

Ⅰ-4 低平地における地下水流出量の算定に関する研究

徳島大学工学部 正 員 ○ 渡 島 勝
神戸市役所 正 員 兼 島 方 昭

1. まえがき：従来、地下水流出量の算定手法には、ハイドログラフを用い、決水調節と第一とし直接流出量と求めた後、第二段階に地下水流出量を求める方法がとられてきたが、地下水流出量の増大した今日適確な地下水流出量の把握が急務と要している。そこで、われわれは各種観測資料（降水量、河川水位、地下水位）などの集取とその統計解析、相関解析を行ない、それにより河道近傍に存在する浅層地下水の流出方向を推定し、河道水収支論に立脚した地下水流出量の算定法を提案する。さらに、吉野川流域の河道近傍に存在する浅層地下水を対象としてその適応性を検討する¹⁾。

2. 対象域と水文資料：対象域は、図-1に示すより吉野川河口から18km地点の高瀬橋と25.5km地点の中央橋間の吉野川下流域であり、左岸、右岸ともに河道より約4km背側に山地とひとた平地である。図に示されるように、右岸側は山裾でほぼ平坦な地形であるのに対し、左岸側は山裾まで1/100～1/500の地形こう配をもっている。解析に用いた水文資料は、図-1中にその位置を示している建No.23, No.30（左岸側）、No.16, No.21（右岸側）（建設省徳島工事事務所地下水位観測井）における地下水位記録、中央橋、高瀬橋における河川水位記録および流量であり、解析期間は昭和46年7月～昭和47年12月である。

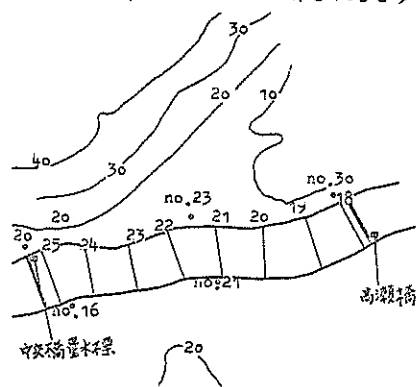


図-1 対象域と観測地点の概要

3. 地下水流出方向の推定：地下水と河川水は因果関係にあるということは周知のことである。それがどのような対応度合であるか、また代表的な時間遅れを知るため、群系列解析を行ない地下水と河川水の対応度合を調べ、水頭ポテンシャルなどと考慮して地下水流出方向を調べる。比較的変動のばげしい7, 8月のAP水位を用いて、河川水位と地下水位の観測値より系列相互相関係数と求め、図-2のようにNo.16, No.26, No.23の相互相関係数と示した。さらに、図-3に示すように各月の低水時での地下水位と河川水位の高低関係を調べた結果と考慮して流出方向を推定する。これらの結果よりつぎのような否定性的把握がなされる。

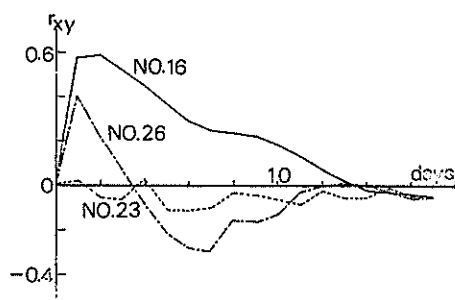


図-2 河川水位と地下水位の相関係数

①地下水位が河川水位より低いNo.26, No.16, No.21では、これらの差は年間を通してほぼ一定である。また、河川水位と地下水位の相関係数とみると図-2に示すようにかなり高い相関を示し、それらは河川より地下水への浸透が大きいことがわかる。

②地下水位が河川水位より高いNo.23, No.30は図-2よりわかるように相関係数は低い値を示す。このことは、河川水位の変動による地下水位の変動に及ぼす影響が非常に小さいことを示し、地下水は河川方向へ流出していると考えられる。

このような相関解析にもとづいて各地下水周辺の流出方向が推定できたのであるからその流出方向ともとにし、河道水収支論にもとづいて地下水流出量を算定する。

4. 河道水収支論にもとづく地下水流出量の算定

4-1. 河道水収支論：図4に示されるモデル地帯において、河道のO・P点で水位と流量測定がなされている時、次式が適用される。

$$D = \frac{I_1 + I_2}{2} - \frac{Q_1 + Q_2}{2} \quad (1)$$

I_1 ：時刻 t_1 における上流（図4上のO点）からの流入量 I_2 ：時刻 t_2 における上流からの流入量 Q_1 ：時刻 t_1 における下流（図4上のP点）からの流出量 Q_2 ：時刻 t_2 における下流からの流出量 D ：水収支（河道区間の地下水の伏没かん養および流出かん養）

まず、各地下水井周辺の地下水面こう配（ M ）と求め、地下水井周辺の流出方向を考慮して河道に対し伏没かん養か、流出かん養かと決定する。そして、各井戸で代表される流出量とDarcy 則を用いて流出量と次式のようにおく。

$$Na1 \text{ 地下水井で代表される流出量 } g_1 = A_1 k_1 M_1 \quad (2)$$

以下同様にしてNa4までと計算し、それぞれの流出方向を加味してトータルするとつぎのような式が成立する。

$$-g_1 + g_3 - g_2 + g_4 = D \quad (3)$$

式(3)における D と式(2)における M の値を4つの観測期内の観測値から求めるとつぎのような式が成立する。

$$\left. \begin{aligned} -A_1 k_1 M_1 - A_2 k_2 M_2 + A_3 k_3 M_3 + A_4 k_4 M_4 &= D_1 \\ -A_1 k_1 M_1 - A_2 k_2 M_2 + A_3 k_3 M_3 + A_4 k_4 M_4 &= D_2 \\ -A_1 k_1 M_1 - A_2 k_2 M_2 + A_3 k_3 M_3 + A_4 k_4 M_4 &= D_3 \\ -A_1 k_1 M_1 - A_2 k_2 M_2 + A_3 k_3 M_3 + A_4 k_4 M_4 &= D_4 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

式(4)と解くことにより、それぞれの井戸周辺の透水係数が定まりその値と式(2)に代入することにより各井戸周辺の地下水流出量が算定できる。

4-2 吉野川流域への適用：前述した河道水収支論を用いて吉野川流域に適用しその理論の妥当性を判断する。観測資料としては地下水位、河川水位を用いこれらの資料から流出方向、地下水面こう配および水収支 D を計算する。そしてこれらの値と式(1)～式(4)に代入し各井戸周辺からの地下水流出量を算定する。観測資料は無降雨期の昭和46年1月10日～1月14日、11月21日～11月25日と選定し解析した。無降雨期間と選んだのは、伏水時で地下水および河川が降雨の影響と直接的には受けないような期間であり、地下水と河川水と解析する際それらに影響を及ぼすfactorを取り除くことは解析を容易にするからである。その解析結果と従来調査されている透水係数および流出量と比べその妥当性を考察する。

①表-1に示すように、Na16, Na21付近の透水係数の値は1.2cm/sと3.3cm/s

というように異なっているがオーダー的に一致しているので妥当とみてよからう。

流出量に関しては諸演習に発表する。

5. あとがき：以上のように河道水収支論にもとづく地下水流出量の算定と提案し、その妥当性を述べたのであるが、現象の定量化の一つの結果として十分価値を与えることができよう。今後さらに、詳細な資料にもとづいて解析し精度を高めていきたい。

1)尾島・高島・小谷・中決；吉野川下流域の地下水変動と流出について、昭和48年度、第25回中部学術講演会、昭和48.5

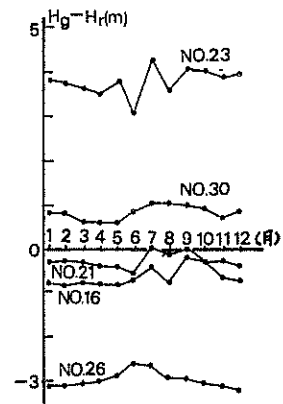


図3 伏水時での河川水位と各地下水位の差の年変化

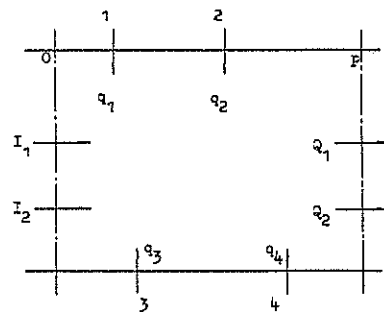


図4 理論解析モデル

滞水層	透水係数		場所
	(計算結果)	(従来調査)	
沖積層	1.2cm/s	3.3cm/s	Na16
礫層	1.9cm/s	1.5cm/s	Na21