากตลอดหน้าตัดดิน คือ น้อยกว่า 0.5 ppm

**AI-P** มีค่าสูงสุดในตอนบน 34 เซนติเมตร คืออยู่ในพิสัย 12-49 ppm หลังจากนั้นมีความต่ำมาก และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยลดลงจาก 5.6 ppm ไปเป็น 0.7 ppm

**Fe-P** มีค่าสูงในชั้นดินขร่ง แต่มีแนวโน้มลดลงตลอดหน้าตัดดิน และในชั้นดินบนเดิม (72-86 เซนติเมตร) มีค่าสูงกว่าช่วงความลึกอื่น

**Ca-P** มีการแจกกระจายคล้ายกับ Fe-P คือชั้นดินขร่งมีค่ามากกว่าความลึกอื่นๆ และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก นอกจากนี้ชั้นที่เป็นดินบนเดิมก็มี Ca-P มากกว่าชั้นดินอื่นๆ เช่นเดียวกัน

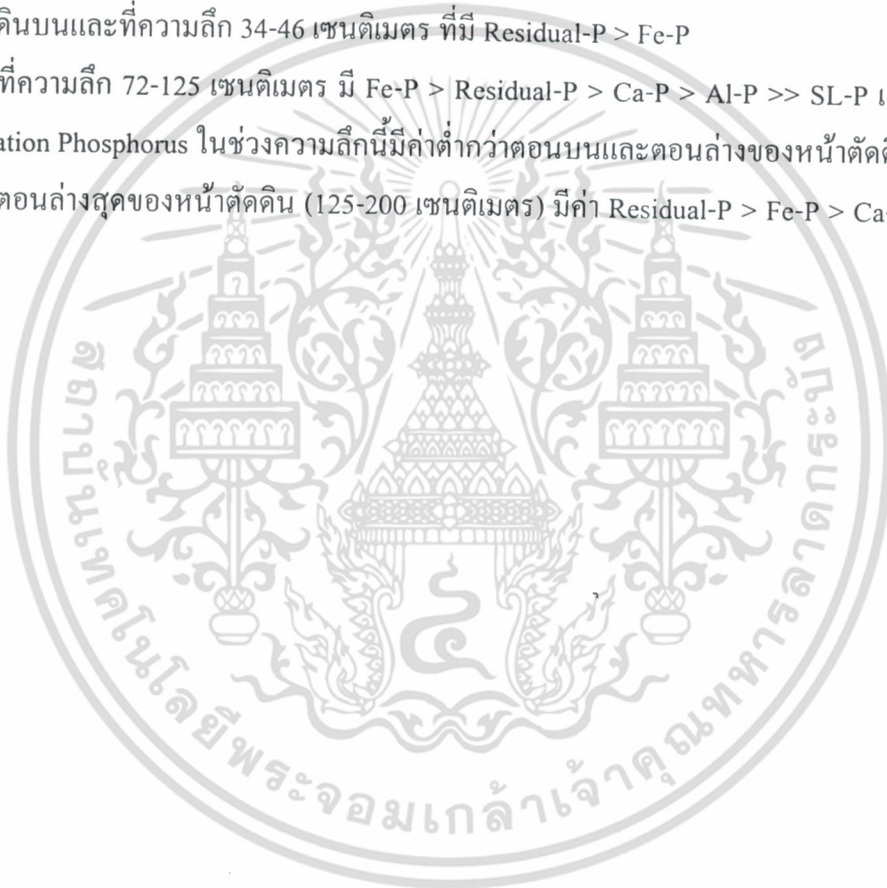
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Residual-P** มีลักษณะลดลงตามความลึกตลอดหน้าตัดดิน แต่สามารถแบ่งได้เป็น 3 ช่วง คือ ช่วงแรก ตั้งแต่ผิวหน้าดินถึงความลึก 60 เซนติเมตร จะลดลงอย่างมากและไม่สม่ำเสมอ โดยลดลงจาก 279 ppm ไปเป็น 24 ppm ช่วงที่ 2 (60-125 เซนติเมตร) จะลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจนเช่นเดียวกัน โดยลดลงจาก 64 ppm ไปเป็น 13 ppm และที่ความลึก 125-200 เซนติเมตรจะค่อยๆ ลดลง โดยลดลงจาก 137 ppm ไปเป็น 86 ppm นอกจากนี้แล้วยังพบว่าตอนล่างสุดและตอนบนสุด มี Residual-P มากกว่าตอนกลางของหน้าตัดดิน และเมื่อหาความสัมพันธ์ของ Fractionation Phosphorus จะพบว่า

ชั้นดินขร่ง (0-72 เซนติเมตร) โดยเฉลี่ยแล้วมี  $\text{Fe-P} > \text{Residual-P} > \text{Ca-P} > \text{Al-P} \gg \text{SL-P}$  ยกเว้นที่ดินบนและที่ความลึก 34-46 เซนติเมตร ที่มี  $\text{Residual-P} > \text{Fe-P}$

ที่ความลึก 72-125 เซนติเมตร มี  $\text{Fe-P} > \text{Residual-P} > \text{Ca-P} > \text{Al-P} \gg \text{SL-P}$  และยังพบอีกว่า Fractionation Phosphorus ในช่วงความลึกนี้มีค่าต่ำกว่าตอนบนและตอนล่างของหน้าตัดดินมาก

ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (125-200 เซนติเมตร) มีค่า  $\text{Residual-P} > \text{Fe-P} > \text{Ca-P} \gg \text{Al-P} \gg \text{SL-P}$



## สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาลักษณะการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในดินกรดจัดของประเทศไทย โดยใช้ฐานานวิทยาในสนามเป็นเกณฑ์ในการเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 10 หน้าตัดดิน และแบ่งได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. หน้าตัดดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 1 และหน้าตัดดินที่ 2 ซึ่งพบในบริเวณที่ลุ่ม-ราบน้ำทะเลขึ้นถึง เกิดจากตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยอายุน้อย

2. หน้าตัดดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน แบ่งเป็น 2 ประเภทย่อย คือ

(2.1) หน้าตัดดินที่พบสารประกอบจาโรไซต์ ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4 และหน้าตัดดินที่ 5 ซึ่งมีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก พบในบริเวณที่ลุ่ม-ราบน้ำทะเลเคยขึ้นถึง

(2.2) หน้าตัดดินที่ไม่พบสารประกอบจาโรไซต์แต่มีความเป็นกรดรุนแรงมากตลอดความลึก ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 6 และหน้าตัดดินที่ 7 พบในแอ่งต่ำ มีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยอายุมาก สาเหตุที่ไม่พบจาโรไซต์เนื่องจากดินอยู่ในสภาพน้ำแช่ขังหรืออยู่ในสภาพถูกรีดิวซ์เป็นเวลานาน ทำให้สารประกอบไพไรต์ซึ่งมีมากในหน้าตัดดินเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำได้กรดกำมะถันและเกลือไฮดรอกไซด์ ดินจึงมีสภาพเป็นกรดรุนแรง

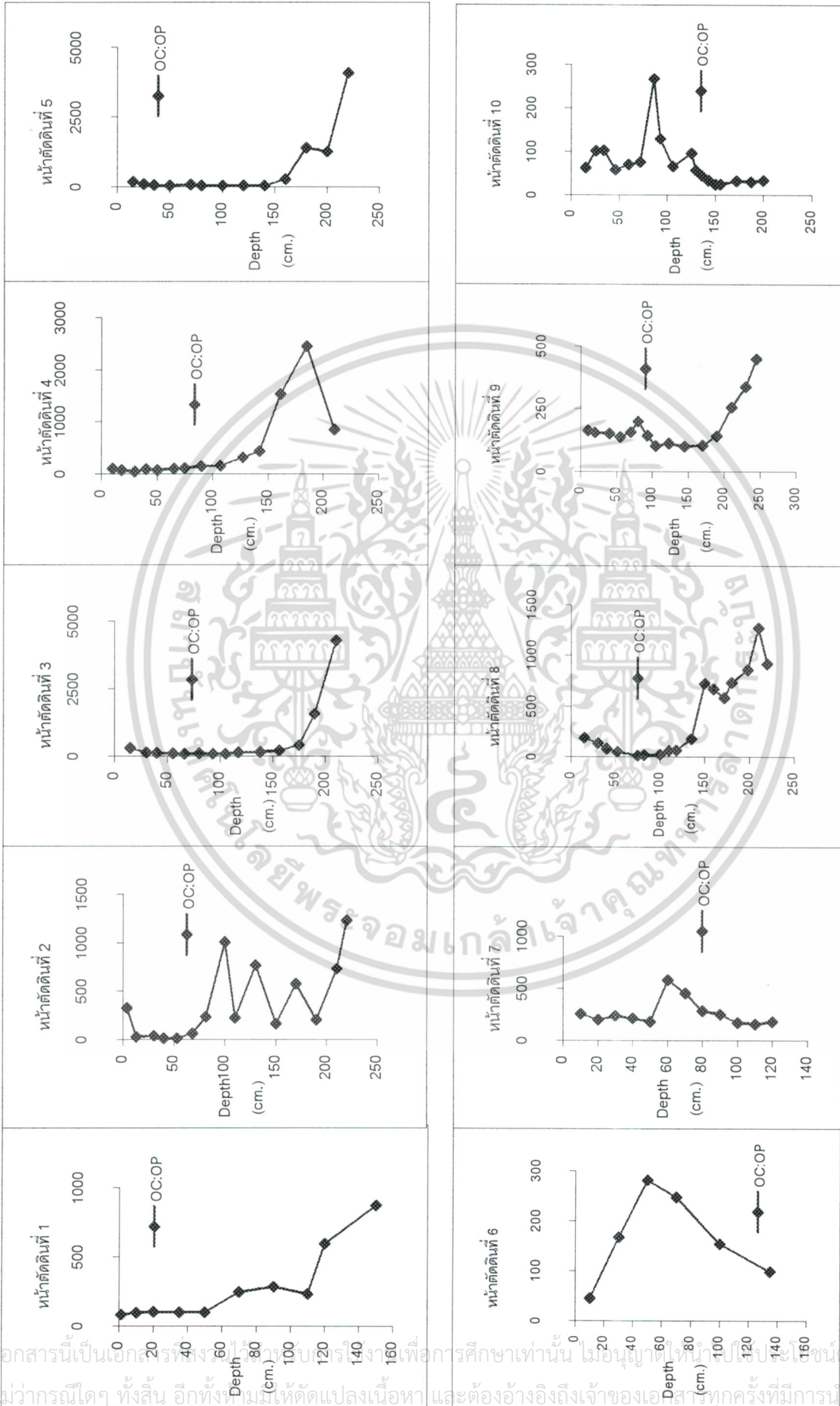
3. หน้าตัดดินซึ่งเคยผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 8 พบในที่ลุ่ม-ราบน้ำทะเลเคยขึ้นถึงมาก่อน เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นตะกอนน้ำทะเล ตะกอนน้ำกร่อยอายุมากและตะกอนน้ำจืดในตอนบนของหน้าตัดดิน ในตอนบน 135 เซนติเมตร ปฏิกิริยาดินในห้องปฏิบัติการ (วัดด้วยน้ำ) ไม่แตกต่างจากปฏิกิริยาดินในสนามมากนัก ในขณะที่ความลึก 135-210 เซนติเมตร มีปฏิกิริยาดินเมื่อแห้งต่างจากปฏิกิริยาดินในสนามอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่าที่ความลึกนี้มีสารประกอบซึ่งเมื่อเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันแล้วจะเกิดความเป็นกรดรุนแรงขึ้นในดินอยู่เป็นปริมาณมาก แต่ในช่วงความลึกประมาณ 82-135 เซนติเมตร ที่ไม่มีความเป็นกรดรุนแรงเกิดขึ้นนั้น อาจเกิดจากสารประกอบจาโรไซต์ที่เคยพบในช่วงความลึกนี้ ถูกสะเทิน ถูกชะล้าง หรือถูกทำลายให้สูญหายไปจนหมดแล้ว

4. หน้าตัดดินซึ่งได้รับอิทธิพลจากมนุษย์อย่างมาก คือ การยกร่องเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างอื่นนอกเหนือจากทำนา ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 9 และหน้าตัดดินที่ 10 โดยที่หน้าตัดดินที่ 9 เป็นการยกร่องดินที่กำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นในหน้าตัดดิน ส่วนหน้าตัดดินที่ 10 เป็นการยกร่องดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำจืดหรือตะกอนน้ำกร่อยอายุมากและมีอิทธิพลของธาตุกำมะถันน้อย

### ผลการศึกษารูปได้ดังนี้

1. การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน โดยเฉพาะอนุภาคขนาดดินเหนียวและอนุภาคขนาดทรายแป้ง บอกให้ทราบว่าดินมีลำดับการตกตะกอนของวัตถุต้นกำเนิดดินในเวลาที่แตกต่างกันหรือแม้แต่วัตถุต้นกำเนิดชนิดเดียวกัน ก็มองเห็นการตกตะกอนในเวลาที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจน ในหน้าตัดดินที่ 2 หน้าตัดดินที่ 4 หน้าตัดดินที่ 5 หน้าตัดดินที่ 8 หน้าตัดดินที่ 9 และหน้าตัดดินที่ 10
2. เนื่องจากทุกหน้าตัดดินเป็นดินที่มีพัฒนาการต่ำ วัตถุต้นกำเนิดดินจึงมีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณสมบัติของดิน เช่น วัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นตะกอนน้ำทะเล มีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นตะกอนน้ำกร่อยและน้ำจืดรวมทั้งมีค่าปฏิกริยาอินในสนามสูงกว่าอีกด้วย
3. เนื่องจากดินมีพัฒนาการต่ำ ทำให้ปริมาณของอนุภาคดินเหนียวที่พบในแต่ละหน้าตัดดินไม่มีผลต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดิน ดังจะเห็นได้จากหน้าตัดดินที่ 4 ที่ตอนบน 50 เซนติเมตร ซึ่งเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายและมีอนุภาคขนาดทรายเป็นลักษณะเด่น แต่มีอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงกว่าที่ความลึก 50-142 เซนติเมตร ซึ่งเป็นดินเหนียวและมีอนุภาคขนาดดินเหนียวมากกว่าในช่วงตอนบนของหน้าตัดดิน (ตารางที่ 4) นั่นคือ วัตถุต้นกำเนิดดินมีอิทธิพลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่พบในหน้าตัดดิน
4. ในทุกหน้าตัดดินพบว่าการแจกกระจายของอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด มีลักษณะเหมือนการแจกกระจายของอินทรีย์คาร์บอน ทั้งนี้เนื่องจากอินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบหนึ่งของอินทรีย์วัตถุและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอินทรีย์วัตถุ (Smeck, 1985)
5. อัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนกับอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด (OC:OP) จะพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกเป็นส่วนใหญ่ (ภาพที่ 14) ส่วนในหน้าตัดดินที่ยกร่องค่า OC:OP ในชั้นดินบนเดิมจะสูงกว่าชั้นดินยกร่อง นอกจากนี้แล้วในทุกหน้าตัดดิน การแจกกระจายตามความลึกของ OC:OP จะเป็นเส้นโค้งคล้ายรูประฆัง (bell-shaped) ตอนบนของหน้าตัดดิน ซึ่ง OC:OP ต่ำกว่าตอนล่าง (ตัวเลขน้อยกว่า) นั้นหมายความว่าตอนบนมีอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงกว่าตอนล่าง ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจากดินยังมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในปริมาณสูง ทำให้ฟอสฟอรัสไม่เกิดกระบวนการ Mineralization จึงสะสมอยู่ในดินในปริมาณมาก ส่วนในกรณีที่คาร์บอนถูกออกซิไดซ์ ค่า OC:OP จะลดลงตามความลึก (ตัวเลขเพิ่มขึ้น) นอกจากนี้แล้วค่า OC:OP ก็จะลดลงได้เช่นกัน แม้ว่าจะอยู่ในสภาวะที่คาร์บอนไม่เกิดออกซิไดซ์ แต่เป็นเพราะว่าต้องมีฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์อยู่ในปริมาณมากเพื่อยับยั้งปฏิกริยาไฮโดรไลซิสของฟอสฟอรัสซึ่งในกรณีนี้อินทรีย์ฟอสฟอรัสจะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 แสดงการแจกแจงความลึกของความสัมพันธระหว่าง OC กับ OP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไป

6. การแจกกระจายของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีลักษณะเหมือนกับอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดในทุกหน้าตัดดิน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการที่ดินจะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดที่พบในดินด้วย ในกรณีของดินกรดจัดซึ่งเป็นดินที่มีพัฒนาการต่ำนี้ แสดงว่าถ้ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำก็เพราะว่าวัตถุดิบกำเนิดดินมีฟอสฟอรัสต่ำนั่นเอง

จากการที่ได้จำแนกหน้าตัดดินกรดจัดซึ่งใช้ศึกษาออกเป็น 4 ประเภท ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถสรุปลักษณะการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินแต่ละประเภทได้ดังนี้

1. หน้าตัดดินซึ่งมีศักยภาพที่จะเป็นดินกรดจัด ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 1 ซึ่งมีวัตถุดิบกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลที่มีอายุน้อย และหน้าตัดดินที่ 2 ซึ่งมีวัตถุดิบกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำกร่อยอายุน้อยทับอยู่บนตะกอนน้ำทะเล ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าหน้าตัดดินอื่นๆ ตลอดหน้าตัดดิน แสดงว่าทั้งตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยอายุน้อยจะมีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่สูงมาก และตลอดหน้าตัดดินพบว่าค่าที่ Residual Phosphorus สูงกว่า Fractionation Phosphorus รูปอื่นๆ นั้น มีความเป็นไปได้ 2 กรณี คือ

กรณีแรก เนื่องจากเป็นวัตถุดิบกำเนิดดินที่มีอายุน้อย จึงมีแร่ปฐมภูมิที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่มากและแร่เริ่มสลายตัวให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ หรือฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ทำปฏิกิริยากับธาตุอื่นๆ ในดินเกิดเป็นแร่ทุติยภูมิไปบ้างแล้ว และยังมีฟอสฟอรัสในแร่ปฐมภูมิอยู่บ้าง ซึ่งได้แก่ Residual Phosphorus นั้นเอง ถ้าเป็นเช่นนั้นแสดงว่าดินยังสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกสู่สารละลายดินได้อีกมากหรือ ถ้าดินมีพัฒนาการมากกว่านี้จะพบว่าปริมาณ Fractionation Phosphorus ในรูปอื่นๆ เปลี่ยนไปจากเดิม รวมทั้งค่าของ Residual Phosphorus ด้วย

กรณีที่ 2 เป็นไปได้ว่าวัตถุดิบกำเนิดดินมี Fractionation Phosphorus ตั้งแต่ดั้งเดิมในลักษณะเช่นนี้อยู่แล้ว เมื่อมาตกตะกอนและสร้างหน้าตัดดินจึงได้การแจกกระจายของ Fractionation Phosphorus และ Residual Phosphorus ดังที่ปรากฏในคำวิเคราะห์ที่ได้ ซึ่งในกรณีนี้หมายความว่า Residual Phosphorus หมายถึง ฟอสฟอรัสซึ่งเปลี่ยนจากรูปทุติยภูมิมาเป็นรูปที่ถูกตรึงอย่างรุนแรง (หรือที่เรียกว่า Occluded Phosphorus) และจะปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาในอัตราที่ช้ามากหรือไม่ปลดปล่อยเลย ถ้าเป็นเช่นนั้นหมายความว่าถ้าดินมีพัฒนาการมากขึ้น Fractionation Phosphorus ในรูปอื่นๆ จะลดลง แต่ Residual Phosphorus จะมีค่าเพิ่มขึ้น

2. หน้าตัดดินซึ่งกำลังมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4 และหน้าตัดดินที่ 5 ซึ่งพบสารประกอบจาโรไซต์ ส่วนหน้าตัดดินที่ 6 และหน้าตัดดินที่ 7 ซึ่งไม่มีสารประกอบจาโรไซต์ เป็นดินที่มีวัตถุดิบกำเนิดเป็นตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยอายุมากอาจพบตะกอนน้ำ

จัดในตอนบนของหน้าตัดดิน ผลการศึกษาพบว่า หน้าตัดดินซึ่งไม่พบจาร์โซइटจะมีอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมดและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าหน้าตัดดินที่พบจาร์โซइटในทุกช่วงความลึก ส่วนหน้าตัดดินที่พบจาร์โซइटนั้น พบว่าช่วงความลึกที่พบจาร์โซइटจะมีฟอสฟอรัสต่ำกว่าตอนบนและตอนล่างของหน้าตัดดินอย่างเห็นได้ชัด และเป็นที่น่าสังเกตว่า AI-P ของช่วงความลึกที่พบจาร์โซइटนั้นมีค่าต่ำมากในทุกหน้าตัดดิน แสดงว่าเมื่อดินเริ่มมีพัฒนาการ คือมีจาร์โซइटเกิดขึ้นนั้น อาจทำให้สูญเสียฟอสฟอรัสก็เป็นไปได้ หรือ อีกกรณีหนึ่ง ได้แก่ วัตถุต้นกำเนิดดินในชั้นที่พบจาร์โซइटนั้นมีฟอสฟอรัสต่ำอยู่แล้วก็เป็นไปได้ ทั้งนี้เนื่องจากในตอนล่างของหน้าตัดดินซึ่งเป็นตะกอนน้ำทะเลและเป็นโคลนและสีเขียวเหมือนกับในหน้าตัดดินที่ 1 และหน้าตัดดินที่ 2 แต่มีฟอสฟอรัสต่างจากหน้าตัดดินที่ 1 และหน้าตัดดินที่ 2 อย่างชัดเจน ซึ่งถ้าตะกอนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจนมีจาร์โซइटขึ้นในหน้าตัดดินก็เป็นไปได้ว่าจะมีฟอสฟอรัสต่ำเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุต้นกำเนิดดินมีฟอสฟอรัสตามธรรมชาติต่ำอยู่แล้ว แสดงว่าแม้จะเป็นตะกอนน้ำทะเลเหมือนกัน แต่มีอายุต่างกัน ก็อาจมีฟอสฟอรัสต่างกันก็ได้

ส่วนสาเหตุที่ทำให้หน้าตัดดินซึ่งไม่พบจาร์โซइटมีฟอสฟอรัสสูงกว่าหน้าตัดดินที่มีจาร์โซइटนั้นอาจเกิดจากอิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิดดินด้วยก็ได้ ทั้งนี้เนื่องจากตะกอนน้ำทะเลที่พบในหน้าตัดดินที่ 6 และหน้าตัดดินที่ 7 มีอายุน้อยกว่าในหน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4 และหน้าตัดดินที่ 5 เพราะอยู่ใกล้ทะเลมากกว่า

**3. หน้าตัดดินซึ่งเคยผ่านการเป็นดินกรดจัดมาแล้ว** ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 8 ซึ่งอยู่ถัดจากหน้าตัดดินที่ 6 และหน้าตัดดินที่ 7 ขึ้นไปทางตอนเหนือไม่มากนัก วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเล ตะกอนน้ำกร่อยและตะกอนน้ำจืด ซึ่งพบว่าในตอนล่างสุดของหน้าตัดดินที่เป็นตะกอนน้ำทะเลนั้นมีฟอสฟอรัสทั้งหมดในปริมาณที่ใกล้เคียงกับที่พบในหน้าตัดดินที่ 7 และ 8 ในขณะเดียวกันก็มี Fractionation Phosphorus ในลักษณะที่สอดคล้องกันด้วย แสดงว่าอาจเป็นตะกอนในยุคเดียวกัน ส่วนที่ความลึก 135-172 เซนติเมตร ซึ่งเป็นตะกอนน้ำทะเลที่เมื่อแห้งแสดงความเป็นกรดรุนแรงนั้นอาจเป็นตะกอนที่เหมือนกับที่พบในชั้นจาร์โซइटของหน้าตัดดินที่กล่าวมาแล้วข้างต้นก็ได้ ทั้งนี้เนื่องจากมีฟอสฟอรัสใกล้เคียงกันและมีลักษณะของ Fractionation - Phosphorus ที่คล้ายกันด้วย

สำหรับในตอนบนของหน้าตัดดินนี้ซึ่งมีฟอสฟอรัสเป็นปริมาณมากนั้น เป็นไปได้ว่า มีวัตถุต้นกำเนิดดินที่ต่างจากตอนล่างของหน้าตัดดิน โดยวัตถุต้นกำเนิดเหล่านั้นมีฟอสฟอรัสสูงอยู่แล้วโดยธรรมชาติ หรือเมื่อจาร์โซइटถูกสะเทินโดยสารประกอบพวกคาร์บอเนต อาจทำให้มีธาตุประจุบวกอิสระที่จะทำปฏิกิริยากับฟอสฟอรัสได้ ดังจะเห็นได้จากในช่วงความลึกนี้มี Ca-P สูงกว่า AI-P และ Fe-P

4. หน้าตัดดินที่ได้รับอิทธิพลจากมนุษย์อย่างมาก ได้แก่หน้าตัดดินที่ 9 กับหน้าตัดดินที่ 10 เนื่องจากหน้าตัดดินที่ 9 เป็นการรกร่องดินซึ่งกำลังมีกรดกำมะถันและพบจาระโรไซต์ในหน้าตัดดิน ทำให้การแจกกระจายและปริมาณของฟอสฟอรัสที่พบเป็นไปในทำนองเดียวกับหน้าตัดดินที่พบจาระโรไซด์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น และเนื่องจากดินที่นำไปถมเพื่อยกร่องเป็นดินของพื้นที่เดียวกันทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสเหมือนกับที่พบในตอนบนของหน้าตัดดินเดิมนั่นเอง

หน้าตัดดินที่ 10 อยู่ห่างจากแม่น้ำเจ้าพระยาไม่มากนักจึงเป็นไปได้ว่าได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดมากกว่าหน้าตัดดินอื่นๆ และดินที่นำมาถมเพื่อยกร่องก็เป็นดินบนของพื้นที่เดียวกันทำให้มีฟอสฟอรัสเหมือนชั้นดินบนเดิม ตลอดหน้าตัดดินจะมีฟอสฟอรัสต่ำกว่าที่พบในหน้าตัดดินอื่นๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า วัตถุต้นกำเนิดดินมีอิทธิพลอย่างมากต่อฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินที่ไม่มีพัฒนาการหรือมีพัฒนาการต่ำ

จากการศึกษาหน้าตัดดินกรดจัดทั้ง 4 ประเภท สรุปได้ว่า ในดินกรดจัดซึ่งมีพัฒนาการของหน้าตัดดินต่ำนั้น วัตถุต้นกำเนิดดินมีอิทธิพลอย่างมากต่อปริมาณฟอสฟอรัสและรูปของฟอสฟอรัสในดิน และวัตถุต้นกำเนิดดินชนิดเดียวกัน แต่มีอายุต่างกันก็จะมีฟอสฟอรัสในปริมาณที่แตกต่างกันด้วย

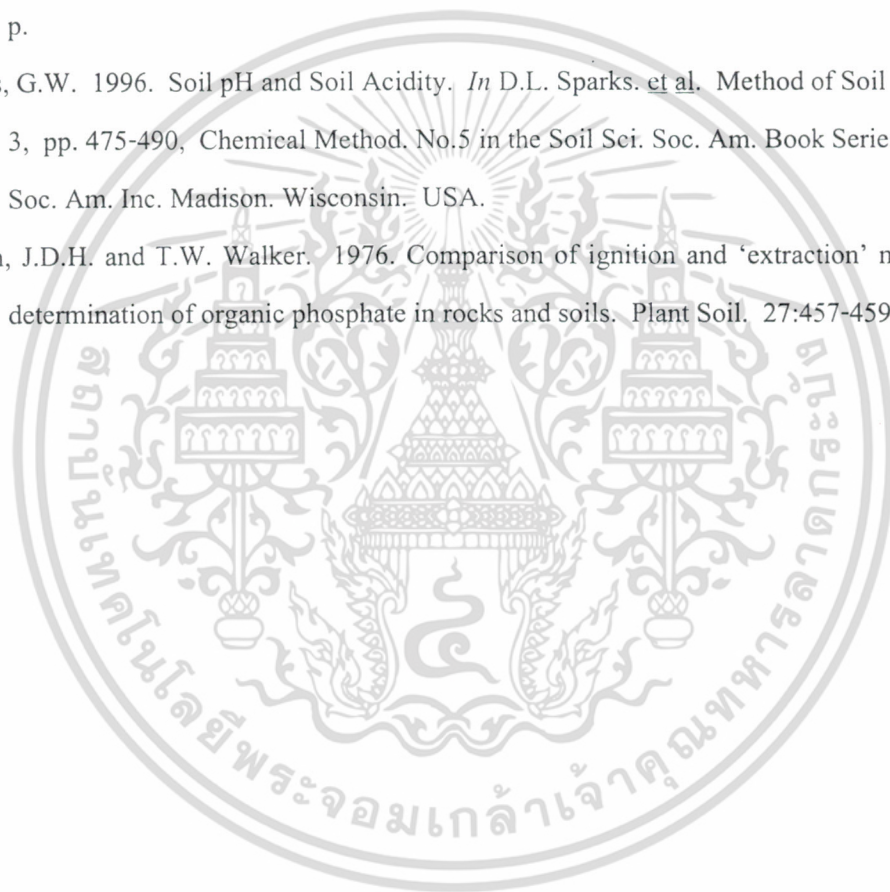


## เอกสารอ้างอิง

- กองสำรวจดิน. 2515. แผนที่ดินบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนใต้ (จังหวัดปทุมธานี, นนทบุรี, นครหลวงกรุงเทพ, ชนบุรี, สมุทรสาคร และสมุทรปราการ) ของประเทศไทย มาตราส่วน 1:100,000. กองสำรวจดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 8 แผ่น.
- พรทิวา กัญญาวงศ์หา. 2532. การกำเนิดและสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดินกรดจัดในบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 2520. ดินกรดจัดของประเทศไทย. โครงการวิจัยและแนะนำทางเทคโนโลยีของดินและปุ๋ย ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เอิบ เขียวรัตน์มณี. 2530. คู่มือปฏิบัติการการสำรวจดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 187 น.
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 1996. *The Nature and Properties of Soil*, 11<sup>th</sup> Edition. Prentice-Hall International, Inc., New Jersey, USA. 740 p.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59:39-45.
- Day, L.M., M.E. Collins and N.E. Washer. 1987. Landscape position and particle size effect on soil phosphorus distribution. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:1547-1553.
- Gee, G.W. and J.W. Bauder. 1986. Particle-size Analysis. *In* A.Klute (ed.). *Methods of Soils Analysis Part 1*, pp. 383-409, Physical and Mineralogical Methods. 2<sup>nd</sup> edition. No. in Agronomy. Soil Sci. Soc. Amer., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Hanley, P.K. and M.D. Murphy. 1970. Phosphate forms in particle size separates of Irish soils in relation to drainage and parent materials. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34:587-590.
- International Institute of Tropical Agriculture. 1979. *Selected Methods for Soil and Plant Analysis*. Revised Edition. Manual Series No.1. IITA, Ibadan, Nigeria. 70 p.
- Jackson, M.L. 1958. *Soil chemical analysis*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ.
- Kuo, S. 1996. Phosphorus. *In* D.L. Sparks. *et al.* *Method of Soil Analysis Part 3*, pp.869-920, Chemical Method. No.5 in the Soil Sci. Soc. Am. Book Series. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison. Wisconsin. USA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Loganathan, P. and P.M. Sutton. 1987. Phosphorus fractions and availability in soil formed on different geological in the Niger Delta Area of Nigeria. *Soil Sci.* 143(1):16-25.
- Rhoades, J.D. 1990. Determining soil salinity from measurements of electrical conductivity. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 21:861-901.
- Smeck, N.E. 1985. Phosphorus Dynamics in Soil and Landscapes. *Geoderma.* 36:185-199.
- Soil Survey Laboratory Staff. 1992. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No.42 Version 2.0. United State Department of Agriculture. USA. 400 p.
- Thomas, G.W. 1996. Soil pH and Soil Acidity. *In* D.L. Sparks. et al. *Method of Soil Analysis Part 3*, pp. 475-490, Chemical Method. No.5 in the Soil Sci. Soc. Am. Book Series. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison. Wisconsin. USA.
- William, J.D.H. and T.W. Walker. 1976. Comparison of ignition and 'extraction' methods for the determination of organic phosphate in rocks and soils. *Plant Soil.* 27:457-459.



00000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้