

II - 5

推定蒸発散量を考慮した利根川流域の流出解析

東北大学工学部 学生員 ○伊勢裕一
 東北大学大学院 学生員 多田 毅
 東北大学大学院 フェロー 沢本正樹

1. はじめに

流量データと降水データを用いた水収支解析が流域単位で数多く行われているが、その場合、流出率が100%を超えたり、極端に低くなるといった問題が生じることがある。これらの原因として、積雪地での降雪量の過小評価、火山性の地形での地下水移動、流量観測の誤差、などがあげられる。そこで本研究では、利根川上流部、奥利根流域を対象流域(図-1)として、降雪量の補正を行った降水データと降水・流量の観測値に依存しない推定蒸発散量から流出率を分布型データとして求めた。また、従来の方法による流出解析も行い、それらの結果を比較検討した。

2. 降水データと流量データによる流出解析

降水量データと流量データから年水収支解析を行った。流域の水収支式は、

$$P = R + E \pm \Delta S \dots\dots\dots (1)$$

と表される。ここで、 P は降水量、 R は流出量、 E は蒸発散量、 ΔS は貯留変化量である。水収支期間を長くすると ΔS の値は、相対的に小さくなるので、年単位の集計では渇水期を水収支期間の区切りとすることで、 ΔS をほぼ0とする。そこで融雪出水の終わる8月から、翌年7月までを水文年とした。流域にはいくつかのダムがあり、全流域流出量は、各ダムの流量を用いて以下のように表される。

$$R = \sum (\text{ダム流入量} - \text{ダム放流量}) + \text{対象流域出口での流量} \dots\dots\dots (2)$$

流域内には4つのAMeDAS観測所があり、Thiessen法を用いて流域降水量を算定した。一般に降雪は標高と共に増加することが知られているので、降雪量データと標高から回帰直線を求め、高度補正を施した。

3. 推定蒸発散量を考慮した流出解析

NOAA-AVHRRデータから得られるNDVI(植生指標)を用いて蒸発散量の分布データを求めた。¹⁾ また、NOAAデータと同じサイズのメッシュを作成し、AMeDASデータを空間補正することにより各メッシュでの降水量を算定し、それらを用いて各メッシュでの流出率を算定した。

(1) 蒸発散分布

Thornthwaite法により流域の平均蒸発散量を求めた。日本の様な湿潤地帯では、Thornthwaite法が有効であり、積雪のある地域においても風間ら²⁾によってその有効性が確認されている。そこでThornthwaite法で求めた蒸発散量を用いて、蒸発散の分布データを作成した。多田ら¹⁾によりNDVIと蒸発散量に相関関係があることが確認されている。

$$E = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^n e_i P_i \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 E は流域平均蒸発散量、 e_i は各ピクセルでの蒸発散量、 P は総ピクセル数、 p_i はNDVIの各段階でのピクセル数、 n はNDVIの分割数($n=4$)である。 E と p を数組与え、(3)式を重回帰分析することで、各段階での e を求め、蒸発散量の分布を得た。

(2) 降水分布

降水量の分布データを得るために、重み付き距離平均法を用いて、各メッシュでの降水量を求めた。

$$p = \sum_{i=1}^N W_i P_i / \sum_{i=1}^N W_i, \quad W_i = 1/L_i^2 \dots\dots\dots (4)$$

ただし、 p はメッシュ点での降水量、 N は対象観測所数($N=4$)、 W_i は観測点 i の重み係数、 P_i は観測点 i の降水量、 L_i は求める点と観測点 i の距離である。福岡ら³⁾により $N=4$ とし、距離の自乗の逆数を重み係数とす

る場合が等雨量線法の結果に一番近いと報告されているので、これを採用した。前章と同様、降雪量の高度補正を行い、降水量の分布を得た。

(3) 流出率の分布

降水量と蒸発散量の差を流出量として、各メッシュでの流出率を次式で求め、流出率分布図を作成した。(図-2)

$$r = \frac{p - e}{p} \dots\dots\dots (5)$$

ここで、 r は流出率、 p は降水量、 e は蒸発散量である。流出率は、60～90%の間に分布している。標高が1000m以下の地域では低い流出率となっており、1000mを越えると、標高が高くなるにつれて流出率は高くなっている。一方、都市域では90%を超える流出率が見受けられる。これらの性質は、一般に知られている値と良く一致しており、本手法の有効性が確認された。

4. まとめ

奥利根流域において従来の降水データと流量データによる流出解析に加えて、推定蒸発散量を考慮した方法で流出解析を行った。両者の結果を比較すると、従来の方法の方が流出率が高くなった。これは、H-Q曲線で流量を求めているため、横断面の変化が激しい場合低水位での流量精度が低下して、流量が過大評価されているためと思われる。一方、推定蒸発散量を考慮した方法では、流量データの不確実性を排除することができ、しかも分布データで得ることができる。また、流量データが十分にそろっていない地域や、より広域にも適用することが可能である。

参考文献

1) 多田毅・風間総・沢本正樹：NDVIを用いた広葉樹林帯の蒸発散分布推定，水文・水資源学会誌，7 (2)，pp.114 - 119，1994。
2) 風間総・沢本正樹：積雪のある流域における水収支について-只見川滝ダム流域における事例解析-，水工学論文集，第38巻，pp.113 - 118，1994。
3) 福岡捷二・谷岡康・高木正彦：都市中小河川流域における雨量観測所の密度が面積雨量精度に与える影響，水工学論文集，第37巻，pp.27 - 32，1993。

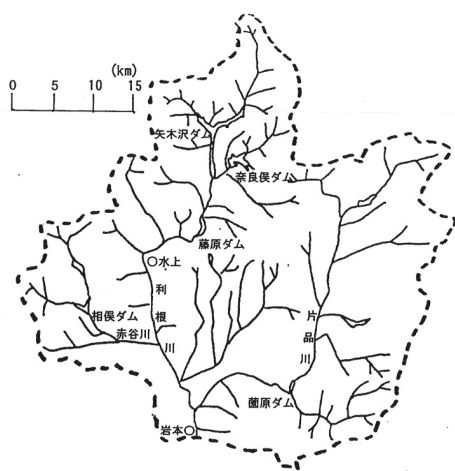


図-1 対象流域

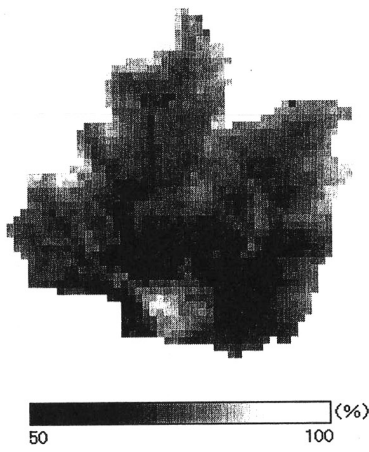


図-2 流出率分布図

表-1 1989年8月～1990年7月の降水量，蒸発散量，流出率の比較

降水量(mm/year)		蒸発散量(mm/year)		流出率(%)	
Thiessen 法	重み付き平均法	水収支法	NDVIによる推定法	水収支法	推定蒸発散量を考慮した方法
2473	2342	332	549	86.6	75.8