水文・水資源学会誌
J. Japan Soc. Hydrol. & Water Resour.
Vol. 14, No. 2 (2001) pp. 178-179

「衛星画像によるチベット高原凍土地帯の活動層の厚さの推定」に関するコメント

Comments on "Estimate of Depth of Active Layer in Permafrost Region of Tibetan Plateau for Satellite Image"

松山 洋* (東京都立大学大学院理学研究科)

Hiroshi MATSUYAMA Graduate School of Science, Tokyo Metropolitan University

I. はじめに

水文・水資源学会誌に掲載された標記論文(矢吹ほか, 1998a)を興味深く拝読した。この論文は、冬季のLANDSAT-TM(Thematic Mapper)画像を用いて、チベット高原上の夏季の活動層の厚さの分布を推定するという先駆的な研究である。しかしながらこの研究には、以下に挙げるような問題点がある。本稿をもとに御検討いただければ幸いである。

なお、本文中で挙げる図・写真の番号は矢吹ほか(1998a)のそれらに対応する。

II. 具体的なコメント

1. NDVIが負になる場合の解釈

NDVIが植生密度をとらえていると考えられる範囲は限られている。

矢吹ほか(1998a)は、1989年1月27日の、LANDSAT-TM画像から得られたNDVI(Normalized Difference Vegetation Index, 正規化植生指標, 以下NDVI_{TM(Jan)})を用いて、1993年5～9月の活動層の厚さを推定している。

$$NDVI_{TM(Jan)} = \frac{ch.4 - ch.3}{ch.4 + ch.3} \quad (1)$$

ここでch.4はLANDSAT-TMの近赤外域の絶対放射輝度(波長域: 0.76～0.90 μ m), ch.3は可視(赤色)域(0.63～0.69 μ m)のそれである。植物のクロロフィルには、近赤外域を反射し(ch.4の値が大きくなる)、可視域を吸収する(ch.3の値が小さくなる)とい

う性質がある。このためNDVIは植生状態の客観的な把握のために用いられてきた。

NDVIは理論的には-1.0から+1.0までの値を取りうる。しかしながら、このうち植生に関係のある値は0.1～0.6の範囲であるとされている(例えばKidwell, 1990)。これはNOAA/AVHRR(National Oceanic and Atmospheric Administration/Advanced Very High Resolution Radiometer)のch.2(近赤外域: 0.725～1.10 μ m)とch.1(可視域: 0.58～0.68 μ m)からNDVIを計算した場合の話であり、LANDSAT-TMの波長域とは微妙に異なっている。しかしながら、この違いによって本稿の主張が大きく変わることはない。

矢吹ほか(1998a)はまず、1993年6月21日にマルチスペクトルメーターを用いて地上観測で得られたチベット高原上のNDVI(以下NDVI_{M(Jun)})と、当該ピクセルにおけるNDVI_{TM(Jan)}の間に正の相関関係があることを示している(図-2)。次に、1993年5～9月の地温データより算定された活動層の厚さとNDVI_{TM(Jan)}の散布図を示し(図-3)、両者の関係についてIV. 考察で述べている。

図-2でNDVI_{TM(Jan)}は負の値になっている。NDVIが負になるのはch.4 < ch.3になる時であり、上述した植物のクロロフィルの分光反射特性を考慮すると、1989年1月27日のNDVI_{TM(Jan)}が植生密度をとらえているとは、筆者には考えられない。すなわち図-3から言えるのは「1989年1月27日のNDVI_{TM(Jan)}と1993年5～9月の活動層の厚さの間には

*東京都立大学大学院理学研究科地理学教室 〒192-0397 八王子市南大沢1-1
Department of Geography, Graduate School of Science, Tokyo Metropolitan University, 1-1, Minami Ohsawa, Hachioji-shi, Tokyo 192-0397, Japan

負の相関関係がある」ということだけである。NDVI_{TM(Jan)}が負になる以上、植生密度という言葉を用いて両者を関係づけるべきではない。

このように言うためには、NDVI_{TM(Jan)}が負の値を取る場合にも植生密度をとらえていることを示し、1989年1月27日のチベット高原がこの条件を満たしていることを、先に断わるべきである。具体的には、LANDSAT-TMの土壤および植生の分光反射特性が、解析対象範囲内のピクセル間でそれぞれほぼ一定であること、および1ピクセル内に裸地と植生が混在している場合には、植生密度のみがそのピクセルのNDVI_{TM(Jan)}の値に影響を与えることを示す必要がある。

そもそも図-3でNDVI_{TM(Jan)}との関係を調べる前に、NDVI_{TM(Jan)}と活動層の厚さの関係について示すべきである。両者が負の相関関係にあることは図-2、3から推定される。NDVI_{TM(Jan)}は正の値を取るため、この場合には「6月の植生密度と活動層の間に関係がある」と言ってよい。しかしながら、このような図は、その後出た論文(矢吹ほか(1998b, 1998c))にも載っていない。

2. 回帰式の適用範囲について

回帰式は、その式を決定した範囲を越えて適用すべきではない。

矢吹ほか(1998a)では、図-3で得られた回帰式(式2)から求めた、チベット高原上の活動層の分布図についても示している(写真-2c)。ここで、式(2)のDは活動層の厚さである。

$$D(\text{cm}) = (-1.79 \times 10^3) \times \text{NDVI}_{\text{TM}(\text{Jan})} - 8.82 \quad (2)$$

図-3によれば、式(2)はNDVI_{TM(Jan)}が約-0.21~-0.04、活動層の厚さが約80~380cmの範囲で適用できる。実際、図-3の回帰直線もそのように引かれている。

しかしながら、写真-2(c)では凡例が紫の領域、すなわち活動層の厚さが50cm以下の領域が大部分を

占めている。これは回帰式を外挿して求めたものであるから、結果の解釈には細心の注意が必要であることを明記すべきである。また、この写真で活動層の厚さの凡例を50cmで区切るのは適切ではない。厚さ400cm以上についても同様であり、式(2)を外挿して活動層の厚さを求めた地域については同一の凡例にすべきである。さらに、活動層の厚さと地形の関係について述べたIV. 考察でも、「活動層の厚さが50cmより浅い」という表現は適切ではない。

III. まとめ

矢吹ほか(1998a)の問題点を指摘した。これらのコメントに対する考えをお聞かせいただければ幸いである。

謝辞：千葉大学環境リモートセンシング研究センターの近藤昭彦助教授と、東京都立大学大学院理学研究科(当時)の増田耕一助教授からは、草稿に対してコメントをいただいた。

参考文献

- Kidwell, K.B. (1990): Global vegetation index user's guide, NOAA/NESDIS/NCDC, 28pp+appendices.
- 矢吹裕伯・瀬古勝基・上田 豊(1998a): 衛星画像によるチベット高原凍土地帯の活動層の厚さの推定, 水文・水資源学会誌, 11(3), 253-259.
- 矢吹裕伯・大畑哲夫・上田 豊(1998b): チベット高原凍土地帯の地表層過程の季節変化1. 地表層の水分・熱的状态, 水文・水資源学会誌, 11(4), 324-335.
- 矢吹裕伯・大畑哲夫・上田 豊(1998c): チベット高原凍土地帯の地表層過程の季節変化2. 蒸発量と地表層の水収支, 水文・水資源学会誌, 11(4), 336-345.

(受付: 1998年6月23日, 受理2001年1月26日)