ต้นฉบับคู่มือกิจกรรมการเรียนรู้ต้นแบบ
นิทรรศการ : ไขความลับแห่งท้องทะเล

Expose a secret of the ocean

โครงการความร่วมมือทางวิชาการ : สำนักงานอุทยานการเรียนรู้ (TK park)
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ต้นฉบับคู่มือกิจกรรมการเรียนรู้ต้นแบบ

TK park Exhibition Kit

สามในสี่ของโลกใบนี้มีน้ำเป็นส่วนประกอบ ทั้งที่อยู่ในรูปของน้ำจืดและน้ำเค็ม โดยเฉพาะแหล่งน้ำเค็มอย่างทะเล หรือมหาสมุทรที่เป็นแหล่งทรัพยากรที่มีความอุดมสมบูรณ์ แหล่งน้ำเหล่านี้ถูกมนุษย์ทั่วโลกใช้ประโยชน์กันมาอย่างช้านาน ทั้งการแสวงหาทรัพยากรที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต การคมนาคมขนส่ง พาณิชย์นาวี การสื่อสาร การแสวงหาข้อมูล ความรู้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทะเล ไปจนถึงการสร้างความมั่นคงของประเทศ และการปกป้องผลประโยชน์ทางทะเลต่าง ๆ

ประเทศไทยก็เป็นอีกหนึ่งประเทศที่ใช้ประโยชน์จากทะเลอย่างมากมายมหาศาล เป็นเพราะประเทศไทยมีอาณาเขตที่ติดกับทะเลกว่า 350,000ตารางกิโลเมตร ซึ่งกินพื้นที่กว่าครึ่งหนึ่งของประเทศ กิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทะเลจึงถือเป็นอีกกิจกรรมหลักของประเทศ ด้วยศักยภาพของการใช้ประโยชน์ทางทะเลของประเทศไทยที่สามารถนำมาสร้างงานวิจัยได้อย่างหลากหลาย จึงทำให้สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้สนับสนุนให้เกิดงานวิจัยทางทะเลในหลากหลายมิติ

นิทรรศการ “**ไขความลับแห่งท้องทะเล**...Expose a secret of the ocean” จึงเป็นการรวบรวมองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัยที่เกี่ยวกับทรัพยากรทางทะเลและการใช้ประโยชน์จากทะเล มาเผยแพร่เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ และใช้หลักวิทยาศาสตร์มาใช้พิสูจน์ในเรื่องที่เกี่ยวกับความลับต่าง ๆ ที่ซ่อนอยู่ในทะเล

ประเด็นหลักของชุดกิจกรรม

1. รู้จักและเรียนรู้ประโยชน์ของท้องทะเล
2. เรียนรู้ความสำคัญของทะเลในแง่มุมต่าง ๆ
3. เรียนรู้ความสัมพันธ์และสำคัญของสิ่งมีชีวิตในท้องทะเล
4. เรียนรู้ประโยชน์ของงานวิจัยทางทะเลที่มีผลต่อการพัฒนาประเทศ

เป้าหมาย

1. เยาวชนอายุ 13 - 18 ปี
2. เยาวชนอายุ 7 - 12 ปี พ่อแม่ ผู้ปกครอง และบุคคลทั่วไป

ป้ายนิทรรศการเพื่อการเรียนรู้ 10 แผ่น ประกอบด้วย

1. กำเนิดมหาสมุทร
2. ชีวิตหลากหลายใต้ทะเล 1
3. ชีวิตหลากหลายใต้ทะเล 2
4. คลื่น...มนต์เสน่ห์แห่งท้องทะเล
5. ทำไมน้ำทะเลถึงเค็ม
6. แต่งแต้มเติมสีให้น้ำทะเล
7. เมื่อมหาสมุทรส่งสัญญาณเตือน
8. วิถีริมเล
9. ผลประโยชน์ชาติทางทะเล
10. สัมผัสมหัศจรรย์ทะเลไทย

*หัวข้อป้ายนิทรรศการอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

รูปแบบการจัดนิทรรศการ

พื้นที่จัดกิจกรรมครั้งนี้จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนด้วยกันคือ

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของฐานกิจกรรมที่ 1 **แม้ตัวเล็ก...แต่ยิ่งใหญ่ในทะเล** เป็นการเรียนรู้ถึงความสำคัญของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เรียกว่า “**แพลงก์ตอน** (Plankton)” ที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศทางทะเล (Marine Ecosystem) ไม่ว่าจะเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น การทำให้เกิดปรากฏการณ์สำคัญขึ้นในท้องทะเล และการเป็นตัวบ่งบอก (Indicator) ถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับน้ำทะเล ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้ทดทองใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และร่วมเรียนรู้ถึงกระบวนการของการได้มาซึ่งตัวอย่างทางทะเล โดยมีวิทยากรคอยให้ความรู้ และคำแนะนำอย่างใกล้ชิด พร้อมทั้งส่องกล้องจุลทรรศน์ดูลักษณะของแพลงก์ตอนแต่ละชนิดที่พบในทะเลไทย เพื่อทำความเข้าใจว่าในทุกชีวิตในธรรมชาติต่างมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศเหมือนกัน ไม่ว่าจะมีขนาดเท่าใด

ส่วนที่ 2 เป็นฐานกิจกรรม 2 **สืบ เสาะ เลาะ หา สิ่งมีชีวิตในทะเล** เป็นการเรียนรู้ถึงความสำคัญของทะเลที่เปรียบเสมือนบ้านหลังใหญ่ ที่มีสมาชิกสิ่งมีชีวิตทางทะเลมากมายไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์อาศัยร่วมกัน โดยผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้เรียนรู้ถึงความสำคัญของตัวอย่างสัตว์ทะเลที่พบในทะเลไทยแต่ละชนิด เรียนรู้ถึงการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดเพื่อให้อยู่รอดในสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัย ผ่านการเรียนรู้จากตัวอย่างจริง และทำการส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูโครงสร้างที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ได้ปรับเปลี่ยน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับที่อยู่อาศัยและการดำรงชีวิต ไม่ว่าจะเป็น ดาวทะเล ปะการัง กัลปังหา ปู หอย ฯ ล ฯ โดยมีวิทยากรที่มีความรู้เฉพาะด้านเป็นผู้ให้ความรู้และคำแนะนำ

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนของ**บ่อจำลองระบบนิเวศทางทะเล** (Touch Pool) ซึ่งเป็นสื่อรูปแบบหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการสอนในฐานกิจกรรมที่ 2 โดยบ่อจำลองนี้จะมีสัตว์ทะเลหลากหลายชนิดอาศัยอยู่ร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นผู้ล่าชั้นบนของระบบนิเวศอย่างเช่น ฉลาม หรือจะเป็นสัตว์ที่กินซากอย่างเช่น ดาวทะเล ซึ่งแต่ละชนิดก็มีพฤติกรรมและการดำเนินชีวิตที่ต่างกันออกไป แต่สามารถอยู่ร่วมกันได้ในบริเวณเดียวกัน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้เรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตทางทะเลอย่างใกล้ชิด และสร้างประสบการณ์ใหม่แห่งการเรียนรู้ด้วยการให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ทดลองสัมผัสกับฉลาม และสัตว์ทะเลชนิดอื่น ๆ

ส่วนที่ 4 เป็นส่วนของ**กิจกรรมดินประดิษฐ์** ที่ช่วยเติมแต่งจินตนาการของผู้เข้าร่วมกิจกรรมให้ครบถ้วน หลังจากร่วมกิจกรรมทางวิชาการมาครบทั้ง 3 ส่วนแล้ว โดยการปั้นดินประดิษฐ์ซึ่งเกิดจากงานวิจัยที่สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ให้เป็นสัตว์ทะเลชนิดต่างๆ และนำมาประกอบเป็นเรื่องราวบนฉากทะเลที่ทางวิทยากรจัดเตรียมไว้ เป็นการสร้างความสัมพันธ์อันดีให้เกิดขึ้นในครอบครัว และระหว่างผู้เข้าร่วมด้วยกันเอง

เนื้อหาคู่มือประกอบนิทรรศการ

“ไขความลับแห่งท้องทะเล...Expose a secret of the ocean”

1.ปริศนากำเนิดมหาสมุทร

หากพาตัวเองไปยืนอยู่บนดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ที่เห็นได้ชัดที่สุดคงเป็นดาวเคราะห์ “**โลก**” สีฟ้าสดใส อันเกิดมาจากสีของท้องทะเล แต่โลกมีสีฟ้ามาตั้งแต่กำเนิดหรือไม่ น้ำทะเลเกิดขึ้นได้อย่างไร

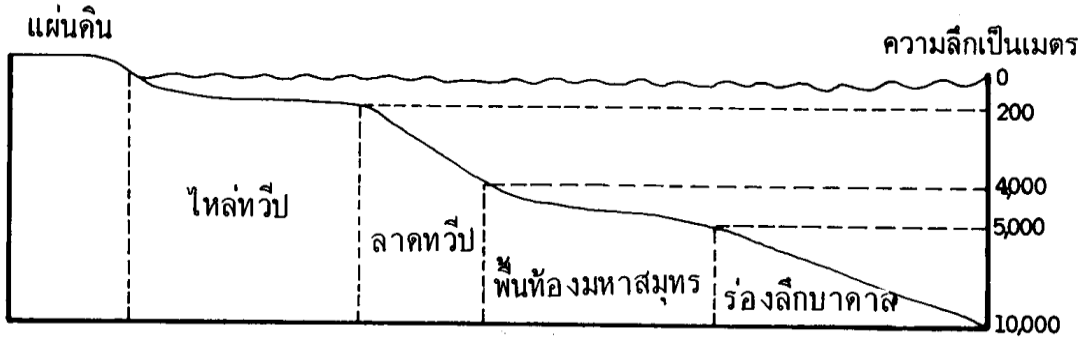
โลกไม่ได้มีสีฟ้ามาตั้งแต่เริ่มต้น เพราะโลกเมื่อกว่า 4,600 ล้านปีก่อน เป็นเหมือนลูกไฟกลม ๆ ที่ฉาบด้วยลาวาที่ผวยพุ่ง บวกกับการที่มีอุกกาบาตลูกแล้วลูกเล่าที่พุ่งปะทะกับผิวโลกทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซที่มีบทบาทสำคัญในการเกิดชั้นบรรยากาศ ก๊าซที่เรียกว่า “**ไอน้ำ**”

ไอน้ำที่เกิดขึ้นเริ่มมีปริมาณมากขึ้นเรื่อยจนเกิดการอิ่มตัว เกิดการควบแน่นจนตกลงมาเป็น “**ฝน**” หยดแรกของโลก ฝนที่ตกครั้งนั้นตกอย่างต่อเนื่องยาวนานเพราะเมื่อฝนตกลงมากระทบกับลาวาร้อน ก็กลายเป็นไอน้ำลอยตัว ควบแน่น เป็นวัฏจักรหมุนเวียนจนทำให้ผิวโลกที่เคยร้อนระอุค่อย ๆ เย็นตัวลง เจิ่งนองไปด้วยน้ำที่มีปริมาณมากขึ้นเรื่อย ๆ สะสมตัวในพื้นที่ลุ่มต่ำจนเกิดเป็นผืนน้ำขนาดมหึมาที่รู้จักกันในนามของ “**มหาสมุทร**”

มหาสมุทรมีความลึกโดยเฉลี่ยประมาณ 3.7 กิโลเมตร (12,450 ฟุต หรือ 2.36 ไมล์) แต่ส่วนใหญ่ลึกกว่านี้ประมาณ 4.7 กิโลเมตร (3 ไมล์) หรือมากกว่านั้น และยังมีส่วนที่ลึกมากกว่านี้ คือลึกถึง 9.5 กิโลเมตร (6 ไมล์) ที่ด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งถือกันว่าเป็นตอนที่ลึกที่สุดของทะเลมหาสมุทรทั้งหมด มีชื่อเรียกว่า ร่องลึกบาดาลมาเรียน่า (Mariana Trench) นั้นลึกถึง 10.692 กิโลเมตร (35,640 ฟุต) แบ่งออกได้เป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

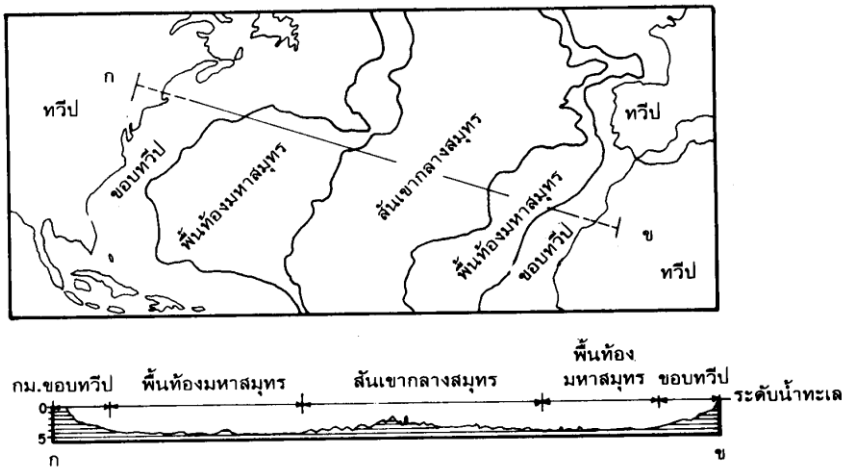
1. **ไหล่ทวีป** เป็นส่วนที่ตื้นที่สุดและอยู่ติดกับส่วนที่เป็นทวีป บางทีถือว่าเป็นส่วนของทวีป บางทีถือว่าเป็นส่วนของทวีป พื้นของไหล่ทวีปบางตอนจะเรียบ บางตอนมีร่องยาว บางตอนมีสันเนิน บางตอนมีแอ่งกลม บางตอนมีเนินเขา บางส่วนเป็นหิน บางส่วนปกคลุมด้วยโคลน ทราย หรือกรวด ไหล่ทวีป เป็นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลง อาจเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบกรรมวิธีปรับระดับ หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการเคลื่อนไหวแปรรูปของเปลือกโลก ไหล่ทวีปจะมีระดับสูงขึ้นและมีขนาดกว้างออกไป เพราะมีวัตถุต่าง ๆ จากพื้นดินมาทับถมอยู่ ตัวกระทำที่นำเอาวัตถุเหล่านั้นมาคือ แม่น้ำ ลมและสิ่งที่หลุดร่วงจากฝั่งจากการกระทำของทะเลมหาสมุทรเอง ถ้าชายฝั่งจมตัวลงน้ำทะเลจะไหลท่วมขึ้นไปถึงส่วนที่เป็นที่ราบชายฝั่ง ไหล่ทวีปจะเปลี่ยนแปลงไป ถ้าชายฝั่งยกตัวสูงขึ้นไหล่ทวีปอาจกลายเป็นที่ราบชายฝั่งไป

2. **ลาดทวีป** อยู่ถัดจากไหล่ทวีป มีความลาดชันมาก 65 กิโลเมตรต่อระยะทาง 1 กิโลเมตรทอดไปถึงระดับน้ำลึกประมาณ 3,600 เมตรลาดทวีปในที่ต่าง มีความกว้างแตกต่างกันไปโดยเฉลี่ยจะกว้างเป็น 2 เท่าของไหล่ทวีป ขอบนอกสุดของลาดทวีปจะติดต่อกับพื้นท้องมหาสมุทรเป็นแนวที่เห็นได้ชัดเจน เพราะเป็นตอนที่มีการเปลี่ยนระดับ ลาดทวีปนี้เป็นส่วนขอบของเปลือกโลกที่เรียกว่า "**ไซอัล**" ที่ลาดทวีปและที่ขอบๆ ของไหล่ทวีปบางตอนมีหุบเขาลึกอยู่ระหว่างหุบผาชันใต้ทะเล หุบผาชันใต้ทะเลบางแห่งมีสาขาอยู่ด้วย ก้นหุบผาชันใต้ทะเลส่วนใหญ่มีความลึก 1,800-2,000 เมตร ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล สาเหตุของการเกิดหุบผาชันใต้ทะเลนี้ยังไม่ทราบแน่นอน มีการสันนิษฐานกันหลายอย่าง บ้างว่าเนื่องจากการเปลี่ยนระดับของหิน บ้างว่าเพราะคลื่นขนาดใหญ่ทำให้เกิดกระแสน้ำซึ่งไหลแรงทำให้ส่วนนั้นสึกกร่อนไป บ้างว่าน้ำใต้ดินบริเวณนั้นลดน้อยลงทำให้เกิดการยุบตัว



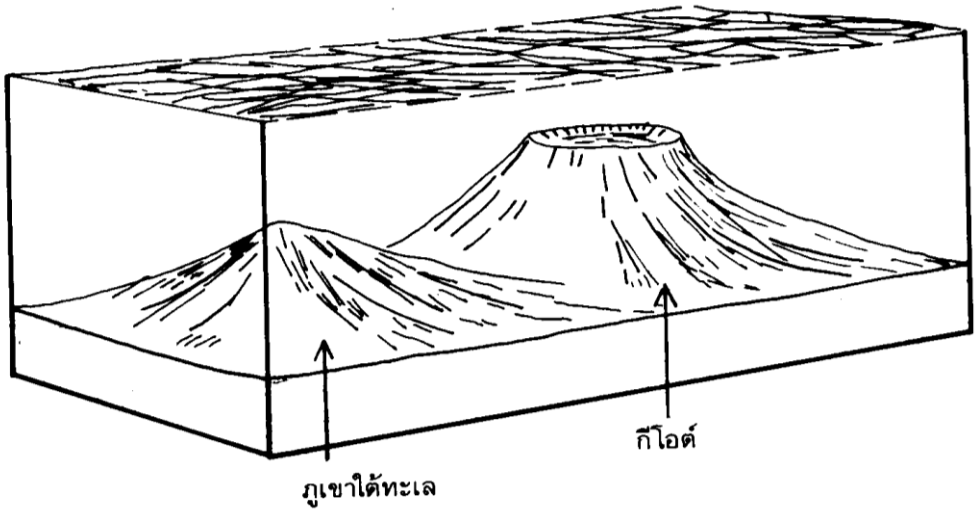
ส่วนต่างๆ ของทะเลมหาสมุทร

3. **พื้นท้องมหาสมุทร** คือช่วงตอนกลางของมหาสมุทร ช่วงนี้ไม่ได้ราบเรียบแต่มีส่วนสูงส่วนต่ำด้วย ได้แก่ สันเขา ซึ่งแคบบ้าง กว้างบ้าง ที่ราบสูง แอ่งรูปกลม แอ่งรูปยาว ภูเขา เช่น สันเขามิดแอตแลนติก ซึ่งทอดจากไอซ์แลนด์ลงมาเกือบถึงทวีปแอนตาร์กติค บางตอนสูงขึ้นมาเหนือน้ำเป็นเกาะ เช่น หมู่เกาะอะซอร์ส และเกาะขนาดเล็กอื่น ๆ ส่วนใหญ่อยู่ใต้ระดับน้ำทะเลคือหมู่เกาะฮาวาย สันเขาแห่งนี้ยาวประมาณ 720 กิโลเมตร อ่าวเม็กซิโก ทะเลแคริบเบียน ทะเลแดง เป็นตัวอย่างของแอ่งลึกบนพื้นท้องมหาสมุทร



ส่วนต่าง ๆ ที่พื้นท้องมหาสมุทร

ภูเขาใต้ทะเล พบที่พื้นท้องมหาสมุทร ภูเขาใต้ทะเลบางลูกมียอดตัด เรียกว่า “**กีย์โอต์**” พบมากที่ตอนกลางและที่ด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิคระหว่างหมู่เกาะมาเรียนากับหมู่เกาะฮาวายยอดของภูเขากีโอต์อยู่ที่ระดับน้ำลึก 1,200 - 1,800 เมตรเดิมอาจเป็นยอดภูเขาไฟแล้วคลื่นทำให้สึกกร่อนไปหรืออาจมีปะการังมาเกาะเหนือยอดเขาทำให้ยอดตัด ต่อมาพื้นท้องมหาสมุทรลดระดับต่ำลงหรือน้ำทะเลมีระดับสูงขึ้นเลยจมหายไปใต้น้ำ



ภูเขาใต้ทะเลและกีโอต์

ร่องลึกบาดาลและเหวทะเล ร่องลึกบาดาลเป็นแอ่งลึกรูปยาวและขอบสูงชันอยู่ที่พื้นท้องมหาสมุทร ร่องลึกบาดาลอยู่ค่อนมาทางลาดทวีปหรือใกล้เกาะ เช่น ร่องลึกบาดาลอาลิวเซียนร่องลึกบาดาลมินดาเนา ร่องลึกบาดาลมาเรียนา ร่องลึกบาดาลชวา ส่วนเหวทะเลหมายถึงแอ่งลุ่มที่มีความลึกเกินกว่า 600 เมตร กำเนิดของร่องลึกบาดาลนี้ไม่เป็นที่ทราบกันแน่นอน คาดกันว่าเกิดจากการคดโค้งของพื้นท้องมหาสมุทร และร่องลึกบาดาลเป็นส่วนที่ต่ำ แต่มีร่องลึกบาดาลบางแห่งมีลักษณะคล้ายหุบเขาทรุด แนวที่มีร่องลึกบาดาลนั้นเป็นแนวที่เปลือกโลกยังมีการเคลื่อนไหวอยู่ เพราะแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นนั้นมีหลายครั้งที่มีแหล่งกำเนิดอยู่ที่ใต้ร่องลึกบาดาลเหล่านั้นลงไป

ชีวิตหลากหลายใต้ทะเล

“**ทะเล**” ถือเป็นต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดบนโลกใบนี้ จากการสำรวจซากดึกดำบรรพ์ของนักวิทยาศาสตร์ เชื่อว่า สิ่งมีชีวิตชนิดแรกที่ถือกำเนิดขึ้นในท้องทะเลเป็นสิ่งมีชีวิตจำพวกแบคทีเรียที่ใช้แร่ธาตุอันเกิดจากความร้อนของภูเขาไฟเป็นแหล่งพลังงาน จากนั้นจึงเริ่มวิวัฒนาการเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหาร และพัฒนาเป็นพืชและสัตว์ที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน

ซึ่งสิ่งมีชีวิตในทะเลสามารถแบ่งตามเขตที่อยู่อาศัยได้ดังนี้

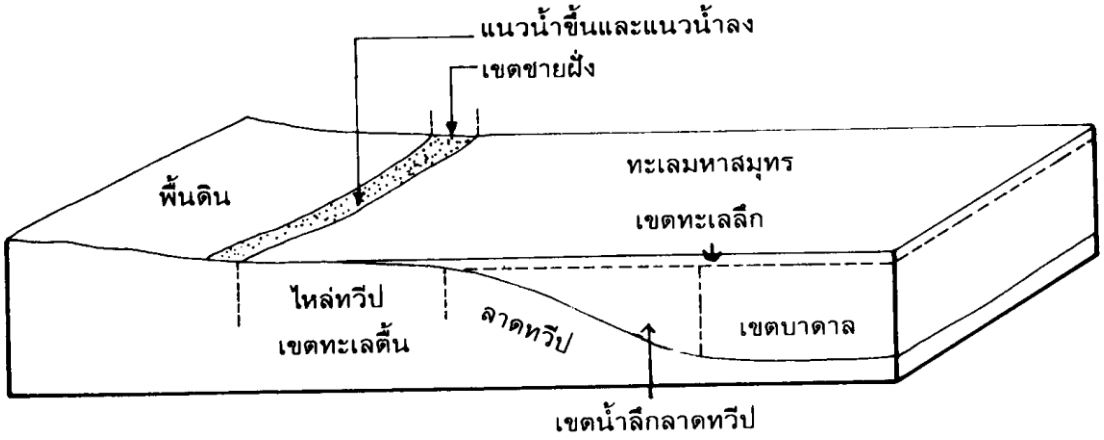
1. *เขตชายฝั่ง* คือเขตที่อยู่ระหว่างระดับน้ำทะเลสูงสุดกับน้ำทะเลต่ำสุด คลื่นซัดอยู่เกือบตลอดเวลา สิ่งมีชีวิตในเขตนี้จึงยึดตัวกับพื้นหรือฝังตัวอยู่ในโคลน บางชนิดหลบอยู่ในแอ่ง บางชนิดมีโคลงสร้างที่ทำให้มันมีชีวิตอยู่ได้แม้จะไม่มีน้ำทะเลเหลืออยู่เลย บางชนิดขุดรูในหินและอาศัยอยู่ที่นั่น

2. *เขตทะเลตื้น* คือเขตระหว่างระดับน้ำต่ำสุดกับขอบนอกสุดของไหล่ทวีป น้ำในเขตนี้ไม่ลึกมากและอุ่นเพราะได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ อาหารอุดมสมบูรณ์ สิ่งมีชีวิตมีมากมายหลายชนิด

3. *เขตน้ำลึกลาดทวีป* คือเขตระหว่างระดับน้ำลึก 120 เมตรกับ 1,800 เมตร ตอนบนน้ำได้รับแสงสว่างบ้างแต่พืชมีน้อย ที่พื้นมีสัตว์ทะเลมากแต่พืชก็มีน้อยอีก การทับถมของตะกอนในเขตนี้เป็นไปอย่างช้า ๆ มีพวกแคลเซียมซึ่งส่วนใหญ่คือเปลือกของพวกแพลงก์ตอน และพวกซิลิกาซึ่งส่วนใหญ่เป็นไดอะตอม และซากของฟองน้ำ

4. *เขตทะเลลึก* อยู่ถัดเขตชายฝั่ง สิ่งมีชีวิตในเขตนี้รวมเอาพวกแพลงก์ตอน ซึ่งลอยอยู่ในน้ำและสัตว์ที่ว่ายน้ำได้ พืชที่มีมากคือสาหร่ายและไดอะตอม สัตว์มีมากมายหลายชนิด ซากพืชและสัตว์ในส่วนนี้ที่เน่าเปื่อยไปและส่วนที่เป็นอินทรียสารมีส่วนช่วยทำให้เกิดหินชั้นขึ้น

5. *เขตบาดาล* คือส่วนที่อยู่ใต้ระดับลึก 1,800 เมตรลงไป เขตนี้ไม่ได้รับแสงแดด อุณหภูมิของน้ำเกือบจะถึงขีดเยือกแข็ง ความกดมากกว่า 1 ตันต่อเนื้อที่ 1 ตารางเซนติเมตร พืชที่ต้องการแสงแดดไม่มีในเขตนี้ สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหารต้องกินของที่จมลงมาจากตอนบนที่น้ำถูกแสงแดด เปลือกและกระดูกสัตว์ที่อาศัยอยู่ที่พื้นของเขตนี้แสดงให้เห็นว่า สัตว์ที่จะอาศัยอยู่ใส่วนนี้ได้ต้องมีลักษณะพิเศษจึงจะมีชีวิตอยู่ได้

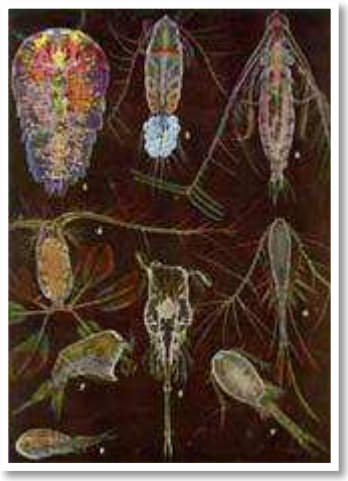


การแบ่งเขตทะเลมหาสมุทรตามลักษณะของพืชและสัตว์

อีกทั้งยังสามารถแบ่งกลุ่มตามรูปแบบของการดำรงชีวิต ได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ **แพลงก์ตอน** (Plankton) **เนคตอน** (Nekton) **และเบนโทส** (Benthos)

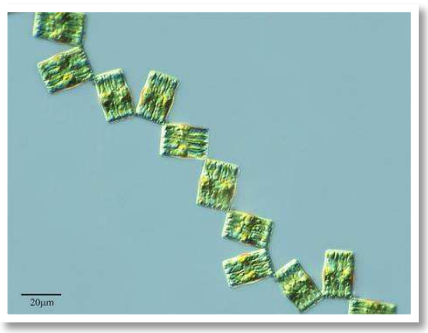
แพลงก์ตอน คือ สิ่งมีชีวิตที่ใช้ระยะเวลาทั้งหมด หรือบางส่วนในช่วงเวลาของการเติบโต และสืบพันธุ์ในแหล่งน้ำ (ทะเล ทะเลสาบ บ่อ แม่น้ำ ฯลฯ) หรือ สิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ สุดแต่กระแสน้ำและคลื่นลมจะพาไป

แพลงก์ตอนพืช



แพลงก์ตอนสัตว์

แพลงก์ตอนถูกค้นพบครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1703 โดยบุรุษนิรนามชาวอังกฤษ ชนิดที่พบครั้งแรกคือ ไดอะตอม ซึ่งต่อมาพบว่ามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tabellaria flocculosa* แต่ตามความเป็นจริงแล้ว แพลงก์ตอนถูกค้นพบมาเป็นเวลา ประมาณ 2,700 ปีมาแล้ว โดยสมเด็จพระสัมมาสัมพุทธเจ้าของชาวพุทธ พุทธศาสนิกชนคงจะทราบว่า ในอัฏฐะบริขาร 8 ที่พระพุทธเจ้าทรงกำหนดให้พระภิกษุทุกรูปต้องมีเครื่องกรองน้ำไว้ด้วย เครื่องกรองน้ำใช้สำหรับกรองน้ำก่อนที่พระภิกษุจะฉัน ในสมัยโบราณพระภิกษุที่ออกธุดงค์ในป่า ต้องฉันน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติจึงต้องกรองน้ำก่อน แม้ในปัจจุบันก็ยังปฏิบัติกันอยู่ในหมู่พระภิกษุที่ออกธุดงค์ การกรองน้ำเป็นการกรองเอาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในน้ำออกให้หมดนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันไม่ให้พระภิกษุต้องอาบัติ จากการฆ่าสัตว์ตัดชีวิต ซึ่งเป็นการแสดงถึงวิจารณญาณอันวิเศษของสมเด็จพระสัมมาสัมพุทธเจ้าของเรา

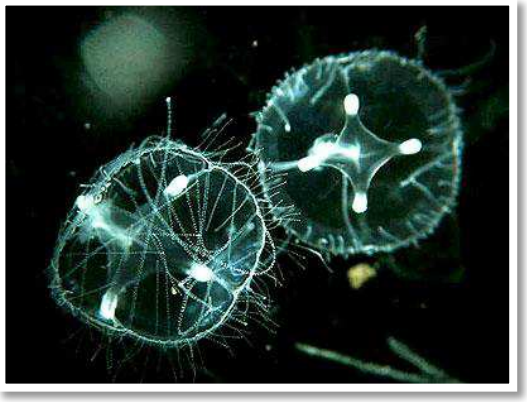


ในวงการวิทยาศาสตร์ได้ยอมรับว่า สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กได้ถูกค้นพบเป็นครั้งแรกในปี 1703 ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่เนื่องจากไม่ทราบชื่อผู้ค้นพบและหลักฐาน เท่าที่ค้นได้มีเพียงคำบรรยายสั้น ๆ และภาพสเก็ตช์ไดอะตอมชนิด ***Tabellaria flocculosa*** เท่านั้น ต่อมามีการค้นพบ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอีก 2 ชนิดได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ไซยาโนแบคทีเรีย) สกุล *Oscillatoria* (หรือสาหร่ายขนแมว) และไดอะตอมอีกชนิดหนึ่ง คือ *Craticula cuspidata* ในช่วงนี้ เป็นช่วงที่นิยมใช้กล้องจุลทรรศน์กัน

หลังจากที่ Leeuwenhoek **ได้ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์เป็นครั้งแรก** ในเวลาต่อมา นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบสิ่งมีชีวิต ขนาดเล็กเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะในช่วงหลังศตวรรษที่ 18 (1844 - 1900) พร้อม ๆ กับการวิวัฒนาการของกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเรื่อย ๆ

แพลงก์ตอน (Plankton) เป็นคำที่มาจากภาษากรีก ซึ่งแปลว่า Drifting หรือ Wanderer มีความหมายว่า **"ผู้พเนจร"** หรือ **"ลอย"** ฉะนั้น แพลงก์ตอนหมายถึงสิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยอยู่ในน้ำสุดแต่คลื่นลมจะพัดพาไป แพลงก์ตอนมีทั้งขนาดที่เล็กมากจนมองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่มีแพลงก์ตอนหลายชนิดที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่ไม่สามารถแยกชนิดหรือรู้จักว่าเป็นอะไรจนกว่าจะส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ และหลายชนิดที่มีขนาดใหญ่มากจนสามารถแยกชนิดได้ทันที ต่อมาได้มีการพัฒนาเป็นวิชาที่ว่าด้วยแพลงก์ตอนมีชื่อว่า แพลงก์ตอนวิทยา หรือ Planktology ผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับแพลงก์ตอนอย่างเดียวเรียกว่า นักแพลงก์ตอนวิทยา หรือ Planktologist ในปี ค.ศ. 1828 G.V. Thomson เป็นบุคคลแรกที่ศึกษาแพลงก์ตอนโดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอนเป็นถุงรูปกรวย ทำด้วยผ้าตาถี่ ก้นถุงมีกรวยหรือขวดเพื่อรวบรวมสิ่งมีชีวิตที่กรองได้ และปากถุงมีเชือกไว้ใช้ลาก ต่อมาในปี ค.ศ.1887 Victor Hensen นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้เรียกสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในน้ำที่รวบรวมได้จากถุงลากรูปกรวยว่า "แพลงก์ตอน"

เนื่องจากแพลงก์ตอนมีขนาดเล็กดังที่ได้กล่าวมาแล้วเป็นเหตุให้มีคนรู้จักน้อย เพราะนอกจากต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูแล้ว ยังต้องมีคู่มือการศึกษาหรือหนังสือที่มีรูปภาพพร้อมคำอธิบายประกอบด้วยจึงจะเข้าใจ และทำให้ไม่รู้สึกเบื่อที่จะศึกษาต่อไป แพลงก์ตอนประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ และมีชนิดมากมาย ปริมาณในแต่ละชนิดก็มีมากมายไม่แพ้กัน ประชากรของแพลงก์ตอนประกอบด้วยพืชและสัตว์หลาย ๆ ชนิด จำนวนชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอน (องค์ประกอบชนิด หรือ Species composition) ไม่เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันไป ตามลักษณะของแหล่งน้ำ เช่น องค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนในน้ำจืดจะแตกต่างไปจากแพลงก์ตอนทะเล องค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนในน้ำสะอาดจะแตกต่างไปจากองค์ประกอบชนิดในแหล่งน้ำเสีย เป็นต้น แพลงก์ตอนน้ำจืดมักประกอบด้วยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียว ไดอะตอม โปรโตซัว และครัสตาเซียน ส่วนแพลงก์ตอนน้ำเค็ม หรือแพลงก์ตอนทะเล ประกอบด้วย ไดอะตอม ไดโนแฟลเจลเลต โปรโตซัว ทูนิเขท หนอนธนู แมงกะพรุน ครัสตาเซียน และตัวอ่อนของพวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (แพลงก์ตอนชั่วคราว) การที่กลุ่มของแพลงก์ตอนที่พบต่างกันไปตามลักษณะที่อยู่นั้น เนื่องจากความต้องการอาหาร และสิ่งแวดล้อมของแพลงก์ตอนแต่ละกลุ่มไม่เหมือนกัน ถ้าศึกษาละเอียดลงไป นักแพลงก์ตอนวิทยาจะ



สามารถบอกลักษณะของแหล่งน้ำ ที่อยู่รวมทั้ง สมบัติของน้ำอย่างคร่าว ๆ ได้ โดยพิจารณาจากข้อมูลของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนที่พบ ดังนั้นการรู้จักชนิดของแพลงก์ตอน และการนับปริมาณของแพลงก์ตอน จึงมีประโยชน์ต่อการจัดการสิ่งแวดล้อมทางน้ำ และจัดว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดการแหล่งน้ำของประเทศไทย

การแบ่งประเภทของแพลงก์ตอน

การแบ่งตามขนาด

แพลงก์ตอนส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก กลุ่มที่มีขนาดเล็กที่สุด เรียกว่า **พิโคแพลงก์ตอน** ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 0.2–2 ไมโครเมตร (ไมโครเมตร = 1/1000 มิลลิเมตร) ขนาด 2 – 20 ไมโครเมตร เรียกว่า กลุ่มนาโนแพลงก์ตอน (Nanoplankton) แพลงก์ตอนขนาดเล็กมีขนาด 20 - 60 ไมโครเมตร เรียกว่ากลุ่มไมโครแพลงก์ตอน (Microplankton) แพลงก์ตอนขนาดกลาง เรียกว่ากลุ่มเมโรแพลงก์ตอน (Mesoplankton) มีขนาด 60 - 200 ไมโครเมตร แพลงก์ตอนขนาดใหญ่ (Macroplankton) มีขนาด 200 ไมโครเมตร – 1 มิลลิเมตร และแพลงก์ตอนขนาดยักษ์ (Megaloplankton) มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร ขึ้นไป

การแบ่งตามประเภทของการกินอาหาร

เมื่อพิจารณาถึงลักษณะการกินอาหาร เราสามารถแบ่งแพลงก์ตอนได้ 2 ประเภท คือ

1. **แพลงก์ตอนพืช** (Phytoplankton)

   แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ประกอบด้วยสาหร่ายหรืออัลจี (Algae) เนื่องจากสาหร่ายอาจเป็นพืชที่เกาะอยู่พื้น วัสดุในน้ำ บนพื้นท้องน้ำ ฯลฯ ก็ได้ ดังนั้นสาหร่ายชนิดที่ลอยอยู่ในน้ำจึงควรเรียกให้ชัดเจนว่าเป็นพวกแพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton)

2. **แพลงก์ตอนสัตว์** (Zooplankton)

   แพลงก์ตอนสัตว์ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง กลุ่มที่ใช้เวลาทั้งหมดในชีวิตล่องลอยอยู่ในน้ำ มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แพลงก์ตอนถาวร หรือ โฮโลแพลงก์ตอน (Holoplankton) ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ที่ประกอบด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ใช้เวลาช่วงหนึ่งของชีวิตล่องลอยอยู่ในน้ำ มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แพลงก์ตอนชั่วคราว หรือ เมโรแพลงก์ตอน (Meroplankton)

Chlamydomonas
แพลงก์ตอนพืช
(Phytoplankton)

Mastigigas papua
แพลงก์ตอนสัตว์
(Zooplanton)

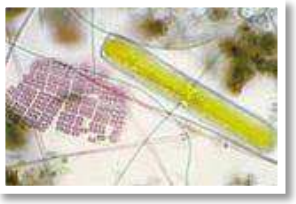
ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue – green Algae, Cyanophyte)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอยู่ใน Class Cyanophyceae, Division Cyanophyta สาหร่ายกลุ่มนี้มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Cyanobacteria เนื่องจากโครงสร้างของเซลล์เป็นแบบพืชชั้นต่ำ (Prokaryote) คือ มีโครงสร้างของเซลล์คล้ายแบคทีเรีย ลักษณะที่ต่างจากแบคทีเรีย 2 ประการ คือ มีสารสีสังเคราะห์แสง (Photosynthetic pigments) สีเขียว (คลอโรฟิลล์ เอ) และผลิตออกซิเจนจากกระบวนการสังเคราะห์แสง สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ส่วนใหญ่มีสีเขียวแกมน้ำเงินแต่บางชนิดมีสีแดง สีม่วง เหลือง หรือน้ำตาล ตามสภาพแวดล้อมสาหร่ายในดิวิชั่นนี้ไม่มีหนวดทั้งเซลล์ปกติ (Vegetative cell) และเซลล์สืบพันธุ์ (Reproductive cell) เซลล์ปกติมีทั้งเซลล์เดี่ยว (Unicellular) โคโลนีและเส้นสาย (Filament หรือ Trichome) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอยู่ในแหล่งน้ำทุกประเภททั่วโลก ตั้งแต่ขั้วโลกที่น้ำเป็นน้ำเข็งจนถึงน้ำพุร้อน ในดินหรือแม้กระทั่งในทะเลทราย ตัวอย่างเช่น *Chroococcus, Merismopedia, Annabaena, Aphanizomenon*

Chroococcus

Annabaena



Merismopedia

Aphanizomenon

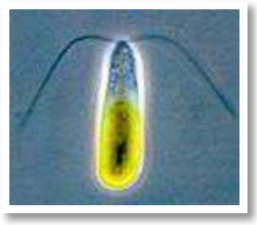
Microcystis เป็นโคโลนีที่มีรูปร่างไม่แน่นอน อาจเป็นรูปวงแหวน รูปรี หรือโค้งงอ ฯ ล ฯ ที่ประกอบด้วยเซลล์รูปกลมจำนวนมากภายในเซลล์มีโครงสร้างที่เรียกว่า แกสแวคิวโอล (Gas vacuoles) ซึ่งเป็นเม็ดสีดำหรือแดง หากส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิด Bright Field และเป็นจุดสีขาวหากส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิด Phase Contrast Illumination แกสแวคิวโอลช่วยให้โคโลนีลอยขึ้นหรือจมลงสู่พื้นท้องน้ำ เมื่อน้ำนิ่งโคโลนีจะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ ทำให้เกิดฝ้าสีเขียวเข้มที่เรียกว่า **การบลูมของน้ำ** (Waterbloom)

Microcystis

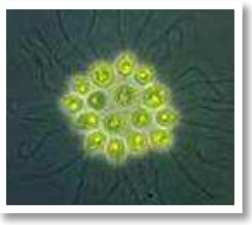
Microcystis บางชนิด เช่น *M. aeruginosa* ผลิตท็อกซิน (Toxin) เรียกว่า Microcystin ซึ่งทำอันตรายต่อตับของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เช่น สัตว์เลี้ยง หรือ มนุษย์ที่ดื่มน้ำซึ่งมีสาหร่ายชนิดนี้เข้าไป

สาหร่ายสีเขียว (Green algae), Class Chlorophyceae, Division Chorophyta

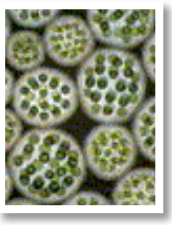
สาหร่ายสีเขียวเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่มีจำนวนสมาชิกมาก และประกอบด้วยสาหร่ายที่มีโครงสร้างของเซลล์แตกต่างกันมากมาย บางกลุ่มมีหนวดอยู่เดี่ยว ๆ บางกลุ่มมีหนวดและอยู่กันเป็นโคโลนีหรือกลุ่มเซลล์ บางกลุ่มไม่มีหนวดซึ่งมีทั้งที่เป็นเซลล์เดี่ยว ๆ หรือเป็นโคโลนี สาหร่ายสีเขียวส่วนมากเป็นโคโลนี ส่วนใหญ่สกุลที่เป็นเส้นสายชอบอาศัยตามพื้นที่ชื้นแฉะ หรือบริเวณชายฝั่ง



Dunaliella



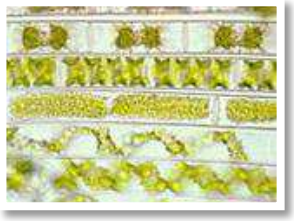
Gonium



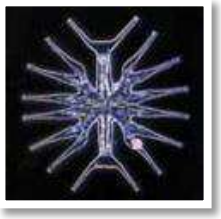
Eudorina

แพลงก์ตอนพืชในกลุ่มนี้มีสีเขียว เนื่องจากสารสีที่ใช้สังเคราะห์แสง (Photosynthetic pigments) ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารสีสีเขียว แต่บางครั้งสารสีสีอื่นอาจมีมากกว่าสารสีสีเขียว ทำให้เซลล์มีสีส้มแกมเหลืองหรือมีสีออกแดง สาหร่ายสีเขียวบางกลุ่มมีรูปร่างสวยงาม โครงสร้างเซลล์มีความงามและวิจิตรพิสดารมาก จนเป็นแรงบันดาล

ใจให้นักอนุกรมวิธาน และนักสาหร่ายวิทยาทำการศึกษากันมาก โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวกลุ่มหนึ่งที่เรียกว่า **“เดสหมิด"** (Desmids)



Filamentous green algae



Micrasterias (desmid)

Coelastrum

Padiastrum

Euastrum (desmid)

ยูกลีนอยด์ (Euglenoids), Class Euglenophyceae, Division Chlorophyta

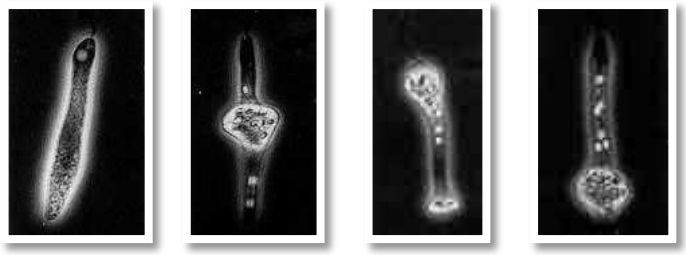
ยูกลีนอยด์เป็นแพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta เป็นเซลล์เดี่ยว ๆ มีหนวด สารสีที่ใช้สังเคราะห์แสงประกอบด้วยสารสีประเภทเดียวกับสาหร่ายสีเขียว พวกยูกลีนอยด์ไม่มีชนิดที่เป็นสาย (Filament) และบางเวลาเมื่อเซลล์ไม่เคลื่อนที่ไม่ได้ จะมีรูปร่างกลม อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (โคโลนี) เหมือนโคโลนีของสาหร่ายสีเขียว

Euglena

เซลล์ที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์อิเลกตรอน

เซลล์ของยูกลีนอยด์เปลี่ยนรูปร่างได้ดี การเคลื่อนที่มีลักษณะพิเศษที่เรียกว่า **การเคลื่อนที่แบบยูกลีนอยด์** (Euglenoid movement) ซึ่งเป็นลักษณะการเปลี่ยนรูปร่างไปพร้อม ๆ กับการเคลื่อนที่ พบเสมอใน

สกุล *Euglena* เนื่องจากเซลล์ไม่มีผนังเซลล์ แต่หุ้มด้วยเยื่อหุ้มเซลล์ หนวดมี 1 – 2 เส้น ภายในเซลล์มีคลอโรพลาสต์รูปร่างต่าง ๆ กันและมีสีเขียว นอกจากนี้สะสมอาหารพวกแป้ง เรียกว่าพารามัยลอน (Paramylon) ซึ่งเป็นส่วนที่เห็นเป็นสีขาวรูปร่างต่าง ๆ เช่น รูปไข่ วงแหวน ทรงกระบอก ฯ ล ฯ



การเคลื่อนที่แบบยูกลีนอยด์ (Euglenoid movement)

ยูกลีนอยด์บางสกุลไม่เปลี่ยนรูปร่างขณะเคลื่อนที่ เช่น *Phacus, Lepocinclis* บางสกุลเกาะอยู่กับที่ ได้แก่ *Colacium* บางสกุลมีลอริกาหุ้มรอบเซลล์ เช่น *Trachelomonas* บางพวกไม่มีสี (Colorless form) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่สังเคราะห์แสง ดังนั้นจึงต้องการสารอาหารประเภทเดียวกับยีสต์และรา หรือกินอาหารพวกแบคทีเรียเป็นอาหาร

ไดอะตอม (Diatom, Class Bacillariophyceae, Division Chromophyta)

ไดอะตอมเป็นแพลงก์ตอนพืชที่มีลักษณะพิเศษต่างจากแพลงก์ตอนพืชกลุ่มอื่น คือ เซลล์ประกอบด้วยฝา 2 ฝาครอบกันพอดี ลักษณะคล้ายกับจานแก้วหรือ Petridish ไดอะตอมมีรูปร่างมากมายหลายแบบเช่น กลม สี่เหลี่ยม หลายเหลี่ยม รูปเรือ รูปเข็ม อาจอยู่เดี่ยว ๆ หรือเชื่อมต่อกันเป็นสายโซ่ (Chain) ผนังเซลล์ประกอบด้วยซิลิกามีลวดลายที่มีความงามอันวิจิตรพิสดาร ดึงดูดนักอนุกรมวิธานทั่วโลกให้มาศึกษานับตั้งแต่ได้มีการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ขึ้นมา นอกจากนี้ยังใช้วัดคุณภาพเลนซ์ของกล้องจุลทรรศน์ ตามระดับที่แสดงรายละเอียดของลวดลายบนผนังเซลล์ แม้ว่าการจำแนกชนิดไดอะตอมจะสามารถทำได้โดยใช้กล้องประเภท Light microscope ซึ่งมีกำลังขยายสูงสุด 1,000 เท่า แต่ไดอะตอมที่มีขนาดเล็กก็ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (scanning electron) ที่ให้รายละเอียดบนผนังได้อย่างน่าพิศวง รวมทั้ง แสดงโครงสร้างเซลล์ 3 มิติได้อีกด้วย

ไดอะตอมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามสมมาตร (Symmetry) ของเซลล์

1. **เพนเหนตไดอะตอม** (Pennate diatom) สมมาตรแบบ Bilateral ส่วนใหญ่อยู่ตามพื้น เกาะอยู่กับวัสดุในน้ำ จัดเป็นพวก Benthic diatom

เพนเหนตไดอะตอม (Pennate diatom)

เซลล์ที่มองจากด้านบน

เซลล์ที่มองจากด้านข้าง

2. **เซนทริคไดอะตอม** (Centric diatom) สมมาตรแบบรัศมีส่วนมากเป็นพวกแพลงก์ตอน (Planktonic diatom)

เซนทริคไดอะตอม (Centric diatom)

แพลงก์ตอนไดอะตอม สกุล *Cyclotella*

แพลงก์ตอนไดอะตอม สกุล *Aulacoseira*

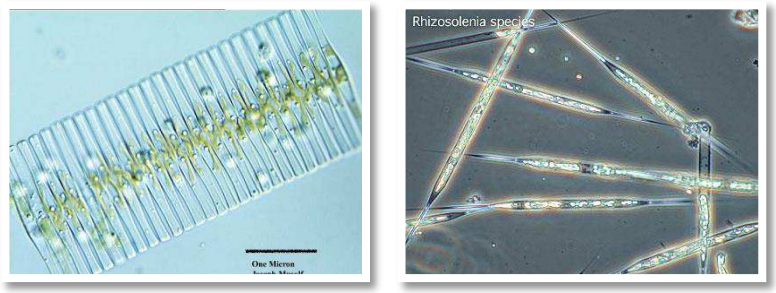
ไดอะตอมน้ำจืด ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเพนเหนตไดอะตอม ซึ่งเป็นไดอะตอมที่อยู่ตามพื้นดิน ในโคลน เกาะอยู่กับวัสดุในน้ำหรือพันธุ์ไม้น้ำ เช่น *Nitzchia, Meridion, Gomphonema*

Nitzschia *Meridion* *Gomphonema*

ไดอะตอมน้ำเค็มส่วนใหญ่ประกอบด้วยแพลงก์ตอนไดอะตอม (Planktonic diatom) และเซนทริคไดอะตอม

ไดอะตอมเป็นตัวชี้สภาพสิ่งแวดล้อม (Diatom as environmental indicators)

ไดอะตอมเป็นตัวชี้ที่สำคัญถึงสภาพทางธรรมชาติของน้ำ โดยใช้ชนิดและปริมาณของ เซลล์ไดอะตอม ชนิดที่พบปัจจุบัน (living species) ชนิดที่เป็นฟอสซิลเป็นตัวชี้ สภาพทางธรรมชาติ ของน้ำในอดีตได้แก่ การเปลี่ยนแปลงในอดีตของสิ่งแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลง ระดับน้ำในทะเล การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เป็นต้น เนื่องจากความหลากหลาย ของไดอะตอม ของแหล่งน้ำจืด น้ำกร่อยและทะเลแตกต่างกัน ฉะนั้น ความหลากหลายของไดอะตอม จึงเป็นตัวชี้ปริมาณและ การเปลี่ยนแปลงของแร่ธาตุอาหารในทะเลสาบ ไดอะตอมชนิดเด่น (Dominant species) ของแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารต่ำ (Oligotrophic water) มีองค์-ประกอบชนิด ปริมาณหรือความชุกชุมของแต่ละชนิด แตกต่างจากแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารสูง ที่เรียกว่า **ยูโทรฟิค** (Eutrophic) ชนิดที่พบในน้ำที่มีธาตุอาหารต่ำ เช่น *Frgilaria , Rhizosolenia* เป็นต้น



Fragilaria *Rhizosolenia*

คริโสไฟท์ (Chrysophyte, Class Chrysophyceae, Division Chromophyta)

เป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบทั้งในน้ำจืดและทะเล มีหนวด1 – 2 เส้น พบทั้งที่เป็นเซลล์เดี่ยวและโคโลนี เซลล์ไม่มีผนังเซลล์ (Cell wall) แต่หุ้มด้วยเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane) บางชนิดมีเกล็ดที่มีส่วนประกอบของซิลิกาหุ้มรอบเซลล์ บนเกล็ดอาจมีหนาม (Spines) เช่นสกุล *Mallomonas* คริโสไฟท์สร้างสปอร์หรือซิสท์ (Cyst) ที่มีลักษณะพิเศษเรียกว่า **สแตโตสปอร์** (Statospore)

คลอโรพลาสต์ส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นแผ่น จำนวน 1 – 2 แผ่น มีสีน้ำตาลหรือสีเหลือง อาหารสะสมได้แก่ แป้งชนิด Chrysophycean starch และน้ำมัน (Chrysolaminarin) คริโสไฟท์หลายชนิดไม่มีสี เนื่องจากไม่มีคลอโรพลาสต์ ฉะนั้นคริโสไฟท์กลุ่มนี้ดำรงชีวิตคล้ายราหรือสัตว์ ด้วยการย่อยสารอินทรีย์จากซากสิ่งมีชีวิตอื่นในน้ำ

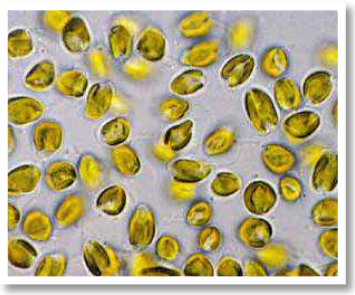
คริโสไฟท์บางชนิดมีโครงสร้างของโคโลนีงดงามแปลกตา เช่น *Dinobryon* โคโลนีเป็นรูปช่อดอกไม้ แต่ละดอกคือ 1 เซลล์ ทุกเซลล์อยู่ในปลอก หรือ**ลอริกา**ซึ่งมีรูปร่างคล้ายแจกัน

Dinobryon

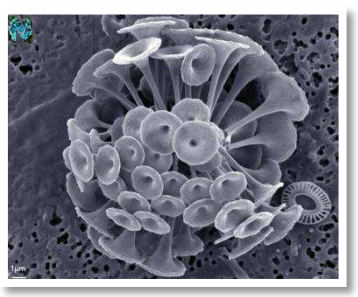
คริโสไฟท์เป็นแพลงก์ตอนพืชที่ชอบอยู่ในน้ำค่อนข้างเย็นจนถึงน้ำเย็น โดยเฉพาะแหล่งน้ำตามเทือกเขา ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหาร (Nutrient) ต่ำ หรือแหล่งน้ำโอลิโกโทรฟิค (Oligotrophic) หากเกิดการบลูมของคริโสไฟท์จะทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็นคาว และมีรสชาติคล้ายน้ำมันปลา ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในการผลิตน้ำดื่มถ้ามีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายพวกคริโสไฟท์

แฮพโตไฟท์ หรือ พริมเนสิโอไฟท์ (Haptophyte or Prymnesiophyte) Class Prymnesiophyceae, Division Chromophyta

เป็นแพลงก์ตอนพืชที่มีขนาดเล็กมาก ความยาวของเซลล์ 10 – 20 ไมโครเมตร ฉะนั้นการจำแนกชนิดจำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เช่น คอคโคลิโธฟอริดชนิด *Discosphaera tubifera* ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ไมโครเมตร พริมเนสิโอไฟท์เป็นแพลงก์ตอนพืชเซลล์เดี่ยวมีหนวดจำนวน 1 – 2 เส้น หนวดเป็นประเภทแส้ (Acronematic flagella) พวกนี้มีหนวด 2 เส้น ความยาวของหนวดเท่ากัน และจะมีระยางค์ที่ 3 เรียกว่า แฮพโตนีมา (Haptonema) อยู่กลางระหว่างหนวดทั้ง 2 เส้น เซลล์มีสีเฉดออกเหลืองจนถึงสีน้ำตาล คลอโรพลาสต์ ส่วนใหญ่เป็นแผ่นจำนวน 1 – 2 แผ่น เซลล์ไม่มีผนังเซลล์ (Cell wall) แต่หุ้มด้วยเยื่อหุ้มเซลล์ ชั้นถัดไปเป็นชั้นของเกล็ดที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ ชนิดที่อยู่ในทะเลเซลล์หุ้มด้วยคอคโคลิธ (เป็นแผ่นที่มีส่วนประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต หรือ Calcite) คอคโคลิธ มีรูปทรงแตกต่างกันไปตามชนิดและมีความสวยสดงดงามมาก คอคโคลิธจึงมีประโยชน์ช่วยแยกชนิดคริโสไฟท์กลุ่มนี้ พริมเนสิโอไฟท์ส่วนใหญ่พบในน้ำกร่อยและน้ำทะเล บางสกุลสามารถผลิตท็อกซิน เช่น *Prymnesium* ซึ่งทำอันตรายต่อสัตว์น้ำที่หายใจด้วยเหงือก เช่น ปลา หอย ฯลฯ



Prymnesium



Discosphaera

ราฟิโดไฟท์ (Raphidophytes)

เป็นแพลงก์ตอนพืชใน Class Raphidophyceae , Division Chromophyta พบทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย และทะเล ราฟิโดไฟท์เป็นเซลล์เดี่ยวมีหนวด 1 – 2 เส้นแบบแพนโทเนมาติกจำนวน 2 เส้น เซลล์มีสีเหลืองอ่อน เหลืองแกมเขียว หรือสีเขียว รูปร่างเซลล์มีหลายแบบแต่ส่วนใหญ่เซลล์แบนและรูปร่างแบบลูกข่าง คลอโรพลาสต์จำนวนมากเป็นรูปกลมขนาดเล็กไม่มีผนังเซลล์ เซลล์หุ้มด้วยเยื่อหุ้มเซลล์ ถัดจากเยื่อหุ้มเซลล์มีส่วนที่สะท้อนแสงรูปแท่งจำนวนมากเรียกว่า ทริโคซิสท์ (Trichocysts) ทริโคซิสท์อาจกระจายกันอยู่รอบเซลล์หรืออยู่ที่ด้านบนสุดของเซลล์ หรืออยู่ที่ด้านท้ายของเซลล์ก็ได้ หากเซลล์ถูกรบกวนทริโคซิสต์จะส่งสารเมือกที่เป็นเส้นออกมานอกเซลล์ สารเมือกนี้กล่าวกันว่าเป็นสารที่ทำให้เกิดการคันกับผู้ที่ลงเล่นน้ำในแหล่งน้ำที่มีการบลูมของราฟิโดไฟท์ เช่น *Gonyostomum* ในประเทศสวีเดน

Gonyostomum

คริพโตไฟท์ (Cryptophytes)

เป็นแพลงก์ตอนพืชใน Class Cryptophyceae, Division Chromophyta พบทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย และทะเล เซลล์มีสีเหลือง หรือน้ำตาล บางชนิดมีสีแดงแกมน้ำตาล สีแดง น้ำเงินเขียวแกมน้ำเงินหรือไม่มีสี (Colorless form) เนื่องจากเซลล์มีสารสีที่ใช้สังเคราะห์แสง (Photosynthetic pigments) หลายประเภทคือมีทั้งคลอโรฟิลล์

(Chlorophylls), แคโรทีนอยด์(Carotenoid) และไฟโคบิโลโปรตีน (Phycobiloprotein) นอกจากนี้สีของเซลล์ยังขึ้นอยู่กับสภาพทางสรีระของเซลล์ เช่น ชนิดที่มีสีแดงอาจเปลี่ยนเป็นเฉดสีน้ำตาลก็ได้

(a) (b) (c)

(a-b) *Cryptomonas* (a) แสดง flagella 2 เส้นที่ยาวไม่เท่ากัน ; (b) มี ejectosome ; *Chilomonas* เป็นสกุลที่ไม่สังเคราะห์แสง และไม่มีคลอโรพลาสต์ เรียกว่า colorless form

คริพโตไฟท์ทุกชนิดเป็นเซลล์เดี่ยว ๆ หากมี 2 เส้น ความยาวไม่เท่ากันหรือเกือบเท่ากัน หนวดเป็นแบบแพนโทเนมาติค เซลล์ส่วนใหญ่เป็นรูปรี หรือรูปไข่ (เมื่อมองจากด้านกว้าง) ด้านบนสุดของเซลล์มีส่วนที่เว้าเป็นแอ่งเรียกว่า กัลเลท (Gullet) สองข้างของกัลเลทมีอิเจคโทซัม (Ejectosome) ซึ่งทำหน้าที่คล้ายทรัยโคซิสต์หรือเข็มพิษ ในแพลงก์ตอนพวกราฟิโดไฟท์บางเวลาคริพโตไฟท์ไม่เคลื่อนที่แต่จะสลัดหนวดทิ้ง และอยู่กันเป็นกระจุกโดยมีเมือกหุ้มเรียกระยะที่ไม่เคลื่อนที่นี้ว่าระยะพาลเมลลอยด์ (PPPalmelloid stage) หรือเซลล์หดตัวเป็นรูปกลมมีผนังหุ้มหนาที่เรียกว่าซิสท์ หรือเรสติ้งซิสท์ (Resting cyst)

Cryptomonas ระยะ palmelloid

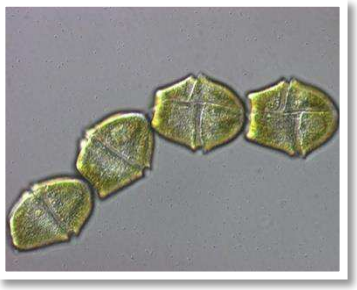
ไดโนแฟลเจลเลต (Dinoflagellate, Class Dinophyceae)

เป็นแพลงก์ตอนพืชใน Class Dinophyceae, Division Chromophyta ไดโนแฟลเจลเลตส่วนใหญ่มีหนวดและเป็นเซลล์เดี่ยว ๆ สีของเซลล์มักมีเฉดสีเลืองหรือน้ำตาล หลายชนิดไม่มีสี (Colorless form) และดำรงชีวิตแบบปรสิตหรือคล้ายสัตว์ ไดโนแฟลเจลเลตเป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำทะเล

เซลล์ไดโนแฟลเจลเลตมีร่องขวางเซลล์ ซึ่งแบ่งเซลล์ออกเป็น 2 ซีก (บน – ล่าง) ในร่องนี้มีหนวด 1 เส้นมีลักษณะเป็นแถบ เซลล์ของไดโนแฟลเจลเลตอาจกลมหรือแบน ด้านท้องของเซลล์ซีกล่างมีหนวดอีก 1 เส้นเป็นแบบแส้ พวกที่สังเคราะห์แสงได้มีสีหลายสี ส่วนใหญ่มีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล คลอโรพลาสต์มักมีจำนวนมากรูปกลมหรือรี ไดโนแฟลเจลเลตแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ พวกไม่มีผนังเซลล์ที่เรียกว่า พวกเซลล์เปลือย (Naked forms) และพวกมี ผนังเซลล์ที่เรียกว่า Armored forms ผนังเซลล์ของไดโนแฟลเจลเลตไม่ต่อกันเป็นแผ่นเดียวตลอดเซลล์ แต่จะแบ่งเป็นแผ่น (Plate) ขนาดเล็ก ซึ่งบนแผ่นมีลวดลายและสิ่งประดับหลายอย่างเรียงกันในรูปแบบ (Pattern) ที่แตกต่างกัน ดังนั้นจำนวนแผ่นและการเรียงตัวของแผ่น สามารถใช้เป็นลักษณะในการจำแนกกลุ่มและชนิดของไดโนแฟลเจลเลตของพวกที่มีผนังเซลล์

(a) ด้านท้อง (b) ด้านหลัง

(a-b) *Peridinium* ไดโนแฟลเจลเลต ที่มีผนังเซลล์ที่เรียกว่า armoured form (a) ด้านท้อง (b) ด้านหลัง



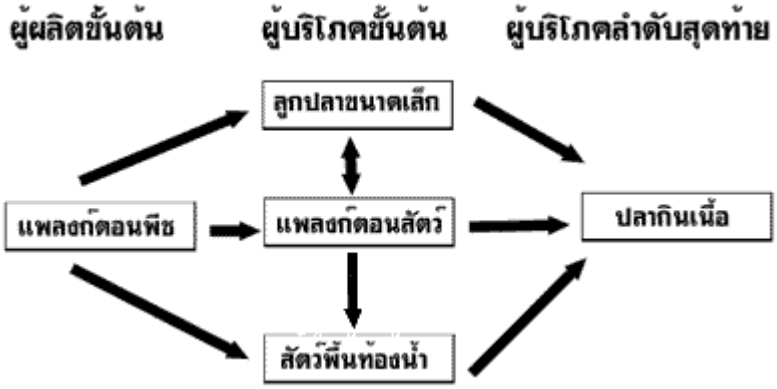
Gymnodinium ไดโนแฟลเจลเลต ที่ไม่มีผนังเซลล์ที่เรียกว่า naked form

ไดโนแฟลเจลเลตหลายชนิดสร้างเรสติง ซิสต์ (Resting cysts) ซึ่งมีผนังหนา ชนิดที่มีการสืบพันธุ์แบบมีเพศเท่านั้นที่สร้าง Resting cysts ฟอสซิลของ Resting cysts ของไดโนแฟลเจลเลตมีประโยชน์ในการใช้เป็น Stratigraphical markers

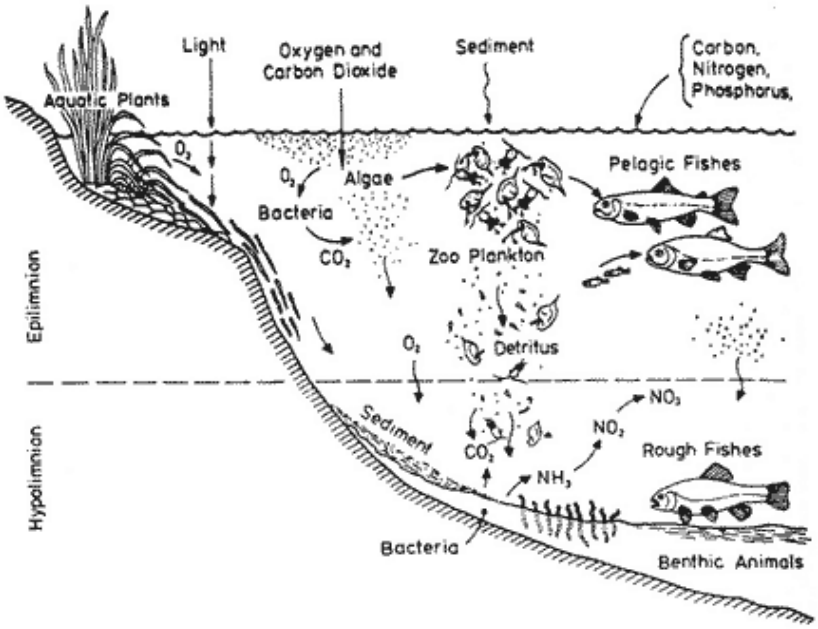
ประโยชน์ของแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืช มีประโยชน์มากมาย พอสรุปได้ดังนี้

1. แพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิ (Primary producer) ของห่วงโซ่อาหารในธรรมชาติ



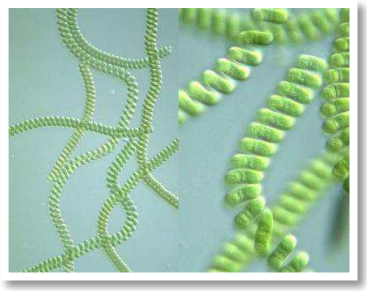
ห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) และสิ่งแวดล้อม
ทางกายภาพ เคมีภาพและชีวภาพในแหล่งน้ำ



สายใยอาหาร (Food Web) ในแหล่งน้ำจืด

2. เป็นอาหารของสัตว์น้ำในธรรมชาติ และในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน
3. ใช้เป็นอาหารโดยตรง เช่น *Spirulina* ในประเทศแถบทวีปอาฟริกา *Nostoc* ใช้เป็นอาหารของคนในประเทศจีน ปัจจุบันนิยมใช้เป็นอาหารเสริม เช่น *Chlorella*, สาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina*) โดยเชื่อว่าอุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามินมากมาย และปัจจุบันได้ใช้เป็นอาหารของมนุษย์อวกาศขณะ

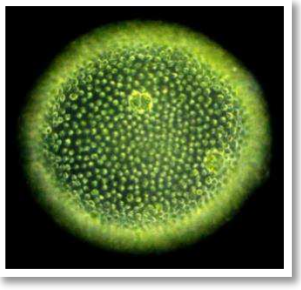
เดินทางไปในอวกาศ หากเป็นการ เดินทางช่วงสั้นสาหร่ายจะถูกนำขึ้นไปในลักษณะของอาหารเม็ด หากเป็นการเดินทาง - ไกลใช้วิธีการลี้ยงสาหร่ายแบบครบวงจรในกระสวยอวกาศ อาหารที่เลี้ยงสาหร่าย ได้แก่สิ่งขับถ่ายจากมนุษย์อวกาศ (ยูเรีย) ขณะที่สาหร่ายสังเคราะห์แสงก็จะผลิตออกซิเจนสำหรับการหายใจ ระหว่างกระบวนการสังเคราะห์แสงสาหร่ายได้ใช้คาร์บอนไดออกไซด์ จากการหายใจของมนุษย์ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นการหมุนเวียนนำเอาของเสียจากการ ดำรงชีวิตของมนุษย์กลับมาใช้ประโยชน์สำหรับการผลิตสาหร่ายเพื่อเป็นอาหาร นับว่าเป็นกระบวนการที่ชาญฉลาดและมีประสิทธิภาพอย่างยิ่ง



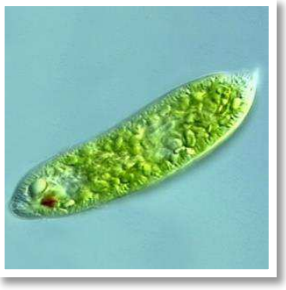
สาหร่ายเกลียวทอง *Spirulina*

4. ใช้ในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานเช่น ใช้ *Chlorella* เพื่อศึกษาสรีรวิทยาและชีวเคมี โดยการศึกษาการสังเคราะห์แสงของเซลล์ เนื่องจากเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวที่เลี้ยงง่ายเติบโตเร็ว นอกจาก *Chlorella* แล้วยังใช้ *Euglena*, *Chalmydomonas*, *Volvox* ในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เพราะสามารถเติบโตได้ดีทั้งในที่มีแสงสว่างและในที่มืดด้วยเหตุที่สาหร่ายทั้ง 3 สกุลมีวิธีการสืบพันธุ์มีทั้งที่มีเพศและไม่มีเพศ จึงมีประโยชน์ในการศึกษาด้านพันธุกรรม นอกจากนี้ยังนำสาหร่ายเซลล์เดี่ยวหลายสกุลศึกษา Bioregulatory system สำหรับการเดินทางในอวกาศ

Chalmydomonas



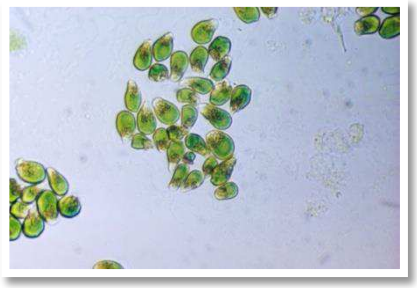
Volvox



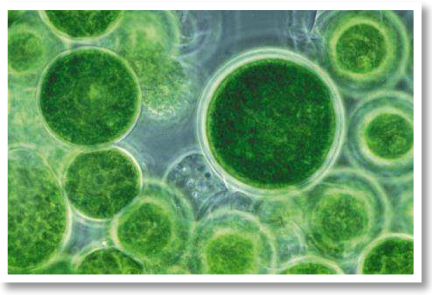
Euglena

5. มีประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม โดยการสกัดผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ทางยา เช่น เบตาแคโรทีนจากสาหร่ายเกลียวทอง *(Spirulina)* และสาหร่ายสีเขียวบางชนิด เช่น *Dunaliella* หรือ *Botryococcus* แอสทาแซนธินจากสาหร่ายสีเขียวสกุล *Haematococcus* กลีเซรอลจาก *Dunaliella* เป็นต้น นอกจากนี้ยังมี

การใช้ไดอะตอมไมท์ (Diatomite) เป็นฟิลเตอร์ในอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ



Dunaliella



Haematococcus

นิเวศวิทยาของแพลงก์ตอนพืช

การบลูมของน้ำ (Water bloom)

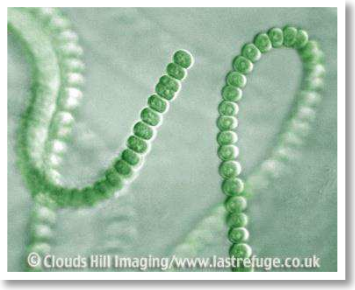
การบลูมของน้ำ (Water bloom) เป็นปรากฏการณ์ที่แหล่งน้ำมีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ จนสาหร่ายหรือแพลงก์ตอนพืชชนิดเดียวหรือ 2 – 3 ชนิด เกิดเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ปรากฏการณ์นี้ส่วนใหญ่มักเกิดในช่วงฤดูร้อนที่อุณหภูมิน้ำสูงขึ้นจากเดิม และมักเกิดในช่วงเวลาลมสงบ เช่น ในเวลาเย็น สาหร่ายที่ทำให้เกิดการบลูมของน้ำ ส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ได้แก่ *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Anabaena*, *Anabaenopsis* ฯลฯ โดยเฉพาะชนิดที่มีแกสแวคิวโอล เช่น *Microcystis aeruginosa*

การบลูมของน้ำ (Water bloom) ได้เกิดขึ้นมาและถูกนำมาเล่าเป็นนิทานชาวบ้านนานกว่าศตวรรษมาแล้ว ตัวอย่างที่ถูกหยิบยกมาประจำ ได้แก่ การบลูมของน้ำที่เกิดจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งเกิดขึ้นเสมอบริเวณยุโรปตอนกลางที่ทำให้เกิดน้ำมีสีแดง ระหว่างปี ค.ศ.1825 – 1826 ได้เกิดการบลูมของน้ำเนื่องจาก *Oscillatoria* ในทะเลสาบ Murten ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ และสีน้ำเปลี่ยนเป็นสีแดง ชาวบ้านเข้าใจผิดคิดว่าสีแดงของน้ำเกิดจากเลือดของเหล่าทหารชาว Burgundian ซึ่งจมน้ำตายระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 1 (ค.ศ.1476) ดังนั้น *Oscillatoria* ที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสีเป็นสีแดงจึงมีชื่อเรียกว่า Burgundian blood alga

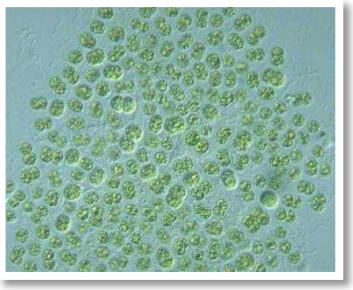
การพบและการเพิ่มจำนวนของการบลูมของน้ำเรียกว่า การเกิดยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) ถือว่าเป็นสัญญาณของการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ดีของคุณภาพน้ำ การเพิ่มธาตุอาหารของพืชจะช่วยให้แพลงก์ตอนพืชเพิ่มจำนวนขึ้น เช่นเดียวกับสาหร่ายขนาดใหญ่ชนิดอื่น เช่น *Cladophora* การบลูมของน้ำเนื่องจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน หรือ สาหร่ายสีเขียวสกุล *Cladophora* นั้นเป็นการเกิดตามธรรมชาติอยู่แล้ว แต่เมื่อไม่นานมานี้มีการพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในแหล่งน้ำ ซึ่งในอดีตไม่เคยพบสาหร่ายกลุ่มนี้มาก่อน และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินก็มีอัตราการแพร่ขยายพันธุ์ที่เกิดขึ้นบ่อยมากขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งแต่ละครั้งจะมีจำนวนมากมายมหาศาล สาเหตุ

เนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์ที่ปล่อยน้ำทิ้งจากบ้านเรือนและจากแหล่งเกษตรกรรม ซึ่งจะนำธาตุอาหารของพืชลงสู่แหล่งน้ำ น้ำทิ้งจากบ้านเรือนและแหล่งเกษตรกรรมมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น ทั้งจำนวนแหล่งน้ำที่มีปัญหาและความถี่ของการเกิดในรอบปี

Oscillatoria



Anabaena



Anabaenopsis

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถตรึงไนโตรเจนได้ หรือสามารถที่ตรึงไนโตรเจนในสภาพที่มีออกซิเจนทั้งในน้ำหรือในอากาศ โดยเฉพาะสกุลที่มีเฮเทอโรซิสท์ (Heterocyst) แต่ชนิดที่ไม่มี Heterocyst ก็สามารถตรึงไนโตรเจนได้ เมื่ออยู่ในสภาพไร้ออกซิเจนหรือมีออกซิเจนน้อยมาก

อันตรายของการบลูมของน้ำ

นอกจากท็อกซินที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสร้างขึ้นมา ซึ่งทำอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เช่น โค กระบือ แพะ แกะ ที่ดื่มน้ำเข้าไปแล้วสาหร่ายยังให้โทษต่อนักว่ายน้ำที่ลงไปว่ายน้ำในแหล่งน้ำที่มีการบลูม โดยทำให้เกิดผื่นคันที่ผิวหนัง ทำให้ตาอักเสบหรือเกิดอาการท้องร่วงหากดื่มเข้าไปขณะว่ายน้ำ

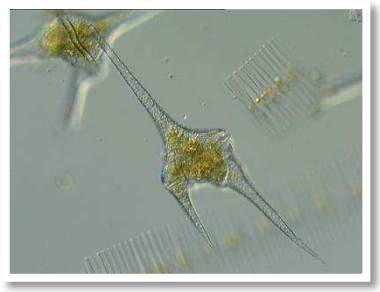
ธาตุอาหารของพืชมาได้อย่างไร

ในแหล่งน้ำธรรมชาติมีธาตุอาหาร (เช่น N, P, K, C, Ca, Mg, Fe ฯ ล ฯ) สำหรับพืชอยู่แล้ว แต่ปริมาณของธาตุอาหารเหล่านี้มีไม่มากนัก เมื่อประชากรเพิ่มขึ้นกิจกรรมของมนุษย์ที่อาศัยอยู่ใกล้แหล่งน้ำที่ปล่อยน้ำทิ้งที่มีธาตุอาหารของพืชลงสู่แหล่งน้ำมากขึ้น ทำให้เป็นการเติม (Enrich) ธาตุอาหารลงไปในน้ำ แม้ว่าปัจจุบันในประเทศที่เจริญแล้วได้มีการตั้งโรงบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำ แต่น้ำที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่มีธาตุอาหารอนินทรีย์ของพืชในปริมาณมาก โดยเฉพาะแร่ธาตุฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นแร่ธาตุหลักที่สาหร่ายต้องการในการเจริญเติบโต ดังนั้นสาหร่ายจึงเพิ่มปริมาณขึ้น นอกจากฟอสฟอรัสแล้วยังมีฟอสเฟตซึ่งมาจากผงซักฟอก ดังนั้นการลดการเกิดยูโทรฟิเคชั่น ก็คือการลดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยการติดตั้งระบบกำจัดฟอสฟอรัส และฟอสเฟตออกจากน้ำทิ้งและควบคุมปริมาณฟอสเฟตในผงซักฟอกให้อยู่ในระดับที่กำหนด ระบบกำจัดฟอสฟอรัสออกจากแหล่งน้ำทิ้งจัดว่าเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ และเป็นระบบมาตรฐานที่นิยมใช้กันแพร่หลาย

แร่ธาตุอาหารหลักที่สาหร่ายต้องการในการเติบโต คือ ไนเตรตหรือเกลือแอมโมเนียม แม้ว่าน้ำทิ้งจากบ้านเรือนมีปริมาณไนโตรเจนสูง แต่ปริมาณไนโตรเจนในน้ำทิ้งได้ลดไปค่อนข้างมากเมื่อผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย แหล่งสำคัญที่นำไนโตรเจนมาสู่แหล่งน้ำ ได้แก่ แหล่งเกษตรกรรม ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรเชื่อว่ายิ่งมีไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีมากเท่าใดก็จะได้ผลผลิตของพืชสูงขึ้นมากเท่านั้น แม้ว่าปุ๋ยเคมีมีฟอสฟอรัสสูง แต่ฟอสฟอรัสจะถูกเก็บอยู่ในดิน ส่วนไนเตรตหรือเกลือแอมโมเนียมที่อยู่ในดินจะถูกน้ำชะออกไป ยิ่งไปกว่านั้นการทำฟาร์มสมัยใหม่นิยมเลี้ยงสัตว์กันหนาแน่น มูลสัตว์จึงเป็นแหล่งที่มาของไนโตรเจนอีกแหล่งหนึ่ง ฉะนั้นถ้าฟอสฟอรัสมีปริมาณพอเพียง ไนโตรเจนจึงเป็นแร่ธาตุที่จำกัดการเติบโตของสาหร่าย ยกเว้นสาหร่ายกลุ่มที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ เช่น พวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ในประเทศเขตร้อนการขาดไนโตเจนเป็นสาเหตุสำคัญที่จำกัดการเติบโตของสาหร่ายกลุ่มอื่น แต่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเติบโตได้ดีทั้งในน้ำและบนบกที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในประเทศเขตร้อน ฤดูที่มีการบลูม คือ ฤดูร้อนหรือต้นฤดูใบไม้ร่วง แต่มีกรณีพิเศษที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะบลูมในช่วงฤดูหนาว เช่น กรณีของทะเลสาบ Murtin ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

ปรากฏการณ์น้ำแดง (Red Tide)

น้ำแดง เป็นคำที่ใช้เรียกปรากฏการณ์ที่ทำให้ทะเลเปลี่ยนสีซึ่งเกิดจากการบลูมของแพลงก์ตอนพืชบางชนิดหรือสาหร่ายที่มีหนวด โดยน้ำทะเลจะเปลี่ยนสีตามสีของสาหร่ายหรือแพลงก์ตอนพืชที่เกิดขึ้น เช่น สีแดงที่เกิดจากไดโนแฟลเจลเลต หรือสีน้ำตาลที่เกิดจากไดอะตอม เช่น *Nitzschia pungens* หรือ ไดโนแฟลเจลเลต เช่น *Ceratium*



Ceratium

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์

แพลงก์ตอนสัตว์มีความสำคัญต่อห่วงโซ่อาหาร (Food chain) คือ เป็นผู้บริโภค (Consumer) ในระดับต่าง ๆ กันของระบบนิเวศในน้ำ แพลงก์ตอนสัตว์ประกอบด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหลายไฟลัม ซึ่งดำรงชีวิตแบบล่องลอยอยู่ในน้ำตลอดชีวิต หรือที่เรียกว่า Holoplankton (แพลงก์ตอนถาวร) กับตัวอ่อนของสัตว์ทั้งสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลังเรียกว่า Meroplankton (แพลงก์ตอนชั่วคราว) ที่ล่องลอยอยู่ในน้ำในช่วงแรกของชีวิต

แพลงก์ตอนถาวร (Holoplankton)

แพลงก์ตอนสัตว์ที่สำคัญมีทั้งหมด 18 ไฟลัมดังนี้

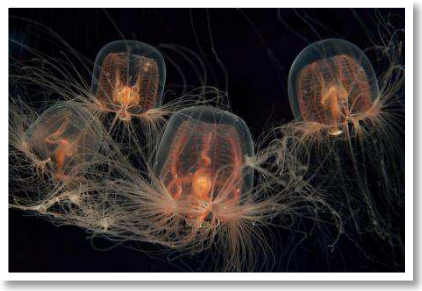
1. **โปรโตซัว** (Phylum Protozoa)

Phylum Protozoa ประกอบด้วยสัตว์เซลล์เดียวจำนวนมากมาย โปรโตซัวหลายกลุ่มถูกจัดให้อยู่ทั้งกลุ่มพืชและกลุ่มสัตว์ เช่น กลุ่มอะมีบอยด์ (Amoeboid) โปรโตซัวพวกมีหนวด (Flagellated protozoans) โปรโตซัวพวกมีหนวดมักถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มแพลงก์ตอนพืชโดยนักพฤกษศาสตร์ แพลงก์ตอนโปรโตซัวในที่นี้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามอวัยวะที่ใช้เคลื่อนที่ ได้แก่ กลุ่มอะมีบอยด์ (Amoeboid protozoans) เคลื่อนที่ด้วยเท้าเทียม (Pseudopods) และซิลิเอทโปรโตซัว (Ciliated protozoan) เคลื่อนที่ด้วยซิเลีย (Cilia) หรือ เซอไร(Cirri) โปรโตซัวเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และทะเล

2. **ไนดาเรีย** (Phylum Cnidaria)

แพลงก์ตอนสัตว์ในไฟลัมนี้รู้จักกันในชื่อ **แมงกะพรุน** เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดเล็กคือ ตั้งแต่ต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จนถึงแพลงก์ตอนขนาดใหญ่ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า บทบาทของแพลงก์ตอนแมงกะพรุนในระบบนิเวศจัดเป็นผู้บริโภค (Consumer)

แพลงก์ตอนแมงกะพรุนส่วนใหญ่ลำตัวใสรูปร่างคล้ายร่ม มีหนวด (Tentacle) ที่ขอบร่ม จำนวนหนวดต่างกันตามชนิด คือ มีจำนวนตั้งแต่ 1 เส้นจนถึงมากกว่า 100เส้น อาศัยอยู่เดี่ยว ๆ จนถึงอยู่กันเป็นโคโลนีที่ประกอบด้วยโซออยด์ (Zooid) เกาะกันเป็นสายยาวถึง 25 เมตร ในตัวอย่างแพลงก์ตอนจะพบโซออยด์ที่หลุดออกจากโคโลนีเป็นโซออยด์เดี่ยว ๆ และมีรูปร่างลักษณะแตกต่างจากแพลงก์ตอนแมงกะพรุนที่อยู่เดี่ยว ๆ คือ มีรูปร่างคล้ายระฆังทรงสูง 1 – 2 ใบซ้อนกัน



Spirocodon saltatrix

Porpita porpita

3. **ซทีโนฟอรา** (Phylum Ctenophora, Comb jelly)

หวีวุ้นเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบเฉพาะในทะเลเท่านั้น หวีวุ้นมีลำตัวใสลักษณะทั่วไปคล้ายแมงกะพรุน รูปร่างของหวีวุ้นมีหลายแบบ คือ รูปร่างคล้ายร่มจนถึงตัวแบนคล้ายหนอนตัวแบน หวีวุ้นส่วนใหญ่ล่องลอยอยู่ในน้ำ มีน้อยชนิดที่อาศัยอยู่บนพื้นท้องน้ำ ลักษณะเฉพาะของหวีวุ้น คือ มีแผ่นหวี (Ctene = comb plates) จำนวน 8 แผ่น บนแผ่นมีซี่หวีเรียงกันเป็นแถวมีหน้าที่ช่วยพยุงลำตัวให้อยู่ในน้ำ อวัยวะที่ใช้จับอาหารคือ Tentacle บน Tentacle มีขนบาง ๆ จำนวนมาก บนขนบาง ๆ มีตุ่มที่พบเฉพาะหวีวุ้นเรียกว่า Colloblast ซึ่งมีเมือกเหนียว ๆ ช่วยในการจับอาหาร

หวีวุ้น

Pleurobrachia pileus

4. **โรติเฟรา** (Phylum Rotifera, Rotifers)

โรติเฟอร์เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำคัญกลุ่มหนึ่ง อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำทุกชนิดทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย และทะเล แต่ส่วนใหญ่พบในน้ำจืดมากกว่าแหล่งอื่น จากการศึกษาพบว่ามีโรติเฟอร์ประมาณ 2,000 ชนิด ลำตัวของโรติเฟอร์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ตัว (Head) , ลำตัว (Body) และเท้า (Foot) หัวอยู่ที่ด้านบนของลำตัวซึ่งมีวงขน(Corona หรือ Wheel organ) อยู่ที่ด้านบนสุดทำหน้าที่เคลื่อนที่และจับอาหาร ลำตัวอยู่ถัดจากหัวลงมาภายในลำตัวประกอบด้วยระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ส่วนต้นของทางเดินอาหารพัฒนาเป็น Mastax ซึ่งประกอบด้วย Trophi ที่ใช้บดอาหาร เท้าเป็นส่วนล่างสุดของลำตัว ปลายสุดของเท้าเป็นนิ้วเท้า (Toe) และมีต่อมเหนียว (Pedal gland) ที่ช่วยให้ลำตัวยึดเกาะกับพื้น ประชากรส่วนใหญ่ของโรติเฟอร์เป็นเพศเมียซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้ การสืบพันธุ์มีทั้งแบบมีเพศและแบบไม่มีเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศเรียกว่าพาร์เธโนเจเนสิส (Parthenogenesis) ซึ่งสามารถผลิตลูกได้โดยไม่ต้องมีการผสมพันธุ์ โรติเฟอร์หลายชนิดสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศเพียงอย่างเดียว

โรติเฟอร์เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีบทบาทเป็นผู้บริโภค (Consumer) ในห่วงโซ่อาหาร (Food chain) และเป็นอาหารของสัตว์อื่นที่มีขนาดใหญ่กว่า โรติเฟอร์มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเป็นอาหารที่ใช้อนุบาลลูกสัตว์น้ำ (ปลา, กุ้ง ฯ ล ฯ) เนื่องจากมีคุณค่าอาหารสูง เติบโตเร็ว เพาะเลี้ยงง่าย

คีโตนาธา (Phylum Chaetognatha, Arrow Worms)

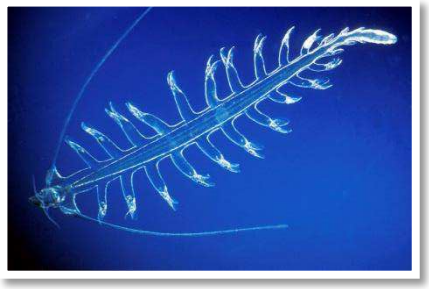
หนอนธนูเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในทะเลและในน้ำกร่อยเท่านั้น ลำตัวของหนอนธนูใส รูปร่างเรียวยาวคล้ายธนู มีรายงานว่ามีจำนวนชนิดของหนอนธนูประมาณ 100 ชนิด ลำตัวยาว 0.5 – 12 ซม. เป็นแพลงก์ตอนที่พบทั่วโลกตั้งแต่บริเวณน้ำตื้นแถบชายฝั่งจนถึงทะเลลึกหรือมหาสมุทร แต่พบมากบริเวณชายฝั่งทะเล

ลำตัวหนอนธนูแบ่งออกได้ 3 ส่วน คือ หัว (Head) , ลำตัว (Trunk) และหาง (Tail) สมมาตรของลำตัวหนอนธนูเป็นแบบ 2 ข้าง (Bilateral symmetry) หนอนธนู มีบทบาทเป็นผู้บริโภคในห่วงโซ่อาหาร อาหารของหนอนธนูประกอบด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง หรือแพลงก์ตอนสัตว์โดยเฉพาะโคพีพอด หนอนธนูเป็นกระเทย (Hermaphrodite) จึงมีอวัยวะสืบพันธุ์ของ 2 เพศอยู่ในตัวเดียวกัน ประโยชน์ที่สำคัญของหนอนธนูอีกประการหนึ่งคือ นักสมุทรศาสตร์นิยมใช้หนอนธนูเป็นตัวชี้ (Indicator) ของกระแสน้ำในมหาสมุทร เนื่องจากหนอนธนูมีแหล่งที่อยู่เฉพาะแหล่งเช่น *Sagitta elegans* เป็นตัวชี้ของกระแสน้ำเย็นจากประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

Sagitta elegans

5. **แอนเนลิดา** (Phylum Annelida, Segmented Worms)

ไฟลัมนี้ประกอบด้วยหนอนปล้อง กลุ่มที่เป็นแพลงก์ตอนอยู่ใน Class Polychaeta หรือเรียกว่าโพลีชีท ตัวเต็มวัยของโพลีชีทเป็นหนอนปล้องที่อาศัยอยู่ทั้งในน้ำและคืบคลานอยู่บนพื้น พวกที่ล่องลอยอยู่ในน้ำตลอดชีวิตเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ประเภทแพลงก์ตอนถาวร (Holoplankton) ซึ่งมีน้อยชนิดและอยู่ในทะเล ส่วนพวกที่เป็นแพลงก์ตอนชั่วคราว (Meroplankton) ได้แก่ ตัวอ่อนของโพลีชีทที่อาศัยอยู่บนพื้นท้องน้ำ หรือ Benthic polychaetes ตัวอ่อนระยะแรกของโพลีชีทเรียกว่า โทรโคฟอร์

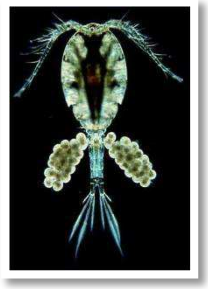


หนอนปล้อง

6. **อาร์โธรโพดา** (Phylum Arthropoda, Arhtropods)

แพลงก์ตอนสัตว์ในไฟลัมนี้ส่วนใหญ่อยู่ในคลาสครัสเตเชีย (Class Crustacea) จัดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำคัญกลุ่มหนึ่งพบในแหล่งน้ำทุกชนิด มีความหลากหลายของรูปร่างเช่นเดียวกับแมลง ลำตัวแบ่งออกเป็นปล้องจำนวนปล้องแตกต่างกันตามกลุ่มส่วนใหญ่เพศผู้และเพศเมียแยกกัน

Daphnia



Cyclops

การจัดแบ่งลำดับขั้นทางอนุกรมวิธานของอาร์โธรพอดที่เป็นแพลงก์ตอนถาวร

- **คลาสครัสเตเชีย** (Class Crustacea)

  - **สับคลาส บรานชิโอโพดา** (Subclass Branchiopoda) เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีฝาสองฝาหุ้มลำตัว ยกเว้นส่วนหัว ตัวอย่างได้แก่ ไรน้ำ (Water flea) ส่วนใหญ่เป็นเพศเมีย
  - **สับคลาส ออสตราโคดา** (Subclass Ostracoda) เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีฝาสองฝาหุ้มลำตัวทุกส่วน ตัวอย่างได้แก่ ออตราคอด (Ostracod) มีเพศแยกกัน
  - **สับคลาส โคพีโพดา** (Subclass Copepoda) ลักษณะลำตัวแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ หัว อก และท้องมีหนวด2 คู่ และเพศแยกกัน
  - **สับคลาส มาลาครอสตราคา** (Subclass Malacostraca) ได้แก่พวกที่มีลักษณะคล้ายกุ้ง ปู แบ่งออกเป็นอันดับ 4 อันดับคือ
    - **อันดับไมซิดาเซีย** (Order Mysidacea) ลักษณะลำตัวคล้ายกุ้ง คาราเพส (Carapace)คลุมส่วนหัวและอกไม่หมด แพนหางมี สตาโตซิส (Statocyst) หรืออวัยวะช่วยในการทรงตัว
    - **อันดับยูฟอเซียเซีย** (Order Euphausiacea) ลักษณะลำตัวคล้ายกุ้ง คาราเพส (Carapace) คลุมส่วนหัวและอกทั้งหมด ไม่มีมีสตโตซิส (Statocyst) ที่แพนหางมีอวัยวะเรืองแสง (photophore)

- **อันดับแอมฟิโพดา** (Order Amphipoda) ลำตัวเป็นปล้อง แบนข้าง พวกที่เป็นแพลงก์ตอนส่วนใหญ่ตามีขนาดใหญ่มาก
- **อันดับคูมาเซีย** (Order Cumacea) ลำตัวแบ่งเป็นปล้อง และแบ่งออกได้ 3 ส่วน คือ หัว อก และ ท้อง ส่วนหัวใหญ่มาก ตาเล็กและชอบขุดรูอยู่ที่พื้นท้องน้ำ ในทะเล
- **อันดับเดคาโพดา** (Order Decapoda) ได้แก่ กุ้ง กุ้งมังกร และปู กุ้งบางชนิดที่ดำรงชีวิตล่องลอยอยู่ในน้ำตลอดชีวิต เช่น เคย (*Acetes* spp.) ลูซิเฟอร์ (*Lucifer* spp.) จัดเป็นแพลงก์ตอนถาวร ส่วนใหญ่ตัวเต็มวัยของสัตว์ในอันดับนี้ดำรงชีวิตแบบอาศัยอยู่บนพื้นท้องน้ำ

7. มอลลัสกา (Phylum Mollusca)

หอยเป็นทั้งแพลงก์ตอนถาวร (Holoplankton) และแพลงก์ตอนชั่วคราว (Meroplankton) กลุ่มที่เป็นแพลงก์ตอนถาวร ได้แก่ เพลาจิก มอลลัส (Pelagic mollusks) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหอยฝาเดียวใน Class Gastropoda, Subclass Opistobroanchia (Pteropods) และ Subclass Prosobranchia

Cliona *Clio* *Limacinid*

8. คอร์ดาตา (Phylum Chordata)

แพลงก์ตอนสัตว์ในไฟลัมนี้แบ่งออกเป็นแพลงก์ตอนถาวร (Holoplankton) และแพลงก์ตอนชั่วคราว (Meroplankton) แพลงก์ตอนถาวรอยู่ในสับไฟลัมยูโรคอร์ดาตา (Subphylum Urochordata) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 Classes ได้แก่ คลาสลาร์วาเซีย (Class Larvacea) และคลาสทาเลียเซีย (Class Thaliacea) ส่วนแพลงก์ตอนชั่วคราว ได้แก่ ไข่ปลา และตัวอ่อนปลาใน Subphylum Vertebrata, Class Pisces

แพลงก์ตอนสัตว์ถาวรใน Class Larvacea พบเฉพาะในทะเลเท่านั้น มีลำตัวแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ลำตัว (Body) และหาง (Tail) ลำตัวเป็นรูปกลม รูปสามเหลี่ยม หรือทรงกระบอก หางเป็นแถบยาวอยู่ติดกับลำตัวที่ด้านท้อง ลักษณะพิเศษของแพลงก์ตอนใน Class Larvacea คือ บ้าน (House) ซึ่งเป็นถุงใส ๆ ใช้เป็นที่อยู่ภายในบ้านมีตะแกรงตาถี่ใช้กรองอาหารจากน้ำ แพลงก์ตอนสัตว์ลาร์วาเซียนอาศัยอยู่ในบ้าน แต่

บางสกุลอาศัยอยู่นอกบ้าน และใช้ส่วนปากแตะกับตะแกรง เมื่อถุงกรองอาหารตันลาร์วาเซียนจะออกจากบ้าน และสร้างบ้านขึ้นใหม่ทดแทนทันที การสร้างบ้านใหม่มักใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง

Oikopleura

Oikopleura **ที่อยู่ใน** house

แพลงก์ตอนสัตว์ถาวรใน Class Thaliacea นิยมเรียกว่า ทูนิเขท รูปร่างโดยทั่วไปคล้ายถังเบียร์และมีวงกล้ามเนื้อ (muscle bands) การจำแนกชนิดใช้ลักษณะของวงกล้ามเนื้อ คือวงกล้ามเนื้อครบวง หรือวงกล้ามเนื้อไม่ครบวง และจำนวนวงเป็นลักษณะสำคัญวงจรชีวิต (Life cycle) ของทูนิเขทเป็นวงจรชีวิตที่ซับซ้อน คือ เป็นวงจรชีวิตแบบสลับ (Alternation of generation) หมายความว่าในวงจรชีวิตของสัตว์กลุ่มนี้ประกอบด้วยโซออยด์ (Zooids) ที่มีเพศสลับกับโซออยด์ที่ไม่มีเพศ โซออยด์ของทั้ง 2 เพศมีรูปร่างและจำนวนวงกล้ามเนื้อแตกต่างกัน

แพลงก์ตอนสัตว์ใน Subphylum Urochordata มีความสำคัญใน ระบบนิเวศทางทะเล คือ มีบทบาทเป็นผู้บริโภค เนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มนี้กินอาหารโดยการกรอง ห่วงโซ่อาหาร (Food chain) จึงสั้น นอกจากนี้ยังมีลักษณะพิเศษ คือ สามารถสร้างแสงเรือง (Luminescence) ได้ เนื่องจากมี Luminescent gland ซึ่งอยู่ที่ด้านข้าง ของวงกล้ามเนื้อ ทำให้สัตว์กลุ่มนี้มีลักษณะที่สวยงามกลุ่มหนึ่ง และสามารถอาศัยในทะเลทั่วโลกทั้งบริเวณชายฝั่งทะเล และทะเลลึก

แพลงก์ตอนชั่วคราว (Meroplankton)

แพลงก์ตอนชั่วคราว คือ สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนในบางช่วงเวลาของชีวิต ได้แก่ ระยะที่เป็นไข่และระยะตัวอ่อน แพลงก์ตอนชั่วคราวส่วนใหญ่ได้แก่ ตัวอ่อนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในไฟลัมต่อไปนี้

1. **หนอนตัวแบน** (Phylum Platyhelminthes) ตัวอ่อนชื่อ มึลเลอร์ (Muller's larva)

Muller's larva

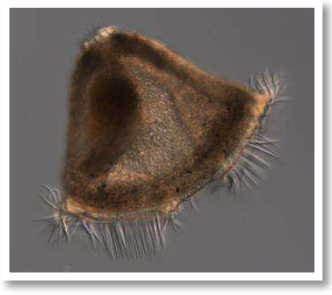
2. **นีเมอร์ทิเนีย** (Phylum Nemertinea) ตัวอ่อนชื่อพิลิเดียม (Pilidium larva)

3. **แอนเนลิดา** (Phylum Annelida) เฉพาะคลาสโพลีชีตา (Class Polychaeta)
ที่เป็นแพลงก์ตอนชั่วคราวคือ ตัวอ่อนโทรโคร์ฟอร์ (Trochophore larva)

Trochophore larva

4. **โฟโรนิดา** (Phylum Phoronida) ตัวอ่อนชื่อ แอคติโนโทรคา (Actinotrocha larva)

5. **เอคโตพรอคตา** (Phylum Ectoprocta) ตัวอ่อนชื่อ ไซโฟนอเทส (Cyphonautes larva)



Cyphonautes larva

6. **บราชิโอโพดา** (Phylum Brachiopoda) ตัวอ่อนมีชื่อว่า บราชิโอพอด (Brachiopod larva)

7. **อาร์โธรพอด** (Phylum Arthropoda)
    - **คลาสครัสเตเชีย** (Crustacea)
        - **สับคลาส เซอร์ริพีเดีย** (Subclass Cirripedia) ได้แก่ ตัวอ่อนของเพรียง
        - **สับคลาส มาลาคอสตราคา** (Subclass Malacostraca) ได้แก่ ตัวอ่อนของกุ้ง ปู กั้งและแมลงน้ำเป็นต้น
            - **อันดับสโตมาโตโพดา** (Order Stomatopoda) ได้แก่ ตัวอ่อนของกั้ง
            - **อันดันเดคาโพดา** (Order Decapoda) ได้แก่ ตัวอ่อนของปูและกุ้ง
    - **คลาสอินเซคตา** (Class Insecta) ได้แก่ ตัวอ่อนของแมลงน้ำทุกชนิด

ตัวอ่อนของกั้ง

ตัวอ่อนของเพรียง

ตัวอ่อนของปู

8. **มอลลัสกา** (Phylum Mollusca) ได้แก่ ตัวอ่อนของหอยทุกชนิด (Gastropod , Pelecypod larva) ตัวอ่อนปลาหมึก (Cephalopod larva) ส่วนใหญ่เป็นแพลงก์ตอนชั่วคราวในระยะตัวอ่อน
9. **เอคไคโนเดอร์มาตา** (Phylum Echinodermata) เป็นแพลงก์ตอนชั่วคราวทั้งหมดแต่ละกลุ่มมีตัวอ่อนมี่มีลักษณะและชื่อต่างกัน
    - Bipinnaria larva & Brachiolaria larva ตัวอ่อนชื่อ ไบพินนาเรีย และ บราคิโอลาเรีย
    - Auricularia larve & Doliolaria larva ตัวอ่อนชื่อ ออริคูราเลีย และ โดลิโอลาเรีย
    - Echinopluteus larva ตัวอ่อนชื่อ เอคิโนพลูเทียส
    - Ophiopluteus larva ตัวอ่อนชื่อ โอฟิโอพลูเทียส

Bipinnaria larva

10. **คอร์ดาตา (Phylum Chordata)** เป็นแพลงก์ตอนชั่วคราวเฉพาะ Class Pisces, Subphylum Vertebrata ได้แก่ไข่และตัวอ่อนของปลากระดูกแข็ง

และนอกจากสิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยตามกระแสน้ำอย่างแพลงก์ตอน (Plankton) แล้ว ในทะเลยังมีสิ่งมีชีวิตที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระไม่ขึ้นกับการเคลื่อนที่ของมวลน้ำ เรียกว่า **“เนคตอน (Nekton)”** ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังเช่นปลาทะเล เต่าทะเล และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม รวมทั้งสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด เช่น หมึกหอม ซึ่งเคลื่อนที่ในน้ำได้อย่างอิสระก็จัดเป็นเนคตอนเช่นเดียวกัน

- **ปลาทะเล** : ปลาทะเลมีความเข้มข้นของของเหลวในร่างกายน้อยกว่าในน้ำทะเล ดังนั้นน้ำจะถูกดึงออกจากร่างกาย (Osmosis) ปลาทะเลจึงต้องมีการปรับสมดุลของน้ำและเกลือแร่ในร่างกายเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม โดยปลาทะเลจะกินน้ำทะเลปริมาณมากเพื่อนำน้ำกลับคืนสู่ร่างกาย และขับถ่ายเกลือแร่ที่มากเกินไปออกในรูปของปัสสาวะ และอุจจาระ

- **เต่าทะเล** : เต่าทะเลมีลักษณะต่างจากเต่าบกอย่างชัดเจนตรงที่ไม่สามารถหดหัวกลับเข้าไปในกระดองได้และขาจะเปลี่ยนรูปไปเหมือนใบพาย เพื่อใช้ในการว่ายน้ำ และมีต่อมเกลือที่ช่วยกำจัดเกลือส่วนเกินออกทางท่อน้ำตา เต่าทะเลทั่วโลกพบอยู่ 8 สายพันธุ์ แต่ที่พบในน่านน้ำไทยมี 5 สายพันธุ์ ได้แก่ เต่าตนุ, เต่ากระ, เต่าหญ้า, เต่าหัวค้อน และเต่ามะเฟือง ส่วนที่ไม่พบอีก 3 สายพันธุ์ คือ เต่าตนุหลังแบน, เต่าดำ และเต่าหญ้าแอตแลนติก

- **สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม** : เป็นสัตว์เลือดอุ่นมีผิวหนังหนาเพื่อรักษาความร้อนในร่างกาย และยังช่วยในเรื่องการปรับสมดุลเกลือแร่โดยไม่ให้เกลือแร่จากน้ำทะเลผ่านผิวหนังเข้าไปในร่างกายได้ การที่มีปอดขนาดใหญ่และกลไกของร่างกายมีการเผาผลาญต่ำกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบนบกโดยเฉลี่ยเป็นประโยชน์ต่อการใช้ชีวิตอยู่ใต้น้ำได้เป็นเวลานาน

ตัวอย่างเช่น โลมา, วาฬ, พะยูน, แมวน้ำ และสิงโตทะเล

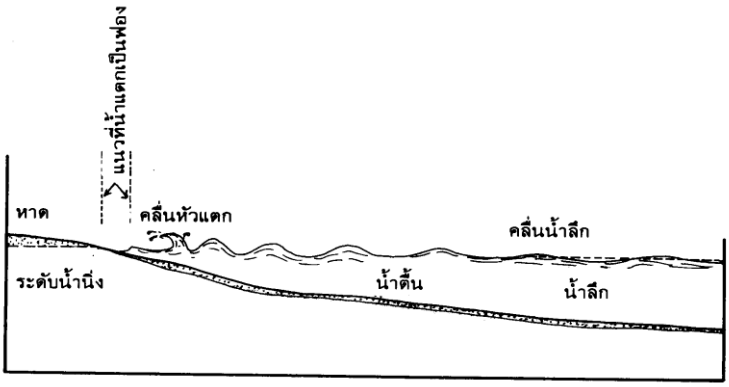
สิ่งมีชีวิตในท้องทะเลนั้น ไม่ได้มีแต่พวกที่ล่องลอยหรือว่ายน้ำอยู่ตลอดเท่านั้น แต่ยังมีพวกที่ดำรงชีวิตอยู่บนพื้นทะเล เราเรียกสัตว์พวกนี้ว่า “**เบนโทส** (Benthos)” โดยแบ่งออกตามลักษณะการดำรงชีวิต ดังนี้

1. **พวกคืบคลาน** (Demersal) เป็นพวกที่ดำรงชีวิตด้วยการเคลื่อนที่ไปมาบนพื้นทะเล ปูม้า กั้ง และดาวทะเล เป็นต้น
2. **พวกเกาะกับที่** (Sessile) ดำรงชีวิตด้วยการยึดติดกับวัตถุต่าง ๆ ในทะเล เช่น ก้อนหิน, เปลือกหอย หรือปะการัง ตลอดการดำรงชีพ เช่น ดอกไม้ทะเล, เพรียงและปะการัง เป็นต้น
3. **พวกขุดรูหรือฝังตัว** (Burrowing) เป็นพวกที่ขุดรู หรือฝังตัวอยู่ใต้พื้นทะเล เช่น ปูก้ามดาบ, ปูลม และไส้เดือนทะเล เป็นต้น

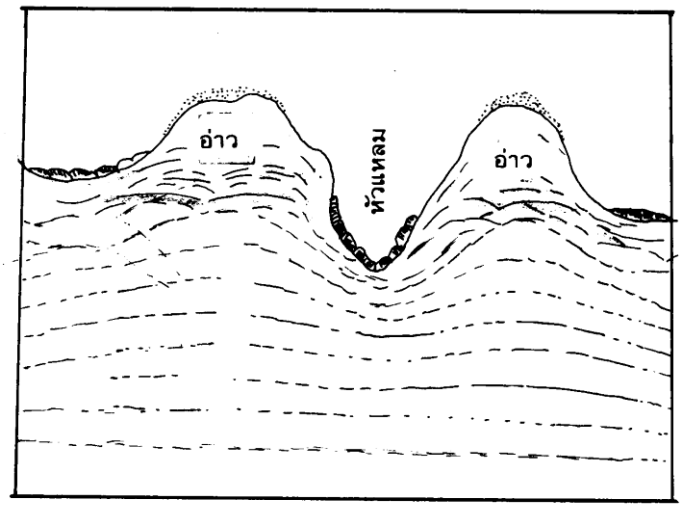
การเคลื่อนที่ของน้ำทะเล

คลื่นส่วนใหญ่เกิดจากลม แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด ตลอดจนแผ่นดินถล่มที่พื้นท้องมหาสมุทรทำให้เกิดคลื่นได้ด้วย คลื่นชนิดนี้เรียกว่า สึนามิ (Tsunami) นาน ๆ จะเกิดขึ้นสักครั้งหนึ่ง แต่ทำให้เกิดอันตรายและความเสียหายอย่างมากมายเมื่อคลื่นชนิดนี้ซัดเข้าหาฝั่ง

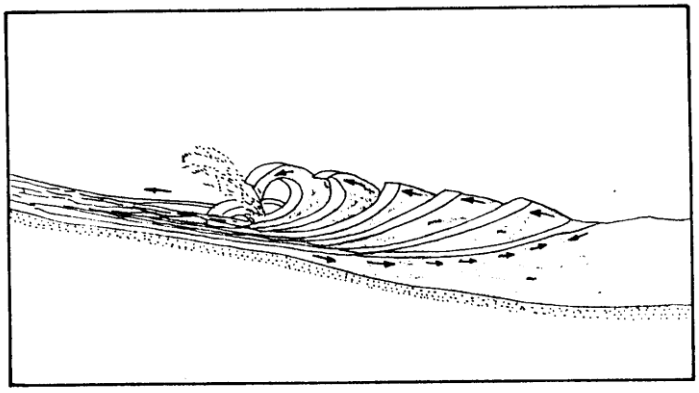
เมื่อลมพัดมากระทบกับพื้นน้ำ จะทำให้น้ำนูนสูงขึ้นมาคล้ายสันเขามากมายหลายแนวด้วยกัน เรียกว่า “**คลื่น**” ความสูงของคลื่นและระยะห่างของคลื่นทำให้ทราบถึงความแรงของลม เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดจะมีขนาดใหญ่ขึ้น เรียกว่า “**คลื่นหัวเรียบ**” เพราะมันจะรวมเอาคลื่นขนาดเล็กเข้าไปด้วย คลื่นหัวเรียบจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เป็นอัตราส่วนกับความยาวของคลื่น ตอนนี้เป็นคลื่นน้ำลึก คลื่นเมื่อซัดเข้าไปถึงฝั่งจะกระทบกับพื้น ทำให้คลื่นสูงขึ้นและระยะห่างของคลื่นน้อยลง เมื่อคลื่นเข้าใกล้ฝั่งที่มีหัวแหลม ส่วนหนึ่งจะกระทบกับหัวแหลมก่อนส่วนอื่น แนวหน้าสุดของคลื่นจะเปลี่ยนรูปเป็นรูปโค้งขนานไปกับฝั่ง เรียกว่า “**เกิดการหักเหของคลื่น**” ยิ่งเข้าฝั่งเข้าไปที่จุดจุดหนึ่งโมเลกุลของน้ำจะพบกับสิ่งเสียดทานที่พื้นท้องมหาสมุทร ทำให้ผิวหน้าของคลื่นแตกกลายเป็นคลื่นหัวแตกน้ำจะเป็นฟองไหลขึ้นไปที่ฝั่ง เรียกว่า “**ฟองคลื่นบนหาด**”



คลื่น



การหักเหของคลื่น

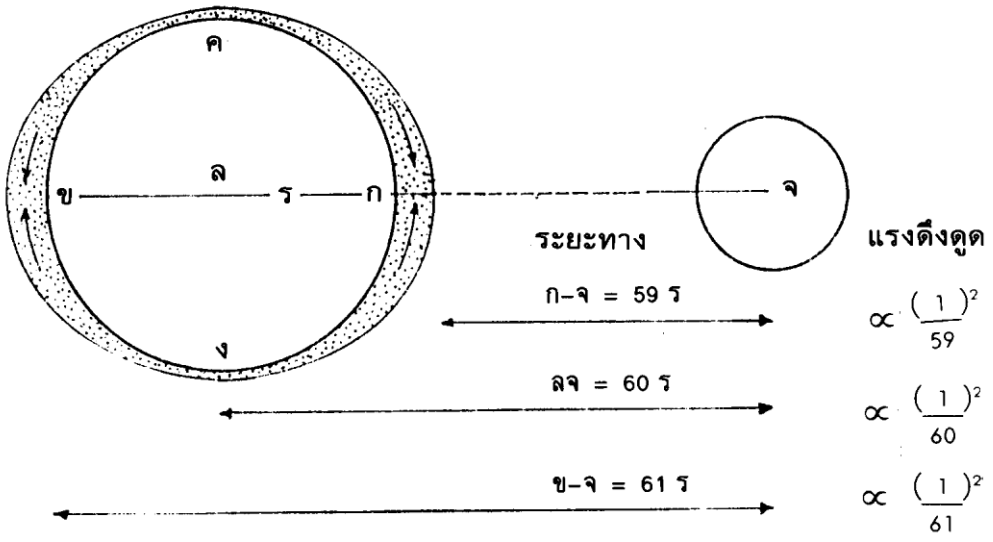


คลื่นหัวแตก

น้ำขึ้นน้ำลง คือปรากฏการณ์ที่ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นและต่ำลง น้ำจะขึ้นสองครั้งในระยะเวลา 24 ชั่วโมง 52 นาที น้ำขึ้นน้ำลงนั้นเกิดจาการที่ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ดึงดูดโลก แรงดึงดูดมีผลต่อทั้งพื้นดินและพื้นน้ำ แต่น้ำเคลื่อนไหวง่ายกว่าจึงถูกดึงดูดได้ง่ายกว่า

ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก เรียงรายอยู่ในระดับราบใกล้เคียงกัน แต่จะเปลี่ยนที่กันอยู่เรื่อย ๆ แรงดึงดูดของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ที่มีต่อโลกมีอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากดวงจันทร์อยู่ใกล้โลกมากกว่าดวงอาทิตย์ อิทธิพลของดวงจันทร์จึงมีมากกว่าดวงอาทิตย์ ถ้าดวงอาทิตย์และดวงจันทร์อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันจะช่วยกันดึงดูดน้ำทำให้น้ำขึ้นสูงผิดปกติ

สำหรับดวงจันทร์นั้นจะดึงดูดน้ำที่ผิวโลกส่วนหนึ่งให้มารวมอยู่ทางด้านที่ใกล้กับดวงจันทร์มากที่สุด เรียกว่า “**น้ำขึ้น**” ในขณะที่ด้านตรงข้ามของโลกจะมีน้ำขึ้นเช่นเดียวกันแต่ระดับต่ำกว่าเล็กน้อย



การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง

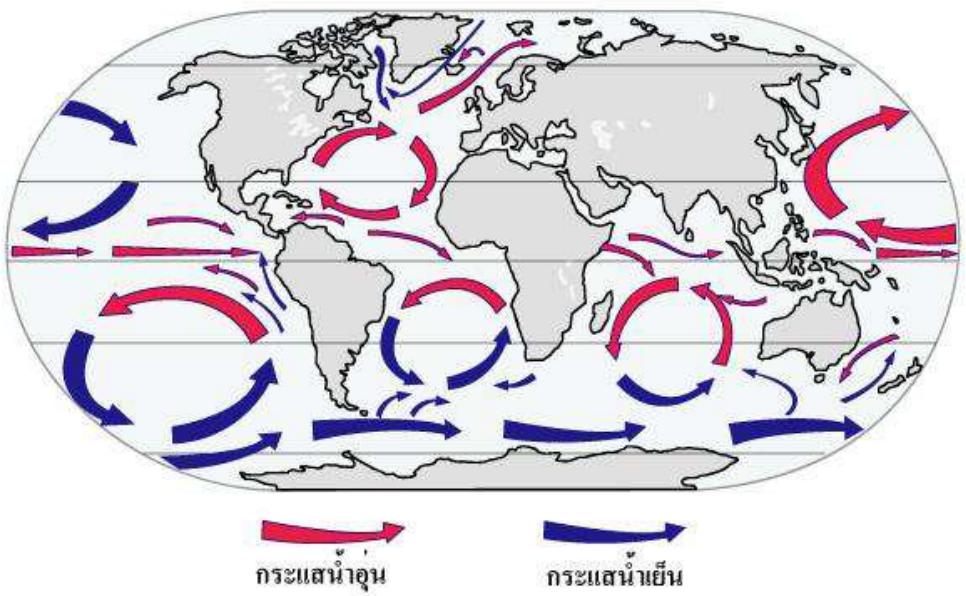
จากภาพจะเห็นว่าระยะทางระหว่างดวงจันทร์กับโลกเป็น 59 เท่าของรัศมีของโลก ระยะทางระหว่างศูนย์กลางของโลกถึงดวงจันทร์เป็น 60 เท่า และระยะทางจากดวงจันทร์ถึงโลกจุดที่ห่างจากดวงจันทร์มากที่สุดเป็น 61 เท่า แรงดึงดูดระหว่างของสองสิ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางกำลังสอง แรงดึงดูดที่ ก ล และ ข จะเป็น

$(1/59)^2$,$(1/60)^2$,$(1/61)^2$ หมายความว่าดวงจันทร์จะดึงดูดน้ำที่จุด ก ด้วยกำลังแรงมากว่าดึงดูดโลกซึ่งมีศูนย์กลางอยู่ที่ ล เนื่องจากความแตกต่างของแรงดึงดูด น้ำที่จุด ก ซึ่งอยู่ใกล้กับดวงจันทร์มากที่สุดจะถูกดึงดูดได้มากกว่าที่จุด ล ที่จุด ก จะไหลออกห่างจากจุด ล ที่จุด ข ซึ่งอยู่ไกลจากดวงจันทร์มากที่สุด แรงดึงดูดของดวงจันทร์จะมีน้อยกว่าที่จุด ก หรือ ล น้ำส่วนหนึ่งจะเหลืออยู่ที่จุด ข มีปริมาณเท่า ๆ กับน้ำส่วนที่ถูกดวงจันทร์ดึงดูดไปที่จุด ก หรือ ล น้ำส่วนหนึ่งจะอยู่ที่จุด ข มีปริมาณเท่า ๆ กับน้ำส่วนที่ถูกดวงจันทร์ดึงดูดไปที่จุด ก ที่บริเวณ ค และ ง น้ำถูกดึงดูดไประดับน้ำจึงต่ำ เรียกว่า “**น้ำลง**” การที่โลกหมุนรอบตัวเองในเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้จุดทุกจุดที่อยู่บนเส้นลองติจูดเดียวกันมีน้ำขึ้นทุก 12 ชั่วโมง 26 นาที

ในทะเลเปิดระดับน้ำขึ้นและน้ำลงไม่แตกต่างกันมากนัก ที่แถบชายฝั่งทวีปต่าง ๆ จะต่างกันมากกว่า ยิ่งในอ่าวแคบ ๆ ที่ปากอ่าวกว้างมากความแตกต่างระหว่างน้ำขึ้นน้ำลงยิ่งมาก เช่นที่อ่าวฟันดี ต่างกัน 6 - 15 เมตร ระดับน้ำจะค่อย ๆ สูงขึ้นและค่อย ๆ ลดลง แต่ที่ชายฝั่งบางแห่งน้ำขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นที่ชายฝั่งของจีนและอินเดีย เรียกว่าสันน้ำท้น คือน้ำไหลเข้ามาคล้ายกับกำแพงสูง เวลาน้ำขึ้นไหลผ่านช่องแคบหรือไหลเข้าไปในอ่าวหรือไหลผ่านระหว่างเกาะ จะเกิดกระแสน้ำขึ้นลงทำให้วัตถุที่พื้นท้องมหาสมุทรบริเวณนั้นเคลื่อนที่ได้

กระแสน้ำมหาสมุทร

กระแสน้ำมหาสมุทรคือการไหลของน้ำทะเลตามแนวราบอย่างสม่ำเสมอ กระแสน้ำมหาสมุทรจะช่วยปรับอุณหภูมิของพื้นผิวโลกช่วยถ่ายเทความร้อน



สาเหตุการเกิดมีกระแสน้ำมหาสมุทร

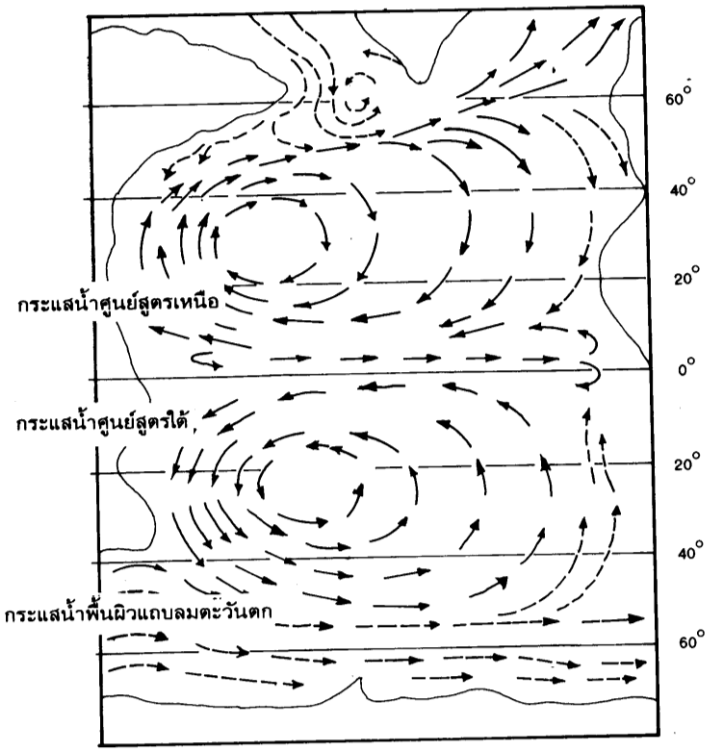
1. **ลม** ลมทำให้เกิดกระแสน้ำมหาสมุทรโดยการที่ลมพัดมาเหนือน้ำ แล้วทำให้น้ำไหลตามมาด้วย ลมที่มีทิศทางการพัดแน่นอนและทำให้เกิดกระแสน้ำ คือ **ลมค้าและลมฝ่ายตะวันตก** ลมค้าซึ่งพัดแรงแรงและพัดสม่ำเสมอ

จะทำให้เกิดกระแสน้ำศูนย์สูตรแถบเส้นศูนย์สูตร ที่แถบละติจูด 40 องศา ลมพัดจากตะวันตกไปตะวันออกเรียกว่า “**ลมฝ่ายตะวันตก**” ลมนี้จะพัดพาน้ำให้ไหลจากตะวันตกกลับไปทางตะวันออก เช่น กระแสน้ำแอตแลนติกเหนือ กระแสน้ำแปซิฟิกเหนือ

2. **ความแตกต่างของความแน่นของน้ำทะเล** น้ำทะเลในแถบขั้วโลกเย็นมีความแน่นมากจะจมลงและไหลมาตามพื้นท้องมหาสมุทรมาทางเส้นศูนย์สูตร น้ำที่ผิวหน้าทางเส้นศูนย์สูตรซึ่งร้อนจะไหลไปทางขั้วโลก

3. **โลกหมุนรอบตัวเอง** ทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหรือแรงเฉ แรงเหวี่ยงหรือแรงเฉทำให้ทิศทางการไหลของกระแสน้ำเฉไปจากทิศทางที่ควรจะเป็น ทางซีกโลกเหนือจะเฉไปทางขวา ทางซีกโลกใต้จะเฉไปทางซ้าย

4. **พื้นดินที่ขวางทางอยู่** เมื่อกระแสน้ำไหลไปพบทวีปหรือผืนดินที่ขวางอยู่ กระแสน้ำจะเปลี่ยนทิศทางการไหล ซึ่งจะขึ้นอยู่กับรูปร่างของพื้นดินที่ขวางทางอยู่ เช่น กระแสน้ำศูนย์สูตรในมหาสมุทรแอตแลนติกตอนเหนือไปถึงชายฝั่งประเทศบราซิล กระแสน้ำจะเปลี่ยนทางไหลเลียบชายฝั่งขึ้นไปทางเหนือ ไปพบหมู่เกาะแอนติลลิสแล้วแยกเป็นสองสาย สายหนึ่งข้ามทะเลแคริบเบียนเข้าไปในอ่าวเม็กซิโกอีกสายหนึ่งไหลผ่านไปทางตะวันออกของหมู่เกาะแอนติลลิส หรือกระแสน้ำศูนย์สูตรในมหาสมุทรแอตแลนติกตอนใต้ไหลไปถึงชายฝั่งบราซิล ซึ่งมีลักษณะคล้ายลิ่มยื่นออกมา กระแสน้ำศูนย์สูตรจะเปลี่ยนทาง ส่วนหนึ่งจะไหลขึ้นไปทางเหนือ เข้าไปในมหาสมุทรแอตแลนติกตอนเหนืออีกส่วนหนึ่งไหลลงมาทางใต้



กระแสน้ำมหาสมุทร

ทำไมน้ำทะเลถึงเค็ม

“น้ำที่อยู่ในทะเลหรือมหาสมุทรทั่วโลกจะมีความเค็มประมาณ 35 ppt”

ความเค็มของน้ำทะเลนั้นเกิดจากเกลือที่ละลายอยู่ในมวลน้ำ ได้มาจาก 2 แหล่งใหญ่คือ **การผุกร่อนของหินจากแผ่นดินแล้วถูกชะล้างลงสู่ทะเลผ่านทางแม่น้ำ** อีกแหล่งหนึ่งได้จาก**ของเหลวที่พุ่งออกมาจากภายในโลกทางปล่องน้ำพุร้อน** (Hydrothermal vents) ในน้ำทะเลนั้นมีธาตุเป็นองค์ประกอบมากกว่า 70 ธาตุ แต่มีธาตุหลักอยู่ 6 ชนิด เท่านั้นที่เป็นองค์ประกอบสำคัญได้แก่ คลอไรด์ (Cl^-), โซเดียม (Na^+), ซัลเฟต (SO_4^{2-}), แมกนีเซียม (Mg^{2+}), แคลเซียม (Ca^{2+}) และโพแทสเซียม (K^+) นั่นหมายความว่าในน้ำทะเลมีเกลือที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีหลายชนิด แต่ส่วนใหญ่จะเป็นเกลือ NaCl หรือเกลือแกงนั่นเอง

35 ppt คืออะไร

ความเค็มของน้ำทะเลโดยทั่วไปเรียกว่า “Salinity” เป็นปริมาณของเกลือ อนินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำทะเล 1 กิโลกรัม ซึ่งจะใช้อนุมูลคลอไรด์เป็นตัวชี้วัด โดยการระเหยน้ำทะเลให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนักเกลือที่เหลือ **มีหน่วยเป็นหนึ่งในพันส่วน** (part per thousand **หรือ** ppt) ตัวเลข 35 จึงหมายถึงปริมาณของเกลือ 35 กรัม (โดยประมาณ) ที่อยู่ในน้ำทะเล 1 กิโลกรัม ซึ่งค่าความเค็มที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักของน้ำทะเล แต่ในปัจจุบันงานที่เกี่ยวข้องกับสมุทรศาสตร์จะใช้หน่วยที่เรียกว่า psu (Practical salinity unit) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของค่าการนำไฟฟ้าของน้ำทะเลต่อค่าการนำไฟฟ้าของความเข้มข้นมาตรฐานของสารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่มีความเที่ยงตรงมากกว่า

น้ำทะเลแต่ละมหาสมุทรเค็มเท่ากันหรือเปล่า

ถ้าใครเคยชิมน้ำทะเลหลาย ๆ แหล่ง จะทราบว่าความเค็มไม่เท่ากัน (แต่รสชาติจะเฝื่อน ๆ เหมือนกัน) เพราะว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อความเค็มของน้ำทะเล โดยเฉพาะภูมิอากาศและภูมิประเทศ เช่น มหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ (North Pacific Ocean) จะมีความเค็มน้อยกว่ามหาสมุทรอินเดีย (Indian Ocean) เพราะมีปริมาณ

ฝนที่ตกมากกว่าการระเหยของน้ำ หรือการที่แม่น้ำสายใหญ่ ๆ ปล่อยน้ำลงสู่มหาสมุทร ก็จะทำให้บริเวณชายฝั่งของมหาสมุทรนั้น ๆ มีความเค็มเจือจางลง เช่นเดียวกับแหล่งทะเลปิดก็จะมีความเค็มมากกว่าปกติ เช่น ทะเลสาบเดดซี (Dead Sea) ในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (Mediterranean Sea) ที่มีความเค็มมากกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 6 เท่า

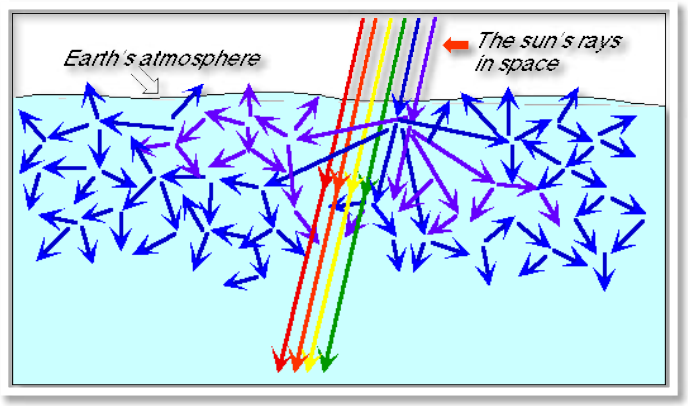
สำหรับมนุษย์ความเค็มของน้ำทะเลอาจเป็นเพียงสิ่งที่น่าเรียนรู้ แต่สำหรับสิ่งมีชีวิตทางทะเล นี่คือสิ่งจำเป็นที่ต้องมีการปรับตัวเพื่อรักษาสมดุลของน้ำและเกลือแร่ในเซลล์ ทั้งนี้ก็เพื่อความอยู่รอดในท้องทะเลอันกว้างใหญ่นั่นเอง

แต่งแต้มเติมสีให้น้ำทะเล

เหตุผลที่ทำให้เรามองเห็นน้ำทะเลมีสีครามนั้นมาจากปัจจัยหลักทางหลักวิทยาศาสตร์ง่าย ๆ เรื่อง “**การกระเจิงของแสง** (Scattering)” เพราะเรามองเห็นสีของวัตถุต่าง ๆ ไม่ว่าในน้ำหรือบนบกก็เนื่องมาจากการสะท้อนกลับของคลื่นแสงที่ไปกระทบวัตถุ **น้ำทะเลมีความสามารถในการดูดกลืนแสงขาว** (Visible light) **ได้ดีที่ช่วงความยาวคลื่นสูง** แสงสีแดงจนถึงสีเหลืองจึงถูกดูดกลืนไปตั้งแต่ช่วงความลึกประมาณ 100 เมตรแรก แล้วปล่อยสีเขียว น้ำเงิน และม่วง ออกมา เราเลยมองเห็นน้ำทะเลในมหาสมุทรเป็นสีคราม นอกจากบริเวณที่มีความลึกต่ำ ๆ เท่านั้นที่เราจะเห็นสีที่ปรากฏของวัตถุต่าง ๆ เป็นสีจริง

นอกจากปัจจัยของการกระเจิงแสงแล้ว ยังมีปัจจัยเสริมอีกหลายอย่างที่ทำให้น้ำทะเลแต่ละที่มีสีที่แตกต่างกันออกไป เช่น การสะท้อนแสงจากท้องฟ้าของน้ำทะเล, ปริมาณของสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำทะเล รวมถึงปริมาณของแพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) ซึ่ง ดร.ไซมอน บ็อกซอลล์ (Dr.Simon Boxall) ผู้เชี่ยวชาญด้านสมุทรศาสตร์แห่งสถาบัน National Oceanography Centre ในประเทศอังกฤษ ได้อธิบายไว้ว่า น้ำทะเลซึ่งอุดมไปด้วยแพลงก์ตอนพืชจะมีการดูดกลืนแสงสีน้ำเงินไปใช้มากกว่าปกติ จึงเห็นน้ำทะเลเป็นสีเขียวนั่นเอง ซึ่งทั้งนี้อาจจะมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลือง น้ำตาล หรือน้ำตาลแดงได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของแพลงก์ตอนพืช อันเป็นการบ่งบอกถึงความเปลี่ยนแปลงหรือผิดปกติไปจากธรรมชาติที่อาจส่งผลกระทบอันใหญ่หลวงต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลได้อีกด้วย

การกระเจิงของแสง (Scattering)

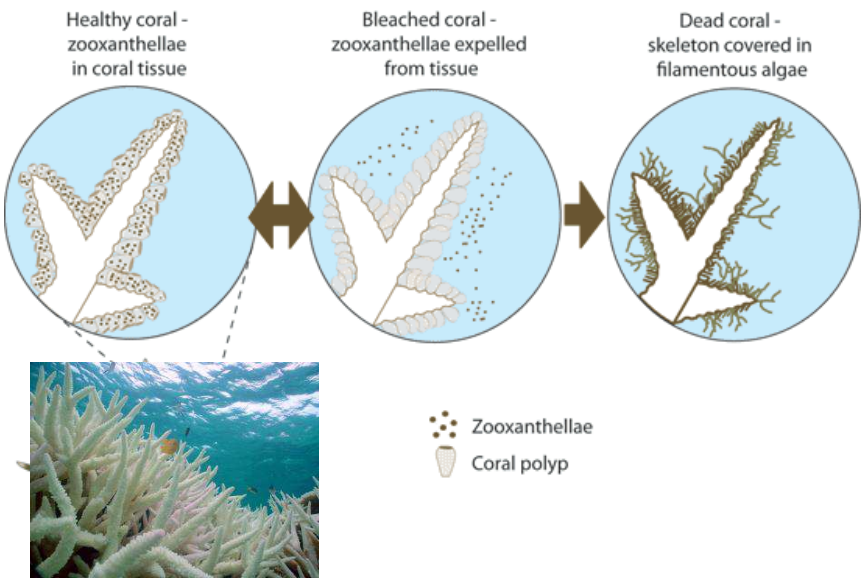


คือ ปรากฏการณ์ที่แสงกระจัดกระจายไปโดยรอบ เมื่อแสงเดินผ่านผ่านโมเลกุลต่าง ๆ โดยแสงที่มีความยาวคลื่นน้อยจะสามารถกระเจิงแสงได้ดีกว่าแสงที่มีความยาวคลื่นสูง เช่น แสงที่มีความยาวคลื่นมาก เหลือง แสด แดง จะมีการกระเจิงน้อย มีการสูญเสียพลังงานและถูกดูดกลืนง่าย ตรงกันข้ามกับแสงสี ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว ซึ่งมีพลังงานสูงและมีการกระเจิงของแสงมาก

เมื่อมหาสมุทร ส่งสัญญาณเตือน

อุณหภูมิของโลกที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้เกิดเหตุการณ์มากมายที่ไม่เคยพบเจอมาก่อน โดยเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้นในท้องทะเล ที่มีความแปรปรวนและเกิดปรากฏการณ์แปลกประหลาดขึ้นบ่อยครั้งจนน่าสงสัย หรือทะเลต้องการจะบอกอะไร

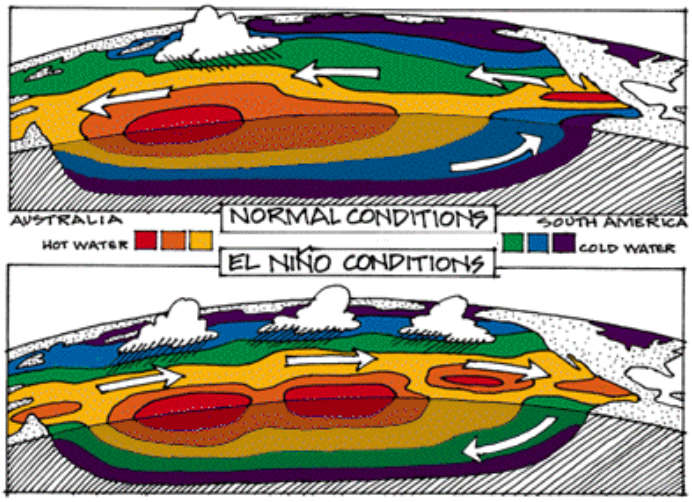
สัญญานเตือนที่ 1 ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว (Coral Bleaching)



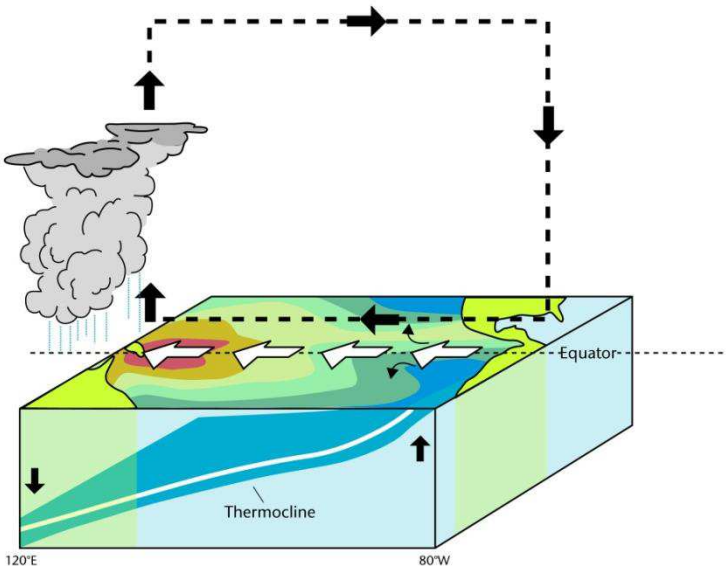
คือ ภาวะที่ปะการังมีสีซีดจางลงจนมองเห็นเป็นสีขาว ซึ่งเป็นผลมาจากการสูญเสียสาหร่ายชนิดหนึ่งที่ชื่อว่า “**ซูแซนแทลลี** (Zooxanthella)” ซึ่งอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของปะการัง ดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับปะการัง “**แบบพึ่งพากัน** (Mutualism)” โดยสาหร่ายจะทำหน้าที่สังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหาร ช่วยเร่งกระบวนการสร้างหินปูน รวมถึงการสร้างสีสันให้แก่ตัวปะการัง แต่เมื่อใดที่สภาพแวดล้อมในทะเลมีการเปลี่ยนแปลง หรือมีสภาวะไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น ความเค็มของน้ำทะเลลดลง ตะกอนที่ถูกน้ำจืดไหลพัดพามาจากบนฝั่ง หรือแม้แต่มลพิษที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ทางทะเลก็ล้วนมีผลให้สาหร่ายซูแซน

แทลลีออกจากเนื้อเยื่อของปะการังเพื่อความอยู่รอด ส่งผลให้ปะการังเหลือเพียงเนื้อเยื่อใสๆ เผยให้เห็นสีขาวของโครงสร้างหินปูนที่อยู่ภายใน หรือที่เรียกว่า “**ปะการังฟอกขาว**” นั่นเอง

สัญญาณเตือนที่ 2 “**เอลนิโญ่ – ลานิญ่า**”



โดยภาวะปกติภูมิประเทศที่อยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรในซีกโลกใต้ จะมีลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้พัดผ่านเป็นประจำ ลมสินค้านี้จะพัดพาน้ำให้เคลื่อนที่ไปด้วย ทำให้เกิดการ ไหลเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทรจากตะวันออกไปตะวันตก นำมาซึ่งความชุ่มชื้นในมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันตก (ออสเตรเลีย อินโดนีเซีย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้) และนำความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์น้ำไปยังมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันออก (เปรู) แต่เมื่ออุณหภูมิของโลกเปลี่ยนแปลงสูงขึ้น อุณหภูมิของน้ำจึงเพิ่มสูงขึ้นกว่าปกติ ส่งผลให้ลมสินค้าที่จากเดิมต้องพัดไปยังฝั่งตะวันตกและตอนกลางของมหาสมุทรจึงอ่อนกำลังลง หรือพัดกลับในทิศทางตรงกันข้าม ปรากฏการณ์ดังกล่าวทำให้พื้นที่แปซิฟิกตะวันตกที่เคยชุ่มชื้นเกิดความแห้งแล้ง เกิดไฟป่าที่รุนแรงและมีวงกว้างมากขึ้น ในขณะที่แปซิฟิกตะวันออกกลับมีฝนตก ภัยพิบัติน้ำท่วม หรือเรียกว่าการเกิดปรากฏการณ์เอลนิโญ่



ในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิผิวน้ำของมหาสมุทรแปซิฟิกบริเวณเส้นศูนย์สูตรต่ำกว่าปกติ ลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้จะยิ่งมีกำลังแรงกว่าปกติ พัดกระแสน้ำอุ่นจากแปซิฟิกตะวันออกไปยังแปซิฟิกตะวันตกมากขึ้นไปอีก ส่งผลให้มีฝนตกรุนแรงในแปซิฟิกตะวันตก และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเกิดความแห้งแล้งอย่างสาหัสในแปซิฟิกตะวันออก ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า “**ลานิญ่า**” นั้นเอง

วิถีริมเล

จากอาณาเขตทางทะเลที่มากกว่า 350,000 ตารางกิโลเมตร ความยาวของชายฝั่งที่พาดผ่าน 23 จังหวัด กว่า 2,815 กิโลเมตร ทะเลจึงเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญยิ่งของประเทศไทย และมีความผูกพันกับสังคมไทยมาเป็นเวลานาน

แต่ในยุคที่การพัฒนาอุตสาหกรรมต่าง ๆ ก้าวกระโดดไปอย่างรวดเร็ว ทำให้วิถีชีวิตรวมถึงการประกอบอาชีพเปลี่ยนไป ทุกภาคส่วนมุ่งเน้นที่จะ**แสวงหาประโยชน์มากกว่าการใช้ประโยชน์**จากท้องทะเล ทรัพยากรทางทะเลจึงเสื่อมลง ชาวประมงพื้นบ้านคือจำเลยของสังคมอย่างเลี่ยงไม่ได้ในฐานะผู้ใช้ประโยชน์ และอยู่ใกล้ชิดทะเลมากกว่าใครอื่น

จากปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) จึงได้ใช้งานวิจัยจุดประกายให้ประมงพื้นบ้านตื่นตัวกับปัญหาที่เกิดขึ้น อย่างเช่นชุดโครงการ “**การจัดการทรัพยากรอ่าวบ้านดอนและองค์กรภาคี**” ที่ได้รับความร่วมมือจากกลุ่มชาวประมงพื้นบ้านเพื่อแก้ปัญหาตามบริบทของแต่ละพื้นที่

จากความร่วมมือเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันของทั้งนักวิจัยและประมงพื้นบ้าน ทำให้เกิดแนวเขต “**ทะเลชุมชน**” ทะเลสาธารณะที่ใครก็ไม่สามารถครอบครองเป็นเจ้าของได้ รวมถึงเฝ้าระวังการเข้ามาทำประมงเกินศักยภาพของท้องทะเล และให้ความรู้แก่ประมงพื้นบ้านกลุ่มต่าง ๆ ทำให้ระบบนิเวศในพื้นที่บ้านดอนฟื้นตัวกลับมาอีกครั้ง มีทรัพยากรทางทะเลให้ชาวบ้านได้ใช้ประโยชน์กันอย่างพอเพียง ณ วันนี้ชาวประมงพื้นบ้านบริเวณอ่าวบ้านดอนและใกล้เคียงจึงรู้แล้วว่า “**ไม่จำเป็นต้องมีฐานะร่ำรวย แต่ก็มีความสุขกับแหล่งทรัพยากรอันอุดมสมบูรณ์ที่อยู่รายรอบตัว**” เพราะทะเลสำหรับพวกเขาเป็นดั่งบ้านและแหล่งอาหารที่สำคัญ ถ้าเมื่อใดทะเลอ่อนล้า ปลา ปู ก็สูญหาย พวกเขาก็ไม่สามารถใช้ชีวิตอยู่ได้เช่นกัน

ผลประโยชน์ชาติทางทะเล

ทะเลนั้นเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีความอุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของคนไทย และการใช้ประโยชน์จากทะเลนั้นเกิดขึ้นจากหลายกิจกรรม และหลายระดับ โดยอาจแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มหลัก คือ

1. กลุ่มการแสวงหาทรัพยากรทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต
2. กลุ่มการคมนาคมขนส่ง การพาณิชยนาวี การสื่อสาร
3. กลุ่มการแสวงหาข้อมูลและความรู้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทะเล
4. กลุ่มสร้างความมั่นคงของประเทศ ตลอดถึงการปกป้องผลประโยชน์ทางทะเล

จะเห็นได้ว่าการใช้ประโยชน์หาได้มาจากชุมชนประมงชายฝั่งเพียงอย่างเดียว ข้อมูลจาก**โครงการเผยแพร่ผลการศึกษาวิจัยเรื่องผลประโยชน์ชาติทางทะเล** โดย **รศ.ดร. เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์** และคณะ ที่ได้รับการสนับสนุนจาก **สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)** มีการประเมินว่าผลประโยชน์ทางทะเลที่ประเทศไทยจะได้รับในแต่ละปีมีมูลค่าไม่น้อยกว่า 7.5 ล้านล้านบาท โดยกลุ่มการคมนาคมขนส่ง การพาณิชยนาวี และการสื่อสาร เป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดในแง่ของผลประโยชน์ทางทะเล แต่ในความเป็นจริงประเทศไทยนั้นสูญเสียผลประโยชน์ที่พึงได้รับไปเป็นจำนวนมาก ซึ่งสาเหตุหลักมาจากการบริหารจัดการทรัพยากรทางทะเลและผลประโยชน์ทางทะเลที่ไม่ถูกต้อง

ในอนาคต ผลประโยชน์ทางทะเลของประเทศไทยจะทวีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น แต่ก็มีปัจจัยเสี่ยงหลายประการที่จะส่งผลกระทบ เช่น ภัยทางธรรมชาติ ภัยก่อการร้ายทางทะเล เป็นต้น ดังนั้นประเทศไทยจึงจำเป็นต้องสร้างนโยบายแห่งชาติขึ้นเพื่อเกื้อหนุนการดำเนินการต่าง ๆ ที่จะปกป้องและรักษาผลประโยชน์แห่งชาติที่เกิดจากการใช้ทะเลอย่างเหมาะสม โดยอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน โดยเฉพาะรัฐในฐานะที่บริหาร และกำกับดูแลภาพรวม เพื่อให้คนไทยได้รับประโยชน์อย่างเต็มที่ และลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสภาพแวดล้อมทางทะเล

ท่าเรือแหลมฉบังเป็นท่าเรือที่มีตู้สินค้าผ่านมากที่สุดอันดับที่ 20 ของโลก (World busiest port) ตามการจัดอันดับของ The American Association of Port Authorities ในปีพ.ศ. 2552 และประเทศไทยยังติดหนึ่งในสามของประเทศที่มีท่าเรือที่มีตู้สินค้าผ่านมากที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในปีเดียวกันอีกด้วย

สัมผัสมหัศจรรย์ ... ทะเลไทย

ด้านสภาพภูมิศาสตร์ของประเทศไทยที่มีชายฝั่งติดกับทะเลถึงสองด้าน อันได้แก่ ทะเลฝั่งตะวันออก คือ **ทะเลอ่าวไทย** ที่อุดมไปด้วยทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งมีชีวิตอันอุดมสมบูรณ์ อีกฟากฝั่งคือ **ทะเลอันดามัน** ทางด้านทิศตะวันตก ที่มีลักษณะเป็นทะเลเปิดเชื่อมต่อกับมหาสมุทร ทำให้ทะเลฝั่งนี้ขึ้นชื่อเรื่องของน้ำทะเลที่ใสสะอาด แหล่งดำน้ำตามแนวปะการังขึ้นชื่อ รวมไปถึงเกาะแก่งน้อยใหญ่ที่มีลักษณะเฉพาะอันงดงาม เป็นแหล่งท่องเที่ยวยอดนิยมติดระดับโลก ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานั้นนับเป็นความโชคดีของเมืองไทยที่อุดมไปด้วยความมหัศจรรย์แห่งท้องทะเลไทย ที่รอเราออกไปท่องเที่ยวเพื่อสร้างประสบการณ์ใหม่ให้กับชีวิต

ทะเลฝั่งอ่าวไทย

บางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

ทะเลกรุงเทพฯ ชมฝูงลิงแสมที่หากินอยู่ตามป่าโกงกาง ยามแดดร่มลมตก ขับรถเลาะเลียบถนนริมทะเลบางขุนเทียน ที่โดดเด่นด้วยร้านอาหารทะเลสด ๆ รสชาติอร่อย

บางปู สมุทรปราการ

เพียงไม่ไกลจากกรุงเทพฯ ก็จะได้พบกับทะเลที่แสนคลาสสิค เพราะเป็นสถานพักผ่อนริมทะเลที่มีชื่อเสียงมายาวนานครั้งคุณพ่อคุณแม่ยังสาว อาหารทะเลอร่อย และยังสนุกกับการให้อาหารนกนางนวลได้อีกด้วย

บางแสน ชลบุรี

กิจกรรมทางทะเลที่หลากหลาย ทำให้ผู้คนหลั่งไหลมายังเมืองริมทะเลแห่งนี้ แต่นอกไปจากชายทะเลแล้ว ที่นี่ยังมีสถานที่เที่ยวที่น่าสนใจ เช่น ชมวิวบางแสนตามพระอาทิตย์ตกบนเขาสามมุข ชมความงามของโลกใต้ทะเลผ่านพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำและศูนย์เรียนรู้โลกใต้ทะเล ที่สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล บางแสน ม.บูรพา

พัทยา และเกาะล้าน ชลบุรี

พัทยาเมืองชายทะเลที่มีชื่อเสียงระดับโลก แต่ถ้าต้องการความเงียบสงบกับชายหาดที่มีน้ำใสบริสุทธิ์ ฝั่งตรงข้ามกันกับเมืองพัทยา เพียงนั่งเรือข้ามฟากไปพักผ่อนที่**เกาะล้าน** จะพบกับอีกโลกที่เงียบ สงบ และน้ำทะเลสีฟ้าใส ที่ใครไปก็ต้องติดใจ และที่สำคัญค่าใช้จ่ายบนเกาะไม่แพงอีกด้วย

เกาะช้าง ตราด

ยังมีความเป็นธรรมชาติอยู่มาก น้ำทะเลใส หาดทรายขาว มีที่พักสวยงามหลายระดับราคาพร้อมต้อนรับผู้มาเยือน นักท่องเที่ยวไม่เยอะเกินไปเหมาะสำหรับผู้รักความสงบแบบสบาย ๆ

เกาะเสม็ด ระยอง

เม็ดทรายขาวละเอียดดุจแป้ง ที่นี่ธรรมชาติยังคงงดงาม แต่เพิ่มความสะดวกสบายให้กับนักท่องเที่ยวมากขึ้น ทั้งการเดินทางที่แสนสะดวก รีสอร์ท ร้านอาหาร และกิจกรรมต่าง ๆ มีพร้อมสำหรับผู้มาเยือนเสมอ

หัวหิน ประจวบคีรีขันธ์

เพียง 3 ชั่วโมงจากกรุงเทพฯ หัวหินคือเมืองพักผ่อนตากอากาศที่มือชื่อเสียงมากว่าร้อยปี และยังคงมนต์เสน่ห์มาจนถึงปัจจุบัน

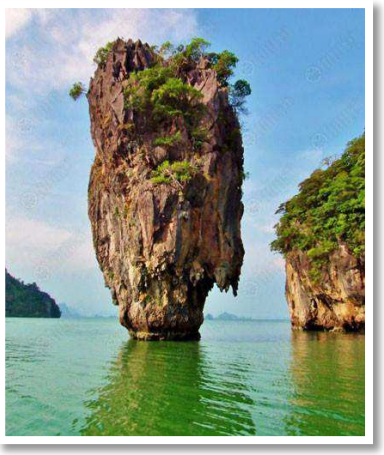
สมุย-พะงัน สุราษฎร์ธานี

ความงามของทั้ง สมุยและพะงัน มีชื่อเสียงในด้านท่องเที่ยวทางทะเลระดับโลก ทำให้นักท่องเที่ยวหลั่งไหลมาพักผ่อนจำนวนมาก

ปัจจุบันมีที่พักตั้งแต่กระท่อมแบบชาวประมงไปจนถึงโรงแรมสุดหรู การเดินทางแสนสะดวกด้วยเรือเฟอรี่ รวมไปถึงการเดินทางทางอากาศที่ย่นระยะเวลาได้เป็นอย่างมาก

ทะเลฝั่งอันดามัน

เขาตะปู-เขาพิงกัน พังงา



บริเวณปากอ่าวพังงามีสถานที่ท่องเที่ยวขึ้นชื่อคือ เขาตะปู หรือเกาะเจมส์บอนด์ ด้วยความโดดเด่นของแท่งหินมหึมาลักษณะคล้ายกับตะปูขนาดยักษ์ถูกตอกลึกลงไปในทะเลนี้เอง จึงถูกเลือกเป็นสถานที่ถ่ายทำภาพยนตร์ฮอลลีวู้ดเรื่อง เจมส์ บอนด์ ตอน The Man with the golden gun ในบริเวณใกล้กันนั้น เขาพิงกัน ก็มีแปลกไม่แพ้กัน ลักษณะเป็นแผ่นหินขนาดใหญ่เอียงพิงกันอยู่อย่างน่ามหัศจรรย์

ภูเก็ต

จากสมญานามที่ว่า **ไข่มุกอันดามัน** ก็คงจะไม่น่าแปลกใจนักเพราะว่าเกาะที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทยแห่งนี้เต็มไปด้วยสถานที่ท่องเที่ยวทางทะเล และชายหาดที่สวยงามติดลำดับโลก เช่น **หาดป่าตอง หาดกะตะ หาดกะรน** ฯ ล ฯ ที่นี่จึงเป็นหนึ่งจุดหมายปลายทางที่ชาวโลกต้องมาเยือนสักครั้งหนึ่งในชีวิต

กระบี่

ความมหัศจรรย์ของทะเล**หมู่เกาะพีพี** อยู่ที่สภาพลักษณะภูเขาหินปูนสูงชัน และหาดทรายขาวสะอาดกระจายอยู่ทุกเกาะ ตลอดจนมีแนวปะการัง และสรรพชีวิตใต้ทะเลอุดมสมบูรณ์ รวมไปถึงจุดดำน้ำลึกที่สวยติดอันดับโลก

อ่าวมาหยา ติดอันดับทะเลที่สวยที่สุด 10 อันดับแรกของโลกในปี 2011 จากการสำรวจของเว็บไซต์ CNNGo เว็บไซต์การท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงที่สุดแห่งหนึ่งของโลก โดยอ่าวมาหยาตั้งอยู่บนเกาะพีพีเล เกาะขนาดใหญ่เป็นอันดับสองของหมู่เกาะพีพี จังหวัดกระบี่ ลองหาโอกาสไปสัมผัสกับ “สวรรค์ใต้ฟ้า วิมานบนดิน”

กิจกรรม Workshop : ตัวอย่าง “กิจกรรม-อุปกรณ์ประกอบ” เสริมชุดการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 1 แม้ตัวเล็ก...แต่ยิ่งใหญ่ในทะเล

ศึกษาเรียนรู้เรื่องราวที่น่าสนใจเกี่ยวกับแพลงก์ตอน สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศทางทะเล ไม่ว่าจะเป็นความสำคัญในห่วงโซ่อาหาร การบลูมของแพลงก์ตอน (Plankton Bloom) ปรากฏการณ์ทางทะเลที่สำคัญอย่างหนึ่งซึ่งสะท้อนให้มนุษย์เห็นสภาวะที่เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับทะเล ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะมองเห็นรูปร่างของแพลงก์ตอนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือช่วย ซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะมีส่วนร่วมตั้งแต่การเลือกชนิดตัวอย่างของแพลงก์ตอนในทะเลไทย และใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำตัวอย่างแพลงก์ตอนขึ้นมาวางบนสไลด์ด้วยตัวเอง เพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมรู้สึกว่าอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นเรื่องไกลตัว

วัตถุประสงค์

1. เรียนรู้ถึงชนิดของแพลงก์ตอนที่สำคัญในทะเลไทย
2. เรียนรู้ถึงความสำคัญของแพลงก์ตอน
3. เรียนรู้ถึงวิธีการเก็บตัวอย่างทางทะเล และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง
4. เรียนรู้ถึงสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอน

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนทุกระดับชั้น และบุคคลทั่วไป

แหล่งความรู้

อาจารย์หมวดวิชาวาริชศาสตร์

อุปกรณ์

1. บอร์ดนิทรรศการหมายเลข 2, 6 และ 7
2. ตัวอย่างแพลงก์ตอนบริสุทธิ์ที่พบได้มากในทะเลไทย
3. ตัวอย่างอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างทางทะเล ได้แก่ เครื่องมือตักดิน (Grab), ตะแกรงสำหรับร่อนสัตว์หน้าดิน (Sieve), ถุงลากแพลงก์ตอน (Plankton net) และกระบอกเก็บน้ำ (Water Sampler)
4. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron Microscope) จำนวน 2 ตัว สำหรับส่องดูตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) และแพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์

เช่น ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask), หลอดหยด (Dropper), สไลด์ (Slide), กระจกปิดสไลด์ (Cover Slide), บีกเกอร์ (Beaker) และน้ำกลั่นเป็นต้น

5. อุปกรณ์สำหรับการวาดเขียน เช่น กระดาษ ดินสอ ยางลบ เป็นต้น

วิธีดำเนินกิจกรรม

เป็นการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตทางทะเลขนาดเล็กที่หลายคนมองข้ามความสำคัญ โดยใช้แพลงก์ตอนซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมส่วนใหญ่รู้จักเป็นตัวแทนของสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมฉุกคิดว่าสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นชนิดใดหรือมีขนาดเท่าใด ต่างก็มีความสำคัญในระบบนิเวศเช่นเดียวกัน โดยนำอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเกิดความสนุกสนานขณะเรียนรู้ด้วยเครื่องมือที่ไม่คุ้นเคยในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งแทรกเนื้อหาการเก็บตัวอย่างทางทะเล โดยการใช้อุปกรณ์รูปแบบต่าง ๆ

1. วิทยากรประจำฐานกิจกรรมแนะนำตัวเพื่อสร้างความรู้สึกเป็นกันเอง
2. สอบถามถึงสีของน้ำทะเลที่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเคยเห็นในทะเลแต่ละแห่งว่าเหมือนหรือต่างอย่างไร เพื่อปูทางเข้าสู่เรื่องของแพงก์ตอน (เป็นปัจจัยหนึ่งของสีน้ำทะเล) เพื่อสร้างความคุ้นเคย และจุดประเด็นการพูดคุยระหว่างวิทยากรและผู้เข้าร่วมกิจกรรม
3. วิทยากรประจำฐานชักชวนผู้เข้าร่วมกิจกรรมดูของเหลวสีต่าง ๆ ที่วางอยู่บนโต๊ะ แล้วสอบถามผู้เข้าร่วมกิจกรรมว่าคืออะไร
4. วิทยากรทำการอธิบายว่าของเหลวสีต่าง ๆ นั้นคือแพลงก์ตอน โดยแต่ละสีคือแต่ละชนิดของแพลงก์ตอนที่พบในทะเลไทย รวมถึงความสำคัญของแพลงก์ตอนที่มีต่อระบบนิเวศทางทะเลด้วย
5. หลังจากอธิบายเสร็จ วิทยากรจะชวนผู้เข้าร่วมกิจกรรมทดลองส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูโครงสร้างและลักษณะของแพลงก์ตอนแต่ละชนิดโดยวิธีการทำสไลด์สด (Wet mount slide) ซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะเป็นผู้เตรียมเอง โดยมีวิทยากรให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด
6. หลังจากผู้เข้าร่วมกิจกรรมดูสไลด์เสร็จเรียบร้อย วิทยากรจะให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมวาดรูปร่างลักษณะของแพลงก์ตอนที่ดู เป็นการทบทวนความถูกต้องและอธิบายเพิ่มเติม
7. หลังจากนั้นวิทยากรจะให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทดลองดูแพลงก์ตอนชนิดอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบลักษณะที่เหมือนและต่างกันระหว่างแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ ก่อนวิทยากรจะกล่าวสรุป
8. สุดท้ายวิทยากรจะให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ดูอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างทางทะเลเพื่อทำการศึกษา พร้อมทั้งให้ข้อมูลพอสังเขป เพื่อสร้างแรงบันดาลใจสำหรับงานวิทยาศาสตร์

เนื้อหาในการอธิบาย

แพลงก์ตอน (Plankton)

แพลงก์ตอนเป็นคำที่มาจากภาษากรีก ซึ่งแปลว่า Drifting หรือ Wanderer ในภาษาอังกฤษ มีความหมายว่า **"ผู้พเนจร"** หรือ **"ลอย"** ดังนั้นคำจัดความของแพลงก์ตอนจึงหมายถึงสิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ หรือว่ายน้ำได้เล็กน้อย ไปตามกระแสน้ำและการพัดพาของคลื่นลม ส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็กมากจนมองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า หรือสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่ไม่สามารถแยกชนิดหรือรู้จักว่าเป็นอะไร ต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จึงจะสามารถจำแนกชนิดได้ และหลายชนิดที่มีขนาดใหญ่มากจนสามารถแยกชนิดได้ทันที เช่น แมงกะพรุน

แพลงก์ตอนมีความสำคัญต่อห่วงโซ่อาหาร (Food chain) ในแหล่งน้ำทุกประเภท คือเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น ของห่วงโซ่อาหาร ซึ่งจะถูกกินโดยลูกปลา และสุดท้ายปลาจะเป็นอาหารของมนุษย์ เมื่อเป็นเช่นนี้ชนิดและปริมาณ และขนาดของสิ่งมีชีวิตในทุกห่วงในโซ่อาหารจึงมีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ได้ รวมถึงเป็นเป็นตัวชี้ (Indicator) คุณภาพน้ำและระบบนิเวศทางทะเลด้วย

การแบ่งประเภทของแพลงก์ตอน

โดยทั่วไป เราสามารถแบ่งแพลงก์ตอนได้ 2 ประเภท คือ

1. **แพลงก์ตอนพืช** (Phytoplankton)
   หมายถึง พืชเล็ก ๆ ที่ล่องลอยไปตามกระแสน้ำ ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงหรือเป็นผู้ผลิตอาหารขั้นต้น (Primary producer)
2. **แพลงก์ตอนสัตว์** (Zooplankton)
   หมายถึง สัตว์ที่ล่องลอยไปตามกระแสน้ำ ไม่สามารถสังเคราะห์แสงเองได้ ต้องกินแพลงก์ตอนพืช และสารแขวนลอยอื่น ๆ

นอกจากนี้ ยังสามารถแบ่งประเภทของแพลงก์ตอนในทะเลโดยใช้หลักเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

ลักษณะการดำรงชีวิต

1. แพลงก์ตอนถาวร (Holoplankton)
   หมายถึง แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ที่ดำรงชีพเป็นแพลงก์ตอนตลอดชีพ นับตั้งแต่เกิดเป็นตัวจนถึงระยะที่โตเต็มที่ ตัวอย่างเช่น ไดอะตอม สาหร่าย โปรโตรซัว กุ้งเคย เป็นต้น
2. แพลงก์ตอนชั่วคราว (Meroplankton)

ได้แก่สัตว์ทะเลที่เป็นแพลงก์ตอนบางช่วงของชีวิต แล้วเปลี่ยนไปเป็นเนคตอน (Nekton) หรือ เบนโทส (Benthos) ในระยะโตเต็มวัย ตัวอย่างเช่น ตัวอ่อนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และตัวอ่อนของปลา เป็นต้น

ขนาด

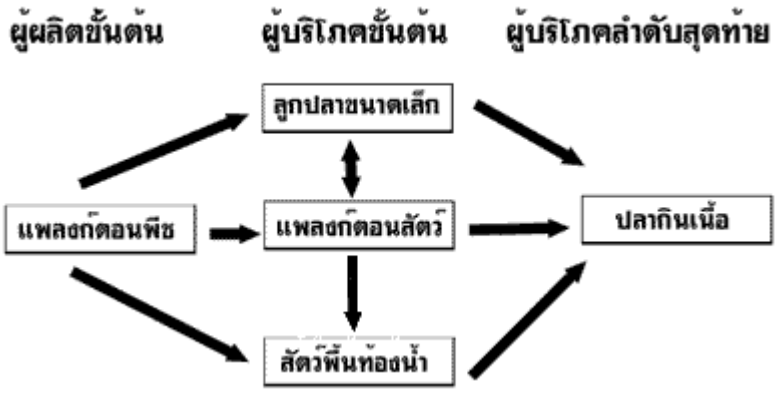
1. อัลตรานาโนแพลงก์ตอน (Ultrananoplankton) มีขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอน
2. นาโนแพลงก์ตอน (Nanoplankton) มีขนาด 2 – 20 ไมครอน
3. ไมโครแพลงก์ตอน (Microplankton) มีขนาด 20 – 200 ไมครอน
4. แมคโครแพลงก์ตอน (Macroplankton) มีขนาด 200 – 2,000 ไมครอน
5. เมกะแพลงก์ตอน (Megaplankton) มีขนาด 2,000 – 20,000 ไมครอน

แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton)

เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มีมากที่สุดในทะเลและมหาสมุทร พบแพร่กระจายตั้งแต่ผิวหน้าทะเล จนถึงความลึกประมาณ 200 เมตร เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชต้องการแสงในการสร้างอาหาร จึงพบแพลงก์ตอนพืชในบริเวณที่มีแสงส่องถึงเท่านั้น โดยแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดต้องการแสงในปริมาณที่ต่างกัน และบางชนิดทำให้เกิดการเรืองแสงได้ (Bioluminescense) ทำให้เกิดแสงในทะเล แพลงก์ตอนพืชที่พบในทะเลส่วนใหญ่เป็นพวกไดอะตอม (Diatoms) และไดโนแฟลกเจลเลต (Dinoflagellates)

ประโยชน์และบทบาทของแพลงก์ตอนพืชในระบบนิเวศทางทะเล

1. **เป็นผู้ผลิตขั้นต้น** (Primary producer)
   โดยใช้กระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นการนำอนินทรีย์สารที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส หรือซิลิกา มาเปลี่ยนเป็นอินทรีย์สาร โดยใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน อาหารที่ผลิตขึ้นได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และน้ำมัน โดยสะสมไว้ภายในเซลล์



ห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำ

2. **เป็นตัวต้นในห่วงโซ่อาหาร** (Food chain)

   ตามคุณลักษณะในข้อแรกที่เป็นผู้ผลิตขั้นต้น ทำให้แพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารของสัตว์น้ำในธรรมชาติ และในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน

3. **ช่วยควบคุมความเป็นกรด–ด่างของน้ำ**

   โดยขบวนการสังเคราะห์แสง และขบวนการหายใจ

4. **ทำให้เกิดการหมุนเวียนของแร่ธาตุ**

   การที่แพลงก์ตอนพืชได้นำแร่ธาตุมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส นั้น เป็นการรักษาสมดุลและปรับปรุงคุณภาพน้ำไปในตัวอีกด้วย การมีแร่ธาตุพวกนี้ในปริมาณที่มากเกินปกติจึงการการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชที่เรียกกันว่า (Plankton bloom หรือ Water bloom)

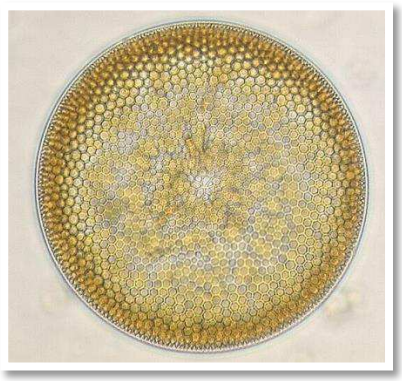
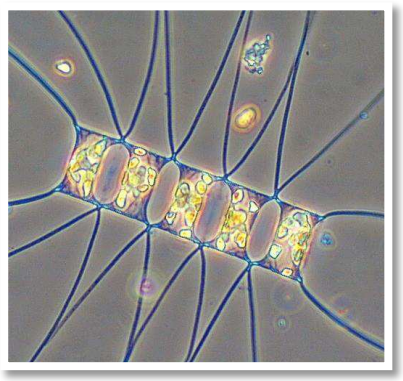
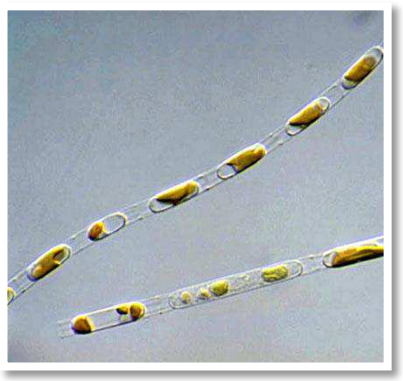
แพลงก์ตอนพืชเด่น ๆ ที่พบในทะเล

1. **ไดอะตอม** (Diatoms)

   Phylum Bacillariophyta

   Class Bacillariophyceae

   เป็นแพลงก์ตอนพืชที่มีลักษณะพิเศษต่างจากแพลงก์ตอนพืชกลุ่มอื่น คือ เซลล์ประกอบด้วยฝา 2 ฝา ครอบกันพอดี ลักษณะคล้ายกับจานแก้วหรือ Petridish ไดอะตอมมีรูปร่างมากมายหลายแบบเช่น กลม สี่เหลี่ยม หลายเหลี่ยม รูปเรือ รูปเข็ม อาจอยู่เดี่ยว ๆ หรือเชื่อมต่อกันเป็นสายโซ่ (Chain) ผนังเซลล์ประกอบด้วยซิลิกา มีลวดลายที่มีความงามอันวิจิตรพิสดาร ไดอะตอมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามสมมาตร (Symmetry) ของเซลล์ คือ Pennate diatom มีสมมาตรแบบ Bilateral ที่ส่วนใหญ่พบในน้ำจืด และ Centric diatom มีสมมาตรแบบรัศมี เคลื่อนที่ไม่ได้ มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกหรือกลมแบน พบในน้ำเค็มมากกว่าน้ำจืด เช่น *Coscinodiscus*, *Chaetoceros* และ *Skeletonema* เป็นต้น

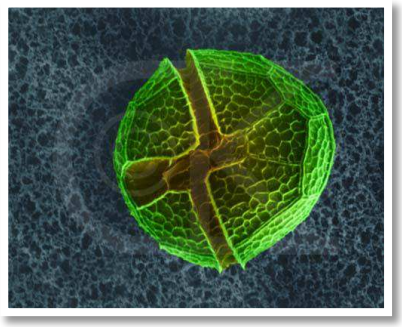
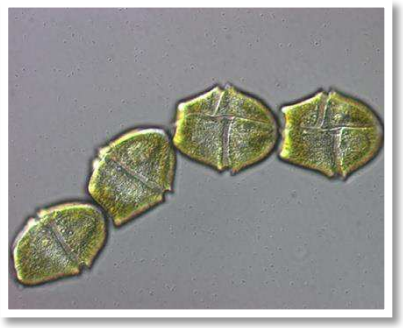
Coscinodiscus *Chaetoceros* *Skeletonema*

2. **ไดโนแฟลกเจลเลต** (Dinoflagellates)

Phylum Pyrrhophyta

Class Dinophyceae

ไดโนแฟลกเจลเลตส่วนใหญ่จะมีหนวดที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (Flagellum) และมีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยว เกือบทั้งหมด พบแพร่กระจายทั้งในทะเล น้ำกร่อย และน้ำจืด สีของเซลล์มักมีโทนสีเลืองหรือน้ำตาล เซลล์ไดโนแฟลกเจลเลตมีร่องขวางเซลล์ซึ่งแบ่งเซลล์ออกเป็น 2 ซีก แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ พวกไม่มีผนังเซลล์ที่เรียกว่า Naked forms และพวกมีผนังเซลล์ที่เรียกว่า Armored forms ตัวอย่างของไดโนแฟลกเจลเลตได้แก่ *Peridinium, Gymnodimium* และ *Dionphysis* เป็นต้น

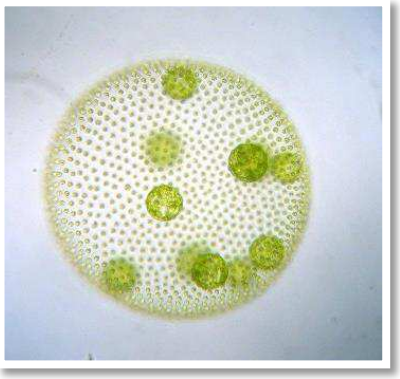
Peridinium *Gymnodimium* *Dionphysis*

3. **สาหร่ายสีเขียว** (Green algae)

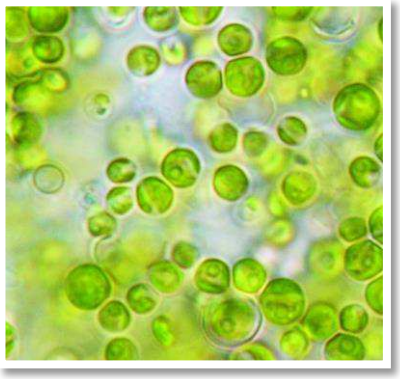
Phylum Chlorophyta

Class Chlorophyceae

แพลงก์ตอนพืชในกลุ่มนี้มีสีเขียว เนื่องจากสารสีที่ใช้สังเคราะห์แสง (Photosynthetic pigments)ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารสีสีเขียว ส่วนใหญ่พบอาศัยในน้ำจืดมากกว่าทะเล รูปร่างมีลักษณะที่แตกต่างกันไปทั้งกลม เป็นสาย หรือเป็นแผ่น พบทั้งอยู่แบบเดี่ยว ๆ และเป็นโคโลนี มีอาหารสะสมไว้ในเซลล์เป็นจำพวกแป้งเช่นเดียวกับพืชชั้นสูง ตัวอย่างได้แก่ *Volvox*, *Chlorella* และ *Chlamydomonas* เป็นต้น



Volvox



Chlorella

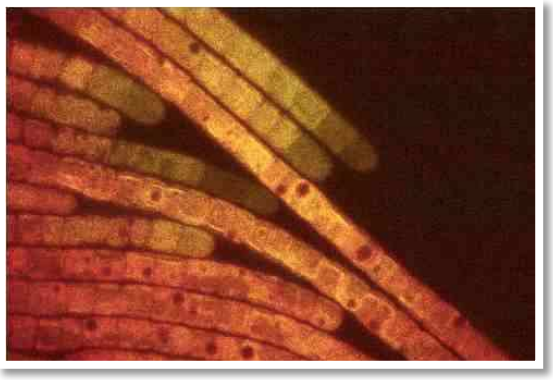
Chlamydomonas

4. **สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน** (Blue-green algae)

Phylum Cyanophyta

Class Cyanophyceae

สาหร่ายกลุ่มนี้มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Cyanobacteria เนื่องจากโครงสร้างของเซลล์เป็นแบบพืชชั้นต่ำ (Prokaryote) คือ มีโครงสร้างของเซลล์คล้ายแบคทีเรีย ลักษณะที่ต่างจากแบคทีเรีย 2 ประการ คือ มีสารสีสังเคราะห์แสง (Photosynthetic pigments) สีเขียว (คลอโรฟิลล์ เอ) และผลิตออกซิเจนจากกระบวนการสังเคราะห์แสง ส่วนใหญ่มีสีเขียวแกมน้ำ



Trichodesmium

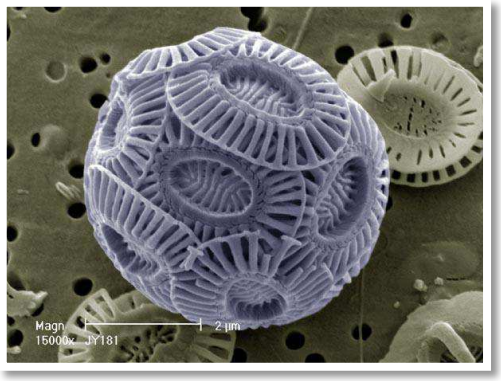
เงินแต่บางชนิดมีสีแดง สีม่วง เหลือง หรือน้ำตาล ตามสภาพแวดล้อม อยู่ในแหล่งน้ำทุกประเภททั่วโลก ตัวอย่างที่พบมากได้แก่ *Trichodesmium* ซึ่งเมื่อมีการแบ่งตัวมาก ๆ จะทำให้ทะเลเป็นสีแดง

5. **สาหร่ายสีน้ำตาลแกมเหลือง** (Golden-brown algae)

   Phylum Chrysophyta

   Class Chrysophyceae

เป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบทั้งในน้ำจืดและทะเล มีผนังเซลล์เป็นสารประกอบซิลิกา หรือแคลเซียมคาร์บอเนตบางชนิด บางชนิดมีหนวดช่วยในการเคลื่อนที่ มีคลอโรพลาสต์สีเหลืองหรือสีน้ำตาลแกมเหลือง เนื่องจากรงควัตถุส่วนใหญ่เป็นคาโรทีนอยด์ (Carotenoid) ส่วนมากพบในน้ำจืด แต่ที่พบมากในทะเลได้แก่ *Coccolithophores*



Coccolithophores

แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton)

ประกอบด้วยสัตว์เซลล์เดียวที่มีขนาดเล็กมาก มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า จนกระทั้งถึงสัตว์หลายเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ แพลงก์ตอนสัตว์ส่วนมากเป็นกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง พบทั้งที่เป็นแพลงก์ตอนชั่วคราว และแพลงก์ตอนถาวร

ประโยชน์และบทบาทของแพลงก์ตอนสัตว์ในระบบนิเวศทางทะเล

1. **เป็นอาหารของสัตว์น้ำ**

   โดยใช้กระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นการนำอนินทรีย์สารที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส หรือซิลิกา มาเปลี่ยนเป็นอินทรีย์สาร โดยใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน อาหารที่ผลิตขึ้นได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และน้ำมัน โดยสะสมไว้ภายในเซลล์ แพลงก์ตอนสัตว์ที่ใช้เป็นอาหารของสัตว์น้ำมีมากมาย ได้แก่ พวกที่ใช้เป็นอาหารของลูกสัตว์น้ำ เช่น โคพีพอด ไรน้ำ โรติเฟอร์ ฯลฯ กลุ่มที่เป็นอาหารของสัตว์น้ำ ที่สำคัญได้แก่ พวก Mysids, Euphausids, Hyperiids โดยเฉพาะพวกยูฟอร์สิด (Euphausids) นับว่าเป็นอาหารที่สำคัญ เนื่องจากมีโปรตีนสูงถึง 79% ของน้ำหนักแห้ง

2. **เป็นตัวชี้กระแสน้ำในมหาสมุทร**

แพลงก์ตอนสัตว์มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งจะแสดงออกในรูปของการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิด การเปลี่ยนรูปร่าง ฯลฯ ดังนั้น นักแพลงก์ตอนวิทยาและนักสมุทรศาสตร์จึงนิยมใช้แพลงก์ตอนสัตว์เป็นตัวชี้ กระแสน้ำในทะเล โดยเฉพาะกลุ่มที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่เพื่อสะดวกในการแยกชนิด ซึ่งได้แก่ หนอนธนู ชนิดต่าง ๆ

3. **เป็นตัวชี้แหล่งน้ำมัน**

โปรโตซัวทะเล 2 กลุ่ม ได้แก่ ฟอรามินิเฟอรา (Foraminifera) และเรดิโอลาเรีย (Radiolaria) เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญในการสำรวจแหล่งน้ำมันในทะเล โดยเฉพาะสกุล *Globigerina* เนื้อที่ของตะกอนบริเวณพื้นท้องมหาสมุทร (Ooze) ประมาณ 1/3 ของพื้นที่ท้องทะเล มีเปลือกของ *Globigerina* ทับถมอยู่

แพลงก์ตอนสัตว์เด่น ๆ ที่พบในทะเล

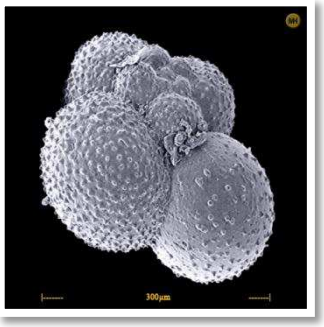
แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. **แพลงก์ตอนถาวร (Holoplankton)**

ประกอบด้วย 10 กลุ่ม ได้แก่

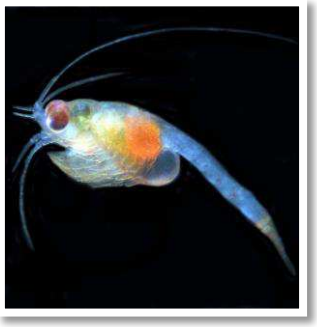
1. โปรโตโซน (Protozoans)
2. ไนดาเรียน (Cnidarians)
3. หวีวุ้น (Ctenophores)
4. หนอนริบบิ้น (Nemerteans)
5. โรติเฟอร์ (Rotifers)
6. แอนนิลิด (Annelids)
7. มอลลัส (Molluscs)
8. ครัสเตเซียน (Crustaceans)
9. หนอนธนู (Arrow worms)
10. คอร์เดท (Chordates)

ตัวอย่างเช่น *Globigerina, Physalia, Pleurobranchia, Mysid, Thysanoessa, Sagitta* เป็นต้น



Globigerina

Physalia



Mysid

2. **แพลงก์ตอนชั่วคราว** (Meroplankton)

แพลงก์ตอนสัตว์รูปแบบนี้จะเป็นตัวอ่อนของกลุ่มสัตว์หน้าดิน ซึ่งมีประโยชน์ในแง่ของการช่วยกระจายพันธุ์ไปในที่ต่าง ๆ ประกอบด้วยตัวอ่อนสัตว์ทะเลรวม 14 กลุ่ม ได้แก่

1. ฟองน้ำ (Spong)
2. ไนดาเรียน (Cnidarians)
3. หนอนตัวแบน (Platyhelminthes)
4. หนอนริบบิ้น (Nemerteans)
5. ลอริสิเฟอราน (Loriciferans)
6. แอนนีลิด (Annelids)
7. มอลลัส (Molluscs)
8. อาร์โทพอด (Arthopods)
9. ไบรโอโซน (Bryozoans)
10. โฟโรนิด (Phoronids)
11. หอยปากเป็ด (Lamp shells or Branchiopods)
12. เอคไคโรเดอร์ม (Echinoderms)
13. หนอนงวง (Hermichodates or Acorn worms)
14. คอร์เดท (Chordates)

ภาพบรรยากาศ

ข้อสังเกต

กิจกรรมนี้หมวดวิชาวิทยาศาสตร์สามารถเป็นผู้รับผิดชอบได้ แต่ถ้าหากในหน่วยงาน หรือสถานศึกษามีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรง เช่น ภาควิชาวาริชศาสตร์ จะตอบสนองกิจกรรมนี้ได้ชัดเจนกว่า ด้วยความพร้อมของวิทยากร และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์สำคัญของกิจกรรมนี้คือ ชี้ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเห็นถึงความสำคัญของสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเล็กหรือใหญ่ เนื่องจากมีผลกระทบต่อองค์รวมทั้งหมดหากขาดความสมดุลขึ้นในระบบ โดยใช้เรื่องของแพลงก์ตอนเป็นประเด็นหลัก เพื่อโยงเข้าสู่เนื้อหาด้านต่าง ๆ เช่น ความสำคัญของแพลงก์ตอน ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สังเกตได้จากความเปลี่ยนแปลงด้านใดด้านหนึ่งของประชากรแพลงก์ตอน รวมถึงเรื่องทางกายภาพของทะเล เช่น สีของน้ำทะเล ความเค็ม และการเก็บตัวอย่างทางทะเล ซึ่งเยาวชนจะได้สัมผัสกับอุปกรณ์ที่ใช้งานจริงในภาคสนามด้วย

ความรู้เหล่านี้เหมาะสำหรับนักเรียนทุกระดับชั้นจนกระทั่งประชาชนทั่วไป เพราะเป็นเรื่องที่ทุกคนมีประสบการร่วม เพียงแต่กิจกรรมได้นำมาขยายให้เห็นด้านลึก โดยปัจจัยที่จะทำให้กิจกรรมประสบความสำเร็จมาจาก 2 ส่วนหลัก คือ วิทยากรผู้สอน ซึ่งต้องมีประสบการณ์ตรงในเรื่องที่สอน และมีทักษะการเล่าเรื่องที่สนุก เพราะโดยเนื้อหามีความเป็นงานวิชาการสูง อาจทำให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเกิดความเบื่อหน่ายได้ง่ายหากวิทยากรขาดตรงจุดนี้ไป และสองคืออุปกรณ์ เนื่องด้วยกิจกรรมเป็นงานวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญมาก การที่มีความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์ โดยเฉพาะกล้องจุลทรรศน์ถือเป็นสิ่งสำคัญ เป็นการสร้างแรงกระตุ้นให้เยาวชนเกิดความอยากเรียนรู้ ซึ่งกล้องจุลทรรศน์จะเป็นอุปกรณ์ที่เปิดโลกแห่งการเรียนรู้ในมุมใหม่ให้แก่เด็กและเยาวชนได้เป็นอย่างดี จากการสอบถามผู้เข้าร่วมกิจกรรม ปรากฏว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมรู้สึกตื่นเต้นกับสิ่งที่ได้เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์

กิจกรรมที่ 2 “สืบ เสาะ เลาะ หา สิ่งมีชีวิตในทะเล”

นอกจากทะเลจะมีประโยชน์ในด้านการคมนาคมขนส่งแล้ว ทะเลยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ซึ่งรวบรวมสิ่งมีชีวิตประเภทต่าง ๆ ไว้มากมาย ซึ่งทุกชีวิตต่างมีหน้าที่ และความสำคัญที่ต้องเกื้อหนุนกัน โดยอาศัยอยู่ในระบบนิเวศที่เปรียบเสมือนบ้านหลังใหญ่ที่เรียกว่า “ท้องทะเล” ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้เรียนรู้ระบบนิเวศทางทะเลผ่านบ่อจำลองระบบนิเวศ ว่าสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เกื้อกูลและมีความสำคัญต่อกันอย่างไร และจะได้ลงมือค้นหาสิ่งมีชีวิตที่ซ้อนเร้นอยู่ในพื้นทราย ซึ่งจะทำให้รู้ว่าทุกตารางนิ้วของท้องทะเลนั้นเต็มไปด้วยสิ่งมีชีวิตที่มากมายเพียงใด

วัตถุประสงค์

1. เรียนรู้กลุ่มของสัตว์ทะเลที่อาศัยร่วมกันในท้องทะเล
2. เรียนรู้ถึงที่อยู่อาศัยและการปรับตัวให้เหมาะสมกับที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเลแต่ละกลุ่ม
3. เปิดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมในการเฝ้าดูพฤติกรรมของสัตว์ทะเลอย่างใกล้ชิด

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนทุกระดับชั้น และประชาชนทั่วไป

แหล่งความรู้

อาจารย์หมวดวิชาวาริชศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์

อุปกรณ์

1. บอร์ดนิทรรศการหมายเลข 3 และ 5
2. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron Microscope) จำนวน 2 ตัว
3. ตัวอย่างสัตว์ทะเลหน้าดิน (Marine Benthos)
4. ตัวอย่างปะการัง เช่น ปะการังเขากวาง ปะการังสมอง เป็นต้น
5. บ่อจำลองระบบนิเวศ (Touch pool) ด้านในมีสัตว์ทะเลชนิดต่าง ๆ

วิธีดำเนินกิจกรรม

1. วิทยากรกล่าวแนะนำตัวและกิจกรรม พร้อมชวนคุยเกี่ยวกับสิ่งที่ได้พบเห็นเมื่อไปเที่ยวทะเล เพื่อเป็นการปูพื้นก่อนชักชวนเข้าร่วมกิจกรรม
2. วิทยากรชักชวนให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมดูตัวอย่างสัตว์ทะเลชนิดต่าง ๆ ที่อยู่บนโต๊ะ พร้อมตั้งคำถามว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมรู้จักหรือคุ้นเคยสัตว์ประเภทใดบ้าง
3. วิทยากรอธิบายถึงความต่างของสัตว์ทะเลแต่ละกลุ่ม โดยเฉพาะพวกสัตว์หน้าดิน ที่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีโอกาสพบเจอได้ง่ายเมื่อไปเที่ยวทะเล
4. วิทยากรชักชวนให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทดลองสัมผัสตัวอย่างจริง ก่อนส่องดูอวัยวะสำคัญของสัตว์ทะเลแต่ละประเภท โดยระหว่างการส่องกล้อง วิทยากรจะเป็นคนอธิบายถึงความสำคัญที่สัตว์ทะเลจะต้องมีการปรับเปลี่ยนอวัยวะบางอย่างเพื่อความเหมาะสมในการดำรงชีวิต
5. วิทยากรพาผู้เข้าร่วมกิจกรรมมาดูบ่อน้ำจำลองระบบนิเวศทางทะเล เพื่อเฝ้าสังเกตพฤติกรรมสัตว์ทะเลแต่ละชนิดอย่างใกล้ชิด
6. วิทยากรชักชวนให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทดลองสัมผัสสัตว์ทะเล โดยอธิบายวิธีการสัมผัสที่ถูกต้องและปลอดภัยต่อทั้งผู้เข้าร่วมกิจกรรม และต่อสัตว์ทะเลเอง
7. วิทยากรกล่าวสรุป โดยชี้ให้เห็นว่าสัตว์ทะเลแต่ละชนิดจะมีการปรับตัวให้เหมาะสมกับถิ่นที่อยู่และในขณะเดียวกันสัตว์ทะเลหลากหลายชนิดก็สามารถที่จะอาศัยร่วมในพื้นที่เดียวกันได้

เนื้อหาในการอธิบาย

การแบ่งเขตทะเลมหาสมุทรแบ่งตามลักษณะของพืชและสัตว์

1. **เขตชายฝั่ง** คือเขตที่อยู่ระหว่างระดับน้ำทะเลสูงสุดกับน้ำทะเลต่ำสุด คลื่นซัดอยู่เกือบตลอดเวลา สิ่งมีชีวิตในเขตนี้จึงยึดตัวกับพื้นหรือฝังตัวอยู่ในโคลน บางชนิดหลบอยู่ในแอ่ง บางชนิดมีโคลงสร้างที่ทำให้มันมีชีวิตอยู่ได้แม้จะไม่มีน้ำทะเลเหลืออยู่เลย บางชนิดขุดรูในหินและอาศัยอยู่ที่นั่น

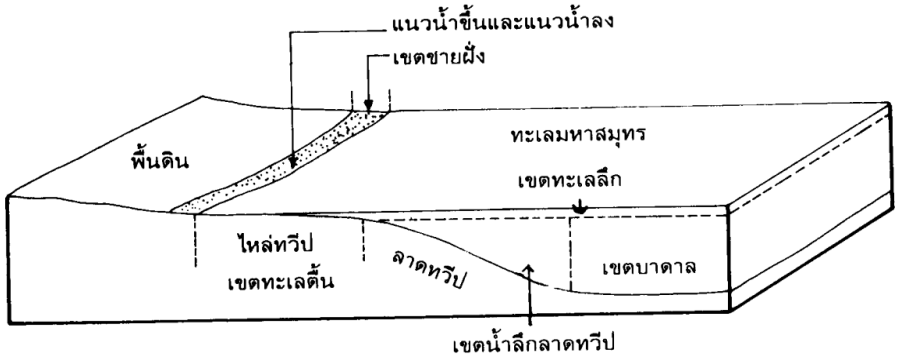
2. **เขตทะเลตื้น** คือเขตระหว่างระดับน้ำต่ำสุดกับขอบนอกสุดของไหล่ทวีป น้ำในเขตนี้ไม่ลึกมากและอุ่นเพราะได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ อาหารอุดมสมบูรณ์ สิ่งมีชีวิตมีมากมายหลายชนิด

3. **เขตน้ำลึกลาดทวีป** คือเขตระหว่างระดับน้ำลึก 120 เมตรถึง 1,800 เมตร ตอนบนน้ำได้รับแสงสว่างบ้างแต่พืชมีน้อย ที่พื้นมีสัตว์ทะเลมากแต่พืชก็มีน้อยอีก การทับถมของตะกอนในเขตนี้เป็นไปอย่างช้าๆ มี

พวกแคลเซียมซึ่งส่วนใหญ่คือเปลือกของพวกแพลงก์ตอน และพวกซิลิกาซึ่งส่วนใหญ่เป็นไดอะตอม และซากของฟองน้ำ

4. **เขตทะเลลึก** อยู่ถัดเขตชายฝั่ง สิ่งมีชีวิตในเขตนี้รวมเอาพวกแพลงก์ตอน ซึ่งลอยอยู่ในน้ำและสัตว์ที่ว่ายน้ำได้ พืชที่มีมากคือสาหร่ายและไดอะตอม สัตว์มีมากมายหลายชนิด ซากพืชและสัตว์ในส่วนนี้ที่เน่าเปื่อยไปและส่วนที่เป็นอนินทรีย์สารมีส่วนช่วยทำให้เกิดหินชั้นขึ้น

5. **เขตบาดาล** คือส่วนที่อยู่ใต้ระดับลึก 1,800 เมตรลงไป เขตนี้ไม่ได้รับแสงแดด อุณหภูมิของน้ำเกือบจะถึงขีดเยือกแข็ง ความกดมากกว่า 1 ตันต่อเนื้อที่ 1 ตารางเซนติเมตร พืชที่ต้องการแสงแดดไม่มีในเขตนี้ สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหารต้องกินของที่จมลงมาจากตอนบนที่น้ำถูกแสงแดด เปลือกและกระดูกสัตว์ที่อาศัยอยู่ที่พื้นของเขตนี้แสดงให้เห็นว่า สัตว์ที่จะอาศัยอยู่ในส่วนนี้ได้ สิ่งมีชีวิตต้องมีลักษณะพิเศษจึงจะดำรงชีพอยู่ได้



ความหลากหลายของสัตว์ทะเล

ในทะเลยังมีสิ่งมีชีวิตที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระไม่ขึ้นกับการเคลื่อนที่ของมวลน้ำ เรียกว่า “**เนคตอน** (Nekton)” ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังเช่นปลาทะเล เต่าทะเล และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม รวมทั้งสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด เช่น หมึกหอม ซึ่งเคลื่อนที่ในน้ำได้อย่างอิสระก็จัดเป็นเนคตอนเช่นเดียวกัน

ปลาทะเล

ปลาทะเลมีความเข้มข้นของของเหลวในร่างกายน้อยกว่าในน้ำทะเล ดังนั้นน้ำจะถูกดึงออกจากร่างกาย (Osmosis) ปลาทะเลจึงต้องมีการปรับสมดุลของน้ำและเกลือแร่ในร่างกายเพื่อให้เหมาะสม

กับสภาพแวดล้อม โดยปลาทะเลจะกินน้ำทะเลปริมาณมากเพื่อนำน้ำกลับคืนสู่ร่างกาย และขับถ่ายเกลือแร่ที่มากเกินไปออกในรูปของปัสสาวะ และอุจจาระ

เต่าทะเล

เต่าทะเลมีลักษณะทางกายภาพต่างจากเต่าบกอย่างชัดเจนตรงที่ไม่สามารถหดหัวกลับเข้าไปในกระดองได้และขาจะเปลี่ยนรูปไปเหมือนใบพาย เพื่อใช้ในการว่ายน้ำ และมีต่อมเกลือที่ช่วยกำจัดเกลือส่วนเกินออกทางท่อน้ำตา เต่าทะเลมีหลายชนิด ที่พบในน่านน้ำไทยได้แก่ เต่าตนุ, เต่ากระ, เต่าหญ้า, เต่าหัวค้อน และเต่ามะเฟือง

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

เป็นสัตว์เลือดอุ่นมีผิวหนังหนาเพื่อรักษาความร้อนในร่างกาย และยังช่วยในเรื่องการปรับสมดุลเกลือแร่โดยไม่ให้เกลือแร่จากน้ำทะเลผ่านผิวหนังเข้าไปในร่างกายได้ การที่มีปอดขนาดใหญ่และกลไกของร่างกายมีการเผาผลาญต่ำกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบนบกโดยเฉลี่ยเป็นประโยชน์ต่อการใช้ชีวิตอยู่ใต้น้ำได้เป็นเวลานาน ตัวอย่างเช่น โลมา, วาฬ, พะยูน, แมวน้ำ และสิงโตทะเล

แมวน้ำ

สิงโตทะเล

พะยูน

วาฬ

สิ่งมีชีวิตในท้องทะเลนั้น ไม่ได้มีแต่พวกที่ล่องลอยหรือว่ายน้ำอยู่ตลอดเท่านั้น แต่ยังมีพวกที่ดำรงชีวิตอยู่บนพื้นทะเล เราเรียกสัตว์พวกนี้ว่า “**เบนโทส** (Benthos)” โดยแบ่งออกตามลักษณะการดำรงชีวิต ดังนี้

พวกคืบคลาน (Demersal)

เป็นพวกที่ดำรงชีวิตด้วยการเคลื่อนที่ไปมาบนพื้นทะเล ปูม้า กั้ง และดาวทะเลเป็นต้น

พวกเกาะกับที่ (Sessile)

ดำรงชีวิตด้วยการยึดติดกับวัตถุต่าง ๆ ในทะเล เช่น ก้อนหิน, เปลือกหอย หรือปะการัง ตลอดการดำรงชีพ เช่น ดอกไม้ทะเล, เพรียงและปะการัง เป็นต้น

พวกขุดรูหรือฝังตัว (Burrowing)

เป็นพวกที่ขุดรู หรือฝังตัวอยู่ใต้พื้นทะเล เช่น ปูก้ามดาบ, ปูลม และไส้เดือนทะเล เป็นต้น

ดาวทะเล

ดอกไม้ทะเล

ปูก้ามดาบ

ภาพบรรยากาศ

ข้อสังเกต

กิจกรรมนี้หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาขาชีววิทยา สามารถรับผิดชอบกิจกรรมนี้ได้ จากกิจกรรมที่จัดขึ้น พบว่าเยาวชนไทยมีการรับรู้ในเรื่องของสัตว์ทะเลค่อนข้างน้อย และส่วนมากของผู้เข้าร่วมกิจกรรมไม่เคยสัมผัสกับสัตว์ทะเลมาก่อน การจัดกิจกรรมโยเน้นไปยังตัวอย่างสัตว์ทะเลทั้งที่มีชีวิต และไม่มีชีวิต เป็นการกระตุ้นความสนใจ และกระตุ้นกาารู้เรียนรู้ของผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้เป็นอย่างดี แต่น้ำหนักความสนใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะมุ่งไปยังบ่อจำลองระบบนิเวศทางทะเลมากกว่าส่วนของการเรียนรู้เรื่องกลุ่มของสัตว์ทะเล และการส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เป็นสิ่งที่ต้องปรับแก้หากมีการจัดกิจกรรมในครั้งถัดไป

เนื้อหาการเรียนรู้ของกิจกรรมนี้เป็นเรื่องที่เหมาะสมและครอบคลุมทุกช่วงวัย ซึ่งวิทยากรประจำฐานจะต้องประเมินให้เหมาะกับผู้เข้าร่วมกิจกรรม เพื่อไม่ให้เกิดความน่าเบื่อในขณะรับความรู้จากวิทยากร สำหรับตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตทางทะเล เนื่องจากนิทรรศการครั้งนี้ได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางมาเป็นวิทยากร จึงมีตัวอย่างทั้งที่มีชีวิต และไม่มีชีวิตมาจัดแสดงอย่างครบถ้วน การจัดกิจกรรมครั้งต่อไปจึงควรประสานหน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เช่นกัน เพื่อขอความอนุเคราะห์ตัวอย่างของการสอน จะทำให้นิทรรศการดูมีสีสันในการเรียนรู้ และกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้มากขึ้น

ผลการดำเนินกิจกรรมในนิทรรศการ

“ไขความลับแห่งท้องทะเล...Expose a secret of the ocean”

ในส่วนของนิทรรศการต้องการที่จะสื่อสารเรื่องราวของทะเล แหล่งทรัพยากรขนาดใหญ่ที่สุดของโลก แต่มีการรับรู้เรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับทะเลไม่มากเท่าที่ควร ซึ่งประเทศไทยเองจัดเป็นประเทศที่มีทรัพยากรทางทะเลที่สมบูรณ์ประเทศหนึ่งของโลก และมีการใช้ประโยชน์จากท้องทะเลในทุกด้าน แต่ความตระหนักรู้ในเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรของผู้ใช้ยังมีน้อย นิทรรศการนี้จึงหยิบยกเรื่องราวที่น่าสนใจเกี่ยวกับทะเลมาสื่อสาร โดยใช้สิ่งมีชีวิตทางทะเลมาเป็นตัวชูโรง เพื่อสร้างความน่าสนใจให้แก่ผู้เข้าร่วมกิจกรรม และโยงไปยังความรู้เกี่ยวกับทะเลด้านต่าง ๆ

โดยภาพรวมของนิทรรศการได้รับความสนใจและการตอบรับจากผู้มาใช้บริการเป็นอย่างดี นิทรรศการโดดเด่นด้วยการตกแต่งและการใช้แสงไฟเพื่อจำลองบรรยากาศท้องทะเล ซึ่งดึงดูดความสนใจจากผู้มาใช้บริการได้มาก ความพร้อมของวิทยากร อุปกรณ์ และตัวอย่าง อยู่ในเกณฑ์ดี วิทยากรสามารถใช้ทักษะในการถ่ายทอดความรู้ที่มีให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ดี สามารถสอดแทรกการปลูกจิตสำนึกให้เยาวชนเห็นคุณค่าของทะเล และมีความรู้สึกหวงแหนทะเลของประเทศตนเองมากขึ้น แต่ประเด็นการสอนมีการผิดเพี้ยนไปจากจุดประสงค์แรกที่ตั้งไว้ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมส่วนใหญ่ให้ความสนใจในเรื่องสัตว์ทะเล มากกว่าความสำคัญของทะเล ซึ่งเป็นข้อด้อยของกิจกรรมในครั้งนี้ ซึ่งทางทีมงานผู้จัดทำจะประชุมหาทางแก้ไขต่อไป