

ナラ枯れ被害対策におけるリモート センシング技術の試みと期待

2016年7月28日



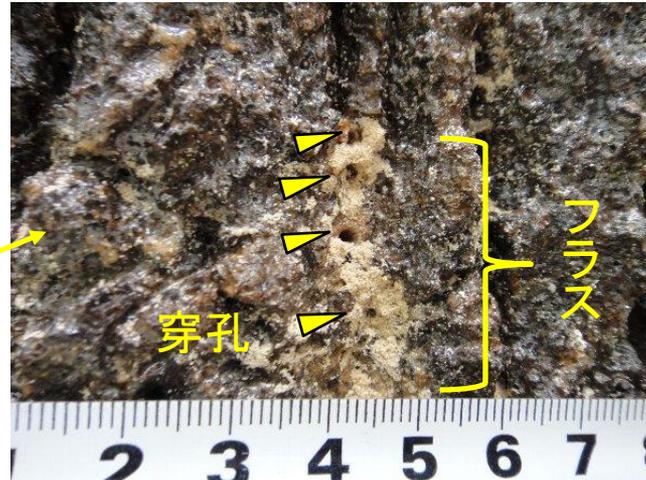
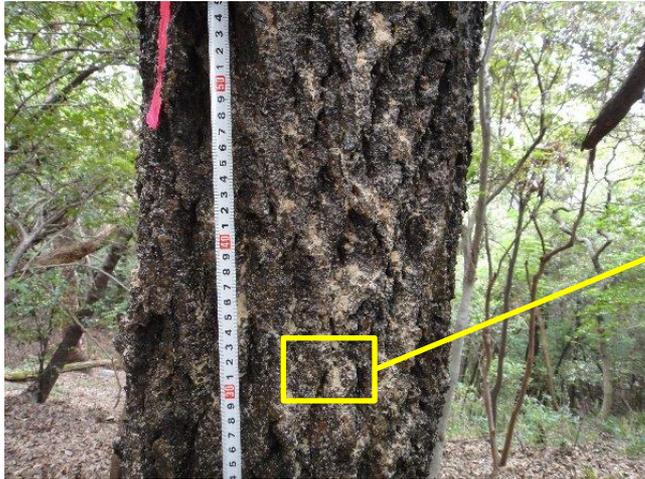
アジア航測株式会社

ナラ枯れとは？(1/4)

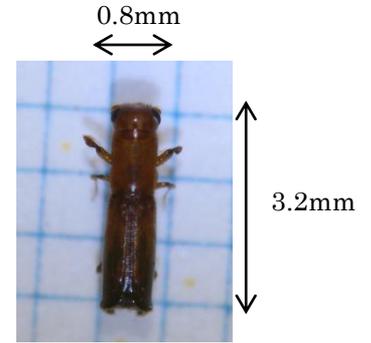
- カシノナガキクイムシ(以降、**カシナガ**)が病原菌を伝播することによって起こる、樹木の伝染病
- ブナ属を除く、日本産ブナ科の全てで枯死が確認されており、特に**ミズナラ**と**コナラ**で被害が多い



ナラ枯れとは？(2/4)



カシナガの集中穿孔(マスアタック)を受けた被害木の状況



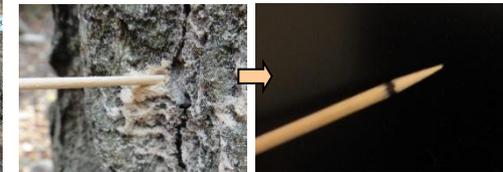
六甲山系で捕獲された
カシナガ ♂



集中穿孔によるフラス(おがくず)の発生

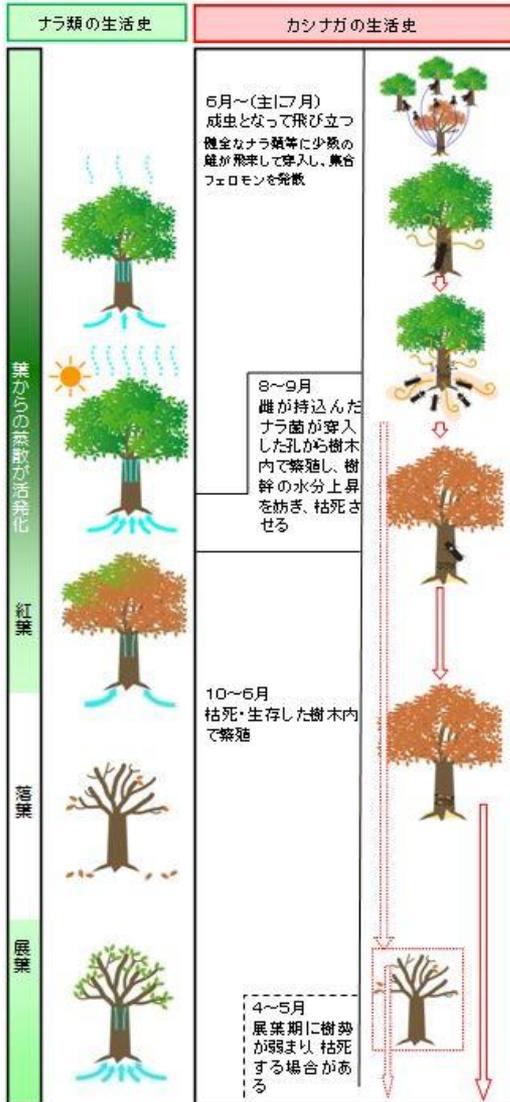


穿孔の大きさ



爪楊枝の先端(斜め部分の2/3程度:約4mm)が孔に入る程度

ナラ枯れとは？(3/4)



粉末状 (雄が排出したフラス)・白



粉末状 (雄が排出したフラス)・白



粉末状 (雄が排出したフラス)・茶



団子状 (雌が排出したフラス)・茶

ナラ類に穿孔するカシナガは、生活史に応じて様々な活動をする。このため、被害木で発生するフラスの量や状態も変化していく。

ナラ枯れとは？(4/4)

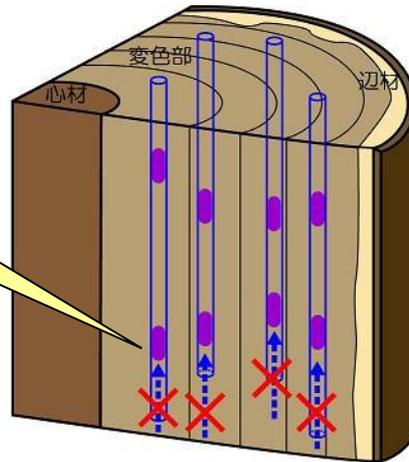


※変色部

ナラ菌の侵入に対する防御反応により二次代謝物質(抗菌作用のある物質)が生成されたのち、組織が壊死した部分。

変色部では道管内に二次代謝物質が放出され目詰まりを起こし、通水が停止する。

- 心材部：カシナガが侵入できない範囲
- 変色部：カシナガが侵入できない範囲
- 辺材部：カシナガが侵入可能な範囲



ナラ類は、カシナガの穿孔被害を受けると、樹木内部に入った異物(カシナガなど)に抵抗する二次代謝物質(抗菌作用のある物質)を生成する。

この二次代謝物質(図中の変色部)が樹木内に広がると、根茎から水を吸い上げる道管が目詰まりし、樹木の蒸散活発期に通水障害が生じる。

このような樹木内部の通水障害による枯れがナラ枯れであり、カシナガ穿孔の程度による道管の損傷程度によって枯死する場合がある。

兵庫県周辺における被害状況

- 兵庫県では北部から南部に被害が拡大
- 大阪府では2009年に初めて被害が発生



2010年

篠山市、川西市、神戸市灘区で新たに被害を確認

2010年以降

六甲山系の北東方向（西宮市や宝塚市）で被害が拡大
六甲山系の被害も増加



六甲山系でナラ枯れ被害が確認された平成22年時点の被害分布

本研究の目的

早期にナラ枯れ被害状況を把握し対策することが重要

- ・六甲山系は広域であり、現地調査には時間がかかる
- ・死角が生じるため被害を見落とす可能性がある



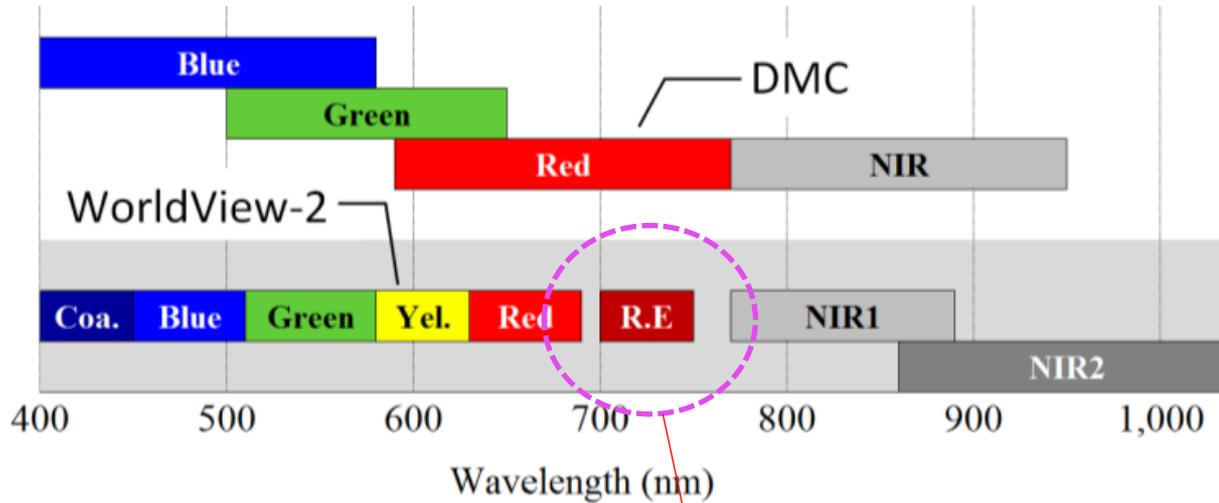
リモートセンシング技術の活用

LP(航空レーザ)解析
によるナラ枯れ被害
発生危険箇所の把握

航空写真によるナラ枯れ被
害状況の把握(目視判読)

衛星画像によるナラ枯れ被
害状況把握の可能性検討

航空写真(DMC)と衛星画像(WorldView-2)



Where, Coa. : Coastal, R.E. : Red-edge, NIR: Near Infrared

被害生存木把握への期待

DMC航空カメラ



WorldView-2



©Digital Globe

※被害生存木: 被害を受けたが枯れていない木 (健全木との見分けは困難)

画像解析による被害把握手法の検討

- 枯死木、被害生存木、健全木について、航空写真、衛星画像上で特定
- 各々のスペクトルを解析・比較

$$NDVI_{(NIR,R)} = \frac{IR - R}{IR + R} \quad (1)$$

$$NDVI_{(R.E.,R)} = \frac{R.E. - R}{R.E. + R} \quad (2)$$

$$RVI = \frac{IR}{R} \quad (3)$$

$$*NW I = -NDGI \times (NDVI + NDGI) \quad (4)$$

$$NDGI = \frac{G - R}{G + R} \quad (5)$$

Where *IR* : Near-infrared reflectance

R : Red reflectance

R.E. : Red-edge

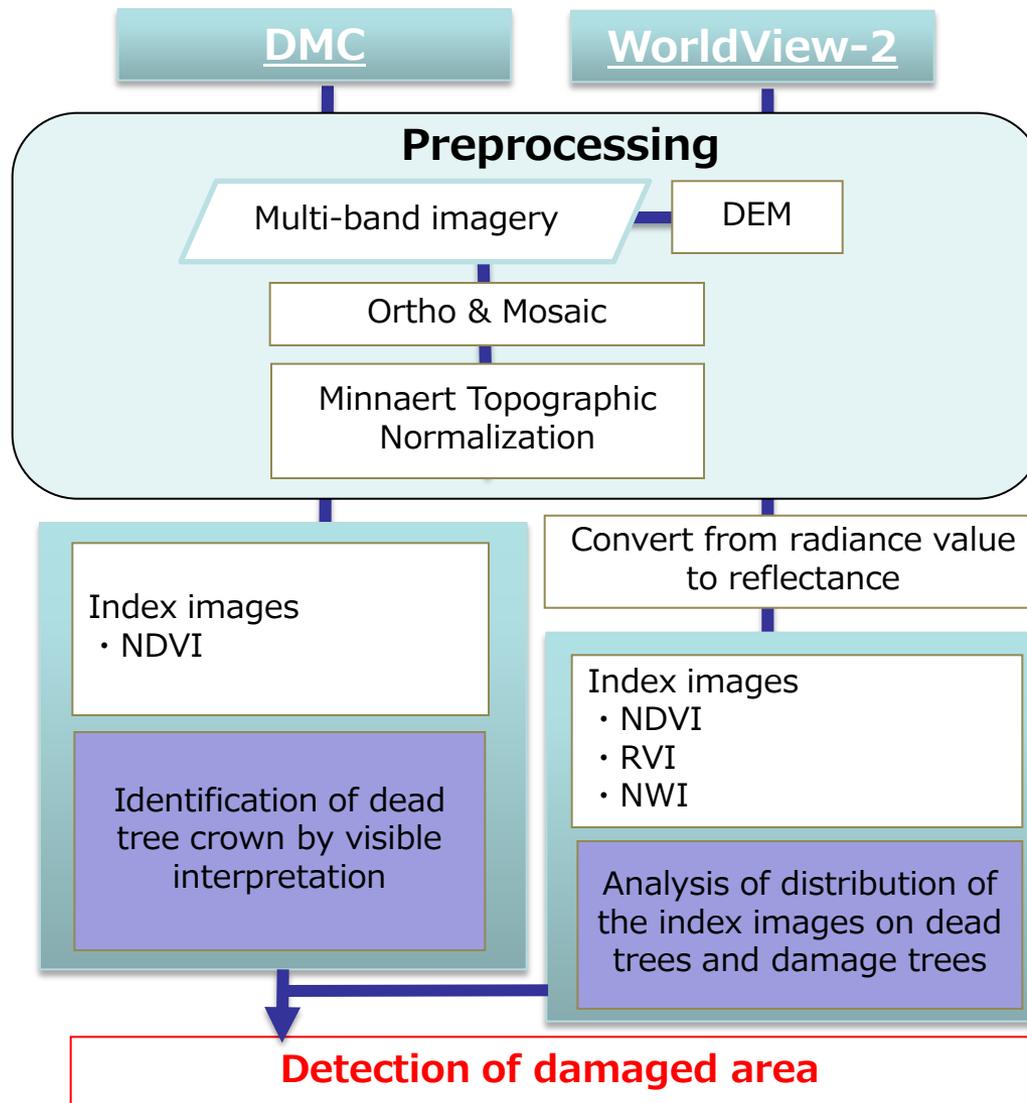
G : Green reflectance

NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

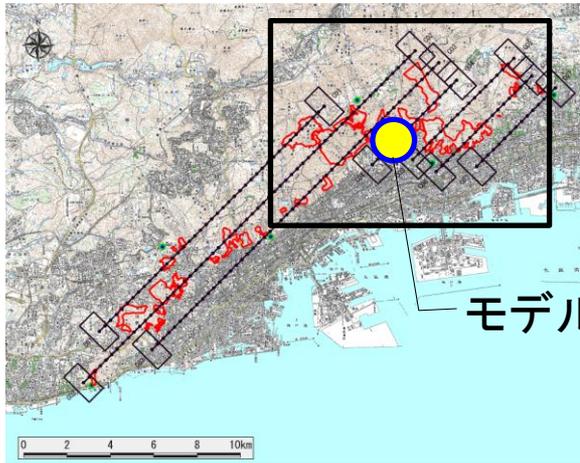
RVI : Ratio Vegetation Index

NWI : Normalized Wilt Index

画像解析の流れ

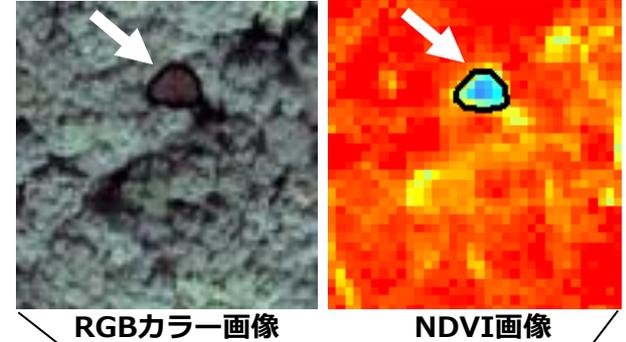


航空写真(DMC)



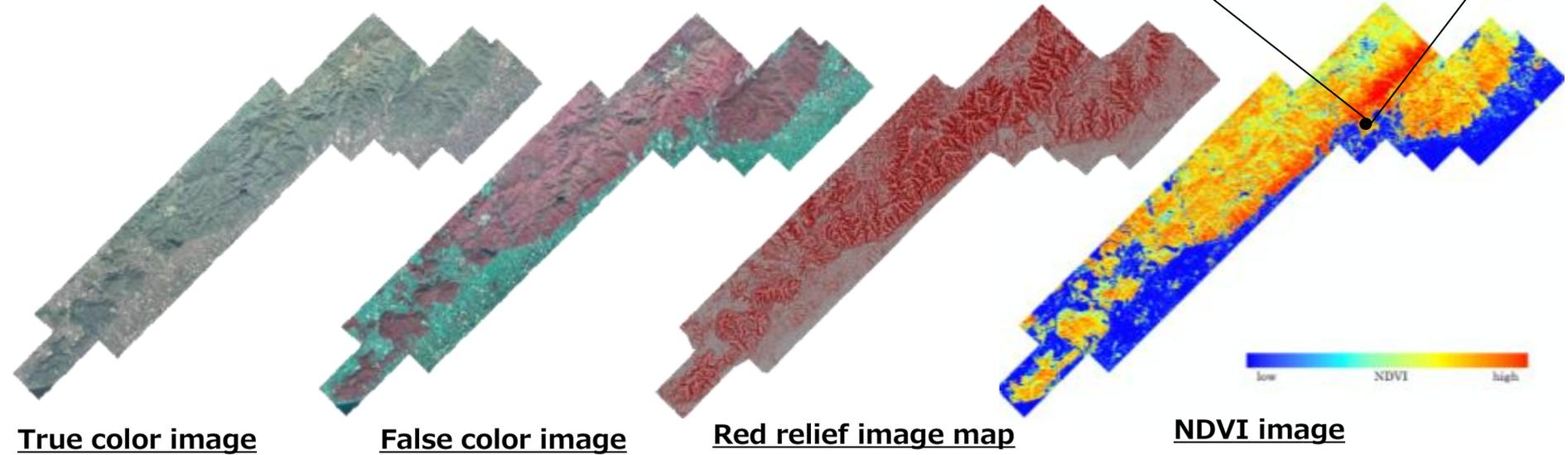
モデル地区

写真判読によって抽出したナラ枯れ枯死木



RGBカラー画像

NDVI画像



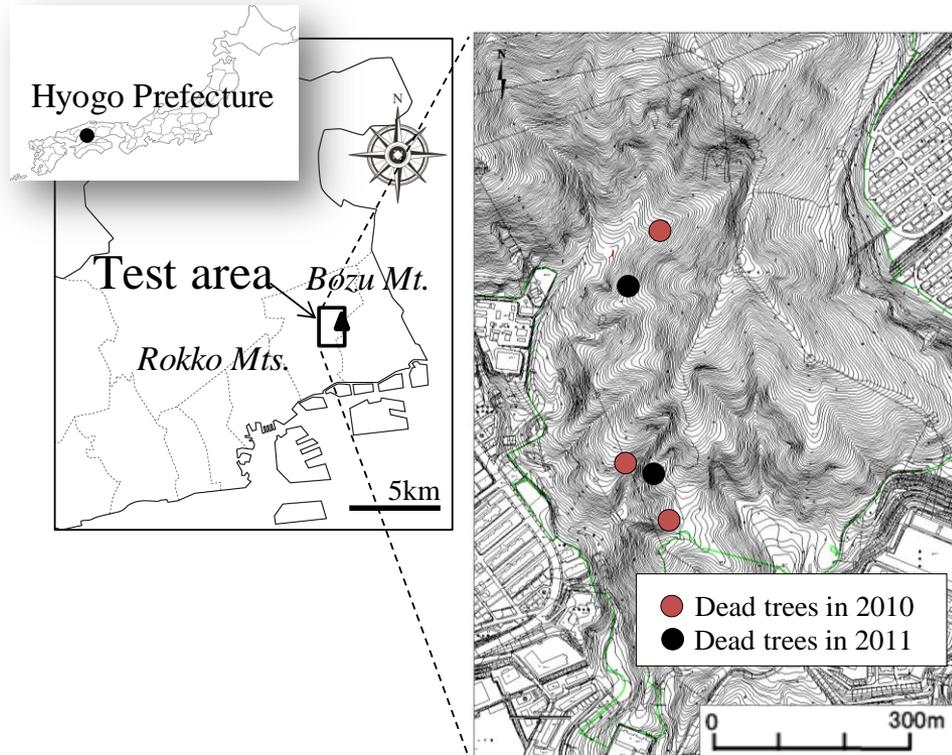
True color image

False color image

Red relief image map

NDVI image

モデル地区とナラ枯れ被害状況



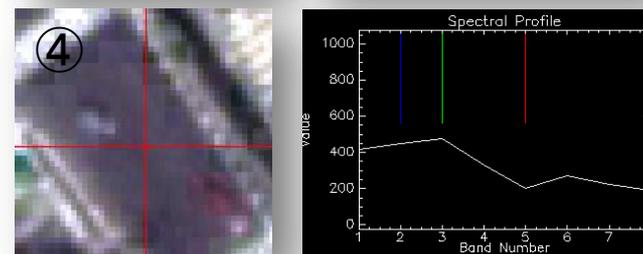
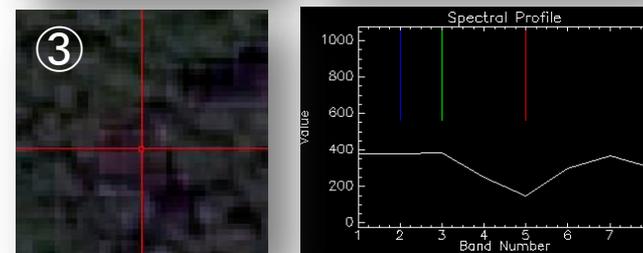
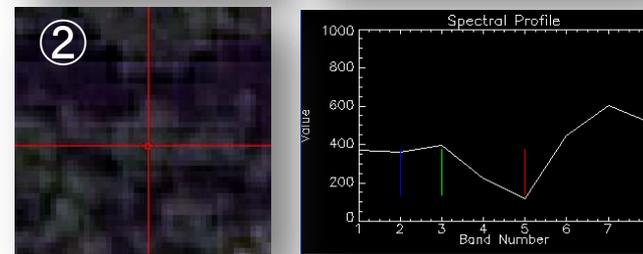
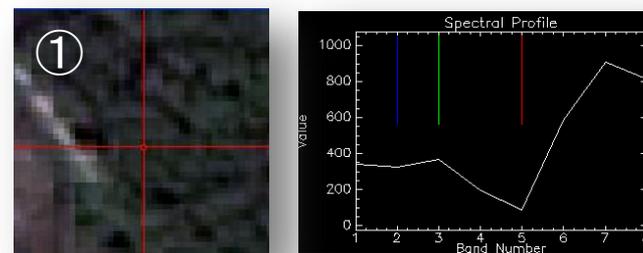
被害木の発生数

年	被害木		樹種	発生場所
	枯死	被害生存		
2010	3	6	コナラ	坊主山
2011	2	6	コナラ	坊主山

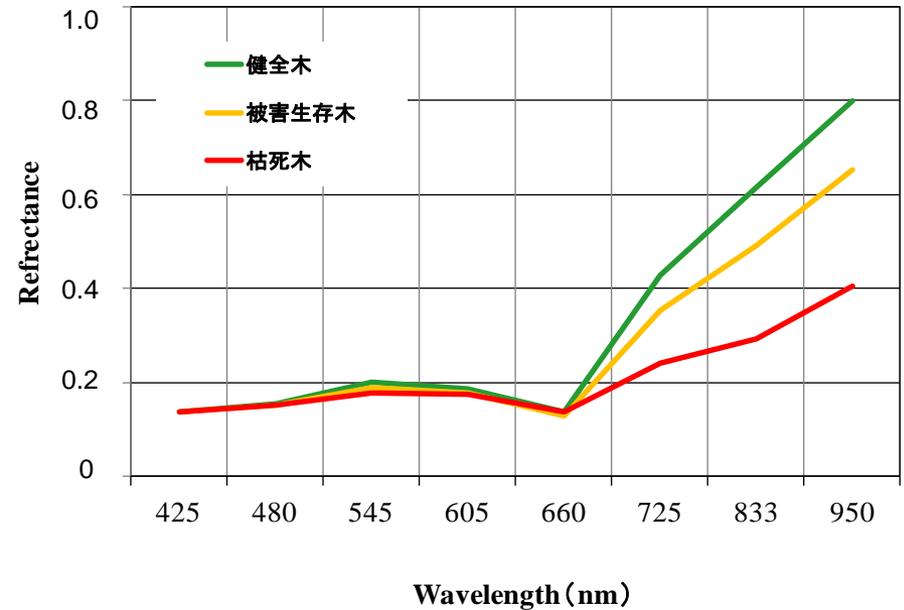
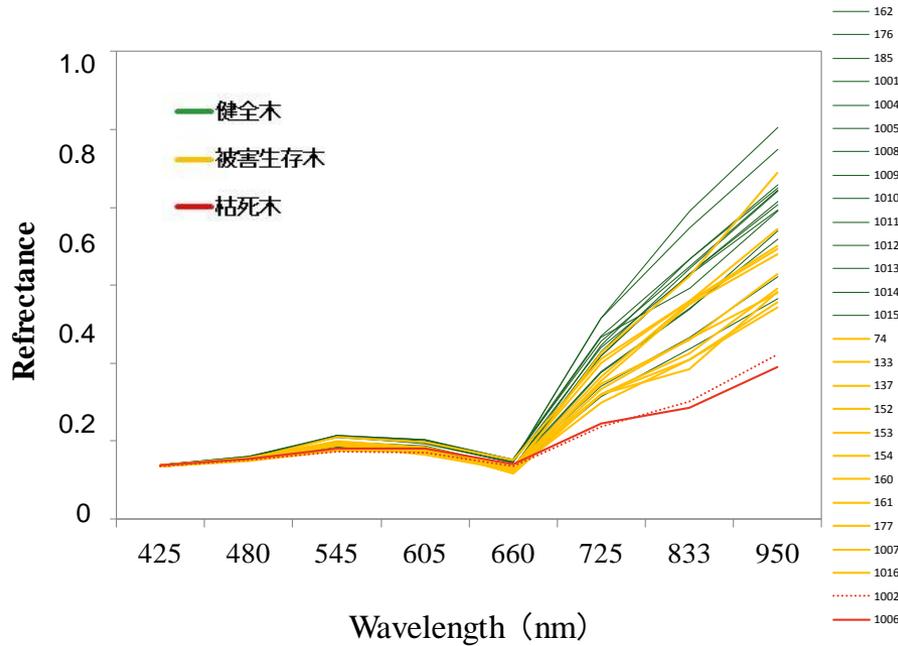
枯死木の規格

年	No	樹種	樹高	DBH
2010	1	コナラ	12m	44cm
	2	コナラ	12m	38cm
	3	コナラ	11m	53cm
2011	4	コナラ	16m	34cm
	5	コナラ	17m	33cm

被害状況別分光反射率(WorldView-2)

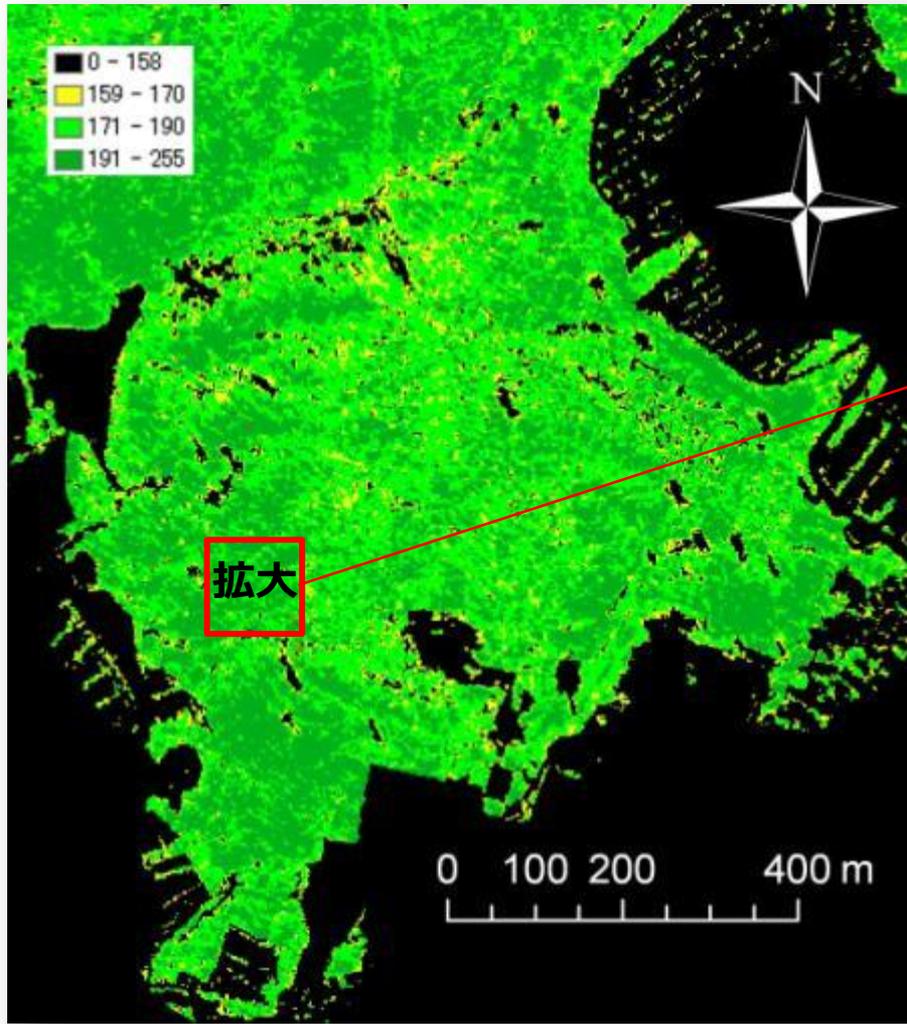


被害状況別分光反射率(WorldView-2)

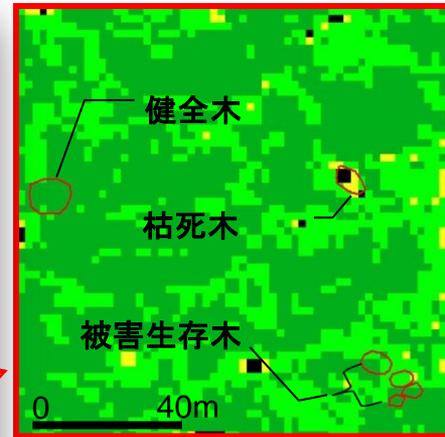


健全木14本、被害生存木11本、枯死木2本の分光反射率(左)と状況別平均値(右)

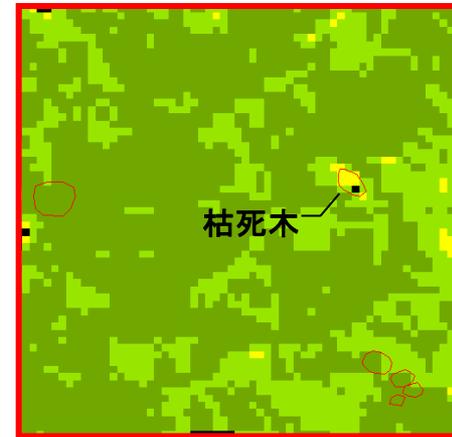
Index別分類結果(WordlView-2)



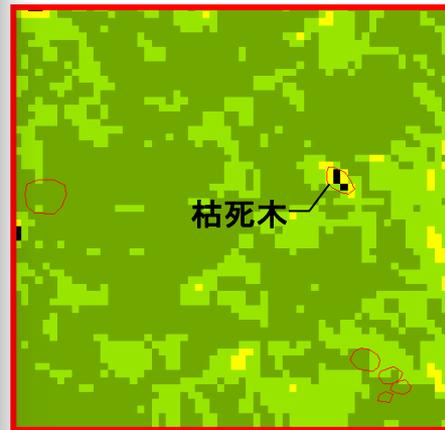
NDVI_(Rededge, Red)



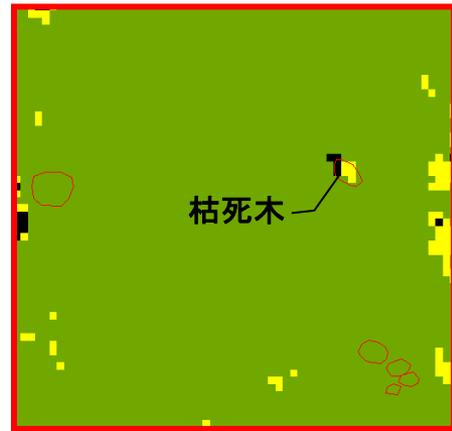
NDVI_(Rededge, Red)



NDVI_(NIR, Red)



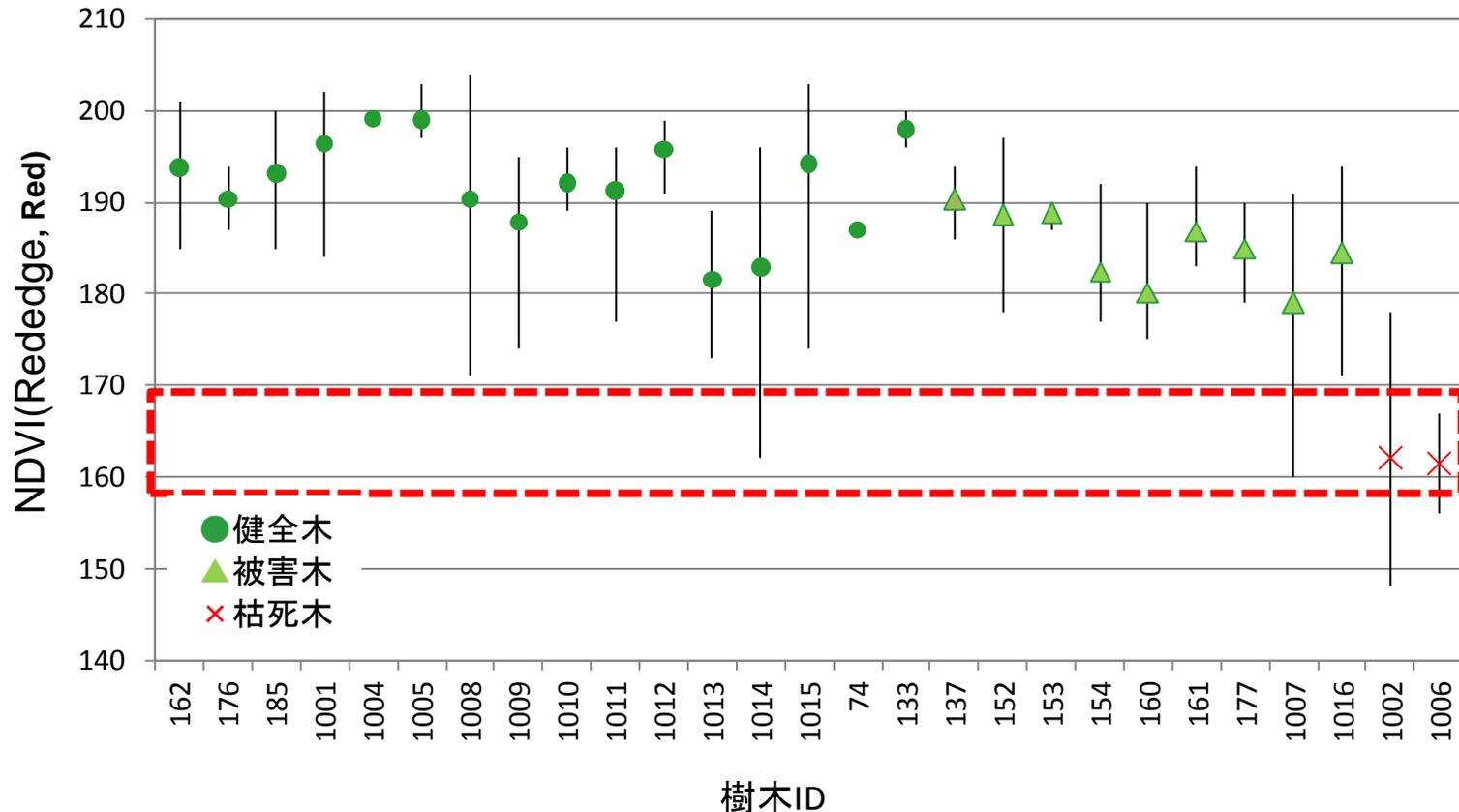
RVI



NWI

画像解析結果(Rededge利用)

$$\text{NDVI}_{\text{Rededge}} = (\text{Rededge} - R) / (\text{Rededge} + R)$$

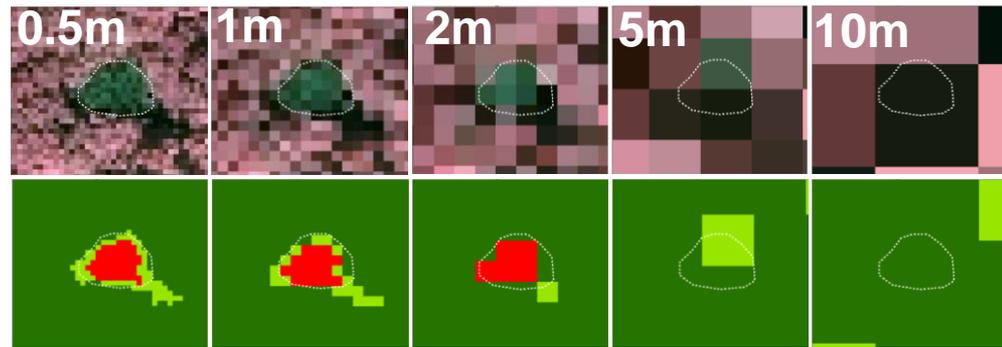
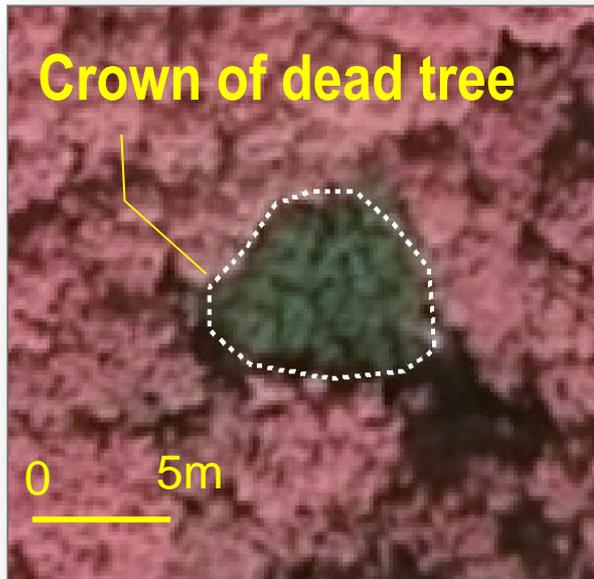


Index別線形判別分析結果

Result of linear discriminant analysis (n=27)

	NDVI _(NIR_Red)	NDVI _(Red_RedEdge)	RVI	NWI
健全木	92.9	85.7	78.6	85.7
被害生存木	63.6	81.8	72.7	72.7
枯死木	100	100	100	100
平均	81.5	85.2	77.8	81.5

分解能の違いによる枯れ木の抽出シミュレーション



False color images (upper) & NDVI images (lower)
Simulation resolution difference

地上分解能2m以下であれば、単木のナラ枯れ被害木の判読(抽出)が可能と思われる。

まとめ

- 枯死木が判別し易い指標として以下の特徴が確認された。NDVI画像解析等により、閾値を設けることで枯死木を抽出できる。
 - ✓航空写真:NDVIの有効性(スクリーニング・判読精度の向上)
 - ✓衛星画像:NDVI及びNDVI_{RedEdge}の有効性
- 山地域(樹冠の密度が高い)のナラ林に対する枯死木増減監視などのモニタリングなどは有効性が高いと考えられる。
- 一時期の画像解析で健全木と被害生存木を明確に区別することは難しい。
- 樹冠の密度が低い林況(下層の地盤透過率が高い林)、針広混交林などでの適用性なども課題がある。

先進光学衛星への期待

- 広い観測幅(70km)により広範囲の同時観測が可能
- 高分解能(パンシャープンで0.8m)により、ナラ枯れ・マツ枯れなどのモニタリングに有効
- RedEdgeバンドの追加により、植生関連分野において解析の幅が広がる。