



สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การใช้วิธีแกมมาสเปกโตรเมตตรี สามารถใช้วิเคราะห์หาปริมาณเรเดียม-226 ในน้ำ ได้สะดวกและค่อนข้างรวดเร็ว มีความแม่นยำพอสมควร ถึงแม้ว่าขีดจำกัดในการวัดจะไม่ค่อยดีนัก เมื่อเทียบกับวิธีการทางเคมี แต่ก็สามารถใช้ในการวัดหาปริมาณเรเดียม -226 ในน้ำในบางกรณีได้

วิธีการวิจัยนี้ ไม่ได้การวัดเรเดียม -226 โดยตรงแต่เป็นการวัด daughter Products ของเรเดียม-226 คือ Bi-214 และ Pb-214 ที่พลังงาน 609 และ 352 keV ตามลำดับ ภายหลังจากเกิดการสลายแบบเชคูลาร์ และ คำนวณย้อนกลับไปหาปริมาณเรเดียม -226 ได้ และ เนื่องจากปริมาณเรเดียม -226 ที่มีอยู่ในน้ำ มีปริมาณน้อย ในการวัดจึงต้องเก็บน้ำตัวอย่างมาปริมาณมาก แล้วนำมาลดปริมาตรลงไปให้เหลือเล็กน้อยเพื่อให้ปริมาณเรเดียม -226 ในน้ำนั้นเข้มข้นขึ้นจนสามารถวัดได้ จากนั้นก็คำนวณย้อนกลับไปหาปริมาณเรเดียม -226 ในรูปของความแรงรังสีจำเพาะ ซึ่งมีหน่วยเป็นฟิโคครีต่อลิตร

สำหรับการวัดหาปริมาณเรเดียม -226 โดยวิธีนี้ อาจจะมีข้อสงสัยว่า ปริมาณรังสีที่วัดได้เกิดจากเรดิโอไอโซโทปตัวอื่น ๆ ซึ่งมีอยู่ในธรรมชาติ เช่น เรเดียม -228 เรเดียม -224 บิสมัท -214 ตะกั่ว -214 ซึ่งมีอยู่ในน้ำตามธรรมชาติแล้วนั้น จากอนุกรมการสลายตัวของ ทอเรียม -232 และเรเดียม-228 อธิบายได้ว่า เรเดียม-228 มีครึ่งชีวิต 6.7 ปี สลายตัวให้รังสีเบต้าพลังงานต่ำมาก จึงไม่รบกวนการวัดแต่อย่างใด และเรเดียม-224 บิสมัท -214 และตะกั่ว -214 มีครึ่งชีวิต 3.64 วัน 27 นาที และ 20 นาที ตามลำดับ แต่การทิ้งไว้ 30 วัน ทำให้เมื่อถึงเวลานี้จึงไม่มีปริมาณรังสีของ Ra-224 Bi-214 และ Pb-214 ที่มาจากธรรมชาติเหลืออยู่เลย ปริมาณรังสีที่วัดได้จะเป็นของเรเดียม -226 และ daughter Products ของเรเดียม -226 เท่านั้น

จากผลการทดลองหาปริมาณเรเดียม -226 ในน้ำ โดยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตตรี ซึ่งใช้หัววัด NaI(Tl) ชนิดแท่งตัน ขนาด 3 นิ้ว x 3 นิ้ว และ 5 นิ้ว x 5 นิ้ว สรุปได้ดังนี้

1. สิ่งที่ต้องระวังในการวิเคราะห์คือ แบคกราวนด์ ต้องวัดแบคกราวนด์ทุกครั้ง และในห้องปฏิบัติการ ต้องไม่มีสารกัมมันตรังสีอยู่ใกล้เคียง เพื่อช่วยลดแบคกราวนด์ให้น้อยลง
2. การกำบังรังสี (shielding) ของหัววัดมีความสำคัญมาก เนื่องจากตัวอย่างที่วัดมีความแรงรังสีต่ำ ดังนั้นต้องกำบังหัววัดเป็นอย่างดี
3. ในการวิเคราะห์ ต้องใช้เวลาวัดนาน เพื่อลดความแปรปรวนของสถิติในการนับรังสี สำ

หรับการวิจัยนี้ใช้เวลานับรังสี 30000 วินาที สำหรับ หัววัดขนาด 3" 3" และ 15000 วินาทีสำหรับ หัววัดขนาด 5"x5"

4. ควรใช้หัววัดที่มีขนาดใหญ่ เพื่อที่จะทำให้จำนวนนับรังสีมากขึ้น เวลาที่ใช้ในการวัดสามารถใช้เวลา น้อยกว่าหัววัดที่มีขนาดเล็กกว่า ในกรณีที่ เป็นหัววัดชนิดเดียวกัน

5 การวัด daughter products ของเรเดียม-226 ที่แผ่ Pb-214 พลังงาน 352 KeV และแผ่ Bi-214 ที่พลังงาน 609 KeV หลังจากเกิดสมดุลแบบเชคคูลาร์ ที่แผ่ของ Pb-214 สามารถใช้ในการวิเคราะห์ได้ดีกว่า แผ่ของ Bi-214 ในแง่ของจำนวนนับรังสี และค่าต่ำสุดในการวัด

6 ค่าต่ำสุดของการวัดหาปริมาณเรเดียม-226 ในน้ำโดยวิธีแกมมาสเปคโตรเมตตรี โดยใช้ หัววัด NaI(Tl) แบบแท่งตัน จากการวิจัยครั้งนี้ สามารถหาค่าต่ำสุดของการวัดได้เท่ากับ $30.05 + 1.74 \text{ pCi}/200 \text{ Cm}^3$ ที่แผ่ของ Pb-214 พลังงาน 352 KeV ซึ่งเป็น daughter product ของ เรเดียม-226 เมื่อใช้หัววัดขนาด 5"x5"

นอกจากนี้ ได้ทำการทดสอบวิธีการวิจัย โดยการใช้วิธีแกมมาสเปคโตรเมตตรีวัดหาปริมาณ เรเดียม-226 ในน้ำด้วยหัววัด Hyperpure Germanium โดยใช้สารละลายมาตรฐานชุดเดียวกับ ที่ใช้ หัววัดNaI(Tl) แบบแท่งตันขนาด 3"x3"และ 5"x5" ผลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองใช้วิธีการวัดหาปริมาณ เรเดียม-226 ในน้ำโดยวิธีแกมมาสเปคโตรเมตตรีโดยใช้หัววัด NaI(Tl) ทดสอบกับ การใช้หัววัด Hyperpure Germanium

น้ำตัวอย่าง	specific activity(pCi/liter) Hyperpure Germanium		specific activity(pCi/liter) NaI(Tl) 5"x5"	
	แผ่ Pb-214 (352 KeV)	Bi-214 (609 KeV)	แผ่ Pb-214 (352 KeV)	Bi-214 (609 KeV)
SWR1	40.20±1.88	37.43±0.675	27.58±2.93	26.68±6.68
SWR2	ND	ND	ND	ND

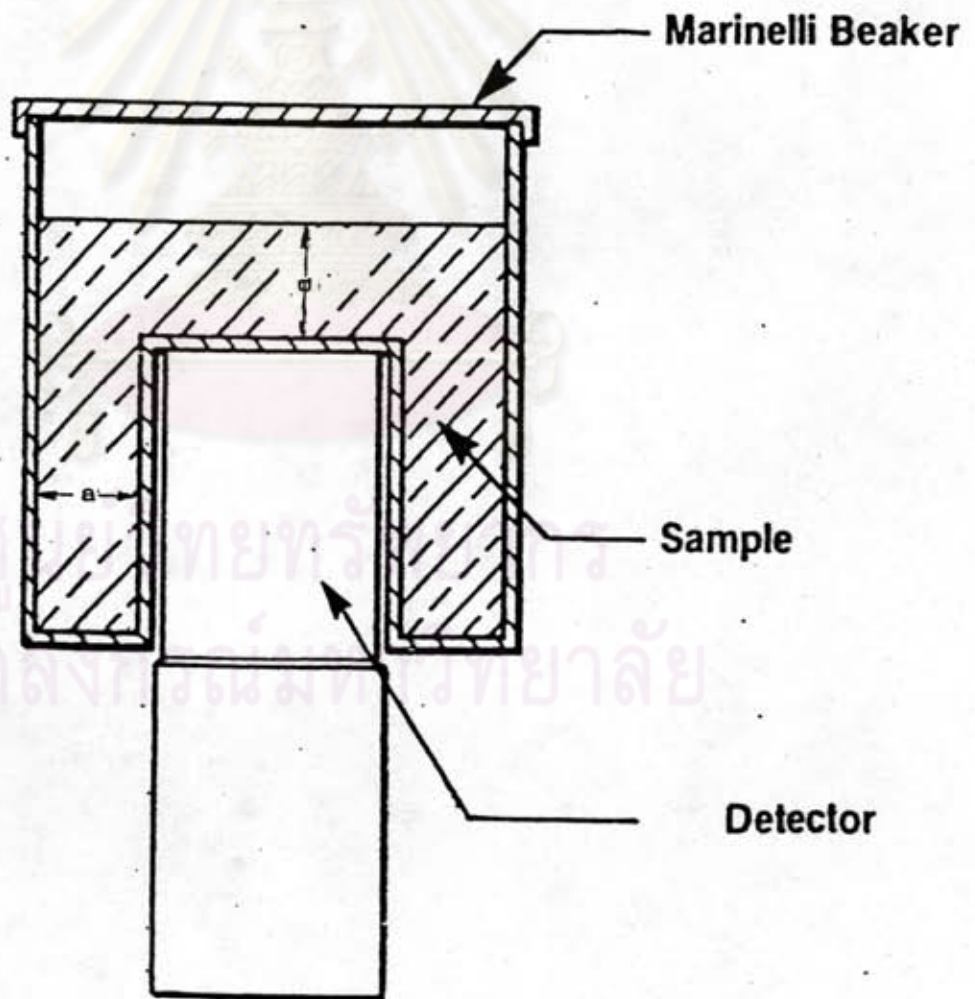
วิธีแกมมาสเปคโตรเมตตรีเป็นวิธีที่มีขั้นตอนในการปฏิบัติ น้อยกว่าและไม่ยุ่งยาก เมื่อเทียบกับวิธีทางเรดิโอเคมี ดังนั้นในกรณีที่ปริมาณเรเดียม-226สูงพอ คือสูงกว่าขีดจำกัดในการวัดพอสมควรวิธีแกมมาสเปคโตรเมตตรี มีข้อได้เปรียบในแง่ของ ความสะดวก รวดเร็ว และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง โอกาสผิดพลาดจะเกิดขึ้นน้อยกว่า เป็นที่ทราบกันอยู่ทั่วไปว่า ความผิดพลาดอันจะเกิดขึ้นได้ในขบวนการวิเคราะห์สารกัมมันตรังสีปริมาณต่ำ ที่สำคัญมี 2 ประการคือ ประการแรกการสูญหาย(loss)ของสารกัมมันตรังสี ซึ่ง

อาจเกิดขึ้นได้จากการกระเด็นของตัวอย่างในขณะที่ถ่ายภาพ หรือ ขณะที่ต้มระเหยเพื่อลดปริมาตร การสูญหายเนื่องจากสารติดภาชนะล้างไม่หมด การตกตะกอนไม่สมบูรณ์ ฯลฯ ประการที่ 2 คือการเปื้อน (contamination) สารกัมมันตรังสีจากภายนอก ข้อผิดพลาดประการหลังนี้เกิดขึ้นได้ง่ายในกรณีที่สารกัมมันตรังสีที่จะวิเคราะห์นั้นมียู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมด้วย ซึ่งได้แก่ ยูเรเนียม ทอเรียม และ ธาตุที่เกิดจากการสลายตัวของธาตุทั้งสองที่มีในธรรมชาติ การลดขั้นตอนในการปฏิบัติไปได้นั้น ก็เท่ากับว่าเป็นการลดโอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาดสองประการที่กล่าวข้างต้นได้ .

ข้อจำกัดในการวิเคราะห์ และความแน่นอนในการวิเคราะห์ ของหัววัดเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูง ดีกว่าหัววัด โซเดียมไอโอไดด์ เนื่องจากการคำนวณความเข้มรังสีสุทธิของแต่ละชนิดได้จากพื้นที่ใต้พีค ส่วนเทคนิคที่ใช้ในการหาความเข้มของรังสีสุทธิของการใช้หัววัดโซเดียมไอโอไดด์ ในการวิจัยนี้ ใช้ความแตกต่างของค่าอินทิเกรตระหว่างตัวอย่างกับแบคกราวด์ ในช่วงเดียวกัน ซึ่งต้องตรวจสอบการเลื่อนของพีคอย่างระมัดระวัง ในการวิจัยนี้ได้ใช้ฟิลเลอร์เป็นตัวตรวจสอบการเลื่อนของพีค ซึ่งพบว่าหากพีคจากฟิลเลอร์เลื่อนไปเกินกว่า 5 ช่อง จะไม่มีความแน่นอนในการวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามหากมีการระมัดระวังแล้วการใช้หัววัดโซเดียมไอโอไดด์ ก็สามารถใช้ได้ผลดีเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ปริมาณเรเดียม-226 ในตัวอย่างมีมาก ก็จะทำให้พีคชัดเจน และสามารถหาพื้นที่ใต้พีคได้เช่นเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. เนื่องจากการวัดด้วยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตริกต้องใช้เวลานาน จึงควรมี Regulator เพื่อให้กระแสไฟฟ้าคงที่สม่ำเสมอ
2. ในกรณีที่ไม่ตัวอย่างที่ต้องการวัดมีปริมาณของธาตุน้อย ต้องใช้ปริมาณของสารตัวอย่างนั้นมาก ๆ เช่นการวิจัยนี้เก็บน้ำตัวอย่างมา 5 ลิตร แล้วลดปริมาณลงเหลือ 200 C_{m3} เพื่อให้มีความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่ต้องการวัดมากขึ้น
3. ควรพิจารณาใช้หัววัดรังสีเจอร์มาเนียมความบริสุทธิ์สูง(ถ้ามี) เพื่อให้ได้ค่าที่วัดจะมีความถูกต้องแน่นอนมากขึ้น
4. ภาชนะใส่ตัวอย่างวัดควรเป็นบิกเกอร์ชนิด Marinelli beaker ขนาดจุประมาณ 0.5 ลิตร(ดังแสดงในรูปที่ 5.1) เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการวัดเพิ่มขึ้นประมาณ 2-3 เท่า(17)



รูปที่ 5. 1 Marinelli Beaker