บทที่ 1

บทนำ

กิจกรรมการท่องเที่ยวทางทะเลในปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณชายหาดบางแสนซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงามและเป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยวมาเป็นระยะเวลายาวนาน ในปี 2004 มีนักท่องเที่ยวจำนวน 1,168,082 คน และจะจากเพิ่มขึ้นเป็น 3,208,013 คนในปี 2011 (Ewasakul, 2006) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยวสามารถสร้างรายได้เป็นอันมากให้กับชุมชนในพื้นที่ จากอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว ทำให้ต้องมีการวางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบการบริการสาธารณะเพิ่มเติม เช่น การสร้างถนน ปรับปรุงระบบไฟฟ้า ระบบประปา และอื่น ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับนักท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้นในบริเวณชายหาดบางแสน ซึ่งเป้าหมายหรือแนวทางการจัดการที่เน้นการพัฒนาการท่องเที่ยวแต่ไม่ได้คำนึงถึงความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เช่น การที่นักท่องเที่ยวจำนวนมากเข้ามาในพื้นที่ชายหาดบางแสน-วอนนภา อาจทำให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในบริเวณชายฝั่ง เนื่องจากการทิ้งขยะและปล่อยน้ำเสียที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดออกสู่ชายฝั่ง ซึ่งก็จะส่งผลต่อเนื่องไปยังทรัพยากรสิ่งมีชีวิตและการท่องเที่ยวในบริเวณดังกล่าวได้ในที่สุดเช่นการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี (Red tide)

ปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีหรือ ขี้ปลาวาพ เกิดขึ้นเนื่องจากการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชบางกลุ่ม เช่น ไดโนแฟลกเจลเลต (Dinoflagellate) หรือไดอะตอม (diatom) เป็นต้น จนทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสีไปจากสีน้ำทะเลธรรมชาติ โดยพบว่าหากมีการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในระยะเวลาอันสั้น (Bloom) ในแถบชายฝั่ง จะทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสีต่างๆโดยขึ้นอยู่กับชนิดของแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น การเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีจะส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อกิจกรรมการท่องเที่ยวทางทะเลโดยตรง เนื่องจากสีและกลิ่นของน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงไป และการที่สัตว์น้ำจำนวนมากตายเนื่องจากการลดลงของออกซิเจน

ในระยะเวลาที่ผ่านมาในบริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดชลบุรี มีแนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในบริเวณอ่างศิลา แหลมแท่น บางแสน และเกาะสีชัง โดยมีระยะเวลาการเกิดอยู่ในช่วง 1 – 7 วัน (สมภพ และคณะ, 2546) ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบอย่างมากต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและสิ่งแวดล้อมในบริเวณชายฝั่งแถบนี้ อย่างไรก็ตามเทคนิคไอโซโทปเสถียรของไนโตรเจนและคาร์บอนได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับในการติดตามแหล่งที่มาของมลสารในระบบนิเวศทางน้ำ (Kendall, 1998; Goni et al. 2005; Dolence et al. 2006; Lin et al 2007; Boonphakdee et al. 2008 and reference therein) ซึ่งแสดงให้เห็นประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของวิธีการดังกล่าว

ไอโซโทปเสถียรของคาร์บอนและไนโตรเจนเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพอย่างยิ่งในการติดตามการแพร่กระจายมลสารที่มีแหล่งกำเนิดต่างๆกัน เช่น จากการขับถ่ายของสัตว์ น้ำทิ้งจากบ้านเรือนหรือ

โรงงานบำบัดน้ำเสีย (Andrew et al. 1998; Dolence et al. 2005) สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในน้ำที่ได้รับอิทธิพลของน้ำเสียที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์จะมีค่า $\delta^{15}N$ และ $\delta^{13}C$ แตกต่างไปจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยในพื้นที่ที่ไม่ได้รับผลกระทบดังกล่าว (Yamamuro et al. 2003) $\delta^{15}N$ สามารถที่จะใช้เป็นตัวบ่งบอกแหล่งที่มาของไนโตรเจนได้เป็นอย่างดี ซึ่งโดยปกติแล้วในน้ำทะเลธรรมชาติจะมีค่าอยู่ระหว่าง -2 - 7 ‰ ในขณะจะที่มีค่า > 10 ‰ ในตัวอย่างที่มีแหล่งที่มาจากน้ำเสียจากกิจกรรมของมนุษย์

เช่นเดียวกันไอโซโทปเสถียรของคาร์บอนสามารถที่จะใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงแหล่งที่มาของคาร์บอนซึ่งเป็นสารประกอบหลักของสิ่งมีชีวิต ซึ่งโดยปกติแล้วสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในทะเลจะมีค่า $\delta^{13}C$ มากกว่าสิ่งมีชีวิตที่ได้รับคาร์บอนจากแผ่นดิน หรือได้รับจากน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Boonphakdee et al 2007 and references cited therein) อัตราส่วนของ POC/chl a ที่มีค่ามากกว่า 200 ก็สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนของน้ำเสียจากกิจกรรมของมนุษย์ได้เช่นกัน (Cifuentes et al 1999)

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีงานวิจัยใดที่ทำการศึกษาถึงผลกระทบหรือความสัมพันธ์ของการท่องเที่ยวในบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีต่อปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถที่จะใช้ในการคาดคะเนและควบคุมปรากฏการน้ำทะเลเปลี่ยนสี ในบริเวณชายฝั่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- เพื่อศึกษาความแหล่งที่มาของสารอินทรีย์ในเซลล์ของแพลงตอนพืชที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี ในบริเวณชายฝั่งทะเล อ่างศิลา-บางแสน จ. ชลบุรี
- เพื่ออธิบายสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี ในพื้นที่ที่ทำการศึกษา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงกลไกในการควบคุมแหล่งที่มาของสารอาหารและสารอินทรีย์อันเป็นสาเหตุของการเกิดการเปลี่ยนสีของน้ำทะเลในระบบนิเวศชายฝั่ง
2. ทราบถึงความสัมพันธ์ของผลกระทบจากกิจกรรมการท่องเที่ยวที่มีต่อระบบสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง ผลงานวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมแหล่งที่มาของสารอาหารและสารอินทรีย์ในบริเวณชายฝั่งทะเล
3. ทราบถึงกลไกในการเกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสี ซึ่งจะช่วยป้องกันปรากฏการณ์นี้ได้

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ชายหาดบางแสนจัดเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีความสำคัญของจังหวัดชลบุรี มีหาดทรายที่ยาว มีทัศนียภาพที่สวยงามเหมาะแก่การพักผ่อน มีการขยายตัวทางด้านการให้บริการ สถานที่รับรองและอำนวยความสะดวกให้กับนักท่องเที่ยว ซึ่ง อยู่ไม่ไกลจากกรุงเทพฯ สามารถมาเที่ยวแบบเช้าไป-เย็นกลับได้ทำให้ในวันหยุดบางแสนจะเต็มไปด้วยนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติเป็นจำนวนมาก (คาดว่าในปี พ.ศ.2554 จะมีนักท่องเที่ยว 3,208,013 คน โดยมีค่าเฉลี่ย 33,417 คนต่อวัน) แต่ในขณะเดียวกันการที่มีนักท่องเที่ยวจำนวนมากเข้ามาในพื้นที่หาดบางแสน อาจทำให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่ง เนื่องจากการทิ้งขยะและการปล่อยน้ำเสียที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดออกสู่ชายฝั่ง ซึ่งอาจส่งผลกระทบไปยังทรัพยากรสิ่งมีชีวิตในบริเวณดังกล่าวได้ในที่สุด เช่น การเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี (Red tide)

น้ำทะเลเปลี่ยนสี (Red tide)

หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า " ขี้ปลาวาฬ " เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว(Bloom)ของแพลงก์ตอนพืชบางกลุ่ม เช่น กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (Dinoflegellate) จนทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสีไปจากสีน้ำทะเลธรรมชาติ เช่นน้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีแดง สีเขียว หรือ สีน้ำตาลแดง อย่างไรก็ตามการที่น้ำทะเลจะเปลี่ยนเป็นสีใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่บลูมนั่นเอง

การเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี ส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสัตว์น้ำ ผลกระทบโดยตรง คือ อุตสาหกรรมอาหารทะเล การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยไดโนแฟลกเจลเลตหลายชนิดสามารถสร้างสารพิษได้ เมื่อสัตว์น้ำโดยเฉพาะหอยกินแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้เข้าไป พิษจะสะสมอยู่ในหอยโดยไม่ทำอันตรายแก่หอยแต่จะส่งผลต่อผู้บริโภคในลำดับที่สูงขึ้น ซึ่งอาจมีผลรุนแรงถึงแก่ชีวิต ส่วนผลกระทบทางอ้อม คือ เมื่อเกิดการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วจะทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดต่ำลงหรือเข้าไปอุดตันเหงือกของสัตว์น้ำ ทำให้สัตว์น้ำตายเนื่องจากขาดออกซิเจนสำหรับหายใจ

การเกิดขึ้นของปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะคือ

1. ระยะเริ่มต้น (Initiation) เป็นระยะที่แพลงก์ตอนที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีปรากฏขึ้นในบริเวณนั้น ซึ่งแพลงก์ตอนกลุ่มนี้จะเปรียบเป็นเสมือนหัวเชื้อ ที่จะทำให้น้ำเปลี่ยนสีปรากฏขึ้น การปรากฏของแพลงก์ตอนที่เป็นหัวเชื้อนี้อาจถูกพัดพามาจากบริเวณอื่นหรือเกิดขึ้นจากระยะพักที่อยู่ในบริเวณนั้น เมื่อเซลล์ของแพลงก์ตอนมาพบกับสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญ ก็จะทำให้แพลงก์ตอนเหล่านี้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น

2. ระยะพัฒนา (Development) เป็นระยะที่แพลงก์ตอนเริ่มเข้าสู่กระบวนการพื้นฐานของการเจริญ โดยมีการแบ่งเซลล์ในอัตราสูงที่สุด นั่นหมายความว่าแพลงก์ตอนเหล่านี้ใช้เวลาสำหรับการแบ่งเซลล์จากหนึ่งเซลล์เป็นสองเซลล์น้อยที่สุด ปัจจัยที่มีผลให้แพลงก์ตอนเหล่านี้มีการเจริญอย่างรวดเร็วนั้นมีหลายปัจจัย เช่น แสงสว่าง อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณสารอาหาร เป็นต้น

3. ระยะการรวมตัว (Aggregation) เป็นระยะที่ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสีของน้ำทะเล ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของแพลงก์ตอนเป็นจำนวนมาก และการรวมตัวกันของแพลงก์ตอนเหล่านี้อาจมีสาเหตุมาจาก การเคลื่อนที่เข้าหา หรือหนีแสง เกิดจากลม หรือเกิดจากกระแสน้ำพัดพามารวมกัน ถ้าการรวมตัวกันของแพลงก์ตอนเกิดขึ้นในระดับล่าง ก็อาจทำให้ไม่สามารถตรวจสอบการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีได้

4. ระยะสลายตัว (Dissipation) เป็นระยะที่แพลงก์ตอนที่เป็นสาเหตุเริ่มมีการสลายตัวซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับกลไกต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะของมวลน้ำในบริเวณนั้นด้วย ถ้าแหล่งน้ำนั้นค่อนข้างนิ่ง การสลายตัวของแพลงก์ตอนมักขึ้นอยู่กับปริมาณสารอาหารที่จะทำให้จำนวนของแพลงก์ตอนลดลง และในแพลงก์ตอนที่สามารถสร้างระยะพักได้ ก็จะมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเกิดขึ้น ซึ่งระยะพักเหล่านี้ก็จะจมตัวลงสู่ดินบริเวณท้องน้ำ และรอจนถึงสภาวะที่เหมาะสมจึงจะเจริญเป็นเซลล์ใหม่อีกครั้งหนึ่ง นอกจากเรื่องปริมาณสารอาหารที่ลดลงแล้วการถูกกินโดยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ก็อาจเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้แพลงก์ตอนมีการสลายตัวไปหรือลดจำนวนลง

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช

1. อุณหภูมิ อุณหภูมิของน้ำมีความสำคัญต่อการกระจายของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนพืชแพร่พันธุ์ได้ในช่วงอุณหภูมิหนึ่งเท่านั้น ซึ่งอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อกระบวนการเคมีในทะเล การหายใจและเมทาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการกระจายพันธุ์ และอุณหภูมิยังขึ้นอยู่กับภูมิอากาศหรือฤดูกาลด้วย อุณหภูมิจะมีความสัมพันธ์กับความเข้มของแสง ถ้าปริมาณความเข้มของแสงมากก็จะทำให้อุณหภูมิที่ผิวน้ำสูงขึ้น โดยทั่วไปอุณหภูมิที่เหมาะสำหรับแพลงก์ตอนพืชส่วนมากอยู่ในช่วงระหว่าง 20-29 องศาเซลเซียส

2. ความเค็ม ระดับความเค็มของน้ำที่แตกต่างกัน เช่น แหล่งน้ำกร่อยที่มีระดับความเค็มต่ำจนถึงทะเลเปิดซึ่งมีระดับความเค็มสูง ทำให้เกิดขีดจำกัดต่อการกระจายตัวของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนพืชบางชนิดสามารถเติบโตและดำรงชีวิตในแหล่งน้ำที่มีช่วงความเค็มของน้ำในช่วงกว้าง เนื่องจากมีความสามารถพิเศษในการปรับปริมาตรของเซลล์เมื่อระดับ ความเค็มของน้ำลดต่ำลงถึง 5 ppt หรือเมื่อระดับความเค็มสูงขึ้นถึง 35 ppt แต่ไดอะตอมและไดโนแฟลกเจลเลตที่ไม่สามารถปรับตัวต่อแรงดันออสโมติดได้ เซลล์จะแตกโค้งงอหรือตายไป จากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ในทะเลลึกพบว่าความเค็มและอุณหภูมิน้ำมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดซึ่งส่งผลต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช

3. ความขุ่น ความขุ่นใสของน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืช ทั้งนี้เพราะความขุ่นใสจะมีความสัมพันธ์กับแสงที่ส่องลงไปในน้ำที่แพลงก์ตอนพืชใช้สังเคราะห์แสง ถ้าน้ำมีความขุ่นมากจะทำให้แสงไม่สามารถส่องลงไปได้ แพลงก์ตอนพืชก็จะสังเคราะห์แสงได้น้อยลง จำนวนแพลงก์ตอนพืชก็ลดลงด้วย ถึงแม้ว่าแหล่งน้ำนั้นมีธาตุอาหารสมบูรณ์ก็ตาม

4. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เ ป็นตัวชี้วัดทางคุณภาพน้ำที่ใช้แสดงให้เห็นว่าน้ำมีสภาพเป็นกรดหรือเบส ค่าที่วัดได้อยู่ในช่วง 1-14 แพลงก์ตอนพืชต่าง ๆ เจริญเติบโตในความเป็นกรด-ด่างต่างกัน โดยทั่วไปแพลงก์ตอนเจริญได้ดีที่ความเป็นกรด-ด่าง 8.0-8.2 ส่วนพวกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวและสีเขียวจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 9-10 การสังเคราะห์แสงจะทำให้ความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น ส่วนการหายใจจะทำให้ความเป็นกรด-ด่างลดลง

5. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen) เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการดำรงชีวิต เนื่องจากสิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการเมตาบอลิซึมในร่างกาย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิของน้ำ ความเค็ม ความกดดันของอากาศ ความเร็วของกระแสน้ำ อัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งออกซิเจนในน้ำมีผลต่อปริมาณแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก โดยปกติแล้วออกซิเจนที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงนั้นเกิดขึ้นประมาณ 10 เท่าของปริมาณออกซิเจนที่สิ่งมีชีวิตใช้ในการหายใจจึงนับว่ามีความสำคัญในการผลิตออกซิเจนในแหล่งน้ำ หากแหล่งน้ำมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากเกินไปจะเกิดปรากฏการณ์ขาดออกซิเจนในน้ำตอนเช้า และมีมากเกินพอในตอนบ่ายเนื่องมาจากการสังเคราะห์แสง แพลงก์ตอนพืชจึงมีความต้องการปริมาณออกซิเจนแตกต่างกันไปในการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิด

6. ปริมาณสารอาหาร เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าการเจริญของแพลงก์ตอนพืชในธรรมชาตินั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งธาตุอาหารที่มักเป็นตัวจำกัดการเจริญของแพลงก์ตอนพืชในธรรมชาติ ได้แก่ ไนเตรต และฟอสเฟต ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุอาหารทั้งสอง ย่อมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแพลงก์ตอนพืช นอกจากนี้ธาตุอาหารบางชนิดก็จะมีความสัมพันธ์กับแพลงก์ตอนพืชเฉพาะกลุ่ม เช่น ซิลิกา จะเป็นธาตุอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม

แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี

แพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นชนิดเด่นในขณะที่เกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2500-2544 แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ดังนี้ กลุ่มแรกเป็นพวกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ได้แก่ *Trichodesmium erythraeum* (*Oscillatoria erythraeae*) กลุ่มที่ 2 ไดโนแฟลกเจลเลต ได้แก่ *Noctiluca scintillans*, *Ceratium furca*, *Dinophysis caudate*, *Cochlodinium* sp. Ciliated กลุ่ม *Mesodinium rubrum* และกลุ่มสุดท้ายเป็นพวกไดอะตอม ได้แก่ *Chaetoceros* spp., *Skeletonema costatum* และ *Coscinodiscus* sp. โดยมี *Noctiluca scintillans* เป็นแพลงก์ตอนที่เป็นสาเหตุทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสีถึงประมาณ 50 ครั้ง จากทั้งหมด 90 ครั้ง และรองลงมาเป็น *Trichodesmium erythraeum* เกิดขึ้น
ราว 16 ครั้ง *Ceratium furca* ประมาณ 9 ครั้ง กลุ่ม Ciliated *Mesodinium rubrum* จำนวน 2 ครั้ง *Cochlodinium* spp. จำนวน 1 ครั้ง พบว่ามีน้ำทะเลเปลี่ยนสีเนื่องจาก *Dinophysis caudate* ซึ่งเป็น ชนิดที่สร้างพิษท้องร่วง เพียงหนึ่งครั้งเท่านั้น สำหรับไดอะตอมมีรายงานว่า *Chaetoceros* sp. ทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสีจำนวน 9 ครั้ง *Skeletonema costatum* จำนวน 2 ครั้ง และ *Coscinodiscus* sp. จำนวน 1 ครั้ง ทั้งนี้สีของน้ำทะเลที่เปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุหรือ ชนิดเด่น (สมภพ และคณะ, 2546) ซึ่งแพลงก์ตอนที่เกิดการบลูมดังกล่าวพบได้ที่ทั้งสร้างสารพิษ (biotoxins) และไม่สร้างสารพิษ ในปัจจุบันพิษที่เกิดจากแพลงก์ตอนพืช ได้แก่

- **PSP** (Paralytic Shellfish Poisoning) พิษอัมพาตในหอย ทำให้เกิดอาการทางประโดยเริ่มชาที่ปากและส่วนอื่นๆ ของร่างกาย แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุเช่น *Alexandrium tamarense*
เป็นต้น

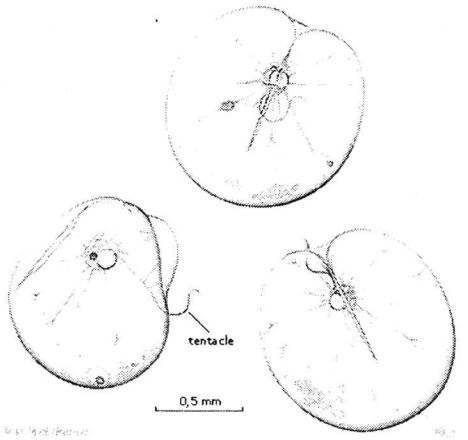
- **DSP** (Diarrheatic Shellfish Poisoning) พิษท้องร่วง ทำให้เกิดอาการท้องร่วง แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุได้แก่ *Dinophysis fortii*

- **ASP** (Amnesic Shellfish Poisoning) พิษชนิดนี้เพิ่งค้นพบในปี ค.ศ. 1987 ที่ประเทศแคนาดา มีอาการทางสมอง ทำให้สมองเสื่อม ความจำเสื่อม แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุได้แก่ *Nizchia pungens* (ไดอะตอม)

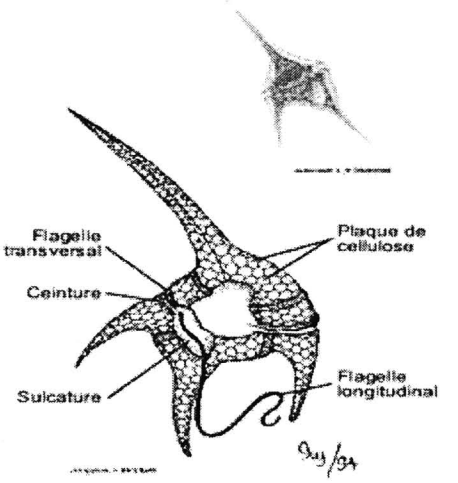
- **ซิกัวเทอราทอกซิน** (Ciguatera toxin) ทำให้เกิดอาการท้องร่วง คลื่นไส้ อาเจียน ปวดแสบปวดร้อน และเป็นผื่นคัน แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุได้แก่ Gambierdiscus toxicus
(สมถวิล จริตควร, 2540)

แพลงก์ตอนพืชบางชนิด เช่น ไดโนแฟลกเจลเลต หรือไดอะตอม สามารถสร้างซิสท์ (cysts) หรือสปอร์ (spores) เมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมได้ ซึ่งการเกิดซิสท์ หรือสปอร์ดังกล่าว อาจเป็นสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีได้ กล่าวคือซิสท์หรือสปอร์ที่อยู่ใต้พื้นท้องทะเล เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมมันจะออกมาจากซิสท์เป็นเซลล์ปกติอยู่ในน้ำ และถ้าสภาพแวดล้อมขณะนั้นเหมาะสมมันจะ

เจริญเติบโตเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีได้ (สมถวิล จริตควร, 2540) ตัวอย่างเช่น การเพิ่มจำนวนของ *Noctiluca scintillans* ซึ่งเป็นไดโนแฟลกเจลเลตที่มีขนาดใหญ่ (Elbrachter & Qi , 1998) ซึ่งจะทำให้เกิด NH_3 และทำให้ปริมาณออกซิเจนบริเวณผิวน้ำลดลง เมื่อเกิดการบลูม (Smayda, 1997)



ภาพที่ 1 เซลล์ของ Noctiluca



ภาพที่ 2 เซลล์ของ Ceratium

ที่มา: www.vattenkikaren.gu.se/.../noctsce.jpeg

บริเวณที่พบปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี

ปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีตามที่มีรายงาน พบได้ในบริเวณชายฝั่งทั่วอ่าวไทย โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำและบริเวณอ่าวไทยตอนบน ตั้งแต่ทางฝั่งตะวันตกจากจังหวัดเพชรบุรีไปจนถึงจังหวัดชลบุรีทางฝั่งตะวันออก บริเวณอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันออกในเขตจังหวัดชลบุรีเป็นบริเวณที่มีความถี่ของการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 จนถึงปัจจุบัน รองลงมาเป็นบริเวณตอนกลางในเขตจังหวัดสมุทรสาครและเขตจังหวัดสมุทรปราการ ส่วนบริเวณฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยตอนบนในเขตจังหวัดเพชรบุรีและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีน้อยกว่าบริเวณอื่นทั้งนี้เนื่องจากอ่าวไทยตอนบนเป็นอ่าวไทยที่มีลักษณะกึ่งปิดและมีการหมุนเวียนถ่ายเทของมวลน้ำน้อย และได้รับสารอาหารปริมาณสูงจากแม่น้ำสายหลักทั้ง 4 สาย ได้แก่ แม่น้ำกลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำบางประกง (สมภพ และคณะ, 2546)

สถิติการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในประเทศไทย

รายงานเกี่ยวกับปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในประเทศไทยเริ่มมีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495 ซึ่งระบุเพียงสีของน้ำทะเลที่เปลี่ยนไปและการตายของสัตว์น้ำเท่านั้น สำหรับการรายงานที่ระบุชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุเริ่มมีการรายงานในปี พ.ศ. 2500 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งพบว่ามีปรากฏการณ์น้ำทะเล

เปลี่ยนสีเกิดขึ้นประมาณ 90 ครั้ง ซึ่งส่วนใหญ่พบน้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีเขียว (ประมาณเกือบ 70 ครั้ง) นอกนั้นพบว่าน้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเหลืองหรือสีน้ำตาลแดง ในช่วง 10 ปี(พ.ศ. 2534-2544) ที่ผ่านมาพบว่ามีแนวโน้มของการเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การประมง และการท่องเที่ยวเป็นอย่างมาก(สมภพ และคณะ, 2546)

กรณีศึกษาการตรวจติดตาม และเฝ้าระวังการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณจังหวัดชลบุรี

การติดตามตรวจสอบเพื่อเฝ้าระวังปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณจังหวัดชลบุรี ซึ่งดำเนินการโดยสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำร่วมกับกรมควบคุมมลพิษในปีพ.ศ. 2544 ได้ดำเนินการโดยการติดตามตรวจสอบเพื่อเฝ้าระวังปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีแบบประจำในบริเวณอ่างศิลา แหลมแท่น บางแสน และเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรีในช่วงเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน พ.ศ. 2544 รวมระยะเวลา 7 เดือน ในช่วงเวลาเดียวกันมีการติดตามตรวจสอบเพื่อเฝ้าระวังปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีแบบเฉพาะกิจ 6 ครั้ง ซึ่งเกิดบ่อยครั้งในช่วงเดือนกรกฎาคมและตลอดเดือนสิงหาคม 4 ครั้ง และในช่วงต้นเดือนกันยายนอีก 2 ครั้ง พบว่าในช่วงที่ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 มีปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีเกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรีรวมทั้งสิ้น 12 ครั้ง สรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1) องค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณจังหวัดชลบุรี

องค์ประกอบแพลงก์ตอนพืชที่พบมีด้วยกัน 3 กลุ่มใหญ่คือกลุ่มไดอะตอมกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต และกลุ่มสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ซึ่งปกติจะพบไดอะตอมสูงกว่าไดโนแฟลกเจลเลต แพลงก์ตอนพืชที่พบอยู่เป็นประจำแต่ไม่ทำให้เกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีได้แก่ ไดอะตอม *Chaetoceros spp.*ส่วนแพลงก์ตอนพืชที่ทำให้เกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีในบริเวณนี้ได้แก่ไดโนแฟลกเจลเลต *Ceratium furca, Noctiluca scintillans*, ไดอะตอม *Skeletonema costatum* และสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Trichodesmium sp.* ส่วนแพลงก์ตอนพืชที่สามารถสร้างสารชีวพิษที่พบได้ในบริเวณนี้ ได้แก่ไดโนแฟลกเจลเลต *Alexandrium spp., Ceratium spp., Dinophysis caudate* และ *Prorocentrum micans* ในการศึกษาครั้งนี้พบแพลงก์ตอนกลุ่มนี้ในปริมาณน้อยยกเว้น *Ceratium* spp. แต่อย่างไรก็ตามไดโนแฟลกเจลเลต *Ceratium furca* ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืช ที่เป็นสาเหตุของน้ำทะเลเปลี่ยนสีในบริเวณนี้ไม่เคยมีรายงานการสร้างสารชีวพิษ

2) แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่ทำให้เกิดทะเลเปลี่ยนสี

ไดโนแฟลกเจลเลต *Ceratium furca* เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีที่พบทั้งหมด 12 ครั้ง รองลงมาได้แก่ กลุ่มอะตอม*Skeletonema costatum* พบว่าเป็นสาเหตุของน้ำทะเลเปลี่ยนสีจำนวน 2 ครั้งในจำนวนปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีร่วมกับ *Ceratium furca* ด้วย 2 ครั้งในเดือนสิงหาคม ส่วน *Noctiluca scintillans* พบทำให้เกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวเพียงครั้ง

เดียวในช่วงเดือนกันยายนบริเวณเกาะสีชัง การศึกษาครั้งนี้ได้สนับสนุนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในบริเวณจังหวัดชลบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2500-2544 ที่พบว่าปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในบริเวณนี้แต่เดิมมักเกิดจากไดโนแฟลกเจลเลต *Noctiluca scintillans* เป็นส่วนใหญ่ทำให้เกิดน้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีเขียวและบางครั้งเกิดจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Trichodesmium* sp. แต่ในระยะหลังนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 เป็นต้นมามักพบน้ำทะเลเปลี่ยนสีเป็นสีแดงหรือน้ำตาลแดงเนื่องจาก *Ceratium furca* สีของน้ำทะเลที่เปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุหรือที่เป็นชนิดเด่นในการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในแต่ละครั้ง ซึ่งเป็นการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุประดับความหนาแน่นของเซลล์แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นแต่ละชนิดที่ทำให้เกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสี โดยวิเคราะห์จากความหนาแน่นของเซลล์ที่พบในข้อมูลการติดตามตรวจสอบน้ำทะเลเปลี่ยนสีแบบประจำและ แบบเฉพาะกิจเมื่อมีรายงานการเกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีจากเครือข่ายดังเช่นในช่วงการติดตามตรวจสอบเพื่อเฝ้าระวังการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีแบบเฉพาะกิจในระหว่างวันที่ 15-16 สิงหาคม พ.ศ. 2544 และในวันที่ 11 กันยายน พ.ศ.2544 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเพิ่มจำนวนอย่างมากของ *Ceratium furca* ทำให้เห็นน้ำทะเลเปลี่ยนสีชัดเจนจึงได้มีการเตือนภัยจากเครือข่ายการเฝ้าระวังปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีทั้ง 2 ครั้ง ในช่วงต้นเดือนกันยายนมีการเพิ่มจำนวนของ *Noctiluca scintillans* รอบเกาะสีชังทำให้น้ำเปลี่ยนสีเป็นสีเขียว พบจำนวนเซลล์ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 240-280 เซลล์ต่อลิตร จำนวนเซลล์สูงสุดในครั้งนี้เท่ากับ 1,830 เซลล์ต่อลิตร

3) ช่วงเวลาในรอบปีหรือฤดูกาลที่พบปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีเริ่มพบในช่วงกลางเดือนมิถุนายนเป็นต้นไป และพบถี่มากขึ้นในช่วงเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์แนวโน้มของการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีมักเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนโดยเฉพาะช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม ซึ่งพบได้บ่อยครั้งที่สุดในเดือนสิงหาคม

4) บริเวณที่พบปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีและการกระจาย

บริเวณที่พบปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีพบได้บ่อยบริเวณอ่างศิลาแหลมแท่นและบางแสน บริเวณที่เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีจะเกิดจากบริเวณ อ่างศิลา แหลมแท่น บางแสน และบางครั้งกระจายตัวไปถึงเกาะสีชัง ระยะเวลาที่เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีพบได้ตั้งแต่ระยะเวลา 1-7 วัน การกระจายของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีขึ้นกับกระแสน้ำขึ้นน้ำลงและกระแสลม

ผลกระทบของการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบกลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่สามารถสร้างสารชีวพิษและไม่มีผลกระทบต่อสัตว์น้ำ

5) ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

การศึกษาการผันแปรของแพลงก์ตอนพืช คุณภาพน้ำ และปริมาณสารอาหารที่ละลายน้ำในระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2544 พบว่าปัจจัยทางสภาวะสองปัจจัย คือ

อุณหภูมิ และความเป็นกรด-เบสมีความแปรปรวนต่ำส่วนความเค็มของน้ำและปริมาณออกซิเจนละลายมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง

เมื่อพิจารณาในบริเวณที่ศึกษาแต่ละบริเวณ เช่น อ่างศิลา แหลมแท่น และบางแสนก็พบแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยแวดล้อมดังกล่าวเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายมีค่าค่อนข้างต่ำคือ น้อยกว่า 6.00 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณบางแสนน้อยกว่า 5.00 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณแหลมแท่น และน้อยกว่า 4.00 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณอ่างศิลา ในระยะเวลาตั้งแต่ปลายเดือนกันยายนถึงกลางเดือนตุลาคม พ.ศ. 2544 และช่วงเวลาเดียวกับที่ความเข้มข้นแสงสูงและความโปร่งแสงในน้ำมีค่าสูงด้วยคือแสงสามารถส่องลงไปในน้ำได้ลึกกว่าช่วงเวลาอื่น ประกอบกับความเค็มของน้ำเริ่มสูงขึ้น ในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ความเข้มของแสงและความโปร่งแสงมีค่าสูงในระหว่างต้นเดือนกรกฎาคมและต้นเดือนสิงหาคม เช่นเดียวกัน (สมภพ และคณะ, 2546)

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ตามฤดูกาลของประชากรแพลงก์ตอนพืช (Seasonal succession in phytoplankton)

ตามปกติแพลงก์ตอนพืชมีการเปลี่ยนแปลงตลอดปี ทั้งในแง่จำนวนและชนิด การเปลี่ยนแปลงชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบเด่นๆ จากฤดูกาลหนึ่งไปอีกฤดูกาลหนึ่งเรียกว่าการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยจะพบไดอะตอมหรือไดโนแฟลกเจลเลต 1 ชนิด หรือมากว่าชนิดเด่นๆ และจะถูกแทนที่ด้วยชนิดอื่นๆ ต่อไป รูปแบบดังกล่าวจะพบมีแนวโน้มซ้ำๆกันทุกปี ซึ่งจะพบบ่อยและเห็นเด่นชัดในเขตอบอุ่น โดยในฤดูใบไม้ผลิจะมีไดอะตอมซึ่งมีขนาดเล็กและแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว จากนั้นจะถูกแทนที่ด้วยไดอะตอมที่มีขนาดใหญ่กว่าในต้นฤดูร้อน จากนั้นไดโนแฟลกเจลเลตจะเพิ่มจำนวนมากขึ้นในปลายฤดูร้อนและต้นฤดูใบไม้ร่วงและจะมีไดอะตอมจำนวนมากและเด่นในฤดูหนาวอีกครั้ง ส่วนในฤดูร้อนมักพบไดอะตอมและไดโนแฟลกเจลเลตเด่นตลอดปีขึ้นกับสถานที่

การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของประชากรแพลงก์ตอนพืชมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายประการ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม วงจรชีวิตที่แตกต่างกัน เช่น การสร้างสปอร์ และการผสมพันธุ์ รวมทั้งปริมาณธาตุอาหาร ซึ่งแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดชอบในปริมาณมากน้อยต่างกัน นอกจากนั้นแพลงก์ตอนพืชบางชนิดสามารถสร้างและขับสารบางอย่างซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์หรือที่เรียกว่า เมตาโบไลท์ (metabolites) ซึ่งมีผลยับยั้งหรืออาจเป็นพิษ (toxin) ต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เช่น ไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิดสามารถสร้างสารพิษได้ นอกจากนี้ เมตาโบไลท์อาจช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตบางชนิดได้ เช่น เป็นวิตามินที่สิ่งมีชีวิตบางชนิดชอบก็เจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นมาแทน ซึ่งแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดจะชอบวิตามินที่แตกต่างกัน เช่น วิตามินบี 12 ไทอะมีน และไบโอติน เป็นต้น หรืออาจเป็นกรดอะมิโน คาร์โบไฮเดรต และกรดไขมัน ซึ่งอาจมีผลทั้งยับยั้งและเสริมสร้างการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่นได้ (สมถวิล จริตควร, 2540)

ผลกระทบของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี

ได้มีการสำรวจผลกระทบและความเสียหายที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี พอสรุปได้ดังนี้

1) ก่อให้เกิดความตื่นตระหนกแก่ประชาชนโดยทั่วไปเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะประชาชนส่วนใหญ่คิดว่าเป็นผลมาจากการปล่อยน้ำเสีย หรือสารพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม และมีหนังสือพิมพ์หลายฉบับลงข่าวการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี และผลกระทบที่เกิดขึ้นติดต่อกันหลายวัน

2) มีผลต่อระบบนิเวศชายฝั่งโดยทำให้ปลา และสัตว์ทะเลหลายชนิดตายเป็นจำนวนมาก

3) ทำให้ทัศนียภาพของทะเล และชายหาดสกปรกมีกลิ่นเหม็น สร้างความรำคาญให้แก่ประชาชนผู้อยู่อาศัยในบริเวณชายฝั่งเป็นอย่างมาก

4) มีผลกระทบต่อการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณนี้เป็นอย่างมาก

5) เนื่องจากน้ำทะเลสกปรกมีกลิ่นเหม็น มีผลกระทบต่อธุรกิจการท่องเที่ยวเป็นอย่างมาก ไม่สามารถลงเล่นน้ำทะเลได้ ทำให้ปริมาณนักท่องเที่ยวลดลง

แหล่งกำเนิดมลพิษและสารอินทรีย์

มลพิษทางทะเลเกิดจากการพัฒนาอย่างต่อเนื่องของอุตสาหกรรมและชุมชนเมืองต่างๆ และการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ที่ดินบริเวณชายฝั่งทะเล เช่น การเปลี่ยนพื้นที่การเกษตรไปเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม การเปลี่ยนป่าชายเลนไปเป็นนากุ้ง ทำให้สิ่งแวดล้อมทางทะเลเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว โดยมีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคต แหล่งกำเนิดมลพิษดังกล่าวสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

1) แหล่งกำเนิดมลพิษจากชายฝั่ง

ที่ก่อให้เกิดปัญหามากที่สุดคือ ชุมชน สถานที่ท่องเที่ยว และแหล่งอื่นๆ ที่สำคัญ ได้แก่ อุตสาหกรรม เกษตรกรรม ท่าเรือ ซึ่งส่วนใหญ่จะตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล และริมฝั่งแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล ซึ่งกิจกรรมจากชายฝั่งดังกล่าทำให้ทรัพยากรธรรมชาติบริเวณชายฝั่งและในทะเลเสื่อมโทรมลง

2) แหล่งกำเนิดมลพิษในทะเล

เกิดจากกิจกรรมในทะเลที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมทางทะเลได้แก่ การเดินเรือ การทำประมง และท่าเทียบเรือบริเวณชายฝั่งทำให้ทะเลมีการปนเปื้อนของน้ำมันที่รั่วไหล นอกจากนี้ การขุดร่องน้ำ การขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ และการทำเหมืองแร่ในทะเลก่อให้เกิดการฟุ้งกระจาย และเกิดการปนเปื้อนของสารมลพิษรวมทั้งปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี ซึ่งทำให้น้ำทะเลเกิดการเน่าเสียและเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

สารอินทรีย์ (Organic matter; OM)

สารอินทรีย์ (Organic matter) หมายถึง กลุ่มของสารซึ่งมาจากสิ่งมีชีวิตทั้งสัตว์และพืช ที่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและอาจมีธาตุออกซิเจน ไนโตรเจน และธาตุอื่นๆ รวมอยู่ด้วย เป็นสารที่มีความสำคัญมากในห่วงโซ่อาหาร ซึ่งมีอยู่สองรูปคือ สารอินทรีย์แขวนลอยที่มีขนาด 0.45 ไมครอนขึ้นไป (Particulate Organic matter; POM) และสารอินทรีย์ละลายในน้ำได้ที่มีขนาดเล็กกว่า 0.45 ไมครอน (Dissolved Organic matter; DOM) สารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปของสารละลายหรือสารแขวนลอย พบทั้งในน้ำทะเลและในน้ำจืดทุกประเภท หลักฐานที่ชี้ชัดของสารอินทรีย์ที่พบในแหล่งน้ำมีลักษณะเป็นสีเหลืองน้ำตาลอยู่ในหนองน้ำหรือบึง ทะเลสาบบางแห่ง และแม่น้ำ แม้แต่ในน้ำที่สะอาด เช่น ทะเลสาบลึกๆ ในพื้นที่ที่ไกลจากมนุษย์หรือในทะเลเปิด สารอินทรีย์ที่มีขนาดเล็กมากและมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1-3 มิลลิกรัมต่อลิตร

วิธีการวิเคราะห์สารอินทรีย์ในน้ำที่มีอยู่จริงส่วนใหญ่วัดโดยใช้คาร์บอนเป็นตัวชี้วัด คาร์บอนเป็นธาตุที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสารประกอบอินทรีย์ ในสภาพแวดล้อมจะมีสารอนินทรีย์ที่อยู่ในกลุ่มของคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยเหมือนกัน การวัดคาร์บอนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับใช้แยกความแตกต่างระหว่างสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ อย่างไรก็ตามปฏิกิริยาต่อเนื่อง เช่น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ และการคายออกซิเจน หลายๆชนิดสามารถที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปมาได้

คาร์บอนที่พบในบรรยากาศส่วนใหญ่คือ คาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนในน้ำพบคาร์บอเนต เช่น HCO^-_3, CO^{2-}_3, และแร่ธาตุต่างๆที่มีคาบอเนตอยู่ในดินตะกอน ซึ่งจำนวนของสารประกอบคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์พบอยู่ในอากาศ น้ำ และบนพื้นดินในปริมาณที่น้อยมาก แต่สารประกอบเหล่านี้มีบทบาทสำคัญมาก (Valoon & Duffy, 2005)

แหล่งที่มาของสารอินทรีย์ในน้ำ

สารอินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาตินั้นได้มาจากพืชและจุลินทรีย์ที่อยู่บนพื้นดิน ต้นไม้ ใบไม้ที่ร่วงหล่น ซากพืชซากสัตว์ และอื่นๆ ซึ่งจุลินทรีย์ที่เจริญอยู่ในดิน เมื่อตายลงจำนวนสสารของสิ่งมีชีวิตที่เป็นสารอินทรีย์เหล่านี้จะเพิ่มลงไปในดินในปริมาณที่น้อยมาก แต่เมื่อพิจารณาถึงความสำคัญทางชีวภาพแล้วสิ่งที่ได้มาจากการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กและจุลินทรีย์ เช่น โมเลกุล เมื่อปล่อยสารอินทรีย์เหล่านี้ออกมาโดยตรงในบริเวณที่อยู่ใกล้จุลินทรีย์หรือรากของพืชที่เจริญเติบโตอยู่ จะมีบทบาทสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ได้รับสารอาหารที่สมบูรณ์มีการเจริญเติบโตที่ดี ส่วนที่เหลือของสารอินทรีย์ที่ถูกผลิตบนแผ่นดินนั้นจะมีการเคลื่อนย้ายจากดินไปยังส่วนที่เป็นน้ำ การเคลื่อนย้ายนี้เกิดขึ้นโดยตรงจากการไหลของน้ำฝนที่ตกลงมาหรือการไหลซึมออกมาจากชั้นดินที่มีสารอินทรีย์ทั้งที่ละลายน้ำได้และสารแขวนลอยไปยังแม่น้ำลำธาร ทะเลสาบ และมหาสมุทร หรือลงสู่น้ำใต้ดิน

สารอินทรีย์มีอยู่ในแหล่งน้ำทั้งที่เป็นแหล่งน้ำตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งถือว่าที่แห่งนั้นจะอุดมสมบูรณ์ไปด้วยพืช ชั้นบนของดินตะกอนที่อยู่ในหนองน้ำส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ที่เกิดจาก

การเน่าเปื่อย และการเสื่อมสลายของซากสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำในรูปแบบของสารแขวนลอย หรือสารละลาย ในแหล่งน้ำอื่นๆ เช่น แม่น้ำ ทะเลสาบ และมหาสมุทร พืชและสัตว์น้ำจะใช้ในการเจริญเติบโตด้วย ซึ่งสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่จะกลายเป็นส่วนหนึ่งของระบบแหล่งน้ำ ปริมาณจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินจะขึ้นอยู่สภาพแวดล้อม เช่น สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงต้องการแสงอาทิตย์และออกซิเจนในการเจริญเติบโต ดังนั้นสาหร่ายจึงเจริญเติบโตอยู่บริเวณผิวน้ำ ส่วนแบคทีเรีย และจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆจะอยู่ในดินตะกอนที่มีความอุดมสมบูรณ์ จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องการนำสารอาหารต่างๆไปใช้ในการเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ ในระหว่างที่พืชต่างๆและจุลินทรีย์ดำรงชีวิตนั้นจะมีการผลิตสารอินทรีย์ปล่อยออกสู่ชั้นน้ำ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมากจะปล่อยสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ออกมาจากร่างกาย ซึ่งในโลกนี้ประเมินได้ว่ามีกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมากในน้ำที่มีการผลิตสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ประมาณ 10%

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ชนิดของสารอินทรีย์ในน้ำ

- OM organic mater
- OC organic carbon
- TOC total organic carbon; readily measured by a carbon analyzer
- DOC dissolved organic carbon
- POC particulate organic carbon

หลังจากที่พืชและสัตว์ตายแล้ว ซากของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะถูกเปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์โดยผู้ย่อยสลายต่างๆ จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินหรือในน้ำจะเป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาจำนวนมากช่วยในการเปลี่ยนแปลงให้เป็นสารอินทรีย์ชนิดต่างๆได้โดยง่าย บางครั้งสารอินทรีย์เหล่านี้จะเกิดการสลายตัวและเกิดการสังเคราะห์ขึ้นใหม่อยู่ในรูปสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้และสารอินทรีย์แขวนลอยไปอยู่ชั้นน้ำ

นอกจากแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติแล้ว มนุษย์ยังเป็นผู้ที่ทำให้สารอินทรีย์ลงไปแหล่งน้ำ ซึ่งประกอบด้วยของเสียจำนวนมาก เช่น สิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนที่ปล่อยออกมาโดยตรงหลังจากทำการบำบัดแล้วจึงปล่อยลงสู่แม่น้ำ ทะเลสาบ และมหาสมุทร นอกจากนี้ยังเกิดจากสารเคมีที่ใช้ในกิจกรรมการเกษตร ผลิตภัณฑ์ยา และผลิตภัณฑ์หรือผลพลอยได้ของขบวนการทางอุตสาหกรรม ความแตกต่างระหว่างแหล่งที่เกิดจากธรรมชาติและเกิดจากมนุษย์ไม่สามารถแบ่งได้ชัดเจนได้ ซึ่งสารอินทรีย์ที่เกิดจากธรรมชาติเป็นผลมาจากการเน่าเปื่อยของซากใบไม้ ในขณะที่ใช้ผงซักฟอกนั้นจะมีการปล่อยสาร nitrilotriacetic acid (NTA) ลงสู่แม่น้ำลำธารทำให้เกิดการเน่าเสียขึ้นได้ ในกรณีอื่นๆ พบในปริมาณที่น้อยกว่า คือ Trichloromethane (chloroform) ซึ่งอยู่ในกลุ่ม chlorinated hydrocarbon เป็นสารที่ผลิตโดยตรงจากกระบวนการอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามมีการแสดงให้เห็นว่าในแต่ละปีสารประกอบหนึ่งล้านตันถูกสร้างโดยตรงมาจากปฏิกิริยาตามธรรมชาติ แท้จริงแล้ว organochlorines มากกว่า 1,500 ชนิด ถูกระบุว่าเป็นผลผลิตมาจากธรรมชาติที่พบในสิ่งมีชีวิต ขณะที่สารประกอบที่มีมวลโมเลกุลต่ำ เช่น mono- และ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ - 2 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 246762
เลขเรียกหนังสือ

trichloromethane และ 2,4,6-trichlorophenol มีความซับซ้อน โดยเป็นสัดส่วน chlorinated organics ที่มีมวลโมเลกุลสูงจะเกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ดังนั้นสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปสารแขวนลอยและที่ละลายน้ำได้ที่มีอยู่มากมายในแหล่งน้ำตามธรรมชาตินั้น เป็นแหล่งที่มาทั้งจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น (Valoon & Duffy, 2005)

Stable isotopic and elemental analyses

Stable carbon and nitrogen isotopic analyses เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพอย่างยิ่งในการติดตามการแพร่กระจายน้ำเสียที่มีแหล่งกำเนิดต่างๆกัน เช่น จากการขับถ่ายของสัตว์ น้ำทิ้งจากบ้านเรือนหรือโรงงานบำบัดน้ำเสีย(Costanzo et al., 2006; Dolence et al.,2005) สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำที่ได้รับอิทธิพลของน้ำเสียที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์จะมีค่า $\delta^{13}C$ และ $\delta^{15}N$ แตกต่างไปจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยในพื้นที่ที่มีผลกระทบดังกล่าวโดยผ่านสายใยอาหาร (food web) (Yamamuro et al., 2003) เนื่องจาก $\delta^{15}N$ สามารถที่จะเป็นตัวบ่งบอกแหล่งที่มาของสารอาหารไนเตรทไนโตรเจนได้เป็นอย่างดี

เช่นเดียวกับ stable carbon isotope สามารถที่จะใช้บอกถึงแหล่งที่มาของสารอินทรีย์คาร์บอนซึ่งเป็นสารประกอบหลักของสิ่งมีชีวิต ซึ่งโดยปกติแล้วสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในทะเลจะมีค่า $\delta^{13}C$ มากกว่าสิ่งมีชีวิตที่ได้รับสารอินทรีย์คาร์บอนจากแผ่นดิน (Boonphakdee et al., 2007) อัตราส่วนของ POC/chl a ที่มีค่ามากกว่า 200 ก็สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนของน้ำเสียจากกิจกรรมของมนุษย์ได้เช่นกัน (Cifuentes et al., 1999)

ไอโซโทป

1. ไอโซโทป (isotope) คืออะตอมต่าง ๆ ของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนโปรตอนหรือเลขอะตอมเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน ส่งผลให้เลขมวลต่างกันด้วย และเรียกเป็นไอโซโทปของธาตุนั้น ๆ ไอโซโทปของธาตุต่าง ๆ จะมีสมบัติทางเคมีฟิสิกส์เหมือนกัน ยกเว้นสมบัติทางนิวเคลียร์ที่เกี่ยวกับมวลอะตอม ธาตุแต่ละธาตุจะมีจำนวนของไอโซโทปแตกต่างกันไป เช่น ไฮโดรเจนมี 3 ไอโซโทป คือ protium (hydrogen), deuterium และ tritium ซึ่งมีเลขอะตอมเท่ากับ 1 แต่มีเลขมวลเป็น 1, 2 และ 3 ตามลำดับ protium เป็นไอโซโทปของไฮโดรเจนที่มีมากที่สุดในธรรมชาติ คือ มีปริมาณ 99.99 % ส่วน deuterium มีปริมาณน้อยมาก สำหรับ tritium เป็นไอโซโทปที่ไม่เสถียรมีคุณสมบัติเป็นสารกัมมันตรังสีและไม่เกิดในธรรมชาติแต่สามารถสังเคราะห์ได้ เขียนสัญลักษณ์ได้ดังนี้ ^{1}H, ^{2}H และ ^{3}H (ศิรินทร์ญา ภักดี, 2547) นอกจากนี้ยังมีไอโซโทปของธาตุอื่นๆอีก เช่น ไอโซโทปของธาตุออกซิเจน ได้แก่ ^{16}O ^{17}O ^{18}O, ไอโซโทปของธาตุคาร์บอน ได้แก่ ^{12}C ^{13}C ^{14}C และไอโซโทปของธาตุไนโตรเจน ได้แก่ ^{14}N ^{15}N

2. ไอโซโทปกัมมันตรังสีหรือสารรังสี (radioactive isotope or radioisotope) เป็นสารที่องค์ประกอบส่วนหนึ่งมีลักษณะเป็นไอโซโทปที่มีโครงสร้างปรมาณูไม่คงตัว (Unstable isotope) และจะสลายตัวโดย การปลดปล่อยพลังงานส่วนเกินออกมาในรูปของรังสีอัลฟา รังสีเบตา รังสีแกมมา หรือรังสีเอกซ์รูปใดรูปหนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งรูปพร้อมๆกัน ไอโซโทปที่มีคุณสมบัติดังกล่าวนี้ เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี หรือ ไอโซโทปรังสี (Radioisotope) คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของไอโซโทปรังสีคือ อัตราการสลายตัวด้วยค่าคงตัวที่เรียกว่า "ครึ่งชีวิต (Half life)" ซึ่งหมายถึง ระยะเวลาที่ไอโซโทปจำนวนหนึ่งจะสลายตัวลดลงเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม ตัวอย่างเช่น ทอง-198 ซึ่งเป็นไอโซโทปที่ใช้รังสีแกมมารักษาโรคมะเร็ง มีครึ่งชีวิต 2.7 วัน หมายความว่า ถ้าท่านซื้อทอง-198 (ทองที่สามารถสลายตัวได้) มา 10 กรัม หลังจากนั้น 2.7 วัน ท่านจะมีทองเหลืออยู่เพียง 5 กรัม แล้วต่อไปอีก 2.7 วัน ก็จะเหลืออยู่เพียง 2.5 กรัม (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2550)

3. ไอโซโทปเสถียร (stable isotope) เป็นไอโซโทปของธาตุที่ไม่มีการสลายต่อไปการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคไอโซโทปเสถียรโดยทั่วไปใช้ไอโซโทปของคาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน และซัลเฟอร์ ซึ่งไอโซโทปเหล่านี้สามารถใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับพฤกษศาสตร์ ชีววิทยาของพืช ระบบนิเวศวิทยา ธรณีวิทยา และวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ส่วนใหญ่จะใช้คาร์บอนและไนโตรเจนในการวิเคราะห์ ส่วนการศึกษาด้านอื่นๆ เช่น การวิเคราะห์อุณหภูมิของบรรยากาศในอดีตที่ผ่านมาจะใช้ออกซิเจนในการวิเคราะห์ และยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยภูมิอากาศของโลกได้อีกด้วย อย่างไรก็ดีไอโซโทปที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติเกือบทั้งหมดจะมีความเสถียร และมีจำนวนน้อยมากที่จะเป็นสารกัมมันตรังสี (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2550)