

II-29

ランドサットTMデータのみを用いた
広域蒸発散量の推定

北見工業大学大学院 学生員 魏 永芬
北見工業大学工学部 正 員 佐渡 公明

1. まえがき

蒸発散量は圃場から流域、さらに地球環境全体にとって重要である。従来、蒸発散量については水文学的、または物理的な方法を用いて調べられている。しかしながら、蒸発散量は時間や空間などの変量に大きく依存するため、すべての影響因子を考慮した正確な推定は極めて難しい。リモートセンシングデータは広域の観測データであるため、蒸発散量の推定には有効であると考えられる。本研究は、ランドサットTMデータのみを用いた広い地域および種々の土地被覆に適用できる蒸発散量の推定を行い、その結果を報告したい。

2. TMデータによる正規化植生指標(NDVI)と地面温度の算定¹⁾

2.1 NDVIの算定：網走川流域と北見市を対象とし、1989年5月19日観測のランドサットTMデータ7バンドをアフィン変換式により幾何補正して用いた(1画素の範囲はそれぞれ250*250m, 300*300mである)。植物が電磁波エネルギーの可視光線赤色域で吸収が強く、近赤外線域で反射が強いという特性に基づき、バンド3とバンド4のデータを利用することによって、植物の活力度や土地被覆などが簡単に把握できるNDVIは次式で計算される。

$$NDVI = (B4 - B3) / (B4 + B3) \dots\dots\dots (1)$$

この式により得られるNDVI値は-1~1の範囲内である。

2.2 地表面温度の算定：TMバンド6は温度を検知できるため、熱バンドと呼ばれ、その輝度値は0~255の256レベルのデジタル値である。バンド6輝度値から温度に変換する式がNASAから公示されているが、パズラジアンズと放射率とを考慮していないため、そのまま輝度値をその式に代入して計算した温度値は実際の温度値と異なっている。そのため、ここでは、グラントゥールスによる実測の地表面温度を採用することによって、温度とバンド6輝度値との関係が次式の回帰直線で表され、次にバンド6のそれぞれの輝度値をこの式に代入して地表面温度の計算を行った。

$$T = -22.49 + 0.2643V \dots\dots\dots (2)$$

ここで、T：地表面温度(℃)

V：TMバンド6の輝度値

3. TMデータのみによる蒸発散量の推定 表-1 実蒸発散量に対する5つの回帰モデルの相関(重相関)係数

TMデータを用いた蒸発散量の重回帰関係式を推定するために、今回は網走川流域及び北見市の気象データを利用して、これらの地方における1画素毎に実蒸発散量をMorton式によって算定した。また、網走川流域においては、Penman式による1画素毎に可能蒸発散量の算定もを行った。次に、1)蒸発散量とNDVI、2)蒸発散量と地表面温度との単回帰関係、さらに、変数減少法による3)蒸発散量に対するNDVIと温度、4)蒸発散量に対するNDVIと温度とバンド1~3の平均値、5)蒸発散量に対する7バンドの重回帰関係をそれぞれを調べた。

カテゴリー		データ数	RET	REN	RENT	RENTB	REBAND
市街地	北見市	843	0.1704	-0.0352	0.1704	0.2154	0.2711
	網走川	242	0.1735	-0.1131	0.1988	0.1988	0.2982
住宅地	北見市	1138	0.2486	-0.1121	0.2538	0.2538	0.3366
	網走川	1098	0.2079	-0.2621	0.2958	0.2958	0.4024
草 地	北見市	364	0.2029	0.0240	0.2029	0.2029	0.2290
	網走川	9553	0.7556	-0.0550	0.7590	0.7687	0.8064
水 田	北見市	226	0.4243	-0.5453	0.5895	0.5895	0.6297
	網走川	218	0.1329	-0.2613	0.3882	0.4055	0.4312
畑	北見市	735	0.2436	0.0152	0.2492	0.2492	0.2598
	網走川	1254	0.2658	-0.2473	0.3137	0.3137	0.3976
裸 地	北見市	995	0.1038	-0.0380	0.1038	0.1265	0.1800
	網走川	165	0.2500	-0.1308	0.2500	0.3177	0.4259
森 林	北見市	1070	0.3432	-0.0880	0.3541	0.3681	0.3851
	網走川	10504	0.6460	0.1237	0.6460	0.6498	0.7217
水 域	北見市	0					
	網走川	543	0.0416	-0.5885	0.5963	0.6220	0.7368
全 体	北見市	5371	0.8656	-0.9004	0.9205	0.9331	0.9528
	網走川	23557	0.1516	-0.0352	0.1520	0.5318	0.5975

(注 E：蒸発散量, T：地表面温度, N：NDVI, B：バンド1~3の平均値, BAND：7バンド)

Morton式による実蒸発算量を目的変数として、網走川流域と北見市における上記5つの回帰モデルの相関(重相関)係数(R_{ET} 、 R_{EN} 、 R_{ENT} 、 R_{ENTB} 、 R_{EBAND})は次の表-1である。この表を見ると、a) いずれのカテゴリーにおいても、蒸発散量と温度、蒸発散量に対するNDVIと温度、蒸発散量に対するNDVIと温度とバンド1~3の平均値及び蒸発散量に対する7バンドのそれぞれ4つの回帰モデルの相関(重相関)係数は、説明変数を増やすとともに大きくなっており、 $R_{ET} \leq R_{ENT} \leq R_{ENTB} < R_{EBAND}$ であった；b) この4つの回帰モデルに対して、カテゴリー別に見た網走川流域の場合の重相関係数はほぼ草地>森林>水域の順によりなり、北見市の場合では、水田の相関係数が最大となった。これら両地区における最大相関係数を示したカテゴリーが異なっており、これは各カテゴリーの分布範囲が地区によって異なっていることによるものと考えられる；c) 温度はNDVIよりも重要な説明変数であることが多い。蒸発散量とNDVI相関が悪いのは、観測日が5月中旬で植生の活動度が低いからであると思われる。

また、網走川流域におけるMorton式とPenman式で計算した蒸発散量を用いて、その蒸発散量とNDVIと温度などの4つ関係を回帰分析したところ、それらの重相関係数(R_{ET} 、 R_{ENT} 、 R_{ENTB} 、 R_{EBAND})は、蒸発散量の算定に用いた式の違いによる差が小さく、Penman式の方が若干大きかった。また、草地や森林の場合における蒸発散量と温度の関係については、いずれにしても高い相関係数を示したが、Morton式の場合では正相関、Penman式の場合では負相関が得られた。ここで、図-1は草地の場合における両式による蒸発散量と温度の関係を示している。また、図-2は実蒸発散量 E_{Ta} とPenmanの可能蒸発散量 E_{pen} の和が可能蒸発散量 E_{Tpt} の2倍に等しいという補完関係式を表している²⁾。図-1は図-2に類似しており、補完関係式が成立していると見なせるので、地表面の温度と水分量の間に正の相関があるものと推定される。

4. まとめ

今回は、網走川流域と北見市を対象に、ランドサットTMデータのみを用いた広域蒸発散量の推定を行い、得られた結論は以下の通りである。1) 5つの回帰モデルの中、重相関係数が一番良いのは蒸発散量と7バンドの重回帰モデルである。2) 地表面温度はNDVIより重要な説明変数である。3) 目的変数が実蒸発散量と可能蒸発散量の場合において、相関関係の差は小さい。4) 網走川流域において、草地、森林、水域のカテゴリーが良い相関となった。

【参考文献】

1. 魏永芬, 佐渡公明, 中尾隆志: 正規化植生指標と地表面温度を用いた広域蒸発散量の推定, 土木学会北海道支部論文報告集, No.50, pp.366~369, 1994.
2. 大槻恭一他: 蒸発散(その7) - 広域の蒸発散 -, 農業土木学会誌, Vol.57, No.10, pp.133~139, 1989.
3. 田中豊宏他: パソコン統計解析ハンドブック II 多変量解析編, 共立出版, 1984.
4. 佐渡公明: 広域蒸発散量に及ぼす土地被覆の影響について, 土木学会北海道支部論文報告集, No.49, pp.623~628, 1993.

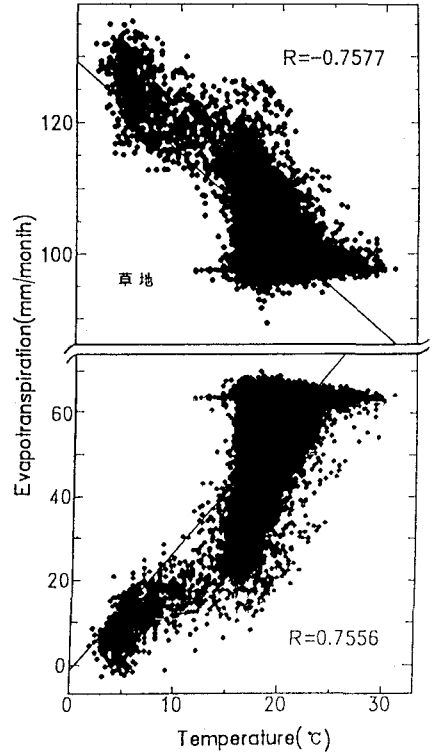


図-1 蒸発散量と地表面温度の関係

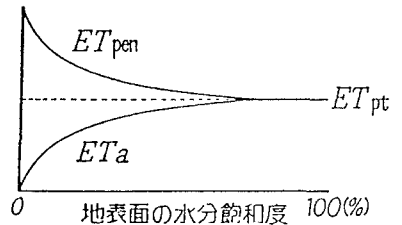


図-2 実蒸発散量と可能蒸発散量の補完関係