

RapidEye 衛星画像を用いた津波災害後の海岸林生育状況の時系列把握に関する検討

環境リモートセンシング研究室 樋口あゆみ

1. 研究背景

2011年3月11日、東日本大震災が発生した。

東北森林管理局は、津波被害後に現地調査を行っている。調査結果より、その多くの海岸林が津波でなぎ倒されていることが確認されている¹⁾。

リモートセンシング分野において、可視域(R,G,B)および近赤外 NIR の4バンドで海岸林被害状況を解析した研究がなされている²⁾。

これらのバンドの他に植物の解析に重要なパラメータのひとつである Red Edge バンドがある。Red Edge バンドは運用されている衛星センサが少ない為、Red Edge バンドを用いた植生の研究は少ない³⁾。

人工衛星は B,G,R,NIR の4バンドが代表的であるが、この R と NIR の境界に位置する Red Edge バンドは R と NIR の微妙な変化を敏感に反映する帯域となる。

植物が水分ストレスを受けると、Red Edge が短波長側に遷移するブルーシフト現象が起ることが確認されている。本研究室の基礎実験である植生サンプルのスペクトル解析結果のグラフを図1に示す。ストレス後の Red Edge が短波長側に遷移している。このことから、ストレスを与えた後に経時変化が起きていることが分かる。

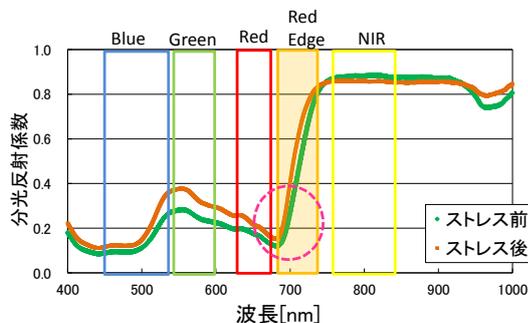


図1 植生サンプルのスペクトル解析結果

2. 研究目的

本研究では可視域と近赤外及び Red Edge バンドを有する RapidEye 衛星画像を用い、R, Red Edge, NIR バンドに着目して東日本大震災による津波の影響を受けた海岸林について解析を行った。津波被害を受けた海岸林の生育状況が時系列把握できるか検討した。

3. 解析の流れ

解析の流れを図2に示す。また、樹木サンプル抽出の流れを図3に示す。

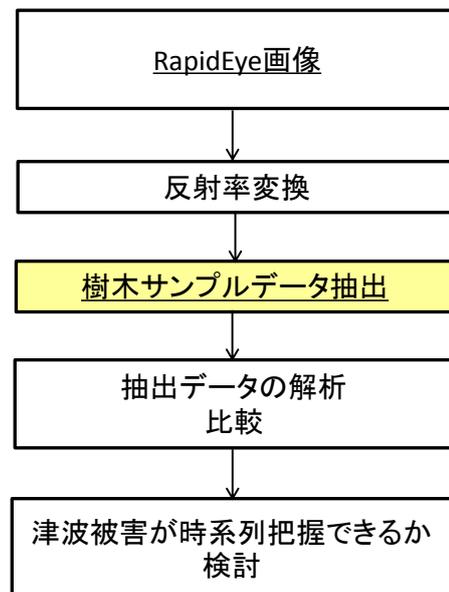


図2 解析の流れ

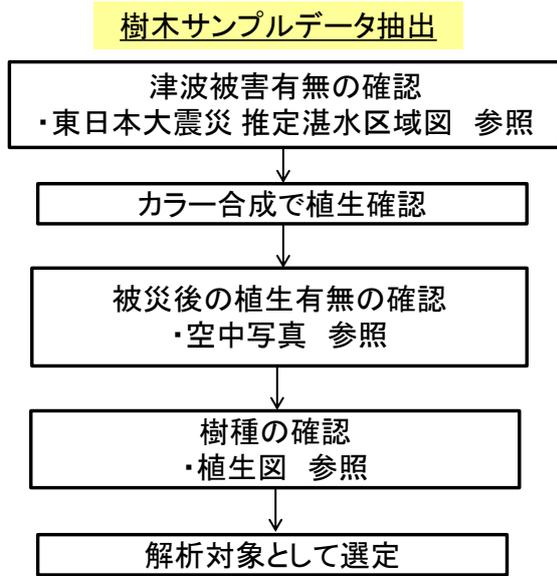


図3 樹木サンプル抽出の流れ

4. 使用データ

本研究では RapidEye 衛星のデータを用いた。RapidEye の諸元⁴⁾を表1に示す。

解析対象地は宮城県名取市で、観測日が2011年6月3日、7月15日、8月10日の衛星画像を用いた。

解析対象地の衛星画像を図4に示す。

表1 RapidEye 諸元

	名称	スペクトルバンド(nm)
スペクトルバンド	Blue	440-510
	Green	520-590
	Red	630-685
	RedEdge	690-730
	NIR	760-850
地上分解能	6.5m(直下)	
製品解像度	5m(オルソ)	
撮影幅	77km	

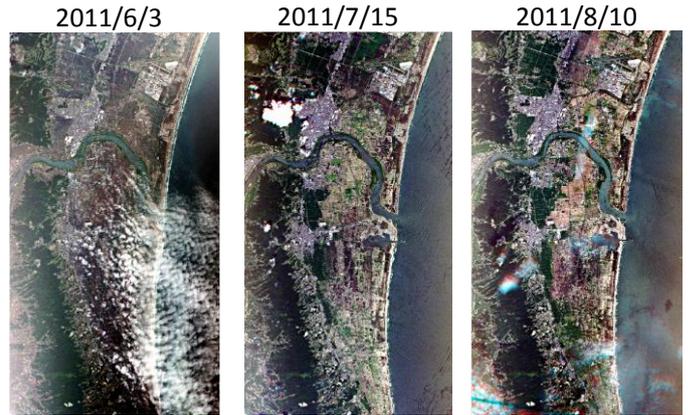


図4 解析対象地衛星画像(宮城県名取市)

5. 樹木サンプルデータの抽出

抽出の際、被災後の植生有無の確認には国土地理院の空中写真⁵⁾を、樹種の環境省植生調査植生図⁶⁾を用いた。空中写真を図5に、植生図を図6に示す。



図5 空中写真
(出典：国土地理院)



図6 植生図
(出典：環境省)

今回、クロマツ、アカマツ、スギの3種の樹木サンプルを抽出した。今回抽出した樹木サンプルについて表2に示す。尚、津波被害なしのクロマツは、内陸において植生が確認出来なかった為、今回は抽出できなかった。

抽出樹木サンプルの地点を図7に示す。図7は、左が RapidEye 画像上にサンプル抽出地点を示したもので、右はレーダー衛星により撮影

された東日本大震災推定湛水区域図(出典：PASCO)上にサンプル抽出地点を示したものである。 **表2 樹木サンプル**

樹種	津波被害あり	津波被害なし
クロマツ	クロマツ1 クロマツ2 クロマツ3 クロマツ4	—
アカマツ	アカマツ1	アカマツA アカマツB
スギ	スギ1 スギ2	スギA スギB

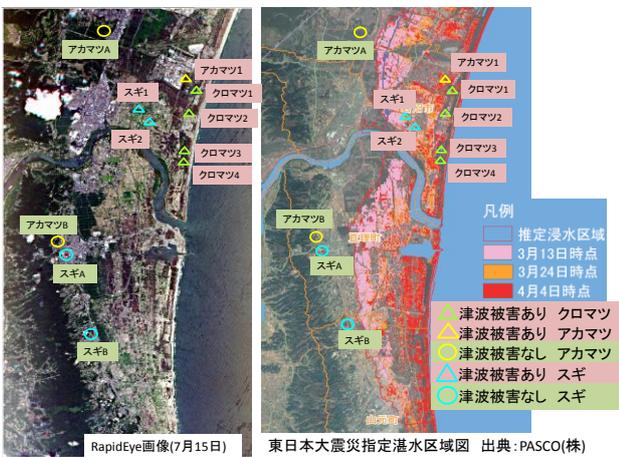


図7 抽出樹木サンプル地点

サンプル抽出地点の例として、クロマツ2、スギ1、スギ3のRapidEye画像を図8に示す。カラー合成はR : NIR、G : Red Edge、B : Redである。このカラー合成では、植生は橙色に表示される。

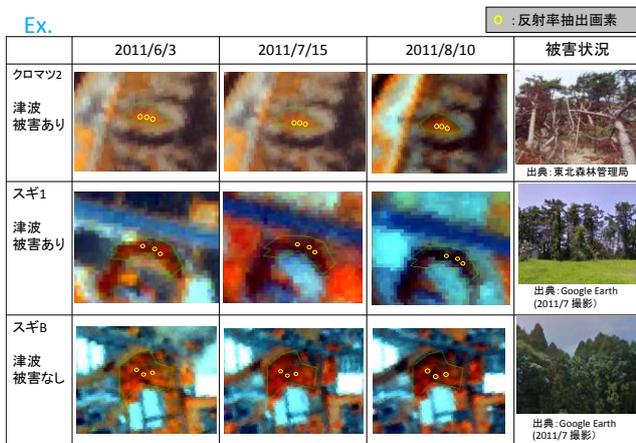


図8 抽出樹木サンプル地点画像

6. 解析方法

赤波長 R の反射率が低く、近赤外 NIR の反射率が高いことは樹葉のクロロフィル a 活性の状態であり、樹木が健康な状態であるといえる。

したがって Red Edge 及び NIR の値から R の値を引いたその差分で樹木の生育状況が把握出来ると考えた。

このことから(NIR)-(R)と(Red Edge)-(R)による海岸林の生育状況把握を行った。

7. 解析結果

クロマツの(NIR)-(R)と(Red Edge)-(R)の関係図を図9に示す。

クロマツの(NIR)-(R)の値と前月との差を表3に、(Red Edge)-(R)の値と前月との差を表4に示す。

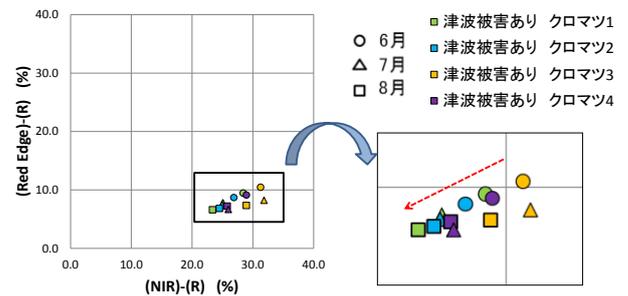


図9 (NIR)-(R)と(Red Edge)-(R)の関係図_クロマツ

表3 反射率と前月との差(NIR)-(R)クロマツ(津波被害あり)

津波被害あり	6月	7月	8月
クロマツ1	28.4	25.1	23.4
クロマツ2	26.9	24.9	24.5
クロマツ3	31.3	31.8	28.9
クロマツ4	28.9	25.8	26.0
平均	28.9	26.9	25.7
前月との差	—	-2.0	-1.2

表 4 反射率と前月との差(Red Edge)-(R)
クロマツ(津波被害あり)

津波被害あり	6月	7月	8月
クロマツ1	9.5	7.8	6.6
クロマツ2	8.7	7.5	6.8
クロマツ3	10.5	8.2	7.3
クロマツ4	9.1	7.2	6.7
平均	9.4	7.7	6.9
前月との差	-	-1.7	-0.8

アカマツの(NIR)-(R)と(Red Edge)-(R)の関係図を図 10 に示す。

津波被害ありアカマツの(NIR)-(R)の値と前月との差を表 5 に、(Red Edge)-(R)の値と前月との差を表 6 に示す。

津波被害なしアカマツの(NIR)-(R)の値と前月との差を表 7 に、(Red Edge)-(R)の値と前月との差を表 8 に示す。

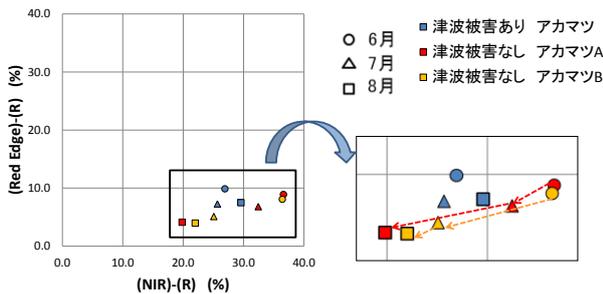


図 10 (NIR)-(R)と(Red Edge)-(R)の関係図_アカマツ

表 5 反射率と前月との差(NIR)-(R)
アカマツ(津波被害あり)

津波被害あり	6月	7月	8月
アカマツ1	26.9	25.7	29.6
前月との差	-	-1.2	3.9

表 6 反射率と前月との差(Red Edge)-(R)
アカマツ(津波被害あり)

津波被害あり	6月	7月	8月
アカマツ1	9.9	7.3	7.5
前月との差	-	-2.6	0.2

表 7 反射率と前月との差(NIR)-(R)
アカマツ(津波被害なし)

津波被害なし	6月	7月	8月
アカマツA	36.6	32.4	19.8
アカマツB	36.4	25.1	22.0
平均	36.5	28.8	20.9
前月との差	-	-7.8	-7.8

表 8 反射率と前月との差(Red Edge)-(R)
アカマツ(津波被害なし)

津波被害なし	6月	7月	8月
アカマツA	8.9	6.8	4.1
アカマツB	8.1	5.1	4.0
平均	8.5	6.0	4.0
前月との差	-	-2.5	-1.9

スギの(NIR)-(R)と(Red Edge)-(R)の関係図を図 11 に示す。

津波被害ありスギの(NIR)-(R)の値と前月との差を表 9 に、(Red Edge)-(R)の値と前月との差を表 10 に示す。

津波被害なしスギの(NIR)-(R)の値と前月との差を表 11 に、(Red Edge)-(R)の値と前月との差を表 12 に示す。

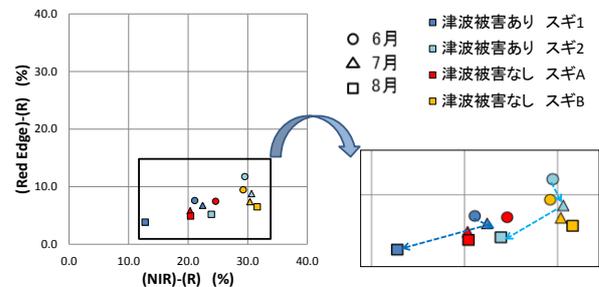


図 11 (NIR)-(R)と(Red Edge)-(R)の関係図_スギ

表 9 反射率と前月との差(NIR)-(R)
スギ(津波被害あり)

津波被害あり	6月	7月	8月
スギ1	21.1	22.4	12.8
スギ2	29.5	30.6	23.9
平均	25.3	26.5	18.3
前月との差	-	1.2	-8.2

表 10 反射率と前月との差(Red Edge)-(R)
スギ(津波被害あり)

津波被害あり	6月	7月	8月
スギ1	7.6	6.8	3.8
スギ2	11.8	8.8	5.2
平均	9.7	7.8	4.5
前月との差	-	-1.9	-3.3

表 11 反射率と前月との差(NIR)-(R)
スギ(津波被害なし)

津波被害なし	6月	7月	8月
スギA	24.6	20.3	20.4
スギB	29.2	30.4	31.6
平均	26.9	25.4	26.0
前月との差	-	-1.6	0.7

表 12 反射率と前月との差(Red Edge)-(R)
スギ(津波被害なし)

津波被害なし	6月	7月	8月
スギA	7.5	5.8	4.9
スギB	9.5	7.4	6.5
平均	8.5	6.6	5.7
前月との差	-	-1.9	-0.9

結果を表にまとめたものを表 13 に示す。

表 13 結果まとめ

	津波被害あり		津波被害なし	
	(NIR)-(R)	(Red Edge)-(R)	(NIR)-(R)	(Red Edge)-(R)
クロマツ	減少	減少	-	-
アカマツ	大きな変化なし	大きな変化なし	アカマツA: 7月~8月に大きく減少 アカマツB: 6月~7月に大きく減少	減少
スギ	7月~8月に大きく減少	7月~8月に大きく減少	大きな変化なし	大きな変化なし

8. 考察

・クロマツについて

津波被害によって枯れてきているというスペクトルの徴候が確認された。これは東北森林管理局の調査結果と合致していることが分かる。

・アカマツについて

津波被害なしの方が枯れてきているというスペクトルの徴候が確認された。また、津波被害

ありの樹木においては津波被害によって観測時期には既に枯れていたことが考えられる。

・スギについて

津波被害によって枯れてきているというスペクトルの徴候が大きく確認された。

9. まとめ

今回の抽出森林において東北森林管理局との内用と照合できた。また、Red Edge バンドの反射率を用いたことで植生スペクトルの変動が分かった。このことを受けて、R, Red Edge, NIR の情報を用いて東日本大震災による津波の影響を受けた海岸林生育状況の時系列把握の可能性が得られた。

参考文献

- 1) 東北森林管理局：宮城沿岸地域海岸防災林災害調査資料
- 2) 小谷英司ら：WorldView-2 による津波衰弱枯死木の抽出—青森県太平洋側海岸林を対象として—, 日本写真測量会, 2012
- 3) 力丸厚：レッドエッジバンドを含む衛星センサの登場と営農監視利用への可能性, 写真測量とリモートセンシング VOL.52,NO.1,2013
- 4) 日本スペースイメージング株式会社：RapidEye Imagery Product Specification
- 5) ALL311 東日本大震災協働情報プラットフォーム：国土地理院の空中写真
URL：http://all311.ecom-plat.jp/index.php?gid=10005
- 6) 環境省：植生図 自然環境保全基礎調査 植生調査情報提供第7回植生図作成要領(平成18年度版)
URL：http://www.vegetation.jp/6thgaiyou/index.html