สารอาหารและผลผลิตขั้นต้นในอ่าวไทย

Nutrients and Primary Productivity in the Gulf of Thailand

เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล* ขนิษฐา อุทัยพันธ์ และ นฤมล บัวงาม
Penjai Sompongchaiyakul*, Khanittha Uthaipan and Narumol Bua-ngam
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
*Corresponding author’s e-mail: spenjai@hotmail.com

บทคัดย่อ: จากการสำรวจปริมาณสารอาหารและผลผลิตขั้นต้นในอ่าวไทย 45 สถานี ระหว่างวันที่ 14 มีนาคม ถึง 12 เมษายน พ.ศ. 2556 โดยเก็บตัวอย่างน้ำตามระดับความลึกเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรต์ ไนเตรต ฟอสเฟต ซิลิเคต คลอโรฟิลล์-เอ และออกซิเจนละลาย พร้อมทั้งศึกษาผลผลิตขั้นต้นโดยใช้หลักการการแลกเปลี่ยนก๊าซแบบขวดมืด-ขวดสว่าง ผลการศึกษาพบว่า แอมโมเนีย ไนไตรต์ ไนเตรต ฟอสเฟต และซิลิเคต มีค่าต่ำสุด–สูงสุด (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 0.03–5.58 (0.94±0.78), <0.01–1.71 (0.12±0.22), 0.38–8.65 (1.97±1.20), 0.02–2.26 (0.41±0.36) และ 5.44–44.0 (10.7±5.45) ไมโครโมลาร์ตามลำดับ ออกซิเจนละลายและคลอโรฟิลล์-เอ มีค่า 0.88–6.57 (5.77±1.02) มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.02–2.96 (0.24±0.30) ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ บริเวณใกล้ชายฝั่งและใกล้ปากแม่น้ำจะมีผลผลิตขั้นต้นสูงโดยเฉพาะพื้นที่ใกล้อ่าวไทยตอนใน และบริเวณอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะอ่างทอง สำหรับบริเวณกลางอ่าวไทยระดับที่มีผลผลิตขั้นต้นสูงคือชั้นสับพิคโนไคลน์ บริเวณนี้มวลน้ำจากทะเลจีนใต้ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำและความเค็มสูงแทรกเข้าอ่าวไทยทางด้านล่าง ซึ่งน่าจะเป็นแหล่งที่มาสำคัญของสารอาหารที่ส่งผลต่อผลผลิตขั้นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าผลผลิตขั้นต้นและคลอโรฟิลล์-เอจะมีค่าสูงในพื้นที่ที่มีค่าสัดส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสต่ำ
คำสำคัญ: ผลผลิตขั้นขั้นต้น สารอาหาร คลอโรฟิลล์-เอ สัดส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส อ่าวไทย

Abstract: Investigation of nutrients and primary productivity in 45 stations of the Gulf of Thailand (GoT), seawater at different depth was collected during 14 March to 12 April 2013 for analyses of ammonium, nitrite, nitrate, phosphate, silicate, chlorophyll-*a* and dissolved oxygen. Primary productivity was also studied using principle of gas exchange in dark-light bottle technique. The results found that minimum–maximum concentration (average±SD) of ammonium, nitrite, nitrate, phosphate and silicate were 0.03–5.58 (0.94±0.78), <0.01–1.71 (0.12±0.22), 0.38–8.65 (1.97±1.20), 0.02–2.26 (0.41±0.36) and 5.44–44.0 (10.7±5.45) μM, respectively**.** Dissolved oxygen and chlorophyll-*a* were 0.88–6.57 (5.77±1.02) mg/l and 0.02–2.96 (0.24±0.30) μg/l, respectively. Appearance of high productivity was found near shore, particularly, the area near inner GoT and Angthong National Marine Park. In the middle of the GoT, the high primary productivity was found at subpcynocline, where low temperature and high salinity seawater from South China Sea intruded into the bottom of the GoT which could be a major supply of nutrient to support primary productivity in the area. Moreover, high primary productivity and chlorophyll-*a* were found in the low N:P ratio area.
Keywords: primary productivity, nutrients, chlorophyll-*a*, N:P ratio, Gulf of Thailand

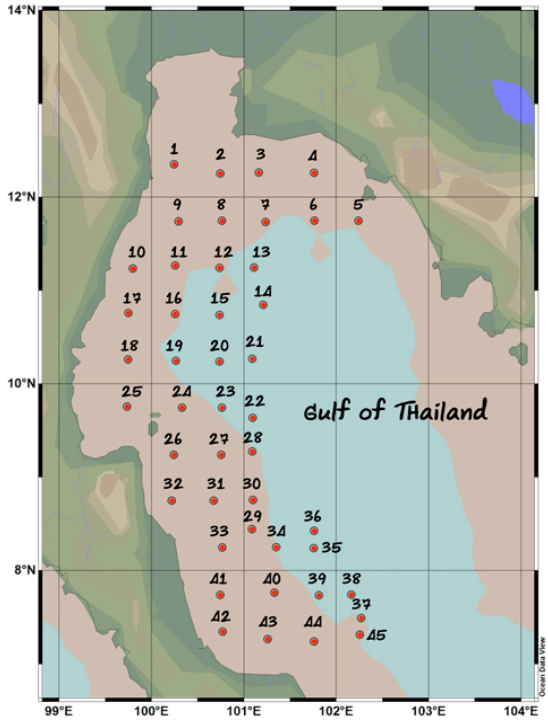
บทนำ

อ่าวไทยเป็นอ่าวที่มีลักษณะกึ่งปิดโอบล้อมด้วยแผ่นดิน มีแม่น้ำหลายสายพาสารอาหารลงสู่อ่าว อาทิ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำบางประกง แม่น้ำเพชรบุรี แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำชุมพร แม่น้ำปากพนัง แม่น้ำตาปี แม่น้ำปัตตานี และทะเลสาบสงขลา นอกจากนี้ในบางฤดูกาลอ่าวไทยยังได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำโขง ประกอบกับประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนที่มีแสงอาทิตย์ตลอดปี ส่งผลให้การสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นได้ตลอดทั้งปี ปริมาณผลผลิตขั้นต้นในพื้นที่อ่าวไทยจึงสูงตามไปด้วย ปัจจัยเหล่านี้ทำให้อ่าวไทยเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพและความอุดมสมบูรณ์สูง โดยเฉพาะพื้นที่ชายฝั่งและบริเวณปากแม่น้ำ การผันแปรปริมาณสารอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซิลิเคต ส่งผลสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ ดังนั้น การศึกษาปริมาณสารอาหารในพื้นที่อ่าวไทยควบคู่กับการศึกษาผลผลิตขั้นต้น จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการประเมินศักยภาพพื้นที่อ่าวไทยอันเป็นแหล่งทรัพยากรที่สำคัญทั้งทางทางด้านเศรษฐกิจและสังคม เนื่องจากผลผลิตขั้นต้นเป็นพื้นฐานสำคัญของระบบห่วงโซ่อาหารและยังเป็นหน่วยพื้นฐานในการหมุนเวียนวัฏจักรชีวธรณีเคมีในพื้นที่อ่าวไทย

วิธีการศึกษา

พื้นที่สำรวจและเก็บตัวอย่างจำนวน 45 สถานี ในอ่าวไทย (รูปที่ 1) ระหว่างวันที่ 14 มีนาคม ถึง 12 เมษายน พ.ศ. 2556

โดยเรือสำรวจ M.V. SEAFDEC ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 7°20´ ถึง 12°30´เหนือ และลองจิจูดที่ 99°40´ ถึง 102°20´ ตะวันออก เก็บตัวอย่างน้ำตามระดับความลึกเก็บตัวอย่างน้ำที่6ระดับความลึกโดยใช้Carousel Water Sampler ซึ่งประกอบด้วยกระบอกเก็บน้ำ Niskin bottle 12 กระบอก และ SeaBird 911 CTD system ขณะเก็บตัวอย่างตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพเคมีของน้ำทะเล ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ฟลูออเรสเซนต์ และปริมาณออกซิเจนละลาย โดยใช้ SeaBird 911 CTD



รูปที่ 1 สถานีเก็บตัวอย่าง 45 สถานี ในอ่าวไทย

กรองน้ำทะเล 2,000 มิลลิลิตร ด้วย GF/C filter ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร ที่อบและชั่งจนได้น้ำหนักที่แน่นอน เก็บ GF/C filter ที่ได้ในตลับพลาสติกแช่แข็งและนำกลับห้องปฏิบัติการที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย (suspended solids; TSS) ด้วยวิธี gravimetry โดยอบ filter ที่ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ก่อนนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

น้ำทะเลส่วนที่กรองผ่าน GF/C filter นำไปวิเคราะห์สารอาหารด้วยวิธี colorimetry ดังรายละเอียดใน Stickland and Parson (1972) และ Grasshoff et al. (1999) โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหนึ่งวิเคราะห์ทันทีบนเรือ ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรต์ ฟอสฟอรัสและซิลิเคต อีกส่วนหนึ่งกรอกใส่ขวดโพลีเอทธิลีนขนาด 250 มิลลิลิตร แช่แข็งที่ –20 องศาเซลเซียส นำกลับไปวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรต ณ ห้องปฏิบัติการที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรองน้ำทะเล 300 มิลลิลิตร ด้วย GF/F filter ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร หยด magnesium carbonate slurry 2–3 หยด ลงบน filter พับและเก็บ filter ลงในแผ่นอลูมินั่มฟอยด์ ใส่ถุงพลาสติกซิปล็อค และเก็บรักษาโดยการแช่แข็งที่ –20 องศาเซลเซียส นำกลับไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ณ ห้องปฏิบัติการที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ด้วยวิธี Fluorometry ดังรายละเอียดใน JGOFS Protocols (IOC/UNESCO 1994)

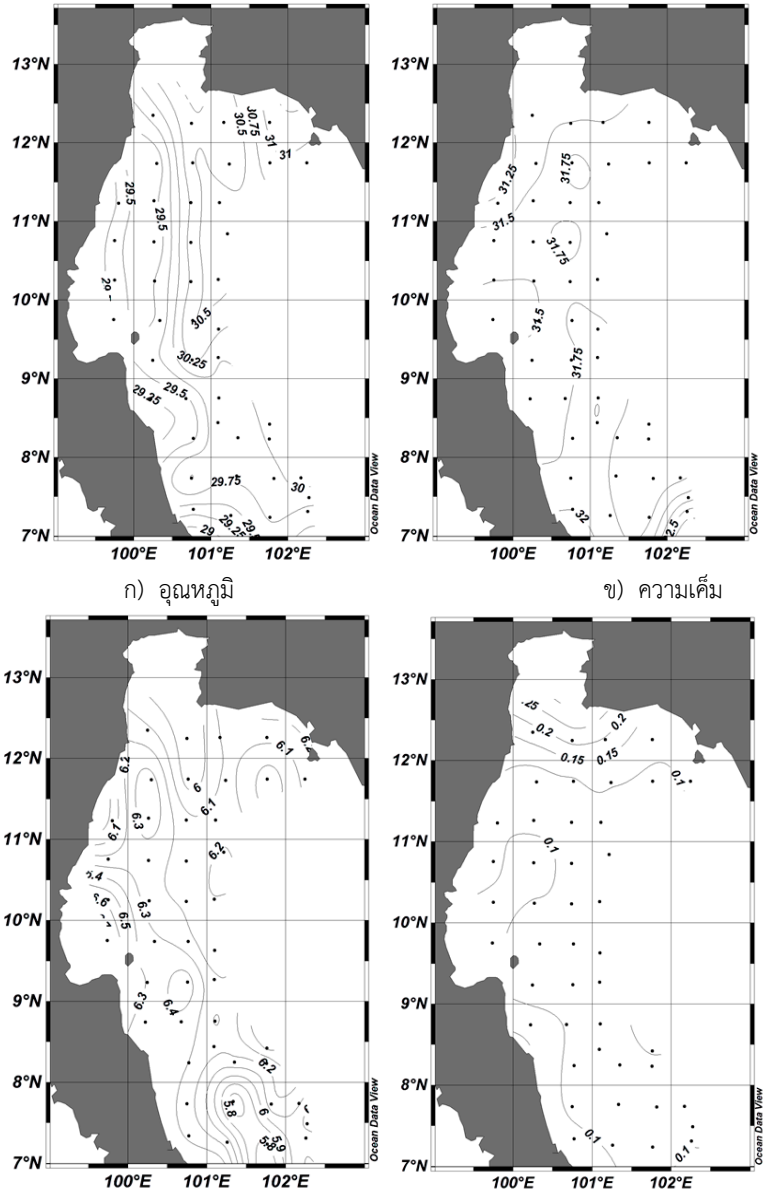
เก็บตัวอย่างน้ำเฉพาะระดับน้ำที่ SeaBird 911 CTD ให้ค่าฟลูออเรสเซนต์สูงที่สุด เพื่อหาปริมาณผลผลิตขั้นต้นด้วยวิธีการ Dark and light bottle oxygen method (Gaarder and Gran, 1927) โดยวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลายที่เวลาเริ่มต้น โดยวิธีการ Iodometric titration (Winkler,1888) ก่อนบ่มขวดตัวอย่าง (ขวดมืดและขวดสว่าง) ในห้องควบคุมอุณหภูมิและแสงเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และนำวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนละลายในขวดทั้งสองโดยวิธีการเดิม นำผลที่ได้ไปคำนวณปริมาณ ผลผลิตเบื้องต้น

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษาสรุปไว้ในตารางที่ 1 การกระจายเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ ความเค็ม ออกซิเจนละลาย คลอโรฟิลล์-เอ ในระดับพื้นผิวที่ความลึก 5 เมตร แสดงไว้ในรูปที่ 2 โดยคลอโรฟิลล์-เอ จะมีค่าสูงบริเวณพื้นที่ชายฝั่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่ใกล้อ่าวไทยตอนในและบริเวณอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะอ่างทองใกล้อ่าวบ้านดอน

ตารางที่ 1 ค่าต่ำสุด-สูงสุด และ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา

พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด – ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย ± SD
ความเค็ม	31.31 – 33.25	31.89 ± 0.44
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.88 – 31.83	29.34 ± 0.83
ความเป็นกรด-ด่าง	7.59 – 8.22	8.02 ± 0.10
ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.88 – 6.57	5.77 ± 1.02
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.25 – 24.6	13.04 ± 7.73
คลอโรฟิลล์-เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.02 – 2.96	0.24 ± 0.30
แอมโมเนียม (ไมโครโมลาร์)	0.03 – 5.58	0.94 ± 0.78
ไนไตรต์ (ไมโครโมลาร์)	<0.01 – 1.71	0.12 ± 0.22
ไนเตรต (ไมโครโมลาร์)	0.38 – 8.65	1.97 ± 1.20
ฟอสเฟต (ไมโครโมลาร์)	0.02 – 2.26	0.41 ± 0.36
ซิลิเคต (ไมโครโมลาร์)	5.44 – 44.0	10.72 ± 5.45
ผลผลิตขั้นขั้นต้นสุทธิ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน)	0.00 – 21.7	5.11 ± 5.15

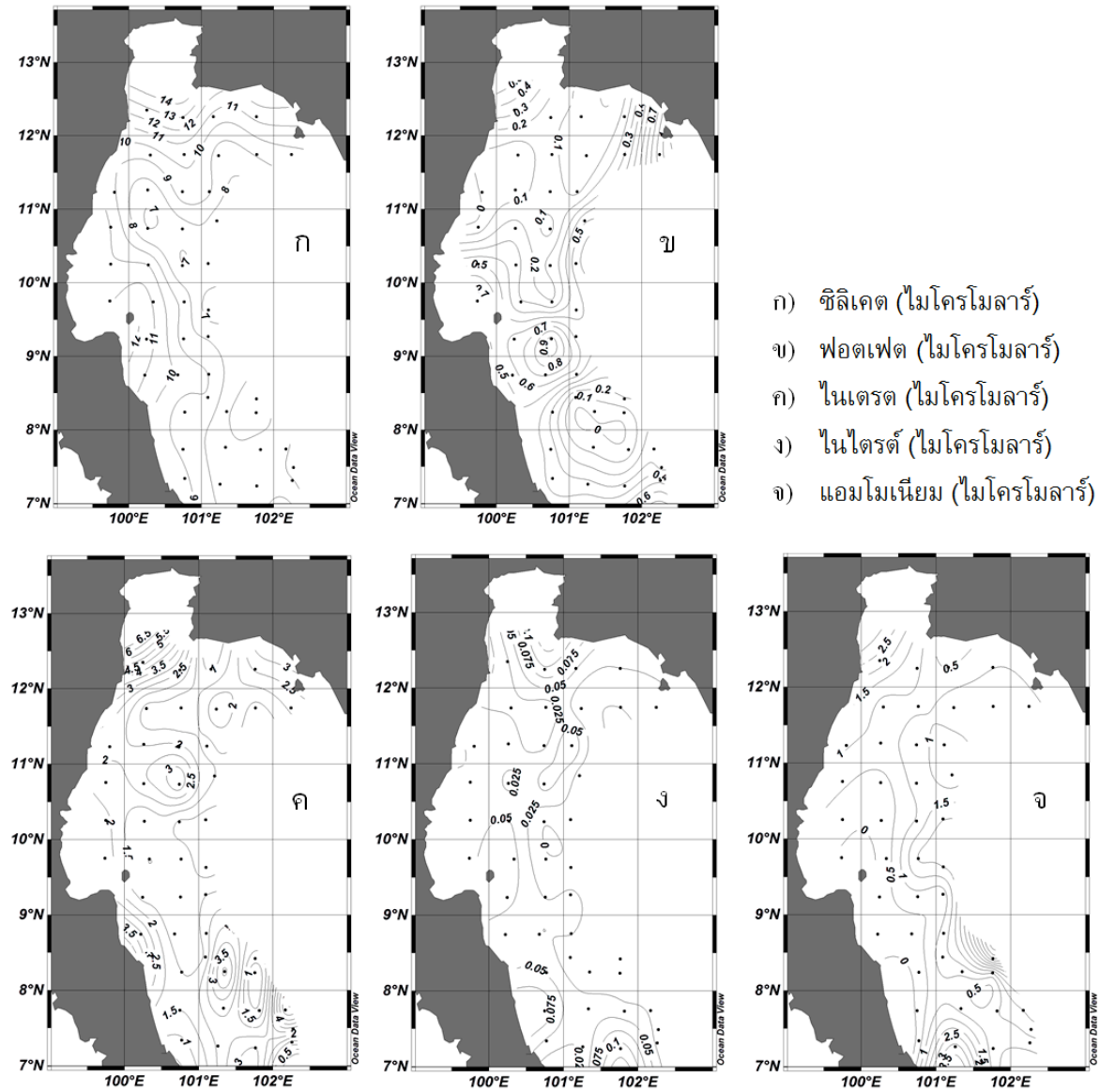


ก) อุณหภูมิ ข) ความเค็ม

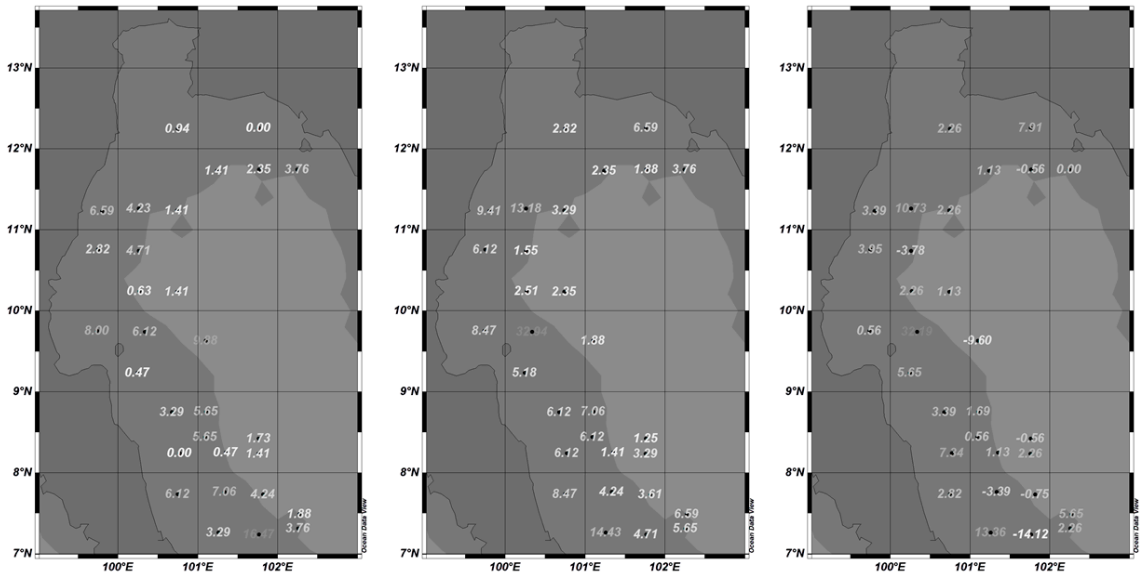
ค) ออกซิเจนละลาย ง) คลอโรฟิลล์-เอ

รูปที่ 2 การกระจายเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ ความเค็ม ออกซิเจนละลาย และคลอโรฟิลล์-เอ ในน้ำระดับผิว (ลึก 5 เมตร)

พื้นที่ชายฝั่งที่มีคลอโรฟิลล์-เอ และปริมาณออกซิเจนละลายสูงมักจะเป็นพื้นที่ที่อุณหภูมิและความเค็มต่ำ ซึ่งเป็นผลมาจากน้ำท่าบริเวณใกล้ปากแม่น้ำ สำหรับพื้นที่กลางอ่าวไทยซึ่งห่างฝั่งออกไปพบว่าค่าคลอโรฟิลล์-เอตามความลึกของน้ำจะมีค่าสูงสุดบริเวณชั้นสับพิคโนไคลน์ (subpycnocline) สำหรับการกระจายของสารอาหารในแนวดิ่งพบว่าบริเวณตอนล่างของพื้นที่ศึกษามวลน้ำใกล้พื้นท้องน้ำ มีความเข้มข้นของสารอาหารเพิ่มขึ้นจากค่าอุณหภูมิที่ต่ำและความเค็มที่สูงของมวลน้ำชั้นล่างนี้แสดงลักษณะการแทรกเข้ามาของมวลน้ำจากทะเลจีนใต้ซึ่งน่าเป็นแหล่งที่มาสำคัญของสารอาหารในบริเวณดังกล่าว ส่วนการกระจายเชิงพื้นที่ของสารอาหารแต่ละชนิด ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรต์ ไนเตรต ฟอสเฟต และแอมโมเนีย แสดงในรูปที่ 3 ส่วนรูปที่ 4 แสดงการกระจายเชิงพื้นที่ของผลผลิตขั้นต้นในอ่าวไทย ซึ่งจะเห็นว่าบริเวณชายฝั่งทะเลจะมีค่าสูงกว่าพื้นที่กลางอ่าว จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตขั้นต้น และคลอโรฟิลล์-เอ กับสัดส่วนสารอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (N:P ratio) (Redfield, 1958) พบว่าผลผลิตขั้นต้นและ คลอโรฟิลล์-เอจะมีค่าสูงในพื้นที่ที่มีค่าสัดส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสต่ำ



รูปที่ 3 การกระจายเชิงพื้นที่ของสารอาหารในน้ำทะเลระดับผิว (ความลึก 5 เมตร)



ก) ผลผลิตขั้นต้นสุทธิ (มก./ล./วัน) ข) ผลผลิตขั้นต้นรวม (มก./ล./วัน) ค) การหายใจ (มก./ล./วัน)

รูปที่ 4 การกระจายเชิงพื้นที่ของผลผลิตขั้นต้นในอ่าวไทย

สรุปผลการศึกษา

พื้นที่ชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยตอนกลางเป็นพื้นที่ที่มีสารอาหารและผลผลิตขั้นต้นสูง แสดงว่าแหล่งที่มาสำคัญของสารอาหารนั้นมาจากแผ่นดินส่วนพื้นที่กลางอ่าว แม้ว่าจะได้รับสารอาหารจากแผ่นดินน้อยแต่น้ำจากทะเลจีนใต้ที่แทรกตัวเข้ามาทางด้านล่างเป็นแหล่งที่มาสำคัญของสารอาหารในบริเวณดังกล่าวส่งผลให้ค่าคลอโรฟิลล์-เอ ของน้ำในชั้นสับพิคโนไคลน์มีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบตามระดับความลึก บ่งชี้ว่าผลผลิตขั้นต้นในพื้นที่กลางอ่าวเกิดขึ้นสูงสุดในน้ำระดับชั้นสับพิคโนไคลน์

เอกสารอ้างอิง

Gaarder, T and Gran, H.H. 1927. Investigation of the production of phytoplankton in the Oslo - Fjord. Rapp. P.V. *Cons. Int. Explor. Mer*. 42: 1-48.

Grasshoff, K., Ehrhardt, M. and Kremling, K. 1999. *Method of Seawater Analysis, 3rd edition*. Wiley-VCH, Weinheim.

IOC/UNESCO 1994. *Protocols for the Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) Core measurements*. IOC Manuals and Guides No. 29, 169 p.

Redfield, A.C. 1958. The biological control of chemical factor in the environment. *American Scientist*. 46: 205-221.

Strickland, J.D.H., and Parsons, T.R. (1972). *A Practical Handbook of Seawater Analysis, 2nd edition*. Fishery Research Borad, Canada, 310 p.

Winkler, L.W. 1888. The determination of dissolved oxygen in water. *Berlin. Deut. Chem. Ges*. 21: 2843 - 2846.