

京都府南山城地方の地下水観測について

関西大学工学部 正会員 谷口敬一郎

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重

働東京ソリサチ 正会員○日野 浩之

1. まえがき 南山城地域は、京都盆地の南部に位置し典型的な地下水盆構造を呈している。近年、当地域においても人口集中や生活水準の向上などに伴う水需要が漸増しており、各市、町、工場などは、水質的・経済的に有利な地下水に依存する傾向が強くなりつつある。巨視的に見た京都盆地全体における揚水量は、地下水補給量の約6%に過ぎないが、比較的狭い範囲においては、地下水位の低下や地盤沈下などの地下水障害が懸念されるようになってきた。

本研究は、当地域の城陽市において観測されている、上水道用揚水量と市中央部に位置する西田観測井の水位変化との相関および回帰関係を明らかにするものであり、得られた回帰関係を用いた地下水揚水による水位変動予測の可能性について検討している。

2. 地下水揚水量と水位降下量の関係 タイス(Theis)の理論式より、揚水量(Q)と水位降下量(ΔS_w)の関係は、式(1)で表現することができる。また、揚水時間が長くなると式(2)で十分な近似が可能である。

$$\Delta S_w = Q / 4 \pi T \cdot W(u) \quad \text{--- (1)}$$

$$\Delta S_w = Q / 4 \pi T \cdot \{ \ln (2.25 T t / r^2 S) + r^2 S / 4 T t \} \quad \text{--- (2)}$$

W(u): 井戸関数

T: 対象地域の透水量係数

t: 揚水時間

S: 対象地域の貯留係数

r: 観測井と揚水井間の距離

ここで、 $A = 1 / 4 \pi T \cdot \{ \ln (2.25 T t / r^2 S) + r^2 S / 4 T t \}$ とすれば、各揚水井からはほぼ等距離にある観測井においては定数とみなすことができるので、観測井水位を G.L. - $S_w(m)$ として揚水前の初期水位を G.L. - B (m) とすれば次式のような直線回帰式によって表現される。

$$S_w = A Q + B \quad \text{--- (3)}$$

3. 回帰式の城陽への適用

当市では、上水道用以外に農業用・工業用の揚水が行われているが、工業用は年間を通してほぼ一定であると考えることができる。一方農業用は、表-1に近畿農政局が行った農業用地下水利用実態調査報告(昭和52年)より算出した30m以深の月別農業揚水量を示すと、季節によりばらつきが見られるものの夏期(7~9月)と冬期(12~2月)に比較

的揚水量が安定した期間が認められる。そこで、上水道用揚水量と西田井水位を式(3)に適用するにあたり、農業用揚水量の影響を排除するために夏期・冬期グループ

表-1 月別地下水利用状況 (単位: $\times 10^9 \text{ m}^3 / \text{月}$)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
田	7	7	64	436	825	1099	640	643	624	103	7	19	4474
施設園芸	269	267	265	228	110	100	128	101	110	110	123	228	2038
計	275	274	329	664	935	1199	768	744	734	213	130	247	6512
%	4.2	4.2	5.1	10.2	14.4	18.4	11.8	11.4	11.3	3.3	2.0	3.8	100.1

Keiichiro TANIGUCHI, Harushige KUSUMI, Hiroyuki HINO

にわけて行った。解析条件は、昭和56年より60年までの月平均水位と月平均1日当り揚水量を使用した。両者の関係を図-1に示し、図により最小二乗法によって求められた直線式は次式で与えられる。

$$\text{夏期: } Sw = 4.570 \times 10^{-4} Q + 11.81 \quad (\text{相関係数 } 0.824) \quad \text{--- (4)}$$

$$\text{冬期: } Sw = 3.679 \times 10^{-4} Q + 13.73 \quad (\text{相関係数 } 0.841) \quad \text{--- (5)}$$

降雨の少ない時には地下水位低下の傾向を示すなど、涵養量の違いによるばらつきが見られるが、両直線とも相関係数 0.8以上の有意な関係が認められた。また、当市においては揚水試験などより、正確な水理定数が得られているため、それより式(3)における理論的なAの値を計算すると、

$$A = 1 / (4 \times 3.14 \times 518) \times \{ \ln \{ (2.25 \times 518 \times 1825) / (1700^2 \times 0.05) \} + (1700^2 \times 0.05) / (4 \times 518 \times 1825) \} = 4.192 \times 10^{-4}$$

となり、ほぼ式(4)、式(5)の値と一致することになる。したがって、単純な直線回帰式を適用することにより、透水量係数、貯留係数、距離などを考慮した関係が得られることが判明した。夏期グループを5月～10月、冬期グループを11月～4月に適用して、右辺の揚水量に過去の実測値を代入して求まる計算上の地下水位変動と、実測地下水位変動との対比を示したものが図-2である。これより、

水位変動パターンはよく近似できるものの、農業用揚水量の変化のある春秋における誤差は見られる。なお、タイスの理論式と同様にプリנקハウスの理論式において揚水量と水位の関係を求めると、

$$Sw = a Q^b + c \quad \text{--- (6)}$$

のべき関数で表現される。その場合の関係を求めると、指数は $b = 1.088$ となるため、ほぼ式(3)の回帰直線を適用するのと同じ結果となった。

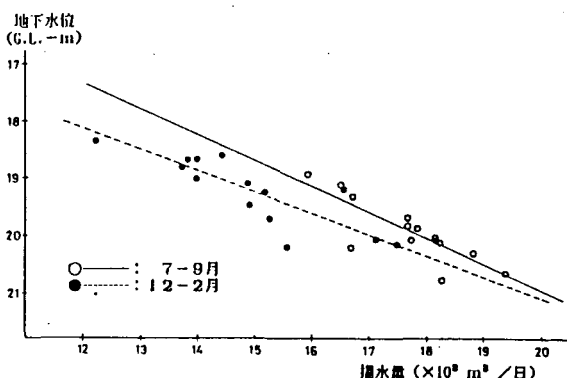


図-1 地下水位と揚水量の関係

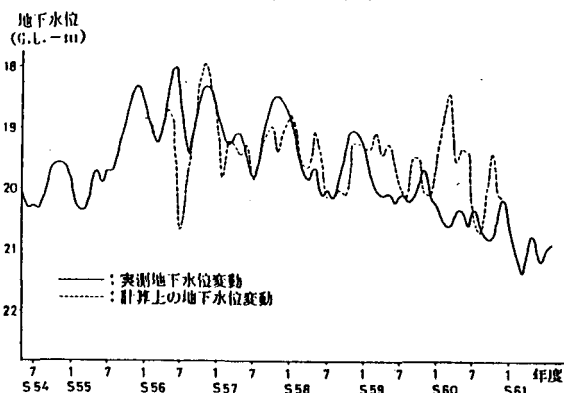


図-2 実測水位と計算値の対比

4. むすび

農業用揚水量実態の掌握が困難な現時点においても、式(4)、(5)においてかなりの精度を持つ将来予測が行えるものと考えられる。今後、降雨による涵養面の影響を十分に考慮できるようにすることにより、より精度の高い予測式が得られると考えられる。

参考文献 1) 谷口・楠見・中村・吉川：南山城地域の地下水資源について、第38回土木学会年講概要集，3, pp.263-264, 1983. 2) 酒井軍治郎：応用地下水学