

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

อิทธิพลของหินพื้นที่มีต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดิน
EFFECT OF UNDERLYING BEDROCK ON PHOSPHORUS DISTRIBUTION IN
SOIL PROFILE

โดย

นางสาว กรุณา จงวรรณศิริ

(อาจารย์ พรทิวา กัญญวงศ์หา)
อาจารย์ที่ปรึกษา

รพ.

ก ๒๕๔๑

๒๕๔๑

เลขหม.....

เลขทะเบียน..... 33466

วัน, เดือน, ปี - 5 ส.ค. 2542

(รศ.ดร.สุมิตรา ภูวโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

อิทธิพลของหินพื้นที่มีต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดิน

EFFECT OF UNDERLYING BEDROCK ON PHOSPHORUS DISTRIBUTION IN
SOIL PROFILE



เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ.2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของหินพื้นที่มีต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดิน
EFFECT OF UNDERLYING BEDROCK ON PHOSPHORUS DISTRIBUTION IN
SOIL PROFILE

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของหินพื้นที่มีต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดิน มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อทราบถึงการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินที่มีหินพื้นต่างกัน โดยได้เก็บตัวอย่างดินจาก บางบริเวณของแอ่งโคราชซึ่งอยู่ระหว่างเทือกเขาภูพานกับแม่น้ำชี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หน้าตัดดินเหล่านี้มีหินพื้นต่างกัน 5 ชนิด คือ หน่วยหินมหาสารคาม, หน่วยหินโคกกรวด, หน่วยหินเสาชาร์ว, หน่วยหินพระวิหาร และ หน่วยหินภูกระดึง ผลการศึกษาทั้งในสนาม และในห้องปฏิบัติการ ทำให้จำแนกหน้าตัดดินออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. หน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมบนหินพื้น ซึ่งประกอบด้วย หน้าตัดดินที่ 1 และหน้าตัดดินที่ 2
2. หน้าตัดดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ของหินพื้น เกือบตลอดความลึกของหน้าตัดดิน มีเพียงตอนบนของหน้าตัดดินเท่านั้น ที่เป็นวัสดุซึ่งถูกเคลื่อนย้ายมาทับถม หน้าตัดดินที่มีลักษณะเช่นนี้ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4, หน้าตัดดินที่ 5 และหน้าตัดดินที่ 6
3. หน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกพัดพามาทับถมตลอดหน้าตัดดินได้แก่ หน้าตัดดินที่ 7

จากการศึกษาพบว่าหินพื้นต่างชนิดกันมีปริมาณฟอสฟอรัสต่างกัน เช่นหน่วยหินมหาสารคาม มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 50-101 ppm, หน่วยหินโคกกรวด มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 72-101 ppm, หน่วยหินเสาชาร์ว มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 117-495 ppm, หน่วยหินพระวิหารในหน้าตัดดินที่ 3 มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 157-187 ppm และในหน้าตัดดินที่ 5 เท่ากับ 130-181 ppm, ส่วนหน่วยหินภูกระดึงมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 131-524 ppm,

นอกจากจะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดต่างกันแล้ว หินพื้นเหล่านี้ยังมีฟอสฟอรัสในรูป Fractionation P ต่างกันอีกด้วย เช่น หน่วยหินมหาสารคาม และหน่วยหินโคกกรวด ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดใกล้เคียงกัน แต่องค์ประกอบที่เป็น Fractionation P จะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ส่วนในกรณีของหน้าตัดดินที่ 3 และหน้าตัดดินที่ 5 ซึ่งมีหินพื้นเป็นหน่วยหินพระวิหารเหมือนกัน และมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในพิสัยที่ใกล้เคียงกันนั้น ก็มีปริมาณ Fractionation P แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากดินมีพัฒนาการดินต่างกัน คือหน้าตัดดินที่ 5 ผ่านการสลายตัวจนมีศิลาแลงเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่หน้าตัดดินที่ 3 มีพัฒนาการต่ำกว่าจึงมี Fe-P และ Ca-P น้อยกว่าหน้าตัดดินที่ 5 และมี Soluble and loosely bound P (SLP) กับ Residual-P มากกว่าหน้าตัดดินที่ 5

ในกรณีที่ดินพื้นชนิดเดียวกัน มีฟอสฟอรัสทั้งหมดต่างกันนั้น อาจเนื่องมาจากมีความหยาบ-ความละเอียดต่างกัน (องค์ประกอบทางกายภาพต่างกัน) เช่นในดินพื้นมหาสารคาม ชั้น Bt1 และ Bt2 ที่มีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวต่างกัน และมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดต่างกันด้วย โดยชั้น Bt1 มีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวน้อยกว่าชั้น Bt2 และมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดน้อยกว่าชั้น Bt2 ด้วย ส่วนในดินพื้นโคกกรวด ชั้น 2Cr2 และ 2Cr3 ที่มีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวต่างกัน แต่มีฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากันนั้น อาจเกิดจากความรุนแรงของการสลายตัวผูกพันอยู่กับที่ต่างกัน (2Cr3 มีการสลายตัวมากกว่า 2Cr2)

สำหรับส่วนบนของหน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกพัดพามาทับถมนั้น จะเห็นได้ว่าในแต่ละหน้าตัดดิน มีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด และ Fractionation-P ต่างกันมาก ซึ่งอาจเกิดจากการที่มีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวต่างกัน, วัตถุต้นกำเนิดดินที่ต่างกัน หรือมีพัฒนาการทางดินที่ต่างกันก็ได้

อิทธิพลของดินพื้นที่มีต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินสรุปได้ว่า

1. เมื่อดินมีฟอสฟอรัสทั้งหมดมาก หน้าตัดดินที่เกิดจากดินพื้นนั้น ก็จะมีฟอสฟอรัสทั้งหมดมากด้วยเช่น ในกรณีของหน้าตัดดินที่ 4 ดินพื้นมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูง หน้าตัดดินก็มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงด้วย และถ้าดินพื้นมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำ หน้าตัดดินก็มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำด้วย เช่นในหน้าตัดดินที่ 2

2. ในกรณีที่ดินมีพัฒนาการอย่างมาก (ดังเช่นหน้าตัดดินที่ 5) นั้น ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีแนวโน้มของการแจกกระจายเป็นไปตามค่าของปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว ซึ่งอิทธิพลของดินพื้นจะส่งผลต่อฟอสฟอรัสทั้งหมดไม่มากนัก (ไม่ชัดเจน)

3. ส่วนหน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกพัดพามาทับถม ในแต่ละจุดนั้น พบว่ามีฟอสฟอรัสทั้งหมดต่างกันด้วย ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ เช่นปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวต่างกัน และมีแหล่งกำเนิดของตะกอนต่างกัน หรือมีพัฒนาการของหน้าตัดดินต่างกันด้วย

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์พรทิวา กัญยวงศ์หา อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษา ให้ความดูแลอย่างใกล้ชิด และให้ความกรุณาเอื้อเฟื้อร่างกายแรงใจ มา โดยตลอด

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ-คุณแม่ที่อบรมเลี้ยงดูมาเป็นอย่างดี และคอยให้กำลังใจอย่างท่วมท้นเสมอมาและเสมอมา

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง, พี่หงษ์ และน้ำจิตร์ ที่ให้การสนับสนุนการทำงานในห้อง วิเคราะห์มาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้แรงใจ สนับสนุนมาโดยตลอด

ขอขอบคุณน้องๆ ของข้าพเจ้าที่ช่วยเอื้อเฟื้อร่างกาย และแรงใจ ตั้งแต่เริ่มทำงานวิเคราะห์ จนกระทั่งงานสำเร็จ

กรุณา จงวรรณศิริ

พฤษภาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
อุปกรณ์และวิธีการ	6
ผลการศึกษา	8
สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา	34
เอกสารอ้างอิง	36



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 แสดงวิถีการของฟอสฟอรัสในดิน	2
ภาพที่ 2 แผนที่ธรณีวิทยาของบริเวณที่ทำการศึกษา	5
ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละของอนุภาคขนาดดินเหนียว กับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในหน้าตัดดินที่ 1-7	13
ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุกับปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส ในหน้าตัดดินที่ 1-7	14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

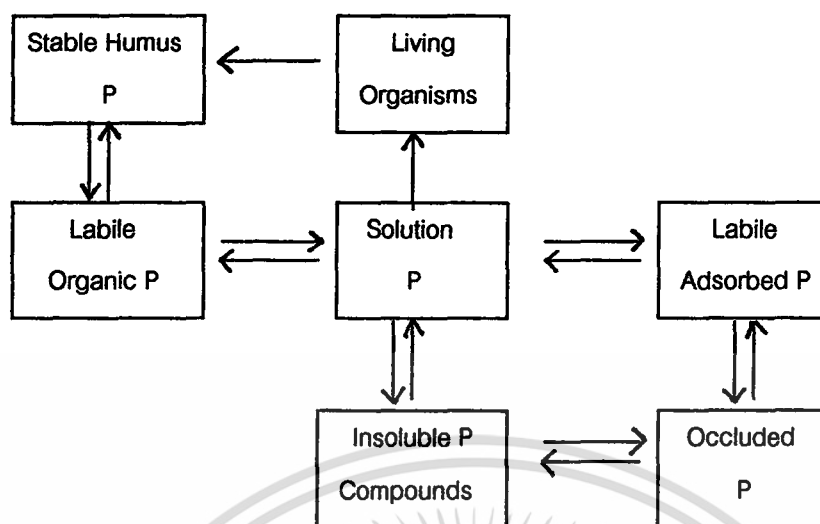
		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะหินพื้น กับลักษณะที่พบใน แต่ละหน้าตัดดิน	4
ตารางที่ 2	แสดงลักษณะของดินในสนาม และค่าวิเคราะห์สมบัติทาง กายภาพของหน้าตัดดินที่ 1-2	10
ตารางที่ 3	แสดงค่าวิเคราะห์ทางเคมีของหน้าตัดดินที่ 1-2	11
ตารางที่ 4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอนุภาคดินเหนียว กับปริมาณฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินที่ 1-2	12
ตารางที่ 5	แสดงลักษณะของดินในสนาม และค่าวิเคราะห์สมบัติทาง กายภาพของหน้าตัดดินที่ 3-6	19
ตารางที่ 6	แสดงค่าวิเคราะห์ทางเคมีของหน้าตัดดินที่ 3-6	20
ตารางที่ 7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอนุภาคดินเหนียว กับปริมาณฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินที่ 3-6	22
ตารางที่ 8	แสดงลักษณะของดินในสนาม และค่าวิเคราะห์สมบัติทาง กายภาพของหน้าตัดดินที่ 7	30
ตารางที่ 9	แสดงค่าวิเคราะห์ทางเคมีของหน้าตัดดินที่ 7	31
ตารางที่ 10	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอนุภาคดินเหนียว กับปริมาณฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินที่ 3-6	32

คำนำ

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักธาตุหนึ่งที่พืชต้องการในปริมาณมาก นอกเหนือจากธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม เกือบทั้งหมดของฟอสฟอรัสที่พบในพืชได้มาจากดิน ปริมาณฟอสฟอรัสในดินแต่ละบริเวณหรือตามแนวความลึกของหน้าตัดดิน มีลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน ความมากน้อยของการชะล้างและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ถ้าดินมีวัตถุต้นกำเนิดชนิดเดียวกันแล้ว จะพบว่าดินเนื้อละเอียดจะมีฟอสฟอรัสมากกว่าดินเนื้อหยาบ ดินที่ทำการเกษตรมานานหรือเกิดกษัยการและกระบวนการชะล้างมาก จะเหลือฟอสฟอรัสน้อยกว่าดินป่าเปิดใหม่ ฟอสฟอรัสในดินจะอยู่ในรูปอินทรีย์ฟอสเฟต และอนินทรีย์ฟอสเฟต ซึ่งดินจะมีฟอสเฟตทั้งสองส่วนนี้ในปริมาณต่างกัน โดยที่อินทรีย์ฟอสเฟตจะมีแนวโน้มมากหรือน้อยตามปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน ส่วนอนินทรีย์ฟอสเฟตในดินซึ่งมีทั้งส่วนที่เป็นไอออนฟอสเฟตในสารละลายดินและเป็นสารประกอบหรือแร่ฟอสเฟตในดิน อนินทรีย์ฟอสเฟตในดินประกอบด้วย 3 ประเภทคือ (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา ,2530)

1. อยู่ในรูปของแร่ต่างๆ (mineral form) ทั้งที่เป็นแร่ปฐมภูมิ และแร่ทุติยภูมิ
2. สารประกอบฟอสเฟตที่เกิดจากใส่ปุ๋ยลงไปบนดิน
3. ฟอสเฟตที่ถูกดูดซับ (adsorbed phosphate) ซึ่งเป็นอนุมูลฟอสเฟตที่ถูกดูดซับอยู่ตามผิวของออกไซด์ของเหล็ก, อลูมิเนียม และแร่ดินเหนียวซิลิเกต ฟอสเฟตเหล่านี้เป็นพวกที่ถูกตรึง ซึ่งจะยากแก่การปลดปล่อยออกมาในสารละลายดิน

ฟอสฟอรัสในดินมีทั้งในรูปที่เป็นประโยชน์ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที และอยู่ในรูปที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทันที ฟอสฟอรัสทั้งสองรูปนี้มีลักษณะสมดุลกันเสมอ เมื่อฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์มีปริมาณน้อยลง รูปที่ไม่เป็นประโยชน์ในทันทีของฟอสฟอรัส เช่น Labile adsorbed P, Labile organic P, Insoluble P compounds จะปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาสู่สารละลายดิน ทั้งนี้เพื่อให้มีสมดุลเกิดขึ้น และเมื่อฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ มีมากเกินไป จุลินทรีย์ดินจะนำไปใช้ และอาจเปลี่ยนรูปให้ไปอยู่ในรูปอื่นที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ทั้งนี้เพื่อการรักษาสสมดุลนั่นเอง



ภาพที่1 แสดงวัฏจักรของฟอสฟอรัสในดิน (Smeck, 1985)

ปริมาณของฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (Total P) ในแต่ละบริเวณหรือในหน้าตัดดิน จะแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน จากการศึกษาพบว่า วัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินปูน จะมีปริมาณของฟอสฟอรัสทุกประเภททั้งหมดมากกว่าดินดินดาน และหินทราย ตามลำดับ (Hanley และ Murphy, 1970) และดินที่มีกำเนิดมาจากวัตถุต้นกำเนิดเดียวกัน ดินเนื้อละเอียดจะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมากกว่าดินเนื้อหยาบ และปริมาณของฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นบน มักจะน้อยกว่าในดินชั้นล่าง (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2530)

ปริมาณของฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว ลักษณะการแจกกระจายตามลึกของฟอสฟอรัสทั้งหมด จะเกิดจากการเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสตามแนวตั้งและแนวนอน ตลอดช่วงเวลาทางธรณีวิทยา (geologic time) และเวลาทางปฐพีวิทยา (peddogic time) การแจกกระจายของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดตามความลึก จะบอกให้ทราบถึงอิทธิพลของกระบวนการทางดิน (peddogenic process) และความไม่ต่อเนื่องทางธรณีวิทยา (lithologic discontinuity) ปริมาณของฟอสฟอรัสรูปต่างๆที่พบสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้ water soluble < Ca-P < Al-P < Fe-P < residual-P โดยปริมาณ residual-P มีแนวโน้มต่ำสุดบริเวณผิวดินและมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความลึก ปริมาณ Al-P มีค่าสูงสุดบริเวณผิวดิน ปริมาณ Fe-P มีค่าสูงสุดในชั้นดิน Bt, Btv ส่วนปริมาณ Ca-P มีค่าต่ำสุดในทุกๆสภาพภูมิประเทศ (Day และคณะ, 1987)

รูปของฟอสฟอรัสในดินจะขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาของดินด้วย เพราะฟอสฟอรัสจะถูกตรึงไว้ในดินที่เป็นกรดและเป็นด่าง ในดินกรด (pH ต่ำ) ฟอสฟอรัสจะทำปฏิกิริยากับธาตุเหล็กและอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้สารประกอบพวก Al-P , Fe-P ในดินต่าง (pH สูง) ฟอสฟอรัสจะทำปฏิกิริยากับธาตุแคลเซียม หรือแมกนีเซียม ได้สารประกอบพวก Ca-P , Mg-P (เกษมศรี, 2536)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า หินพื้น (bedrock) ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณ และการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดิน ทำให้เกิดความสนใจที่จะศึกษา อิทธิพลของหินพื้นที่มีต่อปริมาณและการแจกกระจายของฟอสฟอรัส โดยเลือกบางบริเวณของแอ่งโคราชที่อยู่ระหว่าง เทือกเขาภูพานกับแม่น้ำชี เป็นพื้นที่ศึกษา (ภาพที่ 2) โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาถึงการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินที่มีหินพื้นต่างกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

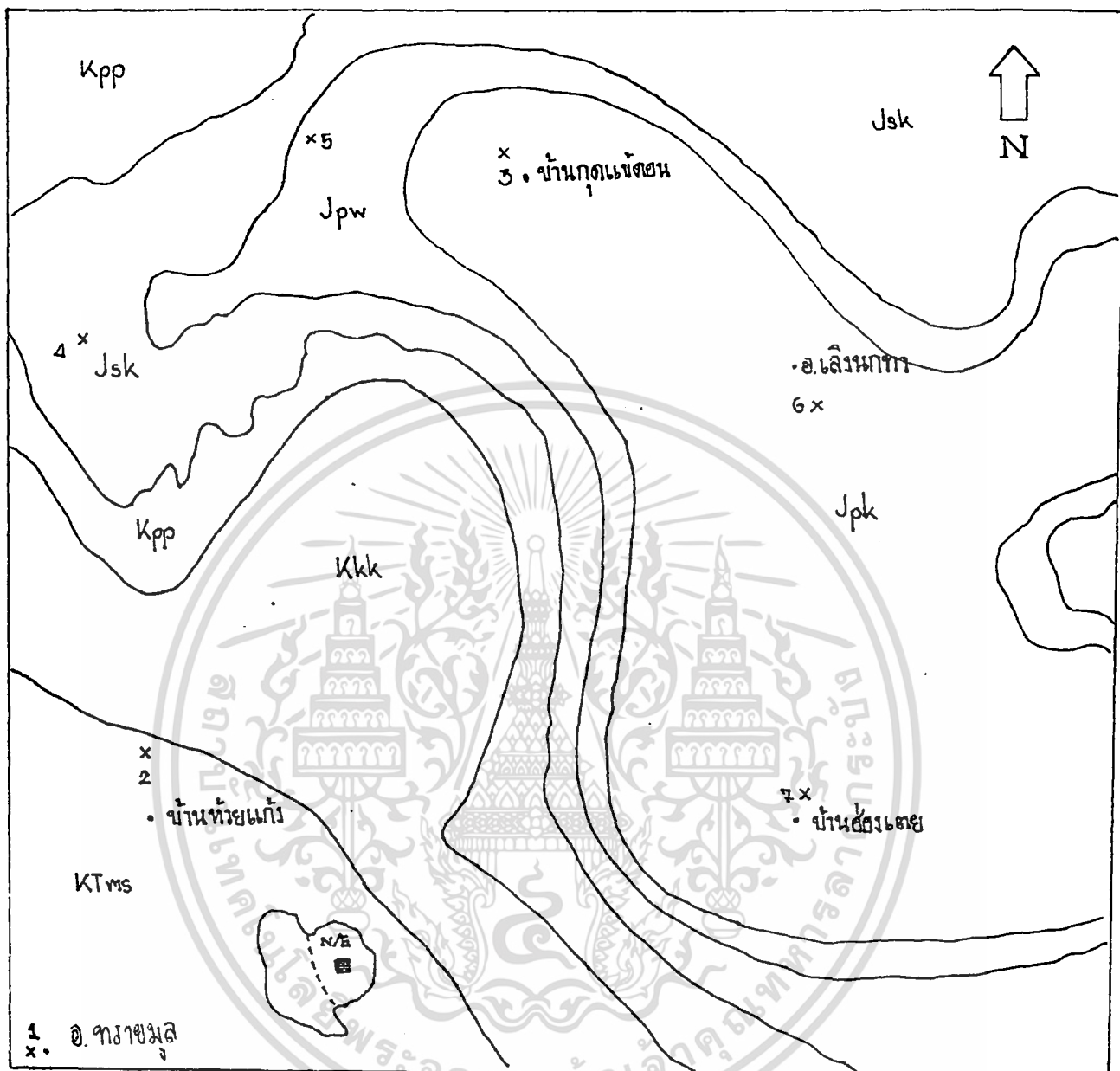
ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะหินพื้น กับลักษณะที่พบในแต่ละหน้าตัดดิน

หน่วยหิน	ลักษณะเด่นของหินพื้น ¹	ลักษณะที่พบในหน้าตัดดิน ²
มหาสารคาม (KTms)	หินทรายแป้ง หินดินดานและหินโคลน สีแดงอิฐและแดงแกมม่วง เมื่อผู้มีสีขาวถึงเทา ชั้นหินบางถึงหนา มีเกลือหิน โฟฟอสเฟต ยิปซัม และแอนไฮไดรต์	หน้าตัดดินที่ 1 ที่ความลึก 112-235 ซม. สีดินมีสีเทาถึงน้ำตาลแกมเทา พบจุดประสีส้มและสีเหลืองแกมน้ำตาล ความลึก 235-280 ซม. สีดินมีสีเหลือง,เทาและน้ำตาล
โคกกรวด (Kkk)	หินทราย สีน้ำตาล และน้ำตาลแกมแดง มีจุดเขียว แกมเทา เมื่อผู้มีสีน้ำตาลถึงดำแกมเทา เม็ดละเอียดถึงปานกลาง การคัดขนาดไม่ดี หินดินดานและหินทรายแป้ง สีน้ำตาลอ่อน เนื้อปนไมกา หินกรวดมนเม็ดปุ่น	หน้าตัดดินที่ 2 ที่ความลึก 10-70 ซม. สีดินมีสีส้ม, น้ำตาล และน้ำตาลแกมเทา พบจุดประสีแดงแกมน้ำตาล และเหลืองแกมน้ำตาล ความลึก 70-170 ซม. สีดินมีสี แดงแกมน้ำตาล,สีส้ม,สีน้ำตาลแกมเทาและสีเทา
เสาชรั้ว (Jsk)	หินทราย สีน้ำตาลทรายแกมแดง และเทา เนื้อปนไมกา หินทรายแป้ง สีเทาและน้ำตาล หินกรวดมนเม็ดปุ่น หินดินดาน สีน้ำตาลแกมม่วง และสีแดงอิฐ	หน้าตัดดินที่ 4 ตลอดช่วงความลึก ดินมีสีผสมของสีแดง,น้ำตาลเข้ม,น้ำตาลแกมเทา และเหลืองแกมน้ำตาล หินผู้มีสีแดงเข้มและแดงแกมเทา พบสารมวลพอกของเหล็ก และหินปุ่น
พระวิหาร (Jpw)	หินทราย สีขาว และชมพู ออร์โทควอร์ตซิดิก ในช่วงบนของชั้น หินมักมีกรวดปน ชั้นหนามาก มีรอยชั้นขวาง พบหินดินดาน สีน้ำตาลแกมแดง และเทาแทรกสลับบ้าง	หน้าตัดดินที่ 5 ที่ความลึก 119-175 ซม. ดินมีสีน้ำตาล ส่วนที่ความลึก 175-310+ ซม. ดินมีสีแดงแกมน้ำตาล, เหลือง-ส้ม และเทา พบจุดประสีแดงแกมน้ำตาล และสีน้ำตาล และพบสารมวลพอกสีแดงแกมน้ำตาล
ภูกระดึง (Jpk)	หินดินดาน สีน้ำตาล น้ำตาลแกมแดง และแดงแกมม่วง เนื้อปนไมกา หินทรายแป้งและหินทราย สีน้ำตาล และเทา เนื้อปนไมกา มีรอยชั้นขวางขนาดเล็ก และมีชั้นหินกรวดมนเม็ดปุ่นแทรกสลับบ้าง	หน้าตัดดินที่ 3 ที่ความลึก 33-123 ซม. สีน้ำตาล, สีแดงแกมน้ำตาลและเหลืองแกมน้ำตาล พบจุดประสีแดงแกมน้ำตาลที่ชั้นบนสุด ความลึก 123-240 ซม. สีดินมีสีเทาและสีแดงเข้ม พบจุดประสีเหลืองแกมน้ำตาลและพบ lateritic fragment สีแดงเข้มแกมน้ำตาล และหน้าตัดดินที่ 6 ตลอดช่วงความลึก ดินมีสีแดงเข้มแกมน้ำตาล และสีเหลืองแกมน้ำตาล พบสารมวลพอกของเหล็ก
		หน้าตัดดินที่ 7 เป็นหน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมตลอดความลึกของหน้าตัดดิน

หมายเหตุ ¹ ดัดแปลงจาก กรมทรัพยากรธรณี (2527)

² จากคำบรรยายหน้าตัดดินในสนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



มาตราส่วน 1:250,000

ภาพที่ 1 แผนที่ธรณีวิทยาของบริเวณที่ทำการศึกษา(กรมทรัพยากรธรณี, 2528)

- คำอธิบายสัญลักษณ์
- KEd - วิทยาลัยนิเทศศาสตร์
 - Kkk - วิทยาลัยนิเทศศาสตร์
 - Jpw - วิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 - Jsk - วิทยาลัยวิทยาศาสตร์
 - Jpk - วิทยาลัยวนศาสตร์
 - KTms - วิทยาลัยบริหารธุรกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่ภูมิประเทศของบริเวณที่ทำการศึกษามาตราส่วน 1: 250,000 (กรมแผนที่ทหาร, 2536)
2. แผนที่ธรณีวิทยาของประเทศไทย มาตราส่วน 1: 250,000 (กองธรณีวิทยา, 2527)
3. อุปกรณ์ในการออกสำรวจดินภาคสนาม เช่น อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน, อุปกรณ์ในการศึกษาชั้นฐานดินภาคสนาม (เอิบ, 2530)
4. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินทางกายภาพและทางเคมี

ขั้นตอนการศึกษา

1. การเลือกพื้นที่

เลือกจุดเก็บตัวอย่างดินตามความแตกต่างของหินพื้น โดยใช้จากแผนที่ธรณีวิทยาเป็นเกณฑ์ และเลือกพื้นที่ที่หินพื้นอยู่ตื้น (ในระดับความลึกประมาณ 1 เมตรจากผิวหน้าดิน) ภาพที่ 2

2. การเก็บตัวอย่างดิน

ขุดหน้าตัดดินลงไปจนถึงหินพื้น (2-3 m.) ทำการแบ่งชั้นดิน และทำคำบรรยายหน้าตัดดินตามวิธีการศึกษาชั้นฐานวิทยาของดินในภาคสนาม จากนั้นเก็บตัวอย่างดิน, หินผุ และหินพื้นที่แบ่งได้ใส่ถุงพลาสติก เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (เอิบ, 2530)

3. การเตรียมตัวอย่างดิน

นำดิน, หินผุ และหินพื้น ที่เก็บได้มาผึ่งในที่ร่ม (air dried) จนแห้งดี แล้วนำมาบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ซึ่งส่วนที่ไม่ผ่านตะแกรงเอาไว้ (ส่วนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 มิลลิเมตร) และเก็บตัวอย่างดินที่ผ่านตะแกรงเอาไว้ (Soil Survey Laboratory Staff, 1992)

4. การวิเคราะห์ดิน

4.1 การวิเคราะห์ดินทางกายภาพ

- หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น Hygroscopic Water เพื่อนำไปคำนวณหา moisture factor ที่จะแปลงค่าวิเคราะห์ไปอยู่ในรูปของ oven-dried base (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2527)
- การวิเคราะห์การแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน (Particle Size distribution) โดยวิธี Pipette method (Gee and Bander, 1986)
- คำนวณเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร (Soil Survey Laboratory Staff, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์ดินทางเคมี

- วิเคราะห์ค่าปฏิกิริยาดิน โดยใช้อัตราส่วนของดินต่อน้ำ เท่ากับ 1: 5 (Thomas, 1996) แล้ววัด pH ด้วยเครื่องมือปฏิกิริยาดิน (pH meter)

- วิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินโดยวิธี Walkley - Black Titration (International of Tropical Agriculture, 1979)

- วิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัสในรูปต่างๆโดยวิธีที่เสนอโดย Kuo (1996) ซึ่งชนิดของ P ที่ต้องการวิเคราะห์มีดังนี้

1.ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) โดยวิธี Bray II สำหรับดินกรด และวิธี Olsen สำหรับดินด่าง

2.ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) โดยวิธี Digestion โดยใช้สารละลาย Perchloric acid 70%

3.ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Organic Phosphorus) โดยวิธี Ignition ซึ่งเป็นการเผาดินที่ 550 °c ทำให้ organic P เปลี่ยนเป็น inorganic P และ Total organic P หาได้จากความแตกต่างระหว่าง ปริมาณ H_2SO_4 -extractable P ของตัวอย่างที่ ignition กับตัวอย่างที่ไม่ ignition

4. Fractionation of Inorganic Phosphorus (Fractionation P) ประกอบด้วย Phosphorus ในรูป

- Soluble and loosely bound P (SLP) โดยใช้สารละลาย Ammonium Chloride 1 M. เป็นน้ำยาสกัด

- Aluminum phosphorus (Al-P) โดยใช้ Ammonium Fluoride pH 8.2 , 0.5 M. เป็นน้ำยาสกัด

- Iron phosphate (Fe-P) โดยใช้ Sodium Hydroxide 0.1 M. เป็นน้ำยาสกัด

- Calcium phosphate (Ca-P) โดยใช้ Sulfuric acid 0.25 M. หรือ Hydrochloric acid 2 M. เป็นน้ำยาสกัด

- Residual P ซึ่งเป็นค่าความแตกต่างระหว่าง Total P กับ Fractionation P

หลังจากนั้นวัดปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี Ascorbic acid เป็นวิธีที่ทำให้เกิดสี ใช้เครื่อง Spectrophotometer วัดที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร

ผลการศึกษา

การศึกษาลักษณะของหินพื้นที่มีต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินทำโดยเลือกเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 7 หน้าตัดดิน จากพื้นที่ซึ่งมีหินพื้นแตกต่างกัน โดยเป็นบริเวณที่อยู่ระหว่าง เทือกเขาภูพานและแม่น้ำชีในแอ่งโคราช ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างดิน แสดงไว้ในภาพที่ 2

จากลักษณะสัณฐานของดินในสนาม ทำให้แยกหน้าตัดดินทั้ง 7 หน้าตัดดิน ออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ (ตารางที่ 1)

1. หน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมบนหินพื้น ซึ่งประกอบด้วย หน้าตัดดินที่ 1 และหน้าตัดดินที่ 2 ดินตอนบนของหน้าตัดดินเหล่านี้จะมีลักษณะที่แตกต่างจากหินพื้นที่อยู่ตอนล่าง ในด้านคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี เช่นเนื้อดิน, สีดิน, ค่าปฏิกิริยากรด และมีช่วงรอยต่อระหว่างขอบเขตของดินตอนบน และหินพื้นด้านล่างในลักษณะที่มองเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน ความลึกของดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมนั้น อยู่ระหว่าง 1-2 เมตร
2. หน้าตัดดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ของหินพื้น เกือบตลอดความลึกของหน้าตัดดิน มีเพียงตอนบนของหน้าตัดดินเท่านั้น ที่เป็นวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาทับถม หน้าตัดดินที่มีลักษณะเช่นนี้ได้แก่หน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4, หน้าตัดดินที่ 5 และหน้าตัดดินที่ 6
3. หน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกพัดพามาทับถมตลอดหน้าตัดดิน ได้แก่หน้าตัดดินที่ 7 ซึ่งตลอดช่วงความลึกมากกว่า 2 เมตร มีลักษณะของการตกตะกอนคนละเวลาปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของดิน เป็นดังนี้

การแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดิน

1. หน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุซึ่งถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมบนหินพื้น

หน้าตัดดินที่ 1 (ตารางที่ 2, 5 และ 6)

ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปจนถึงความลึกประมาณ 2 เมตร เป็นส่วนที่เกิดจากวัสดุซึ่งถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมบนหินพื้นที่เป็นหน่วยหินมหาสารคาม จากลักษณะสัณฐานของดินในสนาม และค่าวิเคราะห์ทางกายภาพ ทำให้แยกหน้าตัดดินนี้ออกได้เป็น 4 ส่วนใหญ่ๆคือ ตั้งแต่ความลึก 0-20 ซม., 20-112 ซม., 112-198 ซม., 198-225/235 ซม. และ 235-280 ซม. ซึ่งเป็นชั้นของหน่วยหินมหาสารคาม

ฟอสฟอรัสทั้งหมด

จากลักษณะการแจกกระจายตามความลึกของฟอสฟอรัสทั้งหมด ทำให้แยกหน้าตัดดินเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆได้ เช่นเดียวกับการใช้ค่าวิเคราะห์ทางกายภาพ และสัณฐานดินในสนาม ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของหน้าตัดดินส่วนที่เกิดจากวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมนั้น ที่ความลึก 0-198 ซม. อยู่ในพิสัย 47-124 ppm ในขณะที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน ซึ่งเป็นส่วนของหินพื้นนั้นมีฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 101 ppm และ 50 ppm ในส่วนที่เป็นตอนบนและตอนล่างของชั้นหินพื้น ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณของฟอสฟอรัสทั้งหมดระหว่างตอนบนของหน้าตัดดิน และส่วนที่เป็นหินพื้นแล้ว จะเห็นว่ามีความแตกต่างกัน คือ ถ้าพิจารณาเปรียบเทียบลักษณะของการแจกกระจายของฟอสฟอรัสทั้งหมด กับการแจกกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียวแล้ว จะเห็นว่าส่วนของหน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุซึ่งถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมนั้น มีแนวโน้มของการแจกกระจายของฟอสฟอรัสทั้งหมด เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการแจกกระจายของอนุภาคดินเหนียว คือเมื่อปริมาณอนุภาคดินเหนียวเพิ่มมากขึ้น ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดก็มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย สำหรับในชั้นหินพื้นที่อยู่ตอนล่างของหน้าตัดดินนั้น จะเห็นว่าบริเวณที่มีเนื้อละเอียดกว่า (ความลึก 235-255/275 ซม.) จะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมากกว่าส่วนที่มีเนื้อหยาบกว่า

เหตุผลอีกประการหนึ่งที่บอกให้ทราบว่า ในตอนบนของหน้าตัดดินนี้มีวัสดุต้นกำเนิดที่ต่างจากหินพื้นตอนล่างก็คือ ความแตกต่างของปริมาณของอนุภาคดินเหนียวกับฟอสฟอรัสทั้งหมดนั้น คือ ตอนบนของหน้าตัดดิน (0-198 ซม.) นั้นมีปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียวอยู่ในพิสัย ร้อยละ 10-20 แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมากถึง 47-113 ppm ส่วนที่ความลึก 198-225/235 ซม. ซึ่งอยู่ล่างสุดของส่วนที่เป็นวัสดุซึ่งถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมนั้น จะมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวเท่ากับ ร้อยละ 35 และมีฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 80 ppm ซึ่งความแตกต่างเช่นนี้เอง บอกให้ทราบว่าดินอาจจะมีการวัสดุต้นกำเนิดที่แตกต่างกันก็ได้ ในขณะที่ชั้นหินพื้นนั้นมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวมากถึง ร้อยละ 42 และ 17 ตามลำดับ แต่มีฟอสฟอรัสทั้งหมดเพียง 101 ppm และ 50 ppm ตามลำดับ ซึ่งถ้าหน้าตัดดินนี้เกิดจากหินพื้นด้านล่างตลอดช่วงความลึกแล้ว ค่าของฟอสฟอรัสทั้งหมดในชั้นดินที่อยู่ตอนบนของหน้าตัดดิน และมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวเท่ากับชั้นหินพื้นนั้น ก็ควรจะมีค่าเท่ากันด้วย

ตารางที่ 3 แสดงค่าวิเคราะห์ทางเคมีของหน้าตัดดินที่ 1-2

DEPTH (cm.)	Horizon	pH		O.M. (%)	Avai P	Ignition P	Unignition P	Organic P	Total P	Fractionation P				
		H ₂ O 1:5	KCL 1:5							SLP	Al-P	Fe-P	Ca-P	Residual P

1. หน้าตัดดินที่เกิดจากรวดซึ่งถูกเคลื่อนย้ายมาจากภมบนหินพื้น

PROFILE 1

0-20	Ap1	4.5	4.3	0.59	2.98	37.71	7.94	29.77	47.37	1.37	ND	5.95	21.69	18.36
20-40	Ap2	5.3	4.2	0.28	1.51	37.17	7.54	29.64	79.63	1.28	ND	5.80	22.87	49.68
40-80	Btcg1	5.3	4.5	0.16	0.43	32.56	7.78	24.78	51.53	1.06	4.98	9.32	29.81	7.08
80-112	Btcg2	5.8	4.3	0.02	0.76	27.72	16.46	11.25	123.60	1.01	9.03	7.83	35.17	70.58
*112-150/155	Bt1	5.9	4.2	0.08	0.53	29.72	13.76	15.94	98.82	1.31	13.02	7.64	18.25	56.41
*155-193/198	Bt2	6.2	4.1	0.05	0.53	20.90	8.03	12.87	112.99	1.00	10.57	5.51	32.68	63.26
*198-225/235	2Btcg3	6.1	3.8	0.09	0.38	16.60	4.49	12.11	79.92	1.08	9.84	7.50	20.32	41.38
*235-255/275	3Crg1	6.0	3.5	0.11	0.55	18.29	6.07	12.22	100.88	1.07	8.83	8.21	10.91	70.86
*275-280	3Crg2	5.8	3.8	0.07	0.54	11.50	9.80	1.71	46.95	1.04	10.01	5.68	13.53	16.71

PROFILE 2

0-10	Ap	5.2	4.3	0.37	2.25	24.87	4.89	19.78	31.03	1.39	0.15	2.98	3.77	22.78
*10-20/28	BA	5.2	4.5	0.05	0.65	16.62	15.15	1.47	28.03	1.17	8.79	7.12	2.11	8.84
*28-52/54	Bw	5.5	4.1	0.07	0.40	49.92	10.62	39.31	63.26	1.22	7.84	3.56	20.02	30.61
*54-65/70	BC	6.2	3.9	0.20	0.53	21.55	10.76	10.78	127.33	1.39	3.02	14.57	20.76	87.60
*70-88/98	2Cr1	6.8	3.9	0.05	5.80	39.68	26.48	13.18	72.42	1.25	16.62	5.69	24.60	24.28
*98-130	2Cr2	6.6	3.9	0.12	2.08	18.89	13.37	5.52	100.76	0.84	7.26	4.15	27.07	90.18
*130-170+	2Cr3	6.6	4.1	0.19	48.55	30.58	14.58	15.99	100.80	1.45	1.89	5.97	1.88	89.61

ตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอนุภาคดินเหนียวกับปริมาณฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินที่ 1-2

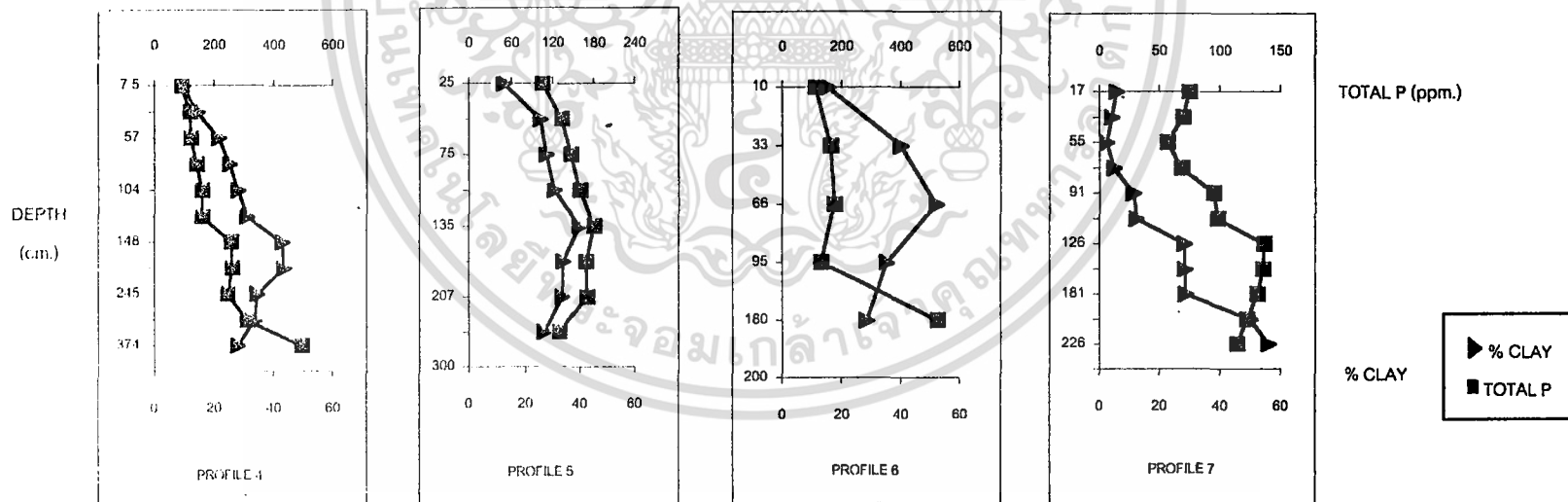
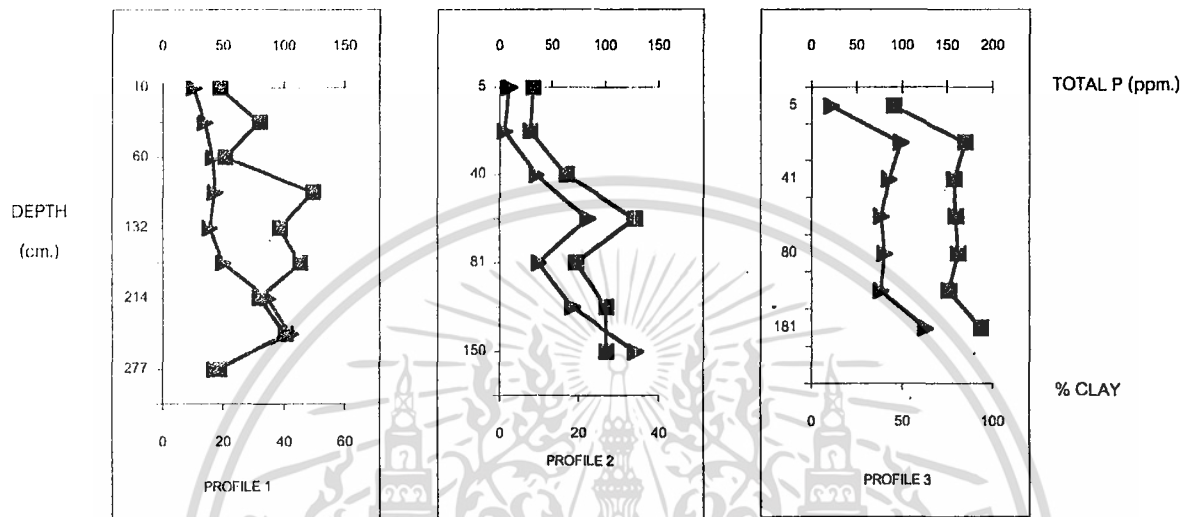
DEPTH (cm.)	Horizon	% Clay	Total P	Fractionation P				
				SLP	Al-P	Fe-P	Ca-P	Residual P

(.....ppm.....)

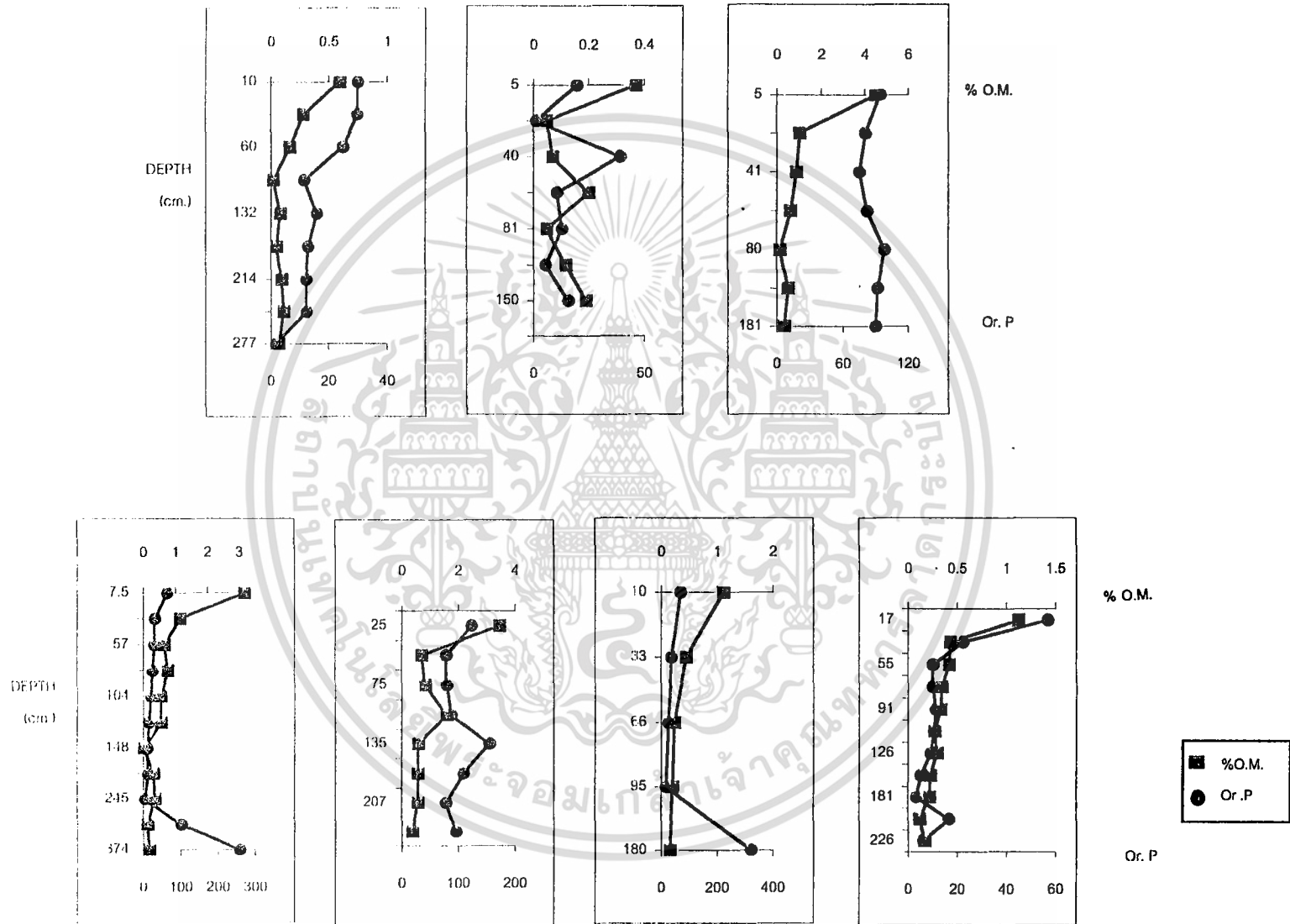
1. หน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมบนหินพื้น

PROFILE 1								
0-20	Ap1	10.4	47.37	1.37	ND	5.95	21.69	18.36
20-40	Ap2	13.88	79.63	1.28	ND	5.80	22.87	49.68
40-80	Bt _{cg} 1	16.43	51.53	1.06	4.96	9.32	29.81	7.08
80-112	Bt _{cg} 2	17.22	123.60	1.01	9.03	7.83	35.17	70.56
*112-150/155	Bt1	15.56	96.62	1.31	13.02	7.64	18.25	56.41
*155-193/198	Bt2	19.93	112.99	1.00	10.57	5.51	32.66	63.26
*198-225/235	2Bt _{cg} 3	34.62	79.92	1.08	9.64	7.50	20.32	41.38
*235-255/275	3Crg1	42.05	100.88	1.07	9.83	8.21	10.91	70.86
*275-280	3Crg2	17.17	46.95	1.04	10.01	5.66	13.53	16.71
PROFILE 2								
0-10	Ap	2.25	31.03	1.39	0.15	2.96	3.77	22.76
*10-20/28	BA	1.16	28.03	1.17	8.79	7.12	2.11	8.84
*28-52/54	Bw	9.03	63.25	1.22	7.84	3.56	20.02	30.61
*54-65/70	BC	22.36	127.33	1.39	3.02	14.57	20.75	87.60
*70-88/98	2Cr1	9.73	72.42	1.25	16.62	5.69	24.60	24.26
*98-130	2Cr2	18.44	100.76	0.84	7.26	4.15	27.07	90.18
*130-170+	2Cr3	34.12	100.80	1.45	1.89	5.97	1.88	89.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละของอนุภาคขนาดดินเหนียว กับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในหน้าตัดดินที่ 1-7



ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุกับ
ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินที่ 1-7

คำวิเคราะห์ทางเคมีอื่นๆ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ชั้นดินบนมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณสูงสุดคือ 2-3 ppm และมีปริมาณลดลงในชั้นดินล่างคือ มีค่าอยู่ในพิสัย 0.4-0.8 ppm

อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์ฟอสฟอรัส

การแจกกระจายของอินทรีย์ฟอสฟอรัส มีลักษณะเช่นเดียวกับการแจกกระจายของอินทรีย์วัตถุคือ มีค่าสูงสุดที่ชั้นดินบน ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 0.59 ppm และมีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสประมาณ 30 ppm และมีค่าลดลงตามความลึก จนกระทั่งมีค่าอินทรีย์ฟอสฟอรัสเพียง 2 ppm ที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (อินทรีย์วัตถุเท่ากับ 0.07 ppm)

Fractionation P

โดยส่วนใหญ่แล้วพบว่า ตลอดช่วงความลึกของหน้าตัดดินนั้น แพบทุกชั้นดินมี Residual-P >Ca-P >Fe-P ~Al-P >SLP โดย Residual-P มีค่าอยู่ในพิสัย 7-71 ppm, Ca-P มีค่าอยู่ในพิสัย 11-35 ppm, Fe-P มีค่าอยู่ในพิสัย 5.5-9.3 ppm, Al-P มีค่าอยู่ในพิสัย 5-13 ppm, SLP มีค่าอยู่ในพิสัย 1.0-1.4 ppm มีเพียงบางความลึกเท่านั้นที่ Al-P มีค่าน้อยกว่า Fe-P คือที่ความลึก 0-80 ซม. Fe-P มีค่าอยู่ในพิสัย 5.8-9.3 ppm แต่ Al-P มีค่าอยู่ในพิสัย 0-5 ppm

หน้าตัดดินที่ 2 (ตารางที่ 2, 5 และ 6)

เป็นดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่ถูกพัดพามาทับถมอยู่บนหินพื้น มีลักษณะแตกต่างจากหน้าตัดดินที่ 1 คือ วัตถุที่ถูกพัดพามาทับถมนั้น มีเนื้อหยาบกว่าที่พบในหน้าตัดดินที่ 1 และหินพื้นที่พบในบริเวณนี้จัดอยู่ในหน่วยหินโคกกรวด ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปจนถึงความลึก 70 ซม. เป็นวัสดุซึ่งถูกพัดพามาทับถม มีอนุภาคทรายเป็นลักษณะเด่น ถึงแม้ว่าจะมีอนุภาคดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก แต่ไม่ปรากฏลักษณะใดๆ ที่บ่งชี้ว่าเป็นชั้นสะสมดินเหนียว สาเหตุที่ดินมีอนุภาคดินเหนียวเพิ่มขึ้นในชั้นดินล่างนั้น อาจเกิดจากการตกตะกอนต่างเวลากัน หรือเป็นตะกอนที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดต่างกัน หรือทั้งสองกรณีร่วมกัน

ตั้งแต่ความลึก 70 ซม. จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (170 ซม.) นั้นเป็นชั้นของหินพื้นซึ่งประกอบด้วยหินที่แตกต่างกัน 3 ลักษณะใหญ่ๆ โดยใน 2 ชั้นแรก (70-130 ซม.) นั้นมีอนุภาคขนาดทรายเป็นลักษณะเด่น และมีอนุภาคที่ละเอียดกว่าทรายอยู่เพียงร้อยละประมาณ 25-30 ใน

ขณะที่ชั้นล่างสุดนี้ มีอนุภาคขนาดทรายเพียงร้อยละ 6 มีอนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 60 และมีอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 34

ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ฟอสฟอรัสทั้งหมดในหน้าตัดดินนี้ แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงความแตกต่างระหว่างดินตอนบน และดินพื้น การแจกกระจายของฟอสฟอรัสทั้งหมดในส่วนของหน้าตัดดิน 70 ซม. แรกนั้น มีแนวโน้มเป็นไปตามปริมาณอนุภาคดินเหนียวคือ เมื่อปริมาณอนุภาคดินเหนียวลดลง ฟอสฟอรัสทั้งหมดก็ลดลง ในทางกลับกันเมื่อปริมาณดินเหนียวเพิ่มขึ้น ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะส่วนของหน้าตัดดิน ซึ่งเกิดจากวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมระหว่างหน้าตัดดินที่ 1 และหน้าตัดดินที่ 2 แล้ว จะเห็นว่าหน้าตัดดินที่ 1 มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมากกว่าในหน้าตัดดินที่ 2 ทั้งนี้อาจเกิดจากการที่หน้าตัดดินที่ 1 มีเนื้อดินที่ละเอียดกว่าหน้าตัดดินที่ 2 นั้นเอง

ที่ระดับความลึก 70-170 ซม. ซึ่งเป็นชั้นดินพื้นนั้น พบว่าในตอนบนสุดของชั้นนี้ (70-98 ซม.) ซึ่งเป็นส่วนที่มีเนื้อหยาบที่สุดนั้น มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเพียง 72 ppm ในขณะที่ความลึกอื่นๆ ซึ่งมีเนื้อละเอียดกว่านั้น มีฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 101 ppm ส่วนสาเหตุที่ทำให้ที่ระดับความลึก 98-130 ซม. ซึ่งมีปริมาณดินเหนียวน้อยกว่าตอนล่างสุด แต่กลับมีฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากันนั้น อาจเกิดจากความรุนแรงของการสลายตัวผูกพันอยู่กับที่ต่างกัน (ตอนล่างสุดสลายตัวมากกว่า) หรือเป็นลักษณะธรรมชาติของดิน ที่แตกต่างกันโดยกำเนิดอยู่แล้วก็เป็นได้

ถ้าพิจารณาเฉพาะชั้นดินพื้นระหว่างหน้าตัดดินที่ 1 กับหน้าตัดดินที่ 2 ก็ จะเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนว่า ดินต่างชนิดกันและมีองค์ประกอบที่ต่างกันนั้น จะมีปริมาณฟอสฟอรัสแตกต่างกันด้วย

ค่าวิเคราะห์ทางเคมีอื่นๆ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ลักษณะการแจกกระจายตามความลึกของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยในชั้นล่างสุดของหน้าตัดดิน จะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุดคือ 47 ppm และมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 34.12 และที่ชั้นบนสุดของหน้าตัดดินมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 2.25 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อยที่สุดเท่ากับ 2.25 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์ฟอสฟอรัส

การแจกกระจายของอินทรีย์วัตถุในหน้าตัดดิน ส่วนที่เกิดจากวัสดุที่ถูกพัดพามาทับถมนั้นมีค่าสูงสุดที่ชั้นดินบน และลดลงตามความลึก ในขณะที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในชั้นดินพื้นนั้น เพิ่มขึ้นจากตอนบนของช่วงนี้ จนไปมีค่าสูงสุดที่ตอนล่างสุด ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจาก ความรุนแรงของการสลายตัวของหิน และการมีเศษซากพืชปะปนอยู่ในชั้นดินในปริมาณที่แตกต่างกันคือ ตอนบนสุดของชั้นดินมีการสลายตัวผู้พังน้อยที่สุด และมีเศษซากพืชปะปนอยู่น้อยที่สุด ซึ่งปริมาณเศษซากพืชกับความรุนแรงของการสลายตัวผู้พังนี้ จะเพิ่มขึ้นตามความลึก

การแจกกระจายของอินทรีย์ฟอสฟอรัส ก็มีแนวโน้มเป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกับการแจกกระจายของอินทรีย์วัตถุ

Fractionation P

ส่วนของหน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุซึ่งถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมนั้น พบว่ามีการแจกกระจายของ Fractionation P เกิดขึ้น 3 อย่างคือ Residual P > Ca-P>Fe-P>SLP>Al-P, Residual-P>Ca-P>Fe-P>Al-P>SLP และ Residual-P >Ca-P> Al-P>Fe-P>SLP อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่า ตลอดช่วงความลึกนี้มี Residual-P และ Ca-P เป็นลักษณะเด่น ในขณะที่ชั้นดินพื้นนั้นพบว่า เกือบจะทุกกรณี (ยกเว้นชั้นล่างสุด) จะมี Residual-P > Ca-P>Al-P>Fe-P>SLP ส่วนชั้นล่างสุดนั้นมี Residual-P เป็นลักษณะเด่นสุด คือมีมากถึงร้อยละ 90

2. หน้าตัดดินที่เกิดจากการสลายตัวผู้พังอยู่กับที่ของหินพื้น

ประกอบด้วยหน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4, หน้าตัดดินที่ 5 และหน้าตัดดินที่ 6 ถึงแม้จะถือว่าหน้าตัดเหล่านี้เกิดจากการสลายตัวผู้พังอยู่กับที่ของหินพื้น ซึ่งอยู่ด้านล่างเกือบตลอดหน้าตัดดิน อย่างไรก็ตามจะมีส่วนที่อยู่ตอนบนของหน้าตัดดิน เป็นวัสดุซึ่งถูกเคลื่อนย้ายมาทับถม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความหนาของส่วนนี้กับความลึกของหน้าตัดดินทั้งหมดแล้ว พบว่ามีเพียงเล็กน้อยเท่านั้นคือ ตั้งแต่ประมาณ 30 ซม. จนถึง 1 เมตร ในขณะที่บางหน้าตัดดินมีส่วนที่เกิดจากการสลายตัวผู้พังของหินพื้นหนาถึง 3 เมตร เป็นต้น

หน้าตัดดินที่ 3 (ตารางที่ 3, 5 และ 6)

มีเฉพาะชั้นดินบนหนา 10 ซม.เท่านั้น ที่เป็นวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาทับถม โดยพิจารณาจากลักษณะการแจกกระจายของขนาดอนุภาคดิน เปรียบเทียบกับชั้นดินอื่นๆที่อยู่ลึกลงไป (ดินบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีอนุภาคดินเหนียวร้อยละ 11 มีอนุภาคขนาดทรายแป้งและขนาดทรายร้อยละ 32 และ 57 ตามลำดับ ในขณะที่ดินล่าง (10-135 ซม.) มีอนุภาคดินเหนียว อนุภาคขนาดทรายแป้งและอนุภาคขนาดทราย เท่ากับร้อยละ 19-38, 15-28 และ 36-32 ตามลำดับ) ในขณะที่ตอนล่างสุดซึ่งเป็นหินผุ นั้น มีอนุภาคขนาดทรายร้อยละ 10 อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 27 และอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 63

บนแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250,000 ได้จำแนกหินพื้นของบริเวณนี้เป็น หน่วยหินภูกระดึง (กองธรณีวิทยา, 2527) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาลักษณะของหินพื้นที่พบในหน้าตัดดิน โดยเฉพาะการมี Cross-bedding ของกรวด ในตอนบนสุดของชั้นหิน อีกทั้งพิจารณาถึงตำแหน่งของหน้าตัดดินซึ่งอยู่ใกล้ๆขอบเขตระหว่างหน่วยหินภูกระดึงกับหน่วยหินพระวิหารแล้ว จะเห็นว่าหินพื้นที่พบในหน้าตัดดินนี้มีแนวโน้มที่จะเป็นหน่วยหินพระวิหารมากกว่าหน่วยหินภูกระดึง ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะ Cross-bedding ของกรวด ในตอนบนของชั้นหินนั้น เป็นลักษณะประจำหน่วยหินพระวิหาร ในขณะที่หน่วยหินภูกระดึง จะไม่มีลักษณะเช่นนี้เป็นส่วนประกอบ

ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินบนหนา 10 ซม. มีค่าต่ำที่สุดคือ 90 ppm ในขณะที่ตอนล่างสุดของหน้าตัดดินนั้นมีค่าสูงสุดคือ 187 ppm ส่วนช่วงตอนกลางของหน้าตัดดินมีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดใกล้เคียงกันคือ อยู่ในพิสัย 161-152 ppm สำหรับส่วนของหน้าตัดดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ของหินพื้น (10 -240 ซม.) นั้น จะเห็นว่าตอนล่างสุดซึ่งละเอียดกว่า จะมีฟอสฟอรัสทั้งหมดมากกว่าตอนบน

ค่าวิเคราะห์ทางเคมีอื่นๆ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ตลอดความลึกของหน้าตัดดินพบว่า มีการแจกกระจายในลักษณะที่ไม่สม่ำเสมอ คืออยู่ในพิสัย 3.5-91.8 ppm โดยมีแนวโน้มเหมือนกับการแจกกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียว คือเมื่อมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวมาก ก็จะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มาก และเมื่อมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวน้อย ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ก็จะน้อยด้วย

อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์ฟอสฟอรัส

ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าสูงสุดที่ชั้นผิวหน้าดิน และมีแนวโน้มลดลงตลอดความลึกของหน้าตัดดิน ส่วนการแจกกระจายของอินทรีย์ฟอสฟอรัสมีแนวโน้ม เป็นไปในลักษณะเดียวกับการแจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงสัณฐานของดินในสนาม และค่าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของหน้าตัดดินที่ 3-6

Depth (cm.)	Horizon	pH	Matrix / Mottles	Coarse fragmen >2 mm. (% By Wt.)	Particle size distribution (.....%.....)			Texture (USDA)
					sand	silt	clay	

2. หน้าตัดดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินที่ของหินเป็น

PROFILE 3

0-10	Ap	7.7	dark brown	1.04	57.01	32.04	10.94	SL
10-30/33	Bt*	7.1	yellowish brown / red brown	0.62	36.29	14.71	49.00	C
33-50	Bt2	7.4	brown / reddish brown	0.77	33.21	24.11	42.69	C
50-55/65	Bt3	7.3	red brown , brown	3.13	33.22	28.09	38.69	CL
65-70/123	Bt4	7.6	yellowish brown , yellowish orange	20.12	32.01	27.52	40.47	C
70/123-110/135	Cc	7.6	gray , dark red		35.07	26.42	38.21	CL
110/135-240+	Cg	7.4	gray , dark red / yellowish brown	0.76	10.44	26.68	62.81	C

PROFILE 4

0-15	Ac	8.1	brownish black	<0.1	60.83	29.60	9.46	SL
15-43	Bt1	7.4	brown	<0.1	69.52	26.17	14.32	SL
43-70/72	Bt2	7.5	yellowish brown , brown , brownish gray	0.51	56.89	21.55	21.56	SCL
72-90/95	Bt3	7.6	brown , brownish gray	1.00	50.19	24.68	25.13	SCL
95-113	Bt4	7.7	red brown , brown , brownish gray	4.34	44.11	27.95	27.65	CL
113-145	Bt5	7.72	red , dull brown , light gray	24.13	38.47	30.48	31.04	CL
145-152	Cc	7.9	red , grayish white , bright yellow brown	80*	25.44	31.48	43.09	CL
152-220	Cc1	8.4	bright yellowish brown , olive gray , red	19.58	9.92	46.51	43.58	SiC
220-270	Cc2	8.4	yellowish brown , light reddish gray	18.29	15.40	50.22	34.37	SiCL
270-348	Cc3	8.8	dark red , bright brown , light olive gray	42.48	3.25	63.34	33.41	SiCL
348-410+	Cc4	8.9	dark red , light greenish gray , bright yellowish brown	27.25	7.27	64.78	27.95	SiCL

PROFILE 5

0-20/30	Ac	5.91	orange	0.48	65.49	22.15	12.36	SL
30-60/63	Bt*	6.67	brown	1.44	55.83	18.64	25.53	SCL
63-87	Bt1	6.00	brown	1.10	54.97	17.43	27.6	SCL
87-113/119	Bt2	5.87	bright brown	1.74	52.56	16.93	30.5	SCL
119-152	Cc1	6.22	bright brown	80*	37.24	22.91	39.86	CL
152-175	Cc2	6.42	dull brown	80*	45.23	20.77	34.01	CL
175-222/235/260	Cc3	6.52	dull yellow orange / reddish brown , brown	80*	45.24	21.15	33.61	CL
260-310+	Cc4	6.57	light gray , bright reddish brown	80*	56.74	16.43	26.83	SCL

PROFILE 6

0-20	Ac	7.01	orange	15.47	52.29	32.19	15.52	L
20-47	Bt1	7.25	dark reddish brown	23.63	27.98	32.17	39.97	C
47-85	Bt2	7.09	dark reddish brown	27.08	23.85	24.01	52.14	C
85-98/110	C	7.26	dark reddish brown , dull yellowish brown		10.96	35.77	35.25	C
110-250+	E	7.67	grayish red , light gray green		1.77	69.96	28.28	SiCL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงค่าวิเคราะห์ทางเคมีของหน้าตัดดินที่ 3-6

DEPTH (cm.)	Horizon	pH		O.M. (%)	Avai P	Ignition P	Unignition P	Organic P	Total P	Fractionation P				
		H ₂ O	KCL							SLP	Al-P	Fe-P	Ca-P	Residual P

1:5 1:5 (.....ppm.....)

2. หน้าตัดดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ของหินพื้น

PROFILE 3

0-10	Ap	6.0	4.7	4.49	3.50	113.59	20.00	93.60	90.44	21.58	ND	24.86	7.19	36.81
*10-30/33	Bt1	6.2	3.7	1.02	47.98	90.74	10.66	80.08	168.91	16.71	ND	22.14	5.81	124.26
*33-50	Bt2	6.1	3.8	0.89	41.09	84.36	9.59	74.77	158.74	14.31	ND	22.44	7.16	112.83
*50-55/65	Bt3	6.1	4.2	0.61	6.09	91.00	8.99	82.01	159.07	13.18	ND	18.20	6.58	121.14
*65-70/123	Btc	5.8	4.2	0.14	43.41	107.43	9.36	98.07	161.15	8.66	ND	13.80	7.21	131.47
*70/123-110/135	Cc	6.0	4.2	0.49	91.83	100.91	9.76	91.15	151.75	14.09	4.57	19.74	8.90	104.46
*110/135-240+	Cg	6.2	4.0	0.32	19.11	92.38	2.86	89.52	186.73	2.85	6.83	6.21	6.16	164.69

PROFILE 4

0-15	Ap	5.3	5.1	3.16	4.30	73.97	11.91	62.08	89.57	1.77	ND	13.08	13.43	61.31
*15-43	Bt1	5.5	4.3	1.14	0.76	34.16	4.10	30.08	117.11	1.32	ND	6.08	16.50	93.23
*43-70/72	Bt2	5.9	4.3	0.64	0.66	31.62	2.61	29.02	121.84	1.15	ND	4.97	22.80	93.02
*72-90/95	Bt3	7.1	4.2	0.76	47.74	29.63	5.51	24.12	140.09	2.87	ND	4.47	15.61	117.13
*95-113	Bt4	7.4	4.2	0.53	45.05	22.00	2.69	19.31	158.25	2.85	2.68	3.64	18.13	130.73
*113-145	Btc	7.8	4.3	0.55	93.70	18.38	4.00	14.38	159.77	1.49	ND	3.58	13.93	140.76
*145-152	Cc	7.6	5.4	0.02	84.63	13.70	3.92	9.78	258.38	0.74	ND	5.45	12.13	238.04
*152-220	C1	8.4	5.4	0.31	98.03	15.14	3.33	11.81	259.83	1.31	7.37	0.15	29.10	221.89
*220-270	C2	8.7	5.2	0.35	0.52	14.86	9.83	5.04	245.11	1.12	6.83	3.04	10.85	223.25
*270-348	Cr1	7.8	5.7	0.13	84.52	123.51	22.56	100.94	309.84	1.12	4.74	2.53	236.71	85.84

ตารางที่ 6 แสดงค่าวิเคราะห์ทางเคมีของหน้าตัดดินที่ 3-6 (ต่อ)

DEPTH (cm.)	Horizon	pH		O.M. (%)	Avai P	Ignition P	Unignition P	Organic P	Total P	Fractionation P				
		H ₂ O 1:5	KCL 1:5							SLP	Al-P	Fe-P	Ca-P	Residual P
PROFILE 4(ต่อ)														
*348-410	Cr2	7.9	6.2	0.18	49.19	428.82	169.68	259.14	494.71	0.86	7.70	1.22	349.84	135.94
PROFILE 5														
0-20/30	Ap	5.5	6.3	3.44	9.19	139.33	15.37	123.46	105.06	2.44	ND	25.39	24.37	55.28
*30-60/63	Bt1	5.5	3.9	0.70	2.80	82.40	3.85	78.55	133.15	1.43	ND	17.67	51.49	63.97
*63-87	Bt2	5.9	3.7	0.83	1.53	84.10	4.68	79.42	146.98	1.63	ND	17.63	13.33	114.39
*87-113/119	Bt3	5.9	3.7	1.58	1.28	92.41	5.64	86.76	160.11	1.14	ND	17.84	28.30	112.81
*119-152	Cc1	5.9	3.7	0.58	0.54	165.42	10.72	154.70	180.83	1.28	ND	29.11	19.21	131.24
*152-175	Cc2	6.4	3.8	0.57	1.00	122.17	12.87	109.29	168.50	1.47	ND	27.17	32.03	107.83
*175-222/235/261	Cc3	6.0	3.8	0.57	0.54	86.24	7.91	78.33	170.41	1.36	0.95	23.11	26.11	118.86
*260-310	Cr	6.4	3.8	0.37	0.51	102.89	7.13	95.76	129.86	1.46	0.51	12.54	23.09	82.24
PROFILE 6														
0-20	Ap	6.4	4.0	1.11	50.99	83.81	14.98	68.82	114.00	24.02	ND	32.26	23.3	34.41
*20-47	Btc1	6.9	3.9	0.45	35.32	47.31	11.01	36.29	164.47	7.32	1.81	16.98	16.29	122.26
*47-85	Btc2	6.8	4.2	0.23	87.29	34.02	8.83	25.18	175.11	2.23	2.25	9.10	16.11	145.42
*85-98/110	Cr	6.7	4.2	0.20	69.17	21.67	4.09	17.57	131.22	ND	8.98	5.08	13.56	103.58
*110-250+	R	6.5	4.5	0.15	64.32	517.22	195.69	321.53	523.90	0.72	9.52	11.81	398.88	105.70

ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอนุภาคดินเหนียวกับปริมาณฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินที่ 3-6

DEPTH (cm.)	Horizon	%Clay	Total P	Fractionation P				
				SLP	Al-P	Fe-P	Ca-P	Residual P

(.....ppm.....)

2. หน้าตัดดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ของหินพื้น

PROFILE 3

0-10	Ap	10.94	90.44	21.58	ND	24.86	7.19	36.81
*10-30/33	Bt1	49.00	168.91	16.71	ND	22.14	5.81	124.26
*33-50	Bt2	42.89	156.74	14.31	ND	22.44	7.16	112.83
*50-55/65	Bt3	38.69	159.07	13.18	ND	18.20	6.56	121.14
*65-70/123	Btc	40.47	161.15	8.66	ND	13.80	7.21	131.47
*70/123-110/135	Cc	38.21	151.75	14.09	4.57	19.74	8.90	104.46
*110/135-240+	Cg	62.81	186.73	2.85	6.83	6.21	6.16	164.69

PROFILE 4

0-15	Ap	9.46	89.57	1.77	ND	13.06	13.43	61.31
*15-43	Bt1	14.32	117.11	1.32	ND	6.06	16.50	93.23
*43-70/72	Bt2	21.56	121.94	1.15	ND	4.97	22.80	93.02
*72-90/95	Bt3	25.13	140.09	2.87	ND	4.47	15.61	117.13
*95-113	Bt4	27.65	158.25	2.85	2.68	3.84	18.13	130.73
*113-145	Btc	31.04	159.77	1.49	ND	3.58	13.93	140.76
*145-152	Cc	43.09	256.38	0.74	ND	5.45	12.13	238.04
*152-220	C1	43.58	259.83	1.31	7.37	0.15	29.10	221.89
*220-270	C2	34.37	245.11	1.12	6.83	3.04	10.85	223.25
*270-348	Cr1	33.41	309.84	1.12	4.74	2.53	236.71	65.84
*348-410+	Cr2	27.95	494.71	0.86	7.70	1.22	349.84	135.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอนุภาคดินเหนียวกับปริมาณฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินที่ 3-6 (ต่อ)

DEPTH (cm.)	Horizon	%Clay	Total P	Fractionation P				
				SLP	Al-P	Fe-P	Ca-P	Residual P
(.....ppm.....)								
PROFILE 5								
0-20/30	Ap	12.36	105.06	2.44	ND	25.39	24.37	55.28
*30-60/63	Bt1	25.53	133.15	1.43	ND	17.67	51.49	63.97
*63-87	Bt2	27.6	146.98	1.63	ND	17.63	13.33	114.39
*87-113/119	Bt3	30.5	160.11	1.14	ND	17.84	28.30	112.81
*119-152	Cc1	39.86	180.83	1.28	ND	29.11	19.21	131.24
*152-175	Cc2	34.01	168.50	1.47	ND	27.17	32.03	107.83
*175-222/235/260	Cc3	33.61	170.41	1.36	0.95	23.11	26.11	118.86
*260-310+	Cr	26.83	129.86	1.46	0.51	12.54	23.09	92.24
PROFILE 6								
0-20	Ap	15.52	114.00	24.02	ND	32.26	23.3	34.41
*20-47	Btc1	39.87	164.47	7.32	1.61	16.98	16.29	122.26
*47-85	Btc2	52.14	175.11	2.23	2.25	9.10	16.11	145.42
*85-98/110	Cr	35.25	131.22	ND	8.98	5.08	13.56	103.58
*110-250+	R	28.28	523.90	0.72	9.52	11.81	396.86	105.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจายของอินทรีย์วัตถุ แต่ที่ระดับความลึก 65-96 ซม. นั้นมีค่าอินทรีย์ฟอสฟอรัสมากที่สุด คือ 98 ppm

Fractionation P

ในทุกชั้นดินจะเห็นว่า Residual-P > Fe-P > Ca-P > SLP ซึ่งเมื่อพิจารณาเฉพาะ Residual-P แล้ว จะเห็นว่ามีค่าต่ำที่สุดที่ดินบน และมีค่าสูงสุดที่ชั้นหินผุซึ่งอยู่ล่างสุด โดยลักษณะการแจกกระจายของ Residual-P นั้น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ยกเว้นที่ชั้น Cc (70-135 ซม.) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าชั้นดินอื่นๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 104 ppm สาเหตุอาจเกิดจากเป็นชั้นที่มีกรวดปนอยู่มาก ส่วนค่า Fe-P และ SLP นั้นมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ในขณะที่ Ca-P มีลักษณะค่อนข้างคงที่ตลอดหน้าตัดดิน โดยอยู่ในพิสัย 5.8-8.9 ppm

หน้าตัดดินที่ 4 (ตารางที่ 3, 5 และ 6)

เป็นหน้าตัดดินซึ่งมีหินพื้นเป็นหน่วยหินเสาขัว ตอนบนหนาประมาณ 70 ซม. เป็นส่วนที่เกิดจากวัสดุ ซึ่งถูกพัดพามาทับถมบนหน่วยหินเสาขัว ดินในส่วนตอนบนของหน้าตัดดินเป็นดินที่มีเนื้อปานกลาง ประกอบด้วย อนุภาคขนาดทรายในพิสัยร้อยละ 61-57 โดยมีลักษณะของการแจกกระจายลดลงตามความลึก มีอนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 30-22 และมีอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 9-22 โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ซึ่งบอกให้ทราบถึงพัฒนาการของดิน

ที่ระดับความลึก 95-145 ซม. ดินมีเนื้อละเอียดมากกว่าดินตอนบน ดินในช่วงความลึกนี้อาจเป็นตอนบนสุดของชั้นหินพื้น ที่สลายตัวผุพังอย่างสมบูรณ์ และมีขบวนการทางดินเกิดขึ้นแล้ว ทั้งนี้ สังกเกตจากค่าปฏิกิริยาดินที่แตกต่างจากดินในตอนบน แต่มีแนวโน้มที่จะเหมือนกับตอนล่างหรือเป็นไปได้ในอีกกรณีหนึ่งคือ เกิดจากวัสดุที่เคลื่อนย้ายมาทับถม โดยวัสดุนี้มีลักษณะเหมือนกับหินพื้นด้านล่าง ดินในช่วงความลึกนี้ ประกอบด้วยอนุภาคขนาดทรายร้อยละ 38-50 โดยมีแนวโน้มลดลงตามความลึก อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 25-30 และมีลักษณะเพิ่มขึ้นตามความลึก เช่นเดียวกับอนุภาคขนาดดินเหนียวที่มีอยู่ในปริมาณร้อยละ 25-31 ชั้นส่วนหยาบที่พบในช่วงความลึก 113-145 ซม. นั้นประกอบด้วยสารมวลพอกของเหล็ก และกรวด

ที่ระดับความลึก 145 ซม. จนถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน เป็นชั้นหินผุของหน่วยหินเสาขัว ซึ่งการแจกกระจายของขนาดอนุภาคดินมีอนุภาคที่ละเอียดกว่าทรายเป็นลักษณะเด่น โดยประกอบด้วย อนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 28-44 และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก อนุภาคขนาดทรายแป้งร้อยละ 31-65 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก

ชั้นส่วนหยาบที่พบในตอนบนสุดของชั้นนี้ (145-152 ซม.) ส่วนใหญ่เป็นสารมวลพอก, สารก้อนกลม และ lateritic fragments ในขณะที่ชั้นส่วนหยาบที่พบในความลึกอื่นๆ นั้นประกอบด้วยกรวดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 ซม. ในตอนล่างของช่วงความลึกนี้จะสังเกตเห็นและเศษของหินผุได้อย่างชัดเจน

ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด อยู่ในพิสัย 90-495 ppm โดยมีลักษณะเพิ่มขึ้นตามความลึกของหน้าตัดดิน ในช่วงตอนบน 1.5 เมตร ของหน้าตัดดินนั้น มีฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในพิสัย 90-160 ppm ส่วนชั้นหินผุจนถึงชั้นที่มีเศษหินปะปน มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงกว่าตอนบนของหน้าตัดดินอย่างเห็นได้ชัด คือมีค่าอยู่ในพิสัย 245-498 ppm ตั้งแต่ความลึก 170 ซม. ลงไปถึงตอนล่างสุดนั้น มีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดมากที่สุด ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าดินมี secondary limes nodules อยู่มาก และเป็นชั้นที่มีขนาดอนุภาคละเอียดกว่าทราย เป็นลักษณะเด่น ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า นอกจากอนุภาคขนาดดินเหนียวจะมีฟอสฟอรัสแล้ว ในอนุภาคขนาดทรายแป้งก็อาจมีฟอสฟอรัสอยู่ด้วยเช่นกัน จึงทำให้ในช่วงความลึกนี้มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงกว่าที่ระดับความลึก 145-220 ซม. แม้ว่าจะมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวต่ำกว่าก็ตาม

ค่าวิเคราะห์ทางเคมีอื่นๆ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

บริเวณตอนบนของหน้าตัดดิน (0-70 ซม.) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก และมีลักษณะลดลงตามความลึก คืออยู่ในพิสัย 4.3-0.66 ppm ส่วนในตอนล่างของหน้าตัดดิน (72-410 ซม.) นั้นมีฟอสฟอรัสสูงกว่าตอนบนของหน้าตัดดิน คือมีปริมาณเท่ากับ 45-98 ppm

อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์ฟอสฟอรัส

ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าสูงสุดที่ชั้นดิน (0-15 ซม.) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ส่วนการแจกกระจายของอินทรีย์ฟอสฟอรัส มีลักษณะเช่นเดียวกับอินทรีย์วัตถุ อย่างไรก็ตามที่ระดับความลึก 270-410 ซม. นั้น มีอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่าบริเวณอื่นๆ ซึ่งอาจเนื่องจากการมี secondary -limes nodules เป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณมากนั่นเอง

Fractionation P

ตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปจนถึงที่ระดับความลึก 27 ซม. นั้น ปริมาณ Fractionation-P มีลักษณะดังนี้คือ Residual-P > Ca-P > Fe-P > SLP ส่วน Al-P จะพบที่ระดับความลึก 220-270 ซม. เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่านั้น โดยมีค่าประมาณ 7 ppm ,Residual-P มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกของช่วงนี้ คืออยู่ในพิสัย 61-238 ppm,Fe-P มีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยอยู่ในพิสัย 13-0.15 ppm ส่วน Ca-P และSLP มีลักษณะไม่สม่ำเสมอมากนัก

ส่วนที่ระดับความลึก 270-410 ซม. ซึ่งเป็นชั้นหินที่มี secondary lime nodules เป็นองค์ประกอบ จะเห็นได้ว่า Ca-P มีปริมาณสูงสุดคือ 237-350 ppm ลำดับของ Fractionation-P ในช่วงความลึกนี้เป็นดังนี้ Ca-P >Residual-P >Al-P >Fe-P

หน้าตัดดินที่ 5 (ตารางที่ 3, 5 และ 6)

เป็นหน้าตัดดินที่มีหินพื้นเป็นหน่วยหินพระวิหาร ตอนบนของหน้าตัดดินซึ่งหนาประมาณ 120 ซม.นั้น เกิดจากวัสดุที่เคลื่อนย้ายมาทับถม ตั้งแต่ความลึก 120 ซม.ลงไปถึงตอนล่างสุดของหน้าตัดดินนั้น เป็นส่วนที่เกิดจากการสลายตัวของหินพื้น และผ่านกระบวนการเกิดดิน จนกระทั่งกลายเป็นศิลาแลง

ตอนบนของหน้าตัดดิน (0-120 ซม.) มีอนุภาคขนาดทรายมากกว่าอนุภาคที่ละเอียดกว่า โดยอยู่ในพิสัยร้อยละ 53-65 และมีแนวโน้มตามความลึก เช่นเดียวกับอนุภาคขนาดทรายแบ่งที่มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 17-22 ส่วนอนุภาคขนาดดินเหนียว จะมีลักษณะเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยมีพิสัยระหว่างร้อยละ 12-31 ซึ่งบอกถึงการมีพัฒนาการของดิน (การสะสมอนุภาคขนาดดินเหนียวในชั้นดินล่าง)

ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ตลอดความลึกของหน้าตัดดิน พบว่าการแจกกระจายของฟอสฟอรัสทั้งหมดนั้น มีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณดินเหนียว ทั้งนี้เพราะว่าหน้าตัดดินนี้มีพัฒนาการ ทำให้สังเกตเห็นอิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิด หรือหินพื้น ที่มีต่อลักษณะของดินได้ยาก ในชั้นหินที่อยู่ที่ตอนล่างสุด(260-310+ซม.) ซึ่งพอจะสังเกตเห็นเศษหินได้บ้างนั้น มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเพียง 129.86 ppm ซึ่งต่ำกว่าชั้นหินของหน่วยหินพระวิหารที่พบในหน้าตัดดินที่ 3 เนื่องจากหินที่พบในหน้าตัดดินนี้ เนื้อหยาบกว่าที่พบในหน้าตัดดินที่ 3 นั่นเอง

ค่าวิเคราะห์ทางเคมีอื่นๆ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มที่จะลดลงตามความลึกของหน้าตัดดิน และมีค่าสูงสุดที่ชั้นดินบนคือ 9 ppm และมีค่าลดลงในชั้นดินล่าง โดยอยู่ในพิสัย 0.5-2.8 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์ฟอสฟอรัส

ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีค่าสูงสุดที่ผิวหน้าดินคือร้อยละ 3.44 ส่วนในชั้นดินล่างนั้นค่อนข้างจะมีค่าใกล้เคียงกัน คืออยู่ประมาณร้อยละ 0.5-1 ซึ่งลักษณะการแจกกระจายของอินทรีย์ฟอสฟอรัส ก็มีแนวโน้มเหมือนกับอินทรีย์วัตถุ คือมีค่าสูงสุดที่ผิวหน้าดิน ส่วนในชั้นดินล่างนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน คือส่วนใหญ่อยู่ในพิสัย 80-110 ppm

Fractionation P

ตลอดช่วงความลึกของหน้าตัดดิน พบว่าโดยส่วนใหญ่แล้ว Residual-P >Ca-P >Fe-P > SLP และพบ Al-P ที่ระดับความลึก 175-310+ ซม.เท่านั้น โดยมีปริมาณเท่ากับ 0.95 และ 0.51 ppm ตามลำดับ การแจกกระจายของ Residual-P มีลักษณะค่อนข้างที่เหมือนกับอนุภาคขนาดดินเหนียว และฟอสฟอรัสทั้งหมด ซึ่ง Fe-P ก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามจะสังเกตได้ว่าชั้นดินที่เป็นชั้นศิลาแลงจนไปถึงชั้นหินผุ ในตอนล่างสุดนั้นมี Fe-P มากกว่าชั้นอื่นๆ และมีลักษณะการแจกกระจายเหมือนกับปริมาณดินเหนียว ทั้งนี้เพราะว่า เหล็กก็เป็นส่วนประกอบของศิลาแลงนั่นเอง ส่วน Ca-P นั้นมีลักษณะไม่สม่ำเสมอตลอดหน้าตัดดิน ในขณะที่ SLP มีค่าใกล้เคียงกันตลอดหน้าตัดดิน

หน้าตัดดินที่ 6 (ตารางที่ 3, 5 และ 6)

เป็นหน้าตัดดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังของหน่วยหินภูกระดึง โดยที่ตอนบนหนาประมาณ 85 ซม. นั้น เป็นวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมบนหินพื้น ลักษณะดินที่พบในช่วงความลึกนี้เป็นดินเนื้อละเอียด พบสารก้อนกลม และlateritic fragments ปะปนอยู่ในหน้าตัดดิน

ส่วนที่เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินพื้น (85-250 ซม.) นั้น เป็นดินเนื้อละเอียด มีอนุภาคขนาดทรายน้อยกว่าร้อยละ 10 และมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวอยู่ในพิสัยร้อยละ 28-35 ที่ระดับความลึก 47-85 ซม. มีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวมากที่สุด โดยมีปริมาณร้อยละ 52

ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ที่ระดับความลึก 0-85 ซม. มีฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในพิสัย 114-175 ppm โดยมีลักษณะเพิ่มขึ้นตามความลึก ซึ่งเป็นไปตามการเพิ่มขึ้นของอนุภาคขนาดดินเหนียวนั่นเอง

ในตอนล่างของหน้าตัดดิน (85-250 ซม.) ที่ระดับความลึก 85-104 ซม. มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเท่ากับ 131 ppm ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเท่ากับ 524 ppm ที่ตอนล่าง (110-250 ซม.) ถึงแม้ว่าที่ระดับความลึก 110-250 ซม. จะมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวน้อยกว่าที่ระดับความลึก 85-110 ซม. แต่สาเหตุที่ทำให้มีฟอสฟอรัสทั้งหมดมากกว่า อาจเพราะว่าในระดับความลึกนี้ปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุภาคขนาดทรายแป้งมากกว่า นอกจากฟอสฟอรัสจะมีในอนุภาคดินเหนียวแล้ว ก็อาจจะเป็นไปได้ที่อนุภาคขนาดทรายแป้ง ก็มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย

คำวิเคราะห์ทางเคมีอื่นๆ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ตลอดความลึกของหน้าตัดดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มที่ค่อนข้างใกล้เคียง คือ ส่วนใหญ่อยู่ในพิสัย 50-90 ppm ยกเว้นที่ความลึก 20-47 ซม.ซึ่งมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่เพียง 35 ppm เท่านั้น

อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์ฟอสฟอรัส

การแจกกระจายของอินทรีย์วัตถุมีลักษณะลดลงตามความลึกของหน้าตัดดิน คืออยู่ในพิสัยร้อยละ 0.15-1.11 ส่วนปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่พบว่ามีแนวโน้มของการแจกกระจายในลักษณะเช่นเดียวกับอินทรีย์วัตถุ เฉพาะในช่วงความลึก 0-110 ซม.เท่านั้น ส่วนในชั้นหินซึ่งอยู่ตอนล่าง (110-250 ซม.) นั้น มีอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงที่สุดคือ 322 ppm สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ อาจเกิดจากการเผาดินที่ 550 องศาเซลเซียส ทำให้เพิ่มความสามารถในการละลายของฟอสฟอรัสได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในดินที่มีการสลายตัวผู้พั้งรุนแรง ที่มี Primarily Fe-P และ Al-P ซึ่งจะทำให้ในบางกรณีค่าฟอสฟอรัสที่ได้นั้นสูงเกินจริง (William และ Walker, 1967 ,William และคณะ ,1970)

Fractionation P

ที่ชั้นดินบน (0-20 ซม.) พบว่า Residual-P >Fe-P >SLP ~ Ca-P ในขณะที่ชั้นหิน (110-250 ซม.) นั้นพบว่า Ca-P >Residual-P >Fe-P ~ Al-P ส่วนที่ระดับความลึกอื่นๆนั้น พบว่า Residual-P >Fe-P ~ Al-P >SLP >Al-P เมื่อพิจารณาในส่วนที่เป็นวัสดุซึ่งถูกพัดพามาทับถมนั้น พบว่า Residual-P มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก คืออยู่ในพิสัย 34-145 ppm ในขณะที่ Ca-P, Fe-P และ SLP นั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก คืออยู่ในพิสัย 16-23 ppm

สำหรับชั้นที่เกิดจากหินพื้นนั้น พบว่าส่วนที่เป็นหินแข็ง (110-250 ซม.) มีค่า Ca-P ,Fe-P และ Al-P มากกว่าชั้นหินผุ (85-110 ซม.) ในขณะที่มีปริมาณ Residual-P ใกล้เคียงกัน

3. หน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกพัดพามาทับถม

หน้าตัดดินที่ 7 (ตารางที่ 4, 5 และ 6)

ตั้งแต่ผิวหน้าดินจนไปถึงระดับความลึก 2.3 เมตรนั้น ประกอบด้วย ตะกอนที่มาทับถมกัน 4 ชั้น คือ 0-87 ซม., 87-115 ซม., 115-207 ซม. และ 207-230 ซม. โดยสังเกตจากลักษณะชั้นดินในสนามซึ่งมองเห็นการแยกชั้นอย่างชัดเจน รวมทั้งลักษณะการแจกกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียวและอนุภาคขนาดทราย โดยอนุภาคขนาดดินเหนียวมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามความลึกของหน้าตัดดิน ส่วนอนุภาคขนาดทรายมีแนวโน้มที่จะลดลงตามความลึกของหน้าตัดดิน

ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด บอกระดับความแตกต่างของตะกอนที่มาทับถมกันในแต่ละชั้นความลึก ที่ระดับความลึก 0-87 ซม. ซึ่งมีร้อยละของอนุภาคขนาดดินเหนียวเท่ากับ 6-13 นั้นมีฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 60-75 ppm

ที่ระดับความลึก 87-115 ซม. มีฟอสฟอรัสทั้งหมดใกล้เคียงกันคือ 95-98 ppm ในชั้นนี้มีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวอยู่ร้อยละ 11-12

ที่ระดับความลึก 115-207 ซม. ซึ่งมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 28-29 มีฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 131-136 ppm

ส่วนในตอนล่างสุดของหน้าตัดดิน (207-230 ซม.) นั้นมีฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 115-123 ppm และมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวร้อยละ 50-56

ค่าวิเคราะห์ทางเคมีอื่นๆ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าสูงสุดที่ผิวหน้าดิน และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยในชั้นดินบน มีค่าอยู่ในพิสัย 0.27-6.5 ppm ส่วนที่ชั้นดินล่าง (115-230+ ซม.) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ อยู่ในพิสัย 0.36-63 ppm

อินทรีย์วัตถุและอินทรีย์ฟอสฟอรัส

อินทรีย์วัตถุมีปริมาณสูงสุดในชั้นดินบน และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกโดยมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 0.12-1.12 ส่วนปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน คือมีค่าสูงสุดที่ชั้นดินบน และมีค่าต่ำลงตามความลึก โดยอยู่ในพิสัย 3-57 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงชั้นฐานของดินในสนาม และค่าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของหน้าตัดดินที่ 7

Depth (cm.)	Horizon	pH	Matrix / Mottles	Coarse fragment >2 mm. (% By Wt.)	Particle size distribution			Texture (USDA)
					sand	silt	clay	
3. หน้าตัดดินซึ่งเกิดจากรังสีอุทกเคลื่อนย้ายมาที่เดิมตลอดความลึกของหน้าตัดดิน								
PROFILE 7								
0-10/15	Apg	4.82	brown / brown	<0.10	47.28	47.13	5.89	SL
15-28/37	Bsg	6.08	reddish gray , brownish gray / brown	<0.10	62.15	33.60	4.25	SL
37-69/78	Btg1	6.33	gray , yellowish brown	1.14	70.41	26.94	2.65	SL
78-78/87	Btg2	6.95	yellowish brown , brown , brownish gray	25.59	67.77	27.27	4.96	SL
87-88/102	Btg3	6.62	orange	33.91	60.20	28.34	11.46	SL
102-102/115	Btg4	6.64	reddish brown	23.36	62.87	24.67	12.46	SL
115-130/144	Btsg	6.6	reddish gray , yellowish brown , red	34.80	54.18	17.51	26.37	SCL
144-156/167	Cg1	6.44	reddish gray , reddish brown , yellowish brown	7.23	47.16	24.31	28.53	SCL
167-185/207	Ccg	7.1	gray , yellowish brown	70*	48.17	22.99	28.83	SCL
207-210/222	C'g2	7.05	bright greenish gray , reddish brown , yellowish brown , brownish gray	34.31	23.76	26.20	50.04	C
222-230+	C'g3	7.05	bright greenish gray , yellowish brown , reddish brown	43.22	16.54	27.50	55.96	C

* estimated from field survey

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงค่าวิเคราะห์ทางเคมีของหน้าตัดดินที่ 7

DEPTH (cm.)	Horizon	pH		O.M. (%)	Avai P	Ignition P	Unignition P	Organic P	Total P	Fractionation P				
		H ₂ O	KCL							SLP	Al-P	Fe-P	Ca-P	Residual P

(.....ppm.....)

3. หน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมตลอดหน้าตัดดิน

PROFILE 7														
0-10/15	Apg	5.8	3.8	1.12	6.52	64.86	7.75	59.91	75.00	1.51	ND	17.29	16.04	40.16
15-28/37	B _{Ag}	6.0	3.8	0.43	4.02	33.38	11.00	22.38	69.92	1.45	ND	10.75	10.31	47.39
37-68/78	B _{tg1}	6.0	4.5	0.42	0.33	13.89	3.56	10.14	56.92	1.97	3.36	5.24	9.12	37.23
78/76-87	B _{tg2}	6.6	5.0	0.34	0.35	16.26	6.21	10.05	68.44	1.21	5.57	10.60	22.44	28.62
87-88/102	B _{tg3}	6.2	4.4	0.33	0.59	17.31	6.04	11.27	94.73	1.24	1.32	5.45	11.65	75.06
102-102.115	B _{tg4}	6.3	4.4	0.27	0.27	14.58	3.98	10.62	98.26	1.16	3.82	4.34	21.70	67.24
115-130/144	B _{tcg}	6.1	4.2	0.29	0.78	12.99	3.67	9.32	136.36	1.16	5.12	3.73	29.79	96.54
144-156/167	C _{g1}	6.0	4.1	0.23	0.36	9.65	4.29	5.36	135.73	1.22	6.80	3.23	21.56	102.92
167-185/207	C _{cg}	5.8	4.2	0.22	63.16	7.75	4.29	3.46	130.99	1.41	2.22	4.80	4.33	118.23
207-210/222	C _{g2}	6.2	4.2	0.12	57.67	19.74	3.14	16.59	122.88	0.72	2.40	2.80	5.72	111.44
222-230+	C _{g3}	6.1	4.1	0.17	40.16	10.38	4.10	6.28	114.62	ND	3.56	2.72	7.45	100.89

ND = nondetect

SLP=Soluble and loosely bound P

* = ชั้นหน้าตัดดินที่เป็นหินพื้น

ตารางที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอนุภาคดินเหนียวกับปริมาณฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินที่ 7

DEPTH (cm.)	Horizon	%Clay	Total P	Fractionation P				
				SLP	Al-P	Fe-P	Ca-P	Residual P
(.....ppm.....)								
3.หน้าตัดดินซึ่งเกิดจากวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาที่บดมตลอดความลึกของหน้าตัดดิน								
PROFILE 7								
0-10/15	Apg	5.89	75.00	1.51	ND	17.29	16.04	40.16
15-28/37	BAG	4.25	69.92	1.45	ND	10.75	10.31	47.39
37-68/78	Btg1	2.65	56.92	1.97	3.36	5.24	9.12	37.23
78/76-87	Btg2	4.96	68.44	1.21	5.57	10.60	22.44	28.62
87-88/102	Btg3	11.46	94.73	1.24	1.32	5.45	11.65	75.06
102-102.115	Btg4	12.46	98.28	1.16	3.82	4.34	21.70	67.24
115-130/144	Btcg	28.37	136.36	1.18	5.12	3.73	29.79	96.54
144-156/167	Cg1	28.53	135.73	1.22	6.80	3.23	21.56	102.92
167-185/207	Ccg	28.83	130.99	1.41	2.22	4.80	4.33	118.23
207-210/222	C'g2	50.04	122.88	0.72	2.40	2.60	5.72	111.44
222-230+	C'g3	55.96	114.62	ND	3.56	2.72	7.45	100.89

ND = nondetect

* = ชั้นที่เป็นหินพื้นในหน้าตัดดิน

SLP=Soluble and loosely bound P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fractionation-P

ตลอดความลึกของหน้าตัดดิน พบว่า Residual-P >Ca-P >Fe-P >Al-P >SLP อย่างไรก็ตาม
ตามลักษณะการแจกกระจายของ Fractionation-P จะบอกถึงความแตกต่างของตะกอนที่มาทับถม
(เช่นเดียวกับลักษณะของ Total-P)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานของดินในสนาม ทำให้สามารถแยกหน้าตัดดินทั้ง 7 หน้าตัดดิน ออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. หน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาทับถมบนหินพื้น ประกอบด้วยหน้าตัดดินที่ 1 และหน้าตัดดินที่ 2
 2. หน้าตัดดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินพื้น ที่ของหินพื้น เกือบตลอดความลึกของหน้าตัดดิน มีเพียงตอนบนของหน้าตัดดินเท่านั้นที่เป็นวัสดุที่ถูกเคลื่อนย้ายมาทับถม ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 3, หน้าตัดดินที่ 4, หน้าตัดดินที่ 5 และหน้าตัดดินที่ 6
 3. หน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกพัดพามาทับถมตลอดหน้าตัดดิน ได้แก่ หน้าตัดดินที่ 7
- จากการศึกษาถึงอิทธิพลของหินพื้นที่มีต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดิน จะเห็นว่า ส่วนที่เป็นวัสดุที่ถูกพัดพามาทับถมนั้น มีฟอสฟอรัสทั้งหมด และมี Fractionation P ต่างจากหินพื้น และเฉพาะในส่วนนี้ก็มีค่าเหล่านี้ต่างกัน ซึ่งอาจเกิดจากมีวัตถุดิบกำเนิดดินต่างกัน และมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวต่างกัน หินพื้นต่างชนิดก็มีอิทธิพลทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดต่างกันด้วย

ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณของอนุภาคขนาดดินเหนียว กับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และ Fractionation-P ของทุกหน้าตัดดิน

จะเห็นว่าหินพื้นต่างชนิดกันจะมีปริมาณฟอสฟอรัสต่างกัน เช่นหน่วยหินมหาสารคาม มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 50-101 ppm, หน่วยหินโคกกรวด มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 72-101 ppm, หน่วยหินพระวิหารในหน้าตัดดินที่ 3 มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 157-187 ppm ในหน้าตัดดินที่ 5 เท่ากับ 130-181 ppm, หน่วยหินเสาชะว้ มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 117-495 ppm ส่วนในหน่วยหินภูกระดึงมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 131-524 ppm

นอกจากจะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดต่างกันแล้ว หินพื้นที่ต่างกันเหล่านี้ยังมีองค์ประกอบที่เป็น Fractionation P ต่างกันอีกด้วย (ดังแสดงในตารางที่ 5) จากตารางจะเห็นว่าแม้หน่วยหินมหาสารคาม และหน่วยหินโคกกรวดจะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดใกล้เคียงกัน แต่องค์ประกอบที่เป็น Fractionation P จะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ส่วนในกรณีของหน้าตัดดินที่ 3 และหน้าตัดดินที่ 5 ซึ่งมีหินพื้นเป็นหน่วยหินพระวิหารเหมือนกัน และมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในพิสัยที่ใกล้เคียงกัน แต่มี Fe-P จะแตกต่างกัน เนื่องจากดินมีพัฒนาการดินต่างกัน คือหน้าตัดดินที่ 5 ผ่านการสลายตัวจนเกิด laterite ขึ้นแล้ว ในขณะที่หน้าตัดดินที่ 3 ไม่มี laterite เกิดขึ้น ทำให้มี Fe-P และ Ca-P น้อยกว่าหน้าตัดดินที่ 5 ในขณะที่มี SLP และ Residual-P มากกว่าหน้าตัดดินที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับหินพื้นชนิดเดียวกัน แต่มีฟอสฟอรัสทั้งหมดต่างกันนั้น อาจเนื่องมาจากมีความ
 หยาบ-ความละเอียดต่างกัน (องค์ประกอบทางกายภาพต่างกัน) เช่นในหินพื้นมหาสารคาม (ดูตา
 รางที่ 2) ส่วนในหินพื้นโคกกรวด ชั้น2Cr2 และ 2Cr3 ที่มีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวต่างกัน
 แต่มีฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากันนั้น อาจเกิดจากองค์ประกอบอื่นๆด้วยก็ได้

สำหรับส่วนบนของหน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกพัดพามาทับถมนั้น จะเห็นได้ว่าในแต่ละ
 หน้าตัดดิน มีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด และFractionation-P ต่างกันมาก ซึ่งอาจเกิดจากการมีปริมาณ
 อนุภาคขนาดดินเหนียวที่ต่างกัน, เกิดจากวัตถุดิบกำเนิดดินที่ต่างกัน หรือมีพัฒนาการต่างกันก็ได้

อิทธิพลของหินพื้นที่มีต่อการแจกกระจายของฟอสฟอรัสในหน้าตัดดินสรุปได้ว่า

1. เมื่อหินพื้นมีฟอสฟอรัสทั้งหมดมาก หน้าตัดดินที่เกิดจากหินพื้นนั้น ก็จะมีฟอสฟอรัสทั้งหมดมากด้วย
2. ในกรณีที่ดินมีพัฒนาการอย่างมาก (ดังเช่นหน้าตัดดินที่ 5) นั้น ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีแนวโน้มของการแจกกระจายเป็นไปตามค่าของปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว ซึ่งอิทธิพลของหินพื้นจะส่งผลต่อฟอสฟอรัสทั้งหมดไม่มากนัก (เห็นไม่ชัด)
3. ส่วนหน้าตัดดินที่เกิดจากวัสดุที่ถูกพัดพามาทับถม ในแต่ละจุดนั้น พบว่ามีฟอสฟอรัสทั้งหมดต่างกันด้วย ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ เช่นปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวต่างกัน และมีแหล่งกำเนิดของตะกอนต่างกัน หรือมีพัฒนาการของหน้าตัดดินต่างกันด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. 2527. "แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000 " กรมทรัพยากรธรณี
กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 2 แผ่น
- กรมแผนที่ทหาร. 2536. "แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:250,000 (จังหวัดร้อยเอ็ด ระวังที่ NE
48-14และจังหวัดอุบลราชธานี ระวังที่ ND 48-2)" กรมแผนที่ทหาร กองบัญชาการ
ทหารสูงสุด กระทรวงกลาโหม กรุงเทพฯ. 2 แผ่น
- เกษมศรี ทรัพย์อ่อน. 2536. "ปฐพีวิทยา" ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมเกษตรบางพูน กองเกษตรกรรม
กรมอาชีวศึกษา. 254น.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2527. บทปฏิบัติการที่ 5 ความชื้นในดิน น.34-45 ใน คณาจารย์
ภาควิชาปฐพีวิทยา (ผู้จัดทำ) คู่มือปฏิบัติการวิชาปฐพีวิทยาเบื้องต้นโดยใช้ระบบไลต์
ทัศนูปกรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
กรุงเทพฯ. 119 น.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2530. "ปฐพีวิทยาเบื้องต้น" ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 673น.
- เอิบ เขียววีร์นรมณ์. 2530. "คู่มือปฏิบัติการการสำรวจดิน" ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 187 น
- Day, L.M., M.E. Collins and N.E. Washer. 1987. Landscape position and particle size
effects on soil phosphorus distribution. Soil Sci. Soc. Am. J., 51: 1547-1553.
- Gee.G.W. and J.W. BauDer.1986.Partical-size Analysis, pp.383-411.In A. Kute.Methods
of Soils Analysis, Part1. Physical and Minerlogical Methods. 2nd edition. No.9 in
Agron.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. Second revis edition. Manual series No.1 ITTA, Ibadan. Nigeria. 68p.
- Kuo , S. 1996. Phosphorus. pp.869-920. In D.L. Sparks. et al. Methods of Soil Analysis
Part 3. Chemical Methods. No.5 in the Soil Sci. Soc. Am. Book Series. Soil Sci.
Soc. Am. Inc. Madison. Wisconsin. USA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Soil Survey Laboratory Staff. 1992. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No.42 Version 2.0. United State Department of Agriculture. 400p.
- Thomas, G.W. 1996. Soil pH and Soil Acidity. pp. 475-490. In D.L. Sparks. *et al* Methods of Soil Analysis Part 3. Chemical Methods. No.5 in the Soil Sci. Soc. Am. Book Series. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison. Wisconsin. USA.
- Williams, J.D.H., J.K. Syers, T.W. Walker, and R.W. Rex. 1970. A comparison of methods for the determination of soil organic phosphorus. *Soil Sci.* 110:13-18.
- Williams, 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.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้