

和歌山大学システム工学部	学生員	○川緑	将利
和歌山大学システム工学部	学生員	長谷川	渚
和歌山大学システム工学部	正会員	谷川	寛樹
和歌山県農林水産業総合技術センター	林業試験場	法眼	利幸
和歌山大学システム工学部	正会員	日下	正基

1. はじめに

森林は、地球温暖化問題において、二酸化炭素吸収源として重要な役割を担っている。しかしその森林を支える林業が、収益性の低下、林業従事者の減少など、一層厳しさを増すなかで、利用目的の見通しのつかない森林が増加し、そこから引き起こされる自然災害の危険性までも懸念されている。森林が持つ本来の力を存分に発揮するためには、適切かつ継続的な森林の維持・管理が必要不可欠となっており、県土の77%¹⁾を覆っている和歌山県の森林についても例外ではない。

一方、現在では、リモートセンシングという言葉が多くの分野で日常的に聞かれるようになっており²⁾、そのなかでも森林モニタリングにおけるリモートセンシングの利用は、広域な情報を客観的、定期的に得られるといった利点から、様々な研究が行われている。

そこで、本研究では、地球表面の情報が広範囲で取得可能な衛星データと、実際の現地調査により、人工林健全地域（以下健全地域）と人工林枯死地域（以下枯死地域）との判別を行うことを目的とする。これにより人工林の生育状態を把握し、持続可能な森林の維持・管理を行うための基礎的な情報を得ることができる。また、今回用いるような光学センサの場合、地表を雲が覆い、思ふような時期のデータを得られないという確率が非常に高い。そこで本研究では、将来森林を時系列でモニタリングしていくにあたり、使用するデータの観測時期がある程度異なった際の、解析結果への影響についても検討を行う。

本研究のケーススタディ対象地域を和歌山県日高郡印南町とし、サンプル地域を表1に示す。

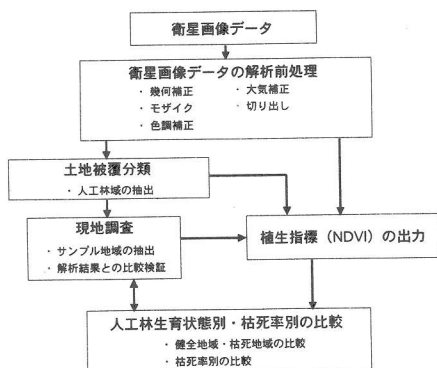


図1 研究フロー

2. 解析方法

本研究のフローを図1に示す。本研究で使用した衛星データはLandsat5/TM (2000/10/04), Landsat7/ETM+ (2000/08/25, 2001/04/22) である。衛星データを有効に使用するために、画像処理として幾何補正、大気補正等の各補正を施す(図2-1)。補正後の衛星データから土地被覆分類図を作成し(図2-2)、人工林域を抽出する(図2-3)。さらに現地調査から抽出した健全地域、枯死地域の各5地域に対して、NDVI (Normalized Differenced Vegetation Index: 正規化植生指標)(図2-4)を比較する。ここで、NDVIとは、植物の分布状況やその活性度を計るための指標のひとつである。その値は1~-1の範囲をとり、1に近付くほど植物の活性度は高く、健全であると考えられている。NDVIは、今回用いる衛星データの場合、以下の式により求めることができる。

$$NDVI = (BAND\ 4 - BAND\ 3) / (BAND\ 4 + BAND\ 3)$$

ここで、BAND 4: 近赤外波長帯, BAND 3: 可視赤波長帯である。

また、NDVIが健全地域、枯死地域について差があるかどうかを判断するため、t検定を行なった。t検定とは2つの平均値の間の差の検定であり、自由度: 総ピクセル数, t値: 2標本の平均値の比較, p値: 観測における差の偶然性を示す。

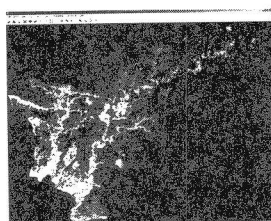


図2-1 各種補正

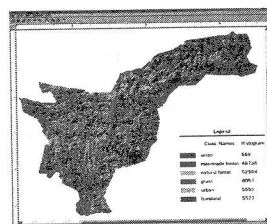


図2-2 土地被覆分類

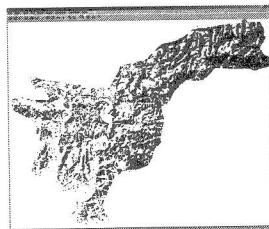


図2-3 人工林抽出

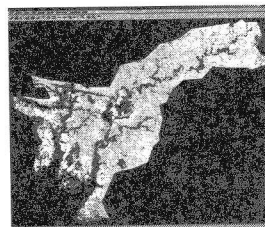
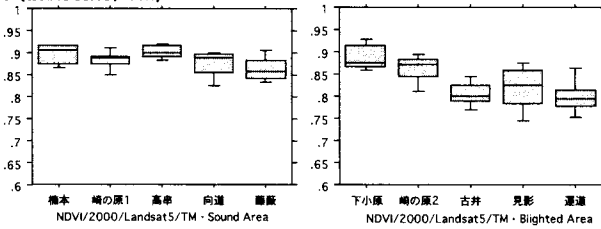


図2-4 NDVI出力

図2 補正 / 分類 / 抽出

図3 NDVIによる生育状態別、枯死率別の比較

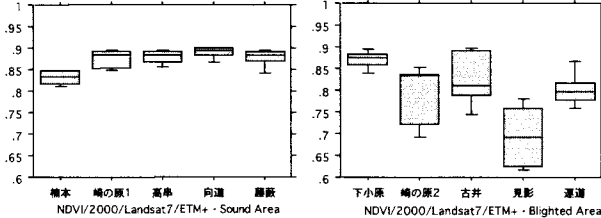
2000 (Landsat5/TM)



比較対象群	平均差	自由度	t値	p値
健全地域, 枯死地域	0.48	40	6.061	<.0001
軽度枯損, 中度枯損	0.2	7	2.318	0.536
中度枯損, 重度枯損	0.57	7	4.388	0.032

t検定 /2000/Landsat5/TM

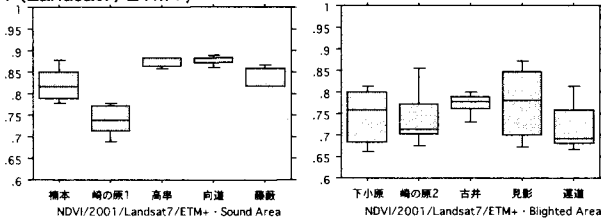
2000 (Landsat7/ETM+)



比較対象群	平均差	自由度	t値	p値
健全地域, 枯死地域	0.72	40	5.533	<0.001
軽度枯損, 中度枯損	0.76	8	2.984	0.175
中度枯損, 重度枯損	-0.39	8	-1.35	0.2142

t検定 /2000/Landsat7/ETM+

2001 (Landsat7/ETM+)



比較対象群	平均差	自由度	t値	p値
健全地域, 枯死地域	0.82	42	7.296	<0.001
軽度枯損, 中度枯損	0.005	7	0.13	0.9002
中度枯損, 重度枯損	-0.34	7	1.357	0.2168

t検定 /2001/Landsat7/ETM+

表1 各サンプル地点の情報

	地名表記	生育状態/枯死率	緯度(北緯)	経度(東経)
健全地域	橋本	健全	33° 48' 38"	135° 15' 32"
	崎の原1	健全	33° 51' 41"	135° 17' 52"
	高串	健全	33° 52' 37"	135° 19' 47"
	向道	健全	33° 53' 28"	135° 20' 50"
	藤敷	健全	33° 53' 20"	135° 21' 50"
枯死地域	下小原	軽度枯損/20%未満	33° 51' 58"	135° 18' 24"
	崎の原2	中度枯損/20~70%	33° 51' 49"	135° 17' 46"
	古井	重度枯損/70~100%	33° 50' 45"	135° 15' 50"
	見影	重度枯損/70~100%	33° 51' 29"	135° 16' 30"
	運道	重度枯損/70~100%	33° 52' 02"	135° 17' 29"

3. 解析結果

各データにおけるサンプル地域のNDVIの比較と、t検定を用いた健全地域と枯死地域の比較を図3に示す。

今回使用したデータでは、NDVIを用いた健全地域と枯死地域の比較では差があること(p値<0.001:偶然に2標本が同じ平均値になる確率は0.001以下)が確認された。一方、NDVIを用いた枯死地域内における枯死率別(軽度枯損, 中度枯損, 重度枯損)の比較では差を判読することは困難であった。

4. まとめと今後の課題

現地調査によるサンプル地域の情報に基づき、衛星データより算出したNDVIが健全地域、枯死地域について差があることが確認された。また、4月~10月の範囲であれば、健全地域、枯死地域の判別に関しては問題がないことが確認された。この結果より、リモートセンシング技術を用いた比較的広範囲の森林の評価システムを構築する上での基礎を築くことが出来た。

今後の課題として、本研究の対象地域のように、ほとんどが山岳地に属するような地形条件では、斜面と太陽の位置関係に由来した観測エネルギーのばらつきが発生し、解析を行う上では誤差要因となる可能性がある。今回は、衛星で捉えたシーンを平坦な地表面と仮定し補正を行ったが、山岳地形を捉えたシーンにも適応可能な補正を行う必要がある。

また、画像分類によって人工林を抽出する際、選定したトレーニングデータの良否が土地被覆分類図の分類精度に大きく影響する。トレーニングデータは現地調査等により取得選択するが、個人差が大きく、選定したトレーニングデータが必ずしも現地の土地被覆状況を代表しているとは限らない。さらに、森林の場合、間伐や季節変化が影響する³⁾ため、分類結果の検討や分類精度検証を含んだ繰り返し作業が大切であると考えられる。

以上のような補正を含めた画像処理や分類の精度を向上させることにより、健全地域と枯死地域のより正確な判別はもちろんのこと、枯死地域内における枯死率別の判別、さらには時系列別や複数の衛星別のデータでもより客観的に判別を行えるような技術の向上に努めたい。

【参考文献】

- 1) 和歌山県農林水産部林業振興課：平成14年度 森林・林業および山村の概況 和歌山県 (2002.6)
- 2) 大林成行：人工衛星から得られる地球観測データの使い方, 大成出版社 (2002.6)
- 3) 栗屋善雄, 餅田治之, 田中伸彦：植生環境の変動に関する観測研究 (1995.10)