# บทที่ 3
# การศึกษาภาชนะดินเผาด้วยวิธีศิลาวรรณา (Petrographic analysis)

วิธีศิลาวรรณนา (Petrographic analysis) เป็นการใช้เทคนิควิธีการวิเคราะห์มาจากธรณีวิทยา (Geology) ซึ่งใช้อธิบายและจำแนกหินรวมทั้งแร่ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งกำเนิด ลักษณะการเกิด โครงสร้าง และประวัติของหิน นอกจากนี้วิธีศิลาวรรณนายังใกล้ชิดและสัมพันธ์กับปฐพีวิทยา (Pedology) ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ถึงจุลสัณฐานของดิน วัตถุต้นกำเนิด แร่ในดิน และองค์ประกอบต่างๆ ที่อยู่ในเนื้อดิน เช่น อินทรียวัตถุ และสิ่งปะปนต่างๆ ฯลฯ ซึ่งการศึกษาวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้[7] เป็นการจำแนกส่วนประกอบหรือองค์ประกอบของเนื้อภาชนะดินเผา (fabric) โดยสามารถวิเคราะห์แร่ธาตุ (Mineralogical Analysis) ได้ทั้งในเชิงปริมาณ (จำนวนและเปอร์เซ็นต์) และเชิงคุณภาพขององค์ประกอบของแร่ (เช่น แร่ควอตซ์ แร่ไมกา แร่เฟลด์สปาร์ เป็นต้น) การศึกษาองค์ประกอบของเนื้อผลึกที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งอาจรวมถึงเนื้อดินตามธรรมชาติ (Clay) รวมทั้งส่วนผสม (Temper/Filler) และใช้วิเคราะห์ชนิดของแร่ดิน (Clay mineral) หรือ องค์ประกอบของแร่ นอกจากนี้ศิลาวรรณนา ยังสามารถวิเคราะห์เชิงลึกถึงโครงสร้าง (Structural Analysis) และลักษณะภายในของเนื้อโบราณวัตถุ ฯลฯ ด้วยศักยภาพของวิธีการดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์ศึกษาเกี่ยวกับโบราณวัตถุที่มีวัสดุประเภท หิน แร่ แก้ว ดิน หรืออินทรียวัตถุต่างๆ รวมทั้งโลหะได้เป็นอย่างดี และเมื่อนำมาศึกษากับภาชนะดินเผาจึงมีประโยชน์อย่างมาก เพราะสามารถศึกษาได้ในเชิงลึกถึงส่วนผสมต่างๆ ของภาชนะดินเผาที่ไม่สามารถศึกษาด้วยตาเปล่าได้ นอกจากนี้สามารถศึกษาทางตรงและทางอ้อมได้ทุกขั้นตอนของเทคโนโลยีการผลิตตั้งแต่ วัตถุดิบ เนื้อดิน ส่วนผสม การเทคนิคขึ้นรูป ลักษณะการตกแต่ง และอุณหภูมิการเผา สะท้อนถึงองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีสมัยโบราณได้ภาพชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งผลการศึกษาดังที่กล่าวนับว่ามีประโยชน์มากใน

---

[7] Prudence Rice M.. **Pottery analysis : sourcebook**. (Chicago: University of Chicago, 1987) 375-403. และ Renfrew, Colin. and Bahn, Paul. **Archaeology : theories, methods and practice**. (London: Thames and Hudson, 1994), 316-317. และ ดวงกมล อัศวมาศ. **ศิลาวรรณนากับการศึกษาเทคโนโลยีการผลิตภาชนะดินเผาสมัยทวารวดี**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาศิลปาศาสตร์ สาขาวิชาโบราณคดีสมัยประวัติศาสตร์ภาควิชาโบราณคดี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2553)

ปัจจุบัน และตัวอย่างที่ใช้ศึกษาสามารถนำกลับมาใช้ศึกษาวิเคราะห์ซ้ำได้อีก นับว่าเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาเทคโนโลยีสมัยโบราณในทางโบราณคดี[8]

**อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์**

1. อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาทางกายภาพ ได้แก่ แว่นขยาย กล้องถ่ายรูป อุปกรณ์การวัด เช่น คาร์ลิปเปอร์ สมุดเทียบสีดิน เป็นต้น

2. อุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

2.1 อุปกรณ์การเตรียมตัวอย่างในการทำสไลด์แผ่นบาง (โดยจะต้องเตรียมตัวอย่างโดยมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง (impregnate) เพื่อหล่อเป็นก้อนตัวอย่าง รอให้แข็งตัวพร้อมตัด และขัดฝนผิวหน้า ตลอดทั้งการตัดตัวอย่างให้ได้ขนาดเล็ก เพื่อติดลงบนสไลด์แผ่นบาง นำไปตัดให้บางที่สุดและขัดฝนให้ได้ 0.03 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์เชิงลึกด้วยวิธีศิลาวรรณนาต่อไป ได้แก่ กล่องกระดาษ, กระจกสไลด์และ cover glass, Epoxy, ผงขัด Corundum เบอร์ 302,303 และน้ำยารวมทั้งเคมีภัณฑ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.2 กล้องที่ใช้ในการวิเคราะห์ตรวจสอบด้วยวิธีศิลาวรรณนา ประเภทกล้องขยายเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ ของตัวอย่าง ได้แก่ กล้อง Stereo Microscope ของ Nikon รุ่น SMZ-U zoom 110 สามารถตรวจสอบตัวอย่างได้ด้วยลำแสงทั้งสองแบบ คือ การดูตัวอย่างที่มีความโปร่งใส ลำแสง สามารถผ่านตัวอย่างได้ (Transmitted light) และตัวอย่างที่ทึบแสง ลำแสงไม่สามารถส่องผ่านตัวอย่างได้ จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ช่วยสะท้อนแสง (Reflecting light) คือ เครื่องกำเนิดแสงแบบงวงช้าง Nikon NEX-35 และกล้อง Microscope ของ Olympus C35AD สามารถตรวจสอบตัวอย่างที่มีความโปร่งใสลำแสงสามารถผ่านตัวอย่างได้ (Transmitted light) อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาด้วยวิธีศิลาวรรณนานี้ได้รับการอนุเคราะห์จากกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

**ขั้นตอนการวิเคราะห์**

ตัวอย่างที่นำไปวิเคราะห์รวมทั้งสิ้นจำนวน 10 ตัวอย่างนั้น นำไปสู่กระบวนการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** การตรวจสอบและจดบันทึกลักษณะทางกายภาพของตัวอย่าง ได้แก่ วัดขนาด รูปร่าง ศึกษาลักษณะเนื้อดินและตรวจสอบสีดิน รวมทั้งการตกแต่งภายนอกที่ผิวภาชนะ

---

[8] ดวงกมล อัศวมาศ. **รายงานผลการศึกษาเทคโนโลยีการผลิตเศษภาชนะดินเผาและก้อนอิฐจากโบราณ สถานปราสาทตำหนักไทร จังหวัดศรีสะเกษ ในโครงการโบราณคดีลุ่มน้ำมูล-ชี (พื้นที่ตอนเหนือของลุ่มน้ำมูล)**. 2556. (อัดสำเนา).

**ขั้นตอนที่** 2 การเตรียมตัวอย่างจัดทำสไลด์แผ่นบาง โดยผู้เตรียมตัวอย่าง คือ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการของสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยอาจารย์ประมวล พงษ์ สินธุเสน 2544 สรุปวิธีการเตรียมสไลด์แผ่นบาง[9] ดังนี้

1. นำเศษภาชนะดินเผาที่ได้คัดเลือกไว้แล้วมาทำความสะอาด เรียงตามหมายเลขใส่ลงในกล่องนม สำหรับใส่ตัวอย่าง

2. นำตัวอย่างเศษภาชนะดินเผาดังกล่าวใส่ตู้อบเพื่อไล่ความชื้น

3. เตรียมน้ำยาเพื่อหล่อตัวอย่าง

4. เทน้ำยาหล่อตัวอย่างลงในกล่องตัวอย่างที่เตรียมไว้

5. นำกล่องตัวอย่างเข้าตู้ดูดอากาศเพื่อดูดฟองอากาศออกจากตัวอย่างและทำให้น้ำยาซึมเข้าเนื้อของตัวอย่าง

6. นำออกจากตู้ดูดอากาศและใส่ไว้ในตู้ดูดกลิ่นทิ้งไว้ให้น้ำยาแข็งตัวประมาณ 2-3 อาทิตย์

7. ระหว่างที่รอให้ตัวอย่างแข็งตัว ต้องคอยเติมน้ำยาหล่อตัวอย่างให้ท่วมตัวอย่างอยู่เสมอจนน้ำยาอยู่ในระดับคงที่จึงปล่อยให้แข็งตัวเอง

8. เมื่อตัวอย่างแข็งดีแล้วนำออกจากตู้ดูดกลิ่นและแกะออกจากกล่อง ใช้เครื่องตัดตัวอย่างชิ้นขนาดใหญ่เพื่อให้ตัวอย่างมีขนาดเล็กลง และใช้เครื่องตัดขนาดเล็กเพื่อให้ได้ตามขนาดที่ต้องการเพื่อให้ติดกระจกสไลด์ได้

9. ขัดหน้าตัวอย่างให้เรียบเพื่อจะนำมาติดกับกระจกสไลด์

10. ผสมน้ำยาสำหรับติดตัวอย่างเข้ากับกระจก

11. นำตัวอย่างมาติดกับกระจกโดยใช้น้ำยาเชื่อมแล้วปล่อยให้แห้ง

12. นำตัวอย่างที่ติดกับกระจกไปตัดเพื่อให้ได้ความบางตามที่ต้องการและใช้เครื่องตัดเล็กตัดส่วนเกินออก

13. นำตัวอย่างที่ตัดแล้วมาขัดด้วยผงขัดและเครื่องขัดเพื่อให้หน้าตัดเรียบอาจต้องใช้มือช่วยตกแต่งในการขัดตัวอย่างและได้ความบางตามที่ต้องการ

14. ตรวจสอบด้วยกล้องเพื่อให้ได้ความบางของตัวอย่างเท่ากับ 0.03 ไมครอน

15. นำตัวอย่างมาทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์นำใส่ตู้อบเพื่อไล่ความชื้นและน้ำมัน

16. นำสู่กระบวนการวิเคราะห์เชิงลึกต่อไป

---

[9] จักรินรัฐ นิยมค้า และดวงกมล อัศวมาศ. **รายงานการศึกษาเศษภาชนะดินเผาจากแหล่งโบราณคดีเมืองเสมา อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา**. 2544 (อัดสำเนา).

Prince of Songkla University Pattani Campus

**ภาพการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำสไลด์แผ่นบาง**
**ณ สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน**

1

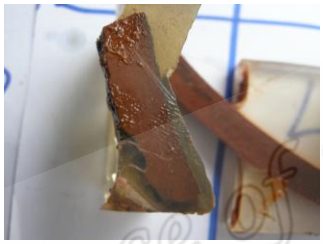
2-3

4

5-6

7

8



8-13

14 15 16

**ขั้นตอนที่** 3 การวิเคราะห์ผลทางกายภาพด้วยวิธีศิลาวรรณนา เป็นการศึกษาทางกายภาพหรือทางฟิสิกส์ เพื่อวิเคราะห์แร่ธาตุที่อยู่ในภาชนะดินเผา โดยยืมเทคนิควิธีการวิเคราะห์มาจากธรณีวิทยาที่ใช้อธิบายและจำแนกหินศึกษาโดยใช้กล้อง microscope ชนิดพิเศษเรียกว่า petrographic หรือ polarizing microscope วิธี Petrography ใกล้ชิดและสัมพันธ์กับ petrology เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ศึกษาตัวอย่าง ดิน หิน เศษภาชนะดินเผาและ และองค์ประกอบต่างๆ เช่น อินทรียวัตถุที่ปะปนอยู่ในดินนำมาประยุกต์เพื่อให้ใช้

กับการศึกษาภาชนะดินเผาในทางโบราณคดี[10] และตรวจสอบผลการวิเคราะห์ทางจุลสัณฐานดินและแร่ด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง โดยอาจารย์ประมวลพงษ์ สินธุเสน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์วิจัยดิน ด้านกายภาพ แห่งสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (ภาคผนวก ก ผลวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยวิธีศิลาวรรณา (THIN SECTION DESCRIPTIONS)

**ภาพกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการวิเคราะห์**

Stereo Microscope (Nikon รุ่น SMZ-U zoom 110) และเครื่องกำเนิดแสงแบบงวงช้าง Nikon NEX-35

Microscope (Olympus C35AD)

Property of Silpakorn University Pattani Campus

**หมายเหตุ**

1. การถ่ายภาพประกอบจากกล้อง Stereo Microscope มีกำลังขยายตั้งแต่ 0.75x-7x คูณด้วยเลนส์ตา (eyepieces) 10x ดังนั้น หากถ่ายภาพประกอบด้วยกำลังขยาย 0.75x X 10x = 7.5 เท่า

2. การถ่ายภาพประกอบจากกล้อง Microscope มีกำลังขยาย 4x,10x, 20x และ 40x คูณด้วยเลนส์ตา (eyepieces) 10x ดังนั้น หากถ่ายภาพประกอบด้วยกำลังขยาย 10x X 10x = 100 เท่า

**ขั้นตอนที่ 4** การแปลผลวิเคราะห์ศิลาวรรณนา เพื่อนำมาสังเคราะห์และศึกษากับข้อมูลทางโบราณคดี และสรุปผลข้อมูลต่อไป

---

[10] ดวงกมล อัศวมาศ. **การวิเคราะห์ภาชนะดินเผาจากแหล่งโบราณคดีปราสาทพนมวัน อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาศิลปศาสตร์ สาขาวิชาโบราณคดีสมัยก่อนประวัติศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2542), 9.

**การจำแนกและบรรยายคุณลักษณะตัวอย่างเศษภาชนะดินเผาจากเตาบ้านดี**

No.1 **เศษภาชนะดินเผา**: ส่วนลำตัว หนา 0.7 เซนติเมตร

**ตกแต่ง** : ผิวด้านนอกตกแต่งด้วยลายกดประทับและผิวด้านในเรียบพบร่องรอยนิ้วมือปรากฏ

ผิวด้านนอก

ผิวด้านใน

แกนกลาง

No.2 **เศษภาชนะดินเผา** : ลำตัว หนา 0.7 เซนติเมตร

**ตกแต่ง** : ผิวด้านนอกตกแต่งด้วยลายกดประทับและผิวด้านในเรียบ

ผิวด้านนอก

ผิวด้านใน

แกนกลาง

No.3 **เศษภาชนะดินเผา** : ลำตัว หนา 0.6 เซนติเมตร

**ตกแต่ง** : ผิวด้านนอกตกแต่งด้วยลายกดประทับและผิวด้านในเรียบ

ผิวด้านนอก

ผิวด้านใน

แกนกลาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

No.4 **เศษภาชนะดินเผา**: คอ หนา 0.7 เซนติเมตร

**ตกแต่ง** : ผิวด้านนอกและผิวด้านในเรียบ

ผิวด้านนอก

ผิวด้านใน

แกนกลาง

No.5 **เศษภาชนะดินเผา**: ขอบปาก หนา 0.6 เซนติเมตร

**ตกแต่ง** : ผิวด้านนอกและผิวด้านในเรียบ

ผิวด้านนอก

ผิวด้านใน

แกนกลาง

No.6 **เศษภาชนะดินเผา**: ลำตัว หนา 0.6 เซนติเมตร

**ตกแต่ง** : ผิวด้านนอกและผิวด้านในเรียบ

ผิวด้านนอก

ผิวด้านใน

แกนกลาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

No.7 **เศษภาชนะดินเผา**: คอ หนา 0.9 เซนติเมตร

**ตกแต่ง** : ผิวด้านนอกและผิวด้านในเรียบ

ผิวด้านนอก

ผิวด้านใน

แกนกลาง

No.8 **เศษภาชนะดินเผา**: ลำตัว หนา 0.8 เซนติเมตร

**ตกแต่ง** : ผิวด้านนอกและผิวด้านในเรียบ

ผิวด้านนอก

ผิวด้านใน

แกนกลาง

No.9 **เศษภาชนะดินเผา**: ลำตัว หนา 0.7 เซนติเมตร

**ตกแต่ง** : ผิวด้านนอกตกแต่งด้วยลายกดประทับและผิวด้านในเรียบ

ผิวด้านนอก

ผิวด้านใน

แกนกลาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

No.10 **เศษภาชนะดินเผา**: ลำตัว หนา 0.6 เซนติเมตร

**ตกแต่ง** : ผิวด้านนอกตกแต่งด้วยลายกดประทับและผิวด้านในเรียบ

ผิวด้านนอก

ผิวด้านใน

แกนกลาง

Prince of Songkla University
Pattani Campus

**ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยวิธีศิลาวรรณนาแบบรายชิ้น**

| | |
|---|---|
| ดินเหนียว (clay) | 2 ไมครอน |
| ทรายแป้ง (silt) | 2-50 ไมครอน |
| เม็ดทรายละเอียดมาก | 50-100 ไมครอน |
| เม็ดทรายละเอียด | 100-200 ไมครอน |
| เม็ดทรายขนาดปานกลาง | 200-500 ไมครอน |
| เม็ดทรายหยาบ | 500-1000 ไมครอน |
| เม็ดทรายหยาบมาก | 1000-2000 ไมครอน |

**ตารางที่** 1 แสดงคำอธิบายขนาดของอนุภาค[11]

| | |
|---|---|
| Very dominant | > 70% |
| Dominant | 50-70% |
| Common | 30-50% |
| Frequent | 15-30% |
| Few | 5-15% |
| Very few | < 5% |

**ตารางที่** 2 แสดงปริมาณของอนุภาค[12]

จากการเตรียมตัวอย่างและตรวจสอบความบาง จนเป็นสไลด์แผ่นบาง (thin section) ที่มีขนาด 0.03 ไมครอน ทั้งหมดเป็นที่เรียบร้อยแล้วนั้น ต่อมานำมาสู่ขั้นตอนการตรวจสอบและวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงลึกด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง รวมทั้งได้ทำการบันทึกภาพประกอบคำบรรยายเพื่อชี้ให้เห็นถึงโครงสร้างภายในของตัวอย่างทั้งหมดเป็นรายตัวอย่าง ซึ่งการแปลผลการวิเคราะห์ตัวอย่างแบบรายชิ้นด้วยวิธีศิลาวรรณนา จำนวน 10 ตัวอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

[11] Bullock, P. and others. **Handbook for soil thin section description.** ( Wolverhampton: England, 1985), 21.

[12] Ibid., 23.

Prince of Songkla University Pattani Campus

**ตัวอย่างที่** 1

XPL Magnification 0.75x

PPL Magnification 0.75x

**คำบรรยาย**

อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด คือ 15:85 เป็นองค์ประกอบแร่เนื้อหยาบ 15% ต่อแร่เนื้อละเอียด 85% โดยพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นตัดบาง

องค์ประกอบแร่พื้นฐานประกอบด้วย อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบ และแร่เนื้อละเอียด โดยใช้จุดแบ่งที่ขนาด 10 ไมครอน มีดังนี้

แร่เนื้อหยาบ : ส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยว ที่มีอนุภาคขนาดทรายแป้งไปจนถึงเม็ดทรายเนื้อละเอียด และพบเม็ดทรายเนื้อหยาบอีกเล็กน้อย ขอบของแร่โดยทั่วไปแหลมคมไปจนถึงค่อนข้างกลมมน และยังพบแร่เฟลด์สปาร์ ส่วนการจัดเรียงตัวของแร่เนื้อหยาบไม่ดีนัก

แร่เนื้อละเอียด : ภาชนะดินเผามีสีน้ำตาล เป็นอนุภาคขนาดเท่าแร่ดินเหนียวไปจนถึงทรายแป้งเนื้อละเอียด เนื้อดินมีลักษณะเป็นจุดกระจายปรากฏอยู่ภายใต้ภาวะแสงปกติ

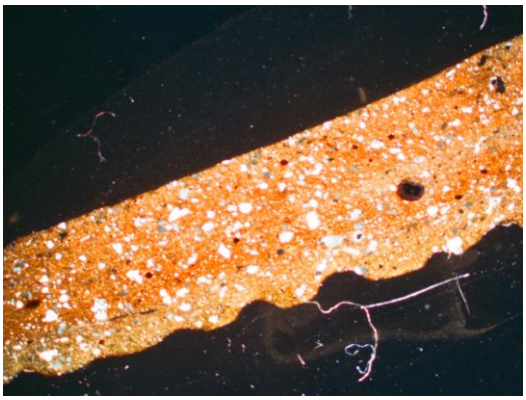
องค์ประกอบของอินทรียวัตถุ : พบอินทรียวัตถุที่เป็นสารอสัณฐานเนื้อละเอียด

ความสัมพันธ์ระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด : มีลักษณะเป็นแบบเนื้อดอกห่างๆ ส่วนลักษณะการจัดเรียงของแร่เนื้อละเอียดนั้นเป็นแบบขนานไปในทิศทางเดียวกัน และที่ผิวภาชนะหนาประมาณ 200 ไมครอน เป็นส่วนที่มองไม่เห็นการจัดเรียงตัว

ช่องว่างในดิน : โดยทั่วไปช่องว่างแบบท่อ กว้างประมาณ 100 ไมครอน และพบช่องว่างที่ไม่ต่อเนื่อง ยังพบว่าช่องว่างเหล่านี้มีการจัดเรียงตัวขนานไปในทิศทางเดียวกัน พบช่องว่างทั้งหมด 5%

Prince of Songkla University Pattani Campus

**ตัวอย่างที่** 2



XPL Magnification 0.75x

PPL Magnification 0.75x

**คำบรรยาย**

อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด คือ 15:85 เป็นองค์ประกอบแร่เนื้อหยาบ 15% ต่อแร่เนื้อละเอียด 85% โดยพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นตัดบาง

องค์ประกอบแร่พื้นฐานประกอบด้วย อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบ และแร่เนื้อละเอียด โดยใช้จุดแบ่งที่ขนาด 10 ไมครอน มีดังนี้

แร่เนื้อหยาบ : ส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยว ที่มีอนุภาคขนาดเม็ดทรายขนาดกลางไปจนถึงเม็ดทรายเนื้อหยาบ และพบขนาดทรายแป้ง ไปจนถึงเม็ดทรายเนื้อละเอียด ขอบของแร่โดยทั่วไปแหลมคม และยังพบแร่เซอร์ริไซด์ แร่มัสโคไวต์ และแร่ควอตซ์ที่มีหลายผลึกร่วมด้วย ส่วนการจัดเรียงตัวของแร่เนื้อหยาบไม่ดีนัก

แร่เนื้อละเอียด : ภาชนะดินเผามีสีน้ำตาลแดง เป็นอนุภาคขนาดเท่าแร่ดินเหนียวไปจนถึงทรายแป้งเนื้อละเอียด เนื้อดินมีลักษณะเป็นจุดกระจายปรากฏอยู่ภายใต้ภาวะแสงปกติ

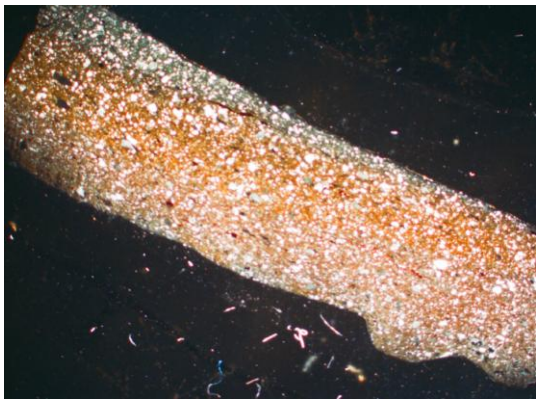
องค์ประกอบของอินทรียวัตถุ : พบเศษซากเส้นใยพืชที่เป็นอินทรียวัตถุจำนวนเล็กน้อย (humified plant tissue residues).

ความสัมพันธ์ระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด : มีลักษณะเป็นแบบเนื้อดอกห่างๆ ไปจนถึงเนื้อดอกชิด ส่วนลักษณะการจัดเรียงของแร่เนื้อละเอียดนั้นเป็นแบบเส้นไม่ต่อเนื่อง

ช่องว่างในดิน : โดยทั่วไปช่องว่างแบบท่อ และช่องว่างแบบโพรงขนาดใหญ่อีกเล็กน้อย พบช่องว่างทั้งหมดประมาณ 2%

Prince of Songkla University Pattani Campus

**ตัวอย่างที่** 3



XPL Magnification 0.75x

PPL Magnification 0.75x

**คำบรรยาย**

อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด คือ 20:80 เป็นองค์ประกอบแร่เนื้อหยาบ 20% ต่อแร่เนื้อละเอียด 80% โดยพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นตัดบาง

องค์ประกอบแร่พื้นฐานประกอบด้วย อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบ และแร่เนื้อละเอียด โดยใช้จุดแบ่งที่ขนาด 10 ไมครอน มีดังนี้

แร่เนื้อหยาบ : ส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยว ที่มีอนุภาคขนาดทรายแป้งไปจนถึงเม็ดทรายขนาดกลาง และยังพบแร่เฟลด์สปาร์ เศษแร่ควอตซ์ที่แตกหัก และพบเศษเชิร์ตร่วมด้วยอีกเล็กน้อย ขอบของแร่แหลมคม และยังพบแร่ ไบโอไทต์ที่กำลังสลายตัวสูงอีกเล็กน้อย ส่วนการจัดเรียงตัวของแร่เนื้อหยาบไม่ดีนัก

แร่เนื้อละเอียด : ภาชนะดินเผามีสีน้ำตาลเทาไปจนถึงสีน้ำตาล เป็นอนุภาคขนาดเท่าแร่ดินเหนียวไปจนถึงทรายแป้งเนื้อละเอียด เนื้อดินมีลักษณะเป็นจุดกระจายปรากฏอยู่ภายใต้ภาวะแสงปกติ

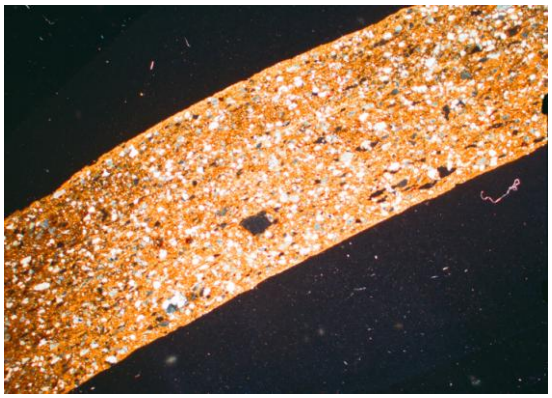
องค์ประกอบของอินทรียวัตถุ : พบเศษซากเส้นใยพืชที่เป็นอินทรียวัตถุและอินทรียวัตถุที่เป็นจุดกระจายโดยทั่วไปในเนื้อดิน

ความสัมพันธ์ระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด : มีลักษณะเป็นแบบเนื้อดอกห่างๆ ไปจนถึงเนื้อดอกชิด ส่วนลักษณะการจัดเรียงของแร่เนื้อละเอียดนั้นเป็นแบบขนานไปในทิศทางเดียวกันและที่ผิวภาชนะหนาประมาณ 100 ไมครอน พบว่ามองไม่เห็นการจัดเรียงตัว

ช่องว่างในดิน : โดยทั่วไปช่องว่างแบบท่อ และช่องว่างแบบแตกรานแบบสั้นๆ ซึ่งช่องว่างเหล่านี้มีการจัดเรียงตัวขนานไปในทิศทางเดียวกัน และพบช่องว่างทั้งหมดประมาณ 2% ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

**ตัวอย่างที่** 4



XPL Magnification 0.75x

PPL Magnification 0.75x

**คำบรรยาย**

อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด คือ 25:75 เป็นองค์ประกอบแร่เนื้อหยาบ 25% ต่อแร่เนื้อละเอียด 75% โดยพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นตัดบาง

องค์ประกอบแร่พื้นฐานประกอบด้วย อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบ และแร่เนื้อละเอียด โดยใช้จุดแบ่งที่ขนาด 10 ไมครอน มีดังนี้

แร่เนื้อหยาบ : ส่วนใหญ่แร่เด่นคือ แร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยว ที่มีอนุภาคขนาดทรายเนื้อละเอียดไปจนถึงเม็ดทรายเนื้อหยาบ ขอบของแร่แหลมคม และยังพบเศษแร่ไมกาประเภทมัสโคไวต์และไบโอไทต์ ส่วนการจัดเรียงตัวของแร่เนื้อหยาบปานกลาง

แร่เนื้อละเอียด : ภาชนะดินเผามีสีน้ำตาลแดง เป็นอนุภาคขนาดเท่าแร่ดินเหนียวไปจนถึงทรายแป้งเนื้อละเอียด เนื้อดินมีลักษณะเป็นจุดกระจายปรากฏอยู่ภายใต้ภาวะแสงปกติ

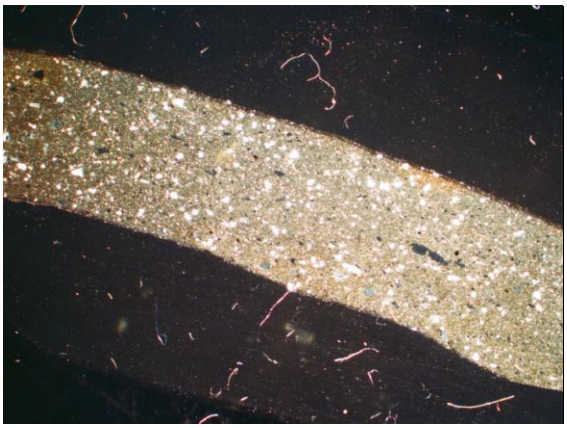
องค์ประกอบของอินทรียวัตถุ : พบซากเส้นใยพืชที่เป็นอินทรียวัตถุเล็กน้อย

ความสัมพันธ์ระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด : มีลักษณะเป็นแบบเนื้อดอกชิด ส่วนลักษณะการจัดเรียงของแร่เนื้อละเอียดนั้นเป็นแบบเป็นเส้นต่อเนื่อง

ช่องว่างในดิน : พบช่องว่างแบบโพรงจำนวนเล็กน้อย พบช่องว่างทั้งหมดประมาณ 2% ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

**ตัวอย่างที่** 5



XPL Magnification 0.75x

PPL Magnification 0.75x

**คำบรรยาย**

อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด คือ 10:90 เป็นองค์ประกอบแร่เนื้อหยาบ 10% ต่อแร่เนื้อละเอียด 90% โดยพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นตัดบาง

องค์ประกอบแร่พื้นฐานประกอบด้วย อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบ และแร่เนื้อละเอียด โดยใช้จุดแบ่งที่ขนาด 10 ไมครอน มีดังนี้

แร่เนื้อหยาบ : แร่เด่นคือ แร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยว ที่มีอนุภาคขนาดทรายแป้งไปจนถึงเม็ดทรายขนาดกลาง ขอบของแร่แหลมคม และยังพบแร่เซอร์ริไซต์และแร่เฟลด์สปาร์อีกเล็กน้อย ส่วนการจัดเรียงตัวของแร่เนื้อหยาบไม่ดีนัก

แร่เนื้อละเอียด : ภาชนะดินเผามีสีเทาเหลืองอ่อน เป็นอนุภาคขนาดเท่าแร่ดินเหนียวไปจนถึงทรายแป้งเนื้อละเอียด เนื้อดินมีลักษณะเป็นดินล้วนๆ ปรากฏอยู่ภายใต้ภาวะแสงปกติ

องค์ประกอบของอินทรียวัตถุ : พบอินทรียวัตถุที่เป็นแบบจุดเล็กน้อยและอินทรียวัตถุแบบสารอสัณฐานเนื้อละเอียดร่วมด้วย

ความสัมพันธ์ระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด : มีลักษณะเป็นแบบเนื้อดอกห่างๆ ส่วนลักษณะการจัดเรียงของแร่เนื้อละเอียดนั้นเป็นแบบเส้นไม่ต่อเนื่อง

ช่องว่างในดิน : พบช่องว่างแบบโพรงจำนวนเล็กน้อย พบช่องว่างทั้งหมดประมาณ 2% ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

**ตัวอย่างที่** 6

XPL Magnification 0.75x

PPL Magnification 0.75x

**คำบรรยาย**

อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด คือ 5:95 เป็นองค์ประกอบแร่เนื้อหยาบ 5% ต่อแร่เนื้อละเอียด 95% โดยพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นตัดบาง

องค์ประกอบแร่พื้นฐานประกอบด้วย อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบ และแร่เนื้อละเอียด โดยใช้จุดแบ่งที่ขนาด 10 ไมครอน มีดังนี้

แร่เนื้อหยาบ : แร่เด่นคือแร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยว ที่มีอนุภาคขนาดตั้งแต่เม็ดทรายเนื้อละเอียดไปจนถึงเม็ดทรายเนื้อหยาบ ขอบของแร่แหลมคม และยังพบแร่ไมกาอีกเล็กน้อย ส่วนการจัดเรียงตัวของแร่เนื้อหยาบปานกลาง

แร่เนื้อละเอียด : ภาชนะดินเผามีสีน้ำตาลแดง เป็นอนุภาคขนาดเท่าแร่ดินเหนียวไปจนถึงทรายแป้งเนื้อละเอียด เนื้อดินมีลักษณะเป็นจุดกระจาย ปรากฏอยู่ภายใต้ภาวะแสงปกติ

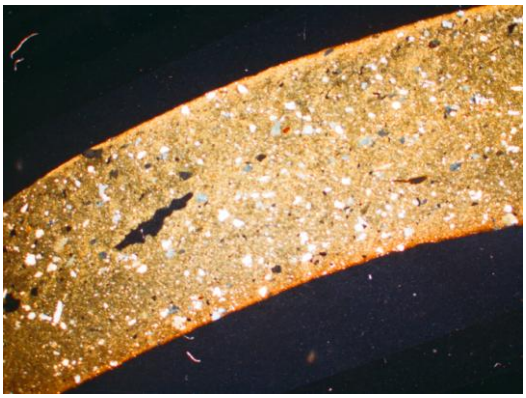
องค์ประกอบของอินทรียวัตถุ : พบเศษซากเส้นใยพืชที่เป็นอินทรียวัตถุเล็กน้อย และอินทรียวัตถุแบบจุด

ความสัมพันธ์ระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด : มีลักษณะเป็นแบบเนื้อดอกห่างๆ ส่วนลักษณะการจัดเรียงของแร่เนื้อละเอียดนั้นเป็นแบบเส้นต่อเนื่อง

ช่องว่างในดิน : พบช่องว่างแบบโพรง และช่องว่างแบบท่ออีกเล็กน้อย พบช่องว่างทั้งหมดประมาณ 2% ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

**ตัวอย่างที่** 7



XPL Magnification 0.75x

PPL Magnification 0.75x

**คำบรรยาย**

อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด คือ 10:90 เป็นองค์ประกอบแร่เนื้อหยาบ 10% ต่อแร่เนื้อละเอียด 90% โดยพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นตัดบาง

องค์ประกอบแร่พื้นฐานประกอบด้วย อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบ และแร่เนื้อละเอียด โดยใช้จุดแบ่งที่ขนาด 10 ไมครอน มีดังนี้

แร่เนื้อหยาบ : แร่เด่นคือแร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยว ที่มีอนุภาคขนาดทรายแป้งไปจนถึงเม็ดทรายเนื้อหยาบ ขอบของแร่แหลมคม และยังพบแร่ไมกา แร่ควอตซ์ที่มีหลายผลึกอีกเล็กน้อย และยังพบเศษหินแกรนิต ส่วนการจัดเรียงตัวของแร่เนื้อหยาบไม่ดีนัก

แร่เนื้อละเอียด : ภาชนะดินเผามีสีน้ำตาลเหลือง เป็นอนุภาคขนาดเท่าแร่ดินเหนียวไปจนถึงทรายแป้งเนื้อละเอียด เนื้อดินมีลักษณะเป็นจุดกระจาย ปรากฏอยู่ภายใต้ภาวะแสงปกติ

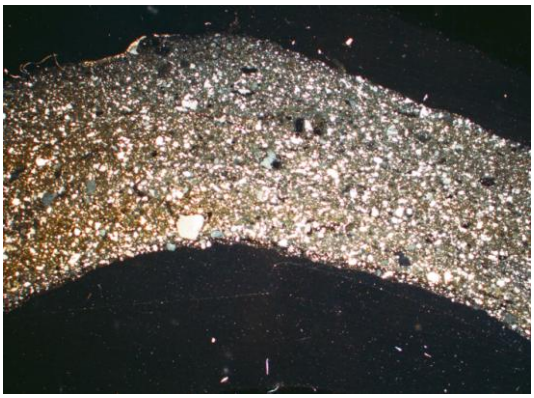
องค์ประกอบของอินทรียวัตถุ : ไม่พบ

ความสัมพันธ์ระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด : มีลักษณะเป็นแบบเนื้อดอกห่างๆ ไปจนถึงเนื้อดอกชิด ส่วนลักษณะการจัดเรียงของแร่เนื้อละเอียดนั้นเป็นแบบเส้นไม่ต่อเนื่อง

ช่องว่างในดิน : พบช่องว่างแบบโพรงและช่องว่างที่มีรูปร่างไม่แน่นอนอีกเล็กน้อย พบช่องว่างทั้งหมดประมาณ 5% ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

**ตัวอย่างที่** 8



XPL Magnification 0.75x

PPL Magnification 0.75x

**คำบรรยาย**

อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด คือ 20:80 เป็นองค์ประกอบแร่เนื้อหยาบ 20% ต่อแร่เนื้อละเอียด 80% โดยพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นตัดบาง

องค์ประกอบแร่พื้นฐานประกอบด้วย อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบ และแร่เนื้อละเอียด โดยใช้จุดแบ่งที่ขนาด 10 ไมครอน มีดังนี้

แร่เนื้อหยาบ : พบแร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยว ที่มีอนุภาคขนาดทรายแป้งไปจนถึงเม็ดทรายขนาดกลางพบเป็นลักษณะเด่น และยังพบเม็ดทรายเนื้อหยาบมากร่วมด้วยอีกเล็กน้อย ขอบของแร่แหลมคมไปจนถึงค่อนข้างกลมมน ส่วนการจัดเรียงตัวของแร่เนื้อหยาบไม่ดีนัก และยังพบแร่เฟลด์สปาร์อีกเล็กน้อย

แร่เนื้อละเอียด : ภาชนะดินเผามีสีเทา เป็นอนุภาคขนาดเท่าแร่ดินเหนียวไปจนถึงทรายแป้งเนื้อละเอียด เนื้อดินมีลักษณะเป็นจุดๆ ปรากฏอยู่ภายใต้ภาวะแสงปกติ

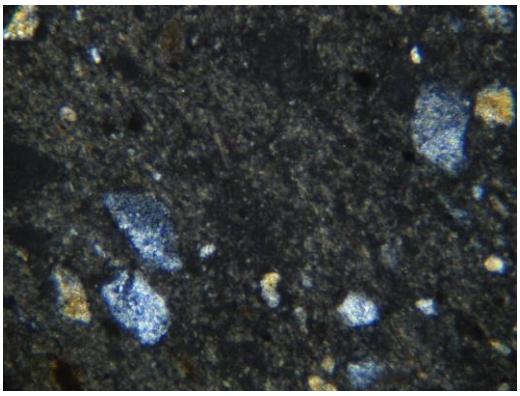
องค์ประกอบของอินทรียวัตถุ : โดยทั่วไปพบอินทรียวัตถุที่เป็นสารอสัณฐานเนื้อละเอียด และยังพบแบบจุดกระจายและอินทรียวัตถุที่มีอนุภาคขนาดเท่าสารแขวนลอย

ความสัมพันธ์ระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด : มีลักษณะเป็นแบบเนื้อดอกห่างๆ ไปจนถึงเนื้อดอกชิด ส่วนลักษณะการจัดเรียงของแร่เนื้อละเอียดนั้นเป็นแบบเส้นไม่ต่อเนื่องแบบจางๆ ไปจนถึงมองไม่เห็นการจัดเรียงตัว

ช่องว่างในดิน : โดยทั่งไปพบช่องว่างแบบแตกรานแบบสั้นๆ และช่องว่างแบบโพรง พบช่องว่างทั้งหมดประมาณ 5%

Prince of Songkla University Pattani Campus

**ตัวอย่างที่** 9



XPL Magnification 10x

PPL Magnification 0.75x

**คำบรรยาย**

อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด คือ 15:85 เป็นองค์ประกอบแร่เนื้อหยาบ 15% ต่อแร่เนื้อละเอียด 85% โดยพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นตัดบาง

องค์ประกอบแร่พื้นฐานประกอบด้วย อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบ และแร่เนื้อละเอียด โดยใช้จุดแบ่งที่ขนาด 10 ไมครอน มีดังนี้

แร่เนื้อหยาบ : ส่วนใหญ่พบแร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยว ที่มีอนุภาคขนาดทรายแป้งไปจนถึงเม็ดทรายขนาดกลาง ขอบของแร่แหลมคม และยังพบแร่เซอร์ไรซ์ แร่ไมกา เศษหินแกรนิตที่แตกหักอีกเล็กน้อย ส่วนการจัดเรียงตัวของแร่เนื้อหยาบปานกลาง

แร่เนื้อละเอียด : ภาชนะดินเผามีสีเทาเหลือง เป็นอนุภาคขนาดเท่าแร่ดินเหนียวไปจนถึงทรายแป้งเนื้อละเอียด เนื้อดินมีลักษณะเป็นจุดๆ ปรากฏอยู่ภายใต้ภาวะแสงปกติ

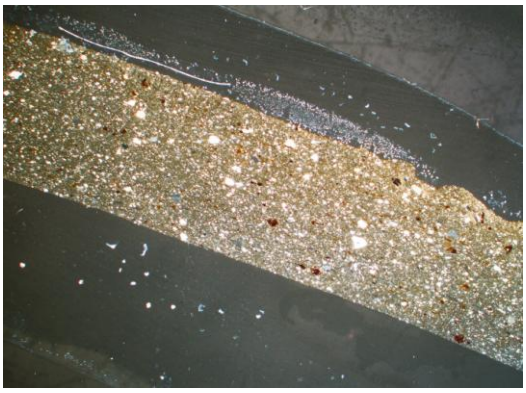
องค์ประกอบของอินทรียวัตถุ : โดยทั่วไปพบอินทรียวัตถุที่เป็นสารอสัณฐานเนื้อละเอียดกระจายอยู่โดยทั่วไปในเนื้อดินไปจนถึงอินทรียวัตถุแบบจุด และยังพบอินทรียวัตถุแบบสารอสัณฐานเนื้อละเอียดร่วมด้วย

ความสัมพันธ์ระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด : มีลักษณะเป็นแบบเนื้อดอกห่างๆ ไปจนถึงเนื้อดอกชิด ส่วนลักษณะการจัดเรียงของแร่เนื้อละเอียดนั้นเป็นแบบเส้นไม่ต่อเนื่อง

ช่องว่างในดิน : ส่วนใหญ่พบช่องว่างแบบท่อที่มีการจัดเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกัน พบช่องว่างทั้งหมดประมาณ 5% ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

**ตัวอย่างที่** 10



XPL Magnification 0.75x

PPL Magnification 0.75x

**คำบรรยาย**

อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด คือ 20:80 เป็นองค์ประกอบแร่เนื้อหยาบ 20% ต่อแร่เนื้อละเอียด 80% โดยพื้นที่ทั้งหมดของแผ่นตัดบาง

องค์ประกอบแร่พื้นฐานประกอบด้วย อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบ และแร่เนื้อละเอียด โดยใช้จุดแบ่งที่ขนาด 10 ไมครอน มีดังนี้

แร่เนื้อหยาบ : แร่เด่นคือแร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยว ที่มีอนุภาคขนาดทรายแป้งไปจนถึงเม็ดทรายขนาดกลาง และยังพบเม็ดทรายเนื้อหยาบ ขอบของแร่แหลมคม พบแร่เซอร์ริไซด์และแร่ไมกาเล็กน้อย และพบแร่เฟลด์สปาร์อีกเล็กน้อย ส่วนการจัดเรียงตัวของแร่เนื้อหยาบไม่ดีนัก

แร่เนื้อละเอียด : ภาชนะดินเผามีสีเหลืองอ่อน เป็นอนุภาคขนาดเท่าแร่ดินเหนียวไปจนถึงทรายแป้งเนื้อละเอียด เนื้อดินมีลักษณะเป็นจุดกระจายปรากฏอยู่ภายใต้ภาวะแสงปกติ

องค์ประกอบของอินทรียวัตถุ : โดยทั่วไปพบเศษซากเส้นใยพืชที่เป็นอินทรียวัตถุเล็กน้อยและอินทรียวัตถุที่เป็นจุดกระจาย

ความสัมพันธ์ระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด : มีลักษณะเป็นแบบเนื้อดอกห่างๆ ไปจนถึงเนื้อดอกชิด ส่วนลักษณะการจัดเรียงของแร่เนื้อละเอียดนั้นเป็นแบบเส้นไม่ต่อเนื่อง

ช่องว่างในดิน : ส่วนใหญ่พบช่องว่างน้อยมาก โดยเป็นช่องว่างแบบโพรง พบช่องว่างทั้งหมดประมาณ 2% ของพื้นที่แผ่นตัดบาง

Prince of Songkla University Pattani Campus

**ผลการวิเคราะห์เศษภาชนะดินเผาด้วยวิธีศิลาวรรณนาแบบภาพรวม**

จากการวิเคราะห์เศษภาชนะดินเผาจากแหล่งเตาบ้านดี ตำบลบราโหม อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี ด้วยวิธีศิลาวรรณนาแบบรายชิ้นจำนวนทั้งสิ้น 10 ตัวอย่างผ่านมาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ลำดับต่อไปเป็นการศึกษาวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงลึก อันจะสะท้อนถึงเทคโนโลยีการผลิตภาชนะดินเผา ในสมัยโบราณ ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะนำมาแปลความตามลำดับ ข้อมูลของผลการศึกษาทางศิลาวรรณนา 5 ผลการวิเคราะห์ ดังนี้[13]

1. **ผลวิเคราะห์เนื้อดินตามอัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด** จากการตรวจสอบสไลด์แผ่นบาง จะทำให้ทราบถึงอัตรา/สัดส่วน/จำนวนปริมาณของแร่ขนาดต่างๆ (แร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด) ตลอดทั้งสามารถจำแนกประเภทของแร่และเนื้อดินได้เป็นอย่างดีในแง่ของแหล่งดินวัตถุดิบและส่วนผสมปะปนต่างๆ ในการผลิตภาชนะดินเผา

2. **ผลวิเคราะห์ส่วนผสม** จากหลักฐานทางโบราณคดีที่ไม่สามารถวิเคราะห์ส่วนผสมได้อย่างชัดเจนจากการตรวจสอบด้วยตาเปล่า ทำให้ผลวิเคราะห์ส่วนผสมของตัวอย่างสไลด์แผ่นบางนี้แสดงหลักฐานส่วนผสมได้ชัดเจนในระดับเชิงลึกได้เป็นอย่างดี

3. **ผลวิเคราะห์สี** การวิเคราะห์สีนี้ต้องใช้แสงปรกติจากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง เพื่อให้เห็นสีที่แท้จริงของเนื้อภาชนะดินเผาที่ปรากฏ ซึ่งสีของภาชนะนี้จะเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงสีที่แท้จริงของวัตถุดิบ อาทิ สีที่เกิดจากดิน เกิดจากแร่ธาตุหรือเกิดจากส่วนผสม รวมไปถึงสีที่เกิดจากการตกแต่งผิวภาชนะในแบบต่างๆ ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

4. **ผลวิเคราะห์ลักษณะช่องว่างในดิน** จากการวิเคราะห์เชิงลึกถึงลักษณะของช่องว่างที่พบในตัวอย่างจะทำให้ทราบถึงคุณสมบัติหรือประเภทของเนื้อภาชนะดินเผาได้ และสามารถสันนิษฐานถึงอุณหภูมิการเผาและเทคโนโลยีในการเผาในสมัยโบราณได้

5. **ผลวิเคราะห์ตามความสัมพันธ์ระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียดและลักษณะการจัดเรียงตัวของแร่เนื้อละเอียด** ในส่วนนี้ผลวิเคราะห์ที่ได้ สามารถสันนิษฐานถึงรูปแบบวิธีการขึ้นรูปของภาชนะ เช่น การขึ้นรูปด้วยมืออย่างอิสระหรือการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ฯลฯ

---

[13] ดวงกมล อัศวมาศ. **ศิลาวรรณนากับการศึกษาเทคโนโลยีการผลิตภาชนะดินเผาสมัยทวารวดี**., 337-338.

Prince of Songkla University Pattani Campus

เมื่อตรวจสอบองค์ประกอบเชิงลึกในระดับจุลสัณฐานตามลำดับ 5 ข้อข้างต้นแล้ว เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ผู้วิจัยจึงได้จัดทำตารางอธิบายประกอบผลการวิเคราะห์รายตัวอย่าง ทั้งนี้เป็นส่วนของการประมวลและทำความเข้าใจภาพรวมเกี่ยวกับองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีการผลิตของกลุ่มภาชนะ ดังนี้

**ผลการวิเคราะห์เศษภาชนะดินเผาด้วยวิธีศิลาวรรณนาแบบภาพรวม**

**1 ผลวิเคราะห์เนื้อดินตามอัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด**

จากการศึกษาอัตราส่วนระหว่างแร่เนื้อหยาบ (แร่) และแร่เนื้อละเอียด (ดิน) สามารถจำแนกตัวอย่างทั้ง 10ตัวอย่าง ได้ตามลำดับ (ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบแร่ธาตุพื้นฐานของตัวอย่างเศษภาชนะดินเผาจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีศิลาวรรณนา) ดังนี้

1. อัตราส่วน 5:95 ได้แก่ ตัวอย่างที่ 6 จำนวน 1 ตัวอย่าง
2. อัตราส่วน 10:90 ได้แก่ ตัวอย่างที่ 5 และ 7 จำนวน 2 ตัวอย่าง
3. อัตราส่วน 15:85 ได้แก่ ตัวอย่างที่ 1, 2 และ 9 จำนวน 3 ตัวอย่าง
4. อัตราส่วน 20:80 ได้แก่ ตัวอย่างที่ 3, 8 และ 10 จำนวน 3 ตัวอย่าง
5. อัตราส่วน 25:85 ได้แก่ ตัวอย่างที่ 4 จำนวน 1 ตัวอย่าง

ผลวิเคราะห์อัตราส่วนผสมระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียดของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 พบว่ามีอัตราส่วนแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ซึ่งจากอัตราส่วนทั้งหมดนี้ พบว่ามีความแตกต่างกัน ในส่วนของอัตราส่วนแร่เนื้อหยาบ คือ กลุ่มที่ต่ำที่สุดคือร้อยละ 5 และกลุ่มที่มีค่าสูงร้อยละ 25% ซึ่งอัตราส่วนที่ต่างกันของแร่เนื้อหยาบของกลุ่มภาชนะดินเผาเหล่านี้ อาจเกิดขึ้นได้หลายกรณี อาทิ เนื้อดินวัตถุดิบ ส่วนผสม สูตร หรือแม้แต่กรรมวิธีการผลิต นอกจากนี้ยังเกิดจากรูปแบบและหน้าที่ของการใช้งาน (Form and Function) จึงทำให้มีเนื้อดินและส่วนผสมแตกต่างกันออกไป ซึ่งจะต้องประมวลผลกับข้อมูลส่วนอื่นๆ ต่อไป

**1.1 ผลวิเคราะห์เนื้อดินตามองค์ประกอบของแร่เนื้อหยาบ**

ผลวิเคราะห์สัดส่วนขององค์ประกอบของแร่หลัก จากหลักฐานดังกล่าวสามารถนำมาเปรียบเทียบกับผลวิเคราะห์เชิงลึกพบว่า ทั้ง 10 ตัวอย่างปรากฏแร่หลักที่เด่นชัดในตัวอย่าง **คือ แร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยว** ซึ่งด้านคุณลักษณะและคุณสมบัติของ แร่ควอตซ์ (quartz,$SiO_2$) พบว่า เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของหินตะกอนประเภทหินทราย หรือหินแปรประเภทหินควอตซ์ไซต์ และหินไนส์ ในหินอัคนีจะพบมาก ในหินประเภทแกรนิตและไรโอไลต์ ในดินแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลักของอนุภาคดินขนาดทรายและขนาดทรายแป้ง มีความแข็งมาตรฐาน 7 ไม่มีรอยแตกตามธรรมชาติทนต่อการสลายตัว รูปร่างของอนุภาคเป็นเหลี่ยมหรือกลมมน เป็นตัวบ่งชี้สภาพและประเภทของการเกิดดินได้ โดยสังเกตลักษณะของขอบแร่ควอตซ์ ซึ่งน่าจะสัมพันธ์กับทิศทางการพัดพา (erosion) การกลิ้งจะถูกขัดฝนมาด้วยระยะทางที่ไกลจากแหล่งต้นกำเนิด

Prince of Songkla University Pattani Campus

(parent material) เกิดจากกระบวนการพัดพาและตกตะกอนทับถมไปในที่ต่างๆ เช่น น้ำเป็นตัวนำพาให้ไกลจากต้นกำเนิด เป็นต้น[14]

เมื่อตรวจสอบกับขนาดอนุภาคของกลุ่มแร่หลักทั้ง 5 กลุ่มข้างต้นนี้ พบว่าไม่แตกต่างกันมากนัก คือ พบตั้งแต่ทรายแป้ง เม็ดทรายเนื้อละเอียด เม็ดทรายขนาดกลาง ไปจนถึงเม็ดทรายเนื้อหยาบ-หยาบมาก ปะปนกันในแต่ละตัวอย่าง (ตารางที่ 1 และ 2 ประกอบการอธิบายขนาดอนุภาค และภาคผนวก ข ภาพแสดงลักษณะของเนื้อดิน, ลักษณะของขอบแร่ และปริมาณของแร่เนื้อหยาบ) ขนาดและขอบมุมของแร่เหล่านี้เป็นสิ่งบ่งชี้ ลักษณะของการกลิ้ง การคัดกรอง พัดพาผ่านการขัดฝนตามระยะทางและระยะเวลาของการตกตะกอนที่สัมพันธ์กับตัวแร่หลัก ทั้งนี้พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ 3,5,8,9และ 10 มีขนาดอนุภาคเหมือนกันคือ ขนาดเท่าเม็ดทรายแป้งไปจนถึงเม็ดทรายขนาดกลาง ส่วนขอบของแร่ที่พบมีลักษณะแหลมคมเป็นส่วนใหญ่ คือ ตัวอย่างที่ 2,3,4,5,6,7,9 และ 10 ส่วนตัวอย่างที่ 1 และ 8 พบว่าขอบของแร่มีความแหลมคอไปจนถึงกลมมน ซึ่งอนุภาคเหล่านี้สะท้อนถึงความเป็นกลุ่มหินตะกอนของวัตถุต้นกำเนิดดินได้เป็นอย่างดี

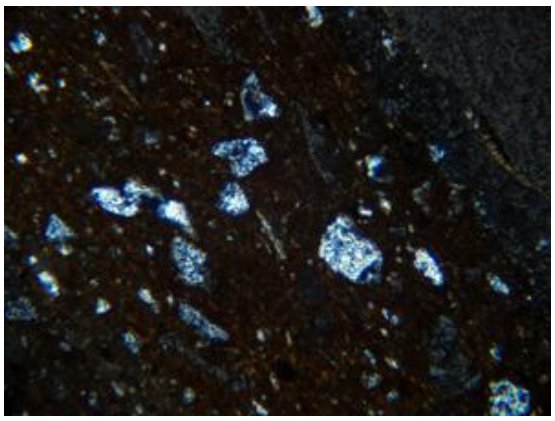
นอกเหนือจากแร่หลักที่เป็นแร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยวที่บ่งชี้ถึงกลุ่มหินตะกอน ผลวิเคราะห์ยังปรากฏแร่ปะปนประเภทอื่นๆ อันเป็นองค์ประกอบส่วนน้อยที่ปรากฏหลักฐานที่อาจสอดคล้องกับหินแกรนิต (ที่ปรากฏในกลุ่มหินอัคนี) โดยพบเศษแร่ควอตซ์ (ตัวอย่างที่ 3) แร่ควอตซ์ที่มีหลายผลึก (ตัวอย่างที่ 2 และ7) เศษหินแกรนิต (ตัวอย่างที่ 7และ9) เศษเชิร์ต (ตัวอย่างที่ 3) แร่เฟลด์สปาร์ (ตัวอย่างที่ 1,3,5,8 และ 10) แร่มัสโคไวต์ (ตัวอย่างที่ 2 และ4) และแร่เซอร์ไรต์ (ตัวอย่างที่ 2,5,9 และ10) นอกจากนี้ยังพบแร่ที่ปรากฏในเนื้อดิน คือ แร่ไมกา (ตัวอย่างที่ 5,6,7,9,และ10) และแร่ไบโอไทต์ที่มีการสลายตัวสูง (ตัวอย่างที่ 3 และ4) ซึ่งแร่ทั้ง 2 ประเภทนี้เป็นแร่ที่กำลังสลายตัวกลายเป็นเนื้อดิน จากการพบกลุ่มแร่ปะปนประเภทต่างๆ นี้ อาจสะท้อนทางอ้อมถึงแหล่งดินวัตถุดิบได้ว่ามีสภาพผุพังมาจากแหล่งต้นกำเนิดของหินประเภทอัคนี ดังนั้นเพื่อให้เกิดความชัดเจนจึงต้องตรวจสอบกับแหล่งดินในพื้นที่แหล่งเตาบ้านดี ตำบลบราโหม อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ในเขตภาคใต้ของประเทศไทย

จากข้อมูลรายงานการสำรวจดินของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ฉบับที่

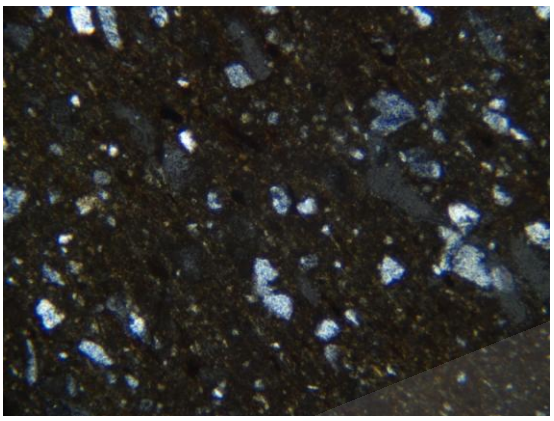
---

[14] มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 9. (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544), 10. และ ราชบัณฑิตยสถาน. **พจนานุกรมศัพท์ทางธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน**. (กรุงเทพมหานคร: ราชบัณฑิตยสถาน, 2544), 248.

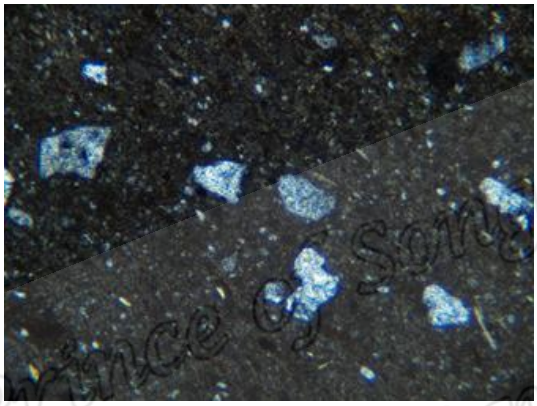
**ภาพแร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยว**



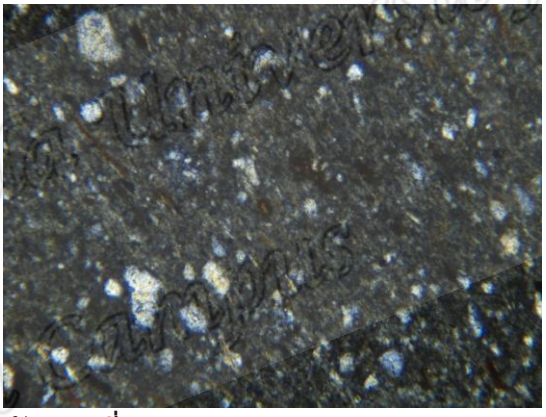
**ตัวอย่างที่** 1 XPL Magnification 10x



**ตัวอย่างที่** 3 XPL Magnification 10x



**ตัวอย่างที่** 5 XPL Magnification 10x



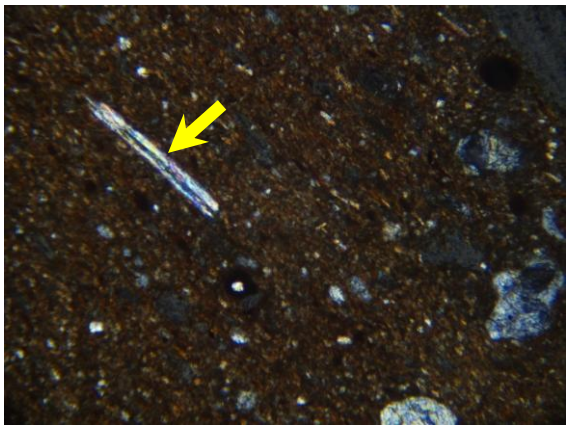
**ตัวอย่างที่** 10 XPL Magnification 10x

486 รายงานการสำรวจดิน จังหวัดปัตตานี[15] พบว่า ลักษณะทางธรณีวิทยาทั่วไปของจังหวัดปัตตานี ประกอบด้วยหินหลายชนิด อาทิ หินตะกอนและหินอัคนี ส่วนธรณีสัณฐานและวัตถุต้นกำเนิดดินของจังหวัดปัตตานีนั้นมี 3 ประเภท คือ 1) ที่ราบชายฝั่งทะเล (Coastal Plain) พบประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่จังหวัด 2) ที่ราบดินตะกอนลำน้ำ (Alluvial Plain) และ 3) สภาพพื้นที่แบบเพี๊ยสมอนท์ (Piedmont Surface) เป็นพื้นที่ที่ลาดออกไปจากเชิงเขาซึ่งจะค่อยๆ ลาดชัน นอกจากพื้นที่ทั้ง 3 ประเภท ยังพบบริเวณที่เป็นภูเขาหรือเทือกเขาที่มีความลาดชัดของพื้นที่มากกว่า 35% ซึ่งเป็นเทือกเขาของหินแกรนิต สูงจากระดับน้ำทะเล 775 เมตร โดยทอดยาวลงไปทางใต้ในเขตจังหวัดนราธิวาส

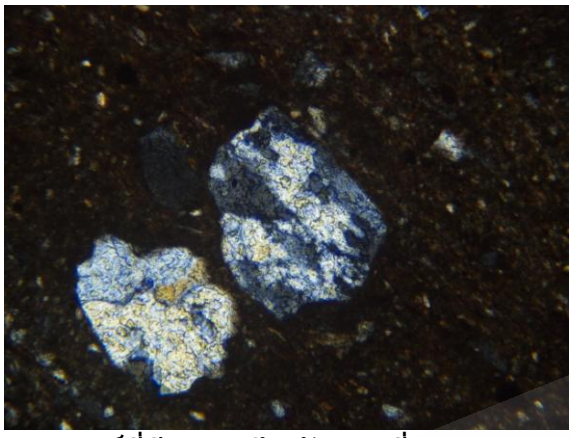
---

[15] กองสำรวจและจำแนกดิน. **ฉบับที่ 486 รายงานการสำรวจดิน จังหวัดปัตตานี**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2536), 8-14.

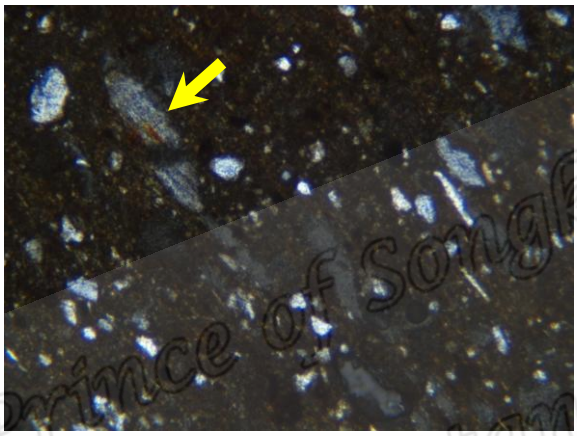
กลุ่มเศษแร่ปะปน



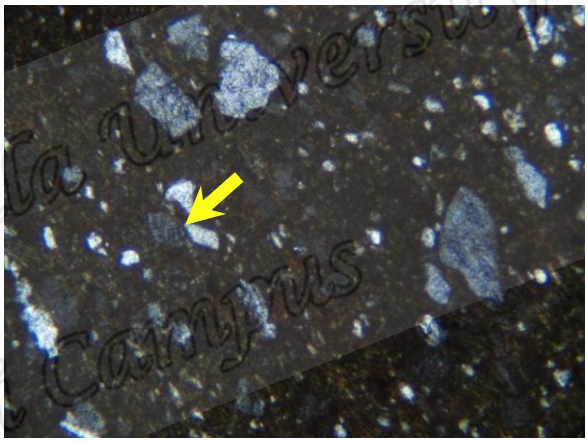
แร่มัสโคไวต์ ตัวอย่างที่ 2 XPL Magnification 10x



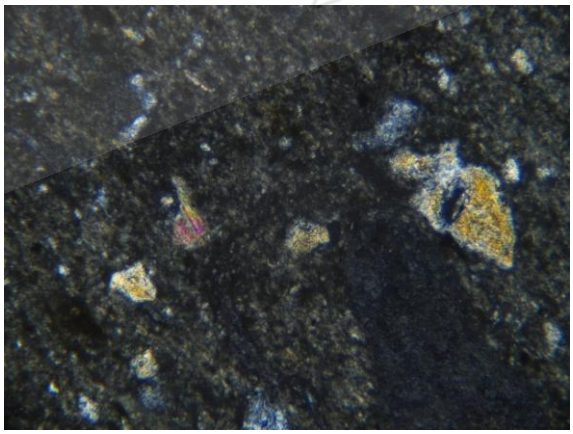
แร่ควอตซ์ที่มีหลายผลึก ตัวอย่างที่ 2 XPL Magnification 10x



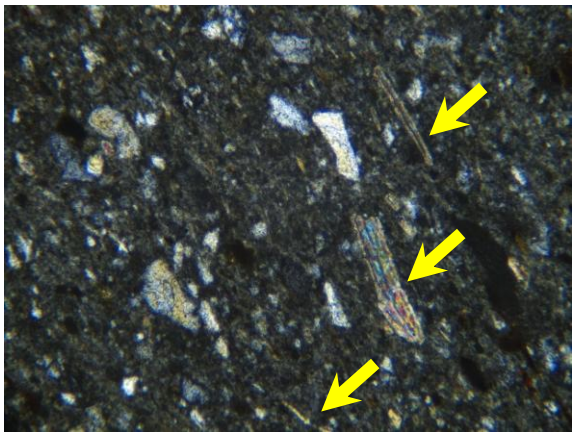
แร่ไบโอไทต์ที่กำลังสลายตัวเป็นดิน
ตัวอย่างที่ 3 XPL Magnification 10x



แร่เฟลด์สปาร์
ตัวอย่างที่ 3 XPL Magnification 10x



เศษหินแกรนิตที่แตกหัก (กระจายทั่วไป)
ตัวอย่างที่ 9 XPL Magnification 10x



แร่ไมกา
ตัวอย่างที่ 10 XPL Magnification 10x

Prince of Songkla University Pattani Campus

ทั้งนี้หลักฐานผลวิเคราะห์ดังกล่าวของพื้นที่ประกอบกับกลุ่มแร่หลักและแร่ปะปนที่พบทั้ง 10 ตัวอย่างนั้นพบว่ามีลักษณะสัมพันธ์กันกับพื้นที่ทางธรณีสัณฐานและวัตถุต้นกำเนิดดินของจังหวัดปัตตานี จึงอาจสันนิษฐานต่อไปได้ว่า **แหล่งดินวัตถุดิบน่าจะเป็นแหล่งดินที่มีลักษณะของทั้งหินตะกอนและหินอัคนีสอดคล้องกับพื้นที่จังหวัดและจากสัดส่วนของแร่หลักและแร่ปะปนรวมทั้งเนื้อดินแสดงลักษณะของแหล่งดินที่ได้จากบริเวณที่ราบลุ่ม** (Secondary Clay **หรือ** Sedimentary Clay) **หรือเป็นพื้นที่ราบชายฝั่งทะเล** เนื่องจากลักษณะสัดส่วนของแร่หลักที่พบส่วนใหญ่ตั้งแต่ 10-20% และยังพบลักษณะอนุภาคของแร่ว่ามีตั้งแต่ทรายแป้งไปจนถึงเม็ดทรายขนาดกลางเป็นส่วนใหญ่ในหลายตัวอย่าง นอกจากนี้พบว่า การพบแร่ไมกา และแร่ไบโอไทต์ที่กำลังสลายตัวนั้นแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของแร่สู่เนื้อดิน ซึ่งสอดคล้องกับพื้นที่ราบลุ่มด้วยเช่นเดียวกัน ตลอดทั้งปริมาณสัดส่วนเนื้อดินมีจำนวนมากกว่าปริมาณแร่ รวมทั้งมีความละเอียดอย่างชัดเจน

นอกจากนี้ผลวิเคราะห์อาจแสดงถึงหลักฐานบางประการที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยตาเปล่าคือ ขั้นตอนการผลิตภาชนะดินเผา คือ การคัดแยก ร่อน กรองดิน หรือการแช่หมักดินจนเนื้อดินกับองค์ประกอบแร่ต่างๆ เข้ากันได้เป็นอย่างดีที่อันเกิดจากกระบวนการของการผลิต ทั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์พบระดับการขัดขนาดของแร่เนื้อหยาบพบว่าตัวอย่างส่วนใหญ่มีการคัดขนาดไม่ดี คือ ตัวอย่างที่ 1,2,3,5,7,8 และ 10 และพบการคัดขนาดของแร่เนื้อหยาบปานกลาง ได้แก่ตัวอย่างที่ 4,6 และ 9 เพราะหากการคัดขนาดของแร่เนื้อหยาบดีจะแสดงคุณลักษณะของเนื้อดินที่เป็นดินตามธรรมชาติ จากลักษณะดังกล่าวนี้อาจแสดงถึงขั้นตอนการผลิตภาชนะที่มีการคัดแยก ร่อน กรองดิน หรือการแช่หมักดินจนเนื้อดินกับองค์ประกอบแร่ต่างๆ เข้ากันได้เป็นอย่างดี ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวอาจใช้เวลานานหลายวันหรือเป็นสัปดาห์ เพื่อเตรียมดินให้เป็นวัตถุดิบในการผลิตให้มีความละเอียด ซึ่งแตกต่างจากลักษณะของการคัดขนาดของแร่เนื้อหยาบที่พบจากเนื้อดินตามธรรมชาติ

1.2 **ผลวิเคราะห์เนื้อดินตามองค์ประกอบของแร่เนื้อละเอียด**

องค์ประกอบของแร่เนื้อละเอียดของกลุ่มภาชนะดินเผา ทั้ง 10 ตัวอย่างนี้ ส่วนใหญ่มีลักษณะเนื้อดินเป็น แร่ดินเหนียวไปจนถึงทรายแป้งเนื้อละเอียด (ดูภาคผนวก ข ภาพแสดงลักษณะของเนื้อดิน, ลักษณะของขอบแร่ และปริมาณของแร่เนื้อหยาบ) ส่วนลักษณะของแร่เนื้อละเอียดเหล่านี้ พบว่ามีการจัดเรียงตัว 3 ลักษณะ คือ

1. แบบจุดกระจาย พบมากที่สุด ในตัวอย่างที่ 1,2,3,4,6,7 และ 10
2. แบบจุด พบในตัวอย่างที่ 8 และ 9
3. แบบดินล้วนๆ พบในตัวอย่างที่ 5

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะของแร่เนื้อละเอียดในด้านการจัดเรียงตัว พบว่ามีหลายลักษณะ พบว่า มีผลมาจากองค์ประกอบต่างๆ ที่อยู่ในเนื้อดินตามธรรมชาติ ที่ส่งผลให้ดินมีลักษณะต่างๆ ทั้งที่เป็นแบบจุดกระจาย แบบจุดและแบบดินล้วนๆ นั้น อาจเกิดจากสาเหตุหลักส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มอินทรียวัตถุที่ปะปนอยู่ในเนื้อดินตามธรรมชาติ อาทิ อินทรียวัตถุประเภทสารอสัณฐานเนื้อละเอียด อินทรียวัตถุแบบจุดและจุดกระจาย อินทรียวัตถุที่มีอนุภาคเท่าสารแขวนลอยและอินทรียวัตถุจำพวกเศษซากเส้นใยพืชที่ปรากฏว่ามีการปะปนในเนื้อดินของกลุ่มตัวอย่างอย่างชัดเจนส่งผลให้เนื้อดินเกิดเป็นมลทินขึ้น และยังสอดคล้องกับแหล่งดินวัตถุดิบที่เป็นเนื้อดินบริเวณที่ราบลุ่มที่มีอินทรียวัตถุปะปนอยู่ในดิน

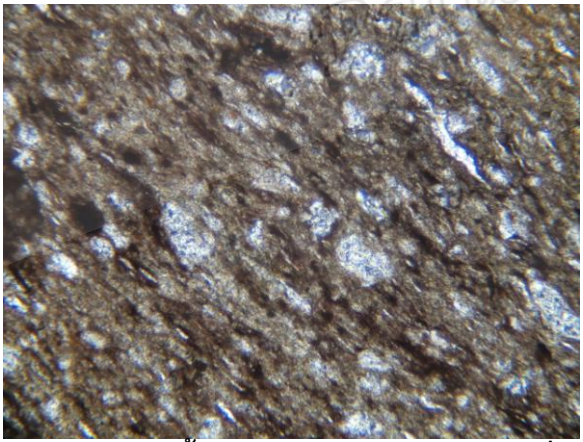
2. **ผลวิเคราะห์ส่วนผสม**

จากการวิเคราะห์ส่วนผสมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด **ไม่ปรากฏพบส่วนผสม** เนื้อดินวัตถุดิบแสดงคุณลักษณะของเนื้อดินธรรมชาติเพียงอย่างเดียว โดยไม่พบว่ามีการเติมส่วนผสมใดในเนื้อดิน นอกจากนี้พบว่าแบ่งเนื้อดินได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1) กลุ่มเนื้อดินที่มีอินทรียวัตถุปะปน อันเป็นไปตามธรรมชาติของเนื้อดิน มักพบในชั้นดินบนระหว่างความลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตรจากผิวดินบน ได้แก่ 1,2,3,4,5,6,8,9 และ10 จำนวน 9 ตัวอย่าง

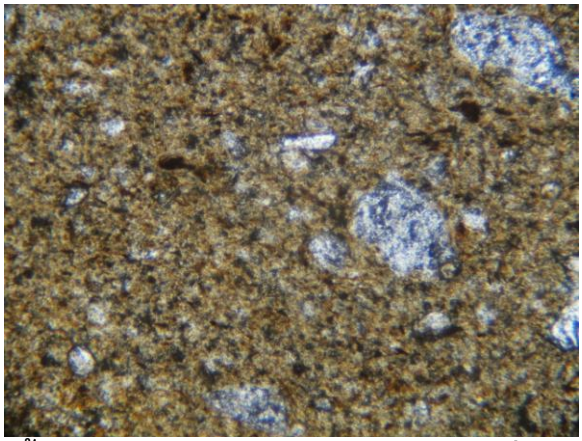
2) กลุ่มเนื้อดินที่ไม่มีอินทรียวัตถุปะปน ได้แก่ ตัวอย่างที่ 7 ตัวอย่าง

ทั้งนี้การพบหลักฐานด้านอินทรียวัตถุที่ปะปนในเนื้อดินของตัวอย่างสามารถแสดงถึงแหล่งวัตถุดิบหรือดินที่นำมาใช้ในพื้นที่ที่แตกต่างกัน แม้ว่าจะใช้เนื้อดินเหนียวจากธรรมชาติแบบเดียวกันก็ตาม



**สารอสัณฐานเนื้อละเอียด (จุดสีดำ) ตัวอย่างที่1**

PPL Magnification 10x



**เนื้อดินธรรมชาติไม่มีอินทรียวัตถุ ตัวอย่างที่** 7

PPL Magnification 10x

Prince of Songkla University Pattani Campus

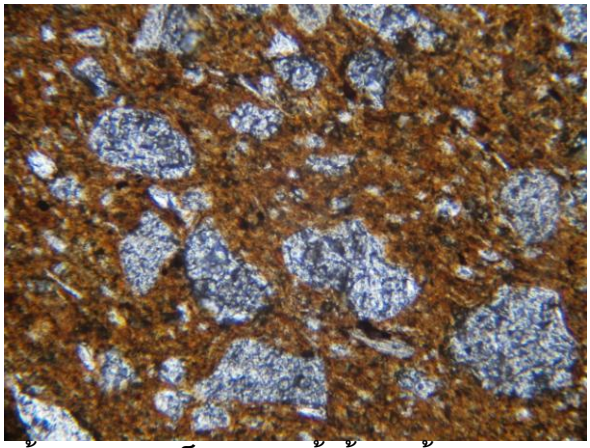
3. **ผลวิเคราะห์สี**

หากดูด้วยตาเปล่าด้านสีของภาชนะอาจไม่สามารถจำแนกได้อย่างชัดเจน แต่เมื่อวิเคราะห์ถึงระดับจุลสัณฐาน โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงร่วมกับแสงปรกติ (Plain light) สามารถสังเกตเห็นถึงความแตกต่างของสีที่ผิวจากทั้งหมด 10 ตัวอย่าง สีแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) สีเดียวทั้งชิ้น เป็นกลุ่มตัวอย่างที่พบมากที่สุด ได้แก่ สีน้ำตาล (ตัวอย่างที่ 1) สีน้ำตาลแดง (ตัวอย่างที่ 2,4, และ 6) สีน้ำตาลเหลือง (ตัวอย่างที่ 7) สีเทา (ตัวอย่างที่ 8) สีเทาเหลืองอ่อน (ตัวอย่างที่ 5 และ10) และสีเทาเหลือง (ตัวอย่างที่ 9)

2) สีแตกต่างกันแบ่งเป็นชั้นผิวด้านนอกและด้านใน โดยชั้นสีหรือความแตกต่างของเนื้อตัวอย่างสามารถแยกแยะได้ชัดเจนและสามารถวัด (ไมครอน) ของชั้นสีได้จากการวิเคราะห์สีของภาชนะ พบว่ามีสีน้ำตาลเทาไปจนถึงสีน้ำตาล เฉพาะตัวอย่างที่ 3 เท่านั้น

จากผลการวิเคราะห์สีของภาชนะเป็นเช่นนี้อาจมีหลายสาเหตุ ได้แก่ เนื้อดิน ส่วนผสม ขนาดความหนาบางของภาชนะ รวมทั้งอุณหภูมิการเผา โดยกลุ่มตัวอย่างพบว่า น่าจะมาจากสาเหตุของอุณหภูมิการเผาที่ทำให้เนื้อดินสุกทั่วทั้งชิ้นผลิตภัณฑ์ จึงทำให้ภาชนะทั้ง 9 ตัวอย่าง มีสีเดียวกันหมดทั่วถึงกันทั้งชิ้น ส่วนอีกภาชนะตัวอย่างที่ 3 พบว่าสีของภาชนะแบ่งเป็นชั้นสีไม่สุกเป็นเนื้อดินเดียวกัน นอกจากนี้ขนาดและความหนาบางของภาชนะอาจเป็นอีกปัจจัยสำคัญประการหนึ่ง ที่ทำให้ภาชนะมีสีเดียวกันทั้งชิ้นหรือสีแตกต่างกัน ซึ่งความหนาของกลุ่มตัวอย่างเหล่านี้พบว่า มีความหนาตั้งแต่ 0.5-0.9 เซนติเมตร โดยส่วนใหญ่ภาชนะมีความหนาประมาณ 0.7 เซนติเมตร ได้แก่ ตัวอย่างที่ 1,2,4 และ 9 จากความหนาของภาชนะพบว่าอุณหภูมิจากการเผาน่าจะทำให้ภาชนะสุกทั่วได้ตลอดทั้งชิ้นเพราะไม่หนามาก แต่ปรากฏว่าตัวอย่างที่ 3 หนาเพียง 0.6 เซนติเมตรแต่เกิดชั้นสี 2 ชั้น ทั้งนี้อาจเกิดขึ้นได้จากการเผาภาชนะ ที่หากมีการวางภาชนะซ้อนทับกันในขณะเผา หรือ ตำแหน่งการวางภาชนะที่ทำให้ความร้อนแผ่เข้ามาที่ผิวภาชนะแตกต่างไปจากกลุ่มหลักที่พบว่าเผาสุกทั่วตลอดทั้งชิ้น ซึ่งพบเพียงตัวอย่างเดียว ฉะนั้นสีของภาชนะที่แสดงถึงอุณหภูมิการเผาสอดคล้องกับภาชนะที่พบว่ามีการเผาด้วยเตา/แหล่งเตาเผาภาชนะที่มีการเผาภาชนะที่ได้รับความร้อนอย่างทั่วถึงและน่าที่จะควบคุมอุณหภูมิการเผาภาชนะให้สุกได้อย่างทั่วถึง



**เนื้อดินเผาสุกเป็นสีเดียวทั้งชิ้น (สีน้ำตาลแดง)**
**ตัวอย่างที่** 4 PPL Magnification 10x

**สีเนื้อดินแยกเป็นชั้นๆ**
**ตัวอย่างที่** 3 PPL Magnification 0.75x

**4. การวิเคราะห์ลักษณะช่องว่างในดิน**

ปริมาณช่องว่างในดินของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดสัมพันธ์กับแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด รวมทั้งอุณหภูมิการเผา โดยปรากฏช่องว่างจำนวนน้อยมาก ได้แก่

1) จำนวน 2% ได้แก่ ตัวอย่างที่ 2,3,4,5 และ 10

2) จำนวน 5% ได้แก่ ตัวอย่างที่ 1,6,7,8 และ 9

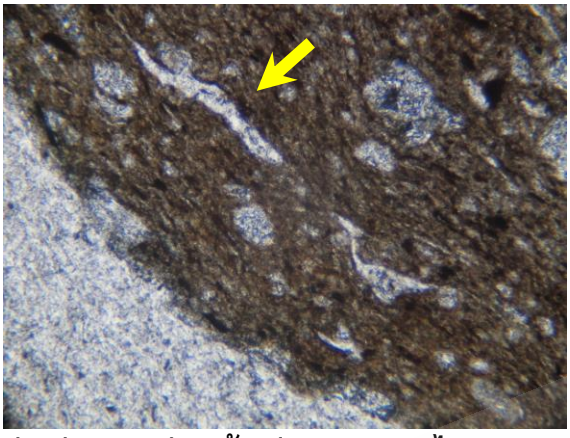
ลักษณะของช่องว่างในดินที่พบในกลุ่มตัวอย่างนี้ พบว่ามีช่องว่างค่อนข้างน้อยมากระหว่าง 2-5% ทั้งนี้อาจเกิดจากขั้นตอนการผลิต ความบางของภาชนะ ตลอดทั้งคุณภาพในการเผา และอุณหภูมิความร้อนในการเผาที่ ทำให้ภาชนะมีความพรุนตัวต่ำ และยังสามารถจำแนกลักษณะของช่องว่างที่พบในดินได้จากการส่องกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง ซึ่งช่องว่างเหล่านี้อาจเกิดขึ้นได้ 2 กรณี ได้แก่

1) ช่องว่างเกิดตามธรรมชาติในเนื้อดิน ได้แก่ ช่องว่างที่มีลักษณะเป็นโพรง (ตัวอย่างที่ 4,5,6,7,8 และ 10) ช่องว่างที่มีลักษณะเป็นโพรงขนาดใหญ่ (ตัวอย่างที่ 2) ช่องว่างแบบท่อ (ตัวอย่างที่ 1,2,3,6 และ 9) และช่องว่างที่ไม่ต่อเนื่อง (ตัวอย่างที่ 1) ทั้งนี้อาจเกิดจากการกระทำของสัตว์ต่างๆที่อยู่ในดินเป็นตัวกระทำหรือเป็นผลมาจากฟองอากาศ (bubble) ที่อยู่ในเนื้อดินตามธรรมชาติ ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนฟองอากาศจะขยายตัวและดันผนังช่องว่างออก โดยมีรูปร่างที่ไม่แน่นอนหรือเป็นโพรงขนาดใหญ่ได้ เป็นต้น

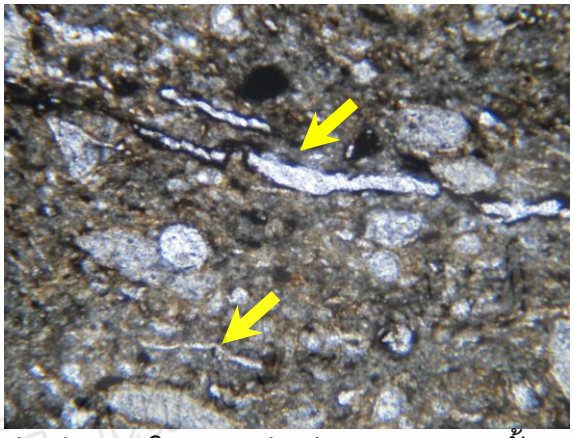
2) ช่องว่างที่เกิดจากกรรมวิธีในการผลิต ช่องว่างในลักษณะนี้ มีลักษณะเป็นช่องว่างแบบแตกรานสั้นๆ (ตัวอย่างที่ 3 และ 8) ซึ่งช่องว่างในลักษณะดังกล่าวเกิดจากลักษณะการหดตัวของเนื้อดินในขณะที่ได้รับความร้อนจากการเผาภาชนะ จึงเกิดเป็นช่องว่างแยกระหว่างแร่และเนื้อดินหรือกลายเป็นช่องว่างแบบแตกรานเนื่องจากภาชนะเมื่อถูกเผา หรือได้รับความร้อนทำให้น้ำในดินระเหยออกไป ส่งผลให้ดินเกิดช่องว่างและมี

Prince of Songkla University Pattani Campus

ลักษณะแบบแตกรานและเรียงตัวขนานไปในทิศทางเดียวกัน ดังเช่นตัวอย่างที่ 1,3 และ 9 ซึ่งสันนิษฐานว่าน่าจะสัมพันธ์กับองค์ประกอบของเนื้อดิน และการขึ้นรูปภาชนะที่ทำให้เกิดการจัดเรียงตัวกันไปในทางเดียวกัน ทำให้เมื่อเวลาได้รับความร้อน ส่งผลให้น้ำระเหยออก และเกิดเป็นช่องว่างแทนที่ ซึ่งทำให้มีลักษณะช่องว่างที่ขนานตัวกันไปในเนื้อดิน



**ช่องว่างแบบท่อ กว้างประมาณ 100 ไมครอน**
**ตัวอย่างที่** 1 PPL Magnification 10x



**ช่องว่างแบบโพรงและช่องว่างแบบแตกรานสั้น ๆ**
**ตัวอย่างที่** 8 PPL Magnification 0.75x

ฉะนั้นช่องว่างทั้งจากธรรมชาติและช่องว่างที่เกิดในกระบวนการผลิตภาชนะดินเผานั้น อาจพบร่วมกันได้ ฉะนั้นรูปแบบช่องว่างในดินส่วนใหญ่ ที่พบมีทั้งเกิดจากธรรมชาติดั้งเดิมก่อนการนำดินมาผลิตเป็นชิ้นงาน และอาจจะเกิดจากขั้นตอนการผลิตไม่ว่าจะเป็นส่วนผสม หรือการเผาภาชนะ ก็อาจทำให้เกิดเป็นช่องว่างลักษณะต่างๆ ได้เช่นกัน จากลักษณะของช่องว่างในดินที่ปรากฏสะท้อนถึงลักษณะการเกิดได้ถึง 3 ลักษณะคือ 1) เกิดโดยธรรมชาติ 2) เกิดจากการกระทำของมนุษย์ หรือ 3) เกิดร่วมกันระหว่างธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ นอกจากนี้ ข้อสังเกตอีกประการหนึ่งเกี่ยวกับช่องว่างในดินที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการเผา พบว่า เนื้อดินจะบีบและอัดกัน เนื้อดินเหนียวทำให้เปลี่ยนแปลงเกิดเป็นรอยแตกหรือเกิดช่องว่างในดิน เรียกได้ว่า เป็นการหดตัวของดิน โดยถ้าดินมีความเหนียวมาก เนื้อดินมักจะลื่นมือและละเอียด ซึ่งดินที่มีความเหนียวจะมีการหดตัวสูง[16] นอกจากนี้อาจเกิดจากการผลิตที่เนื้อดินที่ยังไม่แห้งสนิทและนำไปเผา (แห้งสลับเปียก) ก็จะทำให้เกิดการแตกรานกลายเป็นช่องว่างในเนื้อภาชนะขึ้น การหดตัวของเนื้อดินเท่าๆ กับปริมาตรของน้ำที่สูญเสียไปในช่วงของการระเหยออกจากเนื้อภาชนะ ยิ่งดินมีความชื้นเท่าไร การหดตัวก็จะมีมากเท่านั้น น้ำจะ

[16] ทวี พรหมพฤกษ์. **เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น**. (กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์, 2523), 52,57.

ถูกจับเอาไว้ด้วยโมเลกุลของดินเหนียวที่มีความเหนียว การหลีกเลี่ยงเนื้อดินที่มีความเหนียวมากๆ จะช่วยลดปัญหาการแตกร้าวได้ดี[17]

นอกจากนี้การเติม หรือผสมวัตถุดิบบางอย่างลงในเนื้อดิน เพื่อช่วยลดความเหนียวและการหดตัวของโครงสร้างในเนื้อดิน จากการศึกษาเปรียบเทียบกับการผลิตภาชนะดินเผาในปัจจุบันพบว่า มีการใช้ควอตซ์เป็นวัตถุดิบเพราะมีคุณสมบัติที่ทำหน้าที่เหมือนโครงกระดูกของภาชนะดินเผา ส่วนเนื้อดินทำหน้าที่เสมือนเป็นเนื้อและส่วนอื่นๆ ของภาชนะดินเผา ทั้งนี้เพราะควอตซ์ ช่วยทำให้ภาชนะแข็งแรงไม่โค้งงอ และยังช่วยการขยายตัวก่อนและหลังเผาของภาชนะลดน้อยลง[18] ซึ่งสอดคล้องกับภาชนะดินเผาในกลุ่มตัวอย่าง ที่พบว่ามีจำนวนของแร่ควอตซ์เม็ดเดี่ยวจำนวนมากและชัดเจนตั้งแต่ 5-25%

**5. การวิเคราะห์ตามความสัมพันธ์ระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียดและลักษณะการจัดเรียงตัวของแร่เนื้อละเอียด**

ลักษณะเนื้อดินที่มีความแตกต่างกันนั้น พบว่ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียด ดังนี้

1) ลักษณะเนื้อดินเป็นแบบเนื้อดอกชิด พบในตัวอย่างที่ 4

2) ลักษณะเนื้อดินเป็นแบบเนื้อดอกห่างๆ 1,5 และ 6

3) ลักษณะเนื้อเป็นแบบเนื้อดอกห่างๆ ไปจนถึงเนื้อดอกชิด 2,3,7,8,9 และ 10

ส่วนลักษณะการจัดเรียงตัวระหว่างแร่เนื้อหยาบและแร่เนื้อละเอียดของเนื้อดินจากกลุ่มตัวอย่างเหล่านี้ มีดังนี้

1) ลักษณะการจัดเรียงตัวเป็นเส้นต่อเนื่อง ได้แก่ ตัวอย่างที่ 4

2) ลักษณะการจัดเรียงตัวขนานไปในทิศทางเดียวกัน (พบที่ผิวภาชนะ) ได้แก่ ตัวอย่างที่ 1 และ 3

3) ลักษณะการจัดเรียงตัวแบบเส้นไม่ต่อเนื่อง ได้แก่ตัวอย่างที่ 2,5,7, 9 และ 10

4) ลักษณะการจัดเรียงตัวแบบเส้นไม่ต่อเนื่องแบบจางๆ ไปจนถึงมองไม่เห็นการจัดเรียงตัว ได้แก่ ตัวอย่าง 8

---

[17] ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์. **เนื้อดินเซรามิก** (กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, 2541), 285.

[18] ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. **เซรามิกส์**. (กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527), 56.

Prince of Songkla University Pattani Campus

ลักษณะการจัดเรียงตัวของตัวอย่างทั้งหมดนี้ หากความร้อนจากการเผามีความร้อนไม่ทั่วถึง รวมทั้งไม่สามารถเข้าไปถึงภายในเนื้อดินได้ทั้งหมด การวิเคราะห์ก็อาจจะลักษณะของการจัดเรียงตัวของเนื้อดินทั้งที่เป็นธรรมชาติดั้งเดิม รวมทั้งที่เปลี่ยนแปลงโดยมนุษย์หรือจากกระบวนการผลิตจะทำให้สันนิษฐานถึงรูปแบบของการขึ้นรูปภาชนะ อุณหภูมิและลักษณะของการเผาได้ ดังพบว่าจากกลุ่มตัวอย่างนี้ เนื้อดินได้รับความร้อนหรืออุณหภูมิน่าจะมีความคงที่เพราะเนื่องมาจากลักษณะสีของเนื้อดินภายในที่แสดงการเผาอย่างสม่ำเสมอสุกทั่วทั้งชิ้น จนปรากฏเป็นสีเดียวตลอดทั้งชิ้น

ส่วนลักษณะของการจัดเรียงตัวเป็นเส้นต่อเนื่อง พบจำนวน 1 ตัวอย่าง และลักษณะการจัดเรียงตัวแบบขนานไปในทิศทางเดียวกัน (พบที่ผิวภาชนะ) ได้แก่ ตัวอย่างที่ 1 และ 3 พบ 2 ตัวอย่าง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้ อาจจะสะท้อนถึงการจัดเรียงตัวของเนื้อดินทางอ้อมได้ว่า น่าจะเกิดจากกรรมวิธีการผลิตที่เปลี่ยนแปลงเนื้อดินธรรมชาติมาสู่กระบวนการเป็นวัตถุดิบอันจะต้องผ่านการคัด กรอง หมักเนื้อดินให้เหมาะสมก่อนนำมาเป็นผลิต นอกจากนั้นอาจจะสะท้อนถึงการปั้นขึ้นรูปภาชนะแบบที่มีการหมุนและเหวี่ยงให้เนื้อดินไปในทิศทางเดียวกัน เช่น อาจเกิดจากการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน พร้อมทั้งมีน้ำเป็นตัวกลางในการทำให้เนื้อดินและลักษณะการจัดเรียงตัวทั้งแร่เนื้อหยาบและส่วนผสมต่างๆ ถูกหมุนไปในทิศทางเดียวกันได้สัมพันธ์กับการจัดเรียงตัวของเนื้อดิน ส่วนลักษณะการจัดเรียงตัวแบบแบบไม่ต่อเนื่องนั้น อาจไม่ได้เกิดจากแรงหมุนและเหวี่ยงเพราะเนื้อดินและองค์ประกอบต่างๆ จึงไม่ปรากฏทิศทางในการจัดเรียงตัวในเนื้อดิน ซึ่งต้องตรวจสอบกับข้อมูลอื่นๆ ต่อไป

จากผลการวิเคราะห์ภาชนะดินเผาเชิงลึกทั้ง 10 ตัวอย่างข้างต้น สามารถชี้ให้เห็นได้ว่า ปัจจัยสำคัญสำคัญๆ ที่เป็นตัวบ่งชี้ ลักษณะเด่นอันแสดงทั้งความคล้ายคลึงและความแตกต่างของกลุ่มภาชนะดินเผาของแหล่งเตาเผาบ้านดี คือ เนื้อดิน ขนาดของภาชนะ การขึ้นรูป ตลอดทั้งอุณหภูมิการเผา โดยผลการศึกษาพบ หลักฐานของวัตถุดิบ หรือเนื้อดินที่สามารถสันนิษฐานถึง แหล่งที่มาของวัตถุดิบว่าน่าจะสัมพันธ์กับสภาพทางธรณีวิทยาของจังหวัดปัตตานี ว่าเป็นแหล่งดินที่ได้จากบริเวณที่ราบลุ่ม และยังพบว่า**จากผลวิเคราะห์เชิงลึกสามารถจำแนกกลุ่มภาชนะดินเผาทั้ง 10 ตัวอย่างนี้ได้ว่า ยังจัดอยู่ในกลุ่มภาชนะแบบเนื้อดิน หรือ แบบเอิร์ทเทนแวร์** (Earthenware) โดยเป็นกลุ่มภาชนะที่มีปริมาณเนื้อดินสูงกว่าปริมาณแร่ปะปน คือ พบปริมาณตั้งแต่ 95-75% ตลอดทั้งพบว่าภาชนะค่อนข้างมีเนื้อบางและมีความพรุนตัวต่ำ แม้ว่าภาชนะเผาในเตาที่มีการควบคุมอุณหภูมิการเผาได้ (จากผลวิเคราะห์เนื้อดินที่สุกทั่วตลอดทั้งชิ้นตัวอย่างเป็นส่วนใหญ่) แต่ยังไม่ถึงขั้นของภาชนะประเภทเนื้อหินหรือแบบสโตนแวร์ (Stoneware) ที่มีความแกร่งสูงกว่าภาชนะเนื้อดิน ซึ่งในส่วนต่อไปผู้วิจัยจะได้กล่าวถึงในส่วนของการสังเคราะห์ข้อมูลความรู้ด้านทางโบราณคดีเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตสมัยโบราณของกลุ่มตัวอย่างภาชนะดินเผาในส่วนต่อไป

Prince of Songkla University Pattani Campus

**ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบแร่ธาตุพื้นฐานของตัวอย่างจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีศิลาวรรณนา จำนวน 10 ตัวอย่าง**

| องค์ประกอบแร่ธาตุพื้นฐาน | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NO | สัดส่วนย/ล 10 ไมครอน | แร่หลัก | อนุภาค (ไมครอน) | รูปร่าง ของแร่ | แร่อื่นๆ | ระดับการคัดขนาด | องค์ประกอบแร่เนื้อละเอียด | | รูปร่างของอินทรียวัตถุ | รูปแบบช่องว่างในดิน | ปริมาณช่องว่างในดิน (%) | ลักษณะเนื้อดิน | การจัดเรียงตัว |
| | | | | | | | สีเนื้อภาชนะ | ลักษณะเนื้อดิน | | | | | |
| 1 | 15:85 | ควอตซ์เม็ดเดี่ยว | ●ทรายแป้ง-เม็ดทรายเนื้อละเอียด ●เม็ดทรายเนื้อหยาบอีกเล็กน้อย | แหลมคม-ค่อนข้างกลมมน | ●แร่เฟลด์สปาร์ | ไม่ดีนัก | สีน้ำตาล | จุดกระจาย | สารอสัณฐานเนื้อละเอียด | ●แบบท่อกว้างประมาณ 100 ไมครอน ● ช่องว่างที่ไม่ต่อ เนื่อง *ช่องว่างเหล่านี้มีการจัดเรียงตัวขนานไปในทิศทางเดียวกัน | 5 | เนื้อดอกห่างๆ | ●แบบขนานไปในทิศทางเดียวกัน ● ผิวภาชนะหนาประมาณ200 ไมครอน : มองไม่เห็นการจัดเรียงตัว |
| 2 | 15:85 | ควอตซ์เม็ดเดี่ยว | ●เม็ดทรายขนาดกลาง-เม็ดทรายเนื้อหยาบ ●ทรายแป้ง -เม็ดทรายเนื้อละเอียด | แหลมคม | ●แร่เซอร์ริไซด์ ●แร่มัสโคไวต์ ●แร่ควอตซ์ที่มีหลายผลึก | ไม่ดีนัก | สีน้ำตาลแดง | จุดกระจาย | เศษซากเส้นใยพืชที่เป็นอินทรียวัตถุจำนวนเล็กน้อย | ●แบบท่อ ●แบบโพรงขนาดใหญ่ | 2 | เนื้อดอกห่างๆ-เนื้อดอกชิ | แบบเส้นไม่ต่อเนื่อง |
| 3 | 20:80 | ควอตซ์เม็ดเดี่ยว | ●ทรายแป้ง-เม็ดทรายขนาดกลางร่วมด้วย | แหลมคม | ●แร่เฟลด์สปาร์ ●เศษแร่ควอตซ์ที่แตกหัก ●เศษเซิร์ตอีกเล็กน้อย●แร่ไบโอไทต์ที่กำลังสลายตัวสูง | ไม่ดีนัก | สีน้ำตาลเทา-สีน้ำตาล | จุดกระจาย | ●เศษซากเส้นใยพืชที่เป็นอินทรียวัตถุ ●อินทรีย วัตถุที่เป็นจุดกระจาย | ●แบบท่อ ●แบบแตกรานแบบสั้นๆ *ช่องว่างเหล่านี้มีการจัดเรียงตัวขนานไปในทิศทางเดียว กัน | 2 | เนื้อดอกห่างๆ-เนื้อดอกชิด | ●แบบขนานไปในทิศทางเดียวกัน ●ผิวภาชนะหนาประมาณ 100 ไมครอน : มองไม่เห็นการจัดเรียงตัว |

Prince of Songkla University Pattani Campus

| องค์ประกอบแร่ธาตุพื้นฐาน | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NO | สัดส่วน ย/ล 10 ไมครอน | แร่หลัก | อนุภาค (ไมครอน) | รูปร่าง ของแร่ | แร่อื่นๆ | ระดับการคัดขนาด | องค์ประ กอบแร่เนื้อละเอียด | | รูปร่างของอินทรียวัตถุ | รูปแบบช่องว่างในดิน | ปริมาณช่องว่าง ในดิน (%) | ลักษณะเนื้อดิน | การจัดเรียงตัว |
| | | | | | | | สีเนื้อภาชนะ | ลักษณะเนื้อดิน | | | | | |
| 4 | 25:75 | ควอตซ์ เม็ดเดี่ยว | ●ทรายเนื้อละเอียด-เม็ดทรายเนื้อหยาบ | แหลมคม | ●เศษแร่ไมกา ประเภทมัสโคไวต์และไบโอไทต์ | ปานกลาง | สีน้ำตาลแดง | จุดกระจาย | เศษซากเส้นใยพืชที่เป็นอินทรียวัตถุ | ●แบบโพรง | 2 | เนื้อดอกชิด | แบบเป็นเส้นต่อเนื่อง |
| 5 | 10:90 | ควอตซ์ เม็ดเดี่ยว | ●ทรายแป้ง-เม็ดทรายขนาดกลาง | แหลมคม | ●แร่เซอร์ไรไซต์<br>●แร่เฟลด์สปาร์ | ไม่ดีนัก | สีเทาเหลืองอ่อน | ดินล้วนๆ | ●แบบจุดเล็กน้อย<br>●แบบสารอสัณฐานเนื้อละเอียด | ●แบบโพรง | 2 | เนื้อดอกห่างๆ | แบบเส้นไม่ต่อเนื่อง |
| 6 | 5:95 | ควอตซ์ เม็ดเดี่ยว | ●เม็ดทรายเนื้อละเอียด-เม็ดทรายเนื้อหยาบ | แหลมคม | ●แร่ไมกา | ปานกลาง | สีน้ำตาลแดง | จุดกระจาย | ●เศษซากเส้นใยพืชที่เป็นอินทรีย วัตถุเล็กน้อย<br>●แบบจุด | ●แบบโพรง<br>●แบบท่อ | 5 | เนื้อดอกห่างๆ | แบบเส้นต่อเนื่อง |
| 7 | 10:90 | ควอตซ์ เม็ดเดี่ยว | ●ทรายแป้ง-เม็ดทรายเนื้อหยาบ | แหลมคม | ●แร่ไมกา<br>●แร่ควอตซ์ที่มีหลายผลึก<br>●เศษหินแกรนิต | ไม่ดีนัก | สีน้ำตาลเหลือง | จุดกระจาย | - | ●แบบโพรง<br>●ช่องว่างที่มีรูปร่างไม่แน่นอน | 5 | เนื้อดอกห่างๆ-เนื้อดอกชิด | แบบเส้นไม่ต่อเนื่อง |

Prince of Songkla University Pattani Campus

| องค์ประกอบแร่ธาตุพื้นฐาน | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NO | สัดส่วน ย/ล 10 ไมครอน | แร่หลัก | อนุภาค (ไมครอน) | รูปร่าง ของแร่ | แร่อื่นๆ | ระดับการคัดขนาด | องค์ประกอบแร่เนื้อละเอียด | | รูปร่างของอินทรียวัตถุ | รูปแบบช่องว่างในดิน | ปริมาณช่องว่างในดิน (%) | ลักษณะเนื้อดิน | การจัดเรียงตัว |
| | | | | | | | สีเนื้อภาชนะ | ลักษณะเนื้อดิน | | | | | |
| 8 | 20:80 | ควอตซ์ เม็ดเดี่ยว | ●ทรายแป้ง-เม็ดทรายขนาดกลาง พบเป็นลักษณะเด่น<br>●เม็ดทรายเนื้อหยาบมาก | แหลมคม-ค่อนข้างกลมมน | ● แร่เฟลด์สปาร์ | ไม่ดีนัก | สีเทา | จุดๆ | ●สารอสัณฐานเนื้อละเอียด<br>●แบบจุดกระจาย<br>●อินทรียวัตถุที่มีอนุภาคขนาดเท่าสาร แขวนลอย | ●แบบแตกรานแบบสั้นๆ<br>●แบบโพรง | 5 | เนื้อดอกห่างๆ-เนื้อดอกชิด | แบบเส้นไม่ต่อเนื่องแบบจางๆ -มองไม่เห็นการจัดเรียงตัว |
| 9 | 15:85 | ควอตซ์ เม็ดเดี่ยว | ●ทรายแป้ง-เม็ดทรายขนาดกลาง เล็กน้อย | แหลมคม | ●แร่เซอร์ริไซด์<br>●แร่ไมกา<br>●เศษหินแกรนิตที่แตกหัก | ปานกลาง | สีเทาเหลือง | จุดๆ | ●สารอสัณฐานเนื้อละเอียด-อินทรียวัตถุแบบจุด<br>●แบบสารอสัณฐานเนื้อละเอียด | ●แบบท่อที่มีการจัดเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกัน | 5 | เนื้อดอกห่างๆ-เนื้อดอกชิด | แบบเส้นไม่ต่อเนื่อง |

Prince of Songkla University Pattani Campus

| องค์ประกอบแร่ธาตุพื้นฐาน | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NO | สัดส่วน ย/ล 10 ไมครอน | แร่หลัก | อนุภาค (ไมครอน) | รูปร่าง ของแร่ | แร่อื่นๆ | ระดับการคัดขนาด | องค์ประกอบแร่เนื้อละเอียด | | รูปร่างของอินทรียวัตถุ | รูปแบบช่องว่างในดิน | ปริมาณช่องว่างในดิน (%) | ลักษณะเนื้อดิน | การจัดเรียงตัว |
| | | | | | | | สีเนื้อภาชนะ | ลักษณะเนื้อดิน | | | | | |
| 10 | 20:80 | ควอตซ์เม็ดเดี่ยว | ●ทรายแป้ง-เม็ดทรายขนาดกลาง<br>●เม็ดทรายเนื้อหยาบ | แหลมคม | ●แร่เซอร์ริไซด์<br>●แร่ไมกา<br>●แร่เฟลด์สปาร์ | ไม่ดีนัก | สีเหลืองอ่อน | จุดกระจาย | ●เศษซากเส้นใยพืชที่เป็นอินทรียวัตถุเล็กน้อย<br>●อินทรียวัตถุแบบจุดกระจาย | ●แบบท่อ<br>●แบบโพรงขนาดใหญ่ | 2 | เนื้อดอกห่างๆ-เนื้อดอกชิด | แบบเส้นไม่ต่อเนื่อง |

Prince of Songkla University Pattani Campus