

II - 9

植生による蒸発散量推定法の利根川流域への適応と検討

東北大学大学院 学生員 ○仲道雅大

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

水収支やエネルギー収支を計算するにあたり蒸発散量を求めることは重要な問題である。ところが、蒸発散は様々な要因に支配されており、蒸発散量を正確に測定・把握することは容易ではない。そのため、降水量から流出量を引いた損失量として算出されることが多いが、降水量データの誤差、流出量データの誤差が蒸発散量の値に蓄積され、蒸発散量の値の信頼性を低くしている。降水量、流出量から独立に的確な蒸発散量を求めることができれば、その値を用いて逆に流出解析における降水量、流出量のデータの精度を高めることが期待できる。

本研究は利根川上流部の奥利根流域を対象として、植生を用いた蒸発散量の推定法を適用し、その有用性を考察するものである。奥利根流域は面積約 1,800km² の流域で、標高 500m 以上の山地が約 90%を占め、冬季降雪量が多い。奥利根流域の流域図を図. 1 に示す。

2. 蒸発散量の推定

以前この流域において気温だけをパラメータとする Thornthwaite 法によって蒸発散量を推定し、NOAA 衛星の AVHRR センサから得られる植生指標 NDVI との対応を調べた。一般に NDVI と蒸発散量の間には相関が見られ、多田ら¹⁾による植生を利用した東北地方の広域蒸発散量推定では良好な結果が得られている。しかし、この流域においては植生と蒸発散量の対応がきれいな比例関係とはならなかった。その理由として雲による NDVI データの汚染が取りきれない、推定蒸発散量の値が不確実であるということが考えられた。そこでこの問題点を改善した。

2-1. 複数年 NDVI データの作製

NDVI に対する雲の影響を取り除くために月単位の最大値を取ったデータを使用しているが、この流域は植生が活発になる夏季に雲が多く、NDVI の値を下げていると思われる。そこで、流域内の植生の年変動は無視できると仮定し、1989 年から 1993 年までの NDVI データを用いて各月毎に最大値をとったデータを作った。また冬以外で、前後の月と比較して NDVI が小さな月は雲の影響が切り切れていないと考えられるので、前後の月の値で補間してデータを修正した。

2-2. 熱収支法による蒸発散量推定

Thornthwaite 法による推定蒸発散量は、標高が高く平均気温の低いこの流域においては小さめに評価されていると思われる。また、Thornthwaite 法では平均気温が氷点下となる月の蒸発散量は 0mm となり、夏の値は大きめに評価される。そこで様々な実測値をパラメータとした熱収支法によって蒸発散量を求めた。

$$R\downarrow - G = \sigma T_r^4 + H + IE_T \quad (1)$$

$$R\downarrow = (1 - \text{ref})S\downarrow + L\downarrow \quad (2)$$

$$IE_T = 1/\rho C_E U (q_{sat}(T_s) - q) \quad (3)$$

ここで $R\downarrow$ は樹幹上端に入射する放射量(W/m²)、 ref はアルベド、 $S\downarrow$ は全天日射量(W/m²)、 $L\downarrow$ は下向き大気放射量(W/m²)、 T_r は長波放射に対する森林の有効な表面温度(K)、 σ はステファンボルツマン定数(5.67×10^{-8} W/m²K⁴)、 H は森林から大気へ輸送される顕熱(W/m²)、 IE_T は森林から大気へ輸送される潜熱(W/m²)、 $1/\rho$ は単位質量あたりの水の気化熱(2.5×10^6 J/kg)、 G は樹体および地中への伝導熱(W/m²)、 ρ は空気密度(kg/m³)、 C_E は森林の顕熱と潜熱に対するバルク係数、 U は風速(m/s)、 q は比湿(kg/kg)、 T_s は地表面温度(K)、 $q_{sat}(T_s)$ は温度 T_s に対する飽和比湿である。 $T_r \approx T_s$ として森林上端での熱収支式(1)、(2)と潜熱のバルク式(3)を解いて T_s をもとめ、(3)から蒸散量が求まる。これに遮断蒸発量を併せて蒸発散量とした。

3. 植生による蒸発散量推定法の検討

以上のデータを用いて重回帰分析を行い、NDVI と蒸発散量の対応を調べた(図. 2)。これをみると、分割数 n を変えても NDVI が 0.3 付近で蒸発散量の値が落ち込んでいる。これは、年間を通して NDVI が 0.3 付近を示すピクセル数が多いためである。この理由として植生の影響が考えられる。奥利根流域は東北地方に広がる落葉樹林帯と、それより南方に広がる常緑樹林帯の境目に当たる。落葉樹の示す NDVI は夏に大きく、冬には葉を落としてしまうため小さくなる。しかし常緑樹は年間を通して NDVI の値の振幅は小さい。そのため、流域内に常緑樹が混ざっていると NDVI データに影響が出ると考えられる。そこで夏(8月)と冬(12月)の NDVI の差を取り、プロットした図(図. 3)を見ると NDVI の差=0.2 付近を境にピークがふたつ見られる。これは NDVI の差=0.2 よりも小さいピクセルのところが、NDVI の振幅の小さい常緑樹に当たると考えられる。そこで NDVI の差=0.2 を境に大きい方を落葉樹、小さい方を常緑樹として植生の流域分布を示した(図. 4)。

4. おわりに

衛星データを利用した蒸発散量推定はパラメータも少なく、広域に対して推定が可能である。しかし、落葉樹林帯では NDVI と蒸発散量の間に相関関係が見られるが、常緑樹の混ざった流域での適用には注意を要する。

参考文献

- 1) 多田毅・風間聡・沢本正樹：NDVI を用いた蒸発散分布測定，水工学論文集，Vol.38，pp.155-160，1994

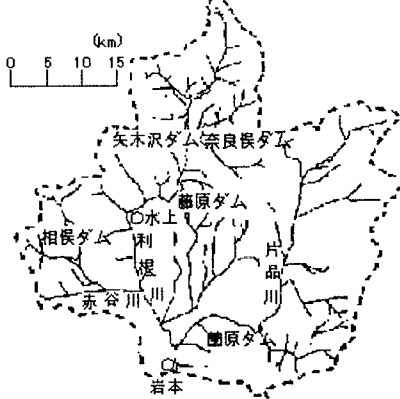


図.1 対象流域

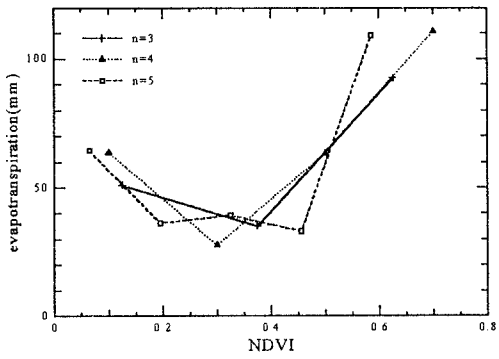


図.2 蒸発散量と NDVI の対応

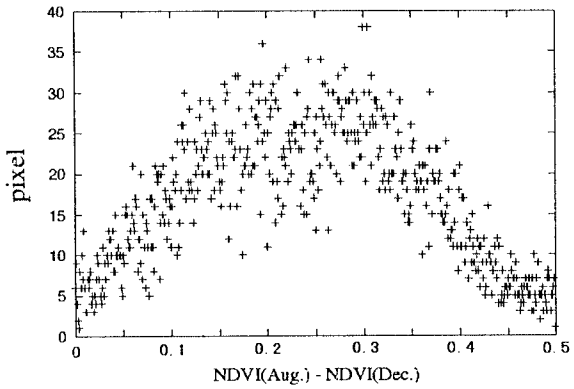


図.3 夏と冬の NDVI の差

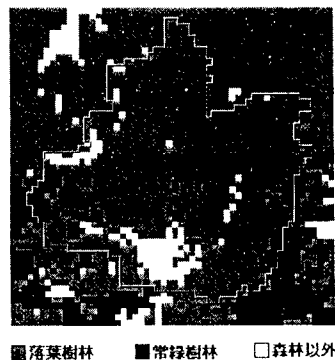


図.4 植生分布