



สรุปผลการวิจัย วิเคราะห์ผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำต่าง ๆ คือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีนและอ่าวไทยตอนบนในช่วงฤดูน้ำหลากและ ฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2526-2527 และศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ ข้อมูลจากตัวอย่างน้ำสรุปได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน และอ่าวไทยตอนบนจากตัวอย่างน้ำทั้งหมด 113 ตัวอย่างใน 2 ช่วงฤดู โดยใช้เทคนิคทางสเปกโตรฟลูออโรเมตรี มีสารประกอบโครซินเป็นสารมาตรฐานในการเปรียบเทียบหาปริมาณ จำแนกรายละเอียดผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หาปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่าอยู่ในช่วง 0.190-0.431 ไมโครกรัมต่อลิตรในช่วงฤดูน้ำหลาก และ 0.514-0.799 ไมโครกรัมต่อลิตร ในช่วงฤดูแล้ง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.371 และ 0.681 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแม่น้ำบางปะกง พบว่าอยู่ในช่วง 0.056-0.403 ไมโครกรัมต่อลิตรในช่วงฤดูน้ำหลาก และ 0.318-0.678 ไมโครกรัมต่อลิตร ในช่วงฤดูแล้ง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.337 และ 0.439 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

1.3 การหาปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแม่น้ำท่าจีน พบว่ามีอยู่ในช่วง 0.260-0.550 ไมโครกรัมต่อลิตรในช่วงฤดูน้ำหลาก และ 0.248-0.745 ไมโครกรัมต่อลิตรในช่วงฤดูแล้ง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.337 และ 0.435 ไมโครกรัมต่อลิตรตาม ลำดับ

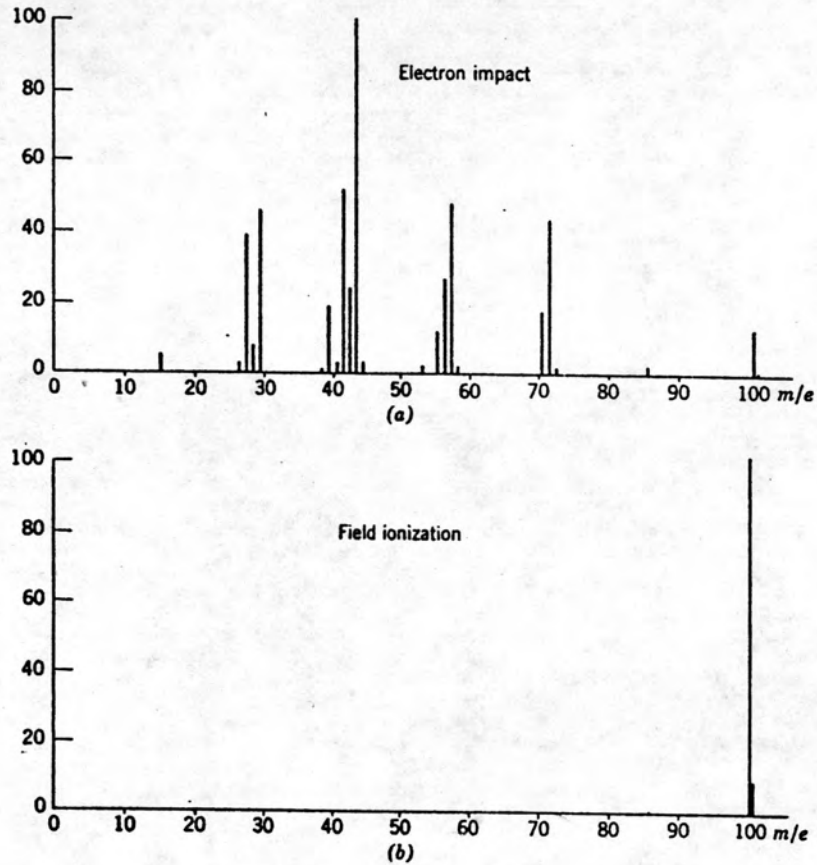
1.4 การหาปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในอ่าวไทยตอนบน พบว่ามีอยู่ในช่วง 0.172-0.826 ไมโครกรัมต่อลิตรในช่วงฤดูน้ำหลาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.331 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนในช่วงฤดูแล้งไม่ได้ทำการวิเคราะห์ เนื่องจากมีปัญหาค่าใช้จ่ายในการเก็บตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์กับข้อมูลที่ได้สำรวจโดยมนูวดี (1979)

และอาศัย (1980) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจากตัวอย่างน้ำในอ่าวไทย โดยใช้เทคนิคสเปกโตรฟลูออโรเมตริพบอยู่ในช่วง 0.37-1.42 และ 0.4-0.5 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ จะเห็นว่าค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน

2. การศึกษาเพื่อหาชนิดและปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแหล่งน้ำดังกล่าว โดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีและเทคนิคแมสสเปกโตรเมตริ

ตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่ใช้ศึกษาหาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนโดยใช้เทคนิคสเปกโตรฟลูออโรเมตริ โดยการสุ่มบางตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบโดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี ใช้สารตัวอย่าง 10 ตัวอย่างจากแหล่งน้ำทั้ง 4 พบว่า แพทเทิร์นของโครมาโทแกรมขององค์ประกอบที่ได้ของตัวอย่างที่ศึกษาทั้งหมดมีลักษณะคล้ายคลึงกัน มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนอยู่ในช่วง  $C_{15}-C_{32}$  อะตอม ปริมาณที่วิเคราะห์ได้โดยเทคนิคนี้ มีดังนี้ ตัวอย่างจากแม่น้ำเจ้าพระยา ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 128.9 ไมโครกรัมต่อลิตรในช่วงฤดูน้ำหลาก และ 2131.4 ไมโครกรัมต่อลิตรในช่วงฤดูน้ำแล้ง ตัวอย่างจากแม่น้ำบางปะกง ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 470.3 ไมโครกรัมต่อลิตรในช่วงฤดูน้ำหลาก และ 782.6 ไมโครกรัมต่อลิตรในช่วงฤดูน้ำแล้ง ตัวอย่างจากแม่น้ำท่าจีน ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 307.9 ไมโครกรัมต่อลิตร ในช่วงฤดูน้ำหลาก และ 541.9 ไมโครกรัมต่อลิตรในช่วงฤดูน้ำแล้ง และในอ่าวไทย ตอนบนพบอยู่ในช่วง 191.8 ไมโครกรัมต่อลิตร จากผลงานของวีรย์ (1978) ใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีในการวิเคราะห์หาชนิดของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ในตัวอย่างจากอ่าวไทย พบว่าในตัวอย่างมีสารประกอบที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอน คือ  $C_{19}, C_{21}$  และ  $C_{25}-C_{30}$  จากโครมาโทแกรมของสารตัวอย่าง 2 ตัวอย่างคือ CHL 2 และ BPL 11 แสดงปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนสูงกว่าตัวอย่างอื่น ๆ จึงนำสารตัวอย่างทั้งสองมาศึกษาหารายละเอียดโดยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ซึ่งต่อกับเครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ (GC/MS) ผลการวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน สรุปได้ว่า องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารประกอบนอร์อัลเคน มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนอยู่ในช่วง 15-32 อะตอม ผลที่ได้จากเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีสามารถแยกองค์ประกอบได้เป็นไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนต่าง ๆ ได้นั่นเอง ส่วนแมสสเปกโตรมิเตอร์ที่ใช้ EI source นั้นมีข้อดีตรงที่ให้อะตอมเกี่ยวกับโครงสร้างของสารประกอบ แต่ EI source มีพลังงานสูงเกินไป ทำให้อะตอมเกี่ยวกับน้ำหนักโมเลกุลของสารประกอบขาดไป ถ้าหากในเครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ประกอบด้วย EI และ FI (Field Ionization) source ซึ่ง FI source จะให้อะตอมเกี่ยวกับน้ำหนัก

โมเลกุลของสารประกอบอัลเคนได้ดี ดังนั้นถ้าใช้แหล่งให้พลังงานทั้งสองควบคู่กันไป  
ก็จะสามารถใช้เทคนิคทาง GC/MS ได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดง EI และ FI แมสสเปกตรัมของ n-heptane ที่ได้จาก  
combined ion source

3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในระหว่าง  
แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน และอ่าวไทยตอนบน

ผลการวิเคราะห์ในช่วงฤดูน้ำหลากพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแม่น้ำท่าจีนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าแหล่งอื่น ๆ ( $\bar{X} = 0.3665$ ) ในแม่น้ำเจ้าพระยา  
มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ( $\bar{X} = 0.3167$ ) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติแล้ว พบว่าปริมาณดังกล่าวมี  
ความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลการวิเคราะห์ในช่วงฤดูน้ำแล้งพบว่าค่าเฉลี่ย  
ของปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแม่น้ำเจ้าพระยามีค่าสูงสุด ( $\bar{X} = 0.6811$ ) ส่วนใน  
แม่น้ำบางปะกงและแม่น้ำท่าจีนมีค่าใกล้เคียงกัน ( $\bar{X} = 0.4388, 0.4348$  ตามลำดับ) เมื่อ  
เปรียบเทียบผลที่ได้ทางสถิติ พบว่าปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจากแม่น้ำทั้งสาม มีความ  
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่พบมากในแม่น้ำ  
เจ้าพระยา อาจมีสาเหตุหลายประการ คือ ในช่วงฤดูน้ำแล้ง เป็นช่วงที่ปริมาณน้ำมีน้อย และ  
แม่น้ำเจ้าพระยา เป็นแม่น้ำที่มีการคมนาคมขนส่งสูงกว่าแม่น้ำอื่น ดังนั้นอัตราการสะสมของสาร  
ต่าง ๆ จึงมีค่าสูง

4. การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในช่วงฤดูน้ำหลาก  
และฤดูน้ำแล้ง

การวิเคราะห์ปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำ  
บางปะกงในช่วงฤดูน้ำหลากและฤดูน้ำแล้งพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  
.01 สำหรับในแม่น้ำท่าจีน พบว่ามีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05  
จะเห็นว่าปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในช่วงฤดูน้ำแล้งในแม่น้ำทั้งสามมีค่าสูงกว่าในช่วงฤดู  
น้ำหลาก อาจเนื่องมาจาก ในช่วงฤดูน้ำแล้งปริมาณน้ำในแม่น้ำมีน้อย การสะสมของสารต่าง ๆ  
มีค่าสูง การถ่ายเทของน้ำในแหล่งต่าง ๆ มีน้อย การคมนาคมขนส่งในช่วงฤดูแล้งมีมากกว่า  
ส่วนในฤดูน้ำหลากปริมาณน้ำในแม่น้ำมีมาก รวมทั้งมีปริมาณฝนตกมาก การกระจายของปริมาณ  
สารจะมีค่าสูงและความเข้มข้นจะต่ำ

5. ลักษณะการแพร่กระจายของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน พบว่า บริเวณที่มีปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนค่อนข้างสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ เป็นบริเวณที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น และเป็นย่านอุตสาหกรรมในกรณีแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่าการแพร่กระจายของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนบริเวณปากอ่าวบริเวณต้นแม่น้ำปริมาณการกระจายไม่แตกต่างกัน

6. การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ซึ่งวิธีที่ศึกษาคือ วิธีการชั่งน้ำหนัก วิธีการวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงอินฟราเรด และวิธีสเปกโตรฟลูออโรเมตริ์ โดยใช้ตัวอย่างชุดเดียวกัน พบว่าเทคนิคในการวิเคราะห์แต่ละเทคนิคให้ข้อมูลในรายละเอียดที่แตกต่างกัน โดยเทคนิคการชั่งน้ำหนัก เป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาปริมาณในรูปของน้ำมันและ โขมน้ำมันทั้งหมดโดยอาศัยการสกัด การระเหยตัวทำละลายแล้วทำการชั่งน้ำหนักสารที่เหลืออยู่ ส่วนเทคนิคการวัดการดูดกลืนแสงยว่งของคลื่นแสงอินฟราเรด ปริมาณการดูดกลืนคลื่นแสงจะขึ้นอยู่กับปริมาณของฟังก์ชันอัลกรุป (C-H group) และเทคนิคสเปกโตรฟลูออโรเมตริ์ใช้โครซิน ซึ่งเป็นสารประกอบอะโรมาติก เป็นสารมาตรฐานสำหรับการเปรียบเทียบหาปริมาณ โดยอาศัยการกระตุ้นด้วยพลังงานแสงในช่วงไวโอเล็ตแล้ว สารจะคายคลื่นแสงฟลูออเรสเซนซ์ออกมา วิเคราะห์ปริมาณออกมาในเทอมของลัมมูลโครซิน (Chrysene Equivalent) เนื่องจากสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีองค์ประกอบต่าง ๆ แตกต่างกันไปและมีปริมาณขององค์ประกอบไม่คงที่ จึงหาสารมาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับการหาปริมาณวิเคราะห์ยาก ในการศึกษาจึงต้องอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์หลาย ๆ เทคนิค ประกอบกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุม และเชื่อถือได้ แต่อย่างไรก็ดีในการวิเคราะห์ที่ย่อมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ ก็ควรใช้เทคนิคและสารมาตรฐานประเภทเดียวกัน

7. การศึกษาประสิทธิภาพและการปรับปรุงเทคนิคสำหรับวิธีสเปกโตรฟลูออโรเมตริ์

7.1 การหาเปอร์เซ็นต์การกลับคืน

จากการสกัดสารตัวอย่างด้วยตัวทำละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์ จำนวน 4 ตัวอย่าง คำนวณเปอร์เซ็นต์การกลับคืนได้ 92.40 เมื่อเทียบกับผลการศึกษาของ รุรีย์ (1979) ได้เปอร์เซ็นต์การกลับคืน-75.30 และจากผลการศึกษาของ Ahmed (1974) เปอร์เซ็นต์การกลับคืนเท่ากับ 94.80 การศึกษาของ Wakeman (1976) ได้เปอร์เซ็นต์การกลับคืนมากกว่า 75.00

## 7.2 การเปรียบเทียบการสกัดด้วยตัวทำละลายคาร์บอนเททระคลอไรด์และ

นอร์มัล เฮกเซน

การวิเคราะห์หาปริมาณอีโตรสเตอโรอิดคาร์บอนโดยเทคนิคสเปกโตรฟลูออโรเมตรี ใช้เทคนิคการสกัดสารตัวอย่างด้วยคาร์บอนเททระคลอไรด์ เมื่อจะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ ต้องทำการเปลี่ยนตัวทำละลายเป็นนอร์มัลเฮกเซน เนื่องจากคาร์บอนเททระคลอไรด์ เป็นตัวกลางไม่เหมาะสมในการทำปริมาณวิเคราะห์โดยเทคนิคดังกล่าว เพราะระบบการวัดคลื่นแสงฟลูออเรสเซนซ์ เมื่อเปรียบเทียบการวิเคราะห์โดยใช้นอร์มัลเฮกเซน แทนคาร์บอนเททระคลอไรด์ในขั้นตอนการสกัด พบว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้ดีกว่า เทคนิคเดิม ในการสกัดด้วยนอร์มัลเฮกเซนยังช่วยลดขั้นตอนการเตรียมสาร เพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์ทำให้สูญเสียสารที่จะวิเคราะห์น้อยลง นอกจากนี้ยังเป็นการหลีกเลี่ยงการใช้คาร์บอนเททระคลอไรด์ ซึ่งเป็นสารที่สามารถก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้

### ข้อเสนอแนะ

1. ในการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณอีโตรสเตอโรอิดคาร์บอน ควรจะได้มีการศึกษาวิจัยติดต่อกันทุก ๆ เดือน เพื่อจะได้ทราบการเปลี่ยนแปลงในการละลายหรือละลายตัว
2. ควรมีการศึกษาหาชนิดและปริมาณอีโตรสเตอโรอิดคาร์บอนในตะกอนดินเปรียบเทียบกันในน้ำด้วย
3. ในการศึกษาวิเคราะห์ดังกล่าวควรใช้เทคนิคในการวิเคราะห์หลาย ๆ เทคนิค ประกอบกัน เพื่อจะได้ข้อมูลที่มีรายละเอียดมากพอที่จะใช้ในการเปรียบเทียบและเป็นข้อมูลพื้นฐานในการที่จะกำหนดการควบคุมคุณภาพและการกำจัดมลพิษจากน้ำผิวน้ำ
4. ในแง่การสกัดสารตัวอย่าง ควรจะใช้นอร์มัลเฮกเซนแทนคาร์บอนเททระคลอไรด์ ซึ่งให้ผลการวิเคราะห์ดีกว่าและมีความเป็นพิษน้อยกว่า
5. ในแง่การเก็บตัวอย่างน้ำ ควรเก็บแต่ละจุดอย่างน้อย 2 ตัวอย่าง เพื่อป้องกันการผิดพลาด
6. การใช้ตัวทำละลาย Zsolunay (1974) เสนอให้ใช้พร้อมเนื่องจากเหตุผล

### 3 ประการคือ

- ก. ฟรีออน เป็นสารประกอบนอนโพลาร์ที่ไม่ใช่ไฮโดรคาร์บอน
- ข. หมักกว่าน้ำ
- ค. โปร่งแสงในย่านอุลตราไวโอเล็ต (254 นาโนเมตร)