

名古屋大学工学部 正会員 高木 不折

東京大学大学院 ○学生員 山田 啓一

1. ま え が き

低平地、とりわけ河口付近低平湿地での水循環過程では、河川水、地表水、地下水がそれぞれ密接に関連し合っている。低平地は、その言葉が示すように、土地が平坦であることと低いこと、すなわち地下水位が浅いことに特徴づけられる。筆者らは低平地の一例として、木曾川下流部の高須輪中地域を選び、水の流動状況を考察することによって、地下水が低平湿地での水循環にどれほどの役割も果たしているか、その実態を把握しようと試みた。

2. 高須輪中の概況

高須輪中はその東西を長良、揖斐の両川に囲まれた60Km²の低湿地である。周囲は輪中堤で表面的には外水河川と完全に遮断されている。堤内地には用排水路としての大江・中江川をはじめ無数の水路がめぐらされている。これらの内水位は外水位より常時1m近く低く、また地表面下10~15mに位置する第1帯水層の地下水位は高い。今回の解析の対象としたのは、図-1の斜線部、すなわち、揖斐・中江両川に囲まれた5Km²の地域である。この地域では、かんがい期に北端で自然取水、逆潮取水が行なわれている。また、排水は下流端での機械排水のみに頼っている。

水流量の観測は、建設省木曾川下流工事事務所によって行なわれ、揖斐・中江・大江各河川の水位、当地域内のかなりの地点での地下水位の資料が整理されている。

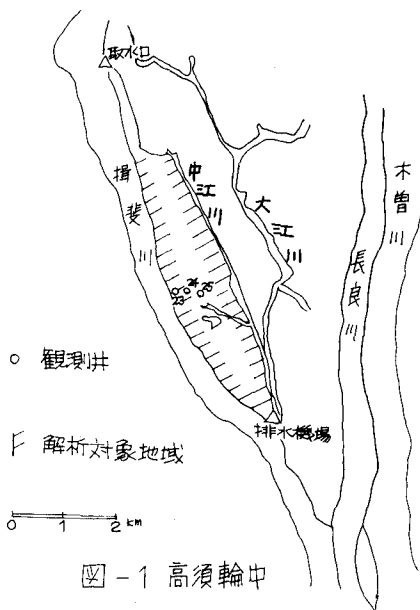
3. 地下水位の変化と特性量の推定

対象地域のボーリング結果によれば、第1帯水層厚はほぼ一様である。そこで、水平な一様厚の帯水層を考えると、地下水の流れに関する基礎方程式はつぎのようになる。

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{H_0}{r} \frac{\partial kx}{\partial x} \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{kx H_0}{r} \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{H_0}{r} \frac{\partial ky}{\partial y} \frac{\partial h}{\partial y} + \frac{ky H_0}{r} \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{re}{r} \dots \dots (1)$$

上式中、地下水位を $H = h + H_0$ 、($h < H_0$)、 H_0 は平均的地下水位で、計算にあたっては実測結果を基礎に、 $H_0 \approx 15m$ (=一定)とした。 x, y は水平面上にとった直交座標、 $kx, ky = xy$ 方向の透水係数、 r =有効間隙率、 re =単位面積あたりの地下水面への水供給強度である。

地下水位の変化は、初期条件、境界での水位と鉛直方向の水供給の如何で左右される。幸なことに、ここで対象とした地点では、何本かの観測井で地下水位の経時変化が測定され、また境界での水位変化も測定されている。したがって、上式によってこの地域の特性量ともいふべき kx, ky の値さらには地下水帯への水供給強度 re を算定することができる。実際の計算は対象地域を250m間隔のメッシュに区切り、各地点での地下水位が観測値と一致するよう試行錯誤的におこなった。この計算は45、46年の2カ年間にわたっ



て行なわれたが、3つの観測井での観測値と計算値との対応は全期間にわたってほぼ満足すべきものとなった。こうして求めた値は、 $re = 3 \text{ mm/day}$ ，透水系数 $k = k_x = k_y$ は揖斐川に接する領域で 0.43 cm/sec ，他の領域で 0.29 cm/sec である。 k の値はかなり大きすぎるようにも思われるが、これは格子点間隔がやゝ大きすぎたことや、領域を一樣としたことなどの影響によるものであろう。なお地下水の変化状態については講演時に説明する。

4. 水収支における地下水の役割

いま、この地域での水収支を検討するため、図-2のようなモデルを考える。ここでは年間の水収支を対象とする。水収支式は、

$$\Delta S_s = \int I dt + \int R dt + \int Q_1 dt + \int re dt - \int P dt - \int E dt \quad \dots\dots(2)$$

$$\Delta S_g = \int Q_1 dt - \int Q_2 dt + \int re dt \quad \dots\dots(3)$$

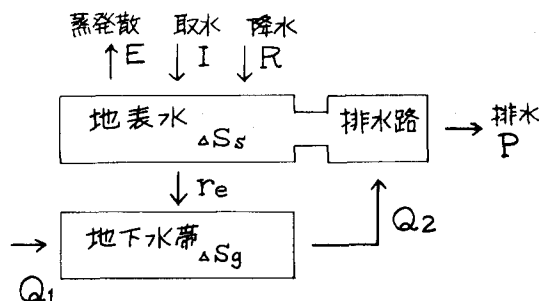


図-2 水収支モデル

である。諸記号は、図-2に示したとおりであるが、 $\Delta S (= \Delta S_s + \Delta S_g)$ ， ΔS_g は年間の単位面積あたりの貯留量増分で、前者は表面水・地下水・土壌水の全系を対象としたもの、後者は地下水のみを対象としたものである。他の記号はすべて、単位面積、1日あたりの量である。 Q_1 ， Q_2 ， re は前項の解析結果を用い、 R ， I ， P は実測値、 E は推定値を用いて計算したが、その結果を下表に示す。

表一 年間の水収支 mm/year

	$\int R dt$	$\int I dt$	$\int P dt$	$\int Q_1 dt$	$\int Q_2 dt$	$\int re dt$	ΔS_g	ΔS_s	$\int Q_1/P$
1970	1487.5	812.9	3477.3	1553.0	2674.0	1095.0	-28.51	-350	0.45
1971	1964.5	399.1	3840.2	1576.0	2652.0	1095.0	-24.42	-637	0.40

年間降雨量については兩年でかなりの差異があるが、1970年はその差分に相当するだけの取水がなされており、そのためにその他の諸量は兩年でほぼ同量の値となっている。ところが、この表から明らかなように揖斐川より当地域への浸透流入量 Q_1 は降雨量にほぼ近い値となり、年間排水量 P の4割から4割5分に達している。つまり、当地域の水循環は、揖斐川からの大量の浸透流入をうけ、地表からの補給をあわせて中江川に流出し、中江川から地表水とともに機械排水されているのである。このように、地下水は内水位と外水位のバランスの上に両者を結びつけることによって低湿地での水循環の基礎を形成するとともに、水収支においても量的に非常に大きな役割を果たしているわけである。

5. ま と め

観測資料の不十分さもあって細かい議論はできなかったが、大局的には河川水、地下水、地表水の相対的な関係を把握することができた。いろいろな事柄と関連して研究されている低平地の水循環を考える際、地下水の果たしている役割を十分に認識するべきであろう。