



การวัดความแรงรังสีรวมแอลฟาในน้ำด้วยวิธีตกตะกอนร่วม

บุญสม พรเทพเกษมสันต์ และกนิษฐา ศรีสุขสวัสดิ์

กองขจัดกากกัมมันตรังสี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

โทรศัพท์ 579 5230-4 ต่อ 522 โทรสาร 561 3013

บทคัดย่อ

การวัดความแรงรังสีรวมแอลฟาในน้ำ ด้วยวิธีตกตะกอนร่วม เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับตัวอย่างน้ำที่มีปริมาณของสารประกอบประเภทเกลือละลายอยู่เป็นปริมาณสูง สารกัมมันตรังสีที่ให้อนุภาคแอลฟา ได้แก่ ธาตุในกลุ่ม Actinides และธาตุในอนุกรมยูเรเนียม-เรเดียม ซึ่งจะสามารถตกตะกอนร่วมกับตัวพาแบเรียมและตัวพาเหล็กได้ และถึงแม้ว่าค่าความแรงรังสีที่วัดได้ไม่บ่งชี้ถึงไอโซโทปกัมมันตรังสีชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ แต่สามารถใช้เป็นดัชนีแสดงความปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสีที่ให้อนุภาคแอลฟาในแหล่งน้ำได้

The Determination of Gross Alpha Activity in Water by Co-precipitation

Boonsom Porntepkasemsan and Kanitha Srisuksawad

Waste Management Division, Office of Atomic Energy for Peace

Tel 579 5230-4 Ext. 522 Fax. 561 3013

ABSTRACT

Co-precipitation method is suitable mean for determination of gross alpha activity in water with high salt compounds. Alpha emitters which are Actinides and those in Uranium-Radium series are co-precipitated with barium carrier and iron carrier. Although the activity is not indicative of any specific nuclides presented but it can be used as an index to the radioactive contamination of the waters.

1. บทนำ

การวัดความแรงรังสีรวมแอลฟาในน้ำ เป็นการบ่งชี้ให้เห็นถึงปริมาณการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสี ที่ให้อนุภาคแอลฟาในแหล่งน้ำ เนื่องจากการตรวจวัดความแรงรังสีรวมแอลฟาเป็นการวัดความแรงรังสีที่เกิดจากสารกัมมันตรังสีที่ให้อนุภาคแอลฟาทุกชนิด โดยไม่มีการจำแนกชนิดของสารกัมมันตรังสีใดๆ ในการสำรวจคุณภาพน้ำในด้านคุณลักษณะทางรังสี จึงพิจารณาค่าความแรงรังสีรวมแอลฟาเป็นดัชนีแสดง คุณภาพสำคัญอันหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการตัดสินใจถึงความจำเป็นที่จะต้องตรวจวิเคราะห์ สารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดเป็นลำดับต่อไป ซึ่งได้กำหนดไว้โดยองค์การอนามัยโลกว่า ตัวอย่างน้ำใดๆที่มีค่าความแรงรังสีรวมแอลฟาเกินกว่า 0.1 เบคเคอเรลต่อลิตร จึงจะจำเป็นที่จะวิเคราะห์สารกัมมันตรังสีอื่นๆต่อไป ซึ่งได้แก่ เรเดียม ยูเรเนียม และทอเรียม เป็นต้น(1) ดังนั้นในการตรวจวัดค่าความแรงรังสีรวมแอลฟาจึงควรเป็นวิธีที่สะดวก ให้ผลที่รวดเร็วและถูกต้องแน่นอน อีกทั้งประหยัดค่าใช้จ่าย

การวัดความแรงรังสีรวมแอลฟาในน้ำด้วยวิธีตกตะกอนร่วมที่เสนอนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับ แหล่งน้ำทั่วไป และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง สำหรับแหล่งน้ำที่มีปริมาณของสารประกอบประเภทเกลือละลายอยู่เป็นปริมาณสูง อาทิ น้ำทิ้งจากเหมืองแร่ แหล่งน้ำในบริเวณใกล้เหมืองน้ำทะเล และน้ำบาดาล เป็นต้น

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องกวนสารละลายพร้อมแผ่นให้ความร้อน
2. เครื่องวัดรังสีชนิด Low background gas proportional
3. กระดาษกรองแก้ว (GF/A) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มม.
4. ตัวพาแบเรียม (Ba +2) ที่มีแบเรียม 5 มิลลิกรัมต่อ ลบ. ซม.
ละลายแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2 \cdot 2H_2O$) 4.4 กรัม ในน้ำกลั่น 500 ลบ.ซม.
5. ตัวพาเหล็ก (Fe +3) ที่มีเหล็ก 5 มิลลิกรัมต่อ ลบ. ซม.
ละลายเฟอร์ริกไนเตรท ($Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$) 17.5 กรัม ในน้ำกลั่น 200 ลบ.ซม.
จากนั้นเติมกรดไนตริกเข้มข้น 2 ลบ.ซม. แล้วปรับด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 500 ลบ.ซม.
6. กรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 1 โมลาร์

7. น้ำผสมเยื่อกระดาษ

ผสมเยื่อกระดาษ 0.5 กรัมในน้ำกลั่น 500 ลบ.ซม. เติมสารซักฟอกปลอดฟอสเฟต เจือจาง 1:4 จำนวน 5 หยด เก็บสารละลายที่เตรียมได้ในขวดพลาสติก ปิดฝาให้สนิท และคนอย่างแรงเป็นเวลา 3 ชม. เมื่อต้องการใช้ให้ดูดสารละลายขณะอยู่ระหว่างการ คนตลอดเวลา

8. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 6 โมลาร์

9. สารซักฟอกปลอดฟอสเฟต เจือจาง 1:4

10. Bromocresol purple 0.1 %

2.2 วิธีการ

ศึกษาจากวิธีของ Krieger และ Whittaker (2) รายละเอียดแสดงไว้ในแผนผังที่ 1

2.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ทดสอบความเชื่อถือได้ของวิธีวิเคราะห์ ดังนี้ คือ

1.1 ในน้ำกลั่นและน้ำทะเลที่เติมสารมาตรฐานอเมริกัน-241 ความแรงรังสี 49.3 ± 3 พิโคคูรี

1.2 ในตัวอย่างน้ำที่ได้รับจากองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (US. EPA) จำนวน 2 ตัวอย่าง คือ WCC 195 และ WCC 276A

2. วิเคราะห์ในน้ำทะเลที่เก็บเมื่อวันที่ 5 เมษายน 2537 จากจังหวัดระยอง โดยการระเหย ตัวอย่างน้ำปริมาตร 2 ลิตร ลงให้เหลือประมาณ 500 ลบ. ซม.

3. วิเคราะห์ในตัวอย่างน้ำจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งเป็นตัวอย่างน้ำที่เก็บจากบริเวณภายใน และโดยรอบเหมืองแร่ลิกไนต์ จังหวัดกระบี่ เมื่อวันที่ 10 สิงหาคม 2537 จำนวนทั้งสิ้น 7 ตัวอย่าง วิเคราะห์ซ้ำ 2 ครั้ง ซึ่งตัวอย่างดังกล่าวมีสารประกอบประเภทเกลือละลายอยู่เป็นปริมาณสูง

3. ผลการศึกษาวิจัย

1. แสดงผลการทดสอบความเชื่อถือได้ของวิธีวิเคราะห์ ดังนี้ คือ

ตารางที่ 1. ในน้ำกลั่นและน้ำทะเลที่เติมสารมาตรฐานอเมริกัน-241 ความแรงรังสี 49.3 ± 3 พิโคคูรี

ตารางที่ 2. ในตัวอย่างน้ำที่ได้รับจากองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา(US EPA) จำนวน 2 ตัวอย่าง คือ WCC 195 และ WCC 276A

2. แสดงผลการวิเคราะห์ในน้ำทะเลที่เก็บเมื่อ 5 เมษายน 2537 จากจังหวัดระยอง

3. แสดงผลการวิเคราะห์ในตัวอย่างน้ำจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตที่เก็บเมื่อ 10 สิงหาคม 2537

4. บทวิจารณ์และสรุปผล

การวัดความแรงรังสีรวมแอลฟาให้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ ผลกระทบจาก self absorption ทั้งนี้เนื่องจากอนุภาคแอลฟามีอำนาจทะลุทะลวงต่ำ ความหนาของตัวอย่างจึงมีผลต่อการปิดกั้นอนุภาคแอลฟาบางส่วนมิให้เข้าสู่หัววัดรังสีได้ การเตรียมตัวอย่างให้บางที่สุด เพื่อลดค่า self absorption จึงช่วยให้ข้อมูลที่ได้มีความเที่ยงตรง

วิธีที่ใช้วัดความแรงรังสีรวมแอลฟาในน้ำ ซึ่งอาศัยการระเหยตัวอย่างน้ำจนเกือบแห้ง แล้วถ่ายเทน้ำที่เหลือรวมทั้งตะกอนลงในจานนับรังสี เพื่อเตรียมเข้าวัดต่อไปนั้น พบว่าตัวอย่างน้ำที่มีปริมาณของสารประกอบประเภทเกลือละลายอยู่เป็นปริมาณสูงไม่อาจกระทำได้ เนื่องจากเกลือของสารประกอบที่จับตัวตกตะกอนลงมานั้น เป็นอุปสรรคปิดกั้นอนุภาคแอลฟาบางส่วนที่วิ่งเข้าสู่หัววัดรังสี สำหรับการแก้ไขด้วยการลดปริมาตร ของตัวอย่างน้ำที่ใช้วิเคราะห์ลงอาจทำให้ความเข้มข้นของสารกัมมันตรังสีในน้ำมีไม่เพียงพอที่จะวัดได้

วิธีวิเคราะห์ความแรงรังสีรวมแอลฟาด้วยวิธีตกตะกอนร่วม เป็นการแก้ไขปัญหา self absorption โดยตรง จึงเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทะเล หรือน้ำทิ้งจากเหมืองแร่ ด้วยเหตุที่สารกัมมันตรังสีที่ให้อนุภาคแอลฟาในแหล่งน้ำ ส่วนใหญ่เป็นธาตุที่อยู่ในกลุ่ม Actinides และธาตุที่อยู่ในอนุกรมยูเรเนียม-เรเดียม ดังนั้นการเติมตัวพาแบเรียมและตัวพาเหล็กลงไป จึงเพื่อช่วยให้ธาตุทั้งสองกลุ่มดังกล่าวตกตะกอนลงมาร่วมกับตะกอนแบเรียมซัลเฟต ยกเว้น ธาตุยูเรเนียมซึ่งตกตะกอนลงมาร่วมกับตะกอนเหล็กไฮดรอกไซด์

วิธีที่เสนอนี้มีความเชื่อถือได้สูง ดังแสดงไว้ในผลการทดลอง (ตารางที่ 1-4) ชีดจำกัดต่ำสุดของวิธีวิเคราะห์ (LLD) มีค่าระหว่าง 0.26-0.31 พิโคคูรีต่อลิตร หรือ 0.01 เบคเคอเรลต่อลิตร และประสิทธิภาพของการวัด มีค่าระหว่าง 24-26 % นอกจากนี้วิธีนี้ช่วยแก้ปัญหาเรื่องความหนาของตัวอย่างแล้ว ยังเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว ไม่ยุ่งยากและให้ผลที่ถูกต้องแม่นยำอีกด้วย

5. เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality. Geneva: World Health Organization; 1993.
2. Krieger, H.L., and Whittaker, E.L., Prescribed Procedures for Measurement of Radioactivity in Drinking Water, EPA 600/4-8-032, Environmental Monitoring and Support Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio (August 1980)

ตัวอย่าง/สารมาตรฐาน/Blank

ปริมาตร 500 ลบ. ซม.

↓ + สารซักฟอกปลอดฟอสเฟต 5 หยด

↓ + H₂SO₄ 1 โมลาร์ 20 ลบ. ซม.

↓ คัมให้เดือด 10 นาที, คน

↓ + ตัวพา Ba²⁺ จำนวน 5 มิลลิกรัม

↓ อุ้ 30 นาที, คน

↓ + Bromocresol purple indicator

↓ + ตัวพา Fe³⁺ จำนวน 5 มิลลิกรัม

↓ + น้ำผสมเยื่อกระดาษ 5 ลบ. ซม.

↓ เติม NH₄OH 6 โมลาร์ จนกระทั่งสารละลายเป็นสีม่วง

↓ อุ้ 30 นาที, คน, ทิ้งไว้ให้เย็น

↓ กรองตะกอนผ่านกระดาษกรองแก้ว

↓ ล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่น 25 ลบ. ซม.

↓ ทำให้ตะกอนแห้งภายใต้หลอดไฟอินฟราเรด

↓

นำเข้าวัดด้วยเครื่องวัดชนิด

Low Background Gas Proportional Counter

เป็นเวลา 100 นาที

แผนผังที่ 1 แสดงรายละเอียดของวิธีวิเคราะห์ความแรงรังสีรวมแอลฟาด้วยวิธีตกตะกอนร่วม

ตารางที่ 1 น้ำกลั่น และน้ำทะเล อย่างละ 500 ลบ. ซม. เติมสารกัมมันตรังสีอัมเมอเรียม-241
 ความแรงรังสี 49.3 ± 3.0 พิโคคูรี

ตัวอย่าง	ความแรงรังสีรวมแอลฟา พิโคคูรี
น้ำกลั่น	
1	49.7
2	46.2
3	49.8
4	49.0
5	48.3
6	49.3
7	48.9
8	47.9
9	48.5
10	49.1
ค่าเฉลี่ย	48.7 ± 1.1
น้ำทะเล	
1	52.0
2	50.8
3	49.9
4	51.4
5	50.7
6	52.1
ค่าเฉลี่ย	51.2 ± 0.8

ตารางที่ 2 ตัวอย่างน้ำจากองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา(US EPA)

ตัวอย่าง	ความแรงรังสีรวมแอลฟา พิโคคูรี
WCC 195	
1	20.5
2	21.5
3	19.5
4	19.9
5	21.1
ค่าเฉลี่ย	20.5 ± 0.8
ค่าจริง	22.0 ± 5.0
WCC 276A	
1	85.3
2	86.5
3	85.7
ค่าเฉลี่ย	85.8 ± 0.6
ค่าจริง	86.0 ± 5.0

ตารางที่ 3 น้ำทะเลจากจังหวัดระยอง เก็บเมื่อ 5 เมษายน 2537

ตัวอย่าง	ความแรงรังสีรวมแอลฟา ฟิโคโนรีต่อลิตร
1	1.85
2	1.84
3	1.87
4	1.85
5	1.80
ค่าเฉลี่ย	1.84 ± 0.03

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแรงรังสีรวมแอลฟาในตัวอย่างน้ำจาก กฟผ.

สถานี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
	เบคเคอเรลต่อลิตร	
บ้านปกาศัย	0.05 ± 0.02	0.05 ± 0.02
น้ำล้นบ่อจีใต้	0.39 ± 0.04	0.37 ± 0.04
ปากทางรับน้ำโรงจักร	0.25 ± 0.03	0.23 ± 0.03
ปากคลองบางยาง	0.28 ± 0.03	0.31 ± 0.03
ขุมเหมืองบางหมาก	0.55 ± 0.04	0.54 ± 0.04
คลองบางหมาก	0.23 ± 0.03	0.22 ± 0.03
ขุมเหมืองบางปุดำ	0.45 ± 0.04	0.45 ± 0.04