

衛星画像を用いたナラ枯れ被害域の自動抽出

広域のナラ枯れ被害状況を迅速かつ均質な精度で把握するために

キーワード：ナラ枯れ, 衛星画像, SPOT衛星, Pléiades衛星, 植生指数 (NDVI), 自動抽出

森林ソリューション技術部 原田 剛・和田 幸生
 神奈川支店 たにぐち まさなお
 谷口 正修

はじめに

2021年に神奈川県より受託した「令和3年度 衛星デジタル画像データを用いたナラ枯れ被害状況基礎調査業務委託」で開発したナラ枯れ被害域^{※1}の自動抽出法を紹介します。

ナラ枯れとは、ナラ類やシイ・カシ類などブナ科樹木(ドングリを実らせる木)が、カシノナガキクイムシ(通称：カシナガ)に媒介される病原菌(通称：ナラ菌)に感染して枯死する「樹木の伝染病」です(図1)。



図1 ナラ枯れ被害(左:被害木遠景、右:枯死した被害木)

カシナガは、6~7月頃に被害木から飛び出し、他の健全木に集団で穿入してナラ菌を感染させ、道管を目詰まりさせます。感染した樹木は水を吸い上げられなくなるため、葉がしおれて褐変し、やがて枯死します。そのためナラ枯れ被害地では春先まで健全だった樹木が、秋までに次々と枯死します(図2)。

ナラ枯れ被害は1980年代後半以降、全国的に拡大傾向が続いています。神奈川県でも、2017年に初めてナラ枯れが確認されて以来、急速に被害が拡大しており、倒木・落枝による損害や、猛毒のキノコ(カエンタケ)の発生による健康被害などが懸念されています。ナラ枯れは発生初期であれば適切な防除により被害拡大を抑制できる可能性があります。しかし、現地確認を広域でくまなく実施することは困難であり、防除対策を講ずる時機を逸することにつながっています。そのため、被害発生状況を、全県レベルで迅速かつ効率的に把握できる手法の確立が求められています。

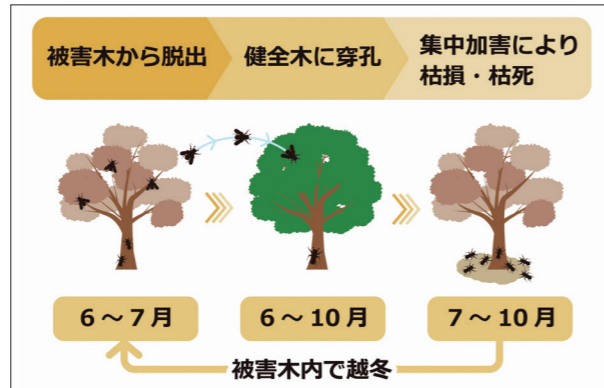


図2 カシノナガキクイムシの活動サイクルとナラ枯れの関係

衛星画像解析とナラ枯れ被害分布図作成

神奈川県全域(約2,416km²)を対象に、ナラ枯れ発生前後の衛星画像から算出した植生指数(NDVI: Normalized Difference Vegetation Index)とその差分値によるナラ枯れ被害域の自動抽出と、目視判読の組み合わせにより、ナラ枯れ被害域を10m×10mのメッシュ単位で抽出し、ナラ枯れ被害分布図を作成しました(図3)。

(1) 衛星画像の選定

使用する衛星画像は、カシナガの活動サイクルとナラ枯れによる葉の褐変が起きる時期の關係に着目し、ナラ枯れ発生前後の2時期に観測されたものとししました。ナラ枯れ発生前の画像に対しては、単木単位の識別は行わ

ないため、林冠の葉の色を確認できる程度の地上解像度(1.5m)を有するSPOT衛星画像を使用しました。ナラ枯れ発生後の画像は、樹木を単木単位で識別可能な地上

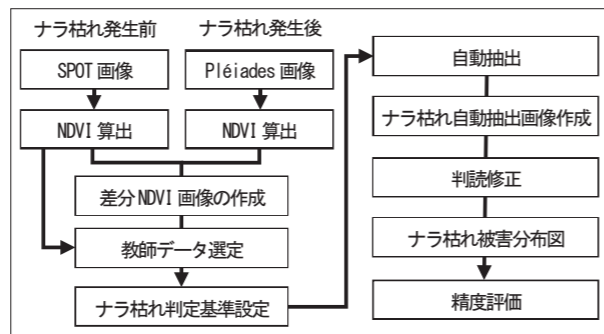


図3 ナラ枯れ被害域の自動抽出フロー

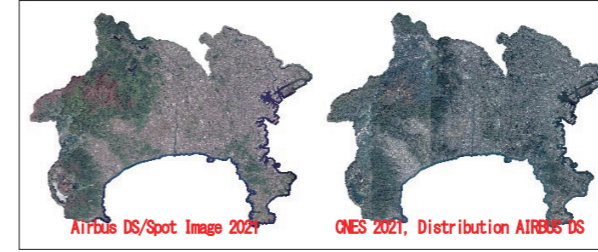


図4 SPOT衛星画像(左)とPléiades衛星画像(右)

解像度(50cm)を有するPléiades衛星画像としました(図4)。

(2) 植生指数と植生指数差分画像の作成

解析には植生指数(NDVI)を用いました。NDVIは、植物の赤色光と近赤外光の反射特性に注目して考案された指標で、衛星画像データから植生の活力や状態を把握するために広く利用されています。

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

NIR: 近赤外光の反射率, R: 赤色光の反射率

ナラ枯れ発生前後のNDVIを10m×10mの全メッシュで算出した後、両者の差分をとり、植生指数差分画像(差分NDVI)を作成しました。

(3) ナラ枯れ教師データの選定

衛星画像を目視判読してナラ枯れ被害木を10m×10mのメッシュ単位で486点選定し、ナラ枯れ判定のための教師データとしました。

(4) ナラ枯れ判定基準の設定

教師データからナラ枯れ被害前NDVIと差分NDVIの平均と分散を算出し、ナラ枯れ判定基準を設定しました。

(5) ナラ枯れ被害域の自動抽出

設定したナラ枯れ判定基準から、衛星画像の自動抽出手法の一つであるマルチレベルスライス法^{※2}によって「ナラ枯れ自動抽出画像」^{※3}を作成しました(図5)。



図5 自動抽出前の衛星画像(左)とナラ枯れ自動抽出画像(右:黄色の部分がナラ枯れ被害域)

この処理によるスクリーニング(絞り込み)を行うことで、ナラ枯れ被害域の目視判読に要する時間と労力を大幅に削減できました。

(6) 目視による判読修正

自動抽出で作成したナラ枯れ抽出画像には、観測時期(紅葉期はナラ枯れによる枯死葉と紅葉の判別が困難)や雲・雲影の影響から、ナラ枯れ被害木の抽出漏れや、ナラ枯れ被害木以外の樹木や農地などの誤抽出が多少含まれます。そのため、衛星画像などを参考に目視で判読修正を行い「ナラ枯れ被害分布図」^{※4}を作成しました(図6)。

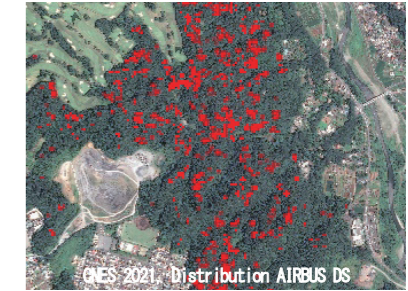


図6 目視による判読修正後のナラ枯れ被害分布図(赤色の部分が判読修正後のナラ枯れ被害域)

(7) 精度評価

精度検証のため、ナラ枯れ被害域内に精度評価地点を400地点選定してナラ枯れ被害分布図の精度評価を行った結果、98.75%と高い合致率でした。

おわりに

今回紹介した自動抽出法により、広域の衛星画像を短い工期内に迅速かつ高精度で解析し、ナラ枯れ被害分布図を発注者(神奈川県)や関係者(市町村など)に提供することができました。今回の手法を用いてナラ枯れ被害調査を定期的かつ均一の精度で行うことで、ナラ枯れ被害対策の立案とその効果の検証に活用することもできます。

衛星画像は、比較的低コストで広域のデータを取得で

きるという利点があります。これに対し、航空機による撮影では、高解像度画像の取得やレーザによる詳細な地形も解析できるという特徴があります。アジア航測は森林解析のパイオニアとしての豊富な実績に基づき、衛星だけでなく航空機やUAVなども活用した最適なソリューションを提供いたします。複数の計測手法の併用も含め、新しい解析技術の開発にも引き続き取り組んでまいります。

※1 ナラ枯れ被害域:2021年にナラ枯れ被害を受けたナラ類やシイ・カシ類が分布している範囲
 ※2 マルチレベルスライス法:地物の特徴量を複数のデータの範囲(最小値~最大値)で表し、この範囲を教師として利用し分類する方法
 ※3 ナラ枯れ自動抽出画像:ナラ枯れ被害域を自動抽出した結果をそのまま図示したもの
 ※4 ナラ枯れ被害分布図:ナラ枯れ自動抽出画像に対し目視判読修正を行った結果を図示したもの