คุณภาพน้ำในอ่าวชลบุรี พ.ศ. 2551
Water Qualities in Chonburi Bay in 2008

อนุกูล บูรณประทีปรัตน์* และ ประสาร อินทเจริญ
ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Anukul Buranaprattheprat* and Prasarn Intacharoen
Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในพื้นที่อ่าวชลบุรี ในช่วงเดือนเมษายน กรกฎาคม และพฤศจิกายน 2551 พบว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ตะกอนแขวนลอย ไนไตรท์และซิลิเกต มีความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ในขณะที่แอมโมเนีย ไนเตรท ฟอสเฟตและคลอโรฟิลล์-เอ ไม่มีความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำภายในอ่าวได้รับมีอิทธิพลหลักมาจากน้ำท่าจากแม่น้ำบางปะกง คุณภาพน้ำส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับที่เคยมีการรายงานไว้ก่อนหน้านี้ในงานวิจัยอื่น ยกเว้นสารอาหารกลุ่มไนโตรเจนที่มีค่าค่อนข้างสูง จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์-เอ และคุณภาพน้ำพบว่า คลอโรฟิลล์-เอ มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกับปริมาณตะกอนแขวนลอย อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของตะกอนแขวนลอยส่วนหนึ่งเป็นอนุภาคของแพลงก์ตอน (planktonic particle material) นอกจากนี้ยังพบอีกว่าฟอสเฟตก็มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกับคลอโรฟิลล์-เอ ด้วยเช่นกัน อาจเป็นไปได้ว่าน้ำทะเลในบริเวณนี้มีปริมาณสารอาหารไนโตรเจนสูง ฟอสฟอรัสจึงมีแนวโน้มของการเป็นปัจจัยจำกัดทางด้านสารอาหารต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ส่วนปัจจัยเกี่ยวกับคุณภาพน้ำอื่นๆ นั้นไม่แสดงแนวโน้มของความสัมพันธ์กับคลอโรฟิลล์-เอ

คำสำคัญ : คุณภาพน้ำ คลอโรฟิลล์-เอ อ่าวชลบุรี

Abstract

This research investigated water qualities in Chonburi Bay during April, July and November 2008. Temperature, Salinity, pH, dissolved oxygen, suspended sediment, nitrite and silicate were significantly different in each sampling time while ammonia, phosphate and chlorophyll-a were not. Water column variations in the bay were influenced by the Bangpakong river discharge. All parameters, except ammonia, nitrite and nitrate, were in ranges of those reported in previous studies. The relationship between chlorophyll-a and suspended sediment was proportional because the sediment was partially shared by planktonic particle materials. Dissolved phosphate was also correlated to chlorophyll-a. Compared to dissolved inorganic nitrogen, phosphate was relatively low and became limited for photosynthesis by phytoplankton. Other water parameters did not show trends to chlorophyll-a concentration in water column.

Keywords: water qualities, chlorophyll-a, Chonburi Bay

***Corresponding author.** E-mail: anukul@buu.ac.th

บทนำ

ความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยธาตุอาหารของแหล่งน้ำ หรือ Eutrophication เป็นปัญหาสำคัญในทะเลบริเวณชายฝั่งในปัจจุบัน (Lapointe & Bedford, 2007; Gasiunaite *et al*., 2005) เกิดจากการเพิ่มขึ้นของสารปนเปื้อนในรูปของสารอาหารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ที่ลงสู่ทะเล โดยแหล่งที่มาอาจเป็นน้ำทิ้งจากชุมชน ภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร อาจมีแหล่งกำเนิดที่ชัดเจน (point sources) เช่น แม่น้ำ คูคลอง หรือที่ตั้งโรงงาน หรือไม่ชัดเจน (non-point sources) ได้แก่น้ำเสียจากชุมชน บ้านเรือน ผ่านมาทางการไหลท้น (run-off) ลงสู่ทะเล ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเลที่สำคัญ คือการเกิดภาวะที่น้ำมีออกซิเจนต่ำ (hypoxia) หรือขาดออกซิเจน (anoxia) จากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ที่ส่วนหนึ่งเข้ามาสู่ระบบโดยตรง (allochthonus source) และส่วนที่เกิดขึ้นในระบบเอง (autochthonus source) ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มจำนวนในปริมาณมาก หรือการสะพรั่ง (bloom) ของแพลงก์ตอนพืช ที่ถูกกระตุ้นการเจิญเติบโตโดยสารอาหารละลายน้ำที่ถูกนำเข้ามาสู่ระบบ (Nixon, 1995) การขาดออกซิเจนทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำซึ่งรวมถึงแพลงก์ตอนด้วย มีความอ่อนแอและตายลงในที่สุด ซึ่งต่อมาก็จะถูกย่อยสลายกลับมาเป็นสารอาหารหมุนเวียนอยู่ภายในระบบ เกิดการเน่าเสียของน้ำทะเล ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ เศรษฐกิจและสังคม ความรุนแรงของผลกระทบอาจมีมากขึ้นได้ถ้าแพลงก์ตอนพืชที่สะพรั่งเป็นชนิดที่สามารถสร้างสารชีวพิษ (harmful algal species) เพราะจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์เมื่อบริโภคสัตว์น้ำที่กินแพลงก์ตอนเหล่านี้เข้าไป เนื่องจากพิษที่แพลงก์ตอนสร้างขึ้นสามารถถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารได้ (Nybakken & Bertness, 2004)

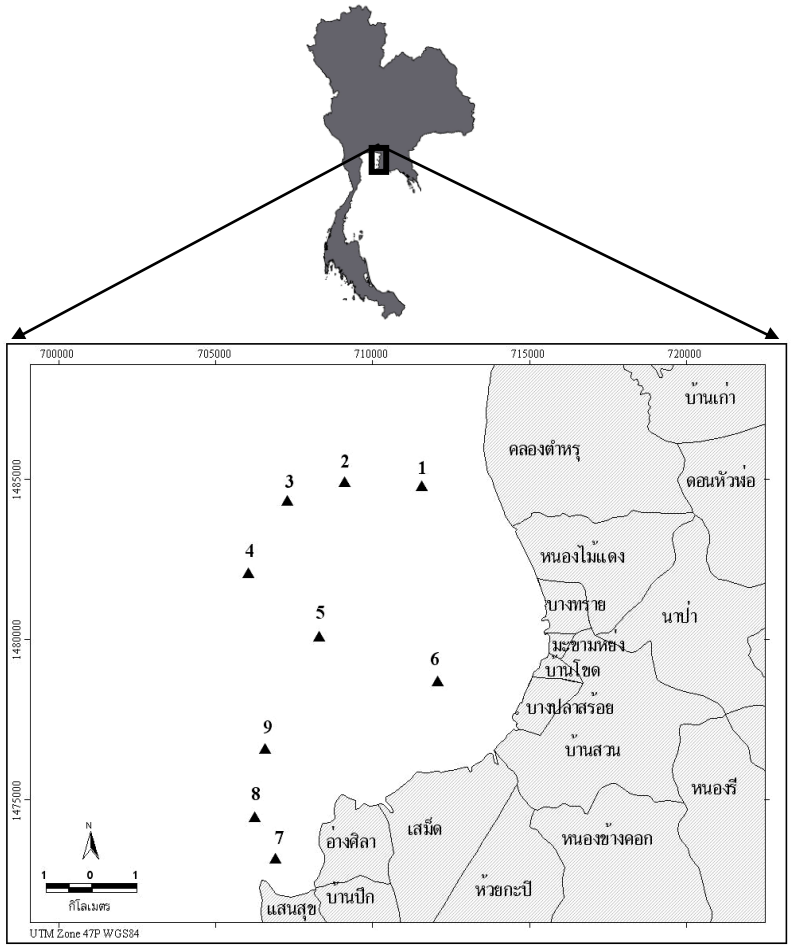
อ่าวชลบุรี (ภาพที่ 1) ตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงด้านฝั่งตะวันออก ติดต่อกับอำเภอเมืองชลบุรีซึ่งมีพื้นที่ 238.87 ตร.กม. มีประชากรรวม 288,681คน (http://www.amphoe.com) บริเวณอ่าวมีความลึกเฉลี่ยประมาณ 2 เมตร สภาพพื้นท้องทะเลส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นโคลน เป็นแหล่งทำการประมงของชุมชนชายฝั่งทะเล ได้แก่ การประมงอวนรุน อวนลาก หน้าดิน และโป๊ะน้ำตื้น นอกจากนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์มากจึงเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่สำคัญ ได้แก่ หอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยนางรม โดยมีพื้นที่เลี้ยงหอยในอ่าวชลบุรีโดยรวม 6,181.35 ไร่ (กรมประมง, 2551) อ่าวชลบุรียังมีความสำคัญในแง่ของการเป็นแหล่งรองรับน้ำจากแผ่นดินได้แก่ น้ำจากแม่น้ำบางปะกงและคลองต่างๆ ที่ไหลมาสมทบในบริเวณใกล้กับปากแม่น้ำ ได้แก่ คลองพานทอง และคลองตำหรุ และคลองหลักที่มีการระบายน้ำลงสู่บริเวณอ่าวโดยตรง ได้แก่ คลองสังเขป คลองอุตุ คลองบางปลาสร้อย และคลองโปรง จะเห็นได้ว่าพื้นที่อ่าวถูกใช้ประโยชน์ไปในวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน บางครั้งอาจเป็นเหตุทำให้เกิดความขัดแย้งขึ้นได้ เช่น การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต้องการคุณภาพน้ำที่ดี แต่การใช้พื้นที่อ่าวเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลง เป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการที่ดีเพื่อให้ทุกฝ่ายได้ใช้ประโยชน์พื้นที่บริเวณนี้ร่วมกันด้วยความผาสุข

Eutrophication กำลังกลายเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญในอ่าวชลบุรี ผลกระทบที่ปรากฏให้เห็นคือ การเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (red tide) หรือ ขี้ปลาวาฬ บ่อยครั้งมาก (สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, 2549) ทำให้ปลาและสัตว์ทะเลอื่นๆ โดยเฉพาะหอยที่เพาะเลี้ยงในพื้นที่บริเวณอ่าวตายเป็นจำนวนมาก สร้างความเสียหายในบางปีเป็นมูลค่านับหลายล้านบาท คาดว่ามีสาเหตุมาจากคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมลงจากของเสียที่ลงสู่แหล่งน้ำที่มีมากขึ้น น้ำเสียอาจผ่านมาทางแม่น้ำบางปะกงและคูคลองต่างๆ จากหลายแหล่งด้วยกัน เช่น กิจกรรมทางการเกษตร ชุมชนบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม การขนถ่ายแป้งมันสำปะหลังบริเวณท่าเรือใกล้กับปากแม่น้ำ และของเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น การเลี้ยงปลาในกระชัง หรือแม้แต่การเพาะเลี้ยงหอยภายในอ่าวชลบุรีเอง ด้วยความสำคัญของปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสภาวะความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในบริเวณอ่าวชลบุรีที่ได้รับผลกระทบจากการเป็นที่รองรับของเสียต่างๆ จากกิจกรรมดังที่ได้กล่าวมา

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมอ่าวชลบุรีทั้งหมด (ภาพที่ 1) โดยทางทิศเหนือของอ่าวชลบุรีถึงแนวเขตตำบลคลองตำหรุและทางทิศใต้ครอบคลุมชายฝั่งของตำบลอ่างศิลาถึงแนวเขาสามมุข ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดยมีสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำจำนวน 9 สถานี เก็บข้อมูลที่ตั้งของสถานีเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่อง Geographic Positioning System (GPS) ในระบบพิกัด Universal Transverse Mercator (UTM) โซน 47P มีพื้นหลักฐาน World Geodetic System 1984 (WGS 1984) (ตารางที่ 1)

ตรวจวัดพารามิเตอร์คุณภาพน้ำในภาคสนามได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำ



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวชลบุรี จุดรูปสามเหลี่ยมและหมายเลขแสดงสถานีเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ

ตารางที่ 1 พิกัดภูมิศาสตร์ของสถานีที่ทำการศึกษาคุณภาพน้ำ

สถานี	Northing	Easting	ชื่อสถานี
1	1484861	711470	คลองตำหรุ 1
2	1484991	709030	คลองตำหรุ 2
3	1484409	707249	คลองตำหรุ 3
4	1482189	706026	บางทราย 1
5	1480240	708235	บางทราย 2
6	1478849	711955	บางทราย 3
7	1473419	706875	อ่างศิลา 1
8	1474696	706224	อ่างศิลา 2
9	1476781	706551	อ่างศิลา 3

แบบหลายตัวแปร (Environmental Monitoring Systems: YSI 6600) ในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการนั้น จะเก็บที่ใกล้ผิวน้ำเพียงระดับเดียวในกรณีที่บริเวณนั้นมีความลึกน้อยกว่า 3 เมตร และเก็บตัวอย่างน้ำ 2 ระดับ คือที่บริเวณผิวน้ำและพื้นท้องน้ำในสถานีที่มีความลึกเกิน 3 เมตร เพื่อนำผลที่ได้มาเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของค่าคุณภาพน้ำในพื้นที่นั้น น้ำตัวอย่างที่กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C จะใช้ในการวิเคราะห์สารอาหารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำ ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ซิลิเกต และ ฟอสเฟส ส่วนสิ่งตกค้างบนกระดาษกรองภายหลังจากการกรองจะนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ สำหรับคลอโรฟิลล์-เอ จะวิเคราะห์จากสิ่งตกค้างจากการกรองตัวอย่างน้ำทะเลบนกระดาษกรอง GF/F โดยวิธีการวิเคราะห์และเอกสารอ้างอิงทั้งหมดได้สรุปไว้ในตารางที่ 2 ได้ทำการเก็บตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 3 ครั้ง คือ วันที่ 29 เมษายน 2551 วันที่

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาและวิธีวิเคราะห์

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ	วิธีการวิเคราะห์
อุณหภูมิ (°C)	Multi parameter (YSI Model 6600)
ความเค็ม (psu)	Multi parameter (YSI Model 6600)
ปริมาณออกซิเจน (mg/l)	Multi parameter (YSI Model 6600)
สารแขวนลอย (mg/l)	GF/C Filter (APHA,1992)
คลอโรฟิลด์-เอ (µg/l)	Spectrophotometer method (Strickland and Parsons, 1972)
แอมโมเนีย (µM)	Phenol-hypochloride (Grasshoff et al., 1999)
ไนไตรท์ (µM)	Diazotization (Strickland and Parsons, 1972)
ไนเตรท (µM)	Cadmium reduction + Diazotization (Strickland and Parsons, 1972)
ฟอสเฟต (µM)	Ascorbic acid (Strickland and Parsons,1972)
ซิลิเกต (µM)	Silicomolybdate (Strickland and Parsons,1972)

10 กรกฎาคม 2551 และ วันที่ 19 พฤศจิกายน 2551 ซึ่งเป็นตัวแทนของช่วงเปลี่ยนฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นตะวันตกเฉียงใต้ ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยซอฟท์แวร์ Microsoft Excel และ SPSS และวาดภาพเส้นคอนทัวร์ (contour) ด้วยซอฟท์แวร์ Ocean Data View (Schlitzer, 2007) เพื่อนำเสนอในผลการศึกษา

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ผลการวิจัย

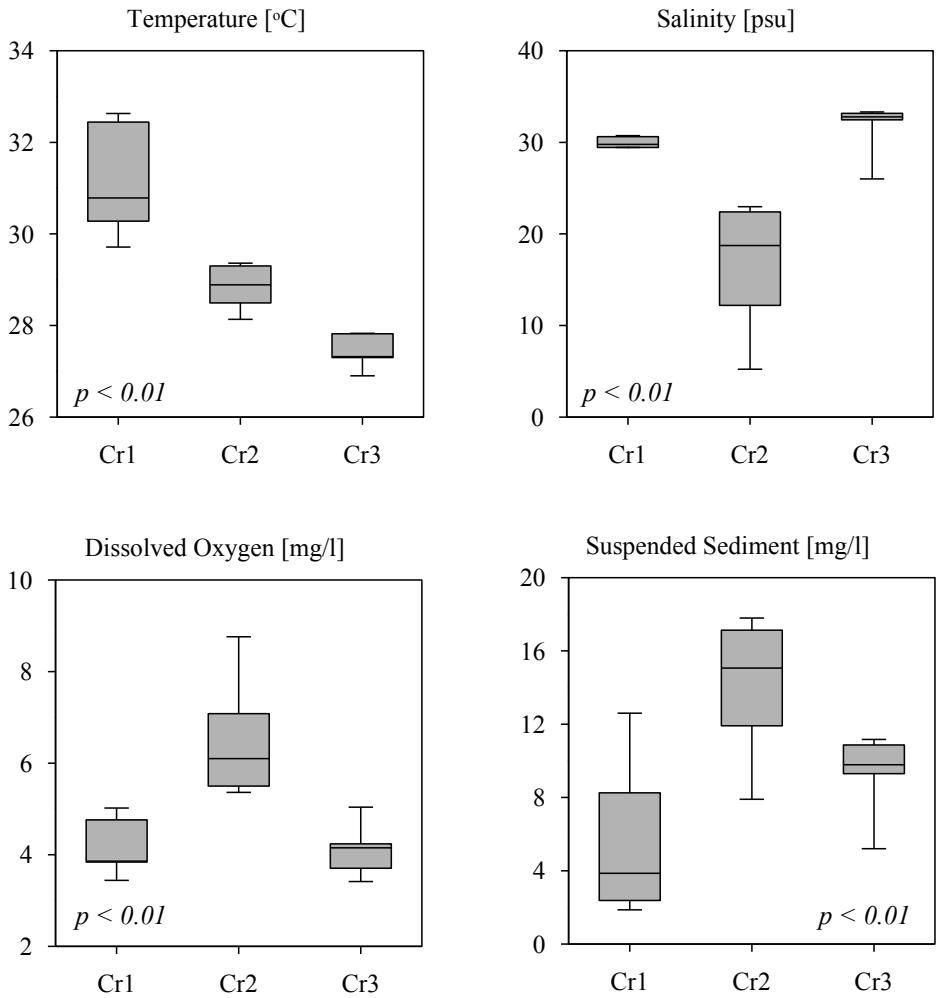
ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างในเดือนเมษายน กรกฎาคม และพฤศจิกายน 2551 พารามิเตอร์ทางกายภาพได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ และตะกอนแขวนลอย มีค่าเท่ากับ 29.05 ± 1.61 °C, 26.16 ± 7.97 psu, 7.72 ± 0.57, 6.28 ± 1.77 mg/l และ 9.40 ± 4.66 mg/l ตามลำดับ คุณภาพน้ำได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต ซิลิเกต และ คลอโรฟิลล์-เอ มีค่าเท่ากับ 12.38 ± 9.32 µM, 16.89 ± 22.49 µM, 37.10 ± 46.40 µM, 1.66 ± 1.02 µM, 80.06 ± 42.17 µM และ 5.08 ± 3.43 µg/l ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในพื้นที่อ่าวชลบุรีในแต่ละช่วงของการเก็บตัวอย่าง แสดงอยู่ในรูปของ Box and Whisker Plots (ภาพที่ 2 และ 3) ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ และตะกอนแขวนลอย (ภาพที่ 2) มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) น้ำทะเลมีอุณหภูมิสูง (30 – 32 °C) ในช่วงเดือนเมษายน (Cr1) ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน และลดต่ำลงเป็นลำดับในช่วงเดือนกรกฎาคม (Cr2) (28 – 29 °C) และเดือนพฤศจิกายน (Cr3) (27 – 28 °C) ซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และต้นฤดูหนาวหรือฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงความเค็มตามช่วงเวลามีลักษณะที่แตกต่างออกไป โดยพบว่ามีค่าสูงราว 30 psu ในช่วงเดือนเมษายนและพฤศจิกายน และมีค่าต่ำแต่มีช่วงของค่ากว้างตั้งแต่ 5 – 25 psu ในช่วงเดือนกรกฎาคม การเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนละลายน้ำและตะกอนแขวนลอยมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันคือ มีค่าสูงสุดในช่วงเดือนกรกฎาคมและมีค่าต่ำในช่วงเดือนเมษายนและพฤศจิกายน โดยค่าออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 5 – 9 mg/l ในช่วงเดือนกรกฎาคม และ 3 – 5 mg/l ในช่วงเดือนเมษายนและพฤศจิกายน สำหรับตะกอนแขวนลอยมีช่วงของค่าอยู่ที่ 8 – 18 mg/l 2 – 12 mg/l และ 6 – 11 mg/l ในช่วงเดือนกรกฎาคม เมษายน และ พฤศจิกายน ตามลำดับ

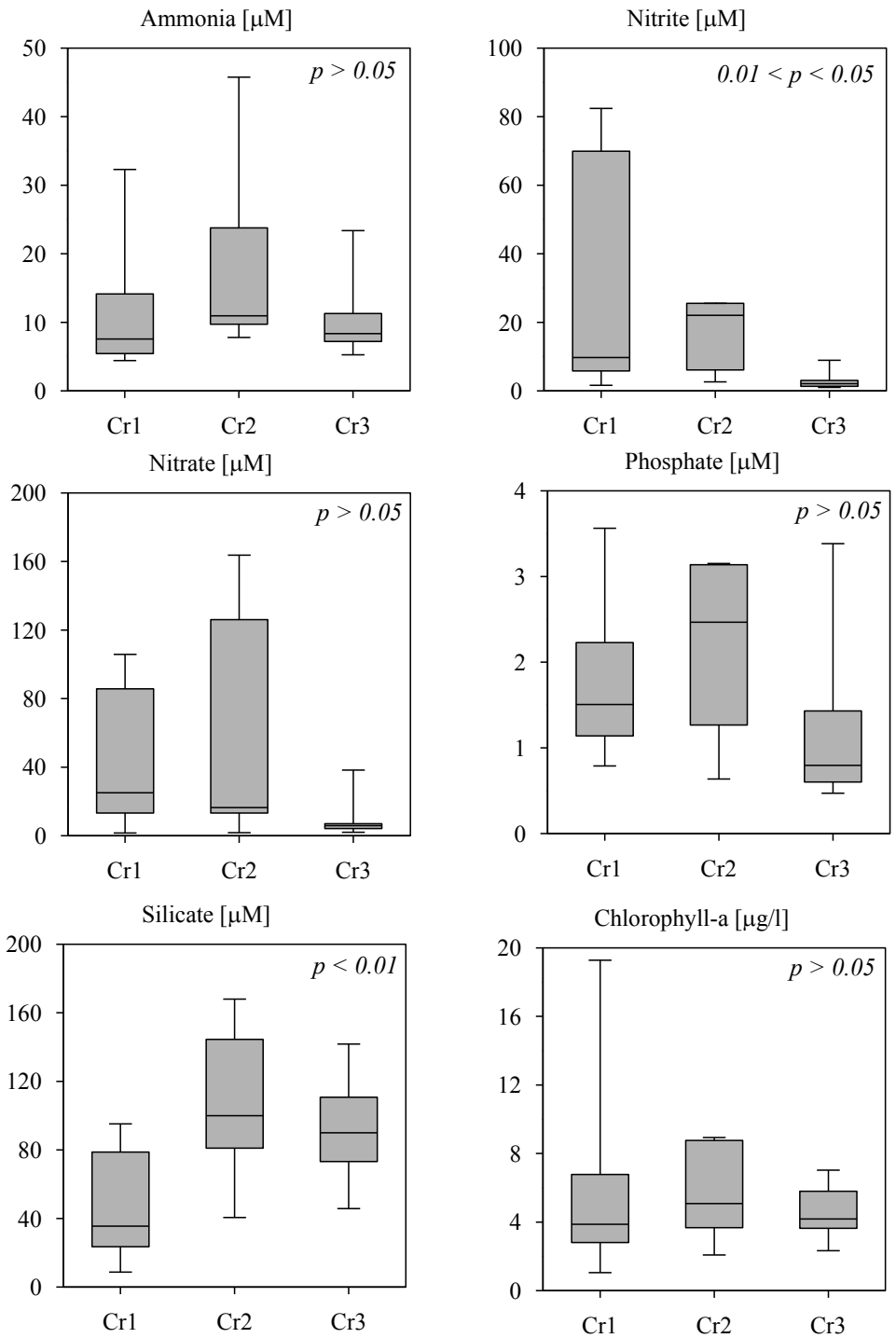
สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและคลอโรฟิลล์-เอ (ภาพที่ 3) ส่วนใหญ่มีค่าไม่แตกต่างกันตามฤดูกาล ($p > 0.05$) ยกเว้นซิลิเกต ($p < 0.01$) และไนไตรท์ ($0.01 < p < 0.05$) ซิลิเกตละลายน้ำมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยตามฤดูกาลคล้ายคลึงกับการเปลี่ยนแปลงของค่าตะกอนแขวนลอย (ภาพที่ 2) โดยมีค่าสูงสุด

และมีช่วงของค่าที่กว้างตั้งแต่ 40 – 170 µM ในช่วงเดือนเดือนกรกฎาคม ค่ารองลงมา 40 – 140 µM และ 5 – 100 µM อยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนและเมษายน ตามลำดับ แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของไนไตรท์ที่มีค่าสูงที่สุดและมีช่วงของค่าที่กว้างตั้งแต่ 0 – 80 µM อยู่ในช่วงเดือนเมษายน โดยพบค่าต่ำที่สุดประมาณ 0 – 10 µM ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ค่าเฉลี่ยของสารอาหารอนินทร์ละลายน้ำชนิดอื่นยกเว้นไนไตรท์ แม้จะไม่มีความแตกต่างกันตามฤดูกาล แต่ก็ได้แสดงแนวโน้มของค่าที่สูงที่สุดและช่วงของค่าที่กว้างในช่วงเดือนกรกฎาคมเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของค่าซิลิเกต สำหรับค่าคลอโรฟิลล์-เอ นั้น มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยตามฤดูกาลเช่นเดียวกับค่าสารอาหารอนินทีย์ละลายน้ำชนิดอื่นๆ คือมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (5 – 6 µg/l) อยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม แต่ค่าสูงสุดประมาณ 20 µg/l ปรากฏอยู่ในช่วงเดือนเมษายน

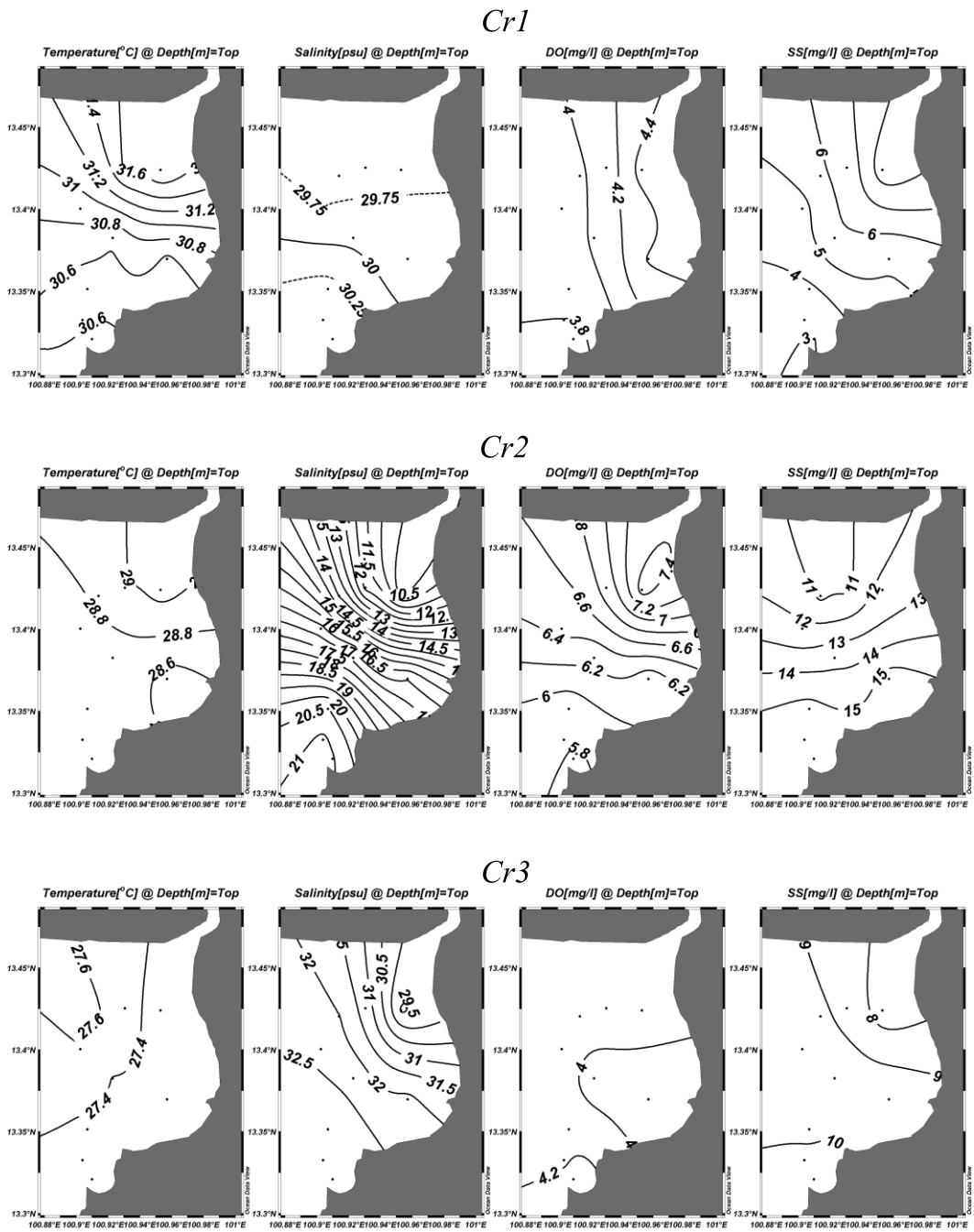
การแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ และตะกอนแขวนลอย ในเดือนเมษายน กรกฎาคม และพฤศจิกายน 2551 แสดงในภาพที่ 4 อุณหภูมิและความเค็มมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในแนวจากทางทิศเหนือใกล้กับบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ลงมาทางทิศใต้ซึ่งเป็นด้านทะเลภายนอก อุณหภูมิในพื้นที่ด้านเหนือสูงกว่าทางด้านใต้เสมอในทุกช่วงเวลา ยกเว้นในเดือนพฤศจิกายน ที่มีแนวโน้มของอุณหภูมิต่ำตลอดแนวชายฝั่งอ่าวชลบุรี ความแตกต่างเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิมีค่าไม่เกิน 1 °C ในทุกช่วงเวลา ต่างจากความเค็มที่มีค่าความแตกต่างในเชิงพื้นที่มาก เรียงลำดับจากมากไปน้อยได้แก่เดือน



ภาพที่ 2 Box and Whisker Plots ของข้อมูลอุณหภูมิ ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ และตะกอนแขวนลอย ในช่วงของการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนเมษายน (Cr1) กรกฎาคม (Cr2) และพฤศจิกายน 2551 (Cr3)



ภาพที่ 3 Box and Whisker Plots ของข้อมูลแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต ซิลิเกต และ คลอโรฟิลล์-เอ ในช่วงของการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนเมษายน (Cr1) กรกฎาคม (Cr2) และพฤศจิกายน 2551 (Cr3)



ภาพที่ 4 การแพร่กระจายที่ผิวทะเลของอุณหภูมิ ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ และตะกอนแขวนลอยในช่วงเดือนเมษายน (Cr1) กรกฎาคม (Cr2) และพฤศจิกายน 2551 (Cr3) จุดแสดงสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ

กรกฎาคม พฤศจิกายน และ เมษายน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับความเค็มที่บริเวณทางตอนเหนือใกล้กับปากแม่น้ำบางปะกง ที่มีค่าต่ำในช่วงที่มีความต่างของความเค็มในเชิงพื้นที่มาก และมีค่าสูงในช่วงที่มีความต่างของความเค็มเชิงพื้นที่น้อย ออกซิเจนละลายน้ำในช่วงเมษายนและกรกฎาคมมีแนวโน้มการแพร่กระจายในลักษณะคล้ายคลึงกัน คือมีค่าสูงในบริเวณใกล้ชายฝั่งและลดลงในบริเวณห่างฝั่ง สำหรับในช่วงเดือนพฤศจิกายน มีแนวโน้มของการแพร่กระจายที่ไม่ชัดเจน ตะกอนแขวนลอยในช่วงเดือนเมษายน มีปริมาณสูงบริเวณด้านเหนือใกล้กับปากแม่น้ำและลดลงในบริเวณด้านใต้ ตรงข้ามกับช่วงเดือนกรกฎาคมและพฤศจิกายนที่ความเข้มข้นสูงปรากฏอยู่ทางด้านใต้และความเข้มข้นต่ำอยู่ด้านเหนือของพื้นที่อ่าวชลบุรี

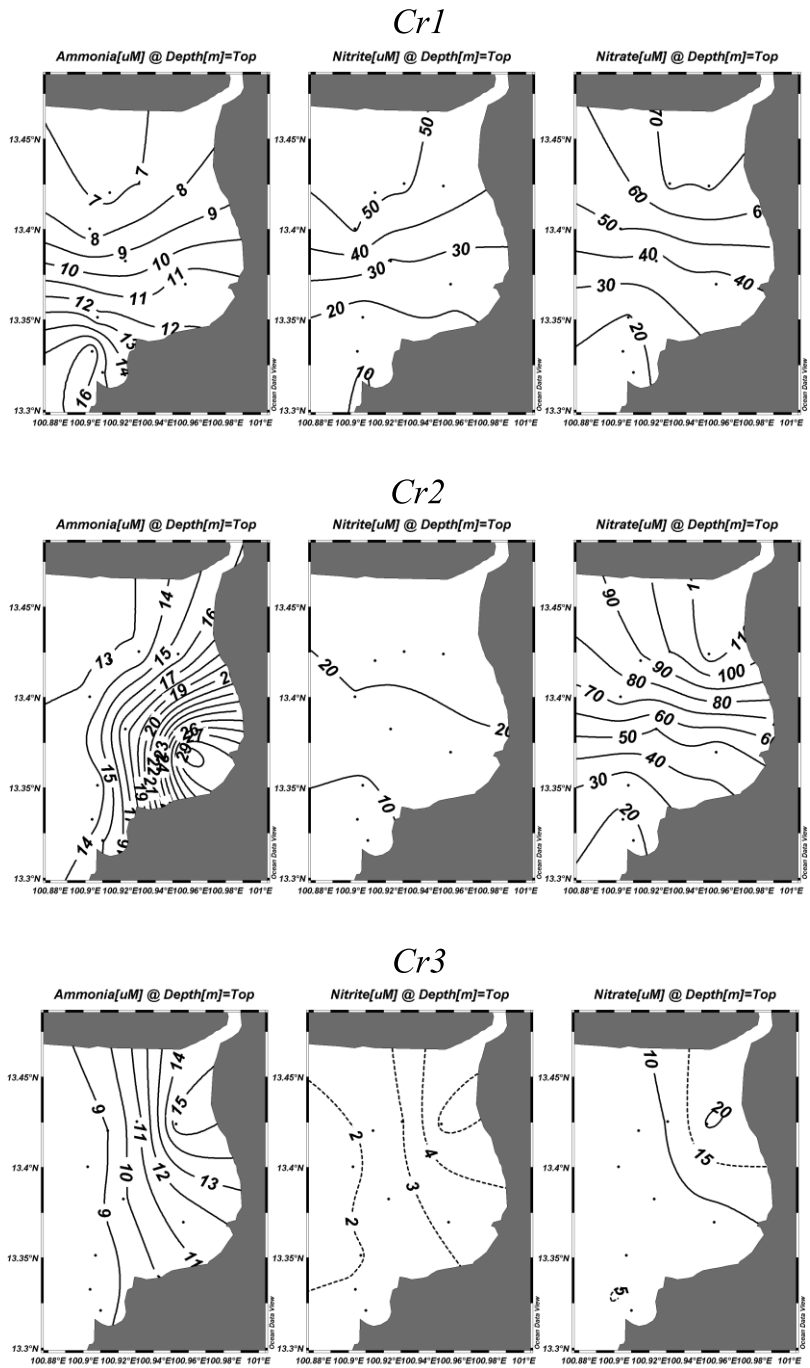
การแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท ในเดือนเมษายน กรกฎาคม และพฤศจิกายน 2551 แสดงในภาพที่ 5 แอมโมเนียมีการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่แตกต่างกันในทั้ง 3 ช่วงเวลา คือ พบค่าสูงในบริเวณตอนใต้ของอ่าวในช่วงเมษายน บริเวณแนวใกล้ฝั่งภายในอ่าวชลบุรีในช่วงกรกฎาคม และในบริเวณตอนเหนือใกล้กับปากแม่น้ำบางปะกงในช่วงเดือนพฤศจิกายน ไนไตรท์ในช่วงเดือนเมษายนและกรกฎาคมมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยมีค่าสูงในบริเวณตอนเหนือและ ตอนกลางด้านนอกของอ่าวชลบุรี และมีแนวโน้มของค่าที่ลดลงบริเวณตอนในและตอนใต้ของพื้นที่อ่าว มีความแตกต่างของค่าความเข้มข้นในเชิงพื้นที่สูงในช่วงเดือนเมษายนและกรกฎาคม เมื่อเทียบกับผลในช่วงเดือนพฤศจิกายนที่ค่าไนไตรท์ในพื้นที่ค่อนข้างต่ำกว่าในช่วงอื่น โดยมีแนวโน้มของค่าสูง (7 – 8 μM) อยู่ในบริเวณตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา ไนเตรทมีแนวโน้มการแพร่กระจายจากค่าสูงในบริเวณตอนเหนือใกล้กับปากแม่น้ำและค่าต่ำในบริเวณตอนใต้ใกล้กับอ่างศิลาและแนวเขาสามมุก ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันในทั้ง 3 ช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดข้อมูล

การแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของฟอสเฟส ซิลิเกต และคลอโรฟิลล์-เอ ในเดือนเมษายน กรกฎาคม และพฤศจิกายน 2551 แสดงในภาพที่ 6 ฟอสเฟสมีค่าสูงสุดอยู่ในบริเวณแนวปากแม่น้ำบางปะกงในทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ซึ่งมีความแตกต่างเพียงเล็กน้อยในช่วงเดือนกรกฎาคมที่ค่าความเข้มข้นสูงมีการแพร่กระจายในวงกว้างทั่วบริเวณอ่าวชลบุรี ซิลิเกตมีแนวโน้มของการแพร่กระจายจากค่าต่ำไปหาสูงจากด้านเหนือลงสู่ด้านใต้ของพื้นที่ในช่วงเดือนเมษายน และมีการกระจายในทิศทางตรงข้ามคือจากค่าสูงไปหาต่ำจากด้านเหนือลงสู่ด้านใต้ของพื้นที่ในช่วงเดือนกรกฎาคมและพฤศจิกายน สำหรับคลอโรฟิลล์-เอ ในช่วงเมษายนมีค่าความเข้มข้นค่อนข้างสูง โดยค่าสูงสุดอยู่ในบริเวณใกล้ชายฝั่งทางด้านเหนือใกล้กับปากแม่น้ำ ในช่วงเดือนกรกฎาคมและพฤศจิกายน ค่าความเข้มข้นสูงปรากฏอยู่ในตอนกลางและตอนเหนือของอ่าว ตามลำดับ

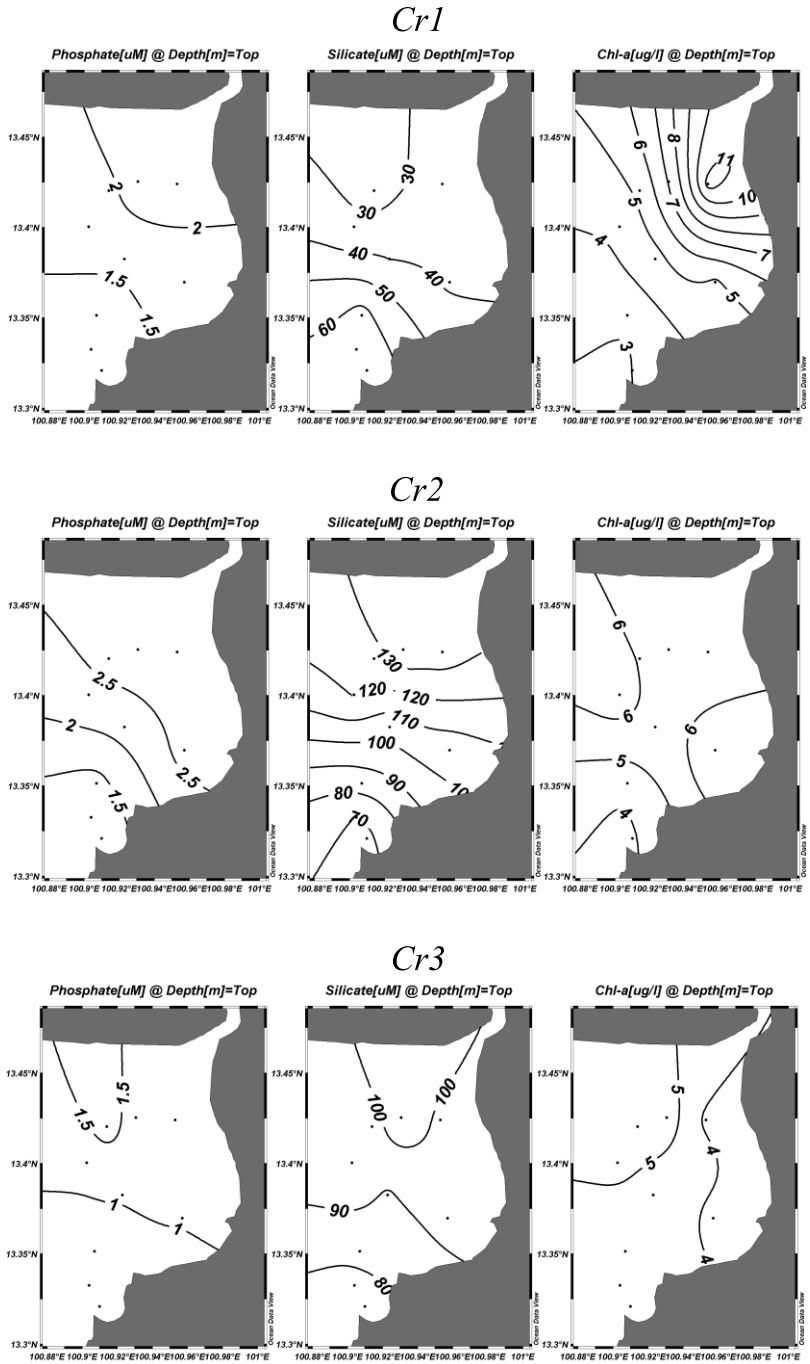
เนื่องจากเป็นการศึกษาด้านคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี จึงได้ทำการศึกษาสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างคลอโรฟิลล์-เอ และคุณภาพน้ำต่างๆ ที่ได้ทำการตรวจวัดจากการศึกษาในครั้งนี้ (ภาพที่ 7) สัมประสิทธ์ของการตัดสินใจ (Coefficient of determination, R^2) ของทุกความสัมพันธ์มีค่าต่ำ (≤ 0.1) แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ในพื้นที่อ่าวชลบุรีมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำทางกายภาพและสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในระดับที่ต่ำมาก อย่างไรก็ดี หากพิจารณาเฉพาะกลุ่มของความสัมพันธ์ที่มีค่า R^2 ประมาณ 0.1 ซึ่งสูงกว่าความสัมพันธ์อื่นๆ และจากแนวโน้มของการกระจายข้อมูลในกราฟสหสัมพันธ์ที่ปรากฏในภาพที่ 7 พบว่าคลอโรฟิลล์-เอ มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกับปริมาณตะกอนแขวนลอยและฟอสเฟต ส่วนปัจจัยอื่นๆ นั้นไม่แสดงแนวโน้มของความสัมพันธ์กับคลอโรฟิลล์-เอ

วิจารณ์ผล

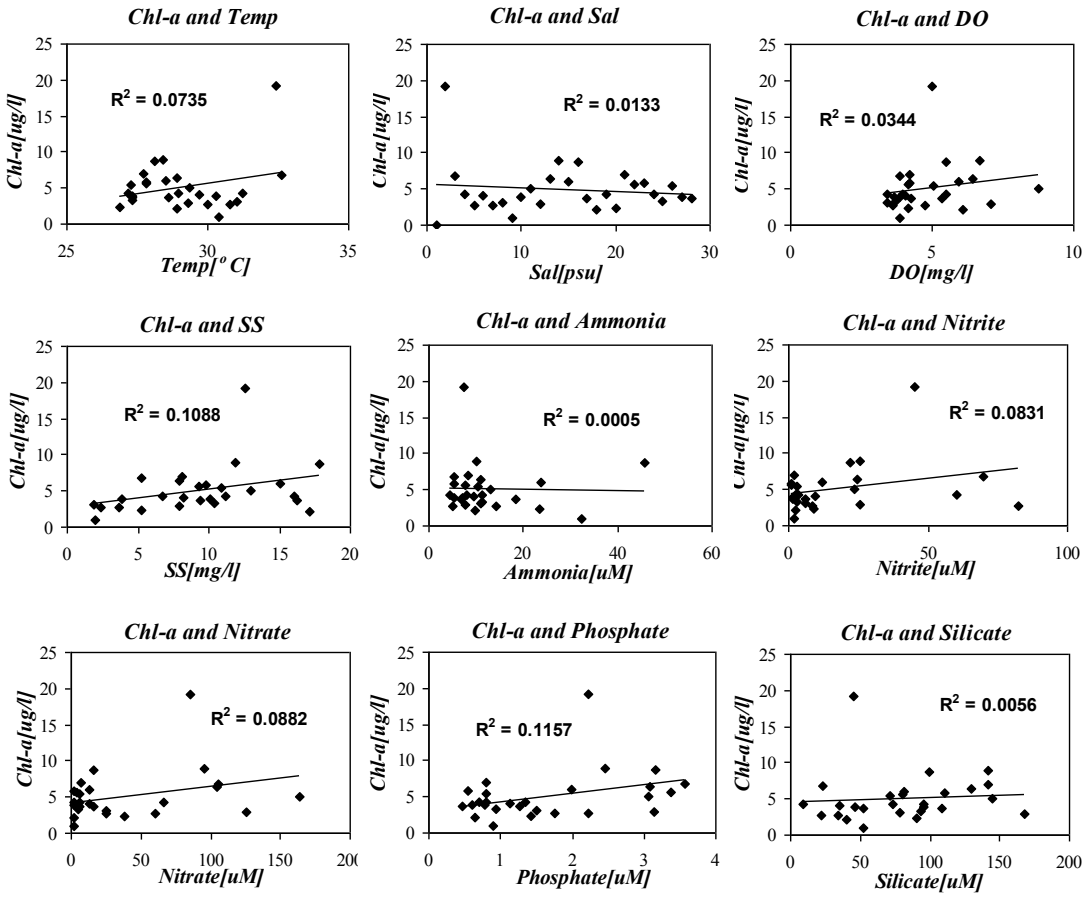
ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ อยู่ในพิสัยของค่าที่เคยมีการรายงานไว้ก่อนหน้านี้ในพื้นที่ใกล้เคียงกัน (ฉลวย มุสิกะ และคณะ, 2550) เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษากับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2550) ใน 3 พารามิเตอร์ที่มีการกำหนดค่ามาตรฐานไว้ คือ ออกซิเจนละลายน้ำ ไนเตรท และ ฟอสเฟต พบว่าส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินระดับมาตรฐาน ยกเว้นไนเตรทที่มีค่าสูงกว่าระดับมาตรฐานไปมาก ในกรณีการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของค่าคุณภาพน้ำในเดือนเมษายนและเดือนกรกฎาคมกับผลการศึกษาของ Gunbua *et al*. (2009) พบว่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในพิสัยใกล้เคียงกัน ยกเว้นค่าในกลุ่มของสารอาหารไนโตรเจนละลายน้ำ ที่จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าค่อนข้างสูงทั้งแอมโมเนีย ไนไตรท์ และ ไนเตรท อาจมีสาเหตุมาจากความแตกต่างของขอบเขตพื้นที่ศึกษา เนื่องจากการศึกษาของ Gunbua *et al*. (2009) ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ตอนนอกของอ่าวชลบุรีจนถึงบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง เป็นไปได้ว่าสารอาหารกลุ่มไนโตรเจนอาจมีการสะสมตัวอยู่ในพื้นที่อ่าวชลบุรีมากกว่าในบริเวณอื่น จึงทำให้พบสารอาหารกลุ่มนี้ในปริมาณที่สูงได้



ภาพที่ 5 การแพร่กระจายที่ผิวทะเลของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรทในช่วงเดือนเมษายน (Cr1) กรกฎาคม (Cr2) และพฤศจิกายน 2551 (Cr3) จุดแสดงสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ



ภาพที่ 6 การแพร่กระจายที่ผิวทะเลของฟอสเฟต ซิลิเกตและคลอโรฟิลล์-เอ ในช่วงเดือนเมษายน (Cr1) กรกฎาคม (Cr2) และพฤศจิกายน 2551 (Cr3) จุดแสดงสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิล์-เอ และคุณภาพน้ำต่างๆ ของตัวอย่างน้ำในอ่าวชลบุรีจากทุกเที่ยวเรือสำรวจ

เนื่องจากพื้นที่อ่าวชลบุรีอยู่ใกล้กับปากแม่น้ำบางปะกง อิทธิพลของน้ำจากแม่น้ำจึงมีสูง สังเกตจากการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงฤดูกาลต่างๆ ที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าจากแม่น้ำบางปะกงที่ไหลลงสู่อ่าวไทยตอนบน (Buranapratheprat & Yanagi, 2003) สิ่งที่พัดพามากับน้ำท่าย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในพื้นที่แตกต่างกันไปในแต่ละฤดูกาล โดยทั่วไปแล้วพบว่าในช่วงฤดูน้ำมากจะมีปริมาณสารอาหารในมวลน้ำสูง (Buranapratheprat *et al*., 2002) ซึ่งเป็นผลมาจากการชะล้างจากแผ่นดิน การเปลี่ยนแปลงตามเวลาของปริมาณสารอาหารในผลการศึกษาก็มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางนี้ สิ่งที่ค้นพบเพิ่มเติมจากลักษณะการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของค่าคุณภาพน้ำจากผลการศึกษาคือพื้นที่อ่าวชลบุรีอาจเป็นแหล่งสะสมของสารอาหารไนโตรเจน เช่น แอมโมเนีย ที่อาจมีต้นกำเนิดมาจากของเสียที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงหอย (Giles *et al*., 2006; Kaspar *et al*., 1985) ซึ่งมีอยู่อย่างหนาแน่นในพื้นที่ (ประสาร อินทเจริญ และคณะ, 2552) อย่างไรก็ดี อาจมาจากสาเหตุอื่นๆ ได้เช่นกัน ในอนาคตจึงควรมีการตรวจสอบเกี่ยวกับสมมติฐานดังกล่าวนี้

ความสัมพันธ์ของคลอโรฟิลล์ที่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกับปริมาณสารแขวนลอยนั้น สามารถอธิบายตามผลการศึกษาของ Tada *et al*. (2006) ได้ว่า ในพื้นที่บริเวณใกล้กับปากแม่น้ำบางปะกง องค์ประกอบของตะกอนแขวนลอยส่วนหนึ่งเป็นอนุภาคที่เกี่ยวข้องกับแพลงก์ตอน (planktonic particle material) การพบปริมาณคลอโรฟิล์สูงในบริเวณที่มีตะกอนแขวนลอยสูงจึงเกิดขึ้นได้ด้วยเหตุนี้ ในกรณีความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์-เอ และฟอสเฟต งานวิจัยอื่นๆ เช่น สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล (2549) แววตา ทองระอา (2541) และ Lirdwitayaprasit *et al*. (2006) ก็พบแนวโน้มความสัมพันธ์ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชหรือปริมาณคลอโรฟิลล์เป็นไปในทางเดียวกับปริมาณฟอสเฟตละลายน้ำเช่นเดียวกัน อาจเป็นไปได้ว่าน้ำทะเลในบริเวณนี้มีปริมาณสารอาหารไนโตรเจนสูงเมื่อเทียบกับฟอสฟอรัส โดยพิจารณาจากค่า N/P mole ratio

เฉลี่ยที่เท่ากับ 35.62 ซึ่งสูงกว่าค่า Redfield Ratio (N/P = 16) (Redfield *et al*., 1963) ถึงกว่าสองเท่าตัว แสดงให้เห็นว่าฟอสฟอรัส มีแนวโน้มที่จะเป็นปัจจัยจำกัดทางด้านสารอาหารต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอน การเปลี่ยนแปลงปริมาณของฟอสเฟต จึงส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นและลดลงของแพลงก์ตอนพืชหรือปริมาณคลอโรฟิลล์ในน้ำทะเล อย่างไรก็ดีในธรรมชาติที่แท้จริง ปริมาณคลอโรฟิลล์และคุณภาพน้ำต่างๆ อาจมีความสัมพันธ์ที่เด่นชัดมากกว่าผลการศึกษาในครั้งนี้ เพราะการตรวจวัดในช่วงของการออกเที่ยวเรือสำรวจอาจขาดความต่อเนื่องในเชิงของเวลา ทำให้ไม่สามารถติดตามความเปลี่ยนแปลงนี้ได้อย่างเด่นชัดนัก ผลการศึกษาจึงอาจบอกได้แต่เพียงว่า ในช่วงของการออกเก็บตัวอย่างน้ำนั้น มีปริมาณแพลงก์ตอน คลอโรฟิลล์หรือสารอาหารอยู่ในมวลน้ำมากหรือน้อยเพียงใด ซึ่งอาจจะไม่สะท้อนถึงปริมาณสารอาหารที่เป็นตัวกระตุ้นการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชที่แท้จริงได้ เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้อ่านและผู้ที่ทำวิจัยในด้านนี้ต่อไปควรต้องคำนึงถึง

สรุปผลการวิจัย

จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำในพื้นที่อ่าวชลบุรี ในช่วงเดือนเมษายน กรกฎาคม และพฤศจิกายน 2551 พบว่าค่าคุณภาพน้ำด้านกายภาพมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ในขณะที่คลอโรฟิลล์-เอ และคุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำ ส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอิทธิพลหลักของการเปลี่ยนแปลงมาจากน้ำท่าจากแม่น้ำบางปะกง คุณภาพน้ำส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับที่เคยตรวจพบมาก่อนหน้านี้ในงานวิจัยอื่น ยกเว้นสารอาหารกลุ่มไนโตรเจนที่มีค่าค่อนข้างสูง จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์-เอ และคุณภาพน้ำพบว่า คลอโรฟิลล์-เอ มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกับปริมาณตะกอนแขวนลอยและฟอสเฟต และไม่แสดงแนวโน้มของความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่นๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคุณอนุชา ศรีทองฉิม คุณเรวัฒน์ พลจันทร์ และคุณผานิต ประดิษฐ์พฤก นิสิตสาขาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ภาควิชาวาริชศาสตร์ ในการช่วยเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ คุณสายันห์ จันทร์ช่วย ในการช่วยประสานงาน โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ 2551

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. (2551). *การออกสำรวจพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งอ่าวชลบุรี*. สำนักงานประมงจังหวัดชลบุรี.

ฉลวย มุสิกะ, วันชัย วงสุดาวรรณ, อาวุธ หมั่นหาผล และแววตา ทองระอา. (2550). สถานการณ์คุณภาพน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ปี 2548. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 12*(1), 33 – 44.

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 (พ.ศ. 2549) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล. (2550, 1 กุมภาพันธ์). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 124 ตอนที่ 11 ง. หน้า 123.

ประสาร อินทเจริญ, คเชนทร เฉลิมวัฒน์ และสายันห์ จันทร์ช่วย. (2552). การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการบริหารจัดการเลี้ยงหอยเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนในบริเวณอ่าวชลบุรี จังหวัดชลบุรี. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนอุดหนุนการวิจัยเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2551 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

แววตา ทองระอา. (2541). การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบางประการในขณะเกิดปรากฏการณ์ขี้ปลาวาฬบริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรี. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 6*(1), 35 – 52.

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล. (2549). *รายงานการวิจัยโครงการเฝ้าระวังและการวางแนวทางป้องกันการเกิดปรากฏการณ์ขี้ปลาวาฬในบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดชลบุรี*. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.

American Public Health Association - APHA (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater including Sediments and Sludge (18th ed.)*. American Public Health Association, American Water Works Association and the Water Environment Federation, Washington DC., USA.

Buranapratheprat, A. & Yanagi, T. (2003). Seasonal variations in circulation and average residence time of the Bangpakong estuary, Thailand. *La mer*, *41*, 199 - 213.

Buranapratheprat, A., Yanagi, T., Boonphakdee, T. & Sawangwong, P. (2002). Seasonal variations in inorganic nutrient budgets of the Bangpakong estuary, Thailand. *Journal of Oceanography*, *58*, 557 – 564.

Gasiunaite, Z.R., Cardoso, A.C., Heiskanen, A.-S., Henriksen, P., Kauppila, P., Olenina, I., Pilkaityte, R., Purina, I., Razinkovas, A., Sagert, S., Schubert, H. & Wasmund, N. (2005). Seasonality of coastal phytoplankton in the Baltic Sea: Influence of salinity and eutrophication. *Estuarine*, Coastal and *Shelf Science, 65*(1-2), 239 – 252.

Giles, H., Pilditch, C.A. & Bell, D.G. (2006). Sedimentation from mussel (*Perna canaliculus*) culture in the Firth of Thames, New Zealand: Impacts on sediment oxygen and nutrient fluxes. *Aquaculture*, *261*, 125–140

Grasshoff, K., Kremling, K. & Ehrhardt, M. 1999. *Methods of Seawater Analysis 3rd Eds*. Weinheim: Wiley-VCH.

Gunbua, V., Paphavasit, N. & Piumsomboon, A. (2009). Spatial and temporal variations in environmental factors in Bangpakong estuary. In *Proceedings 35th Congress on Science and Technology of Thailand,* CD-ROM.

Kaspar, H.F., Gillespie, P.A., Boyer, I.C. & MacKenzie, A.L. (1985). Effects of mussel aquaculture on the nitrogen cycle and benthic communities in Kenepuru Sound, Marlborough Sounds, New Zealand. *Marine Biology*, *85*, 127 – 136.

Lapointe, B.E. & Bedford, B.J. (2007). Drift rhodophyte blooms emerge in Lee County, Florida, USA: Evidence of escalating coastal eutrophication. *Harmful Algae, 6*(3), 421 – 437.

Lirdwitayaprasit, T., S. Meksumpun, S. Rungsupa & Furuya, K. (2006). Seasonal variations in cell abundance of *Noctiluca scintillans* in the coastal waters off Chonburi Province, the upper Gulf of Thailand. *Coastal Marine Science*, *30*(1), 80 – 84.

Nixon, S.W. (1995). Coastal marine eutrophication: A definition, social causes, and future concerns. *Ophelia*, *41*, 199 – 219.

Nybakken, J.W. & Bertness, M.D. (2004). *Marine Biology*: *An Ecological Approach* (6th ed.). Benjamin Cummings, CA.

Redfield, A. C., B. H. Ketchum & F. A. Richards (1963). The influence of organisms on the composition of seawater. p. 26 – 77. In *The Sea, Ideas and Observations on Progress in the Study of the Seas*, Vol. 2, ed. M. N. Hill, Interscience.

Schlitzer, R. (2007). Ocean Data View. http://odv.awi.de.

Strickland, J.D.H. & Parsons, T.R. 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Fishery Research Board of Canada, Ottawa.

Tada, K., Meksumpun, S., Lossachan, N. & Ichimi, K. (2006). The elemental composition of particulate matters in Bang Pakong River estuary, Thailand. *Coastal Marine Science, 30*(1), 88 – 90.