

# リモートセンシング・GIS 技術活用によるナラ枯れの被害状況把握

山梨県立吉田高等学校 2年 山梨県立吉田高校理系女子(大森莉花、藤森みなみ、堀内結衣)

## 1.はじめに

近年全国各地でナラ枯れが発生しており、現在多くの自治体では被害状況の把握を目視で行っている。しかし、この方法では時間と手間が掛かり、正確性にも欠けると思われる。放置しておけば、森林環境の悪化や二次災害に繋がりがねないため、森林の状況を省力的に把握する新しい方法であるリモートセンシング・GIS 技術(以下リモセン、GIS)を活用したナラ枯れの把握が出来ないかと考えた。本研究ではナラ枯れのメカニズム、被害把握の現状さらにリモセンおよびGIS の特性を理解した上でナラ枯れ調査方法を設計し、その実用可能性について検討することを目的とする。

## 2.ナラ枯れ

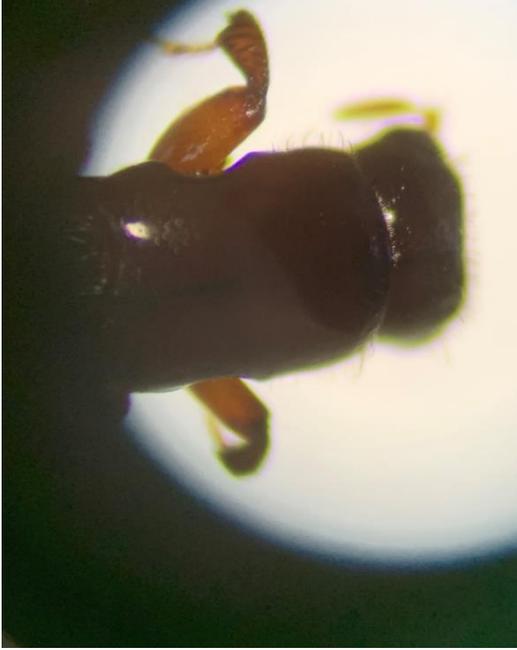
ナラ枯れとは、ナラ、シイ、カシなどのブナ科樹木が、病原菌の蔓延によって枯れる森林被害。近年全国各地で被害が出ているが、関東、東北で特に多い。ナラ枯れは、体長4～5mm、東南アジアに広く分布する「カシノナガキクイムシ(以下カシナガ)」によって引き起こされる。(図1～5)カシナガの幼虫は孢子貯蔵器官で育てられたアンブロシア菌という共生菌を餌として育つ。その中にいる、ラファエレア・クエルキボーラ(*Raffaelea quercivora*) (図6) という病原菌が、カシナガが木をかじって幹に坑道を開けた穴から樹木の道管内を移動し、生きた細胞から養分を吸収する。(図7) 樹木内では二次代謝物質が放出され、樹木が道管内の水の流れを止める結果、水不足となり枯死する。



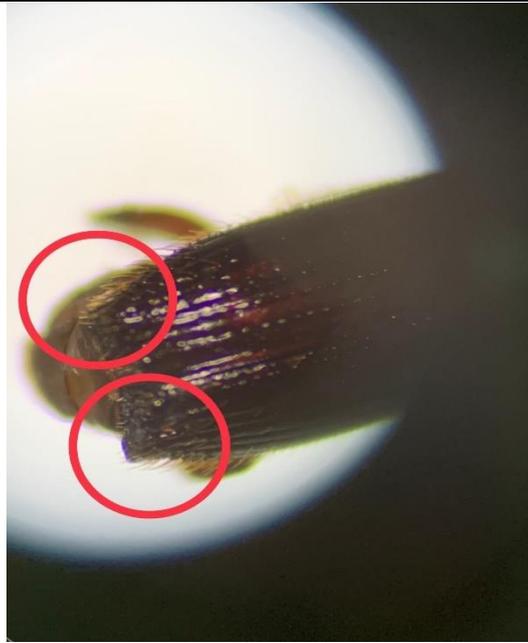
(図1) (雌) 背中中央には「円孔」があり、ここで共生菌を育てる。撮影：藤森みなみ (2021/07/02)



(図2) (雌) 尾端は丸みを帯びている。撮影：藤森みなみ (2021/07/02)



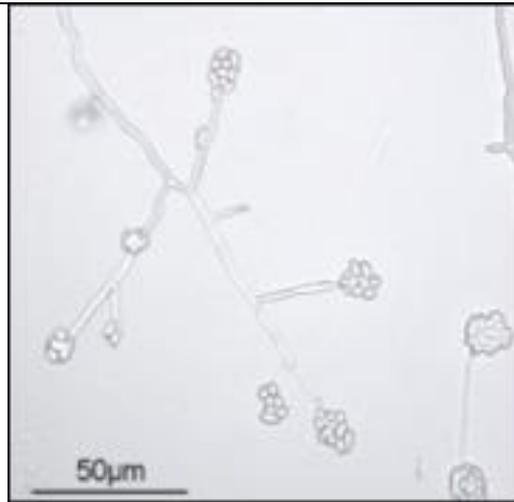
(図3) (雄) 円孔はない。撮影：藤森みなみ (2021/07/02)



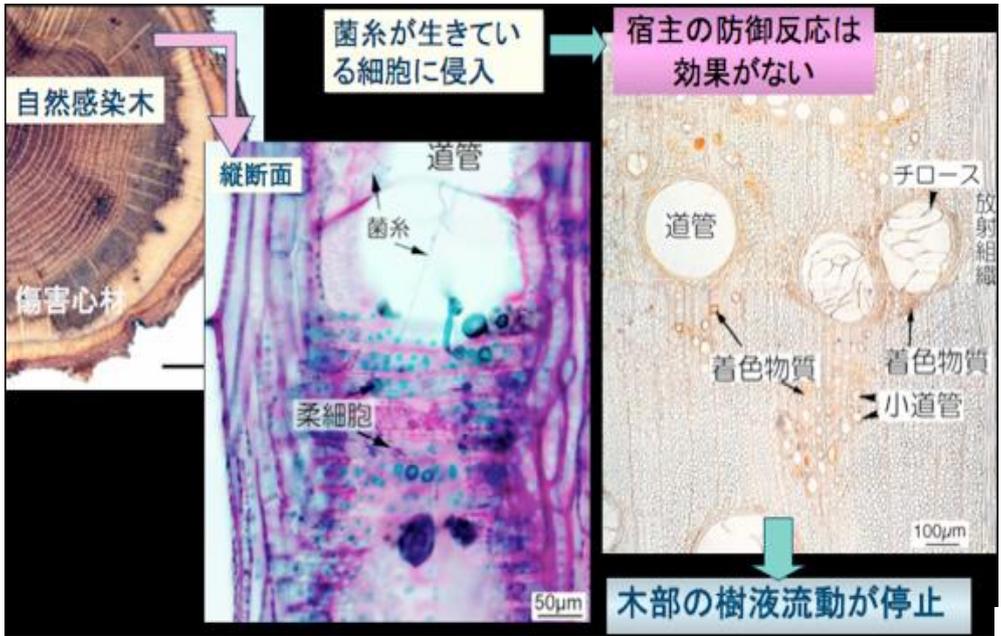
(図4) (雄) 雌と違い、尾端は角張っている。撮影：藤森みなみ (2021/07/02)



(図5) 撮影：藤森みなみ (2021/07/02)



(図6) ラファエレア・クエルキボラ (3)



(図7) (3)

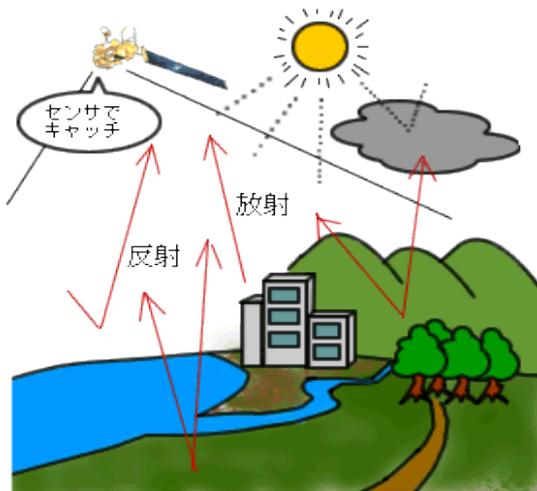
ナラ枯れ被害を受けた木は、葉が枯れて上空からだと褐色に変色して見えるほか (図8)、雨の被害を受けていない場合はフラスというカシナガが樹木に穴を開けたときに排出する木屑が樹木の表面または根元に見られる。後者は近づかなければ確認出来ないが、前者は遠くからでも確認が出来る。



(図8) 富士癒しの森研究所におけるドローン空撮画像 (2021/08/21)。赤で示したところでナラ枯れが起きていると考えられる。

### 3. リモートセンシングと GIS 技術

リモートセンシングとは、地球観測衛星等のように遠く離れたところから、対象物に直接接触せずに対象物の大きさ、形及び性質を観測する技術。観測を行う対象物が反射したり、放射したりしている光等の電磁波の特性を利用しているため、対象物に直接接触することなく観測することが出来る。観測の対象物が反射したり、放射したりしている光等の電磁波は、地球観測衛星に載せられたセンサ (「観測機器」) で受けとめている。一般に物質から反射、放射される電磁波の特性は、物質の種類や状態によって異なる。これを利用して物質から反射、放射される電磁波の特性を把握し、それらの特性とセンサでとらえた観測結果とを照らし合わせることで、対象物の大きさ、形、性質を調べる。(図9)



(図9) (7)

GIS (ジー アイ エス) とは、Geographic Information System の略称で日本語では地理情報システムと訳される。

地球上に存在する地物や事象はすべて地理情報と言えるが、これらをコンピューターの地図上に可視化して、情報の関係性、パターン、傾向をわかりやすいかたちで導き出す。

これらを踏まえると、リモセンは遠距離でも情報収集が出来るため、森林においては広域での調査にうまく活用できるのではないかと考えた。

県のリモセン、GIS 導入の現状について知るために、ナラ枯れ被害に対する山梨県の対応について、県の担当者にインタビューを行った。

県の令和2年度の被害調査においては、まず目視等で被害の状況を確認した後、防除対策に必要な情報を得るための毎木調査を実施し、被害木の位置情報を GIS に取り込む作業を行ったということだった。また、インタビューを行った令和3年6月時点では、被害調査におけるドローンの活用について、一部の市町村で令和2年度に活用事例があるが、効果的のドローンの活用方法については県の研究機関と検討を進めているとのことだった。(※)。このことから、リモセン及び GIS を活用した調査の有効性が実地において実証されていないことが課題であると考えた。(※) 県では令和3年度からナラ枯れの被害の状況調査方法の一つにドローンを活用した上空探査を導入することとしている。一方、県の一部で災害時の調査のために既にリモセンが導入されていたことから、それを活用して被害調査を行ったという事例があった。しかし、コストやリモセンを使う技術、リモセンから得た技術処理する技術、リモセンの精度の面から、導入には慎重な姿勢を示しているようであった。このことから、リモセン及び GIS を活用した調査の有効性が実地において実証されていないことが課題であると考えた。また、目視では調査できる範囲に限界が来ることが考えられるため、別の調査方法を検討する必要があるように感じた。

#### 4.効率的なナラ枯れ調査方法の検討

ナラ枯れであることを確認するには、他の樹種、枯れの原因の可能性があるので、最低限、第2章で述べた枯れの様子、フラスの二つを確認する必要がある。リモセンにより広範囲を見ることが可能になるため、枯れの被害を把握するのに適すると考えた。また、リモセン、GIS の組み合わせ方は第3章で分かったそれぞれの特性を生かすと共に、衛星、ドローン、地上で得られるデータの解像度、種類の違いを利用することでデータ収集を階層化して調査方法を検討した。なお、本研究では2021年7月8日に東京大学富士癒しの森研究所において設計し

た方法の一部について実地検討した。

### ①衛星画像からナラ枯れ被害のあるエリアの絞り込み

衛星画像の長所は広範囲を一度に見ることが出来ることだが、短所は解像度が低いために細かいところまで見ることが出来ないことだ。よって、この画像は森全体のだいたいのナラ枯れ被害状況の把握のために用いた。(図10)



(図10) 2021年8月に撮影された衛星画像 (Sentinel-2) に富士癒しの森研究所を示す GIS データ (白枠) を重ね

### ②ドローン画像から被害木の予測

衛星画像よりも解像度は高いためより鮮明になるが、まだ被害木を特定することは容易ではない。しかし、周りの建物や道路との位置関係などから位置を推測することはできる。

(図11、12、13)



(図11) 撮影：藤森みなみ (2021/07/23)



(図 12) レッドエッジを測れる機能のついたカメラからの映像<撮影：藤森みなみ (2021/07/23)



(図 13) ドローンから通常のカメラからの映像<撮影：藤森みなみ (2021/07/23)

### ③地上での被害状況の記録

調査する個体数が多いため現地で短時間、簡単に調査できること、被害把握後対応するため収集したデータを共有、活用することを考慮して以下の項目を考えた。選択式の調査項目を導入し入力のしやすさも重視した。

- 1、調査日、調査者
- 2、番号(図 14)
- 3、樹種(ミズナラ、コナラ、栗、その他)
- 4、被害状況(全枯れ、半枯れ、枯れなし、ナラ枯れ以外の枯れ[枝折れ])
- 5、フラス(カシナガが排出する糞などが混ざった粉状の物)(あり、なし、不明)
- 6、被害年(今年、以前)
- 7、幹の太さ(胸高直径 cm)
- 8、樹高(目視)
- 9、建物近接
- 10、道路近接
- 11、電線近接
- 12、急傾斜
- 13、備考欄

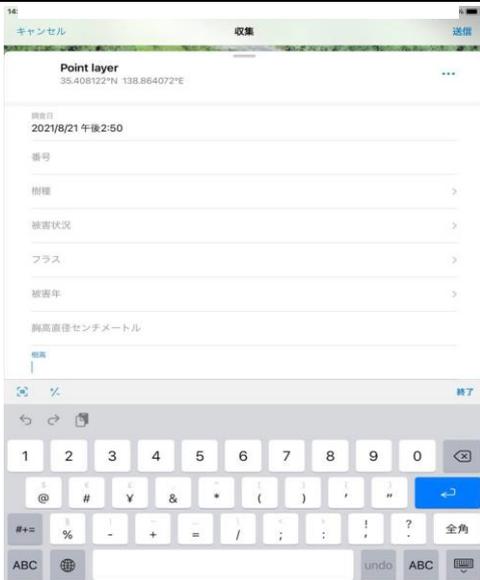
「Arc GIS Collector」を入力時に、「Arc GIS Online」を情報共有時に使い、データを入力する際には 2021 年 7 月 13 日に撮影したドローン画像を用いた。(図 15、16、17、18)



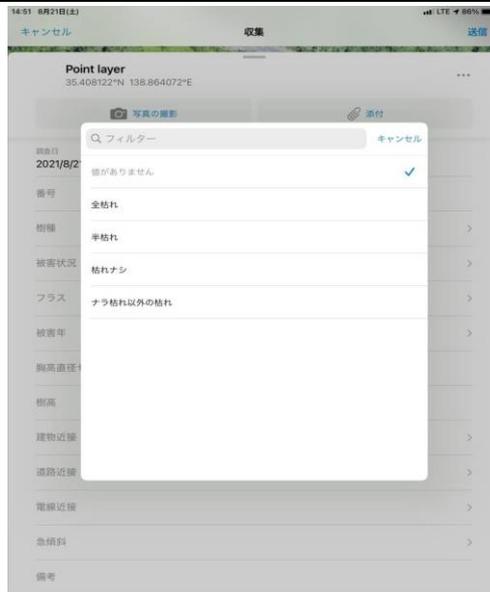
(図 14) (ガンタッカーで木に番号の印刷されたテープをつける。撮影：藤森みなみ (2021/07/23))



(図 15) 撮影：藤森みなみ (2021/07/23)



(図 16) 撮影：藤森みなみ (2021/07/23)



(図 17) 撮影：藤森みなみ (2021/07/23)



(図 18) 撮影：藤森みなみ (2021/

## 5. 考察

リモセンを利用し上空写真を見てナラ枯れ被害木の絞り込みを行うことで効率よく発見することができた。また、葉が重なり地上からでは被害木が分からないことがあったことから、巨視的把握をしてから現地調査を行うことは有効であると考えた。さらに GIS を用いることで現地調査の際全てを一括して電子機器で行えるだけでなく、調査後に場所、時間の制約を受けずに情報共有がしやすくなった。これはナラ枯れ被害後対策を講じることを考慮すると、効果的な情報管理システムだといえる。リモセン、GIS の導入にはコストがかかるが以上のメリットを踏まえると導入する価値はある。

## 6. 終わりに

遠距離操作が可能なりモセン、データの可視化が可能な GIS を用いて、ナラ枯れの被害状況調査を行った。上空からリモセンを用いることで現地に行かずに枯れ木を見分けられるだけでなく、現地で樹木一本一本を効率よく調査できるほか、GIS によって情報共有が容易となった。リモセン、GIS の導入は価値のあることだといえるのではないだろうか。

今後は、本研究で検討したリモセン、GIS の活用方法を業者の方だけではなく、自治体(専門利用していない人)の方々にも伝えたい。しかしこれは一例に過ぎず、いくつかの調査方法の有効性を比較する必要があるとも感じた。

私たちのふるさとである富士山周辺には緑が生い茂っているがナラ枯れ被害をはじめとした森林の変化が拡大すれば景観が変わってくるかもしれない。林業従事者が減少しつつある中でも美しい景観を維持するためには、リモセン、GIS のような省力化した方法で積極的に自然を保全していく必要があるだろう。

<謝辞> 本研究は東京大学大学院農学生命科学研究科附属富士癒しの森研究所の方のお力添えのもと行った。

## ◆参考文献

- (1) 「ナラ枯れ 地球守」

<https://chikyumori.org/tag/%E3%83%8A%E3%83%A9%E6%9E%AF%E3%82%8C/>

(2) 「ナラ枯れの概要と山梨県における被害等の状況」(山梨県森林環境部)

<https://www.pref.yamanashi.jp/shinrin-sb/documents/kanrenshiryou.pdf>

(3) 「ナラ枯れの被害をどう減らすか」(独立行政法人 森林総合研究所 関西支所)

[http://www.ffpri.affrc.go.jp/fsm/research/pubs/documents/nara-fsm\\_201202.pdf](http://www.ffpri.affrc.go.jp/fsm/research/pubs/documents/nara-fsm_201202.pdf)

(4) 「ナラ枯れ被害対策マニュアル」(林野庁)

[https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070700/byougaichu/index\\_d/fil/taisaku\\_manual.pdf](https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070700/byougaichu/index_d/fil/taisaku_manual.pdf)

(5) 「ナラ類集団枯損のナゾを解明－病原微生物と樹木の関係－」(森林研究所)

<http://www2.kobe-u.ac.jp/~kurodak/gikai-seika.html>

(6) GIS とは (ESRI ジャパン GIS をはじめよう)

<http://www.esrij.com/getting-started/what-is-gis/>

(7) リモートセンシングとは (JAXA 第一技術部門地球観測研究センター)

[http://www.eorc.jaxa.jp/rs\\_knowledge/whats\\_remosen.html](http://www.eorc.jaxa.jp/rs_knowledge/whats_remosen.html)

(8) 宇宙システム開発利用推進機構 レッドエイジ

[http://www.jspacesystems.or.jp/jss/files/2021/06/HISUI\\_guidebook.pdf](http://www.jspacesystems.or.jp/jss/files/2021/06/HISUI_guidebook.pdf)