

大間々扇状地における地下水の水質特性

前橋工科大学 学生会員 ○阿佐美忠正
前橋工科大学 正会員 土屋十園

1. はじめに

日本の国土において典型的な地形である扇状地では、地質などの特性上、降水によって地上に供給された水は地下への浸透が早いため、河川などから水源を求める事が困難とされてきた。そのため、古くから扇状地では地下水が生活用水として利用されてきた。近代的水道システムが普及した現在でも、地下水は補助的水源として利用されている他、非常用水源としても期待できる。しかし近年、農薬や有機塩素系洗剤、栄養塩類などによる水質汚染が問題となっている。そこで、本研究では群馬県東部に位置する大間々扇状地において水質変動の特性を把握する事を目的として調査を行った。

2. 対象流域概要

対象流域となる石田川流域は、群馬県東部に位置する流域で渡良瀬川によって形成された大間々扇状地からなる南北 16km、扇端幅約 12km、流域面積 125.6k m²、標高 30～130m に位置する流域である。地質的な特徴として表面から関東ローム層、その下に扇状地特有の礫層が堆積しており、高い浸透性を形成しているため、地下水は降水量などによる影響を受け易い地域であるといえる。流域の土地利用は農地 45%、山林 10%、宅地 25%、その他 20%となっている。湧水は主に標高 55～60m 付近多くに見られ流域内では石田川、大川の源頭水源となる矢太神湧水地（図中 A）、重殿湧水地（図中 B）である。図 - 1 に対象流域図を示した。



図 - 1 石田川流域

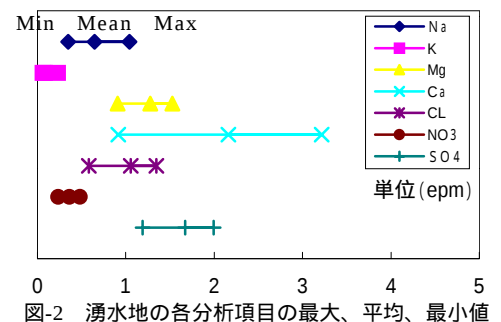


図-2 湧水地の各分析項目の最大、平均、最小値

3. 水質分析項目・調査方法

2002 年 4 月より流域図に示した井戸 10 ヶ所（図中 ○）及び湧水地 2 ヶ所において年 6 回の水質調査を行っている。さらに、定期採水のデータから流域における長期的な水質変動を検討した。水質の分析項目は、カチオン： Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^{+} 、 K^{+} 、アニオン： CL^{-} 、 NO_3^{-} 、 SO_4^{2-} 、この他に T-N（全窒素）、T-P（全リン）、有機物質量の指標としての COD を含めた 10 項目とし、水質の変動特性を明らかにした。これらのデータより、水道水質基準値を大幅に上回っている NO_3 濃度を用いて分布の推定を行い流域全体の NO_3 の分布を示した。また、地下水の短期的な水質変動を把握する為、湧水地点 A において、2003 年 8 月の台風 10 号による降雨を対象とし、雨天時における湧水地の湧出流量と T-N、T-P、COD の発生量から、その関係式となる L-Q 式を求めた。

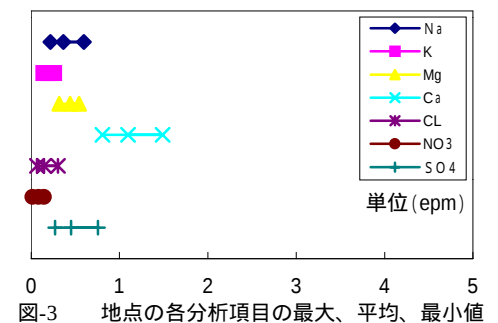


図-3 地点の各分析項目の最大、平均、最小値

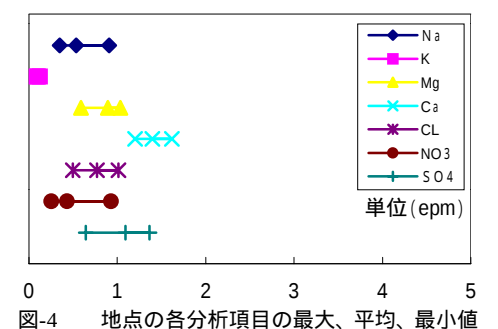


図-4 地点の各分析項目の最大、平均、最小値

キーワード：扇状地、短期的水質変動、長期的水質変動、L-Q 式

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 TEL027-265-7355 FAX027-265-7355

4. 結果と考察

4-1 長期的水質組成変動

長期的な水質変動を把握するため、2002 年 4 月から行っている定期採水の水質組成（カチオン、アニオン）について最大、平均、最小値について検討した。なお、分析項目をひとつのグラフに取り扱う為、濃度（mg/l）を当量濃度（epm）に換算して検討した。

湧水地 A における水質組成を図-2 に示した。NO₃、Mg、K、Na、の溶存濃度はあまり変化がないが、CL、SO₄、Ca については濃度に大きな差が見られた。SO₄ について、その起源は肥料によるものと推定されることから肥料散布状況の変化が現れたと考えられる。Ca については地下土壌を流れるなかで土壌の構成する系とのイオン交換により濃度変化が生じたと考えられる。この様な傾向は、
、
、
、
、
の地点でも同様であった。地点（図-3）では、全ての項目において低い濃度で変化も小さい。原因として、この地点は大川、高寺川付近に位置しているため河川水の涵養を受けている可能性があると考えられる。また、原因は不明であるが地点（図-4）では CL⁻、Ca の濃度変化が小さく NO₃ の最大値が大きいことがわかる。

4-2 短期的水質変動

台風 10 号による降雨を対象に湧水地 A で湧出流量と T-P、COD、T-N との関係を図-5、6 に示した。T-P と COD については降雨後 6～7 時間で、湧水流量増加に伴う濃度変動がみられる、濃度変化は流量より遅れて変動しているが、これは帯水層に貯えられた水の湧出による遅れの影響だと考えられる。しかし、T-P、COD は一度低下するが 24 時間後再び漸増している。これは、地下水が安定する時間とほぼ合致している。地下水帯の水量が減少したにも関わらず濃度が増加しているが、流域外からの地下水の涵養によるものと推察できる。一方で、T-N には大きな濃度変化はなく、一定の値で流出している。さらに、L-Q 式を作成したところ以下のような結果となった。

T - P	$L = 12,867Q^{0.0315}$	$R^2 = 0.0137$
COD	$L = 1491.1Q^{0.3274}$	$R^2 = 0.9282$
T - N	$L = 16434Q^{0.9273}$	$R^2 = 5.0 \times 10^{-5}$

T-P、COD については前述したように濃度増加に遅れがあるため、相関は低い値となった。T-N については濃度変化が小さかったが、高い相関を得る事ができた。

4-3 水質分布の推定

水質分布の推定は 3 次元連続式による有限要素法により検討した。サンプル中最も値にばらつきが見られた 12 月採水時の NO₃ 濃度を用いて作成した水質分布を図-7 に示した。この水質コンターラインより流域の大部分で「水道水質基準に関する省令、（健康に関する項目）」の基準値 10mg/l を上回っていることがわかった。

5 まとめ

・湧水の短期的流出に伴う COD、T-P 濃度の変動は、洪水ピーク後 24 時間の時間差が生じ再び増加する事がわかった。これは湧水の流出特性が流域を越えた涵養域を持っているものと考えられる。また、長期的な水質変動及びモデルによる推定から、NO₃ の水道水基準値を上回る井戸（地下水）が 11 ヶ所ある事がわかった。

参考文献

- 1) 肥田登 扇状地の地下水管理 .PP . 133～143
- 2) 坂田慶太郎 山地・森林域からの汚濁物質の流出に関する研究. PP . 18～21 PP . 26～38

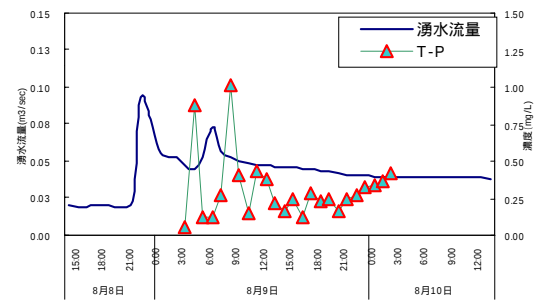


図-5 湧水流量・T-P

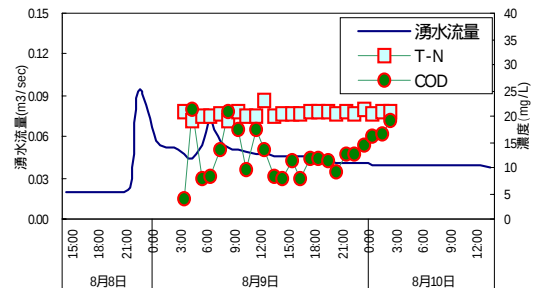


図-6 湧水流量・T-N・COD

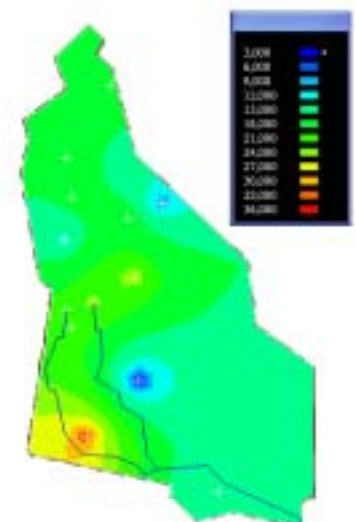


図-7 水質コンター (NO₃)