

1. บทนำ

สีเซรามิก (ceramic pigments) คือสีเซรามิกที่ใช้ตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิกให้มีคุณค่าสูงขึ้นทั้งด้านความงาม และราคาของผลิตภัณฑ์ สมัยก่อนมักตกแต่งผลิตภัณฑ์โดยใช้ดินเหนียวมาเป็นสีแล้วละลายต่อเติมหรือเขียนละลายลงบนเนื้อผลิตภัณฑ์จนกระทั่งมีการพบวิธีทำให้เกิดสีขึ้น จึงได้นำมาเขียนลงผลิตภัณฑ์ทั้งได้เคลือบและบนเคลือบ โดยสีเซรามิกเหล่านี้จะต้องมีสภาพที่อยู่ตัวในลักษณะไม่แตกตัวหรือสลายตัว, ไม่ละลาย ไม่เปลี่ยนแปลงในเคลือบและในบรรยากาศการเผาไหม้ กล่าวกันว่าในสมัยรัชกาลที่ 4 มีการเขียนละลายบนภาชนะปอร์สเลนด้วยสีบนเคลือบ

ปัจจุบันการทำอุตสาหกรรมเซรามิก ได้มีการส่งเสริม และแพร่หลายกันอย่างมากมายจนเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือของประเทศไทย นับได้ว่ามีอุตสาหกรรมประเภทนี้อยู่มากกว่าทุก ๆ ภาค ในขณะที่อุตสาหกรรมเซรามิกกำลังพัฒนาขึ้น สีเซรามิกจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องพัฒนาควบคู่กันไปด้วย โดยเฉพาะกรณีของการผลิตสีเซรามิกโดยใช้วัตถุดิบที่เป็นแร่ธรรมชาติทดแทนสารเคมีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งยังไม่มีการศึกษาอย่างแน่ชัดจากผู้วิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ การศึกษาเชิงวิจัยโดยใช้แร่ธรรมชาติบางชนิดของภาคเหนือเป็นสีเซรามิก อาจเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยพัฒนาเทคนิคการผลิตสีเซรามิกและก่อประโยชน์ให้เกิดการมีสีเซรามิกเป็นเอกลักษณ์ในวงการเซรามิกซึ่งอาจช่วยในการพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกของประเทศไทยในอนาคตได้

1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารที่ใช้เป็นสีเซรามิก (1-10)

สารที่ใช้เป็นสีเซรามิกส่วนใหญ่เกิดจากสารประกอบออกไซด์ของโลหะหนัก หรือสารจำพวกซิลิเกต ซึ่งได้แก่

(1) แอนทิโมนีออกไซด์ (Antimony Oxide : Sb_2O_3)

ทำให้เกิดสีเหลืองและส้มในเคลือบเรียกว่าเป็นต้นกำเนิดสีเหลือง

(2) เบสิกแอนทิโมนีเนตตะแก้ว (Basic Antimonate of Lead) $[Pb_3(SO_4)_2]$

เป็นสารประกอบที่ให้สีเหลือง เรียกว่า เนเปิล เยลโลว์ (naple yellow) โดยจะต้องรวมตัวกับเหล็กหรือตะกั่วเท่านั้น

(3) แบเรียมโครเมต (Barium Chromate : $BaCrO_4$)

ทำให้เกิดสีเหลืองซีด (pale yellow) จนถึงสีเขียวสดใส มักใช้เป็นสีบนเคลือบ เเผที่อุณหภูมิไม่สูงกว่า 1020 °C

(4) โครเมียมออกไซด์ (Chromium Oxide : Cr_2O_3)

ให้สีเขียวแกมเหลืองซึ่งทับแสงแทนสีเขียวซึ่งโปร่งแสง เมื่อเติมอลูมินา (Al_2O_3) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) สังกะสีออกไซด์ (ZnO) และแบเรียมออกไซด์ (BaO) ถ้าเติมดีบุกออกไซด์ (SnO_2) ลงไปจะทำให้เกิดสีชมพูจนถึงแดง ส่วนแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ผสมลงไปจะทำให้กลายเป็นสีเหลือง หรือส้มได้ ปกติใช้ประมาณ 1-4 %

(5) โคบอลต์ออกไซด์ (Cobalt Oxide : CoO)

เป็นต้นกำเนิดสีน้ำเงิน สีที่ได้ขึ้นกับอิทธิพลของสารอัลคาไลน์หรืออัลคาไลน์เอิร์ทที่ผสมในน้ำเคลือบ หากรวมกับซิงค์ออกไซด์และอลูมินาจะทำให้เกิดสีเขียว หรือถ้ารวมกับแมกนีเซียมออกไซด์ ซิลิกา (SiO_2) และบอแรกซ์ ($Na_2O \cdot 2B_2O_3 \cdot 10H_2O$) จะได้สีชมพู

(6) คอปเปอร์ออกไซด์ (Copper Oxide : CuO)

เป็นต้นกำเนิดทำให้เกิดสีเขียว ปริมาณที่ใช้ในเคลือบส่วนใหญ่ 0-7 % สีที่
เกิดขึ้นกับชนิดและจำนวนของสารอื่นที่ใช้ร่วมด้วย รวมทั้งอุณหภูมิที่ใช้ เช่น โบตัสเซียม
ออกไซด์ (K_2O) โซเดียมออกไซด์ (Na_2O) ทำให้เกิดสีเขียวแกมเหลือง

(7) คอปเปอร์คาร์บอเนต (Copper Carbonate : CuCO_3)

ต้นกำเนิดสีเขียวในเคลือบ และจะอยู่ในรูปของออกไซด์ทำให้เกิดสีฟ้า
สีน้ำเงิน สีเขียวหรือสีแดงถ้าใช้การเผาแบบบริดจ์ชัน

(8) โคบอลต์คาร์บอเนต (Cobalt Carbonate : CoCO_3)

ให้สีดำทั้งในเคลือบและสีเขียว และอาจจะให้สีดำถ้าหากอยู่ร่วมกับแมงกานีส
ออกไซด์ (MnO) เหล็กโครเมต (FeCrO_4)

(9) เหล็กโครเมต (Iron Chromate : FeCrO_4)

เมื่อรวมกับแมงกานีสออกไซด์และสังกะสีออกไซด์ใช้ในได้เคลือบจะได้สีน้ำตาล
ถ้าใช้ร่วมกับโคบอลต์ออกไซด์จะได้สีดำต้องใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 1020 °C

(10) เหล็กออกไซด์ (Iron Oxide : FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4)

นิยมใช้ในการทำให้เกิดสีดำหรือน้ำตาลในเคลือบและเนื้อผลิตภัณฑ์ จะให้สีน้ำ
ตาลหรือสีแดงถ้าใช้ปริมาณ 13-15 % และมีเถ้ากระดูก (bone ash) ปริมาณ 12 % ถ้า
เผาแบบบริดจ์ชันจะได้สีเขียวซีลาดอล (celadon) เมื่อมีเหล็กออกไซด์ประมาณ 1-1.5 %

(11) ตะกั่วออกไซด์ (Lead Oxide : PbO , Pb_3O_4)

ให้สีเหลือง นิยมใช้ Pb_3O_4 มากกว่า PbO เพราะมีเปอร์เซ็นต์ออกซิเจนสูงกว่า ปกติตะกั่วตัวเดียวจะทำให้เคลือบสีเหลือง ถ้ามีกรูฟมากขึ้นก็จะยิ่งทำให้สีเหลืองขึ้น (ไม่มีสี)

(12) แมงกานีสออกไซด์ (Manganese Oxide, MnO_2)

ให้สีในเนื้อผลิตภัณฑ์และน้ำเคลือบ ปกติให้สีในช่วงสีน้ำตาล ร่วมกับโคบอลต์ออกไซด์ให้สีดำ

(13) โมลิบดีนัมออกไซด์ (Molybdenum Oxide : MoO_3)

ทำให้เกิดสีเหลืองในเคลือบตะกั่ว ความเข้มของสีขึ้นกับปริมาณที่ใช้ ปกติใช้ประมาณ 2-10 %

(14) นิกเกิลออกไซด์ (Nikel Oxide : NiO)

ทำให้เกิดสีในเคลือบ เช่น ร่วมกับสังกะสีออกไซด์ให้สีน้ำเงิน ร่วมกับแคลเซียมออกไซด์ และแบเรียมออกไซด์ให้สีน้ำตาลร่วมกับแมกนีเซียมให้สีเขียว ปกติใช้ประมาณ 0.3 %

(15) โพตัสเซียมไดโครเมต (Potassium Dichromate : $K_2Cr_2O_7$)

ใช้ให้น้ำเคลือบ ทำให้เกิดสีเขียว ร่วมกับดีบุกออกไซด์จะเกิดสีชมพูหรือแดงที่อุณหภูมิต่ำ

(16) ซิลเวอร์ออกไซด์ (Silver Oxide : Ag_2O)

เป็นสารให้สีเหลืองใช้เขียนบนเคลือบ

(17) โซเดียมยูราเนต (Sodium Uranate : $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$)

เป็นต้นกำเนิดของสีเหลือง เรียกว่า ยูเรเนียม เยลโลว์ (uranium yellow) แต่เป็นสารรังสี และเป็นอันตราย

(18) ดิไตเนียมออกไซด์ (Titanium Oxide : TiO_2)

จะให้สีครีมหรือสีเหลืองในเคลือบ แม้ว่าเคลือบนั้นจะมีดีบุกออกไซด์อยู่หรือไม่ก็ตาม ปริมาณที่ใช้ในเคลือบประมาณ 5-10 %

(19) ดีบุกออกไซด์ (Tin Oxide : SnO_2)

จะทำให้เคลือบมีสีขาวทึบเพื่อเป็นสีพื้นสำหรับการตกแต่งอีกครั้ง และมีผลต่อการให้สีของสารอื่นที่เกิดจากออกไซด์ด้วย

(20) ยูเรเนียมออกไซด์ (Uranium Oxide : U_2O_3)

สามารถทำให้เกิดสีในช่วงตั้งแต่เหลืองใสไปจนถึงส้มเข้ม ซึ่งขึ้นกับปริมาณและชนิดของสารอื่น ๆ ในเคลือบ หากเติมดีบุกออกไซด์ และ 1-2 % ของโซเดียมยูราเนตลงไปจะได้สีงาช้าง

(21) วานาเดียมเพนตอกไซด์ (Vanadium Pentoxide : V_2O_5)

ให้สีเหลืองอ่อน ๆ และจะให้สีเหลืองหากทำเป็นฟริตกับดีบุกออกไซด์ ใช้แทนสีเหลืองจากยูเรเนียมออกไซด์ซึ่งหายากได้อย่างกว้างขวาง

จะเห็นได้ว่าสารประกอบออกไซด์ของโลหะที่กล่าวไปข้างต้น บางตัวสามารถที่จะให้สีในลักษณะที่เป็นสารประกอบเพียงตัวเดียว แต่ส่วนใหญ่เมื่อสารประกอบออกไซด์

ของโลหะมารวมกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปจะทำให้เกิดสีได้ง่าย และได้สีที่มีแตกต่างกันไปมากมาย

ในลักษณะเช่นนี้แร่ธรรมชาติที่มีออกไซด์ของโลหะต่าง ๆ จึงสามารถนำมาผลิตสีเขียนเซรามิกส์ได้เช่นเดียวกัน

1.2 แร่ธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้เป็นสารผลิตสีเขียนเซรามิกส์

แร่ธรรมชาติเป็นสารประกอบอนินทรีย์หรือธาตุแท้รวมทั้งสารประกอบอินทรีย์บางอย่าง สามารถเขียนสูตรเคมีแทนได้ แร่ธรรมชาติที่สามารถนำมาผลิตสีเขียนเซรามิกส์ได้แก่

(1) แร่คิวไพรต์ (Cuprite : Cu_2O)

แร่มีสีแดงเข้มหรือแดงปนน้ำตาล สีผงละเอียด (streak) สีน้ำตาลแดง ส่วนมากมีเหล็กออกไซด์เป็นมลทิน

(2) แร่โครไมต์ (Chromite : FeCr_2O_4)

แร่มีสีดำแบบเหล็กหรือน้ำตาล สีผงละเอียด สีน้ำตาลเข้ม พบที่จังหวัดอุดรดิตถ์ และจังหวัดนราธิวาส

(3) แร่คาลโคไซต์ (Chalcocite : Cu_2S)

แร่มีสีเทาแบบตะกั่ว อาจมีเงินและเหล็กปนเล็กน้อย พบที่จังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดสุโขทัย และจังหวัดเชียงราย

(4) แร่คาลโคไพไรต์ (Chalcopyrite : CuFeS_2)

แร่มีสีทองเหลืองเข้ม สีผงละเอียดสีดำปนเขียว พบที่จังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดเลย จังหวัดแพร่ และจังหวัดลำปาง

(5) แร่แคสซิเทอไรต์ (Cassiterite : SnO_2)

เป็นแร่ตุ้มอกไซด์ สีของแร่ส่วนมากมีสีน้ำตาลหรือดำ สีชอคโกแลต สีเขียว สีเหลือง สีแดง สีน้ำเงิน หรือสีม่วง สีผงละเอียด สีขาว พบมากในภาคใต้ ส่วนภาคเหนือพบที่จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดตาก จังหวัดลำปาง จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย และจังหวัดแม่ฮ่องสอน

(6) แร่กาลีนา (Galena : PbS)

แร่มีสีเทาตะกั่ว สีผงละเอียด สีเทาแบบตะกั่ว มักจะมีสังกะสี เงิน และกำมะถันปนเป็นมลทิน พบที่จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำปาง จังหวัดแพร่ จังหวัดตาก จังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดสุโขทัย และจังหวัดเลย

(7) แร่ฮีมาไทต์ (Haematite : Fe_2O_3)

เรียกว่า แร่เหล็กแดง แร่มีสีแดงเลือดหมูเข้มจนเกือบดำหรือเทาแบบเหล็ก สีผงละเอียดสีเลือดหมูจึงเรียกว่า แร่เหล็กแดง เป็นแร่สำคัญทางเศรษฐกิจ พบที่จังหวัดสุโขทัย จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเลย และจังหวัดลพบุรี

(8) แร่อิลเมนไนต์ (Ilmenite : FeTiO_3)

แร่มีสีดำแบบเหล็ก สีผงละเอียดสีดำหรือสีแดงน้ำตาล พบในแหล่งแร่ตุ้มอกไซด์มาก ทางเหนือพบที่อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

(9) แร่ไลมอนไนต์ (Limonite : $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ กับ $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

เรียกว่า แร่เหล็กเหลือง แร่มีสีน้ำตาลแก่ถึงดำ สีผงละเอียดสีน้ำตาลเหลือง พบทั่วไปในแหล่งแร่เหล็ก

(10) แร่แมกนีไทต์ (Magnetite : Fe_3O_4)

เรียกว่า แร่แม่เหล็กหรือแร่เหล็กดำ มีสีดำแบบเหล็ก สีมงละเอียดย สีส้ม
อาจมีแมกนีเซียมและแมงกานีสเป็นมลทินเล็กน้อย พบที่จังหวัดลพบุรี จังหวัดนครสวรรค์
และจังหวัดเลย

(11) แร่แมงกานิต (Manganite : $\text{MnO}(\text{OH})$)

แร่มีสีเทาแบบเหล็กกล้า หรือดำแบบเหล็ก แต่มีสีเอียง สีส้มตาลเข้ม พบ
ที่จังหวัดเลย และจังหวัดลำพูน

(12) แร่โมลิบดีไนต์ (Molybdenite : MoS_2)

แร่มีสีเทาตะกั่วอมฟ้าคล้ายตะกั่วมาก สีมงละเอียดย สีน้ำเงินออกเขียว พบที่
จังหวัดจันทบุรี

(13) แร่มาร์คาไซต์ (Marcasite : Fe_2S)

แร่มีสีทองเหลืองซีด ๆ จนเกือบขาว สีมงละเอียดย สีดำออกเทาหรือน้ำตาล
มักมีอาร์เซนิกปนด้วยเล็กน้อย พบที่จังหวัดเลย

(14) แร่มาลาไคต์ (Malachite : $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$)

เรียกว่า แร่ทองแดงคาร์บอเนตสีเขียวเพราะแร่มีสีเขียว พบที่จังหวัดอุดรธานี
และแหล่งแร่ทองแดงทั่วไป

(15) แร่ไพโรลูไซต์ (Pyrolusite : MnO_2)

แร่มีสีดำ สีมงละเอียดยสีดำ พบที่จังหวัดลำพูน จังหวัดเชียงใหม่ และ
จังหวัดเลย

(16) แร่ไซโลมิเลน (Psilomelane : $\text{BaMn}_{11}\text{Mn}_8\text{O}_{16}(\text{OH})_4$)

แร่มีสีดำ สีผงละเอียด สีดำน้ำตาล แมงกานีสอาจถูกแทนที่ด้วยแคลเซียม นิกเกิล โคบอลต์ ทองแดงอาจแทนที่แบเรียมและแมงกานีสที่มีเลขออกซิเดชัน 2 ได้พบตามแหล่งแมงกานีสในจังหวัดต่าง ๆ

(17) แร่ไพไรต์ (Pyrite : FeS_2)

แร่มีสีทองเหลือง สีผงละเอียด สีดำอมเขียว อาจจะมีทองแดง โคบอลต์ นิกเกิล อาร์เซนิก และทองปนอยู่ด้วย พบที่จังหวัดแพร่ จังหวัดเพชรบูรณ์ และแหล่งใหญ่พบที่ท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

(18) แร่ไพโรฟิลไลต์ (Pyrophyllite : $\text{Al}_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})$)

แร่มีหลายสี เช่น สีเขียวแอมเบิ้ล สีเทา และสีน้ำตาล พบที่จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดเพชรบูรณ์

(19) แร่รูไทล์ (Rutile : TiO_2)

แร่จะมีสีทองแดง สีแดง สีเหลือง สีเหลืองอมส้ม สีผงละเอียด สีน้ำตาลอ่อน พบปนอยู่ในแหล่งลานแร่ดิบุก และ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่

(20) แร่โรโดโครไซด์ (Rhodochrosite : MnCO_3)

แร่ทั่วไปมีสีชมพูออกกุหลาบ อาจมีสีชมพูอ่อน ๆ ไปจนกระทั่งโปร่งแสง อาจมีเหล็กและแคลเซียมเข้าแทนที่แมงกานีส พบที่จังหวัดเลย จังหวัดแพร่ จังหวัดน่าน และจังหวัดนิจิตร

(21) แร่ซีไลต์ (Scheelite : CaWO_4)

แร่มีสีเหลือง สีขาวอมเหลือง สีน้ำตาล พบที่จังหวัดตาก จังหวัดแม่ฮ่องสอน และจังหวัดเชียงราย

(22) แร่สฟาเลอไรต์ (Sphalerite : ZnS)

แร่มีสีเหลือง หรือสีน้ำผึ้ง สีน้ำตาลปนแดงหรือสีดำ สีผงละเอียด สีน้ำตาลปนแดง พบที่จังหวัดลำพูน และจังหวัดแพร่

(23) แร่สตีบไนต์ (Stibnite : Sb_2S_3)

แร่มีสีเทาตะกั่วปนน้ำเงินเล็กน้อย สีผงละเอียด สีเทา พบที่จังหวัดตาก จังหวัดสุโขทัย จังหวัดแพร่ จังหวัดลำปาง และจังหวัดแม่ฮ่องสอน

(24) แร่ซิเดอไรต์ (Siderite : FeCO_3)

แร่มีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้มอาจมีสีเทา สีเขียว พบที่จังหวัดลำปาง

(25) แร่ยูเรไนต์ (Uraninite : UO_2)

แร่มีสีดำ สีผงละเอียด สีดำปนน้ำตาล ทอเรียบสามารถแทนที่ยูเรเนียมได้ พบในแหล่งแร่ที่มีความสมบูรณ์ปานกลางในบริเวณเขาหินแกรนิต

(26) แร่วุลแฟรมไต์ (Wolframite : $(\text{Fe}, \text{Mn}) \text{WO}_4$)

แร่มีสีออกน้ำตาล สีผงละเอียดมีสีเกือบดำจนกระทั่งถึงน้ำตาล พบในแหล่งแร่ดีบุก อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดเชียงราย และจังหวัดเชียงใหม่

(27) แร่ซิงไคต์ (Zincite : ZnO)

แร่มีสีแดงจนถึงสีส้มเหลือง สีผงละเอียดสีส้ม โดยทั่วไปมักจะมี MnO ปนอยู่ด้วยประมาณ 5 % พบที่จังหวัดตาก

(28) แร่อะซูไรต์ (Azurite : $Cu_2(CO_3)_2(OH)_2$)

แร่มีสีน้ำเงิน จึงเรียกว่า แร่ทองแดงคาร์บอเนตสีน้ำเงิน จะเกิดร่วมกับแร่มาลาไคต์ พบที่อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก อำเภอปากท่า จังหวัดอุตรดิตถ์ และเหมืองแร่ไทยสวรรค์ จังหวัดสงขลา

(29) แร่ไคยาไนต์ (Kyanite : $Al_2O_3 \cdot SiO_2$)

แร่มีสีน้ำเงิน สีเทา หรือสีเขียว พบในภาคเหนือทั่ว ๆ ไป

1.3 แร่ธรรมชาติในภาคเหนือที่นำมาใช้ศึกษาเป็นสีเขียวเซรามิกส์ (5 และ 10-14)

สีเขียวเซรามิกส์ในอดีต ไม่ได้ใช้สารเคมีเป็นสารให้สีเพราะจากหลักฐานทางประวัติศาสตร์พบว่า สมัยก่อนช่างปั้นโอ่ง ไห จะใช้ดินที่มีสีต่าง ๆ ตกแต่งผลิตภัณฑ์ให้สวยงาม แร่ซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นนั้น ๆ สมควรถูกนำมาให้เป็นสารให้สีด้วย เพราะแร่ธรรมชาติหลายชนิดมีสีตามที่กล่าวไปในข้อ 1.2 แต่จากการค้นคว้ารายงานต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศไม่พบการรายงานข้อมูลเหล่านี้ งานวิจัยจึงพยายามนำแร่ธรรมชาติที่หาได้ง่ายในภาคเหนือจำนวน 10 ชนิดมาศึกษาเพื่อทำสีเขียวเซรามิกส์ ได้แก่

1.3.1 แร่โครไมต์

การเกิด : พบเกิดอยู่ในหินเพริโดไทต์ (peridotite) และหินเซอร์เพนทีไนต์ (serpentinite) แร่ที่เกิดร่วมกับแร่คอร์รันดัม (corundum) และแร่โอลิวีน (olivine) เป็นต้น

สมบัติทางฟิสิกส์ : รูปผลึกระบบไอโซเมตริก (isometric system)
 ผลึกส่วนมากเล็กและหายาก สีดำแบบเหล็ก หรือสีดำน้ำตาล ความวาวแบบโลหะ หรือกึ่งโลหะ ความแข็ง 5.5 ความถ่วงจำเพาะ 4.6

สมบัติทางเคมี : สูตรเคมี FeCr_2O_4 หรือ $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ มี FeO 32.0 % Cr_2O_3 68 % ไม่หลอมละลายเมื่อบดละเอียดเป็นผงแล้วเผาบนแท่งถ่าน

แหล่ง : พบที่อำเภอพาน้อย จังหวัดอุดรธานี และ อ.เถิน จ.ลำปาง

1.3.2 แร้อิลเมไนต์

การเกิด : เกิดเป็นตัวเคลือบในลักษณะเป็นชั้นในหินไนส์ (gneiss) และหินแปร (metamorphic rock) พบอยู่ในทรายร่วมกับแร่แมกนีไทต์ แร่รูไทล์ แร่เซอร์คอน (zircon) และแร่โมนาไซต์ (monazite)

สมบัติทางฟิสิกส์ : รูปผลึกระบบเฮกซะโกนาล (hexagonal system)
 ผลึกจะเป็นแผ่นหนาหรือเป็นชั้น ความวาวคล้ายโลหะหรือกึ่งโลหะ สีดำแบบเหล็ก สีผงละเอียด สีดำหรือแดงน้ำตาล ความแข็ง 5.5-6.0 ความถ่วงจำเพาะ 4.7

สมบัติทางเคมี : สูตรเคมี FeTiO_3 หรือ $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ มี Fe 36.8 % Ti 31.6 % และ O 31.6 % ไม่หลอมตัว

แหล่ง : อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ และทางภาคใต้

1.3.3 แร่ไฟโรลูไซต์

การเกิด : เป็นแร่ทุติยภูมิ (secondary mineral) แมงกานีสละลายออกจากหินซึ่งมักมีปนอยู่เล็กน้อยเสมอ แล้วสะสมใหม่ในรูปแร่ชนิดอื่นซึ่งส่วนมากเป็นไฟโรลูไซต์ ชั้นลิ้นแร่แมงกานีสจะพบปนอยู่กับภาคดินซึ่งได้จากการผุสลายของหินปูน (limestone) สันนิษฐานว่าแมงกานีสออกไซด์เกิดเป็นรูปคอลลอยด์ (colloid) แล้วมาตกสะสมในลักษณะรูปผลึก บางครั้งพบเป็นสายแร่ร่วมกับควออตซ์ และกับแร่โลหะอื่น

สมบัติทางฟิสิกส์ : รูปผลึกระบบเตตระโกนาล (tetragonal system) แต่ไม่ค่อยได้พบผลึก ส่วนมากเป็นแท่งยาว ๆ หรือเป็นเส้นรูปรัศมี สีดำ สีผงละเอียด สีดำ ความแข็ง (hardness) 1.0-2.0 ความถ่วงจำเพาะ 4.75

สมบัติทางเคมี : สูตรเคมี MnO_2 มี Mn 63.2 % O 36.8 % มักมีน้ำปนอยู่ด้วยเล็กน้อย ไม่หลอมละลาย

แหล่ง : พบที่จังหวัดเลย จังหวัดลำพูน และจังหวัดเชียงใหม่

1.3.4 แร่วูลแฟรมไต์

การเกิด : พบเกิดในสายแร่เพกมาไทต์ (pegmatite) ส่วนมากเกิดร่วมกับแร่ดีบุก แร่ซีไลต์ แร่ไฟไรต์ แร่กาสินา และแร่สฟาเลอไรต์

สมบัติทางฟิสิกส์ : รูปผลึกระบบโมโนคลินิก (monoclinic system) มักจะแตกเป็นแผ่น ๆ หรืออาจเป็นเม็ดเนื้อสมานแน่น (massive granular) แร่สีดำ หรือสีน้ำตาล ความแข็ง 4.0-4.5 ความถ่วงจำเพาะ 7.0-7.5

สมบัติทางเคมี : สูตรเคมี $Fe(Mn)WO_4$ มี WO_3 ประมาณ 76.3 % - 76.6 % ละลายในกรดเกลือ (hydrochloric acid)

แหล่ง : พบที่อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดแพร่ จังหวัดเชียงราย และจังหวัดเชียงใหม่

1.3.5 แร่ซีไลต์

การเกิด : เกิดในสายแร่เพกมาไทต์ เกิดร่วมกับแร่วูลแฟรมไต์และแร่ดีบุก พบเกิดในบริเวณแถบสัมผัส โดยเฉพาะบริเวณโซนสัมผัสของหินแกรนิต (granite) และหินปูน (limestone)

สมบัติทางฟิสิกส์ : รูปผลึกระบบเตตระโกนาล แร่สีเหลือง สีน้ำตาล สีขาวอมเหลือง และสีเขียว ความแข็ง 4.5-5.0 ความถ่วงจำเพาะ 5.9-6.1



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

จังหวัดตาก และจังหวัดเชียงใหม่

1.3.6 แร่สติบไนต์

การเกิด : เกิดแบบสายแร่ร่วมกับแร่ไฟไรต์ แร่กาสินา แร่สฟาเลอไรต์ และแร่รีอัลการ์ (realgar) มักมีควอร์ตซ์ แร่แบไรต์ (barite) และแร่แคลไซต์ (calcite) เป็นกากแร่อยู่ด้วย

สมบัติทางเคมี : สูตรเคมี $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ มี CuO 71.9 % CO_2 19.9 % H_2O 8.2 % มีธาตุทองแดง 57.4 % ละลายในกรดเกลือ
แหล่ง : พบที่จังหวัดอุตรดิตถ์ จังหวัดลำปาง

1.3.8 แร่ฮีมาไทต์

การเกิด : เป็นแร่ที่เกิดแพร่หลายมากในยุคหินต่าง ๆ และเกิดมากมายจนเป็นแหล่งสินแร่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ อาจเกิดโดยการแทนที่ในหินปูนเนื่องมาจากการแทรกดันของหินอัคนี (igneous rock)

สมบัติทางฟิสิกส์ : รูปผลิกระบบเฮกซะโกนาล ในลักษณะเป็นแผ่นบางน้อย ๆ ถึงหนามาก มีความวาวแบบโลหะ แร่สีแดงเลือดหมูเข้มจนเกือบดำหรือสีเทาแบบเหล็กสีผงละเอียดสีเลือดหมู จึงเรียกอีกชื่อว่า แร่เหล็กแดง ความแข็ง 6.5 ความถ่วงจำเพาะ 5.3

สมบัติทางเคมี : สูตรเคมี Fe_2O_3 มี Fe 70 % O 30 % ละลายได้ช้า ๆ ในกรดเกลือเข้มข้น

แหล่ง : พบที่จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดสุโขทัย จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดเลย

1.3.9 แร่ไลมอไนต์

การเกิด : เป็นแร่ทุติยภูมิ เกิดจากการผุสลายแปรสภาพ หรือจากสารละลายที่เดิมมีแร่เหล็กอยู่ด้วย มักเกิดร่วมกับแร่ฮีมาไทต์ แร่ไพโรลูไซต์ แร่ซีเตอไรต์ แร่แคลไซต์ และแร่เกอไทต์ (goethite)

สมบัติทางฟิสิกส์ : ไม่มีรูปผลึก เกิดเป็นรูปมนโค้ง หรือเป็นก้อนแข็งหรือคล้ายดิน ทำให้ดินเหนียวและดินมีสีเหลืองผสมกับดินเหนียวละเอียดเรียก yellow

ocher, แร่มีสีน้ำตาลแก่งด้า สีผงละเอียดสีน้ำตาลเหลือง จึงเรียกอีกชื่อว่า แร่เหล็ก
เหลือง ความแข็ง 5.0-5.5 ความถ่วงจำเพาะ 3.6-4.0

สมบัติทางเคมี : สูตรเคมีส่วนมากประกอบด้วย $\text{FeO(OH) \cdot nH}_2\text{O}$ กับ
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{nH}_2\text{O}$ มี Fe_2O_3 83 % หลอมยาก

แหล่ง : พบที่จังหวัดแพร่ และจังหวัดตาก

1.3.10 แร่รูไทล์

การเกิด : เกิดในหินแกรนิต หรือในสายแร่ควอร์ตซ์โดยแทรกในเนื้อ หรือ
ตัดผ่าน บางครั้งเกิดเป็นรูปเข็มแทรกฝังในแร่ควอร์ตซ์จนเรียกว่า rutilated quartz
นอกจากนี้ยังพบปนในทรายร่วมกับแมกนีไทด์ แร่เซอร์คอน และแร่โมนาไซด์ (monazite)

สมบัติทางฟิสิกส์ : รูปผลึกระบบเตตระโกนาล เกิดเป็นแท่งคล้ายรูปเข็ม
มีความวาวคล้ายเพชรหรือกึ่งโลหะ แร่ที่มีรูปเข็มมีสีแดง สีเหลือง สีเหลืองอมส้ม และ
มีสีทองแดง สีผงละเอียด สีน้ำตาลอ่อน ความแข็ง 6.0-6.5 ความถ่วงจำเพาะ
4.18-4.25

สมบัติทางเคมี : สูตรเคมี TiO_2 มีปริมาณ TiO_2 ประมาณ 97 % (อาจ
มีเหล็กปนได้มากถึง 10 %) หลังจากหลอมกับโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) แล้วสามารถ
ละลายได้ในกรดกำมะถัน (H_2SO_4)

แหล่ง : พบในลานแร่ตึบทุกทั่วไป และ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาและทดลองผลิตสีเขียนเซรามิกส์โดยใช้วัตถุดิบที่เป็นแร่
ธรรมชาติในภาคเหนือจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ แร่โครไมต์ แร่อิลเมนไนต์ แร่ไพโรลูไซต์
แร่วุลแฟรมไนต์ แร่ซีไลต์ แร่สติบไนต์ แร่มาลาโคต์ แร่ฮีมาไทต์ แร่ไลมอไนต์ และ
แร่รูไทล์ แทนสารเคมีที่เป็นวัตถุดิบหลัก เพื่อนำสีเขียนที่ผลิตขึ้นจากการศึกษาส่วนประกอบ

ทางเคมีของแร่ทั้ง 10 ชนิด และอัตราส่วนผสมของแร่บางชนิดที่ทำให้เกิดสีไปใช้เป็นสีเขียน
ใต้เคลือบ (under glaze pigments) สำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ (stone ware)
โดยการเผาแบบออกซิเดชัน (oxidation firing) ซึ่งคาดว่าจะทำให้เกิดประโยชน์ใน
การมีสีเขียนเซรามิกส์เป็นเอกลักษณ์สำหรับวงการเซรามิกส์ของภาคเหนือได้ ดังนั้นการวิจัย
ครั้งนี้จึงเป็นการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อไป



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved