

都城盆地における地下水位の変動分析

宮崎大学大学院工学研究科 学生会員 黒田 信之
宮崎大学工学部土木環境工学科 正会員 杉尾 哲
宮崎大学工学部土木環境工学科 正会員 出口 近士

1. はじめに

都城盆地は宮崎県の南西部に位置し、南北約40 km、東西約38 kmの広大な盆地を形成しており、飲料水および工業・農業用水のほとんどを地下水に依存している。しかし、近年、産業・経済の発展や都市化、生活様式の変化に伴い地下水の低下や汚染などの、安全かつ円滑な水循環を損なう状況に加え、水量確保に関する問題も懸念されてきている。

本研究では、都城盆地における地下水位の変動と降水量、揚水量および土地被覆との関連について相関分析し、地下水変動に関する二、三の考察を行った。

2. 対象地域の概要と使用データ

地質：都城盆地は幾度かの火山の噴火による火砕流の堆積や溶結、浸食等を繰り返しながら、湖の時代を経て、現在の地層を形成している。都城盆地の地層には、図-1¹⁾に示すように基盤の上位に砂礫・砂・粘土を主とする層(Ⅲ層)がある。この上位には、溶結凝灰岩層(Ⅱ層)が分布しており、Ⅲ層が被圧帯水層と考えられている。また、この上位にシラスを主とする層(Ⅰ層)が厚く堆積している。

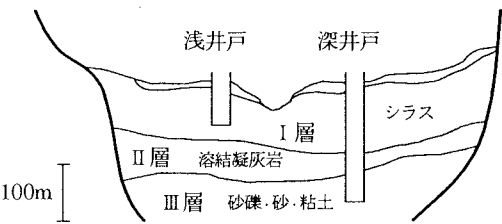


図-1 都城盆地の模式地質断面図

地下水位²⁾：観測井戸の1号井(深さ=80m)、3号井(深さ=130m)はⅢ層(被圧帯水層)の水位を観測する深井戸である。2号井(深さ=100m)、4号井(深さ=70m)はⅠ層(不圧帯水層)の水位を観測する浅井戸である。解析した水位はすべて日平均水位で、水位は地表面からの深さとした。

降水量：解析対象地域内に位置する気象台都城観測所の日雨量を使用した。

揚水量³⁾：都城市街地周辺の川東浄水場、一万城浄水場、菖蒲原浄水場の日単位の観測記録を使用した。これらの位置を図-2に示す。

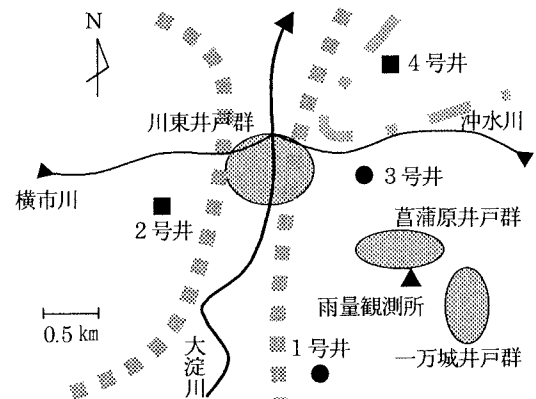


図-2 都城盆地の井戸位置の概要

3. 解析方法と結果

3. 1 地下水位の井戸間の関係

観測井戸間の水位変動の関連性を調べるために、井戸間の日平均水位の相関係数を求めた。サンプル数は365であり、この結果の一部を表-1に示す。(◎は有意水準1%で有意性あり、×は有意水準5%で有意性なし) 1、3、4号井戸間は、それぞれ高い相関を示し、2号井戸はどの井戸とも低い相関を示した。

表-1 地下水位の観測井戸間の相関係数

1988	1号井戸	2号井戸	3号井戸	4号井戸
1号井戸		-0.10 (×)	0.90 (◎)	0.90 (◎)
2号井戸	*		0.02 (×)	0.12 (◎)
3号井戸	*	*		0.84 (◎)

1992	1号井戸	2号井戸	3号井戸	4号井戸
1号井戸		0.14 (◎)	0.92 (◎)	0.95 (◎)
2号井戸	*		0.08 (×)	0.20 (◎)
3号井戸	*	*		0.89 (◎)

1996	1号井戸	2号井戸	3号井戸	4号井戸
1号井戸		-0.01 (×)	0.87 (◎)	0.77 (◎)
2号井戸	*		0.34 (◎)	0.45 (◎)
3号井戸	*	*		0.94 (◎)

これらの結果から、都城盆地の不透水層の集水域は大淀川の右岸と左岸で分かれていると判断し、これに加えて、地質断面図¹⁾、河川流域分割図⁴⁾、地下水流動ベクトル図⁵⁾、水質成分割合を図形化したヘキサ

ダイヤグラム⁶⁾を参考にして、地下水位を解析する際の地域区分を行った。この結果を図-2に点線で示す。なお、浅井戸の4号井と深井戸の1、3号井は、Ⅱ層が堅固で完全にⅠ層とⅢ層を分離していれば関連は少ないと考えるが、高い相関を示した。これは、1、3号井と4号井の水脈のつながり、つまりこれらの区域でのⅡ層の不完全性を示唆するものとする。この可能性に加えて、4号井の近くには工場用の井戸があり、この影響を受けている可能性もある。今回はこの点が解析できておらず、沖水川北部は南部との関連が不明なために保留の意味を含めて、図-2では一点鎖線で示している。

3. 2 揚水量と地下水位の関係

観測井戸の水位の時系列変化を見ると、正月や週末に水位上昇（正月の水位上昇は4号井で約2m、1、3号井で約0.2m）が見られた。これらは、揚水量が減少するための水位回復と推測される。

そこで、地下水位（1～4号井）と揚水量との相関係数を求めた。この際、田圃の灌漑や河川水の影響を考慮して雨期（4月～9月）と乾期（10月～3月）に分けて計算した。雨期、乾期ともに深井戸は負の相関（相関係数で-0.3～-0.5）を示しており有意であり、揚水の影響を否定できない結果となった。

3. 3 降水量と地下水位の関係

ここでは、降水量と深井戸の地下水位との関連を解析するために、まず、両者の相互相関関数（Cxy）を求めた。図-3にその一部を示す。図より、20日程度にピークが見られ、これは年度によって多少のバラツキはあるものの3号井戸においても同様の値であった。ついで、この結果を考慮して、3週間、4週間、5週間の先行雨量と地下水位の相関係数を求めた。この結果の一部を表-2に示す。表より高い相関が認められ、4週間と5週間についても同様の高い相関係数であった。サンプル数は128である。なお、この時間遅れ日数3～5週間は、雨水の被圧帯水層への浸透に関して特に支配的である加圧層（Ⅱ層）の鉛直方向の透水係数 10^{-2} （m/日）⁷⁾から計算した概算値の10年前後とは大きく異なる。このように、降水量と深井戸の水位の間に高い相関が見られたことと透水係数を考慮すれば、不透水層と考えられてきたⅡ層に亀裂が発達しているか、あるいは分布に不完全な場所があることを強く示唆している。

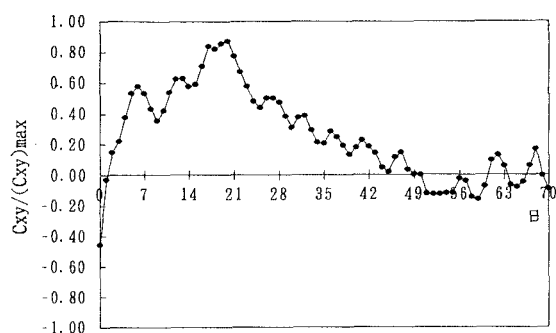


図-3 降水量と地下水位の相互相関
(1号井戸、1996)

表-2 先行雨量（3週間）と地下水位の相関係数

	1986	1988	1994	1996
1号井戸	0.66 ◎	0.71 ◎	0.73 ◎	0.79 ◎
3号井戸	0.69 ◎	0.66 ◎	0.80 ◎	0.80 ◎

3. 4 土地被覆と地下水位の関係

リモートセンシングデータを用いた土地被覆分類の結果などから、観測井戸の1号井および3号井の周辺地域では宅地等の開発により、地下水かん養源である田畑等の浸透面積の減少が進んでいることが確認されている。また、都城市の年平均気温は年々上昇しているが、年平均湿度は年々下降している⁸⁾。これらのことから、浸透面積の減少によって土壌水分量、地下水補給量が減少し、これらのことが地下水位を低下させる方向へ影響していると推測される。

4. まとめ

- (1) 降水量と深井戸の水位変動に相関が見られ、不透水層と考えられてきたⅡ層の成層状態に不完全な場所があることを示唆するものと考えられる。
- (2) 深井戸の水位変動に対する揚水量の影響は否定できないが、今回は明確な関連性は得られなかった。
- (3) 観測井戸間の相関係数から、特に浅井戸の地下水位変動を捉える場合は、区域別に考える必要がある。

なお、この解析は、都城盆地地下水対策連絡協議会との共同研究の成果の一部である。

参考文献

- 1) 通商産業省：都城地域地下水利用適正化調査，pp.29-41、1985。
- 2) 都城市環境部提供資料 3) 都城市水道局提供資料
- 4) 九州建設コンサルタント(株)提供資料
- 5) 都城市環境部：都城市地下水保全推進計画，pp.28、1994。
- 6) 平原洋和：都城盆地地下水保全対策研究報告会資料，1997.11
- 7) 宮崎県内水資源総合調査総合解析報告書，pp.192、1984。
- 8) 都城市史編さん委員会：都城市史 通史編，pp.116、1997。