

นิเวศวิทยาทางทะเล

(Marine Ecology)

อ. ดร. บุญเสฐียร บุญสูง

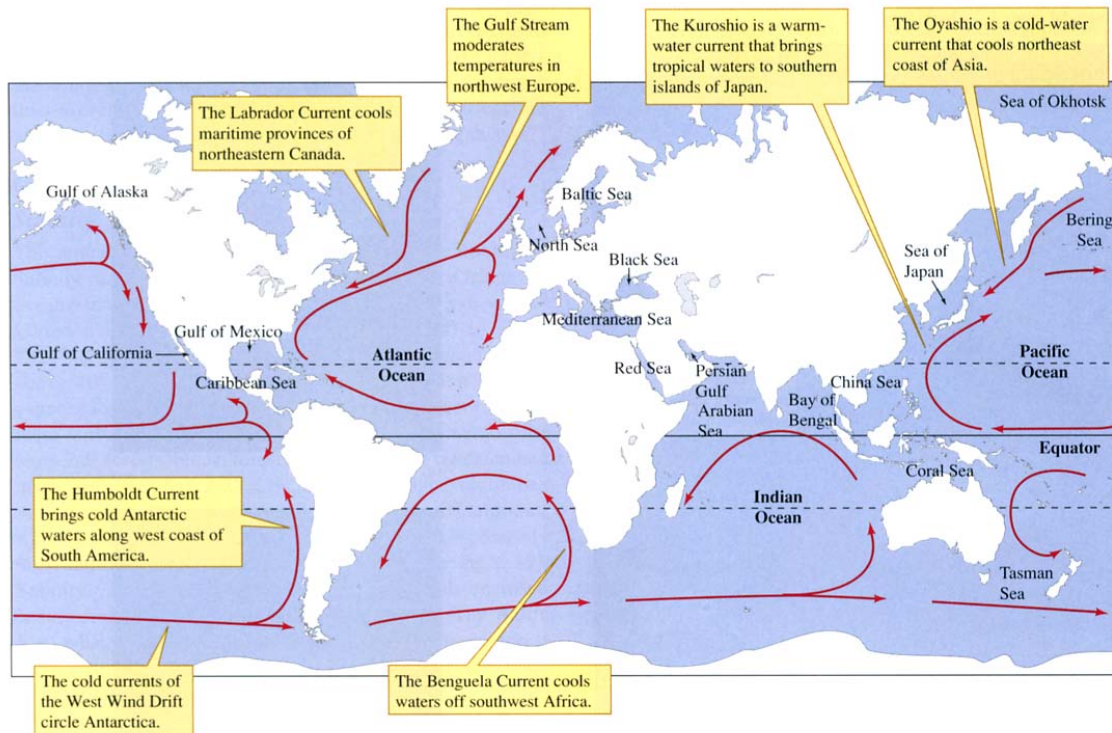
ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. บทนำ

น้ำทะเล คือ น้ำเค็มในทะเล และมหาสมุทร ซึ่งปกคลุมพื้นผิวของโลกอยู่ประมาณร้อยละ 70 น้ำทะเลมีปริมาณร้อยละ 97 ของแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำทะเลมีรสเค็ม เนื่องจากมีเกลือซึ่งประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆ ปะปนอยู่ในรูปของสารละลาย องค์ประกอบของน้ำทะเล ประกอบด้วย คลอไรด์ 55% โซเดียม 31% โดยน้ำหนัก ธาตุสำคัญอื่นๆ ได้แก่ โบรมีน คาร์บอน สตรอนเตียม โพลอน ซิลิกอน และฟลูออรีน ค่าความเค็มเฉลี่ยของมหาสมุทรประมาณ 34.72 ‰ เกลือในทะเล และมหาสมุทรมีกำเนิดมาจากแร่ธาตุบนพื้นโลก น้ำที่อยู่บนพื้นโลกละลายแร่ธาตุในหิน และดิน และไหลรวมกันเป็นแม่น้ำลำธารไปสะสมในมหาสมุทร สารละลายเกลือเหล่านี้อยู่ในประจุของแร่ธาตุที่สำคัญได้แก่ ประจุโซเดียม (Na^+) และประจุคลอไรด์ (Cl^-) เมื่อน้ำระเหยออกไป ประจุเหล่านี้รวมตัวกันเป็นสารประกอบ ได้แก่ เกลือแกง หรือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

วิชาที่เกี่ยวข้อง คือ สมุทรศาสตร์ (Oceanography) เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับน้ำเค็ม และแขนงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์อยู่กับห้วงมหาสมุทร มหาสมุทร (ocean) ในโลกแบ่งเป็น 4 มหาสมุทรใหญ่ๆ (ภาพที่ 1) ได้แก่

- ❖ มหาสมุทรแปซิฟิก (Pacific ocean) เป็นมหาสมุทรที่ใหญ่ที่สุด มีพื้นที่ประมาณ 180 ล้านตารางกิโลเมตรหรือ 1 ใน 3 ของพื้นที่ผิวทั้งหมดของโลก อยู่ระหว่างทวีปเอเชียกับทวีปอเมริกา
- ❖ มหาสมุทรแอตแลนติก (Atlantic ocean) เป็นมหาสมุทรที่ใหญ่เป็นอันดับ 2 มีพื้นที่ถึง 107 ล้านตารางกิโลเมตร อยู่ระหว่างทวีปอเมริกากับทวีปยุโรป
- ❖ มหาสมุทรอินเดีย (Indian ocean) เป็นมหาสมุทรที่ใหญ่เป็นอันดับ 3 มีพื้นที่ 74 ล้านตารางกิโลเมตร อยู่ตอนใต้ของทวีปเอเชีย
- ❖ มหาสมุทรอาร์กติก (Arctic ocean) เป็นมหาสมุทรที่อยู่ตอนเหนือของทวีปยุโรป จัดเป็นมหาสมุทรที่มีขนาดเล็กที่สุดของโลก



ภาพที่ 1 มหาสมุทรในโลก (ที่มา Molles, 2008)

2. การแบ่งเขตในทะเล (zonation of the sea) (ภาพที่ 2)

การแบ่งเขตในทะเลสามารถแบ่งในลักษณะกว้างๆ ได้เป็น 2 ส่วน คือ

2.1 ส่วนพื้นท้องทะเล (benthic)

พื้นท้องน้ำของทะเล คือ ลักษณะของพื้นที่รองรับ (substratum) ตั้งแต่บริเวณฝั่งที่น้ำทะเลท่วมไม่ถึงจนถึงเขตที่ลึกที่สุดซึ่งแบ่งได้เป็น 4 เขต ดังนี้

❖ **เขตชายฝั่งทวีป (Continental shelf)** เป็นเขตชายฝั่งทะเลเริ่มตั้งแต่บริเวณที่น้ำทะเลท่วมไม่ถึงไปจนถึงพื้นที่บริเวณที่ๆ มีความลาดชันมาก บริเวณนี้ แสงแดดส่องถึงพื้นน้ำ ความลึกของเขตนี้อยู่ระหว่าง 0-200 เมตร เป็นเขตที่มีความสมบูรณ์มากกว่าเขตอื่นๆ แบ่งเป็นเขตย่อยได้ดังนี้

➢ **เขตริมทะเล (supra-tidal zone)** เป็นเขตที่อยู่เหนือบริเวณที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด (high tide) น้ำทะเลจึงท่วมไม่ถึงเขตนี้ พืช-สัตว์ไม่ได้รับอิทธิพลของน้ำทะเล โดยตรง แต่อาจได้รับอิทธิพลจากไอความชื้นของน้ำทะเลเท่านั้น

➢ **เขตชายทะเล (intertidal zone)** เป็นเขตชายฝั่งทะเลที่อยู่ระหว่างน้ำทะเลขึ้นสูงสุดและน้ำทะเลลงต่ำสุด เขตนี้บางพื้นที่กว้าง บางพื้นที่แคบ ขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ พืชและสัตว์จะต้องปรับตัวเองมากที่สุดจึงต้องมีคุณสมบัติหรือลักษณะพิเศษเฉพาะเพื่อปรับตัวเองในด้านการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้น ความเค็ม หรือแรงกระแทกของคลื่น ทราบ เป็นต้น

➢ **เขตใต้น้ำ (sub-tidal zone)** เขตนี้อยู่ต่ำกว่าเขตชายทะเลลงมา มีน้ำท่วมอยู่โดยตลอด บางพื้นที่ที่มีความกว้างมาก เขตนี้นับว่ามีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด การปรับตัวของพืชและสัตว์มีน้อยกว่าเขตชายทะเล ในบางแห่งมีที่กำบังคลื่น-ลม ทำให้ลดความเสียหายลงได้ เนื่องจากเป็นบริเวณที่มี

แสงแดดส่องถึงและอยู่ใกล้ชายฝั่งทำให้ได้รับแร่ธาตุอาหารมาก จึงมีการสร้างอาหารโดยในกลุ่มผู้ผลิตชั้นต้นได้มากที่สุด จึงมีพืชและสัตว์อยู่อาศัยบริเวณนี้มาก

- ❖ **เขตไหล่ทวีป (Continental slope)** เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากเขตชายฝั่งทวีปโดยเริ่มจากเขตที่มีความลาดชัน (Slope) เพิ่มขึ้นจากแนวเดิม ความลึกเริ่มตั้งแต่ระดับประมาณ 200 เมตรลงไปจนถึงประมาณ 4,000 เมตร
- ❖ **เขตพื้นมหาสมุทร (Abyssal plain)** เป็นเขตที่ราบกว้างใหญ่ คล้ายท้องทะเล มีความชันไม่มากนัก อยู่ถัดจากเขตไหล่ทวีป ระดับความลึกของพื้นที่ราบนี้ตั้งแต่ 4,000 เมตร ไปจนถึง 6,000 เมตร พื้นที่มีบางแห่งที่เป็นเสมือนภูเขาบนพื้นราบ บริเวณนี้ไม่มีแสงสว่าง สิ่งมีชีวิตมีอยู่อย่างเบาบางสัตว์ที่พบได้แก่ Chinoderms, Polychaetes และ Bryozoa เป็นต้น
- ❖ **เขตหุบเหว (Trenches zone or Hadal zone)** หรือ สะดือทะเล ลึกลงมาจากระดับ 6,000 เมตร เป็นเขตที่ไม่มีแสงสว่างและสิ่งมีชีวิตมีน้อยกว่าเขตอื่นๆ

ข. ส่วนพื้นน้ำ (Pelagic)

ในส่วนพื้นน้ำแบ่งได้เป็น 2 เขตตามแนวราบ (horizontal direction) คือ

- ❖ **เขตชายฝั่งทะเล (Coastal sea or Neritic zone)** เป็นเขตตั้งแต่ชายฝั่งออกไป เป็นบริเวณที่มีแร่ธาตุอาหารสมบูรณ์ซึ่งได้รับจากแม่น้ำ และแผ่นดิน มีแสงแดดส่องถึงพื้นท้องน้ำ ซึ่งมีความลึกไม่เกิน 200 เมตร อยู่เหนือพื้นดินบริเวณชายฝั่งทวีป ผลผลิตเบื้องต้นจะเกิดขึ้นในบริเวณนี้อย่างมาก เป็นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ทุกขนาด ทุกวัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์ทะเลวัยอ่อนจะพัฒนาและเจริญเติบโตในบริเวณนี้ได้เป็นอย่างดี

- ❖ **เขตทะเลเปิด (Open sea) หรือมหาสมุทร (Oceanic zone)** เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากเขตทะเลชายฝั่งออกไป ตั้งแต่เขตเหนือบริเวณไหล่ทวีปออกไปนอกชายฝั่ง

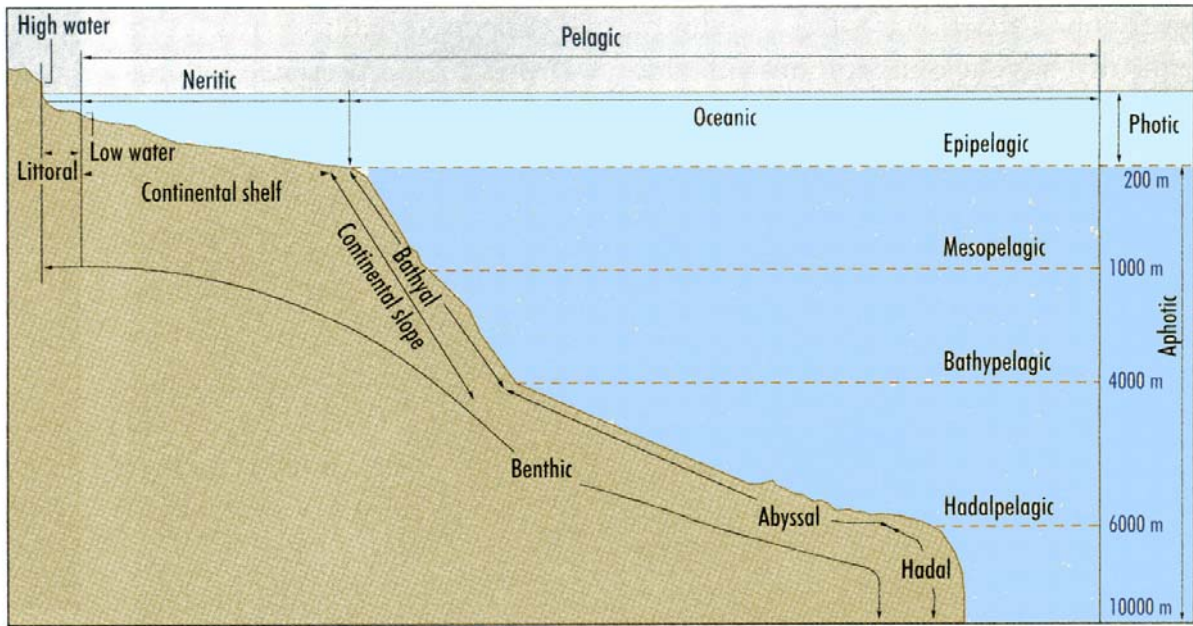
ในเขตทะเลเปิดสามารถแบ่งเป็นเขตตามแนวราบ (vertical direction) แบ่งโดยใช้แสงเป็นปัจจัยแบ่งได้เป็น 2 เขต คือ

- ❖ **Photic zone** เป็นบริเวณที่ได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ ทำให้เขตนี้มีขบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งในน้ำทะเลมีความลึกประมาณ 200 เมตร อยู่ในเขตเดียวกับ Continental shelf

- ❖ **Aphotic zone** เป็นบริเวณที่ลึกลงมาจากเขต photic บริเวณที่แสงแดดส่องลงไปไม่ถึง ซึ่งอยู่ลึกลงไปจากเขตที่ 2 ในเขตนี้จะไม่มีการสังเคราะห์แสง และสิ่งมีชีวิตจึงมีจำนวนน้อย

หากแบ่งตามสิ่งมีชีวิต สามารถแบ่งส่วนที่เป็นน้ำได้ 4 เขต คือ

- ❖ **Epipelagic zone** เป็นบริเวณที่ลึกลงมาจากผิวน้ำลงไปจนถึงระดับ 200 เมตร
- ❖ **Mesopelagic zone** เป็นบริเวณที่ลึกลงมาจากระดับ 200 เมตร จนถึง 1000 เมตร
- ❖ **Bathypelagic zone** เป็นบริเวณที่อยู่ถัดลงมาจากระดับ 1000 เมตร ถึง 4000 เมตร
- ❖ **Abyssalpelagic zone** เป็นบริเวณที่อยู่ในระดับ 4000-6000 เมตร



ภาพที่ 2 การแบ่งเขตต่างๆ ในทะเล (ที่มา Kaiser *et al.*, 2005)

3. ปัจจัยทางนิเวศวิทยาที่สำคัญในทะเล

3.1 น้ำขึ้นน้ำลง (tides)

เป็นการเปลี่ยนแปลงของระดับผิวน้ำทะเลในแนวตั้ง เกิดจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลก และเปลี่ยนแปลงทุกๆ วัน แตกต่างกันไปตามลักษณะของภูมิประเทศ การขึ้นลงของน้ำนั้นจะมีความแตกต่างในแต่ละพื้นที่ แบ่งได้เป็น

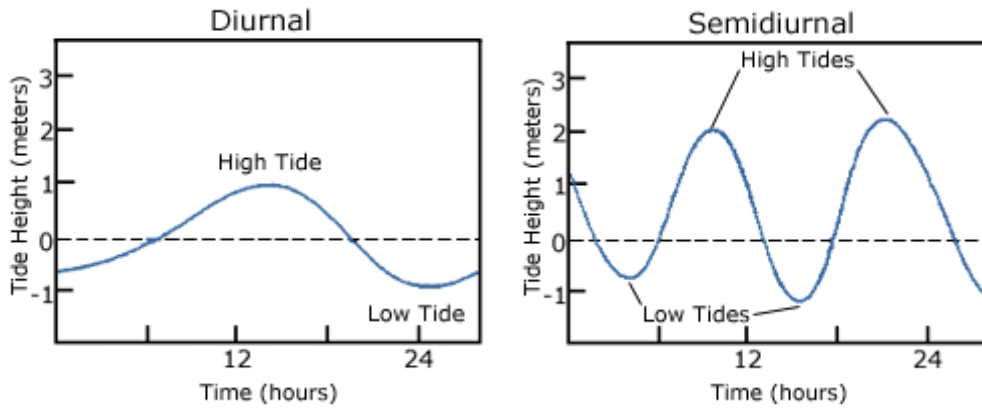
น้ำเดียว (diurnal) : น้ำขึ้น 1 ครั้ง และน้ำลง 1 ครั้งต่อวัน

น้ำคู่ (semidiurnal) : น้ำขึ้น 2 ครั้ง และน้ำลง 2 ครั้งต่อวัน

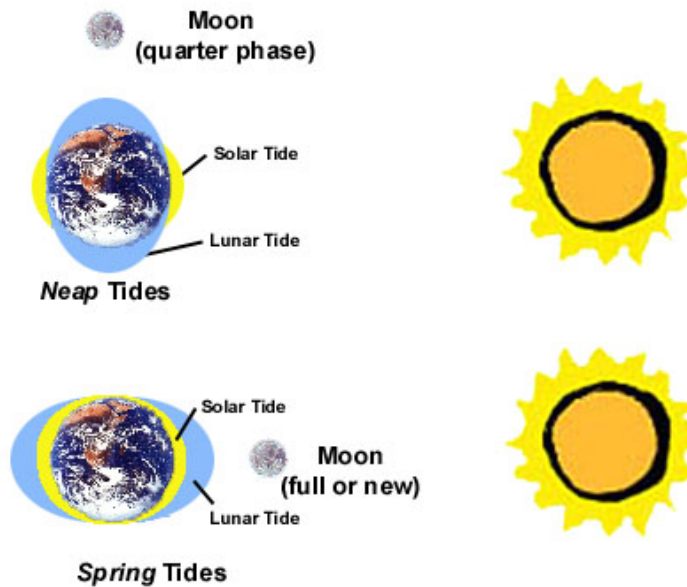
ระดับของน้ำขึ้นลงในแต่ละวันนั้นจะไม่เท่ากัน (ภาพที่ 3)

ในวันเพ็ญเต็มดวง และในวันเดือนมืด (ขึ้น 15 ค่ำ และแรม 15 ค่ำ) ดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ อยู่ในแนวเดียวกัน แรงโน้มถ่วงของดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์เสริมกัน ทำให้แรงไทดัลมากขึ้น ระดับน้ำทะเลจึงมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าคือ น้ำขึ้นสูงมากและน้ำลงต่ำกว่ามาก เรียกว่า เรียกว่า น้ำเกิด (spring tide) (ภาพที่ 4)

ส่วนในวันที่เห็นดวงจันทร์ครึ่งดวง (ขึ้น 8 ค่ำ และ แรม 8 ค่ำ) ดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ อยู่ในแนวตั้งฉากกัน แรงโน้มถ่วงของดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ไม่เสริมกัน ทำให้ระดับน้ำทะเลเปลี่ยนแปลงน้อย เรียกว่า น้ำตาย (neap tide) (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 3 น้ำขึ้นและน้ำลง (ที่มา <http://www.oceanservice.noaa.gov>)



ภาพที่ 4 น้ำขึ้นและน้ำลง (ที่มา <http://www.rise.org.au/info/Res/tidal>)

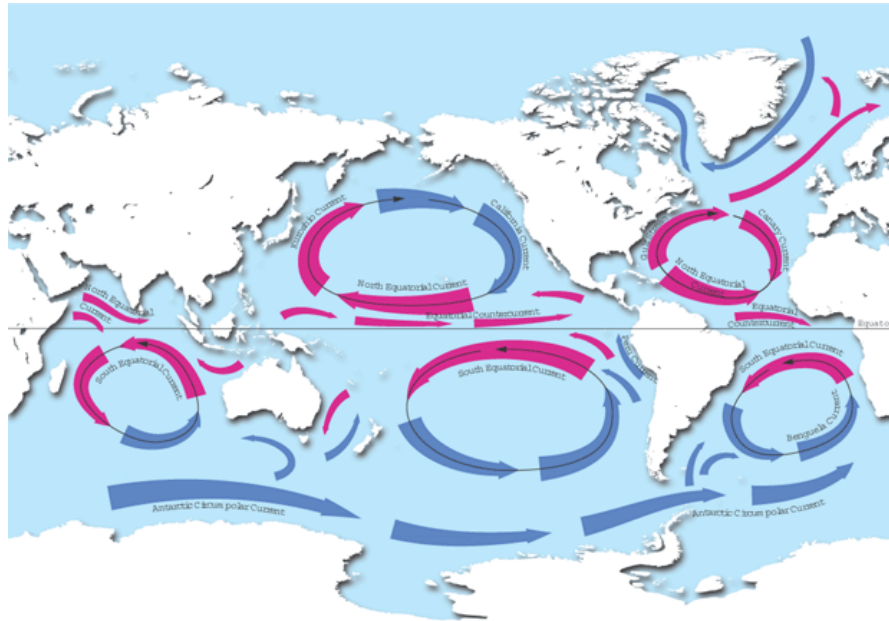
3.2 กระแสน้ำ (currents)

น้ำทะเลในมหาสมุทรมีความเค็มไม่เท่ากัน น้ำทะเลที่เค็มกว่ามีความหนาแน่นสูงจะเคลื่อนไปแทนที่น้ำทะเลที่มีความหนาแน่นต่ำ การไหลเวียนของน้ำในมหาสมุทรเป็น 2 ประเภท คือ กระแสน้ำบริเวณพื้นผิว (surface currents) และกระแสน้ำลึก (deep currents)

➢ การไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณพื้นผิวมหาสมุทร กระแสลมพัดพาให้กระแสน้ำ

เคลื่อนที่ไปในทางเดียวกัน ลมสินค้าตะวันออกบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร มีอิทธิพลพัดให้น้ำในมหาสมุทรเคลื่อนตัวไปทางทิศตะวันตก และลมตะวันตกในบริเวณใกล้ขั้วโลก มีอิทธิพลพัดให้น้ำในมหาสมุทรเคลื่อนตัวไปทางทิศตะวันออก การไหลของน้ำในมหาสมุทรเคลื่อนที่เป็นรูปวงเวียน ในทิศทางตามเข็มนาฬิกาในซีกโลกเหนือ และในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ การไหลเวียนของ

กระแสน้ำผิวพื้น มีอิทธิพลต่อน้ำในมหาสมุทรประมาณร้อยละ 10 เนื่องจากอิทธิพลของกระแสลมส่งผลกระทบกระแสน้ำในมหาสมุทร เพียงความลึก 1 กิโลเมตรเท่านั้น แสดงดังภาพที่ 5



Surface Ocean Currents

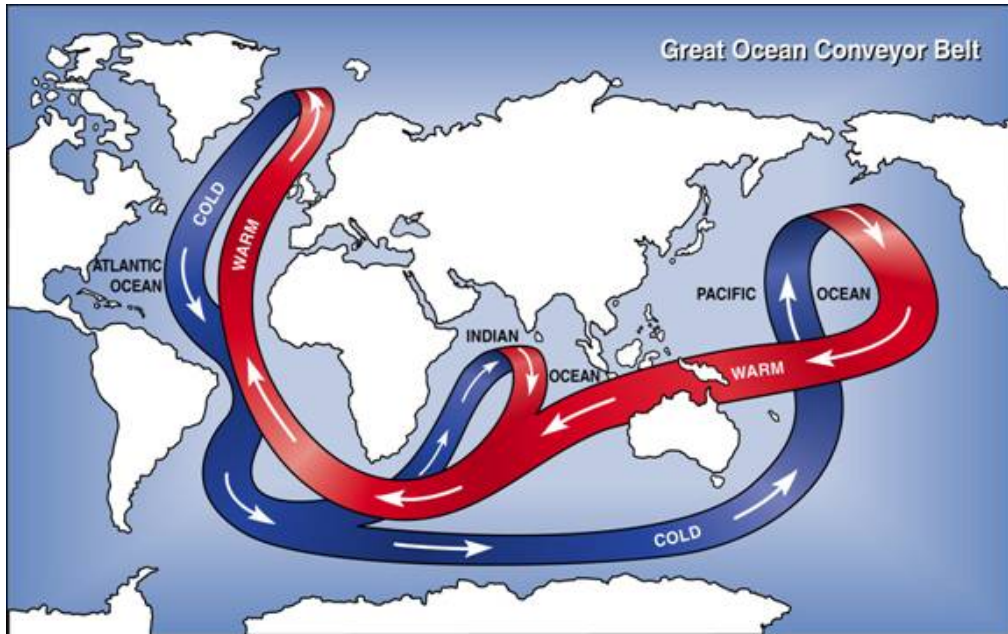
ภาพที่ 5 การไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณพื้นผิวมหาสมุทร (ที่มา <http://www.nmm.ac.uk>)

➢ การไหลเวียนของกระแสน้ำลึกในมหาสมุทร

น้ำทะเลในแต่ละส่วนของโลกมีความเค็มไม่เท่ากัน และมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน น้ำทะเลที่มีความหนาแน่นสูงย่อมไหลไปแทนที่น้ำทะเลที่มีความหนาแน่นต่ำ การหมุนเวียนของกระแสน้ำลึกมีปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการคือ ความร้อน และเกลือ เรียกการไหลเวียนในลักษณะนี้ว่า **thermohaline**

วงจรการไหลเวียนของกระแสน้ำลึกในมหาสมุทรมีชื่อเรียกว่า **great ocean conveyor belt** น้ำทะเลความหนาแน่นสูงอุณหภูมิต่ำจมตัวลงสู่ท้องมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือไหลลึกกลางใต้ แล้วเลี้ยวไปทางตะวันออก ขณะที่มันไหลผ่านมหาสมุทรอินเดียอุณหภูมิจะสูงขึ้น และลอยตัวขึ้นทางตอนเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิก

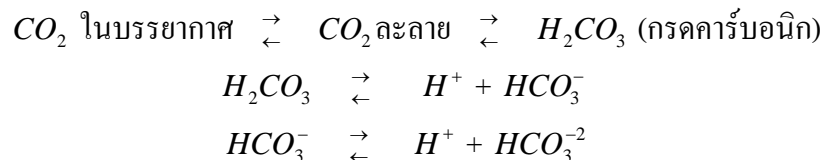
น้ำทะเลความหนาแน่นต่ำอุณหภูมิสูงจากมหาสมุทรแปซิฟิก ไหลวกกลับผ่านมหาสมุทรอินเดียลงมาทางมหาสมุทรแอตแลนติกใต้ แล้วไหลย้อนมาทางมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ กระแสน้ำมีความเค็มมากขึ้นเนื่องจากการระเหยของน้ำประกอบกับการเดินทางเข้าใกล้ขั้วโลกทำให้อุณหภูมิต่ำลง จนจมตัวลงอีกครั้งเป็นการครบรอบวงจร (ภาพที่ 6) การไหลเวียนแบบเทอร์โมฮาไลน์ มีอิทธิพลต่อน้ำในมหาสมุทรประมาณร้อยละ 90



ภาพที่ 6 การไหลเวียนของกระแสน้ำลึกในมหาสมุทร (ที่มา <http://www.crd.bc.ca/watersheds>)

3.3 แก๊สละลายในน้ำทะเล (dissolved gases in the seawater)

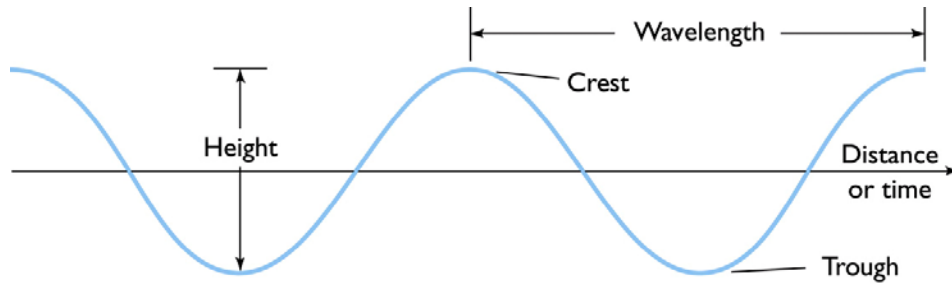
แก๊สสำคัญที่ละลายปนอยู่ในน้ำทะเล ได้แก่ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจน ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำทะเลมักมีค่าสูงที่ผิวน้ำเนื่องจากการแลกเปลี่ยนกับอากาศ และได้จากการสังเคราะห์แสง แต่ในระดับที่ลึกออกซิเจนจะมีค่าลดลง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ผิวน้ำมักมีค่าใกล้เคียงกับอากาศ การละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ สรุปได้ดังนี้



จากสมการจะเห็นว่า CO_2 มีอิทธิพลต่อค่า pH ของน้ำทะเล ปกติค่า pH ของน้ำทะเลอยู่ระหว่าง 7.5-8.4 และค่าจะสูงขึ้นเมื่อ CO_2 ถูกดึงไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง

3.4 คลื่น (wave)

คลื่นเกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำทะเล โดยเกิดจากกระแสลม เมื่อลมกระทบกับผิวน้ำทำให้น้ำนูนขึ้นเป็นคลื่นเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งตามทิศทางของลม คลื่นประกอบด้วยยอดคลื่น (crest) ท้องคลื่น (trough) ความสูงของคลื่น (height) จะวัดจากท้องคลื่นไปจนถึงยอดคลื่นในแนวตั้ง และความยาวคลื่น (amplitude หรือ wavelength) จะวัดจากยอดคลื่นลูกหนึ่งถึงอีกยอดคลื่นอีกลูกหนึ่งที่อยู่ติดกัน หรือจากท้องคลื่นลูกหนึ่งถึงท้องคลื่นอีกลูกหนึ่งที่อยู่ติดกัน เมื่อคลื่นเข้าใกล้ชายฝั่ง ความเร็วจะสูงมากขึ้น และแตกออกเป็นคลื่นเล็กๆ เรียกว่า คลื่นหัวแตก (breaker) เกิดซ้ำๆ กันจนกว่าคลื่นจะเข้าถึงชายฝั่ง (ภาพที่ 7)

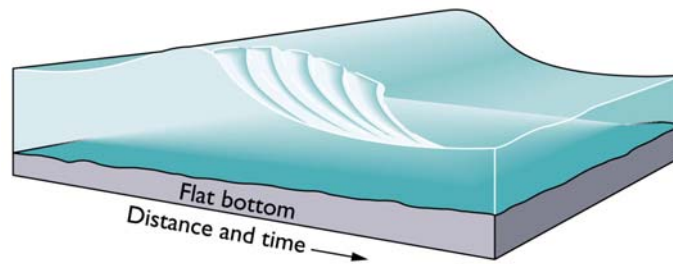


ภาพที่ 7 องค์ประกอบของคลื่น (ที่มา <http://www.csc.noaa.gov>)

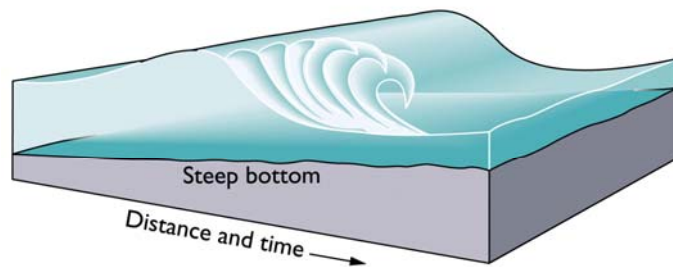
การเกิดคลื่นหัวแตกนั้น ความลึกของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญ ต้องอยู่ในระดับความลึกที่คลื่นแตกพอดี หากน้ำลึกเกินไปจะไม่มีคลื่นหัวแตก หรือหากน้ำตื้นเกินไปจะแตกก่อนที่จะไปปะทะกับหน้าผาหรือชายฝั่ง รูปแบบของคลื่นหัวแตกมีดังนี้ (ภาพที่ 8)

- **Spilling Breaker** ขอดคลื่นค่อยๆ แตกและเป็นระลอกคลื่นเล็กๆ ต่อเนื่องกันไป เมื่อเกิดคลื่นหัวแตกจะพุ่งเข้าสู่ชายหาดโดยตรงเกิดบริเวณหาดค่อนข้างราบ
- **Plunging Breaker** คลื่นแบบนี้จะมีความรุนแรงมาก ขอดคลื่นจะม้วนตัวเข้าหาชายหาด และกระทบกับหาดแตกกระจายเป็นฟองเกิดบนหาดที่มีความลาดชันมากกว่า
- **Surging Breaker** เป็นคลื่นที่ไม่แตกออกจะซัดเข้าบริเวณหน้าหาด โดยขอดคลื่น และฐานคลื่นมีความเร็วๆ เท่ากัน เป็นลักษณะน้ำขึ้น และลงอย่างรวดเร็วบริเวณหน้าหาดพบบริเวณหาดที่มีความชันมาก

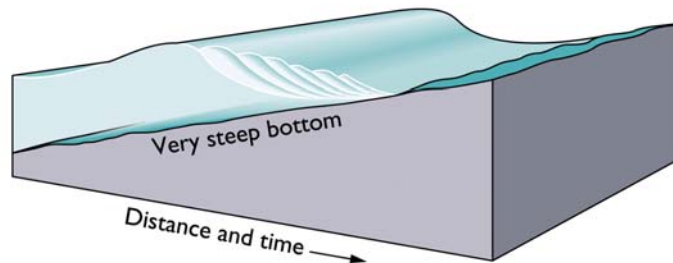
คลื่นที่ก่อให้เกิดความเสียหายมากที่สุด คือ **สึนามิหรือคลื่นใต้สมุทร (Tsunami)** คลื่นชนิดนี้เกิดจากแผ่นดินไหวหรือภูเขาไฟปะทุใต้ทะเล หรือเกิดจากการเลื่อนตัวของหินใต้พื้นมหาสมุทร ก่อให้เกิดความเสียหายต่อบ้านเรือนที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งอย่างมาก



(a) SPILLING BREAKER



(b) PLUNGING BREAKER



(c) SURGING BREAKER

ภาพที่ 8 รูปแบบของคลื่นหัวแตก (ที่มา <http://www.csc.noaa.gov>)

4. ระบบนิเวศแนวปะการัง

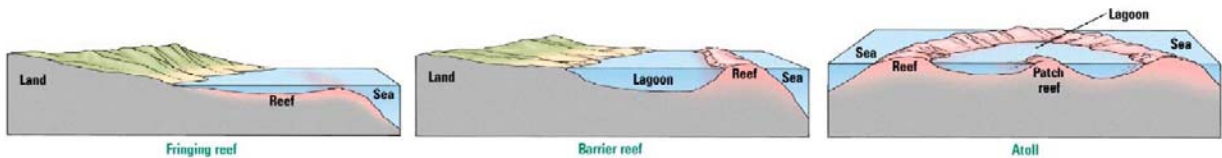
แนวปะการัง คือ โครงสร้างภูมิศาสตร์ทางทะเลที่สิ่งมีชีวิตที่ยังมีชีวิตอยู่สร้างขึ้น แนวปะการังสร้างขึ้นจากแคลเซียมคาร์บอเนต สิ่งมีชีวิตที่สำคัญที่สุดในการสร้างแนวปะการัง คือ ปะการัง ปะการังต้องการสภาพเฉพาะในการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโต คือ ต้องการแสงและน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิเหมาะสม ปะการังส่วนมากพบในบริเวณชายฝั่งน้ำตื้นที่มีความลึกน้อยกว่า 50 เมตร ปะการังจะก่อแนวหินปะการังในบริเวณที่มีอุณหภูมิน้ำสูงกว่า 18 องศาเซลเซียส ดังนั้นพื้นที่เขตร้อนจะพบแนวปะการังมากที่สุดในโลก พื้นที่เขตร้อนที่อยู่ระหว่าง Tropic of Capricorn (บริเวณใต้เส้นศูนย์สูตร) และ Tropic of Cancer (บริเวณเหนือเส้นศูนย์สูตร) การแพร่กระจายของปะการังที่สร้างแนวปะการังนั้นมีผลกระทบจากปัจจัยอื่นๆ เช่น ความเค็มของน้ำ ความใสของน้ำ ปริมาณตะกอนในน้ำ

แนวปะการังก่อกำเนิดในรูปแบบที่แตกต่างกัน จึงทำให้ปะการังในแต่ละบริเวณไม่เหมือนกัน แนวปะการังมี 3 ประเภท (ภาพที่ 9) คือ

- **Fringing reef** แนวปะการังที่เกิดขึ้นอยู่ติดชายฝั่ง บริเวณแนวลาดชันบนไหล่ทวีปหรือรอบๆ เกาะ แนวปะการังรูปแบบนี้มักได้รับความเสียหายจากกิจกรรมมนุษย์

■ **Barrier reef** แนวปะการังที่เกิดขึ้นอยู่นอกชายฝั่งออกไปมากกว่า fringing reef ซึ่งเกิดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น แนวปะการังรูปแบบนี้ที่ใหญ่ที่สุด คือ Great Barrier Reef มีความยาวประมาณ 2,000 กิโลเมตร

■ **Atoll** แนวปะการังในทะเลลึก ไกลจากชายฝั่งมาก เกิดอยู่บนเกาะภูเขาไฟใต้น้ำกลางมหาสมุทร มีลักษณะคล้ายวงแหวน



fringing reef

barrier reef

atoll

ภาพที่ 9 แนวปะการัง (ที่มา <http://www.geographyalltheway.com>)

เขตของแนวปะการัง (Reef zonation)

แนวปะการังจะมีรูปแบบของลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนด คือ ทิศทางของลม ทิศทางลมจะเป็นตัวกำหนดทิศของคลื่น และผลกระทบของคลื่นจะเป็นตัวแบ่งลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่ในแนวปะการังทั่วไปแบ่งเป็น ปะการังแนวลาดชัน (reef slope) ปะการังแนวสัน (reef crest หรือ reef edge) และปะการังแนวราบ (reef flat) สัตว์ที่อาศัยในบริเวณต่างๆ ของแนวปะการัง จะมีความแตกต่างกัน

บทบาทของแนวปะการัง

- เป็นที่อยู่อาศัย หลบภัยของสัตว์น้ำต่าง ๆ
- ปะการังเป็นแนวกันคลื่นตามธรรมชาติ
- แนวปะการังเป็นแหล่งอาหาร และแหล่งปลาเศรษฐกิจ
- แหล่งท่องเที่ยว และแหล่งศึกษาวิจัยที่สำคัญ

5. ระบบนิเวศหาดทราย

หาดทราย หมายถึง พื้นที่ระหว่างขอบฝั่งกับแนวน้ำลงเต็มที่ หาดทรายนั้นเกิดจากการผุพังสีกกร่อนตามธรรมชาติของหิน โดยเฉพาะหินทรายและหินแกรนิต จนกลายเป็นทรายและดิน ถูกพัดพาลงสู่ทะเล ตะกอนดินและทรายจะถูกแยกออกจากกันโดยเกลียวคลื่น ส่วนที่เป็นดินจะตกตะกอนทับถมเป็นโคลนอยู่บริเวณใกล้ปากแม่น้ำและงอกเป็นผืนแผ่นดินต่อไป ส่วนที่เป็นทรายซึ่งหนัก และทนทานต่อการผุกร่อนกว่าจะจมลงและสะสมเป็นพื้นทรายใต้ท้องทะเล โดยบางส่วนถูกคลื่นพัดพาเข้าสู่ฝั่งสะสมมากขึ้นจนเกิดเป็นแนวหาดทรายตามชายฝั่งทั่วไป

ระบบนิเวศหาดทรายยังสัมพันธ์และเชื่อมโยงกับระบบนิเวศป่าชายเลน และแนวปะการังด้วย เนื่องจากพื้นที่ที่เป็นทรายและโคลนยังแผ่ครอบคลุมถึงป่าชายเลนและบริเวณแนวปะการังในเขต reef flat ขนาดของตะกอนที่ต่างชนิดกันทำให้เกิดชายหาดที่ต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

❖ **หาดทราย (sand beach)** เป็นหาดที่เป็นเม็ดทรายละเอียด ซึ่งวัตถุต้นกำเนิดของทรายได้มาจากหินแกรนิตหรือหินทราย ลักษณะของ substratum เป็นทรายตลอด ตัวอย่างเช่น หาดบางแสน หาดพัทยา หาดหัวหิน เป็นต้น ลักษณะหาดมักอยู่ชายฝั่งทะเลที่เป็นอ่าวเปิดกว้าง ได้รับความคลื่นลมอย่างสม่ำเสมอ หาดทรายโดยทั่วไปจะมีความลาดชันไม่มาก

❖ **หาดหิน (rocky shore) หรือ หาดกรวด (shingle beach)** เป็นหาดที่ประกอบด้วยหินหรือกรวดขนาดใหญ่ทับถมกันเมื่อถูกคลื่นซัดทำให้เกิดการขัดสีจนแบนเรียบ ลักษณะหาดมี substratum เป็นก้อนขนาดต่างๆ อาจมีทรายปนอยู่บ้าง พื้นที่เหนือเขตน้ำทะเลสูงสุดมักเป็นภูเขา ที่ตั้งของหาดชนิดนี้จะอยู่ในเขตทะเลเปิดที่รับคลื่นลมแรงตลอดเวลา ความลาดชันของเขตน้้าขึ้น-น้ำลงสูงสุดที่มี substratum เป็นก้อนหินขนาดใหญ่จะมีความลาดชันสูง ถ้าเป็นก้อนหินขนาดเล็กจะมีความลาดชันน้อย ตัวอย่างเช่น หาดที่เกาะหินงาม เป็นต้น

❖ **หาดโคลน (mud flat)** มักพบอยู่ใกล้กับบริเวณใกล้แม่น้ำสายใหญ่ หาดโคลนจะมีพรรณไม้ป่าชายเลนขึ้นตามธรรมชาติ ลักษณะพื้นที่ท้องน้ำเป็นเลนหรือโคลน มักจะอยู่บริเวณอ่าวเกือบปิดหรือบริเวณที่มีคลื่นลมไม่มาก เช่น บริเวณปากคลองหรือแม่น้ำมีตะกอนแขวนลอยสูง ความลาดชันน้อย ลักษณะภูมิประเทศเช่นเดียวกันกับป่าชายเลนแต่มีบริเวณเล็กกว่าและมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านความเค็มไม่มาก เช่น บริเวณอ่าวที่เขาสามมุก อ่าวที่หมู่บ้านตลาดนาเกลือพัทยา และหาดปากพารา เป็นต้น

เขตของแนวหาดทราย (Beach zonation)

ปัจจัยหลักที่เป็นตัวกำหนดรูปแบบ คือ น้ำขึ้นน้ำลง แนวน้ำขึ้นน้ำลงจะเป็นตัวแบ่งความแตกต่างของลักษณะพื้นที่ พื้นที่ในแนวหาดทรายทั่วไปจะแบ่งเป็นดังนี้

❖ **เขตเหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุด (supratidal zone)** เป็นพื้นที่ที่อยู่เหนือจากระดับน้ำเมื่อน้ำขึ้นสูงสุด อยู่ทางด้านในต่อเนื่องจากแผ่นดิน

❖ **เขตน้ำขึ้นและน้ำลง (intertidal zone)** เป็นบริเวณที่อยู่ระหว่างช่วงน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุด เมื่อน้ำลงบริเวณนี้จะแห้ง เมื่อน้ำขึ้นจะจมอยู่ใต้น้ำ จึงเป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณนี้ต้องมีการปรับตัวอย่างมาก

❖ **เขตต่ำกว่าระดับน้ำลงต่ำสุด (subtidal zone)** เป็นพื้นที่ที่อยู่นอกสุดของแนวหาดทราย และในช่วงที่น้ำลงต่ำสุดบริเวณนี้จะจมอยู่ใต้ระดับน้ำ

บทบาทของหาดทรายและชายฝั่งทะเล

- เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต
- เป็นพื้นฐานของสายใยอาหาร

- แหล่งอาศัย และวางไข่ของสัตว์น้ำหายาก
- แหล่งอาศัยของนกทะเล
- แหล่งอาหารและแหล่งประมง
- แนวป้องกันพายุ
- แหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ

6. ระบบนิเวศป่าชายเลน

ระบบนิเวศป่าชายเลน (mangrove ecosystem) เป็นระบบนิเวศที่อยู่ในแนวเชื่อมต่อระหว่างผืนแผ่นดินกับพื้นน้ำทะเลซึ่งพบในเขตร้อน (tropical) และกึ่งร้อน (subtropical) ของโลก

ระบบนิเวศป่าชายเลนเป็นระบบที่นำเอาทรัพยากรน้ำ ดิน และแร่ธาตุอาหารต่างๆ จากบก และทะเลมารวมกันให้เป็นแหล่งทรัพยากรที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ และคุณค่าสูง และทำหน้าที่คอยปกป้องและรักษาไว้ซึ่งความสมดุลของสิ่งแวดล้อม

ป่าชายเลน หรือ ป่าโกงกาง หรือ ป่าพังกา (mangrove forest หรือ intertidal forest) เป็นกลุ่มสังคมพืชซึ่งขึ้นอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุด พบเป็นจำนวนมากในบริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ หรืออ่าว ซึ่งเป็นบริเวณที่มีระดับน้ำทะเลท่วมถึงในช่วงที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด สังคมพืชประกอบด้วยพรรณไม้หลายชนิด เป็นกลุ่มที่มีใบเขียวตลอดปี (evergreen forest) ส่วนใหญ่ประกอบด้วยพรรณไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora* spp.) เป็นไม้สำคัญ

ประเภทของป่าชายเลน

ป่าชายเลนสามารถแบ่งตามลักษณะสภาพแวดล้อมของพื้นที่ป่าชายเลนออกเป็น 2 ประเภท คือ

- **ป่าชายเลนที่อยู่บริเวณปากแม่น้ำหรือน้ำกร่อย** ป่าชายเลนประเภทนี้พบขึ้นอยู่ตามริมแม่น้ำหรือร่องน้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดมาก โดยพื้นที่ป่าชายเลนด้านที่ติดกับทะเลจะมีดิน ไม้ขึ้นอยู่หนาแน่น ได้แก่ ป่าชายเลนปากแม่น้ำ
- **ป่าชายเลนที่อยู่ริมทะเล** ป่าชายเลนประเภทนี้จะพบตามบริเวณชายฝั่งหรือปากแม่น้ำสายเล็กๆ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดน้อย น้ำส่วนใหญ่เป็นน้ำทะเล ได้แก่ ป่าชายเลนที่พบขึ้นตามเกาะต่างๆ

พรรณไม้ในป่าชายเลน

เอกลักษณ์ของป่าชายเลนที่ทำให้แตกต่างจากป่าบกอย่างชัดเจน คือ การแพร่กระจายของพืชพรรณที่มีลักษณะแบ่งออกเป็นแนวเขต (zonation) โดยพรรณไม้แต่ละชนิดจะขึ้นเป็นแนวเขตหรือเป็นโซนค่อนข้างแน่นอน แต่การแบ่งเขตของพืชในแต่ละพื้นที่แต่ละแห่งจะแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพ และเคมีของดิน ความเค็มของน้ำ การท่วมถึงของน้ำทะเล กระแสน้ำ การระบายน้ำ และความเปียกชื้นของดิน พืชยืนต้นที่พบเป็นชนิดเด่นในป่าชายเลน ได้แก่ ไม้โกงกาง

(*Rhizophora* spp.) ไม้แสม (*Avicennia* spp.) ไม้โปรง (*Ceriops* spp.) ไม้ถั่ว (*Bruguiera* spp.) ไม้ลำพู ลำแพน (*Sonneratia* spp.) ตะบูนตะบัน (*Xylocarpus* spp.) ตาตุ่ม (*Excoecaria* spp.)

พรรณไม้โกงกางสำคัญที่พบในป่าชายเลน มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apioulata*) โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora muoronata*) ความแตกต่างของพรรณไม้ 2 ชนิดนี้ คือ โกงกางใบใหญ่ จะมีใบใหญ่และฝักยาวกว่าโกงกางใบเล็ก ส่วนลำต้นตั้งตรง แต่กิ่งก้านบริเวณพุ่มยอด โคนต้นแตกรากจำนวนมาก ผลเป็นฝักสีเขียวอมน้ำตาล มีการงอกของเมล็ดตั้งแต่อยู่บนต้น เมื่อร่วงลงสู่พื้นโคลน จะปักลงไปในดินเลน และเจริญเป็นต้นใหม่ได้ทันที โกงกางทั้งสองชนิด มักขึ้นอยู่ริมชายฝั่ง ในเขตแนวป่าด้านนอก เนื้อไม้โกงกางนำไปเผาถ่าน จะได้ถ่านที่มี คุณภาพสูง

พรรณไม้ป่าชายเลนที่พบมากอีกกลุ่มหนึ่ง คือ แสมขาว (*Avicennia alba*) แสมดำ (*Avicennia officinalis* Linn.) แสมทะเล (*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.) ลักษณะลำต้นสูงใหญ่ ตรง โคน มีรากอากาศ โผล่พ้นเหนือผิวดินขึ้นมาเป็นเส้น ดอกขนาดเล็กสีเหลือง ผลรูปรางคล้ายมะม่วง ขนาดเล็ก เมื่อหล่นลงสู่พื้น จึงงอกขึ้นเป็นต้นใหม่ หรือลอยไปตามน้ำทะเล

การปรับตัวของพืชป่าชายเลนต่อสภาพแวดล้อม

พืชในป่าชายเลนต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพน้ำขึ้นน้ำลง และปัจจัยสภาพแวดล้อมด้านอื่นๆ ดังนี้

- การปรับตัวสำหรับการมีชีวิตในดินที่มีน้ำท่วมขัง ต้นไม้ในป่าชายเลนส่วนมากจะมี รากอากาศ (pneumatophore) โผล่พ้นเหนือดิน ออกซิเจนจึงสามารถผ่านลงทางรากอากาศสู่รากที่อยู่ใต้ดินได้
- การปรับตัวเพื่อพยุงตัวเองในดินเลนเปียก โกงกางจะมีรากค้ำจุนหรือรากพุง (prop roots) ต้นแสมมีระบบรากเคเบิล (cable roots) โปรงแดงจะมีรากพูกอน (buttress roots) เพื่อให้ลำต้นยืนอยู่ได้
- การปรับตัวให้เข้ากับสภาพความเค็ม ต้นไม้ป่าชายเลนบางชนิดป้องกันเกลือที่จะเข้ามาทางรากด้วยวิธี pH excluders บางชนิดดูดเกลือเข้าไปในลำต้น แล้วขับเกลือออกทางรูใบ (salt excreters) เช่น ต้นแสม เล็บมือนาง เหงือกปลาหมอ เป็นต้น บางชนิดสามารถสะสมน้ำเค็มที่มีความเค็มได้มาก (salt accumulators)
- การปรับตัวให้ป่าชายเลนแพร่กระจายไปยังพื้นที่อื่น ต้นไม้ป่าชายเลนมีฝักเมล็ดที่สามารถลอยน้ำได้ ฝักของต้นไม้ป่าชายเลนบางชนิดสามารถที่จะเริ่มเจริญเติบโตขณะที่ยังติดอยู่กับต้นก่อนที่จะร่วงลงสู่พื้นดิน (vivipary)

เอกสารอ้างอิง

Molles, M.C. 2008. **Ecology : concepts & applications**. McGraw-Hill, Boston.

Kaiser, M.J. et al. 2005. **Marine ecology : processes, systems, and impacts**. Oxford University Press, New York.