

京都大学原子炉実験所 福 井 正 美

地下水の汚染現象は重金属、農業、畜産排水、有機溶媒などにより種々の生産活動に伴い誘起され、その事例は増加する一途である。また、汚染源となる化学種も増して、その汚染機構を複雑にしている。したがって、将来に渡っての地下水汚染による人体影響も含めてそれを防止するためには、汚染現象の機構を解明して汚染物質の挙動を予測する必要がある。土壤に還元される有害物質の多くは化学・生物的作用により変性を受け、長期的には人体に無害となるが、そのような変性を受けないものでも物理的な希釈効果によりその毒性は低減される。本報はこのような物理的分散過程と地下水中溶質（6 価クロム）の土壤の化学的収着過程を取り扱い、溶質挙動のモデル化を試みたものである。ここでは始めに細砂には化学的に吸着され難い Cl^- を用いて immobile 層と mobile 層に関連する物理的パラメータを選定している。この両層間における濃度差を導入したモデルは Coats ら¹⁾により提案された。土粒子の薄層、団粒内溶液さらには土粒子間の死空間を想定した類似の流れモデルなども提案されている²⁾が、まだ実フィールドで用いられた例はない。Fig. 6 の Cl^- 破過曲線 (Run 4) に示された結果では流速が 10^{-4} cm/sec オードと低くなる場合は C/C_0 がすみやかに 1 に漸近し、これが分子拡散の影響と見なされている従来の研究成果³⁾と矛盾はない。土壤との親和性を表すモデルは数多くある⁴⁾が、吸着メカニズムが単純でない溶質については非線形式やモデル式の重ね合わせ方式による予測精度の向上が計られている。例えば前者では Freundlich 型吸着式⁵⁾、後者では本報でも検討されている Model 4 などがあり⁶⁾、ここでは解析解が得られるいるが、非線形式を複合したモデルを用いる場合は数値解に依らざるを得ない⁷⁾。このような複合モデルはチッ素の固定やカリの鉱化現象にも適用されるなど、予測精度を高める研究は盛んである。しかしながら、本報と同様に複数の流れ領域と複合モデルを用いた研究⁸⁾は、溶質の室内実験結果の精度を高めるものの、実フィールドにおいて有用なモデルがこれまでに見いだされていないことが指摘されている⁹⁾ように、モデルの精粗とその適用に関する筆者の考え、モデルの精密化と今後の研究方針との関連などについてご教示願いたい。本報が用いているモデルにより 6 価クロムの砂層カラム破過曲線の予測に成功していること、また、その手法に疑義はないが、最後に Model 4 を用いた場合の kd_1, kd_2 値と Fig. 19 に示されたバッチ実験結果さらには Table 2, 3 に示された溶質の化学的性状を推定させる実験値とパラメータフィッティングに用いられた値との関連性を伺いたい。

参考文献

- 1) Coats, K. H. and B. D. Smith: Dead-end Pore Volume and Dispersion in Porous Media. Soc. Pet. Eng. J. 4, 73-84 (1964).
- 2) 例えば Skopp, J. and A. W. Warrick: A Two-phase Model for the Miscible Displacement of Reactive Solutes through Soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 38, 545-550 (1974).
- 3) Fukui, M. and K. Katsurayama: Fundamental Study on Longitudinal Dispersion of Tritiated Water through Saturated Porous Media. Health Phys. 28, 717-725 (1975)
- 4) 例えば Lapidus, L. and N.R. Amundson. Mathematics of Adsorption in Bed. VI. The Effect of Longitudinal Diffusion in Ion Exchange and Chromatographic Columns. J. Phys. Chem. 56:984-988, 1952.
- 5) 例えば van Genuchten, M. Th., J. M. Davidson and P. J. Wierenga: An Evaluation of Kinetic and Equilibrium Equations for Prediction of Pesticide Movement through Porous Media. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 38, 229-35 (1974).
- 6) Cameron, D. A. and A. Klute: Convective-Dispersive Solute Transport with a Combined Equilibrium and Kinetic Adsorption Model. Water Resour. Res. 13, 183-188 (1977).

- 7) 例えば福井正美, 桂山幸典: 飽和砂層内における Cs および Sr イオンの吸着モデルに関する研究. 土木学会論文報告集, 第 254 号, 37-48 (1976).
- 8) Rao, P.S.C., J. M. Davidson and H. M. Selim: Evaluation of Conceptual Models for Describing Nonequilibrium Adsorption-Desorption of Pesticides During Steady-flow in Soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 43, 22-28 (1979).
- 9) Wagenet, R. J. · Principles of Salt Movement in Soils in Chemical Mobility and Reactivity in Soil Systems. pp. 127-140, SSSA Special Publication Number 11, (1983).