

(II-48) 各種蒸発散推定手法の比較検討

防衛大学校土木工学教室 学生員 白石 俊彦
同 上 正会員 多田 毅
同 上 正会員 重村 利幸

1. はじめに

水収支を議論する際、蒸発量や蒸散量などへの水の配分を考える事は非常に重要なことである。その蒸発散量を推定する方法として、微気象観測から推定する方法、水収支に基づく方法、また日射・気温・風速・水蒸気圧などのルーチンデータと経験式を利用する方法などがある。我国においては気象資料が十分に整備されているため、いずれの方法を用いても蒸発散量を推定する事が比較的容易である。しかし気象データが十分に整備されていない地域などでは、気象要素に従属しない蒸発散量の推定手法を利用しなければならない。そこで本研究では、リモートセンシングデータである正規化植生指標 (NDVI) を利用することにより、観測領域の気象要素をパラメーターとして用いない蒸発散推定手法を開発し、その有用性を検討することを目的とする。

2. 使用データ

本研究で使用した衛星データは、NOAA 衛星に搭載されている AVHRR センサの Channel1 と Channel2 のデータである。NDVI の値は Channel1 と Channel2 から次式のように算出される。

$$NDVI = \frac{Ch.2 - Ch.1}{Ch.1 + Ch.2}$$

ここで $Ch.1$ は Channel1 (可視域) の輝度、 $Ch.2$ は Channel2 (近赤外域) の輝度である。AVHRR センサは観測領域に雲が存在する場合、雲の影響により正確に地上の観測を行うことができない。そこで調査の対象である 1999 年の各月毎に NDVI のデータを合成し、雲の影響を最小にした NDVI 画像を作成した。同一地点で NDVI が急激に低下した場合、そのデータは雲の影響を受けており、NDVI が最大を示すデータが最も雲の影響を受けていないものと考えることができる。そこで合成の方法として、各月において複数組の NDVI 画像を用意し、各ピクセルの NDVI の最大値を示すデータを選択することにより、NDVI の値が低い雲の影響を取り除く手法を利用した。補正前の NDVI 値と雲の影響を除去し各月を代表するように補正した NDVI 値を図 1 に示す。図 1 より日毎に観測流域の NDVI 値が大きく上下していることが分かるが、これは植物の活性状態による変化ではなく、気象条件により NDVI 値が影響を受けたためである。補正後のデータにおいては日毎の気象条件による NDVI への影響が取り除かれていることを確認できる。また気象データとして、対象流域内のアメダス及び気象台で観測されたものを使用する。本研究では調査期間を 1999 年としたため、気象データ・衛星データともに 1999 年のものを利用した。

3. 解析方法

蒸発散量は日射・気温・風速・水蒸気圧などの気象条件に左右される。対象地域の地面が植物で覆われている場合、対象地域の蒸発散量は、その植物の状態と気象条件から推定しうることが予想される。さらに植物の活性状態は、対象地域の気象条件によりその挙動が変化するために、本研究においては気象条件を植物の状態で表すことができるように考慮した。ここで、植物の状態を示すパラメータとして対象地域平均の NDVI の値を利用する。これまで NDVI を利用した蒸発散推定手法は、NDVI 値に対する蒸発散量や気象条件の関係の季節変化が考慮されずに、NDVI と蒸発散量の関係は季節によらず一定であるという仮定のもとに蒸発散量が推定されていた。そこで本研究においては、NDVI を用いた蒸発散推定手法による蒸発散量に対し気象条件なども考慮に入るモデルを作成する。NDVI の季節変化と月蒸発散量は厳密に正の相関関係にあるわけではない。そのため同地域において NDVI の平均値が等しい場合、季節が異なれば蒸発散量も異なることが知られている。そこで各月毎に蒸発散量と NDVI の関係を次のようにして求めた。対

Keywords : 実蒸発散量, 基準蒸発量, NDVI

連絡先 : 〒 239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20, tel:0468-41-3810, fax:0468-44-5913

象地域のNDVIの平均値を補完法により推定される月蒸発散量で除すことにより、蒸発散量とNDVIの関係の季節変化を表現する。そして、この数値をパラメータとして使用し、この特徴を反映させる。図2にNDVIと蒸発散量の関係の季節変化を示す。NDVIが等しい場合であっても、冬より春の方が蒸発散量が多いことが読み取れる。さらにある時期にNDVIの平均値が同じ値を示す場合においても、各ピクセルが示すNDVIの分布状況が異なれば、蒸発散量も異なることが予想される。そこで、ある一定の値以上のNDVIを示す場所が蒸発散量の増加に強く寄与すると仮定し、月毎のNDVIに対する係数を決定する。蒸発散量の季節変化とNDVIの分布状況の変化を比較したところ、蒸発量が急激に増加する時期にNDVIが0.4以上の値を示すピクセル数が同じように増加していた。そこでNDVIが0.4以上を示すピクセル数を全体のピクセル数で除した値、つまりNDVIが0.4以上を示すピクセルの存在率をパラメータとして使用した。以上のことを考慮したモデルを次に示す。

$$E_m=(a+bH_m+cP_m)NDVI I_m+d$$

ここで、 E_m : 観測領域の平均月蒸発散量 (mm)、 $NDVI I_m$: 観測領域の各月を代表するNDVIの平均値、 H_m : 各月の蒸発散量とNDVIの関係、 P_m : 各月のNDVIが0.4以上のピクセルの存在率、 a : NDVIの平均値に関する係数、 b : NDVI値と観測領域の蒸発散量のヒステリシスを考慮した各月の係数、 c : ピクセル数に関する係数、 d : NDVIによらない定数である。この式に E_m と $NDVI I_m \cdot H_m \cdot P_m$ を数組与え重回帰分析することにより各係数を決定することができる。なお E_m については、補完関係式から与える。以上より月蒸発散量 E_m をNDVI値のみから推定することが可能となる。これはこの地域におけるNDVIと蒸発散量との関係を求めたということである。NDVIを用いた蒸発散推定手法によって推定された各月の蒸発散量を図3に示す。またNDVIから推定した観測領域の蒸発散量と補完法で求めたものの比較を図4に示す。

4. おわりに

NDVIを用いた蒸発散推定手法による蒸発散量を補完法の蒸発量と比較すると、年間を通してNDVIを用いた蒸発散推定手法が非常に有効であることが図3・図4からうかがえる。今後、NDVIを用いた蒸発散推定手法による蒸発散量の有効性をさらに評価するために、その他の蒸発散推定手法と比較検討するとともに、今回使用した係数が地域に固有のものであるのかどうかについても検討する必要がある。

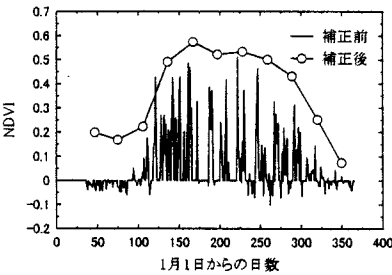


図1. NDVIの季節変化

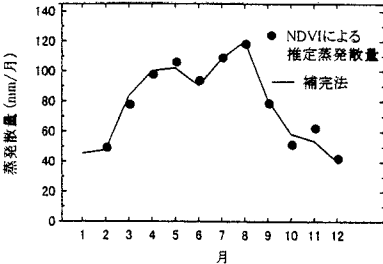


図3. NDVIによる推定蒸発散量

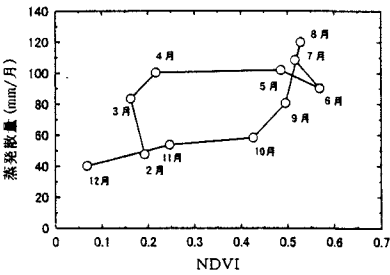


図2. NDVIと蒸発散量の関係の季節変化

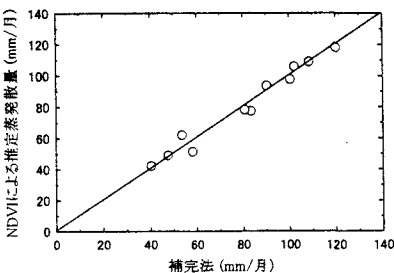


図4. NDVIによる蒸発散推定法の精度

参考文献

- 1) 佐渡公明, 衛星データを用いた広域蒸発散量の推定, 水文・水資源学会誌, Vol.7, No.4, PP.315-324
- 2) 多田毅・風間聡・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, Vol.7, No.2, PP.114-119, 1994