6

การหาปริมาณธาตุพลูโทเนียมในสิ่งแวดล้อม

นายลภชัย ศิริภิรมย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเคมีเทคนิค

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2526

ISBN 974-562-073-4

011326

i 17145454

THE DETERMINATION OF PLUTONIUM ISOTOPES IN ENVIRONMENTAL SAMPLES

Mr. Lopchai Siripirom

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1983

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การหาปริมาณธาตุฟลูโอเรียมในสิ่งแวดล้อม

โดย นายสมชัย ศิริวิริยะ

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ฝัสสพร จิตตาภรณ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพ็ชร์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชยากร ศิริอุปถัมภ์)

กรรมการ

(อาจารย์นเรศร์ สันทนีขาว)

กรรมการ

(ดร. ฝัสสพร จิตตาภรณ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การหาปริมาณธาตุพลูโทเนียมในสิ่งแวดล้อม
ชื่อนิสิต	นายสมชัย ศิริกิรมย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ผัสสพร จิตตาภรณ์
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา	2525

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการหาปริมาณพลูโทเนียมในตัวอย่างสิ่งแวดล้อมได้แก่ ดิน น้ำ และอากาศ ในบริเวณภาคกลางของประเทศไทย เฉพาะตัวอย่างอากาศได้ทำการเก็บที่ตึกสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติแห่งเดียว ในการวิจัยนี้ได้ใช้พลูโทเนียม -242 เป็นตัวติดตามการทำการวิเคราะห์แยกตัวอย่างดินและอากาศ ทำโดยนำไปหลอมและสลายด้วยวิธีไพโรซัลเฟต ตกตะกอนร่วมกับแบเรียมซัลเฟตและสลายในกรดเปอร์คลอริก แล้วสกัดแยกพลูโทเนียมออกมาด้วย บิส-ทู-เอธิลเฮกซิลฟอสฟอริกแอซิด (HDEHP) ส่วนตัวอย่างน้ำทำโดยตกตะกอนของพลูโทเนียมร่วมกับตัวพาเหล็ก และสลายตะกอนด้วยกรดไนตริก 8 โมลาร์ แล้วแยกพลูโทเนียมด้วยวิธีแลกเปลี่ยนอนุมูลงบ สุดท้ายตกตะกอนพลูโทเนียมจากการแยกทั้งสองวิธีร่วมกับซีรัสไฮดรอกไซด์ แล้วนำไปวิเคราะห์สเปกตรัมของพลูโทเนียมโดยใช้หัววัดซิลิคอนเซอร์เฟสแบริเออร์ ซึ่งมีค่าจำกัดต่ำสุดของการวัด 0.012 พิโคคูรี สำหรับการวัด 1,440 นาที

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ และอากาศ พบว่ามีไอโซโทปของพลูโทเนียม -239, 240 เท่านั้นที่ตรวจวิเคราะห์พบ ค่าความเข้มข้นพลูโทเนียม -239, 240 ในดินที่ตรวจพบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.002-0.157 พิโคคูรีต่อกรัมแห้ง ในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1-81 เฟมโตคูรีต่อลิตรของน้ำ และในอากาศมีค่าอยู่ระหว่าง 7-330 ออตโตคูรีต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ ซึ่งความเข้มข้นพลูโทเนียมที่วิเคราะห์พบนี้มีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดในน้ำและอากาศที่ยอมให้ร่างกายรับได้ตามเกณฑ์กำหนดของคณะกรรมาธิการป้องกันอันตรายจาก

รังสีระหว่างประเทศ (ICRP) กล่าวคือในน้ำยอมให้มีความเข้มข้นของพลูโทเนียมสูงสุดได้ไม่เกิน $3x10^{8}$ เพ็กโตคูรีต่อลิตร ในอากาศมีได้ไม่เกิน $5x10^{6}$ ออตโตคูรีต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ

Thesis Title: The Determination of Plutonium Isotopes in Environmental Samples

Name: Mr. Lopchai Siripirom

Thesis Advisor: Dr. Passaporn Chittaporn

Department: Nuclear Technology

Academic Year: 1982

ABSTRACT

The concentration of plutonium in environmental samples such as soil, water, and surface air in the middle part of Thailand were studied. The surface air were collected only at the fifth floor of the Office of Atomic Energy for Peace (OAEP). Plutonium--242 was used as a tracer. Soil and air samples were dissolved by pyrosulphate fusion, and plutonium was co-precipitated with barium sulfate. Then dissolved the precipitate in perchloric acid. Plutonium was extracted out by using solvent bis-(2 ethylhexyl) phosphoric acid (HDEHP). Plutonium in water samples were co-precipitated with iron (III) hydroxide and were dissolved in 8 M. nitric acid. Then the plutonium was separated out by using anion exchange resin, Dowex 1x4. After the solvent extraction or the anion exchange, plutonium was coprecipitated with cerous hydroxide. The activities of plutonium was measured by a surface barrier detector for about 24 hours. Lower limit of detection for 1,440 minutes is 0.012 pCi.

This studies showed that only plutonium -239, 240 was observed. The range of activities of plutonium -239, 240 in soil were 0.002-0.157 pCi/g (dry), in water were 0.1-81 f Ci/l, and in air were 7-330 a Ci/m^3. However, the plutonium concentrations in this studies are far below the maximum permissible concentration (MPC) recommended by International Commission on Radiological Protection (ICRP) for general population which is equal to $3x10^8$ f Ci/l of water and $5x10^6$ a Ci/m^3 of air.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ดร. ณัฐสพร จิตตาภรณ์ กองคุ้มภาพ สำนักงานพลังงานแห่งชาติ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำทั้งด้านวิชาการและปฏิบัติการในการวิจัย ตลอดจนแก้ไขและตรวจทานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยบางส่วน รวมทั้งกองคุ้มภาพที่อำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่และเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ กองฟิสิกส์ที่กรุณาให้ยืมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบปรับออร์ กองเคมีที่ให้ความช่วยเหลือด้านสารเคมีและอุปกรณ์บางส่วน และฝ่ายสร้างและซ่อมบำรุงอุปกรณ์กลาง กองอุปกรณ์อิเล็กโทรนิค ที่ให้ความช่วยเหลือในการตัดแปลงเครื่องเขย่าโดยใช้ไฟฟ้าและทำที่วางตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์สเปคตรัม

พร้อมกันนี้ขอขอบคุณ คุณธรงค์ศักดิ์ จันทราเนตร์ คุณเผยิญชัย นมยูนหด คุณณฤมล วริยะวโนทยาน และคุณประสงค์ ปุ่มดี ที่ได้ช่วยเหลือด้านการพิมพ์เอกสารและเข้ารูปเล่ม

ขอขอบคุณ คุณแม่ พี่ และน้อง ๆ ตลอดจนเพื่อน ๆ ทุกคนที่ช่วยให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จด้วยดี

สารบัญ

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 4

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.4 ข้อมูลของปริมาณพลูโทเนียม -239, 240 ในต่างประเทศ 5

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย 8

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้ 9

2. ทฤษฎี 11

2.1 ไอโซโทปต่าง ๆ ของพลูโทเนียม 11

2.2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมี 20

2.3 สารประกอบพลูโทเนียม 30

2.4 การแยกพลูโทเนียมออกจากธาตุต่าง ๆ 31

2.5 การรับพลูโทเนียมเข้าสู่ร่างกาย 36

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3.	อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย	43
	3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	43
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณฟลูโอไรด์	52
	3.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์	55
4.	วิธีวิเคราะห์	59
	4.1 การเก็บและการเตรียมตัวอย่าง	59
	4.2 การวิเคราะห์แยกฟลูโอไรด์ในตัวอย่างดินและอากาศโดยวิธีการสกัด	62
	4.3 การวิเคราะห์แยกฟลูโอไรด์ในตัวอย่างน้ำโดยวิธีการแลกเปลี่ยนอนุมูลลบ	66
	4.4 การควบคุมคุณภาพของการวิเคราะห์ฟลูโอไรด์	73
5.	ผลการวิจัย	74
6.	สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	78
	6.1 สรุปผลการวิจัย	78
	6.2 ข้อเสนอแนะ	80
เอกสารอ้างอิง		82
ภาคผนวก		87
ประวัติ		93

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.4.1	ปริมาณพลูโทเนียม -239, 240 ในดิน ในต่างประเทศ ...	5
1.4.2	ปริมาณพลูโทเนียม -239, 240 ในน้ำ ในต่างประเทศ ...	5
1.4.3	ปริมาณพลูโทเนียม -239, 240 ในอากาศ ในต่างประเทศ	7
1.4.4	ปริมาณพลูโทเนียม -239, 240 ในอากาศในบรรยากาศชั้นสูง ในต่างประเทศ	8
2.1.8.1	ปริมาณธาตุพลูโทเนียมที่พบในธรรมชาติ	16
2.1.1	การสลายตัวของไอโซโทปพลูโทเนียม	22
2.5.1	ความเข้มข้นสูงสุดของพลูโทเนียมในน้ำและอากาศที่ยอมให้ร่างกายรับได้	40
5.1	ปริมาณพลูโทเนียม -239, 240 ในดิน	75
5.2	ปริมาณพลูโทเนียม -239, 240 ในน้ำ	76
5.3	ปริมาณพลูโทเนียม -239, 240 ในอากาศ	77

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1.1 แผนภูมิของไอโซโทปรังสีที่เกิดจากการจับนิวตรอนของ
ธาตุเรเนียม-ยูโรเพียม 21

2.5.1 ช่องทางที่มุ่งเข้าสู่ร่างกาย 38

3.1.1 เครื่องชั่ง 44

3.1.2 เครื่องดูดอากาศชนิด High volume 45

3.1.3 เครื่องเขย่าโดยใช้ไฟฟ้า 46

3.1.4 ท่อยางสังเคราะห์ขนาด 50 มิลลิเมตร และปากคีบปลายแหลม
เกี่ยวยางสังเคราะห์ 47

3.1.5 เครื่องเหวี่ยงแยกตะกอน 48

3.1.6 กระดาษสำหรับกรองตัวอย่างฝุ่นละอองในบรรยากาศ 49

3.1.7 ที่วางตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์สิ่งปนเปื้อนของยูโรเพียม 50

3.1.8 ขวดแก้ว-เอกสารประกอบการสอน 51

3.2.1.1 ลักษณะทางของตัวตรวจวัด surface barrier 53

3.2.1.2 ลักษณะตัวอย่างของตัวตรวจวัด surface barrier ของ
บริษัท ORTEC 53

3.2.2.1 ตัวตรวจวัด surface barrier ประกอบกับเครื่องวิเคราะห์
แบบหลายช่องขนาด ขนาด 1024 ช่อง 54

3.2.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการรวมแบบเครื่องมือ 56

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.1.1.1 บริเวณที่เก็บตัวอย่างดิน 60

4.1.1.2 เครื่องมือที่ใช้ขุดตัวอย่างดิน 61

4.1.3.1 บริเวณที่เก็บตัวอย่างน้ำ 63

4.2.1 แผนผังการแยกพลูโทเนียมโดยวิธีการสกัด 69

4.3.1 แผนผังการแยกพลูโทเนียมโดยวิธีการแลกเปลี่ยนอนุมูลลบ ... 72

6.2.2 1.1 การเก็บตัวอย่างดินที่ควรทำในคราวต่อไป 80