

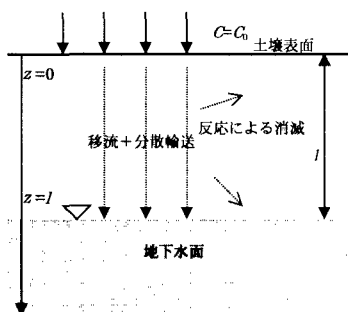


図2 一次元溶質移動現象のモデル図

3. 数値解析結果と考察

式(3)を用いての数値解析例を示す。対象とする溶質は硝酸態窒素とし、図2のような領域において、 $z=0$ の地点で初期濃度 $C_0=2.6\text{mg/l}$ で連続的に投入され、それが地下水方向に浸透していく現象を考える。また土壌層厚は $l=2\text{m}$ 、確率過程の起こる単位濃度幅 $\varepsilon=0.1, 0.05$ とした。

図3は、確率論モデルから得た期待値であり、決定論モデルによる解析結果と併せて示す。両モデルから得られた値はほぼ一致している。また、図4、5は、確率論の期待値、期待値±標準偏差を表わしたものである。±標準偏差内にある確率は $\varepsilon=0.05$ 、 0.1 とほぼ同程度で約70%であり、このことから、濃度の確率分布は正規分布に近いものと考えられる。また、 $\varepsilon=0.05$ の時と比べ、 $\varepsilon=0.1$ の時の方が70%の確率でとり得る濃度範囲が広がっていることがわかる。これは、単位濃度幅 ε が現象のランダム性に関与する因子であることを示している。深さが増すにつれて±標準偏差内の領域は狭くなるが、期待値に対する変動幅は大きくなる。そこで、期待値に対する期待値±標準偏差の比を表わしたものを図6に示す。このグラフからは、 $\varepsilon=0.05$ の時、土壌表面付近では、70%の確率でとり得る濃度の範囲が、期待値の0.87倍～1.13倍であるのに対し、地下水面近傍では、期待値の0.68倍～1.32倍と、土壌表面付近に比べ広がっている。また、 $\varepsilon=0.1$ の時も、土壌表面付近では、期待値の0.81～1.19倍であり、地下水面近傍では0.59倍～1.41倍という結果になった。このことは、地下水汚染の問題において、不飽和土壤中を移動する溶質が、どの程度の濃度で地下水面へ達するかを数学モデルで検討する際、適切な ε の値を設定していれば、最大でどの程度、決定論モデルでの予測を上回る濃度となるかという情報を得たい時に、本確率論モデルを用い得ることを意味している。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に要約する。1)現象のランダム性は、確率過程の起こる単位濃度幅 ε に関係し、 ε の値が大きくなると、現象のランダム性が増す。

2) ε の値は、プロセスの操作条件、現象が起こる場の物理的環境など、理論的に数量化することが困難な要因により変化すると考えられる。従って、対象とする現象に応じて実測、実験的に決定する必要がある。 ε の値を適切に推定することは、現象の予測精度を上げることにつながる。

<文献>

1) 穴戸・関, 1998: 土壌内溶質拡散現象の確率論的モデル化, 土木学会全国大会講演概要集, VII-20

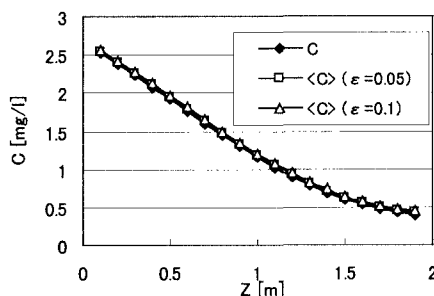


図3 決定論と確率論の比較

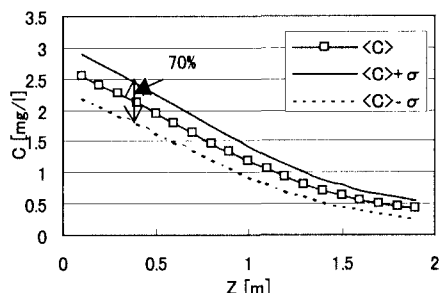


図4 期待値、期待値±標準偏差 ($\varepsilon=0.05$)

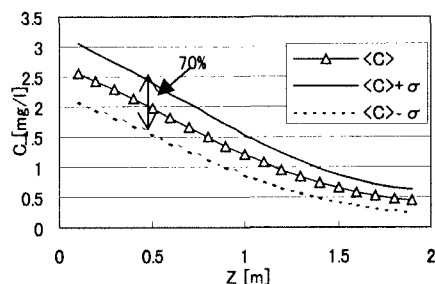


図5 期待値、期待値±標準偏差 ($\varepsilon=0.1$)

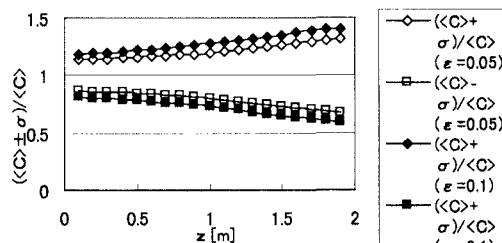


図6 期待値と期待値±標準偏差の比