

玄武岩を帯水層とする流域の水文流出特性—佐賀県塩田川を対象として—

九州大学 学生会員 ○西海 能史
 鉄道運輸機構 正会員 真名子 武
 九州大学 正会員 神野 健二
 九州大学 正会員 広城 吉成

1. 目的

近年、閉鎖性海域における地下水の流出量や水質への関心が高まっている。この背景には、地下水経路で供給される富栄養化物質の負荷が挙げられる。しかしながら、どのような帯水層を流動する地下水が量的・質的に寄与するかの系統的な研究については、緒に就いた段階であると考えられる。表流水に比べて地下水経路に関わる水量および水質の影響が海域の広範囲に及ぶとは考えにくい、局所的には流出先の海域環境に影響を及ぼす可能性がある^{1),2)}。そこで本研究では、玄武岩を主な帯水層とする有明海北西部佐賀県塩田川流域を対象に地下水流動解析及び水収支解析を行った。

2. 解析対象領域の特性

2.1 流域特性

塩田川は火山性岩の多良山系北部の山間部を水源とし延長約 26km、流域面積 128.0km²の二級河川である。年間降水量は上流部で約 2,000mm である。支流の吉田川と岩屋川内川にはそれぞれ横竹ダムと岩屋川内ダムがある。水収支解析および地下水流動解析期間は、2004 年～2006 年である。地下水流動の数値計算格子間隔は東西 50m×南北 50m とし、国土交通省平成 9 年発行の 1/10 土地利用区分図を基に整理した。地形標高、水理基盤面、陸上部における有明粘土層の分布等の水理地質構造データも整理した。塩田川流域の地質特性としては、多良岳周辺は、鮮新世から第四紀前半に噴出した玄武岩、角閃石安山岩であり、多様な岩体に区分される。土地利用の特徴としては、火山山麓の傾斜が緩やかな斜面において古くから茶畑やみかん栽培が盛んである。山頂付近一帯の国有林は自然公園地域となっている。また、土地利用の 50%以上を森林が占めている。水理地質が玄武岩であることからクラックが発達し、雨水の浸透性に富む流域と考えられる。

2.2 適用する数値モデル

本研究では、土地利用状況を考慮した地下水涵養モデルと、海域への地下水流出量や塩水侵入を考慮するため、準 3 次元淡塩 2 相地下水流動モデルとの結合モデルを用いる。地表面の地覆条件に対応した降雨の樹冠遮断、表流水および地下浸透成分の分離には、堤等が適用した涵養モデルを用いる³⁾。可能蒸発散量の算定には、流域内の嬉野雨量観測所の日平均気温データを用いてハモン法を適用した。

3. 数値計算結果および考察

当流域での地下水位観測地点は平地部の沖積粘土層を加圧層とする被圧帯水層にある。2004 年の地下水位の観測データを数値計算との比較に用いた。一方、月別の揚水量として 2002 年度のデータのみが入手できたので、2004～2006 年にも 2002 年の揚水量を用いた。図-1 に 2004 年における北鹿島地下水観測地点での地下水位を比較している。この観測点の区域では、主として 6 月と 7 月に 12,700m³/月程度揚水されている。また、冬期にはビニールハウス栽培のため揚水が行われている。細部の再現状況は十分ではないが、数値計算値は実測値を概ね再現されている。

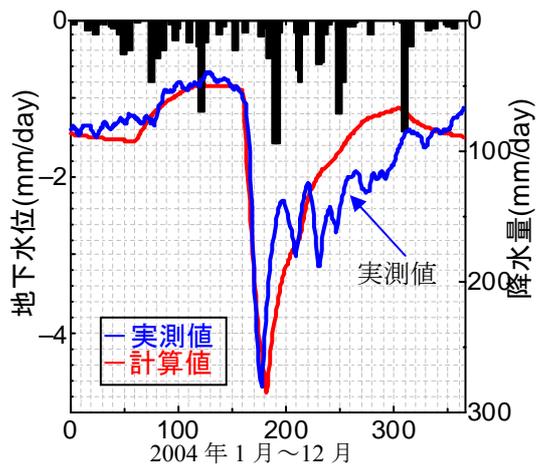


図-1 地下水位変動状況(日)

キーワード 有明海、佐賀県塩田川、玄武岩帯水層、渇水期基底流量、海域への地下水流出量

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡九州大学大学院工学研究院環境都市部門 TEL 092-802-3429

つぎに、本解析モデルの妥当性を検証するため、有明海の潮位変動の影響を受ける感潮区間の潮止め堰近傍の塩田橋上流域を対象として水収支解析を行った。

$$Q_r = q_{surf} + q_{riverout} \quad (1)$$

$$q_{seaout} = q_{recharge} - q_{riverout} - \Delta S - EVT_2 \quad (2)$$

ここに、 Q_r は河川流量、 q_{surf} は地表面に到達した降雨成分のうち表面流出する成分、 $q_{riverout}$ は地下水からの基底流出量と中間流出量の合計で、地下水流動モデルから求めることができる。 q_{seaout} は海域への地下水流出量、 $q_{recharge}$ は雨水の浸透量である。なお、 ΔS は流域内貯留水の変化量であり、ここでは0と仮定している。 EVT_2 は地下水位が地表面に近い1.5m以浅に毛管上昇による蒸発散が起こると仮定して、地下水流動モデルから求めている³⁾。図-2に示すように、河川比流量の年平均値を実測値と計算値とを比較している。計算値は実測値と概ね一致している。式(2)より求めた2004年度の直接流出量は、降雨量2,256 mm/yearに対して238.7mm/year(10.6%)となった。なお、直接流出量 q_{surf} は塩田橋水位観測所の河川流量実測値に対する図解法による直接流出量213mm/year(9.43%)と概ね一致している。著者らの検討では、有明海に流入する8河川の直接流出率は15.9%であることから¹⁾、塩田川流域の方が小さい。これは同流域が降雨の浸透しやすい玄武岩を主たる帯水層としているためと考えられる。地下水涵養量は1,522mm/year(67.4%)、実蒸発散量は488mm/year(21.5%)と算定された(可能蒸発散量は822mm/year)。水位観測点塩田橋地点の帯水層横断面を通過する地下水流量(q_{seaout})は300mm/yearと推定された。図-3は、有明海に流入する8つの一級河川と塩田川の渇水期の河川流出量である基底流出量をそれぞれの流域面積で除した比基底流出量を比較したものである。塩田川の比基底流出量が他流域に比べ大きな値を示すことから玄武岩地層に地下水が多く貯留されることが分かる。

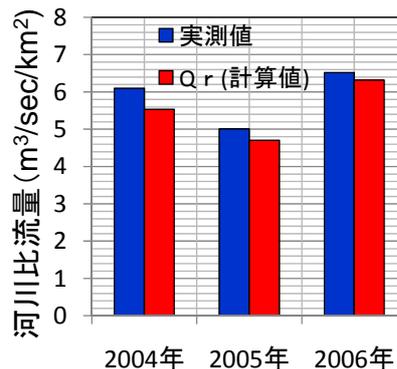


図-2 河川比流量の比較

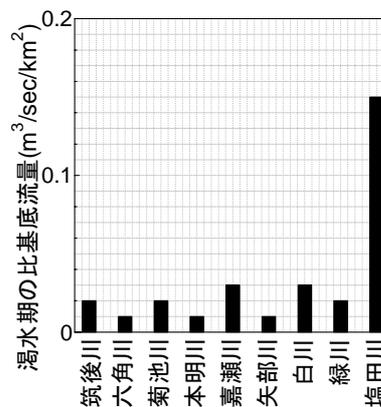


図-3 河川渇水期の比基底流出量比較

4. 結論

玄武岩を主たる帯水層とする塩田川流域では森林面積が多いことや亀裂が発達していること、さらに水理基盤が深いことなどから雨水の浸透量が多い傾向にある。このことは、海底湧出水質も酸化的水質環境であることから推測できる²⁾。今後は湧水量の推定精度を向上させるとともに、対象域の地下水水質形成機構についても解析を進めたい。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、堤敦博士には有意義なご助言をいただいた。また、関係行政機関には資料のご提供をいただいた。此処に記して深謝申し上げます。

参考文献：

1) 西海能史、安元純、広城吉成、神野健二(2008)：地下水による環境負荷、JST 「有明海生物生息環境の俯瞰的再生と実証試験(研究代表者楠田哲也)」研究成果報告会、開催日 2008年10月31日、開催地：佐賀大学
 2) 安元純、広城吉成、高岡秀朋、古市久士、松原英隆、神野健二(2007)：有明海沿岸域の佐賀県太良町大浦沖における海底地下水湧出と栄養塩の輸送、水工学論文集、第51巻、pp.481-486
 3) 堤敦、神野健二、森牧人、広城吉成(2003)：表流水ー地下水系水循環機構の解析-九州大学新キャンパス建設地を対象として-土木学会論文集、No.747/II-65、pp.29-40