

1. はじめに

近年、安価に手に入る輸入材の利用や林業就業者の減少・高齢化などに起因し、植林された人工林に間伐などの維持管理作業が少なくなっている。そのため、森林は健全性を失い、経済的価値の低い森林となってしまうたり、風害、被圧による枯死や病虫害などによる被害を受けている。¹⁾²⁾特に紀南地方の放置された森林では、1993年夏期の高温小雨が引き金となり、森林の大部分が干害被害を受け、枯死している地域が多数確認されている。こうした被害を抑制するために早急の対処が必要であるが、枯死に至る森林については人間の目から判読することは困難である。そこで本研究では、現地調査による枯死地域、健全地域の判別を基に、衛星データ (LANDSAT/TM) に基づく両地域の比較を行うことで、その特性の定量化を行うことを目的とする。具体的には、衛星データから正規化植生指標 (以下NDVI) を算出し、NDVIと植物の水分判定に用いられるLANDSAT/TMのBAND5³⁾の相関を回帰式から導出し、森林の健全地域との比較検証を行う。

2. 解析手法

本研究の作業フローを図1に示し、以下はその概要である。

現地調査：森林の状態 (枯死／健全) を確認するために現地調査を行い、調査地点の緯度経度、森林の状態を調査する。

解析前処理：衛星画像は幾何歪みを有し、一般的に画

像座標系と呼ばれ、幾何歪みを補正した座標系は地図座標系と呼ばれている。これら2つの座標系の対応関係を地上基準点を用いて、一次元多項式近似し、さらに最近隣内挿法により幾何補正を行う。衛星画像は大気条件などに起因する歪みがあるためこれらの歪みを除去するためにフィルタ処理を実行し、大気補正を施す。このデータより解析対象領域を切り出す。

教師付き土地被覆分類：教師付き分類は解析目的に応じて決められたクラス毎に、人間のパターン認識能力、写真、あるいは既存の分類結果を利用してトレーニングデータを注出する方法である。⁴⁾分類処理後、土地被覆に応じ、色づけを行った。

NDVIの算出：衛星データから広範囲にわたる植生の分布状況を把握するための指標として考案されたもので式に表すとLANDSAT/TMでは次のようになる。

$$NDVI = (BAND4 - BAND3) / (BAND4 + BAND3)$$

ここで、BAND4：近赤外域、BAND3：可視光の赤帯域である。⁴⁾

この式を用い、調査対象地域のNDVIを算出する。
中間赤外域における反射値の出力：LANDSAT/TMでは中間赤外域を観測しているバンドはバンド5であり、それらの観測データが植生調査における葉中含水率の判読に利用されている。これらを用いるため調査対象地域の反射値を出力する。

単回帰分析：NDVIとバンド5との相関を調べるために、回帰式を導出し分析する。

以上の手法により、調査対象地域を2地点を取り上げ解析を行った。具体的には、枯死被害の出ている地域として、和歌山県日高郡印南町見影付近 (枯死面積、約27000 m²)、健全地域は、和歌山県東牟婁郡本宮町笠塔峰付近 (面積、約29700 m²) をケーススタディ対象として取り上げた。また、解析に用いたデータは、1995年8月4日に撮影されたLANDSAT/TM (Path : 110, Row : 36) である。

3. 解析結果

図2から図14と表1, 2で解析結果を示す。

森林枯死・健全地域それぞれの教師付き土地被覆分類を行った。その結果、両地域での目視による違い

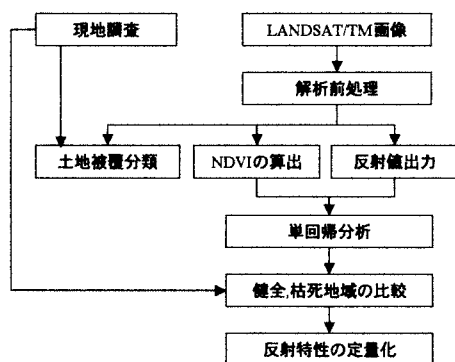


図1 作業フロー

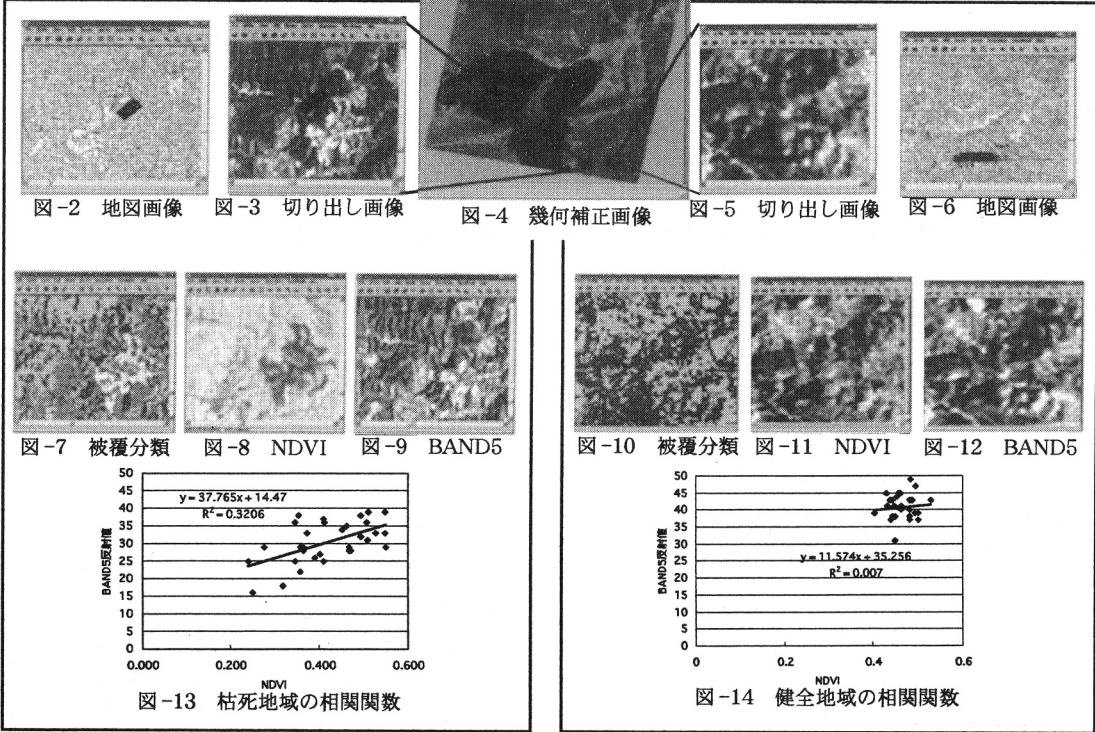


表1 NDVIによるt検定

t検定 (対点なし) : NDVI					検定値 : NDVI				
群分け変数 : グループ					群分け変数 : グループ				
観測平均値の差=0					観測平均値の差=0				
観測平均値	自由度	t値	p値		観測平均値	自由度	t値	p値	
健全地域	30	465	.001	.027	健全地域	30	465	.001	.027
枯死地域	33	420	.007	.086	枯死地域	33	420	.007	.086

は確認できなかった。またNDVIとBAND5の相関を調べるために単回帰分析を行い、2群を比較した。その結果、両群共にp値の値は低かった。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- ①LANDSAT/TMを用いた場合、被覆分類から、目視による森林枯死地域の判別は困難であり、BAND間の相関係数などから関連性を導き出すことが必要である。
- ②両地域の相関性を分析した。その結果、枯死地域については健全地域と比較すると回帰式の有効性が望める結果となった。またNDVIとBAND5、両2群の比較を行った。p値の値が低いことから両地域において同じ平均値になる確率は低く、差の偶然性はないことが確認された。また両群共に枯死地域の標準誤差にばらつきが認められた。

今後の課題は以下の通りである。

森林枯死・健全地域の調査地点を増やすことで、

表2 BAND5によるt検定

t検定 (対点なし) : BAND5					検定値 : BAND5				
群分け変数 : グループ					群分け変数 : グループ				
観測平均値の差=0					観測平均値の差=0				
観測平均値	自由度	t値	p値		観測平均値	自由度	t値	p値	
健全地域	30	40.633	13.895	3.728	健全地域	30	40.633	13.895	3.728
枯死地域	33	30.333	32.042	5.748	枯死地域	33	30.333	32.042	5.748

より高い相関性を明らかにし、枯死パターンの定量化を行っていく必要がある。またLANDSAT/TMよりも優れた解像度を持つ衛星画像を用いて被覆分類から枯死・健全地域の判別が可能か検討する必要がある。

謝辞

本研究で用いたデータの所有は、米国政府、衛星データの提供は、EOSAT/宇宙開発事業団によるものである。データを提供いただいた関係各位に深く感謝する。

【参考文献】

- 1) 全国林業改良普及協会：日本の森林と林業，林野庁，2000
- 2) 全国林業改良普及協会：広葉樹の森林を育てる，林野庁，2000
- 3) 大林成行：実務者のためのリモートセンシング，フジ・テクノシステム，pp58，1995
- 4) 日本リモートセンシング協会：図解リモートセンシング，日本測量協会，pp194，pp206，1998