

多摩川底質の放射化分析

“Activation Analysis of Sediment of Tama River”

鈴木康夫*・佐藤乙丸*・鈴木基之*・河添邦太郎*

Yasuo SUZUKI, Otomaru SATO, Motoyuki SUZUKI and Kunitaro KAWAZOE

1. はしがき

都市近郊の河川における汚染物質の拡散を議論する上で、看過することのできないのが河川の底質の働きである。河川底質中の主として有機物は水中の微量重金属を濃縮する働きを有することが認められ¹⁾、濃縮係数が $10^4 \sim 10^5$ l/kg 程度にも及んでいることがカドミウムの場合について認められている²⁾。前の報告では原子吸光法を用いて底質中の重金属を定量したが、本来汚染物質となる重金属は極めて多種類にわたることが予想され、原子吸光法を用いる限りその測定における前処理その他の操作の複雑さの故に一時に同定し得る測定サンプル数などの点で限界を有する。

本研究の目的は最近環境中（主として水中、大気粉塵など）の微量元素の測定に関して有用性の認められる放射化分析法、特に採取サンプルの化学的前処理なしに行う非破壊放射化分析法の適用性を河川の底質の分析に対して検討したものである。放射化分析法は多数のサンプルに同時に照射し放射化することができ、またその放射能を測定することにより多くの元素を同時に定性、定量することが可能である。故に多くの元素が濃縮されていると考えられる底質の簡便な分析法としてこの方法は一定の有用性をもつと予想される。ここではまず第一段階として測定結果の比較の可能な前報の野外観測¹⁾において採取したサンプルの一部を用いて中性子束の比較的少ない所で照射を行い、主として測定可能な元素がどの範囲となるかを検討した。

2. 実験方法

2.1 底泥試料

試料とした底泥は多摩川で採取¹⁾したもので、第3回昭和49年10月26日のものである。採取地点は前報¹⁾図1のA, C, D, L, Pである。採取した底泥は約150℃で乾燥したのち200 mgをポリエチレンの袋に密封し、照射試料とした。

2.2 照射と測定

中性子照射は立教大学原子力研究所のトリガII型原子炉で行った。熱中性子束は 5×10^{11} $n/cm^2 \cdot sec$ であり、1

分間および6時間の二通りの照射を行った。 γ 線測定は、検出器にGe(Li)(50 cm^2)を用いたキャンベラ社400チャンネル、8100型多重波高分析機と3インチ×3インチ・ウェルタイプNaI検出器を用いたAloka製マルチモードスケラー-TDC601とTMC-400を用いて行った。特にGe(Li)の場合には試料のジオメトリーを一定に保つように注意して測定した。測定したcps(count per second)をdps(disintegration per second)に換算するためにはGe(Li), NaIの計数効率が必要であり、NaIについてはmishra³⁾らの値を用いたがGe(Li)については $10 \mu Ci$ 前後の γ 線標準線源を用いてcpsを測定し、 γ 線標準線源の放射能よりdpsを計算し $\epsilon = (cps)/(dps)$ を求めた。その結果を参考までに図1に示す。これはDebertin⁴⁾らが30 cm^2 Ge(Li)で求めた結果(図1の点線)と同じ傾向であった。

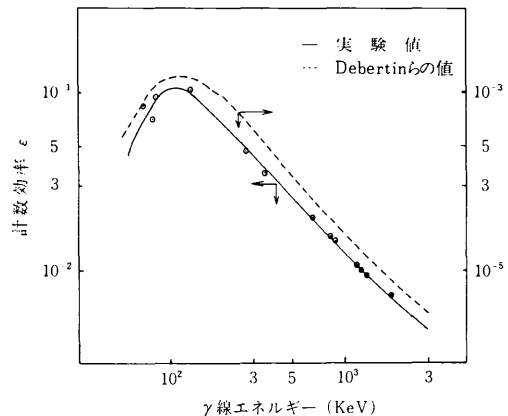


図1 γ 線エネルギーと計数効率の関係

3. 結果と考察

1分間の短時間照射では短寿命核種が測定の対象となるので照射直後に計数を行った。その1例としてL地点で採取したサンプルの各核種の放射能の減少経過を図2に示した。計数結果よりK 780~1240 ppm, Na 720~1350 ppm, Mg 5500~8000 ppm, V 30~70 ppm, Mn 200~500 ppm, Ba 60~130 ppmであった。またAlは多量に存在が確認されたが、図2に示したように半減期が2.3分と短いため減衰が速く、追跡が困難なため正確な定量ができなかった。

6時間の長時間照射の場合には一定期間冷却後に測定

* 東京大学生産技術研究所 第4部

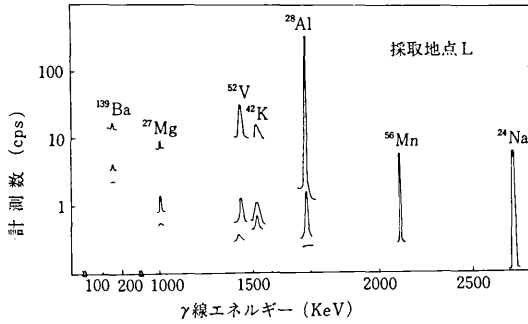


図2 1分間照射後の各ピークの減衰
(ピークは高い方から照射後, 9分, 27分, 200分経過したものである)

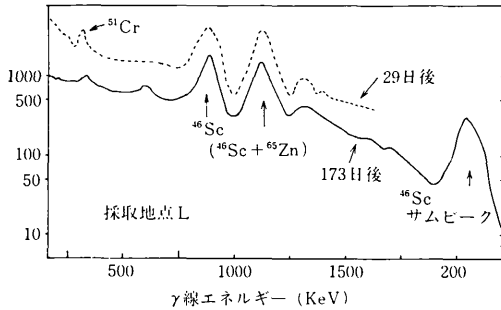


図3 γ 線エネルギーと10分間の計測数

した。図3にはL地点で採取したサンプルの29日と173日冷却後のウェルタイプNaIで測定した γ 線エネルギーと計測数との関係を示した。29日冷却の場合には320 KeVにCrのピークが明らかに認められるが、173日冷却ではほとんどベースの中に埋れている。表1に示した核データより、Crの半減期が27.8日であるため、29日では生成

表1 各核種のデータ

核種	半減期	* γ -E(keV)	**P	***生成量(mCi)
^{46}Sc	84 d	889.4, 1,120.3	1.00	1.4
^{51}Cr	27.8 d	320.0	0.0431	0.12
^{65}Zn	243.8 d	1,115.4	0.489	6.1×10^{-3}
^{107}Cd	6.7 h	850	0.0122	9.2×10^{-2}
^{109}Cd	1.23 y	88.0	0.0088	6.4×10^{-5}
^{113m}Cd	48.6 m	150.8, 245.4	0.124	0.53
^{115}Cd	54 h	492.5, 527.7	0.2886	7.9×10^{-2}
^{117}Cd	2.5 h	273.3	0.0758	6.4×10^{-2}
^{197}Hg	2.673d	77.6	0.00146	2.0
^{203}Hg	46.57 d	279.1	0.298	3.6×10^{-2}

* 主な γ 線
** 1壊変当りの γ 線の出る確率
*** 5×10^{11} n·cm²/secの熱中性子束で1時間照射した場合の生成放射能

量の約半分にしか減少せず、173日後には約1/64に減少しているためである。889, 1,120 keVのピークは各々 ^{46}Sc 、 $^{46}\text{Sc} + ^{65}\text{Zn}$ のピークであり、2009 keVは ^{46}Sc のサムピークである。表1より ^{46}Sc と ^{65}Zn のピークは各々1,120と1,115 keVに出現し、NaIは二つを分離するこ

とができずに一つのピークとして測定する。しかし ^{46}Sc の三つのピークは大きさの割合が一定であることより889 keV, 2,009 keVの測定値を用いて1,120 keVの面積の推定が可能であり、 $^{65}\text{Zn} + ^{46}\text{Sc}$ のピークより計算で求めた ^{46}Sc の1,120 keVの値を減じることにより ^{65}Zn のピークが計算できる。このようにして求めた ^{65}Zn および単独ピークより求めたCrの値を表2に示す。これよりCdが多い地点ではZnも多くなっていること、また第3回は洪水の2ヶ月あとなどでCrの値が低くなっている

表2 放射化分析と原子吸光法による底質分析結果

採取地点	放射化分析による測定		原子吸光分析による測定		
	Zn (ppm)	Cr (ppm)	Cd (ppm)	Cd* (ppm)	Zn* (ppm)
A3-1 多摩川大橋	76 ± 10		1.5	6.1	870
C-3 東急ゴルフ場	80 ± 10			1.0	130
D-3 野川下流	230 ± 50		7.6	2.1	1,100
L-3 浅川平山付近	50 ± 5	2.4	1.1		
P-3 羽村堰	65 ± 10	3.8	1.9		

* 第1回昭和49年2月26日はほぼ同地点で採取したサンプル

ること等から放射化分析で得られたZnの濃度は1回目の採取サンプルについて原子吸光で求めた値より低いのは妥当なものと思われる。短時間照射で得られたNa, K, Mg, V, Mn, Baの濃度は日下のデータ⁵⁾と比較すると土壌の平均値に近い値であった。なおCd, Hgについては熱中性子束を多くして測定することより分析できる可能性がある。

4. まとめ

短時間照射ではK, Na, Mg, V, Mn, Ba, Al等が検出されたがAlは半減期が極めて短く定量できなかった。その他の上記元素については一般的な土壌の含有する値が得られた。また長時間照射ではZn, Crの値が得られ、Znについては前の報告と比してはほぼ妥当な値であった。Hg, Cdについては今回は検出できなかったが、熱中性子の大きい原子炉で照射することにより検出できる可能性がある。また同時に測定することにより自然界において他と異なる挙動をするものが存在するかどうかの判定も可能であろう。

長時間照射したものは現在測定継続中であり、さらに熱中性子束の大きい原子炉で照射しHg, Cdの測定を行うことについては考慮中である。(1977年1月22日受理)

参考文献

- 1) 鈴木・山田・宮崎・河添; 生産研究 27, 108 (1975)
- 2) 鈴木・山田・河添; 生産研究 28, 92 (1976)
- 3) U. C. MISHRA, S. S. BRAR and P. F. GUSTAFSON; Int. J. Appl. Rad. & Isotopes; 16, 697 (1965)
- 4) K. Debertin, U. Schötzig, K. F. Walz and H. M. Weiß; Proceedings. ERDA X- and Gamma Ray Symp. Ann arbor, M I. May 19-21 (1976)
- 5) 日下譲, 放射化分析, 共立出版