

II-4 都市化に伴う都市域内地下水流の変化

宮崎大学工学部 学生員 ○山川 裕二 アグス スハリヤント
宮崎大学工学部 正会員 杉尾 哲 出口 近士

1. はじめに

地下水は、都市水文の重要な構成要素であるが、近年では湧水量の減少や地下水位低下による河川の基底流量の減少などが起こり、さまざまな不都合が起こっていると憂慮されている。そのような状況の中で、本論文は、宮崎市を流れる小松川流域とその周辺を対象として、領域内の都市化現象が地下水流にどのような影響を与えたのかを知ることを目的としている。そのため、既設井戸の水位測定を行い、その結果を再現するように地下水流動モデルを構築して検討することにした。

2. 対象流域の環境

本対象地域は、宮崎市の中央に位置し、西側から南側にかけて大淀川が流れており、北側に台地がせまっている。この地域の南北方向の地盤断面図を図-1に示す。

3. 地下水位測定

地下水位が最も低下したとみられた平成6年1月上旬に既設井戸の地下水位を測定した。調査総数47の井戸について、所要日数3日間の一斉測水を行った。この測定値をもとに求めた地下水位分布を図-2に示す。

4. 有限要素法による定常流解析

対象領域を節点数303、要素数554の三角形に分割して有限要素法で平面地下水流動の定常解析を行った。図-1の地盤図からこの対象域の地下水流の形態は不圧帯水層におけるものとした。なお対象地域を三角形要素に分割する際に、小松川の付近をなるべく細かく分割するようにした。解析するうえで、次のように境界条件を固定することにした。

- ・大淀川沿線の節点はすべて標高0mの指定水頭境界とする。また、東側境界は不透水性境界とする。
- ・境界上部の節点の指定水頭値は5m～10mとする。
- ・小松川の河床を指定水頭値とする。
- ・浸透層厚は、簡単のため均一と考えて10mに設定する。

なお、対象地域内の透水係数は、 $5 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-3}$ m/sの範囲で分布させる。

透水係数の分布を求めるために、図-2の再現計算を行った。昨年11月～12月は無降雨状態が続いたので、降雨によるかん養を与えないで解析したものの最終結果が図-3である。これによると解析結果は、測定結果とよく一致し、境界条件が所定どおり設定できたものと判断した。

以上の境界条件を使用して過去の地下水位分布を推算してみる。ここで、宮崎の平均年降水量(2600mm)の10%が浸透域において定常的にかん養されている状態を前提にすると、節点Iからの地下水かん養量は次式で表される。

$$Q(I) = (1 - P/100) A(I) \times 8.2 \times 10^{-8} \quad \text{--- (1)}$$

ここに、A(I):節点Iに換算された面積、P:節点Iが属するゾーンの不浸透面積率

これをもとに、1962年から1987年までの不浸透面積率を与えて対象地域内の地下水位がどのように変化したかを調べてみる。図-4に不浸透面積率の経時変化、図-5にそれに伴う地下水位分布を示す。

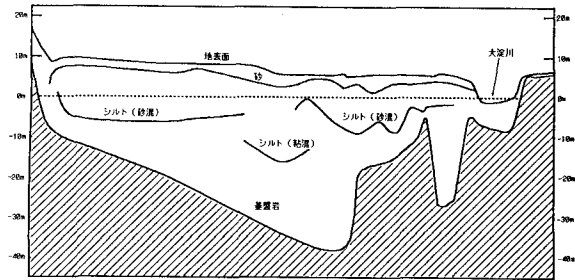


図-1 宮崎市内における地盤断面図

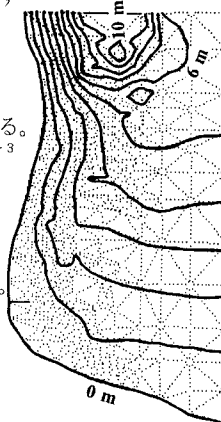


図-2 地下水位の測定分布

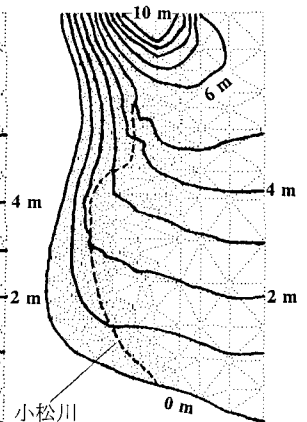


図-3 地下水位の再現分布

この地下水位の分布から小松川への地下水流出量を求めるために、式-(2)を適用する。小松川へは河床底面からも流出していると考えられるので、本報では、河床底面から上の地下水が不圧状態、その下の地下水が被圧状態で流出するものとする。

$$q = \frac{k(h_1^2 - h_2^2)}{2l} + \frac{kD(h_1 - h_2)}{2l} \quad \text{--- (2)}$$

小松川を7区間に分割して式-(2)を適用した算定結果を表-1に示している。

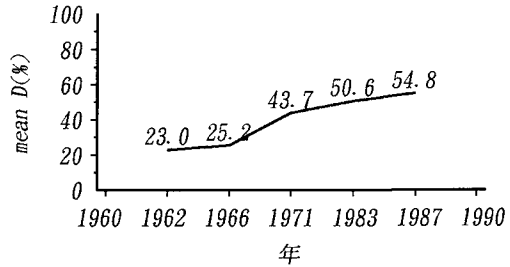


図-4 不浸透面積率の平均値の変化

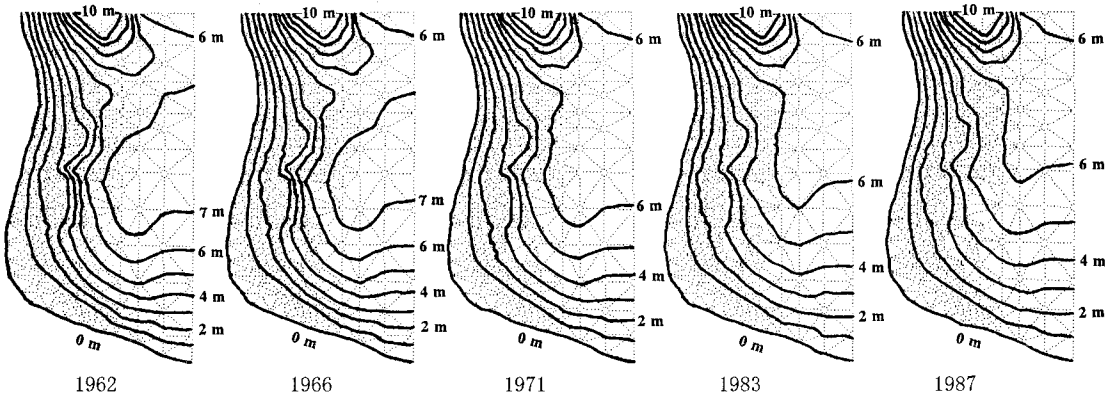


図-5 地下水位の推定分布

5. 考察と検討

まず、図-2において小松川の東側で地下水位が高い。このことから、小松川への地下水流出は東側の地下水によって行われていることが分かる。次に、対象地域に降雨による地下水かん養を与えた図-5の結果を互いに比較すると、1962年と1966年においては東側中央部に7 m標高の地下水位が現れていて、顕著な地下水位の低下は認められない。しかし、1966年から1971年にかけて大きく低下し、1971年には上述した

7 m標高の地下水位が消失して、その後は不浸透面積率の増大にともなって、次第に地下水位が低下していることが分かる。次に、都市化現象による地下水流出量の変化を求めたものが表-1である。表-1の地下水流出量は小松川全体への流出量を求めたものであるが、その算定結果は以外に少量で、小松川の地下水流出成分の側方からの寄与は1962年当時から少なかったことがわかる。小松川では、昭和40年代(1965年)に水質汚濁が顕在化し、1970年代にはBODが60~90ppmであったが、この河川水質の悪化は、1960年代後半の都市化に伴う家庭排水による過大な負荷の流入によって生じていたことが推定される。

[参考文献]

1) 杉尾哲、出口近士：都市河川流域内の都市化に伴う地下水かん養量減少の推算，土木学会第48回年次学術講演会講演概要集，PP250～251，1993。 2) 上田監訳：パソコンによる地下水解析、森北出版、1990。

表-1 小松川への地下水流出量

	不浸透 面積率	地下水かん 養量(m³)*10³	地下水 流出量(m³/s)
1962	23.0%	184.7	7606.4(100.0%)
1966	25.2%	179.5	5466.3(98.2%)
1971	43.7%	135.6	5469.6(71.9%)
1983	50.6%	118.5	4838.3(63.6%)
1987	54.8%	108.4	4491.1(59.0%)