บทที่ 6

อภิปรายผลการทดลอง

การวิเคราะห์แร่โมนาไซท์โดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ด้วยต้นกำเนิดรังสีชนิดดังกล่าวทำให้ทราบขอบเขตความสามารถในการวิเคราะห์ธาตุของต้นกำเนิดรังสีแต่ละชนิด และจากการศึกษาหัววัดรังสีแบบสารกึ่งตัวนำและเครื่องแยกวัดพลังงานชนิด 1024 ช่อง ทำให้ทราบขีดจำกัดของความสามารถในการแยกวัดพลังงานรังสีเอกซ์ดังแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 แสดงพลังงานรังสีจากต้นกำเนิดและขอบเขตความสามารถในการวิเคราะห์พลังงาน

ต้นกำเนิดรังสี	ชนิดรังสีที่ให้ออกมา	พลังงาน (keV)	ช่วงพลังงานที่สามารถวิเคราะห์ (keV)
อเมริเซียม-241	แกมมา	59.56	10 - 58
พลูโตเนียม-238	รังสีเอกซ์เฉพาะตัวชั้น L ของยูเรเนียม	11.6 - 21.7	5 - 21
ธูเลียม-170	แกมมา รังสีเอกซ์เฉพาะตัวชั้น K ของ Yb	84.3 52.0 - 59.7	10 - 80
โปรมีเธียม-147/อลูมิเนียม	Bremsstrahlung	1 - 220	5 - 90

เมื่อเปรียบเทียบขอบเขตความสามารถในการวิเคราะห์ของต้นกำเนิดรังสีทั้ง 4 ชนิด จะเห็นว่าต้นกำเนิดโปรมีเธียม-147/อลูมิเนียม และ ธูเลียม-170 มีขอบเขตการวิเคราะห์ในช่วงพลังงานกว้างกว่าต้นกำเนิดชนิดอื่น แต่มีข้อเสีย คือ ต้นกำเนิดทั้งสอง

มีอายุครึ่งชีวิตสั้น ทำให้มีอายุการใช้งานสั้นกว่า

ในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพนอกจากจะคำนึงถึงขอบเขตความสามารถในการกระตุ้นของต้นกำเนิดรังสีแล้วยังต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของหัววัดรังสี คือ ประสิทธิภาพในการวัดรังสี ณ พลังงานใดๆ และความสามารถในการแยกวัดพลังงานของแต่ละช่องและการจัดปรับเครื่องวัดในสภาวะที่เหมาะสม

ต้นกำเนิดรังสีดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ธาตุตั้งแต่หมายเลขอะตอมที่ 23 คือ ธาตุวานาเดียมจนถึงธาตุที่หมายเลขอะตอม 93 คือ ยูเรเนียม ดังนั้นธาตุที่เบากว่าหมายเลขอะตอมที่ 23 จึงไม่สามารถวิเคราะห์โดยต้นกำเนิดดังกล่าวนี้ได้ เมื่อนำผลจากการวิเคราะห์โดยใช้ต้นกำเนิดต่างๆ ดังกล่าวแล้วนำมาหาปริมาณเฉลี่ยของธาตุในแร่โมนาไซท์ได้ผลแสดงดังตารางที่ 6.2

ผลการวิเคราะห์แร่โมนาไซท์เชิงปริมาณ ดังตารางที่ 6.2 แสดงให้เห็นว่าสารมาตรฐานที่ได้จัดเตรียมขึ้นมานั้นมีร้อยละของส่วนประกอบและลักษณะกายภาพมีความใกล้เคียงกับสารตัวอย่าง ซึ่งทำให้เกิดผลดี คือ ลดผลอันเนื่องมาจากการดูดกลืนและเสริม (Absorption and enhancement effects) ของรังสีเอกซ์ทำให้ผลการทดลองมีความถูกต้องสูงขึ้น

จากการทดลองเปรียบเทียบในการวิเคราะห์ปริมาณธอเรียมในแร่โมนาไซท์โดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์กับวิธีการอาบรังสีนิวตรอนและจากวิธีการวัดรังสีโดยตรงจากสารตัวอย่าง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6.2

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณธอเรียมโดยวิธีทั้งสามดังกล่าวจะเห็นว่าค่าที่ได้จากวิธีเรืองรังสีเอกซ์ กับวิธีทั้งสองนั้นได้ผลใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงว่าความถูกต้องในการวิเคราะห์โดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์นั้นสามารถเชื่อถือได้เมื่อเทียบกับวิธีทั้งสองและวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ใช้เวลาสั้นกว่าวิธีทั้งสองอีกด้วย

Sample	Nd_2O_3	Gd_2O_3	Pr_2O_3	Sm_2O_3	TaO_2	Dy_2O_3
Standard	3.50	1.50	1.00	0.35	1.50	0.35
C - 3	5.96 ± 0.30	1.33 ± 0.19	4.24 ± 0.24	0.85 ± 0.03	1.46 ± 0.12	0.40 ± 0.03
C - 4	6.65 ± 0.34	1.37 ± 0.14	4.10 ± 0.31	0.89 ± 0.03	1.26 ± 0.04	0.37 ± 0.04
C - 5	5.88 ± 0.23	1.18 ± 0.21	3.97 ± 0.19	0.82 ± 0.04	0.95 ± 0.11	0.34 ± 0.04
C - 6	6.36 ± 0.20	1.43 ± 0.15	4.20 ± 0.10	0.90 ± 0.05	1.03 ± 0.17	0.35 ± 0.03
C - 7	5.76 ± 0.34	1.20 ± 0.20	3.98 ± 0.11	0.78 ± 0.04	0.95 ± 0.12	0.35 ± 0.04
C - 8	6.03 ± 0.31	1.35 ± 0.10	4.12 ± 0.20	0.83 ± 0.07	0.67 ± 0.06	0.38 ± 0.03
C - 12	5.39 ± 0.30	1.30 ± 0.10	4.10 ± 0.14	0.81 ± 0.03	1.68 ± 0.12	0.39 ± 0.02
C - 13	5.59 ± 0.38	1.34 ± 0.12	4.19 ± 0.12	0.82 ± 0.06	1.28 ± 0.11	0.35 ± 0.04
C - 14	5.09 ± 0.25	1.24 ± 0.08	4.04 ± 0.10	0.79 ± 0.02	1.62 ± 0.13	0.32 ± 0.04
C - 15	5.41 ± 0.18	1.17 ± 0.09	3.87 ± 0.22	0.75 ± 0.06	0.46 ± 0.08	0.35 ± 0.03
C - 16	5.78 ± 0.20	1.25 ± 0.05	4.00 ± 0.14	0.85 ± 0.04	0.35 ± 0.04	0.36 ± 0.01
C - 17	6.11 ± 0.14	1.28 ± 0.11	4.52 ± 0.25	0.89 ± 0.02	1.30 ± 0.12	0.33 ± 0.02
C - 18	6.15 ± 0.11	1.46 ± 0.08	4.19 ± 0.28	0.90 ± 0.07	1.29 ± 0.10	0.30 + 0.01
C - 20	5.78 ± 0.15	1.36 ± 0.10	3.98 ± 0.11	0.78 ± 0.04	1.54 ± 0.12	0.31 ± 0.02
C - 23	6.40 ± 0.30	1.47 ± 0.17	4.33 ± 0.20	0.88 ± 0.03	1.01 ± 0.06	0.35 ± 0.03
C - 24	6.10 ± 0.24	1.33 ± 0.15	4.06 ± 0.24	0.76 ± 0.05	1.59 ± 0.15	0.34 ± 0.03

ตารางที่ 6.2 แสดงผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณเป็นร้อยละของธาตุต่างๆ ของแร่โมนาไซท์ โดยคิดเฉลี่ยจากผลการใช้นิวตรอนกำเนิดรังสีทั้ง 4 ชนิด

Sample	ThO_2	Y_2O_5	Nb_2O_5	SnO_2	La_2O_3	Ce_2O_3
Standard	5.00	1.50	1.50	0.35	15.00	30.00
C – 3	3.65 ± 0.21	1.29 ± 0.13	1.08 ± 0.03	1.07 ± 0.05	18.25 ± 0.57	27.39 ± 0.56
C – 4	5.06 ± 0.35	1.46 ± 0.08	0.74 ± 0.05	0.48 ± 0.03	15.92 ± 0.55	28 06 ± 0.70
C – 5	3.92 ± 0.20	1.26 ± 0.08	1.56 ± 0.08	0.29 ± 0.03	14.12 ± 0.46	27.57 ± 0.30
C – 6	5.28 ± 0.15	1.44 ± 0.14	0.54 ± 0.04	0.18 ± 0.04	16.41 ± 0.44	31.18 ± 0.48
C – 7	3.62 ± 0.18	1.40 ± 0.10	2.79 ± 0.07	1.00 ± 0.03	12.48 ± 0.17	23.80 ± 0.27
C – 8	4.38 ± 0.24	1.36 ± 0.07	1.36 ± 0.09	1.09 ± 0.04	12.92 ± 0.25	25.49 ± 0.70
C – 12	4.61 ± 0.21	1.51 ± 0.11	1.05 ± 0.03	0.39 ± 0.03	14.93 ± 0.46	29.60 ± 0.28
C – 13	4.94 ± 0.14	1.54 ± 0.13	0.75 ± 0.07	0.32 ± 0.07	15.75 ± 0.33	31.18 ± 0.62
C – 14	5.10 ± 0.15	1.56 ± 0.10	1.15 ± 0.03	0.84 ± 0.07	15.70 ± 0.42	29.32 ± 0.63
C – 15	4.41 ± 0.11	1.46 ± 0.11	1.79 ± 0.09	0.37 ± 0.04	12.63 ± 0.51	25.00 ± 0.70
C – 16	4.51 ± 0.14	1.53 ± 0.17	0.54 ± 0.04	0.14 ± 0.02	14.67 ± 0.42	26.50 ± 0.55
C – 17	4.66 ± 0.17	1.46 ± 0.18	1.30 ± 0.06	0.23 ± 0.04	16.20 ± 0.49	31.05 ± 0.37
C – 18	5.20 ± 0.31	1.60 ± 0.07	0.66 ± 0.06	0.35 ± 0.01	16.42 ± 0.47	31.13 ± 0.57
C – 20	4.75 ± 0.23	1.52 ± 0.20	0.93 ± 0.06	1.07 ± 0.04	15.46 ± 0.38	27 84 ± 0.41
C – 23	5.11 ± 0.24	1.50 ± 0.21	0.48 ± 0.04	0.25 ± 0.03	16.08 ± 0.41	31.36 ± 0.40
C – 24	4.74 ± 0.14	1.52 ± 0.09	1.01 ± 0.05	0.30 ± 0.04	14.05 ± 0.57	29.94 ± 0.62

ตารางที่ 6.2 แสดงผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณเป็นร้อยละของธาตุต่างๆ ในแร่โมนาไซท์ โดยคิดเฉลี่ยจากผลการใช้นกำเนิดรังสีทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 6.3[1] แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธอเรียมในตัวอย่างแร่โมนาไซท์ โดยวิธีเรืองรังสีเอกซ์, วิธีอาบรังสีนิวตรอน และ วิธีวัดรังสีโดยตรง

สารตัวอย่าง	ปริมาณธอเรียมในแร่โมนาไซท์วิเคราะห์โดยวิธีต่างๆ		
	วิธีเรืองรังสีเอกซ์	วิธีอาบรังสีนิวตรอน	วิธีวัดรังสีโดยตรง
1	5.65	6.18	5.34
T	8.23	7.16	7.54
G_1	6.38	6.26	5.96
G_2	6.46	5.76	4.92
B	6.04	5.76	5.88
7	7.03	7.28	6.08
9	5.90	5.52	5.46
10	6.59	6.52	5.56
6.1	6.22	5.64	6.22
11.1	7.05	6.56	6.51
11.2	7.10	7.43	5.92
A A	6.77	6.36	6.11

การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์นี้ทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณของธาตุกลุ่มแรร์เอิร์ทได้ดี ซึ่งจะเห็นว่าตามเอกสารแต่เดิมหาได้แต่[2] Ce_2O_3 และกลุ่ม $(La, Di)_2O_3$ แต่จากเทคนิคเรืองรังสีเอกซ์ที่ใช้ในการวิจัยนี้สามารถหาปริมาณของธาตุ La, Ce, Nd, Gd, Pr, Sm และ Dy ได้

---

[1]Ratree Kunchitchai, Radiometric Analysis of Uranium and Thorium in Thai Monazite Sands. (Master of Science Thesis, Chulalongkorn Univ., 1974), p. 75.

[2]F. L. Cuthbert, Thorium Production Technology. (Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Co., Inc. 1958), p. 13.

นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์หาปริมาณธาตุที่วิเคราะห์ได้ยากๆ ได้อีกด้วย คือ Y, Nb และ Ta คงเนื่องจากว่าตัวอย่างแร่โมนาไซท์ซึ่งนำมาวิจัยนี้ได้จากลานแร่ดีบุก จึงทำให้มีดีบุกปะปนอยู่ในแร่เหล่านี้บ้าง แต่อย่างไรก็ตามเทคนิควิเคราะห์ด้วย**วิธีเรืองรังสีเอกซ์**นี้ไม่อาจวิเคราะห์ธาตุที่เบากว่าวานาเดียมได้ และวิเคราะห์หาปริมาณน้อยๆ ของเหล็กไม่ได้ เนื่องจากต้นกำเนิดดังกล่าวไม่เหมาะสม เพราะให้พลังงานสูงเกินไป

ปริมาณของซีเรียมในแร่โมนาไซท์ที่วิเคราะห์ 16 ตัวอย่างนี้ค่อนข้างคงที่ คือมีปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 3.6 - 5.2 ทั้งนี้คงเนื่องจากว่าตัวอย่างมาจากลานแร่เดียวกัน จึงไม่มีความแตกต่างในด้านปริมาณมากนัก