นิพนธ์ต้นฉบับ

การสำรวจเรดอนและระดับรังสีในเหมืองแร่

ไพฑูรย์ วรรณพงษ์* อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ** และ ก้องเกียรติ กูณฑ์กันทรากร***

บทคัดย่อ

แก๊สเรดอนเป็นแก๊สกัมมันตรังสีมีกำเนิดในเปลือกโลกทั่วไป ซึ่งระดับความเข้มขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุยูเรเนียมที่เป็นสารกำเนิดเรดอนในแต่ละพื้นที่ แก๊สเรดอนบางส่วนจะขึ้นมาจากใต้ดินสู่บรรยากาศ ซึ่งจะสลายตัวให้สารกัมมันตรังสีสำคัญหลายตัว ลูกหลานเรดอนตัวสำคัญที่มีหลักฐานว่าเป็นสารก่อมะเร็งคือ โพโลเนียม -๒๑๐ ผู้รายงานนี้มีความสนใจเกี่ยวกับแก๊สเรดอนเป็นพิเศษ ได้ทำการสำรวจวัดแก๊สเรดอนในมัชฌิมต่าง ๆ ที่มนุษย์อาจสัมผัสและเกิดอันตรายต่อสุขภาพได้[๑-๕] การศึกษาครั้งนี้เป็นการวัดระดับรังสีแกมมา และแก๊สเรดอน และลูกหลานในอากาศ และแก๊สเรดอนในน้ำ ในบริเวณเหมืองที่มีองค์ประกอบหลักต่างกันในเขตพื้นที่ ๔ จังหวัด ได้แก่เหมืองหินปูนและเหมืองยิบซั่มที่จังหวัดนครสวรรค์ เหมืองดินขาวที่จังหวัดราชบุรี เพชรบุรีและกาญจนบุรี และเหมืองเฟลด์สปาร์ที่จังหวัดราชบุรีและกาญจนบุรี การศึกษาได้ผลว่าบริเวณเหมืองแร่เฟลด์สปาร์มีระดับรังสีแกมมา แก๊สเรดอนและผลิตผลลูกหลานในอากาศสูงกว่าบริเวณเหมืองแร่แบบอื่น แต่พบว่าเหมืองแร่หินปูนให้ระดับแก๊สเรดอนในน้ำสูงสุด

คำสำคัญ : เหมืองแร่, ระดับรังสีแกมมา, แก๊สเรดอนในอากาศ, ผลิตผลลูกหลาน, แก๊สเรดอนในน้ำ

ภูมิหลังและเหตุผล

มีหลักฐานว่าการสัมผัสแก๊สเรดอนและลูกหลานแก๊สเรดอนในเหมืองของคนงานเป็นสาเหตุของโรคมะเร็งปอด[๖] ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมีความสนใจระมัดระวังเรื่องแก๊สเรดอนในเหมือง โดยเฉพาะที่อยู่ใต้ดินหรือในอุโมงค์ สำหรับการทำเหมืองบนพื้นดินจะมีปัญหาด้านนี้น้อย นอกจากเหมืองบนดินบางชนิดที่มีระดับฝุ่นละอองในอากาศปริมาณมาก ซึ่งอาจปนเปื้อนด้วยละอองอนุภาคลูกหลานแก๊สเรดอน แม้ว่าในปัจจุบัน การทำเหมืองแร่ใต้ดินในประเทศไทยน้อยลง แต่ได้มีโครงการที่จะทำเหมืองใต้ดินเพิ่มขึ้น เช่น เหมืองแร่โปแตสในบางจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในฐานะที่คณะผู้วิจัยปฏิบัติงานเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม จึงต้องสนใจระมัดระวังปัญหาเหตุร้ายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้นเมื่อต้องไปปฏิบัติงานภาคสนามในโครงการกำหนดมาตรฐานมลพิษและการจัดการสิ่งแวดล้อมทางอุตสาหกรรมเหมืองแร่และโลหกรรม ของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงถือโอกาสทำการสำรวจด้านกัมมันตรังสีด้วย

ระเบียบวิธีศึกษา

การออกภาคสนามทำในเดือนสิงหาคมและกันยายน ๒๕๕๐

การตรวจวัดระดับรังสีแกมมา ใช้เครื่องสำรวจรังสีแบบสนาม รุ่น 12S ของบริษัท Ludlum Measurements Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นแบบชนิดที่ใช้วัดรังสีระดับต่ำย่านไมโครเรินต์เก็นต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นระดับรังสีปรกติที่

* สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ ถนนวิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๕๐๐
** สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ ๑๐๓๓๐
*** คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี ๑๒๑๒๐

พบในสภาพแวดล้อมทั่วๆ ไป ทำการวัดรังสีแกมมาใกล้กองแร่ ที่ระดับประมาณ ๑ เมตรเหนือพื้นดิน

การตรวจวัดระดับแก๊สเรดอนในอากาศ ใช้หัววัดแบบที่ประดิษฐ์โดยผู้วิจัย[๗] ร่วมกับเครื่องวัด AB-๕ จากบริษัท Pylon Electronics ประเทศแคนาดา โดยทำให้ภายในหัววัดเป็นสุญญากาศไว้ล่วงหน้า และนำไปเปิดวาล์วให้อากาศเข้าในหัววัดผ่านอุปกรณ์ดูดความชื้นใกล้กองแร่หรือใกล้บริเวณที่มีการบดแร่ ที่ระดับประมาณ ๑ เมตรเหนือพื้นดิน ปล่อยให้แก๊สเรดอนเข้าสู่สภาวะสมดุลกับผลผลิตลูกหลานเป็นเวลา ๓ ชั่วโมง จึงเริ่มวัด

การตรวจวัดลูกหลานแก๊สเรดอนในอากาศ ใช้หัววัดประดิษฐ์โดยผู้วิจัยอีกแบบหนึ่ง ร่วมกับเครื่องวัด AB-๕ ดูดอากาศผ่านกระดาษกรองเยื่อบางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔๗ มิลลิเมตร ใช้วิธีของ Rolle[๘] โดยดูดอากาศที่ระดับความสูงคงที่ประมาณ ๑ เมตร ใกล้กองแร่ หรือใกล้บริเวณที่มีการบดแร่ ใช้อัตราดูด ๒ ลิตรต่อนาที เป็นเวลา ๑๐ นาที หลังจากนั้นปล่อยทิ้งช่วง ๔ นาที ๒๑ วินาที จึงเริ่มวัดรังสีแอลฟาเป็นเวลา ๕ นาที เพื่อคำนวณค่า working level (ปริมาณลูกหลานแก๊สเรดอน)

การตรวจวัดแก๊สเรดอนในน้ำ ใช้หัววัดประดิษฐ์โดยผู้วิจัย[๗] ร่วมกับเครื่องวัด AB-๕ โดยใช้อุปกรณ์และวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นและใช้ได้ผลดีในการสำรวจแก๊สเรดอนในน้ำพุร้อน[๒,๖] เก็บตัวอย่างจากแอ่งรวมน้ำในเหมือง เก็บน้ำโดยใช้ขวดแก้วดูแรน ขนาด ๒๕๐ มิลลิลิตร หย่อนขวดลงใต้น้ำ ปล่อยให้น้ำเข้าเต็มขวด นำฝาขวดจุ่มปิดปากขวดใต้น้ำ เมื่อนำขวดขึ้นจากน้ำ พลิกก้นขวดขึ้นต้องไม่มีฟองอากาศปุดขึ้นภายใน

ผลการศึกษา

ผลการตรวจวัดระดับรังสีแกมมา แก๊สเรดอน และผลิตผลลูกหลานในอากาศ และแก๊สเรดอนในน้ำ แสดงในตารางที่ ๑ ซึ่งพบว่าเหมืองแร่เฟลด์สปาร์ให้ระดับรังสีแกมมา, แก๊สเรดอนและลูกหลานในอากาศสูงสุด และเหมืองแร่หินปูนมีระดับแก๊สเรดอนที่ละลายอยู่ในน้ำสูงสุด รูปที่ ๑ เป็นตัวอย่างภาพถ่ายแสดงการเก็บตัวอย่างน้ำจากแอ่งน้ำในเหมืองหินปูนเพื่อนำไปวัดแก๊สเรดอน และรูปที่ ๒ แสดงการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองลูกหลานแก๊สเรดอนบริเวณทำงานในเหมืองหินปูน

รูปที่ ๑ การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปวัดแก๊สเรดอนจากแอ่งน้ำในเหมืองหินปูน

รูปที่ ๒ การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองผลผลิตลูกหลานแก๊สเรดอนบริเวณทำงานในเหมืองหินปูน

ตารางที่ ๑ ปริมาณรังสีแกมมา, แก๊สเรดอนและลูกหลานในอากาศ และแก๊สเรดอนในน้ำ

ปริมาณรังสีแกมมา (ไมโครเรินต์เก็น/ชม.)	แก๊สเรดอนในอากาศ (เบคเคอเรล/ลบ.ม.)	ปริมาณลูกหลานแก๊สเรดอน (mWL)	แก๊สเรดอนในน้ำ (เบคเคอเรล/ลิตร)
ค่าเฉลี่ยจากเหมืองหินปูน ๕ แห่งในจังหวัดนครสวรรค์			
๔.๕	วัดไม่ได้ - ๑๐.๓	๑.๑	วัดไม่ได้ - ๑.๒
ค่าเฉลี่ยจากเหมืองยิปซั่ม ๓ แห่งในจังหวัดนครสวรรค์			
๑.๓	๖.๕	๑.๕	วัดไม่ได้
ค่าเฉลี่ยจากเหมืองดินขาวจำนวน ๓ แห่งในจังหวัดเพชรบุรี และกาญจนบุรี			
๑๗.๐	๑๐.๐	๑.๓	วัดไม่ได้ - ๐.๓
ค่าเฉลี่ยจากเหมืองเฟลด์สปาร์ ๓ แห่งในจังหวัดราชบุรี และกาญจนบุรี			
๒๖.๒	๑๘.๘	๒.๔	วัดไม่ได้ - ๐.๖

วิจารณ์

การพบว่าอากาศในเหมืองแร่เฟลด์สปาร์ให้ระดับรังสีแกมมา, แก๊สเรดอนและลูกหลานในอากาศสูงสุด เนื่องจากแร่เฟลด์สปาร์มีเศษหินแกรนิตชิ้นเล็กๆปนอยู่ทั่วไป หินแกรนิตเป็นหินอัคนีที่แต่เดิมหลอมเหลวอยู่ใต้เปลือกโลก ผสมปนด้วยธาตุยูเรเนียมที่เป็นแหล่งของรังสีแกมมา ธาตุยูเรเนียมในหินแกรนิตสลายตัวต่อเนื่องให้ไอโซโทปเรเดียม-๒๒๖ อันเป็นต้นกำเนิดของแก๊สเรดอน

สำหรับผลที่พบว่าเหมืองแร่หินปูนให้ระดับแก๊สเรดอนในน้ำสูงกว่าจากเหมืองชนิดอื่น น่าจะเป็นเหตุจากการที่ผงแร่หินปูนละลายในน้ำได้ และในผงแร่นี้มีไอโซโทปรังสีเรเดียม-๒๒๖ ปนอยู่ในปริมาณน้อยๆ อันเป็นที่มาของแก๊สเรดอนซึ่งซึมออกมาได้ง่าย การที่ผลสำรวจพบว่าในเหมืองแร่หินปูนให้ระดับรังสีแกมมา, แก๊สเรดอนในอากาศและลูกหลานต่ำนั้นช่วยยืนยันว่าการนำแร่หินปูนมาใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตปูนซีเมนต์ ไม่ก่ออันตรายแก่ผู้ใช้

การตรวจพบว่าในบริเวณเหมืองแร่ยิปซั่มให้ระดับรังสีแกมมา, แก๊สเรดอน และลูกหลานในอากาศต่ำ เพราะฉะนั้นการนำแร่ยิปซั่มไปผลิตวัสดุก่อสร้างแผ่นเรียบทำฝ้าเพดานในอาคารโดยทั่วไป จึงน่าจะปลอดภัย

สรุปว่าการศึกษานี้ชี้ให้เห็นชัดเจนว่าแร่หินปูน, ยิปซั่ม, ดินขาว และเฟลด์สปาร์ ซึ่งไม่ใช่แร่กัมมันตรังสี ให้ปริมาณรังสีแกมมา แก๊สเรดอนและผลิตผลลูกหลานในอากาศและแก๊สเรดอนในน้ำในระดับต่ำ การทำเหมืองแร่เหล่านี้จึงไม่จำเป็นที่จะต้องมีการตรวจวัดตรวจสอบติดตามเพื่อผลในด้านความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและต่อสภาพแวดล้อม ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ยังใช้เป็นประโยชน์ด้านวิชาการด้านความปลอดภัยของวัตถุดิบที่นำไปใช้ในการก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัย และเครื่องครัว ที่มนุษย์ต้องสัมผัสในชีวิตประจำวัน[๑๐]

เอกสารอ้างอิง

๑. ธำรง หาญวงศ์, อดุง ศรีรัตนบัลล์, ไพฑูรย์ วรรณพงษ์, สมชัย บวรกิตติ. Radon gas in natural hot springs, Mae Hong Son Province. วารสารโรงพยาบาลศรีสังวาล ๒๕๔๖;๑๒:๙-๑๓.

๒. ไพฑูรย์ วรรณพงษ์, ธำรง หาญวงศ์, อดุง ศรีรัตนบัลล์, สมชัย บวรกิตติ. Radon concentrations in hot spring waters in northern Thailand, 2003. Intern Med J Thai 2003;19:264-9.

๓. ไพฑูรย์ วรรณพงษ์, Srisuksawad K, สมชัย บวรกิตติ. Potential risks from dissolved radon in water from artesian wells in Pathumthani Province. ธรรมศาสตร์เวชสาร ๒๕๔๖;๔:๕๖๕-๘.

๔. สมชัย บวรกิตติ, ไพฑูรย์ วรรณพงษ์. Update on radon gas in Thailand. Intern Med J Thai 2005;21:3-4.

๕. ไพฑูรย์ วรรณพงษ์, Tokonami S, สมชัย บวรกิตติ. Current studies on radon gas in Thailand. In: Sugahara T, Sasaki Y, Morishima H, Hayata I, Sohrabi M, Akiba S, editors. High levels of natural radiation and radon areas: radiation dose and health effects. Proceedings of the 6th International Conference on High Levels of Natural Radiation. International Congress Series 1276. Amsterdam: Elsevier; 2005. p. 2008-9.

๖. Lewis RK. A history of radon - 1470 to 1984, Paper presented at the 2006 National Radon Meeting. Available from web site: http://www.crcpd.org/radon/History of Radon.rtf.

๗. ไพฑูรย์ วรรณพงษ์, สกนธ์ รัตนบุษยาพร, ไมตรี ศรียา, บรรทม โสลา. การประดิษฐ์ออกแบบหัววัดแก๊สเรดอนแบบลูคัสเซลล์, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ครั้งที่ ๑๐ จัดโดยสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ; ๑๖-๑๗ สิงหาคม ๒๕๕๐, ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค.

๘. IAEA Safety Series No.95, Radiation Monitoring in the Mining and Miling of Radioactive Ores, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1989, p. 42-45.

๙. ไพฑูรย์ วรรณพงษ์, สมชัย บวรกิตติ. แก๊สเรดอนในน้ำพุร้อนธรรมชาติในประเทศไทย, วารสารวิชาการสาธารณสุข ๒๕๔๗;๑๓:๖๘๙-๙๕.

๑๐. สมชัย บวรกิตติ. มะเร็งปอด-โรคเหตุความศิวิไลซ์. ใน: สมชัย บวรกิตติ, พรชัย สิทธิศรันย์กุล, นรินทร์ หิรัญสุทธิกุล (บรรณาธิการ). โรคเหตุความศิวิไลซ์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรุงเทพเวชสาร; ๒๕๔๘. หน้า ๗-๔๔.

Abstract

Radon Gas and Radiation Levels in Four Different Mineral Mines

Paitoon Wanabongse*, Orawan Siriratpiriya** and Kongkiat Kulkantrakorn***

* Thailand Institute of Nuclear Technology, Vibhavadi Rangsit Road, Chatuchak District, Bangkok 10900

** Environmental Research Institute, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

*** Faculty of Medicine, Thammasat University, Pathumthani 12120

Determination of gamma radiation, radon gas, radon decay products, and dissolved radon in water were carried out in four different types of mineral mines, i.e., lime stone, gypsum, kaolin and feldspar, located in Nakornsawan, Ratburi, Petchaburi and Kanjanaburi provinces. The surveys disclosed that the levels of gamma radiation exposure, radon gas, and radon decay products were highest in feldspar mines, and limestone mine yielded highest level of dissolved radon in water. The amounts detected, however, are within safety levels.

Key words : mineral mine, gamma radiation, radon gas, radon decay products, dissolved radon in water