

速報

衛星リモートセンシングデータによる地下導水路建設前後の森林モニタリング*

加治佐 剛^{*2} ・ 村上拓彦^{*3} ・ 吉田茂二郎^{*3} ・ 今田盛生^{*3}

加治佐 剛・村上拓彦・吉田茂二郎・今田盛生：衛星リモートセンシングによる地下導水路建設前後の森林モニタリング 九州森林研究 56：165-167, 2003 地下導水路建設が地上部の森林の活性等に何らかの影響を及ぼしたのかという視点で、衛星リモートセンシングデータを用いて導水路建設前後での森林モニタリングを行った。対象地は大分県中津江村、上津江村、熊本県菊池市である。この地域に2000年5月に大分県の津江村から熊本県の竜門ダムを結ぶ導水路が建設され、その周辺環境への影響評価が求められている。解析に使用したリモートセンシングデータはLANDSAT/TMデータである。導水路建設前後のLANDSAT/TMデータを用いて、地下導水路上のデータとその周辺地域のデータを比較し、変化の動向を追った。その結果、導水路建設後のLANDSAT/TMデータのバンド3とバンド7で地下導水路とその周辺地域について有意差が認められた。しかし、今回の結果はある一時点の変化抽出であるため、更なる詳細な解析が必要であると考えられる。

キーワード：リモートセンシング、影響評価、地下導水路、LANDSAT/TM、竜門ダム

I. はじめに

リモートセンシングデータは、広域を同時に把握することができ、経時変化について捉えることができる。また、可視光以外の赤外光などの多様な波長の光を観測することができ、空中写真とは異なる特有の情報を提供する。ところで、2000年5月に熊本県菊池市の竜門ダムと大分県中津江村の津江分水堰を結ぶ津江導水路が完成した。このような一定規模以上の事業については環境影響評価法によって環境への影響の予測と評価が義務付けられている。また、地方自治体が制定する条例には事業開始後のフォローアップ（事後評価）を義務付けるものも存在する(2)。こうした社会的な評価システムもふまえて、本研究では津江導水路建設の事後評価を行うこととした。

本研究の目的は、津江導水路建設前後のリモートセンシングデータを用いて、津江導水路建設が周辺森林の活性等に及ぼす影響について解析を行った。

II. 対象地及び使用データ

対象地は、熊本県菊池市の竜門ダムと大分県中津江村の津江分水堰を結ぶ津江導水路である(図-1)。津江導水路は昭和62年に着工され、平成12年5月に完成した。導水路の標高は津江分水堰部で308.3m、そこから竜門ダム側に1/1,000の勾配で下る。導水路の特徴は、長さが12.2km、導水路断面の半径が1.425m、最大通水量が10m³/s、構造は馬蹄型コンクリート(インバート水平型)である。



図-1. 対象地周辺の概要

リモートセンシングデータとしてLANDSAT/TMデータ(以下、TMデータ)を用いた。導水路建設前として1985年5月2日、導水路建設中として1998年4月4日観測の2つのTMデータを用いた。今回は特にTMデータのバンド3, 4, 5, 7を使用した。これらのバンドは、植生を対象としたリモートセンシングで有効な波長帯をカバーしている。地形を考慮するために国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)を使用した。使用の際には、用いる衛星データを解像度に合わせてピクセルサイズを30mに変換

*1 Kajisa, T., Murakami, T., Yoshida, S. and Imada, M.: Forest monitoring with satellite remotely sensed imagery before and after an underground watering way construction

*2 九州大学大学院生物資源環境科学府 Grad. Sch. Biores. and Bioenvir. Sci., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

*3 九州大学大学院農学研究院 Fac. Agric., Grad. Sch. Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

した。

なお、解析ソフトとして TM データの処理については ERDAS Imagine Ver. 8.5 を用いた。

Ⅲ. 解析方法

1. 解析対象区および比較対象区の設定

本研究では、導水路上の森林のモニタリングが目的である。そこで、導水路の地図をスキヤニングし、その位置をデジタイズした。デジタイズした線上のピクセルを解析対象区 line とした。さらに、解析対象区である line から幅 300m (10ピクセル) のバッファを作成し、比較対象区を設定した。この比較対象区に含まれる区域からランダムにデータを抽出し解析に用いた (以後、この比較対象区のデータを area とする)。対象区のサンプルは、line が 285ピクセル、area が 6,900ピクセルとなっている。

2. 植生地と非植生地の分類

次に、1985年、1998年それぞれのリモートセンシングデータについて植生地 (森林・草地など) と非植生地 (伐採地・裸地など) の分類を行った。分類は、まず教師なし分類の ISODATA 分類を用いて 15 個のクラスに分類した。なお、教師なし分類には、バンド 3, 4, 5 を用いた。その後、トゥルーカラーで表示した画像と 15 クラスに分類した画像を比べ、目視により植生地と非植生地の 2 つのクラスに統合した。そして、1985年・1998年において植生地に分類されたピクセルを line, area から抽出した。

3. 地形効果

山岳地の森林では陰影の発生、すなわち地形効果がリモートセンシングデータを解析する際、最も大きな障壁となる (I)。地形効果とは、太陽方位、太陽天頂角、斜面方位、斜面傾斜角によって斜面上に位置する対象物の見かけの分光反射率が変動することである。特に太陽方位や太陽天頂角は、季節やリモートセンシングデータの取得時刻によって大きく変動する。そこで、今回の解析では次式を用いて太陽入射角の余弦である $\cos i$ (3) を求め、地形効果を考慮することとした。

$$\cos i = \cos Z \cos \beta + \sin Z \sin \beta \cos (a - \gamma)$$

ここで、 i は太陽入射角、 Z は太陽天頂角、 β は斜面傾斜角、 a は斜面方位、 γ は太陽方位を表す。

4. 解析対象区 (line) と比較対象区 (area) の比較

解析は太陽入射角の余弦である $\cos i$ を (ア) $\cos i < 0.6$ 、(イ) $0.6 \leq \cos i < 0.8$ 、(ウ) $0.8 \leq \cos i \leq 1.0$ の 3 つに区分して行った。比較は、それぞれの年の各バンドでヒストグラムを作成し、line と area について平均値の検討を行った。平均値の比較の際には、t 検定を採用した。

Ⅳ. 結果

1985年、1998年それぞれで (ア) (イ) (ウ) に分けて、各バンドについて line と area で比較を行った。表-1 に t 検定の結果を示す。

(ア) の場合、1998年の各バンドについて line と area では有意差がみられなかったが 1985年ではバンド 4 について有意水準 5% で有意差が認められ、line の平均値が area の平均値よりも高く

表-1. $\cos i$ の区分による 1985年と 1998年の各バンドにおける line と area の t 検定の結果 (ア) $\cos i < 0.6$ (イ) $0.6 \leq \cos i < 0.8$ (ウ) $0.8 \leq \cos i \leq 1.0$

	(ア)		(イ)		(ウ)	
	1985年	1998年	1985年	1998年	1985年	1998年
band3						*
band4	*					
band5						
band7						*

* 有意水準 5% 有意差あり

なっていた。

(イ) の場合、1985年、1998年ともにすべてのバンドで line と area に有意差はみられなかった。

(ウ) の場合、1985年ではすべてのバンドで line と area について有意差がみられなかった。1998年では、バンド 3 とバンド 7 について有意水準 5% で有意差が認められバンド 3, 7 ともに area よりも line の平均値が高かった (図-2)。

Ⅴ. 考察

各バンドについての比較の結果、 $0.8 \leq \cos i \leq 1.0$ のとき、バンド 3 とバンド 7 について有意差が認められた。バンド 3 は可視赤色域の波長帯を捉えており、植生の活性と負の相関がある (4)。バンド 3 は、line の分布が area の分布よりも高くなっており、line 上の植生の活性が低下している可能性を示している。また、バンド 7 の観測波長帯は中間赤外域であり、葉の水分含有量が低下するとバンド 7 の値が高くなるのが一般的に知られている。そのことから line に位置する葉の水分含有量の低下について可能性が示唆された。

今回は、太陽入射角を算出し、光の反射率が同等になるような 3 区分に分けて解析を行ったため、地形による誤差は少なくすることができたと考えられる。

しかし、今回の結果は、 $\cos i < 0.6$ でバンド 4 に、 $0.8 \leq \cos i \leq 1.0$ でバンド 3 とバンド 7 に有意差が認められるといったように一連の傾向が見られない。特に、導水路建設前である 1985年の比較で有意差が認められている。この結果は、植生区分を植生地と非植生地の 2 つのクラスに分類したことに起因していると考えられる。この植生地のクラスには、いくつかの森林タイプが混在している可能性があり、この森林タイプの混在によって誤差が生じ、有意差を検出したのではないかと考えられる。また、line と area の設定に関しても今回は導水路とその周辺としたが、導水路の影響がどの程度の範囲まで達するのか考慮して line の幅の設定を変化させる必要がある。さらに、導水路の標高と地表面の標高についても考慮しなければならない。

Ⅵ. おわりに

このような解析方法が確立できれば、大規模工事が周辺の植生に与える影響を工事前後のリモートセンシングデータを用いることで評価することが可能になる。今後、環境影響評価はさらに重要視されることが考えられるため、リモートセンシングを用いた影響評価手法の確立を検討していきたい。

引用文献

- (1) 村上拓彦ほか (1998) 九大演報 78 : 13-28.
- (2) 日本エネルギー法研究所 (1999) 環境影響評価法制の総合的研究-環境アセスメント法制班報告書-, 568pp.
- (3) Smith, *et al.* (1980) PE&RS 46 : 1183-1189.
- (4) Tucker, C. J. (1979) Remote Sens. Environ. 8 : 127-150.

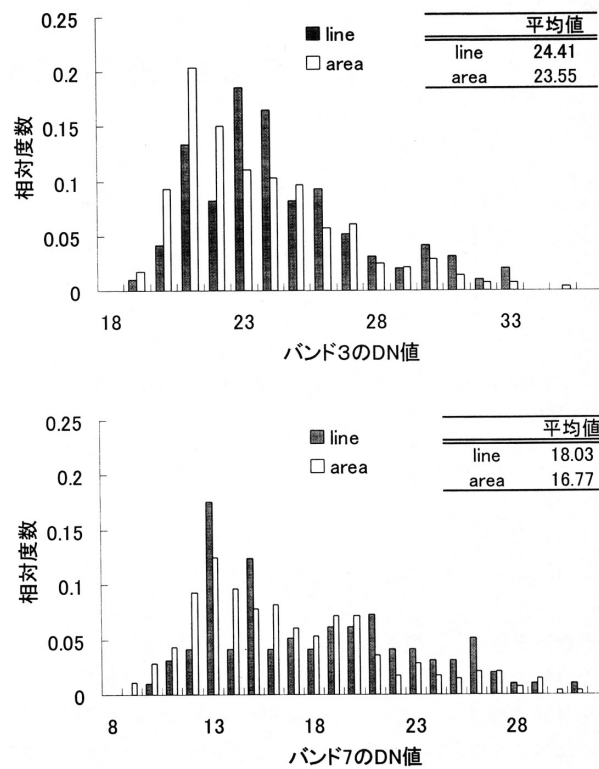


図-2. $0.8 \leq \cos i \leq 1.0$ におけるバンドのlineとareaのDN値の分布 (A) バンド3 (B) バンド7

(2002年12月16日 受理)