

扇状地河川における地下水位変動と湧水流出現象

前橋工科大学大学院 学生会員 ○萩原 健二
前橋工科大学工学部 正会員 土屋 十圀

1. はじめに

扇状地においては降雨や河川水は地下に浸透してしまうため、水循環を把握するのは困難である。大間々扇状地に位置する石田川流域においては、地下水や湧水の流出による洪水被害が発生している。しかしながらこの流域の水循環メカニズムは未だ解明されていない。そこで本研究では流域内の地下水位、湧水および扇状地河川を長期的に観測することにより、石田川流域の水循環メカニズムを解明するととした。既に筆者らの研究の結果では、流域内の地下水の動態について求められており、地下水位は標高の低い方から上昇し、伝播していくことがわかっている。今回は地下水の動態現象をもとに流域の水収支、流出率および地下水位変動について準三次元地下水モデルで検討を行った。

2. 対象流域概要

群馬県東部、赤城山麓東南面に位置する石田川流域は渡良瀬川によって形成された大間々扇状地からなっている。南北約 16km、扇端幅約 12km、標高 30m～130m、流域面積 125.6km²の流域である。扇状地の地質は表層から関東ローム層、砂礫層、凝灰角礫層という透水性の高い地質である。幹川である石田川は、矢太神湧水地を源頭水源とし、同じく重殿湧水地を源頭水源とする大川と合流して利根川に注ぐ、河川長 13.6km の一級河川である。流域内の井戸、湧水地、河川において水位計を用いた水位観測、流量観測を行った。

図-1 に対象流域図および観測地点を示す。図-1 の①～⑫は観測井戸、A:矢太神湧水地、B:重殿湧水地である。また矢太神湧水地より約 6500m 流下した銅橋地点にて水位流量観測を 2002 年 3 月よりおこなっている。

3. 涵養域の推定

河川や湧水の流出について検討を行う場合、流域面積の外に涵養域が重要となる。しかし、扇状地河川や湧水地においては、降雨の浸透、河川水の伏流などにより涵養域を推定することは困難である。そこで地下水等高線を用い、涵養域の推定を行った。地下水等高線に直角に地下水が流れると仮定する。図に流向ベクトルをプロットし地下水の流れを推定した。地下水の流れと範囲および地形界をもとに、矢太神湧水地、矢太神湧水地の涵養域を含む石田川銅橋地点の涵養域を算定した。

石田川全体の流域面積は 125.6km²で、矢太神湧水地は 16.5km²、および矢太神湧水地を含めた石田川銅橋地点の涵養域は 33.5km²である。図-2 に地下水位等高線および矢太神湧水地涵養域、石田川銅橋地点における涵養域図を示す。

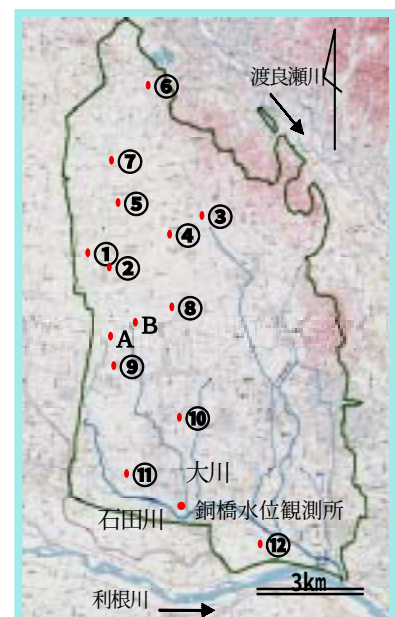


図-1 対象流域および観測地点

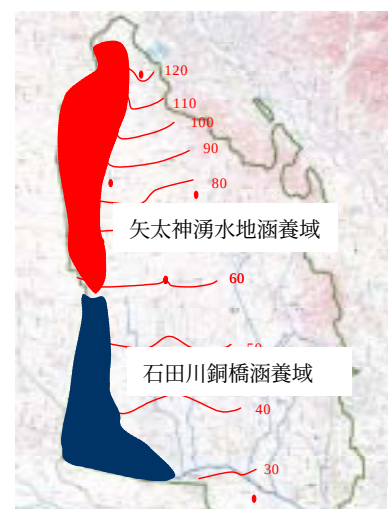


図-2 涵養域図

キーワード：扇状地河川、湧水流、涵養域、流出率、有限要素法

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

4. 扇状地河川と湧水流出

扇状地河川である石田川と矢太神湧水地において降雨による影響を求めた。図-3 は矢太神湧水地の湧水流量ハイドログラフおよび石田川銅橋地点のハイドログラフである。また、それぞれにおいて直接流出、基底流出の分離を行った。対象降雨は2003年9月20日～22日、総降雨量97.7mmである。矢太神湧水地については降雨に対しての応答がほとんどないことがわかる。一方、石田川においては降雨に対する流量の応答が敏感である。また、2003年の比較的大きな降雨における降雨量と流出率の関係を示したものが図-4である。矢太神湧水地については降雨量によらず流出率が低くほぼ一定の値である。しかし、石田川においては降雨量が大きくなると急激な流出率の上昇が見られた。

5. 有限要素法による地下水位変動

地下水の流れは地形界に依存しておらず、実際には涵養域内外の流入、流出が考えられる。水収支を検討したが、地形界だけに依存した水収支では大きな誤差となった。そこで、有限要素法をもちいて涵養域内外の地下水位の動きを推定した。図-5は2003年8月の地下水位等高線である。地下水が地下水位等高線に直角な流向ベクトル方向に流れると仮定すると、地下水の流れを推定できる。石田川に向かって地形流域界および涵養域外から流向ベクトルがあることがわかる。

以上のことから、地形界に依存しない地下水の流れを求めることができ、涵養域外から流入があることが推定できた。基底流出が支配的である石田川の流れは地形界外および涵養域外からの流入であると思われる。

6. まとめ

湧水地、河川の涵養域を推定し、降雨に対する影響を求めた。湧水、河川流量ともに基底流出が支配的ではあるが、河川においては降雨に対する直接流出の応答が大きく、降雨上昇とともに流出率の大幅な増加が見られた。有限要素法を用いて流域外の地下水の流れを求めることで、地形界および涵養域外からの流入が推定できた。

参考文献

- 1)萩原健二、土屋十圀：扇状地河川における地下水位変動と湧水出現象、2003年研究発表会要旨集、水文水資源学会、pp. 72-73
- 2)地下水ハンドブック、建設産業調査会、pp.17-49
- 3)山本莊毅：地下水水文学、共立出版、pp.118-138

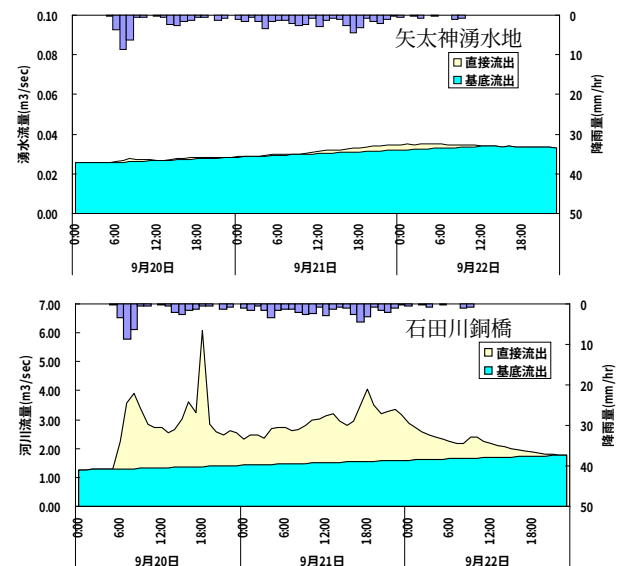


図-3 流出ハイドログラフ

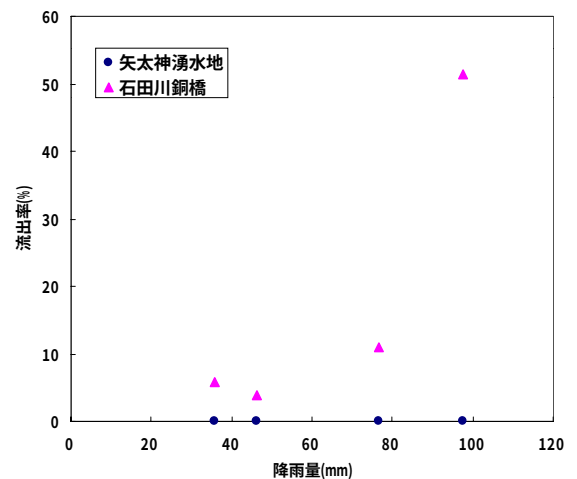


図-4 降雨量と流出率の関係

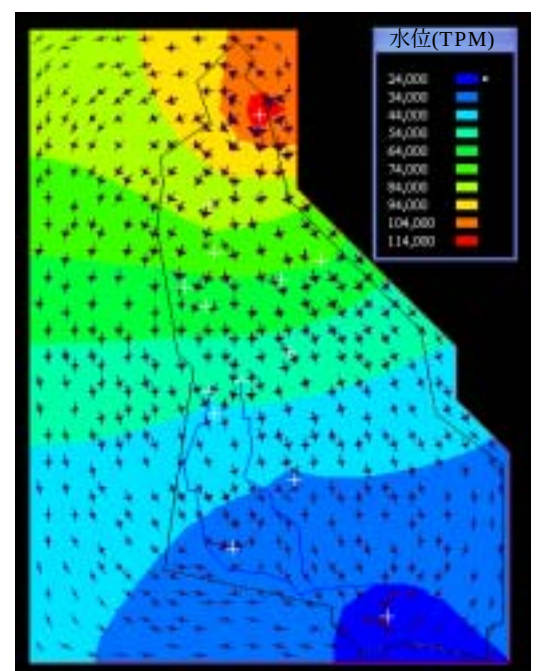


図-5 有限要素法による地下水位の推定