

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของ PAHs ในตะกอนดินบริเวณพื้นที่จอดเรือทอดสมอ เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ตะกอนดินผิวหน้าจำนวน 24 สถานี (ทั้งหมด 24 ตัวอย่าง)

ช่วงที่ 2 ตะกอนดินแนวติ่งจำนวน 2 สถานี (ทั้งหมด 33 ตัวอย่าง)

พร้อมทั้งผลการหาค่าประกอบที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลักษณะของตะกอนดิน (Texture) ปริมาณน้ำในตะกอนดิน (Water Content) ค่า pH ค่า Eh และปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน (%OC) ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ลักษณะทั่วไปทางกายภาพและเคมีของตะกอนดิน

ตัวอย่างตะกอนดินผิวหน้าจำนวน 24 สถานีเก็บจากบริเวณพื้นที่จอดเรือทอดสมอ เกาะสีชัง ซึ่งอยู่ระหว่างอำเภอสีราขาและเกาะสีชังด้วย Van veen grab และเก็บตะกอนดินแนวติ่งด้วย Core sampler จำนวน 2 สถานี (สถานีที่ 7 และ 10 จำนวนตัวอย่างรวม 33 ตัวอย่าง)

ลักษณะของตะกอนดินบริเวณพื้นที่จอดเรือทอดสมอเกาะสีชังส่วนใหญ่เป็น Clayey silt ยกเว้นในสถานีที่ 1 ที่มีลักษณะเป็น Silty sand สถานีที่ 4 สถานีที่ 11 สถานีที่ 12 สถานีที่ 20 สถานีที่ 21 และสถานีที่ 24 มีลักษณะเป็น Sandy silt สถานีที่ 6 มีลักษณะเป็น Clayey sand สถานีที่ 18 มีลักษณะเป็น Sandy clay และสถานีที่ 19 มีลักษณะเป็น Sand ตามลำดับ (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.1)

ค่า pH มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.53 ค่า Eh มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ - 80 (แสดงให้เห็นลักษณะตะกอนที่อยู่ในสภาวะออกซิเจนต่ำ หรือไร้ออกซิเจนในบางสถานี) ปริมาณน้ำในตะกอนดิน (ร้อยละความชื้น) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.9 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน (% OC) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.45 เปอร์เซ็นต์

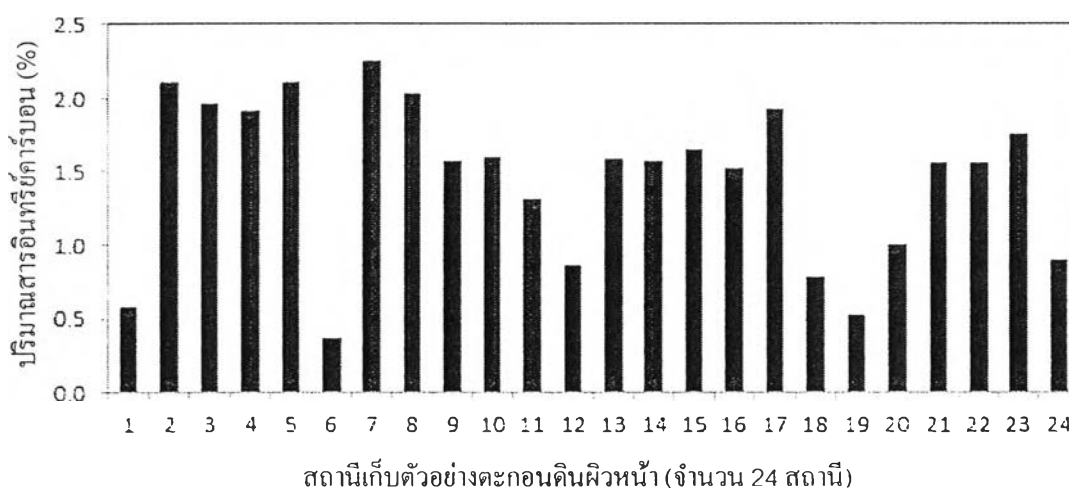
สรุปลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของตะกอนดินผิวน้ำดังตารางที่ 4.1 (รายละเอียดการหาลักษณะของตะกอนดินดังแสดงในตารางที่ ก.1 ภาคผนวก ก)

ตารางที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของตัวอย่างตะกอนดินผิวน้ำ

สถานีเก็บตัวอย่าง	pH	Eh	Sediment Texture	ร้อยละความชื้น (ปริมาณน้ำในตะกอนดิน)	ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน (%)
1	7.71	-25	Silty sand	21.7	0.57
2	7.87	-132	Clayey silt	56.0	2.10
3	7.61	-118	Clayey silt	56.8	1.96
4	7.74	-107	Sandy silt	56.4	1.91
5	7.64	-131	Clayey silt	59.4	2.10
6	7.85	-65	Clayey sand	22.6	0.36
7	7.44	-135	Clayey silt	57.9	2.24
8	8.01	-187	Clayey silt	57.9	2.02
9	7.51	-57	Clayey silt	49.0	1.57
10	7.87	-118	Clayey silt	48.1	1.60
11	7.27	-100	Sandy silt	47.7	1.31
12	7.28	-64	Sandy silt	41.5	0.86
13	7.36	-99	Clayey silt	60.5	1.58
14	7.46	-59	Clayey silt	61.2	1.57
15	7.55	-80	Clayey silt	59.8	1.65
16	7.52	55	Clayey silt	56.7	1.52
17	7.53	-20	Clayey silt	60.9	1.92
18	7.40	34	Sandy clay	34.7	0.78
19	7.43	-76	Sand	25.8	0.52
20	7.33	-62	Sandy silt	44.5	1.00
21	7.38	-100	Sandy silt	58.1	1.56
22	7.30	-64	Clayey silt	51.8	1.56
23	7.42	-131	Clayey silt	65.3	1.75
24	7.21	-87	Sandy silt	42.5	0.90
เฉลี่ย	7.53	-80		49.9	1.45

ลักษณะของตะกอนดินมีผลต่อการดูดซับสารอินทรีย์และ PAHs โดยตะกอนที่มีอนุภาคขนาดเล็ก เช่น Clay จะสามารถดูดซับสารต่างๆ ได้มากกว่า รวมทั้งพบปริมาณสารอินทรีย์มากกว่าในตะกอนดินที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า เช่น Sand ที่มีพบปริมาณสารอินทรีย์น้อยกว่า ดังนั้นขนาดตะกอนดินจึงเป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วยเสมอในการวิเคราะห์สารอินทรีย์และ PAHs ในตะกอนดินผิวน้ำ

การกระจายของสารอินทรีย์คาร์บอน (%OC) ในตัวอย่างตะกอนดินผิวน้ำ (รูปที่ 4.1) แสดงให้เห็นว่าบริเวณสถานีที่ 7 เป็นบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุด รองลงมาคือ สถานีที่ 2 และสถานีที่ 5 ตามลำดับ โดยปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนที่ตรวจพบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.45 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนที่ตรวจพบส่วนใหญ่มีค่าอยู่ที่ประมาณ 1.5 – 2.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลักษณะเนื้อดินทั่วไปในบริเวณนี้เป็นเนื้อดินที่มีทรายเป็นส่วนประกอบสูง (ยกตัวอย่างเช่น สถานีที่ 6 สถานีที่ 19 และสถานีที่ 1 ตามลำดับ ที่ตรวจพบเปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์คาร์บอนมีค่า 0.36 0.52 และ 0.57 ตามลำดับ ซึ่งเป็นสถานีที่มีปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนน้อยที่สุดและน้อยรองลงมา ตามลำดับ) โดยจะมีปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนต่ำกว่าสถานีที่มีลักษณะเนื้อดินที่มีซิลต์และโคลนเป็นส่วนประกอบ



รูปที่ 4.1 การกระจายของสารอินทรีย์คาร์บอนในตัวอย่างตะกอนดินผิวน้ำ

4.2 ผลการวิเคราะห์ PAHs ในตะกอนดิน โดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี

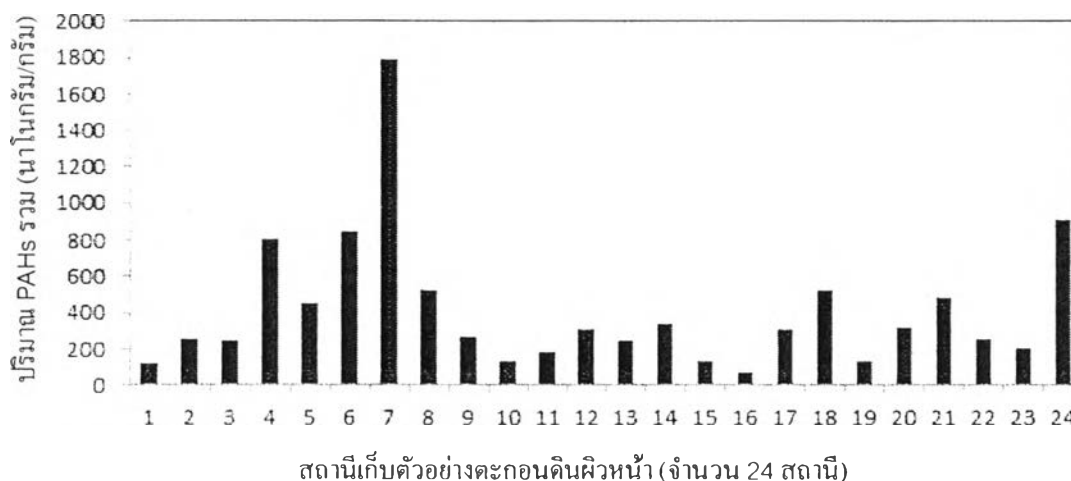
การวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์ PAHs จากตัวอย่างตะกอนดินโดยทำการแยก PAHs ออกจากสารละลายที่สกัดได้ด้วยซิลิกาเจล - อะลูมินา คอลัมโครมาโทกราฟี (โดยแฟรคชันที่ 2 เป็นแอโรมาติกไฮโดรคาร์บอน) ซึ่งทำการตรวจวิเคราะห์โดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี คอลัมน์ที่ใช้เป็นแบบคัปิลลารีที่เคลือบด้วย Liquid phase SE (HP - 5) และตัวตรวจวัดที่เลือกใช้เป็นแบบเฟลมไอโอไนเซชัน (FID)

4.2.1 เปอร์เซนต์คืนกลับ (% Recovery)

การหาเปอร์เซนต์คืนกลับซึ่งเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีการสกัดสามารถหาได้จากสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนที่เติมลงไปในตัวอย่งตะกอนดินก่อนการสกัด (Surrogate standard) เพื่อเป็นตัวแทนการหาเปอร์เซนต์คืนกลับ โดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้สารละลายมาตรฐาน 9,10-ไดไฮโดรแอนทราซีนเป็นตัวแทน (Surrogate standard) ในการหาเปอร์เซนต์คืนกลับของ PAHs ซึ่งในการสกัดตลอดการดำเนินการวิจัยมีเปอร์เซนต์คืนกลับอยู่ในช่วง 73 - 144 เปอร์เซนต์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88 ± 11 เปอร์เซนต์

4.2.2 ชนิดและปริมาณของ PAHs ในตะกอนดินผิวหน้า

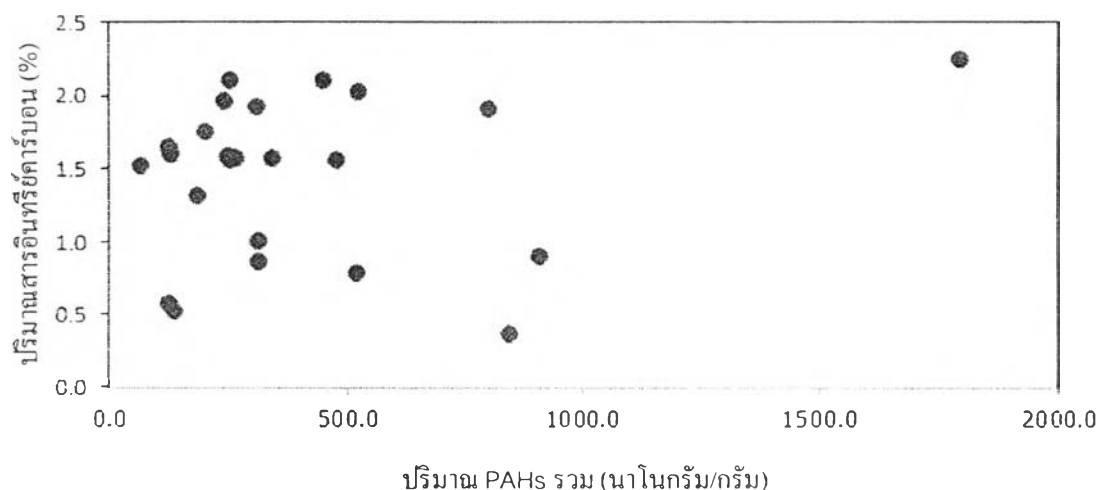
ผลการวิเคราะห์ PAHs โดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีของตัวอย่างตะกอนดินผิวหน้าทุกตัวอย่างพบการปนเปื้อน PAHs โดยการวิจัยนี้ทำการศึกษาชนิดและปริมาณ PAHs รวม 16 ชนิด ตามรายการของ US EPA ได้แก่ แนพทาลีน (Naph) อะซีแนพทีลีน (Aci) อะซีแนพทีน (Ace) ฟลูออรีน (Fl) ฟีนันทรีน (Ph) แอนทราซีน (An) ฟลูออแรนทีน (Fla) ไพรีน (Py) เบนซ[เอ]แอนทราซีน (BaA) ไครซีน (Chr) เบนโซ[บี]ฟลูออแรนทีน (BbF) เบนโซ[เค]ฟลูออแรนทีน (BkF) เบนโซ[เอ]ไพรีน (BaP) อินดีโน[1,2,3-ซีดี]ไพรีน (IP) ไดเบนโซ[เอ เอช]แอนทราซีน (DBA) และเบนโซ[จีเอชไอ]เพอริลีน (BghiP) ซึ่งรายละเอียดของปริมาณ PAHs รวม (16 ชนิด) ที่ตรวจพบในตะกอนดินผิวหน้า ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และแสดงรายละเอียดของ PAHs แต่ละชนิดที่พบในรายสถานี้ดังแสดงในตารางที่ ข.1 ภาคผนวก ข



รูปที่ 4.2 การกระจายของ PAHs รวม (16 ชนิด) ในตะกอนดินผิวหน้า

ปริมาณ PAHs ที่ตรวจพบในตะกอนดินผิวหน้าจำนวน 24 ตัวอย่าง พบว่ามีความเข้มข้นของ PAHs รวม 16 ชนิด อยู่ในช่วงตั้งแต่ 65.2 นาโนกรัมต่อกรัม (สถานีที่ 16) ถึง 1,794.1 นาโนกรัมต่อกรัม (สถานีที่ 7) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการขนถ่ายถ่านหินจากเรือใหญ่สู่เรือลากจูง) ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการปนเปื้อน PAHs ในบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทยที่เคยรายงาน PAHs ที่มีจำนวนวงแหวนเบนซีน 4 – 6 วง มีสัดส่วนสูงมากถึงร้อยละ 90 ของปริมาณ PAHs รวม โดยพบปริมาณความเข้มข้นของไดเบนโซ[เอเอช]แอนทราซีน > เบนโซ[บี]ฟลูออแรนทีน > เบนโซ[จีเอชไอ]เพอร์ลิซีน > เบนโซ[เอ]ไพรีน > ฟลูออแรนทีน ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่า PAHs ตัวอื่นเกือบทุกตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของ PAHs (นาโนกรัม/กรัม) กับปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน (%) ในตัวอย่างตะกอนดินผิวหน้า พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างเด่นชัด อาจเนื่องจากปริมาณของ PAHs ในตัวอย่างตะกอนดินตามที่รายงาน (PAHs 16 ชนิด) เป็นเพียงส่วนหนึ่งของ PAHs ทั้งหมดที่สะสมอยู่ในตะกอนดิน รวมทั้งแหล่งที่มาของอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดินที่มาจากแหล่งอื่นด้วย เช่นจากฝุ่นผงแป้งมันสำปะหลัง และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรอื่นๆ ที่มีการขนถ่ายในบริเวณนี้ ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ PAHs รวมกับปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนในตัวอย่างตะกอนดินได้ไม่ชัดเจน อย่างไรก็ตามบริเวณสถานีที่ 7 ซึ่งเป็นสถานีที่พบปริมาณสารอินทรีย์สูงสุดก็ยังเป็นตำแหน่งเดียวกันที่พบว่ามีปริมาณรวมของ PAHs สูงสุดเช่นกัน



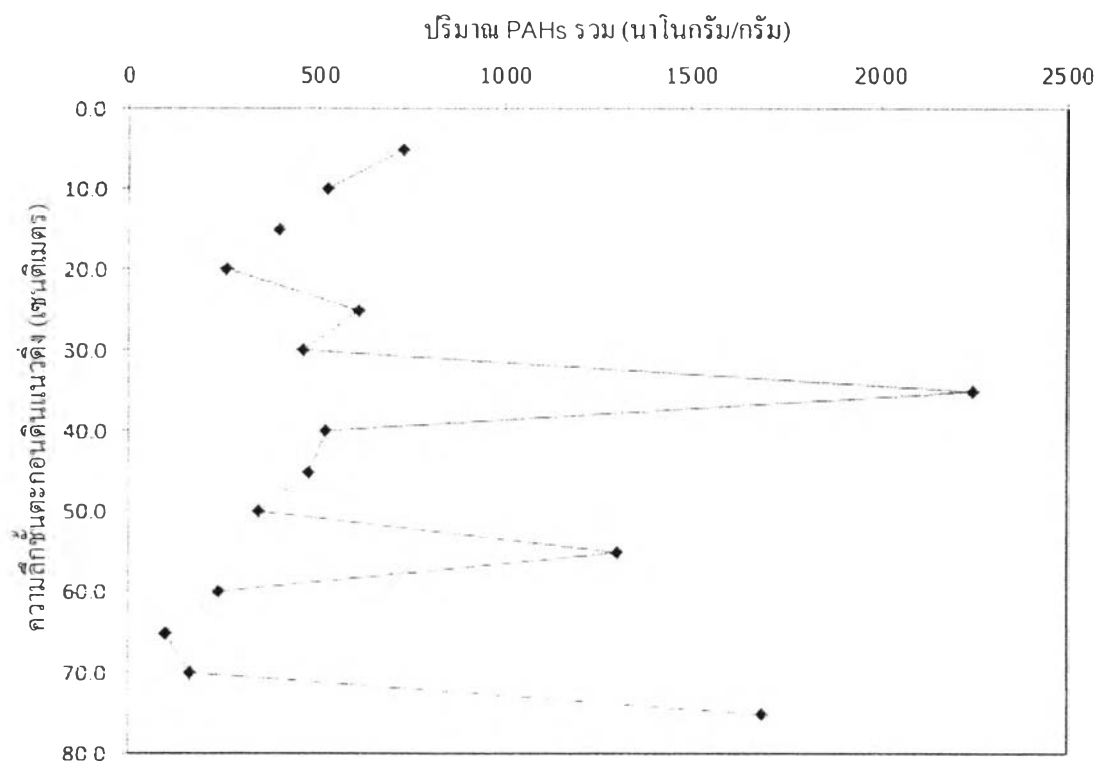
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง PAHs กับสารอินทรีย์คาร์บอน ในตะกอนดินผิวน้ำ

4.2.2 ชนิดและปริมาณของ PAHs ในแท่งตะกอนดินตามแนวตั้ง

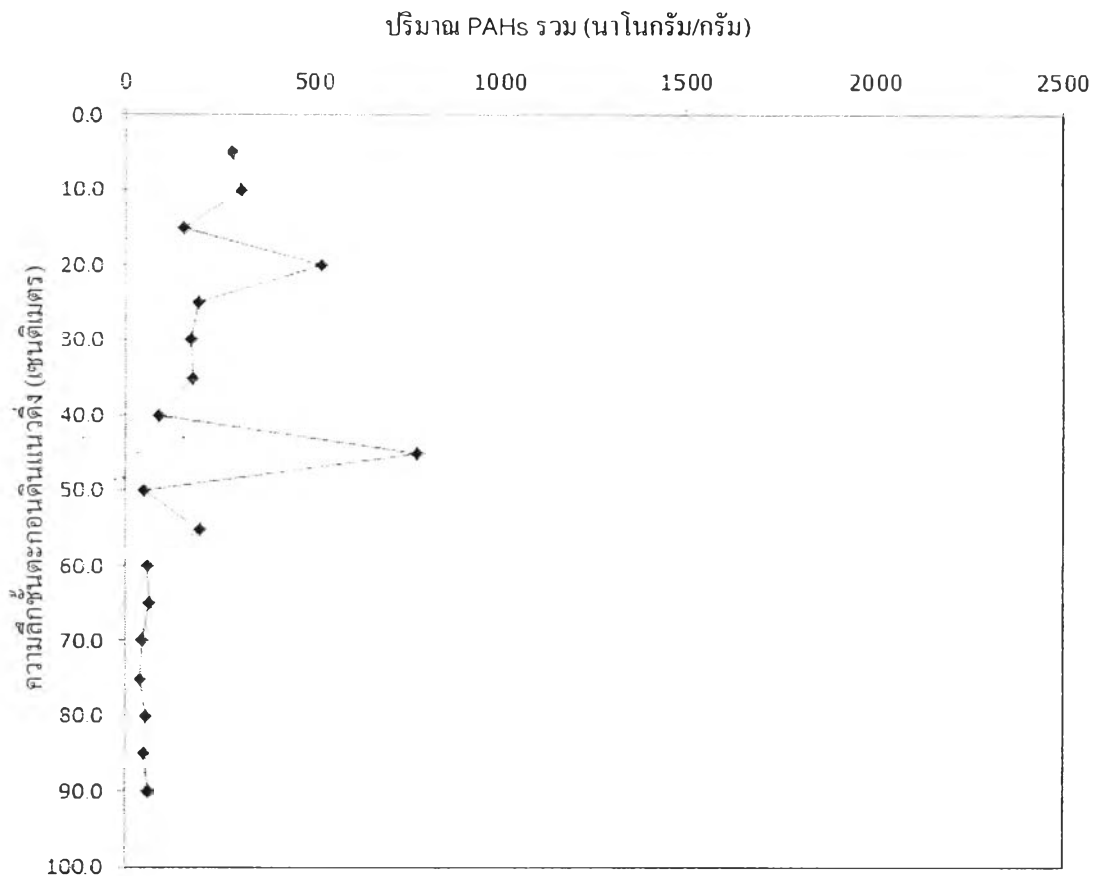
ผลการวิเคราะห์ PAHs โดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีของตัวอย่างแท่งตะกอนดินแนวตั้ง โดยการแบ่งแท่งตะกอนออกเป็นชั้นๆตามความลึก (ชั้นละ 5 เซนติเมตร) ทุกตัวอย่างพบการปนเปื้อนของ PAHs โดยการวิจัยนี้ทำการศึกษาชนิดและปริมาณ PAHs รวม (16 ชนิด) ตะกอนดินแนวตั้งจำนวน 2 สถานี ประกอบด้วยสถานีที่ 7 และสถานีที่ 10 ตามรายละเอียดในตารางที่ ข.2 ภาคผนวก ข และตารางที่ ข.4 ภาคผนวก ข ตามลำดับ

สถานีที่ 7 เป็นสถานีที่อยู่บริเวณเกาะสี่ซึ่งทิศตะวันออก (กลางร่องน้ำ) ซึ่งบริเวณสถานีที่ 7 เป็นบริเวณที่มีการขนถ่ายถ่านหินจากเรือใหญ่สู่เรือลากจูง โดยพบว่ามีปริมาณสูงที่สุดในการตรวจวิเคราะห์ตะกอนดินผิวน้ำ สามารถเก็บตะกอนดินได้ลึก 75 เซนติเมตร โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนดินตามระดับความลึกทุกๆ 5 เซนติเมตร รวมทั้งสิ้น 15 ตัวอย่าง โดยมีปริมาณ PAHs ที่ตรวจพบอยู่ในช่วงความเข้มข้นของ PAHs รวม 16 ชนิด อยู่ในช่วงตั้งแต่ 99.1 นาโนกรัมต่อกรัม (ที่ความลึก 60 – 65 เซนติเมตร) จนถึง 2,247.2 นาโนกรัมต่อกรัม (ที่ความลึก 30 – 35 เซนติเมตร) ลักษณะการกระจายของ PAHs รวมตามแนวตั้งบ่งบอกให้เห็นการปนเปื้อนของ PAHs มาตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน โดยการปนเปื้อนในแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกันบ้างตามความระมัดระวังในการขนถ่ายถ่านหินจากเรือใหญ่สู่เรือเล็ก ซึ่งพบว่ามีกหกล่นและมีการฟุ้งกระจายของผงถ่านหินตลอดเวลาที่มีกิจกรรมดังกล่าว

สถานีที่ 10 เป็นสถานีที่อยู่บริเวณกลางร่องน้ำหน้าเกาะสี่ซัง – ศรีราชา (แนวเกาะขามใหญ่) สามารถเก็บตัวอย่างตะกอนดินได้ 90 เซนติเมตร โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนดินทุกๆ 5 เซนติเมตร รวมทั้งสิ้น 18 ตัวอย่าง โดยมีปริมาณ PAHs ที่ตรวจพบอยู่ในช่วงความเข้มข้นของ PAHs รวม 16 ชนิด อยู่ในช่วงตั้งแต่ 39.5 นาโนกรัมต่อกรัม (ที่ความลึก 70 – 75 เซนติเมตร) ถึง 777.3 นาโนกรัมต่อกรัม (ที่ความลึก 40 – 45 เซนติเมตร) ซึ่งบริเวณสถานีที่ 10 นี้เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้ชายฝั่งห่างจากบริเวณพื้นที่จอดเรือที่มีการขนถ่ายถ่านหิน โดยในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณ PAHs รวมในตะกอนดินผิวหน้าพบว่าปริมาณน้อยสุดเป็นอันดับสี่ คือมีปริมาณความเข้มข้นของ PAHs รวม 16 ชนิด อยู่ที่ 129.9 นาโนกรัมต่อกรัม ซึ่งชั้นตะกอนแนวตั้งในระดับลึก (60 – 90 เซนติเมตร) ซึ่งเป็นตัวแทนของตะกอนในอดีตพบการปนเปื้อนของ PAHs รวมมีค่าต่ำที่สุด ในขณะที่ตะกอนดินในระยะหลังจนถึงปัจจุบัน (ตะกอนผิวหน้า) พบว่ามี การปนเปื้อนของ PAHs รวมสูงชันกว่าในอดีต แสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆ ในทะเลบริเวณนี้รวมทั้งการขนถ่ายถ่านหิน การเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงของเรือข้ามฟาก เรือประมง และเรือขนส่งสินค้า เป็นต้น



รูปที่ 4.4 การกระจายของ PAHs รวม (16 ชนิด) ในตะกอนดินแนวดิ่ง (สถานีที่ 7)



รูปที่ 4.5 การกระจายของ PAHs รวม (16 ชนิด) ในตะกอนดินแนวตั้ง (สถานีที่ 10)

4.3 ผลการศึกษาอัตราส่วนวิเคราะห์ของ PAHs เพื่อใช้ในการอธิบายผลการวิจัย

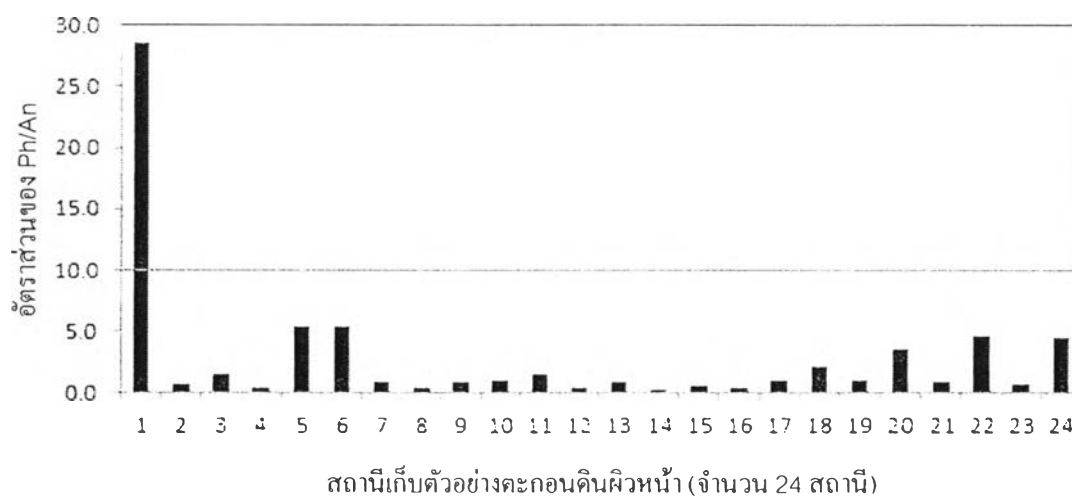
สำหรับการวิเคราะห์แหล่งที่มาของ PAHs สามารถจำแนกได้ด้วยอัตราส่วนจากความสัมพันธ์ระหว่าง PAHs แต่ละชนิด อันมีพื้นฐานมาจากความคงทนของ PAHs แต่ละชนิด โดยอัตราส่วนวิเคราะห์มีประโยชน์อย่างมากในการแยกแหล่งที่มาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ (Pyrogenic origins) และแหล่งที่มาจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (Petrogenic origins) ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 อัตราส่วนวิเคราะห์เพื่อระบุแหล่งที่มาของ PAHs ในตะกอนดินผิวน้ำ

อัตราส่วนวิเคราะห์ระบุแหล่งที่มา (source diagnostic ratios) ของ PAHs				
อัตราส่วน	การเผาไหม้ ไม่สมบูรณ์	ผลิตภัณฑ์ ปิโตรเลียม	การศึกษา ครั้งนี้	เอกสารอ้างอิง
Ph/An	< 10	> 10	0.22 – 28.52	Fang et al. (2007), Mostafa et al. (2009)
Fl/Py	> 1.0	< 1.0	0.28 – 8.86	Mostafa et al. (2009)
An/(An+Ph)	> 0.1	< 0.1	0.03 – 0.82	Fan et al. (2010)
Fl/(Fl+Py)	> 0.5	< 0.5	0.32 – 0.90	Fang et al. (2007), Mostafa et al. (2009)

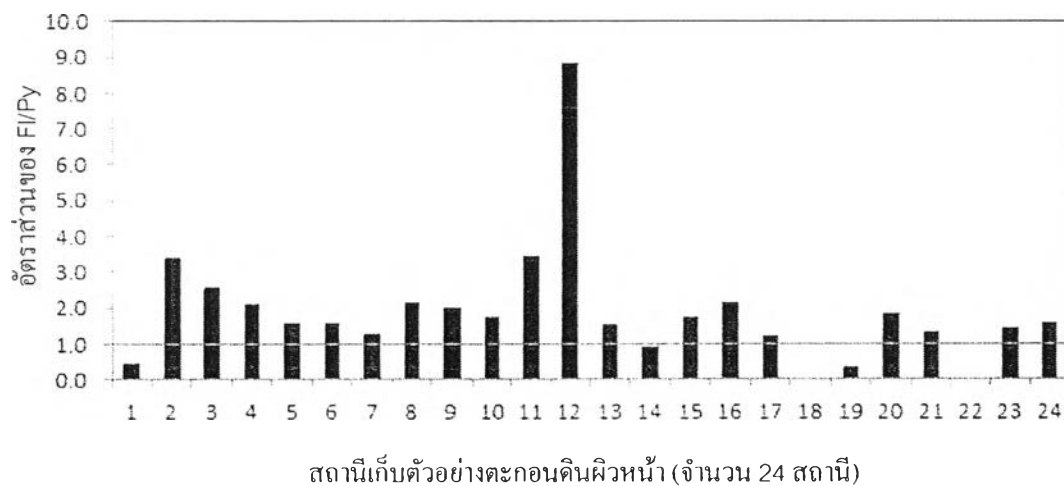
4.3.1 อัตราส่วนวิเคราะห์เพื่อระบุแหล่งที่มาของ PAHs ในตะกอนดินผิวน้ำ

จากการศึกษาอัตราส่วนของพีแนทรีนต่อแอนทราซีนพบว่าในตะกอนดินผิวน้ำในงานวิจัยนี้มีค่าอยู่ในช่วง 0.22 – 28.52 ซึ่งส่วนใหญ่มีอัตราส่วนของพีแนทรีนต่อแอนทราซีนน้อยกว่า 10 ซึ่งแสดงถึงอิทธิพลที่มาจาก การเผาไหม้ ยกเว้นเพียงสถานีเดียว คือ สถานีที่ 1 ที่มีอัตราส่วนของพีแนทรีนต่อแอนทราซีนมากกว่า 10 แสดงให้เห็นว่า PAHs บริเวณสถานีนี้มีแหล่งที่มาจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมเป็นหลัก ดังแสดงในรูปที่ 4.6



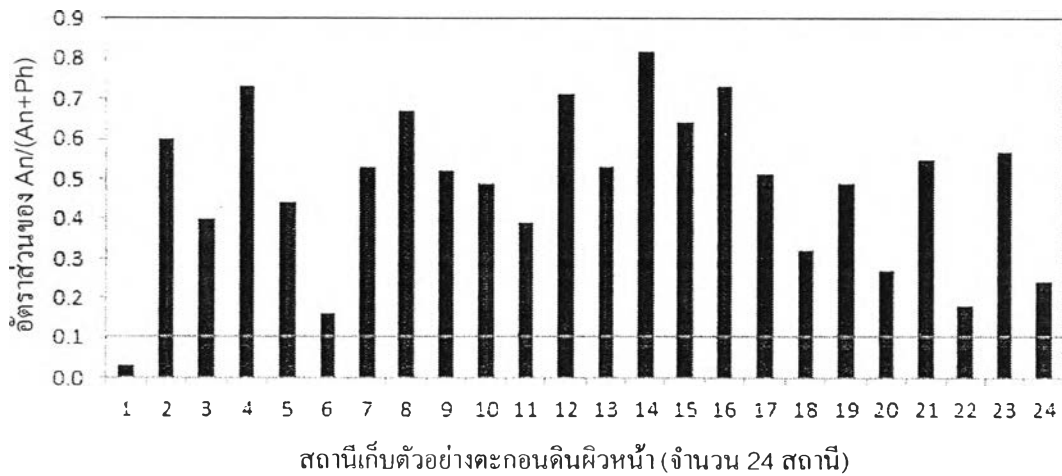
รูปที่ 4.6 อัตราส่วนวิเคราะห์ของพีแนทรีนต่อแอนทราซีนในตะกอนดินผิวน้ำ

อัตราส่วนของฟลูออแรนทีนต่อไพรีนที่พบในตะกอนดินผิวหน้ามีค่าอยู่ในช่วง 0.28 – 8.86 ซึ่งส่วนใหญ่อัตราส่วนของฟลูออแรนทีนต่อไพรีนมีค่ามากกว่า 1.0 ซึ่งแสดงถึงแหล่งที่มาของ PAHs ที่เกิดขึ้นขณะการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ยกเว้นสถานี 1 สถานีที่ 14 สถานีที่ 18 และสถานีที่ 19 ที่มีอัตราส่วนของฟลูออแรนทีนต่อไพรีนน้อยกว่า 1.0 แสดงให้เห็นว่า PAHs บริเวณสถานีนี้มีแหล่งที่มาจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ดังแสดงในรูปที่ 4.7



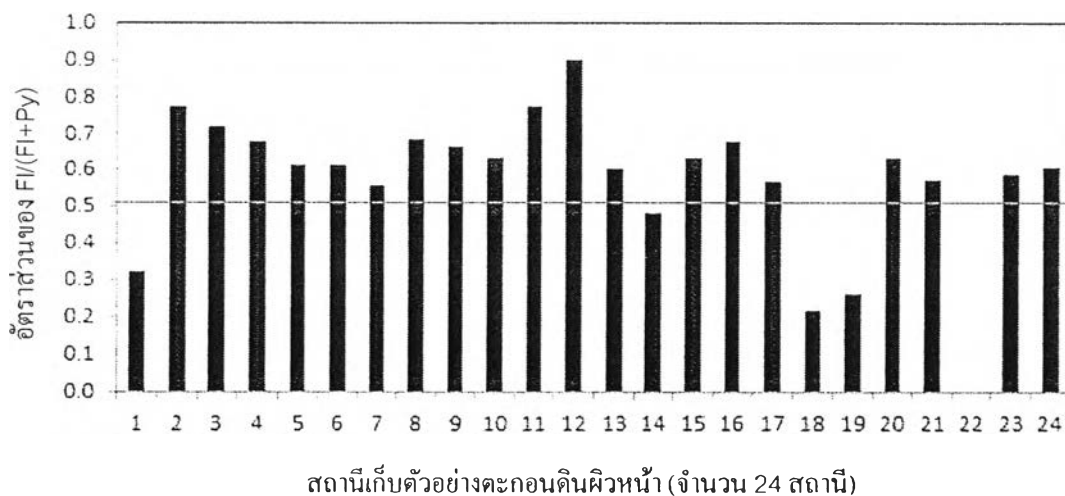
รูปที่ 4.7 อัตราส่วนวิเคราะห์ของฟลูออแรนทีนต่อไพรีนในตะกอนดินผิวหน้า

อัตราส่วนของแอนทราซีนต่อแอนทราซีนบวกพีแนนทีนที่พบในตะกอนดินผิวหน้ามีค่าอยู่ในช่วง 0.03 – 0.82 โดยอัตราส่วนของแอนทราซีนต่อแอนทราซีนบวกพีแนนทีนส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 0.1 ซึ่งแสดงถึงแหล่งที่มาของ PAHs ที่เกิดขึ้นขณะการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ยกเว้นสถานี 1 เพียงสถานีเดียวที่มีอัตราส่วนของแอนทราซีนต่อแอนทราซีนบวกพีแนนทีนน้อยกว่า 0.1 แสดงให้เห็นว่า PAHs บริเวณนี้มีแหล่งที่มาจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ดังแสดงในรูปที่ 4.8



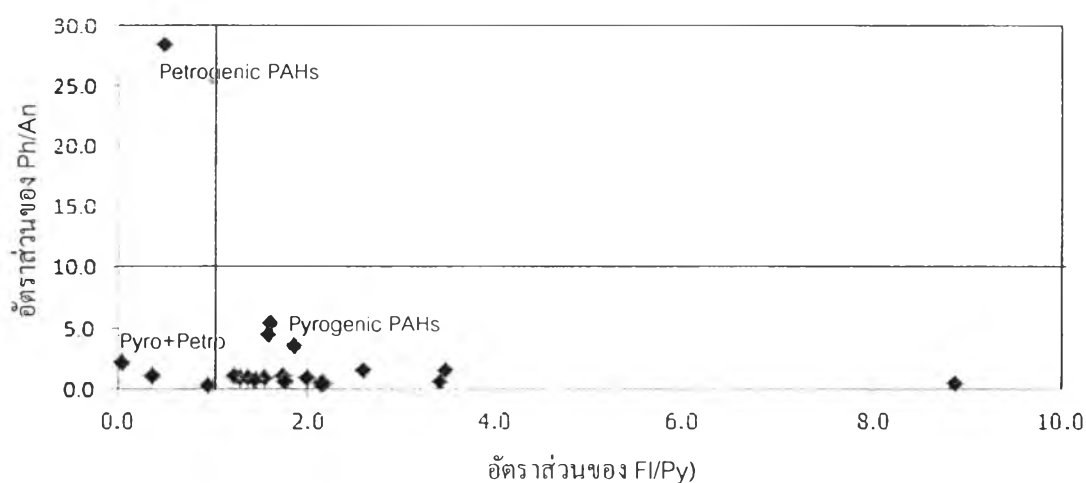
รูปที่ 4.8 อัตราส่วนวิเคราะห์ของแอนทราซีนต่อแอนทราซีนบวกพีแนนทรีนในตะกอนดินผิวหน้า

อัตราส่วนของฟลูออแรนทีนต่อฟลูออแรนทีนบวกไพรีนที่พบในตะกอนดินผิวหน้า มีค่าอยู่ในช่วง 0.32 – 0.90 ซึ่งส่วนใหญ่อัตราส่วนของฟลูออแรนทีนต่อไพรีนมีค่ามากกว่า 0.5 ซึ่งแสดงถึงแหล่งที่มาของ PAHs ที่เกิดขึ้นขณะการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ยกเว้นสถานี 1 สถานีที่ 14 สถานีที่ 18 และสถานีที่ 19 ที่มีอัตราส่วนของฟลูออแรนทีนต่อไพรีนน้อยกว่า 0.5 แสดงให้เห็นว่ามีแหล่งที่มาจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 อัตราส่วนวิเคราะห์ของฟลูออแรนทีนต่อฟลูออแรนทีนบวกไพรีนในตะกอนดินผิวหน้า

สำหรับการระบุแหล่งที่มาของ PAHs ด้วยอัตราส่วนวิเคราะห์เพื่อระบุแหล่งที่มา ในตะกอนดินผิวน้ำบริเวณพื้นที่จุดเรือทอดสมอเกาะสี่ซัง จังหวัดชลบุรี ส่วนใหญ่มีรูปแบบ คล้ายคลึงกัน คือ PAHs ส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการเผาไหม้ที่ ไม่สมบูรณ์ โดยแสดงให้เห็นด้วยอัตราส่วนของพีแนทรีนต่อแอนทราซีน < 10 อัตราส่วนของ ฟลูออแรนทีนต่อฟลูออแรนทีนบวกไพรีน > 0.5 และอัตราส่วนของฟลูออแรนทีนต่อไพรีน > 1.0 แสดงว่า PAHs มีแหล่งที่มาจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ซึ่งยกเว้นในสถานีที่ 1 สถานีที่ 14 และสถานี ที่ 18 ที่พบว่าอัตราส่วนของ ฟลูออแรนทีนต่อฟลูออแรนทีนบวกไพรีน < 0.5 รวมทั้งยังตรวจพบ อัตราส่วนของพีแนทรีนต่อแอนทราซีน > 10 ใน สถานีที่ 1 ซึ่งแสดงว่า PAHs มีที่มาจาก ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม โดยสามารถเห็นได้อย่างชัดเจนมากขึ้นจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วน FI/Py และอัตราส่วนของ Ph/An ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนวิเคราะห์ FI/Py และ Ph/An ในตะกอนดินผิวน้ำ