

京都大学工学部 学生員 山並憲正

京都大学工学部 正会員 森澤真輔

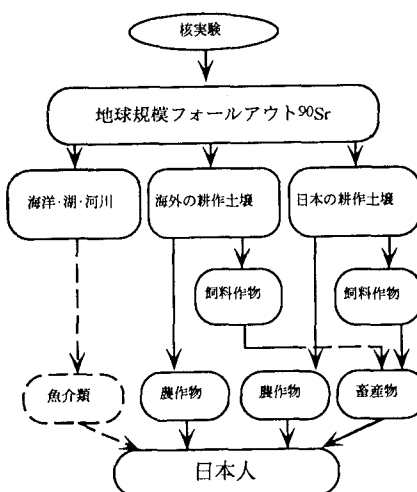
京都大学工学部 正会員 井上頼輝

1.はじめに

微量有害物質による人体の低濃度長期暴露を評価するためには、各々の有害物質についてそれらの環境内動態を検討する必要がある。著者らは、核実験により大気圏に放出された放射性⁹⁰Srに注目して微量の環境汚染物質が食品とともに人に摂取される経路について研究してきた。本稿ではこれまでの研究成果をもとに、⁹⁰Srの人体内蓄積量を評価する。

2.数学モデル

図-1に示すように核実験により生成された⁹⁰Srの地球規模降下特性を評価し、食品の輸入を介して日本人が食品と共に摂取する⁹⁰Sr量を評価するモデルをすでに構築し、実測値に照ら



して検証した。⁹⁰Srの経口摂取量（図-2）と、図-1 地球規模フォールアウト⁹⁰Srの日本人への経路
小腸における⁹⁰Srの吸収率、⁹⁰Srの骨中残留、物理的崩壊と体内カルシウム量を考慮することによって、
骨中⁹⁰Sr濃度 $B(t)$ [mBq/gCa] を次式で評価する。

$$B(t) = \int_0^T \text{TSR}(t) \cdot \text{ABS}(t) \cdot \text{CAL}(t) / \text{CAL}_{\text{adult}} \times R(T-t) \cdot \exp(-0.693 / t_{1/2} \cdot (T-t)) dt / \text{Ca}(t) \quad (1)$$

また⁹⁰Srの骨中の残留関数 $R(t)$ は次の式で表される。

$$R(t) = 0.4 \times \exp(-0.25 t) + 0.6 \times 0.2^{0.18} (t + 0.2)^{-0.18} \times (0.555 \cdot \exp(-0.949 \cdot 2.5/36500 \cdot t) + 0.445 \cdot \exp(-0.949 \cdot 2.5/36500 \cdot 4 \cdot t)) \quad (2)$$

$\text{TSR}(t)$: 日本人が食品を介して1日当たり摂取する⁹⁰Sr量 [mBq/day·person]

食品の摂取量と食品中⁹⁰Sr濃度との積で与えられる

$\text{ABS}(t)$: 小腸における⁹⁰Srの吸収率 (0.3-0.6)

$\text{Ca}(t)$: 体内カルシウム量 [g]

$\text{CAL}(t)$: 1日に必要なカロリー [kcal]

$\text{CAL}_{\text{adult}}$: 成人の1日に必要なカロリー [kcal]

$t_{1/2}$: ⁹⁰Srの半減期 (=28.8年)

t : 時間 [day]

解析対象期間は最初の実験が実施された1946年以降現時点までとした。ただし評価結果は、 ^{90}Sr の骨中濃度の実測値が整備された30年間に限って示すことにする。食品の摂取量は1人1日当たりの必要カロリー数を用いて年齢に応じて変化させた。 ^{90}Sr の小腸壁から血液への吸収率は、0～4歳は0.6、5歳からは0.3とした。また体内カルシウム量は、体重と体内カルシウム含有率から年齢別にもとめた。

3. 計算結果と考察

日本人の骨中 ^{90}Sr 濃度のモデルによる計算結果の一部を、5歳、19歳を例にとって図-3に示す。フォールアウトの多い1965年前後では実測値と比較して計算値の方が多少小さな値をとっているが、1970年以降は両者はよく一致しているといえる。前半で計算値に過小評価の傾向がある理由としては、今回は成人について適用される残留関数を用いており、子供、特に幼児についてはより大きい残留率を用いるべきであると思われること、また今回は ^{90}Sr の腸から血液への吸収率を0～4歳は0.6としたが、例えば牛乳を与えられた7歳の子供の ^{90}Sr の吸収率は73%以上であるという報告もあり、ここで用いた値が小さすぎる可能性がある、等が挙げられる。

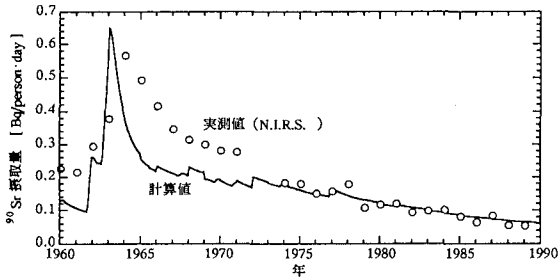


図-2 全食品からの ^{90}Sr 摂取量の計算結果と実測値の比較

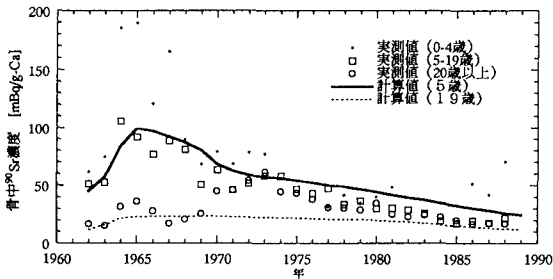


図-3 骨中濃度の計算結果と実測値の比較

4. おわりに

人の骨中 ^{90}Sr 濃度を地球規模での ^{90}Sr の降下率と関連づけるモデルを構築することができた。残留関数は、年齢別に異なるものを用いるべきであると思われるが、現時点ではそのような報告がない。残留関数に加えて、 ^{90}Sr の腸からの吸収率についてのさらなる研究がモデルによる評価精度を向上させるために必要であると思われる。

参考文献 1) The International Commission on Radiological Protection: Alkaline Earth Metabolism in Adult Man, (1972) 2) ibid: Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 1, (1989) 3) 森澤真輔他: 土木学会第一回 地球環境シンポジウム講演集, pp279～284, (1993)