

ดินชาวแบบฉบับหาดส้มแป้น ระนอง

2.1 ที่ตั้งและการเข้าถึงแหล่งดินชาว

ดินชาวที่นำมาศึกษาวิจัย ได้มาจากเหมืองดินชาวของห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลจุฬารัตน (ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลเหมืองแร่ดินชาวทุ่งครุระนอง รับช่วงการทำเหมือง) ประทานบัตร เลขที่ 9505/11729 ที่ตำบลหาดส้มแป้น อำเภอเมืองระนอง จังหวัดระนอง ประทานบัตรนี้ ตั้งอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ชุด แอล 7017 ระวัง ที่ 4728 I ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.1 โดยมีค่าพิกัดฉาก ยูทีเอ็ม ที่มุมหมายเลข 1 ของประทาน บัตร พิกัดเหนือ 1,097,456.074 เมตร พิกัดตะวันออก 466,400.556 เมตร

การเดินทางเข้าถึงเหมืองดินชาว โดยรถยนต์ไปตามทางหลวงจังหวัดหมายเลข 4005 (ระนอง-หาดส้มแป้น) ซึ่งเลียบขนานไปกับคลองหาดส้มแป้น ถึงตลาดหาดส้มแป้น ห่างจากจังหวัด ระนองประมาณ 7 กิโลเมตร จากนั้นเดินทางต่อไปตามถนนลูกรังสายหาดส้มแป้น-บ้านทุ่งคา จาก ตลาดหาดส้มแป้นถึงเหมือง ระยะทางประมาณ 6 กิโลเมตร

2.2 ธรณีวิทยาแหล่งดินชาวแบบฉบับหาดส้มแป้น ระนอง

จังหวัดระนอง ตั้งอยู่ทางภาคใต้ฝั่งตะวันตกตอนบนของประเทศไทย อยู่ห่างจากกรุง เทพมหานครตามเส้นทางทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (เพชรเกษม) ประมาณ 564 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 3,426 ตารางกิโลเมตร มีความยาวประมาณ 195 กิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศ เป็นเทือกเขาเรียวยาววางตัวอยู่ในแนวเกือบเหนือใต้ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาและที่ราบระหว่าง หุบเขา หาดส้มแป้นเป็นตำบลเล็ก ๆ ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกของจังหวัดระนอง มีประวัติการทำ เหมืองแร่ย้อนหลังไปไม่น้อยกว่า 140 ปี แร่ที่ผลิตออกมาได้แก่ แร่ดีบุกและแร่พลวง ทั้งจาก แหล่งแร่แบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ สำหรับดินชาวจากบริเวณแหล่งแร่หาดส้มแป้นนี้ เพิ่งเริ่มพัฒนา และมีผลผลิตภายในระยะเวลา 10 ปีเศษนี้เอง



รูปที่ 2.1 ที่ตั้งเหมืองดินขาวตามแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร ชุด แอล 7017 ระวาง ที่ 4728 I (39)

2.2.1 ธรณีประวัติแหล่งแร่หาคัดสัมปaign

ประวัติทางธรณีวิทยาบริเวณแหล่งแร่หาคัดสัมปaign สามารถเรียงตามอายุการกำเนิดได้ดังต่อไปนี้ (40)

1. หลักฐานทางธรณีวิทยาที่เก่าแก่ที่สุดในบริเวณนี้เท่าที่พบเห็น คือ หินชั้นชุดภูเก็ท (Phuket Series) ซึ่งสะสมและวางตัวทับอยู่บนขอบด้านตะวันออกของธรณีแอ่งตัว (Geosycline) ยุคแคมเบรียน ถึงอัปเปอร์แคมเบรียน (Cambrian - Upper Cambrian) หินชั้นชุดนี้ไม่พบแร่ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจเลย
2. ในยุคครีเทเชียส (Cretaceous) ซึ่งเป็นยุคที่เกิดขบวนการก่อเทือกเขา (Orogeny) หินแกรนิต ซึ่งเป็นหินแม่ของแร่ดีบุก ได้ดันตัวยกตัว และแทรกขึ้นมาในหินชั้นชุดภูเก็ท ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเปลือกโลกขึ้น และเกิดขบวนการแอลไบติเซชัน (Albitization) เป็นบริเวณกว้าง ซึ่งการกำเนิดแหล่งแร่ดีบุกในบริเวณนี้มีความสัมพันธ์กับขบวนการนี้อย่างมาก
3. เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเพราะไอรอน (Pneumatolytic Activity) ทางขอบด้านตะวันออกของหินแกรนิต ทำให้ส่วนประกอบทางเคมีในหินแกรนิตเปลี่ยนแปลงไปเป็น หินทัวร์มาลีนแกรนิต เนื้อปานกลาง (Medium - Grained Tourmaline Granite) ในเวลาเดียวกันนี้เกิดขบวนการแอลไบติเซชัน เป็นบริเวณเล็ก ๆ เป็นครั้งที่สอง และแร่ดีบุกได้แทรกตัวกระจุกกระจายเข้าไปในหิน บางส่วนแยกตัวออกมาทำให้เกิดสายแร่ดีบุก และแหล่งแร่ดีบุกชั้น นอกจากนี้แอพลิต (Aplite) ก็เกิดขึ้นในช่วงเวลานี้เช่นกัน
4. ขบวนการกำเนิดเพกมาไทต์ (Pegmatitization) ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงสุดท้ายของการเย็นตัวของหินหนืด (Magma) มีแร่เฟลด์สปาร์ ควอร์ตซ์ และไมกา เป็นสำคัญ ในสายเพกมาไทต์นี้ มักพบแร่มีค่า เช่น ดีบุก วุลแฟรม และแร่หายากจำพวกโคโลมเบียม แทนทาลัม ด้วย
5. ขบวนการเคโอลิไนเซชัน (Kaolinization) เกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้าง ในขณะเดียวกันบางบริเวณก็เกิดขบวนการซิลิซิฟิเคชัน (Silicification) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในหินแกรนิตเดิมอย่างมาก ส่วนใหญ่หินแกรนิตเดิมจะกลายเป็นหินแกรนิตดัด (Altered Granite) โดยขบวนการเคโอลิไนเซชัน และดินขาวซึ่งแปรสภาพมาจากแร่เฟลด์สปาร์ ก็มีการกำเนิดในช่วงเวลานี้
6. เกิดการเคลื่อนไหวตัวของเปลือกโลกตามแนวรอยเลื่อน (Faulting Movement) ทำให้สายควอร์ตซ์ขนาดเล็กแทรกตัดผ่านชุดหินที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

7. เกิดรอยแยก (Joint) ในหินแกรนิตส่วนบนใกล้รอยสัมผัสกับหินชั้นชุดยูเกิร์ต ซึ่งรอยแยกนี้ได้ตัดผ่านสายควอร์ตซ์ และ เฟกมาไทต์ แสดงถึงการกำเนิดหลังสุด

8. เกิดการปรับตัว ยกตัว (Uplift) ของเปลือกโลก แล้วขบวนการผุพังอยู่กับที่ (Weathering) และการกร่อน (Erosion) ตามขบวนการของธรรมชาติก็ดำเนินการมาเรื่อย ๆ จนถึงปัจจุบัน

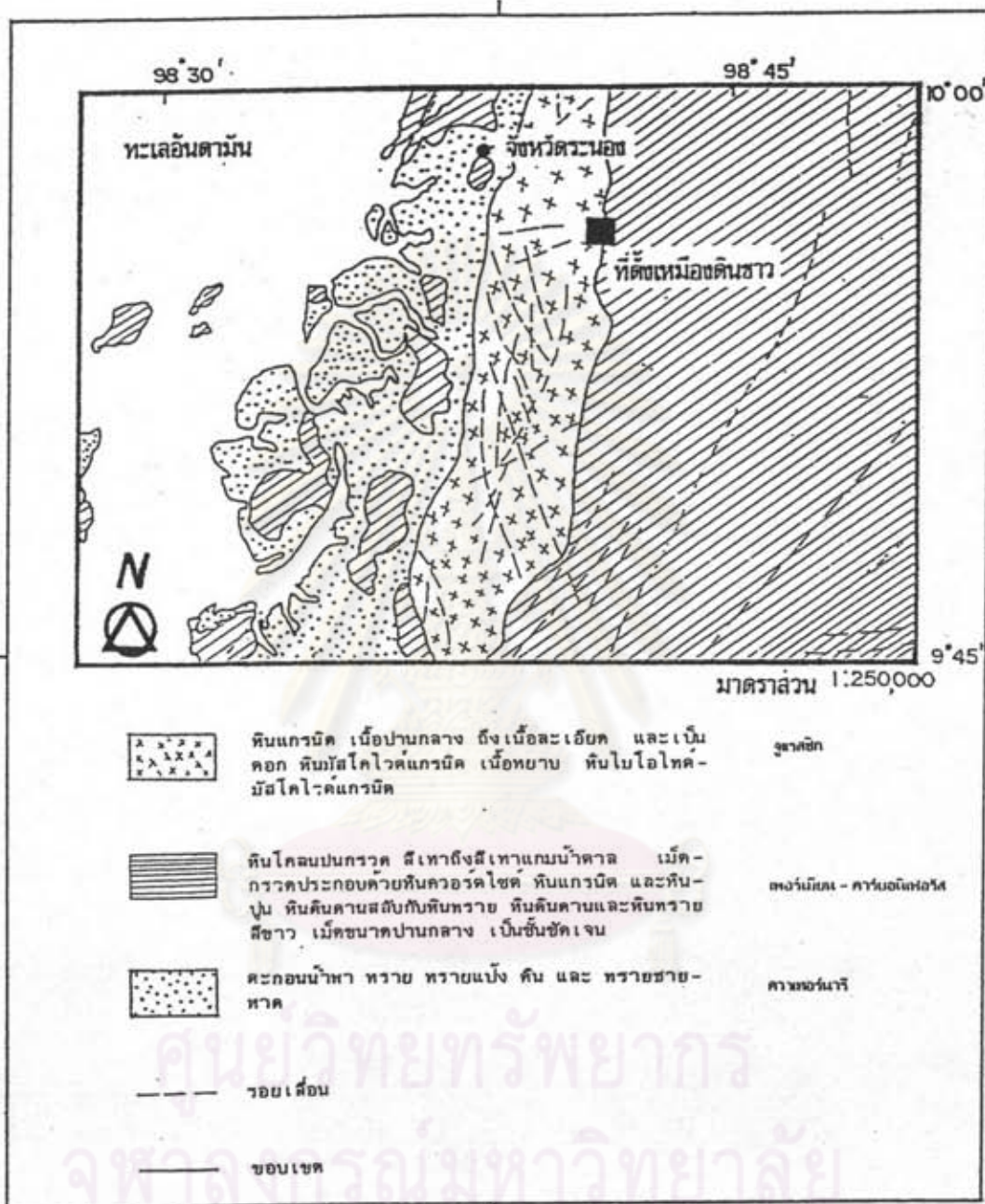
2.2.2 ธรณีวิทยาแหล่งแร่หาคัดสัมปັນ

ลักษณะทางธรณีวิทยาบริเวณจังหวัดระนอง (41-43) ประกอบไปด้วยหินแกรนิต ยุคจูแรสซิก (Jurassic) หินชั้นหน่วยแก่งกระจาน ยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส (Permian - Carboniferous) รวมถึงตะกอนน้ำพาและทรายชายหาด ยุคควาเทอร์นารี (Quaternary) ดังที่ได้แสดงไว้ในแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดระนอง รูปที่ 2.2

หินแกรนิต ประกอบไปด้วย หินแกรนิตเนื้อปานกลางถึงเนื้อละเอียดและเป็นดอก หินมีสโคไวต์แกรนิต เนื้อหยาบ หินไบโอไทต์-มีสโคไวต์แกรนิต การวางตัวของหินแกรนิตจะอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ในขณะที่รอยเลื่อนใหญ่ (Major Faults) และรอยแตก (Fracture) มีทิศทางการวางตัวไม่แน่นอน แต่ส่วนใหญ่แล้วมีทิศทางในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ - ตะวันออกเฉียงใต้ และ ตะวันออกเฉียงเหนือ - ตะวันตกเฉียงใต้

หินชั้น ประกอบไปด้วย หินโคลนปนกรวด สีเทาถึงสีเทาแกมน้ำตาล เม็ดกรวดประกอบด้วยหินควอร์ตซ์ ไซต์ หินแกรนิต และหินปูน นอกจากนี้ยังมีหินดินดานสลับกับหินทราย หินดินดานและหินทรายเป็นสีเทา เม็ดขนาดปานกลาง เป็นชั้นชัดเจน หินชั้นเหล่านี้บางส่วนที่อยู่ใกล้รอยสัมผัสกับชุดหินแกรนิตจะถูกแปรไปเป็นหินชนวน หินชนวนปนกรวด หินฟิลไลต์ และหินควอร์ตซ์ไซต์

ส่วนบริเวณพื้นที่ที่เหลือ จะเป็นพวกตะกอนน้ำพา ทราย ทรายแป้ง ดิน และทรายชายหาด



รูปที่ 2.2 แผนที่ธรณีวิทยา จังหวัดระนอง (41)

แหล่งแร่หาคัดสัมปັນ (40) ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของสต็อคหินไบโอไทต์แกรนิต เนื้อดอก (Porphyritic Biotite-Granite Stock) ซึ่งถูกวางทับโดยหินชั้นหน่วยแก่กระจาน สามารถแบ่งชุดหินในบริเวณแหล่งแร่หาคัดสัมปັນได้ดังนี้คือ

2.2.2.1 หินชั้นหน่วยแก่กระจาน ซึ่งเป็นชุดหินเก่าแก่ที่สุดในบริเวณนี้ ถูกแปรสภาพโดยการกระทำของความร้อน แปรไปเป็น หินชนวน หินชนวนปนกรวด หินฟิลไลต์ และหินควอร์ตไซต์ หินชั้นชุดนี้มีมุมเท (Dip) ไปทางทิศตะวันออก ซึ่งเป็นผลมาจากการยกตัวของหินแกรนิตที่มีทิศทางการวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ การวางตัวของหินชั้นชุดนี้ โดยปกติจะวางตัวทับบนหินแกรนิตเนื้อปานกลาง ยกเว้นทางตอนเหนือและใต้ของแหล่งแร่ ซึ่งจะวางทับบนหินแกรนิตเนื้อหยาบ หรือ หินแกรนิตเนื้อดอก สำหรับบริเวณรอยสัมผัสกับหินแกรนิตส่วนใหญ่จะพบหินไมกาชีสต์ และหินฟิลไลต์

2.2.2.2 หินอัคนี ในบริเวณแหล่งแร่หาคัดสัมปັນนี้ มีส่วนประกอบทางเคมีของหินซึ่งสามารถชี้ชัดได้ว่าเป็นหินอัคนีกรด (Acid Rock) และส่วนใหญ่จะเป็นหินแกรนิต สามารถแบ่งชนิดของหินแกรนิตออกได้ 3 ประเภท คือ

1. หินไบโอไทต์แกรนิต เนื้อดอก (Porphyritic Biotite Granite) ซึ่งเป็นหินแม่ในบริเวณนี้ มีแร่ไบโอไทต์เป็นองค์ประกอบสำคัญ การเปลี่ยนแปลงของหินชุดนี้จะค่อย ๆ เปลี่ยนกลายมาเป็น หินทัวร์มาลีนแกรนิต เนื้อหยาบ เมื่อใกล้บริเวณการสะสมตัวของแร่ดีบุก

2. หินทัวร์มาลีนแกรนิต เนื้อหยาบ (Coarse-Grained Tourmaline Granite) พบอยู่ในบริเวณด้านข้างของการเปลี่ยนแปลงของหินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก กับหินแกรนิตเนื้อปานกลาง แร่ที่พบเห็นได้ง่ายในหินชนิดนี้คือ แร่ทัวร์มาลีนและแอลคาไลเฟลด์สปาร์

3. หินแกรนิตเนื้อปานกลาง (Medium-Grained Granite) ซึ่งเป็นมวลหินที่แท้จริง (Real Rock mass) ของแหล่งแร่หาคัดสัมปັນ มีลักษณะเป็นแผ่นมวลหิน (Sheet-Like Mass) และระนาบส่วนบนของมวลหินชุดนี้ค่อนข้างสม่ำเสมอเนื่องจากถูกควบคุมโดยการปูดตัวของชั้นหิน (Stratification) หน่วยแก่กระจาน มวลหินชุดนี้มีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของแร่แอลไบต์ในเนื้อหินอย่างมาก

หินชุดนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท ตามระยะทางที่อยู่ห่างจากสายแร่ดีบุก คือ

ก. หินทัวร์มาลีนแกรนิต เนื้อปานกลาง (Medium-Grained Tourmaline Granite) ซึ่งมีแร่ทัวร์มาลีนเป็นแร่ประกอบหลัก แต่อย่างไรก็ตาม แร่ทัวร์มาลีน

จะลดลง และไมกาขาวจะเพิ่มขึ้น เมื่อหินชนิดนี้มีการแปรสภาพโดยขบวนการเคโอลิไนเซชัน บริเวณที่เกิดขบวนการเคโอลิไนเซชันส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณส่วนบนระหว่างรอยสัมผัสของหินแกรนิต และหินชั้น และขนานไปกับแนวของหินชั้นที่ปิดทับอยู่

ข. หินบริเวณแทรกหินชั้น (Transition Zone) จะมีปริมาณแร่ทัวร์มาลีนลดลง ไมกาขาวเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับหินทัวร์มาลีนแกรนิต เนื้อปานกลาง ซึ่งเป็นตัวชี้ให้เห็นว่า ได้เข้าใกล้สายแร่ดีบุกแล้ว

ค. หินบริเวณรอยสัมผัสกับสายแร่ดีบุก จะประกอบไปด้วยแร่ไมกาขาว และควออตซ์ เป็นส่วนใหญ่

ง. หินบริเวณสายแร่ดีบุก ส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยแร่ควออตซ์ และหินแกรนิตผุ (Altered Granite) ซึ่งประกอบไปด้วยแร่ควออตซ์ ไมกาขาว และดินขาว ซึ่งแปรสภาพมาจากแร่เฟลด์สปาร์เนื่องจากขบวนการเคโอลิไนเซชัน นอกจากนี้หินแกรนิตบริเวณสายแร่ที่เกิดขบวนการซิลิซิฟิเคชัน จะประกอบด้วยแร่ควออตซ์ ทัวร์มาลีน และไมกาขาวเป็นส่วนใหญ่

จ. หินแอลไบต์แกรนิต (Albite Granite) ซึ่งมี แร่แอลไบต์ควออตซ์ และไมกาขาวเป็นแร่ประกอบหลัก จะไม่มีปริมาณของแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์หลงเหลืออยู่เลย

2.2.3 สีลาวรรณของหินต้นกำเนิดแหล่งดินขาวแบบฉบับหาดส้มแป้น

หินที่ให้กำเนิดแหล่งดินขาว หรือสัมพันธ์กับการเกิดแหล่งดินขาวที่หาดส้มแป้น (44-45) คือ หินมีส์โคไวต์ ทัวร์มาลีนแกรนิต เนื้อปานกลาง โดยแปรเปลี่ยนมาจากหินไบโอไทต์แกรนิต เนื้อดอก ซึ่งเป็นหินแม่ส่วนใหญ่ในบริเวณนี้ การแปรเปลี่ยนเกี่ยวข้องกับขบวนการแก๊สร้อน ซึ่งทำให้เกิดขบวนการทัวร์มาลีนไนเซชัน (Tourmalinization) เคโอลิไนเซชัน (Kaolinization) แอลไบต์ไนเซชัน (Albitization) และ ซิลิซิฟิเคชัน (Silicification) และที่สำคัญคือ เกิดแหล่งแร่ดีบุก (Tin Mineralization) ในบริเวณนี้ด้วย

หินมีส์โคไวต์ ทัวร์มาลีนแกรนิต ในขณะที่ยังสดอยู่จะมีสีขาว ขนาดเม็ดแร่ปานกลาง แต่มีจุดประของแร่ทัวร์มาลีนสีดำกระจายอยู่บ้างน้อยบ้างเห็นเด่นชัด แร่หลักที่ประกอบขึ้นในหินนี้ คือ เฟลด์สปาร์ ทั้งชนิดโซเดียมและโพแทสเซียม ควออตซ์ มีส์โคไวต์ และทัวร์มาลีน แร่รองอื่น ๆ ที่พบมี ฟลูออไรต์ เซอร์คอน สฟีน และอะพาไทต์

แร่โซเดียมเฟลด์สปาร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จะเป็นชนิดแอลไบต์ที่เป็นผลึกยาวเกือบสมบูรณ์ มักแสดงแอลไบต์ทวิน โฟแทสเซียมเฟลด์สปาร์ที่พบเป็นชนิดไมโครโคลน เข้าแทนที่ออร์โทเคลส โซเดียมเฟลด์สปาร์มักเปลี่ยนไปเป็นมีสโคไวต์และเคโอลินได้ง่ายกว่าโฟแทสเซียมเฟลด์สปาร์

แร่มีสโคไวต์ที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. แร่มีสโคไวต์ชนิดที่ I มักเกิดเป็นผลึกขนาดใหญ่ มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5-2 มม. ปกติมักเกิดร่วมกับผลึกแร่เฟลด์สปาร์ และควอร์ตซ์ บ่อยครั้งแสดงการโค้งงอของผลึก มักพบแร่เซอร์คอนผลึกเล็ก ๆ ผิวดำอยู่ในผลึกมีสโคไวต์ชนิดที่ I นี้ด้วย แร่มีสโคไวต์ชนิดที่ I นี้ บางผลึกจะมีสีออกน้ำตาลแดง และมีมุม 2V ค่อนข้างเล็ก หลักฐานนี้อาจแสดงว่ามีสโคไวต์ชนิดที่ I อาจแปรเปลี่ยนมาจากแร่ไบโอไทต์เดิมของหินไบโอไทต์แกรนิตก็ได้

2. แร่มีสโคไวต์ชนิดที่ II มักเกิดเป็นผลึกขนาดเล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 0.2 มม. ปกติมักพบอยู่ตามรอยแตกหรือแทนที่ภายในผลึกเฟลด์สปาร์ โดยเฉพาะแร่โซเดียมเฟลด์สปาร์ ในบางครั้งจะพบหลักฐานการเปลี่ยนจากแร่เฟลด์สปาร์ไปเป็นแร่มีสโคไวต์ชนิดที่ II และเปลี่ยนไปเป็นแร่เคโอลินได้อย่างชัดเจนภายใต้กล้องจุลทรรศน์

แร่ควอร์ตซ์มักเกิดเป็นผลึกที่มีหน้าผลึกไม่สมบูรณ์ เพราะเป็นแร่ที่เกิดทีหลังแทรกอยู่ตามช่องว่างที่เหลืออยู่ระหว่างแร่ที่เกิดก่อน ผลึกแร่ควอร์ตซ์บ่อยครั้งแสดงการมิดไม่สม่ำเสมอ (Undulatory Extinction) มักมีการตกผลึกใหม่เป็นผลึกเล็ก ๆ บริเวณขอบของผลึกโต

แร่ทัวร์มาลีนมักเกิดเป็นผลึกแท่งยาวขนาดใหญ่หลาย มม. มีขอบหยัก แร่ฟลูออไรต์พบอยู่ภายในแร่โซเดียมเฟลด์สปาร์เป็นส่วนใหญ่ และอาจอยู่ร่วมกับแร่มีสโคไวต์ชนิดที่ II หลักฐานนี้อาจแสดงว่า การเปลี่ยนแปลงของแร่เฟลด์สปาร์ในกระบวนการแอลไบติเซชัน หรือมีสโคไวติเซชัน มีการเติมธาตุโซเดียมหรือโพแทสเซียมแล้วดึงเอาธาตุแคลเซียมออก ธาตุแคลเซียมส่วนหนึ่งอาจไปรวมกับธาตุฟลูออรีนจากน้ำร้อน เกิดเป็นแร่ฟลูออไรต์อยู่ภายในผลึกแร่โซเดียมเฟลด์สปาร์

2.2.4 การกำเนิดของดินขาวแบบฉบับภาคลัมแป็น

การกำเนิดของดินขาวแบบฉบับภาคลัมแป็น (40, 46-48) เป็นผลเนื่องมาจากกระบวนการเคโอลิไนเซชัน โดยที่แก๊สร้อนจากหินแม่จะเข้าไปทำปฏิกิริยากับแร่เฟลด์สปาร์ใน

หินแกรนิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งหินมีสโคไวต์ ทิวร์มาลีนแกรนิต เนื้อปานกลาง แล้วละลายเอาพวก แอลคาไลน์ออกจากแร่เฟลด์สปาร์ สามารถแบ่งชนิดของชบวนการเคโอลิไนเซชัน ตามบริเวณ และโครงสร้างของชุดหินที่ถูกทำปฏิกิริยาโดยแก๊สร้อนออกได้ 3 ประเภท คือ

1. ชบวนการเคโอลิไนเซชันที่เกิดขึ้นบริเวณรอยสัมผัสช่วงบนระหว่างหินชั้น หน่วยแก่งกระจางกับหินแกรนิต เนื้อปานกลาง

2. ชบวนการเคโอลิไนเซชันที่เกิดขึ้นบริเวณข้างเคียงสายแร่ เช่นสายแร่ ควอร์ตซ์ เป็นต้น

3. ชบวนการเคโอลิไนเซชันที่เกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้าง มีรูปร่างและขอบเขตไม่แน่นอน และมวลหินทั้งหมดดูเหมือนว่าจะถูกแทรกซึมด้วยแก๊สร้อนไปทั่ว ซึ่งชบวนการเคโอลิไนเซชันแบบนี้จัดว่าเป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดของแหล่งแร่หัดสัมเป็น

กรรมวิธีแห่งการกำเนิดดินขาวแบบบัทหัดสัมเป็น สามารถสรุปได้ว่า เป็นผลที่ได้จากการแปรสภาพของแร่ตระกูลอะลูมิโนซิลิเกต (Alumino-Silicates) ต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของหินแกรนิตโดยชบวนการแก๊สร้อน ไม่ใช่ชบวนการคาร์บอเนต (Carbonation) ซึ่งเป็นชบวนการที่แร่เฟลด์สปาร์ทำปฏิกิริยากับกรดคาร์บอนิก หรือชบวนการแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนซึ่งตกมากที่สุดของประเทศในจังหวัดระนองก็มีผลน้อยมากต่อกรรมวิธีการกำเนิดดินขาวแบบนี้

2.3 แร่ดินวิทยา

ดิน (Clays) (49-52) โดยทั่วไปหมายถึงวัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ที่มีลักษณะเหมือนดินซึ่งมีเนื้อละเอียด มีความเหนียวเมื่อเปียกน้ำ แข็งและแกร่งเมื่อแห้ง โดยปกติดินจะประกอบด้วยแร่ดิน (Clay Minerals) ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอน ปนกับสารอินทรีย์และแร่ชนิดอื่นที่ไม่ใช่แร่ดิน ได้แก่ ควอร์ตซ์ (Quartz) เฟลด์สปาร์ (Feldspar) โดโลไมต์ (Dolomite) แคลไซต์ (Calcite) ซีโอไลต์ (Zeolite) เหล็กออกไซด์ (Iron Oxides) แมงกานีสออกไซด์ (Manganese Oxides) ไทเทเนียมออกไซด์ (Titanium Oxide) และดินยังหมายรวมถึงหินดินดานด้วย

แร่ดิน (Clay Minerals) (50-55) โดยทั่วไปเป็นพวกไฮดรอกไซด์อะลูมิเนียมซิลิเกต (Hydrous Aluminous Silicates) ส่วนใหญ่มีผลึกอยู่ในระบบหนึ่งแกนเอียง (Monoclinic System) (49) มักมีไอออน (Ion) ของพวก Fe, Mg, Ca, K, Na และไอออนของตัวอื่นประกอบอยู่ด้วย แร่ดินส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มฟิลโลซิลิเกต (Phyllosilicates) ซึ่งมีโครง

สร้างเป็นแบบแผ่น (Sheet Structure) ยกเว้นพวกแอตตาปุลไกต์ (Attapulgite) ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างจับกันยาวเหมือนลูกโซ่ (Chain Silicates) สามารถแบ่งกลุ่มแร่ดินตามลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบทางเคมี (51-52) ดังนี้

2.3.1 กลุ่มแร่เคโอลิไนต์ (Kaolinite Group)

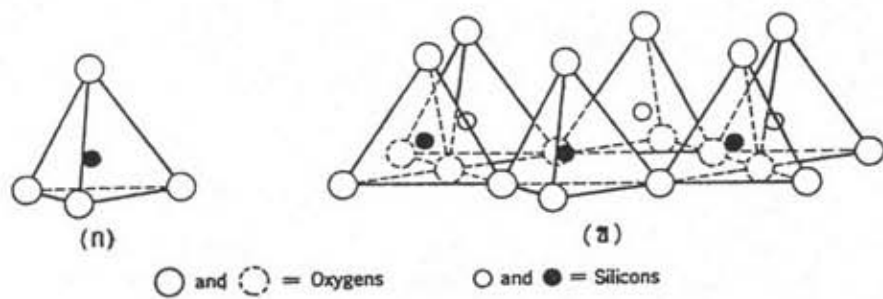
แร่กลุ่มนี้เป็นพวกไฮเดรตอะลูมิเนียมซิลิเกต (Hydrated Alumino Silicates) โดยทั่วไปมีส่วนประกอบเคมี $Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O$ เป็นอัตราส่วน 1:2:2 และมีโครงสร้างแบบซิลิเกต คือเป็นแผ่น ๆ ชนิด 1:1 แต่ละแผ่นวางตัวไม่สมมาตรกัน โดยมีแผ่นซิลิกาเตตราฮีดรัล (Silica Tetrahedral Sheet) ซึ่งแสดงไว้ในรูป 2.3 อยู่ด้านหนึ่ง และมีแผ่นอะลูมินาออกตาฮีดรัล (Alumina Octahedral Sheet) ซึ่งแสดงไว้ในรูป 2.4 อยู่อีกด้านหนึ่ง และในรูปที่ 2.5 กลุ่มไฮดรอกซิล (Hydroxyl) ของแผ่นออกตาฮีดรัล จับยึดกับออกซิเจนตรงฐานของแผ่นเตตราฮีดรัลแผ่นถัดไป ดังนั้นจะเห็นว่าแร่เคโอลิไนต์มีสองหน้า ซึ่งแต่ละหน้ามีส่วนประกอบทางเคมี และโครงสร้างต่างกัน โดยเฉพาะไม่มีการแทนที่ของไอออนประจุบวกของธาตุที่คล้ายคลึงกัน (Isomorphous Replacement of Cations) ในโครงสร้างของแร่ ซึ่งทำให้หน่วยเซลล์นี้มีประจุเป็นกลาง

กลุ่มแร่เคโอลิไนต์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

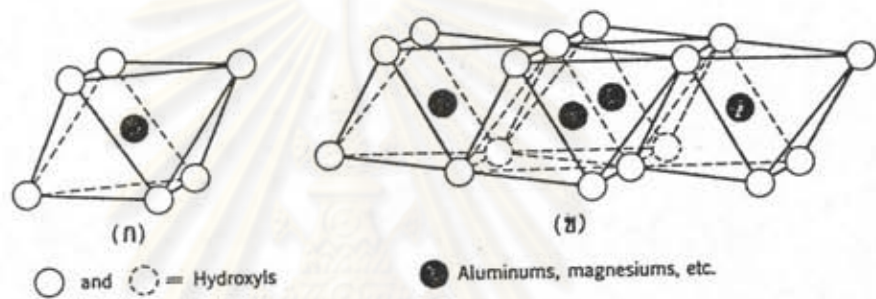
2.3.1.1 กลุ่มแร่ที่มีโครงสร้าง และส่วนประกอบทางเคมีคล้ายคลึงกับแร่เคโอลิไนต์ แร่กลุ่มนี้ได้แก่ เคโอลิไนต์ (Kaolinite) ดิสอเดอร์ เคโอลิไนต์ (Disordered and Poorly Crystalline Kaolinite) ดิกไคต์ (Dickite) และแนคริต (Nacrite)

1. เคโอลิไนต์ มีสูตรเคมีทั่วไปดังนี้ คือ $2 Al_2Si_2O_5(OH)_4$ โครงสร้างของเคโอลิไนต์ประกอบด้วยแผ่นซิลิกาเตตราฮีดรัลจับยึดกับแผ่นอะลูมินาออกตาฮีดรัล และวางซ้อนกันขึ้นไปตามแนวตั้ง ที่เรียกว่าแกน c ดังรูปที่ 2.5 และแต่ละแผ่นของอะลูมินาออกตาฮีดรัล และซิลิกาเตตราฮีดรัล จับยึดต่อเนื่องไปตามแนวนอน ที่เรียกว่า แกน a และ b เคโอลิไนต์มีรูปผลึกแบบไตรคลินิก (Triclinic)

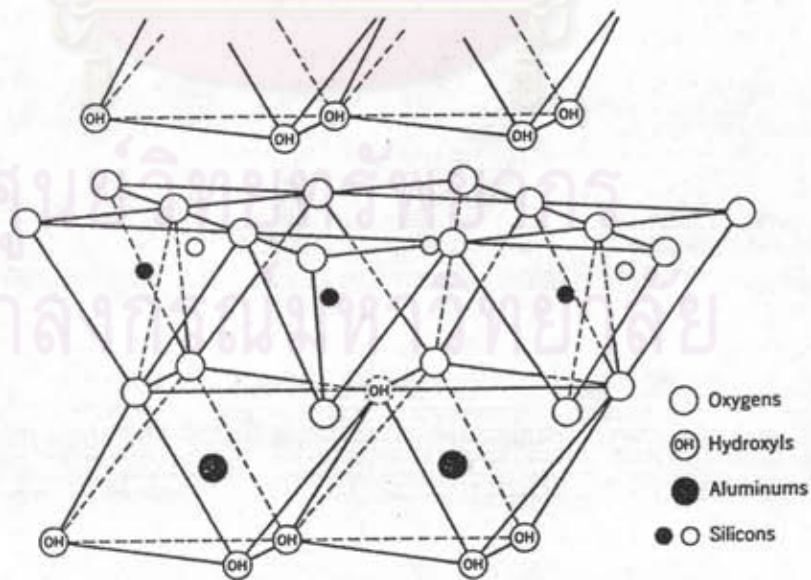
2. ดิสอเดอร์ เคโอลิไนต์ มีลักษณะเหมือนเคโอลิไนต์เกือบทุกประการ เว้นแต่อาจมีไอออนของธาตุตัวอื่น เช่นแมกนีเซียม เข้าไปแทนที่อะลูมิเนียมในแผ่นออกตาฮีดรัลได้บ้าง



รูปที่ 2.3 (ก) ซิลิกาเตทราฮีดรอล 1 หน่วย
 (ข) แผ่นซิลิกาเตทราฮีดรอล ซึ่งจัดเรียงตัวเป็นรูปโครงสร้างเฮกซาโกนอล (52)



รูปที่ 2.4 (ก) อะลูมิน่าออกตระฮีดรอล 1 หน่วย
 (ข) แผ่นอะลูมิน่าออกตระฮีดรอล (52)



รูปที่ 2.5 การจับยึดตัวของแผ่นอะลูมิน่าออกตระฮีดรอลกับแผ่นซิลิกาเตทราฮีดรอลของโครงสร้างของกลุ่มแร่เคโอลิไนต์ (52)

3. ดิกโคต และ แนโครต์ มีส่วนประกอบทางเคมีเหมือน เคโอลิไนต์ แต่ต่างกันตรงโครงสร้างที่เกี่ยวกับการวางตัวชั้นและต่อเนื่องของแผ่นซิลิกาเททราฮีดรอล และแผ่นอะลูมินาออกทระฮีดรอลเท่านั้น ดิกโคตและแนโครต์ มีรูปผลึกแบบโมโนคลินิก

2.3.1.2 กลุ่มแร่ที่มีส่วนประกอบทางเคมีคล้ายแร่เคโอลิไนต์ แต่มีโมเลกุลของน้ำเพิ่มขึ้น ได้แก่ แฮลลอยไซต์ (Halloysite) และ แอลโลเฟน (Allophane)

1. แฮลลอยไซต์ มีลักษณะโครงสร้างภายในคล้ายเคโอลิไนต์ จะแตกต่างกันตรงที่ ภายในโครงสร้างของแฮลลอยไซต์ มีโมเลกุลของน้ำแทรกเพิ่มมาอีก 2 โมเลกุล และ กลุ่มผลึกมีลักษณะเป็นแท่งยาว ซึ่งเห็นได้ชัดภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron Microscope) แฮลลอยไซต์จะกลายเป็นเมตาแฮลลอยไซต์ (Meta halloysite) ถ้าหากสูญเสียโมเลกุลของน้ำภายในโครงสร้าง

2. แอลโลเฟน ซึ่งประกอบไปด้วย ไฮดรอลอะลูมิโนซิลิเกต (Hydrous Alumino Silicate) มีส่วนประกอบของ SiO_2 และ Al_2O_3 โดยปกติจะเป็นอัตราส่วน 1:1 บางครั้งอาจเป็น 1:2 ก็ได้ แอลโลเฟนไม่มีรูปร่างเพราะว่าโครงสร้างของผลึกไม่แน่นอน

2.3.2 กลุ่มแร่สเมกโตต์ (Smectite Group)

กลุ่มแร่สเมกโตต์ มีส่วนประกอบทางโครงสร้างดังนี้

1. มีแผ่นออกทระฮีดรอล 1 แผ่น แทรกอยู่ระหว่างกลางของแผ่นเททราฮีดรอล 2 แผ่น ซึ่งเรียกรวมว่าชุดสามแผ่น (The Three Layer Packets) ลักษณะของแผ่นออกทระฮีดรอลที่แทรกอยู่นี้ เหมือนกับได้ชนวนที่ซ้อนอยู่ระหว่างแผ่นชนบิง 2 แผ่นนั่นเอง

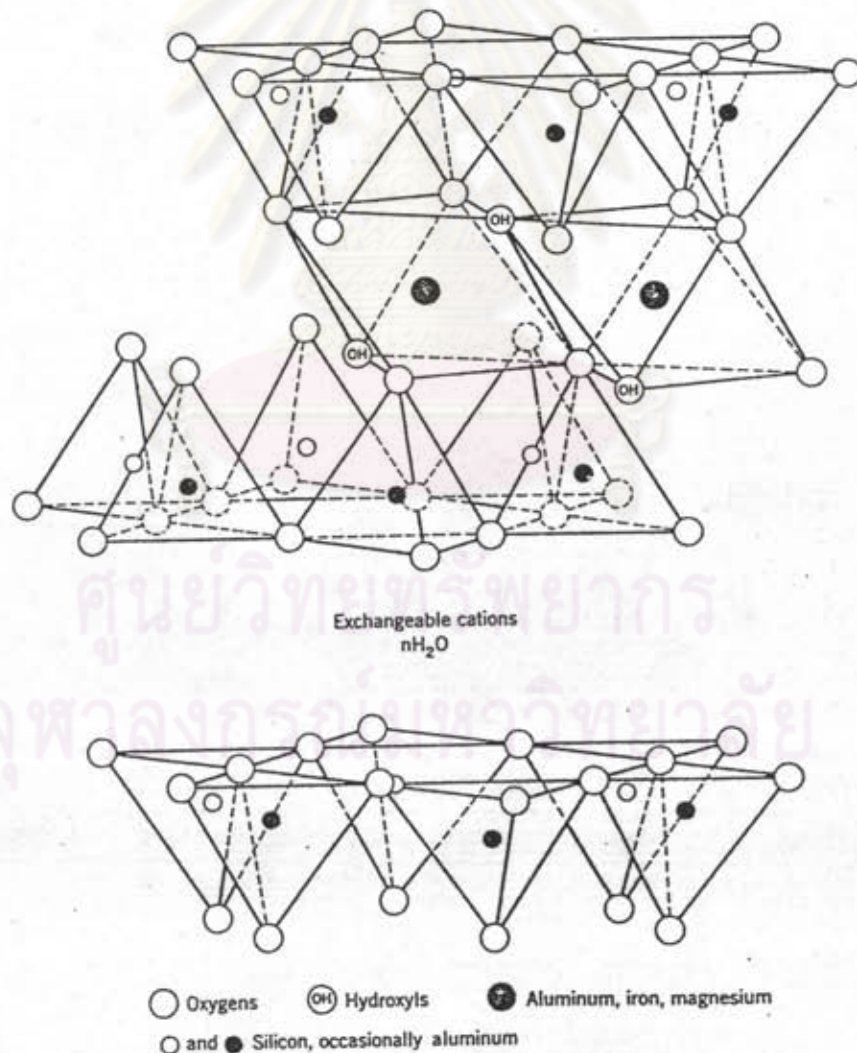
2. อาจมีแมกนีเซียมไปแทนที่อะลูมิเนียมในแผ่นออกทระฮีดรอล ได้บ้างและแต่ละชุดของชุดสามแผ่น ซึ่งยึดต่อเนื่องกันตามแนวตั้ง (แกน c) จะยึดกันอย่างหลวม ๆ โดยมีน้ำเป็นตัวกลางเชื่อมระหว่างหน่วย ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.6 โดยเหตุนี้เองจึงทำให้แกน c มีระยะไม่แน่นอน ระยะนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนน้ำที่เป็นตัวกลางอยู่ ถ้าน้ำมากแกน c ก็ขยายมาก ถ้าน้ำน้อยแกน c ก็ขยายน้อย

3. ระหว่างแต่ละหน่วยอาจมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น และอาจมีธาตุแคลเซียม และ โปแทสเซียมได้ จากการศึกษาของ Norrish (50) พบว่าโซเดียมมอนต์มอริลโลไนต์ (Sodium Montmorillonite) สามารถขยายตามแกน c ได้มากกว่า 40 Å ส่วนแคลเซียมมอนต์มอริลโลไนต์ (Calcium Montmorillonite) ที่มีน้ำในอัตรา 3 โมเลกุล ระยะแกน c จะมีค่า

ประมาณ 15.4 Å และถ้ามีการเพิ่มน้ำหรืออื่น ๆ เข้าไปจะทำให้ระยะแกน c ขยายได้อย่างมากที่สุด 18 Å เท่านั้น

แร่กลุ่มสเมกไตต์ มีสูตรทางเคมีโดยทั่วไป ดังนี้คือ $(OH)_4Al_4Si_8O_{20}nH_2O$ แร่กลุ่มนี้ได้แก่ Montmorillonite, Beidellite, Nontronite, Hectorite, Saponite, Saucanite และ Stevensite เป็นต้น

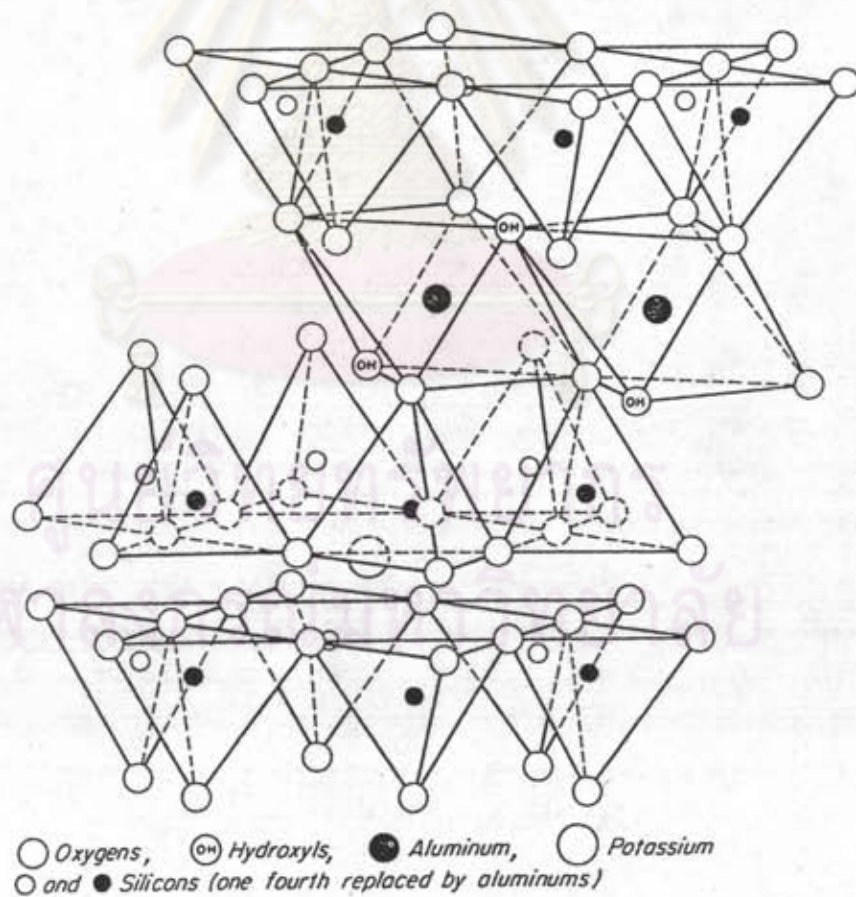
จากการศึกษาแรตดิน (Clay Minerals) ในยุคพาลีโอโซอิก (Palaeozoic) ไม่พบว่ามีกลุ่มแร่สเมกไตต์อยู่เลย แต่จากหินชั้นในยุคเมโสโซอิก (Mesozoic) จนถึงยุคใหม่พบว่ามีกลุ่มแร่สเมกไตต์ และดินดูดซับ (Absorbent Clay) บางชนิดอยู่ด้วย ซึ่งแร่ดังกล่าวนี้มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมาก



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของกลุ่มแร่สเมกไตต์ (52)

2.3.3 กลุ่มแร่อิลไลต์ (Illite Group)

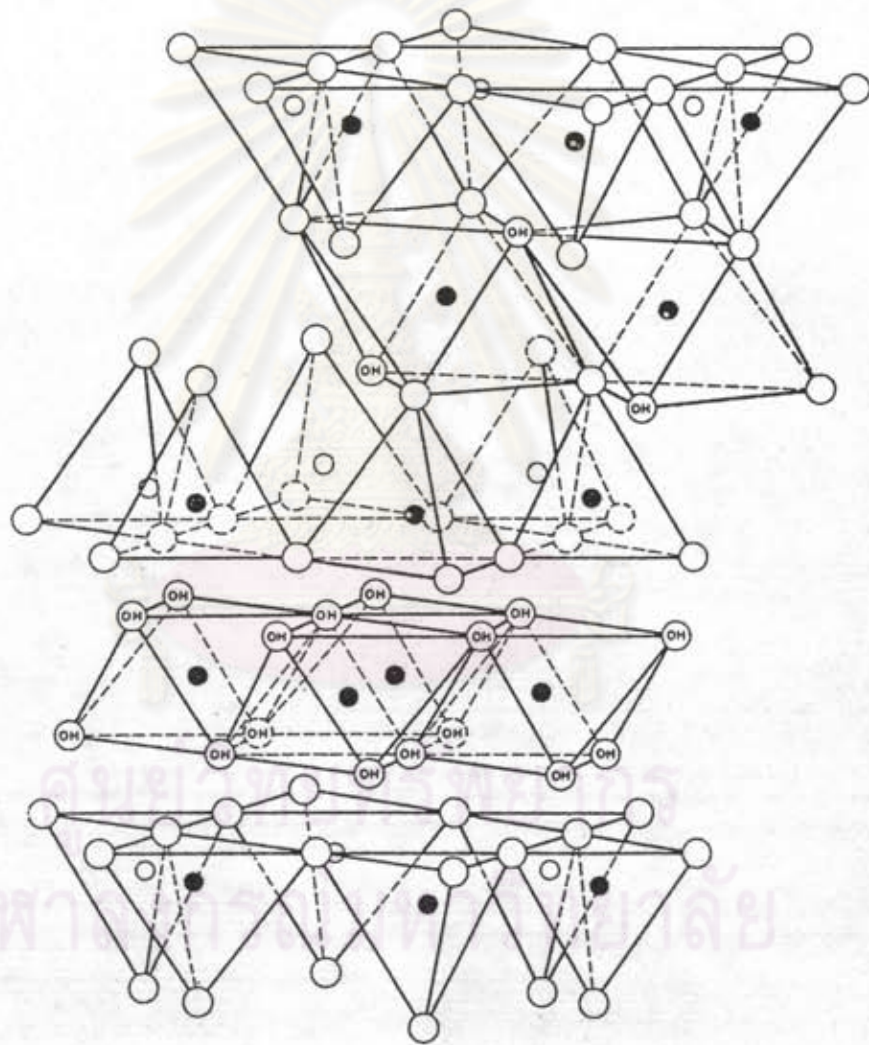
แร่อิลไลต์เป็นแร่ที่มีขนาดเล็ก และมีลักษณะคล้ายไมกา โครงสร้างของแร่อิลไลต์คล้ายรูปที่ 2.7 ซึ่งประกอบด้วยแผ่นออกตราระฮีดรัล 1 แผ่น แทรกอยู่ในระหว่างแผ่นเททราฮีดรัล 2 แผ่น และอาจจะมีอะลูมิเนียมเข้าไปแทนที่ซิลิกอนบางส่วนในแผ่นเททราฮีดรัลได้บ้าง อาจมีเหล็ก (Fe) และแมกนีเซียม (Mg) แทรกอยู่ในระหว่างรอยต่อของแต่ละชั้น และมีโพแทสเซียมโยงยึดอยู่ในช่องว่างระหว่างชุดสามแผ่นอย่างเหนียวแน่น โดยปกติแล้วอิลไลต์จะไม่มีการขยายตัว ยกเว้นเมื่อเกิดการสูญเสียโพแทสเซียมไป จึงทำให้น้ำสามารถเข้าไปแทรกอยู่ในระหว่างชุดได้ ดังนั้นอิลไลต์ที่สูญเสียโพแทสเซียมไปจึงสามารถขยายตัวได้ แร่อิลไลต์มีสูตรเคมีโดยทั่วไปดังนี้ คือ $(\text{OH})_4\text{K}_y(\text{Si}_{8-y}\text{Al}_y)(\text{Al}_4\text{Fe}_4\text{Mg}_4\text{Mg}_0)\text{O}_{20}$ โดยที่ y ในแร่อิลไลต์มีค่าเท่ากับ 1.0 ถึง 1.5 และในแร่มีสโคไวต์ มีค่าเท่ากับ 2



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของแร่มีสโคไวต์ ซึ่งอยู่ในกลุ่มแร่อิลไลต์ (52)

2.3.4 กลุ่มแร่คลอไรต์ (Chlorite Group)

กลุ่มแร่คลอไรต์มีโครงสร้างโดยทั่วไปคล้ายอิลไลต์ คือ ชุดสามแผ่น ประกอบด้วยแผ่นออกตะรอะไซด์รัล 1 แผ่น แทรกอยู่ระหว่างแผ่นเททราฮีดรัล 2 แผ่น และในระหว่างชุดสามแผ่น จะมีแผ่นบรูไซต์ (Brucite) โยงยึดอยู่ ดังรูปที่ 2.8 บรูไซต์มีสูตรทั่วไปดังนี้คือ $Mg(OH)_2$ แร่คลอไรต์มีสูตรเคมีทั่วไปดังนี้คือ $(Mg, Fe, Al)_6 (Al, Si)_4 O_{10} (OH)_6$

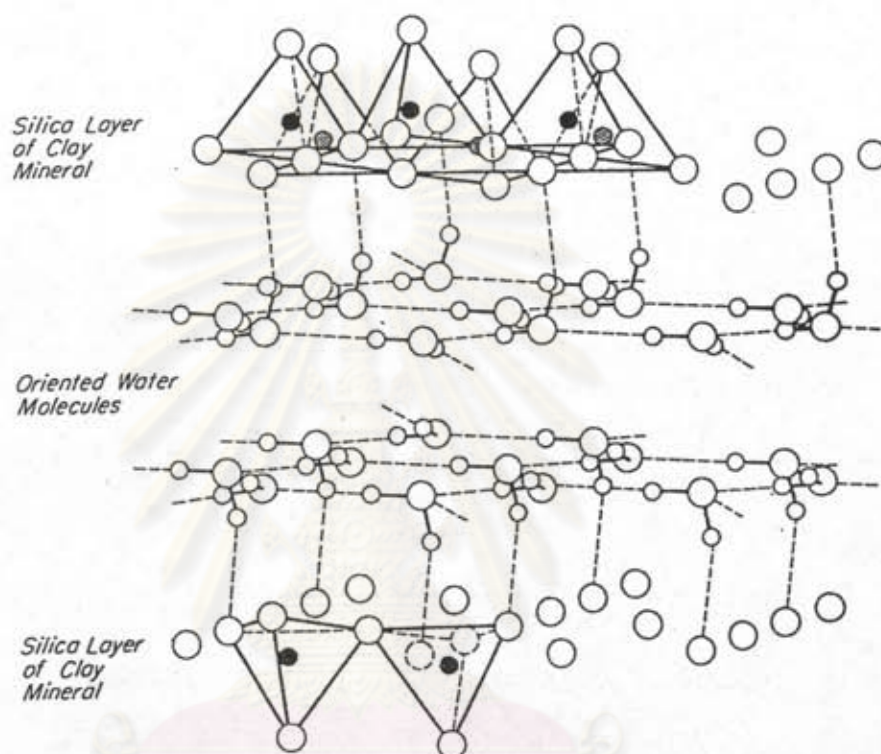


รูปที่ 2.8 โครงสร้างของกลุ่มแร่คลอไรต์ (52)

2.3.5 กลุ่มแร่เวอร์มิคูไลต์ (Vermiculite Group)

แร่กลุ่มเวอร์มิคูไลต์มีลักษณะคล้ายไมกา เมื่อเผาแล้วจะมีลักษณะคล้ายหนอน

ตัวเล็ก โครงสร้างของแร่เวอร์มิคูไลต์มี มีชุดสามแผ่นซึ่งประกอบด้วยแผ่นออกเตฮีดรัล 1 แผ่น แทรกอยู่ระหว่างแผ่นเททราฮีดรัล 2 แผ่น และมีโมเลกุลของน้ำแทรกอยู่ระหว่างชุด 3 แผ่น ดังรูปที่ 2.9 มีสูตรเคมีทั่วไปดังนี้คือ $(OH)_4(Mg, Ca)_x(Si_{8-x}Al_x)(Mg, Fe)_6O_{20} \cdot yH_2O$ โดยที่ x มีค่า = 1 และ y มีค่า = 8 โดยประมาณ



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของกลุ่มแร่เวอร์มิคูไลต์ ซึ่งแสดงชั้นของโมเลกุลของน้ำที่แทรกอยู่ (52)

2.3.6 กลุ่มแรมิกเลเยอร์ เคลย์มินเนอรัล (Mixed Layer Clay Minerals Group)

แร่กลุ่มนี้ประกอบด้วยแร่ดินชนิดต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้นวางซ้อนสลับทับกันอยู่ ลักษณะการเรียง ซ้อน และสลับ อาจเป็นไปได้ในลักษณะนี้คือ

1. อาจเรียงซ้อนสลับกันอย่างมีระเบียบ เช่น แผ่น ก สลับกับแผ่น ข แล้วก็จะได้แผ่น กข. กข. กข. ไปเรื่อย ๆ

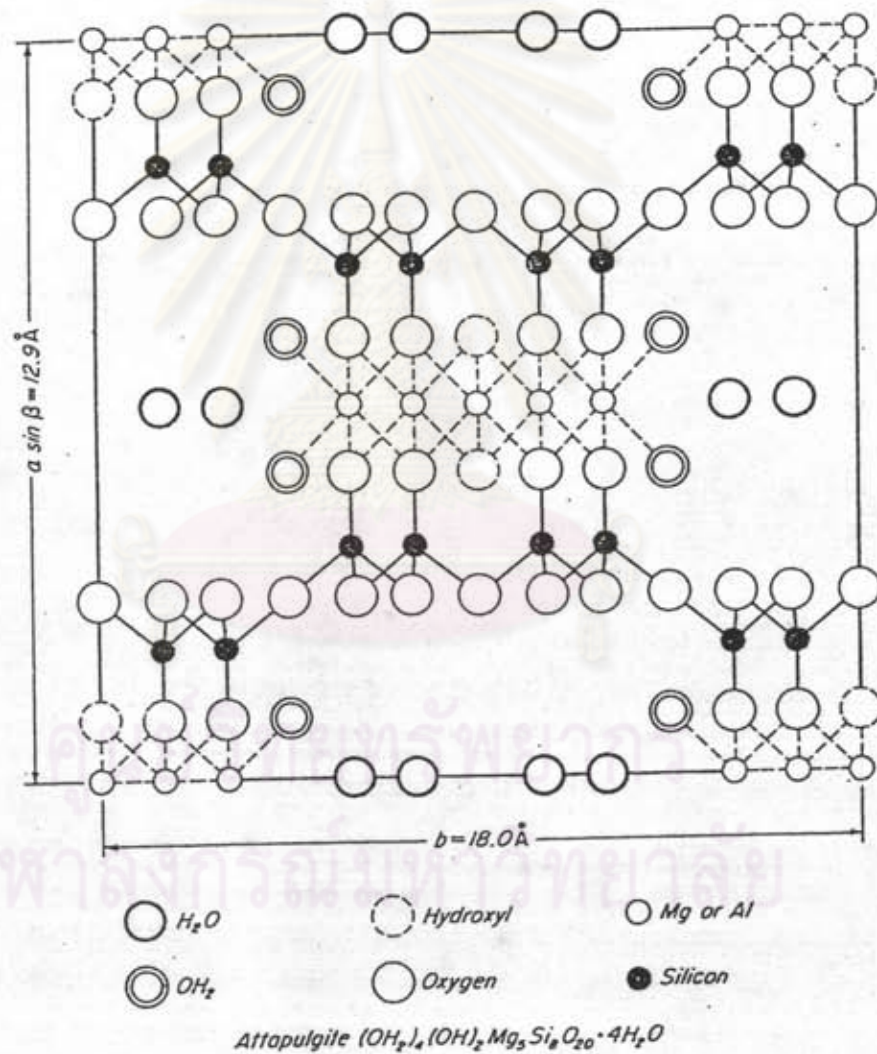
2. อาจเรียงซ้อนสลับกันอย่างไม่ระเบียบ

ตัวอย่างของกลุ่มแรมิกเลเยอร์ เคลย์ มินเนอรัล ที่สำคัญได้แก่แร่คลอไรต์-

เคโอลิไนต์ เป็นต้น

2.3.7 กลุ่มแร่แอตตาปุลไกต์ (Attapulgite) และซีมิโอไลต์ (Sepiolite)

แร่กลุ่มนี้มีโครงสร้างจับตัวกันยาวเหมือนลูกโซ่ (Chain Silicates) ซึ่งคล้ายกันกับแอมฟีโบล (Amphiboles) แอตตาปุลไกต์มีสูตรเคมีโดยทั่วไปดังนี้ คือ $(OH)_4$ $(OH)_2 Mg_5 Si_8 O_{20} \cdot 4H_2O$ และมีโครงสร้างดังรูปที่ 2.10 ซีมิโอไลต์มีสูตรเคมีโดยทั่วไปดังนี้คือ $H_6 Mg_8 Si_{12} O_{30} (OH)_{10} \cdot 6H_2O$ แอตตาปุลไกต์นี้ยังรู้จักกันในนาม ปาลีกอร์สกีไต์ (Palygorskite) ด้วย



รูปที่ 2.10 โครงสร้างของกลุ่มแร่แอตตาปุลไกต์ (52)

2.4 แร่วิทยาของดินขาวแบบฉบับหาดส้มแป้น

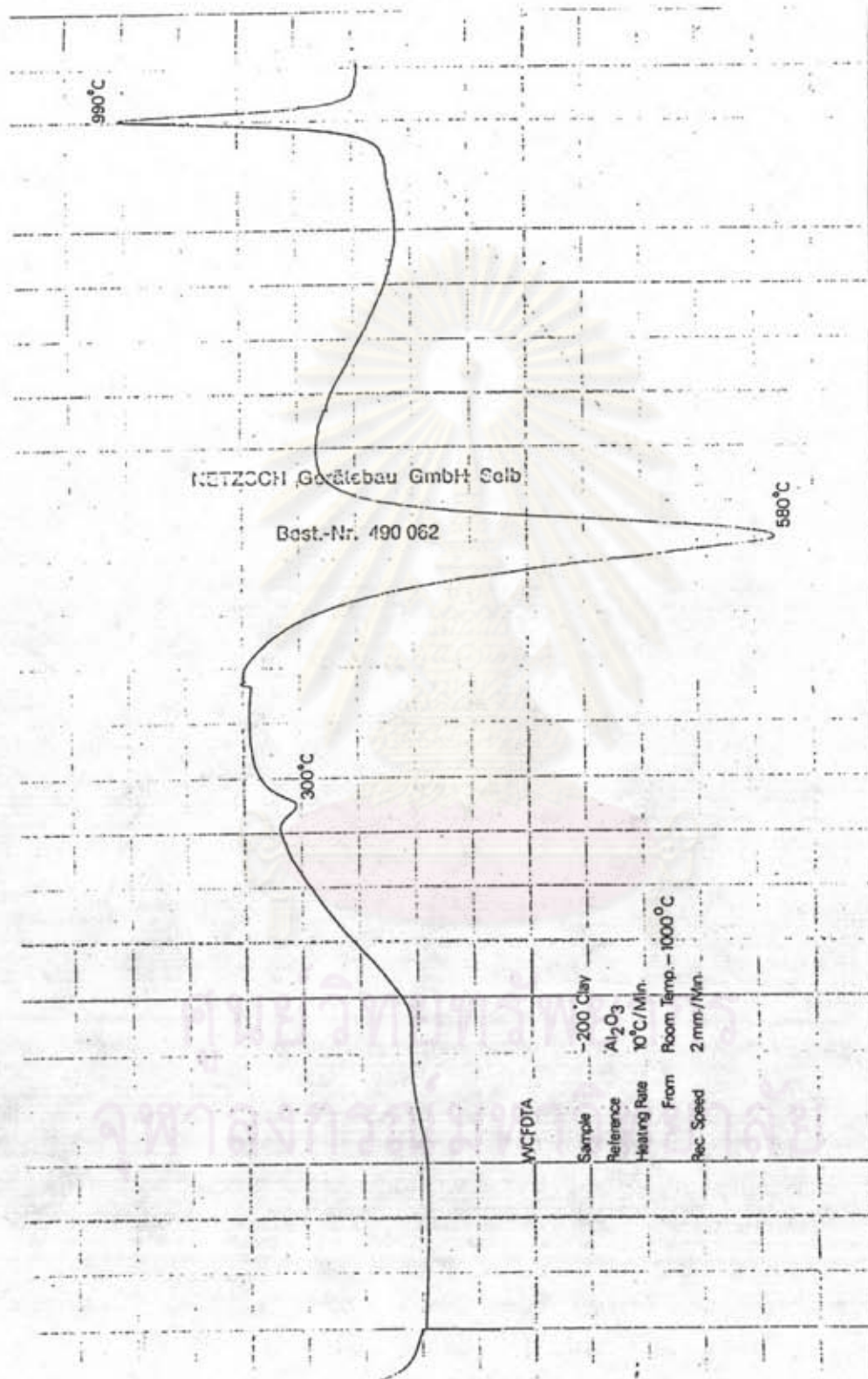
ตัวอย่างดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยนี้ ได้มาจากการชั่งตัวอย่างดินขาวที่ผ่านการคัดขนาด ขึ้นตันด้วยไฮโดรไซโคลขนาด 5 และ 3 นิ้ว ตามลำดับ ซึ่งมีขนาด -200 เมช และนำมาศึกษา ลักษณะทางแร่วิทยาของดินขาวและแร่ที่อยู่รวมกัน โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. วิธีวิเคราะห์ด้วยอุณหภูมิต่าง (Differential Thermal Analysis, DTA)
2. วิธีวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน (X-Ray Diffraction, XRD) ร่วมกับวิธี Formamide Intercalation และการเผา (Heated Treatment)
3. วิธีวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscope, SEM)
4. วิธีวิเคราะห์ทางเคมี (Chemical Analysis)

2.4.1 วิธีวิเคราะห์ด้วยอุณหภูมิต่าง

วัตถุประสงค์หลักของการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ คือต้องการจำแนกชนิดของกลุ่มแร่ดินอย่างกว้าง ๆ ก่อนที่จะแยกทำการศึกษารั้วดินแต่ละชนิดของกลุ่มแร่นั้น ๆ ในรายละเอียด เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ค่อนข้างง่ายและรวดเร็ว การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้อาศัยการวัดอุณหภูมิที่เกิดปฏิกิริยาความร้อน (Thermal Reaction) ขึ้น เมื่อทำการเพิ่มความร้อนให้แก่แร่ดินอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง สำหรับแร่ดินปฏิกิริยาคูดความร้อน (Endothermic Reaction) เกิดขึ้นเนื่องจากการสูญเสียโมเลกุลของน้ำในผลึกและโครงสร้างของผลึก ในทางตรงกันข้าม การก่อเกิดเฟสใหม่ (The Formation of New Phase) ของแร่ดินที่อุณหภูมิสูงจะมีปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic Reaction) เกิดขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ดินขาวด้วยอุณหภูมิต่าง รูปลักษณะของ DTA Curve และอุณหภูมิที่เกิดปฏิกิริยาความร้อนของดินขาวที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.11 สามารถสรุปได้ว่าดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยนี้อยู่ในกลุ่มแร่เคโอลิไนต์ ซึ่งไม่ใช่แร่วิกโคต์ แนโครต์ หรือแอลโลเฟน (45,56) แต่มีแร่กิบไซต์ (Gibbsite) ปนอยู่ด้วย คือ มีตำแหน่ง Main Endothermic Peak และ Exothermic Peak ที่อุณหภูมิ 580 และ 990 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของกลุ่มแร่เคโอลิไนต์เท่านั้น (55-57) สำหรับตำแหน่ง Exothermic Peak ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอยู่ตำแหน่งเดียวที่แสดงถึงแร่กิบไซต์ที่ปนอยู่ด้วย (55-56)



รูปที่ 2.11 รูปลักษณะของ DTA Curve และอุณหภูมิที่เกิดปฏิกิริยาความร้อนของดินขาวที่นำ มาศึกษาวิจัย

2.4.2 วิถีวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน ร่วมกับวิถี Formamide Intercalation และการเผา

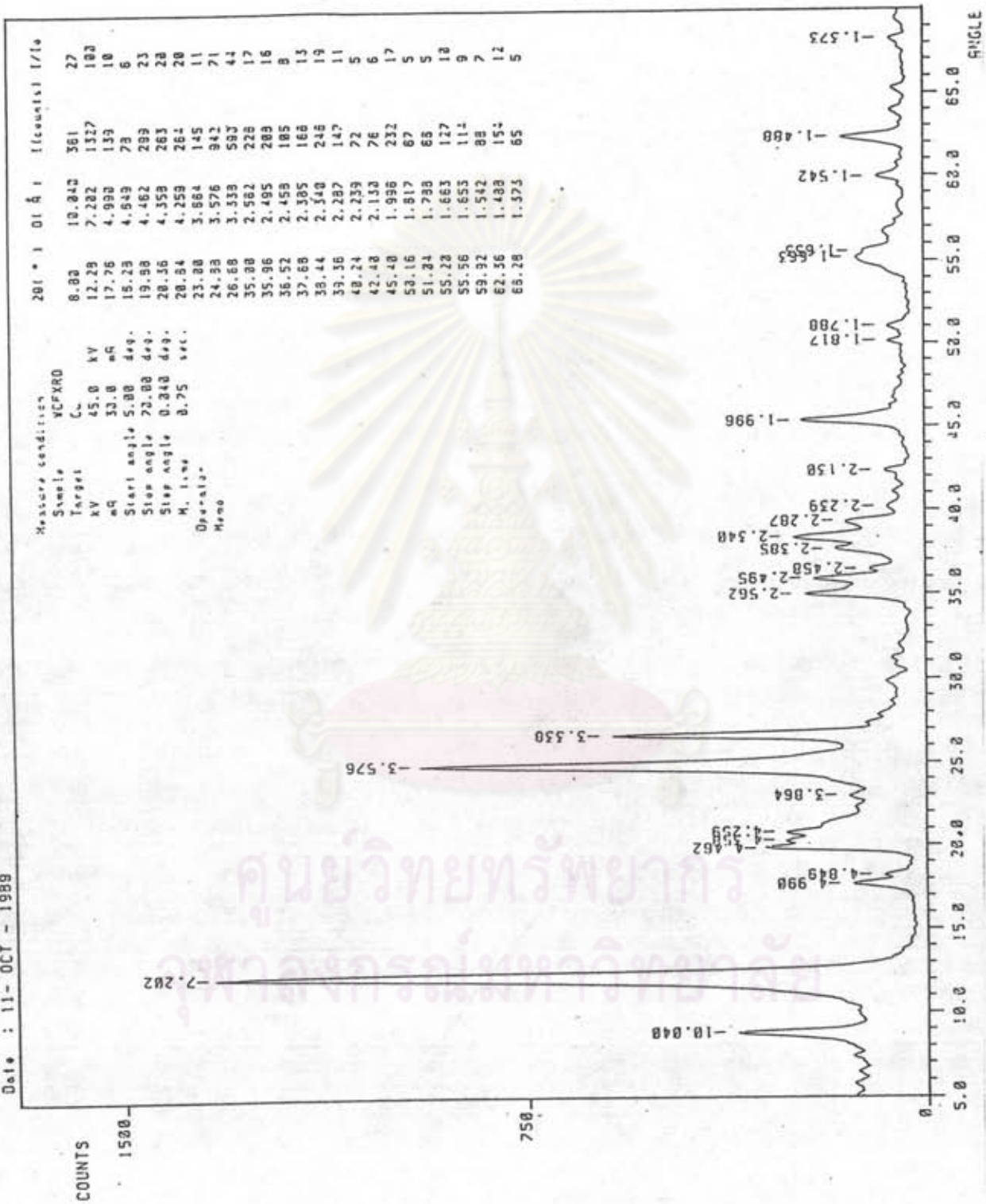
วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ด้วยวิถีนี้ เพื่อต้องการศึกษาองค์ประกอบวิทยาแร่ของดินขาว และแร่ที่อยู่รวมกันในรายละเอียด สามารถแบ่งขั้นตอนการศึกษาได้ดังนี้

1. ศึกษาองค์ประกอบวิทยาแร่ของดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัย โดยวิถีวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน จากผลการวิเคราะห์ รูปลักษณ์ของ XRD Pattern ของดินขาว ที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.12 นั้น สามารถบ่งบอกได้ว่าดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยนี้ประกอบไปด้วยกลุ่มแร่เคโอลิไนต์เป็นส่วนใหญ่ คือ มี d-Spacing 7.20 Å สูงมาก ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของกลุ่มแร่เคโอลิไนต์เท่านั้น (55) ซึ่งตรงกับผลวิเคราะห์ดินขาวด้วยเทคนิคที่แตกต่างกัน สำหรับ d-Spacing 10.04 Å นั้นแสดงถึงแร่ไมกา และหรือ แอสลอลอยไซต์ (55) นอกจากนี้ จาก Search Match ของ XRD Pattern ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.13 นั้น สามารถสรุปอย่างกว้าง ๆ ได้ว่า องค์ประกอบวิทยาแร่ของดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยนี้ ประกอบไปด้วยแร่เคโอลิไนต์เป็นส่วนใหญ่ และแร่ที่อยู่รวมกันได้แก่ มีสโดไวต์ เซริไซต์ (Sericite) และ ควอร์ตซ์

2. ศึกษาองค์ประกอบวิทยาแร่ดินกลุ่มแร่เคโอลิไนต์ โดยวิถีวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน ร่วมกับวิถี Formamide Intercalation และการเผา

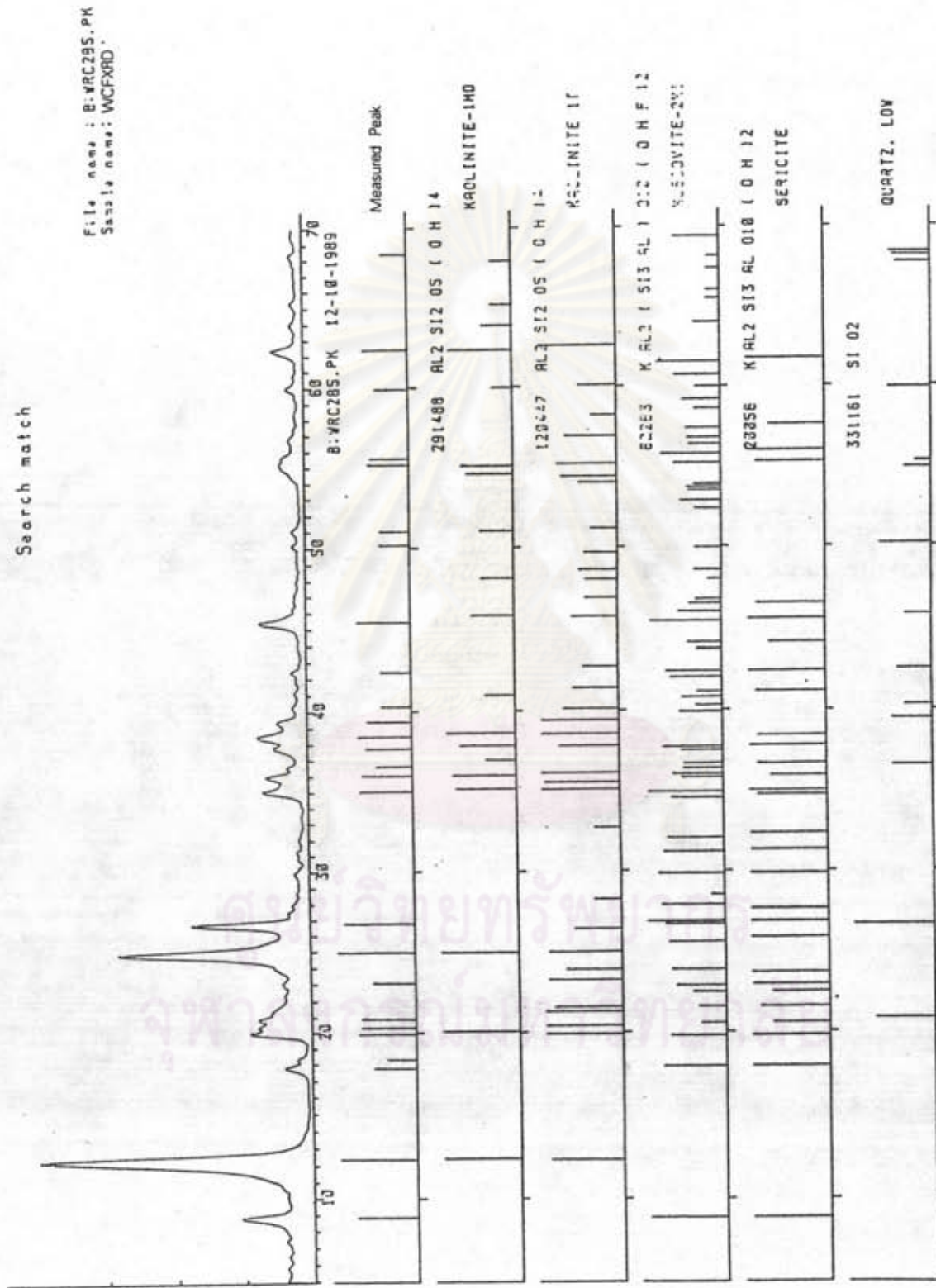
เนื่องจากแร่แอสลอลอยไซต์ (45) เป็นพหุสัณฐาน (Polymorph) ของแร่เคโอลิไนต์ ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ในธรรมชาติ แอสลอลอยไซต์เกิดอยู่ใน 2 รูปแบบ คือ Hydrated แอสลอลอยไซต์ ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) หรือ 10 Å แอสลอลอยไซต์ โดยมีโมเลกุลของน้ำแทรกเพิ่มมาอีก 2 โมเลกุล และอีกรูปแบบหนึ่งคือ Dehydrated แอสลอลอยไซต์ ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) หรือเมตาแอสลอลอยไซต์ หรือ 7 Å แอสลอลอยไซต์ 10 Å แอสลอลอยไซต์ จะคงสภาพได้ดีภายใต้สภาวะที่มีความชื้นสูง แต่จะสูญเสียโมเลกุลของน้ำที่อยู่ในโครงสร้างไปได้ง่ายมากภายใต้อุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศปกติ และจะเปลี่ยนไปเป็น 7 Å แอสลอลอยไซต์ โดยที่การเปลี่ยนไปนี้จะเปลี่ยนกลับไม่ได้ ดังนั้นการตรวจสอบว่าเป็นแร่แอสลอลอยไซต์ หรือแร่เคโอลิไนต์ ซึ่งแร่ทั้งสองชนิดเป็นแร่ดินในกลุ่มแร่เคโอลิไนต์ โดยวิถีวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน เพียงอย่างเดียวจึงไม่สามารถกระทำได้ เพราะตำแหน่ง d-Spacing 7 Å มีทั้งแร่แอสลอลอยไซต์ และเคโอลิไนต์ปนกันอยู่ การตรวจสอบว่าเป็นแร่แอสลอลอยไซต์ หรือเคโอลิไนต์หรือเป็นแร่ทั้ง 2 ชนิดปนกันด้วยปริมาณเล็กน้อยเพียงใดนั้น สามารถกระทำได้ด้วยวิถีวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน ร่วมกับวิถี Formamide Intercalation และการเผา ซึ่งได้แสดงกรรมวิธีในการตรวจสอบไว้ในภาคผนวก ก

File : MRC285.SM
Date : 11- OCT - 1989



รูปที่ 2.12 รูปลักษณะของ XRD Pattern ของดินขาวที่มหาวิทยาลัย

Search match



รูปที่ 2.13 Search Match ของ XRD Pattern ของดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัย

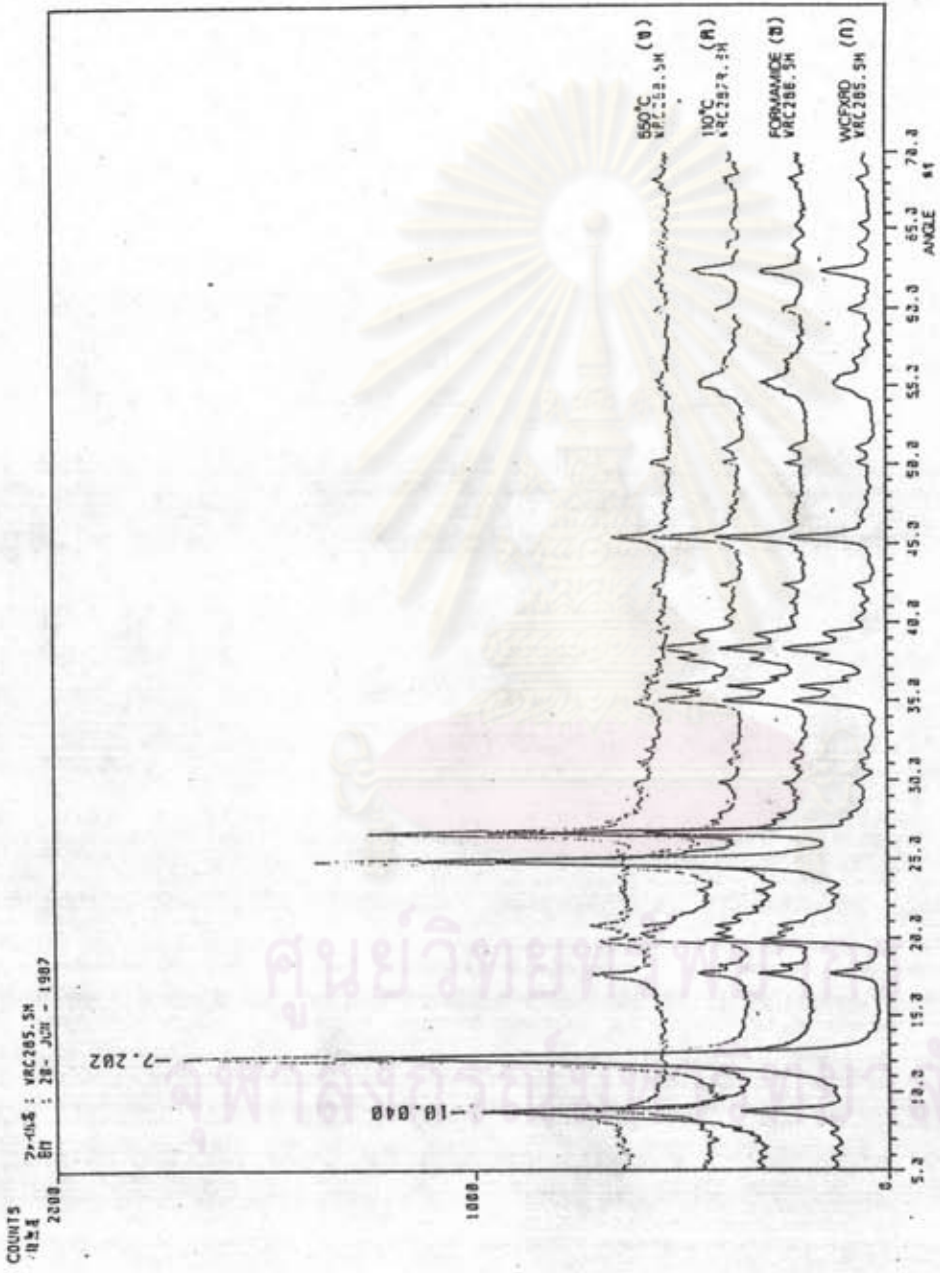
จากผลการวิเคราะห์กลุ่มแร่เคโอลิไนต์ ว่าเป็นแร่แอสลอลอยไซต์ หรือแร่เคโอลิไนต์ หรือเป็นแร่ทั้งสองชนิดปนกัน โดยการวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน ร่วมกับวิธี Formamide Intercalation และการเผาไหม้ สามารถสรุปได้จากรูปที่ 2.14 ซึ่งแสดงรูปลักษณะของ XRD Pattern ของดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยตามขั้นตอนของการวิเคราะห์ ดังนี้

รูปลักษณะของ XRD Pattern ของดินขาวที่ยังไม่ได้ผ่านกรรมวิธี Formamide Intercalation และการเผา ที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.14 ก นั้น พบว่ามี Peak ที่ d-Spacing 7.20 Å ซึ่ง Peak นี้ อาจจะเป็น d-Spacing ได้ทั้งของ 7 Å แอสลอลอยไซต์ และเคโอลิไนต์ ส่วน Peak ที่ d-Spacing 10.04 Å นั้น อาจเป็นไปได้ทั้งของ 10 Å แอสลอลอยไซต์ และไมกา

หลังจากผ่านกรรมวิธี Formamide Intercalation แล้วรูปลักษณะของ XRD Pattern ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.14 ข นั้นเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม คือ Peak ที่ d-Spacing 10.04 Å สูงขึ้น ในขณะที่ Peak ที่ 7.20 Å ลดลง เนื่องจาก 7 Å แอสลอลอยไซต์เปลี่ยนไปเป็น 10 Å แอสลอลอยไซต์หมด ส่วน Peak ที่เหลือที่ d-Spacing 7.20 Å นั้น เป็น Peak ของแร่เคโอลิไนต์ ในขั้นตอนนี้สามารถสรุปได้ว่า มี 7 Å แอสลอลอยไซต์ และเคโอลิไนต์ เป็นองค์ประกอบวิทษาแร่ของดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัย

การทดสอบว่า Peak ที่ d-Spacing 10.04 Å มีแร่ไมกาปะปนอยู่กับ 10 Å แอสลอลอยไซต์หรือไม่นั้น สามารถทำได้โดยการเผาตัวอย่างดินขาวที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส จากรูปลักษณะของ XRD Pattern ของดินขาวที่เผาที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.14 ค พบว่า Peak ที่ d-Spacing 10.04 Å ลดต่ำลงมา ในขณะที่ Peak ที่ d-Spacing 7.20 Å นั้นสูงขึ้น เนื่องจาก 10 Å แอสลอลอยไซต์เปลี่ยนกลับไปเป็น 7 Å แอสลอลอยไซต์หมด ส่วน Peak ที่เหลือที่ d-Spacing 10.04 Å นั้นแสดงถึงแร่ไมกาที่มีอยู่ในตัวอย่างดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัย

นอกจากนี้ การวิเคราะห์ดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน ร่วมกับวิธี Formamide Intercalation และการเผาที่ 110 องศาเซลเซียส สามารถวิเคราะห์หาสัดส่วนเชิงกึ่งปริมาณ (Semi Quantitative) ของแร่แอสลอลอยไซต์และเคโอลิไนต์ ซึ่งเป็นแร่ดินในกลุ่มแร่เคโอลิไนต์อย่างคร่าว ๆ ได้โดยการเปรียบเทียบความเข้ม (Intensity) ของ Peak ที่วัดได้ พบว่าดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยมีสัดส่วนเชิงกึ่งปริมาณของแร่แอสลอลอยไซต์ต่อเคโอลิไนต์ 1:2.5



รูปที่ 2.14 รูปแบบของ XRD Pattern ของดินสากที่นำศึกษาวิจัย โดยการวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน ร่วมกับวิธี Formamide Intercalation และการเผา

- (ก) การวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน
- (ข) การวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน ร่วมกับวิธี Formamide Intercalation
- (ค) การวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน ร่วมกับวิธีการที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส
- (ง) การวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน ร่วมกับวิธีการที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส

รูปลักษณะที่เปลี่ยนไปของ XRD Pattern เมื่อเผาตัวอย่างดินขาวที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.14 สามารถยืนยันได้ว่าดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยนี้เป็นแร่ดินกลุ่มแร่เคโอลิไนต์ พบว่า Peak ที่ d-Spacing 7.20 Å หายไปหมด เนื่องจากโครงสร้างภายในของกลุ่มแร่เคโอลิไนต์จะถูกทำลายเมื่ออุณหภูมิสูงถึงระดับนี้ แต่แร่ไมกา ยังไม่ถูกทำลาย ดังจะเห็นได้จาก Peak ที่ d-Spacing 10.04 Å ที่ปรากฏอยู่

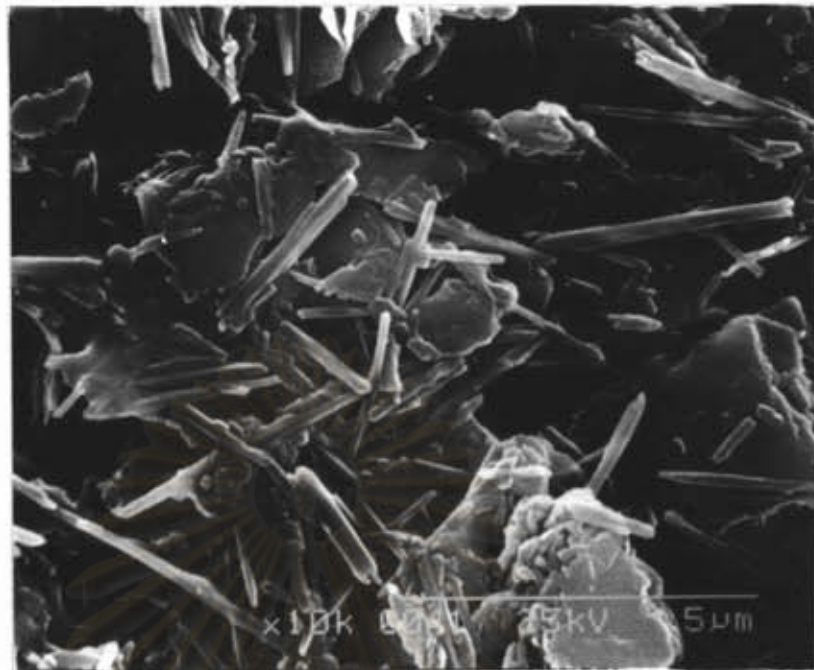
จากผลการวิเคราะห์ดินขาวด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน ร่วมกับวิธี Formamide Intercalation และการเผา สามารถสรุปได้ว่า ดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยนี้เป็นแร่ดินในกลุ่มแร่เคโอลิไนต์ ซึ่งประกอบไปด้วยแร่แฮลลอยไซต์และเคโอลิไนต์เป็นส่วนใหญ่ มีสัดส่วนเชิงกึ่งปริมาณแร่ของแฮลลอยไซต์ต่อเคโอลิไนต์ โดยประมาณ 1:2.5 นอกจากนี้แร่ที่อยู่รวมกันได้แก่ ไมกาชนิดมีสโดไวต์และเซอร์ไซต์ และควอร์ตซ์

2.4.3 วิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ เพื่อต้องการศึกษาลักษณะ โครงสร้างและขนาดของผลึกดินขาว จากรูปที่ 2.15, 2.16 และ 2.17 ซึ่งแสดงภาพถ่ายของดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าลักษณะโครงสร้างของผลึกปรากฏให้เห็น อยู่ 2 ลักษณะคือ

1. ลักษณะเป็นแท่งกลางยาว (Scroll-Like Tubes) มีขนาดประมาณ 1-3 ไมครอน ซึ่งเป็นลักษณะของผลึกแร่แฮลลอยไซต์ (44)
2. ลักษณะเป็นแผ่นหกเหลี่ยมไม่สมบูรณ์ (Pseudo-Hexagonal Plates) และแผ่นเหล่านี้จะวางตัวซ้อนกันเป็นชั้น ๆ (Stack) มีขนาดประมาณ 1-3 ไมครอน ซึ่งเป็นลักษณะของผลึกแร่เคโอลิไนต์ (44)

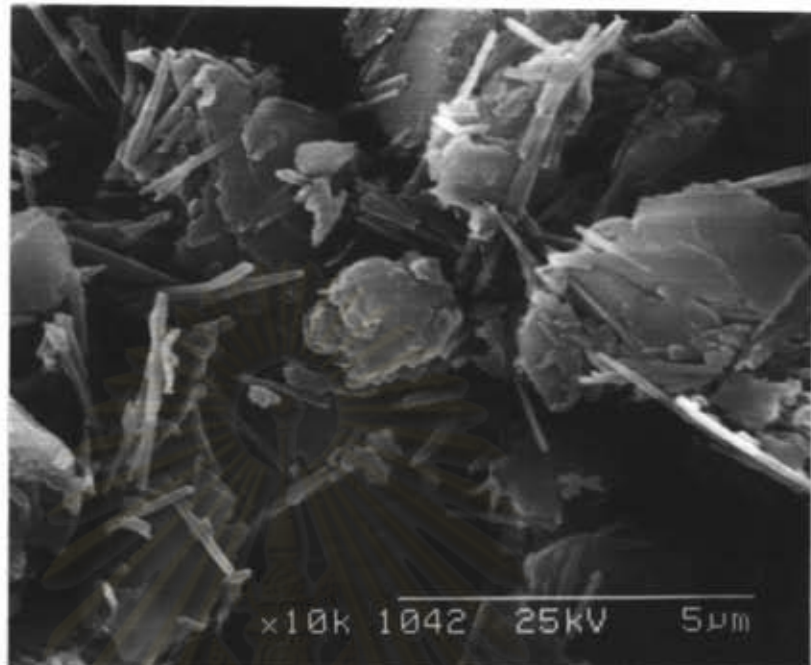
โดยทั่วไปจะพบผลึกแร่แฮลลอยไซต์น้อยกว่าผลึกแร่เคโอลิไนต์ ซึ่งสามารถยืนยันผลสรุปของการวิเคราะห์ดินขาวด้วยรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน ร่วมกับวิธี Formamide Intercalation และการเผา



รูปที่ 2.15 ภาพถ่ายของดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน กำลังขยาย 10,000 เท่า



รูปที่ 2.16 ภาพถ่ายของดินขาวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน กำลังขยาย 20,000 เท่า แสดงผลึกแร่แฮลลอยไซต์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งกลวงยาว



รูปที่ 2.17 ภาพถ่ายของดินขาวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน กำลังขยาย 10,000 เท่า แสดงผลึกแร่เคโอลิไนต์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นหกเหลี่ยมไม่สมบูรณ์วางตัวซ้อนกันเป็นชั้น ๆ

2.4.4 วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ เพื่อต้องการศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมี (Chemical Composition) แล้วนำผลวิเคราะห์ที่ได้ไปคำนวณหาองค์ประกอบวิทยาแร่ (Mineral Composition) ของดินขาวได้ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของดินขาว ก็คือผลรวมขององค์ประกอบทางเคมีของแร่แต่ละชนิดที่ประกอบกันของดินขาวนั่นเอง องค์ประกอบทางเคมีของดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ที่ฝ่ายวิเคราะห์เคมี กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี และแสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัย

องค์ประกอบทางเคมีของดินขาว	ร้อยละ
ซิลิกา (SiO_2)	47.87
อะลูมินา (Al_2O_3)	36.41
เฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3)	0.66
เฟอร์รัสออกไซด์ (FeO)	0.17
ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2)	0.05
ฟอสฟอรัสเพนตอกไซด์ (P_2O_5)	0.01
แคลเซียมออกไซด์ (CaO)	0.01
แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO)	0.08
โซเดียมออกไซด์ (Na_2O)	0.05
โพแทสเซียมออกไซด์ (K_2O)	2.27
แมงกานีสออกไซด์ (MnO)	0.04
เซอร์โคเนียมออกไซด์ (ZrO_2)	0.01
น้ำที่รวมอยู่ (H_2O^+)	11.45
ความชื้น (H_2O^-)	0.39
ส่วนที่หายไปหลังการเผา (Ignition Loss)	0.44

จากองค์ประกอบทางเคมีของดินขาว ที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.1 สามารถใช้ CLAY NORM (60) คำนวณหองค์ประกอบวิทยาแร่ของดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยได้ ผลของการคำนวณได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบวิทยาแร่ของดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัย

องค์ประกอบวิทยาแร่ของดินขาว	ร้อยละ
แร่ควอตซ์ (Quartz)	4.64
แร่แอลไบต์ (Albite)	0.42
แร่เคโอลิไนต์ (Kaolinite)	73.31
แร่เซริไซต์ (Sericite)	19.20
แร่เซอร์คอน (Zircon)	0.01
แร่ไลมอนต์ (Limonite)	0.73
แร่อิลเมไนต์ (Ilmenite)	0.09
แร่อะพาไทต์ (Apatite)	0.02
แร่ชนิดอื่น ๆ	1.48

จากผลการศึกษาลักษณะทางแร่วิทยาของดินขาวแบบฉบับหาดส้มแป้นสามารถสรุปได้ว่า ดินขาวที่นำมาศึกษาวิจัยนี้ ประกอบขึ้นด้วยแร่ดินกลุ่มแร่เคโอลิไนต์ซึ่งได้แก่แร่เคโอลิไนต์ และ แอสลอสไซต์เป็นส่วนใหญ่ แร่ที่อยู่รวมกันได้แก่ แร่ไมกาชนิดมัสโคไวต์และเซริไซต์ ควอตซ์ กิบbsite แอลไบต์ เซอร์คอน ไลมอนต์ และ อิลเมไนต์

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย