หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันน้ำมัน เป็นหนึ่งในจำนวนสิ่งที่ก่อให้ เกิดปัญหามลภาวะทางทะ เลอย่างมาก ทั้งนี้ สืบ เนื่องมาจากการพัฒนาการใช้น้ำมันของมนุษย์ในกิจกรรมต่าง ๆ โดย เฉพาะในประ เทศที่มีการขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรม ประกอบกับการขาดการควบคุม ขาดความรู้ความ เข้าใจถึงผล เสียที่จะ เกิดขึ้นต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งในแต่ละปีจะมีปริมาณน้ำมันรั่วไหลลงสู่มหาสมุทรประมาณ $2 - 20 \times 10^6$ ตัน ต่อปี และมีค่า เฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.113×10^6 ตัน ต่อปี (NAS, 1975) การรั่วไหลอาจ เกิดได้ทุกขั้นตอน นับตั้งแต่ เริ่มสำรวจค้นพบแหล่งน้ำมัน การนำ เอาขึ้นมาใช้ การขนส่ง การ เก็บรักษา การ เติมหรือถ่ายน้ำมัน การล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ขนส่ง การใช้ประโยชน์ และการทิ้งน้ำมันส่วนที่ใช้แล้ว เป็นต้น ความ เจริญทางด้านวิศวกรรมสามารถให้ความปลอดภัยในระบบการผลิต การขนส่ง และการ เก็บรักษาได้ เป็นอย่างดี แต่ปัญหาส่วนใหญ่ที่ เกิดขึ้นมัก เกิดจากอุบัติ เหตุและความสะ เพร่าของมนุษย์ เป็นส่วนมาก ปัญหามลภาวะของน้ำมันอาจ เกิดได้ทั้งบนบกและในน้ำ ที่สำคัญอย่างหนึ่งได้แก่ การรั่วไหลของน้ำมันในน้ำที่มาจาก เรือบรรทุกน้ำมัน เนื่องจากน้ำมันมีปริมาณมากสามารถแผ่กระจายไปในน้ำได้อย่างรวด เร็ว อันตรายที่ เกิดขึ้น เป็นไปได้อย่างกว้างขวาง ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวต่อ เนื่องกันแบบไม่รู้จบ (ปรีกมาศ สุวรรณสิงห์, 2522)

ประ เทศไทยได้ก้าวมาถึงยุคการ เปลี่ยนแปลงด้านน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ เนื่องจากการขุด เจาะน้ำมันดิบจากแหล่งสิริกิติ์ที่ลานกระบือ รวมทั้งการขุด เจาะก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทย ซึ่งนัก เศรษฐศาสตร์จำนวนไม่น้อยมองว่า ปี พ.ศ.2523 จะ เป็นจุด เริ่มต้นการ เปลี่ยนแปลงของระบบ เศรษกิจไทยจากระบบดั้ง เดิมไปสู่ระบบที่ทันสมัยกว่า และสามารถใช้ เทคโนโลยี เงินทุน การบริหารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า การผลิตพลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติในราคาที่ถูกขึ้นใช้ในประ เทศได้นั้น มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงใน เชิงอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการรวมของระบบ เศรษฐกิจในอนาคตครั้งสำคัญอีกด้วย นอกจากนี้ยัง เป็นการ เปิดทางให้กับการสร้างอุตสาหกรรมพื้นฐานขึ้นมาด้วย เช่น โครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะ เลภาคตะวันออก เป็นต้น

แต่ถึงแม้จะมีการผลิตน้ำมันและก๊าซธรรมชาติภายในประเทศได้มากขึ้นก็ตาม ในที่สุดประเทศไทยก็ยังคงต้องนำเข้าน้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูปอื่น ๆ ในสัดส่วนที่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของการใช้น้ำมันดิบและรูปของพลังงานอื่น ๆ เนื่องจากแหล่งน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติในประเทศไทยมีสำรองไม่มากพอ ประเทศไทยคงต้องพึ่งน้ำมันดิบจากต่างประเทศต่อไปแน่นอน เพื่อเป็นแหล่งพลังงาน รองรับการขยายตัวด้านอุตสาหกรรมของประเทศไทยในอนาคต (วีระ ธีระภัทร,2528) ซึ่งมีรายงานจากกรมศุลกากร กระทรวงการคลังว่า ในช่วง 4 เดือนแรกของปี พ.ศ.2529 (มกราคม - เมษายน) ประเทศไทยยังคงพึ่งน้ำมันดิบจากต่างประเทศ เป็นปริมาณที่มากกว่าปี พ.ศ.2528 ถึง 14.44 เปอร์เซ็นต์ (ไทยออยล์, 2529) น้ำมันดิบเหล่านี้มีการขนส่งทางน้ำเป็นจำนวนมากตลอดเวลา จึงต้องมีการระมัดระวังและป้องกันไม่ให้น้ำมันดิบปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ อย่างไรก็ตาม น้ำมันดิบก็ยังคงมีโอกาสรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำ เนื่องจาก การขนถ่ายน้ำมัน การล้างเรือบรรทุกน้ำมัน อุบัติเหตุต่าง ๆ ที่ไม่อาจคาดการณ์ได้ และอื่น ๆ ดังที่ได้กล่าวข้างต้น น้ำมันดิบเหล่านี้จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งในรูปความเป็นพิษเฉียบพลัน และเรื้อรัง ข้อสำคัญยังทำความเสียหายให้แก่ระบบนิเวศน์ในบริเวณนั้นเป็นอย่างมาก ความเสียหายทางระบบนิเวศน์อาจเป็นไปอย่างถาวรหรือชั่วระยะเวลาหนึ่ง ในหลายแห่งอาจกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ภายในเวลา 3 - 4 ปี (EPA , 1977) ซึ่งมีผลกระทบต่อการเพาะเลี้ยงชายฝั่งอย่างรุนแรง ในกรณีเกิดน้ำมันรั่วไหลบริเวณชายฝั่งและถูกพัดเข้าหาฝั่ง ทำให้ผลผลิตทางด้านการประมงลดลง นอกจากนี้ความเป็นพิษของน้ำมันดิบยังเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดโดยเฉพาะปลาซึ่งเป็นผู้ล่าลำดับสุดท้ายในปิรามิดฐานสาม เหลี่ยมจะได้รับน้ำมันดิบสะสมอยู่ในตัวมาก ตลอดจนทำลายทัศนียภาพของแหล่งท่องเที่ยว และความสิ้นเปลืองงบประมาณอย่างสูงในการแก้ไขและกำจัดปัญหามลภาวะดังกล่าว

ปัจจุบันนี้เนื่องจากผลผลิตทางด้านประมงของประเทศไทยลดลงอย่างมาก หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องจึงส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงชายฝั่งมากขึ้น เพื่อเพิ่มผลผลิตทางด้านการประมง ดังนั้น การเพาะเลี้ยงชายฝั่งในประเทศจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเนื่องจากเรามีการขนส่งน้ำมันดิบทางทะเลอยู่ตลอดเวลา หากเกิดการรั่วไหลของน้ำมันลงสู่ทะเล โดยเฉพาะบริเวณใกล้ชายฝั่ง ถ้าน้ำมันถูกพัดพาเข้าหาชายฝั่ง การเพาะเลี้ยงชายฝั่งจะได้รับผลกระทบจากพิษของน้ำมันดิบโดยตรง นอกจากนี้ข้อมูลทางด้านผลกระทบของน้ำมันดิบต่อสัตว์น้ำ โดยเฉพาะพวกปลาสำหรับในเมืองไทยยังไม่มีใครทำการศึกษา ดังนั้น จึงต้องมีการศึกษาถึงพิษของน้ำมันดิบที่มีต่อสัตว์น้ำ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการกำหนดมาตราการในการป้องกันและแก้ไขผลกระทบ

อันเนื่องจากพิษของน้ำมันดิบต่อสัตว์น้ำ ปลากะพงขาว (Lates calcarifer) Bloch. เป็นปลาน้ำกร่อยที่มีการเลี้ยงตามชายฝั่งของประเทศไทย เป็นส่วนใหญ่ และนิยมเลี้ยงในกระชังบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งมีเรือชนิดต่าง ๆ สัญจรเป็นประจำ จึงมีโอกาสที่น้ำมันจะปนเปื้อนในบริเวณนี้มาก และปลากะพงขาวจะได้รับผลกระทบจากน้ำมันดิบโดยตรงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ฉะนั้นในการทดลองครั้งนี้ จะทำการศึกษาถึงพิษเฉียบพลัน (acute) และพิษในระดับที่ต่ำกว่าพิษเฉียบพลัน (sub acute) ต่อลูกปลากะพงขาว รวมทั้งผลกระทบที่มีต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อ ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปประกอบการวินิจฉัยเกี่ยวกับผลกระทบของน้ำมันดิบต่อปลาชนิดอื่น ๆ ด้วย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาหาพิษเฉียบพลันของน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำ (Water soluble fraction: WSF) ต่อลูกปลากะพงขาว ในระยะเวลา 96 ชั่วโมง

2. ศึกษาผลกระทบของน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำต่อการเจริญเติบโตของลูกปลากะพงขาว เป็นเวลานาน 8 สัปดาห์

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อลูกปลากะพงขาว เมื่อได้สัมผัสกับน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำ เป็นเวลานาน 8 สัปดาห์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับอิทธิพลแบบเฉียบพลัน และแบบสะสมของน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำต่อลูกปลากะพงขาว

2. เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาผลกระทบของน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำต่อสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ

3. เป็นข้อมูลเบื้องต้น เพื่อใช้ในการกำหนดมาตราการป้องกันการเกิดผลกระทบเนื่องจากการปนเปื้อนของน้ำมันดิบต่อการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง

ประวัติความเป็นมา

ปิโตรเลียม (Petroleum) มาจากภาษาละติน คือ Petra - หิน และ Oleum - น้ำมัน หมายถึง น้ำมันที่ได้จากหิน ปิโตรเลียมมีอยู่ทั้งในรูปของแข็ง ของเหลวและก๊าซ มีคุณสมบัติทางเคมี เป็น สารประกอบอินทรีย์ที่มีลักษณะโครงสร้างต่าง ๆ กัน และซับซ้อนมาก (Kinghorn, 1983) ส่วนบุญรวม สงกรานต์ (2523) ให้ความหมายว่า ปิโตรเลียม คือ สารประกอบชนิดหนึ่งซึ่งเกิดในธรรมชาติ ประกอบด้วยสารประกอบของไฮโดรคาร์บอน อาจอยู่ในสภาพของของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะของความดันและอุณหภูมิที่มันอยู่ ส่วนประกอบของปิโตรเลียมโดยประมาณจะมีไฮโดรเจน 11 - 13 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอน 84 - 87 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก นอกจากนั้นก็มีสิ่งเจือปนอีกบ้าง เช่น ออกซิเจน กำมะถัน ไนโตรเจนและฮีเลี่ยม คำว่า ปิโตรเลียม จึงหมายถึง น้ำมันดิบ (Crude Oil) และก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)

น้ำมันดิบเป็นปิโตรเลียมเหลวชนิดหนึ่งที่มีไฮโดรคาร์บอนอยู่ถึง 98 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันดิบจากแหล่งต่าง ๆ ในโลกมีส่วนประกอบและคุณสมบัติที่ไม่เหมือนกัน เพราะแต่ละแหล่งมีองค์ประกอบสารอินทรีย์มากมายหลายชนิดต่างกันออกไป คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของน้ำมันดิบจึงขึ้นอยู่กับสัดส่วนขององค์ประกอบที่มีอยู่ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติเฉพาะตัว (Kinghorn, 1983) สำหรับน้ำมันดิบที่นำมากลั่นด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ กันนั้น จะแยกสารออกมาต่างกัน โดยแบ่งออกได้อย่างหยาบ ๆ มี 3 ประเภท คือ น้ำมันดิบแบบหนัก น้ำมันดิบประเภทนี้จะมีสารตกค้างกลั่นเป็นน้ำมันเตาได้มาก ส่วนน้ำมันดิบแบบเบา ส่วนใหญ่ที่ได้จากการกลั่นคือ เบนซิน ที่ใช้ในรถยนต์ และประเภทที่มีคุณสมบัติกลาง ๆ เรียกว่า พวกมีเดียม (วีระ ธีรภัทร, 2528) สำหรับวิธีกลั่นน้ำมันแสดงไว้ในภาคผนวก ข

สารประกอบที่มีอยู่ในน้ำมันดิบ (Kinghorn, 1983)

สารประกอบในน้ำมันดิบประกอบไปด้วยไฮโดรคาร์บอน และพวกที่ไม่ใช่ไฮโดรคาร์บอน

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. อะลิฟาติก ไฮโดรคาร์บอน (Aliphatic hydrocarbons) เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างอะตอมของคาร์บอนเป็นห่วงโซ่เปิด (branch chain) อาจเป็นห่วงโซ่ที่ไม่มีการแตกกิ่ง (continuous chain) หรืออาจมีการแตกกิ่ง (branch chain) แบ่งได้เป็น

1.1 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (Saturated hydrocarbons) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดพันธะเดี่ยว อะตอมของคาร์บอนต่อกันด้วยพันธะโควาเลนท์ ได้แก่ พวกอัลเคน (alkane) มีประมาณ 15 - 20 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำมันและไซโคลอัลเคน (cycloalkane) พวกนี้มีจุดเดือดต่ำ ระเหยง่าย

1.2 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (Unsaturated hydrocarbons) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อะตอมของคาร์บอนต่อกันด้วยพันธะโควาเลนท์ชนิดพันธะคู่ เช่น อัลคีน (alkene) พบน้อยมาก มักพบในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมัน

2. อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (Aromatic hydrocarbons) เป็นสารประกอบที่อะตอมของคาร์บอนมาต่อกันเป็นวง มีพายอิเลคตรอน จำนวน $4n + 2$ ($n=0, 1, 2, 3...$) มีโครงสร้างเป็นรูปแบนราบ (planar) พายอิเลคตรอนเคลื่อนที่ได้รอบโครงสร้างนั้น (delocalization) ได้แก่สารประกอบเบนซีน (benzene) และอนุพันธ์ของเบนซีน (benzene derivative) แนฟทาลีน (napthalene) และไพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่มีการแทนที่ด้วยหมู่อัลคิล (alkyl substituted polyaromatic hydrocarbons) สารประกอบประเภทนี้มีความเป็นพิษสูงที่สุด มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี และภายใน 24 ชั่วโมงมีการสลายตัวได้ถึง 52 - 79 เปอร์เซ็นต์ (Anderson et al., 1974.a)

สารประกอบที่ไม่ใช่ไฮโดรคาร์บอน แบ่งได้เป็น

1. สารประกอบพวกซัลเฟอร์ ถ้าในน้ำมันดิบมีซัลเฟอร์ประกอบอยู่มาก เรียกว่าน้ำมันดิบชนิดเปรี้ยวมีราคาต่ำกว่าน้ำมันดิบที่มีซัลเฟอร์ประกอบอยู่น้อยกว่า ซึ่งเรียกว่าน้ำมันดิบชนิดหวาน

2. สารประกอบพวกไนโตรเจน

3. สารประกอบพวกออกซิเจน

4. สารประกอบพวกออร์กาโนเมตัลลิกคอมเปานด์ เช่นพวก นิเกิล วานาเดียม

<u>พฤติกรรมของน้ำมันดิบในน้ำ</u>

น้ำมันดิบ เมื่อรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำจะ เปลี่ยนแปลงไป เป็นรูปต่าง ๆ ดังตารางที่ 1 ซึ่งขบวนการแรกที่เกิดขึ้นทันทีคือ การแผ่กระจายตัวไปตามผิวหน้าน้ำ เป็นฝ้าน้ำมันบาง ๆ เป็นวงกว้าง จนกระทั่งเป็นผิวบางที่สุด หนาประมาณไม่กี่มิลลิเมตรหรือน้อยกว่า (EPA , 1977)

ตารางที่ 1 รูปต่าง ๆ ของน้ำมันดิบเมื่อรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำ

1. เป็นสารแขวนลอยอยู่ในน้ำ
2. เป็นอิมัลชันลอยกระจายอยู่ในน้ำ
3. ถูกดูดซับอยู่ในตะกอนใต้แหล่งน้ำ
4. ละลายอยู่ในน้ำ
5. สะสมอยู่ในอวัยวะของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น

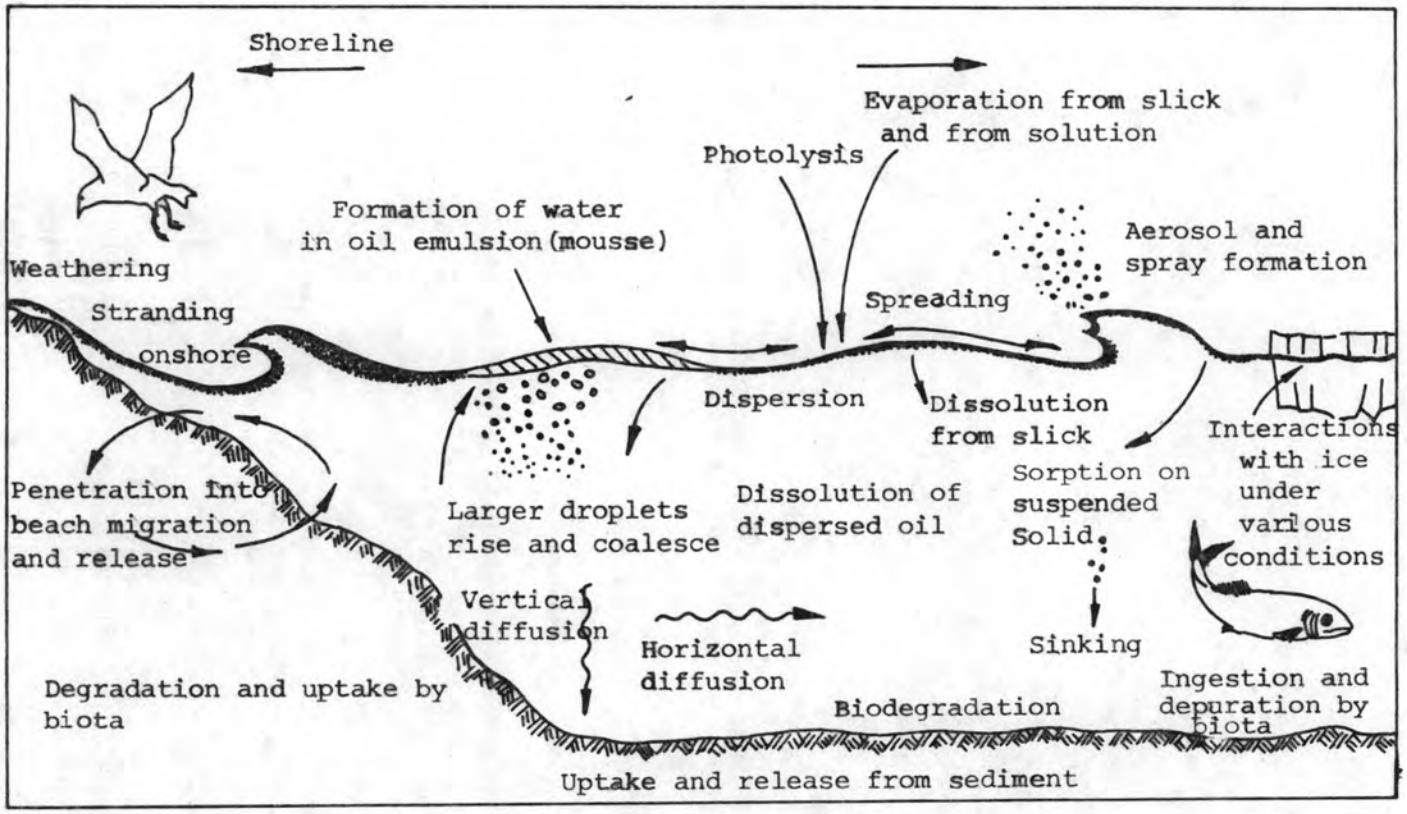
ในขณะที่เกิดการแผ่กระจายนั้น สารประกอบไฮโดรคาร์บอนพวกที่ระเหยง่าย เช่น อัลเคน ที่มีคาร์บอนอะตอมต่ำ ๆ และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน จะเกิดการระเหยในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ส่วนพวกน้ำมันที่ไม่ระเหย (non-volatile oil) จะถูกพัดเข้าสู่ฝั่ง เปลี่ยนรูปเป็น tarball ขนาดต่าง ๆ กัน บางส่วนจะกลายเป็นคราบน้ำมัน (oil slick) ล่องลอย (Drifting) ไปตามกระแสน้ำ ซึ่งความเร็วขึ้นอยู่กับอิทธิพลของกระแสลม (EPA ,1977) คือ มีความเร็วประมาณ 3 - 3.5 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วลม (McAuliffe, 1969) บางส่วนก็ละลายอยู่ในน้ำ ขบวนการนี้เกิดขึ้นทันทีและตลอดขบวนการของการเปลี่ยนแปลงของน้ำมัน พวกที่ละลายน้ำได้ดีที่สุดคือพวกไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่มีโมเลกุลต่ำ ๆ และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเป็นพวกที่มีพิษที่สุดต่อสัตว์น้ำ (Kornberg, 1981) ความสามารถในการละลายจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมัน ระยะเวลาในการผสมและความหนืดของน้ำมัน (Gordon et al., 1973) นอกจากนี้อุณหภูมิและความเค็มก็มีผลต่อการละลายเช่นกัน (Neff and Anderson, 1981.a กล่าวอ้าง Fuick and Neff, 1977) บางส่วนน้ำมันผสมกับน้ำกลายเป็นสาร-แขวนลอย (emulsion) อาจอยู่ในรูปของ oil-in-water emulsion หรือ water-in-oil emulsion ซึ่ง emulsion เหล่านี้จะถูกทำให้กระจัดกระจายไปบนผิวน้ำโดยความปั่นป่วน (Turbulance) และกระแสน้ำ ถ้าเกิดคลื่นแรงน้ำมันอาจอยู่ในรูปหยดน้ำมันเล็ก ๆ นอกจากนี้ขบวนการผสม (mixing process) อาจทำให้น้ำมันรวมตัวเป็นก้อนน้ำมันกึ่งแข็ง (semi-solid lumps) เป็นที่รู้จักกันดีในชื่อของ chocolate mousse ซึ่งมีความคงตัวและอยู่ในมวลน้ำได้เป็นเวลานับเดือน (Kornberg, ,1981) บางส่วนก็จมตัวลง เกิดการรวมกันเข้าไปสะสมในตินตะกอน (Sedimentation) บางส่วนของน้ำมันที่สัมผัสกับออกซิเจน และรังสีอุลตราไวโอเล็ตจากแสงอาทิตย์จะเกิดการออกซิเดชั่นเป็นขบวนการสลายตัวทางเคมี ส่วนใหญ่ผลที่ได้จากการออกซิเดชั่นจะละลายน้ำได้ดีขึ้น ทำให้การอิมัลซิฟิ-เคชั่นเพิ่มขึ้น ขบวนการนี้มีกระแสน้ำและกระแสลมเป็นตัวช่วย นอกจากนี้ยังมีจุลชีพ เช่น แบคทีเรียบางชนิด สามารถย่อยสลาย สารไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบอยู่ในน้ำมัน การย่อยสลายไฮโดรคาร์บอนโดยจุลชีพเหล่านี้ จะเกิดบริเวณผิวหน้าน้ำในสภาวะที่มีออกซิเจน โดยขั้นแรกแบคทีเรียจะเปลี่ยนไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลให้เป็นกรดไขมัน (fatty acid) ผลที่ได้จะอยู่ในรูป chocolate mousse และสารแขวนลอย (Colloidal) จุลชีพเหล่านี้ได้แก่ Pseudomonas sp., Mycobacterium, Nocardia, Candida และ Penicillin เป็นต้น น้ำมันดิบมีสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน, ซัลเฟอร์, ออกซิเจน, ไนโตรเจน ซึ่ง

จุลชีพเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ โดยเฉพาะในไตรเจน และฟอสฟอรัส จุลชีพต่างชนิดกัน มีความสามารถในการย่อยสลายไฮโดรคาร์บอนไมเลกุลต่าง ๆ กันไป พบว่าพวกอะลิฟาติก ไฮโดรคาร์บอน ถูกย่อยสลายได้ดีกว่าพวกสารประกอบแนฟทานิก และสารประกอบอะโรมาติก อุณหภูมิต่ำ ๆ ก็เป็นตัวทำให้การย่อยสลายของน้ำมันลดลง รูปต่าง ๆ ของน้ำมันดิบเมื่อปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมแสดงในภาพที่ 1

น้ำมันดิบต่างชนิดกันจะมีอัตราการสลายตัวแตกต่างกันไป จากการทดลองของ Anderson et al., (1974 a.) ศึกษาการสลายตัวของ WSF. ของน้ำมันดิบ 3 ชนิด คือ Kuwait crude oil, South Louisiana crude oil และ Fuel oil No.2 พบว่ามีอัตราการสลายตัวในเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อให้อากาศดังนี้คือ 89, 88 และ 80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งจากการทดลองศึกษาอัตราการสลายตัวของ WSF. ของน้ำมันดิบที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีค่าใกล้เคียงกับผลทดลองข้างต้น ดังแสดงในภาคผนวก ก.

<u>ที่มาของน้ำมันที่รั่วไหลลงสู่ทะเล</u> (Smith, 1983)

นับตั้งแต่ปี ค.ศ.1973 ประเทศต่าง ๆ สามารถผลิตน้ำมันได้มากกว่า 2,800,000,000 ตัน และผลิตได้เพิ่มขึ้นถึง 7.5 เปอร์เซ็นต์ในทุก ๆ 5 ปี การที่ผลิตน้ำมันได้มากขึ้น โอกาสที่จะมีน้ำมันซึ่งไหลลงสู่ทะเลย่อมมีมากเป็นลำดับ และสามารถรั่วไหลได้ทุกขั้นตอนดังที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งการรั่วไหลของน้ำมันมาจากแหล่งต่าง ๆ คือ จากการปฏิบัติการนอกฝั่ง (Offshore operation) เช่นการขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติในทะเล การแตกหรือชำรุดของท่อส่งน้ำมันใต้น้ำ จากการขนส่งของเรือบรรทุกน้ำมัน ในปี ค.ศ.1979 ทั่วโลกมีการขนส่งน้ำมันดิบถึง 1500 ล้านตัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันถึง 250 ล้านตัน โอกาสที่จะเกิดมลภาวะของน้ำมันเนื่องจากเรือบรรทุกน้ำมันเกิดได้หลายสาเหตุ เช่น การเกิดอุบัติเหตุ การล้างถังน้ำมันและคราบน้ำมันบนเรือ การบรรทุกน้ำมันเกินอัตรา การรั่วซึมขณะสูบถ่ายน้ำมันจากเรือบรรทุกน้ำมัน จากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมและโรงกลั่นน้ำมัน หรือถังสำรองน้ำมันบนบกบริเวณชายฝั่งเกิดชำรุด น้ำทิ้งจากโรงงานปิโตรเคมี น้ำทิ้งจากชายฝั่งและบ้านเรือน น้ำจากแม่น้ำ (River run off) ซึ่งเป็นตัวรองรับน้ำที่มีส่วนประกอบของน้ำมันในรูปแบบต่าง ๆ ลงสู่ทะเล นอกจากนี้ไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ในบรรยากาศเมื่อถูกฝนชะจะลงสู่ทะเลในที่สุด การสำรวจและขุดเจาะน้ำมันบนบก รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ไฮโดรคาร์บอนจากสิ่งมีชีวิตบางชนิด สิ่งที่กล่าวมานี้เป็นตัวพาน้ำมันและผลิตภัณฑ์น้ำมันลงสู่ทะเลทั้งสิ้น ซึ่งจำเป็นต้องมีการประมาณว่าน้ำมันที่ไหลลง



ภาพที่ 1 แสดงพฤติกรรมของน้ำมันเมื่อไหลลงสู่แหล่งน้ำ

สู่ทะเลเนื่องจากกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ในแต่ละปีมีค่าดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แหล่งที่มาของน้ำมันที่ไหลลงสู่ทะเล ($\times 10^6$ ตัน)

Sources	Smith's Estimate 1970	Charter et al. 1973	Smith's Estimate 1975	E.B. Cowell's Estimate 1977
From Undersea Sources			0.6	0.6
Natural Seeps	0.15	0.12	0.15	0.06
Offshore Production				
From Atmosphere				0.6
Atmospheric Fallout				
From Land Sources (Other than Oil Refining)				0.3
Municipal Wastes	0.5	1.97	1.3	0.15
Industrial Wastes				0.40
Urban Run-off				1.40
River Run-off				
From Oil Refining Effluent from Coastal Refineries	0.3			0.06
From Ocean Transportation				
Load on Top Tankers	0.1			0.11
Non Load on Top Tankers	0.6	1.07	1.0	0.5
Tanker Accidents	0.2	0.35[b]	0.35	0.3
Terminal Operations				0.001
Bilges and Bunkering	0.05	0.3	0.3	0.5
Dry Docking	-			0.25
Non Tanker Accidents	-			0.1
Total	1.90	3.81	3.60	5.331

[a] All land based discharges

[b] Accidental discharges

จากตาราง น้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเลเนื่องจากการขนส่งโดยเรือบรรทุกมากที่สุด โดยเฉพาะการเกิดอุบัติเหตุจากเรือบรรทุกน้ำมัน ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมาก พบว่า ตั้งแต่ปี ค.ศ.1969-1973 เกิดอุบัติเหตุจากเรือบรรทุกน้ำมันถึง 3,183 ครั้ง (EPA 1977) รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ง. ในประเทศไทยเคยเกิดอุบัติเหตุจากเรือบรรทุกน้ำมันเช่นกัน ในวันพุธที่ 10 เมษายน พ.ศ.2517 เวลา 5.30 น. เรือบรรทุกน้ำมันวิสาหกิจ ขนาด 5,000 ตัน เกิดอุบัติเหตุบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ห่างจากฝั่งประมาณ 8 กิโลเมตร คาดว่ามีน้ำมันรั่วไหลลงทะเลอย่างน้อย 2,000 บาเรลล์ ค่าเสียหายประมาณ 1 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (ESSO, , 1976)

ปัจจุบันมีวิธีกำจัดน้ำมันที่รั่วไหลลงสู่ทะเลหลายวิธี เช่น การใช้สารเคมี (oil dispersants) ฉีดพ่นให้คลุมบริเวณที่น้ำมันรั่วไหล การใช้สารดูดซับน้ำมัน (oil absorbant) การใช้วิธีตักออก (removal by oil recovery vessels, engines) แต่ก็ยังไม่สามารถกำจัดได้หมด (Smith, 1983) นอกจากนี้ ยังสูญเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดน้ำมันอย่างมาก และมีผลข้างเคียงจากสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดคราบน้ำมันด้วย สำหรับประเทศไทยซึ่งมีพื้นที่ที่ติดทะเลเป็นจำนวนมากนั้น ยังไม่มีมาตราการที่แน่นอนในการป้องกันและแก้ไขปัญหาการรั่วไหลของน้ำมัน จึงน่าจะมีการตั้งหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง เพื่อที่จะได้แก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นอย่างไม่คาดฝันได้ทันท่วงที

<u>ปริมาณและการแพร่กระจายของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแหล่งน้ำต่าง ๆ</u>

วัชรี ชาตกิตติคุณวงศ์ (2529) กล่าวอ้าง Barbier et al., (1972) ซึ่งพบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำ บริเวณชายฝั่งและในทะเลเปิดของมหาสมุทรแอตแลนติค ในช่วง 10 - 140 ไมโครกรัม/ลิตร Gordon et al., (1974) ได้หาปริมาณไฮโดรคาร์บอนในทะเลฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของมหาสมุทรแอตแลนติก พบว่าที่ผิวหน้ามีค่าเฉลี่ย 20 ไมโครกรัม/ลิตร และที่ระดับความลึกไม่เกิน 5 เมตร มีค่าเฉลี่ย 0.4 ไมโครกรัม/ลิตร McAuliffe (1975) ศึกษาปริมาณไฮโดรคาร์บอนบริเวณที่เกิดน้ำมันรั่วไหลในอ่าวเมกซิโกมีปริมาณไฮโดรคาร์บอน C6-C14 ตั้งแต่ 1-200 ไมโครกรัม/ลิตร และพบว่าไฮโดรคาร์บอนที่มีไมเลกุลสูงมักแพร่กระจายอยู่บริเวณผิวหน้าน้ำจนถึง 10 เมตรลงไป วัชรี ชาตกิตติคุณวงศ์ (2529) กล่าวอ้าง Helman and Humer (1980) ศึกษาปริมาณไพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่ละลายและไม่ละลายน้ำในแม่น้ำไรน์ (Rhine) พบว่า ส่วนที่ละลายน้ำมีความเข้มข้นในช่วง 0.05-0.5 ไมโครกรัม/ลิตร วัชรี ชาตกิตติคุณวงศ์ (2529) กล่าวอ้าง Gupta et al., (1980)

ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ละลายน้ำในพื้นที่บางส่วนทางด้านเหนือของมหาสมุทรอินเดีย พบว่าความเข้มข้นที่ระดับผิวหน้าน้ำตามเส้นทางเดินเรือบรรทุกน้ำมันอยู่ในช่วง 12.5 - 26.5 มิลลิกรัม/ลิตร บริเวณชายฝั่งตะวันออกของทะเลอะเรเบียนมีปริมาณในช่วง 0.6 - 18.8 มิลลิกรัม/ลิตร และชายฝั่งอ่าวเบงกอลมีในช่วง 0.8 - 5.2 มิลลิกรัม/ลิตร และเมื่อไม่นานนี้ El Samra et al., (1986) ศึกษาปริมาณไฮโดรคาร์บอนทั้งหมดบริเวณตะวันตกเฉียงเหนือของอ่าวอะเรเบียน พบว่ามีค่าในช่วง 1.2 - 546 ไมโครกรัม/ลิตร และชายฝั่งในประเทศต่าง ๆ คือ คูเวต ซาอุดิอะราเบีย การ์ตา บาเรห์น มีค่า 2.95, 4.14 3.29, และ 0.4 - 5.7 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ

ในประเทศไทยมีผู้ทำการศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่นกัน กล่าวคือ วีรี ศวิตชาติ (2521) ศึกษาปริมาณนอร์มัล-พาราฟินจากน้ำมันในน้ำทะเลและดินตะกอนในอ่าวไทย พบว่าในน้ำทะเลมีปริมาณในช่วง 16 - 614 ไมโครกรัม/ลิตร ส่วนในดินตะกอนพบในช่วง 0.4 - 11.7 ไมโครกรัม/ลิตร มนูวดี ทังสพฤกษ์ (2522) ศึกษาปริมาณไฮโดรคาร์บอนในอ่าวไทยที่ระดับความลึก 1 เมตร ใช้วิธีฟลูออเรสเซนต์สเปกโตรสโคปี พบว่ามีปริมาณในช่วง 0.37 - 1.42 ไมโครกรัม/ลิตร ต่อมา อรศัย อินทรพาณิชย์ (2522) ได้ศึกษาหาปริมาณ Beach tar และปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำและดินตะกอนในอ่าวไทย ปริมาณ Beach tar พบในช่วง 0.00 - 148.46 กรัม/ตารางเมตร ในน้ำ พบในช่วง 0.4 - 0.5 ไมโครกรัม/ลิตร และในดินตะกอนพบในช่วง 0.00 - 0.08 ไมโครกรัม/กรัม (น้ำหนักตะกอนแห้ง) สำเริง จงดีไพศาล (2523) ได้ตรวจหาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนตามแนวท่อก๊าซในอ่าวไทย พบว่าในเดือนตุลาคมมีค่าเฉลี่ย 3.46 ไมโครกรัม/ลิตร และในเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ย 5.53 ไมโครกรัม/ลิตร ต่อมา เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล และศุภวัตร แซ่ลิ้ม (2526) ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในบริเวณอ่าวไทยตอนบนและชายฝั่งตะวันออก พบว่า ช่วงเดือนเมษายน - พฤษภาคม มีค่าเฉลี่ย 1.305 ± 1.729 ไมโครกรัม/ลิตร และเดือนกันยายน มีค่าเฉลี่ย 0.782 ± 1.148 ไมโครกรัม/ลิตร และพบบริเวณปากแม่น้ำมากที่สุด เมื่อไม่นานนี้ วัชรี ชาตกิตติคุณวงศ์ (2529) ศึกษาปริมาณไฮโดรคาร์บอนในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำบางปะกง และอ่าวไทยตอนบน พบว่าช่วงฤดูน้ำหลาก ในแม่น้ำเจ้าพระยามีปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนอยู่ในช่วง 0.190 - 0.431 ไมโครกรัม/ลิตร แม่น้ำบางปะกงพบในช่วง 0.056 - 0.406 ไมโครกรัม/ลิตร แม่น้ำท่าจีนในช่วง 0.260 - 0.550 ไมโครกรัม/ลิตร และในอ่าวไทยตอน

บนพบอยู่ในช่วง 0.172 - 0.826 ไมโครกรัม/ลิตร ส่วนในฤดูแล้ง แม่น้ำเจ้าพระยาพบในช่วง 0.514 - 0.799 ไมโครกรัม/ลิตร แม่น้ำบางปะกงพบอยู่ในช่วง 0.318 - 0.678 ไมโครกรัม/ลิตร

ผลกระทบของน้ำมันดิบต่อสิ่งมีชีวิต (Duffus,1982) มี 2 ประเภทคือ

1. ผลกระทบทางด้านกายภาพ ได้แก่ การที่คราบน้ำมันจับติดบนขนนกทะเล ทำให้หมดสภาพที่ดีในการบิน การฟักไข่ การดำน้ำ และนกจะพยายามใช้ความสกปรกออกทำให้กลืนสารพิษเข้าไปส่วนหนึ่ง เป็นเหตุให้ตายได้ คราบน้ำมันที่เคลือบเป็นแผ่นฟิล์มบนผิวน้ำทำให้สัตว์สำลัก (asphyxia) ตาย นอกจากนี้เป็นตัวทำให้ปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงน้ำลดลงมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ เป็นเหตุให้ปริมาณออกซิเจนต่ำลงมากทำให้เกิดการตายในสัตว์หลายชนิด

2. ผลกระทบทางด้านเคมี ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบในน้ำมันนั้น ๆ คือ

2.1 พวกไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัวที่มีจุดเดือดต่ำ ๆ ทำให้สัตว์สลบ (anaesthesia) หรือเกิดอาการมึนงง (narcosis)

2.2 พวกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดต่ำ ๆ เป็นพวกที่มีความเป็นพิษมากที่สุดและละลายน้ำได้ดีที่สุด เช่น เบนซิน โทลูอีน แนฟทาลีน ฟีแนนทรีน จะไปยับยั้งการสร้างเม็ดเลือด มีผลต่อระบบหายใจ และการกระตุ้นหรือกดระบบประสาทส่วนกลาง นอกจากนี้ยังมีสารพวก mutagen และ carcinogen ทำให้เกิดการกลายพันธุ์และเนื้องอกด้วย

2.3 พวกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนและไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัวที่มีจุดเดือดสูงไม่ค่อยเป็นพิษมากนัก แต่อาจมีผลต่อพฤติกรรมบางอย่าง เช่น การรับรู้และตอบสนองต่อเพศผิดปกติไป

2.4 โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เช่น 3, 4 benzopyrene และ 1, 2 - bensanthrazene พบว่าในพวกนี้มี carcinogen แบบเดียวกับในบุหรี่ และมี mutagen เป็นผลให้เกิดการกลายพันธุ์เช่นเดียวกับ ข้อ 2.2

ปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นพิษของน้ำมันดิบ

1. ปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่ ชนิดของสัตว์ทดลอง อายุ และช่วงชีวิต เช่น การทดลองของ Neff et al., (1976) ศึกษาความเป็นพิษของ WSF. ของ South

Louisiana Crude Oil ที่มีต่อปลา 3 ชนิด พบว่ามีค่าความเป็นพิษของ WSF. จากมาก ไปหาน้อยตามลำดับคือ silverside minnow (Menidia beryllina,) Gulf Killifish (Fundulus similus) และ Sheepshead minnow (Cyprinodon variegatus) และยังได้ทดลองความเป็นของ WSF. ของ Fuel Oil No.2 ต่อสัตว์น้ำในระยะต่าง ๆ ด้วย พบว่าใน grass shrimp (Palaemonetes pugio) ระยะวัยอ่อน (larva) มีความไวต่อพิษมากกว่าระยะ post larva และระยะโตเต็มวัย (adult) ตามลำดับ

2. ชนิดและคุณสมบัติของน้ำมันดิบ

น้ำมันดิบต่างชนิด ต่างแหล่งกันจะมีคุณสมบัติต่างกัน มีผลให้ความสามารถในการละลาย การแพร่กระจาย และการคงอยู่ในน้ำแตกต่างกัน (Neff and Anderson, 1981.d กล่าวอ้าง Boylan and Tripp, , 1971 Anderson et al., 1974.a Lee et al., 1974) ทำให้มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำต่างกัน นอกจากนี้น้ำมันดิบมีความเป็นพิษต่อสัตว์ทะเลน้อยกว่าน้ำมันที่ได้จากการกลั่น Moore and Dwyer 1974, Anderson et al., (1974.b) กล่าวว่า พิษเฉียบพลันของผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณอนุพันธุ์ของอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่ละลายน้ำได้ที่ประกอบอยู่ในผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

3. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ได้แก่ อุณหภูมิ และความเค็ม กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปจะมีผลต่อพิษของน้ำมัน และความทนทานต่อพิษของสัตว์ พิษของน้ำมันจะ เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลง เพราะอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนจะละลายอยู่ในน้ำได้นานขึ้น เมื่ออุณหภูมิต่ำลง (Percy and Mullin, 1977) นอกจากนี้ยังมีผลต่อสัตว์ เนื่องจากอุณหภูมิทำให้อัตรารับเอาปริมาณไฮโดรคาร์บอน เมตาบอลิซึม และการขับสารพิษของน้ำมันออกจากตัวเปลี่ยนแปลงไป คือ สัตว์จะทนต่อพิษของน้ำมันได้น้อยลง เมื่ออุณหภูมิต่ำลง ส่วนความเค็มของน้ำก็มีผลต่อความเป็นพิษของน้ำมัน เช่นกัน กล่าวคือ ถ้าน้ำมีความเค็มสูง การละลายของน้ำมันในน้ำจะน้อยกว่าน้ำที่มีความเค็มต่ำกว่า และการเปลี่ยนแปลงความเค็มก็มีผลต่อความไวพิษของสัตว์น้ำด้วย Shaw (1977) กล่าวอ้าง Long and Mc Devit(1952)

4. สารไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่น

Shaw (1977) กล่าวอ้าง Eganhouse and Calder, (1976) ว่า ปกติฟีแนนทรีนมีความสามารถในการละลายน้ำได้ 1.07 พีพีเอ็ม แต่ถ้ามีแนฟทาลีนและไบฟีนิลผสมอยู่

ด้วยความสามารถในการละลายของฟีแนนทรีนจะลดลงเป็น 0.92 พีพีเอ็ม ทำให้ความเป็นพิษลดลงด้วย

ผลกระทบของน้ำมันดิบที่มีต่อสัตว์น้ำจำพวกปลา

จากการทดลองทางชีววิเคราะห์ (bioassay) พบว่าน้ำมันดิบและส่วนประกอบของน้ำมันดิบในรูปต่าง ๆ ก่อให้เกิดความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity) แก่ปลาชนิดต่าง ๆ Malin and Hodgins,(1981) กล่าวอ้าง Rice et al.,(1979) ซึ่งได้ทำการศึกษาถึง ความเป็นพิษของ WSF. ของ Cook inlet crude oil และ Fuel oil No.2 ต่อสิ่งมีชีวิต 39 ชนิดใน Subarctic Alaska โดยทำการศึกษาชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง พบว่าพวกที่มีความไว (sensitive) ที่สุดต่อ WSF. ของ Cook inlet crude oil จะมีค่า median tolerance limit (TLm) อยู่ในช่วง 1-3 มิลลิกรัม/ลิตร พวกที่มีความทนทานปานกลางมีค่า TLm 96 ชั่วโมงอยู่ในช่วง 3-8 มิลลิกรัม/ลิตรและพวกที่มีความทนทานสูงสุดมีค่า TLm 96 ชั่วโมงอยู่ในช่วงมากกว่า 8-12 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วน WSF. ของ Fuel oil No.2 มีความเป็นพิษสูงกว่า WSF. ของ Cook inlet crude oil ในสัตว์ทุกชนิด และค่าพิษเฉียบพลันที่มีต่อปลาชนิดต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 3

Korn et al., (1976) รายงานว่า ปลา striped bass (Morone saxatilis) จะหยุดกินอาหารและมีการเจริญเติบโตลดลง เมื่อสัมผัสกับเบนซีน ความเข้มข้น 6.0 ไมโครลิตร/ลิตร เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ส่วน Mole et al.,(1981) พบว่าโทลูอีน และแนฟทาลีน มีผลไปลดการเจริญเติบโตของปลา coho salmon (Oncorhyncus kisutch) ระยะ fry Rowe et al., (1983) ศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งที่ได้จากการกลั่นน้ำมันต่อปลา rainbow trout (Salmo gairdneri) ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 44 วัน พบว่ามีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงอย่างมาก

Moles et al.,(1981) กล่าวอ้าง Rice et al., (1975) ว่า WSF. ของ Prodhoe Bay crude oil มีผลทำให้ปลา pink salmon (Oncorhyncus gorbuscha) มีขนาดลดลง Linden (1978) ศึกษาผลกระทบของ WSF. ของน้ำมันดิบและน้ำมันกลั่น พบว่า มีผลไปยับยั้งการเจริญเติบโตของตัวอ่อน (larva) ของปลา Baltic herring (Clupea harengus) ส่วน Woodward et al., (1981) รายงานว่า

012737

1029240

ตารางที่ 3 พิษเฉียบพลันของน้ำมันดิบต่อสัตว์น้ำจำพวกปลา

สัตว์ทดลอง	ชนิดของน้ำมัน	ระยะเวลา	ค่าสังเกต	ความเข้มข้น (พีพีเอ็ม)	ผู้รายงาน	หมายเหตุ
Cyprinodon variegatus	South Louisiana crude oil (WSF)	48 ชั่วโมง	LC50	19.8	Anderson et al.,(1974.b)	
	South Louisiana crude oil (OWD)	48 ชั่วโมง	LC50	78	Anderson et al.,(1974.b)	
	South Louisiana crude oil (WSF)	96 ชั่วโมง	LC50	19.8	Neff et al.,(1976.b)	
	Kuwait crude oil (OWD)	48 ชั่วโมง	LC50	42	Anderson et al.,(1974.b)	
	Fuel oil NO.2 (WSF)	48 ชั่วโมง	LC50	6.9	Anderson et al.,(1974.b)	
	Fuel oil NO.2 (OWD)	48 ชั่วโมง	LC50	43	Anderson et al.,(1974.b)	
Menidia beryllina	South Louisiana crude oil (WSF)	48 ชั่วโมง	LC50	8.7	Anderson et al.,(1974.b)	
	South Louisiana crude oil (OWD)	48 ชั่วโมง	LC50	6.9	Anderson et al.,(1974.b)	
	South Louisiana crude oil (WSF)	96 ชั่วโมง	LC50	5.5	Neff et al.,(1976.b)	
	Kuwait crude oil (WSF)	48 ชั่วโมง	LC50	6.6	Anderson et al.,(1974.b)	
	Kuwait crude oil (OWD)	48 ชั่วโมง	LC50	3.8	Anderson et al.,(1974.b)	
	Fuel oil NO.2 (WSF)	48 ชั่วโมง	LC50	5.2	Anderson et al.,(1974.b)	
	Fuel oil NO.2 (OWD)	48 ชั่วโมง	LC50	40	Anderson et al.,(1974.b)	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สัตว์ทดลอง	ชนิดของน้ำมัน	ระยะเวลา	ค่าสังเกต	ความเข้มข้น (พีพีเอ็ม)	ผู้รายงาน	หมายเหตุ
Fundulus similus	South Louisiana crude oil (WSF)	48 ชั่วโมง	LC50	16.8	Anderson et al.,(1974.b)	
	South Louisiana crude oil (OWD)	48 ชั่วโมง	LC50	71	Anderson et al.,(1974.b)	
	South Louisiana crude oil (WSF)	96 ชั่วโมง	LC50	16.8	Neff et al.,(1976.b)	
	Kuwait crude oil (WSF)	48 ชั่วโมง	LC50	10.4	Anderson et al.,(1974.b)	
	Kuwait crude oil (OWD)	48 ชั่วโมง	LC50	38	Anderson et al.,(1974.b)	
	Fuel oil NO.2 (WSF)	48 ชั่วโมง	LC50	4.7	Anderson et al.,(1974.b)	
	Fuel oil NO.2 (OWD)	48 ชั่วโมง	LC50	23	Anderson et al.,(1974.b)	
Salvelinus malma	Prudhoe Bay crude oil	96 ชั่วโมง	TLm	1.25	Moles et al.,(1979)	8 °c
Oncorhynchus tshawytscha	Prudhoe Bay crude oil	96 ชั่วโมง	TLm	1.47	Moles et al.,(1979)	6 °c
O. kisutch	Prudhoe Bay crude oil	96 ชั่วโมง	TLm	1.45	Moles et al.,(1979)	8 °c
O. nerka	Prudhoe Bay crude oil	96 ชั่วโมง	TLm	1.79	Moles et al.,(1979)	6 °c
Thymallus arcticus	Prudhoe Bay crude oil	96 ชั่วโมง	TLm	2.04	Moles et al.,(1979)	9 °c
Castero aculeatus	Prudhoe Bay crude oil	96 ชั่วโมง	TLm	6.89	Moles et al.,(1979)	5 °c
Jordanella floridae	Crank case oil (WSF)	96 ชั่วโมง	LC50	36.2	Steven and Puglist(1980)	static
J. floridae	Crank case oil (WSF)	96 ชั่วโมง	LC50	9.5	Steven and Puglist(1980)	Flowthrough

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สัตว์ทดลอง	ชนิดของน้ำมัน	ระยะเวลา	ค่าสังเกต	ความเข้มข้น (พีพีเอ็ม)	ผู้รายงาน	หมายเหตุ
Notemigonus chysoleucas	Jet Fuel - 8	96 ชั่วโมง	LC50	8.4	Klein & Jenkin (1983)	น้ำอ่อน
N. chysoleucas	Jet Fuel - 8	96 ชั่วโมง	LC50	8.5	Klein & Jenkin (1983)	น้ำก๊อก
N. chysolecas	Jet Fuel - 8	96 ชั่วโมง	LC50	8.0	Klein & Jenkin (1983)	น้ำกระด้าง
N. chysoleucas	Jet Fuel - 8	96 ชั่วโมง	LC50	7.85-12.23	Klein & Jenkin (1983)	pH 8.6-9.1

Wyoming crude oil ความเข้มข้น 100 ไมโครลิตร/ลิตร มีผลให้ปลา cuttroat trout (Salmo clarki) ระยะวัยรุ่น มีการเจริญเติบโตลดลงหลังจากเลี้ยงไปได้ 60 วัน นอกจากนี้ Moles and Rice (1983) ทดลองเลี้ยงปลา pink salmon ในน้ำที่มี WSF. ของ Cook inlet crude oil ความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร และแนฟทาลีน 0.38 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่ามีน้ำหนักลดลงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งหลังจากเลี้ยงปลาไป 80 วัน และมีปริมาณ caloric content ลดลงด้วย ในทำนองเดียวกัน Tilseth et al., (1984) รายงานว่า ตัวอ่อนของปลา cod (Gadus morhua) เมื่อสัมผัสกับ WSF. ของ Ekofisk crude oil ในปริมาณ 0.25 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 14 วัน จะทำให้ความสามารถในการกินอาหารลดลงอย่างชัดเจน มีผลให้การเจริญเติบโตลดลง

Hawkes (1976) พบว่าปลา English sole (Parophrys vetulus) ที่สัมผัสกับ WSF. ของ Prudhoe Bay crude oilมีจำนวนเซลล์ที่สร้างเมือก (goblet cell) เพิ่มมากขึ้นในผิวหนัง และทำให้เซลล์ในชั้น epithelium ของปลา starry flounder (Platichthys stellatus) หลุดลอกไป (epithelial sloughing) Hawkes (1977) ยังรายงานว่า ปลา rainbow trout ที่สัมผัสกับ Prudhoe Bay crude oil มีผลให้เส้นใย (fiber) ของเลนส์ตา และเนื้อเยื่อเหงือกเปลี่ยนแปลงไป Woodward et al.,(1981) กล่าวอ้าง McKeon and March (1977), Payne et al., (1978), Van Heyningen (1976) ว่า ปลา rainbow troutที่สัมผัสกับ Bunker C oil มีผลให้เนื้อเยื่อเหงือกและขนาดของเลนส์ตาเปลี่ยนแปลงไป ในปลา marine cunner (Tautogolabrus adspersus) ที่สัมผัสกับ Venezuelan crude oil จะทำให้เกิดต้อกระจก (cataract) และการเปลี่ยนแปลงของเลนส์ตาเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ Hawkes et al.,(1980) ยังได้รายงานว่าในปลา chinook salmon (O. tshawytscha) ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน และ chlorinated biphenyle อย่างละ 5 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่ามีการหลุดลอกของเซลล์บุผิวหนังลำไส้เพิ่มขึ้น ส่วน Cameron and Smith (1980) พบว่า WSF. ของ Prudhoe Bay crude oil ความเข้มข้น 0.68 มิลลิกรัม/ลิตร ทำให้สมองส่วนหน้า (anterior brain) ของปลา pacific herring (C. harengus pallasi) อายุ 1 วัน มีปริมาณไมโตคอนเดรียเพิ่มมากขึ้น และมีลักษณะบวม ผนังชั้นในของไมโตคอนเดรียถูกทำลาย Solangi and Overstreet (1982) ศึกษาผลกระทบของ South Louisiana crude oil ในรูป

WSF. และ whole crude oil ต่อการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อของปลา 2 ชนิด คือ silverside (Menidia beryllina) และปลา hogchocker (Trinectes maculatus) พบว่าในปลา silverside มีการเพิ่มจำนวนของเซลล์ผิวเหงือก (hyperplasia) และเกิดการเชื่อมกับของซี่เหงือก เซลล์ใน olfactory lamellae เพิ่มจำนวนมากขึ้น เซลล์ที่ทำหน้าที่รับความรู้สึกและเซลล์บุผิวเกิดการตาย necrosis มีไขมันสะสมในตับ fatty change มากขึ้น เซลล์ของตับอ่อนส่วน exocrine ที่อยู่ในตับมีขนาดเล็กลง (atrophy) ส่วนในปลา hogchocker พบว่าเซลล์บริเวณเหงือกมีการเพิ่มจำนวนเล็กน้อย เซลล์รับความรู้สึกในบริเวณ olfactory lamellae เกิดการตายอย่างรุนแรงในระดับความเข้มข้นสูง ๆ ตับอ่อนที่อยู่ในตับมีขนาดเล็กลง และเมื่อใกล้สิ้นสุดการทดลองเซลล์จะเริ่มตาย นอกจากนี้ Rowe et al., (1983) ยังรายงานว่า ผลของน้ำทิ้งจากการกลั่นน้ำมันทำให้ครีบปลา flag fish (Jordanella floridae) เกิดอาการตกเลือด (haemorrhage)