



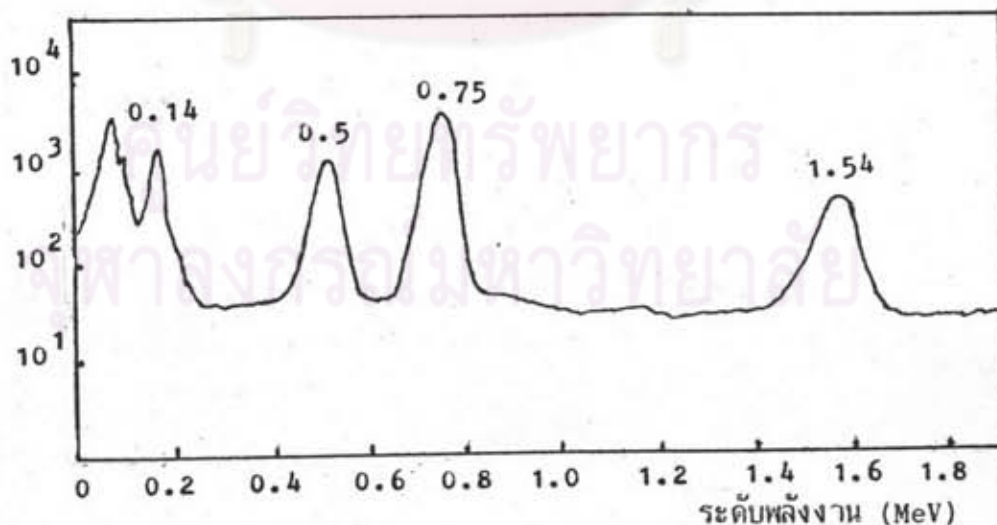
### บทที่ 3

## ผลการทดลองวัดรังสีแกมมาของยูเรเนียมออกไซด์ที่อَابนิวตรอน

### 3.1 ผลการวัดรังสีแกมมา

สำหรับการวิจัยนี้ใช้ยูเรเนียมออกไซด์ที่อَابนิวตรอนที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ในช่วงเวลาสั้น ๆ เมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2530 เพื่อให้สารกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นคล้ายกับสารกัมมันตรังสีของระเบิดนิวเคลียร์ แล้วปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลาหนึ่งเดือนเพื่อลดอันตรายจากกัมมันตภาพรังสีเมื่อนำมาทดลอง จากนั้นจึงนำยูเรเนียมออกไซด์ที่อَابนิวตรอนมาตรวจวัดรังสีแกมมาทุกๆ สัปดาห์เป็นเวลาหนึ่งปี เพื่อศึกษาว่ามีสารกัมมันตรังสีตัวใดบ้างที่สามารถวัดได้และมีความสัมพันธ์กับเวลาอย่างไร สเปกตรัม (spectrum) ที่วัดได้มีลักษณะดังรูปที่ 3.1

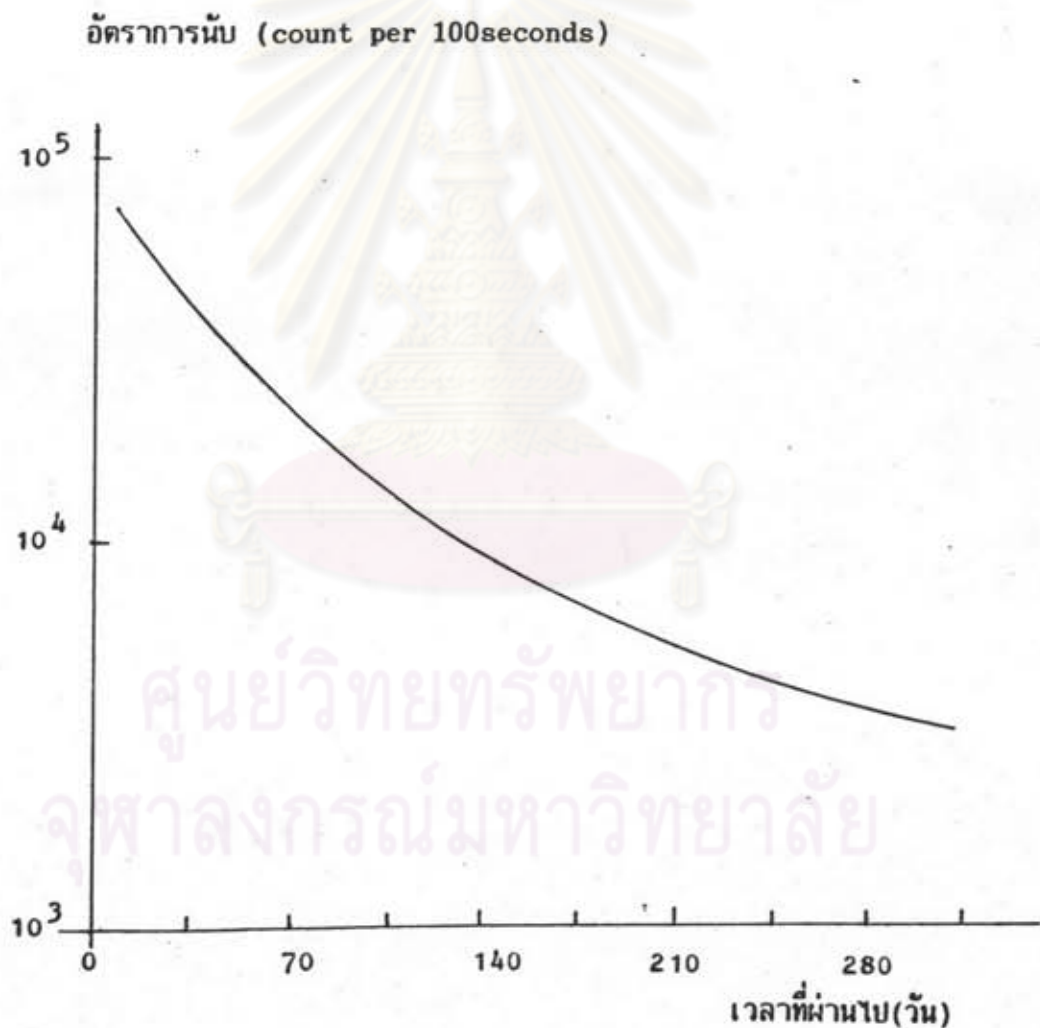
อัตราการนับ (count per 100 second)



รูปที่ 3.1 แสดงสเปกตรัมของธาตุต่าง ๆ ที่ให้รังสีแกมมาจากยูเรเนียมออกไซด์ที่อَابนิวตรอนแล้วปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลาหนึ่งเดือนแล้วจึงนำมาวัด

ภายหลังจากที่นำยูเรเนียมออกไซด์ออกมาจากการอบนิวตรอนเป็นเวลา 29 วัน ผลการวัดพบว่าธาตุที่สามารถวัดได้ มีดังต่อไปนี้

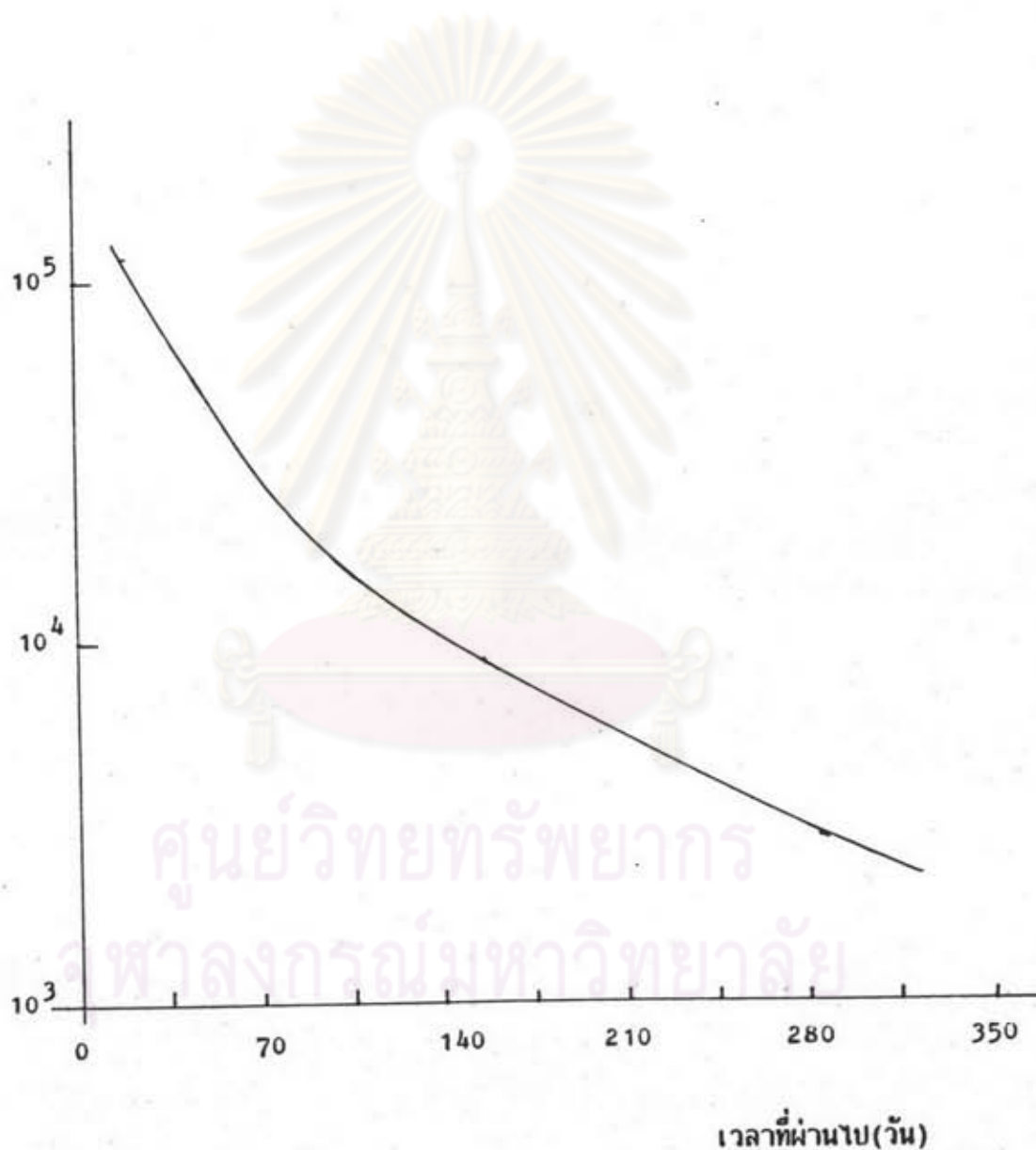
3.1.1 ซีเรียม 141-ซีเรียม 144 ( $^{141}\text{Ce}$ - $^{144}\text{Ce}$ ) สารสองตัวนี้มีระดับพลังงานใกล้เคียงกันมาก สเปกตรัมที่ปรากฏเป็นยอด (peak) เดียวกัน วัดได้ที่ระดับพลังงาน 0.15 MeV. และยอดของสเปกตรัมจะหายไป ภายหลังจากที่ทำการวัดเป็นเวลา 287 วัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับที่วัดได้กับเวลาที่ผ่านไปเป็นดังรูป 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับกับเวลาที่ผ่านไปของ  $^{141}\text{Ce}$ - $^{144}\text{Ce}$

3.1.2 รูทีเนียม 103 ( $^{103}\text{Ru}$ ) วัสดุที่ระดับพลังงาน 0.5 MeV. ยอดของสเปกตรัมจะหายไปภายหลังจากที่ทำการวัดเป็นเวลานาน 294 วัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับที่วัดได้กับเวลาที่ผ่านไปเป็นดังรูปที่ 3.3

อัตราการนับ (count per 100seconds)

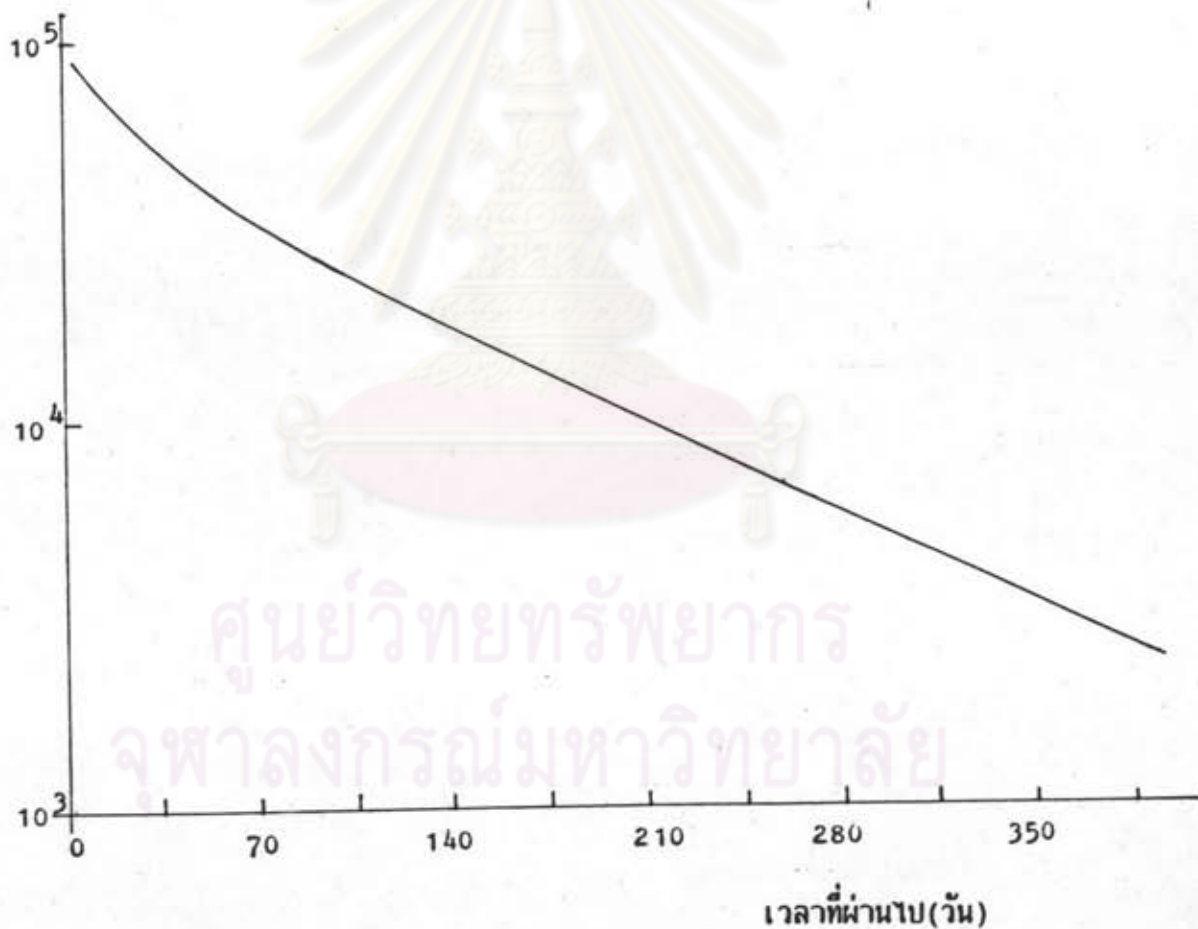


รูปที่ 3.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับกับเวลาที่ผ่านไปของ  $^{103}\text{Ru}$

015834

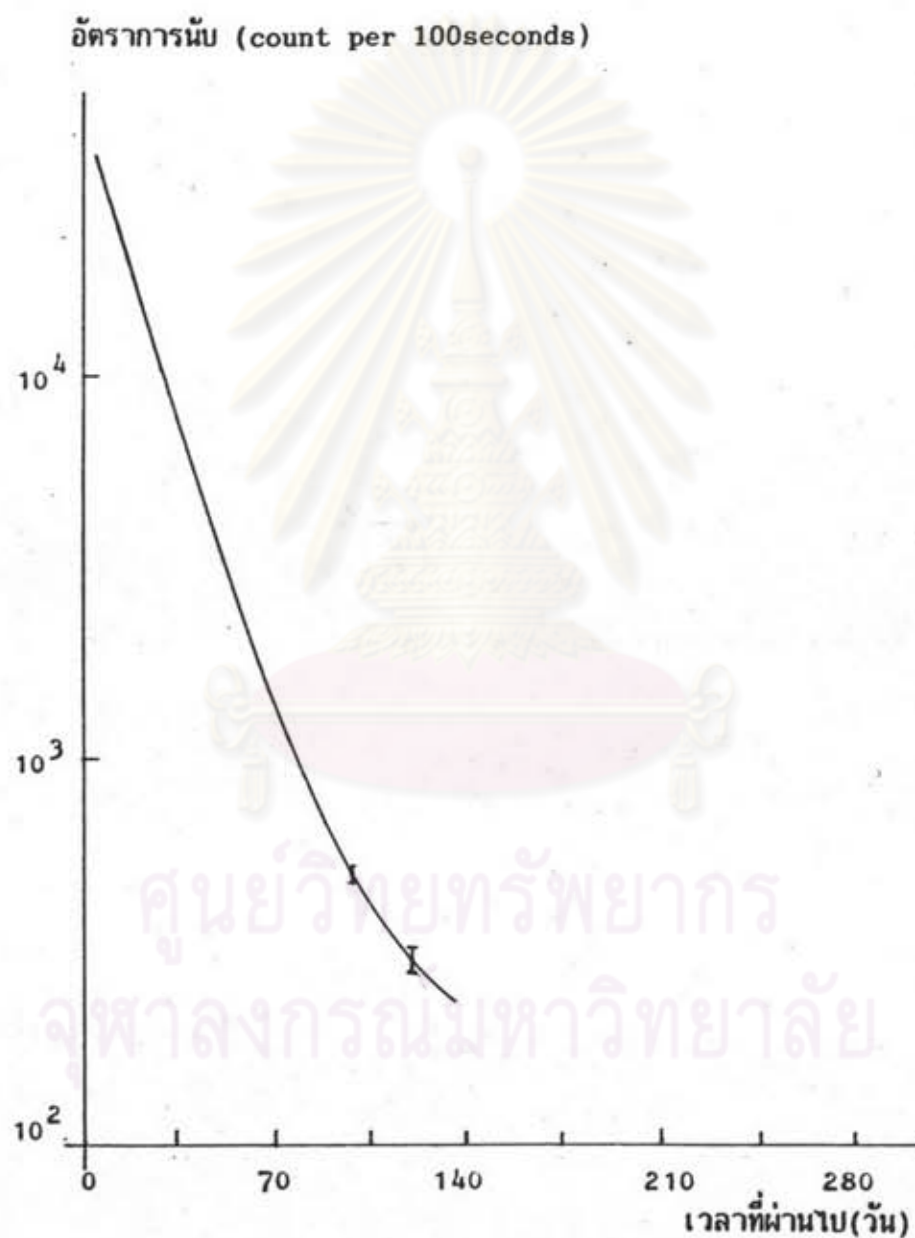
3.1.3 เซอร์โคเนียม  $95$ -ไนโอเบียม  $95$  ( $^{95}\text{Zr} - ^{95}\text{Nb}$ ) สารสองตัวนี้มีระดับพลังงานใกล้เคียงกันมากสเปกตรัมที่ปรากฏเป็นยอดเดียวกัน วัดได้ที่ระดับพลังงาน  $0.75 \text{ MeV}$ . และยอดของสเปกตรัมจะหายไปภายหลังจากที่ทำการวัดเป็นเวลา  $427$  วัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับที่วัดได้กับเวลาที่ผ่านมาเป็นดังรูปที่ 3.4

อัตราการนับ (count per 100seconds)



รูปที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับกับเวลาที่ผ่านมาของ  $^{95}\text{Zr} - ^{95}\text{Nb}$

3.1.4 แบเรียม 140-แลนทานัม 140 ( $^{140}\text{Ba}$ - $^{140}\text{La}$ ) สารสองตัวนี้ยอดสเปกตรัมที่ปรากฏเป็นยอดเดียวกัน วัดได้ที่ระดับพลังงาน 1.54 MeV. และยอดสเปกตรัมจะหายไปภายหลังจากที่ทำการวัดเป็นเวลา 133 วัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับกับเวลาที่ผ่านไปเป็นดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับกับเวลาที่ผ่านไปของ  $^{140}\text{Ba}$ - $^{140}\text{La}$

### 3.2 การเลือกสารกัมมันตรังสีที่เหมาะสม

จากผลการทดลองวัดปริมาณรังสีของยูเรเนียมออกไซด์ที่อาบนิวตรอน ธาตุที่สามารถวัดได้มีดังนี้คือ  $^{141}\text{Ce}$ - $^{144}\text{Ce}$   $^{103}\text{Ru}$   $^{95}\text{Zr}$ - $^{95}\text{Nb}$  และ  $^{140}\text{Ba}$ - $^{140}\text{La}$  และจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับกับเวลาที่ผ่านไปของกราฟแต่ละรูป ดังรูปที่ (3.2) (3.3) (3.4) และ (3.5)

จากกราฟรูปที่ (3.1) ซึ่งแสดงยอดสเปกตรัมของธาตุต่างๆที่ทำให้รังสีแกมมาอัตราการนับของธาตุที่ปรากฏเป็นยอดสเปกตรัมที่อยู่ทางซ้ายมือ จะถูกรบกวนจากธาตุที่ปรากฏเป็นยอดสเปกตรัมทางขวามือ เช่น  $^{103}\text{Ru}$  จะถูกรบกวนจาก  $^{95}\text{Zr}$ - $^{95}\text{Nb}$  และ  $^{140}\text{Ba}$ - $^{140}\text{La}$   $^{141}\text{Ce}$ - $^{144}\text{Ce}$  จะถูกรบกวนจาก  $^{103}\text{Ru}$   $^{95}\text{Zr}$ - $^{95}\text{Nb}$  และ  $^{140}\text{Ba}$ - $^{140}\text{La}$

สำหรับ  $^{140}\text{Ba}$ - $^{140}\text{La}$  ยอดสเปกตรัมที่อยู่ทางขวามือสุด แม้ว่าจะไม่มีธาตุอื่นมารบกวนเมื่อทำการวัดแต่ก็สลายตัวหมดไปในช่วงระยะเวลาสั้น จึงไม่เหมาะสมที่จะวัดเพื่อเทียบหาปริมาณ  $^{90}\text{Sr}$

สำหรับ  $^{141}\text{Ce}$ - $^{144}\text{Ce}$  และ  $^{103}\text{Ru}$  จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับกับเวลาที่ผ่านไปดังรูปที่ 3.2 และ 3.3 กราฟไม่เป็นเส้นตรงเพราะจะถูกรบกวนจากธาตุที่อยู่ทางขวามือดังกล่าวแล้ว จึงไม่เหมาะสมที่จะวัดเพื่อเทียบหา  $^{90}\text{Sr}$  เช่นกัน

สำหรับ  $^{95}\text{Zr}$ - $^{95}\text{Nb}$  ถึงแม้ว่าจะมียอดสเปกตรัมของ  $^{140}\text{Ba}$ - $^{140}\text{La}$  อยู่ทางขวามือมารบกวน แต่  $^{140}\text{Ba}$ - $^{140}\text{La}$  สลายตัวหมดก่อน และจากกราฟในรูปที่ 3.4 กราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรงเกือบตลอด จะโค้งเล็กน้อยในช่วงแรกเท่านั้น เพราะ  $^{140}\text{Ba}$ - $^{140}\text{La}$  ยังคงสลายตัวไม่หมด จึงมารบกวนอัตราการนับของ  $^{95}\text{Zr}$ - $^{95}\text{Nb}$  แต่ก็ยังเป็นธาตุที่เหมาะสมที่สุดที่จะวัด เพื่อคำนวณเปรียบเทียบเพื่อหาปริมาณ  $^{90}\text{Sr}$

จากการคำนวณหาอัตราการนับของ  $^{95}\text{Zr}$ - $^{95}\text{Nb}$  เมื่อสมมติว่ามี  $^{90}\text{Sr}$  ตกอยู่บนพื้นดิน

$1 \mu\text{Ci}/\text{m}^2$  และค่าอัตราการนับที่ได้จากการจากการวัดที่เวลาใดๆ ของทุกๆ เดือนเป็นเวลาหนึ่งปีมาหาอัตราส่วน ได้ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ซึ่งมีค่าแตกต่างกันน้อยมาก จึงเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่คิดว่า  $^{95}\text{Zr}-^{95}\text{Nb}$  เหมาะสมที่สุดในการวัด

t (เดือน)	อัตราการนับของ $^{95}\text{Zr} - ^{95}\text{Nb}$		อัตราส่วนอัตราการนับของ $^{95}\text{Zr} - ^{95}\text{Nb}$ จากการ คำนวณต่อการวัด
	การคำนวณ (cps.)	การวัด (cps)	
0	34200	-	-
1	36700	600	61.2
2	33500	410	81.7
3	27900	325	85.8
4	22200	250	88.8
5	17300	195	88.7
6	13100	150	87.3
7	9910	115	86.2
8	7330	84	87.3
9	5460	63	86.7
10	3880	50	77.6
11	3020	38	79.4
12	2160	30	72.0

ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราส่วนของอัตราการนับของ  $^{95}\text{Zr}-^{95}\text{Nb}$  ที่ได้จากการคำนวณต่อการวัดที่เวลาใดๆ ของทุกๆ เดือน