

徳島大学工学部 正員 ○尾島 勝
(株)大林組 正員 友道康仁

1. まえがき 広域地下水の流動機構を解明するためには、現地観測資料に基づく地下水流況の実証的解析が、数理モデルによる理論的解析にもまして重要である。本研究では、吉野川下流域を対象とした地下水位観測記録に基づく解析方法および解析結果について述べる。

2. 対象域の概要 本研究の対象域は、図-1に示された吉野川本川沿いの約40km²(6.3km×6.3km)の低平地である。対象域内に32個の井戸を選定し、昭和58年4月から昭和60年1月まで毎月1回大潮時に水位観測を実施した。観測記録に基づいて作成された地下水位等高線図の一例を図-1および図-2に示す。ここで、地下水位がT.P.+0.5m以下と考えられる地域にハッチを施した。

3. 解析モデルとその適用 本研究では広範囲の地下水水収支解析を行うために測点を任意に選べる Tyson-Weberの水収支式を基礎式として採用した。対象域を図-3に示すように各水位観測井戸を中心とする多角形領域に分割すると、任意の多角形領域に対して次の水収支式が成立する。

$$\left. \begin{aligned} \sum_i (h_i - h_B) Y_{i,B} &= A_B S_B (dh_B/dt) - A_B Q_B \\ Y_{i,B} &= J_{i,B} T_{i,B} / L_{i,B}, \quad T_{i,B} = \delta k_{i,B} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ここに、 A_B ；中心領域Bの面積、 S_B ；領域Bの貯留係数、 $T_{i,B}$ ；井戸Bと周辺井戸i間の透水量係数、 Q_B ；領域Bからの鉛直方向移動量、 h_B, h_i ；井戸Bと井戸iの地下水位、 $L_{i,B}$ 、 $J_{i,B}$ ；井戸Bと井戸iの距離およびそれに直交する多角形の一辺の長さ、 δ ；滞水層厚、 $k_{i,B}$ ；透水係数である。なお、図-3に示すとおり吉野川の兩岸域をそれぞれ独立に領域分割したが、ハッチを施したのが中心領域であり、No.24, No.25については領域の幅を単位長さとした。実際の計算は(2)式により Gauss-Seidel-Method による繰返し計算を行い、収束条件は(3)式である。

$$\left. \begin{aligned} (\sum_i Y_{i,B} + A_B S_B / \Delta t) h_B^{j+1} - \sum_i Y_{i,B} h_i^{j+1} &= A_B S_B h_B^j / \Delta t - A_B Q_B^{j+1} \\ \text{Min.} [RES] &= \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (h_{cal,i} - h_{ob,i})^2} \quad (2) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

(1) 式を用いて流動量を算定しようとする場合、 T/S と Q が未知量であるが比較的正確に測定できるのは地下水位だけであるので、試行錯誤的に地下水位に適当な初期値を与え、(3)式を満足するものを対象域の滞水層定数とした。そして、 T/S を既知として(2)式により Q の値を決定した。

4. 解析結果および考察 前述の方法により対象域の滞水層定数と地下水流動量を推定したが、滞水層にお

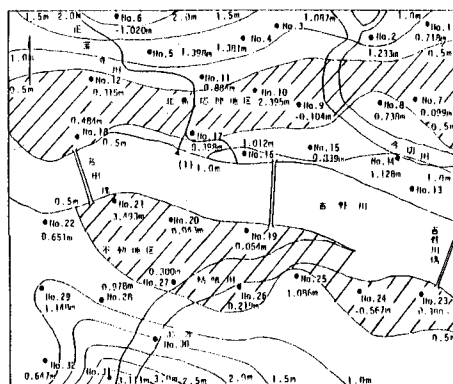


図-1 地下水位等高線図 (S.59.8)

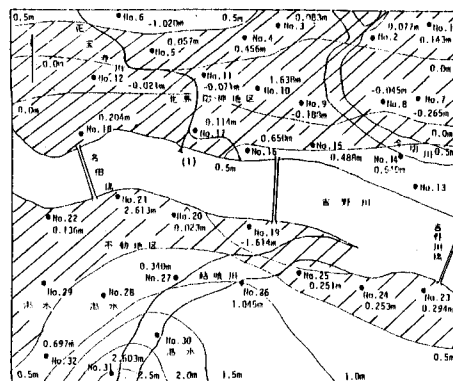


図-2 地下水位等高線図 (S.59.11)

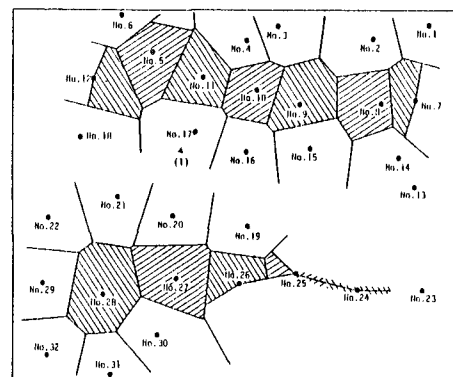


図-3 対象域の領域分割

ける諸定数を全領域に対して同一で、時間的にも一定とした。その結果、滞水層厚を10m、貯留係数を0.1とすれば(3)式により判定条件にかなう透水係数は、0.203 cm/sec(すなわち透水係数は1755.5 m²/day)となる。その時の計算地下水位と観測値の一例を図-4に示す。また、滞水層定数としてこの値を用いれば、鉛直方向移動量は表-1のように算出され、各領域間の地下水流動量(一例として昭和59年7月から8月)は図-5のようになる。

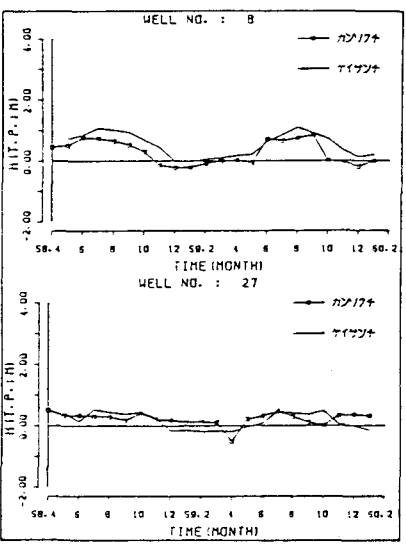


図-4 計算水位と観測水位

つぎに、これらの計算結果について考察する。
既存の資料によれば、対象域内の透水係数は $6.9 \times 10^{-3} \sim 9.0 \times 10^{-3}$ cm/secの範囲内にある。本研究における推定値は、この範囲を満足しており、最も単純な仮定のもとに計算したにもかかわらず、滞水層の性質をうまく表すことができた。また、地下水位変動から滞水層定数を推定することがより現実 に即した方法であると考えられる。

図-5に示した各領域間の地下水流動量は、その矢線方向へ流動した総量をベクトル表示している。この値は(1)式の左辺から求まるもので、地下水位差と滞水層定数により決定される。矢線の集まる領域は地下水位が低く、地下水位等高線図と比較しても定性的によく表現しているといえる。

鉛直方向移動量については、正の場合は領域からの消失を意味しており、揚水による地下水の汲み上げがその主なものであると考えられる。逆に負の場合はその期間における対象域内の河道や農業用水路からの自由地下水帯への補給量が多かったものと考えられる。これらの値を既存の資料と比較してみると、かなりよく似た値を示している。

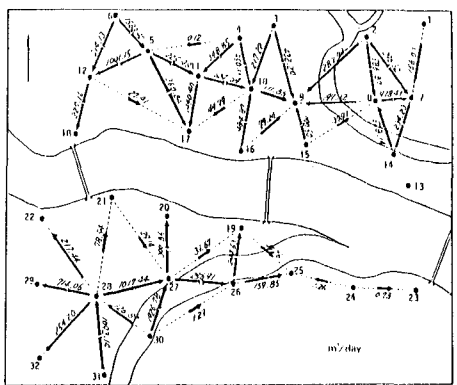


図-5 地下水流動量(S.59.7~8)

5. 結び 吉野川下流域低平地を対象域として長期の地下水位観測を実施し、これらを基礎資料としてTyson-Weberの水収支式に基づく手法を

表-1 鉛直方向移動量

適用した。解析対象域における領域分割とその物理諸量の決定を行い、汎用性のある数値計算プログラムを組み立てることにより、地下水挙動の数値解析を行った。その計算結果より地下水挙動を滞水

	No. 7	No. 8	No. 9	No.10	No.11	No. 5	No.12	No.24	No.25	No.26	No.27	No.28
5.58.4-5	1,629.79	316.68	8,122.32	990.20	535.26	1,648.26	-896.52	-0.78	-193.11	448.51	2,192.03	1,325.22
5-6	2,041.67	-3,103.45	11,885.47	-5,510.38	-554.73	-806.02	-1,216.78	-1.50	-194.11	640.75	1,929.82	373.28
6-7	3,092.67	-306.03	3,037.65	1,678.83	-2,735.54	1,319.87	-41.96	-1.60	8.22	-343.43	1,787.15	410.65
7-8	3,173.80	-1,181.70	5,029.83	4,255.84	-3,871.91	643.68	-808.47	-1.50	-66.24	203.70	2,057.14	534.29
8-9	2,264.94	-552.14	5,234.25	3,147.37	-2,347.61	-447.81	429.25	-1.80	-56.69	238.25	1,351.94	-629.13
9-10	3,403.77	-971.49	5,503.51	612.63	1,487.35	1,451.92	-1,394.51	-1.07	-306.87	-643.90	989.65	-2,550.40
10-11	2,236.79	1,112.76	3,653.12	2,344.38	1,086.56	3,112.53	-841.64	0.61	-158.59	26.69	3,403.94	1,231.39
11-12	852.20	1,335.22	3,345.07	387.47	1,099.61	2,616.53	-1,514.08	0.23	-112.80	-149.18	1,846.91	-284.64
12-5.59.1	1,516.40	-70.27	4,958.70	783.35	837.40	2,600.29	-1,551.57	0.11	-58.87	6.02	1,552.82	-1,657.40
1-2	590.36	-874.79	6,519.66	-3,773.94	861.01	1,351.98	-1,273.52	-0.34	-38.77	-143.37	1,725.76	-1,187.17
2-3	434.52	795.15	3,102.94	-3,052.22	225.28	1,014.34	-811.41	0.00	-64.38	-39.35	1,542.15	-2,223.43
3-4	732.94	381.91	2,768.65	-2,228.27	1,379.98	1,476.93	-695.44	-0.17	-66.16	-234.07	3,815.05	-2,350.76
4-5	768.79	1,385.38	2,331.70	-1,216.88	696.56	1,897.62	-946.71	-0.75	-72.46	-1,645.94	3,758.59	-1,965.21
5-6	977.64	-418.51	1,042.79	-666.18	-1,436.54	829.19	-549.20	-2.52	-165.32	-887.85	1,915.99	451.40
6-7	3,345.39	-1,414.33	2,050.18	325.41	-4,062.72	-969.30	-490.25	-1.16	-3.54	-902.97	1,904.78	-1,295.72
7-8	1,945.92	-265.23	2,466.76	2,291.28	-1,251.90	-964.82	1,575.35	2.36	-171.96	46.26	2,072.98	379.65
8-9	2,685.50	-1,435.47	5,118.23	1,530.90	-75.17	-6,910.61	954.86	1.35	-545.65	799.61	1,925.65	574.22
9-10	2,789.97	124.61	4,698.78	3,059.46	1,048.91	-2,496.49	-176.32	1.66	-228.73	251.50	2,503.60	462.73
10-11	1,312.83	235.34	3,650.97	2,042.65	1,274.36	-1,298.13	-919.08	-1.49	-200.40	-2,208.34	1,414.59	-243.96
11-12	1,588.74	1,059.17	2,142.22	2,447.17	1,688.72	-1,679.75	-663.10	0.03	-112.22	-4,993.39	2,004.24	-257.48
12-5.60.1	2,104.82	-670.09	2,111.45	-511.19	1,738.94	1,744.91	-1,336.65	-0.05	-15.48	345.34	999.49	-1,394.53

(m²/day)

層定数、地下水流動量および鉛直方向移動量の数値的評価として示すとともに、この解析方法の当該地区への適用性、妥当性についても明らかにした。

<参考文献> 1) 四国通産局：徳島県北部地区地下水利用適正化調査報告書，1968
2) 尾島 勝：低平地地下水の水位変動と流出量に関する考察，第21回水講，1977
3) 徳島県：地下水利用等基礎調査報告書，1983