

# 79 ランドサット TMデータによる林野火災跡地の地表変化の検出

愛媛大学農学部 ○サマラコーン・ラル、小川 澄、井上章二、戎 信宏

## 1.はじめに

リモートセンシングによる林野火災の解析において、著者らは火災による被害地域の抽出、及び被害程度の分類に関して、その有効性を十分発揮できることを示した<sup>(1)</sup>。本研究では、ランドサット TMデータによる、林野火災後の地表状態、及び植生の変化の検出について検討を行った。

## 2.研究方法

研究のフローチャートを図-1に示す。

2.1 解析対象地と資料； 1985年2月2日に発生した延焼面積391haの愛媛・香川県境の林野火災跡地を解析対象地とした。TMデータは、1984年5月8日（火災前）、1985年4月9日（火災直後）、1990年3月23日（火災後5年）の観測値である。ここは、1985年3月、1989年10月撮影の空中写真があり、さらに火災直後に現地調査も行われている。また、1990年4月11日のスポットの衛星データも解析に用いた。

## 2.2 地形図との重ね合わせ

地形図と整合するランドサット TM画像データを再配列する問題は、次の二つの部分に要約される。

A. ランドサット TMデータの標定；本研究解析用画像は、画素の縦横比が異なるため、アフィン変換を用いて補正を行った。

B. ランドサット TMデータのリサンプリング；新しい画素の持つ輝度値を求める。画像の輝度分布  $g(x)$  を、重み関数  $h(u)$  で畳み込むことにより実行される。ここではニアレストネイバー法に基づいて計算した。重み関数としては、次式を用いた。

$$h(u) = 1; (|u| < 1/2) \dots (1), h(u) = 0; (|u| \geq 1/2) \dots (2)$$

## 3.土地被覆分類と林野火災跡地の検討

3.1 NDVI； ランドサット TMの画像データは、絶対値ではなくて相対値であり、地表面の状況が変わらなくても時系列的にはデータの値が変わる。すなわち、センサに入力される観測対象物の反射・放射情報は、大気による透過・反射・吸収・散乱と、太陽と観測面との角度によって変化する。そこで、これらの影響を除去するために、次式で定義されるNDVI (Normalized Difference Vegetation Index) を用いて解析した。

$$NDVI = (TM\text{バンド}3 - TM\text{バンド}4) / (TM\text{バンド}3 + TM\text{バンド}4) \dots (3)$$

## 3.2 NDVIによる森林植生と林野火災跡地の検出

グランドトゥルースデータから森林地、市街地、海、火災被害地域のサンプルを抽出して、その地点のNDVI値を、1984年、1985年、1990年のランドサット TMデータより計算し、土

地被覆分類のNDVI値グラフを作成した(図-2)。この図より森林植生の検出にNDVIの適用が可能であることは、明瞭である。また、林野火災被害地域の1984年のNDVI値が、森林地のNDVI値とほぼ一致していることから、この地域は1984年には森林地であったと推定できる。

火災被害地域の1984年から1985年のNDVI値が大きく減少しているのは、林野火災後の植生変化を明確に示している。1990年の増加は、火災被害地の植生の回復であると考えられ、この地域のNDVIの標準偏差は大きく段階の異なる植生の回復によるものと考えられる。NDVI値の画像表示を行うときには負の値は画像表示が出来ないので、適当な数値変換を行った。

さらに、土地利用図と空中写真から選び出した、森林地、市街地、海、果樹園、田に相当する地域のNDVI値を1984年、1985年、1990年のランドサットTMデータよりそれぞれ計算し、土地被覆分類別のNDVI値の範囲を求め、土地被覆分類画像表示を行った。この画像で、1984年は森林で、1985年は市街地と判定された地域は、林野火災跡地と推定できる。

### 3.3 林野火災燃焼程度別分類

林野火災被害地域でのより細かな分類、すなわち燃焼程度を判別が可能であるかを検討した。1985年の空中写真から燃焼程度を次のように3段階に分類した。樹冠、樹幹共に完全に燃焼し、地表には黒焦げの立木が散在し、黒い灰が空中写真でも識別できる程堆積している状態を燃焼程度・激とし、立木と若干の緑が残っている状態を燃焼程度・中、地表あるいは立木の一部が燃焼した状態を燃焼程度・微に分類し、燃焼程度分類図を作成した。燃焼程度分類図からこれらの燃焼程度を含む60地点を選び出し、1985年のNDVI値を計算して、燃焼程度別のNDVI値の範囲を求め、NDVIによる林野火災燃焼程度別分類画像を求めた。この画像と燃焼程度分類図を比較するとほぼ一致していることから、NDVIによって燃焼程度別に分類が可能であると判断された。1985年の火災跡地の空中写真から無作為に抽出した120地点のNDVI値による燃焼程度の判定結果と燃焼程度分類図との適合の比較を表-1に示すが、分類結果の適合率は全体で73%であった。

### 3.4 火災跡地の植生回復

1989年の空中写真から火災被害地域の植生回復を次のように4段階に分類した。裸地を植生回復度1とし、約60%の裸地が散在している地域を植生回復度2とし、小さな木はあるが地面が見える地域を植生回復度3とし、完全に回復した地域を植生回復度4に分類し、植生回復分類図を作成した。この図より、これらの回復程度を含むサンプルを抽出してNDVI値を計算し、火災被害地域の植生回復の段階別のNDVI値の範囲を決め、カラー表現で1990年のNDVI画像を求めた。この画像と植生回復分類図を比較するとほぼ一致していることから、NDVIによって植生回復別に分類が可能であると判断された。火災被害地域の植生回復のNDVI分類と植生回復分類図との適合率を求めるために、植生回復分類図から、135地点を無作為に抽出し、NDVI値を計算し、植生回復図と比較した。この結果を表-2に示す。分類結果の適合率は全体で73%であった。植生回復度3の適合率が低いのは、空中写真による植生回復度2と植生回復度3の判別の困難さによるためである。

また、燃焼程度別の火災被害地域の植生回復について、燃焼程度別に分類したNDVI画像と火災被害地域の植生回復を分類したNDVI画像を比較した。1985年の燃焼程度別に分類したNDV

I 画像より 190 地点を無作為に抽出し、それらの地点を 1990 年の火災被害地域の植生回復を分類した NDVI 画像で求め比較した。その結果を表-3 に示す。これによると、火災被害地域での植生回復は、燃焼程度と関係があると考えられる。燃焼程度・激の地域では、表土が燃焼程度・微の地域よりもかなり荒廃していることによって植生回復が遅れていることを示していると考えられる。また、燃焼程度・激の地域は、もともと乾燥地域で、そのために燃焼程度・激の地域となったことも考えられ、さらに、燃焼程度別の植生回復の傾向の理解を深めるためには、植生回復に影響を及ぼす、地面の傾斜、方向、高度、地下水などの因子の影響を考慮したより細かな解析が必要であろう。

#### 4. 森林植生の変化の検出

1984 年から 1990 年の間に起こった森林植生の増加や減少、林野火災前後の森林植生の変化を検出するために D1, D2 を次のように定義し検討を行った。

$$D1 = NDVI(84) - NDVI(85) \dots (4)$$

$$D2 = NDVI(85) - NDVI(90) \dots (5)$$

ここで、NDVI(84) は 1984 年の NDVI の値を示し、同様に、NDVI() は、() 内の数字がそれぞれ西暦下 2 衡の年を示した NDVI の値である。理論上 D1 と D2 の組合せは 9 つのグループが存在する。この D1 と D2 を用いて森林植生の変化を検出する。まず、1984 年から 1990 年の間に起こった森林植生の増加や減少、林野火災前後の森林植生の変化を、空中写真や土地利用図より、次の (a) ~ (d) の 4 つのグループに分類した。

(a) 1984 年から 1985 年の間で植生の変化は無いが、1985 年から 1990 年の間で植生が減少した地域。これは、火災跡地以外、及び火災跡地内で燃え残りの部分に発生した崩壊によるものと考えられる。これと同様な変化は、1985 年に建設された高速道路によって観察され、スポット画像により明瞭に示されている。

(b) 1984 年から 1990 年の間で植生が継続的に減少したもの。これは、林野火災後の植生被覆の低下であり、防火帯や崩壊地であると考えられる。

(c) 1984 年から 1985 年の間で植生が減少し、1985 年から 1990 年の間で植生が増加したもの。これは、林野火災によって被害を受けた植生が回復しているものと考えられる。

(d) 1984 年から 1990 年の間で植生の変化が全く無かったもの。火災被害がなかった地域か、林野火災後の土地利用の変化がなかった地域であると考えられる。

これらの (a) ~ (d) の地域から無作為にサンプルを抽出して、D1 と D2 の値を求め、D1, D2 を座標軸としてプロットし、その座標特性から森林植生の変化特性をグルーピングした。これを用いて、解析対象地域全体の森林植生の変化を、マルチレベルスライス法によって分類を行った。解析対象地域の D1, D2 による画像と植生変化分類図を照合した結果、1984 年から 1990 年の間の大きな変化はほとんど一致した。また、(a) の山崩れ、崩壊地については、発表時に示す。

#### 5. おわりに

本研究ではランドサット TM データを用いて、林野火災後の森林植生とその変化の検出について検討した。NDVI 分類で愛媛・香川県境林野火災地のデータより①森林植生の検出、②森林植生の変化の検出に適用して良好な結果を得ることができた。本研究では、NDVI 分類の有効性が確かめら

れたが、今後の研究では、植生回復に影響を及ぼす要因を踏まえた解析を行い、定期的に観測することにより、燃焼程度別の火災被害地の植生回復の傾向を明確にしていく必要がある。

参考文献：（1）サマラコーン・ラルラ；ランドサットデータによる林野火災燃焼程度の分類手法に関する検討、日本リモートセンシング学会誌、Vol 110, No 4, PP. 5~12, 1990

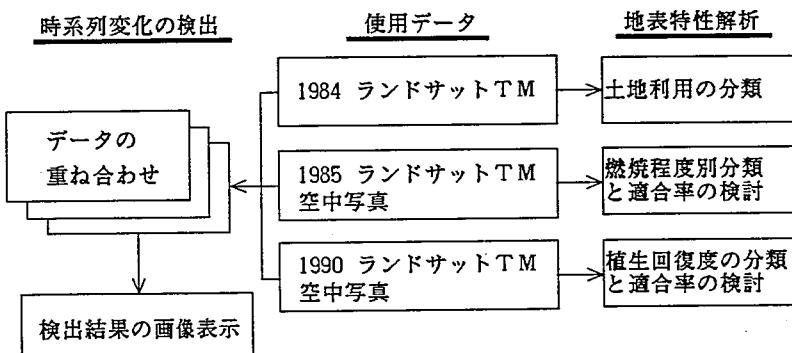


図-1 解析フローチャート

表-1 燃焼程度別のNDVI分類と燃焼程度分類図との比較

燃焼程度別 NDVI 分類	燃焼程度分類図		
	燃焼程度 激	燃焼程度 中	燃焼程度 微
燃焼程度 激	44 (75%)	4	2
燃焼程度 中	11	24 (73%)	6
燃焼程度 微	4	5	20 (71%)
合計	59	33	28

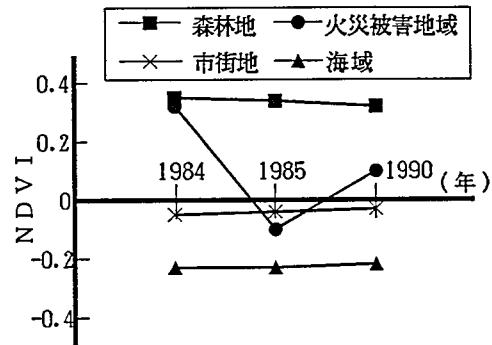


図-2 土地被覆別のNDVI値

表-2 植生回復のNDVI分類と植生回復分類図との比較

植生回復のNDVI分類	植生回復分類図			
	植生回復度1	植生回復度2	植生回復度3	植生回復度4
植生回復度1	19 (76%)	4	2	0
植生回復度2	6	28 (70%)	11	0
植生回復度3	0	8	31 (62%)	1
植生回復度4	0	0	6	19 (95%)
合計	25	40	50	20

表-3 NDVIによって分類された燃焼程度と植生回復度の関連

燃焼程度分類	植生回復分類			
	植生回復度1	植生回復度2	植生回復度3	植生回復度4
燃焼程度 激	29 (42%)	29 (42%)	12 (16%)	0 (0%)
燃焼程度 中	11 (16%)	20 (29%)	36 (51%)	3 (4%)
燃焼程度 微	2 (4%)	8 (16%)	23 (46%)	17 (34%)