

(59) 複数のLANDSAT衛星による時系列衛星画像データセットを用いた仙台平野海岸林の変化調査

園部 雅史¹・羽柴 秀樹²

¹正会員 (株)パスコ 衛星事業部 (〒164-0001東京都中野区中野4-10-1 中野セントラルパークイースト3F)
E-mail:meabso6634@pasco.co.jp

²正会員 日本大学 教授 理工学部土木工学科 (〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8-14)
E-mail:hashiba3@civil.cst.nihon-u.ac.jp

2011年3月に発生した東日本大震災による津波によって、東日本の沿岸域は甚大な被害を受けた。特に宮城県仙台平野沿岸域の海岸林は広い範囲で折損、流出、塩害等の被害を受けた。本研究では東日本大震災の前後に観測されたLandsat5と準リアルタイムに定期的に配信されるLandsat8によるマルチスペクトル衛星観測情報を利用し、正規化植生指標値の解析による海岸林域の被災状況の長期的モニタリング手法を試みた。これらの調査検討から津波による海岸林の長期的モニタリングを見据えた順リアルタイムリモートセンシングによる画像情報の有効性について考察した。

Key Words : Landsat5, Landsat8/OLI, disaster, coastal forest, monitoring, NDVI, Remote Sensing

1. はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災による津波によって東日本の海岸領域は甚大な被害を受け、宮城県仙台平野の沿岸域に整備されるクロマツ等の海岸林は倒木、流出等の被害や立ち枯れによる海岸林の減少が発生した^{1)~3)}。現在、関連省庁および自治体を中心となって復元が進められている⁴⁾。今後の円滑な復元にはその進捗等を時系列的に把握する必要がある。このような場合、広域かつ周期的に観測が可能な衛星リモートセンシングが有効である。これまでに高分解能衛星画像のみを用いた同対象地域の時系列調査は実施されているが、気象条件等から観測日は限られており、長期かつ異なる季節の変化特性を含めたより総合的な時系列調査には至っていない⁴⁾⁵⁾。また、近年では中分解能クラスの光学式センサによる観測情報は、Landsat8衛星画像にも見られるように、観測後に準リアルタイムでの入手が容易となり、被災状況の迅速な把握と評価が可能と考えられる。また、この衛星は16日周期で同一範囲を観測するため、復旧・復興フェーズでの定期的且つ時系列なモニタリングを捉えることが可能であり、防災分野の利用に期待できる。本研究では津波前後のLandsat5と津波後に観測されたLandsat8衛星画像による時系列な衛星データセットを構築し、得られた正規化植生指標値の分布状況から海岸林の被災状況や復元過程を調査した。

2. 調査対象地域と使用データ

(1) 使用した衛星観測データ

本研究ではLandsat衛星による4時期の観測画像を使用した。Landsat5、Landsat8衛星の空間分解能は可視光域および近赤外域のバンド帯で観測するマルチスペクトルセンサで30m×30mを有している。観測データはUSGS(米国地質調査所)で整備されるEarthexplorer⁶⁾から入手した。

(2) 調査地域について

本研究の調査地域は宮城県仙台平野の沿岸域の海岸林を選定した。津波により甚大な被害が発生した領域であり多くの海岸林が倒木し、流出した地域である。

3. 調査手法

(1) 反射率の変換について

マルチスペクトル画像のDN値からUSGSが公開する地表面変換式⁷⁾を用いて地表面反射率に変換した。

(2) 時系列データセットの作成

観測衛星画像において厳密な位置合わせを施した後、時系列データセットを作成した。また、津波前の観測画像を用いて海岸林の範囲をデジタル化した。

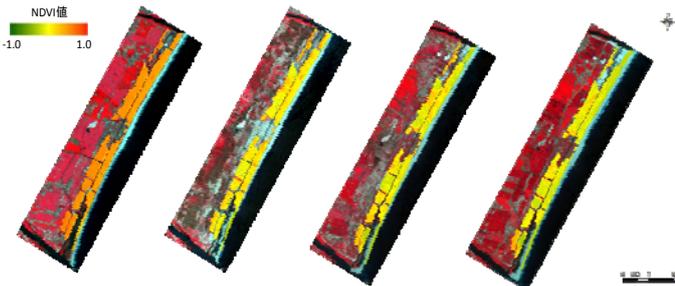
(3) 正規化植生指標値の算出

反射率変換後のマルチスペクトル画像データにより正規化植生指標値の算出を行い、その変化過程を調査した。各衛星によって異なる波長域の利用の違いから正規化植生指標値の厳密な時系列比較に対してやや影響は考えられるが、ここでは面的な分布傾向の把握から海岸林復元の全体像をより総合的に評価することを主とした。そこで海岸林を有する範囲において正規化植生指標値の分布傾向と生育状況が良好な正規化植生指標値の割合から、被害前後と被災後の海岸林の生育状況について時系列に評価した。正規化植生指標値算出には以下の式を用いた。

$$NDVI = (\rho_{\text{Band4}} - \rho_{\text{Band3}}) / (\rho_{\text{Band4}} + \rho_{\text{Band3}}) \quad (1)$$

$$NDVI = (\rho_{\text{Band5}} - \rho_{\text{Band4}}) / (\rho_{\text{Band5}} + \rho_{\text{Band4}}) \quad (2)$$

(1)はLandsat5, (2)はLandsat8の正規化植生指標値の変換式を示す。Landsat5のBand3, Landsat8のBand4は可視光赤波長帯域, Landsat5のBand4, Landsat8のBand5は近赤外波長帯域の観測バンドである。NDVI値は-1から+1の値となり+1に近づくほど植生活性度が高い傾向を示す。



(a)被災前 (b)被災0.5年後 (c)被災2.5年後 (d)被災4.5年後

図-1 仙台平野の海岸林領域の時系列変化

(背景：フォルスカラー合成画像)

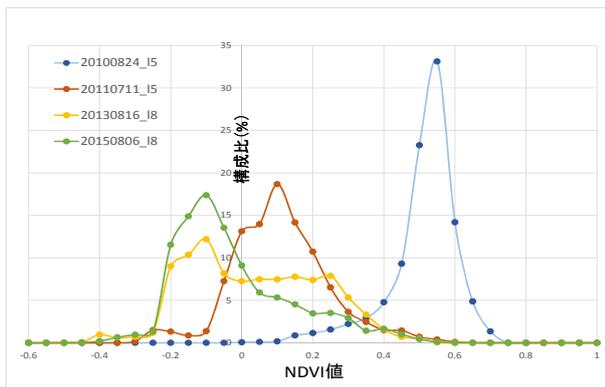


図-2 調査対象領域内の噴火前後のNDVI値の変化

表-1 正規化植生指標値が良好な海岸林の割合の推移

衛星名称	Landsat5	Landsat5	Landsat8	Landsat8
観測日	2010/8/24	2011/7/10	2013/8/16	2015/8/6
割合 (%)	98.8	27.5	26.7	14.5

4. 時系列データセットによる海岸林変化状況の評価

図-1 は海岸林の正規化植生指標値の分布を示した図であり、津波前後において急激な減少を示していることがわかる。図-2 は津波前で海岸林を有する範囲において正規化植生指標値の構成比を比較した図であり、分布同様に津波前後において減少していることがわかる。これは津波による海岸林の流出等の直接的被害だと推測される。また、被災 0.5 年後から 2.5 年後においても正規化植生指標値の減少方向の推移が見られる。これは残存した海岸林の立ち枯れ等の進行の影響と推測される。また、表-1 により被災前で海岸林を有する範囲において健全な海岸林の正規化植生指標値が 0.2 以上とすると時間経過とともに減少傾向にあることがわかった。

5. おわりに

ここでは観測後、準リアルタイムに観測データを入手可能なLandsat8/OLIと豊富なアーカイブを有するLandsat5衛星観測画像から、津波に伴う海岸林の変化状況が正規化植生指標値の面的および分布状況から把握できた。加えて4時期の中分解能衛星画像により構築した時系列データセットを用いることにより長期的かつ効果的な海岸林の被災や復元過程の把握が可能であることが示された。

参考文献

- 1) 山中啓介, 藤原道朗, 林田光祐, 後藤義明, 鈴木覚, 宮前崇, 井上章二, 坂本和己:平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震で発生した津波が仙台市井土地区の海岸林に及ぼした影響- 防波堤と海岸クロマツ林の被害との関係, 海岸林学会誌, Vol.11, No.1, pp.19-25, 2012.
- 2) 林野庁東北森林管理局: 海岸防災林・防波堤等施設の復旧, 仙台湾沿岸地区における海岸防災林被災概要, <http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/koho/saigaijoho/pdf/pamphlet_his_aigaiyou.pdf>, (入手 2016.6.5).
- 3) 林野庁東北森林管理局: 海岸防災林・防波堤等施設の復旧, 海岸防災林の復旧における進捗状況について, <http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/koho/saigaijoho/pdf/h28_shintyoku2.pdf>, (入手 2016.6.5).
- 4) 羽柴秀樹, 久保田進:衛星画像による東北地方太平洋沖地震津波による災害の初動調査, 土木学会論文集B2 (海岸工学) Vol.67, No.2, pp.1311-1315, 2011.
- 5) 羽柴秀樹, 杉村俊郎, 青山定敬, 朝香智仁: 高分解能衛星リモートセンシングを利用した仙台平野沿岸域海岸林の被災後の変化調査, 土木学会論文集B3 (海洋開発)Vol.71, No.2, pp.999-1004, 2015.
- 6) USGS/Earthexplorer, <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>(accessed 016.4.20).
- 7) USGS/LANDSAT8 (L8)DATA USERS HANDBOOK, <<https://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>>(accessed 2016.4.20).