บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลชีพในดินตะกอนเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เป็นเครื่องชี้บอกภาวะมลพิษ อันเนื่องมาจากการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ โดยได้ศึกษาปัจจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอนที่เกี่ยวข้องประกอบกัน เพื่อทราบสภาพที่แท้จริงของบริเวณ และเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลชีพในดินตะกอน โดยเลือกบริเวณศึกษาแถบชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทยจำนวน 10 สถานี ตลอดระยะเวลา 1 รอบปี ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2537 ถึงเดือนมิถุนายน 2538

ก. อัตราการใช้ออกซิเจนของจุลชีพในดินตะกอน ในสถานีต่าง ๆ มีความแปรปรวนอยู่ในช่วง 0.0389-0.1418 mg O_2/gm wet wt. sed./day โดยสามารถจัดเรียงตามลำดับของค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยดังนี้คือ สถานีศรีราชา ชลบุรี ระยอง เกาะสีชัง บ้านเพ พัทยา แหลมฉบัง บางเสร่ บางแสน และมาบตาพุด โดยแต่ละสถานีมีค่าอยู่ในช่วง 0.1182±0.0237, 0.1201±0.0192, 0.1052 ±0.0202, 0.0991±0.0343, 0.0821±0.0219, 0.0811±0.0190, 0.0693±0.0144, 0.0703±0.0199, 0.0640±0.0126 และ 0.0499±0.0110 mg O_2/gm wet wt. sed. /day ตามลำดับ และการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ในระหว่างสถานีเก็บตัวอย่าง แต่ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ระหว่างช่วงเดือนที่เก็บตัวอย่าง

ข. ค่าปัจจัยคุณภาพน้ำทะเลที่เกี่ยวข้อง ทั้งการตรวจวัดในภาคสนามและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ พบว่า อุณหภูมิ มีค่าอยู่ในช่วง 27-33 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 6.82-8.39 ความเค็ม อยู่ในช่วง 7-35 ส่วนในพันส่วน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อยู่ในช่วง 5.20-7.20 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี อยู่ในช่วง 0.6-5.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณของซัลไฟด์ อยู่ในช่วง 0.00-0.15 μmol S/l และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ส่วนใหญ่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ทั้งในระหว่างสถานีและช่วงเดือนที่เก็บตัวอย่าง ยกเว้นความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งไม่แตกต่างในระหว่างช่วงเดือนที่เก็บตัวอย่าง และค่าปริมาณซัลไฟด์ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($0.01<p>0.05$) ในระหว่างช่วงเดือนที่เก็บตัวอย่าง

ค. ค่าปัจจัยคุณภาพดินตะกอน ได้แก่ ปริมาณสารอินทรีย์ ซึ่งวิเคราะห์ในรูปไนโตรเจนอินทรีย์คาร์บอน และสารอาหารฟอสฟอรัส พบว่า ปริมาณไนโตรเจน อยู่ในช่วง 9.06-134.19 μmol N/gm dry wt. sed. อินทรีย์คาร์บอน อยู่ในช่วง 131.30-1390.78 μmol C/gm dry wt. sed. ปริมาณฟอสฟอรัส อยู่ในช่วง 0.89-15.48 μmol P/gm dry wt. sed. ปริมาณแบคทีเรีย อยู่ในช่วง 0.2792×10^{9}-1.2879×10^{9} cells/gm wet wt. sed. และขนาดดินตะกอน มีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.86 มิลลิเมตร การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า ทุกปัจจัยดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ในระหว่างสถานีที่เก็บตัวอย่าง แต่ในระหว่างช่วงเดือนที่เก็บตัวอย่าง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($0.01<p>0.05$) ในปัจจัยฟอสฟอรัสและปริมาณแบคทีเรีย โดยไม่มีความแตกต่างในปัจจัยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและขนาดดินตะกอน

ง. ลักษณะดินตะกอนในสถานีเก็บตัวอย่างต่าง ๆ สามารถแยกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ เป็นดินโคลนในสถานีชลบุรี และศรีราชา โดยเป็นทรายในสถานีบางแสน แหลมฉบัง พัทยา บางเสร่ มาบตาพุด และบ้านเพ และมีการแปรปรวนตั้งแต่โคลนถึงทรายในสถานีเกาะสีชัง และระยอง และการตรวจสอบสภาพดินตะกอน พบว่า ดินตะกอนมีสีค่อนข้างคล้ำใน สถานีชลบุรี ศรีราชา เกาะสีชัง และระยอง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการปนเปื้อนของน้ำทิ้งที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์โดยตรงค่อนข้างสูง ส่วนในสถานีที่เหลือซึ่งมีดินตะกอนเป็นทราย ยังมีสภาพที่ค่อนข้างดี โดยเฉพาะที่สถานีมาบตาพุดมีสภาพดีที่สุด

จ. ความสัมพันธ์ของอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลชีพในดินตะกอนกับปัจจัยคุณภาพน้ำ พบว่า มีความสัมพันธ์ในทางกลับกันกับความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และสัมพันธ์โดยตรงกับค่าบีโอดีและปริมาณซัลไฟด์ในน้ำ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความเค็มของน้ำ ส่วนความสัมพันธ์กับปัจจัยคุณภาพดินตะกอน พบว่า มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อกันกับปริมาณสารอินทรีย์ ทั้งในรูปแบบของไนโตรเจน อินทรีย์คาร์บอน และสารอาหารฟอสฟอรัส รวมถึงปริมาณแบคทีเรีย ซึ่งทุกปัจจัยดังกล่าวเป็นไปตามสมมุติฐาน แต่อัตราการใช้ออกซิเจนของจุลชีพในดินตะกอนในบริเวณชายฝั่งทะเล พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดดินตะกอน

อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า มีความเป็นไปได้มากในการใช้ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลชีพในดินตะกอนในการเป็นเครื่องชี้บอกภาะมลพิษทางน้ำ โดยในบริเวณที่มีค่าอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลชีพในดิตะกอนสูง แสดงถึงการมีสารปนเปื้อนประเภทสารอินทรีย์ปริมาณมาก มีการย่อยสลายโดยจุลชีพต่าง ๆ ในอัตราสูง และมีการเกิดมลพิษทางน้ำสูงกว่าบริเวณที่มีค่าอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลชีพในดินตะกอนต่ำ ซึ่งในที่นี้สถานีที่มีการเกิดมลพิษสูงสุดคือ สถานีศรีราชา และต่ำสุดที่มาบตาพุด โดยค่าที่ได้แสดงถึงการไม่มีความแตกต่างกันอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลในแต่ละสถานีในรอบปีที่ศึกษา

ข้อเสนอแนะ

ก. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ทำให้สามารถกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการศึกษาอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลชีพในดินตะกอน คือ ที่ 24 ชั่วโมง เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการศึกษาในลักษณะเดียวกันนี้ต่อไป และการทดลองยังบ่งบอกถึงการไม่มีความจำเป็นที่จะต้องแบ่งช่วงเวลาในการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในการทดลองให้มีความถี่มากนักด้วย โดยค่าอัตราการใช้ออกซิเจนดังกล่าว สามารถใช้ในการบ่งชี้ภาวะการเกิดมลพิษในบริเวณชายฝั่งทะเลซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำค่อนข้างสูง ได้ดีกว่าวิธีการตรวจวัดบีโอดีในน้ำ จึงเห็นควรในการใช้วิธีการนี้ในการประเมินสภาวะสิ่งแวดล้อมในบริเวณชายฝั่งทะเลอย่างได้ผลต่อไป

ข. การพิจารณาเลือกบริเวณในการศึกษาในครั้งนี้ ในบริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทย เนื่องจากพิจารณาถึงความหลากหลายของการปนเปื้อนของสารอินทรีย์เป็นสำคัญ ซึ่งค่าอัตราการใช้ออกซิเจนที่ได้สามารถใช้เป็นมาตรฐานได้ดีระดับหนึ่ง เนื่องจากการมีลักษณะเฉพาะของบริเวณ เช่น น้ำขึ้นน้ำลง และการกัดเซาะของคลื่นลม เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้ค่าที่ได้มีการแปรปรวนไปได้มาก อย่างไรก็ตามควรได้มีการศึกษาเปรียบเทียบในสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป เป็นต้นว่า บริเวณที่มีลักษณะปิด (close system) ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือการเคลื่อนไหวของน้ำมากนัก และมีการสะสมของสารอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง เช่น บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำต่าง ๆ โดยเฉพาะในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเล ซึ่งการเจริญเติบโตของกุ้งมีความเกี่ยวข้องกับคุณภาพของดินตะกอนเป็นสำคัญ การนำวิธีการนี้ไปใช้ในการตรวจสอบคุณภาพดินตะกอนน่าจะเป็นผลดีต่อการประเมินการอยู่รอดและการเจริญเติบโตของกุ้งได้อย่างถูกต้องมากขึ้น

ค. การเลือกใช้วิธีการ Micro-Winkler Method ในการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในขวดทดลองในครั้งนี้ เนื่องจากมีความสะดวกในการสุ่มเก็บตัวอย่างได้ครั้งละมาก ๆ ในเวลาเดียวกันโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากนัก อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้มีข้อจำกัดในการวิเคราะห์ที่ต้องเสียน้ำตัวอย่างส่วนหนึ่งเพื่อการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ในแต่ละช่วงเวลา และต้องอาศัยความชำนาญและความรู้ทางด้านเคมีพอสมควร ฉะนั้นการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในการศึกษาอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลชีพในดินตะกอน อาจเลือกใช้วิธีการอื่น ๆ เช่น การใช้เครื่องมือตรวจวัด (DO meter) หรือ Microelectrode Method หรือ Microsenser ซึ่งอาจทำได้ง่ายและได้ผลดี แม้ต้องเสียค่าใช้จ่ายที่สูงกว่า

ง. การกำหนดระดับมาตรฐานของอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลชีพในดินตะกอน ในการบ่งชี้ถึงภาวะการเกิดมลพิษทางน้ำ จำเป็นต้องมีการศึกษาอย่างละเอียดในสภาวะต่าง ๆ ที่แตกต่างกันออกไป แล้วจึงนำค่าที่ได้มาประมวลและกำหนดเป็นค่ามาตรฐาน อย่างไรก็ตามสามารถทำได้

ง่าย ๆ โดยการเปรียบเทียบกับค่าปัจจัยอื่นที่เป็นที่ยอมรับแล้ว เป็นต้นว่า การจัดเตรียมตัวอย่างให้มีค่าบีโอดีที่ระดับ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นระดับที่ได้รับการยอมรับให้เป็นค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในปัจจุบัน และทำการตรวจวัดค่าอัตราการใช้ออกซิเจนของจุลชีพในดินตะกอนในสภาวะดังกล่าวประกอบกัน ค่าที่ได้อาจถือเป็นค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำของอัตราการ ใช้ออกซิเจนของจุลชีพในดินตะกอนได้ และการแบ่งการทดลองออกเป็นหลายระดับบีโอดี จะทำให้ได้ค่ามาตรฐานเป็นหลายระดับเช่นกัน นอกจากนี้การศึกษาถึงความสามารถในการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในน้ำ จะทำให้ได้ค่ามาตรฐานอีกระดับหนึ่ง

จ. การศึกษาถึงสภาวะการเกิดมลพิษทางน้ำจากวิธีการนี้ ค่าที่ได้อาจสามารถนำไปใช้ในการประเมินปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ที่ลงสู่แหล่งน้ำ รวมถึงความสามารถในการรองรับน้ำทิ้งของแหล่งน้ำหนึ่งๆ ได้ โดยคำนวณและวิเคราะห์ออกมาในรูป model ของการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ และการศึกษาในลักษณะนี้ยังสามารถใช้ในการกำหนดระดับมาตรฐานของการเกิดมลพิษทางน้ำได้ด้วย