

การเกิดน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจากแพลงก์ตอน *Ceratium furca* ที่สัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม



นางสาวปัทมาภรณ์ หมาดน้อย

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

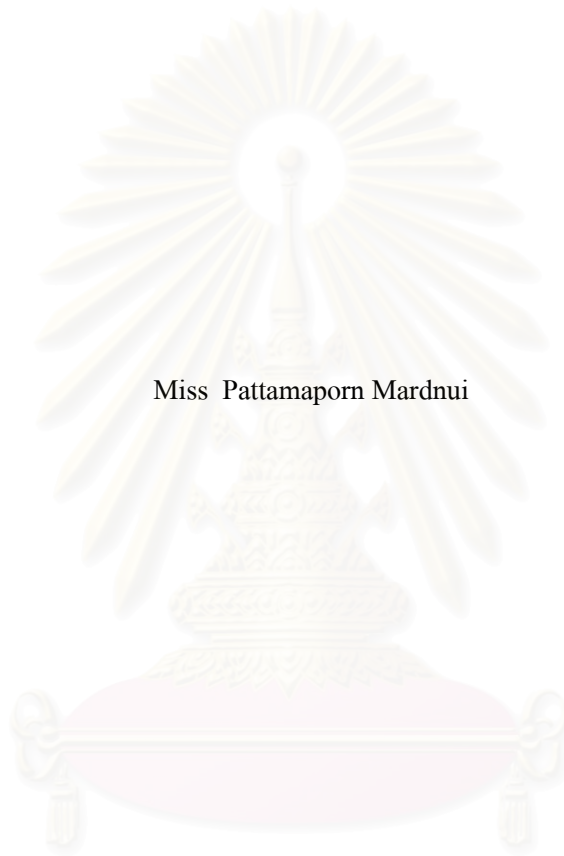
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-14-2117-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OCCURRENCE OF CAUSATIVE RED TIDE ORGANISM, *Ceratium furca*, IN RELATION TO
SOME ENVIRONMENTAL FACTORS



Miss Pattamaporn Mardnui

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Marine Science

Department of Marine Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-14-2117-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเกิดน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจากแพลงก์ตอน *Ceratium furca* ที่สัมพันธ์กับ
ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

โดย

นางสาวปัทมาภรณ์ หมาค่นุ้ย

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นิติธรรมง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมถวิล จริตควร)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. พริตติป ผลพันชิน)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลวรรณ อุทุมพุกษ์พร)

ปีพจนานุกรม หมายความว่า: การเกิดน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจากแพลงก์ตอน *Ceratium furca* ที่สัมพันธ์
กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม (OCCURRENCE OF CAUSATIVE RED TIDE ORGANISM,
Ceratium furca, IN RELATION TO SOME ENVIRONMENTAL FACTORS)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์, 113 หน้า: ISBN 974-14-2117-6

การศึกษาการเกิดน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจากแพลงก์ตอนชนิด *Ceratium furca* ที่สัมพันธ์กับปัจจัยความเค็ม อุณหภูมิ pH ความเข้มแสง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณสารอาหารและปริมาณคลอโรฟิลล์ ที่บริเวณ ปากแม่น้ำบางปะกงจนถึงอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2546 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2547 พบน้ำ เปลี่ยนสีทั้งสิ้น 21 ครั้ง มีสาเหตุจาก *Ceratium furca* 7 ครั้ง *Noctiluca scintillans* 9 ครั้ง *Nitzschia longissima* 3 ครั้ง โดย *N. longissima* เกิดร่วมกับ *Skeletonema costatum* 1 ครั้ง และมีสาเหตุจาก *Chaetoceros* sp. 1 ครั้ง ทั้งนี้ น้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* พบมากในช่วงฤดูฝนเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม และพบได้บ่อยในสถานที่ที่ไกลจาก ปากแม่น้ำซึ่งเป็นบริเวณที่พบเซลล์ได้ตลอดทั้งปี

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายและความหนาแน่นเซลล์ *C. furca* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม พบ ความหนาแน่นของ *C. furca* แปรผกผันกับความเค็มและปริมาณความเข้มแสงที่ผิวน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ในช่วงความเค็มระหว่าง 11.4-29.9 psu และความเข้มแสงผิวน้ำในช่วง 1,043-50,000 Lux พบความสัมพันธ์แบบแปรผกผันตามกับอุณหภูมิ ปริมาณซิลิเกต และคลอโรฟิลล์อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยขณะเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* มีค่าอุณหภูมิ ปริมาณซิลิเกต และคลอโรฟิลล์ ในช่วง 29.27-31.25 องศาเซลเซียส 19.5-72 μM และ 0.18-96 mg/m^3 ตามลำดับ และไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ขณะเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าระหว่าง 3.1-11.12 mg/l pH อยู่ในช่วง 7.82-8.85 และปริมาณไนเตรต ฟอสเฟต และซิลิเกต มีค่าอยู่ในช่วง 0.01-11 μM 0.2-1.86 μM และ 19.5-72 μM ตามลำดับ จากการศึกษาผลของความเค็มต่อการเติบโตของ *C. furca* ในห้องปฏิบัติการ พบว่าเซลล์ตายที่ระดับความเค็มต่ำกว่า 10 และสูงกว่า 40 psu เซลล์เติบโตได้ดีที่ระดับความเค็ม 10, 15, 20, 28, 35 psu โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตเท่ากับ 0.117 \pm 0.0043, 0.129 \pm 0.035, 0.134 \pm 0.0063, 0.170 \pm 0.031 และ 0.149 \pm 0.0297 ต่อวัน ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตของเซลล์ในแต่ละระดับความเค็มไม่แตกต่างกัน มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ภาควิชา.....วิทยาศาสตร์ทางทะเล.....ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์ทางทะเล.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2548.....

4572378723: MAJOR MARINE SCIENCE


KEY WORD: REDTIDES/ ENVIRONMENTAL FACTORS/ *Ceratium furca*

PATTAMAPORN MARDNUI: OCCURRENCE OF CAUSATIVE RED TIDE ORGANISM, *Ceratium furca*, IN RELATION TO SOME ENVIRONMENTAL FACTORS. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. THAITHAWORN LIRDWITAYAPRASIT, Ph.D., 113 pp. ISBN 974-14-2117-6

The occurrence of causative red tide organism, *Ceratium furca*, in relation to salinity, temperature, pH, light intensity, dissolved oxygen, nutrient concentration and chlorophyll parameters was carried out at Bangpakong River mouth to Angsila, Chonburi Province during the period of June 2003 to November 2004. A total of twenty-one red tides was found in this study which caused by *Ceratium furca*, *Noctiluca scintillans*, *Nitzschia longissima* coexisted with *Skeletonema costatum*, *Nitzschia longissima*, and *Chaetoceros* sp. for seven, nine, one, three and one cases, respectively. Red tides of *C. furca* were often observed in rainy season (July-October) at the stations that were far from river mouth in which *C. furca* was observed all year round.

The results showed that cell density of *C. furca* was found negative relation to salinity and surface light intensity ($p < 0.05$). *C. furca* red tides were often found at the salinity in range of 11.4-29.9 psu and at the light intensity in range of 1,043-50,000 Lux. However, the positive relation has been found statistically significant between temperature, silicate, chlorophyll and cell density of *C. furca* ($p < 0.05$). *C. furca* red tides were found at the temperature in range of 29.27-31.25 °C silicate concentration in range of 19.5-72 μM and chlorophyll in range of 0.18 - 96 mg/m^3 . There were no statistically significant difference between the other measured parameters and cell density of *C. furca* but normally the red tides were found at dissolved oxygen in range of 3.1-11.12 mg/l pH in range of 7.82-8.85 and at nitrate phosphate and silicate concentrations in range of 0.01-11 μM , 0.2-1.86 μM and 19.5-72 μM , respectively. The results of laboratory experiment on the effect of salinity on growth of *C. furca* showed that *C. furca* could not grow at the salinity below 10 and above 40 psu. Cell grew well at the salinity level of 10, 15, 20, 28 and 35 psu with the growth rate coefficient of 0.117 ± 0.0043 , 0.129 ± 0.035 , 0.134 ± 0.0063 , 0.170 ± 0.031 and $0.149 \pm 0.0297 \text{ day}^{-1}$, respectively. However, there were no statistically significant difference between growth rate coefficient and each salinity level ($p > 0.05$).

Department.....Marine Science.....Student's signature.....

Field of study.....Marine Science.....Advisor's signature.....

Academic Year.....2005.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ตักเตือนและแนะนำความรู้และแนวทางอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัย รวมทั้งจัดหาเอกสารที่เป็นประโยชน์ และได้กรุณาช่วยตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดทั้งหลายในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จเรียบร้อย

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พรศิลป์ ผลพันธิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมถวิล จริตควร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลวรรณ อุทุมพุกภัยพร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจริญ นิตธรรมขง ที่ได้กรุณารับเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ตลอดจนให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไข วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ทูช่วยวิจัยในโครงการวิจัยเรื่อง นิเวศวิทยาของ *Noctiluca* บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง-อ่างศิลาจังหวัดชลบุรีงานวิจัยในกลุ่มวิชาการสาขาสมุทรศาสตร์ชายฝั่งซึ่งได้รับทุนอุดหนุนวิจัยประเภทโครงการความร่วมมือกับต่างประเทศ ระหว่างไทย-ญี่ปุ่น (NRCT-JSPS)

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ประสิทธิ์ประสาทความรู้จนสำเร็จการศึกษา และขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ รวมทั้งพี่น้องทุกคน ที่ให้การสนับสนุนทุกด้านตลอดมาตลอดจนเพื่อน ๆ พี่ ๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือแนะนำ และเป็นกำลังใจงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. สํารวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
ลักษณะทางชีววิทยาของ <i>Ceratium furca</i>	3
การเกิดน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก <i>Ceratium furca</i>	5
ผลกระทบจากการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก <i>Ceratium furca</i>	6
ปัจจัยที่มีผลต่อเกิดน้ำเปลี่ยนสี.....	8
3. อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการศึกษา.....	10
การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับการกระจายของ <i>Ceratium furca</i>	10
การศึกษาอิทธิพลของความเค็มต่อการเติบโตของ <i>Ceratium furca</i> ใน ห้องปฏิบัติการ.....	17
การวิเคราะห์ผลการศึกษา.....	18
4. ผลการศึกษา.....	19
การศึกษาในภาคสนาม.....	19
การเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก <i>Ceratium furca</i> ในบริเวณที่ศึกษา.....	19
การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเซลล์ตามฤดูกาลของ <i>Ceratium furca</i>	25
ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ <i>Ceratium furca</i> กับปัจจัย สิ่งแวดล้อม.....	29
ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา.....	48

บทที่

ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มกับความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอน ชนิดเด่น ที่เป็นสาเหตุให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา.....	51
การศึกษาในห้องปฏิบัติการ.....	59
การศึกษาอิทธิพลของความเค็มต่อการเติบโตของ <i>Ceratium furca</i>	59
5. อภิปรายผลการศึกษา.....	61
การเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก <i>Ceratium furca</i>	61
ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก <i>Ceratium furca</i>	63
6. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	71
รายการอ้างอิง.....	74
ภาคผนวก.....	80
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	113

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 รายงานการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก <i>Ceratium furca</i> ในประเทศไทย.....	5
2.2 การเกิดน้ำเปลี่ยนสีบริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2544.....	7
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อม.....	16
4.1 น้ำเปลี่ยนสี ที่ตรวจพบระหว่างการศึกษาวิจัย ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2546 ถึงเดือนพฤษภาคม 2547.....	21
4.2 น้ำเปลี่ยนสีที่เกิดขึ้นขณะออกเก็บตัวอย่างจำแนกตามชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุในบริเวณที่ศึกษา.....	23
4.3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงจนถึงอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี.....	47
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นเซลล์ของ <i>Ceratium furca</i> กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงถึงอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี.....	48
5.1 ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> ที่พบเกิดน้ำเปลี่ยนสีในสถานที่ต่าง	62
5.2 ช่วงความเค็มและอุณหภูมิที่พบเซลล์ <i>C. furca</i> มีความหนาแน่นสูงและเกิดน้ำเปลี่ยนสีในสถานที่ต่าง ๆ	66
6.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่พบขณะเกิดน้ำเปลี่ยนสีจากแพลงก์ตอนพืชชนิดต่าง ๆ ในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงถึงอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี.....	72

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	รูปร่างลักษณะของ <i>Ceratium furca</i>	3
2.2	การแบ่งเซลล์แบบ binary fission ของ <i>Ceratium furca</i>	4
2.3	ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราผลผลิตของแพลงก์ตอนพืช.....	8
2.4	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสง และอัตราสังเคราะห์แสง.....	9
3.1	สถานีเก็บตัวอย่างบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง – อ่างศิลา จังหวัดชลบุรี.....	15
4.1	แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา.....	20
4.2	การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเซลล์ของ <i>Ceratium furca</i> และ <i>Noctiluca scintillans</i> ที่สถานีต่าง ๆ.....	24
4.3	การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเซลล์ตามเวลาของ <i>Ceratium furca</i> ตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ.....	28
4.4	ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> ที่ความเค็มต่าง ๆ ในบริเวณที่ศึกษา.....	29
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และความเค็มตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ.....	30
4.6	ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในบริเวณที่ศึกษา.....	31
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และอุณหภูมิตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ.....	32
4.8	ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> ที่ความเข้มแสงต่าง ๆ ในบริเวณที่ศึกษา..	33
4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และความเข้มแสงตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ.....	34
4.10	ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และปริมาณ DO ในบริเวณที่ศึกษา.....	35
4.11	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และปริมาณ DO ตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ.....	36
4.12	ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และปริมาณ pH ในบริเวณที่ศึกษา.....	37
4.13	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และปริมาณ pH ตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ.....	38
4.14	ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และปริมาณไนเตรต ในบริเวณที่ศึกษา.....	39
4.15	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และปริมาณไนเตรตตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ.....	40

รูปที่	หน้า
4.16 ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และปริมาณซิลิเกต ในบริเวณที่ศึกษา.....	41
4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และปริมาณซิลิเกต ตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ.....	42
4.18 ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และปริมาณฟอสเฟต ในบริเวณที่ศึกษา...	43
4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และปริมาณฟอสเฟต ตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ.....	44
4.20 ความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และปริมาณคลอโรฟิลล์ ในบริเวณที่ศึกษา	45
4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ <i>Ceratium furca</i> และปริมาณ คลอโรฟิลล์ตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ.....	46
4.22 การเปลี่ยนแปลงของไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่ทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีในช่วง เดือนมิถุนายน 2546 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2547 ที่สถานีต่าง ๆ.....	50
4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็น สาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา กับความเค็ม.....	51
4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็น สาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา กับอุณหภูมิ.....	52
4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็น สาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา กับความเข้มแสง.....	53
4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็น สาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา กับปริมาณ DO.....	54
4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็น สาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา กับปริมาณ pH.....	55
4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็น สาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา กับปริมาณไนเตรต.....	56
4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็น สาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา กับปริมาณซิลิเกต.....	57
4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็น สาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา กับปริมาณฟอสเฟต.....	58
4.31 สัมประสิทธิ์การเติบโตของ <i>Ceratium furca</i> ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ.....	59
4.32 การเติบโตของ <i>Ceratium furca</i> ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ	60
5.1 กระแสน้ำบริเวณฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนใน.....	63

รูปที่	หน้า
5.2 การเปลี่ยนแปลงความเค็มและหนาแน่นเซลล์ <i>Ceratium furca</i> บริเวณผิวน้ำตามฤดูกาล ในพื้นที่ที่ศึกษา.....	65
5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์ในโตรเจนและปริมาณฟอสเฟตในบริเวณที่ศึกษา.....	68



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

น้ำเปลี่ยนสี (red tides) เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดเนื่องจากแพลงก์ตอนเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาอันสั้นเมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม มีผลให้น้ำทะเลเปลี่ยนสีต่างไปจากสีของน้ำทะเลปกติ เป็นสีแดง สีน้ำตาล สีเขียว หรือสีเหลือง ขึ้นอยู่กับชนิดของแพลงก์ตอนที่อยู่ในน้ำนั้น (Mann, 2000) ชาวประมงมักเรียกว่า “ปรากฏการณ์สีปลาวาฬ” การเกิดน้ำเปลี่ยนสีเป็นที่ได้รับความสนใจและมีการศึกษาเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปรากฏการณ์นี้มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางทะเล ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง จนอาจทำให้สัตว์น้ำตาย น้ำเน่าเสีย มีกลิ่นเหม็นและสีของน้ำทะเลเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้แพลงก์ตอนบางชนิดยังสามารถสร้างสารชีวพิษ และพิษจะถูกถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำ และมนุษย์

ปัจจุบันมีรายงานการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเพิ่มมากขึ้น พบเป็นบริเวณกว้างและช่วงระยะเวลาในการเกิดยาวนานขึ้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2543 และ สมภพ รุ่งสุภา และคณะ, 2546) การศึกษาในปัจจุบันพบว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืช และการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของมนุษย์บริเวณชายฝั่งทะเล เป็นตัวเร่งที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการทิ้งขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล การปล่อยน้ำเสียจากบ้านเรือน ชุมชน การเพาะเลี้ยงชายฝั่ง การเกษตร รวมถึงการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความถี่และความรุนแรงของการเกิดน้ำเปลี่ยนสี (Suvapepun, 1991 และ Yin, 2003)

ในประเทศไทยโดยเฉพาะบริเวณอ่าวไทย มีรายงานชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุของน้ำเปลี่ยนสีที่สำคัญ ได้แก่ *Noctiluca scintillans*, *Ceratium furca*, *Trichodesmium erythraeum*, *Dinophysis* sp. และ ไดอะตอมชนิดต่าง ๆ (สุทธิชัย เตมียวณิชย์, 2527, สมภพ รุ่งสุภา และคณะ, 2546, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2546)

Ceratium furca เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดหนึ่ง que ปัจจุบันพบว่าเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีเป็นสีแดง เป็นกลุ่มที่ไม่สร้างชีวพิษ แต่มีรายงานการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนชนิดนี้ ทำให้ปลาตาย ส่งผลกระทบต่อ การเพาะเลี้ยงและการประมงเป็นอย่างมาก และยังคงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้น้ำเน่าเสียส่งกลิ่นเหม็น เมื่อมีการตายของแพลงก์ตอนดังกล่าว ตั้งแต่ปี 2543 เป็นต้นมามีพบน้ำเปลี่ยนสีเป็นสีแดง เนื่องจาก *C. furca* บ่อยครั้ง ครอบคลุมบริเวณกว้าง และมีแนวโน้มจะเกิดเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอ่าวไทยตอนบนซึ่งเป็นอ่าวที่มีลักษณะกึ่งปิดมีการ

หมุนเวียนถ่ายเทของน้ำน้อย และได้รับสารอาหารปริมาณสูงจากแม่น้ำสายหลัก 4 สาย คือ แม่งลอง ทำจีน เจ้าพระยา และบางปะกง และพบว่าการเพิ่มขึ้นของแพลงก์ตอนชนิดนี้มักพบเสมอเมื่อฝนเริ่มตกครั้งแรก และมีน้ำจืดไหลลงสู่ทะเลมาก อาจกล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของความเค็มและปริมาณธาตุอาหารที่ลงสู่แหล่งน้ำมากขึ้น อาจเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเติบโตของ *C. furca* ได้

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจากแพลงก์ตอน *Ceratium furca* ครั้งนี้ เลือกศึกษาบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงถึงอ่างศิลา ซึ่งพบว่าเกิดน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *C. furca* บ่อยครั้ง ผลจากการศึกษาจะทำให้ทราบข้อมูลทางนิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อใช้ในการอธิบายการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ได้

วัตถุประสงค์

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca*

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเติบโตของ *Ceratium furca* และผลที่ได้จากการศึกษาจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการอธิบายการเกิดน้ำเปลี่ยนสี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

สำรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ceratium furca (Ehrenberg) Claparede & Lachmann เป็นแพลงก์ตอนพืช จัดอยู่ในอนุกรมวิธานลำดับต่อไปนี้ (Tomas, 1997)

Division Chromophyta

Class Dinophyceae

Order Gonyaulacales

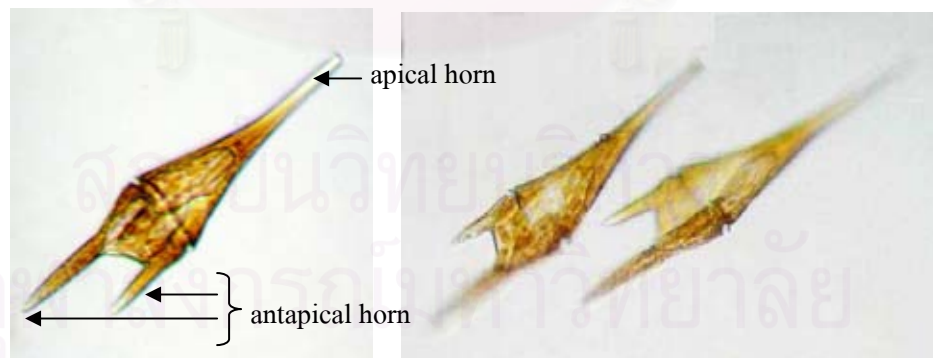
Family Ceratiaceae

Genus *Ceratium*

ลักษณะทางชีววิทยา

ลักษณะเซลล์ค่อนข้างใหญ่ มีขนาด 40-150 ไมครอน เป็นชนิดที่มีการแปรผันรูปร่างและขนาดของเซลล์ได้มาก (Martinez *et al.*, 1995) epitheca รูปกรวย มีปลายค่อย ๆ เรียวขึ้นไปเป็น apical horn มีลักษณะยาวปลายตัดตรง antapical horn ทั้งสองข้างยาวไม่เท่ากัน โดยข้างซ้ายยาวกว่าข้างขวาประมาณ 2 เท่า มักขนานกันหรือกางออกจากแนวนานเพียงเล็กน้อย ปลายของ antapical horn ทั้งสองข้างเรียวแหลมและชี้ไปทางตรงกันข้ามกับ apical horn (Taylor, 1987)

(รูปที่ 2.1)

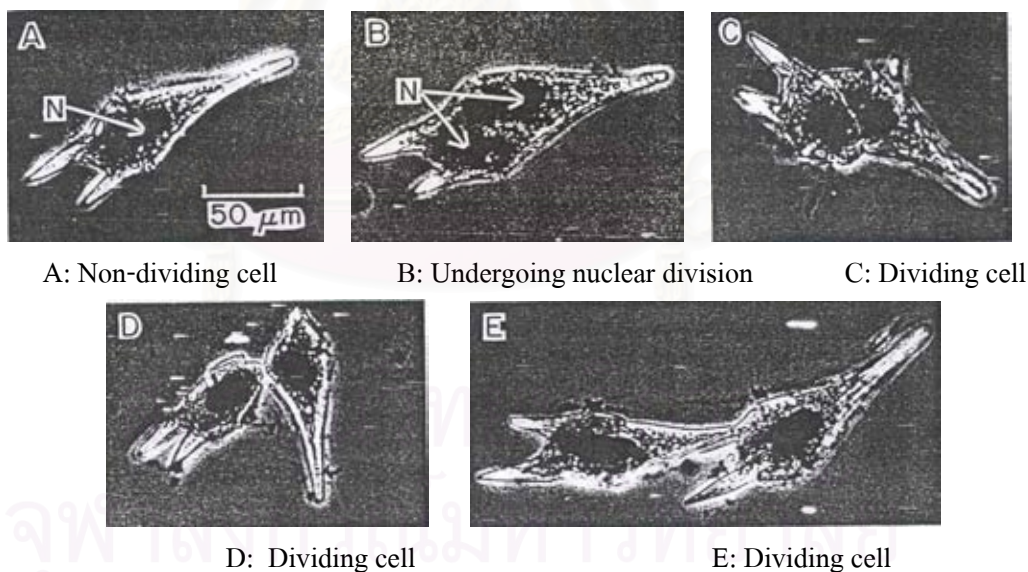


รูปที่ 2.1 รูปร่างลักษณะของ *Ceratium furca*

รูปแบบการดำรงชีวิตของ *C. furca* เป็นแบบ mixotroph (Li *et al.*, 1996, Smalley *et al.*, 1998, Smalley *et al.*, 1999, Smalley, 2002, Smalley and Coats, 2002 และ Smalley *et al.*, 2003) คือสามารถสังเคราะห์สารอินทรีย์ได้จากการสังเคราะห์แสง และใช้สารอาหารอื่นโดยไม่ต้อง

สังเคราะห์แสง เช่น สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ ตะกอนแขวนลอย หรือกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร การศึกษาการกินอาหารของ *C. furca* ในห้องปฏิบัติการ พบว่ากินโปรโตซัวกลุ่มซิลิเอต ชนิด *Strobilidium* spp. มีอัตราการย่อย 0-0.11 ตัว/ชม. (Smalley and Coast, 2002) โดยอัตราการย่อยเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณฟอสฟอรัสและอัตราส่วนระหว่างฟอสฟอรัสและไนโตรเจน (P:N) มีค่าต่ำ (Smalley and Coast, 2002, Smalley *et al.*, 2003) และพบอัตราการกินสูงในช่วงกลางวัน (Smalley *et al.*, 1998) นอกจากนี้การศึกษาใน Chesapeake Bay ทางตะวันออกของสหรัฐอเมริกา ยังพบกลุ่มนาโนซิลิเอตใน food vacuoles ของ *C. furca* (Hansen, 1998 อ้างโดย อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบุรณ์ , 2546)

การสืบพันธุ์ของ *C. furca* เป็นแบบไม่อาศัยเพศ โดยแบ่งตัวแบบ binary fission เริ่มจากการแบ่งนิวเคลียสภายในเซลล์โดยเซลล์มีขนาดใหญ่ขึ้น และค่อย ๆ แบ่งเป็น 2 เซลล์ (รูปที่ 2.2) การแบ่งเซลล์จะเกิดขึ้นในช่วงกลางคืนจนถึงก่อนเช้า (Weiler and Eppley, 1979 Weiler and Karl, 1979 Fukuyo *et al.*, 1990 Smalley *et al.*, 1998) การศึกษาการแบ่งเซลล์ *C. furca* ในธรรมชาติ พบมีค่า doubling time อยู่ในช่วง 4.0-7.5 วัน (Weiler and Chisholm, 1976 Weiler, 1980 และ Baek *et al.*, 2005) และพบอัตราการแบ่งเซลล์สูงในบริเวณที่มีปริมาณธาตุอาหารต่ำ (Weiler, 1980 และ Smalley, 2002)



รูปที่ 2.2 การแบ่งเซลล์แบบ binary fission ของ *Ceratium furca* (Weiler and Eppley, 1979)

การเกิดน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *Ceratium furca*

การกระจายของ *C. furca* พบได้ทั่วโลก ทั้งในบริเวณใกล้ฝั่งและไกลฝั่ง แต่มักพบเป็นสาเหตุของน้ำเปลี่ยนสีเป็นสีแดง ในบริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่ง (Graham and Bronikovsky, 1944 อ้างใน ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542 และ Tomas, 1996) โดยพบความหนาแน่นของเซลล์มีค่าสูงบริเวณผิวน้ำ (Taguchi, 1981 และ Yallop, 2001) ในประเทศไทยพบ *C. furca* ทั้งในอ่าวไทยและอันดามัน โดยมีรายงานการเกิดน้ำเปลี่ยนสีที่มีสาเหตุมาจาก *C. furca* อย่างต่อเนื่อง (ตารางที่ 2.1) พื้นที่ที่มักตรวจพบน้ำเปลี่ยนสี ได้แก่ บริเวณอ่าวไทยตอนบน โดยเฉพาะฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนบน

ตารางที่ 2.1 รายงานการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca* ในประเทศไทย

ปี	เดือน	บริเวณที่พบ	สีน้ำทะเล	เอกสารอ้างอิง
2524	ก.ย.	แม่น้ำท่าจีน	แดง	สุนีย์ สุวภิพันธ์ (2525)
2525-2526		ปากแม่น้ำบางปะกง-บางพระ		สุชนา วิเศษสังข์ (2527)
2525-2526		สมุทรปราการ-ศรีราชา		สุทธิชัย เต็มยวณิชช์ (2527)
2526	เม.ย.	ชายฝั่งตะวันออกอ่าวไทยตอนบน	แดง	จารึก ชูสุวรรณ (2535)
2543	ก.ค.	แหลมฉบัง ชลบุรี	แดง	กรมควบคุมมลพิษ (2543)
2543	ต.ค.	หาดบางแสน ชลบุรี	น้ำตาลแดง	กรมควบคุมมลพิษ (2543)
2543	ต.ค.	เกาะสีชัง-ศรีราชา	แดง	สมภพ รุ่งสุภา (ติดต่อบริษัท)
2544	มิ.ย.	เกาะสีชัง	แดง	ชลธยา ทรงรูป (ติดต่อบริษัท)
2544	ก.ค.- ก.ย.	ชายฝั่งชลบุรี	แดง	สมภพ รุ่งสุภาและคณะ (2546)
2545	ก.ค.- ก.ย.	ชายฝั่งทะเลบางพระ ชลบุรี		ปิยะรัตน์ เชื้อชี (2547)
2545	ก.ย.- ต.ค.	ฝั่งตะวันออกของเกาะสีชัง		ชลธยา ทรงรูป (2546)

ที่มา : คัดแปลงจาก สมภพ รุ่งสุภา และคณะ (2546)

ปัจจุบันมีรายงานการเพิ่มขึ้นของน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *C. furca* บ่อยครั้ง ครอบคลุมบริเวณกว้างและมีแนวโน้มเกิดเพิ่มมากขึ้น ปี 2543 กรมควบคุมมลพิษมีรายงานการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium* sp. บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงเดือนธันวาคม ปี 2542 มีการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วทำให้น้ำมีสีน้ำตาลแดงแต่ไม่พบการตายของปลา ต่อมาเดือนตุลาคมปี 2543 ได้เกิดน้ำเปลี่ยนสีอีกครั้งเป็นสาเหตุทำให้ปลาหน้าดินตายเป็นจำนวนมากเนื่องมาจากการขาดออกซิเจน (กรมควบคุมมลพิษ, 2543) การตรวจติดตามและเฝ้าระวังการเกิดน้ำเปลี่ยนสีบริเวณจังหวัดชลบุรี

ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2544 พบน้ำเปลี่ยนสีที่มีสาเหตุจาก *C. furca* ถึง 10 ครั้ง และพบการเพิ่มปริมาณอย่างมากในช่วงเดือนสิงหาคมถึงต้นเดือนกันยายน จากการพบน้ำเปลี่ยนสีทั้งหมด 12 ครั้ง (ตารางที่ 2.2) โดยพบน้ำทะเลบริเวณที่ศึกษามีความเค็มอยู่ในช่วง 10.25-31.27 psu มีค่าเฉลี่ย 23.40 psu อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยมีค่า 29.69 องศาเซลเซียส และตรวจวัดปริมาณสารอาหาร แอมโมเนีย ไนเตรต ไนไตรต์ ฟอสเฟต และซิลิเกต มีค่าอยู่ในช่วง 0.08-131.40, 0.00-9.08, 0.03-4.20, 0.68-10.42 และ 0.01-14.82 $\mu\text{mol/l}$ ตามลำดับ ซึ่งในอดีตน้ำเปลี่ยนสีบริเวณนี้มักมีสาเหตุจากแพลงก์ตอน *Noctiluca scintillans* และบางครั้งเกิดจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Trichodesmium* sp. แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่มีผลทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณดังกล่าว (สมภพ รุ่งสุภา และคณะ, 2546)

ผลกระทบจากการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca*

การเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ยังไม่มีรายงานว่าสร้างสารชีวพิษได้ แต่มีรายงานว่า การเพิ่มอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนชนิดนี้ทำให้เกิดสภาพ hypoxia หรือ anoxia เนื่องจากเมื่อมีการตายของแพลงก์ตอน ทำให้มีการใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำลดลงมาก ทำให้ปลาและสัตว์น้ำตาย ส่งผลเสียต่อการเพาะเลี้ยง การประมงชายฝั่ง และอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในหลายประเทศ (Yin, 2003, Kudela *et al.*, 2005 และ สุทธิชัย เตมีวิชชัย, 2527) มีรายงานพบว่าหลังจากเกิดการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของ *C. furca* และ *Prorocentrum micans* บริเวณชายฝั่งตะวันตกของแอฟริกาใต้ ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดต่ำลง และมีการสะสมของไฮโดรเจนซัลไฟด์ ทำให้ปลากระบอก ปลาหน้าดิน ตลอดจนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหลายชนิดตาย (Kudela *et al.*, 2005) การศึกษาในปี 1997 พบการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของ *C. furca* ที่อ่าว Elands บริเวณชายฝั่งตะวันตกของแอฟริกาใต้ ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดต่ำลงมาก ส่งผลให้กุ้งมังกรซึ่งเป็นสัตว์เศรษฐกิจในพื้นที่ขึ้นมามีตายเกยฝั่งมากถึง 2,000 ตัว (Kudela *et al.*, 2005)

Mamcarz and Worniallo (1986) ได้ศึกษาผลการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของ *Ceratium hirudinella* ต่อเหงือกของตัวอ่อนปลา white fish พบว่าทำให้เกิดการเสีรูปร่างของเหงือกและทำลายเยื่อผิวของระบบแลกเปลี่ยนก๊าซในตัวอ่อนปลา ส่งผลให้ปลาตาย

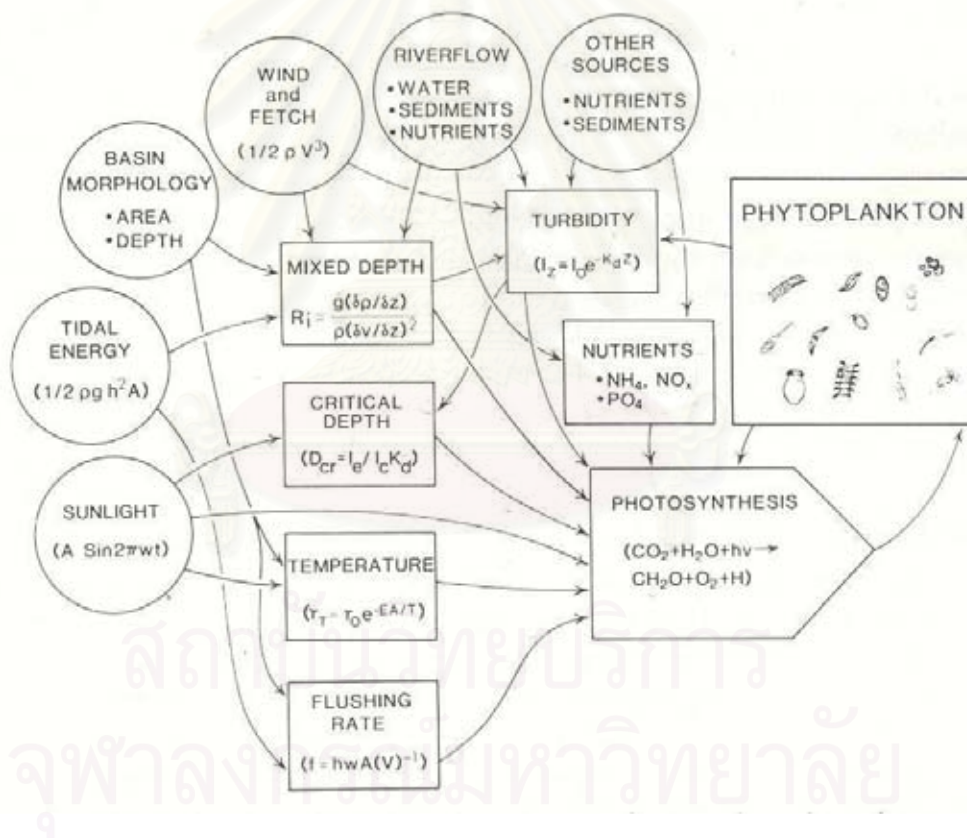
ตารางที่ 2.2 การเกิดน้ำเปลี่ยนสีบริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2544

ช่วงที่เกิด	ระยะเวลา(วัน)	บริเวณที่พบ	แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น
กลาง มิ.ย. 44	–	แหลมแท่น	<i>Ceratium furca</i>
ปลาย มิ.ย. 44	–	แหลมแท่น	<i>Ceratium furca</i>
30 ก.ค. 44	< 4	บางพระ	<i>Ceratium furca</i>
		อ่างศิลา	<i>Skeletonema costatum</i>
8 ส.ค. 44	–	บางแสน	<i>Ceratium furca</i>
15 ส.ค. 44		อ่างศิลา แหลมแท่น บางแสน	<i>Ceratium furca</i> และ <i>Skeletonema costatum</i>
16-19 ส.ค. 44	4	อ่างศิลา แหลมแท่น บางแสน	<i>Ceratium furca</i> และ <i>Skeletonema costatum</i>
21-23 ส.ค. 44	3	แหลมแท่น บางแสน	<i>Ceratium furca</i>
23-25 ส.ค. 44	1	บางแสน เกาะสีชัง	<i>Ceratium furca</i>
27 ส.ค. 44	1	เกาะสีชัง	<i>Ceratium furca</i>
1-2 ก.ย. 44	2	เกาะสีชัง	<i>Noctiluca scintillans</i>
1-13 ก.ย. 44	7	อ่างศิลา แหลมแท่น บางแสน	<i>Ceratium furca</i>
		บางพระ	
15 ก.ย. 44	1	แหลมแท่น	<i>Skeletonema costatum</i>

ที่มา : สมภพ รุ่งสุภา และคณะ (2546)

ปัจจัยที่มีผลต่อเกิดน้ำเปลี่ยนสี

การเกิดน้ำเปลี่ยนสี เป็นปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน จำนวนผลผลิตของแพลงก์ตอนที่เกิดขึ้น เกิดจากการกระทำร่วมกันของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งปัจจัยทางกายภาพ และปัจจัยทางชีวภาพ (Gross, 1972 และไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์, 2538) โดยพลังงานที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ และปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์กัน ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ได้แก่ ความขุ่นมีผลต่อการสังเคราะห์แสงและปริมาณผลผลิตของแพลงก์ตอนพืช ขณะเดียวกัน ปริมาณสาหร่าย และตะกอนที่มาจากภายนอก (การไหลลงของแม่น้ำ) และจากภายใน (การหมุนเวียนของตะกอนที่เกิดจากน้ำขึ้นน้ำลง) ก็มีผลต่อความขุ่นในแหล่งน้ำ ปัจจัยดังกล่าวล้วนมีผลต่อจำนวนผลผลิตของแพลงก์ตอนพืชทั้งสิ้น

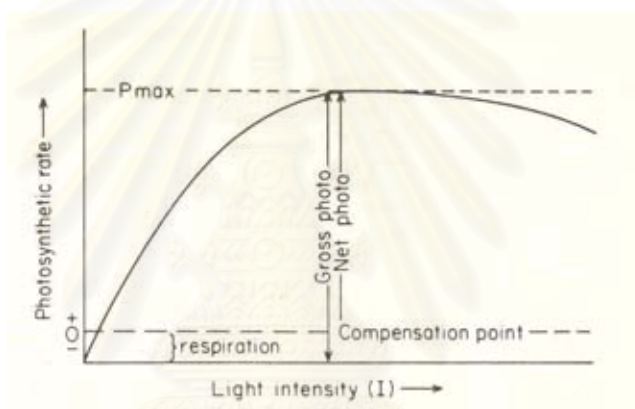


รูปที่ 2.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราผลผลิตของแพลงก์ตอนพืช (Boynton et al, 1982)

ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืช

1. แสง

แสงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชในน้ำทะเลอย่างมาก แพลงก์ตอนพืชมีคลอโรฟิลล์ หรือรงควัตถุอื่นที่ดูดซึมแสงอาทิตย์มาใช้ในการสังเคราะห์แสง เป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการสร้างอาหารของพืช โดยทั่วไปเมื่อความเข้มของแสงเพิ่มขึ้นอัตราการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชจะเพิ่มขึ้นด้วย แต่เมื่อถึงจุดหนึ่งที่มีความเข้มของแสงสูงมาก การสังเคราะห์แสงจะลดลง เนื่องจากความเข้มของแสงที่สูงมากเกินไปจะยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช ทำให้ไม่สามารถทำงานได้ทันกับปริมาณแสงที่เพิ่มมากขึ้น (Boynton *et. al*, 1982) (รูปที่ 2.4)



รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสง และอัตราสังเคราะห์แสง (Boynton *et al*, 1982)

การสังเคราะห์แสงยังขึ้นกับความลึกของน้ำเช่นกัน โดยการสังเคราะห์แสงจะพบมากในบริเวณ euphotic zone หรือบริเวณชั้นน้ำที่แสงส่องถึง และจะลดลงเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น เนื่องจากในที่ลึกปริมาณแสงที่สามารถส่องลงไปจะมีน้อยลง ไม่เพียงพอต่อการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช MacIsaac and Dugdale (1972) พบว่าความเข้มแสงที่แพลงก์ตอนพืชจะสามารถดูดซึมในเตรดและแอมโมเนียไปใช้ได้ จะมีค่าอยู่ในช่วง 1-14 เปอร์เซ็นต์ของความเข้มแสงที่ผิวน้ำ ซึ่งจะเป็นบริเวณ euphotic zone Whittington *et al.* (2000) ศึกษาการเติบโตของ *Ceratium hirudinella* บริเวณตอนเหนือของ New South Wales, Australia พบว่าเซลล์จะรวมตัวและสังเคราะห์แสงบริเวณใกล้ผิวน้ำในช่วงความเข้มแสง $212-552 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ และเมื่อมีความเข้มแสงสูงจะมีการอพยพลงไปที่ลึก และจะมารวมตัวที่ใกล้ผิวน้ำอีกครั้งเมื่อความเข้มแสงเหมาะสม โดยความเข้มแสงที่ส่องผ่านลงไปใต้น้ำยังขึ้นกับ ความขุ่นของน้ำ ถ้าน้ำมีความขุ่นมาก ก็จะเป็นตัวยับยั้งแสงทำให้ส่องไปในน้ำได้น้อยลง (Boynton, 1982) โดยช่วงคลื่นแสงที่เป็นแหล่งพลังงานสำหรับการสังเคราะห์แสงของพืชนั้น มีความยาวช่วงคลื่น 400-700 นาโนเมตรที่สามารถส่องลงไปใต้น้ำได้

(Lalli and Parsons, 1977) แพลงก์ตอนพืชจะดูดกลืนพลังงานแสงโดยอาศัยรงควัตถุที่มีอยู่ภายในเซลล์ รงควัตถุที่มีมากที่สุดคือ คลอโรฟิลล์เอ สามารถดูดกลืนแสงมากที่สุดในช่วงคลื่นแสง 650-700 นาโนเมตรหรือแสงสีแดง และช่วงคลื่นแสง 450 นาโนเมตร หรือแสงสีน้ำเงิน-ม่วง นอกจากนี้ยังประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ บี คลอโรฟิลล์ ซี แคโรทีน แซนโทโรฟิลล์ และไฟโคบิลิน ซึ่งในแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิด มีปริมาณและชนิดของรงควัตถุแตกต่างกัน ความต้องการแสงของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดจึงแตกต่างกัน มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของเซลล์ *Ceratium longipes* บริเวณ Bedford Basin ประเทศ Canada พบว่าเซลล์จะดูดซับแสงสีฟ้าในช่วงคลื่น 450-500 นาโนเมตร และพบความหนาแน่นเซลล์สูงสุดบริเวณผิวน้ำ (Taguchi, 1981) Nordli (1957) อ้างโดย Toriumi, (1971) รายงานว่า *Ceratium* สามารถเติบโตได้ดีที่ระดับความเข้มแสง 2,500 Lux และมีอัตราการแบ่งเซลล์สูง และเมื่อความเข้มแสงสูงมากอัตราการแบ่งเซลล์จะลดลง โดยพบว่า *C. furca* ไม่เติบโตที่ระดับความเข้มแสง 10,000 Lux

2. อุณหภูมิ

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยแวดล้อมที่เป็นตัวกำหนดลักษณะเด่น การกระจาย การเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ มีผลต่อกระบวนการทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำ การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของอุณหภูมิในน้ำทะเล มีช่วงกว้างในเขตอบอุ่น พบตั้งแต่ -1.9 ถึง 40 องศาเซลเซียส (Kennish, 1986) อุณหภูมิของน้ำจะเปลี่ยนแปลงสูงบริเวณปากแม่น้ำที่ตื้นและมีความกว้างมาก ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่รุนแรงจะเกิดขึ้นบริเวณผิวน้ำมากกว่าในที่ลึก การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเติบโตและเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำ เนื่องจากเป็นตัวควบคุมกระบวนการทางเคมีในทะเล การหายใจและเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิต

สำหรับแพลงก์ตอนกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตพบว่า การกระจายของเซลล์มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำทะเล (Graham, 1942 อ้างโดย พรศิลปี ผลพันธิน, 2530) Martinez *et al.* (1995) ศึกษาการกระจายของ *C. furca* ในอ่าวเม็กซิโก เซลล์กระจายในช่วงอุณหภูมิ 30-34 องศาเซลเซียส โดยมีความหนาแน่นของเซลล์ตั้งแต่ 700-3,000 cell/L แต่การศึกษาประชากรแพลงก์ตอนพืชใน San Francisco Bay พบ *C. furca* กระจายในช่วงอุณหภูมิ 14-18.5 องศาเซลเซียส (Cloern and Dufford, 2005) Sato *et al.* (2005) ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการอัตราการเติบโตของ *Ceratium* spp. บริเวณ Tokyo Bay พบว่า *C. furca* สามารถเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 15-28 องศาเซลเซียส และพบว่าเซลล์ไม่เติบโตที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับการศึกษาของ Baek *et al.* (2005) บริเวณ Sagami Bay พบว่าเซลล์ *C. furca* สามารถเติบโตได้ในช่วงอุณหภูมิ 12-32 องศาเซลเซียส โดยมีอัตราการเติบโตสูงสุดที่อุณหภูมิ 20-28 องศาเซลเซียส และพบว่าอัตราการเติบโตของ *C. furca* จะถูกจำกัดเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลงต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียส และมีความเข้มแสงต่ำ การศึกษาของ Machida *et al.* (1999) อ้างโดย Baek *et al.*, (2005) ในประเทศญี่ปุ่น พบน้ำ

เปลี่ยนสีจาก *C. furca* ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน ปี 1997 โดยพบว่าอุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 13 - 20 องศาเซลเซียส

3. ความเค็ม

ความเค็มมีผลต่อการกระจายและชนิดของแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดจะมีความทนทานต่อความเค็มที่แตกต่างกัน การเพิ่มจำนวนและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนแต่ละชนิด อาจเกิดขึ้นจากการตอบสนองต่อความเค็มที่เปลี่ยนแปลงไปควบคู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิดเป็นพวก euryhaline คือสามารถอยู่ได้ในช่วงความเค็มกว้าง ดังนั้นพวกนี้จึงทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงกว้างได้ (พรศิลป์ ผลพันธุ์, 2530) รายงานการศึกษาประชากรแพลงก์ตอนพืชใน San Francisco Bay พบ *C. furca* สามารถกระจายในช่วงความเค็ม 25-32 psu (Cloern and Dufford, 2005)

การศึกษาบริเวณ Sagami Bay (Baek *et al.*, 2005) พบว่าเซลล์ *C. furca* สามารถเติบโตได้ในช่วงความเค็ม 17-34 psu และมีอัตราการเติบโตสูงสุดที่ความเค็ม 30 psu ที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส และความเข้มแสง $600 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ การศึกษาของ Nordli (1953 อ้างโดย Baek *et al.*, 2005) รายงานว่าในสภาพธรรมชาติ *C. furca* จะเติบโตได้ดีในช่วงความเค็ม 20- 25 psu ที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส และความเค็มยังเป็นตัวจำกัดการกระจายประชากรในธรรมชาติของ *C. furca* ดังการศึกษาของ Smalley and Coast (2002) บริเวณ Chesapeake Bay รายงานว่า *C. furca* ถูกจำกัดที่ความเค็มมากกว่า 10 psu และพบมากที่ความเค็ม 15 psu

Martines *et al.* (1995) ทำการศึกษาบริเวณ Laguna de Sontecompan ประเทศเม็กซิโก พบ *C. furca* ในน้ำที่มีความเค็มในช่วง 13-35 psu บริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่งในเขตร้อนชื้น และมักพบการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของ *C. furca* เมื่อมีปริมาณน้ำจืดสูง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Bustamante (2001) ที่ทำการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อม และการเพิ่มจำนวนของไดโนแฟลกเจลเลตบริเวณ San Rogue lake, Argentina พบ *Ceratium* sp. มีความหนาแน่นของเซลล์สูงถึง 1,800,000 cell/L ในช่วงเดือนมีนาคม 1998-1999 มีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และพบว่ามีปริมาณน้ำฝน และปริมาณแอมโมเนียสูง อัตราส่วนของ N:P มีค่าต่ำ และผลการศึกษาของ Olseng *et al.* (2002) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรไดโนแฟลกเจลเลตบริเวณ Oslofjord, Norway พบการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของ *C. furca* ในเดือนตุลาคม ซึ่งมีน้ำจืดไหลลงสู่แหล่งน้ำและมีปริมาณน้ำฝนสูง พบมีความหนาแน่นของเซลล์มากกว่า 2,000 cell/L

4. สารอาหาร

สารอาหารที่เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และซิลิกอน ซึ่งเป็นธาตุที่มีความสำคัญและมักเป็นปัจจัยจำกัดต่อการเพิ่มจำนวนและการเติบโตของแพลงก์ตอนพืช นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่น ๆ ที่มีความสำคัญต่อการเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ แคลเซียม คาร์บอน เหล็ก ทองแดง แมกนีเซียม สังกะสี โมลิบดีนัม วานาเดียม โพแทสเซียม และโคบอลต์ (Kennish, 1986)

ไนโตรเจน

เป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเติบโตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ เป็นส่วนประกอบของอินทรีย์สารหลายชนิดที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์ เช่น เป็นส่วนประกอบของโปรตีน และไขมันบางชนิด ถือเป็นปัจจัยจำกัดของแหล่งน้ำ ไนโตรเจนที่ลงสู่บริเวณแหล่งน้ำมีทั้งในรูปก๊าซและสารประกอบไนโตรเจน (Boynton, 1982) ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรต์ และไนเตรต โดยในน้ำทะเล ไนเตรตเป็นรูปแบบที่มีความเสถียรมากที่สุดจึงพบในปริมาณมากที่สุดโดยพบว่าไนเตรตส่วนใหญ่ได้จากการชะล้างของหินและปุ๋ยจากแผ่นดิน ซึ่งในน้ำทะเลมีไนโตรเจนในรูปไนเตรตอยู่ระหว่าง 1-500 ไมโครกรัม ไนไตรต์ 0.1-50 ไมโครกรัม (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2532) การศึกษาในบริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกของช่องแคบอังกฤษ พบว่ารูปแบบของไนโตรเจนที่พืชนำไปใช้ คิดเป็นร้อยละ ดังนี้ แอมโมเนีย ร้อยละ 48 ไนเตรตร้อยละ 32 ยูเรีย ร้อยละ 13 และไนไตรต์ร้อยละ 7 (Helguen *et al.*, 1996 อ้างโดย อธิฉนิกา พรหมทอง, 2542)

ฟอสฟอรัส

เป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญของพืช ทั้งยังมีส่วนเกี่ยวข้องในการแปรรูปพลังงาน เช่น เป็นส่วนประกอบของ deoxyribonucleic acid (DNA) และ ribonucleic acid (RNA) มีบทบาทสำคัญต่อปฏิกิริยาทางชีวเคมีภายในเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช โดยเกี่ยวข้องกับกระบวนการขนส่งภายในเซลล์ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ของแพลงก์ตอนพืช ที่มาของฟอสฟอรัสในน้ำ โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำนั้น มาจากการชะล้างจากแผ่นดินซึ่งจะนำฟอสฟอรัสลงสู่ปากแม่น้ำในรูปแร่ฟอสเฟต (Boynton, 1982) และจากน้ำที่จากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม การเกษตร สารซักฟอก ปุ๋ย ฟอสฟอรัสในน้ำทะเลมีทั้งในรูปสารละลายและสารแขวนลอย โดยในน้ำทะเลที่มีความเค็มปกติและ pH 8.0 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส 87% ของฟอสเฟตจะอยู่ในรูปของ HPO_4^{2-} 12% จะอยู่ในรูป PO_4^{3-} และ 1% จะอยู่ในรูปของ H_2PO_4^- (Kester and Ptkowicz, 1967 อ้างโดย มนูวดี หังสพฤกษ์, 2532) นอกจากนี้บริเวณปากแม่น้ำและน้ำชายฝั่งยังมีฟอสฟอรัสอินทรีย์ อีกรูปหนึ่งคือ โพลีฟอสเฟต ซึ่งไม่พบในน้ำทะเลเปิด ทั้งนี้เพราะฟอสฟอรัสในรูปนี้ไม่ได้เกิดเองในธรรมชาติ แต่เป็นสารประกอบที่มนุษย์ใช้ผสมในผงซักฟอก (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2532)

การศึกษาของ Yin *et al.* (2000) ซึ่งทำการศึกษาปริมาณสารอาหารและมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำ Pearl ในฮ่องกง พบว่าเมื่อปริมาณไนเตรตและแอมโมเนียสูง และปริมาณฟอสเฟตและซิลิเกตมีความเข้มข้นต่ำมาก มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชมีค่าสูง เนื่องจากการใช้ฟอสเฟตและซิลิเกตในมวลน้ำเมื่อมีปริมาณไนโตรเจนอย่างเพียงพอ ทำให้แพลงก์ตอนเพิ่มจำนวนมากขึ้น และการศึกษาของ Yin (2002) ยังพบว่า ฟอสเฟตเป็นปัจจัยจำกัดในการควบคุมมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช บริเวณปากแม่น้ำ Pearl นอกจากนี้การศึกษาของ Ho *et al.* (2003 อ้างโดย ปิยะรัตน์ เชาว์, 2547) ซึ่งศึกษาแพลงก์ตอนพืชที่ก่อให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีในประเทศฮ่องกง และทะเลจีนใต้ พบว่ามวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชจะสัมพันธ์กับปริมาณสารอาหาร การเพิ่มขึ้นของจำนวนไดโนแฟลกเจลเลตเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของ N:P เมื่อมีการลดลงของ N:P จาก 20:1 เป็น 11:1 ในบริเวณผิวน้ำน้ำทะเลส่งผลให้ไดโนแฟลกเจลเลตเพิ่มจำนวนแทนที่กลุ่มไดอะตอม ทั้งนี้เนื่องจากไดโนแฟลกเจลเลตจะเติบโตได้ดีเมื่อ N:P มีค่าระหว่าง 4-16:1

Quasim *et al.* (1973 อ้างโดย Dodge and Marshall, 1994) รายงานว่า *C. furca* จะพบกระจายและมีจำนวนมากในบริเวณปากแม่น้ำ เมื่อปริมาณไนเตรตและฟอสเฟตมีค่าต่ำ และจะไม่พบเซลล์เมื่อมีปริมาณธาตุอาหารสูง

โลหะปริมาณน้อย (trace metal)

โลหะปริมาณน้อย(trace metal) ได้แก่ เหล็ก ทองแดง แมงกานีส สังกะสี โมลิบดีนัม โคบอลต์ เป็นต้น เป็นธาตุอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืช (essential micro-nutrient) ถ้ามีน้อยเกินไปก็จะไปจำกัดการเติบโต ถ้ามากเกินไปก็จะยับยั้งการเติบโตและเป็นพิษได้ (Morel and Morel-Laurens, 1983 อ้างโดย เบญจวรรณ ไชยวงศ์, 2532) บทบาทของโลหะปริมาณน้อยต่อแพลงก์ตอนพืชนั้น ขึ้นกับชนิดของแพลงก์ตอนพืช และรูปแบบทางเคมีของโลหะ ซึ่งจะถูควบคุมโดยขบวนการทางเคมีและฟิสิกส์ ได้แก่ การตกตะกอน การถูกดูดซึม การรวมตัวกันเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์

แมงกานีส มีบทบาทโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสง ถ้าแมงกานีสต่ำจะจำกัดการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในทะเล และบทบาทดังกล่าวนี้จะขึ้นอยู่กับออสโมสรีส และผลการทำงานร่วมกับโลหะอื่นเป็นภาวะตรงกันข้าม เช่น ทองแดง เหล็ก (Tayer and Polling, 1987 อ้างโดย เบญจวรรณ ไชยวงศ์, 2532)

โคบอลต์ เป็นธาตุที่ต้องการใช้ในการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต สำหรับไดโนแฟลกเจลเลตแล้ว โดยปกติจะถูกสร้างอยู่ในรูปของอินทรีย์สารที่รวมตัว กับวิตามินบี 12 ทองแดง เป็นโลหะปริมาณน้อยที่มีความจำเป็นต่อแพลงก์ตอนพืช ถ้ามีปริมาณมากเกินไปก็เป็นพิษได้ แพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดจะมีความต้องการในปริมาณที่แตกต่างกัน

ทองแดงจะมีบทบาทในการช่วยส่งอิเล็กตรอนให้กับ P-700 ในระบบการขนส่งอิเล็กตรอนของขบวนการสังเคราะห์แสงขั้นที่ 1 Schenck (1984 อ้างโดย เบญจวรรณ ไชยวงศ์, 2532) ได้ศึกษาผลของทองแดงต่อ *Gonyaulax tamarensis* พบว่าอัตราการเติบโตจะถูกจำกัดเมื่อไอออนของทองแดงมีความเข้มข้นอยู่ในระดับน้อยกว่า 5×10^{-13} โมลาร์ และสูงสุดเมื่อไอออนของระดับทองแดงมีค่าอยู่ในช่วง 5×10^{-13} - 10^{-12} โมลาร์ และจะมีการลดอัตราการเจริญลงชั่วคราว จากนั้นเพิ่มขึ้นอีก เมื่อระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วง 10^{-12} - 10^{-11} โมลาร์ จากนั้นระดับการเจริญเติบโตจะลดลงเมื่อระดับความเข้มข้น 10^{-10} โมลาร์ ซึ่งความเข้มข้นระดับนี้จะพบในเฮสทูรีที่มีสภาวะมลพิษและน้ำทะเลชายฝั่ง จึงช่วยไม่ให้เกิดปรากฏการณ์ซีบลาวาฟอันเนื่องมาจากไดโนแฟลกเจลเลตชนิดนี้ แต่ถ้ามีสารพวกคีเลเตอร์ในธรรมชาติมากก็จะมีผลทำให้ลดความเข้มข้นของทองแดงลง ซึ่งอาจก่อให้เกิดการเพิ่มจำนวนอย่างมากและรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชชนิดนี้ได้ (เบญจวรรณ ไชยวงศ์, 2532)

เหล็ก เป็นธาตุปริมาณน้อยที่มีความจำเป็นมากต่อการเติบโตของแพลงก์ตอนพืช การศึกษาของ Ingle and Martin (1971 อ้างโดย เบญจวรรณ ไชยวงศ์, 2532) ได้ให้ความเห็นว่าธาตุเหล็กเป็นตัวชักนำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีซึ่งเกิดจาก *Gymnodinium breve* บริเวณชายฝั่งฟลอริดา ทั้งนี้เนื่องจากน้ำจากแผ่นดินขณะนั้นมีปริมาณเหล็กสูง สำหรับอิทธิพลของธาตุปริมาณน้อยต่อการเติบโตของ *C. furca* ยังไม่มีรายงานการศึกษา

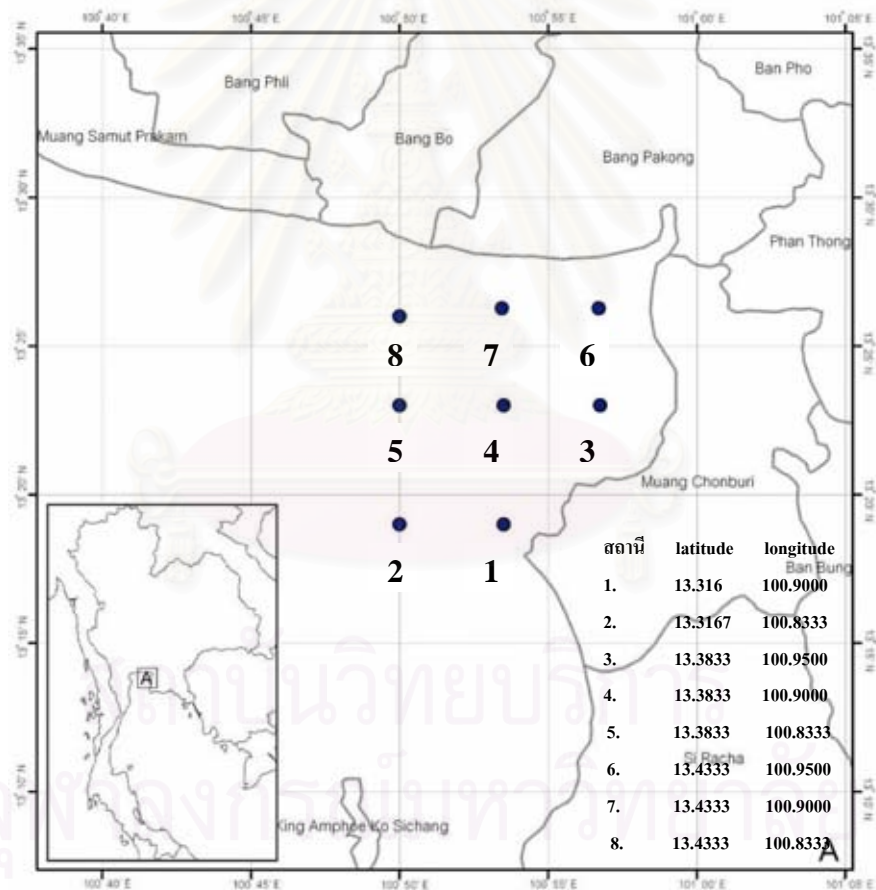
บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการศึกษา

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับการกระจายของ *Ceratium furca*

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษารอบคลุมบริเวณที่เกิดน้ำเปลี่ยนสีบ่อยครั้งตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกง จนถึง ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี โดยมีสถานีเก็บตัวอย่าง 8 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 สถานีเก็บตัวอย่างบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง - อ่างศิลา จังหวัดชลบุรี

2. ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่าง และข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษา เป็นระยะเวลา 1 ปี 6 เดือน (เดือนมิถุนายน 2546 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2547) เดือนละ 2 ครั้ง ในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ของเดือน

3. การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ตรวจวัดปัจจัยสิ่งแวดล้อม ที่ระดับความลึก 0.5, 5, 10 เมตร และเหนือพื้นดิน 1 เมตร ในแต่ละสถานี โดยใช้เครื่องมือ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยที่ตรวจวัด	เครื่องมือที่ใช้
ความลึก	Deep Sounder
ความโปร่งแสง	Secchi disc
ปริมาณแสง	Windaus Lux Meter
ธาตุอาหาร (ฟอสเฟต แอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต และซิลิเกต)	Skalar Auto-nutrient analyzer
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าการนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-เบส	YSI Model 600 XL

4. การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช

4.1 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชเพื่อนำมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

ใช้กระบอกน้ำ Vandorn ขนาด 5 ลิตร เก็บน้ำปริมาตร 20 ลิตร ที่ระดับความลึก 0.5 เมตร กรองผ่านถุงแพลงก์ตอนขนาดตา 20 ไมโครเมตร เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนในขวดพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร จดบันทึกสถานีเก็บตัวอย่าง และวันที่เก็บตัวอย่าง นำตัวอย่างน้ำมาแยกเซลล์ *C. furca* เพื่อเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

4.2 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและเก็บรักษาด้วยน้ำยาฟอร์มาลิน

ใช้กระบอกน้ำ Vandorn ขนาด 5 ลิตร เก็บน้ำปริมาตร 20 ลิตร ที่ระดับความลึกตามที่กำหนดในข้อ 3 กรองน้ำที่เก็บผ่านถุงแพลงก์ตอนขนาดตา 20 ไมโครเมตร เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนลงในขวดพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟอร์มาลินให้มีความเข้มข้นสุดท้ายประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ จดบันทึกสถานีเก็บตัวอย่าง ระดับความลึก และวันที่เก็บตัวอย่าง บนขวดเก็บตัวอย่าง ตรวจนับและคำนวณความหนาแน่นของเซลล์ *C. furca* และแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กในระดับสกุล ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ Sedgwick- Rafter counting slide ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

5. การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ และธาตุอาหารในน้ำ

สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำ 300 มิลลิลิตร จากตัวอย่างน้ำที่จะกรองเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนในข้อ 4.2 โดยใช้กระบอกฉีดยาสุ่มน้ำ 100 มิลลิลิตรที่มีชุดกรองน้ำขนาดเล็กติดที่ปลายของกระบอกฉีดยา จากนั้นจึงใช้แรงดันปลายอีกด้านหนึ่งของกระบอกฉีดยาเพื่อกรองน้ำผ่านกระดาษกรอง Glass microfiber filter (GF/F) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตรที่บรรจุในชุดกรอง จำนวน 2 ซ้ำ นำกระดาษกรองห่อด้วยกระดาษฟอยด์ขนาด 5x5 เซนติเมตร ใส่ถุงพลาสติก บันทึกสถานที่และวันที่เก็บ และเก็บไว้ในน้ำแข็งแห้ง จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่อง Spectrofluorometer (Ducklow and Dickson, 1994) เก็บน้ำที่กรองผ่าน GF/F 9 มิลลิลิตรลงในขวดพลาสติกขนาดความจุ 10 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิท แช่ในน้ำแข็งแห้ง และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟต แอมโมเนีย ไนไตรต์ ไนเตรต และซิลิเกต ด้วยเครื่อง Skalar Auto-nutrient analyzer

การศึกษาอิทธิพลของความเค็มต่อการเติบโตของ *Ceratium furca* ในห้องปฏิบัติการ

แยกเซลล์ *C. furca* จากน้ำตัวอย่าง มาเลี้ยงในอาหารสูตร T₁ ดัดแปลง (ดัดแปลงจาก Ogata *et al.*, 1987) ซึ่งประกอบด้วยสารอาหารต่าง ๆ โดยมีความเข้มข้นขององค์ประกอบ ดังนี้

ส่วนประกอบ	ความเข้มข้น (M)	ปริมาณ (ml/L)
NaNO ₃	1×10 ⁻²	0.5
NaH ₂ PO ₄	1×10 ⁻³	0.5
Fe-EDTA	5×10 ⁻⁵	0.5
H ₂ SeO ₃	1×10 ⁻⁹	0.5
Na ₂ -EDTA	1×10 ⁻³	1.0
Tris HCL buffer (pH 8.0)	2.5×10 ⁻³	4.0
Vitamin mixed		0.5
ประกอบด้วย Thaimine-HCL	200 µg/L	
Biotin	1 mg/L	
Cyanocobalamin	1 mg/L	
Trace metal solution		0.5
ประกอบด้วย ZnSO ₄	1×10 ⁻⁵	
MnCl ₂	1×10 ⁻⁴	
NaMoO ₄	5×10 ⁻⁶	

CoCl ₂	2×10 ⁻⁶
CuSO ₄	1×10 ⁻⁷
Na ₂ -EDTA	24×10 ⁻⁵

นำสารตามปริมาณที่กำหนดละลายในน้ำทะเลที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman membrane filter ขนาดตา 0.45 ไมโครเมตร ปริมาตร 1 ลิตร และทำให้ปลอดเชื้อด้วยการอบความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 105 kPa เป็นเวลา 20 นาที

แยกเซลล์ *C. furca* มาเลี้ยงในอาหารสูตร T₁ ดัดแปลง ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ให้มีความหนาแน่นเซลล์เริ่มต้น 16 เซลล์ต่อมิลลิลิตร จากการทดลองเริ่มต้นพบว่า เซลล์ที่เลี้ยงในอาหารระดับความเค็มต่ำกว่า 10 psu และสูงกว่า 40 psu จะตาย ดังนั้นการทดลองครั้งนี้ จึงกำหนดความเค็ม 6 ระดับคือ 10, 15, 20, 28, 35 และ 40 psu เลี้ยงในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ระดับความเข้มแสง 5,000 Lux ช่วงสว่าง : ช่วงมืด เท่ากับ 12 : 12 ปรับสภาพให้เซลล์เคยชินกับสภาพการทดลองก่อน 3 generations จึงเริ่มทำการทดลองโดยทดลอง 3 ซ้ำ ทุกระดับความเค็ม สุ่มเซลล์และทำการนับจำนวนเซลล์ทุก ๆ 2 วันเป็นเวลา 30 วัน หาค่าสัมประสิทธิ์ของการเติบโตของ *C. furca* ตามวิธีของ Guillard (1973) ดังนี้

$$\mu = (\ln N_t - \ln N_0) / \Delta t$$

เมื่อ μ = สัมประสิทธิ์การเติบโต (ต่อวัน)

N_0, N_t = จำนวนเซลล์เริ่มต้น และจำนวนเซลล์ที่เวลา t

Δt = เวลาระหว่าง N_0 และ N_t (วัน)

การวิเคราะห์ผลการศึกษา

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม ปริมาณสารอาหารหลัก ปริมาณคลอโรฟิลล์ และความหนาแน่นของเซลล์ *C. furca* โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson correlation) และหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักกับความหนาแน่นของเซลล์ *C. furca* และปริมาณคลอโรฟิลล์

วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตของ *C. furca* ที่เลี้ยงในระดับความเค็มต่าง ๆ โดยการหาค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) โดยมีสมมติฐานคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตของ *C. furca* ที่เลี้ยงในอาหารที่ระดับความเค็มต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 4

ผลการศึกษา

1. การศึกษาในภาคสนาม

1.1 การเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca* ในบริเวณที่ศึกษา

การศึกษาแพลงก์ตอนพืชตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกง จนถึงอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ในระหว่างเดือนมิถุนายน 2546 - เดือนพฤศจิกายน 2547 พบแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุของน้ำเปลี่ยนสีบริเวณที่ศึกษา ดังนี้ *Noctiluca scintillans*, *Ceratium furca*, *Skeletonema costatum*, *Nitzschia longissima* และ *Chaetoceros* sp. (รูปที่ 4.1) โดยพบน้ำเปลี่ยนสีทั้งหมด 18 เทียวเรือ จากการออกเก็บตัวอย่าง 32 เทียวเรือ คิดเป็น 56 เปอร์เซ็นต์ของการออกเก็บตัวอย่างทั้งหมด โดยพบในช่วงฤดูฝนปี 2546 (เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม) 8 ครั้ง คิดเป็น 45 เปอร์เซ็นต์ของการเกิดน้ำเปลี่ยนสีทั้งหมด และในช่วงฤดูฝนปี 2547 (เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม) พบน้ำเปลี่ยนสี 10 ครั้ง คิดเป็น 55 เปอร์เซ็นต์ของการเกิดน้ำเปลี่ยนสีทั้งหมด (ตารางที่ 4.1) ในช่วงมรสุมปี 2546 พบน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *Ceratium furca* เกือบทุกสถานี แต่พบเพียงครั้งเดียวที่สถานีที่ 2 ในปี 2547

เมื่อพิจารณาจำนวนครั้งที่เกิดจำแนกตามสถานี และชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุ พบว่าเกิดน้ำเปลี่ยนสีทั้งสิ้น 38 ครั้ง โดยมีสาเหตุจากแพลงก์ตอนกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตชนิด *Ceratium furca* 14 ครั้ง และ *Noctiluca scintillans* 17 ครั้ง โดยสถานีที่ไกลฝั่ง คือ สถานีที่ 1, 2, 4 และ 5 พบน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *C. furca* มากถึง 12 ครั้ง คิดเป็น 86 เปอร์เซ็นต์ของน้ำเปลี่ยนสีที่เกิดจาก *C. furca* ทั้งหมด และพบน้ำเปลี่ยนสีที่มีสาเหตุจาก *N. scintillans* 13 ครั้ง คิดเป็น 76 เปอร์เซ็นต์ของปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีที่เกิดจาก *N. scintillans* ทั้งหมด (ตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2)

กลุ่มไดอะตอมที่เป็นสาเหตุของน้ำเปลี่ยนสี พบในสถานีที่ใกล้ปากแม่น้ำคือ สถานีที่ 3, 6, 7 และ 8 ได้แก่ *Nitzschia longissima*, *Skeletonema costatum* และ *Chaetoceros* sp. โดยพบน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *N. longissima* มากที่สุด 4 ครั้ง โดยพบ 1 ครั้งที่เกิดร่วมกับ *S. costatum* สถานีที่ได้รับอิทธิพลของน้ำจืดโดยตรงจากปากแม่น้ำคือ สถานีที่ 6 และ 7 พบน้ำเปลี่ยนสีเพียง 3 ครั้ง โดยเกิดจาก *C. furca* 1 ครั้ง และ *Chaetoceros* sp. 2 ครั้ง ส่วนสถานีที่ได้รับอิทธิพลรองลงมาคือ สถานีที่ 3 และ 4 พบน้ำเปลี่ยนสีเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนทั้งสิ้น 10 ครั้ง โดยเป็น *N. scintillans* 1 ครั้ง *C. furca* 5 ครั้ง และ *N. longissima* 4 ครั้ง และสถานีที่ 8 พบเกิดน้ำเปลี่ยนสี 4 ครั้ง โดยมีสาเหตุจาก *N. scintillans* 3 ครั้ง และ *Chaetoceros* sp. 1 ครั้ง (ตารางที่ 4.2)

โดยภาพรวมแล้ว ในบริเวณปากแม่น้ำ น้ำเปลี่ยนสีส่วนใหญ่ที่พบมีสาเหตุมาจากไดอะตอม ส่วนที่ไกลฝั่งและไกลจากปากแม่น้ำ พบน้ำเปลี่ยนสีมีสาเหตุมาจาก *C. furca* และ *N. scintillans*



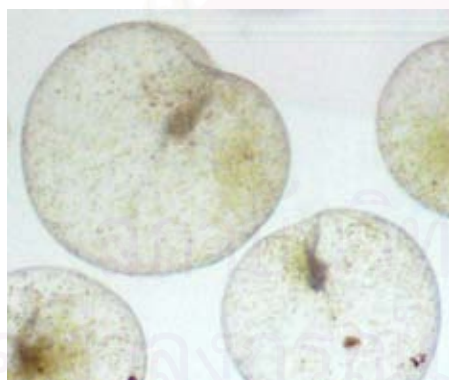
Ceratium furca



Skeletonema costatum



Nitzschia longissima



Noctiluca scintillans



Chaetoceros sp.

รูปที่ 4.1 แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา

ตารางที่ 4.1 น้ำเปลี่ยนสี ที่ตรวจพบระหว่างการศึกษาวิจัย ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2546 - เดือนพฤษภาคม 2547

ครั้งที่	วันที่	สีของน้ำเปลี่ยนสี	แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุ	ความหนาแน่น (เซลล์ต่อลิตร)				ผลกระทบต่อสัตว์น้ำ
				0.5 เมตร	5 เมตร	10 เมตร	15 เมตร	
1	14/6/46	station 5 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	1,782	2,984	-	-	-
2	28/6/46	station 5 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	910	4,467	-	-	-
3	10/8/46	station 1 : แดง	<i>Ceratium furca</i>	594,250	382,292	99,541	-	-
		station 2 : แดง	<i>Ceratium furca</i>	14,879	5,450	9,247	-	-
			<i>Chaetoceros sp.</i>	30,153	10,026	12,210		
4	31/8/46	station 4 : แดง	<i>Ceratium furca</i>	248,341	169,671	-	-	-
		station 1 : แดง	<i>Ceratium furca</i>	1,153,362	55,111	2,867	-	-
		station 5 : แดง	<i>Ceratium furca</i>	208,755	62,081	37,373	-	-
5	7/9/46	station 2 : แดง	<i>Ceratium furca</i>	224,750	21,496	238,174	-	-
		station 5 : แดง	<i>Ceratium furca</i>	1,733,741	355,136	-	-	-
6	21/9/46	station 3 : แดง	<i>Ceratium furca</i>	5,905	-	-	-	-
			<i>Skeletonema costatum</i>	177,163	-	-	-	-
		station 4 : แดง	<i>Ceratium furca</i>	5,119,140	708,855	-	-	-
7	5/10/46	station 3 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	3,711	-	-	-	-
		station 5 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	2,273	309	-	-	-
		station 8 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	909	371	-	-	-
		station 1 : แดง	<i>Ceratium furca</i>	101,010	62,790	11,583	-	-
		station 4 : แดง	<i>Ceratium furca</i>	32,813	13,650	-	-	-
8	26/10/46	station 6 : แดง	<i>Ceratium furca</i>	340,032				
		station 8 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	5,284	1,903	-	-	-
		station 4 : แดง	<i>Ceratium furca</i>	595,907	72,679			

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ครั้งที่	วันที่	สีของน้ำเปลี่ยนสี	แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุ	ความหนาแน่น (เซลล์ต่อลิตร)				ผลกระทบต่อสัตว์น้ำ
				0.5 เมตร	5 เมตร	10 เมตร	15 เมตร	
9	4/4/47	station 1 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	798	2,063	1,397	–	–
		station 2 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	38,888	2,548	1,004	653	–
		station 5 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	3,533	3,430	2637	–	–
10	26/4/47	station 3 : น้ำตาลอ่อน	<i>Skeletonema costatum</i>	2,066,400	–	–	–	–
			<i>Nitzschia longissima</i>	585,900	–	–	–	–
11	9/5/47	station 3 : น้ำตาลแดง	<i>Nitzschia longissima</i>	561,600	–	–	–	–
12	26/5/47	station 3 : น้ำตาลแดง	<i>Nitzschia longissima</i>	1,831,410	–	–	–	–
13	6/6/47	station 1 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	2,239	1,908	490	–	–
		station 2 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	6,802	3,990	605	–	–
		station 5 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	6,080	5,698	4,545	–	–
14	20/6/47	station 1 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	5,233	4,522	1,155	–	–
		station 5 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	18,500	16,560	66,585	–	–
		station 8 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	1,039	1,648	–	–	–
		station 3 : น้ำตาลแดง	<i>Nitzschia longissima</i>	1,696,320	–	–	–	–
15	3/7/47	station 2 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	81,354	19,800	10,450	8330	–
16	17/7/47	station 2 : เขียว	<i>Noctiluca scintillans</i>	13,968	1,672	18	40	–
17	3/8/47	station 2 : แดงอ่อน	<i>Ceratium furca</i>	175,284	188,352	181,716	104424	–
18	15/10/47	station 6 : น้ำตาล	<i>Chaetoceros</i> sp.	4,591,350	–	–	–	–
		station 7 : น้ำตาล	<i>Chaetoceros</i> sp.	3,082,950	–	–	–	–
		station 8 : น้ำตาล	<i>Chaetoceros</i> sp.	1,556,100	–	–	–	–

ตารางที่ 4.2 นำเปลี่ยนสีที่เกิดขึ้นขณะออกเก็บตัวอย่างจำแนกตามชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุในบริเวณที่ศึกษา

สถานี	จำนวน(ครั้ง)	แพลงก์ตอนพืช ที่เป็นสาเหตุ			
		<i>Ceratium furca</i>	<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Chaetoceros</i> sp.
1	6	3	3		
2	7	2+1*	4		
3	6	1**	1	3+1***	
4	4	4			
5	8	2	6		
6	2	1			1
7	1				1
8	4		3		1
รวม	38	14	17	4	3

หมายเหตุ * *Ceratium furca* เกิดร่วมกับ *Chaetoceros* sp.

** *Ceratium furca* เกิดร่วมกับ *Skeletonema costatum*

*** *Nitzschia longissima* เกิดร่วมกับ *Skeletonema costatum*

สถาบันวิจัยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเซลล์ของ *Ceratium furca* และ *Noctiluca scintillans* ที่สถานีต่างๆ (↓ : น้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ↓ : น้ำเปลี่ยนสีจาก *N. scintillans*)

1.2 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเซลล์ตามฤดูกาลของ *Ceratium furca*

การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเซลล์ตามเวลาของ *C. furca* ในบริเวณพื้นที่ศึกษาตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกง จนถึงอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ในระหว่างเดือนมิถุนายน 2546 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2547 ในแต่ละสถานีมีรายละเอียดดังนี้ (รูปที่ 4.3)

สถานีที่ 1 พบเซลล์ตลอดทั้งปี มีการกระจายทั้งหมดน้ำ มีความหนาแน่นในช่วง $10-11.53 \times 10^5$ เซลล์ต่อลิตร โดยในช่วงเดือนมิถุนายน 2546 เซลล์มีความหนาแน่นต่ำ ($<1,000$ เซลล์ต่อลิตร) และเริ่มสูงขึ้น ($>1,000$ เซลล์ต่อลิตร) ในเดือนกรกฎาคม มีความหนาแน่น 4,018 เซลล์ต่อลิตร พบเซลล์มีความหนาแน่นสูงมากเมื่อเข้าสู่ช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม โดยมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง $14.06 \times 10^3-11.53 \times 10^5$ เซลล์ต่อลิตร และหนาแน่นสูงสุดในวันที่ 31 สิงหาคม 2546 เมื่อเข้าเดือนพฤศจิกายนความหนาแน่นลดลง อยู่ในช่วง $10-1,000$ เซลล์ต่อลิตร จนถึงเดือนมิถุนายน 2547 และเมื่อเข้าสู่ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม 2547 เซลล์มีความหนาแน่นสูงอีกครั้ง โดยมีความหนาแน่น 2,112 และ 3,132 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ และลดต่ำลงอยู่ในช่วง $10-1,000$ เซลล์ต่อลิตร เมื่อเข้าสู่เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2547

สถานีที่ 2 พบเซลล์ตลอดทั้งปี มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง $10-22.47 \times 10^4$ เซลล์ต่อลิตร โดยพบว่าในช่วงเดือนมิถุนายน 2546 เซลล์มีความหนาแน่นต่ำ ($<1,000$ เซลล์ต่อลิตร) และเริ่มสูงขึ้น ($>1,000$ เซลล์ต่อลิตร) ในเดือนกรกฎาคม โดยมีความหนาแน่น 1,139 เซลล์ต่อลิตร และพบความหนาแน่นสูงมากเมื่อเข้าช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม โดยพบมีความหนาแน่นสูงอยู่ในช่วง $5,172-22.47 \times 10^4$ เซลล์ต่อลิตร โดยมีความหนาแน่นสูงสุดในวันที่ 7 กันยายน 2546 และเมื่อเข้าเดือนพฤศจิกายนความหนาแน่นเซลล์ลดลงอยู่ในช่วง $10-500$ เซลล์ต่อลิตร จนถึงเดือนกรกฎาคม 2547 และเมื่อเข้าสู่เดือนสิงหาคม 2547 เซลล์มีความหนาแน่นสูงในวันที่ 3 สิงหาคม 2547 โดยมีความหนาแน่น 17.52×10^4 เซลล์ต่อลิตร และลดต่ำลงอยู่ในช่วง $10-500$ เซลล์ต่อลิตร เมื่อเข้าสู่เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2547

สถานีที่ 3 เซลล์มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง $0-25.3 \times 10^3$ เซลล์ต่อลิตร ในช่วงเดือนมิถุนายน 2546 เซลล์มีความหนาแน่นต่ำ (<10 เซลล์ต่อลิตร) และเริ่มสูงขึ้น ($>1,000$ เซลล์ต่อลิตร) ในเดือนกรกฎาคม ถึงต้นเดือนพฤศจิกายน โดยเซลล์มีความหนาแน่นสูงอยู่ในช่วง $1.42 \times 10^3-25.3 \times 10^3$ เซลล์ต่อลิตร พบความหนาแน่นสูงสุดในวันที่ 26 ตุลาคม 2546 และเมื่อเข้าสู่กลางเดือนพฤศจิกายน พบเซลล์มีความหนาแน่นต่ำ (497 เซลล์ต่อลิตร) และในเดือนธันวาคม 2546 ถึงเดือนมกราคม 2547 ไม่พบเซลล์ จากนั้นพบเซลล์อีกครั้งเมื่อเข้าสู่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน 2547 โดยมีความหนาแน่นต่ำอยู่ในช่วง $10-1,000$ เซลล์ต่อลิตร และไม่พบเซลล์อีกตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนตุลาคม 2547 พบเซลล์อีกครั้งเมื่อเข้าสู่ปลายเดือนตุลาคม โดยเซลล์มีความหนาแน่นสูงในวันที่ 15 ตุลาคม 2547 (4,482 เซลล์ต่อลิตร)

สถานีที่ 4 พบเซลล์เกือบตลอดทั้งปี มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง $0-51.19 \times 10^5$ เซลล์ต่อลิตร ในช่วงเดือนมิถุนายน 2546 เซลล์มีความหนาแน่นต่ำ (<1,000 เซลล์ต่อลิตร) และพบสูงขึ้นในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม โดยมีความหนาแน่นสูงอยู่ในช่วง $16.39 \times 10^3 - 51.19 \times 10^5$ เซลล์ต่อลิตร และพบความหนาแน่นสูงสุดในวันที่ 21 กันยายน 2546 จากนั้นเมื่อเข้าปลายเดือนพฤศจิกายนพบความหนาแน่นเซลล์ลดลงอยู่ในช่วง 10-1000 เซลล์ต่อลิตร จนถึงเดือนตุลาคม 2547 โดยปลายเดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนมิถุนายน 2547 และเดือนพฤศจิกายน 2547 ไม่พบเซลล์

สถานีที่ 5 เซลล์มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง $0-17.33 \times 10^5$ เซลล์ต่อลิตร โดยในช่วงต้นเดือนมิถุนายน 2546 เซลล์มีความหนาแน่นต่ำ (<100 เซลล์ต่อลิตร) และเริ่มสูงขึ้น (>1,000 เซลล์ต่อลิตร) ในปลายเดือนมิถุนายน มีความหนาแน่น 7,117 เซลล์ต่อลิตร และพบมีความหนาแน่นสูงอยู่ในช่วง $12.08 \times 10^3 - 17.33 \times 10^5$ เซลล์ต่อลิตร เมื่อเข้าสู่ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน โดยมีความหนาแน่นสูงสุดในวันที่ 7 กันยายน 2546 และเมื่อเข้าเดือนตุลาคมความหนาแน่นลดลง โดยพบมีความหนาแน่นต่ำ อยู่ในช่วง 10-1,000 เซลล์ต่อลิตร จนถึงเดือนกรกฎาคม 2547 ยกเว้นในเดือนเมษายน 2547 พบเซลล์มีความหนาแน่นสูง 18.3×10^3 เซลล์ต่อลิตร จากนั้นเมื่อเข้าสู่เดือนสิงหาคม 2547 พบความหนาแน่นสูงในวันที่ 3 สิงหาคม 2547 (31.63×10^3 เซลล์ต่อลิตร) และลดต่ำลงอยู่ในช่วง 10 -1,000 เซลล์ต่อลิตร เมื่อเข้าสู่เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2547

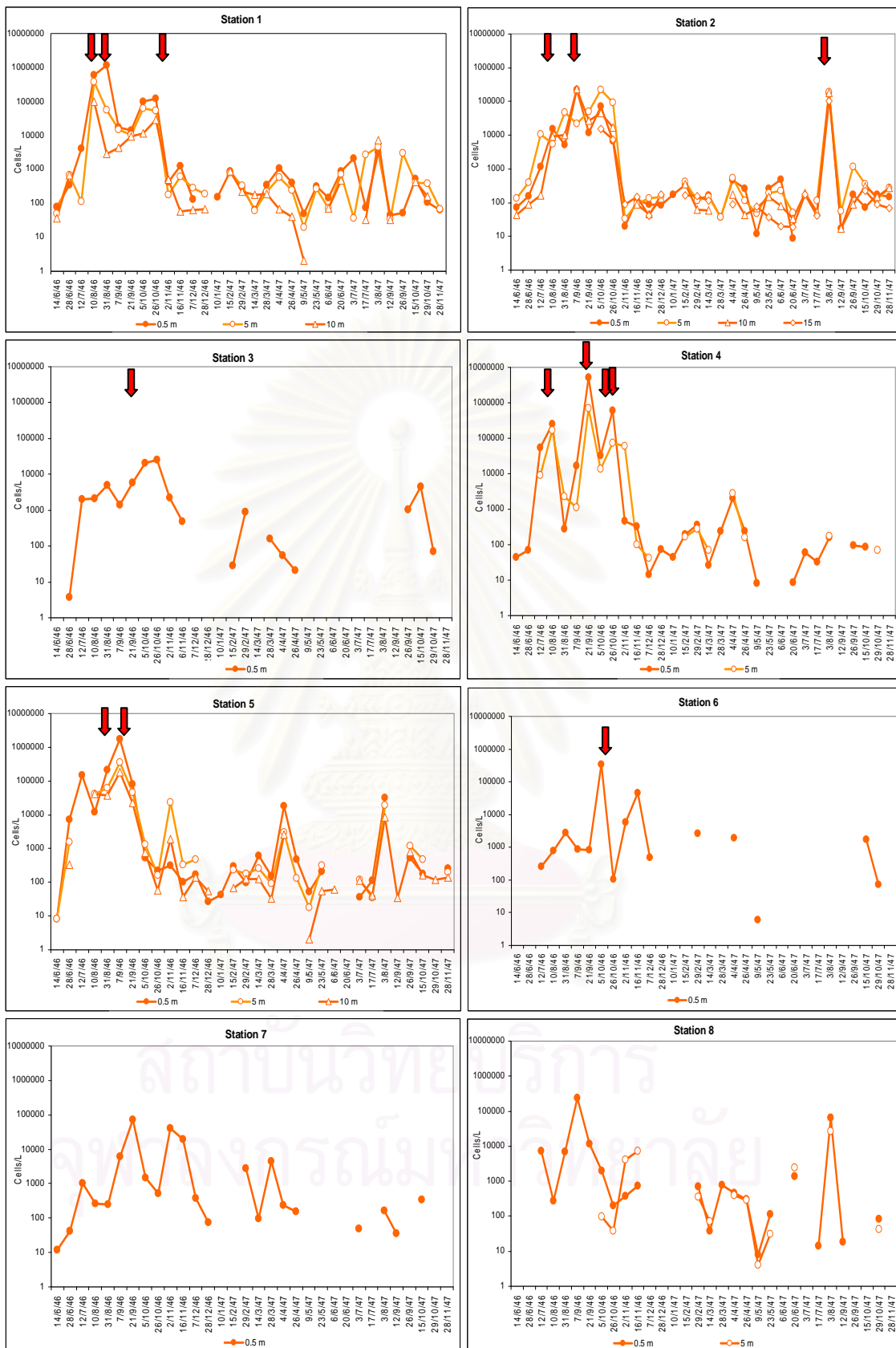
สถานีที่ 6 เซลล์มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง $0-34 \times 10^4$ เซลล์ต่อลิตร โดยในช่วงเดือนมิถุนายน 2546 ไม่พบเซลล์ และเริ่มพบเซลล์มีความหนาแน่นต่ำอยู่ในช่วง 100- 1,000 เซลล์ต่อลิตร ในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ยกเว้นในเดือนสิงหาคมมีความหนาแน่น 2,823 เซลล์ต่อลิตร และพบเซลล์เพิ่มความหนาแน่นสูงสุดในวันที่ 5 ตุลาคม 2546 (34×10^4 เซลล์ต่อลิตร) และลดต่ำลงในปลายเดือนตุลาคม และความหนาแน่นเซลล์เริ่มสูงขึ้นอยู่ในช่วง $5.9 \times 10^3 - 45.28 \times 10^3$ เซลล์ต่อลิตร ในเดือนพฤศจิกายน จากนั้นความหนาแน่นเริ่มลดลง และไม่พบเซลล์ในช่วงปลายเดือนธันวาคม 2546 ถึงเดือนกันยายน 2547 ยกเว้นปลายเดือนกุมภาพันธ์และต้นเดือนเมษายน พบมีความหนาแน่น 2,600 เซลล์ต่อลิตร และพบเซลล์อีกครั้งในเดือนตุลาคม มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 100-1,000 เซลล์ต่อลิตร

สถานีที่ 7 พบเซลล์มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง $0-71.38 \times 10^3$ เซลล์ต่อลิตร โดยช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคมเซลล์มีความหนาแน่นต่ำ (10-1,000 เซลล์ต่อลิตร) และพบความหนาแน่นสูงขึ้นในเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน โดยมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง $1,480-71.38 \times 10^3$ เซลล์ต่อลิตร และความหนาแน่นลดต่ำลงในเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 10-500 เซลล์ต่อลิตร โดยไม่พบเซลล์ในเดือนมกราคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ 2547 จากนั้นเริ่มพบเซลล์อีกครั้งในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 100-4,410 เซลล์ต่อลิตร และไม่พบเซลล์ในเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนมีนาคม และเริ่มพบเซลล์มีความหนาแน่นต่ำอยู่ในช่วง 10-500 เซลล์ต่อลิตร ในเดือน กรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม 2547

สถานีที่ 8 เซลล์มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง $0-23.52 \times 10^4$ เซลล์ต่อลิตร โดยไม่พบเซลล์ ในเดือนมิถุนายน 2546 และเริ่มพบเซลล์มีความหนาแน่นสูงอยู่ในช่วง $1,943-23.52 \times 10^4$ เซลล์ต่อลิตร และความหนาแน่นลดต่ำลงในปลายเดือนตุลาคม 2546 จนถึง เดือนมิถุนายน 2547 โดยความหนาแน่นอยู่ในช่วง $10-1,000$ เซลล์ต่อลิตร และไม่พบเซลล์ในช่วงเดือนธันวาคม 2546 ถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ 2547 จากนั้นพบเซลล์มีความหนาแน่นสูงอีกครั้งวันที่ 3 สิงหาคม 2547 และเซลล์มีความหนาแน่นต่ำเมื่อเข้าสู่เดือนกันยายน 2547 (รูปที่ 4.3)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

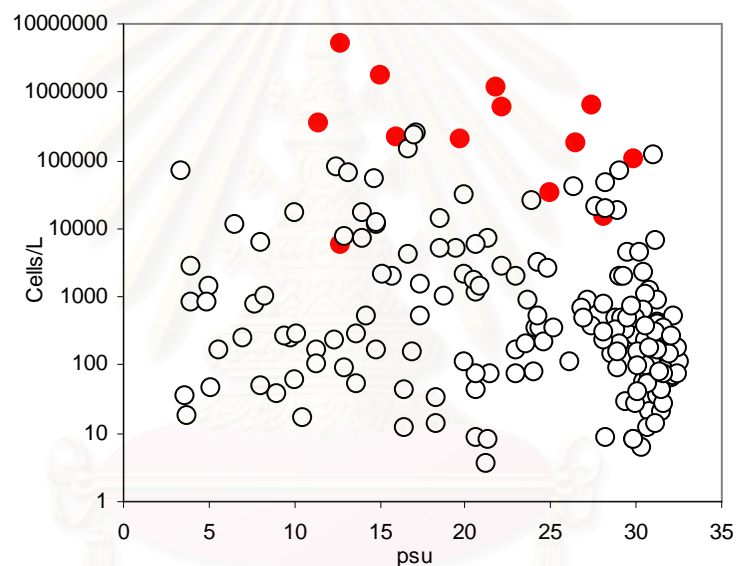


รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเซลล์ตามเวลาของ *Ceratium furca* ตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ (↓ : น้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca*)

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *Ceratium furca* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

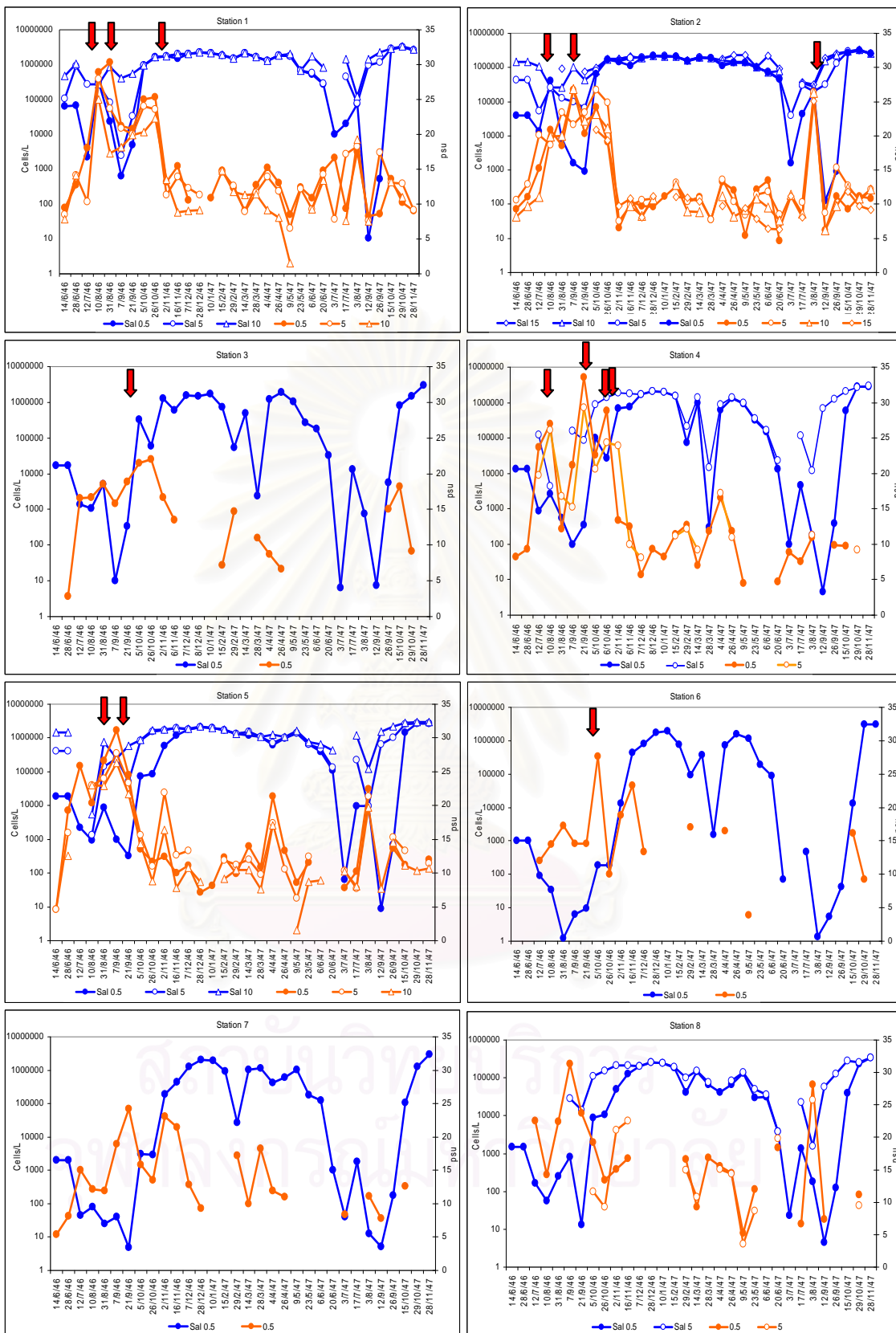
1.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *Ceratium furca* กับความเค็ม

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความเค็มและความหนาแน่นของ *C. furca* บริเวณที่ศึกษาพบความสัมพันธ์แบบผกผันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความหนาแน่นเซลล์ *C. furca* ในแต่ละระดับความลึก จากการศึกษพบว่า เซลล์ *C. furca* ในบริเวณที่ศึกษาสามารถกระจายได้ในช่วงความเค็มกว้างตั้งแต่ 3.4-32.5 psu พบเซลล์มีความหนาแน่นสูงและเกิดน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *C. furca* ได้ที่ความเค็มระหว่าง 11.4 - 29.9 psu (รูปที่ 4.4)



รูปที่ 4.4 ความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* บริเวณผิวน้ำที่ความเค็มต่าง ๆ ในบริเวณที่ศึกษา (จุดสีแดงแสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca*)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นในรอบปีของ *C. furca* กับความเค็ม (รูปที่ 4.5) พบว่า เมื่อน้ำทะเลมีความเค็มต่ำในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม 2546 เซลล์ *C. furca* มีความหนาแน่นสูงโดยความเค็มอยู่ในช่วง 15-28 psu ในสถานีที่ 1, 2, 4 และ 5 ซึ่งเป็นสถานีที่ไกลปากแม่น้ำและชายฝั่ง และพบความเค็มต่ำกว่า 10 psu ในสถานีที่ 3, 6, 7 และ 8 ซึ่งเป็นสถานีที่ใกล้ปากแม่น้ำและชายฝั่ง และเมื่อเข้าสู่เดือนพฤศจิกายนพบความหนาแน่นเซลล์มีค่าต่ำ สอดคล้องกับค่าความเค็มที่สูงขึ้นจนถึงเดือนกรกฎาคม 2547 พบความเค็มมีค่าต่ำกว่า 10 psu ในทุกสถานี ยกเว้นในสถานีที่ 2 ซึ่งอยู่ห่างฝั่งและอยู่ในที่ลึกมีค่าความเค็มที่ 25 psu ในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม 2547

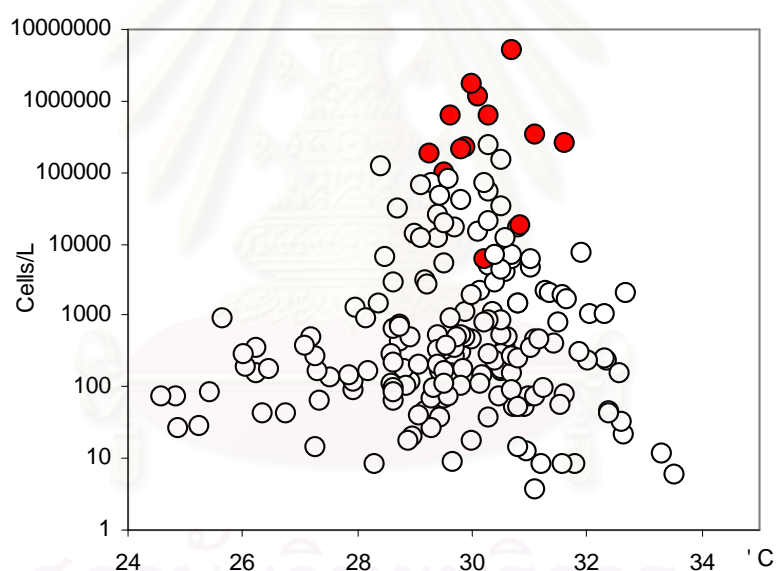


รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* และความเค็มตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ (↓ : นำเปลี่ยนสีจาก *C. furca*)

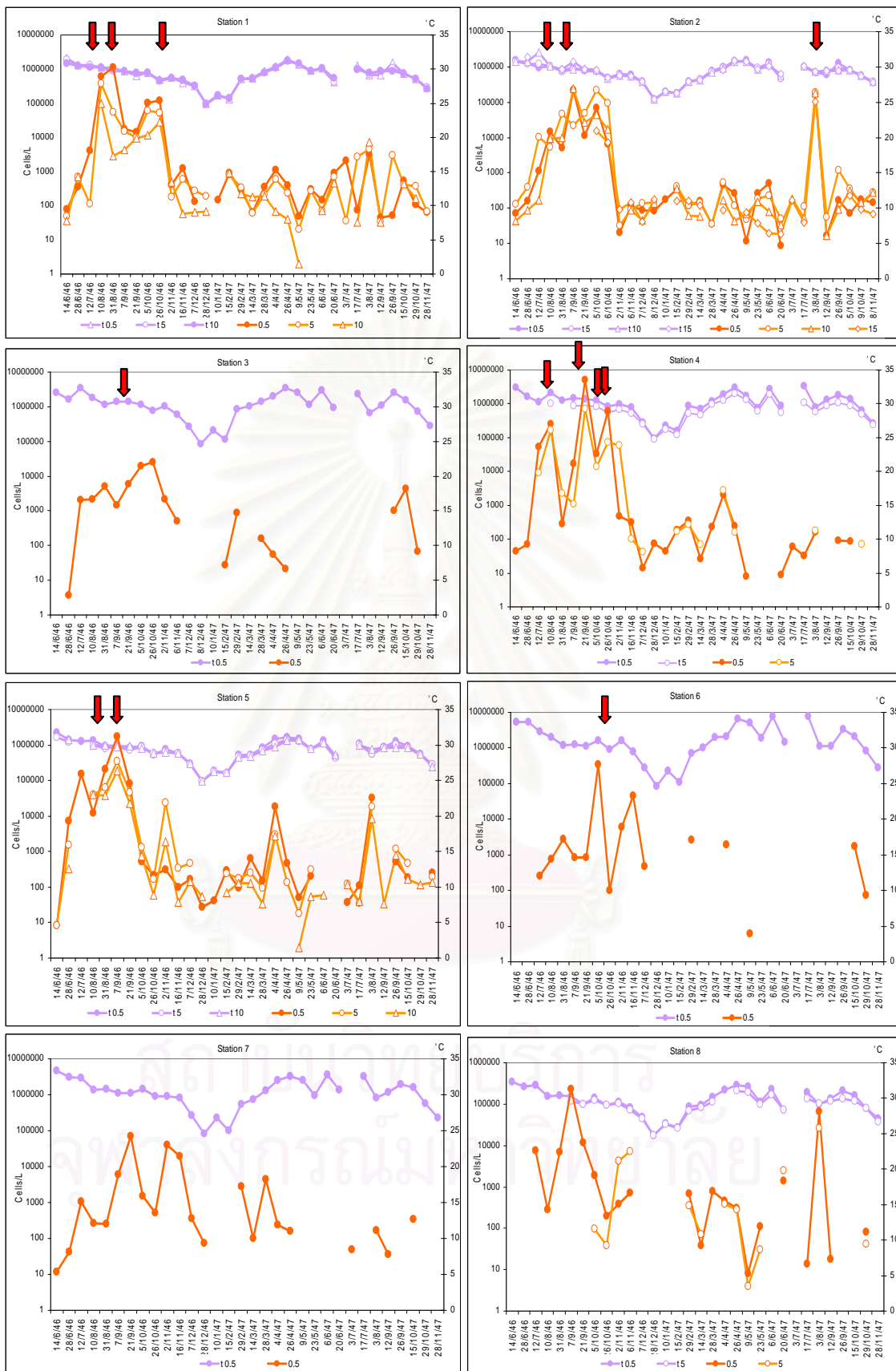
1.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *Ceratium furca* กับอุณหภูมิ

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเป็นลักษณะเดียวกันในทุกสถานี โดยมีค่าอยู่ในช่วง 25-33 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นของ *C. furca* แปรตามกับอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม น้ำทะเลมีอุณหภูมิสูง (28 - 33 องศาเซลเซียส) พบเซลล์ของ *C. furca* มีความหนาแน่นสูง ส่วนช่วงเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ น้ำทะเลมีอุณหภูมิต่ำ (25 - 26 องศาเซลเซียส) พบเซลล์ *C. furca* มีความหนาแน่นต่ำเช่นกัน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของอุณหภูมิในแต่ละระดับความลึกที่ศึกษา

C. furca ในบริเวณที่ศึกษาสามารถกระจายและมีความชุกชุมได้ในช่วงอุณหภูมิ 25-33 องศาเซลเซียส ขณะที่เซลล์มีความหนาแน่นสูงและเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* อุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 29.27-31.25 องศาเซลเซียส (รูปที่ 4.6 และ 4.7)



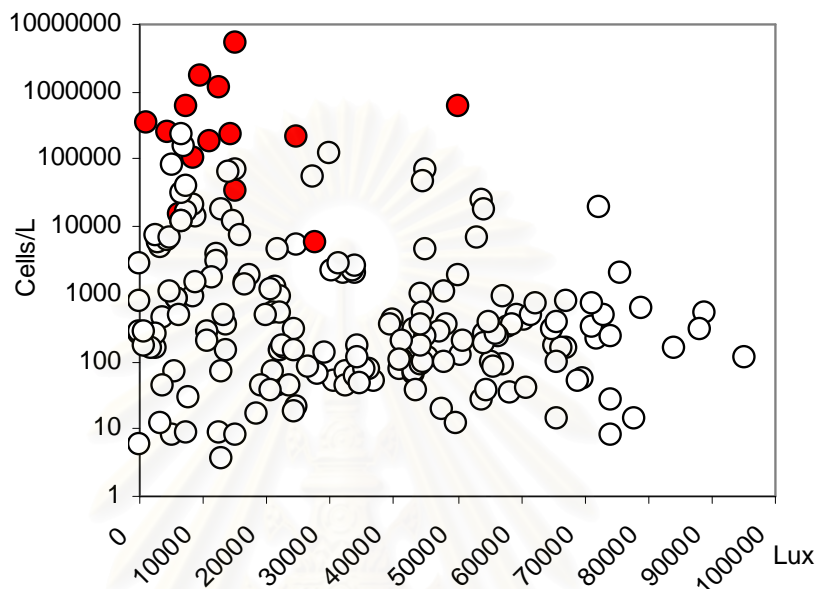
รูปที่ 4.6 ความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* บริเวณผิวน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในบริเวณที่ศึกษา (จุดสีแดงแสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca*)



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* และอุณหภูมิตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ (↓ : นำเปลี่ยนสีจาก *C. furca*)

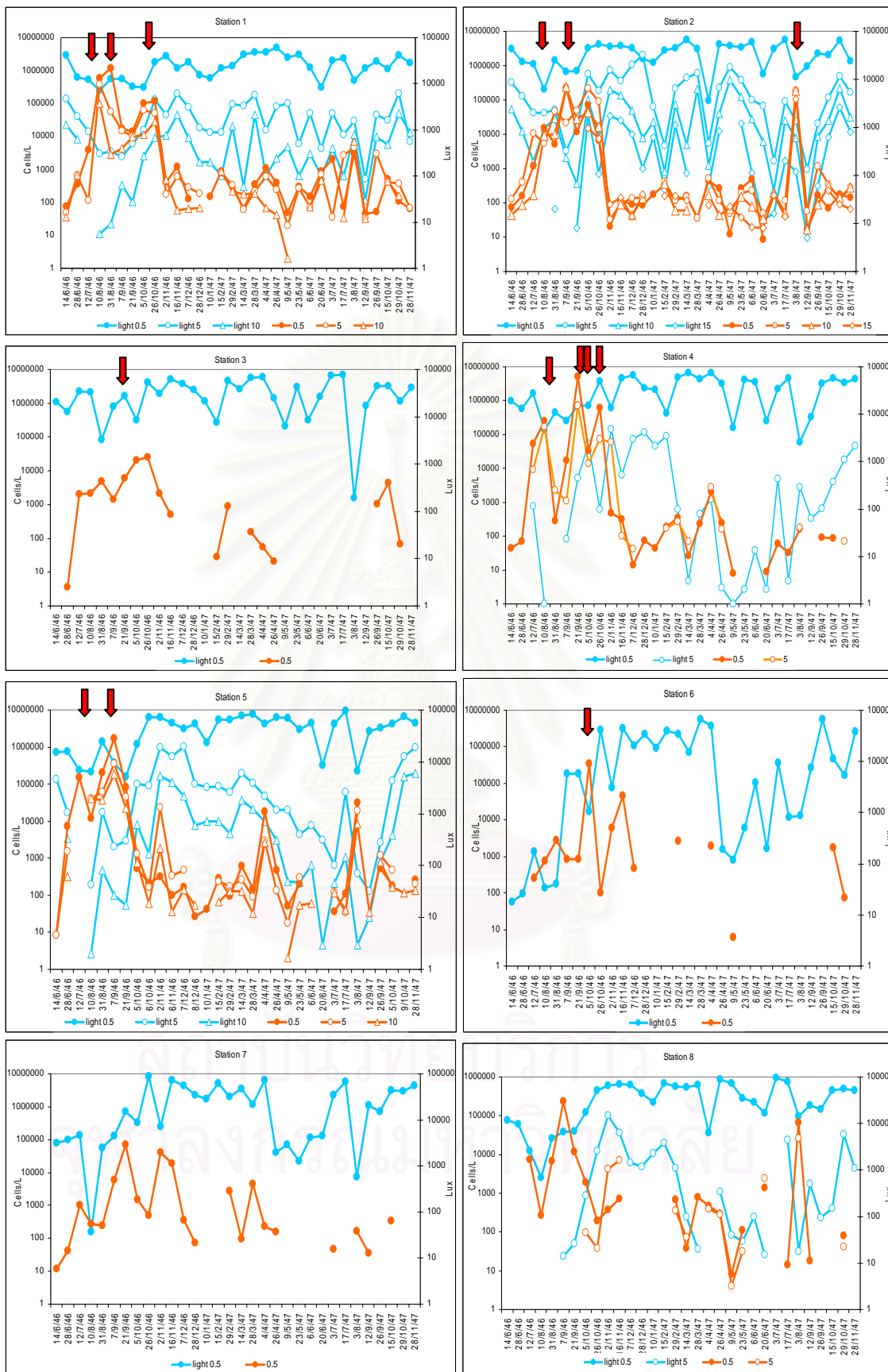
1.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *Ceratium furca* กับความเข้มแสง

เซลล์ *C. furca* ในบริเวณที่ศึกษาสามารถกระจายได้ในช่วงความเข้มแสง 34 - 95,000 Lux ขณะเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ความเข้มแสงผิวน้ำมีค่าระหว่าง 1,043 - 50,000 Lux (รูปที่ 4.8)



รูปที่ 4.8 ความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* บริเวณผิวน้ำที่ระดับความเข้มแสงต่าง ๆ ในบริเวณที่ศึกษา (จุดสีแดงแสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca*)

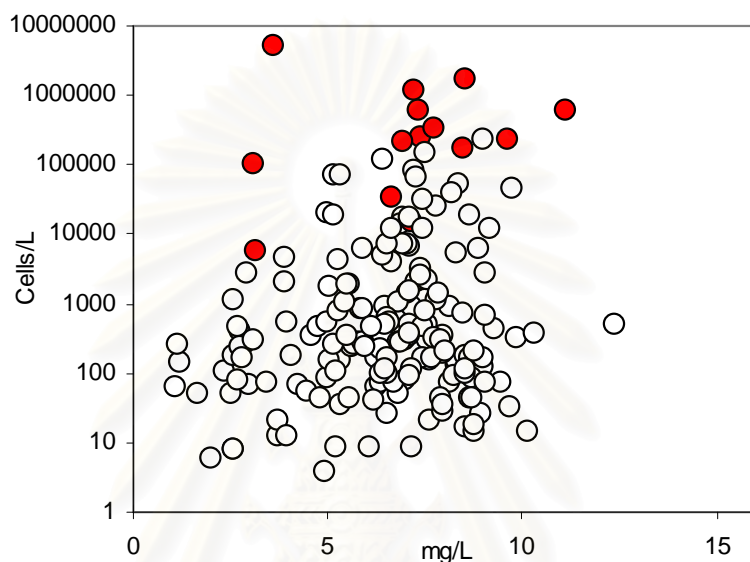
จากการหาค่าสหสัมพันธ์ของความหนาแน่นเซลล์ *C. furca* ในทุกสถานีกับความเข้มแสง ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในสถานีที่ 4 ซึ่งเป็นสถานีที่พบน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* สูง และพบเซลล์ได้เกือบตลอดทั้งปี ความหนาแน่นเซลล์ *C. furca* แปรผกผันกับความเข้มแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยความเข้มแสงที่ผิวน้ำมีค่าสูงกว่าระดับความลึกอื่น ๆ การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของความเข้มแสงมีรูปแบบคล้ายกันในสถานีที่ 1, 2, 4 และ 5 ซึ่งเป็นสถานีที่ใกล้ปากแม่น้ำ ความเข้มแสงที่ระดับผิวน้ำอยู่ในช่วง 3,000 - 95,000 Lux และในสถานีที่ 3, 6, 7 และ 8 ซึ่งเป็นสถานีไกลปากแม่น้ำพบความเข้มแสงระดับผิวน้ำอยู่ในช่วง 18 - 89,000 Lux (รูปที่ 4.9) รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงตามระดับความลึกจะขึ้นกับอิทธิพลของความขุ่นน้ำ และสภาพอากาศขณะทำการวัด



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* และความเข้มแสงตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ (↓ : นำเปลี่ยนสีจาก *C. furca*)

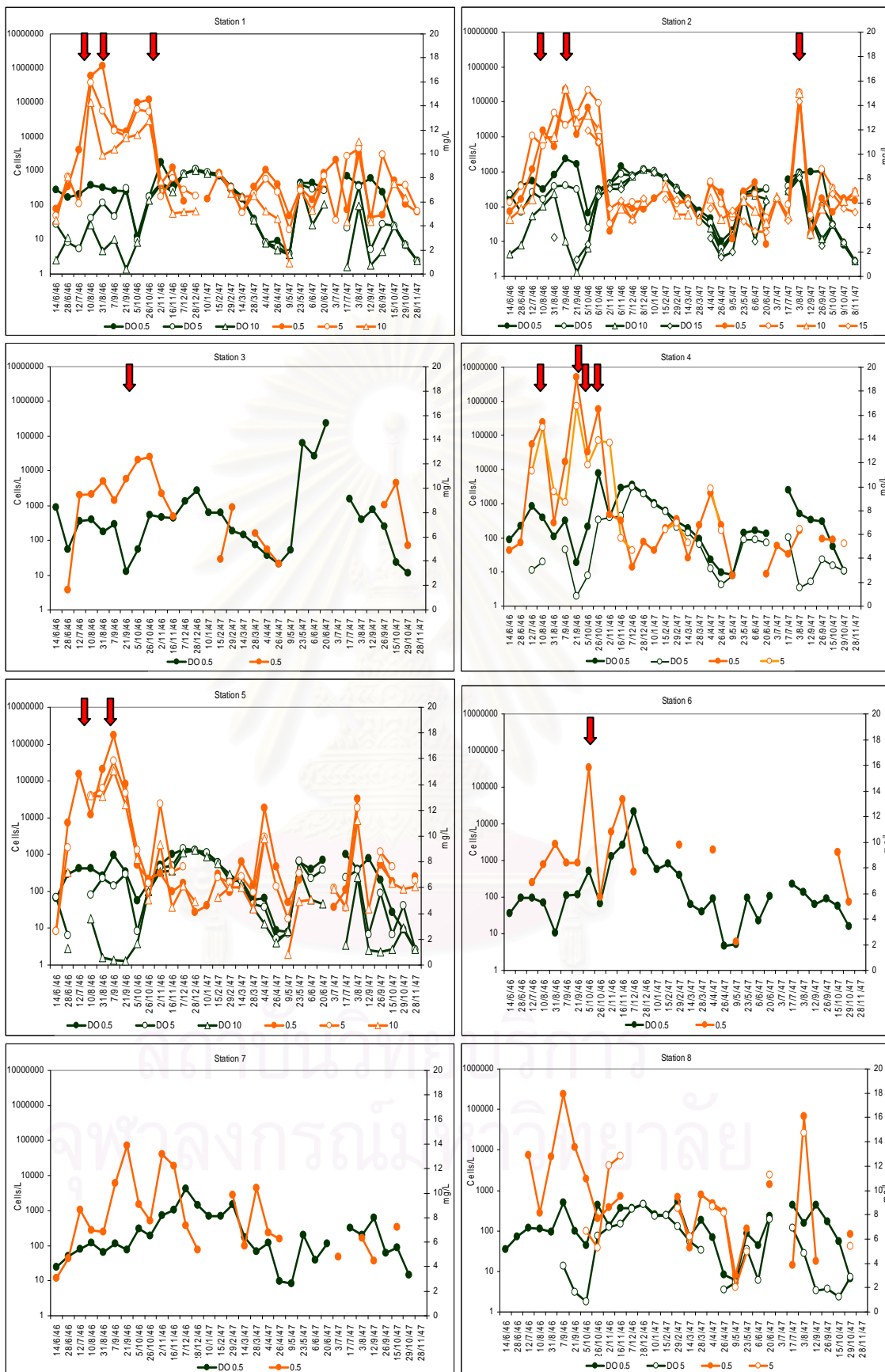
1.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *Ceratium furca* กับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)

เซลล์ *C. furca* สามารถพบการกระจายได้ในช่วง DO 1.11– 12.4 mg/L ขณะเกิดน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *C. furca* ปริมาณ DO มีค่าระหว่าง 3.1 - 11.12 mg/L (รูปที่ 4.10)



รูปที่ 4.10 ความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* บริเวณผิวน้ำและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบริเวณที่ศึกษา (จุดสีแดงแสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca*)

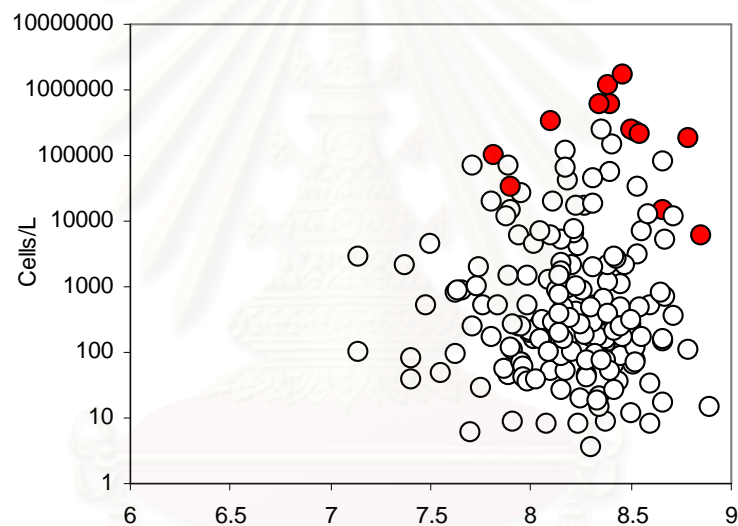
ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างความหนาแน่นของ *C. furca* และปริมาณ DO โดยพบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณ DO ในบริเวณที่ศึกษามีลักษณะที่คล้ายกัน ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงต้นเดือนกันยายน 2546 ปริมาณ DO มีค่าเฉลี่ยที่ 7.5 mg/L ที่ระดับผิวน้ำ และค่า DO ลดต่ำลงในวันที่ 21 กันยายน ถึงวันที่ 5 ตุลาคม 2546 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4 mg/L จากนั้นค่า DO ก็เพิ่มขึ้นอยู่ที่ 7.5 mg/L เมื่อเข้าสู่เดือนพฤศจิกายน 2546 และลดต่ำอีกครั้งเมื่อเข้าสู่เดือนเมษายน 2547 มีค่าเฉลี่ยที่ 2.6 mg/L จากนั้นเพิ่มขึ้นมาที่ระดับ 7.5 mg/L เมื่อเข้าสู่ช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม 2547 ยกเว้นในสถานที่ 3 พบค่า DO 15 mg/L ในเดือนมิถุนายน 2547 (รูปที่ 4.11)



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* และปริมาณ DO ตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ (↓: น้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca*)

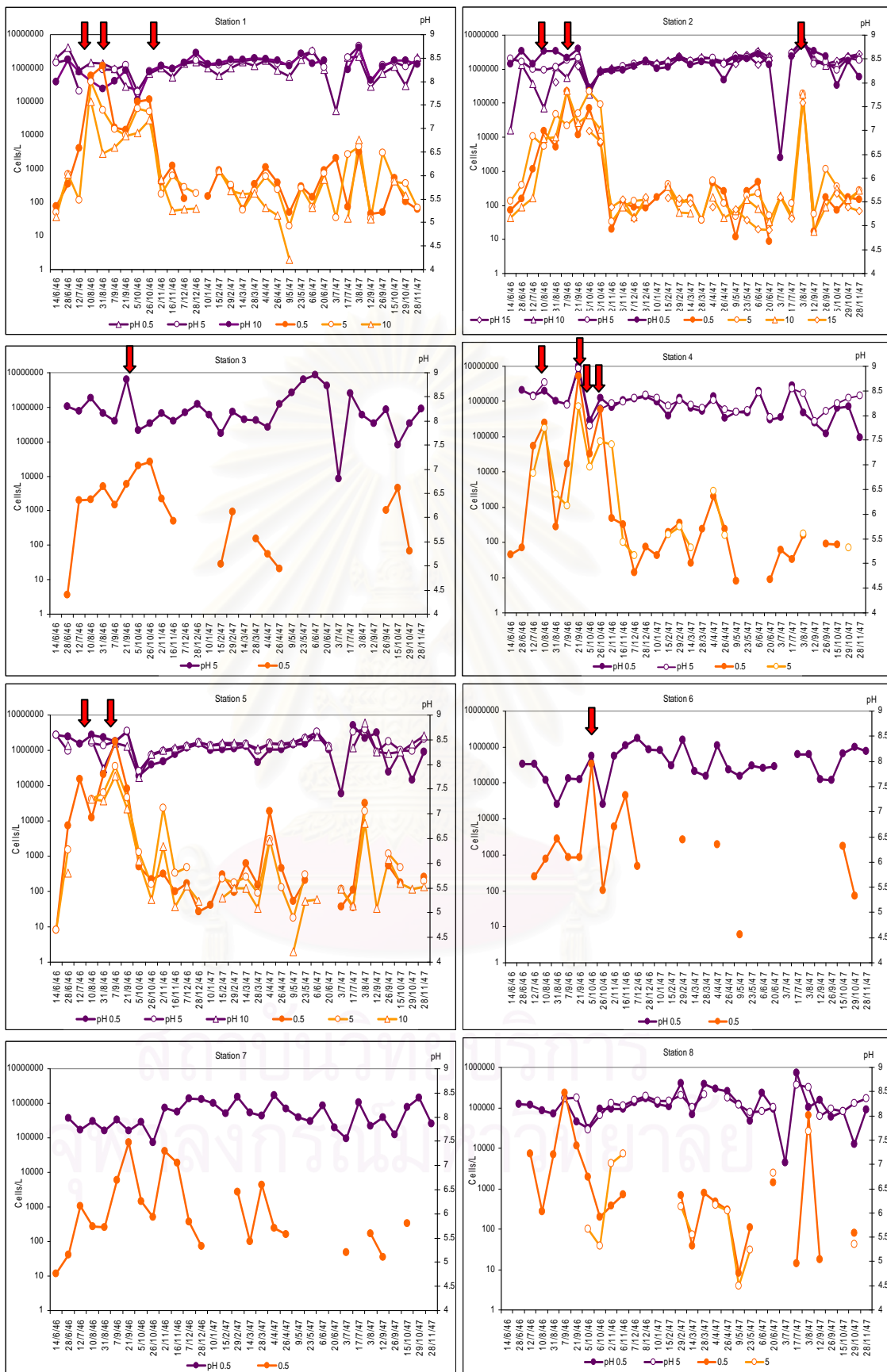
1.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *Ceratium furca* กับ pH

จากการศึกษาพบเซลล์ *C. furca* กระจายได้ในช่วง pH 8.14 - 8.89 ขณะเกิดน้ำเปลี่ยนสี เนื่องจาก *C. furca* วัดค่า pH ได้อยู่ในช่วง 7.82 - 8.85 (รูปที่ 4.12) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *C. furca* และการเปลี่ยนแปลงของ pH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณ pH ในบริเวณที่ศึกษามีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน 2546 pH เฉลี่ยที่ระดับผิวน้ำ มีค่า 8.5 และลดต่ำลงอยู่ที่ 7.8 ในวันที่ 5 ตุลาคม 2546 จากนั้นมีค่าเฉลี่ย เพิ่มขึ้นอยู่ที่ 8.5 เมื่อเข้าสู่เดือนพฤศจิกายน 2546 และพบลดต่ำอีกครั้งในวันที่ 3 กรกฎาคม 2547 มีค่าเฉลี่ยที่ 7.4 และเพิ่มขึ้นมาที่ระดับ 8 - 8.5 เมื่อเข้าสู่ช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2547 (รูปที่ 4.13)



รูปที่ 4.12 ความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* บริเวณผิวน้ำและค่า pH ในบริเวณที่ศึกษา (จุดสีแดงแสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca*)

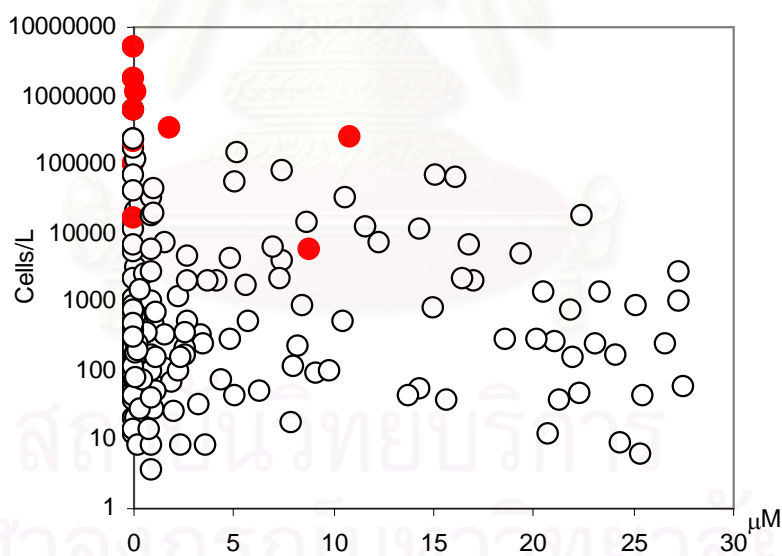
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



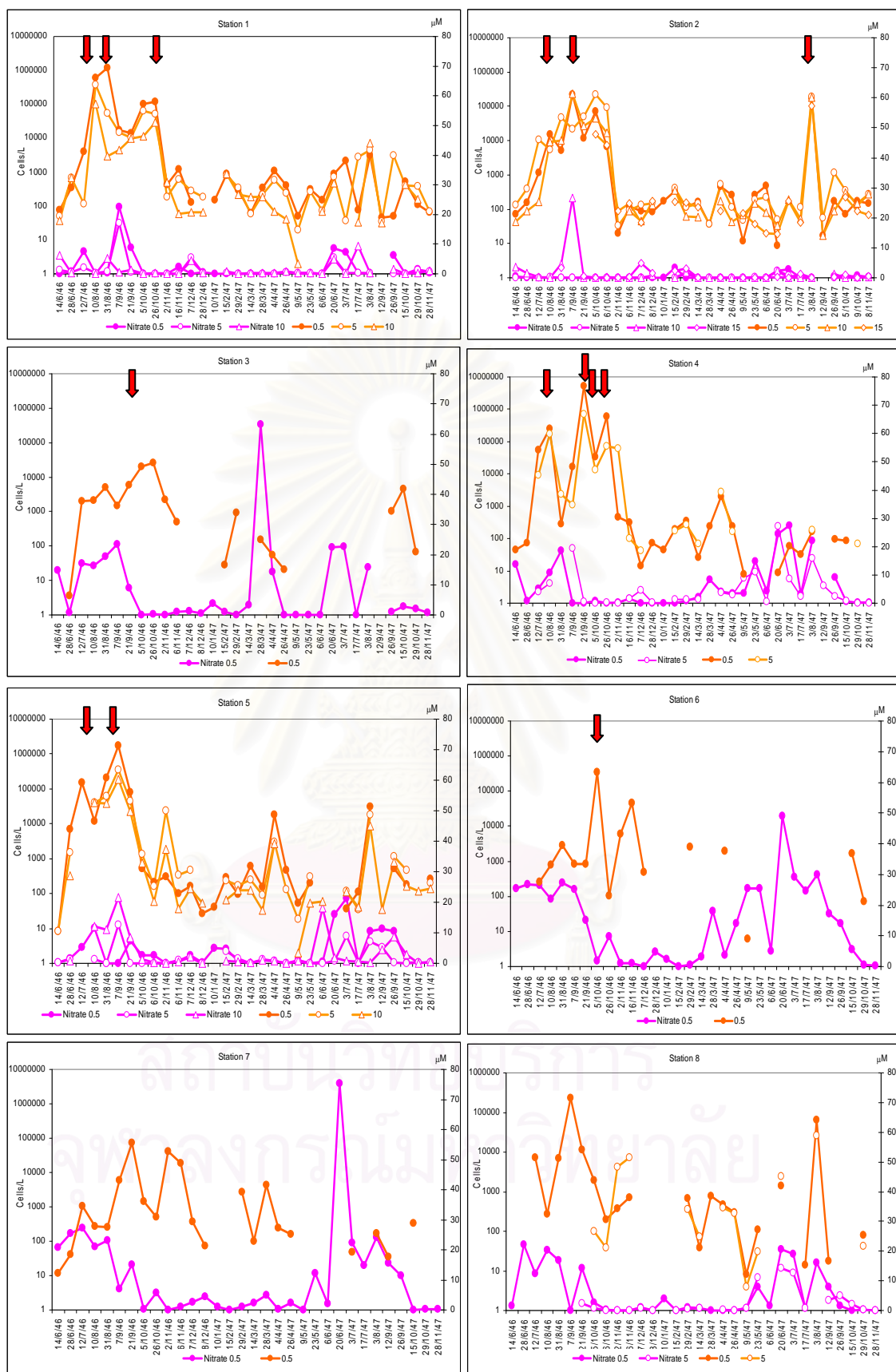
รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* และ pH ตามระดับความลึกที่สถานีต่างๆ (↓ : นำเปลี่ยนสีจาก *C. furca*)

1.3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *Ceratium furca* กับปริมาณไนเตรต

พบเซลล์ *C. furca* การกระจายได้ในช่วงความเข้มข้นของไนเตรต 0.01 - 28 μM และขณะเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ปริมาณไนเตรตอยู่ในช่วง 0.01 - 11 μM ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *C. furca* และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนเตรตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรตในบริเวณที่ศึกษาสัมพันธ์กับฤดูกาลโดยพบความเข้มข้นของไนเตรตมีค่าสูงในช่วงฤดูฝนปี 2546 เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม และปี 2547 เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และความเข้มข้นลดต่ำลงเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูแล้งเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน 2547 โดยพบว่าในช่วงฤดูฝนปี 2546 สถานีที่ 3, 6, 7 และ 8 ซึ่งอยู่ใกล้ปากแม่น้ำ มีค่าไนเตรตเฉลี่ยสูงกว่าสถานีที่ 1, 2, 4 และ 5 ซึ่งเป็นสถานที่ไกลจากปากแม่น้ำ พบความเข้มข้นไนเตรตเฉลี่ยที่ 14.54 μM ในกลุ่มสถานีที่ 3, 6, 7 และ 8 และ 5.37 μM ในสถานีที่ 1, 2, 4 และ 5 ในช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน 2546 ถึงเดือนเมษายน 2547) พบความเข้มข้นไนเตรตทุกสถานีอยู่ในช่วง 0.00 - 8.0 μM และไนเตรตมีความเข้มข้นสูง 63 μM ในวันที่ 28 มีนาคม 2547 ในสถานีที่ 3 และ 75.3 μM ในวันที่ 20 มิถุนายน 2547 ในสถานีที่ 7 (รูปที่ 4.14 และ 4.15)



รูปที่ 4.14 ความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* บริเวณผิวน้ำ และปริมาณไนเตรตในบริเวณที่ศึกษา (จุดสีแดงแสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca*)



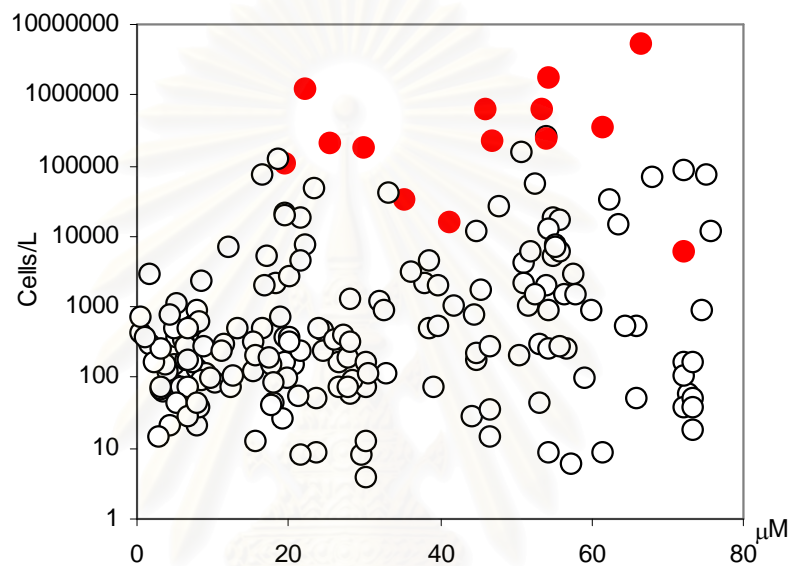
รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* และปริมาณไนเตรต

ตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ (↓ : นำเปลี่ยนสีจาก *C. furca*)

1.3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *Ceratium furca* กับปริมาณซิลิเกต

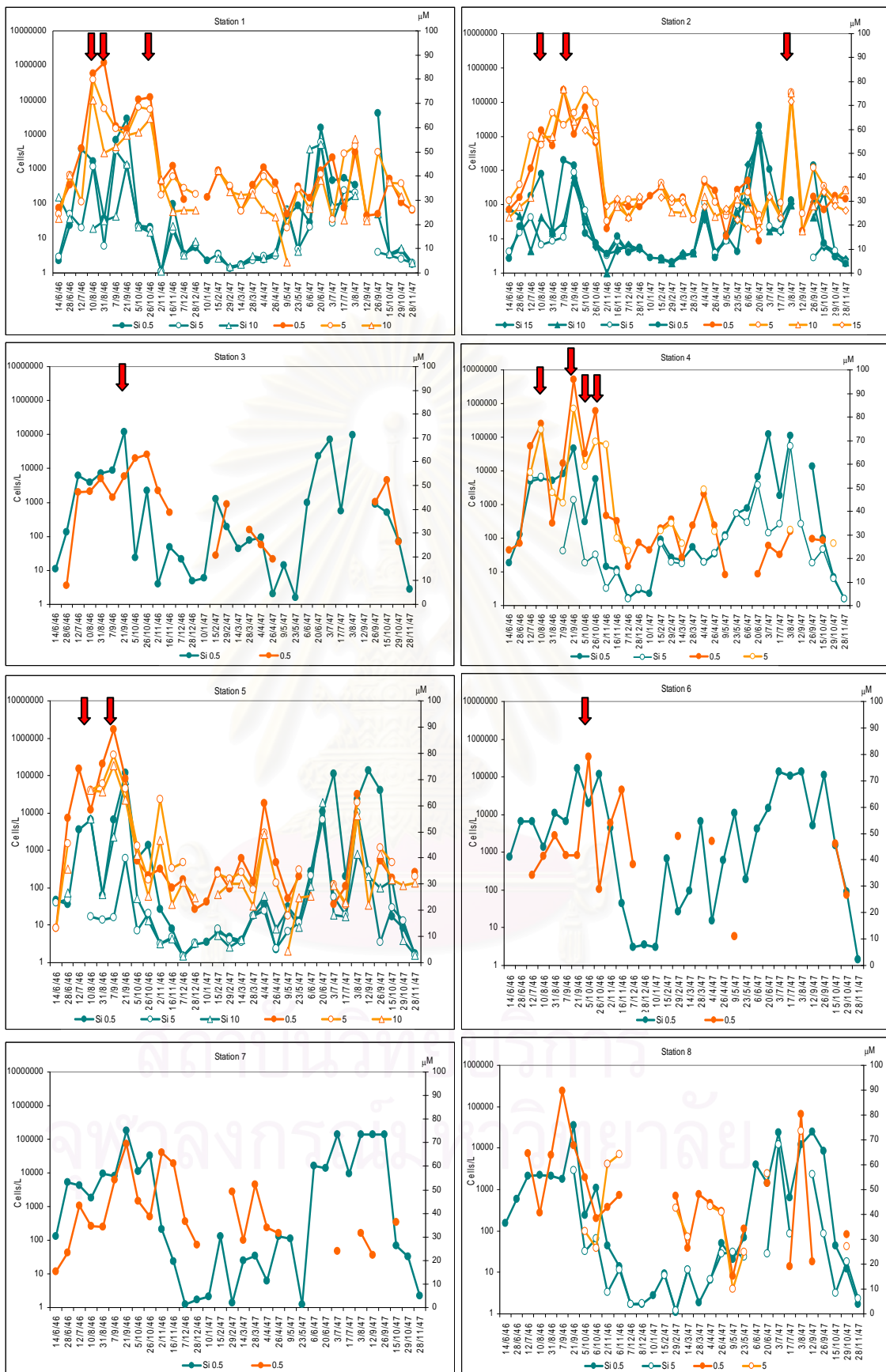
เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณซิลิเกตและความหนาแน่นของ *C. furca* บริเวณที่ศึกษาพบว่าความหนาแน่นของ *C. furca* แปรผันตามกับปริมาณซิลิเกตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณซิลิเกต ในแต่ละระดับความลึก

เซลล์ *C. furca* สามารถพบการกระจายได้ในช่วงความเข้มข้นของซิลิเกต 0.6 – 75 μM และขณะเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* มีค่าความเข้มข้นของซิลิเกตอยู่ในช่วง 19.5 - 72 μM (รูปที่ 4.16)



รูปที่ 4.16 ความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* บริเวณผิวน้ำและปริมาณซิลิเกตในบริเวณที่ศึกษา (จุดสีแดงแสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca*)

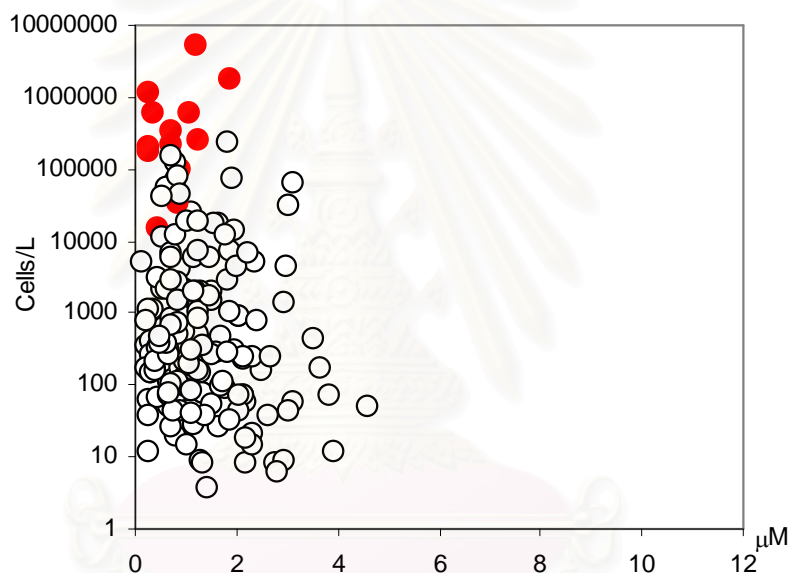
โดยเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นในรอบปีของ *C. furca* กับปริมาณซิลิเกต (รูปที่ 4.17) พบว่าเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูฝนปี 2546 เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม ปริมาณซิลิเกตมีค่าสูงอยู่ในช่วง 5- 75 μM ซึ่งพบความหนาแน่นของ *C. furca* สูง จากนั้นปริมาณซิลิเกตมีค่าลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน 2546 ถึงเดือนเมษายน 2547) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2-50 μM สอดคล้องกับการลดลงของความหนาแน่น *C. furca* และปริมาณซิลิเกตมีค่าสูงขึ้นอีกเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูฝนปี 2547 (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20-73 μM



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* และปริมาณซิลิเกตตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ (↓ : น้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca*)

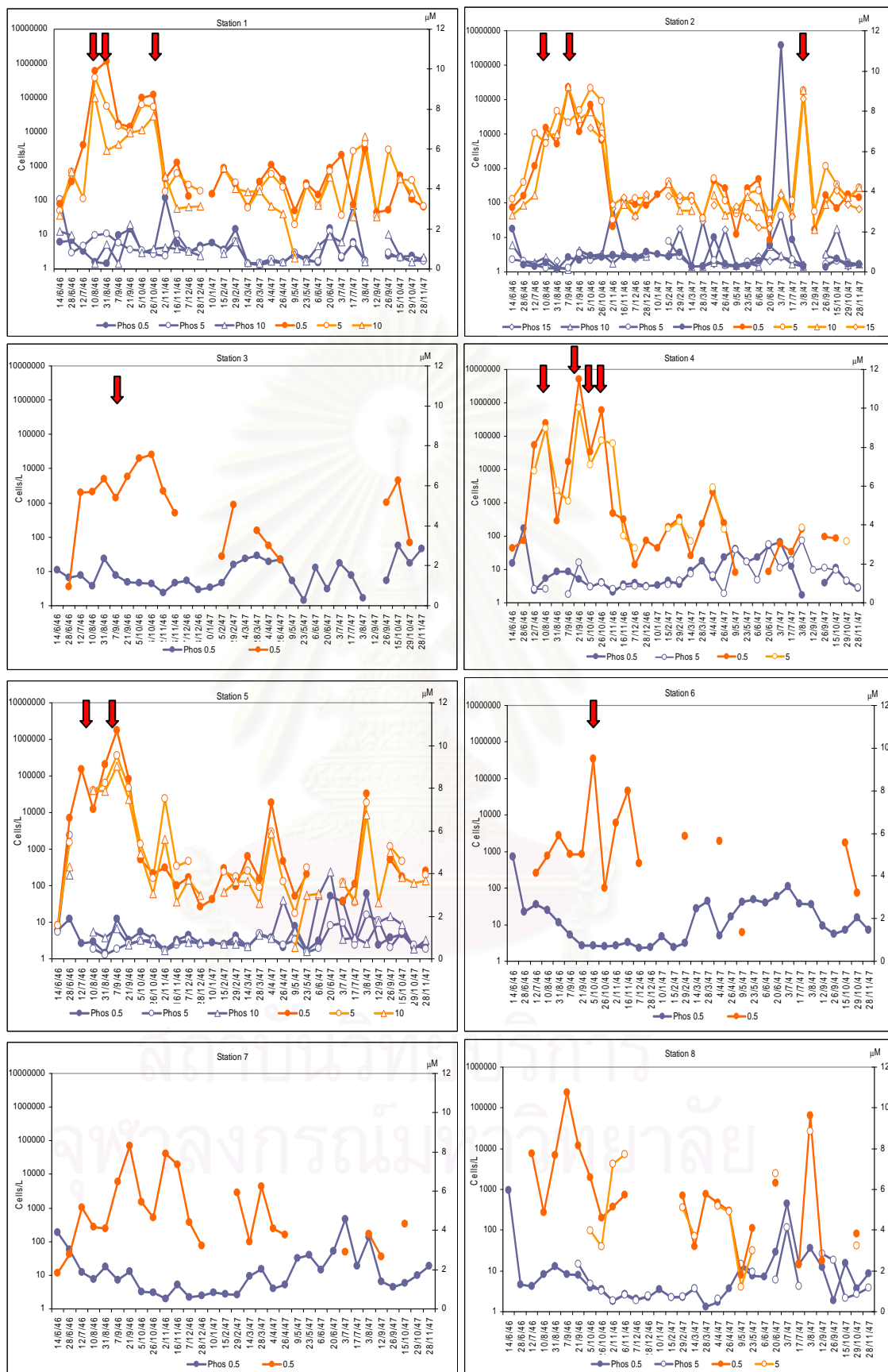
1.3.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *Ceratium furca* กับปริมาณฟอสเฟต

เซลล์ *C. furca* สามารถพบการกระจายได้ในช่วงความเข้มข้นของฟอสเฟต 0.1 - 4.5 μM และขณะเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ปริมาณฟอสเฟตมีค่าอยู่ในช่วง 0.2 - 1.86 μM (รูปที่ 4.18) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *C. furca* และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณฟอสเฟตในบริเวณที่ศึกษาอยู่ในช่วง 0.1-11 μM มีค่าเฉลี่ยที่ 1.4 μM และพบปริมาณฟอสเฟตมีค่าสูงสุดในวันที่ 3 กรกฎาคม 2547 ในสถานีที่ 2 โดยมีความเข้มข้นที่ 11 μM (รูปที่ 4.19)



รูปที่ 4.18 ความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* บริเวณผิวน้ำและปริมาณฟอสเฟต
ในบริเวณที่ศึกษา (จุดสีแดงแสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca*)

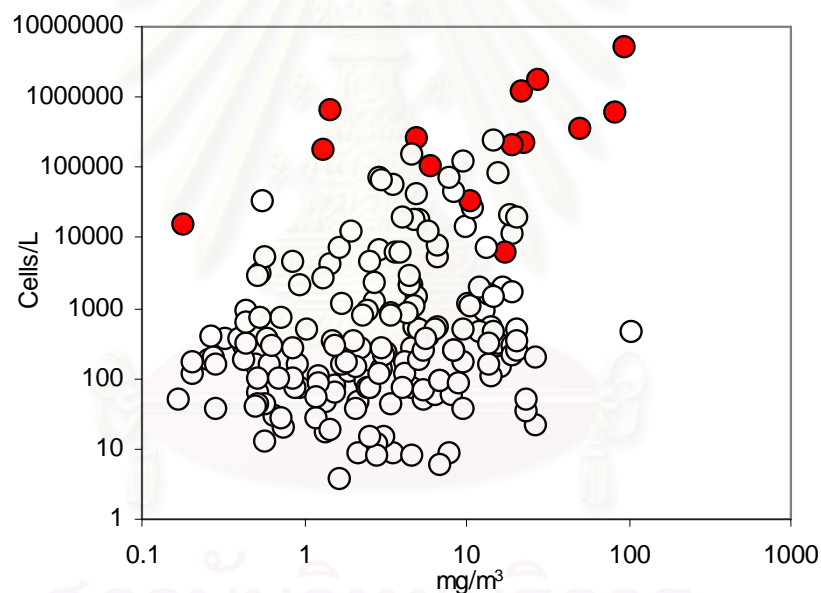
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



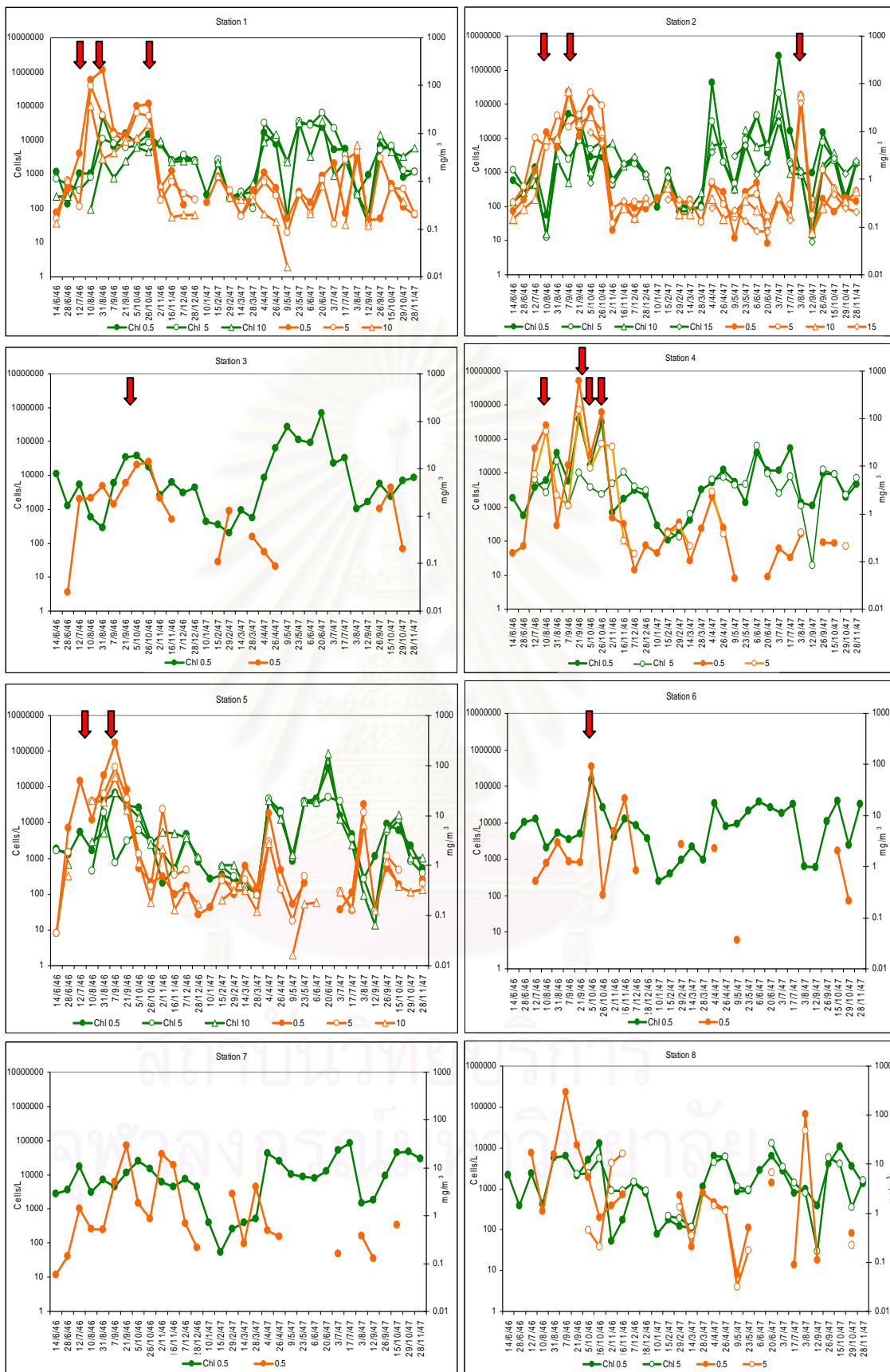
รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* และปริมาณฟอสเฟตตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ (↓ : นำเปลี่ยนสีจาก *C. furca*)

1.3.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *Ceratium furca* กับปริมาณคลอโรฟิลล์

ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่วัดได้ในช่วงที่พบเซลล์ *C. furca* มีค่าระหว่าง 0.17 - 105.33 mg/m^3 และขณะเกิดน้ำเปลี่ยนสี ปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าระหว่าง 0.18 - 96 mg/m^3 (รูปที่ 4.20) จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความหนาแน่นเซลล์ *C. furca* ในทุกสถานีกับปริมาณคลอโรฟิลล์ ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในสถานีที่ 4 ซึ่งเป็นสถานีที่พบน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* สูง และพบเซลล์ได้เกือบตลอดทั้งปี ความหนาแน่นเซลล์ *C. furca* แปรผันตามปริมาณคลอโรฟิลล์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในบริเวณที่ศึกษาอยู่ในช่วง 0.3 - 383 mg/m^3 มีค่าเฉลี่ยที่ 10.4 mg/m^3 ปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าสูงสุดในวันที่ 3 กรกฎาคม 2547 ที่สถานีที่ 2 โดยมีค่า 383 mg/m^3 (รูปที่ 4.21)



รูปที่ 4.20 ความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* บริเวณผิวน้ำและปริมาณคลอโรฟิลล์ ในบริเวณที่ศึกษา (จุดสีแดงแสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca*)



รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* และปริมาณคลอโรฟิลล์ตามระดับความลึกที่สถานีต่าง ๆ (↓ : น้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca*)

จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ของความหนาแน่น *C. furca* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในทุกสถานี พบว่าความหนาแน่นของ *C. furca* มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าความเค็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อความเค็มต่ำพบความหนาแน่นของ *C. furca* สูง และพบความหนาแน่นของ *C. furca* แปรตามอุณหภูมิและปริมาณซิลิเกตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งหมายความว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นพบความหนาแน่นของ *C. furca* เพิ่มมากขึ้น และเมื่อซิลิเกตสูงพบความหนาแน่นของ *C. furca* สูงเช่นกัน จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความหนาแน่นเซลล์ *C. furca* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในสถานีที่ 4 ซึ่งเป็นสถานีที่พบน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* สูงและพบเซลล์ได้เกือบตลอดทั้งปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ *C. furca* กับความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณซิลิเกต และปริมาณคลอโรฟิลล์ และพบความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับความเข้มแสง ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.3) และไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ *C. furca* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น

ตารางที่ 4.3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ *Ceratium furca* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงจนถึงอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม และปริมาณสารอาหาร	<i>Ceratium furca</i>	<i>Ceratium furca</i>
	ทุกสถานี	สถานี 4
ความเค็ม	-0.384*	-0.611*
อุณหภูมิ	0.350*	0.480*
ความเป็นกรด-ด่าง	0.120	0.304
ความเข้มแสง	-0.155	-0.522*
ออกซิเจนละลายน้ำ	0.085	0.064
แอมโมเนีย	-0.286	-0.298
ไนโตรเจน	0.258	-0.163
ไนเตรต	0.101	-0.140
ซิลิเกต	0.374*	0.732*
ฟอสเฟต	-0.291	-0.386
คลอโรฟิลล์เอ	0.270	0.682*

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สมการเส้นถดถอยที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นเซลล์ *Ceratium furca* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นเซลล์ของ *Ceratium furca* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารหลักบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงถึงอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ที่ระดับนัยสำคัญ 95 % (Depth = ความลึก, Sal = ความเค็ม, pH = ความเป็นกรด-เบส, light = ความเข้มแสง, T = อุณหภูมิ, DO = ออกซิเจนละลายน้ำ, NH₄ = แอมโมเนีย, NO₂ = ไนไตรต์, NO₃ = ไนเตรต, PO₄ = ฟอสเฟต และ Si = ซิลิเกต)

	สมการแสดงความสัมพันธ์	R
<i>Ceratium furca</i>	$= -1.6 \times 10^4 \text{ Sal} + 2.06 \times 10^5 \text{ pH} - 1.68 \times 10^4 \text{ DO} + 1.6 \times 10^4 \text{ T} - 4.38 \times 10^4 \text{ NO}_3 - 6.16 \times 10^5$	0.341

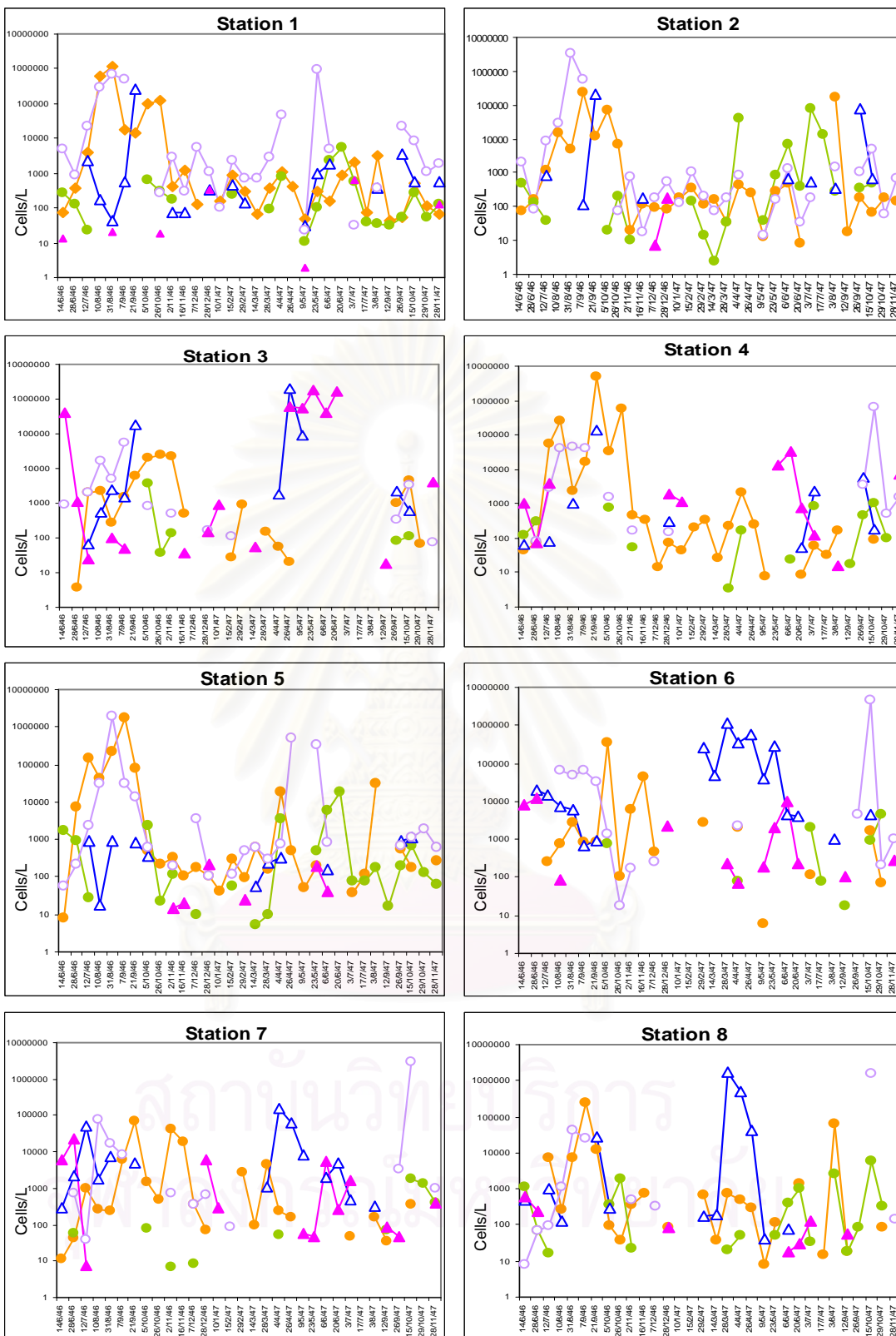
หมายเหตุ : ที่ระดับความเค็มในช่วง 10 - 32.5 psu

1.4 ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา

ไมโครแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงจนถึงอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ในระหว่างเดือนมิถุนายน 2546 - เดือนพฤศจิกายน 2547 มีทั้งหมด 36 สกุล ประกอบด้วย สาหร่ายสีเขียว 4 สกุล สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 2 สกุล ไดอะตอม 23 สกุล ไดโนแฟลกเจลเลต 7 สกุล โดยไมโครแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสาเหตุของน้ำเปลี่ยนสี มี 5 สกุล คือ *Noctiluca scintillans*, *Ceratium furca*, *Skeletonema costatum*, *Nitzschia longissima* และ *Chaetoceros* sp. มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นเซลล์ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.22 โดยสถานีที่ 1, 2, 4 และ 5 ซึ่งเป็นสถานีที่ไกลจากปากแม่น้ำและชายฝั่ง พบว่าในช่วงฤดูฝนปี 2546 เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม พบ *C. furca*, *N. scintillans* และ *Chaetoceros* spp. เป็นชนิดเด่น โดยในเดือนมิถุนายนพบการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. Scintillans* ที่สถานีที่ 5 มีความหนาแน่นเซลล์ 1.78×10^3 เซลล์ต่อลิตร จากนั้นความหนาแน่นลดลงเมื่อเข้าสู่เดือนกรกฎาคม โดยพบ *C. furca* และ *Chaetoceros* spp. เพิ่มความหนาแน่นสูงขึ้นแทนที่ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม พบความหนาแน่นสูงสุดในช่วงปลายเดือนสิงหาคมเข้าสู่เดือนกันยายน โดย *C. furca* มีความหนาแน่นเซลล์ 2.24×10^5 - 5.11×10^6 เซลล์ต่อลิตร และ *Chaetoceros* spp. มีความหนาแน่นเซลล์ 7.03×10^5 - 3.31×10^6 เซลล์ต่อลิตร จากนั้นเมื่อเข้าสู่ปลายเดือนตุลาคม 2546 *C. furca* และ *Chaetoceros* spp. มีความหนาแน่นลดลง

โดยมีความหนาแน่นเซลล์ที่ $6.0 \times 10^2 - 1.18 \times 10^5$ เซลล์ต่อลิตร และ 5.92×10^2 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ ในสถานีที่ 5 โดยไม่พบ *Chaetoceros* spp. ที่สถานีที่ 1 และ 2 ในช่วงเวลาดังกล่าว แต่พบ *S. costatum* เพิ่มความหนาแน่นสูงขึ้นแทนที่มีความหนาแน่น 2.46×10^5 เซลล์ต่อลิตร และเริ่มพบ *N. scintillans* อีกครั้งเมื่อเข้าสู่เดือนตุลาคม จากนั้นเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้งเดือนพฤศจิกายน 2546 ถึงเดือนเมษายน 2547 *C. furca*, *Chaetoceros* spp., *N. Scintillans* และ *S. costatum* มีความหนาแน่นเซลล์ต่ำ พบความหนาแน่นเฉลี่ยที่ 8.35×10^2 , 1.72×10^4 , 1.6×10^2 และ 56 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ และ *N. scintillans* มีความหนาแน่นสูงในวันที่ 4 เมษายน 2547 (1.44×10^6 เซลล์ต่อลิตร) และเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนปี 2547 ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2547 พบเซลล์ *N. scintillans* เป็นชนิดเด่นเริ่มพบความหนาแน่นเซลล์สูงขึ้นโดยมีความหนาแน่นสูงสุดในเดือนมิถุนายน โดยมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง $5.23 \times 10^3 - 8.13 \times 10^4$ เซลล์ต่อลิตร ส่วนชนิดอื่น ๆ ยังคงพบความหนาแน่นเฉลี่ยใกล้เคียงกับช่วงฤดูแล้ง และ *C. furca* มีความหนาแน่นเซลล์สูงที่สถานีที่ 2 ในวันที่ 3 สิงหาคม 2548 โดยมีความหนาแน่นเซลล์ 1.75×10^5 เซลล์ต่อลิตร

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีในสถานีที่ 3, 6, 7 และ 8 ซึ่งเป็นสถานีที่ใกล้ปากแม่น้ำและชายฝั่งนั้น ในช่วงฤดูฝนปี 2546 พบว่าในเดือนมิถุนายน *N. longissima* มีความหนาแน่นที่ 1.13×10^5 เซลล์ต่อลิตร และลดลงเมื่อเข้าสู่เดือนกรกฎาคม โดยพบ *C. furca*, *Chaetoceros* spp. และ *S. costatum* เพิ่มความหนาแน่นสูงขึ้นแทนที่โดย *Chaetoceros* spp. หนาแน่นสูงสุดในเดือนกันยายนมีความหนาแน่นเซลล์เฉลี่ย 4.04×10^4 เซลล์ต่อลิตร *S. costatum* หนาแน่นสูงสุดปลายเดือนกันยายนมีความหนาแน่นเซลล์ 5.39×10^4 เซลล์ต่อลิตร พบ *C. furca* มีความหนาแน่นสูงสุดในช่วงปลายเดือนกันยายนถึงต้นเดือนตุลาคมหนาแน่น 1.67×10^5 เซลล์ต่อลิตร และเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้งเดือนธันวาคม 2546 เซลล์แพลงก์ตอนมีความหนาแน่นลดลงจนถึงปลายฤดูแล้งเดือนเมษายน 2547 พบ *N. longissima* และ *S. Costatum* มีความหนาแน่นสูงจนทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน 2547 ที่สถานีที่ 3 โดยพบเซลล์ *N. longissima* หนาแน่น 1.12×10^6 เซลล์ต่อลิตร และ *S. costatum* มีความหนาแน่นเซลล์ 9.74×10^5 เซลล์ต่อลิตร และไมโครแพลงก์ตอนลดความหนาแน่นลงเมื่อเข้าสู่เดือนกรกฎาคม 2547 โดยพบ *Chaetoceros* spp. มีความหนาแน่นสูงอีกครั้งในวันที่ 15 ตุลาคม 2547

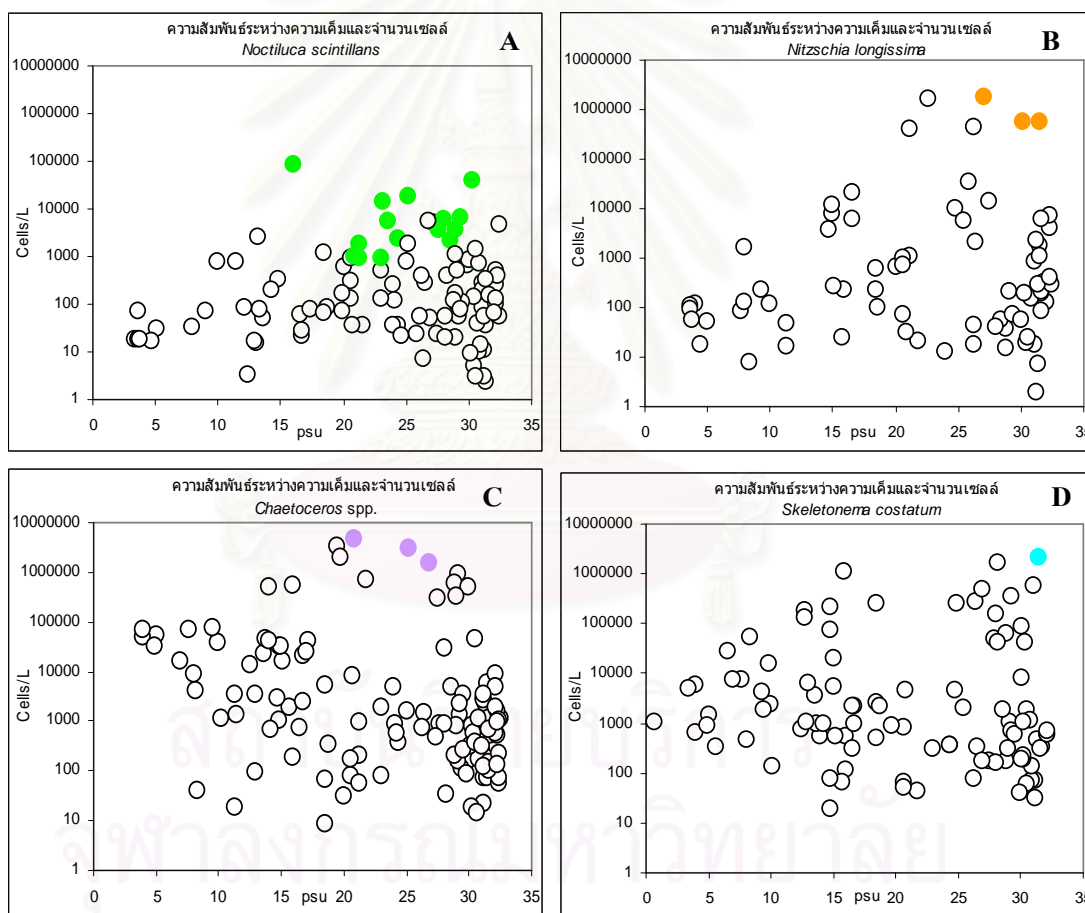


● *Ceratum furca* ● *Noctiluca scintillans* ▲ *Skeletonema costatum* ▲ *Nitzschia* sp.
○ *Chaetoceros* spp.

รูปที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงของไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่ทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีระหว่างเดือนมิถุนายน 2546 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2547 ที่สถานีต่าง ๆ

1.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มกับความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่น ที่เป็นสาเหตุให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา

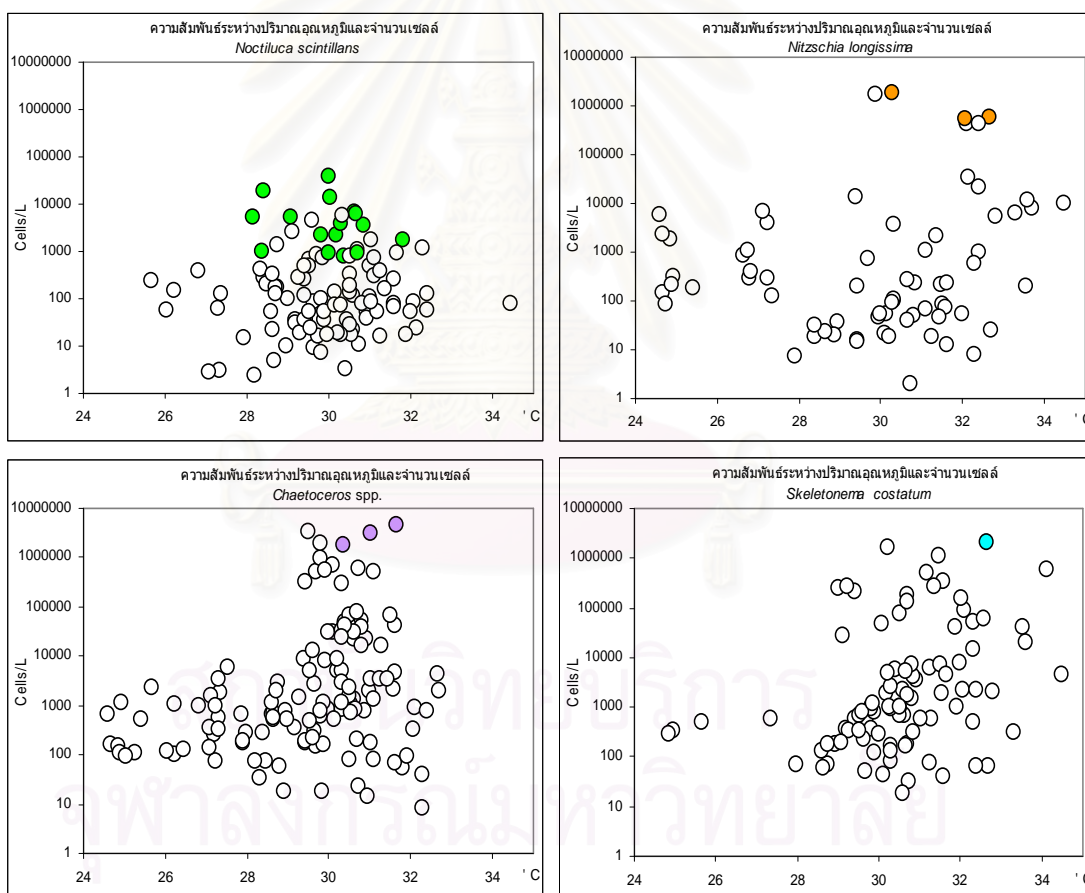
N. scintillans สามารถกระจายได้ในช่วงความเค็มตั้งแต่ 3.3-33 psu แต่จะพบมากในช่วงความเค็มระหว่าง 20-33 psu และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. scintillans* ที่ความเค็มระหว่าง 22-33 psu *N. longissima* พบกระจายในช่วงความเค็มตั้งแต่ 4-32 psu และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. longissima* ที่ความเค็มระหว่าง 27-31.5 psu *Chaetoceros* spp. พบกระจายได้ในช่วงความเค็มตั้งแต่ 4-32 psu และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *Chaetoceros* sp. ที่เค็มระหว่าง 21-27 psu และ *S. costatum* กระจายได้ในช่วงความเค็มตั้งแต่ 1-32 psu และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *S. costatum* ที่ความเค็ม 31.5 psu ในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา (รูปที่ 4.23)



รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็นสาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา กับความเค็ม (A : *Noctiluca scintillans* B : *Nitzschia longissima* C : *Chaetoceros* spp. และ D : *Skeletonema costatum* จุดสี แสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสี)

1.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่เป็นสาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา

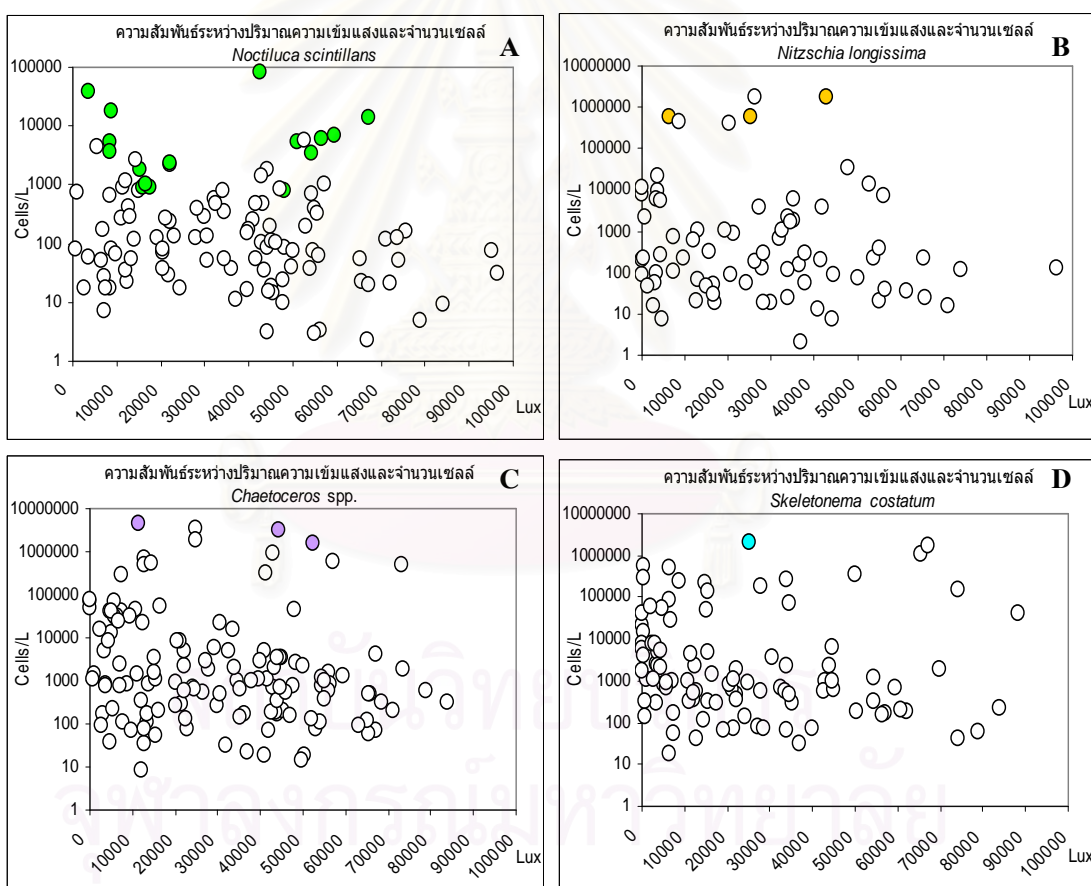
N. scintillans สามารถกระจายและมีความชุกชุมในช่วงอุณหภูมิ 25-32 องศาเซลเซียส และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. scintillans* ที่อุณหภูมิระหว่าง 28-30 องศาเซลเซียส *N. longissima* กระจายได้ในช่วงอุณหภูมิ 24.5-33 องศาเซลเซียส และพบน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *N. longissima* ได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 30-32 องศาเซลเซียส *Chaetoceros* spp. พบกระจายได้ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 24.5-33 องศาเซลเซียส และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *Chaetoceros* sp. ที่อุณหภูมิระหว่าง 30-32 องศาเซลเซียส และ *S. costatum* กระจายในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 29-33 องศาเซลเซียส และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *S. costatum* ที่อุณหภูมิ 32.5 องศาเซลเซียส ในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา (รูปที่ 4.24)



รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็นสาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษากับอุณหภูมิ (A : *Noctiluca scintillans* B : *Nitzschia longissima* C : *Chaetoceros* spp. และ D : *Skeletonema costatum* จุดสี แสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสี)

1.4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นพบเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา

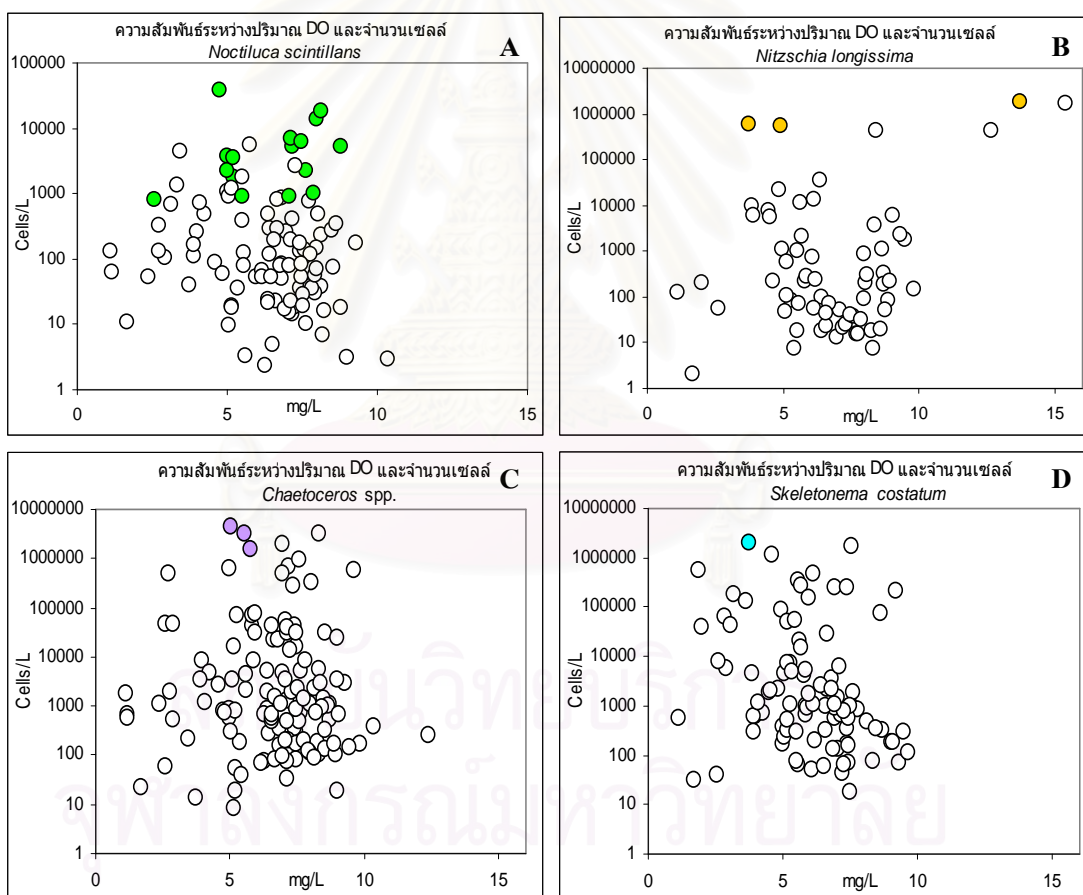
N. scintillans กระจายและมีความชุกชุมได้ในช่วงความเข้มแสงตั้งแต่ 1,043-96,400 Lux และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. scintillans* ที่ความเข้มแสงระหว่าง 3,600-67,200 Lux *N. longissima* พบกระจายได้ในช่วงความเข้มแสงตั้งแต่ 18-96,400 Lux และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. longissima* ที่ความเข้มแสงระหว่าง 6,400-42,900 Lux *Chaetoceros* spp. กระจายได้ในช่วงความเข้มแสงตั้งแต่ 37-84,000 Lux และพบน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *Chaetoceros* sp. ที่ความเข้มแสงระหว่าง 11,300-52,500 Lux และ *S. costatum* กระจายได้ในช่วงความเข้มแสงตั้งแต่ 26-88,100 Lux และพบน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *S. costatum* ที่ความเข้มแสง 25,200 Lux ในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา (รูปที่ 4.25)



รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็นสาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา กับความเข้มแสง (A : *Noctiluca scintillans* B : *Nitzschia longissima* C : *Chaetoceros* spp. และ D : *Skeletonema costatum* จุดสี แสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสี)

1.4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออกซิเจนละลายน้ำกับความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา

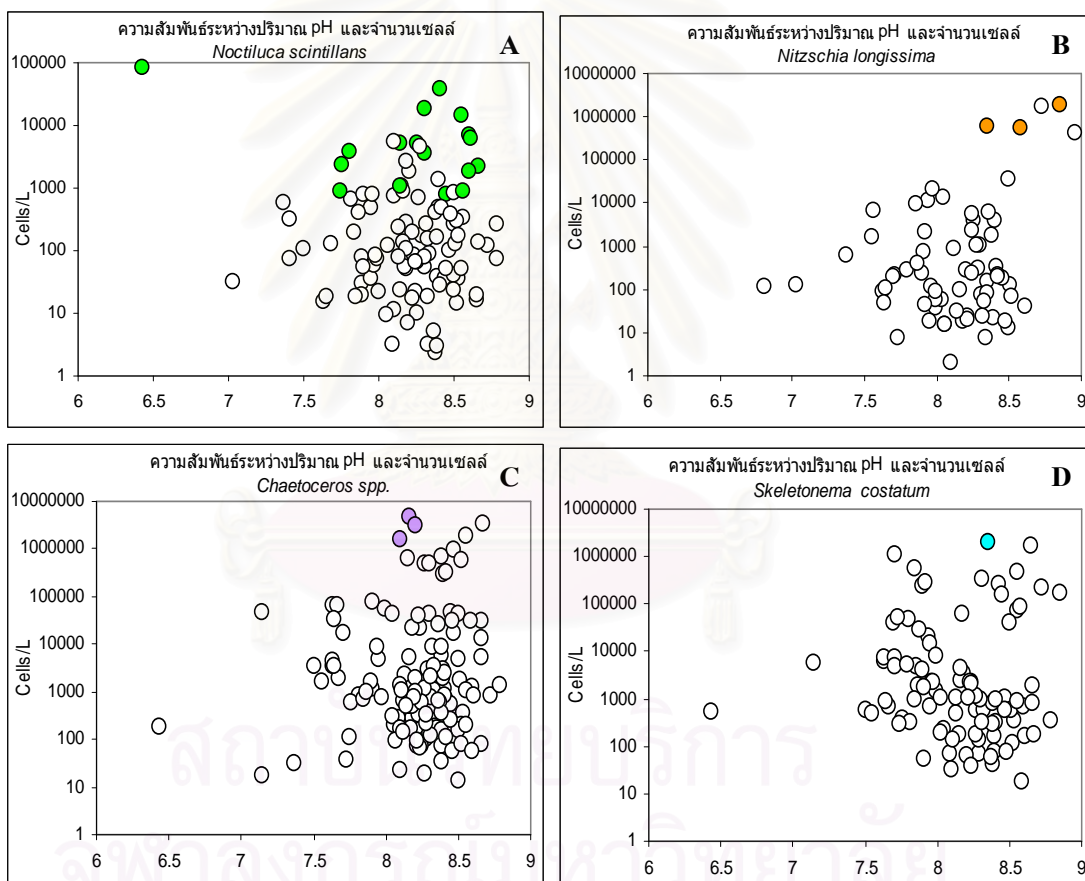
N. scintillans สามารถกระจายและมีความชุกชุมได้ในช่วง DO ตั้งแต่ 1.11-10.53 mg/l และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. scintillans* มีค่า DO ระหว่าง 4.76-8.79 mg/l *N. longissima* กระจายได้ในช่วง DO ตั้งแต่ 1.11-15.36 mg/l และพบน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *N. longissima* มีค่า DO อยู่ระหว่าง 3.75-13.72 mg/l *Chaetoceros* spp. กระจายได้ในช่วง DO ตั้งแต่ 1.11-12.4 mg/l และพบน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *Chaetoceros* sp. มีค่า DO ระหว่าง 5.03-5.78 mg/l และ *S. costatum* พบกระจายได้ในช่วง DO ตั้งแต่ 1.11-9.68 mg/l และขณะพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *S. costatum* มีค่า DO อยู่ที่ 3.75 mg/l ในบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา (รูปที่ 4.26)



รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็นสาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา กับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (A : *Noctiluca scintillans* B : *Nitzschia longissima* C : *Chaetoceros* spp. และ D : *Skeletonema costatum* จุดสี แสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสี)

1.4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ pH กับความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา

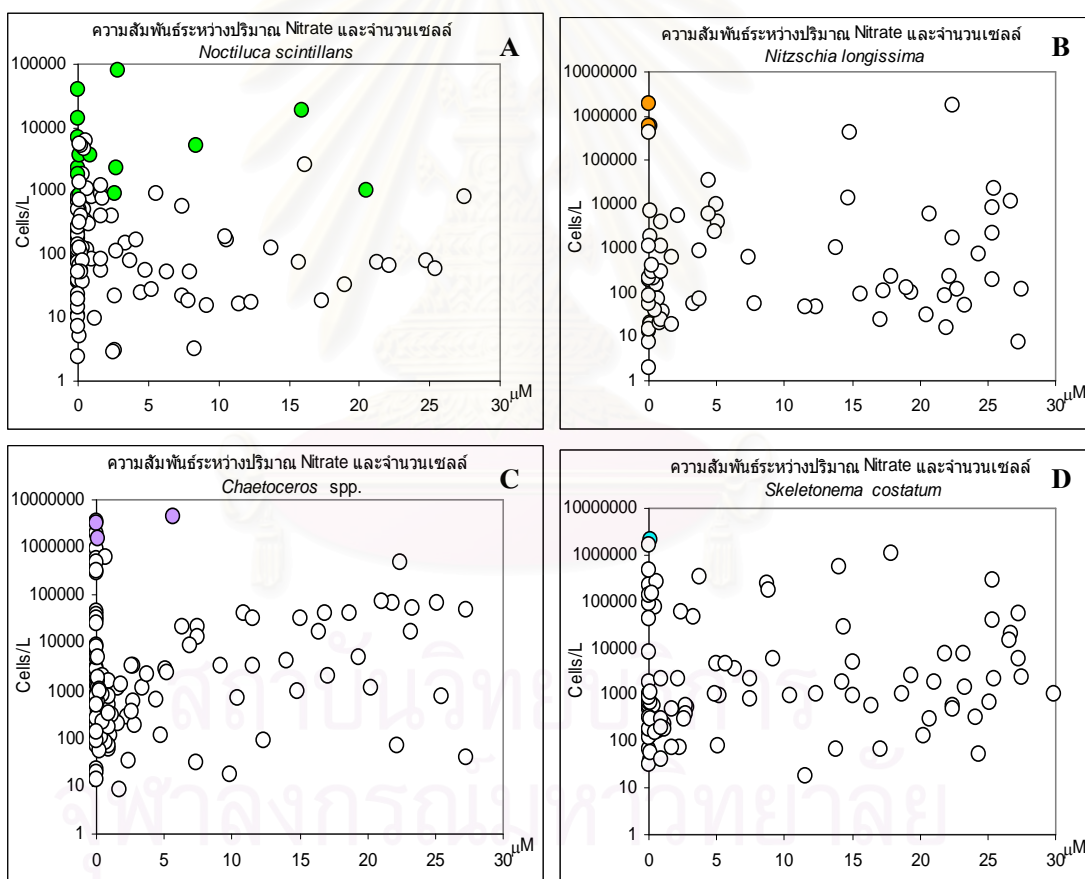
N. scintillans สามารถกระจายและมีความชุกชุมได้ในช่วง pH ตั้งแต่ 6.43-8.79 และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *Noctiluca* ที่ pH ระหว่าง 6.43-8.85 *N. longissima* กระจายได้ในช่วง pH ตั้งแต่ 6.81-8.96 และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. longissima* ที่ pH ระหว่าง 8.35-8.85 *Chaetoceros* spp. กระจายได้ในช่วง pH ตั้งแต่ 6.43- 8.85 และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *Chaetoceros* sp. ที่ pH 8.1-8.2 และ *S. costatum* กระจายได้ในช่วง pH 6.43-8.85 ขณะพบน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *S. costatum* มีค่า pH 8.35 ในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา (รูปที่ 4.27)



รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็นสาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษากับปริมาณ pH (A : *Noctiluca scintillans* B : *Nitzschia longissima* C : *Chaetoceros* spp. และ D : *Skeletonema costatum* จุดสี แสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสี)

1.4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนเตรตกับความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา

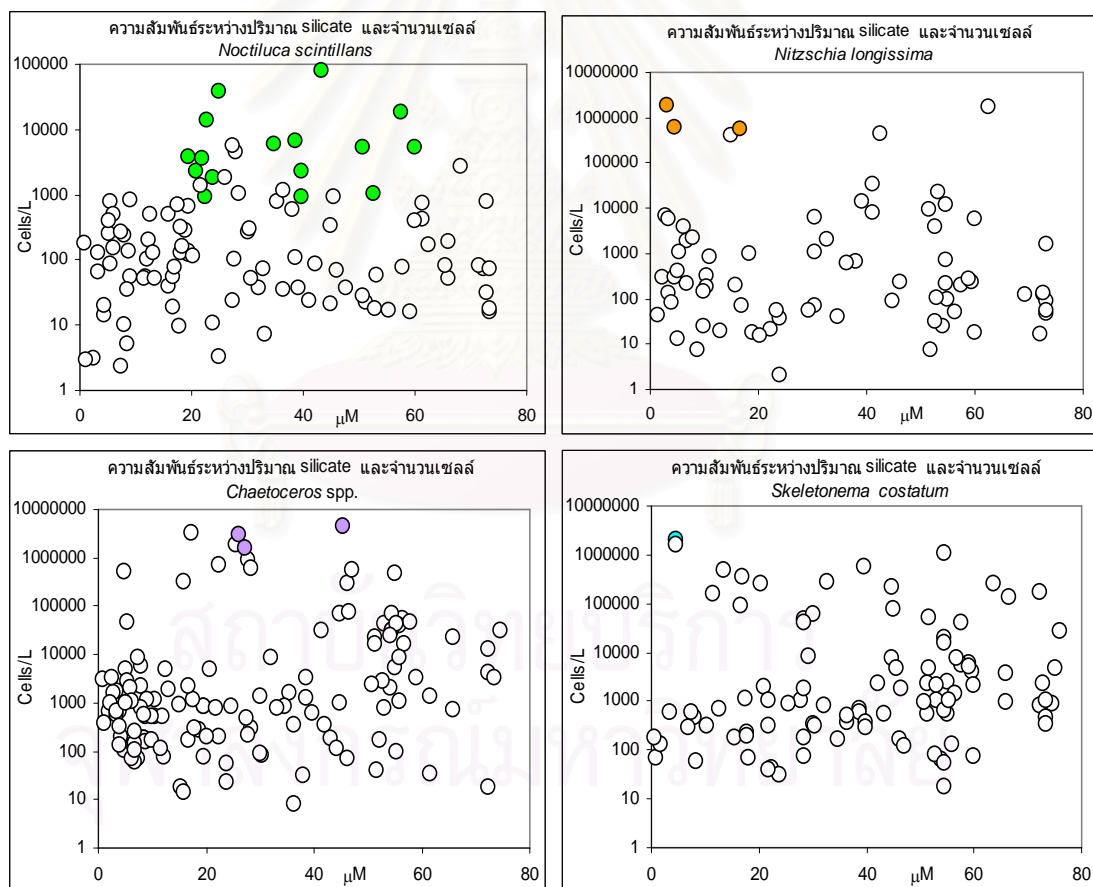
N. scintillans สามารถกระจายได้ในช่วงความเข้มข้นไนเตรตตั้งแต่ 0.01-27.5 μM และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. scintillans* วัดความเข้มข้นไนเตรตได้อยู่ในช่วง 0.01-20.49 μM *N. longissima* กระจายได้ในช่วงความเข้มข้นไนเตรต 0.01-27.5 μM และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. longissima* ที่ความเข้มข้นไนเตรต 0.01 μM *Chaetoceros* spp. กระจายในช่วงความเข้มข้นไนเตรตตั้งแต่ 0.01-27.3 μM และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *Chaetoceros* sp. ที่ความเข้มข้นของไนเตรต 0.03-5.6 μM และ *S. costatum* กระจายในช่วงความเข้มข้นไนเตรตตั้งแต่ 0.01-29.9 μM และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *S. costatum* วัดความเข้มข้นไนเตรตมีค่าเท่ากับ 0.13 μM ในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา (รูปที่ 4.28)



รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็นสาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา กับปริมาณไนเตรต (A : *Noctiluca scintillans* B : *Nitzschia longissima* C : *Chaetoceros* spp. และ D : *Skeletonema costatum* จุดสี แสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสี)

1.4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างซิลิเกตกับความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา

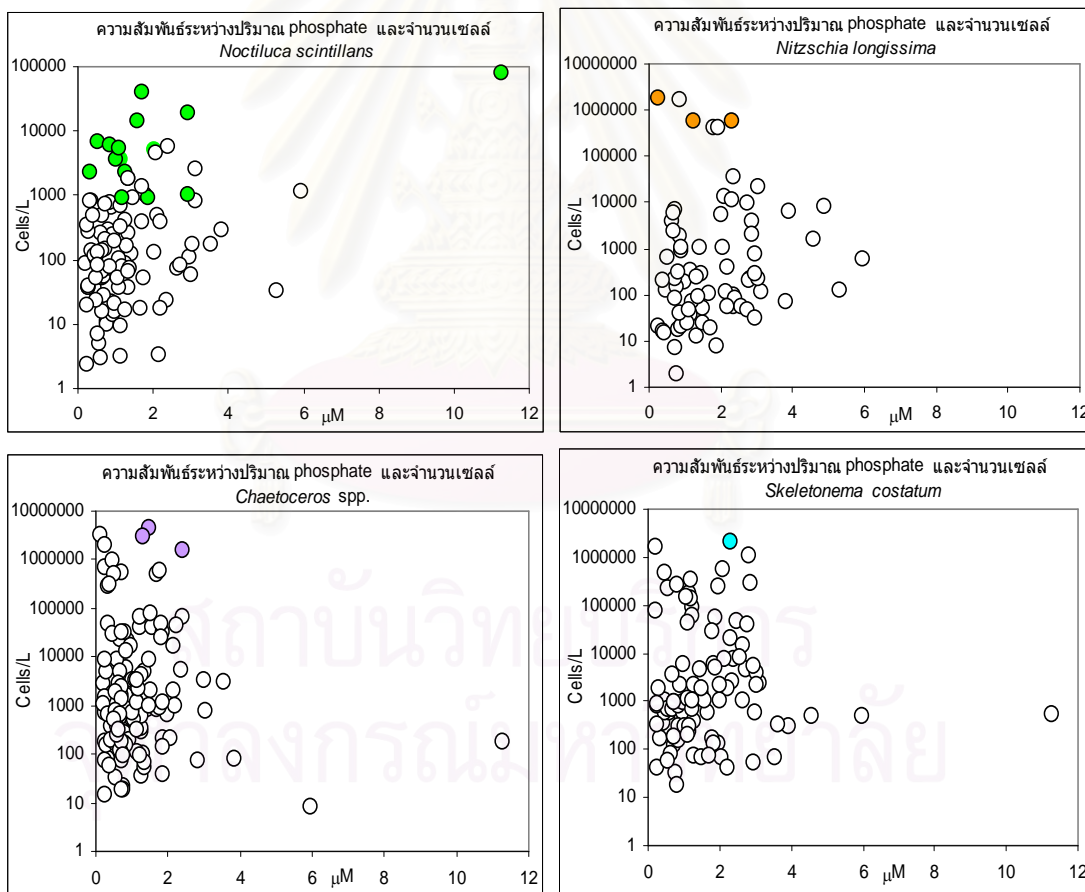
N. scintillans สามารถกระจายและมีความชุกชุมได้ในช่วงความเข้มข้นซิลิเกต 0.7-73.34 μM และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. scintillans* วัดความเข้มข้นซิลิเกตอยู่ในช่วง 19.5-60 μM
N. longissima กระจายได้ในช่วงความเข้มข้นซิลิเกต ตั้งแต่ 1.48-73.34 μM และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. longissima* วัดความเข้มข้นซิลิเกตได้ 2.97-16.6 μM *Chaetoceros* spp. กระจายได้ในช่วงความเข้มข้นซิลิเกตตั้งแต่ 0.7-74.5 μM และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *Chaetoceros* sp. วัดความเข้มข้นซิลิเกตอยู่ในช่วง 26.15-45.48 μM และ *S. costatum* กระจายได้ในช่วงความเข้มข้นซิลิเกต ตั้งแต่ 0.6-75 μM และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *S. costatum* วัดความเข้มข้นซิลิเกตมีค่าเท่ากับ 4.46 μM ในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา (รูปที่ 4.29)



รูปที่ 4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็นสาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษากับปริมาณซิลิเกต (A : *Noctiluca scintillans* B : *Nitzschia longissima* C : *Chaetoceros* spp. และ D : *Skeletonema costatum* จุดสี แสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสี)

1.4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสเฟตกับความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา

N. scintillans กระจายและมีความชุกชุมได้ในช่วงความเข้มข้นฟอสเฟต 0.2-11.27 μM และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. scintillans* วัดความเข้มข้นฟอสเฟตได้อยู่ในช่วง 0.31-11.27 μM
N. longissima กระจายได้ในช่วงความเข้มข้นฟอสเฟตตั้งแต่ 0.25-5.95 μM และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *N. longissima* วัดความเข้มข้นฟอสเฟตได้ 0.25-2.3 μM *Chaetoceros* spp. กระจายได้ในช่วงความเข้มข้นฟอสเฟตตั้งแต่ 0.15-11.27 μM และพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *Chaetoceros* sp. ที่ความเข้มข้นของฟอสเฟต 1.32-2.4 μM *S. costatum* พบกระจายได้ในช่วงความเข้มข้นฟอสเฟตตั้งแต่ 0.23-11.27 μM และขณะพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *S. costatum* วัดความเข้มข้นฟอสเฟตมีค่าเท่ากับ 2.3 μM ในบริเวณพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 4.30)

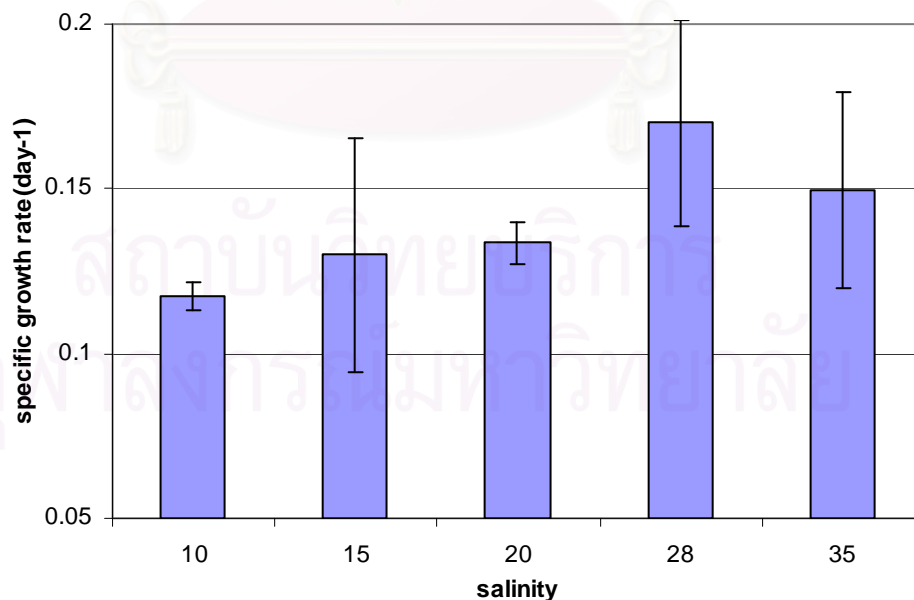


รูปที่ 4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนชนิดเด่นที่พบเป็นสาเหตุเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษากับปริมาณฟอสเฟต (A : *Noctiluca scintillans* B : *Nitzschia longissima* C : *Chaetoceros* spp. และ D : *Skeletonema costatum* จุดสี แสดงการเกิดน้ำเปลี่ยนสี)

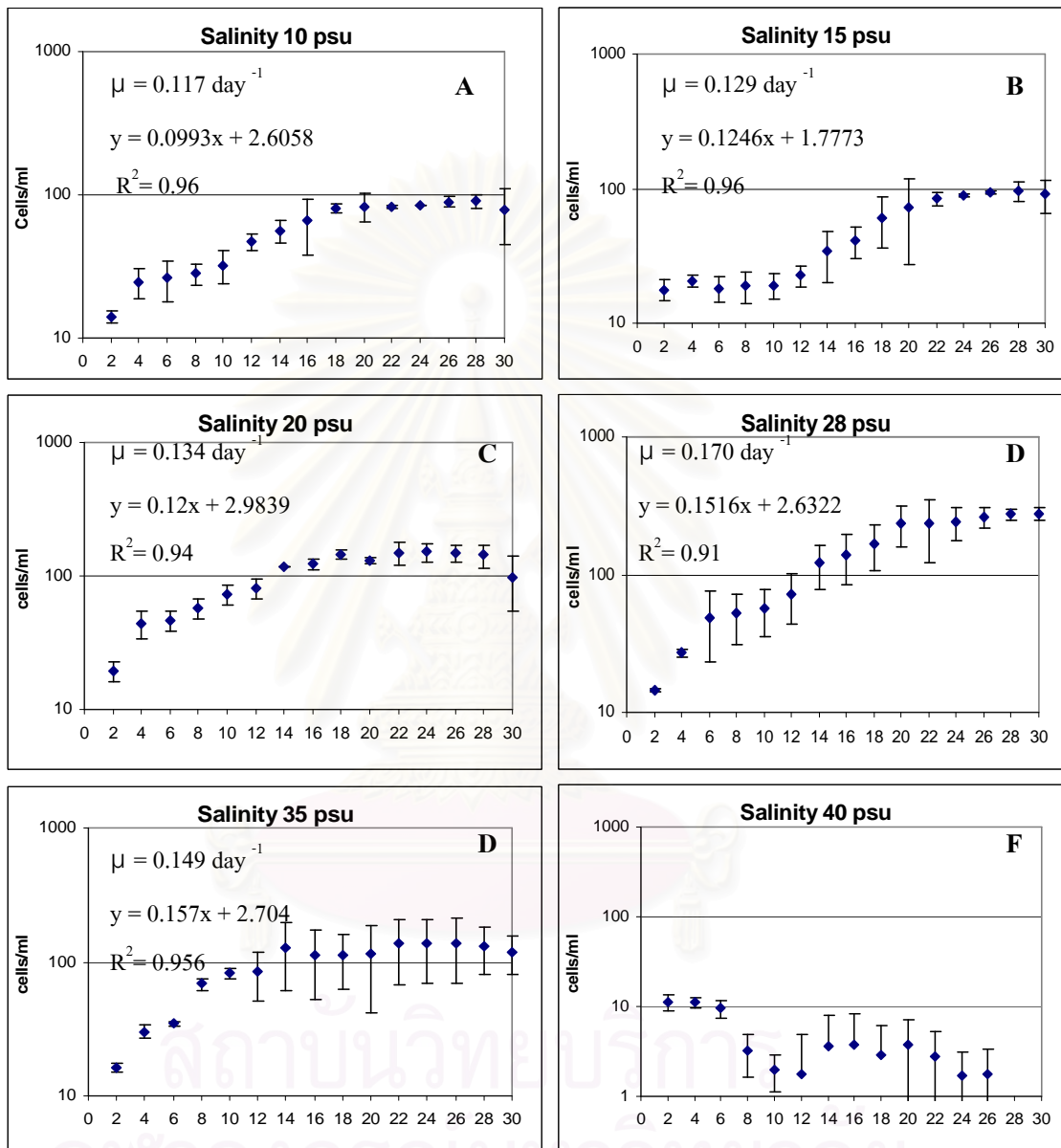
2. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

2.1 การศึกษาอิทธิพลของความเค็มต่อการเติบโตของ *Ceratium furca* ในห้องปฏิบัติการ

จากการทดลองเลี้ยง *C. furca* ในอาหารสูตร T₁ ดัดแปลง ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ปริมาณแสง 5,000 Lux ช่วงมืด : ช่วงสว่าง เท่ากับ 12 : 12 ชั่วโมง โดยเลี้ยงในความเค็ม 6 ระดับ คือ 10, 15, 20, 28, 35 และ 40 psu ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ของค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตในแต่ละระดับความเค็ม โดยพบว่า *C. furca* เติบโตได้ดีที่สุดที่ระดับความเค็ม 28 psu โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตเท่ากับ 0.170 ± 0.031 ต่อวัน (รูปที่ 4.31) มีจำนวนเซลล์สูงสุดเท่ากับ 272 ± 25 เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือที่ระดับความเค็ม 35, 20 และ 15 psu โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตเท่ากับ 0.149 ± 0.0297 , 0.134 ± 0.0063 และ 0.129 ± 0.035 ต่อวัน และมีจำนวนเซลล์สูงสุดเท่ากับ 139 ± 69 , 150 ± 25 และ 96 ± 65 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ที่ระดับความเค็ม 10 psu พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตต่ำที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.117 ± 0.0043 ต่อวัน และมีจำนวนเซลล์สูงสุดเท่ากับ 91 ± 10 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ส่วนที่ระดับความเค็ม 40 psu พบว่า *C. furca* ไม่เพิ่มจำนวนจากเซลล์ตั้งต้น และเริ่มลดจำนวนลงเมื่อเข้าสู่วันที่ 6 และตายหมดเมื่อเข้าสู่วันที่ 28 (รูปที่ 4.32)



รูปที่ 4.31 สัมประสิทธิ์การเติบโตของ *Ceratium furca* ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ



รูปที่ 4.32 การเติบโตของ *Ceratium furca* ที่ระดับความเค็ม 10, 15, 20, 28, 35 และ 40 psu

อภิปรายผลการศึกษา

1. การเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca*

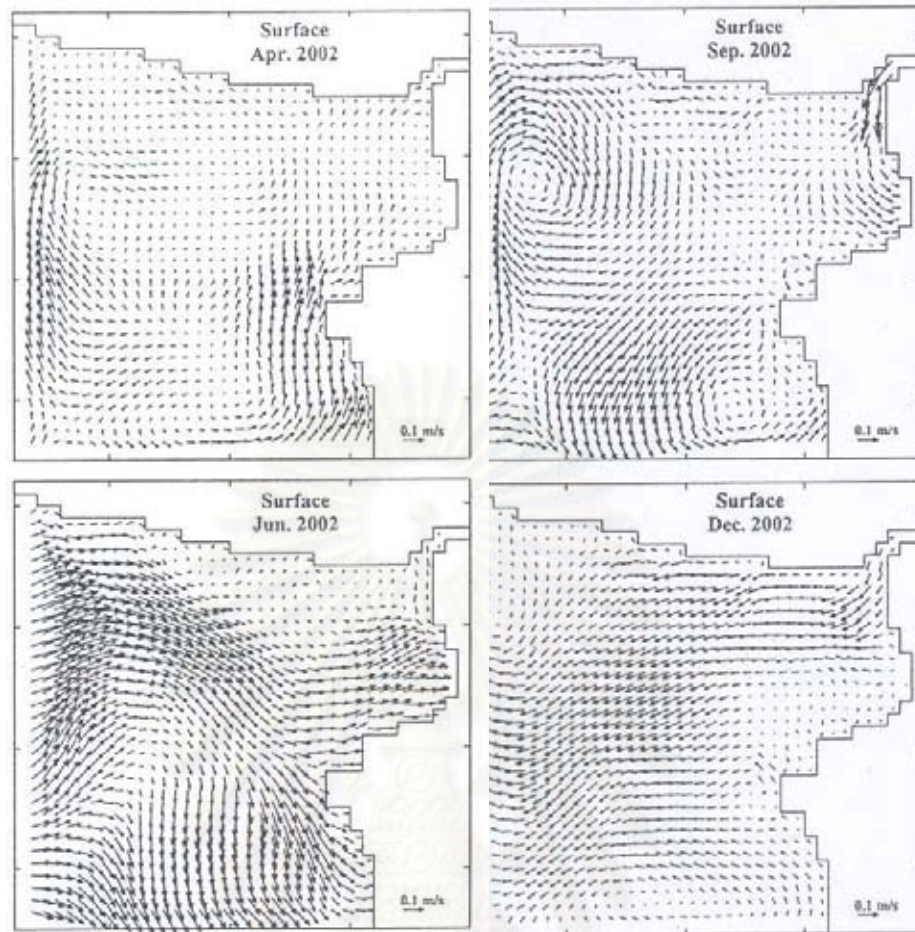
จากการสังเกตในช่วงที่ทำการศึกษพบว่าบริเวณพื้นที่เก็บตัวอย่าง ตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกง จนถึงอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี พบน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* จำแนกตามสถานี ทั้งหมด 14 ครั้ง โดยพบถึง 13 ครั้งในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม 2546 และ 1 ครั้งในเดือนสิงหาคม 2547 ซึ่งเป็นช่วงกลางฤดูฝน สอดคล้องกับรายงานการศึกษาส่วนใหญ่ซึ่งมักพบการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ในช่วงฤดูฝน (ตารางที่ 2.1) การศึกษาของปิยะรัตน์ เชาว์ (2547) ซึ่งศึกษาชุมชนแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ จังหวัดชลบุรี ในปี 2546 พบน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ในฤดูฝน ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน เช่นเดียวกับการศึกษาของสมภพ รุ่งสุภา และคณะ (2546) ที่ศึกษาบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรี ในปี 2544 (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน) พบน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ในช่วงฤดูฝนเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน โดยพบน้ำเปลี่ยนสีมีสาเหตุจาก *C. furca* 10 ครั้งจากน้ำเปลี่ยนสีที่พบทั้งหมด 12 ครั้ง โดยพบว่าตั้งแต่ปี 2543 น้ำทะเลเปลี่ยนสีมีสาเหตุมาจาก *C. furca* มีมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้พบน้ำทะเลเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ถึง 14 ครั้ง ซึ่งน่าจะมาจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความเค็ม ปริมาณสารอาหารที่มาจากการชะล้างของน้ำฝนจากแผ่นดินในช่วงฤดูฝน

จากการศึกษาพบความหนาแน่นเซลล์ต่ำสุดของ *C. furca* ที่ทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสีเป็นสีแดง มีค่า 32,813 เซลล์ต่อลิตร อย่างไรก็ตาม บางครั้งความหนาแน่นเซลล์มีค่ามากกว่านี้แต่ไม่ทำให้น้ำเปลี่ยนสี ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ศึกษาใกล้ปากแม่น้ำมีตะกอนแขวนลอยสีน้ำตาลจากน้ำจืดสูง จะทำให้การสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำทะเลเนื่องจาก *C. furca* ไม่ชัดเจน และอาจเนื่องจากมีแพลงก์ตอนชนิดอื่นเกิดหนาแน่นด้วย เช่น พวกไดอะตอม ซึ่งทำให้เกิดสีน้ำตาล ทำให้ไม่สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำทะเลเนื่องจาก *C. furca* ได้ชัดเจนเช่นกัน และพบว่ารายงานความหนาแน่นเซลล์ *C. furca* ที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสีในแต่ละสถานที่ มีค่าความหนาแน่นเซลล์ที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นกับความแตกต่างของสภาพภูมิประเทศนั้น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ความหนาแน่นของเซลล์ *C. furca* ที่พบเกิดน้ำเปลี่ยนสีในสถานที่ต่าง ๆ

สถานที่	ความหนาแน่น (cells/L)	เอกสารอ้างอิง
Gulf of Cariaco, Venezuela	100,000	Ferraz-Reyes <i>et al.</i> (1979)
San Rogue lake, Argentina	1,800,000	Bustamante (2001)
Chesapeake Bay	<480,000	Smalley and Coast (2002)
ชายฝั่ง จังหวัดชลบุรี	> 50,000	สมภพ รุ่งสุภา และคณะ (2546)
ชายฝั่ง จังหวัดชลบุรี	100,000	อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ (2546)
ปากแม่น้ำบางปะกง - อ่างศิลา ชลบุรี	32,813	การศึกษาครั้งนี้

นอกจากนี้พบว่ากระแสน้ำและกระแสน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการกระจายกลุ่มประชากรของแพลงก์ตอนพืชเข้าสู่พื้นที่ต่าง ๆ (Steidinger, 1973 อ้างโดย Baek *et al.*, 2005, Smayda, 2001 อ้างโดย Sato, *et al.*, 2005 และ Yanagi, 2003) เมื่อพิจารณาความชุกชุม และการกระจายของ *C. furca* ดังแสดงในรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าในสถานที่ที่ลึกและไกลจากปากแม่น้ำ พบ *C. furca* ได้เกือบตลอดทั้งปี จึงเป็นไปได้ว่าเซลล์ *C. furca* ในสถานที่ที่ลึกและไกลจากฝั่ง จะเป็นแหล่ง *C. furca* ที่กระจายเข้าไปสู่บริเวณเขตนํ้าตื้นชายฝั่ง เมื่อพิจารณาถึงทิศทางของกระแสน้ำ ประกอบพบว่าช่วงเวลาระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนกันยายน อิทธิพลของลม ทำให้กระแสน้ำที่ผิว เคลื่อนเข้าหาฝั่งด้านตะวันออกของอ่าวไทยตอนบน (รูปที่ 5.1 ; Buranapratheprat and Yanagi, 2003) กระแสน้ำที่ผิวจะพัดพา *C. furca* ซึ่งลอยอยู่บนผิวนํ้าเป็นส่วนใหญ่เข้าหาฝั่ง เมื่อพบกับปัจจัยที่เหมาะสมในบริเวณชายฝั่งก็สามารถพัฒนาทำให้นํ้าเปลี่ยนสีได้ สอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าในช่วงฤดูฝนเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคมซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Buranapratheprat and Yanagi, 2003) ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มสูงขึ้นประกอบกับทิศทางของลมที่พัดเข้าสู่อ่าวไทยฝั่งตะวันออกจึงส่งผลให้พบเซลล์ *C. furca* มีความหนาแน่นเซลล์สูง และเกิดน้ำเปลี่ยนสีบริเวณที่ศึกษาในช่วงดังกล่าว และเมื่อเข้าสู่ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคมอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือส่งผลให้กระแสน้ำพัดออกจากชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย (รูปที่ 5.1) ประกอบกับปริมาณน้ำฝนต่ำ จึงพบ *C. furca* มีความหนาแน่นน้อยลง



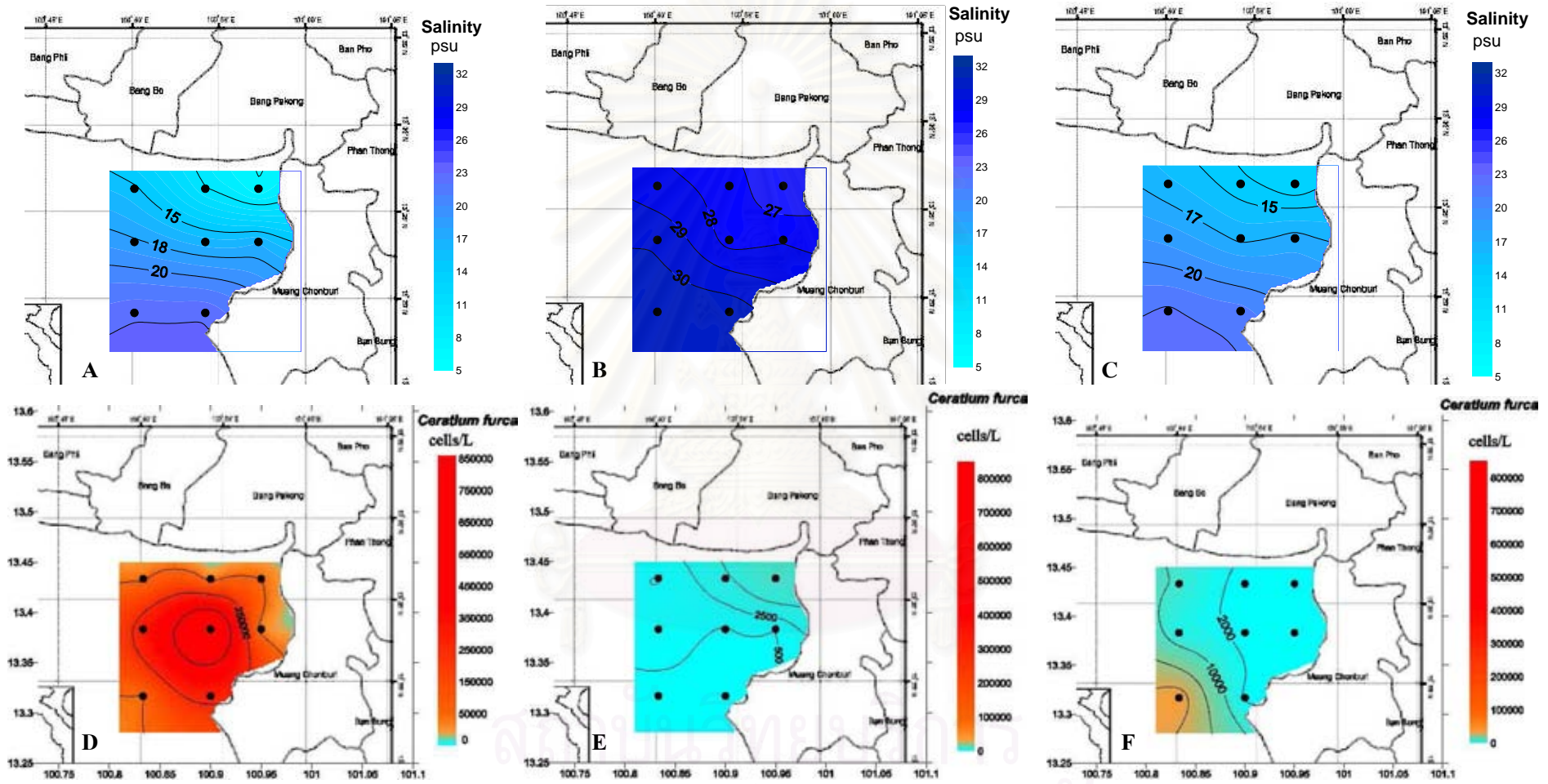
รูปที่ 5.1 กระแสน้ำบริเวณฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนใน (Buranapratheprat and Yanagi, 2003)

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca*

เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงความเค็มที่ผิวน้ำเป็นหลักเนื่องจากในบริเวณที่ศึกษาได้รับอิทธิพลของน้ำจืดจากแม่น้ำบางปะกง คลองด่าน และจากตัวเมืองชลบุรี พบว่าสามารถจัดกลุ่มสถานที่ที่ศึกษาได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มสถานที่ที่ความเค็มผิวน้ำต่ำสุด มีค่ามากกว่า 10 psu ขึ้นไป มี 4 สถานที่ คือ 1, 2, 4 และ 5 และกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มสถานที่ที่มีความเค็มผิวน้ำต่ำสุดมีค่าน้อยกว่า 10 psu มี 4 สถานที่ คือ 3, 6, 7 และ 8 การใช้ระดับความเค็ม 10 psu เป็นหลักในการแบ่งกลุ่มสถานที่ เนื่องจากรายงานการศึกษาของ Smalley and Coats (2002) ศึกษาบริเวณ Chesapeake Bay รายงานว่า *C. furca* จะถูกจำกัดอยู่ในช่วงความเค็มมากกว่า 10 psu สอดคล้องกับการทดลองในห้องปฏิบัติการซึ่งเลี้ยง *C. furca* ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ พบว่า *C. furca* ไม่สามารถเติบโตได้ที่ระดับความเค็มต่ำกว่า 10 psu เช่นกัน โดยจากการศึกษาความถี่ของการเกิดน้ำเปลี่ยนสีพบว่า ในกลุ่มสถานที่ที่ 1 ซึ่งอยู่ไกลจากปากแม่น้ำพบน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *C. furca* มากถึง 12 ครั้ง

คิดเป็น 86 เปอร์เซ็นต์ของน้ำเปลี่ยนสีที่เกิดจาก *C. furca* ทั้งหมด และพบเพียง 2 ครั้ง ในกลุ่มสถานีที่ 2 ซึ่งอยู่ใกล้ปากแม่น้ำและชายฝั่ง และเห็นได้ว่าช่วงมรสุมปี 2546 พบน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *C. furca* เกือบทุกสถานี แต่พบเพียงครั้งเดียวที่สถานีที่ 2 ในปี 2547 ซึ่งพบว่าในเดือนกรกฎาคม 2547 พบความเค็มมีค่าต่ำกว่า 10 psu ในทุกสถานี จึงส่งผลให้ความหนาแน่นของ *C. furca* มีค่าต่ำกว่าในช่วงฤดูฝนปี 2546 ยกเว้นในสถานีที่ 2 ซึ่งอยู่ห่างฝั่งและอยู่ในที่ลึก มีความเค็ม 25 psu ในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม 2547 จึงพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ในวันดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าความเค็มเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายและการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* (Dodge and Marshall, 1994, Smalley and Coats, 2002) จากการศึกษาพบความสัมพันธ์ของ *C. furca* แปรผกผันกับความเค็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่าช่วงฤดูฝน ความเค็มน้ำมีค่าต่ำ พบเซลล์มีความหนาแน่นสูง และเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้งความเค็มสูง ความหนาแน่นเซลล์มีค่าต่ำ (รูปที่ 5.2) โดยน้ำเปลี่ยนสีที่มีสาเหตุจาก *C. furca* พบในช่วงที่ความเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 11.4-29.9 psu และมีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับความเค็มที่พบน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ในบริเวณอื่น ๆ ได้แก่ การศึกษาบริเวณปากแม่น้ำและบริเวณใกล้ฝั่งในอ่าวเม็กซิโก พบ *C. furca* กระจายและมีความหนาแน่นสูงในช่วงความเค็ม 13-35 psu และอุณหภูมิ 30-34 องศาเซลเซียส (Martines *et. al.*, 1995) Smalley and Coats (2002) ศึกษาบริเวณ Chesapeake Bay พบ *C. furca* ที่ระดับความเค็ม ≥ 10 psu และมีความหนาแน่นสูงที่ความเค็มมากกว่า 15 psu ในช่วงอุณหภูมิ 24-27 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับการศึกษาของ Bockstahler and Coats (1993 อ้างโดย Smalley and Coats, 2002) บริเวณ Chesapeake Bay พบ *C. furca* มีความหนาแน่นสูงในเดือนกรกฎาคม ที่ระดับความเค็ม 13-16 psu และพบความหนาแน่นลดลงในที่ความเค็มมีค่าสูงและต่ำมาก การศึกษาของ Nordli (1953 อ้างโดย Smalley and Coats, 2002) พบเซลล์ *C. furca* เติบโตสูงสุดที่ระดับความเค็ม 20-25 psu ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 5.2)

น้ำเปลี่ยนสีที่มีสาเหตุมาจาก *N. scintillans* ซึ่งพบเป็นสาเหตุหลักของน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษาเช่นกันพบความเค็มอยู่ในช่วง 22 - 30.3 psu สอดคล้องกับการศึกษาของ Marshall (1995) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของการเกิดน้ำเปลี่ยนสีของ *Noctiluca scintillans* และ *Ceratium furca* บริเวณ Chesapeake bay พบว่า ช่วงความเค็มที่มากกว่า 22 psu เหมาะสมที่ทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *N. scintillans* และช่วงความเค็มระหว่าง 18.1-28.6 psu เหมาะสมที่ทำให้เกิดน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *C. furca* แต่ทั้งนี้ยังมีองค์ประกอบปัจจัยด้านธาตุอาหารอื่น ๆ อยู่ในช่วงที่เหมาะสมด้วย การศึกษาของ Ferraz-Reyes *et al.* (1979) บริเวณอ่าว Cariaco, Venezuela พบน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ที่ระดับความเค็ม 35-37 psu อุณหภูมิ 21-29 องศาเซลเซียส จากรายงานการศึกษาช่วงระดับความเค็มและอุณหภูมิที่พบเซลล์ *C. furca* มีความหนาแน่นสูงและเกิดน้ำเปลี่ยนสี แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากความแตกต่างของความหนาแน่นทางสรีระวิทยาต่อความเค็ม



ฤดูฝนปี 2546

ฤดูแล้งปี 2547

ฤดูฝนปี 2548

รูปที่ 5.2 การเปลี่ยนแปลงความเค็ม (A, B และ C) และความหนาแน่นเซลล์ *Ceratium furca* บริเวณผิวน้ำ (D, E และ F) ตามฤดูกาล ในพื้นที่ที่ศึกษา

และอุณหภูมิที่เกิดเนื่องจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา (Smalley and Coats, 2002 Baek *et al.*, 2005)

ตารางที่ 5.2 ช่วงความเค็มและอุณหภูมิที่พบเซลล์ *C. furca* มีความหนาแน่นสูงและเกิดน้ำเปลี่ยนสีในสถานที่ต่าง ๆ

บริเวณศึกษา	ความเค็ม (psu)	อุณหภูมิ (°C)	เอกสารอ้างอิง
Chesapeake Bay	18.1-28.2		Marshall (1995)
อ่าวเม็กซิโก	13-35	30-34	Martines <i>et al.</i> (1995)
Sagami Bay ญี่ปุ่น	17-34	20-28	Baek <i>et al.</i> (2005)
Chesapeake Bay	> 10 psu พบมากที่สุดที่ 15		Smalley and Coats (2002)
บางปะกง-อ่างศิลา จังหวัดชลบุรี	11.4-29.9	29.27-31.25	การศึกษาคั้งนี้

จากการทดลองเลี้ยง *C. furca* ในอาหารสูตร T1 ดัดแปลง ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ปริมาณแสง 5,000 Lux ช่วงมืด : ช่วงสว่าง เท่ากับ 12 : 12 ชั่วโมง ความเค็ม 6 ระดับ คือ 10, 15, 20, 28, 35 และ 40 psu และพบว่า *C. furca* เติบโตได้ดีสุดที่ระดับความเค็ม 28 psu โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตเท่ากับ 0.170 ± 0.031 ต่อวัน (รูปที่ 4.32) ค่าที่ได้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Weiler and Chisholm (1976) ซึ่งทำการศึกษการแบ่งเซลล์ของ *C. furca* จากการแยกตัวอย่างเซลล์จาก Santa Monica Bay, California พบมีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตเท่ากับ 0.16 ± 0.034 ต่อวัน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Baek *et al.* (2005) ศึกษาอัตราการเติบโตและการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ *C. furca* โดยแยกเซลล์จาก Sagami Bay ประเทศญี่ปุ่น เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ พบมีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตเท่ากับ 0.25 ต่อวัน รายงานส่วนใหญ่พบว่า *Ceratium* มีอัตราการเติบโตต่ำ โดยอัตราการเติบโตของ *Ceratium* ในประชากรธรรมชาติภายใต้สภาวะที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.13-0.4 ต่อวัน (Weiler and Chisholm, 1976) จากการศึกษาประชากรในธรรมชาติพบเซลล์มีความหนาแน่นสูงและเกิดน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *C. furca* ได้ที่ความเค็มระหว่าง 11.4 - 29.9 psu และพบเซลล์บ่อยครั้งที่ระดับความเค็มที่ 28-30 psu (รูปที่ 4.4) สอดคล้องกับการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบเซลล์สามารถเติบโตได้ที่ระดับความเค็ม 10-35 psu ครอบคลุมช่วงที่พบเซลล์มีความหนาแน่นสูงและเกิดน้ำเปลี่ยนสีในธรรมชาติ แต่ทั้งนี้พบเซลล์มีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตสูงสุดที่ความเค็ม 28 psu อาจเนื่องจากการทดลองในห้องปฏิบัติการมีเพียงแพลงก์ตอน *C. furca* เพียงชนิดเดียว แต่ในสภาพธรรมชาติมีแพลงก์ตอนชนิดอื่น ๆ อยู่ด้วย ดังนั้น *C. furca* จึงอาจต้องปรับตัวให้สามารถ

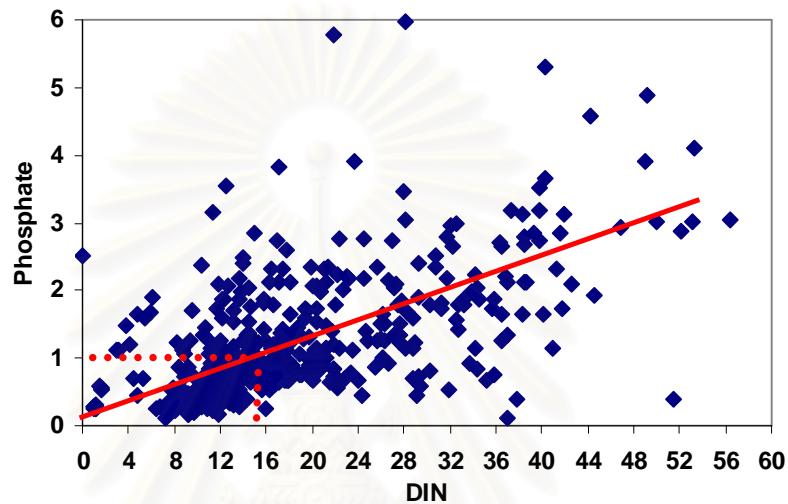
เติบโตและสืบพันธุ์ได้ในช่วงความเค็มที่กว้างขึ้นเพื่อลดการแข่งขันระหว่างแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่นในธรรมชาติ โดยพบว่าในบริเวณที่ทำการศึกษาคพบ *N. scintillans* เป็นชนิดเด่นอีกชนิดหนึ่งที่เป็นสาเหตุให้เกิต้น้ำเปลี่ยนสี โดยที่ช่วงความเค็ม 22 - 30.3 psu และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตของ *N. scintillans* มีค่าประมาณ 0.25 ต่อวัน (Hansen *et al*, 2004) ซึ่งมีค่าสูงกว่า *C. furca* จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พบการเกิต้น้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ในช่วงความเค็มต่ำกว่า *N. scintillans*

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความหนาแน่นและการกระจายของ *Ceratium* (Kutner and Sassi, 1979) และยังมีผลต่อช่วงเวลาการแบ่งเซลล์ของ *Ceratium* (Weiler and Eppley, 1979, Dodge and Marshall, 1994) จากการศึกษาพบ *C. furca* มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบเซลล์มีความหนาแน่นสูงและเกิต้น้ำเปลี่ยนสีเนื่องจาก *C. furca* ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 29.27-31.25 องศาเซลเซียส ซึ่งตรงกับช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม และเมื่อเข้าสู่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์อุณหภูมิเริ่มต่ำลงอยู่ในช่วง 25-29 องศาเซลเซียส เนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (Buranapratheprat and Yanagi, 2003) ส่งผลให้อุณหภูมิลดต่ำลง สอดคล้องกับปริมาณเซลล์ *C. furca* ที่พบมีความหนาแน่นน้อยลงเช่นกันในช่วงเดือนดังกล่าว

นอกจากนั้นยังพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิลิเกตกับความหนาแน่นของ *C. furca* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเมื่อปริมาณซิลิเกตในน้ำมีค่าสูงความหนาแน่นของ *C. furca* สูงเช่นกัน ทั้งนี้สอดคล้องกับการเกิต้น้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ที่พบมากในฤดูฝน ปริมาณน้ำฝนที่สูงขึ้นทำให้เกิดการชะล้างจากแผ่นดินมาก (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2532) จึงทำให้พบปริมาณซิลิเกตมีค่าสูงในฤดูช่วงฝนเช่นกัน ปริมาณซิลิเกตในน้ำทะเลมีความสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอม เนื่องจากไดอะตอมต้องการซิลิเกตในการสร้างผนังเซลล์ที่ประกอบด้วยซิลิกาและซิลิกอนเป็นปัจจัยจำกัดของไดอะตอมและมีบทบาทอย่างมีนัยสำคัญในการเกิดไดอะตอมชนิดเด่น (Ho, 2003 อ้างโดย ปิยรัตน์ เชื้อเชื้อ, 2546) เนื่องจากไดอะตอมสามารถเติบโตได้ในความเค็มที่กว้าง 5-30 psu (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542) จึงส่งผลให้ช่วงฤดูฝนปี 2547 ที่พบความเค็มต่ำกว่า 10 psu ถูกแทนที่ด้วยกลุ่มไดอะตอม ที่สามารถเติบโตและเพิ่มความหนาแน่นมากขึ้นจนพบน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจากไดอะตอมในช่วงดังกล่าว โดยพบในกลุ่มสถานีที่อยู่ใกล้ปากแม่น้ำที่มีความเค็มค่อนข้างต่ำในช่วงฤดูฝน ถึงแม้ว่า *C. furca* ไม่ได้ใช้ซิลิเกตในการสร้างผนังเซลล์แต่มีรายงานการศึกษาของ Shettapong (1994) ซึ่งศึกษาสารประกอบซิลิกอนในเซลล์และซิสต์ของ ไดโนแฟลกเจลเลต *Alexandrium catenella* และ *Scrippsiella trochoidea* ด้วยเครื่อง Technicon II autoanalyzer พบสารประกอบซิลิกอนในเซลล์ แสดงให้เห็นว่าเซลล์ไดโนแฟลกเจลเลตอาจมีการดึงซิลิเกตจากแหล่งน้ำไปใช้ในการเติบโตเช่นกัน

ปริมาณน้ำฝนและแม่น้ำที่ไหลลงสู่ปากแม่น้ำเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อปริมาณมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำ เนื่องจากเป็นตัวนำพาธาตุอาหารที่

สำคัญต่อการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชของตู้ปากแม่น้ำ (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2532) การศึกษาในครั้งนี้พบอัตราส่วน N:P มีค่าสูง (รูปที่ 5.3) สอดคล้องกับการศึกษาของ Fisher *et al.* (1999 อ้างโดย Smalley and Coats, 2002) บริเวณ Chesapeake Bay รายงานว่าธาตุอาหารเปลี่ยนแปลงไปโดยพบว่า ในช่วงที่ปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำสูง อัตราส่วน N:P มีค่าสูง และในช่วงฤดูฝนและฤดูใบไม้ผลิ ปริมาณน้ำฝนสูงพบปริมาณไนโตรเจนสูง และฟอสเฟตจะเป็นปัจจัยจำกัด โดยส่วนมากพบฟอสเฟตเป็นปัจจัยจำกัดในบริเวณที่ความเค็มมีค่าต่ำ



รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนและปริมาณฟอสเฟตในบริเวณที่ศึกษา

แม้ว่าการศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของ *C. furca* และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอาหารไนเตรตและฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากสมการถดถอยที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นเซลล์ *Ceratium furca* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม (ตารางที่ 4.4) พบว่าปริมาณไนเตรต มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเซลล์ *Ceratium furca* เช่นกัน โดยพบการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรตสัมพันธ์กับฤดูกาลโดยความเข้มข้นของไนเตรตมีค่าสูงในช่วงฤดูฝน ซึ่งมาจากการชะล้างจากแผ่นดิน สอดคล้องกับการพบความหนาแน่นเซลล์ของ *C. furca* สูงในช่วงฤดูฝนเช่นกัน ปริมาณไนเตรต และฟอสเฟตบริเวณผิวน้ำขณะที่เซลล์ *C. furca* มีความหนาแน่นสูงและเกิดน้ำเปลี่ยนสีมีค่าระหว่าง $0.01 - 11 \mu\text{M}$ และ $0.2 - 1.86 \mu\text{M}$ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ อาจเนื่องจากการดึงไนเตรต และฟอสเฟตจากแหล่งน้ำไปใช้ในการเพิ่มจำนวนและการเติบโตของเซลล์ จึงส่งผลให้ความเข้มข้นของไนเตรต และฟอสเฟตที่วัดได้มีค่าต่ำในช่วงที่มีความหนาแน่นของเซลล์มีค่าสูง โดยความเข้มข้นของไนเตรต และฟอสเฟตบริเวณที่ศึกษามีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ สมภพ รุ่งสุภา และคณะ (2546) ซึ่งทำการตรวจและเฝ้าระวังการเกิดน้ำเปลี่ยนสีบริเวณจังหวัดชลบุรี ในปี พ.ศ. 2544 มีค่าความเข้มข้นปริมาณไนเตรต และฟอสเฟตอยู่ในช่วง $0.00-9.08 \mu\text{mol/l}$ และ $0.68-10.42 \mu\text{mol/l}$ ตามลำดับ

การที่พบเซลล์ *C. furca* มีความหนาแน่นสูงในช่วงฤดูฝน ในบริเวณที่มีความเค็มต่ำ อาจเนื่องมาจาก การใช้สารชีวมีกที่มาจากคาร์บอนไดออกไซด์โดยน้ำฝนจากแผ่นดินหรือจากแม่น้ำ ซึ่งพบว่า สารชีวมีกมี chelators ช่วยในการจับธาตุอาหารปริมาณน้อยและกลุ่มของวิตามิน (Prakash *et al.*, 1973 อ้างโดย Carlsson and Graneli, 1996) มีผลกระตุ้นให้การเติบโตของไดโนแฟลกเจลเลตเพิ่มมากขึ้น (Prakash and Rashid, 1968 อ้างโดย Davassy and Goes, 1988) อาจส่งผลต่อการเพิ่ม หนาแน่นของเซลล์ *C. furca* ในบริเวณที่ศึกษาได้

การศึกษากครั้งนี้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างความหนาแน่น ของ *C. furca* และปริมาณออกซิเจนละลาย แต่พบว่าในวันที่ 21 กันยายน 2546 ซึ่งพบน้ำเปลี่ยนสี จาก *C. furca* มีค่าออกซิเจนละลายต่ำ (2.6 mg/L) (รูปที่ 4.13 และ 4.14) อาจเป็นช่วงที่เซลล์อยู่ใน ระยะ dead phase แพลงก์ตอนตายมีการย่อยสลายเกิดขึ้น โดยแบคทีเรียดึงออกซิเจนจากแหล่งน้ำไป ใช้ส่งผลให้ค่าออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าต่ำ และในสถานที่ 3 พบค่าออกซิเจนละลายน้ำมีค่า 15 mg/L ในเดือนมิถุนายน 2547 เนื่องจากพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *Skeletonema costatum* และเซลล์อาจอยู่ ในช่วงแบ่งเซลล์มีการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอน ส่งผลให้มีการปล่อยออกซิเจนเข้าสู่แหล่งน้ำ เพิ่มขึ้น

จากการศึกษาพบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ *C. furca* แปรผกผันกับ ความเข้มแสงที่ผิวน้ำ ($p < 0.05$) ทั้งนี้การวัดความเข้มแสงทำในขณะที่พบเซลล์มีความหนาแน่นสูง แล้ว ดังนั้นในขณะที่พบ *C. furca* มีความหนาแน่นมาก ค่าความเข้มแสงที่ผิวน้ำมีค่าลดลง เนื่องจาก ความหนาแน่นของเซลล์ *C. furca* ที่เพิ่มมากขึ้นจะบดบังแสงที่จะส่องผ่านลงไปใต้น้ำทำให้ความ เข้มแสงมีค่าต่ำ ความเข้มแสงมีผลต่ออัตราการเติบโตของ *C. furca* การศึกษาของ Baek *et al.* (2005) ซึ่งศึกษาอัตราการเติบโต และการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ *C. furca* บริเวณ Sagami Bay ประเทศญี่ปุ่น ในห้องปฏิบัติการพบว่า อัตราการแบ่งเซลล์ของ *C. furca* เพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีระดับความ เข้มแสงสูงขึ้น โดยพบอัตราการเติบโตสูงสุดที่ระดับความเข้มแสง $600 \mu\text{Em}^{-2} \text{s}^{-1}$ (31,260 Lux) ที่ อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ความเค็ม 30 psu เช่นเดียวกับการศึกษาของ Sato *et al.* (2005) พบ เซลล์ *C. furca* มีอัตราการแบ่งสูงขึ้นเมื่อระดับความเข้มแสงสูงเช่นกัน โดยพบอัตราการเติบโต สูงสุด ที่ระดับความเข้มแสง $400 \mu\text{Em}^{-2} \text{s}^{-1}$ (20,840 Lux) อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส แต่จาก การศึกษากครั้งนี้ พบความเข้มแสงเหนือระดับน้ำมีค่าสูงอยู่ในช่วง 10,000-130,000 Lux และประเทศ ไทยเป็นประเทศเขตร้อนการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงในรอบปีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้น ปัจจัยในเรื่องแสงจึงไม่เป็นปัจจัยจำกัดในบริเวณที่ทำการศึกษา

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นเซลล์ *C. furca* กับปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่า คลอโรฟิลล์มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น และลดลงสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเซลล์ *C. furca* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงว่า *C. furca* เป็นตัวแปรสำคัญของปริมาณ คลอโรฟิลล์ในบริเวณที่ศึกษา สอดคล้องกับการศึกษาของ สมภพ รุ่งสุภา และคณะ (2546) ศึกษา

มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์เอ บริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรี พบว่ามวลชีวภาพมีความสัมพันธ์กับเซลล์ *C. furca* โดยเมื่อคลอโรฟิลล์เอเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นเซลล์ของ *C. furca* เพิ่มขึ้นด้วย โดยพบคลอโรฟิลล์เอ บริเวณที่ศึกษาอยู่ในช่วง 0.00 – 12.25 $\mu\text{g/l}$ อย่างไรก็ตาม หนาแน่นของเซลล์ *C. furca* มีค่าต่ำหรือไม่พบเซลล์เลยในบางครั้งที่ศึกษา แต่พบปริมาณคลอโรฟิลล์สูง ทั้งนี้เนื่องมาจากในช่วงเวลาดังกล่าวพบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มอื่นเกิดขึ้นแทนที่ โดยมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ระหว่างเซลล์ไมโครแพลงก์ตอนและปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เกิดขึ้น



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จนถึงอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือน มิถุนายน 2546 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2547 พบน้ำเปลี่ยนสี ทั้งสิ้น 18 เทียวเรือ จาก 32 เทียวเรือ คิด เป็น 56 เปอร์เซ็นต์ของการออกภาคสนามทั้งหมด โดยมีสาเหตุจาก *Ceratium furca* 7 ครั้ง *Noctiluca scintillans* 9 ครั้ง *Nitzschia longissima* 3 ครั้ง *N. longissima* เกิดร่วมกับ *Skeletonema costatum* 1 ครั้ง และเกิดจาก *Chaetoceros* sp. 1 ครั้ง สรุปได้ว่า *C. furca* และ *N. scintillans* เป็น แพลงก์ตอนพืช ที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณที่ศึกษา ในขณะที่เกิดน้ำเปลี่ยนสี ไม่พบปลาหรือสัตว์น้ำชนิดใดตาย

2. ความหนาแน่นของ *C. furca* แปรผกผันกับค่าความเค็มและความเข้มแสงที่ผิวน้ำอย่าง มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่ความหนาแน่นของ *C. furca* แปรตามค่าอุณหภูมิและ ปริมาณซิลิเกตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปัจจัย อื่น ๆ โดยพบน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ในช่วงปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ดังนี้

2.1 พบ *C. furca* หนาแน่นและเกิดน้ำเปลี่ยนสีเมื่อความเค็มน้ำมีค่าระหว่าง 11.4- 29.9 psu อุณหภูมิอยู่ในช่วง 29.27-31.25 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนละลาย 3.1-11.12 mg/l ค่า pH อยู่ในช่วง 7.82-8.85

2.2 ขณะเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *C. furca* ปริมาณไนเตรต ฟอสเฟต และซิลิเกต มีค่าระหว่าง 0.01-11 μM 0.2-1.86 μM และ 19.5-72 μM ตามลำดับ

3. การทดลองเลี้ยง *C. furca* ในอาหารสูตร T₁ ดัดแปลง ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 5,000 Lux ช่วงมืด : ช่วงสว่าง เท่ากับ 12 : 12 ชั่วโมง เลี้ยงในระดับความเค็ม 10, 15, 20, 28, 35 และ 40 psu ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ของค่าสัมประสิทธิ์ การเติบโตในแต่ละระดับความเค็ม โดย *C. furca* เติบโตได้ดีสุดที่ระดับความเค็ม 28 psu มีค่า สัมประสิทธิ์การเติบโตเท่ากับ 0.170 ± 0.031 ต่อวัน มีจำนวนเซลล์สูงสุด 272 ± 25 เซลล์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือที่ระดับความเค็ม 35, 20 และ 15 psu โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตเท่ากับ 0.149 ± 0.0297 , 0.134 ± 0.0063 และ 0.129 ± 0.035 ต่อวัน และจำนวนเซลล์สูงสุดเท่ากับ 139 ± 69 , 150 ± 25 และ 96 ± 65 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ที่ระดับความเค็ม 10 psu พบค่าสัมประสิทธิ์การ เติบโตต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 0.117 ± 0.0043 ต่อวัน และมีจำนวนเซลล์สูงสุด 91 ± 10 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ส่วนที่ระดับความเค็ม 40 psu เซลล์ *C. furca* ไม่เพิ่มจำนวนจากเซลล์ตั้งต้น และลดจำนวนลงเมื่อเข้า สู่วันที่ 6 จนตายหมดเมื่อเข้าสู่วันที่ 28

4. การศึกษาครั้งนี้พบความหนาแน่นเซลล์ต่ำสุดของ *C. furca* ที่ทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสีเป็นสีแดง มีค่า 32,813 เซลล์ต่อลิตร บางครั้งปริมาณความหนาแน่นเซลล์มีค่ามากกว่าค่าดังกล่าวแต่ไม่พบน้ำเปลี่ยนสีไปจากสีน้ำทะเลปกติ เนื่องจากมีสารแขวนลอยอื่นปนอยู่ด้วยในปริมาณมาก และเพียงพอที่กลบกลืนสีทำให้ไม่สามารถสังเกตเห็นน้ำเปลี่ยนสีได้ เช่น บริเวณปากแม่น้ำที่มีตะกอนดินสีน้ำตาลแขวนลอยอยู่ในปริมาณมาก สีน้ำตาลจากตะกอนจะบดบังทำให้ไม่สามารถสังเกตเห็นน้ำเปลี่ยนเป็นสีเขียวหรือสีแดงได้ชัดเจน หรือมีแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่นเกิดหนาแน่นร่วมกัน เช่น ไดอะตอม ซึ่งมีสีน้ำตาลก็สามารถบดบังทำให้ไม่สามารถสังเกตเห็นน้ำเปลี่ยนสีได้ชัดเจนเช่นกัน

5. ในสถานที่ลึกลับห่างไกลจากฝั่งและปากแม่น้ำเป็นบริเวณที่พบ *C. furca* อยู่ชุกชุมกว่าบริเวณที่ตื้นและใกล้ฝั่ง *C. furca* ที่อยู่ใกล้ฝั่งจึงน่าจะเป็นแหล่งของเซลล์ที่จะกระจายเข้าสู่เขตที่ตื้นบริเวณชายฝั่งโดยอาศัยการพัดพาของกระแสน้ำ ซึ่งเป็นกระบวนการเริ่มต้นที่ทำให้เกิดการสะสมเซลล์ใกล้ชายฝั่งและพัฒนาทำให้น้ำเปลี่ยนสีในที่สุด

6. พบเกิดน้ำเปลี่ยนสีจากแพลงก์ตอนพืชชนิดต่าง ๆ บริเวณที่ศึกษาในช่วงปัจจัยสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่พบขณะเกิดน้ำเปลี่ยนสีจากแพลงก์ตอนพืชชนิดต่างๆ บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงจนถึงอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	<i>Ceratium furca</i>	<i>Noctiluca scintillans</i>	<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Skeletonema costatum</i>
ความเค็ม(psu)	11.4-29.9	22-33	27-31.5	21-27	31.5
อุณหภูมิ(° C)	29.27-31.25	28-30	30-32	30-32	32.5
ความเข้มแสง(Lux)	1,043-50,000	3,600-67,200	6,400-42,900	11,300-52,500	25,200
DO(mg/l)	3.1-11.12	4.76-8.79	3.75-13.72	5.03-5.78	3.75
pH	7.82-8.85	6-43-8.85	8.35-8.85	8.1-8.2	8.35
ไนเตรต(μM)	0.01-11	0.01-20.49	0.01	0.03-5.6	0.13
ซิลิเกต(μM)	19.5-72	19.5-60	2.97-16.6	26.15-45.48	4.46
ฟอสเฟต(μM)	0.2-1.86	0.31-11.27	0.25-2.3	1.32-2.4	2.3

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดน้ำเปลี่ยนสีจาก *Ceratium furca* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในครั้งนี้ เนื่องจากข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลของแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำในวันเดียวกัน ดังนั้นจึงบอกได้เพียงว่าขณะเกิดการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชนั้น มีปัจจัยสิ่งแวดล้อมมากหรือน้อย แต่ไม่สามารถบอกถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อม ที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชได้ ดังนั้นการออกแบบการทดลอง เพื่อหาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่อาจส่งผลทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชนั้น ควรมีการเก็บตัวอย่าง อย่างต่อเนื่องก่อนที่จะเกิดการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืช ประกอบกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาอิทธิพลของแต่ละปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชโดยตัดปัจจัยร่วมอื่น ๆ

2. นอกจากการศึกษาอิทธิพลของความเค็มต่อการเติบโตของ *Ceratium furca* ในห้องปฏิบัติการแล้ว ควรศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของ *Ceratium furca* เพิ่มเติมในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเติบโตของ *Ceratium furca* ได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมควบคุมมลพิษ. 2543. รายงานสถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางน้ำ.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์. 2538. ผลกระทบของน้ำเปลี่ยนสี และการจัดการปัญหาน้ำเปลี่ยนสี.

ใน สุณีย์ สุวภิพันธ์ และไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์(บรรณาธิการ) น้ำเปลี่ยนสี. หนังสือรวมคำบรรยายการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องน้ำเปลี่ยนสี วันที่ 31 พ.ค. – 3 มิ.ย.

2536. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน กองประมงทะเล กรมประมงทะเล

เบญจวรรณ ไชยวงศ์. 2532. ผลของโลหะปริมาณน้อยบางชนิด และอีดี้ทีเอ ต่อการเจริญของได

โนแฟลกเจลเลต *Procentrum micans*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยรัตน์ เชื้อชี. 2547. ความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียกับชุมชนแพลงก์ตอนพืชที่เกี่ยวข้องกับการ

เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีบริเวณชายฝั่งทะเลบางพระ ชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญา

มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย.

พรศิลป์ ผลพันธิน. 2530. อนุกรมวิธานและการกระจายของไดโนแฟลกเจลเลตในครอบครัว

Dinophyceae, Gonyaulacaceae และ Peridiniaceae ในอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญา

มหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มนูวดี หังสพฤกษ์. 2532. สมุทรศาสตร์เคมี. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2542. แพลงก์ตอนพืช. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมภพ รุ่งสุภา, ชลชยา ทรงรูป, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, ณิชฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, อานุกาพ

พานิชผล,อเนก โสภณ. 2546. สถานการณ์การเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในประเทศไทย

ไทย. การตรวจเฝ้าระวังปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนัก

จัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.

สุทธิชัย เต็มยวนิชย์. 2527. สาเหตุและผลกระทบของปรากฏการณ์จีปลาตาว (RED TIDE) ที่

เกิดในอ่าวไทยตอนใน. รายงานการสัมมนาครั้งที่ 3 การพัฒนาคุณภาพน้ำและคุณภาพ

ทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย 26-28 มี.ค. 2527. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ณ

ศูนย์วิทยาศาสตร์ทางทะเล มศว บางแสน.

- อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์. 2546. ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนและการเกิดความเป็นพิษของแพลงก์ตอนพืช. การตรวจเฝ้าระวังปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.
- อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์และณัฐวรรณ์ ปภาวสิทธิ์. 2546. ผลกระทบของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี. การตรวจเฝ้าระวังปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.
- อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, อิชฌิกา พรหมทอง, ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์, ชลธยา ทรงรูป, ณัฐวรรณ์ ปภาวสิทธิ์. 2546. การจำแนกชนิด สันฐานวิทยาและนิเวศวิทยาของแพลงก์ตอนพืช ที่เป็นตัวการให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี และแพลงก์ตอนที่สร้างสารชีวพิษในประเทศไทย. การตรวจเฝ้าระวังปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.
- อัปสรสุดา ศิริพงศ์, ณัฐวรรณ์ ปภาวสิทธิ์, วิโรจน์ ดาวฤกษ์ และสนิท อักษรแก้ว. 2524. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยและกระแสน้ำขึ้นลงที่ผิวหน้าระหว่างฤดูมรสุมทั้งสอง ในน่านน้ำไทย 26-28 พฤษภาคม 2524 ณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- อิชฌิกา พรหมทอง. 2542. พลวัตและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Baek, S.H., Shimode, S. and Kikuchi, T. 2005. Reproductive ecology of dominant dinoflagellate *Ceratium furca* in the coastal of Sagami Bay. In Second JSPS Seminar 22-27 August 2005, Tokyo University, Japan. (in press)
- Boynton, W.R., Kemp, W.M and Keefe, C.W. 1982. A Comparative Analysis of Nutrients and other factors Influencing Estuarine Phytoplankton Production. London : Academic Press, 90 pp.
- Buranapratheprat, A. and Yanagi, T. 2003. Seasonal variations in circulation and average time of the Bangprakong estuary, Thailand. La mer. 41: 199-213.
- Bustamante, M. A. 2001. The role of nutrients, physical process and climatological factors on cyanophytes and dinoflagellates summer blooms. Argentina : National Institute for Water-Semi-arid Region Center.

- Carlsson, P. and Graneli, E. 1996. Utilization of dissolved organic matter(DOM) by phytoplankton, Including Harmful Species. Physiology Ecology of Harmful Algal Blooms. Nato ASI Series G:Ecology Science, Vol. 41. New York : Springer-Verlag.
- Cloern, J.E. and Dufford, R. 2005. Phytoplankton community ecology: principles applied in San Francisco Bay. Marine Ecology Progress Series. 285: 11-28.
- Davassy, V. P. and Goes, J. I. 1988. Phytoplankton community structure and succession in a Tropical estuarine complex (Central West Coast of India). Estuarine Coastal and Shelf Science. 27: 671-685.
- Dodge, J.D and Marshall, H.G. 1994. Biogeographic analysis of the armored Planktonic dinoflagellate *Ceratium* in the North Atlantic and adjacent seas. Journal Phycology. 30: 905-922.
- Ducklow, H. and Dickson, A. 1994. Core Measurement Protocols : Reports of the Core Measurement Working Groups. Bermuda Biological Station for Research.
- Ferraz-Reyes, E., Reyes-Vasouez, G. and Bruzual, I.B. 1979. Dinoflagellate bloom in the gulf of Cariaco, Venezuela. in Toxic Dinoflagellate bloom. Taylor, D.L and Seliger, H.H. (eds). New York: Elsevier North Holland.
- Fukuyo, Y., Takono, H., Chihara, M. and Matsuoka, K. 1990. Red tide Organisms in Japan. Japan: Uchida Rokakuho, 430 pp.
- Guillard, R.R.L. 1973. Growth measurements In Handbook of Physiological Method : Culture Methods and Growth Measurement. Stein, J.R. (ed). Cambridge University Press.
- Gross, M.R. 1972. Oceanography. New York: Prentice-Hall.
- Hansen, P.J., Miranda, L., and Azanza, R. 2004. Green *Noctiluca scintillans*: a dinoflagellate with its own greenhouse. Marine Ecology Progress Series. 275: 79-87.
- Kennish, M.J. 1986. Ecology of Estuaries. Vol 1 Physical and Chemical Aspects. New York: CRS Press, 254 pp.
- Kudela, R., Pitcher, G., Probyn, T., Figueiras, F., Moita, T. and Trainer, V. 2005. Harmful Algal Blooms in Coastal Upwelling System. Oceanography. 18(2) : 184-197.
- Kutner, M.B.B. and Sassi, R. 1979. Dinoflagellates from the Ubatuba Region, Brazil. in Toxin Dinoflagellate bloom . Taylor, D.L and Seliger, H.H. (eds). New York: Elsevier North Holland.

- Li, A., Stoecker, D.K., Coats, D.W. and Adam, E.J. 1996. Ingestion of Fluorescently labeled and phycoerythrin-containing prey by mixotrophic dinoflagellates. Aquatic Microbial Ecology. 10(2) : 139-147.
- Lalli, C.M. and Parson, T.R. 1977. Biological Oceanography. 2nd ed. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Maclsaac, J.J. and Dugdale, R.C. 1972. Interactions of light and organic nitrogen in controlling nitrogen uptake in the sea. Deep Sea Research and Oceanographic. 19(3) : 209-232.
- Mamcarz, A. and Worniallo, E. 1986. Effect of diatom bloom on gills of whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) reared in illuminated cages. Aquaculture. 53(1) : 1-5.
- Mann, K.H. 2000. Ecology of Coastal Waters with Implications for Management. 2nd ed. USA: Blackwell Science, 406 pp.
- Marshall, H.G. 1995. Succession of dinoflagellate blooms in the Chesapeake Bay, U.S.A. In Harmful Marine Algal Blooms. Passus, P., Arzul, G., Erard, E., Gentien, P. and Marcaillou, C. (eds.). New York: Londres.
- Martines, G., Villa, S.L.L. and Angel, M. 1995. Florecimiento de *Ceratium furca* (Peridinales: Ceratiaceae) en un ambiente salobre: Laguna de Sontecomapan, Mexico. Mexico: Universidad Autonoma Metropolitana-Iztapalapa, 535 pp.
- Ogata, T., Kodama, M. and Ishimaru, T. 1987. Toxin production in the dinoflagellate *Protogonyaulax tamarensis*. Toxincon. 25(9) : 923-928.
- Olseng, C.D., Naustvoll, L.J. and Paasche, E. 2002. Grazing by the heterotrophic dinoflagellate *Protoperdinium steinii* on a *Ceratium* bloom. Marine Ecology Progress Series. 255: 161-167.
- Sato, K., Omura, T., Ishimura, T. and Fukuyo, Y. 2005. Growth – physiological characteristics of *Ceratium* species. In Second Second JSPS Seminar 22-27 August 2005, Tokyo University, Japan. (in press)
- Sellner, K.G. and Fonda-Umani, S. 1999. Dinoflagellate blooms and mucilage production, in Coastal and Estuarine Studies : Ecosystems at the Land-Sea Margin Drainage Basin to Coastal Sea. Malone.T.C., Maleg,A., Harding,L.W., Smodlaka,N. and Turner,R.E. (eds.). American Geophysical Union.
- Smalley, G.W. 2002. Mixotrophy in red tide dinoflagellate *Ceratium furca*, with emphasis on feeding biology and ecology. USA: University of Maryland, 188 pp.

- Smalley, G.W. and Coats, D.W. 2002. Ecology of the Red- tide dinoflagellate *Ceratium furca* : Distribution, Mixotrophy and grazing Impact on Ciliate Populations of Chesapeake Bay. The Journal of Eukaryotic Microbiology. 49(1) : 63-73.
- Smalley, G.W., Coats, D.W. and Adam, E.J. 1999. A new method using fluorescent microspheres to determine grazing on ciliates by the mixotrophic dinoflagellate *Ceratium furca*. Aquatic Microbial Ecology. 17 : 167-179.
- Smalley, G.W., Coats, D.W. and Stoecker, D.K. 1998. Influence of light on Feeding by the Mixotrophic Dinoflagellate *Ceratium furca*. The Journal of Eukaryotic Microbiology. 60-65.
- Smalley, G.W., Coats, D.W. and Stoecker, D.K. 2003. Feeding in the Mixotrophic dinoflagellate *Ceratium furca* is influenced by intracellular nutrient concentrations. Marine Ecology Progress Series. 262 : 137-151.
- Shettapong, M. 1994. Studies on the Biochemical during Life Cycles of Marine Phytoflagellates. Japan: Department of Bioresource Science, Kagawa University.
- Strickland, J.D.H. and Parson, T.R. 1972. A practice Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Research Board of Canada.Bull. 167: 1-308.
- Suvapepun, S. 1991. Long term ecological change in the Gulf of Thailand. Marine Pollution Bulletin. 23 : 213-217.
- Taguchi, S. 1981. Seasonal studies of the dinoflagellate *Ceratium longipes*(Bailey) Gran in the Bedford Basin, Canada. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 55 : 115-131.
- Taylor, F.J.R., ed. 1987. The Biology of Dinoflagellates. Oxford: Blackwell, 705 pp.
- Tomas, C.R., ed. 1997. Identifying Marine Phytoplankton. . USA: Academic Press, 856 pp.
- Tomas, C.R., ed. 1996. Identifying marine diatom and dinoflagellates. USA: Academic Press, 598 pp.
- Toriumi, S. 1971. Cell division in marine *Ceratium*. Development Growth and Differentiation. 13(1) : 65-71.
- Weiler, C.S. 1980. Population structure and in situ division rates of *Ceratium* in oligotrophic waters of the North Pacific central gyre. Limnology Oceanography. 25(4): 610-619.

- Weiler, C.S and Chisholm, S.W. 1976. Phase Cell division in nature populations of marine dinoflagellates from shipboard cultures. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 25(3) : 239-247.
- Weiler, C.S. and Eppley, E.R. 1979. Temporal pattern of Division in the Dinoflagellate genus *Ceratium* and its Application to the Determination of growth rate. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 39: 1-24.
- Weiler, C.S. and Karl, D.M. 1979. Diel changes in phased-dividing cultures of *Ceratium furca* (Dinophyceae): Nucleotide Triphosphate, Adenylate energy charge, Cell carbon and patterns of vertical migration. Phycology. 15: 381-391.
- Whittington, J., Sherman, B., Green, D. and Oliver, R.J. 2000. Growth of *Ceratium hirudinella* in a subtropical Australian reservoir: the role of vertical migration. Journal of Plankton Research. 22(6) : 1025-1045.
- Yallop, M.L. 2001. Distribution patterns and biomass estimates of diatoms and autotrophic dinoflagellates in the NE Atlantic during June and July 1996. Deep-Sea Research II. 48: 825-844 .
- Yanagi, T. 2003. Physical Environment. In Red tides. Okaichi, T. (ed). Tokyo: Terra Scientific Publishing Company.
- Yin, K. 2002. Monsoonal influence on seasonal variations in nutrients and phytoplankton biomass in coastal waters of Hong Kong in the vicinity of the Pearl River estuary. Marine Ecology Progress Series. 245 : 111-122.
- Yin, K. 2003. Influence of monsoons and oceanographic processes on red tided in Hong Kong waters. Marine Ecology Progress Series. 262 : 27-41.
- Yin, K., Qian, P., Chen, J. C., Hsieh, D. and Harrison, P. J. 2000. Dynamics of nutrients and phytoplankton biomass in the Pearl river estuary and adjacent waters of Hong Kong during summer: preliminary evidence for phosphorus and silicon limitation. Marine Ecology Progress Series. 194 : 295-305.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก. Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 1 วันที่ 14-06-46

	st 1			st 2			st 3	st 4	st 5		st 6	st 7	st 8	Total
	0.5 m	5.0 m	8.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	
Cyanophyceae														
<i>Oscillatoria</i> sp.	779	642	0	12833	9992	1788	0	0	2292	1513	4538	0	1100	35475
<i>Spirulina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae														
<i>Ulothrix</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geminella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae														
<i>Skeletonema costatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0	303	501	871
<i>Thalassiosira</i> spp.	1380	585	379	370	664	376	8679	2056	310	250	3219	1322	229	19818
<i>Coscinodiscus</i> sp.	0	0	0	0	0	6	0	22	0	0	23	67	0	118
<i>Rhizosolenia</i> spp.	41	80	152	0	17	25	0	58	0	0	0	33	4	410
<i>Guinardia</i> sp.	0	0	46	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	85
<i>Pseu-guinardia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daetyliosolen</i> sp.	0	0	113	55	0	32	0	0	0	0	0	0	0	200
<i>Eucampia</i> sp.	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	36
<i>Hemiaulus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i> spp.	4846	22431	14970	1965	2263	2218	938	0	54	63	0	0	8	49758
<i>Bacteriastrium</i> spp.	951	1278	347	252	229	258	0	37	1	5	85	0	0	3442
<i>Ditylum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontella</i> sp.	18	33	73	0	0	0	81	17	0	0	0	63	0	285
<i>Fragillaria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix</i> sp.	60	29	142	31	40	0	0	0	0	0	0	0	5	307
<i>Navicula</i> spp.	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i> spp	0	0	56	0	7	0	1128	28	0	2	82	96	48	1447
<i>Pseu-nitzschia</i> sp.	205	114	95	199	35	34	0	6	0	0	0	0	0	688
<i>Nitzschia</i> sp.	13	0	0	0	0	0	420070	1025	1	0	7932	6132	606	435778
Dinophyceae														
<i>Prorocentrum</i> sp.	0	13	0	34	6	5	23	15	55	15	0	13	6	183
<i>Dinophysis</i> spp.	0	97	0	175	393	44	0	0	11	75	0	0	0	796
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium furca</i>	77	50	37	72	130	43	0	44	8	8	0	12	0	481
<i>Pyrophacus</i> sp.	0	8	0	0	9	11	0	6	0	80	0	0	0	114
<i>Protoperidinium</i> spp.	938	339	133	292	505	153	179	204	336	470	29	84	585	4248
<i>Noctiluca scintillans</i>	259	71	12	492	721	334	0	127	1782	2983	0	0	1176	7957
Total	9567	25775	16555	16772	15013	5401	431097	3709	4850	5464	15908	8126	4267	562504

Cell density of microplankton (Cell/L) ตัวอย่างครั้งที่ 2 วันที่ 28-06-46

	st 1			st 2			st 3	st 4		st 5		st 6	st 7	st 8	Total
	0.5 m	5.0 m	8.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	8.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	
Cyanophyceae															
<i>Oscillatoria</i> sp.	550	183	183	5225	2750	1879	733	963	0	8479	5042	1604	0	1467	29058
<i>Spirulina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae															
<i>Scenedesmus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulothrix</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6
Bacillariophyceae															
<i>Skeletonema costatum</i>	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	20539	2185	0	22728
<i>Thalassiosira</i> spp.	466	381	381	744	314	534	347	405	772	683	1050	316	367	726	7486
<i>Coscinodiscus</i> sp.	13	22	22	2	8	0	11	6	22	18	9	58	20	8	219
<i>Rhizosolenia</i> spp.	9	51	51	59	52	73	0	36	114	124	46	0	167	95	877
<i>Guinardia</i> sp.	0	0	0	33	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
<i>Pseu-guinardia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daetyliosolen</i> sp.	48	97	97	0	19	41	0	13	203	50	28	0	362	39	996
<i>Eucampia</i> sp.	0	0	0	17	41	39	0	0	0	13	41	0	0	0	150
<i>Hemiaulus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	756	0	756
<i>Chaetoceros</i> spp.	848	1463	1463	79	479	248	0	80	205	0	293	0	752	69	5979
<i>Bacteriastrum</i> spp.	77	161	161	112	226	106	0	47	173	34	188	0	0	51	1337
<i>Odontella</i> sp.	60	60	60	86	42	88	0	21	68	37	69	0	0	10	600
<i>Fragillaria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix</i> sp.	72	22	22	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	15	145
<i>Navicula</i> spp.	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Plurosigma</i> & <i>Gyrosigma</i> spp	0	2	2	2	0	0	57	0	11	0	5	0	119	9	206
<i>Pseu-nitzschia</i> sp.	317	440	440	3198	2272	1052	50	247	1877	1962	1123	0	0	568	13546
<i>Nitzschia</i> sp.	0	11	11	0	0	0	1081	71	0	9	9	11451	21771	232	34645
Dinophyceae															
<i>Prorocentrum</i> sp.	38	0	0	0	6	0	0	11	0	32	0	0	0	53	139
<i>Dinophysis</i> spp.	15	11	11	80	228	33	59	0	114	119	55	0	0	0	724
<i>Gymnodinium</i> sp.	22	0	0	0	0	0	0	0	0	110	0	0	0	0	132
<i>Ceratium furca</i>	353	687	687	160	389	86	4	72	7117	1517	325	0	42	0	11437
<i>Pyrophacus</i> sp.	7	6	6	6	6	22	7	14	0	0	147	26	0	0	247
<i>Protoperdinium</i> spp.	658	781	781	637	200	322	117	1061	542	1146	4670	603	491	1324	13333
<i>Noctiluca scintillans</i>	120	838	398	134	1251	341	0	295	910	4467	1566	0	58	67	10445
Total	3671	5219	4779	10572	8304	4864	2470	3353	12133	18800	14665	34597	27091	4733	155249

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 3 วันที่ 12-07-46

	st 1		st 2			st 3	st 4		st 5	st 6	st 7	st 8	Total
	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	
Cyanophyceae													
<i>Oscillatoria</i> sp.	180	2580	20805	18000	885	0	5910	10500	1850	2147	0	0	62857
<i>Spirulina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	531	83	615
Chlorophyceae													
<i>Scenedesmus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geminella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae													
<i>Skeletonema costatum</i>	2254	3	810	315	79	65	79	1080	962	15180	52807	1040	74673
<i>Thalassiosira</i> spp.	374	149	635	375	415	0	1084	360	407	187	293	489	4768
<i>Coscinodiscus</i> sp.	11	11	0	30	30	0	30	0	0	77	23	0	211
<i>Rhizosolenia</i> spp.	115	539	5322	3825	954	24	10	1013	160	25	39	0	12025
<i>Guinardia</i> sp.	0	0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	89
<i>Pseu-guinardia</i> sp.	0	11	372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	384
<i>Daetyliosolen</i> sp.	0	75	234	360	555	0	0	0	74	0	0	0	1297
<i>Eucampia</i> sp.	0	358	102	225	330	0	0	0	0	0	0	0	1016
<i>Hemiaulus</i> sp.	0	0	226	45	77	0	0	0	0	0	0	0	348
<i>Chaetoceros</i> spp.	21715	241846	8388	19170	84539	1972	2906	23543	2368	0	39	94	406579
<i>Bacteriastrium</i> spp.	25	335	102	15	566	8	0	15	0	0	0	0	1067
<i>Ditylum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontella</i> sp.	479	75	460	345	118	24	611	195	49	40	31	0	2426
<i>Fragillaria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i> sp.	0	0	0	0	77	0	0	0	0	0	0	0	77
<i>Thalassiothrix</i> sp.	0	195	0	120	12	0	0	0	0	0	0	0	327
<i>Navicula</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6
<i>Plurosigma</i> & <i>Gyrosigma</i> spp	25	54	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	147
<i>Pseu-nitzschia</i> sp.	364	854	3081	5175	8478	122	167	2798	210	0	0	0	21249
<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	0	0	0	24	3782	315	0	0	8	0	4130
Dinophyceae													
<i>Prorocentrum</i> sp.	18	0	95	0	6	0	177	30	136	0	39	0	500
<i>Dinophysis</i> spp.	11	0	0	120	18	0	39	53	160	0	0	0	401
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	331	343	674
<i>Ceratium furca</i>	4018	115	1139	10440	165	2029	54471	8978	149369	251	1032	7384	239390
<i>Pyrophacus</i> sp.	4	3	22	0	0	0	59	30	0	9	0	0	127
<i>Protoperidinium</i> spp.	2261	258	1785	2700	671	11516	11643	3210	10520	28	839	12043	57473
<i>Noctiluca scintillans</i>	22	43	37	26	41	0	0	403	28	0	0	17	617
Total	31875	247505	43614	61286	98103	15787	80967	52521	166294	18017	56010	21493	893470

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 4 วันที่ 10-08-46

	st.1			st2			st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8	Total
	0.5 m	5.0 m	8.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	8.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	
Cyanophyceae																
<i>Oscillatoria</i>	0	4167	13950	11093	2773	5133	0	6200	6271	5922	3840	0	0	2450	2573	64373
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	334	0	0	231	0	4	0	26	45	639
Chlorophyceae																0
<i>Geminella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae																
<i>Skeletonema costatum</i>	167	0	0	0	0	0	562	0	0	349	0	18	7475	1784	135	10490
<i>Thalassiosira</i>	2875	1792	1581	2420	367	616	941	1457	1236	748	1286	1456	3694	1398	322	22189
<i>Coccolodiscus</i>	417	375	0	395	69	220	251	651	143	156	314	345	276	222	0	3833
<i>Rhizosolenia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	122	98	32	284
<i>Guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	308
<i>Dactyliosolen</i>	583	292	0	83	132	29	228	0	0	0	160	165	330	431	0	2433
<i>Eucampia</i>	0	0	372	0	49	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	428
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i>	287458	55417	125271	30153	10026	12210	16260	42191	28452	2724	34995	31753	67266	76473	1107	821756
<i>Bacteriastrum</i>	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	109	147	0	0	0	269
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontella</i>	750	0	31	0	159	66	28	155	72	0	230	370	0	33	0	1894
<i>Thalassionema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix</i>	0	0	279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	279
<i>Cocconeis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179	176	0	356
<i>Pseu-nitzschia</i>	0	625	0	1706	700	0	212	0	0	112	1184	2160	215	0	0	6913
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	0	0	86
Dinophyceae																
<i>Prorocentrum</i>	0	250	0	55	28	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0	391
<i>Dinophysis</i>	292	375	0	707	42	183	0	2077	1344	0	979	1041	0	0	0	7040
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	594250	382292	99541	14879	5450	9247	2143	248341	169671	12086	40448	40773	774	268	277	1620440
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	26
<i>Protoperdinium</i>	11125	6583	3007	3605	582	990	2126	8246	5483	754	1984	2523	215	0	392	47616
<i>Noctiluca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	897917	452167	244032	65097	20391	29003	23085	309318	212671	23082	85619	80762	80632	83385	4883	2612044

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 5 วันที่ 31-08-46

	st.1			st. 2				st. 3	st. 4	st. 5			st 6	st 7	st 8	Total
	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	9.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	
Cyanophyceae																
<i>Oscillatoria</i>	29400	13688	15960	57900	42500	20363	6750	23053	0	9000	18550	2217	2220	0	4100	245700
<i>Spirulina</i>	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0	139
Chlorophyceae																
<i>Scenedesmus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	0	133
<i>Ulothrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae																
<i>Skeletonema</i>	42	0	39	0	0	15	0	2548	1003	900	371	222	5724	7483	0	18347
<i>Thalassiosira</i>	9723	2354	918	7051	2139	3741	1539	0	6829	6480	4081	3126	433	0	964	49378
<i>Coscinodiscus</i>	63	0	168	26	0	0	36	510	0	0	49	67	89	0	0	1007
<i>Rhizosolenia</i>	315	777	274	682	383	287	36	328	0	1170	940	488	96	100	103	5978
<i>Guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daetyliosolen</i>	147	263	0	386	0	151	0	0	266	0	198	67	0	0	0	1477
<i>Eucampia</i>	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	0	83
<i>Chaetoceros</i>	703164	233574	29781	3315431	2027363	429000	120840	5145	43218	1927314	2845959	898827	48248	16267	42661	12686790
<i>Bacteriastrium</i>	903	142	168	502	71	0	0	0	59	45	74	44	0	0	0	2009
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71
<i>Odontella</i>	1176	394	269	450	0	347	180	61	44	225	0	111	0	0	82	3339
<i>Fragellaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i>	0	0	0	0	0	136	0	2985	0	0	0	0	0	0	0	3121
<i>Thalassiothrix</i>	315	329	0	1094	0	121	243	0	0	0	198	111	0	0	0	2410
<i>Navicula</i>	0	0	252	0	0	0	9	85	0	0	0	0	0	0	0	346
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	21	0	347	0	0	30	0	231	0	0	0	89	152	0	0	869
<i>Pseu-nitzschia</i>	7560	6121	2453	8685	2947	4284	1080	559	1372	7155	10635	4367	100	0	533	57851
<i>Nitzschia</i>	21	11	67	0	0	0	0	97	0	0	0	0	0	0	0	196
Dinophyceae																
<i>Prorocentrum</i>	378	120	0	90	28	60	0	0	0	203	0	89	0	0	164	1132
<i>Dinophysis</i>	630	953	0	103	978	91	27	0	0	1463	1435	599	0	0	328	6604
<i>Gymno</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	1153362	55111	2867	5172	47203	9880	5022	279	2316	208755	62081	37373	2823	250	6909	1599403
<i>Pyrophacus</i>	42	0	11	13	0	0	0	109	0	0	0	0	0	0	0	175
<i>Protoperidinium</i>	6972	2716	302	630	2366	724	441	315	5694	5670	3166	1707	126	1117	3301	35246
<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1884834	302910	37918	3340315	2083549	448865	129453	13250	60800	2159379	2929186	947283	57790	25433	55043	14476008

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 6 วันที่ 7-09-46

	st 1			st 2			st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8	Total
	0.5 m	5.0 m	9.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	8.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	
Cyanophyceae																
<i>Oscillatoria</i>	23063	25320	29260	254683	78440	33733	39525	31167	9707	76417	38233	5437	4250	6333	39200	694768
<i>Spirulina</i>	34	0	0	59	11	0	697	62	0	44	0	93	0	38	0	1038
Chlorophyceae																
<i>Scenedesmus</i>	0	0	0	0	0	0	408	0	0	0	0	0	113	0	0	521
<i>Ulothrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae																
<i>Skeletonema</i>	564	538	21	118	117	0	1454	0	0	0	0	0	666	0	0	3477
<i>Thalassiosira</i>	4305	3650	2989	34436	3328	810	3086	785	998	1419	868	761	978	570	1699	60682
<i>Coscinodiscus</i>	0	63	0	39	0	0	0	0	28	0	0	0	43	0	0	173
<i>Rhizosolenia</i>	85	53	251	118	74	0	68	37	69	0	0	0	28	127	0	911
<i>Guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daetyliosolen</i>	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142	0	0	193
<i>Eucampia</i>	0	0	0	0	360	320	0	0	416	0	186	78	0	0	0	1361
<i>Climacodium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i>	492273	146814	60317	560972	19419	5178	53533	39532	6434	31724	7771	979	67405	8601	24957	1525909
<i>Bacteriastrum</i>	34	0	0	39	0	34	0	0	0	44	0	0	14	0	0	165
<i>Ditylum</i>	68	0	21	0	0	0	0	150	0	0	0	16	0	13	0	267
<i>Odontella</i>	308	285	167	39	0	34	0	62	0	0	0	0	213	127	0	1234
<i>Thalassionema</i>	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95
<i>Thalassiothrix</i>	0	0	188	177	85	34	0	25	0	0	227	0	0	0	0	736
<i>Cocconeis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula</i>	0	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	0	0	0	0	32	0	527	0	0	0	0	0	57	0	0	615
<i>Pseu-nitzschia</i>	0	675	355	452	329	101	247	62	0	0	310	93	0	0	0	2625
<i>Nitzschia</i>	0	11	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	62
Dinophyceae																
<i>Prorocentrum</i>	34	53	31	1593	360	186	0	50	0	742	372	124	0	0	294	3840
<i>Dinophysis</i>	34	1002	523	17425	1007	304	0	25	0	1310	434	559	0	63	4998	27684
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	17220	14970	4347	224751	21497	238174	1428	16992	1095	1733741	355136	185002	850	6042	235200	3056446
<i>Pyrophacus</i>	68	32	94	0	53	67	0	0	97	0	165	62	0	0	0	639
<i>Protoperidinium</i>	222	2258	836	1829	1399	7033	332	2020	555	34453	8742	7176	779	494	14210	82338
<i>Noctiluca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	538364	196008	99400	1096731	126511	286008	101354	90969	19399	1879894	412445	200380	75537	22407	320558	5465966

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 7 วันที่ 21-09-46

	st 1			st 2			st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8	Total
	0.5 m	5.0 m	9.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	8.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	
Cyanophyceae																
<i>Oscillatoria</i>	0	0	2827	0	38792	5750	4533	0	0	4833	6480	2367	1850	10780	3480	81692
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	0	24	0	154	96	382
Chlorophyceae																
<i>Ulothrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geminella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae																
<i>Skeletonema</i>	246786	194020	7448	216398	124685	62253	177163	134004	74175	785	595	391	918	4805	28275	1272700
<i>Thalassiosira</i>	2420	8793	3109	11080	5165	3067	4205	2496	1935	834	494	580	592	3285	966	49022
<i>Coscinodiscus</i>	35	254	0	0	123	230	23	0	0	12	0	0	0	41	0	718
<i>Rhizosolenia</i>	0	145	14	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	205
<i>Guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daetyliosolen</i>	159	273	127	152	0	0	91	0	0	0	0	0	49	0	0	851
<i>Eucampia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Climacodium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i>	0	0	155	0	0	0	0	0	0	13207	3295	1503	32054	0	0	50215
<i>Bacteriastrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontella</i>	0	0	57	68	0	0	0	0	0	0	0	0	113	0	17	255
<i>Thalassionema</i>	0	145	0	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	348
<i>Thalassiothrix</i>	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	0	154	0	0	0	239
<i>Navicula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	0	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91
<i>Pseu-nitzschia</i>	0	200	410	1861	592	0	0	1248	1003	0	134	24	0	10	35	5517
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dinophyceae																
<i>Prorocentrum</i>	0	127	0	85	0	0	1881	390	215	0	0	0	0	0	17	2715
<i>Dinophysis</i>	71	818	191	389	0	134	0	351	0	1523	830	514	0	82	235	5137
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	14063	10083	9483	11554	48918	27236	5905	5119140	708855	80801	45516	22223	844	71384	11693	6187697
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	24	0	0	0	67
<i>Protoperidinium</i>	4275	3415	3590	5227	3757	3565	0	21372	8385	3323	2309	1784	498	246	418	62165
<i>Noctiluca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	267809	218363	27496	247017	222031	102235	193845	5279001	794568	105427	59698	29586	36919	90788	45231	7720015

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 8 วันที่ 5-10-46

	st 1			st 2				st 3	st 4			st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m		
Cyanophyceae																			
<i>Oscillatoria</i>	6825	4500	24300	4800	13050	4375	0	0	4375	0	3700	4050	0	6900	0	0	0	76875	
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	552	74	0	0	626	
Chlorophyceae																			
<i>Scenedesmus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ulothrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Geminella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	0	44	
Bacillariophyceae																			
<i>Skeletonema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	370	0	0	0	0	0	297	667	
<i>Thalassiosira</i>	546	990	1458	96	261	263	465	753	700	350	296	608	348	552	666	888	0	9239	
<i>Coscinodiscus</i>	0	0	0	0	0	0	78	0	0	0	148	0	0	0	0	56	50	331	
<i>Rhizosolenia</i>	0	270	0	96	0	0	0	0	88	175	0	0	0	138	148	222	0	1137	
<i>Guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Dactyliosolen</i>	0	0	0	0	174	88	0	323	0	88	0	41	87	0	148	111	99	1157	
<i>Eucampia</i>	0	0	0	0	0	0	0	108	88	88	0	0	0	0	0	222	0	505	
<i>Chaetoceros</i>	0	0	0	0	0	0	0	860	1575	0	592	0	174	1380	0	888	0	5469	
<i>Bacteriastrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	175	0	74	41	0	0	0	56	0	345	
<i>Odontella</i>	0	0	0	96	0	0	0	430	350	438	222	41	0	1104	740	111	50	3581	
<i>Fragillaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Thalassionema</i>	137	270	243	0	87	350	0	0	0	175	0	162	0	0	0	0	0	1424	
<i>Thalassiothrix</i>	0	90	81	96	87	88	0	323	0	175	0	41	0	138	0	0	0	1118	
<i>Cocconeis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Navicula</i>	0	0	0	0	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	137	90	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	308	
<i>Pseu-nitzschia</i>	0	360	324	960	435	875	620	753	1488	875	1702	284	87	21390	3330	2997	693	37172	
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Bacillaria</i>	0	5148	5148	15840	12870	5115	2228	2525	74993	4967	55110	52245	16484	19800	43364	33744	2475	352054	
Dinophyceae																			
<i>Prorocentrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	108	175	88	0	0	0	0	0	0	0	370	
<i>Dinophysis</i>	5870	2790	2511	0	0	0	233	6343	1400	963	148	527	87	13800	148	500	198	35515	
<i>Ceratium</i>	101010	12870	11583	69792	220023	43838	15113	20210	32813	13650	518	972	740	340032	1480	1943	99	886684	
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Protoperidinium</i>	6416	3780	3402	2016	2697	2100	1240	3333	3325	254	518	567	392	3312	11174	1721	545	46789	
<i>Noctiluca</i>	663	700	427	19	13	51	24	3711	786	738	2274	309	440	744	79	909	371	12258	
Total	121602	31858	49558	93811	249697	57229	19999	39775	122329	23021	65672	59885	18881	409842	61351	44365	4876	1473750	

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 9 วันที่ 26-10-46

	st 1			st 2				st 3	st 4			st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m		
Cyanophyceae																			
<i>Oscillatoria</i>	900	0	4200	750	1200	0	3600	0	0	0	0	0	325	1800	0	0	0	12775	
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	6	0	0	42	
Chlorophyceae																			
<i>Scenedesmus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Geminella</i>	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	25	
Bacillariophyceae																			
<i>Thalassiosira</i>	648	1495	532	195	336	358	432	210	171	77	126	91	137	120	162	153	65	5307	
<i>Coscinodiscus</i>	90	98	28	30	48	130	24	70	68	26	7	7	13	0	24	27	7	695	
<i>Rhizosolenia</i>	36	0	0	15	24	33	48	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	201	
<i>Guinardia</i>	36	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	33	123	
<i>Dactyliosolen</i>	36	228	112	0	0	163	24	0	0	0	0	0	0	0	0	45	20	627	
<i>Eucampia</i>	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Chaetoceros</i>	270	358	252	75	96	65	144	0	0	0	0	0	46	18	0	0	0	1323	
<i>Bacteriastrium</i>	36	65	84	30	216	98	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	721	
<i>Odontella</i>	0	65	0	30	0	0	0	70	0	0	7	0	0	6	6	0	0	184	
<i>Fragillaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Thalassionema</i>	0	98	0	0	130	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	324	
<i>Thalassiothrix</i>	0	98	0	0	24	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	
<i>Cocconeis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Navicula</i>	54	65	28	30	0	260	1008	0	0	0	14	20	7	0	0	0	0	1485	
<i>Pluosigma & Gyrosigma</i>	486	585	1064	225	0	0	96	0	0	0	0	0	13	12	0	0	0	2481	
<i>Pseu-nitzschia</i>	36	293	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	329	
<i>Nitzschia</i>	18	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	
<i>Bacillaria</i>	1926	3218	1680	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6824	
Dinophyceae																			
<i>Prorocentrum</i>	54	0	84	15	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	
<i>Dinophysis</i>	576	1300	532	165	960	748	240	0	0	0	133	98	46	20094	12	1080	520	26503	
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	137	
<i>Ceratium</i>	118620	51968	28812	6630	92424	16640	7224	25333	595907	72679	217	163	59	102	504	198	39	1017518	
<i>Pyrophacus</i>	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	
<i>Protoperdinium</i>	2610	1885	784	420	1104	878	216	12600	1672	1029	175	182	72	48	78	720	442	24914	
<i>Noctiluca</i>	288	342	159	200	221	508	122	36	0	0	21	134	19	0	0	5284	1903	9236	
Total	126774	62190	38435	8810	96677	20008	13490	38319	597818	73811	707	693	779	22236	792	7597	3164	1112299	

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 10 วันที่ 2-11-46

	st 1			st 2				st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	
Cyanophyceae																		
<i>Oscillatoria</i>	0	5985	7350	0	0	0	0	0	0	0	1500	0	0	0	0	0	0	14835
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae																		
<i>Geminella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	16	83	0	42	0	87	0	20	0	248
Bacillariophyceae																		
<i>Skeletonema</i>	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
<i>Thalassiosira</i>	1260	958	833	300	454	596	720	1013	196	745	150	336	866	1134	422	199	528	10709
<i>Coscinodiscus</i>	0	120	49	20	0	0	90	0	0	83	15	462	0	0	0	0	0	839
<i>Rhizosolenia</i>	350	599	490	200	32	426	180	169	33	248	105	126	599	0	84	139	0	3781
<i>Guinardia</i>	0	120	490	320	97	426	0	0	0	166	0	168	266	0	0	0	0	2053
<i>Pseu-guinardia</i>	560	180	147	0	32	0	0	1182	82	83	30	168	133	0	338	0	0	2934
<i>Dactyliosolen</i>	70	120	0	0	0	85	90	84	0	83	0	0	0	0	0	0	0	532
<i>Eucampia</i>	280	0	196	20	113	256	0	253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1118
<i>Hemiaulus</i>	0	0	172	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	280
<i>Chaetoceros</i>	2940	1915	2597	760	778	2045	1530	506	163	911	195	504	3530	174	760	498	264	20069
<i>Bacteriastrium</i>	490	658	1029	60	113	170	180	169	16	145	45	126	533	174	169	60	176	4314
<i>Odontella</i>	210	0	0	20	0	0	270	0	0	331	0	0	67	0	0	20	88	1006
<i>Fragillaria</i>	0	0		0	0	0	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180
<i>Thalassionema</i>	280	599	245	180	421	596	270	169	147	166	30	378	133	0	0	0	0	3613
<i>Thalassiothrix</i>	280	120	539	140	65	511	0	338	98	331	120	168	400	0	0	40	0	3149
<i>Cocconeis</i>	0	0	0	0	0	0	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	360
<i>Navicula</i>	490	180	98	40	16	596	12420	253	0	331	15	42	333	0	84	0	88	14987
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	0	0	0	0	0	0	0	3123	0	1739	0	0	0	0	0	0	0	4862
<i>Pseu-nitzschia</i>	5600	5327	4018	200	81	5112	180	2785	49	2401	60	0	999	0	84	0	0	26896
<i>Nitzschia</i>	0	120	0	0	16	85	0	0	0	83	15	42	0	0	0	0	0	361
<i>Bacillaria</i>	17220	14125	16856	600	292	10735	3600	3123	179	1739	60	126	1998	174	169	20	176	71191
Dinophyceae																		
<i>Prorocentrum</i>	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	133	349	591	0	0	1217
<i>Dinophysis</i>	280	539	0	500	130	0	0	84	16	166	0	252	0	3052	422	20	440	5900
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	420	180	490	20	32	0	90	23210	473	59947	315	23478	1865	5930	40512	378	9328	166667
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	0	0	0	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
<i>Protoperdinium</i>	1190	479	98	80	97	426	90	2616	1043	2567	435	798	67	872	3714	378	792	15742
<i>Noctiluca</i>	177	137	196	10	19	36	19	137	54	24	118	32	44	0	7	23	11	1043
Total	32167	32516	35893	3470	2838	22102	20269	39299	2565	72371	3208	27332	11966	11946	47355	1854	11891	379039

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 11 วันที่ 16-11-46

	st 1			st 2				st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	
Cyanophyceae																		
<i>Oscillatoria</i>	3600	7680	0	3680	5580	930	1820	0	0	2000	2000	3150	3640	0	0	0	0	34080
Chlorophyceae																		
<i>Ulothrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geminella</i>	0	0	0	18	19	595	0	0	0	0	20	42	0	71	0	0	80	845
Bacillariophyceae																		
<i>Skeletonema</i>	72	614	1140	184	0	316	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2327
<i>Thalassiosira</i>	756	230	171	74	205	0	655	626	640	360	120	462	1056	783	796	152	640	7725
<i>Coscinodiscus</i>	180	576	1311	0	56	0	36	0	0	40	20	0	0	0	0	0	0	2219
<i>Rhizosolenia</i>	180	0	0	0	186	0	764	37	0	120	0	252	546	71	61	0	0	2218
<i>Guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146
<i>Pseu-guinardia</i>	0	115	57	9	19	112	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	352
<i>Dactyliosolen</i>	72	0	114	0	0	0	0	0	0	0	0	63	255	0	0	0	0	504
<i>Eucampia</i>	72	0	57	0	0	0	0	0	0	200	40	0	0	0	0	0	0	369
<i>Hemiaulus</i>	72	0	0	92	0	0	182	0	0	0	0	252	0	0	0	0	0	598
<i>Climacodium</i>	0	0	228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	228
<i>Chaetoceros</i>	288	115	57	18	112	130	182	0	0	0	0	63	182	0	0	0	0	1147
<i>Bacteriastrium</i>	252	77	0	18	0	112	109	0	0	0	0	21	36	0	0	0	0	625
<i>Odontella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142	0	0	0	142
<i>Fragillaria</i>	0	0	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171
<i>Thalassionema</i>	0	0	285	37	0	0	73	0	0	0	0	84	0	0	0	0	0	479
<i>Thalassiothrix</i>	108	115	0	18	74	19	0	18	0	40	80	105	0	0	0	0	0	578
<i>Navicula</i>	36	38	2451	0	0	74	73	18	0	40	0	0	109	71	61	0	0	2973
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	288	422	0	37	37	781	3276	331	40	640	80	84	2111	71	0	0	80	8279
<i>Pseu-nitzschia</i>	36	0	0	0	0	93	109	55	0	280	0	0	0	0	0	0	0	573
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	20	0	109	0	0	0	0	166
<i>Bacillaria</i>	0	0	0	0	0	2883	0	37	0	120	0	42	273	0	0	0	0	3355
Dinophyceae																		
<i>Prorocentrum</i>	72	77	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	570	796	19	160	1711
<i>Dinophysis</i>	288	115	0	0	37	0	0	18	0	80	0	0	36	214	0	133	240	1162
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	1224	614	57	120	93	93	146	497	320	100	100	336	36	45283	19094	722	69200	138035
<i>Pyrophacus</i>	216	38	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	310
<i>Protoperdinium</i>	0	77	171	74	19	19	36	202	440	120	100	63	36	997	857	285	2640	6135
<i>Noctiluca</i>	0	6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
Total	7812	10912	6286	4379	6436	6157	7644	1895	1440	4140	2620	5019	8427	48274	21665	1330	73040	217474

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 12 วันที่ 7-12-46

	st 1			st 2				st 3	st 4			st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m		
Cyanophyceae																			
<i>Oscillatoria</i>	0	0	6400	0	0	0	0	0	0	0	2775	0	1770	0	0	0	925	11870	
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Chlorophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Dictyocha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bacillariophyceae																			
<i>Skeletonema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Thalassiosira</i>	656	560	512	311	315	315	770	986	2482	682	555	403	566	1120	525	292	241	11289	
<i>Coscinodiscus</i>	66	70	0	0	0	45	0	0	0	85	111	67	177	640	525	97	0	1883	
<i>Rhizosolenia</i>	328	560	960	133	270	225	608	319	824	85	555	806	531	32	315	194	37	6783	
<i>Guinardia</i>	0	0	192	0	0	0	81	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	358	
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Dactyliosolen</i>	0	0	256	44	135	90	122	29	177	213	0	67	177	64	0	0	0	1374	
<i>Eucampia</i>	0	0	0	89	90	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	269	
<i>Hemiaulus</i>	131	0	0	0	270	270	203	0	0	0	111	134	0	0	0	0	0	1119	
<i>Climacodium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Chaetoceros</i>	5707	3290	5184	178	0	495	1458	0	0	724	3330	1680	1416	256	368	324	74	24484	
<i>Bacteriastrum</i>	722	490	1408	44	270	180	122	0	0	128	333	269	389	0	53	0	0	4407	
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	
<i>Odontella</i>	66	0	64	0	45	0	41	0	0	383	111	202	35	160	210	194	19	1529	
<i>Fragillaria</i>	1181	1050	1280	0	90	0	243	0	0	85	333	101	142	0	0	0	0	4504	
<i>Thalassionema</i>	1574	630	1024	0	45	45	0	0	0	0	333	0	212	160	0	32	0	4056	
<i>Thalassiothrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Navicula</i>	328	210	192	89	45	135	162	29	86	85	167	67	35	0	0	97	0	1728	
<i>Pluosigma & Gyrosigma</i>	12792	13090	12416	19270	17955	18900	19278	4263	10456	3664	11267	80237	10195	1536	788	1199	925	238229	
<i>Pseu-nitzschia</i>	328	630	1216	178	180	630	810	0	0	0	777	403	71	0	0	65	0	5287	
<i>Nitzschia</i>	0	70	0	7	0	0	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158	
<i>Bacillaria</i>	1443	1540	768	3907	360	270	0	14007	31820	2173	0	0	0	448	788	0	148	57672	
Dinophyceae																			
<i>Prorocentrum</i>	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	98	
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ceratium</i>	131	280	64	89	135	45	41	0	14	43	167	470	142	480	368	0	0	2467	
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	32	
<i>Protoperdinium</i>	0	0	0	44	135	0	0	29	93	85	111	202	35	192	158	130	0	1213	
<i>Noctiluca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0	0	18	
Total	25518	22470	31936	24383	20340	21735	24057	19662	45952	8520	21044	85109	15895	5120	4104	2657	2368	380869	

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 14 วันที่ 10-1-47

	st 1	st 2	st 3	st 4	st 5	st 6	st 7	st 8	Total
	0.5 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	
Cyanophyceae									
<i>Oscillatoria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spirulina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae									
<i>Ulothrix</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geminella</i> sp.	0	44	0	0	0	0	0	0	44
Bacillariophyceae									
<i>Skeletonema costatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira</i> spp.	435	305	261	522	924	218	150	203	3017
<i>Coccinodiscus</i> sp.	15	0	0	87	42	0	0	0	144
<i>Rhizosolenia</i> spp.	225	174	0	0	0	0	0	0	399
<i>Pseu-guinaridia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dactyliosolen</i> sp.	45	44	44	0	0	0	0	0	132
<i>Hemiaulus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Climacodium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i> spp.	105	131	0	0	0	0	0	0	236
<i>Bacteriastrum</i> spp.	60	44	0	0	0	0	0	0	104
<i>Ditylum</i> sp.	0	0	0	0	42	0	0	0	42
<i>Odontella</i> sp.	105	44	0	131	42	87	0	0	408
<i>Thalassionema</i> sp.	4965	914	0	0	168	0	0	0	6047
<i>Thalassiothrix</i> sp.	300	0	0	0	0	0	0	0	300
<i>Cocconeis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula</i> spp.	0	44	0	0	0	0	0	0	44
<i>Plurosigma</i> & <i>Gyrosigma</i> spp	4425	4916	6873	7743	20832	261	1500	1755	48305
<i>Pseu-nitzschia</i> sp.	0	131	0	0	0	0	0	0	131
<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	870	1088	0	0	300	0	2258
<i>Bacillaria</i> sp.	630	1827	2393	0	1386	0	0	0	6236
Dinophyceae									
<i>Prorocentrum</i> sp.	0	44	0	0	0	0	0	0	44
<i>Dinophysis</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnodinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium furca</i>	150	174	0	44	42	0	0	0	410
<i>Pyrophacus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Proto-peridinium</i> spp.	330	44	87	218	84	174	150	338	1424
<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	11790	8874	10527	9831	23562	740	2100	2295	69719

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 15 วันที่ 15-2-47

	st 1			st 2				st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8	Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	
Cyanophyceae																	
<i>Oscillatoria</i>	0	0	0	0	163	4875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5038
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae																	
<i>Ulothrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae																	
<i>Skeletonema</i>	480	360	897	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1737
<i>Thalassiosira</i>	1752	2850	2847	1470	520	1138	1000	168	276	637	585	390	405	180	144	156	14518
<i>Coscinodiscus</i>	24	0	78	0	0	195	120	196	60	65	78	39	23	3	18	20	918
<i>Rhizosolenia</i>	1896	2490	2379	630	358	585	400	0	168	117	156	273	225	90	0	78	9845
<i>Guinardia</i>	384	750	624	294	65	325	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2602
<i>Pseu-guinardia</i>	240	330	234	672	390	65	80	0	0	0	39	0	45	0	0	0	2095
<i>Dactyliosolen</i>	552	420	858	210	33	130	40	0	0	39	20	59	23	9	0	0	2391
<i>Eucampia</i>	96	120	351	0	33	0	0	28	0	78	39	78	45	0	0	0	868
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	65	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	85
<i>Chaetoceros</i>	2256	2820	3549	1092	683	748	400	112	0	91	117	78	135	0	90	0	12170
<i>Bacteriastrium</i>	120	360	741	168	33	195	80	0	12	13	59	39	0	0	0	0	1819
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	28	0	13	0	0	0	0	0	0	41
<i>Odontella</i>	24	30	0	42	33	0	0	0	0	65	39	39	68	0	0	0	339
<i>Fragillaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i>	72	180	39	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	356
<i>Thalassiothrix</i>	0	0	117	210	0	0	0	0	0	0	59	39	0	0	0	0	425
<i>Navicula</i>	72	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	144
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	840	870	1521	1764	1723	2275	1600	182	24	182	585	488	675	360	540	1268	14896
<i>Pseu-nitzschia</i>	0	240	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	396
<i>Nitzschia</i>	0	30	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	43
<i>Bacillaria</i>	552	0	702	0	0	0	0	70	0	377	0	0	0	0	0	0	1701
Dinophyceae																	
<i>Prorocentrum</i>	0	0	0	0	0	0	40	0	36	13	0	0	0	0	0	0	89
<i>Dinophysis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	20
<i>Gymnodinium</i>	120	90	273	0	33	33	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	561
<i>Ceratium</i>	888	810	897	336	423	358	160	28	192	169	293	234	68	0	0	0	4854
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176	176
<i>Protoperidinium</i>	312	0	702	756	715	293	0	126	12	117	78	0	23	18	180	0	3331
<i>Noctiluca</i>	238	251	245	149	98	107	130	0	0	0	56	80	94	0	0	0	1449
Total	10918	13001	17210	7793	5428	11352	4210	938	780	2002	2240	1835	1827	660	972	1736	82902

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 16 วันที่ 29-2-47

	st 1			st 2				st 3	st 4			st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m		
Cyanophyceae																			
<i>Oscillatoria</i>	6750	22050	15400	19500	24700	34500	31200	3000	975	1950	6000	975	0	0	0	0	1625	168625	
Chlorophyceae																		0	
<i>Geminella</i>	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	
Bacillariophyceae																			
<i>Skeletonema</i>	135	0	44	0	0	0	260	0	0	0	0	0	0	259840	0	180	65	260524	
<i>Thalassiosira</i>	202.5	336	264	332	507	290	364	510	429	429	288	293	180	3040	264	150	130	8008	
<i>Coscinodiscus</i>	225	21	22	0	13	0	78	120	59	98	96	0	54	80	0	0	0	865	
<i>Rhizosolenia</i>	22.5	63	44	78	52	70	26	0	0	0	24	0	36	0	0	30	0	446	
<i>Guinardia</i>	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
<i>Eucampia</i>	0	0	0	0	0	20	182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202	
<i>Hemiaulus</i>	45	0	44	0	26	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	
<i>Chaetoceros</i>	675	315	462	195	286	140	312	0	0	0	504	59	0	0	0	0	0	2948	
<i>Bacteriastrum</i>	247.5	252	330	39	39	10	52	0	0	0	0	20	18	0	0	0	0	1007	
<i>Ditylum</i>	0	21	0	0	0	0	0	270	78	59	48	78	90	32320	1452	390	227.5	35033	
<i>Odontella</i>	45	21	22	0	0	0	0	300	59	78	168	254	126	600	330	150	65	2217	
<i>Fragillaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Thalassionema</i>	202.5	189	176	78	91	80	104	0	0	0	0	0	0	0	0	60	32.5	1013	
<i>Thalassiothrix</i>	45	42	110	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	320	0	0	0	530	
<i>Navicula</i>	22.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	900	588	616	20	39	20	0	60	0	20	192	215	180	320	66	0	0	3235	
<i>Pseu-nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	2880	0	270	97.5	3296	
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	24	
<i>Bacillaria</i>	0	0	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	
<i>Dictyocha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	40	
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	0	40	0	0	0	79	
Dinophyceae																			
<i>Prorocentrum</i>	45	189	154	39	52	40	26	150	215	59	144	0	36	40	132	60	0	1380	
<i>Dinophysis</i>	202.5	294	176	98	65	10	104	0	0	0	0	98	18	40	0	0	0	1105	
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	20	0	0	0	0	0	39	
<i>Ceratium</i>	292.5	336	220	117	117	60	156	900	351	273	96	176	126	2600	2772	690	357.5	9640	
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	202	
<i>Protoperdinium</i>	338	315	220	78	130	120	104	540	488	273	504	215	144	960	1122	1620	1137.5	8307	
<i>Noctiluca</i>	0	0	0	14	7	5	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	
Total	10395	25032	18414	20587	26176	35385	33045	5850	2672	3257	8136	2418	1008	303120	6138	3750	3738	509119	

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 17 วันที่ 14-3-47

	st 1			st 2				st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	
Cyanophyceae																		
<i>Oscillatoria</i>	4200	4500	1500	16200	5250	5850	4875	0	0	0	28275	15600	17100	0	975	0	0	104325
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae																		
<i>Scenedesmus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geminella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae																		
<i>Skeletonema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	385	59	0	90	48360	0	195	162	49251
<i>Thalassiosira</i>	546	600	240	216	147	195	293	280	416	840	819	546	450	1008	605	215	144	7558
<i>Coscinodiscus</i>	63	30	0	18	21	0	0	336	0	70	117	39	36	50	0	0	0	780
<i>Rhizosolenia</i>	1176	1440	930	504	252	429	429	56	0	315	293	234	324	101	117	20	18	6637
<i>Guinardia</i>	189	120	90	36	21	20	117	0	0	0	59	39	54	0	0	0	0	744
<i>Pseu-guinardia</i>	252	150	60	0	42	0	39	0	0	0	137	0	36	0	0	0	0	716
<i>Dactyliosolen</i>	84	60	180	18	42	0	59	0	0	0	39	20	0	0	0	0	0	501
<i>Eucampia</i>	105	0	0	324	252	98	117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	896
<i>Chaetoceros</i>	693	630	300	72	84	39	39	0	0	140	585	410	234	0	0	0	0	3226
<i>Bacteriastrum</i>	651	840	660	54	42	20	0	0	0	0	59	20	0	0	0	0	0	2345
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	56	156	70	39	20	126	101	98	254	126	1044
<i>Odontella</i>	147	120	90	36	42	0	39	280	26	280	351	156	144	50	312	156	72	2301
<i>Thalassionema</i>	42	30	0	126	63	59	98	0	0	0	449	195	180	0	0	0	0	1241
<i>Thalassiothrix</i>	357	420	210	36	42	0	0	0	0	105	507	371	414	0	0	0	0	2462
<i>Navicula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176	0	0	176
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	567	600	330	0	0	0	39	672	26	455	59	20	36	202	59	0	0	3063
<i>Pseu-nitzschia</i>	1323	1350	900	360	315	156	78	0	0	0	1404	878	216	151	39	0	0	7170
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	56	0	210	0	0	0	0	0	0	0	266
<i>Bacillaria</i>	147	0	0	0	84	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	290
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	0	0	0	168	0	0	0	0	0	50	39	0	0	257
Dinophyceae																		
<i>Prorocentrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	20	0	0	0	20	18	116
<i>Dinophysis</i>	42	0	0	36	21	39	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	197
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	26
<i>Ceratium furca</i>	63	60	180	162	147	58.5	117	0	26	70	624	253.5	126	0	97.5	39	72	2096
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
<i>Protoperidinium</i>	546	900	540	162	252	390	215	448	416	0	371	254	216	101	117	176	90	5192
<i>Noctiluca</i>	0	0	0	2	10	8	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	0	28
Total	11193	11850	6210	18380	7129	7418	6552	2352	1092	2940	34364	19074	19782	50174	2633	1073	702	202916

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 18 วันที่ 28-3-47

	st 1			st 2			st 3	st 4	st 5			st 6	st 7	st 8	Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	
Cyanophyceae															
<i>Oscillatoria</i>	26325	21600	9450	57600	55800	61100	0	0	0	0	0	0	0	0	231875
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae															
<i>Geminella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dictyocha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae															
<i>Skeletonema</i>	0	162	0	0	0	0	0	0	228	138	66	1111000	1050	1660620	2773264
<i>Thalassiosira</i>	1053	1080	630	576	576	658	1170	819	304	230	132	3300	630	878	12036
<i>Coscinodiscus</i>	59	54	0	0	0	0	78	0	0	0	0	440	105	0	736
<i>Rhizosolenia</i>	527	540	378	252	324	282	0	0	0	0	0	0	105	488	2895
<i>Guinardia</i>	0	162	126	72	108	47	0	0	0	46	33	0	0	0	594
<i>Pseu-guinardia</i>	351	432	189	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1008
<i>Eucampia</i>	410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	410
<i>Chaetoceros</i>	2750	702	630	180	108	141	0	0	304	552	165	0	0	0	5532
<i>Bacteriastrium</i>	644	756	567	108	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	2122
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	234	527	0	138	66	220	105	488	1777
<i>Odontella</i>	59	54	63	0	0	0	156	117	0	0	0	0	0	98	546
<i>Fragillaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix</i>	585	702	504	36	0	0	0	0	38	46	33	0	0	0	1944
<i>Navicula</i>	0	54	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	195	308
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	1404	1188	1008	36	0	0	0	117	76	138	66	1100	105	0	5238
<i>Pseu-nitzschia</i>	3042	3348	2520	756	1044	940	780	0	38	138	33	0	0	1170	13809
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220	0	0	220
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	0	0	1014	1287	0	0	0	440	210	0	2951
<i>Bacillaria</i>	527	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	527
Dinophyceae															
<i>Prorocentrum</i>	0	54	0	36	0	0	0	0	0	92	33	0	105	390	710
<i>Dinophysis</i>	234	108	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	195	873
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	38
<i>Ceratium</i>	351	216	189	36	36	0	156	234	152	92	33	0	4410	780	6685
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220	0	0	220
<i>Protoperdinium</i>	410	540	252	252	180	141	156	176	152	138	33	220	945	1268	4862
<i>Noctiluca</i>	88	108	112	36	48	118	0	3	10	8	3	0	0	20	552
Total	38815	31860	16744	60012	58224	63474	3744	3338	1340	1756	696	1117160	7980	1666587	3071728

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 20 วันที่ 26-04-47

	st 1			st 2			st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	
Cyanophyceae																	
<i>Oscillatoria</i>	312000	140000	98400	25000	12675	3300	0	0	0	2925	3300	0	0	0	2925	2925	603450
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae																	
<i>Geminella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dictyocha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae																	
<i>Skeletonema</i>	0	0	0	0	0	0	2066400	0	0	0	0	0	569625	61925	41447	18184	2757581
<i>Thalassiosira</i>	400	120	82	540	254	110	630	306	320	293	66	147	245	1841	995	536	6884
<i>Coscinodiscus</i>	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	70	0	0	20	141
<i>Rhizosolenia</i>	0	0	0	20	0	0	0	0	0	117	66	0	0	0	0	0	203
<i>Guinardia</i>	0	2480	0	0	0	0	0	0	0	527	66	0	0	0	0	0	3073
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dactyliosolen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	585	0	0	0	0	0	0	585
<i>Eucampia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i>	0	0	0	0	137	78870	0	0	0	495144	42108	14774	0	0	0	0	631032
<i>Bacteriastrum</i>	0	0	0	0	0	22	21	0	0	0	0	0	0	40	0	0	83
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	136	100	59	66	0	0	238	166	59	822
<i>Odontella</i>	40	0	0	0	0	0	21	102	40	0	0	0	18	475	0	0	696
<i>Fragillaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	0	78
<i>Pluosigma & Gyrosigma</i>	1400	2440	1804	20	20	22	2520	51	200	59	0	74	70	446	1151	585	10860
<i>Pseu-nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	68	0	878	0	0	0	515	0	0	1460
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	585900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	585900
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	0	0	0	187	160	0	0	0	53	79	0	0	479
Dinophyceae																	
<i>Prorocentrum</i>	40	0	0	60	0	0	21	34	20	0	0	0	0	218	195	59	646
<i>Dinophysis</i>	0	80	0	60	78	44	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	279
<i>Ceratium</i>	400	240	41	260	117	44	21	238	160	468	132	0	0	158	302	283	2864
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	39	44	0	17	0	0	0	0	18	0	39	0	157
<i>Protoperidinium</i>	40	240	205	140	59	220	840	153	100	293	66	147	0	653	2584	936	6675
<i>Noctiluca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	314320	145600	100532	26100	13377	82676	2656374	1360	1100	501345	45870	15141	570098	66587	49881	23585	4613946

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 21 วันที่ 9-05-47

	st 1			st 2				st 3	st 4	st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	14.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	4.0 m	
Cyanophyceae																	
<i>Oscillatoria</i>	800	200	100	1500	1500	100	400	0	0	200	400	200	0	0	0	800	6200
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae																	
<i>Dictyocha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae																	
<i>Skeletonema</i>	32	0	0	0	0	0	0	90000	0	0	0	0	39960	8000	40	0	138032
<i>Thalassiosira</i>	52	56	24	30	38	26	28	60	512	2	4	2	138	216	34	54	1276
<i>Coscinodiscus</i>	0	0	2	0	0	0	0	20	12	0	2	0	30	32	2	2	102
<i>Rhizosolenia</i>	0	0	2	2	0	0	0	0	8	0	0	0	6	16	0	0	34
<i>Guinardia</i>	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dactyliosolen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucampia</i>	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Climacodium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i>	22	0	0	14	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
<i>Bacteriastrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ditylum</i>	0	4	2	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	8	10	8	44
<i>Thalassionema</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	12
<i>Thalassiothrix</i>	26	20	24	2	20	6	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	104
<i>Navicula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	18	8	140	0	2	0	0	8640	108	6	2	10	24	136	4	6	9104
<i>Pseu-nitzschia</i>	22	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	66
<i>Nitzschia</i>	2	0	0	0	0	0	0	561600	0	0	0	0	198	56	0	0	561856
<i>Bacillari</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triangula</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	52	0	2	0	24	16	8	8	114
Dinophyceae																	
<i>Prorocentrum</i>	0	4	0	12	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	30
<i>Dinophysis</i>	4	0	0	0	6	52	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	50	20	2	12	48	68	76	0	8	52	18	2	6	0	8	4	374
<i>Pyrophacus</i>	0	0	2	2	2	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	16
<i>Protoperdinium</i>	12	12	8	30	32	64	32	0	52	16	12	8	0	0	0	6	284
<i>Noctiluca</i>	11	15	15	40	16	22	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	252
Total	1065	343	325	1648	1702	346	681	660320	768	276	440	222	40398	8520	110	896	718058

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 22 วันที่ 26-05-47

	st 1			st 2				st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	
Cyanophyceae																		
<i>Oscillatoria</i>	5100	8100	2325	20900	10450	13875	12025	0	0	0	2550	5100	2700	3750	0	0	0	86875
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geminella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae																		
<i>Skeletonema</i>	1020	2700	3255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	279000	0	0	0	285975
<i>Thalassiosira</i>	2907	1944	2372	171	323	93	1240	855	374	420	1479	1632	810	750	450	176	124	16119
<i>Coscinodiscus</i>	153	108	233	57	76	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	645
<i>Rhizosolenia</i>	306	0	47	0	0	0	0	0	0	0	408	102	0	0	0	0	0	863
<i>Guinardia</i>	204	324	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	547
<i>Pseu-guinardia</i>	204	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	420
<i>Dactyliosolen</i>	765	270	0	0	0	0	0	0	0	0	510	0	0	0	0	0	0	1545
<i>Eucampia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	68
<i>Chaetoceros</i>	933606	565704	341496	152	76	0	74	0	0	0	315792	64260	58320	0	0	0	0	2279480
<i>Bacteriastrium</i>	255	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	363
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	0	75
<i>Odontella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	16
<i>Fragillaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix</i>	1020	432	372	38	0	37	0	0	34	0	153	561	0	0	0	0	0	2647
<i>Navicula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	34
<i>Pluosigma & Gyrosigma</i>	510	378	605	19	19	0	37	164160	578	350	102	51	54	825	45	0	0	167733
<i>Pseu-nitzschia</i>	3213	1350	1023	285	0	167	500	0	0	0	3060	714	1728	0	0	0	0	12039
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	1831410	13702	7525	204	0	0	2100	45	0	0	1854986
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	170	105	0	0	0	600	90	0	0	965
Dinophyceae																		
<i>Prorocentrum</i>	102	0	0	57	19	19	0	0	0	0	102	51	0	0	0	16	0	366
<i>Dinophysis</i>	51	108	0	152	0	37	19	0	0	0	0	0	54	0	0	32	0	453
<i>Gymnodinium</i>	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
<i>Ceratium</i>	306	270	0	266	190	148	37	0	0	0	204	306	54	0	0	112	31	1924
<i>Pyrophacus</i>	51	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	0	145
<i>Protoperdinium</i>	561	378	326	57	19	37	0	0	0	0	204	306	378	0	0	0	47	2312
<i>Noctiluca</i>	102	420	134	836	773	919	481	0	0	0	493	476	528	0	0	53	41	5257
Total	950487	582810	352186	23009	11945	15367	14412	1996425	14960	8400	325261	73559	64626	287175	630	405	243	4721900

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 23 วันที่ 6-06-47

	st 1			st 2				st 3	st 4	st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	13.5 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	
Cyanophyceae																	
<i>Oscillatoria</i>	164650	81000	35000	317300	271700	58500	17550	0	0	20000	101200	178500	0	6975	0	1900	1254275
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae																	
<i>Skeletonema</i>	1924	0	0	684	380	0	0	0	0	160	0	0	4644	2093	74	0	9959
<i>Thalassiosira</i>	518	432	175	532	342	468	273	714	1584	600	484	210	1836	1395	0	304	9867
<i>Coscinodiscus</i>	0	0	0	0	0	0	0	51	96	0	0	0	162	140	0	0	449
<i>Rhizosolenia</i>	222	72	0	114	38	0	0	0	0	0	44	0	0	0	19	19	528
<i>Guinardia</i>	74	108	0	0	0	0	0	0	0	40	132	0	0	0	0	0	354
<i>Pseu-guinardia</i>	185	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	257
<i>Dactyliosolen</i>	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74
<i>Eucampia</i>	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Climacodium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i>	5032	3384	0	1292	684	234	332	0	0	840	1628	0	0	0	0	0	13426
<i>Bacteriastrum</i>	74	0	0	114	38	39	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontella</i>	444	36	35	0	0	0	0	0	0	0	88	0	0	0	0	0	603
<i>Fragillaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix</i>	111	72	0	76	0	78	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	376
<i>Navicula</i>	0	0	0	0	0	0	20	0	336	0	0	0	0	0	0	0	356
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	0	72	175	0	0	0	20	27540	240	0	88	30	270	93	130	114	28771
<i>Pseu-nitzschia</i>	888	432	0	0	342	1014	0	0	0	0	0	240	0	0	130	0	3046
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	425340	34512	40	0	0	9666	5580	19	0	475157
<i>Bacillari</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	240	0	0	0	1188	558	0	0	1986
Dinophyceae																	
<i>Prorocentrum</i>	0	0	0	114	38	39	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	221
<i>Dinophysis</i>	259	0	0	266	152	0	0	0	96	80	0	0	0	0	0	0	853
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	148	72	70	494	228	78	20	0	0	0	0	60	0	0	0	0	1170
<i>Pyrophacus</i>	37	0	0	152	38	0	0	0	48	40	44	30	0	0	0	0	389
<i>Protoperdinium</i>	296	144	35	114	38	78	39	0	144	40	44	30	0	0	37	0	1039
<i>Noctiluca</i>	2239	1908	490	6802	3990	605	156	0	24	6080	5698	4545	0	0	389	570	33495
Total	177175	87876	35980	328054	278008	61133	18467	453645	37320	27920	109450	183675	17766	16833	796	2907	1837003

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 24 วันที่ 20-06-47

	st 1			st 2				st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	
Cyanophyceae																		
<i>Oscillatoria</i>	0	0	5250	13600	6600	4250	1850	0	0	0	0	0	0	0	5550	0	0	37100
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	56	0	0	194
Chlorophyceae																		
<i>Geminella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae																		
<i>Skeletonema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0	0	4048	5217	0	0	9318
<i>Thalassiosira</i>	420	374	910	510	248	340	463	1920	945	510	130	69	104	3266	4218	1302	1120	16847
<i>Coscinodiscus</i>	0	0	0	34	0	0	37	0	0	17	0	0	0	46	56	0	0	190
<i>Rhizosolenia</i>	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
<i>Guinardia</i>	158	0	0	0	0	34	19	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	245
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dactyliosolen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucampia</i>	0	0	210	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	295
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Climacodium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i>	0	0	70	34	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137
<i>Bacteriastrum</i>	0	0	70	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	88
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	0	56
<i>Odontella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix</i>	53	0	1050	68	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1220
<i>Navicula</i>	0	0	35	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	92	111	62	32	369
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	0	34	140	0	0	0	74	57600	1120	544	0	0	0	184	333	62	32	60123
<i>Pseu-nitzschia</i>	0	0	0	901	0	0	37	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	975
<i>Nitzschia</i>	0	0	35	0	0	0	0	1696320	735	612	0	69	35	230	278	31	0	1698344
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	17	0	0	2555	1462	0	0	0	0	2300	2442	155	128	9059
Dinophyceae																		
<i>Prorocentrum</i>	105	0	35	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	217	128	504
<i>Dinophysis</i>	210	340	70	136	165	0	0	0	0	0	74	0	0	0	0	496	256	1747
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	893	714	473	9	50	34	19	0	9	0	0	0	0	0	0	1411	2448	6057
<i>Pyrophacus</i>	0	34	0	0	17	17	0	0	35	0	0	0	0	46	111	0	0	260
<i>Protoperdinium</i>	420	340	70	51	33	119	19	0	18	17	19	0	0	46	0	279	160	1590
<i>Noctiluca</i>	5232.5	4522	1155	408	627	2159	18.5	0	0	0	18500	16560	66585	0	0	1038.5	1648	118454
Total	7490	6358	9643	15751	7821	7055	2572	1755840	5486	3162	18778	16698	66758	10396	18426	5053	5952	1963237

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 25 วันที่ 3-07-47

	st 1			st 2				st 3	st 4			st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m		
Cyanophyceae																			
<i>Oscillatoria</i>	24000	9000	0	236600	148500	9500	34000	-	26640	16650	21000	11400	11400	0	4800	4800	7000	103690	
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Chlorophyceae																			
<i>Scenedesmus</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	385	272	0	0	0	0	0	32	56	745	
Bacillariophyceae																			
<i>Skeletonema</i>	0	0	0	546	330	570	170	-	2338	1632	0	0	0	137560	480	0	0	142010	
<i>Thalassiosira</i>	528	720	231	1638	825	380	0	-	1510	1190	2442	420	171	3876	816	864	532	11821	
<i>Coscinodiscus</i>	48	0	0	0	0	0	0	-	118	68	37	0	0	0	0	0	0	223	
<i>Rhizosolenia</i>	304	22356	4356	0	61710	30970	11900	-	30	102	0	420	114	0	0	0	0	666	
<i>Guinardia</i>	0	0	0	0	0	190	510	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	228	0	0	0	228	
<i>Dactyliosolen</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Eucampia</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Chaetoceros</i>	32	612	462	182	16830	190	510	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Bacteriastrum</i>	0	72	33	0	495	0	0	-	30	34	0	0	0	228	0	0	0	292	
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Fragellaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Thalassionema</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Thalassiothrix</i>	16	180	198	0	2640	760	510	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Navicula</i>	0	0	33	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	76	0	0	0	76	
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	0	0	33	0	0	0	0	-	118	68	0	0	0	76	48	0	0	310	
<i>Pseu-nitzschia</i>	0	180	297	0	4950	570	1530	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Nitzschia</i>	640	0	0	0	0	0	0	-	118	102	0	0	0	760	1632	128	84	2824	
<i>Bacillari</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	2457	1700	518	0	0	0	0	0	0	4675	
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	118	68	74	0	0	532	192	0	28	1012	
Dinophyceae																			
<i>Prorocentrum</i>	176	0	0	0	0	190	0	-	0	0	0	0	0	76	0	0	0	76	
<i>Dinophysis</i>	0	0	0	2002	1650	190	0	-	0	0	0	1320	171	0	96	0	56	1643	
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ceratium</i>	2112	36	0	0	0	190	170	-	59	0	37	120	114	0	48	0	0	378	
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	0	190	0	-	59	0	0	0	0	0	0	0	28	87	
<i>Protoperidinium</i>	288	180	165	1274	0	0	340	-	0	0	3108	240	0	0	48	1920	1400	6716	
<i>Noctiluca</i>	576	3492	99	81354	19800	10450	8330	-	799	544	74	10680	2052	0	0	32	28	14209	
Total	28144	33336	5808	242242	237930	43890	49640	-	33981	21886	27216	13920	11970	143412	8160	7744	9184	277473	

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 26 วันที่ 17-07-47

	st 1			st 2				st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	
Cyanophyceae																		
<i>Oscillatoria</i>	5550	2000	0	60125	43700	50750	5000	0	0	1200	29600	9625	8000	0	0	2800	2600	220950
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae																		
<i>Geminella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae																		
<i>Skeletonema</i>	0	0	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165
<i>Thalassiosira</i>	370	680	132	1018	190	123	160	900	18249	8064	2220	245	280	960	488	1386	2860	38324
<i>Coscinodiscus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	38	0	0	118
<i>Rhizosolenia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	80
<i>Guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dactyliosolen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucampia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacteriastrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontella</i>	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
<i>Fragillaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	80
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	37	0	33	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	14	0	144
<i>Pseu-nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	0	14	0	334
Dinophyceae																		
<i>Prorocentrum</i>	0	40	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78
<i>Dinophysis</i>	0	0	33	185	0	35	20	0	0	0	0	35	40	0	0	0	26	374
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	74	2720	33	0	114	53	40	0	33	0	111	35	40	0	0	14	0	3267
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	0	0	0	15	33	0	37	18	20	0	0	14	78	215
<i>Protoperidinium</i>	518	680	165	278	76	88	60	90	99	48	185	123	140	0	38	56	312	2954
<i>Noctiluca</i>	37	30	17	13968	1672	18	40	0	0	0	74	455	320	80	0	0	0	16710
Total	6586	6190	578	75573	45790	51065	5320	1065	18414	9312	32227	10535	8840	1600	563	4298	5876	283831

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 27 วันที่ 3-08-47

	st 1			st 2				st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	
Cyanophyceae																		
<i>Oscillatoria</i>	7200	5100	1700	20250	21600	0	22800	0	0	0	0	0	7750	0	0	0	0	86400
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15
Chlorophyceae																		
<i>Geminella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyceae																		
<i>Skeletonema</i>	360	0	0	338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1050	330	0	0	2078
<i>Thalassiosira</i>	1116	1768	1394	3983	4536	4104	11856	0	176	90	969	1313	2790	1500	1650	0	390	37634
<i>Coscinodiscus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia</i>	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
<i>Guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dactyliosolen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucampia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i>	360	0	748	1418	1728	2508	2052	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8814
<i>Bacteriastrum</i>	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fragillaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	150
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	72	68	0	0	0	0	0	0	32	15	0	0	0	0	0	0	0	187
<i>Pseu-nitzschia</i>	72	0	204	1418	4104	2964	2052	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10814
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	16
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	150	330	0	0	496
Dinophyceae																		
<i>Prorocentrum</i>	0	0	0	68	216	0	228	0	0	0	285	175	0	0	0	0	0	972
<i>Dinophysis</i>	828	1190	816	68	1512	456	684	0	0	0	10146	9363	3643	0	0	878	585	30167
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	3132	4522	7174	175284	188352	181716	104424	0	160	180	31635	18638	8525	0	165	65715	26325	815947
<i>Pyrophacus</i>	0	0	34	68	0	0	0	0	0	15	0	0	78	0	0	0	0	194
<i>Protoperdinium</i>	936	952	578	2160	2592	4104	228	0	16	15	2565	2188	620	0	0	98	390	17441
<i>Noctiluca</i>	36	136	340	270	216	228	285	0	0	0	171	350	310	0	0	2633	1950	6925
Total	14112	13736	13056	205322	224856	196080	144609	0	416	330	45771	32025	23715	2850	2475	69323	29640	1018315

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 28 วันที่ 12-09-47

	st 1			st 2				st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	
Cyanophyceae																		
<i>Oscillatoria</i>	750	0	0	0	700	1700	1650	0	5400	850	800	0	0	7200	0	1800	900	21750
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	18	54	0	0	0	0	18	54	0	18	162
Chlorophyceae																		
<i>Scenedesmus</i>	0	0	0	0	0	0	0	144	144	0	0	0	0	0	270	0	0	558
Bacillariophyceae																		
<i>Skeletonema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira</i>	930	323	320	612	378	221	215	432	558	187	320	324	170	576	486	252	144	6448
<i>Coscinodiscus</i>	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
<i>Rhizosolenia</i>	0	0	16	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
<i>Guinardia</i>	0	34	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
<i>Pseu-guinardia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dactyliosolen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucampia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i>	0	34	80	0	42	34	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240
<i>Bacteriastrium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fragillaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix</i>	30	0	0	0	0	17	66	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	129
<i>Navicula spp.</i>	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	34
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	33
<i>Pseu-nitzschia</i>	0	0	144	0	0	85	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	279
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	108	90	54	36	306
<i>Bacillari</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	54	0	0	0	0	54	0	0	0	108
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	0	0	68
Dinophyceae																		
<i>Prorocentrum</i>	0	0	0	0	14	17	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
<i>Dinophysis</i>	0	510	32	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	570
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	45	34	32	17	56	17	0	0	0	0	0	0	34	0	36	18	0	289
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	18	18	54
<i>Protoperdinium</i>	0	51	0	51	14	51	33	1764	198	0	384	54	51	18	90	2088	0	4847
<i>Noctiluca</i>	30	136	0	0	0	0	8	0	18	51	16	36	17	18	72	18	18	438
Total	1785	1122	672	680	1246	2159	2087	2376	6426	1156	1536	432	306	7992	1098	4248	1134	36455

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 29 วันที่ 26-09-47

	st 1			st 2				st 3	st 4			st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m		
Cyanophyceae																			
<i>Oscillatoria</i>	2550	8000	2400	8500	146250	0	0	0	6975	0	4375	13500	0	6000	2400	4125	4125	209200	
<i>Spirulina</i>	0	0	0	255	0	0	0	0	47	0	175	90	160	180	144	0	0	1051	
Chlorophyceae																			
<i>Geminella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bacillariophyceae																			
<i>Skeletonema</i>	3570	0	0	74460	14625	1620	0	2210	1442	6120	963	7290	5040	0	0	0	0	117339	
<i>Thalassiosira</i>	969	720	240	2210	9945	540	540	850	558	540	1925	3240	3200	480	672	1733	1485	29847	
<i>Coscinodiscus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Rhizosolenia</i>	51	0	0	0	0	90	0	85	0	0	0	0	0	60	0	0	0	286	
<i>Guinardia</i>	204	160	48	0	0	0	0	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	582	
<i>Pseu-guinardia</i>	0	480	96	0	1170	360	0	0	0	360	0	0	0	0	0	0	0	2466	
<i>Dactyliosolen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	0	0	0	0	0	0	0	180	
<i>Eucampia</i>	0	0	0	170	1170	360	0	170	0	10260	0	0	0	0	624	413	330	13497	
<i>Hemiaulus</i>	0	0	0	0	1170	180	0	0	0	360	0	0	0	0	0	0	0	1710	
<i>Chaetoceros</i>	22440	4240	2160	1020	5850	1980	630	340	465	3420	700	1530	2400	4260	3360	0	0	54795	
<i>Bacteriastrum</i>	0	240	0	425	1170	90	0	0	0	0	0	0	0	60	0	83	0	2068	
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	
<i>Odontella</i>	306	0	0	595	1755	180	0	85	140	360	88	180	160	180	0	413	248	4688	
<i>Fragillaria</i>	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	
<i>Thalassionema</i>	0	480	96	0	0	360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	936	
<i>Thalassiothrix</i>	306	29440	960	170	19305	3060	2880	1445	419	18000	1400	2880	3200	180	432	413	495	84984	
<i>Navicula</i>	459	80	48	340	0	0	0	0	233	0	88	450	640	0	0	0	0	2337	
<i>Phlorosigma & Gyrosigma</i>																			
<i>Pseu-nitzschia</i>	56406	16560	4656	134045	586755	44100	1080	16575	18228	34200	39813	85230	81680	22620	21984	0	0	1163932	
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	48	
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dinophyceae																			
<i>Prorocentrum</i>	0	80	0	0	1170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1250	
<i>Dinophysis</i>	0	1440	384	0	1170	0	0	85	0	720	0	180	0	0	0	165	165	4309	
<i>Gymnodinium</i>	0	320	48	0	585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	953	
<i>Ceratium</i>	51	3040	0	170	1170	90	0	1020	93	0	525	1170	800	0	0	0	0	8129	
<i>Pyrophacus</i>	0	80	0	0	585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	665	
<i>Protoperdinium</i>	969	960	288	85	2925	90	90	1105	93	720	0	0	0	480	48	165	0	8018	
<i>Noctiluca</i>	51	560	16	340	585	450	90	85	16	450	193	810	240	0	0	83	1403	5370	
Total	88485	66880	11440	223465	797355	53640	5310	24225	28799	75690	50243	116550	97520	34500	29856	7590	8250	1719798	

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 30 วันที่ 15-10-47

	st 1			st 2				st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	
Cyanophyceae																		
<i>Oscillatoria</i>	19800	10200	12400	21000	17500	19000	15200	0	0	0	1800	7875	4125	0	12750	0	0	141650
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae																		
<i>Geminella</i>	0	0	0	0	0	0	0	324	0	0	0	0	0	0	0	0	0	324
Bacillariophyceae																		
<i>Skeletonema</i>	594	0	0	700	0	0	0	594	175	0	1152	10343	12375	4590	0	0	0	30523
<i>Thalassiosira</i>	5742	3808	3038	1960	1960	3724	1596	702	2188	1140	828	1155	248	720	2550	1140	360	32858
<i>Coscinodiscus</i>	0	0	124	0	0	0	0	0	88	95	0	0	0	90	0	0	0	397
<i>Rhizosolenia</i>	2112	1972	1488	630	560	608	380	216	350	285	108	0	83	630	85	0	0	9507
<i>Guinardia</i>	594	476	558	490	420	456	304	0	0	0	0	0	0	255	95	0	0	3648
<i>Pseu-guinardia</i>	264	204	0	1190	70	304	228	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	2332
<i>Dactyliosolen</i>	330	68	0	0	0	0	0	0	525	190	0	0	0	540	0	855	0	2508
<i>Eucampia</i>	594	408	248	140	0	304	76	0	0	0	0	0	165	0	0	855	0	2790
<i>Hemiaulus</i>	594	136	62	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	932
<i>Chaetoceros</i>	8712	6052	4278	4900	910	1672	1520	3348	609263	375250	1152	1050	1320	4591350	3082950	1556100	0	10249827
<i>Bacteriastrum</i>	2574	1768	1860	1190	280	532	228	54	88	95	36	53	0	0	190	0	0	8947
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontella</i>	0	68	0	0	0	0	0	0	88	95	0	0	0	180	0	0	0	431
<i>Thalassionema</i>	2574	2040	1736	210	1190	380	304	0	175	0	0	0	0	0	0	0	0	8609
<i>Thalassiothrix</i>	1122	680	558	420	210	380	152	108	525	285	108	105	165	270	340	95	0	5523
<i>Navicula</i>	1320	816	496	0	280	76	228	0	0	0	0	0	0	90	0	95	0	3401
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>																		
<i>Pseu-nitzschia</i>	11946	6120	6944	14630	6160	9576	4712	0	0	0	0	0	0	0	0	855	0	60943
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacillari</i>	22242	11560	12710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4500	0	0	0	51012
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
Dinophyceae																		
<i>Prorocentrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	54	88	0	144	0	0	0	0	0	90	376
<i>Dinophysis</i>	66	204	124	210	70	0	0	0	438	190	105	0	0	0	0	180	0	1587
<i>Gymnodinium</i>	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
<i>Ceratium</i>	528	408	434	70	350	304	228	4482	88	0	180	473	165	1710	340	0	0	9759
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperdinium</i>	264	136	434	280	140	380	152	810	350	380	144	473	0	180	85	0	90	4298
<i>Noctiluca</i>	264	544	124	490	420	456	152	108	1050	855	704	1575	3053	900	1785	5605	3780	21865
Total	83688	48552	48484	49000	30940	38684	25916	10854	615475	378860	6464	23205	21698	4605840	3101225	1565885	4500	10659270

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 30 วันที่ 29-10-47

	st 1			st 2				st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	
Cyanophyceae																		
<i>Oscillatoria</i>	8100	2700	0	7250	3200	1800	0	0	0	3450	6400	0	0	0	0	2025	0	34925
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae																		
<i>Geminella</i>	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	216
Bacillariophyceae																		
<i>Skeletonema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira</i>	594	756	640	435	128	144	90	138	1863	1932	320	1224	696	508	275	648	714	11105
<i>Coscinodiscus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	64	0	58	0	0	0	0	191
<i>Rhizosolenia</i>	972	0	240	174	64	36	30	0	104	0	960	0	0	0	0	0	0	2580
<i>Guinardia</i>	648	1188	0	29	0	0	0	0	311	138	384	0	232	145	0	122	0	3196
<i>Pseu-guinardia</i>	108	0	0	0	0	180	90	0	0	0	192	0	174	0	0	0	0	744
<i>Dactyliosolen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucampia</i>	0	0	0	0	0	144	30	0	0	0	0	0	116	0	550	0	0	840
<i>Chaetoceros</i>	1134	0	320	58	64	0	0	0	518	207	1920	288	986	218	0	0	0	5712
<i>Bacteriastrium</i>	162	0	0	29	32	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	295
<i>Ditylum</i>	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0	93
<i>Odontella</i>	162	0	80	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	271
<i>Fragillaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i>	2700	162	240	4321	1984	2016	1080	69	0	0	0	0	348	0	0	0	0	12920
<i>Thalassiothrix</i>	1026	108	80	58	64	0	30	0	518	69	384	288	58	363	0	122	168	3335
<i>Navicula</i>	324	0	0	0	0	0	0	0	518	207	512	72	0	0	0	41	42	1715
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	4752	4644	21760	116	128	684	180	414	414	690	2240	1008	1566	145	0	41	0	38782
<i>Pseu-nitzschia</i>	162	0	0	145	0	288	90	0	0	0	0	0	464	0	0	0	0	1149
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacillari</i>	4374	486	3360	29	384	288	120	0	0	2415	0	0	0	0	0	0	0	11456
<i>Triangula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	0	104
Dinophyceae																		
<i>Prorocentrum</i>	0	0	0	29	0	0	0	345	0	0	0	0	0	0	0	41	0	415
<i>Dinophysis</i>	108	0	0	0	0	0	0	0	104	0	0	0	116	145	0	0	84	557
<i>Gymnodinium</i>	0	54	0	0	0	0	0	17526	518	345	64	144	0	0	226600	0	0	245251
<i>Ceratium</i>	108	378	160	174	128	144	90	69	0	69	0	0	116	73	0	81	42	1632
<i>Pyrophacus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium</i>	648	540	720	116	128	72	30	0	414	138	192	72	232	508	0	0	0	3810
<i>Noctiluca</i>	54	0	80	0	0	0	0	0	104	207	128	864	290	4495	1375	324	35	7956
Total	26352	11016	27680	13021	6304	5796	1860	18561	5486	9936	13824	4032	5452	6598	228800	3443	1085	389245

Cell density of microplankton (Cells/L) ตัวอย่างครั้งที่ 32 วันที่ 28-11-47

	st 1			st 2				st 3	st 4		st 5			st 6	st 7	st 8		Total
	0.5 m	5.0 m	10 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	15.0 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	0.5 m	5.0 m	10.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m	5.0 m	
Cyanophyceae																		
<i>Oscillatoria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3600	3300	0	0	6900
<i>Spirulina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorophyceae																		
<i>Dictyocha</i>	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128
Bacillariophyceae																		
<i>Skeletonema</i>	576	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	576
<i>Thalassiosira</i>	2560	1836	1224	3168	2516	2312	1972	936	1904	1152	1088	1089	668	3528	5676	16048	14472	62149
<i>Coscinodiscus</i>	192	0	0	144	136	68	68	0	136	72	64	36	15	0	66	0	0	997
<i>Rhizosolenia</i>	2304	680	1224	288	612	544	816	1008	680	864	512	324	308	144	198	408	144	11058
<i>Guinardia</i>	256	68	216	0	136	136	204	0	544	432	0	0	0	0	0	0	0	1992
<i>Pseu-guinardia</i>	576	0	360	72	204	340	204	0	544	864	832	801	473	0	0	1020	792	7082
<i>Dactyliosolen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	576	720	668	0	198	0	0	2162
<i>Eucampia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemiaulus</i>	256	204	0	288	340	136	204	0	0	0	512	405	233	0	0	0	0	2578
<i>Chaetoceros</i>	1792	1020	864	648	544	816	476	72	1564	1152	576	495	285	1008	990	136	72	12510
<i>Bacteriastrum</i>	384	204	144	72	68	68	68	0	68	72	0	0	0	0	0	68	288	1504
<i>Ditylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontella</i>	0	0	0	72	0	68	0	0	68	0	64	27	38	72	66	68	0	543
<i>Fragellaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassionema</i>	2112	1904	1440	216	204	340	476	0	204	288	256	198	135	0	132	0	0	7905
<i>Thalassiothrix</i>	2432	1088	360	288	408	340	272	0	680	432	1024	918	593	1728	396	136	72	11167
<i>Navicula</i>	192	136	0	0	0	1088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	144	1696
<i>Plurosigma & Gyrosigma</i>	12352	11152	22752	23904	25432	23120	21760	9792	3400	3096	448	396	240	864	2838	3876	3312	168734
<i>Pseu-nitzschia</i>	3968	1768	792	0	612	272	204	0	0	0	256	189	120	0	0	680	576	9437
<i>Nitzschia</i>	128	0	0	0	0	0	0	3888	6936	5112	0	0	0	288	396	0	0	16748
<i>Bacillari</i>	7424	0	0	0	1292	2244	1360	0	0	0	0	0	0	0	3696	3196	1584	20796
Dinophyceae																		
<i>Prorocentrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinophysis</i>	0	0	0	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	0	0	276
<i>Gymnodinium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium</i>	64	68	0	144	272	272	68	0	0	0	256	198	135	0	0	0	0	1477
<i>Pyrophacus</i>	0	0	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
<i>Protoperidinium</i>	192	68	0	0	0	68	68	144	204	144	64	27	15	72	0	136	72	1274
<i>Noctiluca</i>	128	68	0	0	0	0	0	0	0	0	64	36	0	0	396	0	0	692
Total	38016	20264	29448	29448	32776	32232	28220	15840	16932	13680	6592	5859	3923	11304	18480	25908	21528	350450

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปัทมาภรณ์ หมาดน้อย เกิดเมื่อวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2524 จังหวัดสงขลา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย จังหวัดสงขลา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2545 ในระหว่างการศึกษารับทุนสนับสนุนวิทยานิพนธ์และกลุ่มวิทยานิพนธ์จากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเป็นผู้ช่วยวิจัยในโครงการวิจัยเรื่อง นิเวศวิทยาของ *Noctiluca* บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง-อ่างศิลา จังหวัดชลบุรี งานวิจัยในกลุ่มวิชาการสาขาสมุทรศาสตร์ชายฝั่งซึ่งได้รับทุนอุดหนุนวิจัยประเภทโครงการความร่วมมือกับต่างประเทศ ระหว่างไทย-ญี่ปุ่น (NRCT-JSPS)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย