

บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

1. ลักษณะชุมชนแพลงก์ตอนพืชในระยะเวลาที่ศึกษา

1.1 ความหลากหลาย ความหนาแน่นและมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรอบหนึ่งปีครึ่ง

จากผลการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชพบไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด 52 สกุล โดยในกลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *O. erythraeum* พบทุกเดือนที่ทำการศึกษา โดยมีความหนาแน่นเซลล์แตกต่างกันในแต่ละครั้ง *O. erythraeum* พบมากที่สุดในเดือนกันยายน 2546 ความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ 338,792 เซลล์ต่อลิตรและรองลงมาเดือนพฤษภาคม 2546 มีความหนาแน่นเท่ากับ 229,844 เซลล์ต่อลิตรเนื่องจาก *O. erythraeum* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบได้ทั่วไปตามชายฝั่งทะเลเขตร้อน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการเพิ่มจำนวนของ *O. erythraeum* ในประเทศไทยที่มักเกิดในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม และจะเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูร้อน คือเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม (Suvapepun, 1992) นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ของปริมาณแอมโมเนียมกับความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมื่อแอมโมเนียมในน้ำเพิ่มมากขึ้น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะมีความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น ในช่วงที่ *O. erythraeum* มีความหนาแน่นสูงมากกว่า 100,000 เซลล์ต่อลิตรอยู่ในช่วงฤดูฝนดังนั้นปริมาณแอมโมเนียมที่เพิ่มมากขึ้นน่าจะมาจากการชะล้างสารอาหารจากแผ่นดินในฤดูฝนซึ่งแอมโมเนียมถือเป็นแหล่งไนโตรเจนที่สำคัญในการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชจึงน่าจะเป็นสาเหตุให้ *O. erythraeum* เพิ่มจำนวนมากขึ้น

ในกลุ่มของไดอะตอมมีความหลากหลายช่วงฤดูแล้งปี 2546 และปี 2547 มากกว่าในช่วงฤดูฝนโดยสังเกตได้จากค่าดัชนีความหลากหลาย (ตารางที่ 4.2) ในเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม 2546 มีดัชนีความหลากหลาย 0.58 และ 0.67 ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อนับจำนวนสกุลของไดอะตอมที่พบในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน 2546 พบว่ามีจำนวนไดอะตอม 22-25 สกุล และในช่วงปลายฤดูฝนในเดือนตุลาคม 2546 ถึงช่วงฤดูร้อนในเดือนมีนาคม 2547 ดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 0.47 - 0.78 ยกเว้นในเดือนมกราคม 2547 มีค่าค่อนข้างต่ำเท่ากับ 0.24 ซึ่งในช่วงนี้พบไดอะตอมถึง 25 - 30 สกุล ยกเว้นในเดือนมกราคมพบไดอะตอมเพียง 19 สกุล ซึ่งความหลากหลายแตกต่างจากในฤดูฝนทั้ง 2 ปี ที่มีค่าดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 0.13-0.28 ยกเว้นในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม 2546 มีดัชนีความหลากหลายเป็น 0.38 และ 0.46 ตามลำดับ โดยมีจำนวนสกุลอยู่ในช่วง 15-19 สกุล ยกเว้นในเดือนกรกฎาคม 2546 พบได้ถึง 24 สกุล ซึ่งความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชที่แตกต่างกันทั้งสองฤดูกาล น่าจะเป็นผลเนื่องจากความเค็มที่มีค่าผันแปรตามฤดูกาล ในฤดูร้อนปี 2546 ความเค็มมีค่าค่อนข้างสูงซึ่งมีค่าความเค็มเฉลี่ยทั้งสองเดือน

เท่ากับ 30.26 psu และ 32.40 psu ตามลำดับ ในฤดูร้อนปี 2547 มีความเค็มเฉลี่ย 29-32 psu ในช่วงฤดูฝนมีค่าผันแปรของความเค็มเฉลี่ยค่อนข้างมากคืออยู่ในช่วง 25-31.47 psu เพราะมีไคอะตอมหลายสกุลที่พบในฤดูร้อนแต่พบน้อยหรือไม่พบเลยในฤดูฝน เช่น *Ditylum* sp. *Paralia* sp. และ *Bacillaria* sp. เป็นต้น สามารถเติบโตได้ดีในความเค็มค่อนข้างสูง ไคอะตอมจึงมีความหลากหลายในช่วงฤดูร้อนมากกว่าในช่วงฤดูฝน ไคอะตอม *Chaetoceros* spp. เป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบทุกครั้งในการศึกษา โดยมีความหนาแน่นเซลล์แตกต่างกันในแต่ละครั้ง *Chaetoceros* spp. พบมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม 2547 มีความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ 267,118 เซลล์ต่อลิตรและรองลงมาเดือนสิงหาคม 2546 มีความหนาแน่นเซลล์ 198,238 เซลล์ต่อลิตรซึ่งในเดือนที่มีความหนาแน่นของเซลล์ *Chaetoceros* spp. จำนวนมากธรรมชาติความหลากหลายของไคอะตอมจะมีค่าลดลง ทั้งนี้ยังพบว่า *Chaetoceros* spp. มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความโปร่งแสงของน้ำ เมื่อ *Chaetoceros* spp. มีความหนาแน่นสูงขึ้นทำให้ความโปร่งแสงของน้ำมีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นของ *Chaetoceros* spp. บดบังแสงที่ส่องผ่านน้ำ แต่เนื่องจากความโปร่งแสงของน้ำยังขึ้นกับปริมาณของแฉะแขวนลอยด้วยซึ่งมีมากในช่วงฤดูฝน ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มจำนวนของ *Chaetoceros* spp. มีเซลล์หนาแน่นสูงในช่วงฤดูฝนทำให้ *Chaetoceros* spp. มีความสัมพันธ์กับความโปร่งแสงของน้ำ นอกจากนี้ในช่วงกลางเดือนกันยายนยังพบไคอะตอม *S. costatum* มีความหนาแน่นสูงกว่าแพลงก์ตอนสกุลอื่นซึ่งพบในเดือนกันยายน 2546 มีความหนาแน่นเซลล์ 525,083 เซลล์ต่อลิตร ทั้งนี้การเพิ่มจำนวนของไคอะตอมจนทำให้มีความหนาแน่นเซลล์มากกว่าแพลงก์ตอนพืชสกุลอื่นๆ น่าจะมีปัจจัยที่สำคัญในเรื่องของปริมาณซิลิเกตในน้ำทะเล เนื่องจากไคอะตอมต้องการซิลิเกตในการสร้างผนังเซลล์ที่ประกอบด้วยซิลิกา ซึ่งสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนและปริมาณซิลิเกตกับความหนาแน่นของ *S. costatum* โดยมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่า r เท่ากับ 0.415 และ 0.456 ตามลำดับ ดังการศึกษาของ Ho (2003) ซึ่งพบว่าซิลิกอนเป็นปัจจัยจำกัดของไคอะตอมและมีบทบาทอย่างมีนัยสำคัญในการเกิดไคอะตอมชนิดเด่น นอกจากนี้ *S. costatum* สามารถเติบโตได้ในความเค็มช่วงกว้าง 5 - 30 psu (ลัดดา วงรัตน์, 2542) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากพบ *S. costatum* ทั้งในฤดูร้อนปี 2546 ซึ่งมีความเค็มค่อนข้างสูงและเพิ่มจำนวนในช่วงเดือนกันยายนในฤดูฝนซึ่งมีความเค็มค่อนข้างต่ำและพบความสัมพันธ์แบบผกผันระหว่าง *S. costatum* กับความเค็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า r เท่ากับ -0.486

กลุ่มของไดโนแฟลกเจลเลตมีธรรมชาติความหลากหลายค่อนข้างต่ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.18 เนื่องจากมีไดโนแฟลกเจลเลตเพียงบางชนิดที่สามารถเพิ่มจำนวนมากทำให้ขีดขวงการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชสกุลอื่น จนทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลแดงในช่วงปลายของฤดูฝน จากการศึกษา พบว่า *C. furca* เพิ่มจำนวนมากขึ้นช่วงฤดูฝน 2546 ในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม มีความหนาแน่นเซลล์อยู่ในช่วง 133-162,395 เซลล์ต่อลิตรและพบว่าเซลล์ *N. scintillans* ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม 2546 โดยมีความหนาแน่นเซลล์อยู่ระหว่าง 75-2,646 เซลล์ต่อลิตรและเพิ่มสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2546

จนทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีเขียวซึ่งสอดคล้องกับค่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่ทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ความหนาแน่นของเซลล์แพลงก์ตอนพืชที่ทำให้เกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสี

ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	ความหนาแน่น (เซลล์ต่อลิตร)	สีของน้ำทะเลที่ปรากฏ
<i>Ceratium furca</i>	>50,000	น้ำตาลแดง/แดง
<i>Noctiluca scintillans</i>	>100	เขียว/เขียวอมเหลือง
<i>Skeletonema costatum</i>	>100,000	น้ำตาล/น้ำตาลอมเหลือง

ที่มา: สมภพ รุ่งสุภาและคณะ (2546)

และในช่วงฤดูฝนปี 2547 เริ่มพบเซลล์ของ *N.scintillans* ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายนมีค่าความหนาแน่นอยู่ในช่วง 484-25,909 เซลล์ต่อลิตรและมีค่าความหนาแน่นสูงที่สุดในปลายเดือนมิถุนายนจนทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการเกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณบางพระที่มีผู้รายงานไว้ ดังตารางที่ 5.2 ซึ่งรายงานการเกิดน้ำเปลี่ยนสีทั้งจาก *C. furca* และ *N. scintillans*

จากการศึกษาพบความสัมพันธ์ของ *C.furca* แปรตามปริมาณฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีจาก *C.furca* ในตารางที่ 4.3 ซึ่งพบว่าเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ในฤดูฝนปี 2546 ซึ่ง *C. furca* เป็นไดโนแฟลกเจลเลตที่จัดอยู่ในกลุ่มของ Mixotrophic คือสามารถสังเคราะห์แสงและใช้สารอาหารอื่นโดยไม่ต้องสังเคราะห์แสง เช่น สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้หรือที่เป็น Particulate หรือนำเซลล์สิ่งมีชีวิตอื่นเข้าสู่เซลล์ ดังนั้นในกรณีของ *C. furca* ที่เพิ่มขึ้นในฤดูฝน *C. furca* อาจจะมีการใช้สารชีวโมเลกุลที่มาจากสารละลายโดยน้ำฝนจากแผ่นดินหรือจากแม่น้ำ Carlsson and Graneli (1996) อ้างถึง Prakash *et al.* (1973) ซึ่งพบว่าสารชีวโมเลกุลจะมี Chelaters ช่วยในการจับธาตุอาหารปริมาณน้อยและกลุ่มของวิตามินและยังพบว่าในช่วงเดือนที่พบเซลล์ *N. scintillans* มีปริมาณแอมโมเนียม ไนเตรทและไนไตรท์ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะปลายเดือนมิถุนายน 2547 ซึ่งสังเกตเห็นเซลล์ *N. scintillans* เริ่มแตกและจับกลุ่มกันเป็นก้อนลอยบริเวณผิวน้ำจำนวนมากและปริมาณแอมโมเนียม ไนเตรทและไนไตรท์มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของ *N. scintillans* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาของ สมภพ รุ่งสุภา และคณะ 2546 พบว่าในช่วงที่มีเซลล์ *N. scintillans* เพิ่มจำนวนมากขึ้นจนทำให้เกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีในบริเวณชายฝั่ง จังหวัดชลบุรีมีปริมาณแอมโมเนียสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากใน vacuole ของเซลล์ *N. scintillans* มีแอมโมเนียสูงมาก จึงทำให้มีการปลดปล่อยแอมโมเนียสู่น้ำทะเล (Okaichi, 1989)

ตารางที่ 5.2 ปรางค์การณน้ำทะเลเปลี่ยนสีที่พบบริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ปี	เดือน	บริเวณ	ชนิดของแพลงก์ตอนพืช	สีน้ำทะเล	เอกสารอ้างอิง
2524	-	อ่างศิลาและบางพระ ศรีราชาถึงเกาะสีชัง เกาะสีชัง	<i>Chaetoceros</i> <i>Nitzschia</i> <i>Bacteriastrum</i> <i>Rhizosolenia</i> <i>Coscinodiscus</i>	-	สุทธิชัย เต็มยวมัชชัย (2524)
2525	-	ปากแม่น้ำบางปะกง ถึงบางพระ	<i>Chaetoceros</i> <i>Rhizosolenia</i> <i>Bacteriastrum</i> <i>Nitzschia</i> <i>Coscinodiscus</i>	-	หมั่น โพธิ์วิจิตร และ อัจฉราภรณ์ โนนวาทพันธ์ (2526)
2525- 2526	-	ปากแม่น้ำบางปะกง ถึงบางพระ	<i>Chaetoceros</i> <i>Bacteriastrum</i> <i>Coscinodiscus</i> <i>Rhizosolenia</i> <i>Skeletonema</i> <i>Ceratium</i> <i>Noctiluca</i>	-	สุชนา วิเศษสังข์ (2527)
2528	-	อ่าวอุดมและศรีราชา	<i>Noctiluca</i>	เขียว	จารึก ชูสุวรรณ (2535)
2533- 2534	-	บางแสนและศรีราชา	<i>Noctiluca</i>	เขียว	ประยูร สุรตระกูล (2535)
2534	ส.ค.	อ่างศิลาถึงแหลมฉบัง	<i>Noctiluca scintillans</i>	เขียว	Lirdwithayaprasith (1993)
2534- 2538	พ.ค.-มิ.ย.	ศรีราชาถึงเกาะสีชัง	<i>Noctiluca scintillans</i>	เขียว	สมภพ รุ่งสุภา (2538)
2536	ก.ค.	เกาะสีชังถึงศรีราชา	<i>Noctiluca scintillans</i>	เขียว	Lirdwithayaprasith (1993)
2540	-	เกาะสีชังถึงศรีราชา	<i>Noctiluca scintillans</i>	เขียว	สมภพ รุ่งสุภา (2543)
2543	ต.ค.	เกาะสีชังถึงศรีราชา	<i>Noctiluca scintillans</i> <i>Ceratium furca</i>	เขียว แดง	สมภพ รุ่งสุภา (ติดต่อบริษัท)

ที่มา: สมภพ รุ่งสุภา และคณะ (2546)

มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ จากรูปที่ 4.4 เห็นได้ชัดว่าในช่วงฤดูฝน 2546 และ 2547 มีมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับช่วงฤดูร้อน นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ กับความโปร่งแสงของน้ำและความเค็ม เมื่อความโปร่งแสงของน้ำและความเค็มมีค่ามาก มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชจะมีค่าลดลง ทั้งนี้ผลการศึกษาสอดคล้องกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในช่วงฤดูแล้งซึ่งมีค่าน้อย ทำให้ความโปร่งแสงมีค่ามาก แต่ในกรณีที่ความโปร่งแสงมีค่าน้อยและแพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นสูง ต้องพิจารณาปริมาณสารแขวนลอยในน้ำประกอบด้วย ในการศึกษามวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ บริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรีพบว่ามวลชีวภาพมีความสัมพันธ์กับ *C. furca* โดยเมื่อคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นเซลล์ของ *C. furca* จะเพิ่มขึ้นด้วย (สมภพ รุ่งสุภา และคณะ, 2546) ซึ่งมีแนวโน้มที่เหมือนกับการศึกษาในครั้งนี้ เมื่อมีเซลล์ *C. furca* เพิ่มจำนวนมากในฤดูฝน มวลชีวภาพก็เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน

1.2 ปραกฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีและการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในรอบหนึ่งปีครึ่ง

จากการสังเกตในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาพบว่าบริเวณจุดเก็บตัวอย่างชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี 12 ครั้ง ดัง โดยระยะเวลาในการเกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีจะอยู่ในฤดูฝน (ตารางที่ 4.3) ซึ่งมีช่วงเวลาในการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีคล้ายกัน คือเกิดในฤดูฝน และแพลงก์ตอนที่ เป็นสาเหตุทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสีก็เป็นกลุ่มเดิมที่เคยเกิดขึ้นในปีก่อนๆ ซึ่งแสดงถึงการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีที่มีรูปแบบ ดังนั้นจึงจัดกลุ่มการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา โดยแบ่งการเปลี่ยนแปลงแทนที่เป็นช่วงๆ คือ จากฤดูร้อนปี 2546 เข้าสู่ช่วงต้นฤดูฝน แพลงก์ตอนพืชเปลี่ยนกลุ่มจาก *Chaetoceros* spp., *O. erythraeum*, *Bacteriastrum* spp. และ *S. costatum* ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนเป็น *Chaetoceros* spp., *O. erythraeum*, *Pseudonitzschia* spp. และ *N.scintillans* ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม เมื่อเริ่มเข้าสู่ฤดูฝนในช่วงกลางเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นเปลี่ยนเป็น *Chaetoceros* spp., *O. erythraeum*, *C. furca*, *Pseudonitzschia* spp. และ *S. costatum* เมื่อเข้าสู่ปลายฤดูฝนในปี 2547 แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นเปลี่ยนเป็น *Chaetoceros* spp., *O.erythraeum*, *Bacteriastrum* spp. และ *Pseudonitzschia* spp. ในฤดูร้อนปี 2547 แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่น คือ *O.erythraeum*, *Chaetoceros* spp. และ *Bacteriastrum* spp. และในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2547 พบการเปลี่ยนแปลง แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นเป็น *Chaetoceros* spp., *O.erythraeum* และ *Bacteriastrum* spp. และเปลี่ยนเป็น *N. scintillans*, *Chaetoceros* spp., *O. erythraeum* และ *Pseudonitzschia* spp. ในเดือนมิถุนายน 2547 ซึ่งจะเห็นได้ว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในฤดูร้อนปี 2546 และ 2547 มีลักษณะคล้ายกัน และในช่วงเดือนมิถุนายนในทั้งสองปีที่ทำการศึกษา พบปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีจาก *N.scintillans* เหมือนกัน แม้ว่าปริมาณสารอาหาร โดยเฉพาะปริมาณแอมโมเนียมในเดือนมิถุนายน 2546 มีค่าน้อยกว่าในช่วงเดือนมิถุนายน 2547 ซึ่งมีค่า 0.02 และ 0.14 ไมโครโมลต่อลิตร ตามลำดับ แต่เมื่อเทียบกับ สมภพ รุ่งสุภาและคณะ (2546) ซึ่งทำการศึกษาบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรีในปี 2544 (เดือนพฤษภาคมถึงเดือน

เดือนพฤศจิกายน) พบว่าในช่วงที่มีการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีมีปริมาณแอมโมเนียมสูงมากกว่า 100 ไมโครโมลต่อลิตร นอกจากนี้ยังพบว่าในปี 2544 แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุให้เกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีคือ *C. furca* โดยพบ 8 ครั้ง จาก *S. costatum* 2 ครั้ง และจาก *N. scintillans* 1 ครั้ง ซึ่งพบว่าตั้งแต่ปี 2543 น้ำทะเลเปลี่ยนสีมีสาเหตุการเกิดมาจาก *C. furca* มีมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้โดยพบว่ามีน้ำทะเลเปลี่ยนสีที่เกิดจาก *C. furca* ถึง 5 ครั้ง ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง ความเค็ม และปริมาณสารอาหารที่เพิ่มขึ้นจากการชะล้างของน้ำฝนจากแผ่นดินในช่วงฤดูฝน สอดคล้องกับ สมภพ รุ่งสุภา และคณะ (2546) อ้างถึง Levinton (2001) ที่กล่าวว่า การเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเป็น Secondary effect ของกระบวนการ Eutrophication ซึ่งเป็นการตอบสนองของชุมชนแพลงก์ตอนพืชต่อปริมาณสารอาหารที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจากรูปที่ 4.10 เห็นได้ชัดถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารอาหาร โดยเฉพาะปริมาณแอมโมเนียมและปริมาณซิลิเกตในช่วงหน้าฝนซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มจำนวนของ *C. furca* แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารกับ สมภพ รุ่งสุภา และคณะ (2546) ที่ทำการศึกษาในบริเวณเดียวกันพบว่าปริมาณแอมโมเนียมมากกว่า 100 ไมโครโมลต่อลิตร แต่ปริมาณซิลิเกตมีค่าค่อนข้างต่ำคือน้อยกว่า 14.82 ไมโครโมลต่อลิตร แต่ในการศึกษาครั้งนี้กลับพบว่าแอมโมเนียมมีค่าน้อยกว่า 0.152 ไมโครโมลต่อลิตร สำหรับปริมาณซิลิเกตมีค่าน้อยกว่า 119.65 ไมโครโมลต่อลิตร

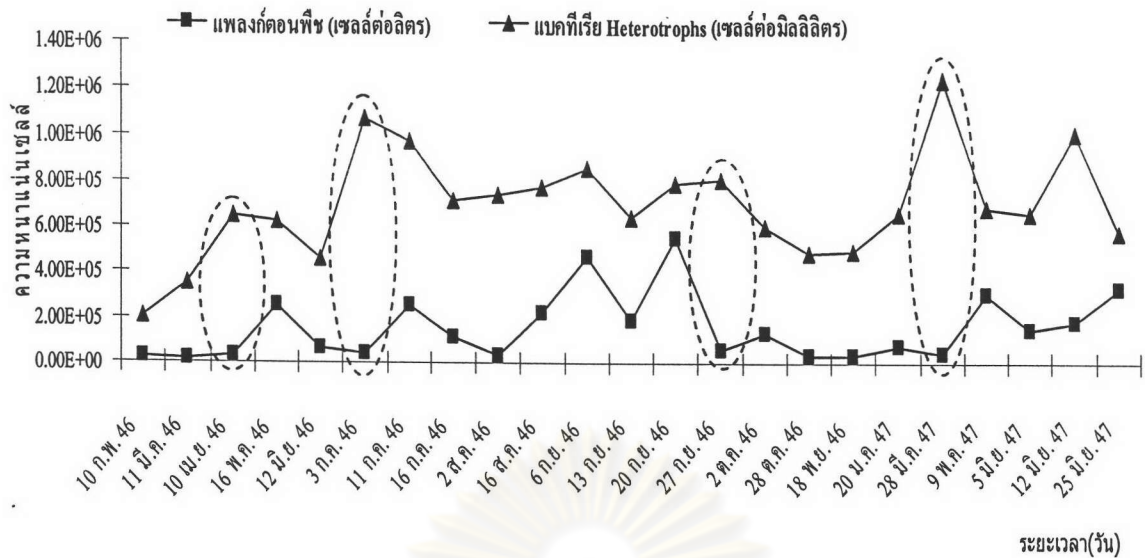
2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียกับแพลงก์ตอนพืช

จากรูปที่ 4.5 เห็นการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของเซลล์แบคทีเรียกลุ่ม Heterotrophs ในรอบปีได้อย่างชัดเจน โดยแบคทีเรียมีค่าความหนาแน่นสูงในช่วงฤดูฝน และมีความหนาแน่นเซลล์ต่ำในช่วงฤดูแล้ง โดยความหนาแน่นเซลล์ในช่วงเวลาที่ศึกษาทั้งหมดมีค่าระหว่าง 2.09×10^5 - 1.24×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับการศึกษาของ Tada (1998) พบว่าแบคทีเรียบริเวณ Seto Inland Sea ประเทศญี่ปุ่น มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 3.2×10^5 - 3.4×10^6 และพบว่าความหนาแน่นของแบคทีเรียมีความสัมพันธ์กันอย่างสูงในการเกิด Eutrophication ในอ่าวอิโรชิมิและอ่าวโอซากา และ Kamiyama *et al.* (2003) ศึกษาการกระจายของแบคทีเรียกลุ่ม Heterotrophs ในอ่าวอิโรชิมิ โดยวิธีหามวลชีวภาพและคำนวณกลับเป็นความหนาแน่นเซลล์ซึ่งมีความหนาแน่นเซลล์ในช่วง 1.10×10^6 - 5.75×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ทั้งยังอธิบายว่าอ่าวตอนในมีความหนาแน่นของเซลล์แบคทีเรียสูง อาจเนื่องมาจากสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ที่ผลิตจากแพลงก์ตอนพืช สำหรับความหนาแน่นเซลล์ของแบคทีเรียที่แบ่งตามลักษณะรูปร่าง ซึ่งพบว่าเซลล์รูปทรงกลมรวมกับรูปแท่งมีค่าสูงกว่าเซลล์ลักษณะอื่นๆ ในทุกช่วงเวลาของการศึกษา มีความหนาแน่นเซลล์อยู่ในช่วง $1.48 \times 10^5 \pm 9.63 \times 10^5$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือเซลล์แบคทีเรียรูปซี่ มีความหนาแน่นเซลล์อยู่ในช่วง $2.10 \times 10^4 \pm 2.38 \times 10^5$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ความหนาแน่นของแบคทีเรียที่มีลักษณะต่อกันเป็นสายยาวมีค่าเท่ากับ $5.93 \times 10^3 \pm 5.95 \times 10^5$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร เซลล์แบคทีเรียรูปเอสมีมีความหนาแน่นเซลล์อยู่ในช่วง $1.98 \times 10^3 \pm 3.43 \times 10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร และแบคทีเรียรูปเกลียวมีค่าความหนาแน่นน้อยในทุกเดือน

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jochem (2001) ซึ่งนับเซลล์ที่ล่องลอยอยู่ในน้ำในบริเวณตอนเหนือของอ่าวเม็กซิโก โดยการย้อมด้วย DAPI พบว่า เซลล์กลมมีความหนาแน่นในน้ำทะเลมากเป็นประจำคิดเป็นร้อยละ 40 – 60 ของแบคทีเรียทั้งหมด เซลล์รูปแท่งและเซลล์รูปซี มีความหนาแน่นเซลล์คิดเป็นร้อยละ 18 – 25 ของแบคทีเรียทั้งหมด และ Jochem กล่าวอีกว่าแบคทีเรียในน้ำทะเลมีชนิดและปริมาณแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความเค็ม ความลึก ความเป็นกรดเบส สารอาหารในทะเล แม้ว่าความหนาแน่นของแบคทีเรียไม่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชอย่างมีนัยสำคัญก็ตาม แต่มีแนวโน้มว่าฤดูแล้งมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแบคทีเรียกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมากกว่าในฤดูฝนในรูปที่ 4.12 แต่จะเห็นได้ชัดว่าแบคทีเรียมีความหนาแน่นมากในช่วงฤดูฝนซึ่งน่าจะมีสารอินทรีย์จากการชะล้างสารอาหารจากแผ่นดินเพิ่มมากขึ้น นอกเหนือจากสารอินทรีย์ที่ได้จากแพลงก์ตอนพืช แต่ในทางกลับกันในช่วงฤดูร้อนซึ่งมีฝนน้อยทำให้ในน้ำไม่มีสารอาหารซึ่งได้รับเหมือนในฤดูฝน ทำให้แบคทีเรียต้องใช้สารอินทรีย์ที่ได้รับจากแพลงก์ตอนพืชซึ่งสาเหตุนี้จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าสูงในช่วงฤดูแล้ง

จากรูปที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าเมื่อแพลงก์ตอนพืชเพิ่มจำนวนมากขึ้น แบคทีเรียเพิ่มจำนวนมากขึ้นด้วย เหตุที่เป็นเช่นนี้น่าจะมาจากหน้าที่แพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตสารพวกสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้และยังได้รับสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน ซึ่งแบคทีเรียจะนำสารอินทรีย์นี้ไปใช้และเปลี่ยนรูปเป็นสารอนินทรีย์ที่ปล่อยออกสู่น้ำทะเล ซึ่งทำให้พบความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชกับแบคทีเรียเป็นไปในด้านบวก (Sherr and Sherr, 2000) และสังเกตได้ว่าแบคทีเรียจะมีการเพิ่มจำนวนสูงก่อนแพลงก์ตอนพืชมีการเพิ่มจำนวนก่อนเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจากการที่แบคทีเรียที่เพิ่มขึ้นก่อนย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทำให้แพลงก์ตอนพืชมีสารอนินทรีย์ใช้ในการสังเคราะห์แสงมากขึ้นซึ่งจะเห็นได้ชัดในช่วงวันที่ 3-11 เดือนกรกฎาคม 2546 ซึ่งเมื่อดูปริมาณสารอาหารประกอบกันพบว่าปริมาณซิลิเกตและแอมโมเนียมในวันที่ 11 สูงกว่าในวันที่ 3

แต่ในช่วงเดือนเมษายน ต้นเดือนกรกฎาคม ปลายเดือนกันยายน 2546 ปลายเดือนมีนาคมและกลางเดือนมิถุนายน 2547 แพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นน้อยแต่แบคทีเรียมีความหนาแน่นสูงทั้งนี้ น่าจะเป็นผลจากการยับยั้งการเติบโตของ แพลงก์ตอนพืชทำให้พบความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชกับแบคทีเรียเป็นไปในด้านลบ

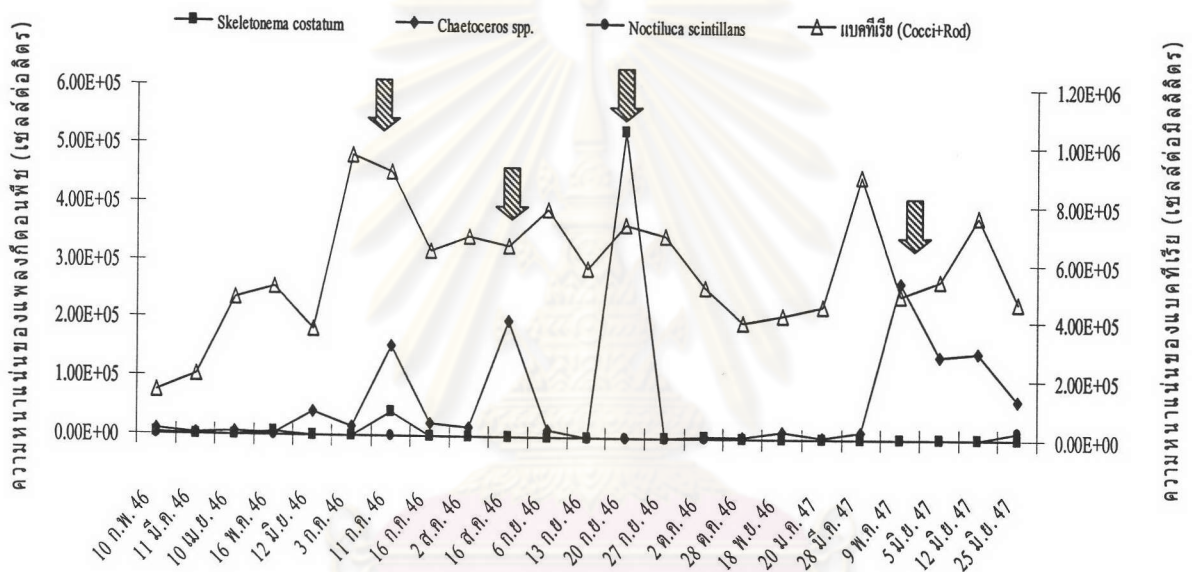


รูปที่ 5.1 ความหนาแน่นของแฟลงก์ตอนพีชและแบคทีเรียในรอบปีครึ่ง บริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ

จากการทดลองเลี้ยงแบคทีเรียที่ได้จากการกรองน้ำทะเลธรรมชาติผ่านกระดาษกรองขนาดตา 0.8 ไมครอน กับแฟลงก์ตอนพีชชนิดเด่น ซึ่งได้แก่ *S. costatum* และ *C. curvisetus* พบว่ามีการปนเปื้อนของแฟลงก์ตอนพีชที่สามารถลอดผ่านตากระดาษกรองได้และเติบโตได้ดี ทั้งผลการทดลองยังให้ผลไม่สม่ำเสมอ น่าจะมาจากการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในแฟลงก์ตอนพีชที่ใช้ศึกษา และในบางช่วงพบว่าในชุดควบคุมและที่เติมแบคทีเรียแฟลงก์ตอนพีชเติบโตได้ดีมาก ซึ่งเมื่อดูปริมาณสารอาหารในวันดังกล่าว คือ 25 มิถุนายน 2547 พบว่า แอมโมเนียม ไนเตรท ไนไตรท์ มีค่าสูง ดังนั้นจึงปรับเปลี่ยนการทดลองโดยใช้แบคทีเรียที่ได้จากการ Pour plate พบว่า แบคทีเรียที่ได้จากน้ำทะเลบริเวณจุดเก็บ สามารถทำให้ *S. costatum*, *C. curvisetus* และ *N. scintillans* ลดจำนวนลง ที่ความเข้มข้นของแบคทีเรีย *Bacillus* sp. 1.53×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตรและ 1.53×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และที่ระดับความเข้มข้นแบคทีเรีย *Pseudomonas* sp. 2.89×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตรและ 2.89×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ที่ระดับความเข้มข้นของ Unidentified bacteria 1.16×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตรและ 1.16×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นที่พบในธรรมชาติ จากรูปที่ 4.17 และ 4.21 เห็นได้ชัดว่า เซลล์แฟลงก์ตอนพีชที่ใช้ในการทดลองมีความสมบูรณ์ลดลงในชุดการทดลองที่เติมแบคทีเรียที่ระดับความเข้มข้นสูงใกล้เคียงกับความเข้มข้นของธรรมชาติ ซึ่งให้ผลไม่ต่างกับการทดลองของ Nagai and Ichiro (1998) ซึ่งได้ทำการทดลองเลี้ยงแบคทีเรีย *Alteromonas* sp. กับไดอะตอม *Coscinodiscus wailesii* พบว่าแบคทีเรียชนิดนี้ที่ระดับความเข้มข้นเซลล์มากกว่า 5×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตรสามารถฆ่าเซลล์ *C. wailesii* ได้ และยังสามารถทดลองกับเซลล์แฟลงก์ตอนพีชชนิดอื่นด้วย ได้แก่ *C. asteromphalus*, *C. granii*, *Actinoptycus undulates*, *C. curvisetus*, *Hemidiscus cuneiformis*, *S. costatum*, *Thalassiosira* sp. และ *Licmophora* sp. พบว่าแบคทีเรียสามารถฆ่าแฟลงก์ตอนพีชเหล่านี้ตายภายในเวลา 3 วัน ดังนั้นจากผลการทดลองดังกล่าวนี้สรุปได้ว่า แบคทีเรียมีความสัมพันธ์กับแฟลงก์ตอนพีชในเชิงลบ และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Fukami et al. (1992) ได้ทำการแยกชนิดและคุณสมบัติของแบคทีเรียที่

ส่งผลยับยั้งการเติบโตของ *G.nagasakiense* พบว่าเป็นชนิด *Flavobacterium* sp.(5N-3) ซึ่งมีผลยับยั้งการเติบโตอย่างรุนแรงในระยะ Logarithmic ทำให้เซลล์ *G.nagasakiense* เหลือเพียง 1% ภายในเวลา 4 วัน เมื่อความหนาแน่นของเซลล์แบคทีเรียมีค่าสูง

เมื่อสังเกตความหนาแน่นกลุ่มแบคทีเรียรูปร่างทรงกลมและรูปร่างแท่งจากธรรมชาติซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกับที่ใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบกับแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น (รูปที่ 5.2) พบว่าเมื่อ *Chaetoceros* spp. เพิ่มขึ้นในวันที่ 11 เดือนกรกฎาคมและวันที่ 16 เดือนสิงหาคม 2546 ความหนาแน่นของแบคทีเรียรูปร่างกลมรวมกับรูปร่างแท่งมีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้นในช่วงวันที่ 9 พฤษภาคม 2547 เมื่อ *Chaetoceros* spp. มีความหนาแน่นสูงขึ้นจะเห็นได้ว่าแบคทีเรียกลุ่มนี้มีจำนวนลดลง และในช่วงวันที่ 20 เดือนกันยายน 2546 *S. costatum* มีความหนาแน่นสูงขึ้น ความหนาแน่นของแบคทีเรียก็ไม่ได้สูงตาม



รูปที่ 5.2 ความหนาแน่นของแบคทีเรียรูปร่างทรงกลมรวมกับรูปร่างแท่งและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

S. costatum, *Chaetoceros* spp. และ *N. scintillans*

จากความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียและแพลงก์ตอนพืชในธรรมชาติพบว่าในช่วงฤดูฝนทั้งแบคทีเรียและแพลงก์ตอนพืชต่างเพิ่มจำนวนสูงขึ้น เนื่องจากมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารอาหารในช่วงฤดูฝน แต่ในบางช่วงดังรูป 5.2 ในวันที่ 9 พฤษภาคม 2547 พบว่าเมื่อความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชลดลงความหนาแน่นของแบคทีเรียกลับเพิ่มสูงขึ้น แสดงถึงแบคทีเรียมีความสัมพันธ์กับแพลงก์ตอนพืชในด้านลบ และเมื่อพิจารณาผลการศึกษความสัมพันธ์ของแบคทีเรียกับแพลงก์ตอนพืชในห้องปฏิบัติการ พบว่าแบคทีเรียสามารถยับยั้งการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชได้ ทั้งนี้ในการทดลองมีเพียงแพลงก์ตอนพืชกับแบคทีเรียเท่านั้น ทำให้มีความแตกต่างจากสภาพธรรมชาติที่มีปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย ทำให้พบความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียและแพลงก์ตอนพืชไม่ชัดเจน แต่จากการศึกษาครั้งนี้ น่าจะเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้แบคทีเรียยับยั้งการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในระบบปิด เช่น บ่อเลี้ยงกุ้ง ซึ่งสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ได้ดีกว่าในสภาพธรรมชาติ