

京都大学工学部 学生員 佐々木智彦
 京都大学工学部 正会員 井上 頼輝
 京都大学工学部 正会員 森澤 眞輔

1. はじめに

大気圏中の核実験等により放出され、過去20数年にわたり降下し続けている放射性フォールアウトの多くは土壌、特に表層近くに蓄積していることが報告されている。これらの放射性核種は10年を単位とする長い時間スケールにより、生態学的連鎖を経て人体へ移行する。しかしその土壌中に存在する放射性フォールアウト各種についての挙動はよく解明されておらず不明な点が多くある。本研究では放射性フォールアウト核種として半減期の長い ^{137}Cs に注目し、農作物、特に米を媒体として人体内へ蓄積されるまでを評価するコンパートメントモデルを構成し、フィールドデータによる検証を経てフォールアウト ^{137}Cs の環境中における挙動、人体に及ぼす影響を評価するモデルを作成することを目的とする。

2. モデルの説明

環境動態モデルの ^{137}Cs マスフローダイアグラムを図-1に示す。フォールアウト ^{137}Cs は稲表面に直接沈着するか、土壌中に蓄積されたものが経根吸収されることにより稲内部に入り米の可食部へ移行する。 ^{137}Cs を保持するコンパートメントとして水田土壌、水田表水、稲表面、稲内部、米を選定する。米の流通モデルは米の輸送実績データをそのまま用いた。収穫された米は収穫地区で消費されるか他地区へ移出される。生産量が消費量より少ない地区では他地区より移送を受ける。生理代謝

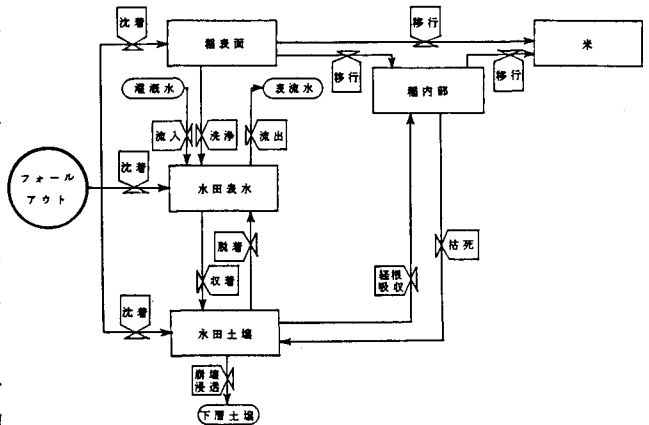


図-1 環境動態モデルのマスフローダイアグラム

モデルはICRP Publication 29に記載されているものを使用する。食物と共に経口摂取された ^{137}Cs は主に腸管から吸収され、血液に移行し、各臓器に到達、蓄積する。臓器における ^{137}Cs の時間的変化率は、血液からの流入率と他臓器への流出率で決る。生理モデルでは胃、小腸、大腸上部、大腸下部、血液、筋肉をコンパートメントに選定しコンパートメント間の ^{137}Cs の移行パラメータが代謝データに基づいて与えられる。筋肉中に蓄積された ^{137}Cs はそのほとんどが腎臓を経て尿と共に体外へ排出される。

3. シミュレーション結果及び考察

シミュレーションは日本全土を対象にして3つのモデルより各県ごとに行った。環境動態モデルにおいては「土壌中 ^{137}Cs の実効減衰定数」、「経根吸収に関する濃縮係数」、「稲表面から玄米への移行率」の3パラメータは各県ごとに実測データのモデルのフィッティングにより値を得、他のパラメータについては文献より得た均一な値を用いた。シミュレーションは1954年-1981年の期間について行い、米中 ^{137}Cs の実測データ等を用いて1961年-1969年をモデルパラメータのフィッティング期間、1975年-1981年をモデル

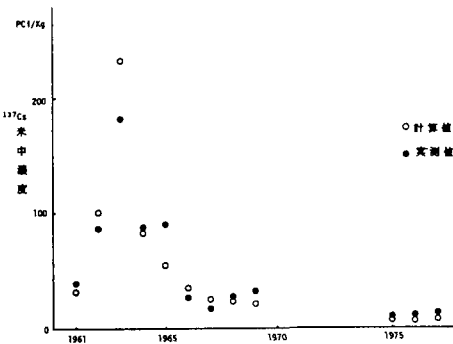


図-2 秋田県 ^{137}Cs 米中濃度実測値とシミュレーション結果

の検証期間とした。米中 ^{137}Cs 濃度のシミュレーション値と実測値の比較を秋田県を例にとり図-2に示す。シミュレーション値はフォールアウトが最大である1963年にピーク値があり、その後減少し、年を追うごとに減少はゆるやかになっていく。実測値もシミュレーション値も同じような変化を示す、このことは他県についても同様である。次に米中 ^{137}Cs 濃度のシミュレーションと実測値の相関係数、濃度比、フィッティングにより求めた3つのパラメータ値を県別にまとめ表-1に示す。表-1から、シミュレーション値と実測値の相関は高い事がわかる。流通モデルによるシミュレーションでは全体的に北海道、三陸、北陸地方から東海、瀬戸内地方へ ^{137}Cs が移動している様子がうかがえた。流通を経た「消費米」中の ^{137}Cs 濃度の都道府県ごとの分布を図-3に示す。生理モデルによるシミュレーション結果については、全期間については筋肉中 ^{137}Cs 濃度の実測データが無い実測データがある1955年-1976年の間の ^{137}Cs 体内濃度の経時変動パターンと本研究のモデルによる「消費米」摂取による筋肉中 ^{137}Cs 濃度の経時変動パターンを比較したところ、両パターンはよく一致することがわかった。

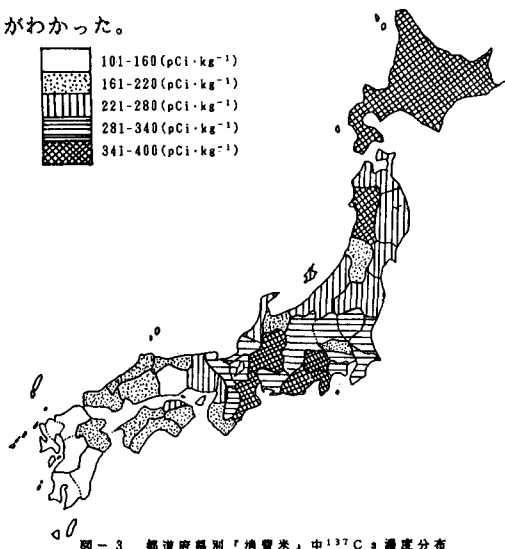


表-1 環境動態モデル、シミュレーション結果

	A	B	C	D	E	F	G
北海道	0.023100 (2.5 YEAR)	0.009	0.15	0.702 (0.981)	0.737 (0.856)	1.00	1.01
宮城	0.028875 (2.0 YEAR)	0.012	0.15	0.872	0.961	1.03	1.01
秋田	0.016500 (3.5 YEAR)	0.011	0.05	0.955 (0.952)	0.772 (0.952)	0.99	0.55
茨城	0.019250 (3.0 YEAR)	0.002	0.15	0.888	0.888	0.98	1.06
東京	0.115500 (0.5 YEAR)	0.004	0.80	0.895	0.924	1.06	0.42
新潟	0.023100 (2.5 YEAR)	0.010	0.05	0.870	0.804	1.01	1.12
石川	0.023100 (2.5 YEAR)	0.001	0.10	0.816 (0.842)	0.276 (0.842)	1.12	1.22
大阪	0.028875 (2.0 YEAR)	0.001	0.30	0.576 (0.772)	0.321 (0.672)	1.02	0.73
鳥取	0.028875 (2.0 YEAR)	0.001	0.15	0.829 (0.884)	0.470 (0.884)	1.14	0.84
岡山	0.057750 (1.0 YEAR)	0.001	0.50	0.518 (0.836)	0.543 (0.825)	1.02	0.46

- A 実効減衰定数（環境半減期）
 B 稲表面から玄米への移行率
 C 水田土壌から稲内部への濃縮係数
 D フィッティング期間のシミュレーション値と実測値との相関係数
 E 検証期間のシミュレーション値と実測値の相関係数
 F フィッティング期間濃度合計の比（シミュレーション値／実測値）
 G 検証期間濃度合計の比（シミュレーション値／実測値）
 ※（）は相関係数を大きく下げる実測値を1つ省いて求めた相関係数

4. おわりに

地表面に降下したフォールアウト ^{137}Cs の米への移行、蓄積、米の流通に伴う地域間輸送及び米摂取経路による人体移行を評価するモデルを構成し、実測データに照らして関連パラメータ値を定めるとともに同モデルの検証を試みた。同モデルによるシミュレーションによって、地域により ^{137}Cs の環境半減期に差があることや、稲に直接沈着するフォールアウト ^{137}Cs が米中濃度に及ぼす影響に差があることや等を示すことができた。今後人体中に入る ^{137}Cs の経路として米以外の食品についても考慮し、モデルの応用できる範囲を広げていくことが必要かと思われる。

参考文献：1) 佐伯誠道 他、環境放射能、ソフトサイエンス社

2) ICRP, Publication 29, 30

3) N·I·R·S, Radioactivity Survey Data in Japan (No.1-63)

4) 科学技術庁、第19回環境放射能調査研究成果

5) 日本原子力学会、環境被曝線量評価