

京大工学部 正員 井上 翰 輝
京大工学部 正員 ○ 森 澤 英 輔

I. はじめに

放射性廃棄物の地中処分を実施した場合、処分した廃棄物から環境(主として地中)へ漏出する放射性物質により、周辺住民の受ける被曝量が、処分に充たて設定した被曝の上限值をこえないことを確認し、かつ将来にわたる被曝などの程度になるかを推定する必要がある。地中処分場周辺環境のモニタリングについて考える場合には、例えば煙突より排出される放射性廃ガスのモニタリングを考える場合とは異なり、次のような事項に留意する必要がある。すなわち、(1)地中処分場からは事故が起らずとも放射性物質が地中へ漏出する。(2)廃棄物を地中に処分した後、処分された廃棄物に由来する放射性物質が人間の食物中に出現するまでに要する時間は極めて長い。(3)処分された廃棄物に由来する放射性物質が人体に及ぼす決定経路は多くの場合、農産物の経路と飲料水の経路とである。(4)決定経路は ^{90}Sr と ^{109}Ag とである。(5)決定グループは一般的には放射性物質を含む飲料水・海産物・農産物を摂取する集団である。(6)廃棄物の地中処分に因して受けると思われる被曝は内部被曝である。(7)放射性物質の地中での移動経路はほぼ一定であると考えられ、かつこの移動経路を人為的に変更・規制することと可能である。本報告ではこれらの特性に留意し、放射性物質の地中での分布を推定し、ついで地中処分場周辺でのモニタリング孔配置の考え方、地中処分場周辺での地下水利用規制区域の設定等について検討する。

II. 濃度分布・被曝量の推定

原子力施設敷地内の最奥位置に立地した地中処分場から ^{90}Sr が漏出する場合について考える。

^{90}Sr の地中での移動を記述する基礎式(1)

$$\frac{\partial}{\partial t} \left\{ C \cdot \left(1 + \frac{f}{f_0} \right) \rho_0 \right\} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - v_x \frac{\partial C}{\partial x} - \lambda \left\{ 1 + \frac{f}{f_0} \right\} \rho_0 C \quad (1)$$

を、 ^{90}Sr の地中への漏出が瞬間的に生ずる場合について解くと、

$$C(x, y, t) = \frac{M k_f}{4\pi \alpha t \sqrt{D_x D_y}} \exp \left[-\frac{k_f (x^2 - v_x^2 t)^2}{4 D_x t} + \frac{k_f y^2}{4 D_y t} + \lambda t \right] \quad (2)$$

を得る。ただし、 ^{90}Sr の分配係数を k_d として

$$q_s = k_d \cdot C \quad (3)$$

なる関係を仮定している。ここに、 C, q_s は各々地下水中・工液中の ^{90}Sr 濃度、 D_x, D_y は拡散係数、 v_x は x 方向の地下水流速、 f は地層の空隙率、 ρ

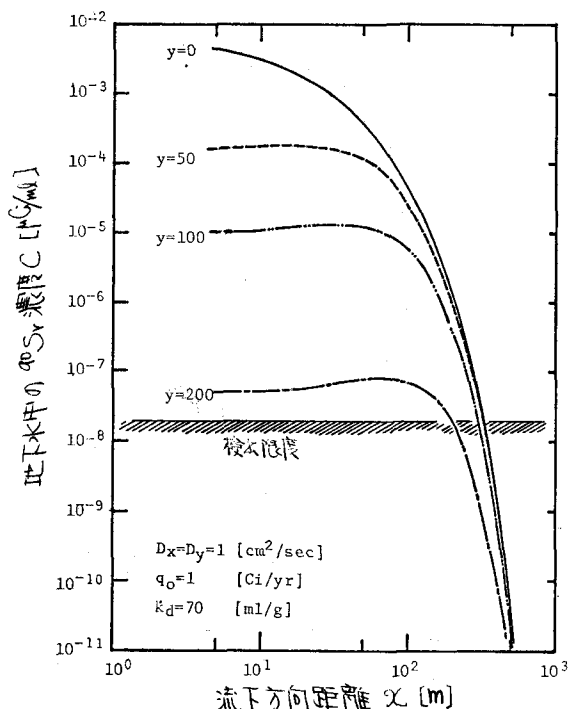


図-1 地下水中 ^{90}Sr の分布

は土壌の密度, λ は ^{90}Sr の崩壊定数, d は ^{90}Sr の地下水層での混合長さ, 座標系は地下水流れの主方向に x 軸, x 軸と垂直水平方向に y 軸をとる。また $K_f \equiv 1 + (1-f)\rho_b d / f$ である。一方, ^{90}Sr の地下水・土壌中濃度と人体の受けると考えられる内部被曝率 ($D_{s1} = \sum D_{si}$) との関係は次式で与えられる。

地下水を飲用に用いる場合

$$D_{s1} = D \cdot P_d \cdot C / \text{MPC}_{\text{w}} \quad (4)$$

海産物を摂取する場合

$$D_{s2} = D \cdot P_f \cdot I_f \cdot q_{sf} / 2200 \text{ MPC}_{\text{w}} \quad (5)$$

農産物を摂取する場合

$$D_{s3} = D \cdot P_p \cdot C F_p \cdot I_p \cdot q_s / 2200 \text{ MPC}_{\text{w}} \quad (6)$$

ここに, P_d, P_f, P_p は各々 ^{90}Sr を含む飲料水・海産物・農産物を摂取する場合, $C F_p$ は植物による ^{90}Sr の濃縮係数, I_p, I_f は各々農産物・海産物の1日当り摂取量, q_{sf} は海産物中の ^{90}Sr 濃度, D, MPC_{w} は各々 ICRP の勧告した公衆の構成員に対する許容限度・水中最大許容濃度である。

^{90}Sr が地中知分場より連続的に漏出する場合の地下水中濃度を計算して図-1に示す。また, ^{90}Sr を含む地下水および地下水を灌漑用水として栽培した農産物を摂取することによって受けると考えられる内部被曝率の分布を図-2に示す。ただし, 図-2は位置 $(x, y) = (100\text{m}, 10\text{m})$ に設置されたモータリング孔において地下水中の ^{90}Sr 濃度が $10^{-7} [\mu\text{Ci/ml}]$ である場合について描いたものである。

Ⅲ. 考察

地下水中の ^{90}Sr 濃度の分布は, 地下水流速, 拡散係数値等によって大きく変化する。図-1を得るために設定した計算条件が妥当である場合には, 例えば地中知分場より地下水の流下方向 300 [m] 下流側では, 地下水流れの主方向より 100 [m] 離れても地下水中の ^{90}Sr を検出することとなる。したがって, 地中知分場を中心として半径 300 [m] の円周上に約 200 [m] 間隔で 4~10 個の地下水モータリング孔を設ければ, ^{90}Sr が半径 300 [m] の設定モータリングラインを通過すれば必ず ^{90}Sr を検出することになる。ただし, このモータリング孔の数は拡散係数値, 分配係数値, 地下水流速, ^{90}Sr の漏出量等々多くの因子の関数となる。

検出限界濃度 ($0.02 [\mu\text{Ci/ml}]$) の ^{90}Sr を含む地下水を飲料水として利用し続けると $0.15 [\text{rem/yr}]$ の内部被曝を受けることになる。このことは, 例えば地中知分場の近くで ^{90}Sr を検出されない地下水を利用していても最大 $0.15 [\text{rem/yr}]$ の被曝を受ける恐れがあることを意味する。このような危険を避け, 廃棄物を地中知分場することによって受ける被曝を仮に 1

[mrem/yr] に制限するために
は, 地下水の流下方向約
500 [m] までを地下水利用の
全面禁止区域, 約 900 [m] ま
でを灌漑用水としての利用
を制限する区域とすれば良
い。

参考文献

- (1) 厚生省: "国体廃棄物の
処理分専門委員会" (1972)
- (2) Donham, D.H.; BNWL-1047 (1968)

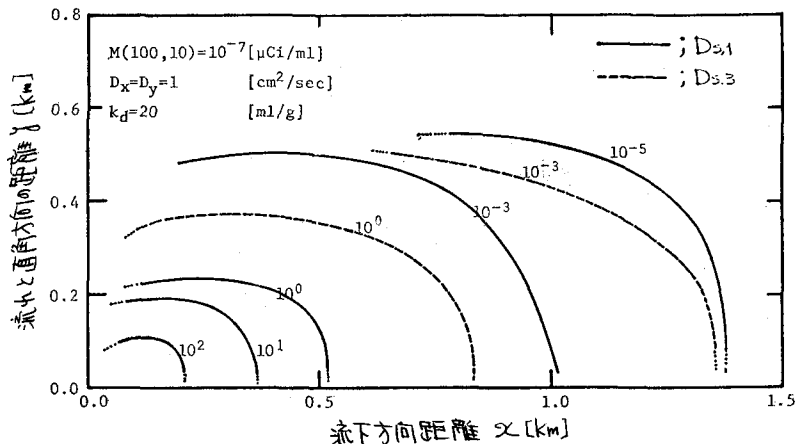


図-2 内部被曝率の分布 (数値単位 [mrem/yr])