

II-15 地下水位変動解析について

京都大学工学部 工博 正員 松尾新一郎
京都大学工学部 学生員 〇河野伊一郎

海水位や湖水位、あるいは河水位の変動が、その周辺一帯の地下水位に影響する状態を解析するため、一方法を提案し、びわ湖湖南平野の事例について検討を加えたのが本研究である。

1. 地下水位等高線図作成

地下水分布の現状を把握するため、地層の構成調査と地下水位の測定が必要であり、筆者らは現存する井戸を最大限に利用し、不足する箇所をボーリング、電気探査などであきになって、びわ湖湖南平野の地下水位等高線図を作成した。

2. 境界条件の変化による地下水位変動の解析

地下水流は Darcy の法則にしたがって、地下水位等高線と直角の方向に移動する。

$$q = k \cdot i \cdot h \quad \text{----- (1)}$$

ただし q : 単位中当りの単位時間の地下水流量 ($\text{cm}^3/\text{sec}/\text{cm}$)、 k : 透水係数 (cm/sec)

i : 地下水勾配、 h : 透水層の厚さ (cm)

透水係数、透水層の厚さを厳密に知るためには非常に大きな労力を要し、わが国の急流河川が作り上げた多くのデルタ地域においては、直接測定による連続的決定は不可能といえる。またボーリング数の増加は必ずしも透水層厚さ決定値の正確さを保障しない。びわ湖湖南平野においても同様なことがいえた。そこで透水層厚さの決定に次の様な方法を用いる。地下水流線の方に単位中当りの任意縦断面を設定し、その縦断面において (1) 式が

$q/k = \text{一定}$ という条件を満たすものと仮定する。そこで考える縦断面の任意の1地点において、 $h = h_a$ 、 $i = i_a$ をボーリング、電探など適当な方法によって決定できるなら、

$$q/k = i \cdot h = i_a \cdot h_a = \text{const} \longrightarrow h = i_a h_a / i = \text{const} / i \quad \text{----- (2)}$$

地下水位等高線図より、地下水勾配を連続的に知ることができるなら、透水層の厚さを

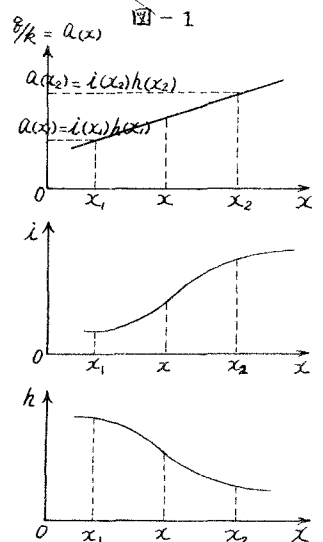
(2) 式によって連続的に計算することが可能である。 q/k はかならずしも一定でなくともよく、2 点、3 点と i 、 h が測定でき各値が充分信頼できる状態で測定されている上、 q/k が誤差範囲以上に変動している場合には、 q/k を変数として取り扱う。

$q/k = Q(x)$ ただし、 x : 湖岸よりの距離

$h(x) = Q(x)/i(x)$ $Q(x)$: x の関数

野洲川によってできた典型的なデルタ地の湖南平野においては $q/k = \text{const}$ の妥当性が認められた。

デルタ地域などにおいて、上流より下流に向って地下水分散のため q が小さくなる。一方構成土砂粒子は上流に粗、下流に細であるから k は上流に大きく、下流に小さい。 q 、 k 、ともに一定となるような平坦で規則性のある地域では勿論のこと、デルタ地域においても $q/k = \text{一定}$ の仮定の意味深いことがわかる。



いま、地下水位が Δh 長期間低下した場合、(1)式より(1)式が成立しなければならない。

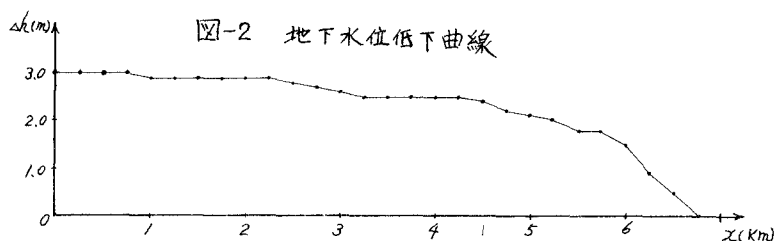
$$g = k \cdot i' \cdot (h - \Delta h) \text{ ----- (1)'}$$

i' は地下水位が Δh 低下したことによって増大した地下水勾配である。 g/k は水位低下前後を通して変わることがないと考えられる。したがって水位低下後の定常状態を求めるには、湖岸より出発して(湖水位低下 Δh_0 を初期境界条件として)階差的図解法によって上流へ計算をすすめる。常に $i \leq i'$ の不等式を満足し 等号は地下水位低下の影響がおよばない地帯より上流においてのみ成立する。階差的図解法において、(1)式より i' を計算し、実際には連続変数なる i' を小区間一定値とみなすわけであるが、階差法による誤差の蓄積はなく、次の計算が前の誤差を減ずるような結果を与える。

3. 湖南平野における地下水位低下計算例

表-1 地下水位変動計算表

湖岸距離 x (Km)	地下水勾配 i (1/1000)	const g/k	$h = \frac{\text{const}}{i}$	Δh	$h - \Delta h$	$i' = \frac{\text{const}}{h - \Delta h}$	湖岸距離 x (Km)	地下水勾配 i (1/1000)	const g/k	$h = \frac{\text{const}}{i}$	Δh	$h - \Delta h$	$i' = \frac{\text{const}}{h - \Delta h}$
0	0.10	14/100	140.0	3.0	137.0	0.10	3.5	1.30	14/100	10.8	2.5	8.3	1.68
0.25	0.10	"	140.0	3.0	137.0	0.10	3.75	1.35	"	10.4	2.5	7.9	1.77
0.5	0.10	"	140.0	3.0	137.0	0.10	4	1.40	"	10.2	2.5	7.7	1.81
0.75	0.12	"	120.0	3.0	117.0	0.12	4.25	1.37	"	10.2	2.5	7.7	1.81
1	0.14		100.0	2.9	97.1	0.14	4.5	1.34		10.5	2.4	8.1	1.72
1.25	0.19		71.9	2.9	69.0	0.24	4.75	1.25		11.2	2.2	9.0	1.55
1.5	0.32		43.8	2.9	40.9	0.34	5	1.88		11.9	2.1	9.8	1.42
1.75	0.43		32.9	2.9	30.0	0.47	5.25	1.33		10.5	2.0	8.5	1.64
2	0.64		21.9	2.9	19.0	0.73	5.5	1.54		9.1	1.8	7.3	1.91
2.25	0.74		18.8	2.9	15.9	0.88	5.75	1.94		7.2	1.8	6.4	2.18
2.5	0.90		15.6	2.8	12.8	1.09	6	2.66		5.3	1.5	3.8	3.68
2.75	1.01		13.9	2.7	11.2	1.25	6.25	3.04		4.6	0.9	3.7	3.78
3	1.14		12.2	2.6	9.6	1.45	6.5	3.63		3.9	0.5	3.4	4.11
3.25	1.22		11.5	2.5	9.0	1.55	6.75	3.89		3.6	0	3.2	3.89



以上、解析法を述べ 湖南平野における地下水位低下計算の一例を示した。他の計算結果を総じて 湖面が 3 m 低下したときの影響は湖南平野の場合 湖岸より数キロメートル。

もちろん、境界初期条件により結果に差はあるがほぼ同じような結果が得られた。ただし 10 cm 以下は誤差の範囲とする。わが国には急流河川が多くデルタ地域の地層は規則性に乏しく複雑きわまりない状態を呈している。こうした場合の地下水流の大勢を知るための方法としてこの近似解法は充分その目的を達しうるものと考ええる。