

II-267

浅層地下水質の分布特性発生原因の検討

京都大学大学院 学生員 武内 晴彦

京都大学工学部 正 員 米田 稔

京都大学工学部 正 員 井上 頼輝

1. はじめに

我々は2年間程の間、比較的大きな河川周辺での栄養塩を中心とした浅層地下水質の分布特性を調査することにより、浅層地下水質が汚濁した大きな河川からの浸透水や農業活動の影響を強く受けることを明らかにしてきた^{1),2)}。今回の報告は、地下水質の調査領域を河川周辺からより広範囲に広げ、浅層地下水質を決定する因子についてさらに検討を加えたものである。

2. 調査内容

図1に示すある盆地のA川右岸において、1991年12月上旬から中旬にかけての数日間に、家庭や工場などの浅井戸を中心に64の地下水サンプル、A川沿いに14、D川沿いに8の河川水サンプルを採取し、水温、pH、電導度、DO、ORP、COD、pH4.8アルカリ度、陰イオン性界面活性剤、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、硫酸態硫黄、塩素イオン、Na、K、Ca、Mg、Mn、Zn、²²²Rnの各濃度の測定を行なった。A川の流量は冬の渇水期において20m³/secほどであり、B川とD川はそれぞれA川の数分の1~1/10、1/20~1/40ほどの流量である。

3. 調査結果

3.1 河川水質の特長

A川の水質が図1中C点にある下水処理場からの放流水の影響を強く受け、C点より下流で急に悪化することは、過去2回の報告でも述べたが、D川も流量は少ないがA川の水質にかなりの影響を及ぼすほど汚濁の進んだ川である。合流直前のA川とD川の水質を比較すると窒素成分はD川の方が少ないが、塩素イオン濃度は約1.5倍、界面活性剤濃度では約25から50倍、D川の方が高濃度であった。このことからD川は農業排水よりも生活工場排水による影響を強く受けていると考えられる。

3.2 採水深と地下水質の関係

図2、図3はそれぞれ採水深と水温および界面活性剤濃度との相関図を示したものである。いくつかの水質項目について界面活性剤のように浅い所で低濃度から高濃度までばらつきが大きく、深い所では低濃度で安定する傾向が認められた。また水温や²²²Rn濃度は逆に深い所でやや高い値で安定する傾向を示した。これらのことは明らかに浅い方が浸透水の影響を受けやすく、汚濁が進みやすいことを示している。聞き取り調査では、深い井戸を使用している家庭は以前の浅い井戸が工場などでの汲上のため涸れてしまい、しかたなく深い井戸を使用している家庭が多く、実際に採水深の深い地点は汲上量の多い地域に集まる傾向が見られた。これらの井戸は深いといっても数十メートル程であり、その地点でのかなり上部の地下水質を代表していると考えられる。地下水質の平面分布の解析において、解析を浅い井戸のみに限ってしまうと汲上の影響を強く受ける地域が解析からはずれてしまうこと、また採水深不明の試料もかなりあることから、以後の解析では採水深の違いを考慮しないこととする。

3.3 各地下水質項目の平面分布

地下水質項目の平面分布の例として、DO飽和度、COD、塩素イオン濃度の分布図を図4、5、6に示す。DO飽和度や硝酸態窒素濃度はD川右岸の山際などで高

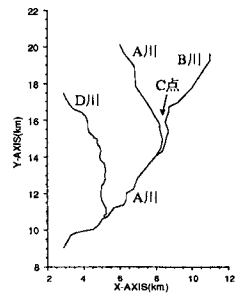


図1 調査領域

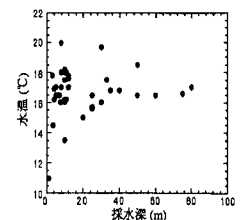


図2 採水深と水温の関係

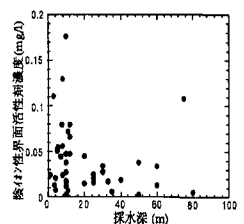


図3 採水深と陰イオン性界面活性剤濃度との関係

く、CODやアンモニア態窒素と逆の傾向を示し、また塩素イオン濃度はD川兩岸のより広い地域で高濃度となるなど、水質項目それぞれに分布特性が認められた。調査領域を水質分布の特長によって図7に示すように5つの領域に分けてみた。各領域の特長は、領域A：電導度,COD,アルカリ度が小さくDOは高い。比較的にきれいな地下水と考えられる。窒素成分や塩素イオン濃度は高いことから農業活動の影響はかなり受けている。領域B：電導度,COD,アルカリ度,界面活性剤,Na濃度,塩素イオン濃度が高く、硝酸態窒素濃度もやや高い。生活工場排水による汚染と、若干の農業排水の影響があると考えられる。領域C：水温が低く、河川水の浸透の影響が考えられる。領域D：電導度が高くDOは低い。肥料に含まれている成分の濃度が高く、農業排水の影響を強く受けている。領域E：CODや界面活性剤は高いが電導度や窒素成分濃度は低い。生活工場排水による汚染があると考えられる。

4. 因子分析による解析

地下水質データを用いて因子分析を行ない、水質分布の発生原因について考察した。因子分析としては主因子分析法を用い、共通性の初期推定値としてはSMC基準、回転法としてはバリマックス回転を用いた。第1因子から第4因子までの因子スコアの分布を図8から図11に示す。各因子が汚染原因を表すものとして解釈したときの各因子の傾向と意味は以下のように考えられる。第1因子：窒素成分を除く無機イオンの浸透量の大きさを示し、総合的な汚染物質の地下水への流入を示す。D川周辺で大きい。第2因子：水田などで還元状態にある水の地下水への流入を示す。第3因子：畑や森林などでの生物分解の結果酸性化した水の地下水への流入を負の因子として示し、図10ではプロット記号の小さい地点ほどこの傾向が強いことを示す。第4因子：工場系排水、生活系排水などの有機物に富む水の地下水への流入を示す。

以上のような因子が重なりあって、図7のような分布になると考えられる。

5. 結論

今回の調査により、D川のように流量は少なくとも汚濁の進んだ川は地下水の水質悪化の原因となっている可能性があること、浅層地下水の水質は生活排水あるいは工場排水などの浸透と、農業活動に大きく影響されることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 米田,井上,滝根: 河川の影響を考慮した地下水中栄養塩分布特性の解析, 第45回土木学会年講, 1990
- 2) 米田,井上,福原: 地下水水質分布特性の時間変化に関する一解析例, 第46回土木学会年講, 1991

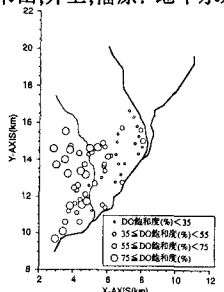


図4 DO飽和度の分布

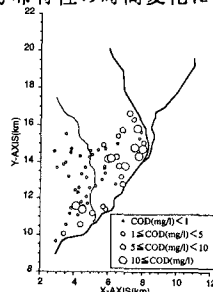


図5 CODの分布

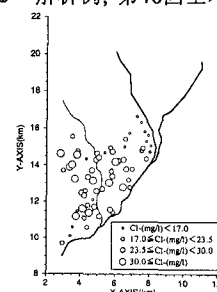


図6 塩素イオン濃度の分布

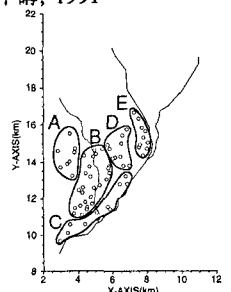


図7 領域分割図

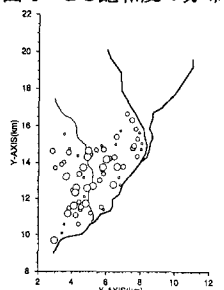


図8 第1因子の因子スコアの分布

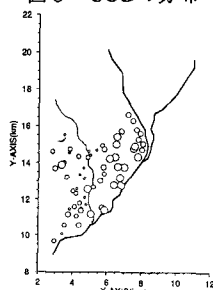


図9 第2因子の因子スコアの分布

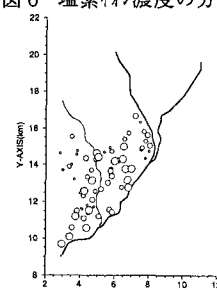


図10 第3因子の因子スコアの分布

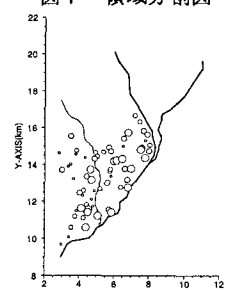


図11 第4因子の因子スコアの分布