



บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ก. การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างน้ำ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างน้ำซึ่งเก็บที่ระดับความลึก 1 เมตรจากผิวน้ำ ณ สถานีเก็บตัวอย่างรวมทั้งหมด 15 สถานี โดยเก็บสถานีละ 2 ตัวอย่างสำหรับเดือนมีนาคม (เป็นตัวแทนฤดูน้ำน้อย) และสถานีละ 3 ตัวอย่างสำหรับเดือนสิงหาคม (เป็นตัวแทนฤดูน้ำหลาก) รวมทั้งสิ้น 75 ตัวอย่าง ผลการตรวจวัดพารามิเตอร์ต่างๆ ที่กำหนดคุณภาพน้ำบริเวณที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ, พีเอช และอุณหภูมิ แสดงในตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างน้ำ ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรสโคปี ใน 2 ช่วงฤดูที่ทำการศึกษา แสดงในตารางที่ 4.2 ทั้งนี้ค่าสถิติ (ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างน้ำได้แสดงไว้ดังตารางที่ 4.3 ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างน้ำ ณ สถานีต่างๆ ที่เก็บในเดือนมีนาคม มีค่าอยู่ในช่วง 0.93-4.25 ไมโครกรัม/ลิตร เทียบกับสารมาตรฐานไครซิน โดยมีค่าเฉลี่ย 2.53 ± 0.95 ไมโครกรัม/ลิตร ส่วนในเดือนสิงหาคม มีปริมาณอยู่ในช่วง 1.05-2.47 ไมโครกรัม/ลิตร โดยมีค่าเฉลี่ย 1.61 ± 0.41 ไมโครกรัม/ลิตร การกระจายของปริมาณไนโตรเจนในน้ำ ณ สถานีต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.1

ข. การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนใน 2 ช่วงฤดู

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำท่าจีนตอนล่างระหว่างช่วงฤดูน้ำน้อย และฤดูน้ำหลากว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยนำ

ข้อมูลผลการวิเคราะห์ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจากตารางที่ 4.2 มาวิเคราะห์เปรียบเทียบ โดยใช้ค่า t -test สำหรับตัวอย่างจากแหล่งเดียวกัน แสดงดังตารางที่ 4.4 ค่า t ที่คำนวณจากข้อมูลเท่ากับ 3.4134 เมื่อเทียบกับค่า t วิกฤต ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะเห็นว่าค่า t คำนวณ มีค่ามากกว่าค่า t วิกฤต แสดงว่าปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนใน 2 ช่วงฤดู มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ค. ฟลูออเรสเซนซ์สเปกตรัมของไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำ

ฟลูออเรสเซนซ์สเปกตรัมของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำ ซึ่งสแกนแบบ synchronous คือ วัดการเปลี่ยนแปลงของค่าฟลูออเรสเซนซ์ที่เกิดจากความยาวคลื่นเอกไซเทชัน ไปพร้อมกับความยาวคลื่นอิมิชชัน โดยเริ่มตั้งแต่ความยาวคลื่นเอกไซเทชันตั้งแต่ 230-400 นาโนเมตร และความยาวคลื่นอิมิชชันตั้งแต่ 253-423 นาโนเมตร พบว่า รูปแบบของสเปกตรัมจากแต่ละสถานีมียุลักษณะคล้ายกันมาก โดยแสดงค่าสูงสุดของความยาวคลื่นของการคายคลื่นแสงฟลูออเรสเซนซ์ อยู่ในช่วง 305-320 นาโนเมตร และจากการเปรียบเทียบกับสเปกตรัมของน้ำมันมาตรฐานชนิดต่างๆ ยังพบว่า สเปกตรัมจากตัวอย่างน้ำหลายสถานียมีลักษณะคล้ายกับสเปกตรัมของน้ำมันดีเซล ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งได้ยกตัวอย่างรูปแบบของสเปกตรัมของตัวอย่างน้ำสถานี 6 ในเดือนสิงหาคม 2532 เป็นตัวแทนของลักษณะสเปกตรัมที่พบในตัวอย่างน้ำส่วนมาก

สเปกตรัมจากตัวอย่างบางสถานียังแสดงค่าสูงสุดของความยาวคลื่นแสงฟลูออเรสเซนซ์ในช่วง 380-400 นาโนเมตร ด้วย ได้แก่ ตัวอย่างในเดือนมีนาคม สถานี 1, 2, 3 และ 4 ดังในรูปที่ 4.4 ซึ่งแสดงสเปกตรัมของตัวอย่างน้ำสถานี 1 ใช้เป็นตัวแทนของสเปกตรัมกลุ่มนี้

นอกจากนี้ยังพบลักษณะของสเปกตรัมอีกรูปแบบหนึ่ง คือ มีค่าสูงสุดของความยาวคลื่นแสงฟลูออเรสเซนซ์ 2 ช่วง ได้แก่ ที่ความยาวคลื่นประมาณ 300 และ 320 นาโนเมตร ในตัวอย่างสถานี 6, 7, 13 และ 15 (มีนาคม) 4 และ 15 (สิงหาคม) ลักษณะสเปกตรัมของตัวอย่างสถานี 13 แสดงไว้เป็นตัวแทนของสเปกตรัมกลุ่มนี้ในรูปที่ 4.4

จากลักษณะของสเปกตรัมจากตัวอย่างน้ำซึ่งมีลักษณะคล้ายกับสเปกตรัมของน้ำมันดีเซล จึงได้คำนวณปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำ โดยเทียบปริมาณกับน้ำมันดีเซล ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลในภาคสนามบริเวณจุดเก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคมและสิงหาคม 2532

สถานี	มีนาคม				สิงหาคม			
	ออกซิเจน ละลาย (มิลลิกรัม/ลิตร)	พีเอ็ช	อุณหภูมิ	ความเค็ม %	ออกซิเจน ละลาย (มิลลิกรัม/ลิตร)	พีเอ็ช	อุณหภูมิ	ความเค็ม %
1	0.4	7.0	28.0	0.1	1.0	6.2	29.8	0.1
2	0.2	7.0	28.0	0.1	0.7	6.6	30.0	0.1
3	0.4	7.0	28.2	0.1	0.4	6.3	30.0	0.1
4	0.3	7.0	28.0	0.2	0.3	6.3	30.0	0.1
5	0.4	7.1	28.4	0.5	0.5	6.9	30.0	0.1
6	1.2	7.1	28.5	1.0	0.6	6.8	30.0	0.1
7	3.2	7.1	29.0	1.5	-*	-	-	-
8	1.0	7.1	28.5	3.0	-	-	-	-
9	1.2	7.1	27.8	7.0	0.3	6.9	30.0	1.0
10	1.0	7.1	27.0	13.5	0.2	6.6	30.0	1.1
11	1.0	7.3	27.0	16.0	0.5	6.7	29.5	5.5
12	1.5	7.2	27.0	18.0	1.4	6.7	30.0	7.0
13	-	-	-	-	2.1	6.8	29.5	10.0
14	2.2	7.5	27.0	20.0	2.2	6.8	29.0	12.0
15	-	-	-	-	2.7	6.8	29.0	15.0

* ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำท่าจีนตอนล่างในเดือน
มีนาคม และเดือนสิงหาคม 2532 (ไมโครกรัม/ลิตร เทียบกับสารมาตรฐานโครซิน)

สถานี	ระยะทางจากปากแม่น้ำ(กม.)	มีนาคม	สิงหาคม
1	60	2.31	2.47
2	53	3.09	2.10
3	45	2.36	1.36
4	42	2.23	1.38
5	34	1.28	1.40
6	28	2.21	2.03
7	25	1.04	1.26
8	21	2.19	1.25
9	15	2.60	1.44
10	9	0.93	2.02
11	4	2.98	1.54
12	1.5	4.11	1.89
13	0 (ฝั่งซ้าย)	3.36	1.05
14	0 (กลางร่องน้ำ)	2.94	1.06
15	0 (ฝั่งขวา)	4.25	1.85

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง

ค่าสูงสุด-ต่ำสุด	มีนาคม 2532			สิงหาคม 2532			
	n	mean	S.D.	ค่าสูงสุด-ต่ำสุด	n	mean	S.D.
4.25-0.93	15	2.53	0.95	2.47-1.05	15	1.61	0.41

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำระหว่างเดือนมีนาคมและสิงหาคม 2532 (t-test)

ตัวอย่าง	มีนาคม 2532			สิงหาคม 2532			การเปรียบเทียบ		
	n	mean	S.D.	n	mean	S.D.	$\Sigma(x_1 - x_2)$	$\Sigma(x_1 - x_2)^2$	t
น้ำ	15	2.53	0.95	15	1.61	0.41	13.78	27.8732	3.4131

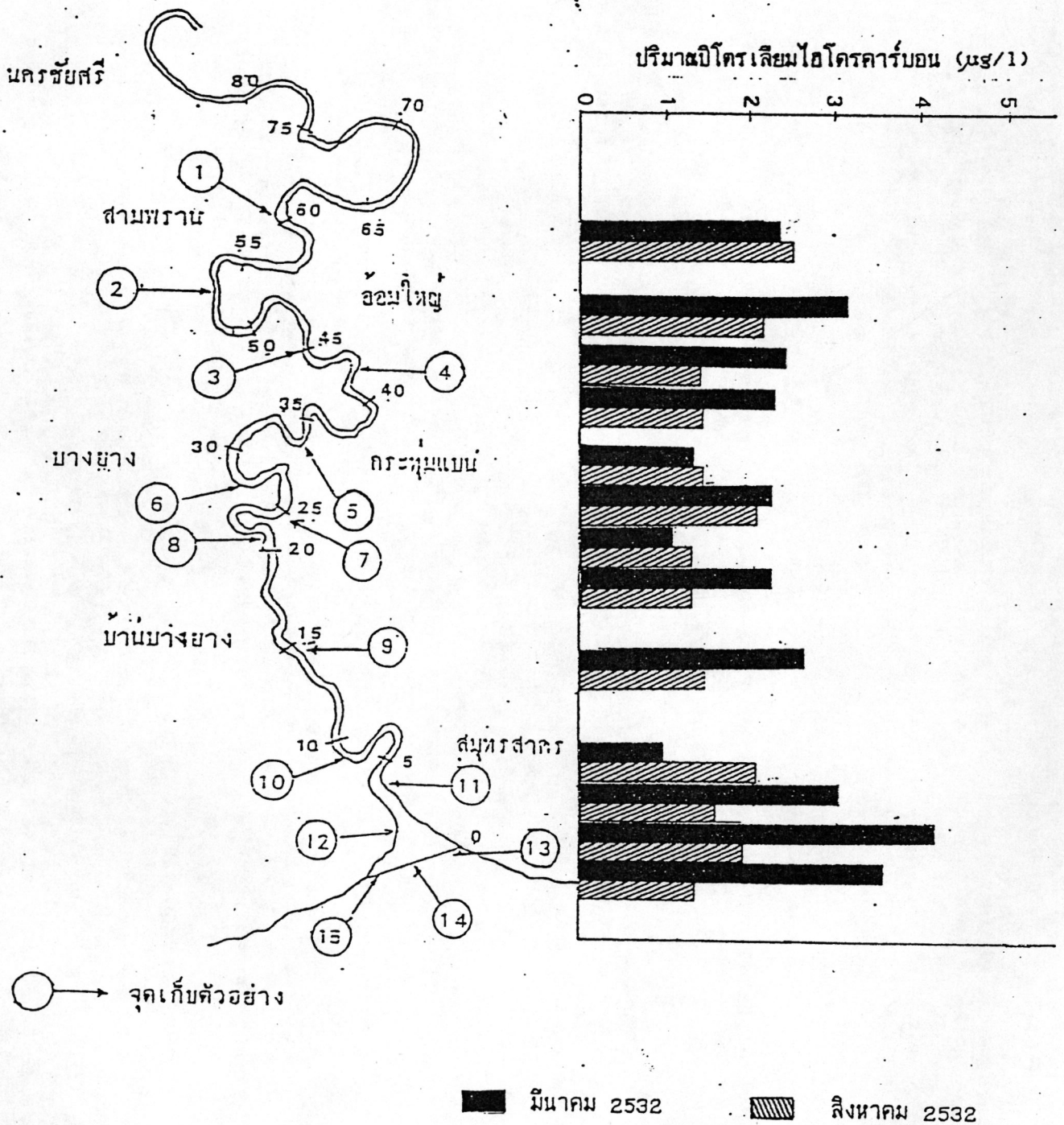
degree of freedom (d_f) = 28

$\alpha_{0.05}$ t = 2.048

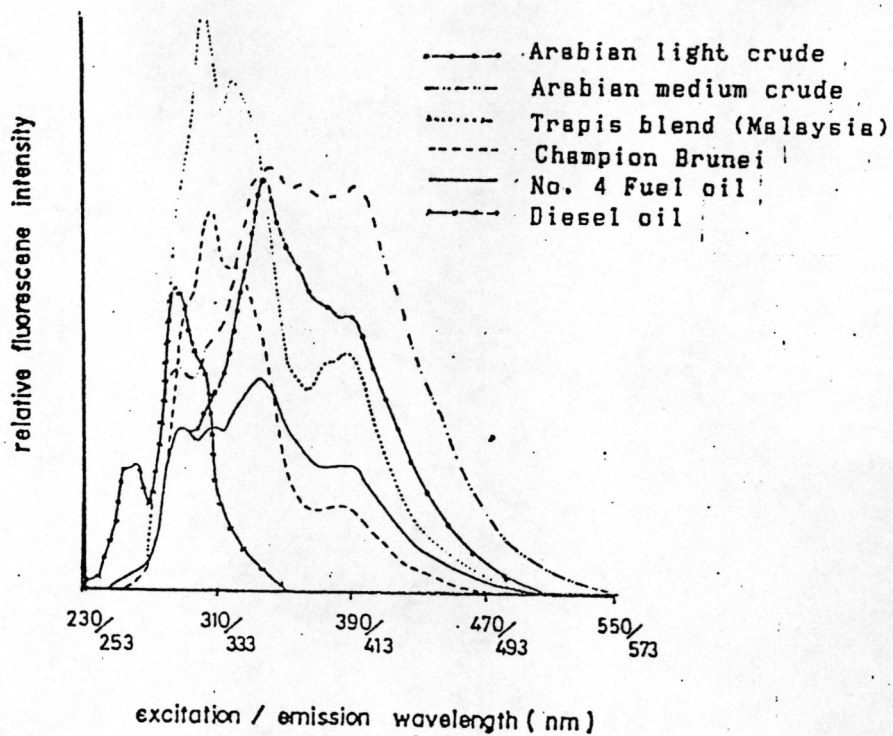
$\alpha_{0.01}$ t = 2.763

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล
(ไมโครกรัม/ลิตร)

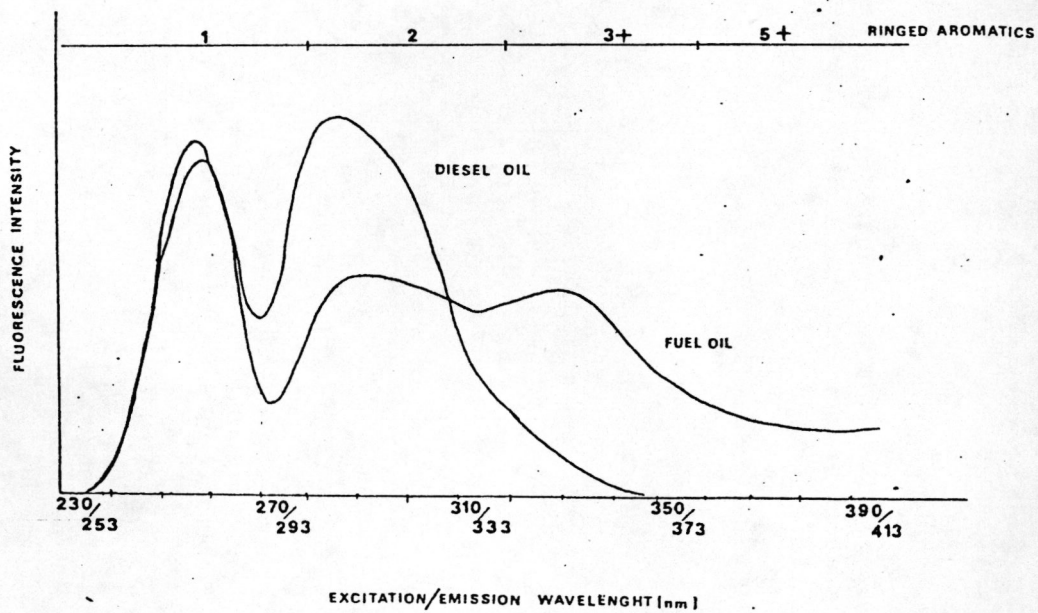
สถานี	มีนาคม 2532	สิงหาคม 2532
1	7.00	11.06
2	9.24	9.37
3	7.08	6.12
4	6.77	6.20
5	3.99	6.34
6	6.68	9.19
7	3.31	5.41
8	6.64	5.34
9	7.81	6.22
10	3.04	9.19
11	8.87	6.87
12	12.09	8.57
13	9.97	4.46
14	9.19	4.58
15	12.57	8.32



รูปที่ 4.1 การกระจายของปริมาณบิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำเดือนมีนาคม และสิงหาคม 2532



(a)

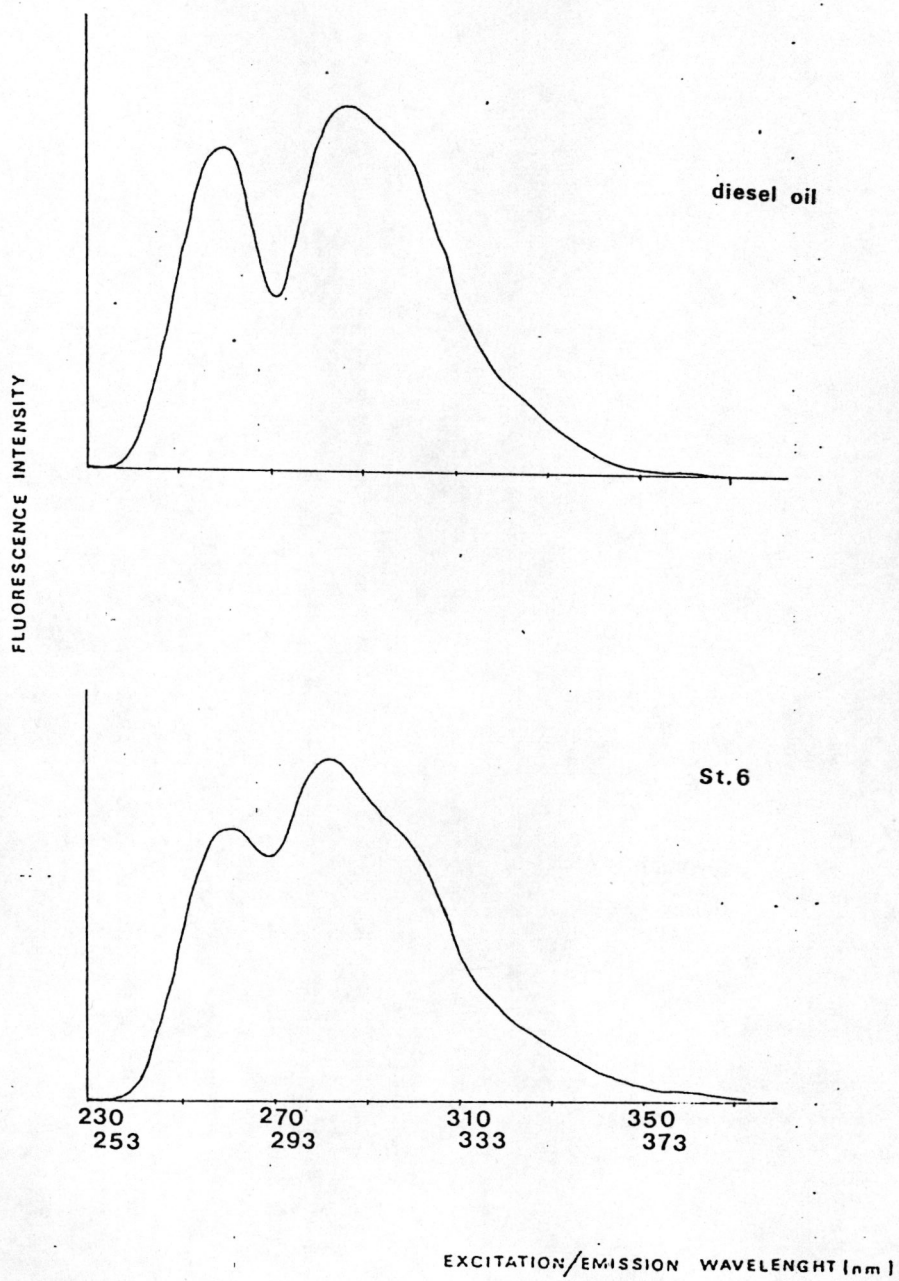


(b)

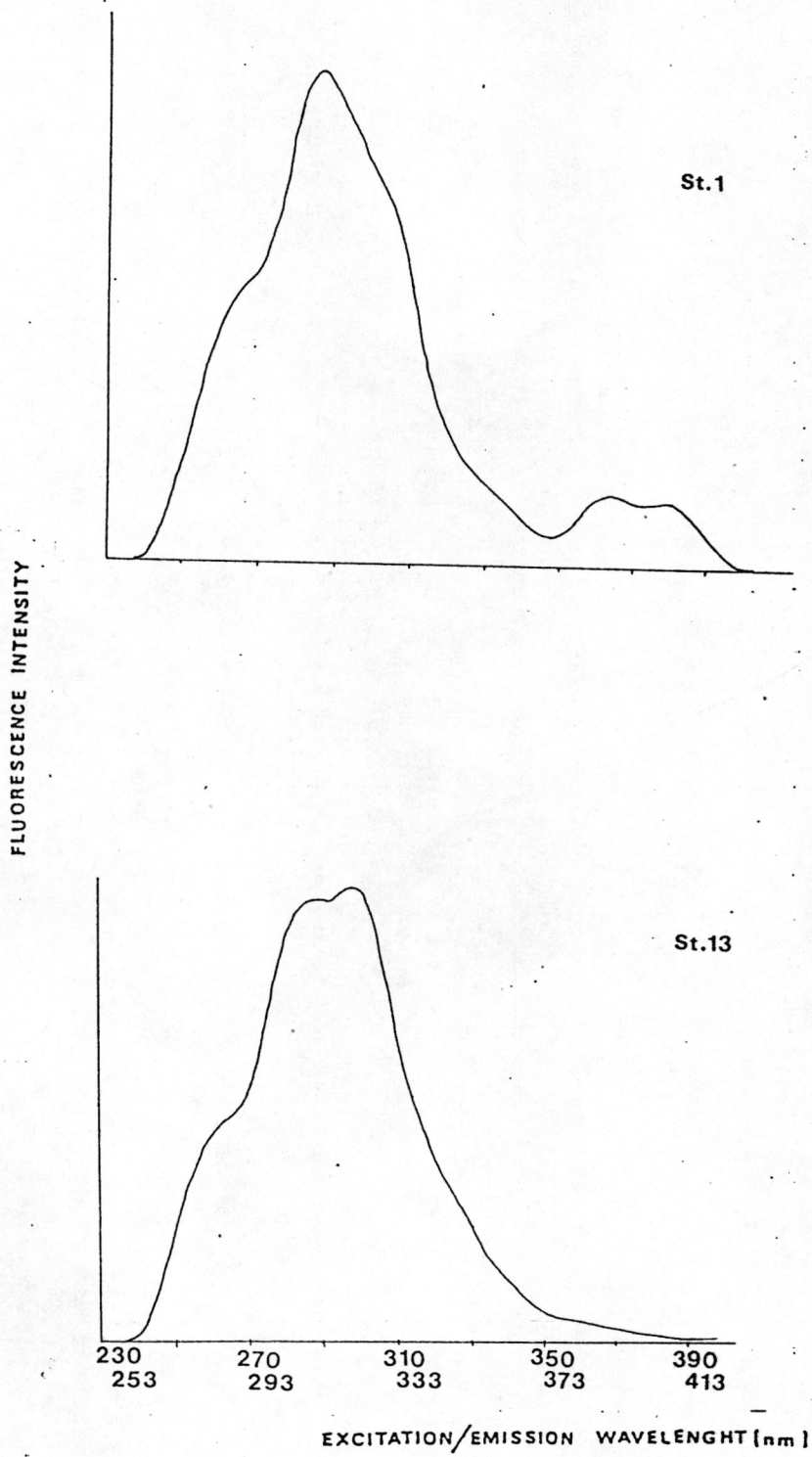
รูปที่ 4.2 แสดงฟลูออเรสเซนซ์สเปกตรัมของน้ำมันมาตรฐานต่างๆ

(a) Wattayakorn, 1987

(b) จากผลการศึกษาค้นคว้า



รูปที่ 4.3 แสดงฟลูออเรสเซนซ์สเปกตรัมของ
 (a) น้ำมันดีเซล
 (b) ตัวอย่างน้ำสถานี 6 เดือนสิงหาคม 2532



รูปที่ 4.4 แสดงฟลูออเรสเซนซ์สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำสถานี 1 และ 13 เดือนมีนาคม 2532

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน

ก. การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ในตัวอย่างดินตะกอน

ลักษณะของตัวอย่างดินตะกอนจากแต่ละสถานีที่ทำการศึกษาส่วนมากจะเป็นดินเลน มีสีดำคล้ำ และมีเศษซากพืชโดยเฉพาะพวกผักตบชวามาก ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดินตะกอนมีค่าเฉลี่ย 52.6 % และ 56.8 % ในเดือนมีนาคมและสิงหาคม ตามลำดับ ปริมาณสารอินทรีย์ที่พบมีค่าอยู่ในช่วง 1.19 - 4.20 % (น้ำหนักแห้ง) ด้วยค่าเฉลี่ย 2.50 % ในเดือนมีนาคม และ 0.40 - 9.64 % (น้ำหนักแห้ง) ค่าเฉลี่ย 3.93 % ในเดือนสิงหาคม รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.6 และ 4.7

ข. การวิเคราะห์ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอนโดยวิธีฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรสโคปี

ตัวอย่างดินตะกอนที่ผ่านคอลัมน์ของซิลิกาเจลแล้ว นำแฟรคชัน 2 ไปวัดค่าฟลูออเรสเซนซ์ที่ความยาวคลื่นเอกไซเตชันที่ 310 นาโนเมตร และความยาวคลื่นอีมิชชันที่ 360 นาโนเมตร แล้วคำนวณความเข้มข้นโดยเทียบกับสารละลายมาตรฐานโครซิน ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีนี้ คือพาทอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า ในเดือนมีนาคมมีค่าตั้งแต่ 10.74-143.28 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.68 ± 9.51 ไมโครกรัม/กรัม ส่วนในเดือนสิงหาคม มีปริมาณตั้งแต่ 4.83-151.62 ไมโครกรัม/กรัม และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.93 ± 10.72 ไมโครกรัม/กรัม รายละเอียดดังตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.5

จากการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนกับปริมาณสารอินทรีย์ในตัวอย่างดินตะกอนโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์ (r) พบว่า ค่า r ในเดือนมีนาคมและสิงหาคม มีค่าเท่ากับ 0.69 และ 0.87 ตามลำดับ สำหรับความสัมพันธ์ของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำกับดินตะกอน โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์ พบว่า ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนทั้ง 2 ช่วงฤดู ในตัวอย่างน้ำกับดินตะกอนไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เนื่องจากค่า r ในเดือนมีนาคมและสิงหาคมมีค่าต่ำมาก (0.05 และ 0.15) การพล็อตค่าปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนกับสารอินทรีย์ในตัวอย่างดินตะกอน แสดงดังรูปที่ 4.6 และการพล็อตปริมาณ

ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำกับในตัวอย่างดินตะกอน แสดงดังรูปที่ 4.7

รูปแบบของฟลูออเรสเซนซ์สเปกตรัมที่ได้จากการสแกนความยาวคลื่นแสงแบบ synchronous scanning แสดงลักษณะค่าสูงสุดของความยาวคลื่นแสงฟลูออเรสเซนซ์ ที่ความยาวคลื่นต่างๆ กัน ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 แสดงค่าสูงสุดของความยาวคลื่นแสงฟลูออเรสเซนซ์ ในช่วง 310-320 นาโนเมตร และความยาวคลื่นที่มากกว่า 400 นาโนเมตร ได้แก่ ตัวอย่างจากสถานี 3, 8, 9, 11 และ 12 (มีนาคม) และ 8, 10, 11, 12 และ 13 (สิงหาคม)

กลุ่มที่ 2 แสดงค่าสูงสุดของความยาวคลื่นแสงฟลูออเรสเซนซ์ ในช่วง 310-320 นาโนเมตร และที่ 340-350 นาโนเมตร ได้แก่ ตัวอย่างจากสถานี 4 (มีนาคม) และสถานี 1, 2, 4, 5, 9 และ 14 (สิงหาคม)

ตัวอย่างรูปแบบของสเปกตรัมของทั้งสองกลุ่มนี้ แสดงดังรูปที่ 4.8 โดยใช้สเปกตรัมจากตัวอย่างสถานี 8 เดือนสิงหาคม เป็นตัวแทนของสเปกตรัมในตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และสถานี 4 เดือนสิงหาคม เป็นตัวแทนของตัวอย่างกลุ่มที่ 2

กลุ่มที่ 3 แสดงค่าสูงสุดของความยาวคลื่นแสงฟลูออเรสเซนซ์ ที่ความยาวคลื่น 310-320 นาโนเมตร, 340-350 นาโนเมตร และที่ความยาวคลื่นมากกว่า 400 นาโนเมตร ด้วย ได้แก่ ตัวอย่างจากสถานี 1, 2, 5, 6, 7, 10, 13, 14 และ 15 (มีนาคม) และ 3, 6, 7 และ 15 (สิงหาคม) ในรูปที่ 4.9 แสดงสเปกตรัมจากตัวอย่างสถานี 1 เดือนมีนาคม เป็นตัวแทนของสเปกตรัมจากตัวอย่างในกลุ่มนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณสารอินทรีย์และลักษณะของดินตะกอนเดือนมีนาคม 2532

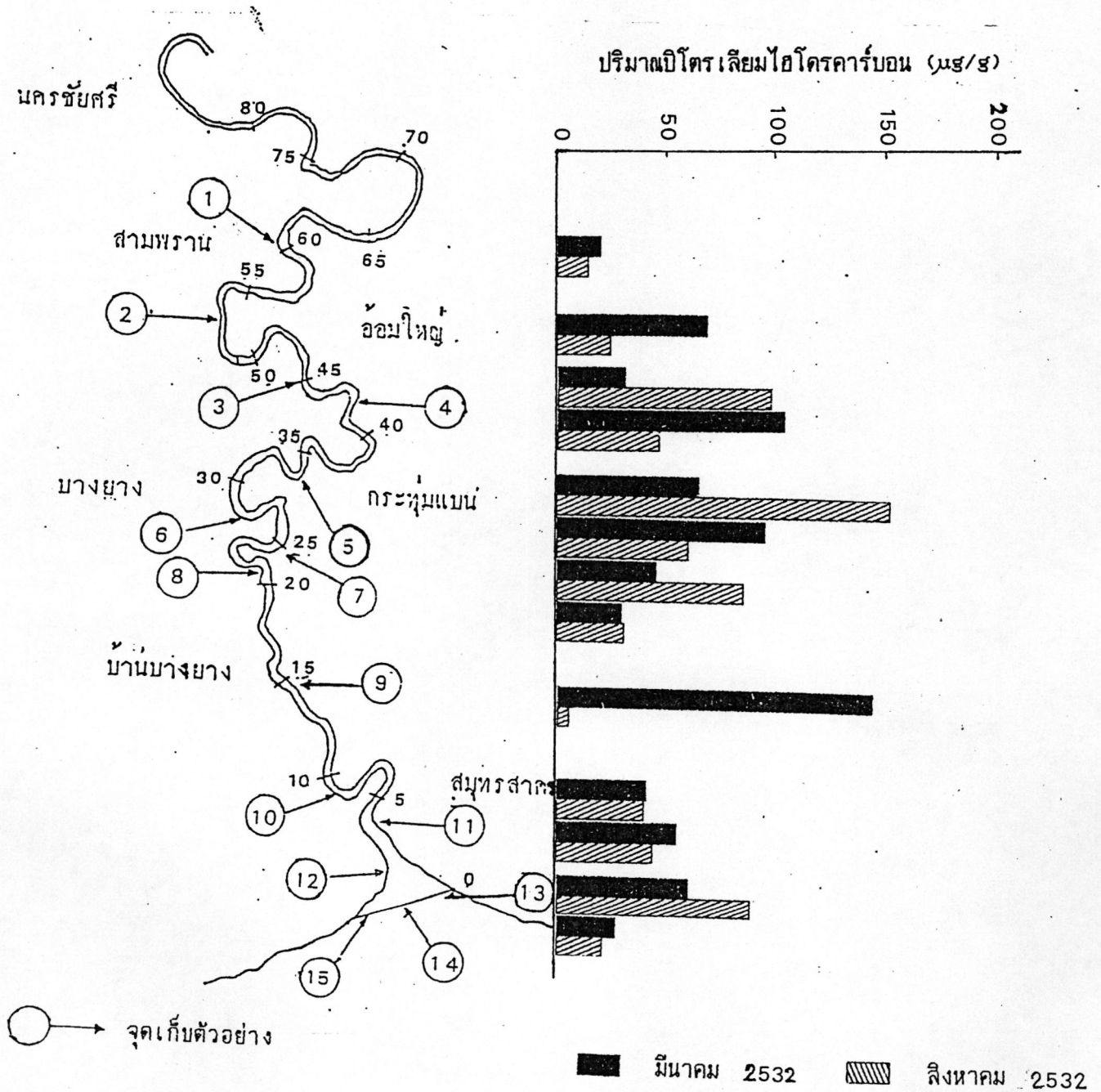
สถานี	ลักษณะดินตะกอน	ปริมาณน้ำในดินตะกอน (% น้ำหนักแห้ง)	สารอินทรีย์ (% น้ำหนักแห้ง)
1	โคลน, ดำ	28.8	1.77
2	โคลนปนทรายละเอียด	45.5	1.27
3	โคลน, ดำ	55.1	1.19
4	โคลนปนทรายละเอียด, มีกลิ่นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	42.9	3.33
5	โคลน, ดำ	67.7	2.17
6	โคลน, ดำ	55.8	3.94
7	โคลน, ดำ	51.6	1.88
8	โคลน, ดำ	49.0	1.90
9	โคลน, ดำ, ซากพืช	52.2	4.20
10	โคลน, ดำ, กลิ่นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	48.5	2.17
11	โคลน, ดำ	51.8	2.35
12	โคลน, ดำ	67.4	3.43
13	โคลน, ดำ	50.2	2.72
14	โคลน, ดำ	60.0	2.41
15	โคลน, ดำ	62.6	2.72

ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณสารอินทรีย์และลักษณะของดินตะกอนเดือนสิงหาคม 2532

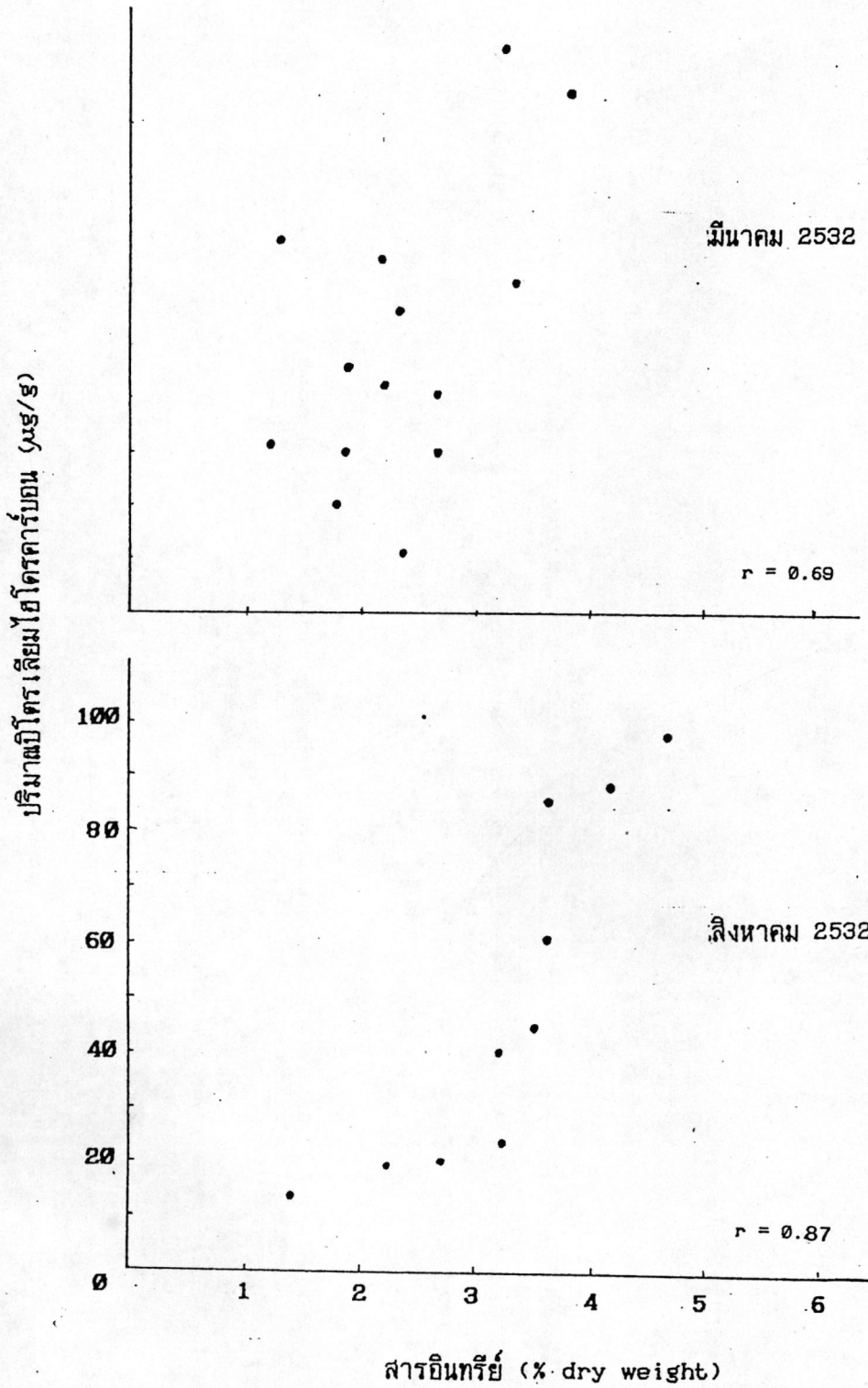
สถานี	ลักษณะตะกอน	ปริมาณน้ำในดินตะกอน (% น้ำหนักแห้ง)	สารอินทรีย์ (% น้ำหนักแห้ง)
1	โคลน, ดำ	44.7	1.37
2	ดินตะกอนปนทรายหยาบ	22.6	0.40
3	โคลนปนทรายละเอียด	45.6	4.84
4	โคลนปนทรายละเอียด, ซากพืช, กลี๋ยงก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	74.4	7.74
5	โคลน, ดำ, กลี๋ยงก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	51.1	4.92
6	โคลน, ดำ, กลี๋ยงก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	70.6	3.72
7	โคลน, ดำ	42.0	3.67
8	โคลน, ดำ, ซากพืช กลี๋ยงก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	51.3	9.64
9	โคลน, ดำ	71.1	3.25
10	โคลน, ดำ	66.8	3.27
11	โคลน, ดำ	64.8	3.57
12	โคลน, ดำ, กลี๋ยงก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	74.9	4.26
13	โคลน, ดำ	60.6	2.77
14	โคลน, ดำ	59.4	2.30
15	โคลน, ดำ	52.3	3.30

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างดินตะกอนโดยวิธีฟลูออเรสเซนซ์
สเปกโตรสโคปี (ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง) เทียบกับสารมาตรฐานโครซิน

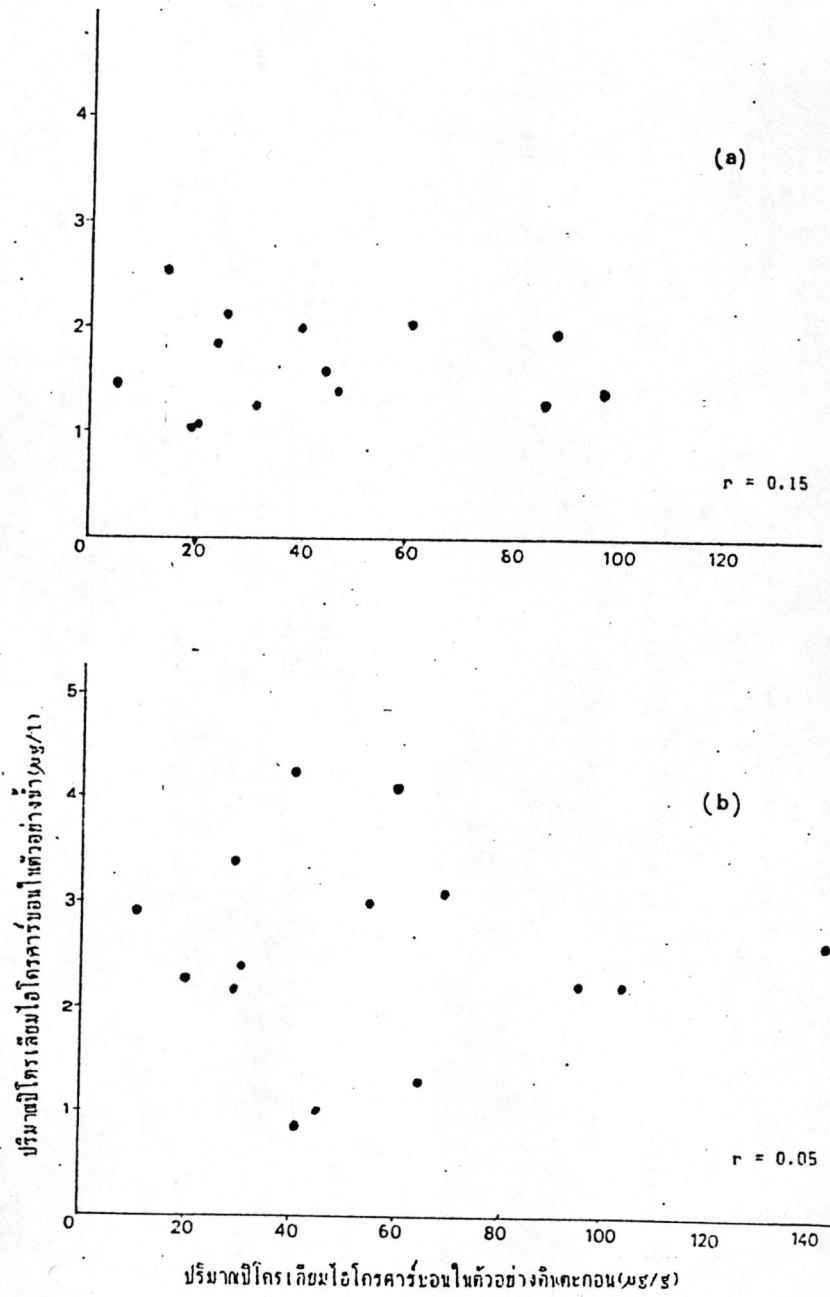
สถานี	มีนาคม 2532	สิงหาคม 2532
1	19.55	13.73
2	68.78	24.50
3	30.54	97.35
4	103.50	46.61
5	64.93	151.62
6	95.02	60.14
7	45.04	85.26
8	29.32	30.76
9	143.28	4.83
10	40.87	39.78
11	54.93	44.17
12	59.99	88.43
13	29.00	19.77
14	10.74	18.89
15	39.77	23.06



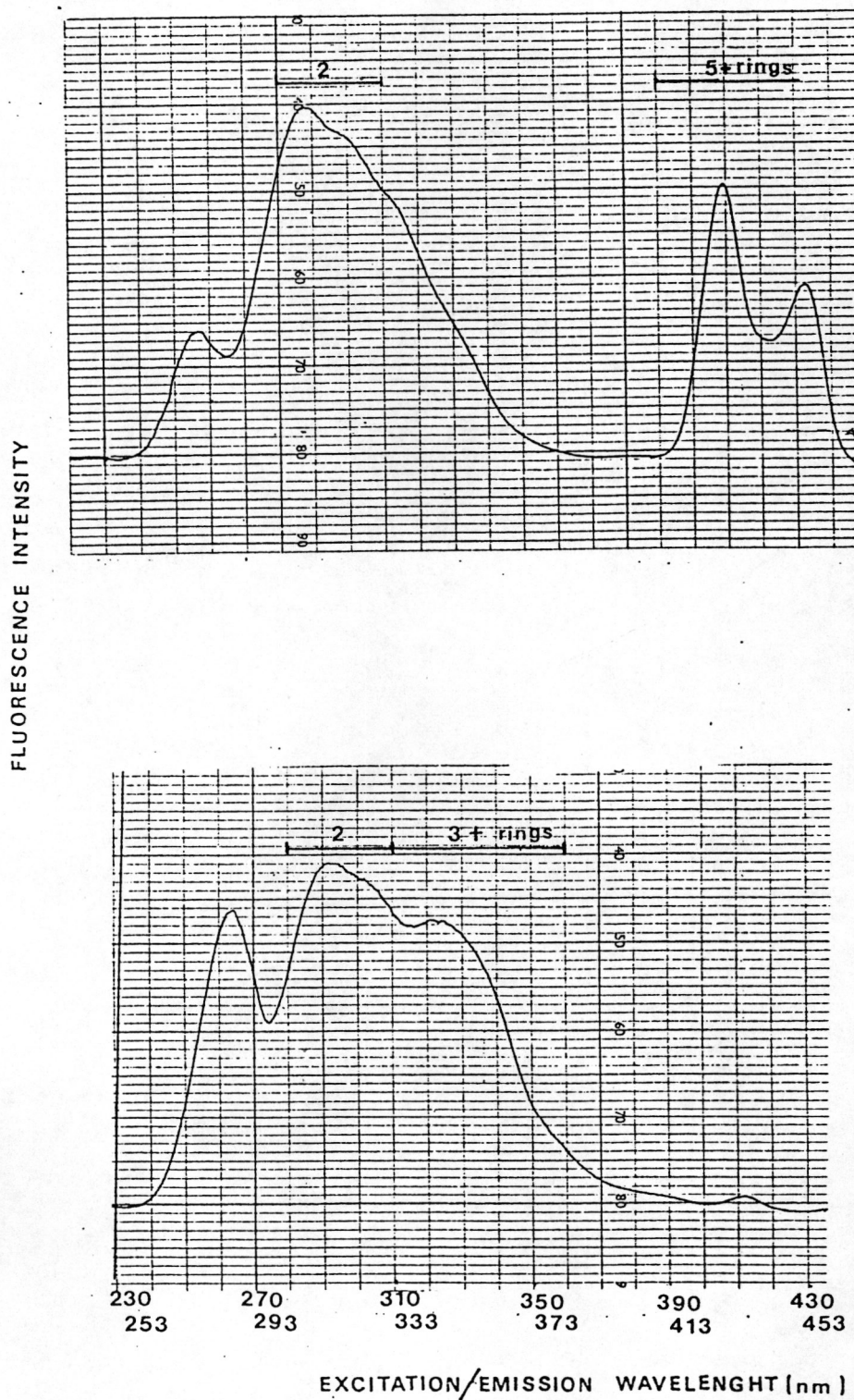
รูปที่ 4.5 แสดงการกระจายของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน (วิเคราะห์โดยวิธี UVF) ในตัวอย่างดินตะกอนใน 2 ช่วงฤดูที่ทำการศึกษา



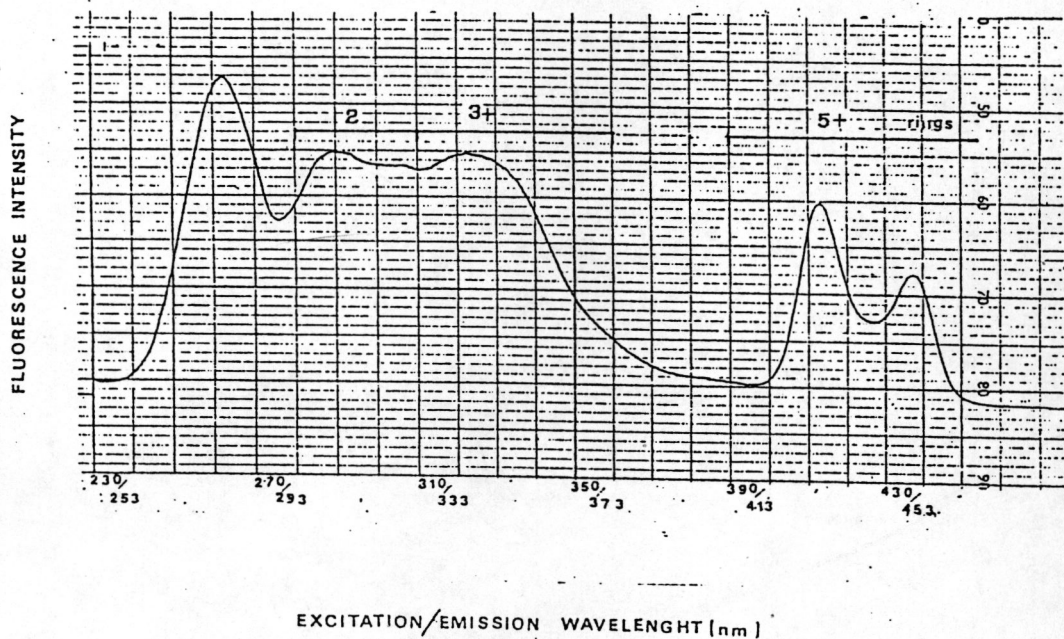
รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนกับสารอินทรีย์ในตัวอย่างดินตะกอนเดือนมีนาคม และสิงหาคม 2532



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำกับดินตะกอนในเดือนมิถุนายน และสิงหาคม 2532



รูปที่ 4.8 แสดงฟลูออเรสเซนซ์สเปกตรัมของตัวอย่างดินตะกอนสถานี 8 และ 4 เดือนสิงหาคม 2532



รูปที่ 4.9 แสดงฟลูออเรสเซนซ์สเปกตรัมของตัวอย่างดินตะกอนสถานี 1 เดือนมีนาคม 2532

ค. การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอนโดยวิธีแกสโครมาโตกราฟี

การวิเคราะห์โดยเทคนิคแกสโครมาโตกราฟีโดยใช้คอลัมน์แบบกะบิลลารี ทำด้วย fused silica ที่เคลือบด้วย Liquid phase SE-54 และตัวตรวจแบบเฟลมไอโอไนเซชัน (Flame Ionization Detector, FID) (สภาวะของเครื่องแกสโครมาโตกราฟี แสดงไว้ในบทที่ 3) ทำการวิเคราะห์สารอะลิฟาติกจากแฟรคชัน 1 และอะโรมาติกจากแฟรคชัน 2 ได้ผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารอะลิฟาติก

ค่ารีเทนชันไทม์ (RT) และ คัดซ์นี้ Kovats ของสารละลายมาตรฐานนอร์มัลอัลเคนที่ได้จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการ แสดงดังตารางที่ 4.9

การวิเคราะห์ชนิดของนอร์มัลอัลเคนและไอโซพรีนอยด์ในตัวอย่างดินตะกอน ใช้การเปรียบเทียบค่าคัดซ์นี้ Kovats ของตัวอย่างกับสารมาตรฐานนอร์มัลอัลเคน ผลการศึกษาพบว่า จากตัวอย่างดินตะกอนทั้งหมด 30 ตัวอย่างใน 2 ช่วงฤดูที่ทำการศึกษา พบนอร์มัลอัลเคนในทุกตัวอย่าง และมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนตั้งแต่ C_{15} - C_{22} ปริมาณนอร์มัลอัลเคนรวมในแต่ละสถานี แสดงดังรูปที่ 4.10 (รายละเอียดของปริมาณนอร์มัลอัลเคนแต่ละชนิด แสดงในตาราง ก.1 และ ก.2 ภาคผนวก ก)

การกระจายของปริมาณนอร์มัลอัลเคนที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอน เลขคี่และเลขคู่ตัว ถัดไปส่วนมากจะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก และปริมาณนอร์มัลอัลเคนที่มีจำนวนอะตอมเป็นเลขคี่มักจะมีค่าสูงกว่าคาร์บอนเลขคู่ตัวถัดไปเล็กน้อยเสมอ ลักษณะการกระจายของปริมาณนอร์มัลอัลเคนในแต่ละสถานี แสดงไว้ในภาคผนวก ก ปริมาณนอร์มัลอัลเคนรวม มีค่าอยู่ในช่วง 0.09-5.9 ไมโครกรัม/กรัม ด้วยค่าเฉลี่ย 2.01 ไมโครกรัม/กรัม ในเดือนมีนาคม และ 0.08 - 5.6 ไมโครกรัม/กรัม ด้วยค่าเฉลี่ย 2.60 ไมโครกรัม/กรัม ในเดือนสิงหาคม ปริมาณนอร์มัลอัลเคนรวมพบปริมาณสูงสุดที่สถานี 6 (มีนาคม) และ สถานี 4 (สิงหาคม)

ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนในแฟรคชัน 1 จากตัวอย่างดินตะกอน นอกจากจะพบสารพหวนอร์มัลอัลเคนแล้ว ยังพบสารอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนอื่นที่มีโครงสร้างซับซ้อนอีกด้วย สารกลุ่มนี้ ได้แก่ Unresolved Complex Mixture หรือ UCM

ซึ่งไม่สามารถแยกองค์ประกอบได้โดยเทคนิคแกสโครมาโตกราฟี จึงเห็นเป็นลักษณะเหมือนภูเขา ในโครมาโตแกรมการคำนวณปริมาณของ UCM ใช้เครื่องมือสำหรับวัดพื้นที่ใต้ผืน (planimeter) แล้วเปรียบเทียบกับพื้นที่ใต้ผืนของสารมาตรฐาน ปริมาณ UCM แสดงดังรูปที่ 4.11

ลักษณะโครมาโตแกรมของสารอะลิฟาติก ที่ได้จากการศึกษาพบว่า มีลักษณะต่างๆ กัน ซึ่งพอจะแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ลักษณะโครมาโตแกรมประกอบด้วย UCM และมีการกระจายของปริมาณนอร์มัลอัลเคนที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนเลขคู่และเลขคี่ตัวถัดไป ใกล้เคียงกัน จากผลการศึกษาได้ตัวอย่างดินตะกอนส่วนมาก ที่มีลักษณะโครมาโตแกรมแบบนี้ ซึ่งได้แสดงโครมาโตแกรมของตัวอย่างจากสถานี 10 เดือนสิงหาคม เป็นตัวแทนของลักษณะโครมาโตแกรมในกลุ่มที่ 1 ไว้ในรูปที่ 4.13

กลุ่มที่ 2 โครมาโตแกรมมีลักษณะของการกระจายของปริมาณนอร์มัลอัลเคนที่มีปริมาณของคาร์บอนเลขคี่สูงกว่าคาร์บอนเลขคู่มาก และ UCM ในโครมาโตแกรมของกลุ่มนี้ต่างจากกลุ่มแรก ตรงที่มีจุดสูงสุดของ Hump อยู่ 2 แห่ง (bimodal) ตัวอย่างที่มีลักษณะของโครมาโตแกรมแบบนี้ ได้แก่ ตัวอย่างจากสถานี 1, 3; 4, 6 (มีนาคม) และ 4, 5 (สิงหาคม) โครมาโตแกรมของตัวอย่างสถานี 4 เดือนมีนาคม ดังรูปที่ 4.14 เป็นตัวแทนของลักษณะโครมาโตแกรมในกลุ่มนี้

กลุ่มที่ 3 โครมาโตแกรมประกอบด้วย UCM ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับโครมาโตแกรมในกลุ่มที่ 1 แต่มีลักษณะการกระจายของปริมาณนอร์มัลอัลเคนไม่เหมือนกัน โดยโครมาโตแกรมในกลุ่มนี้มีปริมาณนอร์มัลอัลเคนต่ำมาก สังเกตได้จากพีคของนอร์มัลอัลเคนที่เล็กลงเมื่อเทียบกับขนาดของพื้นที่ของ UCM ตัวอย่างที่มีโครมาโตแกรมในลักษณะนี้ ได้แก่ ตัวอย่างจากสถานี 5, 12 (มีนาคม) และ 8, 9, 11, 12 (สิงหาคม) ในรูปที่ 4.15 ได้ยกตัวอย่างโครมาโตแกรมจากตัวอย่างสถานี 12 เดือนสิงหาคม เป็นตัวแทนในกลุ่มนี้

ปริมาณสารอะลิฟาติกรวม (ซึ่งได้จากการรวมค่าระหว่างปริมาณนอร์มัลอัลเคนรวม กับปริมาณ UCM) ในเดือนมีนาคมมีค่าตั้งแต่ 2.22 - 118.49 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 20.99 ± 7.85 ไมโครกรัม/กรัม ส่วนในเดือนสิงหาคมมีค่าตั้งแต่ 1.68-43.52 ไมโครกรัม/กรัม และมีค่าเฉลี่ย 15.39 ± 3.15 ไมโครกรัม/กรัม

ค่า Carbon Preference Index (CPI) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงการกระจายของคาร์บอนเลขคู่เทียบกับคาร์บอนเลขคี่ สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้ (Cooper and Bray, 1963 อ้างถึงใน Ajayi and Poxton, 1987)

$$\text{CPI} = \frac{\sum \text{odd carbon number homologs}}{\sum \text{even carbon number homologs}}$$

$$\text{โดยที่ } \text{CPI}_{(\text{total})} = \frac{\sum C_{15}^{29}}{\sum C_{16}^{30}}$$

$$\text{CPI}_{(<20)} = \frac{\sum C_{15}^{19}}{\sum C_{16}^{20}}$$

$$\text{CPI}_{(>20)} = \frac{\sum C_{21}^{29}}{\sum C_{22}^{30}}$$

พบว่าค่า CPI (total), CPI(<20) และ CPI(>21) ของแต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก และค่า CPI(total) ของทั้ง 15 สถานี มีค่าอยู่ในช่วง 0.92-3.59 ในเดือนมีนาคม และ 1.09 - 2.50 ในเดือนสิงหาคม และหลายสถานีมีค่า CPI ใกล้เคียงหนึ่ง แสดงค่าไว้ในตารางที่ 4.10 และ 4.11

จากโครมาโตแกรม ในรูปที่ 4.13 และ 4.15 แสดงพริสเทน และไฟเทน ซึ่งเป็นสารไอโซพรีนอยด์ที่มีความสำคัญที่สุดในกลุ่มของไฮโดรคาร์บอน ซึ่งอยู่ถัดจาก C_{17} และ C_{18} ตามลำดับ ปริมาณของพริสเทน และ ไฟเทน ที่พบเมื่อคิดเทียบกับปริมาณของ C_{17} และ C_{18} พบว่า อัตราส่วนระหว่าง C_{17} ต่อพริสเทน ในเดือนมีนาคมมีค่าอยู่ในช่วง 0.40-5.02 และในเดือนสิงหาคม มีอัตราส่วนอยู่ในช่วง 0.35-4.25 อัตราส่วนระหว่าง C_{18} ต่อไฟเทน มีค่าอยู่ในช่วง 0.32-2.27 ในเดือนมีนาคม และ 0.22-2.25 ในเดือนสิงหาคม สำหรับอัตราส่วนระหว่าง พริสเทนต่อไฟเทน มีค่าในช่วง 0.50-2.94 โดยมีค่าเฉลี่ย 1.20 ในเดือนมีนาคม และ 1.50 ในเดือนสิงหาคม

2. ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารอะโรมาติก

การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่าง ใช้การเปรียบเทียบค่าดัชนี ARI กับสารมาตรฐาน โดยการเปลี่ยนค่ารีเทนชันไทม์ให้เป็น ARI ดังแสดงในตารางที่ 4.12 ลักษณะของโครมาโตแกรมของสารมาตรฐานกลุ่มอะโรมาติกแสดง ดังรูป 4.16

ผลการวิเคราะห์โดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟีของแฟรคชัน 2 พบการปนเปื้อนของสารกลุ่มอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในทุกตัวอย่าง โดยชนิดและปริมาณสารอะโรมาติกที่สะสมในดินตะกอนจะแตกต่างกันในแต่ละสถานี ปริมาณของอะโรมาติกแต่ละชนิดมีค่าตั้งแต่ trace - 2.95 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ในเดือนมีนาคม และ trace - 1.90 ไมโครกรัม/กรัม ในเดือนสิงหาคม สารอะโรมาติกตัวที่พบปริมาณสูงสุดคือ ฟีนแอนทริน ที่สถานี 4 เดือนมีนาคม ส่วนสารอะโรมาติกตัวต่างๆ ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างสูงซึ่งได้แก่ เบนโซ(อี)ไพรีน เบนโซ(เอ)ไพรีน เพอร์ลิน โดเบนซ์(เออีซ)แอนทราซิน และ เบนโซ(จีอีซ)ไอเพอร์ลิน พบในปริมาณที่น้อยมาก โดยเฉพาะเบนโซ(อี)ไพรีน พบเพียง 3 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 30 ตัวอย่าง

ปริมาณสารอะโรมาติกรวม (total identified aromatics) มีค่าอยู่ในช่วง 0.31-6.24 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ค่าเฉลี่ย 2.71 ± 0.52 ไมโครกรัม/กรัม สำหรับเดือนมีนาคม และ 0.65-5.14 ไมโครกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 2.03 ± 0.46 ไมโครกรัม/กรัม สำหรับเดือนสิงหาคม (รายละเอียดของชนิดและปริมาณสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ที่พบในตัวอย่างดินตะกอนจากแต่ละสถานี แสดงดังตาราง ก.3 และ ก.4 ภาคผนวก ก) ปริมาณ UCM แสดงดังรูปที่ 4.12

ง. การเปรียบเทียบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอนระหว่าง 2 ช่วงฤดูที่ทำการศึกษา

การเปรียบเทียบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอน ระหว่างเดือนมีนาคมและสิงหาคม 2532 (ตารางที่ 4.13) พบว่า ค่า τ ที่คำนวณจากข้อมูลมีค่าเท่ากับ 0.4168 และ 0.7858 สำหรับสารอะโรมาติกรวม ซึ่งวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี UVF และสารอะลิฟาติกรวม ที่วิเคราะห์ปริมาณโดยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟี ตามลำดับ เมื่อเทียบกับ

ตารางที่ 4.9 แสดงค่ารีเทนชันไทม์ และ ดัชนี Kovats ของสารมาตรฐานนอร์มัลอัลเคน

สารประกอบ	ชื่อสามัญ	รีเทนชันไทม์ (นาที)	ดัชนี Kovats
C ₁₅	นอร์มัล-เพนตะเดคเคน	8.93	1500
C ₁₆	นอร์มัล-เฮกซะเดคเคน	10.42	1600
C ₁₇	นอร์มัล-เฮปตะเดคเคน	11.87	1700
พริสเทน	2, 6, 10, 14-เตตระเมทิลเพนตะเดคเคน	12.01	1709
C ₁₈	นอร์มัล-ออกตะเดคเคน	13.26	1800
ไฟเทน	2, 6, 10, 14-เตตระเมทิลเฮกซะเดคเคน	13.43	1812
C ₁₉	นอร์มัล-โนนาเดคเคน	14.58	1900
C ₂₀	นอร์มัล-ไอโคเซน	15.84	2000
C ₂₁	นอร์มัล-เฮนไอโคเซน	17.05	2100
C ₂₂	นอร์มัล-โดโคเซน	18.22	2200
C ₂₃	นอร์มัล-ไตรโคเซน	19.34	2300
C ₂₄	นอร์มัล-เตตระโคเซน	20.42	2400
C ₂₅	นอร์มัล-เพนตะโคเซน	21.46	2500
C ₂₆	นอร์มัล-เฮกซะโคเซน	22.47	2600
C ₂₇	นอร์มัล-เฮปตะโคเซน	23.43	2700
C ₂₈	นอร์มัล-ออกตะโคเซน	24.41	2800
C ₂₉	นอร์มัล-โนนาโคเซน	25.27	2900
C ₃₀	นอร์มัล-ไตรอะคอนเทน	26.17	3000
C ₃₁	นอร์มัล-เฮนไตรอะคอนเทน	27.05	3100
C ₃₂	นอร์มัล-โดไตรอะคอนเทน	28.15	3200

ตารางที่ 4.10 แสดงปริมาณสารอะซิฟติกไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างดินตะกอนเดือนมีนาคม 2532
(ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง)

สถานี	อะซิฟติกกราม	นอร์มัล- อัลเคนราม	UCM	CPI (total)	CPI (<20)	CPI (>21)	C ₁₇ : พริสเทน	C ₁₈ : ไฟเทน	พริสเทน: ไฟเทน
1	4.40	0.86	3.54	0.92	0.92	0.93	2.55	2.27	0.86
2	5.50	1.04	4.46	1.71	2.11	1.20	2.98	0.96	0.50
3	3.03	0.12	2.91	1.37	1.65	1.05	0.40	1.04	1.60
4	23.50	3.38	20.12	1.33	1.73	1.09	3.01	0.36	0.73
5	17.85	2.08	15.77	1.68	1.70	1.63	1.15	0.34	1.00
6	118.49	5.91	112.58	1.79	2.24	1.39	2.10	0.92	1.20
7	3.20	0.09	3.11	2.16	1.71	2.67	3.96	1.68	1.54
8	13.09	4.12	8.97	1.12	1.29	1.01	1.52	1.35	1.35
9	45.56	3.76	41.80	1.29	1.28	1.30	0.87	0.32	1.03
10	2.22	0.18	2.04	2.14	1.45	2.85	2.71	2.13	1.05
11	15.49	1.44	14.05	1.57	1.42	1.93	1.42	1.27	1.21
12	27.50	2.00	25.50	3.20	3.44	2.51	1.59	0.32	2.14
13	6.96	2.45	4.51	1.68	1.58	1.79	1.89	1.42	1.37
14	12.03	1.00	11.03	2.32	2.05	2.94	1.48	1.16	1.35
15	16.10	1.72	14.38	3.59	3.64	3.47	5.02	0.59	1.06

ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณสารอะซิฟาทิกไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างดินตะกอนเดือนสิงหาคม 2532
(ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง)

สถานี	อะซิฟาทิกรวม	นอร์มัล- อัลเคนรวม	UCM	CPI (total)	CPI (<20)	CPI (>21)	C ₁₇ : พริสเทน	C ₁₈ : ไฟเทน	พริสเทน: ไฟเทน
1	1.68	0.25	1.43	1.93	1.64	2.39	0.74	1.28	2.87
2	1.97	0.08	1.89	1.42	1.65	1.31	-	-	-
3	11.75	3.19	8.56	2.47	1.92	3.05	3.65	1.01	0.77
4	43.52	5.58	37.94	1.83	1.82	1.84	1.40	0.71	0.87
5	23.49	3.74	19.75	1.43	1.10	1.78	0.35	0.22	1.02
6	21.65	3.90	17.75	1.09	1.75	0.89	1.28	0.48	1.09
7	14.15	3.76	10.39	1.35	0.97	1.60	1.25	0.99	1.60
8	6.70	0.98	5.72	1.19	1.04	1.29	3.15	1.49	0.81
9	19.30	4.09	15.21	1.31	1.78	1.05	2.07	0.98	1.28
10	18.04	1.95	16.09	2.15	2.35	1.58	1.65	0.82	1.68
11	13.57	2.26	11.31	2.50	2.67	2.20	2.03	2.25	2.36
12	34.08	3.05	31.03	1.90	1.76	3.17	2.48	1.45	2.94
13	5.74	1.30	4.44	2.12	2.35	1.89	4.21	2.06	1.05
14	7.90	2.45	5.45	1.77	2.37	1.50	2.81	1.56	1.36
15	7.33	1.68	5.65	1.91	1.68	2.12	4.25	2.12	1.27

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าริเทนชันไทม์ และ ดัชนี ARI ของสารมาตรฐานอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

สารประกอบ	ริเทนชันไทม์ (นาที)	ดัชนี ARI (การศึกษานี้)	ดัชนี ARI (Lee and Vassilaros, 1979)
แนพทาลีน	4.58	0	0
2-เมทิลแนพทาลีน	5.96	53.91	53.42
ไบเฟนิล	7.14	100	100
2,6-ไดเมทิลแนพทาลีน	7.50	106.24	105.48
อะซีแนฟทอลีน	8.13	117.16	116.16
อะซีแนฟทีน	8.65	126.17	126.24
ไดเบนโซฟูราน	9.12	134.32	135.15
ฟลูออรีน	10.12	151.65	151.80
1-เมทิลฟลูออรีน	11.90	182.49	183.39
9-ฟลูออรีโนน	12.35	190.29	192.11
ไดเบนโซไซโอฟิน	12.53	193.41	193.66
ฟีแนนทรีน	12.91	200	200
แอนทราซีน	13.05	203.30	203.30
1-เมทิลฟีแนนทรีน	14.84	245.52	246.66
ฟลูออแรนทีน	16.52	285.14	285.92
ไพรีน	17.15	300	300
11เอ็กซ์-เบนโซ(บี)ฟลูออรีน	18.54	335.64	-
1,1-ไบแนพทิล	19.95	371.79	376.18
เบนซ์(เอ)แอนทราซีน	20.92	396.67	396.92
โครซีน	21.05	400	400
เบนโซ(อี)ไพรีน	24.76	490.05	490.23
เบนโซ(เอ)ไพรีน	24.86	492.48	495.06
เพอริลีน	25.17	500	500
ไดเบนซ์(เอ, เอ็กซ์)แอนทราซีน	27.56	583.57	586.98
เบนโซ(จีเอชไอ)เพอริลีน	28.03	600	600

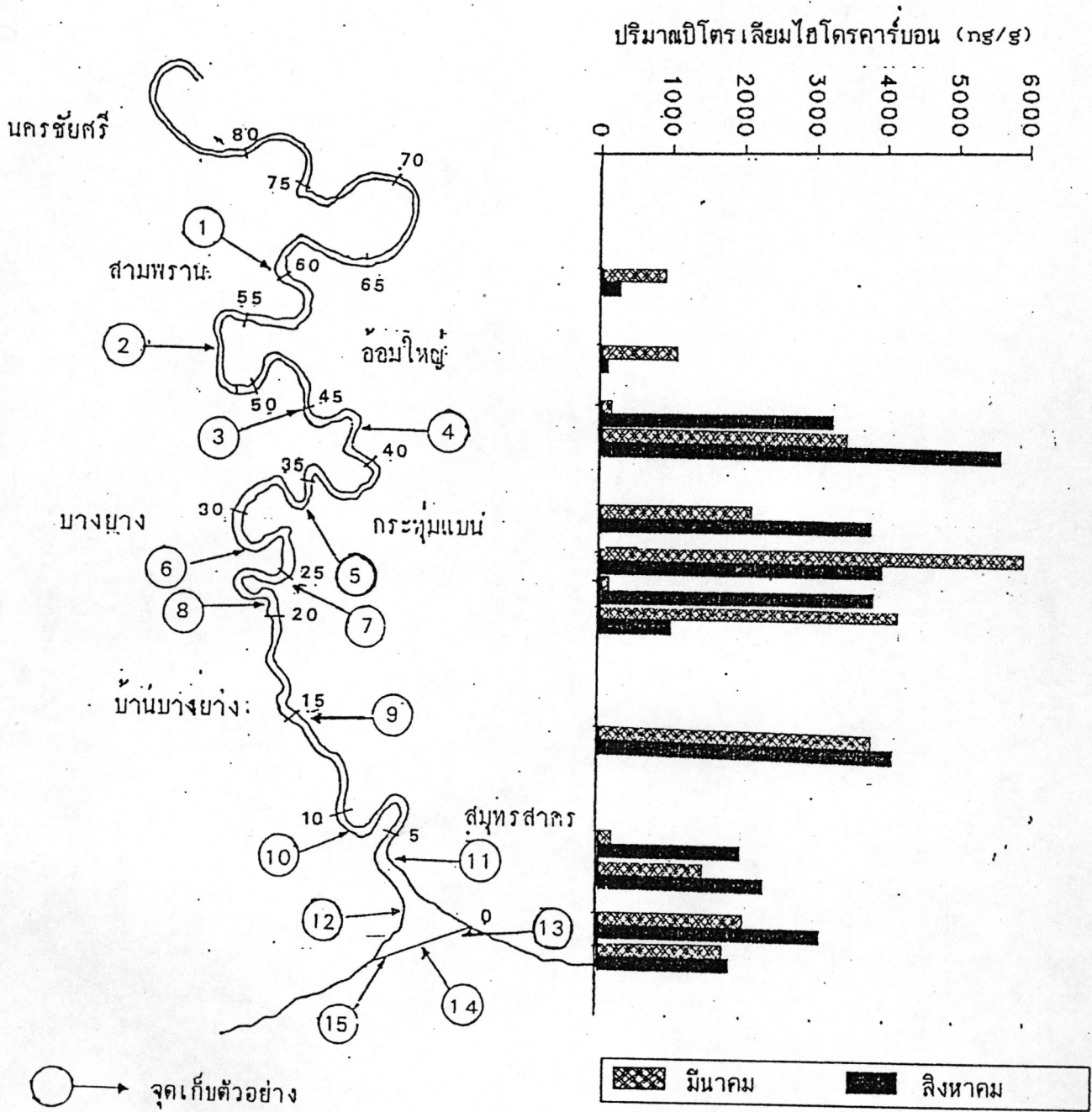
ตารางที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณปุ๋ยโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในดินตะกอนระหว่างเดือนมีนาคมและสิงหาคม 2532 (t-test)

ไฮโดรคาร์บอน	มีนาคม			สิงหาคม			การเปรียบเทียบ		
	n	mean	S.D.	n	mean	S.D.	$\Sigma(x_1 - x_2)$	$\Sigma(x_1 - x_2)^2$	t
อะโรมาติกกรม	15	55.68	9.51	15	49.93	10.72	86.36	40571.17	0.4168
อะลิฟาติกกรม	15	20.99	7.85	15	15.39	3.15	84.05	11149.53	0.7858

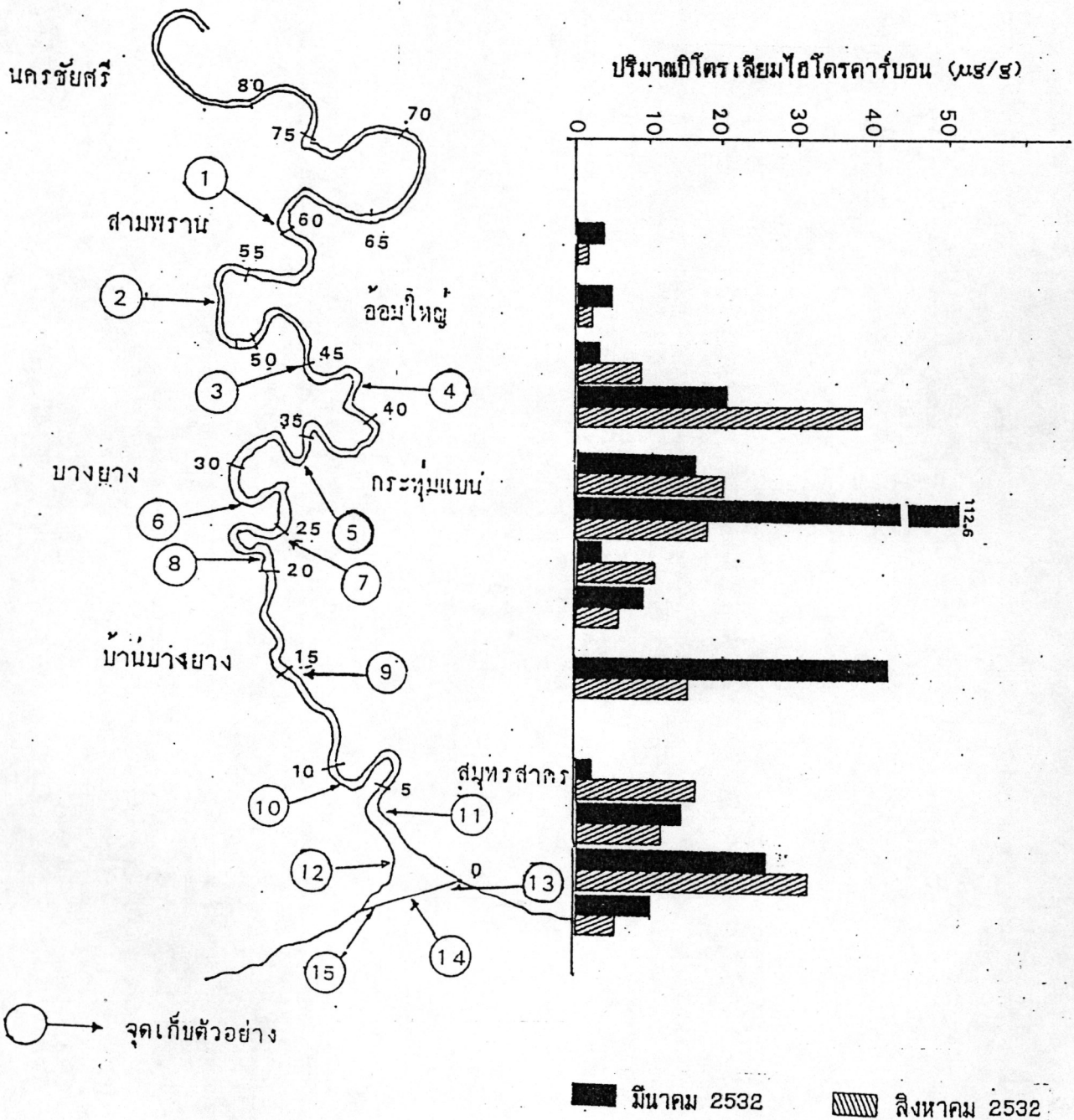
degree of freedom (d_f) = 28

$\alpha_{0.05}$ t = 2.048

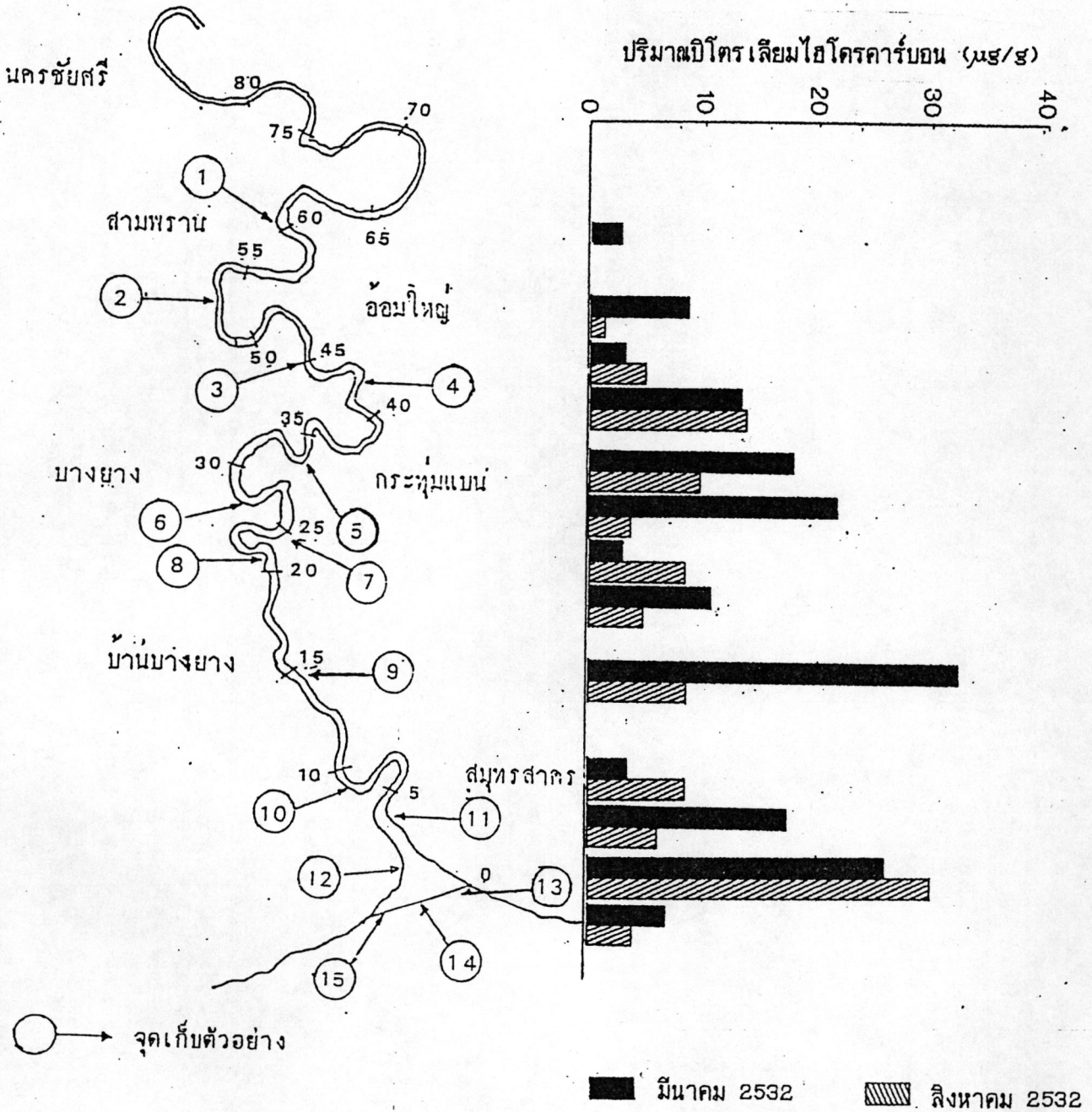
$\alpha_{0.1}$ t = 1.701



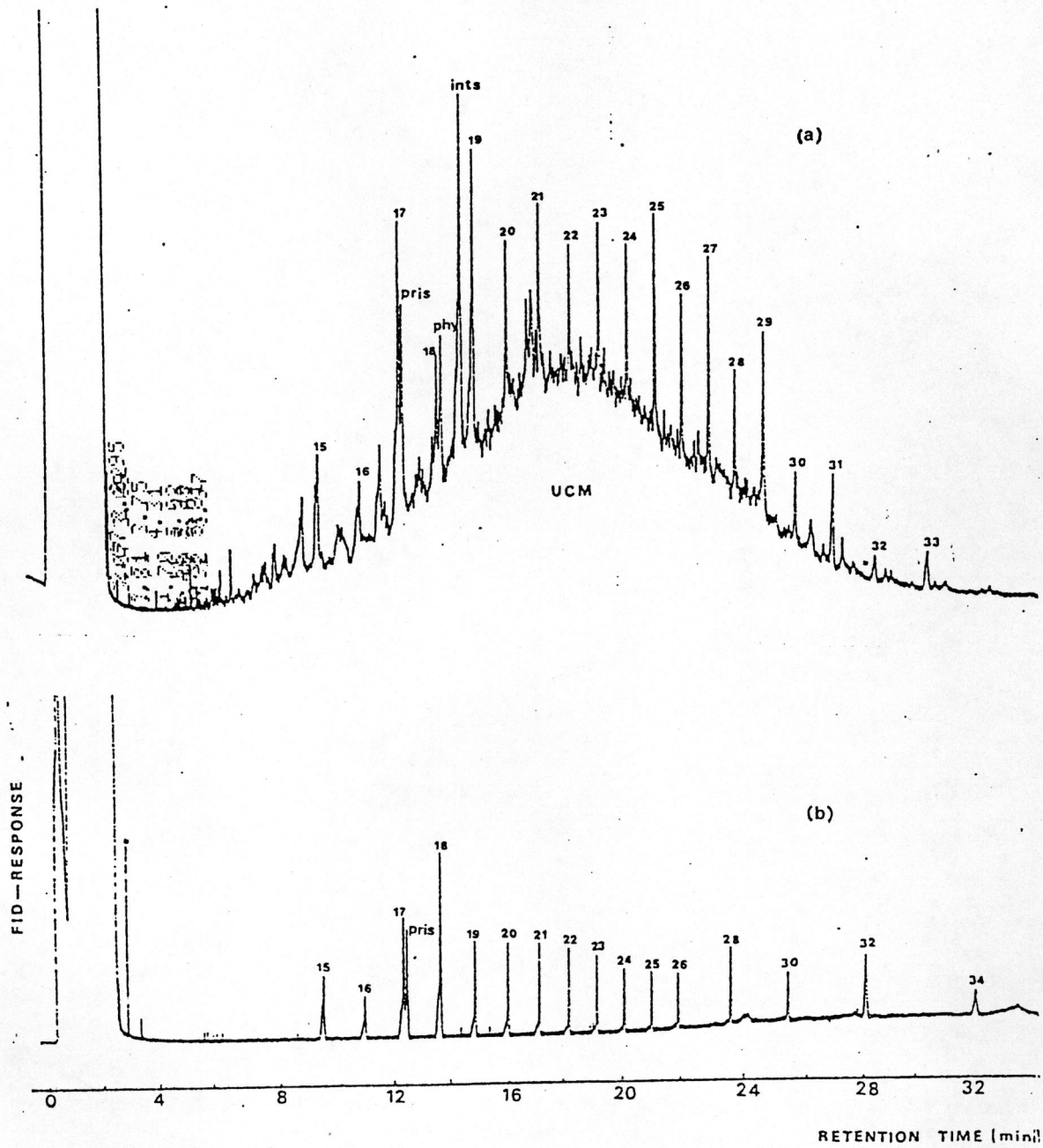
รูปที่ 4.10 แสดงการกระจายของปริมาณนอร์มัลอัลเคนรวมในตัวอย่างดินตะกอนใน 2 ช่วงฤดูที่ทำการศึกษา



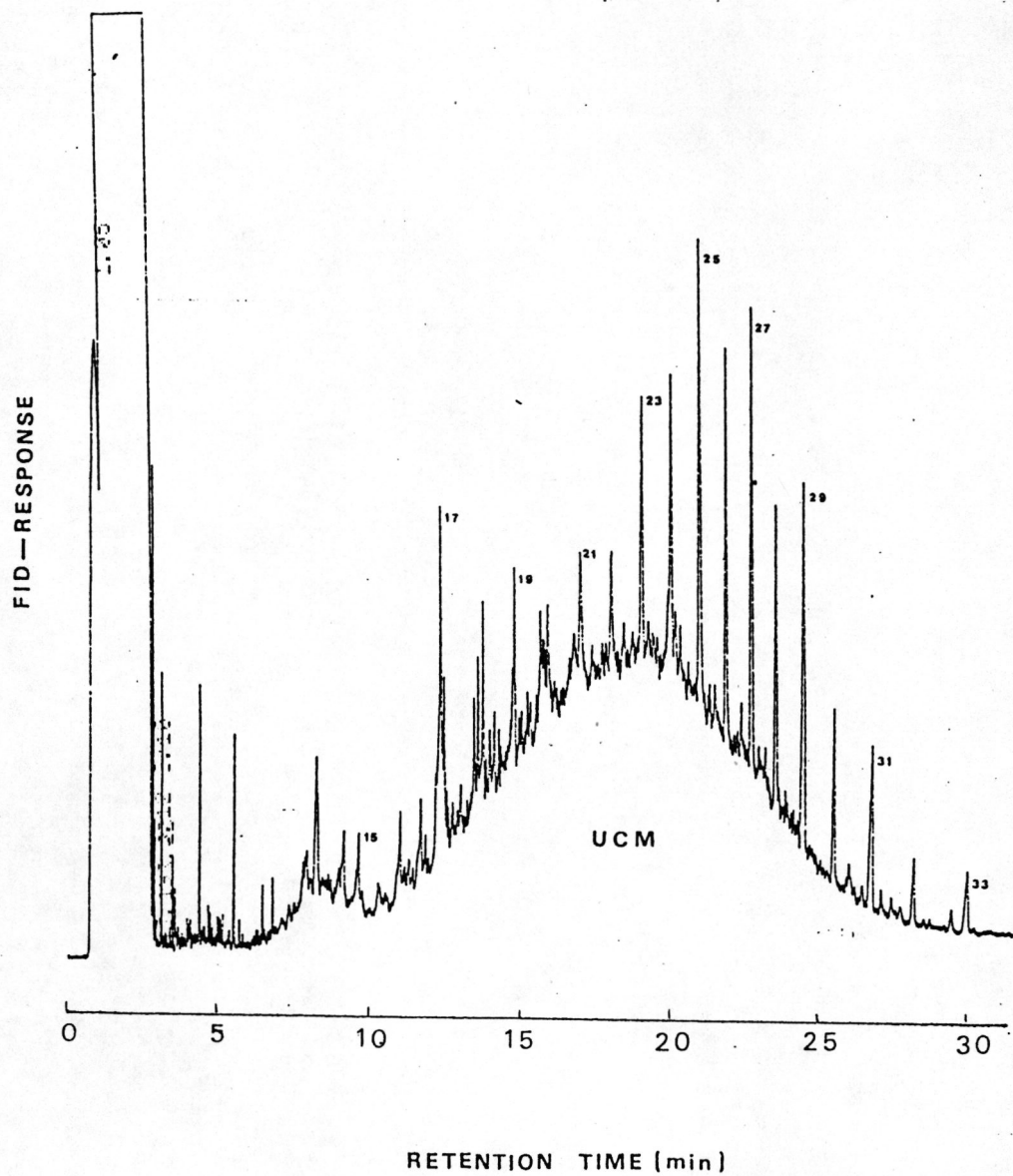
รูปที่ 4.11 แสดงการกระจายของปริมาณ UCM ของสารกลุ่มอะลิฟาติก ในตัวอย่างดินตะกอน ใน 2 ช่วงฤดูที่ทำการศึกษา



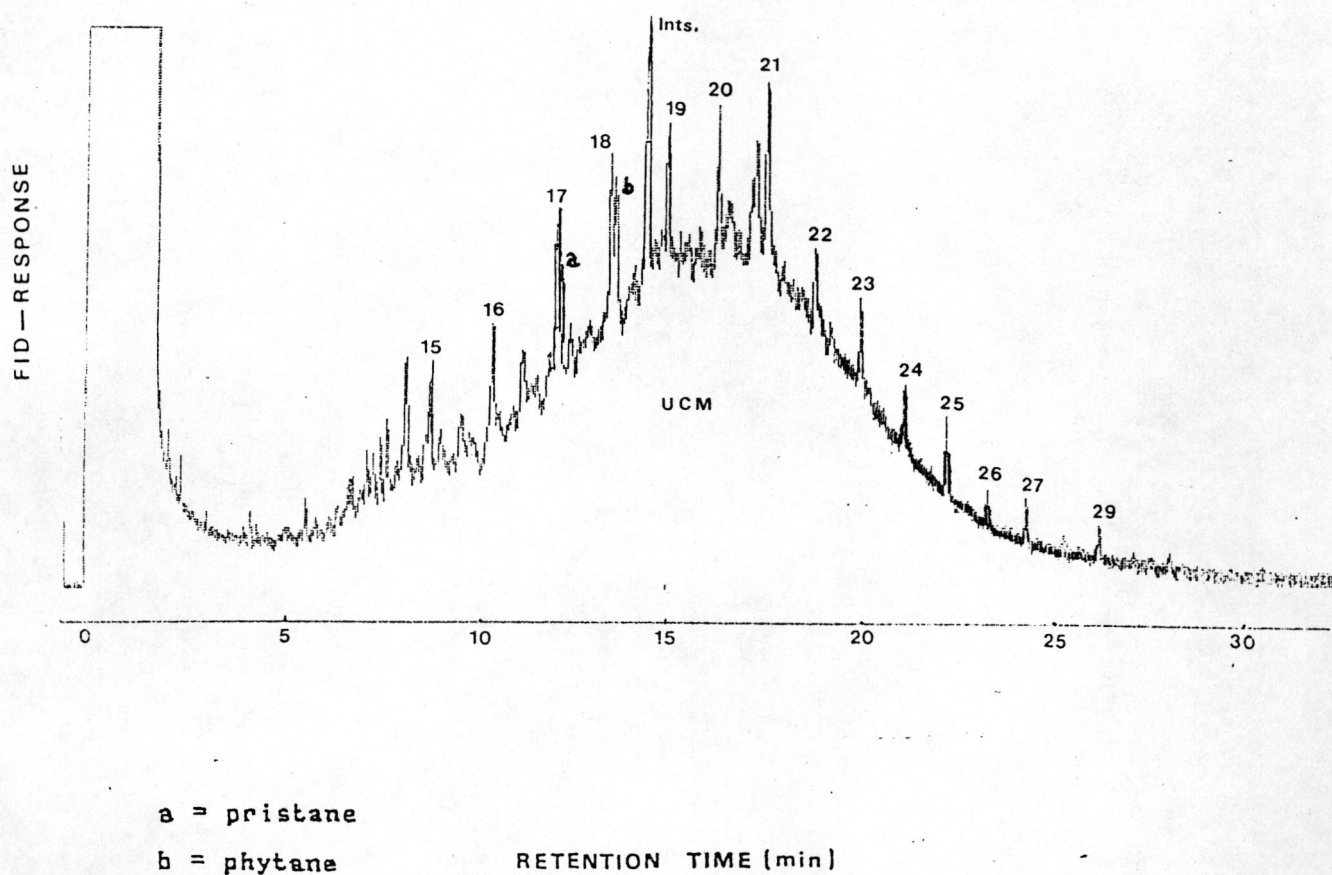
รูปที่ 4.12 แสดงการกระจายของปริมาณ UCM ของสารกลุ่มอะโรมาติก ในตัวอย่างดินตะกอน ใน 2 ช่วงฤดูที่ทำการศึกษา



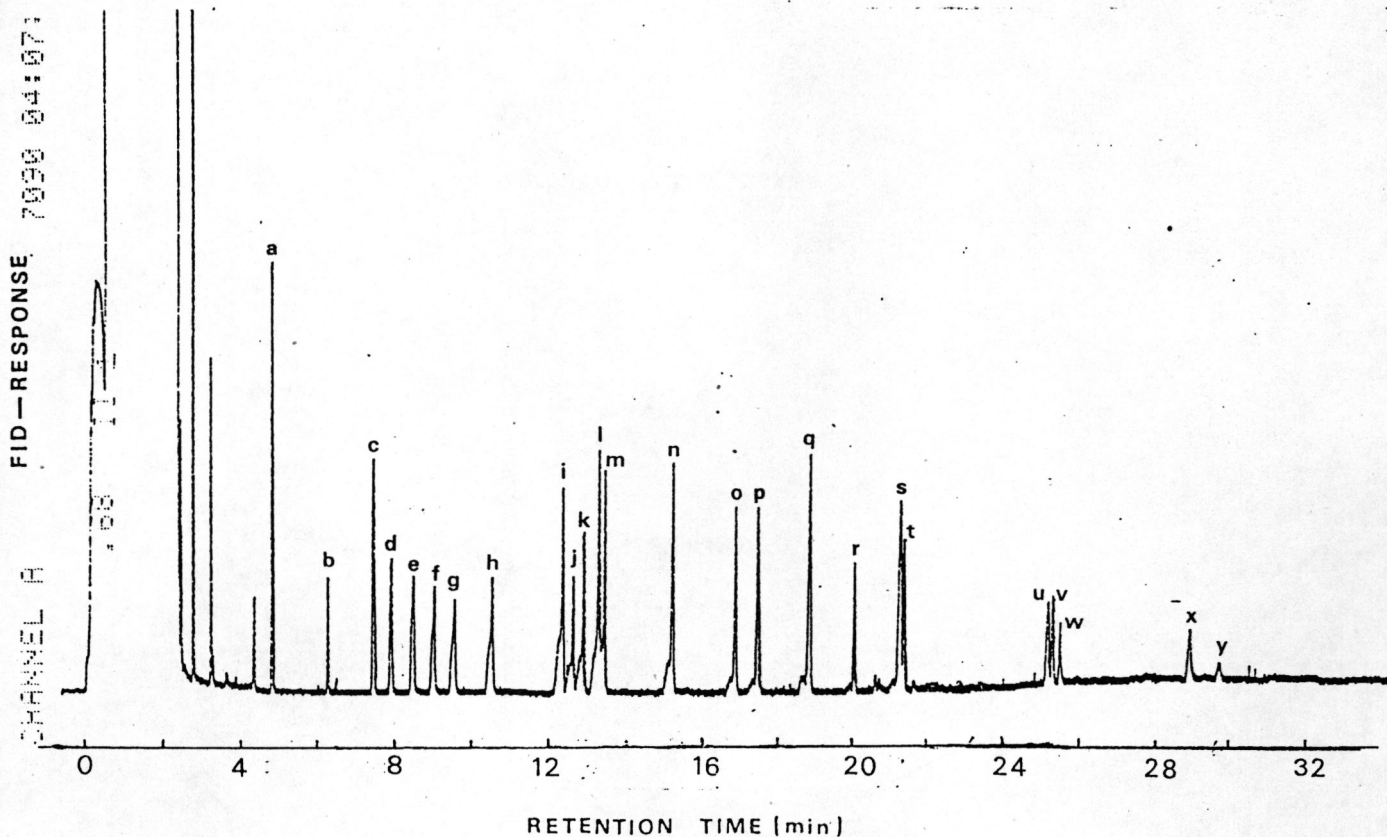
รูปที่ 4.13 แสดงโครมาโตแกรมของ
 (a) สารอะลิฟาติกในดินตะกอนสถานี 10
 (b) สารมาตรฐานนอร์มัลลเคน



รูปที่ 4.14 แสดงโครมาโตแกรมของสารอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างดินตะกอนสถานี 4
เดือนมีนาคม 2532



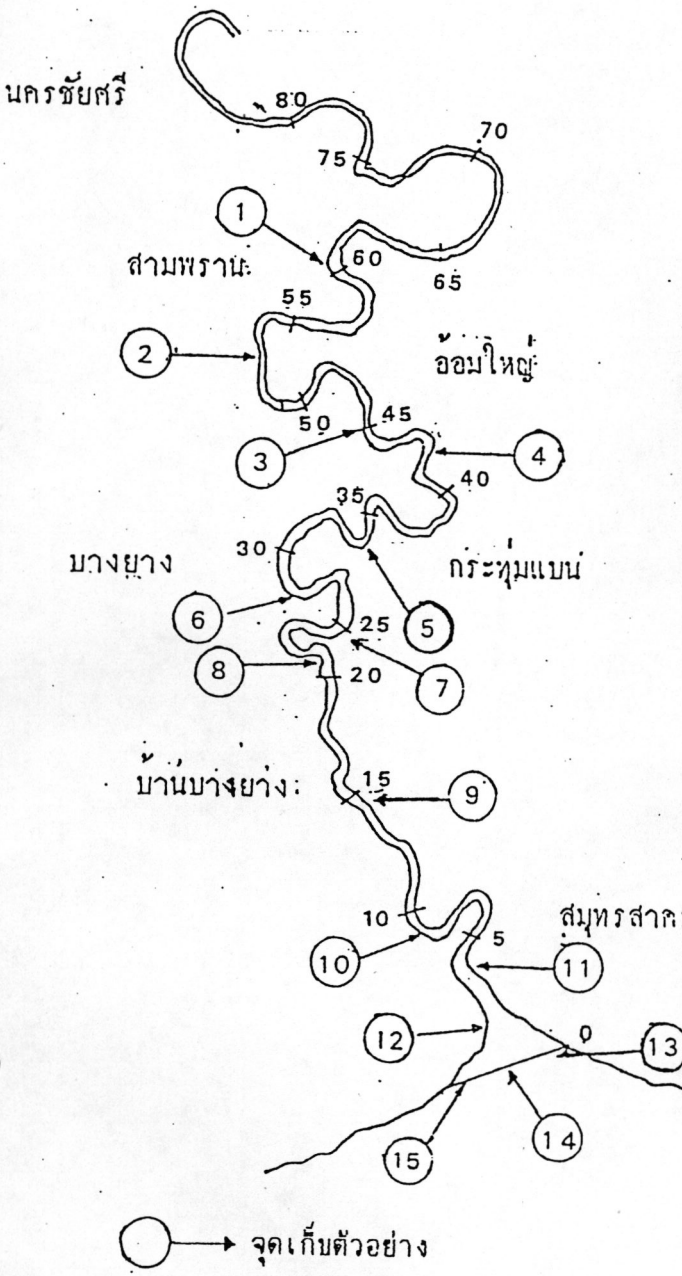
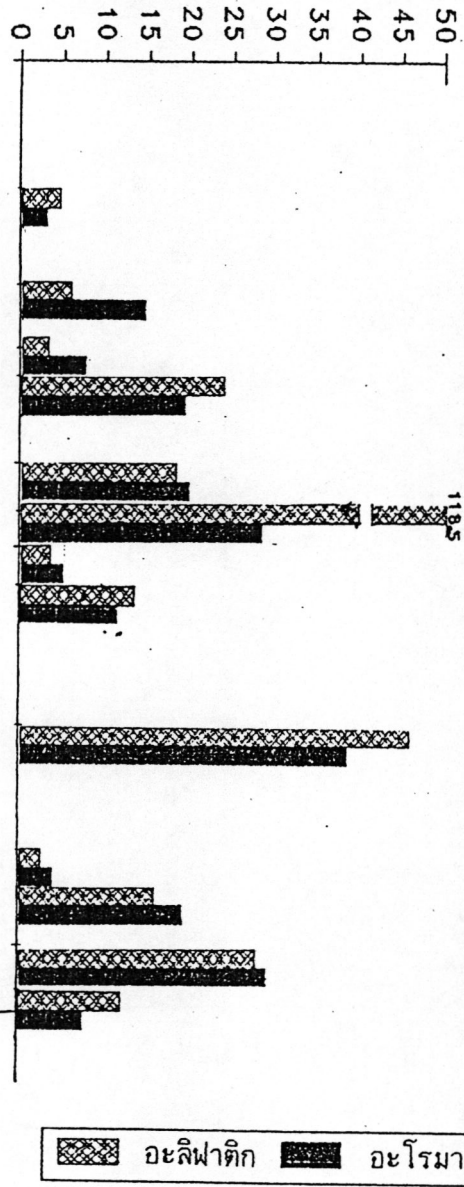
รูปที่ 4.15 แสดงโครมาโตแกรมของสารอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างดินตะกอนสถานี 8
เดือนสิงหาคม 2532



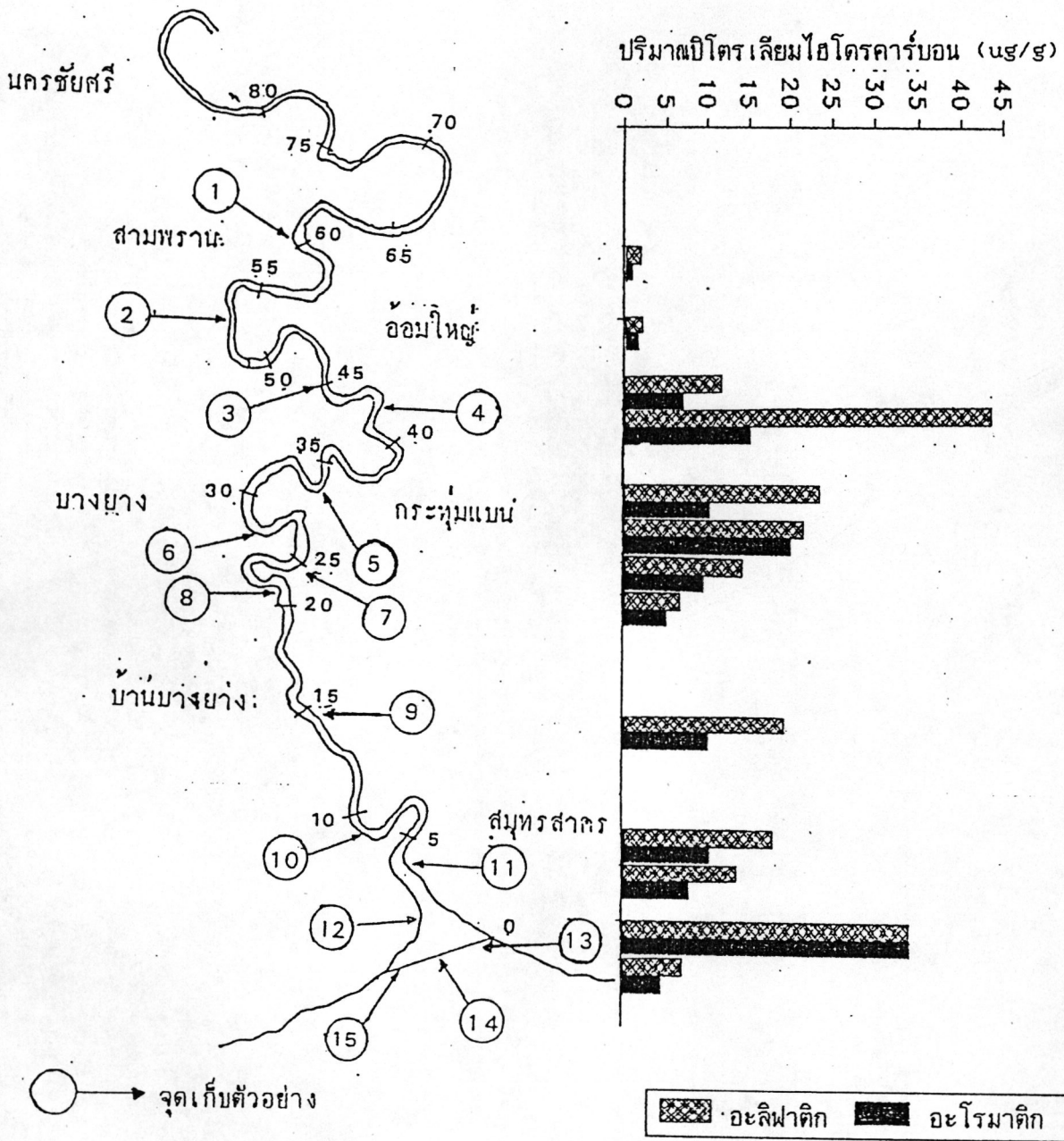
รูปที่ 4.16 แสดง FID-gas chromatogram ของสารมาตรฐานอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

a = Naphthalene, b = 1-Methylnaphthalene, c = Biphenyl, d = 2,6-Dimethyl naphthalene, e = Acenaphthylene, f = Acenaphthene, g = Dibenzofuran, h = Fluorene, i = 1-Methylfluorene, j = 9-Fluorenone, k = Dibenzothiophene l = Phenanthrene, m = Anthracene, n = 1-Methylphenanthrene, o = Fluoranthene p = Pyrene, q = 11H-Benzo(b)fluorene, r = 1,1-Binaphthyl, s = Benz(a)-anthracene, t = Chrysene, u = Benzo(e)pyrene, v = Benzo(a)pyrene, w = perylene, x = Dibenz(a,h)anthracene, y = Benzo(ghi)perylene

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน (มก/ตร)



รูปที่ 4.17 แสดงการกระจายของสารอะลิฟาติกรวม และอะโรมาติกรวมในตัวอย่างดินตะกอน เดือนมีนาคม 2532



รูปที่ 4.18 แสดงการกระจายของสารอะลิฟาติกกรม และอะโรมาติกกรมในตัวอย่างดินตะกอน เดือนสิงหาคม 2532

ค่า t วิกฤต จะเห็นว่าค่า t คำนวณมีค่าน้อยกว่าค่า t วิกฤต แสดงว่าปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน (ทั้งอะลิฟาติกและอะโรมาติก) ในตัวอย่างดินตะกอนระหว่างเดือนมีนาคมและเดือนสิงหาคม 2532 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

การกระจายของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนเปรียบเทียบระหว่างอะลิฟาติกรวม (ปริมาณนอร์มัลอัลเคนรวมกับปริมาณ UCM) และ อะโรมาติกรวม (ปริมาณอะโรมาติกรวมกับ UCM) ในตัวอย่างดินตะกอนเดือนมีนาคมและสิงหาคม แสดงดังรูปที่ 4.17 และ 4.18 (รายละเอียดแสดงในตาราง ก.6 และ ก.7 ภาคผนวก ก)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำตัวอย่างบางตัวอย่างไปวิเคราะห์โดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟีและแมสสเปกโตรเมตรี (GC/MS) ที่มหาวิทยาลัยคากาว่า ประเทศญี่ปุ่น ผลการวิเคราะห์พบว่าแมสสเปกตรัมของตัวอย่างดินตะกอนในแฟรคชัน 2 แสดงถึงองค์ประกอบของสารอื่นที่ไม่ใช่สารไฮโดรคาร์บอนปนอยู่ด้วย จึงได้นำแฟรคชัน 2 ของตัวอย่างดินตะกอนทั้งหมด ไปวิเคราะห์ซ้ำโดยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟี โดยใช้ตัวตรวจแบบ Electron Capture Detector (ECD) ข้อมูลโครมาโตแกรมของ ECD ได้แสดงถึงการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในดินตะกอนบริเวณนี้ในปริมาณค่อนข้างสูง (รูป ค.1 ในภาคผนวก ค แสดงการรบกวนของสารกำจัดศัตรูพืชในโครมาโตแกรมของ FID) ผลการวิเคราะห์ แสดงในตารางที่ 4.14 และ 4.15 สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่พบในตัวอย่างดินตะกอน ได้แก่ แอลฟา, เบตา, แกมมา-บีเอชซี, อัลดริน, เฮปตาคลอเอปออกไซด์, ดีลดริน, เอนดริน, ดีดีที และอนุพันธ์ของดีดีที ได้แก่ ดีดีดี และดีดีอี และยังพบการปนเปื้อนของสาร PCB ด้วย (Arochlor 1248) นอกจากนี้ยังพบคลอเดน ซึ่งเป็นสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนอีกตัวหนึ่ง ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูงในดินตะกอนหลายสถานี ได้แก่ สถานี 1, 2, 4, 6, 9, 11, 12, 13 (มีนาคม) และสถานี 3, 4, 6, 10, 11 (สิงหาคม) พิสัยของปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชที่พบอยู่ในช่วง 0.3-8.1 นาโนกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) สารที่พบในปริมาณสูงสุดคือ บีเอชซี ส่วนดีดีที พบในปริมาณที่น้อยมาก สำหรับปริมาณของคลอเดนและอะโรคลอ 1248 ซึ่งมี ECD-response ในลักษณะของกลุ่มพีค การคำนวณหาปริมาณจึงใช้ผลรวมของพื้นที่ใต้พีคทุกพีค เทียบกับค่าพื้นที่รวมทุกพีคของสารมาตรฐาน ซึ่งผลการคำนวณ พบคลอเดนในช่วง 8.6 - 225.7 นาโนกรัม/กรัม โดยพบปริมาณสูงสุดที่สถานี 9 ในเดือนมีนาคม ส่วนอะโรคลอ 1248 พบที่สถานี 1 เดือนสิงหาคม เพียงตัวอย่างเดียวในปริมาณ 74.6 นาโนกรัม/กรัม

โครมาโตแกรมของสารมาตรฐานออร์กาโนคลอรีนและของตัวอย่างดินตะกอนที่พบการปนเปื้อนจากสารกำจัดศัตรูพืช ดังในรูปที่ 4.19 - 4.22

ตารางที่ 4.14 แสดงปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในตัวอย่างดินตะกอนเดือนมีนาคม 2532
(นาโนกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง)

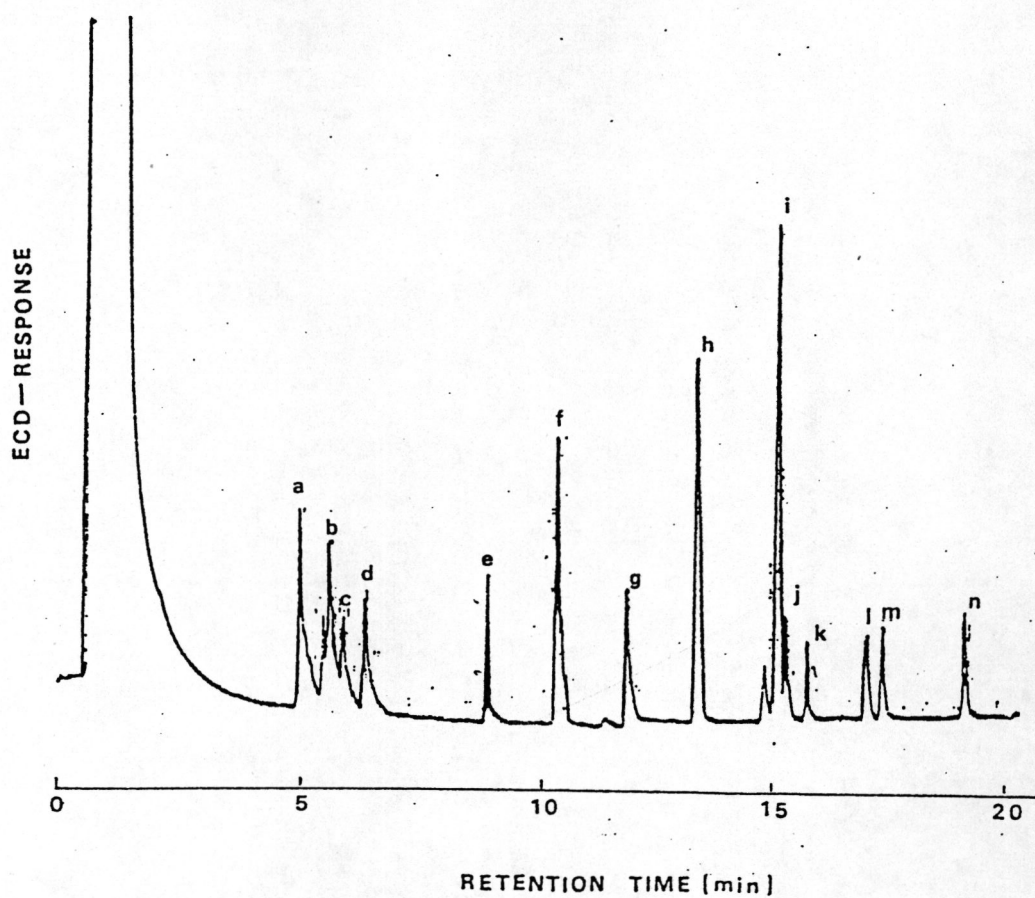
สถานี	บีเอชซี รวม	อัลดริน	เฮปตาคลอ เอปอกไซด์	โอพี-ดีดีอี	ดีลดริน +พีพี-ดีดีอี	โอพี-ดีดีดี	เอนดริน	พีพี-ดีดีดี	พีพี-ดีดีที	คลอเดน
1	0.5	-*	-	-	0.5	trace	-	-	-	16.6
2	-	-	-	-	6.8	5.4	-	-	-	105.1
3	2.2	1.0	-	-	0.4	trace	0.9	-	-	-
4	6.3	-	-	-	7.6	2.5	-	-	-	129.4
5	6.6	1.5	-	-	2.8	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	191.4
7	8.0	0.7	trace	-	0.3	-	-	-	trace	-
8	4.1	0.8	-	-	1.2	trace	-	0.4	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	225.7
10	2.6	-	0.5	-	0.7	trace	1.5	-	-	-
11	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	38.8
12	-	-	-	-	2.7	-	-	-	-	15.8
13	8.1	-	-	-	0.3	trace	-	-	trace	8.6
14	3.4	2.3	0.9	-	1.5	1.5	-	-	trace	-
15	4.9	-	-	1.3	trace	-	-	1.4	-	-

* หมายถึง ตรวจไม่พบ

ตารางที่ 4.15 แสดงปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในตัวอย่างดินตะกอนเดือนสิงหาคม 2532
(นาโนกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง)

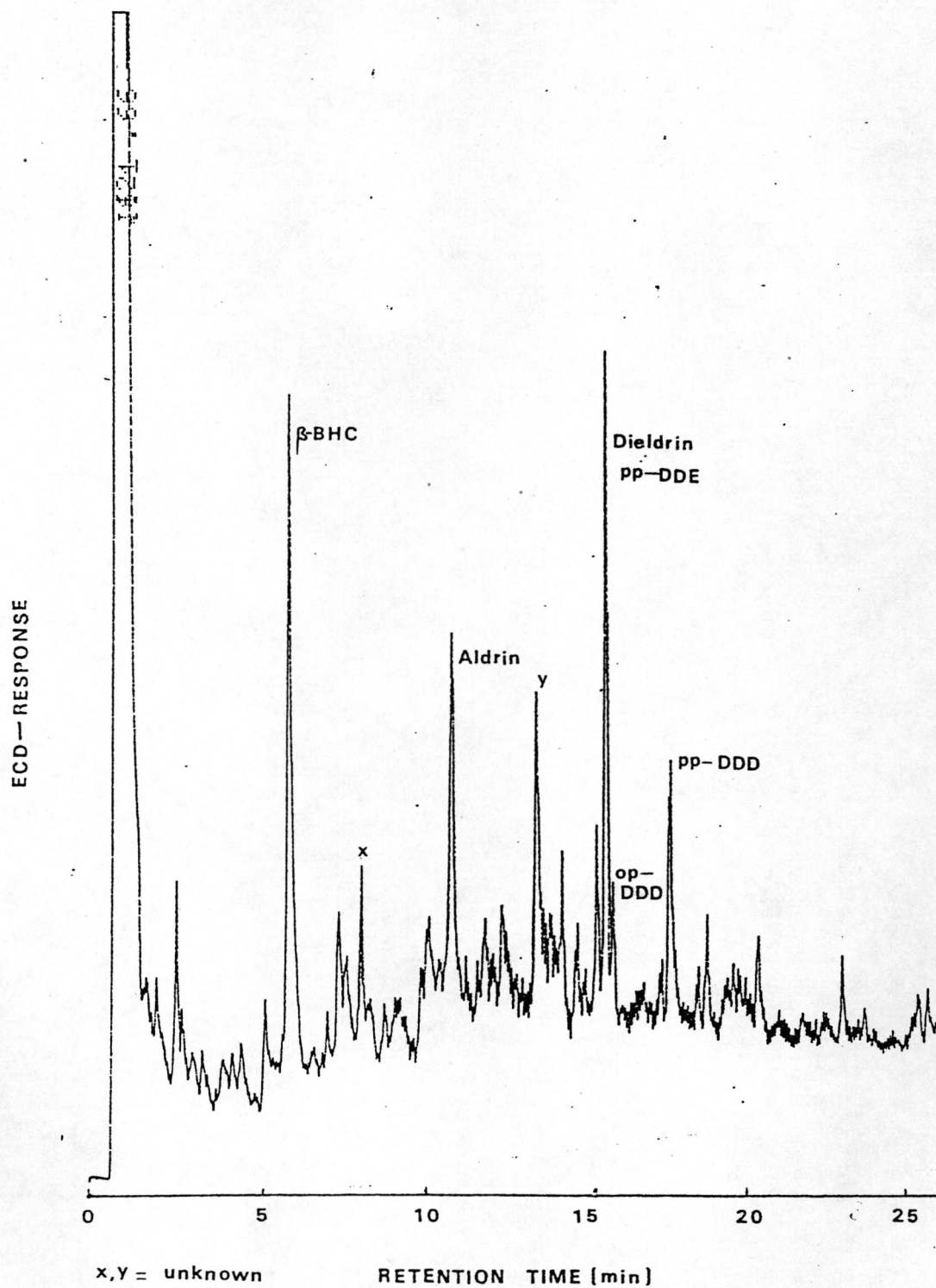
สถานี	บีเอ็ชซี รวม	อัลดริน	เฮปตาคลอ เอปอกไซด์	โอพี-ดีดีอี + ดีพี-ดีดีอี	ดีลดริน	โอพี-ดีดีดี	เอนดริน	ดีพี-ดีดีดี	ดีพี-ดีดีที	คลอเดน
1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	2.3	2.4	-	0.8	0.9	trace	2.4	-	trace	-
3	5.3	-	-	-	trace	-	-	-	-	40.6
4	3.4	-	-	-	10.4	9.3	-	-	-	98.6
5	6.4	4.5	-	trace	6.1	4.7	-	4.7	-	-
6	-	-	-	-	2.8	-	-	-	-	65.6
7	7.8	1.7	-	trace	6.0	2.8	-	2.9	-	-
8	2.2	0.4	0.5	-	0.5	-	1.2	-	-	-
9	4.1	0.4	-	-	trace	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	0.8	trace	-	-	trace	28.8
11	-	-	-	-	trace	-	-	-	-	25.5
12	5.1	-	-	-	5.1	-	-	-	-	-
13	2.5	0.6	1.1	-	0.4	trace	-	-	-	-
14	7.8	2.2	1.8	trace	0.7	-	-	-	-	-
15	3.4	2.0	1.4	-	trace	-	-	-	-	-

* พบอะโรคลอ 1248 ปริมาณ 74.6 นาโนกรัม/กรัม

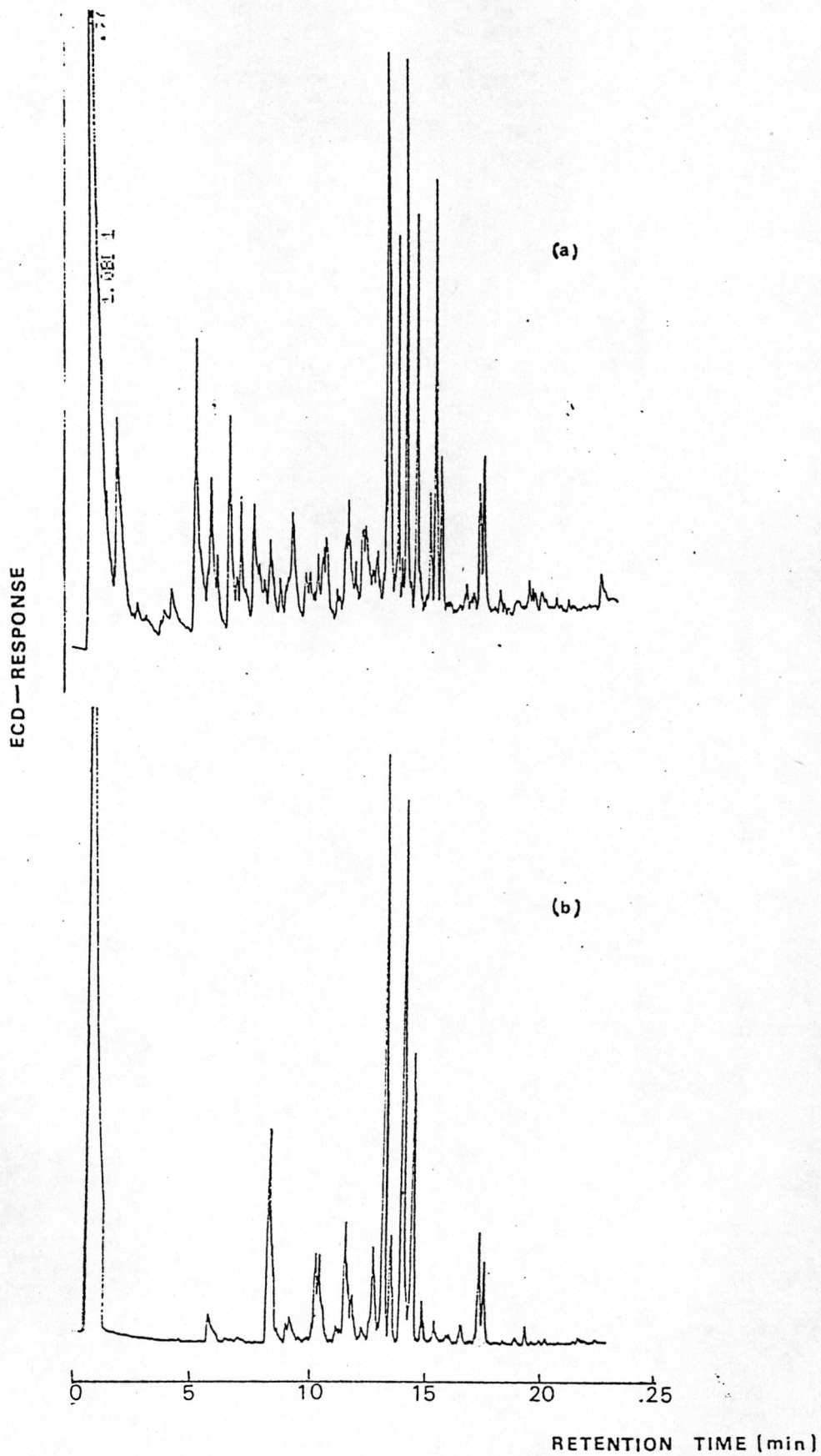


รูปที่ 4.19 แสดงโครมาโตแกรมของสารมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนคลอรีนบางชนิด

a = A-BHC , b = B-BHC , c = G-BHC , d = D-BHC , e = Heptachlor
 f = Aldrin, g = Hep-Epox, h = op-DDe , i = Dieldrin + pp-DDE,
 j = op-DDD , k = Endrin , l = pp-DDD , m = op-DDD , n = pp-DDT



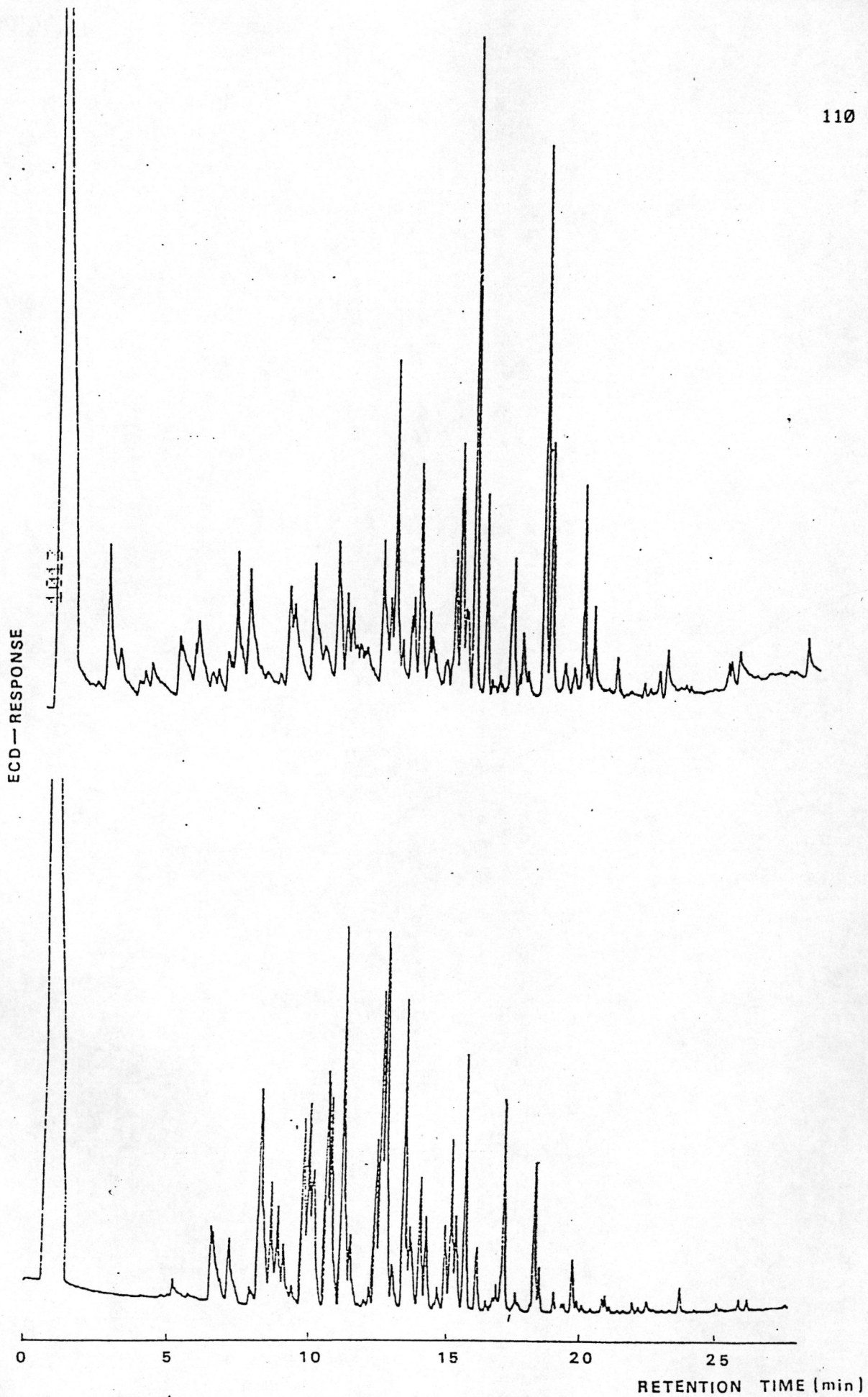
รูปที่ 4.20 แสดงโครมาโตแกรมของตัวอย่างดินตะกอนสถานี 8 เดือนมีนาคม 2532



รูปที่ 4.21 แสดงโครมาโตแกรมของ

(a) ตัวอย่างดินตะกอนสถานี 4 เดือนสิงหาคม 2532

(b) สารมาตรฐานคลอเดน



รูปที่ 4.22 แสดงโครมาโตแกรมของ

(a) ตัวอย่างดินตะกอนสถานี 1 เดือนสิงหาคม 2532

(b) สารมาตรฐานอะโรคลอ 1248

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่

ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่ใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาครั้งนี้คือ หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) ซึ่งเก็บตัวอย่างจากปากแม่น้ำท่าจีนในเดือนสิงหาคม 2532 ผลการวิเคราะห์ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนโดยวิธีฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรสโคปี เทียบปริมาณกับสารมาตรฐานโครซิน พบปริมาณในช่วง 1.18 - 1.44 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 แสดงปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่

ตัวอย่าง	ลักษณะตัวอย่าง	ปริมาณไขมัน (% น้ำหนักแห้ง)	ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน (ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง)
MS	เพศผู้ตัวเล็ก	7.15	1.44
FS	เพศเมียตัวเล็ก	5.81	1.18
ML	เพศผู้ตัวใหญ่	6.83	1.21
FL	เพศเมียตัวใหญ่	7.24	1.36

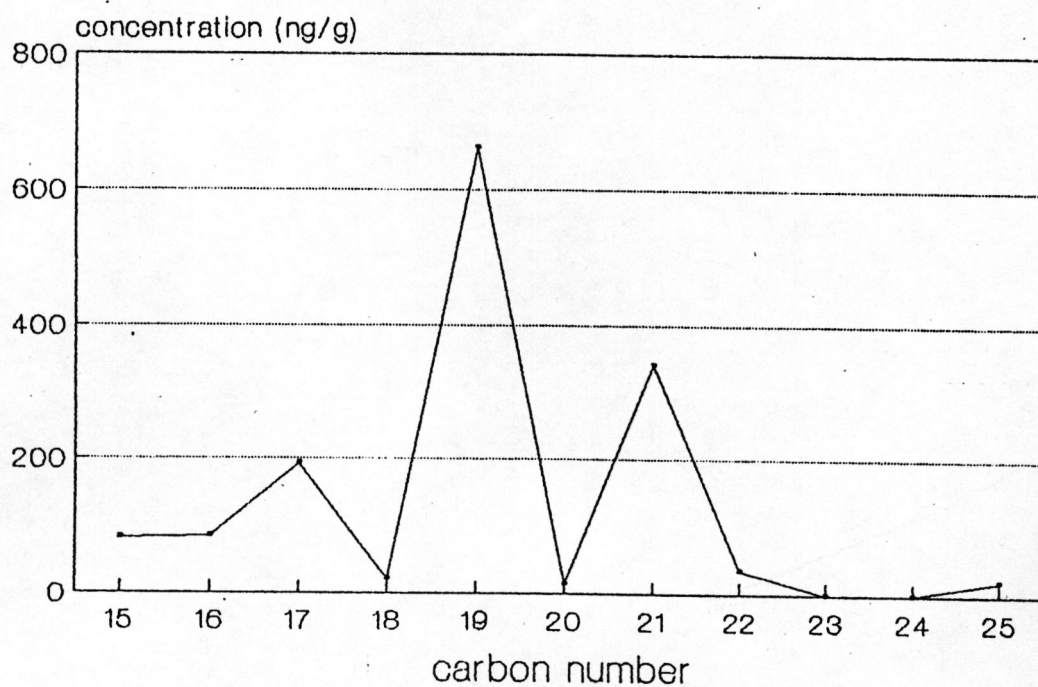
ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณนอร์มัลอัลเคนและสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่ แสดงในตารางที่ 4.17 และ 4.18 พบว่า ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอน (ทั้งนอร์มัลอัลเคนและอะโรมาติก) ในหอยแมลงภู่ทั้ง 4 ตัวอย่าง มีค่าไม่แตกต่างกันนัก ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว พบว่าสารกลุ่มนอร์มัลอัลเคนที่พบมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนตั้งแต่ C_{15} - C_{26} โดยเฉพาะ C_{17} , C_{19} และ C_{21} จะพบในปริมาณที่ค่อนข้างสูงกว่าตัวอื่นๆ (ลักษณะการกระจายของปริมาณนอร์มัลอัลเคน แสดงดังรูปที่ 4.23) ปริมาณนอร์มัลอัลเคนรวมพบในช่วง 1.28-1.87 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง) มีค่าเฉลี่ย 1.55 ไมโครกรัม/กรัม ส่วนสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนนั้น สารที่พบได้แก่ แนพทาซีน, ไบเฟนิล, 2,6-ไดเมทิลแนพทาซีน, ไดเบนโซฟลูแรน, ฟลูออแรนทีน, ไพรีน และโครซิน โดยปริมาณสารแต่ละชนิดในช่วง 12.5-81.0 นาโนกรัม/กรัม

ตารางที่ 4.17 แสดงปริมาณนอร์มัลอัลเคนที่พบในตัวอย่างเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่
(นาโนกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง)

ตัวอย่าง นอร์มัลอัลเคน	MS	FS	ML	FL
C ₁₅	69.7	31.9	82.8	116.2
C ₁₆	51.2	58.3	84.9	126.4
C ₁₇	274.6	245.6	192.4	240.9
C ₁₈	186.1	101.1	20.4	21.0
C ₁₉	590.2	469.2	661.2	509.7
C ₂₀	18.7	22.3	13.5	17.7
C ₂₁	389.2	335.7	341.5	792.6
C ₂₂	-	-	35.6	-
C ₂₅	-	-	20.9	30.4
C ₂₆	12.3	12.4	-	19.2
ปริมาณรวม	1592.0	1276.5	1453.2	1874.1

ตารางที่ 4.18 แสดงปริมาณสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่พบในตัวอย่างเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่
(นาโนกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง)

ตัวอย่าง อะโรมาติก	MS	FS	ML	FL
แนพทาลีน	-	20.1	34.1	28.2
ไบเฟนิล	18.2	17.5	-	24.4
2,6-ไดเมทิลแนพทาลีน	-	81.0	-	65.1
โดเบนโซฟลูแรน	21.8	17.9	-	-
ฟลูออแรนทีน	12.5	-	-	36.6
ไพรีน	-	33.6	37.9	29.6
โครซิน	18.9	-	28.4	-
ปริมาณรวม	71.4	170.1	100.4	183.9



รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะการกระจายของปริมาณนอร์มัลอัลเคนในตัวอย่างเนื้อเยื่อหอยแมลงภู่