

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

1. การวิเคราะห์ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน

การวิเคราะห์หาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำ ที่ระดับความลึก 1 เมตร จากผิวน้ำในเดือนพฤษภาคมและกันยายน 2536 โดยเก็บตัวอย่างสถานีละ 3 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพารามิเตอร์ต่าง ๆ และปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรสโคปี ดังแสดงในภาคผนวก 2 ตารางที่ ผ.2 - 1 และ ผ.2 - 2 พบว่าในเดือนพฤษภาคม มีค่าอยู่ในช่วง 4.89 - 43.80 ไมโครกรัมต่อลิตร chrysene equivalents โดยมีค่าเฉลี่ย 18.02 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนบริเวณสถานีอ้างอิงที่สถานี 14 จังหวัดอ่างทอง มีค่าเท่ากับ 0.57 ไมโครกรัมต่อลิตร และในเดือนกันยายน มีค่าอยู่ในช่วง 2.87 - 13.70 ไมโครกรัมต่อลิตร chrysene equivalents และเฉลี่ย 6.01 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนที่บริเวณจังหวัดอ่างทอง มีค่าเท่ากับ 0.40 ไมโครกรัมต่อลิตร รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4-1 การกระจายตัวของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำบริเวณสถานีต่าง ๆ ดังในรูปที่ 4-1

2. ฟลูออเรสเซนส์สเปกตรัมของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำ

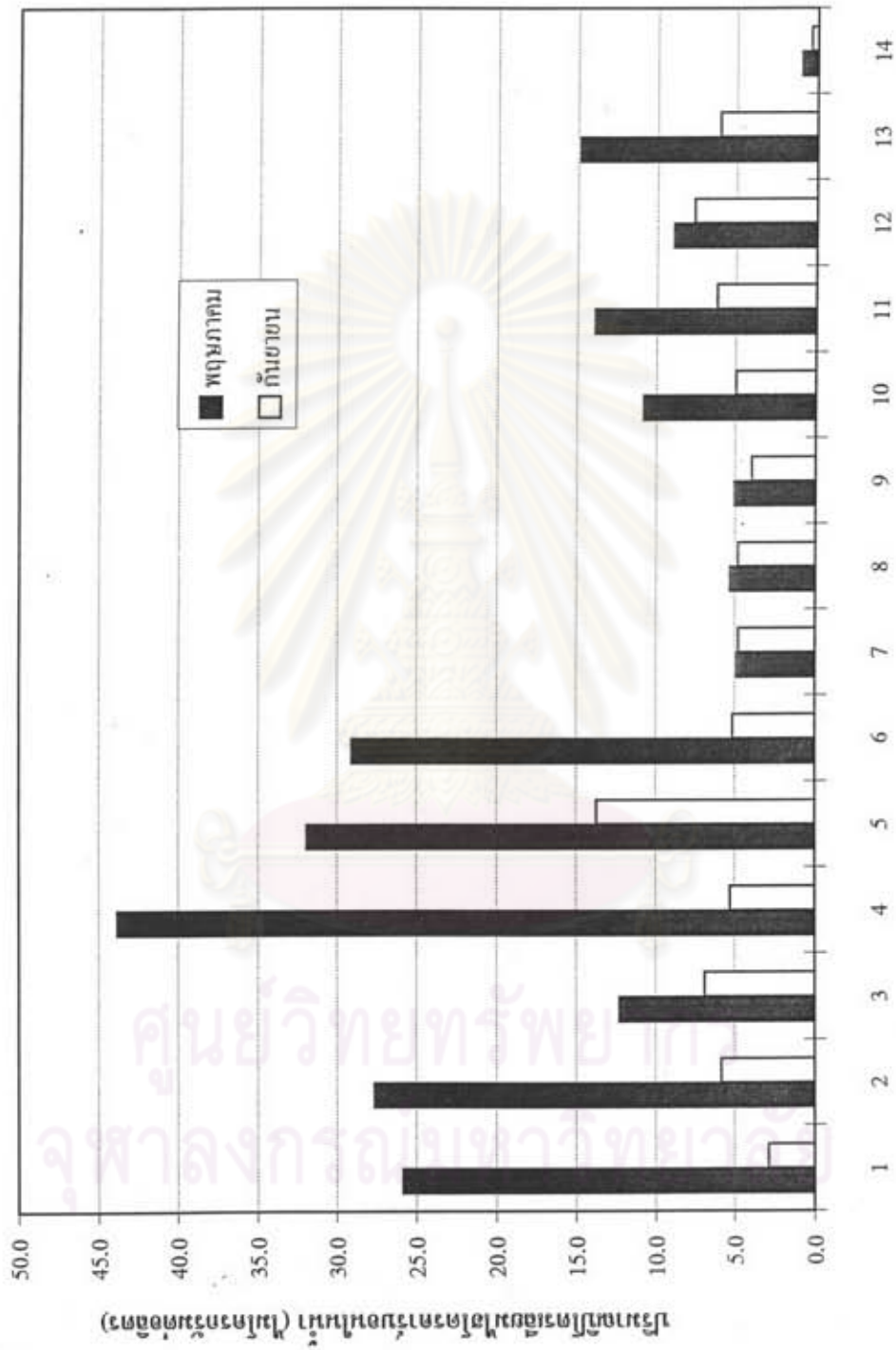
ฟลูออเรสเซนส์สเปกตรัมของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำจากการ scan แบบ synchronous คือ scan ทั้ง excitation(Ex) และ emission wavelength(Em) ไปพร้อมกัน โดยเริ่มตั้งแต่ 230/253 นาโนเมตร ไปจนถึง 390/413 นาโนเมตร (Ex/Em) พบว่ารูปแบบของสเปกตรัมจากตัวอย่างน้ำแต่ละสถานีมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันมาก โดยแสดงค่า maximum emission wavelength อยู่ในช่วง 287 - 320 นาโนเมตร รูปแบบของสเปกตรัมของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจากตัวอย่างน้ำแสดงในรูปที่ 4-2 จากการเปรียบเทียบกับสเปกตรัมของน้ำมันมาตรฐานชนิดอื่นพบว่าสเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมีลักษณะคล้ายกับสเปกตรัมของน้ำมันดีเซล ดังแสดงในรูปที่ 4-3

ตารางที่ 4 - 1 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำในเดือนพฤษภาคมและกันยายน 2536
เทียบกับสารละลายมาตรฐานโครซีน

สถานี	ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำ(ไมโครกรัมต่อลิตร)	
	พฤษภาคม	กันยายน
1	25.83	2.87
2	27.63	5.82
3	12.27	6.88
4	43.80	5.28
5	31.88	13.70
6	29.06	5.14
7	4.89	4.79
8	5.61	4.82
9	5.07	3.97
10	10.76	4.99
11	13.89	6.21
12	8.95	7.65
13	14.86	6.03
เฉลี่ย	18.02	6.01
S.D.	12.39	2.81
14	0.57	0.40

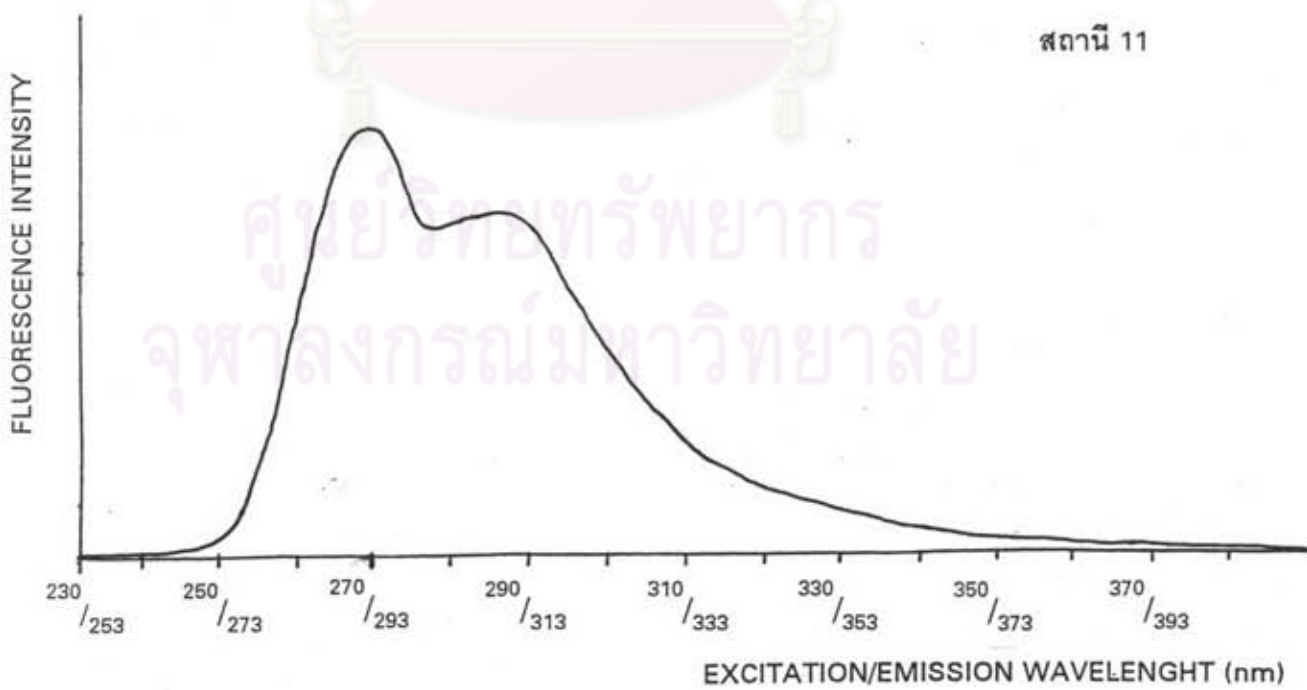
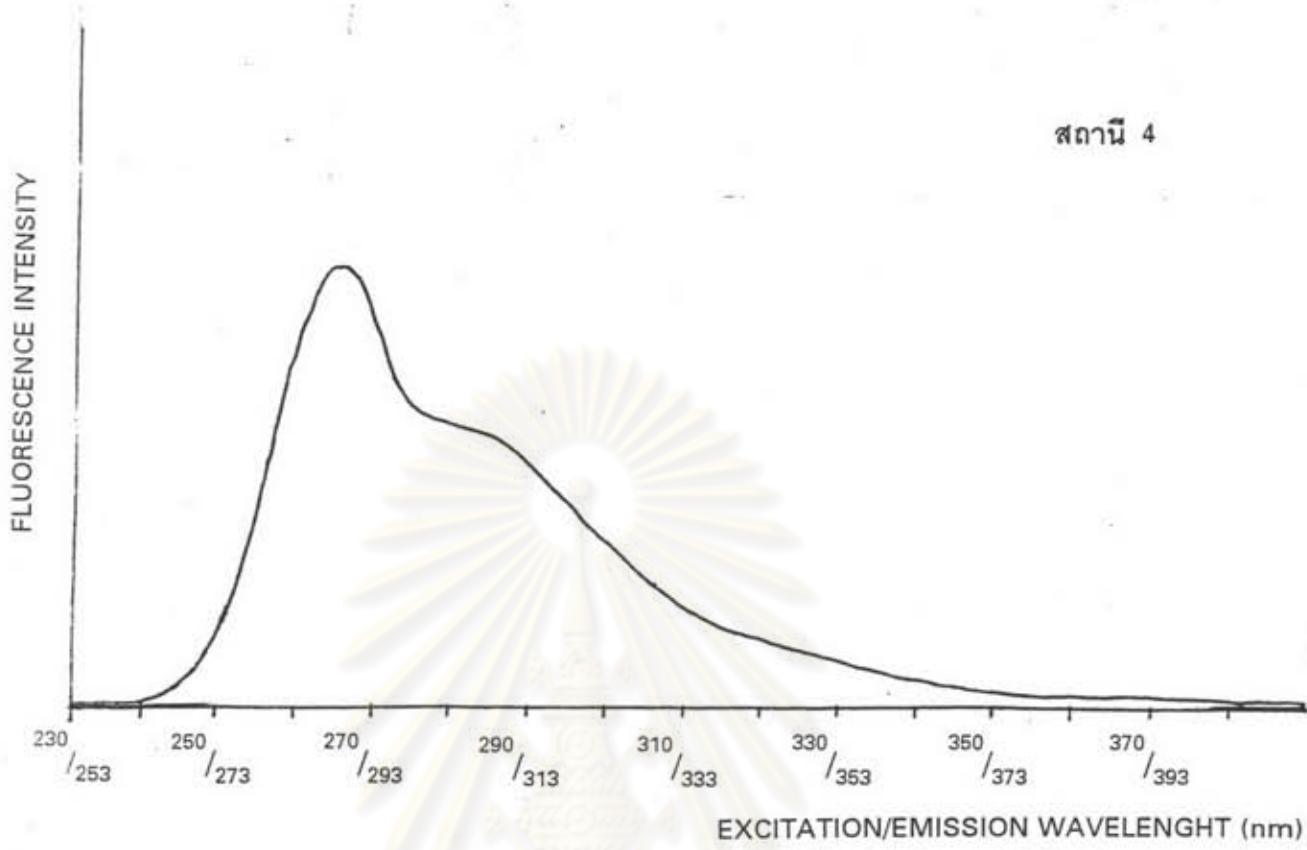
การเปรียบเทียบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำ โดยใช้ t-test

- การเปรียบเทียบ 2 จุด ค่า t_{คำนวณ} เท่ากับ 3.631
- ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่า t_{ตาราง} เท่ากับ 2.681

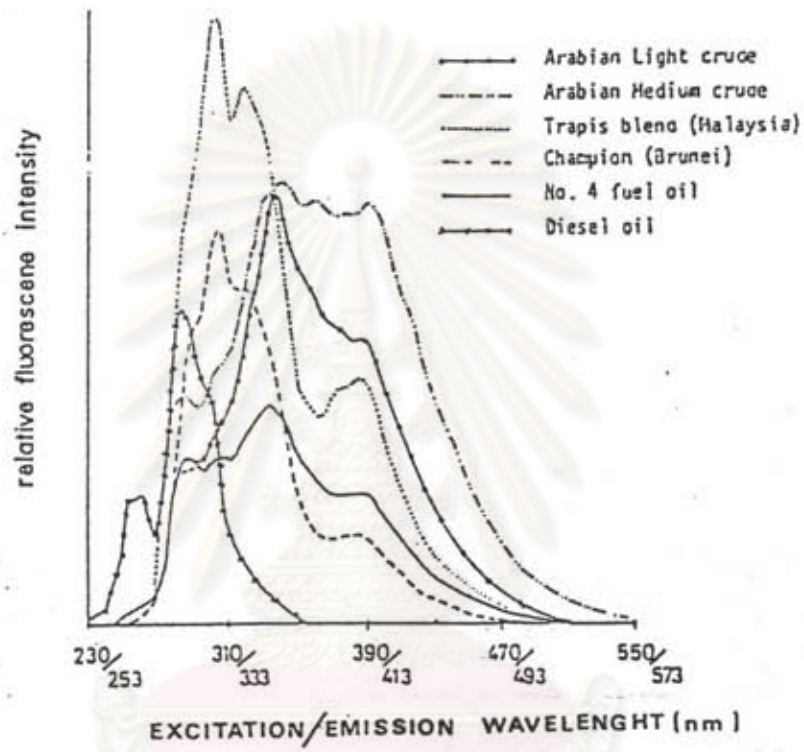


สถานี

รูปที่ 4 - 1 แสดงปริมาณโทรศัพท์มือถือครัวเรือนในตัวอย่างน้ำในเดือนพฤษภาคมและกันยายน 2536



รูปที่ 4 - 2 ลักษณะสเปกตรัมของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำบริเวณสถานี 4 และ 11



ศูนย์วิทยทรัพยากร

รูปที่ 4 - 3 ลักษณะสเปกตรัมของมาตรฐานน้ำมันชนิดต่าง ๆ

ที่มา : กัลยา วัฒนยากร, 2530

3. การเปรียบเทียบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนใน 2 จุด

วิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างในช่วงฤดูน้ำหลากกับฤดูน้ำน้อยว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ t-test สำหรับตัวอย่างน้ำจากสถานีเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4 - 1 พบว่า ค่า t ที่คำนวณจากข้อมูลมีค่าเท่ากับ 3.631 เมื่อเทียบกับค่า tวิกฤต ที่ระดับนัยสำคัญ .01 มีค่าเท่ากับ 2.681 จะเห็นว่าค่า t จากการคำนวณ มีค่ามากกว่า tวิกฤต แสดงให้เห็นว่าปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำ 2 จุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอน

1. การวิเคราะห์หาขนาดของตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์ในตัวอย่างตะกอน

ลักษณะของตะกอนจากแต่ละสถานีที่ทำการศึกษามากจะเป็นดินเลน มีสีเทาดำ และบางสถานีมีเศษซากพืชปนอยู่ ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในตัวอย่างตะกอนเดือนพฤษภาคมมีค่าอยู่ในช่วง 30.29 - 79.21 % และมีค่าเฉลี่ย 68.37 % และเดือนกันยายน มีค่าอยู่ในช่วง 42.44 - 65.08 % และมีค่าเฉลี่ย 56.91 % การวิเคราะห์หาเนื้อดิน (Texture) ของตะกอนพบว่าตะกอนส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดิน Clay ปริมาณสารอินทรีย์ที่พบมีค่าอยู่ในช่วง 0.95 - 6.48 % น้ำหนักแห้ง ค่าเฉลี่ย 3.18 % ในเดือน พฤษภาคม และ 1.02 - 4.27 % น้ำหนักแห้ง ค่าเฉลี่ย 3.10 % ในเดือนกันยายน รายละเอียดแสดงในภาคผนวก 3 ตารางที่ ผ.3 - 1 และ ผ.3 - 2 จากการหาค่าสหสัมพันธ์(Correlation ,r) ระหว่างปริมาณไฮโดรคาร์บอนรวมกับปริมาณสารอินทรีย์จากตัวอย่างตะกอนในเดือนพฤษภาคมและเดือนกันยายน ได้ค่า r เท่ากับ 0.70 และ 0.95 ตามลำดับ

2. การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณไฮโดรคาร์บอนในตะกอน

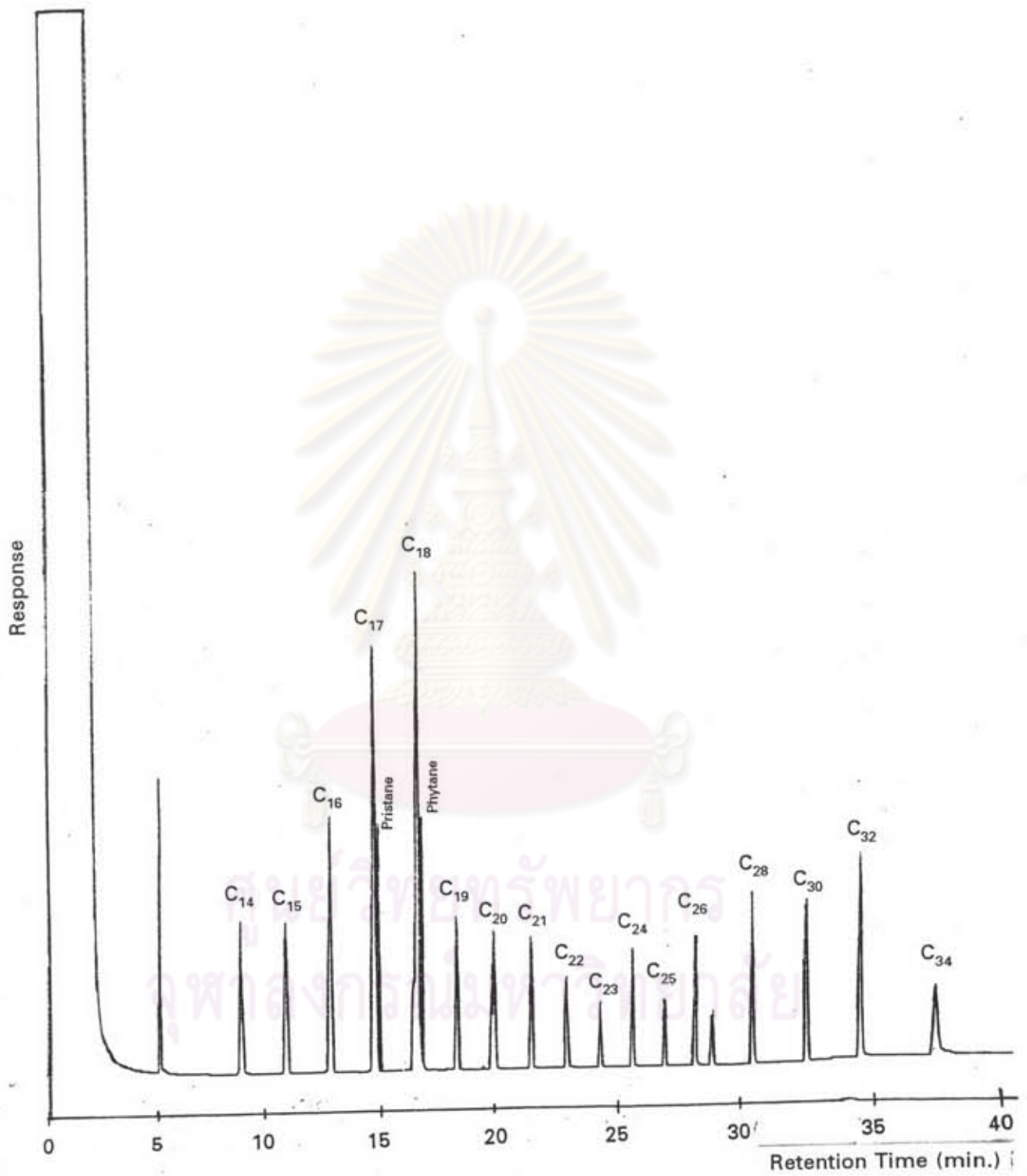
2.1 ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน

การวิเคราะห์ชนิดของสารอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างตะกอนกระทำโดยการเปรียบเทียบค่ารีเทนชันไทม์(Retention time,RT) และดัชนีโควัตส์(Kovats Index,KI) ของสารในตัวอย่างกับค่า RT และค่าดัชนี KI ของสารละลายมาตรฐานนอร์มัลอัลเคน (แสดงในภาคผนวก 3 ตารางที่ ผ.3 - 3) นอกจากนี้ได้นำตัวอย่างจากสถานีที่ 8 ของเดือนกันยายน ไปวิเคราะห์โดยเทคนิค GC/MS เพื่อเป็นการ confirm ผลของการวิเคราะห์ด้วย ลักษณะของโครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานนอร์มัล

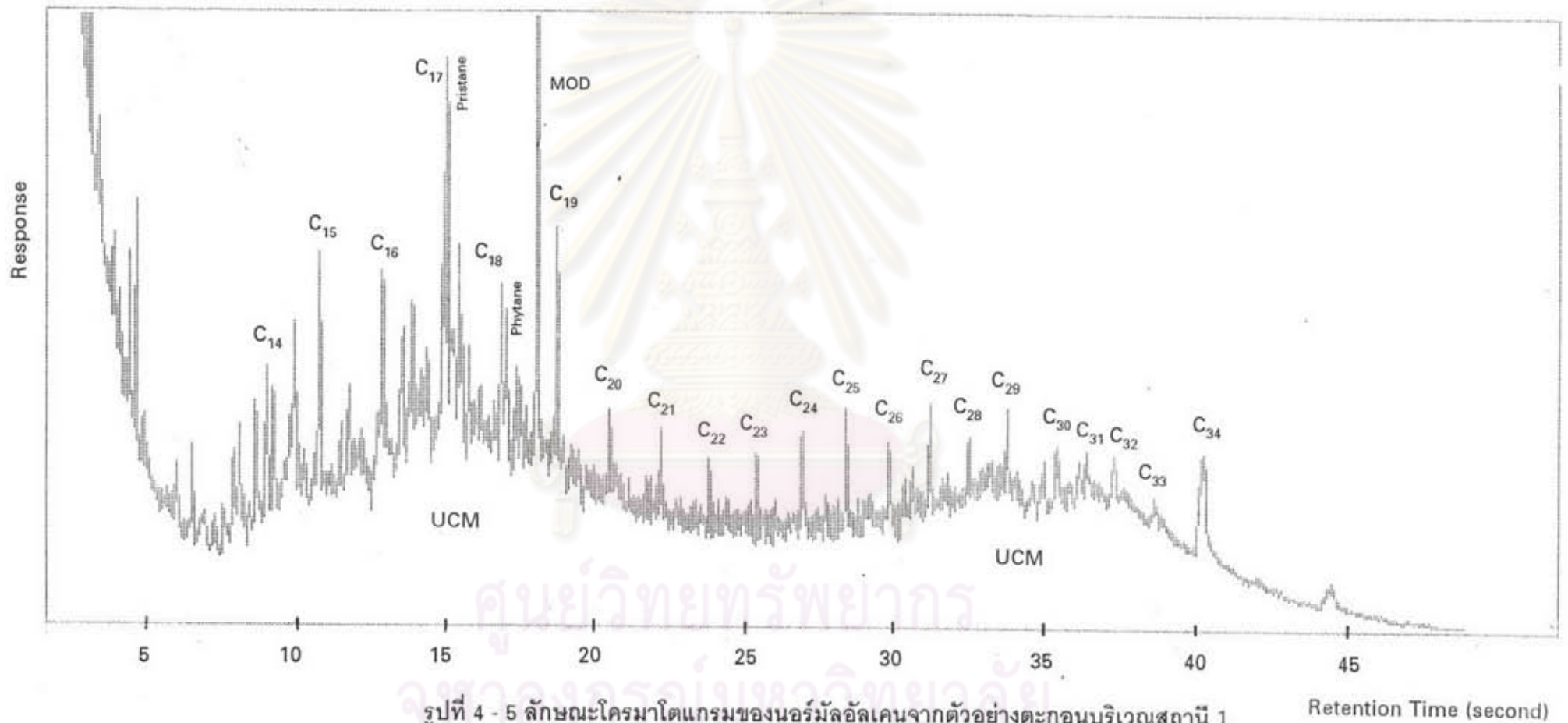
อัลเคน แสดงในรูปที่ 4 - 4 ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนกระทำโดยการเทียบกับสารอินเทอร์เนอลสแตนดาร์ด (2-เมทิลออกตะเดเคน,MOD) ผลการวิเคราะห์พบว่าจากตัวอย่างตะกอนทั้งหมด 28 ตัวอย่าง ในช่วง 2 ฤดู และวิเคราะห์ 2 ซ้ำ พบสารนอร์มัลอัลเคนในทุกตัวอย่างโดยมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนตั้งแต่ C_{14} - C_{34} และลักษณะโครมาโตแกรมของสารตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4 - 5, 4 - 6, 4 - 7 และ 4 - 8 (รายละเอียดของชนิดและปริมาณนอร์มัลอัลเคนในแต่ละสถานี แสดงในภาคผนวก 3 ตารางที่ ผ. 3 - 4 และ ผ. 3 - 5) โดยในเดือนพฤษภาคม มีปริมาณนอร์มัลอัลเคนรวมอยู่ในช่วง 1.28 - 12.65 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.20 ไมโครกรัมต่อกรัม ส่วนบริเวณสถานีอ้างอิงที่สถานี 14 จังหวัดอ่างทอง มีค่าเท่ากับ 0.24 ไมโครกรัมต่อกรัม และในเดือนกันยายน มีปริมาณนอร์มัลอัลเคนรวมอยู่ในช่วง 1.59 - 15.16 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง โดยมีค่าเฉลี่ย 5.82 ไมโครกรัมต่อกรัม ส่วนบริเวณสถานีอ้างอิงที่สถานี 14 จังหวัดอ่างทอง มีค่าเท่ากับ 0.34 ไมโครกรัมต่อกรัม ปริมาณนอร์มัลอัลเคนรวมสูงสุดพบที่สถานี 12 ในเดือนพฤษภาคมและสถานี 9 ในเดือนกันยายน (ดังแสดงในตารางที่ 4 - 2) ลักษณะการกระจายตัวของปริมาณนอร์มัลอัลเคนรวมในแต่ละสถานี แสดงดังรูปที่ 4 - 9

นอกจากจะพบสารพวคนอร์มัลอัลเคนแล้วยังพบสารอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนอื่น ๆ ที่มีโครงสร้างซับซ้อนอีกด้วย ได้แก่ สารพวก Unresolved Complex Mixture (UCM) ซึ่งไม่สามารถแยกองค์ประกอบได้โดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี จึงเห็นลักษณะคล้ายภูเขาในโครมาโตแกรม และคำนวณปริมาณของ UCM ได้โดยใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ใต้พีค(planimeter) แล้วเปรียบเทียบกับพื้นที่ใต้พีคของสารมาตรฐาน(MOD) โดยในเดือนพฤษภาคม มีค่า aliphatic UCM อยู่ในช่วง 8.02 - 70.05 ไมโครกรัมต่อกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.01 ไมโครกรัมต่อกรัม และในเดือนกันยายน มีค่าอยู่ในช่วง 9.32 - 39.79 ไมโครกรัมต่อกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.13 ไมโครกรัมต่อกรัม (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4 - 2) ลักษณะของ UCM แสดงในรูปที่ 4 - 5 ,4 - 6 และ 4 - 7 จากการศึกษาพบว่ามี UCM ปะการุกในทุกสถานี ยกเว้นสถานี 14 ปริมาณสารอะลิฟาติกรวมได้จากการรวมค่าระหว่างสารนอร์มัลอัลเคนกับปริมาณ UCM) พบว่า ในเดือนพฤษภาคม มีค่าอยู่ในช่วง 9.42 - 77.62 ไมโครกรัมต่อกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.21 ไมโครกรัมต่อกรัม และในเดือนกันยายน มีค่าอยู่ในช่วง 10.91 - 52.43 ไมโครกรัมต่อกรัม ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.95 ไมโครกรัมต่อกรัม (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4 - 2)

จากลักษณะของ FID - gas chromatogram ที่แสดงนอร์มัลอัลเคน ในรูปที่ 4 - 5 ,4 - 6 และ 4 - 7 แสดงถึง Pristane และ Phytane ซึ่งอยู่ถัดจาก C_{17} และ C_{18} ตามลำดับ พบว่าอัตราส่วนระหว่าง C_{17} : Pristane มีค่าอยู่ในช่วง 0.28 - 2.00 ในเดือนพฤษภาคมและ 0.11 - 4.68 ในเดือนกันยายน อัตราส่วนระหว่าง C_{18} : Phytane มีค่าอยู่ในช่วง 0.59 - 2.08 ในเดือนพฤษภาคมและ 0.17 - 4.39 ในเดือนกันยายน อัตราส่วนระหว่าง Pristane : Phytane พบว่าส่วนมากมีค่าใกล้เคียงหนึ่ง โดยมี



รูปที่ 4 - 4 ลักษณะโครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานนอร์มัลอัลเคน พริสเทนและไฟเทน



รูปที่ 4 - 5 ลักษณะโครมาโตแกรมของนอร์มัลอัลเคนจากตัวอย่างตะกอนบริเวณสถานี 1

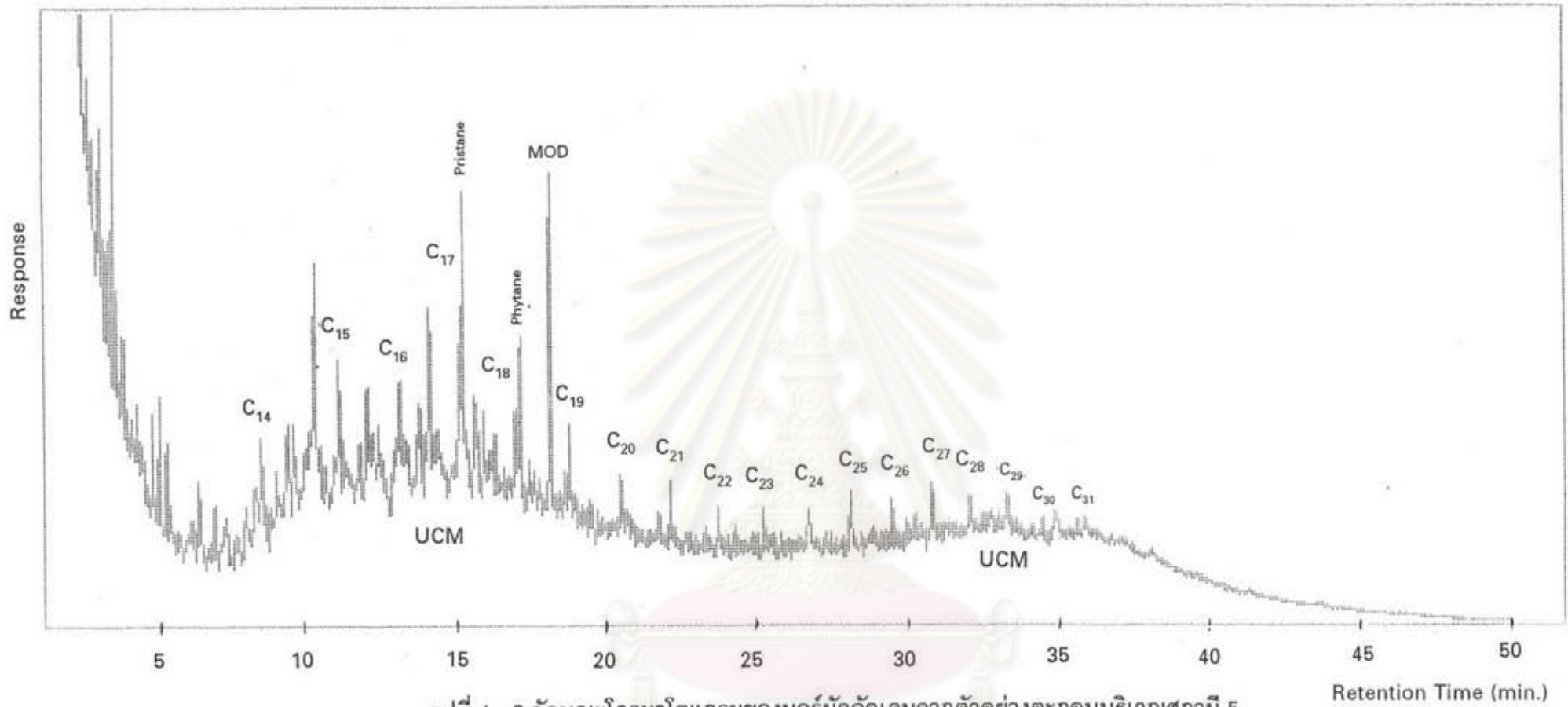
เดือนพฤษภาคม 2536

Cx : คาร์บอนอะตอม X

MOD : 2-เมทิลลอคตะเดเคน (internal standard)

UCM : สารอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนที่ไม่สามารถแยกองค์ประกอบได้โดยเทคนิคแก๊ส

โครมาโตกราฟี



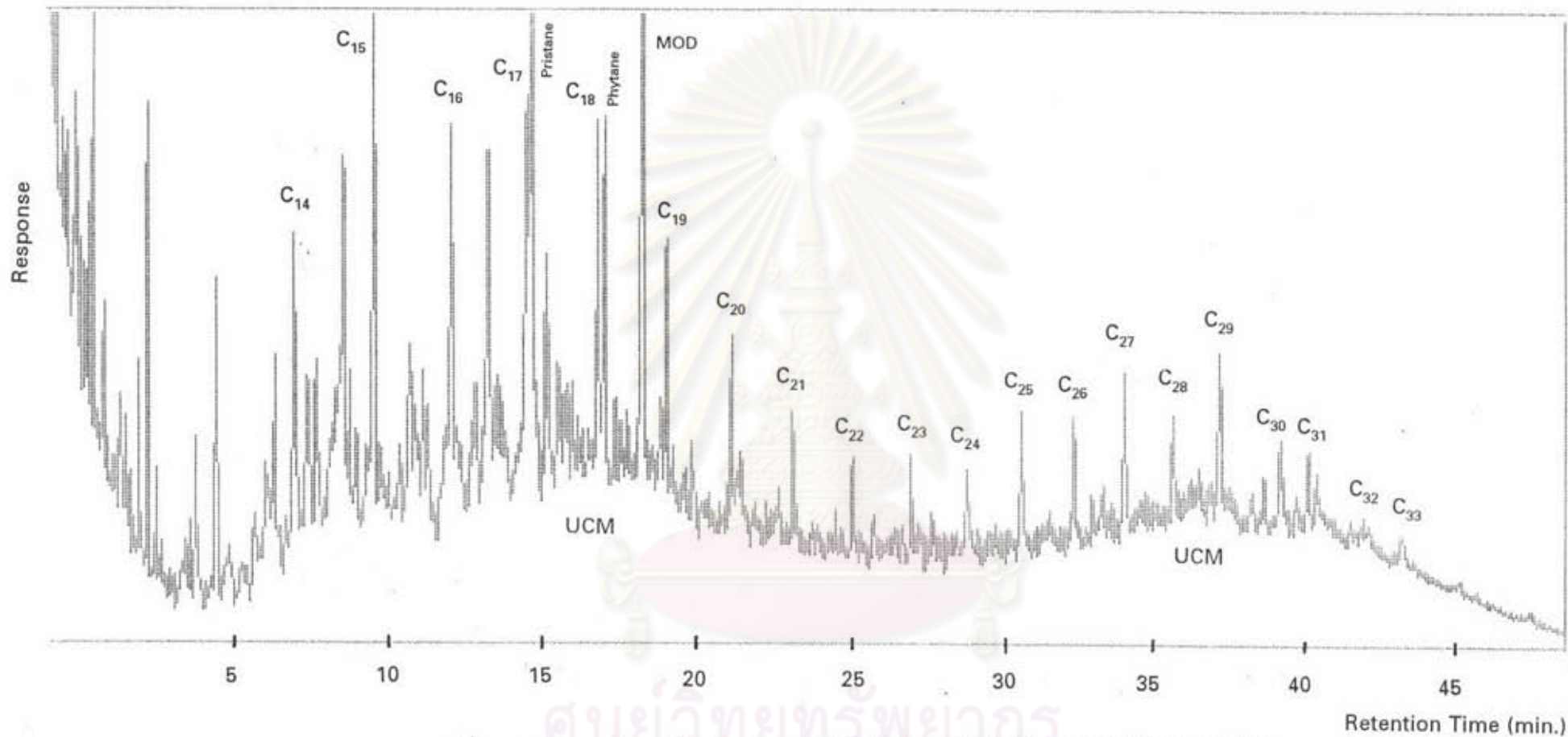
รูปที่ 4 - 6 ลักษณะโครมาโตแกรมของนอร์มัลอัลเคนจากตัวอย่างตะกอนบริเวณสถานี 5 เดือนกันยายน 2536

Cx : คาร์บอนอะตอม X

MOD : 2-เมทิลออกโคเตเดเคน (internal standard)

UCM : สารอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนที่ไม่สามารถแยกองค์ประกอบได้โดยเทคนิคแก๊ส

โครมาโตกราฟี



รูปที่ 4 - 7 ลักษณะโครมาโตแกรมของนอร์มัลอัลเคนจากตัวอย่างตะกอนบริเวณสถานี 11

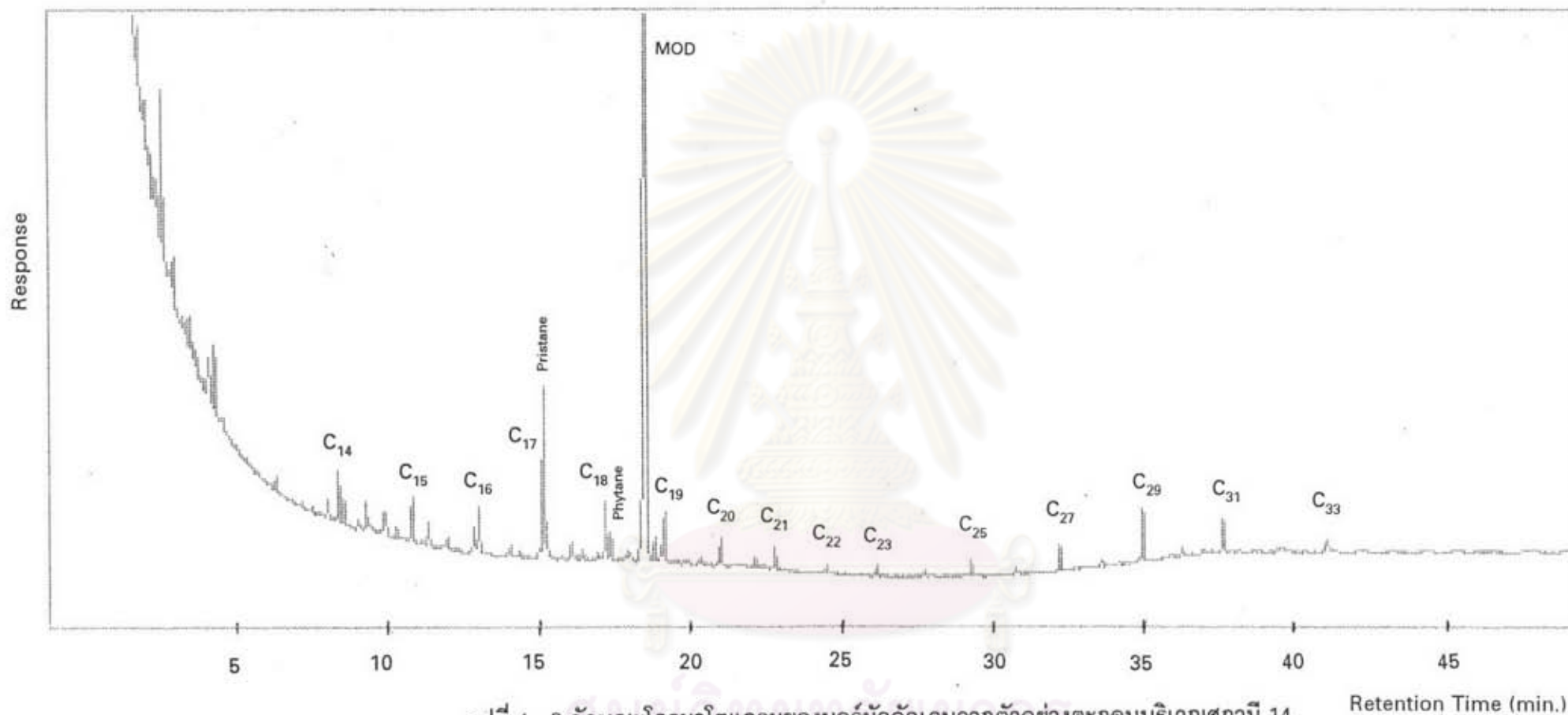
เดือนกันยายน 2536

Cx : คาร์บอนอะตอม X

MOD : 2-เมทิลออกตะเดเคน (internal standard)

UCM : สารอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนที่ไม่สามารถแยกองค์ประกอบได้โดยเทคนิคแก๊ส

โครมาโตกราฟี



รูปที่ 4 - 8 ลักษณะโครมาโตแกรมของนอร์มัลอัลเคนจากตัวอย่างตะกอนบริเวณสถานี 14
เดือนกันยายน 2536

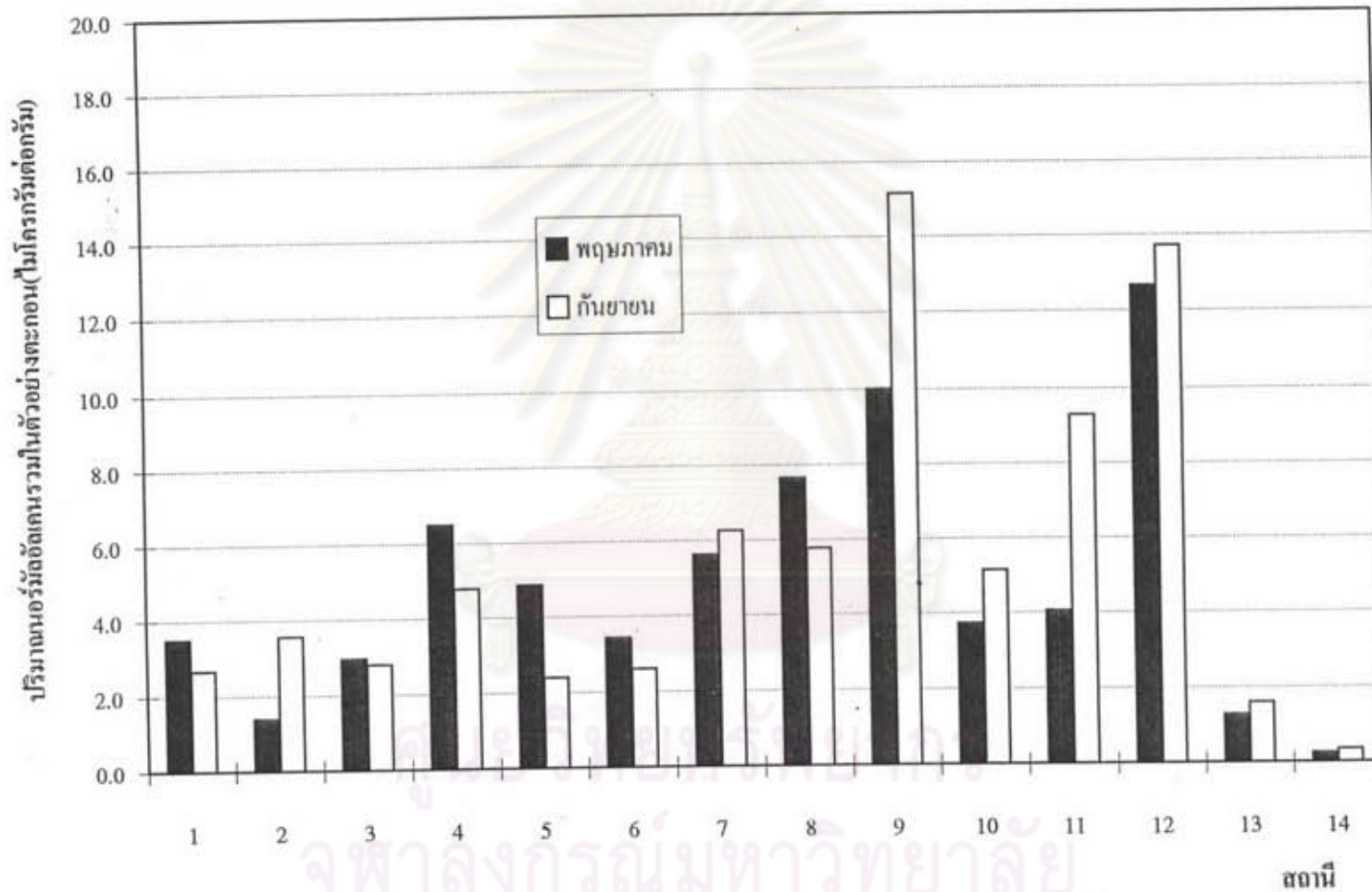
Cx : คาร์บอนอะตอม X

MOD : 2-เมทิลออกซีเดคเดเคน (internal standard)

ตารางที่ 4 - 2 แสดงปริมาณสารอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างตะกอนในเดือน
พฤษภาคมและ กันยายน 2536 (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)

สถานี	พฤษภาคม			กันยายน		
	Total n-alkanes	aliphatic UCM	Total aliphatic	Total n-alkanes	aliphatic UCM	Total aliphatic
1	3.50	22.41	25.91	2.67	17.01	19.68
2	1.40	8.02	9.42	3.56	16.59	20.15
3	2.95	28.19	31.14	2.79	31.69	34.48
4	6.50	16.36	22.86	4.78	34.63	39.42
5	4.86	14.56	19.42	2.39	37.53	39.92
6	3.42	25.86	29.28	2.60	26.00	28.60
7	5.62	23.96	29.58	6.26	39.31	45.57
8	7.66	67.77	75.43	5.76	33.75	39.51
9	10.01	67.61	77.62	15.16	37.27	52.43
10	3.72	70.05	73.77	5.13	30.65	35.78
11	4.04	32.25	36.29	9.27	39.79	49.06
12	12.65	27.43	40.08	13.71	38.20	51.91
13	1.28	24.72	26.00	1.59	9.32	10.91
เฉลี่ย	5.20	33.01	38.21	5.82	30.13	35.95
14	0.24	-	0.24	0.34	-	0.34

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



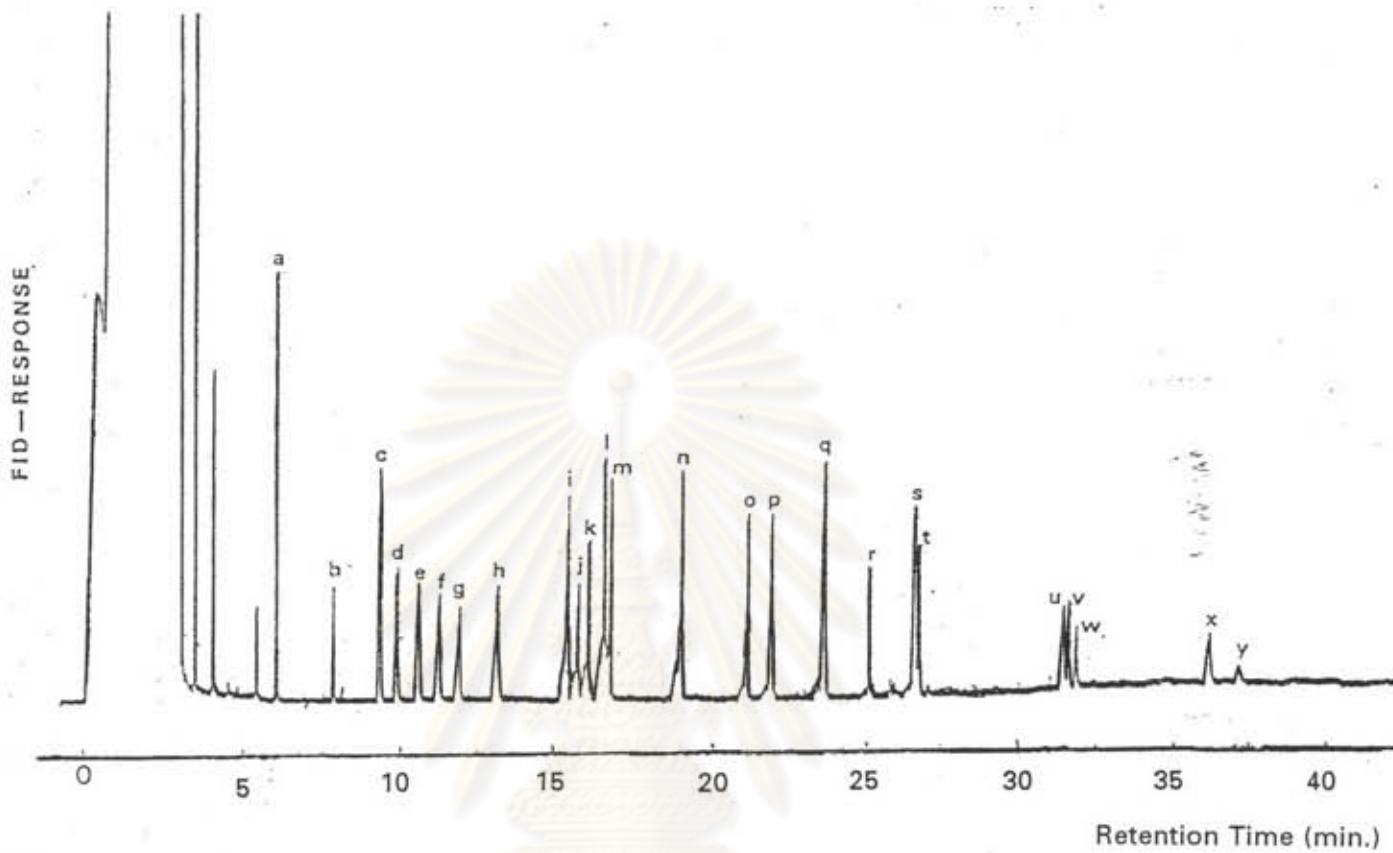
รูปที่ 4 - 9 แสดงปริมาณสารนอร์มัลลัลเครวมในตัวอย่างตะกอนในเดือนพฤษภาคมและกันยายน 2536

ค่าเฉลี่ย 1.28 ในเดือนพฤษภาคม ยกเว้นสถานี 6 7 9 12 และ 14 มีค่าเท่ากับ 2.51 2.60 3.76 2.34 และ 4.96 ตามลำดับ และในเดือนกันยายน มีค่า 1.44 - 4.18 และที่สถานี 14 มีค่า 23.46 ส่วนค่าอัตราส่วนของนอร์มัลอัลเคนคาร์บอนอะตอม 16 ต่อนอร์มัลอัลเคนรวม ($n - C_{16}$ ratio) มีค่าอยู่ในช่วง 3.58 - 97.46 ในเดือนพฤษภาคม และ 4.88 - 33.83 ในเดือนกันยายน

อัตราส่วนของผลรวมนอร์มัลอัลเคนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ($\leq n - C_{20}$) ต่อผลรวมของนอร์มัลอัลเคนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ($\geq n - C_{21}$) หรือค่า LMW/HMW มีค่าอยู่ในช่วง 0.40 - 2.90 ในเดือนพฤษภาคม และ 0.25 - 2.37 ในเดือนกันยายน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก 3 ตารางที่ ผ.3 - 6 และ ผ.3 - 7)

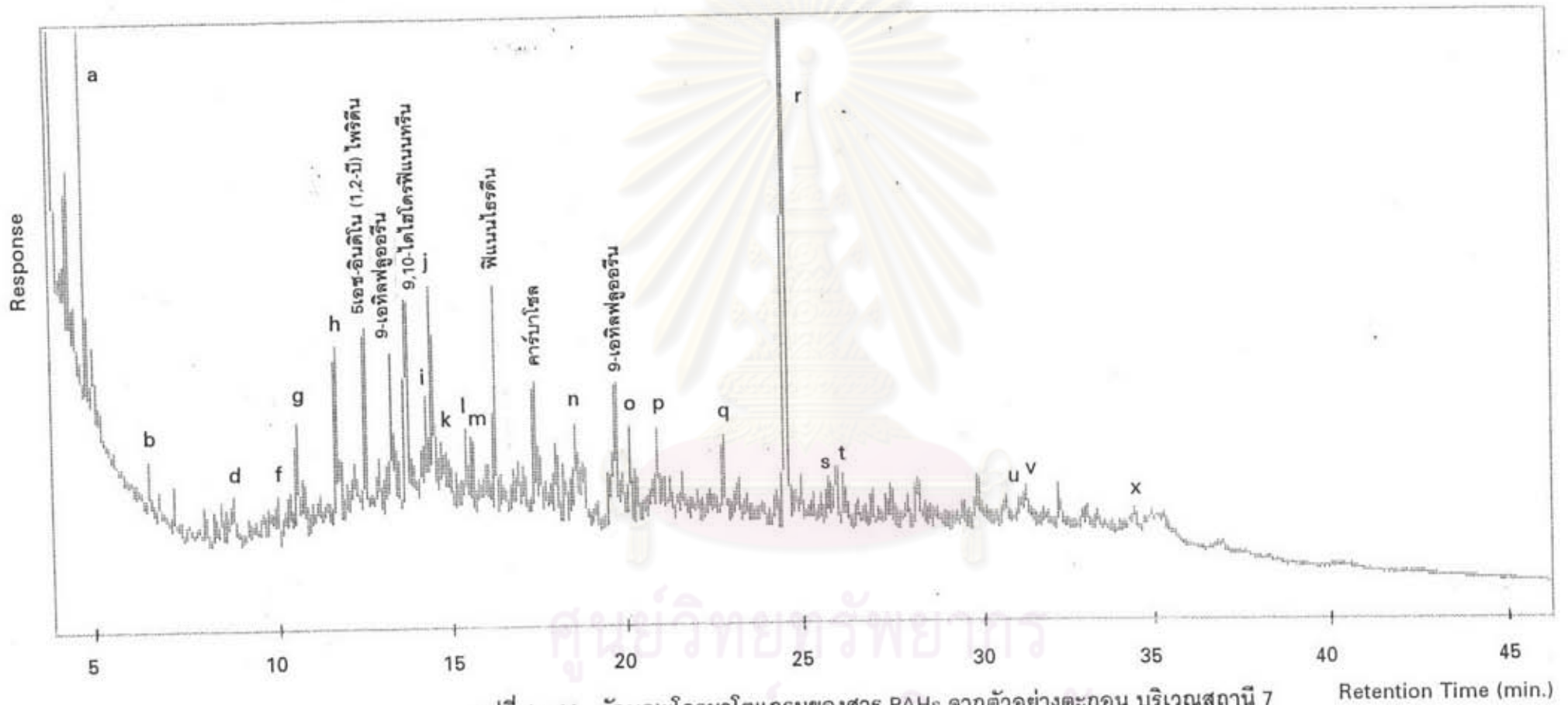
2.2 ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

การวิเคราะห์ชนิดของสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ในตัวอย่างตะกอน โดยการเปรียบเทียบค่า Aromatic Retention Index (ARI) กับสารละลายมาตรฐานพหุอะโรมาติกโดยเฉพาะกลุ่ม Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) (รายละเอียดของดัชนี ARI ของสารละลายมาตรฐานของการศึกษาครั้งนี้แสดงในภาคผนวก 3 ตารางที่ ผ.3 - 8 และ ผ.3 - 9) นอกจากนี้ยังนำจากสถานี 9 (เดือนกันยายน 2536) ไปวิเคราะห์โดยเทคนิค GC/MS ด้วย เพื่อเป็นการ confirm ผลการวิเคราะห์สาร PAHs ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณของ PAHs แต่ละตัวเทียบกับอินเทอร์เนชันนอลสแตนดาร์ด คือ 1,1-ไบแนพทิล ลักษณะของ FID - gas chromatogram ของสารละลายมาตรฐานกลุ่ม PAHs แสดงในรูปที่ 4 - 10 ลักษณะของ FID - gas chromatogram ของสาร PAHs จากตัวอย่างตะกอนแสดงในรูปที่ 4 - 11 และ 4 - 12 ลักษณะของ Mass Spectrum ของสาร PAHs แสดงในภาคผนวก 4 ผลการวิเคราะห์โดยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟีพบว่ามีการปนเปื้อนของอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในทุกตัวอย่างรายละเอียดของชนิดและปริมาณสาร PAHs ที่พบในตัวอย่างตะกอนจากแต่ละสถานี แสดงในภาคผนวก 3 ตารางที่ ผ.3 - 10 และ ผ.3 - 11) โดยชนิดและปริมาณแตกต่างกันไม่มากนักในแต่ละสถานีบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง (สถานี 1 ถึง 13) คือ ในเดือนพฤษภาคม ปริมาณรวมสาร PAHs (Total identified PAHs) มีค่าอยู่ในช่วง 0.67 - 4.71 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง เฉลี่ย 1.93 ไมโครกรัมต่อกรัม และในเดือนกันยายน มีค่าอยู่ในช่วง 0.58 - 4.59 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง เฉลี่ย 2.14 ไมโครกรัมต่อกรัม ส่วนสถานีอ้างอิงสถานี 14 ที่บริเวณจังหวัดอ่างทอง ก็พบสาร PAHs เหมือนกันแต่มีปริมาณและชนิดน้อยกว่า คือมีปริมาณเท่ากับ 0.45 ไมโครกรัมต่อกรัม ในเดือนพฤษภาคม และ 0.36 ไมโครกรัมต่อกรัม ในเดือนกันยายน และปริมาณรวมของอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (ได้จากการรวมค่าระหว่าง total identified PAHs กับ ปริมาณ aromatic UCM) โดยในเดือนพฤษภาคม มีค่าอยู่ในช่วง 1.27 - 15.82 ไมโครกรัมต่อกรัม เฉลี่ยเท่ากับ 8.41 ไมโครกรัมต่อกรัม และในเดือนกันยายน มีค่าอยู่ในช่วง 4.42 - 24.45 ไมโครกรัมต่อกรัม เฉลี่ยเท่ากับ 9.01 ไมโครกรัมต่อกรัม (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4 - 3)



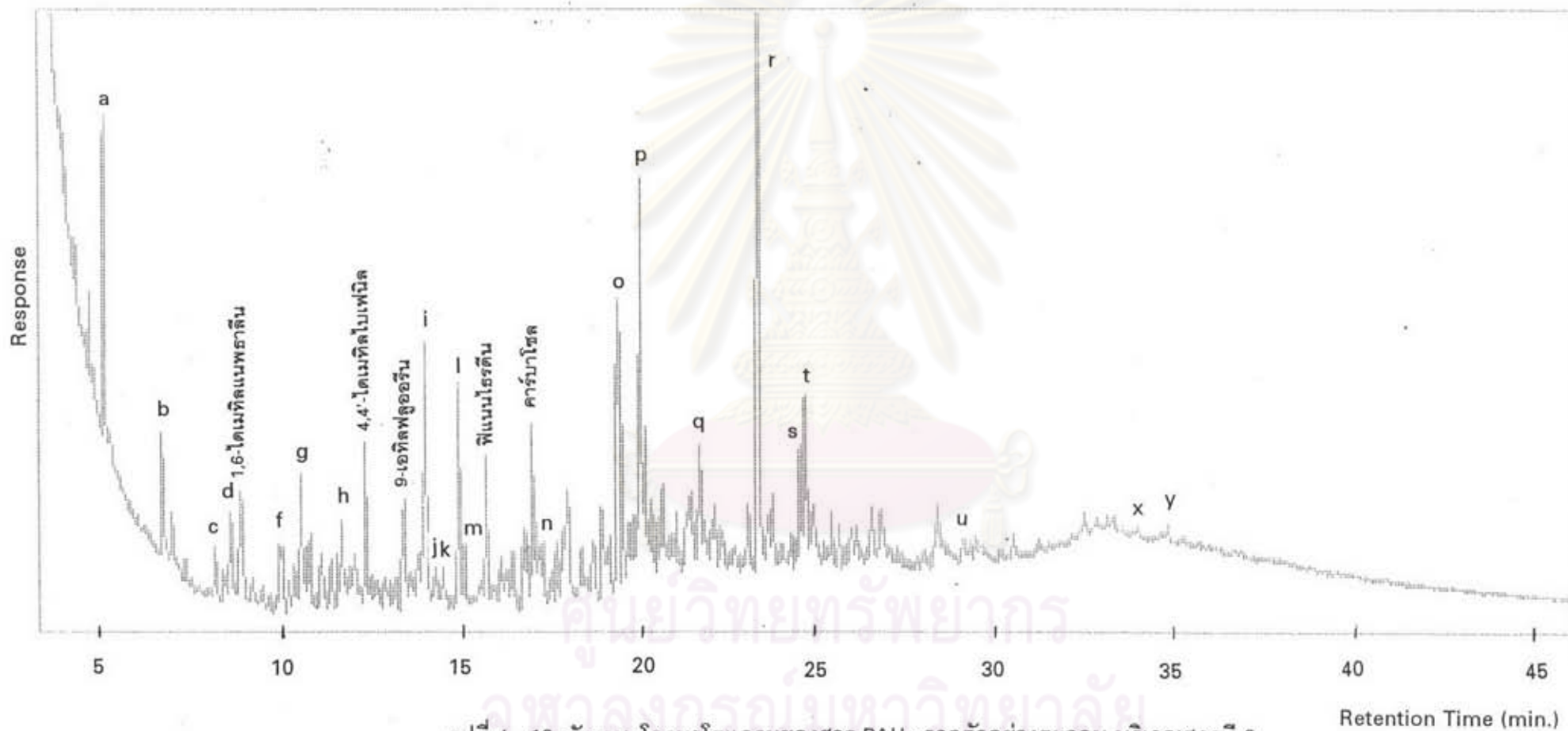
รูปที่ 4 - 10 ลักษณะโครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน PAHs

- a = แนพทาลีน b = 2-เมทิลแนพทาลีน c = ไบเฟนิล d = 2,6-ไดเมทิลแนพทาลีน
 e = อะซีแนฟทอลีน f = อะซีแนฟทีน g = ไดเบนโซฟูแรน h = ฟลูออรีน
 i = 1-เมทิลฟลูออรีน j = 9-ฟลูออรีน k = ไดเบนโซไธโอพีน l = ฟิแนนทริน
 m = แอนทราซีน n = 1-เมทิลฟิแนนทริน o = ฟลูออแรนทีน p = ไพรีน
 q = เบนโซ (บี) ฟลูออรีน r = 1,1-ไบแนพทิล s = เบนซ์ (เอ) ไพรีน t = ไครซีน
 u = เบนโซ (อี) ไพรีน v = เบนโซ (เอ) ไพรีน w = เพอร์ลีน
 x = ไดเบนซ์ (เอ,เอ็ช) แอนทราซีน y = เบนโซ (จี,เอ็ช,ไอ) เพอร์ลีน



รูปที่ 4 - 11 ลักษณะโครมาโตแกรมของสาร PAHs จากตัวอย่างตะกอน บริเวณสถานี 7 เดือนพฤษภาคม 2536

a - x : เป็น PAHs ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 4 - 10



รูปที่ 4 - 12 ลักษณะโครมาโตแกรมของสาร PAHs จากตัวอย่างตะกอน บริเวณสถานี 9
เดือนกันยายน 2536

a - y : เป็น PAHs ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 4 - 10

ตารางที่ 4 - 3 แสดงปริมาณสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างตะกอนในเดือน
พฤษภาคมและกันยายน 2536 (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)

สถานี	พฤษภาคม			กันยายน		
	Total identified PAHs	aromatic UCM	Total aromatic	Total identified PAHs	aromatic UCM	Total aromatic
1	1.49	6.27	7.76	0.58	8.68	9.26
2	2.15	5.79	7.94	0.58	5.42	6.00
3	1.09	8.53	9.62	1.74	3.83	5.57
4	2.18	13.64	15.82	2.37	2.05	4.42
5	2.78	4.30	7.08	1.88	4.35	6.23
6	1.95	3.71	5.66	1.05	6.53	7.58
7	2.03	4.34	6.37	1.59	3.91	5.50
8	2.65	5.88	8.53	4.59	7.46	12.05
9	4.71	9.16	13.87	2.88	9.43	12.31
10	1.66	6.09	7.75	3.16	21.29	24.45
11	0.93	12.09	13.02	3.17	5.02	8.19
12	0.76	3.96	4.65	3.60	6.57	10.17
13	0.67	0.51	1.27	0.69	4.75	5.44
เฉลี่ย	1.93	6.48	8.41	2.14	6.87	9.01
14	0.45	-	0.45	0.36	-	0.36

สาร PAHs ตัวที่พบปริมาณสูงที่สุดคือ แนพธาซีน ในเดือนพฤษภาคม ตัวอื่นๆ ที่พบปริมาณรองลงมาได้แก่ 1,2,3,4,5,6,7,8-ออกตะไฮโดรฟิแนนทริน ฟิแนนทริน ไดเบนโซฟูราน และ ไดเบนซี(เอ,อี)แอนทราซีน ตามลำดับ ส่วนในเดือนกันยายน สาร PAHs ที่พบปริมาณสูงที่สุดคือ 4,4'-ไดเมทิลไบเฟนิล ที่พบรองลงมาได้แก่ ไดเบนโซฟูราน ฟลูออแรนทีน แนพธาซีน 9-เอทิลฟลูออรีน และ 1,2,3,4,5,6,7,8-ออกตะไฮโดรฟิแนนทริน ตามลำดับ

2.3 การเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรคาร์บอนใน 2 ฤดู

วิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณของไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างตะกอน ในบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ในช่วงฤดูน้ำหลากกับฤดูน้ำน้อยว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ t-test สำหรับตัวอย่างตะกอนจากสถานีเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4 - 4 พบว่า ค่า t ที่คำนวณจากข้อมูลมีค่าเท่ากับ 0.357 เมื่อเทียบกับค่า tวิกฤต ที่ระดับนัยสำคัญ .01 มีค่าเท่ากับ 2.681 จะเห็นว่าค่า t จากการคำนวณ มีค่าน้อยกว่า t วิกฤต แสดงให้เห็นว่าปริมาณของไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างตะกอนใน 2 ฤดู ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

การกระจายตัวของปริมาณไฮโดรคาร์บอนรวม (total HCs) ในตัวอย่างตะกอน แสดงในรูป 4 - 13

ผลการวิเคราะห์สารไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างหอยแมลงภู

ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารอะลิฟาติกและอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) ในตัวอย่างเนื้อเยื่อหอยแมลงภู *Perna viridis* ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของสิ่งมีชีวิตในการศึกษาครั้งนี้ โดยเก็บตัวอย่างจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาในเดือนพฤศจิกายน 2536 พบว่า ปริมาณสารไฮโดรคาร์บอน ซึ่งรวมทั้งนอร์มัลอัลเคน และ PAHs ในหอยแมลงภู ทั้ง 4 ตัวอย่าง และวิเคราะห์ 3 ซ้ำ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันนัก สารนอร์มัลอัลเคนที่พบในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู มีจำนวนคาร์บอนอะตอมตั้งแต่ C_{15} ถึง C_{25} ลักษณะของโครมาโตแกรมแสดงในรูปที่ 4 - 14 และปริมาณนอร์มัลอัลเคนรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.85 - 0.98 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง เฉลี่ย 0.94 ไมโครกรัมต่อกรัม รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4 - 5 ส่วนสาร PAHs นั้น สารตัวที่พบ ได้แก่ แนพธาซีน ไบเฟนิล 2,6-ไดเมทิลแนพธาซีน ฟลูออรีน แอนทราซีน 1-เมทิลฟิแนนทริน ฟลูออแรนทีน ไพรีน และไครซีน และลักษณะของ mass spectrum แสดงในภาคผนวก 5 โดยมีปริมาณรวมสาร PAHs อยู่ในช่วง 0.24 - 0.47 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง เฉลี่ย 0.37 ไมโครกรัมต่อกรัม ลักษณะของโครมาโตแกรมแสดงในรูปที่ 4 - 15 รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4 - 6 ส่วนปริมาณไฮโดรคาร์บอนรวมในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู มีค่าอยู่ในช่วง 1.22 - 1.43 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง และปริมาณไขมันที่วิเคราะห์จากเนื้อเยื่อหอยแมลงภูพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 7.55 - 8.69 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง ดังแสดงในตารางที่ 4 - 7

ตารางที่ 4 - 4 แสดงปริมาณไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างตะกอนในเดือนพฤษภาคมและกันยายน 2536
(ไม่โครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)

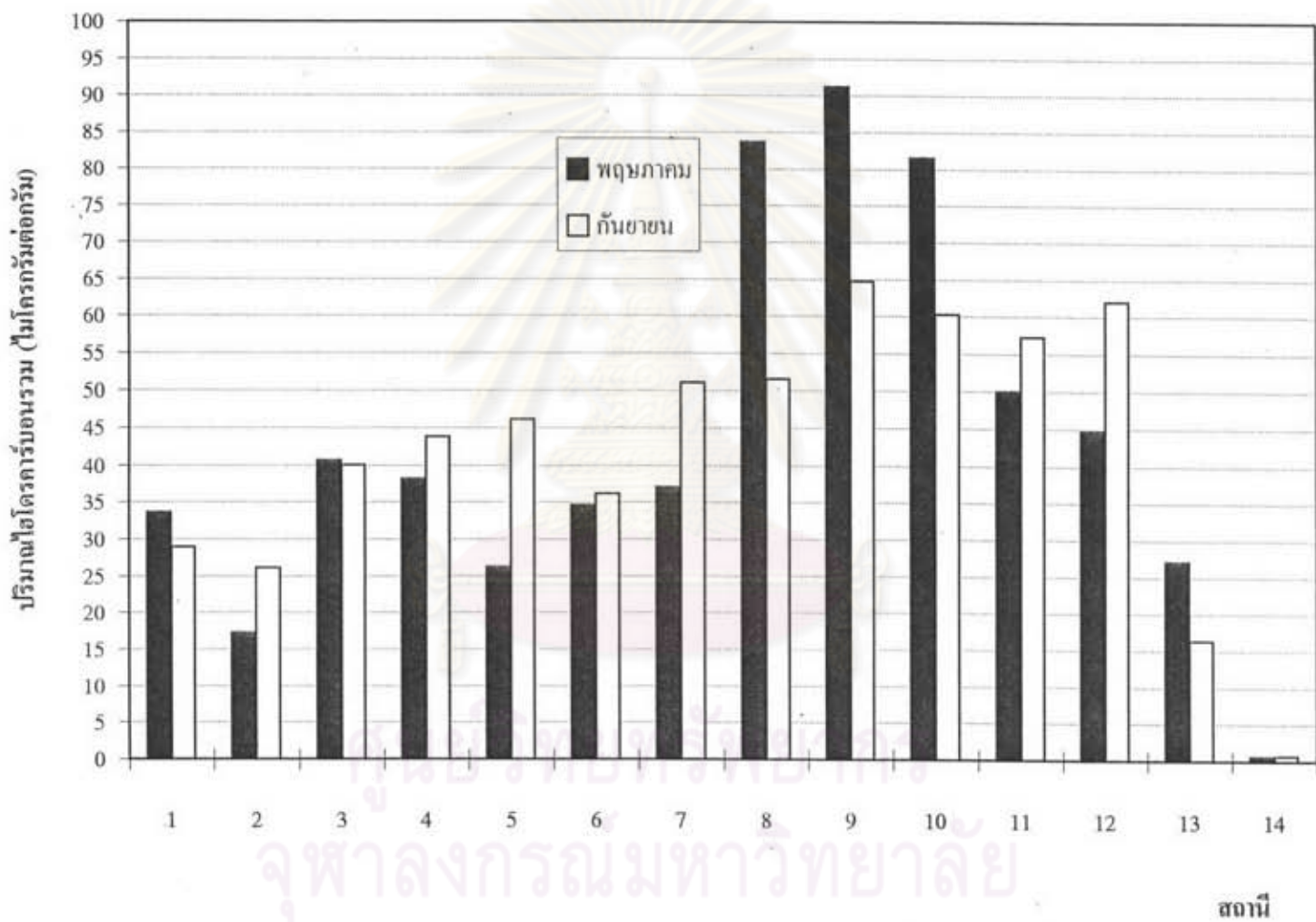
สถานี	พฤษภาคม					กันยายน				
	Total n-alkanes	aliphatic UCM	Total identified PAHs	aromatic UCM	Total HCs	Total n-alkanes	aliphatic UCM	Total identified PAHs	aromatic UCM	Total HCs
1	3.50	22.41	1.49	6.27	33.67	2.67	17.01	0.58	8.68	28.94
2	1.40	8.02	2.15	5.79	17.36	3.56	16.59	0.58	5.42	26.15
3	2.95	28.19	1.09	8.53	40.76	2.79	31.69	1.74	3.83	40.05
4	6.50	16.36	2.18	13.64	38.68	4.78	34.63	2.37	2.05	43.83
5	4.86	14.56	2.78	4.30	26.50	2.39	37.53	1.88	4.35	46.15
6	3.42	25.86	1.95	3.71	34.94	2.60	26.00	1.05	6.53	36.18
7	5.62	23.96	2.03	4.34	35.95	6.26	39.31	1.59	3.91	51.07
8	7.66	67.77	2.65	5.88	83.96	5.76	33.75	4.59	7.46	51.56
9	10.01	67.61	4.71	9.16	91.58	15.16	37.27	2.88	9.43	64.74
10	3.72	70.05	1.66	6.09	81.52	5.13	30.65	3.16	21.29	60.23
11	4.04	32.25	0.93	12.09	49.01	9.27	39.79	3.17	5.02	57.25
12	12.65	27.43	0.76	3.96	44.73	13.71	38.20	3.60	6.57	62.08
13	1.28	24.72	0.67	0.51	27.18	1.59	9.32	0.69	4.75	16.35
เฉลี่ย	5.20	33.01	1.93	6.48	46.69	5.82	30.13	2.14	6.87	44.96
14	0.24	-	0.45	-	0.69	0.34	-	0.36	-	0.70

การเปรียบเทียบปริมาณรวมของไฮโดรคาร์บอน (total HCs) ในตัวอย่างตะกอน โดยใช้ t-test

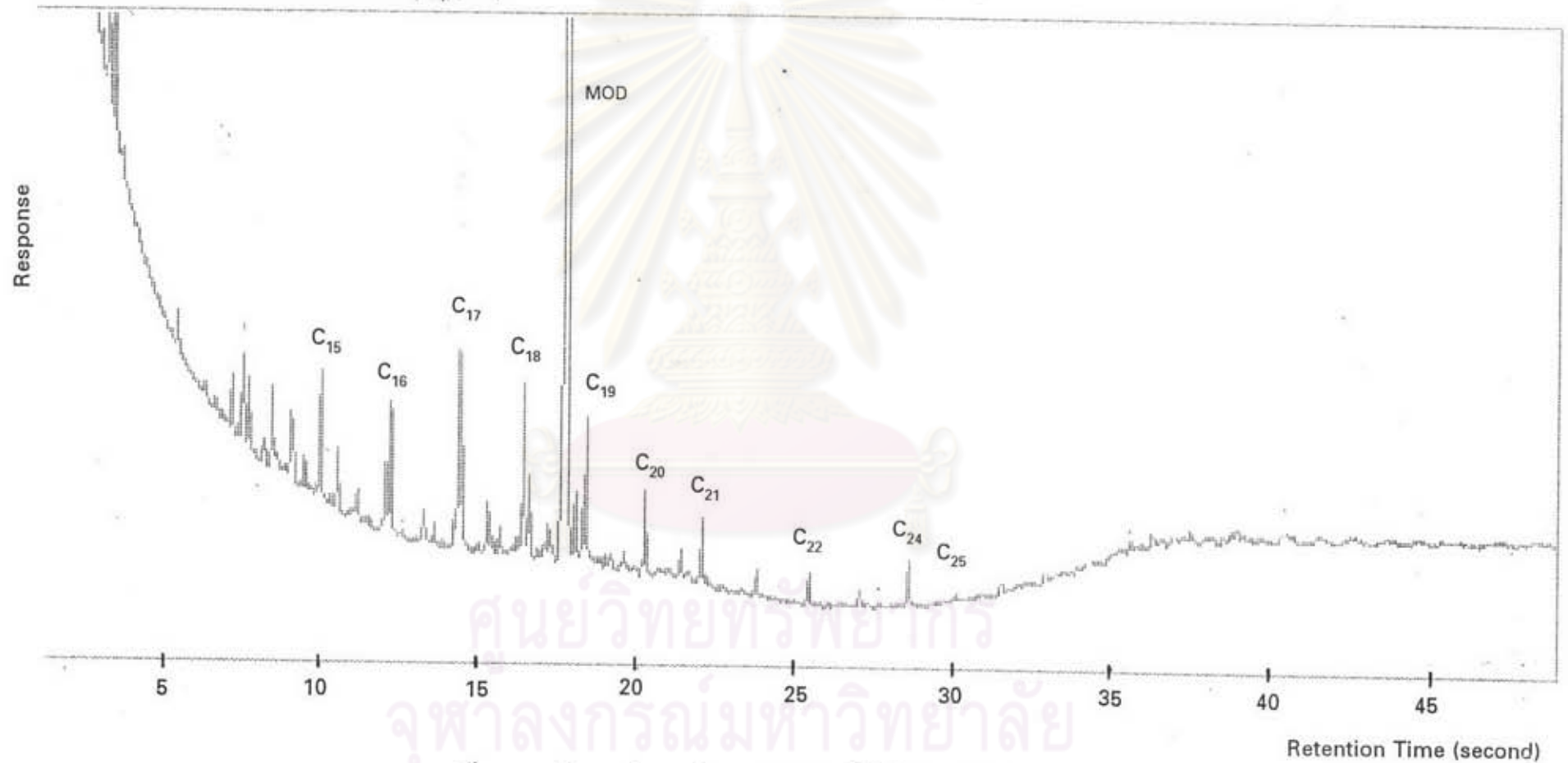
- การเปรียบเทียบ 2 จุด ค่า tคำนวณ เท่ากับ 0.357

- ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ค่า tตาราง เท่ากับ 2.681

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-13 แสดงปริมาณไฮโดรคาร์บอนรวม (Total HCs) ในตัวอย่างตะกอนในเดือนพฤษภาคมและกันยายน 2536



ที่ 4 - 14 ลักษณะโครมาโตแกรมของนอร์มัลอัลเคนจากตัวอย่างหอยแมลงภู

C_x : คาร์บอนอะตอม X

MOD : 2-เมทิลออกตะเดเคน (internal standard)

ตารางที่ 4 - 5 แสดงปริมาณสารนอร์มัลอัลเคนเจลีย์ที่พบในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู
(นาโนกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)

นอร์มัลอัลเคน	เนื้อเยื่อหอยแมลงภู			
	SM	SF	LM	LF
C ₁₅	75.32	35.62	56.54	95.80
C ₁₆	75.81	82.22	59.24	108.57
C ₁₇	178.45	183.15	111.52	127.20
C ₁₈	65.23	69.46	79.25	55.78
C ₁₉	269.35	275.12	258.49	282.13
C ₂₀	25.26	16.52	14.89	28.56
C ₂₁	293.28	278.25	202.23	269.45
C ₂₂	53.23	-	45.13	-
C ₂₃	-	-	24.13	46.87
C ₂₄	-	22.45	-	21.01
C ₂₅	-	-	-	16.58
ปริมาณรวม (ไมโครกรัมต่อกรัม)	0.98	0.96	0.85	0.96
เจลีย์	0.94 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง			

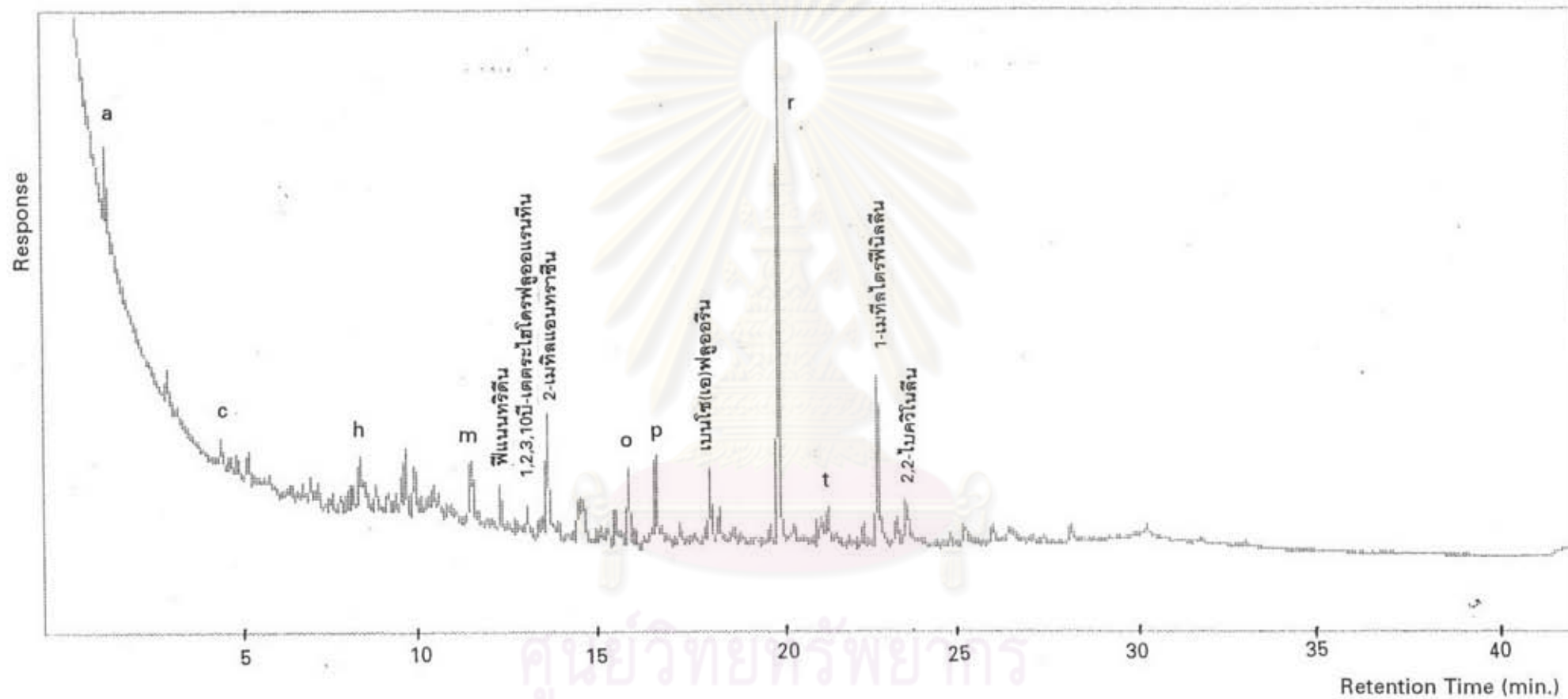
หมายเหตุ : SM = เพศผู้ตัวเล็ก

LM = เพศผู้ตัวใหญ่

SF = เพศเมียตัวเล็ก

LF = เพศเมียตัวใหญ่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4 - 15 ลักษณะโครมาโตแกรมของสาร PAHs จากตัวอย่างตะกอนหอยแมลงภู่

a - t : เป็น PAHs ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 4 - 10

ตารางที่ 4 - 6 แสดงปริมาณสาร PAHs เจลลี่ที่พบในเนื้อเยื่อหอยแมลงภู
(นาโนกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)

สาร PAHs	ดัชนี ARI	เนื้อเยื่อหอยแมลงภู			
		SM	SF	LM	LF
แนพทาลีน	0.00	36.45	28.57	56.21	34.88
ไบเฟนิล	100.00	-	21.52	-	34.83
2,6-ไดเมทิลแนพทาลีน	105.68	-	71.27	25.36	76.81
ฟลูออรีน	151.81	58.49	46.21	-	28.12
แอนทราซีน	202.91	26.32	52.17	37.51	-
พีแนทริดีน *	216.89	-	22.31	34.39	27.55
1,2,3,10บี-เตตระ-ไฮโดรฟลูออแรนทีน *	229.49	15.64	-	29.98	35.56
2-เมทิลแอนทราซีน *	242.04	46.78	-	67.35	-
1-เมทิลพีแนทริดีน	246.63	-	-	33.56	46.75
ฟลูออแรนทีน	285.43	37.55	-	27.81	34.57
ไพรีน	300.00	-	59.41	72.45	51.25
เบนโซ(เอ)ฟลูออรีน *	331.41	-	-	-	54.84
โครซีน	400.00	32.15	-	45.11	25.79
1-เมทิลไตรฟีนิลีน *	428.71	16.74	30.59	-	56.73
2,2-ไบควิโนลีน *	442.06	-	-	37.43	21.51
ปริมาณรวม (ไม่โครกรัมต่อกรัม)		0.24	0.31	0.47	0.47
เจลลี่		0.37 ไม่โครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง			

หมายเหตุ : SM = เพศผู้ตัวเล็ก LM = เพศผู้ตัวใหญ่

SF = เพศเมียตัวเล็ก LF = เพศเมียตัวใหญ่

* วิเคราะห์โดยใช้ดัชนี ARI

ตารางที่ 4 - 7 แสดงปริมาณไขมันและไฮโดรคาร์บอนรวมในตัวอย่างเนื้อเยื่อหอยแมลงภู

ตัวอย่าง	ลักษณะตัวอย่าง	ปริมาณไขมันเฉลี่ย (% น้ำหนักแห้ง)	ปริมาณไฮโดรคาร์บอนรวม (ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง)
SM	เพศผู้ ตัวเล็ก	7.55	1.22
SF	เพศเมีย ตัวเล็ก	7.82	1.27
LM	เพศผู้ ตัวใหญ่	8.15	1.32
LF	เพศเมีย ตัวใหญ่	8.69	1.43

หมายเหตุ : SM = เพศผู้ตัวเล็ก LM = เพศผู้ตัวใหญ่
 SF = เพศเมียตัวเล็ก LF = เพศเมียตัวใหญ่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย