

草地及び樹林化の状況把握への地球観測技術の適用可能性の検討



所属名：山口大学 大学研究推進機構 先進科学・イノベーション研究センター

発表者名：今村 能之

1. 河道内の草木生育監視に関する情報収集および課題整理

近年、日本の多くの河川で礫河原が減少し、草木化および樹林化が進行している。このような草地および樹林地の拡大は、洪水時の河積を阻害するとともに、偏流を発生させ堤防や護岸の損失を引き起こすなど治水上の大きな問題を引き起こすことが知られている¹⁻²⁾。また、伐採しても繁茂が繰り返され、河川管理費用増大の一要因となっている。このため、草地および樹林化の状況を監視し、計画的・戦略的な伐採を行うことが求められている。しかしながら、従来の目視や航測写真などによる草地および樹林化の状況把握は、高価で低頻度となる²⁾。このため、計画的・戦略的な伐採が行えず、樹木管理費の増大を招いている。本研究で研究対象とした佐波川においては5年に1度の頻度で河川水辺の国勢調査が行われ、1回あたりおよそ1,500万円の調査費用が必要とされている(国土交通省中国地方整備局山口河川国道事務所からの情報収集)。

2. 草木生育観測に関連する地球観測技術情報の収集・整理

2.1 衛星リモートセンシングによる植生観測の特長

マルチスペクトルセンサを用いた光学衛星リモートセンシング技術は高頻度かつ広域的に地上の被覆状況を把握できる地球観測技術として広く利用されている³⁾。本課題では衛星リモートセンシング技術を河道内の植生観測に応用し、安価で高頻度の河川内の草木生育監視をする手法について検討を行う。ケーススタディとして佐波川河道内の樹林化を光学衛星によって観測することで効率的な植生モニタリングの可能性を検討し、計画的・戦略的な伐採による中国地方の河川の樹木管理費の大幅な低減を可能とする技術の開発を目指す。

2.2 正規化植生指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)による植生観測

可視光を用いるマルチスペクトル光学衛星は、植生に対する赤色光と近赤外光の反射率の違いによって地上の植生を観測することができる⁴⁾。図-1に示すように、植物に含まれるクロロフィルは690-735nm付近で反射率が急激に増加する吸収特性がある。このような反射率の急激な増加は土壌では観測されないため、複数の異なる波長(マルチスペクトル)の光学衛星画像の比較

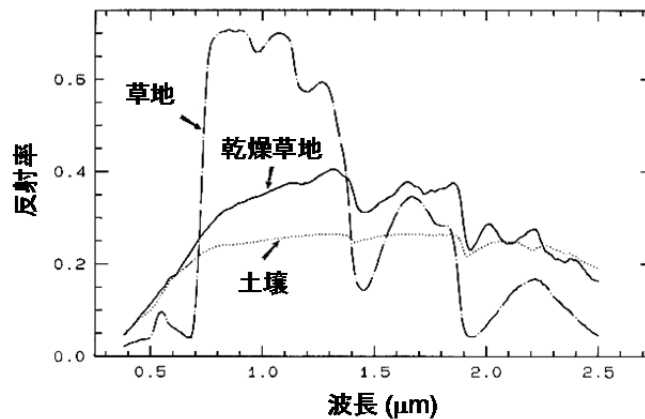


図-1 草地，乾燥草地および土壌の反射率スペクトル．米国地質調査所⁵⁾の図を引用．

によって植生の分布を観測できる．植被の研究では赤色域(625-695nm)の反射率 R(Red)と近赤外域(760-890nm)の反射率 NIR(Near-Infrared Red)の2つから計算される正規化植生指数 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)が植生の分布を観測するための指標として広く利用されている．NDVI は以下の(1)式のように計算される⁴⁾．

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (1)$$

ここで，近赤外光と赤色光の差 NIR-R が植生の地上で被覆を表しており，それを近赤外光と赤色光の和 NIR+R で割って正規化することによって得られる指標が NDVI であることが(1)式が表すことである．

3. 河川内の草木の生育監視への地球観測技術の適用手法の検討

3.1 河道内の植生観測に用いるマルチスペクトル光学衛星の選定

本研究で佐波川河道内の植生観測のためのマルチスペクトル光学衛星は分解能 4m，4 バンド (R,G,B,NIR)の TripleSat を選んだ．TripleSat 以外では LandSat-8 および WorldView-3 も光学衛星の候補に挙げた．しかしながら，LandSat-8 は無償で衛星画像を入手できる点において長所があるものの，分解能がマルチスペクトルで 30m であるため，本研究の調査対象である佐波川での使用は困難であると判断した．WorldView-3 はマルチスペクトル分解能が 1.2m と高分解能であることに長所があるが，1 シーンの撮影価格が高額であることが短所であった．これら 2 つの衛星と比較し，TripleSat はマルチスペクトル分解能 4m であり，LandSat-8 よりも高分解能かつ WorldView-3 よりも分解能が低いことが特徴として挙げられる．分解能 4m は佐波川河道内の植生を観測するために十分な分解能であると考えられる．また，TripleSat は LandSat-8 と違い有償であるが，1 シーンの撮影価格は WorldView-3 の半額以下の価格であることが長所として挙げられる．以上の 2 つの理由から，本研究では佐波川河道内の植生を観測するためのマルチスペクトル光学衛星として TripleSat を選定した．TripleSat の価格は 1 シーン当たりおよそ 30 万円程度であり，河川水辺の国勢調査と比較して大幅な調査費用の削減が期待できる．

4. 地球観測技術を用いた河川内の草木の成長監視手法の試行

4.1 光学衛星を用いた佐波川河道内の植生分布観測

図-2(a)に佐波川河道内の光学衛星画像、図-2(b)に NDVI をそれぞれ示す。図-2 に示した地点は河口から 19.9km 付近で右岸側に幅 10m 程度の竹林が河道沿いに 600m 程度の距離に存在している地点であり、撮影は 2017 年 1 月 3 日に行われた。図-2(b)に示すように、右岸側の竹林において高い NDVI が確認され、光学衛星画像から河道内の植生分布を観測できるという結果が得られた。

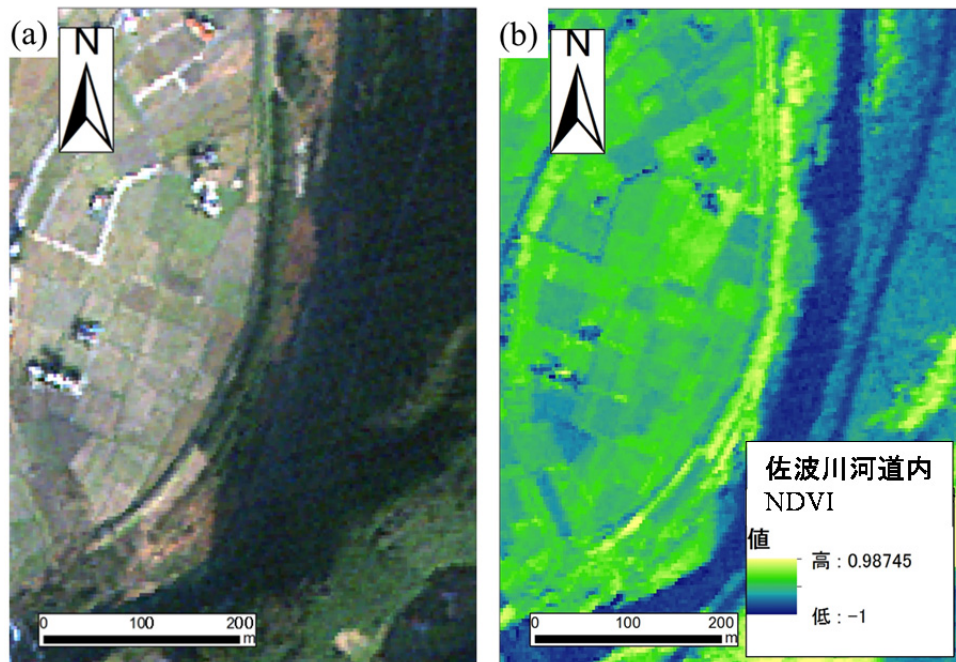


図-2 (a)佐波川河道内の竹林部(右岸側)の光学衛星画像. (b)サイト 1 右岸竹林部の NDVI 画像.

4.2 光学衛星画像による竹林と草地の判別

光学衛星画像から密生した植生である竹林と、竹林と比較して密生度が低い草地の判別が可能であるかを検討した。図-3(a)に竹林部と草地の NDVI のヒストグラムを、図-3(b)に確率分布をそれぞれ示す。図-3 に示されるように、NDVI の平均値は明確な差が見られ、光学衛星画像から竹林部と草地の判別が可能であるという結果が得られた。

5. 地球観測技術を用いた河川内の草木の成長監視手法の評価と課題整理

5.1 植生の活性度の季節変化に対する課題

光学衛星の撮影が行われた 2017 年 1 月 3 日は光学衛星画像から植物が枯れていることが確認された。そのため、植物の活性度を見積もる指標である NDVI は、冬季には密生した竹林と比べ草地では植物が枯れて活性度が低くなっていることを反映したものと考えられる。そのため、本課題で撮影を行った冬季においては NDVI から竹林と草地の判別ができたが、草地の植生が活性化する夏季においても同様に光学衛星画像から得られる NDVI によって竹林と草地の判別がで

きるか検討することが今後の研究課題である。

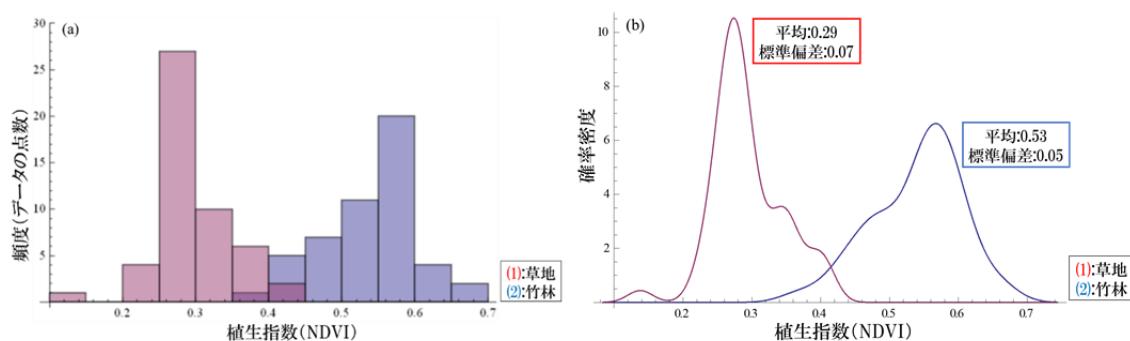


図-3 佐波川河道内における(a)植生指数 (NDVI) の草地および竹林のヒストグラム, (b)植生指数 (NDVI) の草地および竹林の確率分布。

6. まとめ

本研究の目的は衛星リモートセンシング技術を用いて河道内の植生観測の可能性を検討し、効率的な植生モニタリングへの応用を目指すことであった。得られた知見を以下にまとめる。

- ・ 植物の赤色光と近赤外光に対する反射率の違いを用いた正規化植生指数(NDVI)によって佐波川河道内の植生観測を試みた。植生が密生した竹林部で高いNDVIが確認され、マルチスペクトル光学衛星から河道内の植生分布の観測が可能であるとわかった。
- ・ 植生が密生した竹林部と密生度が低い草地において、NDVIの平均値に明確な差が確認された。このことから、光学衛星画像を用いて河道内の竹林と草地の判別の可能性を示した結果が得られた。
- ・ 本研究で撮像を行った冬季においては草地が枯れて植生の活性度が低下し、竹林と草地の判別が可能であったと考えられる。草地の植生が活性化する夏季においても同様にNDVIを用いて竹林と草地の判別が可能であるか検討することが今後の課題である。

参考文献

- 1) 岡本隆明, 藤本雄大, 青木成太, 戸田圭一, 山上路生, 平坦河床から植生群落に遷移する過程で発生する Diverging Flow に関する研究, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol. 69, No. 4 p. I_871-I_876 (2013).
- 2) 田屋祐樹, 増本みどり, 赤松史一, 矢島良紀, 佐貫方城, 中西哲, 三輪準二, 河道内樹林における萌芽再生抑制方法の検討, 河川技術論文集, 第 18 巻(2012).
- 3) 梶川昌三, 筒井俊洋, 阿久津修, 衛星データを利用した土地被覆データ作成の調査・研究 (第 5 年次), <http://www.gsi.go.jp/common/000057236.pdf> (2017 年 3 月 3 日閲覧)
- 4) 日本リモートセンシング学会, 基礎からわかるリモートセンシング, 理工図書(2011).
- 5) United States Geological Survey, Spectroscopy of Rocks and Minerals, and Principles of Spectroscopy, <http://speclab.cr.usgs.gov/PAPERS.refl-mrs/refl4.html> (1999).