

大間々扇状地における湧水・地下水流出変動解析

前橋工科大学 学生会員 ○河野 通教
前橋工科大学 正会員 土屋 十圀

1.はじめに

群馬県東部に広がる大間々扇状地は、渡良瀬川によって形成された扇状地であり、扇状地内には数多くの湧水地が存在する石田川流域がある。この流域では、扇状地特有の性質から表流水を得ることは難しく、昔から湧水・地下水は生活に利用されてきた。しかし、大橋らの研究により、近年では、畜産廃棄物の影響で土壌地下水汚染が進行していることが明らかになっている。また、湧水地においては、湧水の氾濫や枯渇が問題となっているが、扇状地における地下水の動態は複雑であり、湧水・地下水流出変動は解明されていないのが現状である。

そこで本研究では、重殿湧水地、矢太神湧水地を対象とし湧水流出解析を行うとともに、石田川流域における地下水変動を明らかにすることを目的とした。

2.対象流域

対象となる石田川流域は南北約16km、扇端幅約12km、流域面積125.6km²、標高約30m～130mの大間々扇状地内に存在し、流域内には数多くの湧水が存在する。流域内の土地利用区分は、農地45%、山林10%、宅地25%、その他20%である。地質特性は、表層に約1～2mの厚さで関東ローム層があり、その下に透水性の良い砂礫層が厚く堆積している。標高55m～66m付近には、約30箇所の湧水が見られ、矢太神湧水地は石田川の水源であり、重殿湧水地は石田川と合流し利根川へ流入する大川の水源地である。また、石田川は全長約13.6kmの一级河川である。図1に対象流域図を示す。

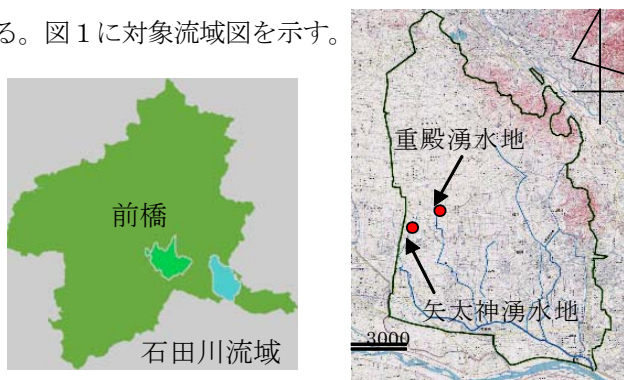


図-1 石田川流域図

3.水文観測結果

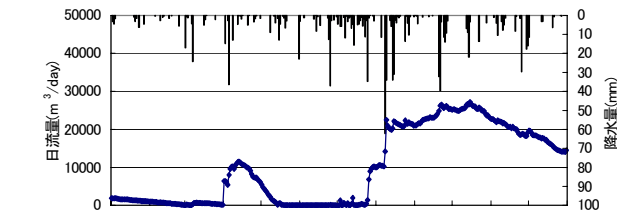


図-2

2003年重殿湧水地ハイドロ・ハイトグラフ

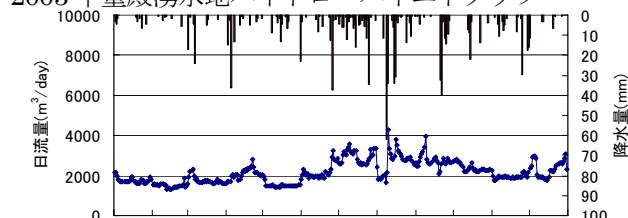


図-3

2003年矢太神湧水地ハイドロ・ハイトグラフ

2003年における重殿湧水地、矢太神湧水地のハイドロ・ハイトグラフを、それぞれ図-2、3に示した。この図からは、矢太神湧水地に対して重殿湧水地の流量には大きなばらつきが見られること、重殿湧水地では降雨があるにもかかわらず渇水状態が続く期間があることなどが確認できた。

4.流況曲線による解析

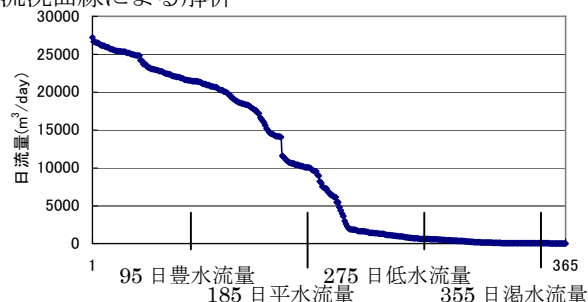


図-4 2003年重殿湧水地流況曲線

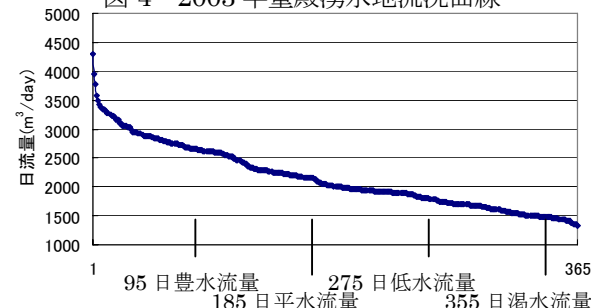


図-5 2003年矢太神湧水地流況曲線

キーワード 扇状地, 湧水, 地下水, タンクモデル

連絡先 〒371-0805 前橋市上佐鳥町460番地の1 前橋工科大学 TEL 027-265-7355

図-4,5 はそれぞれ重殿湧水地、矢太神湧水地の流況曲線である。重殿湧水地においては渇水日数が多いにもかかわらず、低水流量から最高流量までに約 25000m³/day もの流量差があることが確認できた。また、矢太神湧水地では全体的に流量が安定していることが確認できた。

5. タンクモデルによる解析

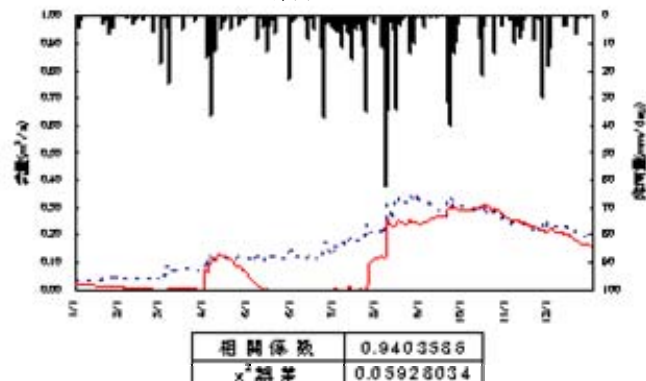


図-6 2003 年重殿湧水地タンクモデル

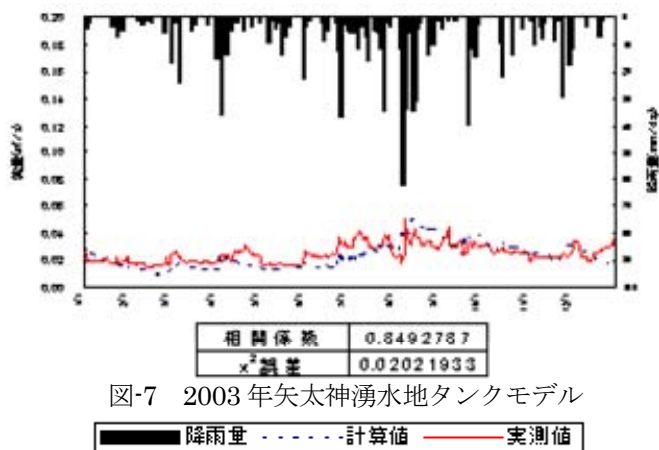


図-7 2003 年矢太神湧水地タンクモデル

図-6,7 はそれぞれ重殿湧水地、矢太神湧水地におけるタンクモデルによる流出波形である。重殿湧水地での解析では、図からも確認できるように、渇水時期における相関が極めて低いことが示されている。また、相関係数の値は高いのに対して、誤差は 0.06 と大きくなっている。矢太神湧水地での解析では、重殿湧水地と比較してみると、一見、相関性が高いように考えられる。しかし、誤差に関しては約 0.02 という値であるが、相関係数に関しては約 0.85 と重殿湧水地より低い値となっている。重殿湧水地においては、原因不明の渇水により大きな誤差が生じたが、それぞれの湧水地において、データの追加による再検証が課題である。

6. 有限要素法による解析

(1) 3次元地下水流動式

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) = s_s \frac{\partial h}{\partial t} - Q$$

k_{xx}, k_{yy}, k_{zz} : 主軸方向の透水係数

h : 水頭 Q : 流量フラックス

s_s : 比貯留係数 t : 時間

(2) 有限要素領域

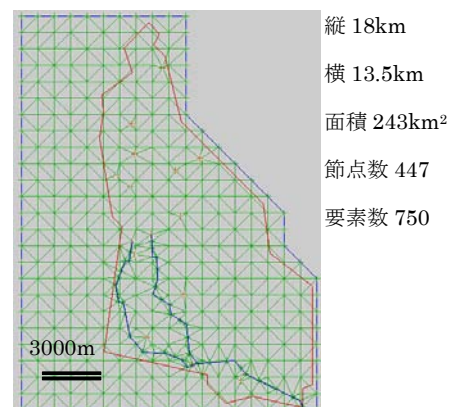
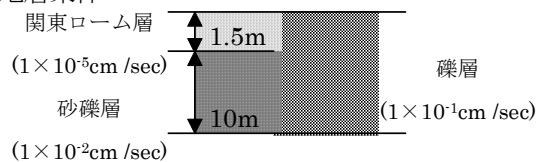


図-8 有限要素領域

(3) 地層条件



(4) 解析結果

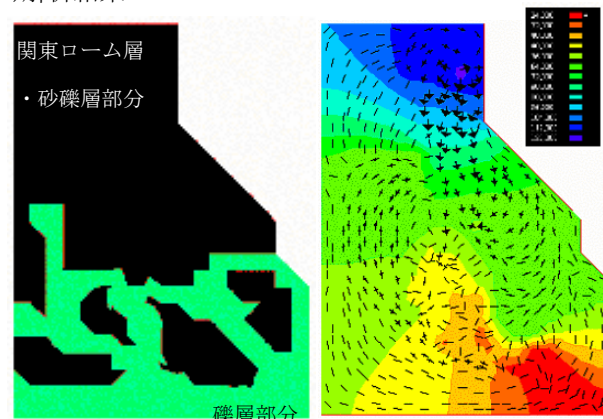


図-9 推定地下水ベクトル

図-9 は、(1)~(3)の条件で解析を行ったものであり、特に地層条件を二層にしたことで、地下水ベクトルの複雑な動きや大きさが一様でないことが確認できた。

7. まとめ

湧水地における渇水や流量流出の特徴的な変化を確認することができた。また、有限要素法による解析により、地下水の複雑な動きや流速分布を詳細に表すことができた。

参考文献

- 1)群馬県太田土木事務所：石田川流域 地下水位および湧水量観測
- 2)国土庁土地局国土調査課：土地分類図 10 (群馬県)
- 3)萩原健二：扇状地河川流域における地下水変動と湧水流出現象解明、修士論文