

ค่ากัมมันตภาพจำเพาะและแผนภาพทางรังสีของเรเดียม-226 (^{226}Ra) ทอเรียม-232 (^{232}Th)
และโปแตสเซียม-40 (^{40}K) ในตัวอย่างดินบริเวณจังหวัดตรัง, ประเทศไทย

Specific Activities and Radioactive Contour Maps of Radium-226 (^{226}Ra) Thorium-232 (^{232}Th)
and Potassium-40 (^{40}K) in Soil Samples from Trang Province, Thailand

ศุภวุฒิ เบ็ญกุล¹ เจนจิรา งามเพียร² หทัยชนก อุทัยขวัญแก้ว² และ ประสงค์ เกษราธิคุณ^{3*}
Supphawut Benjakul¹, Jenjira Ngampein², Hathaichanok Uthaiwankeaw² and Prasong Kessaratikoon^{3*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีเริ่มต้น เรเดียม-226 (^{226}Ra) ทอเรียม-232 (^{232}Th) และโปแตสเซียม-40 (^{40}K) ในตัวอย่างดินจำนวน 88 ตัวอย่างที่เก็บจากทุกตำบลใน 10 อำเภอของ จังหวัดตรังโดยใช้ห้ววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตริกและใช้ต้นกำเนิด มาตรฐานดินแบบปริมาตร IAEA 375-soil ของสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) ในการเปรียบเทียบ เพื่อการคำนวณค่ากัมมันตภาพจำเพาะ จากผลการทดลองที่ได้พบว่าค่ากัมมันตภาพจำเพาะของเรเดียม-226 ทอเรียม-232 และโปแตสเซียม-40 มีค่าเฉลี่ยเป็น 76.48 ± 3.38 Bq/kg, 84.38 ± 4.53 Bq/kg และ 384.85 ± 23.30 Bq/kg ตามลำดับ และมีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง $16.35 - 889.99$ Bq/kg $0.47 - 298.18$ Bq/kg และ $58.23 - 1425.73$ Bq/kg ตามลำดับ และได้ นำผลที่คำนวณได้นี้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ข้อมูลของนักวิจัยไทยและข้อมูลของงานวิจัย ทั่วโลก นอกจากนี้ยังได้สร้างแผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของเรเดียม-226 ทอเรียม-232 และโปแตสเซียม-40 จากข้อมูลที่ศึกษาได้ในตัวอย่างดินบริเวณจังหวัดตรังโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ArcGIS อีกด้วย

คำสำคัญ: กัมมันตภาพจำเพาะ แผนภาพทางรังสี ห้ววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์ ระบบวิเคราะห์แบบแกมมา สเปกโตรเมตริก

¹ ผู้ช่วยวิจัย ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อ. เมือง จ. สงขลา 90000

² นิสิตระดับปริญญาตรี หลักสูตรวท.บ (ฟิสิกส์) ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อ. เมือง จ. สงขลา 90000

³ อาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อ. เมือง จ. สงขลา 90000

* โทรศัพท์: 074 311885-7 ต่อ 2416,2413 มือถือ 081-5423598 E-Mail: prasong@tsu.ac.th

Abstract

Specific activities of primordial radionuclides Radium-226 (^{226}Ra), Thorium-232 (^{232}Th) and Potassium-40 (^{40}K) in 88 soil samples collected from every district in 10 amphurs of Trang province, were measured and evaluated using a high-purity germanium (HPGe) detector and gamma spectrometry analysis system at Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization). The volume standard soil source (IAEA 375-soil) was used to compare and calculate specific activities. From the experimental data, it was found that the specific activity mean values are 76.48 ± 3.38 Bq/kg for Radium-226, 84.38 ± 4.53 Bq/kg for Thorium-232 and 384.85 ± 23.30 Bq/kg for Potassium-40 with ranges of 16.35 – 889.99 Bq/kg, 0.47 – 298.18 Bq/kg and 58.23 – 1425.73 Bq/kg, respectively. The specific activities of these radionuclides were also compared with Office of Atoms for Peace (OAP) research data, Thailand and global radioactivity measurements and evaluations. Furthermore, radioactive contour maps of all specific activities of Radium-226, Thorium-232 and Potassium-40 in soil samples from Trang province were created by using computer program ArcGIS.

Keywords: Specific Activities, Radioactive Contour Map, High-Purity Germanium Detector (HPGe), Gamma Spectrometry Analysis System

คำนำ

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า มนุษย์และสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลกของเรานี้ได้อาศัยและสัมผัสอยู่กับรังสีและอนุภาคที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (natural radiations) อยู่ตลอดเวลา โดยที่รังสีและอนุภาคดังกล่าวนี้มีแหล่งกำเนิดมาจากทั้งภายในและภายนอกโลก กล่าวคือ การได้รับรังสีที่มีอยู่ตามธรรมชาตินี้เป็นผลเนื่องมาจากการสลายตัวของนิวไคลด์สารรังสีปฐมภูมิ (primordial radionuclides) ของอนุกรมสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในดิน ทราบ และหินตามธรรมชาติ จากรังสีคอสมิกที่สามารถเดินทางผ่านเข้ามาในชั้นบรรยากาศของโลก และจากสารรังสีที่มีอยู่ในอาหาร น้ำดื่ม และอากาศที่หายใจเข้าไปทุกวัน สำหรับนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาตินี้มีแพร่กระจายอยู่ทั่วไปตามสภาพแวดล้อมของโลกและมักจะมีอยู่ทั่วไปในรูปแบบต่างๆ ทางธรณีวิทยา ซึ่งมีอยู่ใน ดิน หิน พืช น้ำและอากาศ [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] นิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติในดินและทราบส่วนใหญ่มาจาก เรเดียม-226 และ ยูเรเนียม-238 ที่มีอยู่ในอนุกรมยูเรเนียม (uranium series) และ ทอเรียม-232 ในอนุกรมทอเรียม (thorium series)

รวมไปถึงผลิตภัณฑ์ (product) รุนลุกรุนหลานที่เกิดจากการสลายตัวในอนุกรมสารกัมมันตรังสีต่างๆ เหล่านี้ก็มีมากมาย และนอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติอยู่แล้วตั้งแต่กำเนิดของโลกมนุษย์แต่ไม่ได้เป็นสารกัมมันตรังสีที่อยู่ในอนุกรมสารกัมมันตรังสีที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ได้แก่ โพแทสเซียม-40 เป็นต้น ส่วนนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นก็มีอยู่ในดินและทราบด้วยเช่นกัน เช่น ซีเซียม-137 ซึ่งเป็นนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่เกิดมาจากฝุ่นกัมมันตรังสีของการทดสอบอาวุธนิวเคลียร์ของประเทศที่มีการสะสมอาวุธนิวเคลียร์ ถ้าปริมาณของนิวไคลด์กัมมันตรังสีต่างๆ เหล่านี้มีมากเกินไปในธรรมชาติจะทำให้ปริมาณโดสของรังสีแกมมาที่ร่างกายของมนุษย์โลกได้รับเข้าไปจะมีปริมาณมากตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้ การตรวจวัดปริมาณของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง นอกจากนี้ การนำค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติไปคำนวณหาค่าปริมาณโดสของรังสีแกมมา (gamma radiation dose) จากนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติที่

มีอยู่ตามธรรมชาติซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดรังสีที่ใหญ่ที่สุดก็มีความจำเป็นและสำคัญเช่นกัน หลังจากนั้น จึงได้มีการกำหนดให้เป็นค่าปริมาณโดสของรังสีแกมมาที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย(external dose) ของประชากรโลก(world population) โดยคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ขององค์การสหประชาชาติเกี่ยวกับผลของรังสีปริมาณ [9, 10, 11] สำหรับในประเทศไทยนั้น ทางสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงในการตรวจสอบ ดูแลและประเมินค่าความเป็นอันตรายในการได้รับรังสีจากธรรมชาติและจากมนุษย์ผลิตขึ้นมาทางสำนักงานฯได้ดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติในตัวอย่างจากธรรมชาติ เช่น อากาศ น้ำ น้ำฝน ฝุ่นกัมมันตรังสี(fallout) ดิน หิน ฟ้าผ่าพืชผักและอาหารประเภทต่างๆ โดย เก็บตัวอย่างจากบริเวณต่างๆทั่วประเทศไทย มาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2504 เป็นต้นมาและดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยมีหน่วยงานภายในที่ทำหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง คือ กองการวัดกัมมันตภาพรังสี ซึ่งปัจจุบันนี้ได้แก่สำนักสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู สำหรับในภาคใต้ของประเทศไทยนั้น ทางสำนักงานสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ก็ได้มีทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติในตัวอย่างจากธรรมชาติไว้ด้วยเช่นกัน โดยส่วนใหญ่แล้วการดำเนินการของสำนักงานฯจะเป็นการดำเนินการแบบสุ่ม คือจะดำเนินการสุ่มเลือกบริเวณเก็บตัวอย่างเฉพาะบางบริเวณ บางอำเภอและบางจังหวัดเพื่อทำการตรวจวัดและวิเคราะห์เท่านั้น ทั้งนี้ เนื่องจากงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปีมีจำนวนจำกัดและจำนวนของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานยังมีจำนวนค่อนข้างน้อย ด้วยเหตุนี้ **จึงยังทำให้ขาดข้อมูลพื้นฐานอย่างเป็นระบบของปริมาณรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติ ในหลายๆบริเวณ รวมทั้งบริเวณจังหวัดที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ในการเพาะปลูกหรือการเกษตรกรรมของทางภาคใต้ เช่น จังหวัดตรัง จังหวัดพัทลุง จังหวัดกระบี่ จังหวัดสตูล และจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นต้น**

จังหวัดตรัง เป็นจังหวัดในภาคใต้ของประเทศไทย อยู่ห่างจากกรุงเทพฯเป็นระยะทาง 828 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 4,940 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 3,088,400 ไร่ มีจำนวนประชากร ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2550 รวมทั้งสิ้น 610,332 คน แบ่งการปกครองออกเป็น 10 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอห้วยยอด อำเภอวังวิเศษ อำเภอรัษฎา อำเภอสีเกะ อำเภอปะเหลียน อำเภอย่านตาขาว อำเภอกันตัง อำเภอนาโยง และอำเภอหาดสำราญ ชาวจังหวัดตรังโดยส่วนใหญ่มีอาชีพในทางการเกษตร การเกษตรที่สำคัญของชาวจังหวัดตรังคือ การทำสวนยางพารา รองลงไปคือการทำนา ทำสวนมะพร้าว สวนผลไม้ เช่น เงาะทุเรียน กาแฟ และในบางพื้นที่มีการทำสวนพริกไทย ส่วนประชาชนที่อาศัยอยู่แถบชายฝั่งทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย ส่วนใหญ่จะมีอาชีพทำการประมง นอกจากนี้ ตรังยังเป็นจังหวัดที่มีศักยภาพของการท่องเที่ยวอีกแห่งหนึ่งของภาคใต้ ในอดีตเคยเป็นเมืองท่าค้าขายกับต่างประเทศ เป็นศูนย์กลางการคมนาคมติดต่อไปยังจังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดตรังเป็นจังหวัดแรกที่มีการปลูกต้นยางพาราที่นำมาจากประเทศมาเลเซีย

สำหรับงานวิจัยนี้ได้มีความสนใจในการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีธรรมชาติชนิด เรเดียม-226 ทอเรียม-232 และโปแตสเซียม-40 ที่มีการสะสมอยู่ในตัวอย่างดินที่เก็บจากทุกตำบลทั่วทั้ง 10 อำเภอของจังหวัดตรัง โดยทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่สนใจด้วยหัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์ (HPGe) และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีโดยได้รับความอนุเคราะห์ของสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน)โดยที่งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ ต้องการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติชนิด เรเดียม-226 ทอเรียม-232 และโปแตสเซียม-40 ในตัวอย่างดินดังกล่าวเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและเพื่อการประเมินความเสี่ยงในการได้รับรังสีจากธรรมชาติของจังหวัดตรัง แล้วนำผลการวิจัยที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับ

ข้อมูลจากรายงานประจำปีของสำนักงานปรมาณูเพื่อ
สันติ ผลงานวิจัยในประเทศไทยและข้อมูลจากงานวิจัย
ทั่วโลก นอกจากนี้ ยังได้นำค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพ
จำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติที่ศึกษาวิจัยได้
ในตัวอย่างดินบริเวณจังหวัดตรัง ดังกล่าวนำไปใช้ในการ
สร้างแผนภาพทางรังสีของเรเดียม-226 ทอเรียม-232
และโปแตสเซียม-40 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ArcGIS
อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

สำหรับวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัยนี้
มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

1. หัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์ (HPGe)
และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี
2. แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิดซีเซียม-
137 (Cs-137) และโคบอลต์-60 (Co-60)
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (Gamma Ver-
sion V32)
4. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ArcGIS
5. แผนที่จังหวัดตรังและเครื่องบอกพิกัดทาง
ภูมิศาสตร์(Garmin etrex, USA)
6. สารมาตรฐานดิน (IAEA 375 Soil)
7. ตัวอย่างดินที่เก็บจากบริเวณจังหวัดตรัง จำนวน
88 ตัวอย่าง
8. ภาชนะพลาสติกรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่า
ศูนย์กลาง 8.2 ซม. สูง 7.5 ซม. สำหรับบรรจุตัวอย่างดิน
9. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างดิน เช่น จอบ เสียม
ถุงพลาสติก เป็นต้น
10. ตะแกรงร่อนทรายขนาด 2 มิลลิเมตร
11. เครื่องชั่งสาร
12. เทปหรือกระดาษขาว

การเก็บและเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างดินจากทุกตำบลในแต่ละอำเภอทั่วทั้ง
10 อำเภอในจังหวัดตรัง จำนวน 88 ตัวอย่าง โดยที่แต่ละ
จุดในแต่ละตำบลที่เก็บตัวอย่างจะต้องเป็นบริเวณที่

มีประชาชนอาศัยอยู่ค่อนข้างมาก ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะ
บันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยเครื่องบอกพิกัดภูมิศาสตร์
ด้วยดาวเทียม (Garmin etrex, USA) หลังจากนั้นนำ
ตัวอย่างดินที่เก็บมาทั้งหมดมาตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง
จนแห้งสนิท กำจัดเศษรากไม้และหญ้าที่ติดค้างอยู่ แล้ว
นำมาร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตรเพื่อให้ตัวอย่าง
ดินมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน แล้วไปบรรจุใส่ภาชนะพลาสติก
รูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.2 เซนติเมตร สูง
7.5 เซนติเมตร ให้มีขนาดและปริมาตรใกล้เคียงกับสาร
มาตรฐานที่ใช้ในการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพ
จำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติในตัวอย่างดิน
ทั้งหมดต่อไป นอกจากนี้ยังต้องทำการปิดผนึกภาชนะ
พลาสติกที่ใช้บรรจุตัวอย่างดินด้วยเทปขาวเพื่อป้องกันการ
ปลดปล่อยแก๊สเรดอน-ทอรอน นำไปเก็บไว้เป็นระยะเวลา
อย่างน้อย 1 เดือน เพื่อให้เกิดสภาวะสมดุลทางกัมมันต-
รังสีในตัวอย่างดิน

การตรวจวัดรังสีและการวิเคราะห์

หลังจากที่เตรียมตัวอย่างดินเป็นที่เรียบร้อยแล้ว
ได้นำตัวอย่างดินทั้งหมดไปทำการตรวจวัดและวิเคราะห์
ที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน)
อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก โดยใช้หัววัดรังสีแบบ
เจอร์มานเนียมบริสุทธิ์(HPGe, EG&G ORTEC Model
GEM 20 P4)และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตร
เมตรี หัววัดจวางอยู่ในถ้ำตะกั่วกำบังทางรังสีหนา 10
เซนติเมตร โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐาน
ชนิดซีเซียม-137 (Cs-137) และโคบอลต์-60 (Co-60)
ในการปรับเทียบพลังงานของหัววัดและระบบเชื่อมต่อ
และใช้สารมาตรฐานดิน (IAEA 375 Soil)ในการวิเคราะห์
หาปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี
ในตัวอย่างดินทั้ง 88 ตัวอย่าง ส่วนการวิเคราะห์พีค
พลังงาน(photo peak) จากสเปกตรัมพลังงานของรังสี
แกมมาจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (Gamma
Version V32) นอกจากนี้ ได้นำข้อมูลที่ศึกษาได้ทั้งหมด
มาเขียนแผนภูมิทางรังสี (radioactive contour map)
โดยใช้โปรแกรม ArcGIS อีกด้วย

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีธรรมชาติเริ่มต้น เรเดียม-226 ทอเรียม-

232 และโพแทสเซียม-40 ในตัวอย่างดินจำนวน 88 ตัวอย่างที่เก็บจากทุกตำบลใน 10 อำเภอของจังหวัดตรังได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ เรเดียม-226 ทอเรียม-232 และโพแทสเซียม-40 ในตัวอย่างดินจำนวน 88 ตัวอย่างที่เก็บจากทุกตำบลใน 10 อำเภอของจังหวัดตรัง

อำเภอ	ตำบล	ค่ากัมมันตภาพจำเพาะ (Bq/kg)		
		เรเดียม – 226	ทอเรียม – 232	โพแทสเซียม – 40
ปะเหลียน (10)	บางด้วน	92.31	87.32	600.41
	บ้านนา	58.16	71.63	416.41
	ท่าพญา	56.38	73.31	385.26
	สุโสะ	123.03	155.12	647.46
	ท่าข้าม	77.05	102.07	533.1
	ลิพัง	64.61	93.82	603.74
	ทุ่งยาว	102.36	182.45	580.84
	แหลมสอม	239.04	288.67	691.16
	ปะเหลียน	164.17	206.4	1125.63
	เกาะสุกร	42.45	49.48	253.51
ย่านตาขาว (8)	โพรงจระเข้	292.05	298.18*	894.03
	นาชุมเห็ด	206.94	240.49	788.48
	หนองบ่อ	79.32	121.03	372.54
	เกาะเปื้ยะ	121.5	144.07	249.97
	ทุ่งค่าย	40.61	50.27	429.35
	ทุ่งกระบือ	269.05	222.3	1425.73*
	ย่านตาขาว	79.54	138.44	630.78
	ในควน	81.42	153.64	717.87
กันตัง (14)	ควนธานี	26.39	29.11	281.88
	บางหมาก	31.37	34.89	186.09
	ย่านซื่อ	30.65	42.53	230.02
	บางเป้า	29.72	34.12	233.9

ตารางที่ 1 (ต่อ)

อำเภอ	ตำบล	ค่ากัมมันตภาพจำเพาะ (Bq/kg)		
		เรเดียม – 226	ทอเรียม – 232	โปแตสเซียม – 40
กันตัง (14)	คลองชีล้อม	29.91	24.69	224.11
	วังวน	21.88	13.81	164.62
	กันตัง	26.84	32.92	250.91
	กันตังใต้	30.61	31.23	202.81
	บ่อน้ำร้อน	24.83	7.42	112.99
	บางสีก	26.8	32.11	246.6
	นาเกลือ	29.63	38.92	124.36
	เกาะลิบง	31.61	21.30	138.25
	คลองลู	69.39	77.17	214.48
	โคกยาง	23.98	28.82	268.42
นาโยง (6)	นาโยงเหนือ	111.62	128.60	942.6
	นาหมื่นศรี	55.2	65.2	580.55
	ละมอ	59.92	91.97	296.08
	ช่อง	195.29	154.08	1339.47
	นาข้าวเสีย	103.28	99.09	738.4
	โคกสะบ้า	102.01	114.88	804.67
หาดสำราญ (3)	ตะเสะ	39.27	37.94	279.77
	หาดสำราญ	27.69	23.75	155.09
	บ้าหวี	26.67	17.39	95.56
เมือง (16)	นาท่ามเหนือ	37.74	59.18	374.24
	นาท่ามใต้	82.11	147.81	95.14
	หนองตรุด	37.69	54.82	172.14
	นาโต๊ะหมิง	16.51	30.10	58.23*
	บางรัก	32.63	52.25	188.05
	นาตาล่วง	73.56	98.28	151.86
	บ้านโพธิ์	49.81	76.20	184.92
	ทับเที่ยง 1	147.28	165.22	236.86
	นาพละ	44.32	89.29	285.78
	น้ำผุด	48.28	76.09	242.86

ตารางที่ 1 (ต่อ)

อำเภอ	ตำบล	ค่ากัมมันตภาพจำเพาะ (Bq/kg)		
		เรเดียม – 226	ทอเรียม – 232	โปแตสเซียม – 40
เมือง (16)	นาโยงใต้	41.14	48.20	427.93
	นาบีนหลา	24.33	31.32	108.92
	บ้านควน	62.16	85.80	534.1
	โคกหล่อ	22.14	41.59	519.12
	ควนปริง	33.96	53.10	326.46
	ทับเที่ยง 2	172.49	192.10	152.31
ห้วยยอด (16)	บางดี	72.88	110.60	174.03
	วังคีรี	52.74	100.80	108.67
	บางกุ่ม	36.8	55.43	185.91
	นาง	29.87	68.19	211.67
	ห้วยนาง	44.97	60.82	308.79
	หนองช้างแล่น	58.25	86.41	295.9
	เขากอบ	39.54	59.49	280.19
	ทุ่งต่อ	42.3	128.54	608.57
	ปากคม	31.94	40.31	150.94
	ลำภูรา	99.99	102.53	177.31
	เขาขาว	122.31	141.98	923.35
	ห้วยยอด	50.97	82.74	392.91
	ท่าจีว	137.07	123.69	1126.1
	เขาปูน	889.99*	132.21	309.87
	ปากแจ่ม	165.28	162.24	963.04
	โนตา	60.66	124.19	233.39
วังวิเศษ (5)	อ่าวตง	16.35*	25.61	149.55
	วังมะปรางเหนือ	24.55	26.13	141.92
	วังมะปราง	19.23	25.57	127.84
	เขาวิเศษ	34.43	0.47*	198.51
	ท่าสบ้า	31.18	46.34	277.63
รัชฎา (5)	คลองปาง	105.25	70.15	762.35
	ควนเมา	20.82	31.39	180.09

ตารางที่ 1 (ต่อ)

อำเภอ	ตำบล	ค่ากัมมันตภาพจำเพาะ (Bq/kg)		
		เรเดียม – 226	ทอเรียม – 232	โปแตสเซียม – 40
รัชฎา (5)	หนองบัว	43.93	70.31	245.86
	เขาไพร	24.73	123.39	163.09
	หนองปรือ	76.79	118.01	598.83
สีเกา (5)	กะลาเส	26.7	36.68	122.17
	เขาไม้แก้ว	21.24	4.82	261.66
	บ่อหิน	28.01	32.88	146.25
	นาเมืองเพชร	31.77	38.74	153.69
	ไม้ฝาด	18.89	32.38	131.36
ค่าพิสัย		16.35 – 889.99	0.47 – 298.18	58.23 – 1425.73
ค่าเฉลี่ย		76.48 ± 3.38	84.38 ± 4.53	384.85 ± 23.30

*แสดงข้อมูลที่มีค่าที่น้อยและมากที่สุดในแต่ละคอลัมน์

และนอกจากนี้ ยังได้แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ
ค่ากัมมันตภาพจำเพาะในหน่วยของ Bq/kg ของนิวไคลด์
เรเดียม-226, ทอเรียม-232 และ โปแตสเซียม-40 ของ
ตัวอย่างดิน 88 ตัวอย่างที่เก็บจากทุกตำบลใน 10 อำเภอ

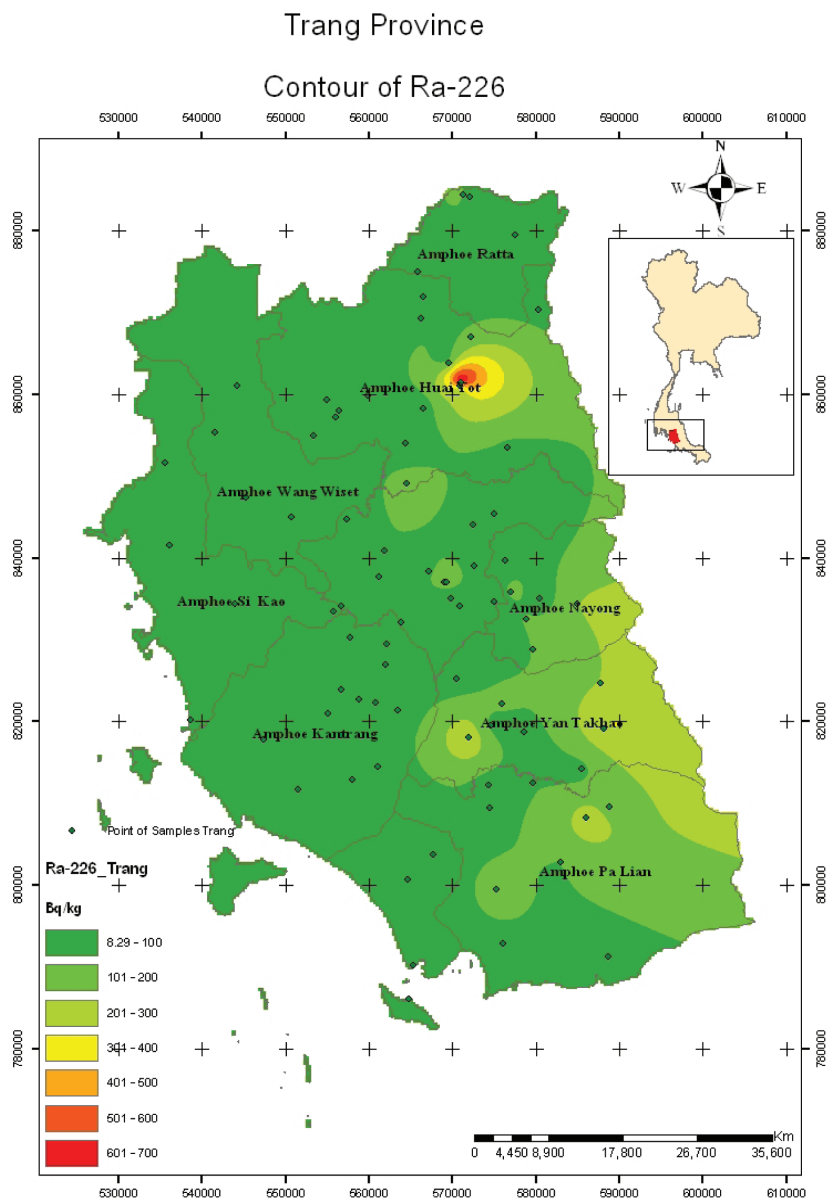
ของจังหวัดตรัง กับข้อมูลของทางสำนักงานปรมาณูเพื่อ
สันติที่มีอยู่ในประเทศไทย และข้อมูลของนักวิจัยที่มีอยู่
ทั่วโลก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะในตัวอย่างดินของทุกอำเภอในจังหวัดตรัง กับข้อมูล
ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศไทยและข้อมูลจากการวิจัยทั่วโลก

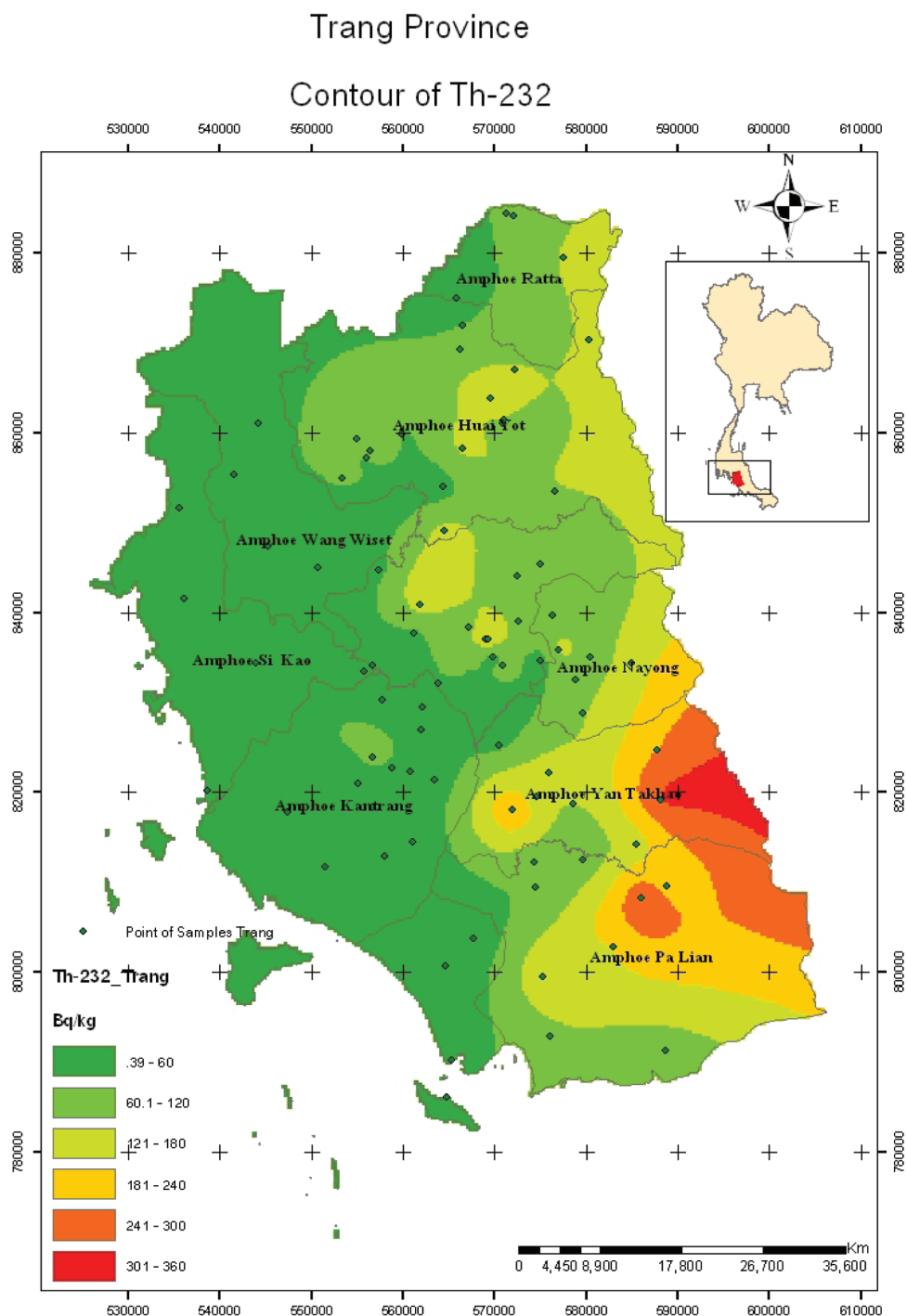
รายการ	ค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg)		
	เรเดียม-226	ทอเรียม-232	โปแตสเซียม-40
ค่าเฉลี่ยทุกอำเภอในจังหวัดตรัง	76.48 ± 3.38	84.38 ± 4.53	384.85 ± 23.30
ค่าเฉลี่ยของสนง. ปส. (ภาคใต้)	171.55 ± 3.13	211.19 ± 1.98	511.04 ± 7.04
ค่าเฉลี่ยของสนง. ปส. (ประเทศไทย)	48	40	400
ค่าเฉลี่ยของการวิจัยทั่วโลก	35	30	400

หลังจากนั้น ได้นำข้อมูลค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ เรเดียม-226, ทอเรียม-232 และ โพแทสเซียม-40 ของ ตัวอย่างดินทั้ง 88 ตัวอย่างที่เก็บจากทุกตำบลใน 10 อำเภอ ของจังหวัดตรัง ที่ได้จากการตรวจวัดและวิเคราะห์ มาใช้

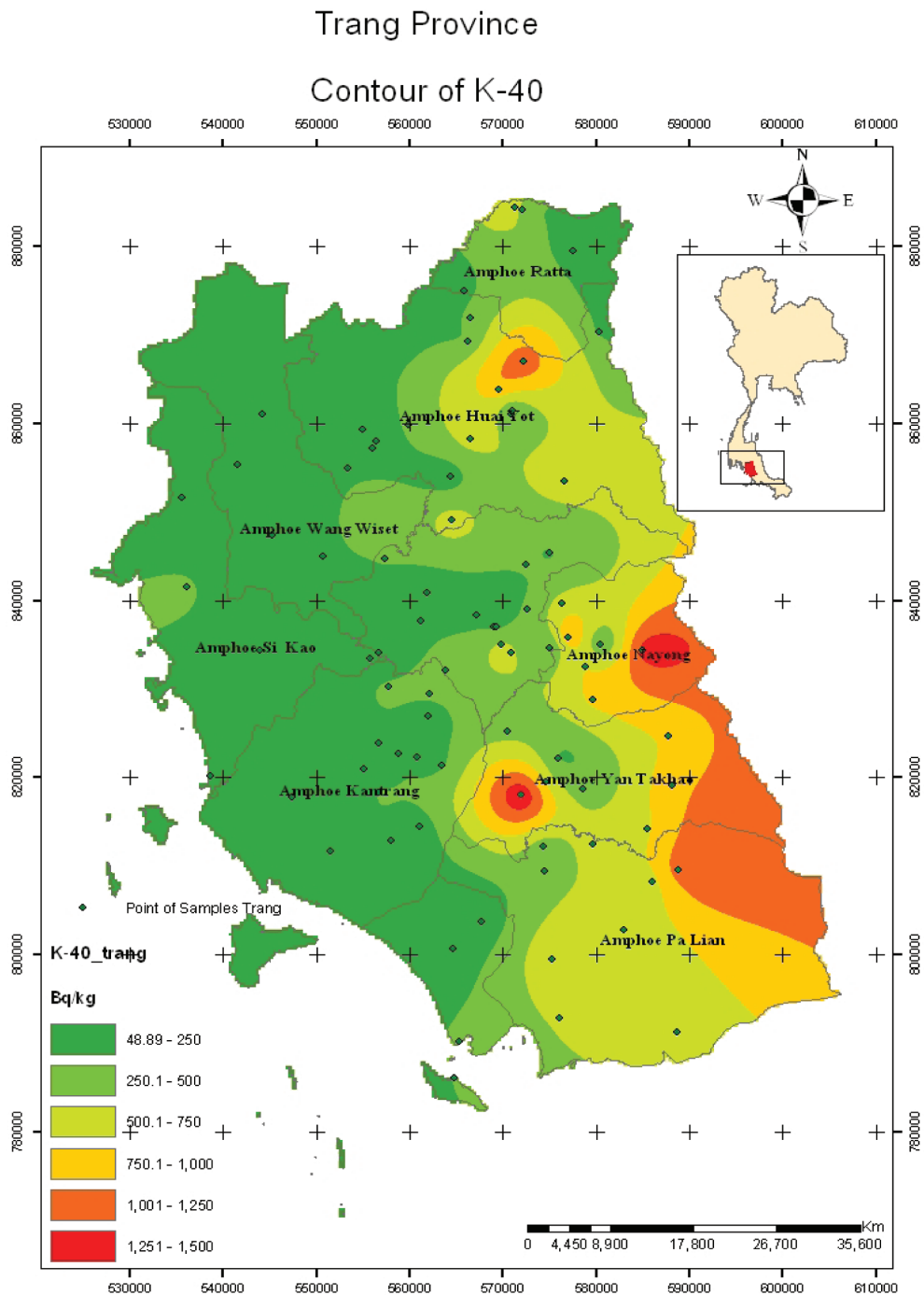
ในการเขียนแผนภูมิทางรังสี(radioactive contour map) โดยใช้โปรแกรม ArcGIS ดังแสดงในรูปที่ 1 รูปที่ 2 และ รูปที่ 3 ตามลำดับ



รูปที่ 1 แสดงแผนภาพทางรังสีของเรเดียม - 226



รูปที่ 2 แสดงแผนภาพทางรังสีของทอเรียม - 232



เมื่อพิจารณาค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์
รังสีเรเดียม-226, ทอเรียม-232 และโปแตสเซียม-40 ใน
ตัวอย่างดินจำนวน 88 ตัวอย่างจาก 10 อำเภอของจังหวัด
ตรัง ดังแสดงในตารางที่ 1 จะเห็นว่า มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง
 $16.35 - 889.99$ Bq/kg สำหรับ เรเดียม-226, $0.47 -$
 298.18 Bq/kg สำหรับ ทอเรียม-232 และ $58.23 - 1425.73$
Bq/kg สำหรับโปแตสเซียม-40 และมีค่าเฉลี่ยเป็น $76.48 \pm$
 3.38 Bq/kg, 84.38 ± 4.53 Bq/kg และ 384.85 ± 23.30
Bq/kg ตามลำดับ

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพ
จำเพาะในตัวอย่างดินของทุกอำเภอในจังหวัดตรัง กับ
ข้อมูลของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศ
ไทยและข้อมูลจากการวิจัยทั่วโลก ดังแสดงในตารางที่ 2
พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของเรเดียม-226
มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
เฉพาะในเขตภาคใต้ของประเทศไทย ประมาณ 1.24 เท่า
แต่มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่
มีอยู่ทั่วประเทศไทยและทั่วโลก ประมาณ 0.6 เท่าและ 1.19
เท่าตามลำดับ

สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันต-
ภาพจำเพาะของทอเรียม-232 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2
พบว่า มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อ
สันติ เฉพาะในเขตภาคใต้ของประเทศไทย ประมาณ 1.50
เท่า แต่มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อ
สันติที่มีอยู่ทั่วประเทศไทยและทั่วโลก ประมาณ 1.11 เท่า
และ 1.82 เท่า ตามลำดับ

และสำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่า
กัมมันตภาพจำเพาะของโปแตสเซียม-40 ดังแสดงไว้ใน
ตารางที่ 2 พบว่ามีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงาน
ปรมาณูเพื่อสันติ เฉพาะในเขตภาคใต้ของประเทศไทย
ประมาณ 0.25 เท่า และมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงาน
ปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ทั่วประเทศไทยและทั่วโลกเป็น
ปริมาณเท่ากัน คือ ประมาณ 0.04 เท่า

เมื่อพิจารณาแผนภาพทางรังสีของค่ากัมมันตภาพ
จำเพาะของเรเดียม-226, ทอเรียม-232 และโปแตสเซียม-

40 ในตัวอย่างดินจำนวน 88 ตัวอย่างจาก 10 อำเภอของ
จังหวัดตรัง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1 รูปที่ 2 และรูปที่ 3
จะเห็นได้ว่า บริเวณอำเภอรันธนา อำเภอห้วยยอด อำเภอนาโยง
อำเภอย่านตาขาวและอำเภอปะเหลียนหรือพื้นที่
ด้านตะวันออกของจังหวัดตรังมีค่ากัมมันตภาพจำเพาะ
สูงกว่าพื้นที่ด้านตะวันตกของจังหวัดตรัง โดยเฉพาะ
อย่างยิ่งดินในอำเภอย่านตาขาวมีค่ากัมมันตภาพจำเพาะ
ของเรเดียม-226 และ ทอเรียม-232 **สูงกว่า**พื้นที่อื่นๆ
ส่วนอำเภอย่านตาขาวและอำเภอนาโยงมีค่ากัมมันตภาพ
จำเพาะของโปแตสเซียม-40 สูงกว่าพื้นที่บริเวณอื่นๆ
เช่นกัน

สรุป

จะเห็นได้จากการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่า
กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีเรเดียม-226 และ
ทอเรียม-232 และโปแตสเซียม-40 ในตัวอย่างดินจำนวน
88 ตัวอย่างของจังหวัดตรัง พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูล
ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศไทยและ
ข้อมูลจากการวิจัยทั่วโลก แต่จะมีค่าน้อยกว่าข้อมูลของ
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในบริเวณภาคใต้ของ
ประเทศไทย สำหรับตัวอย่างดินที่เก็บในบางอำเภอ เช่น
อำเภอย่านตาขาว จะมีปริมาณนิวไคลด์รังสีเรเดียม-226
และ ทอเรียม-232 และโปแตสเซียม-40 สูงกว่าบริเวณอื่นๆ
ดังนั้น จึงควรมีการตรวจสอบและทำการวิจัยเพิ่มเติม
โดยเก็บตัวอย่างดินให้ทั่วบริเวณทั้งอำเภอย่านตาขาวแล้ว
ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะ
ของนิวไคลด์รังสีชนิดเรเดียม-226 และทอเรียม-232 และ
โปแตสเซียม-40 อีกครั้งหนึ่ง และควรมีการประเมินค่า
ความเสี่ยงของการได้รับรังสีจากธรรมชาติของประชาชน
ที่อาศัยอยู่ในจังหวัดตรังด้วย แต่โดยภาพรวมแล้ว สามารถ
กล่าวได้ว่า **ประชาชนในจังหวัดตรังได้รับค่ากัมมันตภาพ
รังสีจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติอยู่ในเกณฑ์ที่
ปลอดภัย**

คำขอบคุณ

ทางคณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่ให้การสนับสนุนทั้งทางด้านเงินทุนและอุปกรณ์ที่ใช้การทดลอง และขอขอบคุณทาง ผศ. ดร. สมพร จงคำ ผู้อำนวยการสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) และ ดร. อุดร ยังช่วย นักวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ กลุ่มปฏิบัติการเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ทั้งทางด้านวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือตรวจวัดทางรังสี พร้อมทั้งได้เอื้อเฟื้อด้านสถานที่พักแรมนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ และท้ายสุดต้องขอขอบคุณ คุณวราภูมิ เตยโพธิ์ และ คุณสุทธิพงษ์ พลธรรม เป็นอย่างสูงที่ได้ช่วยเหลือและคอยอำนวยความสะดวกในทุกๆด้านแก่นักศึกษาที่ขอเข้าใช้เครื่องมือตรวจวัดทางรังสีและสารมาตรฐานทางรังสีของสถาบันฯ เป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kannan, V., Rajan, M. P., Iyengar, M.A.R. and Ramesh, R.(2002). Distribution of natural and anthropogenic radionuclides in soil and beach sand samples of Kalpakkam(India) using hyperpure germanium(HeGe) gamma ray spectrometry. **Applied Radiation and Isotopes**. **57**, 109-119.
- [2] Mireles, F., Davilla, J.I., Quirino, L.L., Lugo, J.F., Pinedo, J.L. and Rios, C. (2003). Natural soil gamma radioactivity levels and resultant population dose in the cities of Zacatacas and Guadalupe, Zacatecas, Mexico. **Health Physics**. **84**, 368-372.
- [3] Örgün, Y., Altinsoy, N., Sahin, S.Y., Güngör, Y., Gültekin, A.H., Karahan, G. and Karacik, Z. (2007). Natural and anthropogenic radionuclides in rocks and beach sands from Ezine region (Canakkale), Western Anatolia, Turkey. **Applied Radiation and Isotopes**. **65**, 739-747.
- [4] Seddeek, M.K., Badran, H.M., Sharshar, T. and Elnimr, T. (2005). Characteristics, spatial distribution and vertical profile of gamma-ray emitting radionuclides in the coastal environment of North Sinai. **Journal of Environmental Radioactivity**. **84**, 21-50.
- [5] Singh, S., Rani, A. and Mahajan, R. K. (2005). ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K analysis in soil samples from some areas of Punjab and Himachal Pradesh, India using gamma ray spectrometry. **Radiation Measurements**. **39**, 431-439.
- [6] Tzortzis, M., Tsertos, H., Cheistofides, S. and Christodoulides, G. (2003). Gamma radiation measurements and dose rates in commercially-used natural tiling rocks (granites). **Journal of Environmental Radioactivity**. **70**, 223-235.
- [7] Tzortzis, M. and Tsertos, H. (2004). Determination of thorium, uranium and potassium elemental concentrations in surface soils in Cyprus. **Journal of Environmental Radioactivity**. **77**, 325-338.
- [8] Veiga, R., Sanches, N., Anjos, R.M., Macario, K., Bastos, J., Iguatemy, M., Aguiar, J.G., Santos, A.M.A., Mosquera, B., Carvalho, C., Baptista Filho, M., and Umisedo, N.K. (2006). Measurement natural radioactivity in Brazilian beach sands. **Radiation Measurements**. **41**, 189-196.
- [9] UNSCEAR, (1988). **Sources, effects and risk of ionizing radiation**. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York, United Nations.

- [10] UNSCEAR, (1993). **Exposure from natural sources of radiation.** United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York, United Nations.
- [11] UNSCEAR, (2000). **Sources, effects and risk of ionizing radiation.** United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York, United Nations.