

丘陵地斜面における地下水位観測

名古屋大学工学部 正 員 ○原田守博 高木不折
 名古屋大学工学部 学生員 内田光一 岡本康成

1. まえがき

広域の地下水流動を解析する際の境界条件の設定は、それが解析結果に大きく影響するにもかかわらず、十分な検討がなされず曖昧なままにされてきた。筆者らは、地下水盆をとり囲む種々の境界のうち、未固結な地質から成る丘陵地と平野とが接する地域をとり上げ、丘陵から地下水盆への経流量を把握することを目的として、実流域における地下水位観測を開始した。ここでは、その観測データをもとに、丘陵地における降雨後の地下水位低減特性について若干の検討を行なったので報告する。

2. 対象地域の概要

観測の対象地域は、濃尾平野の北東端に位置しており、地質構造および観測井の配置は図1のようである。平野部の浅層地質は主に砂礫から構成される不圧帯水層で、基盤は30 mのボーリングでも確認されていない。これに接する第三紀丘陵は、西南にゆるく(2~3°)傾むく単斜構造をもち、砂礫層と粘土・シルト層が互層を成しているが、粘土・シルト層の厚さは数メートルにすぎず、概して砂礫層が卓越している。平野部と丘陵最上部の標高差は約60 mで、地表の平均勾配は3~4°である。地表の土地利用は、平野部では水田が主体であるのに対し、丘陵下部では畑地・宅地、丘陵上部では果樹園・裸地となっている。

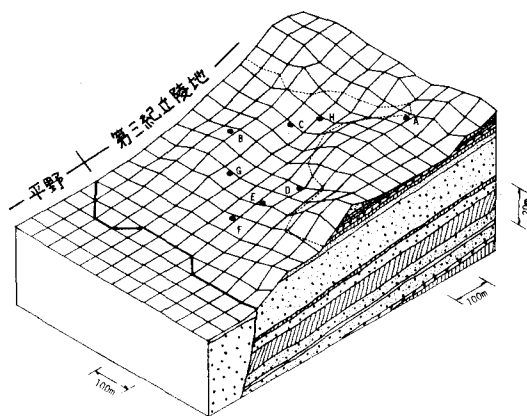


図-1 地質構造と観測井の配置

3. 地下水位観測

観測井は図1に示したように丘陵地斜面に8点設置されており、井戸の深度は6~12 mである。A地点上部で粘土層が露出しているが、下流部では同一の砂礫層とみなされるので、これらの井戸はすべて水理的に連続した不圧地下水位を測定していると考えられる。水位の計測は1983年7月より2日に1回実施し、降水量は現場から東方に約1 km離れた地点での観測値を参考にした。

図2は10日以上無降雨状態が続いた期間の観測水位の変化を、管頭下の値で示したものである。

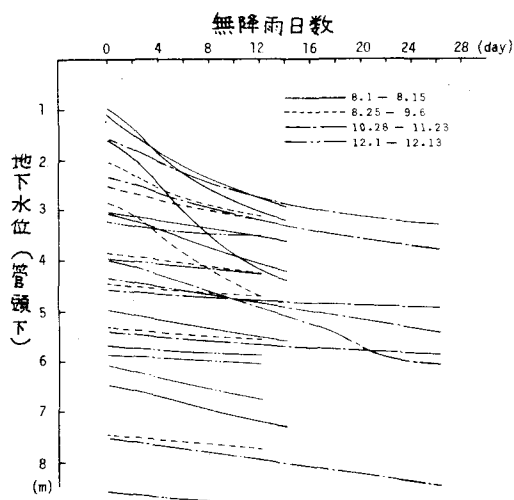


図-2 降雨後の地下水位の低減

この図からわかるように、地表から地下水面までの深度は井戸ごとに様々であって、必ずしも井戸の標高とは対応していない。これには、尾根筋・谷筋など丘陵地内での細かな地形的要因が絡んでいるものと思われる。また、降雨後の地下水位の低減は、地下水位が地表から浅いものほど初期に急激な時間の経過とともに緩やかになる傾向が認められる。

4. 地下水位の低減特性

丘陵と平野はともに透水性の良好な不圧帯水層であり、丘陵の地層傾斜は微小であることから、丘陵の帯水層を図3に示す水平砂層モデルで近似しよう。基礎方程式および初期・境界条件に(1),(2)式を用いれば、解は(3)式で表わされる。

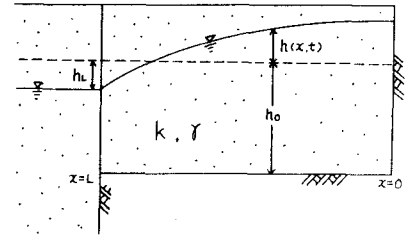


図-3 砂層モデル

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \beta h_0 \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$h(x, 0) = f(x), \quad \frac{\partial h}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0, \quad h(L, t) = h_L(t) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$h(x, t) = \frac{2}{L} \sum_{s=0}^{\infty} e^{-\alpha^2 \beta h_0 t} \cos \alpha x \left[\int_0^L f(\lambda) \cos \alpha \lambda d\lambda + \alpha \beta h_0 (-1)^s \int_0^t e^{\alpha^2 \beta h_0 \tau} h_L(\tau) d\tau \right] \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 $\alpha = (2s+1)\pi/2L$ 、 $\beta = k/\gamma$ 、 k は透水係数、 γ は有効間隙率、 L は砂層長、 h_0 は平均的地下水位である。ここでは境界水位 h_L が未知であるが、1ヶ月程度の短い期間を考える時、 h_L の季節的な変動幅は小さいと仮定することができるので、(3)式は s を含んだ定数 C を用いて、

$$h(x, t) = \sum_{s=0}^{\infty} C e^{-\alpha^2 \beta h_0 t} \cos \alpha x \quad (4)$$

上式は、地下水位が波長の異なる $\cos$ 波の重ね合わせで表現でき、その時間変化には $\exp(-\alpha^2 \beta h_0 t)$ の要素が含まれていることを示している。すなわち、 s の大きい短波長の成分ほど時間的に速く減衰し、後には波長のより長い変動成分が残ることになる。このような観点から、図2の水位低減曲線を指数低減の重ね合わせとみなし、それぞれに分解して低減係数 $Q(=\alpha^2 \beta h_0)$ を求めた。図4は、降雨直後の地表からの地下水面深度と低減係数の

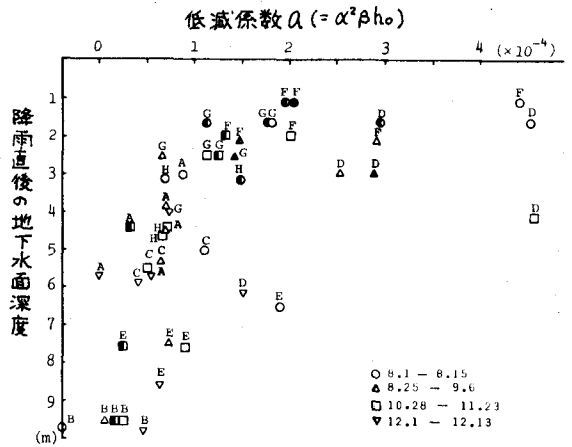


図-4 地下水面深度と低減係数

関係を示したものである。これによれば、地下水面が地表から浅いケースでは大きな低減係数がみられ、降雨後の水位変動の中に時間的に速く減衰する成分が含まれていることがわかる。一方、地下水面の深い井戸では全般に低減係数が小さく、変動が緩慢な波長の長い成分から成っているものと考えられる。したがって、同じ丘陵地の中でも、地表から地下水面が浅い地点では地下水帯への降雨の浸透量が大きく、局所的に波長の短い擾乱をひきおこすものの、数日間のうちには減衰して緩やかな変動のみが表に現われてくるものと推察される。

5. あとがき

今回は丘陵地での観測結果について述べたが、これと連続する平野地域では、他機関によって数点の観測井が配置され、データが蓄積されている。今後は丘陵での観測を継続するとともに、平野部の水位変動をも考慮して、丘陵から平野への地下水涵養の実態を明らかにしていきたいと考えている。