



## วิธีดำเนินงานและวิเคราะห์

การวิจัยเรื่อง " การประเมินปริมาณและการจัดการกากกัมมันตรังสีในประเทศไทย " มีขั้นตอนของการวิจัยประกอบด้วย

### การศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ตลอดจนสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อศึกษาข้อมูลมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูล

### การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

1. ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลของหน่วยงานต่างๆ ในประเทศที่มีสารกัมมันตรังสีไว้ในครอบครอง เพื่อให้ได้ทราบถึงต้นกำเนิดกากกัมมันตรังสี และรายชื่อของหน่วยงานต่างๆที่มีสารกัมมันตรังสีไว้ในครอบครอง
2. ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลของการขออนุญาตครอบครองและนำเข้าสารกัมมันตรังสีระหว่างปี พ.ศ. 2525-2536 จากกองสุขภาพ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ
3. ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลของการส่งกากกัมมันตรังสีเข้ารับการบำบัดที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2536 กองจัดการกากกัมมันตรังสี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามขึ้น 1 ชุด เพื่อสอบถามการใช้สารกัมมันตรังสี และการจัดการกากกัมมันตรังสี ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลระหว่างปี พ.ศ 2533 - 2536 แบบสอบถามมี 2 ตอนคือ ตอนที่ 1 สอบถามกับข้อมูลพื้นฐานของการใช้สารกัมมันตรังสีมีลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบเต็ม

ข้อมูลในช่องว่าง และมีคำถามทั้งหมด 13 ข้อ สอบถามรายละเอียดเกี่ยวกับ ประเภทของหน่วยงาน ประเภทของ การใช้งาน ชนิดของต้นกำเนิดรังสี ชนิดและความแรงรังสีของสารกัมมันตรังสีที่ใช้ งาน การคาดหมายการใช้สารกัมมันตรังสี

ตอนที่ 2 สอบถามเรื่องคุณสมบัติของกากกัมมันตรังสีและการจัดการกากกัมมันตรังสี ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบเติมข้อมูล และมีคำถามทั้งหมด 13 ข้อ โดยคำถามจะถามเกี่ยวกับปริมาณ กากกัมมันตรังสี ชนิดกากกัมมันตรังสี สารกัมมันตรังสีที่เจือปนในกากกัมมันตรังสี องค์ประกอบทางเคมีของกากกัมมันตรังสี การดำเนินการจัดการกากกัมมันตรังสี

#### การทดสอบแบบสอบถาม

ได้นำแบบสอบถามที่ได้ในข้อ 3.3 นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขปรับปรุง แล้วนำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับหน่วยตัวอย่างจำนวน 10 หน่วยงาน ซึ่งแต่ละหน่วยมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งจากการทดสอบแบบสอบถามผู้วิจัยได้แก้ไขแบบสอบถามในส่วนของ การใช้ภาษาที่ใช้ในแบบสอบถาม การจัดลำดับคำถามเพื่อให้ง่ายต่อการตอบแบบสอบถาม และตัดคำถามข้อที่ไม่จำเป็นออก จึงได้แบบสอบถามฉบับที่สมบูรณ์ (ดูจากภาคผนวก) เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจริง

#### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นผู้ที่ทำหน้าที่รับผิดชอบทางรังสีของหน่วยงานที่ขออนุญาตครอบครองสารกัมมันตรังสีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533-2536 ซึ่งมีทั้งหมด 245 หน่วยงาน แบ่งออกได้ดังนี้

โรงพยาบาลและคลินิก	42	หน่วยงาน
คณะแพทยศาสตร์ที่มีโรงพยาบาล	36	หน่วยงาน
สถาบันการศึกษา	35	หน่วยงาน
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และการเกษตร	25	หน่วยงาน
อุตสาหกรรม	107	หน่วยงาน
รวม	245	หน่วยงาน

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ได้ส่งแบบไปยังหน่วยงานต่างๆ ที่ได้รวบรวมไว้จำนวน 245 ฉบับ และได้ขอรับคืน

แบบสอบถามด้วยตนเองพร้อมทั้งสัมภาษณ์เพิ่มเติม 205 หน่วยงาน ส่วนที่เหลือ 40 หน่วยงานได้ส่งคืนแบบสอบถามคืนผ่านทางไปรษณีย์ให้แก่ผู้วิจัย

### การสร้างฐานข้อมูล

ข้อมูลจากการสำรวจผู้วิจัยได้นำมาสร้างฐานข้อมูล ด้วยโปรแกรมดีเบสทีพลัส(DBASEIII+) โดยจัดสร้างทั้งหมด 4 แฟ้มข้อมูลคือ

1. แฟ้มข้อมูลของข้อมูลเบื้องต้นประกอบไปด้วยข้อมูลของ รหัสของหน่วยงาน ชนิดของหน่วยงาน ชนิดของการใช้งาน ชื่อหน่วยงาน ที่ตั้งของหน่วยงาน

2. แฟ้มข้อมูลของการใช้สารกัมมันตรังสีประกอบไปด้วยข้อมูลของ รหัสของหน่วยงาน แหล่งที่มาของสารกัมมันตรังสี สถานะของต้นกำเนิดรังสี ชนิดของการใช้งาน ชื่อสารกัมมันตรังสีที่ใช้งาน ความแรงรังสี จำนวนชิ้น(สารกัมมันตรังสีชนิดของแข็งชนิดกึ่งตัวนำ)

3. แฟ้มข้อมูลของกากกัมมันตรังสีชนิดของแข็งประกอบไปด้วยข้อมูลของ รหัสของหน่วยงาน แหล่งกำเนิดกากกัมมันตรังสี ชนิดของกากกัมมันตรังสี วิธีการจัดการกากกัมมันตรังสี ชื่อสารกัมมันตรังสี น้ำหนักกากกัมมันตรังสี ปริมาตรกากกัมมันตรังสี จำนวนชิ้น(เฉพาะกากกัมมันตรังสีชนิดของแข็งชนิดกึ่งตัวนำ) ความแรงรังสีของกากกัมมันตรังสี

4. แฟ้มข้อมูลของกากกัมมันตรังสีชนิดของเหลวประกอบไปด้วยข้อมูลของ รหัสของหน่วยงาน แหล่งกำเนิดกากกัมมันตรังสี ชนิดของกากกัมมันตรังสี วิธีการจัดการกากกัมมันตรังสี ชื่อสารกัมมันตรังสี ปริมาตรกากกัมมันตรังสี ความแรงรังสีของกากกัมมันตรังสี

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินปริมาณกากกัมมันตรังสีในอนาคต สามารถประเมินได้โดยการสร้างสมการพหุคูณด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นตรง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

$$Y = a + bX, \quad b = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

โดยที่ Y คือ ตัวแปรตาม (Dependent variable)

X คือ ตัวแปรอิสระ (Independent variable) ตัวแปรที่มีการกำหนดไว้ล่วงหน้า

2. การประเมินปริมาณกากกัมมันตรังสีที่ผ่านการแปรสภาพ จากการจัดการของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติสามารถประเมินได้ โดยการสร้างสมการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นตรง พร้อมทั้งพิจารณาร่วมกับอัตราส่วนการลดลงของปริมาณกากกัมมันตรังสีภายหลังการบำบัดกากกัมมันตรังสี และอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของปริมาณกากกัมมันตรังสีภายหลังการแปรสภาพกากกัมมันตรังสี ซึ่งนำมาจากหนังสือ Technical Reports Series ของ International Atomic Energy Agency ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาในกรณีที่กากกัมมันตรังสีที่ผ่านการบำบัดกากกัมมันตรังสีด้วยวิธีการเผา การอัด การตกตะกอนทางเคมี การแลกเปลี่ยนไอออน การเผาสารละลายอินทรีย์ และผ่านการแปรสภาพกากกัมมันตรังสีด้วยซีเมนต์เท่านั้น ดังมีอัตราส่วนดังต่อไปนี้

การบำบัดกากกัมมันตรังสี	อัตราส่วนที่เปลี่ยนแปลง		
การเผา	ลดลง	30-60	เท่า (IAEA, 1983)
การอัด	ลดลง	3-12	เท่า (IAEA, 1983)
ตกตะกอนทางเคมี	ลดลง	200-10,000	เท่า (IAEA, 1984)
แลกเปลี่ยนไอออน	ลดลง	500-10,000	เท่า (IAEA, 1984)
เผาสารละลายอินทรีย์	ลดลง	500-10,000	เท่า (IAEA, 1984)
การแปรสภาพกากกัมมันตรังสีด้วยซีเมนต์	เพิ่มขึ้น	2	เท่า (IAEA, 1983)

จากอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณกากกัมมันตรังสีภายหลังการบำบัดและการแปรสภาพกากกัมมันตรังสี ซึ่งจะกำหนดค่าออกมาเป็นช่วง ผู้วิจัยจะพิจารณาค่าที่ลดปริมาณได้น้อยที่สุดเท่านั้น

#### การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำโดยเลือกเก็บจากน้ำผิวน้ำ (surface water) ปริมาณ 1 ลิตร จากลำคลองและทางน้ำต่างๆ ซึ่งเป็นทางไหลของน้ำทั้งจากหน่วยงานที่ใช้สารกัมมันตรังสี โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 แห่ง คือ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โรงพยาบาลศิริราช โรงพยาบาลรามธิบดี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ สถาบันวิจัยการแพทย์ทหารบกฝ่ายอเมริกัน

### วิธีดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

นำตัวอย่างน้ำที่เก็บมาปริมาตร 250 มิลลิลิตร มากรองเพื่อขจัดสารแขวนลอยแล้วนำไประเหยให้เหลือ 5 มิลลิลิตร คูดสารละลายของตัวอย่างน้ำที่เตรียมไว้ ใส่ลงในจานนับรังสี(planchet) ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ทำให้แห้งภายในภาชนะป้องกันความชื้น(desiccator) จากนั้นนำไปวัดความแรงรังสีด้วยเครื่อง low background anti-coincidence G.M. counter (รูปที่ 3.1) เป็นเวลา 3600 วินาที

ความแรงรังสีที่นับได้จะต้องหักลบค่าแบคกราวนด์ (background) ซึ่งเป็นความแรงรังสีของสิ่งแวดล้อมเมื่อปราศจากสารตัวอย่างในเวลานับที่เท่ากันออกเสียก่อน จึงจะนำมาคำนวณหาความแรงรังสีรวมเบตา โดยเปรียบเทียบกับความแรงรังสีของสารมาตรฐานซีเซียม-137 ที่นับด้วยเครื่องวัดชนิดเดียวกันในเวลาที่เท่ากันและหักค่าแบคกราวนด์แล้วด้วย โดยคำนวณได้จากสูตรความแรงรังสีรวมเบตา (พิโคคูรี/ลิตร)

$$= \frac{B \times 1000}{2.22 \times D \times V}$$

โดย B = จำนวนนับสุทธิเป็นจำนวนนับต่อวินาที  
 D = ประสิทธิภาพของหัววัด  
 V = ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง

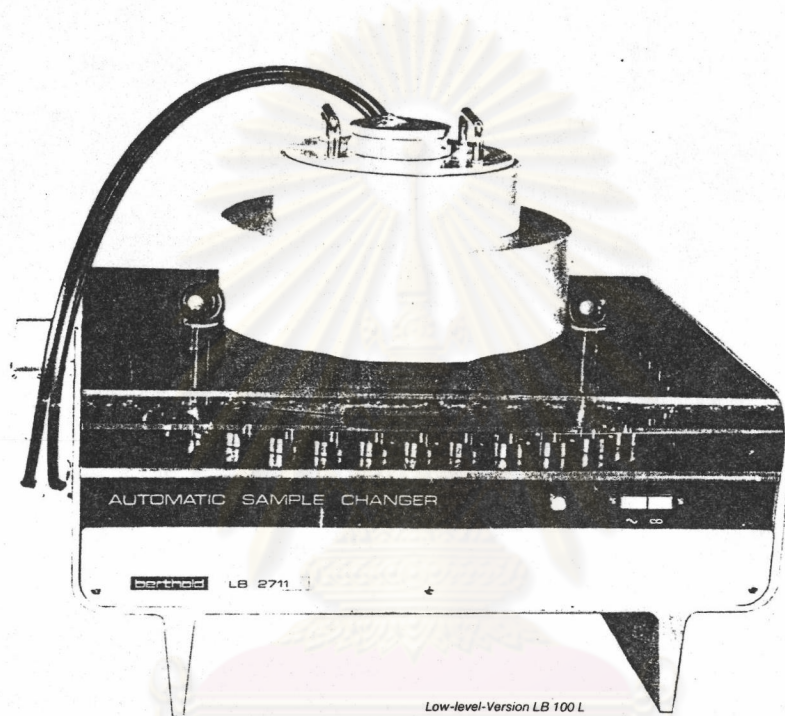
### อุปกรณ์ในการวิเคราะห์น้ำ

1. กรวยแยก (peared-shape separatory funnel)
2. บีกเกอร์ (beaker)
3. กระบอกตวง (measuring cylinder)
4. ขวดกันแบบน (erlenmeyer flask)
5. บีเปต (pipette)
6. ลูกยางสำหรับดูดสารละลาย (pro-pipette)
7. แท่งแก้วคนสารละลาย (glass stirring rod)
8. ขวดโพลีเอทิลีน (polyethelene bottle)
9. กระดาษทดสอบความเป็นกรด-ด่าง (pH-paper)

10. กระดาษกรองชนิดใยแก้วของ Whatman CF/A
11. จานนับรังสี (aluminium planchet)
12. ชุดเครื่องกรองของมิลลิพอร์ (complete set of millipor filtering set)
13. เครื่องอิงน้ำ (water bath)
15. หลอดอินฟราเรด (infrared lamp)



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
รูปที่ 3.1 เครื่องวัดรังสีเบต้ารุ่น LB 100L  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย