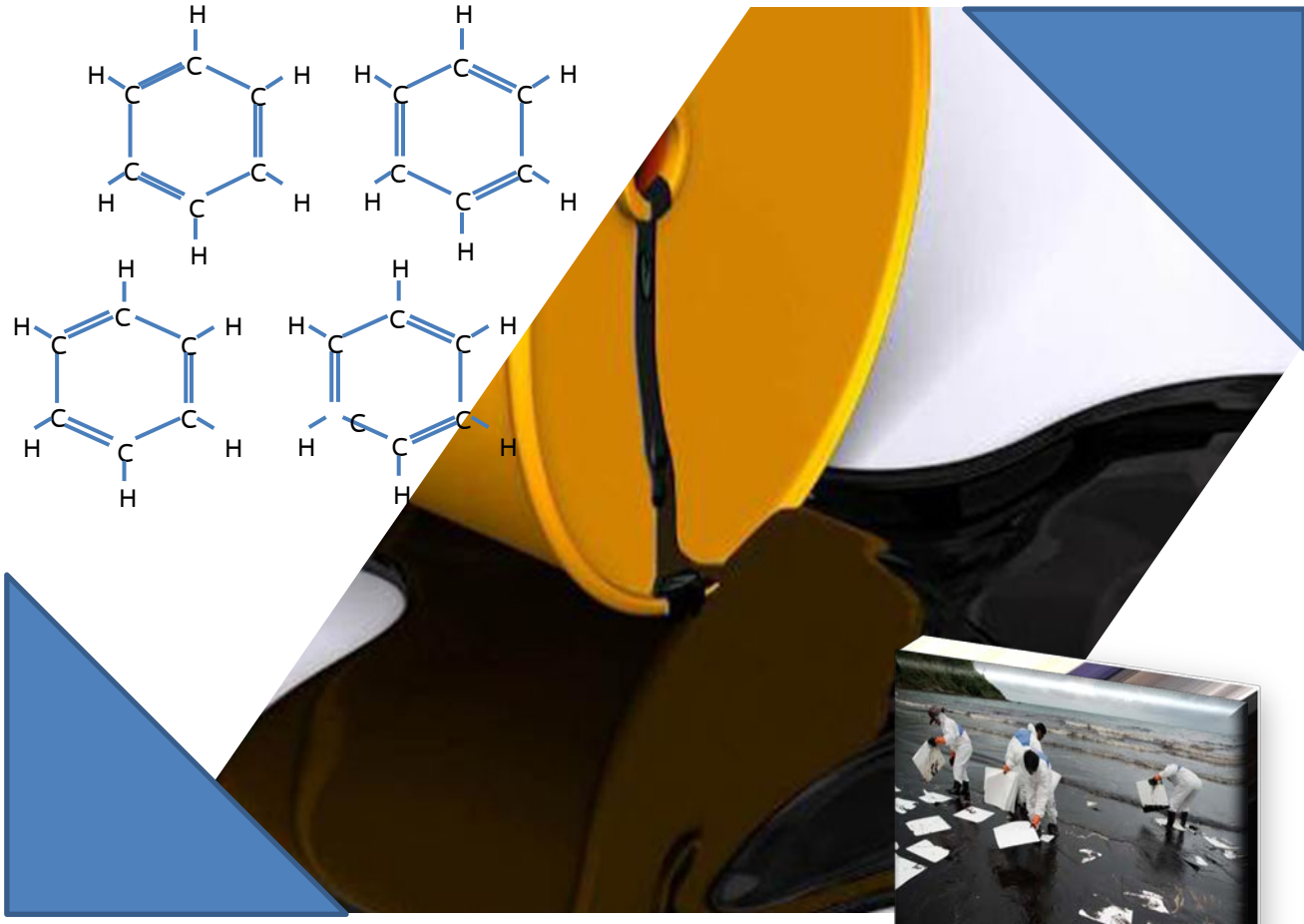
กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

คู่มือการเก็บตัวอย่างน้ำมัน และก้อนน้ำมันในสิ่งแวดล้อม



กรมควบคุมมลพิษ

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กันยายน ๒๕๖๓

1. บทนำ

การรั่วไหลของน้ำมันสามารถเกิดได้ทั้งตามธรรมชาติ เช่น การรั่วจากแหล่งน้ำมันใต้ดินหรือจากการกระทำของมนุษย์ เช่น อุบัติเหตุจากเรือ การขุดเจาะน้ำมันและก๊าซในทะเล การคมนาคมทางน้ำ อุตสาหกรรมชายฝั่ง หรือการลักลอบปล่อยทิ้งสู่แหล่งน้ำ การเกิดน้ำมันรั่วไหลลงทะเลในประเทศไทยส่วนมากมักมีที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากกิจกรรมการขนส่งทางทะเลที่มีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในการพบคราบน้ำมันหรือก้อนน้ำมันดินที่ไม่ทราบแหล่งที่มา และต้องการสืบหาแหล่งที่มาจะต้องดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำมันที่พบเพื่อนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีสำหรับวิเคราะห์หาลายพิมพ์นิ้วมือของน้ำมัน เปรียบเทียบกับแหล่งที่ต้องสงสัย หรือเปรียบเทียบกับข้อมูลลายพิมพ์นิ้วมือที่ได้มีการจัดทำฐานข้อมูลไว้

คู่มือการเก็บตัวอย่างน้ำมันและก้อนน้ำมันดินในสิ่งแวดล้อมนี้ จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจถึงสาเหตุการเกิดน้ำมันรั่วไหล ผลกระทบ ขั้นตอนและวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำมันและก้อนน้ำมัน แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้นำไปเป็นแนวทางการเก็บตัวอย่างน้ำมันและก้อนน้ำมันในสิ่งแวดล้อมเพื่อสนับสนุนการสืบหาแหล่งที่มาของคราบน้ำมันหรือก้อนน้ำมันในสิ่งแวดล้อมต่อไป

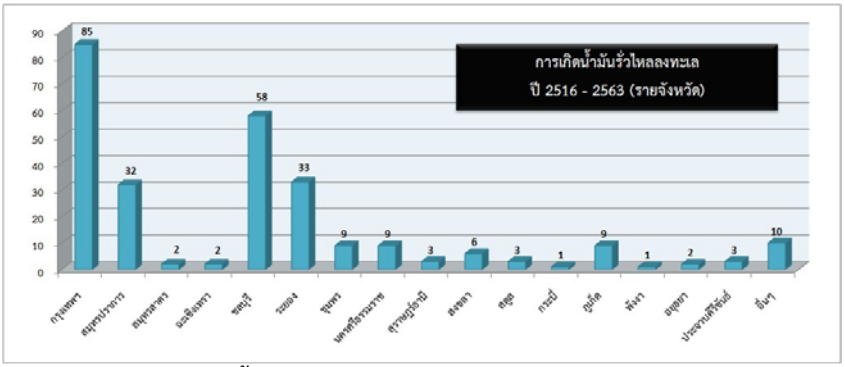
2. มลพิษทางน้ำเนื่องจากน้ำมัน

2.1 สถิติและสาเหตุการเกิดน้ำมันรั่วไหล

จากสถิติการเกิดเหตุน้ำมันรั่วไหลและการพบก้อนน้ำมัน พบว่า ในระหว่างปี พ.ศ. 2516 – 2563 มีจำนวนรวม 269 เหตุการณ์ (รูปที่ 1) จังหวัดที่พบบ่อยที่สุดคือ กรุงเทพมหานคร (รวมกรณีที่เกิดขึ้นในแม่น้ำเจ้าพระยา) จำนวน 85 ครั้ง รองลงมา คือ ชลบุรี 58 ครั้ง ระยอง 33 ครั้ง และสมุทรปราการ 32 ครั้ง (รูปที่ 2) ส่วนใหญ่เป็นการรั่วไหลในปริมาณเล็กน้อย สาเหตุของการรั่วไหลที่พบมากที่สุด คือ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินเรือ เก็บกัก หรือสูบถ่ายน้ำมันชำรุด
2. รั่วไหลระหว่างการสูบถ่ายน้ำมันกลางทะเลจากเรือขนาดใหญ่ลงสู่เรือขนาดเล็ก หรือระหว่างเรือกับท่าเทียบเรือ
3. การลักลอบทิ้ง เช่น ปล่อยทิ้งน้ำมันชนิดเดิมก่อนบรรทุกน้ำมันชนิดใหม่ หรือลักลอบถ่ายน้ำอับเฉา
4. เรืออับปาง เนื่องจากเรือโดนกัน ชนหินโสโครก/หินฉลาม หรือไฟไหม้
5. สาเหตุอื่นๆ เช่น รั่วไหลจากแท่นขุดเจาะปิโตรเลียมในทะเล น้ำทิ้งจากฝั่ง หรือรั่วไหลตามธรรมชาติ

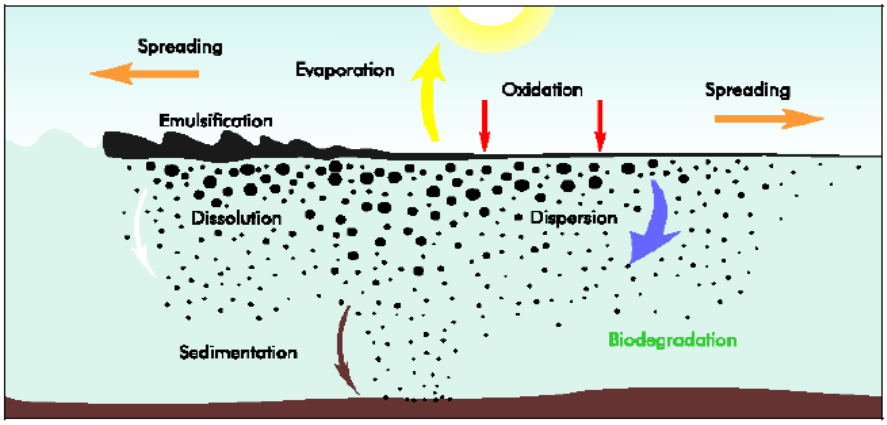
รูปที่ 1 สถิติการเกิดน้ำมันรั่วไหลลงทะเลของประเทศไทย ปี 2516 – 2563 (ครั้งต่อปี)



รูปที่ 2 สถิติการเกิดน้ำมันรั่วไหลลงทะเล รายจังหวัด ในระหว่างปี 2516 – 2563

2.2 การเปลี่ยนแปลงเมื่อน้ำมันรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำ

เมื่อน้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเล จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีหรือกระบวนการแปรสภาพ (Weathering) จะเริ่มเปลี่ยนคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันด้วยกระบวนการต่างๆ เช่น การแพร่กระจาย (spreading) การระเหย (evaporate) การผสมกับน้ำ (emulsification) การละลายและการกระจายของน้ำมัน (solution and dispersion) การออกซิไดซ์โดยพลังงานจากแสง (photochemical oxidation) และการย่อยสลายด้วยแบคทีเรีย (Biological oxidation) และเมื่อน้ำมันแพร่กระจายสู่ผิวน้ำ ส่วนประกอบของน้ำมัน ที่มีน้ำหนักเบาจะระเหยสู่บรรยากาศ ทำให้น้ำมันที่เหลือมีความหนาแน่นและความหนืดเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกัน ก็มีการผสมรวมกับน้ำทำให้มีลักษณะคล้ายช็อคโกแลตเหลว (Chocolate mousse) ด้วยอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำ รวมทั้งแบคทีเรียจะทำให้น้ำมันดังกล่าวแตกออกเป็นก้อนเล็กๆ เกิดสภาพเป็นก้อนน้ำมัน (Tarball) ซึ่งมีความคงตัวในสิ่งแวดล้อมอยู่ในมวลน้ำหรือจมสู่ท้องทะเล และอาจถูกพัดพาสู่ชายฝั่งได้ (ภาพที่ 3) โดยปัจจัยสำคัญที่ควบคุมอัตราและขนาดของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว คือ คุณสมบัติของน้ำมัน และสภาพแวดล้อม อันได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม และสภาพของทะเล



รูปที่ 3 แสดงกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพของน้ำมันในทะเล

(ที่มา: ITOPF, 2008)

2.3 ผลกระทบจากน้ำมันรั่วไหลลงแหล่งน้ำ

น้ำมันที่รั่วไหลอาจส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ แหล่งประมง และประชาชนซึ่งใช้ประโยชน์พื้นที่แนวชายฝั่ง ถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่เป็นพันธุ์หายาก สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ เช่น หาดท่องเที่ยว หรือส่งผลโดยตรงต่ออาชีพและการประกอบอาชีพของชาวประมง รวมทั้ง อาจทำให้ไม่สามารถจำหน่ายสินค้าประมงในเขตน่านน้ำที่มีน้ำมันรั่วไหลได้ ความรุนแรงของผลกระทบขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของน้ำมัน ปริมาณน้ำมันที่รั่วไหล สภาพทางภูมิศาสตร์ กระแสน้ำ กระแสลม ประเภทของทรัพยากร รวมถึงความหลากหลายและความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากร

2.3.1 ผลกระทบทางกายภาพ

- บดบังการส่องผ่านของแสง เนื่องจากน้ำมันจะลอยอยู่เหนือผิวน้ำและบดบังแสงอาทิตย์ไม่ให้ส่องผ่านลงไปในน้ำ ทำให้เกิดผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงค์ตอนพืช สาหร่าย และพืชในน้ำต่าง ๆ ซึ่งเป็นแหล่งผลิตอาหารขั้นพื้นฐานให้กับผู้บริโภคลำดับถัดไปในห่วงโซ่อาหาร
- การลดลงของออกซิเจนที่ละลายน้ำ เนื่องจากคราบน้ำมันที่ปนเปื้อนเป็นแผ่นบนผิวน้ำจะปิดกั้นและกีดขวางออกซิเจนจากอากาศไม่ให้สามารถสะสายลงสู่น้ำได้
- ความร้อนของน้ำสูงขึ้น เนื่องจากน้ำมันที่มีสีทึบจะสามารถดูดซับความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้ ทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นและอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนคราบน้ำมัน

2.3.2 ผลกระทบทางชีวภาพและนิเวศวิทยา

- ทำลายสิ่งมีชีวิตในน้ำ ได้แก่ สัตว์น้ำ ปะการัง และพืชน้ำอื่นๆ โดยความเป็นพิษอาจเกิดจากการสัมผัสคราบน้ำมันโดยตรงหรือเกิดจากการขาดออกซิเจน เนื่องจากน้ำมันไปขัดขวางการถ่ายเทออกซิเจนระหว่างอากาศและน้ำ ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงถึงระดับหนึ่ง ขณะเดียวกันก็จะไปปิดกั้นแสงสว่างที่ส่องลงมาสู่พื้นท้องน้ำ หรือมีผลต่อขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำและจะเป็นอันตรายสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกแพลงก์ตอนและสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ซึ่งเท่ากับเป็นการลดปริมาณสารอาหารของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด นอกจากนี้ พืชน้ำบริเวณชายฝั่งอาจได้รับพิษจากการดูดซึมน้ำมัน โดยที่น้ำมันบางชนิด เช่น พวกที่มีจุดเดือดต่ำต่างๆ จะก่อให้เกิดพิษแบบเฉียบพลัน สามารถทำให้สัตว์น้ำขนาดเล็กตายทันทีหรือน้ำมันบางชนิดที่มีจุดเดือดสูงสามารถก่อให้เกิดพิษแบบเรื้อรังต่อสิ่งมีชีวิตซึ่งดูดซึมเอาหยดน้ำมันเล็กๆ เข้าสะสมในเนื้อเยื่อและพิษเหล่านี้สามารถถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำได้

- **ผลกระทบต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่พื้นท้องทะเล** โดยน้ำมันที่ตกค้างอยู่ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตจะทำให้การเผาผลาญอาหารในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ผิดปกติ การเจริญเติบโตลดลง การสืบพันธุ์ผิดปกติ หรือมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการกินอาหาร เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ผลกระทบของน้ำมันต่อสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับชนิด แหล่งกำเนิดและปริมาณของน้ำมันรั่วไหลและละลายอยู่ในน้ำ ตัวอย่างเช่น น้ำมันเบาซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ของสารประกอบอะโรมาติก (Aromatic) สูง จะระเหยได้ง่ายและเหลือคราบน้ำมันน้อย แต่จะมีพิษรุนแรงต่อ

เนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ส่วนน้ำมันหนักที่มีองค์ประกอบของอะโรมาติกต่ำ จะส่งผลกระทบในด้านความสกปรกและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่ไม่เคลื่อนที่ไปไหน เช่น สัตว์จำพวกหอยและเพรียง เป็นต้น

- **ผลกระทบต่อนก เต่าทะเล สัตว์น้ำ และพืชน้ำต่างๆ** ในบริเวณที่เกิดน้ำมันรั่วไหล ทำให้ได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอและเสียชีวิตได้ เนื่องจากน้ำมันจะขัดขวางการถ่ายเทออกซิเจนระหว่างอากาศกับน้ำ ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง ขณะเดียวกัน คราบน้ำมันจะปิดกั้นแสงสว่างที่ส่องลงมาสู่พื้นท้องน้ำมีผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชในแหล่งน้ำ นอกจากนี้ การดูดซับน้ำมันที่มีจุดเดือดต่ำเข้าสู่ร่างกายสัตว์น้ำขนาดเล็กจะก่อให้เกิดพิษอย่างเฉียบพลัน ทำให้ตายได้ทันที กรณีได้รับน้ำมันบางชนิดที่มีจุดเดือดสูงเข้าสู่ร่างกายจะทำให้เกิดพิษแบบเรื้อรังสะสมในเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำเหล่านั้นและพิษเหล่านี้สามารถถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารได้ หรือผลกระทบจากการสัมผัสคราบน้ำมันโดยตรง

- **ผลกระทบต่อปะการัง** ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในทะเล เมื่อมีคราบน้ำมันตกลงบนปะการังจะไปอุดช่องโครงสร้างของปะการัง อาจทำให้ปะการังตาย ตลอดจนก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศของสัตว์น้ำในบริเวณแหล่งปะการังได้

2.3.3 ผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคม

- **ผลกระทบต่อแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง** เนื่องจากน้ำมันมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทำให้สัตว์น้ำ ได้แก่ ปลา กุ้ง หอย ฯลฯ อาจเป็นอันตรายถึงชีวิต ซึ่งหากเป็นบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงหอย การเลี้ยงปลาในกระชัง การทำนากุ้ง น้ำมันที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำทะเลจะทำให้คุณภาพน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงต่ำลง และไม่สามารถใช้ในการเพาะเลี้ยงได้ สัตว์น้ำที่ทำการเพาะเลี้ยงไม่สามารถดำรงชีวิตหรือให้ผลผลิตต่อไปได้ หรือให้ผลผลิตลดลง ถ้าป้องกันไม่ทันหรือไม่สามารถป้องกันได้ อาจกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งอย่างรุนแรง

- **ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ป่าชายเลน** ป่าชายเลนเป็นแหล่งเศรษฐกิจที่สำคัญ ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยและหากินของสัตว์น้ำชายฝั่ง สัตว์บกและนกชายฝั่งชนิดต่าง ๆ ตลอดจนเป็นแหล่งวางไข่และอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ทั้งนี้น้ำมันสามารถซึมเข้าสู่ต้นโกงกางซึ่งเป็นรากหายใจทำให้ต้นโกงกางหรือพืชป่าชายเลนชนิดอื่นตายได้ ถ้าหากน้ำมันตกค้างอยู่กับตะกอนดินป่าชายเลน จะทำให้เมล็ดต้นโกงกางที่ตกสู่พื้นดินไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ในการขจัดการปนเปื้อนของคราบน้ำมันในป่าชายเลนทำได้ยาก เนื่องจากระบบโครงสร้างทางนิเวศวิทยาของป่าชายเลนที่ซับซ้อน ทำให้การใช้อุปกรณ์ขจัดคราบน้ำมัน หรือสารเคมีสลายคราบน้ำมันไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ หรืออาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่อาศัยอยู่ในป่าชายเลน

2.3.4 ผลกระทบด้านสุนทรียภาพ และความงามของแหล่งท่องเที่ยว

คราบน้ำมันหรือก้อนน้ำมันดิบที่ถูกพัดพาขึ้นสู่ฝั่งไปติดตามชายหาด จะทำให้ชายหาดสกปรกไม่เหมาะสมกับการท่องเที่ยวหรือการพักผ่อน ส่งผลกระทบต่อแหล่งท่องเที่ยวและกิจการที่ต่อเนื่องกับการท่องเที่ยว ซึ่งจะมีผลกระทบทางตรงต่อระบบเศรษฐกิจและรายได้ของประชาชน

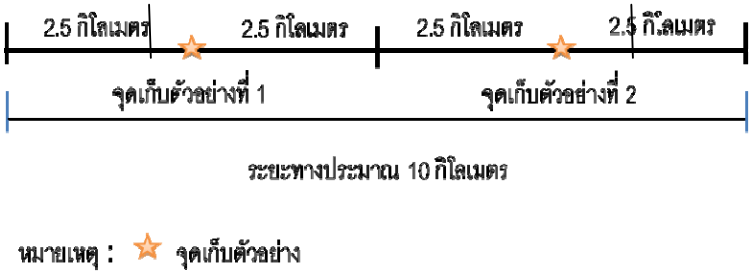
3. การเก็บตัวอย่างน้ำมันและก้อนน้ำมัน

น้ำมันรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำ เมื่อผ่านกระบวนการเปลี่ยนสภาพเกิดเป็นก้อนน้ำมันดิน (Tar ball) ทำให้การพบน้ำมันในสิ่งแวดล้อม มีทั้ง 2 ลักษณะ ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งการสืบหาแหล่งที่มาทำได้โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมันหรือก้อนน้ำมันดินที่พบในสิ่งแวดล้อมแล้วนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบ เปรียบเทียบคุณสมบัติและคุณลักษณะของน้ำมัน หรือ องค์ประกอบลายพิมพ์นิ้วมือของน้ำมัน (Oil Fingerprint) โดยนำตัวอย่างน้ำมันหรือก้อนน้ำมันที่พบในสิ่งแวดล้อมไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟฟี่ (Gas Chromatoghaphy) เปรียบเทียบคุณสมบัติและคุณลักษณะของน้ำมันที่พบกับแหล่งที่ต้องสงสัย หรือลายพิมพ์นิ้วมือน้ำมันดิบที่ได้มีการจัดทำและจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งการปฏิบัติตามคู่มือจะช่วยทำให้การเก็บตัวอย่างได้อย่างถูกต้องและสามารถนำไปหาแหล่งที่มาของน้ำมันได้ โดยการเก็บตัวอย่างมีแนวทางการปฏิบัติดังนี้

รูปที่ 4 ลักษณะน้ำมันและก้อนน้ำมันที่พบในทะเลและบนชายหาด

3.1 กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง และจำนวนตัวอย่าง ควรพิจารณาให้ครอบคลุมพื้นที่ที่พบคราบน้ำมันหรือก้อนน้ำมันดิน ซึ่งหากพบก้อนน้ำมันดินในระยะสั้นๆ และไม่ห่างกันมากสามารถเก็บตัวอย่าง จำนวน 1 ตัวอย่างเพื่อส่งวิเคราะห์ แต่หากพบก้อนน้ำมันดินเป็นระยะทางยาวตามแนวชายฝั่งทะเลควรกำหนดจุดเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมพื้นที่ที่พบก้อนน้ำมันดิน ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตัวอย่างการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

3.2 ภาชนะและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

ภาชนะที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างควรเป็นขวดแก้วที่มีปากกว้างพร้อมฝาปิดแบบพลาสติก หลีกเลี่ยงการใช้ขวดเก็บตัวอย่างที่ทำจากพลาสติก และฝาปิดแบบโลหะหรือแบบยางเพราะอาจทำปฏิกิริยาหรือปนเปื้อนกับตัวอย่างได้ ภาชนะบรรจุโดยทั่วไปใช้ขนาด 100 - 500 มิลลิลิตร หากเก็บตัวอย่างก้อนน้ำมันดิน ควรใช้ภาชนะที่มีปากกว้างเพียงพอต่อการบรรจุตัวอย่าง สำหรับกล่องบรรจุตัวอย่างน้ำมัน และก้อนน้ำมันดิน ควรใช้วัสดุทำมาจากไม้ กระดาษ หรือโฟม

อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำมันและก้อนน้ำมันดิน ได้แก่ ถุงมือไนไตรแบบใช้แล้วทิ้ง ฉลากขวดเก็บตัวอย่าง (Sealing of Sample) ภาชนะแก้วปากกว้างกับฝาพลาสติก และอุปกรณ์ตักน้ำมัน ซึ่งควรเป็นวัสดุที่ทำมาจากเทฟลอน (Polytetrafluoroethylene : PTFE) หรือสแตนเลส (Stainless Steel) หรือพลาสติกหรือไม้แบบใช้แล้วทิ้งแสดงดังรูปที่ 6 ทั้งนี้ ในกรณีที่มีการรั่วไหลปริมาณมากและมีการปนเปื้อนเป็นวงกว้าง ผู้เก็บตัวอย่างจำเป็นต้องใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment : PPE) และรองเท้าบูทกันน้ำ

รูปที่ 6 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง
1) ถุงมือไนโตร 2) ฉลากขวดเก็บตัวอย่าง 3) ขวดเก็บตัวอย่าง 4) อุปกรณ์ตักน้ำมัน และ 5) รองเท้าบูทกันน้ำ

3.3 การเก็บตัวอย่างน้ำมัน

การเก็บตัวอย่างน้ำมันควรเก็บให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้หลังจากที่มีการรั่วไหลของน้ำมัน กรณีการเก็บตัวอย่างน้ำมันบนผิวน้ำ ทำได้โดยเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (scoop up) โดยเก็บใส่ขวดแก้วปากกว้าง (wide mouth glass jar) โดยปริมาณที่เก็บไม่ควรเกิน 3/4 ของขวดเก็บตัวอย่าง สำหรับก้อนน้ำมัน (Tar ball) บนหาดทราย หรือ ก้อนน้ำมันที่ติดตามโขดหิน หรือลอยอยู่ในแหล่งน้ำ ให้ใช้ที่คีบหรือมือหยิบจับเก็บใส่ขวดแก้วปากกว้าง แล้วปิดฝาให้สนิท ห่อหุ้มขวดด้วยแผ่นฟอยล์และพลาสติกกันกระแทก แล้วใส่ลงในถุงพลาสติกปิดปากถุงให้สนิทเพื่อป้องกันอากาศเข้า โดยขณะทำการเก็บควรสวมถุงมือทุกครั้ง และรีบนำไปเก็บในที่มืดทันทีไม่ควรให้โดนแสงแดด

จำนวนตัวอย่างที่เก็บ มีข้อพิจารณาดังนี้

(1) การเก็บตัวอย่างน้ำมันบริเวณชายฝั่งหรือบนพื้นที่ทั่วไป ควรเก็บไม่น้อยกว่า 1 ตัวอย่าง

(2) การเก็บตัวอย่างที่มีลักษณะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน หมายถึงตัวอย่างที่มองเห็นด้วยตาเปล่าไม่เป็นเนื้อเดียวกันตลอดทุกส่วน เป็นตัวอย่างที่เกิดจากสารตั้งแต่ 2 ชนิดมารวมกัน โดยมีอัตราส่วนที่ไม่แน่นอน อาจเป็นสารที่อยู่ในสถานะเดียวกันหรือต่างสถานะมารวมกัน ควรเก็บไม่น้อยกว่า 1 ตัวอย่าง

(3) การเก็บตัวอย่างจากบริเวณที่น้ำมันรั่วไหล ควรเก็บไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง ในกรณีที่น้ำมันเกิดการรั่วไหลกระจายเป็นวงกว้าง ควรกำหนดจุดเก็บตัวอย่างที่เหมาะสมให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีการรั่วไหลของน้ำมัน

3.4 การรักษาสภาพตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างไว้ในถังน้ำแข็งหรือเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ให้มีการเก็บพ้นจากแสงทันที และควรเก็บในขวดสีชา ซึ่งสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 6 เดือนโดยคุณสมบัติของตัวอย่างไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนักไม่ควรแช่แข็งตัวอย่าง เนื่องจากที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส จะทำให้คุณสมบัติของน้ำมันเปลี่ยนแปลงไป

3.5 ติดฉลาก และจดบันทึกข้อมูล

ติดฉลากและกรอกข้อมูลลงในฉลากให้ครบถ้วน ฉลากสำหรับติดขวดเก็บตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 7

เลขรหัสตัวอย่าง : .....

วันที่เก็บตัวอย่าง : .....เวลา.....

สถานที่เก็บตัวอย่าง : .....

การรักษาสภาพตัวอย่าง : .....

ผู้เก็บตัวอย่าง : .....

รูปที่ 7 ฉลากสำหรับติดขวดเก็บตัวอย่าง

จดบันทึกข้อมูล โดยกรอกรายละเอียดข้อมูลของการเก็บตัวอย่างและการรับ-ส่งตัวอย่าง พร้อมทั้ง ควรบันทึกภาพเป็นข้อมูลประกอบเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิง โดยตัวอย่างแบบฟอร์มข้อมูลของการเก็บตัวอย่างน้ำมัน ดังแสดงในภาคผนวก ก และตัวอย่างแบบฟอร์มการส่งตัวอย่างและการรับตัวอย่าง ดังแสดงในภาคผนวก ข

3.6 การขนส่งตัวอย่างไปยังห้องปฏิบัติการ

การส่งตัวอย่างไปยังห้องปฏิบัติการ เพื่อวิเคราะห์ลายพิมพ์นิ้วมือของน้ำมัน (Oil Fingerprint) ดังแสดงในภาคผนวก ค ภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำมันควรมีการปิดผนึกโดยใช้เทปกาวติดให้แน่นหนา และระบุเลขรหัสที่ปิดผนึก (Seal number) ให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างน้ำมันไหลออกจากภาชนะระหว่างการขนส่งตัวอย่าง โดยนำส่งไปห้องปฏิบัติการให้เร็วที่สุด และเพื่อป้องกันความเสียหายของตัวอย่าง และควรเก็บตัวอย่างในที่มืดและมีอุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสโดยควรเก็บพ้นจากแสง

เอกสารอ้างอิง

British Standards Institution: Technical Report CEN/TR 15522-1:2006 Oil Spill Identification – Waterborne petroleum products – Part 1: Sampling)

Eduard M., Jack C., Chris E., Barry B., Fingerprinting Crude Oils and Tarballs Using Biomarkers and Comprehensive Two - Dimensional Gas Chromatography, Environmental Applications, 2013.

International Maritime Organization (องค์การทางทะเลระหว่างประเทศ) : IMO Guidelines for Sampling and Identification of Oil Spills: Section VI Manual on Oil Pollution

ภาคผนวก ก ตัวอย่างแบบฟอร์มข้อมูลของการเก็บตัวอย่างน้ำมัน

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลของการเก็บตัวอย่างน้ำมัน

รหัสตัวอย่างและรหัสที่ปิดผนึก : .....

วันที่เก็บตัวอย่าง : .....เวลา .....

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำมัน : .....

ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....

ค่าพิกัด.....

ชนิดของตัวอย่าง : ☐ น้ำมัน ☐ ก้อนน้ำมันดิน ☐ อื่นๆ .....

วิธีที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง : .....

ลักษณะของตัวอย่างน้ำมันที่เก็บมาที่มองเห็นได้ เช่น สี ความหนืด และสิ่งเจือปนอื่น ๆ (ทราย ไม้ พืช) :

.....

.....

แหล่งที่มา (ถ้าทราบ*) : .....

ลักษณะของน้ำมันที่รั่ว ☐ กระจายตัว ☐ เป็นเนื้อเดียวกัน ☐ อื่นๆ .....

อุณหภูมิที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำมัน ..... องศาเซลเซียส

หมายเหตุ : (เช่น พบขยะพลาสติก และซากสัตว์ทะเลเกยตื้น ฯลฯ) .....

.....

ชื่อผู้เก็บตัวอย่าง :	ผู้บันทึกข้อมูล : .....
(.....)	(.....)
หน่วยงาน :	หน่วยงาน : .....
เบอร์โทร	เบอร์โทร : .....

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบฟอร์มการส่งตัวอย่างและการรับตัวอย่าง

ส่วนนี้สำหรับบุคคลผู้เก็บตัวอย่าง

ชื่อ – สกุล (ผู้เก็บตัวอย่าง). .....โทรศัพท์ .....

โครงการ .....

[ ] ต้องการผลการทดสอบตามปกติ

[ ] ต้องการผลการทดสอบกรณีเร่งด่วน เหตุผล .....

Sample ID	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง				ประเภทตัวอย่าง	หมายเหตุ
		วัน	เดือน	ปี	เวลา		

ส่วนนี้สำหรับบุคคลผู้จัดส่งตัวอย่าง

สถานที่รับตัวอย่างน้ำมัน .....สถานที่ส่งตัวอย่างน้ำมัน .....

บริษัทที่จัดส่ง..... วิธีที่ใช้ในการขนส่ง .....

วันที่รับตัวอย่าง ..... เวลา.....

.....

(.....)

ผู้จัดส่งตัวอย่าง

ส่วนนี้สำหรับบุคคลผู้รับตัวอย่างไปวิเคราะห์

รหัสตัวอย่างและรหัสปิดผนึกถูกต้อง และตัวอย่างถูกปิดผนึกอย่างสมบูรณ์ ไม่มีความเสียหาย

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

สภาวะของตัวอย่างขณะถึงห้องปฏิบัติการ

[ ] แช่แข็ง [ ] แช่เย็น [ ] อุณหภูมิปกติ

วันที่รับตัวอย่าง..... เวลา.....

.....

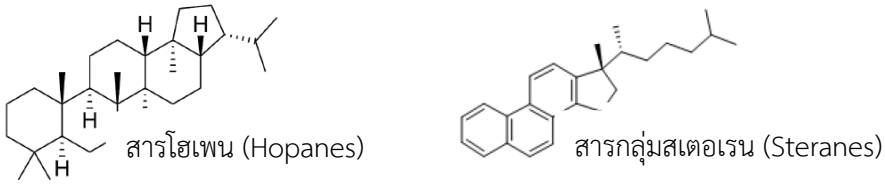
(.....)

ผู้รับตัวอย่าง

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ลายพิมพ์นิ้วมือของน้ำมัน (Oil Fingerprint)

1. ลายพิมพ์นิ้วมือของน้ำมัน (Oil Fingerprint)

Oil Fingerprint หรือ ลายพิมพ์นิ้วมือของน้ำมัน ถือเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของน้ำมันซึ่งสามารถนำมาใช้ในการหาแหล่งที่มาของน้ำมันได้โดยสามารถประเมินจากอัตราส่วนของตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker) ซึ่งเป็นโมเลกุลของซากฟอสซิลที่คงตัวอยู่ในโครงสร้าง จะคงทนต่อการกัดกร่อนการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์และไม่เสื่อมสลายไปกับกระบวนการทางธรรมชาติ weathering เช่น สารกลุ่มสเตอเรน (Steranes) และ สารโฮเพน (Hopanes) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker) ได้แก่ สารกลุ่มสเตอเรน (Steranes) และ สารโฮเพน (Hopanes)

2. การตรวจสอบหาแหล่งที่มาของน้ำมันในเบื้องต้น

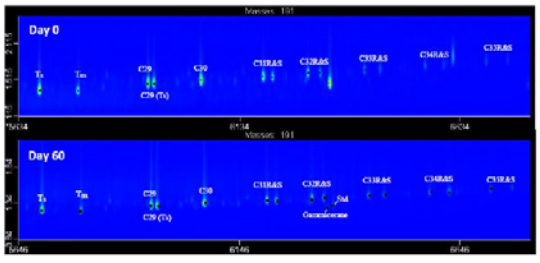
การตรวจสอบหาแหล่งที่มาของน้ำมันในเบื้องต้นสามารถประเมินได้โดยเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟด้วยเทคนิค แก๊สโครมาโตกราฟแมสสเปกโตรเมตรี (Mass Spectrometer : GC – MS) เพื่อระบุองค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนของน้ำมันในเบื้องต้น และเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟ ด้วยเทคนิค GC – FID (Flame Ionization Detector : GC-FID) เพื่อตรวจหาปริมาณขององค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนของน้ำมัน ซึ่งหากพบการรั่วไหลของน้ำมันในทะเล คราบน้ำมันในทะเลและก้อนน้ำมัน (Tar ball) ให้นำตัวอย่างน้ำมันมาวิเคราะห์โดยใช้ทั้ง 2 เทคนิคดังกล่าวเพื่อเปรียบเทียบกับแหล่งที่มาของน้ำมัน หากพบว่าองค์ประกอบและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนแตกต่างกันก็สามารถระบุในเบื้องต้นได้ว่าคราบน้ำมันหรือก้อนน้ำมันนั้นไม่ได้มาจากแหล่งที่มาดังกล่าว แต่หากพบว่าองค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนของน้ำมันเป็นชนิดเดียวกันและมีปริมาณใกล้เคียงกันจะสามารถระบุในเบื้องต้นได้ว่ามาจากแหล่งที่มาดังกล่าว หลังจากนั้นให้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยใช้วิธีวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC x GC-TOFMS (Gas Chromatography with Time – of - Flight Mass Spectrometer : GC x GC-TOFMS) และการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์ในน้ำมันโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ตัวอย่างที่ใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (X-ray Fluorescence Spectrometry (XRF)) เพื่อวิเคราะห์ในเชิงลึกต่อไป

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยใช้วิธีวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Gas Chromatography with Time – of - Flight Mass Spectrometer : GC x GC-TOFMS

ลายพิมพ์นิ้วมือของน้ำมัน (Oil Fingerprint) ถือเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของน้ำมัน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการหาแหล่งที่มาของน้ำมันได้ โดยสามารถตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนได้ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟ ด้วยเทคนิค Gas Chromatography with Time – of - Flight Mass Spectrometer GC x GC-TOFMS ดังแสดงในรูปที่ 2

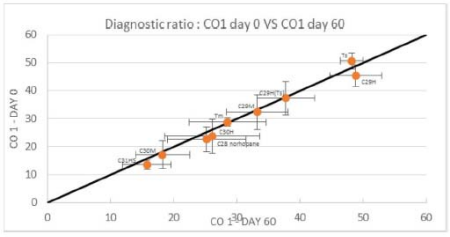
รูปที่ 2 เครื่องก๊าซโครมาโทกราฟ ด้วยเทคนิค GC (GC x GC-TOFMS)

การวิเคราะห์องค์ประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยใช้วิธีวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC (GC x GC-TOFMS) นำมาใช้ในการหาแหล่งที่มาของน้ำมันจากการประเมินอัตราส่วนของตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker) ที่ไม่เสื่อมสลายไปกับกระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering) เช่น สารกลุ่มสเตอเรน (Steranes) และสารโฮเพน (Hopanes) ซึ่งผลการวิเคราะห์จะออกมาในรูปแบบของโครมาโตแกรมดังแสดงในรูปที่ 3 ทั้งนี้ การเปรียบเทียบน้ำมันว่ามาจากแหล่งเดียวกันหรือไม่นั้น สามารถหาได้จากการทำ Correlation Plot ของสาร Biomarker ในน้ำมันดังแสดงในรูปที่ 4 หากมีความคล้ายกันโดยอยู่ในช่วง Confident limit (CL) ร้อยละ 98 (Possible Match) จะมีความเป็นไปได้สูงที่จะบ่งชี้ได้ว่าเป็นน้ำมันที่อาจจะมาจากแหล่งเดียวกัน หากมีความคล้ายกันในช่วง CL ร้อยละ 95 (Positive Match) จะบ่งชี้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน



Murban Crude

รูปที่ 3 โครมาโตแกรมของน้ำมันชนิด Murban ระหว่างน้ำมันก่อนและหลังผ่านกระบวนการ Weathering ในน้ำทะเลเป็นเวลา 60 วัน (ที่มา : วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)



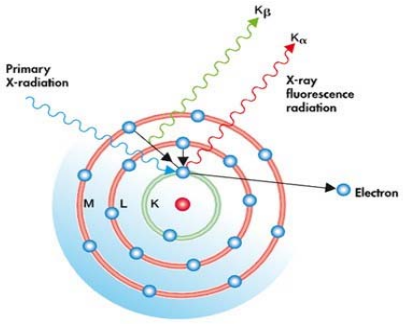
Correlation plot between Murban crude day 0 and day 60

รูปที่ 4 Correlation Plot ของสาร Biomarker ในน้ำมันชนิด Murban ระหว่างน้ำมันก่อน และหลังผ่านกระบวนการ Weathering ในน้ำทะเลเป็นเวลา 60 วัน พบว่าช่วง Confident limit (CL) มีความคล้ายกัน เนื่องจากเป็นน้ำมันแหล่งเดียวกัน

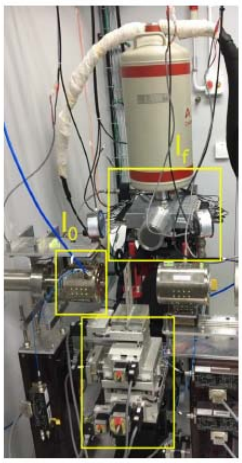
4. การวิเคราะห์องค์ประกอบสารอนินทรีย์ในน้ำมัน โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ตัวอย่างที่ใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (X-ray Fluorescence Spectrometry (XRF))

เอกลักษณ์เฉพาะของน้ำมันดิบมีองค์ประกอบหลัก คือ สารอินทรีย์ ได้แก่ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน อยู่ประมาณร้อยละ 90 และธาตุชนิดอื่น ๆ เช่น ไนโตรเจน ออกซิเจน และซัลเฟอร์ นอกจากนั้น ในน้ำมันดิบยังมีส่วนประกอบในกลุ่มสารประกอบอนินทรีย์ ซึ่งปนเปื้อนอยู่ในปริมาณที่น้อยมาก ทั้งนี้ ชนิดและปริมาณของสารองค์ประกอบแต่ละชนิดทั้งในกลุ่มสารอินทรีย์ และกลุ่มสารอนินทรีย์ที่อยู่ในน้ำมันดิบแต่ละแหล่ง สามารถใช้เป็นข้อมูลบ่งชี้ถึงแหล่งที่มาของน้ำมันดิบจากแหล่งต่าง ๆ ได้ ในการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของสารในกลุ่มสารประกอบอนินทรีย์ที่มีอยู่ปริมาณเล็กน้อยในน้ำมันดิบสามารถตรวจสอบปริมาณของธาตุองค์ประกอบในเบื้องต้นด้วยเทคนิคการเรืองแสงรังสีเอกซ์ (X-ray fluorescence spectroscopy : XRF) ทั้งนี้ ธาตุองค์ประกอบแต่ละชนิดจะมีพลังงานเฉพาะในการเรืองแสงรังสีเอกซ์ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าพลังงานการเรืองแสงรังสีเอกซ์ที่ตรวจวัดได้ดังแสดงในรูปที่ 5 ค่าพลังงานการเรืองแสงรังสีเอกซ์สามารถระบุชนิด ของธาตุองค์ประกอบ ซึ่งน้ำมันดิบจากแต่ละแหล่งมีองค์ประกอบทางอนินทรีย์ ซึ่งเกิดจากการปนเปื้อนมาจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกันทำให้มีชนิดของธาตุและปริมาณของสารประกอบแตกต่างกัน

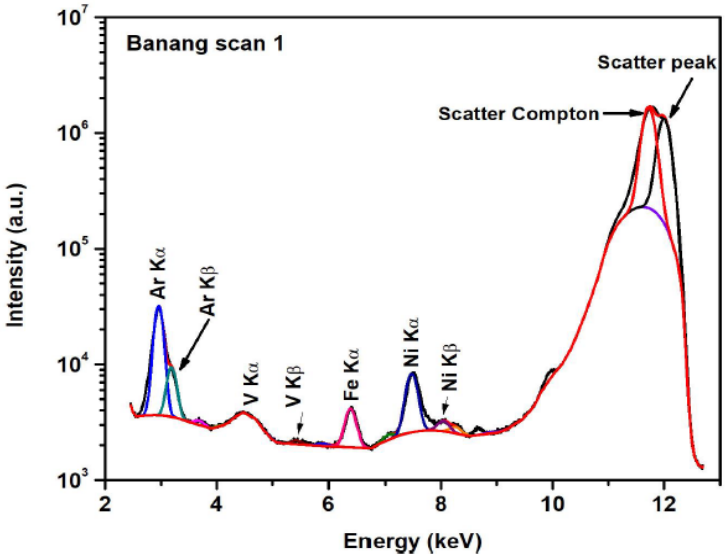
การวิเคราะห์หาความแตกต่างขององค์ประกอบสารอนินทรีย์ในน้ำมัน โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ตัวอย่างโดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (X-ray Fluorescence Spectrometry : XRF) ดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นรูปแบบของโครมาโตแกรมของกราฟดังแสดงในรูปที่ 7 และเพื่อหาความแตกต่างขององค์ประกอบอนินทรีย์ของน้ำมันในแต่ละแหล่งโดยวิเคราะห์หาองค์ประกอบของธาตุต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำมัน ซึ่งเน้นไปที่อัตราส่วนของธาตุนิกเกิล (Ni) และวาเนเดียม (V) ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมันจะทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ครั้ง ซึ่งได้ค่า Ka และ Kb เพื่อนำมาหาพื้นที่ใต้กราฟและอัตราส่วนของนิกเกิล (Ni) และวาเนเดียม (V) ดังตารางที่ 1 ซึ่งสามารถเรียกได้ว่าเป็น Oil Fingerprint หรือลายพิมพ์นิ้วมือของน้ำมันถือเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของน้ำมันแต่ละชนิดได้



รูปที่ 5 ค่าพลังงานการเรืองแสงรังสีเอกซ์ที่ตรวจวัดได้จะสามารถระบุชนิดของธาตุองค์ประกอบ



รูปที่ 6 เครื่องวิเคราะห์ตัวอย่างโดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (X-ray Fluorescence Spectrometry (XRF))
(ที่มา : สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน))



รูปที่ 7 โครมาโตแกรมของน้ำมันชนิด Banang ด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (X-ray Fluorescence Spectrometry (XRF))
(ที่มา : สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน))

ตารางที่ 1 พื้นที่ใต้กราฟและอัตราส่วนของนิกเกิล (Ni) และวาเนเดียม (V)

ตัวอย่างน้ำมันดิบ	พื้นที่ใต้กราฟ วาเนเดียม(V)			พื้นที่ใต้กราฟ นิกเกิล (Ni)			Ni/V
	Ka	Kb	Sum (B+C)	Ka	Kb	sum (E+F)	(G/D)
Al Shaheen ครั้งที่ 1	5658.437	1200.198	6858.635	31804.46	4812.977	36617.437	5.339
Al Shaheen ครั้งที่ 2	6.15E+03	1.28E+03	7429.807	3.31E+04	4.97E+03	38119.802	5.131
Al Shaheen ครั้งที่ 3	105359.7	22570.69	127930.390	549763.8	85512.29	635276.090	4.966
Banang ครั้งที่ 1	1.10E+03	3.85E+03	4952.068	1.40E+05	8.63E+03	148223.956	29.932
Banang ครั้งที่ 2	1.37E+03	4.37E+03	5738.442	1.56E+05	1.13E+04	167692.080	29.223
Banang ครั้งที่ 3	5.94E+02	3.57E+03	4160.767	1.31E+05	1.05E+04	141040.840	33.898

ที่มา : สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)