

II-13

ランドサットTMデータのみを用いた
常呂川、網走川流域の月蒸発散量推定

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. はじめに

蒸発散量は地球規模の熱収支、水収支の推定において重要な意味をもつことから、これまで多くの研究者により検討され続けている。前報^{1), 2)}では、筆者らが1989年5月19日と1991年8月29日のランドサットTM7バンドデータのみを用いて、網走川、常呂川両流域を対象に、草地、森林、水域三つのカテゴリーにおける重回帰分析の変数減少法によって月蒸発散量の推定が可能であることを明らかにした。また、説明変数とした7バンドの中に、バンド6は草地、森林の蒸発散量の推定への寄与が大きく、蒸発散量の推定に最も重要であることを示した。しかし、説明変数となっている7バンドは全部有意とは言えず、また、バンド間にお互いに高い相関が存在する可能性もあるため、今回は、これらのことを中心に、両流域内にある草地、森林、水域に対して、より少ないバンドを用いて、蒸発散量を推定し、また、それぞれの場合における各バンドが蒸発散量の推定にどのような影響を及ぼすかを評価する。

2. 方法

表-1, 2には1989年5月19日の網走川流域の草地、森林の場合の7バンドの相関マトリックスを示している。表により、バンド1, 2, 3がお互いに相関係数が非常に高く、また、バンド5, 7の間の相関も強く、バンド4は他のバンドとの相関があまりよくないという結果が見られる。

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
B1	1.000	0.902	0.870	-0.050	-0.075	-0.187	0.106
B2		1.000	0.913	0.199	0.088	-0.139	0.141
B3			1.000	-0.058	0.239	0.016	0.353
B4				1.000	0.109	-0.064	-0.226
B5					1.000	0.721	0.876
B6						1.000	0.751
B7							1.000

表-1 網走川流域の草地の7バンドの相関マトリックス

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
B1	1.000	0.968	0.966	0.441	0.014	-0.412	0.053
B2		1.000	0.974	0.544	0.119	-0.351	0.140
B3			1.000	0.452	0.158	-0.343	0.200
B4				1.000	0.278	-0.025	0.149
B5					1.000	0.542	0.954
B6						1.000	0.546
B7							1.000

表-2 網走川流域の森林の7バンドの相関マトリックス

また、同じ観測日の常呂川流域の草地、森林、水域のカテゴリーの7バンドの相関マトリックス、さらに、観測日1991年8月29日の両流域の三つのカテゴリーの7バンドの相関マトリックスからも、上記と非常に類似している結果が得られた。こうしたことから、ランドサットTM7バンドのデータを次に示している四つのグループに分けることにした。

- グループ1：可視光域のバンド1, 2, 3
- グループ2：中間赤外域のバンド5, 7
- グループ3：近赤外域のバンド4
- グループ4：熱赤外域のバンド6

それで、グループ1と2からそれぞれ一つのバンドを抽出して、グループ3のバンド4とグループ4のバンド6と組み合わせると、図-1に示しているように、次の六つのケースが得られる。

Estimation of Monthly Evapotranspiration of Tokoro River Basin and Abashiri River Basin Using Landsat TM Data Alone
by Yongfen WEI and Kimiteru SADO

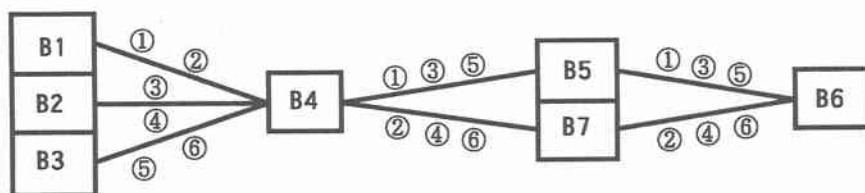


図-1 7バンド組み合わせ模式図

- ① : B1, B4, B5, B6 ② : B1, B4, B6, B7 ③ : B2, B4, B5, B6
 ④ : B2, B4, B6, B7 ⑤ : B3, B4, B5, B6 ⑥ : B3, B4, B6, B7

そして、それぞれのケースに属している四つのバンドを説明変数にし、Morton式によって計算した1画素毎の実蒸発散量の値を目的変数にして、両流域ともに草地、森林、水域における重回帰分析を行った。

3. 考察

表-3は観測日が1989年5月19日の網走川、常呂川両流域の草地、森林において、6ケースの重相関係数を示している。いずれのケースに対しても、四つのバンドを用いた場合に得られた重相関係数と7バンドを全部使って得られた重相関係数との差が非常に小さく、重相関係数の値が殆ど変わっていないと見られる。

表-3 両流域の草地、森林の6ケースの重相関係数(5月)

		①	②	③	④	⑤	⑥	7バンド
網走	草地	0.78	0.78	0.79	0.79	0.79	0.79	0.81
	森林	0.68	0.69	0.65	0.66	0.63	0.63	0.72
常呂	草地	0.70	0.70	0.70	0.70	0.71	0.71	0.73
	森林	0.72	0.73	0.70	0.72	0.68	0.69	0.77

また、得られた六つのケースに属しているそれぞれのバンドの偏相関係数については、どのケースにしても、バンド6が一番大きく、バンド4が一番小さい。ここで、常呂川流域の森林の場合を例にして、表-4に示す。

表-4 常呂川流域の森林の場合、6ケースの各バンドの偏相関係数(5月)

	①	②	③	④	⑤	⑥
Band1	0.35	0.38				
Band2			0.27	0.31		
Band3					0.15	0.19
Band4	0.02	-0.05	-0.04	-0.12	0.03	-0.02
Band5	-0.27		-0.26		-0.20	
Band6	0.66	0.68	0.64	0.66	0.62	0.63
Band7		-0.34		-0.31		-0.25

次に、六つのケースからバンド4を全部除いて、残りの三つのバンドを説明変数として、同じ流域に対し上記と同様の重回帰分析を行った。得られた結果を表-5に示している。表-3と比べれば、重相関係数の値はあまり変わっていないと見られる。

表-5 両流域の草地、森林におけるバンド4を除いた場合の6ケースの重相関係数(5月)

		①	②	③	④	⑤	⑥	7バンド
網走川流域	草地	0.78	0.78	0.79	0.78	0.79	0.78	0.81
	森林	0.68	0.69	0.65	0.65	0.63	0.63	0.72
常呂川流域	草地	0.69	0.70	0.70	0.70	0.71	0.71	0.73
	森林	0.72	0.73	0.70	0.71	0.68	0.69	0.77

また、観測日が1991年8月29日の両流域の草地、森林について、上記と同様な計算を行った、結果としては、観測日が1989年5月19日のデータを用いた場合と非常に類似していることが分かった。従って、草地、森林両カテゴリにおける蒸発散量を推定するとき、バンド4が無視できることが明らかになった。

さらに、バンド4を除いて、6ケースに含まれている三つのバンドを用いて重回帰式による蒸発散量の予測値とMorton式によって求めた蒸発散量の計算値との対応関係を、7バンドを考慮して場合に得られたものと比較すれば、図-2に示すように、相互に非常に類似していることが分かる。

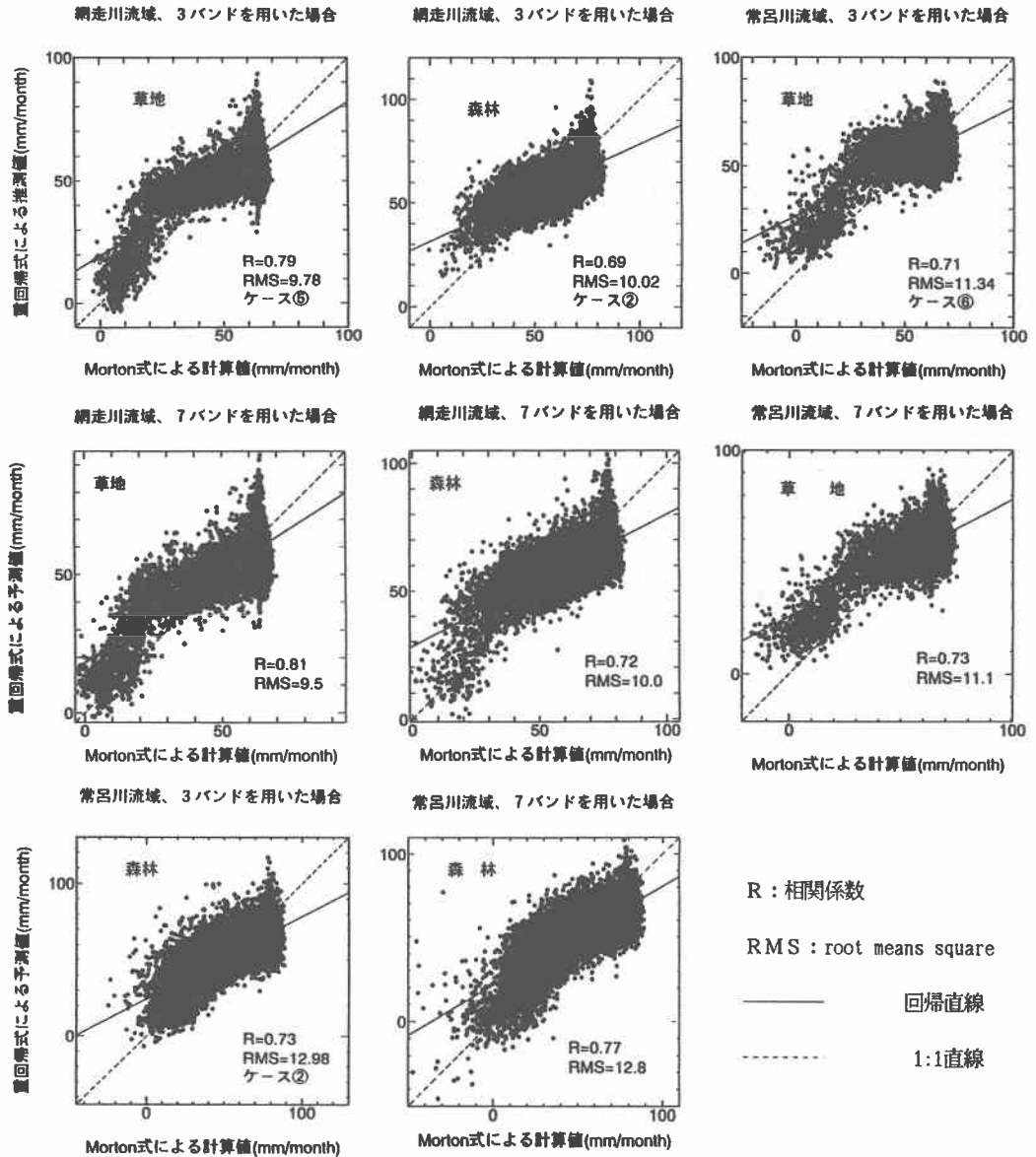


図-2 重回帰式による蒸発散量の予測値とMorton式による計算値の対応関係(1989.5)

一方、網走川、常呂川両流域の水域について、草地、森林の場合と同様に、四つのバンドを説明変数とし

た場合の六つケースの重相関係数が得られた。表-6に示すように、7バンドを説明変数にした場合に得られた重相関係数との差は小さかった。

表-6 網走川流域の水域における四つのバンドを用いた場合の6ケースの重相関係数(5月)

	①	②	③	④	⑤	⑥	7バンド
5月	0.66	0.65	0.64	0.65	0.54	0.54	0.74
8月	0.73	0.73	0.73	0.73	0.69	0.70	0.75

また、各ケースに含まれている各バンドの偏相関係数を比較すると、可視光線域に属しているバンドとバンド4の絶対値が大きく、これと反対に、バンド5,6,7の値がより小さかった。ここで、網走川流域の水域を例にして、表7-に示す。従って、水域における蒸発散量を推定する際、草地、森林の場合と異なり、バンド4が無視できないこと、バンド6の影響が小さいこと、また、可視光線域に属しているバンドが他のバンドより重要であることが分かった。

表-7 網走川流域の水域の場合、6ケースの各バンドの偏相関係数(5月)

	①	②	③	④	⑤	⑥
Band1	0.59	0.58				
Band2			0.56	0.57		
Band3					0.42	0.44
Band4	-0.46	-0.54	-0.48	-0.50	-0.40	-0.48
Band5	-0.15			0.07	-0.07	
Band6	0.23	0.21	0.08	0.18	-0.06	
Band7						0.11

次に、両流域とともに水域における7バンドの平均値と標準偏差を注目すると、いずれのバンドにしても、観測日の1989年5月19日と1991年8月29日両日ともに常呂川の方が平均値は大きくて、標準偏差のばらつきも大きかった。また、同じ水域における両観測日の7バンドの平均値と標準偏差を比較すれば、どのバンドでも、1991年8月29日の方が小さいと見られる。以上の結果から、7バンドは水域の水質及び水質の季節変化を表していると考えられる。今後、これについて、検討していく。

4. 結論

今回はランドサットTM7バンドのみを用いて、網走川、常呂川両流域内にある草地、森林、水域三つのカテゴリーにおいて、蒸発散量の推定が可能であることに基づいて、7バンドが六つのケースに分けられ、これらのケースに含んでいる各バンドにより、重回帰分析を行った。その結果：

1. 説明変数の数がより少ない場合(3ないし4)に得られた重相関係数と7バンドを用いた場合に得られた重相関係数との差が小さく、蒸発散量を推定する際、どちらを使ってもいいと考えられる。
2. 草地、森林の蒸発散量の推定に、バンド6は最も重要な因子であり、バンド4はあまり寄与していなく、無視できることが分かった。
3. 水域の蒸発散量の推定には、可視光域の3バンドと近赤外域のバンド4は必ず不可欠であり、逆に、バンド6の影響が小さいことが分かった。

□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. 魏永芬, 佐渡公明: 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, 土木学会第49回年次学術講演会概要集, 2-A, pp. 58~59, 1994
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. Morton, F.I.: Estimating evapotranspiration from potential evaporation: practicality of an iconclastic approach, J. Hydrol., Vol. 38, pp1~32, 1978