都市排水中放射能の *in situ* 測定[†]

千坂治雄, 鈴木隆司, 岡野安宏, 猪越幸雄, 堀口泰裕, 山本龍夫

東京都立アイソトープ総合研究所

158 東京都世田ヶ谷区深沢2-11-1

1979年2月17日受理

Key Words: *in situ* measurement, γ -spectrometry, waste water

1. はじめに

最近放射性医薬品として使用された放射性物質が一般環境に放出されているとする報告がいくつかある¹⁻³⁾。これは放射性医薬品の使用病院において、廃水許容濃度を考慮したうえで放出したアイソトープか、あるいは放射性医薬品による診断、治療を受けた患者の排泄によると考えられる。放射性物質が生活環境に放出されると、東京のように下水処理施設の普及率が70%近いところでは、その大部分は下水処理場に流れ込むことになろう。

下水処理場に放射性物質が流入することは早くから着目され、環境保全の立場から放射能測定がおこなわれた。最近では S. Vincent ら²⁾がオハイオ州シンシナチ地区の下水処理をおこなっているハミルトン市下水処理場の放射能測定をおこなった。この地区には放射性医薬品を使用している病院が10箇所ある。その結果測定期間中に1日あたり^{99m}Tcで最大74mCi, ¹³¹Iで最大38mCiが下水処理場を通して川に流れたとしている。また F. Gesell ら³⁾はテキサス州ヒューストンにある下水処理施設の放射能についての広範囲の調査をおこなった。この下水処理の流域には放射性医薬品を使用する9つの病院があり、このうち5つの病院と協力して、放射性医薬品の使用量と下水処理場における濃度との相関性をあきらかにした。さらにこの施設から出る汚泥が焼却処分されることによる被ばく線量評価をおこなった。

筆者らは東京にある下水処理場の流入水あるいは汚

泥中放射能濃度測定をおこない、すでに報告した^{1,4)}。ここでは下水中放射能濃度を連続的に測定するための予備実験をおこなったので、ここに報告する。

2. 測定地点

現在東京の23区内には下水処理場が8箇所あり、各下水処理とも同じような処理方法である。処理方法は下水をまず沈砂池において、土砂類を沈殿させたのち、第1沈殿池で細かい浮遊物を分離沈殿させる。さらに下水はばっ気槽において、好気性微生物がはいっている活性汚泥を加え、有機物を分解し、細かい浮遊物は微生物を核に沈殿しやすい塊りになる。この塊りは第2沈殿池で取りのぞかれたのち、上澄水は滅菌処理され、川から海に放流される。また、活性汚泥は一部再利用のため、返送汚泥としてばっ気槽にもどし、余分の汚泥は汚泥処理施設で焼却処分される。

そこで、今回 *in situ* 測定した地点はFig. 1に流入水をA、返送汚泥をBとして示した。

3. 測定方法

下水中に含まれる放射性核種はすでに報告したように、核医学関係で使用されている核種が多い。これらの核種は一般的に放出 γ 線エネルギーが低く、しかも短半減期である。そこで、*in situ* 測定するさいに要求される必要条件としては①短半減期核種を効率よく測定するため、検出効率が大きいこと、② γ 線放出核種を分離測定するため、エネルギー分解能がよいこと、③低濃度まで定量可能であること、④しゃへいしやすいこと、⑤可搬性であること、このほか省力化、コストの点などがある。

以上の点につき Ge(Li)半導体検出器 (以後 Ge(Li) SSD) と NaI シンチレータ (以後 NaI) とを比較すると、①については NaI のほうが検出効率が大きい。

[†] *In situ* Measurements of Radioactivities at a Megalopolis Waste Water Treatment Plant. Haruo CHISAKA, Takashi SUZUKI, Yasuhiro OKANO, Yukio INOKOSHI, Yasuhiro HORIGUCHI, Tatsuo YAMAMOTO: Tokyo Metropolitan Isotope Research Center, 2-11-1 Fukazawa, Setagaya-ku Tokyo.

Fig. 1 Block diagram of a waste water treatment plant.

Ge(Li)SSD ではせいぜい 7.6×7.6 cm NaI の10~20%である。②のエネルギー分解能はGe(Li) SSD がよく、NaI の20~30分の1程度である。③の測定精度は低濃度でGe(Li) SSD がよいと報告されている。R. Robertson ら³⁾によると 42cm^2 のGe(Li) SSD と 7.6×7.6 cm のNaI と比較して、放射能強度が1 photon/sec より低い場合にはGe(Li) SSD がよいとしている。④のしゃへいは *in situ* 測定において、両検出器ともむづかしい。⑤可搬性はNaI が有利である。その他コスト、省力化の点ではNaI が安価で、しかも液体窒素を必要としないなど利用しやすい。

以上のようにGe(Li) SSD およびNaI はおのおの特徴があるが、今回筆者らは下水中の放射能について、多核種同時定量のできるGe(Li) SSD を使用することとした。

Ge(Li) SSD は相対効率8%, 分解能2 keV で、これに1024チャンネルの可搬型波高分析器を接続し、0.75 keV/チャンネルとした。試料容器はできるだけ検出効率を高めるため、30 l のマリネリタイプとした。検出効率は標準溶液および標準点線源を用いて、あらかじめ求めた⁴⁾。しゃへいは下面を5 cm厚の鉛で、首の部分は粒状の鉛でおおった。測定系全体の様子を写真1に示す。

Photo. 1 *In situ* measurement system.

下水処理場流入水の試料は水面下約1 mの下水をつねに吸み上げるため、フロートをつけた。またごみなどによる流量低下を防ぐため、直径50 cm、高さ49 cmの骨組みにサランをまき、汲み上げのパイプ(内径2.3 cm)を挿入した。汲み上げ流量は20 l/min とした。

活性汚泥は第2沈殿池からばっ気槽に返送されるポンプの水圧で、流量を8 l/min とした。

4. 結果および考察

都内A下水処理場を1978年2月15, 16日の両日連続測定した。その結果、人工放射性核種としては ^{99m}Tc のみが検出された。Fig. 2には ^{99m}Tc の1時間あたりの放射能濃度を示す。図中点線で示したのは停電のため、概算による値である。流入水中の ^{99m}Tc はまったく検出されない時間と、急激に計測される時間がある。これは放射性物質がパルスのに放出され、下水に流れ込んでいと考えられる。

活性汚泥中放射性核種の測定は2月17日におこなった。その結果、 ^{99m}Tc 、 ^{131}I および ^{67}Ga が検出された。これら核種の1時間あたりの放射能濃度をFig. 3に示す。濃度変化は流入水ほど顕著ではない。これはばっ気槽において、空気を吹き込みながら約4時間回転され、均一になるためであろう。また、上記測定中に採取した試料のうち5 lを研究所に持ち帰り、大型のGe

Fig. 2 Hourly changes of radioactivity in a influent.

Fig. 3 Hourly changes of radioactivities in a return sludge.

(Li) SSD で十分時間をかけて精密に測定したところ *in situ* 測定で得られた値と同じ程度の値であった。

なお, *in situ* 測定に使用した測定系の検出限界は ^{99m}Tc が 6 pCi/L, ^{131}I が 4 pCi/L であった。

以上の実験から, Ge(Li) SSD を排水処理施設の *in situ* 測定に使用できることがわかった。

文 献

- 1) 千坂治雄, 他: *Radioisotopes*, **26**, 252 (1977)
- 2) S. Vincent, et al.: *Health Phys.*, **28**, 355 (1975)

75)

- 3) F. Gesell, et al.: U.S. Environmental Protection Agency, Final Report "Nuclear Medicine Environmental Discharge Measurement", June (1975)
- 4) 猪越幸雄, 他: 東京都総務局, プロジェクト報告書 "環境放射能に関する調査研究", p. 25, (1978)
- 5) R. Robertson and N.M. Spyrou: *Anal. Chem.*, **47**, 65 (1975)