

立命館大学理工学部 学生員 ○小沢和也
立命館大学理工学部 正会員 伊藤隆郭

立命館大学理工学部 正会員 江頭進治
立命館大学理工学部 学生員 片岡隆志

1.はじめに 流域の水循環は、降雨、表面流、地下水流、浸透、蒸発散などから構成される。蒸発散を除いたとしても、これらの要素は相互に関連し、流域全体の水循環の把握は容易ではない¹⁾。本研究においては、その端緒として、沖積平野における降雨、地下水および琵琶湖の関係、特に地下水の挙動について検討する。なお、対象とする流域は草津川流域である。

2.草津川流域の概要 草津川は琵琶湖に流入する河川の一つであり、流路長は14.7km、流域面積は34.0km²である。図-1は草津川流域の概要である。流域の年間降水量は約1600mm程度で、我が国の平均値にほぼ等しい。流域の地質は、山地部は花崗岩帯、平野部は沖積層である。図-3は図-2に示す地点でのボーリングデータであるが、沖積層の堆積履歴の複雑さが分かる。草津川は全国でも屈指の天井川であり、2002年6月に、掘りこみ河川に変更され、旧河道は運用されていない。また、図-2に示される一帯では、灌漑用水として琵琶湖の水が逆水されており、数多くのため池が構築され、表面水の水利用の上から見ても水循環が複雑である。図-4は、降雨に対してkinematic wave法を用いて、旭橋水位観測所(図-2参照)における流出解析を行った、計算結果と観測データの比較である。計算においては、地下への浸透を考慮せず、降水が全て流出するものとして求められている。図における差は草津川流域において、蒸発散と地下への浸透を表し、当流域における降水の地下浸透量が大きいことを表している。そこで、地下水位および琵琶湖水位に着目した解析を行う。

3.地下水位データの解析 図-5は、1994年4月から2002年8月までの琵琶湖日平均水位と草津雨量観測所で観測された日雨量および地下水位に関する観測値である。観測地点は、図-2に示している。これによると各観測点における水位は、琵琶湖より山側に向かうにつれ、地下水位が高く、降雨に対してほぼ類似した応答を示しているようである。そこで、ここでは、降雨(x)と琵琶湖水位(y)、および降雨(x)と地下水位(y)に関する相関関係を調べるために高速フー

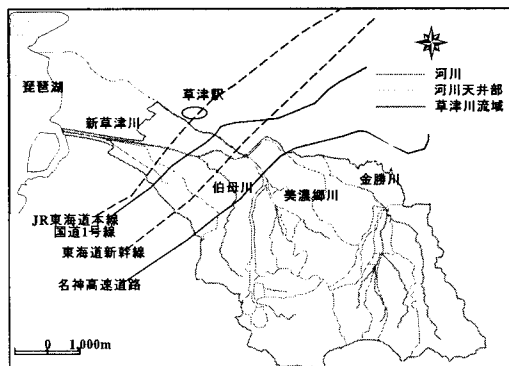


図-1 流域図



図-2 観測点の位置

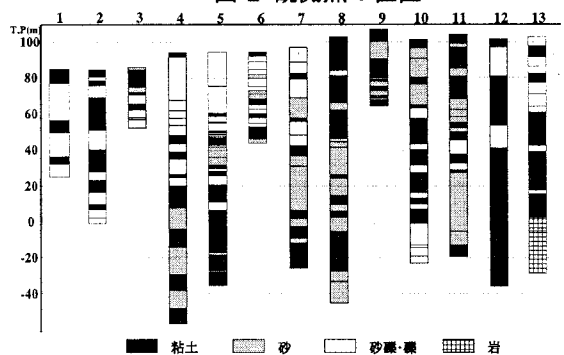


図-3 柱状図

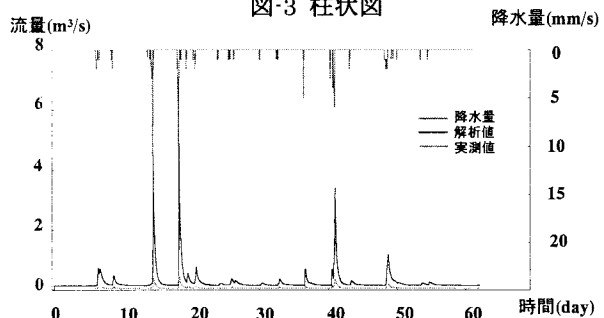


図4 解析値と実測値の比較

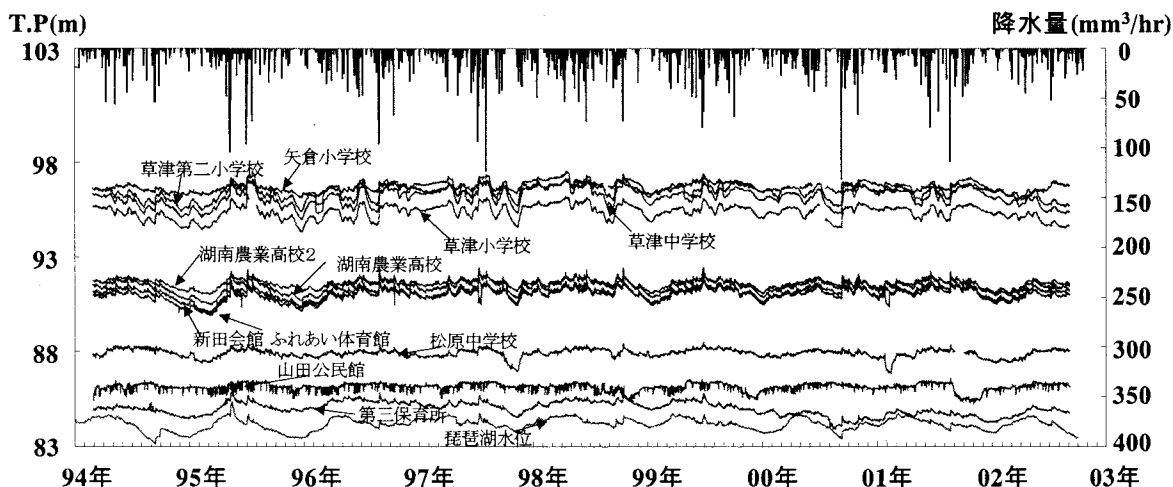


図-5 地下水位・琵琶湖水位・雨量の経年変化

リエ変換(FFT)を用いて相互相関関数 C_{xy} を計算した。計算は、全ての観測地点のデータに対して行っているが、ここでは、図-6 に示すように、草津中学校(以下 K と呼ぶ)および琵琶湖水位(以下 B と呼ぶ)に関する結果を示す。なお、 C_{xy} は最大値($C_{xy\max}$)を用いて基準化している。降雨と K の水位、および降雨と B の水位の相関はともに、酷似しており、約6日目に相関のピークが見られる。この結果から、観測地点における地下水・琵琶湖水位と降雨の応答は類似しており、琵琶湖水位変動への地下水の影響が大きいものと推察される。また、降雨に対する地下水の応答のズレから、対象流域の地下水が不圧地下水である可能性も考えられる。このように、降雨と地下水位の相関は大きい。ここで、降雨に対する地下水の応答を見るためには、地下水の挙動に関する数値解析が有効である。その際、降雨流出解析と併用して行う必要があるが、両者を結ぶ浸透に関する知見が必要となる。さらに、草津川流域においては、降雨に対する地下水の応答が6日程度であるが、被圧地下水の存在も容易に想像できる。また、降雨との対応で地下水の挙動を取り扱う際の、地下水位の境界条件として反映されることを示唆している。

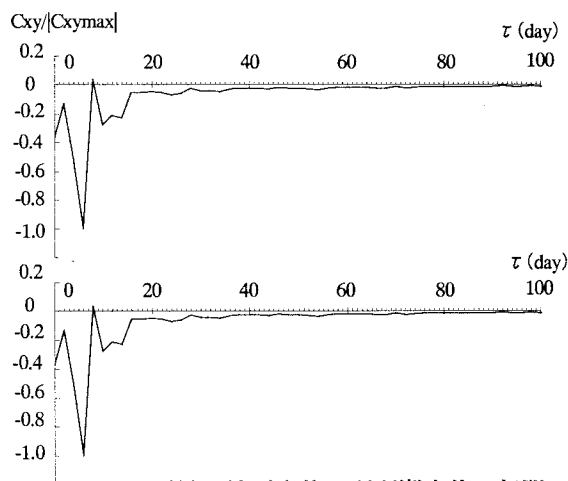


図.6 雨量と地下水位・琵琶湖水位の相関

答を見るためには、地下水の挙動に関する数値解析が有効である。その際、降雨流出解析と併用して行う必要があるが、両者を結ぶ浸透に関する知見が必要となる。さらに、草津川流域においては、降雨に対する地下水の応答が6日程度であるが、被圧地下水の存在も容易に想像できる。また、降雨との対応で地下水の挙動を取り扱う際の、地下水位の境界条件として反映されることを示唆している。

4.おわりに 本研究では、水循環を把握するにあたり地下水の挙動について着目し、降雨と地下水位との相互相関を調べ、それらの関係について検討した。地下への浸透が全くないとし計算した結果と実測水位を比較すると、当流域において降雨の地下への浸透量が多い。また、相互相関を調べることで、降雨と地下水・琵琶湖湖の関係を大まかではあるが把握することができた。今後、地下水の挙動を詳細に検討するために降雨と地下水を総合した数値解析を行う予定である。研究を遂行するにあたり建設省近畿地方整備局琵琶湖工事事務所には水文諸量のデータの提供を頂いた。ここに記して感謝いたします。

参考文献 1) 市川温・小椋俊博・立川康人：数値地形情報と定常状態の仮定を用いた山腹斜面系流出モデルの集中化，水工学論文集，43 巻，43-48，1999，2) 高棹琢馬・椎葉充晴・立川康人：分布型流出モデル構築のための流域地形の数値モデルに関する研究，京都大学防災研究所年報，第 34 号 B-2，163-176，1991