

4.4 หินแปร

หินแปร (metamorphic rocks) คือหินที่ถือกำเนิดขึ้นภายในชั้นเปลือกโลก โดยเปลี่ยนแปลงมาจากหินเดิมที่อาจเป็นหินอัคนี หินตะกอน หรือหินแปรก็ได้ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดขึ้นในสถานะของแข็ง ไม่ผ่านการหลอมเหลว ด้วยผลจากอุณหภูมิสูง ความดันสูง หรือทั้ง 2 ประการ ในกระบวนการนี้อาจมีสารใหม่หรือไม่มีเพิ่มเข้าไปด้วยก็ได้

4.4.1 ผลกระทบและผลิตผลของการแปรสภาพ

การแปรสภาพ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของหิน (ตารางที่ 4.4) โดยเปลี่ยนเนื้อหิน โครงสร้าง และส่วนประกอบทางแร่ เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมภายในโลก ทั้งนี้ไม่รวมถึงการเปลี่ยนแปลงอันเป็นผลมาจากการผุพังบนพื้นผิวโลก การแปรสภาพมีผลทำให้เกิด

1. การเกิดผลึกใหม่ (recrystallization) การตกผลึกใหม่เพื่อให้ได้ขนาดที่หยาบกว่า ซึ่งจะเกิดขึ้นในหินที่ประกอบด้วยแร่ชนิดเดียว
2. การจัดเรียงตัวใหม่ (reorganization) การจัดส่วนประกอบของหินเดิมเพื่อให้ได้แร่ใหม่
3. การรวมตัวกันใหม่ (recombination) การรวมตัวของหินเดิมกับสารที่เพิ่มเข้าไปทำให้เกิดแร่ใหม่
4. การแทนที่ (replacement) การแทนที่แร่ในหินเดิมด้วยสารที่เพิ่มเข้าไปช่วงการแปรสภาพ
5. การบดของเม็ดแร่ (crushing and pulverization) แร่ในหินเดิมถูกบด ในกรณีที่เกิดรอยเลื่อน

หินแปรแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นมาได้ มักได้รับอิทธิพลส่วนหนึ่งมาจากหินเดิม (ตารางที่ 4.5) ซึ่งอาจทำให้สร้างภาพย้อนหลังไปได้ถึงสภาพแวดล้อมบริเวณนั้นได้เช่นกัน

ตารางที่ 4.5 หินอัคนีและหินตะกอนทั่วไปกับหินแปรที่ได้

หินเดิม	หินแปร
หินตะกอน	
หินทราย	หินควอร์ตไซต์ (quartzite)
หินดินดาน	หินชนวน (slate) หินไฟไลต์ (phyllite) หินชีสต์ (schist)
	หินฮอร์นเฟลส์ (hornfels)
หินปูน หินโดโลไมต์	หินอ่อน (marble)
ถ่านหินบิทูมินัส	แอนทราไซต์ แกรไฟต์
หินอัคนี	
หินอัคนีเนื้อทรอปส์	หินไนส์
หินอัคนีเนื้อจุณ	หินชีสต์

4.4.2 ชนิดของการแปรสภาพ

แบ่งได้เป็น *การแปรสภาพสัมผัส* (contact metamorphism) *การแปรสภาพบริเวณไพศาล* (regional metamorphism) *การแปรสภาพบด* (cataclastic metamorphism) และ *การแปรเปลี่ยนแบบน้ำร้อน* (hydrothermal alteration)

(1) การแปรสภาพสัมผัส

เป็น *การแปรสภาพเพราะความร้อน* (thermal metamorphism) นั้นเอง เกิดขึ้นเมื่อหินหนืดที่หลอมเหลวแผ่ซ่านเข้าไปในหินท้องที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ทำให้แร่ในหินเดิมเกิดผลึกใหม่ อาจมีผลึกแร่ชนิดใหม่หรือใหญ่ขึ้นกว่าเดิม และส่งผลต่อการแปรเปลี่ยนเนื้อหิน การแปรสภาพสัมผัสจะเกิดขึ้นรอบหินอัคนี เรียกว่า *ปริมาตรสัมผัส* (aureole) อาจมีอาณาเขตกว้างเพียงเซนติเมตร ไปจนถึงหลายกิโลเมตร ความกว้างของปริมาตรสัมผัสจึงขึ้นกับปัจจัยของความร้อนที่ได้รับ ของไหลที่ร้อน และชนิดของหินท้องที่ว่าจะยอมให้ความร้อนนี้ผ่านเข้าไปได้สะดวกหรือไม่ นอกจากนี้ลำดับแร่บางชนิดสามารถบ่งบอกการอยู่ห่างไกลได้ เช่น คอร์เดียไรต์ ไบโอไทต์ และคลอไรต์ หินแปรที่เกิดจากการแปรสภาพเช่นนี้มักจะให้หินที่ *ไม่เป็นริ้วขนาน* (unfoliated) เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ *หินอ่อน* เม็ดหยาบ *หินควอร์ตไซต์* และ *หินฮอร์นเฟลส์*

ตัวอย่างการแปรสภาพแบบนี้ เช่น หินอ่อน แลพหมู่เหมืองถ้ำทะลุ จังหวัดยะลา หินฮอร์นเฟลส์ที่น้ำตกโตนงาช้าง โขดหินริมหาดสมิหลา จังหวัดสงขลา (ภาพที่ 4-36) หินแปรที่เกิดจากหินปูนหรือหินดินดานเนือปนกับหินแกรนิต เรียกว่า *หินสการ์น* (skarn) ซึ่งเป็นแหล่งแร่เศรษฐกิจ ได้แก่ เหล็ก ดีบุก ทังสแตน ทองแดง และสังกะสี



ภาพที่ 4-36 โขดหินฮอร์นเฟลส์ที่คดโค้งริมหาดสมิหลา จังหวัดสงขลา

(2) การแปรสภาพบริเวณไพศาล

หรืออาจเรียกว่า *การแปรสภาพพลวัต* (dynamic metamorphism) ส่วนมากเกิดขึ้นบริเวณมุดตัวของแผ่นเปลือกโลก และเกิดหินอัคนีแทรกซอนขนาดมวลาไพศาลในช่วงการก่อเทือกเขา ความดันมหาศาลได้ทำให้ชั้นหินมีการคดโค้ง รอยแตก การเลื่อนและบดบี้ เป็นบริเวณกว้างขวางมากและได้เปลี่ยนแปลงแปรสภาพอย่างซับซ้อน ได้แก่ เทือกเขาสูงของโลก เช่น แอลป์ (Alps) หิมาลัย (Himalayas)

แอนดิส (Andes) แอปป์ลาเชียน (Appalachians) กลุ่มเทือกเขาตะวันตกของอเมริกาเหนือ (North American Cordillera) ซึ่งลักษณะเด่นของหินแปรบริเวณไพศาลมักจะเป็นชั้นบางหรือเป็นแถบลาย เรียกว่า **เป็นริ้วขนาน** อันเกิดจากความเค้นที่กระทำต่อหิน ทำให้เริ่มการจัดเรียงตัวตามทิศทางที่มีความดันน้อยที่สุด

หินแปรที่เกิดจากกระบวนการนี้มัก ได้แก่ หินชนวน ฟิลไลต์ หินชีสต์ หินไนส์ หินอ่อน ควอร์ตไซต์ และแอนทราไซต์ เป็นต้น ตัวอย่างสถานที่พบได้ บริเวณเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก

(3) การแปรสภาพ

เกิดจากการเคลื่อนที่ของหินตามรอยเลื่อนที่ความลึกหลายกิโลเมตร ทำให้หินแตกหัก เป็นเศษเม็ดและบดเป็นผงละเอียดตามแนวของรอยเลื่อน อาณาเขตการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบนี้อาจกว้างเป็นกิโลเมตร หินในเขตรอยเลื่อน จะอยู่ภายใต้อิทธิพลของความดันและความร้อนสูง อันเนื่องมาจากการเสียดสี บางครั้งเศษหินที่แตกอาจยึดออกไปตามทิศทางของการเคลื่อนที่ ได้แก่ **หินกรวดเหลี่ยมบด** (tectonic breccia) **ไมโลไนต์** (mylonite) เป็นต้น

(4) การแปรเปลี่ยนด้วยน้ำร้อน

เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากสารละลายด้วยความร้อน ในส่วนที่เหลือจากการเย็นตัวของหินหนืดหรือน้ำบาดาลที่ได้รับความร้อนมาจากหินอัคนีแทรกซอน ทำให้แร่บางชนิดแปรเปลี่ยนไปเป็นแร่อีกชนิดหนึ่ง เช่น

เฟลด์สปาร์	เปลี่ยนสภาพเป็น	เซอร์ไซต์ ไมกา หรือดินขาว
ฮอร์นเบลนด์	เปลี่ยนสภาพเป็น	คลอไรต์
โอลิวีน	เปลี่ยนสภาพเป็น	เซอร์เพนทีน

การเปลี่ยนสภาพแบบนี้มักจะเกิดการเติมหรือลดสารบางอย่างไปในตัวด้วย หรืออาจจะเกิดขึ้นได้ทั้ง 2 ประการ การแทนที่จะเกิดขึ้นพร้อมกับการสะสมตัวของสินแร่โลหะ

4.4.3 เนื้อหินแปรและการจำแนก

เนื้อหินแปรแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ คือ **เป็นริ้วขนาน** และ **ไม่เป็นริ้วขนาน** ซึ่งถือเป็นเกณฑ์หลักที่ใช้ในการจำแนกหินแปร (ตารางที่ 4.6)

(1) หินเป็นริ้วขนาน

คือลักษณะของเนื้อหินที่มีแร่เรียงตัวขนานกัน เป็นแนวไปตามทิศทางที่ตั้งฉากกับทิศทางที่แรงเค้นกระทำ เกิดลักษณะเป็นริ้วขนานมีอยู่ 3 ชนิดหลัก ได้แก่ **แนวแตกเรียบแบบหินชนวน** (slaty cleavage) **สภาพเรียงตัวแบบหินชีสต์** (schistosity) และ **สภาพเรียงตัวแบบหินไนส์** (gneissosity) หินที่มีลักษณะดังกล่าวได้อธิบายต่อไป

☼ หินชนวน

เป็นหินมีลักษณะเนื้อละเอียดมาก ผลึกแร่ตรวจไม่พบด้วยตาเปล่า แสดงแนวแตกเรียบแบบหินชนวน และกะเทาะออกเป็นแผ่นเรียบบางได้ง่าย มีได้หลากสีแต่มีสี เทา ดำ เขียว แดง (ภาพที่ 4-37 ก) มีประโยชน์ในการนำมาปูทำหลังคา กระดานดำ และทางเท้า

☼ หินชีสต์

มีเม็ดปานกลางถึงหยาบ เกิดขึ้นภายใต้ความดันมหาศาลกว่าหินชนวน ประกอบด้วยแร่ไมกาเป็นหลัก บางครั้งก็มี คลอไรต์ ทัลก์ แกรไฟต์ ฮีมาไทต์ เป็นต้น ที่เรียงตัวเกือบขนานกัน เรียกว่าแนวแตกแบบหินชีสต์ บ่อยครั้งที่ปริแยกออกตามชั้นหรือแผ่นบางซึ่งคดงอและแตกหักได้ง่าย เพื่อระบุชื่อหินให้ชัดเจน จึงเรียกแร่ที่เด่นมองเห็นบนผิวนำหน้า เช่น หินไมกาชีสต์ หินคลอไรต์ชีสต์ เป็นต้น (ภาพที่ 4-37 ข)

☼ หินฟิลไลต์

เป็นหินเม็ดละเอียดกว่าหินชีสต์ แต่หยาบกว่าหินชนวน ผิวนิวที่แตกใหม่จะมีลักษณะวาวแบบใหม่หรือเป็นมันเงา เนื่องจากมีแร่ไมกาเม็ดละเอียดอยู่ มักเปลี่ยนมาจากหินดินดาน ด้วยความดันมหาศาลกว่าที่หินชนวนได้รับ แต่ไม่รุนแรงกว่าที่เกิดกับหินชีสต์

☼ หินไนส์

เป็นหินลายเม็ดหยาบที่เกิดจากแปรสภาพอย่างรุนแรงมาก มีลักษณะแร่สีอ่อน เช่น ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ เรียงตัวเป็นแถบเป็นลายสลับกับแถบของแร่สีเข้ม เช่น แร่ไบโอไทต์ ฮอว์นเบลนด์ แถบมีการโค้งงอและบิดเบี้ยว เรียกว่า สภาพเรียงตัวแบบหินไนส์ (ภาพที่ 4-37 ค) หินบางก้อนก็ดูคล้ายหินชีสต์ หินนี้แะจะออกได้ยาก การเห็นเป็นแถบนั้นอาจบ่งถึงการปูดั้วชั้นหินของหินตะกอนเดิมมาก่อนหรืออาจมีสาเหตุจากการแปรเปลี่ยนของหินอัคนีเนื้อที่ประกอบด้วยแร่เฟลด์สปาร์และควอตซ์ เช่น หินแกรนิต



ภาพที่ 4-37 ก) หินชนวนสีเทาและสีแดง ข) หินคาร์เนตมัสโคไวต์ชีสต์ และ ค) หินไนส์

(2) หินไม่เป็นที่รีวชนาน

คือ ลักษณะของเนื้อหินที่มีเม็ดแร่ขนาดเท่ากัน ไม่มีการจัดเรียงตัว ทำให้เป็นเนื้อหินลักษณะสมานแน่น มักจะพบในหินที่ประกอบด้วยแร่ชนิดเดียวกัน เช่น หินควอร์ตไซต์ หินอ่อน หินฮอร์นเฟลส์ เป็นต้น

☼ หินควอร์ตไซต์

เป็นหินมีความคงทนมากที่สุดชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยมวลเนื้อผลึกของเม็ดทรายที่ขนาดใกล้เคียงกัน ประสานติดกันแน่นหนา เรียกว่า **เนื้อเม็ดแปร** (granoblastic) หากเกิดจากทรายแก้วบริสุทธิ์จะได้หินควอร์ตไซต์สีขาว แต่มักมีสิ่งเจือปนอาจยอมให้หินมีสีแดง เหลืองหรือน้ำตาล

☼ หินอ่อน

เป็นหินเนื้อผลึก ก่อนข้างเม็ดหยาบ แปรสภาพมาจากหินปูนและหินโดโลไมต์ เกิดจากการเกิดผลึกใหม่ ทำให้หลักฐานซากดึกดำบรรพ์หรือการปลิวตัวของหินบางอย่างที่พบบ่อยในหินปูนถูกทำลายไป หินอ่อนบริสุทธิ์มีสีขาว หากมีสิ่งเจือปนจะทำให้หินอ่อนมีได้หลายสี นำมาทำหินประดับและหินก่อสร้าง ตลอดจนแกะสลัก (ภาพที่ 4-38 ก)

☼ แอนทราไซต์

ปิโตรมัสส์ได้รับการกดทับ โคนงอและความร้อนอย่างมากก็ผันรูปไปสู่แอนทราไซต์ เพราะได้ประสบกับการเพิ่มคาร์บอนสูงสุด ภายในก็คงเหลือแต่องค์ประกอบด้วยคาร์บอนคงที่สูงและวัสดุสารระเหยได้ขับออกไปแทบหมดสิ้น มีน้ำหนักเบา ความมันวาวและบางครั้งสะท้อนแสงออกเป็นสีปีกแมลงทับ

☼ หินฮอร์นเฟลส์

คือหินที่มีลักษณะของเนื้อหินที่มีเม็ดแร่ละเอียดมาก มีขนาดเท่ากัน เรียกว่า **เนื้อละเอียด** (hornfelsic) ไม่มีการเรียงตัว ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า (ภาพที่ 4.38 ค)



ก)

ข)

ค)

ภาพที่ 4-38 ก) หินอ่อน ข) แอนทราไซต์ และ ค) หินฮอร์นเฟลส์

ตารางที่ 4.6 การจำแนกหินแปร (จาก ดนุพล 2542)

หินแปร		กลุ่มตามกำเนิด		
ร่วขนาน	สมานแน่น	โครงสร้างปกติ		
ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ ไมกา แร่สีเขียวเข้ม	ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ ไมกา แร่สีเข้ม คาร์บอนेट	องค์ประกอบ		
หินกรวดเหลี่ยมบด (tectonic breccia)		เม็ดหยาบมาก	60	ขนาดเม็ดที่โตเด่น (มิลลิเมตร)
หินมิกมาไทต์ (migmatite)		เม็ดหยาบ		
หินไนส์	หินฮอร์นเฟลด์	เม็ดปานกลาง		
หินชีสต์	หินอ่อน	เม็ดละเอียด		
หินฟิลไลต์	หินแกรนูลไลต์ (granulite)	เม็ดละเอียดมาก		
หินชนวน	หินควอร์ตไซต์	เนื้อแก้ว		
หินไมโลไนต์ (mylonite)		อัสฐาน		

เอกสารเรียบเรียงบทที่ 4

ดนุพล ตันนโยภาส (2542) หลักการธรณีวิศวกรรม พิมพ์ครั้งที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ดนุพล ตันนโยภาส (2544) แร่วิทยา พิมพ์ครั้งที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ดนุพล ตันนโยภาส (2545) วิทยาการโลก เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเรื่องการสอนธรณีวิทยา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ดนุพล ตันนโยภาส (2546) ศิลาวรรณานเบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2544) พิมพ์ครั้งที่ 1 ราชบัณฑิตยสถาน กรุงเทพฯ 384 หน้า

ธงชัย พึ่งรัมย์ (2531) ธรณีวิทยาทั่วไป พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ 530 หน้า

Compton R.R (1963) Manual of field geology, John Wiley & Sons, Sydney, 378 p.

De Blij H.J. and Muller P.O. (1996) Physical geography of the global environment, John Wiley & Sons, Singapore, 599 p.

Murck B.W., Skinner B.J. and Porter S.C. (1997) Dangerous earth; An introduction to geological hazards, John Wiley & Sons, Singapore, 300 p.

Plummer C.C. and McGary D. (1988) Physical geology, 4th ed., WM. C. Brown Publishers, 535 p.

ปูจวบที่ 4

4.1 ตอบคำถามที่เกี่ยวกับแร่ควอตซ์

ก) ประกอบด้วยธาตุอะไร

ข) สูตรทางเคมีเขียนว่าอย่างไร

ค) มีโครงสร้างซิลิเกตเป็นแบบชนิดใด

ง) ทำไมจึงพิจารณาว่าเป็นแร่

4.2 อธิบายความแตกต่างระหว่างพันธะแบบไอออนกับโควาเลนต์?

4.3 ทำอย่างไรจึงให้เฟลด์สปาร์แต่ละชนิดแตกต่างกันทางเคมี?

4.4 มาตรการความแข็งสัมพัทธ์ของโมร์ แร่ที่อ่อนที่สุดและแข็งที่สุดคือ?

4.5 แร่หลักที่ประกอบในหินปูนคือ?

4.6 สันฐานแร่คือพวกมีลักษณะอย่างไร? ได้แก่

4.7 ผิวหน้าเรียบของแร่บางชนิดสามารถชะออกได้เรียกว่าอะไร?

4.8 ท่านจำแนกแร่คู่ต่อไปนี้ออกจากกันบนพื้นฐานสมบัติกายภาพ

ก) เฟลด์สปาร์กับควอตซ์

ข) แอมฟีโบลกับไพรอกซีน

ค) มัสโคไวต์กับทัลก์

ง) ไพรอกซีนกับเฟลด์สปาร์

จ) แคลไซต์กับฟลูออไรต์

4.9 ทำไมหินหนืดสีเข้มแนวโน้มน่าจะขึ้นมาถึงพื้นผิวมากกว่าหินหนืดสีอ่อน

4.10 ถ้าหินบะซอลต์ได้หลอมละลายลำดับส่วน ท่านคาดว่าหินหนืดนั้นจะประกอบด้วยอะไร และอะไรตกค้างเป็นวัสดุแข็ง?

4.11 หินอะไรที่น่าจะเกิดได้ ถ้าหินหนืดนั้นมีส่วนประกอบภูเขาไฟที่ได้แข็งตัวในระดับความลึกหนึ่ง

4.12 ทำไมที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้เกิดหินหนืดขึ้นในเทือกเขากลางสมุทรมากกว่าในเปลือกโลกภาคพื้นทวีป?

4.13 แร่เฟลด์สปาร์ที่พบในหินแกรนิตกับในหินแกรนิตแตกต่างกันอย่างไร?

4.14 พนังกับพนังแทรกชั้นต่างกันอย่างไร?

4.15 หินอัลตราเมฟิกหรือหินอัคนีสีเข้มจัดเชื่อว่าเกิดขึ้นมาอย่างไร?

4.16 รอยระแหงโคลนบอกเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมการทับถมของหินตะกอนอย่างไร

4.17 ชั้นหินเรียงขนาดเกิดขึ้นมาได้อย่างไร?

- 4.18 แจกแจงอนุภาคตะกอนเศษหินเรียงลำดับไปหาขนาดเล็กลง?
- 4.19 อธิบายถึงต้นกำเนิดหินปูนต่างกัน 3 แบบ?
- 4.20 หินโคลโลไมต์มักเกิดขึ้นแบบใด?
- 4.21 ถ่านหินกำเนิดจากอะไร?
- 4.22 หินกรวดเหลี่ยมปรากฏขึ้นและกำเนิดแตกต่างจากหินกรวดมนอย่างไร?
- 4.23 วาดภาพการประสานกันของหินทราย
- 4.24 หมวดหินคืออะไร?
- 4.25 บอกชื่อหินตะกอนที่พบทั่วไป 3 ชื่อ
- 4.26 วาดภาพหนทางการวางชั้นเฉียงระดับมาทั้งสองแบบ
- 4.27 หินเกลือระเหยเกิดขึ้นได้อย่างไร? บอกชื่อชนิดหินดังกล่าวมาสักสองชื่อ
- 4.28 อธิบายพร้อมทั้งวาดรูปถึงการ โคลนเป็ยกอัดแน่นก่อนกลายเป็นหินดินดานได้อย่างไร?
- 4.29 ซากดึกดำบรรพ์มักพบในหินหมวดใดในภาคอีสาน
- 4.30 นอกจากพบซากโครงกระดูกดึกดำบรรพ์ในภาคอีสาน ยังมีหลักฐานใดอีกที่บ่งว่าเป็นไดโนเสาร์จริง
- 4.31 แหล่งความร้อนสำหรับการแปรสภาพคืออะไร
- 4.32 เนื้อหินของหินแปรบริเวณไพศาล หินแปรสัมผัสและหินแปรบดแตกต่างกันอย่างไร?
- 4.33 ทำไมจึงได้หินแปรชนิดที่มีความหลากหลายจากการรวมกันของสภาพแวดล้อมด้านความดันและอุณหภูมิในช่วงการแปรสภาพ?
- 4.34 ท่านจำแนกระหว่างหินคู่ต่อไปนี้ได้อย่างไร?
- ก) หินชีสต์กับหินไนส์
 - ข) หินชนวนกับหินฟิลไลต์
 - ค) หินควอร์ตไซต์กับหินอ่อน
 - ง) หินแกรนิตกับหินไนส์
- 4.35 การที่หินแปรบริเวณไพศาลได้แสดงถึงภัยพิบัติ เหตุใดผู้ก่อสร้างและวิศวกรควรคำนึงถึงด้วย
- 4.36 ทำไมการก่อสร้างด้วยก้อนหินควอร์ตไซต์จึงทนทานกว่าก้อนหินอ่อน?
- 4.37 ในอดีตกระดานเขียนหนังสือของคนไทย หรือกระเบื้องมุงหลังคามักนิยมทำจากหินชนิดใด?
- 4.38 แอนทราไซต์เป็นหินที่มีต้นกำเนิดมาจากหินอะไร?
- 4.39 หินแปรชนิดใด ที่เป็นตัวดัชนีบ่งบอกถึงการแปรสภาพสัมผัสได้เป็นอย่างดี
- 4.40 แหล่งแร่ที่เกิดจากอิทธิพลของการแปรสภาพแบบใด และเรียกหินที่มีสินแร่อยู่ว่าอะไร?
- 4.41 แผ่นหินแสดงถึงขอบเขตชีมาของอุโบสถนั้นบางแห่งทำมาจากหินแปรชนิดใด
- 4.42 หินทิ้งหน้าเขื่อนบางกลาง รัชชประภา แก่งกระจาน เป็นชนิดใด
- 4.43 บรรดาน้ำตกในภาคใต้เป็นหินชนิดใด

กิจกรรมเสริมความรู้บทที่ 4

- 4.1 เก็บรวบรวมหินชนิดต่างๆ บริเวณท้องถิ่นของท่าน และนำมาจำแนกตามสี ความแข็ง ความหนัก หรืออาจใช้หลักเกณฑ์ตามที่ได้เรียนรู้มาใช้
- 4.2 เข้าชมพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ เพื่อศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากที่อ่านในหนังสือ
- 4.3 เข้าชมการประกอบการทำเหมืองแร่ เช่น หน้าเหมือง โรงแต่งแร่
- 4.4 สร้างสวนหินจากบรรดาหินที่มีอยู่ในท้องถิ่นติดป้ายบอกชื่อและลักษณะที่สำคัญ เก็บจากใด
- 4.5 บันทึกหรือรวบรวมสื่อจากโทรทัศน์และแผ่นซีดีที่เกี่ยวข้องปรากฏการณ์หินวงศ์ต่างๆ
- 4.6 สังเกตแผ่นหินที่นำมาปูในอาคารต่างๆ ว่าเป็นหินอะไร
- 4.7 เยี่ยมชมวัดวาอาราม พิพิธภัณฑ์ต่างๆ ให้ตั้งข้อสังเกตว่า รูปปั้นแกะสลัก วัตถุภาชนะทำมาจากหินชนิดใด
- 4.8 ทดลองนำเกลือมาละลายน้ำแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกผลึก ปรากฏการณ์ของหินเกลือระเหยหรือไปชมการทำนาเกลือในท้องถิ่น หรือการทำเหมืองใต้ดินโพแทช
- 4.9 เยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์หรือพิพิธภัณฑ์ศิลปากร ให้ตั้งข้อสังเกตวัตถุของใช้โบราณที่ทำมาจากหิน หรือรูปแกะสลักหิน