



บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการศึกษา ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน โดยวิธีนิวตรอนแอกติเวชันได้สเปกตรัมจากตัวอย่างดิน และตะกอนใต้น้ำ มีลักษณะคล้ายกัน แสดงในรูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์โดยวิธีทั้งสอง แสดงในตารางที่ 4.1 ครั้งที่หนึ่ง คือการเก็บตัวอย่างในวันที่ 5 มีนาคม 2533 ครั้งที่สองคือการเก็บตัวอย่างในวันที่ 5 มิถุนายน 2533 และครั้งที่สามคือการเก็บตัวอย่างในวันที่ 12 พฤศจิกายน 2533

การวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนใต้น้ำ โดยทั้งสองวิธีได้ผลวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.2

การวิเคราะห์ตัวอย่างหญ้า น้ำหนักหญ้าและน้ำหนักเถ้าตัวอย่างหญ้าแสดงในตารางที่ 4.4 ตารางที่ 4.3 แสดงผลวิเคราะห์ที่ได้จากทั้งสองวิธี และสเปกตรัมของรังสีแกมมาจากเถ้าตัวอย่างหญ้าแสดงในรูปที่ 4.6

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ได้ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.5 ค่า pH ของแต่ละตัวอย่างแสดงในตัวอย่างที่ 4.6 และสเปกตรัมของรังสีแกมมาจากตัวอย่างน้ำแสดงในรูปที่ 4.6

ในการวิเคราะห์แต่ละครั้ง ได้ตรวจผลความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ด้วยสารมาตรฐานอ้างอิง ผลวิเคราะห์สารมาตรฐานอ้างอิง ได้แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.1 ปริมาณยูเรเนียม ในตัวอย่างดิน (SL-1 เป็นสารมาตรฐาน) ในหน่วย ppm.

| | ครั้งที่หนึ่ง | | ครั้งที่สอง | | ครั้งที่สาม | |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | NAA | fission track | NAA | fission track | NAA | fission track |
| ดินจุดที่ 1 | 7.39 | 7.73 | 7.98 | 9.76 | 9.50 | 8.22 |
| | 8.96 | 7.63 | 8.80 | 9.22 | 9.01 | 8.97 |
| | 7.95 | 8.67 | 8.52 | 8.91 | 9.43 | 9.12 |
| ค่าเฉลี่ย | 8.10 \pm 0.80 | 8.01 \pm 0.57 | 8.43 \pm 0.42 | 9.30 \pm 0.43 | 9.31 \pm .27 | 8.77 \pm 0.48 |
| ดินจุดที่ 2 | 5.07 | 3.96 | 5.55 | 4.70 | 6.20 | 4.87 |
| | 5.89 | 4.22 | 6.44 | 4.30 | 5.42 | 5.31 |
| | 4.50 | 4.89 | 4.94 | 5.20 | 6.52 | 5.68 |
| | 4.84 | | | | 6.02 | |
| ค่าเฉลี่ย | 5.07 \pm 0.59 | 4.36 \pm 0.48 | 5.64 \pm 0.75 | 4.73 \pm 0.45 | 6.04 \pm 0.46 | 5.28 \pm 0.40 |
| ดินจุดที่ 3 | 4.11 | 3.60 | 4.53 | 4.26 | 4.20 | 4.20 |
| | 3.57 | 3.27 | 5.03 | 3.83 | 3.88 | 3.97 |
| | 4.87 | 3.18 | 5.31 | 4.53 | 3.96 | 4.40 |
| ค่าเฉลี่ย | 4.18 \pm 0.65 | 3.35 \pm 0.22 | 4.96 \pm 0.39 | 4.20 \pm 0.35 | 4.01 \pm 0.17 | 4.19 \pm 0.22 |
| ดินจุดที่ 4 | 5.40 | 4.63 | 6.20 | 5.72 | 5.89 | 5.73 |
| | 5.87 | 4.94 | 5.83 | 5.41 | 5.03 | 5.46 |
| | 5.60 | 5.18 | 5.10 | 6.01 | 5.65 | 5.28 |
| ค่าเฉลี่ย | 5.62 \pm 0.23 | 4.92 \pm 0.28 | 5.71 \pm 0.56 | 5.71 \pm 0.30 | 5.52 \pm 0.44 | 5.49 \pm 0.23 |

ตารางที่ 4.2 ปริมาณยูเรเนียมในตัวอย่างตะกอนใต้น้ำ (SL-1 เป็นสารมาตรฐาน) ในหน่วย ppm.

| | ครั้งที่หนึ่ง | | ครั้งที่สอง | | ครั้งที่สาม | |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | NAA | fission track | NAA | fission track | NAA | fission track |
| ตะกอนใต้น้ำ จุด 1 | 6.58 | 6.02 | 7.10 | 5.86 | 6.05 | 5.44 |
| | 5.21 | 5.80 | 6.67 | 5.82 | 6.32 | 5.80 |
| | 6.76 | 6.42 | 6.42 | 6.07 | 6.18 | 5.35 |
| ค่าเฉลี่ย | 6.18 \pm 0.85 | 6.08 \pm 0.31 | 6.73 \pm 0.34 | 5.92 \pm 0.13 | 6.18 \pm 0.13 | 5.53 \pm 0.24 |
| ตะกอนใต้น้ำ จุด 2 | 3.32 | 3.62 | 4.65 | 4.51 | 5.22 | 5.17 |
| | 2.67 | 3.22 | 3.98 | 4.27 | 4.81 | 5.34 |
| | 3.11 | 2.98 | 3.20 | 5.07 | 5.59 | 5.55 |
| ค่าเฉลี่ย | 3.03 \pm 0.33 | 3.27 \pm 0.32 | 3.94 \pm 0.73 | 4.62 \pm 0.41 | 5.21 \pm 0.39 | 5.35 \pm 0.19 |
| ตะกอนใต้น้ำ บริเวณ ประตูน้ำ | 6.05 | 6.40 | 6.70 | 5.54 | 5.99 | 6.52 |
| | 6.32 | 6.29 | 7.48 | 6.23 | 7.12 | 6.13 |
| | 6.86 | 6.75 | 7.17 | 5.87 | 6.57 | 6.67 |
| ค่าเฉลี่ย | 6.41 \pm 0.41 | 6.48 \pm 0.24 | 7.12 \pm 0.39 | 5.88 \pm 0.34 | 6.61 \pm 0.47 | 6.44 \pm 0.28 |
| จุดระบายน้ำ จากคูน้ำหน้า ศูนย์ฯ | 5.80 | 6.70 | 6.35 | 4.71 | 7.06 | 6.13 |
| | 6.54 | 6.72 | 7.10 | 6.02 | 7.88 | 6.54 |
| | 7.76 | 7.03 | 6.05 | 5.98 | 6.00 | 6.94 |
| ค่าเฉลี่ย | 6.70 \pm 0.98 | 6.82 \pm 0.19 | 6.50 \pm 0.54 | 5.57 \pm 0.75 | 6.98 \pm 0.94 | 6.54 \pm 0.41 |

ตารางที่ 4.3 ปริมาณยูเรเนียม ในถ้ำตัวอย่างหญ้า หน่วย ppm.

| | ครั้งที่หนึ่ง | | ครั้งที่สอง | | ครั้งที่สาม | |
|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| | NAA | fission track | NAA | fission track | NAA | fission track |
| จุดที่หนึ่ง | 0.62 | 0.44 | 0.20 | 0.23 | 0.31 | 0.28 |
| | 0.51 | 0.39 | 0.25 | 0.26 | 0.32 | 0.28 |
| | 0.57 | 0.54 | 0.21 | 0.21 | 0.29 | 0.31 |
| | 0.53 | 0.49 | | | | |
| ค่าเฉลี่ย | 0.56±.048 | 0.47±.065 | 0.22±.026 | 0.23±.025 | 0.31±.015 | 0.29±.017 |
| จุดที่สอง | 0.44 | 0.27 | 0.21 | 0.18 | 0.31 | 0.42 |
| | 0.52 | 0.38 | 0.16 | 0.13 | 0.35 | 0.30 |
| | 0.58 | 0.43 | 0.19 | 0.19 | 0.40 | 0.37 |
| | | 0.49 | | | | |
| ค่าเฉลี่ย | 0.51±.070 | 0.39±.090 | 0.19±.025 | 0.17±.032 | 0.35±.045 | 0.36±.060 |
| จุดที่สาม | 1.23 | 1.60 | 0.45 | 0.30 | 0.30 | 0.31 |
| | 1.47 | 1.79 | 0.51 | 0.48 | 0.28 | 0.40 |
| | 1.26 | 1.75 | 0.47 | 0.43 | 0.35 | 0.33 |
| ค่าเฉลี่ย | 1.32±0.13 | 1.71±0.10 | 0.48±.031 | 0.40±.092 | 0.31±.036 | 0.35±.047 |
| จุดที่สี่ | 0.46 | 0.51 | 0.20 | 0.17 | 0.24 | 0.25 |
| | 0.52 | 0.44 | 0.18 | 0.18 | 0.27 | 0.25 |
| | 0.55 | 0.41 | 0.17 | 0.15 | 0.23 | 0.22 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.51±.046 | 0.45±.051 | 0.18±.015 | 0.17±.015 | 0.25±.021 | 0.24±.017 |

ตาราง 4.4 แสดงน้ำหนักหญ้าแห้งและเถ้าของตัวอย่างหญ้า (กรัม)

| จุดที่ | หญ้าแห้ง | เถ้า | เปอร์เซ็นต์เถ้า | |
|------------|----------|-------|-----------------|-------|
| ครั้งที่ 1 | 1 | 69.1 | 5.203 | 7.53 |
| | 2 | 83.7 | 7.064 | 8.44 |
| | 3 | 72.1 | 4.989 | 6.92 |
| | 4 | 104.1 | 6.818 | 6.55 |
| ครั้งที่ 2 | 1 | 82.3 | 8.621 | 10.47 |
| | 2 | 98.2 | 11.291 | 11.49 |
| | 3 | 119.2 | 8.007 | 6.72 |
| | 4 | 140.0 | 8.601 | 6.14 |
| ครั้งที่ 3 | 1 | 308.6 | 9.203 | 2.98 |
| | 2 | 248.6 | 10.42 | 4.19 |
| | 3 | 258.2 | 9.686 | 3.75 |
| | 4 | 257.2 | 13.797 | 5.36 |

ตารางที่ 4.5 ปริมาณยูเรเนียม ในตัวอย่างน้ำ ในหน่วย ppb.

| | ครั้งที่หนึ่ง | | ครั้งที่สอง | | ครั้งที่สาม | |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | NAA | fission track | NAA | fission track | NAA | fission track |
| น้ำจากจุดที่1 | 1.58 | 1.30 | ND | 1.02 | ND | 0.82 |
| | 2.17 | 2.18 | | 0.81 | | 0.64 |
| | 2.24 | 1.87 | | 0.67 | | 1.03 |
| ค่าเฉลี่ย | 2.00 \pm 0.36 | 1.78 \pm 0.44 | | 0.83 \pm 0.17 | | 0.83 \pm 0.19 |
| น้ำจากจุดที่2 | ND | 0.80 | ND | 0.66 | ND | 1.18 |
| | | 1.17 | | 0.93 | | 0.77 |
| | | 0.65 | | 0.54 | | 0.67 |
| ค่าเฉลี่ย | | 0.87 \pm 0.26 | | 0.71 \pm 0.19 | | 0.87 \pm 0.27 |
| น้ำจากกลางคลอง 5 จุดระบายน้ำทั้ง | 1.43 | 1.10 | ND | 0.87 | ND | 0.85 |
| | 1.80 | 1.87 | | 1.10 | | 1.11 |
| | 1.10 | 1.34 | | 0.83 | | 0.73 |
| ค่าเฉลี่ย | 1.44 \pm 0.35 | 1.44 \pm 0.39 | | 0.93 \pm 0.14 | | 0.90 \pm 0.19 |
| น้ำจากปากคลอง 5 | 1.24 | 1.80 | ND | 0.75 | ND | 1.14 |
| | 1.75 | 1.45 | | 0.63 | | 0.84 |
| | 1.98 | 1.21 | | 0.92 | | 0.66 |
| ค่าเฉลี่ย | 1.66 \pm 0.38 | 1.49 \pm 0.29 | | 0.77 \pm 0.14 | | 0.88 \pm 0.24 |
| น้ำบาดาล | 5.50 | 7.54 | 3.72 | 3.78 | 4.59 | 5.30 |
| | 6.96 | 7.72 | 4.22 | 3.40 | 5.12 | 4.82 |
| | 7.20 | 6.50 | 3.46 | 4.05 | 4.18 | 4.63 |
| | 6.75 | | | | | |
| ค่าเฉลี่ย | 6.60 \pm 0.75 | 7.25 \pm 0.66 | 3.80 \pm 0.38 | 3.74 \pm 0.32 | 4.63 \pm 0.47 | 4.91 \pm 0.34 |

หมายเหตุ

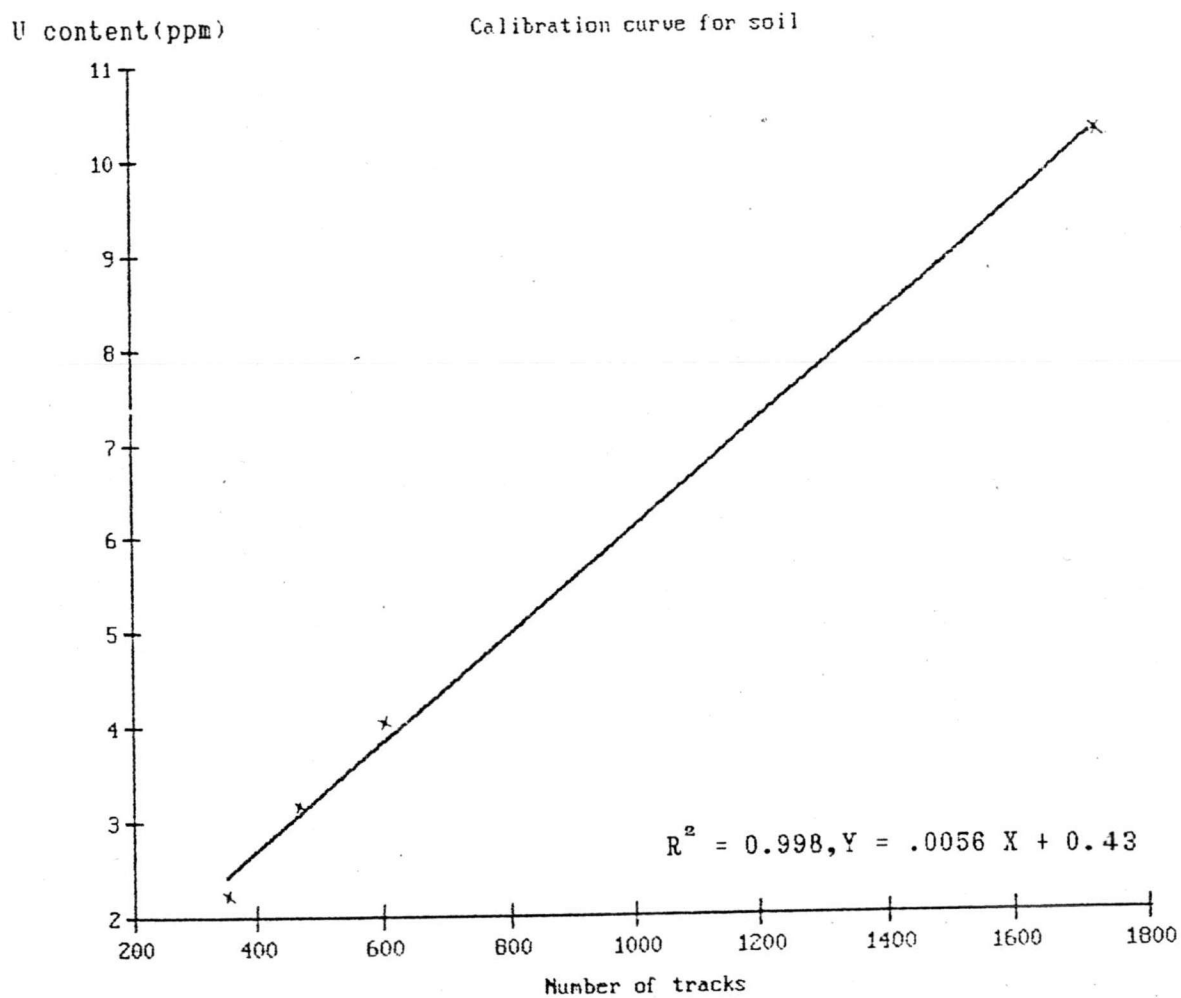
ND.= non detectable < 1 ppb.

ตารางที่ 4.6 แสดง pH ของตัวอย่างน้ำ

| | จุด 1 | จุด 2 | จุดระบายน้ำทิ้ง | ปากคลอง 5 | น้ำบาดาล |
|------------|-------|-------|-----------------|-----------|----------|
| ครั้งที่ 1 | 6 | 5.5 | 6 | 6 | 6 |
| ครั้งที่ 2 | 4.5 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| ครั้งที่ 3 | 6 | 5.5 | 6 | 6 | 6 |

ตารางที่ 4.7 ผลวิเคราะห์สารมาตรฐานที่ใช้เป็นสารอ้างอิง

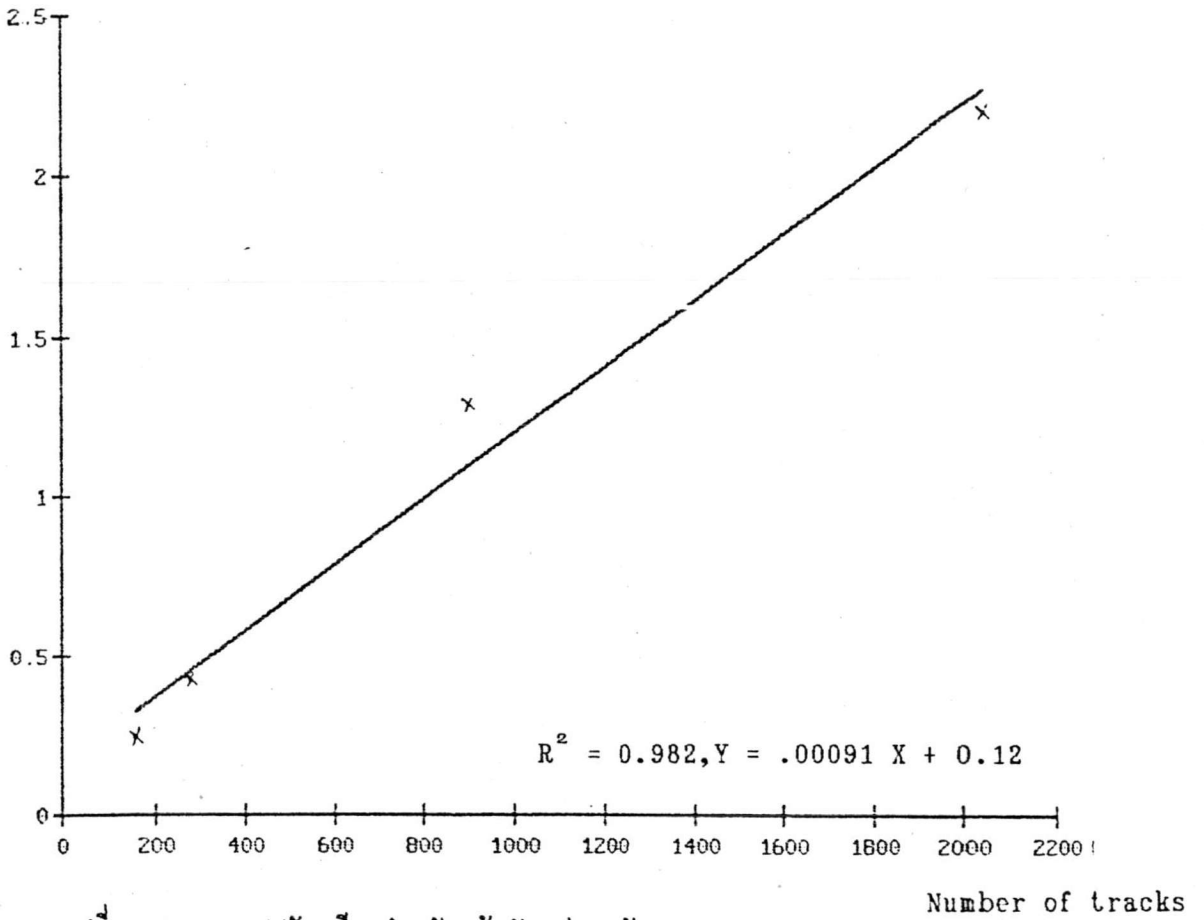
| ชนิด | รหัส | NAA (ppm.) | Fission Track (ppm.) | ค่ารายงาน (ppm.) |
|--------------|-------------|---------------|-------------------------|---------------------|
| coal fly ash | NIST 1633-a | 10.58±0.86 | | 10.2±0.1 |
| soil | IAEA soil-7 | 2.42±0.19 | | 2.2±0.3 |
| coal | NIST 1632-a | | 1.28±0.02 | 1.17±0.098 |
| coal | NIST 2685 | | 0.89±0.05 | 0.95 |



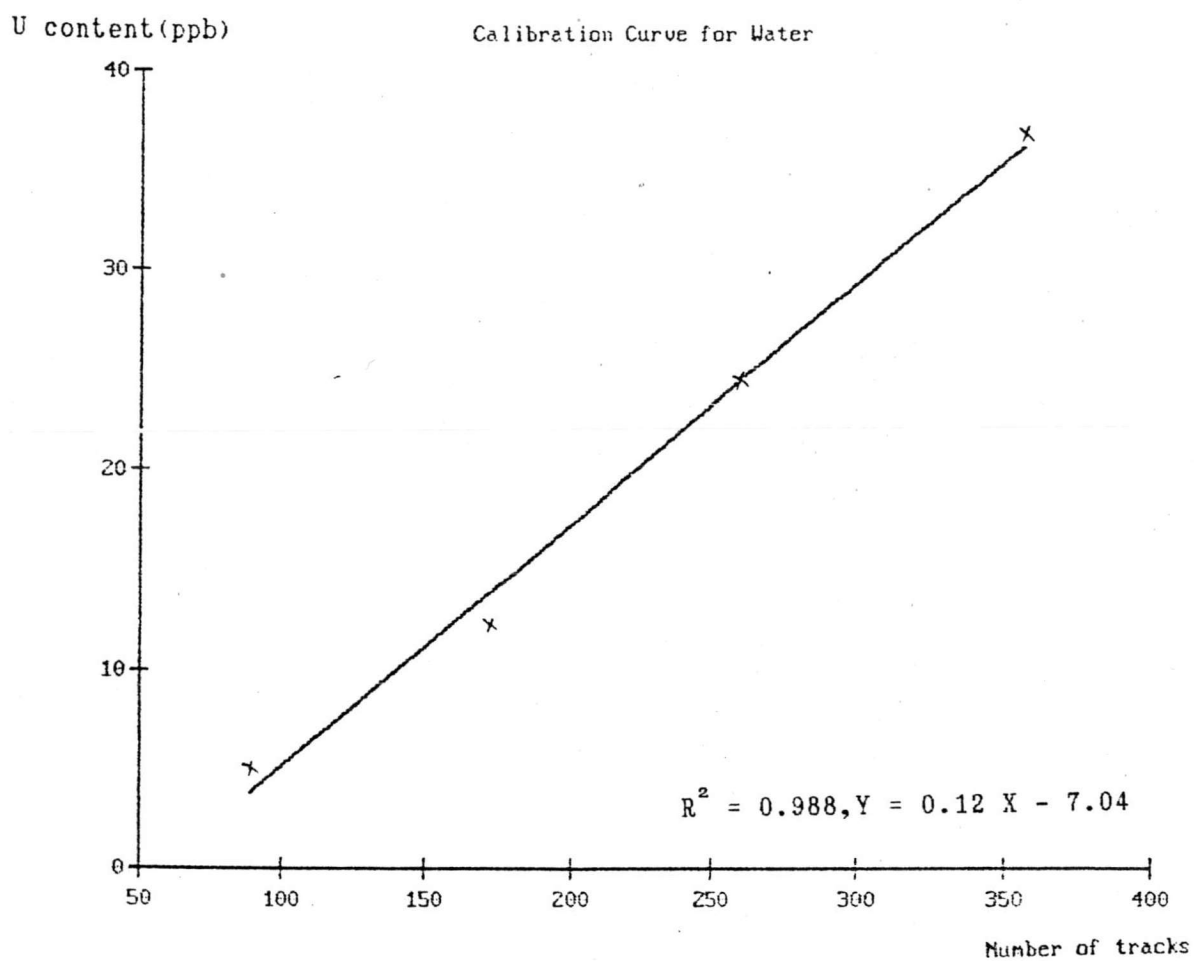
รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบสำหรับตัวอย่างดินและตะกอนใต้น้ำ

U content(ppm)

Calibration Curve for Ash

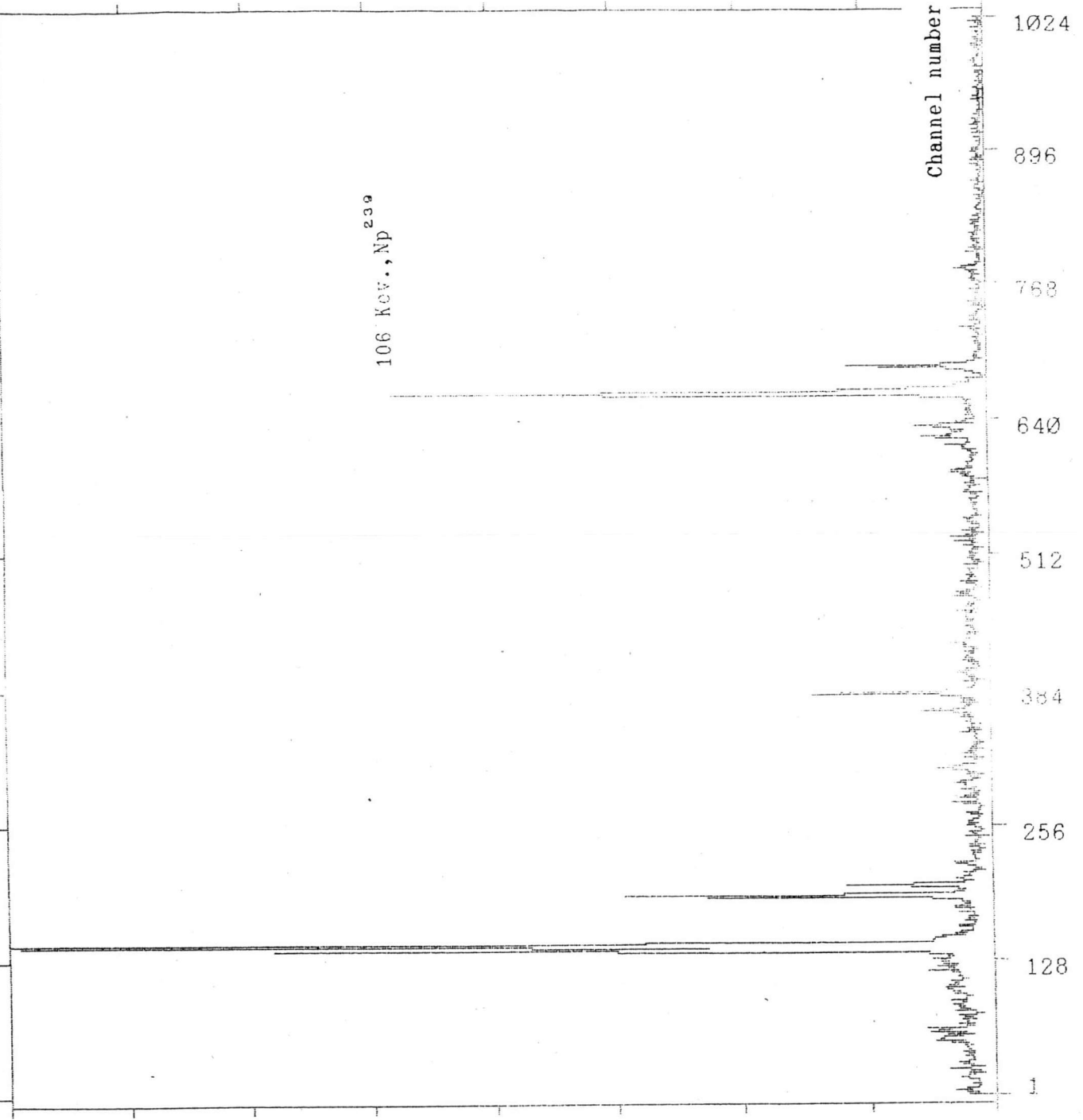


รูปที่ 4.2 กราฟเปรียบเทียบสำหรับเถ้าตัวอย่างหญ้า



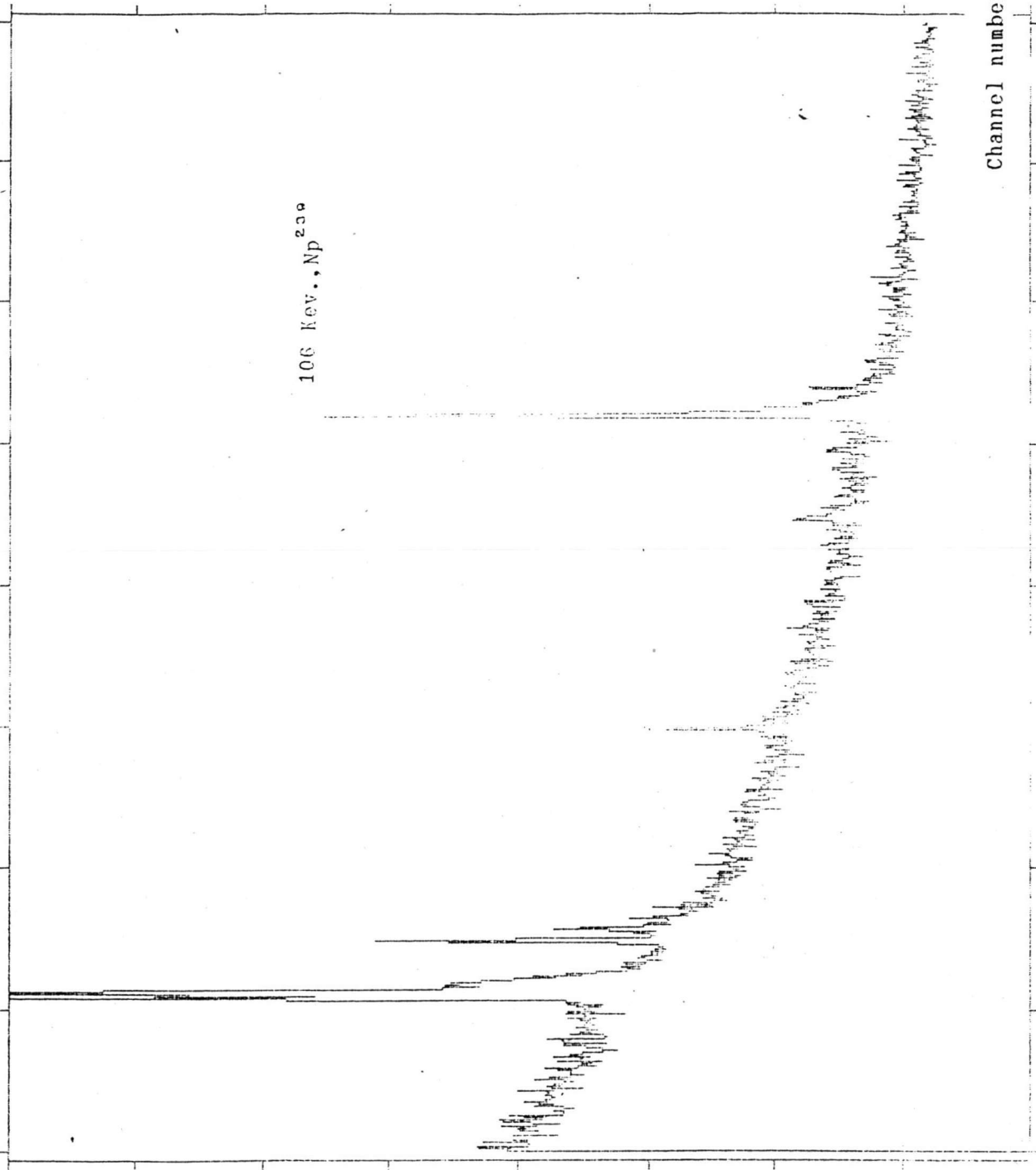
รูปที่ 4.3 กราฟเปรียบเทียบสำหรับตัวอย่างน้ำ

Number of count



รูปที่ 4.4 สเปกตรัมจากการวัดรังสีแกมมาชนิดที่ Np²³⁹ ในพลังงาน 106 keV. ในตัวอย่างดิน

Number of count



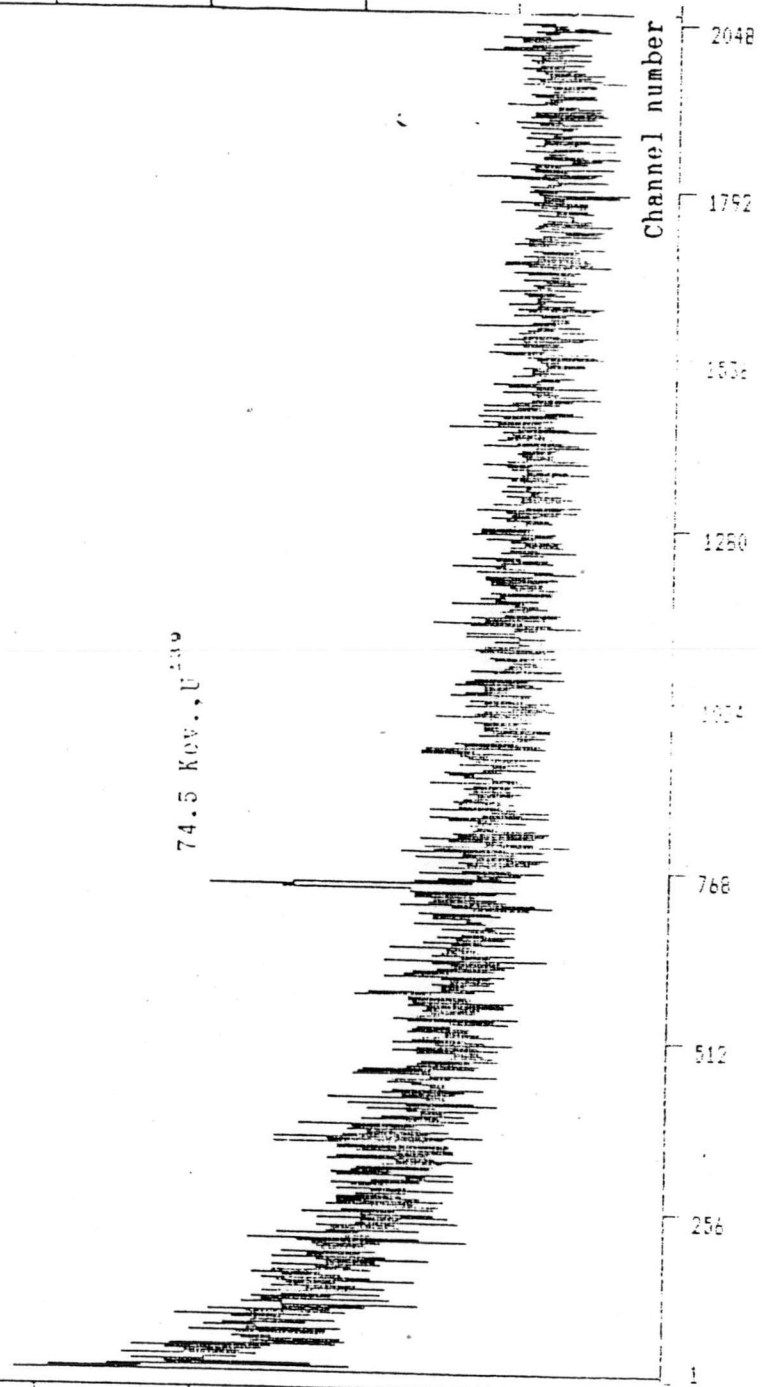
Channel number

1024
896
768
640
512
384
256
128
1

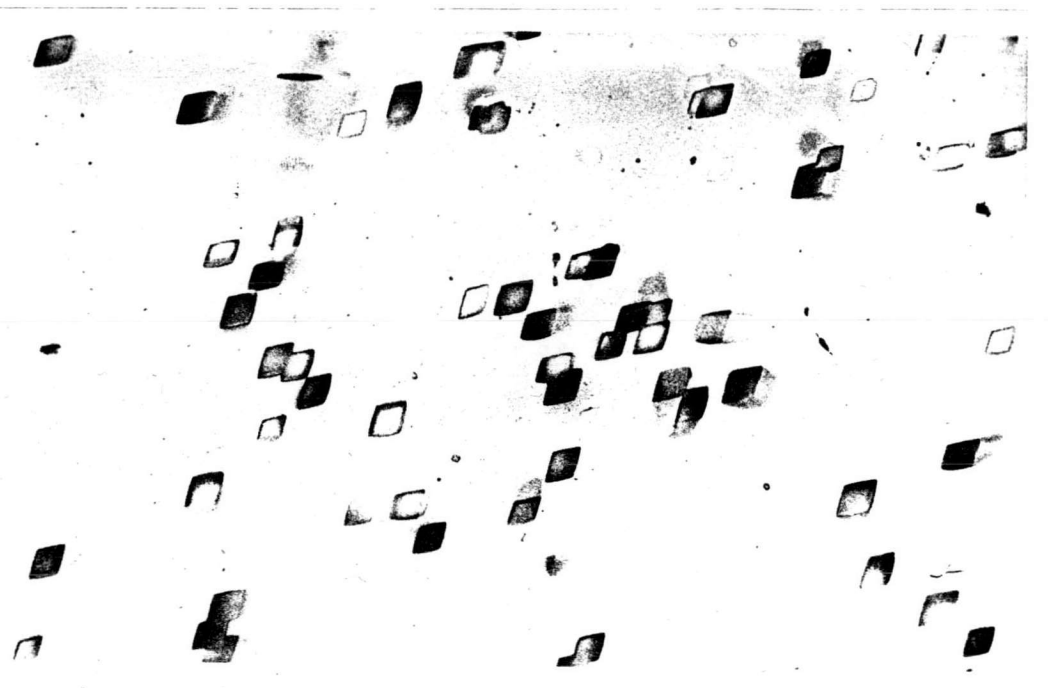
รูปที่ 4.5 สเปกตรัมจากการวัดรังสีแกมมาชนิด Np^{239} พลังงาน 106 keV. ในตัวอย่างซีดีเก่าๆ

Number of count

Channel number



รูปที่ 4.6 สเปกตรัมจากการวัดรังสีแกมมาชนิด U²³⁵ กำลังงาน 74.5 keV. ในตัวอย่างแก้ว



รูปที่ 4.7 ภาพรอยแทรกบนแผ่นไมกา ภาพขยาย 1000 เท่า
รอยมีขนาดกว้าง .01 มิลลิเมตร