

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การทำวิจัยเพื่อตรวจวัดระดับความเข้มข้นกัมมันตภาพรังสีธรรมชาติ ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง โดยอาศัยเทคนิคสเปกโตรเมตรีรังสีแกมมาทางฟิสิกส์นิวเคลียร์ จำเป็นต้องใช้วัสดุ และอุปกรณ์ ตลอดจนวิธีดำเนินการดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 วัสดุ และอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการออกเก็บตัวอย่างดิน หิน ททราย

- ถุงพลาสติกขนาด 7” × 14”
- ยางวงรัดของ
- ฉลากติดหมายเลขตัวอย่าง
- เครื่องบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Garmin etrex, USA)
- ถ่านสำรองเครื่องบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS)
- แผนที่จังหวัดพัทลุง มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
- เสียมตักทราย และดิน
- จอบขุดดิน
- ก้อน กับ สิว เพื่อตีหิน
- ปากกา Permanent สีดำ

3.1.2 วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการออกเก็บตัวอย่างน้ำป่อ

- ฉลากติดหมายเลขตัวอย่าง
- แผนที่จังหวัดพัทลุง มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
- เครื่องบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Garmin etrex, USA)
- ถังใส่น้ำขนาด 1 ลิตร

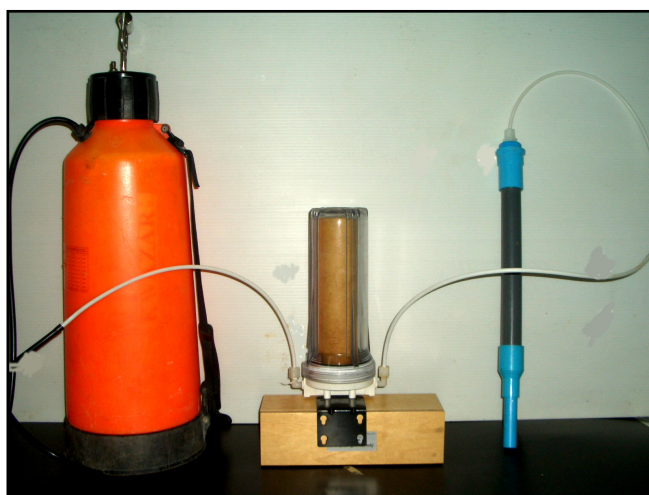
3.1.3 วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการเตรียมสารตัวอย่าง ดิน หิน ททราย

- ตะแกรงร่อนทราย และดิน
- ถาดขนาด 11×3 ซม. เพื่อใส่ตัวอย่างเข้าตู้อบ

- กระจกพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร
- เครื่องชั่งสารความละเอียด 2 ตำแหน่ง (OHAUS ARB 120, USA)
- กรรไกร
- เทปพันสายไฟ
- ฉลากติดกระจก
- เตาอบความร้อน
- ครกบดหิน

3.1.4 วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการเตรียมตัวอย่างน้ำ

- ผ้าขาวบางสำหรับกรองสารจับเรเดียม
- สารจับเรเดียมในน้ำ
- อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับการจับเรเดียมในน้ำ (สุภัทร, 2547) ดังภาพประกอบ 3.1



ภาพประกอบ 3.1 อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นในการจับเรเดียมในน้ำ

- สาร HNO_3 1 N
- กระจกพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.2 เซนติเมตร สูง 5.5 เซนติเมตร
- กรวยพลาสติก
- ถาดรอง
- ซ้อนตักสาร
- เทปออฟฟี่สีชาอ่อน
- กรรไกร

- น้ำกลั่น

3.1.5 อุปกรณ์สำหรับสารมาตรฐาน

- สารอ้างอิงมาตรฐาน IAEA – 314 (Strachnov et al., 1991)
- สารอ้างอิงมาตรฐาน RGU-1 (IAEA, 1987)
- สารอ้างอิงมาตรฐาน RGTh-1 (IAEA, 1987)
- สารอ้างอิงมาตรฐาน KCl (Merck, USA)

3.1.6 อุปกรณ์สำหรับวัดสารตัวอย่างดิน หิน ทราบ และน้ำ

- เครื่องวิเคราะห์สเปกโตรมิเตอร์รังสีแกมมาหัววัด NaI (TI) (Gammadata, Model GDM 10, Sweden)
- เครื่องวิเคราะห์สเปกโตรมิเตอร์รังสีแกมมาหัววัด HPGe (Canberra, Model GC1319, USA)

3.2 วิธีการดำเนินการ

ในการศึกษาวิจัยนี้ แบ่งวิธีการดำเนินการออกเป็น 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

ตอนที่ 1 การเตรียมสารมาตรฐาน

ตอนที่ 2 การศึกษาในภาคสนาม

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ และศึกษาในห้องปฏิบัติการ

ตอนที่ 1 การเตรียมสารมาตรฐาน

3.2.1 สารตัวอย่างมาตรฐานสำหรับการทดลอง

สารอ้างอิงมาตรฐานที่นำมาใช้เป็นของ ททบงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy, IAEA) คือ IAEA-RGU-1 เมื่อนำไปวัดสเปกตรัมรังสีแกมมา แล้วจะนำสเปกตรัมมาเป็นมาตรฐานเทียบกับตัวอย่างอื่นๆ เพื่อหาปริมาณเรเดียมในสารตัวอย่างเหล่านี้ต่อไป

การเตรียมสารอ้างอิงมาตรฐาน IAEA – RGU-1

1. เติมน้ำละลายกรด HNO_3 1 N และสารอ้างอิงมาตรฐาน IAEA – RGU-1 ลงในสารจับเรเดียม จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 50 ml แล้วเติมลงในกระปุกที่มีสารจับเรเดียมที่เตรียมไว้

2. ปิดกระปุกพลาสติกด้วยเทปกาว เพื่อป้องกันไม่ให้สารอ้างอิงมาตรฐานเกิดการหก และก๊าซเรดอนรั่วออกไปได้

3. นำกระปุกสารอ้างอิงมาตรฐาน IAEA-RGU-1 วัดปริมาณรังสีด้วยวิธีสเปกโตรมิเตอร์รังสีแกมมาหัววัด HPGe เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

3.2.2 สารอ้างอิงมาตรฐานน้ำกลั่น (รังสีแกมมา)

1. นำสารจับเรเดียมที่เตรียมไว้มาผ่านน้ำกลั่น 150 ml จากนั้นนำสารจับเรเดียมเทลงในกระปุกพลาสติกที่เตรียมไว้
2. เติมน้ำกลั่น 50 ml ลงในกระปุกที่มีสารจับเรเดียมที่เตรียมไว้ในข้อ 1
3. เติมสารละลายกรด HNO_3 1 N ปริมาตร 50 ml ลงในกระปุกพลาสติก ในข้อ 2
4. ปิดกระปุกให้สนิท แล้วพันด้วยเทปกาวยาวรอบรอยต่อของฝากระปุก
5. นำกระปุกไปวัดปริมาณรังสีด้วยวิธีสเปกโตรมิเตอร์รังสีแกมมาหัววัด HPGe เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ตอนที่ 2 การศึกษาในภาคสนาม

3.2.3 การกำหนดสถานที่เก็บตัวอย่าง

ในการศึกษาได้ทำการเก็บตัวอย่าง ดิน หิน ทราช และน้ำ ในจังหวัดพัทลุง ซึ่งมี 10 อำเภอ กับ 1 กิ่งอำเภอศรีนครินทร์ การเก็บตัวอย่างได้คำนึงถึงข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ

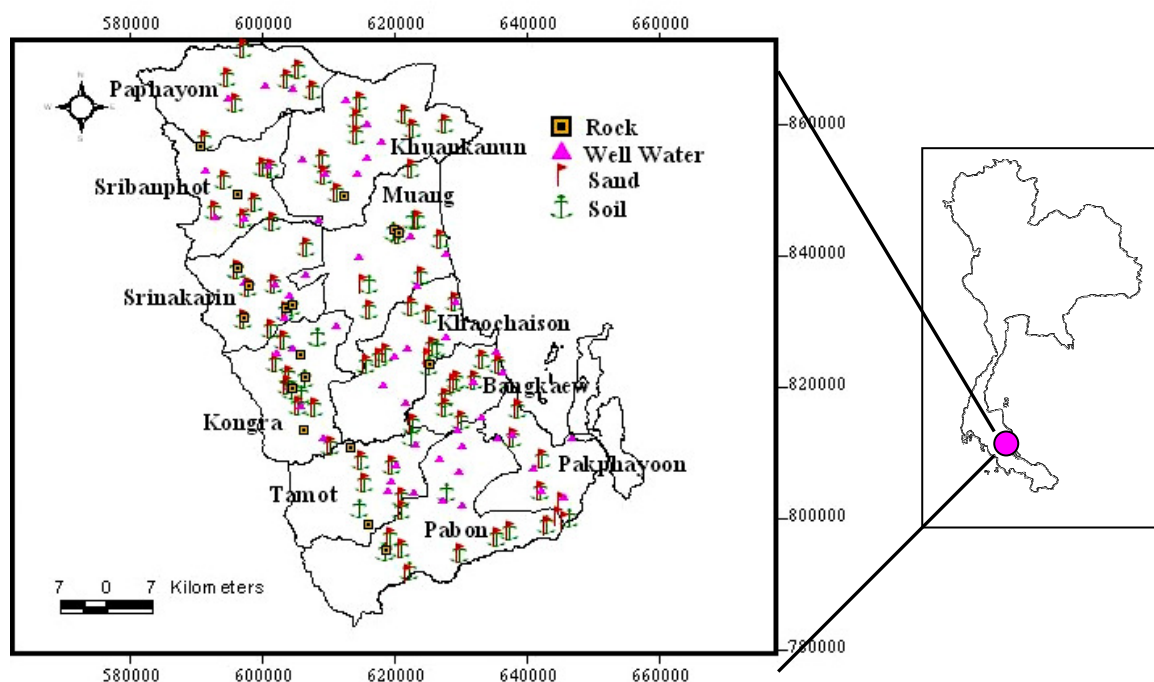
1. ไร่ทรภพ ผ่องสุวรรณ และคณะ (2544) ตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซกัมมันตรังสีเรดอนในอากาศ และในน้ำบาดาลในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา พบอำเภอกงหรา มีความเข้มข้นก๊าซกัมมันตรังสีเรดอนในอากาศค่อนข้างสูง

2. สุขสวัสดิ์ ศิริจารุกุล (2543) ตรวจวัดก๊าซกัมมันตรังสีเรดอนในน้ำบาดาล ในตัวอย่างดิน และก๊าซกัมมันตรังสีเรดอนที่แพร่ขึ้นมาสู่ผิวดินในบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา พบปริมาณที่สูงในน้ำบาดาลของตัวอย่างดินบริเวณ อำเภอกงหรา อำเภอตะโหมด อำเภอกวนขนุน และด้านตะวันตกของอำเภอเขาชัยสน

3. แผนที่ GIS (Geographic Information Systems) ฝ้ายข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้แสดงแนวหินต่างๆ ในจังหวัดพัทลุงซึ่งแสดงไว้ในภาพประกอบ 1.1

4. แผนที่ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 11 จังหวัดสงขลา ได้แสดงตำแหน่งบ่อน้ำในพื้นที่จังหวัดพัทลุง

จากข้อมูลดังกล่าว นำไปวางแผนในการออกเก็บตัวอย่างทั้งหมด 258 ตัวอย่าง ตัวอย่างดิน 93 ตัวอย่าง ตัวอย่างทราช 85 ตัวอย่าง ตัวอย่างหิน 20 ตัวอย่าง และตัวอย่างน้ำ 60 ตัวอย่าง ภาพประกอบ 3.2 ตรวจสอบด้วยเครื่องอ่านพิกัดภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (GPS)



ภาพประกอบ 3.2 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่าง ดิน หิน ทราย และน้ำทั้งหมด 258 ตัวอย่าง ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง

เก็บตัวอย่างตามเส้นทางของถนนสายต่างๆ โดยศึกษาจากแผนที่ 1:50,000 ที่ได้จากทาง GIS คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จุดที่พบตัวอย่างได้ง่าย เช่น ตัวอย่างดิน จะทำการเก็บทุกๆ 5 กิโลเมตร แต่บางจุดที่กำหนดระยะทางในการเก็บไม่ได้ เช่น ตัวอย่างทราย น้ำ และตัวอย่างหิน จะใช้วิธีระวางหาตัวอย่างในอำเภอที่วางแผนจะเก็บ

3.2.4 การเก็บตัวอย่างดินของจังหวัดพัทลุง

1. เก็บตัวอย่างดิน โดยเก็บดินที่ลึกลงไปจากพื้นดินประมาณ 30 ซม. เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเนื้อดินบริเวณเดิม ในแต่ละจุดมาใส่ถุงพลาสติกขนาด 7×14 นิ้ว ที่เตรียมไว้ หลังจากนั้นใช้ยางวงรัดของรัดปากถุงพลาสติกให้เรียบร้อยแล้ว นำมาใส่รวมในกล่องกระดาษลังใบใหญ่

2. การออกเก็บตัวอย่างจะออกเก็บเป็นอำเภอ ดังนั้นตัวอย่างดินที่เก็บจะเขียนหมายเลขรหัสไว้ เช่น ทรายอำเภอบางแก้ว (Sa-BK) เป็นต้น

3. บันทึกตำแหน่งพิกัด (E/N) ของตัวอย่างดินโดยใช้เครื่องมือบอกพิกัดดาวเทียม (GPS) พร้อมทั้งข้อมูลอื่นลงไปในสมุดบันทึกข้อมูล

4. เมื่อเก็บตัวอย่างดินที่จุดแรกเสร็จแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างดินที่จุดอื่นๆ ต่อ

3.2.5 การเก็บตัวอย่างทรายก่อสร้างในจังหวัดพัทลุง

1. เก็บตัวอย่างทรายก่อสร้างของจังหวัดพัทลุงตามเส้นทางถนน โดยเน้นบ้านที่มีการก่อสร้างบ้านเรือน
2. เก็บตัวอย่างทรายก่อสร้างใส่ถุงขนาด 7×14 นิ้ว ที่เตรียมไว้ หลังจากนั้นใช้ยางวงรัดปากถุงพลาสติกให้เรียบร้อย แล้วนำมาใส่รวมในกล่องกระดาษลังใบใหญ่
3. เขียนหมายเลขบนถุงพลาสติกโดยให้หมายเลขที่ติดตรงกับอำเภอที่ออกเก็บ
4. บันทึกตำแหน่งพิกัด (E/N) ของตัวอย่างทรายโดยใช้เครื่องมือบอกพิกัดดาวเทียม (GPS) พร้อมทั้งสอบถามบ้านเรือนที่เก็บทรายตัวอย่างว่าได้ซื้อทรายมาจากแหล่งใด และทำการบันทึกสมุดข้อมูล

3.2.6 การเก็บตัวอย่างหินโผล่ในจังหวัดพัทลุง

ในการออกเก็บตัวอย่างหิน จะเน้นหินโผล่ที่กำเนิดจากบริเวณนั้น ซึ่งขั้นตอนนี้จะต้องศึกษาแผนที่ เพื่อสำรวจแนวหิน เทือกเขาของจังหวัดพัทลุง

1. ทำการเก็บตัวอย่างหินโผล่ โดยใช้ก้อน และสั้วเพื่อหุบเอาก้อนหินเล็ก ๆ ใส่ในถุงขนาด 8×15 นิ้ว ที่เตรียมไว้ หลังจากนั้นใช้ยางวงรัดของรัดปากถุงพลาสติกให้เรียบร้อย แล้วนำมาใส่รวมในกล่องกระดาษลังใบใหญ่
2. เขียนหมายเลขติดบนถุงพลาสติกของตัวอย่างหิน ตามอำเภอที่เก็บ
3. บันทึกตำแหน่งพิกัด (E/N) ของตัวอย่างหิน โดยใช้เครื่องบอกพิกัดดาวเทียม (GPS) และข้อมูลอื่นลงในสมุดบันทึกข้อมูล

3.2.7 การเก็บตัวอย่างน้ำบ่อในจังหวัดพัทลุง

การเก็บตัวอย่างน้ำ จะเป็นน้ำบ่อที่ยังมีการบริโภคเท่านั้น ดังนั้นการเก็บตัวอย่างต้องตระเวน หาบ่อน้ำของบ้านเรือนในอำเภอนั้นๆ ของจังหวัดพัทลุง

1. เก็บตัวอย่างน้ำ แต่ละจุดจะเก็บน้ำ 20 ลิตร ตักน้ำจากบ่อใส่ในถังขนาด 10 ลิตร 2 ถัง แล้วใช้ถุงครอบปากถังก่อนปิดฝา เพื่อป้องกันน้ำรั่วออกขณะเคลื่อนย้าย
2. เขียนหมายเลขติดข้างถังไว้ตามอำเภอที่เก็บ
3. บันทึกตำแหน่ง (GPS) ข้อมูลเจ้าของบ้าน และข้อมูลอื่นลงในสมุดบันทึกข้อมูล

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ และการศึกษาในห้องปฏิบัติการ

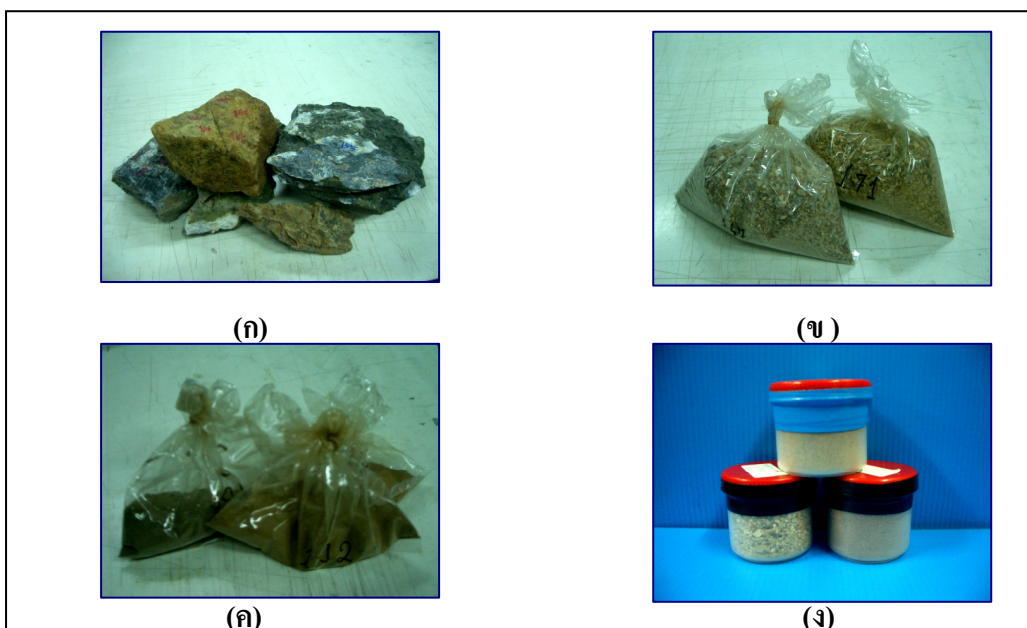
การวิเคราะห์ และการศึกษาในห้องปฏิบัติการ เป็นการนำตัวอย่างรวมทั้งข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมในภาคสนามมาทำการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการวัด ระดับความเข้มข้นของกัมมันตภาพรังสี และทำการวิเคราะห์เป็นลำดับขั้นต่อไป

3.2.8 การเตรียมสารตัวอย่างดิน หิน และทราย

1. นำตัวอย่างดิน และทราย มาทำการแยกขยะต่างๆ ออกไป ส่วนตัวอย่างหินจะนำไปบดให้ละเอียดด้วยครกบดหิน จากนั้นนำตัวอย่างไปอบที่อุณหภูมิ $80^{\circ}C$ เป็นเวลา 10 ชั่วโมง
2. เมื่ออบเสร็จแล้ว นำตัวอย่างมาวางทิ้งไว้ให้เย็น และนำไปร่อนผ่านตระแกรงเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากัน
3. นำตัวอย่างมาบรรจุใส่กระปุกพลาสติกขนาด 5.5×5 เซนติเมตร โดยใน 1 กระปุกจะมีตัวอย่างบริเวณใกล้เคียงกัน ผสมกันอยู่ในสัดส่วนที่เท่ากันจะได้เป็นตัวอย่างตัวแทนของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ยกเว้นตัวอย่างหิน
4. ชั่งน้ำหนัก และปิดทับฝากระปุกให้สนิท เพื่อกันไม่ให้อากาศเข้าไป ทิ้งไว้ 30 วัน รอให้เข้าสู่สภาวะสมดุลทางรังสี
5. นำตัวอย่างที่เข้าสู่สมดุลแล้ว ไปวัดความเข้มข้นกัมมันตภาพรังสี กับเครื่องวิเคราะห์สเปกโตรมิเตอร์รังสีแกมมาหัววัด NaI (TI)

3.2.9 การเตรียมตัวอย่างน้ำบ่อ

1. เติมน้ำจืดปริมาณ 154-158 กรัม ในท่อของเครื่องจับเรเดียม
2. นำตัวอย่างน้ำที่เก็บจากภาคสนามจุดละ 20 ลิตร มาบรรจุลงในถังแรงดัน ครั้งละ 10 ลิตร ทำการปั๊มภายในเวลา 5 นาที โดยใช้อัตราการปั๊มที่สม่ำเสมอ คิดเป็น 2 ลิตร/นาที น้ำที่ปั๊มจะเคลื่อนที่ผ่านสารจับเรเดียม ทำการปั๊มซ้ำจนครบ 20 ลิตร
3. เติมน้ำจืดที่ผ่านน้ำแล้วออกมาจากเครื่องมือให้หมด เก็บสารจับเรเดียมที่ผ่านน้ำแล้วใส่ กระปุกพลาสติกขนาด 7.5×5.5 ซม. แล้วเติมน้ำละลายกรดไนตริก (HNO_3) ความเข้มข้น 1 N ปริมาตร 50 ml ลงในกระปุกสารตัวอย่างเพื่อปรับให้มีค่า $\text{pH} \leq 2$
4. นำเทปกาวพันฝากระปุกให้สนิทเพื่อกันไม่ให้อากาศเข้าไป และติดฉลากบอกวันที่ทดลอง และน้ำหนักสาร
5. นำตัวอย่างที่เตรียมเสร็จแล้ววัดความเข้มข้นกัมมันตภาพรังสีกับ เครื่องวิเคราะห์สเปกโตรมิเตอร์รังสีแกมมาหัววัด (HPGe)



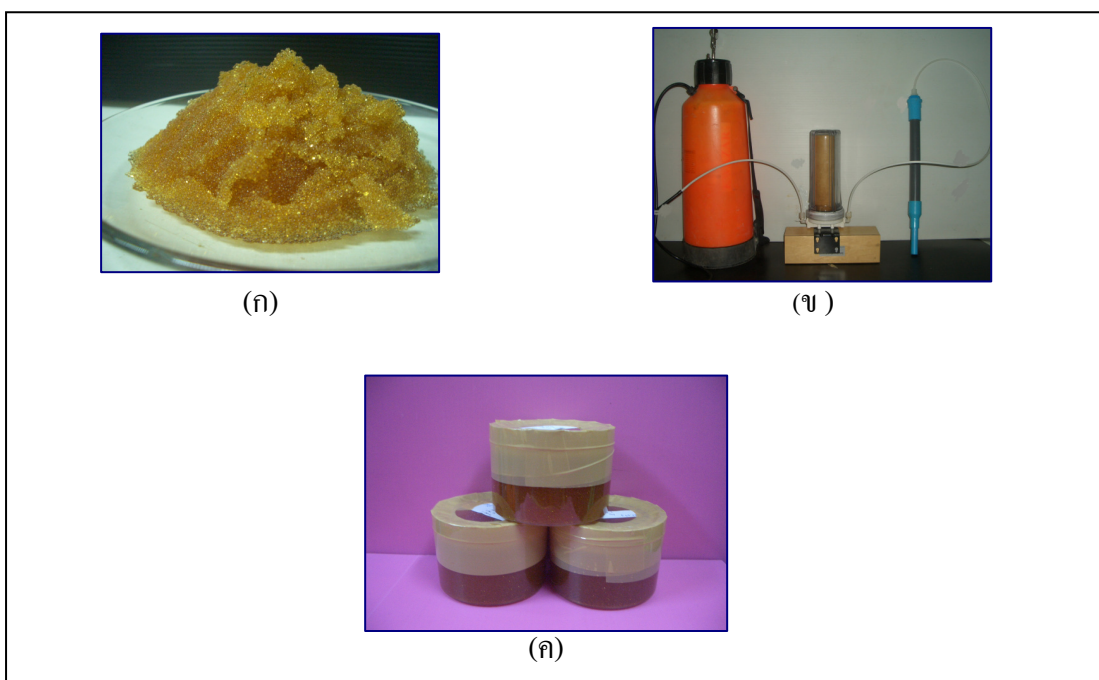
ภาพประกอบ 3.3 ตัวอย่างดิน หิน และทราย

(ก) ตัวอย่างหินโคล่

(ข) ตัวอย่างทรายที่ผ่านการอบแล้ว

(ค) ตัวอย่างดินที่ผ่านการอบแล้ว

(ง) ตัวอย่างที่อบแห้งแล้วบรรจุในกระปุก



ภาพประกอบ 3.4 อุปกรณ์การตรวจจับรังสีในน้ำ โดยผ่านสารจذبเรเดียม

(ก) สารจذبเรเดียม

(ข) เครื่องมือที่ใช้ในการจذبเรเดียมในน้ำ

(ค) สารจذبเรเดียมที่ผ่านน้ำแล้วบรรจุในกระปุกพร้อมวัดปริมาณ ^{226}Ra

3.3 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

สถิติที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) หรือค่าเฉลี่ย (Mean) หาได้จากการเอาผลรวมจากข้อมูลทั้งหมดหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด ค่ามัธยฐาน (Median) เป็นค่าที่อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูลทั้งหมด เมื่อเรียงค่าข้อมูลจากน้อยสุดไปหามากที่สุด หรือจากมากที่สุดไปหาน้อยสุด เป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่ามีจำนวนข้อมูลที่มากกว่า และน้อยกว่าค่านี้อยู่ร้อยละ 50 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation ; S.D) ค่าความผิดพลาดมาตรฐาน (Standard Error ; SE) โดยที่ $SE = SD / \sqrt{N}$ เมื่อ N คือจำนวนตัวอย่าง ในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของข้อมูลในงานวิจัยนี้ จะแสดงด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต $\pm 1.96 \times SE$ ซึ่งแสดงช่วงข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % รอบค่าเฉลี่ย เนื่องจากข้อมูลมีการแจกแจงแบบคล้ายปกติ