

การศึกษาพัฒนาการโครงสร้างของดินที่ระดับความลึกต่างๆ ของดินทรายตามลำดับภูมิ  
ประเทศในพื้นที่ปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยโดยเทคนิค  
จุดสัญญาณดิน

โดย

นายประมวลพงษ์ สิ้นธุเสนา  
น.ส.หทัยรัตน์ พิชัยณรงค์

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 52 53 02 05 050101 008 105 01 11  
สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน  
กรมพัฒนาที่ดิน  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

การศึกษาพัฒนาการโครงสร้างของดินที่ระดับความลึกต่างๆ ของดินทรายตามลำดับภูมิ  
ประเทศในพื้นที่ปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยโดยเทคนิค  
จุลสัณฐานดิน

A study on soil structure developing at various depth along the toposequence of  
the sandy soil for para-rubber plantation in Northeast Thailand associated with  
micromorphological observation

โดย

นายประมวลพงษ์ สิ้นธุเสน  
น.ส.หทัยรัตน์ พิชัยณรงค์

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 52 53 02 05 050101 008 105 01 11

สารบัญ

|                             | หน้า |
|-----------------------------|------|
| สารบัญ                      | ก    |
| สารบัญตาราง                 | ข    |
| สารบัญรูป                   | ค    |
| บทคัดย่อ                    | 1    |
| หลักการและเหตุผล            | 3    |
| วัตถุประสงค์                | 4    |
| การตรวจเอกสาร               | 5    |
| ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ | 10   |
| อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ     | 10   |
| ผลการทดลองและวิจารณ์        | 13   |
| สรุป                        | 29   |
| เอกสารอ้างอิง               | 31   |
| ภาคผนวก                     | 33   |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ |  | หน้า  |
|----------|--|-------|
| 1        | ลักษณะจุดสังเกตดินของดินทรายตามลำดับภูมิภาค บ้าน โนนคูน ตำบล หนองแวง อำเภอ พระยืน จ. ขอนแก่น | 23-24 |
| 2        | ลักษณะจุดสังเกตดินระหว่างแถวขางพาราตามลำดับภูมิภาคที่มีพืชปลูก เพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ     | 25-29 |

ตารางผนวกที่

คำอธิบายหน้าตัดดิน (Soil Profile Description)

|         |       |
|---------|-------|
| PEDON 1 | 31-32 |
| PEDON 2 | 33-34 |
| PEDON 3 | 35-36 |
| PEDON 4 | 37-38 |
| PEDON 5 | 39-40 |

## ก

### สารบัญรูป

| รูป |   | หน้า |
|-----|---|------|
| 1   | แสดงพื้นที่งานวิจัยที่ปลูกยางพารา และปลูกพืชแซมระหว่างแถวยางพาราที่บ้านโนนตุ่น อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น | 12   |
| 2   | แสดงลักษณะโครงสร้างชนิด single grain structure ในหน้าตัดดิน Py1 ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ppl        | 13   |
| 3   | แสดงลักษณะโครงสร้างชนิด vughy structure ในหน้าตัดดิน Py1 ที่ระดับความลึก 62-80 เซนติเมตร ppl              | 14   |
| 4   | แสดงการเคลือบของอนุภาคดินเหนียวเนื่องจากการชะล้างในหน้าตัดดิน Py3 ที่ระดับความลึก 90-111 เซนติเมตร xpl    | 16   |
| 5   | แสดงลักษณะโครงสร้างชนิด bridged grain structure ในหน้าตัดดิน Py4 ที่ระดับความลึก 45-70 เซนติเมตร ppl      | 17   |
| 6   | แสดงลักษณะการจัดเรียงเป็นชั้น (stratification) ในหน้าตัดดิน Py5 ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ppl        | 18   |
| 7   | แสดงการสะสมของอนุภาคดินเหนียวเนื่องจากการชะล้างในแปลงควบคุม ที่ระดับความลึก 75-90 เซนติเมตร xpl           | 20   |
| 8   | แสดงลักษณะช่องว่างในแปลงที่ปลูกหญ้าแฝกบริเวณ lower slope ที่ระดับความลึก 60-75 เซนติเมตร ppl              | 22   |

รหัสโครงการวิจัย

52 53 02 05 050101 008 105 01 11

ชื่อโครงการ

การศึกษาพัฒนาการโครงสร้างของดินที่ระดับความลึกต่างๆ ของดิน  
ทรายตามลำดับภูมิประเทศในพื้นที่ปลูกยางพาราในภาค  
ตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยเทคนิคจุลทรรศน์ดิน

**A study on soil structure developing at various depth along the  
toposequence of the sandy soil for para-rubber plantation in  
Northeast Thailand associated with micromorphological  
observation**

ผู้ดำเนินการ

นายประมวลพงษ์ ลินธุเสนา

ผู้ร่วมดำเนินการ

น.ส.หทัยรัตน์ พิชัยณรงค์

---

### บทคัดย่อ

การพัฒนาโครงสร้างของดินทรายตามลำดับภูมิประเทศในพื้นที่ปลูกยางพารา บ้านโนน  
ตุ่น ตำบลหนองแวง อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น ซึ่งทำการวิจัยจากการเก็บตัวอย่างดินในสภาพ  
ธรรมชาติจากหน้าตัดดิน ที่ระดับความลึกต่างๆ จำนวน 5 ตัดดินตามความลาดเท โดยพื้นที่มีความ  
ลาดเท 5 ร้อยละและอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 181 เมตร, 176 เมตร, 175 เมตร, 169 เมตร และ 165  
เมตร จากระดับน้ำทะเลตามลำดับ โดยทำการศึกษาด้วยเทคนิคทางจุลทรรศน์ดินพบว่า ลักษณะ  
โครงสร้างชนิด single grain structure ซึ่งดินประกอบไปด้วยอนุภาคทรายเกือบทั้งหมด พบใน  
ตอนบนของหน้าตัดดิน และจะมีความหนาของชั้นดินถึง 30 เซนติเมตร ที่หน้าตัดดินจากจุดสูงสุด  
ของความลาดเท (up slope) แล้วโครงสร้างของดินเปลี่ยนเป็น single grain structure ร่วมกับ  
bridged grain structure ซึ่งมีอนุภาคดินเหนียวเชื่อมระหว่างเม็ดทราย ในตอนกลางของหน้าตัดดิน  
และในดินบนของหน้าตัดดินบริเวณตอนกลางของความลาดเท (middle slope) จนกระทั่งเป็น  
bridged grain structure เพียงอย่างเดียวในชั้นดินบนของตอนล่างของหน้าตัดดิน (foot slope) แสดง  
ถึงกระบวนการชะล้างที่เกิดขึ้นในสภาพภูมิประเทศที่มีความลาดเทเป็นไปทั้งในแนวดิ่ง (vertical)  
และตามแนวลาดเท (lateral) ทำให้ชั้นดินขาดความอุดมสมบูรณ์และพบการจัดเรียงตัวเป็นชั้น  
(stratification) ของอนุภาคขนาดหยาบและอนุภาคขนาดเล็กในชั้นดินบนของหน้าตัดดินที่ foot

slope อีกด้วย และจากการเปรียบเทียบโครงสร้างของดินที่ระดับความลึกต่างๆทำให้สามารถสรุปได้ว่าดินมีพัฒนาการที่เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ของวัตถุต้นกำเนิดซึ่งเป็นหินทรายโดยพบโครงสร้างชนิด vughy structure ในตอนกลางของหน้าตัดดินต่อเนื่องลงไปถึงชั้นวัตถุต้นกำเนิดดินซึ่งสามารถพบวัตถุต้นกำเนิดดินได้จากหน้าตัดดินบริเวณ up slope และแสดงลักษณะช่องว่างแบบ vughs ด้วยเช่นกัน ส่วนหารเปรียบเทียบลักษณะจุลสัณฐานดินระหว่างแถวขางพาราที่ปล่อยทิ้งไว้ในสภาพธรรมชาติ ปลุกลั่วเพอร์ราเรีย และปลุกลั่วหน้าแฝก พบว่า การปลุกลั่วหน้าแฝกลดการชะล้างได้สูงสุด โดยเฉพาะบริเวณ up slope ดังพบว่าการสะสมอนุภาคดินเหนียวเนื่องจากการชะล้าง (illuviated clay) มีปริมาณ ร้อยละ 20 ในบริเวณพื้นที่ระหว่างขางพาราที่ปล่อยทิ้งไว้ในสภาพธรรมชาติและ ร้อยละ 10 ในบริเวณพื้นที่ระหว่างแถวขางพาราที่ปลุกลั่วเพอร์ราเรีย และเหลือเพียง 2-3 เปอร์เซ็นต์ในบริเวณพื้นที่ระหว่างแถวขางพาราที่ปลุกลั่วหน้าแฝก

### หลักการและเหตุผล

พื้นที่การเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่มีลักษณะของดินที่เป็นดินทราย สภาพพื้นที่มีลักษณะลาดเทในระดับมากน้อยต่าง ๆ กัน การเคลื่อนย้ายของอนุภาคดินสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในแนวดิ่ง (vertical translocation) และแนวลาดเท (lateral translocation) ทำให้เกิดโครงสร้างของดินที่แตกต่างกันระหว่างตอนบนและตอนล่างของความลาดเท ซึ่งโครงสร้างดังกล่าวมีผลกระทบโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ปริมาณช่องว่าง สภาพการระบายน้ำ และอากาศ ตลอดจนการเกิดชั้นดินแน่นทึบ (compact layer) ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของรากพืชอันเป็นข้อจำกัดของการให้ผลผลิต ปัจจุบันเกษตรกรได้เปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพืชไร่ ได้แก่ ข้าวโพด อ้อย และมันสำปะหลัง มาเป็นยางพารา ซึ่งมีระบบการเจริญเติบโตของระบบรากในระดับลึกตามอายุของยางพาราที่จะให้ผลผลิตที่แตกต่างไปจากพืชไร่ ทำให้สามารถที่จะประเมินผลผลิตที่แตกต่างกันในแต่ละบริเวณที่มีการปลูกยางพาราตามลำดับภูมิภาค ซึ่งการนำวิธีการทางจุลทรรศน์ดินมาใช้ศึกษาวิจัย สามารถชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัดดังกล่าว



### วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการใน โครงสร้างของดินในดินทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการปลูกยางพารา ตามลำดับภูมิประเทศ
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณช่องว่างในดิน และการชะล้างระหว่างแถวยางพาราที่ปล่อยทิ้งไว้ในสภาพธรรมชาติ ปลูกถั่วเพอร์ราเรียคลุมดิน และ ปลูกหญ้าแฝกคลุมดินขวางความลาดระหว่างแถวยางพารา

### ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาวิจัยตัวอย่างดินที่เก็บในสภาพธรรมชาติที่ไม่ถูกรบกวน (undisturbed soil samples) ที่ระดับความลึกต่างๆกันภายในหน้าตัดดินของดินทรายที่ใช้ปลูกยางพารา โดยมีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ลาดเท พร้อมทั้งศึกษาวิจัยการใช้พืชคลุมดินระหว่างแถวยางพาราขวางความลาดเท ได้แก่ ถั่วเพอร์ราเรีย หญ้าแฝก ที่มีผลต่อความพรุนของดินและการชะล้าง

### การตรวจเอกสาร

โครงสร้างของดินเกิดจากการเกาะรวมตัวกันของอนุภาคดินทำให้มีรูปร่างต่างๆขึ้น โครงสร้างที่เกิดขึ้นอาจได้รับอิทธิพลจากอินทรีย์วัตถุ สารเชื่อมต่างๆ เช่นสารเชื่อมที่เป็นสารคาร์บอนเนต สารเชื่อมที่เป็นแร่ดินเหนียว ซิลิเกต สารเชื่อมที่เป็นเซสควิออกไซด์ เป็นต้น ขนาดของหน่วยโครงสร้างตามปกติจะลดลงเมื่อดินมีพัฒนาการมากขึ้น (Bilizi และ Ciolkosz, 1977) โดยปัจจัยที่ควบคุมลักษณะโครงสร้างของดิน ได้แก่ ชนิดของเนื้อดิน ชนิดของแร่ในดิน รูปร่างของอนุภาค และปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Guimaraes et al. 2002)

Bullock et al (1985) จำแนกโครงสร้างของดินออกเป็น 2 ประเภทคือ โครงสร้างที่กำหนดด้วยรูปแบบการเกาะกันของอนุภาคดินและโครงสร้างที่กำหนดด้วยรูปแบบช่องว่าง (void pattern) ที่มีอยู่ในดิน

ชนิดของโครงสร้างที่กำหนดด้วยรูปแบบการเกาะกันของอนุภาคดิน ได้แก่โครงสร้างดังต่อไปนี้

1. Single grain structure เป็นลักษณะโครงสร้างที่เนื้อดินเกือบทั้งหมดเป็นอนุภาคทรายเดี่ยวๆ โดยอาจมีอนุภาคดินเหนียวแทรกอยู่ตามช่องว่างเม็ดทรายหรืออาจไม่มีเลย อนุภาคทรายอาจกระจายห่างกันหรืออยู่ชิดกันได้
2. Bridged grain structure เป็นลักษณะโครงสร้างที่เนื้อดินเกือบทั้งหมดเป็นอนุภาคทราย และบางส่วนของอนุภาคทรายเชื่อมต่อกันด้วยอนุภาคดินเหนียว
3. Pellicular grain structure เป็นลักษณะโครงสร้างที่เนื้อดินเกือบทั้งหมดเป็นอนุภาคทรายที่ถูกเคลือบด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียว
4. Intergrain micro-aggregate structure เป็นลักษณะโครงสร้างที่เนื้อดินเกือบทั้งหมดเป็นอนุภาคทราย และมีก้อนดินเล็กๆ (micro aggregate) ที่เกิดจากการจับตัวกันของอนุภาคขนาดดินเหนียวหรืออินทรีย์วัตถุแทรกอยู่ระหว่างช่องว่างของอนุภาคทรายเหล่านั้น
5. Compact grain structure เป็นลักษณะโครงสร้างที่เนื้อดินเกือบทั้งหมดเป็นอนุภาคทราย มีการจัดเรียงตัวอยู่ชิดติดกัน โดยที่ยังมีช่องว่างระหว่างอนุภาคทรายเหล่านั้นเพียงเล็กน้อย
6. Subangular blocky structure เป็นลักษณะโครงสร้างที่เกิดจากการรวมตัวกันของอนุภาคดินขนาดต่างๆกันเป็นก้อน (aggregate) และแยกออกจากกันด้วยช่องว่างชนิด planar voids

7. Granular structure เป็นลักษณะโครงสร้างที่เกิดจากการรวมกันของอนุภาคดินต่างๆ เป็นก้อนที่มีลักษณะกลมหรือเกือบกลม
8. Crumb structure เป็นลักษณะโครงสร้างที่เกิดจากการรวมตัวกันของอนุภาคดินขนาดต่างๆ เป็นก้อนดินที่มีลักษณะกลมหรือเกือบกลมเช่นเดียวกัน Granular structure แต่ภายในก้อนดินแต่ละก้อนนี้ประกอบด้วยก้อนดินเล็กๆที่รวมตัวกันเป็นก้อนดินใหญ่
9. Complex structure เป็นโครงสร้างที่มีลักษณะโครงสร้างมากกว่าหนึ่งรูปแบบ ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการที่กระทำต่อดินมีมากกว่าหรือกระบวนการและเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน

ส่วนชนิดของโครงสร้างที่กำหนดด้วยรูปแบบของช่องว่างที่มีอยู่ในดินได้แก่โครงสร้างดังต่อไปนี้

1. Vesicular structure เป็นโครงสร้างที่มีเนื้อดินมีการเกาะกันของอนุภาคดินอย่างต่อเนื่อง และช่องว่างในดินมีลักษณะเป็นทรงกลม มีผนังช่องว่างเรียบ (smooth) และช่องว่างเหล่านี้ไม่ต่อเนื่องกัน
2. Vughy structure เป็นลักษณะโครงสร้างที่มีเนื้อดินมีการเกาะกันของอนุภาคดินอย่างต่อเนื่อง และช่องว่างในดินมีรูปร่างต่างๆ ไม่แน่นอนผนังช่องว่างอาจจะเรียบหรือไม่ก็ได้
3. Channel structure เป็นโครงสร้างที่เนื้อดินมีการเกาะกันของอนุภาคดินอย่างต่อเนื่อง ช่องว่างที่เกิดในดินมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกและมักมีผนังเรียบ
4. Fissure structure เป็นโครงสร้างที่เนื้อดินมีการเกาะกันของอนุภาคดินอย่างต่อเนื่อง ช่องว่างในดินมีรูปร่างเป็นแนวแตกเป็นทางยาว
5. Massive structure เป็นโครงสร้างที่เนื้อดินมีการเกาะกันของอนุภาคดินอย่างต่อเนื่อง และไม่พบช่องว่างในเนื้อดินเลย

ประมวลพงษ์, (2543) พบว่าดินที่มีโครงสร้างชนิด single grain structure มักจะพบในดินที่เกิดจากการผุพังสลายตัวของหินทรายหรือดินบริเวณที่เป็นเนินทราย สันทราย (sand dunes) หรือพบในชั้นดินที่มีการชะล้างรุนแรง ซึ่งอนุภาคดินเหนียวถูกชะล้างออกไปด้านข้างหรือลึกลงไปตามหน้าตัดดิน ตัวอย่างชุดดินที่พบลักษณะโครงสร้างชนิด single grain structure ได้แก่ ชุดดินน้ำพอง ชุดดินระยอง ชุดดินสัดหีบ เป็นต้น ดินที่มีโครงสร้างชนิด bridged grain structure มักพบในดินที่เกิดอยู่บนพื้นผิวที่มีสภาพธรณีสัณฐานอายุน้อย หรือในบริเวณที่เป็นดินทรายซึ่งเกิดจากการตกตะกอนลงมาทับถม ตัวอย่างชุดดินที่พบลักษณะโครงสร้างชนิด bridged grain structure ได้แก่ ชุดดินพะเยา ชุดดินยางตลาด เป็นต้น ดินที่มีโครงสร้างชนิด pellicular grain structure มักพบในบริเวณตอนบนของหน้าตัดดินที่ได้รับอิทธิพลขี้นลงของระดับน้ำใต้ดิน ตัวอย่างเช่น ชุดดินบ้านทอน ชุดดินท่าอุเทน ซึ่งมีสารเคลือบเป็นอินทรีย์สาร ส่วนดินที่มีสารเคลือบเป็นอนินทรีย์สารพวกแร่ดินเหนียวและเหล็กออกไซด์ เช่นชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินจตุรัส ชุดดินวาริน ชุดดินยโสธร เป็นต้น ดินที่มีโครงสร้างชนิด intergrain micro-aggregate structure มักพบในดินทรายในที่ลุ่ม ซึ่งอนุภาคดินเหนียวหรืออินทรีย์วัตถุถูกชะล้างจากดินบนลงมาสะสมในชั้นดินล่าง เช่นชุดดินท่าอุเทน ดินที่มีโครงสร้างชนิด compact grain structure มักพบในตอนล่างของดินทรายซึ่งเป็นผลเนื่องจากน้ำหนักกดทับของดินชั้นบนหรือการเคลื่อนย้ายอนุภาคทรายละเอียดลงมาสะสมในดินล่าง เช่น ชุดดินน้ำพอง

ดินที่มีโครงสร้างชนิด subangular blocky structure มักพบในดินที่มีเนื้อดินปานกลางถึงละเอียด (medium to fine texture) และมักจะเกิดขึ้นกับดินที่มีสภาวะเปียกและแห้งสลับกัน เช่นในดินนาที่ราบภาคกลาง ได้แก่ชุดดินรังสิต ชุดดินมหาโพธิ์ ชุดดินองครักษ์ ชุดดินมโนรมย์ เป็นต้น ดินที่มีโครงสร้างชนิด granular structure มักพบในชั้นดินบนของดินที่ผ่านกระบวนการชะล้างอย่างรุนแรงและดินมีสภาพการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี เช่นชุดดินปากช่อง ชุดดิน โพนพิสัย ดินที่มีโครงสร้างชนิด crumb structure มักพบในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นกึ่งเนื้อละเอียด เช่นหินปูน หินบะซอลต์ ที่ผุพังสลายตัวแล้วในดินเนื้อละเอียด และมักพบในชั้นดินใต้พื้นหญ้าซึ่งเกิดจากการการแยกออกจากกันของอนุภาคดินโดยรากฝอยขนาดเล็ก หรือแยกออกจากกันเนื่องจากอินทรีย์วัตถุที่เป็นของเสียจากสัตว์ที่อาศัยอยู่ในดิน ตัวอย่างชุดดินที่พบโครงสร้างชนิดนี้ได้แก่ ชุดดินโชคชัย ชุดดินท่าใหม่ ชุดดินหนองบอน เป็นต้น

ส่วนดินที่มีโครงสร้างชนิด complex structure มักพบในชั้นดินบน ซึ่งมีกิจกรรมของการไถพรวนและดินอยู่ในสภาวะเปียกและแห้งสลับกัน ในขณะที่กิจกรรมของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในดินก็กำลังดำเนินอยู่ ตัวอย่างเช่น ชั้นดินบนของชุดดินอ่าวลึก

สำหรับดินที่มีโครงสร้างชนิด vesicular structure พบได้ในดินที่มีสภาวะแห้งและเปื่อยสลับกัน ช่องว่างเกิดจากฟองอากาศที่ตกค้างอยู่ ขณะที่ดินมีสมบัติขยายและหดตัวได้ (plasticity property) มักพบในตอบนบนของหน้าตัดดิน เช่นในชุดดินท่าขวาง

ดินที่มีโครงสร้างชนิด vughy structure มักพบในตอบนบนของหน้าตัดดิน ลักษณะช่องว่างมีรูปทรงไม่แน่นอน เกิดจากการที่องค์ประกอบที่มีอยู่ในดินทั้งที่เป็นอินทรีย์สารและอนินทรีย์สารผุพังสลายตัวและถูกชะล้างออกไปจากดิน หรือเกิดจากกิจกรรมของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในดิน ตัวอย่างเช่นชุดดินเดิมบาง ดินที่มีโครงสร้างชนิด channel structure พบว่าช่องว่างชนิดนี้มีความสัมพันธ์กับรากพืช บางครั้งจะพบร่องรอยการผุพังสลายตัวของรากพืช ทั้งนี้รวมถึงช่องว่างที่เกิดจากการซ่อนไซของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในดินนั้นๆด้วยมักพบในตอบนบนของหน้าตัดดิน เช่นในตอบนบนของหน้าตัดชุดดินเดิมบาง ชุดดินราชบุรี ชุดดินฉะเชิงเทรา เป็นต้น ดินที่มีโครงสร้างชนิด fissure structure พบในดินที่มีองค์ประกอบของอนุภาคดินเหนียวเป็นปริมาณสูง (high clay content) และขนาดของอนุภาคของดินมีความสม่ำเสมอ (homogeneity) ช่องว่างชนิดนี้เกิดขึ้นเมื่ออนุภาคดินเหนียวมีการขยายตัวและหดตัว เกิดแรงกดและแรงดึง (stresses and tensions) หรืออาจเกิดจากตะกอนดินขนาดอนุภาคต่างๆกับถูกกระแส น้ำพัดพามาทับถมและเกิดเป็นแนวแตกเป็นทางยาว ซึ่งก็คือ bedding plane เดิมของตะกอนในวัตถุต้นกำเนิดดินนั่นเอง ตัวอย่างที่พบได้แก่ดินชั้นล่างของชุดดินชัยบุรี สำหรับดินที่มีโครงสร้างชนิด massive structure มักพบในดินที่มีเนื้อละเอียดและอยู่ในตอกลางของหน้าตัดดิน โดยได้รับอิทธิพลของน้ำหนักดินชั้นบนกดทับ และ/หรือจากการที่ชั้นดินอยู่ส่วนล่างของหน้าตัดดินนี้มีสภาพเปียกต่อเนื่องกันตลอดเวลา ตัวอย่างเช่นชั้นล่างของชุดดินองครักษ์ การที่ดินมีขนาดและลักษณะ โครงสร้างแตกต่างกันในชั้น B นั้นขึ้นอยู่กับปริมาณดินเหนียว ความลึกของหน้าตัดดิน การระบายน้ำในดิน การใช้ที่ดินและการจัดการดินด้วย (Van de Graaff. 1978 ; Kooistra et. 1985) ในชั้นดินที่ได้รับอิทธิพลของการขึ้นลงน้ำได้ดินจะแสดงให้เห็นลักษณะสีของอนุภาคดินเหนียวจะมีสีเทาหรือสีขาวเนื่องจากการลดออกซิเจน (reduction) หรืออาจแสดงให้เห็นบริเวณที่มีจุดประสีแดงของเหล็กออกไซด์เนื่องจากกระบวนการเพิ่มออกซิเจน (oxidation) ขณะเดียวกับการจัดเรียงตัวของอนุภาคดินเหนียวก็จะไม่ปรากฏ หรือปรากฏในลักษณะที่บิดโค้ง (convolute form) (Fedoroff and Eswaran. 1985) ปรากฏการณ์การเคลือบของอนุภาคดินเหนียวจากการตกตะกอนสารแขวนลอยมีความสำคัญที่ทำให้ทราบถึงกระบวนการพัฒนาการของดินและสมบัติเฉพาะของดินนั้นๆ (Soileau et al 1964 ; Kalifa and Buol. 1969) โดยธรรมชาติการเคลือบของอนุภาคดินเหนียวก็จะขึ้นอยู่กับระยะทางของการเคลื่อนที่ของสารแขวนลอย หากการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นในระยะทางที่สั้น อนุภาคที่เคลือบก็จะเป็น coarse clay และ fine silt หากระยะทางของการเคลื่อนย้ายเป็นระยะทางไกลหรือลึกลงไปอนุภาคที่เคลือบก็จะปรากฏพบว่าเป็นชนิดโปร่งแสง (Translucent) และไม่มีอนุภาคขนาดหยาบปะปนอยู่เลย (Fitz Patrick, 1966)

Kunaporn et al (2001) กล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้ดินเกิดภาวะเสื่อมโทรม (land degradation) ทางด้านกายภาพ เช่น โครงสร้างดินถูกทำลาย การเกิดแผ่นแข็งผิวดิน (crust) การเกิดชั้นดินอัดแน่น (compaction) รวมถึงการเกิดการกัดกร่อน (erosion) ขึ้นอยู่กับวิธีการใช้ทรัพยากรที่ดินของมนุษย์ เป็นสำคัญ โดยพบว่าดินทรายบนที่ค้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมักจะพบชั้นดินอัดแน่นในช่วงระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของราก และส่งผลกระทบต่อผลผลิต (Lesturgez et al, 2005) โดยอนุภาคขนาดทรายแป้ง (silt) ทำให้ดินมีปริมาณช่องว่าง (porosity) ลดลง (Bruand et al, 2005) ซึ่งสามารถปรับปรุงแก้ไขได้โดยการทำเจาะช่องชั้นดินอัดแน่น (slotting) หรือโดยวิธี biological drilling เช่นการปลูกหญ้าแฝก เป็นต้น และจากรายงานการวิจัย (Sindhusen et al. 2002) พบว่าการทำ slotting สามารถทำให้ขนาดช่องว่างในชั้นดินแน่นที่บซึ่งมีขนาดโดยทั่วไปอยู่ที่ 100 ไมครอน ( $\mu\text{m}$ ) หรือต่ำกว่ามีขนาดที่เพิ่มเป็น 150-400 ไมครอน ส่วนวิธีการใช้พืชในการอนุรักษ์ดินและน้ำหรือป้องกันการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้โดยทั่วไปได้แก่พืชตระกูลถั่ว (legumes เช่น *Leucaena Leucocephala*, *Cajanas Cajan*, *Flemingia Macrophylla*, *Resmodium Rensonii*, *Gliricidia Sepium* เป็นต้น) และพืชตระกูลหญ้า (grasses เช่น *Setaria onerps* และ *Vertiveria zizanioides* เป็นต้น) โดยพืชตระกูลถั่วจะใช้เพื่อมุ่งเน้นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ ขณะที่พืชตระกูลหญ้าจะสามารถทนทานต่อความแห้งแล้งและแมลงศัตรูพืชได้ดีกว่า (Sombatpanit, 2001)

### ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

|                   |  |
|-------------------|--|
| ระยะเวลาดำเนินการ | เริ่มต้นเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551<br>สิ้นสุดเดือนกันยายน พ.ศ. 2553   |
| สถานที่ดำเนินการ  | - พื้นที่ปลูกยางพารา บ้านโนนคูน ตำบลหนองแวง อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น<br>- สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน |

### อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

อุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างดินสภาพธรรมชาติในภาคสนาม ได้แก่

- Kubiena boxes ขนาด  $10 \times 5 \times 3.5 \text{ cm}^3$
- Trowel or knife
- Paper tape
- Marker

วิธีการดำเนินงาน

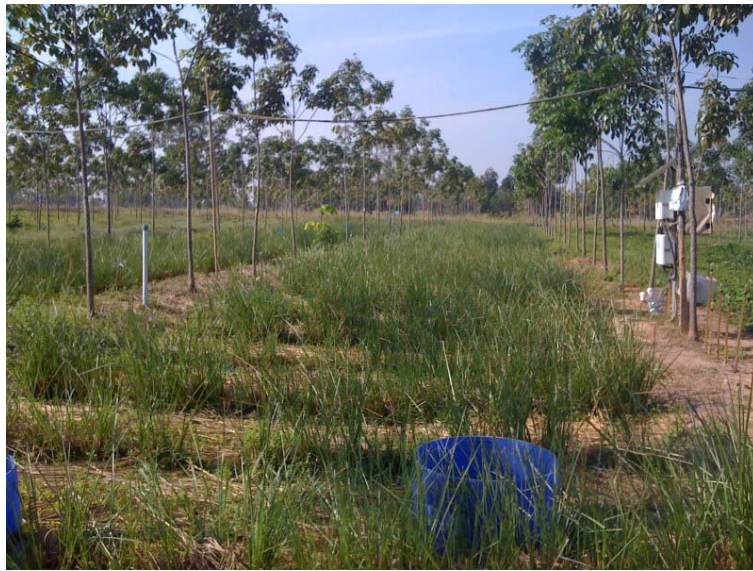
1. เก็บตัวอย่างดินในสภาพธรรมชาติด้วยกล่องเก็บตัวอย่างเฉพาะ (Kubiena boxes) จากหน้าตัดดิน (soil profiles) บริเวณ up slope ลงมายัง down slope ที่ระดับความลึกต่างๆกันตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) จำนวน 5 หน้าตัดดิน (Py1-Py5) และตัวอย่างดินในสภาพธรรมชาติจากหน้าตัดดินที่อยู่กึ่งกลางระหว่างแถวยางพาราที่ปลู้อยู่ทั้งไว้ให้อยู่ในสภาพธรรมชาติที่อยู่ตอนบนของพื้นที่ลาดเท (upslope : (Cu)) แถวที่ปลูกถั่วเพอร์ราเรีย (Pu) และหญ้าแฝก (Vu) , แถวที่อยู่ตอนกลางของพื้นที่ลาดเทที่ปลูกถั่วเพอร์ราเรีย (Pm) และหญ้าแฝก (Vm) และแถวที่อยู่ตอนล่างของพื้นที่ลาดเทที่ปลูกถั่วเพอร์ราเรีย (Pl) และหญ้าแฝก (Vl) โดยเก็บที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร, 15-30 เซนติเมตร, 30-45 เซนติเมตร,

45-60 เซนติเมตร, 60-75 เซนติเมตร และ 75-90 เซนติเมตร ตามความลึกของ รากพืชที่ปรากฏ

2. นำตัวอย่างดินมาถ่ายใส่กล่องกระดาษที่บุด้วยพลาสติกซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าก้อน ดินเล็กน้อย เขียนสัญลักษณ์บอกทิศทางและระดับความลึก
3. นำตัวอย่างดินไปอบที่อุณหภูมิ 50° - 60° องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จน แน่ใจว่าไม่มีความชื้นเหลืออยู่ในดิน (อุณหภูมิในการอบตัวอย่างดินถ้าสูงกว่า 70° องศาเซลเซียส จะทำให้ดินแตกและอินทรีย์วัตถุถูกทำลาย)
4. ทำให้ตัวอย่างดินมีสภาพแข็งตัวด้วยน้ำยาซึ่งมีส่วนผสมของ polyester resin 600 มิลลิลิตร และ monostylene 400 มิลลิลิตร benzoyl peroxide (C<sub>14</sub>H<sub>10</sub>O<sub>4</sub>) จำนวน 5 กรัม, นำน้ำยาผสมเทราดลงบนตัวอย่างดินช้าๆ จนกระทั่งท่วม ตัวอย่างดินประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำตัวอย่างดินเข้าสู่ vacuum oven ภายใต้ ความกดอากาศที่ 27 นิ้วปรอทที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 ชั่วโมง
5. นำตัวอย่างดินออกจาก vacuum oven มาเก็บไว้ในตู้ควีน (hood) เป็นเวลา ประมาณ 3 สัปดาห์ ซึ่งในระยะนี้น้ำยา monostylene จะค่อยๆระเหยออกไป และตัวอย่างดินก็จะแข็ง หลังจากนั้นเพื่อให้แน่ใจว่าตัวอย่างดินแข็งอย่าง สมบูรณ์แล้ว นำตัวอย่างดินเข้าสู่อบที่อุณหภูมิประมาณ 40° องศาเซลเซียส เป็น เวลา 24 ชั่วโมง
6. นำตัวอย่างที่แน่ใจว่าแข็งสมบูรณ์ไปตัดด้วยเครื่องตัด (diamond saw) ให้มีความ หนาประมาณ 5 มิลลิเมตร ขนาดพอดีกับแผ่นกระจกสไลด์ เขียนสัญลักษณ์ แสดงทิศทางและระดับความลึก แล้วขัด (grinding) ผิวหน้าด้านใดด้านหนึ่งของ ตัวอย่างดินให้เรียบเพื่อใช้ติดกับสไลด์ โดยขัดด้วยเครื่องขัด ใช้ผงขัด corundum ชนิดหยาบเบอร์ 220 และชนิดละเอียดเบอร์ 600 ใช้น้ำมันเป็นสารหล่อเย็น เมื่อ ผิวหน้าตัวอย่างดินเรียบอย่างดีแล้ว จึงนำเข้าสู่อบอุณหภูมิประมาณ 60° องศา เซลเซียส เพื่อให้ตัวอย่างดินแห้ง
7. นำตัวอย่างดินมาติดกับสไลด์ด้วยกาวที่มีค่าครรชนีหักเห 1.557 ซึ่งเป็น ส่วนผสมของ polyester resin, cobalt octoate และ benzoyl peroxide พร้อมได้ ฟองอากาศ แล้วทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง
8. นำตัวอย่างที่ติดกระจกแล้วไปผ่านต่อด้วยเครื่องฟาน และขัดต่อด้วยเครื่องขัด จนกระทั่งตัวอย่างมีความหนา 0.03 มม. (โดยสังเกตสีของแร่ควอตซ์ จะมีสีเทา หรือสีเทาปนเหลือง เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ และ crossed



Micols) แล้วจึงนำมาศึกษาลักษณะจุดตั้งฐานของดิน ด้วยกล้องจุลทรรศน์  
โพลาไรซ์

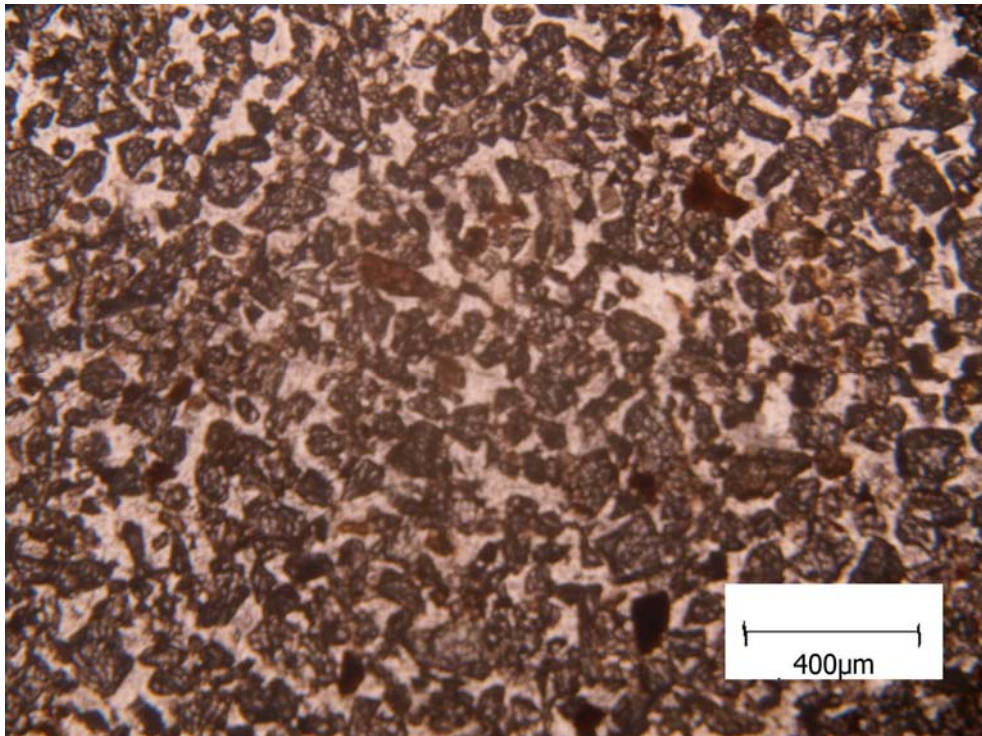


รูปที่ 1 แสดงพื้นที่งานวิจัยที่ปลูกยางพารา และปลูกพืชแซมระหว่างแถวยางพารา ที่บ้านโนนตุน  
อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น

### ผลการทดลองและวิจารณ์

1. หน้าตัดดิน Py1 up slope ที่ระดับความสูง 181 เมตรจากระดับน้ำทะเล

ในชั้นดินบน (Ap) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ดินมีโครงสร้างชนิด single grain structure มีสัดส่วนอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียดเท่ากับ 98 : 2 ช่องว่างในดินเป็นชนิด simple packing voids พบช่องว่างที่เป็น channels เพียงเล็กน้อย ปริมาณช่องว่างทั้งหมดมีประมาณ ร้อยละ 20 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง



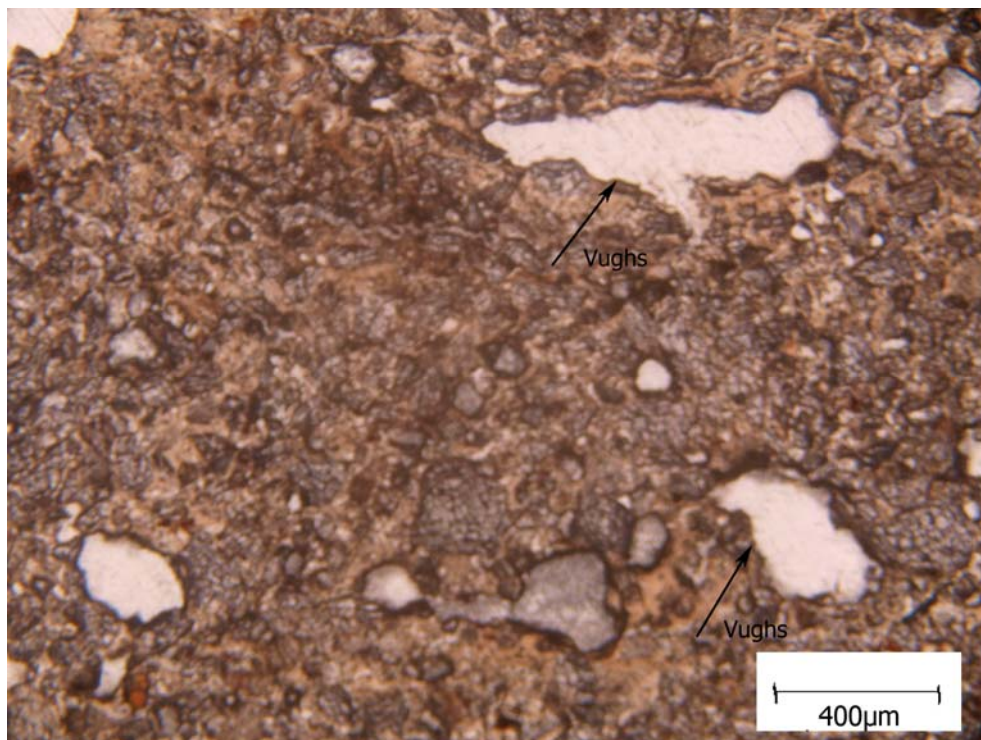
รูปที่ 2 แสดงลักษณะโครงสร้างชนิด single grain structure ในหน้าตัดดิน Py1 ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ppl

ชั้น Bt1 ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีลักษณะที่คล้ายกับชั้น Ap เว้นแต่พบการเคลือบของอนุภาคดินเหนียวเนื่องจากการชะล้างประมาณ ร้อยละ 1 และพบเศษหินทรายขนาด 1,700 ไมครอน ประมาณ ร้อยละ 2 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

ชั้น Bt2 ที่ระดับความลึก 30-47 เซนติเมตร โครงสร้างของดินเป็นชนิด subangular blocky structure โดยมีสัดส่วนอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 70 : 30 ช่องว่างเป็นชนิด planar voids พบเป็นปริมาณร้อยละ 15 และพบการเคลือบของอนุภาคดินเหนียวเนื่องจากการชะล้างเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 20 และพื้นที่ส่วนใหญ่ของแผ่นตัดบางจะครอบคลุมด้วยเศษหินทรายขนาดต่างๆกัน

ชั้น Bt3 ที่ระดับความลึก 47-62 เซนติเมตร โครงสร้างของดินเป็นชนิด bridged grain structure สัดส่วนอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 90 : 10 ช่องว่างมีทั้งชนิด simple packing voids, channels และ vughs โดยมีพื้นที่ช่องว่างทั้งสิ้นประมาณร้อยละ 30 และการสะสมของอนุภาคดินเหนียวเนื่องจากการชะล้างมีปริมาณ ร้อยละ 3-5

ชั้น 2 Crtb ที่ความลึก 62-80+ เซนติเมตร ซึ่งเป็นชั้นล่างสุดของหน้าตัดดิน จะเป็นชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน ซึ่งพบหินทรายที่ผุพังสลายตัวครอบคลุมพื้นที่ของแผ่นตัดบางถึง ร้อยละ 70 โครงสร้างของดินเป็นชนิด vughy structure พบการเคลือบของอนุภาคดินเหนียวเนื่องจากการชะล้างประมาณ ร้อยละ 10



รูปที่ 3 แสดงลักษณะโครงสร้างชนิด vughy structure ในหน้าตัดดิน Py1 ที่ระดับความลึก 62-80 เซนติเมตร ppl

2. หน้าตัดดิน Py2 middle slope ที่ระดับความสูง 176 เมตรจากระดับน้ำทะเล

ในชั้นดินบน (Ap) ที่ระดับความลึก 0-18 เซนติเมตร ดินมีโครงสร้างชนิด single grain structure มีสัดส่วนอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียดเท่ากับ 99 : 1 ช่องว่างในดินเป็นชนิด simple packing voids พบช่องว่างที่เป็น channels เพียงเล็กน้อย ปริมาณช่องว่างทั้งหมดมีประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

ชั้น Bt1 ที่ระดับความลึก 18-40 เซนติเมตร โครงสร้างของดินเป็นชนิด compact grain structure และปริมาณช่องว่างทั้งหมดลดลงเหลือเพียง ร้อยละ 15 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

ชั้น Bt2 ที่ระดับความลึก 40-65 เซนติเมตร ดินมีอนุภาคขนาดละเอียดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีสัดส่วนของอนุภาคขนาดหยาบ : อนุภาคขนาดละเอียด เท่ากับ 95 : 5 โครงสร้างของดินเป็นชนิด vughy structure ซึ่งช่องว่างเป็นชนิด simple packing voids และ vughs นอกจากนี้ยังพบการสะสมอนุภาคดินเหนียวเนื่องจากกระบวนการชะล้างเป็นปริมาณ ร้อยละ 1 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

ชั้น 2 Btb ที่ระดับความลึก 65-84 เซนติเมตร ดินมีอนุภาคขนาดละเอียดเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด โดยมีสัดส่วนของอนุภาคขนาดหยาบ : อนุภาคขนาดละเอียด เท่ากับ 70 : 30 และโครงสร้างของดินเป็นชนิด vughy structure ซึ่งช่องว่างชนิด vughs มีเป็นปริมาณ ร้อยละ 15 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง และพบการสะสมของอนุภาคดินเหนียวจากการชะล้างเป็นปริมาณ ร้อยละ 5-7

ชั้น 2Btcb ที่ความลึก 84-105 เซนติเมตร มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับชั้น 2Btb แต่พบเศษหินทรายขนาดต่างๆกัน และการสะสมของอนุภาคดินเหนียวจากการชะล้างลดลงเหลือร้อยละ 2 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

ชั้น 2Crtb ที่ความลึก 105-120 เซนติเมตร เป็นชั้นหินทรายที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน พบช่องว่างชนิด vughs อยู่ในหินทรายเป็นปริมาณ ร้อยละ 5-7 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

3. หน้าตัดดิน Py3 middle slope ที่ระดับความสูง 175 เมตรจากระดับน้ำทะเล

ในชั้นดินบน (Ap) ที่ระดับความลึก 0-19 เซนติเมตร ดินมีโครงสร้างชนิด single grain structure ร่วมกับ bridged grain structure มีสัดส่วนอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 95 : 5

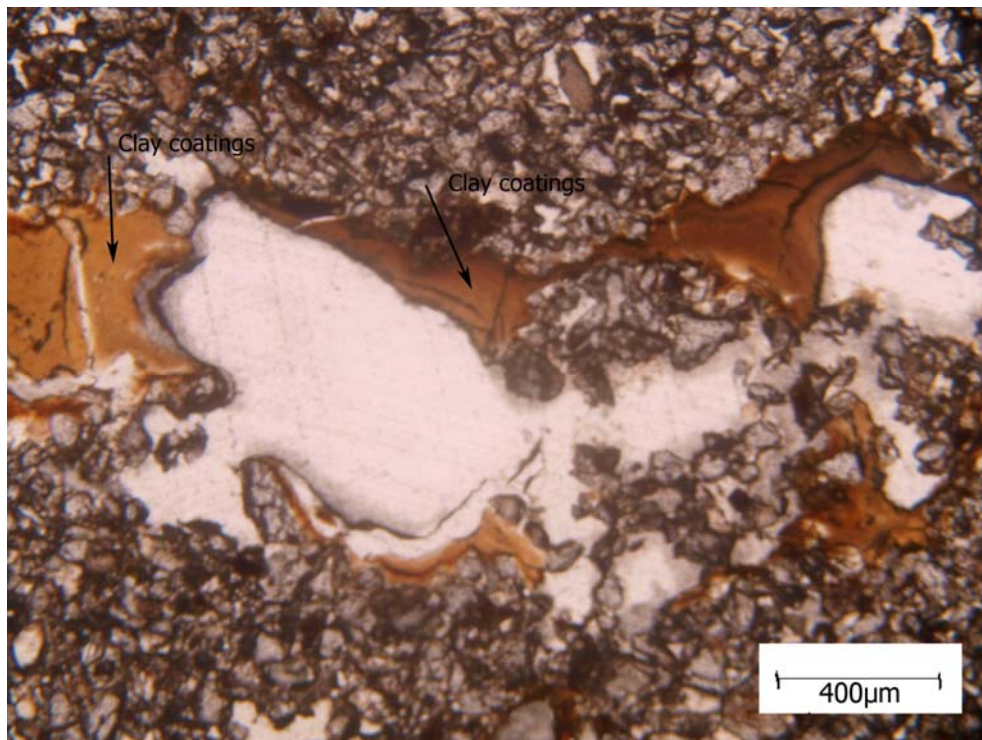


ช่องว่างเป็นชนิด simple packing voids และ vughs รวมเป็นปริมาณ ร้อยละ 20 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

ชั้น Bt1 ที่ระดับความลึก 19-39 เซนติเมตร โครงสร้างของแร่เป็นชนิด bridged grain structure ร่วมกับ compact grain structure เล็กน้อยเป็น ร้อยละ 15 ของพื้นที่แผ่นตัดบางซึ่งยังคงเป็นชนิด simple packing voids และ vughs

ชั้น Bt3 ที่ระดับความลึก 62-90 เซนติเมตร มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับชั้น Bt1 เพียงแต่พบการสะสมอนุภาคดินเหนียวจากการชะล้างเป็นปริมาณ ร้อยละ 1-2 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

ชั้น Bt4 ที่ระดับความลึก 90-111 เซนติเมตร ดินมีอนุภาคขนาดละเอียดเพิ่มขึ้น โดยมีสัดส่วนของอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 90 : 10 และเพิ่มขึ้นเป็น 85 : 15 ในชั้น 2Btb1 ช่วงความลึก 111-135 เซนติเมตร และในชั้น 2Btb2 ช่วงความลึก 135-160+ เซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของอนุภาคดินเหนียวจากการชะล้างในปริมาณ ร้อยละ 3-5 ในชั้น Bt4 เป็น ร้อยละ 15 ในชั้น 2Btb1 และชั้น 2Btb2 ทำให้ช่องว่างของดินมีปริมาณลดลงเหลือร้อยละ 10 ของพื้นที่แผ่นตัดบางทั้งในชั้น 2Btb1 และ 2Btb2



รูปที่ 4 แสดงการเคลือบของอนุภาคดินเหนียวเนื่องจากการชะล้างในหน้าตัดดิน Py3 ที่ระดับความลึก 90-111 เซนติเมตร xpl

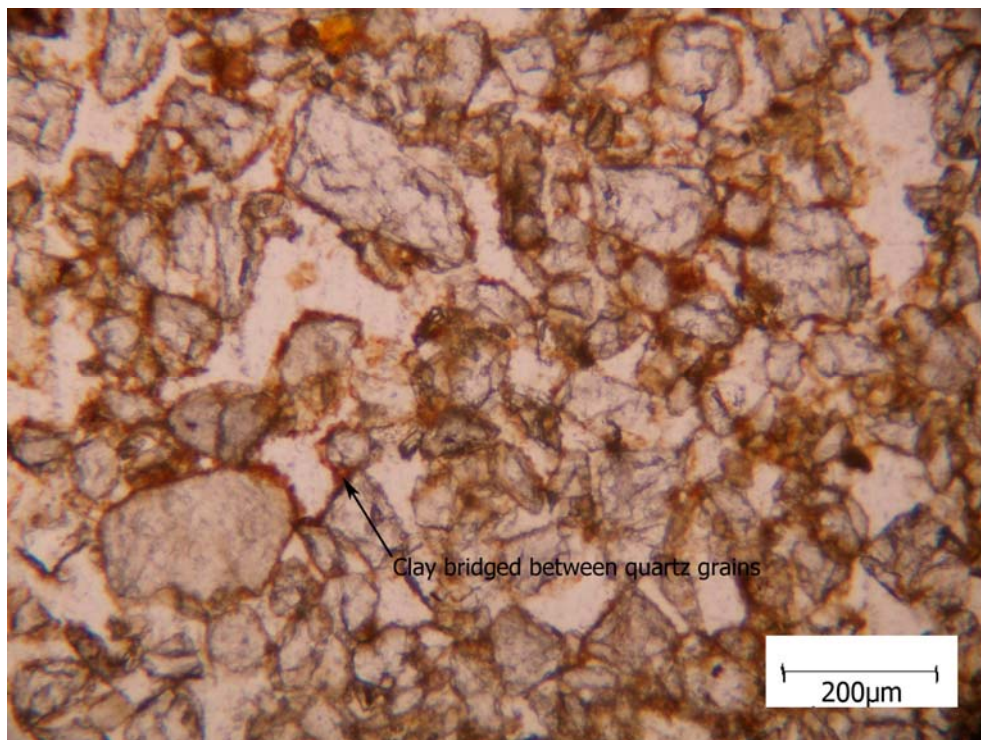
4. หน้าตัดดิน Py4 middle slope ที่ระดับความสูง 169 เมตร จากระดับน้ำทะเล

ในชั้นดินบน (Ap) ที่ระดับความลึก 0-18 เซนติเมตร โครงสร้างของดินเป็นชนิด single grain structure ร่วมกับ bridged grain structure มีสัดส่วนอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 98 : 2 ช่องว่างเป็นชนิด simple packing voids และ channels รวมเป็นปริมาณ ร้อยละ 30 ของพื้นที่ แผ่นตัดบาง

ชั้น E ที่ระดับความลึก 18-45 เซนติเมตร โครงสร้างของดินเป็นชนิด single grain structure สัดส่วนอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 100 : 0 ช่องว่างเป็นชนิด simple packing voids และมีปริมาณลดลงเป็น ร้อยละ 20 ของพื้นที่ แผ่นตัดบาง

ชั้น Bt1 ที่ระดับความลึก 45-70 เซนติเมตร โครงสร้างของดินเป็นชนิด bridged grain structure โดยมีสัดส่วน อนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 95 : 5 และมีปริมาณช่องว่างลดลง เป็น

ร้อยละ 15 ของพื้นที่ แผ่นตัดบาง



รูปที่ 5 แสดงลักษณะโครงสร้างชนิด bridged grain structure ในหน้าตัดดิน Py4 ที่ระดับความลึก 45-70 เซนติเมตร ppl

ชั้น Bt2 ที่ระดับความลึก 70-95 เซนติเมตร โครงสร้างของดินเป็นชนิด vughy structure มี สัดส่วนอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 80 : 20 ช่องว่างเป็นชนิด vughs พบในปริมาณ

ร้อยละ15 ของพื้นที่แผ่นดินตลิ่ง และพบการสะสมของอนุภาคดินเหนียวจากการชะล้างในปริมาณ ร้อยละ5ของพื้นที่แผ่นดินตลิ่ง

ชั้น Btb1 ที่ระดับความลึก 95-128 เซนติเมตร มีลักษณะที่คล้ายคลึงกันกับ Bt2 ยกเว้นการ ลดลงของปริมาณที่ช่องว่างซึ่งเป็นชนิด vughs โดยพบในปริมาณ ร้อยละ10 ของพื้นที่แผ่นดินตลิ่ง ขณะที่พบการสะสมของอนุภาคดินเหนียวจากการชะล้างมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ10 ของพื้นที่ แผ่นดินตลิ่ง

ชั้น 2Btb2 ที่ระดับความลึก 128-150 เซนติเมตร ดินมีลักษณะจุลสัณฐานดินเช่นเดียวกับ ชั้น 2Btb1

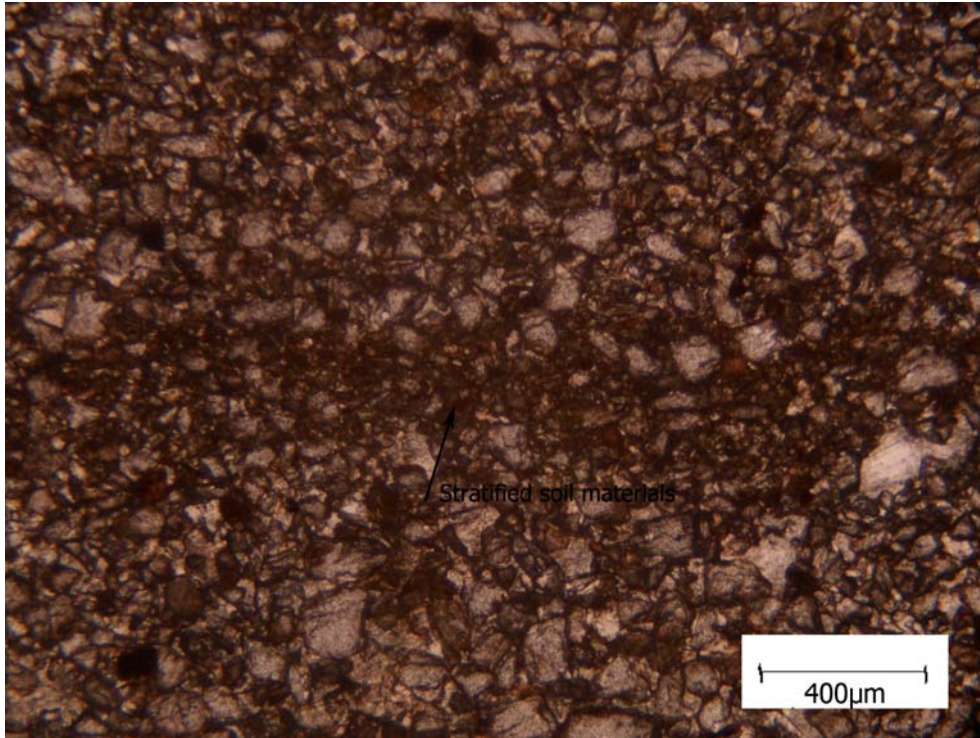
ชั้น 2Btb3 ที่ระดับความลึก 150-172 เซนติเมตร ดินมีอนุภาคดินเหนียวเพิ่มขึ้น โดยมี สัดส่วนอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 75 : 25 และพบการสะสมของอนุภาคดินเหนียวจาก การชะล้างมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ15-20 ของพื้นที่แผ่นดินตลิ่ง

ชั้น 2Btb4 ที่ระดับความลึก 172-200+ เซนติเมตร ดินมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับชั้น 2Btb3 ยกเว้นการสะสมของอนุภาคดินเหนียวจากการชะล้างที่มีปริมาณลดลงเป็น ร้อยละ5-7 ของพื้นที่ แผ่นดินตลิ่ง

5. หน้าตัดดิน Py5 foot slope ที่ระดับความสูง 165 เมตรจากระดับน้ำทะเล

ในชั้นดินบน (Ap1) ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร โครงสร้างของดินเป็นชนิด bridged grain structure มีสัดส่วนของอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 90 : 10 ช่องว่าง ในชั้นดินเป็น ชนิด simple packing voids, vughs และ channels รวมเป็นปริมาณ ร้อยละ15 ของพื้นที่แผ่นดินตลิ่ง และพบการสะสมอนุภาคดินเหนียวจากการชะล้างในปริมาณร้อยละ5-7 ของพื้นที่แผ่นดินตลิ่ง และ ดินยังแสดงลักษณะการทับถมเป็นชั้น (stratification)





รูปที่ 6 แสดงลักษณะการจัดเรียงเป็นชั้น (stratification) ในหน้าตัดดิน Py5 ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ppl

ชั้น Ap2 ที่ระดับความลึก 30-60 เซนติเมตร โครงสร้างของดินเป็นชนิด single grain structure โดยมีสัดส่วนอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 99 : 1 ช่องว่างเป็นชนิด simple packing voids และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 20 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง โดยไม่พบการสะสมของอนุภาคดินเหนียวจากการชะล้าง

ชั้น E ที่ระดับความลึก 60-81 เซนติเมตร มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับชั้น Ap2 เพียงแต่มีปริมาณช่องว่างลดลงเล็กน้อย

ชั้น Bt ที่ระดับความลึก 81-112 เซนติเมตร ดินมีโครงสร้างชนิด vughy structure โดยมีสัดส่วนของอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 90 : 10 ปริมาณช่องว่างลดลงเป็น ร้อยละ 15-20 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง และพบการสะสมอนุภาคดินเหนียวจากการชะล้างปริมาณร้อยละ 1 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

ชั้น 2Btgb1 ที่ระดับความลึก 112-134 เซนติเมตร ดินมีอนุภาคดินเหนียวเพิ่มขึ้น โดยมีสัดส่วนของอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 75 : 25 และโครงสร้างของดินเป็นชนิด vughs structure พบช่องว่างชนิด vughs ปริมาณร้อยละ 15-20 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง แต่การสะสมของอนุภาคดินเหนียวจากการชะล้างเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 10 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

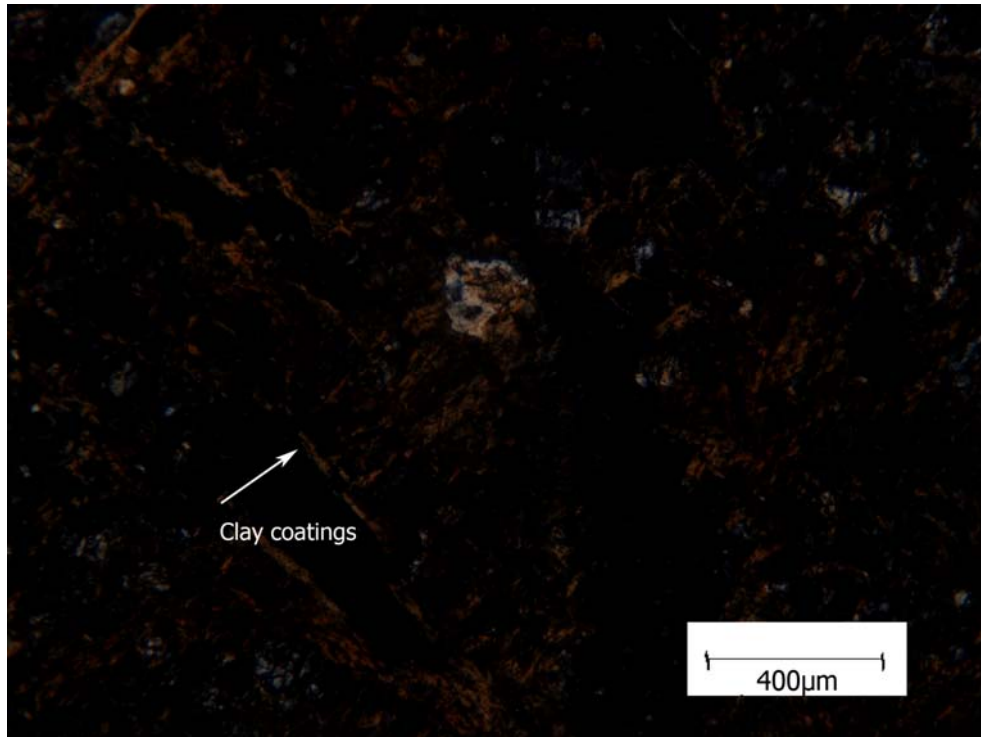


ชั้น 2tgb2 ที่ระดับความลึก 134-155 เซนติเมตร และชั้น 2Btgb3 ที่ระดับความลึก 155-180 เซนติเมตร ดินมีลักษณะจุลสัณฐานดินที่ไม่มีความแตกต่างกัน คือมีโครงสร้างชนิด vughy structure และสัดส่วน อนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 70 : 30 แต่มีการสะสมของ อนุภาค ดินเหนียวจากการชะล้างเพิ่มขึ้นจากชั้น 2Btgb1 เป็น ร้อยละ 15 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

ชั้น 2Btgb4 ที่ระดับความลึก 180-200+ เซนติเมตร การสะสมของอนุภาคดินเหนียวจากการชะล้างลดลงเหลือ ร้อยละ 5-7 ของพื้นที่แผ่นตัดบาง และยังคงมีสัดส่วนของอนุภาคหยาบ : อนุภาคละเอียด เท่ากับ 70 : 30 อนุภาคดินเหนียวที่พบส่วนใหญ่แสดงลักษณะที่เกิดขึ้นจากการผุพัง สลายตัวอยู่กับที่ของวัตถุต้นกำเนิดดิน โดยแสดงลักษณะ stipple speckled b-fabric.

และการศึกษาเปรียบเทียบการปลูกพืชแซมระหว่างแถวของยางพาราซึ่งได้แก่ ถั่วเพอร์ราเรีย (*Perraria phaseoloides*) และหญ้าแฝก (*Vetiveria zizanioides*) โดยเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่อยู่ ตอนบนของความลาดเท (upslope) ซึ่งเป็นพื้นที่ควบคุมปล่อยทิ้งไว้เป็นธรรมชาติ (ตารางที่ 2) พบว่า แปลงควบคุม (CTu) ดินมีปริมาณช่องว่างที่ต่ำกว่าดินที่ปกคลุมด้วยการปลูกถั่วเพอร์ราเรีย และหญ้าแฝกในทุกชั้นดิน โดยแปลงควบคุมจะมีปริมาณช่องว่างร้อยละ 20 ที่ช่วงความลึก 0-15 เซนติเมตร แล้วลดลงตามความลึกของหน้าตัดดินเหลือเพียงร้อยละ 10 ที่ช่วงความลึก 75-90 เซนติเมตร ขณะที่ปริมาณช่องว่างของดินระหว่างแถวยางพาราซึ่งปลูกถั่วเพอร์ราเรีย และแถวที่ ปลูกหญ้าแฝก จะมีปริมาณช่องว่างในดินที่มากกว่าร้อยละ 15 ในทุกชั้นดิน และมีปริมาณสูงถึง ร้อย ละ 35 ในแถวที่ปลูกถั่วเพอร์ราเรีย บริเวณ middle slope (Pm) และในแถวที่ปลูกหญ้าแฝกบริเวณ lower slope ( $V_L$ )

นอกจากนี้การสะสมอนุภาคดินเหนียวเนื่องจากการชะล้างพบว่าในแปลงควบคุมที่ปล่อย ทิ้งไว้เป็นธรรมชาติมีการชะล้างสูงสุดโดยพบการสะสมของอนุภาคดินเหนียวร้อยละ 3-5 ที่ช่วง ความลึก 35-45 เซนติเมตร แล้วเพิ่มเป็น ร้อยละ 20 มีช่วงความลึก 75-90 เซนติเมตร และบริเวณ upslope ที่ปลูกถั่วเพอร์ราเรีย (Pu) ก็จะมีการชะล้างมากกว่าบริเวณ upslope ที่ปลูกหญ้าแฝก (Vu) ดังปรากฏการสะสมอนุภาคดินเหนียวเนื่องจากการชะล้างมีปริมาณ ร้อยละ 10 ที่ช่วงความลึก 45-60 เซนติเมตร บริเวณ upslope ที่ปลูกถั่วเพอร์ราเรีย (Pu) และพบการสะสมของอนุภาคดินเหนียวจาก การชะล้างมีปริมาณสูงสุดเพียง ร้อยละ 2-3 ที่ช่วงความลึก 60-75 เซนติเมตร บริเวณ upslope ที่ปลูก หญ้าแฝก



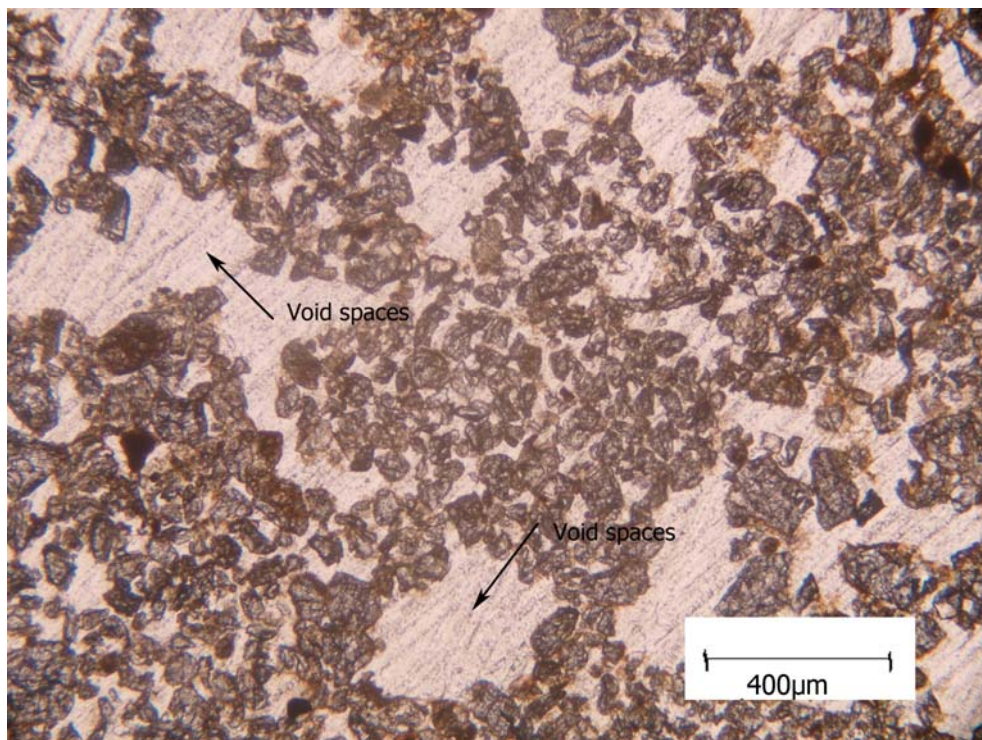
รูปที่ 7 แสดงการสะสมของอนุภาคดินเหนียวเนื่องจากการชะล้างในแปลงควบคุม ที่ระดับความลึก 75-90 เซนติเมตร xpl

จากการเปรียบเทียบพัฒนาการโครงสร้างของดินทรายตามลำดับภูมิประเทศ ซึ่งได้นำมาใช้ประโยชน์ปลูกยางพารา พบว่าลักษณะโครงสร้างของดินที่เป็นชนิด single grain structure ซึ่งดินประกอบไปด้วยอนุภาคทรายเกือบทั้งหมด และมักพบในตอนบนของหน้าตัดดินแล้วค่อยๆเปลี่ยน single grain structure ร่วมกับ bridged grain structure ซึ่งมีอนุภาคดินเหนียวเชื่อมระหว่างเม็ดทรายในตอนกลางของหน้าตัดดิน และในดินบนของหน้าตัดดินบริเวณ middle slope จนกระทั่งเป็น bridged grain structure เพียงอย่างเดียวในชั้นดินบนของ foot slope แสดงถึงกระบวนการชะล้างที่เกิดขึ้นในสภาพภูมิประเทศที่มีความลาดเทเป็นไปทั้งในแนวดิ่ง (vertical) และตามแนวลาดเท (lateral) ทำให้ชั้นดินบนขาดความอุดมสมบูรณ์โดยเฉพาะดินที่อยู่บริเวณ up slope เนื่องจากธาตุอาหารถูกพัดพาไปกับอนุภาคดินเหนียว และอินทรีย์วัตถุ ดังจะพบลักษณะ ดินจัดเรียงตัวเป็นชั้น (stratified) ในชั้นดินบนของหน้าตัดดินที่ foot slope อีกด้วย และจากกระบวนการชะล้างยังทำให้ดินที่อยู่บน upslope มีข้อจำกัดต่อการเจริญเติบโตของยางพารา เนื่องจากเป็นดินต้นโดยจะพบชั้นวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินทราย ตั้งแต่ตอนกลางของหน้าตัดดิน และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งเป็นชั้นหินทรายที่ระดับความลึกเพียง 62 เซนติเมตร จากผิวดินซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของราก

และจากการศึกษาเปรียบเทียบโครงสร้างของดินที่ระดับความลึกต่างๆทำให้สามารถกล่าวได้ว่า ดินบริเวณนี้มีพัฒนาการที่เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ของวัตถุต้นกำเนิดซึ่งเป็นหินทราย โดยพบโครงสร้างชนิด vughy structure ในหินทราย และโครงสร้างดังกล่าวนี้ตั้งปรากฏในตอนกลางของหน้าตัดดินต่อเนื่องลงไปถึงชั้นวัตถุต้นกำเนิดดินอีกด้วย

ส่วนการเปรียบเทียบลักษณะจุลสัมฐานดินระหว่างแถวบางพาราที่ปล่อยทิ้งไว้ในสภาพธรรมชาติ ปลุกถั่วเพอร์ราเรียและปลุกหญ้าแฝก พบว่าการปลุกหญ้าแฝกลดการชะล้างได้สูงสุด โดยเฉพาะบริเวณ upslope ดังจะพบว่าการสะสมอนุภาคดินเหนียวเนื่องจากการชะล้างมีปริมาณร้อยละ 20 ในบริเวณพื้นที่ระหว่างแถวบางพาราที่ปล่อยทิ้งไว้ในสภาพธรรมชาติ และ ร้อยละ 10 ในบริเวณพื้นที่ระหว่างแถวบางพาราที่ปลุกถั่วเพอร์ราเรีย และเหลือเพียง ร้อยละ 2-3 ในบริเวณพื้นที่ระหว่างแถวบางพาราที่ปลุกหญ้าแฝก

อย่างไรก็ตามทั้งถั่วเพอร์ราเรียและหญ้าแฝกต่างก็ทำให้ดินมีปริมาณช่องว่างที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับดินตามลำดับภูมิประเทศที่อยู่นอกบริเวณที่ปลุกถั่วเพอร์ราเรียและหญ้าแฝก ดังจะพบว่าดินตามลำดับภูมิประเทศดินจะมีปริมาณช่องว่างที่สูงสุดในชั้นดินบน แล้วลดลงในตอนล่างของหน้าตัดดินเช่นเดียวกับดินบริเวณแถวบางพาราที่ปล่อยทิ้งไว้ให้อยู่ในสภาพธรรมชาติ ส่วนดินระหว่างแถวบางพาราที่ปลุกถั่วเพอร์ราเรียและหญ้าแฝก ทำให้ปริมาณช่องว่างยังคงมีปริมาณที่สม่ำเสมอลงไปถึงตอนล่างของหน้าตัดดิน โดยเฉพาะแปลงหญ้าแฝกบริเวณ lower slope มีปริมาณช่องว่างสูงสุดในตอนล่างของหน้าตัดดินถึง ร้อยละ 35



รูปที่ 8 แสดงลักษณะช่องว่างในแปลงที่ปลุกหญ้าแฝกบริเวณ lower slope ที่ระดับความลึก

60-75 เซนติเมตร ppl

ตารางที่ 1 ลักษณะจุลกลินฐานดินของดินทรายตามลำดับภูมิประเทศ บ้าน โนนตุ่น ตำบลหนองแวง อำเภอพระยืน จ. ขอนแก่น

| Soil profile | Depth<br>(cm)     | Horizon      | Structure                         | Coarse/Fine<br>limit at 10µm |   | 2D pore space                            |           | Illuviated clay<br>(%)   | Observations   |
|--------------|-------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------|---|--|-----------|--|--|
|              |                   |              |                                   | Ratio                        | RDP                                       | Type                                     | Total (%) |  |  |
|              |                   |              |                                   |                              |   |  |           |  |  |
| <b>PY1</b>   | 0-15              | Ap           | Single grain                      | 98:2                         | Nearly sand<br>monic                      | Simple packing voids, few<br>channels    | 20        | non present  |  |
|              | 15-30             | Bt1          | Single grain                      | 97:3                         | Nearly sand<br>monic                      | Simple packing voids                     | 20        | 1  | weathered sandstone<br>sized 1700µm present 2%                         |
|              | 30-47             | Bt2          | subangular<br>blocky              | 70:30                        | porphyric                                 | planar voids                             | 15        | 20% in<br>intergranular  | Mainly sandstone<br>fragments with various size                        |
|              | 47-62             | Bt3          | Bridged grain                     | 90:10                        | Geturic                                   | Simple packing voids,<br>channels, vughs | 30        | 3-5  |  |
|              | 62-80+            | 2Crtb        | Vughy                             | 80:20                        | porphyric                                 | vughs                                    | 15        | 10   | Highly weathered<br>sandstone covering 70% of<br>the thin section area |
| <b>PY2</b>   | 0-18              | Ap           | Single grain                      | 99:1                         | Sand monic                                | Simple packing voids, few<br>channels    | 30        | non present  |  |
|              | 18-40             | Bt1          | Compact grain                     | 99:1                         | Sand monic                                | Simple packing voids                     | 15        | non present  |  |
|              | 40-65             | Bt2          | vughy                             | 95:5                         | Sand monic                                | Simple packing voids, vughs              | 20        | 1  |  |
|              | 65-84             | 2Btb         | vughy                             | 70:30                        | porphyric                                 | vughs                                    | 15        | 5-7  |  |
|              | 84-105            | 2Btcb        | vughy                             | 75:25                        | porphyric                                 | vughs                                    | 15        | 2  | Highly weathered<br>sandstone fragments with<br>various size and shape |
| 105-120+     | 2Crtb             | massive      |                                   |                              | Irregular and not<br>interconnected vughs | 5-7                                      |           | Sandstone, cemented 50-<br>200 µm quartz grains by<br>ferruginous material |  |
| <b>PY3</b>   | 0-19              | Ap           | Single grain to<br>Bridged grain  | 95:5                         | Geturic                                   | Simple packing voids, vughs              | 20        | non present  |  |
|              | 19-39             | Bt1          | Bridged grain<br>to compact grain | 95:5                         | Geturic                                   | Simple packing voids, vughs              | 15        | non present  |  |
|              | 39-62             | Bt2          |                                   |                              |   |  |           |  | defected sample  |
|              | 62-90             | Bt3          | vughy                             | 95:5                         | Geturic                                   | Simple packing voids,<br>vughs           | 15        | 1-2  |  |
|              | 90-111<br>111-135 | Bt4<br>2Btb1 | Vughy<br>Vughy                    | 90:10<br>85:15               | Geturic<br>Geturic to<br>porphyric        |  | 15        | 3-5  |  |
| 135-160+     | 2Btb2             | Vughy        | 85:15                             | Geturic to<br>porphyric      |   | 10                                       | 15        |  |  |
|              |                   |              |                                   |                              |   | 10                                       | 15        |  |  |

## ตารางที่ 1 (ต่อ)

| PY4      |        | 0-18     | Ap     | Single grain with bridged grain | 98:2  | Sand monic-gefuric mixed | Simple packing voids, few channels        | 30    | non present |
|----------|--------|----------|--------|---------------------------------|-------|--------------------------|---|-------|-------------|
| 18-45    | E      | 45-70    | Bt1    | single grain                    | 100:0 | Sand monic               | Simple packing voids                      | 20    | non present |
| 70-95    | Bt2    | 95-128   | 2Btb1  | Vughy                           | 95:5  | Sand monic, Gefuric      | Simple packing voids                      | 15    | non present |
| 95-128   | 2Btb1  | 128-150  | 2Btb2  | Vughy                           | 80:20 | Gefuric                  | vughs                                     | 15    | 5           |
| 128-150  | 2Btb2  | 150-172  | 2Btb3  | Vughy                           | 80:20 | Gefuric                  | vughs                                     | 10    | 10          |
| 150-172  | 2Btb3  | 172-200+ | 2Btb4  | Vughy                           | 75:25 | Porphyric                | vughs                                     | 10    | 15-20       |
| 172-200+ | 2Btb4  | 0-30     | Ap1    | Bridged grain                   | 75:25 | Porphyric                | vughs                                     | 10    | 5-7         |
| 30-60    | Ap2    | 60-81    | E      | Single grain                    | 90:10 | Gefuric                  | Simple packing voids, vughs, few channels | 15    | 5-7         |
| 81-112   | Bt     | 112-134  | 2Btgb1 | Single grain                    | 99:1  | sand monic               | simple packing void                       | 20    | non present |
| 112-134  | 2Btgb1 | 134-155  | 2Btgb2 | Single grain                    | 99:1  | sand monic               | simple packing void                       | 20    | non present |
| 134-155  | 2Btgb2 | 155-180  | 2Btgb3 | Vughy                           | 90:10 | gefuric                  | simple packing void                       | 15-20 | 1           |
| 155-180  | 2Btgb3 | 180-200+ | 2Btgb4 | Vughy                           | 75-25 | porphyric                | vughs                                     | 15-20 | 10          |
| 180-200+ | 2Btgb4 |          |        | Vughy                           | 70:30 | porphyric                | vughs                                     | 15-20 | 15          |
|          |        |          |        | Vughy                           | 70:30 | porphyric                | vughs                                     | 15-20 | 15          |
|          |        |          |        | Vughy                           | 70:30 | porphyric                | vughs                                     | 15-20 | 5-7         |

RDP = Related Distribution Pattern

Reference : Bullock P, Fedoroff N., Jongerius A., Stoops G., Tursina T., and Babel U. 1985. Handbook for Soil Thin Section Description, Waine Research, England, 152 p.

Note\*\*

- Py1 181 metres above sea level
- Py2 176 metres above sea level
- Py3 175 metres above sea level
- Py4 169 metres above sea level
- Py5 165 metres above sea level

Soil material show stratification  
Slightly decrease of the porosity  
Major clay components form in situ and give stipple speckled b-fabric

ตารางที่ 2 ลักษณะจุดสังเกตดินระหว่างแถวทางพาราตามลำดับภูมิประเทศที่มีพืชปลูกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ

| Soil Profile | Depth (cm) | Structure     | Coarse/Fine limit of 10 $\mu$ m |                 | 2D pore space                  |           | Illuminated clay | Observations                             |   |
|--------------|------------|---------------|---------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------|------------------|--|---|
|              |            |               | Ratio                           | RDP             | Type                           | Total (%) |                  |  | % |
|              |            |               |                                 |                 |                                |           |                  |  |   |
| CTu          | 0-15       | single grain  | 100:0                           | sand monic      | single packing voids           | 20        | -                |  |   |
|              |            |               |                                 |                 | few chambers and root channels |           |                  |  |   |
|              | 15-30      | single grain  | 100:0                           | sand monic      |                                | 15-20     | -                | show stratification                      |   |
|              | 35-45      | single grain  | 95:5                            | sand monic      | simple packing voids           | 15        | 3-5              | sandstone fragment 30%                   |   |
|              | 75-90      | single grain  | 80:20                           | close porphyric | planar voids&vughs             | 10        | 20%              | sandstone fragment 70%                   |   |
| Pu           | 0-15       | single grain  | 98:2                            | sand monic      | simple packing voids           | 30        | 2                | amorphous organic fine material 1%       |   |
|              |            |               |                                 |                 | frequent chambers              |           |                  | few living plant tissue                  |   |
|              | 15-30      | single grain  | 97:3                            | sand monic      | simple packing voids           | 25        | 2-4              | amorphous organic fine material decrease |   |
|              |            |               |                                 |                 | frequent chambers              |           |                  |  |   |
|              | 30-45      | single grain  | 97:3                            | sand monic      | simple packing voids           | 20-25     | 1-2              |  |   |
|              |            |               |                                 |                 | frequent chambers              |           |                  |  |   |
|              | 45-60      | bridged grain | 85:15                           | closeporphyric  | simple packing voids           | 20        | 10               |  |   |
|              |            |               |                                 |                 | frequent chambers              |           |                  |  |   |

## ตารางที่ 2 (ต่อ)

| Soil Profile         | Depth (cm)    | Structure    | Coarse/Fine         |                      | 2D pore space        |           | Illuminated clay | Observations                             |
|----------------------|---------------|--------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------|------------------|--|
|                      |               |              | limit of 10 $\mu$ m |                      | Type                 | Total (%) |                  |  |
|                      |               |              | Ratio               | RDP                  |                      |           |                  |  |
| Vu                   | 0-15          | single grain | 98:2                | nearly sand          | simple packing voids | 30        | -                | amorphous organic fine material,         |
|                      | 15-30         | single grain | 98:2                | monic                | vughs,channels       | 15-20     | -                | organic pigment, living plant tissue     |
|                      |               |              |                     | nearly sand          | simple packing voids |           |                  | organic component decrease               |
|                      | 45-60         | single grain | 98:2                | monic                | vughs,channels       | 15-20     | 1                | -  |
| nearly sand          |               |              |                     | simple packing voids |                      |           |                  |  |
| Pm                   | 60-75         | single grain | 98:2                | nearly sand          | simple packing voids | 15-20     | 2-3              | living plant tissue decrease             |
|                      | 0-15          | single grain | 100:0               | monic                | vughs,channels       | 35        | -                | -  |
|                      |               |              |                     | sand monic           | simple packing voids |           |                  |  |
|                      | 15-30         | single grain | 100:0               | sand monic           | few chambers         | 35        | -                | -  |
| single packing voids |               |              |                     |                      |                      |           |                  |  |
| 30-45                | compact grain | 100:0        | sand monic          | few chambers         | 35                   | -         | -                | -  |
|                      |               |              |                     | single packing voids |                      |           |                  |  |
| 45-60                | bridged grain | 95:5         | gefuric             | few chambers         | 35                   | 2         | 2                | abundant amorphous organic fine material |
|                      |               |              |                     | single packing voids |                      |           |                  |  |
|                      |               |              |                     | few chambers         |                      |           |                  |  |



## ตารางที่ 2 (ต่อ)

| Soil Profile | Depth (cm) | Structure    | Coarse/Fine limit of 10 $\mu$ m |            | 2D pore space             |           | Illuminated clay % | Observations  |
|--------------|------------|--------------|---------------------------------|------------|---------------------------|-----------|--------------------|---|
|              |            |              | Ratio                           | RDP        | Type                      | Total (%) |                    |   |
| Vm           | 0-15       | single grain | 100:0                           | sand monic | simple packing voids      | 30        | -                  | few amorphous organic fine material and very few living plant tissues |
|              | 15-30      | single grain | 98:2                            |            | few chambers and vesicles |           | 2                  |   |
|              | 30-45      | single grain | 98:2                            |            | simple packing voids      | 20        | 1-2                |   |
|              | 45-60      | single grain | 99:1                            |            | few chambers and vesicles |           | <1                 |   |
|              | 75-90      | single grain | 99:1                            |            | simple packing voids      | 20        | 1                  |   |
|              |            |              |                                 |            | few chambers and vesicles |           |                    |   |

## ตารางที่ 2 (ต่อ)

| Soil Profile   | Depth (cm) | Structure                    | Coarse/Fine limit of 10 $\mu$ m |                   | 2D pore space        |           | Illuminated clay % | Observations  |
|----------------|------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|-----------|--------------------|---|
|                |            |                              | Ratio                           | RDP               | Type                 | Total (%) |                    |   |
| P <sub>L</sub> | 0-15       | single grain                 | 100:0                           | sand monic        | simple packing voids | 30        | -                  | few amorphous organic fine material and organic pigment                   |
|                | 15-30      | single grain                 | 100:0                           | sand monic        | simple packing voids | 25        | -                  | organic pigment increase  |
|                | 30-45      | compact grain                | 100:0                           | sand monic        | simple packing voids | 20        | -                  |   |
|                | 45-60      | compact grain                | 98:2                            | sand monic        | simple packing voids | 20        | 1-2                |   |
| V <sub>L</sub> | 0-15       | single grain                 | 100:0                           | sand monic        | simple packing voids | 35        | -                  | common amorphous organic fine material punctation and the organic pigment |
|                | 15-30      | single grain                 | 98:2                            | nearly sand monic | simple packing voids | 35        | -                  | show stratification   |
|                | 30-45      | single grain                 | 98:2                            | nearly sand monic | simple packing voids | 35        | -                  | no stratification   |
|                | 45-60      | single grain & bridged grain | 95:5                            | nearly sand monic | simple packing voids | 35        | 1-2                |   |
|                | 60-75      | single grain & bridged grain | 95:5                            |                   | simple packing voids | 35        | 1-2                |   |

Ctu : control upslope

Pu : Peuraria intercrop upslope

Vu : Vetiver intercrop upslope

Pm : Peuraria intercrop middle slope

Vm : Vetiver intercrop middle slope

P<sub>L</sub> : Peuraria intercrop lower slopeV<sub>L</sub> : Vetiver intercrop lower slope

## สรุป

โครงสร้างของดินเป็นลักษณะทางกายภาพที่เกิดขึ้นพร้อมกับกระบวนการสร้างตัวของดิน (soil forming process) โดยเริ่มจากการผุพังสลายตัวของวัตถุดินกำเนิดซึ่งได้แก่ หินและแร่ สำหรับดินทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การผุพังสลายตัวของหินทรายเป็นไปในลักษณะที่ทำให้สารเชื่อม (cementing material) ระหว่างอนุภาคทรายหลุดหายไป ทำให้เกิดลักษณะเป็นโพรง (vughs) ดังจะพบโพรงดังกล่าวในชั้นหินทราย และในหินทรายขนาดต่างๆที่อยู่ในชั้นดินที่ถัดขึ้นมาจึงสามารถใช้เป็นหลักฐานของการพิสูจน์ชนิดของวัตถุดินกำเนิดดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ ว่าเกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ (in situ) ของหินพื้น (bed rocks) และจากกระบวนการการสร้างตัวของหิน กระบวนการชะล้าง (leaching) ทำให้อนุภาคขนาดละเอียดในดินชั้นบนเคลื่อนย้ายทั้งในแนวตั้งลงไปตามความลึกของหน้าตัดดินและในแนวลาดเทของพื้นที่ (vertical and lateral translocation) ทำให้ชั้นดินบนพบโครงสร้างชนิด single grain structure ซึ่งดินประกอบด้วยอนุภาคทรายเกือบทั้งหมดมักจะพบ compact grain structure เนื่องจากการกดทับของน้ำหนักดินที่อยู่ชั้นบน นอกจากนี้อนุภาคขนาดทรายแป้งก็ยังเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณช่องว่างในดินชั้นล่างลดลงจากกระบวนการชะล้างด้วยเช่นกัน ทำให้เกิด compaction layer ขึ้นในตอนกลางของหน้าตัดดิน ซึ่งจะอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของรากพืช ดินทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรในการผลิตพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าวโพด อ้อย และมันสำปะหลัง มาก่อนที่จะเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์มาเป็นยางพารา ดังนั้นกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นแก่ดินทั้งกระบวนการชะล้างและกระบวนการสะสมซึ่งมีปัจจัยสำคัญจากการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปราศจากการนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมาใช้ควบคู่ไปกับการใช้ประโยชน์ที่ดินย่อมก่อให้เกิดภาวะเสื่อมโทรมของดินทั้งทางด้านสมบัติทางเคมีและกายภาพ การวิจัยทางวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถชี้ให้เห็นคือ สภาพของความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินดังกล่าว โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความลาดเทเพียงเล็กน้อย ซึ่งส่งผลให้อัตราของความเจริญเติบโตของยางพารามีความแตกต่างกันระหว่างยางพาราที่ปลูกอยู่ตอนบนของความลาดเทกับยางพาราที่อยู่ตอนล่างของความลาดเท จากการที่ตอนบนของความลาดเทมีกระบวนการชะล้างที่สูงกว่ากระบวนการสะสม ดังพบว่าโครงสร้างของดินชนิด single grain structure จะเป็นชั้นดินที่มีความหนามากกว่าตอนกลางหรือตอนล่างของความลาดเท ซึ่งโครงสร้างชนิด single grain structure ดินจะไม่สามารถกักเก็บน้ำและธาตุอาหารไว้ได้ ขณะที่ตอนล่างของความลาดเทกระบวนการสะสมมีมากกว่าการชะล้าง อนุภาคดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุที่สะสมในตอนล่างของความลาดเทก็จะเป็แหล่งกักเก็บความชื้นและธาตุอาหารให้แก่พืชต่อไป ดังจะพบว่าอนุภาคดินเหนียวที่สะสมเนื่องจากกระบวนการชะล้างมีปริมาณสูงอยู่ในหน้าตัดดินตอนล่างของความลาดเทและพบว่าปริมาณสูงเกือบทุกชั้นดิน และการที่ดินมีปริมาณช่องว่างสูงเป็นช่องว่างที่มีขนาดใหญ่มากกว่า 20 ไมครอน ก็จะไม่สามารถกักเก็บน้ำ

ไว้ได้ โดยน้ำก็จะเคลื่อนไหลไปสู่ที่ต่ำตามแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้ดินทรายที่อยู่ตอนบนของความลาดเทมีภาวะที่ขาดน้ำได้ นอกจากนี้ตอนบนของความลาดเทยังมีข้อจำกัดของชั้นหินที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดคือ หินทรายอยู่ในระดับต้นโดยสามารถพบได้ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรลงไป ทำให้จำกัดการเจริญเติบโตของราก โดยเฉพาะพืชที่มีระบบรากลึกได้ และที่มีความจำเป็นสำหรับการใช้ประโยชน์ทรัพยากรดินที่เป็นดินทรายบนพื้นที่ลาดเท แม้จะมีความลาดเทเพียงเล็กน้อย ก็คือต้องนำมาตรวจการอนุรักษ์ดินและน้ำมาใช้ร่วมด้วย เพื่อการใช้ประโยชน์ทรัพยากรดินได้อย่างยั่งยืน ซึ่งจากงานวิจัยนี้สามารถพิสูจน์ได้ว่าหญ้าแฝกสามารถป้องกันการชะล้างของดินได้ดีกว่าถั่วเพอร์ราเรีย และการปล่อยให้ดินปราศจากพืชปกคลุมก็จะนำไปสู่ภาวะเสื่อมโทรมของดินได้มากที่สุด ดังจะพบว่าอนุภาค ดินเหนียวที่ถูกชะล้างมีปริมาณสูงสุด คือ ร้อยละ 20 ในดินที่อยู่ระหว่างแถวขางพาราที่ปล่อยทิ้งไว้ในสภาพธรรมชาติโดยไม่มีพืชปกคลุม และจะมีปริมาณต่ำสุด (ร้อยละ 2-3) ในแถวระหว่างขางพาราที่ปลูกหญ้าแฝก จะเห็นได้ว่าการนำเทคนิคทางด้านจุลสัณฐานดินด้วยการทำแผ่นตัดบางของดิน และศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์สามารถทำให้ทราบถึงลักษณะทางกายภาพที่สำคัญของดิน เช่น ลักษณะโครงสร้าง ปริมาณช่องว่าง สัดส่วนและความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคหยาบและอนุภาคละเอียด ตลอดจนกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นแก่ดิน โดยเฉพาะกระบวนการชะล้างและกระบวนการสะสม ซึ่งนำไปสู่การแปลความหมาย (interpretation) และการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการใช้ทรัพยากรดินได้อย่างยั่งยืน

### ข้อเสนอแนะ

ทรัพยากรดินที่เป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญสำหรับการเกษตร เป็นทรัพยากรที่มีอัตราการสร้างและการทำลายที่แตกต่างกันอย่างมาก กล่าวคือ สามารถที่จะถูกทำลายได้โดยกิจกรรมเดียวของมนุษย์ ขณะที่การผุพังสลายตัวของหินและแร่มาเป็นดินต้องใช้เวลาพันปี ดังนั้นจากการศึกษาวิจัยที่ชี้ให้เห็น คือภาวะที่ทำให้ดินเสื่อมโทรม จึงควรตระหนักทุกครั้งก่อนที่จะใช้ทรัพยากรดินว่าเป็นการเร่งให้เกิดภาวะเสื่อมโทรมหรือไม่ ดังจะพบว่าประเทศที่มีภาวะดินเสื่อมโทรมประชากรก็จะมี ความยากจนตามมา และจากพื้นที่ที่ทำการศึกษาวิจัยทำให้เป็นแม่แบบในพื้นที่อื่นๆ ที่มีลักษณะเดียวกัน คือไม่ควรส่งเสริมให้มีการปลูกพืชระบบรากลึกในพื้นที่อยู่ตอนบนของความลาดเท ซึ่งมีหินที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดอยู่ในระดับต้น และมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยไม่ปล่อยให้พื้นที่ว่างเปล่าโดยปราศจากพืชปกคลุมในพื้นที่ที่มีความลาดเท

## เอกสารอ้างอิง

ประมวลพงษ์ สีนุเสณ 2543 คู่มือประกอบคำบรรยายลักษณะจุลสัณฐานดิน เอกสารวิชาการ กอง  
วิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ

Bilizi, A. F. and Ciolkosz. 1977. A field morphology rating scale for evaluating pedological  
Development. Soil Sci. 124: 45-48

Brady, N.C. 1974. The Nature and Properties of Soils. Macmillan Publishing Co., Inc., New  
York. 639 p.

Bruand A., C. Hartmann and G. Lesturgez. 2005 Physical properties of tropical sandy soil : A  
large range of behaviours Conference on Management of Tropical Sandy Soils for  
Sustainable Agriculture 27<sup>th</sup> Nov.-2<sup>nd</sup> Dec. Khoen Kaen, Thailand.

Bullock, P., N. Fedoroff, A. Jongerius, G. Stoops, and T. Tursina, 1985. Handbook for Soil Thin  
Section Description. Waine Research Publicatians, 152 p.

Fedoroff N. and H. Eswaran. 1985 Micromorphology of Ultisols. P 145-164 in Lowell A.D. and  
M.L. Thompson (ed.) Soil Micromorphology and Soil Classification. SSSA Special  
Publication Number 15 Madison.

FitzPatrick E.A., 1996 Clay Coating Formation 10<sup>th</sup> International Working Meeting on Soil  
Micromorphology. July 8-13, Moscow Russia.

Guin areas, C.M., Stone, L.F., Moreira, J.A.A., 2002. Soil compaction in a bean crop.II Effect  
on root and shoot development.R.Bras. Eng. Agric. Ambient. 6, 213-218 (in Portuguese  
with English abstract).

Kalifa. E.M. and Buol 1969. Studies on clay skins in a Cecil (Typic Hapludult) Soil: II. Effect  
on plant growth and nutrient uptake. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 33: 102-105.

- Kooistra, M. J., J. Bouma and A. Jagar. 1985. Soil-Structure differences and associated physical properties of some loamy Typic Fluvaquents in the Netherlands. *Geoderma* 36 : 215-228.
- Kunaporn S., P. Wichaidit., T. Veerasilp., K. Hoontrakul and H. Eswaran. 2001 An assessment of land degradation in Thailand p.115. In E.M. Bridges (ed) *Response to Land Degradation*. Oxford & IBH Pub. Co. Pvt. Ltd. New Delhi.
- Sindhusen P., C. Hartmann., V. Hallaire., R. Poss, E. Bourdon and S. Rattana-Anupap 2002 Measurement of structural changes after slotting in a sandy subsoil (NE. Thailand) 17<sup>th</sup> World Congress of Soil Science 14<sup>th</sup> – 21<sup>st</sup> Aug. Bangkok, Thailand.
- Soileau, J.M., W.A. Jackson and R.J. Mc Cracken 1964. Cutans (clay Films) and potassium Available to plants. *J. Soil Sci.* 15: 117-123.
- Sombatpanit S. 2001. Thailand's response to land degradation : The need to control soil erosion. Pp 314-324 In E.M. Bridges (ed) *Response to Land Degradation*. Oxford & IBH Pub. Co. Pvt. Ltd. New Delhi.
- Lesturgez G. C. Hartmann., D. Tessier., and R. Poss. 2005 Compaction processes in a tilled sandy soil. Conference on Management of Tropical Sandy Soils for sfainable Agriculture 27<sup>th</sup> Nov.-2<sup>nd</sup> Dec. Khoen Kaen, Thailand
- Vander Graaff, R. H. M. 1978. Size of Subsoil Blocky Peds in Relation to Textural Parameters, Depth and Drainage, pp. 87-96. In W. W. Emerson (ed.). *Modification of Soil Structure*. John Wiley and Sons, Inc., Chichester.

**ภาคผนวก**

## คำอธิบายหน้าตัดดิน (Soil Profile Description)

### PEDON 1

#### I Information on the site

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Profile symbol                 | : PY-1  |
| Soil name                      | : -   |
| Classification                 | : Typic Haplustult  |
| Date of examination            | : 25 <sup>th</sup> March 2008   |
| Described by                   | : Somchai Anusontpornperm, Pramuanpong Sindhusen, Wanpen Wiryakitnateekul, Suphicha Thanachit, Saddha Boonrawd, Ekarat MeeWassana and Nutthamol Apairee |
| Location                       | : Para-rubber Plantation, Nong Waeng Subdistrict, Phra Yuen District, Khon Kaen Province  |
| Elevation                      | : Approximately 181 m (MSL)   |
| Sheet name of topographic map  | : -   |
| Map sheet number               | : - Co-ordinate: 48Q 0258876 UTM: 1806915   |
| Landform                       |   |
| 1. Physiographic position      | : Upper middle erosional surface on middle terrace  |
| 2. Surrounding landform        | : Undulating  |
| 3. Slope on which profile site | : 5% (aspect: 35° Azim.)  |
| Land use                       | : Para-rubber plantation  |
| Annual rainfall                | : 1,443.9 mm. /year   |
| Mean temperature               | : 22.3-32.6°C   |
| Climate                        | : Tropical savanna  |
| Others                         | : -   |

#### II General information on the soil

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Parent material       | : Wash over residuum derived from sandstone |
| Drainage              | : Well drained                              |
| Permeability          | : Rapid                                     |
| Runoff                | : Moderate                                  |
| Depth of ground water | : Deeper than 80 cm at time of sampling     |
| Erosion               | : Moderate to severe                        |

#### III Profile description

| Horizon | Depth (cm) | Description  |
|---------|------------|--|
| Ap      | 0-15       | Brown (7.5YR 5/4); loamy sand; weak very fine subangular blocky structure, partly breaking into single grain; loose dry, very friable moist, slightly sticky and non plastic; many very fine vesicular pores; few very fine and fine roots; strongly acid (field pH 5.5); abrupt, smooth boundary to Bt1   |
| Bt1     | 15-30      | Brown (7.5YR 5/4) (90%) with yellowish red (5YR 5/8) (10%) mottles; loamy sand; weak fine subangular blocky structure; very soft dry, very friable moist, slightly sticky and non plastic; few faint clay bridges between sand grains; many very fine and few fine vesicular pores; few very fine and fine roots; few traces of charcoal; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt2 |
| Bt2     | 30-47      | Reddish yellow (7.5YR 6/6) (90%) with yellowish red (5YR 5/8) (10%) mottles; loamy sand; moderately weak fine and medium subangular  |



|       |        |  |
|-------|--------|--|
|       |        | blocky structure; soft dry, friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay bridges between sand grains; many very fine and few fine vesicular pores; few very fine and fine roots; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bt3   |
| Bt3   | 47-62  | Reddish yellow (7.5YR 6/6) (80%) with yellowish red (5YR 5/8) (20%) mottles ; sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; many very fine and common fine vesicular pores; few very fine and fine roots; few fine and medium iron oxide nodules; very strongly acid (field pH 4.5); abrupt, smooth boundary to 2Crtb |
| 2Crtb | 62-80+ | Dark red (10R 3/6) (90%) weathered rock with dark reddish gray (2.5Y 4/1) (10%) fine material accumulation; clay fine material; mainly original rock structure with fine particles accumulating inside weathered rock fractures; very hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds, pore walls and weathered rock surfaces; few very fine and fine vesicular pores on finer materials; few very fine and fine roots; |

**PEDON 2****I Information on the site**

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Profile symbol                 | : PY-2  |
| Soil name                      | : -   |
| Classification                 | : Arenic Paleustalf   |
| Date of examination            | : 26 <sup>th</sup> March 2008   |
| Described by                   | : Somchai Anusontpornperm, Pramuanpong Sindhusen, Wanpen Wiryakitnateekul, Suphicha Thanachit, Saddha Boonrawd, Ekarat MeeWassana and Nutthamol Apairee |
| Location                       | : Para-rubber Plantation, Nong Waeng Subdistrict, Phra Yuen District, Khon Kaen Province  |
| Elevation                      | : Approximately 176 m (MSL)   |
| Sheet name of topographic map  | : -   |
| Map sheet number               | : - Co-ordinate: 48Q 0258868 UTM: 1807019   |
| Landform                       |   |
| 1. Physiographic position      | : Middle erosional surface on middle terrace  |
| 2. Surrounding landform        | : Undulating  |
| 3. Slope on which profile site | : 3% (aspect: 359° Azim.)   |
| Land use                       | : Para rubber Plantation  |
| Annual rainfall                | : 1,443.9 mm. /year   |
| Mean temperature               | : 22.3-32.6°C   |
| Climate                        | : Tropical savanna  |
| Others                         | : -   |

**II General information on the soil**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Parent material       | : Wash over residuum derived from sandstone |
| Drainage              | : Well drained                              |
| Permeability          | : Rapid                                     |
| Runoff                | : Moderate                                  |
| Depth of ground water | : Deeper than 110 cm at time of sampling    |
| Erosion               | : Moderate to severe                        |

**III Profile description**

| Horizon | Depth (cm) | Description   |
|---------|------------|---|
| Ap      | 0-18       | Dark brown (7.5YR 4/4) (90%) mixed with pink (7.5YR 7/3) (10%) ; loamy sand; weak very fine and fine subangular blocky structure partly breaking into single grain; loose dry, very friable moist, non sticky and non plastic; many very fine and few fine vesicular pores; many very fine and fine roots; medium acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bt1        |
| Bt1     | 18-40      | Brown (7.5YR 5/4) (97%) with yellowish red (5YR 5/8) (3%) mottles; loamy sand; weak very fine and fine subangular blocky structure; loose dry, very friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay bridges between sand grains; many very fine and fine vesicular pores; very few very fine roots; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bt2 |
| Bt2     | 40-65      | Brown (7.5YR 5/4) (97%) with yellowish red (5YR 5/8) (3%) mottles; loamy sand; weak fine subangular blocky structure; soft dry, friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay bridges between sand grains; many very fine vesicular and few very fine simple tubular pores; very few very fine and fine roots; strongly acid (field pH                          |

|       |          |  |
|-------|----------|--|
|       |          | 5.5); abrupt, smooth boundary to 2Btb  |
| 2Btb  | 65-84    | Dark brown (7.5YR 4/3) (95%) with dark red (2.5YR 4/6) (5%) mottles; very fine sandy clay; strong medium subangular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds and pore walls; few very fine, fine vesicular, few very fine, fine simple and dendritic tubular pores; few very fine and fine roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to 2Btcb  |
| 2Btcb | 84-105   | Dark brown (7.5YR 4/3) (85%) mixed with dark red (2.5YR 3/6) (10%) with yellowish red (5YR 5/8) (5%) mottles; very fine sandy clay; strong medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds and pore walls; common very fine, fine vesicular and few very fine, fine simple tubular pores; few very fine and fine roots; common fine to medium Fe-Mn oxide nodules strongly acid (field pH 5.5); abrupt, smooth boundary to 2Crtb |
| 2Crtb | 105-120+ | Brown (10YR 5/3) (10%) and red (10R 4/8) (90%) weathered rock fabric; strong medium semi-angular blocky structure, mainly retaining original rock structure; very hard dry, very firm moist, slightly sticky and very plastic; common distinct clay coating on faces of peds; common very fine, few fine vesicular and few very fine simple tubular pores; few very fine and fine roots; few fine and medium Fe-Mn oxide nodules; strongly acid (field pH 5.5).  |

**PEDON 3****I Information on the site**

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Profile symbol                 | : PY-3  |
| Soil name                      | : -   |
| Classification                 | : Arenic Paleustalf   |
| Date of examination            | : 25 <sup>th</sup> March 2008   |
| Described by                   | : Somchai Anusontpornperm, Pramuanpong Sindhusen, Wanpen Wiryakitnateekul, Suphicha Thanachit, Saddha Boonrawd, Ekarat MeeWassana and Nutthamol Apairee |
| Location                       | : Para-rubber Plantation, Nong Waeng Subdistrict, Phra Yuen District, Khon Kaen Province  |
| Elevation                      | : Approximately 175 m (MSL)   |
| Sheet name of topographic map  | : -   |
| Map sheet number               | : - Co-ordinate: 48Q 0258862 UTM: 1807056   |
| Landform                       |   |
| 1. Physiographic position      | : Middle erosional surface on middle terrace  |
| 2. Surrounding landform        | : Undulating  |
| 3. Slope on which profile site | : 4% (aspect: 10° Azim.)  |
| Land use                       | : Para-rubber Plantation  |
| Annual rainfall                | : 1,443.9 mm. /year   |
| Mean temperature               | : 22.3-32.6°C   |
| Climate                        | : Tropical savanna  |
| Others                         | : -   |

**II General information on the soil**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Parent material       | : Wash over residuum derived from sandstone |
| Drainage              | : Well drained                              |
| Permeability          | : Rapid                                     |
| Runoff                | : Moderate                                  |
| Depth of ground water | : Deeper than 160 cm at time of sampling    |
| Erosion               | : Moderate to severe                        |

**III Profile description**

| Horizon | Depth (cm) | Description  |
|---------|------------|--|
| Ap      | 0-19       | Grayish brown (10YR 5/2) (60%) mixed with light brown (7.5YR 6/3) (35%) with yellowish brown (10YR 5/8) (5%) mottles; loamy sand; moderately weak fine subangular blocky structure; loose dry, friable moist, non sticky and non plastic; many very fine vesicular pores; common very fine and fine roots; medium acid (field pH 6.0); abrupt, smooth boundary to Bt1  |
| Bt1     | 19-39      | Pale brown (10YR 6/3) (90%) with dark yellowish brown (10YR 4/6) (10%) mottles; loamy sand; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, non sticky and non plastic; few faint clay bridges between sand grains; many very fine and vesicular pores; very few very fine roots; few traces of dead roots; medium acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bt2 |
| Bt2     | 39-62      | Light brown (7.5YR 6/4) (98%) with yellowish brown (10YR 5/8) (2%) mottles; loamy sand; weak fine subangular blocky structure; loose dry, very friable moist, non sticky and non plastic; very few faint clay coating on faces of peds; many very fine and very few fine vesicular   |

|       |          |   |
|-------|----------|---|
|       |          | pores; few very fine roots; few traces of dead roots; medium acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bt3   |
| Bt3   | 62-90    | Pink (7.5YR 7/4) (95%) with strong brown (7.5YR 5/8) (5%) mottles; loamy sand; weak fine subangular blocky structure; loose dry, very friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay bridges between sand grains; many very fine vesicular and few very fine simple tubular pores; very few and very fine roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 4.5); gradual, smooth boundary to Bt4  |
| Bt4   | 90-111   | Light brown (7.5YR 6/3) (60%) with strong brown (7.5Y 5/8) (40%) mottles; loamy sand ; weak fine subangular blocky structure; soft dry, very firm moist, non sticky and non plastic; common distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; many very fine and few fine vesicular pores; very few very fine roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); abrupt, smooth boundary to 2Btb1   |
| 2Btb1 | 111-135  | Brown (7.5YR 5/2) (80%) mixed with light brown (7.5YR 6/3) (15%) with dark yellowish brown (10YR 4/6) (5%) mottles; sandy clay; strong medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many distinct clay coating on faces of peds, pore walls and clay bridges between sand grains; common very fine, few fine vesicular and few very fine simple tubular pores; very few very fine roots; very few traces of dead roots; slightly acid (field pH 6.5); clear, smooth boundary to 2Btb2 |
| 2Btb2 | 135-160+ | Light brownish gray (10YR 6/2) (70%) mixed with very pale brown (10YR 7/3) (20%) with dark yellowish brown (10YR 4/6) (10%) mottles; sandy clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many distinct clay coating on faces of peds, pore walls and clay bridges between sand grains; few very fine, fine vesicular and few very fine simple tubular pores; very few very fine roots; very few traces of dead roots; neutral (field pH 7.0).                    |

**PEDON 4****I Information on the site**

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Profile symbol                 | : PY-4  |
| Soil name                      | : -   |
| Classification                 | : Arenic Paleustalf   |
| Date of examination            | : 27 <sup>th</sup> March 2008   |
| Described by                   | : Somchai Anusontpornperm, Pramuanpong Sindhusen, Wanpen Wiryakitnateekul, Suphicha Thanachit, Saddha Boonrawd, Ekarat MeeWassana and Nutthamol Apairee |
| Location                       | : Para-rubber Plantation, Nong Waeng Subdistrict, Phra Yuen District, Khon Kaen Province  |
| Elevation                      | : Approximately 169 m (MSL)   |
| Sheet name of topographic map  | : -   |
| Map sheet number               | : - Co-ordinate: 48Q 0258860 UTM: 1807113   |
| Landform                       |   |
| 1. Physiographic position      | : Middle erosional surface on middle terrace  |
| 2. Surrounding landform        | : Undulating  |
| 3. Slope on which profile site | : 3% (aspect: 350° Azim.)   |
| Land use                       | : Para-rubber Plantation  |
| Annual rainfall                | : 1,443.92 mm./year   |
| Mean temperature               | : 22.3-32.6°C   |
| Climate                        | : Tropical savanna  |
| Others                         | : -   |

**II General information on the soil**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Parent material       | : Wash over residuum derived from sandstone |
| Drainage              | : Well drained                              |
| Permeability          | : Rapid                                     |
| Runoff                | : Moderate                                  |
| Depth of ground water | : Deeper than 200 cm at time of sampling    |
| Erosion               | : Moderate                                  |

**III Profile description**

| Horizon | Depth (cm) | Description  |
|---------|------------|--|
| Ap      | 0-18       | Dark brown (7.5YR 4/3); loamy sand; weak very fine subangular blocky structure partly breaking into single grain; loose dry, very friable moist, non sticky and non plastic; many very fine vesicular pores; common very fine and fine roots; very strongly acid (field pH 5.0); abrupt, smooth boundary to E  |
| E       | 18-45      | Light brown (5YR 6/4); sand; weak very fine subangular blocky structure mainly breaking into single grain; loose dry, very friable moist, non sticky and non plastic; many very fine vesicular pores; common very fine and few fine roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt1  |
| Bt1     | 45-70      | Light brown (7.5YR 6/4) (95%) with reddish yellow (7.5YR 6/8) (5%) mottles; loamy sand; weak very fine subangular blocky structure; very soft dry, very friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay bridges between sand grains; many very fine vesicular pores; few very fine and very few fine roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt2 |

|       |          |  |
|-------|----------|--|
| Bt2   | 70-95    | Light brown (7.5YR 6/4) (80%) with strong brown (7.5YR 5/8) (20%) mottles; sandy clay loam; moderate fine semi-angular blocky structure; hard dry, firm moist, non sticky and slightly plastic; few faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; many very fine, common fine vesicular and few very fine simple tubular pores; few very fine roots; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to 2Btb1  |
| 2Btb1 | 95-128   | Brown (7.5YR 5/2) (90%) with strong brown (7.5YR 5/8) (10%) mottles; sandy clay; strong medium semi-angular blocky structure; very hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; few very fine, common fine vesicular and common very fine, fine dendritic tubular pores; few very fine roots; very strongly acid (field pH 4.5); gradual, smooth boundary to 2Btb2   |
| 2Btb2 | 128-150  | Brown (7.5YR 5/2) (90%) with reddish yellow (7.5YR 6/8) (10%) mottles; sandy clay; strong medium subangular blocky structure; very hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; few very fine, fine vesicular and few very fine, fine dendritic tubular pores; few very fine roots; very strongly acid (field pH 4.5); gradual, smooth boundary to 2Btb3   |
| 2Btb3 | 150-172  | Brown (7.5YR 5/2) (90%) with strong brown (7.5YR 5/8) (10%) mottles; sandy clay; strong medium subangular blocky structure; very hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; few very fine, fine vesicular and few very fine, fine dendritic tubular pores; few very fine roots; few pockets of Mn oxide accumulation, few fine Mn oxide nodules; slightly acid (field pH 6.5); gradual, smooth boundary to 2Btb4 |
| 2Btb4 | 172-200+ | Brown (7.5YR 5/2) (90%) with brownish yellow (10YR 6/8) (10%) mottles; sandy clay; strong medium subangular blocky structure; very hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; common prominent clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; few very fine, fine vesicular and few very fine dendritic tubular pores; few very fine roots; few Mn oxide powders, few pocket of Mn oxide accumulation, few fine Mn oxide nodules; slightly acid (field pH 6.5).                |

**PEDON 5****I Information on the site**

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Profile symbol                 | : PY-5   |
| Soil name                      | : -  |
| Classification                 | : Typic Paleustult   |
| Date of examination            | : 26 <sup>th</sup> March 2008  |
| Described by                   | : Somchai Anusontpornperm, Pramuanpong Sindhusen, Wanpen Wiriyakitnateekul, Suphicha Thanachit, Saddha Boonrawd, Ekarat MeeWassana and Nutthamol Apairee |
| Location                       | : Para-rubber Plantation, Nong Waeng Subdistrict, Phra Yuen District, Khon Kaen Province   |
| Elevation                      | : Approximately 165 m (MSL)  |
| Sheet name of topographic map  | : -  |
| Map sheet number               | : - Co-ordinate: 48Q 0258857 UTM: 1807149  |
| Landform                       |  |
| 1. Physiographic position      | : Lower erosional surface on middle terrace  |
| 2. Surrounding landform        | : Undulating   |
| 3. Slope on which profile site | : 2% (aspect: 353° Azim.)  |
| Land use                       | : Para-rubber Plantation   |
| Annual rainfall                | : 1,443.9 mm. /year  |
| Mean temperature               | : 22.3-32.6°C  |
| Climate                        | : Tropical savana  |
| Others                         | : -  |

**II General information on the soil**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Parent material       | : Wash over residuum derived from sandstone |
| Drainage              | : Well drained                              |
| Permeability          | : Rapid                                     |
| Runoff                | : Moderate                                  |
| Depth of ground water | : Deeper than 200 cm at time of sampling    |
| Erosion               | : Moderate                                  |

**III Profile description**

| Horizon | Depth (cm) | Description  |
|---------|------------|--|
| Ap1     | 0-30       | Light brown (7.5YR 6/3); loamy sand; moderately weak fine subangular blocky structure; loose dry, very friable moist, non sticky and non plastic; many very fine vesicular pores; few very fine and medium roots; strongly acid (field pH 5.5); abrupt, smooth boundary to Ap2                             |
| Ap2     | 30-60      | Dark brown (7.5YR 4/4); loamy sand; weak fine subangular blocky structure partly breaking into single grain; loose dry, very friable moist, non sticky and non plastic; many very fine vesicular pores; few very fine and fine roots; medium acid (field pH 6.0); abrupt, smooth boundary to E             |
| E       | 60-81      | Reddish yellow (5YR 6/6); sand; weak very fine subangular blocky structure, mainly breaking into single grain; loose dry, very friable moist, non sticky and non plastic; many very fine vesicular pores; very few very fine and medium roots; strongly acid (field pH 5.5); abrupt, smooth boundary to Bt |



|        |          |   |
|--------|----------|---|
| Bt     | 81-112   | Brown (7.5YR 5/4) (80%) with yellowish red (5YR 5/8) (20%) mottles; loamy sand; weak fine subangular blocky structure; loose dry, very friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay bridges between sand grains; many very fine and few fine vesicular pores; very few very fine and medium roots; medium acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to 2Btb1   |
| 2Btgb1 | 112-134  | Brown (7.5YR 5/2) (60%) with yellowish red (5YR 4/6) (40%) mottles; very fine sandy clay loam; strong fine subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds, pore walls and clay bridges between sand grains; common very fine and few fine pores; very few very fine roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to 2Btgb2   |
| 2Btgb2 | 134-155  | Brown (7.5YR 5/2) (70%) mixed with reddish brown (10R 4/6) (5%) with yellowish red (5YR 5/8) (25%) mottles; very fine sandy clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds, pore walls and clay bridges between sand grains; common fine, fine vesicular and fine dendritic tubular pores; very few very fine roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to 2Btgb3 |
| 2Btgb3 | 155-180  | Dark brown (7.5YR 4/2) (80%) mixed with reddish brown (10R 4/6) (3%) with reddish yellow (7.5YR 6/8) (17%) mottles; very fine sandy clay; strong medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds, pore walls and clay bridges between sand grains; common very fine vesicular and fine dendritic tubular pores; very few very fine roots; very strongly acid (field pH 4.5); gradual, smooth boundary to 2Btgb4                           |
| 2Btgb4 | 180-200+ | Grayish brown (7.5YR 5/1) (85%) mixed with yellowish red (5YR 4/6) (3%) with strong brown (7.5YR 5/8) (12%) mottles; very fine sandy clay; strong medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; many prominent clay coating on faces of peds, pore walls and clay bridges between sand grains; common very fine, few fine vesicular and few very fine single tubular pores; very few very fine roots; very strongly acid (field pH 4.5).   |