

II-51

水田涵養、蒸発及び地下水流動を考慮した湧水量の推定

○九州東海大学 学正会員 桐山 貴文 正会員 市川 勉 正会員 星田 義治

1.はじめに

上水道水源のほぼ 100%を地下水に依存している熊本地域の地下水の状況を把握する一つの目安として、1992年から水前寺地区(水前寺・江津湖周辺)の湧水量及び地下水位調査を実施した。1992年～1996年(5年間)の両者の実測データから、高い相関関係があることを示した(市川ら 1997¹⁾)。本研究ではさらに降雨のデータと湧水地帯の上流側にあたる健軍観測井の地下水位データから、蒸発散(Penmanによる)、水田涵養及び地下水の側方流動を考慮して地下水位変動を推定し、さらにこの地下水位から湧水量の推定を行った。

2.土地利用状況

熊本地域は昭和 40 年頃、市街地を中心として建築物が集中していたが、平成 3 年頃になると都市化により市街地が広がり、熊本市の北部、東部において宅地化、工場の造成等によって非涵養域が面積にして 103.6km²(対総面積比 10%)増加している。この非涵養域に転化した面積の 73.5%が田畑である。

3.水理地質

熊本地域の水理地質は阿蘇火砕流堆積物で形成されており、上流部に位置する阿蘇、高遊原台地で涵養により地下に浸透した水は難透水層(粘土層)を境に上下に分かれて流れている。この上部を第 1 帯水層、下部を第 2 帯水層と称している。第 2 帯水層は託麻台地付近から下流側に存在する砥川溶岩で上下部に分かれている。湧水池が存在する水前寺・江津湖の真下一帯に広がる砥川溶岩は上・下部に発泡性多孔質で良好な帯水層となっている。また、砥川溶岩は厚さ約 55m あり、上部の発泡性多孔質部分の透水係数は $1.02 \times 10^{-1}(\text{cm/sec})$ と推定される。

4.降水量と地下水位および湧水量の関係

4.1 降水量と地下水位の関係

本研究では 1992 年 4 月～1995 年 3 月までの 3 年間の健軍地区地下水位(水前寺・江津湖湧水群より上流部約 4km)と降水量データ(熊本気象台観測)を用いて両者の関係を定め、1995 年 4 月～1997 年 3 月までの 2 年間の地下水位変動を降水量データから推定している。1994 年の年間降水量は 921mm であり、蒸発を考えると、地下へ供給される水量はほとんど皆無と思われる。通常であれば地下水位は下流への流出によって、低下傾向を続けるはずであるが、7 月から上昇に転じ、10 月第 2 旬でピークを迎えている。そこで、この地下水位低減期の地下水位を目的関数とし、時間(この場合 10 日間間隔)を説明変数として指数回帰によって回帰した(図.1)。回帰値と実測地下水位には 10 月第 2 週で約 1m の差が出ている。この期間の地下水上昇は灌漑期の水田湛水時期と重なるので水田湛水が主な原因と思われる。降水量と地下水位変動の関係は縦軸に地下水位変動量で翌旬との水位差、横軸に当該旬の積算降水量をとって表わした(図.2)。この図は各旬(10 日間)に降った雨が地下水位をどの程度上昇させるかを表わしている。ただし、本報告では土壌中へ雨水の貯留分を無

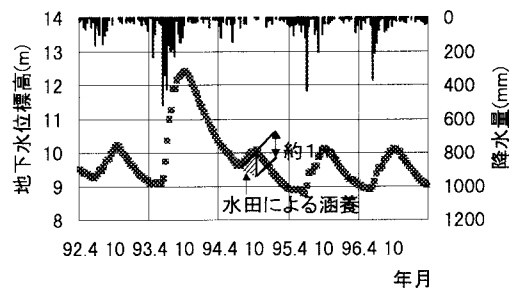


図.1 地下水位と降水量の関係

相関係数=0.73 地下水位変動量 = 0.0013 × 有効降水量 - 0.0642

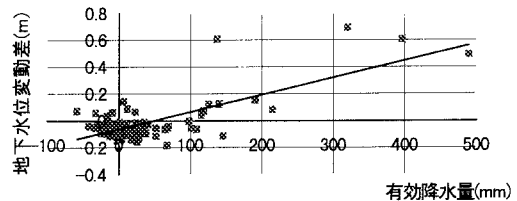


図.2 有効降水量と地下水位変動差(92.4～95.3)

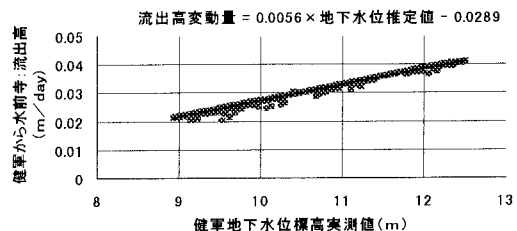


図.3 地下水位と流出高変動差の関係(92.4～95.3)

水田涵養、蒸発、地下水位流動、降雨、湧水量

〒862-8652 熊本市渡鹿 9-1-1 TEL:096-386-2706 FAX:096-386-2759

視して、降水量と Penman による蒸発量(概根²⁾)の差を有効降水量とし、これらの回帰より、地下水位の推定を行った(図.3 同定期間は 1992.4~1995.3, 推定期間は 1995.4~1997.3)。

4.2 地下水位と健軍における地下水収支

健軍地区と、健軍より地下水上流部にあたる日向西地区、下流部にあたる水前寺地区との相関が各々 0.98 と、非常に高いため、健軍地区における地下水収支を、ダルシー則を用いて、熊本県・市³⁾の地下水流動モデルから再現された地下水流向幅と帯水層厚から算出し、流入・流出と地下水実測値の関係式を 4.1 の推定地下水位に補正し、地下水流動を考慮した推定地下水位を算出した(図.4)。

4.3 地下水位と湧水量の関係

降雨と健軍地点の地下水位と、水前寺・江津湖湧水量の関係を明らかにするため、地下水位と湧水量の関係を回帰によって求めた(図.5)。図.5に示したように実測の地下水位と湧水量は高い相関を有することがわかる。この関係を用いて、地下水位から湧水量の推定が可能となる。

4.4 湧水量の推定

図.5に示した式を用いて、4.2で降雨より推定した地下水位から水前寺・江津湖の湧水量を推定した(図.6)。Penman 法による蒸発を考慮した(図.6)では、ほぼ実測湧水量と近い値を推移しているが、細かい変化を追いきれない。この原因として湧水量測定時の天候(降雨)による影響が考えられる。これらの結果から、水前寺・江津湖の湧水量は降水量のデータを用いて、ほぼ推定可能であると思われる。

5. まとめ

統計的処理により降雨から地下水位のデータを用いて湧水量の推定を行った。その結果、以下のような結論を得た。

- 1) 熊本地域(健軍)の帯水層である砥川溶岩上部層の地下水位は 7 月~10 月にかけて水位上昇期であり、10 月~翌年の 6 月まで水位は下降の傾向を示している。
- 2) 指数回帰を行い、水田涵養がない場合の地下水位を推定したものと実測の地下水位を比較すると水田湛水末期には水田涵養による地下水位上昇は 1m 近くにもなることがわかった。このことから、熊本地域の地下水は水田からの涵養に大きく影響されていることがわかる。
- 3) 降水量と地下水位および湧水量は高い相関を持ち、降水量から湧水量をほぼ推定することが出来る。しかし、集中豪雨の年(1993 年)のデータは追跡しきれていない。

今回の解析では、表面流出を考慮していないため、検討する必要がある。また、水田涵養、蒸発散量のより精密な評価を行う必要もある。今後、以上のことを考慮し、より精度の高いモデルによる解析を行いたい。
謝辞：本研究にあたり熊本市地下水保全課から熊本地域の地下水位データ等の貴重なデータを頂きました。ここに記して、感謝の意を表わします。

参考文献 1)市川 勉,金子 好雄,荒牧 昭二郎,星田 義治：都市部湧水地帯における湧水,地下水位と

降雨の関係について,第 5 回水資源に関するシンポジウム論文集 p.p.199~p.p.204,(1997)

2)概根 勇：水文学 p.p.98~p.p.102,大明堂,(1987)

3)熊本県・熊本市:平成 6 年度 熊本地域地下水総合調査報告書,(1995)

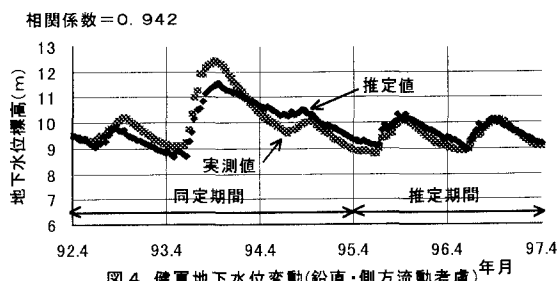


図4 健軍地下水位変動(鉛直・側方流動考慮)年月

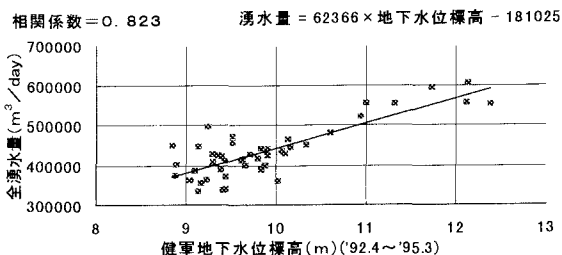


図5 全湧水量と地下水位標高実測値の回帰

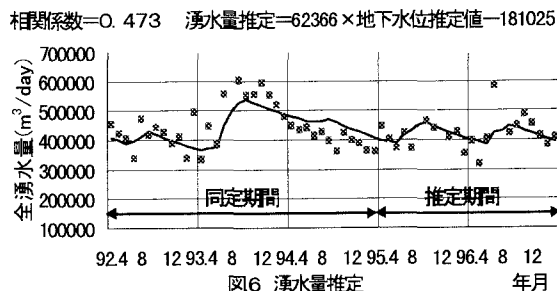


図6 湧水量推定 年月