ระดับกัมมันตภาพรังสีธรรมชาติในดินตะกอนบริเวณอ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี ประเทศไทย

Natural Radioactivity Levels in Sediment Collected in Pattani Bay Pattani Province, Thailand

ไมมูน อินตัน[1*] ไซนับ ดอเลาะ[1] และ โรสลีนา อนันตนุกูลวงศ์[1]

Maimoon Intan[1*], Sainap Doloh[1] and Roseleena Anantanukulwong[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดระดับกัมมันตภาพรังสีที่สะสมในดินตะกอนบริเวณอ่าวปัตตานี และเปรียบเทียบค่าที่ได้กับค่าเฉลี่ยมาตรฐานดินตามรายงานของ UNSCEAR (2008) โดยเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณอ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี จำนวน 7 สถานี ใน 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝน และฤดูร้อน วิเคราะห์กัมมันตภาพรังสีด้วยเครื่องแกมมาสเปกโตรมิเตอร์ โดยเลือกใช้หัววัดรังสีชนิดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง ปรับเทียบโดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานดิน (IAEA Soil 6) ผลการวิเคราะห์พบนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ ได้แก่ โพแทสเซียม-40 ยูเรเนียม-238 และทอเรียม-232 ในฤดูร้อนมีค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 803.29 ± 107.16, 59.93 ± 16.13 และ 79.47 ± 12.44 เบคเคอเรลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และฤดูฝน 648.78± 212.46, 44.42 ± 20.42 และ 66.20 ± 30.16 เบคเคอเรลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยตามรายงานของ UNSCEAR (2008) คือ 412, 35 และ 45 เบคเคอเรลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การคำนวณค่าบ่งชี้ความเป็นอันตรายของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ

คำสำคัญ: อ่าวปัตตานี ตะกอนดิน นิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ แกมมาสเปกโตรมิเตอร์

Abstract

This research aimed to measure radioactivity levels in marine sediment collected in some areas of Pattani Bay and compare with world average values of those in soil reported by UNSCEAR (2008). Sediment samples were collected from 7 sites along the seashore of Pattani Bay, Pattani province during the summer and rainy seasons. Radioactivity was analysed using gamma spectrometer with a high purity germanium detector (HPGe) using IAEA Soil 6 as a reference material. The detected radionuclides were related to the naturally occurring isotopes ^{40}K, ^{238}U and ^{232}Th. The average values of specific actives of ^{40}K, ^{238}U and ^{232}Th are: 803.29 ± 107.16, 59.93 ± 16.13 and 79.47 ± 12.44 Bq/kg, respectively (summer season), and 648.78 ± 212.46, 44.42 ± 20.42 and 66.20 ± 30.16 Bq/kg, respectively (rainy season). It was

[1] อ.,สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ยะลา 95000

[1] Lecturer, Department of Physics, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Yala, 95000

[*] Corresponding author : Tel. 087-2950665, Email address: maimoon.i@yru.ac.th

(Received: March 4, 2020; Revised: April 4, 2020; Accepted: April 22, 2020)

found that, their hazard indices were higher than the UNSCEAR (2008)'s reported values of 412, 35 and 45 Bq/kg for ^{40}K, ^{238}U and ^{232}Th, respectively. However, the values of hazard index of natural radionuclides in sediment samples were found at the normal level.

Keywords: Pattani Bay, Sediment, Natural Radionuclide, Gamma Ray Spectrometer

บทนำ

อ่าวปัตตานีเป็นพื้นที่ริมฝั่งทะเล สันนิษฐานว่าเดิมเกิดขึ้นจากสันทรายแล้วกลายเป็นแหลมยื่นออกไปในทะเลขนานกับแผ่นดิน เรียกกันว่า "แหลมโพธิ์" ซึ่งมีความยาวประมาณ 22 กิโลเมตร ในอ่าวปัตตานีมีพื้นที่ราว 75 ตารางกิโลเมตร เหมาะสมต่อการประมงขนาดเล็กแบบยังชีพของชาวบ้าน จะมีลำน้ำสองสายที่ไหลสู่อ่าวปัตตานี คือ แม่น้ำปัตตานีและคลองยะหริ่งระบบไหลเวียนน้ำภายในอ่าวที่ผสมผสานกันระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็มและน้ำกร่อย เป็นระบบนิเวศแบบทะเลตมและป่าชายเลน ตะกอนดินจากปากน้ำที่ไหลลงอ่าวปัตตานีทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ มีสัตว์น้ำที่เป็นแหล่งอาหารจำนวนมากภายในอ่าว ส่วนลำน้ำที่สำคัญอีกสายหนึ่งคือคลองหนองจิกไหลลงสู่ทะเลที่ทางตะวันตกของอ่าวปัตตานี ความสำคัญของแม่น้ำปัตตานีคือเป็นแหล่งน้ำที่มีการตั้งถิ่นฐานของชุมชนขนาดใหญ่เล็กจำนวนมากพึ่งพาลำน้ำสายนี้ โดยทางกายภาพมีการปรับและเปลี่ยนแปลงมาตามลำดับทั้งที่โดยธรรมชาติและการเปลี่ยนแนวทางเดินของน้ำโดยมนุษย์ ปัจจุบันแม่น้ำปัตตานีไหลผ่านอำเภอเบตง กิ่งอำเภอธารโต อำเภอบันนังสตา อำเภอเมืองยะลา อำเภอยะรัง อำเภอหนองจิก ออกสู่ปากอ่าวที่ตำบลสะบารัง อำเภอเมืองปัตตานีสายหนึ่งและสายน้ำแยกไปออกที่ตำบลบางตาวา อำเภอหนองจิกอีกสายหนึ่ง ความยาวราว 210 กิโลเมตร จากการทับถมของตะกอนจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ข้างต้น ส่งผลให้อ่าวตื้นเขินขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้สัตว์น้ำบางส่วนอพยพออกสู่ทะเลลึก ทำให้ส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจที่สำคัญทั้งต่อชุมชนรอบอ่าวและต่ออุตสาหกรรมการประมง [1] จากการสอบถามชาวประมงในพื้นที่พบว่า สภาวะความเสื่อมโทรมที่เกิดแสดงอย่างชัดเจนจากการที่มีการอพยพออกของประชากรในชุมชน เพื่อไปประกอบอาชีพยังพื้นที่อื่นในประเทศเพื่อนบ้าน นับเป็นหลักฐานที่จะสามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ในอดีตได้เป็นอย่างดี [1] หากมีการวิเคราะห์ระดับกัมมันตภาพรังสีธรรมชาติในดินตะกอน [2-3] บริเวณอ่าวปัตตานี จะสามารถเป็นข้อมูลที่เฝ้าระวังสภาพแวดล้อมชายฝั่งทะเลอ่าวไทยบริเวณจังหวัดปัตตานีได้ [1]

เนื่องจากว่าตะกอนดินเมื่ออยู่ลึกลงไปใต้ดินจะได้รับปริมาณรังสีจากรังสีในธรรมชาติที่แผ่ออกมาจากธาตุในดินที่มาจากอัตราการแผ่กัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติและไอโซโทปรังสีที่มีกำเนิดมาพร้อมโลก ได้แก่ ธาตุยูเรเนียม ทอเรียม และโพแทสเซียม ซึ่งทั้ง 3 ธาตุนี้จะสลายตัวตามหลักครึ่งชีวิต (Half-life) และยังมีค่าครึ่งชีวิตยาวจึงยังมีปรากฏอยู่ในโลกจนถึงทุกวันนี้ ในระหว่างการสลายตัวจะแผ่รังสีออกมาในปริมาณต่าง ๆ กันอาจออกมาในรูปของรังสีแอลฟา เบต้า และแกมมา ธาตุดังกล่าวเป็นไอโซโทปรังสีที่มีการสลายตัวต่อเนื่องเป็นห่วงโซ่เรียกว่าอนุกรมและจะไปสิ้นสุดที่ไอโซโทปที่เสถียรมีอยู่ 4 อนุกรม [4]

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดทำงานวิจัยนี้โดยมีเป้าหมายเพื่อตรวจวัดนิวไคลด์กัมมันตรังสีและรวบรวมเป็นฐานข้อมูลนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่สะสมในดินตะกอนบริเวณส่วนหนึ่งของอ่าวไทย เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลต่อการสะสมของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติในดินตะกอน โดยข้อมูลที่ได้นี้จะสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลบริเวณนี้ในอนาคตได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์

วัสดุ

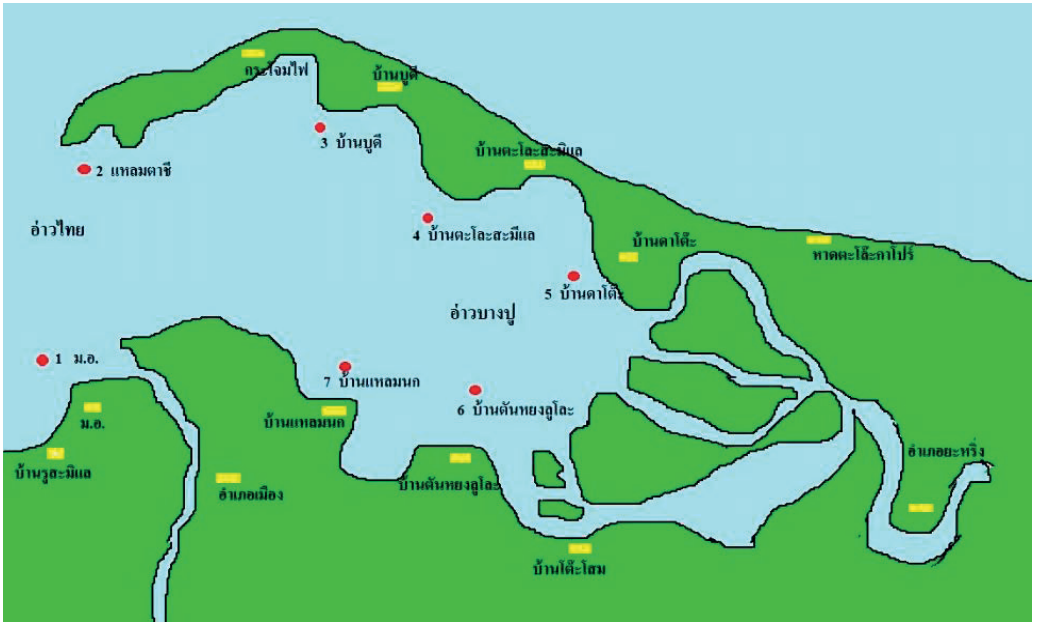
1) สารรังสีมาตรฐานในรูปของแข็ง สำหรับปรับเทียบสเปกตรัม
2) สารรังสีมาตรฐานดิน (IAEA Soil 6)
3) ตัวอย่างตะกอนดินอ่าวปัตตานี
4) พลาสติกบรรจุตัวอย่าง
5) ภาชนะพลาสติกรูปทรงกระบอก

อุปกรณ์

1) ตู้อบความร้อน
2) โกร่งบดดิน
3) เครื่องชั่งดิจิตัล ความละเอียด 0.001 กรัม
4) ตะแกรงร่อนขนาด 212 ไมโครเมตร
5) ระบบวัดแกมมาสเปกโตรมิเตอร์ประกอบด้วย หัววัดรังสีชนิดเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์สูง (High Purity Germanium, HPGe; Canberra, Model GC1319 USA) พร้อมโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมา (Canberra, Genie2k Software Version 2.1, USA)
6) ถ้ำกำบังรังสีภูมิหลัง (Canberra, Model 747, USA)

การเก็บและเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณอ่าวปัตตานีตั้งแต่สถานีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.) แหลมตาชี บ้านบูดี ดาโต๊ะ ตะโล๊ะสะมิแล ตันหยงลูโล๊ะ และแหลมนก จังหวัดปัตตานี จำนวน 7 สถานี (ภาพที่ 1) ใน 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝน และฤดูร้อน โดยทำการเก็บตัวอย่างแบบผิวหน้าดินตะกอน (Ekman Dredge Grab) ความลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร ซึ่งแต่ละจุดห่างจากชายฝั่ง 1 กิโลเมตร จะได้ตัวอย่างประมาณ 3-5 กิโลกรัม (ภาพที่ 2 (ก) และ (ข)) นำตัวอย่างดินตะกอนผึ่งไว้ที่อุณหภูมิห้อง และนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิทนำไปร่อนด้วยตะแกรงขนาด 212 ไมโครเมตร หลังจากนั้นนำตัวอย่างดินตะกอนที่ร่อน บรรจุลงในภาชนะรูปทรงกระบอกที่มีความสูงเท่ากันกับขนาดของสารมาตรฐานดิน (IAEA Soil 6) และบันทึกน้ำหนักที่ได้ หลังจากนั้นปิดฝาให้แน่นและห่อหุ้มด้วยเทปพันสายไฟสีดำ โดยต้องระวังไม่ให้มีการไหลเข้าออกของอากาศได้ ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 วัน เพื่อให้เข้าสู่สมดุลทางรังสีแบบถาวร (Radioactive Secular Equilibrium) ระหว่างเรดอนและลูกหลานที่มีครึ่งชีวิตสั้นของเรดอน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 บริเวณและสถานที่เก็บตัวอย่างดินตะกอน บริเวณอ่าวปัตตานี

(ก)

(ข)

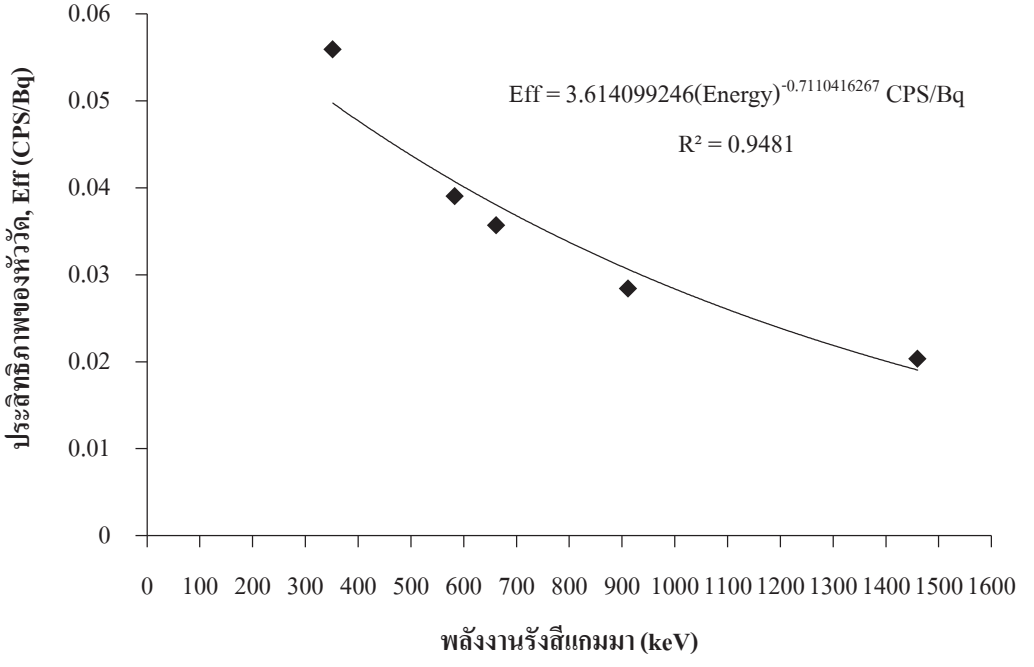
(ค)

(ง)

ภาพที่ 2 การเก็บตัวอย่างดินตะกอน (ก) การเก็บตัวอย่างแบบผิวหน้าดินตะกอน (ข) ดินตะกอนอ่าวปัตตานี (ค) การร่อนตัวอย่าง (ง) การบรรจุตัวอย่างบรรจุในภาชนะรูปทรงกระบอก

การตรวจวัดตัวอย่าง

นำตัวอย่างดินที่เข้าสู่สมดุลทางรังสีส่งตรวจวัดสเปกตรัมรังสีแกมมาด้วยเครื่องแกมมาสเปกโทรมิเตอร์โดยใช้วัดเจอร์เมียมบริสุทธิ์สูง (High Purity Germanium, HPGe; Canberra, Model GC1319 USA) ซึ่งอยู่ภายในถ้ำกำบังรังสีภูมิหลัง (Canberra, Model 747, USA) หัววัดจะเชื่อมต่อกับเครื่องวิเคราะห์แบบหลายช่อง (MCA 8192 ช่อง Canberra Model Inspector 2000, USA) และวิเคราะห์ยอดพลังงานรังสีแกมมาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Canberra, Genie2k Software Version 2.1, USA) หัววัดรังสีแกมมามีประสิทธิภาพสัมพัทธ์เท่ากับ 13.9% และมีกำลังแยกเท่ากับ 1.75 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ที่พลังงานรังสีแกมมา 1332 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ และมีอัตราส่วนระหว่างยอดพลังงานต่อฐานคอมพ์ตันเท่ากับ 44.8 : 1 [5] ที่ห้องปฏิบัติการเฉพาะด้านหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ซึ่งทำการปรับเทียบเครื่องมือโดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานดิน (IAEA Soil 6) ความสูง 2.12 เซนติเมตร เป็นตัวปรับเทียบมาตรฐานเพื่อให้ได้ค่าประสิทธิภาพของหัววัดเท่ากับ $Eff = 3.614099246(Energy)^{-0.7110416267}$ CPS/Bq ดังภาพที่ 3 และคำนวณค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในตัวอย่างดินตะกอน บริเวณอ่าวปัตตานีจำนวน 14 ตัวอย่าง โดยทำการตรวจวัดรังสีแกมมาใช้เวลาในการตรวจวัด 7,200 วินาที ต่อ 1 ตัวอย่าง



ภาพที่ 3 ประสิทธิภาพหัววัดรังสีชนิด HPGe โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตราฐานดิน IAEA Soil 6

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำสเปกตรัมดินตะกอนไปวิเคราะห์หาพื้นที่ใต้พีคที่พลังงาน 1460.81, 351.90 และ 911.60 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ เพื่อคำนวณหากัมมันตภาพรังสีจำเพาะของนิวไคลด์โพแทสเซียม (K) ยูเรเนียม (U) และทอเรียม (Th) โดยวัดรังสีแกมมา [6] ของตัวอย่างดินตะกอน ทำการวิเคราะห์ความเข้มของรังสีแกมมา

ที่สลายตัวของไอโซโทปกัมมันตรังสี ^{40}K, ^{214}Pb และ ^{228}Ac ตามลำดับ โดยใช้หลักการเปรียบเทียบจำนวนนับรังสีแกมมาของตัวอย่างกับสารอ้างอิงมาตรฐานดิน (IAEA Soil 6) ซึ่งทราบปริมาณที่สนใจ [7] ตามสมการที่ 1

$$S.A = \frac{cps}{Eff \times P_y \times W_t} \quad (1)$$

เมื่อ S.A คือ ค่ากัมมันตภาพจำเพาะ ในตัวอย่างดินตะกอน (Bq/kg)
cps คือ อัตรานับสุทธิ (Peak Area/Counting Time)
Eff คือ ประสิทธิภาพของหัววัดรังสี (CPS/Bq)
W_t คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่ทำการวัดรังสี (kg)
P_y คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่มีรังสีแกมมาออกมาจากแหล่งกำเนิดรังสี (%yield)

จากนั้นนำไปคำนวณค่าบ่งชี้ความเป็นอันตรายต่าง ๆ ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ ได้แก่ อัตราปริมาณรังสีดูดกลืนในอากาศ (Absorbed Dose Rates in Air; D) กัมมันตภาพสมมูลเรเดียม (Radium Equivalent Activity; Ra_{eq}) ดัชนีความเสี่ยงของรังสีภายนอก (External Hazard Index; H_{ex}) และปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายรอบปี (Annual External Effective Dose Rate; AED_{out}) [7] โดยนำข้อมูลกัมมันตภาพจำเพาะของยูเรเนียม ทอเรียม และโพแทสเซียม แทนค่าในสมการ (2) – (5) ผลการคำนวณที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

$$D(nGy/hr) = (0.462C_{Ra} + 0.604C_{Th} + 0.0417C_K) \quad (2)$$

$$AED_{out}(mSv/y) = D(nGy/hr) \times 8760\ (hr) \times 0.2 \times 0.7(Sv/Gy) \times 10^{-6} \quad (3)$$

$$Ra_{eq}(Bq/kg) = C_{Ra} + 1.43C_{Th} + 0.077C_K \quad (4)$$

$$H_{ex} = \frac{C_{Ra}}{370} + \frac{C_{Th}}{259} + \frac{C_K}{4810} \leq 1 \quad (5)$$

เมื่อ C_{Ra} คือ ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{238}U ในหน่วยของ Bq/kg
C_{Th} คือ ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{232}Th ในหน่วยของ Bq/kg
C_K คือ ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K ในหน่วยของ Bq/kg

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

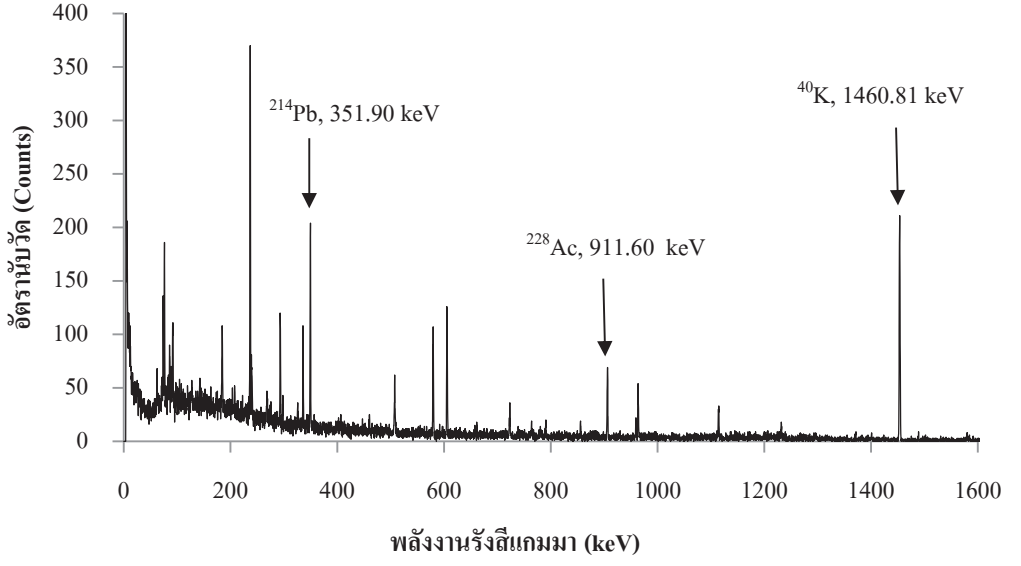
การวิเคราะห์นิวไคลด์กัมมันตรังสีในดินตะกอน

จากการวิเคราะห์นิวไคลด์กัมมันตรังสีในดินตะกอนบริเวณอ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี นำสเปกตรัมของตัวอย่างไปวิเคราะห์หาพื้นที่ใต้พีคที่พลังงาน 1460.81, 351.90 และ 911.60 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ เพื่อคำนวณหากัมมันตภาพรังสีจำเพาะของนิวไคลด์โพแทสเซียม (K) ยูเรเนียม (U) และทอเรียม (Th) โดยวัดรังสีแกมมา [4] ของตัวอย่างดินตะกอน ทำการวิเคราะห์ความแรงของรังสีแกมมาที่สลายตัวของไอโซโทปกัมมันตรังสี ^{40}K, ^{214}Pb และ ^{228}Ac ตามลำดับ โดยใช้หลักการเปรียบเทียบจำนวนนับรังสีแกมมาของตัวอย่างกับสารอ้างอิงมาตรฐานดิน (IAEA Soil 6) พบว่า กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มีในธรรมชาติ

(^{40}K, ^{238}U และ ^{232}Th) ในตัวอย่างดินตะกอนฤดูร้อน มีค่า 803.29 ± 107.16, 59.93 ± 16.13 และ 79.47 ± 12.44 Bq/kg และฤดูฝนมีค่า 648.78 ± 212.46, 44.42 ± 20.42 และ 66.20 ± 30.16 Bq/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 4)

ตารางที่ 1 กัมมันตภาพจำเพาะที่มีในธรรมชาติในดินตะกอนอ่าวปัตตานี

สถานี	กัมมันตภาพจำเพาะ (Bq/kg)					
	^{40}K		^{238}U		^{232}Th	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1. ดาโต๊ะ	917.77	673.76	95.72	47.56	66.19	82.78
2. ตันหยงลูโล๊ะ	790.32	748.05	56.31	58.78	89.13	76.95
3. แหลมตาชี	979.90	716.03	55.84	25.85	72.89	54.89
4. บูดี	678.24	755.74	46.76	53.17	73.77	82.95
5. ตะโล๊ะสะมิแล	777.51	171.00	53.57	7.35	101.66	1.76
6. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี	735.68	733.97	55.12	64.46	70.38	80.39
7. แหลมนก	743.57	742.93	56.17	53.77	82.25	83.66
ค่าเฉลี่ย	803.29 ± 107.16	648.78 ± 212.46	59.93 ± 16.13	44.42 ± 20.42	79.47 ± 12.44	66.20 ± 30.16
UNSCEAR (2008) [8]	412		35		45	



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตรานับวัดกับพลังงานรังสีแกมมา

ค่าบ่งชี้ความเป็นอันตรายต่าง ๆ ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ

สำหรับการคำนวณค่าดัชนีบ่งชี้ความเป็นอันตรายต่าง ๆ ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติในดินตะกอนบริเวณอ่าวปัตตานี พบว่า อัตราปริมาณรังสีดูดกลืนในอากาศ (D) มีค่าอยู่ในช่วง 65.08 – 111.28 nGy/hr ค่าเฉลี่ย 98.37 ± 15.88 nGy/hr ซึ่งสูงกว่ากว่าค่าเฉลี่ยของประเทศไทยซึ่งมีค่า 77 nGy/hr [9] กัมมันตภาพสมมูลเรเดียม (Ra_{eq}) มีค่าอยู่ในช่วง 140.50 – 239.43 Bq/kg ค่าเฉลี่ย 212.23 ± 34.39 Bq/kg ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้คือ 370 Bq/kg ค่าดัชนีความเสี่ยงของรังสีภายนอก (H_{ex}) มีค่าอยู่ในช่วง 0.38 - 0.65 ค่าเฉลี่ย 0.57 ± 0.09 ต่ำกว่าที่กำหนดไว้คือ ไม่เกิน 1.0 ส่วนปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายรอบปี (AED_{out}) มีค่าอยู่ในช่วง 0.08 – 0.14 mSy/y ค่าเฉลี่ย 0.12 ± 0.02 mSy/y ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของทั่วโลกที่มีค่า 0.48 mSy/y [9] ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีบ่งชี้ความเป็นอันตรายต่าง ๆ ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ

สถานี	ปริมาณรังสีดูดกลืน (D) nGy/hr	กัมมันตภาพสมมูลเรเดียม (Ra_{eq}) Bq/kg	ดัชนีความเสี่ยงของรังสีภายนอก (H_{ex})	ปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากร่างกายรอบปี (AED_{out}) mSy/y
1. ดาโต๊ะ	111.27	239.43	0.65	0.14
2. ตันหยงลูโล๊ะ	108.82	235.52	0.64	0.13
3. แหลมตาชี	92.82	197.50	0.53	0.11
4. บูดี	100.31	217.23	0.59	0.12
5. ตะโล๊ะสะมิแล	65.08	140.92	0.38	0.08
6. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี	103.80	224.17	0.61	0.13
7. แหลมนก	106.49	230.83	0.62	0.13
ค่าเฉลี่ย	98.37 ± 15.88	212.23 ± 34.39	0.57 ± 0.09	0.12 ± 0.02

สรุป

จากการตรวจวัดระดับกัมมันตภาพรังสีที่สะสมในดินตะกอนบริเวณอ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี ด้วยเครื่องแกมมาสเปกโตรมิเตอร์ โดยใช้หัววัดรังสีชนิดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง พบกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มีในธรรมชาติ (^{40}K, ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในตัวอย่างดินตะกอนฤดูร้อน มีค่า 803.29 ± 107.16, 59.93 ± 16.13 และ 79.47 ± 12.44 Bq/kg และฤดูฝนมีค่า 648.78 ± 212.46, 44.42 ± 20.42 และ 66.20 ± 30.16 Bq/kg ตามลำดับ ค่ากัมมันตภาพรวมของนิวไคลด์ทั้ง 3 ชนิด แต่ละฤดูกาล จะเห็นได้ว่าตัวอย่างดินตะกอนส่วนใหญ่เกือบทุกจุดที่เก็บในฤดูร้อน มีค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สูงกว่าฤดูฝน ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนและทิศทางลมมรสุมมีผลต่อระดับปริมาณรังสี และเห็นได้ว่าค่าดังกล่าวสูงกว่าค่าเฉลี่ยในดินตามรายงานของ UNSCEAR (2008) เป็นจุดที่น่าสนใจในการศึกษาวิจัยต่อไป แต่เมื่อนำไปประเมินค่าดัชนีบังชี้ความเป็นอันตรายของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ พบว่ายังอยู่ในระดับที่ปลอดภัย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจาก ผศ.ดร.พวงทิพย์ แก้วทับทิม และ ผศ.ดร.ธิดารัตน์ วิชัยดิษฐ์ อาจารย์สาขาฟิสิกส์ และนักวิชาการประมง พัน ยี่สิ้น สาขาเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่ช่วยเหลือด้านการเก็บตัวอย่าง คอยให้คำแนะนำที่ดีจนบรรลุวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

[1] Hajisamae, S. (2011). Pattani bay facts and challenges. *Sri Trang News Journal*, *34*(7), 4–6.

[2] Phaophang, C. (2013). *Radioactivity levels in marine sediment collected in Chonburi province*. Doctoral Dissertation. Bangkok: Kasetsart University.

[3] Wongsanit, S. (2010). *Gross alpha and beta activities in sea water, sediment and plankton in the coastal ecosystem: the upper gulf of Thailand.* Master's Thesis. Bangkok: Kasetsart University.

[4] Doloh, S. (2013). *Thermoluminescence dating technique of freshwater shells and flint in Khao-Harn cave historical site Satun province*. Master's Thesis. Prince of Songkla University, Pattani Campus.

[5] Bhongsuwan, T., & Hemtrakoonwong, H. (2017). Radionuclide content in beach sand in Ta Kua Pa district, Phang Nga province. *Naresuan University Journal, 25*(1), 123–137.

[6] Limsuwan, S., Vichaidid, T., & Limsuwan, P. (2011). ESR dating of laterite from Ban Tha Ta Suea, Kanchanaburi, Thailand. *Applied Radiation and Isotopes*, *69*(2), 545–549.

[7] Veiga, R., Sanches, N., Anjos, R.M., Macario, K., Bastos, J., Iguatemy, M.,… Umisedo, N.K. (2006). Measurement natural radioactivity in Brazilian beach sands. *Radiation Measurements, 41*(2), 189–196.

[8] United Nation Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation (UNSCEAR). (2008). *Sources and Effects of Ionizing Radiation.* Report to General Assembly, with Scientific Annexes. New York: Author.

[9] United Nation Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation (UNSCEAR). (2000). *Sources and Effects of Ionizing Radiation.* Report to General Assembly, with Scientific Annexes. New York: Author.