

II-33 木津川における低水解析

京都大学工学部 正員 工博 石原藤次郎
京都大学工学部 正員 工修 〇高木 不折

河水を利水といった観点からみると、その涵養源である地下水流出分や地下水への野
涵がどのような変動をするかということは重要な問題である。この問題の一部については、
すでに昨年度の関西支部講演会で発表した、ここでは木津川をモデル河川として行なっ
た解析について考察しよう。

われわれは地下水流出の機構に着目して図-1のモデルを想定し、これに関する水理学的
な研究を行なった結果、地下水流出が被圧成分と不被圧成分とから成ること、およびそれ
らの低減がそれをれ時間に関して

$$Q_c = Q_{c0} \cdot e^{-\alpha t} \dots\dots (1), \quad Q_u = Q_{u0} / \{at + 1\}^2 \dots\dots (2)$$

の式で表わされることを明らかにした。ここで添字0は初期状態の量を示し、 α は流域固
有の定数、 a は初期条件によって変化する低減の割合を示す量である。この式からわか
るとおり、前者の被圧成分は後者の不被圧成分に比し、すみやかに低減するので、若干の日
が経てば、それ以後は河水はすべて不被圧成分によって涵養される。この性質を利用する
ことによって両成分を実測資料から分離することができるが、

ここでは利水上とくに重要な不被圧成分について考察しよう。
木津川の加茂、飯岡両地奥の流量低減部の解析の結果によると、
この両地奥とも不被圧流出成分は初期流量の如何にかかわらず、
図-2に示す一本の正規低減曲線(2)式に沿って低減している。

さて不被圧地下水帯への水供給の主体は流域に一樣な浸透で
あると考えられるので、いま図-1(a)のモデルに時間的に一定の
割合で水供給が続くものとする、このモデルからの流出に対
する基礎式と条件は近似的に

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial H_A}{\partial t} &= \frac{k}{\gamma} H_A \frac{\partial^2 H_A}{\partial x^2} + \frac{1}{\gamma} r_e; & t=0, & H_A = f(x) \\ & & x=0, & \frac{\partial H_A}{\partial x} = 0 \\ & & x=L, & H_A = H_L (= \text{const.}) \end{aligned} \right\} \dots (3)$$

となる。ここに k :透水係数、 γ :間隙率、
 r_e :地下水帯への水供給強度である。この式
中の H_A を $H_A(x,t) = H_A(0,0) + h(x,t)$ 、($H_A(0,0) \gg h(x,t)$)
と仮定して上式を線型化すると、その解のう
ち、水供給による河川流量の増分を示す部分
の第2項以下は微小であって、その増分は近
似的に

$$\Delta Q_u(t) = r_e \cdot (1 - e^{-St}) \dots\dots (4)$$

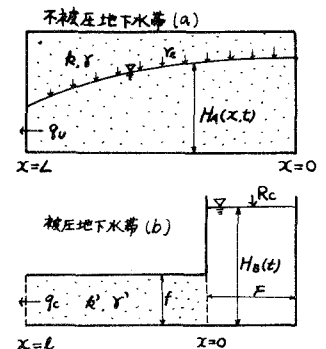


図 - 1

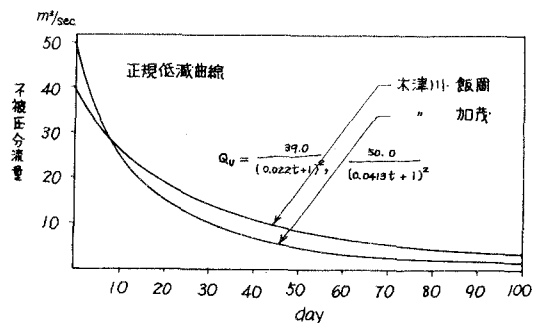


図 - 2

となる。上式は地下水への水供給が継続している間にものみ成立するものである。ところで、地下水への水供給の機構はきわめて複雑で、その時間的な遅れや、水供給の継続時間を厳密に定めることは困難である。そこで、ここであきさに解析した由良川の場合と同様に考え、地下水への供給がはじまるまでの時間的な遅れは1日であるとし、またその継続時間は降雨継続時間と等しいものと仮定した。

さて、ある時以後の正規低減曲線(2)式の積分は、将来地下水流出として河川にあらわれる水のその流域内の貯留量を表わしている。したがって、降雨によるこの貯留の増分は、その降雨をはさんだ前期と後期の正規低減曲線の積分の差 ΔS と ΔS_1 との和(図-3参照)であるが、一般に ΔS_1 は ΔS に比し無視することができる。木津川で求めたこの貯留量の増分と降雨継続日数 T の関係は図-4のようになり、ほぼ両者の間に比例関係が成立しているものといえよう。すなわち、この貯留量は毎日等量ずつ増加しており、流出に關与する地下水への水供給の割合は流域平均的に考えると一定であると考えてよいことを示している。

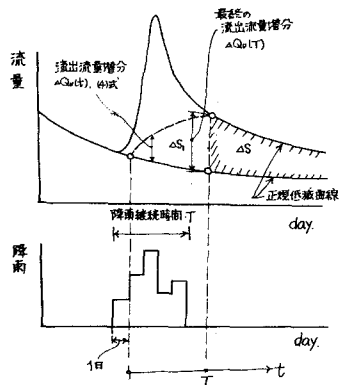


図 - 3

つぎに、実際に地下水流出流量の時間的な増加の模様を求めることは難しいが、その最終的な増量は求められる。すなわち、図-3に示すように降雨前後の低減曲線の差 $\Delta Q_0(T)$ として求められる。このようにして木津川で算定した各出水時の地下水流出流量の増分と、降雨継続日数 T との関係を示したのが図-5である。参考のため由良川での結果も付記した。この図ではかなりのばらつきはあるが、流量の増加の傾向は地下水への水供給を一定と仮定して求められた(4)式でほぼとらえることができよう。このように、簡単なモデルに関する考察によっても、降雨による地下水流出流量の変動の模様をある程度明らかにされることとがわかる。

(注) 石原幸雄、高木 不折、地下水流出に關する考察、昭和37年度、関西交際学術講演会講演概要。

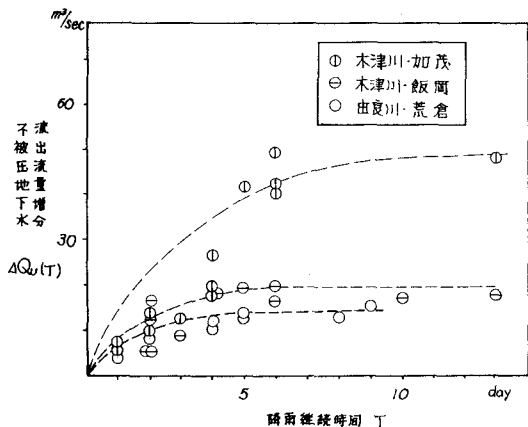


図 - 5

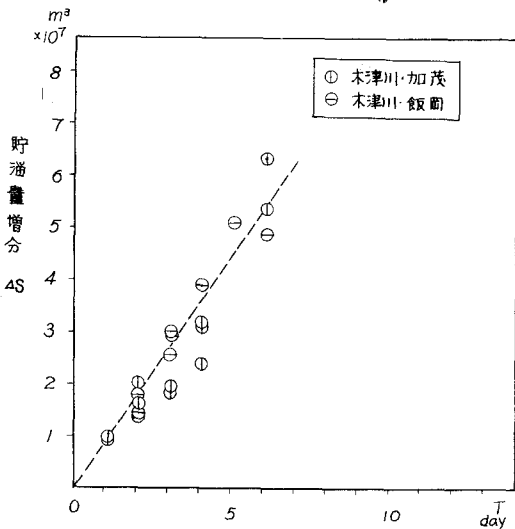


図 - 4