

## 扇状地河川流域における流出解析

前橋工科大学 学生員 渡辺 智人  
前橋工科大学 正会員 土屋 十閑

### 1. 研究背景と目的

石田川流域は、群馬県東部の大間々扇状地に位置し、その大部分が扇状地で占められている。扇状地特有の高い透水性により、降った雨はそのまま地下へと浸透していく。そのため、扇状地を流れる河川の水はほとんど地下を流れる伏流水であり、地上を流れる流量は少ない。また、ここ最近では高速道路の建設や住宅地の開発などが進められており、将来流出の変化が生じると考えられるため、治水対策として調整池が計画され、下流への流入量の低減を計っている。

従来の研究で、湧水池や銅橋地点までの流域の流出解析は行われており、その小流域では流域外からも地下水の流入があることがわかっている<sup>3)</sup>。しかし、石田川全流域においてはまだ解明されていないため、今回は流域を広げ、牛沢橋地点までの流域を対象として研究を進めて行く。流域内の井戸の地下水位データや矢太神湧水池、銅橋、牛沢橋地点の河川流量などから地下水を含む流出解析を行うことにより、地下水変動と河川の流量の関係について解明することを目的とする。

### 2. 対象流域

対象となる石田川流域は標高 35~130m で、洪積世後期の渡良瀬川の氾濫によって形成された南北 16km、扇端幅 12km の大間々扇状地が大部分を占めており、北部には八王子丘陵、金山丘陵と呼ばれる丘陵地帯が広がっている。

上流域は扇状地特有の砂礫層で透水性が良く、降った雨はまず地下へ浸透し、扇状地末端付近で湧水となって現れるため、標高 50~60m 付近には約 30 箇所の湧水群が見られる。これらの湧水は石田川をはじめとする河川の源頭水源となっている。その中でも矢太神湧水池、重殿湧水池は共に国指定の史跡となっている。

また、石田川は全長約 13.6km、流域面積 125km<sup>2</sup> の一級河川であり、途中、大川や八瀬川などと合流し、最終的には利根川へと注ぐ。図-1 に流域図を示す。

### 3. 調査方法

#### (1) 地下水位・湧水量

地下水位の観測は、群馬県太田土木事務所の協力を得て共同で観測を行っており、流域内の既設井戸 11 箇所および 2 箇所の湧水池において圧力式水位計、データロガーにより 1 時間毎の水位の測定を行っている。

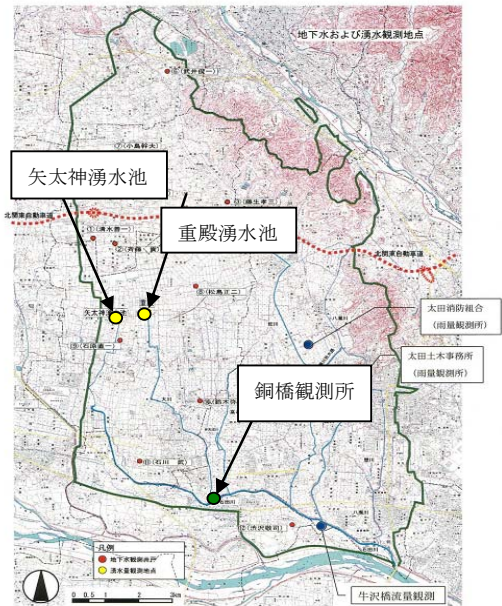


図-1 石田川流域図

#### (2) 河川流量

牛沢橋地点の流量は、群馬県県土整備局より提供していただいた水位データおよび H・Q 式より流量を算定した。また、銅橋地点については、研究室で独自に水位観測をしており、リモートアクセスユニット方式により一時間毎の水位を研究室のパソコンに記録している。既往研究で作成した H・Q 式から流量を算定した。

#### (3) 流域平均雨量

解析に用いた降雨量データは、桐生(気象庁)、伊勢崎(気象庁)、八斗島(国土交通省)、大間々(国土交通省)、太田(太田土木事務所)の計 5 箇所の観測所より収集したデータを用い、ティーセン分割法によって流域平均雨量を求めた。

### 4. 解析方法

石田川流域における流出解析を行っていくにあたり、本研究ではタンクモデルを用いて解析することにした。

タンクモデルは、流域の流出機構をいくつかの貯留型タンクの組み合わせによってモデル化されたもので、適合性もよいことから洪水流出解析にも低水流出解析にも用いられることが多い。

また、モデルの構造を決めることが必要であるが、その際にタンクモデルにより計算された流出量と実測した流出量が一致するように、試行錯誤を繰り返すことで決定していくのが特徴である。

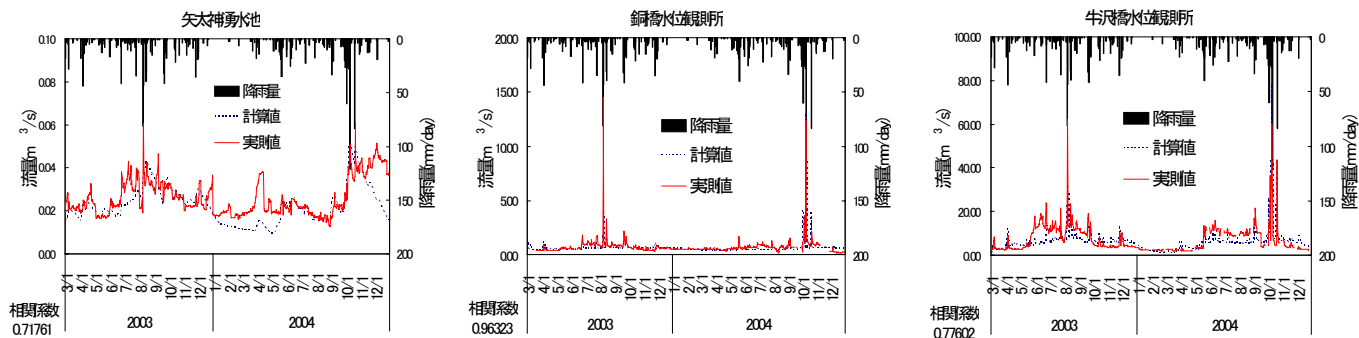


図-2 矢太神ハイト・ハイドログラフ 図-3 銅橋地点ハイト・ハイドログラフ 図-4 牛沢地点ハイト・ハイドログラフ

5. 解析結果と考察

(1) ハイト・ハイドログラフ

解析期間を2年間として、矢太神湧水池、銅橋地点、牛沢橋地点の3地点においてタンクモデルで流出解析を行った。得られたハイト・ハイドログラフをそれぞれ図-2, 3, 4に示す。得られた相関係数は矢太神湧水池で0.718、銅橋地点では0.963、牛沢橋地点では0.776となった。銅橋地点に比べて、矢太神湧水池や牛沢橋地点での精度が低くなった要因としては、湧水が被圧性で圧力の影響を受け易いことや、利根川本川近くの水門による河川水位の変化などが挙げられる。

(2) 地下水流出の割合

また、今回は2年という長期の流出解析であるため、タンクモデルは4段構造を用いた。したがって、上から3段目と4段目からの流出が地下水流出となる。そこで、各地点での全流出における地下水流出の割合を算出した。表-1に示すように、矢太神湧水池は湧水による流出のみであるため、全て地下水流出、矢太神湧水池から約6500m流下した銅橋地点においては地下水流出が約64%、同じく約8500m流下した牛沢橋地点では約86%となった。

(3) 河川の水位・流量と井戸水位

矢太神湧水池、銅橋、牛沢橋の3地点における河川の水位・流量の実測値と、それぞれの地点から最も近い場所に位置する井戸の地下水位の関係性を検討した。図-5はその結果の一部である。2004年5~7月の期間における湧水池の水位と、その地点より南方約500mに位置する井戸水位の変動を比較したもので、相関係数は0.714と高い値になった。しかし他の期間も検討し全体の結果を見ると、このような良い相関が見られるのは、3地点のいずれにおいても一部の期間に限られ、ほとんどの期間はばらついた結果となった。

(4) タンクモデル計算上の地下水位と井戸水位

図-6に示すグラフは、図-5と同じ地点において、今回は実測値ではなく、タンクモデル3,4段目の計算上の地下水位の変動を用いて2003年の1年間のデータで関係性を表したものである。相関係数は0.8336と高い値が得られた。

6. まとめ

ハイト・ハイドログラフは、3地点とも比較的

表-1 地下水流出の割合

| 地点       | 矢太神  | 銅橋   | 牛沢橋  |
|----------|------|------|------|
| 地下水流出の割合 | 100% | 約64% | 約86% |

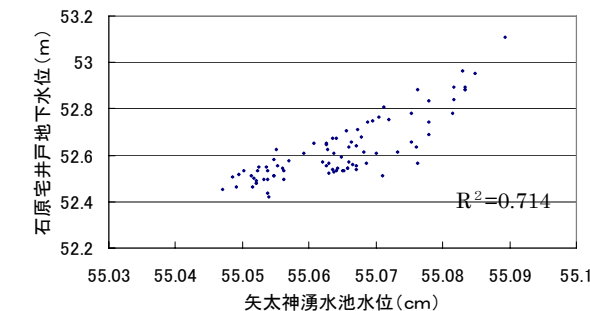


図-5 2004年5~7月の湧水池水位と井戸水位

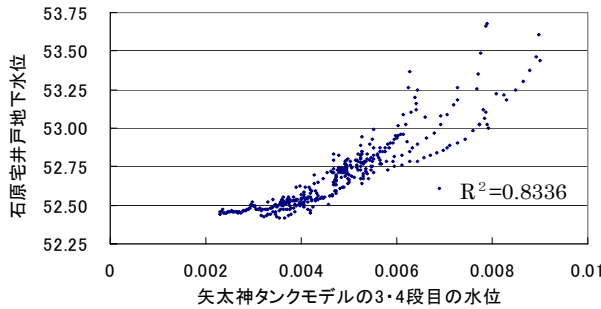


図-6 2003年 タンクモデル計算上の地下水位と井戸水位

良い相関が得られ、特に銅橋地点では高い適合性を示すことができた。

扇状地を流れる河川は地下水が占める割合が非常に高いということが確認できた。

単純に河川の水位・流量とその周辺の地下水位を比べただけでは、その間での水収支を確認することはできなかった。

タンクモデルの地下水位変動と井戸の地下水位変動の相関が得られたことで、地下水流出についてもタンクモデルの精度が良いということが示せた。

参考文献

- 1) 河野伊一郎：地下水工学、鹿島出版会、pp.6-10
- 2) (株)ワコスジャパン：タンクモデル解説書、pp.3-14
- 3) 萩原健司：扇状地河川流域における地下水変動と湧水流出現象の解明、修士論文
- 4) 河野通教：大間々扇状地における湧水・地下水流出変動解析、卒業論文