

การสำรวจทรัพยากรประมงในทะเลจีนใต้
บริเวณอ่าวไทยและชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมาลายู

**Fishery Resources Survey in the South China Sea:
Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia**



ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

TD/SP/27

การสำรวจทรัพยากรประมงในทะเลจีนใต้
บริเวณอ่าวไทยและชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมาลายู

Fishery Resources Survey in the South China Sea:
Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia

โครงการร่วมวิจัย

ระหว่าง

สำนักงานฝ่ายพัฒนาและจัดการทรัพยากรประมงทะเล, มาเลเซีย
และสำนักงานฝ่ายฝึกอบรม, ไทย

สำนักเลขาธิการ

ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

กรุงเทพฯ

มีนาคม 2543

สารบัญ

		หน้า
1.	บทนำ	1
2.	อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ (Materials and Methods).....	5
3.	สมุทรศาสตร์และสภาวะแวดล้อมทางทะเล	11
	ก. สมุทรศาสตร์การประมง (Fishery Oceanography).....	11
	ข. ตะกอนและปฐพีเคมี (Sedimentology and Geochemistry).....	21
	ค. มลภาวะทางทะเล (Marine Pollution).....	23
4.	ชีววิทยาทางทะเล (Marine Biology).....	27
	ก. ผลผลิตขั้นปฐมภูมิ (Primary Production).....	27
	ข. แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton).....	29
	ค. แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton).....	35
	ง. สัตว์หน้าดิน (Benthose).....	37
5.	ทรัพยากรประมง (Fishery Resources).....	40
	ก. ชีววิทยาประมง (Fishery Biology).....	40
	ข. สภาวะการประมง (Fishery Situation).....	42
	ค. การประเมินทรัพยากรปลาด้วยคลื่นเสียง (Fishery Acoustic Studies)	45
6.	สรุป (Conclusion).....	50
	บรรณานุกรม	55

การสำรวจทรัพยากรประมงในทะเลจีนใต้
บริเวณอ่าวไทยและชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมาเลย์
Fishery Resources Survey in the South China Sea:
Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia

1. บทนำ (Introduction)

การประมงในบริเวณทะเลจีนใต้มีความซับซ้อน เนื่องจากมีความหลากหลายทั้งในด้านชนิดและกระบวนการผลิตทางชีวภาพ รวมทั้งปริมาณทรัพยากรที่คงอยู่และแหล่งอาศัย กระบวนการเหล่านี้มีมาซึ่งองค์ประกอบทางระบบนิเวศวิทยาทางทะเล จากการศึกษาพบว่าระบบนิเวศวิทยาในบริเวณนี้แตกต่างจากระบบนิเวศวิทยาในเขตร้อนอื่น ๆ คือบริเวณน้ำตื้นมีการสร้างห่วงโซ่อาหารขั้นปฐมภูมิ ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อทรัพยากรปลาน้ำตื้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณอ่าวไทย ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งมีปลาที่อุดมสมบูรณ์ที่สุดแห่งหนึ่งของภูมิภาคนี้ กระบวนการของระบบนิเวศวิทยานี้ยังคงไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด ซึ่งเห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำการประมงอยู่เสมอ ทำให้เกิดสภาพนิเวศวิทยาที่ไม่สมดุล เนื่องจากปลาน้ำตื้นชนิดที่กินสัตว์เป็นอาหารมีจำนวนลดลง ทำให้เกิดสัตว์น้ำที่มีอายุสั้นและสัตว์น้ำวัยอ่อน เช่น หมึก และปลาทรายดิบโตขึ้นมาทดแทนอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ประเภทการทำการประมงเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้รายงานที่นำเสนอในเอกสารฉบับนี้จะได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งอาจแตกต่างไปจากแผนงานวิจัยและระบบการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้วางไว้ล่วงหน้า

ปัจจุบันการทำการประมงในทะเลจีนใต้มีผลกระทบอย่างรุนแรง เนื่องจากการขาดข้อมูลพื้นฐานที่เพียงพอ ทั้งข้อมูลทางด้านสมุทรศาสตร์และสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณประชากรปลา รวมทั้งความรู้ที่เพียงพอเพื่อการวิเคราะห์ถึงผลกระทบจากการแพร่กระจายตามฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงความชุกชุมของประชากรปลา การวางแผนพัฒนาอย่างละเอียดในการทำการประมงอย่างยั่งยืนทั้งในระดับชาติและระดับภูมิภาคยังไม่สามารถ



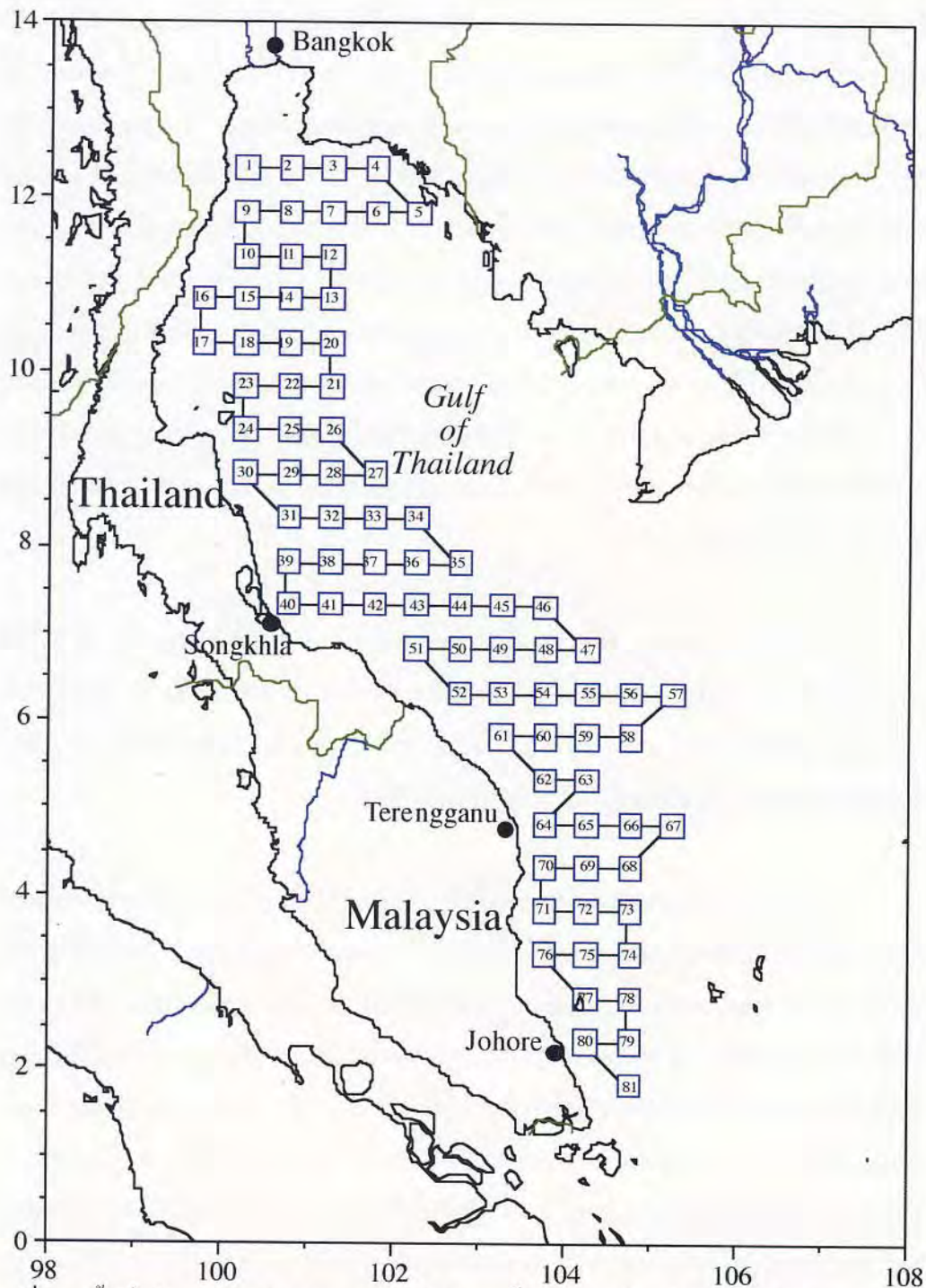
กระทำได้ เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้สนับสนุน วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัยร่วมของศูนย์พัฒนาการประมงฯ ในการสำรวจสถานะทรัพยากรประมงในบริเวณทะเลจีนใต้ ในครั้งนี้ เพื่อเป็นการจัดทำข้อมูลพื้นฐานทางด้านสมุทรศาสตร์การประมงและสถานะแวดล้อมทางทะเล ข้อมูลทั่วไปทางด้านกระบวนการผลิตทางการประมง การป้องกันสถานะแวดล้อมทางการประมงรวมทั้งแหล่งวางไข่ของสัตว์น้ำ ซึ่งมีส่วนสำคัญที่ใช้ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรประมงอย่างยั่งยืนในอนาคต จากลักษณะทางภูมิศาสตร์ของทะเลจีนใต้ ในส่วนของเขตเศรษฐกิจจำเพาะของประเทศสมาชิกของศูนย์พัฒนาการประมงฯ ได้ถูกแบ่งออกเป็น 4 เขตเพื่อทำการสำรวจในโครงการนี้

ฤดูมรสุมในบริเวณนี้แบ่งออกเป็น 2 ฤดู คือ ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงกันยายน ซึ่งลมจะพัดอ่อนในบริเวณอ่าวไทยแต่จะมีความรุนแรงในบริเวณน่านน้ำของประเทศมาเลเซีย ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงมกราคมซึ่งบางครั้งช่วงฤดูกาลอาจยืดยาวออกไปจนถึงเดือนกุมภาพันธ์หรือมีนาคม ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลอย่างมากต่อสถานะต่าง ๆ ในภูมิภาค อาทิเช่น ทางด้านสมุทรศาสตร์การประมง กระบวนการผลิตทางการประมง รวมทั้งรูปแบบการแพร่กระจายของทรัพยากรปลา เพื่อความเข้าใจในกระบวนการต่าง ๆ รวมทั้งผลกระทบของสถานะทางสมุทรศาสตร์การประมงเนื่องจากอิทธิพลของฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ การสำรวจวิจัยในเขตพื้นที่บริเวณที่ 1 จึงได้กำหนดขึ้นเป็น 2 ครั้ง โดยให้ระยะเวลาการสำรวจระหว่างเที่ยวเรือครั้งที่ 1 และ 2 คร่อมอยู่ระหว่างฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อที่จะได้ศึกษาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากอิทธิพลของฤดูมรสุมนี้ การสำรวจในเที่ยวเรือครั้งแรกระหว่างวันที่ 4 กันยายนถึงวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2538 และเที่ยวเรือที่สองระหว่างวันที่ 23 เมษายนถึงวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2539 การสำรวจทั้งสองเที่ยวเรือได้กระทำซ้ำกันทั้งในเส้นทางการเดินเรือและตำแหน่งของสถานีวิจัยทั้ง 81 สถานี ตามที่แสดงในแผนที่ประกอบ (รูปที่ 1) รูปแบบในการวางแผนการสำรวจเกิดจากการวิเคราะห์ตามสถานการณ์จากตัวแปรต่าง ๆ รวมทั้งโครงสร้างของประชากรสัตว์น้ำในระดับต่าง ๆ ของระบบห่วงโซ่อาหาร ในบางโอกาสได้มีการเพิ่มเติมหัวข้อการวิเคราะห์ตามสถานะการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการในกลุ่มประชากรสัตว์น้ำด้วย อย่างไรก็ตามข้อมูลในส่วนโครงสร้างของกลุ่มประชากรสัตว์น้ำที่จำเป็น

ต้องนำมาใช้สนับสนุนการศึกษาของระบบการทำงานนี้ยังคงขาดแคลนในหลาย ๆ ด้าน ภายใต้สถานการณ์เช่นนี้การวิเคราะห์ผลการวิจัยจึงมีความจำเป็นที่จำกัคอยู่ในขอบข่ายของความสัมพันธ์เชิงปริมาณในลักษณะของศักยภาพการผลิตของทรัพยากรระหว่างระดับชั้นของกลุ่มประชากรสัตว์น้ำในระบบห่วงโซ่อาหาร ซึ่งการวิเคราะห์ในลักษณะนี้ยังมีได้คำนึงถึงสถานะแวดล้อมของปัจจัยภายนอก และส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาทางทะเล เว้นเสียแต่ว่าจะได้มีการพิสูจน์ทราบอย่างชัดเจนถึงผลกระทบ นั้น ๆ แล้ว ดังนั้นข้อมูลที่ใช้จึงทำให้สามารถมองภาพรวมของสถานะของทรัพยากรได้เพียง 2 มิติเท่านั้น อย่างไรก็ตามเป็นที่หวังได้ว่า ข้อมูลของรูปแบบโครงสร้างของกลุ่มประชากรสัตว์น้ำในระดับต่าง ๆ ที่ได้รับจากการสำรวจครั้งนี้ จะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการวิเคราะห์ถึงรายละเอียดในหน้าที่และการทำงานของระบบโครงสร้างกลุ่มประชากรสัตว์น้ำในระดับต่าง ๆ ของระบบห่วงโซ่อาหารได้ในอนาคต

บทสรุปของรายงานทางวิชาการในโครงการสำรวจร่วมในพื้นที่สำรวจที่ 1 นี้ได้มีการอภิปรายกันระหว่างการสัมมนาที่จัดขึ้นที่ กรุงเทพฯ ระหว่างวันที่ 24 ถึง 26 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 และเอกสารรายงานการวิจัยในแต่ละหัวข้อได้มีการรวบรวมจัดพิมพ์ขึ้นเป็นรูปเล่ม ซึ่งได้แสดงตามบัญชีรายชื่อเอกสารท้ายรายงานฉบับนี้แล้ว

การสำรวจวิจัยในพื้นที่การสำรวจครั้งที่ 2 ครอบคลุมน่านน้ำของรัฐซาบ่าห์และซาราวักของมาเลเซีย และน่านน้ำประเทศบรูไน และพื้นที่การสำรวจที่ 3 ครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งตะวันตกของเกาะลูซอน (Luzon) ประเทศฟิลิปปินส์ ได้ทำการสำรวจเสร็จสิ้นลงแล้ว ในพื้นที่การสำรวจที่ 4 ครอบคลุมน่านน้ำประเทศเวียดนามกำลังอยู่ในระหว่างการดำเนินการ ซึ่งเป็นที่คาดหวังได้ว่าหลังจากการสำรวจในทุกพื้นที่สำเร็จแล้ว จะมีการรวบรวมบทสรุปสถานะการต่าง ๆ ของทุกพื้นที่มารวมกัน ซึ่งจะทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมของสถานะทางสมุทรศาสตร์การประมงในบริเวณทะเลจีนใต้ในอาณาเขตของประเทศสมาชิกศูนย์พัฒนาการประมงฯ ได้อย่างชัดเจน และสามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในระบบฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) ของศูนย์ฯ ที่กำลังดำเนินการพัฒนาอยู่ด้วยต่อไป



รูปที่ 1. พื้นที่เส้นทางการเดินเรือและสถานีสำรวจทั้ง 81 สถานีในบริเวณอ่าวไทยและชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมาลายู

2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ (Materials and Methods)

ในการสำรวจครั้งนี้ ใช้เรือฝึกและวิจัย M.V.SEADEC (รูปที่ 2) สำรวจทั้งสองเที่ยว รวมทั้งเรือสำรวจประมง 4 ของกรมประมงประเทศไทย และเรือวิจัย K.K.MANCHONG ของกรมประมงประเทศมาเลเซีย ได้ร่วมในการสำรวจโดยการทำการประมงอวนลาก ตรวจวัดข้อมูลทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำทะเลด้วย Falmouth Scientific Integrated Conductivity, Temperature and Depth Sensor Unit (ICTD) ตามรูปที่ 3 โดยใช้ความถี่ของการสุ่มวัดข้อมูลที่ 25 เฮิร์ต ข้อมูลของอุณหภูมิจึงทำการตรวจสอบค่ามาตรฐานด้วย ITS 90 ค่าความเค็มของน้ำทะเลคำนวณได้จากมาตรา PSS 78 ความลึกของน้ำทะเลวัดจากผิวน้ำได้จากการคำนวณด้วย EG & G CTD Post-acquisitive Analysis Software ที่ระดับความกดดันของน้ำทะเลทุก ๆ dbar ความหนาแน่นของน้ำทะเลคำนวณจากข้อมูล อุณหภูมิ และความเค็ม โดยใช้ตารางคำนวณ Sigma-t การละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำทะเลคำนวณจากความเป็นกรดและด่างซึ่งวัดที่ระดับนั้น โดยใช้เครื่องวัดที่ติดลงไปกับ ICTD (ในกรณีที่เครื่องวัดเกิดการขัดข้องจะทำการตรวจวัดบนเรือ โดยใช้อุปกรณ์ Fisher Scientific Model 1002 pH Meter) การวัดสภาพความเป็นด่างโดยรวม (Total alkalinity) เป็นการวัดหาความสามารถของน้ำทะเลในการละลายกรดเกลือ (Hydrochloric acid) จนได้ระดับที่มีสถานะที่เป็นกลาง จุดอิ่มตัวสูงสุดของน้ำทะเลคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และความเข้มข้นที่จุดสมดุล ความเข้มข้นของแสงในน้ำทะเลวัดโดยใช้ Alec Electronics model SPI-9W Underwater Lux Meter ปริมาณออกซิเจนในระดับความลึกต่าง ๆ วัดได้โดยใช้ Beckman Polarographic Electrode ที่ติดอยู่กับ ICTD ซึ่งจะบอกค่าเฉลี่ยของข้อมูลดิบที่ทุกระดับความกดดันทุก ๆ dbar และข้อมูลในบางสถานีจะถูกทำการปรับค่าให้เป็นมาตรฐานโดยการใช้ Winkler Titration การเก็บตัวอย่างน้ำทะเลจำนวนมาก ๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมีและการศึกษาแพลงก์ตอนพืชกระทำได้โดยใช้เครื่องมือ van dorn water sampler (รูปที่ 4) และ Rosette Water Sampler (รูปที่ 3) ตัวอย่างของน้ำทะเลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาโลหะปริมาณน้อยที่ละลายอยู่ในน้ำได้ทำการเก็บโดยใช้อุปกรณ์ Teflon-coated General Electric GoFlo Sampler ปริมาณโลหะที่กรองได้จะนำมาตกตะกอนด้วย Cobalt-APDC และกรดไนตริกแล้วจึงทำการตรวจวัดด้วยเครื่อง Perkins-Elmer Zeeman Graphite Furnance 4100ZL



Atomic Absorption Spectrophotometer การวิเคราะห์หาสารประกอบ Petroleum hydrocarbons กระทำโดยการสกัดด้วย Nanograde Hexane แล้วจึงทำการวัดด้วยเครื่อง Spectrofluorometer โดยใช้ Chrysene เป็นมาตรฐาน

ตัวอย่างตะกอนดินพื้นท้องทะเลได้ทำการเก็บโดยเครื่องมือ Smith-McIntyre Bottom-grab และ Gravity Corer (รูปที่ 5) การวิเคราะห์ลักษณะต่างๆของตะกอนโดยใช้ อุปกรณ์ Laser Diffractometer และ Malvern-E Partical-size Analyzer หรือการร่อนด้วย ตะแกรง (sieve) เพื่อศึกษาความเบ้ของกราฟจากค่าเฉลี่ย (skewness) และภาวะยอดมน (kurtosis) ของข้อมูล ลักษณะตัวอย่างตะกอนปริมาณรวมของสารอินทรีย์ตรวจวัดได้โดยการ ให้น้ำหนักที่หายไปหลังจากการเผาไหม้หรือโดยวิธี Potassium chromate wet oxidation method ปริมาณของไอระเหยของกรดกำมะถัน (Acid volatile sulfide) ตรวจวัดได้โดย อุปกรณ์ Gastec Model 2011 H₂S-absorbent column หลังจากที่ทำให้มีสภาพเป็นกรดโดย กรดเกลือ การวิเคราะห์หาโลหะปริมาณน้อยกระทำโดยการอบแห้งตัวอย่างตะกอนดิน บด และร่อนด้วยตะแกรกร่อน หลังจากนั้นจึงย่อยสลายด้วยสารผสมของ nitric, perchloric และ hydrofluoric acid ความเข้มข้นของโลหะที่มีปริมาณน้อยวัดได้โดยเครื่อง Flame Atomic Absorption Spectrophotometer โลหะแคดเมียม และตะกั่ว ตรวจวัดได้โดยอุปกรณ์ Hitachi Z-8270 Graphite Furnace ในส่วนของการวิเคราะห์หาสารประกอบของ Hydrocarbons เช่น Total Aliphatic Hydrocarbons (TAH) และ Polynuclear Aromatic Hydrocarbons (PAH) กระทำโดยการแยกสกัดโดยใช้ Silica gel และ Alumina column ทำให้แห้งแล้วจึงวิเคราะห์ หาด้วยวิธี Gas chromatograph

ผลผลิตขั้นปฐมภูมิ (Primary production) ได้ทำการสุ่มตรวจวัดจากบางสถานีสำรวจ ในระหว่างเที่ยวเรือที่ 2 การตรวจวัดใช้วิธี Carbon-14 in situ dark and light bottle method ตัวอย่างน้ำจากระดับความลึกที่คัดเลือกมาจะถูกนำมาอบด้วยสารกัมมันตภาพรังสีของ bicarbonate และเปิดให้สัมผัสกับแสงที่มีความเข้มเท่ากับความเข้มแสง ณ ระดับความลึกของ ตัวอย่างน้ำอัตราการดูดซับสารกัมมันตภาพรังสีของแพลงก์ตอนพืชในขวดทดลองตรวจวัด โดยอุปกรณ์ GC-9A Model Shimadzu Beta-scintillation Counter ปริมาณของผลผลิตขั้น

ปฐมภูมิกำหนดได้จากเปอร์เซ็นต์ของสารกัมมันตภาพรังสีที่ถูกดูดซับได้ในช่วงระหว่างการอาบรังสี ซึ่งมีค่าเท่ากับอัตราการสังเคราะห์แสงโดย chlorophyll ที่ความเข้มของแสงในระดับความลึกต่าง ๆ ปริมาณของ Fluorescence ในทุก ๆ หนึ่งเมตรตรวจวัดโดยใช้อุปกรณ์ Sea Tech Submersible Fluorometer ซึ่งสามารถแปลไปเป็นค่าของ chlorophyll ด้วยเครื่อง spectrophotometer วิธีการหาค่าของ chlorophyll นี้จะใช้ในการคำนวณหาอัตราการผลิตต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตรตลอดความลึกของน้ำ โดยการหาผลรวมตลอดช่วงเวลาที่มิมีแสงแดดโดยคำนวณจากค่าต่างๆคือ biomass ที่ระดับนั้น กราฟแสดงความเข้มของแสงแต่ละชั่วโมงตลอดแนวความลึกและอัตราการผลิตตามหน่วยของเวลา การใช้ค่าความเข้มของแสงในแต่ละระดับความลึกเป็นปัจจัยพื้นฐาน ซึ่งค่าที่ได้สามารถนำไปตรวจสอบความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่างปริมาณแสงกับกราฟแสดงความลึก ปริมาณแสงกับกราฟของเวลา และปริมาณแสงกับกราฟแสดงอัตราการสังเคราะห์แสง

แพลงก์ตอนพืชสามารถตรวจหาได้โดยตัวอย่างน้ำด้วยถุงลากแพลงก์ตอนที่มีขนาดตาอวน 20 ไมครอน นำมาเก็บและตรวจหาด้วย compound microscope พร้อม phase contrast และ electron microscope สำหรับสีน้ำเงินแกมเขียวตรวจนับได้จากส่วนที่เป็น Filaments การเก็บตัวอย่าง microplankton โดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอนมาตรฐาน (Standard plankton net) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปากถุง 45 เซนติเมตรและขนาดตาอวน 56 ไมครอน โดยทำการลากในแนวตั้งด้วยความเร็ว 1 น็อต จากที่ระดับความลึก 2 เท่าของระดับความลึกที่มีความเข้มของแสงมีค่า 1 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแสงที่ผิวน้ำ ขึ้นมาจนถึงผิวน้ำ การเก็บตัวอย่างในแนวเฉียงกระทำโดยใช้ Bongo net (รูปที่ 6) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ขนาดตาอวน 500 ไมครอนที่ส่วนปากถุง และ 330 ไมครอนที่บริเวณก้นถุง การเก็บรวบรวมแพลงก์ตอนสัตว์กระทำโดยการลากเป็นเวลานาน 30 นาทีด้วยความเร็ว 2 น็อต การเก็บตัวอย่างลูกปลาวัยอ่อนโดยใช้ Standard larvae net (รูปที่ 6) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 เมตร ขนาดตาอวนบริเวณปากถุงอวน 5 มิลลิเมตร และ 330 ไมครอนที่บริเวณก้นถุง การลากจะลากในแนวผิวน้ำ รวมทั้งการลากในแนวเฉียงด้วย Bongo net ปริมาณของน้ำที่ถูกกรองผ่านปากอวนวัดได้จากอุปกรณ์ Flow meter ตัวอย่างสัตว์หน้าดินเก็บโดยใช้ตะแกรงร่อน (sieve) กรองตัวอย่างดินที่เก็บได้จากอุปกรณ์ Smith-McIntyre Bottom-grab



การเก็บตัวอย่างปลาและการทำประมงโดยใช้อวนลากหน้าดินชนิดปากอวนเปิดขึ้นสูงประกอบกับแผ่นตะเฒ่าซึ่งมีขนาดตาอวนที่ก้นอวน 25 มิลลิเมตร ทำการลากอวนด้วยความเร็ว 3 น็อต ตัวอย่างปลาที่จับได้ใช้ในการศึกษาถึงความหลากหลายทางชีวภาพรวมทั้งตัวอย่างที่รวบรวมได้จากท่าเทียบเรือและตลาดปลาในพื้นที่ระหว่างการสำรวจด้วย

ความหนาแน่นชุมชุมของสัตว์น้ำชนิดต่างๆ และผลผลิตมวลรวมทางชีวภาพของปลาผิวน้ำและปลาหน้าดิน สามารถประเมินได้จากอัตราการสะท้อนกลับของเสียงสะท้อนจากฝูงปลาในมวลน้ำ (Volum Back-scattering Strength, SV) ซึ่งตรวจวัดโดยความถี่เสียงที่ 50 และ 200 กิโลเฮิร์ต ด้วยอุปกรณ์ Furuno Scientific Echo Sounder FQ-70 ซึ่งติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ Echo-integrator และหัวรับ-ส่งสัญญาณ (Transducer) แบบ quasi-ideal beam จำนวน 2 ชุด อุปกรณ์เหล่านี้สามารถปรับค่าการคำนวณให้ถูกต้องได้โดยการตัดคลื่นเสียงรบกวนจากแพลงก์ตอน เสียงรบกวนจากอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ และเสียงสะท้อนจากพื้นท้องทะเลที่เป็นพื้นแข็ง รวมทั้งการแก้ไขโดยอาศัยความสัมพันธ์ของข้อมูลทางสถิติที่ได้จากการจับสัตว์น้ำชนิดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจจากท่าเรือขนถ่ายสัตว์น้ำในบริเวณนั้น ๆ ด้วย



รูปที่ 2. เรือฝึกและสำรวจ M.V. SEAFDEC ที่ใช้ในการสำรวจทรัพยากรประมงในบริเวณทะเลจีนใต้



รูปที่ 3. เครื่องตรวจวัดข้อมูลทางสมุทรศาสตร์
ภาพถ่ายของน้ำทะเล (ICTD)
และอุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ Rosette



รูปที่ 4. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ Van Dorn
Water Sampler



รูปที่ 5. เครื่องเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน Smith-McIntyre Bottom-grab และเครื่องเก็บตัวอย่างตะกอนดิน gravity corer (ด้านหน้า)



รูปที่ 6. ถังลากลูกปลาวัยอ่อน Standard larvae net (ซี่) และ Bongo net (ขวา)

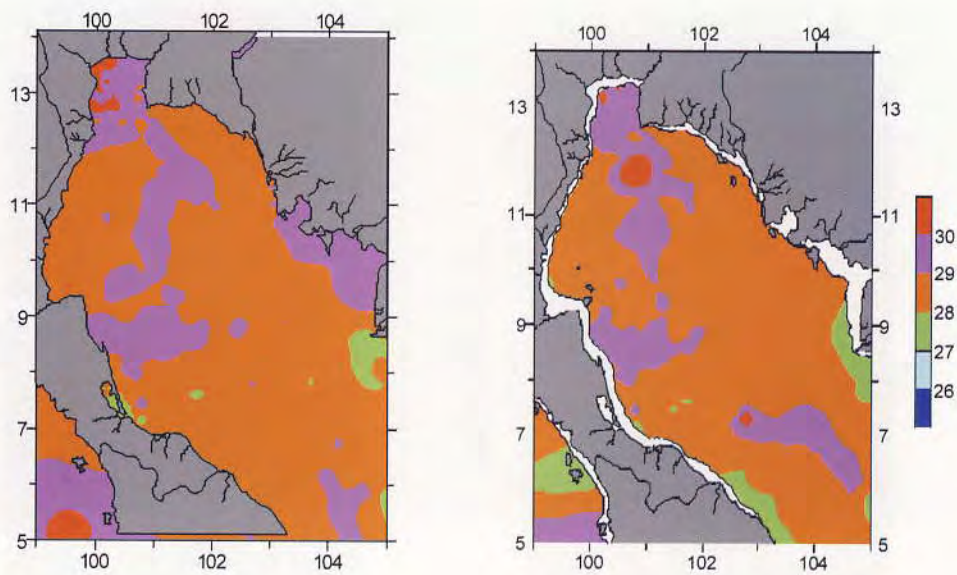
3. สมุทรศาสตร์และสภาวะแวดล้อมทางทะเล

ก. สมุทรศาสตร์การประมง (Fishery Oceanography)

สภาวะทางสมุทรศาสตร์ในบริเวณที่ทำการสำรวจ มีผลมาจากสภาวะต่าง ๆ คือ สภาพทางภูมิศาสตร์ ลักษณะการขึ้นลงของน้ำทะเล การไหลวนของกระแสน้ำ เนื่องจากอิทธิพลของลมในฤดูมรสุม ปริมาณน้ำจืดจากแม่น้ำที่ไหลลงทะเล ปรากฏการณ์ Upwelling และ Downwelling ในบริเวณชายฝั่งรวมทั้งการแพร่กระจายของน้ำจืดบริเวณนอกชายฝั่ง อุณหภูมิของน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยในแต่ละปีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ในช่วงก่อนฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ อุณหภูมิของผิวน้ำทะเลจะเย็นลงประมาณ 1 องศาเซลเซียสและมีความหนาแน่นสูง ส่วนอุณหภูมิของน้ำที่พื้นท้องทะเลจะอุ่นกว่าประมาณ 0.5 องศาเซลเซียส ยกเว้นแต่บริเวณตอนใต้ของชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมาลายู ลักษณะของมวลน้ำในอ่าวไทยจะมีการผสมกลมกลืนกันได้ดีในช่วงก่อนฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือและชั้นของ thermocline จะเริ่มปรากฏให้เห็นหลังจากฤดูมรสุม ถึงแม้ว่าจะมีการตรวจพบชั้นของ thermocline ทั้งก่อนและหลังฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือตลอดแนวชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมาลายู โดยที่ชั้นของ thermocline จะลอยตัวขึ้นหาผิวน้ำหลังจากฤดูมรสุม แสดงให้เห็นถึงการลดลงของการรวมตัวกันของน้ำในแนวดิ่ง ในขณะที่อุณหภูมิของผิวน้ำจะมีรูปแบบที่ชัดเจนตลอดตั้งแต่ด้านเหนือถึงด้านใต้ โดยทั่วไปลักษณะของท้องฟ้าที่มีคลื่นฝนในช่วงฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีผลทำให้อุณหภูมิต่ำลงที่พื้นผิวน้ำทะเลเย็นลงและความหนาแน่นของน้ำทะเลก็เพิ่มขึ้นด้วย มีผลกระทบทำให้เกิดการแพร่กระจายของลักษณะมวลน้ำที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันตามระดับความลึกในบริเวณอ่าวไทยในช่วงก่อนและหลังฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ ดังแสดงในภาพประกอบรูปที่ 7 และ 8 ตามลำดับ

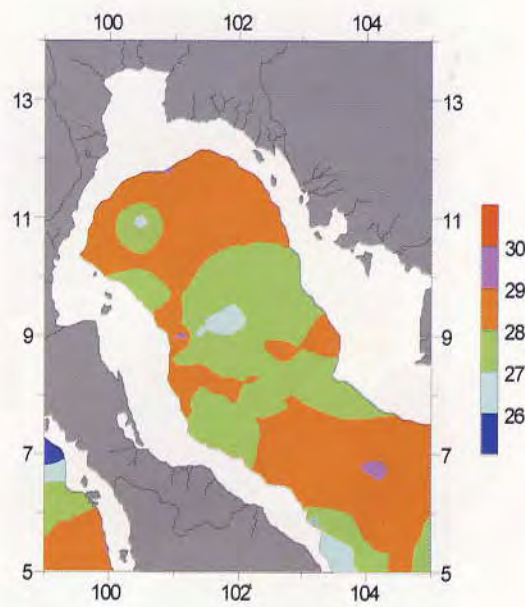
ความเค็มเฉลี่ยของผิวน้ำมีค่าสูงที่สุดในระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน และ มีค่าต่ำสุดระหว่างเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน ซึ่งเป็นผลโดยตรงจากปริมาณน้ำจืดจากแม่น้ำที่ไหลลงทะเลในบริเวณอ่าวไทย (ก่อนฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือความเค็มอยู่ระหว่าง 31.2-33.31 ppt ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 32.83 ppt และหลังฤดูมรสุมอยู่ระหว่าง 31.63-33.70 ppt ซึ่งมีค่า

เฉลี่ย 32.41 ppt) ความเค็มของผิวน้ำทะเลจะสูงกว่าความลึกระดับอื่นช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือถึงแม้ว่าจะมีการตรวจพบ halocline และ pycnocline (ชั้นน้ำระดับ 0-40 เมตร) ในบริเวณนี้ทั้งก่อนและหลังฤดูมรสุม ซึ่งจะมีการเคลื่อนตัวขึ้นหลังฤดูมรสุม แสดงให้เห็นถึงการลดลงของลักษณะการผสมกันของมวลน้ำในแนวตั้งเช่นเดียวกับ thermocline (และมีค่าระหว่าง 19.41-20.82 ซึ่งเฉลี่ย 20.45 ก่อนฤดูมรสุมจะมีค่าระหว่าง 19.18-21.35 ซึ่งเฉลี่ย 19.82 หลังฤดูมรสุม) การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของน้ำมีอิทธิพลโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงความเค็ม ความหนาแน่นของน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีค่าที่สูงกว่าบริเวณอื่นของอ่าวไทย ในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มวลน้ำบริเวณผิวน้ำจะแยกตัวจากมวลน้ำที่เย็นและเค็มกว่าน้ำในระดับลึก ซึ่งเป็นลักษณะของการแบ่งแยกชั้นอย่างชัดเจนในบริเวณที่ห่างจากฝั่ง ความหนาของชั้นน้ำที่มีลักษณะที่แตกต่างกันจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อเข้าใกล้ฝั่งและสลายไปในเขตนํ้าตื้นเนื่องจากการผสมกันของมวลน้ำในแนวตั้งในเขตนี้ ปริมาณน้ำจืดจำนวนมากที่ไหลลงทะเลเนื่องจากภาวะฝนตกหนักในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะช่วยลดความเค็มและความหนาแน่นของน้ำทะเลบริเวณผิวน้ำ ทำให้เกิดการแบ่งชั้นของน้ำเกิดขึ้นโดยเฉพาะในบริเวณเขตนํ้าตื้น เป็นผลให้เกิดลักษณะการแพร่กระจายของความเค็มในแนวตั้ง ตั้งแต่ระดับความลึกต่าง ๆ ในบริเวณอ่าวไทยในช่วงก่อนและหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ดังแสดงตามภาพประกอบในรูปที่ 9 และรูปที่ 10



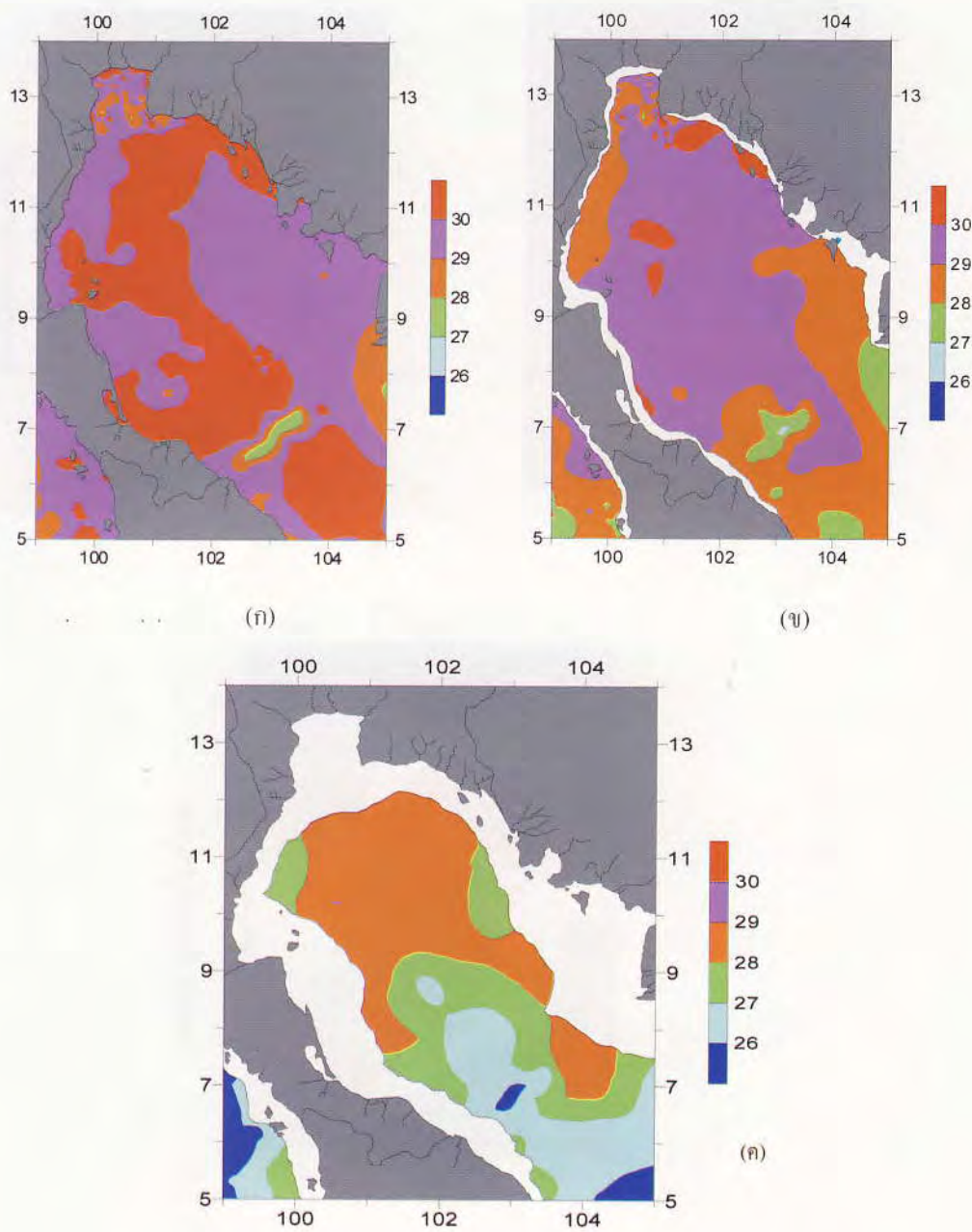
(ก)

(ข)



(ค)

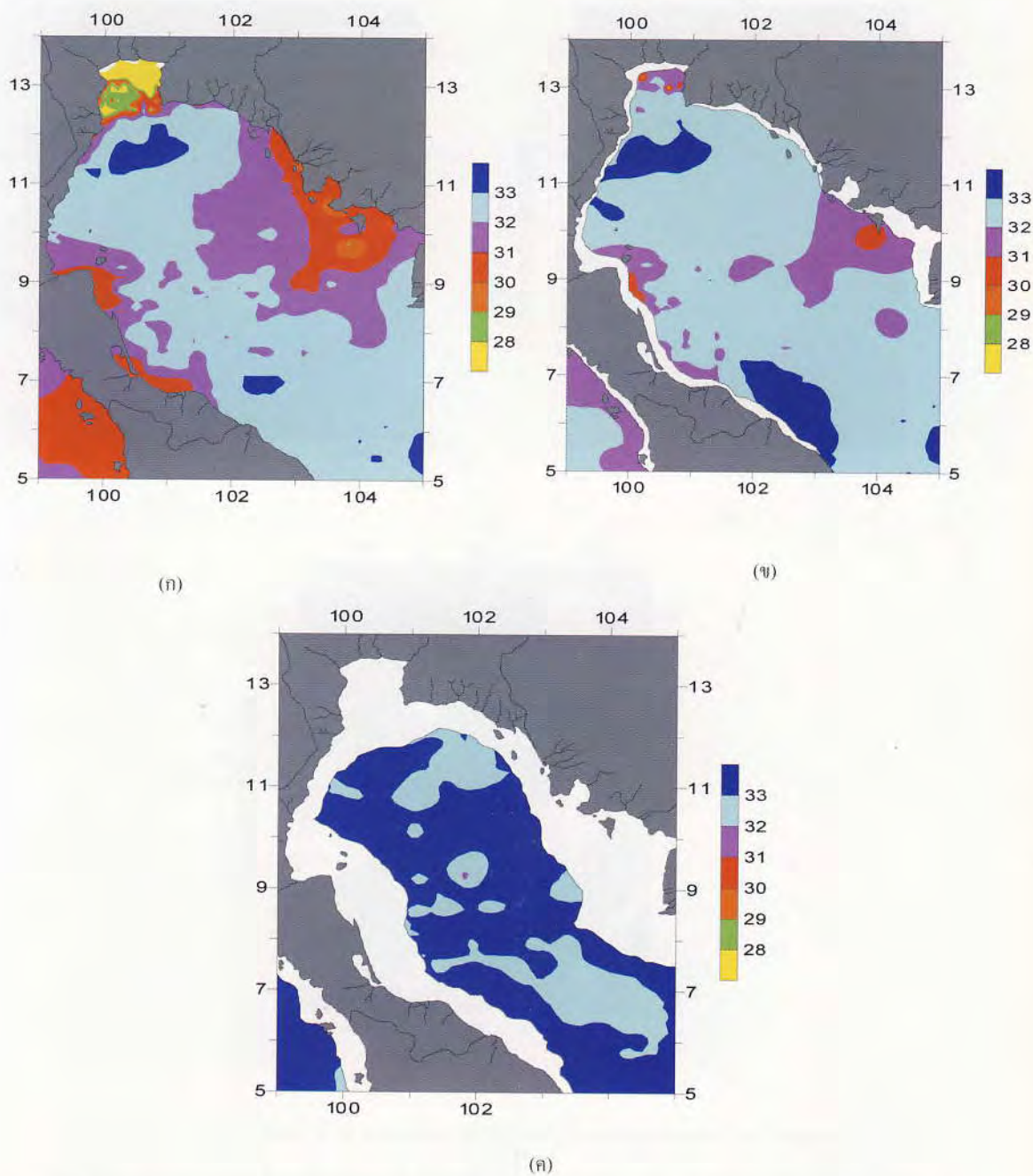
รูปที่ 7. แสดงระดับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ระดับความลึกต่าง ๆ ช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออก
เฉียงเหนือ (เดือนกันยายน - พฤศจิกายน) : (ก) ชั้นผิวน้ำ, 0 - 10 ม.;
(ข) ชั้นกลางน้ำ, 10 - 40 ม.; และ (ค) ชั้น sub-pycnocline, >40 ม.



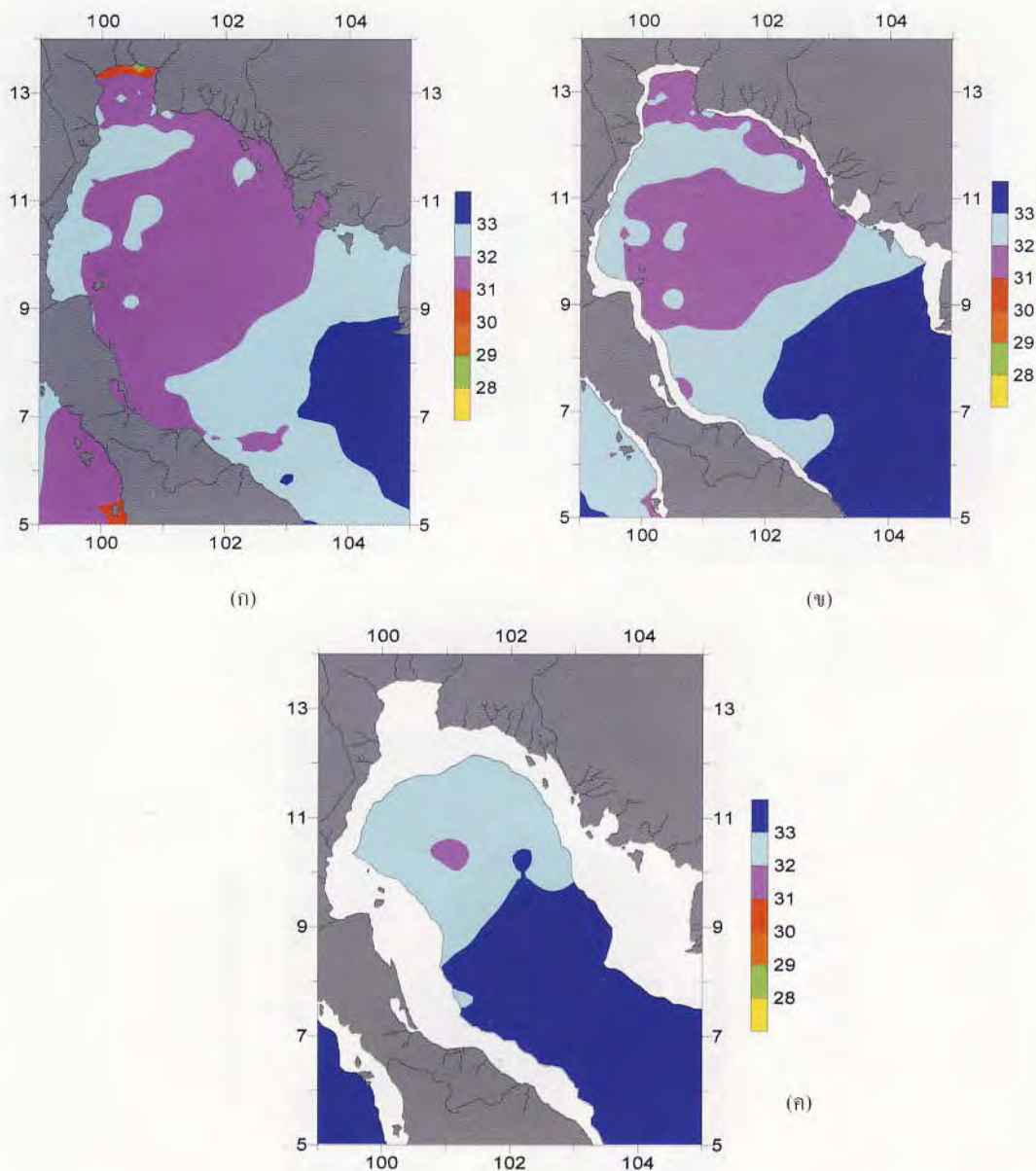
รูปที่ 8. แสดงระดับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ระดับความลึกต่าง ๆ ช่วงหลังฤดูมรสุม

ตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนมีนาคม-พฤษภาคม) (ก) ชั้นผิวน้ำ 0-10 ม.

(ข) ชั้นกลางน้ำ 10-40 ม. และ (ค) ชั้น Sub-pycnocline >40 ม.



รูปที่ 9. แสดงระดับการกระจายความเค็มที่ระดับความลึกต่าง ๆ ช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออก
เฉียงเหนือ (เดือนกันยายน-พฤศจิกายน): (ก) ชั้นผิวน้ำ 0-10 ม; (ข) ชั้นกลางน้ำ
10-40 ม. และ (ค) ชั้น Sub-pycnocline >40 ม.



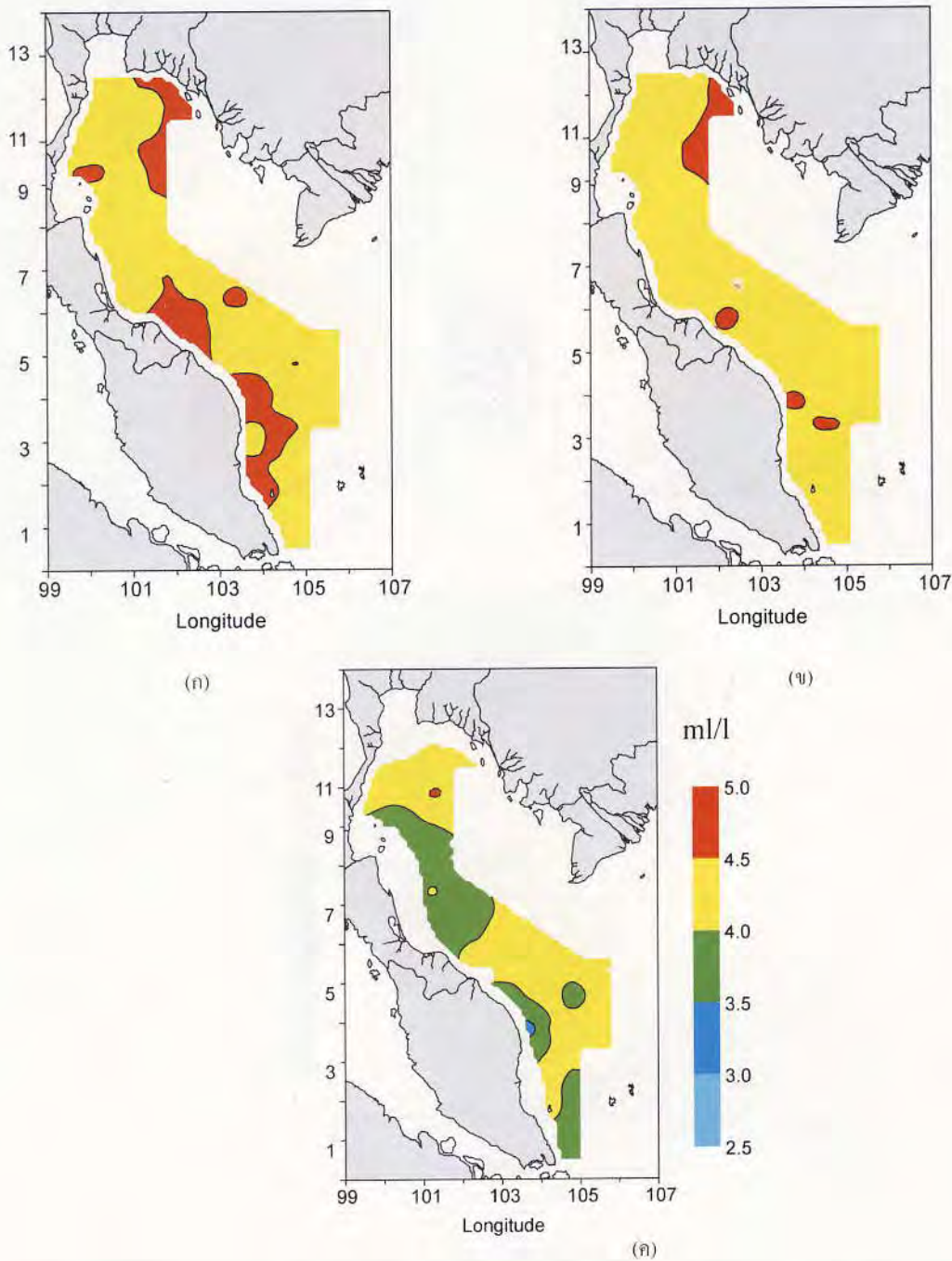
รูปที่ 10. แสดงระดับการกระจายความเค็มที่ระดับความลึกต่าง ๆ ช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนมีนาคม-พฤษภาคม) แสดงให้เห็นการเคลื่อนตัวของมวลน้ำที่มีความเค็มสูง และปริมาณออกซิเจนต่ำ ในชั้นกลางน้ำจากบริเวณทะเลจีนใต้เข้ามาในอ่าวไทย: (ก) ชั้นผิวน้ำ 0-10 ม. (ข) ชั้นกลางน้ำ 10-40 ม. และ (ค) ชั้น Sub - pycnocline >40 ม.

การไหลวนของกระแสน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการแพร่กระจายและการคงอยู่ของสารละลายและสารแขวนลอย ทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตทำให้ทราบถึงรูปแบบของการแพร่กระจายตามคุณสมบัติของน้ำทะเลรวมทั้งสภาวะทางสมุทรศาสตร์ที่เด่นชัดในแต่ละพื้นที่ ความแรงของลมในฤดูมรสุมเป็นตัวกำหนดรูปแบบการไหลวนของกระแสน้ำและการเคลื่อนที่ของมวลน้ำตอนบนเหนือระดับ pycnocline (ชั้นน้ำระดับ 0-40 เมตร) ในบริเวณอ่าวไทย การเคลื่อนตัวของมวลน้ำที่ระดับผิวน้ำ (0-10 เมตร) โดยทั่วไปจะไหลวนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และไหลวนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ การศึกษาถึงลักษณะทางกายภาพของมวลน้ำรวมทั้งรูปแบบการเคลื่อนที่ของชั้น thermocline, halocline และ Pycnocline จากบริเวณน้ำลึกถึงบริเวณที่น้ำตื้นกว่าในช่วงระหว่างการเปลี่ยนฤดูของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะแสดงให้เห็นโอกาสที่จะเกิดปรากฏการณ์ upwelling และ downwelling ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมมรสุมในบริเวณนี้

ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ในน้ำทะเลเป็นผลมาจากขบวนการทางชีววิทยา การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างอากาศและผิวน้ำ การเคลื่อนย้ายเข้าและออกของสารในบริเวณนี้ รวมทั้งขบวนการทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารที่อยู่ในสถานะที่เป็นของแข็ง เช่น หินปูน (Calcium Carbonate) ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่บริเวณผิวน้ำจะมีสภาวะที่มีความสมดุลกับปริมาณของก๊าซที่มีอยู่ในอากาศ และมีความเข้มข้นยิ่งยวดของสารแร่จำพวก calcite แต่ในชั้นน้ำที่ระดับ sub-pycnocline (ลึกกว่า 40 เมตร) ในอ่าวไทยจะมีความแตกต่างทางด้านเคมีจากทะเลบริเวณอื่นภายนอกอ่าวอย่างเห็นได้ชัด ปริมาณของก๊าซออกซิเจนที่ระดับน้ำในชั้น sub-pycnocline ในบริเวณที่เป็นเขตนํ้าลึกของอ่าวไทยจะมีค่าที่ต่ำกว่าที่ระดับผิวน้ำและในเขตนํ้าลึกของบริเวณอื่นๆอย่างเห็นได้ชัด (รูปที่ 11 และ 12) แสดงให้เห็นถึงอัตราการหายใจซึ่งใช้ก๊าซออกซิเจนของสิ่งมีชีวิตในชั้นน้ำนั้นที่มีมากกว่ากำลังผลิตขั้นปฐมภูมิ สภาวะทางเคมีของน้ำในบริเวณเขตนํ้าลึกตลอดแนวชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมลายูมีความแปรปรวนตามสภาวะของฤดูมรสุมทั้งสองฤดู แรงดันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในชั้นน้ำลึก sub-pycnocline แสดงให้เห็นรูปแบบที่คล้ายกันของการละลายของก๊าซออกซิเจน ซึ่งเห็นได้จากรูปแบบการแพร่



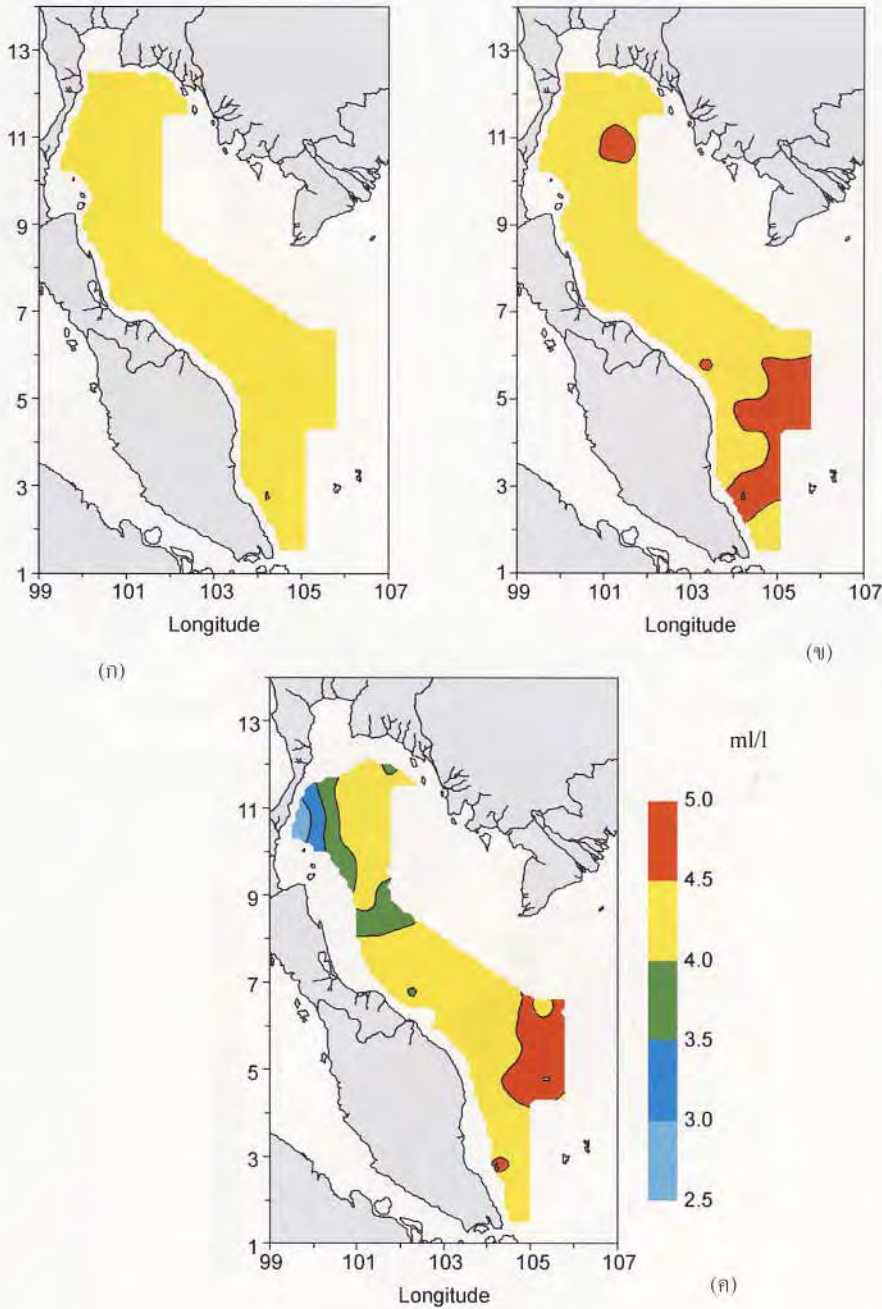
กระจายของก๊าซที่ละลายได้น้อยในเขตนํ้าลึกในบริเวณนี้ รวมทั้งข้อบ่งชี้จากมวณํ้าชั้นกลางจากทะเลจีนใต้ที่ไหลเข้ามาในอ่าวไทย ตามแนวชายฝั่งของประเทศเวียดนามและกัมพูชา (รูปที่ 10) มวณํ้านี้จะหมุนวนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเหนือพื้นทะเลและไหลออกไปทางทิศใต้ตามแนวชายฝั่งของอ่าวไทยและคาบสมุทรมลายู ความสมดุลของมวณํ้าที่ไหลเข้าและออก แสดงให้เห็นถึงปริมาณนํ้าที่ไหลเข้าสู่อ่าวไทยในช่วงระหว่างฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในปัจจุบันได้มีการตรวจพบว่าระดับนํ้าทะเลเฉลี่ยในแต่ละปีเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูมรสุมนี้



รูปที่ 11. การกระจายของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิลิตร/ลิตร) ที่ระดับความลึกต่าง ๆ

ช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ: (ก) ชั้นผิวน้ำ 0 – 10 ม.;

(ข) ชั้นกลางน้ำ 10 – 40 ม. ; (ค) ชั้น sub pycnocline, > 40 ม.



รูปที่ 12. การกระจายของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร) ที่ระดับความลึกต่าง ๆ
ช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ : (ก) ชั้นผิวน้ำ 0 – 10 ม.;
(ข) ชั้นกลางน้ำ 10 – 40 ม.; (ค) ชั้น sub pycnocline, > 40 ม.

ข. ตะกอนและปฐพีเคมี (Sedimentology and Geochemistry)

ตะกอนสามารถบอกถึงลำดับขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาของบริเวณใดบริเวณหนึ่ง รวมทั้งในช่วงระหว่างการก่อตัวและการแปรสภาพซึ่งถือเป็นกระบวนการสำคัญในวงจรทางชีวเคมีของธาตุอาหาร มีผลครอบคลุมต่อกระบวนการต่าง ๆ ในมวลของน้ำ ลักษณะของพื้นที่ท้องทะเลจะแสดงถึงการทับถมของตะกอนดินทางบริเวณตอนเหนือของอ่าวและการทับถมของทรายในตอนล่างของอ่าว นอกจากนี้ยังมีการทับถมของหินปูนที่เป็นซากเหลือของสิ่งมีชีวิตจำนวนมากบริเวณกลางอ่าว การแพร่กระจายของตะกอนจะเปลี่ยนแปลงตั้งแต่จากดินปนทรายไปจนถึงทรายปนดิน (รูปที่ 13) ลักษณะตะกอนที่เป็นดินปนทรายจะครอบคลุมถึงครึ่งหนึ่งของพื้นที่ที่ทำการสำรวจ ส่วนที่เป็นดินและทรายปนดินจะครอบคลุมบริเวณพื้นที่ที่ทำการสำรวจเป็นบริเวณประมาณ 28.75 และ 15 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ตะกอนหยาบของทรายและกรวดที่มีสีตั้งแต่เหลืองปนไปจนถึงสีน้ำตาลอมส้มจะมีการตกตะกอนมาก โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่ง ส่วนตะกอนละเอียดที่เกิดจากโคลนดินเหนียวที่มีสีเทาอมเขียวและสีเทาปน โดยทั่วไปจะทับถมกันในบริเวณที่มีการไหลเวียนของน้ำค่อนข้างนิ่ง บริเวณห่างจากฝั่ง การไหลวนของน้ำเนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุมทำให้ตะกอนขนาดเล็กถูกแขวนลอยในน้ำได้มากขึ้น ในขณะที่ด้านในของอ่าวที่ได้รับอิทธิพลน้อยกว่าจะมีสภาวะของการตกตะกอนที่ค่อนข้างคงที่ ซึ่งเป็นผลให้มีปริมาณส่วนย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุเป็นจำนวนมาก หลังจากช่วงฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตะกอนที่พบจะมีลักษณะละเอียดและมีขนาดที่แตกต่างกันสูงรวมทั้งมีค่าของความเบ้ (skewed) จากค่าเฉลี่ยไปในทางบวก ค่าเฉลี่ยของภาวะยอดมน (kurtosis) ที่มีค่ากว้าง โดยเฉพาะในส่วนตอนบนของอ่าวซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่จะเปลี่ยนจากตะกอนดินเหนียวที่มีอินทรีย์สารมากไปเป็นตะกอนของอินทรีย์สาร (รูปที่ 13) บริเวณใกล้ฝั่งองค์ประกอบของตะกอนจะเปลี่ยนไปเป็นทรายมากขึ้น ในช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แสดงให้เห็นถึงอัตราที่สูงขึ้นของการกัดเซาะบริเวณแนวชายฝั่งรวมทั้งปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเล ผลจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสารแขวนลอยของตะกอนดินเหนียวสีน้ำตาลที่ถูกพัดพาออกไปตามแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำอื่น ๆ มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางบริเวณอ่าวไทยตอนในและไม่ไกลออกเกินไปกว่าบริเวณนี้

ตะกอนพื้นทะเลในบริเวณนี้มีปริมาณขององค์ประกอบจากอินทรีย์สารและสารระเหยของกรดกำมะถัน (acid volatile sulfides) ในปริมาณต่ำและคงที่ตลอดตามแนวลึกของชั้นตะกอน ตะกอนแข็งของดินเหนียวจะมีปริมาณของสารอินทรีย์วัตถุสูง ปริมาณของสารอินทรีย์วัตถุต่ำในตะกอนแสดงถึงพื้นทะเลบริเวณนั้นมีกระบวนการ Oxidation เกิดขึ้นรวมทั้งอัตราการผลิตขั้นปฐมภูมิที่ต่ำของบริเวณนั้น ๆ ด้วย อัตราการตกตะกอนต่ำของสารอินทรีย์วัตถุที่ควบคู่ไปกับอัตราการย่อยสลายสูงจะมีผลอย่างยิ่งต่อกระบวนการแปรสภาพของสารอินทรีย์วัตถุจากตะกอนไปเป็นหิน รวมทั้งการแพร่กระจายของสารอินทรีย์วัตถุซึ่งแสดงถึงสิ่งที่คงเหลือจากกระบวนการย่อยสลายโดยกระบวนการทางชีวเคมี อย่างไรก็ตาม บางส่วนของบริเวณที่มีอัตราการตกตะกอนที่สูงซึ่งอุดมไปด้วยสัตว์หน้าดินสามารถพบได้ในบางพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำคอนบนของอ่าวที่มีการทับถมของตะกอนที่สูงซึ่งส่งผลให้เกิดการแพร่กระจายของปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ในผิวชั้นบนของน้ำเนื่องจากปฏิกิริยาทางด้านชีวเคมีบริเวณแนวต่อระหว่างผิวหน้าตะกอนกับน้ำทะเล เป็นผลให้เกิดการรวมตัวกันขึ้นของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะปลา การรวมตัวกันของสารอินทรีย์วัตถุในองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างผิดปกติบริเวณใกล้เกาะสมุยแสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่มีอิทธิพลจากการไหลเวียนเข้ามาในบริเวณนี้ของมวลน้ำที่มีความเค็มสูงในระดับลึกจากทะเลจีนใต้ เนื่องจากอัตราการผลิตขั้นปฐมภูมิที่สูงมีผลมาจากปัจจัยดังกล่าว รวมทั้งแพลงก์ตอนที่เป็นอาหารของปลาผิวน้ำที่มารวมตัวกันอยู่ในบริเวณนี้ทำให้เกิดเป็นแหล่งทรัพยากรประมงที่อุดมสมบูรณ์

ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในชั้นตะกอนที่ทับถมกันจะแสดงถึงคุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบของแร่ธาตุที่เกิดจากการรวมตัวของชั้นส่วนอนุภาคที่ละเอียดบริเวณตอนในของอ่าว ซึ่งเห็นได้ชัดเจนจากการเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ของมวลน้ำในบริเวณนี้ รวมทั้งมีผลต่อรูปแบบการเคลื่อนตัวของอนุภาคเล็ก ๆ ของตะกอนพื้นท้องทะเลที่พัดพาไปโดยกระแสน้ำที่มีความเร็วเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูมรสุมที่มีความแปรปรวนของกระแสน้ำเกิดขึ้น ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในตะกอนยังแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการลดลงของปริมาณน้ำในตะกอนดินที่มีมากกว่าปริมาณน้ำที่มีอยู่ในตะกอนทราย ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์ต่อรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของระดับอินทรีย์สาร คุณสมบัตินี้จะแสดงการลดลงจากระดับผิวดินลงสู่ชั้นดินที่ลึกกว่าซึ่งเป็นผลมาจากการอัดแน่นของชั้นดินตะกอนในระดับล่าง โดยทั่วไปตะกอนที่มี

เมื่อตะไคร่ซึ่งมีปริมาณน้ำอยู่มากจะสะสมตัวกันในบริเวณแหล่งตกตะกอนใหญ่ 2 แห่งที่อุดมไปด้วยสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีพื้นที่กว้างในการดูดซับสารอินทรีย์จากการทับถมกันของตะกอน ปริมาณน้ำในชั้นผิวหน้าของตะกอนตลอดแนวชายฝั่งจะลดลงไปบ้างหลังจากช่วงฤดูมรสุม บริเวณที่มีการแปรปรวนนี้โดยปกติเป็นบริเวณเดียวกันกับแนวทางไหลออกของน้ำชั้นกลางจากทะเลจีนใต้ตามที่ได้อธิบายก่อนหน้านี้แล้ว

ในบริเวณที่มีอินทรีย์สารต่ำมักจะไม่มีพบสถานะของ anoxic ซึ่งปกติจะปรากฏในบริเวณที่มีอัตราการทับถมของอินทรีย์สารจำนวนมาก และการเน่าสลายในระดับที่สูง ไออระเหยของกรดกำมะถัน (acid volatile sulfides) บริเวณผิวหน้าตะกอนจะมีระดับที่ต่ำมากในบริเวณที่ทำการสำรวจ ยกเว้นบางตำแหน่งที่แยกตัวออกมาโดยเฉพาะบริเวณใกล้ชายฝั่งซึ่งมีความสอดคล้องกับอัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์ที่ต่ำ ระดับของกำมะถัน (sulfide) จะค่อย ๆ ลดน้อยลงจากผิวหน้าตะกอน (2-4 ซม.) ลงสู่ระดับที่ลึกกว่า การผันผวนอย่างรวดเร็วของระดับกำมะถันที่ระดับผิวหน้าตะกอนในบางพื้นที่โดยเฉพาะตามแนวชายฝั่งอาจแสดงถึงผลกระทบของการถูกรบกวนของผิวพื้นทะเลอยู่เสมออันเนื่องมาจากการทำประมงอวนลาก รวมทั้งกระบวนการทับถมกันของสารอินทรีย์จากมวลน้ำด้านบน

ค. มลภาวะทางทะเล (Marine Pollution)

ภาคส่วนเหลือของสารปิโตรเลียมในสถานะแวลลุ่มทางทะเลเป็นผลมาจากน้ำทิ้งของเขตชุมชน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ระบบการขนส่งทางน้ำ รวมทั้งจากการสำรวจขุดเจาะและการขนส่งน้ำมันนอกชายฝั่ง และอาจมาจากการซึมออกมาจากแหล่งน้ำมันตามธรรมชาติ เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ละลายในน้ำทะเลยากและการดูดซับของตะกอนต่าง ๆ ง่าย จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการตกตะกอนลงพื้นท้องทะเล ปริมาณของ Total Aliphatic Hydrocarbons (TAH) ชนิดที่มีโครงสร้างของ Benzene ring ที่ต่อกันยาวและมีค่าความเข้มข้นที่แตกต่างกันจะพบมากในตะกอนบริเวณอ่าวไทย (รูปที่ 14) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) ซึ่งมีส่วนประกอบโครงสร้างของ Benzene ring 7 ตัวต่อกัน จะมีลักษณะการแพร่กระจายเช่นเดียวกับ TAH

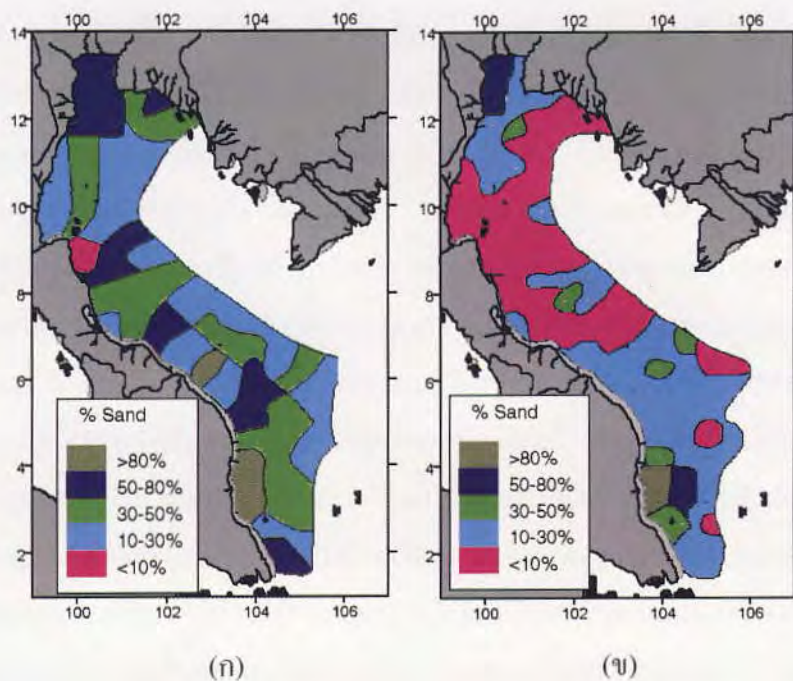
สารประกอบของ petroleum hydrocarbon ทั้ง 2 ชนิดจะมีอยู่ในส่วนผสมของน้ำมันดิบชนิดต่ำ และจากการเผาไหม้ของ hydrocarbon และ alkanes ซึ่งมีอยู่มากจากแหล่งกำเนิดในพื้นดิน มีอิทธิพลอย่างมากต่อสภาวะทางธรรมชาติโดยการกระทำของมนุษย์ ด้วยเหตุผลบางประการปริมาณของ hydrocarbon ในน้ำทะเลบริเวณตอนบนของอ่าวไม่ได้แสดงค่าที่เพิ่มขึ้นตลอดช่วงระยะเวลา 15 ปีที่ผ่านมา อาจเนื่องมาจากการตรวจวัดด้วยวิธีที่ต่างกันหรือการใช้มาตรฐานที่ต่างกัน มีเพียงบางสถานีที่สำรวจบริเวณใกล้เขตชุมชนเมืองซึ่งแสดงค่าที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 0.5 ไมโครกรัมต่อลิตร บริเวณที่ห่างจากฝั่งบางแห่งจะพบตะกอนที่มีสาร hydrocarbon ปะปนในปริมาณที่สูง (รูปที่ 14) ซึ่งอาจมาจากผลกระทบจากกิจกรรมการขนส่งทางเรือ และการสำรวจขุดเจาะน้ำมัน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาต่อไป

สารประกอบของโลหะรอง (trace elements) ในน้ำทะเล มีแหล่งกำเนิดมาจากชั้นหินบริเวณไหล่ทวีปที่เกิดจากการชะล้างของลมและฝนรวมทั้งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาวะแวดล้อมของบริเวณนั้น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่มีลักษณะปิดเช่นตอนในของอ่าวไทย ปริมาณความเข้มข้นของโลหะแคดเมียม, เหล็ก, ตะกั่ว และนิกเกิล ที่ตรวจพบในปริมาณต่ำและเป็นระดับที่พบได้โดยทั่วไปบริเวณชายฝั่ง

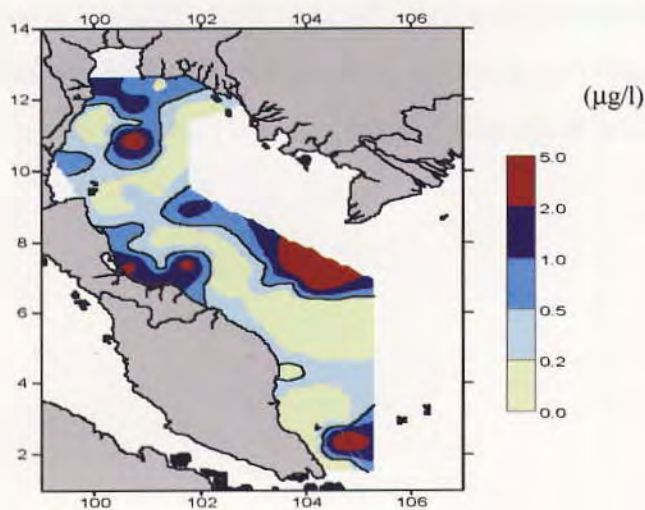
ปริมาณของทองแดงและเหล็กมีแหล่งกำเนิดมาจากภายนอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากน้ำจืดที่ไหลลงทะเลซึ่งเป็นการแพร่กระจายในแนวราบ ในขณะที่รูปแบบการแพร่กระจายของแคดเมียม ตะกั่ว และนิกเกิล จะถูกนำไปใช้โดยกระบวนการทางชีววิทยาและการเกิดขึ้นใหม่จากการย่อยสลายของอินทรีย์สารซึ่งเป็นขบวนการแปรรูปภายในที่เรียกว่า “nutrient-type”

สารประกอบของโลหะรอง (trace elements) นี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอิทธิพลของมนุษย์ที่มีต่อธรรมชาติ ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวชี้ให้เห็นถึงผลกระทบและการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อคุณภาพของสิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบส่วนใหญ่ของโลหะในผิวตะกอนที่พบในบริเวณอ่าวไทยในระหว่างการสำรวจในเที่ยวเรือช่วงก่อนฤดูมรสุมประกอบด้วย อลูมิเนียม โครเมียม ทองแดง แมงกานีส และตะกั่ว ปริมาณของแคลเซียม เหล็ก และสังกะสีไม่ได้แสดงค่าความแตกต่างระหว่างในบริเวณอ่าวไทยและบริเวณทางตอนใต้ หลังจากช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณของอลูมิเนียม ทองแดง และแมงกานีส ในบริเวณอ่าวไทยยังคงรักษาปริมาณอยู่ในระดับที่สูง ในขณะที่ปริมาณของโครเมียม เหล็ก และสังกะสีมีปริมาณที่เท่ากันในทุกพื้นที่ทั้งสองแห่ง องค์ประกอบของตะกั่วจะมีค่ามากหลังจากฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือขณะที่ความเข้มข้นของสังกะสีและทองแดงมีความผันแปรในทั้งสองบริเวณ อัตราส่วนระหว่างทองแดงต่ออลูมิเนียมในอัตราต่ำ ในผิวหน้าตะกอนบริเวณทางตอนใต้อาจใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาวะการลดน้อยลงของทองแดงในบริเวณอ่าวไทย องค์ประกอบส่วนใหญ่ของโลหะในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือประกอบด้วย โครเมียม เหล็ก แมงกานีส และสังกะสี ในขณะที่มีเพียงทองแดงและตะกั่วเท่านั้นที่มีปริมาณสูงอย่างเห็นได้ชัดหลังจากช่วงฤดูมรสุมตั้งแต่บริเวณตอนใต้ของอ่าวลงไปปริมาณของโครเมียม เหล็ก และตะกั่วจะมีปริมาณสูงอย่างเห็นได้ชัดเจนในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณของตะกั่วจะเพิ่มขึ้นหลังจากช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ขณะที่ความเข้มข้นของทองแดงและสังกะสี ยังคงรักษาในระดับที่คงที่ ความผันแปรของปริมาณโลหะรอง (trace elements) ตามฤดูกาล แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของความแปรปรวนของมรสุมที่มีต่อการเคลื่อนที่ของตะกอนชั้นผิวของก้นทะเล นอกจากนี้ยังมีข้อมูลแสดงว่าโคลนและดินสามารถที่จะดูดซับโลหะได้ในปริมาณสูง



รูปที่ 13. การกระจายขององค์ประกอบของทราย (ร้อยละ) ในชั้นตะกอนดิน;
(ก) ช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ (ข) ช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 14. การกระจายของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลระหว่างช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

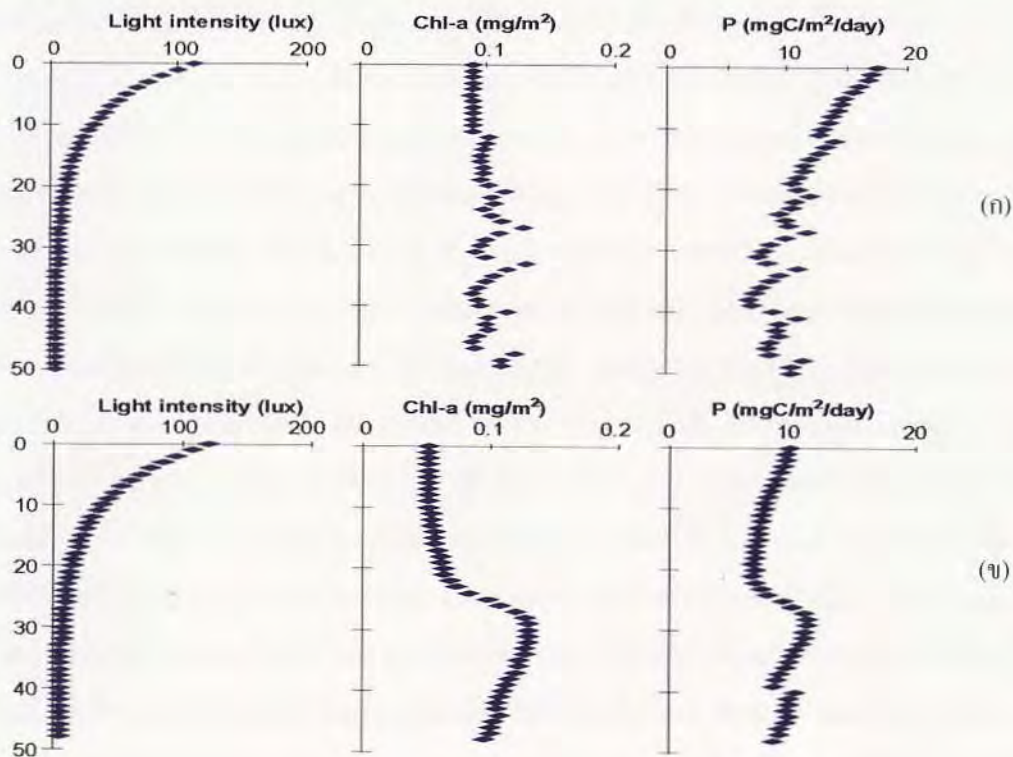
4. ชีววิทยาทางทะเล (Marine Biology)

ก. ผลผลิตขั้นปฐมภูมิ (Primary Production)

ผลผลิตขั้นปฐมภูมิเป็นขบวนการทางชีววิทยาขั้นพื้นฐานที่ทำให้สิ่งมีชีวิตในทะเลสามารถอยู่ได้ รวมทั้งยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในการผลิตอาหาร (tropic potential) ที่ระดับพื้นฐานของระบบห่วงโซ่อาหาร ปริมาณของผลผลิตขั้นปฐมภูมิตรวจวัดได้โดยวิธีการตรวจหาระดับคาร์บอน 14 และคำนวณจากปริมาณฟลูออเรสเซนส์ (ปริมาณของคลอโรฟิลล์ a ที่เป็นสัดส่วนกับกราฟแสดงความเข้มของแสง) ณ ที่ระดับลึกนั้นๆ และจากการวัดปริมาณแสงที่ส่องทะลุผ่านลงไปได้ (เป็นสัดส่วนโดยตรงระหว่างแสงและความลึก) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0.20-0.61 และ 0.29-0.47 $\text{gC/m}^2/\text{day}$ ในบริเวณอ่าวไทยและตามแนวชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมลายูตามลำดับ เป็นไปตามที่คาดไว้ว่าอัตราการผลิตจะมีค่าสูงบริเวณสถานีสำรวจใกล้ฝั่งซึ่งจะมีค่าลดลงตามระดับความลึกอันเนื่องมาจากระดับความขุ่นใสของน้ำ ปริมาณแสงที่ส่องทะลุผ่านลงในน้ำที่น้อยลงรวมทั้งความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (active chlorophyll) เป็นที่น่าแปลกใจว่าอัตราการผลิตของผลผลิตขั้นปฐมภูมิดูเหมือนว่าจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของคลอโรฟิลล์ในแนวตั้งมากกว่ากราฟแสดงปริมาณของแสงที่ส่องทะลุผ่านลงในน้ำทะเล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออัตราการผลิตแสดงค่าที่เพิ่มมากขึ้นที่ระดับความลึกที่ chlorophyll มีค่าสูงสุด ซึ่งจะปรากฏในชั้นของ sub-pycnocline ในบางสถานีที่สำรวจนอกชายฝั่ง (รูปที่ 15) อาจมีผลมาจากปริมาณของประชากรแพลงก์ตอนพืชที่มีอยู่น้อยในระดับได้ชั้นผิวน้ำที่มวลน้ำผสมกัน (sub-surface mixed layer) ในบางสถานี ซึ่งแสดงความสัมพันธ์อย่างเห็นได้ชัดจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแสงและความลึก โดยแสดงถึงการที่แสงส่องลงไปถึงชั้น pycnocline ได้เนื่องจากปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่น้อยแต่จะลดลงอย่างรวดเร็วได้ระดับนั้น เนื่องจากปริมาณที่สะสมกันที่ระดับความลึก นั้น ๆ อัตราการผลิตจะลดลงภายใต้ระดับชั้นนี้ทั้ง ๆ ที่มีการสะสมแพลงก์ตอนเนื่องจากปริมาณแสงที่ขาดหายไป ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดของปัจจัยที่สำคัญ ความสัมพันธ์แบบผกผันระหว่างปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำกับปริมาณฟลูออเรสเซนส์ ณ ที่ระดับความลึกนั้น ๆ จะแสดงค่าที่มี



ลักษณะเฉพาะที่ใช้เป็นส่วนสำคัญในการศึกษาในแต่ละสถานีสำรวจ อัตราการผลิตในบริเวณที่ทำการสำรวจแสดงให้เห็นถึงความยั่งยืนของพื้นฐานของระบบห่วงโซ่อาหารที่อุดมสมบูรณ์ ซึ่งเห็นได้จากความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรปลาผิวน้ำในบริเวณอ่าวไทยในอดีต



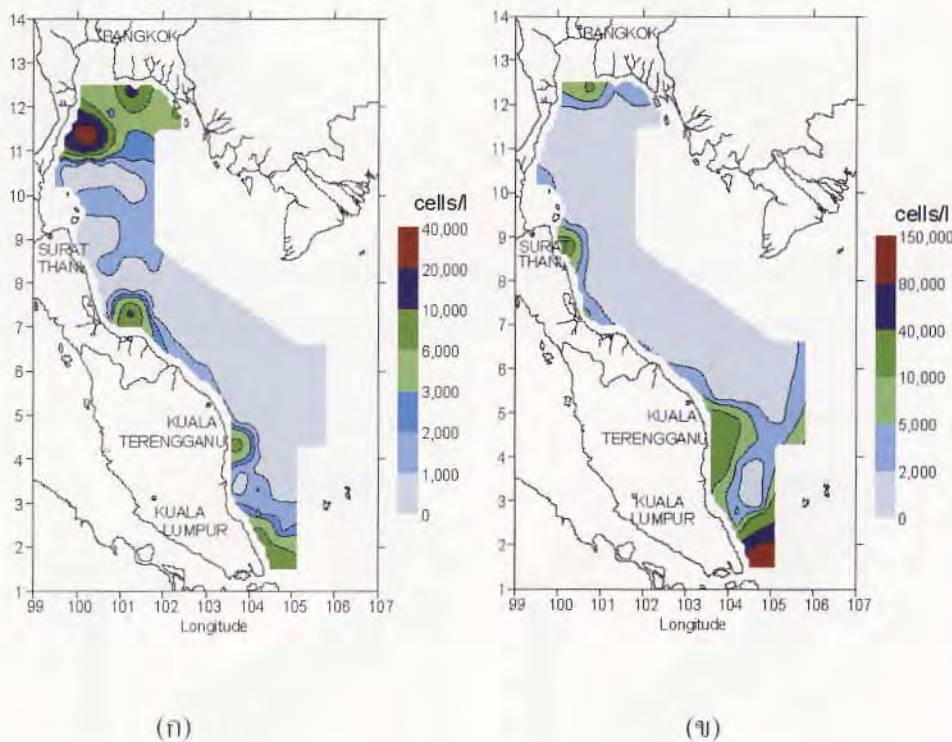
รูปที่ 15. แสดงความสัมพันธ์ของการแพร่กระจายในแนวดิ่งระหว่างความเข้มของแสงที่ส่องลงไปใต้น้ำ ปริมาณของคลอโรฟิลล์ a และอัตราการผลิตของผลผลิตขั้นปฐมภูมิ กราฟ (ก) สถานีที่ 6 และกราฟ (ข) สถานีที่ 43 โดยแสดงถึงอัตราการผลิตของค่าคลอโรฟิลล์สูงสุดในระดับความลึกต่าง ๆ ทำการสำรวจเมื่อวันที่ 6 และ 17 กันยายน 2540

ข. แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton)

แพลงก์ตอนพืชถือเป็นผลผลิตขั้นปฐมภูมิของอินทรีย์สารที่เป็นอาหารแก่ระบบห่วงโซ่อาหารในทะเล ดังนั้นจึงเป็นตัวเชื่อมพื้นฐานที่สำคัญในกระบวนการผลิตและความยั่งยืนของสิ่งมีชีวิตในทะเลรวมทั้งปลา จากการศึกษาถึงความหลากหลายทางชีวภาพ ความชุกชุม และการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช สามารถจำแนกไดอะตอม (Diatoms) ออกได้จำนวน 133 ชนิด (55 สกุล) ไดโนแฟลตเจลเลต 107 ชนิด (31 สกุล) สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 2 ชนิด (2 สกุล) ในจำนวนนี้มีไดอะตอม 17 ชนิด และสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 1 ชนิด ซึ่งเป็นชนิดที่มีการแพร่กระจายอยู่มาก จากการศึกษาพบว่าสกุล *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Coscinodiscus*, *Bacteriatrum*, และ *Ceratium* มีการแพร่กระจายอยู่มากที่สุด ส่วนชนิดของ Diatom ที่พบมากที่สุดคือ *Chaetoceros lorenzianus*, *C. costatum*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Skeletonema costatum*, *Pleurosigma elongatum*, *Bacteriatrum comosum*, *Bacillaria paxillifera*, *Coscinodiscus jonesianus*, และ *Rhizosolenia calcar-avis* ไดโนแฟลตเจลเลต มักพบโดยทั่วไปตามบริเวณนอกชายฝั่ง ชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Ceratium fusus*, *C. pentagonum*, *C. arietinum*, *Protoperidinium* sp., *Protoceratium* sp., *Ceratocorys* sp., และ *Alexandrium* sp.

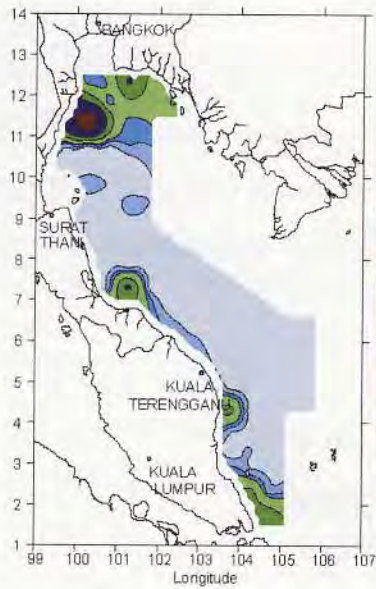
ดัชนีแสดงความหลากหลายในบริเวณที่ห่างจากฝั่งมีค่าตั้งแต่ 1.95 ถึง 3.4 และจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อเข้าใกล้ชายฝั่ง ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายกันระหว่างทั้งสองฤดูกาล ดัชนีแสดงความสม่ำเสมอเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับดัชนีแสดงความหลากหลาย เพอร์เซ็นต์ความชุกชุมของไดอะตอม ในช่วงระหว่างทั้งสองเที่ยวเรือที่ทำการสำรวจ แสดงค่าสูงในบริเวณตอนบนของอ่าวไทย โดยมีค่าตั้งแต่ 63-91 เพอร์เซ็นต์ และจะมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดที่ 6-22 เพอร์เซ็นต์ในบริเวณห่างจากฝั่ง การศึกษาถึงรูปแบบการแพร่กระจายโดยการวิเคราะห์จากทั้งกลุ่มของสถานีที่สำรวจแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่ามีกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ ที่อยู่รวมกันตามบริเวณต่าง ๆ ในบริเวณใกล้ฝั่งซึ่งมีสภาวะแวดล้อมที่คงที่ ยกเว้น *Trichodesmium* ซึ่งพบในบริเวณผิวน้ำ จะมีรูปแบบการรวมตัวกันที่กำหนดโดยทิศทางและความเร็วในการพัดของลม (รูปที่ 18)

เซลล์/ลิตร) ซึ่งพบในบางสถานีบริเวณตอนบนของอ่าวไทย ความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตตามแนวชายฝั่งของประเทศไทยจะมีค่าที่สูงกว่าในอ่าวไทย การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวโดยเฉพาะชนิด *Trichodesmium erythraeum* จะพบเป็นแห่ง ๆ โดยมีปริมาณมากที่สุดตามแนวชายฝั่งของคาบสมุทรมลายู ซึ่งในบางครั้งจะพบมีจำนวนมากในลักษณะของการแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว แต่จะพบได้น้อยที่สุดในบริเวณตอนกลางของอ่าวไทย (รูปที่ 18)

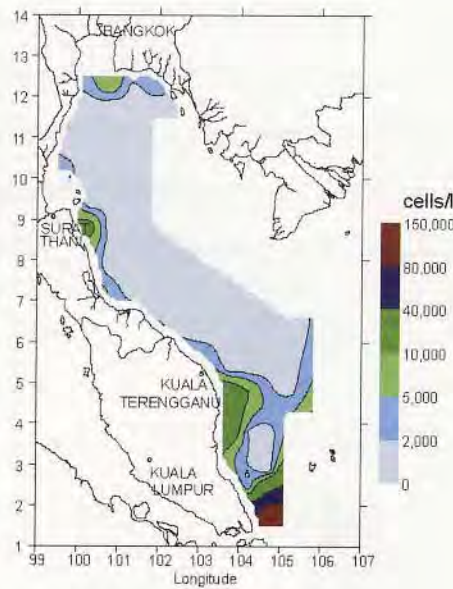


รูปที่ 16. ปริมาณความชุกชุมและการแพร่กระจายแพลงก์ตอนทั้งหมด

(ก) ก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ (ข) ช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



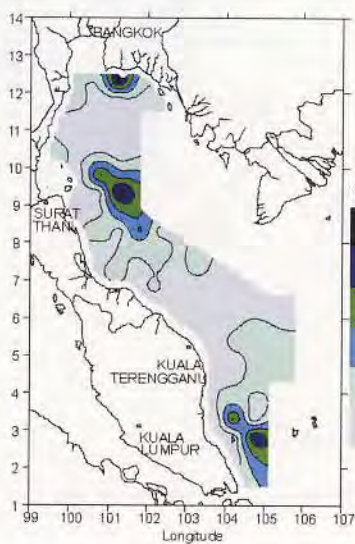
(ก)



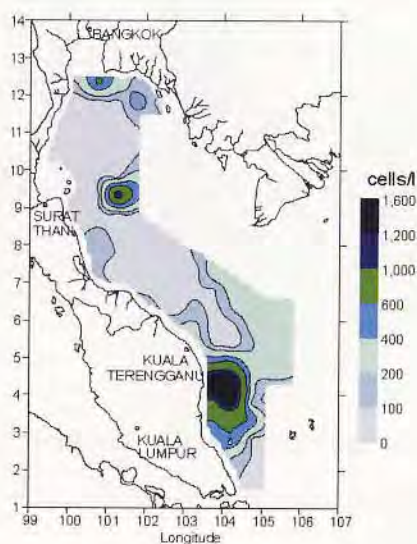
(ข)

รูปที่ 17. ปริมาณความชุกชุมและการแพร่กระจายของไคอะตอม

(ก) ก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ (ข) หลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



(ก)



(ข)

รูปที่ 18. ปริมาณความชุกชุมและการแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว

(ก) ก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ (ข) หลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

แม้ว่าความหลากหลายของชนิดจะมีลักษณะที่คล้ายกันโดยตลอด โดยที่ปริมาณประชากรของแพลงก์ตอนพืชแสดงลักษณะการแพร่กระจายเป็นกลุ่ม ๆ อย่างชัดเจน แต่โดยทั่วไปจะมีความหนาแน่นมากที่สุดในบริเวณตอนบนสุดและบริเวณตอนล่างของพื้นที่ที่ทำการสำรวจ ในขณะที่บริเวณที่มีความหนาแน่นน้อยจะมีอาณาบริเวณกว้างอยู่ทางตอนกลางของอ่าวไทย (รูปที่ 16) ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของธาตุอาหารและรูปแบบการไหลวนของกระแสน้ำตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของปริมาณประชากรแพลงก์ตอนพืชในช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของฤดูมรสุมและสภาวะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามมา ซึ่งมีส่วนช่วยกระตุ้นให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตในบริเวณนั้น ๆ ปริมาณของไดอะตอมคิดเป็นส่วนใหญ่ของประชากรทั้งหมด โดยที่มีลักษณะการแพร่กระจายเป็นไปในทางเดียวกันกับประชากรของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด (รูปที่ 17) ซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่นของไดโนแฟลกเจลเลตที่มีปริมาณต่ำแสดงให้เห็นถึง อิทธิพลของบริเวณชายฝั่งที่ติดกับทะเลในบริเวณนี้อย่างมาก ความหลากหลายของชนิดส่วนใหญ่โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่ง แสดงรูปแบบที่ชัดเจนซึ่งพบได้โดยทั่วไปตามระบบนิเวศวิทยาของชายฝั่งทะเลในเขตร้อน ดัชนีแสดงความอุดมสมบูรณ์ที่ระดับ 2.5 พบได้ในบางสถานีที่สำรวจนอกฝั่งในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งจะเคลื่อนเข้าใกล้ชายฝั่งหลังฤดูมรสุม ดัชนีแสดงความหลากหลายของชนิดจะมีค่าที่กว้างในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะในบริเวณอ่าวไทย และจะมีค่าที่แคบลงหลังจากฤดูมรสุม ซึ่งเป็นผลมาจากแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นจนถึงสภาวะที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชบางชนิด โดยมีผลคล้ายกับดัชนีแสดงความสม่ำเสมอซึ่งมีค่าที่สูงขึ้นด้วยเช่นกันในระหว่างฤดูมรสุม การเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็วของไดอะตอมชนิด *Skeletonema costatum* เป็นเพียงชนิดเดียวที่พบมากหลังจากช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในบริเวณตอนใต้ของพื้นที่สำรวจ นอกจากนี้ยังพบ *Bacteriastrum comosum* และ *Chaetoceros lorenzianus* ในขณะที่มีการเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วด้วย ชนิดอื่นๆที่พบอยู่บ้างคือ *Ceratium*, *Coscinodiscus* และ *Hemiaulus* ในขณะที่ *Ceratium fusus* และ *Nitzschia closterium* แสดงแนวโน้มที่เป็นชนิดที่มีลักษณะเฉพาะทางนิเวศวิทยา ซึ่งสัมพันธ์กับช่วงของการเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ชนิด *Trichodesmium erythraeum* โดยภาพรวมแล้วไดอะตอมถือเป็นส่วนใหญ่ของผลผลิตขั้นปฐมภูมิในบริเวณนี้ ยกเว้นบริเวณสถานีนอกชายฝั่งที่ซึ่งเป็นพื้นที่ของสาหร่ายสีน้ำเงิน

แกมเขียว หรือในบางครั้งที่พบไดอะตอมได้น้อยเมื่อไดโนแฟลกเจลเลตเป็นชนิดที่มีความหนาแน่นมากที่สุด ไดโนแฟลกเจลเลตชนิดที่เป็นพิษพบได้ค่อนข้างน้อยในบริเวณที่ทำการสำรวจทำให้การเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเกิดขึ้นได้น้อย มีข้อบ่งชี้บางอย่างที่แสดงให้เห็นว่าการรวมตัวกันของแพลงก์ตอนในน้ำตามแนวระดับความลึกอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่ไม่สามารถอธิบายได้ดังในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดปรากฏการณ์ที่เกิดมีแพลงก์ตอนชนิดใดชนิดหนึ่งมากที่สุดซึ่งอาจเกิดจากการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น การเพิ่มขึ้นของปริมาณมลภาวะ อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์อย่างละเอียดมีความจำเป็นในการพิสูจน์สมมติฐานที่มีอยู่ จากการศึกษาพบว่าการแพร่กระจายและปริมาณของปลาผิวน้ำ เช่น ปลาโอลาย (*Euthynnus affinis*) ปลาหู (*Rastrelliger* sp.) และปลากะตัก (*Stolephorus* sp.) มีความสัมพันธ์กับความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช

วงจรชีวิตของไดโนแฟลกเจลเลต มีการสลับเปลี่ยนกันระหว่างระยะเลื้อย (เซลล์ที่เคลื่อนที่ได้ของแพลงก์ตอนพืช) กับระยะพักตัว (เซลล์ที่ไม่เคลื่อนที่หรือที่เป็นซิสต์อยู่ในตะกอนดิน) ซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงระหว่างที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและยังสามารถแสดงสถานะที่เป็นเมล็ดเผ่าพันธุ์ซึ่งมีศักยภาพทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี ซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตจำนวน 20 ชนิดที่อยู่ในกลุ่มของ Goniolacoid, Tuberculodinioid และ Peridinioid ถูกรวบรวมได้จากตะกอนดินในบริเวณที่ทำการสำรวจ โดยพบได้ในบริเวณที่มีความลึกของน้ำมากกว่า 30 เมตรในปริมาณที่มีความหนาแน่นน้อย ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการถูกรบกวนบริเวณผิวน้ำดินตะกอนอยู่เสมอ ๆ โดยการลากอวนในบริเวณใกล้ชายฝั่ง ซิสต์ของ *Spiniferites* spp. (ซึ่งเป็นระยะซิสต์ของไดโนแฟลกเจลเลตชนิด *Gonyaulax* spp.) เป็นชนิดที่พบมากโดยทั่วไปและพบแพร่กระจายทั่วไปในบริเวณน่านน้ำของประเศมาเลเซีย (อย่างไรก็ตามปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสียังไม่เคยปรากฏในบริเวณที่ทำการสำรวจ) *Protoperidinium* spp. และ *Scrippsiella* sp. พบได้เฉพาะในบริเวณอ่าวไทย ส่วน *Operculodinium centrocarpum* และ *Tuberculodinium vancampoae* พบอยู่เฉพาะในบริเวณน่านน้ำของประเศมาเลเซีย ซิสต์ชนิดที่เป็นพิษที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี สำรวจพบในปริมาณที่น้อยมาก ปริมาณของไดโนแฟลกเจลเลตประเภท Protoperidiniacean มีความ

สัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับปริมาณของผลผลิตที่สูงของไคอะตอมและปริมาณของสารอาหารที่มีอยู่

ถึงแม้ว่ามีปลาที่อาศัยอยู่ตามแนวปะการังในเขตร้อนหลายชนิดรวมทั้งปลาฉลามน้ำบางชนิดจะเป็นปลาที่กินพืชเป็นอาหาร (ส่วนใหญ่จะกินสาหร่าย) แต่จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปลาเหล่านี้มีอยู่จำนวนน้อยมากในอ่าวไทยยกเว้นในบริเวณที่เป็นแนวปะการัง มีเพียง *Leiognathus bindus* ซึ่งเป็นปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหารที่พบว่ามีกรกินไคอะตอมบ้างเท่านั้น ดังนั้นแพลงก์ตอนพืชจึงดูเหมือนว่าจะมีส่วนสำคัญต่อระบบห่วงโซ่อาหารในบริเวณนี้ในฐานะที่เป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์ ลูกปลาวัยอ่อนและปลาขนาดเล็ก

ค. แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton)

แพลงก์ตอนสัตว์มีความสำคัญอย่างยิ่งในระบบห่วงโซ่อาหารในทะเล โดยเป็นตัวถ่ายทอดพลังงานจากแพลงก์ตอนสัตว์ไปสู่ในลำดับที่สูงขึ้นในระบบห่วงโซ่อาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการถ่ายทอดพลังงานไปยังประชากรปลา (ทั้งในวัยอ่อนและที่โตเต็มวัย) โดยการกินอาหารซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการประมงในภูมิภาคนี้ จากการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณพื้นที่สำรวจสามารถแบ่งได้จำนวนทั้งสิ้น 238 ชนิด การศึกษาถึงองค์ประกอบของชนิด ความชุกชุมและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณนี้สามารถจำแนกออกได้เป็น 34 กลุ่ม โดยที่ Copepoda เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 208 และ 229 ตัว/ลูกบาศก์เมตร โดยคิดเป็น 55.99% และ 43.9% ของปริมาณทั้งหมดที่วัดได้จากการสำรวจทั้ง 2 เที้ยวเรือ ตามลำดับ) รองลงมาคือ Chaetognatha (30 ตัว/ลูกบาศก์เมตร, 8.02%) ตรวจวัดได้ในระหว่างการสำรวจ ช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ Ostracoda (93 ตัว/ลูกบาศก์เมตร, 17.8%) ซึ่งวัดได้ในช่วงหลังฤดูมรสุม ชนิดที่พบได้โดยทั่วไปในระหว่างการสำรวจทั้ง 2 เที้ยวเรือ คือ Chaetognatha, Polychaeta, Amphipoda, Mysidacea, Heteropoda, Pteropoda, Thaliacea และ *Lucifer* แต่จะพบมากในบริเวณใกล้ชายฝั่ง (ยกเว้น Amphipoda และ Mysidacea) และส่วนมากจะแสดงจำนวนที่เพิ่มขึ้นหลังจากช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ยกเว้น Amphipoda) ตัวอ่อนของ Penaeidae, Anomura, Brachyura, Stomatopoda,

Mollusca, Echinodermata และ Crustacea รวมทั้งไข่ปลาจะพบได้โดยทั่วไป โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายที่คล้ายกัน ตัวอ่อนของ Medusae และ Cyphonautes จะพบได้ทั่วไปเฉพาะในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วน Nemertinea จะพบได้เฉพาะในช่วงหลังฤดูมรสุม ความชุกชุมของ Siphonophora และตัวอ่อนของกุ้งมีการแพร่กระจายเคลื่อนตัวมาจากทางตอนใต้ของบริเวณที่ทำการสำรวจขึ้นมาจากตอนบนของอ่าวไทยในช่วงหลังฤดูมรสุม ตัวอ่อนของ Heteropoda และ Gastropod จะพบมากบริเวณใกล้ชายฝั่งตลอดตามแนวชายฝั่งตะวันออกเฉียงของคาบสมุทรมาลายูในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนหลังฤดูมรสุมพบได้ตลอดในลักษณะที่อยู่กันเป็นกลุ่ม ๆ ทั่วไป ตัวอ่อนของ Brachipoda จะพบมากทุกพื้นที่ที่มีการแพร่กระจายเป็นกลุ่ม ๆ โดยปกติแล้วกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ส่วนมากจะมีรูปแบบการแพร่กระจายเป็นกลุ่ม ๆ ที่พบได้ทั่วไปในช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

มวลชีวภาพและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ที่วัดได้ในเที่ยวเรือช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.07-20.17 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และ 36-3,413 ตัว/ลูกบาศก์เมตรตามลำดับ และมีค่าอยู่ระหว่าง 0.18-2.59 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และ 91-1,514 ตัว/ลูกบาศก์เมตร ในการสำรวจช่วงหลังฤดูมรสุม (รูปที่ 19) ซึ่งค่าที่วัดได้จะสูงกว่าที่เคยมีการบันทึกไว้จากการสำรวจในบริเวณเดียวกันนี้ โดยที่รูปแบบของการแพร่กระจายจะมีลักษณะที่คล้ายกัน มวลชีวภาพและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์มีค่าต่ำอย่างเห็นได้ชัดในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและจะค่อยๆเพิ่มจำนวนจนสามารถตรวจวัดได้ในช่วงหลังฤดูมรสุมในระหว่างช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แพลงก์ตอนสัตว์จะมีการแพร่กระจายในลักษณะเป็นกลุ่ม ๆ โดยพบปริมาณมากที่สุดทางตอนบนของอ่าวไทยและบริเวณใกล้ชายฝั่ง ทั้งในอ่าวและตลอดแนวชายฝั่งตะวันออกเฉียงของคาบสมุทรมาลายู โดยภาพรวมแล้วประมาณ 61.25% ของพื้นที่ที่ทำการสำรวจพบว่าการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนสัตว์ ในขณะที่ความชุกชุมเพิ่มขึ้น 75% จากสถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างจากการทดสอบทางสถิติด้วย T-test พบว่าการแปรปรวนของความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์อย่างมีนัยสำคัญสูงถึง 95% ในระหว่างการสำรวจทั้งสองเที่ยวเรือ

ผลจากการศึกษาพบว่าฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีผลต่อรูปแบบการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ ส่วนองค์ประกอบของชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ที่เพิ่มขึ้นมีผลมาจากสภาวะทางอุทกศาสตร์ซึ่งเกิดขึ้นโดยลมมรสุม ความเค็มมีส่วนสำคัญในการเปลี่ยนแปลงความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ ความชุกชุมและรูปแบบการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับธาตุอาหารและแพลงก์ตอนสัตว์เมื่อทดสอบทางคณิตศาสตร์ด้วยค่า Correlation และ Covariance ความชุกชุมของ nauplii และสัตว์วัยอ่อนหลายชนิดที่พบในช่วงหลังฤดูมรสุม แสดงให้เห็นว่าแพลงก์ตอนสัตว์หลายชนิดรวมทั้งพวกที่อาศัยอยู่ในระดับผิวน้ำและพวกที่เกาะติดไม่มีการเคลื่อนที่ มีการวางไข่ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

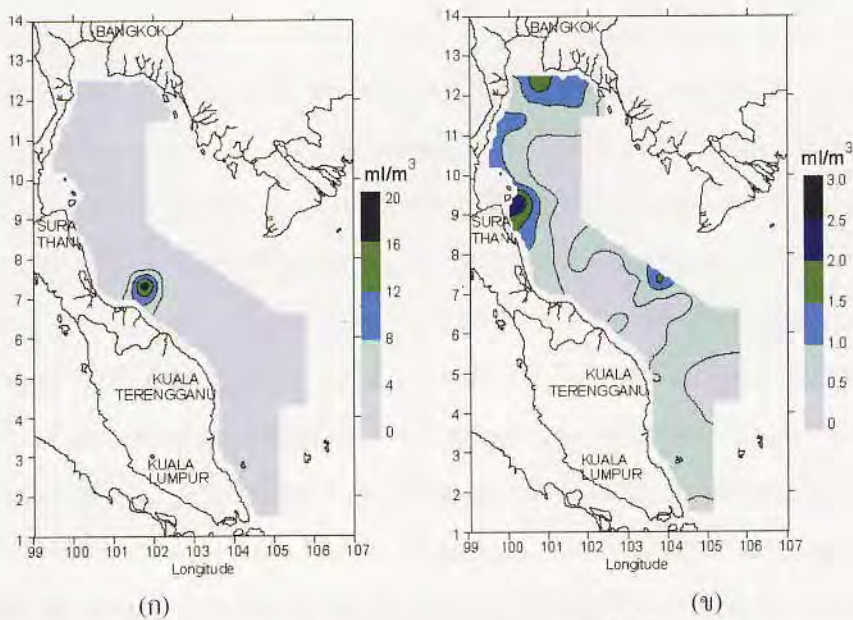
จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าลูกปลาวัยอ่อน ลูกปลานขนาดเล็ก จนถึงปลานขนาดเล็กที่พบส่วนมากจะเป็นครอบครัวของ Leiognathidae และ Engraulidae รวมทั้งกุ้งขนาดเล็ก จัดได้ว่าเป็นองค์ประกอบหลักของอาหารสำหรับสัตว์จำพวกที่กินสัตว์อื่นเป็นอาหารซึ่งเป็นกลุ่มที่อยู่ในระดับล่างของระบบห่วงโซ่อาหาร น่าประหลาดใจที่พบว่า Copepods มีส่วนสำคัญอย่างมากในการเป็นอาหารของปลาซึ่งต่างจากบริเวณอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

ง. สัตว์หน้าดิน (Benthose)

สัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณหน้าดินเป็นตัวแทนทางชีววิทยาที่ใช้ในการบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของตะกอนพื้นท้องน้ำโดยรวมของแหล่งน้ำนั้น ๆ การศึกษาเกี่ยวกับสัตว์หน้าดินอาจนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินปริมาณประชากรปลาหน้าดิน เนื่องจากสัตว์หน้าดินเป็นอาหารสำคัญสำหรับสัตว์ที่หากินอยู่ในบริเวณนี้ นอกจากนี้สัตว์หน้าดินชนิดที่มีขนาดใหญ่ยังจัดได้ว่ามีคุณค่าทางเศรษฐกิจอีกด้วย ผลจากการศึกษาการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่พบว่ามีความหนาแน่นมากตลอดตามแนวชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมลายูในช่วงระหว่างก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีค่าเฉลี่ย 67.6 ตัว/ตารางเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับที่พบในอ่าวไทยค่าเฉลี่ย 19.5 ตัว/ตารางเมตร ลักษณะเช่นนี้จะตรงกันข้ามในช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยที่ความหนาแน่นเฉลี่ยที่พบในอ่าวไทยมีค่า

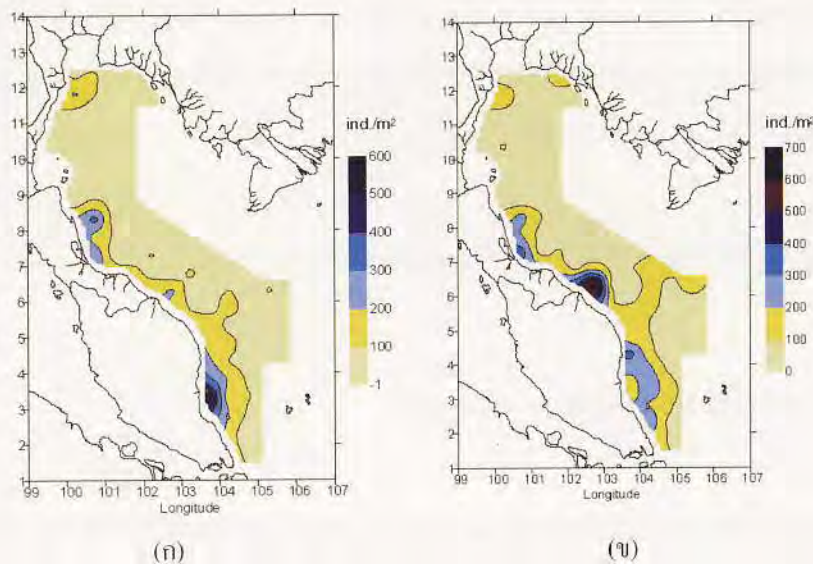
เฉลี่ย 60.9 ตัว/ตารางเมตร และ 16.8 ตัว/ตารางเมตร ในเขตน่านน้ำประเศมาเลเซีย (รูปที่ 20) ตัวอย่างที่พบส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของ Polychaeta ซึ่งความชุกชุมที่พบในบริเวณอ่าวไทยลดลงจาก 67.4% ในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือลงมาเป็น 53% ในช่วงหลังจากฤดูมรสุม ในขณะที่ความชุกชุมจะมีค่าคงที่ที่ 71% ในบริเวณน่านน้ำของประเศมาเลเซียกลุ่มที่พบรองลงมาคือ Crustacea ซึ่งมีความชุกชุมอยู่ระหว่าง 20.9 - 35% ในบริเวณอ่าวไทย และ 13.6 - 16.1% ตามแนวชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมลายู นอกจากนี้ในบริเวณเดียวกันยังมีการสำรวจพบ Echinodermata, Mollusca, Nemertinea และ Sipunculidea อีกด้วย ความหลากหลายของชนิดที่พบในอ่าวไทยมีค่าเพิ่มมากขึ้นหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (จาก 20 ครอบครัวเพิ่มเป็น 35 ครอบครัว) ในขณะที่ตามแนวชายฝั่งตะวันออกของ คาบสมุทรมลายูมีแนวโน้มที่ตรงกันข้าม โดยที่ความหลากหลายของชนิดลดลงจาก 33 ครอบครัวในช่วงก่อนฤดูมรสุมเป็น 26 ครอบครัวในช่วงหลังฤดูมรสุม กลุ่มที่พบมากคือครอบครัว Polychaete, Cirratulidae, Eunicidae และ Maldanidae รวมทั้ง Ophiuridae และกุ้ง Caridean ดัชนีแสดงความหลากหลายมีค่าอยู่ระหว่าง 4.04-4.62 การขาดค่านัยสำคัญของชนิดที่พบมากในดัชนีแสดงความสม่ำเสมอ แสดงให้เห็นว่าการอยู่อาศัยของสัตว์หน้าดินในบริเวณนี้มีความคงที่สม่ำเสมอทั้ง ๆ ที่มีการไหลลงมาน้ำจืดจากแม่น้ำในบริเวณนี้ นอกจากนี้ยังพบว่าความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในบริเวณอ่าวไทยมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในระหว่างฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในขณะที่ความหลากหลายของชนิดมีค่าลดลง

การศึกษาถึงความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กพบว่ามียอยู่เป็นจำนวนมากและมีความชุกชุมมากตามบริเวณชายฝั่ง รวมทั้งมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้นตลอดตามแนวทิศทางตอนใต้ของพื้นที่ที่ทำการสำรวจในระหว่างการสำรวจในขณะที่ความชุกชุมลดลงในบริเวณที่น้ำลึกเกินกว่า 22 เมตร การสำรวจพบสัตว์หน้าดินขนาดเล็กจำนวน 64 ชนิดโดยที่ค่าเฉลี่ยของความชุกชุมขึ้น ๆ ลง ๆ อยู่ระหว่าง 88 ตัว/ตารางเมตรในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ถึง 97 ตัว/ตารางเมตรในช่วงหลังฤดูมรสุม โดยที่ค่าความชุกชุมสูงสุดไม่เกิน 920 ตัว/ตารางเมตร กลุ่มที่พบมีจำนวนมากที่สุดคือ Polychaeta, Crustacea และ Echinodermata ซึ่งมี



รูปที่ 19. การแพร่กระจายมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำทั้งหมด

(ก) ก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ (ข) หลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 20. ปริมาณความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

(ก) ก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ (ข) หลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของค่าดัชนีแสดงความหนาแน่น ดัชนีแสดงความหลากหลายและดัชนีแสดงความชุกชุมในช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กล่าวคือค่าที่วัดได้ก่อนฤดูมรสุม 54.6%, 27.3% และ 10.2% ค่าที่วัดได้หลังฤดูมรสุม 60.8%, 23.7% และ 7.2% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงนี้ยังคงไม่ชัดเจน ดังเช่นความชุกชุมของ Polychaetes มีค่าลดลงในขณะที่ Crustaceans มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่า 31% ของพื้นที่ทำการสำรวจในช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยที่ Echinoderm ยังคงรักษาระดับเดิมไว้ที่ 50% ของตัวอย่างที่ทำการศึกษา การที่ดัชนีแสดงความหลากหลายมีค่าไม่สูงเกินไปกว่า 3.3% แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มจำนวนขึ้นจากในพื้นที่ที่เป็นทราย (2.87%) ไปเป็นพื้นที่ที่เป็นทรายปนโคลน (3.2%) ในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือแต่มีค่าไม่แตกต่างกันในช่วงหลังฤดูมรสุม Polychaetes เป็นกลุ่มที่พบได้มากโดยทั่วไป ยกเว้นแต่ 4 สถานีในบริเวณที่เป็นทรายเท่านั้น กลุ่มของ Crustaceans ขนาดเล็ก เช่น Amphipoda, Isopoda และ Ostracoda เท่านั้นซึ่งเป็นกลุ่มที่พบมากในลักษณะของชนิดที่เคลื่อนที่และอาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำและสามารถหลบหลีกจากอุปกรณ์ตักเก็บตัวอย่างดินได้ง่าย ปลาขาวประและเม่นทะเลรูปหัวใจ เป็นชนิดที่พบมากที่สุดในกลุ่มของ Echinoderms ปลาชนิดที่อาศัยอยู่ในรูใต้ดินและหอยมีอยู่จำนวนน้อยในตัวอย่างที่รวบรวมได้ การขาดความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในบริเวณอ่าวไทยอาจใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพการทำประมงที่เกินกว่าศักยภาพในการผลิตและการรบกวนต่อพื้นที่ท้องทะเลอย่างรุนแรงในการทำประมงอวนลาก

5. ทรัพยากรประมง (Fishery Resources)

ก. ชีววิทยาประมง (Fishery Biology)

จากการสำรวจเก็บตัวอย่างลูกปลาวัยอ่อนในระหว่างสองเที่ยวเรือสำรวจ พบลูกปลาวัยอ่อนจำนวน 97 ชนิดจาก 73 ครอบครัว ในจำนวนนี้ 91 ชนิดเป็นตัวอย่างที่ได้จากการลากเก็บในระดับผิวน้ำในระหว่างเที่ยวเรือช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และพบว่ามีจำนวนลดลงเหลือ 74 ชนิด ในช่วงหลังฤดูมรสุม แสดงให้เห็นว่ามีปลาหลายชนิดวางไข่ใน

บริเวณนี้ในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ยังพบว่าลูกปลาวัยอ่อนในครอบครัว *Gobiidae* มีความชุกชุมมากที่สุด (จำนวนชนิดถึงระดับครอบครัวพบว่ามีจำนวน 24.1%) *Stolephorus* sp. (20.7%), *Sardinella* sp. (15%), และ *Upeneus* sp. (9.7%) จากตัวอย่างลูกปลาวัยอ่อนที่รวบรวมได้ในช่วงหลังฤดูมรสุมพบว่าชนิดที่มีความชุกชุมมากที่สุดคือ *Stolephorus* sp. (33.15%), *Sardinella* sp. (27.2%) และ *Gobiidae* (10.2%) แสดงให้เห็นว่าชนิดปลาเหล่านี้มีการวางไข่ในช่วงทั้งสองฤดูมรสุม โดยมีช่วงที่มีการวางไข่ของสองชนิดแรกมากที่สุดในช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า *Engraulidae* และ *Clupeidae* เป็นครอบครัวลูกปลาวัยอ่อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่มีความชุกชุมมากที่สุดในบริเวณทะเลจีนใต้ ปริมาณของ *Engraulidae* คิดเป็นเกือบครึ่งหนึ่งของปริมาณการจับทั้งหมดซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญอย่างมากของปลาชนิดนี้ ลูกปลาวัยอ่อน ของ *Sardinella* เป็นชนิดที่มีความชุกชุมมากที่สุดที่พบบริเวณผิวน้ำ โดยมีความหนาแน่นระหว่าง 244 และ 490 ตัว/1000 ลูกบาศก์เมตรที่พบได้จากทั้งสองเที่ยวเรือตามลำดับ ในขณะที่ลูกปลาวัยอ่อนของ *Stolephorus* sp. พบมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 125 และ 206 ตัว/1000 ลูกบาศก์เมตร โดยมีจำนวนมากที่สุด 2,080 ตัว ในหนึ่งสถานีสำรวจในช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีการสำรวจพบของลูกปลาวัยอ่อน *Rastrelliger* spp บ้างเล็กน้อยในบางสถานี

องค์ประกอบของชนิดและรูปแบบในการแพร่กระจายของลูกปลาวัยอ่อนมีความคล้ายกันทั้งในบริเวณอ่าวไทยและตลอดแนวชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมาเลย์ แต่จะมีความชุกชุมมากขึ้นตามบริเวณใกล้ชายฝั่งบริเวณรอบเกาะและในบริเวณที่เป็นแนวปะการัง ความเข้มของแสงมีผลต่อการแพร่กระจายในแนวตั้งของลูกปลาบางชนิด เนื่องจากสัณฐานวิทยาในการตอบสนองโดยการเคลื่อนที่เข้าหาแสงสว่าง ทำให้เกิดการอพยพในช่วงระหว่างเวลากลางวันและกลางคืนบางครั้งจะพบว่ามีความชุกชุมของลูกปลาวัยอ่อนมากในระดับได้ชั้นผิวน้ำในวันที่มีแสงสว่างมากซึ่งสามารถเก็บรวบรวมได้โดยการลากเก็บตัวอย่างในแนวเฉียง จากข้อมูลทั้งสองเที่ยวเรือพบว่าจำนวนปลา 300 ชนิดที่พบยังไม่สามารถระบุได้ชัดเจนถึงแหล่งและฤดูที่พบการวางไข่และฟักเป็นตัวเนื่องจากไม่สามารถเก็บรวบรวมตัวอย่างลูกปลาวัยอ่อนมาทำการวิเคราะห์ได้



การศึกษาถึงชนิดองค์ประกอบ ความหลากหลาย และการแพร่กระจายของชนิดปลาสามารถจำแนกได้ทั้งหมด 300 ชนิดจาก 89 ครอบครัว แสดงถึงความหลากหลายของชนิดปลาที่ลดลงจาก 380 และ 400 ชนิดจากการสำรวจก่อนหน้านี้ ปลาหน้าดินเป็นชนิดที่พบมากและมีจำนวนชนิดมากที่สุดในจำนวนนี้มีถึง 122 ชนิด ที่เป็นปลาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ มีอยู่ 4 บริเวณที่มีความหลากหลายของชนิดปลามากที่สุดถึง 73 ชนิดจากการลากอวน 1 ครั้ง จากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างขององค์ประกอบของชนิดในพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อม บริเวณที่ทำการสำรวจนี้ถือได้ว่าเป็นบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของชนิดปลามากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก โดยที่องค์ประกอบของชนิดปลามีลักษณะผสมของปลาในบริเวณอินโด-แปซิฟิกตะวันตก การศึกษานี้ยังไม่เป็นที่กระจ่างชัดว่าจำนวนชนิดปลาที่ลดลงที่พบในช่วงระหว่างการสำรวจจะแสดงถึงอันตรายหรือความไม่มั่นคงของชนิดปลาที่มีอยู่หรือไม่

ข. สถานะการประมง (Fishery Situation)

การทำประมงทะเลในอ่าวไทยมีการเติบโตอย่างรวดเร็วตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2503 เนื่องจากการนำอวนลากหน้าดินเข้ามาใช้ (200,000 เมตรก้น ในปี พ.ศ. 2504 ถึง 1.5 ล้าน เมตรก้น ในปี พ.ศ. 2514) แต่ปริมาณการจับปลาหน้าดินในบริเวณชายฝั่งและน่านน้ำใกล้ฝั่งมีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 (297.6, 96.6, 49.8 และ 20 กิโลกรัม/ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2504, 2515, 2524 และ 2539 ตามลำดับ) ในขณะเดียวกันองค์ประกอบของชนิดปลาหน้าดินและลำดับของชนิดปลามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก โดยที่ชนิดที่เป็นผู้ล่าเหยื่อขนาดใหญ่และขนาดกลาง รวมทั้งสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ถูกแทนที่ด้วยชนิดที่มีช่วงวงจรชีวิตสั้นและชนิดที่เป็นเหยื่อขนาดเล็กที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดิน เช่น หมึก และ *Scolopsis* sp. แต่การทำประมงปลาผิวน้ำ เช่น ปลาทุแ่ง (*Decapterus* spp.) และปลาโอลาย (*Euthynnus affinis*) มีการพัฒนามากขึ้นในบริเวณเขตนํ้าลึกของอ่าวไทยในปี พ.ศ. 2513 ซึ่งเป็นผลให้ปริมาณการจับสัตว์น้ำยังคงอยู่ในระดับสูงเป็นระยะเวลานาน ปริมาณปลาทะเลทั้งหมดที่จับได้ในอ่าวไทยในปี พ.ศ. 2537 มีประมาณ 2 ล้านเมตรก้น (คิดเป็น 71% ของปริมาณการจับ

ทั้งหมด) ในจำนวนนี้คิดเป็นปลาผิวน้ำ 953,900 เมตริกตัน (30.3%) และปลาหน้าดินที่นำมาใช้เป็นอาหารจำนวน 288,000 เมตริกตัน (9.1%) ส่วนที่เหลือจำนวน 930,500 เมตริกตัน (29.5%) เป็นปลาเบ็ดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจน้อย การประเมินค่าศักยภาพในการผลิตของประชากรปลาในอ่าวไทยในช่วงที่ผ่านมา แสดงให้เห็นว่าทรัพยากรปลาหน้าดินในบริเวณชายฝั่งมีการทำการประมงที่เกินกว่าศักยภาพในการผลิต ทรัพยากรมีการลดลงหลายครั้งตั้งแต่ปีพ.ศ. 2516 (อัตราการจับสูงสุดที่สามารถคงสภาพทรัพยากรอยู่ได้ หรือ MSY คือ 750,000 เมตริกตัน) ปลาหน้าดินที่พบมากที่สุดในบริเวณนี้ 4 ชนิดได้แก่ *Priacanthus tayenus*, *Nemipterus hexodon*, *Saurida undosquamis* และ *S. elongata* ซึ่งทั้งหมดนี้มีลักษณะที่แสดงถึงสถานะการทำประมงที่เกินศักยภาพของการผลิต ในส่วนของปลาผิวน้ำที่พบได้แก่ ปลาทุ (Rastrelliger brachysoma) ปลาลังเขียว (Sardinella spp.) ปลาเกะตึก (Stolephorus spp.) ปลาโอลาย (Euthynnus affinis) และปลาทุแขก (Decapterus spp.) ซึ่งมีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรปลากลุ่มนี้อย่างเต็มที่ตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2513 และ 2523 จากการศึกษาที่ยังพบว่า ปลาอินทรียั้ง (Scomberomorus commerson) กลุ่มปลาหางแข็งและปลาแซ่ไก่เป็นกลุ่มที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ยังไม่ถึงขั้นเกินกว่าศักยภาพในการผลิตถึงแม้ว่าจะมีการจับปลาลัง (Rastrelliger kanagurta) ขึ้นมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่แล้วก็ตาม แต่ยังคงสามารถเพิ่มจำนวนการจับได้อีกหากมีมาตรการในการอนุรักษ์อย่างเหมาะสมกับช่วงเวลา เป้าหมายทางกายภาพของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติคือการรักษาระดับผลผลิตทางการประมงทะเลในเขตเศรษฐกิจจำเพาะไม่น้อยกว่าปีละ 1.7 ล้านเมตริกตัน

การสำรวจโดยใช้เครื่องมือประมงอวนลากแผ่นตะเฒ่ พบว่าอัตราการจับเฉลี่ยในบริเวณอ่าวไทยมีค่าอยู่ระหว่าง 12.04 กิโลกรัม/ชั่วโมงในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือถึง 34.79 กิโลกรัม/ชั่วโมงในช่วงหลังฤดูมรสุม ส่วนอัตราการจับทั้งหมดในอ่าวไทยมีค่าระหว่าง 4.33 ถึง 69 กิโลกรัม/ชั่วโมง ขณะที่ปริมาณปลาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจอยู่ระหว่าง 26.1-89.9% ของผลการจับทั้งหมด ในจำนวนนี้ปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดที่พบคือ ปลาปากคม (*Saurida undosquamis* และ *S. miropectoralis*) ปลาตาโต (*Priacanthus tayenus* และ *P. macracanthus*) ปลาสลิดหิน (*Siganus canaliculatus*) และ ปลาดาบเงิน (*Trichiurus leporus*)

จากผลผลิตปลาทั้งหมดที่จับได้ในประเทศมาเลเซีย ในปี พ.ศ. 2537 มีจำนวน 1,181,763 เมตริกตัน ในจำนวนนี้ประกอบด้วยปลาผิวน้ำ 373,979 เมตริกตัน (35.9%) โดยที่ 128,445 เมตริกตัน จับได้จากชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมาลายู ผลผลิตของปลาหน้าดินทั้งหมดมีจำนวน 182,884 เมตริกตัน โดยที่ 28.8% ของผลผลิตมาจากชายฝั่งตะวันออก ในระหว่างการสำรวจมีการจับปลาหน้าดินได้มากที่สุดบริเวณชายฝั่งตะวันออก ในขณะที่ปลาผิวน้ำจับได้น้อยมาก (อัตราส่วนของปลาหน้าดินและปลาผิวน้ำที่จับได้คิดเป็น 65.87% และ 3.89% ในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในช่วงหลังฤดูมรสุมมีอัตราส่วน 53.29 และ 2.53% ตามลำดับ) ปริมาณการจับจะลดลงตามระดับความลึกของน้ำที่เพิ่มขึ้น แม้ว่าความหลากหลายของชนิดจะเพิ่มมากขึ้นก็ตาม ขณะที่ระดับความชุกชุมมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับปริมาณของคลอโรฟิลล์ที่ต่ำลงและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณนอกชายฝั่ง ในระดับความลึกของน้ำระหว่าง 20-40 เมตร พบว่าเป็นระดับที่มีกำลังผลิตสูงที่สุดและปริมาณการจับจะลดลงเมื่อความลึกของน้ำมากเกินไป ระดับนี้ ชนิดของปลาหน้าดินที่พบส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มของ Nemipteridae, Priacanthidae, Mullidae และ Synodontidae ชนิดที่จับได้มากที่สุดได้แก่ *Nemipterus* spp., *Lutjanus* spp., และ ปลาตุ๊กทะเล (*Tachysurus* spp., *Arius* spp. และ *Osteogenius* spp.) ปริมาณการจับของปลาผิวน้ำไม่ได้แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอย่างชัดเจน โดยที่ชนิดปลาที่พบมากที่สุดอยู่ในครอบครัว Carangidae และชนิดปลา *Decapterus* spp., *Selaroides* sp. และ *Rastrelliger* spp. ชนิดปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 55.45-81.92% ของปริมาณการจับทั้งหมด

การสำรวจทางการประมงในบริเวณชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมาลายู พบว่า ปริมาณการจับเพิ่มขึ้นตามบริเวณชายฝั่งและชนิดของปลาที่พบเปลี่ยนแปลงไปตามระดับความลึกของน้ำและฤดูกาล ลูกปลานขนาดเล็กจากแหล่งวางไข่ที่มากกว่าหนึ่งกลุ่มพบมากขึ้น หลังจากฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ว่าเป็นบริเวณที่เป็นแหล่งผสมพันธุ์ของปลาในช่วงฤดูมรสุมและ/หรือมีการอพยพของลูกปลาเข้ามาในพื้นที่ทำการสำรวจเพื่อหาถิ่นต่อไป

ค. การประเมินทรัพยากรปลาด้วยคลื่นเสียง (Fishery Acoustic Studies)

มวลชีวภาพสามารถประเมินได้จากอัตราการสะท้อนกลับของเสียงจากปริมาตรของมวลน้ำ (SV) ที่บันทึกได้จากสัญญาณเสียงความถี่ 50 และ 200 กิโลเฮิร์ต โดยเครื่องหาปริมาณฝูงปลา Furuno FQ-70 สัญญาณข้อมูลจากปริมาตรของน้ำตามแนวตั้งตั้งแต่ระดับ 10 เมตร ลงไปจนถึงพื้นท้องทะเลแสดงให้เห็นถึงปริมาณความหนาแน่นของปลาทางตอนบนและตอนกลางของอ่าวไทยรวมทั้งบริเวณตอนใต้สุดของพื้นที่ทำการสำรวจ (ชายฝั่งระหว่างรัฐกัวลาตรังกานูถึงรัฐยะโฮร์) ในช่วงระหว่างก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือแต่ละจะถูกจำกัดวงอยู่เฉพาะในบริเวณตอนกลางในช่วงหลังฤดูมรสุม (รูปที่ 21 และ 22) ค่าของอัตราการสะท้อนกลับของเสียงจากปริมาตรของมวลน้ำที่วัดได้โดยใช้คลื่นความถี่เสียง 200 กิโลเฮิร์ต ในช่วงระหว่างทั้งสองฤดูกาลมีค่าสูงที่สุดตลอดแนวชายฝั่งและบริเวณที่เป็นเขตนํ้าตื้นใกล้ฝั่ง จนถึงระดับของน้ำที่มีความลึก 40 เมตรในบริเวณตอนบนของอ่าวไทยส่วนค่าที่วัดได้โดยใช้คลื่นความถี่เสียง 50 กิโลเฮิร์ตมีค่าคงที่ในระดับสูงในทั้งสองเที่ยวเรือที่ทำการสำรวจ (ปริมาณที่บันทึกได้มีค่าที่สูงอาจเนื่องมาจากการรวมตัวกันของแพลงก์ตอนขนาดใหญ่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการรวมตัวกันในระดับน้ำลึกที่พบได้ทั่วไปในพื้นที่สำรวจ) บริเวณที่มีความหนาแน่นมากที่สุดพบได้ทางตอนบนของอ่าวไทยและตลอดแนวชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมาลายู

ปลาหลังเขียวซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของปลาที่จับได้ในบริเวณอ่าวไทยถูกนำมาใช้เป็นชนิดสำหรับเป็นบรรทัดฐานในการอ้างอิงค่าอัตราการสะท้อนกลับเสียงของปลา (TS) และใช้ในการประเมินค่ามวลชีวภาพในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือได้เป็นจำนวน 2,754,770 และ 13,136,860 เมตริกตัน โดยการตรวจวัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงและต่ำตามลำดับ ส่วนในช่วงหลังฤดูมรสุมค่าที่ประเมินได้มีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 1,323,150 และ 20,942,590 เมตริกตัน ตามลำดับ

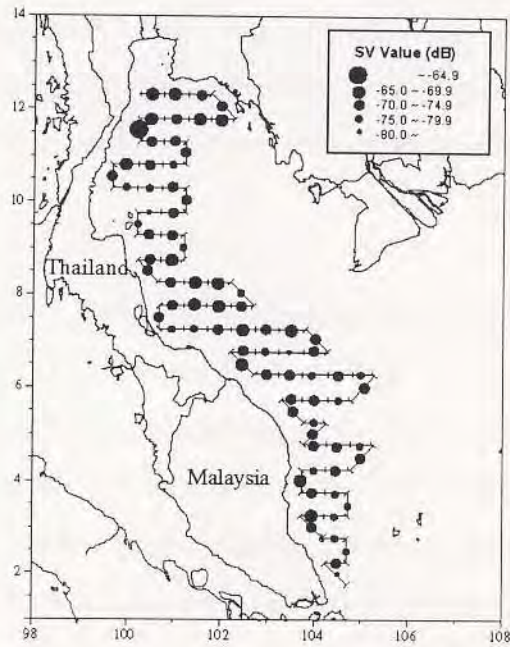


มวลชีวภาพโดยรวมของปลาที่มีความหลากหลายของชนิดในบริเวณเขตเศรษฐกิจจำเพาะของประเทศมาเลเซียตลอดแนวชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมลายู (เฉพาะที่วัดได้ด้วยความสะดวก 200 กิโลเมตร) สามารถประเมินได้เท่ากับ 440,000 และ 310,000 เมตริกตัน ในช่วงก่อนและหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือตามลำดับ ในจำนวนนี้ประกอบด้วยปลาผิวน้ำเป็นปริมาณ 52.27% และ 61.61% ของทั้งสองฤดูกาลตามลำดับ ส่วนที่เหลือเป็นปลาหน้าดิน ค่าประมาณของมวลชีวภาพโดยรวมแสดงถึงแนวโน้มเพิ่มขึ้นในบริเวณที่ห่างจากฝั่งในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือแต่ลักษณะที่แตกต่างกันดังกล่าวจะไม่ปรากฏผลที่ชัดเจนต่อปริมาณทรัพยากรปลาหน้าดิน สภาพดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงไปในทางตรงกันข้ามหลังฤดูมรสุมซึ่งจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่ปลายฝั่ง โดยค่าที่ประเมินได้จะมีค่าที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ค่าประมาณของมวลชีวภาพที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลมีความสัมพันธ์อย่างมากกับแนวโน้มของปริมาณปลาที่จับได้และถูกนำขึ้นตามท่าปลาต่าง ๆ ในบริเวณนี้ โดยทั่วไปปริมาณปลาที่จับได้จะลดลงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนจนถึงพฤษภาคม ก่อนที่จะแสดงค่าที่เพิ่มมากขึ้นตั้งแต่เดือนมิถุนายนเป็นต้นไป จากข้อสันนิษฐานที่ว่าปลาผิวน้ำมีการอพยพเข้ามาในอ่าวไทยและชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมลายูในช่วงระหว่างฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและจะอพยพเคลื่อนที่ออกนอกชายฝั่งหลังฤดูมรสุม ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มของรูปแบบของปริมาณการจับ

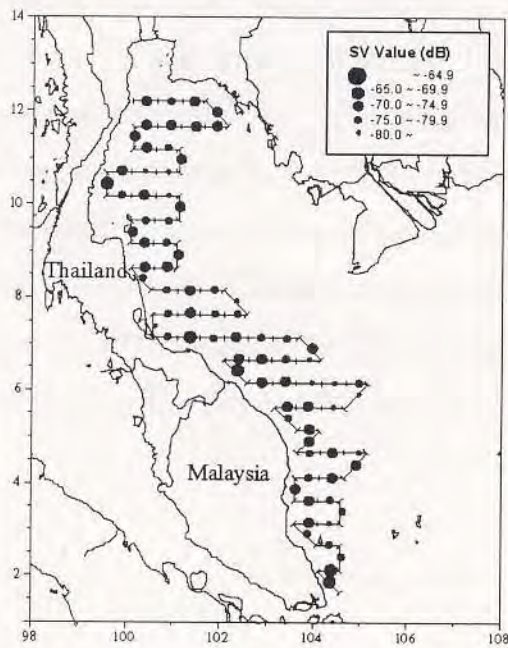
ปลาทูแอก (*Decapterus russelli*) ซึ่งเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งในบริเวณนี้ถูกนำมาใช้เป็นบรรทัดฐานอ้างอิงในการคำนวณค่าความหนาแน่นของปลาผิวน้ำในระหว่างทั้งสองฤดูกาล โดยมีค่าที่ประเมินได้คือ 2.07 และ 1.74 เมตริกตัน/ตารางกิโลเมตร และมวลชีวภาพมีค่าเท่ากับ 230,000 และ 190,000 เมตริกตันตามลำดับ การประเมินนี้ครอบคลุมพื้นที่ในเขตเศรษฐกิจจำเพาะทั้งสิ้น 111,129 ตารางกิโลเมตร การประเมินค่าของปลาหน้าดินโดยใช้วิธีที่คล้ายกันโดยใช้ปลาชนิด *Nemipterus peronii* เป็นบรรทัดฐานอ้างอิงสามารถประเมินได้เท่ากับ 1.88 และ 1.1 เมตริกตัน/ตารางกิโลเมตร และมวลชีวภาพมีค่าเท่ากับ 210,000 และ 120,000 เมตริกตันสำหรับทั้งสองฤดูกาลตามลำดับ ปริมาณมวลรวมชีวภาพของประชากรปลาในพื้นที่ทั้งหมดในบริเวณนี้มีค่า 430,000 และ 310,000 เมตริกตันสำหรับ

ทั้งสองฤดูกาลตามลำดับ จากการสำรวจทรัพยากรประมงโดยคลื่นเสียงในบริเวณเดียวกันนี้ จำนวนสองเที่ยวเรือในช่วงระหว่างฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง สิงหาคม) สามารถประเมินความหนาแน่นของปลาผิวน้ำได้เท่ากับ 2.68 และ 1.02 เมตริกตัน/ ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

การวัดความสมบูรณ์ของทรัพยากรปลาด้วยคลื่นเสียง ตั้งอยู่บนข้อสมมุติฐานที่ว่า ความเข้มของสัญญาณเสียงที่สะท้อนกลับทั้งหมดจากฝูงปลา มีค่าเท่ากับผลรวมทางคณิตศาสตร์ของสัญญาณเสียงที่สะท้อนกลับของปลาแต่ละตัว การประเมินค่าอัตราการสะท้อนของเสียงจากปลาแต่ละตัวโดยอาศัยการสังเกตจากการทดลองสามารถประมาณค่าได้จากสมการของขนาดของตัวปลาและความถี่ของคลื่นสัญญาณเสียง แล้วจึงนำค่าไปประยุกต์ใช้กับฝูงปลาจำลองเพื่อทำการพยากรณ์ถึงขนาดของอัตราการสะท้อนกลับของเสียงจากปริมาณของมวลน้ำ ถึงแม้ว่าการประเมินทรัพยากรประมงด้วยคลื่นเสียงจะเป็นวิธีการที่สะดวกในการประเมินทรัพยากรปลาในพื้นที่ขนาดใหญ่ได้ แต่เนื่องจากการที่มีการตั้งข้อสมมุติฐานและการกล่าวครอบคลุมทั่วไป ทำให้เกิดข้อสงสัยในความเป็นจริงและความถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินผลในบริเวณที่มีความหลากหลายของชนิดปลาดังเช่นในบริเวณที่ทำการสำรวจอยู่นี้ สัญญาณรบกวนที่เกิดจากแหล่งก่อดอนที่รวมตัวกันเป็นชั้นๆในระดับลึกเป็นปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ต้องนำมาพิจารณาวิธีการนี้จึงสมควรที่จะได้มีการพิจารณาจัดทำให้มีลักษณะที่ใกล้เคียงข้อเท็จจริงมากที่สุดโดยการปรับปรุงในรายละเอียดจนกว่าจะได้วิธีการที่ถูกต้องที่เพียงพอต่อความเชื่อถือ

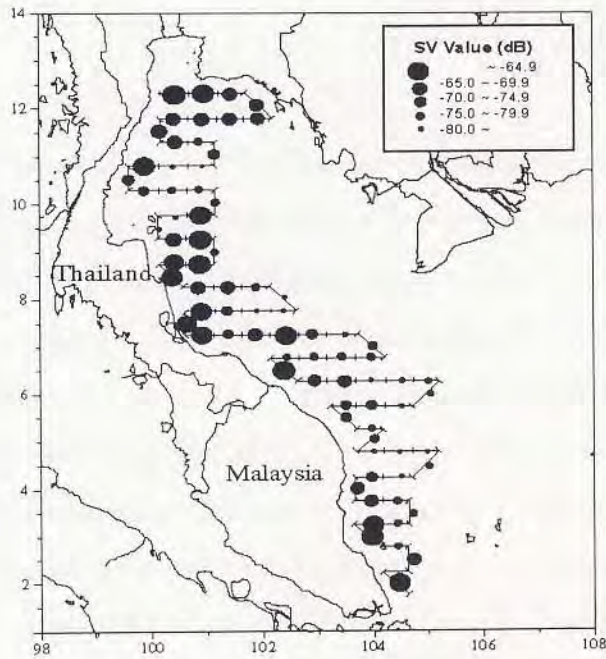


(ก)

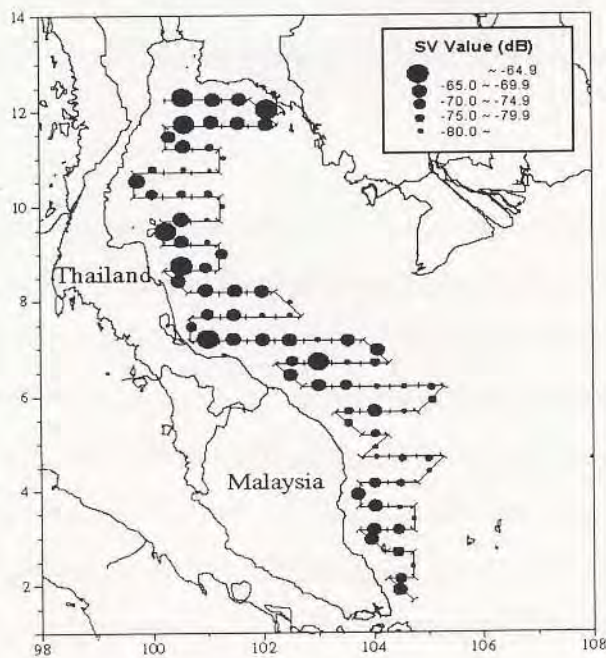


(ข)

รูปที่ 21. อัตราการสะท้อนกลับของคลื่นเสียงจากปลาผิวน้ำที่ตรวจวัดได้ (ค่า SV)
ที่ความถี่ 200 กิโลเฮิรท์ (ก) ก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ
(ข) หลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



(ก)



(ข)

รูปที่ 22. อัตราการสะท้อนกลับของคลื่นเสียงจากปลาหน้าดินที่ตรวจวัดได้ (ค่า SV) ที่ความถี่ 200 กิโลเฮิร์ต (ก) ก่อนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ (ข) หลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

6. สรุป (Conclusion)

ข้อมูลทางด้านสมุทรศาสตร์และสิ่งแวดล้อมจำนวนมากได้ทำการเก็บรวบรวมในระหว่างการสำรวจทั้งสองเที่ยวเรือ ซึ่งมีความสำคัญในการทำให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้นในกระบวนการผลิตทางการประมงทะเล และความสัมพันธ์ของทั้งสองปัจจัยในบริเวณที่ทำการสำรวจนี้ แต่เนื่องจากการเป็นการศึกษาที่ครอบคลุมบริเวณทั้งหมดนับเป็นครั้งแรก โดยพิจารณาถึงลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่ติดต่อกันของพื้นที่สำรวจ ซึ่งมีความหลากหลายทั้งของลักษณะแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเลชนิดต่าง ๆ ความสำคัญของปฏิกิริยาในการตอบสนองและความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ในประชาคมพืชและสัตว์ในทะเลและระดับชั้นต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตในระบบห่วงโซ่อาหาร รวมทั้งการแสดงความหมายของรูปแบบการแพร่กระจายของประชากรปลาในบริเวณนี้ ซึ่งคาดได้ว่าจะทำให้ค่อยๆเกิดความเข้าใจเพิ่มมากยิ่งขึ้น รูปแบบแสดงปรากฏการณ์ต่าง ๆ ลักษณะที่สำคัญ และกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างสิ้นสุดฤดูกาลไม่สามารถที่จะแสดงลักษณะทั้งหมดให้เป็นที่ยืนยันได้จากการสำรวจเพียงเที่ยวเดียว

การสำรวจทางสมุทรศาสตร์แสดงให้เห็นถึงข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการทางสมุทรศาสตร์ในช่วงระหว่างฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และอิทธิพลของลมมรสุมที่มีต่อผลผลิตทางชีววิทยาและองค์ประกอบของระบบห่วงโซ่อาหารในทะเลในบริเวณนี้ ซึ่งมีผลต่อกระบวนการในการผลิตของทรัพยากรและรูปแบบการแพร่กระจายของปลา การเกิดปรากฏการณ์ upwelling และ downwelling มีโอกาสเป็นไปได้ในบริเวณชายฝั่งทะเลบางแห่งในช่วงระหว่างฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจากข้อมูลแสดงให้เห็นถึงการผสมกันของมวลน้ำในแนวตั้งมีปริมาณลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เป็นผลให้เกิดสถานะที่คงตัวในมวลของน้ำซึ่งมีความเหมาะสมมากในการเพิ่มผลผลิตขั้นปฐมภูมิ อย่างไรก็ตามในสถานะที่มวลของน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำและอยู่ในระดับลึกจากทะเลจึงได้แทรกตัวเข้ามายังบริเวณชายฝั่งเช่นนี้ยังมีความซับซ้อนอยู่เช่นกัน รูปแบบการแพร่กระจายของชั้นผิวหน้าตะกอนดินก็ได้รับผลกระทบจากการไหลวนของกระแสน้ำเนื่องจากลมมรสุมด้วยเช่นกัน โดยที่ตะกอนที่หนากว่าที่ถูกพัดพาออกมากับน้ำจืดจากแผ่นดิน

ไหลลงทะเลจะมีการตกตะกอน ในขณะที่ส่วนที่เป็นโคลนและดินเหนียวจะตกตะกอนในบริเวณที่น้ำนิ่งและอยู่ห่างจากฝั่งซึ่งได้รับผลกระทบจากการไหลวนของกระแสน้ำเนื่องจากลมมรสุมที่น้อยกว่าระดับของอินทรีย์วัตถุที่ต่ำแสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์ของการย่อยสลายระหว่างพื้นที่ท้องทะเลและผลผลิตที่ต่ำของมวลน้ำในแนวตั้ง ยกเว้นในบริเวณที่มวลของน้ำมาบรรจบกัน ในบริเวณเกาะสมุย ในเรื่องนี้สามารถยืนยันได้จากผลผลิตขั้นปฐมภูมิที่มีค่าต่ำ ยกเว้นบริเวณตอนบนของอ่าวไทยการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ลักษณะการแพร่กระจาย และความหนาแน่นของสารโลหะปริมาณน้อยทั้งในมวลของน้ำและในดินตะกอนเป็นผลมาจากการไหลวนของกระแสน้ำเนื่องจากลมมรสุมและการเคลื่อนตัวของตะกอนที่อยู่บนพื้นที่ท้องทะเล

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชจะเพิ่มมากขึ้นหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือชี้ให้เห็นถึงอิทธิพลของสภาวะที่เกิดจากลมมรสุมซึ่งเป็นการกระตุ้นให้มีการเจริญเติบโตมากขึ้น ไดอะตอมที่มีอยู่มากแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของเขตน้ำตื้นใกล้ชายฝั่งในบริเวณนี้ ยกเว้นในบริเวณที่ห่างออกไปจากฝั่งซึ่งจะพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวอยู่มากและบางครั้งอาจพบไดโนแฟลกเจลเลตมีจำนวนมากด้วย การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชมีลักษณะการกระจายเป็นกลุ่ม ๆ ซึ่งชี้ให้เห็นถึงแพลงก์ตอนพืชที่รวมตัวกันขึ้นเป็นประชาคมและได้มีการเปลี่ยนแปลงไปก่อนหน้านี้แล้ว ซึ่งอาจเนื่องมาจากผลกระทบจากมลภาวะ จากการศึกษาพบว่าความชุกชุมของปลาฉลามบางชนิด เช่น ปลาโกลาย ปลาหู และปลาเกะดัก มีความสัมพันธ์กับปริมาณของธาตุอาหารและแพลงก์ตอนพืช การเพิ่มของปริมาณและความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ก็มีความสัมพันธ์กับผลกระทบของฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำทะเลและรูปแบบการแพร่กระจาย ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญของธาตุอาหารและแพลงก์ตอนพืช ชนิดของสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจในบริเวณนี้ส่วนมากเป็นชนิดที่หากินบริเวณพื้นท้องทะเล น่าแปลกใจว่าทั้งแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดที่มีความสำคัญ เช่น Copepod มิได้แสดงบทบาทที่สำคัญอย่างมีนัยสำคัญในการเป็นอาหารแก่สัตว์เหล่านี้ ความชุกชุมของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นท้องทะเลมีค่าสูงขึ้นหลังฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แต่การขาดลักษณะของการมีชนิดใดชนิดหนึ่งมากที่สุดจากดัชนีแสดงความสม่ำเสมอ แสดงให้เห็นว่าสภาพที่อยู่



อาศัยบริเวณพื้นที่ท้องทะเลมีลักษณะที่คงที่ ทั้ง ๆ ที่มีการไหลลงมาของน้ำจืดจากแม่น้ำ การแพร่กระจายตามฤดูกาลของลูกปลาวัยอ่อนซึ่งให้เห็นว่าปลาหลายชนิดวางไข่ในระหว่างฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มากกว่าในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ยกเว้นในบางชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตามลูกปลาวัยอ่อนที่พบมีเพียง 91 ชนิดจากทั้งหมด 300 ชนิดที่พบในบริเวณนี้ การสำรวจโดยการทำการประมงแสดงให้เห็นว่าอัตราการจับต่อหน่วยของการลงแรง (CPUE) มีค่าเพิ่มขึ้น 3 เท่าหลังจากช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเข้าใกล้บริเวณชายฝั่ง นอกจากนี้ยังมีข้อบ่งชี้ว่าการรบกวนอันเนื่องมาจากกิจกรรมการทำประมงอวนลากตลอดเวลา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ และรูปแบบการแพร่กระจายของบริเวณที่ตกตะกอนและสัตว์หน้าดินบริเวณนั้นด้วย

ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบริเวณเกาะสมุยในบริเวณอ่าวไทย แสดงถึงการเกิดแนวปะทะในทะเลระหว่างมวลของน้ำที่มีการรวมตัวกันได้ดีจากตอนในของอ่าวไทยกับมวลของน้ำที่มีความเค็มสูง ปริมาณออกซิเจนต่ำและมีการแบ่งตัวออกเป็นชั้น ๆ จากทะเลจีนใต้ เขตที่เป็นแนวปะทะและบริเวณที่มีการหมุนวนขึ้นของน้ำในแนวนี้จะมีการรวมตัวกันของน้ำในแนวนี้ดังอย่างแรง ทำให้เกิดการแพร่กระจายที่ดีขึ้นของธาตุอาหารและสิ่งแขวนลอยต่าง ๆ ในน้ำ ซึ่งเห็นได้จากพื้นที่ท้องทะเลที่มีการตกตะกอนของดินโคลนจำนวนมากในบริเวณนี้ ในบริเวณนี้ยังแสดงถึงอัตราการผลิตสูง มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนและการรวมตัวกันของลูกปลาวัยอ่อน เนื่องจากการที่มีผลผลิตทางชีวภาพที่สูง โดยเป็นเขตที่มีสภาพของการเป็นแหล่งทำการประมงที่อุดมสมบูรณ์ เหมาะสำหรับสัตว์น้ำพวกที่กินพืชและแพลงก์ตอนเป็นอาหาร ดังนั้นจึงเป็นที่ดึงดูดสัตว์ที่กินสัตว์อื่นเป็นอาหารที่อยู่ในลำดับที่สูงกว่า ดังที่เห็นได้จากการจับปลากระโทงแทงดำ (*Makaira indica*) ได้ในบริเวณนี้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างมากในการศึกษาถึงรายละเอียดเพิ่มเติมเรื่องต่าง ๆ ในบริเวณนี้

ปริมาณปลาหน้าดินที่จับได้ในบริเวณอ่าวไทยมีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็วในเวลาอันสั้น เนื่องจากการทำการประมงที่เกินกว่าศักยภาพในการผลิตโดยการใช้เครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฆ่ ขณะเดียวกันองค์ประกอบของชนิดปลาหน้าดินและอันดับของชนิดที่มีอยู่ก็มีการเปลี่ยนแปลง สัตว์ชนิดที่ล่าเหยื่อขนาดกลางและสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ถูกแทนที่ด้วยชนิดที่

มีวงจรชีวิตที่สั้นและสัตว์ที่เป็นเหยื่อขนาดเล็กที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดิน เช่น หมึก และ *Scolopsis* sp. ซึ่งเป็นการแทนที่ของชนิดสัตว์ในระบบนิเวศน์วิทยาที่ไม่สมบูรณ์อันเนื่องจากการลดลงของชนิดที่กินสัตว์อื่นเป็นอาหารที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นที่ท้องทะเลถูกกวาดจับไปเป็นจำนวนมาก ปริมาณของปลาเบ็ดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจน้อยที่จับได้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ผ่านมา ปลาฉลามที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจส่วนมากอยู่ในสถานะที่มีการทำการประมงที่เกินกว่าศักยภาพในการผลิต โดยมีค่าการจับที่เกินกว่าระดับอัตราการจับสูงสุดที่สามารถคงสภาพทรัพยากรอยู่ได้ (MSY) การสำรวจโดยใช้เครื่องมือประมงอวนลาก แสดงถึงค่าเฉลี่ยของอัตราการจับต่อหน่วยของการลงแรง (CPUE) ที่มีค่าเพิ่มขึ้นหลังช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นถึงเกือบ 3 เท่า ตามแนวชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมลายูมีอัตราการจับลดลงตามการเพิ่มขึ้นของระดับความลึกของน้ำทะเล ถึงแม้ว่าความหลากหลายของชนิดจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นและอันดับของชนิดจะเปลี่ยนแปลงไปตามระดับความลึกและฤดูกาล แต่ที่ระดับความลึก 21-40 เมตรจะเป็นระดับที่มีกำลังการผลิตที่สูงที่สุดลึกเกินไปกว่าระดับนี้อัตราการจับจะค่อยๆลดลง ปลาฉลามที่จับได้จากการสำรวจครั้งนี้มีปริมาณที่น้อยมาก (2.53%-3.89% โดยเฉลี่ยจากการสำรวจทั้งสองเที่ยวเรือ) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการจับของปลาหน้าดินการลดลงของปริมาณการจับในบริเวณน้ำลึกนอกชายฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมลายูมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ต่ำและจำนวนประชากรของแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณนอกชายฝั่ง เป็นที่น่าสังเกตว่าสัตว์น้ำหลายชนิดมีการขยายพันธุ์ในบริเวณนี้ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ/หรือ เป็นบริเวณที่รวมตัวกันของสัตว์น้ำวัยอ่อนเพื่อหาอาหารและดำรงชีวิต

ข้อสรุปที่กล่าวมาข้างต้นเพียงเพื่อที่จะเน้นให้เห็นถึงความจำเป็นในการต่อเนื่องของการศึกษาวิจัยในอนาคต โดยการให้ความสำคัญในพื้นที่ที่เป็นทะเลหลวง (ตามความหมายของกฎหมายทะเล UNCLOS) บริเวณพิเศษที่เป็นแหล่งทรัพยากรประมงที่น่าสนใจ และบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล รวมทั้งกระบวนการผลิตทางการประมง เช่น การเปลี่ยนแปลงของวงจรชีวิตและห่วงโซ่อาหาร ทั้งนี้และทั้งนั้นการสำรวจได้ใช้เป็นฐานข้อมูลโครงสร้างของประชากรในระดับที่แตกต่างกันของระบบห่วงโซ่อาหารซึ่งเป็นพื้นฐานของการศึกษาถึงกลไกในการทำหน้าที่ และกระบวนการทางชีววิทยาของระบบนิเวศน์วิทยาทาง



ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ทะเลซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับการประมงในภูมิภาคนี้ นอกจากนี้การศึกษาได้เจาะจงในหัวข้อที่มีความจำเป็นในการเพิ่มเติมข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในทรัพยากรประมง การผลิตทางการประมง และรูปแบบในการแพร่กระจาย

บรรณานุกรม

หนังสืออ้างอิงหลัก

Southeast Asian Fisheries Development Center [SEAFDEC]

PROCEEDINGS OF THE FIRST TECHNICAL SEMINAR ON MARINE FISHERY RESOURCES SURVEY IN THE SOUTH CHINA SEA, AREA I: GULF OF THAILAND AND EAST COAST OF PENINSULAR MALAYSIA. 24-26 NOVEMBER 1997, BANGKOK, THAILAND. SEAFDEC, Samut Prakan, March 1999, 366 pages.

เอกสารงานวิจัย

Abdul Hamid Yasin, & Solahuddin A. Razak.

Distribution of Macrobenthos in the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 285-293.

Albert Chuan Gambang, Hadil bin Rajali, Raja Bidin bin Raja Hassan, Rosidi bin Ali, Kunimune Shiomi, Shunji Fujiwara & Shamusudin bin Basir.

Multi-Species Fish Stock Assessment by Acoustic Method in the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 336-346.

Boonyapiwat, Sopana.

Distribution, Abundance and Species Composition of Phytoplankton in the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 111-134.

Chareonpanich, Charumas & Siriporn Seurungreong.

Some Physical and Chemical Characteristics of Bottom Sediments in the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 12-33.

Jivaluk, Jutamas.

Distribution, Abundance and Composition of Zooplankton in the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 256-284.

Lirdwitayaprasit, Thaithaworn.

Distribution of Dinoflagellate Cysts in the Surface Sediment of the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 294-309.

Lokman Shamsudin, Abdul Hamid Yasin, Solahudin Abdul Razak & Mohd Shukri Yusoff.

Microplankton [Including Dinoflagellate and Foraminifera] in the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and Peninsular Malaysia. p. 310-335.

Mansor Mat Isa, Abd Haris Hilmi Ahmad Arshad & Samsudin Basir.

Distribution, Abundance and Biological Studies of Economically Important Fishes in the South China Sea, Area I: East Coast of Peninsular Malaysia. p. 147-155.

Mohamed Kamil Abdul Rashid.

Polynuclear Aromatic Hydrocarbon [PAH] and Total Aliphatic Hydrocarbon [TAH] in the Bottom Sediment of the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 100-104.

Mohd-Lokman Husain, M.R. Harith, J. Maurice, Y. Rosnan & K.K.Y. Kassim.

Sedimentological Characteristics of the Sediments of the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 34-53.

Mohd. Nasir Saadon, Penjan Rojana-anawat & Anond Snidvongs.

Physical Characteristics of Watermass in the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 1-5.

Musikasung, Waleerat, Mohd Shukri bin Yusoff & Solahuddin bin Abdul Razak.

Primary Production Determination in the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 135-146.

Noor A.M. Shazili, Mohamed Kamil Abd Rashid, Mohd Lokman Husain, Asmawi Nordin & Salmah Ali.

Trace Metals in the Surface Sediments of the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 73-85.

Piamthipmanus, Montira.

Temporal changes in the Abundance of Macrobenthos in the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 156-171.

Rojana-anawat, Penjan & Anond Snidvongs.

Dissolved Oxygen and Carbonate-Carbon Dioxide in the Sea Water of the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 6-11.

Snidvongs, Anond & Pramot Sojisuporn.

Numerical Simulations of the Net Current in the Gulf of Thailand Under Different Monsoon Regimes. p. 54-72.

Termvidchakorn, Apichart.

Kinds, Abundance and Distribution of the Fish Larvae in the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 241-255.

Theparoonrat, Yuttana, Suvimon Seakow & Siriporn Seurungreong.

Biomass Estimation by Hydro-acoustic Methods in the Gulf of Thailand and Peninsular Malaysia. p. 347-366.

Utoomprurkporn, Wilaiwan, Manuwadi Hungspreugs, Saravuth Ratanachongkiat & Anond Snidvongs.

Biogeochemical Implications of Dissolved Trace Metal Concentration and Distribution in the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 86-99.

Vidthayanon, Chavalit.

Species Composition and Diversity of Fishes in the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 172-240.

Wongnapapan, Panjarat, Gullaya Wattayakorn & Anond Snidvongs.

Petroleum Hydrocarbon in Seawater and Some Sediments of the South China Sea, Area I: Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. p. 105-110.