

## บทที่ 4 หินตะกอน (SEDIMENTARY ROCKS)

หินที่มีอยู่บนพื้นผิวโลกไม่ว่าจะเป็นประเภทใดก็ตาม ย่อมเกิดการผุพังและถูกกัดกร่อนโดยธรรมชาติ ผลที่เกิดขึ้นทำให้หินแตกหักหรือหลุดออกเป็นตะกอนขนาดต่าง ๆ ตะกอนที่หลุดออกมาย่อมเกิดการสะสมตัวใหม่ อาจจะมีการสะสมตัวที่เดิมหรือเกิดการเคลื่อนย้ายไปสะสมที่แห่งใหม่ที่เหมาะกว่าก็ได้ โดยตัวการต่าง ๆ เช่น ทางน้ำ ธารน้ำแข็ง เป็นต้น เมื่อสะสมมากเข้าและตะกอนมีการเกาะหรือยึดตัวกันแน่นทำให้เกิดหินชั้นใหม่ หินที่เกิดขึ้นโดยกระบวนการดังกล่าวนี้เรียกว่าหินตะกอน นอกจากนี้หินตะกอนอาจเกิดจากแร่ที่เหลืออยู่ภายหลังที่มีการระเหยของน้ำไปเป็นจำนวนมากเช่น เกลือหิน หรือเกิดจากชิ้นส่วนของเปลือกหอยหรือส่วนแข็งของสัตว์โดยเฉพาะสัตว์ทะเลที่ไม่มีกระดูกสันหลัง

หินตะกอนโดยมากจะเป็นชั้น การตกสะสมของตะกอนเป็นชั้นเดียว ๆ หลายชั้นซ้อนกันตามลำดับและวางตัวขนานกับแนวระนาบ บริเวณผิวโลกจะมีหินตะกอนอยู่ประมาณ 75% แต่หินตะกอนจะมีปริมาตรเพียง 5% ของชั้นเปลือกโลกเท่านั้น (ดูรูปที่ 2.27 บทที่ 2)

### 4.1 การเกิดหินตะกอน

หินตะกอนเป็นหินที่เกิดบนผิวโลกหรือใกล้ผิวโลกที่ไม่ลึก ดังนั้นสภาพอุณหภูมิและความกดดันของการเกิดแร่หรือส่วนประกอบของหินตะกอน จึงเป็นสภาพอุณหภูมิและความกดดันต่ำของชั้นบรรยากาศ

4.1.1 การเกิดของตะกอน ตะกอนที่จะกลายมาเป็นหินตะกอนนั้นเกิดขึ้นได้ 2 แบบคือ

1. เกิดจากการผุพังและการกัดเซาะของหินเดิมทำให้มีรูปร่างตั้งแต่เป็นเหลี่ยมจนถึงค่อนข้างกลมมน และมีขนาดใหญ่จนถึงมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น เช่น กรวดทราย ซิลต์ เคลย์ ตะกอนชนิดนี้มีชื่อเรียกว่าตะกอนลิกกร้อน (detrital) และหินตะกอนที่

เกิดขึ้นจากตะกอนเหล่านี้เรียก หินตะกอนสีกร่อน (detrital sedimentary rocks)

2. เกิดขึ้นโดยกระบวนการเคมีทำให้เกิดการตกตะกอนของสารละลาย ในบางครั้งการถูกทำลายของหินเดิมอาจจะเป็นไปในลักษณะของการละลายคือเป็นสารละลาย สารละลายนี้เมื่ออยู่ในภาวะที่ถูกธรรมชาติควบคุมจนเป็นเหตุให้เกิดการระเหยของน้ำและมีการ ตกตะกอน เราเรียกตะกอนเหล่านี้ว่า ตะกอนเคมี (chemical deposits) เป็นอนินทรีย์วัตถุ และตะกอนที่แยกออกมาโดยวิธีนี้จะสะสมตัวกันขึ้นจนกลายเป็นหินตะกอน ชนิดหินตะกอนเคมี (chemical sedimentary rocks)

กระบวนการเคมีอาจเกิดขึ้นได้อีกอย่างคือ เกิดจากการสะสมตัวของอินทรีย์สาร โดย สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในทะเลจะนำสารละลายไปสร้างเซลล์ของมัน เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงไปก็จะสะสมตัวกันเป็นตะกอนเรียกว่าตะกอนชีวเคมี (biochemical deposits) และหินที่เกิดจากตะกอนนี้มีชื่อเรียกว่า หินตะกอนชีวเคมี (biochemical sedimentary rocks)

4.1.2 การตกตะกอน (sedimentation) การตกตะกอนจะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. แหล่งกำเนิดของตะกอนมาจากพื้นทวีป ตะกอนส่วนใหญ่ได้มาจากการ ผุพังของหินอัคนี แต่บางส่วนมาจากหินแปรและหินตะกอนด้วยตัวเอง โดยเกิดจากการกระทำ ของตัวการต่าง ๆ เช่น ทางน้ำ ธารน้ำแข็ง คลื่นและการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ทำให้ หินเกิดการแตกหักและสีกร่อนกลายเป็นตะกอนชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้ตะกอนยังได้มาจากโครง ร้างหรือซากของสิ่งมีชีวิต

2. วิธีการพัดพาตะกอน ตะกอนที่แตกหักออกมาจากแหล่งกำเนิดจะถูกพัด พาให้เคลื่อนที่จากแหล่งเดิมไปยังแหล่งใหม่ ตัวการที่สำคัญในการพัดพาคือ ทางน้ำ ธารน้ำแข็ง น้ำใต้ดิน คลื่น ลม และการเคลื่อนที่จากแรงดึงดูดของโลก วิธีการพัดพาตะกอนของตัวการ เหล่านี้จะกล่าวถึงในบทต่อไป

3. กระบวนการตกตะกอน เกิดขึ้นเมื่อตัวการต่าง ๆ ในการพัดพาหมด พลังงานลง ตะกอนสีกร่อนพวกมีขนาดใหญ่จะตกทับถมก่อน ส่วนตะกอนเคมีหรือตะกอนชีวเคมี การตกตะกอนจะมีกระบวนการเคมีเข้ามาเกี่ยวข้อง

การเรียกชื่อตะกอนบางครั้งก็เรียกตามสภาพแวดล้อมของบริเวณที่ตะกอน

มาตกทับถมกัน

4.1.3 **แร่ประกอบหินตะกอน** หินตะกอนก็เช่นเดียวกับหินอัคนี และหินแปรคือประกอบด้วยแร่ชนิดต่าง ๆ แต่ในหินตะกอนแร่ที่พบมากที่สุดคือ แร่ดินเหนียว แร่ควอร์ตซ์ แร่แคลไซต์ และแร่ชนิดอื่น ๆ อีก 2-3 ชนิดที่มีความสำคัญเฉพาะบริเวณนั้น

หินตะกอนบางชนิดประกอบด้วยแร่อย่างเดียวกันเกือบทั้งหมด เช่น หินปูนประกอบด้วยแร่แคลไซต์ หินทราย ประกอบด้วยแร่ควอร์ตซ์ แต่อย่างไรก็ตามในหินปูนก็ยังมีแร่ดินเหนียว แร่ควอร์ตซ์ปน หรือในหินทรายก็มีแร่แคลไซต์ แร่โดโลไมต์หรือเหล็กออกไซด์ ซึ่งเป็นสารซีเมนต์ปนอยู่ ดังนั้นเรากล่าวได้ว่าหินตะกอนส่วนใหญ่เป็นส่วนผสมของแร่ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป

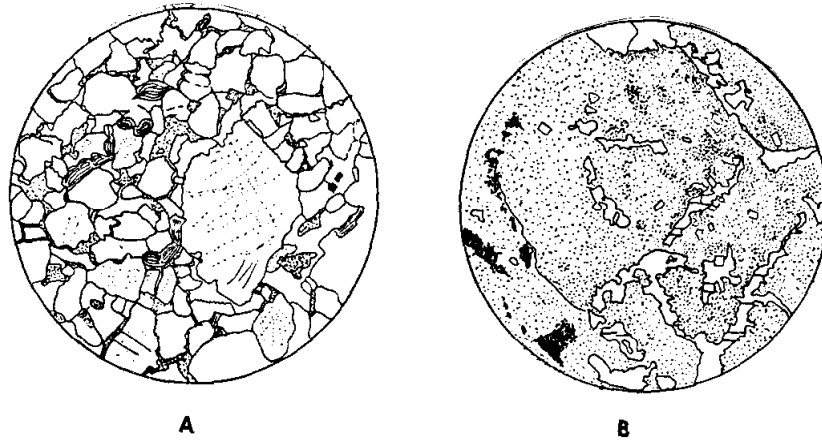
**แร่ดินเหนียว** ได้มาจากการผุพังของแร่ซิลิกาโดยเฉพาะอย่างยิ่งแร่เฟลด์สปาร์ แร่ดินเหนียวที่พบในหินตะกอนเป็นพวกดินขาว (kaolinite) และอิลไลต์ (illite) ส่วนมอนต์โมริลโลไนต์ (montmorillonite) พบน้อย แร่ดินเหนียวเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของหินโคลน และหินดินดาน

**แร่ควอร์ตซ์** เป็นแร่ซิลิกาซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของหินตะกอน นอกจากนี้ก็มีสารซิลิกาอื่น ๆ อีกเช่น เซิร์ต ฟลินต์ โอปอล และคาลซิโดไนต์บ้างเล็กน้อย ซึ่งซิลิกาพวกนี้จะมีผลึกละเอียดมากไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเกิดจากการตกตะกอนทางเคมี ส่วนแร่ควอร์ตซ์จะเป็นผลึกหยาบได้จากการผุพังของหินอัคนี เช่น หินแกรนิต เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของหินทราย

**แร่แคลไซต์** เป็นสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต ได้มาจากการผุพังของหินอัคนีที่มีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบ เช่น แคลเซียมแพลจิโอเคลสและแร่เฟอร์ไรแมกนีเซียมบางชนิด และโดยกระบวนการทางเคมีจะตกตะกอนเป็นแร่แคลไซต์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของหินปูนและเป็นสารซีเมนต์ในหินตะกอนเนื้อหยาบ

นอกจากแร่ที่กล่าวมาแล้วทั้ง 3 ชนิดในหินตะกอนยังมีแร่อื่น ๆ อีก เช่น แร่โดโลไมต์ แร่เฟลด์สปาร์และแร่ไมกา แร่เหล็กชนิดฮีมาไทต์ เกอไทต์ และไลมอไนต์ แร่เฮไลต์ และแร่ยิบซั่ม เศษหินภูเขาไฟและอินทรีย์วัตถุ

4.1.4 เนื้อหินตะกอน เนื้อหินหมายถึง ขนาด รูปร่างและการเรียงตัวของเม็ดแร่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นหิน เนื้อหินตะกอนมี 2 ชนิดคือเนื้อเศษหิน (clastic texture) และเนื้อไม่เป็นเศษหิน (nonclastic texture) (ดูรูปที่ 4.1)



รูปที่ 4.1 เนื้อของหินตะกอนดูจากแผ่นหินบาง

A. เนื้อเศษหิน (หินกรวดมน)

B. เนื้อไม่เป็นเศษหิน (หินปูน)

(ที่มา : Moorhouse, 1964 หน้า 330, 375)

1. เนื้อเศษหิน คือเนื้อที่ประกอบด้วยเศษหินซึ่งแตกหักหรือผุพังมาจากหินเดิม มีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กัน จะเป็นลักษณะเนื้อของหินตะกอนสีกร่อน แต่หินตะกอนเขียวเคมีอาจแสดงเนื้อเศษหินได้เหมือนกันถ้าหินประกอบด้วยซากสิ่งมีชีวิตที่แตกหักเช่นเปลือกหอย

ขนาดของเศษหินนี้มีประโยชน์ในการจำแนกหินตะกอน มาตรฐานที่ใช้กันมากในการวัดขนาดของเศษหินคือ Wentworth scale ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 Wentworth scale

size (m.m)	Fragment	
> 256	boulder	gravel
64 - 256	cobble	
4 - 64	pebble	
2 - 4	granule	
1/16 - 2	sand	
1/256-1/16	silt	
<1/256	clay	

(ที่มา : ดัดแปลงจาก Eardley, 1972 หน้า 62)

2. **เนื้อไม้เป็นเศษหิน** คือเนื้อที่มีลักษณะเป็นผลึกยึดเกี่ยวกันเกิดขึ้นจากการตกตะกอนของสารละลายโดยทางเคมี ผลึกมีขนาดตั้งแต่เล็กละเอียดจนถึงผลึกหยาบ เป็นลักษณะเนื้อของหินตะกอนเคมีและหินตะกอนชีวเคมี

4.1.5 การกลายเป็นหินตะกอน (Lithification) การกลายเป็นหินของตะกอนชนิดต่าง ๆ ที่มาตกตะกอนทับถมกันนั้นเกิดขึ้นได้หลายวิธีดังนี้

1. **การประสาน (cementation)** เกิดจากน้ำที่ซึมผ่านช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนพาเอาสารละลายของแร่มาด้วย ต่อมาสารละลายของแร่ตกผลึกในช่องว่างนั้นก็จะทำหน้าที่ประสานตะกอนที่ยังไม่เกาะตัวกันเข้าด้วยกัน นั่นคือตะกอนจะแข็งตัวกลายเป็นหินตะกอน เราเรียกแร่ที่ตกผลึกที่หลังนี้และทำหน้าที่ในการประสานระหว่างเม็ดตะกอนว่าสารซีเมนต์ สารพวกนี้ส่วนใหญ่มีได้แก่พวกแคลไซต์ โดโลไมต์และควอร์ตซ์ พวกที่มีเป็นส่วนน้อยได้แก่เหล็กออกไซด์ โอปอล คาลซิโดมี แอนไฮไดรต์และไพไรต์

ตะกอนที่มีขนาดใหญ่จะเกิดการกลายเป็นหินตะกอนโดยวิธีนี้มาก เช่น ขนาดกรวด ขนาดทราย กลายเป็นหินกรวดและหินทรายตามลำดับ

## 2. การอัดตัวและการสูญเสียน้ำ (compaction and desiccation)

การทับถมของตะกอนที่มีขนาดเล็กเช่น ขนาดซิลต์ ขนาดเคลย์ ช่องว่างระหว่างตะกอนจะเล็ก น้ำจึงซึมผ่านได้ยาก ทำให้สารซีเมนต์เข้าไปในช่องว่างจำนวนน้อยด้วย แต่ตะกอนชนิดนี้จะกลายเป็นหินโดยการอัดตัวและการสูญเสียน้ำ

การอัดตัว เกิดจากการอัดตัวของตะกอนตอนล่างเนื่องจากแรงกดดันของน้ำหนักตะกอนที่ทับอยู่ข้างบน ยิ่งมีตะกอนทับถมมากขึ้นเท่าใดแรงกดดันก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น หรือโดยแรงกดดันที่มาจากการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก ทำให้ช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนลดลง ความหนาของชั้นตะกอนจะลดน้อยลงด้วย ตะกอนที่มีขนาดเล็กละเอียดจะมีการอัดตัวได้ดีและเร็วกว่าตะกอนที่มีขนาดใหญ่

การสูญเสียน้ำ น้ำที่อยู่ระหว่างเม็ดตะกอนขนาดซิลต์และขนาดเคลย์ที่ละลายตัวในน้ำ เมื่อตะกอนเกิดการอัดตัวน้ำจะสูญเสียบอกไป และปริมาตรช่องว่างในตะกอนก็จะลดลง ตะกอนที่ทับถมกันนี้จะแข็งตัวกลายเป็นหินตะกอน

## 3. การตกผลึก (crystallization) เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะหรือเนื้อผลึก เช่นตะกอนที่ได้จากสารละลายเกิดการตกผลึกและแข็งกลายเป็นหิน หรือการตกผลึกใหม่ของแร่ในตะกอนทำให้มีผลึกใหญ่ขึ้นผลึกจะจับติดกันแข็งเป็นหินตะกอนได้เช่นกัน การตกผลึกส่วนมากเกิดขึ้นในตะกอนขนาดเล็กละเอียด

### 4.2 ชนิดของหินตะกอน

#### 4.2.1 การจำแนก ในการจำแนกชนิดของหินตะกอนนั้นใช้คุณสมบัติการเกิดของตะกอน ลักษณะเนื้อ ขนาดของตะกอนและส่วนประกอบ ดูตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การจำแนกหินตะกอน

Origin	Texture	Particle size or composition	Rock name
2trital	Clastic	Granular or larger	Conglomerate
		<b>Sand</b>	Sandstone
		Silt and Clay	<b>Mudstone</b> and shale
hemical : Inorganic	Clastic and <b>nonclastic</b>	Calcite, $\text{CaCO}_3$	Limestone
		Dolomite, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Dolomite
		Halite, $\text{NaCl}$	Salt
		Gypsum, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	<b>Gypsum</b>
Biochemical	Clastic and <b>nonclastic</b>	Calcite, $\text{CaCO}_3$	Limestone
		Plant remains	Coal

(ที่มา : Leet & Judson, 1971 หน้า 141)

4.2.2 หินตะกอนสีกร่อน

**หินกรวดมน (conglomerate)** เกิดขึ้นจากตะกอนที่มีขนาดแกรนูล หรือมีขนาดใหญ่กว่านี้ได้ มีรูปร่างกลมหรือเกือบกลม ถ้าตะกอนมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมเราเรียกว่า หินกรวดเหลี่ยม (breccia) แสดงว่าตะกอนนี้ถูกนำพาไปยังไม่ไกลหรือเป็นตะกอนที่เกิดอยู่ในบริเวณที่หินเดิมแตกหัก ยังมีหินกรวดมนอีกชนิดหนึ่งคือ หินทิลไลต์ (tillite) เกิดจากตะกอนที่ถูกทับถมโดยธารน้ำแข็ง ตะกอนขนาดใหญ่ในหินกรวดส่วนมากเป็นเศษหินแต่ตะกอนขนาดเล็กจะ

เอียงเป็นเศษแร่ที่ได้มาจากหินต้นกำเนิด

**หินทราย (sandstone)** เกิดจากการแข็งตัวกลายเป็นหินของตะกอนขนาดทราย ดังนั้นหินทรายจะมีเนื้อหยาบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของทราย ตะกอนขนาดทรายในหินทรายส่วนมากเป็นเศษแร่ที่มีความคงทนต่อการผุพังสูง เช่น แร่ควอร์ตซ์และอาจจะมีแร่เฟลด์สปาร์หรือเศษหิน หินทรายที่มีแร่ควอร์ตซ์เป็นส่วนประกอบเกือบทั้งหมดเรียกหินออร์โทควอร์ตไซต์ (orthoquartzite)

**หินโคลน (mudstone) และหินดินดาน (shale)** เป็นหินที่มีขนาดเม็ดละเอียดประกอบด้วยอนุภาคขนาดเคลย์และขนาดซิลต์ หินโคลนเป็นหินตะกอนเนื้อแน่น (massive) ส่วนหินดินดานเป็นหินที่สามารถแยกออกเป็นแผ่นบาง ๆ ได้ ตะกอนขนาดเล็กนี้ส่วนมากเป็นแร่ดินเหนียว นอกจากนั้นก็มีแร่ควอร์ตซ์ แร่เฟลด์สปาร์ แร่แคลไซต์และแร่โดโลไมต์เล็กน้อย

#### 4.2.3 หินตะกอนเคมี

**หินปูน (limestone)** เป็นหินตะกอนที่ประกอบด้วยแร่แคลไซต์เป็นจำนวนมาก เกิดขึ้นจากกระบวนการเคมีทั้งอนินทรีย์และอินทรีย์ หินปูนจะมีเนื้อทั้งสองแบบคือเนื้อเศษหินและเนื้อไม่เป็นเศษหิน

หินปูนที่เกิดแบบอนินทรีย์ เกิดจากการตกตะกอนของแร่แคลไซต์ที่มีอยู่ในสารละลาย โดยกระบวนการอนินทรีย์เคมี แร่แคลไซต์อาจตกตะกอนมาจากน้ำจัดของแม่น้ำ น้ำพุและถ้ำ แต่มีจำนวนน้อย เช่นหินปูนน้ำจืด (dripstone or travertine) เกิดขึ้นบริเวณถ้ำโดยการระเหยของน้ำที่พัดพาสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตมา และหินปูนฟองน้ำ (tufa) จะเบาและมีเนื้อพรุนคล้ายฟองน้ำ เกิดจากการตกตะกอนของแร่แคลไซต์จากน้ำในแม่น้ำและน้ำพุ

หินปูนชนิดอินทรีย์เกิดจากกิจกรรมของพืชและสัตว์ซึ่งไปสะสมเอาแคลเซียมคาร์บอเนตจากน้ำที่สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นอาศัยอยู่ เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงแคลเซียมคาร์บอเนตก็จะตกสะสมกันนานเข้าก็กลายเป็นหินปูน เช่น หินชอล์ก (chalk) เป็นหินปูนที่เกิดจากซากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในทะเล มีสีขาว เนื้อละเอียด หินโคคีน่า (coquina) เป็นหินปูนเนื้อหยาบประกอบด้วยซากสิ่งมีชีวิตเห็นได้ชัด

**หินโดโลไมต์ (dolomite)** เป็นหินที่ประกอบไปด้วยแร่โดโลไมต์เป็นส่วนมาก เกิดจากการที่แมกนีเซียมเข้าไปแทนที่แคลเซียมในหินปูน อาจเกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งทะเล จะมี



ความแข็งแรงมากกว่าหินปูนและไม่ทำปฏิกิริยากับกรดเกลืออย่างอ่อนเหมือนหินปูนนอกจากทำให้กรดร้อนเสียก่อน

**หินอีแวพอไรต์ (evaporites)** เป็นหินตะกอนที่ประกอบด้วยแร่ซึ่งตกตะกอนมาจากสารละลายภายหลังที่มีการระเหย หินอีแวพอไรต์ที่พบมากที่สุดคือ เกลือหิน (rock salt) ประกอบด้วยแร่เฮไลต์ และหินยิปซัม (gypsum) ประกอบด้วยแร่ยิปซัม นอกจากนี้ก็มีหินแอนไฮไดรต์ (anhydrite) ประกอบด้วยแร่แอนไฮไดรต์ ( $\text{CaSO}_4$ ) เกิดจากโมเลกุลของน้ำในแร่ยิปซัมหมดไป หินอีแวพอไรต์ส่วนมากเกิดจากการตกตะกอนของน้ำทะเล

**ถ่านหิน (coal)** เป็นหินตะกอนชีวเคมีหรือหินตะกอนอินทรีย์ มีส่วนประกอบที่เป็นสารติดไฟได้ ซึ่งได้รับมาจากการสลายตัวของพืช

หินตะกอนที่กล่าวมาทั้งหมด หินทราย หินโคลน หินดินดาน และหินปูน จะมีรวมกันประมาณ 99% ของหินตะกอนทั้งหมด และในจำนวนนี้จะเป็นหินโคลนและหินดินดานมากที่สุดประมาณ 50% รองลงมาเป็นหินทรายประมาณ 28% และหินปูนประมาณ 22%

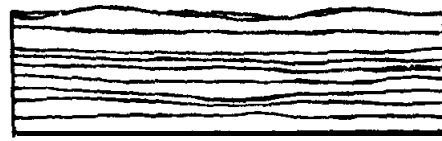
#### 4.3 ลักษณะต่าง ๆ ของหินตะกอน

ลักษณะบางอย่างในหินมักปรากฏอยู่เฉพาะในหินตะกอน ดังนั้นจึงอาจใช้ลักษณะเหล่านี้เป็นเครื่องช่วยชี้ให้เห็นว่าหินดังกล่าวเป็นหินตะกอนได้ ลักษณะเหล่านี้มักเกิดระหว่างการตกตะกอนหรือภายหลังการตกตะกอนของสาร

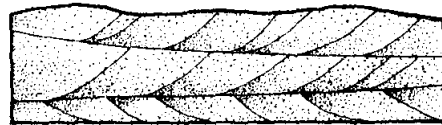
**ชั้นหิน (bedding)** หินตะกอนที่ไผ่ชั้นมาให้เห็นนั้นส่วนมากจะพบว่า มีลักษณะเป็นชั้น แต่ละชั้นของหินจะหนาบางแตกต่างกันไป ทั้งนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการที่ตะกอนมาตกทับถมกันเป็นช่วง ๆ หรือเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของอนุภาค แต่ละชั้นของหินจะมีรอยแตกไปตามแนวของชั้นหิน เรียกกันว่าแนวชั้นหิน (bedding planes) จะสังเกตเห็นได้ชัดเจน

ชั้นของหินในระยะเกิดใหม่ ๆ จะมีการวางตัวในแนวราบเรียก parallel bedding ถ้าเป็นชั้นบาง ๆ และอยู่ในแนวราบเรียก laminated bedding ชั้นหินที่อยู่ในแนวราบแสดงว่ามันยังไม่ถูกรบกวน แต่มีชั้นหินหลายบริเวณที่ถูกกรบกวนจากลม กระแสน้ำ ทำให้ชั้นหินเอียงทำมุมกับแนวราบเรียก cross bedding หรือ inclined bedding ชั้นหินบางประเภทมีการจัดเรียงขนาดของอนุภาค โดยพวกที่มีขนาดหยาบที่สุดจะอยู่ด้านล่างแล้วค่อย ๆ มีขนาดเล็กลง

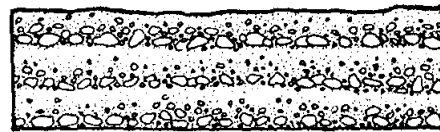
เมื่ออยู่เหนือขึ้นมา และด้านบนสุดของชั้นจะเป็นพวกที่มีขนาดเล็กที่สุดเรียก graded bedding  
 ชั้นหินอาจจะเปลี่ยนรูปก่อนที่ตะกอนจะแข็งตัวกลายเป็นหิน เช่นเกิดการเคลื่อนที่ตาม  
 ความลาดชัน (slump) หรือการไหล (flow) และสักร่างชนิดขุดรูหรือช่องทางเข้าไป ชั้นหิน  
 แบบนี้เรียก disturbed หรือ mottled bedding



Parallel bedding



Cross bedding



Graded bedding

รูปที่ 4.2 แสดงชั้นหินแบบต่าง ๆ

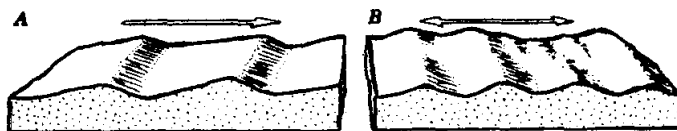
(ที่มา : McAlester & Hay, 1975 หน้า 108)

รอยแตกกระแหง (mudcracks) เกิดจากการหดตัวและแห้งของตะกอนขนาดซิลต์  
 และเคลย์ที่มาทับถมกัน เมื่อน้ำระเหยออกไปจะทำให้พื้นผิวตะกอนแตกออกมีลักษณะเป็นรูปสี่  
 เหลี่ยม ในระยะต่อมาตะกอนที่แตกกระแหงนี้อาจจะถูกทรายหรือซิลต์ที่มากับลมตกทับถมที่รอยแตก  
 ทำให้มองเห็นเป็นรูปเหลี่ยมต่าง ๆ ได้ชัดเจน บริเวณรอยแตกกระแหงนี้ต่อไปจะมีการสะสมของ  
 ตะกอนอื่น ๆ อีก เมื่อตะกอนแข็งตัวกลายเป็นหิน รอยแตกกระแหงจะถูกรักษาสภาพไว้ เมื่อหิน  
 แตกออกมาตามแนวชั้นหิน จะพบรอยแตกกระแหงเหมือนเกิดขึ้นครั้งแรก



รูปที่ 4.3 รอยแตกกระแทงของเคลย์และจะแข็งกลายเป็นหินดินดาน  
(ที่มา : Rogers & Adams, 1966 หน้า 128)

รอยคลื่น (ripple marks) ส่วนมากเกิดขึ้นบริเวณชายหาดหรือบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ มีลักษณะเป็นคลื่นเล็ก ๆ บนทรายเป็นแนวยาวติดต่อกันเนื่องจากคลื่น กระแสน้ำหรือลมทำให้ตะกอนเกิดการเคลื่อนที่ไม่พร้อมกันทำให้เกิดเป็นริ้วรอยขึ้น รอยคลื่นอาจเป็นแบบสมมาตร (symmetrical) หรือแบบไม่สมมาตรก็ได้ (asymmetrical) ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหวของตัวการที่ทำให้เกิด



รูปที่ 4.4 แสดงรอยคลื่นบนทรายและลูกศรชี้ทิศทางของกระแสน้ำและคลื่น  
A แบบไม่สมมาตรเกิดจากกระแสน้ำ  
B แบบสมมาตรเกิดจากคลื่น  
(ที่มา : Compton, 1962 หน้า 228)

**ก้อนโนดูล (nodules)** เป็นก้อนแร่ซึ่งส่วนประกอบของมันจะแตกต่างกับหินตะกอนที่มันเกิดอยู่ รูปร่างค่อนข้างกลมด้านยาวสุดวัดได้ประมาณ 30 เซนติเมตร ส่วนมากเป็นก้อนแร่ซิลิกาอยู่ในรูปของเชิร์ต (chert) หรือฟลินต์ (flint) พบมากในหินปูนหรือหินโดโลไมต์ อาจเกิดขึ้นเนื่องจากซิลิกาเข้าไปแทนที่สารบางอย่างในหินเดิมหรือซิลิกาตกตะกอนพร้อมกับชั้นหินนั่นเอง ส่วนมากจะวางตัวขนานกับแนวชั้นหิน

**ก้อนคอนควีชัน (concretion)** เป็นก้อนค่อนข้างกลมของสารซีเมนต์ที่ประสานตะกอนให้กลายเป็นหินตะกอน มีขนาดไม่ถึงเซนติเมตรจนถึงหลายเมตร เกิดจากสารซีเมนต์เข้าไปทับถมและแข็งตัวในหินตะกอน สารซีเมนต์ส่วนมากประกอบด้วยแคลไซต์ โดโลไมต์ เหล็กออกไซด์หรือซิลิกาหรือคือสารซีเมนต์ซึ่งเราพบในหินตะกอนที่มันอยู่นั่นเอง

**ก้อนจีโอด (geodes)** เป็นโพรงรูปร่างรีซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30 เซนติเมตรหรือมากกว่านี้ เปลือกนอกเป็นพวกคาลซิโตไนท์ภายในเป็นผลึกงอกเข้าหาโพรงตรงกลาง ผลึกที่ค่อนข้างสมบูรณ์จะเป็นควออตซ์แต่ก็พบผลึกแคลไซต์และโดโลไมต์บ้าง ส่วนผลึกของแร่อื่น ๆ พบน้อยมาก ก้อนจีโอดพบทั่วไปในหินปูนและพบในหินดินดานได้เหมือนกัน

**ซากดึกดำบรรพ์ (fossils)** เป็นซากหรือร่องรอยของสิ่งมีชีวิตในอดีตที่ประทับอยู่ในหิน พบมากในหินตะกอนพวกหินโคลน หินดินดานและหินปูน ซากดึกดำบรรพ์มีประโยชน์มากในการศึกษาธรณีวิทยาประวัติ

**สีของหินตะกอน (color of sedimentary rocks)** หินตะกอนจะมีสีได้หลายสีเนื่องจากสารที่เข้าไปปนอยู่ เช่นเหล็กออกไซด์ชนิดฮีมาไทต์ทำให้หินมีสีแดงหรือสีชมพู ถ้าเป็นชนิดไลมอไนต์และเกอไทต์ให้สีออกเหลืองและน้ำตาล บางครั้งสีเขียว สีม่วงและสีดำอาจมีสาเหตุมาจากเหล็กออกไซด์จำนวนเล็กน้อยเท่านั้นก็ทำให้เกิดสีในหินได้ นอกจากนี้อินทรีย์วัตถุที่ทำให้หินเกิดสีได้เหมือนกันคือหินจะเป็นสีเทาหรือดำ และจากการสังเคราะห์ขนาดของตะกอนก็มีอิทธิพลต่อสีได้ หินที่มีขนาดเม็ดตะกอนละเอียดจะมีสีเข้มกว่าหินที่ขนาดเม็ดตะกอนหยาบ ถ้าเป็นหินที่มีแร่ส่วนประกอบอย่างเดียวกัน

**รูปแบบหินตะกอน (sedimentary facies)** เป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นถึงสถานะการเกิดและลักษณะจำเพาะของหินตะกอนที่สะสมในช่วงเวลาเดียวกันในบริเวณใกล้เคียงกัน จะมีการเปลี่ยนแปลงไปทางด้านข้างเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยน เช่น บริเวณชายทะเล ตะกอน

ทรายจะตกทับถมใกล้ฝั่งถัดออกไปตะกอนขนาดซิลต์และในน้ำลึกจะเป็นตะกอนขนาดเคลย์ ทั้งหมดยังเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน ทำให้ตะกอนขนาดต่าง ๆ ตกสะสมในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน เมื่อตะกอนเหล่านี้กลายเป็นหินแล้วไหลขึ้นมาเราจะพบชั้นหินทรายค้อย ๆ เปลี่ยนเป็นหินทรายแป้ง (siltstone) และหินดินดาน นี่คือรูปแบบหินตะกอนชนิดหนึ่งค้อย ๆ เปลี่ยนไปเป็นรูปแบบหินตะกอนชนิดอื่น

#### 4.4 สรุป

หินตะกอนจะปกคลุมผิวโลกอยู่ 75 เปอร์เซ็นต์ แต่หินตะกอนมีปริมาตรเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ของชั้นเปลือกโลกนอกสุด (หนา 15 กิโลเมตร)

หินตะกอนจะเกิดที่ผิวโลกหรือใกล้ผิวโลก ตะกอนที่จะกลายมาเป็นหินตะกอนนั้นมี 2 แบบใหญ่ ๆ คือตะกอนลึกกร่อน ซึ่งเกิดจากการผุพังและการกัดเซาะของหินเดิม และตะกอนเคมีที่เกิดจากการตกตะกอนของสารละลาย

การตกตะกอนคือกระบวนการที่ตะกอนจะกลายมาเป็นหินตกสะสมกัน การตกตะกอนขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดของตะกอน วิธีการพัดพาตะกอนและกระบวนการตกตะกอน

แร่ประกอบหินตะกอนที่พบบ่อยคือแร่ดินเหนียว แร่ควอร์ตซ์ และแร่แคลไซต์ ส่วนแร่อื่น ๆ ที่มีบ้างคือแร่โดโลไมต์ แร่เกอไทต์ แร่ฮีมาไทต์ แร่ไลโมนาइट แร่เฟลด์สปาร์ แร่ไมกา แร่เฮไลต์ และแร่ยิปซัม

เนื้อของหินตะกอนขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่างและการเรียงตัวของอนุภาคมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ เนื้อเศษหิน และเนื้อไม่เป็นเศษหิน

การกลายเป็นหินตะกอนคือ การเปลี่ยนตะกอนที่ยังอัดแน่นกันไม่แน่นให้แข็งกลายเป็นหิน โดยวิธีการประสาน การอัดตัว การสูญเสียน้ำและการตกผลึก

ชนิดของหินตะกอน แบ่งเป็นหินตะกอนลึกกร่อนและหินตะกอนเคมี

หินตะกอนลึกกร่อน เช่น หินกรวดมน หินทราย หินโคลน และหินดินดาน

หินตะกอนเคมี เช่น หินปูน หินโดโลไมต์ หินอิวพอไรต์ และถ่านหิน

หินตะกอนที่มีมากที่สุดคือหินดินดานและหินโคลน ร่องลงมาเป็นหินทรายและหินปูน ซึ่งรวมกันประมาณ 99 เปอร์เซ็นต์ของหินตะกอนทั้งหมด

ลักษณะต่าง ๆ ของหินตะกอนมีชั้นหิน รอยแตกระแหง รอยคลื่น ก้อนโนตุล ก้อนคอน  
ครีซัน ก้อนจีโอด และซากดึกดำบรรพ์

สีของหินตะกอนส่วนมากขึ้นอยู่กับแร่เหล็กออกไซด์ และสารอินทรีย์บ้าง

รูปแบบหินตะกอน หมายถึงการตกสะสมของตะกอนซึ่งจะแสดงคุณลักษณะจำเพาะ  
และค่อย ๆ เปลี่ยนไปทางด้านข้างไปพบตะกอนชุดอื่น ๆ ซึ่งตกสะสมในช่วงเวลาเดียวกัน แต่  
จะแสดงคุณลักษณะแตกต่างกันออกไป

#### แบบฝึกหัดบทที่ 4

1. อธิบายการเกิดของตะกอนชนิดต่าง ๆ ที่จะกลายมาเป็นหินตะกอน
2. การตกตะกอนหมายถึงอะไร มีปัจจัยอะไรที่กำหนดการตกตะกอน
3. แร่ประกอบหินตะกอนที่สำคัญมีอะไรบ้าง อธิบาย และแร่ใดที่พบรองลงมา
4. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างเนื้อเศษหินและเนื้อไม่เป็นเศษหินของหินตะกอน
5. Wentworth scale คืออะไร อธิบาย
6. การกลายมาเป็นหินตะกอนหมายถึงอะไร อธิบายกระบวนการต่าง ๆ ของการกลายมาเป็นหินตะกอน
7. อธิบายการจำแนกชนิดของหินตะกอน
8. อธิบายหินตะกอนสิกรุ่นต่อไปนี้ หินกรวดมน หินทราย หินโคลนและหินดินดาน
9. หินตะกอนชนิดใดบ้างที่ประกอบไปด้วยตะกอนหรือแร่ที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต
10. หินตะกอนชนิดใดบ้างที่เกิดจากการตกตะกอนของสารละลาย
11. อธิบายการเกิดชั้นหินและการวางตัวของชั้นหินแบบต่าง ๆ
12. อธิบายรูปแบบของหินตะกอน
13. อธิบายการเกิดสีของหินตะกอน
14. อธิบายลักษณะของหินตะกอนต่อไปนี้

รอยแตกกระแหง	ก้อน โนตุล
รอยคลื่น	ก้อนคอนกรีชัน
ซากตึกดำบรรพ์	ก้อนจีโอต