

建設省土木研究所 正員 石崎勝義

○正員 佐合純造

山田利雄

1. まえがき

近年、水資源逼迫に伴い、単に河川水にとどまらず、多元的な水源を考慮した、水資源開発を行う必要が生じつつある。特に地下水の有効利用は水需給のギャップをうめる手段として最も有望な方法であり、地下ダムや地下貯水池構想はこの典型的なものと考えられる。しかし、このような利用に際しては、地下水位の異常低下や地盤沈下、さらには河川流況の悪化をまねくことのないよう、十分な調査を行った上での利用でなければならない。ここでは、昨年にひきつづき、埼玉県深谷市周辺（荒川左岸扇状地（図1参照））で観測された資料に基づいて、以上の目的に沿って帯水層特性、水収支状況把握などの調査法やその結果をまとめたものである。

2. 帯水層特性

対象地域で帯水層の性状を知るためにボーリング調査、揚水試験、電気探査等の調査を実施してきた。この結果によれば、透水係数は地域的に異なり $10^{-2} \sim 10^{-4} \text{ cm/s}$ の範囲で分布する。また帯水層厚は5~20mで谷すじが幾すじも刻まれており、透水性は谷部で高くなる。

図2は電気探査結果に基づいて500mメッシュで帯水層厚分布を整理したものである。

3. 水収支解析と帯水層定数

地下帯水層特性を知る上で重要な要素は主として帯水層容積、有効間隙率、地下水流去量である。これらの広域的な平均値を推定するためには、単に地質調査だけでなく水収支解析を行い、地下水挙動を地表水を含めた形で把握した上で、これらに整合するような数値を求めることが必要である。今回以下のような手順で推定を行った。すなわち、水収支式

$$R - (D_2 - D_1) - E - (G_2 - G_1) - P_a \Delta H - Q_d = 0 \quad \dots\dots(1)$$

ただし、 R 降水量、 D_2 地表流出量、 D_1 地表流入量、 $(G_2 - G_1)$ 地下水流去量、 P_a 帯水層有効間隙率、 ΔH 地下水位変化量、 E 蒸発散量、 Q_d 揚水量である。

ここで、未知量として、 E 、 P_a 、 $(G_2 - G_1)$ が残る。 E は以下の水収支解析の精度のネックとなるがこの推定法はいまだ十分な手法が確立していない。ここでは年間総量を図3に示す年間流域雨量～年間流出高（荒川寄居）より、さらに総量を月別にベンマン法によって得られたパターンで配分し、月別蒸発散量までを求めた。その結果を図4に示す。したがって、最終的に P_a 、 $(G_2 - G_1)$ が未知量として残る。

$$F \equiv R - (D_2 - D_1) - E - Q_d \quad \dots\dots(2) \quad \text{と定義すれば、} F \text{ は既知量となり、}$$

$$\text{さらに式(1)に代入すれば、} \quad F = P_a \Delta H + (G_2 - G_1) \quad \dots\dots(3)$$

となり、 P_a 、 $(G_2 - G_1)$ が地下水位変動にかかわらず一定とすれば、式(3)は直線式となる。対象地域での $F \sim \Delta H$ の関係を図5に示す。ここで東部と西部に分けたのは扇状地中央部を境に水収支区が2分されると判



図1 対象地域

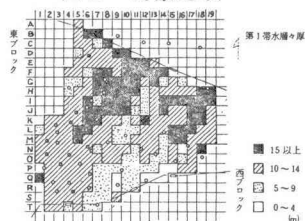


図2 第一帯水層厚分布

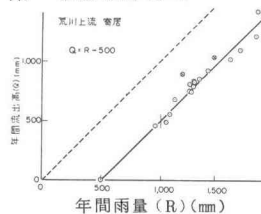


図3 年間雨量～年間流出高（小野による）

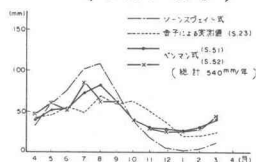


図4 月別蒸発散量

断したことによる。図5の直線勾配より、 P_a 、F切片より (G_2-G_1) を求めることができる。図5より東、西部ともにほぼ $P_a=0.1$ (G_2-G_1)=0.8mm/日なる推定値が得られた。

これら推定結果は、昨年度の概算結果ともかけ離れたものではない。また、これらの値は地域平均的なものであり、地域分布特性を知るためには、さらに詳細なブロック割や地質調査による必要がある。

4. 地下水貯留特性

以上で求められた結果をもとに帯水層の貯水能力を検討した。図6は水収支解析より得られた年間水収支結果、また図7は月別自然涵養量の推定結果を示す。これらから地下水流出量の全体水量の占める割合、自然涵養量の灌漑期と非灌漑期での差異、などが定量化され地下水利用上有効であろう。

また上記有効間隙率推定結果をもとに当地域での地下水貯水容量を各地区別に求めることができる。この結果及び地下水一斉観測結果より季別の地下水貯水量変化を図8に示す。地下水利用を行う場合、自然涵養量は利用可能量の目度となる。また自然涵養量以上の利用を行う場合は、地下水貯水総量を限度として取水可能ではある。しかし、地下水位変化による雨水浸透量や河川流況に変化を生じ、図6に示したような自然水収支状況と異なってくる事が予想されるため、人工涵養等の涵養促進策の検討や地表水と地下水の関連など新たな調査が必要となる。

5. 地表水と地下水の関連について

地下水水位差による河川流況の変化を知るため、排水路水位と周辺地下水位との関係の実測例を図9に示す。この付近では9月には平衡あるいは流出関係に、12月は逆に伏没関係がみられる。また、同時に図9の断面をはさんで上下流間隔300mで排水路流量を測定したところ、9月に0.012t/s流量増、12月には0.0025t/sの流量減がみられ、図9の傾向と一致した。しかし、地下水位と流量変化との関係などの定量化については流量精度の問題もあり、今後の課題である。

6. おわりに

荒川左岸扇状地での水文地質調査で得られた結果の一端をとりまとめてみたが水収支解析を行う場合、各観測項目に精度差があると全体の結果の評価の難しさを通感した。今後、上記の結果をもとに地下水有効利用法、影響評価法の検討を行いつつ、そのための水収支状況のモデル化を図る予定である。

参考文献 佐合、北川、山田 平地部地下水の水収支 土木技術資料No.4 1979
北川、佐合、遠藤 扇状地地下水の涵養と流動について 第33回土木学会年講

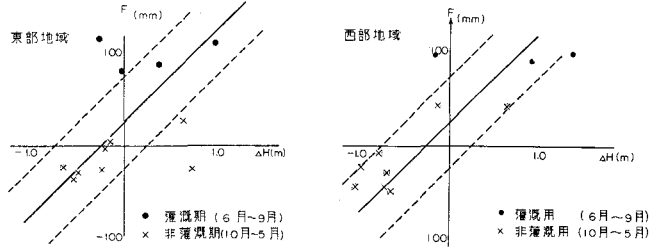


図5 F~ΔH関係図

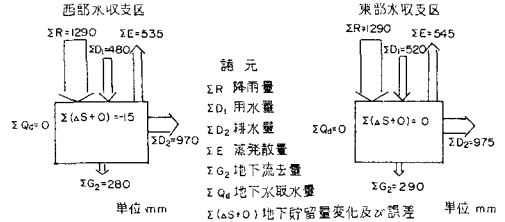


図6 年間水収支図

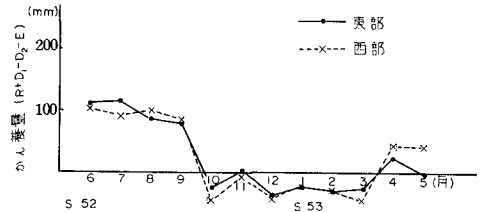


図7 月別自然涵養量

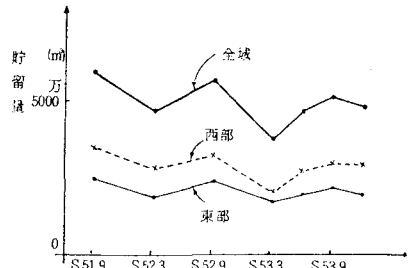


図8 一斉地下水位観測結果による経年地下水貯留量

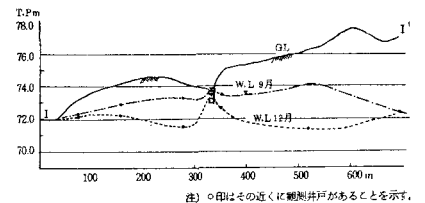


図9 地下水断面図(斜谷中流部)