

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

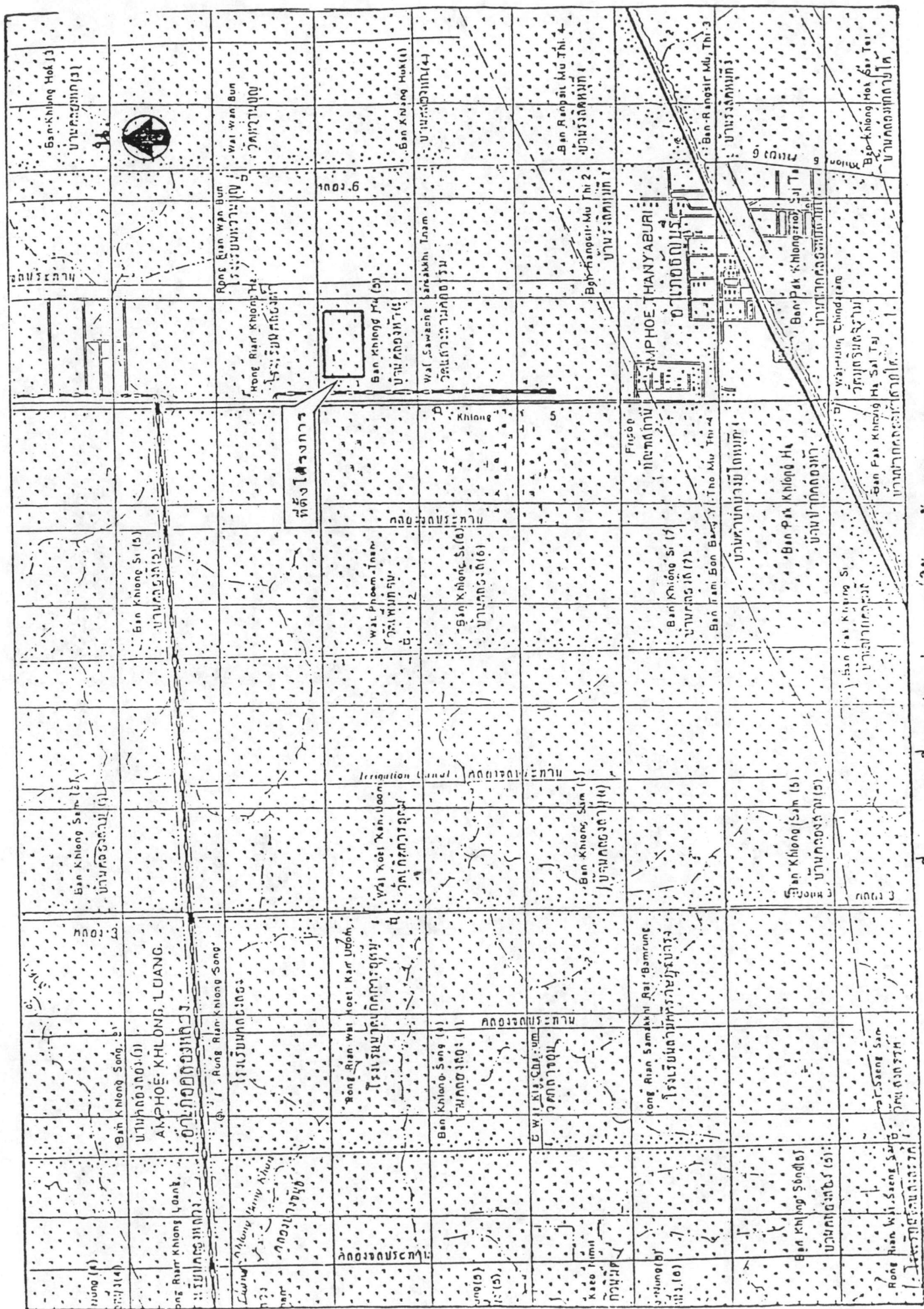
3.1 การเก็บตัวอย่าง

ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาติหยากร ตั้งอยู่ ณ ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี มีเนื้อที่ประมาณ 33 ไร่ ตำแหน่งที่ตั้งของโครงการอยู่ห่างจากทางหลวงหมายเลข 305 เส้นทางรังสิต-นครนายก เข้าไปตามถนนเลียบคลองซอ 5 ประมาณ 5 กิโลเมตร ดังรูป 3.1

สภาพทั่วไปของพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มใช้ทำการเกษตร ส่วนใหญ่เป็นนาข้าวมีอาณาบริเวณโดยรอบของสภาพพื้นที่ดังนี้

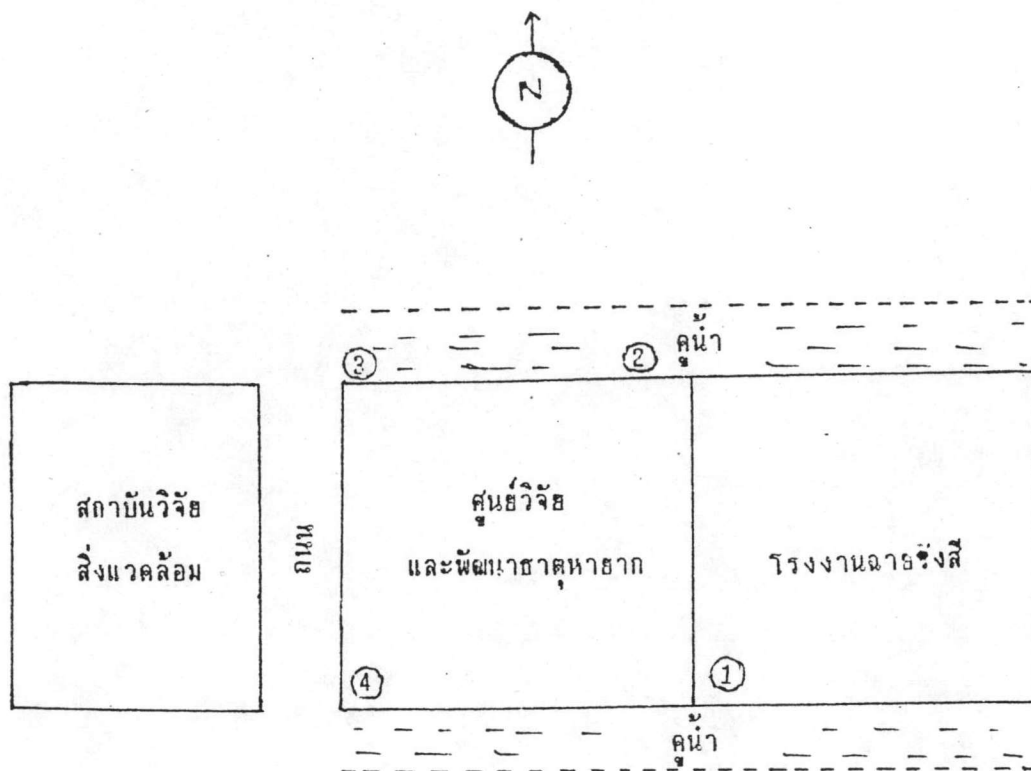
ด้านทิศเหนือ	เป็นพื้นที่นาข้าว
ด้านทิศใต้	เป็นลุ่มน้ำขัง และนาข้าว
ด้านทิศตะวันออก	ติดคลองชลประทาน
ด้านทิศตะวันตก	เป็นถนนเรียบขนานกับคลองซอ 5

รอบๆ พื้นที่ของศูนย์ฯ มีถนนขนาดกว้าง 8 เมตร มีคูระบายน้ำลึก 1.5 เมตร กว้าง 11.5 เมตร บริเวณก่อสร้างศูนย์ฯ อยู่ในอาณาเขตเดียวกับโรงงานฉวยรังสีอาหาร และผลิตผลทางการเกษตร



รูปที่ 3.1 แผนที่แสดงตำแหน่งของพื้นที่วิจัยและพื้นที่ชนบทในภาคกลาง

การเก็บตัวอย่างได้เก็บตัวอย่าง 3 ครั้งในปี พ.ศ. 2533 ครั้งแรกในฤดูร้อน
วันที่ 5 มีนาคม ครั้งที่สองในฤดูฝน วันที่ 25 มิถุนายน ครั้งที่สามเมื่อเริ่มเข้าหน้าหนาว
วันที่ 12 พฤศจิกายน โดยมีจุดเก็บตัวอย่างต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงตำแหน่งที่เก็บตัวอย่าง

จากแผนผัง

จุดที่ 1 ทางด้านหน้าทิศตะวันออกนอกรั้วของศูนย์ฯ ได้เก็บตัวอย่าง ดิน หญ้า และน้ำ ตะกอนใต้น้ำจากคูน้ำที่อยู่ด้านหน้า ของศูนย์ฯ

จุดที่ 2 อยู่ทางด้านหลังทิศตะวันออกนอกรั้วของศูนย์ฯ ได้เก็บตัวอย่างดิน หญ้า และน้ำตะกอนใต้น้ำ จากคลองที่อยู่ด้านหลังของศูนย์ฯ

จุดที่ 3 อยู่ด้านหลังทิศตะวันตกในรั้วของศูนย์ฯ เก็บตัวอย่าง ดิน และหญ้า

จุดที่ 4 อยู่ด้านหน้าทิศตะวันตกนอกรั้วของศูนย์ฯ เก็บตัวอย่าง ดิน และหญ้า ด้านหน้าหันไปทางทิศเหนือ และด้านหลังหันไปทางทิศใต้

ทางด้านตะวันตกของศูนย์ฯ ห่างออกไปประมาณ 1 กม. เป็นคลอง 5 ซึ่งเป็นคลองชลประทานขนานไปตามแนวเหนือ ใต้ เป็นจุดระบายน้ำจากคลองหน้าศูนย์ฯ ได้เก็บตัวอย่างน้ำ และตะกอนใต้น้ำที่จุดนี้ ห่างจากจุดนี้ไปอีกประมาณ 3 กม. ทางทิศใต้ เป็นประตูน้ำได้เก็บตัวอย่าง น้ำ และตะกอนใต้น้ำ อีกจุดหนึ่ง สรุปแล้วจะมีจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 จุด

การเก็บตัวอย่างดิน และตะกอนใต้น้ำ ตัวอย่างดินจะเก็บจากบริเวณที่ไม่มี การรบกวนจากคน หรือสัตว์ ห่างจากถนน ทางเท้า หรือสิ่งก่อสร้าง การเก็บจะชุดหลุมลึก ประมาณ 1 ฟุต และเก็บครึ่งละประมาณ 1 กิโลกรัม ส่วนตะกอนใต้น้ำจะเก็บจากบริเวณ กลางคลอง หรือคู โดยเก็บครึ่งละ 1 กิโลกรัมเช่นกัน

ในการเก็บแต่ละครั้ง จะใส่ในถุงพลาสติกที่สะอาด ใช้ยางรัดปากถุงให้แน่น และใส่ในถุงพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง เพื่อไม่ให้ฉีกขาดได้ง่าย

การเก็บตัวอย่างหญ้า จะเลือกเก็บจากบริเวณที่ไม่มี การรบกวนใดๆ เช่นกัน โดยใช้กรรไกรตัดสูงจากพื้นดินประมาณ 5 เซนติเมตร (29) เก็บครึ่งละประมาณ 5 กิโลกรัม แล้วใส่ในถุงพลาสติกที่สะอาดรัดปากถุงให้แน่นเช่นกัน

การเก็บตัวอย่างน้ำ จะเก็บจากบริเวณกลางคลอง หรือคูน้ำ โดยเก็บลึกจาก พื้นน้ำประมาณ 1 เมตร ใช้แกลลอนโพลีเอทิลีน ที่ทำความสะอาด โดยการแช่กรด HNO_3 เจือจาง 10 เท่าไว้ 1 วัน แล้วล้างตามด้วยน้ำกลั่นจนหมดกรด

การเก็บทุกครั้งจะวัด pH แล้ว เติม HNO_3 เข้มข้น 1 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิท

3.2 การเตรียมตัวอย่าง

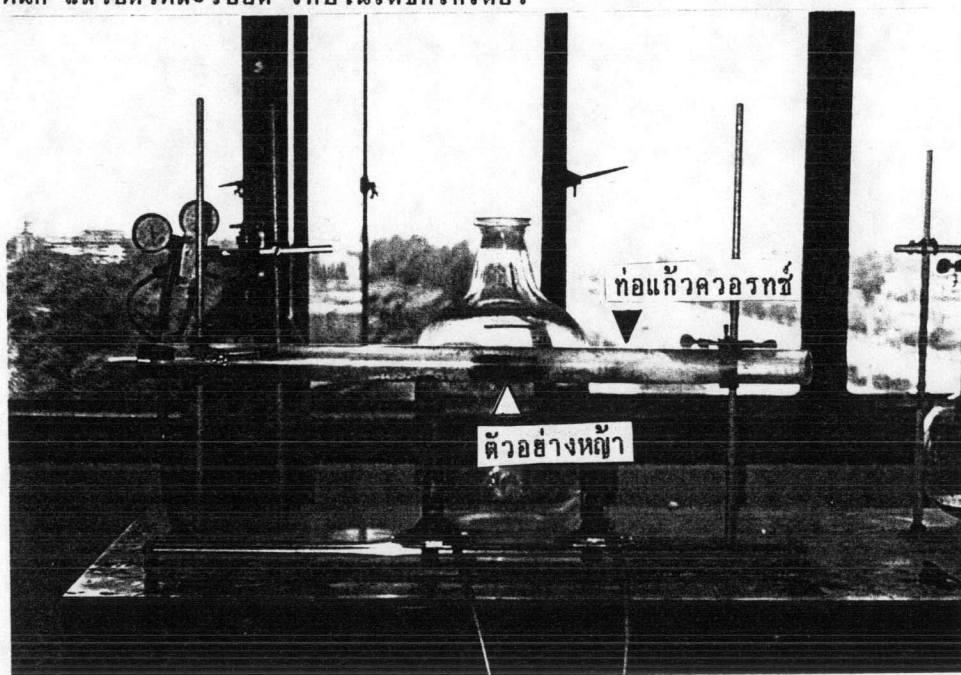
ตัวอย่างดิน และตะกอนใต้น้ำ

นำตัวอย่างดินและตะกอนใต้น้ำมาใส่ภาชนะเคลือบเคลือบใหม่ที่ล้างสะอาด และล้างด้วยน้ำกลั่นหลายๆ ครั้งจนหมดฟองสบู่ คัดเอาเศษหิน กรวด รากไม้ อื่นๆ ออกไป อบให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิ 100° เซลเซียส นำมาบดให้ละเอียด สุ่มเก็บตัวอย่างบางส่วนไว้ประมาณ 30 กรัม บดให้ละเอียด และอบแห้ง เก็บ ตัวอย่างไว้ในเดซิกเคเตอร์

ตัวอย่างหญ้า

นำตัวอย่างหญ้าที่เก็บมาล้างให้สะอาดด้วยน้ำประปา เพื่อชะล้างเศษดิน ปูน ออกไป แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 3 ครั้ง จากนั้นนำมาหั่นเป็นเศษชิ้นเล็กๆ อบให้แห้งด้วยเตาสุญญากาศ (Vacuum oven) ที่ 100° เซลเซียส ความดันประมาณ 0 ทอร์ (Torr) ใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง

ซึ่งนำหนักหญ้าแห้งที่ได้ นำมาเผาในบรรยากาศออกซิเจน ด้วยตะเกียงบนเส้น โดยใส่ตัวอย่างหญ้าลงในหลอดแก้วควอทซ์ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว นำเข้าที่ได้มาซึ่งนำหนัก แล้วบดให้ละเอียด เก็บในเดซิกเคเตอร์



รูปที่ 3.3 ตะเกียงบนเส้น หลอดแก้วควอทซ์ที่ใช้เผาหญ้าแห้ง ตัวอย่างน้ำ

นำตัวอย่างน้ำที่เก็บได้ มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ของ Whatman ก่อนจะทำการเพิ่มความเข้มข้น (preconcentrate) ต่อไป

3.3 อุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่างโดยวิธีนิวตรอนแอคติเวชัน

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้วัดรังสีแกมมา

1. หัววัดรังสีกึ่งตัวนำเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูงของ ORTEC แบบ 1113-25360 ใช้วัดรังสีแกมมาพลังงานต่ำ (low energy detector) ช่วงพลังงาน 30-1000 keV. ชนิด P-type มีพื้นที่ผิวรับรังสี (active area) 500 ตารางมิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ความลึกที่ไวต่อรังสี (sensitive depth) 10 มิลลิเมตร หน้าต่างเบริลเลียมหนา 0.025 มิลลิเมตร ระยะจากหน้าต่างเบริลเลียมถึงผิวหน้าผลึก 6 มิลลิเมตร
2. High voltage power supply ของ ORTEC 459 ขนาด 0-5 kV.
3. Spectroscopy amplifier ของ ORTEC 575
4. Multichannel pulse height analyzer ของ Nuclear Data (ND 66)
5. Printer ของ Epson FX-1050

3.3.2 การวิเคราะห์ในตัวอย่างดิน ตะกอนใต้น้ำ และเถ้าของตัวอย่างหญ้า

ซึ่งตัวอย่างดิน และตะกอนใต้น้ำ ประมาณ 0.3 กรัม สำหรับเถ้าตัวอย่างหญ้าซึ่ง 0.5 กรัม ใส่ลงในพลาสติกโพลีเอทิลีนเล็กๆ ที่สะอาด ซึ่งใช้สำหรับงานวิเคราะห์ โดยเฉพาะ ปิดผนึกด้วยความร้อน

สารมาตรฐานที่ใช้ ใช้ lake sediment รหัส SL-1 ของ International Atomic Energy Agency (IAEA) ซึ่งมียูเรเนียมอยู่ 4.02 ± 0.32 ppm. และใช้ Coal fly ash No.1633a ของ National Institute of Standards and Technology (NIST) ซึ่งมียูเรเนียมอยู่ 10.2 ± 0.1 ppm. soil7 ของ IAEA มียูเรเนียม 2.2 ± 0.03 ppm. เป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องอีกที่หนึ่ง ซึ่ง SL-1 soil7 และ 1633 a อย่างละ 0.3 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกเช่นเดียวกับตัวอย่างดิน ตะกอนใต้น้ำ และเถ้าตัวอย่างหญ้า

นำตัวอย่างดิน ตะกอนใต้น้ำ เถ้าตัวอย่างหญ้า และสารมาตรฐาน SL-1 และ 1633 ที่ซื้อมาแล้ว บรรจุลงในหลอดพลาสติก สำหรับใช้ในการอบรังสี โดยแต่ละหลอดจะมีสารมาตรฐาน SL-1 2 หลง และตัวอย่างที่จะวิเคราะห์อีก 15 หลง โดยที่สารมาตรฐานจะวางชั้นอยู่ในช่วงกลางนำไปอบรังสีนิวตรอนในห้อง Cd (หุ้มแคดเมียม) ของเครื่องปฏิกรณ์วิจัย-1 (ปว-1/1) ของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ขณะเดินเครื่องที่กำลัง 1 เมกกะวัตต์ เป็นเวลา 30 ชั่วโมง ทั้งไว้ 4 วัน เพื่อให้นิวเคลอิดที่มีค่าครึ่งชีวิตสั้นสลายตัว แล้ววัดรังสีแกมมาของ Np^{239} ที่พลังงาน 106 keV. ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 4.2 และ 4.3 สเปกตรัมแสดงไว้ในรูปที่ 4.4 4.5

3.3.3 การวิเคราะห์ยูเรเนียมในตัวอย่งน้ำ

นำตัวอย่างน้ำใส่ในขวดโพลีเอทิลีนขนาด 2 มิลลิลิตร สำหรับใช้อบรังสีระเหยน้ำเพื่อเพิ่มความเข้มข้นด้วยหลอดไฟอินฟราเรด จากปริมาตร 25.00 มิลลิลิตร จนมีปริมาตรสุดท้ายประมาณ 1.5 มิลลิลิตร ผนึกฝาให้สนิทด้วยความร้อน

สารมาตรฐานใช้ U_3O_8 NBL114 (NBL = New Brunswick Laboratory) 0.01442 กรัม ละลายด้วยกรดไนตริกที่เจือจางแล้ว 1:5 5 มิลลิลิตร อุ่นจนละลายบนเตา แล้วเตรียมเป็นสารละลาย 50.00 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานยูเรเนียมเข้มข้น 244.3 ppb

นำสารละลายมาตรฐานที่เตรียมได้มา 1.00 มิลลิลิตร ทำปริมาตรให้เป็น 25.00 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานยูเรเนียม 9.772 ppb นำสารละลายใหม่ที่เตรียมได้มา 0.50 มิลลิลิตร แล้วทำปริมาตรเป็น 10.00 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานใหม่ที่มี

ยูเรเนียมเข้มข้น 0.4886 ppb ในการเตรียมสารละลายมาตรฐาน จะใช้น้ำกลั่น 3 ครั้งเป็น
ตัวทำละลายทุกครั้ง และได้ทำ blank ด้วยทุกครั้ง นำสารละลายมาตรฐานยูเรเนียม 0.4886
ppb นำมา 0.50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดโพลีเอทรีลีน ขนาด 1.00 มิลลิลิตร ปิดผนึกฝาด้วย
ความร้อน เตรียมไว้หลายๆ ขวด

การเตรียมคอลัมน์

นำ amberite resin IRA-400 ซึ่งอยู่ในรูปคลอไรด์ เป็นแอนไอออนเรซิน
มาล้างด้วยน้ำกลั่น ล้างตามด้วยสารละลายผสมของเอทธานอล ต่อโซโครคลอริก 4:1
แล้วแช่ในสารละลายผสมนี้ 1 วัน ก่อนนำมาบรรจุในคอลัมน์ ที่เตรียมไว้ ซึ่งเป็นคอลัมน์พลาสติก
เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.8 ซม. ยาว 7 ซม. เฉพาะส่วนปลายคอดเล็กเปิดเป็นรูเล็กๆ
ปิดด้วยใยแก้วที่สะอาด บรรจุเรซินสูงประมาณ 5 ซม. แล้วนำคอลัมน์เรซินมาประกอบตั้งรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงอุปกรณ์ พร้อมคอลัมน์เรซิน ที่ใช้แยกจับยูเรเนียมจากตัวอย่างก่อนนำไป
วัดรังสีแกมมา

นำสารตัวอย่างที่เตรียมได้ 1 ขวดกับสารมาตรฐานที่เตรียมได้ 1 ขวด ใส่ในหลอดพลาสติก นำไปอบรังสีนิวตรอนในท่อที่หุ้มด้วยแคดเมียม จากเครื่องปฏิกรณ์ประมาณ เป็นเวลา 40 นาที

หลังจากนำตัวอย่างที่อบรังสีแล้วออกมา นำขวดที่ใส่ตัวอย่างนำมาตัดเทลงใน กรวยแยกที่มีสารละลายผสมของเอทธานอล และกรดไฮโดรคลอริก 4:1 อยู่ 10 มิลลิลิตร ล้างขวดและฝาด้วยสารละลายผสมนี้ 5 มิลลิลิตร เขย่ากรวยแยกให้เข้ากัน แล้วเปิดปลายก๊อก ให้สารละลายค่อยๆ หยดลงบนคอลัมน์เรซินช้าๆ ปรับความเร็วในการผ่านเรซินประมาณ 5-10 มิลลิลิตรต่อนาที จากนั้นเติมสารละลายผสมนี้ 10 มิลลิลิตร ลงในกรวยแยกอีกเขย่ากรวย แล้ว ให้ผ่านคอลัมน์เรซินด้วยอัตราไหลเท่าเดิมจนสารละลายหมด ดึงคอลัมน์เรซินออก เอาแผ่น พาราฟินนั้นให้สนิท นำไปวัดรังสีแกมมาที่พลังงาน 74.5 keV. ของ U^{230} เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการ หลังจากนำตัวอย่างออกจากเครื่องปฏิกรณ์ฯ จนถึงเริ่มวัดตัวอย่างแรกประมาณ 18 นาที

นำสารละลายมาตรฐานที่อบรังสีแล้ว แล้วนำมา 100.00 ไมโครลิตร ใส่ใน กรวยแยกที่มีสารละลายผสมของเอทธานอล และไฮโดรคลอริก อยู่ 10 มิลลิลิตร จากนั้นปฏิบัติ เช่นเดียวกับตัวอย่าง คำนวณหาปริมาณยูเรเนียมในตัวอย่างน้ำ โดยหาพื้นที่ใต้พีคเทียบกับ สารมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 4.4 และสเปกตรัมแสดงไว้ในรูปที่ 4.6

ตรวจสอบปริมาณยูเรเนียมในสารละลาย blank ของสารละลายยูเรเนียมมาตรฐาน นำสารละลาย blank ที่เตรียมได้จากการเตรียมสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมเข้มข้น 0.4886 ppb นำมา 0.50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดโพลีเอทิลีนขนาด 1 มิลลิลิตร ปิดผนึกฝาด้วยความร้อน นำไปวัดรังสีนิวตรอนพร้อมกับสารมาตรฐานเป็นเวลา 40 นาที แล้วทำการ วิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียม เช่นเดียวกับสารตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ไม่สามารถเห็นพีคของ ยูเรเนียมในสารละลาย blank

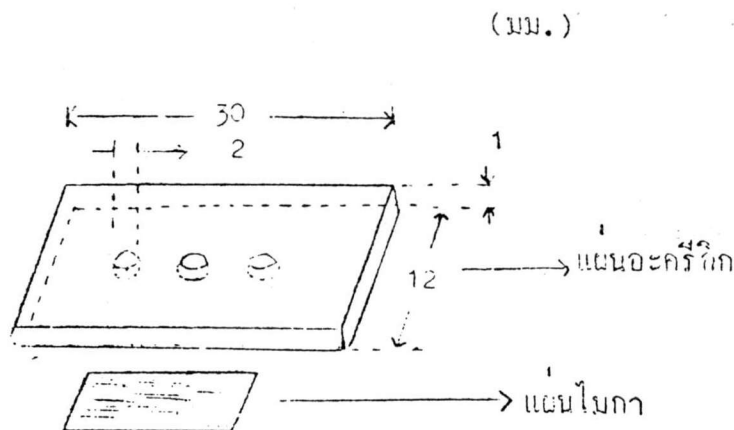
3.4 การวิเคราะห์ยูเรเนียมในตัวอย่างโดยวิธีนับรอยนิชชัน

3.4.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. กล้องจุลทรรศน์ Leitz รุ่น Metallux 3 สำหรับใช้ับรอยโทสโซใช้ กำลังขยาย 500 เท่า (เลนส์ใกล้วัตถุ 50x , เลนส์ใกล้ตา 10x) มีสเกลที่เลนส์ ใกล้ตาเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส (gratigul) มีพื้นที่ขนาด 0.22 x 0.22 มม. แล้วยังแบ่ง เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็กๆ อีก 100 ช่องเท่าๆ กัน เพื่อใช้ช่วยในการนับรอย

2. แผ่นไมกา ของบริษัทเนชั่นแนลพานาโซนิค จากประเทศญี่ปุ่น นำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 1 ตารางเซนติเมตร เผาที่อุณหภูมิ 450°C . เป็นเวลา 12 ชั่วโมงเพื่อลบรอยแทรกที่มีอยู่ก่อนทิ้งให้เย็น นำมาแช่กรดไนตริกเข้มข้นไว้ 1 วัน ล้างด้วยน้ำกลั่นหลายๆ ครั้ง และอะซิโตนอีกครั้งหนึ่ง ทิ้งไว้ให้แห้ง

3. แผ่นพลาสติกอะครีลิก นำมาตัดให้มีขนาด 12×30 มม. นำมาเจาะเป็นช่องเล็กๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มม. 3 ช่อง ดังรูปที่ 3.5 นำมาทำความสะอาดโดยแช่ในกรดไนตริกที่เจือจาง 5 เท่าทิ้งไว้ 1 วัน จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นหลายๆ ครั้ง ทิ้งไว้ให้แห้ง นำแผ่นไมกามาประกบติดกับแผ่นพลาสติกอะครีลิก ด้วยเทปใสโดยให้ไมกาปิดช่องทั้ง 3 ช่อง ที่เจาะไว้



รูปที่ 3.5 แผ่นอะครีลิกที่เจาะเป็นช่องมีแผ่นไมกาประกบอยู่ด้านหนึ่ง

3.4.2 การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน และตะกอนใต้น้ำ

นำตัวอย่างดิน และตะกอนใต้น้ำ ที่เตรียมไว้ใส่ในช่องเล็กๆ ของแผ่นพลาสติกอะครีลิก ที่มีแผ่นไมกาประกบอยู่อีกด้านหนึ่ง ใช้ช้อนตักสารเล็กๆ ที่สะอาดกดอัดลงให้แน่น และเต็ม จึงเอาเทปใสปิดทับ แล้วนำมาใส่ในถุงพลาสติกเล็กๆ ใช้ความร้อนปิดปากถุง โดยใช้ 1 แผ่นต่อ 1 ถุง

สารมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินมีดังนี้

coal fly ash	1633 a	ของNIST	มียูเรเนียม	10.2 ± 0.1	ppm.
lake sediment	SL-1	ของIAEA	มียูเรเนียม	4.02 ± 0.32	ppm.
soil	soil-7	ของIAEA	มียูเรเนียม	2.20 ± 0.3	ppm.
soil	soil-5	ของIAEA	มียูเรเนียม	3.15 ± 0.45	ppm.

โดยมี coal 1632-a ของ NIST ที่มียูเรเนียมอยู่ 1.28 ± 0.02 ppm. เป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องในการวิเคราะห์ นำสารมาตรฐานทั้งหมด และสาร No.1632-a อัดลงในแผ่นพลาสติก เช่นเดียวกับสารตัวอย่าง

นำตัวอย่างดินพร้อมกับสารมาตรฐานที่เตรียมได้ ครั้งสุดท้ายนี้ ไปอบรังสี นิวตรอนเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ในท่อ TA(thermal access) ซึ่งเป็นท่อที่หุ้มด้วยกราฟไฟท์ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 20-30 วัน แยกแผ่นไมกาออกโดยการแช่ในกรดไนตริกเข้มข้น นำไมกาที่แยกได้ไปทำความสะอาด โดยแช่ในกรดไนตริกเข้มข้นประมาณ 2-3 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำไปแช่ในกรดไฮโดรฟลูออริกเข้มข้นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำกลั่น และอะซิโตน แล้วนำไปประกอบสไลด์

นำแผ่นสไลด์จากสารมาตรฐานไปนับรอยแทรก ด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้กำลังขยาย 500 เท่า การนับรอยจะนับรอยในพื้นที่ขนาด 0.22 x 0.22 มม. 30 พื้นที่ จากการที่อัดสารตัวอย่างลงในแผ่นพลาสติก 3 ช่อง เราจะได้ค่ารอยต่อ 30 พื้นที่ 3 ค่า นำทั้ง 3 ค่านี้มาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยนี้ไปพลอตลงกราฟกับความเข้มข้นของยูเรเนียมในสารมาตรฐานแต่ละตัวจะได้กราฟมาตรฐาน สำหรับใช้เปรียบเทียบหาค่าความเข้มข้นยูเรเนียมในสารตัวอย่าง หลังจากที่มีจำนวนรอย ต่อพื้นที่ที่เท่ากัน หาค่าเฉลี่ยเช่นเดียวกับสารมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ได้แสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ส่วนกราฟเปรียบเทียบได้แสดงในรูปที่ 4.1

ตัวอย่างหญ้า

นำหญ้าของตัวอย่างหญ้า มาอัดลงในแผ่นอะคริลิกที่มีแผ่นไมกาประกบอยู่ เช่นเดียวกับการเตรียมตัวอย่างดิน นำไปอบรังสีนิวตรอนจากแหล่งเดียวกัน โดยใช้เวลานาน 15 ชั่วโมง สารมาตรฐานที่ใช้มีดังนี้

coal 1632	ของNIST	มียูเรเนียม	1.28 ± 0.02 ppm.
coal 1635	ของNIST	มียูเรเนียม	0.24 ± 0.02 ppm.
soil-5	ของIAEA	มียูเรเนียม	3.15 ± 0.45 ppm.
soil-7	ของIAEA	มียูเรเนียม	2.20 ± 0.3 ppm.

โดยมี coal No 2685 ของ NIST ที่มียูเรเนียมอยู่ 0.95 ppm. เป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องในการวิเคราะห์ ภายหลังจากทิ้งให้สลายตัวประมาณ 2 อาทิตย์ แผ่นไมกาจะถูกแกะออก ทำการกัดรอย ประกอบสไลด์ แล้วนับจำนวนรอยเช่นเดียวกับตัวอย่างดิน ผลการวิเคราะห์ได้แสดงในตารางที่ 4.3 และกราฟเปรียบเทียบได้แสดงในรูปที่ 4.2

ตัวอย่างน้ำ

นำตัวอย่างน้ำที่เพิ่มความเข้มข้นเป็น 5 เท่า ใส่ในขวดโพลีเอทิลีน ตัวอย่างละ 1 มิลลิลิตร นำแผ่นไมกาชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 5 x 12 มม. ที่ทำความสะอาดแล้วเช่นเดียวกับที่ใช้กับตัวอย่างดิน และเข้าหญา จุ่มลงไปจนมิด ปิดฝาผนึกด้วยความร้อน

นำสารละลายมาตรฐานยูเรเนียมที่เตรียมได้ก่อนหน้านี้ มาเจือจางให้มีความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้คือ

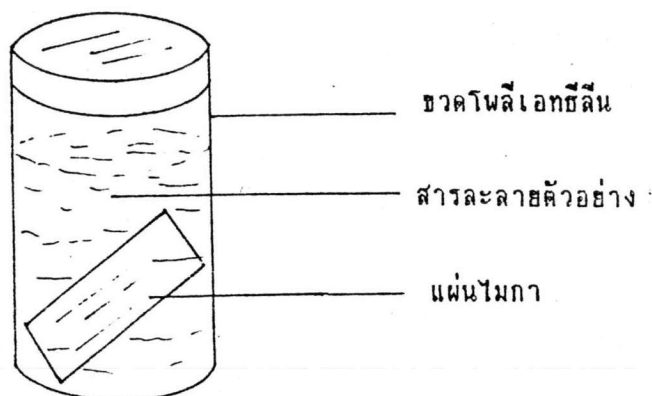
0.03665 ppb

0.02443 ppb

0.012215 ppb

4.886×10^{-3} ppb

นำสารละลายมาตรฐาน แต่ละความเข้มข้น ใส่ในขวดโพลีเอทิลีนอย่างละ 1.00 มิลลิลิตร นำแผ่นไมกาจุ่มลงจนมิดปิดฝา ผนึกด้วยความร้อน เช่นเดียวกับสารตัวอย่าง



รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะของแผ่นไมกา ที่จุ่มอยู่ในสารละลายตัวอย่างในขวดโพลีเอทิลีน

นำทั้งขวดสารมาตรฐาน และตัวอย่าง ไปอบรังสีนิวตรอนในท่อ TA เป็นเวลา 20 ชั่วโมง นำออกทิ้งให้สลายตัวประมาณ 20 วัน จึงนำแต่แผ่นไมกามาทำความสะอาด กัดรอยและประกอบสไลด์ เช่นเดียวกับสารตัวอย่าง

นับจำนวนรอยแท่งบนพื้นที่ 400 ไร่ ของพื้นที่ขนาด $0.22 \times 0.22 \text{ มม}^2$ จากสารมาตรฐาน และสารตัวอย่าง นำไปลงกราฟมาตรฐานสำหรับใช้เทียบหาความเข้มข้นของ สารตัวอย่างแต่ละตัวต่อไป ผลการวิเคราะห์ที่แสดงในตารางที่ 4.5 และกราฟเปรียบเทียบแสดง ในรูปที่ 4.3