

Original Article

นิพนธ์ต้นฉบับ

ปริมาณความเข้มข้นเรเดียม-226 ในน้ำบ่อต้น และน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิท ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

จเร วุฒิศาสตร์

ชัยยุทธ นทีธร

อานนท์ ศรีสุข

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 11 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

บทคัดย่อ

ในการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำบ่อต้นจำนวน 30 ตัวอย่าง น้ำดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิทขนาด 20 ลิตร จำนวน 10 ตัวอย่าง ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในเดือนพฤษภาคม - กันยายน พ.ศ. 2551 พบว่าน้ำบ่อต้นมีค่าปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 อยู่ในช่วง $4.18-138.2$ มิลลิเบคเคอเรล/ลิตร ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต 11.85 มิลลิเบคเคอเรล/ลิตร มีจำนวน 2 ตัวอย่าง มีค่าปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 มากกว่าความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับได้ MCL (Maximum Contaminate Level) ของทบวงการพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (USEPA) ไม่ควรเกิน 111 มิลลิเบคเคอเรล/ลิตร คิดเป็นร้อยละ 6.7 น้ำดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิทมีค่าปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 อยู่ในช่วง $4.18-80.5$ มิลลิเบคเคอเรล/ลิตร ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต 7.9 มิลลิเบคเคอเรล/ลิตร ปริมาณรังสีขนาดเสี่ยง (committed dose) ที่ได้รับจากเรเดียม-226 เข้าสู่ร่างกาย น้ำบ่อต้นมีค่า 2.4 ไมโครซีเวิร์ตต่อปี ($\mu\text{Sv}/\text{ปี}$) ดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท 1.6 $\mu\text{Sv}/\text{ปี}$ น้อยกว่าปริมาณรังสีขนาดเสี่ยง 8 $\mu\text{Sv}/\text{ปี}$ ของ UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)

คำสำคัญ:

เรเดียม-226, น้ำบ่อต้น, น้ำดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท, ปริมาณรังสีที่ได้รับ

บทนำ

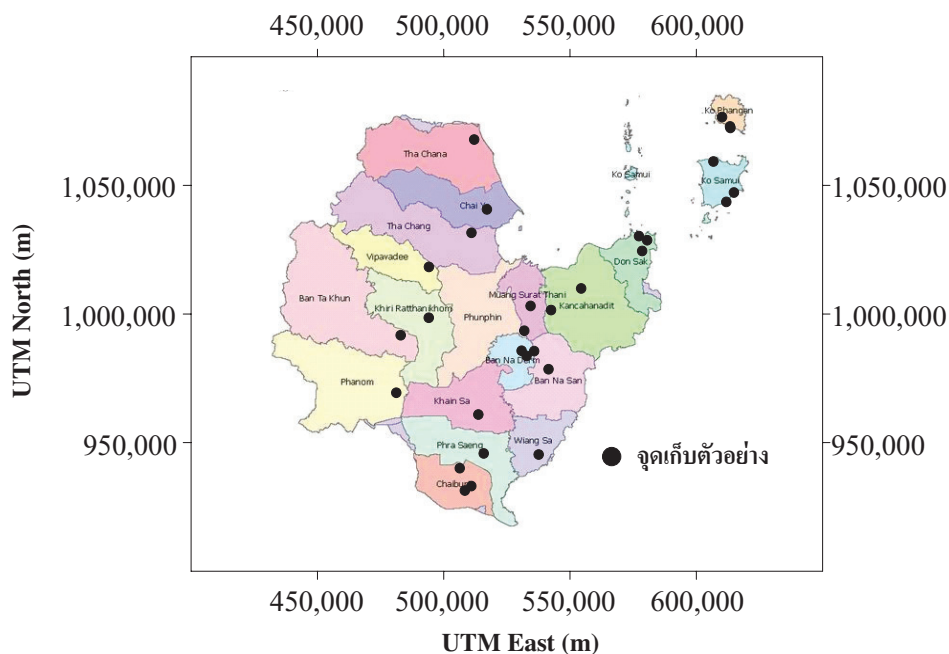
ธาตุเรเดียม-226 เป็นธาตุกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ ซึ่งสลายตัวให้รังสีแอลฟา รังสีแอลฟาจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงและระดมยิงเนื้อเยื่อทำให้เกิดการระคายเคือง เมื่อเนื้อเยื่อที่ถูกระดมยิงเกิดความผิดปกติและอาจกลายเป็นมะเร็งได้ อีกทั้งเรเดียม-226 ยังไปสะสมตัวในโครงกระดูกและอาจเป็นสาเหตุก่อให้เกิดมะเร็งในโครงกระดูกของร่างกาย⁽¹⁾ เรเดียม-226 เป็นนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่อยู่ในอนุกรมการสลายตัวของ

ยูเรเนียม-238 เป็นโลหะหมู่ IIA หรือหมู่แอลคาไลน์เอิร์ธ (alkaline earth) นิวไคลด์นี้ไม่มีไอโซโทปเสถียร พบในธรรมชาติมีทั้งหมด 4 นิวไคลด์ เรเดียม-223 เรเดียม-224 เรเดียม-228 ทั้งหมดมีครึ่งชีวิตสั้นยกเว้น เรเดียม-226 ซึ่งมีครึ่งชีวิตยาวนาน 1,600 ปี⁽²⁾ การที่เรเดียม-226 มีครึ่งชีวิตที่ยาวนานจึงเป็นตัวแทนค่ามวลทั้งหมดในจำนวนมวลที่แท้จริงของเรเดียมในธรรมชาติ เรเดียม-226 พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ เกิดจากการสลายตัวตลอดเวลาของยูเรเนียม-238 เรเดียม-226 เป็น

นิวคลีอิดที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี จึงเป็นสาเหตุหนึ่ง
ที่เรเดียมสามารถกระจายออกไปสู่สิ่งแวดล้อมได้โดยง่าย
ผ่านตามระบบน้ำธรรมชาติ ทำให้มนุษย์มีโอกาสรับสาร
กัมมันตรังสีนี้เข้าสู่ร่างกายจากการอุปโภค บริโภค

ในการวัดปริมาณก๊าซเรดอนในน้ำพุร้อนธรรมชาติ
ในประเทศไทย⁽³⁾ เนื่องจากก๊าซเรดอนเป็นลูกหลานที่
เกิดจากการสลายตัวของธาตุเรเดียม โดยศึกษา 35 แห่ง
ใน 22 จังหวัด พบว่าในพื้นที่ 3 จังหวัด คือ ราชบุรี ชุมพร
และสุราษฎร์ธานี มีค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนใน
น้ำพุร้อนมากกว่าค่า Alternative maximum concen-
tration limit (AMCL, 150 เบคเคอเรลต่อลิตร) ในจังหวัด
สุราษฎร์ธานี พบมากที่สุดถึง 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอ
ท่าฉาง อำเภอบ้านนาเดิม อำเภอไชยา ค่าความเข้มข้น
สูงสุดของงานวิจัยนี้อยู่ที่วัดธารน้ำร้อน อำเภอท่าฉาง
7,219.7 เบคเคอเรลต่อลิตร นอกจากนี้ยังมีรายงาน
การพบสินแร่ทอร์เบอร์ไนต์ ที่อำเภอนาสาร จังหวัด
สุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นแร่กัมมันตรังสี มีส่วนประกอบ
ของธาตุยูเรเนียมอยู่ถึงร้อยละ 48 โดยน้ำหนัก⁽⁴⁾ ปัจจัย
หนึ่งที่นิยมใช้ในการพิจารณาความเป็นไปได้ของความ

เสี่ยงต่อก๊าซเรดอน หรือศักย์เรดอน (Radon potential)
เป็นการพิจารณาจากค่าความเข้มข้นของยูเรเนียมใน
ดินและหิน มีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 4.0 ส่วนในล้านส่วน
สมมูลยูเรเนียม⁽⁵⁾ (part per million equivalent ura-
nium) หากนำเกณฑ์นี้มาประมาณการว่าพื้นที่นั้นอาจ
มีปริมาณเรเดียม-226 ในน้ำสูง ก็สามารถที่จะนำมา
พิจารณาประกอบกันได้เนื่องจากก๊าซเรดอน-222 มา
จากการสลายตัวของธาตุเรเดียม-226 เมื่อพิจารณา
ข้อมูลการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีทางอากาศ⁽⁶⁾ ใน
จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่าอยู่ในช่วง 8-12 ส่วนในล้าน
ส่วนสมมูลยูเรเนียม ในบริเวณนี้อาจมีค่าความเข้มข้น
ของเรเดียม-226 สูงตามไปด้วยก็เป็นได้เนื่องจากเรเดียม
-226 นั้นสลายตัวให้ก๊าซเรดอน-222 เรเดียม-226
สามารถพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ เมื่อฝนชะล้างละลาย
เรเดียม ลงสู่ใต้ผิวโลก ได้ถูกสัมผัสความร้อนใต้พิภพ และ
ถูกแรงดันให้แทรกขึ้นตามรอยแยก ฟุ้งเป็นน้ำพุร้อน ก็
เป็นกระบวนการหนึ่งที่สามารถทำให้มีเรเดียม-226 ปะปน
อยู่ในน้ำพุร้อนเป็นปริมาณสูง หากระบบน้ำใต้ดินใน
บริเวณนี้สามารถเชื่อมต่อกันก็อาจจะมีการปนเปื้อน



รูปที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบ่อต้น จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ของเรเดียม-226 ในน้ำบ่อต้น หรือน้ำบาดาล

ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำบ่อต้น และในน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิทขนาด 20 ลิตร ที่ใช้บริโภคในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี

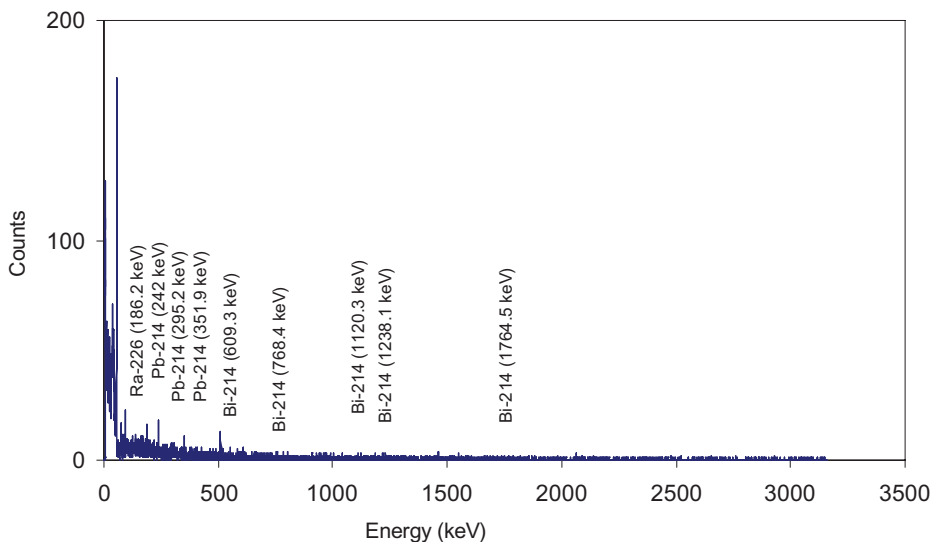
วิธีการศึกษา

เก็บตัวอย่างน้ำบ่อต้นสำหรับบริโภค ในช่วง พฤษภาคม - กันยายน 2551 จำนวน 30 ตัวอย่าง ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี (รูปที่ 1) ตัวอย่างละ 20 ลิตร บรรจุขวดโพลีเอทิลีนที่ล้างสะอาดด้วยน้ำรีเวอร์สออสโมซิส เก็บน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิทขนาด 20 ลิตร จำนวน 10 ตัวอย่าง พร้อมทั้งบันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยเครื่องบอกพิกัดภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (Garmin etrex, USA)

นำตัวอย่างน้ำบ่อต้นผ่านอุปกรณ์จับเรเดียมในน้ำซึ่งภายในจะบรรจุสารดูดซึมเรเดียม (absorbent) ที่พัฒนา และทดสอบแล้วในห้องปฏิบัติการ⁽⁷⁾ โดยควบคุมอัตราไหลผ่าน จากนั้นนำสารดูดซึมที่จับเรเดียมไว้แล้ว บรรจุลงในกระปุกพลาสติก ปิดผนึกกระปุกตัวอย่างให้สนิท ทิ้งไว้ 30 วัน เพื่อให้เข้าสู่สมดุลถาวร

ทางรังสี และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเรเดียม-226 ด้วยเทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี สเปกตรัมรังสีแกมมาของตัวอย่างน้ำบ่อต้นและน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิทขนาด 20 ลิตร วัดด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์รังสีแกมมาที่ติดตั้งหัววัด HPGe (Canberra, Model GC 1319 USA) ซึ่งอยู่ภายในถ้ำตะกั่วกำบังรังสีภูมิหลัง (Canberra, Model 747, USA) หัววัดมีประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ร้อยละ 13.9 และมีกำลังแยก 1.75 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (keV) ที่พลังงานรังสีแกมมาของโคบอลต์ 60 ที่ 1332 keV และมีอัตราส่วนระหว่างยอดพลังงานต่อคอมพ์ตัน 44.8:1 ค่ากัมมันตภาพต่ำสุดของเครื่องมือ (Minimal Detectable Activity, MDA) มีค่า 83.67 มิลลิเบคเคอเรล (mBq) เมื่อเทียบปริมาณน้ำตัวอย่างที่เก็บในงานวิจัยนี้จำนวน 20 ลิตร ค่ากัมมันตภาพต่ำสุดของเครื่องมือวัดคือ 4.18 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยกัมมันตภาพจำเพาะเรเดียม-226 โดยใช้โปรแกรม Genie 2k แบบหลายช่อง (Multi-Channel Analyzer, MCA) ในการนับรังสี ของสเปกตรัมยอดพลังงานรังสีแกมมาของ เรเดียม-226 ที่พลังงาน 186.2 keV จากยอดพลังงานรังสีแกมมาของ ตะกั่ว-214 ที่พลังงาน 242 keV, 295.2 keV และ 315.9



รูปที่ 2 สเปกตรัมการวัดรังสีแกมมา ตัวอย่างน้ำบ่อต้น (ตัวอย่างที่ 29)

keV และจากยอดพลังงานรังสีแกมมาของ บิสมัท-214 ที่พลังงาน 609.3 keV, 768.4 keV, 1120.3 keV, 1238.1 keV และ 1764.5 keV ใช้เวลาวัดรังสี 10,800 วินาที แสดงตัวอย่างสเปกตรัมในรูปแบบที่ 2 นำจำนวนนับรังสีของสเปกตรัมไปหาค่าปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 จากกราฟมาตรฐาน ซึ่งได้ปรับเทียบมาตรฐานระบบสเปกโตรเมตรีรังสีแกมมา ด้วยสารอ้างอิงมาตรฐาน IAEA EU-152

นำค่าปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 มาทำแผนที่คอนทัวร์ โดยใช้โปรแกรม Surfer 8.0 ทำการกริดข้อมูลแบบ Krigging ซึ่งเป็นการใช้เทคนิคหรือวิธี

การด้านธรณีสถิติ (geostatistical) โดยการประมาณค่าของช่วงข้อมูล (interpolation) ในตำแหน่งใด ๆ ที่ยังไม่ทราบค่ามาก่อน จากข้อมูลของตำแหน่งที่มีอยู่ในพื้นที่เดียวกัน ซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนความสัมพันธ์ของตัวแปรค่าต่าง ๆ และผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณค่าจะอยู่ในรูปแบบของข้อมูลพื้นผิว (surface)

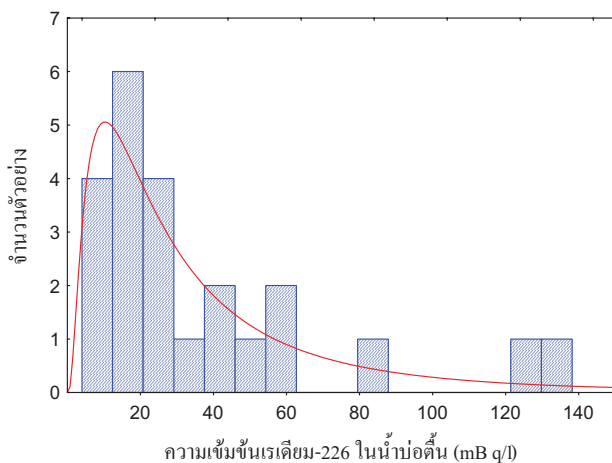
นำค่าปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 จากตัวอย่างน้ำบ่อน้ำดื่ม ประเมินปริมาณเรเดียม-226 ที่ร่างกายได้รับต่อปี ของชาวจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยใช้เกณฑ์ตามองค์การอนามัยโลก (WHO) (2002) ซึ่งประเมินอัตราการบริโภคน้ำไว้ที่ 2 ลิตรต่อวัน ในเวลา 1

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำบ่อน้ำดื่ม (n = 30 ตัวอย่าง)

อำเภอ (จำนวนตัวอย่าง)	ความเข้มข้นเรเดียม-226 เฉลี่ยเลขคณิต (มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร)	ช่วงระดับความเข้มข้นเรเดียม-226 (มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร)
ชัยบุรี (3)	44.5	<4.18-124
พระแสง (1)	49.7	-
เคียนซา (1)	<4.18	-
พนม (1)	<4.18	-
บ้านตาขุน (1)	<4.18	-
คีรีรัฐ (1)	54.9	-
วิภาวดี (1)	<4.18	-
ท่าฉาง (1)	4.5	-
ท่าชนะ (1)	27	-
ไชยา (1)	23	-
นาสาร (1)	19	-
เวียงสระ (1)	36.7	-
คอนสัก (3)	28.2	<4.18-84.5
กาญจนดิษฐ์ (1)	12.6	-
นาเดิม (3)	31.4	17.3-56.3
พุนพิน (1)	<4.18	-
เมือง (2)	20.8	20-21.6
เกาะสมุย (3)	17.6	10.2-23.6
เกาะพะงัน (3)	75.3	43.2-138.2
รวม	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 28.7 ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต 11.85	<4.18 -138.2

ปี จะดื่ม น้ำ 730 ลิตร ใช้ค่าปัจจัย 2.8×10^{-7} ซีเวิร์ต (Sv) ต่อปี เป็นปัจจัยสำหรับการประเมินปริมาณรังสีสมมูลที่ร่างกายได้รับต่อปีในผู้ใหญ่ (adult annual equivalent dose)⁽⁸⁾ ตัวอย่าง เช่น หากดื่มน้ำที่มีการปนเปื้อนของเรเดียม-226 ความเข้มข้น 30 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร หรือ 0.030 เบคเคอเรลต่อลิตร จะคำนวณปริมาณรังสีที่ได้รับต่อปีเป็น 0.030 (เบคเคอเรลต่อลิตร) $(730 \times$ ลิตรต่อปี) $\times 2.8 \times 10^{-7}$ (ซีเวิร์ตต่อปี) ได้ผลลัพธ์คือ 6.1 ไมโครซีเวิร์ต ทั้งนี้ UNSCEAR (2000) ได้กำหนดปริมาณรังสีขนาดเสี่ยง (committed dose) ที่จะได้รับจากเรเดียม-226 ต่ออายุน้ำหนัก ไม่ควรได้รับเกิน 8 ไมโครซีเวิร์ตต่อปี

เปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของน้ำในบ่อตื้นกับค่า Maximum contaminate Level (MCL) ตามมาตรฐานของทบวงการพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (USEPA1976) ที่กำหนดค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำบริโภคไม่เกิน 111 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร และความเข้มข้นของเรเดียม-226 ร่วมกับเรเดียม-228 (Ra-226+Ra-228) จะต้องไม่เกิน 185 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร

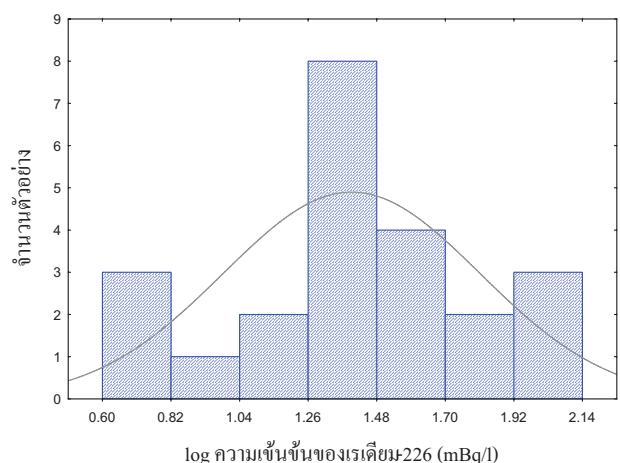


รูปที่ 3 การกระจายของข้อมูลความเข้มข้นเรเดียม-226 ในน้ำบ่อตื้น

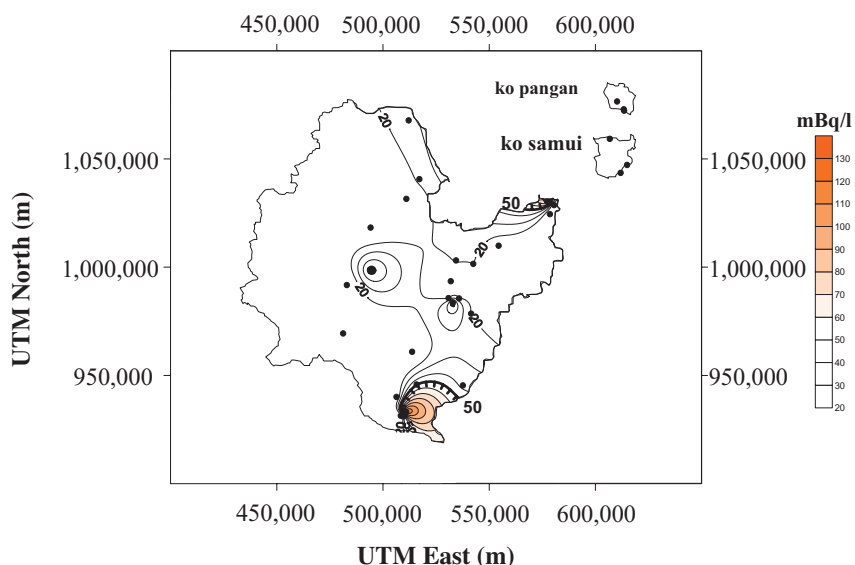
ผลการศึกษา

ตัวอย่างน้ำบ่อตื้นในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวนทั้งหมด 30 ตัวอย่าง มีค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในช่วง $<4.18-138.2$ มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร ค่าความเข้มข้นสูงสุด 138.2 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร (ตารางที่ 1) น้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิทจำนวน 10 ตัวอย่างมีค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในพิสัย $<4.18-80.5$ ค่าความเข้มข้นสูงสุด 80.5 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร ทั้งนี้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 23.7 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร และค่าเฉลี่ยเรขาคณิต 7.9 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร

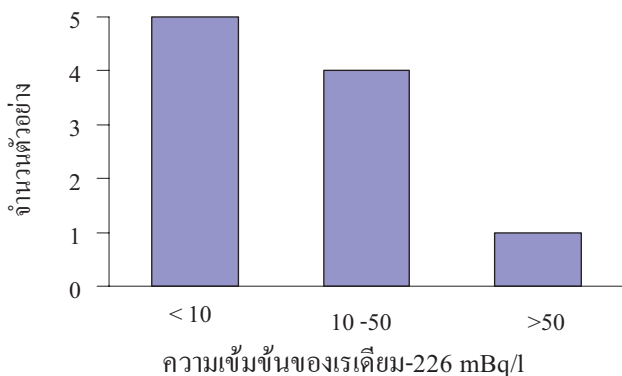
นำข้อมูลค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำบ่อตื้น มาเขียนกราฟแจกแจงความถี่กราฟจะมีลักษณะการกระจายของข้อมูลเบ้ไปทางขวา (รูปที่ 3) ไม่ได้แสดงการกระจายของข้อมูลแบบการแจกแจงปกติ (normal distribution) เมื่อนำข้อมูลมาคำนวณหาค่า log และเขียนกราฟแจกแจงความถี่ กราฟการแจกแจงความถี่จะแสดงลักษณะเป็นแบบปกติแสดงในรูปที่ 4 ลักษณะการกระจายดังกล่าวได้แสดงให้เห็นว่าข้อมูลความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำบ่อของจังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นการกระจายข้อมูลแบบลึอก



รูปที่ 4 การกระจายของข้อมูลความเข้มข้นเรเดียม-226 ในน้ำบ่อตื้นเมื่อเปลี่ยนเป็นค่า Log



รูปที่ 5 คอนทัวร์ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำบ่อตื้น บริเวณที่มีค่ามากกว่า 50 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร อยู่ในพื้นที่ อำเภอดอนสัก และอำเภอชัยบุรี (ค่าเฉลี่ยเลขคณิต อำเภอเกาะสมุย 17.6 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร อำเภอเกาะพะงัน 75.3 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร)



ปรกติ (log normal distribution)

เมื่อทำแผนที่คอนทัวร์ (contour map) แสดงค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำตัวอย่างจากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 30 จุด (รูปที่ 5) พบว่าเส้นคอนทัวร์ของค่าความเข้มข้นเรเดียม-226 ระหว่าง 0 - 50 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร กระจายอยู่ในพื้นที่เกือบทั้งหมดของจังหวัดสุราษฎร์ธานี และคอนทัวร์แสดงค่าที่มากกว่า 50 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร อยู่ในพื้นที่ของ อำเภอดอนสัก

รูปที่ 6 การกระจายความเข้มข้นเรเดียม-226 ในน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิทขนาด 20 ลิตร

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิทขนาด 20 ลิตร

ประเทศ	จำนวนตัวอย่าง	ความเข้มข้นของเรเดียม-226 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร	ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต	เอกสารอ้างอิง
จังหวัดสุราษฎร์ธานี ประเทศไทย	10	<4.18- 80.5	7.9	งานวิจัยนี้
ออสเตรเลีย	197	<20 -225	37	Kralik C, et al., 2003 ⁽¹¹⁾
ฝรั่งเศส	11	<7.4 -134	44	Gans, 1985 ⁽¹²⁾
โปรตุเกส	50	<3 -2,185	26.7	Bettencourt et al., 1988 ⁽¹³⁾

และอำเภอชัยบุรี ส่วนในอำเภอเกาะพะงัน อำเภอเกาะสมุย ไม่สามารถใช้คอนทัวร์มาวิเคราะห์รวมได้ เนื่องจากภูมิประเทศที่แตกต่างและอยู่ห่างจุดเก็บตัวอย่างอื่น ๆ มาก จึงได้หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวอย่างน้ำบ่อต้นในอำเภอเกาะสมุย มีค่า 17.6 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร อำเภอเกาะพะงัน 75.3 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร

วิจารณ์

1. ปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำบ่อต้น ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำบ่อต้นทั้งหมด 30 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1) ความเข้มข้นเรเดียม-226 ในน้ำบ่อต้นในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จะมีค่าอยู่ในช่วง $4.18-138.2$ มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร เมื่อพิจารณาค่าที่มากกว่าความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับได้ MCL (Maximum Contaminate Level) ตามมาตรฐานของทบวงการพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (USEPA 1976) ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำบ่อต้นในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่ามีตัวอย่างน้ำที่มีความเข้มข้นเกินความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับได้อยู่ 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 6.7 ของตัวอย่างทั้งหมด

2. การกระจายของข้อมูลความเข้มข้นเรเดียม-226 ในน้ำบ่อต้น ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

การกระจายของข้อมูลปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 เป็นการกระจายแบบ ล็อกปรกติ (log normal distribution) ซึ่งการกระจายของข้อมูลในสิ่งแวดล้อม ที่บางข้อมูลมีค่าสูงแตกต่างไปจากกลุ่มจะแสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลแบบล็อกปรกติ⁽⁹⁾ งานวิจัยการกระจายของก๊าซเรดอน-222 ในน้ำใต้ดินของประเทศไต้หวัน ซึ่งก๊าซเรดอนเป็นลูกหลานของเรเดียม-226 ข้อมูลการกระจายเป็นแบบล็อกปรกติ⁽¹⁰⁾ เช่นเดียวกัน ดังนั้นในการหาค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำบ่อต้นในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

จะใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (geometric mean) ซึ่งค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่า 11.85 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร (ตารางที่ 1)

3. ความเข้มข้นของเรเดียม-226 น้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิท ขนาด 20 ลิตร

วิเคราะห์ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำดื่มบรรจุขวดในภาชนะบรรจุปิดสนิท จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยนำมาแจกแจงความถี่ แสดงในรูปที่ 6 ค่าปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 ที่น้อยกว่า 10 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร มีจำนวน 5 ตัวอย่าง และในช่วง 10-50 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร มีจำนวน 4 ตัวอย่าง และมากกว่า 50 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร มี 1 ตัวอย่าง ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิทจะแสดงค่าที่มีทิศทางน้อยกว่า 50 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร และไม่มีตัวอย่างใดเลยที่มีค่ามากกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับได้ 111 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร เมื่อเทียบค่าเฉลี่ยเรขาคณิต ของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิท มีค่า 7.9 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร ซึ่งมีตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่างค่าที่ค่าน้อยกว่าค่ากัมมันตภาพต่ำสุดของเครื่องมือวัด 4.18 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร และค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิทมีค่าน้อยกว่า ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของความเข้มข้นของเรเดียม-226 จากตัวอย่างจากน้ำบ่อต้น (11.85 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร) สาเหตุเนื่องจากน้ำบรรจุขวดปิดสนิทขนาด 20 ลิตร ได้ผ่านการบำบัดด้วยเครื่องกรอง การใช้ไส้กรองเรซินแลกเปลี่ยนไอออนมีประสิทธิภาพการกรองเรเดียมได้สูงถึงร้อยละ 99⁽¹¹⁾ ทำให้ปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 ลดลงไปได้มาก เมื่อเทียบค่าปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำดื่มบรรจุขวด ที่ศึกษาในภูมิภาคอื่นของโลกค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 ของ จังหวัดสุราษฎร์ธานี อยู่ในปริมาณน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเรขาคณิตในประเทศอื่นเช่นประเทศ ออสเตรเลีย ฝรั่งเศส โปรตุเกส⁽¹²⁻¹⁴⁾ (ตารางที่ 3) อาจเป็นเพราะลักษณะทางธรณีวิทยาที่มาของแหล่งน้ำใต้ดิน และรังสีภูมิหลังของ

พื้นที่ไม่เหมือนกัน

4. ปริมาณเรเดียม-226 ที่ร่างกายได้รับต่อปี

ICRP (International Commission on Radiological Protection) ได้กำหนดเกณฑ์ปริมาณรังสีที่บุคคลทั่วไปได้รับจากรังสีทุกชนิดเป็น ค่าปริมาณรังสีขนาดเสี่ยง (committed dose) ว่าควรได้รับไม่เกิน 0.1 มิลลิซีเวิร์ต หรือเท่ากับ 1 ต่อ 10 ของเกณฑ์ปลอดภัย 1 มิลลิซีเวิร์ต⁽¹⁵⁾ ซึ่งยังคงเป็นปริมาณรังสีที่สูงมากเมื่อเทียบกับปริมาณรังสีที่จะได้รับจากราเดียม-226 จากน้ำบ่อต้นและน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิท อย่างไรก็ตาม UNSCEAR (2000) ได้กำหนดปริมาณรังสีขนาดเสี่ยงที่จะได้รับจากราเดียม-226 ต่ออายุน้ำหนัก ว่าไม่ควรได้รับเกิน 8 ไมโครซีเวิร์ตต่อปี⁽¹⁶⁾ ซึ่งค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคน้ำบ่อต้น (2.4 ไมโครซีเวิร์ตต่อปี) และค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับจากการดื่มน้ำบรรจุขวดปิดสนิทขนาด 20 ลิตร (1.6 ไมโครซีเวิร์ตต่อปี) ก็ยังมีค่าน้อยกว่า 8 ไมโครซีเวิร์ตต่อปี

สรุป

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พบมีตัวอย่างที่มีค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำบ่อต้นมีมากกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับได้หรือมากกว่า 111 มิลลิเบคเคอเรลต่อลิตร จึงควรศึกษาในรายละเอียดเพิ่มเติมว่าค่าปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 มีแนวโน้มไปในทิศทางใด

เอกสารอ้างอิง

1. Mays CW, Rowland RE, Stehney AF. Cancer risk from the life time in take of Ra and U isotope. Health Phys 1985; 48:635-7.
2. Lawire WC, Desmond JA, Spence D, Anderson S, Edmondson C. Determination of radium-226 in envi-

- ronment and personal monitoring samples. Appl Radiat Isot 2000; 53:133-7.
3. ไพฑูรย์ วรรณพงษ์, สมชัย บวรกิตติ. แก๊สเรดอนในน้ำพุร้อนธรรมชาติในประเทศไทย. วารสารวิชาการสาธารณสุข 2547; 13(4):689-5.
4. พุศ โขติคณาพิศ, โยชม อรัณยกาญจน์. แหล่งยูเรเนียมในประเทศไทย. วารสารราชบัณฑิตยสถาน 2545; 27:100-4.
5. Duval JS. Indoor radon prediction using gamma ray spectrometric data. EOS, Transactions of Am Geophys Union 1988; 70:496.
6. กรมทรัพยากรธรณี. การสำรวจกัมมันตภาพรังสีทางอากาศ. กรุงเทพมหานคร: กรมทรัพยากรธรณี; 2532.
7. สุภัทร ภัทรกิจโสภณ. โครงการฟิสิกส์ ประสิทธิภาพการจับเรเดียมของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนชนิดแคตไอออน (วิทยาศาสตร์บัณฑิตฟิสิกส์). ภาควิชาฟิสิกส์. คณะวิทยาศาสตร์. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2547.
8. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality (Chapter 9 Radiological aspect). 3rd ed. Geneva: WHO press; 2002.
9. Limpert E, Stahel AW, Abbt M. Log-normal distributions across the sciences : keys and clues. Bioscience 2001; 51(5):341-52.
10. Han YL, Tom Kuo MC, Fan KC, Chiang CJ, Lee YP. Radon distribution in groundwater of Taiwan. Hydrogeology 2006; 14:173-9.
11. Wutthisasna J. Concentration of Radium-226 in Shallow well water in Namom district, Songkhla province (Master of Science in Physics). Department of Physics. Graduate School. Songkhla: Prince of Songkhla University; 2005.
12. Karlik C, Friedrich M, Vojir F. Natural radionuclides in bottled water in Austria. J Environ Radioactivity 2003; 65:233-41.
13. Gan I. Natural radionuclides in mineral water. Sci Total Environment 1985; 45:93-9.
14. Bettebcourt AO, Teixeira MMGR, Faisca MC, Vieira IA, Ferrador GC. Natural radioactivity in Portuguese mineral waters. Radiation Protection Dosimetry 1988; 24(14/1):139-42.
15. ICRP 60. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Oxford :Pergamon Press; 1991.
16. UNSCEAR. The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and Effects of Ionizing Radiation. New York: United Nations; 2000.

Abstract Concentrations of Radium-226 in Shallow Well Waters and Bottled Waters in Surat Thani Province

Jare Wutthisas, Chaiyut Nateetorn, Arnon Seesuk

Regional Medical Sciences Center 11, Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health
Journal of Health Science **2010; 19:921-9.**

The study of Radium-226 concentrations in Surat Thani province in shallow well waters (30 samples) and bottled waters containing 20 liters (10 samples) was conducted during May-September 2008. The results showed that Radium-226 concentrations in shallow well waters ranged from <4.18 to 138.2 mBq/l, with geometric mean of 11.85 mBq/l. Radium-226 concentrations in two samples shallow well waters exceeded USEPA Maximum Contaminate Level (111 mBq/l), accounting for 6.7 percent. The Radium-226 concentrations in bottled waters ranged from <4.18 to 80.5 mBq/l geometric mean of 7.9 mBq/l. The estimated annual uptake in case of shallow well water consumptions was 2.4 μ Sv/year and 1.6 μ Sv / year for bottled waters and yet still below UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) committed dose of 8 μ Sv/year.

Key words: Radium-226, well water, bottled water, dose