

助成年度：平成2年度

[所属] 九州大学 工学部

[役職] 助教授

[氏名] 神野 健二 (他計4名)

[課題]

地下水取水にともなう河川汚濁物質の地下水系への輸送過程に関する基礎的研究

[内容]

1. はじめに

地下水は一般的に良好な水質であること、また年間を通じて温度変化が小さいこと等から、地表水よりも好まれる傾向にあり、今後も地下水水質の保全が望まれるものと考えられる。ところで産業活動により、例えば金属洗浄用に多量の有機塩素化合物が使用されたり、農業活動で野菜栽培や稲作栽培時に多量の肥料や除草剤が用いられている。このような活動地下水系に対しては潜在的な点源あるいは面源的な物質の負荷源となり、地下水保全に相反する事態を引き起こしている。更に、地下水系で発生した汚染が河川へ流出したり、逆に河川での汚染が地下水系への汚染の拡大にもつながっていることの事態も生じている。従って、地域の水環境保全のためには産業活動にともなう地下水中での物質輸送を詳しく解明すると共に、河川と地下水との間の物質輸送過程の機構を明らかにすることが必要となって来る。

以上のような問題提起に対して、本申請課題では地価水中の多種の化学物質輸送モデルの開発の試みや、地下水系から河川への、あるいは河川から地下水系への物質輸送機構の研究を行った。

2. 多成分化学反応過程を考慮した地下水中の物質輸送モデル

(2-1) 研究の目的

地下水中における物質移動の問題では地下水の流れによる物質の輸送効果と、土壌表面近傍での化学反応過程や微生物が関与する微生物学的な効果が同時に存在している。ここでは、地下水中における陽イオンおよび陰イオンの土壌との相互作用を考慮した物質輸送モデルについてプログラムを開発し、その基礎的な特性を調べた。

(2-2) モデルの概要

ここで取り扱ったのは背景の地下水中に K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} の様な陽イオンが溶存している帯水層へ、高濃度の K^+ を注入した場合の地下水水質の変化の過程を推定するモデルである。これらの式は土壌表面への吸着、表面からの脱着現象、土壌水中の炭酸イオンとカルシウムイオンとの沈澱反応、さらには水素イオン濃度の変化によるpHの変化などを計算するものである。

(2-3) 得られた結果

背景となる元の水質条件や計算に必要なパラメータの値を与えて数値シミュレーションを実行した。得られた結果は、

- ①高い濃度のKの注入によって、吸着されていたCa、Mg、Naが脱着する。
- ②従ってプリューム中のCa、Mg、Na及びKの絶対濃度は地下水中の濃度より高くなる。
- ③Kの注入によってCaが脱着するために、プリューム中にCaが過剰になり、炭酸イオン CO_3^{2-} はCaイオンと結合してカルサイトの沈澱を起こす。
- ④その結果、プリューム中の重炭酸イオン濃度が下流側で背景の地下水よりも低下する。

⑤注入された溶液が過ぎ去った後では Ca、Mg、Na イオンは固相に吸着されたイオンと再び相互作用を通して固相へ移動する。

⑥その結果、注入点では背景よりも低いこれらのイオン濃度が発生している。

⑦注入点付近での Ca イオンの不足により、溶液中に沈澱しているカルサイトが溶解して Ca イオンを供給しようとする。その結果、重炭酸イオン濃度が増加する。

以上のようなことが計算によって求められた。

3. 室見川流域農耕地における地下水水質変動特性-特に陰イオン濃度の変動について-

(3-1) 研究の目的

農耕地からの硝酸性窒素の負荷が大きくなると硝酸性窒素による地下水汚染が進行し、やがては河川での濃度の増加をもたらす、水道水源を脅かすことが考えられる。従って、地下水系と河川との相互作用を考慮することが必要となる。ここでは、農地から地下水系への物質輸送の特性を観察するため、河川および地下水質を継続測定し、その特性について検討した。

(3-2) 得られた結果

溶存酸素および硝酸性窒素等の陰イオンの濃度変化を実測し、以下の結果を得た。

①溶存酸素飽和率は水田の中の井戸に於て5月から下降しはじめ8月下旬に極小値を示した。

②畑地の中の井戸に於いては溶存酸素値は高かった。

③水田の中の井戸では稲の刈り入れ前あたりから溶存酸素量が上昇しはじめた。

④農地の上流側の井戸での硝酸性窒素濃度は1~2 (mg/l) 程度と低く安定していた。

⑤6月下旬から8月下旬にかけて畑地及び水田での硝酸性窒素濃度が減少した。

⑥10月には水田から畑作に転換されたため硝酸性窒素濃度が上昇した。

⑦硫酸イオン、およびリン酸イオン濃度の変化を測定した結果、背景地下水よりは他の地点の濃度は高く推移した。

⑧リン酸イオン濃度の変化については、肥料としてかなりの量が負荷されているにもかかわらず、硝酸イオン、硫酸イオンなどに比べ非常に小さい値となった。

4. トリクロロエチレンの自然河床区間から地下水系への浸透特性について

(4-1) 研究の目的

今回対象とした地域では、灌漑水路につながる事業所の排水口から出たトリクロロエチレンが用水路を流下し、水路の自然河床区間から地下水への浸透が考えられた。本研究では、以上のような状況を解析するためのモデルについて検討し、併せて数値計算によるトリクロロエチレンの濃度予測および水理学的な特性について検討を加えた。

(4-2) 得られた結果

①地下水面が高い定常な流れの場合でのトリクロロエチレンの地下水系への拡がり、飽和帯の深部まで高濃度で及ぶ。

②地下水面が低い状態から上昇する過程では、上向きの流速によって飽和帯への浸透が妨げられ、地下水面近傍での濃度は低くなる。また、下方からのまだ汚染されていない地下水の供給による希釈が生じる。

③地下水面が低い定常な流れでのトリクロロエチレンの地下水系への拡がり、飽和帯近傍に限られる。

④地下水面が高い状態から低下する過程では、地下水面の低下に伴う下向きの流速によって飽和帯の深部まで高濃度で及ぶ。

⑤地下水面が変動することによって、トリクロロエチレンは地下水面が一定の定常な流れ場合とはかなり異なった挙動をする。

5. まとめ

以上のように、本研究では地下水～河川との間の物質輸送機構の解明と、これを定量的に評価するモデル

の必要性の実証、および一部についてはモデルのプログラムの開発を行った。

今後は、農地については、窒素および陽イオンの輸送モデルの開発と実験による検証、またトリクロロエチレンについても、不飽和土壌中での揮散ガスの輸送を考慮して、実験と検証を行い、地下水～河川間での物質輸送現象の解明の研究を継続したい。