

II-1 大栗川流域の地下水収支

東京都土木技術研究所 正会員 ○国分邦紀
早稲田大学理工学部 正会員 鮎川 登
早稲田大学大学院 学生会員 加茂孝之

1. まえがき：生活・生産活動の進展に伴い、水需要は増大の一途をたどっている。しかし、水資源が有限であることは明らかで、なかでも河川水と地下水については、総合的な水資源管理が強く望まれる。東京の多摩地区では、都市用水に占める比重は小さいが依然、地下水揚水（主に被圧地下水）がされており、今後失その有効利用が期待される。本報文は、都内多摩地区の都市河川、大栗川流域をモデルとし、河川水や被圧地下水との関連が深い自由面地下水を対象に、1年間のマクロな水収支を行ったものである。これより、地下水かん養量の概略値を得ることができた。今後の地下水利用可能量や、河川維持用水計画に資する基礎資料としたい。

2. 流域の地形・地質¹⁾：大栗川流域は多摩丘陵内に位置し、地形面は標高120~180mのなだらかな丘からなり、図-1のように大栗川とその支流、大田川が北東に流れ、標高70~80mの沖積低地を形成している。その地勢は、従来山林地帯が大部分を占めていたが、昭和40年代から多摩ニュータウン建設事業が開始され、対象地域でも一部宅地造成が行われつつある。流域の地質層序は図-2のとおりで、地下水については一般に丘陵部で深く低地部で浅い。また、水位変動幅は丘陵部で大きく、低地部で小さい。これは、主帯水層の相違によると思われる。

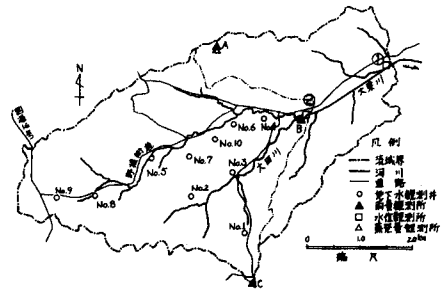


図-1 流域概要図

3. 水収支：対象とする大栗川上中流域は流域面積 $A = 20.92 \text{ km}^2$ で、図-1に示す各地点で水文観測が行われている。当研究所では、大栗川の①、②地点で水位観測を、B、C地点で雨量観測を行っている。

(1). 水収支式²⁾：一流域で一定期間において、水収支式は連続の式から、

$$R + Q_w - E - Q_d - (D_2 - D_1) - (G_2 - G_1) = \Delta S$$

$$\Delta S = P_a \cdot \Delta H + W_s + M \quad (1)$$

で与えられる。ここに、 R ：降雨量、 Q_w ：雄排水量、 E ：蒸発散量、 Q_d ：揚水量、 D_1 ：地表水流入量、 D_2 ：地表水流出量、 G_1 ：地下水流入量、 G_2 ：地下水流出量、 ΔS ：地下水貯留量変化、 P_a ：地下水位変化部分の有効間隙率、 ΔH ：地下水位変化、 W_s ：地表水の貯留量変化、 M ：不飽和土層内の土湿変化、である。

(1)式は、一般に単位期間を長くとると、 $W_s \approx 0$ 、 $M \approx 0$ 、とされ、また対象地域では地形・地質的にみて他流域との水のやりとりはないと考えられ、 $D_1 \approx 0$ 、 $G_1 \approx 0$ とする。

(2). 水収支各パラメータの推定^{3), 4)}：水収支期間は昭和54年1月~同年12月までの1年間で、単位期間 $\Delta t = 1$ か月の月単位の水収支を行った。各水収支項目の算出は以下の如くである。

①. 降雨量、流出高、地下水位：降雨量 R としては、図-1のA、B、C、3観測所のThiessen法による流域平均雨量を、流出高は、①水位観測所の水位記録と $H \sim Q$ 曲線によって求めた。図-3は、5日ごとに整理した降雨量、流出高の年図と、地下水位変動グラフの主要なものについてを示している。

②. 地表水流出量 D_2 ：①地点流出高は、中間・地下水流出を含むもので、 D_2 （表面流出分）は何らかの方法

時代	地層名	層厚	地下水
第4紀	沖積層 (AL)	2~4	1部は帯水層
	新沖積層 (NL)	3~6	帯水層
	下部 下層 (SL)	3~5	帯水層
	下部 下層 (SF)	3~6	帯水層
第3紀	多摩川層 (TL)	1~2	帯水層
	多摩川層 (TL)	8~10	帯水層
	多摩川層 (TL)	7~11	帯水層
	多摩川層 (TL)	4~6	帯水層
第3紀	多摩川層 (TL)	3~5	帯水層
	多摩川層 (TL)	3~7	帯水層
	多摩川層 (TL)	15~25	帯水層
	多摩川層 (TL)	2~2	帯水層

図-2 模式地質柱状図

で分離する必要がある。今回は、水平分離法によって表面流出分を求めることにした。

③. 蒸発数量 E の推定: 蒸発数量は水収支のうちでも重要な要素で、その決定法いかんで水収支結果が左右される。対象地域内のA地点では小型蒸発計による観測を行っており、昭和54年の年蒸発量は $1,103\text{ mm}$ である。一方、Hamonの式によると約 800 mm 、Thornthwaiteの式によると約 798 mm であった。また、流域の年損失高は約 693 mm であった。これらの結果を踏まえこの流域の年蒸発数量 E を

700 mm とし、蒸発計蒸発量に対する比率を 0.64 としてこれを実測蒸発量にかけることにより、月別の E を求めた。

④. 雑排水量 Q_6 : 雑排水量は、対象地域内の下水道給水量が全て河川に還元されるものとして推定した。

⑤. 有効間隙率 P_a の推定: 帯水層の有効間隙率 P_a については、水収支的方法から概略の値を求める。図-4は降雨量 R と地下水位変化量 ΔH の関係で、表面流出を除く全ての雨量が地下水位上昇 ΔH に寄与するとすれば、 $P_a \equiv R(1-f)/\Delta H$ により P_a が求められる。また、地下水かん養量 G と ΔH の関係からも求められる。このようにして、流域全体のマクロな P_a を $P_a \equiv 0.07$ とした。

⑥. 地下水貯留量変化 ΔS と地下水流出量 G_2 の推定: 一般に単位期間を長くとると $\Delta S \equiv P_a \cdot \Delta H$ で近似できる。図-3に示した如く、地下水位の観測データは欠測が多いが、W-4、W-6、W-8、W-10の計4本については月単位の ΔH を求めることが可能である。今回はこの4本の平均地下水位変化量 ΔH に⑤. で求めた P_a をかけて ΔS を推定した。地下水流出量 G_2 を、無降雨時の平均地下水位低下勾配から求めると約 2.7 mm/日 、地下水かん養量 G と ΔH の関係から推定すると約 1.7 mm/日 が得られた。一方、(1)式の水収支式において G_2 を未知数として求めると、 728 mm/年 であった。このことから、この流域では平均して約 2.0 mm/日 の地下水流出が生じているものと考えられる。

4. まとめ: 以上のマクロな水収支結果は、図-5のように表わすことができる。ここで G_2 と Q_6 の差、すなわち約 43 mm が、他流域へ流去したり、被圧地下水へ転化したりする地下水量と考えられる。最後に、貴重なデータを提供して頂いた、東京都南多摩新都市開発本部、東京農工大農学部、八王子市水道部、気象庁の関係各位に感謝いたします。

《参考文献》 1) 東京都南多摩新都市開発本部 西部地区地質調査報告書。 2) 金子良「農業水文学」共立出版、1978年。 3) 佐倉、北川、山田「平地部地下水の水収支」土木技術資料 Vol.21-4、1979年。

4) 安藤・虫明「丘陵地の自然状態の小試験流域における水循環機構」第24回水理講演会論文集、1980年2月

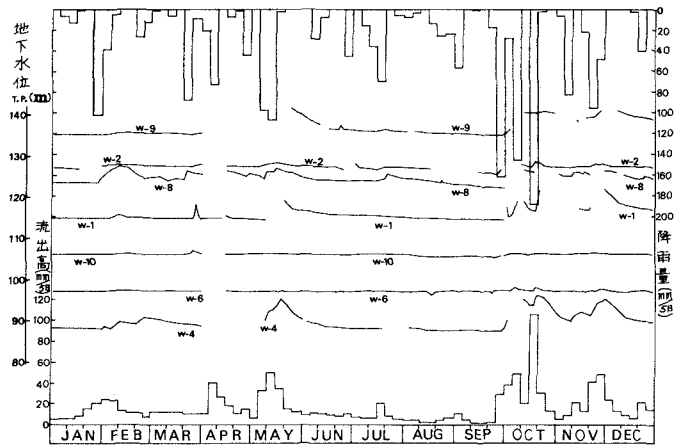


図-3 水文年図 (昭和54年)

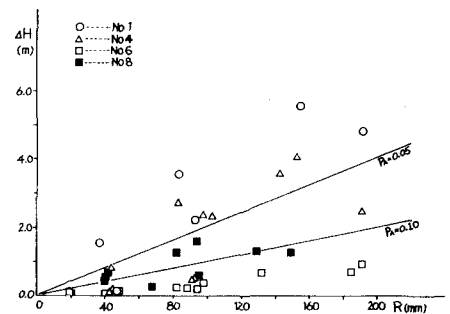


図-4 降雨量と地下水位変化量の関係

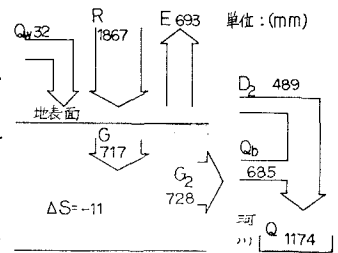


図-5 水収支年図