

徳島大学工学部

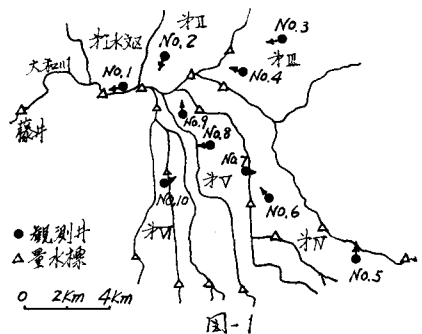
正員 ○尾島 勝

京都大学防災研究所

正員 清水正喜

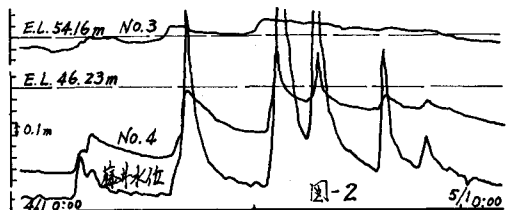
1. まえがき 本研究は循環地下水を対象として、総合的見地から河川流況ならびに地下水流動に
関して考察したものである。一般に、河川流況の把握のためには対象流域の水文学的ならびに地質学
的特性を重視しなければならないが、現実には流域全体における十分な資料が乏しいと見られて
おり、また資料が存在してもその信頼性にはなお疑問の余地が残ることが少なくない。したがって、本
研究では、流域内に設置された地下水位観測井の年間自記記録と河川水位観測地点の水位記録を基本
資料として、帯水層定数、地下水流動方向の決定さらに河川水と地下水の応答について検討した。な
お、一部は本年度関西支部年次学術講演会において報告している¹⁾。

2. 対象流域の概要と水文資料 対象流域は奈良県のいんぎん大和盆地である。大和盆地は、南北
約30km、東西約16km、面積約950km²、標高40~70mのほぼ平らな新層盆地であり、花崗岩類の基岩上
に風化土砂による肥よく厚冲積層を形成されている。また、盆地内河川は極めて磨蝕が高く典型的な
放射流域を形成しており大和川本川となつて大阪湾に流下している。本研究で用いた地下水位観測井
ならびに河川水位量水標の位置は図-1に示すとおりである。地下水位観測井は地形等高線にはほぼ直交
および平行の位置関係に配置されており、これらはすべて浅井戸である。ここでは対象流域を図に示
したように河川によって分割された6つの地下水文区に
分けているが、対象地下水は浅層でありしかもその地下
水面が地表面下1~2mと極めて高いことから、河川水
位との関連性を解析しようとするときこの分割は妥当で
あろう。



解析に用いた資料は、昭和45年1月から12月までの各
井水位記録および量水標の水位記録(自記ならびに定
時観測)ならびに板東における時間雨量である。

板東における昭和45年の年間総雨量は1419mmであ
り、奈良県の平均的年雨量である。河川水位記録は図
に示したとおりかなり多地点において得ることができ
、その資料から一降雨によるかなり大きな出水でもその
継続時間は2日程度であることがわかった。



地下水位はリニヤール式自記水位計によって記録されたものであり、おそれれば水位変動のピーク
時を正確に捉えるために4時間毎にその記録を繰り取っている。その一例を図-2に示した。この図か
らわかるように短時間スケールでみた地下水位変動は、河川水位の変動とかなり高い相関性に認めら
れ、河川からの距離が近い井戸(No.4)の応答は遠い井戸(No.3)のそれに比して顕著である。しか
しながら、地下水位の短時間変動に強く影響する要因としては、河川水位のほかにも降水、気圧など

が考えられるが、これらの個々の影響度を定量的に分離することはかなり困難である。図-3は、上に述べた短期変動要因の影響をせざるだけ取り除くために、毎日0時の井水位の月平均値を計算して長期変動の様子を示したものである。このようにしてみれば、当然のことながら地下水と入養源である降水量とは極めて高い相関性があることが認識される。

3 地下水と河川水の応答解析 短時間スケールでみた地下水位変動は河川水位と高い相関性がみられたが、各井戸によってその応答が異なることは、滞水層定数、河川からの距離、滞水層の被圧性や圧力の伝播速度の相違などによるものと考えられる。滞水層の被圧性については今回は言及できず、不被圧滞水層であると仮定した。鉛直方向の滞水層条件は変らないものとするれば、一次元非定常浸透流の基礎式は、浸透率係数 T 、貯留係数 S 、地下水位変動量 $H(x,t)$ を用いてつぎのように表わされる。

$$\frac{\partial^2 H(x,t)}{\partial x^2} = (S/T) \cdot \frac{\partial H(x,t)}{\partial t} \quad (1)$$

この式を解くための境界条件および初期条件はつぎのように与えられる。

$$H(0,t) = F(t), \quad \frac{\partial H(\infty,t)}{\partial x} = 0, \quad H(x,0) = 0 \quad (2)$$

こゝに、 x は動水こう配ベクトルが最大となる方向にとった河川までの距離であり、 $F(t)$ は $x=0$ における河川水位である。なお、各井戸の最大動水こう配ベクトルの方向は図-1中に矢印で示されている。

河川水位 $F(t)$ をこう配 C_i をもつ折線と表わすと、 $H(x,t)$ はらびに地下水流量 $Q(x,t)$ はつぎのように求まる。

$$H(x,t) = \sum_{i=1}^N [(C_i - C_{i-1})(t - T_{i-1}) 4I^2 \operatorname{erfc}(u_i)] \quad (3)$$

$$Q(x,t) = \sqrt{TS} \sum_{i=1}^N [(C_i - C_{i-1}) \sqrt{t - T_{i-1}} 2I \operatorname{erfc}(u_i)] \quad (4)$$

こゝに、 $u_i = x / \sqrt{4(TS)(t - T_{i-1})}$ 、 $4I^2 \operatorname{erfc}(u_i) = (1 + 2u_i^2) \operatorname{erfc}(u_i) - (\pi/2) u_i e^{-u_i^2}$ 、 $2I \operatorname{erfc}(u_i) = (\pi/2) e^{-u_i^2} - 2u_i \operatorname{erfc}(u_i)$ 、 T_i は河川水位液形のこう配 C_i の終端における時間である。

式(3)、(4)で与えられる地下水応答を知るためには、定数 T, S を知る必要がある。こゝでは地下水位の観測値から比較的簡単に T/S を決定する方法を用いた。表に示した各井戸の T/S の値は同一無降雨期間(7月15日～8月6日)で求めたものであるが、場所によってかなり異なることがわかる。

大和川藤井量水標の水位記録から代表的なモデル洪水液形を選定して、地下水位応答を計算した例を図-4に示した。

4. おとこ

浅層地下水の流動を河川水と関連して考察してきたが、流動量の解析までには至っていない。今後研究が進展するならば講演時に発表させていただきたい。

1) 石原渡島清夫他: 河川水位との応答からみた浅層地下水の挙動, 2) E.C. Poggie: Mechanics of Bank Seepage during Flood Flows.

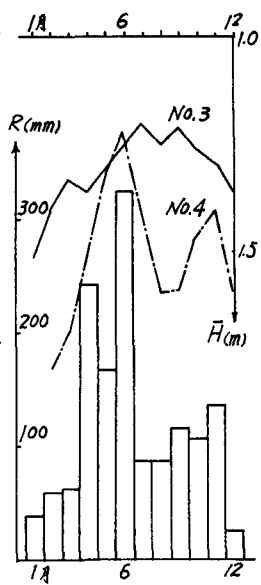


図-3

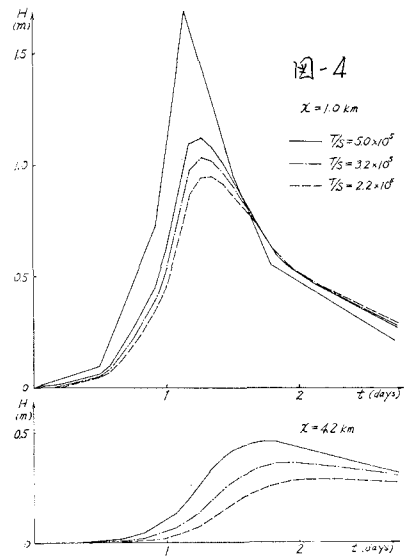


図-4

表 T/S の値 ($\times 10^5 \text{ m}^2/\text{day}$)

Well No.	1	2	4	5	7	8	9
T/S	0.247	13.53	31.98	3.186	2.203	6.886	13.58