

คู่มือการสำรวจหินอัคนีภาคสนาม



เรียบเรียงโดย

ดร.อัมพรรค วรรณโกมล

สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมษายน 2553

คำนำ

คู่มือสำรวจหินอัคนีภาคสนามเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชา 434310 การฝึกภาคสนาม ซึ่งเป็นวิชาที่นักศึกษาต้องใช้ความรู้ทางด้านธรณีวิทยาในการทำแผนที่ธรณีวิทยา แต่เนื่องจากว่าในปัจจุบันยังไม่มีคู่มือหรือหนังสือที่เกี่ยวกับการสำรวจหรือศึกษาหินอัคนีในภาคสนาม ผู้เรียบเรียงจึงได้เรียบเรียงคู่มือที่ใช้สำหรับสำรวจหินอัคนีในภาคสนามเล่มนี้ขึ้น แต่อย่างไรก็ตามคู่มือเล่มนี้เป็นการรวบรวมบทความเกี่ยวกับการสำรวจหินอัคนีที่มีผู้เขียนอยู่ก่อนแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งหนังสือเรื่องการศึกษาหินอัคนีที่เขียนโดยอาจารย์ รศ.ดร.ยืนยง ปัญจสวัสดิ์วงศ์ ภาควิชาธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งผู้เรียบเรียงได้ใช้เป็นหลักในการเรียบเรียงครั้งนี้ และหนังสือคู่มือสำรวจธรณีวิทยาภาคสนาม ที่จัดทำโดยสำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี คู่มือเล่มนี้ได้ทำการเรียบเรียง คัดลอก และมีการแก้ไขตัดแปลงเพียงบางส่วนของหนังสือคู่มือทั้งสองเล่ม โดยยังคงเนื้อหาส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในหนังสือคู่มือทั้งสองเล่มไว้

ผู้เรียบเรียงขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ยืนยง ปัญจสวัสดิ์วงศ์ ผู้ซึ่งเป็นครูบาอาจารย์ของผู้เรียบเรียงและได้กรุณาอนุญาตให้ใช้หนังสือของท่านมาเป็นต้นฉบับในการเรียบเรียงคู่มือสำรวจหินอัคนีภาคสนามเล่มนี้ไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้เรียบเรียง
เมษายน 2553



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญรูป	ค
สารบัญตาราง	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หินอัคนีและหินหนืด	1
1.2 การศึกษาหินอัคนีในภาคสนาม	1
บทที่ 2 ลักษณะการเกิดของหินอัคนีแทรกซอน	
2.1 รูปร่างมวลหินอัคนีแทรกซอน	3
2.2 ลักษณะภายในมวลหินอัคนีแทรกซอน	4
2.3 รอยสัมผัสที่ถูกเผาและบริเวณแปรสภาพโดยความร้อน	5
2.4 มวลหินอัคนีแทรกซอนร่วมแนว	5
2.5 มวลหินอัคนีแทรกซอนชนิดไม่ร่วมแนว	7
บทที่ 3 ลักษณะการเกิดของหินภูเขาไฟ	
3.1 การประทุของภูเขาไฟ	16
3.2 ชั้นลาวาที่เกิดบนบก	17
3.3 ลักษณะภายในชั้นลาวาที่เกิดบนบก	17
3.4 ชั้นลาวาที่ยื่นตัวในน้ำ	18
3.5 ธรณีสัณฐานบริเวณหินภูเขาไฟ	19
3.6 ปล่องภูเขาไฟ	20
บทที่ 4 ลักษณะเนื้อหินอัคนี	
4.1 ลักษณะเนื้อ	21
4.2 ระดับชั้นการตกผลึก	21
4.3 ขนาดเม็ดแร่	21
4.4 รูปร่างผลึก	22
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างผลึกและวัตถุตั้งฐาน	25
4.6 เนื้อตะกอน	27
4.7 เนื้อเศษหิน	28
บทที่ 5 แร่ประกอบหินอัคนี	
5.1 การจำแนกชนิดแร่ตามคุณสมบัติของแร่แต่ละตัว	29
5.2 การจำแนกแร่ออกเป็นแร่ปฐมภูมิ และทุติยภูมิ	29
5.3 การจำแนกแร่ออกเป็นแร่สีจางและแร่สีเข้ม	29
5.4 การจำแนกแร่ออกเป็นแร่อิมซิทิกาและแร่ไมอิมซิทิกา	29
5.5 การจำแนกแร่ออกเป็นแร่หลักและแร่รอง	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 การจำแนกชนิดหินอัคนี	32
6.1 การจำแนกโดยอาศัยปริมาณแร่เป็นหลัก	32
6.2 การจำแนกโดยอาศัยลักษณะเนื้อเป็นหลัก	39
บทที่ 7 หินตะกอนภูเขาไฟ	
7.1 ชินภูเขาไฟ	41
7.2 แหล่งสะสมชินภูเขาไฟแหล่งสะสมชินกึ่งภูเขาไฟ	42
7.3 การจำแนกประเภทแหล่งสะสมชินภูเขาไฟ	42
7.4 แหล่งสะสมชินภูเขาไฟและชินกึ่งภูเขาไฟชนิดหลัก	44
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	
วิธีการจำแนกหินอัคนีในภาคสนามโดยสังเขป	47



สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2-1 ลักษณะรูปร่างของ columnar joint ในหิน basalt	5
รูปที่ 2-2 ลักษณะรูปร่างของ Sill, transgressive sill, laccolith, bismalith, lopolith และ phacolith	6
รูปที่ 2-3 ลักษณะรูปร่างของ Sill และ laccolith บริเวณ Henry Mountains Montana U.S.A.	7
รูปที่ 2-4 แผนที่ธรณีวิทยาแสดงลักษณะรูปร่างของ radial dike swarm และ parallel dike swarm	8
รูปที่ 2-5 แผนที่ธรณีวิทยาแสดงลักษณะรูปร่างของ parallel mafic dike swarm บริเวณ British Isles	8
รูปที่ 2-6 ภาพตัดของ mafic dike swarm ชนิด sheeted dike ซึ่งแสดง chill margin ด้านเดียว	9
รูปที่ 2-7 ภาพตัดขวางของหินกรวดเหลี่ยมอัคนีรูปกรวย (Diatreme)	9
รูปที่ 2-8 ลักษณะของ Albany nordmarkite ring dike	10
รูปที่ 2-9 ลักษณะของ ring dikes ใน Tertiary igneous complex บนเกาะ Mull, Scotland	11
รูปที่ 2-10 การเกิดของ ring dike ที่เกิดจากการทรุดตัวของหินท้องที่	11
รูปที่ 2-11 ลักษณะของ ring dike และ cone sheet ที่เกิดร่วมกัน	12
รูปที่ 2-12 ภาพตัดขวางของ Muskox intrusion	13
รูปที่ 2-13 ภาพตัดขวางของ Tregonning-Godolphin granite, Cornwall ซึ่งแสดง sheeted intrusion ในบริเวณ ขอบของ pluton	13
รูปที่ 2-14 ลักษณะของ stopped stock ในบริเวณรอยสัมผัสระหว่างหินอัคนีกับหินท้องที่	14
รูปที่ 2-15 ลักษณะของ diapiric intrusion ในบริเวณด้านตะวันตกเฉียงเหนือของ Ardara pluton	15
รูปที่ 2-16 รูปร่างลักษณะของหินอัคนีมวลไพศาล ซึ่งประกอบด้วยพลูตอนหลายๆ อัน	15
รูปที่ 3-1 ลักษณะของหินหนืดที่มีฟองอากาศมาก	16
รูปที่ 3-2 (a) ลักษณะการเกิดของ pillow lava และ (b) ลักษณะตามแนวของ pillow lava	19
รูปที่ 3-3 ภาพตัดขวางของภูเขาไฟแบบ strato-volcano ซึ่งแสดง central zone, proximal zone และ distal zone	20
รูปที่ 4-1 ตัวอย่างของ crystal habit ที่เกิดจากความแตกต่างในอัตราการเจริญเติบโตของรูปผลึกแบบลูกบาศก์และแบบออกตะฮีดรอน	23
รูปที่ 4-2 ตัวอย่างของ crystal habit แบบ equant (equidimensional)	23
รูปที่ 4-3 ตัวอย่างของ crystal habit แบบ tabular ซึ่งมีหน้าผลึกคู่ใดคู่หนึ่งขนาดใหญ่กว่าหน้าผลึกคู่อื่น ๆ	23
รูปที่ 4-4 ตัวอย่างของ crystal habit แบบ platy (micaceous, scaly)	24
รูปที่ 4-5 ตัวอย่างของ crystal habit แบบ elongate หรือ columnar	24
รูปที่ 4-6 ตัวอย่างของ crystal habit แบบ fibrous หรือ แบบ acicular	24
รูปที่ 6-1 แผนภูมิสามเหลี่ยม QPA แสดงการจัดแบ่งหินอัคนีระดับลึก ที่มีแร่สีเข้มน้อยกว่า	34

90 เปอร์เซนต์โดยปริมาตร และมี Quartz เป็นองค์ประกอบ

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 6-2 แผนภูมิสามเหลี่ยม FAP แสดงการจัดแบ่งหินอัคนีระดับลึก ที่มีแร่สีเข้ม น้อยกว่า 90 เปอร์เซนต์โดย ปริมาตร และมี feldspathoid เป็นองค์ประกอบ	34
รูปที่ 6-3 แผนภูมิสามเหลี่ยมแสดงการจัดแบ่ง gabbro ที่ประกอบด้วย plagioclase (PLAG), pyroxene (PX) และ olivine (OL) เป็นส่วนใหญ่	35
รูปที่ 6-4 แผนภูมิสามเหลี่ยมแสดงการจัดแบ่ง gabbro ที่ประกอบด้วย plagioclase (PLAG), pyroxene (PX) และ hornblende (HBL) เป็นส่วนใหญ่	35
รูปที่ 6-5 แผนภูมิสามเหลี่ยมแสดงการจัดแบ่ง gabbro ที่อยู่ในบริเวณเส้นประของ แผนภูมิสามเหลี่ยมในรูปที่ 6-3 และ 6-4	36
รูปที่ 6-6 แผนภูมิสามเหลี่ยมแสดงการจัดแบ่งหินอัคนีระดับลึกที่มีแร่สีเข้ม มากกว่า 90 เปอร์เซนต์โดยปริมาตร และประกอบด้วย olivine (OL), orthopyroxene (OPX) และ clinopyroxene (CPX) เป็นส่วนใหญ่	36
รูปที่ 6-7 แผนภูมิสามเหลี่ยมแสดงการจัดแบ่งหินอัคนีระดับลึกที่มีแร่สีเข้ม มากกว่า 90 เปอร์เซนต์โดยปริมาตรและประกอบด้วย olivine (OL), pyroxene (CPX) และ hornblende (HBL) เป็นส่วนใหญ่	37
รูปที่ 6-8 แผนภูมิสามเหลี่ยม QAP แสดงการจัดแบ่งหินภูเขาไฟ ที่มีแร่สีเข้ม น้อยกว่า 90 เปอร์เซนต์โดยปริมาตรและมี quartz เป็นองค์ประกอบ	38
รูปที่ 6-9 แผนภูมิสามเหลี่ยม FAP แสดงการจัดแบ่งหินภูเขาไฟ ที่มีแร่สีเข้มน้อยกว่า 90 เปอร์เซนต์โดยปริมาตร และมี feldspathoid เป็นองค์ประกอบ	38
รูปที่ 7-1 การจัดแบ่ง coarse ash (coarse tuff) และ fine ash (fine tuff) โดยอาศัย ปริมาณของ pyroclastic glass, pyroclastic crystal และ pyroclastic rock fragment	43

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 5-1 คุณสมบัติของแร่ประกอบหินอัคนีที่พบบ่อย เมื่อทำการศึกษาด้วยตาเปล่า และแว่นขยาย	30
ตารางที่ 6-1 หินภูเขาไฟและหินอัคนีแทรกซอนที่มีองค์ประกอบคล้ายกันและแร่ดอกที่มักพบใน หินภูเขาไฟชนิดต่าง ๆ	39



บทที่ 1 บทนำ (Introduction)

1.1 หินอัคนีและหินหนืด

(Igneous rocks and magma)

หินอัคนี (igneous rock) เป็นหินที่เกิดจากการเย็นตัวและแข็งตัวของหินหนืด (magma) สามารถแบ่งเป็นสองชนิดใหญ่ ๆ ได้แก่ หินภูเขาไฟ (volcanic rock) หรือหินอัคนีพุ (extrusive) และหินอัคนีระดับลึก (plutonic rock) หรือหินอัคนีแทรกซอน (intrusive rock) หินภูเขาไฟหรือหินอัคนีพุเป็นหินที่เย็นตัวและแข็งตัวบนผิวโลก หินอัคนีระดับลึกหรือหินอัคนีแทรกซอนเป็นหินที่เย็นตัวและแข็งตัวใต้ผิวโลก หินอัคนีแทรกซอนที่เย็นตัวและแข็งตัวในระดับตื้น (<2-3 กิโลเมตร) เรียกว่า หินอัคนีระดับตื้น (hypabyssal rock) หินอัคนีที่เย็นตัวและแข็งตัวในระดับลึกกว่านี้เรียกว่า หินอัคนีระดับลึก (plutonic rock) นอกจากนี้หินอัคนีอาจคลุมถึงหินที่มีการกำเนิดก้ำกึ่งระหว่างหินอัคนีกับหินตะกอน (sedimentary rock) และหินที่มีการกำเนิดก้ำกึ่งระหว่างหินอัคนีกับหินแปร (metamorphic rock) หินที่มีการกำเนิดก้ำกึ่งระหว่างหินอัคนีกับหินแปรได้แก่หินตะกอนภูเขาไฟ (pyroclastic rock) หินที่มีการกำเนิดก้ำกึ่งระหว่างหินอัคนีกับหินแปรได้แก่หินมิกมาไทต์ (migmatite) และหินอนาไทต์ (anatectite) เป็นต้น ในขณะที่หินตะกอนภูเขาไฟจัดเป็นหินอัคนี

หินหนืด (magma) เป็นมวลของเหลวที่ร้อนและสามารถไหลได้ หินหนืดที่ประทุขึ้นมาสู่ผิวโลกเรียกว่า ลาวา (lava) การวัดอุณหภูมิของลาวาและการคำนวณอุณหภูมิของหินหนืดจากส่วนประกอบทางเคมีของแร่ในหินอัคนี ทำให้ทราบว่าหินหนืดที่อยู่ในระดับตื้นมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงประมาณ 700-1200°C หินลาวาชนิดแอซิด (acid lava: SiO₂<66 wt%) มีอุณหภูมิต่ำกว่าหินลาวาชนิดเบสิก (basic lava: SiO₂ 45-52 wt%) หินหนืดไม่จำเป็นต้องประกอบด้วยของเหลวล้วน อาจมีผลึกแร่และ/หรือก๊าซต่าง ๆ ปนอยู่ด้วย หินหนืดมีส่วนประกอบทางเคมีเช่นเดียวกับหินอัคนีที่พบกันส่วนใหญ่เป็นชนิดซิลิเกต (silicate magma) ซึ่งประกอบด้วยออกไซด์ (oxide) ของธาตุหลัก (major oxide: SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O และ P₂O₅) ธาตุร่องรอย (trace element: ยกตัวอย่างเช่น Sr, Ba, Rb, Cr และ Ni เป็นต้น) และสารระเหย (volatile: ส่วนใหญ่เป็น N₂O และ CO₂)

1.2 การศึกษาหินอัคนีในภาคสนาม

(Field study of igneous rocks)

การศึกษาหินอัคนีในภาคสนามควรระวังสังเกตและบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

- (1) สีของหินสด (fresh rock) และสีของหินผุ (weathered rock)
- (2) สายแร่ที่เกิดจากสารละลายร้อน (hydrothermal vein) และลักษณะการเปลี่ยนแปลงสภาพ (alteration) ของหินอัคนี ซึ่งคลุมถึง สี ลักษณะเนื้อหิน และองค์ประกอบทางแร่
- (3) ลักษณะเนื้อหิน (texture) (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 4)
- (4) ชนิดแร่ที่สามารถมองเห็นด้วยแว่นขยาย (hand lens) (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 5)
- (5) ปริมาณของแร่ชนิดต่าง ๆ (คลุมถึงแร่ชนิดเดียวกัน แต่มีลักษณะเนื้อต่างกัน) ที่สามารถมองเห็นด้วยแว่นขยาย
- (6) โครงสร้างภายใน (internal structure) ของมวลหินอัคนี (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 2 และ 3) และทิศทางการวางตัวของโครงสร้างต่าง ๆ

- (7) ลักษณะการเกิด (mode of occurrence) ลักษณะบริเวณรอยสัมผัส (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 2 และ 3) และทิศทางการวางตัวของมวลหินอัคนี
- (8) ชนิดของหินอัคนี โดยอาศัยข้อมูลดังกล่าวข้างต้น (รายละเอียดอยู่ในหัวข้อที่ 6 และ 7)



บทที่ 2 ลักษณะการเกิดของหินอัคนีแทรกซอน (Occurrence of plutonic rocks)

2.1 รูปร่างมวลหินอัคนีแทรกซอน (Intrusive forms)

รูปร่างมวลหินอัคนีแทรกซอนขึ้นกับความหนาแน่น (density) ความหนืด (viscosity) และรูปแบบการแทรกซอนของหินหนืด ความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นของหินหนืดกับหินข้างเคียง เป็นตัวแปรสำคัญในการเกิดมวลหินอัคนีแทรกซอนรูปร่างแบบต่าง ๆ

หินหนืดสามารถจำแนกออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ โดยอาศัยสีของหินที่เย็นตัวและแข็งตัวจากหินหนืดนั้น หินหนืดเหล่านี้ได้แก่หินหนืดชนิดเฟลสิก (*felsic magma*) และหินหนืดชนิดเมฟิก (*mafic magma*) หินหนืดชนิดเฟลสิกได้แก่หินหนืดที่มีส่วนประกอบทางเคมีเป็นชนิดหินแกรนิต (granite) หินไซอีไนต์ (syenite) และหินเนเฟลีซีนไซอีไนต์ (nepheline syenite) ซึ่งมีสีจาง หินหนืดเหล่านี้มีความหนาแน่นน้อยกว่าหินท้องที่ หินหนืดชนิดเมฟิกได้แก่หินหนืดที่มีส่วนประกอบทางเคมีเป็นหินแอนดีไซต์ (andesite) และหินบะซอลต์ (basalt) ซึ่งมีสีเข้ม หินหนืดเหล่านี้มีความหนาแน่นพอ ๆ กับหินท้องที่ ยกเว้นกรณีที่เป็นหินอัคนีชนิดเบสิก (*basic rock*) ซึ่งมีปริมาณ SiO_2 45-52 wt% และหินอัคนีชนิดอัลตราเบสิก (*ultrabasic rock*) ซึ่งมีปริมาณ SiO_2 น้อยกว่า 45 wt% ความแตกต่างในความหนาแน่นของหินหนืดทั้งสองชนิด ทำให้มวลหินอัคนีมีรูปแบบแตกต่างกัน

ความหนืดของหินหนืดขึ้นกับองค์ประกอบของหินหนืดและความดัน (pressure) หินหนืดที่มีปริมาณ SiO_2 มาก มีความหนืดมากกว่าหินหนืดที่มีปริมาณ SiO_2 น้อย ดังนั้นหินหนืดชนิดแอซิด (acid) มีความหนืดมากกว่าหินหนืดชนิดเบสิก ในทำนองเดียวกันหินหนืดที่มีปริมาณแร่ เศษหิน และก๊าซปะปนมาก มีความหนืดมากกว่าหินหนืดที่มีปริมาณแร่ เศษหิน และก๊าซปะปนน้อย หินหนืดที่ระดับลึก (ความดันสูง) มีความหนืดน้อยกว่าหินหนืดที่ระดับตื้น (ความดันต่ำ)

ลักษณะการแทรกซอนของหินหนืดมี 3 แบบใหญ่ ๆ ดังนี้คือแมกมาชะโตปิง (*magma stoping*) ฟอซิเบิลอินทรูชัน (*forcible intrusion*) และพาสซีฟอินทรูชัน (*passive intrusion*) แมกมาชะโตปิงเกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดเข้าไปในหินท้องที่ที่อยู่ด้านบนซึ่งมีลักษณะเปราะ (brittle) การแทรกซอนของหินหนืดและก๊าซที่แยกตัวออกมาจากหินหนืดทำให้หินท้องที่แตกและหลุดเข้าไปในหินหนืด ปรากฏการณ์เช่นนี้ทำให้เกิดช่องทางในหินท้องที่ ซึ่งทำให้หินหนืดสามารถแทรกซอนต่อไปได้ การแทรกซอนในลักษณะนี้เกิดในระดับตื้นและมีลักษณะคล้ายกับการเคลื่อนที่ของลูกสูบในเครื่องยนต์ โดยที่ลูกสูบเปรียบเสมือนหินหนืดและเสื่อเปรียบเสมือนหินท้องที่ที่ถูกแทรกซอน ฟอซิเบิลอินทรูชันเกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดเข้าไปในหินท้องที่มีลักษณะเหนียว (ductile) การแทรกซอนของหินหนืดทำให้โครงสร้างหินท้องที่ลู่ตามทิศทางที่หินหนืดแทรกขึ้นมาและในที่สุดหินท้องที่ก็ขาดออกจากกัน การแทรกซอนในลักษณะนี้ส่วนใหญ่เกิดในระดับลึก พาสซีฟอินทรูชันหมายถึงการแทรกซอนของหินหนืดตามรอยแตกแยกที่มีอยู่แล้ว

มวลหินอัคนีแทรกซอนสามารถจำแนกเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ ดังนี้คือ มวลหินอัคนีแทรกซอนร่วมแนว (*concordant plutonic body*) และมวลหินอัคนีแทรกซอนไม่ร่วมแนว (*discordant plutonic body*) ทั้งนี้ขึ้นกับความสัมพันธ์ระหว่างรอยสัมผัสของหินอัคนี (igneous contact) กับโครงสร้างหลักของหินท้องที่ ซึ่งได้แก่ ชั้นหิน (bedding plane) และริ้วขนาน (foliation) มวลหินอัคนีแทรกซอนชนิดร่วมแนวมีรอยสัมผัสส่วนใหญ่ขนานหรือเกือบขนานกับโครงสร้างหลักของหินท้องที่ ส่วนมวลหินอัคนีแทรกซอนชนิดไม่ร่วมแนวมีรอยสัมผัสไม่ขนานกับโครงสร้างหลักของหินท้องที่

2.2 ลักษณะภายในมวลหินอัคนีแทรกซอน

(Internal features of plutonic bodies)

ขอบของหินอัคนีแทรกซอนมีการเย็นตัวเร็วกว่าส่วนที่อยู่ข้างใน ดังนั้นหินอัคนีในบริเวณขอบจึงประกอบด้วยผลึกแร่ที่มีขนาดเล็กและ/หรือแก้ว ขอบของมวลหินอัคนีดังกล่าวเรียกว่าขอบเย็นตัวเร็ว (chill margin) ความหนาของขอบเย็นตัวเร็วนี้จะขึ้นกับความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างหินหนืดและหินท่อนที่ หินท่อนที่อยู่ในระดับตื้นมีอุณหภูมิแตกต่างจากหินหนืดมาก ดังนั้นขอบเย็นตัวเร็วจึงมีลักษณะเนื้อละเอียดและปรากฏอย่างเด่นชัด (สามารถมองเห็นได้ในหินโผล่) ส่วนหินท่อนที่อยู่ในระดับลึกมีอุณหภูมิแตกต่างจากหินหนืดไม่มากนัก ดังนั้นขอบเย็นตัวเร็วจึงมีความกว้างมากและจะปรากฏไม่ชัดเจน (ไม่สามารถมองเห็นได้ในหินโผล่)

หินอัคนีแทรกซอนในบางบริเวณมีเศษหินแปลกปลอม (xenolith หรือ enclave) ที่หลุดออกมาจากหินท่อนที่ปะปนอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณขอบของมวลหินอัคนี หินแปลกปลอมเหล่านี้อาจเป็นหินอัคนีและหินชั้น หินแปลกปลอมอาจถูกแปรสภาพด้วยความร้อน (thermal metamorphism) จนกลายเป็นหินที่เรียกว่าหินฮอร์นเฟล (hornfels) หรือถูกหลอมเป็นบางส่วนจนมีลักษณะเนื้อคล้ายหินอัคนีแทรกซอน หินแปลกปลอมที่มีรูปร่างยาวและมีขอบเขตไม่แน่ชัดเรียกว่าชลิเร็น (schlieren) หินแปลกปลอมที่มีการหลอมเป็นบางส่วน (partial melting) จนมีลักษณะเนื้อคล้ายหินอัคนีแทรกซอนเรียกว่าหินแปลกปลอมปีศาจ (ghost xenolith)

มวลหินอัคนีแทรกซอนขนาดใหญ่บางบริเวณมีลักษณะภายในคล้ายกับหินตะกอน กล่าวคือ มีลักษณะเป็นชั้น บางบริเวณแสดงการแปรเปลี่ยนขนาดของเม็ดแร่แบบเรียงขนาด (graded layering) และลักษณะชั้นหินเฉียงระดับ (cross bedding) เป็นต้น มวลหินเหล่านี้เกิดจากการสะสมกันของแร่ที่ตกผลึกก่อนในหินหนืดที่หนาและมีกระแสไหลวน (convection current) แร่เหล่านี้จะลอยตัวขึ้นไปหรือจมตัวลงมาสะสมกันในลักษณะที่คล้ายกับการตกตะกอน โดยหินหนืดเปรียบเสมือนน้ำ กระแสไหลวนเปรียบเสมือนกระแสน้ำ และผลึกแร่เปรียบเสมือนตะกอน ชั้นหิน (layer) เกิดจากการแปรเปลี่ยนองค์ประกอบทางแร่ขนาดของเม็ดแร่และลักษณะเนื้อ มวลหินที่มีลักษณะเช่นนี้เรียกว่าหินอัคนีแทรกซอนชั้น (layered intrusion) หินอัคนีแทรกซอนชั้นเกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดเพียงครั้งเดียว แต่มวลหินอาจประกอบด้วยหินอัคนีชนิดเฟลสิกจนถึงอัลตราเมฟิก ปรากฏการณ์เช่นนี้เกิดจากการแยกตัวของผลึกที่ตกผลึกก่อน (crystal fractionation) ซึ่งทำให้หินหนืดที่เหลือมีส่วนประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลงไป

มวลหินอัคนีแทรกซอนที่มีลักษณะเป็นแผ่นอาจแสดงรอยแตก (joint) ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งในทิศทางที่ตั้งฉากกับผิวของการเย็นตัว (cooling surface) ภาพหน้าตัดของรอยแตกเป็นรูปสามเหลี่ยมจนถึงรูปเจ็ดเหลี่ยม (ส่วนใหญ่ห้าเหลี่ยมถึงหกเหลี่ยม) รอยแตกแบบนี้เรียกว่ารอยแตกรูปเสา (columnar joint) (รูปที่ 2-1)



รูปที่ 2-1 ลักษณะรูปร่างของ columnar joint ในหิน basalt

(คัดลอกจาก http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/glossary/a_d/columnar_jointing.html)

2.3 รอยสัมผัสที่ถูกเผาและบริเวณแปรสภาพโดยความร้อน

(Baked contact and metamorphic aureole)

หินท้องที่ที่อยู่ใกล้กับมวลหินอัคนีแทรกซอน มักแสดงลักษณะของการถูกเผาจนมีสีสีแดง หรือการแปรสภาพด้วยความร้อนจากหินหนืด (contact metamorphism) ปรากฏการณ์ทั้งสองแบบขึ้นกับระยะเวลาที่หินท้องที่ได้รับความร้อนจากหินอัคนี กรณีที่หินหนืดมีอัตราการเย็นตัวเร็ว (เกิดในระดับตื้น) หินท้องที่ไม่มีมีการแปรสภาพแต่ถูกเผาจนมีสีแดง บริเวณที่หินข้างเคียงถูกเผาเรียกว่ารอยสัมผัสถูกเผา (baked contact) กรณีที่หินหนืดมีอัตราการเย็นตัวช้าและทำให้หินท้องที่มีการแปรสภาพเกิดขึ้น บริเวณที่หินท้องที่มีการแปรสภาพเรียกว่า ปริมาตรสัมผัส (contact aureole) ความเด่นชัดของปริมาตรสัมผัสขึ้นกับความแตกต่างของอุณหภูมิในหินหนืดและหินท้องที่ ดังเช่นในกรณีของขอบเย็นตัวเร็ว (chill margin) ปริมาตรสัมผัสจะเห็นได้ชัดก็ต่อเมื่อ อุณหภูมิของหินหนืดและหินท้องที่แตกต่างกันมาก

2.4 มวลหินอัคนีแทรกซอนร่วมแนว

(Concordant plutonic bodies)

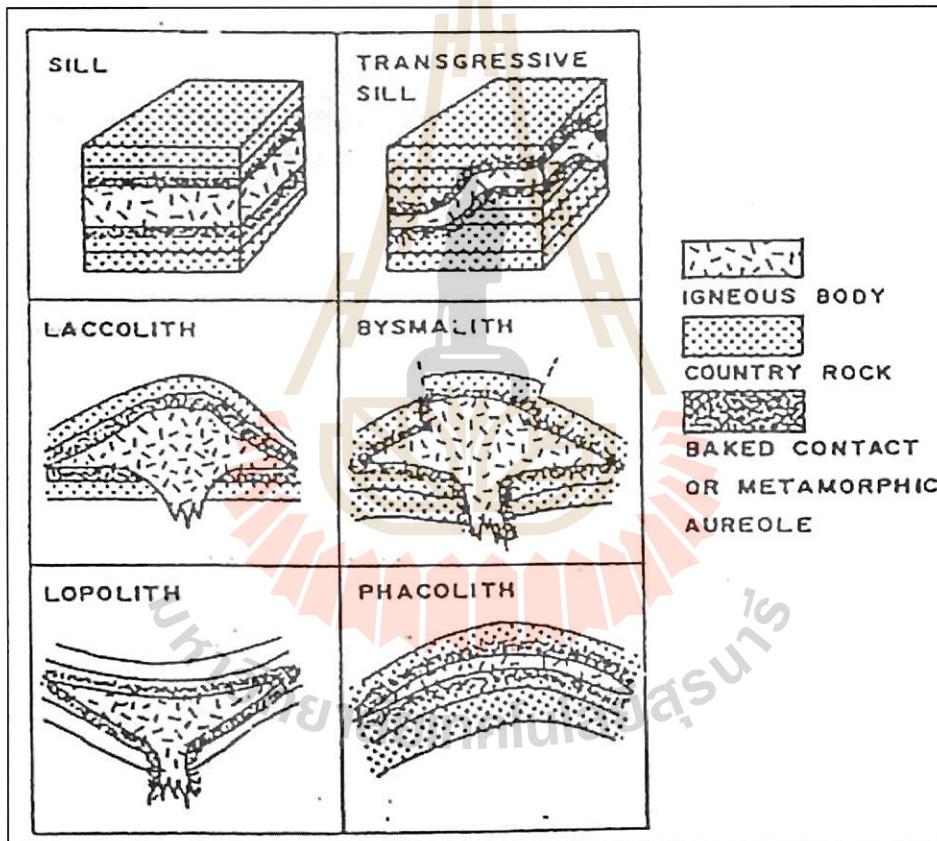
พนักแทรกชั้น (Sill)

พนักแทรกชั้นมีลักษณะเป็นแผ่นบาง (รูปที่ 2-2) ขนาดความหนาตั้งแต่น้อยกว่า 1 เมตร จนถึง 1 กิโลเมตร กระจายตัวคลุมพื้นที่มากถึง 250×2 กิโลเมตร พนักแทรกชั้นขนาดใหญ่มีความหนาแปรเปลี่ยนมาก และมีลักษณะเป็นชั้นบันได ชั้นบันไดแต่ละชั้นไม่ได้เกิดในบริเวณรอยต่อของชั้นหินแนวเดียวกัน (รูปที่ 2-2) พนักแทรกชั้นแบบนี้เรียกว่าพนักแทรกชั้นแบบทรานส์เกรสซิฟ (transgressive sill) พนักแทรกชั้นอาจมีลักษณะเป็นพนักแทรกชั้นเชิงเดี่ยว (simple sill) พนักแทรกชั้นเชิงซ้อน (multiple หรือ composite sill) และพนักแทรกชั้นดิฟเฟอเรนทีเอต (differentiated sill) พนักแทรกชั้นเชิงเดี่ยวเกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดครั้งเดียว และไม่แสดงลักษณะแบบหินอัคนีแทรกซอนชั้น พนักแทรกชั้นเชิงซ้อนเกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดมาก

กว่า 1 ครั้ง พนังแทรกชั้นดิฟเฟอเรนทิเอตเกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดครั้งเดียวแต่แสดงลักษณะแบบหินอัคนีแทรกซอนชั้น พนังแทรกชั้นเกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดที่มีความหนาแน่นมากและมีความหนืดน้อยในระดับต้น (0.5-1.0 กิโลเมตร) หินหนืดเหล่านี้ส่วนใหญ่มีส่วนประกอบทางเคมีเป็นหินบะซอลต์

หินอัคนีรูปเห็ด (Laccolith)

หินอัคนีรูปเห็ดมีลักษณะคล้ายดอกเห็ดกล่าวคือ มีฐานราบและส่วนบนโค้งขึ้น (รูปที่ 2-2 และ 2-3) หินท้องที่ในส่วนบนโค้งขึ้นและ/หรือตัดขาดโดยการกระทำของหินหนืดที่ขึ้นมาจากข้างล่าง รูปร่างของหินอัคนีรูปเห็ดในแผนที่ที่มีลักษณะค่อนข้างกลม โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่วง 1-8 เมตร อัคนีรูปเห็ดมีความหนามากที่สุด 1,000 เมตร อัคนีรูปเห็ดบางบริเวณมีรูปร่างแบบบิสมาลิธ (bismalith) กล่าวคือ หินหนืดแทรกดันหินท้องที่ด้านบนของหินอัคนีรูปเห็ดจนฉีกขาดและเคลื่อนตัวขึ้นไป (รูปที่ 2-3) ลักษณะภายในของมวลหินแบบนี้ อาจมีเป็นแบบหินอัคนีแทรกซอนชั้น หินอัคนีรูปเห็ดเกิดจากการแทรกซอนในระดับต้นของหินหนืดที่มีความหนาแน่นน้อยและมีความหนืดมาก เมื่อเปรียบเทียบกับหินหนืดที่เย็นตัวให้พนังแทรกชั้น หินหนืดนี้ส่วนใหญ่มีส่วนประกอบทางเคมีเหมือนกับหินแอนดีไซต์

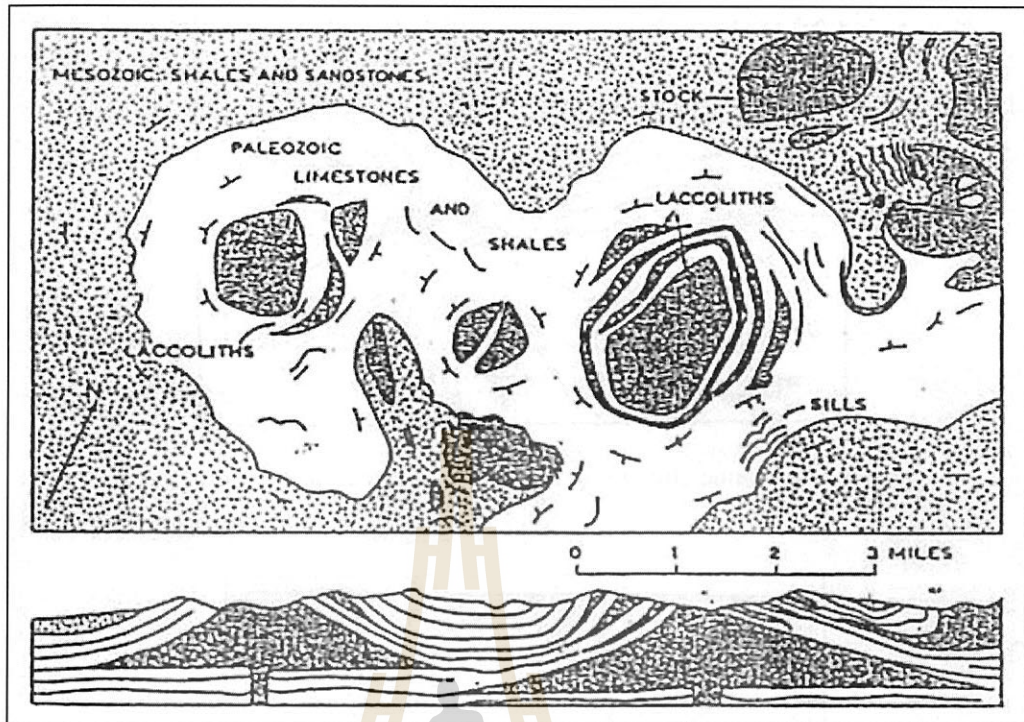


รูปที่ 2-2 ลักษณะรูปร่างของ Sill, transgressive sill, laccolith, bismalith, lopolith และ phacolith (ดัดแปลงจาก Simpson, 1966)

หินอัคนีรูปฝักบัว (Lopolith)

หินอัคนีรูปฝักบัวมีลักษณะเป็นรูปกระทะหงายขนาดใหญ่ (รูปที่ 2-2) มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่หลายสิบกิโลเมตรจนถึงหลายร้อยกิโลเมตร มีความหนาเป็นร้อยเมตรลักษณะภายในของมวลหินแบบนี้อาจเป็นแบบหินอัคนีแทรกซอนชั้นซึ่งประกอบด้วยหินชนิดเมฟิกและอัลตราเมฟิกเป็นส่วนใหญ่ ส่วนบนอาจมีส่วนประกอบทาง

เคมีเป็นแอซิด หินอัคนีรูปฝักบัวเกิดจากการแทรกซอนในระดับตื้นของหินหนืดที่มีความหนาแน่นมากและมีความหนืดน้อย หินหนืดเหล่านี้มีส่วนประกอบทางเคมีเป็นหินบะซอลต์



รูปที่ 2-3 ลักษณะรูปร่างของ Sill และ laccolith บริเวณ Henry Mountains Montana U.S.A.
(คัดลอกจาก Simpson, 1966)

หินอัคนีรูปเบี่ยง (Phacolith)

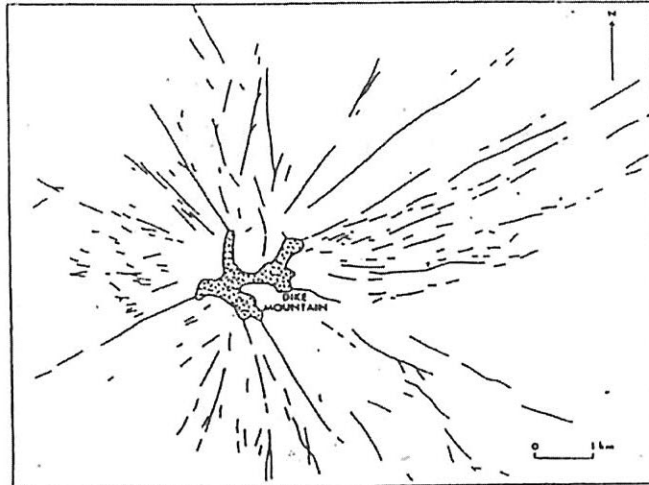
หินอัคนีรูปเบี่ยงมีลักษณะเป็นรูปเลนช่อกว้างใหญ่ เกิดในบริเวณสันของชั้นหินโค้งรูปประทุน (crest of anticline) (รูปที่ 2-2) มวลหินอัคนีพวกนี้เกิดจากการเย็นตัวของหินหนืดในระดับลึก

2.5 มวลหินอัคนีแทรกซอนชนิดไม่ร่วมแนว

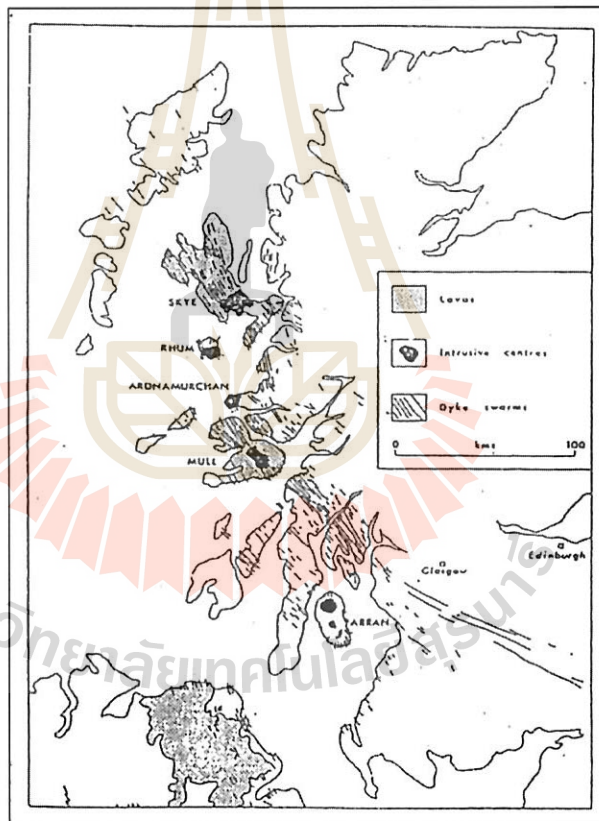
(Discordant plutonic bodies)

พั้ง (Dike) และกลุ่มพั้ง (Dike swarms)

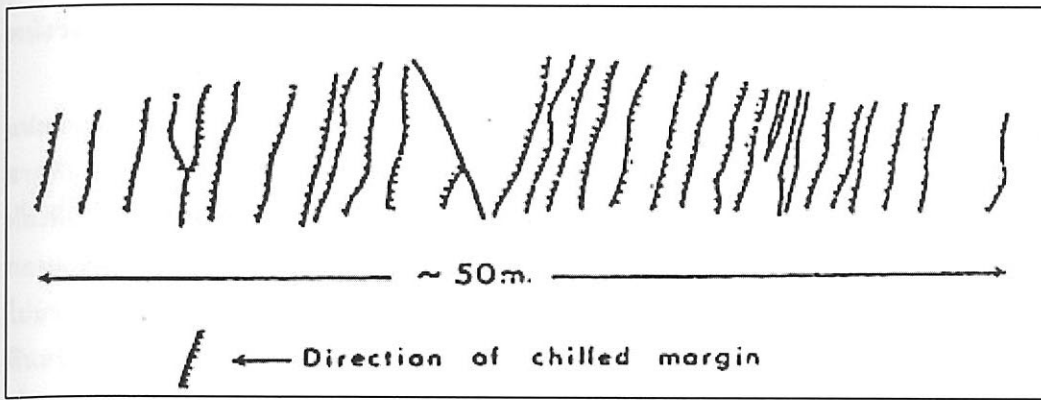
พั้งมีลักษณะเป็นแผ่นเช่นเดียวกับพั้งแทรกชั้นแต่มีรอยสัมผัสตัดผ่านโครงสร้างหลักของหินท้องที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า 10 เซนติเมตร จนถึงมากกว่า 100 เมตร อาจเกิดอันเดียวโดดๆ หรือเกิดหลายอันเป็นกลุ่มพั้งที่เกิดเป็นกลุ่มเรียกว่า กลุ่มพั้ง กลุ่มพั้งที่มีการวางตัวของพั้งเป็นรัศมีจากบริเวณที่หินหนืดประทุขึ้นมาหรือมวลหินอัคนีแทรกซอน เรียกว่า กลุ่มพั้งรัศมี (*radial dike swarm*) (รูปที่ 2-4) พั้งเหล่านี้เกิดจากแรงที่มวลหินหนืดกระทำต่อหินท้องที่ตั้งอยู่ในบริเวณศูนย์กลางของกลุ่มพั้ง กลุ่มพั้งที่ประกอบด้วยพั้งวางตัวขนานกันหรือเกือบขนานกัน เรียกว่ากลุ่มพั้งขนาน (*parallel หรือ linear dike swarm*) (รูปที่ 2-5) พั้งเหล่านี้อาจเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มพั้งรัศมีหรือเกิดจากการขยายตัวของชั้นเปลือกโลก (crust) กลุ่มพั้งขนานบางบริเวณมีความหนาแน่นมากและแสดงขอบเขตนชัดเร็วข้างเดียว กลุ่มพั้งขนานแบบนี้เรียกว่า พั้งแผ่น (*sheeted dike*) (รูปที่ 2-6) พั้งแผ่นเกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดหลายครั้งในพั้งอันเดียวกัน พั้งที่เกิดก่อนถูกผลักไปอยู่ในบริเวณขอบของพั้งที่เกิดใหม่ กลุ่มพั้งเป็นช่องทางที่หินหนืดขึ้นมาสู่ผิวโลก ส่วนใหญ่มีส่วนประกอบทางเคมีเป็นหินบะซอลต์



รูปที่ 2-4 แผนที่ธรณีวิทยาแสดงลักษณะรูปร่างของ radial dike swarm และ parallel dike swarm (คัดลอกจาก Johnson, 1961)



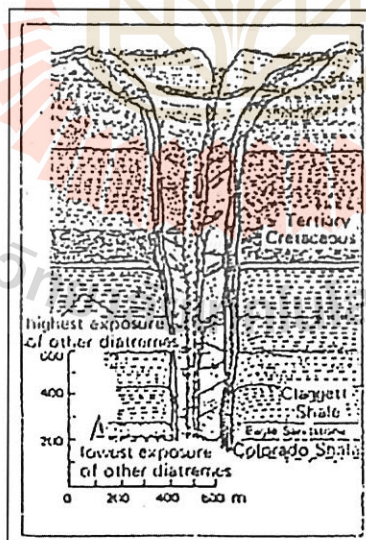
รูปที่ 2-5 แผนที่ธรณีวิทยาแสดงลักษณะรูปร่างของ parallel mafic dike swarm บริเวณ British Isles (คัดลอกจาก Hall, 1987)



รูปที่ 2-6 ภาพตัดของ mafic dike swarm ชนิด sheeted dike ซึ่งแสดง chill margin ด้านเดียว (คัดลอกจาก Moores and Vine, 1971)

หินอัคนีรูปแท่งเสา (Necks หรือ pipes) และ หินกรวดเหลี่ยมอัคนีรูปกรวย (Diatreme)

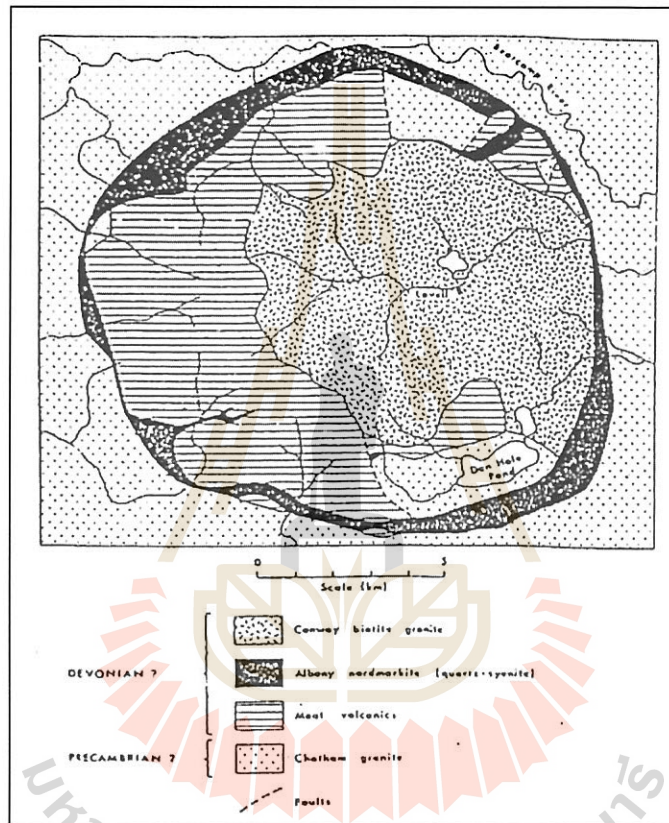
หินอัคนีรูปแท่งเสา มีลักษณะเป็นแท่งกลม เกิดจากการแข็งตัวของหินหนืดตามปล่องภูเขาไฟ หินกรวดเหลี่ยมอัคนีรูปกรวยมีลักษณะเป็นแท่งกลมและค้อย ๆ ตีบลงไปข้างล่าง (รูปที่ 2-7) ประกอบด้วยหินกรวดเหลี่ยม (breccia) และอาจมีหินอัคนีเป็นตัวเชื่อมประสาน หินกรวดเหลี่ยมเหล่านี้ได้มาจากหินท้องที่และหินอัคนีที่เย็นตัวและแข็งตัวเป็นบางส่วน ลักษณะแบบนี้เกิดจากการแทรกซอนและการขยายตัวของก๊าซซึ่งทำให้เกิดการระเบิดในหินท้องที่และหินอัคนีดังกล่าว ก๊าซส่วนใหญ่เกิดจากการแยกตัวออกมาจากหินหนืด ก๊าซในบางกรณีเกิดจากการที่น้ำบาดาลได้รับความร้อนจากหินหนืดในระดับตื้น หินอัคนีในหินกรวดเหลี่ยมอัคนีรูปกรวยส่วนใหญ่เป็นชนิดโปแทสเซียม (potassic) และอัลตราโปแทสเซียม (ultrapotassic) ซึ่งมี CO_2 และ H_2O มาก ก๊าซเหล่านี้จะแยกตัวออกมาจากหินหนืดเมื่อมวลหินหนืดเคลื่อนตัวขึ้นมาใกล้ผิวโลก



รูปที่ 2-7 ภาพตัดขวางของหินกรวดเหลี่ยมอัคนีรูปกรวย (Diatreme) (คัดลอกจาก Thrope and Brown, 1985)

พนักวงแหวน (Ring dikes)

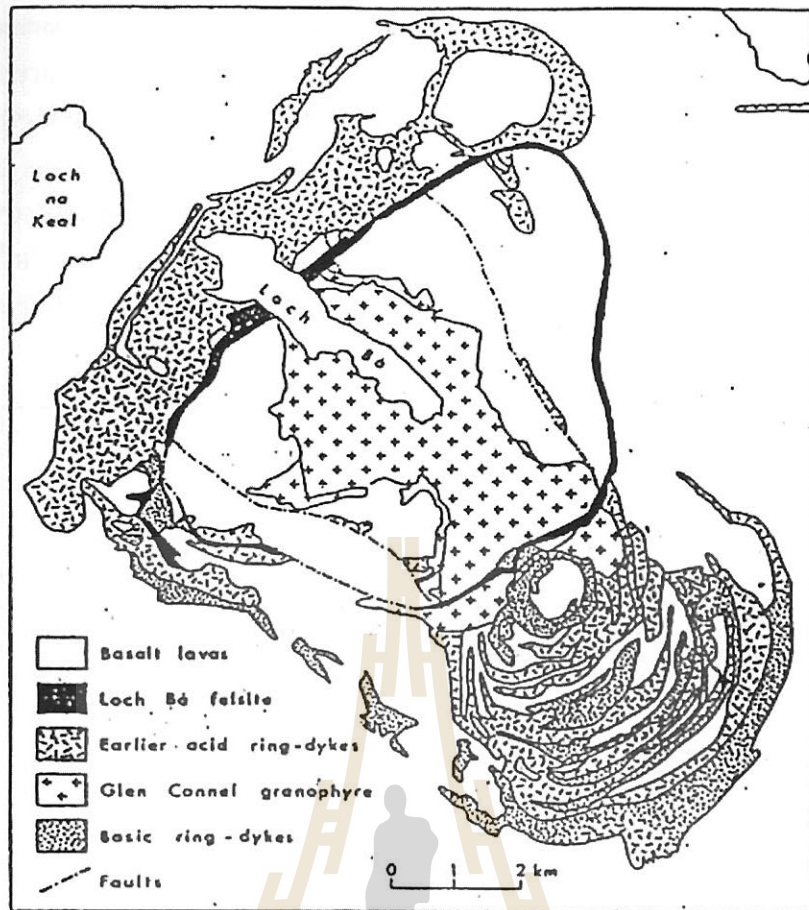
พนักวงแหวนมีลักษณะคล้ายผนังของท่อขนาดใหญ่ ซึ่งมีแกนกลางเป็นหินข้างเคียง มีความกว้างไม่แน่นอนและอาจไม่มีความต่อเนื่อง (รูปที่ 2-8 และรูปที่ 2-9) พนักวงแหวนบางบริเวณมีรอยสัมผัสเอียงเทออกไปจากหินท้องที่เป็นแกนกลางเป็นมุมไม่มาก ลักษณะดังกล่าวแสดงว่าพนักวงแหวนเกิดจากการทรุดตัวของหินท้องที่ลงไปบนหินหนืด การทรุดตัวของหินท้องที่ทำให้เกิดช่องว่างซึ่งถูกแทนที่โดยหินหนืด หินท้องที่ที่ทรุดตัวกลายเป็นแกนกลาง (รูปที่ 2-10) อย่างไรก็ตามพนักวงแหวนบางบริเวณมีรอยสัมผัสเอียงเข้าหาแกนกลางเป็นมุมไม่มาก ลักษณะแบบนี้แสดงว่าพนักวงแหวนไม่ได้เกิดจากการทรุดตัวของหินท้องที่เสมอไป แต่อาจเกิดจากการที่หินหนืดแทรกตัวเข้าไปตามรอยเลื่อนรูปวงแหวน (ring fault) ในลักษณะของแมกมาชะโงกเข้า พนักวงแหวนอาจเป็นช่องทางที่หินหนืดขึ้นมาสู่ผิวโลก ในกรณีที่เกิดในระดับตื้น



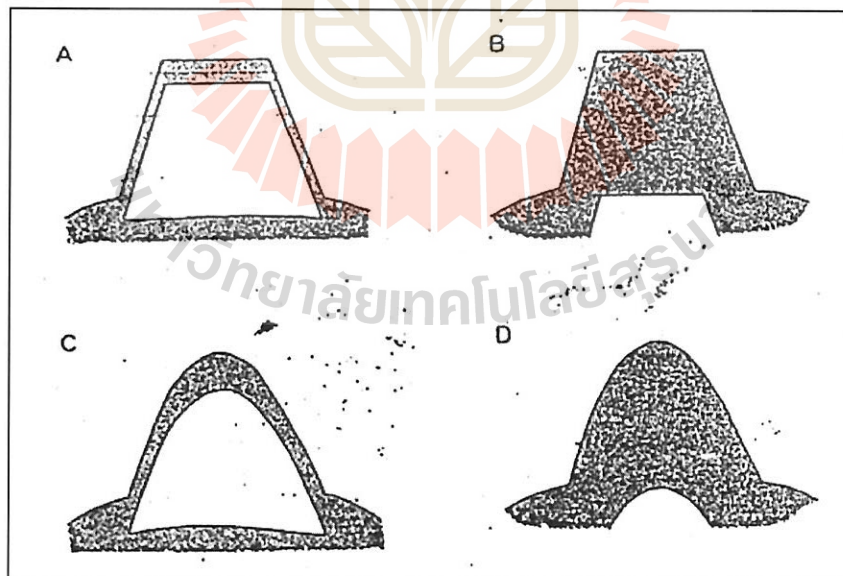
รูปที่ 2-8 ลักษณะของ Albany nordmarkite ring dike (คัดลอกจาก Kingsley, 1931)

พนักแผ่นรูปกรวย (Cone sheet)

พนักแผ่นรูปกรวยมีลักษณะเป็นรูปกรวยไอศกรีมหลายอันซ้อนกัน โดยมีรอยสัมผัสของกรวยที่อยู่นอกสุดเอียงเทเป็นมุมไม่มาก เมื่อเปรียบเทียบกับรอยสัมผัสของกรวยที่อยู่ข้างใน ปลายแหลมของกรวยแต่ละอันมีตำแหน่งอยู่ที่จุดเดียวกัน เมื่อต่อแนวลงไปข้างล่าง (รูปที่ 2-11) พนักแผ่นรูปกรวยแต่ละอันมีความหนา 2-3 เมตร พนักแผ่นรูปกรวยเกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดชนิดเมฟิกเข้าไปตามรอยแตกรูปกรวย



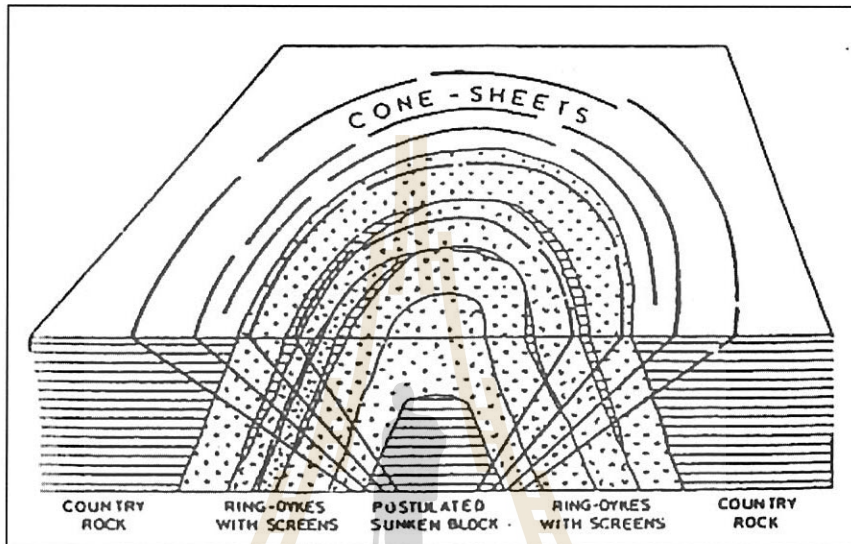
รูปที่ 2-9 ลักษณะของ ring dikes ใน Tertiary igneous complex บนเกาะ Mull, Scotland (คัดลอกจาก Bailey และคณะ, 1928)



รูปที่ 2-10 การเกิดของ ring dike ที่เกิดจากการทรุดตัวของหินห้องที่ (คัดลอกจาก Hall, 1987)

พนักกรวย (Funnel dikes) และ หินอัคนีรูปกรวย (Funnel-shaped intrusion)

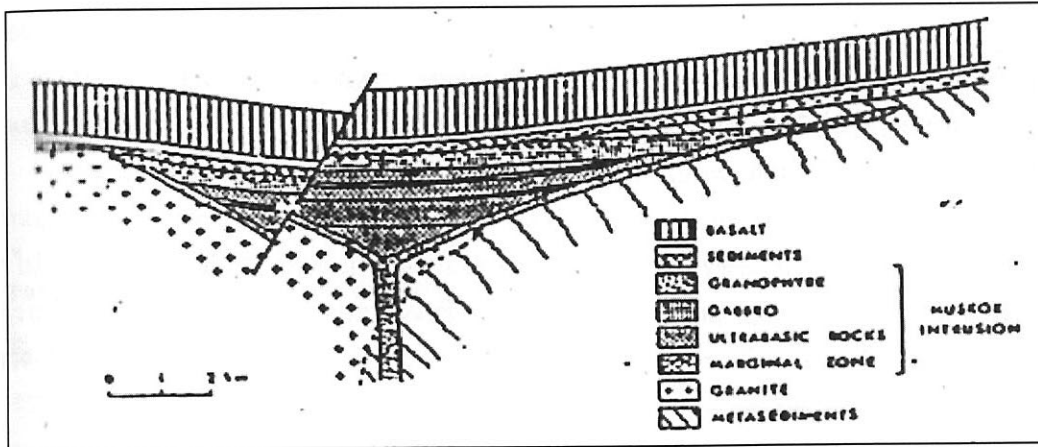
พนักกรวยเป็นพนักที่มีรอยสัมผัสเฉียงเทเข้าหากัน (รูปที่ 2-11) และมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นหินบะซอลต์ หินอัคนีรูปกรวยมีลักษณะคล้ายกรวยและมีภาพตัดคล้ายพนักกรวย มวลหินอัคนีแบบนี้มีการเกิดคล้ายกับพนักแผ่นรูปกรวย กล่าวคือ เกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดชนิดเมฟิกเข้าไปตามรอยแตกรูปกรวย แต่หินอัคนีรูปกรวยไม่มีหินท้องที่อยู่ภายใน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหินท้องที่ถูกกระเบิดออกไปหรือลอยตัวขึ้นไปอยู่ในส่วนบน อย่างไรก็ตาม หินหนืดที่แทรกซอนให้หินอัคนีรูปกรวยมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นหินบะซอลต์ ที่มีสารระเหยเป็นปริมาณไม่มาก ดังนั้น การที่ไม่มีหินท้องที่อยู่ภายในเกิดจากการลอยตัวขึ้นไปมากกว่าการกระเบิดออกไป



รูปที่ 2-11 ลักษณะของ ring dike และ cone sheet ที่เกิดร่วมกัน (คัดลอกจาก Richey, 1932)

หินอัคนีแผ่น (Sheet intrusions)

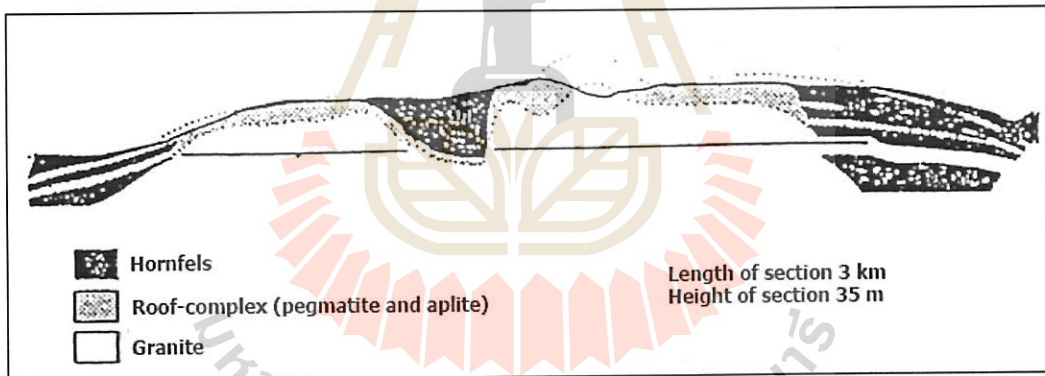
หินอัคนีแผ่นเป็นกลุ่มของหินอัคนีแทรกซอนชนิดเฟลสิก ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นขนานกันในแนวราบหรือเกือบราบโดยมีหินท้องที่เป็นตัวคั่น มวลหินอัคนีเหล่านี้มีความต่อเนื่องมาจากพลูตอนเฟลสิก (felsic pluton) (รูปที่ 2-12) อาจเกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดจากพลูตอนเข้าไปตามรอยแตกแยกในหินท้องที่ในลักษณะที่คล้ายลิ้ม หรืออาจเกิดในช่วงสุดท้ายของการเย็นตัวของพลูตอน กล่าวคือ เมื่อหินหนืดมีการตกผลึกกลายเป็นหินเป็นส่วนใหญ่ หินเหล่านี้จะมีการจมตัวลงไปบนหินหนืดที่เหลืออยู่ ทั้งนี้เพราะหินอัคนีมีความหนาแน่นมากกว่าหินหนืด การจมตัวของหินอัคนีที่อยู่ติดกับหินท้องที่จะพยายามดึงหินท้องที่อยู่ในส่วนบนลงมาด้วย ซึ่งทำให้หินท้องที่อยู่ในส่วนบนแตกแยกในแนวราบหรือเกือบราบ หินหนืดที่เหลืออยู่จะเข้าไปแทนที่ในรอยแตกแยก



รูปที่ 2-12 ภาพตัดขวางของ Muskox intrusion (คัดลอกจาก Irvine and Smith, 1967)

พลูตอน (Pluton)

พลูตอนเป็นมวลหินอัคนีแทรกซอนขนาดใหญ่ ที่มีลักษณะรูปร่างไม่แน่นอนมีมุมเอียงตามขอบชั้น และไม่มีฐานโผล่ให้เห็น พลูตอนที่เกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดเพียงครั้งเดียว มีลักษณะรูปร่างในแผนที่เป็นรูปค่อนข้างกลมหรือมนรี พลูตอนที่เกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดหลายครั้ง มีลักษณะรูปร่างในแผนที่คล้ายกับพลูตอนเชิงซ้อน (ring complex)



รูปที่ 2-13 ภาพตัดขวางของ Tregonning-Godolphin granite, Cornwall ซึ่งแสดง sheeted intrusion ในบริเวณขอบของ pluton (คัดลอกจาก Stone, 1975)

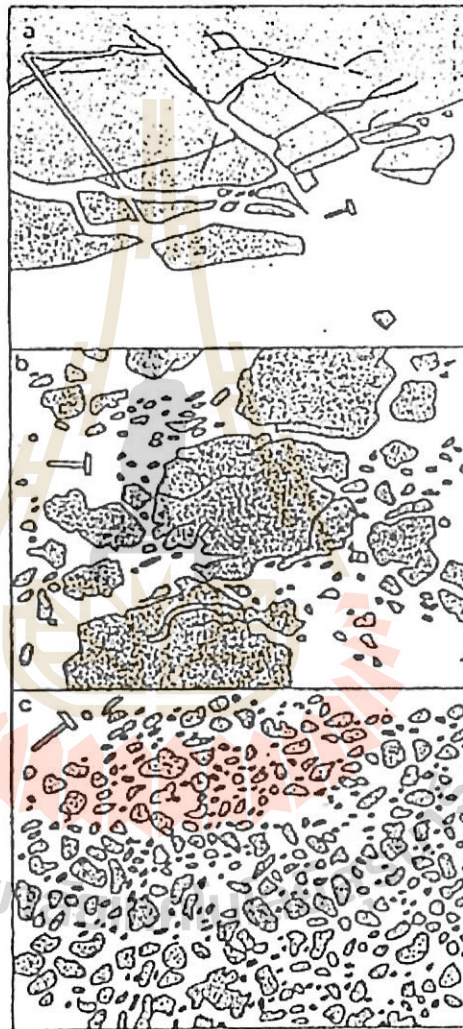
พลูตอนเชิงเดี่ยว (Simple pluton) : พลูตอนที่ประกอบด้วยหินอัคนีซึ่งมีลักษณะเนื้อและชนิดหินเหมือนกันหรือคล้ายกัน มีขนาดการแผ่กระจายของหินโผล่ไม่เกิน 25x25 กิโลเมตร ส่วนใหญ่มีขนาด 15x15 กิโลเมตร หรือเล็กกว่านี้

พลูตอนเชิงซ้อน (Complex pluton) : มวลหินอัคนีที่ประกอบด้วย พลูตอนหลายอันซ้อนกันอยู่ พลูตอนเหล่านี้ประกอบด้วยหินอัคนีชนิดเฟลสิก ที่มีลักษณะเนื้อหรือชนิดหินคล้ายกันหรือต่างกัน และมีต้นกำเนิดจากหินหนืดเริ่มต้น (parental magma) อันเดียวกัน รอยสัมผัสระหว่างพลูตอนแต่ละอันปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัด (sharp contact) หรือเป็นแบบค่อย ๆ เปลี่ยนแปลง (gradational contact) พลูตอนเชิงซ้อนเกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดที่มีต้นกำเนิดเหมือนกันหลายครั้ง ลักษณะของการแทรกซอนอาจเป็นแบบแมกมาสะโตปิงหรือ

การทรุดตัวเป็นบางส่วนของ pluton ที่เกิดก่อน pluton ที่เกิดหลังสุดมีลักษณะรูปร่างในแผนที่เป็นรูปค่อนข้างกลมหรือมนรี

พลูตอหวงชั้น (Zoned pluton) : พลูตอนเชิงซ้อนที่มีประกอบด้วยหินอัคนีชนิดค่อนข้างเมฟิกในบริเวณส่วนนอกสุด ถัดเข้าไปข้างใน หินมีลักษณะเป็นเฟลสิคมากขึ้น จนกระทั่งเป็นเฟลสิคในบริเวณส่วนกลาง

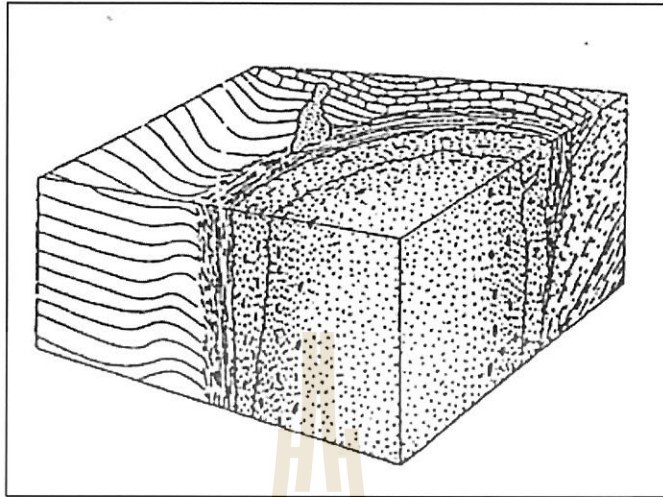
ลำหินอัคนีสะดอป (Stoped stock) : พลูตอนที่โผล่ให้เห็นเป็นพื้นที่น้อยกว่า 100 ตารางเมตร และเกิดจากแมกมาสะดอปิ่ง มีลักษณะเด่นดังนี้คือหินท้องที่ในส่วบนของลำหินมีการแตกมาก รอยแตกเหล่านี้มีหินอัคนีเข้าไปแทนที่ มวลหินอัคนีที่แทรกซอนอยู่ตามรอยแตกเรียกว่าอะโพไฟซิส (apophyses) มวลหินอัคนีที่อยู่ใต้บริเวณดังกล่าวมีแปลกล้อมขนาดใหญ่เป็นปริมาณมาก ถัดลงมาในส่วนล่างหินแปลกล้อมมีลักษณะกลม และมีขนาดเล็กลง (รูปที่ 2-14) ลำหินอัคนีสะดอปเกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดชนิดเฟลสิคในระดับตื้น



รูปที่ 2-14 ลักษณะของ stopped stock ในบริเวณรอยสัมผัสระหว่างหินอัคนีกับหินข้างเคียง (a) บริเวณได้รอยสัมผัสประมาณ 100 เมตร (b) และบริเวณได้รอยสัมผัสประมาณ 200 เมตร (c) ของ corralillo tonalite ใน Peru (คัดลอกจาก Myers, 1975)

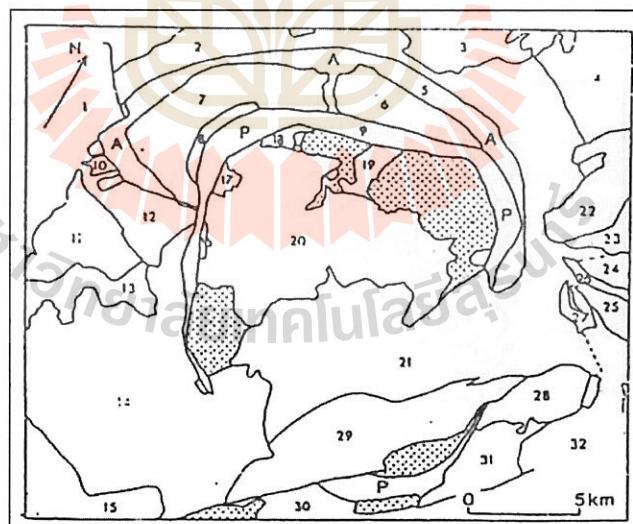
หินอัคนีรูปปลัสน (Diapiric intrusion) : พลูตอนที่มีลักษณะค่อนข้างกลมมนในแผนที่ที่หินท้องที่ที่อยู่ใกล้กับรอยสัมผัสถูกแปรรูป (deformed) อย่างรุนแรงจนมีริ้วขนาน (foliation) เกิดขึ้น หินท้องที่ที่อยู่ห่างออกไปจากรอยสัมผัสแสดงการคดโค้งขนาดเล็ก (minor fold) แกนของการคดโค้ง (fold axis) มีทิศทางขนานกับรอยสัมผัส

บริเวณขอบของพลูตอนอาจแสดงรีวิชาน และหินแปรกล่อมเป็นปริมาณมาก หินแปรกล่อมเหล่านี้มีลักษณะแบน และมีการวางตัวโดยมีค้ำแบบขนานกับรีวิชาน (รูปที่ 2-15) บริเวณด้านในของพลูตอนไม่มีลักษณะดังกล่าว หินอัคนีรูปบัลลูนเกิดจากการแทรกซอนของหินหนืดชนิดเฟลสิกแบบฟอซิเบิลอินทรูชัน มวลหินหลอมเหลวในกรณีนี้มีลักษณะคล้ายลูกโป่งหรือลูกบัลลูน



รูปที่ 2-15 ลักษณะของ diapiric intrusion ในบริเวณด้านตะวันตกเฉียงเหนือของ Ardara pluton (คัดลอกจาก Pitcher and Berger, 1972)

หินอัคนีมวลไพศาล (Batholith) : มวลหินอัคนีที่มีขนาดการแผ่กระจายของหินโผล่มากกว่า 100 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยพลูตอนที่มีขนาดแตกต่างกันหลายอัน (รูปที่ 2-16) และเกิดในเวลาที่แตกต่างกันพลูตอนมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิต



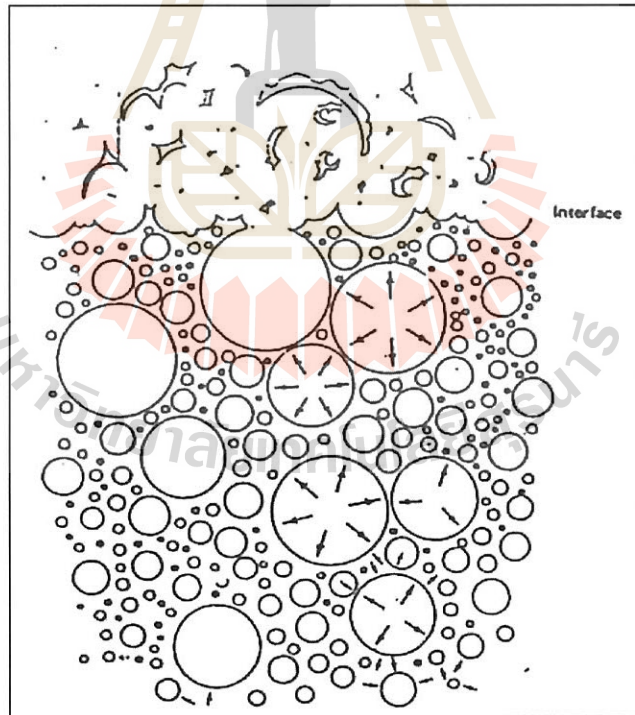
รูปที่ 2-16 รูปร่างลักษณะของหินอัคนีมวลไพศาล ซึ่งประกอบด้วยพลูตอนหลาย ๆ อัน (หมายเลข 1-32) บริเวณจุดประเป็นหินภูเขาไฟท่อนที่ อักษร A และ P เป็น Patirumy และ Anta-Julquillas ring dikes (คัดลอกจาก Knox, 1974)

บทที่ 3 ลักษณะการเกิดของหินภูเขาไฟ (Occurrence of volcanic rocks)

3.1 การประทุของภูเขาไฟ (Volcanic eruptions)

การประทุของภูเขาไฟขึ้นมาสู่ผิวโลกมี 2 แบบได้แก่ การประทุแบบเงียบและการประทุแบบมีการระเบิด หินหนืดที่มีการประทุแบบเงียบมีความหนืดน้อยและมีปริมาณของก๊าซต่าง ๆ น้อย การประทุแบบนี้ทำให้เกิดลาวา (lava) หินหนืดที่มีการประทุแบบระเบิด มีความหนืดมากและมีปริมาณของก๊าซต่าง ๆ มาก การประทุแบบนี้ทำให้เกิดตะกอนภูเขาไฟ (pyroclast) ชนิดต่าง ๆ (ดูรายละเอียดในบทที่ 7) และลาวา การสะสมตัวของตะกอนภูเขาไฟทำให้เกิดหินตะกอนภูเขาไฟ (pyroclastic rock) บริเวณที่หินหนืดขึ้นมาสู่ผิวโลกอาจจะเป็นปล่องภูเขาไฟ (volcanic vent) หรือเป็นแนวแยก (fissure)

ก๊าซต่างในหินหนืดอยู่ในรูปของเหลว เมื่อหินหนืดอยู่ในระดับลึก (ความดันสูง) แต่ถ้าหินหนืดเคลื่อนตัวขึ้นมาสู่ผิวโลก (ความดันลดลง) ก๊าซที่อยู่ในรูปของเหลวจะค่อย ๆ แยกตัวออกมาในรูปของฟองอากาศ ก๊าซเหล่านี้มีการขยายตัวหลายเท่าเมื่อความดันลดลง ถ้าก๊าซในลักษณะของฟองอากาศมีมากถึงประมาณ 75% ก๊าซจะมีลักษณะคล้ายฟองเบียร์ และแตกตัวในส่วนของที่มีความดันน้อย (รูปที่ 3-1) การขยายตัวของก๊าซทำให้เกิดแรงดันขึ้น ถ้าหินท้องที่ทนต่อแรงดันที่เกิดขึ้นไม่ได้ หินท้องที่ก็จะแตกและมีการระเบิดเกิดขึ้น การระเบิดในลักษณะนี้เรียกว่า การระเบิดแมกมาติก (magmatic explosion) นอกจากนี้การระเบิดอาจเกิดจากการที่หินหนืดไหลลงไปในน้ำ หรือแทรกซอนเข้าไปในแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลและน้ำแข็งการระเบิดแบบนี้เรียกว่า การระเบิดฟรีเอติก (phreatic explosion)



รูปที่ 3-1 ลักษณะของหินหนืดที่มีฟองอากาศมาก ฟองอากาศเหล่านี้มีผนังเป็นหินหนืด ฟองอากาศในส่วนบนของรูปมีการแตกตัว ซึ่งทำให้หินหนืดแขวนลอยอยู่ในก๊าซ (คัดลอกจาก Barker, 1983)

3.2 ชั้นลาวาที่เกิดบนบก (Subaerial lava flows)

เมื่อหินหนืดปะทุออกมาสู่ผิวโลก หินหนืดก็จะไหลไปยังบริเวณที่ต่ำกว่า หินหนืดที่ไหลออกมาแต่ละครั้งให้ ลาวาไหล (lava flow) 1 ชั้น รูปร่างและขนาดของลาวาไหลขึ้นกับความหนืด อัตราการขึ้นมาจากหินหนืดและลักษณะภูมิประเทศ ลาวาไหลที่เกิดจากการเย็นตัวของหินหนืดที่มีความหนืดน้อยมีลักษณะบางและแผ่กระจายคลุมพื้นที่หลายสิบล้านกิโลเมตร ลาวาไหลที่เกิดจากการเย็นตัวของหินหนืดที่มีความหนืดมาก มีลักษณะหนาและแผ่กระจายไม่ไหล ลาวาไหลพวกบะซอลต์ (ความหนืดน้อย) ส่วนใหญ่มีความยาว 10-20 กิโลเมตร ความกว้าง 200 เมตร และความหนา 3 เมตร ลาวาไหลพวกแอนดีไซต์ (ความหนืดปานกลาง) มีความยาวไม่เกิน 10-30 กิโลเมตร และมีความหนามากถึง 30 เมตร ลาวาไหลพวกเดไซต์ (dacite) และไรโอไรต์ (rhyolite) (ความหนืดมาก) มีความยาวไม่เกิน 1-2 กิโลเมตร และมีความหนามากถึงหลายร้อยเมตร ลาวาไหลที่มีลักษณะกลมในแผนที่ และมีความหนาต่อความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวราบเท่ากับ 0.3 – 0.5 เรียกว่า โดมลาวา (lava dome) โดมลาวาส่วนใหญ่มีความหนา 50-150 เมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 150-500 เมตร ลาวาไหลที่ไหลตามภูมิประเทศที่มีลักษณะไม่ราบเรียบอาจมีลักษณะคล้ายรูปคลื่น ลาวาที่มีความหนืดน้อยอาจไหลลงไปรวมกันในแอ่งซึ่งทำให้เกิดทะเลสาบลาวา (lava lake) บริเวณส่วนบนของทะเลสาบลาวามีการแข็งตัวอย่างรวดเร็ว และทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันไม่ให้ความร้อนสูญเสียออกไปได้ง่าย ดังนั้นส่วนข้างในของทะเลสาบลาวาจึงเย็นตัวลงอย่างช้า ๆ แหล่งกักเก็บหินหนืดใต้ผิวโลก (magma chamber) อาจมีลักษณะการเย็นตัวคล้ายทะเลสาบลาวา

รอยสัมผัสระหว่างหินท้องที่กับลาวาไหลอาจขนานหรือไม่ขนานกับโครงสร้างหลักของหินท้องที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ หินท้องที่ที่อยู่ติดกับรอยสัมผัสอาจมีการผุพังอยู่กับที่ (weathering) ซึ่งเกิดก่อนการไหลของลาวา กรณีเช่นนี้ ส่วนล่างของลาวาไหลก็มีเศษของหินข้างท้องที่อยู่ด้วย เศษของหินท้องที่เรียกว่า อินคลูชัน (inclusion) อินคลูชันอาจเป็นหินและ/หรือแร่ กรณีที่อินคลูชันเป็นหินเรียกว่า หินแปลกปลอม (xenolith) กรณีที่อินคลูชันเป็นแร่ เรียกว่า แร่แปลกปลอม (xenocryst) อินคลูชันและหินท้องที่ในบริเวณที่อยู่ติดกับรอยสัมผัสมักแสดงลักษณะของการถูกเผาจนมีสีสีแดงคล้ายอิฐ

ลาวาไหลที่เกิดบนบกสามารถจำแนกออกเป็น 3 ชนิด โดยอาศัยลักษณะผิวของลาวาไหล ลาวาไหลเหล่านี้ได้แก่ ลาวาไหลพาฮอยฮอย (pahoehoe flow) ลาวาไหลอาอา (aa flow) และลาวาไหลบล็อก (blocky flow)

ลาวาไหลพาฮอยฮอย (pahoehoe flow): ผิวของชั้นลาวาไหลพาฮอยฮอยมีลักษณะเป็นแก้วที่เรียบและมีรอยย่นเป็นแห่ง ๆ บางทีก็มีลักษณะคล้ายเกลียวเชือก

ลาวาไหลอาอา (aa flow): ผิวของชั้นลาวาไหลอาอาประกอบด้วยเศษหินที่มีผิวขรุขระและมีรูพรุน (vesicle) มาก ลักษณะแบบนี้เกิดจากการไหลของหินหนืดพวกบะซอลต์ที่มีก๊าซปนอยู่มาก (ความหนืดมาก)

ลาวาไหลบล็อก (blocky flow) : ผิวของลาวาไหลบล็อกประกอบด้วยเศษหินที่มีผิวค่อนข้างเรียบและมีรูพรุนน้อย ลาวาไหลอาจประกอบด้วยเศษหินล้วน ๆ ลักษณะแบบนี้เกิดจากการไหลของหินหนืดที่มีส่วนประกอบทางเคมีเหมือนกับพวกหินแอนดีไซต์ หินเดไซต์ และหินไรโอไรต์ (ความหนืดมาก)

3.3 ลักษณะภายในชั้นลาวาที่เกิดบนบก (Internal features of subaerial lava flows)

ลาวาไหลพวกบะซอลต์ที่หนาสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่าง ลาวาไหลในส่วนบนมีลักษณะดังนี้ คือ มีรูพรุน (vesicle) ซึ่งมีลักษณะกลมและรีเป็นปริมาณมาก แสดงรอยแยกรูปเสา (columnar joint) และรอยแยกรูปแผ่น (platy joint: รอยแตกขนานกับผิวของการเย็นตัว) และมีลักษณะเนื้อละเอียด รูพรุนและแนวแตกแยกเหล่านี้จะค่อย ๆ จางหายไปในส่วนกลาง ส่วนกลางมีลักษณะเนื้อหินหยาบกว่า ส่วนบน ส่วนล่างมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายส่วนบน รูพรุนในส่วนล่างอาจมีลักษณะยาวคล้ายท่อและวางตัวใน

ทิศทางที่ตั้งฉากกับลาวาหลากหรือลูไปตามทิศทางการไหล การที่รูพรุนมีลักษณะเช่นนี้เกิดจากการที่ก๊าซลอยตัวขึ้นข้างบน รูพรุนเหล่านี้เรียกว่า รูพรุนรูปท่อ (pipe vesicle) การเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ในแต่ละส่วนของลาวาหลากเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป

ลาวาหลากที่มีส่วนประกอบทางเคมีแบบเป็นกลาง (intermediate lava: SiO_2 52-66 wt%) และแบบแอซิด (acid lava: $\text{SiO}_2 > 66$ wt%) มักแสดง platy joint และอาจแสดง columnar joint ลาวาหลากที่มีส่วนประกอบทางเคมีแบบแอซิดอาจแสดงแนวเส้นที่เกิดจากการไหลเรียกว่า flow banding แนวเส้นเหล่านี้อาจเกิดจากการตกผลึกเป็นบางส่วน การแยกตัวของก๊าซขนาดเล็กตามแนวการไหล การรีดตัวของแก้ว และการเปลี่ยนสภาพจากแก้วกลับมาเป็นแร่ (devitrification) ขณะที่มีการไหล

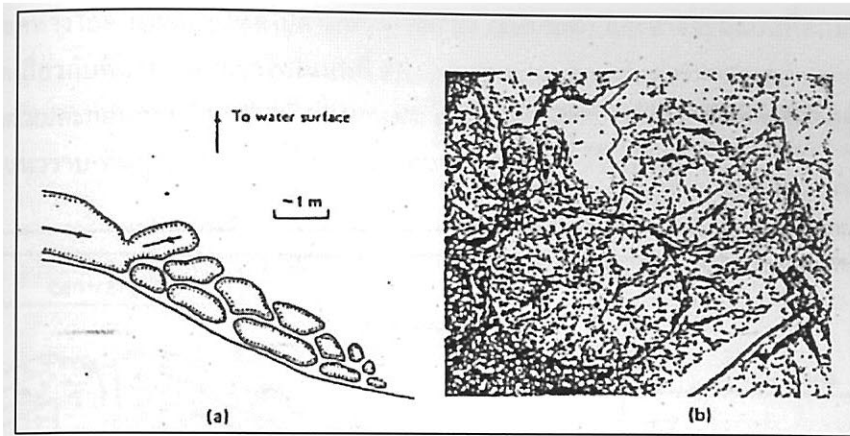
ชั้นลาวาอาจมีหินแปลกปลอมของหินท้องถิ่น และหินที่หินหนืดเคลื่อนตัวผ่านปะปนอยู่ หินแปลกปลอมในชั้นลาวาหลากพวกบะซอลต์บางบริเวณอาจเกิดอยู่ในระดับลึก แต่ถูกหินหนืดพาขึ้นมา กรณีที่หินแปลกปลอมมีส่วนประกอบเป็นหินเพริโดไทต์ (peridotite) เรียกว่า โหนด (nodule) ยกตัวอย่างเช่น olivine nodule และ peridotite nodule เป็นต้น กรณีที่หินแปลกปลอมขึ้นมาจากแหล่งกำเนิดของหินหนืดที่พาขึ้นมา เรียกว่า หินแปลกปลอมคอกเนท (cognate xenolith)

ส่วนปลายของลาวาหลากอาจมีโพรงหรือช่องว่างอาจเกิดจากการไหลออกไปของหินหนืด โพรงบางอันมีลักษณะที่คล้ายกับหินงอกและหินย้อยอยู่ภายใน แต่หินงอกและหินย้อยเหล่านี้เป็นหินอัคนี โพรงหรือช่องว่างเหล่านี้ เรียกว่า ถ้ำลาวา (lava tube หรือ lava tunnel)

3.4 ชั้นลาวาที่เย็นตัวในน้ำ (Subaqueous lava flows)

การไหลของหินหนืดที่มีส่วนประกอบเป็นเหมือนกับหินบะซอลต์ในน้ำอาจจะทำให้ขอบของหินหนืดกลายเป็นเปลือกแข็ง แต่สามารถยืดหยุ่นได้ เปลือกดังกล่าวเป็นตัวป้องกันไม่ให้หินหนืดที่อยู่ภายในทำปฏิกิริยากับน้ำเย็น เมื่อหินหนืดเคลื่อนตัวตามความเอียงเทของภูมิประเทศ หินหนืดจะดันเปลือกให้โปงออกไปจนขาดเป็นก้อนคล้ายหมอนข้าง ก้อนหินอัคนีเหล่านี้จะกลิ้งตัวไปตามความเอียงเทและสะสมกันในแอ่ง (รูปที่ 3-2) ซึ่งทำให้เกิดหินที่เรียกว่า ลาวารูปหมอน (pillow lava) การสะสมตัวกันของมวลหินอัคนีเหล่านี้อาจเกิดขึ้นในขณะที่เปลือกยังยืดหยุ่นได้ ดังนั้นการซ้อนกันของมวลหินอัคนีจึงทำให้มวลหินแต่ละก้อนมีลักษณะกลมค่อนข้างแบนและมีปลายแหลมชี้ลงไป ในบริเวณรอยต่อของมวลหินที่อยู่ข้างล่าง วัตถุในช่องว่างระหว่างมวลหินแต่ละก้อน (interpillow particle) ประกอบด้วยเศษหินขนาดเล็ก ที่มีส่วนประกอบเหมือนกับลาวารูปหมอน บางครั้งก็มีเศษหินท้องที่ปะปน เศษหินขนาดเล็กส่วนใหญ่เกิดจากการระเบิดเมื่อหินหนืดทำปฏิกิริยากับน้ำเย็น การที่หินหนืดทำปฏิกิริยากับน้ำเย็นเกิดจากการแตกของเปลือก ซึ่งมีลักษณะแข็งและไม่สามารถยืดหยุ่นได้ บางครั้งเศษหินเหล่านี้ก็สะสมตัวกันโดยไม่มีลาวารูปหมอนเกิดร่วมอยู่ด้วย หินที่เกิดจากการสะสมตัวของเศษหินเหล่านี้ อาจเป็นหินกรวดเหลี่ยมรูปหมอน (pillow breccia) และ/หรือหินทรายรูปหมอน (hyaloclastite) (ดูรายละเอียดในบทที่ 7) ซึ่งมีลักษณะคล้ายหินกรวดเหลี่ยมในรอยเลื่อน (fault breccia) มาก

ลักษณะภายในที่สำคัญของลาวารูปหมอนแต่ละก้อนมีดังนี้ คือ หินในบริเวณขอบมีลักษณะเนื้อแก้ว และมีรูพรุน (vesicle) เป็นจำนวนมาก แต่ภายในลักษณะเนื้อแบบละเอียด และไม่ค่อยจะมีรูพรุน นอกจากนี้ลาวารูปหมอนแสดงรอยแตกลักษณะกลม ซึ่งมีทิศทางขนานกับขอบของลาวารูปหมอน (concentric crack) และรอยแตกขนานกับรัศมีของลาวารูปหมอน (radial crack)



รูปที่ 3-2 (a) ลักษณะการเกิดของ pillow lava และ (b) ลักษณะตามแนวของ pillow lava (คัดลอกจาก Barker, 1983)

3.5 ธรณีสัณฐานบริเวณหินภูเขาไฟ (Volcanic landform)

ธรณีสัณฐานบริเวณหินภูเขาไฟที่สำคัญได้แก่ที่ราบสูงลาวา (lava plateau) ภูเขาไฟรูปโล่ (shield volcano) กรวยภูเขาไฟ (volcanic cone) กรวยภูเขาไฟสลับชั้น (strato-volcano หรือ composite volcano) และ แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟรูปแผ่น (pyroclastic sheet deposit) ธรณีสัณฐานนี้ประกอบด้วยลาวาหลากชนิดต่าง ๆ หินตะกอนภูเขาไฟ และหินอัคนีแทรกซอนในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ที่ราบสูงลาวา (lava plateau): ส่วนใหญ่เป็นลาวาหลากพวกหินบะซอลต์ (basaltic lava) เกิดจากการประทุของหินหนืดแบบเงียบจากแนวรอยแตก หินอัคนีแทรกซอนที่เกิดร่วมอยู่ด้วยอาจเป็นพียงแทรกชั้น กลุ่มพียง และมวลหินอัคนีแทรกซอนซึ่งมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นหินบะซอลต์

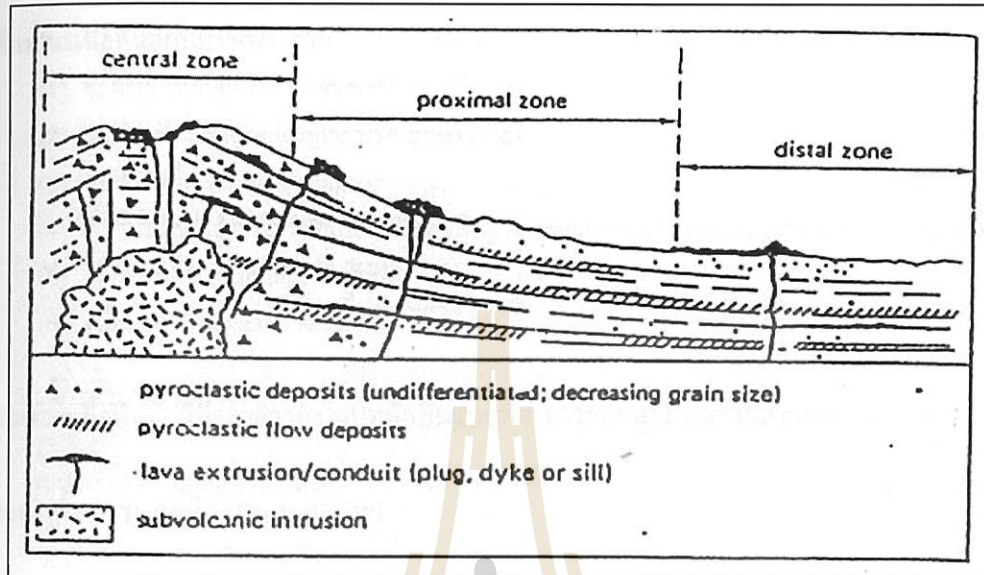
ภูเขาไฟรูปโล่ (shield volcano): ภูเขาไฟแบบนี้มีมุมเอียงเตี้ยๆ ส่วนใหญ่น้อยกว่า 8° ภาพตัดขวางมีลักษณะนูนขึ้นไปในอากาศ ภูเขาไฟรูปโล่ประกอบด้วยลาวาหลากพวกหินบะซอลต์เป็นส่วนใหญ่ อาจมีหินชั้นภูเขาไฟปะปนอยู่บ้าง และเกิดอยู่ในบริเวณมหาสมุทร

กรวยภูเขาไฟ (volcanic cone): เป็นภูเขาไฟที่มีมุมเอียงมากกว่าภูเขาไฟรูปโล่ ภาพตัดขวางมีลักษณะเว้าขึ้นข้างบน อาจประกอบด้วยลาวาหลาก หรือหินตะกอนภูเขาไฟ

กรวยภูเขาไฟสลับชั้น (strato-volcano หรือ composite volcano): ภูเขาไฟแบบนี้ประกอบด้วยลาวาหลากแทรกสลับกับชั้นหินตะกอนภูเขาไฟ หินเหล่านี้มีส่วนประกอบเป็นหินแอนดีไซต์เป็นส่วนใหญ่ หินอัคนีแทรกซอนที่เกิดร่วมอยู่ด้วยอาจเป็นพียงและพียงแทรกชั้น ภูเขาไฟสลับชั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ เขตกลาง (central zone) เขตระหว่างกลาง (proximal zone) และเขตห่างไกล (distal zone) (รูปที่ 3-3) ทั้งนี้ขึ้นกับระยะทางจากปล่องภูเขาไฟ ชนิดและลักษณะการเกิดของหินอัคนีที่เกิดร่วม เขตกลาง (central zone) เป็นบริเวณที่อยู่ภายในรัศมี 2 กิโลเมตรจากปากปล่องภูเขาไฟ หินในบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนภูเขาไฟลักษณะเนื้อหยาบ ส่วนที่เหลือเป็นหินอัคนีรูปแท่งเสา พียง พียงแทรกชั้น และชั้นลาวาหลาก เขตระหว่างกลาง (proximal zone) เป็นบริเวณที่อยู่ระหว่างรัศมี 5-15 กิโลเมตร จากปากปล่องภูเขาไฟ หินในบริเวณนี้ประกอบด้วยชั้นลาวาหลากและหินตะกอนภูเขาไฟ ซึ่งมีลักษณะเนื้อละเอียดกว่าเขตกลาง อาจมีพียงและพียงแทรกชั้นเกิดร่วมอยู่บ้าง เขตห่างไกล (distal zone) เป็นบริเวณที่อยู่ถัดออกไปจากเขตระหว่างกลาง หินในบริเวณนี้ประกอบด้วยหินตะกอนภูเขาไฟลักษณะเนื้อละเอียดเป็นส่วนใหญ่ อาจมีชั้นลาวาหลาก พียง และชั้นหินตะกอนเกิดร่วมอยู่ด้วย หินตะกอนภูเขาไฟบริเวณเขตกลางเป็นแบบที่ตกมาจากอากาศ (air-fall) หินตะกอนภูเขาไฟบริเวณเขตระหว่าง

กลางและเขตห่างไกล เป็นแบบไหลไปตามทางลาดเอียง (ash-flow) และอาจจะมีแบบที่ตกมาจากอากาศปน (ดูรายละเอียดเกี่ยวกับหินตะกอนภูเขาไฟในบทที่ 7)

แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟรูปแผ่น (pyroclastic sheet deposit) : ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินตะกอนภูเขาไฟที่วางตัวในแนวราบ หินภูเขาไฟเหล่านี้มีส่วนประกอบทางเคมีเป็นหินไรโอไรต์



รูปที่ 3-3 ภาพตัดขวางของภูเขาไฟแบบ strato-volcano ซึ่งแสดง central zone, proximal zone และ distal zone (คัดลอกจาก Thorpe and Brown, 1985)

3.6 ปล่องภูเขาไฟ (Caldera and carter)

ปล่องภูเขาไฟเป็นลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งของภูเขาไฟ มีรูปร่างเป็นแอ่งที่มีผนังชัน และกลมในแนวราบ ปล่องภูเขาไฟที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 1,500 เมตร เรียกว่า แคลดีรา (caldera) ปล่องภูเขาไฟที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1,500 เมตร เรียกว่า เครเตอร์ (crater) โดยทั่วไปเครเตอร์มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 300 เมตร และปรากฏอยู่บนยอดของภูเขาไฟ เกิดจากการที่หินตามปากปล่องภูเขาไฟระเบิดออกไป เครเตอร์บางอันและแคลดีราเกือบทั้งหมด เกิดจากการยุบตัวของหินตามปากปล่องภูเขาไฟลงไปในพื้นที่กักเก็บหินหนืดหลังจากการระเบิดของภูเขาไฟ

บทที่ 4 ลักษณะเนื้อหินอัคนี (Igneous textures)

4.1 ลักษณะเนื้อ (Textures)

ลักษณะเนื้อ (texture) หมายถึงรูปร่างลักษณะและความสัมพันธ์ของเม็ดแร่ และวัตถุที่ประกอบกันเป็นหิน ลักษณะเนื้อหินอัคนีประกอบด้วย

- (1) ระดับชั้นการตกผลึก (crystallinity หรือ degree of crystallization)
- (2) ขนาดเม็ดแร่ (granularity หรือ grain size)
- (3) รูปร่างผลึก (crystal shape)
- (4) ความสัมพันธ์ระหว่างผลึกและวัตถุอสัณฐาน (relations of crystals and amorphous substances)
- (5) เนื้อตะกอน (cumulus texture)
- (6) เนื้อเศษหิน (clastic texture)

ลักษณะเนื้อหินอัคนีที่จะกล่าวถึงในบทนี้ เป็นแบบที่สามารถศึกษาด้วยตาเปล่าและแว่นขยาย

4.2 ระดับชั้นการตกผลึก (Crystallinity)

ระดับชั้นการตกผลึกเป็นลักษณะเนื้อหินอัคนีที่บ่งบอกปริมาณของผลึกและแก้ว หินที่ประกอบด้วยผลึกล้วน ๆ มีลักษณะเนื้อเรียกว่า เนื้อเป็นผลึก (*holocrystalline*) หินที่ประกอบด้วยแก้วล้วน ๆ มีลักษณะเนื้อเรียกว่า เนื้อแก้วล้วน (*holohyaline*) หินที่ประกอบด้วยผลึกและแก้วปะปนกัน มีลักษณะเนื้อเรียกว่า เนื้อผลึกผสมแก้ว (*hypocrystalline* หรือ *hypohyaline* หรือ *microcrystalline*) หินที่ประกอบด้วยแก้วเกือบล้วน ๆ มีลักษณะเนื้อเรียกว่า เนื้อแก้ว (*glassy* หรือ *vitreous* หรือ *hyaline*)

ระดับชั้นการตกผลึกเป็นลักษณะเนื้อที่บ่งบอกถึงส่วนประกอบของหินชนิดและประวัติการเย็นตัวของหิน ลักษณะเนื้อแบบเนื้อผลึกล้วนแสดงว่าหินมีการเย็นตัวอย่างช้า ๆ และ/หรือมีความหนืดน้อย ลักษณะเนื้อแบบเนื้อผลึกผสมแก้วแสดงว่าหินมีการเย็นตัวค่อนข้างเร็ว มีความหนืดปานกลาง และ/หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของแก้วไปเป็นแร่ (devitrification) ลักษณะเนื้อแบบเนื้อแก้วล้วนและเนื้อแก้วแสดงว่าหินมีการเย็นตัวเร็วมาก

4.3 ขนาดเม็ดแร่ (Granularity)

ขนาดเม็ดแร่เป็นการบ่งบอกเนื้อของหินอัคนีโดยการบ่งบอกขนาดของเม็ดแร่ อาจอยู่ในรูปของความสามารถในการบอกลักษณะเมื่อทำการศึกษาด้วยตาเปล่าและแว่นขยาย การเปรียบเทียบขนาดของผลึกแร่ชนิดเดียวกัน และขนาดที่แท้จริงของผลึก

เนื้อหินที่ประกอบด้วยแร่หลัก (essential mineral) ซึ่งมีขนาดใหญ่พอที่จะบอกลักษณะด้วยตาเปล่าหรือแว่นขยาย เรียกว่ามีลักษณะเนื้อแบบฟาเนอโรคริสตอลลีน (*phanerocrystalline texture*) หรือ เนื้อทรรศน์ (*phaneritic texture*) หินที่ประกอบด้วยแร่หลักขนาดเล็กจนไม่สามารถบอกลักษณะด้วยตาเปล่าหรือแว่นขยาย มีลักษณะเนื้อเรียกว่า เนื้ออphanitic (*aphanitic texture*)

เนื้อหินที่ประกอบด้วยผลึกขนาดพอ ๆ กัน เรียกว่ามีลักษณะเนื้อแบบ เนื้อผลึกขนาดเดียว (*equigranular texture*) เนื้อหินที่ประกอบด้วยผลึกขนาดแตกต่างกันและสามารถกำหนดขนาดของผลึกใหญ่และผลึกเล็ก มีลักษณะเนื้อเรียกว่า เนื้อผลึกสองขนาด (*inequigranular texture*) และเนื้อหินที่ประกอบด้วยผลึกขนาดแตกต่างกันแต่ไม่สามารถกำหนดขนาดของผลึกใหญ่และผลึกเล็กได้ มีลักษณะเนื้อเรียกว่า เนื้อเซริเอท (*seriate texture*)

ลักษณะเนื้อแบบเนื้อผลึกสองขนาดสามารถจำแนกเป็น เนื้อดอก (*porphyritic texture*) เนื้อผลึกแปลกปลอม (*xenocrystic texture*) และ เนื้อเมกะคริสติก (*megacrystic texture*) ทั้งนี้ขึ้นกับต้นกำเนิดของผลึกที่มีขนาดใหญ่กว่า ลักษณะเนื้อดอกประกอบด้วยแร่ผลึกใหญ่ซึ่งตกผลึกจากหินหนืดชนิดเดียวกันกับผลึกแร่ที่มีขนาดเล็กกว่า แร่ผลึกใหญ่เหล่านี้เรียกว่า แร่ดอก (*phenocryst*) กรณีที่แร่ดอกมีขนาดเล็กกว่า 0.5 มิลลิเมตร เรียกว่า *microphenocryst* ลักษณะเนื้อแบบเนื้อผลึกแปลกปลอมประกอบด้วยแร่ผลึกใหญ่ ซึ่งหลุดมาจากหินท้องที่และผลึกแร่ขนาดเล็กกว่า แร่ผลึกใหญ่เหล่านี้เรียกว่า *xenocryst* ลักษณะเนื้อแบบเมกะคริสติกประกอบด้วยแร่ผลึกใหญ่ซึ่งไม่ทราบต้นกำเนิดอย่างแน่นอนและผลึกแร่ที่มีขนาดเล็กกว่า แร่ผลึกใหญ่เหล่านี้เรียกว่า เมกะคริสต (*megacryst*) ผลึกแร่ที่มีขนาดเล็กกว่าในหินที่แสดงลักษณะเนื้อผลึกสองขนาด เรียกว่า กราวด์แมส (*groundmass*) หรือ เมตริกซ์ (*matrix*) หรือ มีโซสเตซิส (*mesostasis*)

ลักษณะเนื้อแบบเนื้อดอกในหินภูเขาไฟ มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าลักษณะเนื้อแบบ เนื้อไฟริก (*phyric texture*) ลักษณะเนื้อหินภูเขาไฟที่ประกอบด้วยแร่ดอกฝังอยู่ในกราวด์แมสที่มีลักษณะเนื้อแก้วล้วนหรือเนื้อแก้ว เรียกว่า เนื้อไวโทรไฟริก (*vitrophyric texture*) ส่วนลักษณะเนื้อแบบเนื้อผลึกสองขนาดในหินภูเขาไฟมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าลักษณะเนื้อแบบ อะไฟริก (*aphyric texture*)

เนื้อหินที่ประกอบด้วยผลึกขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตรเป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะเนื้อเรียกว่า เนื้อเม็ดละเอียด (*fine-grained texture*) เนื้อหินที่ประกอบด้วยผลึกขนาด 1-5 มิลลิเมตรเป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะเนื้อเรียกว่า เนื้อเม็ดปานกลาง (*medium-grained texture*) เนื้อหินที่ประกอบด้วยผลึกขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตรเป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะเนื้อเรียกว่า เนื้อเม็ดหยาบ (*coarse-grained texture*) ลักษณะเนื้อเม็ดหยาบที่ประกอบด้วยผลึกขนาดใหญ่กว่า 1-2 เซนติเมตรเป็นส่วนใหญ่ เรียกว่า เนื้อเพกมาทิก (*pegmatitic texture*)

ขนาดเม็ดแร่เป็นลักษณะเนื้อที่บ่งบอกถึงส่วนประกอบของหินหนืด และประวัติการเย็นตัวของหิน หินที่มีลักษณะเนื้อแบบเนื้อทรอร์น (*phaneritic texture*: เนื้อเม็ดขนาดปานกลางหรือหยาบ) ส่วนใหญ่เป็นมวลหินอัคนีระดับลึก (*plutonic rock*) ซึ่งเกิดจากการเย็นตัวอย่างช้า ๆ ของหินหนืด ลักษณะเนื้อแบบเพกมาทิก เกิดจากการเย็นตัวของหินหนืดภายใต้สภาวะที่มีความดันไอ (*volatile pressure*) สูง นอกจากนี้ ลักษณะเนื้อแบบเนื้อทรอร์นสามารถเกิดในส่วนกลางของชั้นลาวาหลากที่หนา หินที่มีลักษณะเนื้อแบบเนื้อจูน (*aphanitic texture* เนื้อเม็ดละเอียด) ส่วนใหญ่เป็นหินอัคนีที่เย็นตัวบนผิวโลก (*volcanic rock*) และหินอัคนีระดับตื้น (*hypabyssal rock*) ซึ่งเกิดจากการเย็นตัวอย่างเร็วของหินหนืด นอกจากนี้ ลักษณะเนื้อแบบเนื้อจูนอาจเกิดตามขอบของมวลหินอัคนีระดับลึก ลักษณะเนื้อแบบเนื้อผลึกขนาดเดียวเกิดจากการเย็นตัวของหินหนืดในสภาวะแวดล้อมแบบใดแบบหนึ่ง ลักษณะเนื้อหินแบบเนื้อผลึกสองขนาดเกิดจากการเย็นตัวของหินหนืดในสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่นแร่ดอกในหินที่แสดงลักษณะเนื้อแบบเนื้อดอกเกิดจากการเย็นตัวอย่างช้า ๆ ของหินหนืดในระดับลึก ส่วนกราวด์แมสเกิดจากการเย็นตัวของหินหนืดในอัตราที่เร็วกว่า (ในระดับตื้นกว่า)

4.4 รูปร่างผลึก (*Crystal shapes*)

รูปร่างลักษณะของผลึกขึ้นกับรูปแบบของผลึก (*crystal habit*) และความสมดุลทางเคมี (*chemical equilibrium*) ระหว่างผลึกกับหินหนืด

รูปแบบของผลึกเกิดจากการอัตราการเจริญเติบโตของหน้าผลึกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น ผลึกในรูปที่ 4-1 มีรูปผลึกแบบเดียวกัน เป็นแบบลูกบาศก์ (*cube*) ผสมออกตาฮีดรอน (*octahedron*) แต่มีรูปแบบของผลึก ต่างกัน (อัตราการเจริญเติบโตของรูปผลึกแบบลูกบาศก์และแบบออกตาฮีดรอนต่างกัน) รูปแบบของผลึกที่นิยมใช้กัน ได้แก่

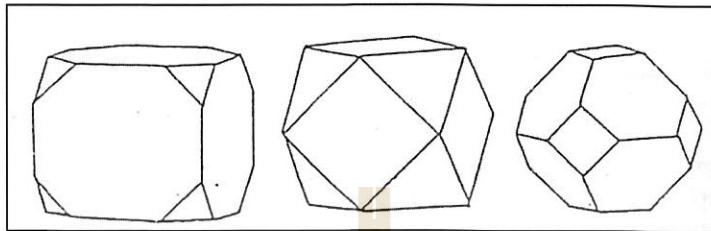
ขนาดเท่ากัน (*equant* หรือ *equidimensional*): หน้าผลึกมีขนาดเท่ากัน หรือเกือบเท่ากัน (รูปที่ 4-2)

แผ่นหนา (*tabular*): หน้าผลึกคู่ใดคู่หนึ่งมีขนาดใหญ่กว่าหน้าผลึกคู่อื่น ๆ (รูปที่ 4-3)

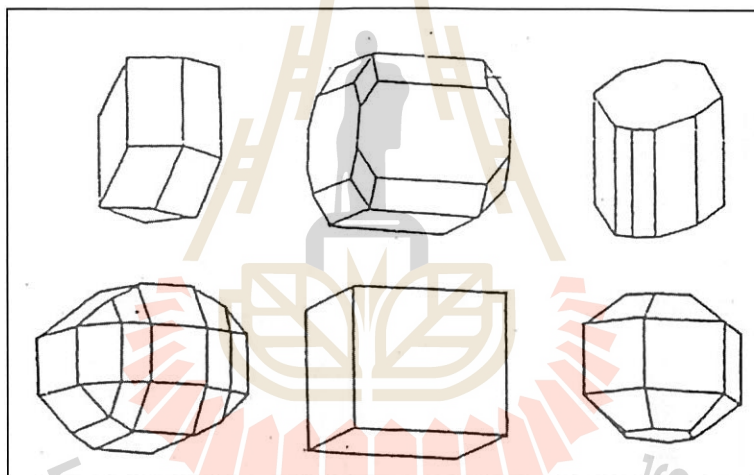
แผ่นบาง (*platy* หรือ *micaceous* หรือ *scaly*): หน้าผลึกคู่ใดคู่หนึ่งมีขนาดใหญ่กว่าหน้าผลึกคู่อื่น ๆ หลายเท่า (รูปที่ 4-4)

แท่งเสา (*elongate* หรือ *columnar*): หน้าผลึกอย่างน้อย 3 หน้าอยู่ในเขตผลึก (*crystal zone*) เดียวกัน และมีขนาดยาวกว่าหน้าผลึกอื่น ๆ (รูปที่ 4-5) ลักษณะรูปร่างผลมระหว่างแบบ *tabular* และแบบ *elongate* เรียกว่า *bladed* (*lath shaped*)

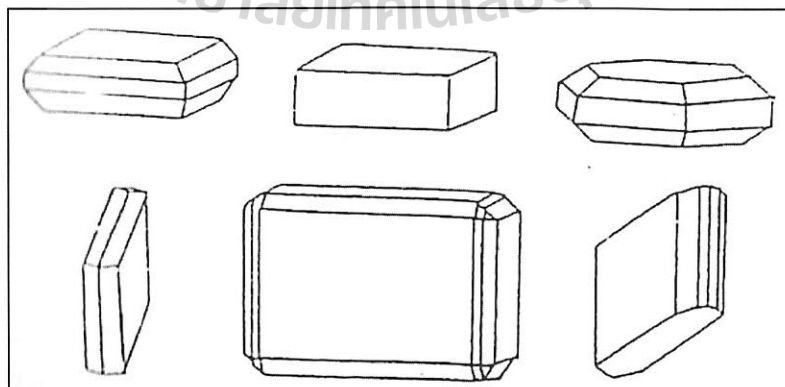
แท่งเข็ม (*fibrous* หรือ *acicular*): คล้ายแท่งเสาแต่ความยาวมากกว่าความกว้างหลายเท่า (รูปที่ 4-6)



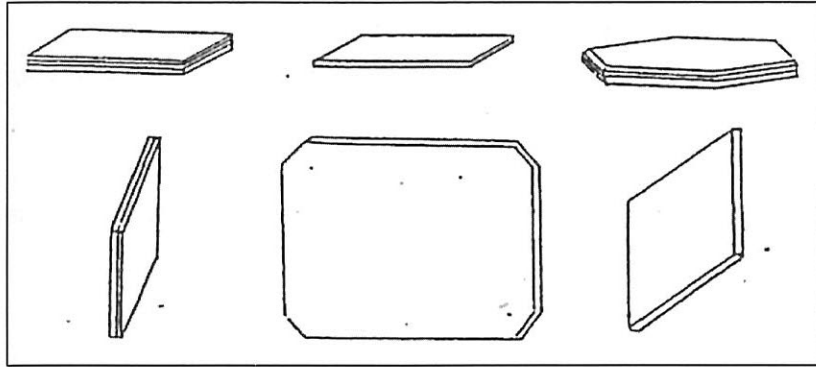
รูปที่ 4-1 ตัวอย่างของ crystal habit ที่เกิดจากความแตกต่างในอัตราการเจริญเติบโตของรูปผลึกแบบลูกบาศก์ และแบบออกตะฮีดรอน (คัดลอกจาก Winchell, 1968)



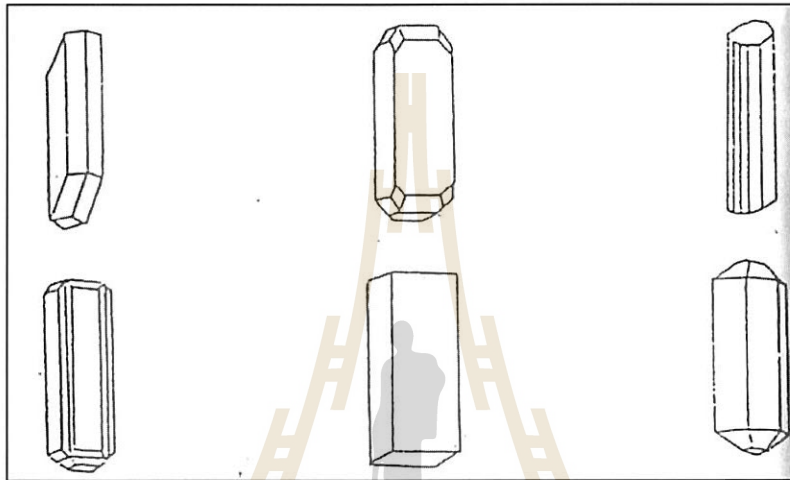
รูปที่ 4-2 ตัวอย่างของ crystal habit แบบ equant (equidimensional) (คัดลอกจาก Winchell, 1968)



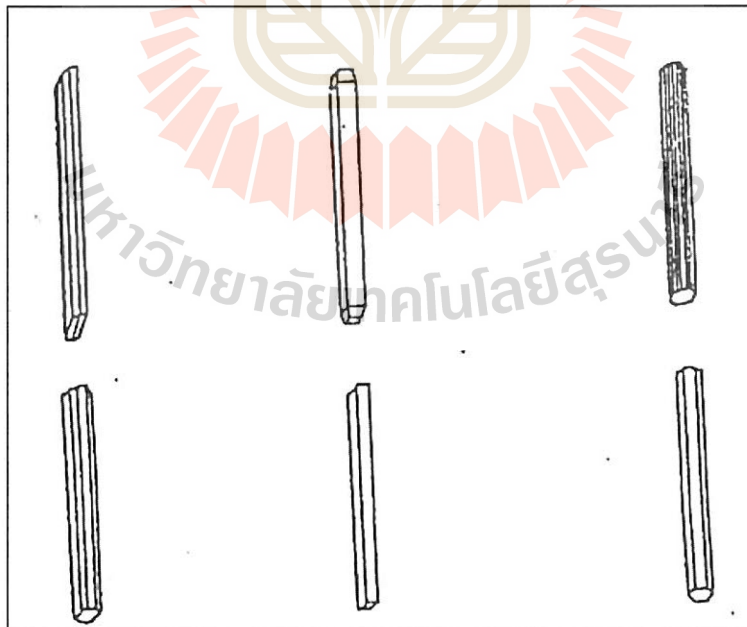
รูปที่ 4-3 ตัวอย่างของ crystal habit แบบ tabular ซึ่งมีหน้าผลึกคู่ใดคู่หนึ่งมีขนาดใหญ่กว่าหน้าผลึกคู่อื่น ๆ (คัดลอกจาก Winchell, 1968)



รูปที่ 4-4 ตัวอย่างของ crystal habit แบบ platy (micaceous, scaly) (คัดลอกจาก Winchell, 1968)



รูปที่ 4-5 ตัวอย่างของ crystal habit แบบ elongate หรือ columnar (คัดลอกจาก Winchell, 1968)



รูปที่ 4-6 ตัวอย่างของ crystal habit แบบ fibrous หรือ แบบ acicular (คัดลอกจาก Winchell, 1968)

ลักษณะรูปร่างผลึกสามารถจัดแบ่งเป็น 3 แบบ โดยอาศัยความสมบูรณ์ของหน้าผลึกเป็นเกณฑ์ ลักษณะรูปแบบผลึกเหล่านี้ ได้แก่ ผลึกหน้าสมบูรณ์ (euohedral หรือ idiomorphic หรือ automorphic หรือ panidiomorphic) ผลึกหน้ากึ่งสมบูรณ์ (subohedral หรือ hypidiomorphic หรือ hypautomorphic) และผลึกไม่ปรากฏหน้า (anhedral หรือ allotriomorphic หรือ xenomorphic) ผลึกที่มีลักษณะรูปร่างแบบผลึกหน้าสมบูรณ์ เป็นผลึกที่แสดงหน้าผลึกหรือร่องรอยของหน้าผลึกอย่างสมบูรณ์ ผลึกที่มีลักษณะรูปร่างแบบผลึกหน้ากึ่งสมบูรณ์ เป็นผลึกที่แสดงหน้าผลึกหรือร่องรอยของหน้าผลึกบางหน้า ผลึกที่มีลักษณะรูปร่างแบบผลึกไม่ปรากฏหน้าเป็นผลึกที่ไม่แสดงหน้าผลึกหรือร่องรอยของหน้าผลึก

ความสมดุลทางเคมี (chemical equilibrium) ระหว่างผลึกกับหินหนืดขึ้นกับสภาวะแวดล้อม (อุณหภูมิ ความดัน และความดันไอ) และส่วนประกอบทางเคมีของผลึกและหินหนืด การที่ผลึกไม่อยู่ในสภาวะสมดุลทางเคมีกับหินหนืด ผลึกจะทำปฏิกิริยากับหินหนืด ผลที่เกิดขึ้นก็คือผลึกมีการหลอมตัวเป็นบางส่วน ขอบผลึกถูกลบจนหมดหรือมีลักษณะเว้าแหว่ง ลักษณะรูปร่างผลึกแบบนี้ เรียกว่าผลึกที่ถูกกัดกร่อน (corroded crystal) ผลึกที่มีขอบเว้าแหว่งมีลักษณะรูปร่างผลึกแบบผลึกเว้าแหว่ง (embayed crystal)

คำที่เกี่ยวกับลักษณะรูปร่างผลึกเหล่านี้สามารถนำไปขยายแรงแชนิตต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น แร่แพลซิโอเคลสหน้ากึ่งสมบูรณ์ (hypidiomorphic plagioclase) หรือแร่ควอทซ์แบบเว้าแหว่ง (embayed quartz) เป็นต้น

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างผลึกและวัตถุอสัณฐาน

(Relationships of crystals and amorphous substance)

เนื้อหินที่แสดงลักษณะเนื้อแบบเนื้อผลึกขนาดเดี่ยวและประกอบด้วยผลึกหน้าสมบูรณ์เป็นส่วนใหญ่ จะเรียกว่าเนื้อผลึกหน้าสมบูรณ์ขนาดเดี่ยว (euohedral granular หรือ idiomorphic granular หรือ automorphic granular หรือ panidiomorphic granular) เนื้อหินที่แสดงลักษณะเนื้อผลึกขนาดเดี่ยวและประกอบด้วยผลึกกึ่งสมบูรณ์เป็นส่วนใหญ่ เรียกว่ามีลักษณะเนื้อแบบเนื้อผลึกกึ่งสมบูรณ์ขนาดเดี่ยว (subohedral granular หรือ hypidiomorphic granular หรือ hypautomorphic granular) และเนื้อหินที่แสดงลักษณะเนื้อแบบเนื้อผลึกขนาดเดี่ยวและประกอบด้วยผลึกไม่ปรากฏหน้าเป็นส่วนใหญ่เรียกว่าเนื้อผลึกไม่ปรากฏหน้าขนาดเดี่ยว (anhedral granular หรือ allotriomorphic granular หรือ xenomorphic granular)

หินที่แสดงลักษณะเนื้อแบบผลึกสองขนาดแบบเนื้อดอก อาจมีแร่ดอก (phenocryst) หรือแร่ดอกขนาดเล็ก (microphenocryst) อยู่รวมกันเป็นกลุ่มแร่ดอกหรือแร่ดอกขนาดเล็กที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เรียกว่า โกลเมโรคริสต์ (glomerocryst) หรือ ไมโครโกลเมโรคริสต์ (microglomerocryst) หินที่มีโกลเมโรคริสต์หรือไมโครโกลเมโรคริสต์มีลักษณะเนื้อเรียกว่า เนื้อโกลเมโรพอไฟริติก (glomeroporphyritic texture) นักธรณีวิทยาบางคนใช้คำว่าเนื้อโกลเมโรพอไฟริติกในกรณีที่องค์ประกอบของโกลเมโรคริสต์เป็นแร่ชนิดเดียวกัน และใช้คำว่า เนื้อคิวมูโลพอไฟริติก (cumuloporphyritic texture) แทนเนื้อโกลเมโรพอไฟริติกในกรณีที่องค์ประกอบของ โกลเมโรคริสต์เป็นแร่มากกว่าหนึ่งชนิด แต่บางคนเรียกลักษณะเนื้อหินแบบเนื้อโกลเมโรพอไฟริติกและเนื้อคิวมูโลพอไฟริติกว่า เนื้อซินนูซีส (synneusis texture)

แร่เฟลด์สปาร์แผ่นหนายาว (Lath-shaped feldspar) ในหินภูเขาไฟอาจมีการวางตัวขนานกันหรือเกือบขนานกันของด้านยาวและด้านแบน ด้านยาวของแร่เฟลด์สปาร์เหล่านี้ขนานหรือเกือบขนานกับทิศทางการไหลของหินหนืด ส่วนด้านแบนของผลึกวางตัวอยู่ในระนาบที่ขนานหรือเกือบขนานกับผิวของการไหล ลักษณะเนื้อแบบนี้เรียกว่า เนื้อทรากิติก (trachytic texture) กรณีที่แร่เฟลด์สปาร์แผ่นหนายาวมีการวางตัวไม่ขนานกัน ลักษณะเนื้อแบบนี้เรียกว่า เนื้อเฟลตี (felty) ลักษณะเนื้อแบบทรากิติกสามารถจำแนกเป็นเนื้อไพโลแทกซิติก (pilotaxitic texture) และ เนื้อไฮอะโลฟิลิติก (hyalopilitic texture) ทั้งนี้ขึ้นกับวัตถุที่อยู่

ระหว่างแร่เฟลด์สปาร์แผ่นหนายาว กรณีที่วัดดูระหว่างแร่เฟลด์สปาร์แผ่นหนายาวเป็นผลึกแร่ หินจะมีลักษณะเนื้อแบบไฟโลแทกซิติค กรณีที่วัดดูระหว่างแร่เฟลด์สปาร์แผ่นหนายาวเป็นแก้ว หินจะมีลักษณะเนื้อแบบไฮอะโลฟิลิติก นักธรณีบางคนเรียกลักษณะเนื้อหินแบบทราคิติกว่าลักษณะเนื้อหินแบบ เนื้อไหล (*flow texture*) หินอัคนีแทรกซอนอาจมีการวางตัวของผลึกที่มีลักษณะรูปร่างแบบ tabular หรือ bladed หรือ prismatic ในลักษณะนี้เช่นกัน โดยมีด้านยาวของผลึกขนานหรือเกือบขนานกับทิศทางการแทรกซอนของหิน หินนี้ ส่วนด้านแบนของผลึกวางตัวอยู่ในระนาบที่ขนานหรือเกือบขนานกับรอยสัมผัสระหว่างหินหนืดกับหินท้องที่ ลักษณะเนื้อหินอัคนีแทรกซอนแบบนี้เรียกว่า เนื้อทราคิทยอยด์ (*trachyoid texture*) นักธรณีบางคนเรียกลักษณะเนื้อแบบเนื้อทราคิทยอยด์ว่าลักษณะเนื้อแบบฟลักซ์ชัน (*fluxion texture*)

รอยสัมผัสระหว่างผลึกแร่ในหินอัคนีอาจจะเป็นเส้นตรงหรือโค้ง ลักษณะของรอยสัมผัสที่โค้งไปมาเป็นลักษณะเนื้อแบบอินเตอร์โกรท (*intergrowth texture*) โดยทั่วไปองค์ประกอบของลักษณะเนื้อแบบอินเตอร์โกรทมีลักษณะเป็นผลึกไม่ปรากฏหน้า ผลึกไม่สมบูรณ์ (*skeletal crystal*) และผลึกที่มีด้านยาวกระจายตัวออกไปจากจุดใดจุดหนึ่งคล้ายรัศมี (*radiate crystal*) ลักษณะเนื้อที่ผลึกมีรอยสัมผัสคดโค้งไปมา (ยกตัวอย่างเช่นควอทซ์ ที่ตกผลึกโดยตรงจากหินหนืด เรียกว่าเนื้อ คอนเซอร์ทอล (*consertal texture*) ลักษณะเนื้อแบบอินเตอร์โกรทที่เกิดจากแร่ชนิดหนึ่งมีลักษณะคล้ายภาษาของชาวอาหรับอยู่ในแร่อีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า เนื้อกราฟิก (*graphic texture*) (เห็นด้วยตาเปล่าหรือแว่นขยาย) หรือ เนื้อไมโครกราฟิก (*micrographic*) (เห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์) โดยทั่วไปแร่ที่ฝังตัวอยู่เป็นควอทซ์และแร่ที่ห่อหุ้มควอทซ์เป็น แร่แอลคาไลน์เฟลด์สปาร์ (*alkali feldspar*) ลักษณะเนื้อที่เกิดจากการเกิดร่วมกันของควอทซ์และแร่แอลคาไลน์เฟลด์สปาร์ แบบนี้ เรียกว่า เนื้อเพกมาทิติก (*pegmatitic texture*) (เห็นด้วยตาเปล่าหรือแว่นขยาย) หรือ เนื้อไมโครเพกมาทิติก (*micropegmatitic texture*) (มองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์) บางกรณีแร่ควอทซ์มีลักษณะเป็นผลึกกระจายเป็นรูปรังมีอยู่ในแร่แอลคาไลน์เฟลด์สปาร์ เรียกเนื้อแบบนี้ว่า เนื้อแกรโนไฟริก (*garnophytic texture*) (มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือแว่นขยาย) หรือ เนื้อไมโครแกรโนไฟริก (*microgranophytic texture*) (มองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์) ลักษณะเนื้อแบบอินเตอร์โกรท ระหว่างควอทซ์และแร่แอลคาไลน์เฟลด์สปาร์ดังกล่าวข้างต้นอาจเกิดจากการตกผลึกร่วมกันของควอทซ์และแร่แอลคาไลน์เฟลด์สปาร์ในช่วงสุดท้ายของการตกผลึก (*eutectic crystallization*) หรือ อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ (*alteration*) ลักษณะเนื้อที่คล้ายกับแกรโนไฟริกได้แก่ เนื้อไมร์มิติติก (*myrmekitic texture*) ซึ่งเป็นการเกิดของควอทซ์รูปตัวหนอนในแร่โซติกเพลจีโอเคลส (*sodic plagioclase*) ลักษณะเนื้อแบบนี้มักพบในบริเวณรอยสัมผัสระหว่างแร่เพลจีโอเคลสกับแร่โปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ (*K-feldspar*) อาจเกิดจากการแยกตัวออกมาของควอทซ์จากโมเลกุลของแร่เพลจีโอเคลสในแร่แอลคาไลน์เฟลด์สปาร์ (*exsolution*) หรือการแทนที่แบบเมตาโซมาติก (*metasomatic replacement*) ลักษณะเนื้อที่คล้ายกับไมร์มิติติก แต่แร่ที่เกิดร่วมกันเป็นอะไรก็ได้ เรียกว่า เนื้อซิมเพลกติก (*symplectitic texture*)

ผลึกแร่ในหินอัคนีบางชนิดมีผลึกแร่ชนิดอื่นล้อมรอบ ปรากฏการณ์เช่นนี้อาจเกิดจากการตกผลึกจากหินหนืด โดยอาศัยแร่ในส่วนกลางเป็นนิวเคลียส (*nucleus*) หรือเกิดจากการที่ผลึกในส่วนกลางทำปฏิกิริยากับหินหนืดหรือสารละลายจากน้ำแร่ร้อน (*hydrothermal solution*) ไม่สมบูรณ์ ลักษณะเนื้อแบบนี้เรียกว่า เนื้อตกผลึกซ้อน (*overgrowth texture*) ลักษณะเนื้อแบบเนื้อตกผลึกซ้อนที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าหรือแว่นขยาย ได้แก่ เนื้อแร้วอบริม (*corona texture*) เนื้อเคลสิพิติก (*kelyphitic texture*) เนื้อราพาควี (*rapakivi texture*) และโซนผลึก (*crystal zoning*) แร่ที่ล้อมรอบในลักษณะเนื้อแบบเนื้อแร้วอบริมอาจจะเป็นแร่ผลึกเดี่ยวหรือหลายผลึก ยกตัวอย่างเช่นแร่โอลิวีน (*olivine*) มีแร่ออร์โทไพโรซีน (*orthopyroxene*) ล้อมรอบหรือแร่ฮอร์นเบลนด์ (*hornblende*) มีแร่ไบโอไทต์ (*biotite*) ล้อมรอบ ลักษณะเนื้อแบบเนื้อแร้วอบริมที่มีแร่โอลิวีนหรือแร่การ์เนต (*garnet*) เป็นแกนกลาง และมีแร่ไพโรซีนแท่งเข็ม (*fibrous pyroxene*) หรือแร่แอมไฟโบล

(*cumulus texture*) หินควมูเลทสามารถจำแนกเป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ ได้แก่ หินแอตควมูเลท (*adcumulate*) หินออร์โทควมูเลท (*orthocumulate*) และหินมีโซควมูเลท (*mesocumulate*)

หินแอตควมูเลทประกอบด้วยผลึกควมูลัสที่ไม่แสดงลักษณะโซนผลึกเกือบทั้งหมด ผลึกอินเตอร์ควมูลัสมีน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรหรือไม่มีเลย ลักษณะเช่นนี้แสดงว่าผลึกควมูลัสมีการสะสมตัวกันอย่างช้า ๆ ส่วนประกอบทางเคมีของผลึกควมูลัสที่อยู่ในของเหลวอินเตอร์ควมูลัสเคลื่อนตัว (*diffuse*) เข้าไปในผลึกควมูลัสซึ่งทำให้ผลึกควมูลัสมีขนาดใหญ่ขึ้น และบับของเหลวอินเตอร์ควมูลัสที่เหลือนอกไป

หินออร์โทควมูเลทประกอบด้วยผลึกควมูลัสที่แสดงลักษณะโซนผลึกตามขอบ และผลึกอินเตอร์ควมูลัสที่แสดงลักษณะโซนผลึก (> 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร) ลักษณะเช่นนี้แสดงว่าผลึกควมูลัสมีการสะสมตัวกันอย่างเร็วซึ่งทำให้ระบบของผลึกควมูลัสและของเหลวอินเตอร์ควมูลัสเป็นแบบระบบปิด (*closed system*)

หินมีโซควมูเลทมีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างหินแอตควมูเลทและหินออร์โทควมูเลท กล่าวคือ มีลักษณะโซนผลึกเพียงเล็กน้อย และมีปริมาณผลึกอินเตอร์ควมูลัสมากกว่าหินแอตควมูเลทแต่น้อยกว่า หินออร์โทควมูเลท

4.7 เนื้อเศษหิน (Clastic textures)

ลักษณะเนื้อแบบเนื้อเศษหินเป็นลักษณะเนื้อที่บ่งบอกถึงการแตกของหิน ซึ่งสามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดเป็นเนื้อตะกอนภูเขาไฟ (*pyroclastic texture*) เนื้อโปรโตคลาสติก (*protoclastic*) หรือเนื้อออโตคลาสติก (*autoclastic texture*) เนื้อเอพิคลาสติก (*epiclastic texture*) หรือเนื้อออลโลคลาสติก (*alloclastic texture*) และเนื้อคาตาคลาสติก (*cataclastic texture*)

ลักษณะเนื้อแบบเนื้อตะกอนภูเขาไฟเป็นลักษณะเนื้อของหินตะกอนภูเขาไฟ (*pyroclastic rock*) ลักษณะเนื้อหินแบบนี้อาจเกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟ การระเบิดที่เกิดจากหินหนืดสัมผัสกับน้ำเย็น และการแตกที่เกิดจากหินหนืดสัมผัสกับน้ำเย็นหรือตะกอนที่ชุ่มชื้นด้วยน้ำเย็น ลักษณะเนื้อแบบเนื้อตะกอนภูเขาไฟที่เกิดจากการระเบิดหรือการแตกเมื่อหินหลอมเหลวสัมผัสกับน้ำเย็นหรือตะกอนที่ชุ่มชื้นด้วยน้ำเย็นเรียกว่าเนื้อไฮโดรคลาสติก (*hydroclastic texture*)

ลักษณะเนื้อแบบโปรโตคลาสติก เกิดจากการขั้วสี การแตก และการระเบิดของก๊าซ เมื่อหินหลอมเหลวเย็นตัวให้ผลึกหรือแก้วเป็นส่วนใหญ่

ลักษณะเนื้อแบบเอพิคลาสติก เกิดจากการแตกและผุพังของหินอัคนีที่แข็งตัวแล้วบนผิวโลก

ลักษณะเนื้อแบบออลโลคลาสติก เกิดจากการแตกของหินอัคนีที่แข็งตัวแล้วโดยการแทรกซอนของหินหนืด

ลักษณะเนื้อแบบคาตาคลาสติก เกิดจากการแตกตัวของหินอัคนีที่แข็งตัวแล้วโดยกระบวนการทางเทคโทนิค

บทที่ 5 แร่ประกอบหินอัคนี (IGNEOUS ROCK-FORMING MINERALS)

5.1 การจำแนกชนิดแร่ตามคุณสมบัติของแร่แต่ละตัว

การจำแนกชนิดแร่ตามคุณสมบัติของแร่แต่ละตัวคุณสมบัติเหล่านี้ขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้าง และ ส่วนประกอบทางเคมีของผลึก ตารางที่ 5-1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีและคุณสมบัติของแร่ที่มักปรากฏใน หินอัคนี เมื่อศึกษาด้วยตาเปล่าและแว่นขยาย

5.2 การจำแนกแร่ออกเป็นแร่ปฐมภูมิ (primary mineral) และ ทุติยภูมิ (secondary mineral)

แร่ปฐมภูมิเป็นแร่ที่ตกผลึกจากหินหลอมเหลวโดยตรง ส่วนแร่ทุติยภูมิเป็นแร่ที่เกิดจากหลังจากการ แข็งตัวของหินหลอมเหลว มีลักษณะที่สำคัญดังนี้คือ

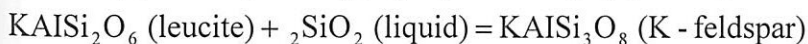
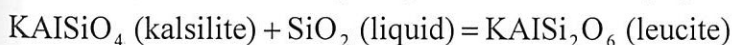
- เกิดแทนที่แร่ปฐมภูมิโดยกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพ (alteration) หรือการผุพัง (weathering) ยกตัวอย่างเช่นแร่ดิน (clay mineral) และ/หรือแร่เอพิโดต (epidote) เข้าไปแทนที่เฟลด์สปาร์ และ แร่ไมกา (mica) แร่คลอไรต์ (chlorite) เข้าไปแทนที่แร่สีเข้ม (mafic minerals) เป็นต้น
- เกิดแทนที่ช่องว่างในหิน ยกตัวอย่างเช่นแร่แคลไซต์ (calcite) และแร่ซีโอไลต์ (zeolite) เป็นต้น
- เกิดเป็นสาย (vein) ยกตัวอย่างเช่นแร่แคลไซต์ แร่คลอไรต์ และแร่ควอทซ์ เป็นต้น

5.3 การจำแนกแร่ออกเป็นแร่สีจาง (felsic mineral) และแร่สีเข้ม (mafic (ferromagnesian) mineral)

แร่สีจางเป็นแร่ที่มีปริมาณ Fe และ Mg น้อยมาก ยกตัวอย่างเช่นแร่ควอทซ์ เฟลด์สปาร์ และ เฟลด์ส ปาทอยด์ (เช่นแร่ เนเฟลิเน (nepheline) และแร่ลูไซต์ (leucite)) เป็นต้น แร่สีเข้มเป็นแร่ที่มีปริมาณ Fe และ Mg มาก ยกตัวอย่างเช่นแร่โอลิวีน (olivine) แร่ไพโรอกซีน (pyroxene) และแร่แอมฟิโบล (amphibole) เป็นต้น

5.4 การจำแนกแร่ออกเป็นแร่อิ่มซิลิกา (saturated mineral) และแร่ไม่อิ่มซิลิกา (unsaturated mineral)

แร่อิ่มซิลิกาเป็นแร่ปฐมภูมิที่เกิดร่วมกับแร่ซิลิกาปฐมภูมิ (primary silica mineral) ได้ยกตัวอย่างเช่น แร่เฟลด์สปาร์ แร่ไพโรอกซีน และแร่แอมฟิโบล เป็นต้น แร่ไม่อิ่มซิลิกาเป็นแร่ปฐมภูมิที่ไม่เกิดร่วมกับแร่ซิลิกา ปฐมภูมิในสภาวะสมดุล (equilibrium) ทั้งนี้เพราะจะทำปฏิกิริยากับแร่ซิลิกาให้เป็นแร่อิ่มซิลิกา ยกตัวอย่าง เช่น เฟลด์สปาทอยด์ และแร่โอลิวีน



5.5 การจำแนกแร่ออกเป็นแร่หลัก (essential mineral) และแร่รอง (accessory mineral)

แร่หลักเป็นแร่ปฐมภูมิที่ใช้ในการบ่งบอกชื่อหิน แร่พวกนี้อาจมีปริมาณมากหรือน้อย ยกตัวอย่างเช่น แร่ควอทซ์เป็นแร่หลักในหินแกรนิต (มีปริมาณมาก) แร่โอลิวีนเป็นแร่หลักในโอลิวีนบะซอลต์ (olivine basalt) (มีปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับแร่แพลจิโอเคลส) เป็นต้น แร่หลักที่พบในหินอัคนีส่วนใหญ่อาจเป็น

- silica minerals (quartz, tridymite และ cristobalite)
- feldspars (plagioclase และ alkali feldspar)
- feldspathoids (nepheline และ leucite)

- olivine
- pyroxene
- amphibole

แร่รองเป็นแร่ที่มีปริมาณน้อยและไม่มีส่วนในการใช้เรียกชื่อหิน

ตารางที่ 5-1 คุณสมบัติของแร่ประกอบหินอัคนีที่พบบ่อย เมื่อทำการศึกษาด้วยตาเปล่าและแว่นขยาย

Mineral	Typical chemical formula	Colour	Cleavage	Luster	Habit	Hardness
Possible essential minerals						
Quartz	SiO ₂	Colourless to pale gray when surrounded by dark minerals;	None; irregular or curved fracture surfaces	Glassy, shiny	Rare trigonal pyramids but usually irregular, anhedral	7
K-feldspar: Orthoclase Sanidine Microcline Anorthoclase	(K, Na)AlSi ₃ O ₈	White or pink, sometimes orange or yellow	2 sets at 90°, poorly visible	Usually dull, sometimes silky or vitreous	Tabular crystals; shiny cleavage surfaces; may show simple twin (orthoclase and sanidine) and grid twin (microcline and anorthoclase). Elongate rectangular 'laths', lamellae, or irregular masses of plagioclase may be noted (perthite)	6
Plagioclase	NaAlSi ₃ O ₈ to CaAl ₂ Si ₂ O ₈	White or green, rarely pink or black	2 sets almost at 90°, poorly visible	Usually dull, sometimes silky or vitreous	Lath-shaped crystals; shiny cleavage surfaces; may show polysynthetic twins	6-6.5
Nepheline	NaAlSiO ₄	White to pale gray	2 poor cleavages, 1 occasionally distinct	Greasy, vitreous	Usually occurs in microcrystalline groundmass; occasional aggregates of crystals	5.5-6
Leucite	KAlSi ₂ O ₆	White or gray	None	Vitreous or resinous	Often euhedral trapezohedral crystals in alkalic lavas	5.5-6
Olivine	(Mg,Fe) ₂ SiO ₄	Olive-green, yellow-green, sometimes brown	Very poor, usually fractures	Glassy when fresh, vitreous when altered	Usually rounded anhedral crystals, occasionally equidimensional tabular forms	6-7
Pyroxene	(Mg,Fe,Ca) ₂ Si ₂ O ₆	Black to dark green or brown	2 good sets meeting at nearly 90°	Vitreous when fresh, dull when altered	4- or 8-sided prismatic crystals	6
Amphibole	NaFeSi ₂ O ₆ (aegirine)	Yellowish-green (aegirine)	2 good sets meeting at nearly 87° and 93°	Vitreous when fresh, dull when altered	More acicular than the former	6
	Ca ₂ (Mg,Fe) ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	Black to brownish black or dark green	2 good sets meeting at 56° and 124°	Vitreous when fresh, dull when altered	Prismatic or lozenge-shaped crystals	5-6
	Na ₂ (Fe ²⁺ ,Fe ³⁺)Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	Dark blue	2 good sets meeting at 56° and 124°	Vitreous when fresh, dull when altered	More acicular than the former	5-6
Accessory minerals						
Biotite	K(Mg,Fe) ₃ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	Black to dark brown or green	1 excellent cleavage; cleaves into thin flexible sheets	Very shiny	Thin tabular crystals, occasionally six-sided, especially in ignimbrites and acid lavas	2.5-3
Muscovite	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	Colourless to pale brown or green	1 excellent cleavage; cleaves into thin flexible sheets	Shiny, silver and	Tabular crystals, sometimes 6-sided, especially in pegmatites	2-2.5
Tourmaline	Na(Mg,Fe) ₃ Al ₆ B ₃ Si ₆ O ₂₂ (OH, F) ₄	Black, but varieties may be blue, red or green	Very poor	Vitreous shiny	Long thin prismatic needle-shaped crystals, sometimes longitudinally striated and often in clusters; occasionally striated curved surfaces	7
Apatite	Ca ₅ (PO ₄) ₃ (OH)	Pale green to yellow green	Very poor	Vitreous	Often euhedral, subhexagonal crystals; sometimes fibrous	5
Sphene	CaTiSiO ₄ (OH) ₂	Colourless to yellow, green or brown	1 good cleavage	Vitreous	Characteristic euhedral rhombic crystals	5
Garnet	(Mg,Fe) ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂ (also Ca, Mn)	Red, brown or yellow	Poor	Usually resinous or dull, good crystals may be glassy	Equidimensional crystals often showing faces typical of cubic system, e.g. dodecahedra and trapezohedra	6-7
Hematite	Fe ₂ O ₃	Red to red-brown, sometimes red	None	Dull	Usually fine and powdery, occasionally scaly or fibrous crystals	5.5-6
Magnetite	Fe ₃ O ₄	Black, brownish black	Poor	Metallic, dull	Small equidimensional granular crystals, occasional cubes or octahedra	5.5
Chromite	FeCr ₂ O ₄	dark brown to black	Poor	Metallic, dull	Small equidimensional granular crystals, occasional cubes or octahedra	5.5
Ilmenite	FeTiO ₃	Black, brownish black or gray	None	Metallic or dull	Thin plates or scales, usually elongate crystals, sometimes rod-like	5.6

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

Mineral	Typical chemical formula	Colour	Cleavage	Luster	Habit	Hardness
Munazite	(Ce, La, Th)PO ₄	Pale yellow to dark brown	Moderate single cleavage	Resinous	Thick tabular crystals in granites and gneisses	5-5.5
Secondary minerals						
Calcite	CaCO ₃	White, translucent	3 sets, rhombohedral	Vitreous, rarely glassy	Usually granular or fibrous in igneous rocks, common in veins, cavities, etc. NB: Reacted with dilute acid	3
Zeolites	e.g. (Na ₂ Ca)(Al ₂ Si ₃ O ₁₀).nH ₂ O n = 2-8	White, pale yellow or pale green, rarely pink, red or blue	Variable	Usually vitreous or silky	Massive or granular crystals lining cavities, particularly amygdalae; radiating fibrous clusters or needles	5-6
Clay minerals	e.g. Al ₄ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₈ (kaolinite)	White to pale brown and green	Good, but not visible in hand specimens	Dull	Fine powdery aggregates replacing mainly feldspar in igneous rocks	1
Epidote	CaFe ³⁺ Al ₂ Si ₃ O ₁₂ (OH)	Pale yellow and apple green, rarely brown or red	1 good cleavage	Vitreous	Variable, often elongated crystals, needles and radiating groups, coarsely crystalline varieties in hydrothermal veins and vesicles	6-7
Chlorite	(Mg, Al, Fe) ₆ (Si, Al) ₈ O ₂₀	Mid-green to dark greenish yellow	1 good cleavage gives thin sheets	Dull to pearly and 'micaceous'	Usually aggregates of fine crystals, sometimes thin tabular flakes replacing mafic minerals in igneous rocks	2-3
Pyrite	FeS ₂	Brassy yellow, occasionally brown or	Poor	Metallic; iridescent tarnish	Often good cubic crystal faces, occasionally striated. Granular aggregates, particularly along veins in igneous rocks	6-6.5

บทที่ 6 การจำแนกชนิดหินอัคนี
(Classifications of igneous rocks)

6.1 การจำแนกโดยอาศัยปริมาณแร่เป็นหลัก
(Classifications based on modal analyses)

การจำแนกชนิดหินอัคนีโดยอาศัยปริมาณแร่เป็นหลักจะเป็นไปได้ ก็ต่อเมื่อทราบชนิดและปริมาณของแร่ประกอบหิน (modal mineral) โดยเฉพาะอย่างยิ่งแร่สีจาง (felsic mineral) พวกควอทซ์ แอลคาไลน์เฟลด์สปาร์ แพลจิโอเคลส เฟลด์สปาร์ เฟลด์สปาทอยด์ และแร่สีเข้ม (mafic mineral) พวกโอลิวีน ไพรอกซีน และแอมฟีโบล การหาปริมาณของแร่ชนิดต่าง ๆ สามารถกระทำได้ 2 ลักษณะ กล่าวคือ การนับปริมาณอย่างมีระบบ (modal analysis) และการประมาณโดยสายตา (estimation) ปริมาณของแร่ในที่นี้มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (modal %) การจำแนกในลักษณะนี้มีอยู่หลายรูปแบบ การจัดแบ่งชนิดหินอัคนีที่จะกล่าวถึงในที่นี้ ส่วนใหญ่จะเป็นไปตามระบบการจำแนกหินอัคนีที่เสนอโดย International Union of Geosciences Subcommission (IUGS Classifications)

การจำแนกประเภทหินอัคนีระดับลึก (Classification of plutonic rocks)

หินอัคนีระดับลึกที่พบกันโดยทั่วไป สามารถจำแนกออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ ได้แก่

- (1) หินที่มีปริมาณของแร่สีเข้ม แร่รอง และแร่คาร์บอเนตแบบปฐมภูมิ น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร
- (2) หินที่มีปริมาณของแร่สีเข้มมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร หรือหิน อัลตราแมฟิก (ultramafic rock)

หินที่มีปริมาณแร่สีเข้มน้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร สามารถจำแนกออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ ได้แก่

- (1) หินที่มีแร่ควอทซ์แบบปฐมภูมิ เรียกว่า หินอิ่มซิติกา (oversaturated rock)
- (2) หินที่มีแร่เฟลด์สปาทอยด์แบบปฐมภูมิ (เช่น แร่เนฟีลีนและแร่ลูโซต์ เป็นต้น) เรียกว่า หินไม่อิ่มซิติกา (undersaturated rock)

หินที่มีแร่ควอทซ์แบบปฐมภูมิสามารถจำแนกตามปริมาณแร่ควอทซ์ (Q) แอลคาไลน์เฟลด์สปาร์ (A : แร่ออร์โทเคลส แร่ไมโครไคลน์ และแพลจิโอเคลส ที่มีปริมาณอะนอร์ไทต์ (An-content) 0 ถึง 5 และ แร่แพลจิโอเคลส (P : ที่มีปริมาณอะนอร์ไทต์ 5 ถึง 100) ดังแสดงในรูปที่ 6-1 หินที่มีแร่เฟลด์สปาทอยด์แบบปฐมภูมิสามารถจำแนกตามปริมาณแร่เฟลด์สปาทอยด์ (F), แอลคาไลน์เฟลด์สปาร์ (A : แร่ออร์โทเคลส แร่ไมโครไคลน์ และแพลจิโอเคลส ที่มีปริมาณอะนอร์ไทต์ (An-content) 0 ถึง 5 และ แร่แพลจิโอเคลส (P : ที่มีปริมาณอะนอร์ไทต์ 5 ถึง 100) ดังแสดงในรูปที่ 6-2

ขอบเขตของหินในตระกูลหินอะนอร์โทไซต์ (anorthosite) หินไดโอไรต์ (diorite) หรือหินมอนโซไดโอไรต์ (monzodiorite) และหินแกบโบร (gabbro) หรือหินมอนโซแกบโบร (monzogabbro) มีตำแหน่งอยู่ในบริเวณเดียวกันของแผนภูมิ QAP และ APF หินเหล่านี้สามารถแยกจากกันได้โดยอาศัยดัชนีสี (color index: เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของแร่สีเข้ม ยกเว้นแร่รองและแร่คาร์บอเนตแบบปฐมภูมิ) และปริมาณอะนอร์ไทต์ของแร่แพลจิโอเคลส หินอะนอร์โทไซต์มีดัชนีสีน้อยกว่า 10 หินไดโอไรต์หรือหินมอนโซไดโอไรต์ มีดัชนีสีน้อยกว่า 40 และแร่แพลจิโอเคลสมีปริมาณอะนอร์ไทต์น้อยกว่า 50 หินแกบโบรหรือหินมอนโซแกบโบรมีดัชนีสีมากกว่า 40 และแร่แพลจิโอเคลสมีปริมาณอะนอร์ไทต์มากกว่า 50 นอกจากนี้ หินไดโอไรต์หรือหินมอนโซไดโอไรต์มักมีแร่สีเข้มเป็นแร่ไบโอไทต์และแร่แอมฟีโบล ส่วนหินแกบโบรหรือหินมอนโซแกบโบรมักมีแร่สีเข้มเป็นแร่ไพรอกซีน หินแกบโบรสามารถจำแนกเป็นประเภทออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้อีก โดยอาศัย

ปริมาณแร่พลจีโอเคลส และแร่อิลิมิน ไดแกแร่โอลิวีน แร่ไพรอกซีน และแร่ฮอร์นเบลนด์ ดังแสดงในรูปที่ 6-3, 6-4 และ 6-5

หินชนิดต่าง ๆ ที่มีปริมาณของแร่อิลิมินน้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร สามารถจำแนกต่อไปโดยใช้ธรรมชาติสีหน้าหิน เช่น คำว่า ลูโครครติก (*leucocratic*) นำหน้าชื่อหินในกรณีที่หินมีธรรมชาติสี อยู่ในช่วง 0-35 คำว่า เมโซครติก (*mesocratic*) นำหน้าชื่อหินในกรณีที่หินมีธรรมชาติสี อยู่ในช่วง 35-65 คำว่า เมลาโนครติก (*melanocratic*) นำหน้าชื่อหินในกรณีที่หินมีธรรมชาติสี อยู่ในช่วง 65-90

หินอัคนีระดับลึกที่มีปริมาณแร่อิลิมินน้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มักมีปัญหาเกี่ยวกับการจำแนกชนิดแร่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแร่พวกเฟลด์สปาร์และเฟลด์สปาทอยด์ หินชนิดต่าง ๆ ที่มีองค์ประกอบใกล้เคียงกันจึงจัดรวมกันเป็นกลุ่ม ดังต่อไปนี้

หินแกรนิตอยด์ (Granitoid) หรือหินแกรนิติก (granitic rock): หินกลุ่มนี้มีปริมาณแร่ควอทซ์มากกว่า 20 – 60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ประกอบด้วยหินแอลคาไลน์เฟลด์สปาร์ แกรนิต (alkali feldspar granite) หินไซยีนแกรนิต (syenogranite) หินมอนโซแกรนิต (monzogranite) หินแกรโนไดโอไรต์ (granodiorite) และหินโทนาไลต์ (tonalite) (ในรูปที่ 6-1)

หินไซยีนิตอยด์ (Syenitoid) หรือหินไซยีนิต (syenite): หินกลุ่มนี้ประกอบด้วยหินในตระกูลหินไซยีนิต (syenite) และหินมอนโซไนต์ (monzonite) ทั้งหมด (รูปที่ 6-1 และ 6-2)

หินไดโอไรต์อยด์ (Dioritoid) หรือหินไดโอไรต์ (diorite): หินกลุ่มนี้ประกอบด้วยหินในตระกูลหินไดโอไรต์ (diorite) และหินมอนโซไดโอไรต์ (monzodiorite) ทั้งหมด (รูปที่ 6-1 และ 6-2)

หินแกบรอยด์ (Gabbroid) หรือหินแกบโบร (gabbro): หินกลุ่มนี้ประกอบด้วยหินในตระกูลหินแกบโบร (gabbro) และหินมอนโซแกบโบร (monzogabbro) ทั้งหมด (รูปที่ 6-1 และ 6-2)

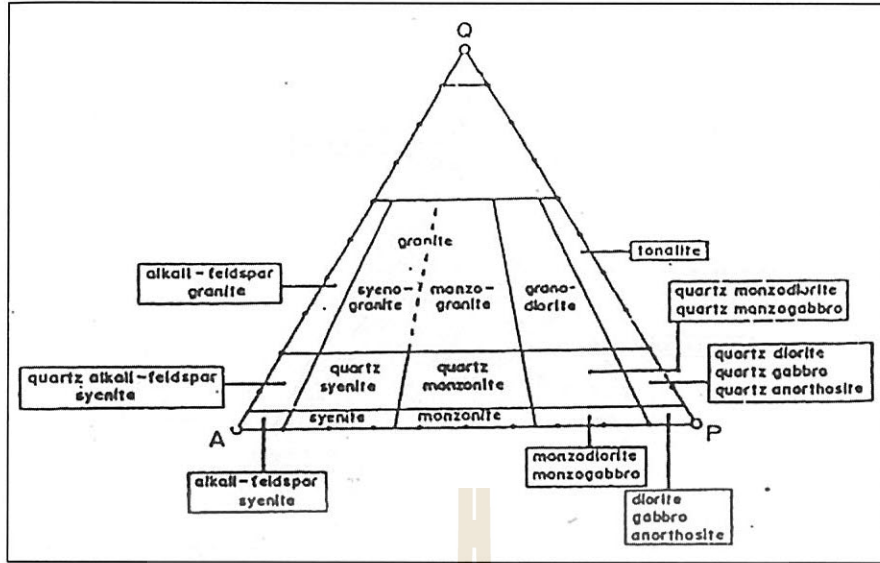
หินที่มีปริมาณของแร่อิลิมินมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร หรือหินอัลตราเมฟิก สามารถจำแนกเป็นชนิดต่าง ๆ โดยอาศัยปริมาณแร่โอลิวีน แร่ไพรอกซีน และแร่ฮอร์นเบลนด์ ดังแสดงในรูปที่ 1-30 และ 1-31 การจัดแบ่งในลักษณะนี้มีปัญหาเกี่ยวกับการจำแนกชนิดแร่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแร่พวกไพรอกซีน ดังนั้นหินชนิดต่าง ๆ ที่มีองค์ประกอบใกล้เคียงกันจึงจัดรวมกันเป็นกลุ่ม ดังต่อไปนี้

หินเพอริโดไทต์ (Peridotite): หินกลุ่มนี้มีปริมาณแร่โอลิวีนอยู่มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ประกอบด้วยหินดันไนต์ (dunite) หินฮาร์ซเบิร์กิต (harzburgite) หินเลอร์โซไลต์ (Iherzolite) และหินเวอริไลต์ (wehrlite) (รูปที่ 6-6 และ 6-7)

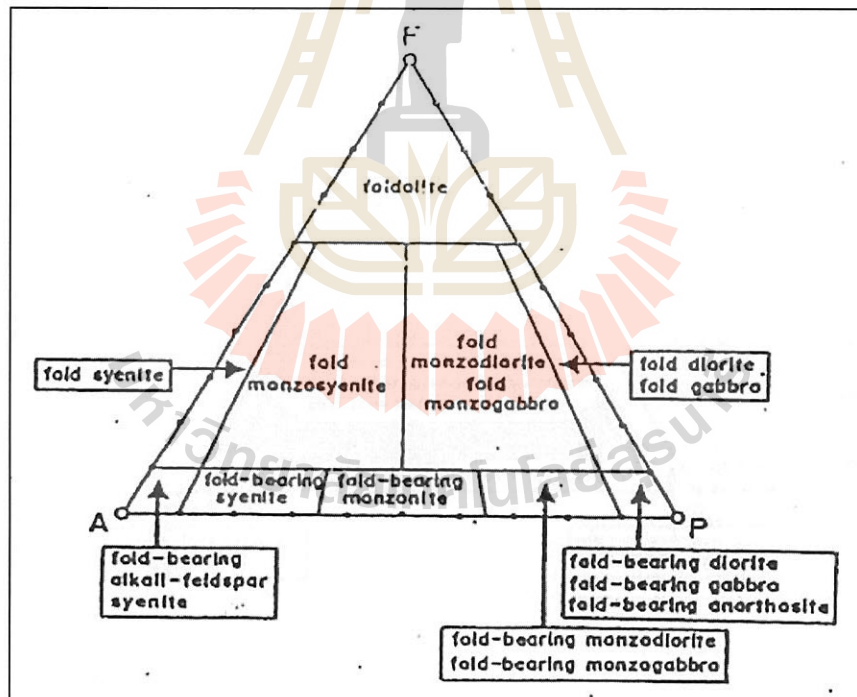
หินไพรอกซีนิต (Pyroxenite) : หินกลุ่มนี้มีปริมาณแร่โอลิวีนอยู่มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ประกอบด้วยหินออร์โทไพรอกซีนิต (orthopyroxenite) หินคลินไพรอกซีนิต (clinopyroxenite) หินเวบสเตอร์ไรต์ (websterite) และหินในตระกูลไพรอกซีนิต (pyroxenite) ทั้งหมด (รูปที่ 6-6 และ 6-7)

หินฮอร์นเบลนไดต์ (Hornblendite): หินกลุ่มนี้มีปริมาณแร่โอลิวีนอยู่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (รูปที่ 6-4 และ 6-6) ประกอบด้วยหินประเภทฮอร์นเบลนไดต์ทั้งหมด

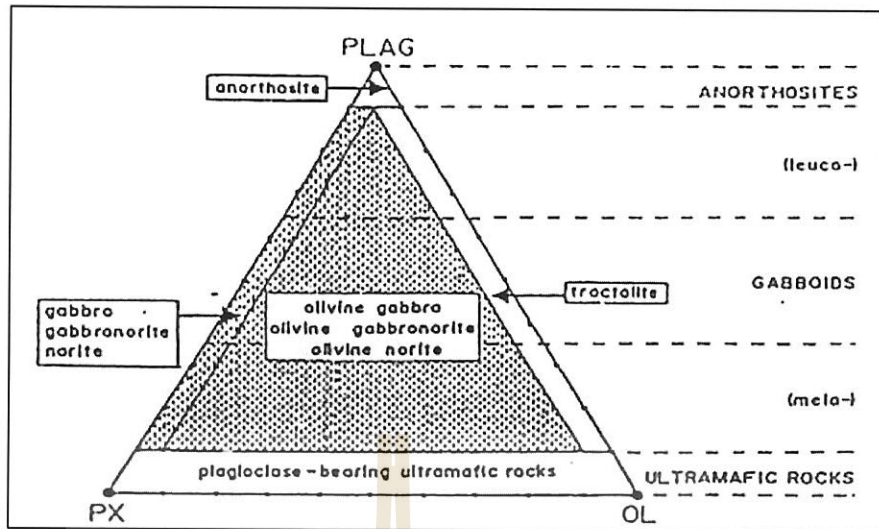
หินอัคนีระดับลึกที่ไม่ได้จัดอยู่ในแผนภูมิดังกล่าวมาแล้วในตอนต้น ได้แก่หินคาร์บอนไทต์ (*carbonatite*) และหินแลมโพรไฟร์ (*lamprophyre*) หินคาร์บอนไทต์เป็นหินอัคนีที่ประกอบด้วยแร่คาร์บอนเนตที่เกิดแบบปฐมภูมิมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร หินเหล่านี้อาจเกิดเป็นหินอัคนีระดับลึกและหินภูเขาไฟ ส่วนหินแลมโพรไฟร์เป็นหินที่มีลักษณะการเกิดแบบพนัก (dike) มีธรรมชาติสีอยู่ในช่วง 35-90 ลักษณะเนื้อแบบเนื้อดอก (porphyritic texture) มีแร่ดอก (phenocryst) เป็นแร่ไบโอไทต์และ/หรือแร่ฮอร์นเบลนด์ กราวด์แมส (groundmass) ประกอบด้วยแร่เฟลด์สปาร์และ/หรือเฟลด์สปาทอยด์ แร่ปฐมภูมิเหล่านี้มักมีการเปลี่ยนแปลงสภาพ (altered) อย่างรุนแรง อาจมีแร่แคลไซต์ (calcite) และแร่ซีโอไลต์ (zeolite) ที่เกิดจากน้ำแร่ร้อน



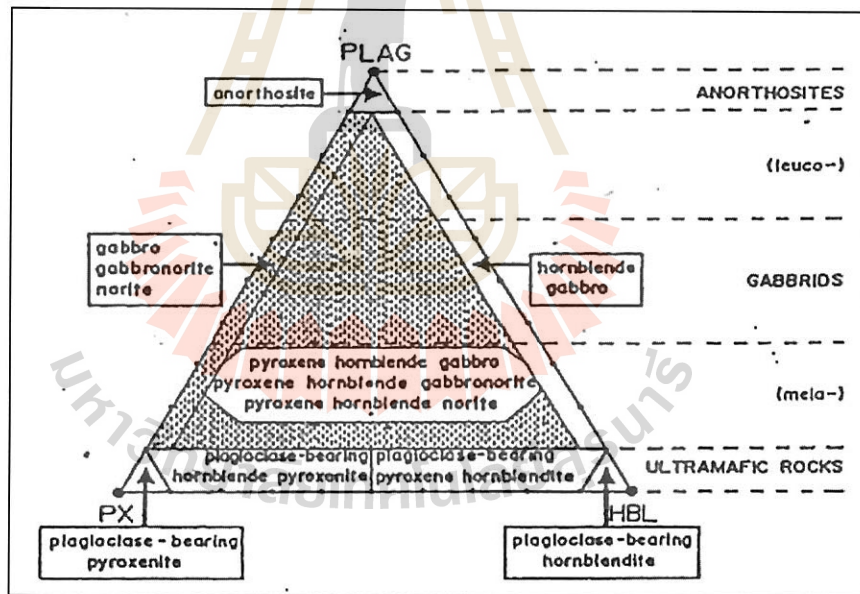
รูปที่ 6-1 แผนภูมิสามเหลี่ยม QPA แสดงการจัดแบ่งหินอัคนีระดับลึก ที่มีแร่สี่ชิ้นน้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และมี Quartz เป็นองค์ประกอบ Q = quartz, A = alkali feldspars (orthoclase, microcline และ plagioclase ที่มี An-content 0-5) และ P = plagioclase ที่มี An-content 5-100 (ดัดแปลงจาก Streckeisen, 1976)



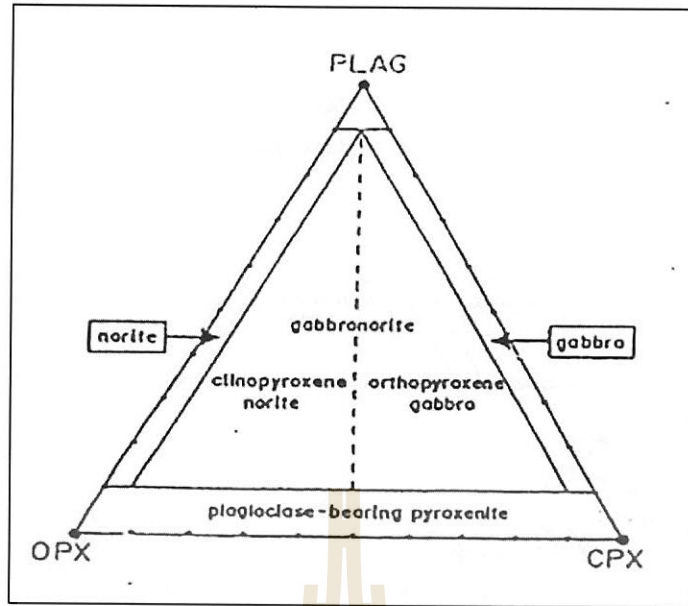
รูปที่ 6-2 แผนภูมิสามเหลี่ยม FAP แสดงการจัดแบ่งหินอัคนีระดับลึก ที่มีแร่สี่ชิ้น น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และมี feldspathoid เป็นองค์ประกอบ F = feldspathoids (leucite และ nepheline เป็นต้น) , A = alkali feldspars (orthoclase, microcline และ plagioclase ที่มี An-content 0-5) และ P = plagioclase ที่มี An-content 5-100 (ดัดแปลงจาก Streckeisen, 1976)



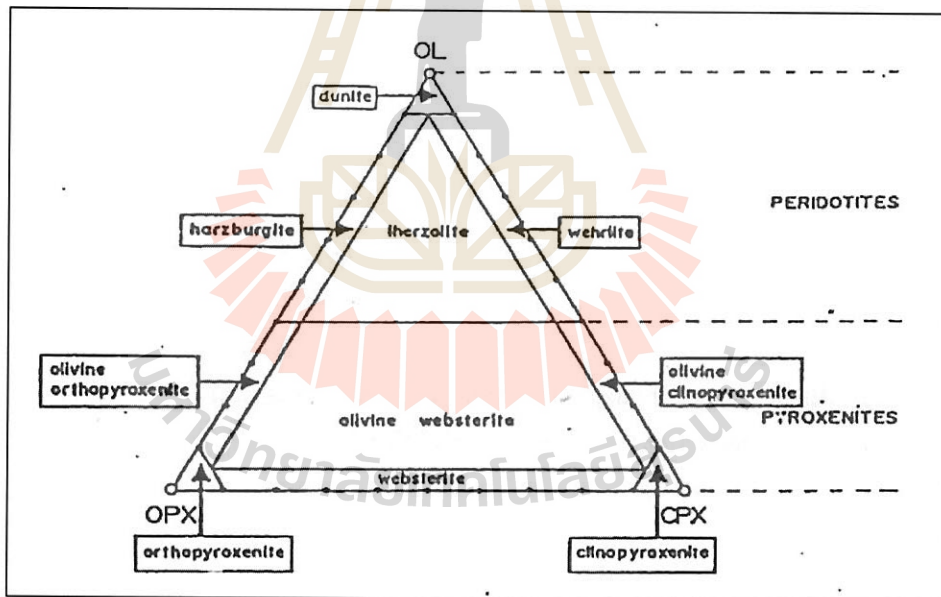
รูปที่ 6-3 แผนภูมิสามเหลี่ยมแสดงการจัดแบ่ง gabbro ที่ประกอบด้วย plagioclase (PLAG), pyroxene (PX) และ olivine (OL) เป็นส่วนใหญ่ (คัดลอกจาก Streckeisen, 1976)



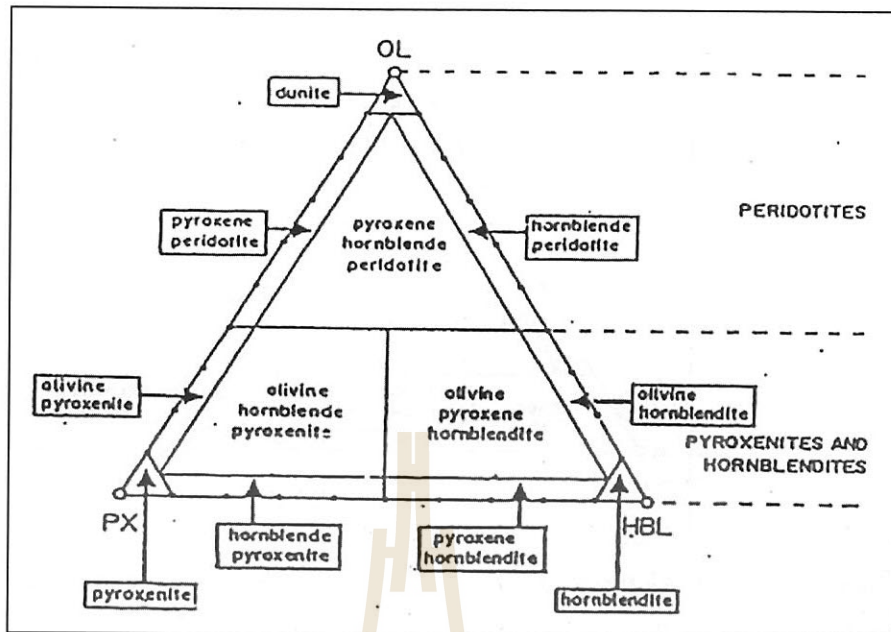
รูปที่ 6-4 แผนภูมิสามเหลี่ยมแสดงการจัดแบ่ง gabbro ที่ประกอบด้วย plagioclase (PLAG), pyroxene (PX) และ hornblende (HBL) เป็นส่วนใหญ่ (คัดลอกจาก Streckeisen 1976)



รูปที่ 6-5 แผนภูมิสามเหลี่ยมแสดงการจัดแบ่ง gabbro ที่อยู่ในบริเวณเส้นประของแผนภูมิสามเหลี่ยมในรูปที่ 6-3 และ 6-4 (คัดลอกจาก Streckeisen, 1976)



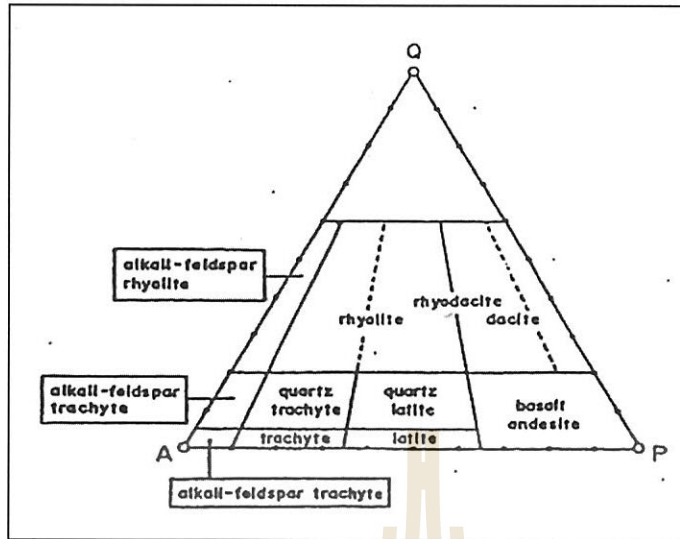
รูปที่ 6-6 แผนภูมิสามเหลี่ยมแสดงการจัดแบ่งหินอัคนีระดับลึกที่มีแร่สี่เหลี่ยม มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และประกอบด้วย olivine (OL), orthopyroxene (OPX) และ clinopyroxene (CPX) เป็นส่วนใหญ่ (คัดลอกจาก Streckeisen, 1976)



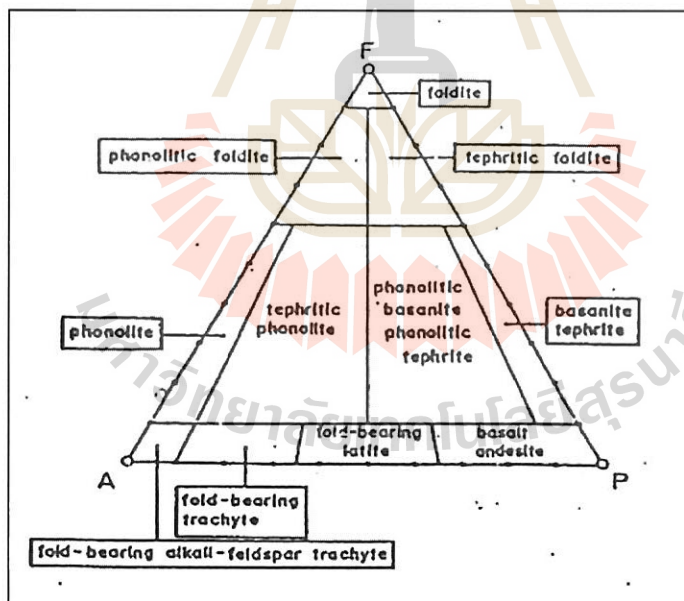
รูปที่ 6-7 แผนภูมิสามเหลี่ยมแสดงการจัดแบ่งหินอัคนีระดับลึกที่มีแร่สี่เหลี่ยม มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และประกอบด้วย olivine (OL), pyroxene (CPX) และ hornblende (HBL) เป็นส่วนใหญ่ (คัดลอกจาก Streckeisen, 1976)

การจำแนกหินภูเขาไฟ (Classification of volcanic rocks)

หินภูเขาไฟมีส่วนประกอบคล้ายกับหินอัคนีแทรกซอนแต่มีลักษณะเนื้อละเอียด ดังนั้นลักษณะการจัดแบ่งหินภูเขาไฟที่พบกันโดยทั่วไปจะเป็นดังเช่นกรณีของหินอัคนีแทรกซอนยกเว้นชื่อหิน (รูปที่ 5-8 และ 5-9) เนื่องจากขนาดของเม็ดแร่ในหินภูเขาไฟมีขนาดเล็กและไม่สามารถจำแนกด้วยตาเปล่าและแว่นขยาย การจัดแบ่งหินเหล่านี้ในภาคสนามจึงต้องใช้สีของหิน ลักษณะเนื้อ และชนิดของแร่ที่เกิดเป็นแร่ดอก (phenocryst) เป็นเกณฑ์ หินภูเขาไฟสามารถจำแนกเป็นแบบสีจาง (felsic) และแบบสีเข้ม (mafic) หินภูเขาไฟแบบสีจางเป็นหินที่มีดรรชนีสีแบบลูโคครติก (leucocratic) หินพวกนี้ได้แก่หินไรโอไรต์ (rhyolite) (องค์ประกอบคล้ายหินแกรนิต) หินเดไซต์ (dacite) (องค์ประกอบคล้ายหินแกรนิตไดโอไรต์) หินแทรโคต์ (trachyte) (องค์ประกอบคล้ายหินไซโอไนต์ และ หินโฟโนไลต์ (phonolite) (องค์ประกอบคล้ายหินเนฟลีน ไซโอไนต์) หินภูเขาไฟแบบสีเข้มเป็นหินที่มีดรรชนีสีแบบเมโซครติก (mesocratic) ถึงเมลานโครติก (melanocratic) หินพวกนี้ได้แก่หินแอนดีไซต์ (andesite) (องค์ประกอบคล้ายหินไดโอไรต์) และหินบะซอลต์ (basalt) (องค์ประกอบคล้ายหินแกบโบร) อย่างไรก็ตาม การใช้สีในการจัดแบ่งชนิดหินอาจทำให้เกิดความผิดพลาด หินที่มีการแปรสภาพ เปลี่ยนสภาพ และผุพัง มักมีสีจางลงเมื่อเทียบกับหินที่ตกผลึกจากหินหลอมเหลวโดยตรง หินไรโอไรต์และหินเดไซต์โดยทั่วไป มีลักษณะเนื้อแน่นและมีขนาดเม็ดแร่เล็กกว่าหินแอนดีไซต์และหินบะซอลต์ ทั้งนี้เพราะหินหนืดที่มีส่วนประกอบทางเคมีเป็นหินแอนดีไซต์และหินบะซอลต์ แร่ที่เกิดเป็นแร่ดอกของหินภูเขาไฟชนิดต่าง ๆ แสดงอยู่ในตารางที่ 6-1



รูปที่ 6-8 แผนภูมิสามเหลี่ยม QAP แสดงการจัดแบ่งหินภูเขาไฟ ที่มีแร่สี่เหลี่ยม น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และมี quartz เป็นองค์ประกอบ Q =quartz, A = alkali feldspars (orthoclase, sanidine, anorthoclase และ plagioclase ที่มี An-content 0-5) และ P = plagioclase ที่มี An-content 5-100 (ดัดแปลงจาก Streckeisen, 1979)



รูปที่ 6-9 แผนภูมิสามเหลี่ยม FAP แสดงการจัดแบ่งหินภูเขาไฟ ที่มีแร่สี่เหลี่ยม น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และมี feldspathoid เป็นองค์ประกอบ F = feldspathoid (leucite, nepheline และ analcime เป็นต้น), A = alkali feldspars (orthoclase, sanidine, anorthoclase และ plagioclase ที่มี An-content 0-5) และ P = plagioclase ที่มี An-content 5-100 (ดัดแปลงจาก Streckeisen, 1979)

ตารางที่ 6-1 หินภูเขาไฟและหินอัคนีแทรกซอนที่มีองค์ประกอบคล้ายกันและแร่ดอกที่มักพบในหินภูเขาไฟชนิดต่าง ๆ

Volcanic rocks	Plutonic equivalents	Common phenocryst minerals
Felsic (leucocratic)		
Rhyolite	Granite	Quartz, alkali feldspar
Dacite	Granodiorite	Quartz, plagioclase feldspar
Trachyte	Syenite	Alkali feldspar, occasional mafic minerals
Phonolite	Nepheline syenite	Alkali feldspar, nepheline, or leucite, occasional green alkali pyroxene
Mafic (mesocratic to melanocratic)		
Andesite	Diorite	Plagioclase, pyroxene or amphibole, occasional quartz or biotite
Basalt	Gabbro	Plagioclase, pyroxene, olivine

6.2 การจำแนกโดยอาศัยลักษณะเนื้อเป็นหลัก (Classification based on textures)

คำเกี่ยวกับลักษณะเนื้อเกือบทั้งหมด (บทที่ 4) สามารถนำมาตั้งชื่อหิน เช่นหินเนื้อดอก (porphyritic rock) และหินเนื้อฟองอากาศ (vesicular rock) เป็นต้น และนำไปขยายชื่อหิน เช่นหินแกรนิตเนื้อดอก (porphyritic granite) และหินบะซอลต์เนื้อฟองอากาศ (vesicular basalt) เป็นต้น การจัดแบ่งหินอัคนีแบบนี้บางครั้งก็มีชื่อเฉพาะตัว ชื่อหินเหล่านี้ที่สำคัญได้แก่หินเพกมาไทต์ (pegmatite) หินแอพลิต (aplite) หินแกรโนไฟร์ (granophyre) หินไวโทรไฟร์ (vitrophyre) หินออบซิเดียน (obsidian) หินพิทซ์สโตน (pitchstone) หินเพอไรต์ (perlite) และหินตะกักรินภูเขาไฟ (scoria)

หินเพกมาไทต์ (pegmatite) : หินพวกนี้เป็นหินอัคนีแทรกซอนที่มีลักษณะเนื้อแบบเนื้อผลึกล้วน ขนาดของผลึกแร่โตกว่า 1-2 เซนติเมตร องค์ประกอบเป็นอะไรก็ได้ การเรียกชื่อหินเหล่านี้มักใช้องค์ประกอบมาขยาย ยกตัวอย่างเช่นแกรนิตเพกมาไทต์ (granite pegmatite) และแกบโบรเพกมาไทต์ (gabbro pegmatite) ส่วนใหญ่หินเพกมาไทต์มีองค์ประกอบคล้ายกับหินแกรนิต หินเหล่านี้เกิดจากการตกผลึกจากหินหนืดภายใต้สภาวะที่มีความดันน้ำมาก

หินแอพลิต (aplite) : หินพวกนี้เป็นหินอัคนีแทรกซอนที่มีลักษณะเนื้อแบบเนื้อผลึกล้วน และมีเนื้อละเอียด ส่วนใหญ่มีองค์ประกอบคล้ายหินแกรนิต หินเหล่านี้เกิดจากการตกผลึกจากหินหนืดในระยะสุดท้าย ภายใต้สภาวะที่มีความดันน้ำน้อย

หินแกรโนไฟร์ (granophyre) : หินพวกนี้เป็นหินอัคนีแทรกซอนที่มีลักษณะเนื้อแบบแกรโนไฟริก (granophyric texture) เกิดจากการตกผลึกจากหินหนืดในระยะสุดท้าย

หินไวโทรไฟร์ (vitrophyre) : หินพวกนี้เป็นหินภูเขาไฟที่ประกอบด้วยแร่ดอก/แร่ดอกขนาดเล็กฝังตัวอยู่ในกราวด์แมสที่ประกอบไปด้วยแก้ว

หินออบซิเดียน (obsidian) : หินพวกนี้เป็นหินภูเขาไฟชนิดแอซิดที่ประกอบด้วยแก้ว และมีลักษณะเนื้อแก้ว

หินพิทซ์สโตน (pitchstone) : หินพวกนี้เป็นหินภูเขาไฟที่ประกอบด้วยแก้วที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย มีลักษณะขุ่น

หินเพอไรต์ (*perlite*) : หินพวกนี้เป็นหินภูเขาไฟที่ประกอบด้วยแก้วที่มีรอยแตกลักษณะวงกลมเป็นปริมาณมาก รอยแตกเหล่านี้เรียกว่ารอยแตกเพอริติก (*perlitic cracks*) รอยแตกเพอริติกเกิดจากการขยายตัวของแก้วเมื่อมีน้ำเพิ่มเข้าไป ในขณะที่หินชนิดชนิดแอซิดแข็งตัว

หินตะแกรงภูเขาไฟ (*scoria*) : หินพวกนี้เป็นหินบะซอลต์เนื้อฟองอากาศ (*vesicular basalt*)



บทที่ 7 หินตะกอนภูเขาไฟ (Pyroclastic rocks)

7.1 ตะกอนภูเขาไฟ (Pyroclasts)

ตะกอนภูเขาไฟ (pyroclastic fragment) หมายถึง เศษวัตถุที่เกิดจากการปะทุของหินหนืดโดยตรง วัตถุเหล่านี้ประกอบด้วยตะกอนแก้วภูเขาไฟ (pyroclastic glass) ตะกอนผลึกภูเขาไฟ (pyroclastic crystal) และตะกอนหินภูเขาไฟ (pyroclastic rock fragment) ตะกอนภูเขาไฟเหล่านี้บางกรณีมีลักษณะคล้ายตะกอนที่เกิดจากการผุพัง (epiclast) มาก เศษวัตถุใด ๆ ที่มีลักษณะคล้ายตะกอนที่เกิดจากการผุพัง (epiclast) มาก เศษวัตถุใด ๆ ที่มีลักษณะคล้ายตะกอนที่เกิดจากการผุพังบนผิวโลกและไม่สามารถบอกได้ว่ามีการกำเนิดแบบไหน ถือว่าเป็นตะกอนที่เกิดจากการผุพัง

ตะกอนแก้วภูเขาไฟ (pyroclastic glass) เป็นตะกอนภูเขาไฟเนื้อแก้ว มีลักษณะรูปร่างดังนี้คือ

1. คล้ายหยดน้ำหรือกลม : เกิดจากการระเบิดแบบแมกมาติก (magmatic explosion) ของหินหนืดที่มีความหนืดน้อย
2. คล้ายผนังหินพัมมิช (pumice) และหินตะกักรัภูเขาไฟ (scoria): เกิดจากการระเบิดแบบแมกมาติกของหินหนืดที่มีความหนืดมาก ตะกอนภูเขาไฟเหล่านี้เรียกว่า ชาร์ดแก้ว (glass shard)
3. อยู่ในรูปหินพัมมิชและหินตะกักรัภูเขาไฟ : เกิดจากการระเบิดแบบแมกมาติกของหินหนืดที่มีความหนืดสูง
4. คล้ายรามิดหรือเป็นเหลี่ยม ไม่มีหรือมีรูพรุนเป็นปริมาณไม่มาก : เกิดจากการระเบิดแบบพรีอะติก (phreatic explosion)

ตะกอนผลึกภูเขาไฟ (pyroclastic crystal) หมายถึง ผลึกแร่ที่สมบูรณ์หรือแตก ส่วนใหญ่เกิดจากผลึกที่แขวนลอยในหินหนืดหลุดกระเด็นออกไปโดยแรงระเบิด

ตะกอนหินภูเขาไฟ (pyroclastic rock fragment) เป็นเศษหินที่แตกหรือแข็งตัวจากหินหนืด สามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดดังนี้คือ

1. Juvenile rock fragment : เศษหินที่มีลักษณะมน เกิดจากการแข็งตัวของหินหนืดที่แตกกระเซ็นขึ้นไปในอากาศ
2. Accessory rock fragment : เศษหินที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมเกิดจากการแตกของหินภูเขาไฟ และหินใต้ภูเขาไฟที่มีความสัมพันธ์ทางด้านกรกำเนิดกับภูเขาไฟหรือมวลหินอัคนีโดยตรง
3. Accidental rock fragment : เศษหินที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมเกิดจากการแตกของหินที่ไม่มี ความสัมพันธ์ทางด้านกรกำเนิดกับภูเขาไฟหรือมวลหินอัคนีโดยตรง

ตะกอนภูเขาไฟสามารถจำแนกตามขนาดและลักษณะรูปร่างดังนี้คือ

1. ฝักรูเล็กภูเขาไฟเม็ดละเอียด (Fine ash grain หรือ dust) : มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1/16 มม. มีส่วนประกอบเป็นตะกอนแก้วภูเขาไฟ ตะกอนผลึกภูเขาไฟ และตะกอนหินภูเขาไฟ
2. ฝักรูเล็กภูเขาไฟเม็ดหยาบ (Coarse ash grain): ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 1/16 และ 2 มม มีส่วนประกอบเป็นตะกอนแก้วภูเขาไฟ ตะกอนผลึกภูเขาไฟ และตะกอนหินภูเขาไฟ
3. มุลภูเขาไฟ (Lapilli) : ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 2 และ 64 มม มีส่วนประกอบเป็นส่วนประกอบเป็นตะกอนแก้วภูเขาไฟ ตะกอนผลึกภูเขาไฟ และตะกอนหินภูเขาไฟ

4. บล็อกภูเขาไฟ (Block) : ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 64 มม และมีลักษณะเป็นเหลี่ยม เกิดจากการแตกของหินที่เกิดก่อน (accessory rock fragment และ accidental rock fragment)
5. บอมบ์ภูเขาไฟ (Bomb) : ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 64 มม และมีลักษณะมนเกิดจากการแข็งตัวของหินหลอมเหลวที่แตกกระเซ็นในอากาศ (juvenile rock fragment)
6. ชแปตเตอร์ (Spatter): ลักษณะกลมและแบนคล้ายมูลวัว เกิดจากการตกลงมากระทบพื้นของหินหนืดที่แข็งเป็นบางส่วน ในอากาศ

7.2 แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟแหล่งสะสมตะกอนกึ่งภูเขาไฟ (Pyroclastic and volcanic clastic deposits)

วัตถุที่เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนภูเขาไฟเรียกว่า เทฟรา (tephra) บางครั้งการสะสมตัวของตะกอนภูเขาไฟมีตะกอนที่เกิดจากการผุพังปนอยู่ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งตะกอนภูเขาไฟที่สะสมตัวในน้ำ กรณีที่วัตถุสะสมตัวประกอบด้วยตะกอนภูเขาไฟมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ยังคงเรียกวัตถุนั้นว่าเทฟรา กรณีที่วัตถุสะสมตัวประกอบด้วยตะกอนภูเขาไฟน้อยกว่า 75 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร แต่มากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เรียกวัตถุนั้นว่า ตะกอนเนื้อทัฟฟ์ (tuffaceous sediment) กรณีที่วัตถุสะสมตัวประกอบด้วยตะกอนภูเขาไฟน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เรียกวัตถุนั้นว่า ตะกอนเอพิคลาสติก (epiclastic sediment)

การแข็งตัวของเทฟราทำให้เกิดหินตะกอนภูเขาไฟ (pyroclastic rock) การแข็งตัวของตะกอนเนื้อทัฟฟ์ทำให้เกิดหินตะกอนกึ่งภูเขาไฟ (tuffaceous rock หรือ tuffite) เช่นหินดินดานเนื้อทัฟฟ์ (tuffaceous shale) และหินทรายเนื้อทัฟฟ์ (tuffaceous sandstone) เป็นต้น แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟ (pyroclastic deposit) เป็นชื่อรวมสำหรับเทฟราและหินตะกอนภูเขาไฟ แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟและแหล่งสะสมตะกอนกึ่งภูเขาไฟ (volcaniclastic deposit) เป็นชื่อรวมสำหรับเทฟรา หินตะกอนภูเขาไฟ ตะกอนเนื้อทัฟฟ์ และหินตะกอนเนื้อทัฟฟ์

7.3 การจำแนกประเภทแหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟ (Classification of pyroclastic deposits)

แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟ (Pyroclastic deposit) สามารถจำแนกตามลักษณะการคัดขนาด (sorting) ได้ดังนี้คือ

1. แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟขนาดเดียว (Unimodal หรือ well-sorted pyroclastic deposit): ประกอบด้วยตะกอนภูเขาไฟ (pyroclast) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใดขนาดหนึ่งเป็นส่วนใหญ่
2. แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟหลายขนาด (Polymodal หรือ poorly sorted pyroclastic deposit): ประกอบด้วยตะกอนภูเขาไฟที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าหนึ่งขนาดเป็นส่วนใหญ่

แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟขนาดเดียวสามารถจำแนกตามขนาดและรูปร่างดังนี้คือ

- เทฟราบล็อก (Block tephra) : ประกอบด้วยบล็อกเป็นส่วนใหญ่ เทฟราพวกนี้แข็งตัวให้หินที่เรียกว่าหินกรวดเหลี่ยมตะกอนภูเขาไฟ (pyroclastic breccia)
- เทฟราบอมบ์ (Bomb tephra) : ประกอบด้วยบอมบ์เป็นส่วนใหญ่ เทฟราพวกนี้แข็งตัวให้หินที่เรียกว่าหินกรวดภูเขาไฟ (agglomerate)
- เทฟราชแปตเตอร์ (Spatter tephra) : ประกอบด้วยชแปตเตอร์เป็นส่วนใหญ่ เทฟราพวกนี้แข็งตัวให้หินที่เรียกว่าหินแอกกลูทิเนต (agglutinate)

- เทพราวมูลภูเขาไฟ (Lapilli tephra) : ประกอบด้วยมูลภูเขาไฟเป็นส่วนใหญ่ เทพราฟพวกนี้แข็งตัวให้หินที่เรียกว่าหินทัฟฟ์มูลภูเขาไฟ (lapilli tuffs)
- เทพราเถ้าธุลีภูเขาไฟเม็ดหยาบ (Coarse ash tephra) : ประกอบด้วยเถ้าธุลีภูเขาไฟเม็ดหยาบเป็นส่วนใหญ่ เทพราฟพวกนี้แข็งตัวให้หินที่เรียกว่าหินทัฟฟ์เม็ดหยาบ (coarse tuff)
- เทพราเถ้าธุลีภูเขาไฟเม็ดละเอียด (Fine ash tephra) : ประกอบด้วยเถ้าธุลีภูเขาไฟเม็ดละเอียดเป็นส่วนใหญ่ เทพราฟพวกนี้แข็งตัวให้หินที่เรียกว่าหินทัฟฟ์เม็ดละเอียด (fine tuff)

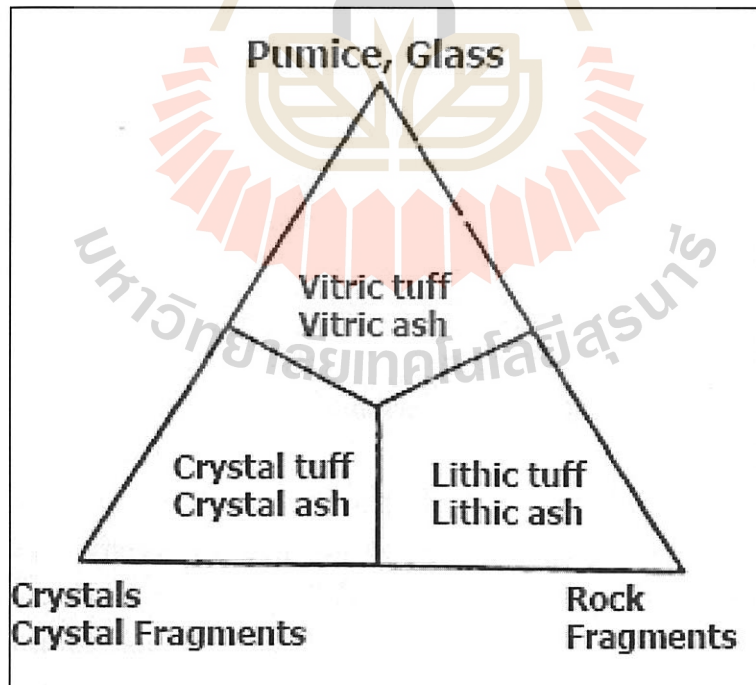
เทพราเถ้าธุลีภูเขาไฟเม็ดหยาบ (หินทัฟฟ์เม็ดหยาบ) และ เทพราเถ้าธุลีภูเขาไฟเม็ดละเอียด (หินทัฟฟ์เม็ดละเอียด) สามารถจัดแบ่งเป็น

- เทพราเถ้าธุลีภูเขาไฟเนื้อแก้ว (vitric ash) และหินทัฟฟ์เนื้อแก้ว (vitric tuff)
- เทพราเถ้าธุลีภูเขาไฟเนื้อผลึก (crystal ash) และหินทัฟฟ์เนื้อผลึก (crystal tuff)
- เทพราเถ้าธุลีภูเขาไฟเนื้อเศษหิน (lithic ash) และหินทัฟฟ์เนื้อเศษหิน (lithic tuff)

การจัดแบ่งนี้จะจัดตามปริมาณตะกอนแก้วภูเขาไฟ (pyroclastic glass) ตะกอนผลึกภูเขาไฟ (pyroclastic crystal) และตะกอนหินภูเขาไฟ (pyroclastic rock fragment) (รูปที่ 7-1)

การเรียกชื่อแหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟหลายขนาดต้องเอาชื่อของแหล่งสะสมตัวแบบต่าง ๆ มาผสมกัน โดยใช้ชื่อแหล่งสะสมตัวที่มีปริมาณน้อย นำหน้าชื่อแหล่งสะสมตัวที่มีปริมาณมาก ยกตัวอย่างเช่น

- ash-lapilli tuff (lapilli > ash)
- lapilli-ash tuff (ash > lapilli)
- lapilli-tuff breccia (block > lapilli)
- Tuff-breccia (block > tuff)



รูปที่ 7-1 การจัดแบ่ง coarse ash (coarse tuff) และ fine ash (fine tuff) โดยอาศัยปริมาณของ pyroclastic glass, pyroclastic crystal และ pyroclastic rock fragment (คัดลอกจาก Schmidt, 1981)

7.4 แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟและตะกอนกึ่งภูเขาไฟชนิดหลัก (Main types of volcaniclastic deposits)

แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟและตะกอนกึ่งภูเขาไฟ (Volcaniclastic deposit) สามารถจำแนกตามลักษณะการเกิดดังนี้คือ

1. แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟแบบตก (Pyroclastic fall deposit)
2. แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟแบบไหล (Volcaniclastic flow deposit)
3. หินทรายรูปหมอน (Hyaloclastite) และหินกรวดเหลี่ยมรูปหมอน (pillow breccia)

แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟแบบตก (Pyroclastic fall deposit)

เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนภูเขาไฟ ที่ถูกพ่นออกไปจากภูเขาไฟ การสะสมตัวอาจเกิดขึ้นในน้ำ (water-laid deposit) หรือบนบก (air-fall deposit) กรณีที่สะสมตัวในน้ำ มักมีตะกอนที่เกิดจากการผุพังผสมอยู่ด้วย

ลักษณะที่สำคัญของแหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟแบบตกมีดังนี้คือ

1. ชั้นหินและตะกอนภูเขาไฟมีความหนาและขนาดเล็กลง เมื่ออยู่ห่างออกไปจากภูเขาไฟ ยกเว้น หินพัมมิชและหินตะกอนภูเขาไฟ
2. ชั้นหินแต่ละชั้นมักแสดงการวางชั้นแบบเรียงขนาดปกติ (normal graded bedding) ยกเว้นในกรณีที่มีหินพัมมิชหรือหินตะกอนภูเขาไฟปะปนอยู่ ซึ่งอาจแสดงการวางชั้นแบบเรียงขนาดแบบย้อนกลับ (reverse graded bedding)
3. มีการกระจายตัวอยู่ทั่วไป ทั้งในบริเวณที่เป็นหุบเขาและภูเขา

แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟแบบไหล (Volcaniclastic flow deposit)

แหล่งสะสมตะกอนภูเขาไฟแบบไหลเกิดจากการสะสมตัวของตะกอนภูเขาไฟที่ถูกพ่นออกไปจากภูเขาไฟ สามารถจำแนกออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ หินอิกนิมไบรต์ (ignimbrite) แหล่งสะสมเบส-เซอร์จิก (base-surge deposit) และแหล่งสะสมลาฮาร์ (lahar deposit)

หินอิกนิมไบรต์ (ignimbrite) เกิดจากการระเบิดของหินหนืดชนิดแอซิด น้ำและก๊าซที่ปะปนกับตะกอนภูเขาไฟออกมาจากภูเขาไฟ ทำให้เถ้าธุลีภูเขาไฟ (ash) มีลักษณะเป็นของไหล (nuée ardente) ซึ่งสามารถเคลื่อนตัวไปได้ไกล เมื่อวัตถุเหล่านี้เย็นตัวลง จะให้หินอิกนิมไบรต์ ลักษณะที่สำคัญของหินอิกนิมไบรต์มีดังนี้คือ

1. ส่วนใหญ่เกิดเป็นหินเนื้อเดียวกัน และไม่แสดงการคัดขนาด
2. ส่วนใหญ่ไม่แสดงชั้นหิน และชั้นหินเฉียงระดับ (cross bedding)
3. เกิดในหุบเขาและที่ราบลุ่ม
4. หินพัมมิช และ ชาร์ตแก้ว (glass shard) มีลักษณะแบนยาว เนื่องจากการไหล
5. หลังจากการสะสมตัว ส่วนบนและส่วนล่างมีความพรุน (porosity) มากกว่าส่วนกลาง ทั้งนี้เพราะสูญเสียความร้อนเร็วกว่า ส่วนกลางมีเนื้อแน่นเนื่องจากเถ้าธุลีภูเขาไฟหลอมตัวเข้าด้วยกัน โดยความร้อนที่หลงเหลืออยู่และน้ำหนักของหินในส่วนบน การหลอมตัวของเถ้าธุลีภูเขาไฟทำให้เกิดหินทัฟฟ์หลอม (welded tuff)

แหล่งสะสมเบส-เซอร์จิก (base-surge deposit) เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนภูเขาไฟ ที่มีน้ำและก๊าซปะปน เนื่องมาจากการปะทุแบบฟรีเอติก (phreatic eruption) การไหลของตะกอนภูเขาไฟที่มีน้ำและก๊าซปะปน มีลักษณะปั่นป่วน (turbulent) และมีความเร็วมาก แหล่งสะสมเบส-เซอร์จิก มีลักษณะที่สำคัญดังนี้คือ

1. ชั้นหินและตะกอนภูเขาไฟมีความหนาและขนาดเล็กลง เมื่ออยู่ห่างออกไปจากภูเขาไฟ ยกเว้น ยกเว้นหินพัมมิชและหินตะกอนภูเขาไฟ
2. แสดงชั้นหิน และชั้นหินเฉียงระดับ
3. อาจมีมวลธุลีภูเขาไฟแบบพอกพูน (accretionary lapilli) ซึ่งเกิดจากเกิดการพอกของเจ้าธุลีภูเขาไฟล้อมรอบวัตถุที่เป็ยก)

แหล่งสะสมลาฮาร์ (lahar deposit) หรือ โคลนหลากภูเขาไฟ (volcanic mudflow) เกิดในบริเวณที่มีการเอียงเทของภูเขาไฟ ส่วนใหญ่เกิดจากการที่ฝนตกหนักในบริเวณ เทพราซึ่งประกอบด้วยเจ้าธุลีภูเขาไฟเป็นส่วนมาก หรือเกิดจากเจ้าธุลีภูเขาไฟตกลงไปในทะเลสาบภูเขาไฟ ปรากฏการณ์เช่นนี้ทำให้เจ้าธุลีภูเขาไฟและน้ำ ล้นทะเลสาบและไหลออกไป เทพราที่ไหลไปจะสะสมตัวใหม่ให้แหล่งสะสมลาฮาร์หรือโคลนหลากภูเขาไฟ การสะสมตัวแบบนี้แสดงลักษณะที่มีเมทริกซ์เป็นส่วนใหญ่และไม่มีการคัดขนาด

หินทรายรูปหมอน (Hyaloclastite) และ หินกรวดเหลี่ยมรูปหมอน (pillow breccia) ที่เกิดจากการไหลของลาวาลงน้ำหรือในน้ำ ซึ่งทำให้เกิดการระเบิด เนื่องจากหินหนืดสัมผัสกับน้ำเย็น และการแตกของส่วนที่เย็นตัวอย่างรวดเร็ว ผลที่ได้ก็คือเศษหินอัดนี้ลักษณะเป็นเหลี่ยม ซึ่งมีขนาดต่าง ๆ กัน เศษหินเหล่านี้อาจจะสะสมตัวกันให้หินทรายรูปหมอน (ขนาดเศษหินน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) และ/หรือ หินกรวดเหลี่ยมรูปหมอน (ขนาดเศษหินมากกว่า 2 มิลลิเมตร) หินเหล่านี้มีลักษณะคล้ายหินกรวดเหลี่ยมตามรอยเลื่อน (fault breccia) มาก แต่เศษหิน (clasts) เหล่านี้มีเนื้อแก้ว (glassy) และมักเกิดร่วมกับลาวารูปหมอน (pillow lava)



เอกสารอ้างอิง
(REFERENCES)

- กรมทรัพยากรธรณี, 2548, คู่มือสำรวจธรณีวิทยาภาคสนาม, การฝึกอบรมการสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยาให้กับ
นักธรณีวิทยาระดับต้น, สำนักธรณีวิทยา, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ, 57 หน้า
- یینง ปัญจสวัสดิ์วงศ์, คู่มือสำรวจธรณีวิทยาภาคสนาม "หินอัคนี", ภาควิชาธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ราชบัณฑิตยสถาน, 2544, พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน, กรุงเทพฯ, อรุณการพิมพ์,
374 หน้า
- Bailey, E.B., Clough, C.t., Wright, W.B., Richey, J.E., and Wilson, G.V., 1924, Tertiary and post-
Tertiary geology of Mull, Loch Aline, and Oban; Memoirs of Geological Survey, Scotland, 445 p.
- Barker, D.S., 1983, Igneous Rocks: Prentice Hall Inc..
- Fisher, R.V., and Schmincke, H.-U., 1984, Pyroclastic Rocks, Springer – Verlag.
- Hall, A., 1987, Igneous Petrology : Longman Singapore Publishers Pte Ltd.
- Irvine, T.N., and Smith, C.H., 1967, The ultramafic rocks of the Mosko intrusion, North-west
Territories, Canada. In P.J. Wyllie (ed.) Ultramafic and related rocks, p. 34-49.
- Johnson, R.B., 1961, Patterns and origin of radial dike swarms Associated with West Spanish Peak and
Dike Mountain, South central Colorado; Geological Society of American Bulletin, v. 72, p. 579
– 590.
- Kingsley, L., 1931, Cauldron-subsidence of the Ossipee Mountains; American Journal of Science
(series 5) , v. 22,139 – 168.
- Knox, G.J., 1974, The structure and emplacement of the Rio Fortaleza centred acid complex, Ancash,
Peru; Journal of Geological Society of London, V. 130, p. 295-308.
- Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, J., Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmidt,
R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Wooley, A.R., and Zanettin, B., 1989, A classification of
igneous rock and glossary of terms: Blackwell Scientific Publications.
- MacKenzie, W.S., Donaldson, C.H., and Guildford, C., 1982, Atlas of igneous rocks and their textures:
Longman Group Ltd.
- McPhie, J., Doyle, M., and Allen, R., 1993, Volcanic Textures: Tasmanian Government Printing Office.
- Myers, J.S., 1975, Cauldron subsidence and fluidization: mechanism of intrusion of the Coastal Batholith
of Peru into its own volcanic ejecta: Geological Society of American Bulletin, v. 86, p. 1209-
1220.
- Pitcher, W.S., and Berger, A.R., 1972, The Geology of Donegal: a study of granite emplacement and
unroofing: Wiley-Interscience.
- Richey, J.E., 1932, Tertiary ring structures in Britain: Transactions if Geological Society of Glasgow, v.
19, p. 42-140.

ภาคผนวก

วิธีการจำแนกหินอัคนีในภาคสนามโดยสังเขป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การจำแนกหินอัคนีในภาคสนามโดยสังเขป

วิธีการจำแนก

1. พิจารณาสี

ดูสีเฉลี่ยทั้งก้อนเป็นหลัก ดูว่ามีสีเข้ม (mafic) หรือสีจาง (felsic) แล้วจึงบอกสีหลัก เช่น สีขาวอมเทา ขาวอมชมพู เขียวอ่อน เขียวแก่ ถ้าเป็นหินเนื้อดอก (porphyritic texture) ต้องบอกสีของแร่ดอก (phenocryst) และสีของแร่พื้น (groundmass) ด้วย

2. พิจารณาเนื้อหิน

พิจารณาดูเนื้อหินในลักษณะต่อไปนี้

- ถ้าเม็ดผลึกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง > 3 cm จะเรียกว่า เนื้อหยาบมาก (Pegmatitic texture)
- ถ้าเม็ดผลึกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง อยู่ระหว่าง 1 - 10 mm จะเรียกว่า เนื้อหยาบ (Phaneritic texture)
- ถ้าเม็ดผลึกไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จะเรียกว่า เนื้อละเอียด (Aphanitic texture)
- ถ้าเนื้อหินมีลักษณะเหมือนเนื้อแก้ว วาวเหมือนแก้ว ไม่มีผลึก มีรอยแตกแบบฝ่าหอย จะเรียกว่า เนื้อแก้ว (Glassy texture)
- ถ้าเนื้อหินมีลักษณะเป็นรูพรุน หรือเป็นโพรงฟองอากาศ จะเรียกว่า เนื้อฟองอากาศ (Vesicular texture)
- ถ้าเนื้อหินประกอบด้วยชิ้นส่วนของเศษหินหรือวัสดุแตกหักประกอบกัน จะเรียกว่า เนื้อชิ้นเศษหิน (Fragmental texture)

3. พิจารณาแร่ประกอบหิน

บอกชื่อแร่ประกอบหิน (Rock forming minerals) โดยทำการเรียงลำดับจากแร่ที่มีปริมาณมากไปหาน้อย ถ้าหินเป็นเนื้อดอก (porphyritic texture) ต้องบอกชนิดของแร่ดอก (phenocryst) และชนิดของแร่พื้น (groundmass) ด้วย

4. ระบุชื่อหิน

จากลักษณะต่าง ๆ ที่ได้จากขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น ให้เทียบกับตารางที่ 1 เพื่อระบุชื่อหินอัคนี ที่ทำการศึกษา

สี (Colour)		สีจาง (Light colour:)		สีเข้ม (Dark coloured)		
ส่วนประกอบ (Composition)		Biotite and/or Hornblende		Hornblende	Pyroxene, (Olivine)	Pyroxene, Olivine Amphibole
		K or Na feldspar		Na Ca plagioclase	Ca - rich plagioclase	ไม่มี Feldspar
		ไม่มี Quartz	มี Quartz	< 10 % Quartz	ไม่มี quartz	ไม่มี Quartz
เนื้อผลึกหยาบมาก (Pegmatitic)			pegmatite (เพคมาไทต์)			
เนื้อผลึกขนาด ปานกลาง (Phaneritic)	ผลึกขนาดเดียว (Nonporphyritic)	Syenite (ไซยาไนต์)	Granite (แกรนิต)	Diorite (ไดโอไรต์)	Gabbro Diabase (แกบโบร) (ไดอะเบส)	Peridotite (เพอริโดไทต์) Dunite (ดันไนท์) Pyroxenite (ไพโรกซีไนท์) Hornblendite (ฮอนเบลนด์ไท์)
	ผลึกสองขนาด (Porphyritic)	Syenite porphyry (ไซยาไนท์พอไฟร์)	Granite porphyry (แกรนิตพอไฟร์)	Diorite porphyry (ไดโอไรท์พอไฟร์)	Gabbro porphyry (แกบโบรพอไฟร์)	ในกรณีที่มีหินมีผลึก 2 ขนาด แต่มี Phenocryst น้อย (<25 %) ใช้คำว่า Porphyritic นำหน้าแทน เช่น
เนื้อผลึกละเอียด (Aphanitic)	ผลึกขนาดเดียว (Nonporphyritic)	Trachite (ทราไคท์)	Rhyolite (ไรโอไลต์)	Andesite (แอนดีไซต์)	Basalt (บะซอลท์)	Porphyritic granite, Porphyritic andesite เป็นต้น
	ผลึกสองขนาด (Porphyritic)	Trachite porphyry (ทราไคท์พอไฟร์)	Felsite Rhyolite porphyry (ไรโอไลต์พอไฟร์)	Felsite (เฟลไซต์) Andesite porphyry (แอนดีไซต์พอไฟร์)	Basalt porphyry (บะซอลท์พอไฟร์)	
เนื้อแก้ว (Glassy)		Obsidian (หินแก้วภูเขาไฟ)				
เนื้อเศษหิน (Fragmental)		Volcanic ash, (หินเถ้าภูเขาไฟ)	Tuff, (หินทัพ)	Volcanic breccia (หินเศษหินภูเขาไฟ)		
เนื้อฟองอากาศ (Vesicular)		Pumice (ทัมมิส)			Scoria (สกอร์เรีย)	

ตารางที่ 1 ตารางแสดงชนิดหินอัคนี (ตัดลอกจาก เอมอร์, 2538)