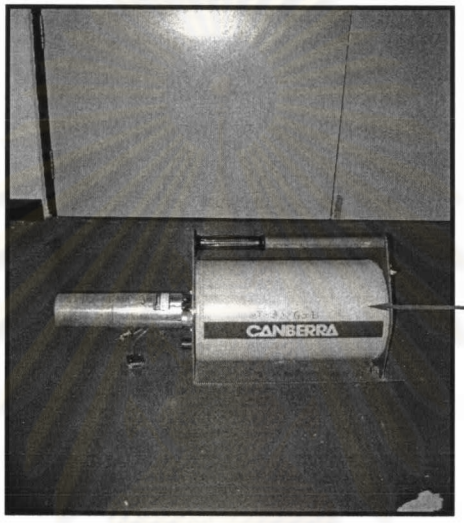
บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 หัววัดรังสีเจอร์มาเนียมความบริสุทธิ์สูง (High-Purity Germanium Detector : HPGe จากบริษัท แคนเบอร์ราอินดัสตรี จำกัด) ที่มีประสิทธิภาพสัมพัทธ์ 10 %



รูปที่ 3.1 หัววัดรังสีเจอร์มาเนียมความบริสุทธิ์สูงที่มีประสิทธิภาพสัมพัทธ์ 10%

3.1.2 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณชนิดหลายช่อง ชนิดเคลื่อนย้ายได้ (CANBERRA Series 10 Plus Portable Multichannel Analyzer)

3.1.3 กำบังรังสีชั้นนอกทำด้วยตะกั่วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.5 เซนติเมตร หนา 5.5 เซนติเมตร และกำบังรังสีชั้นในขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11.3 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.2

3.1.4 ชุดต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานสำหรับการปรับเทียบพลังงาน

3.1.5 สารมาตรฐานแร่ยูเรเนียม ของ IAEA รหัส RGU-1 ที่มียูเรเนียมเข้มข้น 400 mg/Kg

3.1.6 ไนโตรเจนเหลวสำหรับเติมหัววัดรังสี HPGe

3.1.7 คอมพิวเตอร์แบบกระเป๋าหิ้ว (computer notebook)

3.1.8 ตะกรันที่มียูเรเนียมปนเปื้อน

3.1.10 ตู้อบสำหรับไล่ความชื้นในดินตัวอย่าง

3.1.11 เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด

3.1.12 ภาชนะพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร หนา 3.5 เซนติเมตร

(ก) (ข)

รูปที่ 3.2 (ก) วัตถุกำบังรังสีชั้นนอกทำด้วยตะกั่ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.5 cmหนา 5.5 cm
(ข) วัตถุกำบังรังสีชั้นในทำด้วยตะกั่ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11.3 cm หนา 2.3 cm

รูปที่ 3.3 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณชนิดหลายช่อง

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.2.1 การทดลองวัดความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียม-226 ในตัวอย่างดินผสมตะกรัน

เนื่องจากในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อทำการวัดรังสีแกมมา ณ พื้นที่โดยไม่ต้องเก็บตัวอย่าง จึงจำเป็นต้องจำลองระบบวัด เพื่อให้มีลักษณะเดียวกับการวัดในภาคสนาม คือ จะเตรียมดินใส่ภาชนะขนาดที่เหมาะสม โดยให้มีความหนาเกินค่า Effective thickness ซึ่งในการนี้ต้องใช้ตัวอย่างดินปริมาณมากที่มีเรเดียม-226 เจือปนอยู่ จึงต้องผสมดินกับตะกรันที่มีเรเดียม-226 เจือปนแล้วทำการวิเคราะห์หาความแรงจำเพาะของเรเดียม-226 ในห้องปฏิบัติการ ก่อนนำไปใช้งาน ขั้นตอนในการวิจัยมีดังนี้

3.2.1.1 เตรียมสารมาตรฐานยูเรเนียมที่มีความเข้มข้น 400 ppm ปริมาณ 133.31 กรัม ใส่ภาชนะปิดทิ้งไว้อย่างน้อย 30 วัน เพื่อให้เกิดสมดุลทางกัมมันตรังสี สารมาตรฐานนี้จะใช้ในการหาความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียม-226 ในตัวอย่าง ซึ่งจากการคำนวณได้ค่าความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียม-226 ในสารมาตรฐานยูเรเนียมนี้ เท่ากับ 105 พิโคคูรีต่อกรัม จากนั้นนำไปวัดรังสีด้วยหัววัดรังสี HPGe 3600 วินาที และหาค่าปรับแก้การดูดกลืนตัวเอง (self absorption factor) สำหรับรังสีแกมมาพลังงาน 186 keV ของเรเดียม-226

3.2.1.2 เตรียมดินปริมาณ 133 กรัม ผสมกับตะกรัน 1 กรัม และนำบรรจุลงในภาชนะปิดทิ้งไว้อย่างน้อย 30 วัน เพื่อให้เกิดสมดุลทางกัมมันตรังสี ทำการวัดรังสีด้วยหัววัดรังสี HPGe 3600 วินาที และหาค่าปรับแก้การดูดกลืนตัวเอง (self absorption factor) สำหรับรังสีแกมมาพลังงาน 186 keV ของเรเดียม-226 จากนั้นนำค่าจำนวนนับรังสีสุทธิและค่า ปรับแก้การดูดกลืนตัวเอง ไปคำนวณหาความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียม-226 โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานยูเรเนียม จากข้อ 3.2.1.1 ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

3.2.1.3 จากข้อ 3.2.1.2 คำนวณหาความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียม-226 ได้เท่า 120 pCi/g จึงใช้ตะกรันหนัก 10 กรัม ผสมกับดินปริมาณ 20 กิโลกรัม เพื่อให้ได้ค่าความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียม-226 ในดินที่ผสมตะกรันประมาณ 12 พิโคคูรีต่อกรัม ผสมจนเป็นเนื้อเดียวจากนั้นสุ่มตัวอย่างไปทำการหาความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียม-226 เช่นเดียวกับขั้นตอนข้างต้น รวม 3 ตัวอย่าง โดยเพิ่มเวลาวัดรังสีเป็น 18000 วินาที ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 4.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.2 การตรวจสอบค่า Effective thickness ของดินที่มีผลต่อการวัดรังสีแกมมาพลังงาน 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์

จากการคำนวณประมาณได้ว่าค่า Effective thickness ดินที่มีผลต่อการวัดรังสีแกมมาที่พลังงาน 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ มีค่าประมาณ 10 เซนติเมตร จึงทำการทดลองเพื่อตรวจสอบผล โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.2.1 เติมดินผสมตะกรันที่มีความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียมเท่ากับ 12 พิโคคูรีต่อกรัม ที่เตรียมได้จากข้อ 3.2.4 บรรจุในภาชนะจนกระทั่งดินมีค่า Effective thickness เท่ากับ 20.40 กรัมต่อตารางเซนติเมตร จากนั้นวัดรังสีแกมมาที่พลังงาน 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์

3.2.2.2 ทำการวัดอัตราการนับสุทธิของรังสีแกมมา 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์

3.2.2.3 เพิ่มดินจนมีกระทั่งได้ค่า Effective thickness เป็น 22.63, 24.86 และ 26.76 กรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ทำการวัดอัตราการนับสุทธิของรังสีแกมมา 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ โดยผลการวัดแสดงดังตารางที่ 4.3

ทำให้ทราบว่าค่า Effective thickness ของดินมีค่าเท่ากับที่ 20.40 กรัมต่อตาราง-เซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าที่ไม่มีผลต่ออัตราการนับสุทธิของรังสีแกมมาที่พลังงาน 186 กิโล-อิเล็กตรอนโวลต์

3.2.3 การออกแบบการวัดสำหรับการแก้ค่าการดูดกลืนตัวเองในดินของรังสีแกมมาพลังงาน 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์

เนื่องจากการนำวิธีนี้ไปใช้งานจริงในภาคสนาม ดินมีความแน่นและความชื้นแตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลต่อการวัดรังสีแกมมาที่พลังงาน 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ งานวิจัยนี้จึงต้องการนำเสนอวิธีปรับแก้ค่าผลการวัดโดยใช้หลักการเดียวกันกับในห้องปฏิบัติการ จึงได้ดัดแปลงวิธีการที่ใช้สำหรับตัวอย่างที่บรรจุภายในภาชนะดังที่ใช้ในหัวข้อ 3.2.1 และได้ทำการทดสอบตามขั้นตอนดังนี้

3.2.3.1 จัดอุปกรณ์เพื่อทำการวัดรังสีแกมมาที่พลังงาน 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ในดิน โดยไม่มีต้นกำเนิดรังสีดังรูปที่ 3.4

3.2.3.2 จัดอุปกรณ์เพื่อทำการวัดรังสีแกมมาที่พลังงาน 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ในดิน พร้อมต้นกำเนิดรังสีเรเดียม-226 ดังรูปที่ 3.5

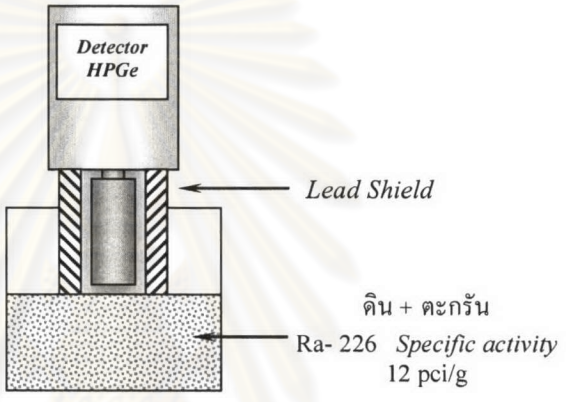
3.2.3.3 จัดอุปกรณ์เพื่อทำการวัดรังสีแกมมาที่พลังงาน 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ จากต้นกำเนิดรังสีเรเดียม-226 โดยไม่ผ่านดิน ดังรูป 3.6

3.2.3.4 เพิ่มความหนาแน่นของดินเป็น 1.74, 1.87 และ 1.99 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และเพิ่มความชื้นของดินเป็น 2.21 %, 2.973 %, 3.162 %, และ 4.536 % จากนั้นทำการวัดอัตราการนับรังสีสุทธิของรังสีแกมมาพลังงาน 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์

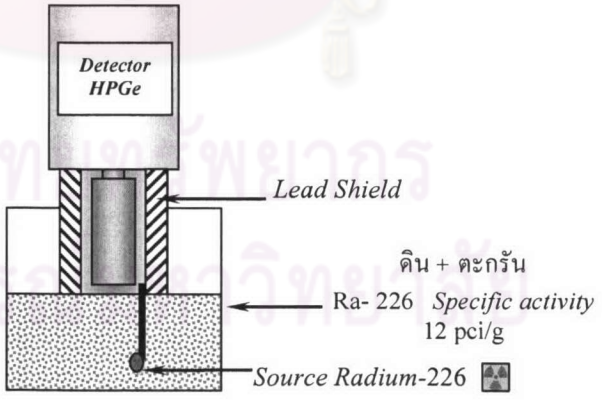
3.2.3.5 ทำการวัดเพื่อหาค่าการดูดกลืนตัวเองของรังสีแกมมาพลังงาน 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ในดิน

3.2.3.6 คำนวณหาอัตราการนับสุทธิของรังสีแกมมา 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ เมื่อแก้ค่าการดูดกลืนตัวเองแล้ว

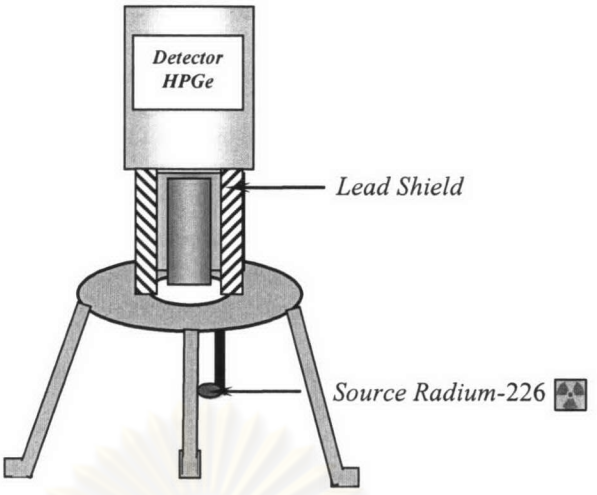
3.2.3.7 วิเคราะห์ผลอัตราการนับรังสีสุทธิของแกมมาที่พลังงาน 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ในดินที่มีความหนาแน่น และความชื้นต่าง ๆ กัน ดังแสดงผลในตารางที่ 4.4 และ 4.5



รูปที่ 3.4 การจัดอุปกรณ์สำหรับการวัดรังสีแกมมาที่พลังงาน 186 keV



รูปที่ 3.5 การวัดอัตราการนับรังสีสุทธิต่อวินาทีของแกมมาที่พลังงาน 186 keV ในสารมาตรฐานพร้อมกับต้นกำเนิดรังสีเรเดียม-226



รูปที่ 3.6 การวัดอัตราการนับรังสีสุทธิต่อวินาทีของแกมมาที่พลังงาน 186 keV ของต้นกำเนิดรังสีเรเดียม-226 โดยตรงโดยไม่มีผ่านสารมาตรฐานและตัวอย่างดิน

3.2.4 การวิเคราะห์ความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียม-226 ในดิน ณ พื้นที่

จากการทดสอบโดยขั้นตอนที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการวัดรังสีแกมมาที่พลังงาน 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ โดยตรงจากดิน และวิธีการปรับแก้ค่าการดูดกลืนตัวเอง สามารถได้ผลเป็นที่น่าพอใจ จึงได้ทดลองวัดความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียม-226 ในพื้นที่ต่าง ๆ จำนวน 7 แห่ง โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.4.1 ทำการพิจารณาและเลือกพื้นที่ที่สนใจ

3.2.4.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับการวัดดังรูปที่ 3.7

3.2.4.3 ทำการวัดเพื่อหาค่าการดูดกลืนตัวเองของรังสีแกมมาพลังงาน 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ในดิน โดยการจัดอุปกรณ์ดังรูป 3.8

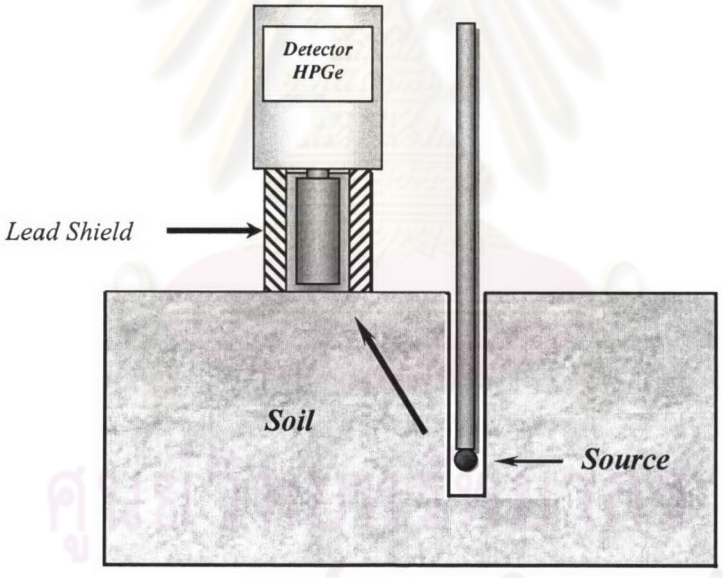
3.2.4.4 คำนวณหาอัตราการนับสุทธิของรังสีแกมมา 186 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ เมื่อแก้ค่าการดูดกลืนตัวเองแล้ว

3.2.4.5 จากข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณหาความแรงรังสีจำเพาะของดิน ณ พื้นที่

3.2.4.6 เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

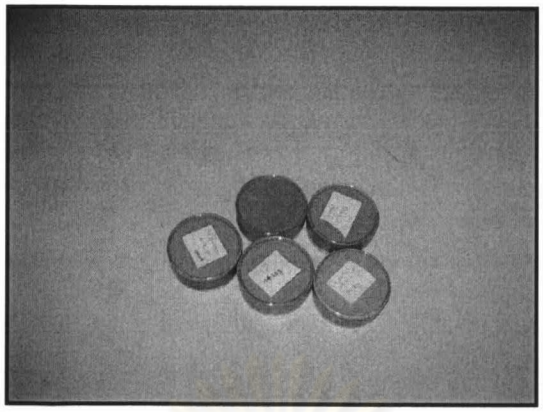
3.2.4.7 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากการวัด ณ พื้นที่กับการวัดในห้องปฏิบัติการดังข้อมูลในตารางที่ 4.6

รูปที่ 3.7 การวัดความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียมในดิน ณ พื้นที่

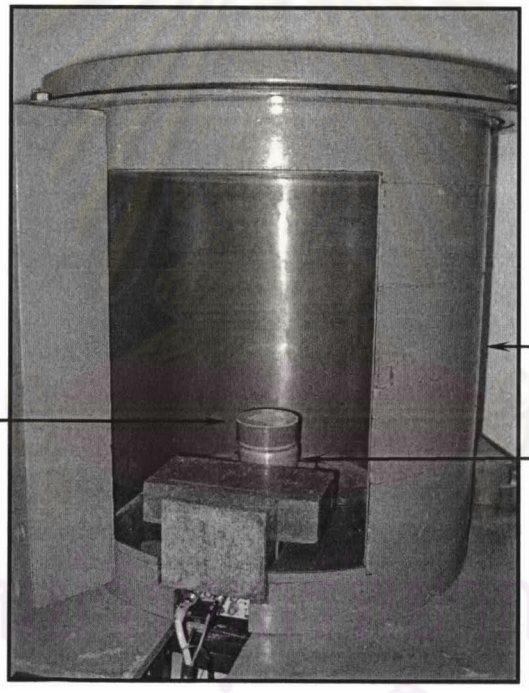


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.8 การจัดอุปกรณ์ในการวัดเพื่อแก้ค่าการดูดกลืนตัวเองของรังสีแกมมา ในการวัด ณ พื้นที่

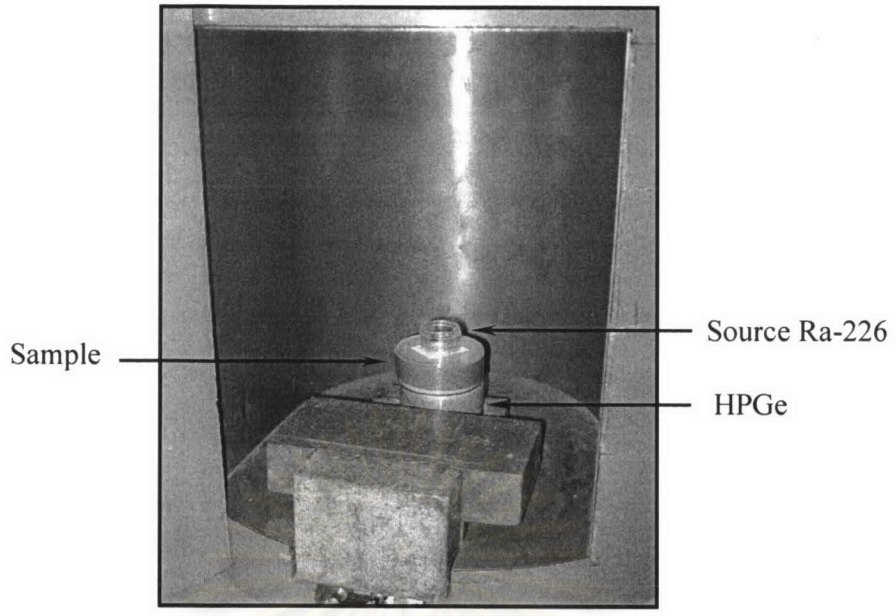


รูปที่ 3.9 สารมาตรฐานและสารตัวอย่างในภาชนะบรรจุสำหรับทำการวัดในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 3.10 การจัดอุปกรณ์สำหรับทำการวัดในห้องปฏิบัติการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.11 การวางตัวอย่างและสารมาตรฐานเพื่อทำการวัดค่าการดูดกลืนตัวเอง
สารตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย