วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 26 (ฉบับที่ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2564
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 26 (No.2) May – August 2021
บทความวิจัย

การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในสัตว์ทะเลจากเหตุการณ์รั่วไหลของน้ำมันดิบบริเวณเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง

The Contamination of Total Petroleum Hydrocarbons in Marine Animals from the Oil Spill at Samet Island, Rayong Province

เศรษฐ์ ไกรทัศน์, เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์*, อรอิงค์ เวชสิทธิ์, ณิศรา ถาวรโสตร์,
ทรงเผ่า สมัชชานนท์ และ ชาคริต เรืองสอน

Set Kraitat, Shettapong Meksumpun*, Oning Veschasit, Nissara Thawonsode,
Songpao Samachchanon and Chakhrit Ruengsorn

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University

Received : 8 July 2020
Revised : 8 September 2020
Accepted : 7 October 2020

บทคัดย่อ

การติดตามการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในสัตว์ทะเลจากเหตุการณ์รั่วไหลของน้ำมันดิบบริเวณเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ซึ่งดำเนินการในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 พื้นที่ คือ พื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก และพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย รวมทั้งสิ้น 7 สถานี พบว่าสัตว์ทะเลที่อยู่ในพื้นที่รอบเกาะเสม็ดประกอบด้วยกลุ่มปลา หอย และปู สามารถพบทั้งสิ้น 30, 11 และ 4 ชนิด ตามลำดับ ในด้านของการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในพื้นที่ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบมาก (บริเวณอ่าวพร้าว) และพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย มีค่าอยู่ในช่วง 0.03 - 26.80 และ ND – 22.74 µg/g dry weight ตามลำดับ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา นอกจากนี้ เมื่อวิเคราะห์ระยะเวลาของการคืนสู่สภาวะปกติของสัตว์ทะเลที่พบในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก จากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล พบว่า ปลานกขุนทองสีเขียวอ่อน ใช้ระยะเวลาในการบำบัดตัวเองอย่างน้อย 1,389 วัน (R^2 = 1) ในขณะที่ ปูหิน และ หอยนางรม ใช้ระยะเวลาบำบัดประมาณ 266 และ 687 วัน (R^2 = 0.987, 0.930) ตามลำดับ โดยภาพรวมของการศึกษาติดตามการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในพื้นที่เกาะเสม็ด พบว่ามีค่าค่อนข้างสูงในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก รวมถึงบริเวณแนวท่าเทียบเรือและพื้นที่ที่มีกิจกรรมการท่องเที่ยวสูง นอกจากนี้ สัตว์ทะเลจำพวก ปลา ปู และหอย ในพื้นที่ดังกล่าวยังสามารถบำบัดตัวเองให้เข้าสู่สภาวะปกติได้ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ; สัตว์ทะเล ; เหตุการณ์น้ำมันรั่ว ; เกาะเสม็ด ; การบำบัด

Abstract

Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) contamination in marine animals after oil spill into the Samet Island, Rayong province, was monitored during September 2013 to November 2015. The samples from 7 stations in 2 areas including the areas as expected high impact and expected low impact were collected. The samples of marine organisms were 30 species of fish, 11 species of crustacean and 4 species of mollusk. The level TPH in expected high impact (Ao Prao Bay, Samet Island) and expected low impact areas ranged between 0.03 - 26.80 and ND – 22.74 µg/g dry weight, respectively. Moreover, our results demonstrated the recovery period of marine animals after an oil spill such as pastel-green wrasse was 1,384 days (R^2 = 1) to the natural level. Our results also showed that the ridged swimming crab and Oyster took about 226 and 687 days to the natural level (R^2 = 0.987, 0.930), respectively. Overall result indicated that the contamination level of TPH in marine animals was high in the expected high impact area and high human activities areas, especially, at the port and tourist areas. However, the marine animals (fish crustaceans and mollusks) have a potential to recover themselves from the TPH in different time periods.

Keywords : petroleum hydrocarbon, marine animal, oil spill, Samet island, recovery

***Corresponding author. E-mail** : ffisspm@ku.ac.th

บทนำ

ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนเป็นรูปแบบของสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อนชนิดหนึ่ง โดยเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีภายใต้สภาวะทางธรณีใต้ผิวโลกที่แตกต่างกัน (Sanguansin *et al*., 2005) โดยสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุหลักสองชนิด คือ คาร์บอน (C) และไฮโดรเจน (H) ซึ่งสามารถเกิดพันธะกับคาร์บอนอะตอมอื่นได้เกิดเป็นโครงสร้างต่าง ๆ ซึ่งการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีสาเหตุมาจากการปนเปื้อนในธรรมชาติ และการปนเปื้อนจากกิจกรรมของมนุษย์ (Sanguansin, 2005) ระหว่างการผลิต การขนส่ง และการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทั้งบนบกหรือในทะเล เมื่อสารดังกล่าวนั้นไหลลงสู่พื้นที่ปากแม่น้ำ หรือพื้นที่ชายฝั่งทะเลในปริมาณมาก ล้วนแต่มีผลกระทบโดยตรงต่อการดำรงชีวิต สุขภาพสัตว์ทะเล หรือสิ่งมีชีวิตโดยรอบพื้นที่ (Bo *et al*., 2017) ไปจนถึงส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ (Wang *et al*., 2019) การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแหล่งน้ำนับเป็นสิ่งที่น่ากังวลทั่วโลก สำหรับประเทศไทยในปัจจุบันนี้ พบการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากในอดีตซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่นเดียวกับเหตุการณ์รั่วไหลของน้ำมันดิบที่เกิดขึ้นในพื้นที่ชายฝั่ง จังหวัดระยอง เมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2556 เกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล โดยจุดที่รั่วไหลห่างจากนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 20 กิโลเมตร ซึ่งเกิดจากท่อขนส่งน้ำมันดิบเกิดความเสียหาย ทำให้น้ำมันดิบกว่า 50 ตันไหลลงสู่ทะเล โดยความรุนแรงจัดอยู่ในระดับ 2 (Tier II) คือ มีการรั่วไหลอยู่ในช่วง 20,000-1,000,000 ลิตร (Pollution Control Department, 2010) ทิศทางการไหลของคราบน้ำมันได้พัดเข้าสู่อ่าวพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง

อ่าวพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง จัดเป็นหนึ่งในพื้นที่ที่มีความสำคัญในด้านการท่องเที่ยวของเกาะเสม็ด รวมไปถึงมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจของจังหวัดระยอง เกาะเสม็ดนั้น มีโขดหินและแนวปะการังที่สวยงามในหลาย ๆ พื้นที่ ทำให้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเลหลากหลายชนิด เกาะแห่งนี้ จึงจัดเป็นทั้งแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งทำการประมงของชาวประมงพื้นบ้านที่สำคัญแหล่งหนึ่งในพื้นที่จังหวัดระยอง ทั้งนี้ เมื่อเกิดเหตุการณ์รั่วไหลของน้ำมันดิบ ในปี พ.ศ. 2556 ส่งผลให้พื้นที่เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ได้รับผลกระทบจากปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ซึ่งทำให้เกิดการปนเปื้อน ทั้งในน้ำและดินตะกอน รวมไปจนถึงการสะสมในสัตว์ทะเลที่อาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าว ทั้งนี้ การปนเปื้อนที่เกิดขึ้นยังสามารถถ่ายทอดเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารได้ อย่างไรก็ตาม การปนเปื้อนของคราบน้ำมันดิบจะไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนยังคงมีการสะสมอยู่ภายในสิ่งแวดล้อม และก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์ทะเลในบริเวณนั้น (Liu *et al*., 2018) จากการศึกษาที่ผ่านมาของ Phukaokaew *et al*., (2014) พบการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีผลกระทบต่อปูทหารอย่างชัดเจนในพื้นที่อ่าวพร้าว ภายหลังจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล ซึ่งเป็นบทสะท้อนถึงความอันตรายที่เข้าใกล้ผู้บริโภคลำดับถัดไป

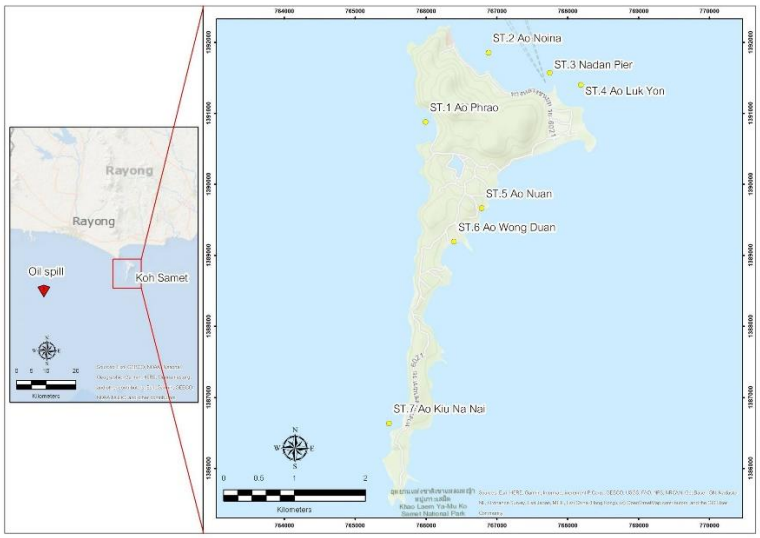
การศึกษาในครั้งนี้ มีเป้าหมายเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในสัตว์ทะเลจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล ในพื้นที่ชายฝั่งเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง รวมทั้งศึกษาแนวโน้มการสะสมและการฟื้นฟูตัวเองให้เข้าสู่สภาวะปกติของสัตว์ทะเลภายในพื้นที่ ดังนั้น ผลการศึกษาในภาพรวมสามารถนำไปใช้ในการประเมินผลกระทบที่เกิดจากการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน และสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวม บริเวณเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง จำนวน 7 สถานี (ภาพที่ 1) ได้แก่ สถานีที่ 1 อ่าวพร้าว (E=765992, N=1390879) สถานีที่ 2 อ่าวน้อยหน่า (E=766882, N=1391855) สถานีที่ 3 ท่าเรือหน้าด่าน (E=767745, N=1391570) สถานีที่ 4 อ่าวลูกโยน (E=768183, N=1391402) สถานีที่ 5 อ่าวนวล (E=766785, N=1389664) สถานีที่ 6 อ่าววงเดือน (E=766392, N=1389192) และสถานีที่ 7 อ่าวกิ่ว (E=765477, N=1386633) โดยแบ่งการเก็บตัวอย่างออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 ทำการเก็บตัวอย่างตั้งแต่วันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2556 – วันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2557 รวมทั้งสิ้น 9 ครั้ง เป็นระยะเวลา 47 - 340 วัน หลังเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลเข้าสู่พื้นที่ชายฝั่งเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง และ ช่วงที่ 2 ทำการเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก (อ่าวพร้าว) จากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล ตั้งแต่วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 – วันที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 จำนวน 4 ครั้ง เป็นระยะเวลา 569 - 836 วัน หลังเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลเข้าสู่พื้นที่ชายฝั่งเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ซึ่งดำเนินการเก็บตัวอย่างสัตว์ทะเลจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปลา กลุ่มปู และกลุ่มหอย

ในการเก็บตัวอย่างสัตว์ทะเลตามแนวปะการัง ดำเนินการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีการดำน้ำลึกแบบ SCUBA diving เพื่อคัดเลือกสัตว์ทะเลกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะพฤติกรรมอยู่ประจำถิ่น หรือดำรงชีวิตอยู่ในพื้นที่บริเวณนั้น หลังจากได้ตัวอย่างสัตว์ทะเลจะถูกห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ และใส่ในถุงซิปอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันการสัมผัสกับพลาสติกโดยตรง จากนั้น นำไปเก็บรักษาในตู้แช่เยือกแข็งที่ระดับอุณหภูมิต่ำกว่า -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

การสกัดปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในสัตว์ทะเล ดัดแปลงวิธีการจาก Tolosa *et al.* (2005) โดยทำการเลือกเฉพาะส่วนเนื้อของสัตว์ทะเลที่ผ่านขั้นตอนการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze-dry) และปั่นละเอียดมาแล้ว ประมาณ 2 กรัม ทำการสกัดในขั้นที่ 1 โดยใช้วิธี Automated Soxhlet extraction ซึ่งจะใช้สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide) ในเมทานอล (Methanol) และโทลูอีน (Toluene) ในอัตราส่วน 7:3 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ในการสกัดและกำจัดไขมัน โดยทำการสกัดด้วยวิธี Automated Soxhlet Extraction อย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง จากนั้นจึงถ่ายเฉพาะส่วนของสารละลายที่ได้ลงในกรวยแยก (Separatory funnel) เพื่อทำการสกัดในขั้นที่ 2 โดยเติมน้ำกลั่นปราศจากไอออน 100 มิลลิลิตร และเฮกเซน (Hexane) 50 มิลลิลิตร ลงในกรวยแยก และทำการเขย่าเป็นระยะเวลา 10 นาที ปล่อยให้สารละลายแยกชั้น แล้วจึงถ่ายเฉพาะส่วนของเฮกเซนผ่านลงในกระดาษกรองที่บรรจุโซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส (Sodium Sulfate Anhydrous) เพื่อกำจัดน้ำที่ปะปนอยู่ในตัวอย่าง ทำการสกัดซ้ำอีกครั้ง โดยเติมเฉพาะเฮกเซน 50 มิลลิลิตร จากนั้นจึงรวมเฮกเซนที่ได้จากการสกัดทั้ง 2 ครั้ง ไปทำการลดปริมาตรโดยใช้เครื่องระเหยสารแบบลดความดัน (Rotary evaporator) ให้เหลือประมาณ 0.5 มิลลิลิตร (อย่าให้แห้ง) จากนั้นจึงปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยเฮกเซน บรรจุสารละลายที่ได้ในขวดแก้วสีชา และจึงนำไปตรวจวัดค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมด้วยเทคนิคฟลูออเรสเซนต์สเปกโตรสโคปี (Fluorescence Spectroscopy) ที่ความยาวคลื่น Excitation 310 นาโนเมตร และ Emission 360 นาโนเมตร โดยใช้สารละลาย Chrysene เป็นสารละลายมาตรฐานในการเปรียบเทียบความเข้มข้น



ภาพที่ 1 สถานีเก็บตัวอย่างสัตว์ทะเลบริเวณโดยรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ทั้งสิ้น 7 สถานี ตั้งแต่วันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2556 – วันที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558

ตารางที่ 1 ช่วงเวลาในการติดตามการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน หลังจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล ปี พ.ศ. 2556

ครั้งที่/วันที่	ฤดูกาล	ช่วงเวลาจากเหตุการณ์น้ำมันรั่ว (วัน)
- ครั้งที่ 1 วันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2556	มรสุมตะวันตกเฉียงใต้	47
- ครั้งที่ 2 วันที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2556	มรสุมตะวันตกเฉียงใต้	63
- ครั้งที่ 3 วันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2556	หลังมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	75
- ครั้งที่ 4 วันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ. 2556	หลังมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	89
- ครั้งที่ 5 วันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556	หลังมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	125
- ครั้งที่ 6 วันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2556	หลังมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	150
- ครั้งที่ 7 วันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557	ก่อนมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	212
- ครั้งที่ 8 วันที่ 24 เมษายน พ.ศ. 2557	ก่อนมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	271
- ครั้งที่ 9 วันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2557	มรสุมตะวันตกเฉียงใต้	340
- ครั้งที่ 10 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	ก่อนมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	569
- ครั้งที่ 11 วันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2558	ก่อนมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	647
- ครั้งที่ 12 วันที่ 12 สิงหาคม พ.ศ. 2558	มรสุมตะวันตกเฉียงใต้	746
- ครั้งที่ 13 วันที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558	หลังมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	836

การวิเคราะห์ตัวอย่างทั้งหมดในห้องปฏิบัติการจะได้ข้อมูลพื้นฐานที่แสดงค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวม ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยหาค่าสูงสุด-ต่ำสุดของชุดข้อมูล ค่ามัธยฐาน ทดสอบหาความแตกต่างทางสถิติ และการวิเคราะห์การถดถอย

ผลการวิจัย

การสะสมของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสัตว์ทะเล

กลุ่มปลาในแนวปะการัง

ปลาในแนวปะการัง เป็นกลุ่มปลาที่อาศัยอยู่บริเวณแนวปะการังรอบเกาะเสม็ด ซึ่งเป็นกลุ่มปลาที่มีลักษณะการอยู่อาศัยแบบประจำถิ่น มีการหากินอาหาร อยู่อาศัย หรือวางไข่ ในบริเวณรอบแนวปะการัง โดยการติดตามตรวจสอบในช่วง 340 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล พบปลาในแนวปะการังทั้งสิ้น 30 ชนิด ทั้งในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก (สถานีที่ 1 อ่าวพร้าว) และพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย (สถานีที่ 2 - 7) พบว่า การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในปลาในแนวปะการังมีค่าอยู่ในช่วง 0.03 – 26.80 และ ND – 22.74 µg/g dry weight ตามลำดับ เมื่อทำการพิจารณาในแต่ละครั้งที่ทำการศึกษา (ตารางที่ 2) มีดังนี้

พื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก

การศึกษาการสะสมของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในกลุ่มปลาในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล (สถานีที่ 1 อ่าวพร้าว) พบว่า มีปลาในแนวปะการังจำนวน 16 ชนิด ซึ่งสามารถเก็บตัวอย่างปลาได้ 6 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างได้ครั้งแรกในครั้งที่ 3 (75 วัน) ของการศึกษา ซึ่งเป็นครั้งที่พบค่าการสะสมในปลาสูงที่สุด โดยปลาในพื้นที่นี้มีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 1.69 - 26.80 µg/g dry weight และมีค่ามัธยฐาน 5.69 µg/g dry weight ซึ่งปลาที่พบว่ามีค่าการสะสมสูงสุด คือ ปลาผีเสื้อแปดขีด (*Chaetodon octofasciatus*) และปลาที่มีค่าการสะสมสูงสุดในครั้งต่อ ๆ มา คือ ปลาสลิดหินดำ (*Neoglyphidodon melas*) มีค่า 1.47 µg/g dry weight ปลากะรังแถบน้ำตาล (*Cephalopholis boenak*) มีค่า 1.36 µg/g dry weight) และปลาทรายขาวแถบน้ำตาล (*Scolopsis monogramma*) มีค่า 1.17 µg/g dry weight) โดยภาพรวมของค่าปิโตรเลียมไฮโครคาร์บอนในกลุ่มปลาในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก จะเห็นได้ว่ามีค่าสูงในช่วงแรกที่ทำการศึกษา และมีค่าลดต่ำลงในระยะเวลาต่อมา รวมทั้งมีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 (ครั้งที่ 9) ซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้ช่วงนั้นมีคลื่น ลม มีความรุนแรง

พื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย

การศึกษาการสะสมของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในกลุ่มปลาในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อยจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล (สถานีที่ 2 - 7) พบว่า มีปลาในแนวปะการังจำนวน 24 ชนิด ซึ่งสามารถเก็บตัวอย่างปลาได้ครั้งแรกในครั้งที่ 2 (63 วัน) ของการศึกษา ซึ่งเป็นครั้งที่มีค่าการปนเปื้อนสูงที่สุดในพื้นที่นี้ มีค่าอยู่ในช่วง 3.72 - 22.74 µg/g dry weight และมีค่ามัธยฐาน 8.65 µg/g dry weight โดยปลาเห็ดโคน (*Sillago sihaama*) เป็นปลาที่มีค่าการสะสมสูงสุด และปลาที่มีการสะสมสูงสุดในครั้งต่อ ๆ มา คือ ปลาสลิดหินบั้งหางมน (*Abudefduf bengalensis*) มีค่า 16.61 µg/g dry weight) และปลาอมไข่ (*Apogon cookii*) มีค่า 6.70 µg/g dry weight) ในภาพรวมของค่าปิโตรเลียมไฮโครคาร์บอนในกลุ่มปลาในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย จะเห็นได้ว่ามีค่าสูงในช่วงแรกที่ทำการศึกษา และมีค่าลดต่ำลงในระยะเวลาต่อมา รวมทั้งมีค่ากลับมาเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 (ครั้งที่ 7) ซึ่งเป็นช่วงที่มีกิจกรรมการท่องเที่ยวจำนวนมาก

เมื่อทำการพิจารณาในช่วงที่ 2 ครั้งที่ 10 - 13 (569 - 336 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์) ซึ่งศึกษาเฉพาะในพื้นที่อ่าวพร้าวเท่านั้น พบว่า ค่าปิโตรเลียมในกลุ่มปลามีค่าอยู่ในช่วง 0.02 - 2.84 µg/g dry weight โดยพบค่าสูงสุดในครั้งที่ 10 (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558) ในปลาอมไข่ (*Apogon cookii*) รองลงมาคือ ในปลาสลิดหิน (*Pomacentrus adelus*) ของครั้งที่ 11 (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558) ซึ่งทั้ง 2 ครั้งนี้ เป็นช่วงที่มีกิจกรรมการท่องเที่ยวจำนวนมาก (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสัตว์ทะเลในกลุ่มปลา ปู และหอย ในครั้งที่ 1 - 9 ทั้งในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากและพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย ของพื้นที่เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง

ครั้งที่	จำนวนวันหลังเหตุการณ์	ปลา		หอย		ปู	
		ผลกระทบน้อย	ผลกระทบมาก	ผลกระทบน้อย	ผลกระทบมาก	ผลกระทบน้อย	ผลกระทบมาก
1	47	-	-	-	0.02-3.63	-	13.61
2	63	3.72-22.74	-	-	0.30	2.85	-
3	75	0.89-1.17	1.69-26.80	-	0.64-26.09	1.52	2.07-5.55
4	89	0.32-16.61	0.03-1.36	0.01-11.48	1.02	2.95-2.99	-
5	125	0.53-2.36	-	0.29-0.91	-	-	-
6	150	0.26-3.16	1.04-1.17	0.07-4.65	0.68-0.69	0.59-1.18	1.03
7	212	0.08-6.70	0.33-0.64	0.01-1.29	0.01-0.47	1.82	0.54
8	271	-	0.29-0.48	0.01-0.64	0.01-2.26	1.78-2.99	0.88
9	340	*ND-5.91	0.68-1.47	0.16-2.50	0.16-1.93	-	-

*ND = Not Detected (Detection limit = 0.001 µg/g dry weight)

กลุ่มหอยในแนวปะการัง

กลุ่มหอยที่นำมาทำการศึกษาเป็นกลุ่มหอยที่อาศัยอยู่บริเวณแนวปะการังและพื้นที่ชายหาดรอบเกาะเสม็ด โดยการติดตามตรวจสอบในช่วง 340 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล พบว่า มีหอยจำนวน 11 ชนิด ทั้งในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากและพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย โดยพบการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในหอยมีค่าอยู่ในช่วง 0.01 – 26.09 และ 0.01 – 11.48 µg/g dry weight ตามลำดับ เมื่อทำการพิจารณาในแต่ละครั้งที่ทำการศึกษามีดังนี้ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสัตว์ทะเลในกลุ่มปลา ปู และหอย ในครั้งที่ 10 - 13 ในบริเวณพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก (อ่าวพร้าว) ของพื้นที่เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง

ครั้งที่	จำนวนวันหลังเหตุการณ์	ปลา	หอย	ปู
		ผลกระทบมาก	ผลกระทบมาก	ผลกระทบมาก
10	569	0.18-2.84	0.06-0.19	-
11	647	0.02-1.92	0.01	1.45
12	746	0.47-0.51	1.42-3.13	-
13	836	0.02-0.98	0.02	0.12

พื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก

การศึกษาการสะสมของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในกลุ่มหอยในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล (อ่าวพร้าว) พบว่า มีหอยจำนวน 12 ชนิด ซึ่งสามารถเก็บตัวอย่างหอยได้ตั้งแต่ในครั้งแรก (47 วัน) โดยพบว่าหอยในพื้นที่นี้มีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 0.02 - 3.63 µg/g dry weight แต่พบการสะสมสูงที่สุดในหอยที่ทำการศึกษาในครั้งที่ 3 (75 วัน) มีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 0.64 - 26.09 µg/g dry weight และมีค่ามัธยฐาน 3.68 µg/g dry weight ซึ่งหอยที่พบว่ามีค่าการสะสมสูงสุด คือ หอยแมลงภู่ (วงศ์ Mytilidae) เช่นเดียวกับครั้งที่ 1 และหอยที่มีการสะสมสูงสุดในครั้งต่อ ๆ มาคือ หอยมุก (Family Pteriidae) มีค่า 2.26 µg/g dry weight และหอยจอบ (*Pinna bicolor*) มีค่า 1.93 µg/g dry weight) ในภาพรวมของค่าปิโตรเลียมไฮโครคาร์บอนในกลุ่มหอยในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก จะเห็นได้ว่ามีค่าสูงในช่วงแรกที่ทำการศึกษา และลดต่ำลงในระยะเวลาต่อมา รวมทั้งกลับมาเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 (ครั้งที่ 8) ซึ่งเป็นช่วงฤดูกาลท่องเที่ยวในพื้นที่

พื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย

การศึกษาการสะสมของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในกลุ่มหอยในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อยจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล (สถานีที่ 2 - 7) พบว่า มีหอยจำนวน 14 ชนิด ซึ่งสามารถเก็บตัวอย่างหอยได้ครั้งแรกในครั้งที่ 4 (89 วัน) ของการศึกษา โดยพบว่าหอยในพื้นที่นี้มีค่าการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 0.01 - 11.48 µg/g dry weight และมีค่ามัธยฐาน 2.73 µg/g dry weight ซึ่งหอยที่พบว่ามีค่าการสะสมสูงสุด คือ หอยนมสาว (วงศ์ Tegulidae) และหอยที่มีการสะสมสูงสุดในครั้งต่อ ๆ มาคือ หอยมุก (Family Pteriidae) มีค่า 4.65 µg/g dry weight และหอยแมลงภู่ (วงศ์ Mytilidae) มีค่า 1.29 µg/g dry weight) ในภาพรวมของค่าปิโตรเลียมไฮโครคาร์บอนในกลุ่มหอยในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย จะเห็นได้ว่ามีค่าสูงในช่วงแรกที่ทำการศึกษา และลดต่ำลงในระยะเวลาต่อมา รวมทั้งมีค่ากลับมาเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 (ครั้งที่ 6) ซึ่งเป็นช่วงฤดูกาลท่องเที่ยวในพื้นที่

เมื่อทำการพิจารณาในช่วงที่ 2 ครั้งที่ 10 - 13 (569 - 836 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์) ซึ่งทำการศึกษาเฉพาะในพื้นที่อ่าวพร้าวเท่านั้น พบว่า ค่าปิโตรเลียมไฮโครคาร์บอนในกลุ่มหอยมีค่าอยู่ในช่วง 0.01 - 3.13 µg/g dry weight โดยพบค่าสูงสุดในครั้งที่ 12 (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558) ในหอยนางรม (*Saccostrea* sp.) ซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุม (ตารางที่ 3)

กลุ่มปูในแนวปะการัง

กลุ่มปูที่นำมาทำการศึกษาเป็นกลุ่มปูที่อาศัยอยู่บริเวณแนวปะการังรอบเกาะเสม็ด โดยการติดตามตรวจสอบในช่วง 340 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล พบว่า มีปูจำนวน 4 ชนิด ทั้งในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากและพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย โดยพบการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในปูมีค่าอยู่ในช่วง 0.54 - 13.61 และ 0.59 - 2.99 µg/g dry weight ตามลำดับ เมื่อทำการพิจารณาในแต่ละครั้งที่ทำการศึกษามีดังนี้ (ตารางที่ 2)

พื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก

การศึกษาการสะสมของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในกลุ่มปูในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล (อ่าวพร้าว) พบว่า มีปูจำนวน 4 ชนิด โดยพบค่าการสะสมสูงสุดในครั้งแรก (47 วัน) ที่ทำการศึกษา แต่เก็บตัวอย่างปูมาได้เพียงหนึ่งชนิดเท่านั้น นั่นคือ ปูเสฉวน (อันดับ Decapoda) ซึ่งมีค่า 13.61 µg/g dry weight และปูที่มีการสะสมสูงสุดในครั้งต่อ ๆ มาคือ ปูแสม (วงศ์ Grapsidae) มีค่า 5.55 µg/g dry weight) ในภาพรวมค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในกลุ่มปูในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก จะมีค่าสูงในช่วงแรกที่ทำการศึกษา และมีค่าลดต่ำลงในระยะเวลาต่อมา

พื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย

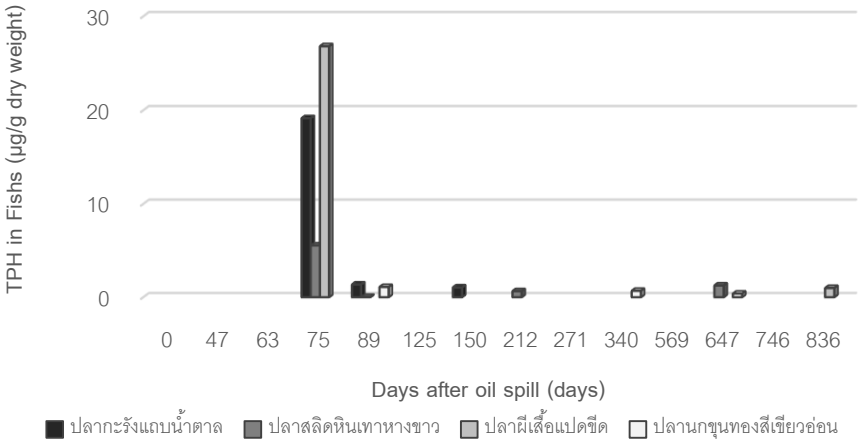
การศึกษาการสะสมของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในกลุ่มปูในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อยจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล (สถานีที่ 2 - 7) พบว่า มีปูจำนวน 4 ชนิด โดยพบปูในครั้งที่ 2 และ 4 (63 และ 89 วัน) มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่า 2.85 และ 2.99 µg/g dry weight ตามลำดับ นั่นคือ ปูม้า (*Portunus armatus*) และปูหิน (*Charybdis natator*) ในภาพรวมของค่าปิโตรเลียมไฮโครคาร์บอนในกลุ่มปูในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย จะเห็นได้ว่ามีค่าสูงในช่วงแรกที่ทำการศึกษา และมีค่าลดต่ำลงในระยะเวลาต่อมา รวมทั้งมีค่ากลับมาเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 (ครั้งที่ 8) ซึ่งเป็นช่วงฤดูกาลท่องเที่ยวในพื้นที่

เมื่อทำการพิจารณาในช่วงที่ 2 ครั้งที่ 10 - 13 (569 - 836 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์) ซึ่งทำการศึกษาเฉพาะในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก (อ่าวพร้าว) ซึ่งในการศึกษาช่วงเวลาดังกล่าวไม่พบการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา ในส่วนของระดับการปนเปื้อนพบว่าปูเสฉวน และปูกิน โดยมีค่า 1.45 และ 0.12 µg/g dry weight ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

<u>การเปลี่ยนแปลงของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน</u>

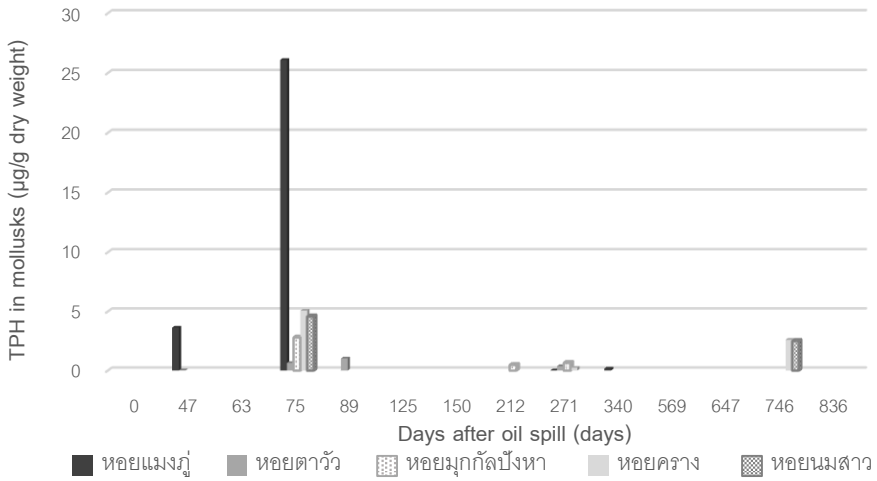
เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแต่ละกลุ่มสัตว์ทะเล ได้แก่ ปลา หอย และปู ตามช่วงเวลา ในพื้นที่ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบอย่างชัดเจน (อ่าวพร้าว) จากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล ในปี พ.ศ. 2556 โดยการปนเปื้อนในสัตว์ทะเลมีทิศทางการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ในกลุ่มปลา ซึ่งประกอบด้วย ปลากะรังแถบน้ำตาล ปลาสลิดหินเทาหางขาว ปลาผีเสื้อแปดขีด และปลานกขุนทองสีเขียวอ่อน (ภาพที่ 2) พบว่าในช่วง 75 วัน หลังเหตุการณ์ มีการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ค่อนข้างสูงในปลากะรังแถบน้ำตาล ปลาสลิดหินเทาหางขาว และปลาผีเสื้อแปดขีด ซึ่งมีค่า 19.14, 5.54 และ 26.80 µg/g dry weight ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาผ่านไปการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีแนวโน้มที่ลดลง ทั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนการลดลงของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่สะสมภายในปลาพบว่าในช่วง 14 วัน ปลาสลิดหินเทาหางขาว มีระดับการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนลดลงถึง 99% จากการปนเปื้อนเริ่มแรก เมื่อทำการประเมินการลดลงของการปนเปื้อนในช่วง 1 วัน พบสัดส่วนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในปลาสลิดหินเทาหางขาวลดลงประมาณ 7.1% สำหรับปลากะรังแถบน้ำตาล ระยะเวลาในการลดการปนเปื้อนประมาณ 75 วัน ซึ่งสามารถลดการปนเปื้อนภายในร่างกายได้ประมาณ 94% คิดเป็นสัดส่วน 1.3% ต่อวัน ส่วนปลาผีเสื้อแปดขีดสัดส่วนการปนเปื้อนมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน (96 %) ในระยะเวลา 761 วัน โดยมีสัดส่วนการลดลงของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนต่อวันประมาณ 0.1% นอกจากนี้ ในปลานกขุนทองเขียวอ่อน จะพบค่าสูงสุดในช่วง 89 วัน และใช้เวลา 558 วัน ในการลดการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนได้ 65% ซึ่งคิดเป็น 0.1% ต่อวัน



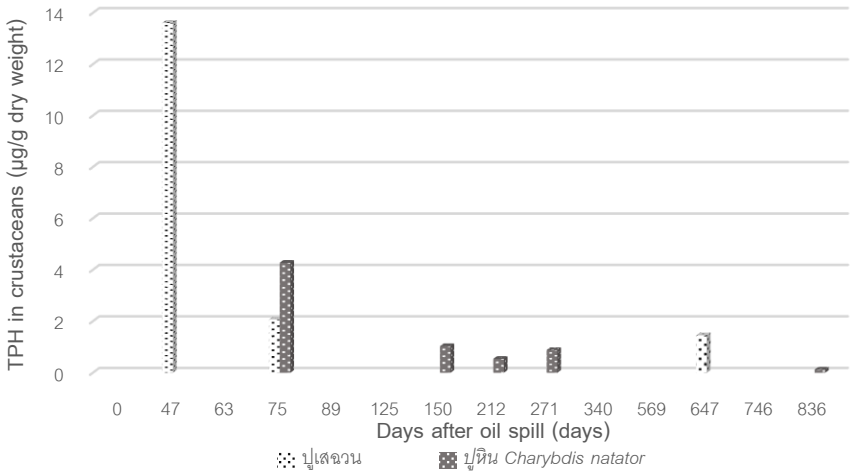
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาของการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในกลุ่มปลา บริเวณพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบ (อ่าวพร้าว) จากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล ในปี พ.ศ. 2556 จังหวัดระยอง

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ในกลุ่มหอย ซึ่งประกอบด้วย หอยแมลงภู่ หอยมุกกัลปังหา หอยคราง หอยนมสาว และหอยตาวัว (ภาพที่ 3) พบว่าในช่วง 75 วัน หลังเหตุการณ์ มีการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ค่อนข้างสูงในหอยแมลงภู่ หอยมุกกัลปังหา หอยคราง และหอยนมสาว ซึ่งมีค่า 26.09, 2.79, 5.06 และ 4.57 µg/g dry weight ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาผ่านไปการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีแนวโน้มที่ลดลง ทั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนการลดลงของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่สะสมภายในหอยพบว่า หอยมุกกัลปังหาในช่วงระยะเวลา 137 วัน สามารถลดการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนได้ถึง 83% จากการปนเปื้อนเริ่มแรก เมื่อวิเคราะห์การลดลงต่อวันมีสัดส่วนอยู่ที่ 0.6% สำหรับหอยแมลงภู่ สามารถนำปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนออกจากร่างกายได้ทั้งหมด (100%) โดยที่ใช้ระยะเวลาประมาณ 196 วัน ซึ่งใน 1 วัน มีสัดส่วนการลดลงอยู่ประมาณ 0.5% เช่นเดียวกับหอยคราง สามารถลดการปนเปื้อนภายในร่างกายได้ประมาณ 95% ซึ่งใน 1 วัน มีสัดส่วนการลดลงอยู่ประมาณ 0.5% ในช่วงระยะเวลาประมาณ 196 วัน ส่วนหอยนมสาว มีสัดส่วนการลดลงของการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนอยู่ที่ 45% โดยใช้เวลาประมาณ 671 วัน และมีสัดส่วนการลดลงของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนต่อวันอยู่ที่ประมาณ 0.1% นอกจากนี้ ในหอยตาวัว พบค่าสูงสุดในช่วง 89 วัน ซึ่งใช้เวลาในการลดการปนเปื้อนประมาณ 182 วัน โดยสัดส่วนการปนเปื้อนมีแนวโน้มลดลง 64% ซึ่งมีสัดส่วนลดลงต่อวันประมาณ 0.4% ในภาพรวมจะเห็นได้ว่า หอยมีความสามารถในการฟื้นฟูตัวเอง เพื่อลดค่าการปนเปื้อนออกจากร่างกายโดยประมาณไม่เกิน 1%



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาของการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในกลุ่มหอย บริเวณพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบ (อ่าวพร้าว) จากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล ในปี พ.ศ. 2556 จังหวัดระยอง

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ในกลุ่มปู ซึ่งประกอบด้วย ปูเสฉวน และปูหิน (ภาพที่ 4) พบว่าในช่วง 47-75 วัน หลังเหตุการณ์ มีการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ค่อนข้างสูงในปูเสฉวนและปูหิน ซึ่งมีค่า 13.61 และ 4.27 µg/g dry weight ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาผ่านไปการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีแนวโน้มที่ลดลง ทั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนการลดลงของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ปนเปื้อนภายในปู พบว่า ปูหิน สามารถลดการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนได้ถึง 87%ในช่วงระยะเวลา 137 วัน จากการปนเปื้อนเริ่มแรก โดยใน 1 วัน มีสัดส่วนการลดหายไปของรปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนอยู่ที่ประมาณ 0.6% ส่วนปูเสฉวนนั้น ใช้เวลาถึง 647 วัน จึงจะสามารถลดการปนเปื้อนของปิโตรเลียมได้ 89% โดยสัดส่วนการลดลงต่อวันมีค่าอยู่ที่ประมาณ 0.1%



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงตามเวลาของการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในกลุ่มปู บริเวณพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบ (อ่าวพร้าว) จากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล ในปี พ.ศ. 2556 จังหวัดระยอง

ในภาพรวมของการฟื้นฟูตัวเองในสัตว์ทะเลกลุ่มปลา หอย และปู จะเห็นได้ว่าสัตว์ทะเลทั้ง 3 กลุ่ม มีความสามารถในการฟื้นฟูตัวเอง โดยแสดงให้เห็นจากการลดลงของค่าการปนเปื้อนภายในร่างกาย ซึ่งมีสัดส่วนไม่เกิน 1% ต่อวัน ยกเว้นปลาสลิดหินเทาหางขาว ที่สามารถฟื้นฟูตัวเองให้กลับสู่สภาวะปกติได้อย่างรวดเร็วกว่าสัตว์ทะเลชนิดอื่น ๆ (6.7% ต่อวัน)

วิจารณ์ผลการวิจัย

การสะสมของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสัตว์ทะเล

กลุ่มปลาในแนวปะการัง

การติดตามตรวจสอบการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในปลาในช่วง 340 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล พบว่าค่าการปนเปื้อนในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก (สถานีที่ 1 อ่าวพร้าว) และน้อย (สถานีที่ 2 - 7) จะมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน เนื่องจากพบค่าการปนเปื้อนที่สูงในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย ซึ่งเกิดจากการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ทั้งด้านการขนส่งทางน้ำ และกิจกรรมการท่องเที่ยวต่าง ๆ โดยในพื้นที่ท่าเทียบเรือพบการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ค่อนข้างสูงในปลาเห็ดโคน ส่วนในพื้นที่แหล่งท่องเที่ยว อาทิ อ่าววงเดือน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีกิจกรรมการท่องเที่ยวที่หลากหลายที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน นอกจากนี้ การปนเปื้อนในปลามีค่าสูงสุดในช่วง 75 วัน หลังจากการเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล ผลการศึกษาพบว่าการปนเปื้อนในกลุ่มปลาสลิดหินบั้งหางมนที่ค่อนข้างสูง มีค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน 1.69 – 26.80 µg/g dry weight ซึ่งมีค่าการปนเปื้อนสูงกว่าในทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษา จึงสามารถบ่งบอกได้ว่า ค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมที่ปนเปื้อนอยู่ในเนื้อปลา มาจากการได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำมันดิบที่รั่วไหลลงสู่ทะเล โดยเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Chububpha (2016) ที่พบค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ดังกล่าวในช่วง 47 วัน 63 วัน และ 75 วัน มีค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมเท่ากับ 9.96, 1.60 และ 0.57 µg/L ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าแนวโน้มการลดลงของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในน้ำทะเล แต่สำหรับปลาในแนวปะการังที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นยังคงมีค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมที่สูง เนื่องจากกลุ่มปลาที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังต้องใช้เวลาในการบำบัดตัวเองเพื่อลดค่าการปนเปื้อนภายในร่างกายเพื่อให้เข้าสู่สภาวะปกติต่อไป

ส่วนการติดตามตรวจสอบการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในปลาในช่วง 47 - 836 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์ในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก (อ่าวพร้าว) พบว่า การปนเปื้อนในปลาจะมีค่าสูงในช่วง 75 วันแรก และมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ จนเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนกรกฎาคม; 340 วัน) การปนเปื้อนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เกิดจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีคลื่นและลมที่รุนแรง สามารถทำให้ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ปนเปื้อนอยู่ในดินตะกอนกลับเข้าสู่มวลน้ำได้ ซึ่งสะท้อนถึง บทบาทของมรสุมมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในพื้นที่ได้ (Ariani *et al.*, 2016) นอกจากนี้ ยังพบอีกว่าปลาที่ได้รับการปนเปื้อนจากปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนสามารถบำบัดตัวเองให้เข้าสู่สภาวะปกติได้ อาทิ ปลาผีเสื้อแปดขีด มีค่าการปนเปื้อนสูงถึง 26.80 µg/g dry weight ในช่วง 75 วัน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 761 วันระดับของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีค่าลดลงเหลือเพียง 0.98 µg/g dry weight

ผลการศึกษาในภาพรวม การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในปลาตามฤดูกาล พบว่า พื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากมีค่าการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก (อ่าวพร้าว) ในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีความแตกต่างกันกับหลังฤดูมรสุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.04$) ส่วนในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย พบการปนเปื้อนในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีความแตกต่างจากในช่วงหลังฤดูมรสุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.02$)

กลุ่มหอยในแนวปะการัง

การติดตามตรวจสอบการปนเปื้อนในช่วง 340 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล ในภาพรวมพบว่าในภาพรวมค่าการปนเปื้อนในหอยในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากมีค่าสูงกว่าพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อยเพียงเล็กน้อย โดยพบการปนเปื้อนในหอยแมลงภู่มีค่าสูงสุด 26.09 µg/g dry weight ในช่วง 75 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในปลาในแนวปะการัง นอกจากนี้ ผลการศึกษาการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนพบค่าสูงถึง 36 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Kan-atireklap and Kan-atireklap (2019) ที่พบค่าการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในหอยแมลงภู่ จังหวัดระยอง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.30 – 0.71 µg/g dry weight

ส่วนการติดตามการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในหอยในช่วง 47 - 836 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์ในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก พบว่า การปนเปื้อนในหอยจะมีค่าสูงในช่วง 75 วันแรก และมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ จนเมื่อเข้าสู่ช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนเมษายน ; 271 วัน) การปนเปื้อนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากกิจกรรมการท่องเที่ยวในพื้นที่ นอกจากนี้ กลุ่มหอยในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก (อ่าวพร้าว) จากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มหอยในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย โดยรอบเกาะเสม็ด ในด้านการบำบัดตัวเองของหอย พบว่าพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากสามารถบำบัดตัวเองให้กลับสู่สภาวะปกติหรือมีค่าใกล้เคียงกับพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย อาทิ หอยแมลงภู่ ในช่วง 75 วันหลังจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล มีค่าจาก 26.09 µg/g dry weight เป็น 0.16 µg/g dry weight ในช่วง 340 วัน

เมื่อพิจารณาค่าการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในหอยตามแต่ละช่วงฤดูกาล พบว่า พื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากมีค่าการปนเปื้อนในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีความแตกต่างจากในช่วงฤดูมรสุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.01$)

กลุ่มปูในแนวปะการัง

การติดตามการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ในช่วง 340 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล พบว่าในภาพรวมค่าการปนเปื้อนในปูในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากมีค่าสูงกว่าพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อยเพียงเล็กน้อย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลจากเหตุการณ์น้ำมันรั่ว โดยพบการปนเปื้อนสูงสุดในช่วง 47 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์ในพื้นที่ที่คาดว่ามีผลกระทบมาก ซึ่งสอดคล้องกับการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในปลาและหอยในแนวปะการัง นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาในพื้นที่อ่าวพร้าว ซึ่งเป็นพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล พบว่าปูมีค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมที่สูง ในช่วง 47 - 75 วัน ทั้งนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าการปนเปื้อนในน้ำ บริเวณโดยรอบเกาะเสม็ด การศึกษาของสาวิตรี (2559) พบว่าในช่วงเวลาเดียวกันพื้นที่อ่าวพร้าวมีค่าสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ รอบเกาะเสม็ด ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่าการปนเปื้อนในดินตะกอน ที่พบค่าสูงในช่วงเวลาเดียวกัน เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Samuchchanon (2016) ที่ทำการศึกษาปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในดินตะกอน พบว่า ในพื้นที่อ่าวพร้าวในช่วงเวลาดังกล่าวมีค่าสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ รอบเกาะเสม็ด และยังพบอีกว่า กลุ่มปูมีความสามารถในการบำบัดตัวเองเพื่อให้กลับคืนสู่สภาวะปกติได้ หลังเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลได้ เช่น ปูเสฉวนทะเล ในช่วง 47 วัน มีการปนเปื้อนจาก 13.61 µg/g dry weight เป็น 1.45 µg/g dry weight ในช่วง 647 วัน

เมื่อพิจารณาค่าการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในปูตามฤดูกาล พบว่า พื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากมีค่าการปนเปื้อนในช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีความแตกต่างกันกับหลังฤดูมรสุม มีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.03$)

ผลการศึกษาในภาพรวม การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสัตว์ทะเลในภาพรวมของพื้นที่ที่ศึกษาสามารถพบค่าสูงได้ในช่วง 89 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล (0.03 - 26.80 µg/g dry weight) และมีค่าลดต่ำลงในช่วงหลังจากนี้ (0.02 - 2.84 µg/g dry weight) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Samuchchanon (2016) โดยพบค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในน้ำในช่วง 89 วัน หลังเกิดเหตุการณ์มีค่าอยู่ในช่วง 0.08 - 9.96 µg/l และลดต่ำลงในช่วงเวลาต่อมา (0.81 - 1.91 µg/L) สำหรับในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย กลับมีค่าการปนเปื้อนในพื้นที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวนั้น มีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่จากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่สูง ทั้งในด้านการท่องเที่ยว อาทิ การมีโรงแรมและร้านอาหาร อยู่ในทุก ๆ สถานีที่เก็บตัวอย่าง โดยเฉพาะสถานีที่ 6 อ่าววงเดือน ซึ่งเป็นหาดสาธารณะที่มีนักท่องเที่ยว และเรือจำนวนมาก จึงทำให้ค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสัตว์ทะเลที่เก็บจากบริเวณนี้มีค่าค่อนข้างสูง รวมทั้งในด้านการการคมนาคมของสถานีที่ 3 ท่าเรือหน้าด่าน ซึ่งเป็นจุดรับ-ส่งหลักของเกาะเสม็ด ที่มีเรือโดยสารมาจอดเทียบท่าเป็นจำนวนมากต่อวัน จึงส่งผลให้สัตว์ทะเลที่เก็บจากบริเวณนี้มีค่าสูงเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนของกลุ่มสัตว์ทะเลในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (มิถุนายน – กันยายน) ซึ่งพบว่ามีค่าสูงกว่าในช่วงหลังฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ตุลาคม–มกราคม) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Chububpha (2016) และ Samuchchanon (2016) ที่ทำการศึกษาปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำและดินตะกอนในช่วงฤดูเดียวกัน และสอดคล้องกับการศึกษาของ Chunharat (2015) ที่พบค่า PAHs ในปลาดอกหมากในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 (9.56 µg/g dry weight) มีค่าสูงกว่าในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 (3.95 µg/g dry weight) และพบการเพิ่มขึ้นของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ปนเปื้อนอยู่ในปูม้าในช่วงมรสุมเช่นเดียวกัน

การเปลี่ยนแปลงของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสัตว์ทะเล

จากเหตุการณ์การรั่วไหลของน้ำมันดิบลงสู่ทะเล และพัดคราบน้ำมันเข้าสู่บริเวณพื้นที่อ่าวพร้าว ซึ่งคาดการณ์ได้ว่าสัตว์ทะเลที่อาศัยอยู่ในบริเวณพื้นที่นี้จะได้รับการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจนทำให้มีค่าสูงมาก โดยได้ทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในกลุ่มสัตว์ทะเลตั้งแต่ 47 - 836 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์ ซึ่งพบว่ามีค่าสูงในช่วง 47 - 89 วัน และมีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไป แสดงให้เห็นว่า สัตว์ทะเลมีความสามารถในการฟื้นฟูตัวเองเพื่อเอาตัวรอด ซึ่งสัตว์ทะเลแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการฟื้นฟูที่แตกต่างกัน โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้คัดเลือกสัตว์ทะเลเพื่อทำการศึกษาถึงระยะเวลาที่สัตว์ทะเลแต่ละชนิดใช้ฟื้นฟูตัวเองเพื่อลดค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในร่างกาย ซึ่งจะใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) เพื่อสร้างสมการที่จะใช้ในการประเมินระยะเวลาที่สัตว์ทะเลแต่ละกลุ่มต้องใช้ในการฟื้นตัว ซึ่งได้จำแนกผลตามกลุ่มสัตว์ทะเลและชนิด ดังนี้

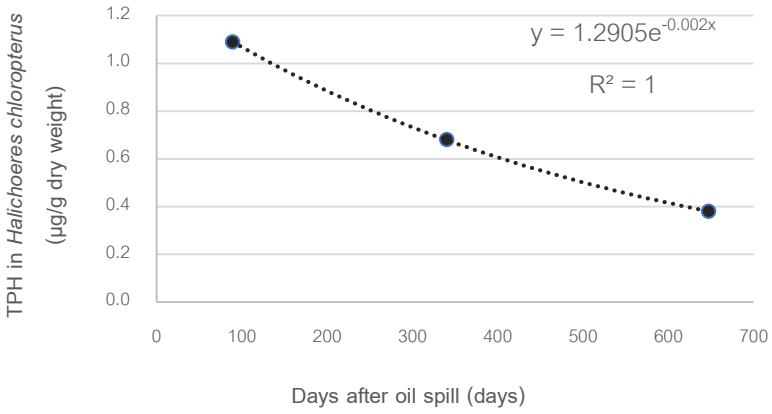
ปลานกขุนทองสีเขียวอ่อน (Halichoeres chloropterus)

เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมของปลานกขุนทองสีเขียวอ่อน (*Halichoeres chloropterus*) จากการเก็บตัวอย่างภายหลังจากการเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล 89, 340 และ 647 วัน พบค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมเท่ากับ 1.09, 0.68 และ 0.38 µg/g dry weight ตามลำดับ โดยมีค่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 1 จากสมการ $Y = 1.2905e^{-0.002x}$ โดยกำหนดให้ Y = ค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในปลานกขุนทองสีเขียวอ่อน (*Halichoeres chloropterus*) ที่มีค่าน้อยที่สุดที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งมีค่า 0.08 µg/g dry weight ในสถานีที่ 7 อ่าวกิ่ว

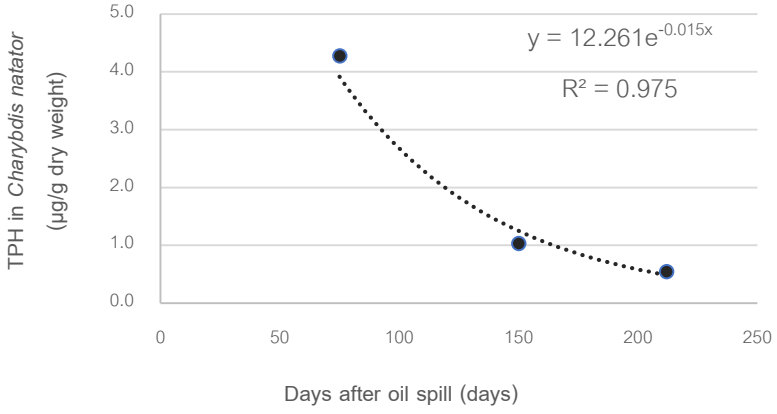
ซึ่งเป็นสถานีที่ได้รับผลกระทบน้อยจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล เมื่อนำสมการที่ได้มาคำนวณหาค่าเวลาที่ใช้ในการบำบัดตัวเองของปลาชนิดนี้พบว่า จะต้องใช้เวลาถึง 1,389 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่ว ปลานกขุนทองสีเขียวอ่อน (*Halichoeres chloropterus*) ถึงจะมีค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมกลับสู่สภาวะปกติ (ภาพที่ 5)

ปูหิน (Charybdis natator)

เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมของปูหิน (*Charybdis natator*) จากการเก็บตัวอย่างภายหลังจากการเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล 75 150 และ 212 วัน พบค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมเท่ากับ 4.27 1.03 และ 0.54 µg/g dry weight ตามลำดับ โดยมีค่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) = 0.975 จากสมการ $Y = 12.261e^{-0.015x}$ โดยกำหนดให้ Y = ค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในปูหิน (*Charybdis natator*) ที่มีค่าน้อยที่สุดที่ได้จากสถานีที่ได้รับผลกระทบน้อยจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล ซึ่งมีค่า 0.41 µg/g dry weight เมื่อนำสมการที่ได้มาคำนวณหาค่าเวลาที่ใช้ในการบำบัดตัวเองของปูชนิดนี้พบว่า จะต้องใช้เวลาถึง 226 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่ว ปูหิน (*Charybdis natator*) ถึงจะมีค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมกลับสู่สภาวะปกติ (ภาพที่ 6) นอกจากนี้ จะเห็นได้ว่าปูหินมีระยะเวลาในการบำบัดตัวเองที่รวดเร็วกว่าปลานกขุนทองสีเขียวอ่อนอยู่เกือบ 50 เท่า



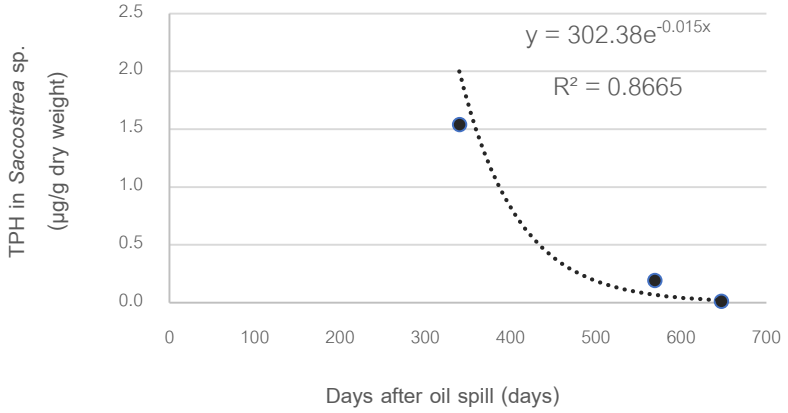
ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในปลานกขุนทองสีเขียวอ่อน (*Halichoeres chloropterus*) ในสถานีที่ 1 อ่าวพร้าว



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในปูหิน (*Charybdis natator*) ในสถานีที่ 1 อ่าวพร้าว

หอยนางรม (Saccostrea sp.)

เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในหอยนางรม (*Saccostrea* sp.) จากการเก็บตัวอย่างภายหลังจากการเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล 340 569 และ 647 วัน พบค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมเท่ากับ 1.54, 0.19 และ 0.01 µg/g dry weight ตามลำดับ โดยมีค่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) = 0.8665 จากสมการ $Y = 302.38e^{-0.015x}$ โดยกำหนดให้ Y = ค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในหอยนางรม (*Saccostrea* sp.) ที่มีค่าน้อยที่สุดที่ได้จากสถานีที่ได้รับผลกระทบน้อยจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล ซึ่งมีค่าไม่สามารถตรวจวัดค่าได้ (ND) จึงกำหนดค่าแทนที่ 0.01 µg/g dry weight เมื่อนำสมการที่ได้มาคำนวณหาค่าเวลาที่ใช้ในการบำบัดตัวเองของหอยชนิดนี้พบว่า จะต้องใช้เวลาถึง 687 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่ว หอยนางรม (*Saccostrea* sp.) ถึงจะมีค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมกลับสู่สภาวะปกติ (ภาพที่ 7) นอกจากนี้ จะเห็นได้ว่าหอยนางรมมีระยะเวลาในการบำบัดตัวเองที่ช้ากว่าปูหินประมาณ 3 เท่า แต่เร็วกว่าปลานกขุนทองสีเขียวอ่อนประมาณ 2 เท่า



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในหอยนางรม (*Saccostrea* sp.) ในสถานีที่ 1 อ่าวพร้าว

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในกลุ่มสัตว์ทะเล หลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลลงสู่ทะเล ทำให้ทราบถึงความสามารถในการฟื้นฟูตัวเองของสัตว์ทะเลแต่ละชนิด โดยพบว่า ปลานกขุนทองสีเขียวอ่อน (*Halichoeres chloropterus*) ใช้ระยะเวลาในการบำบัดตัวเองอย่างน้อย 1,389 วัน (R^2 = 1) ในขณะที่ ปูหิน (*Charybdis natator*) ใช้ระยะเวลาบำบัดประมาณ 266 และ 687 วัน (R^2 = 0.987) และ หอยนางรม (*Saccostrea* sp.) ใช้ระยะเวลาบำบัดประมาณ 687 วัน (R^2 = 0.930) ทั้งนี้ อัตราการสะสม (Accumulation rate) และอัตราการปลดปล่อย (Release rate) ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสัตว์ทะเลจะมีความแตกต่างกันตามแต่ละกลุ่มของสัตว์ทะเล รวมทั้งยังขึ้นอยู่กับขนาด ช่วงอายุ ลักษณะการกินอาหาร และแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเลด้วย (Neff *et al.*, 1976)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในสัตว์ทะเล หลังเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล ในพื้นที่เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ในกลุ่มสัตว์ทะเลที่พบในพื้นที่ 3 กลุ่ม ได้แก่ ปลา หอย และปู ซึ่งผลการศึกษาในภาพรวมพบการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสัตว์ทะเลในบริเวณพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมาก และพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบน้อย ในช่วง 340 วัน มีค่าอยู่ในช่วง 0.03 - 26.80 และ ND - 22.74 µg/g dry weight ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่ในช่วงระยะแรกมีแนวโน้มการปนเปื้อนที่ลดลงในช่วง 89 วัน อย่างไรก็ตาม

การมีค่าที่เพิ่มสูงขึ้นของการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนสามารถเกิดขึ้นได้อีกครั้งในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว

การติดตามการเปลี่ยนแปลงการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในสัตว์ทะเลในพื้นที่ที่คาดว่าได้รับผลกระทบมากจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล (พื้นที่อ่าวพร้าว) ในช่วง 569 - 836 วัน พบการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในกลุ่มปลา โดยมีค่าที่ค่อนข้างสูง (0.02 - 2.84 µg/g dry weight) ในปลาอมไข่ (*Apogon cookii*) รองลงมาคือ ในปลาสลิดหิน (*Pomacentrus adelus*) สำหรับกลุ่มหอย มีการปนเปื้อนในช่วง 0.01 - 3.13 µg/g dry weight พบการปนเปื้อนสูงสุดในหอยนางรม (*Saccostrea* sp.) ส่วนกลุ่มปู พบการปนเปื้อนในปูเสฉวน และปูหิน ซึ่งมีค่า 1.45 และ 0.12 µg/g dry weight ตามลำดับ

การบำบัดของสัตว์ทะเลกลับเข้าสู่สภาวะปกติหลังจากการได้รับการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวม ผลการติดตามพบว่า ปลานกขุนทองสีเขียวอ่อน (*Halichoeres chloropterus*) ใช้ระยะเวลาในการบำบัดตัวเองอย่างน้อย 1,389 วัน (R^2 = 1) ในขณะที่ ปูหิน (*Charybdis natator*) ใช้ระยะเวลาบำบัดประมาณ 266 และ 687 วัน (R^2 = 0.987) และหอยนางรม (*Saccostrea* sp.) ใช้ระยะเวลาบำบัดประมาณ 687 วัน (R^2 = 0.930)

ภาพรวมของการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีแนวโน้มลดลงหลังจากได้รับผลกระทบในช่วง 89 วัน หลังจากเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล นอกจากนี้ยังพบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนได้อีกครั้งในช่วงฤดูมรสุมและฤดูกาลท่องเที่ยว อย่างไรก็ตาม สัตว์ทะเลในพื้นที่เกาะเสม็ดมีศักยภาพในการบำบัดตัวเองให้เข้าสู่สภาวะปกติได้ด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ได้จัดสรรทุนอุดหนุนงานวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณทีมนิสิตจากห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล และห้องปฏิบัติการวิจัยดินตะกอนและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง ที่ให้ความร่วมมือในการออกสำรวจทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในภาคสนามเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Ariani, F., Effendi, H., & Suprihatin. (2016). *Water and sediment oil content spread in Dumai coastal waters, Riau Province, Indonesia*. Egyptian *Journal of Aquatic Research,* 42, 411-416.

Bo, J., Zheng, R., Kuang, W., Hong, F., Xie, Q., & Zhang, Y. (2017). The use of rockfish Sebastiscus marmoratus as a sentinel species to assess petroleum hydrocarbons pollution: a case study in Quanzhou Bay, China. *Marine Pollution Bulletin*, *124*, 984–992.

Chububpha. S. (2016). *Petroleum Hydrocarbon Contamination in Seawater of Coastal area, Rayong Province*. Master of Degree Thesis. Kasetsart University, Bangkok Province. (in Thai)

Chunharat, S. (2015). *Effects of Petroleum Hydrocarbon in Map Ta Phut Industrial Estate, Rayong Province*. Doctor of Philosophy Degree Thesis, Kasetsart University, Bangkok Province. (in Thai)

Kan-atireklap, S., & Kan-atireklap, S. (2019). *Contamination of Petroleum Hydrocarbons in Bivalve Along the Coastal Areas of Thailand*. Teachnical paper no.1/2019. Department of Marine and Coastal Recourses, Ministry of Natural Recourses and Environment.

Liu, Y., Ding, A., Sun, Y., Xia, X., & Zhang, D. (2018). Impacts of n-alkane concentration on soil bacterial community structure and alkane monooxygenase genes abundance during bioremediation processes. *Frontiers of Environmental Science & Engineering, 12*, 3.

Neff, J., Cox, B., Dixit, D. & Anderson, J. (1976). Accumulation and Release of Petroleum-Derived Aromatic Hydrocarbons by Four Species of Marine Animals. *Marine Biology*, *38*, 279-289.

Phukaokaew, S., Sukhsangchan, C., & Meksumpun, S. (2014) Petroleum hydrocarbon's quantity and impact on soldier crab after crude oil spilled hits Ao Phrao beach, Koh Samet, Rayong Province. *In The 53th Kasetsart University Annual Conference*, 1263-1270.

Pollution Control Department. (2010). Prediction of the oil spills movement to impact on natural resources and management. Water Quality Management Bureau, Pollution Control Department, Bangkok. (in Thai)

Samuchchanon. S. (2016). *Petroleum Hydrocarbon Contamination in Sediment: A Case Study of the Oil Spill into the Marine Environment, Rayong Province*. Master of Degree Thesis. Kasetsart University, Bangkok Province. (in Thai)

Sanguansin. J. (2005). *Guides for Study on the Petroleum Hydrocarbon in Marine Ecosystem*. The department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)

Sanguansin, J., Kan-atireklap, S., B. Kan-atireklap, S., & Bantivivatkul, S. (2005). *Study on Bioaccumulation of Petroleum Hydrocarbon Compounds by Some Marine Benthic Organisms*. Teachnical paper no.7/2005, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperative. (in Thai)

Tolosa, I., Mora, S., Fowler , S., Villeneuve, J., Bartocci, J., & Cattini, C. 2005. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in marine biota and coastal sediments from the Gulf and the Gulf of Oman. *Marine Pollution Bulletin, 50,* 1691-1633.

Wang, S., Liu, G.,Yuan, Z., & Lam, P. (2019). Occurrence and trophic transfer of aliphatic hydrocarbons in fish species from Yellow River Estuary and Laizhou Bay, China . *Science of the Total Environment*, *696,* 134037, 1-11.