

แร่เฟลด์สปาร์ (feldspar)

ชัชย เสวีพันธ์พานิช

นักวิทยาศาสตร์ 6 กองการวิจัย

แร่เฟลด์สปาร์หรือแร่ฟันม้า หมายถึงกลุ่มแร่ประกอบหินที่เป็นส่วนประกอบของ alkali aluminosilicate เป็นแร่ซึ่งส่วนใหญ่พบในหินอัคนี (igneous rock) โดยมากเกิดรวมกับแร่ควอร์ตซ์ และไมก้า มีหลายชนิดแล้วแต่นิตและปริมาณอัลคาไลต์ที่มีอยู่ในแร่คือ

1. โพแทชเฟลด์สปาร์ (potash feldspar) ชื่อแร่เรียกแร่ orthoclase และแร่ microcline

สูตรเคมี $KAlSi_3O_8$

ส่วนประกอบทางเคมี

SiO_2 ร้อยละ 64.7

Al_2O_3 ร้อยละ 18.4

K_2O ร้อยละ 16.9

Orthoclase เป็นแร่ที่มีโครงสร้างอยู่ในระบบโมโนคลินิก (monoclinic) รูปผลึกส่วนใหญ่เป็นแท่งยาวแหลมหัวท้าย (Prismatic) มีความแข็งตามโมห์สเกล (Mohr's scale of hardness) 6 ความถ่วงจำเพาะ 2.57 มีสีขาว ถึงสีค่อนข้างเทาอ่อน

Microcline เป็นแร่ที่มีโครงสร้างอยู่ในระบบไตรคลินิก (triclinic) รูปผลึกส่วนใหญ่เป็น Pinacoidal มีความแข็ง 6 ความถ่วงจำเพาะ 2.54-2.57 ก้อนแร่มีสีขาว ถึงสีค่อนข้างเหลืองอ่อน

2. โซดาเฟลด์สปาร์ (soda feldspar) ชื่อแร่เรียก Albite

สูตรเคมี $NaAlSi_3O_8$

ส่วนประกอบทางเคมี

SiO_2 ร้อยละ 68.7

Al_2O_3 ร้อยละ 19.5

Na_2O ร้อยละ 11.8

Albite เป็นแร่ที่มีโครงสร้างในระบบไตรคลินิก รูปผลึกเป็น Pinacoidal มีความแข็ง 6 ความถ่วงจำเพาะ 2.62 ก้อนแร่มีสีขาวถึงสีเทาอ่อน

3. โลมเฟลด์สปาร์ (lime feldspar) ชื่อแร่เรียก Anorthite

สูตรเคมี $CaAl_2Si_2O_8$

ส่วนประกอบทางเคมี

SiO_2 ร้อยละ 43.2

Al_2O_3 ร้อยละ 36.7

CaO ร้อยละ 20.1

Anorthite เป็นแร่ที่มีโครงสร้างในระบบ

Plagioclase feldspar	Albite (%)	Anorthite (%)
Albite : $Na (AlSi_3O_8)$	100 - 90	0 - 10
Oligoclase	90 - 70	10 - 30
Andesine	70 - 50	30 - 50
Labradorite	50 - 30	50 - 70
Bytownite	30 - 10	70 - 90
Anorthite : $Ca (Al_2Si_2O_8)$	10 - 0	90 - 100

ไตรคลินิก มีความแข็ง 6-6.5 ความถ่วงจำเพาะ 2.74-2.76 มีสีขาว เทา หรือแดง

เฟลด์สปาร์ที่เกิดในธรรมชาติไม่ใช่แร่บริสุทธิ์ โดยเกิดร่วมกันในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแร่มผสมกันระหว่าง soda feldspar และ lime feldspar ซึ่งเรียกว่า plagioclase feldspar เป็นกลุ่มของ soda และ lime หรือ soda-lime feldspar ซึ่งรวมถึง albite บริสุทธิ์ ($NaAlSi_3O_8$) จนถึง anorthite บริสุทธิ์ ($CaAl_2Si_2O_8$) โดยปกติ แคลเซียม (Ca) จะเข้าแทนที่โซเดียม (Na) และขณะเดียวกันอะลูมิเนียม (Al) ก็เข้าแทนที่ซิลิคอน (Si) อย่างเป็นสัดส่วนกัน การจัดลำดับจะแบ่งออกเป็น 6 ลำดับตามความสัมพันธ์กันของจำนวน albite และ anorthite ดังตาราง

โดยเฉพาะ oligoclase ซึ่งประกอบด้วย albite ร้อยละ 70-90 และ anorthite ร้อยละ 10-30 นั้นเป็นแร่ที่ตรวจพบบ่อยมาก

แร่เฟลด์สปาร์ส่วนใหญ่มีสูตรทางเคมีไม่แน่นอน การวิเคราะห์โดยใช้ X-ray diffractometer สามารถบอกประเภทของแร่เฟลด์สปาร์ว่าจัดอยู่ในประเภทไหน แต่ผลการวิเคราะห์ทางเคมีมีความสำคัญมากที่จะจำแนกปริมาณสารประกอบในแร่ทำให้สามารถนำแร่เหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

ประโยชน์ของแร่เฟลด์สปาร์ในอุตสาหกรรมเซรามิก

เฟลด์สปาร์หรือแร่ฟันม้าที่หลอมแล้วจะมี

ลักษณะคล้ายแก้วและวาวเหมือนนุ๊ก มีสีตั้งแต่สีขาว ครีม ชมพู น้ำตาลอ่อน แดง เทา เขียว มีทั้งชนิดใสและทึบมีประโยชน์มากในอุตสาหกรรมเซรามิกเนื่องจากเฟลด์สปาร์มีคุณสมบัติทำหน้าที่เป็นตัวลดจุดหลอมตัว (flux) ให้แก่เนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ แร่เฟลด์สปาร์จะหลอมตัวเป็นแก้วที่อุณหภูมิประมาณ 1,260°C. ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อม (bonding) ให้แก่สารประกอบอื่น ๆ ให้หลอมตัวตามหรือไม่ก็ไปเคลือบผิวอนุภาคเล็ก ๆ ของสารประกอบทนไฟ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติแกร่งและมีความโปร่งแสง

เฟลด์สปาร์จึงเป็นวัตถุดิบที่สำคัญตัวหนึ่งในอุตสาหกรรมเซรามิก นอกเหนือจากดินและควอร์ตซ์ เฟลด์สปาร์ที่มีความบริสุทธิ์สูงเหมาะที่จะใช้เป็นส่วนผสมในเนื้อดินพอร์ซเลน เครื่องสุขภัณฑ์ ลูกถ้วยไฟฟ้า อุตสาหกรรมแก้วและอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังใช้เป็นส่วนผสมที่สำคัญในน้ำเคลือบต่าง ๆ ส่วนเฟลด์สปาร์ที่มีคุณภาพดีลดลงมาสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการความขาว เช่น กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องฝาผนัง และอิฐก่อสร้าง

ตัวอย่างส่วนผสมของวัตถุดิบ 3 ประเภท ได้แก่ ดิน ควอร์ตซ์ และเฟลด์สปาร์ ที่ผสมกันในอัตราส่วนต่าง ๆ กันทำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดต่าง ๆ

เนื้อผลิตภัณฑ์ Earthenwares

ดินประมาณ ร้อยละ 40-50

ควอร์ตซ์ประมาณ ร้อยละ 40-50

เฟลด์สปาร์ประมาณ ร้อยละ 10-15

เนื้อผลิตภัณฑ์กระเบื้องปูผนัง (Wall Tiles)

ดินประมาณ ร้อยละ 40-60

ควอร์ตซ์ประมาณ ร้อยละ 20-40

เฟลด์สปาร์ประมาณ ร้อยละ 5-10

เนื้อผลิตภัณฑ์ถ้วยชา Porcelain

ดินประมาณ ร้อยละ 50-60

ควอร์ตซ์ประมาณ ร้อยละ 20-25

เฟลด์สปาร์ประมาณ ร้อยละ 25-30

น้ำเคลือบ Porcelain

ดินประมาณ ร้อยละ 5-25

ควอร์ตซ์ประมาณ ร้อยละ 15-30

เฟลด์สปาร์ประมาณ ร้อยละ 40-55

นอกจากส่วนผสมดังกล่าวในน้ำเคลือบ ยังมีสารประกอบอื่น เช่น ZnO , $CaCO_3$, TiO_2 , MgO และอื่น ๆผสมอยู่ด้วยแต่จำนวนน้อย

ในอุตสาหกรรมแก้ว เฟลด์สปาร์เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิต ทำผลิตภัณฑ์แก้วประเภทต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่แล้วเฟลด์สปาร์จะถูกใช้แทนสารประกอบ SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O และ K_2O ดังตารางแสดงการใช้ร่วแทนสารประกอบในอุตสาหกรรมแก้ว

แหล่งแร่เฟลด์สปาร์ในประเทศไทย

1. โทเทรเฟลด์สปาร์

ภาคเหนือพบที่ อ.ฮอด อ.จอมทอง เชียงใหม่, ต.ท้องฟ้า อ.ทุ่งกระเซาะ อ.บ้านคาบ อ.ตาก, อ.บ้านไร่ อ.อุทัยธานี

ภาคกลางพบที่ จ.ราชบุรี จ.กาญจนบุรี

2. โซดาเฟลด์สปาร์

ภาคเหนือพบที่ ต.น้ำดิน อ.เมือง อ.ตาก

ภาคกลางพบที่ บ้านโป่งกระทิง กิ่ง อ.สามฝั่ง จ.ราชบุรี, อ.บ่อพลอย จ.กาญจนบุรี ภาคใต้พบที่ อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช

ธรรมชาติ

แร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ใช้ในการผลิตพอร์ซเลนไฟสูง ผลิตภัณฑ์โบนไซนา เพราะจะช่วยลดการบิดเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ และใช้ในการผลิตลูกถ้วยไฟฟ้าชนิดแรงดันสูง (high tension) เพราะช่วยทำให้ต้านทานแรงดันไฟฟ้าได้มากกว่าชนิดโซดาเฟลด์สปาร์ ส่วนโซดาเฟลด์สปาร์นิยมใช้ในอุตสาหกรรมแก้วกระจก เพราะเป็นแหล่งของอะลูมินาราคาถูก และใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องปูพื้น สุรภัณฑ์ และเซรามิกประเภท friaxial bodies

Oxide required	Materials used
SiO_2	glass sand, feldspars, petalite, nepheline syenite, $PbSiO_3$
Al_2O_3	feldspars, petalite, nepheline syenite, calcined alumina, alumina-hydrate
B_2O_3	borax, boric acid
Li_2O	lipidolite, petalite spodumene, Li_2CO_3
K_2O	feldspar, pearl ash, K_2CO_3
Na_2O	soda ash, feldspar, nepheline syenite
MgO	dolomitic limestone, calcined magnesite
CaO	high-calcium and dolomitic limestones
PbO	litharge, $PbSiO_3$
BaO	$BaCO_3$
ZnO	ZnO

คุณลักษณะของแร่เฟลด์สปาร์ที่ผลิตได้ในประเทศไทย

	โทเทรเฟลด์สปาร์	โซดาเฟลด์สปาร์
	ต.ท้องฟ้า อ.บ้านคาบ อ.ตาก	ต.น้ำดิน อ.เมือง อ.ตาก
การสูญเสียน้ำหนักในการเผาไหม้ (loss on ignition) ร้อยละ	0.19	1.33
ซิลิกา (SiO_2) ร้อยละ	65.0	70.2
อะลูมินา (Al_2O_3) ร้อยละ	19.6	17.81
เฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) ร้อยละ	0.31	0.06
ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ร้อยละ	—	0.26
แคลเซียมออกไซด์ (CaO) ร้อยละ	1.0	0.11
แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ร้อยละ	0.08	0.22
โซเดียมออกไซด์ (Na_2O) ร้อยละ	3.8	8.8
โพแทสเซียมออกไซด์ (K_2O) ร้อยละ	10.0	0.16

คุณสมบัติของ โทเทรเฟลด์สปาร์จะค่อย ๆ

เปลี่ยนรูปร่างเป็นแร่ยูไรต์ (leucite) โดยมีช่วงการเปลี่ยนแปลงกว้าง ขณะที่โซดาเฟลด์สปาร์จะเปลี่ยนเป็นแก้วที่อุณหภูมิประมาณ $1,150^{\circ}C$. และมีความหนืดต่ำกว่าโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ที่อุณหภูมิเดียวกัน นอกจากนี้แล้วโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์เมื่อละลายจะให้พองอากาศขนาดใหญ่ แต่จำนวนน้อย ในขณะที่โซดาเฟลด์สปาร์ให้พองอากาศเล็กจำนวนมาก ซึ่งเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ว่าทำไมจึงนิยมใช้โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ในผลิตภัณฑ์

ตารางการผลิตแร่เฟลด์สปาร์

	1989	JAN-SEPT 1990
เฟลด์สปาร์		
- โซเดียม	486,980 เมตริกตัน	230,838 เมตริกตัน
- โพแทสเซียม	16,838 เมตริกตัน	11,961 เมตริกตัน

ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี

ตารางการส่งออกแร่เฟลด์สปาร์

โษคาเฟลด์สปาร์	1989	JAN-SEPT 1990
- บด	3,824 เมตริกตัน	17,060 เมตริกตัน
- ก้อน	176,573 เมตริกตัน	173,792 เมตริกตัน

ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี

ที่ต้องการความโปร่งแสงสูง (high translucency) เพราะฟองอากาศขนาดใหญ่จำนวนมากจะใส่ออกได้ง่ายกว่า

ปัจจุบันนี้เหมืองแร่ที่ผลิตแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ในประเทศจะพบปัญหาแร่เฟลด์สปาร์ที่มีความบริสุทธิ์สูงมีน้อยและคุณภาพไม่แน่นอน จึงเหลือแต่แร่คุณภาพต่ำและหางแร่ตัดทิ้งปริมาณมาก แร่ลิกนินที่ปะปนในแร่เฟลด์สปาร์ได้แก่ แร่ไมก้า การ์เนล ทังสเตนและควอร์ตซ์ เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้แร่เฟลด์สปาร์หลอมตัวน้อยและมีสีเหลือง แร่คุณภาพต่ำนี้ไม่สามารถแยกแร่ให้สะอาดได้ด้วยมือ ทั้งที่บางทีอาจมีเนื้อแร่เฟลด์สปาร์อยู่ปริมาณสูงประมาณร้อยละ 50-60 วิธีที่จะพัฒนาให้ได้แร่เฟลด์สปาร์ที่มีความบริสุทธิ์สูงคือการลอยแร่ เนื่องจากเป็นวิธีที่เหมาะสมในการแต่งแร่ที่มีแร่เม็ดละเอียดหลายชนิดรวมกัน ที่ไม่สามารถแยกออกได้โดยการคัดด้วยมือหรือแร่ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ต่ำ ให้ได้หัวแร่และชนิดที่มีความสะอาดหรือมีเปอร์เซ็นต์สูง และแร่ที่ได้มีขนาดที่พร้อมบ่อน้ำโรงงานอุตสาหกรรมได้ทันที มีคุณภาพสูงกว่าเสมอมากกว่าแร่ก้อนที่คัดจากเหมือง และที่สำคัญคือเหมาะสำหรับการดำเนินการขุดอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เพราะมีประสิทธิภาพการผลิตสูง ในขณะที่มีโรงลอยแร่เฟลด์สปาร์เปิดดำเนินการอยู่ที่ จ.ตาก

ปัจจุบันปริมาณการผลิตแร่เฟลด์สปาร์ในประเทศไทยมีมูลค่าประมาณ 500,000 ล้านบาท ส่วนใหญ่เป็นโซเดียมเฟลด์สปาร์ และได้มีการส่งออกแร่ดังกล่าวประมาณของทั้งหมดร้อยละ 60 ส่วนที่เหลือนำมาใช้ในอุตสาหกรรมแก้วและเซรามิกภายในประเทศ ดังตารางการผลิตและการส่งออกแร่เฟลด์สปาร์

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นเห็นได้ว่าเฟลด์สปาร์จัดเป็นวัตถุดิบที่สำคัญอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมเซรามิกและแก้วไม่น้อยไปกว่า ดินขาว ดินเหนียว และควอร์ตซ์ ปัจจุบันอุตสาหกรรมเซรามิกของประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกเกิดขึ้นมากมาย ดังนั้นความต้องการแร่เฟลด์สปาร์สำหรับบ่อนโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกยังมีอยู่มาก และความต้องการรองตลาดต่างประเทศก็มีอยู่มากเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

1. ชาญ จรรยาภิรมย์ รายงานเรื่อง ดินขาว ดินเหนียว ดินหินม้า และทราย จากแหล่งต่าง ๆ เกี่ยวกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก Report of Investigation เล่มที่ 71 ฝ่ายแต่งแร่ กองการเหมืองแร่ กรมทรัพยากรธรณี ธันวาคม 2517
2. อุบลศรี ชัยสาร และเยาวลักษณ์ นิลสภา คุณลักษณะของแร่ตามมาตรฐานการใช้งานและมาตรฐานการซื้อขายในตลาดแร่
3. พัทธกร หาญจวนิช เฟลด์สปาร์ในอุตสาหกรรมเซรามิก ข่าวสารการธรณี ปีที่ 26 ฉบับที่ 6
4. พัทธกร หาญจวนิช และคณะ การวิจัยการลอยแร่เฟลด์สปาร์เพื่ออุตสาหกรรมเซรามิก ฝ่ายแต่งแร่ และใช้แร่ กองเหมืองแร่ กรมทรัพยากรธรณี
5. Felix Singer and Sonja S.Singer, Industrial ceramics, London Chapman and Hall.
6. นิภา จุลละจาริศจิต และชาญ จรรยาภิรมย์ เฟลด์สปาร์จากแหล่งตะกอนปิตทอง อำเภอสามมิ่ง จังหวัดราชบุรี : ข่าวสารการธรณี ปีที่ 34 ฉบับที่ 8
7. สถิติแร่ในประเทศไทย ปี 1989, 1990 ฝ่ายสถิติ กองวิชาการและวางแผน กรมทรัพยากรธรณี