

การประเมินค่ากัมมันตภาพรังสีธรรมชาติในดินผิวน้ำบริเวณจังหวัดชุมพร ประเทศไทย Assessment of Natural Radioactivity in Surface Soil in Chumporn Province, Thailand

สุทธิณี ช่วยมณี¹, ไมมูน เจ๊ะลี¹, ประสงค์ เกษราธิคุณ¹, ฤทัยรัตน์ บุญครองชีพ¹ และ ศุภวุฒิ เบ็ญจกุล¹
Sutthinee Chuaymanee¹, Maimoon Jhelee¹, Prasong Kessaratikoon¹, Ruthairat Boonkrongcheep¹,
and Supphawut Benjakul¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อตรวจวัดและวิเคราะห์กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มีในธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในตัวอย่างดินผิวน้ำจำนวน 132 ตัวอย่าง ที่เก็บจากทุกตำบลใน 8 อำเภอของจังหวัดชุมพร ในประเทศไทย โดยใช้ห้วงวัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูงและระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี ณ ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์วัสดุ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ใช้เวลาในการตรวจวัดตัวอย่างละ 10,800 วินาที จากผลการศึกษา พบว่า กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มีในธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในตัวอย่างดินผิวน้ำ มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 85.01 – 11,692.22 Bq/kg สำหรับ ^{40}K , 6.77– 219.09 Bq/kg สำหรับ ^{226}Ra และ 8.67 – 166.27 Bq/kg สำหรับ ^{232}Th และมีค่าเฉลี่ยเป็น $2,135.69 \pm 168.87$ Bq/kg สำหรับ ^{40}K , 57.32 ± 5.19 Bq/kg สำหรับ ^{226}Ra และ 56.98 ± 4.68 Bq/kg สำหรับ ^{232}Th ตามลำดับ และยังได้คำนวณอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืนในอากาศ (D) กัมมันตภาพรังสีสมมูลเรเดียม (Ra_{eq}) ดัชนีความเสี่ยงของรังสีภายนอก (H_{ex}) และอัตราปริมาณรังสีที่ได้รับต่อปี (AED_{out}) โดยใช้ข้อมูลจากค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มีในธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ที่ตรวจวัดได้ของจังหวัดชุมพรในประเทศไทย นอกจากนี้ยังได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้อีกกับข้อมูลจากรายงานประจำปีของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ผลงานวิจัยของนักวิจัยในประเทศไทยและข้อมูลของกลุ่มวิจัยจากประเทศต่างๆ ทั่วโลกอีกด้วย

ABSTRACT

The research main objective is to measure and analyze the specific activities of natural (^{40}K , ^{226}Ra and ^{232}Th) in 132 surface soil samples from 8 districts of Chumporn Province in Thailand. Experimental results were obtained using a high-purity Germanium (HPGe) detector and gamma spectrometry analysis system at Nuclear and Material Physics laboratory in Department of Physics, Faculty of Science, Thaksin University. The measuring time of each sample is 10,800 seconds. It was found that, the mean values of specific activities of ^{40}K , ^{226}Ra and ^{232}Th in soil samples ranged from 85.01 – 11,692.22 Bq/kg for ^{40}K , 6.77– 219.09 Bq/kg for ^{226}Ra and 8.67 – 166.27 Bq/kg for ^{232}Th with mean values of $2,135.69 \pm 168.87$ Bq/kg for ^{40}K , 57.32 ± 5.19 Bq/kg for ^{226}Ra and 56.98 ± 4.68 Bq/kg

¹หน่วยวิจัยฟิสิกส์นิวเคลียร์และวัสดุ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อ. เมือง จ. สงขลา

90000

¹Nuclear Physics and Material Research Unit, Department of Physics,

Faculty of Science, Thaksin University, Songkhla, 90000

for ^{232}Th , respectively. Furthermore, the value of gamma-absorbed dose rate (D), the radium equivalent activity (Ra_{eq}), the external hazard index (H_{ex}) and the annual effective dose rate (AED_{out}) have been evaluated by using the average values of specific activities of natural radionuclides (^{40}K , ^{226}Ra and ^{232}Th) from this study. Moreover, the experimental results were compared to the previous data of the Office of Atoms for Peace (OAP) Thailand and global radioactivity measurements and evaluations.

Keywords: Specific Activity, Absorbed Dose Rate in Air, Radium Equivalent Activity, External Hazard Index, Annual Effective Dose Rate

e-mail address: sutthinee-204@hotmail.com

บทนำ

มนุษย์และสิ่งมีชีวิตทุกชนิดอาศัยอยู่บนโลกที่มีกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อมอยู่ทั่วไป โดยส่วนใหญ่เป็นรังสีที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (natural radiation) และบางส่วนเกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ (man made radiation) โดยแหล่งที่ก่อให้เกิดรังสีมากที่สุด ได้แก่ รังสีจากธรรมชาติ ซึ่งอาจมาจากทั้งภายในและภายนอกโลก เช่น จากการสลายตัวของนิวไคลด์รังสีปฐมภูมิของอนุกรมสารกัมมันตรังสีที่มีในพื้นดิน สินแร่ และสิ่งแวดล้อมจากอากาศที่เราหายใจ ในอาหารที่เราบริโภค แม้กระทั่งในร่างกายของเรา เนื่องจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีจากธรรมชาติ มีเจือปนอยู่ในผิวดินทั่วไป จึงถูกดูดซับโดยพืชและเข้าสู่ร่างกายทางห่วงโซ่อาหาร เช่น น้ำ และอาหารได้ ส่วนนิวไคลด์รังสีที่มนุษย์ผลิตขึ้น มีแหล่งกำเนิดรังสีหลายรูปแบบ เช่น จากการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู การใช้เครื่องเร่งอนุภาค เครื่องเอกซเรย์ รวมทั้งการผลิตสารกัมมันตรังสีจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่างๆ หากปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีเหล่านี้มีมากเกินไปในธรรมชาติ จะทำให้มนุษย์ได้รับรังสีในปริมาณที่มากตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้กลุ่มนักวิจัยต่างๆ ทั่วโลกได้ให้ความสนใจในการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีต่างๆ ในหลายประเทศด้วยกัน อาทิเช่น S. Singh และคณะ(2005) ได้ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าของ ^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th และในตัวอย่างดินจากบริเวณรัฐ Punjab และรัฐ Himachal ประเทศอินเดีย M. Ngachin และคณะ(2008) ได้ทำการตรวจวัดระดับของค่ากัมมันตภาพรังสีและปริมาณกัมมาเรดอนในดินบริเวณพื้นที่ภูเขาไฟ ประเทศคาเมรูน และ M. Degerlier และคณะ(2008) ได้ทำการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (natural radionuclides) ในดินผิวน้ำบริเวณเมืองอาดานา ประเทศตุรกี เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยนั้นหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบเรื่องการตรวจวัดปริมาณสารกัมมันตรังสีในธรรมชาติภายในบริเวณของประเทศไทยโดยตรง คือ สำนักกำกับดูแลความปลอดภัยทางรังสี(สร.) สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ได้ทำการศึกษาวิจัยและประเมินค่าปริมาณกัมมันตรังสีในสิ่งแวดล้อม จากตัวอย่างสิ่งแวดล้อมประเภทน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น น้ำฝน น้ำทะเล ดิน ทวาย หญ้า และในอาหารประเภทต่างๆ ที่บริเวณต่างๆ ทั่วประเทศไทย เป็นต้น นอกจากนี้ทางสำนักพัฒนาโครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในสังกัดกระทรวงพลังงานและหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้บรรจุแผนโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทยไว้ในแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2553 – 2573 (แผน PDP 2010) จะเห็นได้ว่าพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งมีทั้งหมด 14 จังหวัด มีบริเวณที่ได้รับการคัดเลือกให้สามารถดำเนินการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จำนวน 2 โรง โดยจังหวัดที่

ได้รับความสนใจ คือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดชุมพร บริเวณปากน้ำละแม อำเภอละแม สำหรับลักษณะทางภูมิประเทศของจังหวัดชุมพรเป็นจังหวัดเหนือสุดทางภาคใต้ของประเทศไทย มีลักษณะพื้นที่ยาวคล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียวยาวมีความยาวตามแนวชายฝั่งทะเลประมาณ 222 กิโลเมตร มีความกว้างประมาณ 36 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 6,010.849 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่ใหญ่เป็นอันดับ 4 ของภาคใต้ มีจำนวนประชากรอาศัยอยู่ประมาณ 487,744 คน (ข้อมูลของปี พ.ศ. 2553) มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงดังแสดงใน Figure 1 ต่อไปนี้

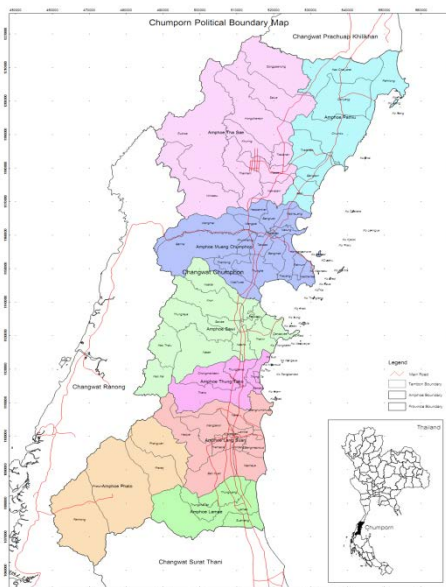


Figure 1 Chumphon province map and location

เศรษฐกิจโดยทั่วไปของจังหวัดขึ้นอยู่กับเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก เนื่องจากจังหวัดชุมพรมีสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก การปกครองส่วนท้องถิ่นในระดับอำเภอแบ่งออกเป็น 8 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองชุมพร อำเภอท่าแซะ อำเภอปะทิว อำเภอหลังสวน อำเภอละแม อำเภอพะโต๊ะ อำเภอสวี และอำเภอทุ่งตะโก ในระดับตำบลแบ่งออกเป็น 70 ตำบล และในระดับหมู่บ้านเป็น 736 หมู่บ้าน สำหรับสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดชุมพรมีสถานที่ท่องเที่ยวหลายแห่ง ทั้งที่เป็นสถานที่ท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม และทางธรรมชาติทางทะเล เช่น ศาลเสด็จในกรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ รวมทั้งพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติชุมพร ถ้ำน้ำตก เกาะ และวนอุทยานอีกมากมาย ซึ่งเป็นสิ่งที่เรียกความสนใจให้นักท่องเที่ยวทั้งในและต่างประเทศ หลังไหลเข้ามาท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี และโดยเฉพาะในบริเวณอำเภอเมืองชุมพร อำเภอสวี และอำเภอทุ่งตะโก เป็นบริเวณที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น ส่วนบริเวณปากน้ำละแม อำเภอละแม เป็นบริเวณที่มีแนวโน้มได้รับการคัดเลือกให้สามารถดำเนินการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และที่สำคัญคือยังไม่เคยมีการการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตภาพรังสีในดินอย่างมีระบบในบริเวณจังหวัดชุมพรมาก่อน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในตัวอย่างดินที่เก็บจากบริเวณจังหวัดชุมพร สำหรับในงานวิจัยนี้จะทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในตัวอย่างดินที่เก็บจากทุกตำบลใน 8 อำเภอ ในจังหวัดชุมพร นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้มาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการอ้างอิงก่อนและ

หลังที่มีการจัดตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยต่อไป ทั้งยังสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับประชากรที่อาศัยในจังหวัดชุมพรอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

สำหรับวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัยนี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

1. หัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe) และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี ของบริษัท Canberra Industrial Model Ge 2018
2. แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิดซีเซียม-137 (Cs-137) โคบอลต์-60 (Co-60) และแบเรียม-133 (Ba-133)
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Genie 2000
4. แผนที่จังหวัดชุมพร และเครื่องบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Garmin รุ่น eTrex Summit HC, USA)
5. มาตรฐาน IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1 และ KCL ใช้ในการคำนวณค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th ตามลำดับ ในตัวอย่างดินที่เก็บจาก 8 อำเภอของจังหวัดชุมพร จำนวน 132 ตัวอย่าง
6. ภาชนะพลาสติกรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.2 ซม. สูง 7.5 ซม. สำหรับบรรจุตัวอย่างดิน
7. อุปกรณ์สำหรับเก็บและเตรียมตัวอย่างดิน เช่น จอบ เสียม ถุงพลาสติก และตะแกรงร่อนทรายขนาด 325 mesh เป็นต้น

การเก็บและเตรียมตัวอย่าง

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินผิวหน้าจากบริเวณทุกตำบลใน 8 อำเภอในจังหวัดชุมพร จำนวน 132 ตัวอย่าง โดยพิจารณาจากความหนาแน่นของประชากรที่อาศัยอยู่และความกว้างของพื้นที่แต่ละตำบล แล้วนำมาเตรียมตัวอย่างให้เหมาะสมตามหลักการมาตรฐาน โดยนำตัวอย่างดินไปบรรจุในถุงพลาสติกให้ได้น้ำหนัก 1,500 กรัม จากนั้นนำมาผึ่งไว้ในถาดที่อุณหภูมิห้องแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 8 – 10 ชั่วโมง จนแห้งสนิท แล้วจึงทำการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 325 mesh นำไปบรรจุในกระปุกพลาสติกปิดฝาให้สนิทพร้อมพันเทปกาวยึดครั้ง และตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน เพื่อให้เกิดภาวะสมดุลทางรังสี และทำการตรวจวัดปริมาณสารกัมมันตภาพรังสีในตัวอย่างดินผิวหน้า โดยใช้หัววัดแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี ณ ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์วัสดุ ชั้น 6 ห้อง SC 618 อาคารปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่ง จะทำการปรับเทียบพลังงาน (energy calibration) โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐาน ^{60}Co , ^{137}Cs , และ ^{133}Ba และทำการวัดปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของมาตรฐาน IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1, KCl ซึ่ง ได้รับความอนุเคราะห์จากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ โดยใช้เวลาในการตรวจวัด 65,000 วินาที แล้วทำการวัดปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของตัวอย่างดินผิวหน้า โดยแต่ละตัวอย่างใช้เวลาในการตรวจวัด 10,800 วินาที สำหรับวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสี (specific activity ; S.A.) ^{40}K , ^{226}Ra

และ ^{232}Th โดยที่ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K สามารถคำนวณได้จากพื้นที่ใต้พีคพลังงานของรังสีแกมมาที่พลังงาน 1460.8 keV ส่วนค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{226}Ra สามารถคำนวณได้จากพื้นที่ใต้พีคพลังงานของรังสีแกมมาของ ^{214}Pb ที่พลังงาน 351.9 keV และค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{232}Th สามารถคำนวณได้จากพื้นที่ใต้พีคพลังงานของรังสีแกมมาของ ^{208}Tl ที่พลังงาน 583.2 keV และนำค่ากัมมันตภาพจำเพาะที่คำนวณได้มาหาคำนวณค่าอัตราปริมาณรังสีดูดกลืนในอากาศ (absorbed dose rate in air ; D) ค่ากัมมันตภาพสมมูลเรเดียม (radium equivalent activity ; Ra_{eq}) ค่าดัชนีความเสี่ยงของรังสีภายนอก (external hazard index ; H_{ex}) และค่าอัตราปริมาณรังสีที่ได้รับต่อปี (annual effective dose rate ; AED_{out}) หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปเปรียบเทียบกับข้อมูลของการวัดค่ากัมมันตรังสีในจังหวัดชุมพรที่มีอยู่บางส่วน กับค่าที่ตรวจวัดได้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติและข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยจากประเทศต่างๆ ที่ได้มีการวัดค่ากัมมันตภาพรังสีไว้แล้ว

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

Table 1. Ranges and average value of specific activities of ^{40}K , ^{226}Ra and ^{232}Th in 132 surface soil samples collected from 8 districts in Chumphon province (Thailand).

Locations	Ranges and average value of specific activities (Bq/kg)		
	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th
1. Mueang Chumphon (30) ^a	206.19 – 6068.51	23.15 – 219.09	17.82 – 153.66
	2173.96 ± 171.29	59.84 ± 5.39	63.58 ± 5.04
2. Sawi (20) ^a	210.66 – 4505.81	17.81 – 202.98	22.23 – 166.27
	1510.92 ± 174.37	48.41 ± 4.86	48.07 ± 4.30
3. Thung Tako (7) ^a	319.26 – 2635.85	6.77 – 86.52	8.87 – 60.12
	1184.83 ± 121.88	36.93 ± 4.33	34.44 ± 3.57
4. Phato (8) ^a	1617.87 – 6482.96	35.49 – 98.24	34.39 – 159.74
	3807.97 ± 248.23	63.85 ± 6.67	95.79 ± 6.91
5. Pathio (14) ^a	85.01 – 4825.17	8.14 – 72.54	8.67 – 101.40
	772.40 ± 106.20	36.00 ± 4.01	39.20 ± 3.64
6. Lang Suan (24) ^a	113.27 – 7174.63	7.36 – 152.28	11.73 – 139.10
	2480.21 ± 174.19	74.01 ± 5.58	59.65 ± 4.62
7. Lamae (8) ^a	127.84 – 11692.22	25.63 – 162.57	17.84 – 80.97
	4049.98 ± 205.01	75.74 ± 5.82	53.49 ± 4.79
8. Tha Sae (21) ^a	284.98 – 4273.35	10.36 – 115.32	28.73 – 115.39
	2110.85 ± 167.77	54.64 ± 5.08	58.90 ± 4.76
Range (132) ^a	85.01 – 11692.22	6.77 – 219.09	8.67 – 166.27
Average value (132) ^a	2135.69 ± 168.87	57.32 ± 5.19	56.98 ± 4.68

^a Number of soil samples

Table 2. Comparison between the average values of specific activities of ⁴⁰K, ²²⁶Ra and ²³²Th in 132 surface soil samples collected from 8 districts in Chumporn province in the south of Thailand and Thailand data, OAP data and worldwide mean.

Sources of data	specific activities (Bq/kg)		
	⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²³² Th
Present study	2135.69 ± 168.87	57.32 ± 5.19	56.98 ± 4.68
OAP data ^a	511.04 ± 7.04	171.55 ± 3.13	211.19 ± 1.98
Thailand data ^b	400	48	40
Worldwide mean ^c	400	35	30

^a OAP Annual Report in Southern Region of Thailand (1991-2003)

^b OAP Annual Report in Thailand (1991-2003)

^c UNSCEAR (2000)

Table 3. Comparison between all values of Radium equivalent activity (Ra_{eq}), absorbed gamma dose rate (D), external hazard index (H_{ex}) and annual effective dose rate (AED_{out}) of 132 surface soil samples collected from 8 districts in Chumporn province (Thailand) and worldwide mean values from UNSCEAR (1988, 1993 and 2000).

Locations	D (nGy/h)	Ra_{eq} (Bq/kg)	H_{ex}	AED_{out} (mSv/y)
1. Mueang Chumphon (30) ^a	157.20	318.15	0.86	0.19
2. Sawi (20) ^a	115.60	235.25	0.64	0.14
3. Thung Tako (7) ^a	87.54	177.42	0.48	0.11
4. Phato (8) ^a	246.76	494.03	1.33	0.30
5. Pathio (14) ^a	73.00	151.54	0.41	0.09
6. Lang Suan (24) ^a	173.96	350.28	0.95	0.21
7. Lamae (8) ^a	235.91	464.08	1.25	0.29
8. Tha Sae (21) ^a	149.95	302.93	0.82	0.18
Average value (132)^a	150.63	303.91	0.82	0.18
UNSCEAR (1988,1993,2000)	55.00	370.00	1.00	0.48

^a Number of soil samples

จากผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ ^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th ในตัวอย่างดินผิวน้ำ จำนวน 132 ตัวอย่าง ที่เก็บทุกตำบลทั้ง 8 อำเภอในจังหวัดชุมพร ดังแสดงใน Table 1 พบว่าค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีเริ่มต้นที่มีในธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในตัวอย่างดิน มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 85.01 – 11692.22 Bq/kg สำหรับ ^{40}K , 6.77– 219.09 Bq/kg สำหรับ ^{226}Ra และ 8.67 – 166.27 Bq/kg สำหรับ ^{232}Th และมีค่าเฉลี่ยเป็น 2135.69 ± 168.87 Bq/kg สำหรับ ^{40}K , 57.32 ± 5.19 Bq/kg สำหรับ ^{226}Ra และ 56.98 ± 4.68 Bq/kg สำหรับ ^{232}Th ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะในตัวอย่างดินผิวน้ำที่เก็บจาก 8 อำเภอในจังหวัดชุมพร กับข้อมูลของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีที่อยู่ในบริเวณภาคใต้ (ประเทศไทย) ข้อมูลของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศไทย และข้อมูลจากการวิจัยทั่วโลก ดังแสดงใน Table 2 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ ^{40}K สูงกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในบริเวณภาคใต้ (ประเทศไทย) และข้อมูลของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศไทยและค่าเฉลี่ยข้อมูลจากการวิจัยทั่วโลก ส่วน ^{226}Ra และ ^{232}Th ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในบริเวณภาคใต้ แต่สูงกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศไทยและค่าเฉลี่ยข้อมูลจากการวิจัยทั่วโลก

เมื่อนำค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ ^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th ดังกล่าวที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างดินผิวน้ำไปคำนวณค่าดัชนีที่บ่งชี้ความเป็นอันตรายต่างๆทางรังสี ดังแสดงใน Table 3 พบว่า อัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) มีค่าเฉลี่ย 150.63 nGy/h กัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (Ra_{eq}) มีค่าเฉลี่ย 303.91 Bq/kg ดัชนีความเสี่ยงรังสีที่ได้รับภายนอกร่างกาย (H_{ex}) มีค่าเฉลี่ย 0.82 และปริมาณรังสีรังสีที่ได้รับภายนอกร่างกายรอบปี (AED_{out}) มีค่าเฉลี่ย 0.18 mSv/y จะเห็นได้ว่ามีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลกที่เผยแพร่โดย UNSCEAR(1988,1999,2000) แต่อัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลกที่เผยแพร่โดย UNSCEAR (1988,1999,2000)

สรุป

จากการศึกษาตรวจวัดและวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ ^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th ในตัวอย่างดินผิวน้ำ จำนวน 132 ตัวอย่าง ที่เก็บทุกตำบลทั้ง 8 อำเภอในจังหวัดชุมพร พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีที่อยู่ในบริเวณภาคใต้ (ประเทศไทย) ข้อมูลของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศไทย และข้อมูลจากการวิจัยทั่วโลก และเมื่อมาคำนวณค่าดัชนีที่บ่งชี้ความเป็นอันตรายต่างๆทางรังสีมีค่าอยู่ในระดับปกติ จึงสามารถประเมินได้ว่า **“ในเบื้องต้นบริเวณทั้ง 8 อำเภอของจังหวัดชุมพร มีค่ากัมมันตภาพรังสีธรรมชาติที่อยู่ในเกณฑ์ปกติและมีความปลอดภัยแก่ประชาชนที่อาศัยอยู่โดยทั่วไป”**

กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณหน่วยวิจัยฟิสิกส์นิวเคลียร์และวัสดุ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่อำนวยความสะดวกด้านอุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ และสถานที่ในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณทางบัณฑิตวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยทักษิณ ที่ให้เงินสนับสนุนแบบทั้งหมดในการทำวิทยานิพนธ์

ครั้งนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณทุกท่านที่ให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ รศ. ดร. ไตรภพ ผ่องสุวรรณ หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ยืมสารมาตรฐานชนิด IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1 และ KCl เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และท้ายที่สุดนี้ใคร่ขอขอบคุณเพื่อนๆ ร่วมรุ่น รวมทั้งบิดาและมารดา ญาติพี่น้องที่คอยเอาใจช่วยและเป็นกำลังใจให้จนสามารถทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กองการวัดกัมมันตภาพรังสี. 2534-2546. **รายงานวิชาการประจำปี**. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- ประสงค์ เกษราธิคุณ. 2550. **ฟิสิกส์นิวเคลียร์**. สงขลา : ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ศุภวุฒิ เบ็ญกุล. 2550. **การประเมินค่ากัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติเชิงปริมาณ บริเวณเขต เทศบาล อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ฤทัยรัตน์ บุญครองชีพ. 2552. **การตรวจวัดนิวไคลด์รังสีในธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) และนิวไคลด์รังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น (^{137}Cs) ในดินและทรายชายหาดในจังหวัดภูเก็ต**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2535-2536. **รายงานวิชาการประจำปี 2533-2534**. กรุงเทพฯ : สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ.
- สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2540, 2542, 2543. **รายงานวิชาการประจำปี 2535, 2537, 2538**. กรุงเทพฯ : สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ.
- สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2544-2546. **รายงานวิชาการประจำปี 2541-2543**. กรุงเทพฯ : สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ.
- Degerlier, M., Karahan, G. and Ozger, G. 2008. "Radioactivity concentrations and dose assessment for soil samples around Adana, Turkey," *Journal of Environmental Radioactivity*. 99 : 1018-1025.
- Ngachin, M. ,Garavaglia, M. , Giovani, C. , KwatoNjock , M.G. and Nourredine, A. (2008). "Radioactivity level and soil radon measurement of a volcanic area in Cameroon," *Journal of Environmental Radioactivity*. 99 : 1056-1060.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 1979. Exposure radiation from natural radioactivity in building materials. Report by Group of Experts of the OECD Nuclear Energy Agency, OECD, Paris.
- Singh, S. ,Asha, R. and Rakesh, K.M. 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.

- UNSCEAR. 1988 .Sources, effects and risk of ionizing radiation. **United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation**, New York, United Nations.
- UNSCEAR. 1993.Exposure from natural sources of radiation. **United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation**, New York, United Nations.
- UNSCEAR. 2000. Sources, effects and risk of ionizing radiation. **United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation**, New York, United Nations.
- Veiga, R., Sanches, N., Anjos, R.M., Macario, K., Bastos, J., Iguatemy, M., Aguiar, J.G., Santo, A.M.A., Mosquera, B., Carvalho, C., Baptista Filho, M. and Umisedo, N.K. 2006. "Measurement of natural radioactivity in Brazilian beach sands," **Radiation Measurements**. 41: 189-196.