

# บทที่ 11

## มหาสมุทรและชายฝั่ง

### (OCEANS AND SHORELINES)

พื้นผิวโลกประมาณ 71 เปอร์เซ็นต์จะเป็นส่วนของพื้นมหาสมุทร ดังนั้นความเข้าใจส่วนนี้ของโลกเป็นความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับนักธรณีวิทยา มหาสมุทรจะเป็นแหล่งกำเนิดหินตะกอนซึ่งเป็นหินที่ปกคลุม 3 ใน 4 ของพื้นทวีปอยู่ในปัจจุบัน แอ่งมหาสมุทรใหญ่ ๆ จะมีความเกี่ยวข้องกับประวัติและการเกิดของพื้นทวีป

ส่วนอิทธิพลของน้ำทะเลในรูปของคลื่นและกระแสน้ำเป็นตัวกระทำสำคัญมากในบริเวณชายฝั่ง การกระทำจะเกิดขึ้นทั้งการกัดเซาะและพัดพาตะกอนไปทับถม ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศแบบต่าง ๆ ขึ้น

#### 11.1 น้ามหาสมุทร

11.1.1 การกระจายของมหาสมุทรปัจจุบัน มหาสมุทรซึ่งปกคลุม 71 เปอร์เซ็นต์ของผิวโลกจะกระจายอยู่ในบริเวณซีกโลกใต้มากกว่าซีกโลกเหนือ พื้นที่ทางซีกโลกเหนือจะเป็นมหาสมุทรประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของผิวโลก ส่วนทางซีกโลกใต้ 80 เปอร์เซ็นต์จะปกคลุมด้วยมหาสมุทร

น้ามหาสมุทรจะกระจายอยู่ในแอ่งมหาสมุทรลึก 4 แอ่งด้วยกันคือ มหาสมุทรแปซิฟิกซึ่งมีขนาดใหญ่มาก มหาสมุทรแอตแลนติก มหาสมุทรอินเดีย และมหาสมุทรอาร์กติก ส่วนมหาสมุทรทางตอนใต้คือมหาสมุทรแอนตาร์กติก เกิดจากการขยายไปทางใต้ของมหาสมุทรแปซิฟิก แอตแลนติกและอินเดีย แต่จะไม่แยกออกจากกันเป็นแอ่ง

บริเวณที่มหาสมุทรมีความลึกมากที่สุดที่บันทึกได้อยู่ในมหาสมุทรแปซิฟิกระหว่างเกาะ Guam กับ Yap มีความลึกมากกว่า 11,000 เมตรต่ำจากผิวน้ำ แต่ความลึกเฉลี่ยของมหาสมุทรประมาณ 3,800 เมตร ถ้าเปรียบเทียบกับพื้นทวีปส่วนสูงที่สุดของพื้นทวีปที่อยู่ที่ยอดเขาเอฟเวอเรสต์ ซึ่งสูงประมาณ 8,840 เมตร และระดับความสูงเฉลี่ยของพื้นทวีปจะมีความสูง

เพียง 840 เมตรเท่านั้น

11.1.2 ส่วนประกอบของน้ำทะเล แหล่งน้ำมหาสมุทรที่มีขนาดเล็กและมีแผ่นดินกันเป็นแนวเราเรียกทะเล น้ำในทะเลจะประกอบไปด้วยสารละลายของธาตุต่าง ๆ และแก๊สชนิดต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำทะเลเช่นเดียวกัน ธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำทะเลที่สำคัญตารางที่ 11.1

ตารางที่ 11.1 ธาตุสำคัญที่ละลายอยู่ในน้ำทะเล

Ion		Percentage of all dissolved material
Chlorine	Cl <sup>-</sup>	55.04
Sodium	Na <sup>+</sup>	30.61
Sulfate	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	7.68
Magnesium	Mg <sup>2+</sup>	3.69
Calcium	Ca <sup>2+</sup>	1.16
Potassium	K <sup>+</sup>	1.10
Bicarbonate	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.41
Total		99.69

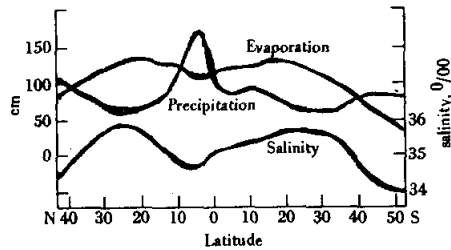
<sup>a</sup>From H. U. Sverdrup, Martin W. Johnson, and Richard H. Fleming, *The Oceans*, p. 166, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1942.

(ที่มา : Leet & Judson, 1971 หน้า 345)

นับเวลาเป็นล้าน ๆ ปีมาแล้วที่แม่น้ำทุกสายในโลกจะไหลลงสู่ทะเลและจะพัดพาอนุภาคขนาดต่าง ๆ รวมทั้งอยู่ในรูปของสารละลายจำนวนมากลงไปสู่สมกัน ในน้ำทะเล สารละลายบางชนิดสายน้ำจะพัดพาลงสู่มหาสมุทรได้เป็นจำนวนมาก แต่เราพบปริมาณของสารเหล่านี้มีน้อยกว่าที่เราคิดกันไว้ เช่น เหล็ก ซิลิคอน และแคลเซียม ทั้งนี้เพราะพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในทะเลจะนำไปใช้ในการดำรงชีวิต แต่สารละลายบางอย่างเช่น เกลืออ็อกของคลอรีนจะถูกสายน้ำพัดพามาในอัตราที่ต่ำ แต่จะมีการสะสมตัวในน้ำทะเลจนมีปริมาณมาก เนื่องจากไม่ถูกพืชและสัตว์นำไปใช้และอีกสาเหตุหนึ่งมันละลายได้ดี

ปริมาณของเกลืออ็อกทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำทะเลเราเรียก ความเค็ม (salinity) ความเค็มโดยทั่วไปจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นค่าคงที่ของมหาสมุทรส่วนใหญ่ แต่ค่านี้จะลดลงหรือเพิ่มขึ้นเนื่องจากจำนวนน้ำจืดที่เข้ามาเพิ่มและการ

ระเหยของน้ำทะเล ดังนั้นความเค็มจะเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละแห่ง เช่น บริเวณศูนย์สูตรมีฝนตกชุกทำให้น้ำทะเลเจือจาง ความเค็มก็ลดลง แต่ในบริเวณกึ่งโซนร้อน (subtropical) ทั้งเหนือและใต้ฝนจะตกน้อยและการระเหยเป็นไอเกิดขึ้นมากทำให้ความเค็มเพิ่มขึ้น ส่วนบริเวณอาร์กติกและแอนตาร์กติก การละลายของธารน้ำแข็งมีมากทำให้ความเค็มของน้ำทะเลลดลงเช่นกัน (ดูรูปที่ 11.1)



รูปที่ 11.1 แสดงค่าความเค็มของน้ำทะเลที่ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและการระเหย  
(ที่มา : Leet & Judson. 1971 หน้า 346)

แก๊สที่ละลายอยู่ในน้ำทะเลจะเป็นแก๊สชนิดต่าง ๆ ที่พบในบรรยากาศ แต่ที่มีมากและสำคัญคือ ออกซิเจนและคาร์บอน ไดออกไซด์ บริเวณใกล้ผิวน้ำจะมีแก๊สทั้งสองนี้อยู่มาก แต่ถ้าลึกลงไปสัดส่วนของแก๊สทั้งสองชนิดนี้จะเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากกระบวนการของพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในทะเล ที่ระดับต่ำจากผิวน้ำลงมาไม่มากนักออกซิเจนจะมีมากกว่าคาร์บอน ไดออกไซด์ แต่ถ้ายิ่งลึกลงไปออกซิเจนจะน้อยกว่าคาร์บอน ไดออกไซด์ โดยเฉพาะบริเวณพื้นแอ่งมหาสมุทรเกือบจะไม่มีออกซิเจน แต่จะมีไฮโดรเจนซัลไฟด์สูง

## 11.2 กระแสน้ำมหาสมุทร

กระแสน้ำมหาสมุทรเกิดขึ้นโดยน้ำชั้นน้ำลง ความแตกต่างในความหนาแน่นของน้ำทะเล ลมและการหมุนของโลก

1. กระแสน้ำขึ้นน้ำลง (Tidal currents) เกิดขึ้นจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์ ทำให้ระดับน้ำสูงและต่ำสลับกันอยู่ตลอดเวลา ระดับการขึ้นหรือลงของน้ำทะเลจะแตกต่างกันไป บริเวณใกล้กับชายฝั่งที่เป็นอ่าวน้ำทะเลอาจจะขึ้นสูงเป็นเมตร และความเร็วของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงพอเพียงจะทำให้เกิดการพัดพาตะกอนและการกัดเซาะได้

2. กระแสน้ำโดยความหนาแน่น (Density currents) เกิดขึ้นจากความแตกต่างในความหนาแน่นของน้ำทะเล โดยน้ำที่มีความหนาแน่นมากจะไหลลงสู่เบื้องล่างและน้ำที่มีความหนาแน่นน้อยจะเข้าแทนที่เกิดการหมุนเวียนเป็นกระแสน้ำขึ้น ความหนาแน่นของน้ำทะเลจะแตกต่างกันไปในแต่ละแห่งเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความเค็มและจำนวนอนุภาคแขวนลอย ปกติ น้ำทะเลที่มีอุณหภูมิสูง ความเค็มต่ำ และอนุภาคแขวนลอยน้อย จะมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิต่ำ ความเค็มสูงและอนุภาคแขวนลอยมาก

ตัวอย่างของกระแสน้ำชนิดนี้ที่เกิดขึ้น เช่น บริเวณช่องแคบยิบรอลตาร์ น้ำในทะเลเมดิเตอร์เรเนียนความเค็มสูงมีความหนาแน่นมากจะเคลื่อนไปตามพื้นออกสู่มหาสมุทรแอตแลนติก ส่วนน้ำในมหาสมุทรแอตแลนติกที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าก็ไหลเข้ามาแทนที่

ส่วนกระแสน้ำที่เกิดขึ้นจากความหนาแน่นที่แตกต่างกัน เนื่องจากอุณหภูมิจะเกิดขึ้นบริเวณอาร์กติกและแอนตาร์กติก ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำน้ำมีความหนาแน่นมากก็จะเคลื่อนเข้าใกล้บริเวณเส้นศูนย์สูตร

ความหนาแน่นของน้ำทะเลที่แตกต่างกันอีกอย่างหนึ่งซึ่งเกิดจากอนุภาคแขวนลอย และทำให้เกิดกระแสน้ำโดยความหนาแน่นขึ้น บางทีเรียกกระแสน้ำชนิดนี้ใหม่ว่า กระแสน้ำขุ่น (Turbidity currents) เกิดจากจำนวนอนุภาคแขวนลอยที่มีมากในกระแสน้ำทำให้มีความหนาแน่นมากก็จะจมลงใต้กระแสน้ำที่มีอนุภาคแขวนลอยน้อย อนุภาคแขวนลอยนี้ได้มาจากการถล่มหรือเลื่อนของอนุภาคตามพื้นลาดของมหาสมุทร โดยแรงดึงดูดของโลกหรือเวลาเกิดแผ่นดินไหวหรือตะกอนอาจจะถูกแขวนลอยขึ้นมาในช่วงที่เกิดพายุรุนแรง กระแสน้ำขุ่นนี้อาจทำให้เกิดการตกสะสมของตะกอนโดยมีการจัดขนาดเรียก Graded bedding การตกสะสมแบบนี้เรียก Turbidites นอกจากนี้ยังเป็นตัวการในการกัดเซาะพื้นมหาสมุทรอีกด้วย

3. กระแสน้ำพื้นผิว (Surface currents) เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำบริเวณผิวหน้ามหาสมุทร เช่น กระแสน้ำ Gulf stream กระแสน้ำในญี่ปุ่นและกระแสน้ำบริเวณเส้นศูนย์

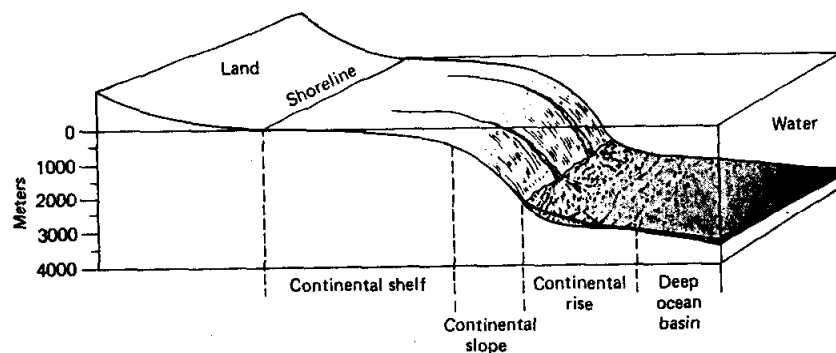
สูตร กระแสน้ำชนิดนี้เกิดจากตัวการหลายอย่าง เช่น การเคลื่อนไหวของลม การหมุนของโลก ความหนาแน่นของน้ำทะเล และรูปร่างของแอ่งมหาสมุทร

### 11.3 แอ่งมหาสมุทร

แอ่งมหาสมุทรทั้งหมดในโลกซึ่งมีมากทางซีกโลกใต้และบางส่วนทางซีกโลกเหนือ จะติดต่อกันได้โดยตรงหรือทางช่องแคบ และลักษณะหินพื้นแอ่งมหาสมุทรจะเป็นหินหนักและมีความหนาแน่นเรียกหิน simatic หรือ sima ส่วนหินพื้นทวีปจะเบากว่าจึงวางตัวทับอยู่บนชั้นหิน simatic ในส่วนที่เป็นพื้นทวีปเรียกหิน sialic หรือ sial และหินพื้นทวีปนี้จะค่อย ๆ ทายไปในส่วนที่เป็นพื้นมหาสมุทร นั่นคือพื้นแอ่งมหาสมุทรประกอบด้วยหิน simatic เพียงอย่างเดียว และตอนบนจะปกคลุมด้วยตะกอนต่าง ๆ ที่มีความหนาตั้งแต่ 0-3 กิโลเมตร โดยเฉลี่ยประมาณครึ่งกิโลเมตร

### 11.4 ลักษณะภูมิประเทศของพื้นมหาสมุทร

ลักษณะที่สำคัญได้แก่ไหล่ทวีป (continental shelf) ลาดทวีป (continental slope) ลาดตันทวีป (continental rise) และมหาสมุทรลึก (ocean deep) (ดูรูปที่ 11.2)



รูปที่ 11.2 ภาพตัดขวางของขอบทวีป

(ที่มา : Ojakangas & Darby, 1976 หน้า 11)

ขอบของทวีปจะจมอยู่ใต้ระดับน้ำทะเล ส่วนที่ตื้นที่สุดซึ่งติดกับชายหาดเรียกว่าไหล่ทวีป นับเป็นส่วนแรกที่จัดว่าเป็นส่วนของพื้นมหาสมุทร มีความลาดเอียงน้อยมากคือน้อยกว่าหนึ่งองศา ความกว้างเฉลี่ยประมาณ 65 กิโลเมตร แต่จะแตกต่างกันไปในแต่ละแห่ง บางแห่งอาจจะกว้างถึง 1,300 กิโลเมตร แต่บางแห่งไม่กี่กิโลเมตรเท่านั้น บริเวณขอบของไหล่ทวีปจะมีความลึกเฉลี่ยประมาณ 130 เมตร แต่โดยทั่วไปจะมีความลึก 180 เมตร และตื้น 90 เมตร ลักษณะไหล่ทวีปของพื้นที่ต่าง ๆ จะไม่เหมือนกัน ไหล่ทวีปบางแห่งจะถูกอิทธิพลของธารน้ำแข็ง ทวีปแต่พื้นผิวของไหล่ทวีปเกือบทั้งหมดจะไม่สม่ำเสมอทั้ง เป็นเนินและหุบเขา และไหล่ทวีปบางแห่งก็พบลักษณะ เทอเรซีได้นำและ เทอเรซีที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเลขึ้นมา

ต่อจากไหล่ทวีปออกไปในทะเลลึกคือส่วนที่เรียกว่า ลาดทวีป จะมีความลึกของน้ำมากกว่าส่วนที่เป็นไหล่ทวีป อาจมีความลึกประมาณ 2000-3000 เมตร ความลาดชันจะสูงมากกว่าไหล่ทวีปเช่นกัน มีความลาดเอียงอยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 องศา บริเวณลาดทวีปค่อนข้างแคบ และผิวหน้าของลาดทวีปอาจมีร่องลึก ภูเขาและเทือกเขาจำนวนมากรวมอยู่บนพื้นที่ด้วย ลาดทวีปบางแห่งอาจจะเอียงลงสู่มหาสมุทรลึก แต่ในบางแห่งเช่นฝั่งทะเลทางตะวันออกของทวีปอเมริกาเหนือลาดทวีปจะเอียงเข้าหาลาดตื้นทวีป แล้วถึงจะเป็นส่วนของมหาสมุทรลึก ส่วนทางตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้ลาดทวีปจะต่อกับร่องลึกในมหาสมุทรที่เรียกว่า deep-sea trench

ถัดจากลาดทวีปเป็นส่วนของลาดตื้นทวีป ซึ่งอาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ บริเวณนี้มีความลาดเอียงน้อยกว่าลาดทวีป และพื้นลาดจะมีระดับสูงขึ้นจนไปชนกับพื้นมหาสมุทรลึก ระดับความลึกประมาณ 3700 เมตร

และส่วนของมหาสมุทรลึกพบว่านอกจากที่ราบ (abyssal plain) แล้ว ภูมิภาคนี้ยังมีลักษณะสูงต่ำอีกด้วย และ trenches ที่เกิดขึ้นบางแห่งจะขนานไปตามขอบของพื้นทวีป มีความยาวแตกต่างกันไปแต่จะมีลักษณะโค้งยาว 24,000 กิโลเมตร หรือมากกว่าความลึกค่อนข้างมาก ลึกมากกว่า 9,000 เมตร และลักษณะร่องลึกอาจแหลมหรือมนก็ได้ อาจมีความกว้างถึง 200 กิโลเมตร และ trenches จะอยู่ใกล้กับหมู่เกาะรูปโค้ง พบลักษณะเหล่านี้มากในมหาสมุทรแปซิฟิก

ลักษณะต่าง ๆ ที่เราพบบนไหล่ทวีป ลาดทวีป ลาดตื้นทวีป และมหาสมุทรลึก มีดังนี้  
หุบเขาใต้ทะเล (submarine valleys) เป็นหุบเขาใต้ทะเลที่เกิดขึ้นบนไหล่ทวีป

ลาดทวีป และมหาสมุทรลึก ความกว้าง ลึก ยาว แตกต่างกันไป มีลักษณะเดียวกับหุบเขาที่เกิดขึ้นบนพื้นทวีป ถ้าหุบเขาค่อนข้างลึกชันเกิดขึ้นบนลาดทวีปเราเรียกหุบเขาชั้นใต้ทะเลหรือแคนยอนใต้ทะเล (submarine canyons) การเกิดของมันยังไม่กระจ่าง ส่วนหุบเขาที่เกิดขึ้นบนไหล่ทวีปโดยมากมักตื้น แต่พอที่จะเข้าใจการเกิดของมัน

หุบเขาใต้ทะเลบริเวณไหล่ทวีปอาจเกิดขึ้นในช่วงยุคน้ำแข็ง โพลสโตจีน ระดับน้ำทะเลลดลงถึง 100 เมตร ส่วนของไหล่ทวีปจะถูกกัดเซาะจากกระแสธารน้ำที่จนเป็นร่องลึก ส่วนร่องที่ค่อนข้างตื้นบนไหล่ทวีปอาจเกิดขึ้นโดยการกัดเซาะครูดถูของกระแสน้ำขึ้นน้ำลง นอกจากนี้หุบเขาอาจเกิดจากการกัดเซาะของธารน้ำแข็งได้

ส่วนหุบผาชั้นใต้ทะเลหรือแคนยอนใต้ทะเลที่พบบนลาดทวีป และนั้นแอ่งมหาสมุทรลึก อธิบายการเกิดได้ยาก แต่หุบผาชั้นใต้ทะเลก็เป็นลักษณะของลาดทวีปทุกแห่งในโลก มันอาจจะขยายไปถึงไหล่ทวีป แต่ร่องจะตื้นและจะขยายกว้างมากขึ้นในมหาสมุทรลึก ลักษณะของหุบผาชั้นจะมีรูปร่างด้านตัดเป็นตัววี (V) และบางแห่งมีความลึกถึงหนึ่งกิโลเมตร การเกิดของมันมีผู้คิดว่าอาจเกิดโดยการเคลื่อนไหวของโลก หรือสึกร้อนโดยการกระทำของกระแสน้ำขึ้นหรือถูกครูดถูโดยกระแสน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งการกระทำเหล่านี้เกิดขึ้นในช่วงที่ระดับน้ำทะเลลดสมัยยุคน้ำแข็งในอดีตหรือการยกตัวของน้ำพุใต้ทะเลบนพื้นลาด หรือการเกิดโคลนไหลและแผ่นดินถล่มใต้ทะเล แต่อย่างไรก็ตามเหตุผลต่าง ๆ เหล่านี้ยังไม่เป็นที่พอใจ ดังนั้นจึงสรุปไม่ได้ว่าหุบผาชั้นใต้ทะเลบริเวณลาดทวีปเกิดมาได้อย่างไร

หุบเขาใต้ทะเลที่มีความลึกมากนอกจากบริเวณลาดทวีปแล้ว ยังพบในบริเวณพื้นมหาสมุทรลึกซึ่งอาจมีความลึกถึง 3600 เมตร หรือมากกว่านี้ มีลักษณะคล้ายหุบเขารุด (rift valleys) พบมากในมหาสมุทรแอตแลนติกและแปซิฟิก

ภูเขาใต้ทะเล (seamounts) เป็นเขาสูงโดด ๆ สูงจากพื้นทะเลขึ้นมาอย่างน้อย 1,000 เมตร แต่ยังไม่พ้นระดับน้ำทะเล พบมากในมหาสมุทรแปซิฟิก ส่วนมากภูเขาใต้ทะเลจะมียอดแหลมเกิดขึ้นจากการระเบิดของภูเขาไฟ แต่บางครั้งเราพบยอดภูเขาใต้ทะเลเป็นพื้นราบเรียก table mounts หรือ guyots การเกิดครั้งแรกจะเป็นภูเขาไฟมีรูปร่างเป็นกรวยต่อมายอดของมันถูกตัดขาดโดยการกระทำของคลื่นผิวน้ำ ทำให้มันจมลงใต้ระดับน้ำทะเล แต่อาจเป็นไปได้ว่ามันอยู่ใต้ระดับน้ำทะเลเนื่องจากระดับน้ำทะเลสูงขึ้น

สันเขาใต้ทะเล (submarine ridges, rises) เป็นสันเขาที่เกิดขึ้นในส่วน  
ของมหาสมุทรลึกมีลักษณะเป็นสันยาว ถ้าสันเขาแคบค่อนข้างชันและขรุขระเราเรียก ridges  
ถ้ามีลักษณะกว้างไม่ค่อยชันและค่อนข้างเรียบเรียก rises สันเขาเหล่านี้จะสูงหลายพันเมตร  
จากพื้นมหาสมุทรและในบางแห่งอาจจะโผล่พ้นระดับน้ำขึ้นมาเป็นเกาะ และบนสันเขาทั้งสอง  
แบบจะพบรอยแตกขวางเป็นทางยาวเกิดขึ้นจำนวนมาก สาเหตุอาจมาจากการเคลื่อนไหวของ  
โลก รอยแตกขนาดใหญ่นี้เรียกรอยแตกขวาง (fracture) นอกจากนี้บริเวณตรงยอดกลาง  
ของสันเขาจะมีหุบเขาใต้ทะเลเกิดขึ้นด้วยเป็นลักษณะหุบเขาทรุด

### 11.5 ตะกอนในมหาสมุทร

เราได้เรียนรู้ถึงกระบวนการต่าง ๆ ที่ทำให้วัสดุของโลกฝังอยู่กับที่ ถูกกัดเซาะ  
ถูกพัดพา และสุดท้ายทับถมกันเมื่อนาน ๆ เข้าก็เปลี่ยนสภาพเป็นหินตะกอน แอ่งมหาสมุทรใหญ่  
ของโลกจะเป็นแหล่งถาวรในการสะสมตะกอนและสารละลายของธาตุซึ่งถูกพัดพามาจากพื้นทวีป  
และจำนวนมากของหินตะกอนที่พบบนพื้นทวีปในปัจจุบันครึ่งหนึ่ง เคยสะสมตัวกันบนพื้นมหาสมุทรใน  
อดีต ในหัวข้อนี้เราจะศึกษาตะกอนซึ่งกำลังสะสมกันใต้มหาสมุทรปัจจุบัน และตะกอนเหล่านี้คาดว่าจะ  
กลายเป็นหินตะกอนต่อไปในอนาคต

1. ตะกอนที่สะสมบน ไหล่ทวีป ตะกอนที่มาสะสมกันอยู่บริเวณไหล่ทวีปส่วนมากได้  
มาจากพื้นทวีปโดยแม่น้ำพัดพามา ตะกอนขนาดใหญ่จะตกสะสมอยู่ใกล้ฝั่งทะเลส่วนตะกอนขนาดเล็ก  
จะอยู่ห่างฝั่งออกไปในทะเล แต่ถ้าเป็นไหล่ทวีปที่เกี่ยวข้องกับธารน้ำแข็ง ตะกอนขนาด  
ต่าง ๆ จะอยู่ปนกันและตะกอนขนาดใหญ่จะมีอยู่มาก นอกจากนี้บนไหล่ทวีปจะมีพวกโคลนสะสม  
อยู่ด้วยโดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำ ลากูนหรืออ่าว

ไหล่ทวีปนอกจากจะสะสมตะกอนพวกทรายและโคลนแล้วยังมีไหล่ทวีปที่มีพวก  
เศษหินและกรวดสะสมอยู่ส่วนมากเป็นไหล่ทวีปที่เปิดกว้าง กระแสน้ำในมหาสมุทรจะแรงพอที่จะ  
พัดพาตะกอนขนาดละเอียดออกไปและเหลือตะกอนพวกเศษหินไว้ ทำให้เกิดชายหาดที่ประกอบด้วยหิน  
และในบริเวณที่กระแสน้ำมีพลังงานในการกัดเซาะมาก ไหล่ทวีปอาจเป็นที่ราบหินแข็ง

จากหลักฐานทางธรณีวิทยาชี้ให้เห็นว่ามีสารคาร์บอนเนตจำนวนมากสะสมอยู่ใน  
ทะเลโบราณและสารนี้ได้กลายเป็นหินปูน แต่บนไหล่ทวีปของทะเลปัจจุบันเราพบสารคาร์บอนเนต



สะสมอยู่น้อยและส่วนมากเป็นโคลนผสมเนือปน (limy mud) พบสะสมอยู่บริเวณน้ำทะเลตื้นใกล้แนวปะการัง

2. ตะกอนที่สะสมบนลาดทวีป ตะกอนที่สะสมบนลาดทวีปโดยทั่วไปเหมือนบนไหล่ทวีปคือประกอบด้วยตะกอนขนาดกรวด ทราย โคลน และอาจเป็นพื้นหินแข็ง ขนาดของตะกอนอาจเล็กกว่าบริเวณไหล่ทวีปเพราะอยู่ห่างจากฝั่งมากกว่าความเร็วในการพัดพาตกลง นัตพามาได้แต่ตะกอนขนาดเล็กและตะกอนอาจแตกหักเพิ่มขึ้น การทับถมของตะกอนดูเหมือนว่าจะเกิดขึ้นเร็วกว่าบนไหล่ทวีป

3. ตะกอนที่สะสมบนพื้นมหาสมุทรลึก ตะกอนที่สะสมบนพื้นมหาสมุทรลึกจะมีขนาดละเอียดกว่าบนไหล่ทวีปและลาดทวีป แต่บางครั้งก็พบชั้นของทรายในมหาสมุทรลึกได้ ตะกอนที่สะสมในมหาสมุทรลึกนี้ถ้ามาจากพื้นทวีปเรียก terrigenous deposits ถ้ามาจากในมหาสมุทรเองเรียก pelagic deposits

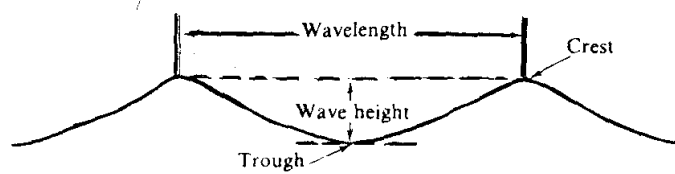
ตะกอนที่มาจากพื้นทวีปอาจเป็นได้แก่ภูเขาไฟที่ลมนัดมาตกกลางมหาสมุทรและจะค่อย ๆ จมลงพื้นมหาสมุทรในเขตขั้วโลกธารน้ำแข็งจะพัดพาตะกอนขนาดซิลต์และทรายไปสะสมในมหาสมุทร นอกจากนี้ก็มีโคลนซึ่งเป็นส่วนผสมของซิลต์กับดินเหนียวที่พัดพามาจากทวีปในมหาสมุทรแปซิฟิกเราพบดินเหนียวสีน้ำตาลมาก (brown clay) ส่วนในมหาสมุทรแอนตาร์กติกและอาร์กติก ตะกอนบางส่วนที่สะสมอยู่บริเวณพื้นมหาสมุทรเชื่อว่าธารน้ำแข็งพามาในลักษณะของภูเขาน้ำแข็ง บริเวณใกล้กับชายฝั่งมีชั้นของทรายและซิลต์ขนาดใหญ่สะสมอยู่โดยการกระทำของกระแสน้ำขึ้นในมหาสมุทร

ส่วนตะกอนที่ได้มาจากมหาสมุทรจะแบ่งออกเป็น 2 พวก พวกแรกเกิดจากส่วนแข็งของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในทะเลเรียก oozes ส่วนมากประกอบด้วยสาร calcareous และ siliceous อีกพวกหนึ่งเกิดขึ้นจากการตกผลึกโดยตรงจากน้ำทะเลเรียก authigenic เช่นพวก manganese nodules

#### 11.6 ชายฝั่งทะเล

ชายฝั่งทะเลจะได้รับผลกระทบจากการกระทำของคลื่นมากที่สุดทั้งการสร้างและการทำลาย ทำให้เกิดลักษณะต่าง ๆ บริเวณชายฝั่งทะเลขึ้น

11.6.1 คลื่นที่เกิดจากลม (wind-formed waves) การเคลื่อนที่ของน้ำที่เรียกว่าคลื่นส่วนมากเกิดจากแรงเสียดทาน (friction) ของลมที่เคลื่อนบนผิวน้ำ ขนาดของคลื่นจะมีความสัมพันธ์กับความเร็วของลม โดยทั่ว ๆ ไปคลื่นจะประกอบด้วยยอดคลื่น (wave crests) เป็นจุดสูงสุดบนคลื่น ระหว่างยอดคลื่นเป็นร่องคลื่น (wave troughs) จุดต่ำสุดของคลื่น ระยะระหว่างยอดคลื่นทั้งสองคือความยาวคลื่น (wave length) และความสูงของคลื่น (wave height) คือระยะในแนวตั้งจากยอดถึงร่องคลื่น (ดูรูปที่ 11.3) คลื่นที่เกิดขึ้นขณะที่ลมพัดเรียกคลื่นทะเล และคลื่นที่ยังเกิดอยู่ภายหลังที่ลมสงบแล้วเรียกคลื่นสเวลล์ (swells)



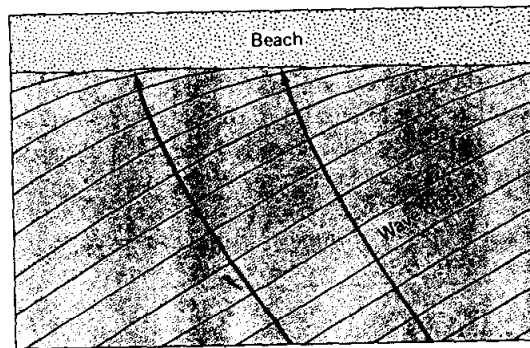
รูปที่ 11.3 ส่วนต่าง ๆ ของคลื่น

(ที่มา : Foster. 1983 หน้า 219)

การเคลื่อนที่ของคลื่นผิวน้ำสามารถสังเกตได้จะมีลักษณะเป็นลอนคลื่นเข้าหาฝั่ง คลื่นที่เกิดในน้ำลึกจะมีการเคลื่อนที่อย่างอิสระ คลื่นทำให้น้ำในแนวทวนคลื่นหมุนได้เป็นวงกลมตามความลึก เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมนี้จะเท่ากับความสูงของคลื่นตรงผิวและขนาดของวงกลมจะเล็กลง เมื่อความลึกเพิ่มขึ้น คลื่นจะเคลื่อนที่จนถึงความลึกเท่ากับประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น แต่เมื่อน้ำทะเลตื้นกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นแล้ว การหมุนของน้ำที่เป็นวงกลมจะค่อย ๆ กลายเป็นวงรี ทำให้อ่อนไหวมากขึ้น แต่ความยาวคลื่นจะลดลงมาเมื่อพัดใกล้ชายฝั่งมากขึ้น ในที่สุดยอดคลื่นจะตกลงมาข้างหน้าเกิดเป็นคลื่นหัวแตก (surf) ซึ่งคลื่นหัวแตกจะพุ่งเข้าสู่ชายหาดโดยตรงและแตกกระจายเป็นฟองหรือคลื่นหัวแตกจะม้วนกลับเกิดขึ้นบนพื้นทะเลที่ลาดมากกว่าจะมีความรุนแรงมาก หลังจากคลื่นหัวแตกสลายตัวลงน้ำที่เป็นฟองและเขียวจะแผ่ไปบนชายหาดเมื่อกำลังหมดลงน้ำก็จะไหลกลับสู่ทะเล ลักษณะเช่นนี้จะมีอำนาจในการกัดเซาะและพัดพาไปทับถมได้

11.6.2 การหักเหของคลื่น (wave refraction) ขณะที่คลื่นวิ่งปะทะชายฝั่ง แนวคลื่นจะเปลี่ยนทิศทางหรือหักเห เราเรียกการหักเหของคลื่นเกิดจากอิทธิพลของพื้นทะเล

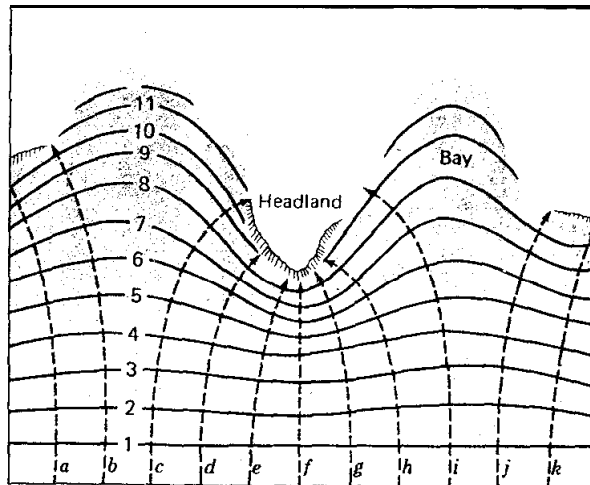
การหักเหของคลื่นจะเกิดขึ้นขณะที่คลื่นวิ่งเข้าปะทะชายฝั่งที่เป็นแนวยาวตรงในลักษณะมุมเฉียง คลื่นนั้นจะหักเหเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่เข้าหาฝั่ง สาเหตุจากคลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งไม่พร้อมกันเพราะลักษณะพื้นทะเล คลื่นที่อยู่ใต้ออกคลื่นลงมาจะไปปะทะกับพื้นโคลงที่วัดก่อนและไหลถอยออกมา ในขณะที่คลื่นข้างบนยังเคลื่อนตัวด้วยอัตราเร็วเท่าเดิมทำให้เกิดการหักเหของคลื่นขึ้น (ดูรูปที่ 11.4)



รูปที่ 11.4 คลื่นเข้าหาฝั่งเป็นมุมเฉียง

(ที่มา : Strahler, 1981 หน้า 503)

ชายฝั่งที่มีลักษณะเป็นอ่าวและแหลม แนวของคลื่นจะค่อนข้างตรงและขนานกันไปโนในบริเวณน้ำลึก ขณะที่คลื่นใกล้ชายฝั่งเข้ามาจะมีแนวโค้งมากขึ้น คลื่นจะปะทะบริเวณแหลมก่อนเพราะเป็นบริเวณน้ำตื้นและความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นลดลง แต่ในบริเวณน้ำลึกที่เป็นอ่าวมันยังเคลื่อนด้วยความเร็วต่อเนื่องจนใกล้ชายฝั่งจึงลดลง ขณะเดียวกันนั้นแนวของคลื่นจะหักเหเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของชายฝั่ง พลังงานคลื่นจะไปรวมกันมากบริเวณชายฝั่งสั้น ๆ ของแหลมทำให้เกิดการกัดเซาะขึ้นมาก ส่วนชายฝั่งบริเวณอ่าวที่ยาวกว่าพลังงานคลื่นจะกระจายออกการกัดเซาะจะเกิดขึ้นน้อย แต่จะมีการทับถมเกิดขึ้น (ดูรูปที่ 11.5)

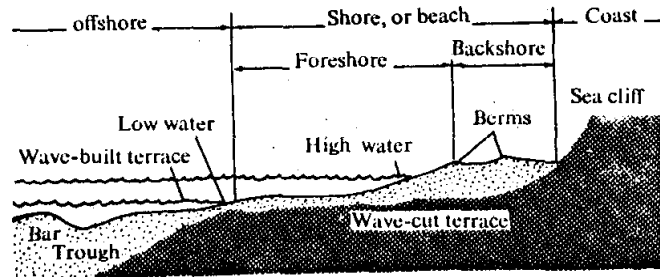


รูปที่ 11.5 คลื่นเข้าหาฝั่งที่มีลักษณะเว้าแหว่ง  
(ที่มา : Strahler, 1981 หน้า 503)

11.6.3 กระแสน้ำตามชายฝั่ง (coastal current) กระแสน้ำตามชายฝั่ง เป็นกระแสน้ำที่เกิดจากคลื่น เมื่อคลื่นหัวแตกสลายตัวลงน้ำยังมีพลังพอที่จะพัดทรายและกรวด เคลื่อนที่ไปบนหาดทราย เมื่อกำลังหมดลง เพราะไปปะทะกับชายหาด จะเกิดกระแสน้ำไหล กลับลงสู่ทะเลเป็นร่องแคบ ๆ พร้อมทั้งกวาดเอาทรายและกรวดลงไปด้วย กระแสน้ำชนิดนี้ เรียกว่า rip current

ส่วนคลื่นที่ปะทะชายฝั่งเป็นมุมเอียงและมีความรุนแรงระดับน้ำจะสูงขึ้น ใกล้ ชายฝั่ง และจะแตกออกเป็นกระแสน้ำไหลไปตามด้านข้างขนานไปกับชายฝั่งในทิศทางซึ่งหักเห ไปจากทิศทางลม กระแสน้ำนี้สามารถพัดพากรวด ทราย จากพื้นทะเลไปในทิศทางขนานกับชาย ฝั่งได้ เรียกว่า longshore current

11.6.4 รูปด้านข้างของชายฝั่งทะเล (shoreline profile) รูปด้านข้างของ ชายฝั่งทะเลตั้งแต่บริเวณที่น้ำขึ้นสูงสุดลงไปถึงระดับน้ำต่ำสุด จะมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลง ไปจาก เดิมได้ เนื่องจากอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำชายฝั่ง แบ่งออกได้ดังนี้ (ดูรูปที่ 11.6)



รูปที่ 11.6 รูปด้านข้างของชายฝั่งทะเลและชื่อที่ใช้เรียกส่วนต่าง ๆ  
(ที่มา : Leet & Judson, 1971 หน้า 365)

1. ชายฝั่ง (coast) เป็นระยะจากชายหาดเข้าไปในแผ่นดิน อาจมีหน้าผาส่งริมทะเล (sea cliff)

2. ชายทะเลหรือชายหาด (shore or beach) ตั้งแต่ระดับน้ำต่ำสุดถึงหน้าผาแบ่งออกเป็นสองส่วนคือชายทะเลส่วนใน (backshore) เป็นบริเวณที่ติดกับหน้าผามีกองทรายที่เรียกว่า berms กองกันอยู่เป็นเทอเรซเล็ก ๆ และตอนปลายจะมีขอบเป็นสันเกิดจากพายุคลื่น น้ำทะเลจะขึ้นไม่ถึงเว้นแต่ในเวลาที่พายุ อีกส่วนหนึ่งคือชายทะเลส่วนนอก (foreshore) ตั้งแต่กองทรายจนถึงระดับน้ำต่ำสุด

ตะกอนที่สะสมตัวบนชายหาดจะปกคลุมผิวหน้าของชั้นหินแข็ง ซึ่งถูกกัดเซาะโดยคลื่น เรียกว่า เทอเรซคลื่นกัดเซาะ (wave-cut terrace)

3. ส่วนนอกชายฝั่ง (offshore) มีระยะตั้งแต่ระดับน้ำต่ำสุดยาวออกไปในทะเล อาจจะเป็นที่สะสมตัวของตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว ทำให้เกิดเทอเรซคลื่นสร้าง (wave built terrace) ผิวหน้าอาจเป็นเนิน (bar) และร่อง (trough)

### 11.7 ลักษณะชายฝั่งทะเล

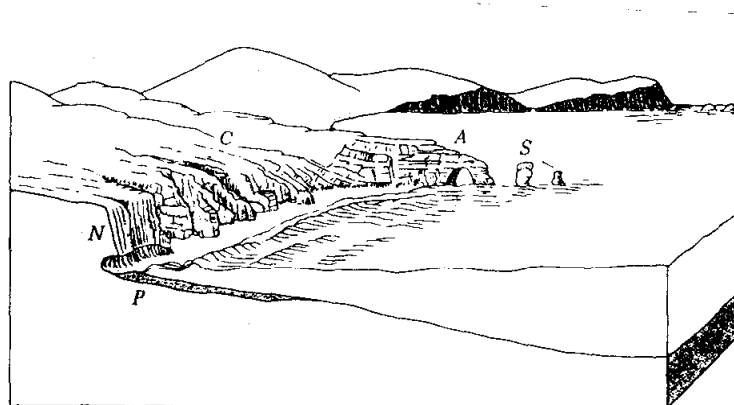
ลักษณะชายฝั่งทะเลในแต่ละบริเวณจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับหลาย ๆ สิ่ง เช่น ความรุนแรงของคลื่นและกระแสน้ำ โครงสร้างและชนิดหินระยะเวลาเป็นต้น ชายฝั่งทะเลอาจจำแนกออกได้เป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

1. ชายฝั่งยกตัว (emergent shoreline) เป็นชายฝั่งที่มีการทับถมมาก ฝั่งทะเลตื้น ไหล่ทวีปกว้าง มีเกาะแก่งน้อย เกิดจากการยกตัวของแผ่นดินบริเวณขอบทวีปหรือระดับน้ำทะเลลดต่ำลง

2. ชายฝั่งจมตัว (submergent shoreline) เป็นชายฝั่งที่มีน้ำลึก ไหล่ทวีปแคบ พบเกาะมาก กระแสน้ำรุนแรงเกิดการกัดเซาะมาก เกิดจากขอบของไหล่ทวีปทรุดตัวลงหรือระดับน้ำทะเลสูงขึ้น

การกัดเซาะและการทับถมจะกระทำร่วมกันในการสร้างลักษณะชายฝั่งทะเล

11.7.1 ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการกัดเซาะ บริเวณชายฝั่งที่เป็นหินซึ่งน้ำทะเลท่วมถึงการกัดเซาะจะเกิดขึ้นมากถ้าเกิดคลื่นแรง ทำให้ชายฝั่งมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ (ดูรูปที่ 11.7)



รูปที่ 11.7 ลักษณะชายฝั่งที่เกิดจากการกัดเซาะ

(ที่มา : Strahler, 1981 หน้า 506)

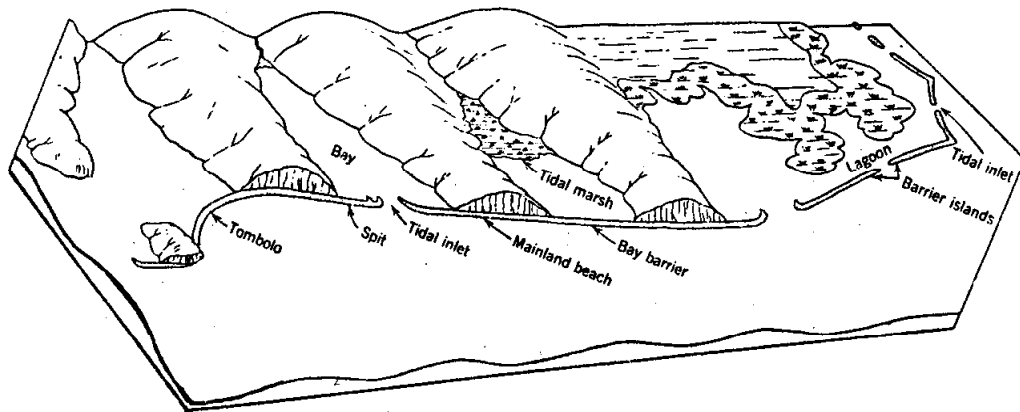
1. หน้าผาคลื่นเซาะ (wave-cut cliff, N) เกิดจากการกัดเซาะของคลื่นทำให้เกิดหน้าผาชันพบบนชายฝั่ง การกัดเซาะจะเกิดขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้หน้าผาถอยร่นเข้าไปในแผ่นดินมากขึ้น เกิดเป็นที่ราบบริเวณฐานของหน้าผาเรียกเทอเรซคลื่นกัดเซาะ (P)

2. โพรงหินชายฝั่ง (sea cave, C) เป็นการกัดเซาะบริเวณหน้าผา อัตราการกัดเซาะจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับหินและบริเวณที่ถูกกัดเซาะ ผลจากการกัดเซาะทำให้เกิดถ้ำหรือโพรงหินชายฝั่งขึ้นบริเวณหน้าผา

3. ถ้ำลอดชายฝั่งหรือสะพานหินธรรมชาติ (sea arch, A) การกัดเซาะถ้ำเกิดขึ้นบริเวณแหลมผาชั้นยื่นออกไปในทะเล คลื่นจะเซาะแหลมทั้งสองด้านให้เป็นโพรง โพรงนี้จะถูกกัดเซาะจนทะลุเกิดเป็นถ้ำลอดชายฝั่งขึ้น

4. เกาะหินโค้ง (stack, S) จะเกิดต่อเนื่องมาจากถ้ำลอดชายฝั่ง ถ้าเกิดการยุบตัวของเพดานถ้ำจะเหลือแท่งหินเป็นเกาะเล็ก ๆ อยู่ในทะเลเรียกเกาะหินโค้ง และวางตัวอยู่ข้างหน้าของหน้าผานั้นเอง

17.7.2 ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการทับถม คลื่นและกระแสน้ำชายฝั่งจะกัดเซาะหินให้แตกหักออก และพัดพาตะกอนมาทับถมกันอยู่ตามชายฝั่ง บริเวณอ่าวและปากทางน้ำเข้าทำให้เกิดลักษณะต่าง ๆ เช่น (ดูรูปที่ 11.8)



รูปที่ 11.8 ลักษณะการทับถมของตะกอนตามชายฝั่งทะเล

(ที่มา : Longwell & Others, 1969 หน้า 319)

1. หาด (beach) เป็นแนวยาวไปตามชายฝั่งประกอบด้วยตะกอนขนาดต่าง ๆ แต่ทรายจะพบมากที่สุด

2. สันดอนจะงอยหรือสปีด (spit) บริเวณที่ชายฝั่งตรงและมีอ่าวลึกเจ้าเข้าไป การพัดพาตามชายฝั่งจะทำให้ชายฝั่งขยายตัวเป็นแนวตรงและมีสันทรายยื่นเข้าไปในอ่าว ทำให้

เกิดสันดอนจะงอยซึ่งปลายจะโค้งคล้ายตะขอเข้าหาอ่าว

3. สันดอนปากอ่าว (baymouth bar or bay barrier) เกิดจากสันดอนจะงอยขยายออกไปปิดปากอ่าวเกิดเป็นสันดอนปากอ่าว ทำให้อ่าวตัดขาดออกจากแหล่งน้ำในทะเลเปิด

4. เกาะสันดอน (barrier islands or offshore bar) เป็นเกาะที่ประกอบด้วยตะกอนมีลักษณะยาว เตี้ย ชานไปกับชายฝั่งทะเลอยู่ห่างจากฝั่ง โดยมีลากูนกัน

5. สันดอนเชื่อมเกาะหรือทอมโบโล (tombolo) เป็นสันทรายที่ประกอบด้วยทรายหรือกรวดซึ่งเชื่อมเกาะสองเกาะ หรือระหว่างเกาะกับแผ่นดินใหญ่ เป็นผลจากการหักเหของคลื่นและการพัดพาตามชายฝั่ง

6. ดินดอนสามเหลี่ยมน้ำขึ้นลง (tidal delta) ปกติบริเวณสันดอนจะงอย สันดอนปากอ่าวและเกาะสันดอน จะมีปากทางน้ำไหลเวลาน้ำขึ้นลง (tidal inlet) ทำให้มีการพัดพาตะกอนไปทับถมกัน ใกล้ชายฝั่งหรือในอ่าว เป็นดินดอนสามเหลี่ยมน้ำขึ้นลง

11.7.3 ลักษณะชายฝั่งปะการัง ชายฝั่งปะการังเป็นชายฝั่งอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดแผ่นดินเพิ่มขึ้นจากอินทรีย์สารพวกปะการัง (coral) ปะการังส่วนมากจะอยู่เป็นกลุ่มและมีโครงสร้างที่มีส่วนประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต เมื่อตายลงก็กลายเป็นหินปูน ชายฝั่งปะการังจะเกิดในเขตร้อนและกึ่งร้อน เพราะอุณหภูมิพอดีทำให้ปะการังมีชีวิตอยู่ได้ ลักษณะชายฝั่งปะการังแบ่งออกเป็น 3 ชนิดดังนี้

1. ปะการังชายฝั่ง (fringing reef) เป็นปะการังที่เกิดขึ้นตามชายฝั่งทะเล มีลักษณะเป็นพื้นราบ ความกว้างอาจจะสองสามเมตรหรือหลายร้อยเมตรแต่มีความยาวหลายกิโลเมตร ทางด้านทะเลมีลักษณะเป็นหน้าผาชันและขรุขระ

2. ปะการังใกล้ฝั่ง (barrier reef) มีลักษณะคล้ายกับปะการังชายฝั่งแต่จะเกิดห่างออกจากชายฝั่ง โดยมีทะเลสาบที่มีความกว้างและลึกเกินกว่าปะการังจะเจริญเติบโตได้กันอยู่ มักจะเกิดรอบเกาะภูเขาไฟแต่อาจพบตามชายทะเลของทวีปด้วย ซึ่งจะมีแนวชานกับแนวชายฝั่ง ปะการังใกล้ฝั่งนี้อาจเกิดจากการเจริญขยายมาของปะการังชายฝั่ง หรือปะการังจะขยายเข้าไปในส่วนทะเลสาบได้เช่นกัน เทือกปะการังใกล้ฝั่งจะมีทางผ่านให้น้ำทะเลไหลเข้าออกจากทะเลสาบได้ แต่ทางผ่านนี้จะหายไปเมื่อมีปะการังเจริญเข้ามาอยู่เต็ม



3. หมู่เกาะปะการัง (atoll) คล้ายปะการังใกล้เคียง แต่เกิดล้อมรอบทะเลสาบที่ลึกลึกมีลักษณะคล้ายรูปวงแหวน โดยไม่มีเกาะอยู่ตรงกลาง ระหว่างแนวปะการังจะมีทางผ่านหลายทาง แต่บางแห่งไม่มีช่องว่างเลย ปะการังจะอยู่เต็มหมด พบมากตามหมู่เกาะต่าง ๆ ในมหาสมุทร

### 11.8 การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล

ระดับน้ำทะเลจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาไม่คงที่ ทำให้พื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลที่เกิดขึ้นทุกวันสาเหตุจากกระแสน้ำขึ้นลงและลม แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้างและสำคัญมีมาตั้งแต่อดีตเกิดขึ้นได้ดังนี้

1. **Eustatic change** เป็นการเปลี่ยนระดับน้ำทะเลเป็นบริเวณกว้างทั่วโลก เป็นการเปลี่ยนระยะยาว แต่ทำให้ระดับน้ำเพิ่มหรือลดลง สาเหตุเกิดขึ้นในส่วนของมหาสมุทร เช่น การเกิดหรือการละลายของธารน้ำแข็งจะทำให้จำนวนน้ำในมหาสมุทรลดลงหรือเพิ่มขึ้นซึ่งมีผลกับระดับน้ำทะเล หรือการเพิ่มหรือการลดของระดับน้ำทะเลอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงขนาดของแอ่งมหาสมุทร โดยการสะสมตะกอนบนพื้นแอ่งมากขึ้นหรือการเปลี่ยนรูปร่างเนื่องจากแรงภายในโลกทำให้ขนาดของแอ่งเล็กลงหรือขยายใหญ่ขึ้นได้

2. **Tectonic change** การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลเนื่องจากการเคลื่อนไหวของแผ่นดิน จะเกิดขึ้นเฉพาะแห่งบริเวณที่แรงมากจะทำให้หินแตกหักและเปลี่ยนรูปไป ทำให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้นหรือลดลงเฉพาะบริเวณนี้เท่านั้น จะไม่มีผลต่อมหาสมุทรทั้งหมด

### 11.9 สรุป

มหาสมุทรจะปกคลุมพื้นผิวโลกประมาณ 71 เปอร์เซ็นต์ และจะอยู่ที่ซีกโลกใต้มากกว่าซีกโลกเหนือ

ส่วนประกอบของน้ำในมหาสมุทรจะเป็นสารละลายของเกลือมากจึงทำให้น้ำมีความเค็ม สารละลายเหล่านี้ได้มาจากทวีปโดยสายน้ำพัดพามา นอกจากนี้ก็มีแก๊สเหมือนในชั้นบรรยากาศละลายอยู่ด้วย

กระแสน้ำในมหาสมุทรมี 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ กระแสน้ำขึ้นน้ำลง กระแสน้ำโดยความ

หนาแน่นซึ่งเกิดจากความแตกต่างในความเค็ม อุณหภูมิและความชื้นของน้ำ และชนิดสุดท้ายกระแสน้ำพื้นผิว

แอ่งมหาสมุทรทั่วโลกจะติดต่อกันและประกอบด้วยหิน simatic โดยอาจจะมึหรือไม่มีตะกอนปิดทับอยู่ตอนบน

ลักษณะภูมิประเทศของพื้นมหาสมุทรแบ่งออกเป็นไหล่ทวีป ลาดทวีป ลาดหินทวีปและมหาสมุทรลึก ซึ่ง แต่ละส่วนอาจจะมีลักษณะเหล่านี้เกิดขึ้นได้คือ หุบเขาใต้ทะเล ภูเขาใต้ทะเล ล้นเขาใต้ทะเล รอยแตกขวาง และ deep-sea trenches

ตะกอนที่สะสมในมหาสมุทรจะหนามากในบริเวณไหล่ทวีปและลาดทวีป แต่จะบางในพื้นที่มหาสมุทรลึก แบ่งออกเป็นสองชนิดคือ pelagic และ terrestrial ซึ่ง terrestrial มีมากบนไหล่ทวีปและลาดทวีป

ชายฝั่งทะเลมีลักษณะแตกต่างกันไปเนื่องจากคลื่นซึ่งเกิดจากลมพัดและกระแสน้ำตามชายฝั่ง

ลักษณะภูมิประเทศชายฝั่งทะเลจะแตกต่างกันไปเนื่องจากคลื่นซึ่งเกิดจากลมพัดและกระแสน้ำตามชายฝั่ง ถ้าลอดชายฝั่งหรือสะพานหินธรรมชาติ เกาะหินโด่ง

ลักษณะภูมิประเทศชายฝั่งทะเลที่เกิดจากการทับถมมีดังนี้ หาด สันดอนจะงอยหรือสปีด สันดอนปากอ่าว เกาะสันดอน สันดอนเชื่อมเกาะหรือทอมโบโล ดินดอนสามเหลี่ยมน้ำชั้นลง

ลักษณะชายฝั่งปะการังเกิดขึ้นมากในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนมีปะการังชายฝั่ง ปะการังใก้ฝั่งและหมู่เกาะปะการังซึ่งจะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนระดับน้ำทะเล

การเปลี่ยนระดับน้ำทะเลเกิดขึ้นทั้ง eustatic และ tectonic

## แบบฝึกหัดบทที่ 11

1. อธิบายการกระจายของมหาสมุทรในปัจจุบัน
2. ความเค็มของน้ำทะเลคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร
3. อธิบายกระแสใต้มหาสมุทรที่เกิดขึ้นทั้ง 3 แบบ
4. อธิบายลักษณะภูมิประเทศของพื้นมหาสมุทร
5. จงบอกชื่อและอธิบายลักษณะที่เกิดขึ้นในบริเวณไหล่ทวีปและลาดทวีป
6. จงบอกชื่อและอธิบายลักษณะที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นมหาสมุทรลึก
7. หุบผาชันใต้ทะเลหรือแคนยอนใต้ทะเลคืออะไร อธิบายกระบวนการเกิดที่คิดว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้มันเกิด
8. อธิบายตะกอนที่มาสะสมกันบริเวณไหล่ทวีป และลาดทวีป
9. ตะกอนที่สะสมกันมากในมหาสมุทรลึกคืออะไรบ้าง และมาจากไหน
10. คลื่นทะเลคืออะไร แตกต่างจากคลื่นสเวลล์อย่างไร
11. อธิบายการเคลื่อนที่ของคลื่นและน้ำในแนวทางของคลื่นทั้งในเขตน้ำลึกและน้ำตื้น และทำไมคลื่นหัวแตกจึงต้องเกิด
12. อธิบายการหักเหของคลื่นบริเวณชายฝั่งตรงและชายฝั่งเว้า พลังงานจากคลื่นจะไปรวมกันมากหรือน้อยบริเวณใด และมีผลต่อการสร้างชายฝั่งอย่างไร
13. กระแสน้ำตามชายฝั่งคืออะไร และมันเกิดขึ้นได้อย่างไร
14. จงวาดรูปด้านข้างของชายฝั่งทะเลและบอกชื่อส่วนต่าง ๆ ไว้ด้วย
15. ชายฝั่งยกตัวและชายฝั่งจมตัว หมายความว่าอย่างไร
16. จงอธิบายคำต่อไปนี้ หน้าผาคลื่นเขาะ เทอเรชคลื่นกัดเขาะ โพรงหินชายฝั่งหรือถ้า ถ้ำลอดชายฝั่งหรือสะพานหินธรรมชาติ เกาะหินโค้งและการเกิดที่สัมพันธ์กัน
17. จงอธิบายการเกิดสันดอนจะงอย สันดอนปากอ่าว และสันดอนเชื่อมเกาะ
18. อธิบายเกาะสันดอน และการเกิดดินดอนสามเหลี่ยมน้ำขึ้นลงบริเวณนี้
19. ชายฝั่งปะการังคืออะไร มีกี่ชนิด เกิดขึ้นได้อย่างไร
20. อธิบายการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลที่เกิดขึ้นทั้งสองชนิด