

การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในน้ำทะเล
ตะกอนดินและสัตว์ทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบน
กับมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง

สมภาพ รุ่งสุภา

งบประมาณประจำปีงบประมาณ 2552

กรกฎาคม 2553

สารบัญ

รายละเอียด	หน้า
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
สำรวจเอกสาร	1
วิธีดำเนินการ	15
- การเก็บตัวอย่างน้ำทะเล	17
- การเก็บตัวอย่างตะกอนดิน	18
- การเก็บตัวอย่างหอยสองฝา	18
- การวิเคราะห์ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล	18
- การวิเคราะห์ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน	19
- การวิเคราะห์ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในเนื้อเยื่อหอย	21
ผลการศึกษา	23
- ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่ง	26
- ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบน	28
- คุณภาพน้ำทั่วไป	32
- ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน	49
- ปริมาณซัลไฟต์ในตะกอนดิน	52
- ปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน	55
- ขนาดตะกอนเฉลี่ย	60
- ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในเนื้อเยื่อหอยสองฝา	63
- ชนิด มวลชีวภาพ ความหนาแน่นและการกระจายของสัตว์หน้าดิน	63
สรุปและวิจารณ์ผล	67
เอกสารอ้างอิง	78

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ.2551-2552

Dissolved and Dispersed Petroleum Hydrocarbon in seawater around the Upper Gulf of Thailand 2008-2009

สมภพ รุ่งสุภา

Sompop Rungsupa

บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งและท่าเรือรอบอ่าวไทยตอนบน ในจังหวัดระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี และ ประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 24 สถานี ในเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม 2552 และ เดือนมีนาคม กรกฎาคม และ กันยายน 2552 มีค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุด ได้แก่ 8.68 (0.05-188.50), 3.66 (0.20-51.19), 1.51 (0.13-8.13), 1.99 (0.18-9.45), 5.30 (0.11-53.73) และ 2.24 (0.06-9.12) $\mu\text{g/L}$ as chrysene ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณปิโตรเลียมรวมในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลและท่าเรือรอบอ่าวไทยตอนบน จะมีค่าสูงในช่วงปลายปีที่เป็นฤดูฝนและต่ำในช่วงต้นปีที่เป็นฤดูร้อน ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนบริเวณชายฝั่งและท่าเรือบริเวณอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันออกมีค่าสูงกว่าบริเวณอื่นๆ และ สูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งสำหรับปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลประเภทที่ 5-6 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอุตสาหกรรมและท่าเรือ และ คุณภาพน้ำทะเลสำหรับเขตชุมชนที่กำหนดไว้ ไม่เกิน 5 $\mu\text{g/L}$ เทียบกับเคซีน

ABSTRACT

Dispersed and Dissolved Petroleum Hydrocarbon in seawater at coastal and port area around the Upper Gulf of Thailand included Rayong, Choburi, Chachaensao, Samutprakang, Samutsakorn, Samutsongkarn, Petchburi and Prachuabkikhun province were studied with 24 sampling stations. Average and minimum-maximum of petroleum hydrocarbon in seawater in October, November, December 2008 and March, July and September 2009 were 8.68 (0.05-188.50), 3.66 (0.20-51.19), 1.51 (0.13-8.13), 1.99 (0.18-9.45), 5.30 (0.11-53.73) and 2.24 (0.06-9.12) $\mu\text{g/L}$ as chrysene respectively. Petroleum Hydrocarbon were higher in rainy season at the end of the year than in summer season. East coast of the Upper Gulf of Thailand was higher than other area and also higher than Thailand Coastal Water Standard especially for class 5-6, for industry and port and community, which must be lower than 5 $\mu\text{g/L}$ as Chrysene.

Key Words: Dissolved Dispersed Petroleum Hydrocarbon, the Upper Gulf of Thailand

การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในน้ำทะเล ตะกอนดินและสัตว์ทะเล บริเวณอ่าวไทยตอนบนกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง

สมภพ รุ่งสุภา

บทนำ

การเพิ่มขึ้นของพายุซันนาวิ โดยเฉพาะกิจกรรมการขนส่งทางทะเลและชายฝั่ง กิจกรรมของท่าเทียบเรือ โรงกลั่นน้ำมันบริเวณชายฝั่งที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีส่วนหนึ่งที่เกิดคล้ายกันคือมีการรั่วไหลของน้ำมันทั้งจากอุบัติเหตุ เช่นเรือโคลนกัน ท่อสายส่งน้ำมันหลุด และจากกิจกรรมปกติ เช่นน้ำทิ้งจากห้องเครื่อง ฯลฯ จึงอาจส่งผลทำให้ปริมาณ total petroleum hydrocarbon เพิ่มขึ้นซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งมีและไม่มีชีวิต โดยจะตรวจพบในปริมาณที่สูงกว่าค่ามาตรฐานหรือสูงกว่าบริเวณอื่นๆที่ไม่มีผลกระทบจากกิจกรรมดังกล่าวหรือจุดอ้างอิง การศึกษาชุมชนสัตว์หน้าดินบนชายหาดและในทะเลที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศทางทะเล และเป็นส่วนหนึ่งที่ได้รับผลกระทบดังกล่าวโดยตรงร่วมกับการวิเคราะห์ปริมาณ petroleum hydrocarbon ในน้ำทะเล ตะกอนดิน และ เนื้อเยื่อสัตว์ทะเล จะทำให้เพื่อทราบถึงสถานภาพปัจจุบันของปริมาณ total petroleum hydrocarbon รวมถึงการใช้สัตว์หน้าดินบางชนิดหรือบางกลุ่มเป็นดัชนีชี้สถานะแวดล้อมด้านการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนซึ่งอาจนำไปสู่การกำหนดระดับของปัญหาด้านมลภาวะและแนวทางไปสู่การแก้ไขเพื่อลดปริมาณ total petroleum hydrocarbon และ/หรือฟื้นฟูชุมชนสัตว์หน้าดินในบริเวณที่ได้รับผลกระทบต่อไป

วัตถุประสงค์

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวม (dissolve and disperse petroleum hydrocarbon) ในน้ำทะเล ตะกอนดิน และ เนื้อเยื่อสัตว์ทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจบางชนิด การเปลี่ยนแปลงของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในน้ำทะเล ตะกอนดิน และ สัตว์ทะเล ระหว่าง ฤดูร้อน และ ฤดูฝน

คำรวมเอกสาร

ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน คือสารประกอบชนิดหนึ่งซึ่งเกิดในธรรมชาติ ประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอน อาจอยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซก็ได้ ขึ้นกับสถานะความดันและอุณหภูมิของระบบ ส่วนประกอบของปิโตรเลียม โดยประมาณประกอบด้วยไฮโดรเจน 11-

13% และคาร์บอน 84-87% โดยน้ำหนัก นอกจากนั้นเป็นสิ่งเจือปน เช่น O, S, N และ He คำว่าปิโตรเลียม จึงหมายถึงน้ำมันดิบ และ ก๊าซธรรมชาติ

น้ำมันดิบ คือสารประกอบอินทรีย์ที่ซับซ้อนของสารจำพวก paraffinic, cycloponoffinic หรือ naphthenic และ aromatic hydrocarbon ซึ่งเป็นสารประกอบ ที่มีไฮโดรเจนและคาร์บอนเป็นองค์ประกอบมากกว่า 97% ส่วนประกอบอื่นคือ O, S, N เล็กน้อย โดยที่ส่วนประกอบของน้ำมันดิบแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่ไม่เหมือนกัน ขึ้นกับแหล่งของน้ำมันดิบนั้นๆ

ส่วนประกอบที่พบในน้ำมันดิบ แบ่งตามโครงสร้างได้ดังนี้

1. อะลิฟาติก ไฮโดรคาร์บอน (aliphatic hydrocarbon) เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างอะตอมของคาร์บอนเป็นห่วงโซ่เปิด อาจเป็นห่วงโซ่ที่ไม่มีแตกกิ่ง (continuous chain) หรืออาจมีการแตกกิ่ง (branch chain) แบ่งอีกได้เป็น

1.1 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (saturated hydrocarbon) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดพันธะเดี่ยว อะตอมของคาร์บอนต่อกันด้วยพันธะโควาเลนต์ มีสูตรโมเลกุล nC_nH_{2n-2} เรียกว่า อัลเคน (alkane) มีอยู่ประมาณ 15-20% และสารไซโคลอัลเคน (cycloalkane) ซึ่งมีจุดเดือดต่ำ ระเหยง่าย โดยถ้าน้ำมันดิบมีไฮโดรคาร์บอนชนิดนี้มาก เรียกว่า paraffin based crude oil

1.2 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (unsaturated or olefinic hydrocarbon) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดพันธะคู่ และ พันธะสาม สูตรโครงสร้างโมเลกุล เป็น C_nH_{2n-2} พบในน้ำมันดิบน้อย มักพบในน้ำมันที่กลั่นแล้วมากกว่า

2. อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (aromatic Hydrocarbon) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัว โดยที่ อะตอมของคาร์บอนต่อกันเป็นวง (ring) มีพายอิเล็กตรอน จำนวน $n+2$ ($n=1,2,3\dots n$) สูตรโครงสร้างโมเลกุล C_nH_{2n-6} โครงสร้างเป็นรูปแบนราบ (planar) พายอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบโครงสร้างนั้น ได้แก่ สารประกอบเบนซีน (benzene) และอนุพันธ์ของเบนซีน (benzene derivative) แนฟทาลีน (naphthalene) และ โพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่มีการแทนที่ด้วยหมู่ อัลคิล (alkyl polyaromatic hydrocarbon) สารประกอบนี้มีความเป็นพิษสูงที่สุด มีความสามารถละลายน้ำได้ดี โดยใน 24 ชั่วโมงจะมีการสลายตัว 52-79% (ปัญจรัตน์ วงศ์ภาพรรณ, 2539 อ้างถึง Anderson et al, 1974a)

สรุปสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่พบในธรรมชาติ จะมาจากน้ำมันดิบ (crude oil) จากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมกลั่น (combustion generated hydrocarbon) และจากสิ่งมีชีวิต (biogenic hydrocarbon) โดยไฮโดรคาร์บอนจากน้ำมันดิบจะประกอบด้วยสาร 3 ชนิดคือ alkane, cycloalkane และ aromatic ไม่รวม alkene (หรือ สาร olefin) สำหรับไฮโดรคาร์บอนจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมกลั่น เช่น ก๊าซโซลีน เคโลซีน ดีเซล และสำหรับไฮโดรคาร์บอนจากสิ่งมีชีวิตจะพบ alkene หรือ olefin เป็นปริมาณหลัก

สำหรับแหล่งที่มาของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลจะมาจาก

1. จากการซึมผ่านโดยกระบวนการทางธรรมชาติ เป็นการซึมขึ้นมาจากพื้นทะเลตามสภาพทางธรณีวิทยาในแต่ละพื้นที่ อาจเป็นแหล่งน้ำมันตามธรรมชาติถูกปลดปล่อยจากชั้นดิน พบว่ามีอัตราส่วน 11%

2. จากโรงงานอุตสาหกรรมและบ้านเรือน มีอัตราส่วน 50%

3. จากการคมนาคมขนส่ง มีอัตราส่วน 24%

4. จากโรงกลั่นน้ำมันชายฝั่ง

5. จากบรรยากาศ

6. จากการชะล้างไหลผ่านผิวหน้าดิน

7. จากการพัดพามาโดยแม่น้ำลำคลองแล้วออกทะเล

เมื่อน้ำมันดิบ และ/หรือน้ำมันในรูปแบบต่างๆลงสู่ทะเลไม่ว่าจะด้วยอุบัติเหตุหรือตั้งใจปล่อยทิ้งก็ตาม น้ำมันในรูปแบบต่างๆนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1. เกิดการแพร่กระจาย (spreading) โดยเกิดการกระจายออกจากจุดรั่วไหลปกคลุมไปบนผิวหน้าน้ำโดยจะได้รับอิทธิพลเสริมจากคลื่นลม และกระแสน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการกระจายออกไปไกลๆจากจุดรั่วไหลได้มากที่สุด นอกจากนี้คราบน้ำมัน ที่เกิดขึ้นจะลอยเป็นฟ้ามืดปกคลุมผิวหน้า ลดปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงไปใต้น้ำ และปริมาณการละลายของออกซิเจนในน้ำจะลดลงด้วย

2. เกิดการระเหย (evaporation) พบว่าน้ำมันที่รั่วไหลหรือคราบน้ำมันที่เกิดขึ้นนั้น สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนอะตอมน้อยกว่า C15 (b.p < 250 celcius) จะระเหยจากผิวหน้าคราบน้ำมันนั้นๆภายใน 10 วัน และ ที่มีคาร์บอนอะตอมระหว่าง C15-C25 (b.p. 250-400 celcius) จะยังคงอยู่ในคราบน้ำมัน ในขณะที่สารประกอบที่มีคาร์บอนอะตอมมากกว่า C25 (b.p. > 400 celcius) จะระเหยได้น้อยมาก นั่นคือการระเหยจะทำให้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันดิบหรือคราบน้ำมันหายไปประมาณ 50%

3. เกิดการละลาย (solution) เกิดกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำๆ อัตราการละลายขึ้นกับกระแสนลม คลื่น และคุณสมบัติของน้ำมันดิบหรือสารประกอบไฮโดรคาร์บอนนั้นๆ น้ำทะเลจะละลายสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่มีน้ำหนักเบา และพวกอะโรมาติกที่มีจำนวนคาร์บอนไม่เกิน C10 ไปได้

4. เกิดสภาพอิมัลชัน (emulsification) สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่สามารถละลายน้ำทะเลได้ก็จะมีสภาพเป็นอิมัลชัน ที่จะแพร่กระจายได้ดีในทะเลโดยขึ้นกับอิทธิพลของกระแสน้ำและลม อิมัลชันของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลจะมีส่วนประกอบของน้ำปนกับน้ำมัน 80% และไม่มีสารแขวนลอยปนอยู่เลย

5. เกิดการแลกเปลี่ยนกับอากาศ (direct sea-air exchange) สารประกอบไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลจะเกิดการแลกเปลี่ยนถ่ายเทกับอากาศ โดยเป็นผลจากการแตกกระจายเป็นฟองของคลื่นทะเล และความเร็วลมในขณะนั้น โดยการเกิดการแลกเปลี่ยนกับอากาศนี้จะเกิดได้ดีกับคราบน้ำมันที่เป็นฟิล์มบางๆ การเกิดการแลกเปลี่ยนกับอากาศนี้จะเกิดกับน้ำมันเพียงบางส่วนที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยเท่านั้น

6. เกิดปฏิกิริยาเคมีของแสง (photochemical oxidation) การเกิดปฏิกิริยาเคมีของแสงโดยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจะขึ้นกับคุณสมบัติทางเคมีของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนนั้นๆ

7. การเกิดสภาพเป็นน้ำมันดิน (tar lamp foamation) ส่วนประกอบของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เสถียรและยังคงเหลืออยู่ในน้ำทะเลโดยไม่เกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ดังกล่าวแล้วนั้น จะยังลอยอยู่ในน้ำทะเลและจับตัวกับตะกอนและสารแขวนลอยต่างๆ แล้วตกตะกอนลงสู่พื้นทะเลและสะสมในชั้นตะกอนดิน

8. การเกิดการตกตะกอน (precipitation) เกิดเมื่อสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจากการรวมตัวกับตะกอนแขวนลอยหรือตะกอนอื่นๆ จะจมตัวสู่พื้นทะเล ปัจจัยที่ทำให้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ได้แก่ การระเหย การรวมตัวกับสารแขวนลอย และตะกอนต่างๆ

9. การเกิดเป็นแนวของน้ำมันบนชายหาด (stranded oil) น้ำมันดิบหรือผลิตภัณฑ์น้ำมันที่รั่วไหลลงสู่น้ำทะเลจะถูกพัดเข้าหาชายฝั่งเป็นแนวยาวๆ หลายๆ แนวขึ้นกับเวลาน้ำขึ้นน้ำลงแต่ละครั้ง ส่วนที่มีน้ำหนักมากจะผสมปนไปกับทรายและสิ่งต่างๆ บนชายหาด แนวของน้ำมันนี้จะคงอยู่ มีลักษณะเป็นคราบสีดำตลอดความยาวของชายหาดนั้นๆ ผลขึ้นทำให้คราบน้ำมันดังกล่าวรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้มากขึ้นทำให้อุ่นจัดนำไปสู่กระบวนการผุกร่อนของหินหรือทราย ทำให้เกิดผิปกติในระบบนิเวศชายหาดโดยเฉพาะหาดทรายได้

เมื่อทราบถึงองค์ประกอบ แหล่งที่มา และการเปลี่ยนแปลงของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ในน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์จากน้ำมัน แล้ว ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลกระทบด้านกายภาพ คราบน้ำมันที่เป็นแผ่นฟิล์มบนผิวน้ำทะเลจะทำให้สัตว์น้ำสำคัญหรือจมคราบน้ำมันตาย และยังทำให้แสงแดดส่องผ่านได้น้อยลงส่งผลถึงการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช ทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้น้อยลงทำให้สัตว์ทะเลอ่อนแอและตายได้ (บัญชีรัตนวงษ์ภาพธรรม, 2539 อ้างถึง Farrington. J.W. 1989)

2. ผลกระทบด้านเคมี เป็นทั้งที่เป็นพิษแบบเฉียบพลัน (acute toxicity) ทำให้สัตว์ตายได้ทันทีเมื่อสัมผัสกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนนั้นๆ ในเวลาสั้นๆ และที่เป็นพิษแบบเรื้อรัง (Chronic Toxicity) จะเกิดความเป็นพิษสะสมในตัวสัตว์จนถึงระดับที่ร่างกายหรืออวัยวะที่ได้รับ

พิษทนไม่ได้ทำให้สัตว์ตายลง กลุ่มสารประกอบไฮโดรคาร์บอนนี้ได้แก่พวกที่มีจุดเดือดสูงๆ เช่น กลุ่มอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ที่อึดตัวและมีจุดเดือดสูงๆ กลุ่มโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เช่น 3,4-benzopyrene , 1,2-bensanthrazene โดยกลุ่มนี้พบว่ามีสารก่อมะเร็ง (Carcinogen) คั่ว

3. ผลกระทบต่อชายฝั่งทะเล ทำให้สกปรกมีสีดำและเหนียวเหนอะเป็นเวลานานๆ เกิดอันตรายต่อนกน้ำและสัตว์ทะเลหน้าดินต่างๆ รวมถึงทำให้คนไม่สามารถใช้ประโยชน์ชายหาดนั้นๆ ได้

การศึกษาด้านปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในทะเลในประเทศไทย

การศึกษาปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล วีรย์ ศวิตชาติ (2521) ศึกษาปริมาณนอร์มัล-พาราฟินจากน้ำมันในน้ำทะเลและตะกอนจากอ่าวไทยโดยวิธี gas chromatography พบว่าน้ำทะเลพบในช่วง 16-614 $\mu\text{g/L}$ และในตะกอนดินมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.4-11.7 $\mu\text{g/g}$ ม นู ว ดี หังสพฤกษ์ (2522) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลที่ระดับ 1 เมตร บริเวณอ่าวไทย พบมีค่าระหว่าง 0.37-1.42 $\mu\text{g/L}$ เฉลี่ย 0.69 $\mu\text{g/L}$ ในอ่าวไทยตอนบน และ เฉลี่ย 0.63 $\mu\text{g/L}$ ในอ่าวไทยตอนล่าง อรศัย อินทร์พานิช (2522) ศึกษาปริมาณ beach tar และ ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลและตะกอนดิน พบ Beach Tar อยู่ในช่วง 0.00-148.46 $\mu\text{g/L}$ ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำ อยู่ในช่วง 0.4-0.5 $\mu\text{g/L}$ ในตะกอนดิน 0.00-0.03 $\mu\text{g/L}$ น้ำหนักแห้ง เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล และศุภวัตร แซ่ลิ้ม (2526) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินในอ่าวไทยตอนบน มีค่าอยู่ในช่วง $0.41 \pm 0.684 \mu\text{g/g}$ ในฤดูแล้ง และ $0.094 \pm 0.156 \mu\text{g/g}$ ในฤดูน้ำหลาก กัลยา วัฒยากร (2529) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลและตะกอนดินอ่าวไทย พบว่าในน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบนมีค่าอยู่ในช่วง 0.65-8.3 $\mu\text{g/L}$ และบริเวณอ่าวไทยตอนล่างมีค่าอยู่ในช่วง 0.07-6.5 $\mu\text{g/L}$ crude oil equivalents วัชรวิ ชาติ กิตติคุณ วงศ์ (2529) ศึกษาชนิดและปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ละลายอยู่ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน และอ่าวไทยตอนบน ด้วยวิธี GC และ GC/MS พบว่ารูปแบบของโครมาโตแกรม แสดงจำนวนอะตอมคาร์บอนเป็น C15-C32 สำหรับในแม่น้ำเจ้าพระยา ในฤดูน้ำหลากอยู่ในช่วง 0.190-0.461 $\mu\text{g/L}$ และในฤดูน้ำแล้งพบอยู่ในช่วง 0.514-0.799 $\mu\text{g/L}$ เกศินี สรรวานิช (2533) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล บริเวณแม่น้ำท่าจีน ตอนล่าง เดือนมีนาคมและสิงหาคม 2532 พบว่าปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลเฉลี่ยเดือนมีนาคมเท่ากับ $2.53 \pm 0.95 \mu\text{g/L}$ และเดือนสิงหาคม เท่ากับ $1.61 \pm 0.41 \mu\text{g/L}$ ป ญ จ รั ต น์ วงศ์นภาพรรณ (2539) รายงานว่าปริมาณสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง ระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2539 มีค่าอยู่ในช่วง 0.05-4.13 $\mu\text{g/L}$ chrysene equivalents เฉลี่ย 0.68 $\mu\text{g/L}$ chrysene equivalents และดินตะกอนมีปริมาณไฮโดรคาร์บอนรวมอยู่

ในช่วง 0.06-1.40 $\mu\text{g/L}$ chrysene equivalents สมภพ รุ่งสุภา (2542) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลระหว่างเกาะสีชัง-ศรีราชา-แหลมฉบัง ในช่วงเวลาระหว่าง พ.ศ. 2537-2541 สมภพ และ คณะ (2545) พบว่าบริเวณเกาะสีชังด้านทิศเหนือ ทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศตะวันตก มีค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลอยู่ในช่วง 0.91-9.15, 0.07-4.11, 0.26-13.77 และ 1.41-13.50 $\mu\text{g/L}$ as chrysene ตามลำดับ และ บริเวณศรีราชามีค่าอยู่ในช่วง 0.50-4.20 $\mu\text{g/L}$ as chrysene นฤมล กรณิณันท์ (2550) รายงานปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำ และชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน ระหว่างเดือนธันวาคม 2549-เดือนพฤศจิกายน 2550 อยู่ในช่วง md-7.253 $\mu\text{g/L}$ เฉลี่ย $0.49 \pm 1.03 \mu\text{g/L}$ บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยามีค่าสูงสุด ปากแม่น้ำแม่กลองต่ำสุด และในฤดูฝน (มิถุนายน สิงหาคม) สูงกว่าในฤดูแล้ง (ธันวาคม กุมภาพันธ์ เมษายน และ พฤศจิกายน) ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล สมภพ รุ่งสุภา และ กัลยา วัฒยากร (2551) ศึกษาการปนเปื้อนของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณเกาะสีชังในเดือนเมษายน สิงหาคม และ ธันวาคม พ.ศ.2550 จำนวน 6 สถานี และเกาะลอย ศรีราชา 1 สถานี ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลรอบเกาะสีชัง มีค่าต่ำกว่าบริเวณเกาะลอยศรีราชา ทุกครั้งที่เก็บตัวอย่าง โดยเกาะสีชังด้านทิศเหนือ ทิศใต้ และทิศตะวันออกพบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนสูงกว่าด้านทิศตะวันตก ซึ่งไม่มีกิจกรรมเกี่ยวกับการเดินเรือและจอดเรือเหมือนบริเวณอื่นๆรอบเกาะ โดยเฉลี่ยพบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลรอบเกาะสีชังยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ($< 5 \mu\text{g/L}$ as chrysene) ยกเว้นบริเวณหาดทรายแก้วในเดือนธันวาคมที่มีค่าเกินมาตรฐานเล็กน้อย ($5.43 \mu\text{g/L}$ as chrysene) บริเวณเกาะลอยศรีราชาพบว่ามีความสูงค่าน้ำทะเลรอบเกาะสีชังในทุกครั้งที่ทำการศึกษา โดยเดือนสิงหาคม พบค่าสูงที่สุด ($50.25 \mu\text{g/L}$ as chrysene) และสูงกว่าค่ามาตรฐานมาก วีระยุทธ รักษาศักดิ์ และ คณะ (2551) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือนเมษายน สิงหาคม และ ธันวาคม 2550 พบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลเฉลี่ย $5.79 \pm 7.80 \mu\text{g/L}$ โดยบริเวณกลางอ่าวไทยตอนบนมีการปนเปื้อนสูงสุด รองลงไปเป็นบริเวณปากแม่น้ำเพชรบุรีและหาดพัทยา และพบว่าปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีค่าสูงสุดในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเดือนเมษายน สิงหาคม และ ธันวาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.04 ± 0.91 , 3.89 ± 5.77 และ $11.16 \pm 10.22 \mu\text{g/L}$ กนกวรรณ ขาวค้อน สุริยัน รัชฎกิจจานุกิจ และ วีระยุทธ รักษาศักดิ์ (2552) ศึกษาการปนเปื้อนและการแพร่กระจายของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในน้ำทะเล บริเวณอ่าวไทยตอนบน ในเดือน เมษายน สิงหาคม และ ธันวาคม พ.ศ.2550 พบค่าเฉลี่ยตลอดปีมีค่า $5.79 \pm 7.80 \mu\text{g/L}$ บริเวณกลางอ่าวไทยตอนบนมีการปนเปื้อนสูงสุด รองลงมาเป็นบริเวณปากแม่น้ำเพชรบุรีและพัทยา โดยช่วงเปลี่ยนมรสุม เดือนเมษายน ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เดือนสิงหาคม และ ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.04 ± 0.91 , 3.89 ± 5.77 และ $11.6 \pm 10.22 \mu\text{g/L}$ ตามลำดับ นั่นคือฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงที่สุด

การศึกษาปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน อรศัย อินทร์พานิช (2522) ศึกษาปริมาณ beach tar และ ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน พบปริมาณ Beach Tar อยู่ในช่วง 0.00-148.46 $\mu\text{g/L}$ ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน 0.00-0.03 $\mu\text{g/L}$ น้ำหนักแห้ง เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล และศุภวัตร แซ่ลิ้ม (2526) ซึ่งได้ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินในอ่าวไทยตอนบน พบมีค่าอยู่ในช่วง $0.41 \pm 0.684 \mu\text{g/g}$ ในฤดูแล้ง และ $0.094 \pm 0.156 \mu\text{g/g}$ ในฤดูน้ำหลาก กัลยา วัฒนยากร (2529) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินบริเวณอ่าวไทย พบว่าในตะกอนดินอ่าวไทยตอนบน อยู่ในช่วง 0.70- 6.2 $\mu\text{g/g}$ และอ่าวไทยตอนบนอยู่ในช่วง 0.03-8.3 $\mu\text{g/g}$ วรรณญา วิรุพผล (2532) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา และ ท่าเรือคลองเตย พบกลุ่ม n-alkane ที่ท่าเรือคลองเตยมีการแพร่กระจายตามความลึกของชั้นดินไม่ต่างกัน แต่ปากแม่น้ำเจ้าพระยามีสูงที่ระดับ 4 เซนติเมตรมากกว่าระดับลึกลงไป พบอยู่ในช่วง 1.2-8.2 $\mu\text{g/g}$ สำหรับกลุ่ม PAHs ที่ท่าเรือคลองเตยมีการแพร่กระจายตามความลึกของตะกอนดินใกล้เคียงกันระหว่าง 0-20 เซนติเมตร พบอยู่ในช่วง 3.1-8.7 $\mu\text{g/g}$ และปากแม่น้ำเจ้าพระยามีการกระจายตามระดับความลึกไม่ต่างกันระหว่าง 0-45 เซนติเมตร อยู่ในช่วง 0.6-7.1 $\mu\text{g/g}$ เกศินี สรรวานิช (2533) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง พบสารอะลิฟาติกรวมในตะกอนดินเดือนมีนาคมและสิงหาคมเฉลี่ย $20.99 \pm 7.85 \mu\text{g/g}$ และ $15.39 \pm 3.15 \mu\text{g/g}$ น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ น้ำหนักแห้ง พรศรี สุทธนารักษ์ (2534) รายงานการพบสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ในช่วง 0.06-0.87 และ 0.27-0.1.87 $\mu\text{g/g}$ น้ำหนักแห้ง และค่าเฉลี่ย 0.33 และ 0.69 $\mu\text{g/g}$ น้ำหนักแห้ง ในเดือนตุลาคม 2531 และ เดือนมิถุนายน 2532 ตามลำดับ ส่วนในตัวอย่างหอยเสียบพบ n-alkane ที่มีคาร์บอนอะตอม C15-C27 อยู่ในช่วง 6.18-14.91 $\mu\text{g/g}$ ในเดือนตุลาคม 2531 และ 10.84-38.94 $\mu\text{g/g}$ ในเดือนมิถุนายน 2532ตามลำดับ จรูญ สารินทร์ (2537) ศึกษาสารประกอบอะลิฟาติก และ อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินอ่าวไทย พบ n-alkanes ที่มีคาร์บอนอะตอม C16-C34 มีแนวโน้มลดลงตามความลึกในทุกบริเวณในอ่าวไทยตอนบน โดยพบมีค่าอยู่ในช่วง 61.30-2,210.32 ng/g น้ำหนักแห้ง โดยบริเวณชายฝั่งตะวันตกมีค่าอยู่ในช่วง 116.23-682.10 ng/g บริเวณชายฝั่งตะวันออก มีค่าอยู่ในช่วง 69.80-934.81 ng/g บริเวณอ่าวไทยตอนล่างมีค่าอยู่ในช่วง 58.33-171.31 ng/g สำหรับอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนกลุ่ม PAHs พบน้อยมากทั้งปริมาณและชนิด วาสนา สุวัฒน์นันท (2542) อ่างถึง เขาวน นกอยู่ (2537) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยปริมาณ n-alkanes ในตะกอนดินที่มีคาร์บอนอะตอมอยู่ในช่วง C14-C34 เฉลี่ย 5.20 และ 5.82 $\mu\text{g/g}$ น้ำหนักแห้งในเดือนพฤษภาคม และ เดือนกันยายน ตามลำดับ และสารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) เฉลี่ย 1.93 และ 2.14 $\mu\text{g/g}$ น้ำหนักแห้งในเดือนพฤษภาคมและกันยายน ตามลำดับ กฤตยาพร ทัพกระรัต (2538) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน บริเวณชายฝั่ง จังหวัดระยอง

ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง ธันวาคม 2537 พบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินพบ n-alkane รวมทั้งผิวหน้ามีค่าอยู่ในช่วง 0.11-14.37 $\mu\text{g/g}$ น้ำหนักแห้ง เหลือ 2.52 $\mu\text{g/g}$ และปริมาณ PAHs อยู่ในช่วง nd-1.66 $\mu\text{g/g}$ น้ำหนักแห้ง เหลือ 0.28 $\mu\text{g/g}$ Rashid, M.K.A (1997) ศึกษาการแพร่กระจายของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนรวมกลุ่ม n-alkane และ PAHs ในตะกอนดินจากอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ พบปริมาณ n-alkane ทั้ง 2 บริเวณมีค่าอยู่ในช่วง 2.18-25.53 $\mu\text{g/g}$ น้ำหนักแห้ง ปริมาณรวม PAHs มีค่าอยู่ในช่วง 0.07-26.60 $\mu\text{g/g}$ น้ำหนักแห้ง และ พบในตะกอนอ่าวไทยมากกว่าทะเลจีนใต้ วาสนา สุวัฒน์นนท์ (2542) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน เดือนพฤศจิกายน 2542 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนบริเวณคลองสหกรณ์ อยู่ในช่วง 0.05-0.20 $\mu\text{g/g}$ น้ำหนักเปียกเทียบกับโครซีน เหลือ 0.10 $\mu\text{g/g}$ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน อยู่ในช่วง 0.10-0.44 $\mu\text{g/g}$ เหลือ 0.22 $\mu\text{g/g}$

การศึกษาปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสัตว์ทะเล เกศินี สรรวานิช (2533) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) บริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง พบ n-alkane ที่มีคาร์บอนอะตอม C15-C25 อยู่ในช่วง 1.28-1.87 $\mu\text{g/g}$ สาร PAHs ที่พบได้แก่ แนพทาลิน ไบเฟนิล, 2,6-ไดเมทิลแนพทาลิน ไดเบนโซฟูราน ฟลูออแรนธิน ไพรีน และโครซีน ทั้งหมดอยู่ในช่วง 12.5-81.0 ng/g น้ำหนักแห้ง พรศรี สุทธนารักษ์ (2534) รายงานการพบสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างหอยเสียบพบ n-alkane ที่มีคาร์บอนอะตอม C15-C27 อยู่ในช่วง 6.18-14.91 $\mu\text{g/g}$ ในเดือนตุลาคม 2531 และ 10.84-38.94 $\mu\text{g/g}$ ในเดือนมิถุนายน 2532ตามลำดับ วาสนา สุวัฒน์นนท์ (2542) อังถึง เซาว์น นกอยู่ (2537) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนน้ำทะเลตะกอนดิน และ หอยแมลงภู่ บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง พบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำเหลือเดือนพฤษภาคม 2536 เท่ากับ 18.02 $\mu\text{g/L}$ เทียบกับสารมาตรฐานโครซีน และเดือนกันยายน 2536 เท่ากับ 6.01 $\mu\text{g/L}$ ปริมาณ n-alkanes ในตะกอนดินที่มีคาร์บอนอะตอมอยู่ในช่วง C14-C34 เหลือ 5.20 และ 5.82 $\mu\text{g/g}$ น้ำหนักแห้งในเดือนพฤษภาคม และ เดือนกันยายนตามลำดับ และสารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) เหลือ 1.93 และ 2.14 $\mu\text{g/g}$ น้ำหนักแห้งในเดือนพฤษภาคมและกันยายน ตามลำดับ สำหรับปริมาณ n-alkanes ที่มีคาร์บอนอะตอม C15-C25 ในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่เหลือ 0.94 $\mu\text{g/g}$ และสาร PAHs อยู่ในช่วง 15.64-76.8 ng/g น้ำหนักแห้ง วาสนา สุวัฒน์นนท์ (2542) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในปลาตีน บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน เดือนพฤศจิกายน 2542 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนบริเวณคลองสหกรณ์ อยู่ในช่วง 0.05-0.20 $\mu\text{g/g}$ น้ำหนักเปียกเทียบกับโครซีน เหลือ 0.10 $\mu\text{g/g}$ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน อยู่ในช่วง 0.10-0.44 $\mu\text{g/g}$ เหลือ 0.22 $\mu\text{g/g}$ ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในปลาตีนปากคลองสหกรณ์ ชนิด *Boleophthalmus boddarti* เท่ากับ 0.07 $\mu\text{g/g}$ และในชนิด *Periophthalmodon schlosseri* เท่ากับ 0.06 $\mu\text{g/g}$ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนในชนิด *Boleophthalmus boddarti* เท่ากับ 0.03 $\mu\text{g/g}$

การศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในห่วงโซ่อาหาร

Suthida et al (2008) ศึกษาการสะสมของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในห่วงโซ่อาหารบริเวณอ่าวบ้านแพ จังหวัดระยอง พบว่า ในน้ำทะเลมีค่าอยู่ในช่วง 0.25-1.03 $\mu\text{g/L}$ เฉลี่ย $0.61 \pm 0.26 \mu\text{g/L}$ ในตะกอนดินอยู่ในช่วง 0.09-6.38 $\mu\text{g/g}$ เฉลี่ย $1.53 \pm 2.39 \mu\text{g/g}$ และพบว่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีค่าสูงในหอยแมลงภู่ในบริเวณนี้ ในขณะที่พบว่าปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนกลับมีค่าต่ำกว่าที่พบในหอยแมลงภู่ในปลาที่กินแพลงก์ตอนได้แก่ *Nemipterus hexodon*, *Scolopsis taeniopterus* และ *Sillago spp.* รวมในหอยสองฝา *Meretrix lusoria* ด้วย ซึ่งสรุปว่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลและตะกอนดินมีค่าต่ำกว่าในปลาที่กินแพลงก์ตอน และปลาที่กินแพลงก์ตอนมีค่าต่ำกว่าในหอยแมลงภู่ ศศิวิมล ไชยณรงค์ (2552) ศึกษาปริมาณสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวม ใน น้ำทะเล ดินตะกอน แพลงก์ตอน และ หอยนางรม พบว่า สารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมพบมากที่สุดที่ในดินตะกอน (0-8.50 ไมโครกรัม/กรัม) รองลงมาคือ แพลงก์ตอน (0.07-4.05 ไมโครกรัม/กรัม) หอยนางรม (0-3.94 ไมโครกรัม/กรัม) และน้ำทะเลน้อยที่สุด (0-87.95 ไมโครกรัม/ลิตร) ตามลำดับ และพบว่าฤดูน้ำน้อยมีปริมาณสูงกว่าในฤดูน้ำมาก ในขณะที่ดินตะกอนและแพลงก์ตอนในฤดูน้ำมากมีสูงกว่าฤดูน้ำน้อย และ ในหอยนางรมพบว่าฤดูกาลไม่มีอิทธิพลต่อการสะสมของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวม และไม่พบสาร โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนได้แก่ ฟิแนนทรีน ไพรีน และเบนโซเอไพรีน ความสัมพันธ์ของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมระหว่างตัวอย่างที่กล่าวแล้วมีค่าสมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ในเชิงบวกน้อย

แหล่งที่มาของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจากการขนถ่ายสินค้าและน้ำมันบริเวณอ่าวไทยตอนบน และ บริเวณแหลมฉบัง-อ่าวอุดม-ศรีราชา-เกาะสีชัง

พื้นที่ระหว่างแหลมฉบัง-อ่าวอุดม-ศรีราชาและเกาะสีชัง ประกอบด้วยท่าเรือน้ำลึกแหลมฉบัง ท่าเรือขนส่งน้ำมันของบริษัท ปตท.๑ บริเวณเขาบ่อया ท่าขนส่งน้ำมันในทะเลของบริษัทไทยออยล์ ท่าเรือขนส่งชิ้นไม้และผลิตภัณฑ์การเกษตรบริษัทศรีราชาฮาเบอร์ ท่าเรือขนส่งสินค้าเอนกประสงค์บริษัทผาแดง ท่าเรือสินค้าบริษัทไทยพับลิคพอร์ต (เกาะสีชัง) และรวมถึงโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

- กลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ประกอบด้วยโรงกลั่นน้ำมัน 3 แห่ง คือ บริษัทไทยออยล์ จำกัด บริษัท เอสโซ่แอสเตนคาร์ด ประเทศไทย (มหาชน) จำกัด และ โรงกลั่นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน บริษัทไทยลูบเบสจำกัด; คลังเก็บน้ำมัน 3 แห่ง คลังเก็บก๊าซ LPG 3 แห่ง

- กลุ่มนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง มีโรงงานอุตสาหกรรมประมาณ 98 บริษัท
- ท่าเรือแหลมฉบัง

ทั้งนี้สามารถจำแนกเรือสินค้าที่จอดทอดสมอและสัญจรในบริเวณนี้ได้แก่เรือสินค้าระหว่างประเทศ: จำนวนเรือสินค้าระหว่างประเทศที่เข้ามาในพื้นที่ที่ทำการศึกษายเป็นส่วนหนึ่งที่จะ

สามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและมลสารที่ทำการศึกษาได้ จำนวนเรือสินค้า ระหว่างประเทศที่เข้ามาในพื้นที่ดังกล่าวจากข้อมูลของ นำร่องเขตท่าเรือศรีราชา ในพ.ศ.2551 ตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1 จำนวนเรือ (เที่ยว) ที่เข้ามาในพื้นที่แหลมฉบัง ศรีราชา และ เกาะสีชัง พ.ศ.2551 (จาก นำร่องเขตศรีราชา, 2552)

เขตทอด สมอเรือ	มก	กพ	มีค	เมษ	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค	รวม
แหลม ฉบัง	984	963	1,101	938	1,049	927	987	1,009	989	1,053	*	*	
ศรีราชา	256	220	274	247	274	252	314	267	255	264	*	*	
เกาะสี ชัง	329	352	324	351	343	375	329	341	262	247	*	*	
รวม	1,569	1,535	1,699	1,536	1,666	1,554	1,630	1,617	1,506	1,564			

* ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 2 จำนวนเรือเทียบท่าแหลมฉบัง ระหว่าง พ.ศ.2548-2551 (จากท่าเรือแหลม
ฉบัง, 2552)

	2548	2549	2550	2551	2552 (ต.ก.51)
เรือตู้สินค้า	4,278	5,313	5,744	5,975	476
เรือสินค้าทั่วไป	105	137	191	267	41
เรือ RO - RO	546	580	614	674	51
เรือสินค้าเทกอง	115	69	72	70	3
เรือโดยสาร	17	50	24	26	3
เรือลำเลียง	476	61	75	150	17
เรืออื่นๆ	864	875	861	956	111
รวม	6,410	7,085	7,581	8,118	710

แหล่งที่มาของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจาก อุบัติเหตุน้ำมันรั่วไหลในทะเลในประเทศไทย

ใน พ.ศ.2551 เกิดอุบัติเหตุน้ำมันรั่วไหลในทะเล 7 ครั้ง เกิดในพื้นที่จังหวัดชลบุรี 3 ครั้ง และ ทั้ง 3 ครั้งเกิดบริเวณระหว่างหาดบางแสนถึงหาดจอมเทียน ทั้งสิ้น ส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะของน้ำมันเตาสีดำ และไม่ทราบสาเหตุและปริมาณที่แน่นอน สำหรับในพ.ศ.2552 เกิดทั้งสิ้น 7 ครั้ง เกิดในพื้นที่จังหวัดชลบุรี 1 ครั้ง ที่อ่าวอุดมไม่ทราบสาเหตุเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 อุบัติเหตุน้ำมันรั่วไหลในทะเล ระหว่าง พ.ศ.2551-2552 จาก กรมเจ้าท่า (2553)

ครั้งที่/พ.ศ.	วัน/เดือน/ปี	จังหวัด	บริเวณ	ลักษณะoilspill	หมายเหตุ
1/51	14 ม.ค. 51	ชลบุรี	ทูน หมายเลข 8 กับ ทูน หมายเลข 6 ท่าเรือศรีราชา	น้ำมันเตา	ไม่ทราบปริมาณไม่ทราบสาเหตุ
2/51	29 พ.ค. 51	ชลบุรี	หาดหน้ารร.แอมบาสเดอร์ถึงท่าจอดเรือมีรีน่าจอมเทียน	คราบน้ำมัน มีลักษณะเป็นก้อน	ไม่ทราบปริมาณไม่ทราบสาเหตุ
3/51	15 มิ.ย. 51	สมุทรปราการ	อูเรือบ.เอเชียณมารีน เซอร์วิส จำกัด(มหาชน)	น้ำมันเตา	ประมาณ 40 ตัน รั่วจากเรือสินค้า Cholhan vong
4/51	30 มิ.ย. 51	สมุทรปราการ	ท่าเทียบเรือหมายเลข 21A บ. นานาพรรณพีชผล จำกัด อ. พระประแดง	น้ำมันเตาสีดำ	ไม่ทราบปริมาณ คาดว่ารั่วจากเรือ M.V.Friend
5/51	25 มิ.ย. 51	ชลบุรี	หาดบางแสน	คราบน้ำมันสีดำ	ไม่ทราบปริมาณไม่ทราบสาเหตุ
6/51	12 ก.ย. 51	ระยอง	โรงไฟฟ้าบางปะกง	น้ำมันเตาสีดำ	2,000 ลิตร รั่วจากท่อที่ใช้ส่งน้ำมันเตาเข้าเครื่องผลิต
7/51	22 ต.ค. 51	กทม	ท่าเทียบเรือหมายเลข 27A องค์การคลังสินค้า 2	คราบน้ำมันสีดำ	ไม่ทราบปริมาณ คาดว่ารั่วจากเรือ Winshing 1
1/52	2 ก.พ. 52	สมุทรปราการ	ในแม่น้ำเจ้าพระยาหน้าบ. น้ำมัน TPI	คราบน้ำมันสีดำ	ไม่ทราบปริมาณไม่ทราบสาเหตุ
2/52	3 ก.พ. 52	สมุทรปราการ	หน้าท่าเรือข้ามฟากพระประแดง	คราบน้ำมันสีดำ	ไม่ทราบปริมาณไม่ทราบสาเหตุ
3/52	13 มี.ค. 52	ชลบุรี	หน้าท่าเทียบเรือบ.ศรีราชา ฮาร์เบอร์ จำกัด และ ท่าเทียบเรือบ.สยามคอนเมอร์เชียลพอร์ท จำกัด (ศรีราชา)		พื้นที่ 600 เมตร ไม่ทราบสาเหตุ

			ไซโล) อ่าวอุดม		
4/52	21 เม.ย. 52	สตูล	ในทะเลบริเวณเกาะหลีเป๊ะ ห่างเกาะ 1 ไมล์	คราบน้ำมันบางๆ สีน้ำตาล	รั่วจากเรือปลาป่นที่ จมนานแล้ว
5/52	17 ก.ค. 52	กทม	ในแม่น้ำเจ้าพระยาหน้าท่า เทียบเรือขนถ่ายหิน-ทราย วัด ทองบนเขตยานนาวา	คราบน้ำมันสีดำ	ไม่ทราบปริมาณ คาดว่ามาจากการ สูบน้ำมันใต้ท้อง เรือทิ้ง
6/52	24 ส.ค. 52	พังงา	ทะเลในจังหวัดพังงา	ดีเซล	เรือลำเดียวท่อนซุง จม
7/52	26 พ.ย. 52	กทม	คลองบางซื่อเขตห้วยขวาง	น้ำมันเตา	รั่วจากเครื่องทำ ความร้อน รร.เดอะ แกรนด์ อี ยูธ ยา บางกอก

ค่ามาตรฐานปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล

กรมควบคุมมลพิษ ได้ออกประกาศมาตรฐานปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล ใน ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 (พ.ศ.2549) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล ดิพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 124 ตอนที่ 11 ง วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2550 เรื่อง มาตรฐานปริมาณปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ในน้ำทะเล โดยใช้วิธี fluorescence spectrophotometry หน่วยเป็น $\mu\text{g/l}$ โดยประเภทที่ 1-3 ไม่เกิน $0.5 \mu\text{g/l}$ ประเภทที่ 4 ไม่เกิน $1.0 \mu\text{g/l}$ และประเภทที่ 5-6 ไม่เกิน $5 \mu\text{g/l}$ ทั้งนี้คุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 1-6 มีรายละเอียดตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายละเอียดประเภทคุณภาพน้ำ 1-6 จาก ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 (พ.ศ.2549) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล ดิพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 124 ตอนที่ 11 ง วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2550

ประเภท คุณภาพน้ำ	การใช้ประโยชน์คุณภาพน้ำทะเล
ประเภทที่ 1	คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่มีได้จัดไว้เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งเป็น แหล่งน้ำทะเลตามธรรมชาติสำหรับเป็นที่แพร่พันธุ์ หรืออนุบาลของสัตว์น้ำวัยอ่อน หรือเป็น แหล่งอาหาร หรือที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ พืช หรือหญ้าทะเล

ประเภทที่ 2	คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอนุรักษ์แหล่งประจํารัง ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่มีประจํารัง โดยมีขอบเขต ครอบคลุมพื้นที่ในรัศมีแนวราบกับผิวน้ำ นับจากเส้นตรงที่ลากตั้งฉากกับเส้นที่เชื่อมจุดนอกสุดของแนวประจํารังออกไป เป็นระยะ 1,000 เมตร
ประเภทที่ 3	คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลซึ่งมีประกาศ กำหนดให้เป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตามกฎหมายว่าด้วยการประมง
ประเภทที่ 4	คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลซึ่งมีประกาศขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกำหนดให้เป็นเขตเพื่อ การว่ายน้ำ หรือใช้ประโยชน์เพื่อการนันทนาการทางน้ำ
ประเภทที่ 5	คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอุตสาหกรรม และท่าเรือ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่อยู่ประชิดกับเขตนิคมอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เขตประกอบการอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน เขตท่าเรือตามกฎหมายว่าด้วยการเดินเรือในน่านน้ำไทย ท่าเรือหรือท่าเทียบเรือ แล้วแต่กรณี โดยมีขอบเขตนับตั้งแต่แนวน้ำลงต่ำสุดออกไปจนถึงระยะ 1,000 เมตร ตามแนวราบกับผิวน้ำ
ประเภทที่ 6	คุณภาพน้ำทะเลสำหรับเขตชุมชน ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่อยู่ประชิดกับชุมชนที่มีประกาศกำหนดให้เป็นเทศบาลตามกฎหมาย ว่าด้วยเทศบาล เมืองพัทยา หรือกรุงเทพมหานคร โดยมีขอบเขต คือ เขตเทศบาล เขตเมืองพัทยา หรือเขตกรุงเทพมหานคร เฉพาะที่ติดกับชายฝั่งทะเล นับตั้งแต่แนวน้ำลงต่ำสุดออกไปจนถึงระยะ 1,000 เมตร ตามแนวราบกับผิวน้ำ

สำหรับมาตรฐานปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินสำหรับน้ำทะเลชายฝั่งของประเทศไทย ยังไม่มีการประกาศใช้ แต่ในต่างประเทศมีการใช้โครซินเป็นค่ามาตรฐานสำหรับตะกอนดินทะเลชายฝั่งตามตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 มาตรฐานคุณภาพตะกอนดินของต่างประเทศ

สารมาตรฐาน	มาตรฐานของต่างประเทศ	(µg/kg dry wt.)
ไครซีน	อเมริกา (ERL/ERM)	384 / 2,800
	อเมริกา (TEC/PEC)	166 / -
	ออสเตรเลีย-นิวซีแลนด์ (ISQV-Low/ISQV-high)	384/2,800
	NOAA/(ERL/ERM)	384/2800
	FDEP(TEL/PEL)	108/846
	AET	1,400/6,700

* จาก ร่างมาตรฐานคุณภาพตะกอนดินแหล่งน้ำผิวดินเพื่อป้องกันผลกระทบอันไม่พึงประสงค์
ของสารอันตรายที่มีต่อสัตว์น้ำดิน, กรมควบคุมมลพิษ (2553)

ERL = Effects Range Low / ERM = Effects Range Median

TEC = Threshold Effect Concentrations/ PEC = Probable Effect Concentrations

TEL = Threshold Effect Level/ PEL = Probable Effect Level

วิธีดำเนินการ

1. เก็บตัวอย่างภาคสนาม รอบชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน และในอ่าวไทยตอนบน ครอบคลุม จังหวัดระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี และ ประจวบคีรีขันธ์ โดยบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตอนบนมีจำนวน 24 จุด (ตารางที่ 6) และในอ่าวไทยตอนบน จำนวน 21 จุด (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 จุดเก็บตัวอย่างรอบชายฝั่งอ่าวไทยตอนบนและท่าเรือ จำนวน 24 จุด เก็บตัวอย่าง จำนวน 6 ครั้ง

สถานี	Zone	X	Y	หมายเหตุ
C1	47p	695203.657	1455860.202	เขาขาดเกาะสีชังตะวันตก-ชลบุรี
C2	47p	695643.681	1454978.214	ถ้ำหาดทรายเกาะสีชังตะวันตก-ชลบุรี
C3	47p	695868.466	1453873.398	ถ้ำพังเกาะสีชังตะวันตก-ชลบุรี
C4	47p	696057.668	1451684.028	ท่ายาวทิมเกาะสีชังใต้-ชลบุรี
C5	47p	697056.371	1454545.808	สะพานอัญญาศักดิ์เกาะสีชังตะวันออก-ชลบุรี
C6	47p	696180.221	1455756.569	ท่าเวียงษ์เกาะสีชังตะวันออก-ชลบุรี
C7	47p	696068.619	1456198.339	ท่าภาณุรังสีเกาะสีชังตะวันออก-ชลบุรี
C8	47p	708094.859	1457394.011	ท่าเรือเกาะลอยศรีราชา-ชลบุรี
C9	47p	708642.888	1456623.65	ท่าเรือสวนสาธารณะศรีราชา-ชลบุรี
C10	47p	707991.508	1456729.32	ท่าเรือร้านจรินทร์ศรีราชา-ชลบุรี
C11	47p	625746.731	1400921.468	ท่าเรือมาบตาพุด-ระยอง
C12	47p	706132.593	1400285.367	ท่าเรือสัตหีบ-ชลบุรี
C13	47p	702660.843	1429691.558	ท่าเรือพิทยากลาง-ชลบุรี
C14	47p	704054.235	1446741.285	ท่าเรือแหลมฉบังเหนือ-ชลบุรี
C15	47p	705320.92	1451397.945	ท่าเรืออ่าวอุดม-ชลบุรี
C16	47p	709475.337	1461166.736	ท่าเรือบางพระ-ชลบุรี
C17	47p	714339.18	1490196.442	ท่าเรืออ่างศิลา-ชลบุรี
C18	47p	714637.248	1493518.558	ท่าเรือปากแม่น้ำบางปะกง
C19	47p	675532.919	1496218.399	ท่าเรือปากคลอง 12 ชั้น วา - สมุทรปราการ

C20	47p	610777.818	1477397.068	ปากแม่น้ำแม่กลอง-สมุทรสาคร
C21	47p	637872.344	1494778.889	ปากแม่น้ำท่าจีน-สมุทรสงคราม
C22	47p	607698.531	1462010.373	ปากแม่น้ำเพชรบุรี-เพชรบุรี
C23	47p	617329.047	1439928.874	ปากคลองปุนชะอำ-ประจวบฯ
C24	47p	604173.811	1390327.155	สะพานปลาหัวหิน-ประจวบฯ

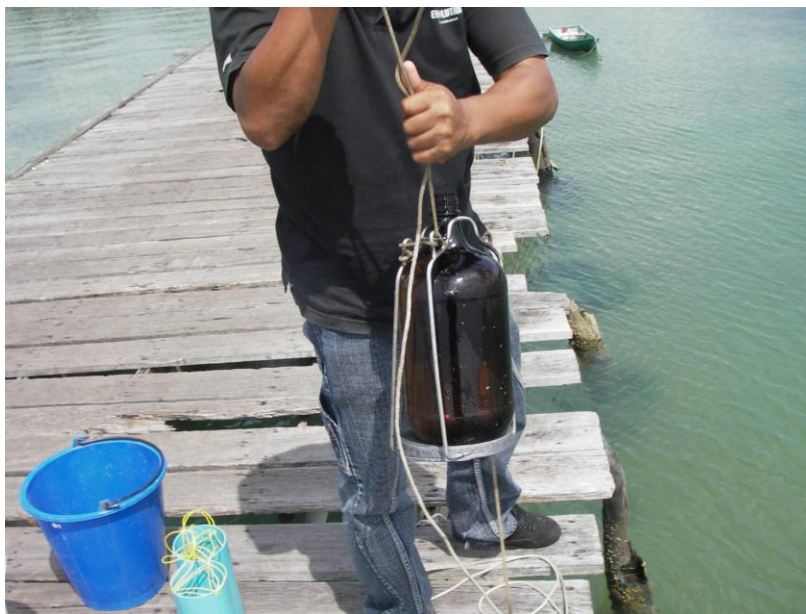
ตารางที่ 7 จุดเก็บตัวอย่างในอ่าวไทยตอนบน จำนวน 24 จุด เก็บตัวอย่าง จำนวน 2 ครั้ง

สถานี	Zone	X	Y	หมายเหตุ
A1	47p	614799.97	1473874.50	ปากแม่น้ำแม่กลอง
A2	47p	640732.13	1486165.63	ปากแม่น้ำท่าจีน
A3	47p	662380.64	1487394.88	ใกล้ร่องปากแม่น้ำเจ้าพระยา
A4	47p	684168.82	1486430.10	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา
A5	47p	705740.66	1483814.17	ปากแม่น้ำบางปะกง
A6	47p	614861.01	1459495.78	ปากแม่น้ำเพชรบุรี
A7	47p	640853.72	1462936.53	ปากแม่น้ำเพชรบุรีท่าช้าง
A8	47p	683839.27	1463193.86	กลางอ่าวไทย
A9	47p	705794.55	1463351.58	ตะวันตกของเกาะสีชัง
A10	47p	622726.94	1439620.55	ตะวันออกของเกาะสีชัง
A11	47p	640973.42	1439707.80	หน้าแหลมผักเบี้ย เพชรบุรี
A12	47p	684468.10	1439964.48	หน้าแหลมผักเบี้ย เพชรบุรี ท่าช้าง
A13	47p	704905.92	1440108.80	กลางอ่าวไทย
A14	47p	615045.15	1415254.44	เหนือเกาะล้าน
A15	47p	641096.79	1415373.32	แหลมฉบังตอนใต้
A16	47p	684629.58	1415625.96	หน้าชะอำ
A17	47p	703074.78	1415753.38	หน้าชะอำ ท่าช้าง
A18	47p	615135.13	1393134.25	กลางอ่าวไทย
A19	47p	641207.16	1393251.40	เกาะร่อน
A20	47p	684774.03	1393500.35	หน้าบ้านอำเภอ
A21	47p	700852.00	1395821.86	หน้าหัวหิน
A22	47p	641,207.16	1,393,251.40	กลางอ่าวไทยระหว่างเกาะคราม-หัว

				หิน
A23	47p	662,935.56	1,393,367.24	กลางอ่าวไทย
A24	47p	684,774.03	1,393,500.35	ตะวันตกของเกาะคราม
A25	47p	700,852.00	1,395,821.86	หน้าสัตหีบ

การเก็บตัวอย่างน้ำทะเล (ICO/UNESCO, 1984)

ใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างสำหรับปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนตาม ICO/UNESCO (1984) มีลักษณะเป็นกรอบสแตนเลสสำหรับใส่ขวดแก้วสีชา ความจุ 4 ลิตร ด้านล่างถ่วงด้วยตะกั่วหนัก 5 กิโลกรัม มีทุ่นลอยมีเชือกยาว 1 เมตรสำหรับดึงให้ชุดเครื่องมือเก็บอยู่ที่ระดับ 1 เมตร มีเชือกอีก 1 ชุดสำหรับดึงเครื่องมือภายหลังที่น้ำทะเลเข้าไปเรียบร้อยแล้ว ตัวอย่างน้ำทะเลที่ได้ รักษาสภาพทันทีด้วย hexane 50 มล. เขย่าให้เข้ากันก่อนเก็บในที่ร่มไม่ให้ถูกแสง



รูปที่ 1 เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำทะเลสำหรับวิเคราะห์ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน

ตัวอย่างน้ำอื่นใช้เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำแบบเวนคอลลี ขนาดความจุ 5 ลิตร รักษาสภาพตัวอย่างน้ำโดยแช่เย็น

การเก็บตัวอย่างตะกอนดิน ((ICO/UNESCO, 1984)

ใช้เครื่องเก็บตัวอย่างตะกอนดินแบบที่ดัดแปลงจาก peterson grab แล้วใช้ช้อนที่ทำความสะอาดแล้วตักตะกอนดิน ที่ความลึกไม่เกิน 5 เซนติเมตร มาบรรจุใส่ขวดแก้ว ปากกว้างที่ทำความสะอาดและกลั้วด้วย hexanes แล้ว จนเกือบเต็มปากขวด ปิดปากด้วย อลูมิเนียมฟอยล์ ปิดฝาแน่นนำเก็บในตู้แช่แข็งก่อนนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การเก็บตัวอย่างหอยสองฝา

เก็บตัวอย่างหอยสองฝาได้แก่ หอยแมลงภู่และหอยกระปุก โดยหอยแมลงภู่เก็บที่ เกาะสีชัง และ ศรีราชา จำนวนบริเวณละ 10 ตัว และหอยกระปุก จำนวน 10 ตัว ที่ชายหาด เกาะสีชังฝั่งทิศตะวันออกหน้าสถานีวิจัยฯเกาะสีชัง เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และเดือน กรกฎาคม 2552 ทำความสะอาดภายนอกก่อนเก็บในถุงพลาสติกสะอาดแช่แข็งก่อนนำไป วิเคราะห์ต่อไป

2. พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ประกอบด้วย ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล ตะกอนดิน และ เนื้อเยื่อหอยสองฝา มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล

จากตัวอย่างที่เก็บจากภาคสนามซึ่งรักษาสภาพด้วย เฮกเซน 50 มิลลิลิตร นำมา สกัดด้วยกรวยสกัด ปล่อยให้แยกชั้น ไขชั้นน้ำทะเลด้านล่างออกเก็บสารละลายเฮกเซนที่มี ตัวอย่างด้านบนในขวดแก้วกลมก้นแบน แล้วเติมเฮกเซน 50 มิลลิลิตร อีก 2 ครั้งในขวด เก็บตัวอย่างน้ำทะเล สกัดเช่นเดียวกับครั้งที่ 1 รวมสารละลายเฮกเซนที่สกัดได้ทั้งหมด เติม ด้วย สารโซเดียมซัลเฟตที่อบแห้งก่อนใช้แล้ว ลงไปพอสมควรเพื่อดูความชื้นที่อาจ เหลืออยู่ ระวังไม่ใส่มากเพราะอาจเกิดการปนเปื้อนได้

นำไปลดปริมาตร แล้วทำปริมาตรอีกครั้งเป็น 10 มิลลิลิตรด้วยเฮกเซนก่อนนำไป วัดค่าความเข้มแสง (intensity) ด้วยเครื่องสเปคโตรฟลูออโรมิเตอร์ ที่ excitation 310 nm และemission 360 nm เทียบกับสารมาตรฐานไครซีน (chrysene)

การเตรียมสารมาตรฐานไครซีน (chrysene)

สำหรับทำกราฟมาตรฐาน โดยการชั่งสารประกอบไครซีน 0.0010 กรัม ละลาย ด้วยเฮกเซน Pesticide Grade หรือเทียบเท่า ในขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร จะได้ สารละลายมาตรฐาน เข้มข้น 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร นำไปเตรียมสารมาตรฐานสำหรับ เทียบกับค่าความเข้มแสงให้ครอบคลุมค่าความเข้มแสงของตัวอย่าง

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน

โดยวิธีฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรสโกปี มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 การเตรียมตัวอย่างตะกอนดิน โดยนำตัวอย่างตะกอนดินผึ่งให้แห้งในห้องปฏิบัติการ ก่อนนำไปบดให้ละเอียดร่อนผ่านตะแกรงเสตนเลสขนาดตา 63 ไมครอน เก็บในขวดแก้วสะอาดเพื่อรอการนำไปสกัดด้วยเครื่องสกัด soxhlet extraction

2.2.2 การสกัดปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจากตัวอย่างตะกอนดิน โดยชั่งตัวอย่างตะกอนดินแห้งประมาณ 10 กรัม โดยทราน้ำหนักที่แน่นอนเติมลงในทิมเบิลที่ล้างทำความสะอาดแล้วด้วยการกลั่นใน soxhlet extraction ข้ามคืน ปิดด้านบนด้วยใยแก้วที่ทำทำความสะอาดแล้วเช่นกันเพื่อกันตัวอย่างตะกอนดินกระเด็นออกมา ใช้สาร ไคคลอโรมีเทน 300 มิลลิลิตร เป็นตัวทำละลาย สกัดอย่างต่อเนื่อง 12 ชั่วโมง

2.2.3 นำสารละลายที่สกัดได้ไปลดปริมาตรด้วยเครื่องมือระเหยสารแบบลดความดัน (rotary evaporator) จนได้ปริมาตรประมาณ 2-3 มิลลิลิตรเก็บในหลอดทดลองกันกรวยมีฝาปิด แล้วนำไปผ่านก๊าซไนโตรเจนจนปริมาตรเหลือประมาณ 1-2 มิลลิลิตรหรือเกือบแห้ง เปลี่ยนตัวทำละลายเป็นเฮกเซน pesticide grade แล้วนำไปลดปริมาตรให้เหลือประมาณ 0.5 มิลลิลิตร เก็บไว้เพื่อนำไปแยกแฟรคชันด้วย คอลัมน์โครมาโตกราฟีต่อไป

2.2.4 การแยกองค์ประกอบในตัวอย่างตะกอนดินเป็นอะลิฟาติกและอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนด้วยคอลัมน์โครมาโตกราฟี ก่อนนำส่วนที่เป็นอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนไปวัดค่า intensity ด้วยเครื่องสเปกโตรฟลูออโรมิเตอร์ต่อไป มีขั้นตอนดังนี้

1. บรรจุซิลิกาเจลที่ทำความสะอาดโดยการเผาที่ 700 องศาเซลเซียส และนำมา activated ด้วยน้ำกลั่น 5% และอบให้แห้งอีกครั้งที่จะใช้ที่ 220 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 12 ชั่วโมง ชั่งที่ 11 กรัม ทำให้อิ่มตัวด้วย เฮกเซน ต้องกวนอย่างช้าเพื่อให้อิ่มตัวทั่วถึงและระวังอย่าให้มีฟองอากาศเกิดขึ้น ค่อยๆเทลงในคอลัมน์โครมาโตกราฟีโดยเทเฮกเซนลงไปก่อนแล้วค่อยๆเทซิลิกาเจลลงไปช้าๆ ค่อยๆเจาะข้างๆคอลัมน์ด้วยลูกยางเบาๆเพื่อให้ซิลิกาเจลลงไปด้านล่างและแน่นทั่วถึง ต้องคอยระวังให้ผิวหน้ามีลักษณะแบนราบเท่ากันทั้งหมด จนได้ความสูงคอลัมน์ 17.5 เซนติเมตร ปรับอัตราการไหลให้ได้ 2 มิลลิลิตร/นาที

2. ปล่อยให้เฮกเซนไหลลงจนเกือบถึงผิวบนของซิลิกาเจลรีบดูดตัวอย่างด้วย ปาสเตอร์ปิเปตที่ล้างด้วยอะซิโตนและเฮกเซนแล้วลงไปที่ผิวด้านบนของซิลิกาเจลอย่างรวดเร็วอย่าปล่อยให้ผิวด้านบนแห้ง ชะด้วยเฮกเซนอีก 20 มิลลิลิตร เป็นแฟรคชัน 1 สำหรับนำไปวิเคราะห์อะลิฟาติก และตามด้วย 40% ไคคลอโรมีเทนในเฮกเซน อีก 35 มิลลิลิตร ส่วนแฟรคชัน 2 นี้นำไปวิเคราะห์อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนต่อไป

3. นำเฉพาะแฟรคชัน 2 ใส่นในขวดก้นกลมไปลดปริมาตรด้วย rotary evaporator แล้วทำปริมาตร 10 มิลลิลิตรในขวดวัดปริมาตร เตรียมนำไปวัดความเข้มแสง (intensity) ด้วยเครื่องสเปกโตรฟลูออโรมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น excitation 310 nm และ emission 360 nm เทียบกับสารมาตรฐานไครซีน (chrysen) ต่อไป

4. การเตรียมสารมาตรฐานไครซีน สำหรับทำกราฟมาตรฐาน โดยการชั่งสารประกอบไครซีน 0.0010 กรัม ละลายด้วยเฮกเซน pesticide grade หรือเทียบเท่า ในขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานเข้มข้น 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร นำไปเตรียมสารมาตรฐานสำหรับเทียบกับค่าความเข้มแสงให้ครอบคลุมค่าความเข้มแสงของตัวอย่าง

ตัวอย่างดินอบแห้งบดให้ละเอียดร่อนผ่านตะแกรง สแตนเลส 63 ไมครอน

สกัดโดยวิธี soxhlet extraction ด้วยสาร ไคคลอโรมีเทน 24 ชั่วโมง
ลดปริมาตรแล้วเปลี่ยนตัวทำละลายเป็นเฮกเซน ลดปริมาตรจนเป็น 0.5 มล.

แยกแฟรคชันด้วยคอลัมน์โครมาโตกราฟี

แฟรคชัน 1

ด้วยเฮกเซน 20 มล.แรก
ได้อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน

ลดปริมาตรเป็น 1 มล.

แฟรคชัน 2

ชะด้วย 40% ไคคลอโรมีเทนกับเฮกเซน
ได้อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

ลดปริมาตรเป็น 10 มล.

วัดค่าความเข้มแสง (intensity) ที่ excitation 310 nm
และ emission 360 nm

รูปที่ 2 แผนผังการวิเคราะห์ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างตะกอนดิน

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในเนื้อเยื่อหอย: ใ้แก่ หอยแมลงภู่ และ หอยกระปุก เมื่อเก็บมาได้ และหลังจากทำความสะอาดภายนอกแล้วนำมาบริเวณละ 5 ตัว ผ่าแล้วนำเนื้อด้านในออก ชับด้วยกระดาษสะอาดให้แห้ง วัดขนาดเปลือกและชั่งน้ำหนักเปลือกหอยที่ได้ นำเนื้อหอยแต่ละชนิดซึ่งรวมกันบดรวมกับ โซเดียมซัลเฟต ที่อบแห้งแล้ว จนเนื้อหอยละเอียดและแห้ง นำใส่ทิมเบลที่ทำความสะอาดแล้ว ใส่ใยแก้ว ด้านบนกันตัวอย่างกระเด็นออกมา สกัดด้วยวิธี soxhlet extraction เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ตามรายละเอียดดังนี้

สารเคมีที่ใช้ในการสกัด

1. 1N KOH in MeOH : Toluene (7: 3 V/ V) ซึ่งน้ำหนัก KOH 56.109 กรัม ละลายใน in MeOH : toluene (7: 3 V/ V) ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
2. organic free DI water นำ DI water 1 ลิตร มาสกัดด้วย hexane 50 ml. ด้วยกรวยแยก เขย่าอย่างแรง ประมาณ 5 นาทีแล้วไขชั้นน้ำเก็บไว้ใช้ (ชั้น hexane ที่)
3. NaSO₄ อบ NaSO₄ ที่ 105 องศาเซลเซียส ซ้ำคืน 1 บีกเกอร์หรือขวดแก้วที่ปิดฝาได้ (ก่อนอบเอาฝาพลาสติกออก) ก่อนที่จะนำมาอบ จะต้องนำไปเผาก่อนที่ อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมงก่อน
4. silica gel นำไปอบที่ 220 องศาเซลเซียส ซ้ำคืน ที่ไว้ในเย็นที่เดซิเคเตอร์ แล้วนำมาแอดดิเวดด้วยน้ำ organic free 5% (ซึ่งในที่นี้มีคอลัมน์ทั้งหมด 6 อัน ใช้ Silica gel ประมาณ 70 กรัม ดังนั้นจะใช้น้ำ organic free 3.5 ml.)
5. ผงคอปเปอร์ แห่คอปเปอร์ด้วย conc. hydrochloric acid ไว้ 5 นาที จากนั้น ล้างออกด้วย acetone หลายๆ ครั้ง เพื่อกำจัดความเป็นกรดออกให้หมด ตามด้วย dichloromethane และ hexane แห่คอปเปอร์ใน hexane เพื่อไม่ให้คอปเปอร์สัมผัสกับอากาศ
6. 3 : 1 hexane: dichloromethane ในที่นี้ใช้ ทั้งหมด 240 มิลลิลิตร ดังนั้นจะใช้ hexane 180 ml dichloromethane 60 ml.
7. hexane (GC grade)

การสกัดตัวอย่าง

ขั้นตอนในการสกัดตัวอย่างเนื้อเยื่อหอยใช้ 1N KOH in MeOH : toluene (7: 3 V/ V) ปริมาตร 300 ml ต่อ 1 ตัวอย่าง ใช้เวลาสกัด 12 ชั่วโมง นำสารละลายที่ได้เทลงกรวยแยก แล้วเติม organic free DI water 50 ml. และ hexane 50 ml. เขย่ากรวยแยก ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้นกัน ไขชั้นสารละลายเก็บไว้ในขวดเดิม เหลือชั้น hexane ไขเก็บในขวดกันกลม 250 ml. นำสารละลายเทลงกรวยแยกอีกครั้ง เติม Hexane 50 ml. เขย่า ตั้งทิ้งและไขเก็บเหมือนเดิม หลังจากนั้นทำ

เช่นเดิมโดยเปลี่ยน hexane จาก 50 ml เป็น 30 ml. นำ hexane ไปลดปริมาตร แล้วจึงนำไปแยกสารละลายโดยการผ่านคอลัมน์

การเตรียมคอลัมน์โครมาโตกราฟี

นำ Silica gel ที่แอกติเวตแล้ว แบ่งลงบีกเกอร์เล็กๆ ในที่นี้มีคอลัมน์ทั้งหมด 6 คอลัมน์ แบ่ง silica gel บีกเกอร์ละ 11 กรัม 1 บีกเกอร์ต่อ 1 คอลัมน์ หลังจากชั่ง Silica gel ลงในบีกเกอร์เสร็จ เท hexane ลงในบีกเกอร์และคน silica gel ที่แช่อยู่ใน hexane ไล่ฟองอากาศออกให้หมด คอลัมน์ ใส่ใยแก้วลงไปอัดใยแก้วให้ด้านบนเรียบเสมอกัน วัดระยะของ silica gel ให้ได้ 17.5 เซนติเมตร โดยวัดจากผิวด้านบนของใยแก้ว จากนั้นผ่าน hexane ลงในคอลัมน์ไปก่อน และเท hexane จำนวนหนึ่งลงในคอลัมน์ก่อน แล้วค่อยๆ เท silica gel ที่แช่อยู่ใน hexane ลงไปจนถึงระดับที่ขีดไว้ ระวังระดับของ hexane อย่าให้ hexane อยู่ต่ำกว่าระดับ silica gel เกาะคอลัมน์เบาๆ เพื่อให้ silica gel เรียงกันแน่นขึ้น พร้อมปรับอัตราไหลให้ได้ 2 มิลลิลิตรต่อนาที ในกรณีต้องวิเคราะห์ด้วย GC จะเติมคอปเปอร์ลงไปด้วยหลังจากปรับอัตราไหลแล้ว โดยเติมคอปเปอร์ให้สูงประมาณ 1 เซนติเมตร ข้อสังเกต ระหว่างที่เกาะคอลัมน์ ระดับของ silica gel ก็จะลดลงด้วย ดังนั้นควรเติม silica gel เพิ่มขึ้นไปให้ถึงระดับที่ขีดไว้ และควรระวังถึงอัตราไหลด้วย เพราะถ้าเติม silica gel เกินขีดจะต้องเกาะเพื่อให้ระดับถึงขีดซึ่งอาจจะทำให้อัตราไหลเปลี่ยนไป ก็อัตราไหลช้าลง และเมื่อปรับอัตราไหลไว้แล้ว ทิ้งไว้ยังไม่ผ่านคอลัมน์ ก่อนผ่านควรเช็คอัตราไหลก่อนว่ายังเป็นอัตราไหลเท่าเดิมหรือไม่

การผ่านคอลัมน์

1. ตัวอย่างที่ลดปริมาตรเหลือประมาณ 0.5 มิลลิลิตร ใส่ในคอลัมน์ที่เตรียมไว้แล้ว โดยปล่อยให้ hexane เดิมไหลออกไปจนระดับใกล้ถึงชั้น silica gel จึงค่อยๆ หยดตัวอย่างลงไป และเติม hexane ตามลงในคอลัมน์ 20 มิลลิลิตร โดยปล่อยให้ 20 มิลลิลิตร แต่ถ้าจะนำไปวิเคราะห์ GC จะปล่อยให้ 5 มิลลิลิตร และเก็บ 15 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรเหลือประมาณ 0.5 มิลลิลิตร และนำไปวัดโดยใช้เครื่องวัด GC ซึ่งตัวอย่างที่นำไปวัดเป็นตัวอย่างในแฟรคชันที่ 1 (สารอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน) (ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้วิเคราะห์ในส่วนนี้)
2. เดิม 3 : 1 hexane: dichloromethane ลงในคอลัมน์ 40 มิลลิลิตรทันทีอย่าปล่อยให้แห้ง เก็บใส่ขวดกลมเพื่อจะไปลดปริมาตรด้วย rotary evaporator ซึ่งตัวอย่างนี้เป็นตัวอย่างในแฟรคชันที่ 2 (สารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน)
3. นำสารละลายใน แฟรคชันที่ 2 ไปลดปริมาตรเหลือประมาณ 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปเป่าไล่ตัวทำละลายด้วย แก๊สไนโตรเจน ลดปริมาตรให้เหลือประมาณ 0.5 มิลลิลิตร เปลี่ยนตัวทำ

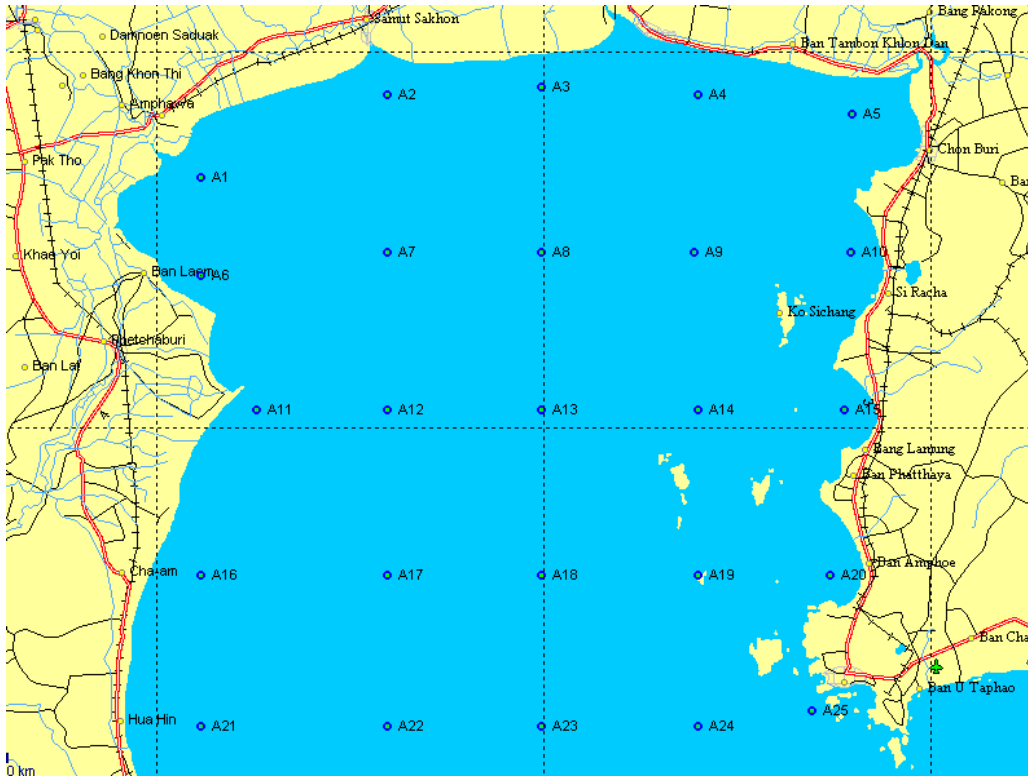
ละลายเป็น hexane และปริมาตรสุดท้ายให้เป็น 10 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร นำไปวัดค่า intensity เทียบกับ สารมาตรฐาน chrysene โดยใช้เครื่อง spectrofluorometer

หมายเหตุ เครื่องแก้วทุกชนิดที่ใช้ จะต้องล้างด้วย cleaning reagent อบที่ 220 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมงก่อน และรึ้นด้วย hexane ก่อนใช้ทุกครั้ง

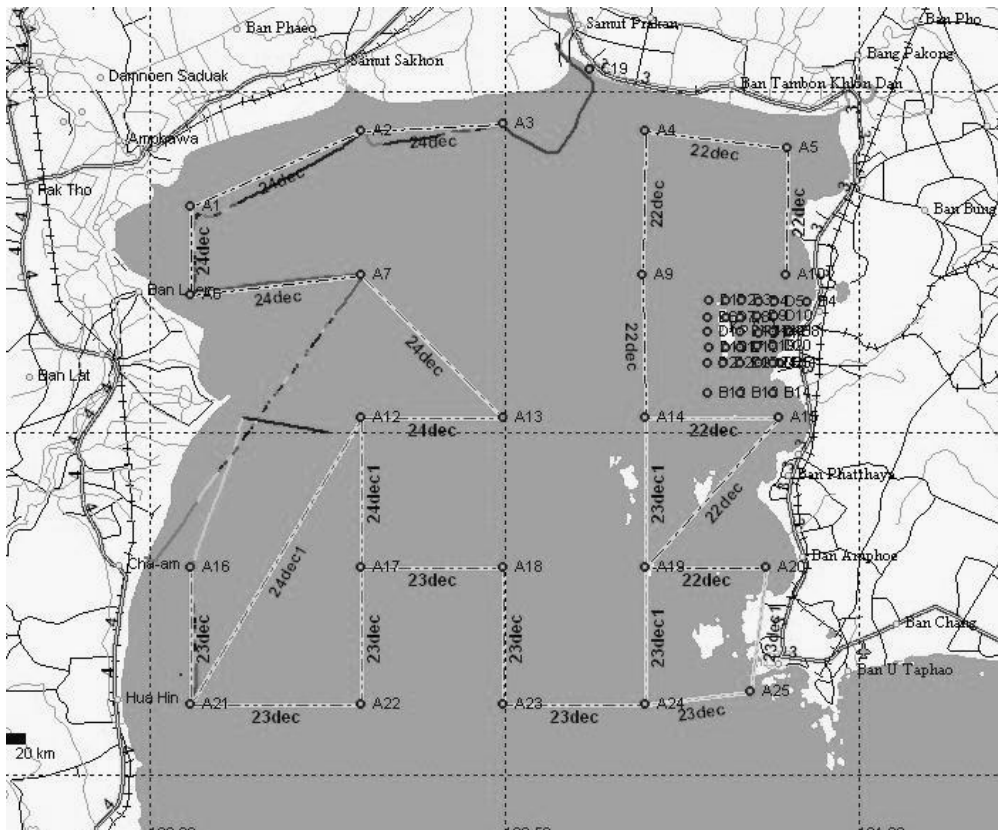
3. พารามิเตอร์อื่น ได้แก่
 - 3.1 คุณภาพน้ำทั่วไป
 - 3.2 ปริมาณสารอาหาร
 - 3.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์
 - 3.4 ปริมาณตะกอนแขวนลอย
 - 3.5 ปริมาณซัลไฟด์ในตะกอนดิน
 - 3.6 ปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน
 - 3.7 ขนาดตะกอนเฉลี่ย
 - 3.8 ชนิดและมวลชีวภาพสัตว์หน้าดิน

ผลการศึกษา

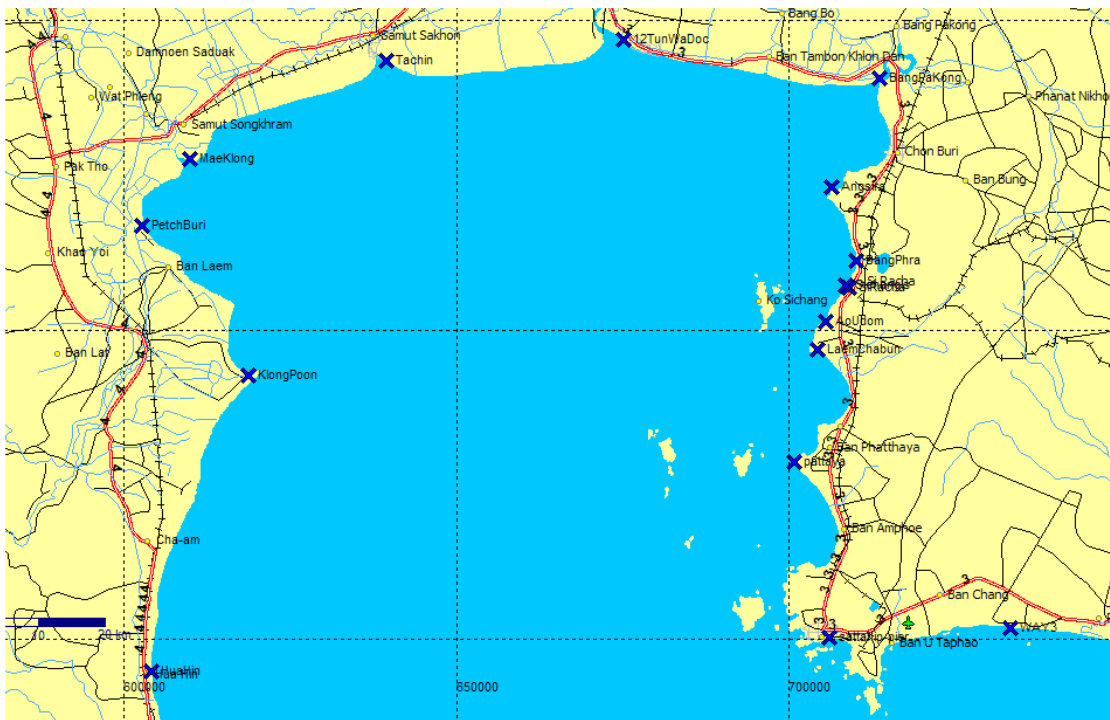
1. ออกภาคสนามทางบกบริเวณชายฝั่งรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนตุลาคม พฤศจิกายน และ ธันวาคม พ.ศ.2551 และเดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 และภาคสนามรอบอ่าวไทยตอนบนโดยเรือจุฬาริภัย1 เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 (รูปที่ 1-2) จำนวน 25 จุด (รูปที่ 1) แต่สามารถดำเนินการได้จริง 21 จุด (รูปที่ 2) เนื่องจากมีคลื่นลมแรงและความปลอดภัยของคณะผู้วิจัย และออกเก็บตัวอย่างปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล บริเวณชายฝั่ง (จุด C) เดือนตุลาคม พฤศจิกายน และ ธันวาคม พ.ศ.2551 และ เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 รอบเกาะสีชัง 7 จุด และชายฝั่งตั้งแต่มาบตาพุด (ระยอง) ถึง สะพานปลาหัวหิน (ประจวบคีรีขันธ์) 17 จุด รวมเป็นบริเวณชายฝั่ง 24 จุด (รูปที่ 3) และปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินชายฝั่งในเดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 (จุด C จำนวน 24 จุด)



รูปที่ 3 จุดเก็บตัวอย่างรอบอ่าวไทยตอนบน ตามแผนการเก็บตัวอย่างจำนวน 25 จุด



รูปที่ 4 สถานีเก็บตัวอย่างและเส้นทางเดินเรือฟาวิจัย 1 เก็บตัวอย่างรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552



รูปที่ 5 จุดเก็บตัวอย่างชายฝั่งรอบอ่าวไทยบนบริเวณชายฝั่ง พ.ศ.2551-2552 จำนวน 24 จุด

2. พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์

2.1 คุณภาพน้ำ ได้แก่

- ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล
- คุณภาพน้ำทั่วไปตรวจวัดในภาคสนาม ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลาย และ pH
- ปริมาณสารอาหาร ได้แก่ แอมโมเนีย ไนโตรท ไนเตรท ฟอสเฟต และ ซิลิเกต
- ปริมาณคลอโรฟิลล์
- ปริมาณตะกอนแขวนลอย

2.2 คุณภาพตะกอนดิน ได้แก่

- ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน
- ปริมาณซัลไฟด์ในตะกอนดิน
- ปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน
- ขนาดตะกอนเฉลี่ย

2.3 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในเนื้อเยื่อหอยสองฝา ได้แก่ หอยแมลงภู่ และ หอยกระปุก

2.4 ชนิด ความหนาแน่น และ มวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินในอ่าวไทยตอนบน

2.1 คุณภาพน้ำ มีรายละเอียดดังนี้ ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล และ ข้อมูลคุณภาพน้ำทั่วไป มีรายละเอียดดังนี้

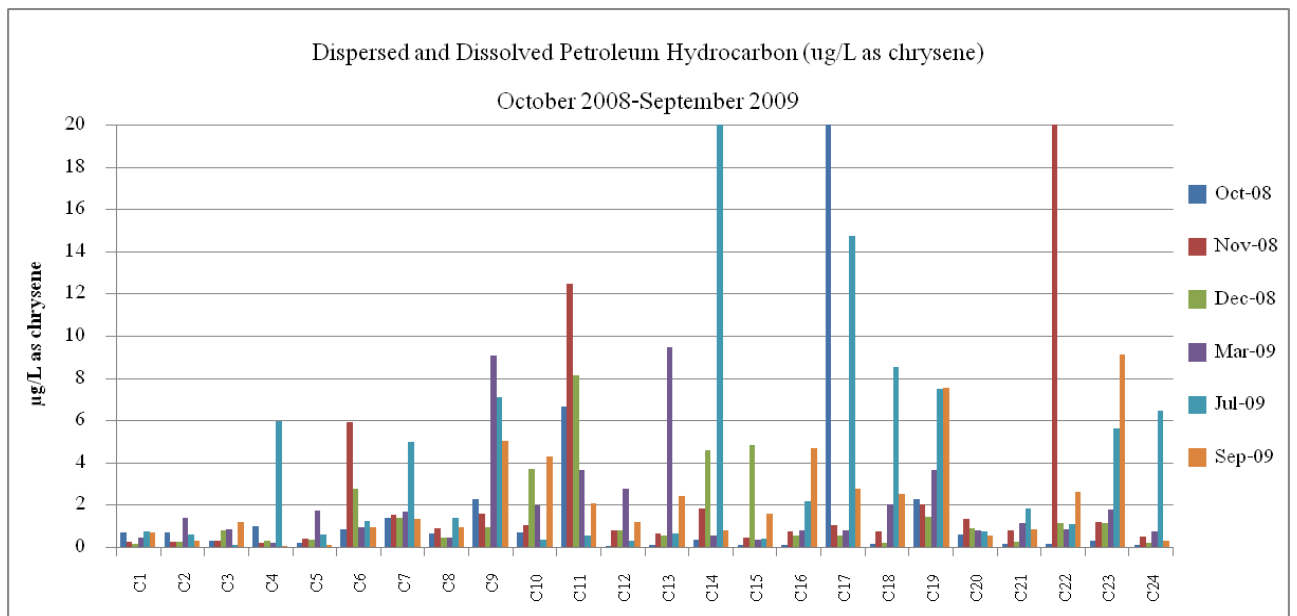
2.1.1 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่ง

บริเวณชายฝั่งและท่าเรือรอบอ่าวไทยตอนบน: ระหว่างเดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนกันยายน 2552 รวม 6 ครั้ง จำนวนสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมด 24 สถานี ครอบคลุมบริเวณที่เป็นแหล่งอุตสาหกรรม (มาบตาพุด แหวมลบบัง) แหล่งท่องเที่ยว (พัทยา) ท่าเรือประมง และบริเวณปากแม่น้ำสำคัญ (แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำเพชรบุรี คลองปูลน) ท่าเรืออ่างศิลา เดือนตุลาคม 2552 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 188.50 $\mu\text{g/L}$ as Chrysene (ตารางที่ 7) มีค่าเฉลี่ย อยู่ในช่วง 1.51-8.68 $\mu\text{g/L}$ as Chrysene (ตารางที่ 8) โดยค่าเฉลี่ยเดือนตุลาคม 2551 สูงสุด และ เดือนธันวาคม 2551 ต่ำสุด การเปลี่ยนแปลงของปริมาณปิโตรเลียมรวมในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลและท่าเรือรอบอ่าวไทยตอนบน จะมีค่าสูงในช่วงปลายปีที่เป็นฤดูฝนและต่ำในช่วงต้นปีที่เป็นฤดูแล้ง (ตารางที่ 8 รูปที่ 6)

ตารางที่ 8 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลรอบอ่าวไทยตอนบน บริเวณชายฝั่งและท่าเรือรอบอ่าวไทยตอนบน ระหว่าง พ.ศ.2551-2552

สถานี	บริเวณ	$\mu\text{g/L}$ as chrysene					
		ตค'51	พย'51	ธค'51	มีค'52	กค'52	กย'52
C1	เขาขาดเกาะสีชังตะวันตก	0.69	0.24	0.13	0.45	0.73	0.68
C2	ถ้ำหาดทรายเกาะสีชังตะวันตก	0.68	0.25	0.24	1.38	0.58	0.32
C3	ถ้ำพังเกาะสีชังตะวันตก	0.27	0.27	0.79	0.82	0.11	1.19
C4	ท่ายาวทิมเกาะสีชังใต้	1.01	0.20	0.29	0.18	5.96	0.06
C5	สะพานอัญญาณ์เกาะสีชังตะวันออก	0.21	0.42	0.34	1.74	0.60	0.11
C6	ท่าเวียงเกาะสีชังตะวันออก	0.86	5.90	2.77	0.95	1.21	0.91
C7	ท่าภาณุรังสีเกาะสีชังตะวันออก	1.38	1.52	1.36	1.65	4.99	1.35
C8	ท่าเรือเกาะลอยศรีราชา	0.65	0.90	0.47	0.42	1.38	0.94

C9	ท่าเรือสวนสาธารณะศรีราชา	2.26	1.57	0.92	9.05	7.09	5.04
C10	ท่าเรือร้านจรินทร์ศรีราชา	0.68	1.01	3.67	1.95	0.36	4.27
C11	ท่าเรือมาบตาพุด-ระยอง	6.64	12.50	8.13	3.64	0.57	2.05
C12	ท่าเรือสัตหีบ-ชลบุรี	0.05	0.78	0.81	2.74	0.29	1.16
C13	ท่าเรือพัทยากลาง-ชลบุรี	0.09	0.63	0.56	9.45	0.67	2.42
C14	ท่าเรือแหลมฉบังเหนือ-ชลบุรี	0.33	1.85	4.58	0.55	53.73	0.79
C15	ท่าเรืออ่าวอุดม-ชลบุรี	0.10	0.43	4.81	0.36	0.37	1.56
C16	ท่าเรือบางพระ-ชลบุรี	0.10	0.74	0.55	0.80	2.16	4.69
C17	ท่าเรืออ่างศิลา-ชลบุรี	188.50	1.04	0.53	0.78	14.73	2.74
C18	ท่าเรือปากแม่น้ำบางปะกง	0.15	0.72	0.20	2.01	8.54	2.53
C19	ท่าเรือปากคลอง12ชันวา-สมุทรปราการ	2.29	2.02	1.44	3.63	7.51	7.52
C20	ปากแม่น้ำแม่กลอง-สมุทรสาคร	0.61	1.33	0.89	0.77	0.76	0.54
C21	ปากแม่น้ำท่าจีน-สมุทรสงคราม	0.14	0.79	0.25	1.14	1.83	0.82
C22	ปากแม่น้ำเพชรบุรี-เพชรบุรี	0.15	51.19	1.14	0.82	1.09	2.60
C23	ปากคลองปุ่น-ประจวบฯ	0.30	1.18	1.13	1.77	5.61	9.12
C24	สะพานปลาหัวหิน-ประจวบฯ	0.12	0.49	0.18	0.74	6.45	0.30



รูปที่ 6 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลรอบอ่าวไทยตอนบน บริเวณชายฝั่งและท่าเรือ ระหว่าง พ.ศ.2551-2552

ตารางที่ 9 สรุปค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุด ของ ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล ($\mu\text{g/L}$ as chrysene) รอบอ่าวไทยตอนบน บริเวณชายฝั่งและท่าเรือ ระหว่าง พ.ศ.2551-2552

	$\mu\text{g/L}$ as chrysene					
	ตล'51	พย'51	ธค'51	มีค'52	กค'52	กย'52
ค่าเฉลี่ย	8.68	3.66	1.51	1.99	5.30	2.24
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.05-188.50	0.20-51.19	0.13-8.13	0.18-9.45	0.11-53.73	0.06-9.12

2.1.2 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล ในอ่าวไทยตอนบน

ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 และ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในอ่าวไทยตอนบนในระยะห่างฝั่ง 1-2 กิโลเมตรจากชายฝั่ง ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2551 มีค่าเฉลี่ย และ ค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 1.26 (0.16-12.59) $\mu\text{g/L}$ as chrysene เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 มีค่าเฉลี่ย และ ค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 0.66 (0.11-4.15) $\mu\text{g/L}$ as chrysene (ตารางที่ 9, 10) เดือนธันวาคม 2551 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเดือนกรกฎาคม 2552 บริเวณแหลมฉบังตอนใต้ มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม 2551 เท่ากับ 12.59 $\mu\text{g/L}$ as chrysene (ตารางที่ 9) ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 มีค่าสูงบริเวณอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันออกบริเวณปากแม่น้ำสายหลักทั้ง 4 และบริเวณระหว่างบางพระ-ศรีราชา-เกาะสีชัง-แหลมฉบัง (รูปที่ 7,8)

ตารางที่ 10 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนน้ำทะเล ($\mu\text{g/L}$ as chrysene) ในอ่าวไทยตอนบนเดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552

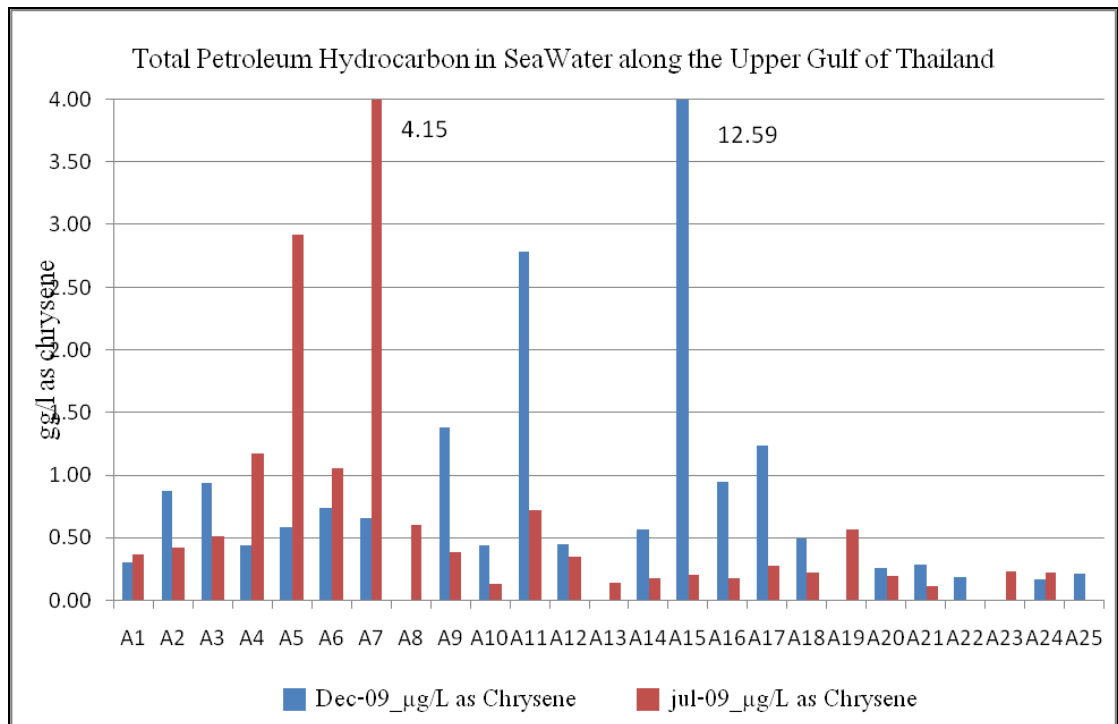
สถานี	บริเวณ	ธันวาคม	กรกฎาคม
		2551	2552
A1	ปากแม่น้ำแม่กลอง	0.29	0.37
A2	ปากแม่น้ำท่าจีน	0.87	0.41
A3	ใกล้ร่องปากแม่น้ำเจ้าพระยา	0.93	0.51
A4	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	0.43	1.17
A5	ปากแม่น้ำบางปะกง	0.58	2.92
A6	ปากแม่น้ำเพชรบุรี	0.73	1.05

A7	ปากแม่น้ำเพชรบุรีห่างฝั่ง	0.66	4.15
A8	กลางอ่าวไทย	*	0.60
A9	ตะวันตกของเกาะสีชัง	1.38	0.38
A10	ตะวันออกของเกาะสีชัง	0.44	0.13
A11	หน้าแหลมผักเบี้ย เพชรบุรี	2.78	0.72
A12	หน้าแหลมผักเบี้ย เพชรบุรี ห่างฝั่ง	0.45	0.35
A13	กลางอ่าวไทย	*	0.14
A14	เหนือเกาะล้าน	0.56	0.17
A15	แหลมฉบังตอนใต้	12.59	0.20
A16	หน้าชะอำ	0.94	0.17
A17	หน้าชะอำ ห่างฝั่ง	1.23	0.27
A18	กลางอ่าวไทย	*	0.22
A19	เกาะรีน	0.49	0.56
A20	หน้าบ้านอำเภอ	0.26	0.19
A21	หน้าหัวหิน	0.28	0.11
A22	กลางอ่าวไทยระหว่างเกาะคราม-หัวหิน	0.18	*
A23	กลางอ่าวไทย	*	0.23
A24	ตะวันตกของเกาะคราม	0.16	0.22
A25	หน้าสัตหีบ	0.21	*

*ไม่มีการเก็บตัวอย่างเนื่องจากคลื่นลมแรงมากเรือไม่สามารถจอดได้

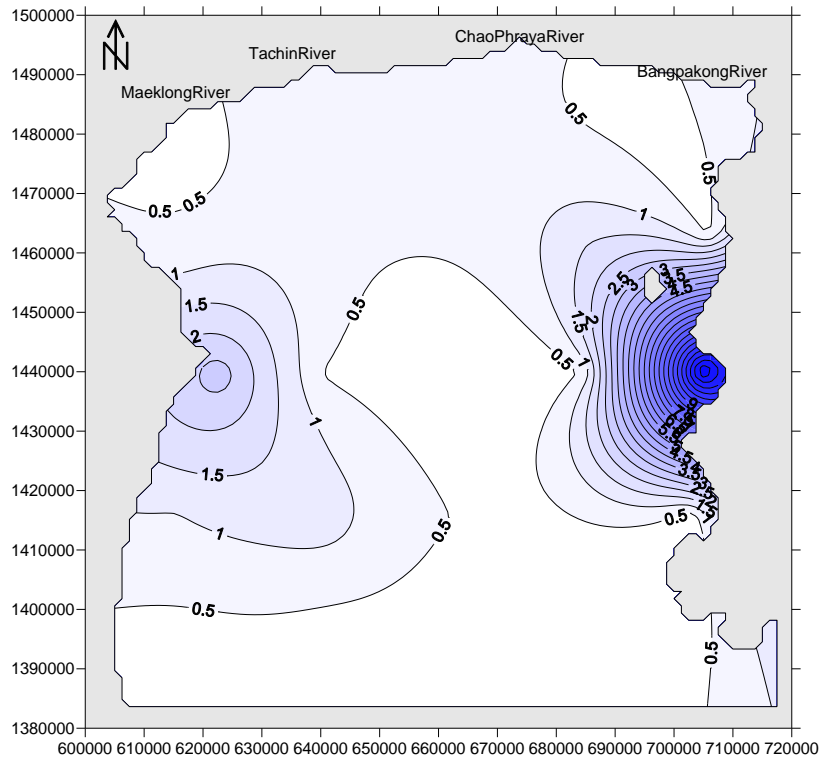
ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุด ของ ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล
($\mu\text{g/L}$ as chrysene) รอบอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2551- 2552

	ธันวาคม 2551	กรกฎาคม 2552
ค่าเฉลี่ย	1.26	0.66
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	(0.16-12.59)	(0.11-4.15)



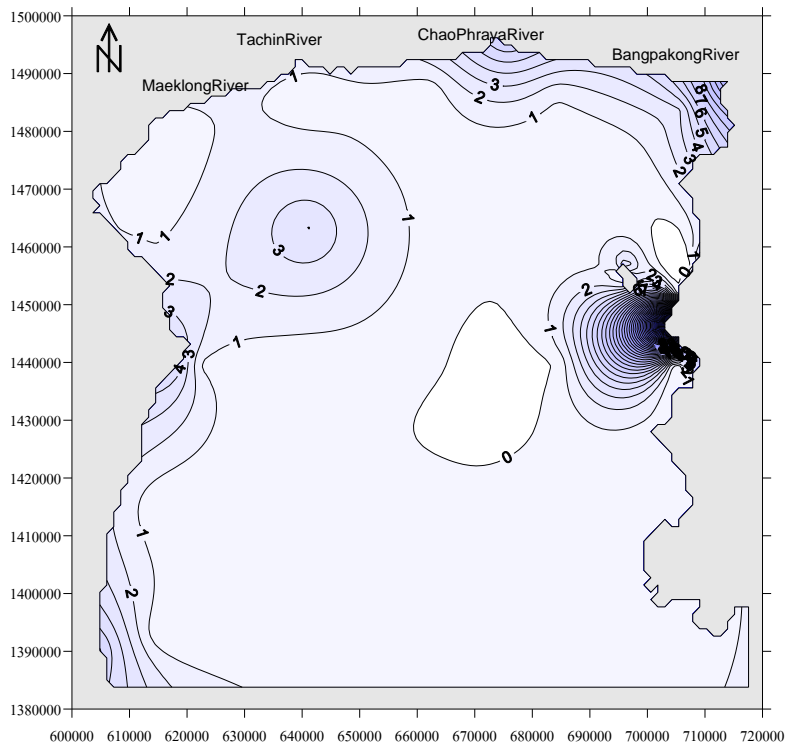
รูปที่ 7 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล ($\mu\text{g/L}$ as chrysene) รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

การกระจายของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบนระยะห่างฝั่ง (รูปที่ 4-5)



ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล(ug/L as Chrysen) เดือนธันวาคม พ.ศ.2551

รูปที่ 8 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล (µg/L as chrysen) รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551



ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล (ug/L as chrysen) เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

รูปที่ 9 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล (µg/L as chrysen) รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

2.1.3 คุณภาพน้ำทั่วไป

ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และ pH และปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรท ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต ปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณตะกอนแขวนลอย รอบอ่าวไทยตอนบน

โดยอุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และ pH วัดทุกระดับความลึก 1 เมตร ระหว่าง 1-10 เมตร และวัดทุก 5 เมตร แต่จะแสดงผลที่ระดับ 1, 5 และ 10 เมตร ซึ่งเป็นระดับความลึกที่จะพบในทุกสถานีที่ทำการศึกษา (ตารางที่ 11-14) โดยมีการกระจายของพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ทำการศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิที่ระดับ 1, 5 และ 10 เมตร (รูปที่ 10) ความเค็ม ที่ระดับ 1, 5 และ 10 เมตร (รูปที่ 11) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ที่ระดับ 1, 5 และ 10 เมตร (รูปที่ 12)

ตารางที่ 12 คุณภาพน้ำทั่วไปรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551

	temperature (celcius)	salinity (psu)	DO (mg/L)	pH
ค่าเฉลี่ย	25.4	33.1	4.8	8.2
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	24.6-26.4	29.9-33.9	2.9-6.3	7.7-8.2

ตารางที่ 13 คุณภาพน้ำทั่วไปรอบอ่าวไทยตอนบนที่ระดับ 1, 5 และ 10 เมตร เดือนธันวาคม พ.ศ.2551

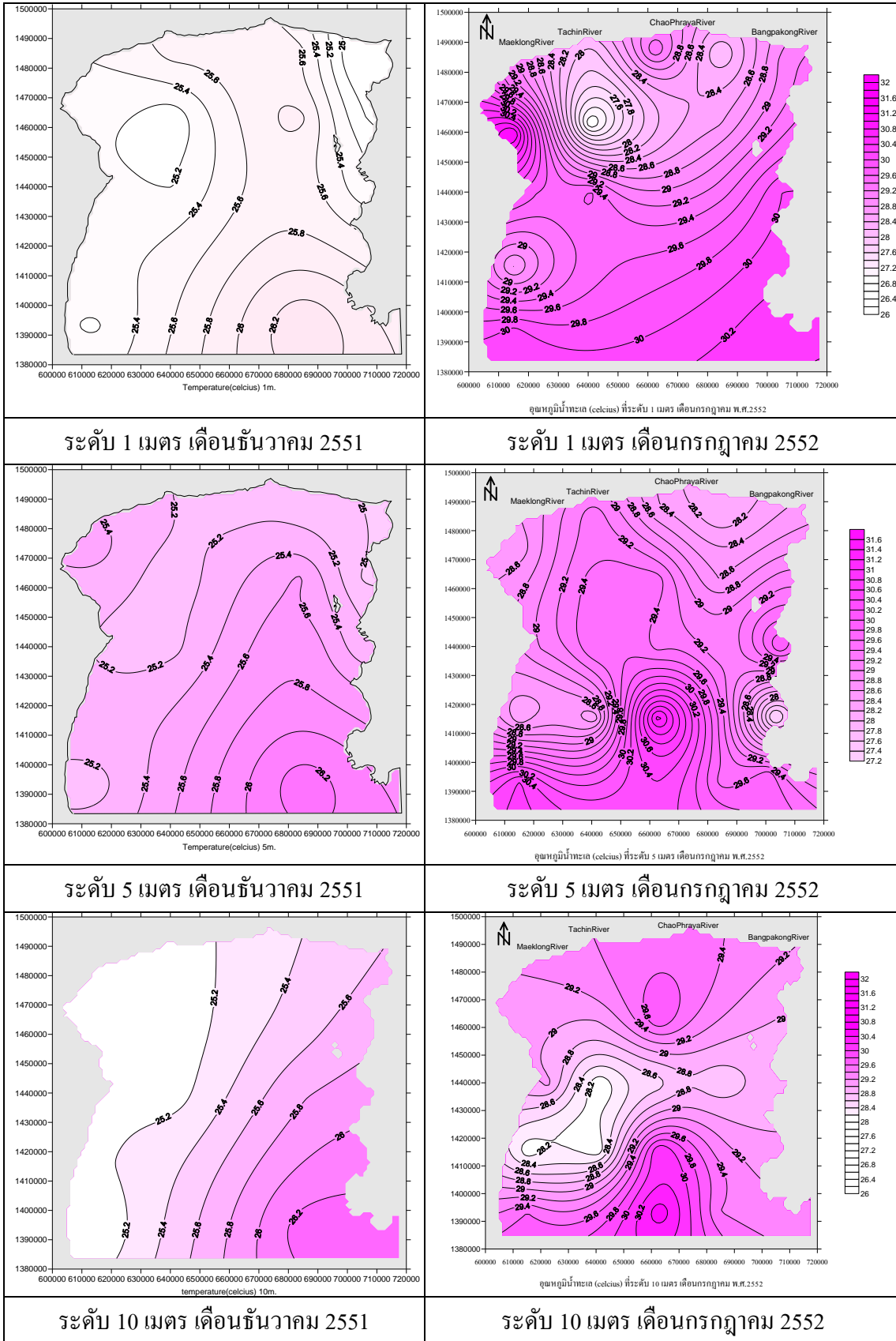
ระดับน้ำ		temperature (celcius)	salinity (psu)	DO (mg/L)	pH
1เมตร	ค่าเฉลี่ย	25.41	32.38	5.28	8.13
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	24.62-26.39	29.88-33.91	4.66-6.30	7.74-8.21
5เมตร	ค่าเฉลี่ย	25.35	33.06	4.85	8.16
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	24.97-26.33	31.63-33.92	4.14-5.42	7.98-8.21
10เมตร	ค่าเฉลี่ย	25.45	33.32	4.72	8.18
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	25.03-26.30	32.16-33.92	3.56-5.32	8.03-8.23

ตารางที่ 14 คุณภาพน้ำทั่วไปรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

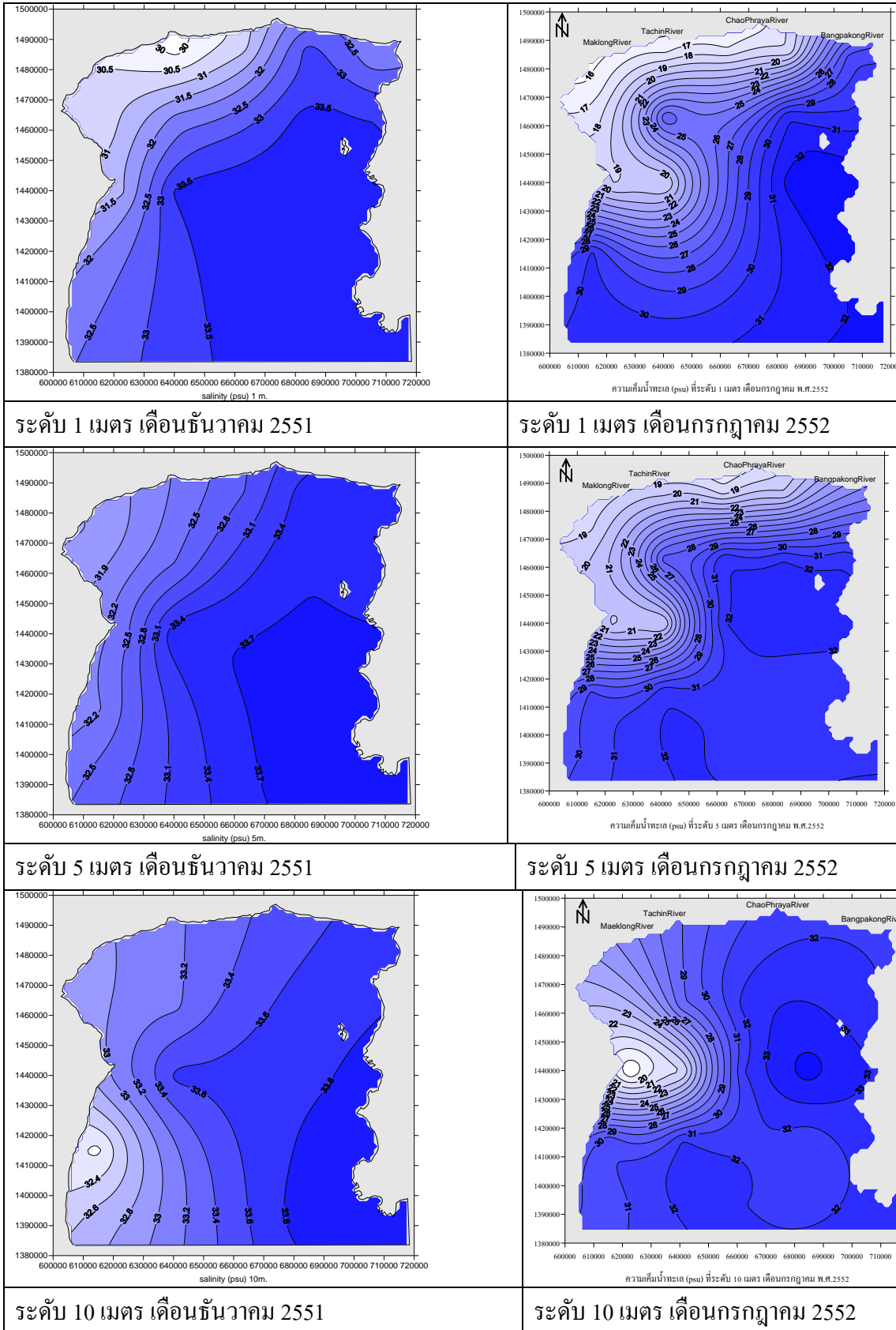
	temperature (celcius)	salinity (psu)	DO (mg/L)	pH
ค่าเฉลี่ย	29.26	28.68	4.19	8.12
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	25.48-34.6	15.40-34.58	1.18-6.54	7.87-8.34

ตารางที่ 15 คุณภาพน้ำทั่วไปรอบอ่าวไทยตอนบนที่ระดับ 1, 5 และ 10 เมตร เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

		temperature (celcius)	salinity (psu)	DO (mg/L)	pH
1เมตร	ค่าเฉลี่ย	29.41	27.03	4.35	8.17
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	26.80-31.50	16.19-32.40	3.01-5.10	7.93-8.33
5เมตร	ค่าเฉลี่ย	29.22	28.10	4.10	8.13
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	27.11-31.50	18.33-32.50	1.97-4.62	7.94-8.31
10เมตร	ค่าเฉลี่ย	29.09	29.92	4.21	8.10
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	28.05-30.52	18.13-34.40	3.35-4.51	7.99-8.18



รูปที่ 10 อุณหภูมิ น้ำทะเลที่ระดับ 1, 5 และ 10 เมตร รอบอ่าวไทยตอนบนเดือนธันวาคม 2551 และ เดือน กรกฎาคม 2552



ระดับ 1 เมตร เดือนธันวาคม 2551

ระดับ 1 เมตร เดือนกรกฎาคม 2552

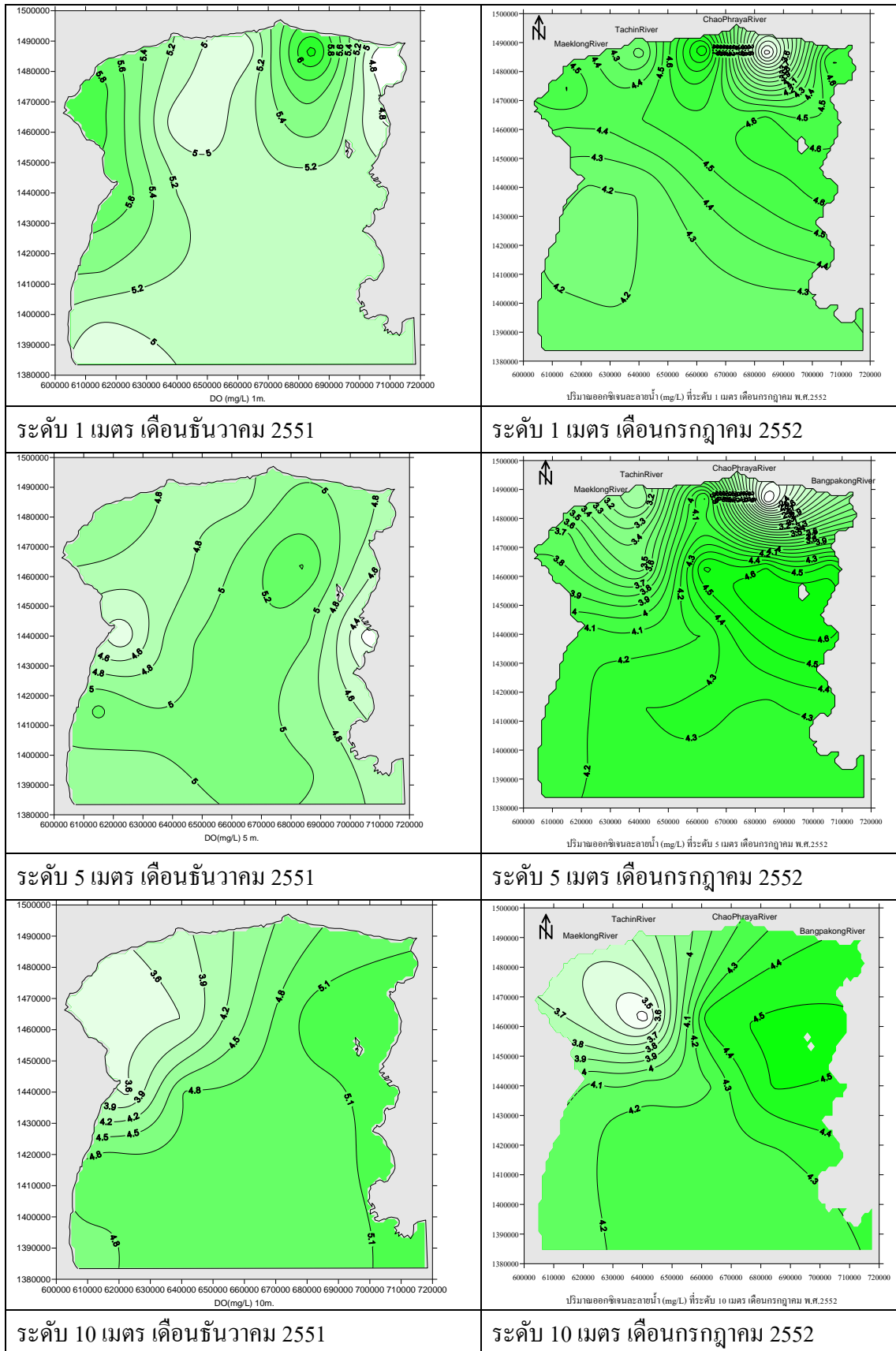
ระดับ 5 เมตร เดือนธันวาคม 2551

ระดับ 5 เมตร เดือนกรกฎาคม 2552

ระดับ 10 เมตร เดือนธันวาคม 2551

ระดับ 10 เมตร เดือนกรกฎาคม 2552

รูปที่ 11 ความเค็มน้ำทะเลที่ระดับ 1, 5 และ 10 เมตร รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และ เดือนกรกฎาคม 2552



รูปที่ 12 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ระดับ 1, 5 และ 10 เมตร รอบอ่าวไทยตอนบน

เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552

ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรท ไนเตรท ฟอสเฟต และ ซิลิเกต รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนเก็บตัวอย่างที่ระดับ ผิวน้ำ กลางน้ำ และหน้าดิน ค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุด ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 ตามตารางที่ 15,17 ค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุด ที่ระดับผิวน้ำ กลางน้ำ และหน้าดิน เดือนธันวาคม 2551 และ เดือนกรกฎาคม 2552 ตามตารางที่ 16 และ 18

การกระจายของปริมาณไนเตรท และ ฟอสเฟต ซึ่งเป็นสารอาหารหลักในทะเล รอบอ่าวไทยตอนบนเดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 ดังในรูปที่ 13-14

ตารางที่ 16 ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรท ไนเตรท ฟอสเฟต และ ซิลิเกต (μM) รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551

	แอมโมเนีย	ไนโตรท	ไนเตรท	ฟอสเฟต	ซิลิเกต
ค่าเฉลี่ย	1.15	0.48	1.60	0.50	22.64
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	nd-6.50	nd-0.88	0.89-3.18	0.02-2.52	4.34-51.62

ตารางที่ 17 ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรท ไนเตรท ฟอสเฟต และ ซิลิเกต (μM) ที่ระดับผิวน้ำ กลางน้ำ และ หน้าดิน บริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551

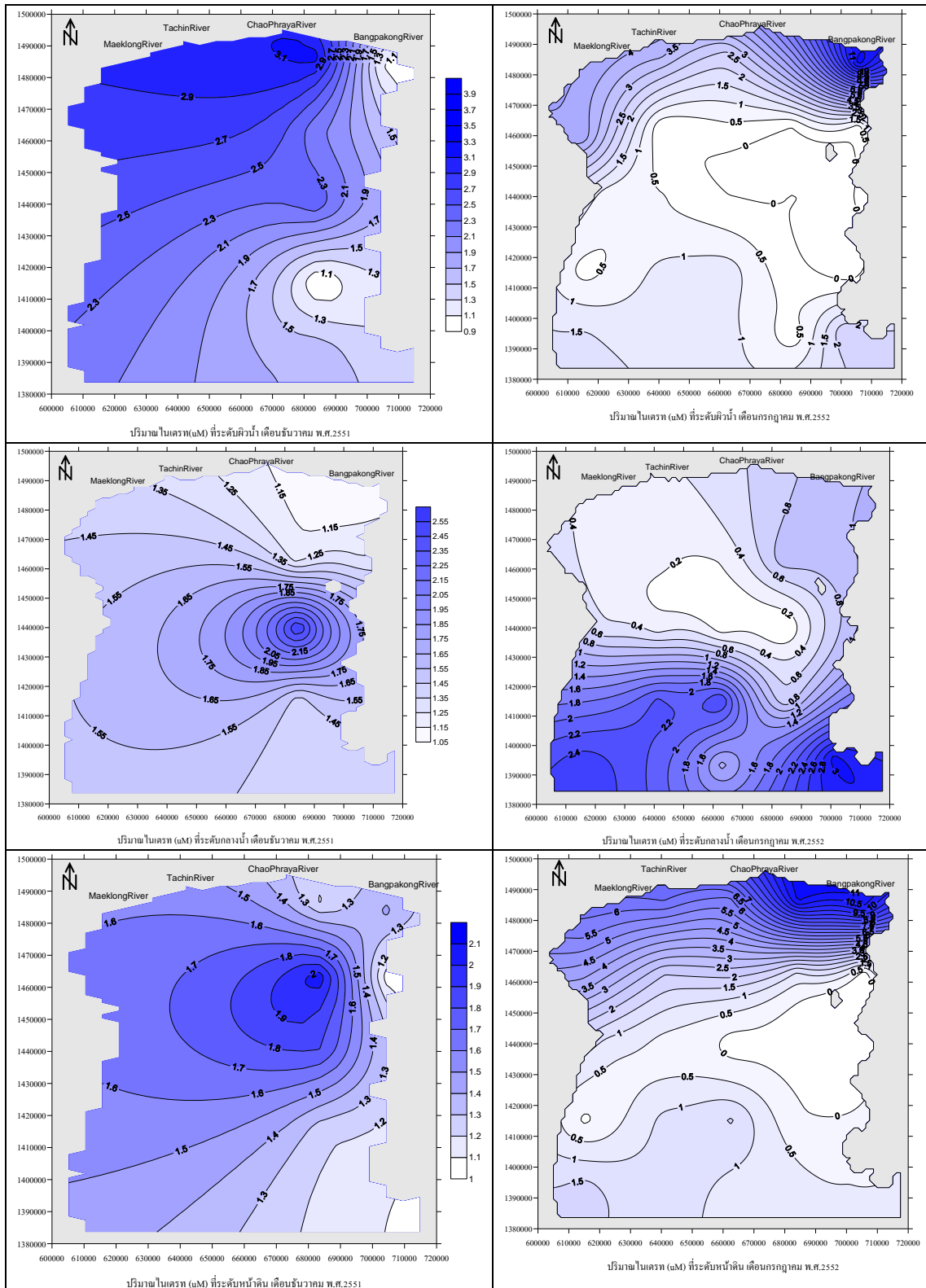
		แอมโมเนีย	ไนโตรท	ไนเตรท	ฟอสเฟต	ซิลิเกต
ผิวน้ำ	ค่าเฉลี่ย	1.04	0.49	1.82	0.59	24.58
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.04-3.68	0.32-0.88	0.89-3.18	0.02-2.17	4.34-51.61
กลางน้ำ	ค่าเฉลี่ย	0.73	0.42	1.61	0.40	16.57
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	nd-1.45	nd-0.80	1.21-2.57	0.02-1.09	5.641-30.86
หน้าดิน	ค่าเฉลี่ย	1.54	0.50	1.39	0.56	24.88
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.00-6.50	0.32-0.69	0.99-2.06	0.02-2.52	6.60-49.08

ตารางที่ 18 ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรท ไนเตรท ฟอสเฟต และ ซิลิเกต (μM) รอบอ่าวไทยตอนบนเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

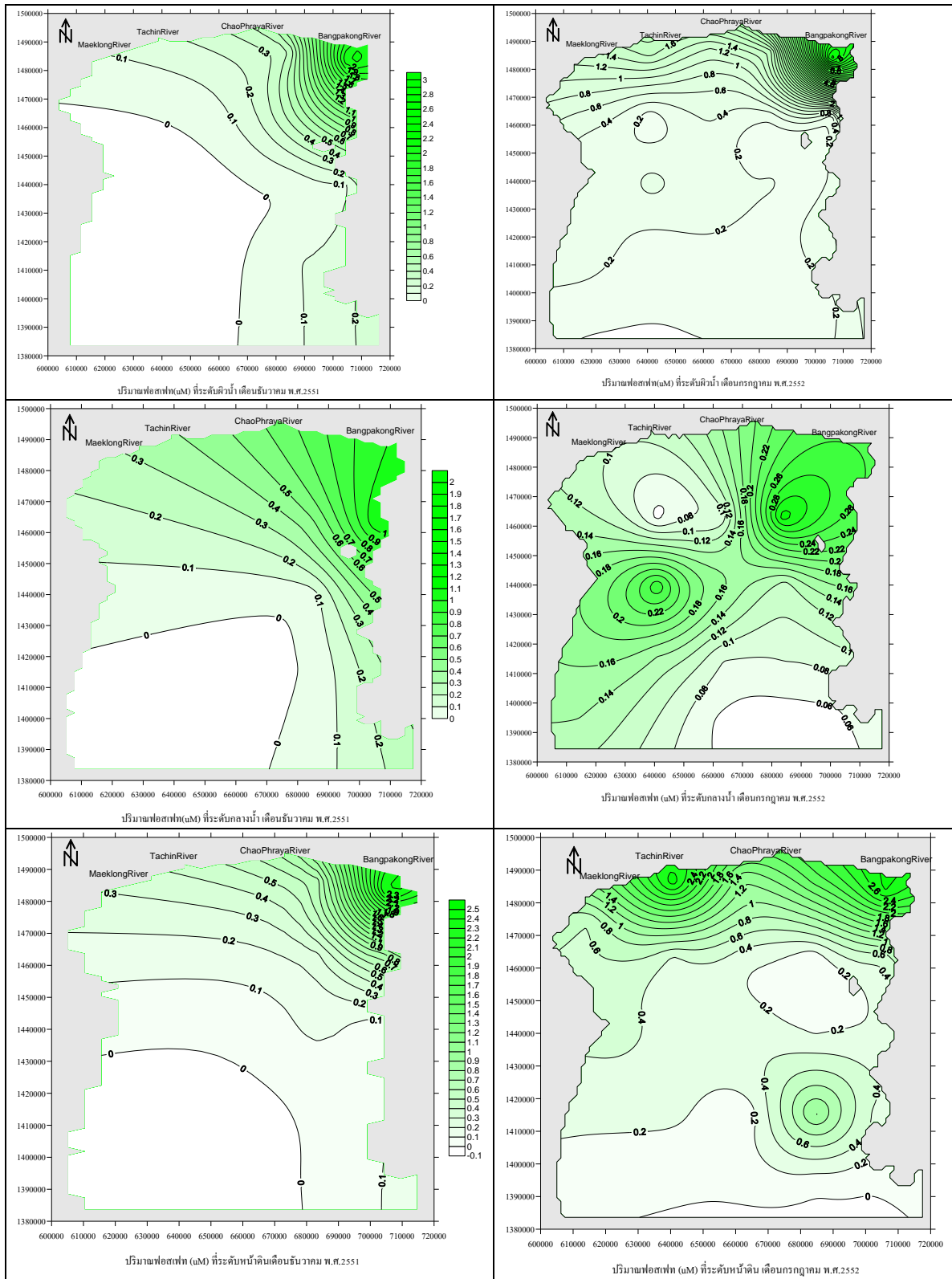
	แอมโมเนีย	ไนโตรท	ไนเตรท	ฟอสเฟต	ซิลิเกต
ค่าเฉลี่ย	6.31	0.60	1.77	0.58	13.86
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	nd-24.72	nd-4.37	nd-11.72	0.06-8.53	0.56-39.31

ตารางที่ 19 ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรที่ ไนเตรท ฟอสเฟต และ ซิลิเกต (μM) ที่ระดับผิวน้ำ
กลางน้ำ และ หน้าดิน บริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

		แอมโมเนีย	ไนโตรที่	ไนเตรท	ฟอสเฟต	ซิลิเกต
ผิวน้ำ	ค่าเฉลี่ย	5.64	0.74	1.63	0.76	16.30
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.00-19.62	nd-4.37	nd-11.72	0.06-8.53	1.25-39.31
กลางน้ำ	ค่าเฉลี่ย	5.25	0.13	1.09	0.14	8.55
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.28-15.37	nd-0.44	0.01-3.05	0.06-0.33	0.56-22.19
หน้าดิน	ค่าเฉลี่ย	7.38	0.73	2.30	0.63	14.18
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.00-24.72	0.04-3.37	nd-11.04	0.06-2.90	2.21-38.93



รูปที่ 13 ปริมาณน้ำในตลิ่ง รอบอ่าวไทยตอนบนเดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552



รูปที่ 14 ปริมาณฟอสเฟต รอบอ่าวไทยตอนบนเดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552

ค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุด ของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และ ซี และปริมาณตะกอนแขวนลอย เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 ตามตารางที่ 19, 21 และค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุด ที่ระดับผิวน้ำ กลางน้ำ และหน้าดินรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 ตามตารางที่ 20, 22

การกระจายของค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และ ซี รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 ตามรูปที่ 15 การกระจายของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่ระดับผิวน้ำ กลางน้ำ และหน้าดิน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 ตามรูปที่ 16 การกระจายของปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ที่ระดับผิวน้ำ กลางน้ำ และหน้าดิน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 ตามรูปที่ 17 และ การกระจายของปริมาณคลอโรฟิลล์ ซี ที่ระดับผิวน้ำ กลางน้ำ และหน้าดิน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 ตามรูปที่ 18

การกระจายของค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนแขวนลอย เดือนธันวาคม 2551 และ เดือนกรกฎาคม 2552 ตามรูปที่ 19 และ การกระจายของปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ระดับผิวน้ำ กลางน้ำ และหน้าดิน ตามรูปที่ 20

ตารางที่ 20 ปริมาณคลอโรฟิลล์ (mg/cu.m) ปริมาณตะกอนแขวนลอย (mg/L) รอบอ่าวไทยตอนบนเดือนธันวาคม 2551

	Chl_a (mg/cu.m)	Chl_b (mg/cu.m)	Chl_c (mg/cu.m)	SS (mg/L)
ค่าเฉลี่ย	0.308	0.074	0.076	44.8
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.0-3.037	0.0-0.509	0.0-0.343	7.8-55.4

ตารางที่ 21 ปริมาณคลอโรฟิลล์ (mg/cu.m) ปริมาณตะกอนแขวนลอย (mg/L) ที่ระดับผิวน้ำ กลางน้ำ และหน้าดิน บริเวณอ่าวไทยตอนบนเดือนธันวาคม 2551

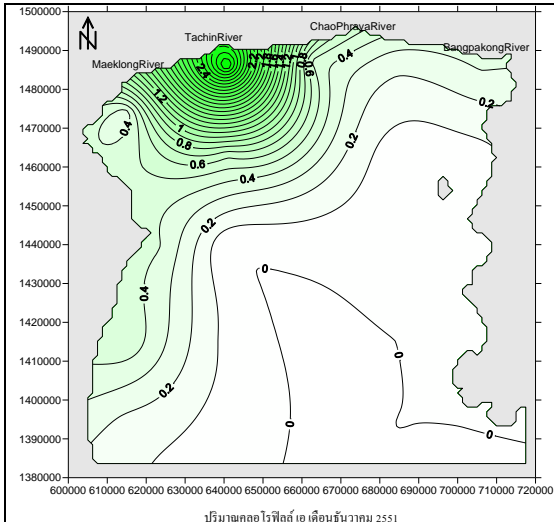
		Chl_a (mg/cu.m)	Chl_b (mg/cu.m)	Chl_c (mg/cu.m)	SS (mg/L)
ผิวน้ำ	ค่าเฉลี่ย	0.333	0.080	0.092	41.3
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.001-3.037	0.001-0.509	0.001-0.343	7.8-50.8
กลางน้ำ	ค่าเฉลี่ย	0.170	0.066	0.032	45.4
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.003-0.841	0.001-0.349	0.001-0.064	39.6-48.6
หน้าดิน	ค่าเฉลี่ย	0.399	0.081	0.092	48.6
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.001-2.403	0.001-0.482	0.001-0.343	39.0-55.4

ตารางที่ 22 ปริมาณคลอโรฟิลล์ (mg/cu.m) และปริมาณตะกอนแขวนลอย (mg/L)
บริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือนกรกฎาคม 2552

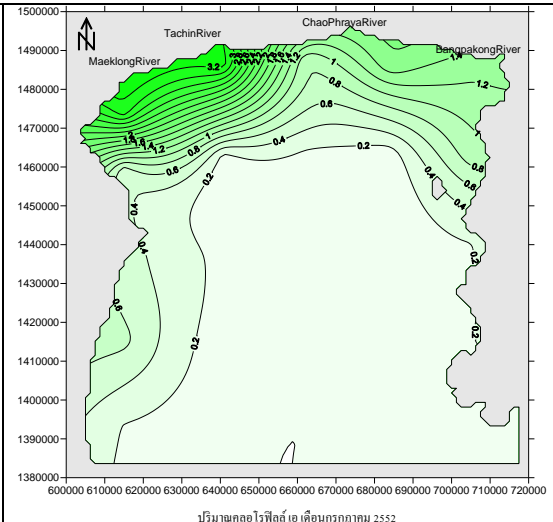
	Chl_a (mg/cu.m)	Chl_b (mg/cu.m)	Chl_c (mg/cu.m)	SS (mg/L)
ค่าเฉลี่ย	0.422	0.136	0.163	18.3
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.001-3.271	0.001-0.651	0.001-0.871	3.6-151.8

ตารางที่ 23 ปริมาณคลอโรฟิลล์ (mg/cu.m) และปริมาณตะกอนแขวนลอย (mg/L) ที่
ระดับผิวน้ำ กลางน้ำ และ หน้าที่ดินบริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือนกรกฎาคม 2552

		Chl_a (mg/cu.m)	Chl_b (mg/cu.m)	Chl_c (mg/cu.m)	SS (mg/L)
ผิวน้ำ	ค่าเฉลี่ย	0.600	0.171	0.161	18.5
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.001-3.271	0.001-0.651	0.001-0.871	3.6-151.8
กลางน้ำ	ค่าเฉลี่ย	0.217	0.097	0.134	13.7
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.020-0.707	0.026-0.262	0.031-0.282	9.8-19.8
หน้าที่ดิน	ค่าเฉลี่ย	0.374	0.123	0.185	21.0
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.065-1.422	0.001-0.353	0.001-0.452	8.2-109.8

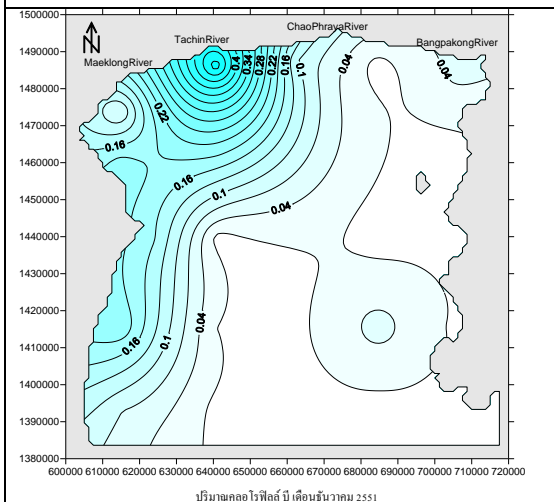


ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เดือนธันวาคม 2551



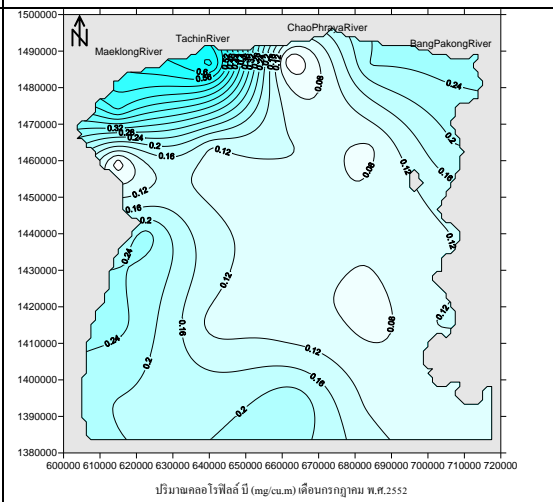
ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เดือนกรกฎาคม 2552

คลอโรฟิลล์ เอ เดือนธันวาคม 2551



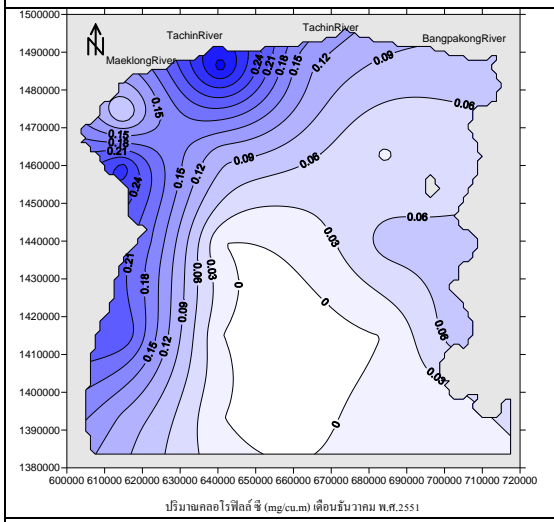
ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เดือนธันวาคม 2551

คลอโรฟิลล์ เอ เดือนกรกฎาคม 2552



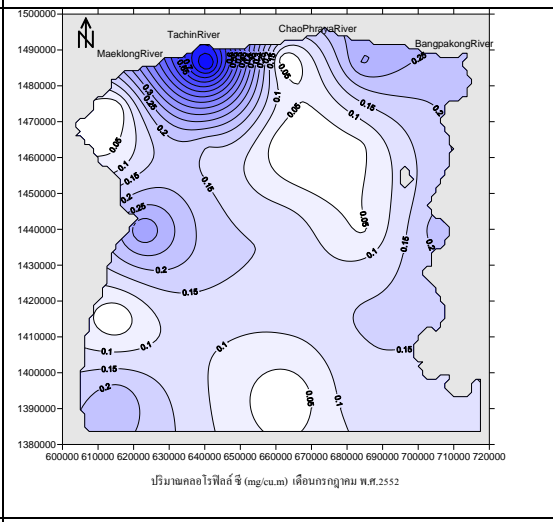
ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (mg/cu.m) เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

คลอโรฟิลล์ บี เดือนธันวาคม 2551



ปริมาณคลอโรฟิลล์ ซี (mg/cu.m) เดือนธันวาคม พ.ศ.2551

คลอโรฟิลล์ บี เดือนกรกฎาคม 2552

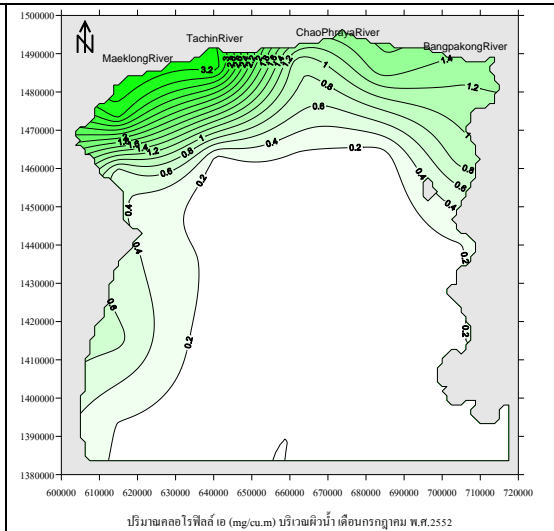
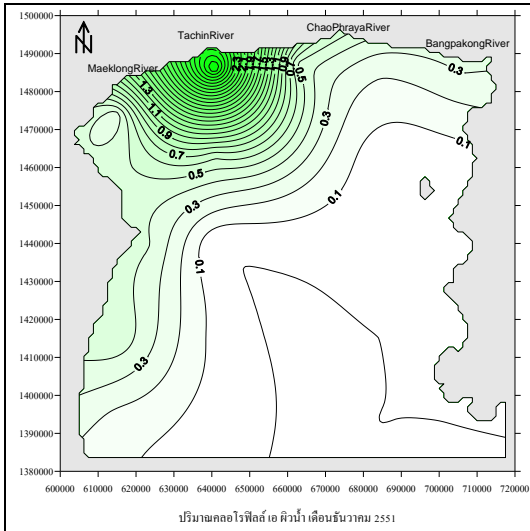


ปริมาณคลอโรฟิลล์ ซี (mg/cu.m) เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

คลอโรฟิลล์ ซี เดือนธันวาคม 2551

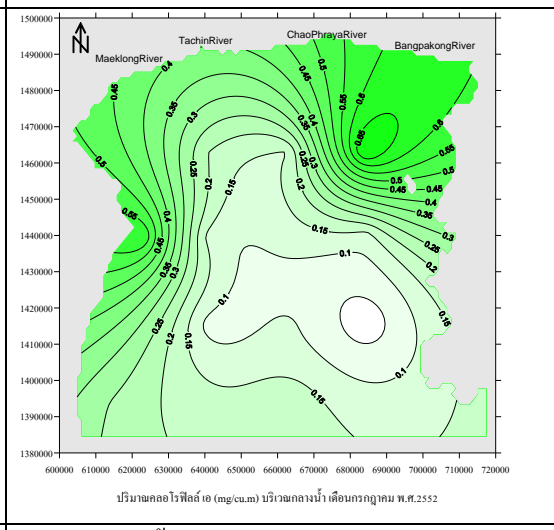
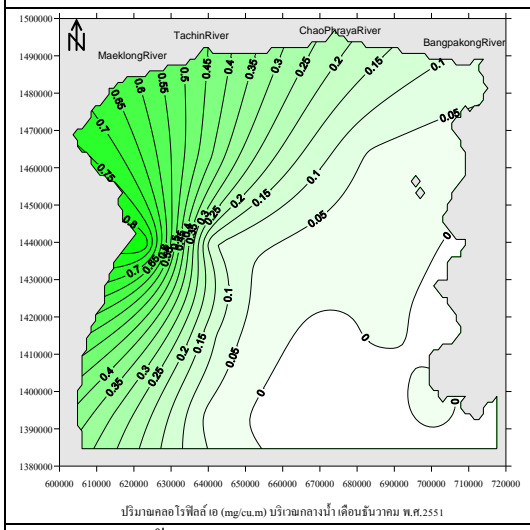
คลอโรฟิลล์ ซี เดือนกรกฎาคม 2552

รูปที่ 15 ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และ ซี (mg/cu.m) รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 และ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552



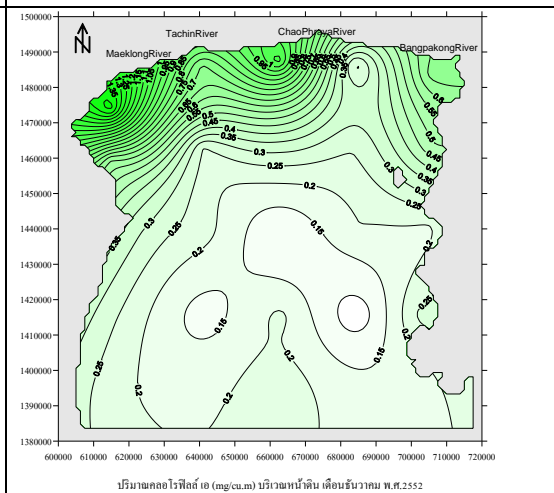
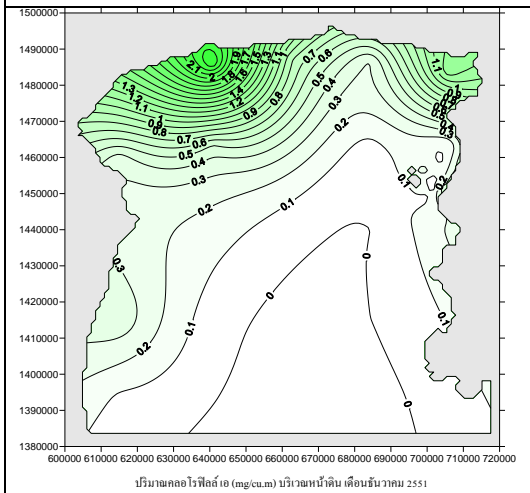
ระดับผิวน้ำ เดือนธันวาคม 2551

ระดับผิวน้ำ เดือนกรกฎาคม 2552



ระดับกลางน้ำ เดือนธันวาคม 2551

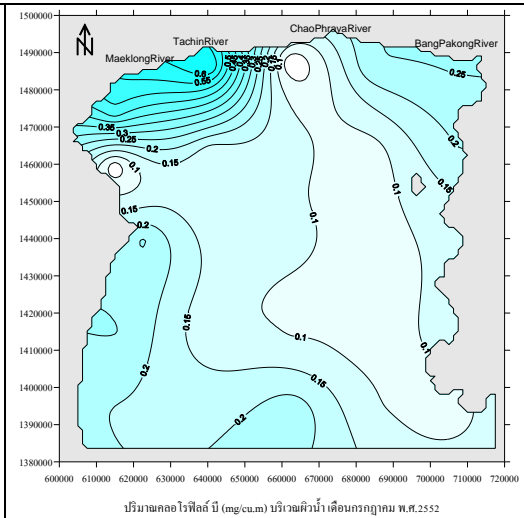
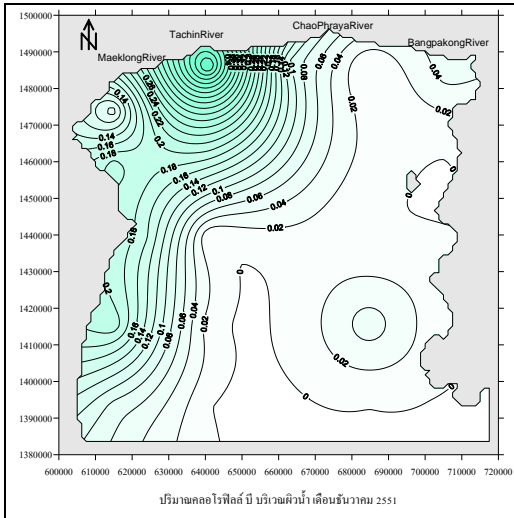
ระดับกลางน้ำ เดือนกรกฎาคม 2552



ระดับหน้าดินเดือนธันวาคม 2551

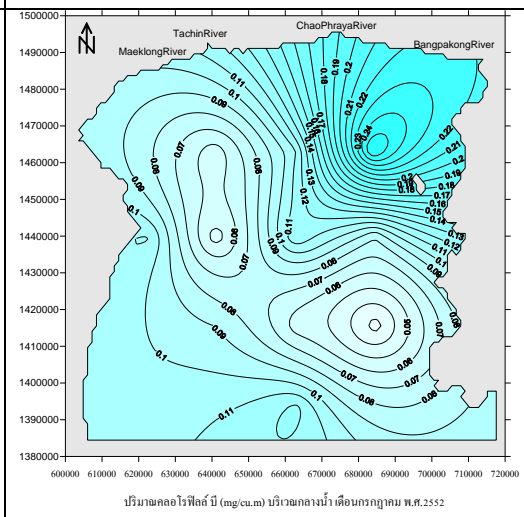
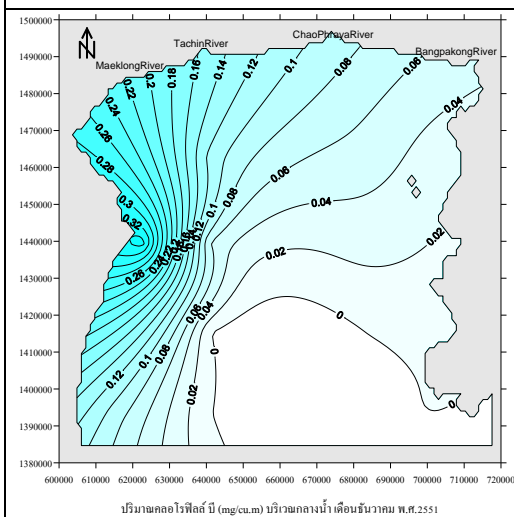
ระดับหน้าดิน เดือนกรกฎาคม 2552

รูปที่ 16 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (mg/cu.m) รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 และ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552



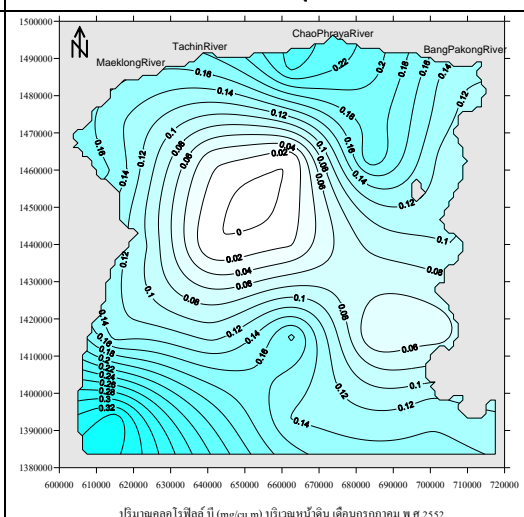
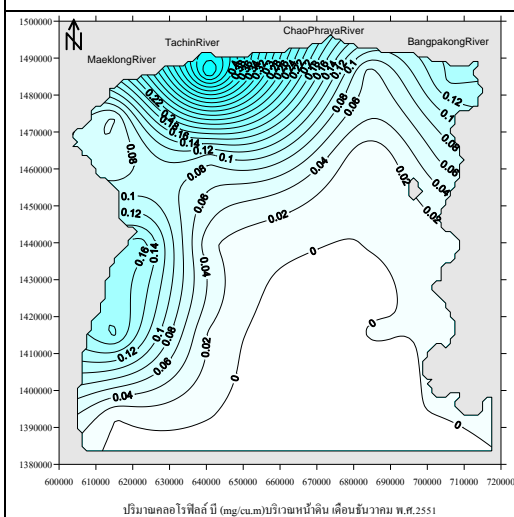
ระดับผิวน้ำ เดือนธันวาคม 2551

ระดับผิวน้ำ เดือนกรกฎาคม 2552



ระดับกลางน้ำ เดือนธันวาคม 2551

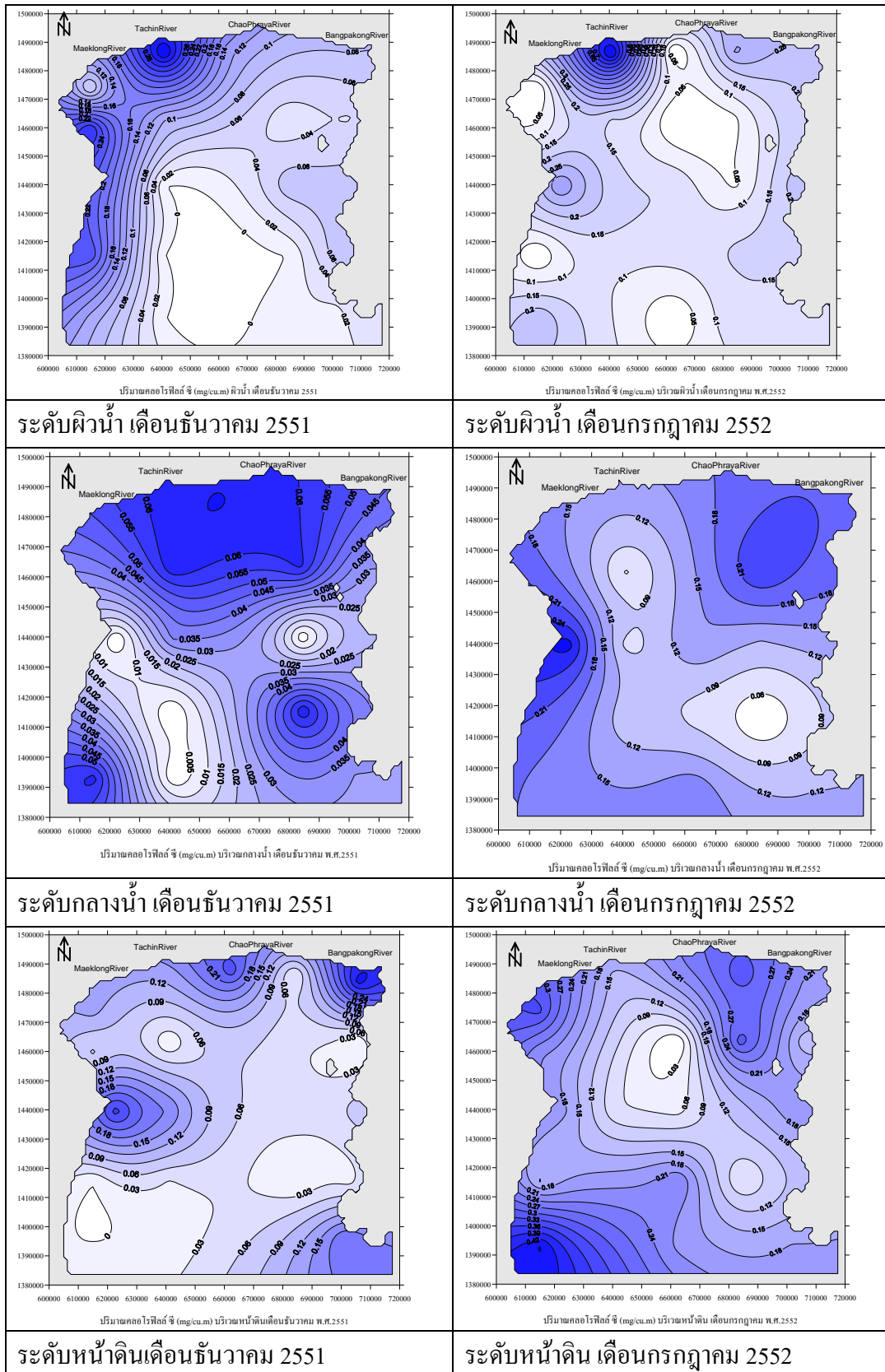
ระดับกลางน้ำ เดือนกรกฎาคม 2552



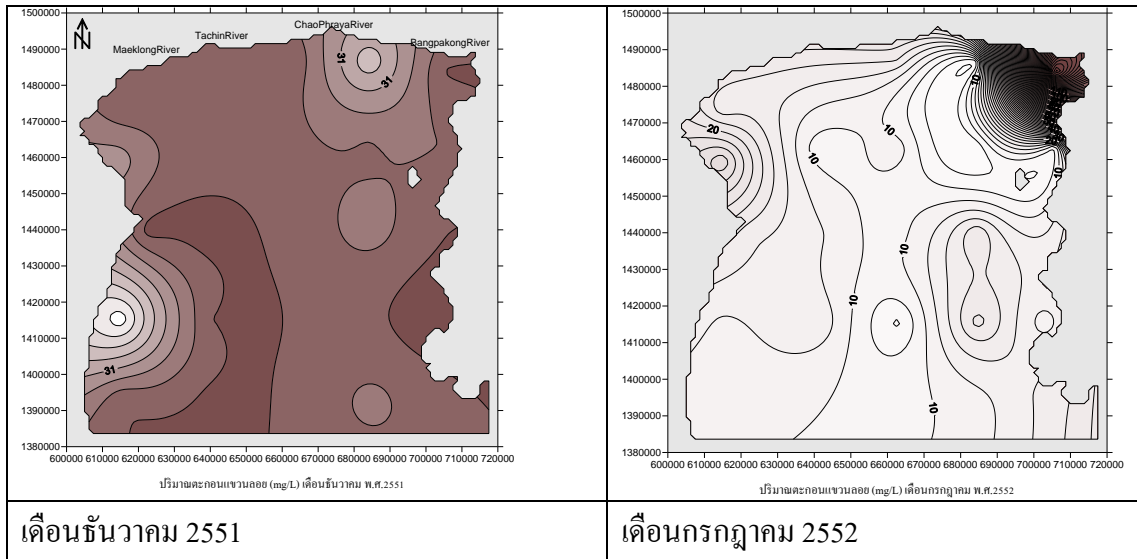
ระดับหน้าดิน เดือนธันวาคม 2551

ระดับหน้าดิน เดือนกรกฎาคม 2552

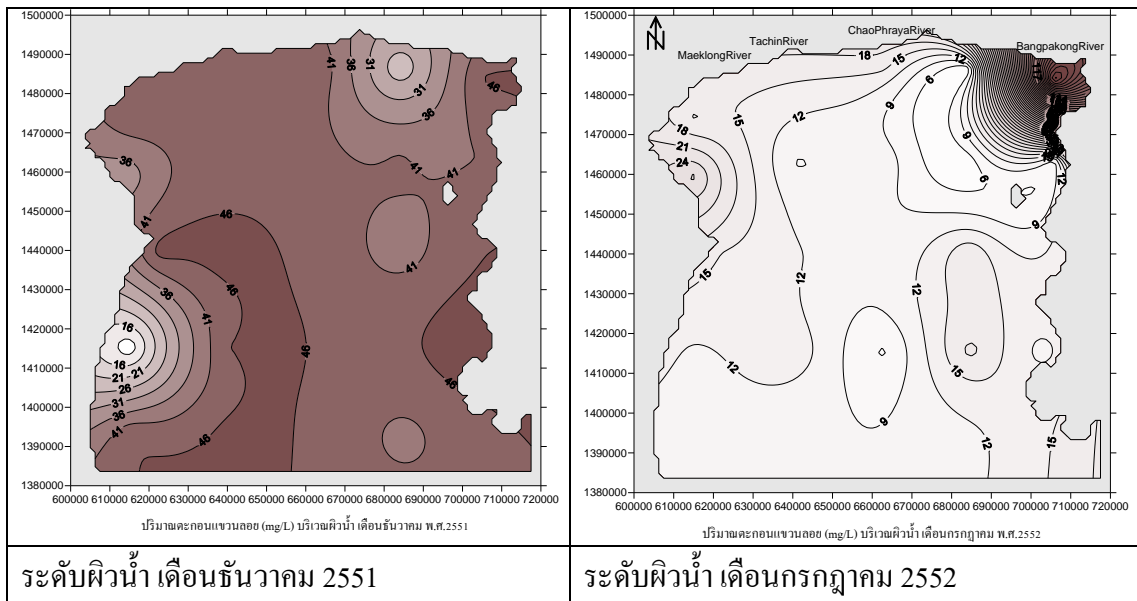
รูปที่ 17 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (mg/cu.m) รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 และ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

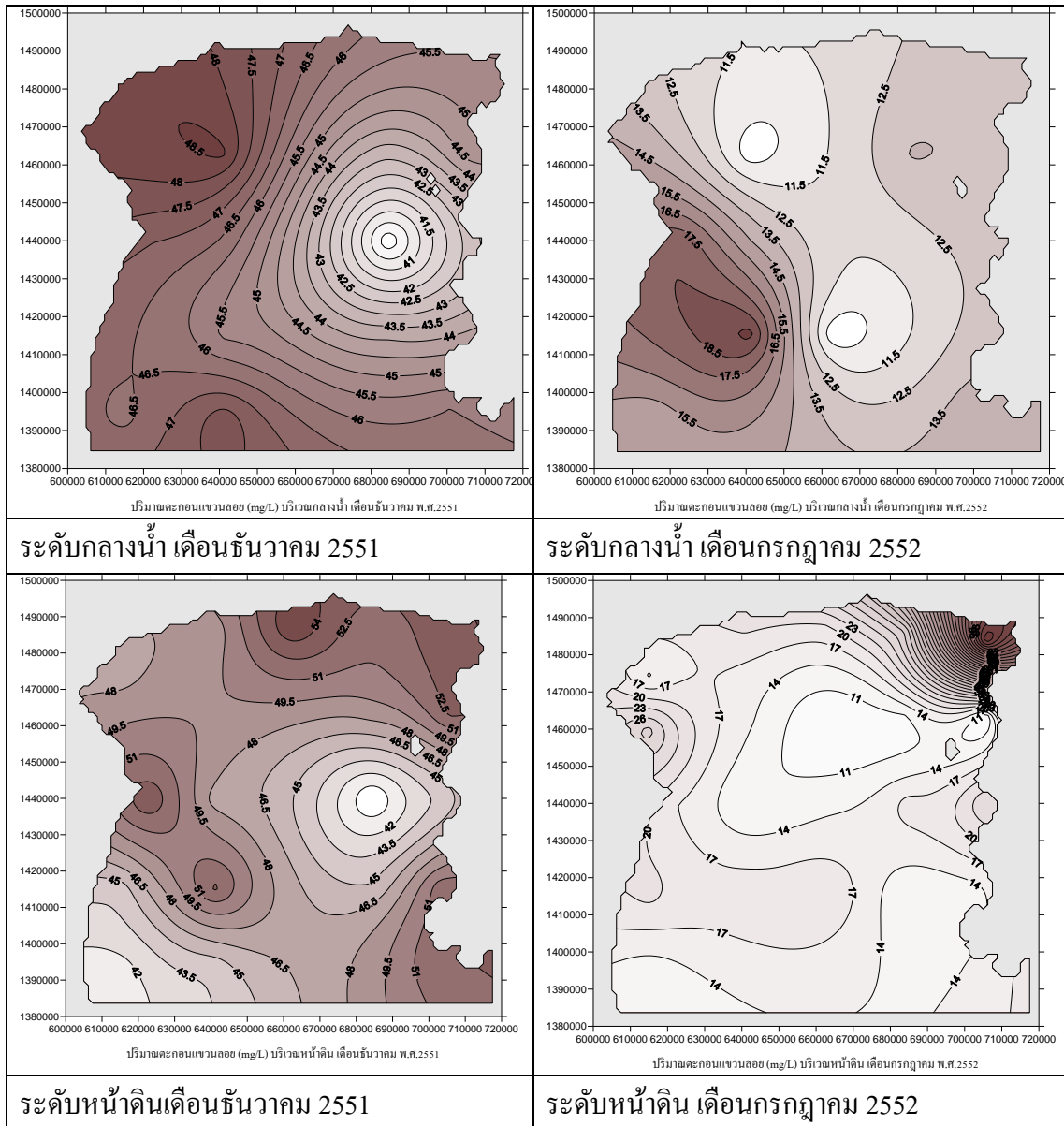


รูปที่ 18 ปริมาณคลอโรฟิลล์ ซี (mg/cu.m) รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 และเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552



รูปที่ 19 ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ย รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 และ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552





รูปที่ 20 ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยที่ระดับน้ำต่างๆ รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และ เดือน กรกฎาคม 2552

คุณภาพตะกอนดิน

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินเป็นปัจจัยหลักที่ทำการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงสถานภาพปัจจุบันว่ามีค่าเท่าไรและมีการกระจายอย่างไรในบริเวณอ่าวไทยตอนบนที่อยู่ห่างฝั่งออกมา นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์คุณภาพตะกอนดินที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม ได้แก่ ปริมาณซัลไฟด์ (sulphide content) ปริมาณอินทรีย์สาร และอินทรีย์คาร์บอน (oxidisable organic matter and oxidisable organic carbon) และขนาดตะกอนเฉลี่ย มีรายละเอียดดังนี้

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน

ค่าเฉลี่ยของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินบริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือน ธันวาคม พ.ศ.2551 เท่ากับ 3.14 $\mu\text{g/g}$ as chrysene ค่าต่ำสุด-สูงสุด 0.26-19.82 $\mu\text{g/g}$ as chrysene ค่าสูงสุดพบที่ทิศตะวันออกเฉียงของเกาะสีชัง และ ค่าเฉลี่ยเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 เท่ากับ 3.86 $\mu\text{g/g}$ as chrysene ค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 0.36-14.33 $\mu\text{g/g}$ as chrysene (ตารางที่ 23-24) ค่าสูงสุดพบที่ ทิศตะวันออกเฉียงของเกาะสีชัง เช่นเดียวกับใน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ค่าเฉลี่ยในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 สูงกว่าเดือนธันวาคม พ.ศ.2551 เล็กน้อย และบริเวณใกล้ทิศตะวันออกเฉียงของอ่าวไทย ระหว่างทิศตะวันออกเฉียงของเกาะสีชังถึงหน้าแหลมฉะบับเป็นบริเวณที่พบมีค่าเฉลี่ยสูง รองลงไปคือ บริเวณระหว่างปากแม่น้ำท่าจีนถึงปากแม่น้ำเจ้าพระยา (รูปที่ 21)

การกระจายของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินจะมีค่าสูงในบริเวณ ระหว่างอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันออกเฉียงถึงปากแม่น้ำท่าจีน โดยมีจุดศูนย์กลางอยู่บริเวณระหว่างทิศ ตะวันออกของเกาะสีชังและอ่าวอูม (รูปที่ 22-23)

ตารางที่ 24 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน ($\mu\text{g/g}$ as chrysene) รอบอ่าวไทย

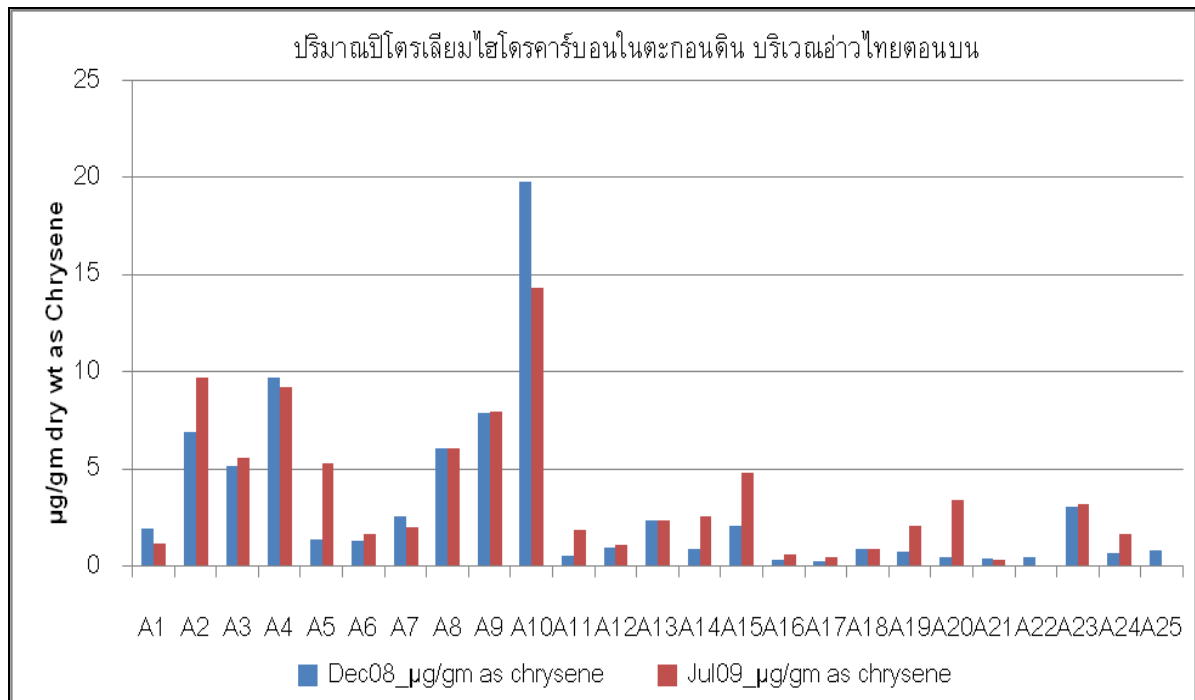
ตอนบน

St	บริเวณ	ความลึก (เมตร)	เดือนธันวาคม 2551	เดือนกรกฎาคม 2552
A1	ปากแม่น้ำแม่กลอง	8	1.98	1.16
A2	ปากแม่น้ำท่าจีน	4	6.92	9.72
A3	ใกล้ท่าเรือ	5	5.21	5.63
A4	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	5	9.72	9.23
A5	ปากแม่น้ำบางปะกง	4	1.42	5.35
A6	ปากแม่น้ำเพชรบุรี	4	1.35	1.67
A7	หน้าปากแม่น้ำเพชรบุรีห่างฝั่ง	14	2.62	2.00
A8	กลางอ่าวไทย	14	6.06	6.12
A9	ตะวันตกของเกาะสีชัง	18	7.94	7.99
A10	ตะวันออกเฉียงของเกาะสีชัง	7	19.82	14.33
A11	หน้าแหลมผักเบี้ย	15	0.58	1.92
A12	หน้าแหลมผักเบี้ยห่างฝั่ง	17	1.00	1.12

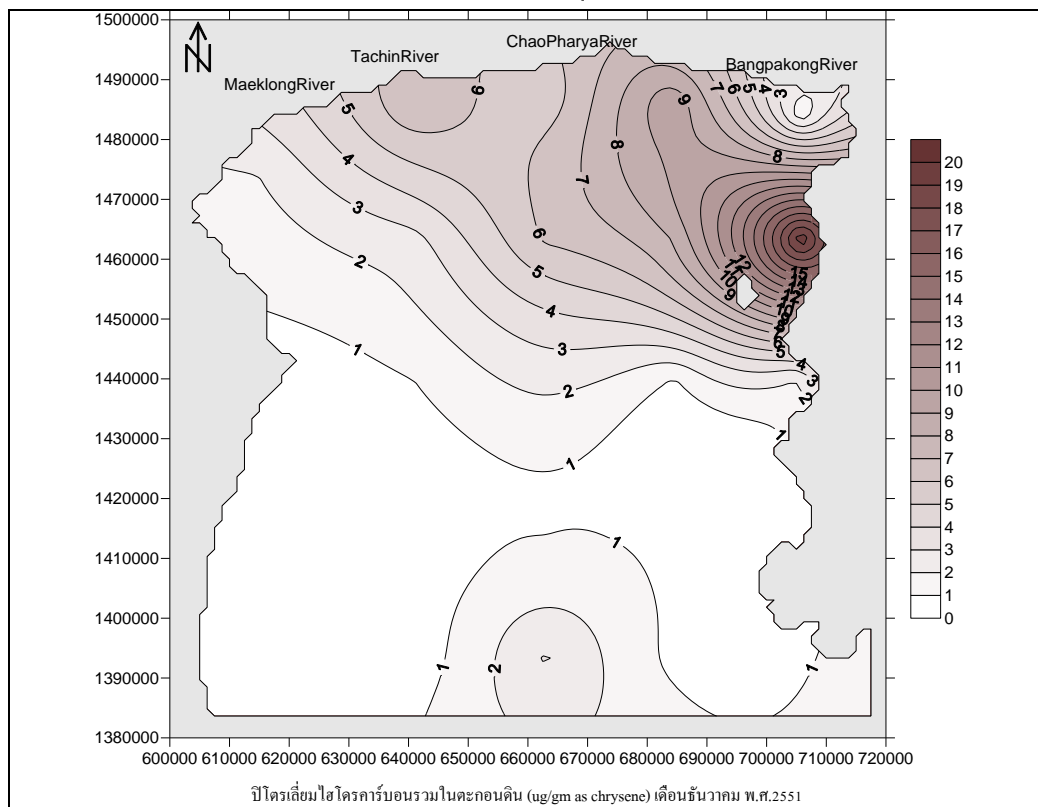
A13	กลางอ่าวไทย	20	2.35	2.39
A14	เหนือเกาะล้าน	16	0.94	2.57
A15	แหลมฉบังตอนใต้	9	2.09	4.80
A16	หน้าชะอำ	10	0.37	0.66
A17	หน้าชะอำห่างฝั่ง	20	0.26	0.46
A18	กลางอ่าวไทย	20	0.92	0.89
A19	เกาะร่อน	22	0.80	2.08
A20	หน้าบ้านอ่าวภอ	9	0.50	3.44
A21	หน้าหัวหิน	10	0.44	0.36
A22	หน้าหัวหินห่างฝั่ง	18	0.47	-
A23	กลางอ่าวไทย	20	3.10	3.22
A24	ตะวันตกของเกาะคราม	22	0.74	1.70
A25	หน้าสัตหีบ	14	0.81	-

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ย และ ค่าต่ำสุด-สูงสุด ของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน ($\mu\text{g/g}$ as chrysene) รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552

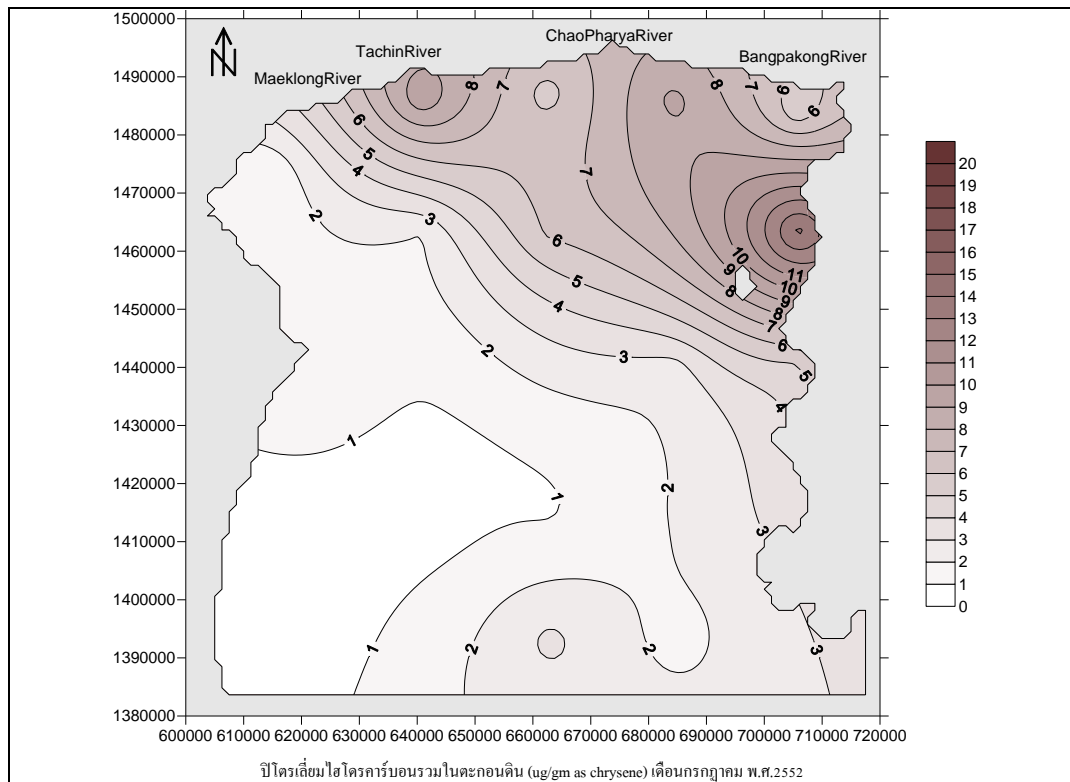
	เดือนธันวาคม 2551	เดือนกรกฎาคม 2552
เฉลี่ย	3.14	3.86
ต่ำสุด-สูงสุด	0.26-19.82	0.36-14.33



รูปที่ 21 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน ($\mu\text{g/g}$ as chrysene) รอบอ่าวไทยตอนบน ระหว่างเดือนธันวาคม 2551 และ เดือนกรกฎาคม 2552



รูปที่ 22 การกระจายของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดิน ($\mu\text{g/g}$ as chrysene) เดือน ธันวาคม พ.ศ.2551



รูปที่ 23 การกระจายของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในตะกอนดิน (µg/g as chrysene) เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

ปริมาณซัลไฟด์ในตะกอนดิน

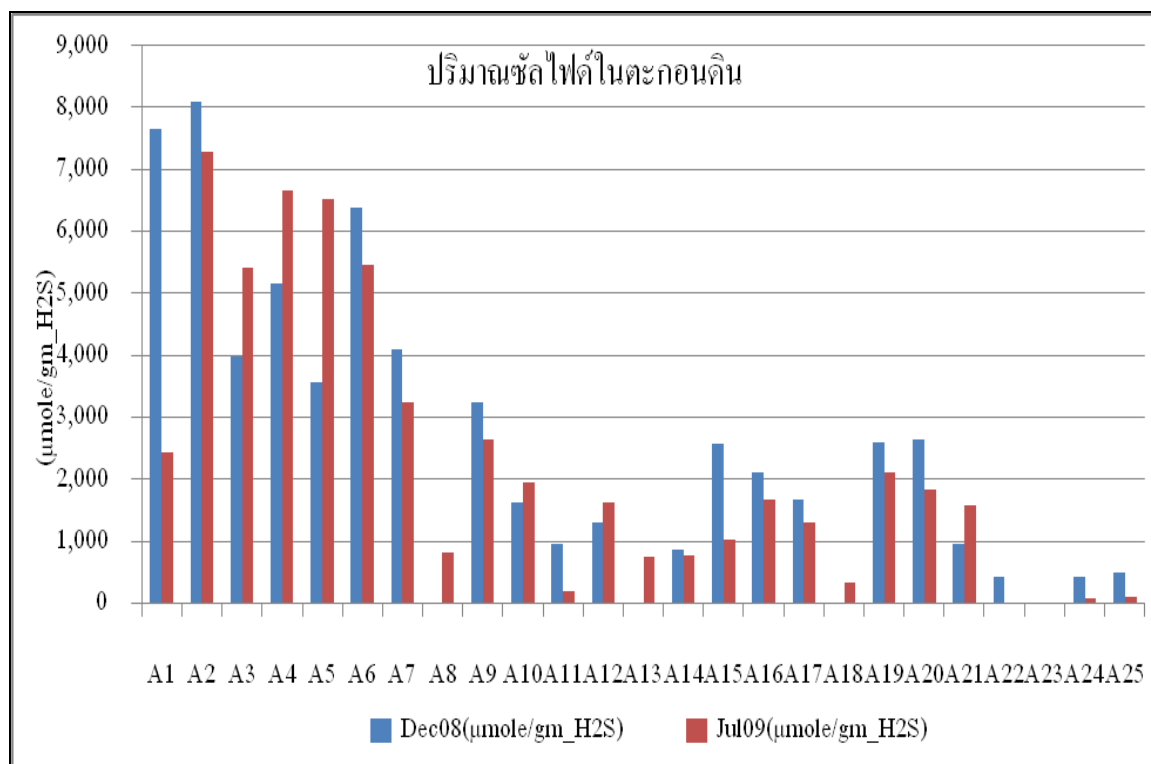
ปริมาณซัลไฟด์ในตะกอนดินจะเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของอินทรีย์สารในบริเวณนั้นๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะมาจากกิจกรรมของมนุษย์ บางส่วนมากจากปรากฏการณ์ธรรมชาติเช่นน้ำเปลี่ยนสี ซึ่งแพลงก์ตอนพืชที่เกิดขึ้นอย่างมากพร้อมกันจะตายลงและตกไปที่พื้นทะเลแล้วเกิดการเน่าสลาย ถ้ามีออกซิเจนไม่เพียงพอก็จะเกิดซัลไฟด์สะสมในชั้นตะกอนดินพื้นทะเลได้ ปริมาณซัลไฟด์ในตะกอนดินรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 ตามตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุดที่พบ ในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 เท่ากับ 2,892 (405-8,106) และ 2,421 (65-7,295) $\mu\text{mole/gm}_{\text{H}_2\text{S}}$ (ตารางที่ 26) โดยบริเวณปากแม่น้ำทั้ง 4 จะมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ห่างออกไป (รูปที่ 24) ทั้งนี้การกระจายของปริมาณซัลไฟด์ในตะกอนดินจะมีสูงบริเวณปากแม่น้ำเพชรบุรีถึงท่าจีนในเดือนธันวาคม 2551 และ ปากแม่น้ำท่าจีนถึงปากแม่น้ำบางปะกงในเดือนกรกฎาคม 2552 (รูปที่ 25)

ตารางที่ 26 ปริมาณซัลไฟด์ในตะกอนดิน ($\mu\text{mole/gm}_{\text{H}_2\text{S}}$) รอบอ่าวไทยตอนบน

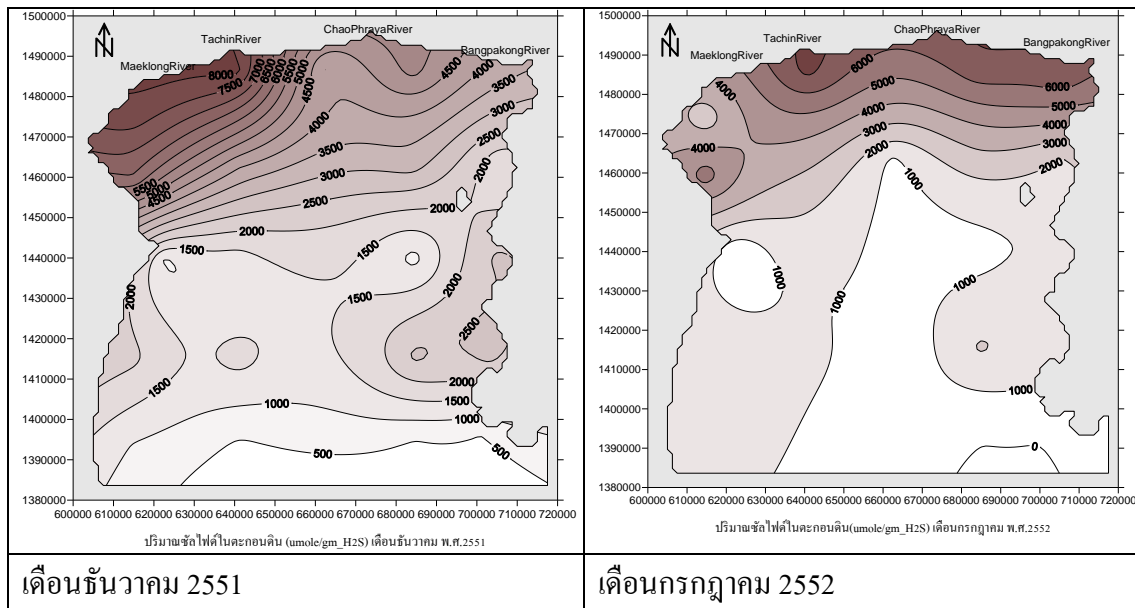
St	บริเวณ	เดือนธันวาคม 2551	เดือนกรกฎาคม 2552
A1	ปากแม่น้ำแม่กลอง	7,655	2,432
A2	ปากแม่น้ำท่าจีน	8,106	7,295
A3	ใกล้น้ำร่อง	3,972	5,404
A4	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	5,158	6,658
A5	ปากแม่น้ำบางปะกง	3,567	6,514
A6	ปากแม่น้ำเพชรบุรี	6,395	5,471
A7	หน้าปากแม่น้ำเพชรบุรีห่างฝั่ง	4,098	3,242
A8	กลางอ่าวไทย	no sample	811
A9	ตะวันตกของเกาะสีชัง	3,242	2,634
A10	ตะวันออกของเกาะสีชัง	1,621	1,936
A11	หน้าแหลมผักเบี้ย	946	177
A12	หน้าแหลมผักเบี้ยห่างฝั่ง	1,297	1,621
A13	กลางอ่าวไทย	no sample	737
A14	เหนือเกาะล้าน	851	770
A15	แหลมฉบังตอนใต้	2,576	1,013
A16	หน้าชะอำ	2,107	1,662
A17	หน้าชะอำห่างฝั่ง	1,662	1,297
A18	กลางอ่าวไทย	no sample	332
A19	เกาะรีน	2,594	2,107
A20	หน้าบ้านอำเภอ	2,634	1,824
A21	หน้าหัวหิน	946	1,576
A22	หน้าหัวหินห่างฝั่ง	405	no sample
A23	กลางอ่าวไทย	no sample	no sample
A24	ตะวันตกของเกาะคราม	405	65
A25	หน้าสัตหีบ	486	101

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุดของปริมาณซัลไฟด์ในตะกอนดิน (sulphide in sediment) ($\mu\text{mole/gm_H}_2\text{S}$) รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และเดือนกรกฎาคม 2552

	เดือนธันวาคม 2551	เดือนกรกฎาคม 2552
เฉลี่ย	2,892	2,421
ต่ำสุด-สูงสุด	405-8,106	65-7,295



รูปที่ 24 ปริมาณซัลไฟด์ในตะกอนดิน ($\mu\text{mole/gm_H}_2\text{S}$) รอบอ่าวไทยตอนบนการกระจายของปริมาณซัลไฟด์ในตะกอนดินรอบอ่าวไทยตอนบน



รูปที่ 25 การกระจายของปริมาณซัลไฟด์ในตะกอนดิน ($\mu\text{mole/gm}_{\text{H}_2\text{S}}$) รอบอ่าวไทยตอนบน ปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน

ปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดินและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน รอบอ่าวไทยตอนบน ระหว่างเดือนธันวาคม 2551 และ เดือนกรกฎาคม 2552 มีค่าเฉลี่ย และ ค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 2.11 (0.15-4.07) และ 2.08 (0.19-4.63) % ตามลำดับ (ตารางที่ 27-28) บริเวณปากแม่น้ำและใกล้เคียงศรียาหามีค่าสูงกว่าบริเวณอื่นๆทั้งสองเดือน (รูปที่ 26) สำหรับการกระจายของปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน เดือนธันวาคม 2551 จะมีสูงบริเวณปากแม่น้ำทั้ง 4 บริเวณแหลมผักเบี้ยและหน้าหัวหิน (รูปที่ 27) สำหรับเดือนกรกฎาคม 2552 มีลักษณะการกระจายคล้ายกับในเดือนธันวาคม 2551 (รูปที่ 28)

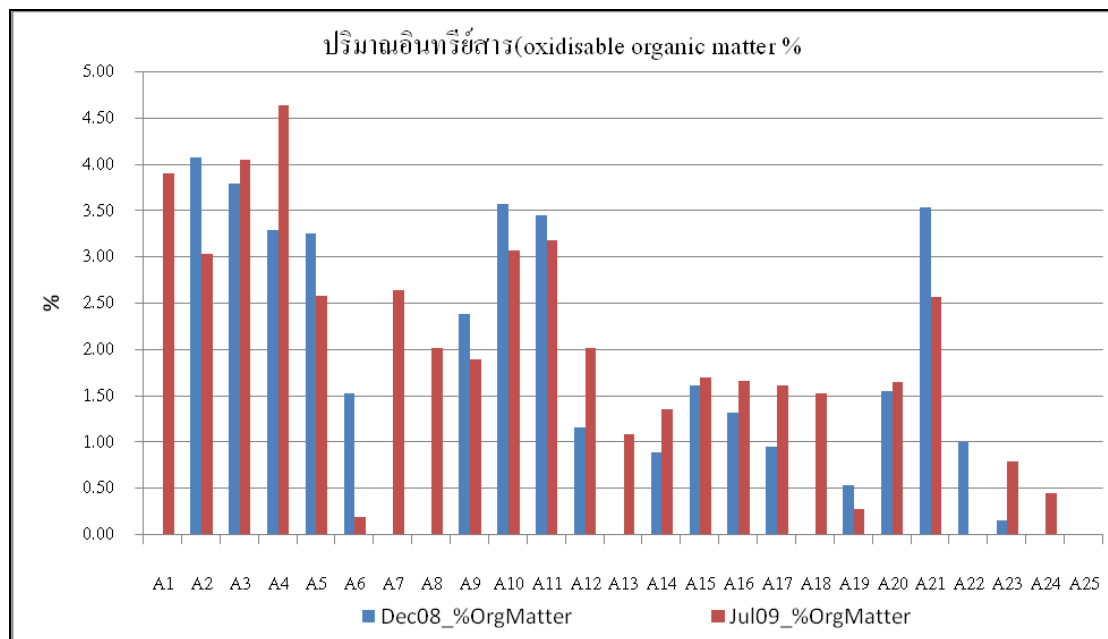
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน ซึ่งจะมีประโยชน์ในการนำไปวิเคราะห์ความยากง่ายของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่พบในตะกอนดินดังกล่าว ค่าเฉลี่ย และ ค่าต่ำสุด-สูงสุด ของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดินรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 เท่ากับ 1.23 (0.09-2.37) และ 1.21 (0.11-2.69) % ตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนจะมีค่าสูงบริเวณปากแม่น้ำและใกล้ศรียาหา เช่นเดียวกับปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน (รูปที่ 28) สำหรับการกระจายของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดินจะมีลักษณะเช่นเดียวกับปริมาณอินทรีย์สาร คือในเดือนธันวาคม 2551 มีค่าสูงที่ปากแม่น้ำสายหลักทั้ง 4 ถึง ศรียาหา บริเวณแหลมผักเบี้ย และหน้าหัวหิน และในเดือนกรกฎาคม 2552 มีค่าสูงบริเวณปากแม่น้ำสายหลักทั้ง 4 ถึงศรียาหา และแหลมผักเบี้ย (รูปที่ 29)

ตารางที่ 28 ปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน (oxidisable organic matter: %) รอบอ่าวไทยตอนบน

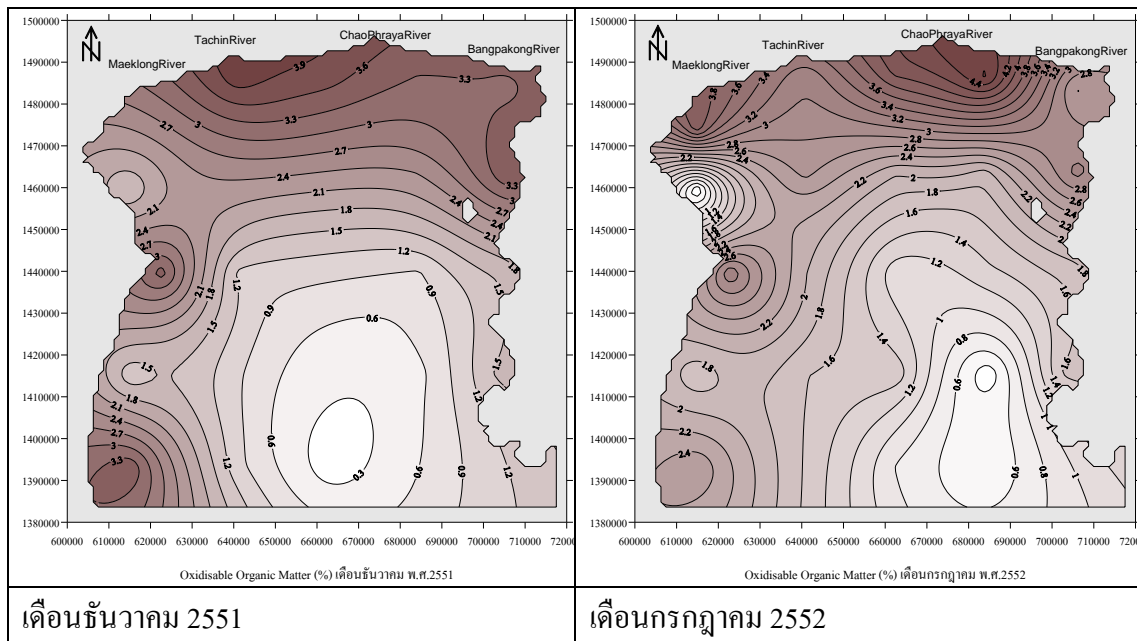
st	บริเวณ	Dec08_%org_matter	Jul09_%org_matter
A1	ปากแม่น้ำแม่กลอง	no sample	3.90
A2	ปากแม่น้ำท่าจีน	4.07	3.02
A3	ใกล้ร่อง	3.79	4.05
A4	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	3.29	4.63
A5	ปากแม่น้ำบางปะกง	3.25	2.58
A6	ปากแม่น้ำเพชรบุรี	1.53	0.19
A7	หน้าปากแม่น้ำเพชรบุรีห่างฝั่ง	no sample	2.63
A8	กลางอ่าวไทย	no sample	2.01
A9	ตะวันตกของเกาะสีชัง	2.38	1.89
A10	ตะวันออกของเกาะสีชัง	3.56	3.06
A11	หน้าแหลมผักเบี้ย	3.44	3.17
A12	หน้าแหลมผักเบี้ยห่างฝั่ง	1.15	2.01
A13	กลางอ่าวไทย	no sample	1.08
A14	เหนือเกาะล้าน	0.88	1.35
A15	แหลมฉบังตอนใต้	1.60	1.70
A16	หน้าชะอำ	1.31	1.66
A17	หน้าชะอำห่างฝั่ง	0.95	1.61
A18	กลางอ่าวไทย	no sample	1.52
A19	เกาะรี	0.53	0.27
A20	หน้าบ้านอำเภอ	1.54	1.65
A21	หน้าหัวหิน	3.54	2.56
A22	หน้าหัวหินห่างฝั่ง	0.99	no sample
A23	กลางอ่าวไทย	0.15	0.78
A24	ตะวันตกของเกาะคราม	no sample	0.44
A25	หน้าสตัดหีบ	no sample	no sample

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุดของปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน (oxidisable organic matter in sediment: %) บริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และเดือนกรกฎาคม 2552

	เดือนธันวาคม 2551	เดือนกรกฎาคม 2552
ค่าเฉลี่ย	2.11	2.08
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.15-4.07	0.19-4.63



รูปที่ 26 ปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน (%) รอบอ่าวไทยตอนบน



รูปที่ 27 ปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดิน (oxidisable organic matter in sediment: %) เฉลี่ยรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และเดือนกรกฎาคม 2552

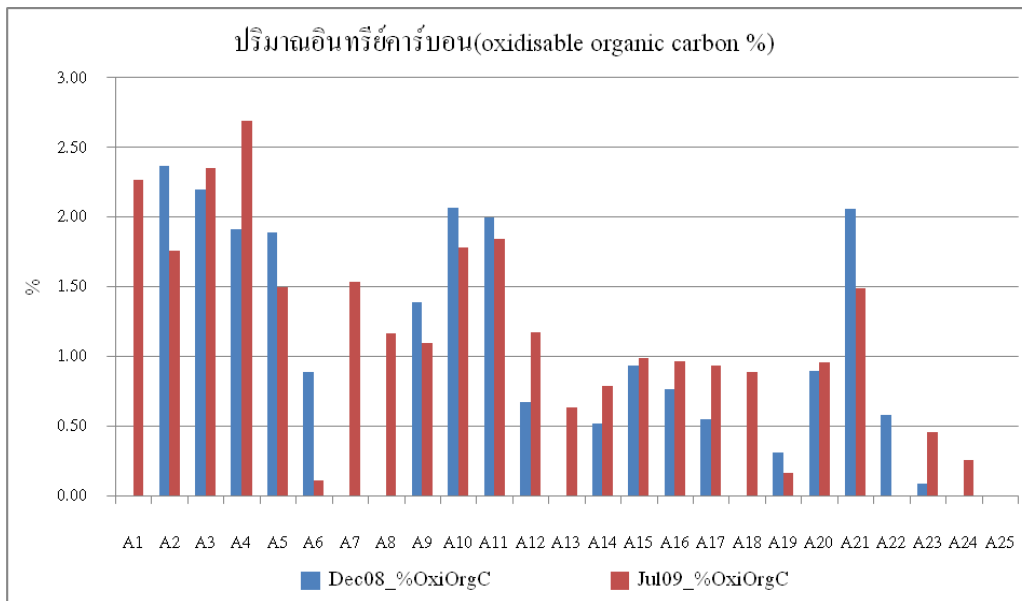
ตารางที่ 30 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน (organic carbon in sediment: %) อ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และเดือนกรกฎาคม 2552

st	บริเวณ	เดือนธันวาคม 2551	เดือนกรกฎาคม 2552
A1	ปากแม่น้ำแม่กลอง	no sample	2.27
A2	ปากแม่น้ำท่าจีน	2.37	1.76
A3	ใกล้ลำน้ำร่อง	2.20	2.35
A4	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	1.91	2.69
A5	ปากแม่น้ำบางปะกง	1.89	1.50
A6	ปากแม่น้ำเพชรบุรี	0.89	0.11
A7	หน้าปากแม่น้ำเพชรบุรีห่างฝั่ง	no sample	1.53
A8	กลางอ่าวไทย	no sample	1.17
A9	ตะวันตกของเกาะสีชัง	1.38	1.10
A10	ตะวันออกของเกาะสีชัง	2.07	1.78
A11	หน้าแหลมผักเบี้ย	2.00	1.84
A12	หน้าแหลมผักเบี้ยห่างฝั่ง	0.67	1.17

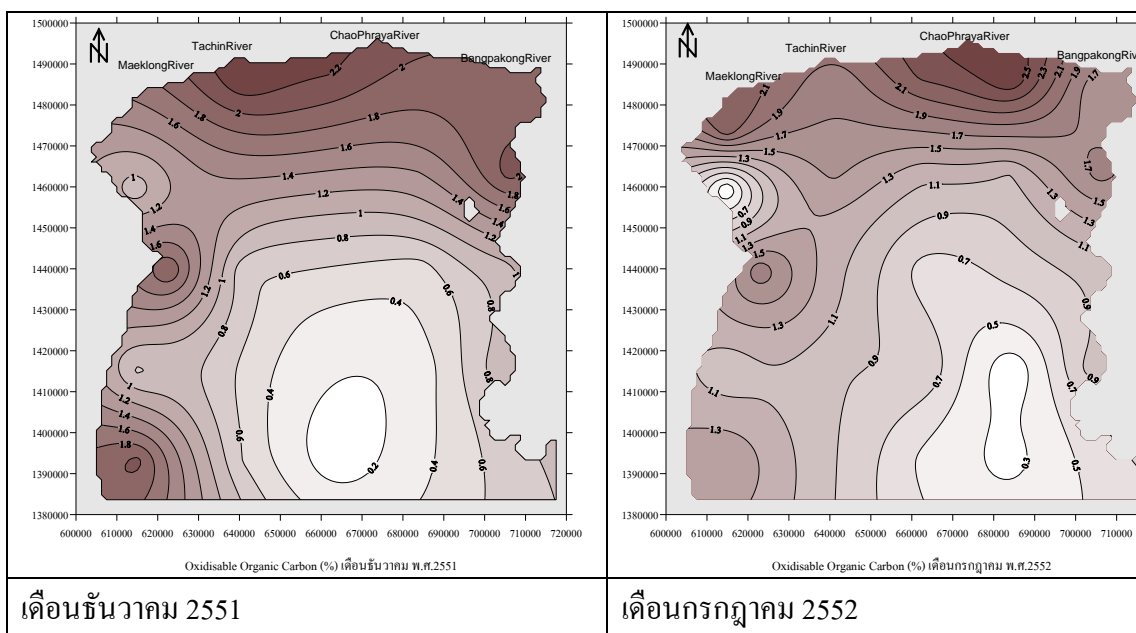
A13	กลางอ่าวไทย	no sample	0.63
A14	เหนือเกาะล้าน	0.51	0.79
A15	แหลมฉบังตอนใต้	0.93	0.99
A16	น้ำชะอำ	0.76	0.96
A17	น้ำชะอำห่างฝั่ง	0.55	0.94
A18	กลางอ่าวไทย	no sample	0.89
A19	เกาะรี	0.31	0.16
A20	หน้าบ้านอำเภอ	0.90	0.96
A21	หน้าหัวหิน	2.06	1.49
A22	หน้าหัวหินห่างฝั่ง	0.58	no sample
A23	กลางอ่าวไทย	0.09	0.45
A24	ตะวันตกของเกาะคราม	no sample	0.25
A25	น้ำสัดหีบ	no sample	no sample

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุดของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน (organic carbon in sediment: %) อ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และเดือนกรกฎาคม 2552

	เดือนธันวาคม 2551	เดือนกรกฎาคม 2552
ค่าเฉลี่ย	1.23	1.21
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.09-2.37	0.11-2.69



รูปที่ 28 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%) ในตะกอนดิน บริเวณอ่าวไทยตอนบน



รูปที่ 29 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน (organic carbon in sediment: %) เฉลี่ย รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และเดือนกรกฎาคม 2552

ขนาดตะกอนเฉลี่ย

ขนาดตะกอนเฉลี่ย (mean grain size) จะมีวิธีวิเคราะห์ 2 แบบคือ ในกรณีที่มีลักษณะเป็นทรายถึงกรวด จะใช้วิธี dry sieved แต่ถ้าเป็นโคลนถึงทรายแป้งและทรายละเอียดจะใช้วิธี gravimetric method ซึ่งจะรายงานเป็นลักษณะของตะกอนดินพื้นทะเล พบว่าพื้นทะเลรอบอ่าว

ไทยตอนบนเกือบทั้งหมดเป็นโคลนถึงทรายละเอียด และระหว่างเดือนธันวาคม 2551 และ เดือนกรกฎาคม 2552 มีลักษณะขนาดตะกอนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 31)

ตารางที่ 32 ขนาดตะกอนเฉลี่ยบริเวณอำเภอไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม

2552

เดือนธันวาคม 2551

st	%S+C	%CLAY	%SILT	%SAND	type
A1					CLAY
A2	75	36	38	25	CLAY LOAM
A3	80	54	26	20	CLAY
A4					CLAY
A5	80	56	24	20	CLAY
A6	44	16	28	56	SANDY LOAM
A7					
A9	44	16	28	56	SANDY LOAM
A10	68	14	54	32	SILT LOAM
A11	70	24	46	30	LOAM
A12	30	14	16	70	SANDY LOAM
A14	16	8	8	84	LOAMY SAND
A15	44	20	24	56	SANDY CLAY LOAM
A16	26	11	15	74	SANDY LOAM
A17	26	13	13	74	SANDY LOAM
A19					
A20	73	16	57	27	SILT LOAM
A21	47	30	17	53	SANDY CLAY LOAM
A22	31	12	19	69	SANDY LOAM
A24					
A25					

เดือนกรกฎาคม 2552

st	%S+C	%CLAY	%SILT	%SAND	type
A1					CLAY
A2	75	36	38	25	CLAY LOAM
A3	80	54	26	20	CLAY
A4					CLAY
A5	80	56	24	20	CLAY
A6	44	16	28	56	SANDY LOAM
A7					
A9	44	16	28	56	SANDY LOAM
A10	68	14	54	32	SILT LOAM
A11	70	24	46	30	LOAM
A12	30	14	16	70	SANDY LOAM
A14	16	8	8	84	LOAMY SAND
A15	44	20	24	56	SANDY CLAY LOAM
A16	26	11	15	74	SANDY LOAM
A17	26	13	13	74	SANDY LOAM
A19					
A20	73	16	57	27	SILT LOAM
A21	47	30	17	53	SANDY CLAY LOAM
A22	31	12	19	69	SANDY LOAM
A24					
A25					

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในเนื้อเยื่อหอยสองฝา

หอยสองฝาที่นำมาวิเคราะห์ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน เป็นหอยสองฝาที่พบในทะเลชายฝั่งและบนชายหาด เขตน้ำทะเลท่วมถึง ซึ่งเป็นบริเวณที่เคยมีรายงานน้ำมันรั่วไหล และยังเป็นบริเวณที่น้ำมันซึ่งอาจจะถูกปล่อยทิ้งออกมาจากเรือหรือกิจกรรมอื่นๆบนบกจะพัดมาปนเปื้อนได้ สำหรับหอยแมลงภู่จะเป็นสัตว์น้ำประเภทกรองกินแพลงก์ตอนและอนุภาคขนาดเล็กๆที่ลอยอยู่ในน้ำ จะมีโอกาสสัมผัสหรือได้รับปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ละลายหรือปนเปื้อนกับแพลงก์ตอนและอนุภาคขนาดเล็กๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหอยน้ำขนาดเล็กๆที่อยู่ในน้ำทะเลบริเวณผิวน้ำได้มาก ในขณะที่หอยกระปุกเป็นสัตว์หน้าดินที่ฝังตัวอยู่ที่พื้นทรายบริเวณชายหาดน้ำทะเลท่วมถึง ซึ่งบริเวณเกาะสีชัง จุดที่เก็บตัวอย่างหน้าสถานีวิจัยฯเกาะสีชัง ฝั่งทิศตะวันออกของเกาะสีชังนั้น พบมีคราบน้ำมันปนเปื้อนบริเวณชายหาดด้วย ค่าเฉลี่ยของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในหอยแมลงภู่ที่เกาะสีชัง (ฝั่งตะวันออก) และศรีราชา (หน้าอ่าวศรีราชา) ระหว่างเดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 ตามตารางที่ 32 และในหอยกระปุกที่เกาะสีชัง เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 เท่ากับ 11.07 และ 12.22 ($\mu\text{g/gm dry weight as chrysene}$) ตามลำดับ (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 33 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในเนื้อเยื่อหอยสองฝา ($\mu\text{g/g dry weight as chrysene}$) บริเวณเกาะสีชังและศรีราชา เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552

	เดือนธันวาคม 2551		เดือนกรกฎาคม 2552	
	เกาะสีชัง	ศรีราชา	เกาะสีชัง	ศรีราชา
หอยแมลงภู่	10.39	8.52	15.52	51.25
หอยกระปุก	11.07	-	12.22	-

ชนิด มวลชีวภาพ ความหนาแน่น และการกระจายของ สัตว์หน้าดิน

สัตว์หน้าดินเป็นพารามิเตอร์ด้านชีวภาพที่มีการศึกษากันอย่างมาก แต่ไม่พบว่ามีการศึกษาที่ครอบคลุมอ่าวไทยตอนบนในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา ทั้งนี้การศึกษาสัตว์หน้าดินในแง่ ชนิดจำนวน กลุ่มรวม ความหนาแน่นรวม มวลชีวภาพรวม และรูปแบบการกระจายของสัตว์หน้าดิน เพื่อให้ทราบถึงสถานภาพปัจจุบันของสัตว์หน้าดินในอ่าวไทยและความสัมพันธ์กับปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในอ่าวไทยตอนบน ซึ่งอาจจะมีหรือไม่ความสัมพันธ์กัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสัตว์หน้าดินจะประกอบด้วยหลายปัจจัยเป็นอย่างมาก

ในเดือนธันวาคม 2551 (ตารางที่ 33) สัตว์หน้าดินกลุ่มไส้เดือนทะเล บ่อยที่สุด รองลงไปคือกลุ่มหอยสองฝา และกลุ่มอื่นๆตามในตารางที่ 33 เดือนกรกฎาคม 2552 ยังพบกลุ่มไส้เดือนทะเล บ่อยที่สุดเช่นเดิม รองลงไปคือกลุ่มหอยสองฝา และกลุ่มอื่นๆคล้ายคลึงกับที่พบในเดือนธันวาคม 2551 (ตารางที่ 33) แต่เดือนกรกฎาคม 2552 จะพบในแต่กลุ่มบ่อยกว่าในเดือนธันวาคม 2551 จำนวนกลุ่มรวมเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุด เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 เท่ากับ 3 (1-6) และ 3 (1-5) กลุ่มตามลำดับ (ตารางที่ 34) ค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุดของความหนาแน่นรวมของสัตว์หน้าดินรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 เท่ากับ 139.06 (16.72-501.67) และ 97.83 (16.72-576.92) ตัว/ตารางเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 34) และค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุดของมวลชีวภาพรวมของสัตว์หน้าดินในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 เท่ากับ 32.68 (0.70-226.12) และ 32.54 (0.20-221.50) กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ

การกระจายของจำนวนกลุ่มรวมของสัตว์หน้าดินบริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 (รูปที่ 30) จะมีค่าสูงบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงถึงหน้าพญา และ ระหว่างแหลมผักเบี้ยถึงชะอำ และ เดือนกรกฎาคม 2551 จะมีค่าสูงในบริเวณทิศตะวันตกของเกาะสีชัง แหลมฉิมและระหว่างแหลมผักเบี้ยถึงหน้าหัวหิน (รูปที่ 30) การกระจายของความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 ต่างจากเดือนกรกฎาคม 2552 โดยในเดือนธันวาคม 2551 มีค่าสูงสุดบริเวณใกล้ปากแม่น้ำเพชรบุรีไปทางแหลมผักเบี้ยและหาดเจ้าสำราญ (รูปที่ 31) ในขณะที่เดือนกรกฎาคม 2552 มีค่าสูงสุดที่ปากแม่น้ำท่าจีน และบริเวณใกล้เคียง (รูปที่ 31) สำหรับการกระจายของค่ามวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินรอบอ่าวไทยตอนบนเดือนธันวาคม 2551 จะมีค่าสูงสุด 2 บริเวณคือระหว่างแหลมผักเบี้ยถึงหัวหิน (รูปที่ 32) และ เดือนกรกฎาคม 2552 บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน และบริเวณระหว่างบางพระ-ศรีราชา-ด้านใต้เกาะสีชัง (รูปที่ 32)

ตารางที่ 34 ชนิดของสัตว์หน้าดินบริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552: หมายเหตุ ในวงเล็บคือจำนวนครั้งที่พบ

เดือนธันวาคม พ.ศ.2551	เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552
ไส้เดือนทะเล(30)	ไส้เดือนทะเล (49)บุงทะเล(1)
หอยแครง(10) หอยสองฝา (6) หอยลาย (3)หอยครง(1)	หอยสองฝา (8) (หอยสองฝา (3)หอยลาย (3) หอยตลับ(1)หอยทราย(1))
ดาวเปราะ (4)ดาวทะเล(1)	กิ้ง (3)กิ้งตึกแดน(1)
ปู(3) ปูม้า(1)	ปู(5)
แอมฟิออกซัส(2)	ดาวเปราะ (3)

กุ้งทะเล (6) กุ้งติดชั้น1(1)	แอมฟิออกซัส (1)
หนอนถั่ว (1)	หอยหวาน(1)
ปลาตูหนา(1)	
ไอโซพอด(1)	

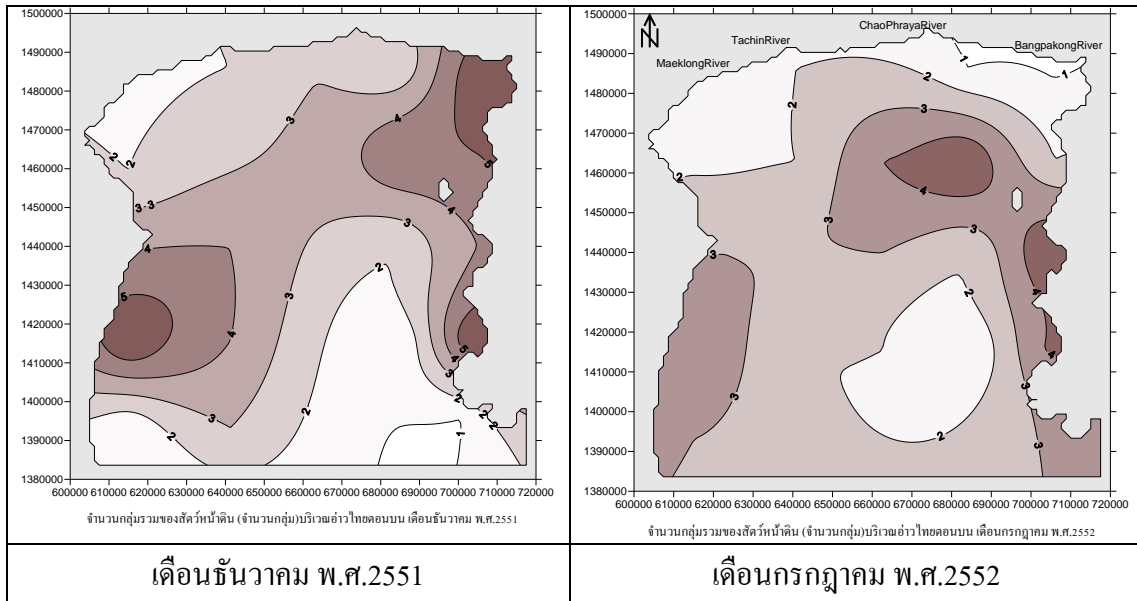
ตารางที่ 35 จำนวนกลุ่มรวม ความหนาแน่นรวม และมวลชีวภาพรวมของสัตว์หน้าดินบริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

	จำนวนกลุ่มรวม	
	เดือนธันวาคม 2551	เดือนกรกฎาคม 2552
ค่าเฉลี่ย	3	3
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	1-6	1-5

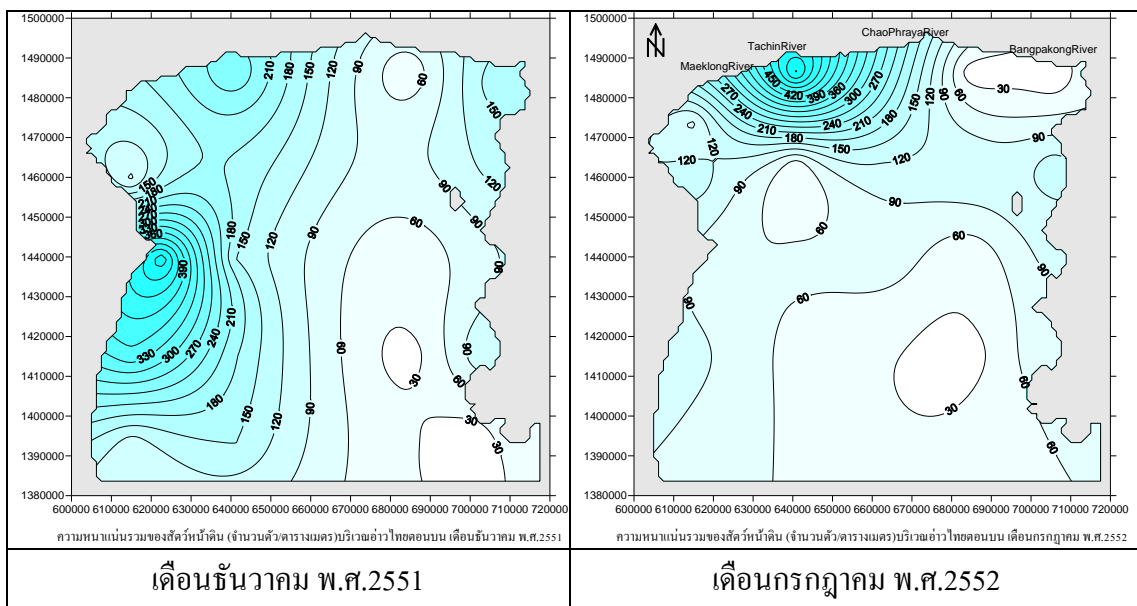
	ความหนาแน่นรวม (จำนวนตัว/ตารางเมตร)	
	เดือนธันวาคม 2551	เดือนกรกฎาคม 2552
ค่าเฉลี่ย	139.06	97.83
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	16.72-501.67	16.72-576.92

	มวลชีวภาพรวม (กรัม/ตารางเมตร)	
	เดือนธันวาคม 2551	เดือนกรกฎาคม 2552
ค่าเฉลี่ย	32.68	32.54
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.70-226.12	0.20-221.50

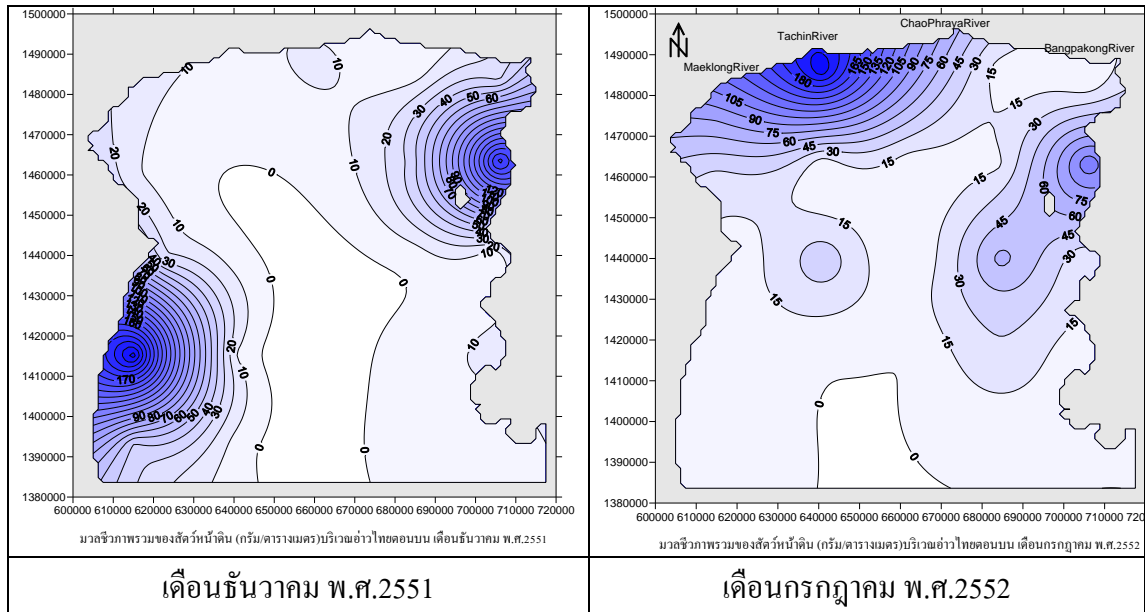
การกระจายของจำนวนกลุ่มรวม ความหนาแน่นรวม และ มวลชีวภาพรวมของสัตว์หน้าดินบริเวณอ่าวไทยตอนบน ระหว่างเดือนธันวาคม 2551 และ เดือนกรกฎาคม 2552 (รูปที่ 30-32)



รูปที่ 30 จำนวนกลุ่มรวมของสัตว์หน้าดินบริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552



รูปที่ 31 ความหนาแน่นรวมของสัตว์หน้าดินบริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552



รูปที่ 32 มวลชีวภาพรวมของสัตว์หน้าดินบริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม พ.ศ.2551 และ เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

สรุปและวิจารณ์ผล

1. ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในน้ำทะเล

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในน้ำทะเลในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งพื้นที่การศึกษาเป็น 2 ส่วนคือ บริเวณชายฝั่งและท่าเรือ และ รอบอ่าวไทยตอนบนห่างฝั่ง พบว่าปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนบริเวณชายฝั่งทะเลและท่าเรือมีค่าสูงกว่ารอบอ่าวไทยตอนบนที่อยู่ห่างฝั่งมากกว่า 9 เท่า โดยบริเวณอ่าวไทยตอนบนที่อยู่ห่างฝั่ง พบมีค่าเฉลี่ย ทั้งสองเดือนอยู่ในช่วง 0.66-1.26 $\mu\text{g/L}$ เทียบกับบริเวณชายฝั่งทะเลและท่าเรือมีค่าอยู่ในช่วง 1.51-8.68 $\mu\text{g/L}$ ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลรอบชายฝั่งและท่าเรือทำการเก็บตัวอย่าง ถึง 6 ครั้ง ระหว่างเดือนตุลาคม 2551 ถึง เดือนกันยายน 2552 ครอบคลุมสถานีเก็บตัวอย่าง 24 สถานี จากมาบตาพุด จังหวัดระยอง ถึง ท่าเรือประมงหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทำให้ได้ข้อมูลครบ 1 ปี และครอบคลุมบริเวณชายฝั่งที่มีกิจกรรมต่างๆรวมถึงท่าเรือชายฝั่งทะเลขนาดใหญ่เกือบหมดในอ่าวไทยตอนบน พบว่าเดือนตุลาคม 2552 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 188.50 $\mu\text{g/L}$ as chrysene (ตารางที่ 7) มีค่าเฉลี่ย อยู่ในช่วง 1.51-8.68 $\mu\text{g/L}$ as chrysene (ตารางที่ 8) โดยค่าเฉลี่ยเดือนตุลาคม 2551 สูงสุด และ เดือนธันวาคม 2551 ต่ำสุด การเปลี่ยนแปลงของปริมาณปิโตรเลียมรวมในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลและท่าเรือรอบอ่าวไทยตอนบน จะมีค่าสูงในช่วงปลายปีที่ฝนตกชุกและต่ำในช่วงต้นปีที่ฝนตกชุก (ตารางที่ 8 รูปที่ 6)

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในอ่าวไทยตอนบนในระยะห่างฝั่ง 1-2 กิโลเมตรจากชายฝั่ง ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2551 มีค่าเฉลี่ย และ ค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 1.26 (0.16-12.59) $\mu\text{g/L}$

as chrysene เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 มีค่าเฉลี่ย และ ค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 0.66 (0.11-4.15) $\mu\text{g/L}$ as chrysene (ตารางที่ 9, 10) เดือนธันวาคม 2551 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเดือนกรกฎาคม 2552 บริเวณแหลมฉบังตอนใต้ มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม 2551 เท่ากับ 12.59 $\mu\text{g/L}$ as chrysene (ตารางที่ 9) ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 มีค่าสูงบริเวณอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันออกบริเวณปากแม่น้ำสายหลักทั้ง 4 และบริเวณระหว่างบางพระ-ศรีราชา-เกาะสีชัง-แหลมฉบัง (รูปที่ 7,8)

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาทั้งบริเวณชายฝั่งทะเลและท่าเรือ และ รอบอ่าวไทยตอนบน กับผลการศึกษาที่ผ่านมา (ตารางที่ 35) จะมีค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรอบอ่าวไทยตอนบนสูงกว่าที่รายงานโดย Wattayakorn (1987) เล็กน้อย แต่ต่ำกว่าในขณะที่เกิดน้ำมันรั่วไหล ที่รายงานโดย สุริศา และคณะ (2550) อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ในการศึกษาครั้งนี้ทั้งบริเวณชายฝั่งและท่าเรือและรอบอ่าวไทยตอนบน แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกระหว่างบางพระ-ศรีราชา-เกาะสีชัง-แหลมฉบัง และบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนและใกล้เคียง

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษานี้กับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง แล้ว พบว่า บริเวณชายฝั่งและท่าเรือมีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน ในทุกประเภทของการใช้ประโยชน์ทางทะเล แต่ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรอบอ่าวไทยตอนบนที่อยู่ห่างฝั่งออกไปจะอยู่ในระดับมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งสำหรับปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน คือต่ำกว่า 1-5 $\mu\text{g/L}$ as chrysene (ตารางที่ 35)

บริเวณที่ต้องมีการตรวจเฝ้าระวังปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล อย่างเข้มงวดเพื่อนำไปสู่การลดการปนเปื้อนคือ บริเวณระหว่างบางพระ-ศรีราชา-เกาะสีชัง-แหลมฉบัง และ ปากแม่น้ำท่าจีนและใกล้เคียง ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีท่าเรือแหลมฉบังและเขตทอดสมอเรือศรีราชา-เกาะสีชัง ที่มีเรือสินค้าระหว่างประเทศผ่านไป-มา ปีละประมาณ 1,506-1,699 ลำ (ตารางที่ 1) ในขณะที่สถิติเรือสินค้าระหว่างประเทศที่เข้า-ออก ท่าเรือแหลมฉบังระหว่าง พ.ศ. 2548-2551 มีถึง 6,410-8,119 ลำ และเพิ่มขึ้นทุกปี (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ยังพบว่ามีการขนถ่ายน้ำมันดิบเพื่อเข้าสู่โรงกลั่นในบริเวณนี้ เช่น โรงกลั่นไทยออยล์ โรงกลั่นเชลล์ ซึ่งมีทำให้สถิติการเกิดน้ำมันรั่วไหลครั้งใหญ่ๆจะเกิดในบริเวณนี้ทั้งสิ้น (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 36 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล บริเวณอ่าวไทยตอนบน ระหว่าง 2531-2552 (จาก สุธิดา และ คณะ, 2550; การศึกษาครั้งนี้)

ชนิดของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน	ความเข้มข้น	บริเวณ	เวลา	เอกสารอ้างอิง
total	0.018 – 5.286 µg/L	ชายฝั่งพัทธา จ. ชลบุรี ถึง จ.ตราด	พ.ศ.2531	สร้อย (2531)
total	มี.ค. 2.53±0.95 µg/L ส.ค. 1.61± 0.41 µg/L	แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง	พ.ศ.2532	เกศินี (2534)
total n-alkane	4.36 µg/L	อุตสาหกรรมตัดเหล็กเก่า บ้านหนองแพบ	พ.ศ.2534	Suthanaruk (1991)
total n-alkane	0.05-11.84 µg/L	นอกชายฝั่ง จ.ระยอง	พ.ศ.2537	กฤตยาพร (2538)
total	0.25 – 1.03 µg/L	บริเวณอ่าวบ้านเพ จ.ระยอง	พ.ศ.2543	Suwanagosoom (2001)
total	ก.พ. 0.85-1.21 µg/L พ.ค. 1.75-6.61 µg/L ส.ค. 0.97-1.86 µg/L	หมู่เกาะช้างและเกาะกูด จ.ตราด	พ.ศ.2544	สุภาวัตร และ คณะ (2545)
total	0.65-8.3 µg/L 0.07-6.50 µg/L	อ่าวไทยตอนบน อ่าวไทยตอนล่าง		Wattayakorn (1987)
	1.96-6.19 µg/L	อ.ตะกั่วป่า จ.พังงา		Wattayakorn (1989)
total	0.05-4.13 µg/L	แหลมมลายูฝั่งตะวันออก	1996	Wongnapapan et al. (1999)
total	0.04 – 48.07 µg/L	ชายฝั่ง จ.ชลบุรี และ ระยอง ขณะเกิดน้ำมันรั่วไหล		สุธิดา และ คณะ (2550)
total	0-87.95 µg/L	ชายฝั่งอ่างศิลา จ.ชลบุรี		ศศิวิมล ไชยณรงค์ (2552)

total	<0.5 µg/l <1.0 µg/l <5 µg/l	-คุณ ภาพ น้ำ ประเภท 1-3 -คุณ ภาพ น้ำ ประเภท 4 -คุณ ภาพ น้ำ ประเภท 5-6		มาตรฐาน คุณภาพน้ำชายฝั่ง กรมควบคุม มลพิษ
total	1.51-8.68 µg/l	ชายฝั่งและท่าเรือ รอบอ่าวไทย ตอนบน	2551-2552	การศึกษาครั้งนี้
	0.66-1.26 µg/l	รอบอ่าวไทย ตอนบน (ห่างฝั่ง)	2551-2552	การศึกษาครั้งนี้

2. ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในตะกอนดิน

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินในรูปที่เทียบกับสาร chrysene จะเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ได้แก่ การรั่วไหลจากโรงงานอุตสาหกรรม และ โรงกลั่นน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม จากเรือประเภทต่างๆ และจากกิจกรรมต่างๆ ในท่าเรือขนส่งสินค้า ท่าเรือประมง และ อยู่ต่อเรือ การเกิดน้ำมันรั่วไหลบริเวณพื้นที่ชายฝั่ง ทะเลของอ วไทย ตะวันออกตั้งแต่ จังหวัดชลบุรีถึงตราดในช วงตุลาคม 2547-กันยายน 2549 พบว ามีเหตุการณ์ น้ำมันรั่วไหลเกิดขึ้นทั้งสิ้น 7 ครั้ง พ.ศ. 2547 พบน้ำมันรั่วไหล 1 ครั้ง พ.ศ. 2548 พบ 2 ครั้ง พ.ศ. 2549 พบ 4 ครั้ง โดยจังหวัดชลบุรีพบน้ำมันรั่วไหล 3 ครั้ง และจังหวัดระยอง 4 ครั้ง น้ำมันรั่วไหลส วนใหญ่ มีสาเหตุ มาจากการเกิดอุบัติเหตุ และพบเป น Tar ball ตามชายหาด จากการวิเคราะห์ ปริมาณสารป โตรเลียมไฮโดรคาร์ บอนรวมที่ปนเป อนในน้ำทะเลบริเวณที่พบการรั่วไหลของน้ำมันโดยไซ วิธีฟลูออเรสเซนส สเปกโตรสโคปี พบว ามีปริมาณการปนเป อนอยู่ ในช วงระหว าง 0.04-48.07 ไมโครกรัมต อลิตร ซึ่งค าสูงเกินกว 1 เกณฑ มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลของกรมควบคุมมลพิษ ประเทศไทย (2549) สุทธิดา และคณะ (2551) จากรายงานของกรมขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี ระหว่าง พ.ศ.2551-2552 (กรมขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี, 2553) พบการรั่วไหลของน้ำมันทั้งสิ้น 14 ครั้ง ในพ.ศ.2551 พบในจังหวัดชลบุรี 3 ครั้ง ระหว่างศรีราชาถึงหาดจอมเทียน และ ในพ.ศ.2552 พบในจังหวัดชลบุรี 1 ครั้งบริเวณอ่าวอุดม ทั้งนี้การรั่วไหลของน้ำมันพบค่อนข้างถี่ในบริเวณระหว่าง ศรีราชา-เกาะสีชัง-อ่าวอุดม-แหลมฉบัง ทั้งนี้เพราะเป็นบริเวณที่มีกิจกรรม โรงกลั่นน้ำมันและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม กิจกรรมท่าเรือสินค้า กิจกรรมการขนส่งน้ำมันในทะเล อย่างหนาแน่น โดยกลุ่มอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ได้แก่ โรงกลั่นน้ำมันบริษัทไทยออยล์ จำกัด, โรงกลั่นน้ำมันบริษัทเอสโซ่ สแตนดาร์ด ประเทศไทย (มหาชน)

จำกัด และโรงกลั่นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานบริษัทไทยลูบเบส จำกัด คลังเก็บน้ำมันปิโตรเลียม 3 แห่ง ได้แก่ คลังเก็บน้ำมันของบริษัทไทยออยล์ จำกัด, คลังเก็บน้ำมันของบริษัทเอสโซ่สแตนดาร์ด ประเทศไทย (มหาชน) จำกัด และคลังเก็บน้ำมันของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย และ คลังเก็บก๊าซแอลพีจี ซึ่งเป็นก๊าซหุงต้ม 3 แห่งคือของบริษัท ไทยออยล์ จำกัด, บริษัท เอสโซ่สแตนดาร์ด (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) และการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (จาก เทศบาลแหลมฉบัง, 2553)

จุมพล สงวนสิน และ คณะ (2548) รายงานปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินบริเวณอ่าวบ้านเพ มีค่าเฉลี่ย 1.53+-2.39 ไมโครกรัม/กรัม จิราณีย์ ไชยปวิวงศ์ (2544) รายงานปริมาณ PAHs ที่มีจำนวนวงแหวน 2-6 วง รวม chrysene โดยมีค่าปริมาณ PAHs รวมที่ผิวหน้าตามลำน้ำท่าจีน เท่ากับ 0.22-1.52 ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง เฉลี่ย 0.62 ไมโครกรัม/กรัม (chrysene มีวงแหวน 6 เหลี่ยม 2 วง) วราภรณ์ ศรีมูล (อ้างจาก จิราณีย์ ไชยปวิวงศ์ (2544) รายงานปริมาณสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในตะกอนผิวหน้าดินอ่าวศรีราชา จ.ชลบุรี พบปริมาณรวมอยู่ในช่วง 1.31-3.59 ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง โดยมีค่าเฉลี่ย 2.44±0.73 ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง

เมื่อเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินที่เทียบกับมาตรฐานโครซินเช่นเดียวกัน ในการศึกษารั้งนี้พบว่ามีความเพิ่มขึ้นกว่าทุกรายงานที่กล่าวแล้ว ถึงแม้ว่าจะยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเดียวกันในต่างประเทศ แต่ก็ยังสูงกว่าร่างค่ามาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษได้เสนอเพื่อที่จะจัดทำเป็นค่ามาตรฐานสำหรับประเทศไทยต่อไป (ตารางที่ 36)

ตารางที่ 37 ค่ามาตรฐานและร่างค่ามาตรฐานโครซินในตะกอนดินในต่างประเทศและร่างค่ามาตรฐานในประเทศไทย จาก กรมควบคุมมลพิษ (2553)

สารเคมี	มาตรฐานของต่างประเทศ	(µg/kg dry wt.)
โครซิน	อเมริกา (ERL/ERM)	384 / 2,800
	อเมริกา (TEC/PEC)	166 / -
	ออสเตรเลีย-นิวซีแลนด์ (ISQV-Low/ISQV-high)	384/2,800
	NOAA/(ERL/ERM)	384/2800
	FDEP(TEL/PEL)	108/846
	AET	1,400/6,700
	กรมควบคุมมลพิษ*	<166
	การศึกษารั้งนี้ (ธันวาคม 2551และกรกฎาคม2552)	314-386

3. ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในเนื้อเยื่อหอยสองฝา

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในเนื้อเยื่อหอยสองฝาในการศึกษารุ่นนี้จะมีการทำการศึกษาบริเวณเกาะสีชังและศรีราชาที่พบมีการปนเปื้อนของน้ำมันที่เกิดรั่วไหลหลายครั้งในรอบหลายปีที่ผ่านมา (ตารางที่ 3) พบว่าปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ที่เกาะสีชัง มีค่าต่ำกว่าศรีราชา (ตารางที่ 32) ในขณะที่พบว่าเดือนกรกฎาคม 2552 หอยแมลงภู่ทั้งที่เกาะสีชังและศรีราชามีค่าสูงกว่าเดือนธันวาคม 2551 คาดว่าเป็นเพราะอยู่ในช่วงที่หอยแมลงภู่เจริญพันธุ์อาจมีการสะสมปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในไขมันของอวัยวะสืบพันธุ์มากกว่าในช่วงเดือนธันวาคม 2551 ที่หอยจะมีขนาดเล็กและบางส่วนจะปล่อยไข่และน้ำเชื้อออกไปแล้ว

สำหรับปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่พบในหอยกระปุกที่เกาะสีชังพบว่ามีความสูงในเดือนกรกฎาคม 2552 มากกว่าเดือนธันวาคม 2551 เช่นเดียวกับหอยแมลงภู่

เมื่อเทียบกับผลการศึกษาของ ศศิวิมล ไชยณรงค์ (2551) ที่วิเคราะห์ในเนื้อเยื่อหอยนางรมพบว่าผลการศึกษารุ่นนี้มีค่าต่ำกว่ามาก (ตารางที่ 37) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นหอยสองฝาดังชนิดและต่างบริเวณกันทำให้มีค่าแตกต่างกันมาก

ตารางที่ 38 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในเนื้อเยื่อหอยสองฝา ที่พบในประเทศไทย

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวม	หมายเหตุ
หอยนางรม (อ่างศิลา) 0-3.94 ไมโครกรัม/กรัม	ศศิวิมล ไชยณรงค์, 2551
หอยแมลงภู่ 8.52-51.25 ($\mu\text{g}/\text{gm}$ dry weight as Chrysene)	การศึกษารุ่นนี้
หอยกระปุก 11.07-12.22 ($\mu\text{g}/\text{gm}$ dry weight as Chrysene)	

4. สัตว์หน้าดินรอบอ่าวไทยตอนบน

ในเดือนธันวาคม 2551 (ตารางที่ 33) สัตว์หน้าดินกลุ่มไส้เดือนทะเล บ่อยที่สุด รองลงไปคือกลุ่มหอยสองฝา และกลุ่มอื่นๆตามในตารางที่ 33 เดือนกรกฎาคม 2552 ยังพบกลุ่มไส้เดือนทะเลบ่อยที่สุดเช่นเดิม รองลงไปคือกลุ่มหอยสองฝา และกลุ่มอื่นๆคล้ายคลึงกับที่พบในเดือนธันวาคม 2551 (ตารางที่ 33) แต่เดือนกรกฎาคม 2552 จะพบในแต่กลุ่มบ่อยกว่าในเดือนธันวาคม 2551 จำนวนกลุ่มรวมของสัตว์หน้าดินทั้ง 2 เดือนที่ออกเก็บตัวอย่างใกล้เคียงกัน โดยจำนวนกลุ่มรวมเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุด เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 เท่ากับ 3 (1-6) และ 3 (1-5) กลุ่มตามลำดับ (ตารางที่ 34) ค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุดของความหนาแน่นรวมของสัตว์หน้าดินรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 เท่ากับ 139.06 (16.72-501.67)

และ 97.83 (16.72-576.92) ตัว/ตารางเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 34) โดยค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมของสัตว์หน้าดินในเดือนธันวาคม 2551 จะสูงกว่าเดือนกรกฎาคม 2552 เล็กน้อย ค่าเฉลี่ยและค่าต่ำสุด-สูงสุดของมวลชีวภาพรวมของสัตว์หน้าดินในเดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 เท่ากับ 32.68 (0.70-226.12) และ 32.54 (0.20-221.50) กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองเดือน

การกระจายของจำนวนกลุ่มรวมของสัตว์หน้าดินบริเวณอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 (รูปที่ 30) จะมีค่าสูงบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงถึงหน้าพญา และ ระหว่างแหลมผักเบี้ยถึงชะอำ และ เดือนกรกฎาคม 2551 จะมีค่าสูงในบริเวณทิศตะวันตกของเกาะสีชัง แหลมฉบังและระหว่างแหลมผักเบี้ยถึงหน้าหัวหิน (รูปที่ 30) การกระจายของความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 ต่างจากเดือนกรกฎาคม 2552 โดยในเดือนธันวาคม 2551 มีค่าสูงสุดบริเวณใกล้ปากแม่น้ำเพชรบุรีไปทางแหลมผักเบี้ยและหาดเจ้าสำราญ (รูปที่ 31) ในขณะที่เดือนกรกฎาคม 2552 มีค่าสูงสุดที่ปากแม่น้ำท่าจีน และบริเวณใกล้เคียง (รูปที่ 31) สำหรับการกระจายของค่ามวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินรอบอ่าวไทยตอนบนเดือนธันวาคม 2551 จะมีค่าสูงสุด 2 บริเวณคือระหว่างแหลมผักเบี้ยถึงหัวหิน (รูปที่ 32) และ เดือนกรกฎาคม 2552 บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน และบริเวณระหว่างบางพระ-ศรีราชา-ด่านใต้เกาะสีชัง (รูปที่ 32)

สำหรับสัตว์หน้าดินรอบอ่าวไทยตอนบน ทั้งชนิด จำนวนกลุ่มรวม ความหนาแน่นรวม และ มวลชีวภาพรวมระหว่างเดือนธันวาคม 2551 และ เดือนกรกฎาคม 2552 ใกล้เคียงกัน โดยในเดือนธันวาคม 2551 จะมีค่าต่างๆดังกล่าวสูงกว่าเดือนกรกฎาคม 2552 เล็กน้อย และบริเวณที่มีความสมบูรณ์ในแง่จำนวนกลุ่มรวม ความหนาแน่นรวมและมวลชีวภาพรวมสูงสุดทั้งสองเดือนได้แก่ บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง-บางพระ-ศรีราชา, ปากแม่น้ำท่าจีนและใกล้เคียง และ ปากแม่น้ำเพชรบุรี ถึง หน้าหัวหิน

5. คุณภาพน้ำทั่วไป

คุณภาพน้ำทั่วไปที่ทำการศึกษาร่วมกัน ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ pH ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรท ไนเตรท ฟอสเฟต ซิลิเกต ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และ ซี และ ปริมาณตะกอนแขวนลอย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552 พบว่าส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 38) แต่คุณภาพน้ำในเดือนกรกฎาคม 2552 ค่อนข้างสูงกว่าเดือนธันวาคม 2551 ในบางพารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรท ไนเตรท ฟอสเฟต ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และซี ซึ่งคาดว่าจะจะเป็นเพราะมีการชะล้างอินทรีย์สารและสารอื่นๆจากแผ่นดินลงสู่อ่าวไทยตอนบน ผ่านทางปากแม่น้ำสายหลักรอบอ่าวไทยตอนบน

ตารางที่ 39 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552

พารามิเตอร์	เดือนธันวาคม 2551	เดือนกรกฎาคม 2552
Temperature (celcius)	25.4 (24.6-26.4)	29.26 (25.48-34.6)
Salinity (psu)	33.1 (29.9-33.9)	28.68 (15.40-34.58)
DO (mg/L)	4.80 (2.90-6.30)	4.19 (1.18-6.54)
pH	8.20 (7.70-8.20)	8.12 (7.87-8.34)
แอมโมเนีย (μM)	1.15 (nd – 6.50)	6.31 (nd-24.72)
ไนโตรท (μM)	0.48 (nd – 0.88)	0.60 (nd-4.37)
ไนเตรท (μM)	1.60 (0.89-3.18)	1.77 (nd-11.72)
ฟอสเฟท (μM)	0.50 (0.02-2.52)	0.58 (0.06-8.53)
ซิลิเกต (μM)	22.64 (4.34-51.62)	13.86 (0.56-39.31)
คลอโรฟิลล์ เอ (mg/cu.m)	0.308 (0.0-3.037)	0.422 (0.001-3.271)
คลอโรฟิลล์ บี (mg/cu.m)	0.074 (0.0-0.509)	0.136 (0.001-0.651)
คลอโรฟิลล์ ซี (mg/cu.m)	0.076 (0.0-0.343)	0.163 (0.001-0.871)
ปริมาณตะกอนแขวนลอย (mg/L)	44.8 (7.8-55.4)	18.3 (3.6-151.8)







6. คุณภาพตะกอนดิน พื้นที่รอบอ่าวไทยตอนบน

ปริมาณซัลไฟด์ ปริมาณอินทรีย์สารและปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ในตะกอนดินรอบอ่าวไทยตอนบนจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของเสียในรูปอินทรีย์สารที่ถูกระบายจากบนแผ่นดิน รวมถึงการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น น้ำเปลี่ยนสี จะเป็นต้นเหตุให้เกิดการสะสมของปริมาณอินทรีย์สารในตะกอนดินและถ้าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบริเวณนั้นลดลงก็จะทำให้เกิดซัลไฟด์ในชั้นตะกอนดินที่อยู่ใต้ผิวน้ำดินได้ ปริมาณซัลไฟด์ ปริมาณอินทรีย์สาร และ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ในตะกอนดินรอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 สูงกว่าเดือนกรกฎาคม 2552 (ตารางที่ 39) ในเกือบทุกจุดเก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 25, 27, 29)

ขนาดตะกอนเฉลี่ยที่ทำการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงลักษณะของตะกอนดินพื้นที่ทะเลพบว่าเป็นเกือบทั้งอ่าวไทยตอนบน ยกเว้นบางบริเวณของอ่าวไทยฝั่งตะวันออกได้แก่ เกาะสีชังฝั่งตะวันออก พัทลุงถึงหน้าสัดหีบและอ่าวไทยตอนกลาง (ตารางที่ 31) มีลักษณะพื้นทะเลเป็นโคลนถึงทรายละเอียด (ตารางที่ 39) จึงทำให้เกิดสะสมและกักเก็บของเสียในรูปต่างได้มาก โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำที่จะเกิดขบวนการตกตะกอนของสารต่างๆเมื่อน้ำจืดไหลออกทะเล

ตารางที่ 40 เปรียบเทียบคุณภาพตะกอนดิน รอบอ่าวไทยตอนบน เดือนธันวาคม 2551 และเดือนกรกฎาคม 2552

พารามิเตอร์	เดือนธันวาคม 2551	เดือนกรกฎาคม 2552
ปริมาณซัลไฟด์ในตะกอนดิน ($\mu\text{mole/gm}_{\text{H}_2\text{S}}$)	2,892 (405-8,106)	2,421 (65-7,295)
ปริมาณอินทรีย์สาร (%)	2.11 (0.15-4.07)	2.08 (0.19-4.63)
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%)	1.23 (0.09-2.37)	1.21 (0.11-2.69)
ขนาดตะกอนเฉลี่ย	โคลน-ทรายละเอียด	โคลน-ทรายละเอียด

	
<p>ปากแม่น้ำท่าจีน: โคลน</p>	<p>ปากแม่น้ำแม่กลอง: โคลน</p>
	
<p>ปากแม่น้ำเจ้าพระยา: โคลน</p>	<p>ปากแม่น้ำบางปะกง : โคลน</p>
	
<p>หัวหิน : ทรายละเอียด</p>	<p>แหลมฉบัง: โคลนปนทรายละเอียด</p>

	
<p>กลางอ่าวไทยระหว่างศรีราชา-เพชรบุรี : โคลน</p>	<p>กลางอ่าวไทยระหว่างเกาะคราม-หัวหิน : โคลน ปนทรายละเอียด</p>

รูปที่ 33 ลักษณะตะกอนดิน อ่าวไทยตอนบน พ.ศ.2552

7. สรุปรูปปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน พารามิเตอร์ด้านสิ่งแวดล้อมและค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งของประเทศไทย

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลรอบอ่าวไทยตอนบนจะมีค่าสูงบริเวณชายฝั่งและท่าเรือมากกว่าที่ห่างฝั่งออกไป บริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกมีค่าสูงกว่าบริเวณอื่นๆ และช่วงปลายปีจะมีค่าสูงกว่าช่วงอื่นๆของปี และปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตะกอนดินก็มีค่าสูงในบริเวณชายฝั่งและท่าเรือบริเวณฝั่งทะเลตะวันออกเช่นเดียวกับในน้ำทะเล สำหรับปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในหอยสองฝาเนื่องจากศึกษาเฉพาะบริเวณเกาะสีชังและศรีราชาจึงอาจไม่สามารถเทียบกับรายงานที่เคยมีผู้ศึกษาไว้ได้ อย่างไรก็ตามการที่บริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยมีปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนทั้งในน้ำทะเลและตะกอนดินสูงกว่าบริเวณอื่นๆนั้นเนื่องมาจากการที่มีกิจกรรมเช่น ท่าเรือขนส่งทางทะเล โรงกลั่นน้ำมัน ท่าเรือพาณิชย์ต่างๆ ตลอดจนมีเรือประมงในบริเวณนี้เป็นจำนวนมาก อันสืบเนื่องมาจากการที่มีท่าเรือประมงขนาดใหญ่จำนวนมาก ตั้งแต่ อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี อ่างศิลา บางพระ ศรีราชา อ่าวอุดม แหลมฉบัง พัทยา สัตหีบ และ มาบตาพุด ซึ่งล้วนแต่เป็นแหล่งปล่อยน้ำมันและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับน้ำมันลงสู่น้ำทะเลชายฝั่งทั้งสิ้น สำหรับคุณภาพน้ำทะเล ความหนาแน่นและชนิดของสัตว์หน้าดินรอบอ่าวไทยตอนบน จะอยู่ในช่วงที่เคยมีการรายงานเป็นส่วนใหญ่ยกเว้นบางบริเวณเช่น ศรีราชา ที่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งในบางบริเวณ และ สัตว์หน้าดินมีความหนาแน่นและชนิดลดลงเมื่อเทียบกับรายงานที่ผ่านมา

การศึกษาครั้งนี้ให้ผลชัดเจนว่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งและท่าเรือของอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันออกในบางบริเวณมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน โดยแหล่งกำเนิดจะมาจากเรือประมง เรือขนส่งสินค้า และกิจกรรมบนท่าเรือในบริเวณใกล้เคียงทั้งสิ้น

เอกสารอ้างอิง

- ปัญจรัตน์ วงศ์ภาพรรณ, 2539. ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำและดินตะกอนจากอ่าวไทยตอนล่าง 66 หน้า
- วาสนา สุวัฒน์นันทน์, 2542. การสะสมของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอนและปลาตีนบริเวณเอสทูรีแม่น้ำท่าจีน คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 38 หน้า
- สมภพ รุ่งสุภา, 2542. สถานภาพปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2537 – 2539 การประชุมทางวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25 ระหว่าง วันที่ 19-21 ตุลาคม พ.ศ.2542
- นฤมล กรณิณันท์, 2550. การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในน้ำทะเล บริเวณอ่าวไทยตอนบน รายงานวิชาการ ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน จังหวัดสมุทรสาคร กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
- สมภพ รุ่งสุภา และ กัลยา วัฒยากร, 2551. การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณเกาะสีชังจังหวัดชลบุรี การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล พ.ศ.2551. วันที่ 25-27 สิงหาคม, โรงแรมเมโทรโพล จังหวัดภูเก็ต
- วีระยุทธ รักษาศักดิ์ ชชนันัฐ ภัทรสถาพรสกุล วราภรณ์ ศรีมูล และ ฉัทธีรา สมารักษ์, 2551. การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบน คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศจันทบุรี
- กนกวรรณ ขาวค้อน สุริยัน ชาญกิจจานุกิจ และ วีระยุทธ รักษาศักดิ์ , 2552. การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47: สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระหว่างวันที่ 17-20 มีนาคม 2552 กรุงเทพฯ หน้าที่ 229-235.
- สุธิดา กาญจน์อดิเรกถาก, สุภวัตร กาญจน์อดิเรกถาก, สุภฤกษ์ ราชมณี และ มิคมิินทร์ จารุจินดา, 2550. สถานการณ์น้ำมันรั่วไหลบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย.
- ศศิวิมล ไชยณรงค์, 2551. สารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล ตะกอนดิน แพลงก์ตอน และหอยนางรม บริเวณชายฝั่งอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ วท.ม (เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล 117 หน้า
- Suthida Suwanagosoom, Chumlong Arunlertaree, Patana Thavipoke and Joompol Sanguansin, 2008, Accumulation of Total Petroleum Hydrocarbon in Marine Food Chain around Phe Bay, Rahong Province.