

論文の内容の要旨

論文題目 リモートセンシングによる植生指標を用いた農地・森林災害モニタリング手法の開発

氏 名 後藤 健介

1. 研究の背景と目的

日本には多くの農地、森林があるため、自然災害によって植生が大きな被害を受け、農業や林業が大打撃を受けることが多い。このような農地・森林の自然災害による植生被害を、本研究では農地・森林災害と呼ぶが、この被害は広域であり、被害の減少、拡大防止などの対策を講じるためには、災害モニタリングを行うことが重要となる。最近では、農地・森林災害調査には、広域性や定量性に優れたリモートセンシング技術が用いられるようになったが、これら既往の研究では災害後の植生指標を調べたものが多く、解析結果を各種資料収集や災害特性などを調べた現地調査結果と比較していないため、植生指標によって災害の被害状況を把握できているのか分からない難点がある。

そこで、本研究では、被害前後の植生指標を比較することにより被害状況を把握するモニタリング手法によって、実際の塩害、林野火災の被害をモニタリングし、この結果を地上リモートセンシングや各種資料収集、ヒアリング調査などの現地調査結果と比較することで、植生指標によって塩害、林野火災の被害状況を把握できているのかを、3つのケーススタディによって検証した。

2. ケーススタディの概要と結果

本研究では、農地・森林災害の中でも実際に起こった塩害、林野火災に関して3つのケーススタディを行った。

ケーススタディ 1 では、1997年の台風9713号によって南西諸島のサトウキビが被害を受けた塩害を、地上リモートセンシングおよび衛星リモートセンシングを利用して調査解析した。地上リモートセンシングでは、被害が大きかった笠利町のサトウキビの温度変化と分光反射特性を調べ、その結果、図1のように、塩害を受けたサトウキビの植物活性度が低いことが分かった。このことは、植

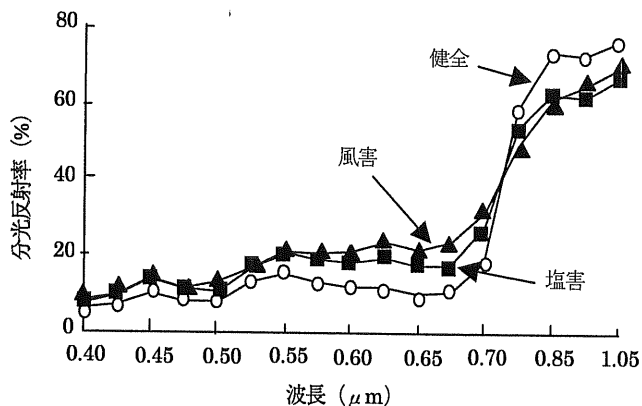
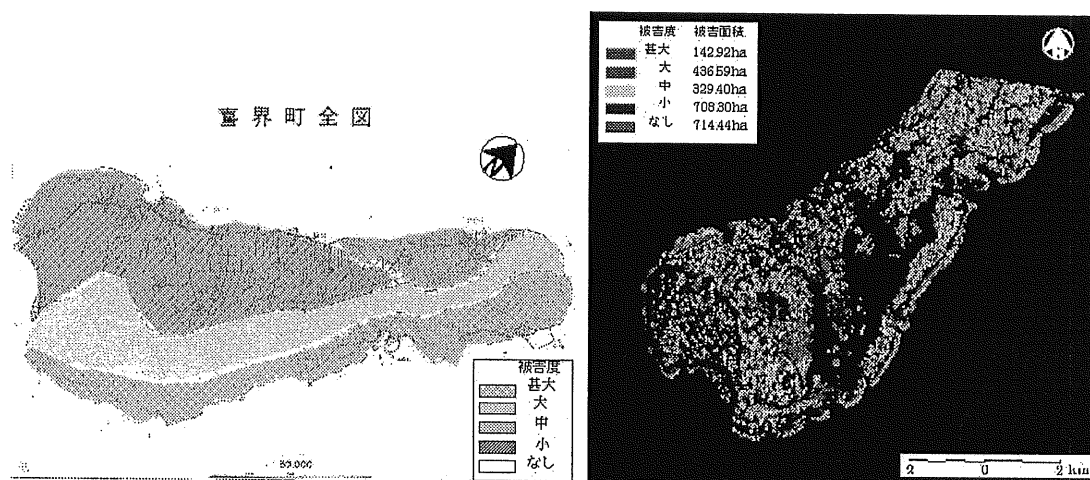


図1 サトウキビの分光反射特性

物活活性度を表す植生指標を利用する本研究の手法の有効性を示す。

また、塩害を受けたサトウキビは、被害後約1週間は健全なものと肉眼では見分けがつかず、1週間後に被害が可視化する。しかし、近赤外領域のスペクトル変化は表れている。このことは、被害後1週間の間に、地上リモートセンシングによって塩害サトウキビを早期発見し、水を掛けるなどの対策を取れば、被害を最小限にすることが可能であることを示唆する。

最終的には、図2に示すように、衛星データから植生指標を算出して作成した被害度分類図を地上踏査によるものと比較することで、農地・森林災害モニタリングへの衛星データの利用可能性を評価したが、地上踏査による被害度分類図が大まかなものであったため、衛星データから作成した被害度分類図の精度検証を行わず、農地・森林災害モニタリングへの衛星データの利用可能性が十分に分からなかった。そこで、特に衛星データの利用可能性の評価に焦点を当てて、ケーススタディ2を行った。



(a) 地上踏査による被害度分類図

(b) 衛星データによる被害度分類図

図2 地上踏査と衛星データによる被害度分類図の比較

ケーススタディ2では、1999年の台風9918号によって起きた塩害を、熊本県の竜北・小川・鏡の3町を対象として調べた。このケーススタディでは、まず、対象地内の竜北町不知火干拓地において行われた土壌塩分調査結果と衛星データから算出した植生指標 NDVI の相関関係を調べた。土壌塩分濃度が高ければ、その箇所における植生に付着した塩分濃度も高いことを示す。このことと、塩害を受けた植生の活性度は低いことを鑑み、塩害の被害を数値として表している NDVI 比が土壌塩分濃度と相関関係にあれば、NDVI 比によって塩害の被害を調べる植生指標を用いたモニタリング手法の妥当性が認められることとなる。両者の関係を調べた結果、図3に示すように、相関関係があることが分かり、植生指標 NDVI を利用した塩害モニタリング手法の妥当性が示された。

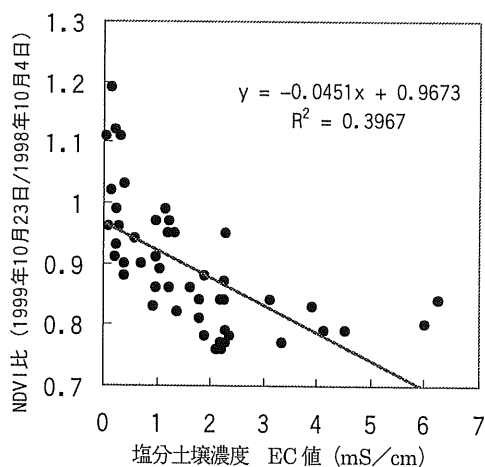
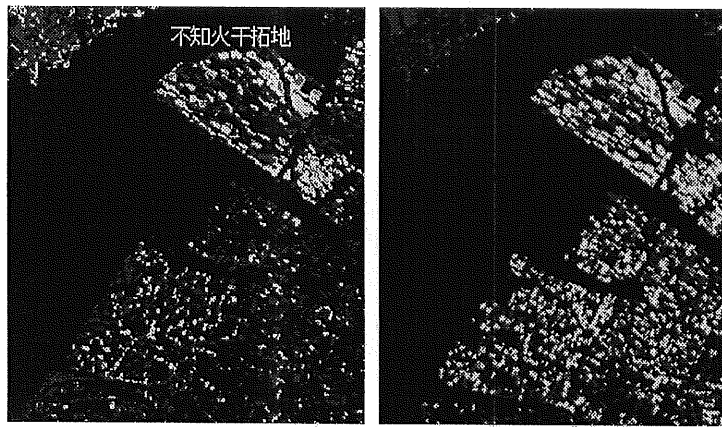


図3 NDVI 比と土壌塩分濃度の散布図

植生指標を用いたモニタリング手法の妥当性が確認できたことから、図4、図5のように対象地全域の NDVI 比画像を衛星データから作成した。これらの NDVI 比画像より、時間の経過とともに被害が進行し、時間の遅れを伴って被害が表面化する塩害の特徴を捉えていることが分かった。このことは、塩害モニタリングへの衛星データの利用可能性を示すものである。



(a) 被害直後 (b) 被害後約1ヶ月

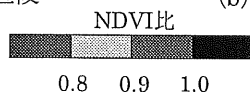


図4 NDVI比画像

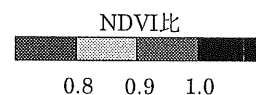
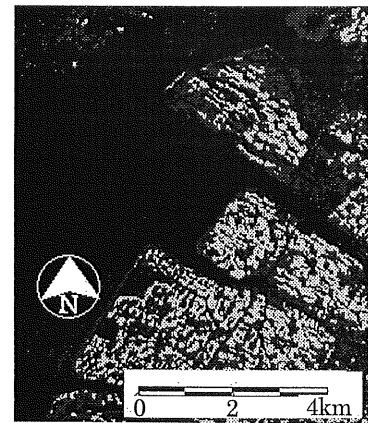


図5 被害後16日間の被害進行図

また、ケーススタディ1のサトウキビと同様に、塩害を受けた草は、被害後1週間の間は被害が可視化することはないが、1週間後に赤く変色した。このことから、被害後1週間間に地上リモートセンシングによるモニタリングを行って、塩害を受けた草を選定すれば、塩分を洗い流すことで、被害を最小限に留めることができると期待される。

ケーススタディ3では、1983年に起こった岩手県久慈市の林野火災を調査解析した。このケーススタディでは、久慈市林野火災の被害状況を植生指標を用いて解析する場合、どの植生指標が解析により適しているかを、F検定とt検定を行うことで確認した。解析に用いた植生指標はRVI、DVI1、DVI2、NDVI、TVI、GVIの6式である。

まず、衛星データとして用いたLANDSAT/MSSデータのうち、植物の反射特性の変化を最も強く捉えるバンド7のシュ

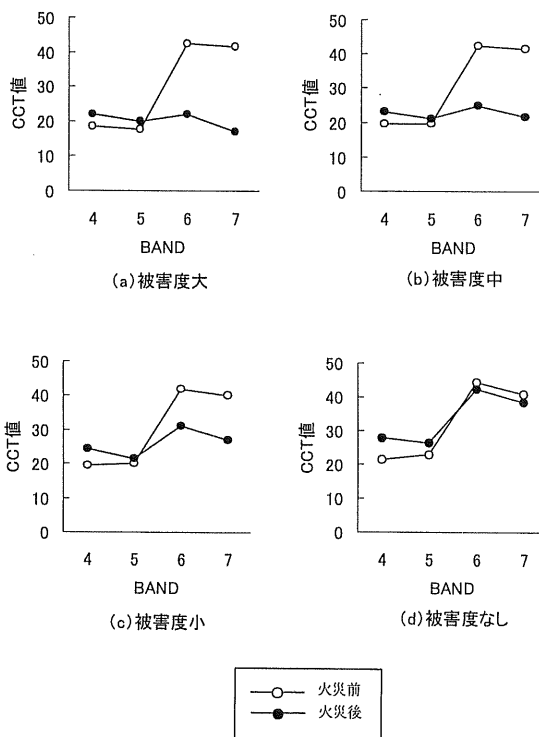
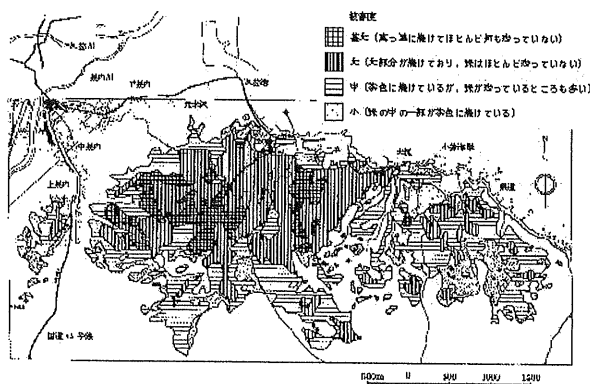
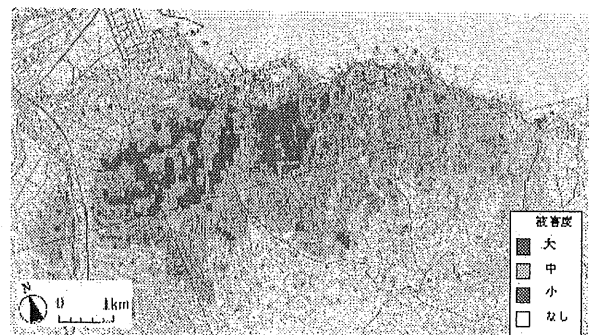


図6 火災前後のスペクトルプロット図



(a) 航空写真による被害度分類図



(b) 植生指標DVI2による被害度分類

図7 航空写真と植生指標による被害度分類図の比較

ードカラー画像が航空写真から作成された被害度分類図と可能な限り一致するように、バンド7をレベルスライスし、仮の被害度分類を行った。この被害度ごとにおける火災前後の各バンドのデータを取り出し、スペクトルプロット図を作成すると、図6のようになり、被害度が大きいほど、バンド7の CCT 値（平均値）が大きく減少していることが分かった。これは植物活性の低下を示唆しており、植生指標を用いたモニタリング手法の有効性を示すものである。

次いで、バンド7のシュードカラー画像において、それぞれの被害度の地域で火災前後の6種類の植生指標を求め、火災前後で比較し、被害度別に群別分類した。この群別分類の有意性をF検定とt検定を用いて確認した結果、久慈市林野火災を植生指標で解析する場合、DVI2およびGVIの2つの植生指標がより適切であることが分かった。この植生指標を用いて作成した被害度分類図と航空写真から作成されたものを図7のように比較した結果、植生指標を用いたモニタリング手法による被害度分類図は、今回の林野火災被害を捉え、被害度を分類できていた。このことは、航空写真に代わるものとして、衛星データが利用可能であることを示す。

3. 植生指標を用いたモニタリング手法の問題点

3つのケーススタディを通して、植生指標を用いたモニタリング手法の問題点も明らかとなった。今回、解析に用いた衛星データの解像度は30m、80mであり、被災地全体の被害状況をモニタリングするには十分であったが、圃場ごとの詳細な被害状況を把握できなかった。このことは、対象域が狭い場合における既存衛星データでのモニタリングが困難であることを示すものである。このため、対象域が狭く、詳細なモニタリングを行う場合、さらに高解像度の衛星データを用いるか、地上リモートセンシングによるモニタリングを行う必要がある。

また、本研究で解析に用いた衛星データの観測周期は17日および18日であり、被害度分類図を作成し、植生の被害状況を調べることは可能であったが、気象条件によって最適なデータを得ることができなかった。気象条件が悪い場合においては、既存衛星データの取得は困難であり、既存の衛星データより観測周期が短い高解像度衛星データでも気象の影響は受けることから、最適な衛星データを取得できない場合は、地上リモートセンシングによるモニタリングが必要である。

以上のことから、本手法に地上リモートセンシングを組み合わせれば、詳細で最適なデータを取得することができる。

4. 結論

本研究では、3つのケーススタディを通して、植生指標によって塩害、林野火災の被害状況を把握できているかを検証した結果、植生指標を用いた本モニタリング手法が、農地・森林災害の中でも塩害、林野火災のモニタリングに実利用できることが確認できた。

3つのケーススタディを通して得られた結論は、以下のとおりである。

- (1) ケーススタディを通して、植生指標を用いた本モニタリング手法の有効性を確認でき、この手法を用いれば、農地・森林災害の中でも塩害、林野火災の被害状況を把握できる。
- (2) 地上リモートセンシングによるモニタリングを行えば、被害を受けた植生の早期発見が可能であり、塩害の場合は塩分を洗い流すなどの対策を講じることで、被害を最小限に留めることができ、被害拡大の防止に繋がる。
- (3) 植生指標を用いたモニタリング手法は、対象域が広域な場合においては、地上踏査や航空写真による既存手法と比較して有効であるが、対象域が狭く、被害を受けた植生の早期発見を行う必要がある場合においては、本手法に地上リモートセンシングを組み合わせ、モニタリングを行う必要がある。

当面の課題としては、今後はケーススタディをさらに行い、対象地に被害後早急に赴き、地上リモートセンシングによって被害を受けた植生指標の変化を調べ、植生指標を用いる本モニタリング手法の有効性を追求していく。また、塩害、林野火災は勿論、他の農地・森林災害（例えば火山災害、水害など）においても、本モニタリング手法によるモニタリングを実施し、本手法の有効性を検証していく必要がある。また、ケーススタディ3においては、より適切な植生指標の決定を行ったが、各モニタリングにおいても行っていく。さらには、航空機リモートセンシングによるモニタリングを行い、その利用可能性を評価し、利用可能であれば、本手法に組み込んでいく。以上のような課題を、今後の研究において行っていき、より信頼性の高いモニタリング手法を開発していく所存である。