

討 議

(3) 降雨—蒸発サイクル下での吸着性物質の通気層内移動に関する数値シミュレーション

～非平衡収脱着反応が物質移動に及ぼす影響～

国立公害研究所総合解析部 乙 間 末 広

土壤中の物質移動を数値シミュレーションによって解析しようとする試みは近年多くなっている。その際、解析の複雑さを決定づける主たる要因としては、対象とする系が (1) 水が飽和状態であるかどうか、(2) 水の流れが定常であるか非定常であるか、(3) 反応がどの程度複雑であるか、などである。本論文は態変化をしない吸着性物質が、非定常な流れに乗って、水不飽和層をどのように移動してゆくかを調べたものであり、主に平衡吸着反応モデルと非平衡吸着反応モデルの差異を数値計算によって明らかにしようとしたものである。著者らは結論の1つとして、「吸着の時間遅れ(非平衡吸着)が、蒸散量より降雨量が上回る地域でも吸着性物質を上方に移動させる」ことを指摘しており、大変興味深い。本論文を発表されるにあたり、以下の点についてご説明またはご見解を聞かせていただければ幸いである。

1. 採用されている境界条件、初期条件の物理的意味についてご説明いただきたい。特に、流動方程式の地下水面における境界条件である(6)式は何を意味するのでしょうか。(6)式では、ダルシー則からみて、地下水面において常に下向きの flux が存在することになり、本文中に述べられている「地下水面からの水分供給」はなされないように思う。地下水面での境界条件は $\Psi = 0$ が妥当ではないでしょうか。

2. シミュレーションの精度を検討するにあたって、解析解の存在する条件から、流動状態を定常に仮定しておられる。しかし、この種の計算では、誤差を生む最大の要因は流動方程式に含まれる吸引圧水分曲線 Ψ と不飽和透水係数 K の強い非線形性にあり、定常流れを仮定し流動方程式を省略した場合の誤差評価をもって、非定常流れの場合の誤差評価に代えることはできないのではないのでしょうか。

3. モデルの簡単さ(パラメータの求め易さや計算の容易さも含む)と現象表現の忠実さは、通常、トレードオフの関係にある。平衡吸着モデルが適切か、非平衡吸着モデルが適切かは、対象とする系の特性と解析の目的によると思われる。特に系の特性としては、著者らも指摘しておられるように吸着反応の速さと流速の相対値が重要でしょう。もし、平衡モデルあるいは非平衡モデルを採用するときの基準に関する知見や見解があればお教え願いたい。

4. 図で見る限り、平衡吸着モデルと非平衡吸着モデルの差は、濃度のピーク位置にして最大数cmである。実際のフィールドでは土壤の不均一性や不確実性による影響が大きく、モデルによるこの差は比較的小さいと思われる。本論の主旨からはずれるかも知れないが、この点についてもコメントいただければ幸甚である。