การประชุมผลงานทางวิชาการเหมืองแร่ ปี 2520

การค้นคว้าทดลองตรวจสอบดินขาวเพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรมเซรามิคส์

ชาญ จรรยาวนิชย์

คำนำ

อุตสาหกรรมเซรามิคส์ในประเทศซึ่งใช้ดินขาวเป็นวัตถุดิบสำคัญนั้น อาจต้องการดินขาวหลายชนิดที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ขึ้นกับประเภทของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่โรงงานอุตสาหกรรมผลิตจำหน่าย ถ้าเป็นไปได้โรงงานต่าง ๆ มักเลือกใช้ดินขาวจากแหล่งต่างกันเพื่อทำให้ต้นทุนการผลิตของตนต่ำที่สุด ทั้งนี้โดยต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของดินขาวที่เหมาะสมกับขบวนการผลิตที่โรงงานใช้อยู่ ราคาของผลิตภัณฑ์ที่ออกสู่ตลาด และระยะทางจากแหล่งถึงโรงงาน เอกสารนี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของดินขาว และเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบและแต่งดินขาวเพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรมเซรามิคส์

1. บทนำ

ดินขาวเป็นแร่ตามธรรมชาติที่เกิดจากการผุพัง และการสลายตัวทางเคมี ของหินอัคนี และหินแปรบางชนิด แร่สำคัญส่วนใหญ่ที่ประกอบกันเป็นพวกดินขาว คือพวก layer lattice silicates ซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยชั้น silicon–oxygen tetrahedron และชั้น aluminum–oxygen hydroxyl octahedron ประกอบกันอยู่ การจำแนกดินขาวกระทำโดยจำแนกจากลักษณะการรวมตัวกันของชั้น โครงสร้างดังกล่าวมักแบ่งออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ เช่น

Kaolinite group ประกอบด้วยแร่เคโอลิไนท์ ฮัลลอยไซล์ ดิคไกท์ และแนคไครท์

ชาญ จรรยาวนิชย์. "การประชุมผลงานทางวิชาการเหมืองแร่ปี 2520 การค้นคว้าทดลองตรวจสอบดินขาวเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิคส์" *ข่าวสารการธรณี* 24. 1 (ม.ค. 2522) 11-26

Montmorillonite group ประกอบด้วยแร่ เช่น มอนต์โมริลโลไนท์ ไบเดลไลท์ ซาโปไนท์และเฮคโตไรท์

Chlorite group ประกอบด้วยแร่คลอไรท์ ชาโมไซท์ นอกจากนั้นยังมีพวก mixed layer group ด้วย

ดินขาวที่เหมาะกับอุตสาหกรรมเซรามิคจะประกอบด้วยแร่เคโอลิไนท์เป็นส่วนใหญ่ แร่เคโอลิไนท์มีส่วนประกอบทางเคมีตามทฤษฎี ดังนี้

ซิลิก้า 46.3% อลูมินา 39.8% และน้ำ 13.9% แต่ดินขาวที่เกิดตามธรรมชาติมักมีสิ่งอื่นเจือปนอยู่ด้วย เมื่อวิเคราะห์ทางเคมีมักพบว่าจะมี Fe_2O_3, TiO_2, CaO, MgO, Na_2O และ K_2O ปนอยู่ด้วยเสมอ

2. คุณสมบัติภายในสำคัญของแร่ดินขาวแต่ละแหล่ง

ดินขาวแต่ละแหล่งก่อนจะถูกนำไปใช้งานจะต้องได้รับการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญ 5 ประการก่อน ข้อมูลเหล่านี้มีความสำคัญดังนี้

2.1 ผลวิเคราะห์ทางเคมี (Chemical Analysis) ดินขาวควรได้รับการวิเคราะห์ทางเคมีหาปริมาณของ SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, TiO_2, CaO, MgO, Na_2O, K_2O, และ Loss on Ignition

2.2 ส่วนประกอบของแร่ (Mineralogical Analysis) ดินขาวจะต้องผ่านการวิจัยว่าประกอบด้วยแร่อะไรเป็นส่วนใหญ่และมีแร่อื่นอะไรบ้าง เช่น เป็นเคโอลิไนท์ อิลไลท์ มอนต์โมริลโลไนท์ ดิคไกท์ และมีควอท ไมก้า พวกมัสโคไวท์ พาราโกไนท์ แคลไซท์ แมกนีไซท์ อิลเมไนท์ รูไทล์ และลิกไนท์หรืออินทรียวัตถุปนมากน้อยเพียงใด ส่วนประกอบของแร่ที่เจือปนเหล่านี้เรามีวิธีการหาโดยการคำนวณจากผลวิเคราะห์ทางเคมีด้วย นอกเหนือจากการวิเคราะห์ด้วยพวกเครื่องมือชนิดต่าง ๆ

2.3 Particle Size distribution การกระจายความละเอียดหยาบของดินขาว ซึ่งเป็นการบอกถึงว่าดินแต่ละแหล่งมีความละเอียดหยาบในช่วงขนาดน้อยกว่า 44 ไมโครเมตร ถึง 0.1 ไมโครเมตรอย่างไรบ้าง ค่านี้สามารถหาได้จากเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำ Particle size analyzer แต่ที่นิยมกันมากคือการหาด้วย Soil Hydrometer ควบคู่กับเครื่อง centrifuge

ค่าที่ออกมาจะเป็นในลักษณะยกตัวอย่างเช่น ดินระนอง มีสารขนาดน้อยกว่ากี่ไมโครเมตร เท่าไรเปอร์เซนต์ −20 um = 88%, −10 um = 60%, −5 um = 40.8%, −2 um =37.5%, −1 um = 34.1%, −0.5 um = 24.7%, −0.2 um = 7.5 %

มักจะใช้วิธีการเขียนกราฟแสดงค่าการกระจายของความละเอียด หยาบ

2.4 Colloids and Surface area เพื่อต้องการทราบปริมาณของสารที่ขนาดต่ำกว่า 0.2 ไมโครเมตรซึ่งรวมเรียกว่า Colloid ซึ่งจะแสดงคุณสมบัติของ colloid แตกต่างไปจากขนาดที่โตขึ้น และเป็นส่วนที่ให้พื้นที่ผิวมากกว่าส่วนอื่น ๆ ปกติเรามีเครื่องมือพวก gas absorption ในการหาพื้นที่ผิว แต่เราสามารถใช้คุณสมบัติการดูดสีของดินด้วยการแลกเปลี่ยน cation ที่เรียกว่า dye adsorption มาเป็นดัชนีในการวิเคราะห์ปริมาณ colloid และพื้นที่ผิวได้

2.5 Colloid Modifiers คือปริมาณสารที่มีปฏิกิริยากับพวก Colloid ที่ปน ที่สำคัญคือชนิดและปริมาณของอินทรีย์วัตถุ ว่ามากน้อยเพียงใด และพวก Soluble salts ต่างๆ ที่ละลายปนอยู่ในดิน เช่นปริมาณของซัลเฟท และคลอไรด์ เป็นต้น และเราสามารถหาปริมาณได้โดยวิธีการทางเคมี

3. คุณสมบัติทางกายภาพของดินขาว

โดยปกติแล้ว อุตสาหกรรมเซรามิคส์ทั่วไปมักใช้วัตถุดิบที่สำคัญ คือดินขาว ดินเหนียว หินฟันม้าและทราย โดยนำมาผสมกันที่อัตราส่วนต่าง ๆ แล้วนำมาขึ้นรูปและเผาเพื่อให้ได้เนื้อแข็ง แกร่งและ มีคุณสมบัติ ขั้นสุดท้ายตาม ประโยชน์ที่จะนำผลิตภัณฑ์ นั้นไปใช้งาน คุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของดินขาว จึงต้องคำนึงถึงในแง่คุณสมบัติก่อนเผาและทั้งคุณสมบัติหลังเผาแล้ว ดังจะได้แยกต่อไป โดยระลึกเสมอว่า คุณสมบัติต่าง ๆ เหล่านี้ส่วนใหญ่เกี่ยวโยงสืบเนื่องซึ่งกันและกันเสมอ ดัง**รูปที่ 1** แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติภายในและคุณสมบัติทางกายภาพของดินขาว

3.1 คุณสมบัติก่อนเผา

3.1.1. Plastic water คือปริมาณน้ำซึ่งดินแต่และแหล่งต้องการใช้ผสมเพื่อให้มีความเหนียวใช้งานได้ ปกติแล้วดินจากแหล่งต่าง ๆ ต้องการปริมาณน้ำไม่เท่ากัน

3.1.2 Viscosity คือความข้นใสของน้ำดิน เป็นคุณสมบัติที่ต้องการทราบว่าเมื่อนำดินมาทำเป็นน้ำดินข้นแล้ว ดินนั้นสามารถนำมาทำเป็นน้ำดินข้นได้ยากง่ายและมีความข้นใสมากน้อยแตกต่างกันอย่างไร

3.1.3 Filtration เป็นคุณสมบัติที่แสดงว่าดินนั้นจะถูกกรองได้ยากง่ายหรือเร็วช้าต่างกันอย่างไร

3.1.4 Plasticity คือ ค่าความเหนียว

3.1.5 Shrinkage คือ ค่าการหดตัวของดินเมื่อแห้ง

3.1.6 Strength ค่านี้เชื่อมโยงระหว่างค่าความเหนียวและความละเอียดหยาบของดินหาได้เป็นค่า Dry Modulus of Rupture.

3.1.7 Casting and Dispersion เป็นคุณสมบัติของดินแต่และแหล่งที่จะสามารถนำมาทำเป็นน้ำดินเพื่อใช้การใน การขึ้นรูปด้วยวิธีการ หล่อในแบบ ปูนพลาสเตอร์ ว่าเหมาะสมและหล่อได้ช้าไวเพียงไร

3.2 คุณสมบัติหลังการเผา

3.2.1 Shrinkage คือความหดตัวมากน้อยภายหลังการเผา

3.2.2 Vitrifying and Sintering คือช่วงอุณหภูมิการสุกตัวของดินว่ากว้างหรือแคบและลักษณะการยุบตัว

3.2.3 Strength ค่า Fire Modulus of Rupture เมื่อภายหลังการเผา

3.2.4 Porosity and Texture เป็นค่าความพรุนตัวและลักษณะเนื้อภายนอกของดินหลังเผา

รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติภายในและคุณสมบัติทางกายภาพของดินขาว

คุณสมบัติก่อนเผา		คุณสมบัติหลังการเผา
Plastic water	CHEMICAL ANALYSIS	Shrinkage
Viscosity		
	MINERALOGICAL	Vitrifying and
Filtration	ANALYSIS	Sintering
Plasticity		Strength
	PARTICLE SIZE	
Shrinkage	DISTRIBUTION	Porosity and
		Texture
Strength	COLLOIDS SURFACE	Color
	AREA	
Casting and Dispersion		
		Thermal expansion
	COLLOID MODIFIERS	
etc		etc

3.2.5 Color สีภายหลังการเผา

3.2.6 Thermal Expansion ลักษณะการขยายตัวของดินระหว่างการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ

จากการสำรวจตำราทางเซรามิคพบว่า มีความเกี่ยวข้องกันอย่างมากระหว่างคุณสมบัติก่อนเผาและคุณสมบัติหลังเผาของวัตถุดิบที่ใช้ อันเนื่องมาจากคุณสมบัติภายในที่สำคัญ 5 ประการ ดังได้กล่าวมาแล้ว

ห้องสมุด กระวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของเนื้อและส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ ซึ่งแตกต่างกันเนื่องจากวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งานและการขึ้นรูปต่างกัน ค่าที่ขีดเส้นใต้แสดงถึงคุณสมบัติที่ต้องการและจำเป็นสำหรับแต่ละส่วนผสม อัตราส่วนของอลูมินาต่อซิลิก้าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเนื้อผลิตภัณฑ์ทุกประเภท เพราะค่านี้อาจจะควบคุม glaze fit ซึ่งหมายถึงความสามารถของเนื้อและน้ำยาเคลือบที่จะใช้ด้วยกันได้ ค่าความขาวภายหลังการเผาของผลิตภัณฑ์ประเภทเยี่มตัว (Vitreous) ขึ้นกับปริมาณสัมพันธ์ของ TiO_2 กับ Fe_2O_3 ซึ่งผลิตภัณฑ์ประเภท Chinaware จะต้องมีค่านี้น้อยมาก ขณะที่เนื้อของเครื่องสุขภัณฑ์สามารถใช้ดินและวัตถุดิบอื่นซึ่งเมื่อเผาแล้วให้มีสีเข้มกว่าได้ แต่ส่วนผสมของเครื่องสุขภัณฑ์บังคับว่าจะต้องมีปริมาณไมก้าละเอียด (Subsieve) อยู่ส่วนหนึ่งเพราะเชื่อกันว่า จะช่วยทำให้คุณสมบัติของน้ำดินที่ใช้ในการหล่อเครื่องสุขภัณฑ์ดีขึ้น ในทำนองเดียวกัน ปริมาณสารอินทรีย์ และ Soluble Sulphate เป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการควบคุมคุณสมบัติของน้ำดินที่จะใช้ทำเครื่องสุขภัณฑ์ สำหรับ Dinnerware และ Electrical Porcelain ที่ต้องการค่าความทนทานสูง จะต้องเติม Calcined Al_2O_3 ลงไปในส่วนผสมด้วย สำหรับเนื้อกระเบื้องผนัง จะต้องระวังเกี่ยวกับค่า Moisture expansion คือการขยายตัวของผลิตภัณฑ์เมื่อได้รับความชื้นในอากาศซึ่งเชื่อกันว่าสามารถควบคุมได้ด้วยปริมาณของ Mg จากการใช้ Talc เป็นส่วนผสม สำหรับการสังเกตการกระจายความละเอียดหยาบ (Particle Size Distribution) นั้น มักจะใช้เปอร์เซนต์น้อยกว่าขนาด 1 ไมครอนเป็นดัชนีแสดงความละเอียดหยาบ

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของเนื้อและส่วนผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ ซึ่งแตกต่างกันเนื่องจากวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งานและการขึ้นรูปต่างกัน ค่าที่ขีดเส้นใต้แสดงถึงคุณสมบัติที่ต้องการและจำเป็นสำหรับแต่ละส่วนผสม

	Sanitary Casting	Electrical Porcelain	High M.O.R. Porcelain	Hotel China	High M.O.R. China	Wall Tile
Chemical Analysis						
% SiO_2	64.8	67.8	46.2	69.4	54.8	57.2
Al_2O_3	22.3	20.5	41.9	20.1	35.3	11.4
Fe_2O_3	0.43	0.40	0.31	0.28	0.16	0.46
TiO_2	0.67	0.48	0.62	0.26	0.25	0.58
CaO	0.65	0.24	0.24	0.97	0.65	7.89
MgO	0.09	0.14	0.10	0.10	0.08	14.93
K_2O	1.97	4.04	3.92	1.51	1.25	0.10
Na_2O	2.33	1.06	1.13	1.36	1.29	0.04
Ignition	6.93	5.44	5.96	6.08	5.97	6.79
Minerals						
% Clay Substance	35.2	28.4	36.5	35.9	35.9	26.6
Free Silica	30.7	31.6	7.4	36.2	25.3	6.0
Mica	5.2	9.5	3.4	5.5	3.9	1.3
Organic	0.8	0.9	0.7	0.3	0.4	0.5
Free Alumina	nil	nil	20.0	nil	15.0	nil
Particle Size						
% Minus 20 m	80	85	87	85	88	70
10	65	70	78	68	72	57
5	49	56	57	51	48	48
2	34	37	32	29	23	38

	Sanitary Casting	Electrical Porcelain	High M.O.R Porcelain	Hotel China	High M.O.R. China	Wall Tile
Particle Size						
1	23	30	26	20	16	30
0.5	15	23	18	13	10	22
0.2	7	12	11	5	4	12
Colloid Index meg Me Blue/100 g	3.1	3.6	3.3	2.2	2.0	3.2

4. ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิคในประเทศไทย

ดินขาวที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิคภายในประเทศ แบ่งได้ตามลักษณะการนำมาใช้งานเป็นดินขาวที่ล้างแล้วกับดินขาวที่ไม่ต้องล้าง หากเราจะจำแนกตามคุณสมบัติภายในของเนื้อดินขาวเราอาจจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ดินขาวซึ่งประกอบด้วยแร่ Kaolinite เป็นส่วนใหญ่ มีคุณสมบัติตามแหล่งกำเนิดเช่นเดียวกับดินขาวมาตรฐานสากล คือ ดินขาวจาก จ. ระนอง จ. นราธิวาส และ จ. ปราจีนบุรี ดินทั้ง 3 แหล่งนี้ ปัจจุบันมีโรงล้างดินผลิตออกจำหน่าย ดินจาก จ. ระนอง และดินจาก จ. นราธิวาส มีความคล้ายคลึงกันคือมีความเหนียวน้อยเผาแล้วสีขาวมาก และมีความทนไฟสูง ดินนราธิวาสมีปริมาณความละเอียดสูงกว่าและมีปริมาณไมก้าละเอียดน้อยกว่าดินระนอง ดินจาก จ. ระนองค่อนข้างหยาบ แต่มีคุณสมบัติในการหล่อผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าดินนราธิวาส ดินขาวล้างแล้วจาก จ. ปราจีนบุรี เป็นดินที่มีปริมาณอลูมินาสูงเท่า ๆ กับสองแหล่งที่กล่าวมาแล้วแต่มีความละเอียดและความเหนียวมากเป็นพิเศษ โดยมีความทนไฟต่ำกว่าดินจาก จ. ระนอง และ จ. นราธิวาส

๒. ดินขาวซึ่งประกอบด้วยแร่ Kaolinite ในปริมาณน้อย หากมีพวกทรายหรือแร่อื่น ๆ ปนอยู่เป็นส่วนใหญ่ ส่วนมากมักไม่นิยมล้าง นำมาใช้งานได้เลย ที่ทำการล้างก็มี ดินขาวจาก อ. แจ้ห่ม จ. ลำปาง สำหรับแหล่งอื่น ๆ เช่น ดินขาว อ. งาว ดินขาวจากแหล่งต่าง ๆ ทางภาคตะวันออก และดินจาก อ. บ้านไร่ จ. อุทัยธานี ดินพวกนี้ถึงแม้จะนำมาล้าง ก็มีปริมาณอลูมินาต่ำกว่ามาตรฐานสากล มีความหดตัวค่อนข้างสูง และทนไฟต่ำกว่าพวกแรก แต่ทว่ามีราคาถูก

การจำแนกอุตสาหกรรมที่ใช้ดินขาวเป็นวัตถุดิบอาจจำแนกออกได้เป็น ๒ ประเภท คือ ประเภทที่ใช้ความร้อนสูง และประเภทที่ใช้ความร้อนปานกลาง

ก. อุตสาหกรรมประเภทใช้ความร้อนสูง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ซึ่งเผาตั้งแต่ ๑๓๐๐°C ขึ้นไป เช่น อุตสาหกรรมทำจานชามประเภทปอรสเลน และอุตสาหกรรมวัตถุทนไฟ สำหรับจานและชามประเภทนี้ต้องการดินขาวซึ่งมีความทนไฟสูง เมื่อเผาแล้วให้สีขาว จึงนิยมใช้ดินขาวจาก จ. ระนองและนราธิวาสเป็นส่วนใหญ่ โดยใช้ดินขาวล้างแล้วจาก จ. ลำปาง ผสมเป็นส่วนน้อยเพื่อช่วยในการขึ้นรูป ไม่นิยมใช้ดินขาวซึ่งไม่ผ่านการล้างเพราะอาจมีสิ่งสกปรกเจือปนและมีส่วนประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลงอันอาจทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียเพิ่มขึ้น สำหรับอุตสาหกรรมวัตถุทนไฟซึ่งมีราคาถูกกว่าเครื่องปอรสเลน ใช้ดินขาวล้างแล้วจาก จ. ระนอง และนราธิวาสเป็นส่วนน้อย เพราะราคาแพง นำมาใช้เพื่อต้องการปริมาณอลูมินา และเอาคุณสมบัติความเหนียวในตัวดินขาวช่วยในการประสานวัตถุทนไฟมาช่วยในการขึ้นรูป ปกติแล้วอุตสาหกรรมวัตถุทนไฟจึงนิยมใช้ดินเหนียวที่มีปริมาณอลูมินาสูงและมีความทนไฟเช่น ดินเหนียวจาก จ. สุราษฎร์ธานีมากกว่าดินขาวล้างแล้ว เพราะมีราคาถูกกว่าดินขาวที่ต้องทำการล้าง ขณะเดียวกัน ดินขาวจาก จ. ปราจีนบุรี เนื่องจากอยู่ใกล้กรุงเทพ ฯ จึงมีราคาถูกกว่าแหล่งอื่นและมีความเหนียวสูง จึงเป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมวัตถุทนไฟด้วย

ข. อุตสาหกรรมประเภทที่ใช้ความร้อนปานกลาง ประเภทนี้ใช้ความร้อนในการเผาผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า ๑๒๒๐°C เช่นผลิตภัณฑ์โมเสค กระเบื้องปูพื้นและกระเบื้องบุผนัง ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีราคาถูกกว่าประเภทปอรสเลน จึงมักนิยมใช้ดินขาวที่ล้างแล้วในปริมาณต่ำกว่า นอกจากนั้นยังสามารถใช้ดินที่ไม่ต้องทำการล้างในปริมาณสูงขึ้น จึงนิยมใช้ดินจาก จ. ลำปางและแหล่งที่ใกล้เคียงโรงงาน และสามารถใช้ดินเหนียวในปริมาณสูง เพราะผลิตภัณฑ์

ไม่ต้องการความขาวเยี่ยงปอรสเลน สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องสุขภัณฑ์, Electrical porcelain และการทำของชำร่วยต้องการเนื้อซึ่งมีคุณภาพปานกลาง คือคุณภาพต่ำกว่าประเภทปรอสเลน มักใช้ดินขาวที่ล้างแล้วและชนิดไม่ล้างผสมกัน

การเลือกดินของแต่ละโรงงานเพื่อนำมาใช้ผสมทำผลิตภัณฑ์นั้น ขึ้นกับความต้องการของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายที่จะผลิตออกจำหน่าย และขบวนการในการขึ้นรูป ตลอดถึงราคาวัตถุดิบที่ส่งถึงโรงงานด้วย โรงงานแต่ละแห่งจึงเลือกใช้วัตถุดิบจากแหล่งต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน ตัวอย่างเช่นโรงงานทำเครื่องสุขภัณฑ์ ต้องการดินซึ่งให้คุณสมบัติการหล่อแบบที่ดี และมีความเหนียวพอสมควร หากใช้ดินขาวซึ่งมีความเหนียวน้อย แต่มีคุณสมบัติการหล่อแบบดี จึงต้องการความเหนียวจากดินเหนียวมาช่วย การผลิตกระเบื้องปูพื้นขึ้นรูปด้วยเครื่องอัด (Hydraulic Press) จึงไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงคุณสมบัติการหล่อของดินที่นำมาใช้ แต่ขนาดของแผ่นกระเบื้องเป็นเรื่องสำคัญจึงต้องพิถีพิถันในเรื่องของความหดตัว เพื่อขนาดจะได้เท่ากัน ขณะที่การทำของชำร่วยหรือขึ้นรูปด้วยการปั้นต้องการเนื้อที่มีความเหนียวสูง มิฉะนั้นแล้วจะขึ้นรูปลำบาก

ตารางที่ ๒ แสดงผลวิเคราะห์ดินขาวทางกายภาพและเคมี

	ดินระนอง	ดินนราธิวาส	ดินปราจีนบุรี	ดินลำปาง (อ. แจ้ห่ม)
Chemical Analysis				
% SiO_2	48.75	46.08	49.5	66.05
Al_2O_3	34.58	36.90	35.8	22.55
Fe_2O_3	0.71	1.67	0.5	0.68
TiO_2	0.02	0.88	0.18	0.02
CaO	0.07	0.05	0.9	0.08
MgO	0.34	0.11	1.13	0.54
K_2O	2.52	0.10	0.09	4.19
Na_2O	0.48	0.98	0.07	0.41
Ignition	10.66	13.05	11.5	4.65

	ดินระนอง	ดินนราธิวาส	ดินปราจีนบุรี	ดินลำปาง (อ.แจ้ห่ม)
Minerals (calc)				
% Clay substance	66.8	80.29	88.95	19.8
Free Silica	8.24	2.67	7.38	39.5
Mica	21.3	12.92	1.62	35.5
Organic	0.30	1.23	–	1.72
Particle Size				
% Minus 20 m	88.0	100	99.92	99.7
10	60.0	98	90.2	78.8
5	40.8	77.8	84.9	64.0
2	37.5	62.5	71.0	38.3
1	34.1	46.5	65.5	29.3
0.5	24.7	21.5	60.5	11.3
0.2	7.5	9.5	50.5	6.5
Colloid Index				
meg Me Blue/100g	2.6	3.5	4.4	5.4
Dry M.O.R. (psi)	150	18	115	150
% Dry Shrinkage	4.5	–	–	4.5
% Total Shrinkage (1200° C)	12.0	11.27	18.4	18.0

ผลการทดลองอื่น ๆ

– ดินขาว ต. บางรั้น จ. ระนอง ผลวิเคราะห์ทาง X–RAYS ประกอบด้วย

1. Kaolin
2. Quartz (Minor)
3. Mica (Major)
4. Microcline (Traces)

ปริมาณ Soluble Ca 80 ppm

ปริมาณ Soluble Ca + Mg 120 ppm

– ดินขาว ต. โต๊ะเด็ง อ. สุไหงปาดี จ. นราธิวาส ผลวิเคราะห์ทาง X-RAYS ประกอบด้วยแร่เคโอลิไนท์ (Kaolinite) แร่อิลไลท์ (Illite) และแร่ควอทซ์

ทางธรณีเคมี มี Sn 10 ppm

W nil

– ดินขาวบ้านโคกไม้ลาย ต. โคกไม้ลาย อ. เมือง จ. ปราจีนบุรี ผลวิเคราะห์ทาง X–RAYS ประกอบด้วย Kaolinite และควอทซ์

– ดินขาว อ. แจ้ห่ม จ. ลำปาง ผลวิเคราะห์ทาง X–RAYS ประกอบด้วย

1. Quartz
2. Mica
3. Kaolin (minor)
4. Halloysite
5. Unidentified Phase a (minor)
6. Albite (trace)

ปริมาณ Soluble Ca 2030 ppm

ปริมาณ Soluble Ca + Mg 2340 ppm

5. เครื่องมือที่จำเป็นในการพัฒนาแร่ดินขาว

ในการที่จะพัฒนาแร่ดินขาว ดินเหนียว ในอันที่จะนำมาส่งเสริมการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ จากแหล่งซึ่งอยู่กระจัดกระจายทั่วประเทศ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบคุณสมบัติทางแร่ (Mineralogy) เป็นอันดับแรก เครื่องมือเครื่องใช้ที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับงานวิเคราะห์วิจัยดินมีดังต่อไปนี้

5.1 เครื่อง X-RAY Diffractometer เครื่องมือนี้มีประโยชน์ในการ identify หรือบอกให้ทราบว่า ตัวอย่างดินขาวนั้นประกอบด้วยแร่ดิน (Clay mineral) ตัวใด และมีแร่ชนิดอื่นอะไรปนอยู่บ้างเพราะแร่แต่ละชนิดจะให้กลุ่มของ peak (Diffraction line) ที่มีความสูงต่ำและตำแหน่งที่เกิดต่างกันอันเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของแร่แต่ละชนิด ทำให้สามารถ identify ได้ดังตัวอย่างในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 Clay and Related Minerals

	Composition	Crystal system	Three principal lines,d in A°; I, relative intensity						Endothermic Peaks (maxima)	Exothermic Peaks (maxima)
			d	I	d	I	d	I	Temp °c Magnitude	Temp °c Magnitude
Kaolinite	$Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$	Triclinic	7.15	10	3.566	10	2.331	10	105 small 585 large	985 v. large
halloysite (normal)	$Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$	Hexagonal	7.2	8	3.566	8	4.422	10	115 medium 550 large	985 large
dickite	$Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$	Monoclinic	7.14	10	3.576	10	2.318	8	105 v. small 580 small 695 large	980 large
nacrite	$Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$	Orthorhombic	7.08	10	3.58	9	2.418	10	105 v. small 690 large	980 large
anauxite	$Al_2O_3 3SiO_2 2H_2O$	–	7.1	10	3.57	10	2.35	10	105 v. small 580 large	980 large
montmorillonite	$(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2$	Monoclinic	14.7	10	4.42	5	1.49	4	140 medium 700 meidum 875 small	920 small
nontronite	$(Al,FeMg)_2(Al,Si)_4O_{10}(OH)_2$	Monoclinic	14.0	10	4.48	3	1.51	2	140 medium 490 medium	900 small
talc	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_5$	Monoclinic	9.30	8	3.10	10	1.53	8	910 medium(broad)	– – –
pyrophyllite	$Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$	Monoclinic	9.14	8	3.06	10	1.50	8	750 medium(broad)	– – –
vermiculite	$(Mg,Fe)_3(Al,Si)_4O_9(HO)_3$	Monoclinic	14.1	10	3.54	6	1.53	6	120–200 medium 820 small	860 small
glauconite	$KMg(Fe,Al)_3Si_6O_{18}3H_2O$	Monoclinic	9.92	10	4.45	9	3.34	9	110 small 565 medium 895 small	920 medium
muscovite	$KAl_2(Al,Si_3)O_{10}(OH)_2$	Monoclinic	9.98	10	3.333	9	2.57	10	600–900 small (broad)	– – –
paragonite	$NaAl_2(Al,Si_3)O_{10}(OH)_2$	Monoclinic	9.97	6	4.41	10	3.10	10	– – –	– – –
biotite	$K(Mg,Fe)_3(Al,Si_3)O_{10}(OH)_2$	Monoclinic	10.1	10	3.36	9	2.65	7	550 medium 700-900small(broad	– – –

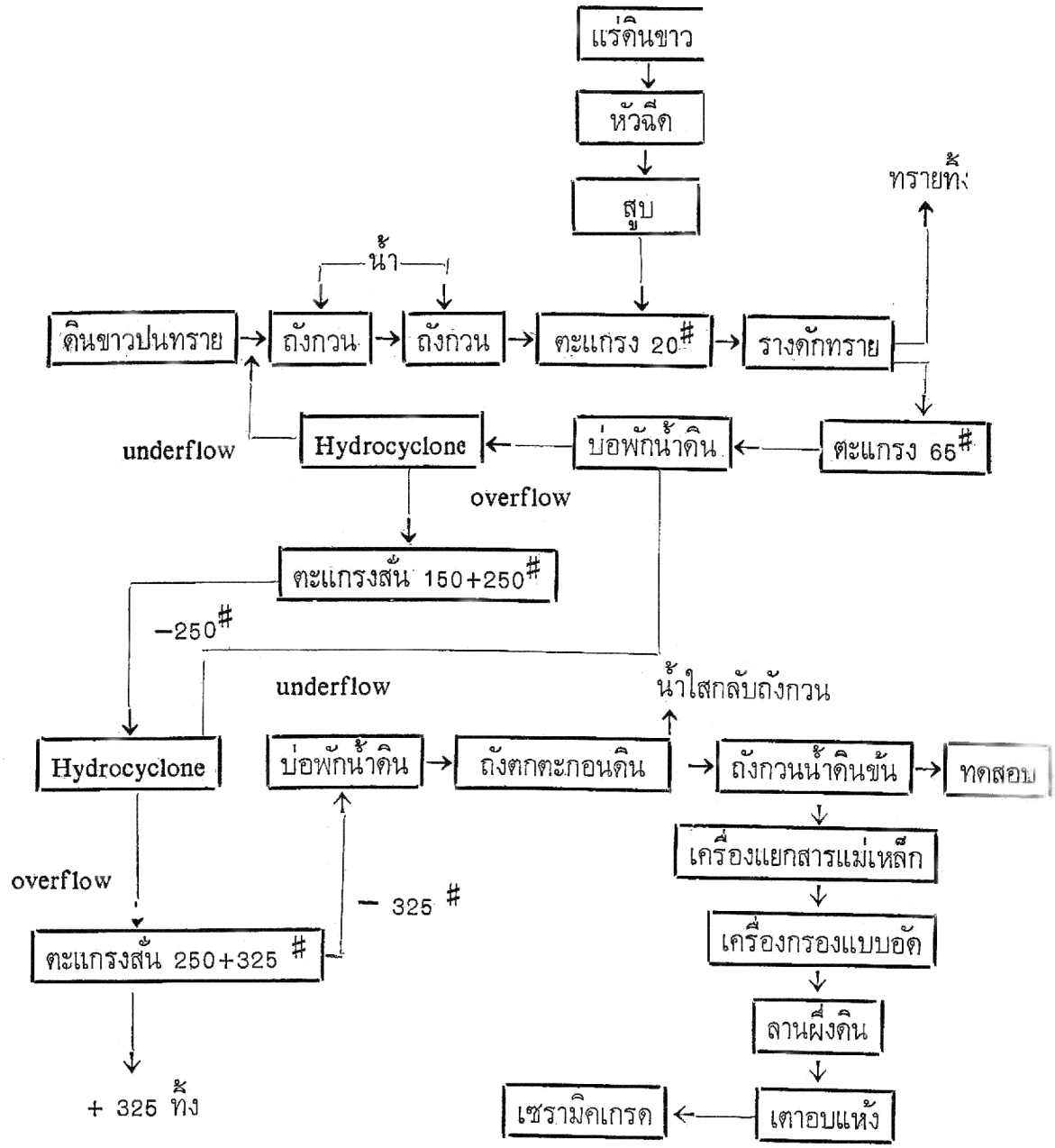
5.2 Differential Thermal Analyzer (DTA) เป็นเครื่องมือเพื่อศึกษาปฏิกริยาที่เกิดขึ้นกับแร่ดินขาว เมื่อเผาที่อุณภูมิต่าง ๆ แร่ต่างชนิดกันจะสามารถ identify ได้เพราะมีปฏิกิริยาต่าง ๆ เกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่างกัน ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือนี้จะช่วยสนับสนุนข้อมูลจากเครื่อง X-RAY Diffractometer นอกจากใช้ในการ identify แร่ดินขาวแล้ว เครื่องมือนี้ยังเหมาะสำหรับศึกษาเพื่อใช้ในการวิจัยส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ เซรามิคชนิดต่าง ๆ อีกด้วย

5.3 Dilatometer เป็นเครื่องมือที่จะบอกให้ทราบว่า ดินขาวแต่ละแหล่ง หรือส่วนผสมเนื้อผลิตภัณฑ์ของแต่ละชนิด มีเปอร์เซนต์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน (Thermal expansion) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ เครื่องมือนี้เหมาะสำหรับการวิจัยการใช้วัตถุดิบจากแหล่งต่าง ๆ มาผสมเป็นเนื้อผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีคุณสมบัติการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน สอดคล้องกับขบวนการเผาในโรงได้ มิฉะนั้นผลิตภัณฑ์อาจจะเกิดการสูญเสีย หากผลิตขึ้นจากแร่ซึ่งมีค่าการขยายตัวแตกต่างกัน

6. การล้างดินขาวเพื่ออุตสาหกรรมเซรามิค

การล้างดินขาวเพื่อใช้ในการอุตสาหกรรมเซรามิคดังแสดงในรูปที่ 2 นั้น ที่จริงเป็นการคัดขนาดส่วนที่หยาบทิ้ง (Sizing and Classificaion) ปัญหาใหญ่ในการนี้ คือ วิธีการที่จะคัดให้ได้ขนาดที่ต้องการและการเก็บเนื้อดินที่ล้างแล้วให้มากที่สุด ตามมาตรฐานสากลดินเซรามิคเกรดควรจะมีขนาดใหญ่ที่สุดไม่เกิน 44 ไมโครเมตร (325 เมช) สำหรับเมืองไทยดินเซรามิคเกรดถูกจำหน่ายใน 2 ขนาด คือ ดินขาวเบอร์ 200 และ 300 ซึ่งปกติก็เข้าใจกันว่าควรจะเป็นดินที่มีความละเอียดน้อยกว่า 200 และ 300 เมช ตามลำดับ แต่ความจริงแล้วดินที่ล้างขายกันในปัจจุบันยังมีส่วนที่หยาบปนอยู่ค่อนข้างมากเกินไป เพราะความไม่ระมัดระวังในการล้างดินขาว อันเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ดินขาวที่ล้างแล้วมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ผู้เขียนอยากจะเสนอแนะว่า การล้างดินขาวของบ้านเรา ดินที่ล้างแล้วควรมีขนาด + 100 เมช น้อยกว่า 0.2%, + 240 เมช น้อยกว่า 0.5%, + 325 เมช น้อยกว่า 2.0%

รูปที่ 2 แผนภาพแสดงการล้างดินขาวเกรดเซรามิคจากแหล่งปฐมภูมิ



สรุป

ประเทศไทยเรามีแหล่งดินขาวกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป แหล่งผลิตดินขาวเกรดเซรามิคมีคุณภาพดีมาจาก จ. ระนอง จ. นราธิวาส จ. ปราจีนบุรี และ จ. ลำปาง แหล่งดินขาวเหล่านี้มีปริมาณมากเพียงพอกับความต้องการของอุตสาหกรรมในประเทศ นอกจากนั้นยังนับว่าโชคดีที่มีแหล่งดินขาวซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างเหมาะกับงานอุตสาหกรรมเซรามิคแต่ละประเภท หากได้มีการพัฒนาการทำเหมือง และการแต่งดินขาวให้ดียิ่งขึ้นกว่าปัจจุบัน คิดว่าจะสามารถส่งดินขาวสำหรับงานเซรามิคชนิดต่าง ๆ ไปจำหน่ายต่างประเทศได้ อุตสาหกรรมเซรามิคหลายประเภทสามารถใช้ดินขาวซึ่งไม่ต้องผ่านการล้าง ราคาวัตถุดิบจึงขึ้นอยู่กับระยะทางการขนส่งมายังโรงงาน แหล่งดินขาวต่าง ๆ ซึ่งอยู่ใกล้เคียงแหล่งอุตสาหกรรมสมควรที่จะได้รับการพัฒนานำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งในการนี้จะต้องอาศัยเครื่องมือราคาแพงและการวิจัยนำไปใช้ในทางที่เป็นประโยชน์มากที่สุด

หนังสืออ้างอิง

1. The Chemistry and Physics of Clays and Allied Ceramic Materials by Rex W. Grimshaw

2. รายงานเรื่อง ดินขาว ดินเหนียว หินฟันม้า และทรายจากแหล่งต่าง ๆ เกี่ยวกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิค โดยชาญ จรรยาวนิชย์, พิทักษ์ หาญจวนิช

3. รายงานการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ดินขาว อ. สุไหงปาดี อ. ระแงะ อ. ยี่งอ จ. นราธิวาส โดยธงชัย พึ่งรัศมี

4. รายงานการสำรวจแหล่งแร่ดินใน จ. นครนายก ปราจีนบุรี สระบุรี ชลบุรี จันทบุรี และตราด (รวมทั้งแหล่งแร่เฟลสปาร์ ทรายแก้ว และแร่ควอทซ์) โดย ธงชัย พึ่งรัศมี, พิภพ วสุวานิช