

2.4 林野火災による延焼範囲の把握

(1) 背景と目的

現在、世界全体の森林面積の 65%を有する 118 ヶ国で、毎年 1980 万 ha（全体の 0.7%）の森林が火災によって焼失しており（2003–2007 年平均）、特に米国、カナダ、オーストラリア、インド、チャドでは年間平均の焼失面積が 100ha を超えている¹⁾。一方、国内に目を向けると、平成 25 年の林野火災の出火件数は 2,020 件（前年比 842 件（71.5%）増加）、焼損面積は 971ha（前年比 599ha（161.1%）増加）、損害額は 2 億 3,262 万円（前年比 4,233 万円（22.2%）増加）、林野火災による死者数は 20 人（前年比 11 人（122.2%）増加）となっている²⁾。

林野火災によって、森林の水源涵養、土砂流出の防止といった機能の他、野生生物の生息場としての機能も焼失する。そのため、広範囲に及ぶ延焼範囲を把握することは、森林消失による周辺環境への影響の把握や将来予測の観点から重要である。また、経済被害を推定する際の基礎データとしても必要になる。

(2) 現状の手法と問題点

林野火災において、初期の情報収集では、その困難性が問題点として指摘されている。

延焼範囲を把握しようとする場合、ヘリコプター等により空中から直接視認する方法が最初に考えられる。しかし、消火後であれば可能であるが、延焼継続中の場合は危険が伴う場合もある。

GPS を携帯して現地を踏査し、延焼範囲を特定する場合もある。当然ながら、これは完全に消火された後に行われるものであり危険は少ない。しかし、調査には時間と労力を要し、それは延焼範囲の大きさに比例することになる。

(3) 衛星データを用いた手法の解説

(a) 概要

小～中規模の延焼範囲の把握とその図化については、空中写真と現地調査による調査の方が有利である。しかし、数 km×数 km に及ぶような比較的広域で、かつ調査に危険が伴う火災初期の場合には衛星データを用いた方が有利な場合が多い。衛星データを用いることで、その範囲を同時に把握することが可能であり、また延焼範囲の植生の回復状況を定期的に観測する手段としても有効である。

衛星データを用いた延焼範囲の把握には、いくつかの手法が提案されているが、延焼による土地被覆の状態変化に着目した手法、植生の変化に着目した手法が代表的である。前者は、教師付き分類により延焼範囲を取り出すもので、後者は植生判読に使用される NDVI（Normalized Difference Vegetation Index：正規化植生指標）を用いて延焼範囲を抽出するものである。

(b) 解説

ここでは、土地被覆分類の結果から延焼範囲を特定する手法を解説する。延焼範囲内の土地被覆は、周辺の土地被覆（森林、宅地等）と比較して、地物が焼損した炭化物が分布する特異な被覆になっている。このため、土地被覆分類図を作成する際に用いられる教師付き分類（最尤法）を用いることで、比較的容易に延焼範囲を特定することができる。分類処理後にポリゴン化された延焼範

図のデータは、様々な地形図や画像上にオーバーレイすることにより、調査の予察図や延焼範囲図を作成することができる。

土地被覆分類による延焼範囲特定の流れを図-2.4.1 に示す。

(ア) フォールスカラー画像を作成

主として森林を対象とするため、可視～近赤外域の波長帯のデータを用いる。これらのデータをフォールスカラー表示して、おおよその延焼範囲を把握する。

なお、図-2.4.2 に示すフォールスカラー画像のように、目視判読でもある程度延焼範囲を特定することができる。

(イ) 教師付き分類（最尤法）

フォールスカラー画像から、トレーニングエリアを選定する。トレーニングエリアにおいて、延焼範囲とそれ以外の特徴的な土地被覆を把握し、各々の特徴量を教師データとして分類処理を行う。延焼範囲については、フォールスカラー画像を参考に火災により樹木の炭化度合が高いと考えられる範囲を選択する（図-2.4.3 参照）。

(ウ) 棄却・選定と接合処理による延焼範囲の特定

教師付き分類の結果について、延焼範囲としては小さすぎる孤立領域を除去し、また分類後の類似性の高い領域の接合をすることで延焼範囲を特定する。ここでは、教師付き分類の手法として最尤法を用いて分類した後、棄却・選定と接合処理を行った結果を図-2.4.4 に示す。延焼範囲の特定

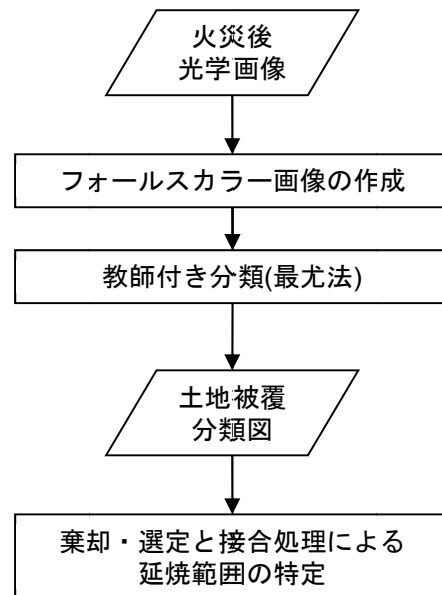
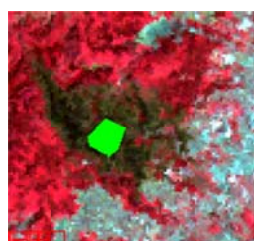


図-2.4.1 延焼範囲の特定フロー



図-2.4.2 フォールスカラー画像



延焼範囲

図-2.4.3 トレーニングエリア画像

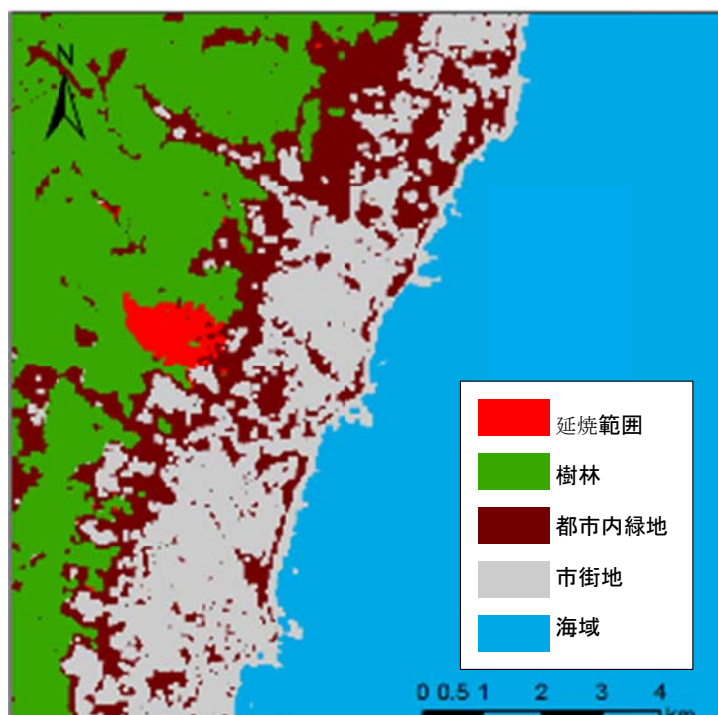


図-2.4.4 土地被覆分類図（棄却・選定と接合処理）

ができれば、その画素数から被害面積を求めることもできる。

(c) 使用する衛星データの条件

衛星データは、光学センサを用いる。森林の火災を対象とするため、近赤外のデータを含む必要がある。必要とする空間分解能は延焼範囲の大きさにもよるが、広域を対象とするのであれば10～20mの中分解能で十分である。なお、消火からの経過時間は短いほどよい。

(4) 利活用のイメージ

前述したように、NDVIを用いて延焼範囲を把握することが可能であり、この手法を用いて延焼範囲における植生の回復状況を把握することもできる。まず、NDVIは下式により求められる³⁾。

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

ここで IR は衛星データの近赤外、 R は可視域赤のデータである。NDVIは-1～1の値をとり、一般にNDVIの値が1に近づくほど植生の活性具合が高いことを示す。この式を用いて、延焼範囲におけるNDVIの平均値を算出し、その変化から植生回復の状況を定量的に把握することができる(図-2.4.5)。

また、図-2.4.2～2.4.5に示した延焼範囲におけるNDVIの経年変化を図-2.4.6に示す。NDVIの値は、火災発生(1991年)から5年程度(1996年)で発生前

(1990年)の50%程度まで回復している。図中の線は、NDVIの各年度の値の近似曲線である。図より、概ね右上がりの傾向を示していることがわかる。このことから、当該領域の植生は徐々に回復し、林野火災発生から25年が経とうとする2015年には火災発生以前と同水準まで回復していることが推定できる。

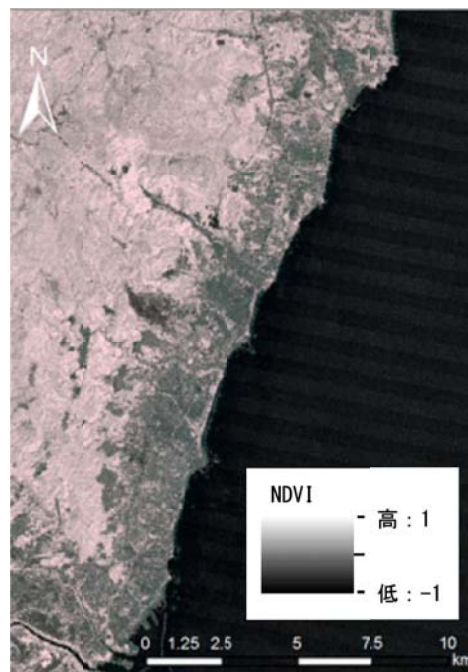


図-2.4.5 NDVI画像

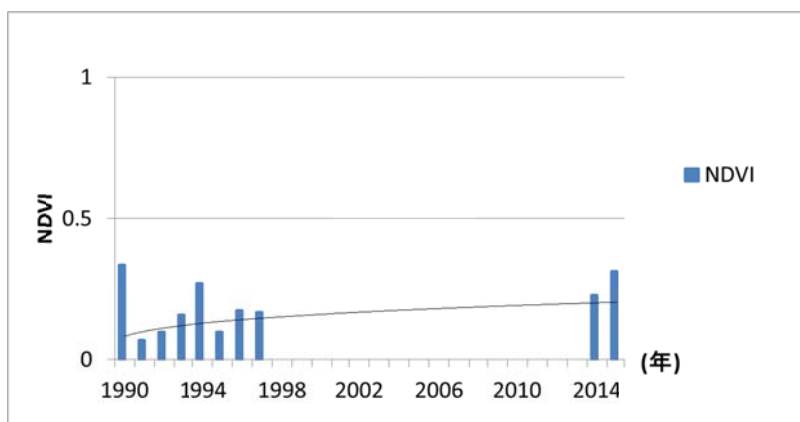


図-2.4.6 NDVIの経年変化

写真-2.4.1 に林野火災が発生した山林の様子を示す。実際に、対象とした領域では下草や低木類の繁茂が進んだことが報告されており⁴⁾、種名までは言及できないものの、延焼範囲の植生回復状況を把握できたことが確認されている。



(a)発生直後



(b)発生から約4年後

写真-2.4.1 林野火災発生直後とその後の山林の様子

【参考文献】

- 1) 公益社団法人国際農林業協働協会：世界の農林水産 Summer 2011，通巻 823 号，2011.
- 2) 総務省消防庁：平成 26 年版消防白書，2014.
- 3) (財)資源・環境観測解析センター：新編リモートセンシング用語辞典，1998.
- 4) 桑原祐史，志摩邦雄，野北舜介，三村信男：日立市の森林環境の監視における衛星リモートセンシングデータの適用例，第 9 回環境情報科学論文集，pp.79-84，1995.