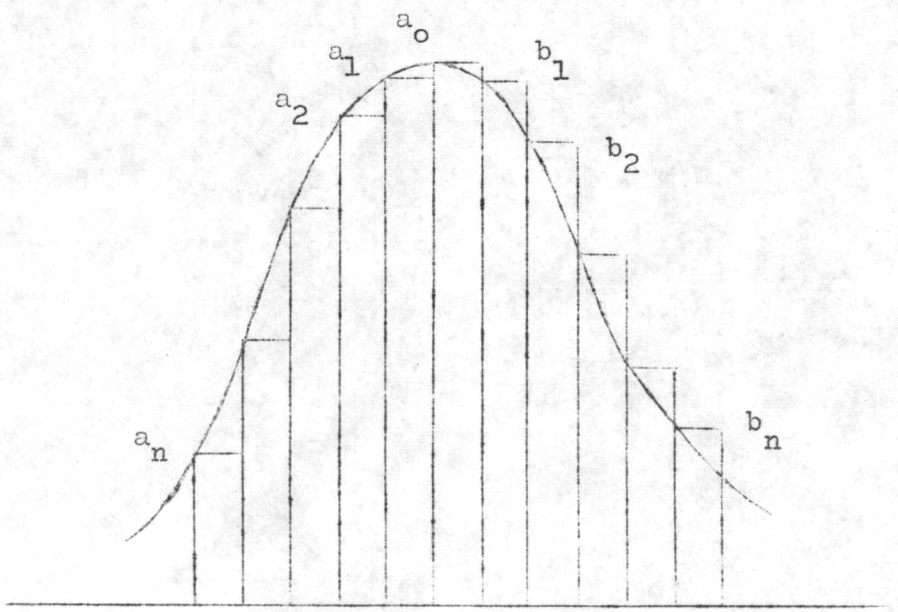
บทที่ 4

วิธีการดำเนินการวิเคราะห์

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

4.1 การคำนวนพื้นที่ใต้ peak ของแกมมาสเปคตรัม

ในการวิเคราะห์หาปริมาณของธาตุหรือการหาความแรงรังสีแกมมา โดยการเปรียบเทียบ peak จากแกมมาสเปคตรัมนั้น จะเกิดความยุ่งยากได้ในกรณีที่มี peak ของรังสีแกมมาหลายอัน peak ของรังสีแกมมาที่มีพลังงานสูงจะไปรบกวน peak ของรังสีแกมมาที่มีพลังงานต่ำ เพื่อช่วยให้การหาพื้นที่ใต้ peak หรือ base area ถูกต้องขึ้น จะต้องใช้วิธีการคำนวนของ Covell ดังรูป



รูปที่ 4-1 Pulse Height Analysis

a_o เป็นจำนวนนับที่ยอดของ peak

$a_1, a_2 \ldots a_n$ เป็นจำนวนนับใน channel จาก a_o ไปทางซ้ายมือ

$b_1, b_2 \ldots b_n$ เป็นจำนวนนับใน channel จาก a_o ไปทางขวามือ

ถ้า P คือจำนวนนับทั้งหมดจาก channel a_n ถึง b_n

Q คือจำนวนนับของพื้นที่ฐาน

N คือจำนวนนับสุทธิ

$$\therefore N = P - Q$$

แต่ $$P = a_o + \sum_{i=1}^{n} a_i + \sum_{i=1}^{n} b_i$$

$$Q = \frac{(2n-1)(a_n+b_n)}{2} + (a_n + b_n)$$

$$= (n+\tfrac{1}{2})(a_n + b_n)$$

$$\therefore N = a_o + \sum_{i=1}^{n} a_i + \sum_{i=1}^{n} b_i - (n+\tfrac{1}{2})(a_n + b_n) \quad \ldots\ldots\ldots (4\text{-}1)$$

(Covell, 1959)

4.2 การวัดปริมาณซีเซียม-137 และโปแตสเซียม-40

การวัดปริมาณซีเซียม-137 และโปแตสเซียม-40 นี้ เป็นวิธีวัดโดยตรง โดยใช้เครื่องมือวัดรังสีช่วยและไม่ต้องผ่านกรรมวิธีแยกทางเคมี

สำหรับหัววัดที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นหัววัด Ge(Li) ชนิด True Right Circular Cylinder (TRCC) coaxial germanium detector ใช้ลิเธียมเป็นตัว compensated และมีสัดส่วนดังนี้

เส้นผ่าศูนย์กลาง	51	มิลลิเมตร
เส้นผ่าศูนย์กลางของสาร p-type	12	"
ความหนาของสาร n-type	0.6	"
ความยาว	42	"
Active area facing window	20.4	ตารางเซนติเมตร

น้ำหนัก 443 กรัม
ที่ 1.332 MeV ของโคบอลท์-60 มีค่า FWHM = 1.95 keV
หัววัดนี้มีท่อนำความเย็นลงในถังบรรจุไนโตรเจนเหลว 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร
หัววัดนี้วางอยู่ในเครื่องกำบังรังสีซึ่งเป็นเหล็กทรงกระบอก มีเส้นผ่าศูนย์กลาง
ภายนอก 36 เซนติเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 18 เซนติเมตร หัววัด Ge(Li)
พร้อมทั้งเครื่องกำบังรังสีแสดงในรูปที่ 4-2

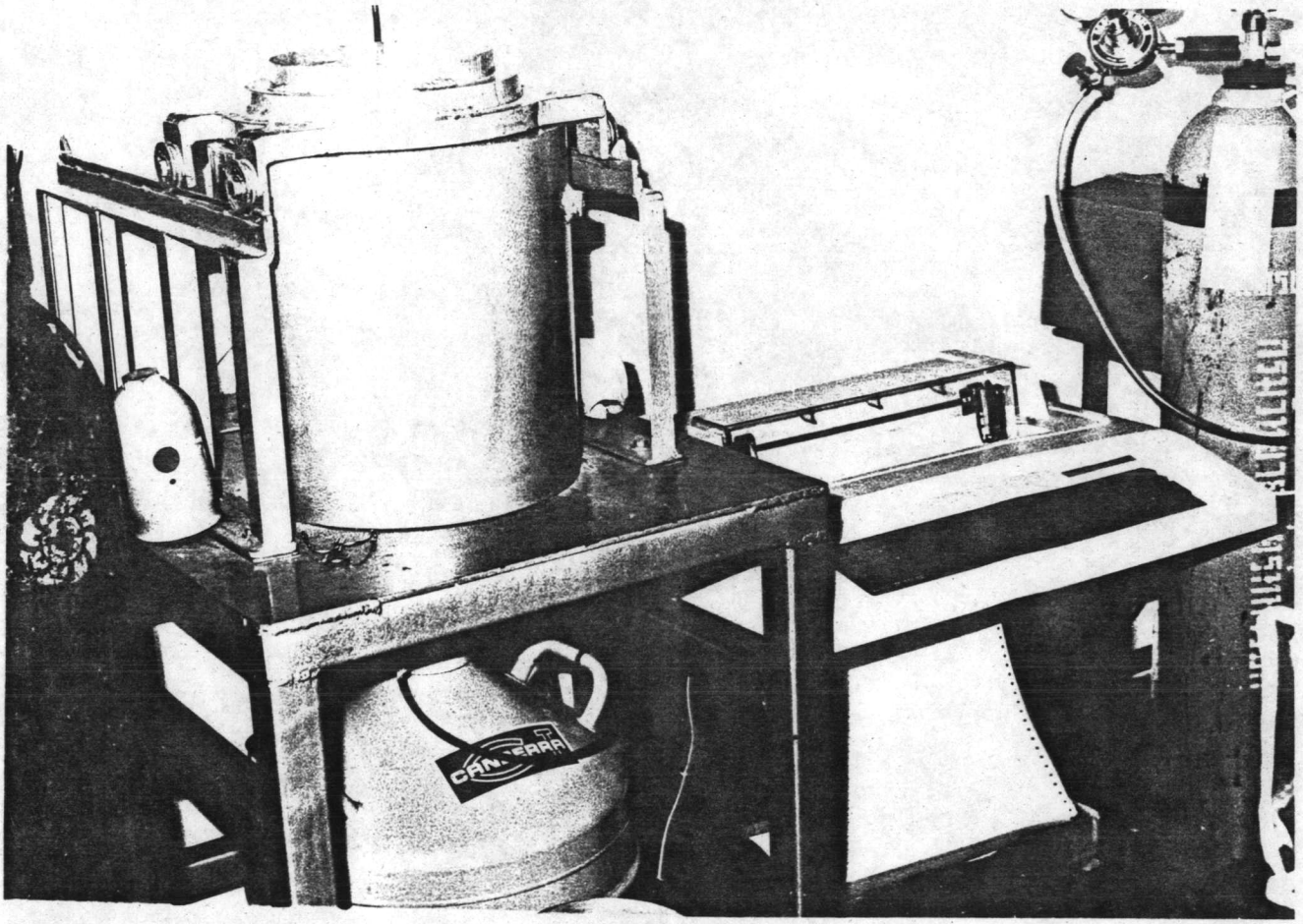
หัววัด Ge(Li) นี้ ต่อวงจรเข้ากับเครื่อง Multichannel Analyzer ของ CANBERRA Model 8180 ขนาด 4096 ช่อง ซึ่งจะแสดงผลการวัดรังสีแกมมาสเปคตรัม ปรากฏให้เห็นบนจอภาพ (Oscilloscope) และจะ plot บนกระดาษกราฟให้เห็นแกมมาสเปคตรัมด้วยเครื่อง plotter พร้อมทั้งแสดงผลเป็นจำนวนแกมมาที่นับได้ต่อหน่วยเวลาด้วยเครื่องพิมพ์ (printer) ดังแสดงในรูปที่ 4-2 และ 4-3

โดยการปรับเครื่องวัดรังสีให้เหมาะสมเพื่อที่จะวัดในช่วงที่มี peak ของซีเซียม-137 และโปแตสเซียม-40 ปรากฏบนจอภาพโดยการใช้สารมาตรฐานซีเซียม-137 และโปแตสเซียม-40 วัดรังสีก่อน จึงจำเป็นต้องจัดให้

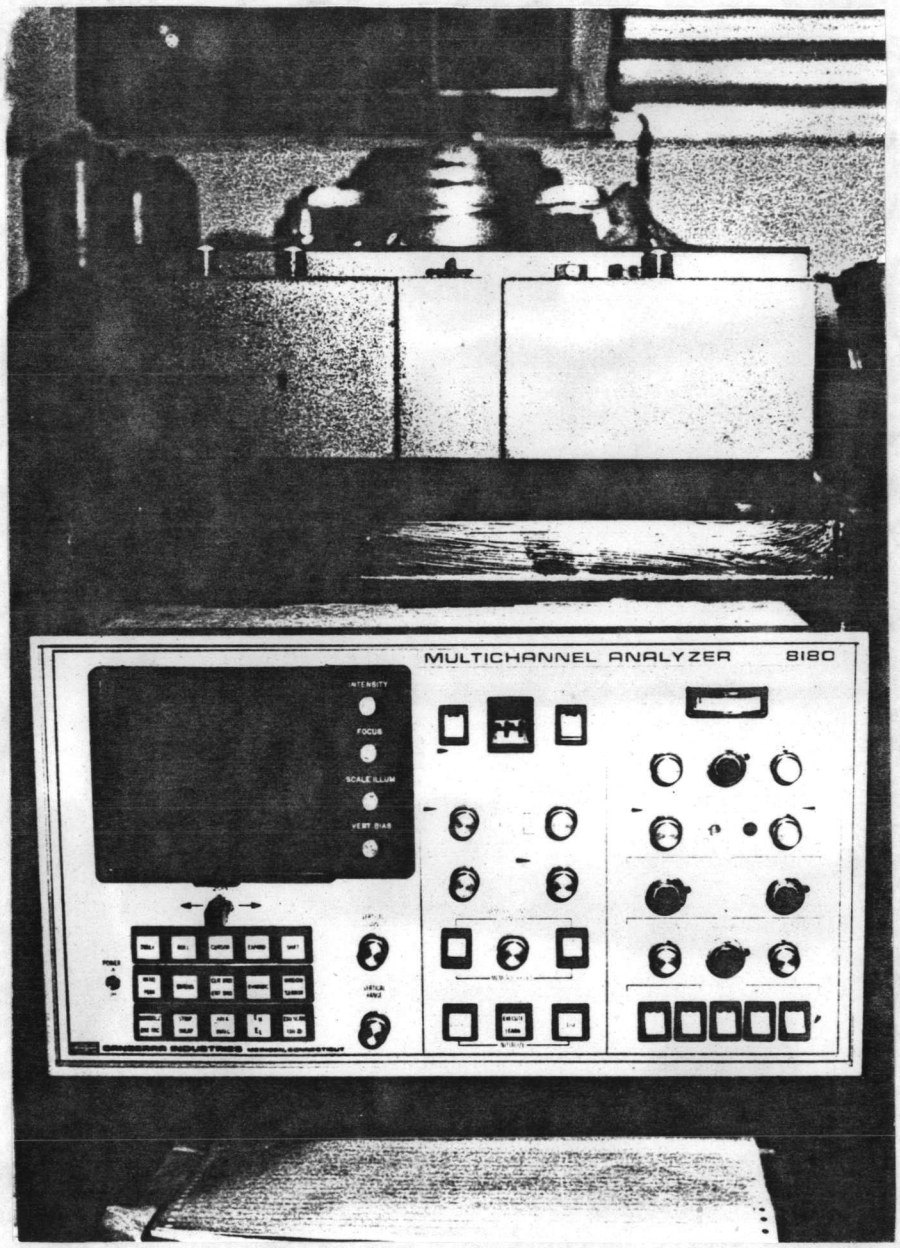
Conversion Gain	=	2048
Coarse Gain	=	30
Fine Gain	=	0
Upper level Discriminator	=	10.00
Lower level Discriminator		0.30

สารมาตรฐานซีเซียม-137 ที่ใช้นั้นเป็นดินจากประเทศ Monaco ที่ใช้ในการเปรียบเทียบมาตรฐานการวัดจากห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ทั่วโลกโดย IAEA เพื่อวัดปริมาณรังสีต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดินนั้น ดังนั้นปริมาณรังสีที่มีอยู่ในดินนี้จึงเป็นค่าเฉลี่ยของการวัด โดยมีปริมาณของซีเซียม-137 อยู่ 181 พิโคคูรี่ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อวันที่ 1 มกราคม 2520 และจะมีปริมาณซีเซียม-137

I15998083



รูปที่ 4 - 2 แสดงส่วนหัววัดรังสี Ge (Li) อยู่ในเครื่องกำบังรังสีและเครื่องพิมพ์



รูปที่ 4-3 แสดงเครื่องวิเคราะห์ **Multichannel analyzer**

เป็น 177.57 พิโคคูรี่ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2520 ซึ่งเป็นวันที่ออกเก็บตัวอย่าง ส่วนสารกัมมันตรังสีตัวอื่น ๆ ในดินนี้ก็มีอยู่บ้าง แต่เป็นปริมาณที่น้อยมาก เนื่องจากปริมาณซีเซียม-137 ในสารตัวอย่างต่าง ๆ แตกต่างกันมาก ดังนั้นสารมาตรฐานซีเซียม-137 ที่นำมาใช้เปรียบเทียบนี้ จึงต้องมีอยู่หลายขนาดโดยมีปริมาณซีเซียม-137 แตกต่างกันออกไป คือ 98.73, 45.66 และ 18.01 พิโคคูรี่ เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณซีเซียม-137 ที่มีอยู่ไม่เท่ากันในตัวอย่างต่าง ๆ นั้น สำหรับสารตัวอย่างที่นำมาวัดนี้จะจำกัดให้มีปริมาตรใกล้เคียงกันหมด แต่สารมาตรฐานนี้มีปริมาตรน้อยมากจึงจำเป็นต้องผสม Calcium carbonate ลงไปเพื่อให้มีปริมาตรใกล้เคียงกับสารตัวอย่าง

สำหรับสารมาตรฐานโปแตสเซียม-40 นั้นเตรียมจากโปแตสเซียมคลอไรด์ จากปริมาณของโปแตสเซียมคลอไรด์หนัก 10.10893 กรัม สามารถคำนวณหาปริมาณโปแตสเซียม-40 ได้ดังนี้

โปแตสเซียมคลอไรด์หนัก 10.10893 กรัม

โปแตสเซียมคลอไรด์หนัก 74.56 กรัม มีโปแตสเซียมหนัก 39.1 กรัม

โปแตสเซียมคลอไรด์หนัก 10.10893 กรัม มีโปแตสเซียมหนัก $\frac{39.1 \times 10.10893}{74.56}$ กรัม

$= 5.30123$ กรัม

แต่โปแตสเซียม-40 มี percent abundance $= 0.0118$

$\therefore$ โปแตสเซียมหนัก 5.30123 มีโปแตสเซียม-40 $= \frac{0.0118 \times 5.30123}{100}$ กรัม

$= 6.25544 \times 10^{-4}$ กรัม

โปแตสเซียม-40 40 กรัม มีจำนวนอะตอม 6.02×10^{23} อะตอม

โปแตสเซียม-40 $6.25944\ 10^{-4}$ กรัม มีจำนวนอะตอม $= \frac{6.02 \times 10^{23} \times 6.25544\ 10^{-4}}{40}$

$= 9.41444 \times 10^{18}$ อะตอม

จาก $A = N\lambda$

$$\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}}$$

สำหรับโปแตสเซียม-40 $\lambda = \frac{0.693}{1.3\times10^{9}\times 365\times 24\times 60\times 60}$ sec^{-1}

N = จำนวนอะตอม

∴ปริมาณรังสีที่นับได้ของโปแตสเซียม-40, $A = \frac{0.693\times 9.41444\times10^{18}}{1.3\times10^{9}\times 365\times 24\times 60\times 60}$ dps

$= 159.13944$ dps

แต่ 1 คูรี่ $= 3.7\times 10^{10}$ dps

∴ความแรงรังสีโปแตสเซียม-40 $= \frac{159.13944}{3.7\times10^{10}}$ คูรี่

$= 4301.07$ พิโคคูรี่

ดังนั้นโปแตสเซียมคลอไรด์หนัก 10.10893 กรัม จะมีปริมาณโปแตสเซียม-40 อยู่ 4301.07 พิโคคูรี่

และสำหรับสารมาตรฐานโปแตสเซียม-40 นี้ ก็ทำนองเดียวกันกับสารมาตรฐานซีเซียม-137 คือมีอยู่หลายขนาดโดยมีปริมาณโปแตสเซียม-40 แตกต่างกันออกไป คือ 737.19 และ 2262.10 พิโคคูรี่ เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณโปแตสเซียม-40 ที่มีอยู่ไม่เท่ากันในตัวอย่างต่าง ๆ นั้น และได้ผสมไปใน Calcium carbonate ที่บริสุทธิ์ เพื่อให้สารมาตรฐานมีปริมาตรใกล้เคียงกับสารตัวอย่าง

สารมาตรฐานซึ่งทราบปริมาณรังสีแล้ว และสารตัวอย่างซึ่งทราบน้ำหนักแน่นอนที่บรรจุในจานพลาสติกพร้อมฝาปิด (petri dish) นำไปวัดปริมาณรังสีด้วยหัววัด Ge(Li)และเครื่องวิเคราะห์ Multichannel Analyzer ชนิด 4096 ช่อง เป็นเวลา 30,000 วินาที เหมือนกันหมดพร้อมทั้งวัดแบคกราวด์ (background) ด้วย ซึ่งจำนวนนับปริมาณรังสีทั้งหมดนั้นเครื่องวิเคราะห์จะส่งสัญญาณไปที่เครื่องพิมพ์ จากนั้นก็คำนวณจำนวนรังสีที่นับได้ภายใต้ peak ของซีเซียม-137 และโปแตสเซียม-40 ดังข้อ 4-1 จำนวนนับรังสีสุทธิคือจำนวนรังสี

ที่นับได้ในสารมาตรฐานและสารตัวอย่างลบด้วยจำนวนรังสีที่นับได้ในแบคกราวด์ การคำนวณหาปริมาณรังสีในสารตัวอย่างทำได้ดังนี้

ปริมาณซีเซียม-137 ในสารตัวอย่าง

$$= \frac{(\text{ปริมาณซีเซียม-137 ในสารมาตรฐาน}) \times (\text{จำนวนรังสีที่นับได้ในสารตัวอย่าง})}{\text{จำนวนรังสีที่นับได้ในสารมาตรฐาน}}$$

และทำนองเดียวกัน

ปริมาณโปแตสเซียม-40

$$= \frac{(\text{ปริมาณโปแตสเซียม-40ในสารมาตรฐาน}) \times (\text{จำนวนรังสีที่นับได้ในสารตัวอย่าง})}{\text{จำนวนรังสีที่นับได้ในสารมาตรฐาน}}$$

เนื่องจากปริมาณโปแตสเซียม-40 นั้นมีปริมาณสูงมาก จึงได้แสดงในหน่วยพิโคกูรี่ต่อกรัมน้ำหนักสดของตัวอย่าง ($pCi/_{gm}$) และจากการทราบปริมาณของโปแตสเซียม-40 นี้ สามารถคำนวณหาปริมาณของโปแตสเซียมทั้งหมดที่มีอยู่ในสารตัวอย่างได้ โดยได้แสดงในหน่วยกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสดของตัวอย่าง ($gm/_{kg}$)

ส่วนซีเซียม-137 มีปริมาณน้อย จึงได้แสดงในหน่วยพิโกกูรี่ต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ($pCi/_{kg}$) และได้แสดงอัตราส่วนในลักษณะเปรียบเทียบกับปริมาณของโปแตสเซียมด้วย คือ $^{137}Cs\ pCi/_{gm}\ K$