

TWO-REGIONモデルに含まれる溶質輸送パラメータの物理化学的意味

岐阜大学工学部 ○中村 幸生
同 棚橋 秀行
同 佐藤 健

1. 研究目的

近年、土中の汚染物質の挙動を精度よく説明できる解析モデルが提案されてきているが、パラメータの物理化学的意味が明らかでないという問題がある。実地盤では、降雨による飽和度や流速の変動などの様々な要因があり、汚染物質の挙動を解析するには、モデルに含まれるパラメータと地盤における諸条件との関係を把握する必要がある。

本研究はvan Genuchtenら¹⁾によって提案されたTwo-Regionモデルに着目し、モデルパラメータと土中の物理化学的状態の関連性を明らかにすることを目的とする。

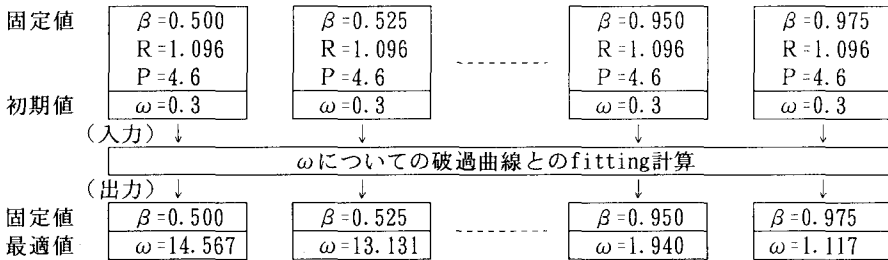
2. TWO-REGIONモデルの基礎式

$$\beta R \frac{\partial c_m}{\partial T} + (1-\beta) R \frac{\partial c_{im}}{\partial T} = \frac{1}{P} \frac{\partial^2 c_m}{\partial x^2} - \frac{\partial c_m}{\partial x} \quad (1)$$

$$(1-\beta) R \frac{\partial c_{im}}{\partial T} = \omega (c_m - c_{im}) \quad (2)$$

スタント数: $\omega = \frac{\alpha L}{(v_m \theta_m)}$ (α :物質移動係数, v :平均間隙流速, θ :体積含水率, L :カラム長), ペクレ数: $P = \frac{v_m L}{D}$ (D :分散係数), 遅延係数: $R = 1 + \frac{\rho K}{\theta}$ (ρ :土の乾燥密度, K :分配係数), 吸着平衡時における可動水中の溶質の存在割合: $\beta = \frac{\theta_m + \rho f K}{\theta + \rho K}$ (f :可動水に接する土の割合), 無次元時間: $T = \frac{v_m t \phi}{L}$ (t :時間, ϕ :可動水の存在比), 無次元距離: $x = \frac{z}{L}$ (z :位置), 溶質相対濃度: $c_m = \frac{C_m}{C_0}$, $c_{im} = \frac{C_{im}}{C_0}$ (C_0 :原水濃度), 添字の m , im :可動水, 不動水の表示。

3. パラメータの推定法



(Fig.1 ω と β の関係を調べるためのprogram)

Fig.1に、パラメータの推定法を示した。RとPは、文献²⁾より決定し、既知量として、fitting計算に用いた。 ω の初期値は、Fig.1では、0.3の場合だが、この他、0.6、0.9の値についても、 β を0.5~0.975までの20通り変化させた計算を行った。最終的に得られる ω の最適値が、Fig.1の最下段に示されている。このようなfitting計算から得られた ω と β の値より、両パラメータの相互依存性を調べた。

4. 結果と考察

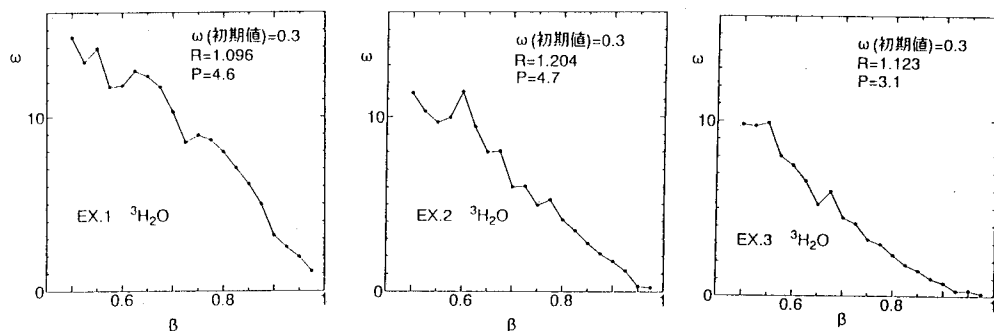
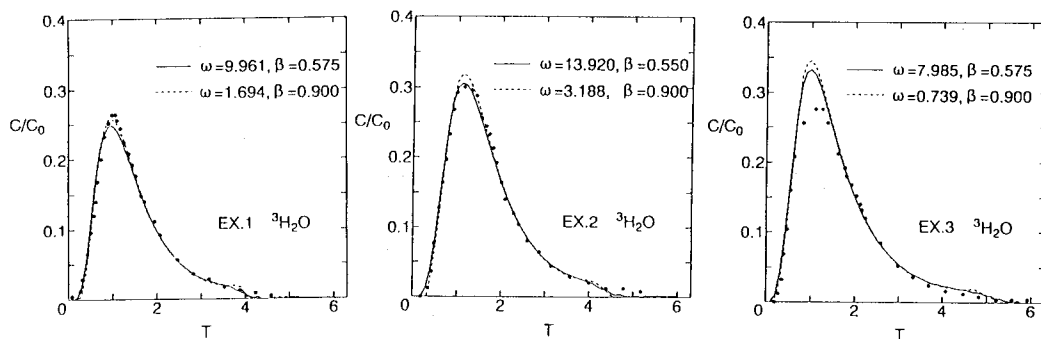
(Fig.2 ω と β の関係)(Fig.3 fittingで求めた各 ω , β 値による破過曲線)

Fig.2より, ω と β の間に濃度によって決まるユニークな関係のあることが認められる. この関係上の組み合わせならば, いずれもfitting上では, 最適値と見なされる. したがって, ω と β のfittingによる組み合わせは無限に存在することが分かる. なお, 参考のため, Fig.3に, ω , β の関係線上の各値を用いて破過曲線を描いた結果を示す. Fig.2中のどの組み合わせを用いても, 実測値を良く再現した破過曲線が描ける.

5. 今後の課題

溶質輸送パラメータ ω と β には濃度によって決まるユニークな相関があるため, 一方のパラメータが同定されれば他方が求まる. 残存飽和度などから β を同定し, ω の値を決定することを考えている. 本研究で用いた参考文献²⁾の土の残存飽和度が判らないため, 豊浦標準砂を用いた筆者らの実験でこの点を確認する予定である.

6. 参考文献

- 1) van Genuchten, M. Th., and P. J. Wierenga, Mass transfer studies in sorbing porous media. I. Analytical solutions, Soil Sci. Soc. Am. J., Vol. 40, pp. 473-480, 1976.
- 2) Nkedi-Kizza, P. et al., Modeling tritium and chloride 36 transport through an aggregated oxisol, Water Resources Research, Vol. 19, No. 3, pp. 691-700, 1983.