บทที่ 4

วิจารณ์ผลการศึกษา

4.1 คุณภาพน้ำ

จากการศึกษาคุณภาพน้ำทะเลบริเวณอ่าวป่าตองพบว่าอุณหภูมิและปริมาณคลอโรฟิลเอในน้ำทะเลในแต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกัน ส่วนคุณภาพน้ำทางกายภาพอื่นๆ ซึ่งได้แก่ความเค็ม ความเป็นกรดด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ พบว่าสถานีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ดังกล่าวแตกต่างจากสถานีอื่นๆอย่างเห็นได้ชัด

สำหรับปริมาณธาตุอาหารรวมทั้งปริมาณรวมของแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์มในน้ำทะเล พบว่าสถานีที่ 1 จะมีค่าดังกล่าวสูงกว่าสถานีอื่นๆ โดยพบว่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่สถานีที่ 1 จะมีค่าสูงกว่าสถานีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนสถานีอื่นๆจะมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละสถานี สำหรับปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน และไนเตรท-ไนโตรเจนนั้น พบว่าจะสามารถแบ่งกลุ่มสถานีที่ทำการศึกษาออกได้ตามปริมาณไนไตรท์และไนเตรทได้เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกคือสถานีที่ 1 มีปริมาณดังกล่าวสูงกว่าสถานีอื่นๆ กลุ่มที่สองคือสถานีที่ 2 และ 3 มีปริมาณไนไตรท์และไนเตรทค่อนข้างสูง และกลุ่มที่สามได้แก่สถานีอื่นๆซึ่งมีปริมาณดังกล่าวค่อนข้างน้อย โดยทั้ง 3 กลุ่มสถานีเหล่านี้จะมีปริมาณไนไตรท์และไนเตรทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และพบว่าคุณภาพน้ำที่สถานีเดียวกันจะไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

สำหรับการศึกษาปริมาณรวมของแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์มในน้ำทะเลจะพบว่าที่สถานีที่ 1 จะมีปริมาณแบคทีเรียดังกล่าวสูงกว่าสถานีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนที่สถานีอื่นๆจะมีปริมาณแบคทีเรียดังกล่าวลดลงตามระยะทางที่อยู่ห่างออกไปจากปากคลองปากบางตามลำดับ และแม้ว่าจะไม่ได้กำหนดปริมาณแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและโคลิฟอร์มแบคทีเรียชนิดฟีคอลไว้ในมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการอนุรักษ์แหล่งปะการัง แต่สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการว่ายน้ำได้กำหนดค่าปริมาณแบคทีเรียดังกล่าวไว้โดยจะต้องมีค่าไม่เกิน 1,000 MPN/100 ml. (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534) แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและแบคทีเรียชนิดฟีคอลโคลิฟอร์ม เป็นแบคทีเรียที่พบเฉพาะในทางเดินอาหารของสัตว์เลือดอุ่น และพบเป็นปกติในอุจจาระเท่านั้น (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2525) จึงถูกใช้เป็นดรรชนีบ่งชี้การปนเปื้อนของน้ำทิ้งชุมชนลงในแหล่งน้ำอย่างกว้างขวาง ทั้งในน้ำจืดและในทะเลบริเวณอ่าวไทยมาตั้งแต่พ.ศ. 2516 (Wimon Hemachandra, 1995) ดังนั้นการที่สถานีที่ 1 มีปริมาณแบคทีเรียดังกล่าวสูงมากจนเกินมาตรฐานจึงเป็นสิ่งบ่งชี้ว่ามีการปนเปื้อนของน้ำทิ้งจากชุมชนลงสู่ทะเล โดยในสถานีที่ 1 มีการปนเปื้อนดังกล่าวสูงที่สุดและจะลดลงในสถานีที่อยู่ห่างออกไปจากชายฝั่งตามลำดับ และจะพบว่าในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ สถานีที่ 1 จะมีปริมาณแบคทีเรียชนิด

โคลิฟอร์มและโคลิฟอร์มแบคทีเรียชนิดฟีคอลสูงกว่าในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นช่วงฤดูฝนจึงมีการระบายน้ำจากแผ่นดินรวมทั้งของเสียต่างๆที่ถูกชะพาลงมากับน้ำฝนเป็นปริมาณมาก ซึ่งพบว่าในช่วงที่มีน้ำจืดจากแผ่นดินไหลลงสู่ทะเลเป็นปริมาณมาก หรือช่วงที่มีความเค็มต่ำจะมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มมากกว่าในช่วงที่มีความเค็มสูง (เกรียงศักดิ์ สายธนู, 2530) การศึกษานี้จึงได้ผลสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณแบคทีเรียบริเวณใกล้ชายฝั่งบริเวณที่มีการระบายน้ำทิ้งจากแผ่นดินลงสู่ทะเล ซึ่งพบว่าจะมีแบคทีเรียมากที่สุดในจุดที่มีการระบายน้ำเสียลงสู่ทะเล และมีการลดจำนวนลงอย่างรวดเร็วในบริเวณที่อยู่ห่างไปเพียงเล็กน้อย (Wood,1965) แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มบริเวณน้ำชั้นผิวจะมีจำนวนมากกว่าชั้นน้ำที่อยู่ลึกลงไป และมีการกระจายทั้งบริเวณชายฝั่งและบริเวณที่ห่างจากฝั่ง (กัลยา ทรัพย์สมวงศ์, 2516) และจากการศึกษากิจกรรมของแบคทีเรีย เช่นการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกและคาร์บอน ในบริเวณที่มีการระบายน้ำทิ้งจากแผ่นดินลงสู่ทะเลบริเวณนอกชายฝั่งของเกาะ Oahu มลรัฐฮาวาย พบว่ากิจกรรมของแบคทีเรียในจุดที่มีการระบายน้ำเสียลงสู่ทะเลจะมีค่าสูงเป็น 2 เท่าเมื่อเทียบกับจุดควบคุม แต่กิจกรรมดังกล่าวจะลดลงอย่างรวดเร็วในบริเวณที่อยู่ห่างออกไปเพียง 10 เมตร (Novitsky and Karl,1985)

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาบริเวณอ่าวป่าตองโดยทั่วไปยังอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการอนุรักษ์แหล่งปะการัง ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้กำหนดขึ้น (ภาคผนวก ซ) ยกเว้นในสถานีที่ 1 หรือบริเวณคลองปากบาง ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรดด่าง ปริมาณออกซิเจนละลาย และปริมาณตะกอนแขวนลอย ที่สถานีที่ 1 จะแตกต่างจากสถานีอื่นๆอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในสถานีที่ 1 มีความแตกต่างของคุณภาพน้ำในแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่างอยู่ในช่วงกว้าง โดยความเค็ม ความเป็นกรดด่าง และปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำกว่าสถานีอื่นๆ ปริมาณตะกอนแขวนลอยมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าสถานีอื่นๆ ส่วนปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนที่ละลายน้ำในรูปแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำในรูปของออโธฟอสเฟต ปริมาณรวมของแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์มจะมีค่าสูงกว่าสถานีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งบ่งชี้ได้ว่าบริเวณดังกล่าวได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งจากโรงงานบำบัดน้ำเสียเทศบาลป่าตองที่ระบายลงสู่ทะเล นอกจากนี้ยังเป็นบริเวณที่มีน้ำฝนจากท่อซึ่งสร้างขนานไปตามแนวหาดระบายลงสู่ทะเลอีกด้วย โดยพบว่ามีการลักลอบต่อท่อน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือนลงสู่ท่อระบายน้ำฝนซึ่งจะถูกปล่อยลงสู่ทะเลโดยตรง ต่อมาสุขาภิบาลป่าตองได้ทำการปรับปรุงระบบดังกล่าวโดยแก้ไขให้ท่อระบายน้ำฝนผ่านเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยลงสู่ทะเลจึงทำให้ปริมาณน้ำเสียที่ถูกปล่อยลงสู่ทะเลมีปริมาณลดลง อย่างไรก็ตามในช่วงที่มีปริมาณน้ำในท่อระบายน้ำฝนค่อนข้างมากจนเกินความสามารถในการบำบัดของโรงงาน เช่นกรณีหลังฝนตกจะมีการระบายน้ำส่วนที่มากเกินไปเหล่านี้ลงสู่ทะเลโดยตรง ทำให้น้ำทิ้งที่ถูกปล่อยออกมามีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้และมีค่าแตกต่างกันมากในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต ตะกอนแขวนลอย ปริมาณรวมของแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและแบคทีเรียชนิดฟีคอลโคลิฟอร์ม ซึ่งขณะออกเก็บตัวอย่างตามสถานีต่างๆบริเวณอ่าวป่าตอง ก็ได้ทดลองเก็บตัวอย่างน้ำจากโรงงานบำบัดน้ำเสียชุมชนป่าตองขณะปล่อยลงสู่คลองมาทำการวิเคราะห์ด้วยเช่นกัน โดยได้แสดงไว้ในภาคผนวก ฉ พบว่าค่าดังกล่าวจะมีค่อนข้างสูงเช่นเดียวกับสถานีที่ 1 แต่จากการพิจารณาข้อมูลคุณภาพน้ำทิ้งดังกล่าวซึ่งทางสุขาภิบาลป่าตองได้จ้างศูนย์ปฏิบัติการพิษวิทยาสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และบริษัท United Analyst and Engineering Consultant ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบางประการ (ภาคผนวก ช) ที่สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติใช้ในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร (ภาคผนวก ช) พบว่าคุณภาพน้ำทิ้งดังกล่าวอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำที่สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำหนดไว้ (คุณสมชาย เหล่าพิทักษ์วรกุล:ติดต่อส่วนตัว) แต่เมื่อพิจารณาค่าปริมาณรวมของแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและแบคทีเรียชนิดฟีคอลโคลิฟอร์มซึ่งมีค่าสูงมากจนในบางครั้งสูงถึง 2,400,000 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร รวมทั้งค่าปริมาณธาตุอาหารในน้ำจึงเป็นสิ่งที่บอกได้ว่าอ่าวป่าตองบริเวณใกล้ปากคลองปากบางและแนวปะการังในสถานีที่ 2 และ 3 ในบางเวลาจะได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งชายฝั่งและมีคุณภาพไม่เหมาะสมอย่างยิ่งในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวหรือเพื่อการว่ายน้ำ

อย่างไรก็ตามด้วยเหตุที่บริเวณอ่าวป่าตองซึ่งตั้งอยู่ทางตะวันตกของจังหวัดภูเก็ตซึ่งติดต่อกับทะเลอันดามันซึ่งเป็นทะเลเปิด มีการไหลเวียนและการผสมผสานของมวลน้ำค่อนข้างดี โดยในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือน้ำจากภายนอกมีแนวโน้มจะไหลเข้าสู่อ่าวในระดับกลางและระดับลึก ส่วนน้ำชั้นผิวภายในอ่าวมีแนวโน้มจะไหลออกจากอ่าว ในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำภายนอกจะไหลเข้าสู่อ่าวทางทิศเหนือและไหลออกจากอ่าวทางทิศใต้ (กรมทรัพยากรธรณี, 2530) และกระแสคลื่นลมที่รุนแรงทำให้มีการผสมผสานของมวลน้ำค่อนข้างดี บริเวณดังกล่าวจึงมีการเจือจางของน้ำจากชายฝั่งได้อย่างรวดเร็ว ดังจะเห็นว่าปริมาณรวมของแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและโคลิฟอร์มชนิดฟีคอล รวมทั้งปริมาณธาตุอาหารในน้ำจะมีค่าสูงอยู่เฉพาะบริเวณปากคลองและจะลดลงตามสถานีที่อยู่ห่างออกไป

4.2 สภาพแนวปะการัง

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบสิ่งมีชีวิตหน้าดินบริเวณแนวปะการัง แม้จะพบว่าอัตราการครอบคลุมพื้นที่ขององค์ประกอบสิ่งมีชีวิตบริเวณแนวปะการังจากการทำการศึกษาแต่ละครั้งมีค่าแตกต่างกันไป แต่ข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการังในบริเวณที่กำหนดเป็นจุดทำการศึกษาได้ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแต่ละครั้งมีการเปลี่ยน-

แปลงในทิศทางที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงหรือการเจริญเติบโตของปะการังจะเกิดค่อนข้างช้าเมื่อเทียบกับช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา เช่นพบว่าปะการังก้อน P. lutea จะมีอัตราการเติบโตประมาณ 0.74-1.85 เซนติเมตรต่อปีเท่านั้น (หรรษา จรรย์แสง และคณะ, มปป.) จึงเป็นการยากที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพปะการังด้วยวิธีนี้ในระยะเวลาสั้นๆ

2. แม้ว่าในจุดที่ทำการศึกษาจะได้ทำการตอกหมุดเหล็กไว้เพื่อจะได้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในการทำการศึกษาครั้งต่อๆไป แต่การที่ปะการังในบริเวณนี้มักจะมีส่วนของโคโลนีที่ตายเป็นหย่อมเล็กๆอยู่ทั่วไป ทำให้การเก็บข้อมูลแต่ละครั้งมีโอกาสคลาดเคลื่อนได้มาก

3. ในบางช่วงที่ทำการศึกษาพบว่ามีตะกอนคลุมทับโครงสร้างของปะการัง ทำให้เข้าใจว่าปะการังที่ถูกคลุมทับโดยตะกอนดังกล่าวเป็นปะการังตาย แต่เมื่อมีการเคลื่อนย้ายตะกอนออกไป ปะการังที่ถูกคลุมทับโดยตะกอนสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ทำให้ได้ข้อมูลแตกต่างกันในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง

4. ความคลาดเคลื่อนของตัวผู้เก็บข้อมูลในการทำการศึกษาแต่ละครั้ง เนื่องจากพบว่าจะมีความแตกต่างของการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งไม่เกิน 5 เปอร์เซนต์ แต่เมื่อทำการศึกษาสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในช่วงระยะเวลาอันสั้น ทำให้ไม่อาจสรุปได้ว่าความแตกต่างของข้อมูลที่ทำการศึกษาแต่ละครั้ง เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพปะการังในบริเวณที่กำหนดให้เป็นจุดศึกษาจริงๆ หรือเป็นเพราะความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากกระบวนการศึกษา หรือตัวผู้ทำการศึกษากันแน่

เมื่อพิจารณาข้อมูลการติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพปะการัง ที่ได้มีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลไว้ตั้งแต่พ.ศ. 2523-2537 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

จะเห็นว่าตั้งแต่พ.ศ. 2523 เป็นต้นมาแนวปะการังบริเวณอ่าวป่าตองมีความเสื่อมโทรมลงเป็นลำดับ และเริ่มมีการฟื้นตัวขึ้นภายหลังจากการเริ่มมีระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งเริ่มดำเนินการเมื่อพ.ศ. 2532 และจากข้อมูลด้านคุณภาพน้ำและข้อมูลระยะยาวจากการศึกษาสภาพแนวปะการัง แสดงให้เห็นว่าแม้แนวปะการังในบริเวณสถานีที่ 2 จะได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งจากโรงบำบัดน้ำเสียป่าตอง แต่แนวปะการังบริเวณดังกล่าวก็ยังสามารถฟื้นตัวจากความเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นจากสาเหตุต่างๆดังกล่าวข้างต้นได้ และเมื่อพิจารณาข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการังระหว่าง พ.ศ. 2531-2537 ซึ่งทำการศึกษาโดยวิธีและที่สถานีเดียวกัน (คุณนิพนธ์ พงศ์สุวรรณ: ติดต่อส่วนตัว) ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ฌ จะเห็นว่าแนวโน้มของข้อมูลจะเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ คือแนวปะการังในสถานีที่ 2 จะมีอัตราครอบคลุมพื้นที่ของปะการังมีชีวิตน้อยที่สุด ส่วนสถานีที่ 4 และ 6 จะมีอัตราครอบคลุมพื้นที่ของปะการังมีชีวิตเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ สำหรับสาเหตุของความแตกต่างระหว่างข้อมูลดังกล่าวนอกเหนือจากสาเหตุที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังอาจเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างผู้ทำการศึกษาอีกด้วย

ตารางที่ 4.1 สรุปสภาพและสาเหตุความเสื่อมโทรมของแนวปะการังบริเวณอ่าวป่าตอง

พ.ศ.	สาเหตุของการถูกทำลาย	สภาพแนวปะการัง	ผู้ศึกษา
2523-2525	การท่องเที่ยว การทิ้งสมอ การจับสัตว์น้ำในแนวปะการัง	ด้านใต้ของอ่าวซึ่งปะการังมักมีรูปร่างแบบกิ่งก้านหรือแบบแผ่นถูกทำลายลง ปะการังทางด้านเหนือยังอยู่ในสภาพดี	หรรษา จรรย์แสง และคณะ, 2529
2528-2529	การระบาดของปลาดาวหนาม	ปะการังเขากวางทางตอนใต้ถูกทำลายลงไปบ้าง ส่วนด้านเหนือได้รับความเสียหายมาก ปะการังเขากวางบนแนวลาดส่วนใหญ่ตาย ปะการังสีน้ำเงินขึ้นแทนที่	หรรษา จรรย์แสง และคณะ, 2529
2531	กิจกรรมการท่องเที่ยวและการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่ง	แนวปะการังด้านเหนือและด้านใต้ตอนนอกมีการฟื้นตัว ส่วนด้านใต้ตอนในยังมีปะการังตายเพิ่มขึ้น	นิพนธ์ พงศ์สุวรรณ ติดต่อส่วนตัว
2535	อาจเกิดจากการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในน้ำ ตะกอนแขวนลอย	ปะการังด้านใต้ตอนในเริ่มมีการฟื้นตัว แต่ยังปรากฏความเสื่อมโทรม	นิพนธ์ พงศ์สุวรรณ และอุกกฤต สตภูมินทร์, 2537

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 องค์ประกอบชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

จากการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำทิ้งดังกล่าวไม่ได้ส่งผลต่อองค์ประกอบชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบริเวณนี้มากนักแม้จะพบว่าสถานีที่ 2 จะมีปริมาณรวมของแพลงก์ตอนค่อนข้างมากกว่าสถานีอื่นๆ จากการหาค่า diversity index ซึ่งเป็นดรรชนีบ่งบอกถึงความหลากหลายของชนิดและจำนวนของสิ่งมีชีวิต และค่า evenness ซึ่งเป็นค่าที่ใช้บอกถึงจำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดเด่นๆ จะพบว่าสถานีที่ 2 และ 3 มีค่าดังกล่าวสูงกว่าสถานีอื่นๆ จึงเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าสถานีดังกล่าวมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชค่อนข้างมากทั้งในแง่ชนิดและปริมาณ แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี พบว่าปริมาณเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการศึกษานี้จะพบว่าการกระจายของแพลงก์ตอนพืชจะอยู่ทั่วทั้งอ่าวและมีปริมาณที่เก็บตัวอย่างแต่ละครั้งยังไม่มากจนถึงขั้นที่เรียกว่ามีการเพิ่มจำนวนอย่างผิดปกติ โดยปกติแล้วในสภาวะที่มีการเพิ่มจำนวนผิดปกติของแพลงก์ตอนพืชสามารถสังเกตได้จากสีของน้ำ ความหนาแน่นของเซลล์ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของแพลงก์ตอนที่มีการเพิ่มจำนวนเหล่านั้น หากเป็นชนิดที่มีขนาดเซลล์ค่อนข้างใหญ่ การที่มีจำนวนเซลล์ประมาณ 10^{8}-$2*10^{8}$ เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร ก็เป็นเหตุให้สีของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไป ส่วนชนิดที่มีขนาดเซลล์ค่อนข้างเล็ก อาจจะทำให้น้ำเปลี่ยนสีได้เมื่อมีจำนวนเซลล์อยู่ในช่วง 10^{11}-10^{12} เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร และหากเป็นชนิดที่อยู่เป็นกลุ่ม เช่น Chaetoceros หรือ Skeletonema จะต้องมีจำนวนเซลล์มากกว่านี้ (Yanagita and Tomomichi, 1991) และจากการศึกษาจำนวนแพลงก์ตอนในบริเวณอ่าวป่าตองเมื่อเดือนธันวาคม 2529 และเมษายน 2530 พบว่าแพลงก์ตอนในสกุล Oscillatoria เป็นชนิดเด่น และพบว่าจำนวนแพลงก์ตอนพืชมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนอยู่เสมอไม่มีรูปแบบที่แน่นอน โดยมีจำนวนแพลงก์ตอนพืชอยู่ในช่วง 9,314,723-16,402,699 เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร (กรมทรัพยากรธรณี,2530) ดังนั้นการที่พบจำนวนแพลงก์ตอนในสถานีที่ 2 มีจำนวนมากกว่าสถานีอื่นๆ นั้นยังไม่สามารถเรียกได้ว่ามีการเพิ่มจำนวนอย่างผิดปกติ สำหรับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนไม่สามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยาชายฝั่งได้ เนื่องจากองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอด้วยสาเหตุต่างๆ เช่นการพัดพาของกระแสน้ำ การรวมกลุ่ม (Sunee Suvapepun, 1991)

สถานีที่ 2 และ 3 มีแนวโน้มที่จะมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนทั้งในแง่ชนิดและปริมาณมากกว่าสถานีอื่นๆ ซึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากสถานีดังกล่าวอยู่ใกล้ชายฝั่งบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งจากชายฝั่งซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารที่พืชน้ำไปใช้ในการเจริญและเพิ่มจำนวน ตลอดจนมีสภาพแวดล้อมอื่นๆที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืชเช่นความใสของน้ำ ความเค็ม รวมทั้งปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนที่ละลายในน้ำในรูปของไนไตรท์และไนเตรท ซึ่งพบว่าสถานีดังกล่าวมี

ปริมาณสูงกว่าสถานีอื่นๆที่อยู่ห่างออกไป ซึ่งพบว่าในเขตร้อนการเพิ่มธาตุอาหารประเภทไนโตรเจนจะเป็นการกระตุ้นให้แพลงก์ตอนพืชมีการเพิ่มจำนวนได้มากกว่าการเพิ่มธาตุอาหารประเภทฟอสเฟต (Jumars,1993) ดังนั้นสถานีที่ 2 และ 3 จึงเป็นบริเวณที่ควรมีการเฝ้าระวัง (monitoring) ในเรื่องของการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชอันเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณธาตุอาหาร (eutrophication) อย่างไรก็ตามในการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอีกหลายประการเช่นกระแสน้ำ ความเค็ม และความขุ่นใสของน้ำอีกด้วย

สำหรับปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่มีค่อนข้างมากในสถานีเหล่านี้ไม่ได้ส่งผลมายังปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่สถานีเดียวกัน เนื่องจากพบว่าชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์จะมีความหลากหลายค่อนข้างสูงในสถานีที่ 3 และ 4 และพบว่าสถานีที่ 5 จะมีจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์สูงที่สุด สำหรับแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่นที่พบในบริเวณนี้ไม่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำได้เนื่องจากแพลงก์ตอนในกลุ่ม Copepod เป็นแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นที่พบทั่วไปทั้งทางฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกของเกาะภูเก็ต (กรมทรัพยากรธรณี, 2530; Pensri Boonruang,1985) รวมทั้งทางอ่าวไทย (Sunee Suvapepun,1991)

4.4 การศึกษาดินตะกอน

จากการศึกษาตะกอนพื้นท้องทะเลบริเวณอ่าวป่าตอง พบว่าส่วนใหญ่จะเป็นทรายมีขนาดตั้งแต่ละเอียดมากไปจนถึงทรายหยาบ ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยตั้งแต่ 0.165-0.760 มิลลิเมตร ตะกอนส่วนใหญ่เกิดจากการทับถมของอนุภาคหลายขนาดโดยไม่มีอนุภาคขนาดใดที่มีปริมาณมากจนเห็นได้อย่างชัดเจน ส่วนการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการเผา ซึ่งแม้จะเป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้โดยทั่วไปในการวิจัยด้านนิเวศวิทยา แต่วิธีนี้เป็นวิธีหาค่าอย่างคร่าวๆ ซึ่งค่าที่ได้ไม่สามารถบอกถึงคุณสมบัติของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ได้ (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2526) แต่เนื่องจากขาดอุปกรณ์และกำลังคนจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์โดยวิธีดังกล่าว ซึ่งจากการศึกษาพบว่าปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนที่สถานีต่างๆมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณซิลท์เคลย์ ทั้งนี้เนื่องจากสารอินทรีย์ส่วนมากมักอยู่ในตะกอนดินที่มีขนาดเล็กละเอียดมากที่สุดซึ่งก็คือซิลท์เคลย์นั่นเอง ซิลท์เคลย์เป็นตะกอนขนาดเล็กที่สุดตามการจัดแบ่งขนาดตะกอนโดย Hubbard and Pocock, (Johannes,1975) และเป็นตะกอนที่มีขนาดเล็กพอที่ขบวนการทางสรีระของปะการังจะสามารถกำจัดออกได้ แต่หากมีปริมาณมากเกินไปหรือเป็นระยะเวลานานๆ ปะการังส่วนใหญ่ก็จะไม่สามารถทนได้และพบว่ากระบวนการกำจัดตะกอนมีผลให้การเจริญของปะการังลดลง

จากการศึกษาพบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ อัตราการตกตะกอน ความแตกต่างของอัตราส่วนของตะกอนขนาดต่างๆในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีค่าสูงกว่าฤดูมรสุมตะวันออก

เฉียงเหนือแต่ปริมาณซิลท์-เคลย์ในตะกอนจะมีค่าต่ำ ซึ่งอาจมีเหตุผลเนื่องมาจากคลื่นลมที่รุนแรงในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะทำให้มีการฟุ้งกระจายของอนุภาคดินตะกอนทั้งที่มีขนาดใหญ่ รวมทั้งอนุภาคซิลท์-เคลย์ขึ้นไปอยู่ในน้ำทะเล (resuspension) และมีการตกตะกอนเกิดขึ้นในช่วงที่คลื่นลมสงบ ดังจะเห็นว่าในช่วงมรสุมเดียวกันนี้จะมีความขุ่นโปร่งแสงของน้ำทะเลต่ำและมีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูง อย่างไรก็ตามในการเก็บข้อมูลอัตราการตกตะกอนอาจมีการขาดหายของข้อมูลในบางช่วง เนื่องจากบริเวณที่ทำการศึกษาเป็นจุดที่มีนักดำน้ำตลอดจนเรือนักท่องเที่ยวต่างๆเข้ามาอยู่เสมอ ทำให้มีการเคลื่อนย้ายหรือสูญหายของแท่นดักตะกอนและขวดเก็บตะกอนเกิดขึ้นบ่อยครั้ง

ตะกอนในน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อปะการัง หากมีการตกตะกอนเป็นปริมาณมากโดยที่ปะการังไม่สามารถกำจัดออกโดยวิธีใดวิธีหนึ่งหรือเมื่อตะกอนไม่ได้มีการเคลื่อนย้ายออกไปตามธรรมชาติ ปริมาณตะกอนในน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อแนวปะการัง ผลทางตรงก็คือตะกอนจะตกลงบนปะการังทำให้ปะการังไม่สามารถดำรงชีวิตตามปกติ และตะกอนที่ปกคลุมในพื้นที่แนวปะการังจะทำให้ตัวอ่อนปะการังไม่สามารถลงเกาะหรือเจริญเติบโตต่อไปได้ ส่วนผลทางอ้อมก็คือตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำจะทำให้ปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงในน้ำลดน้อยลง ทำให้สาหร่าย Zooxanthellae ที่อยู่ในเนื้อเยื่อของปะการังไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ ปะการังจึงไม่สามารถรับสารอาหารที่ได้จากผลผลิตจากการสังเคราห์แสงของสาหร่ายได้ตามปกติ และมีผลต่อเนื่องไปยังอัตราการสะสมหินปูนเพื่อสร้างโครงร่างแข็งของปะการังด้วย โดยปะการังอาจมีอัตราการสะสมหินปูนลดลงและตายลงในที่สุด ปริมาณของตะกอนจึงเป็นเหตุให้มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของปะการังในบริเวณนั้นๆโดยจะคงเหลือแต่ปะการังชนิดที่สามารถทนทานต่อตะกอนได้เท่านั้น เป็นเหตุให้ปะการังอันเป็นโครงสร้างสำคัญของระบบนิเวศถูกทำลายลง เนื่องจากแนวปะการังเป็นแหล่งอาศัย หาอาหาร เลี้ยงตัวอ่อนของทรัพยากรสัตว์น้ำ รวมทั้งความสวยงามของธรรมชาติที่สามารถใช้ประโยชน์ในด้านการเป็นแหล่งท่องเที่ยว

ปะการังส่วนใหญ่จะสามารถทนอยู่ในบริเวณที่มีตะกอนในน้ำเป็นปริมาณมากได้ในเวลาสั้นๆ มากกว่าบริเวณที่มีตะกอนน้อยกว่าแต่มีน้ำขุ่นเป็นเวลานานๆ แต่หากยังอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีตะกอนเป็นปริมาณมากหรือบริเวณที่มีน้ำขุ่นนานๆ จะทำให้สาหร่าย Zooxanthellae หลุดออกจากเนื้อเยื่อของปะการัง โพลิปมีการบวมน้ำ และมีการขับเมือกออกมามากผิดปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าหากมีตะกอนแขวนลอยเพิ่มขึ้น 28 เปอร์เซนต์ของปริมาณปกติ จะเป็นเหตุให้อัตราการเจริญของปะการังลดลงถึง 20 เปอร์เซนต์ (Hawker and Connell, 1989) และจากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าปะการังก้อน P. lutea ที่อยู่ในบริเวณที่มีอัตราการตกตะกอน 46 กรัม/ตารางเมตร/วัน จะมีอัตราการหายใจลดลง และจะถูกตะกอนคลุม 50 เปอร์เซนต์ในเวลาประมาณ 4 วัน (หรรษา จรรย์แสง และคณะ, 2530) การตกตะกอนในอัตราต่างๆกันยังอาจก่อให้เกิดผลต่อระบบนิเวศแนวปะการังได้แตกต่างกันไปดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลของอัตราการตกตะกอนระดับต่างๆที่มีต่อชุมชนแนวปะการัง
(ที่มา: Pastorok and Bilyard, 1985 อ้างถึงใน Hawker and Connell, 1989)

อัตราการตกตะกอน (กรัม/ตารางเมตร/วัน)	ระดับของผลกระทบต่อแนวปะการัง
10-100	เล็กน้อย-ปานกลาง
	ความอุดมสมบูรณ์ลดลง
	มีการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของปะการัง
	อัตราการเจริญเติบโตลดลง
	อาจจะลดอัตราการเกิดโคโลนีใหม่
	จำนวนชนิดอาจจะลดลง
100-500	ปานกลาง-รุนแรง
	ความอุดมสมบูรณ์ลดลงอย่างมาก
	อัตราการเจริญลดลงอย่างมาก
	มักมีการเปลี่ยนแปลงรูปทรง
	ลดอัตราการเกิดโคโลนีใหม่
	จำนวนชนิดลดลง
	อาจมีการเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิต
	ที่สามารถดำรงชีวิตในสภาพดังกล่าว
>500	รุนแรง-วิกฤต
	ความอุดมสมบูรณ์ลดลงอย่างรุนแรง
	เกิดความเสื่อโทรมแก่ชุมชนแนวปะการัง
	จำนวนชนิดส่วนใหญ่ลดลง
	มีการตายเกิดขึ้นในหลายชนิด
	อัตราการเกิดโคโลนีใหม่ลดลงอย่างมาก
	การสืบพันธุ์ช้าหรือหยุดการสืบพันธุ์
	เกิดสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่สามารถอยู่ใน
	สภาพดังกล่าว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อย่างไรก็ตาม ผลของอัตราการตกตะกอนระดับต่างๆที่แสดงในตารางดังกล่าวไม่ได้เกิดขึ้นกับแนวปะการังทุกแห่งเสมอไป ทั้งนี้เนื่องจากปะการังแต่ละชนิดมีความทนทานต่อผลกระทบของตะกอนไม่เท่ากัน เช่น จากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าปะการังเขากวาง Acropora formosa และปะการังพุ่ม Pocillopora damicornis จะตายลง 50 เปอร์เซนต์ภายในเวลา 8 วัน ในบริเวณที่มีอัตราการตกตะกอน 46-80 กรัม/ตารางเมตร/วัน ในขณะที่ปะการัง Montastrea ramosa จะตาย 30-50 เปอร์เซนต์ในเวลา 20 วันในสภาพที่มีอัตราการตกตะกอนระดับเดียวกัน (หรรษา จรรย์แสง และคณะ,2530)

ปริมาณตะกอนในอ่าวป่าตองจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ โดยเฉพาะบริเวณใกล้ชายฝั่งเช่นสถานีที่ 2 และ 3 ดังนั้นช่วงที่มีอัตราการตกตะกอนค่อนข้างสูง เช่นในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2536 และพ.ศ. 2537 ซึ่งพบว่ามีอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยสูงถึง 1,100-1,128 กรัม/ตารางเมตร/วัน จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้แนวปะการังในบริเวณดังกล่าวมีความเสื่อมโทรมลง หรือมีการฟื้นตัวค่อนข้างช้าเนื่องจากจะต้องใช้พลังงานส่วนหนึ่งในการกำจัดตะกอนที่ปกคลุมอยู่แทนที่จะใช้ในการเจริญเติบโตตามปกติ แต่แนวปะการังดังกล่าวยังมีโอกาสฟื้นตัวเนื่องจากมีการพัดพาตะกอนออกไปจากแนวปะการังในบางช่วงของปี เช่นพบว่าแนวปะการังบริเวณฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ตที่ถูกตะกอนจากการทำเหมืองแร่ในทะเลทับถมจะมีการฟื้นตัวภายหลังมีการเคลื่อนย้ายตะกอนในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยความสามารถในการฟื้นตัวของปะการัง จะขึ้นกับปริมาณตะกอนและระยะเวลาที่ปะการังถูกตะกอนคลุม (หรรษา จรรย์แสง และคณะ, 2530)

สำหรับการศึกษาจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียในดินตะกอน ซึ่งเป็นการหาค่าจำนวนแบคทีเรียโดยประมาณในตัวอย่างตะกอน โดยสมมุติว่าจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่เกิดขึ้นในจานเพาะเชื้อก็คือจำนวนแบคทีเรียที่อยู่ในตัวอย่างตะกอนนั้นๆ (วีระชัย โชควิญญู, 2530) การนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย ไม่ว่าจะเป็นการนับโดยตรงโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อีพิฟลูออเรสเซนต์ การนับทางอ้อมโดยการเลี้ยงเชื้อบนอาหารวุ้นและนับจำนวนโคโลนี หรือนำมาเลี้ยงในอาหารเหลวที่มีความเฉพาะต่อแบคทีเรียกลุ่มที่ต้องการศึกษา เป็นการศึกษาโอกาสที่จะมีแบคทีเรียจำนวนมากที่สุดอยู่ในตัวอย่าง (Most Probable Number,MPN) เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษาจำนวนแบคทีเรีย และพบว่าการนับจำนวนเป็นดรรชนีที่มีประโยชน์ในการเปรียบเทียบขนาดประชากรแบคทีเรียในแต่ละสถานที่ (Brown and Wardell, 1983) นอกจากนี้ยังเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้เป็นดรรชนีบ่งบอกถึงปริมาณมลภาวะที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติ แต่การนับค่าดังกล่าวอาจได้ค่าที่แตกต่างจากการนับจำนวนโดยตรงหรือจำนวนจริงๆที่มีอยู่เช่นจากการศึกษาตะกอนบริเวณ Hawaiian reefs โดยวิธีนับจำนวนโคโลนีที่เกิดบนอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่ามีปริมาณแบคทีเรียที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ (heterotrophic bacteria) จำนวนสูงสุด 10^6 เซลล์ต่อดิน 1 กรัม และจากการศึกษาโดยการนับโดยตรงภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าปริมาณแบคทีเรียจะอยู่ในช่วง 10^9 จนถึง 2 -3*10^9 เซลล์ต่อดิน 1 กรัม (Sorokin,1993) ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลหลายประการโดยเฉพาะในเรื่องของการเลือกอาหารเลี้ยงเชื้อเนื่องจากแบคทีเรียแต่ละชนิดมีความ

ต้องการชนิดและปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกัน รวมทั้งการรวมกลุ่มของแบคทีเรียที่เกาะติดบนสิ่งที่ทำการศึกษา ดังนั้นในการนับจำนวนแบคทีเรียทางอ้อมจึงต้องถือว่าจำนวนแบคทีเรียที่นับได้เป็นจำนวนของแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่าง (Jannasch, 1972)

จากการศึกษาพบว่าสถานีที่ 1 มีปริมาณเฉลี่ยของแบคทีเรียในตะกอนสูงที่สุด โดยแบคทีเรียที่ผิวดินจะมีปริมาณสูงที่สุดในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และจะมีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็วในสถานีที่อยู่ห่างออกไป และจะมีปริมาณน้อยที่สุดในสถานีที่ 6 สำหรับจำนวนแบคทีเรียในดินตะกอนที่อยู่ใต้ผิวดิน 5 ซ.ม. จะพบว่ามีจำนวนน้อยกว่าแบคทีเรียที่อยู่ที่ผิวดินเกือบทุกครั้งของการเก็บตัวอย่าง และมีปริมาณเฉลี่ยสูงที่สุดที่สถานีที่ 1 เช่นเดียวกัน แต่จะมีปริมาณสูงที่สุดในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และจะมีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็วในสถานีที่อยู่ห่างออกไปโดยจะมีปริมาณน้อยที่สุดในสถานีที่ 5 เช่นเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแบคทีเรียที่มีอยู่ในดินตะกอนส่วนใหญ่จะเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในน้ำทิ้งชุมชนให้กลายเป็นสารอนินทรีย์ในรูปที่สิ่งมีชีวิตอื่นๆเช่นแพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ได้ นอกจากนี้จากการศึกษายังพบว่าแบคทีเรียในตะกอนบางชนิดจะเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกที่ได้รับผลจากการเพิ่มปริมาณของธาตุอาหารประเภทไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ (Kerr et.al.,1972) และเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กซึ่งมีความสามารถแก่งแย่งธาตุอาหารได้ดีกว่าสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ ทำให้มีการเจริญและเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว (Birkeland, 1988) ในบริเวณที่อยู่ใกล้กับจุดที่มีการระบายน้ำจากแผ่นดินลงสู่ทะเล และชั้นผิวดินจะมีจำนวนแบคทีเรียในดินสูงที่สุด และจะลดจำนวนลงอย่างรวดเร็วในบริเวณที่อยู่ห่างออกไปหรือในชั้นดินที่ลึกลงไป (Wood,1965) จากการศึกษาด้าน radioisotope แสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ในทะเล โดยน้ำที่ถูกระบายจากแผ่นดิน (run off) จะพัดพาธาตุอาหารทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ซึ่งเป็นประโยชน์โดยตรงต่อการเจริญของแบคทีเรียและแพลงก์ตอนพืชในทะเล นอกจากนี้สารแขวนลอยและตะกอนต่างๆยังเป็นตัวเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับแบคทีเรียอีกด้วย และพบว่าผลผลิตของแบคทีเรียในดินตะกอนบริเวณแนวปะการังจะมีค่าสูงและมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและปริมาณธาตุอาหาร ผลผลิตของแบคทีเรียจะคิดเป็นสัดส่วนที่สูงมากเมื่อเทียบกับผลผลิตเบื้องต้นในดินตะกอนบริเวณแนวปะการัง โดยสารอินทรีย์ต่างๆเช่นเมือกที่ขับออกมาจากสัตว์โดยเฉพาะตัวปะการังจะเป็นแหล่งผลิตอาหารของแบคทีเรีย และพบว่าแบคทีเรียจะมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารได้อย่างรวดเร็ว โดยอัตราการเจริญของแบคทีเรียบริเวณชายฝั่งจะเร็วกว่าเขตนอกชายฝั่ง (Moriaty,n.p.)

จากผลจากการศึกษาต่างๆดังกล่าวข้างต้นจึงอาจเป็นเหตุผลของการที่พบว่าปริมาณแบคทีเรียในดินโดยเฉพาะชั้นผิวมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับปริมาณไนไตรท์ ไนเตรท และแอมโมเนีย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, r) = 0.77, 0.65 และ 0.60 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงอาจใช้ปริมาณแบคทีเรียในการบ่งบอกถึง

ตารางที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างพารามิเตอร์บางประการที่ทำการศึกษา

parameter	SALINITY	DO	NO2	NO3	NH3	PO4	CHL-A	SS	TCB	FCB	PHYTO	%ORGANIC	ZOO	RAIN	% SILT	SURF BAC	BOTT BAC
SALINITY	1.000																
DO	0.560	1.000															
NO2	-0.642	-0.567	1.000														
NO3	-0.692	-0.559	0.781	1.000													
NH3	-0.782	-0.716	0.746	0.729	1.000												
PO4	-0.602	-0.633	0.459	0.527	0.754	1.000											
CHL-A	-0.186	0.055	0.065	0.053	0.081	-0.037	1.000										
SS	-0.248	0.241	0.046	0.068	0.104	-0.039	0.182	1.000									
TCB	-0.636	-0.545	0.461	0.455	0.820	0.496	0.128	0.109	1.000								
FCB	-0.575	-0.523	0.427	0.410	0.814	0.540	0.062	0.096	0.954	1.000							
PHYTO	-0.241	0.081	0.016	0.066	0.055	-0.060	0.111	-0.002	0.024	0.046	1.000						
%ORGANIC	0.619	0.492	-0.559	-0.586	-0.594	-0.468	-0.051	-0.218	-0.456	-0.398	-0.120	1.000					
ZOO	0.003	0.234	-0.186	-0.059	-0.211	-0.055	0.117	0.145	-0.271	-0.265	0.245	0.013	1.000				
RAIN	-0.186	-0.040	0.070	0.239	0.068	-0.032	0.327	0.027	0.033	0.023	0.298	-0.020	0.101	1.000			
% SILT	0.396	-0.009	-0.255	-0.167	-0.257	-0.242	0.056	-0.247	-0.207	-0.189	-0.153	0.557	-0.072	0.106	1.000		
SURF BAC	-0.705	-0.466	0.653	0.598	0.771	0.362	0.125	0.253	0.657	0.603	-0.110	-0.598	-0.162	0.030	-0.352	1.000	
BOTT BAC	-0.505	-0.428	0.421	0.699	0.389	0.316	0.101	-0.026	0.234	0.167	-0.069	-0.460	0.079	0.328	-0.196	0.404	1.000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาวะที่มีธาตุอาหารในบริเวณที่ทำการศึกษาได้ ตามอย่างไรก็ตามยังต้องมีการศึกษาในรายละเอียดเพิ่มเติมเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาจำนวนแบคทีเรียทั่วๆไปที่สามารถขึ้นได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด marine agar เท่านั้น โดยไม่ได้ทำการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับชนิดของแบคทีเรียและกระบวนการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารที่เกิดขึ้นในดิน

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมควรจะมีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในบริเวณที่ได้รับผลอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ซึ่งในการเก็บข้อมูลในช่วงสั้นๆเมื่อเทียบกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นในบริเวณนี้อาจไม่สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน เช่นกรณีของการศึกษาผลของน้ำทิ้งต่อระบบนิเวศแนวปะการังที่อ่าว Kaneohe มลรัฐฮาวาย อ่าวดังกล่าวมีพื้นที่ประมาณ 31.5 ตารางกิโลเมตร มีการศึกษาข้อมูลระยะยาวอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ค.ศ. 1950 จนถึงค.ศ. 1978 ทำให้สามารถเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ก่อนที่จะมีกิจกรรมใดๆ จนถึงช่วงที่มีกิจกรรมต่างๆเกิดขึ้นในบริเวณนี้เช่นตะกอนจากการพัฒนาชายฝั่ง การระบายน้ำจืดและการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียลงสู่ทะเล โดยเฉพาะในช่วงค.ศ. 1970 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการปล่อยน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียลงสู่อ่าววันละประมาณ 214,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เป็นเหตุให้มีการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชเนื่องจากมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอนินทรีย์ซึ่งเป็นธาตุอาหารในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ปะปนอยู่ในน้ำทิ้งดังกล่าว นอกจากนี้สารอินทรีย์ตลอดจนตะกอนแขวนลอยที่มีอยู่ในน้ำยังทำให้สัตว์หน้าดินที่กินสารอินทรีย์เป็นอาหารและสัตว์ที่กินอาหารโดยการกรองมีจำนวนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามไม่มีการรายงานถึงผลโดยตรงของธาตุอาหารในน้ำทิ้งที่มีต่อแนวปะการังบริเวณนี้ แต่ความเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นกับแนวปะการังบริเวณนี้พบว่ามีสาเหตุมาจากการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในน้ำ โดยพบว่าในช่วงค.ศ. 1966-1970 ปริมาณฟอสเฟตในน้ำทะเลบริเวณดังกล่าวมีค่าสูงถึง 0.75 ไมโครกรัมอะตอมฟอสฟอรัสต่อลิตร (Johannes, 1972) (ในขณะที่อ่าวป่าตองมีค่าอยู่ในช่วง 0.2-0.36 ไมโครกรัมอะตอมฟอสฟอรัสต่อลิตร) ทำให้มีการเจริญของสาหร่าย D. carvernosa จนปกคลุมพื้นที่แนวปะการัง (Banner and Bailey, 1970 อ้างถึงใน Johannes, 1975) นอกจากนี้ความเสื่อมโทรมของแนวปะการังยังมีสาเหตุเนื่องมาจากตะกอนและสารแขวนลอยในน้ำ โดยตะกอนเหล่านี้จะทำให้ปะการังที่อยู่ที่ระดับลึก 6-9 เมตร ตายลงเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะบริเวณตอนใต้ของอ่าว ซึ่งมีการระบายน้ำลงสู่อ่าวเป็นปริมาณมากและมีการไหลเวียนของน้ำไม่ดีนัก นอกจากนี้ยังมีสาเหตุมาจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจนอีกด้วย (Hunter and Evans, 1993)

ในกรณีการศึกษาที่อ่าวป่าตองนี้จะเห็นว่าระยะเวลาทำการศึกษาค่อนข้างสั้นเมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพปะการังหรือองค์ประกอบสิ่งมีชีวิตหน้าดินที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ข้อมูลคุณภาพน้ำและสภาพสิ่งแวดล้อมในแนวปะการังบริเวณอ่าวป่าตองในช่วงก่อนการพัฒนาพื้นที่บริเวณนี้ยังมีค่อนข้างน้อยดังแสดงในตารางที่ 4.4 ข้อมูลดังกล่าวบอกได้เพียงว่าบริเวณที่เป็นแหล่งว่ายน้ำของอ่าวป่าตองมีปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้นและมีปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำสูงขึ้น ส่วนคุณภาพน้ำด้านกายภาพบริเวณแนวปะการังจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก อย่างไรก็ตามข้อมูลดังกล่าวไม่

ตารางที่ 4.4 คุณภาพน้ำทะเลในเขตต่างๆบริเวณอ่าวป่าตอง

บริเวณที่ศึกษา	ปีที่ศึกษา	พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา										ผู้ศึกษา
		อุณหภูมิ c	พีเอช	ความเค็ม ppt	ออกซิเจนละลาย mg./l	ตะกอนแขวนลอย mg./l	ความโปร่งใส m.	แอมโมเนีย ug at N/l	ไนไตรท์ ug at N/l	ไนเตรท ug at N/l	ฟอสเฟต ug at P/l	
แหลงวายน้ำ	2529-2533	28.0-31.0	8.2-8.5	32.0-34.7	6.2-6.8	3.3-9.5	7.0-8.7	-	ND	0.019	0.03-0.06	สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2535
	2535-2537	30.1-30.2	8.1	31.66-32.06	6.49-6.58	23-24.6	-	-	0.11-0.14	0.71-0.95	0.25-3.16	ประวีณ ลิมปสายชล และคณะ, 2537
ปากคลองปากบาง	2536-2537	30.38	7.96	28.66	6.28	22.9	-	-	0.6	3.01	3.16	ประวีณ ลิมปสายชล และคณะ, 2537
	2536-2537	28.8-29.3	7.7-8.3	20.2	1.4-5.9	-	-	35.05	2.39	4.69	5.55	จากการศึกษาในครั้งนี้
แนวปะการัง	2529-2533	28.0-31.0	8.1-8.5	32.0-35.0	6.3-6.7	2.4-7.1	9.4-13	-	-	-	-	สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ,2535
	2536-2537	28.8-29.3	7.7-8.3	32.2-33.9	4.0-7.2	3.5-8.7	5.1-11.5	0.15-1.53	0.02-0.15	0.08-1.53	0.20-0.36	จากการศึกษาในครั้งนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลในบริเวณนี้ได้มากนักเนื่องจากข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างของสถานีที่เก็บตัวอย่างตลอดจนช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง

แม้ว่าการศึกษาครั้งนี้จะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน ซึ่งนอกจากสาเหตุต่างๆดังกล่าวข้างต้นแล้ว แต่พบว่าการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารประเภทไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในแนวปะการังที่มีขนาดเล็กซึ่งแม้ทำให้มีการเพิ่มผลผลิตปฐมภูมิขึ้น แต่ผลที่จะเกิดต่อสาหร่ายหน้าดินรวมทั้งองค์ประกอบสิ่งมีชีวิตหน้าดินจะเกิดขึ้นได้น้อยมาก (Kinsey and Davies, 1979; Hatcher and Larkum, 1983 อ้างถึงใน Hatcher, 1989) และแม้จะพบว่าฟอสเฟตที่มีความเข้มข้นสูงกว่าปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ 2-3 เท่าจะสามารถยับยั้งการเจริญของโครงสร้างปะการัง แต่ธาตุอาหารปริมาณดังกล่าวมักไม่เกิดกับแนวปะการังทั่วไปยกเว้นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากการทิ้งของเสียอย่างรุนแรงเท่านั้น

ในการศึกษาผลของน้ำทิ้งที่มีต่อสภาพแนวปะการัง มักจะทำการศึกษาอยู่เฉพาะในอ่าวปิดหรือบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนหมุนเวียนกระแสน้ำค่อนข้างน้อย ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการสะสมของธาตุอาหารหรือตะกอนจนถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อแนวปะการัง (Johannes, 1975) แต่สำหรับบริเวณที่มีการถ่ายเทของมวลน้ำค่อนข้างดี น้ำทิ้งจากชุมชนอาจไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อโครงสร้างของแนวปะการังและยังอาจเป็นผลดีต่อการเจริญของปะการังเช่นกรณีการสร้างท่อระบายน้ำเสียที่ Tanguisson ซึ่งอยู่นอกชายฝั่งตะวันตกของเกาะกวมในทะเลฟิลิปปินส์ระบายน้ำทิ้งจากโรงบำบัดลงสู่ทะเลปริมาณ 3-4 ล้านแกลลอนต่อวัน ท่อดังกล่าวมีจำนวน 17 ท่อ แต่ละท่ออยู่ห่างกันประมาณ 10 เมตร วางขนานกับชายฝั่งที่ความลึกประมาณ 20 เมตร ด้วยเหตุที่บริเวณดังกล่าวมีการแลกเปลี่ยนมวลน้ำค่อนข้างรวดเร็ว จึงไม่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมต่อแนวปะการังในบริเวณนี้ ในทางกลับกันท่อน้ำทิ้งดังกล่าวยังเป็นพื้นที่ยึดเกาะสำหรับปะการังอีกด้วย (Dollar, 1994) โดยปะการังชนิดเด่นในบริเวณนี้จะเป็นปะการังก้อนชนิด P. (Synaraea) rus ซึ่งเป็นชนิดที่มีในอ่าวป่าตองเช่นเดียวกัน และจากการทดลองเพิ่มปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอนินทรีย์ปริมาณไม่มากนักลงในแนวปะการัง จะมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตเบื้องต้น โดยไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างหรือมวลชีวภาพของห่วงโซ่อาหารอื่นๆ การปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานบำบัดน้ำเสียในปริมาณที่เหมาะสมอาจเป็นการเพิ่มผลผลิตในแนวปะการัง โดยไม่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างชุมชนบริเวณแนวปะการัง อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาถึงปริมาณที่เหมาะสมของของเสียดังกล่าว (Johannes, 1975)

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าสถานีที่ 1 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณที่มีการระบายน้ำทิ้งจากชุมชนลงสู่ทะเลจะเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งดังกล่าวมากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้จากการที่มีความเค็ม ความเป็นกรดด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณรวมของแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์ม รวมทั้งปริมาณแบคทีเรียในดินตะกอนมีค่าแตกต่างกับสถานีอื่นๆอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งแม้จะมีการเจือจางอย่างรวดเร็วในสถานีที่อยู่ห่างออกมาเป็นลำดับเนื่องจากอิทธิพลของ

กระแสน้ำตลอดจนคลื่นลมในช่วงฤดูมรสุม แต่สถานีที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ห่างออกมาก็ยังมีโอกาสได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งดังกล่าว โดยจะพบว่าปริมาณธาตุอาหารในน้ำ อัตราการตกตะกอน ความโปร่งใสของน้ำ ปริมาณรวมของแบคทีเรียซนิดโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์ม ตลอดจนปริมาณแบคทีเรียในดินยังมีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับสถานีอื่นๆที่อยู่ห่างออกมา อาจทำให้ระบบนิเวศแนวปะการังที่อยู่ในบริเวณนี้ได้รับผลกระทบได้พอสมควร ดังจะเห็นได้ว่าที่สถานีที่ 2 และ 3 จะมีความหลากหลายของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชค่อนข้างสูงกว่าสถานีอื่นๆ ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากการที่มีปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างสูง นอกจากนี้จะพบว่าสภาพแนวปะการังในบริเวณนี้ยังค่อนข้างเสื่อมโทรมและมีการฟื้นตัวค่อนข้างช้าเมื่อเทียบกับสถานีอื่นๆที่อยู่ห่างออกไป ซึ่งแม้จะไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าเกิดจากธาตุอาหารในน้ำโดยตรง เนื่องจากคุณภาพน้ำบริเวณนี้ยังอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการอนุรักษ์แหล่งปะการัง แต่การที่บริเวณนี้มีปริมาณธาตุอาหาร อัตราการตกตะกอน ปริมาณรวมของแบคทีเรียซนิดโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์ม ตลอดจนปริมาณแบคทีเรียในดินค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับสถานีอื่นๆที่อยู่ถัดออกมา จึงเป็นสิ่งสนับสนุนได้ว่าแนวปะการังบริเวณนี้ได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งชุมชน ประกอบกับการที่แนวปะการังบริเวณนี้อยู่ใกล้กับชายฝั่งในเขตน้ำขึ้นน้ำลงซึ่งมีความลึกของน้ำเฉลี่ยเพียง 2-3 เมตร จึงมีโอกาสที่จะได้รับผลจากน้ำทิ้งดังกล่าวได้มากกว่าแนวปะการังที่อยู่ห่างออกไป นอกจากนี้แนวปะการังกล่าวยังมีโอกาสได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมการท่องเที่ยว ไม่ว่าจะเป็นการเหยียบย่ำของนักท่องเที่ยว การยึดเหนี่ยวกิ่งก้านปะการังโดยนักดำน้ำ การดำน้ำยิงปลา การจับสัตว์น้ำในแนวปะการัง ซึ่งมีส่วนเสริมให้แนวปะการังบริเวณนี้มีโอกาสถูกทำลายได้มากขึ้นและการฟื้นตัวเกิดขึ้นได้ช้าลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย