

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 柳見 晴重

㈱心用地質調査事務所

正会員 中村 晋

1. 序論

南山地域とは京都盆地南部を指し、花川以南、木津川に沿って開いた堆積盆地である。当地域は地下水の豊富で、古来より農業用、家庭用として広く利用されてきた。しかし最近、都市人口のドーナツ化現象による急激な人口増、あるいは工場の進出などで水需要が増加し、それに伴い地下水揚水量も急増の様を呈している。当地域の地下水揚水量は昭和57年時より年間約7000tにのぼっており、また京都盆地中西部(桂川右岸地域)ではすでに地盤沈下が発生していることから、当地域でも地下水の過剰揚水に伴う地下水障害について検討する段階にきていると考えられる。本報告は、地下水障害について検討するうえに最も重要な要因である地下水収支について考察を行った結果である。

2. 木津川の基底流出量

河川の循環過程では、いったん地下に浸透した水も、河川の基底流出となって復帰する。したがって基底流出量を定量的に求めることができれば、地下水補給量についてもある程度把握できると考えられる。このような目的で建設省近畿地方建設局八橋流量観測所の昭和55、56年のデータを用い、以下の方で基底流出量を求めた。

2.1 ハイドログラフの分離

河川の流出成分は、河道降雨、表面流出、中間流出、基底流出があり、ハイドログラフの各成分の分離法は、各成分の物理的意義よりも、分離の簡略化に主眼を置いているものがほとんどで、また確立されていないのが現状である。そこで今回は、木津川近傍に存在する山崎観測井の地下水位記録を基に次のような方法を採用した。図-1に八橋流量観測所、山崎観測井、松井雨量観測所の位置を示す。

木津川の本川流路延長は約89km、平均勾配は約0.88‰であることから、物部公式により直接流出の完了日数は約4日となった。したがってここまでは一定無降雨期間が4日以上続けば直接流出が完了したとみなし、4日以上の無降雨期間後に現れる河川流量の最小値(図-2中のA,B,C,D点)を直線で結び、次にハイドログラフの下に山崎観測井の地下水位ととり、地下水位のローケを各点(図-2中のP,Q,R)からハイドログラフ上へ垂線を上らせる。一方、無降雨期間における河川の基底流出は次式に示される減衰特性を有している。

$$Q_t = Q_0 K^t \quad Q_t: \text{t日後の基底流出}, \quad Q_0: \text{初期基底流出}$$

ここで木津川の流量観測データから、逆減衰係数を求めると7~10月で約0.74、その他の月で0.78程度であった。年間に出現する長期の無降雨期間の河川流量を基底流出とし、最初の地下水位ローケを逆減衰曲線を延長し交点をPとする。Pを基準に次の地下水位ローケを、一方はABと平行に、他方は逆減衰曲線を延長し、双方の中点をQとする。以下同様の作業を繰返し、それぞれ基準点(図-2中のP,Q,R,I...)を直線で結び、上を直接流出、下を基底流出とした。

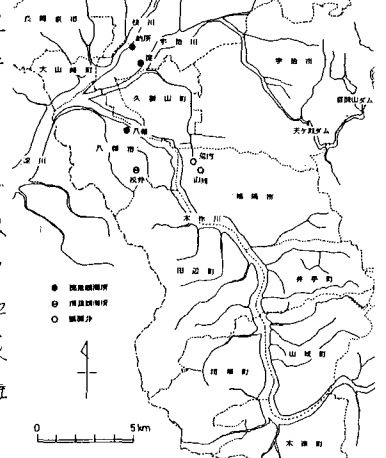


図-1 位置図

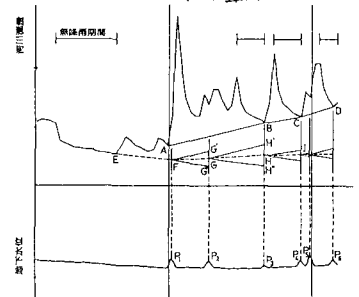


図-2 分離説明図

2.2 地下水流出量と地下水位変動

地下水位H, 地下水補給量I, 地下水流出量Qの間には次のような関係がある。

$$\begin{cases} \mu \cdot dH/dt = I - Q \\ Q = \beta H \end{cases} \quad (\mu, \beta \text{ は定数}) \quad \text{--- ①}$$

ここで先の分離法で求めた基底流出量と地下水流出量Qとをみなし、縦軸に基底流出量、横軸に荒井・山崎両観測井の地下水位をとって線形回帰を行くと下の関係式を得た。

$$\begin{cases} Q_{55} = 8.64(49.25 - 8.400 H_h) \\ Q_{56} = 8.64(40.97 - 8.194 H_h) \\ Q_{57} = 8.64(57.43 - 9.700 H_h) \\ Q_{58} = 8.64(46.91 - 9.283 H_h) \end{cases} \quad \text{--- ②}$$

(ただし、55, 56, 57は観測井、58は山崎井の別を表す。) 図-3 にその一例を示す。

2.3 地下水収支

①式より地下水補給量Iを求めるためにはμの値を知る必要がある。いま降雨量が少なく地下水位の低下が顕著な時期において近似的にI=0と考え、μの値を求めてみると表-1のようになる。このμと荒井・山崎両観測井の実測地下水位、および②式を用いて、ほぼ10年おきの地下水補給量を求めてみると図-4のようになる。

表-1 各観測井におけるμの値 (単位: 1/m²)

年・月・日	荒内井	山崎井
S55.8/3~8/10	-3288	-2483
S56.6/3~6/9	-3175	-2207

7.2億t, 総流出量約7.1億tで、ほぼ収支がつりあっている。春・冬期には補給量は小さい。これは主に降雨の影響によるものと考えられ、昭和55, 56年とも降雨量の約22%が地下水補給量になっていると計算された。

一方、新山域地方での年間揚水量は約7000tであり、昭和55年の地下水補給量の10%, 昭和56年のそれの14%に相当する。またこの年間揚水量の約7000tを図-5に示すような簡単な揚水パターンに分割すると、夏期においては月地下水補給量の約6%が揚水され、冬期では約7%が揚水されていることになる。したがって、図-6のように縦軸に基底流出量、横軸に降雨量をとってみると、夏期には降雨量の割に基底流出量が低く、冬期にはその逆の傾向が認められる。

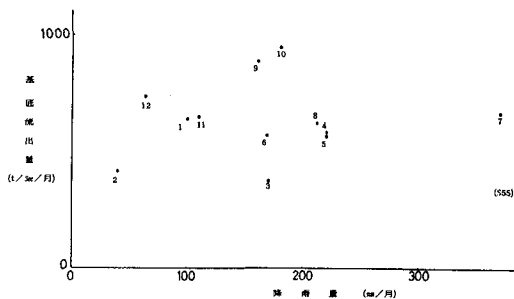


図-6 基底流出量と降雨量の関係

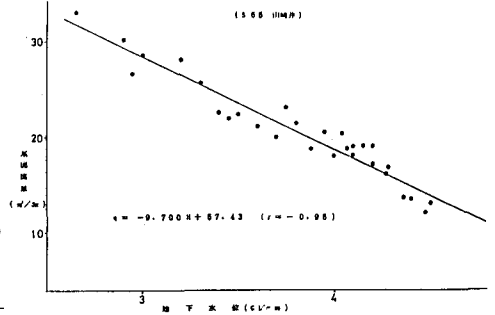


図-3 基底流出量と地下水位の関係

これによると、昭和55年においては総補給量約7.2億t, 総流出量約7.1億tで、ほぼ収支がつりあっている。春・冬期には補給量は小さい。これは主に降雨の影響によるものと考えられ、昭和55, 56年とも降雨量の約22%が地下水補給量になっていると計算された。

一方、新山域地方での年間揚水量は約7000tであり、昭和55年の地下水補給量の10%, 昭和56年のそれの14%に相当する。またこの年間揚水量の約7000tを図-5に示すような簡単な揚水パターンに分割すると、夏期においては月地下水補給量の約6%が揚水され、冬期では約7%が揚水されていることになる。

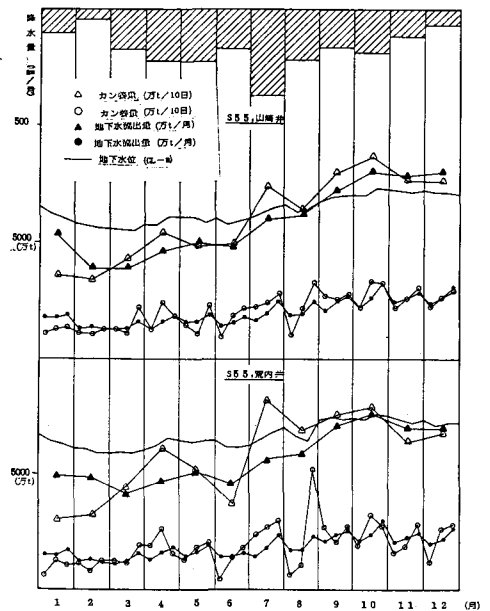


図-4 地下水補給量
1030.6万t/月

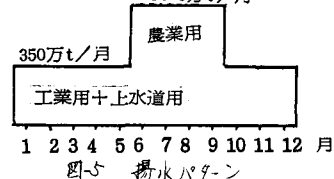


図-5 揚水パターン