

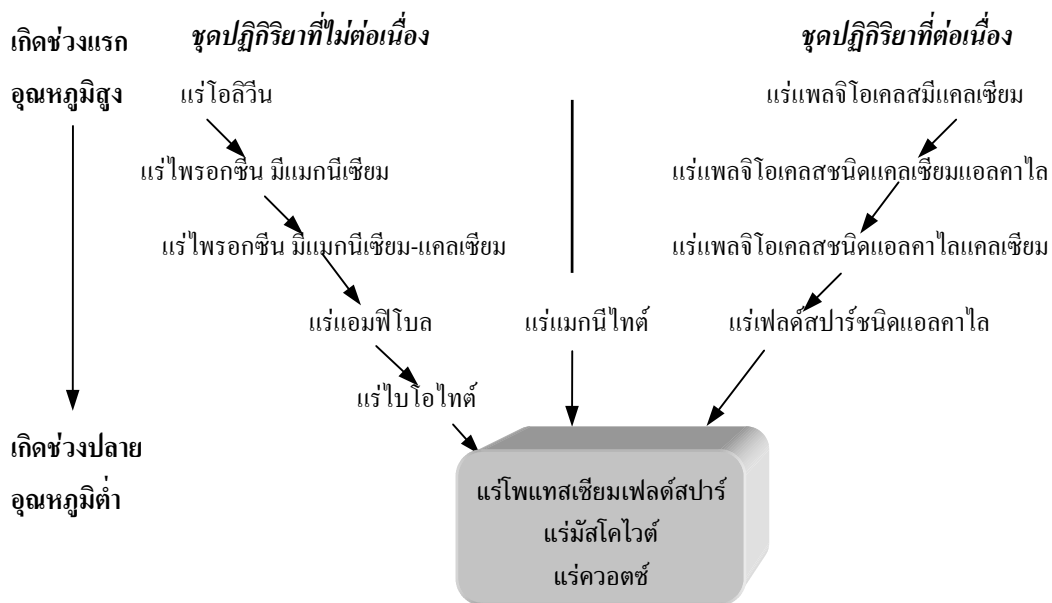
4.2 หินอัคนีและปรากฏการณ์ภูเขาไฟ

หินอัคนีเป็นหินที่แข็งตัวมาจากสถานะเดิมที่หลอมเหลว เราทราบมาแล้วว่าได้ลึกลงไปในโลกยังร้อนระอุ ซึ่งทั้งแร่และหินมากมายอยู่ในสภาวะหลอมเหลว เรียกว่า **หินหนืด** หินหนืดเหล่านี้มีขนาดเล็กหรือใหญ่ขึ้นกับปริมาณหินที่หลอมเหลวจมลึกอยู่ภายในโลก วัตถุหินหนืดบางครั้งก็พวยพุ่งสู่พื้นผิวโลก เช่น ลาวาไหลจากภูเขาไฟ วัสดุหลอมเหลวเหล่านี้ทะลักขึ้นมาบนพื้นโลก เรียกได้หลายชื่อว่า **หินปะทุ** (eruptive rock) หรือ **หินพุด** (extrusive rock) หรือ **หินภูเขาไฟ** (volcanic rock) ภายใต้อบบางสภาวะ หินหนืดไม่ได้ขึ้นมาบนผิวโลกอย่างเดียว แต่อาจมีแรงขับเคลื่อนให้ไหลไปทางอื่นหรือแทรกซอนเข้าไปในหินอื่นที่แข็งตัวอยู่ก่อน วัสดุหินที่แทรกซอนเหล่านี้ได้แข็งขึ้นและเกิดเป็น **หินอัคนีแทรกซอน** (intrusive rocks) หรือ **หินอัคนีระดับลึก** (plutonic rocks)

ดังนั้นหินอัคนีจึงอาจแยกออกจากหินตะกอนและหินแปรด้วยลักษณะของ เนื้อ โครงสร้าง แร่ประกอบและซากดึกดำบรรพ์แทบไม่หลงเหลืออยู่เลย หินอัคนีจึงจำแนกออกได้ตาม **รูปแบบการกำเนิดเนื้อหิน** และ **องค์ประกอบทางเคมี**

4.2.1 การตกผลึกของหินหนืด

โบเวน (Bowen) ได้ศึกษาปฏิกิริยาระหว่างผลึกกับของเหลวจากหินหนืดที่เย็นตัวลง เรียกว่า ชุดปฏิกิริยาของโบเวน ได้แสดงถึงบรรดาแร่ที่มีอุณหภูมิหลอมเหลวสูง ได้ตกผลึกจากหินหนืดเย็นตัวก่อนพวกที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ (ภาพที่ 4-8) การตกผลึกได้แยกออกเป็นสองสายคือ ชุดปฏิกิริยาไม่ต่อเนื่องกับชุดปฏิกิริยาต่อเนื่อง ในชุดปฏิกิริยาไม่ต่อเนื่อง มีการเปลี่ยนแปลงเพียงแร่ชนิดเดียวที่ไปสู่อีกแร่อีกชนิดหนึ่งที่อุณหภูมิหนึ่ง ส่วนการเปลี่ยนแปลงในชุดปฏิกิริยาต่อเนื่องเกิดขึ้นมาเป็นลำดับตลอดช่วงอุณหภูมิและให้แร่เฟลด์สปาร์ชนิด แพลจิโอเคลส เท่านั้น



ภาพที่ 4-8 ชุดปฏิกิริยาของ Bowen (จาก ดนุพล 2542)

4.2.2 การแทรกซอนของหินหนืด

หินหนืดแข็งตัวกลายเป็นหินแทรกซอนใต้ผิวโลก ยิ่งจมอยู่ลึกมากขึ้นเท่าใดหินแทรกซอนมีแนวโน้มเย็นตัวช้าลงมากเท่านั้น และพัฒนาเนื้อหยาบที่ประกอบด้วยผลึกแร่ขนาดค่อนข้างใหญ่ และในทางกลับกันก็เย็นตัวขึ้นอย่างรวดเร็วหากอยู่ใกล้ผิวโลก ใต้เนื้อหินเหล่านี้มีขนาดเล็กลง หินแทรกซอนเกิดได้ 2 แบบ คือ **การแทรกซอนร่วมแนว** (concordant intrusion) และ **การแทรกซอนไม่ร่วมแนว** (discordant intrusion)

(1) หินอัคนีแทรกซอนร่วมแนว

คือมวลหินอัคนีแทรกซอนขึ้นมาร่วมไปกับการวางตัวของโครงสร้างหินเดิม (ภาพที่ 4-9) ได้แก่ **พนักแทรกชั้น** (sill) เป็นหินอัคนีรูปร่างแผ่นกระดานแผ่กว้างออกส่วนใหญ่ทางแผ่นแนวราบแทรกในโครงสร้างร่วมแนว อยู่ระหว่างชั้นหินหรือชั้นบางของหิน มีความหนาหลายร้อยเมตร หากเกิดแรงอัดทำให้คดโค้งรีดขอบข้างและส่วนตรงกลางของพนักหนา เรียกว่า **หินอัคนีรูปเบียด** (phacolith)

หินอัคนีรูปเห็ด รูปร่างหินแทรกซอนมีทรงคล้ายเลนส์หรือเห็ด ใต้ผิวล่างค่อนข้างแบน และผิวส่วนบนโค้งหรือโหนกขึ้น ค่อนข้างหนาตรงศูนย์กลางและบางลงใกล้ขอบ

หินอัคนีรูปฝักบัว (lopolith) มีลักษณะเป็นแอ่งยาวกว่า 100 กิโลเมตร แทรกเข้าไปในโครงสร้างหินคดโค้ง

(2) หินอัคนีแทรกซอนไม่ร่วมแนว

คือมวลหินอัคนีแทรกซอนขึ้นมาตัดกับโครงสร้างหินท้องที่ ได้แก่

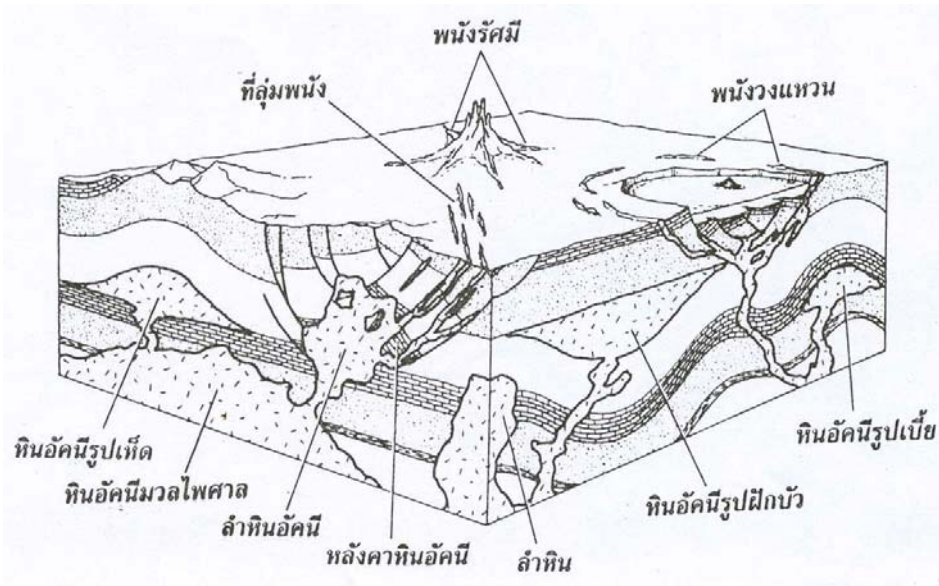
ลำหินภูเขาไฟ (volcanic neck) เกิดขึ้นเมื่อลาวาที่อุดตันในปล่องภูเขาไฟที่สงบ โผล่ให้เห็นขึ้น ภายหลังจากหินเดิมที่ล้อมอยู่รอบข้างได้กร่อนออกไป (ภาพที่ 4-10 ก) มักมีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1.6 กิโลเมตร อาจสูงตระหง่านเป็นยอดแหลมทรงกรวยหรือรูปแท่งของหินภูเขาไฟ

พนัก (dike) เป็นมวลรูปกระดานหรือคล้ายผนังของหินอัคนีที่ตัดขวางไม่ร่วมแนว โครงสร้างเดิม พนักแทรกมักเข้าไปตามรอยร้าวและรอยแตกของหิน จึงอาจมีความยาวตั้งแต่ไม่กี่เซนติเมตรจนถึงหลายกิโลเมตร มักเกิดใกล้กับอาณาเขตภูเขาไฟ หากชุดพนักวางตัวขนานกัน เรียกว่า **ที่ลุ่มพนัก** (dike swarm) และหากมีลักษณะแผ่เป็นรัศมี เรียกว่า **พนักรัศมี** (dike radii) และเป็นรูปวงคล้ายแหวน เรียกว่า **พนักวงแหวน** (dike ring)

หินอัคนีมวลไพศาล การแทรกซอนหินอัคนีที่มีขนาดมหึมา รูปทรงไม่แน่นอนและอาจครอบคลุมถึงหลายพันตารางกิโลเมตร รากเง้ายังลึกลงไปในโลก และมักมีขนาดใหญ่ตามความลึก

ลำหินอัคนี คล้ายกับหินอัคนีมวลไพศาล แต่คลุมพื้นที่น้อยกว่า 100 ตร.กม.

หลังคาหินอัคนี (roof pendant) คือมวลหินท้องที่ที่ยังลึกลงไปหินอัคนีมวลไพศาลหรือลำหินอัคนี และยังคงต่อเป็นผืนเดียวกับมวลหินท้องที่



ภาพที่ 4-9 การเกิดหินอัคนีในรูปแบบต่างๆ (จาก ดนุพล 2542)

4.2.3 ภูเขาไฟ

ภูเขาไฟ (volcano) คือช่องระบายของเปลือกโลกที่ทำให้หินหลอมเหลวและผลจากภูเขาไฟต่าง ๆ แทรกซอนผ่านขึ้นมาได้ ภูเขาไฟและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น **พุก๊าซ** (fumeroles) และ **พุน้ำร้อน** (hot spring) ล้วนเป็นปรากฏการณ์ที่น่าสนใจหนึ่งในบรรดากระบวนการทางธรณีวิทยาทั้งหลาย และรวมถึงปรากฏการณ์ที่ได้เกริ่นไว้ในตอนที่ผ่านมา

โดยทั่วไปภูเขาไฟมีรูปทรงกรวยที่เรียกว่า **ปากปล่องภูเขาไฟ** (crater) รูปกรวยอยู่นอกระยะปล่องภูเขาไฟ (ภาพที่ 4-10 ข) ได้ผ่านต่อลงไปทางลำปล่องหรือรางท่อถึงห้องโถ่งหินหนืดใต้โลก และในช่วงที่ปะทุ ไอ้ น้ำ ฝุ่น **เถ้าธุลีภูเขาไฟ** (ash) ก้อนหิน หินหลอมเหลว เรียกว่า **ลาวา** พวยพุ่งทะลุขึ้นจากปล่อง ซึ่งห้องโถ่งหินหนืดอยู่ลึกลงไปใต้ผิวโลกเป็นแอ่งที่บรรจุวัสดุหินหลอมเหลวร้อนระอุ ซึ่งอาจทั้งแทรกซอนสู่เปลือกโลกหรือปะทุขึ้นมาบนพื้นผิว มี 2 ลักษณะ คือ **ปะทุพ่น** (effusive) และ **ปะทุระเบิด** (explosive)

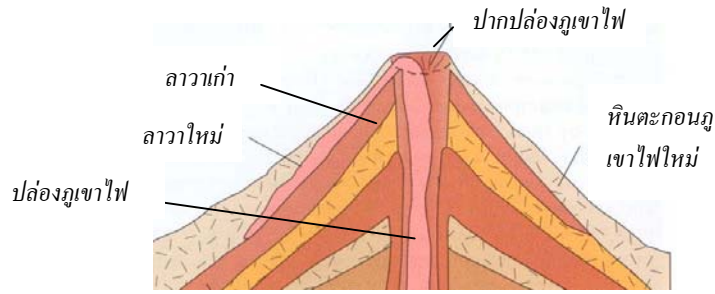
(1) การกระจายของภูเขาไฟ

ภูเขาไฟบนโลกปรากฏแออัดอยู่ในแดนหรือเขตภูมิศาสตร์ที่กำหนดชัดเจน เขตภูเขาไฟเหล่านี้ปรากฏแน่นหนาแน่นมากที่สุดในพื้นที่ภายในเปลือกโลกไม่เสถียรหรือย่านปรากฏการณ์ก่อเทือกเขา ในสมัยปัจจุบัน เรียกว่า **วงแหวนแห่งไฟ** (ring of fire) แบ่งออกได้สองแนวหลัก คือ **แนววงรอบแปซิฟิก** (circum-Pacific belt) และ **แนววงรอบเมดิเตอร์เรเนียน** (circum-Mediterranean belt) ซึ่งทั้งสองนี้มักเกิดร่วมกับรอยเลื่อนขนาดใหญ่หรือเขตรอยแตกบนเปลือกโลก (ภาพที่ 4-11)

แนววงรอบแปซิฟิกถือว่าสำคัญที่สุดในสองเขตหลัก ตั้งอยู่รอบมหาสมุทรแปซิฟิก เขตนี้ประกอบด้วยภูเขาไฟอเมริกาใต้และอเมริกากลาง อะลาสกา บรรดาหมู่เกาะญี่ปุ่น ไต้หวัน ฟิลิปปินส์



ก)

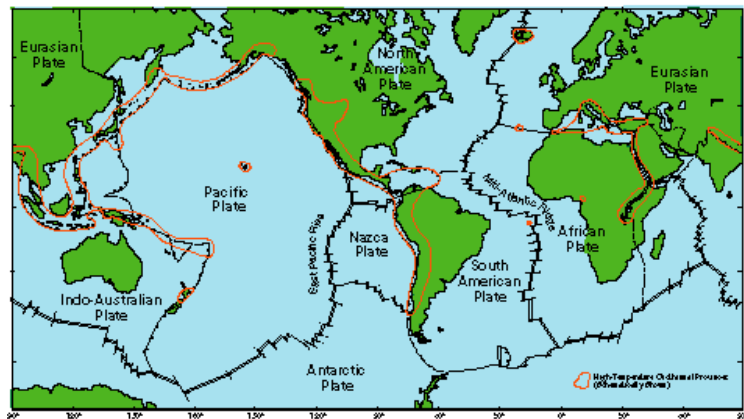


ข)

ภาพที่ 4-10 ก) โบสถ์วิหารสร้างขึ้นศตวรรษที่ 10 ตั้งอยู่บนลำหินภูเขาไฟเก่าสูง ประมาณ 83 เมตร ที่เมือง Le Puy ตอนใต้ประเทศฝรั่งเศส และ ข) ปล่องภูเขาไฟกับบรรดาวัสดุปกคลุมปล่องภูเขาไฟ

อิน โคนีเซีย และนิวซีแลนด์

ส่วนแนววงรอบเมดิเตอร์เรเนียนแผ่ขยายไปทางทิศตะวันออก-ตก ประกอบด้วยภูเขาไฟที่กลุ่มเมดิเตอร์เรเนียน อินเดียตะวันตก ฮาวายและอะซอร์ส (Azores) นอกจากนี้แนววงรอบทั้งสองนี้ ภูเขาไฟก็ยังมีตั้งอยู่ในมหาสมุทรแอตแลนติก แปซิฟิกและอินเดีย เกาะไอซ์แลนด์และในแอนตาร์กติก



ภาพที่ 4-11 อาณาเขตวงแหวนแห่งไฟบนแผ่นเปลือกโลก

(2) ปราบการณภูเขาไฟ

ดังได้เกริ่นไว้ข้างบนว่า ภูเขาไฟบางแห่งมีพลังขณะที่อื่นไม่ได้ปะทุภายในอดีตกาล เพื่อระบุให้ข้องเกี่ยวกับปรากฏการณ์ภูเขาไฟ จึงได้แบ่งออกเป็น **ภูเขาไฟมีพลัง** (active volcanoes) **ภูเขาไฟสงบ** (dormant volcanoes) และ **ภูเขาไฟดับสนิท** (extinct volcanoes) ภูเขาไฟที่อยู่ในสภาวะมีการปะทุอย่างต่อเนื่องหรือขาดหายไปเป็นช่วงให้จัดเป็นภูเขาไฟมีพลัง เช่น ภูเขาไฟเอ็ตนา (Etna) ในเกาะซิซิลี ตอนใต้ประเทศอิตาลี ส่วนภูเขาไฟที่ปัจจุบันไม่มีพลัง แต่ได้เคยปะทุขึ้นในอดีต เรียกว่า ภูเขาไฟสงบ เช่น ภูเขาไฟวิสุเวียสในอิตาลี ที่ได้ปะทุขึ้นและสงบมานานหลายศตวรรษ ส่วนภูเขาไฟที่ไม่มีมีการปะทุอีกในอดีตกาล เรียกว่า ภูเขาไฟดับสนิท ในประเทศไทยมีภูเขาไฟดับสนิทหลายแห่ง เช่นที่ อำเภอมะ

เกาะ จังหวัดลำปาง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ เช่น เขากระโดง เขาไปรบัด ภูอังคาร เขาพนมรุ้งอันเป็นที่ตั้งประสาทหินเขาพนมรุ้ง

4.2.4 ผลจากภูเขาไฟระเบิด

เมื่อภูเขาไฟปะทุได้พ่นวัสดุออกมาหลากหลาย ซึ่งอาจแปรผันได้ตั้งแต่เป็นแก๊สต่าง ๆ จนถึงเศษหินขนาดมหึมา หรืออยู่ในส่วนประกอบ 3 สถานะ คือ แก๊ส ของเหลว และของแข็ง

(1) แก๊ส

แก๊สที่พวยพุ่งออกมาจากภูเขาไฟส่วนใหญ่ประกอบด้วย ไออน้ำที่มีปริมาณหลากหลายของคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สไฮโดรเจน และคลอรีน ในช่วงมีการปะทุแก๊สที่เดือดลอยตัวผสมรวมกันเข้ากับฝุ่นภูเขาไฟปริมาณมาก และบ่อยครั้งที่พวยพุ่งจากปากปล่องภูเขาไฟมีกลุ่มควันดำโขมง ซึ่งอาจมองเห็นได้หลายกิโลเมตร เช่น ภูเขาไฟครากะต้ว (Krakatoa) ระเบิดเมื่อ พ.ศ. 2426 ที่ช่องแคบสุมาตรา ระหว่างเกาะชวา กับเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย

(2) ของเหลว

ของเหลวที่ได้จากภูเขาไฟคือ ลาวา ปริมาณของหินหลอมเหลวร้อนระอุ โดยทั่วไปลาวาปะทุจากปากปล่องบนยอดภูเขาไฟ แต่พบไม่บ่อยที่ลาวาได้แตกทะลักออกมาทางด้านข้างปล่องและเล็ดลอดออกมาตามรอยแตกที่ได้พัฒนาตัวมาตามเขตพังทลายง่าย

ในเหล่าบรรดาลาวามีสมบัติทางเคมีและทางกายภาพต่างกัน และสมบัติเหล่านี้อาจสะท้อนถึงรูปแบบภูเขาไฟปะทุ นอกจากนี้องค์ประกอบทางเคมีของลาวาก็มีอิทธิพลต่อความหนืด ซึ่งส่งผลกระทบต่ออัตราและระยะทางในการไหลหลาก และยังผลต่อถึงรูปทรงกรวยภูเขาไฟได้เช่นกัน และจะทำให้มีบางสิ่งบนโครงสร้างผิวของหินที่เกิดขึ้น เมื่อหินที่หลอมเหลวแข็งตัว (ภาพที่ 4-12 ก)

เนื่องจากลาวามีลักษณะต่างกัน นักธรณีวิทยาได้จำแนกพวกนี้ออกเป็นสภาพกรด สภาพด่างและสภาพกลาง ลาวาสภาพกรดมีปริมาณซิลิกาสูง (ร้อยละ 65-75) มักมีความหนืดสูงและปะทุบ่อย ลาวาสภาพด่างมีซิลิกาต่ำ (น้อยกว่าร้อยละ 50) ความหนืดน้อยและไม่ค่อยปะทุ เพราะแก๊สที่ละลายปนสามารถเล็ดลอดออกจากลาวาที่มีความเหลวมากกว่าได้ง่าย ลาวาสภาพกลางมีปริมาณซิลิกาอยู่ระหว่างสภาพกรดและด่าง ร้อยละ 50-60

องค์ประกอบของลาวาและวิธีการเย็นตัวลงและแข็งตัวบ่อยครั้งสะท้อนถึงโครงสร้างผิวของหิน บางครั้งลาวาทะลักขึ้นมามีแรงไม่พอ ทำให้ลาวาแข็งตัวรอบบ่อนั้นเกิดเป็น *ลาวากรวยสาดกระเซ็น* (spatter cone) (ภาพที่ 4-12 ค) เมื่อลาวาไหลไปบนพื้นผิวโลกมีการเย็นตัวลงและลดความดัน โดยยอมให้แก๊สที่กักอยู่เล็ดลอด แก๊สที่เล็ดลอดเหล่านี้ทำให้เกิดฟองอากาศ เมื่อลาวาเย็นตัวได้รูพรุนว่างเปล่า ลาวาปนกรวดภูเขาไฟแข็งขึ้น ประกอบด้วยรูรูขุมระมากมาย เรียกว่า *ตะกรันภูเขาไฟ* (scoria) หากผิวลาวาปกคลุมด้วยแท่งหนามแหลมของตะกรันภูเขาไฟ เรียกว่า *อาอา* (aa) และลาวาที่มีผิว

ค่อนข้างเรียบแบบคลื่นหรือผิวเกลียว เรียกว่า **ลาวาปาฮอยฮอย** (pahoehoe) ทั้งสองพจน์นี้มีกำเนิดมาจาก หมู่เกาะฮาวาย เป็นสถานที่พบแบบฉบับการเกิดขึ้นเป็นครั้งแรก (ภาพที่ 4-12 ข)



ก)



ข)



ค)

ภาพที่ 4-12 ก) การไหลหลากของลาวาชนิดปะฮอยฮอย
ข) ส่วนล่างเป็นหินลาวาหลากชนิด ปาฮอยฮอย ส่วนบนเป็นหินลาวาอาอา (จาก Murck *et al.*, 1988) และ ค) ลาวา กรวยสาดกระเซ็น สูงประมาณ 1 เมตร

(3) ของแข็ง

หินอัคนีฟู โดยทั่วไปพบในรูป **ลาวาหลาก** (lava flow) ตามธรรมชาติคล้ายแผ่นหินแบน อาจแผ่ปกคลุมได้หลายร้อยตารางกิโลเมตร และลึกเกือบกิโลเมตร ลาวาหลากเกิดร่วมกับภูเขาไฟและ ส่วนอื่นได้ไหลขึ้นมาตามรอยแตก มักแสดง **แนวแตกเสาเหลี่ยม** (columnar joint) (ภาพที่ 4-1 ก) และยังมี ก้อนขรุขระของตะกรันภูเขาไฟ นอกจากนี้วัสดุแข็งหลากหลาย ซึ่งอาจพ่นมาจากภูเขาไฟปะทุระเบิด และสสารนี้อาจมีขนาดตั้งแต่ฝุ่นละเอียดมากไปจนถึงก้อนหินมหึมาหนักหลายตัน หากของแข็งเหล่านี้ แข็งตัวขึ้นเป็นหิน เรียกว่า **ตะกอนภูเขาไฟ** (pyroclastic) และหากอนุภาคลาวาปลิวว่อนในอากาศ จับตัว กันขึ้นเป็น **เถ้าธุลีภูเขาไฟ** (volcanic ash) (ภาพที่ 4-13 ก) **ฝุ่นภูเขาไฟ** จนถึงก้อนวัตร่วน เรียกว่า **ชิ้น ส่วนภูเขาไฟ** (tephra) ซึ่งลาวาแข็งได้หมุนควงแหวกอากาศ มีลักษณะวัตถุทรงกลมหรือยาวรีคล้ายลูก สาลี ขนาดใหญ่กว่า 64 มม. เรียกว่า **บอมบ์ภูเขาไฟ** (volcanic bomb) พบกระจัดกระจายตามเชิงเขาในภาค อีสานตอนใต้ของประเทศไทย เช่น เขาพนมรุ้ง เขากระโดง ภูอังคาร จังหวัดบุรีรัมย์ (ภาพที่ 4-13 ค) และ หากมีลักษณะสะเก็ดเหลี่ยม เรียกว่า **บล็อกภูเขาไฟ** (volcanic block) หากมีขนาดประมาณ 2-64 มม. เรียก ว่า **มูลภูเขาไฟ** (lapilli) (ภาพที่ 4.13 ข) และเป็นเนื้อแก้วชนิดต่าง เรียกว่า **กรวดภูเขาไฟ** (volcanic cinder)



ก)



ข)



ค)

ภาพที่ 4-13 ก) แก้วรฐิติภูเขาไฟ ข) มุลภูเขาไฟ (จาก Murck *et al.*, 1988) และ ค) บอมบ์ภูเขาไฟ ที่ภู้องค์การจังหวัดบุรีรัมย์

4.2.5 ภูมิลักษณะจากปรากฏการณ์ภูเขาไฟ

ปรากฏการณ์ภูเขาไฟและการปะทุของลาวายังผลให้เกิดภูมิลักษณะหลัก 4 แบบคือ ที่ราบสูงบะซอลต์หรือที่ราบลาวา เทือกเขาภูเขาไฟ ก้อนกรวดภูเขาไฟและแอ่งภูเขาไฟรูปกระเจด (caldera)

(1) ที่ราบสูงบะซอลต์หรือที่ราบลาวา (Plateau basalt or lava plain)

เกิดจากการปะทุลาวามหาศาลขึ้นมาตามรอยแตกและไหลแผ่ซ่านเป็นชั้นเหนือพื้นผิวโลก กลายเป็นที่ราบบะซอลต์กว้างไพศาล มีการสะสมหนา บางแห่งหนากว่า 1000 เมตร เช่น ที่ราบสูงแม่น้ำโคลัมเบีย ปกคลุมหลายมลรัฐในตะวันตกเฉียงเหนืออเมริกา (ภาพที่ 4-14) ที่ราบสูงเดคคาน (Deccan plateau) ของอินเดีย และที่ราบสูงปาราน (Parana) ในทวีปอเมริกาใต้



ภาพที่ 4-14 ชั้นราบของบะซอลต์ที่ไหลปกคลุมที่ราบสูงแม่น้ำโคลัมเบีย สหรัฐอเมริกา (จาก De Blij and Muller, 1996)

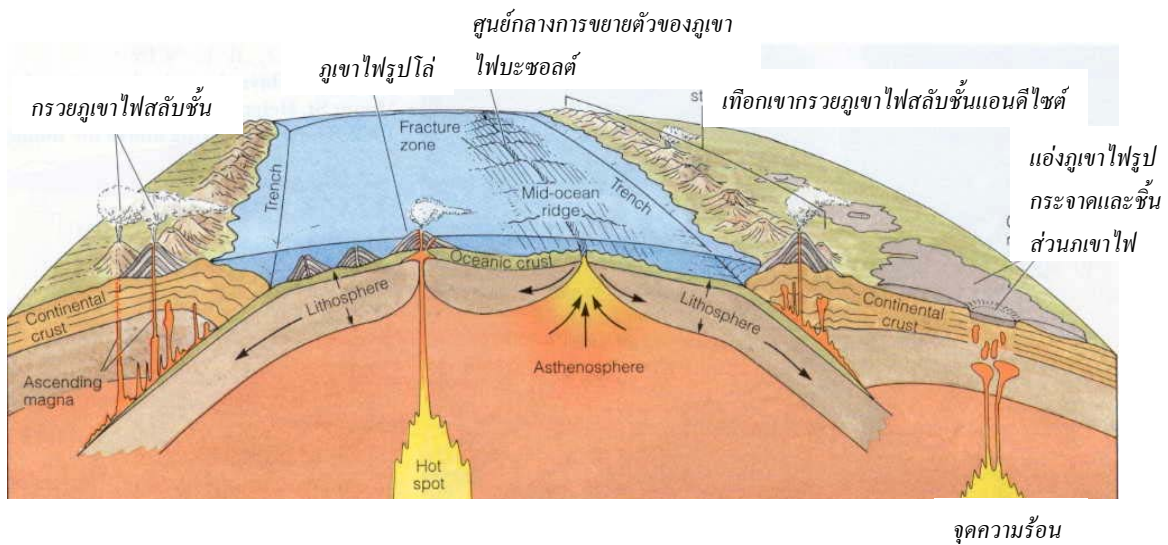
(2) เทือกภูเขาไฟ

เทือกเขาเหล่านี้ประกอบด้วย ผลผลิตภูเขาไฟที่ปะทุออกจากกลางปล่องและจำแนกออกเป็นกรวยภูเขาไฟระเบิดหรือ *กรวยกรวดภูเขาไฟ* (cinder cone) *กรวยภูเขาไฟสลับชั้น* (composite cone or composite volcano or stratovolcano) และ *โดมลาวาภูเขาไฟ* (lava dome) หรือ *กรวยลาวาภูเขาไฟ* (lava

cone) หรือ **ภูเขาไฟรูปโล่** (shield volcano)

กรวยภูเขาไฟระเบิดทั้งหลายเกิดขึ้นจากการปะทะระเบิดสลับต่อกันมาครั้งแล้วครั้งเล่า ชั้นเอียงของตะกอนภูเขาไฟทับถมรอบปากปล่องภูเขาไฟ ทำให้กรวยแบนนี้สูงกว่า 300 เมตร และมักเป็นผลจากการระเบิดภูเขาไฟเพียงครั้งเดียว

กรวยภูเขาไฟสลับชั้นเป็นภูเขาไฟที่มีความชัน ประกอบด้วยลาวาและวัสดุตะกอนภูเขาไฟที่ผุดงแบบผิวแผ่น เป็นหลักฐานแสดงถึงช่วงที่มีการสงบลงและการปะทะระเบิดสลับกัน ประกอบด้วยหินหนืดพวกแอนดีไซต์ที่แทรกซอนขึ้นมาจากเปลือกโลก (ภาพที่ 4-15) เช่น ภูเขาไฟวิสุเวียส ในอิตาลี และฟูจิยามาในญี่ปุ่น (ภาพที่ 4-16 ก)



ภาพที่ 4-15 หินหนืดที่แทรกขึ้นมาทำให้เกิดปรากฏการณ์ภูเขาไฟชนิดรูปโล่และสลับชั้น

(จาก Murck *et al.*, 1997)

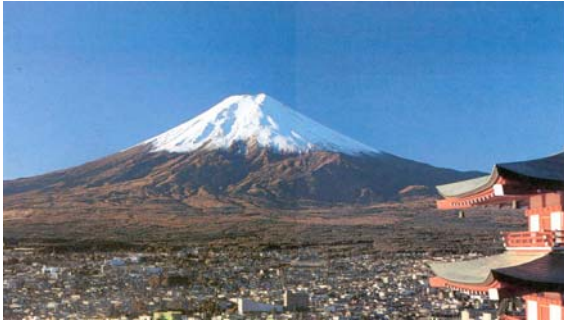
(3) ปากปล่องภูเขาไฟ

คือที่ลุ่มรูปปล่องบนยอดภูเขาไฟทะลุไปถึงใจกลางที่เกิดการระเบิดขึ้น ปากปล่องส่วนมากเกิดมาจากผลของปรากฏการณ์ภูเขาไฟระเบิด และเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ควรเกิน 1.5 กิโลเมตร หรือมีความลึกเกินกว่าร้อยเมตร

โคลลาวาภูเขาไฟหรือภูเขาไฟรูปโล่กว้างไพศาล มีความลาดน้อย ลักษณะแสดงผิวบนนูนมนน้อย ภูเขาไฟชนิดนี้ประกอบด้วยหินหนืดบะซอลต์หลากชนิดที่คลุกเคล้ากันมาก เกิดจากกลางปล่องหรือปะทุออกมาด้านข้างผ่านรอยแตก ขึ้นมาจากชั้นเนื้อโลก ได้แก่ ภูเขาไฟลูกใหญ่ของเกาะฮาวาย

(4) แอ่งภูเขาไฟรูปกระจาด

เกือบเป็นรูปวงกลม ที่ลุ่มรูปแอ่งอยู่บนยอดภูเขาไฟและใหญ่กว่าปล่องภูเขาไฟมาก มีด้วยกัน 2 ชนิด คือ ชนิดแรกเป็นผลพวงมาจากปรากฏการณ์ระเบิดและอีกชนิดเป็นผลจากการยุบตัวหรือจม



ก)



ข)

ภาพที่ 4-16 ก) ภูเขาไฟฟูจิยามาที่สงบ (จาก De Blij & Muller, 1996) และ ข) ภูเขาไฟรูปโล่ในฮาวาย (จาก Plummer & McGary, 1988)

ตัวลง แอ่งภูเขาไฟรูปกระเจาดชนิดระเบิดมาจากผลของการระเบิดภูเขาไฟอย่างรุนแรง ทำให้ปริมาณหินมหาศาลเคลื่อนย้าย แอ่งภูเขาไฟรูปกระเจาดที่ยุบตัวหรือจมตัวลงเป็นผลจากที่ส่วนบนของภูเขาไฟยุบตัวลง เนื่องจากหินหนืดที่พุ่งไว้ได้อ่อนตัวลงทันควัน เชื่อว่าแอ่งภูเขาไฟรูปกระเจาดอาจเกิดจากทั้งผลการระเบิดและยุบตัวลงก็ได้ และนานวันมีน้ำขังก็กลายมาเป็นทะเลสาบ (ภาพที่ 4-17)



ภาพที่ 4-17 ทะเลสาบโอริกอน อยู่ในแอ่งภูเขาไฟรูปกระเจาด ที่กว้าง 8 กิโลเมตร บนยอดภูเขาไฟสลับชั้น (จาก Murck *et al.*, 1997)

4.2.6 พุแก๊ส พุน้ำร้อนและพุน้ำร้อนไกเซอร์

ปรากฏการณ์บางอย่างซึ่งได้เกิดขึ้นร่วมกันในพื้นที่ที่มีปรากฏการณ์ภูเขาไฟหรือปรากฏการณ์หินอัคนีอื่น ได้แก่ พุแก๊ส (fumarole) พุน้ำร้อน (hot spring) พุน้ำร้อนไกเซอร์ (geyser) มีรายละเอียดดังนี้

(1) พุแก๊ส

คือแก๊สและไอน้ำร้อนที่พวยพุ่งออกมาตามปล่องหรือรอยร้าวพื้นผิวโลก พุแก๊สบางแห่งในอิตาลีและนิวซีแลนด์มีปริมาณเพียงพอแก่การนำไปปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ส่วนพุแก๊สที่มีลักษณะแก๊สกำมะถันพุ่งกระจายมาก เรียกว่า **พุแก๊สไข่ม้วน** (solfataras)

(2) พุน้ำร้อน

เกิดจากน้ำใต้ดินที่ไหลไปกระทบกับมวลขนาดใหญ่ของหินหนืดที่ยังร้อนระอุอยู่และอยู่ใกล้ผิวดิน และมักมีรอยเลื่อนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ในประเทศไทยพุน้ำร้อนพบมากในภาคเหนือและภาคใต้ หลายแห่งพัฒนาขึ้นมาเป็นแหล่งท่องเที่ยวและสถานที่อาบน้ำร้อนเพื่อสุขภาพ บ่อน้ำร้อนในประเทศไทยที่มีชื่อ เช่น ที่อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่หาดส้มแป้น จังหวัดระนอง ที่โป่งกระทิง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี บ่อน้ำร้อนรัตนโกสีย์ อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี สระมรกต อำเภอลองท่อม จังหวัดกระบี่ และ วัดเขาชัยสน อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง เป็นต้น

(3) พุน้ำร้อนไกเซอร์

เป็นพุน้ำชนิดพิเศษที่มีน้ำร้อนและไอน้ำร้อนพุ่งขึ้นเป็นลำสูงเป็นช่วงๆ เกิดขึ้นในพื้นที่มีอุณหภูมิพื้นดินสูงผิดปกติ และมีรอยแตกเป็นแนวแคบยาวคล้ายกับที่เกิดในหินต่างๆ น้ำใต้ดินอยู่ลึกลงไปตามรอยแตกเหล่านี้มีความร้อนจนอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือดของน้ำ อาจเนื่องด้วยมีแรงดันขับให้น้ำขึ้นสู่ข้างบน น้ำขึ้นมาจึงมีความร้อนระอุและเดือด เรียกว่า *โป่งเดือด* เช่น ป่าแป้ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และหากมีแรงดันสูงมากก็เป็นสาเหตุให้น้ำที่ร้อนอยู่ข้างบนพุ่งขึ้นสูง และเมื่อหมดแรงดันก็หยุดชั่วขณะรอจนมีแรงดันพอก็พุ่งขึ้นมาใหม่สลับเป็นช่วงตลอดไป พบว่ามีพุน้ำร้อนไกเซอร์ร่อยกว่าแห่ง ที่มีชื่อเสียงได้แก่ อุทยานแห่งชาติ Yellow Stone มลรัฐไวโอมิง สหรัฐอเมริกา ไอซ์แลนด์ (ภาพที่ 4-18 ข) เกาะตอนเหนือของนิวซีแลนด์ และญี่ปุ่น



ก)



ข)

ภาพที่ 4-18 พุน้ำร้อนไกเซอร์ที่ ก) เยลโลสโตน และ ข) ไอซ์แลนด์ (จาก De Blij and Muller, 1996)

4.2.7 เนื้อหินอัคนี

คือลักษณะทางกายภาพของหินอัคนีที่ได้รับอิทธิพลมาจากอัตราการเย็นตัวหรือการตกผลึกของหินหนืด อันได้แก่ รูปทรง ขนาด และการจัดเรียงตัวกันแร่ซิลิเกต หินที่มีเม็ดแร่ขนาดใหญ่พอเห็นและระบุได้ด้วยตาเปล่า เรียกว่ามี *เนื้อเม็ด* (granular texture) หรือ *เนื้อทรรสน์* (phaneritic) เช่น หิน

แกรนิต (granite) แต่ถ้าเม็ดแร่ในหินเล็กจนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เรียกว่า **เนื้อจืด** (aphanitic) ส่วน **หินเนื้อแก้ว** (glassy texture) เกิดจากการเย็นตัวลงอย่างฉับพลัน จนแร่ไม่มีเวลาดกผลึก เช่น หินออบซิเดียน (obsidian) และหากหินหนืดมีแก๊สหลุดเล็กตลอดออกมาจนเกิดเป็น **โพรงขำย** (vesicular) และรูนั้นมีแร่เข้าไปอุดอยู่ เรียกว่า **ฟองในหิน** (amygdale or amygdule) เช่น หินบะซอลต์ (ภาพที่ 4-9 ก) หินอัคนีบางชนิดปรากฏว่ามีเนื้อผสมกัน เรียกว่า **เนื้อดอก** (porphyritic) และลักษณะผลึกที่ค่อนข้างใหญ่ เรียกว่า **แร่ดอก** (phenocryst) ที่รายล้อมด้วย **เนื้อพื้น** ของผลึกขนาดเล็กกว่า (ภาพที่ 4-9 ข) หินเนื้อดอกเชื่อกันว่ามีการเย็นตัวและการแข็งตัวสองช่วง หินอัคนีแทรกซอนที่เย็นตัวลงด้วยอัตราที่ช้ามาก อาจประกอบขึ้นด้วยผลึกที่มีความยาวตั้งแต่หลายเซนติเมตรจนถึงหลายเมตร ทำให้ได้หินเนื้อหยาบที่ เรียกว่า **หินเพกมาไทต์** (pegmatite) (ภาพที่ 4-9 ค)



ก)



ข)



ค)

ภาพที่ 4-19 ก) เนื้อโพรงอุดด้วยโอลิวีนและสปิเนลในหินบะซอลต์ ข) เนื้อดอกมีเพลจีโอเคลสเป็นแร่ดอก ค) เพกมาไทต์

4.2.8 องค์ประกอบแร่ของหินอัคนี

ชนิดของหินอัคนีเกิดขึ้นมาจากหินหนืดและลาวา โดยมีพื้นฐานมาจากองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุหินที่หลอมเหลวมาก่อน แบ่งออก 2 กลุ่มหลักคือ

(1) หินอัคนีมีซิลิกาสูง

หินที่มีปริมาณซิลิกา (ควอตซ์) และโซเดียมเฟลด์สปาร์ เช่น แอลไบต์ (albite) หรือโอลิโกเคลสหรือทั้งสอง และโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์เช่น ออร์โทเคลส ไมโครไคลน์ สูง ถือว่าเป็น **แร่หลัก** ส่วนเหล็ก แมกนีเซียม และแคลเซียมค่อนข้างมีน้อย ถือว่าเป็น **แร่รอง** หินอัคนีนี้มักสีอ่อน และมีความถ่วงจำเพาะต่ำ ทำให้มีน้ำหนักเบา มักพบเห็นทั่วไปบนพื้นทวีป ได้แก่ หินแกรนิต หินไรโอไลต์ (rhyolite) และพัมมิซ (pumice)

(2) หินอัคนีมีซิลิกาต่ำ

หินอัคนีสีเข้ม ค่อนข้างหนัก ประกอบด้วยแร่ที่มีธาตุซิลิกาต่ำและปริมาณของธาตุเหล็ก-

แมกนีเซียมสูง เช่น ไบโอไทต์ โอลิวีน ไพรอกซีน และฮอร์นเบลนด์ กลุ่มหินนี้วางตัวอยู่ใต้กลุ่มหินมีซิลิกาสูงของเปลือกโลก และเชื่อว่าหินกลุ่มนี้ก่อให้เกิดหมู่เกาะภูเขาไฟส่วนมากและเกิดเป็นผืนส่วนใหญ่ของท้องมหาสมุทรลึก ได้แก่ หินแกบโบร (gabbro) และหินบะซอลต์ (basalt)

มีข้อสังเกตว่าหินอัคนีบางชนิดอาจมีการแปรเปลี่ยนในระหว่างหินอัคนีทั้งสองกลุ่มนี้ได้เช่นกัน จึงจัดให้อยู่ในกลุ่มหินอัคนีมีซิลิกาปานกลาง ได้แก่ หินไดออไรต์ (diorite) และ หินแอนดีไซต์ (andesite)

4.2.9 การจำแนกหินอัคนี

หินอัคนีจำแนกได้ตามตำแหน่งของหินหนืดเมื่อเทียบกับผิวโลก ได้ 2 ประเภท คือ หินอัคนีพุและหินอัคนีแทรกซอน

(1) หินอัคนีพุ

หินอัคนีพุเกิดจากหินหลอมเหลวได้แข็งตัวขึ้นภายหลังจากได้มีแรงขับเคลื่อนขึ้นมาบนผิวโลก หินเหล่านี้อาจทะลักออกมาจากปล่องภูเขาไฟหรือจากรอยแยกหรือรอยร้าวขนาดมหึมาในเปลือกโลก นอกจากนี้ลาวาเหลว อนุภาคของแข็ง อาทิเช่น เถ้าธุลีภูเขาไฟ ฝุ่นภูเขาไฟ และ บอมบ์ภูเขาไฟ ก็อาจปลิวว่อนออกมาในช่วงภูเขาไฟปะทุ

เมื่อหินหนืดขึ้นมาถึงผิวโลก จะสูญเสียแก๊สและประสบกับการเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้ผลึกงอกขึ้นและได้เนื้อจุลผลึก (microcrystalline) ซึ่งเป็นผลึกไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า หากเย็นตัวลงอย่างรวดเร็วจนไม่ปรากฏการตกผลึกก็ได้แก่ภูเขาไฟ หินอัคนีพุที่พบทั่วไป ได้แก่ **หินอัคนีสีอ่อน (felsite) หินบะซอลต์ หินพัมมิช (pumice) และ หินออบซิเดียน**

* หินอัคนีสีอ่อน

หมายถึงหินอัคนีเนื้อละเอียดมาก ไม่สามารถเห็นด้วยแว่นขยายกำลังธรรมดาได้ มีสีตั้งแต่สีขาว สีเทาอ่อนถึงปานกลาง หรือแรงด้วยสีชมพู แดง เขียว ม่วงหรือเหลือง หินนี้ประกอบด้วยแร่หลักคือ ควอตซ์ ออร์โทเคลสเฟลด์สปาร์ และไบโอไทต์ เช่นเดียวกับหินแกรนิต บางครั้งก็อาจหมายถึง **หินไรโอไลต์ (rhyolite) และ หินแทรไคต์ (trachyte)** นั่นเอง

* หินบะซอลต์

เป็นหินที่แพร่กระจายมากที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง มีสีเทาเข้ม เขียวเข้ม น้ำตาลหรือดำและหนักอึ้ง มีเนื้อละเอียดและแร่ประกอบเบื้องต้น ได้แก่ ไพรอกซีน แพลจิโอเคลสเฟลด์สปาร์ ในบางครั้งก็เป็นโอลิวีน (ภาพที่ 4-6 ก) ในบางครั้งหินบะซอลต์มีช่องว่างอากาศหรือโพรงอยู่จำนวนมาก (ภาพที่ 4-6 ข) แสดงถึงเดิมเป็นที่ฟองอากาศอยู่ หินรูปทรงลักษณะนี้ก็คือ ตะกรันภูเขาไฟ (ภาพที่ 4-6 ค) มักพบในลาวาหลากที่แข็งตัว เวลผ่านมารูพรุนหรือโพรงข่ายเหล่านี้อาจอุดตันด้วยแร่ชนิดต่าง ๆ อาทิเช่น ควอตซ์หรือแคลไซต์ โพรงข่ายที่อุดด้วยแรมักมีรูปทรงเม็ดถั่วลิสง เรียกว่า **ฟองในหิน (amygdales or**

amygdules) และหินบะซอลต์ที่มีฟองในหินอยู่มาก เรียกว่า หินบะซอลต์ฟองในหิน และบ่อยครั้งที่พบผลึกแร่ขนาดเล็กฝังในเนื้อหินเช่นนี้ หินบะซอลต์มักแสดง **แนวแตกเสาเหลี่ยม** (columnar jointing) เนื่องจากเย็นตัวและเกิดการหดตัวขึ้นและแยกตามแนวตั้งเกิด **โครงสร้างรูปเสาเหลี่ยม** เช่น วัดแสนต้อม อำเภอลำปาง จังหวัดตราด (ภาพที่ 4-6 ง) และสวนป่าแม่สิน-แม่พุง อำเภอลำปาง จังหวัดแพร่ เนื่องจากเป็นหินมีความแข็งพอสมควร จึงนำมาทำเป็นหินรองพื้นถนนและในงานก่อสร้างอื่น ๆ หินชนิดนี้พบในประเทศไทยแทบทุกภาคยกเว้นในภาคใต้



ก)



ข)



ค)



ง)

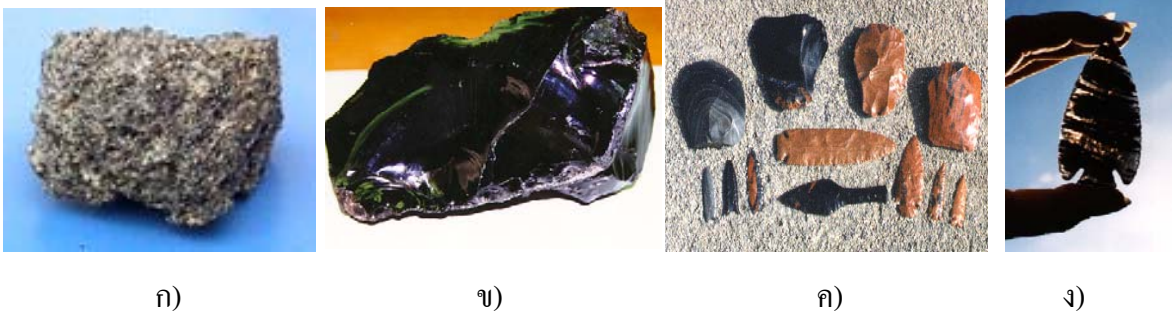
ภาพที่ 4-20 ก) แร่หลักประกอบในหินบะซอลต์ ข) หินบะซอลต์เนื้อโพรงข่าย ค) ตะกรันภูเขาไฟ ง) โครงสร้างรูปเสาเหลี่ยม

* หินพัมมิช

ลาวาที่แข็งตัวในขณะที่ไอร้อนและแก๊สต่าง ๆ ยังเป็นฟองอากาศเล็กรอดออกมา เรียกว่า หินพัมมิช เกิดจากก้อนภูเขาไฟที่เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว คู่อากาศลอยแยกและมีรูขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไป ทำให้หินปรากฏคล้ายฟองน้ำ (ภาพที่ 4-7 ก) มีน้ำหนักเบา เพราะผิวหน้าได้หุ้มปิดช่องว่างอากาศไว้มาก จึงสามารถลอยน้ำ บางครั้งจึงเรียกว่า หินลอยน้ำ ก้อนพัมมิชถูกพัดปลิวลงไปในทะเล ในช่วงปะทุของภูเขาไฟในหมู่เกาะรูปโค้ง และพัดลอยไปเป็นระยะทางไกลจากต้นแหล่ง เช่น หินพัมมิชที่พบตามหาดในภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ได้ลอยมาจากการปะทุของภูเขาไฟในฟิลิปปินส์ นำมาใช้ทำเป็นผงขัด ผสมในปูน ตัวทำความสะอาดและยางลบบางชนิด วัสดุก่อสร้างชนิดมวลรวมน้ำหนักเบา ในประเทศไทยพบเกิดร่วมกับหินเพอร์ไลต์ (perlite) แถวลำปาง จังหวัดลพบุรี

* หินอบซิเดียน

อาจเรียกได้อีกชื่อว่า แก้วภูเขาไฟ จัดเป็นหินอัคนีพูนเนื้อแก้ว ได้เย็นตัวอย่างรวดเร็วมาก จนไม่มีการก่อรูปผลึกที่แยกจากกันได้ สีดำหรือน้ำตาลแกมแดง ความวาวแบบแก้ว แสดงรอยแตกโค้งเว้ารูปฝ่าหอย ที่ขอบแหลมคม (ภาพที่ 4-7 ข) ด้วยเหตุนี้มนุษย์โบราณได้นำมาทำเป็นหัวลูกศร ปลายคมหอกมีด และเครื่องมือล่าสัตว์ (ภาพที่ 4-7 ค) ในประเทศไทยพบเกิดอยู่ร่วมกับหินเพอร์ไลต์เช่นกัน ส่วนใหญ่นำมาทำเป็นเครื่องประดับ (ภาพที่ 4-7 ง)



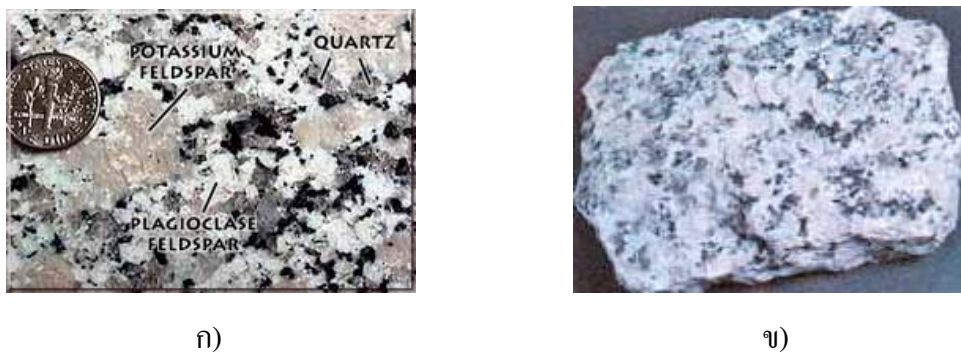
ภาพที่ 4-21 ก) หินพัมมิช ข) หินออบซิเดียน ค) อุปกรณ์ล่าสัตว์ของมนุษย์โบราณ ง) เครื่องประดับ (จาก ดนุพล 2546)

(2) หินอัคนีแทรกซอน

หินเหล่านี้แข็งตัวมาจากส่วนผสมของบรรดาแร่ที่หลอมเหลวอยู่ใต้ผิวโลก ยิ่งลึกมากเท่าใด หินแทรกซอนแนวโน้มน้ำเย็นตัวลงช้าและพัฒนาน้ำเนื้อหินหายาบ ประกอบด้วยผลึกแร่ขนาดค่อนข้างใหญ่ ตั้งแต่ 0.15 ถึง 1.50 ซม. (ภาพที่ 4-22 ก) ในทางกลับกันหากหินเหล่านี้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากขึ้นมาอยู่ใกล้ผิวโลก ก็จะได้เนื้อหินละเอียดกว่า เนื้อหินอัคนีจึงขึ้นกับรูปทรง ขนาด และการเรียงตัวของเม็ดแร่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นส่วนใหญ่ ผลจากการที่อนุภาคแร่ก่อตัวขึ้นในสภาพเบียดเสียดขัดเยียด จึงทำให้เม็ดแร่เหล่านี้มักมีขอบเป็นเหลี่ยมและไม่สม่ำเสมอ ขอบเรียบไว้วางชนิด ได้แก่ หินแกรนิต หินแกบโบร หินเพริโดไทต์ (peridotite) หินไซอีไนต์ (syenite)

* หินแกรนิต

หินแกรนิตพบทั่วไปมากที่สุด และเป็นหินแทรกซอนเนื้อหยาบที่คุ้นหูกัน (ภาพที่ 4-22 ข) มักเย็นตัวและแข็งตัวได้โลกที่ระดับความลึกมาก มักประกอบด้วย ควอตซ์และเฟลด์สปาร์ แทรกสลับด้วยไมกาหรือฮอร์นเบลนด์ แกรนิตจัดเป็นหินสีอ่อน ได้แก่ สีขาว เทา ชมพูหรือน้ำตาลแกมเหลือง มักแยกแต่ละเม็ดแร่ออกจากกันได้ง่าย ยึดต่อกันอย่างดี จึงทำให้เป็นหินแข็งและทนทาน ด้วยความคงทน และสามารถขัดมันเงาอยู่ได้นาน จึงนิยมนำมาทำเป็นหินประดับและอนุสาวรีย์ มักพบอยู่ในลักษณะเป็นลำหินอัคนี หินอัคนีรูปเห็ด และหินอัคนีมวลไพศาล



ภาพที่ 4-22 หินแกรนิต ก) แร่หลักที่ประกอบในหินแกรนิต ข) ก้อนตัวอย่างหินแกรนิต

* หินแกบโบร

เป็นหินอัคนีสีเข้มและมีน้ำหนัก ประกอบด้วยเฟลด์สปาร์และออลิซีน ไม่มีควอตซ์ และผลึกแร่มักสีเทาเข้ม สีเขียวเข้มหรือสีดำ (ภาพที่ 4-23 ก)

* หินเพริโดไทต์

หินที่มีแร่สีเข้มเด่น เรียกว่า หินเพริโดไทต์หรือไพรอกซีนิต (pyroxenite) สำหรับหินคิมเบอร์ไลต์ (kimberlite) จัดเป็นหินเพริโดไทต์ที่ประกอบด้วยส่วนผสมของแร่ไพรอกซีนกับโอลิวีน มีความสำคัญมากในแง่ที่พบว่ามีเพชรจำนวนมากเกิดอยู่ในหินชนิดนี้ โดยเฉพาะที่เมืองคิมเบอร์ลี (Kimberley) ในประเทศแอฟริกาใต้ (ภาพที่ 4-23 ข)

* หินไซอีไนต์

คล้ายกับหินแกรนิต แต่วิธีการเกิดยังเป็นปริศนาอยู่ และเป็นหินที่แทบไม่มีควอตซ์อยู่ ประกอบด้วยโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์อันดับแรกกับไมกาหรือฮอร์นเบลนด์ มักมีเนื้อเรียบและผลึกแร่มีขนาดเล็ก



ก)



ข)

ภาพที่ 4-23 ก) หินแกบโบร และ ข) หินคิมเบอร์ไลต์ ลูกศรสีแดงชี้คือเพชร

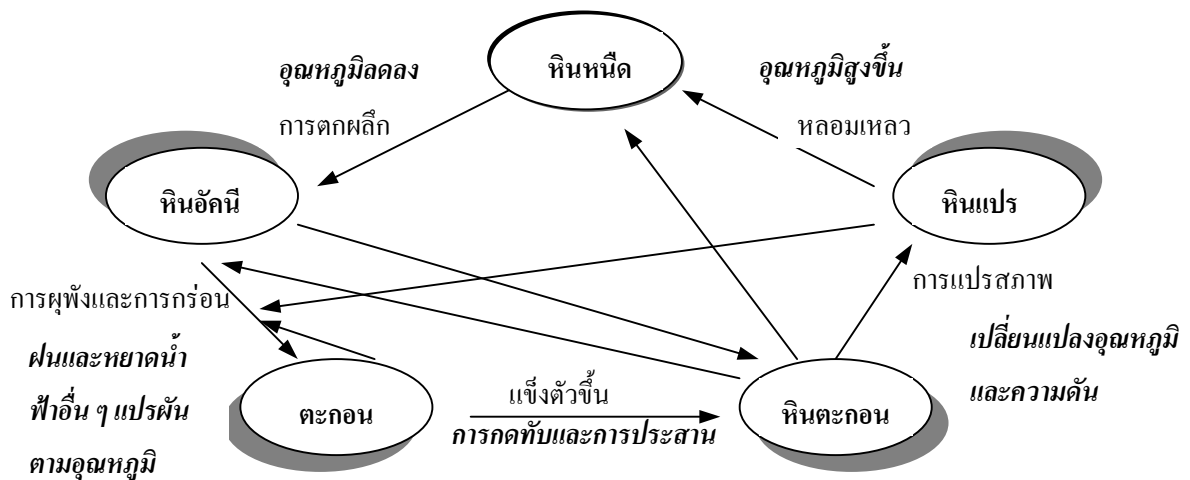
การจำแนกหินอัคนีให้มีความชัดเจนและถูกต้องนั้น ต้องบูรณาการความรู้ด้านองค์ประกอบแร่ ลักษณะเนื้อหินและสีหิน (ตารางที่ 4.2) การอาศัยลำพังเพียงปัจจัยเดียวไม่อาจวินิจฉัยหินอัคนีทุกชนิดได้อย่างถูกต้องถ่องแท้

4.2.10 วัฏจักรหิน

หินที่เกิดขึ้นบนโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะแวดล้อมที่มากกระทำต่อหินเหล่านั้น อาจทำให้เกิดการผุพังอยู่กับที่ และการกร่อน นอกจากนี้ก็ยังมีแรงธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการทางธรณีวิทยาอื่นอีก ล้วนยังผลให้หินมีการเปลี่ยนแปลงไปมาระหว่างหินทั้ง 3 วงศ์ คือ หินอัคนี หินตะกอนและหินแปร กระบวนการดังกล่าว เรียกว่า **วัฏจักรหิน** (rock cycle) และอาจมีการเปลี่ยนแปลงข้ามฟากและกลับไปมาได้เช่นกัน (ภาพที่ 4-24)

ตารางที่ 4.2 การจำแนกหินอัคนี (จาก ดนุพล 2542)

หินตะกอนภูเขาไฟ	หินอัคนี				กลุ่มตามกำเนิด		
สมานแน่น					โครงสร้างปกติ		
อย่างน้อยที่สุดเมตรร้อยละ 50 เป็นหินอัคนี	ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ ไมกา แร่สีเข้ม		เฟลด์สปาร์ แร่สีเข้ม	แร่สีเข้ม	องค์ประกอบ		
	ฤทธิ์เป็นกรด	ฤทธิ์เป็นกลาง	ฤทธิ์เป็นด่าง	ฤทธิ์ด่างจัด			
หินกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ (agglomerate) เม็ดมน	หินเพกมาไทต์ (pegmatite)			หินไพโรอกซิไนต์ (pyroxenite)	เม็ดหยาบมาก	ขนาดเม็ดที่โดดเด่น (มิลลิเมตร)	
หินกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ (volcanic breccia) เม็ดเหลี่ยม	หินแกรนิต (granite)	หินไดออไรต์ (diorite)	หินแกบโบร (gabbro)		เม็ดหยาบ		
หินทัฟฟ์ (tuff)			หินไรโอไลต์ (rhyolite)	หินแอนดีไซต์ (andesite)	หินโดโลไรต์ (dolorite)		เม็ดปานกลาง
หินทัฟฟ์เม็ดละเอียด	หินบะซอลต์ (basalt)	หินเพริโดไทต์ (peridotite)			เม็ดละเอียด		
หินทัฟฟ์เม็ดละเอียดมาก			เม็ดละเอียดมาก				
หินแก้วภูเขาไฟ					อัสฐานเนื้อแก้ว		



ภาพที่ 4-24 วัฏจักรหิน