

1. はじめに

近年、各種原子力施設から排出される放射性物質による環境汚染についても関心が高まりつつある。環境中に放出されたこれら物質の環境内での挙動を含めその fate について十分に知見を蓄積しておくことは、汚染物質の環境内での循環プロセスと人体への影響の程度を評価する上で重要なことと考えられる。本研究では、浅地中での放射性核種の移行挙動について我々の身近な環境中に存在するフォールアウト核種の降下後の再分布について調査を行いこれら核種の地中での移動性・挙動について検討を行った。

2. フィールド調査と放射能測定

1981~85年にかけて、1945年の長崎原爆の局地フォールアウトが集中的に降下した長崎市西山地区を中心に陸上土壌の調査を、また西山貯水池および小ヶ倉貯水池において底質中の放射性核種 (^{239}Pu , ^{137}Cs , ^{90}Sr) の分布を調査した(図-1参照)。

陸上土壌の調査のために、西山地区の未耕地10ヶ所で表面土壌(100cm×100cm×3cm)および表面核種汚染濃度の高い2地点で直径20~30cmの未攪乱土壌をボックスサンプリングにより採取した。最大深度は、GL-225~650cmでこの間を連続採取した。また西山地区以外では、爆心の西1.5, 3.0 Km離れた金堀, 小江原および東に1.5 Km離れた江平地区の未耕地において各々4個の直径10cm深さ30cmの未攪乱土壌を採取した。また西山地区の中心に位置している西山貯水池(3ヶ所)および小ヶ倉貯水池(3ヶ所)において底質表面よりコア長さ30~90cmの未攪乱試料をダイバーを使って水深2~30mの池底より採取した。

土壌および底質は、所定深度ごとに試料をスライス乾燥させ放射能分析を行った。 ^{239}Pu と ^{90}Sr 濃度は、化学分離の後各々 α 線スペクトロメトリーおよび β 線計測によって決定した。また ^{137}Cs 濃度は、低B.G.ビューアーGe検出器による γ 線スペクトロメトリーによった。

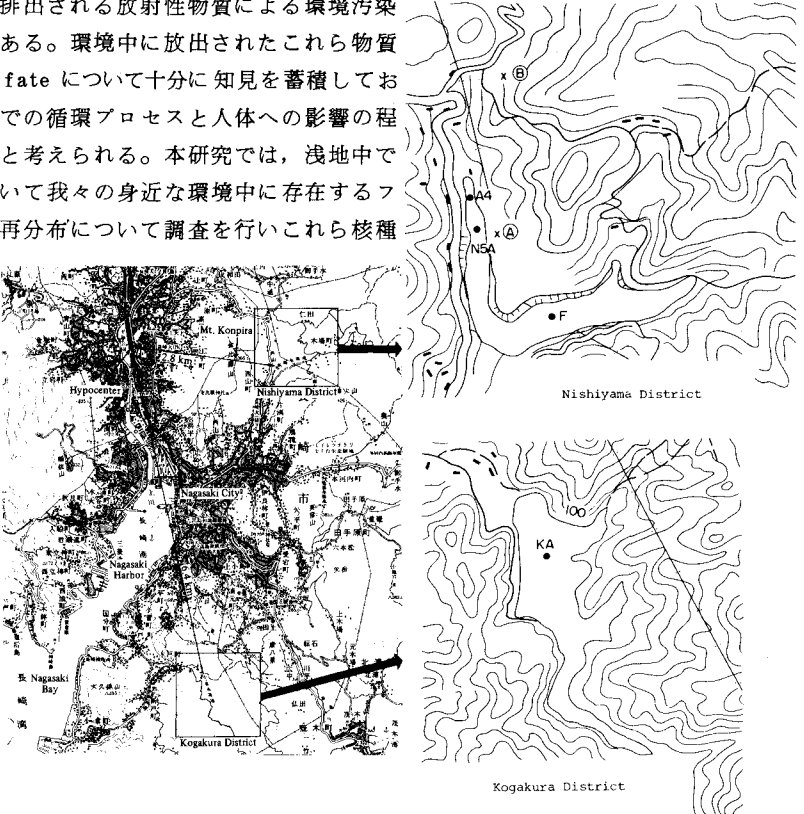


Fig 1. The location of Hypocenter and two study areas (Nishiyama and Kogakura Reservoirs) in Nagasaki. (Solid circles indicate the sampling spots of sediment cores)

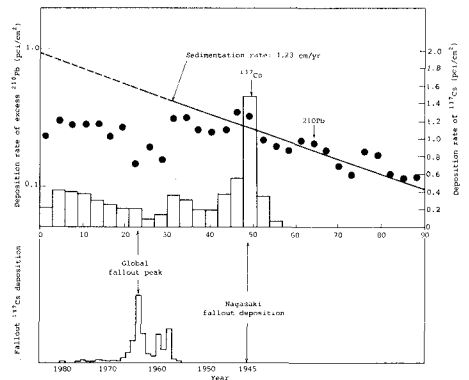


Fig 2 Distribution of fallout ^{137}Cs and ^{210}Po in sediment core collected at Nishiyama A4, compared to the schematic deposition record for global fallout ^{137}Cs observed at Tokyo.

3. 調査結果と考察

(1) フォールアウト核種の降下量の経年変化

貯水池底質の堆積速度を²¹⁰Pb法および底質堆積深度と¹³⁷Csの原爆ピークおよびグローバル・ピーク位置を基準とするfitting法を用いて西山, 小ヶ倉貯水池における底質堆積速度を推定すると, 各々0.7~1.5cm/yrおよび0.8cm/yrであった。この堆積時間尺度を用いて底質の堆積深度(つまり堆積年代)と¹³⁷Cs濃度と東京で1954年以降観測されているフォールアウトの降下履歴⁽¹⁾とを比較することにより西山地区に降下した原爆フォールアウトとグローバルフォールアウトの降下量について推定した。その結果土壤中に1985年現在残存している¹³⁷Csおよび⁹⁰Srの各々約50%と46%が1945年の原爆によるものと推測した。

(2) 土壤中のフォールアウト¹³⁷Cs, ⁹⁰Srの濃度分布

西山(A)(B)地点において測定された⁹⁰Sr, ¹³⁷Csの濃度分布を図-3に示す。いずれの核種とも地表面から50cmの深さまでに全量の90%以上が吸着されており, 特に地表面付近での吸着が著しく大きい。¹³⁷Cs, ⁹⁰Srの地中での移動速度の大きさを推定するために, 現場で測定された土壌物性値および別途解析推定された平均的な降水浸透速度を用いて次式

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2} \left\{ \exp\left\{ \frac{U' + \sqrt{4D'\lambda + U'^2}}{2D'} \cdot Z \right\} \cdot \operatorname{erfc}\left\{ \frac{Z + t\sqrt{4D'\lambda + U'^2}}{2\sqrt{D't}} \right\} + \exp\left\{ \frac{U' - \sqrt{4D'\lambda + U'^2}}{2D'} \cdot Z \right\} \cdot \operatorname{erfc}\left\{ \frac{Z - t\sqrt{4D'\lambda + U'^2}}{2\sqrt{D't}} \right\} \right\} \dots \dots \text{eq(1)}$$

(ただし $U' = U/R$, $D' = D/R$ で R は遅延係数)

によって1次元移流拡散解析を行い⁹⁰Sr, ¹³⁷Csの吸着濃度分布測定結果との比較を行った(図-4~5参照)。この解析においては, 1945年には原爆フォールアウトが, また1963年には残りの全量がグローバル・フォールアウトとして降下したと考えた。原爆とグローバルのフォールアウトが各々独立に地中を移行するものと仮定し, 地中での核種吸着量は重ね合せによって表わした。この結果, ⁹⁰Srと¹³⁷Csは控え目に見積っても降水浸透速度の1/1000, 1/4000であった。また²³⁹Puについては, すでに他所において報告しているが, 1/2000程度であった。⁽²⁾⁽³⁾

4. まとめ

フォールアウト核種の浸透速度は, 西山のようなシルト質ローム層では一般に著しく小さく, 地表面に降下した核種の大部分は長く地表面近傍に留まることが予想される。しかしながら貯水池底質コア中の核種分布を見るとグローバル・フォールアウトの降下が無視できる最近の堆積層にも¹³⁷Csの沈降負荷が見られることから判断すると雨水による表面流出や風送によって核種濃度の高い表面土壌が, 直接河川や貯水池に運ばれる割合も比較的大きいことを物語っている。

(参考文献)

- (1) 葛城幸雄, 放射線科学 Vol.29, No.1 pp.2~10. (1986)
- (2) 馬原保典, 電中研 研究報告: 383043 (1984)
- (3) Y. Mahara and S.Miyahara, J. Geophys. Res., Vol. 89, No B9, pp.7931-7936 (1984)

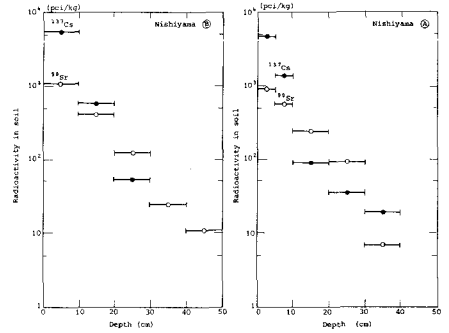


Fig. 10 Vertical distribution of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in soil at Nishiyama (A) and (B)

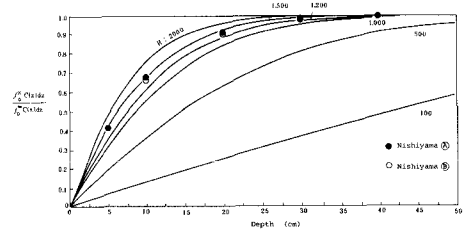


Fig. 12 Comparison between the ⁹⁰Sr accumulation measured at site A and B and the theoretical accumulated curves of ⁹⁰Sr calculated in eq.1. (Solid circles: the accumulation of ⁹⁰Sr in soil, x: depth in soil, R: retardation factors.)

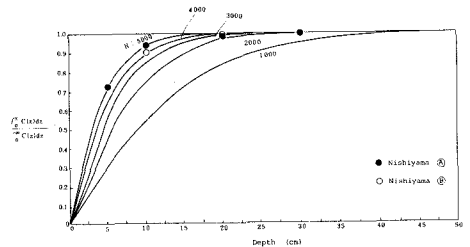


Fig. 14 Comparison between the ¹³⁷Cs accumulation measured at site A and B and the theoretical accumulated curves of ¹³⁷Cs calculated in eq.1. (Solid circles: the accumulation of ¹³⁷Cs in soil, x: depth in soil, R: retardation factors.)