

สรุปผลและขอเสนอแนะ

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ สรุปผลได้ ในดินทุ่งนาจากแหล่งต่าง ๆ มีเหล็กตั้งแต่ 1.9 % - 7.5 % ยกเว้นดินหมายเลข 02 ที่เป็นดินเค็มมีเหล็กมากถึง 10.8 % ส่วนไทเทเนียมในดินมีปริมาณตั้งแต่ 0.4 % ถึง 2.6 %

จากวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้นี้ พบว่านอกจากจะมีข้อผิดพลาดจากกรณีต่าง ๆ ของการวิเคราะห์แบบแอคติเวชันทั่ว ๆ ไป เช่นผลจากการกั้นรังสีของตัวเอง การดูดกลืนรังสีภายในตัวเอง (self-absorption) การเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ของนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูแล้ว ยังมีข้อที่ควรศึกษาในวิธีการนี้ คือ

1. ค่าแคคเมียมเรโซ ความคลาดเคลื่อนของค่าแคคเมียมเรโซ จะมีผลทำให้การคำนวณผลสุดท้ายจากสมการ (11) ในหัวข้อ 2.3 นิดได้มาก กังตัวอย่างเช่น ในการวิเคราะห์เหล็ก สมมุติให้ค่าแคคเมียมเรโซของแมงกานีส โดยเฉลี่ยเป็น 60 จำนวนที่นับได้ของดินเมื่อหุ้ม (B) และไม่หุ้มแคคเมียม (A) เป็น 550 และ 28000 ครั้งต่อนาทีตามลำดับ เมื่อเปลี่ยนค่าแคคเมียมเรโซให้ต่างออกไปจากค่าเฉลี่ยเป็น 58, 59, 61 และ 62 แล้ว ความคลาดเคลื่อนจะเป็นดังนี้ คือ

| | | | | | |
|-----|--------|---------|----------|----------------|--------|
| ถ้า | R = 58 | , จะได้ | Q = 69.7 | ค่าคลาดเคลื่อน | 17.7 % |
| ถ้า | R = 59 | , จะได้ | Q = 76.6 | ค่าคลาดเคลื่อน | 9.5 % |
| ถ้า | R = 60 | , จะได้ | Q = 84.7 | ค่าคลาดเคลื่อน | 0 % |
| ถ้า | R = 61 | , จะได้ | Q = 91.7 | ค่าคลาดเคลื่อน | 8.3 % |
| ถ้า | R = 62 | , จะได้ | Q = 99.1 | ค่าคลาดเคลื่อน | 18.2 % |

จะเห็นว่ายิ่งค่าแคคเมียมเรโซห่างออกไปจากค่าเฉลี่ยมากขึ้น ความคลาดเคลื่อนจะเพิ่มเป็นทวีคูณ และจากการวิเคราะห์ในตารางที่ 3 - 1 ค่าแคคเมียมเรโซของแมงกานีสมีค่าตั้งแต่ 57 ถึง 65 ซึ่งต่างกันมาก สาเหตุในกรณีนี้ อาจเป็นไปได้ว่าในการวิเคราะห์ใช้

ปริมาณของแมงกานีสไดออกไซด์มากเกินไปถึง 10 มิลลิกรัม ทำให้การกินรังสีของตัวเอง และการคุกกลืนรังสีมีผลต่อความแรงของรังสีได้ นอกจากนี้ค่าภาคตัดขวางของแมงกานีสต่อเทอร์มัลนิวตรอนสูงถึง 13.6 บาร์น ทำให้ความผิดพลาดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ของนิวตรอนและเวลาการอาบรังสีที่แม้จะผิดไปเพียงเล็กน้อย ก็มีผลต่อความแรงของรังสีได้มาก

การแก้ไขปัญหานี้อาจจะแก้ไขโดยใช้แมงกานีสที่เป็นแผนบาง ๆ และเพิ่มเวลาอาบนิวตรอนให้มากขึ้นอีก แต่เนื่องจากไม่สามารถหาแผนแมงกานีสบาง ๆ ได้ การวิเคราะห์ครั้งหนึ่งแก้ไขโดยพยายามหาค่าแควมเมียมเรโซหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าที่ถูกต้องมากที่สุด

2. ความคลาดเคลื่อนทางสถิติ (Statistical error) เนื่องจากการวัด จะเห็นว่าวิธีการในการวิเคราะห์แบบนี้ เมื่อได้ความแรงของรังสีจากคินเมื่อหุ้มและไม่หุ้มแควมเมียมแล้ว คำนวณค่าจำนวนที่นับได้ของคินที่ไม่หุ้มแควมเมียม ไปลบออกจากผลคูณของแควมเมียมเรโซกับจำนวนที่นับได้ของคินที่หุ้มแควมเมียม หรือในกรณีของการวิเคราะห์เหล็ก ยังต้องแก้ไขเนื่องจากโซเคียม - 24 อีก การลบกันหลายครั้งย่อมทำให้ความคลาดเคลื่อนทางสถิติสูงขึ้น ดังตัวอย่าง เช่นการวิเคราะห์เหล็กในคินหมายเลข 10

จัดแบคกราวด์ในวันนั้นได้ 623 ครั้งต่อนาที ความแรงของรังสีในคินที่หุ้มแควมเมียม 18858 ครั้งต่อ 4 นาที รังสีจากโซเคียม - 24 วัดได้ 572 ครั้งต่อ 4 นาที

ความแรงของรังสีเนื่องจากแมงกานีส - 56 ในคินขวดที่หุ้มแควมเมียมที่

ถูกต้อง

$$= \left(\frac{18858}{4} - 623 - \frac{572}{4} \right) \pm \sqrt{\left(\frac{\sqrt{18858}}{4} \right)^2 + (\sqrt{623})^2 + \left(\frac{\sqrt{572}}{4} \right)^2}$$

$$= 3949 \pm 42 \quad \text{ครั้งต่อนาที}$$

$$= 3949 \pm 1.07 \%$$

เมื่อแก้ไขเนื่องจากเวลารอคอยการวัด และเวลาการอาบรังสี 1 นาที แล้ว จะคำนวณความแรงของรังสีเนื่องจากแมงกานีส - 56 ในดินชวคที่หุ้มแคดเมียมเมื่อเวลา เท่ากับ 556 ± 6 ครั้งต่อนาที

สำหรับชวคที่ไม่หุ้มแคดเมียม วัดรังสีได้ 23228 ครั้งต่อนาที รังสีจากโซเดียม - 24 วัดได้ 650 ครั้งต่อนาที จะคำนวณทำนองเดียวกันได้ว่า ความแรงของรังสีเนื่องจาก แมงกานีส - 56 ของชวคที่ไม่หุ้มแคดเมียม เมื่อเวลา $t=0$ เท่ากับ 32305 ± 180 ครั้งต่อนาที

เมื่อแทนค่า $BR - A$ จากสมการ (11) ในหัวข้อ 2.3 แล้ว จะได้ว่า

$$\begin{aligned} BR - A &= (556 \times 60.84 - 32305) \pm \sqrt{(6 \times 60.84)^2 + (180)^2} \\ &= 1522 \pm 407 \\ &= 1522 \pm 27 \% \end{aligned}$$

จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ของการคำนวณขั้นสุดท้าย ค่าคลาดเคลื่อนสูงมาก ยิ่งค่าของ BR เข้าใกล้ A มากเท่าไร ค่าคลาดเคลื่อนจะยิ่งสูงขึ้น การที่ BR จะเข้าใกล้ A ได้ ก็ต่อเมื่อ B มีค่าน้อย หรือตีความหมายได้ว่ารังสีเนื่องจากเหล็ก - 56 ในดินน้อยมาก นั่นคือความคลาดเคลื่อนจะสูงขึ้นเมื่อปริมาณของเหล็กในดินมีค่าน้อย

สำหรับในกรณีของไทเทเนียม ความคลาดเคลื่อนในกรณีนี้จะสูงมากเช่นเดียวกัน ดังตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ไทเทเนียมในดิน หมายเลข 14 จำนวนที่นับได้ของดินชวคที่ไม่หุ้มแคดเมียม เนื่องจากสแกนเทียม - 46 เมื่อลบแบคกราวด์ออกแล้ว เท่ากับ 2181 ครั้ง ต่อ 10 นาที คอการอาบรังสี 5 นาที ส่วนชวคที่หุ้มแคดเมียมได้เท่ากับ 658 ครั้ง ต่อ 40 นาที คอการอาบรังสี 30 นาที ในกรณีนี้แคดเมียมเรโซของสแกนเทียม เท่ากับ 93.89

$$\begin{aligned} \therefore A &= \frac{2181}{10} \times 40 \pm \sqrt{\frac{2181}{10}} \times 40 && \text{ครั้งต่อ 40 นาที} \\ &= 8724 \pm 186 = 8724 \pm 2.14 \% && \text{"} \end{aligned}$$

เมื่อคิดเทียบเป็นความแรงของรังสี เมื่อใช้เวลาอบรังสี 30 นาที

$$A = 52344 \pm 1116 \quad \text{ครั้งต่อ 40 นาที}$$

$$B = 658 \pm \sqrt{658}$$

$$= 658 \pm 26$$

$$= 658 \pm 3.95 \%$$

$$\begin{aligned} BR - A &= (658 \times 93.89 - 52344) \pm \sqrt{(26 \times 93.89)^2 + (1116)^2} \\ &= 9436 \pm 2450 \\ &= 9436 \pm 26 \% \end{aligned}$$

3. ในการวิเคราะห์เหล็ก พบว่าสำหรับคินคู่เดียวกัน (หมและไม่หมแคคเมียม) ถ้าใช้เวลารอกการวัดไม่เท่ากัน เมื่อคำนวณผลสุดท้ายออกมาจะไดค่าต่างกันเล็กน้อย แสดงว่าในคินยังมีการรบกวนการวัดเนื่องจากไอโซโทปตัวอื่น ๆ อยู่อีก และไอโซโทปตัวนั้นมีอายุไม่ยาวนาน เพราะปรากฏว่าเมื่อทิ้งไว้เพียง 7 วัน คินชุดนั้นจะไม่มรังสีเหลืออยู่เลย

4. เหล็กที่ใช้เป็นมาตรฐานในการหาค่าเปรียบเทียบความแรงของรังสี เป็นเหล็กชิ้นเล็ก ๆ สภาพไม่เหมือนกับเหล็กในคินซึ่งเป็นผงกระจายอยู่ทั่วไป เมื่อนำมาวัดรังสีระยะทางจากหัวเครื่องนับจึงไม่เท่ากันและสภาพของการกระจายจะต่างกันอีกด้วย นอกจากนี้มีผู้วิเคราะห์พบว่าแม้จะเป็นเหล็กบริสุทธิ์ก็ตาม จะมีแมงกานีสผสมอยู่ในอัตราส่วน 4.61 พีพีเอ็ม ดังนั้นค่ามาตรฐานที่ใช้จึงจัดว่าไม่ถูกต้องนัก

5. ในการวิเคราะห์ไทเทเนียมนั้น เนื่องจากค่าภาคตัดขวางของไทเทเนียมค่ามาก แมวจะใช้คินถึง 6 กรัม ใช้เวลาอบนิวตรอนนานถึง 30 นาที สำหรับชวคที่หมแคคเมียม ใช้เวลานับ 40 นาที แล้วก็ตาม จำนวนที่นับโคของสแกนเคียม - 46 ในตารางที่ 3 - 5 จะเห็นว่ายังน้อยเกินไป ย่อมทำให้ค่าคลาดเคลื่อนทางสถิติสูง เมื่อเทียบกับการวิเคราะห์เหล็กดังที่แสดงการคำนวณไว้แล้ว

6. โทเทเนียมมาตรฐานถูกนำไปอาบนิวตรอนพร้อม ๆ กับคินตัวอย่างที่หุ้มแคดเมียม ย่อมมีผลทำให้ฟลักซ์ของนิวตรอนผิดไปเนื่องจากถูกคินคูกกลืนไปบ้าง แมว่าจะนำมาคลุกเคลา กับคินที่ไม่โคอับรังสีเพื่อต้องการสภาพเดียวกันกับคินที่อาบรังสีก็ตาม ค่าที่ได้ในตารางที่ 3 - 4 จะคลาดเคลื่อนไปบ้างเล็กน้อย

7. จากการศึกษาโดยใช้ Single Channel Analyzer นั้น ในตาราง ที่ 4 - 4 จะเห็นว่าที่ยอดสเปกตรัมพลังงาน 2.01 Mev นั้น ค่าที่ได้ใกล้เคียงกับเครื่องนับ แบบ Multi-channel Analyzer นอกจากนี้จะพบว่าที่ยอดพลังงาน 1.2Mev ค่าที่คำนวณได้แตกต่างกันมากเมื่อเปรียบเทียบกับที่ยอดพลังงาน 2.01 Mev และเมื่อนำ กราฟรูปที่ 3 - 9 และ 3 - 10 มาพิจารณาแล้ว จะเห็นว่าที่ยอดพลังงาน 1.12 Mev มีไอโซโทปของสารอื่นรบกวนการวัดด้วย จึงทำให้ผลลัพท์ใช้การไม่ได้

การวิเคราะห์คินด้วยวิธีการนี้ จากข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้ศึกษาระหว่างการวิเคราะห์ พอจะสรุปได้ว่าการใช้ฟาสทนิวตรอนในการวิเคราะห์คิน พอจะทำได้ แต่จะเหมาะสมเฉพาะ การวิเคราะห์สารที่ให้ไอโซโทปกัมมันตรังสีที่มีเวลาครึ่งชีวิตไม่ยาวนานนัก มีค่าภาคตัดขวาง ไม่ค่าเกินไป เช่น ในการวิเคราะห์เหล็กเป็นต้น สำหรับการวิเคราะห์คินที่ต้องการสารที่ให้ไอโซโทปที่มีเวลาครึ่งชีวิตยาวและภาคตัดขวางค่าเช่นโทเทเนียม ไม่ค่อยจะเหมาะสมนัก เพราะเสียเวลามากทั้งเวลาการอาบรังสี เวลารอคอยและเวลาวัด นอกจากนั้นการใช้คิน ปริมาณมาก ๆ จะคงแก้ไขเนื่องจากการคูกกลืนรังสีในตัวเอง การบังรังสีกันเองด้วย ทำให้ยุ่งยากมากขึ้น การแก้ไขวิธีการนี้ อาจจะใช้คินจำนวนน้อย ๆ ได้ แต่คงใช้เวลาอาบ รังสีนาน ๆ คงที่ปฏิบัติกันอยู่ในต่างประเทศ แต่สำหรับประเทศไทย เครื่องปฏิกรณ์ ฯ เคนเครื่อง ไม่ต่อเนื่องกันราววันละ 7 ชั่วโมงเท่านั้น จึงไม่อาจจะทำตามวิธีดังกล่าวได้

ส่วนการที่จะนำไปอาบรังสีที่บริเวณใด ๆ แกนกลางของเครื่อง ย่อมทำได้เพราะบริเวณนั้น
ฟลักซ์ของฟาส์นิวตรอนมีค่าสูงกว่าที่ระบบท่อลม แต่ปัญหาเรื่องความแรงของรังสีเนื่องจาก
สารตัวอื่น ๆ ในดินจะมีผลมาก นอกจากนั้นเวลาการอาบรังสีจะไม่แม่นยำ และไม่สะดวก
ในการนำสารตัวอย่างเข้าไปอาบนิวตรอนอีกด้วย

