

建設省土木研究所 正 員 北 川 明

〃 〃 〇 佐 合 純 造

建設省東北地建 // 遠藤真一

1. はじめに

水資源の逼迫している今日、地下水は単に厳しい規制や無秩序な利用を行うのではなく、その流動について正確な量的把握を行い、その利用可能性を検討することにより、水資源として有効に利用していく必要がある。

ここでは埼玉県北西部に位置する荒川左岸扇状地を対象に、地下水と降水・地表水の関係を検討し、当地域での地下水を含めた水挙動把握のための基礎資料としたい。

2. 对象地域¹⁾

荒川左岸扇状地は、図 1 に示すように南縁を荒川、北方を利根川に囲まれた洪積台地である。扇状地は半径 10 km 標高 35~100 m で北東約 90° の角度に広がる。

地質構造はボーリング及び電探資料から概略、関東ローム層(2~3m)、砂礫層、粘土混り砂礫層、難透水性粘土層、さらに透水性の小さい砂礫層を経て基盤に到る。今回対象としたのは浅層不圧地下水で帯水層厚には地域差が認められ、西部は厚く20~30m、東部では5m程度と薄い。



图-1 荒川左岸扇状地平面图

3. 扇狀地水流動特性

図2は当扇状地での降雨、農業用水、排水、地下水の月別変動状況である。特に当地域においては、農業用水を無視して水流動を把握し得ない。すなわち実積用水量は約2500万t 降雨量換算で450mmに相当し、当地での年間降雨量1250mmの3分の1に当り、特に地下水の挙動においても灌漑期と非灌漑期に差異が生じる。図3は灌漑期間中、降雨の少ない期間を5日単位でとり出し農業用水量と排水路流量の関係を示す。また図4は非灌漑期における、5日単位の降雨量と排水路流量の関係を示す。灌漑期においては消費水量は2mm/日程度と比較的小さい。非灌漑期ではバラツキは大きいが出率率は0.3程度であることがわかる。

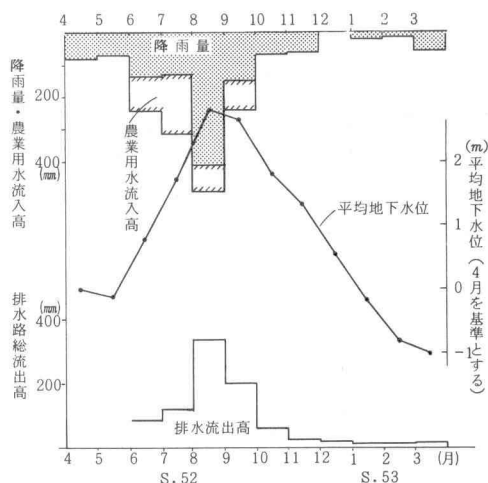


図-2 扇状地内における地表水・地下水
の月別変動

4. 水収支の考察

さらに、地下水と降水、地表水との関連を量的に明確にするためには、地下水を含めた水収支を検討する必要がある。単位地下水域での水収支関係は次式で示される。

$$\begin{aligned} R-E-(D_2-D_1)-(G_2-G_1)-Q_d &= \Delta S \\ \Delta S &= P_a \Delta H + \Delta M + \Delta W_s \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(1)$$

ただし、 R 降雨量、 E 蒸発散量、 D_2 排水路流量、 D_1 地表流入量（農業用水量）、 P_a 有効間隙率、 ΔH 平均地下水位変化量、 ΔM 土湿変化量、 ΔW_s 地表面貯留変化

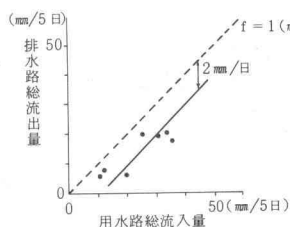


图-3 流出特性
(灌溉期)

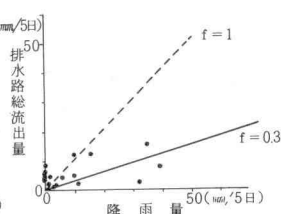


图-4 流出特性
(非灌溉期)

量, Q_d 揚水量である。

今回観測を実施した項目は $R, D_2, D_1, \Delta H$ である。また Q_d は無視でき, G_1 も地形・地質的にゼロと考えてよい。ここでは, まず Pa, G_2 を以下に述べる方法により推定し, さらに $E + \Delta M$ の月別変動を水収支により求める。

5. G_2 の推定

地下水流去量 (G_2) は透水係数等を利用して推定することもできるが, 以下では非灌漑期間中, 無降雨時の地下水位低下曲線より G_2 を求める。特に地下水域を1つのタンクにみたとすると, 地下水流去量と地下水貯留量に次の関係が得られる。

$$S = K G_2^P \dots\dots\dots (2)$$

もし, $S \gg \Delta S$ ならば, G_2 はほぼ一定値と考えてよく, 低下曲線は直線となるが当扇状地においても上記の仮定が成り立ち, 次式より Pa, G_2 を求めることができる。

低下勾配 $\times Pa$ - 排水路基底流量 - 損失雨量 - 地下水面から不飽和帯への上昇水量 (e) = G_2 $\dots\dots\dots (3)$

$\Sigma G_2 = \Sigma R + \Sigma D_1 - \Sigma D_2 - \Sigma E - \Sigma Pa \Delta H \dots\dots\dots (4)$

10月と12月の観測結果を(3)式に代入して Pa 及び $G_2 + e$ を求めた。これより $Pa = 0.05 \sim 0.3$ の値をとるが地質状況等を考えると $Pa = 0.1$ とするのが妥当である。また G_2 は式(4)より総量を求め年間一定量と考えると, $G_2 = 1.1 \text{ mm / 日}$ となる

6. ($E + \Delta M$) の月別変動

上記で得られた G_2 を用いて水収支計算を行い, その結果を累加曲線で示す(図5)。図6は水収支計算から得られる残差項の月別変動を示す。この残差項は主に $E + \Delta M$ から成ると考えらる, 同図にソーンスウエイト式を用いて総量を上記 $\Sigma (E + \Delta M)$ に等しくした蒸発散量の月別変動, 過去に得られた同地域での金子による測定値²⁾を併記する。これらの値の差は ΔM の差だけでなく, 多分に蒸発散量推定の曖昧さによるものもふくまれる。また, 水収支より得られた値が8月の他の推定値に較べ小さいのは, 地下水位の最も高い8月に有効間隙率の小さいローム層で水位変動があるためこの月の地下貯留量変化量が過大に算出された可能性もある。

7. ま と め

本来, 年間通して水収支計算を行うべきであるが, 種々の事情で排水路流量データ (D_2) を年間通じて得ることができなかったため今回の解析は6月~10月の10ヶ月間に限った。おおよそ上述検討結果より, 農業用水においては消費水量が 2 mm / 日 (対象面積当たり) と推定され, 全用水量の約半量がふたたび荒川や利根川へ流出している。しかし自然涵養や流去による地下水貯留変動量は最大水位変動巾から試算すれば2000万t程度になり, 当地域への総流入量(降雨量+農業用水量)の約25%に当ることがわかる。以上, 概略の検討ではあるが地表水と地下水を一体のものと考えれば今後十分水資源として地下水を活用できるように思われる。引き続き, 観測を行い, 水収支期間を延長するとともに単位期間やブロックの細分割を行い, 時間及び地域的傾向を詳細に検討し, より正確な水収支状況を把握したい。

8. 参 考 文 献

1) 北川, 佐合 荒川左岸扇状地の水循環 土木研究所発表会講演要旨(1977), 2) 金子良 農業水文学 土木雑誌社(1957), 3) 埼玉県企画財政部 荒川左岸扇状地水位流量観測委託業務報告書(1978)

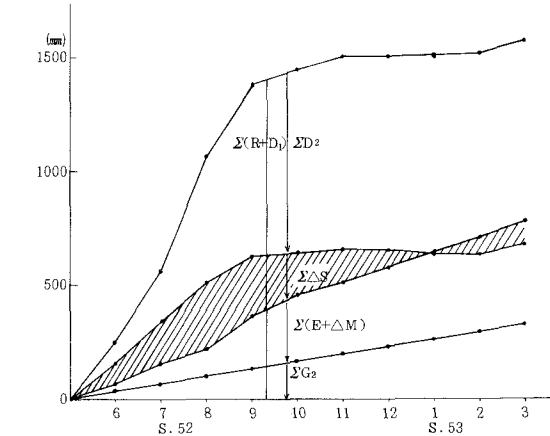


図-5 水収支累加曲線

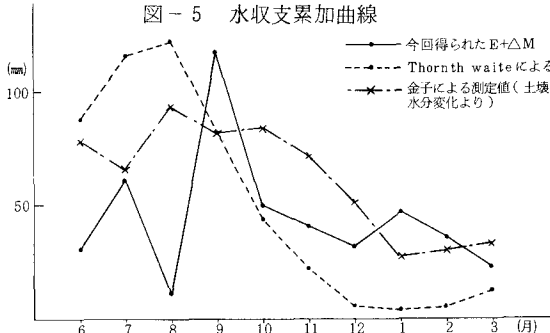


図-6 蒸発散量の月別変動