

光学衛星センサのマルチスペクトルバンド数増加による識別効果の検討

07T0049W 小川 芳樹
指導教員：山崎 文雄

1. はじめに

光学衛星画像は広域における植生，土地被覆，環境，資源等の調査に利用されており，土地利用状況や災害時の被害規模の把握などにも活用されている¹⁾．近年リモートセンシングの進歩により，従来に比べ衛星に搭載されているマルチスペクトルセンサの高分解能化が進んだ．空間分解能が 60cm 以下の衛星画像を入手することが可能となったことで，屋根の種類のような地物も識別できるようになった²⁾．さらに，これまでマルチスペクトルセンサが 4 バンドであったのに対して，2009 年 10 月に打ち上げられた WorldView-2 は，8 バンドを有する高解像度衛星である³⁾．これにより，より詳細な地上及び水中の地物把握が可能になると考えられる．

本研究では物質が持つ固有の分光放射特性に着目し，植生把握，海洋の懸濁把握，黄葉識別を試みるとともに，マルチスペクトルバンドの増加による地物の識別性能の検討を行った．

2. 利用データ

WorldView-2 と QuickBird 衛星の諸元を Table 1 に示す．WorldView-2 は従来の QuickBird 衛星よりもマルチスペクトルバンドが Coastal Blue, Yellow, Red Edge, NIR2 の 4 バンド付加された衛星である．本研究では，2010 年 3 月 6 日にチリ・タルカワノ市を撮影した WorldView-2 画像を用いて検討を行った．

Table 1 WorldView-2 と QuickBird の仕様

衛星画像		WorldView-2	QuickBird
分解能	PAN	0.48m	0.61-0.72m
	MS	1.85m	2.44-2.88m
搭載センサー	PAN	400-900nm	450-900nm
	MS	400-450nm(Coastal Blue)	450-520nm(Blue)
		450-510nm(Blue)	520-600nm(Green)
		510-580nm(Green)	630-690nm(Red)
		580-630nm(Yellow)	700-750nm(Red Edge)
		630-690nm(Red)	760-900nm(NIR)
	770-900nm(NIR1)		
	860-1040nm(NIR2)		
打上日		2009年10月	2001年10月
回帰日数		1.1日(1m GSD),3.7日(直下)	1-3.5日
走査幅		16.4km	16.5km
撮影能力		975,000km ² /day	210,000km ² /day

3. Red Edge を用いた植生解析

新しいバンド Red Edge は植生がもつ最小と最大の反射率移行部分に感度があり，植生の健康状態の測定に有効であるといわれている²⁾．従来の正規化植生指数(NDVI)は NIR と Red を利用しているが，本研究では NIR の代わりに Red Edge を利用する新

たな指標として NDVI' を提案し，Red Edge を利用することで，植生と人工物，裸地と植生の分類精度が向上することを確かめる．NDVI' の算出式を式(1)に示す．ここで RE は Red Edge，R は Red である．

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

Fig. 1 に NDVI, NDVI' の算出結果を示す．Fig. 2 に一部拡大した True color, NDVI, NDVI' の画像を示す．Fig. 2 の実線部分は建物，点線部分は裸地であり，1点鎖線の部分は植生である．NDVI と NDVI' は同様に植生部分に高い活性度を示しているのがわかる．しかしながら，NDVI では人工物と裸地，裸地と植生の誤分類が見られた．Fig. 2 上段では，NDVI は裸地と建物の値が近い値を示しているが，NDVI' では大きく値が違う．また，Fig. 2 下段では，NDVI は植生と裸地の値が等値を示しているが，NDVI' では大きく値が違う．このことから NDVI' は植生，建物，裸地の識別効果が高く，より植生に敏感であることが分かった．

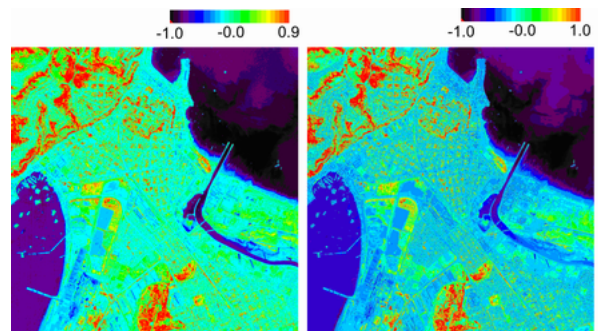
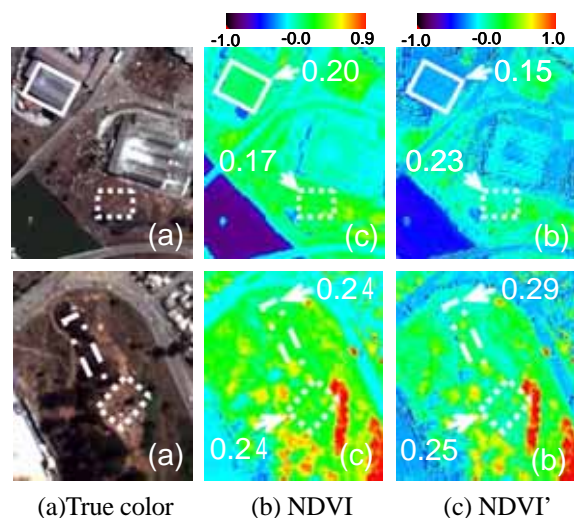


Fig. 1 NDVI(左)と NDVI'(右)の比較



(a) True color (b) NDVI (c) NDVI'

4. Coastal Blue を用いた海洋の懸濁把握

新しいバンド Coastal Blue はもっとも水に吸収されず、澄んだ水の中を透過するスペクトルであるため、海岸線近くの浅深測量に有効と考えられている²⁾。本研究の使用データが2010年のチリ地震直後に観測されたものであることから、チリ地震の津波によって土壌が水域に流出している懸濁状況の把握を Coastal Blue と Blue の2バンドを用いて行った。

Coastal Blue は水域において他のバンドに比べ高い反射率を示すが、水が澄んでいる部分と土壌流出により懸濁している部分の反射率を見ると、浅瀬のでは、懸濁物質と同じ反射率になる。Blue においては波長が長くなる分、水深が深く、澄んでいる程、減衰が早くなり、Coastal Blue よりも反射率が低くなる。このことから、Coastal Blue と Blue のバンド比 (Coastal Blue/Blue) を考えることで水の濁り具合を把握ができると期待される。その算出結果を Fig. 3 に示す。バンド比の値が大きくなるにつれて澄んでいる様子がわかる。Fig. 3 の左下の地上部分は土壌であるが、それが津波によりどのように湾の中に懸濁しているのかが見て取れる。

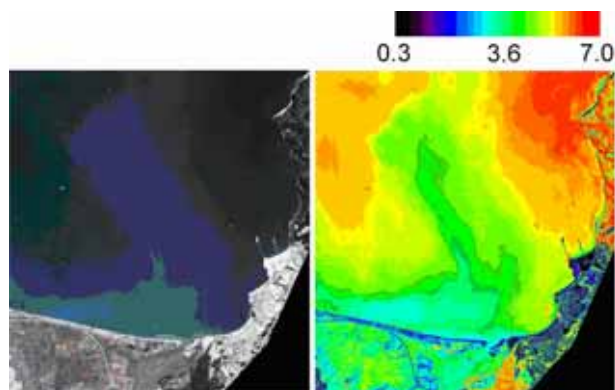


Fig. 3 True color(左), Coastal Blue/Blue の算出結果(右)

5. Yellow を用いた黄葉指標の提案

2010年11月、晴れた日の正午に紅葉の分光放射特性の観測を携帯型分光放射計(EKO: 英弘精機株式会社)MS-720を用いて行った。Fig. 4に、観測データを WorldView-2 のバンド別スペクトル感度分布により8バンドに集約変換した結果を示す。既往の研究⁴⁾と同様に、スペクトルの特徴として、緑葉から黄葉への移行ではクロロフィル分解の影響によりバンド4の反射率が增大している。また、黄葉から橙葉への移行では、タンニン酸生成による可視光帯域 (Band1-6)の反射率の低下、および活性度低下による近赤外帯域(Band7,8)の反射率低下が確認できる。このことから本研究では、Band4-6の反射率に着目し、黄葉検出の指標を提案した。Band X における反射率を $r(X)$ として、Band 4-6 の相対的關係は式(2)で特徴

付けられる。

$$\begin{aligned} \text{緑葉} : r(4) < r(5) < r(6), \text{黄葉} : r(5) > r(4) < r(6) \\ \text{橙葉} : r(4) > r(5) > r(6), \text{枯葉} : r(4) > r(5) > r(6) \end{aligned} \quad (2)$$

式(2)より $r(4) - r(5)$ は黄葉にだけおいて、正值をとり、緑葉、橙葉、枯葉において負値をとることから、 $r(4) - r(5)$ は黄葉をその他の葉から識別する指標となることが期待できる。したがって、 $r(4) - r(5)$ を正規化した黄葉指数 NDYI を提案する。

$$NDYI = \frac{r(4) - r(5)}{r(4) + r(5)} \quad (3)$$

Table 2 に NDYI の算出結果を示す。黄葉においてだけ高い値になり、実際の WorldView-2 画像を用いた場合、他の葉から識別できると思われる。

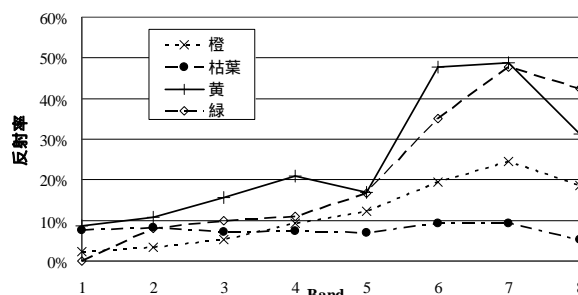


Fig. 4 8バンドに変換後の紅葉過程のスペクトル
Table 2 NDYI の計算結果

	緑	黄	橙	枯葉
NDYI	-0.28	0.11	-0.10	0.02

6. まとめ

本研究では物質の分光放射特性に着目し、光学衛星センサのマルチスペクトルバンド数の増加による地物の識別効果の検討を行った。

Red Edge を用いた植生解析では、従来の NDVI に比べ植生、建物、裸地の識別効果が高いことが確かめられた。Coastal Blue を用いた海洋の懸濁把握では、波長によって水中における減衰が異なる事実を利用して、2010年チリ地震における津波による海洋懸濁を把握した。また、分光放射観測にもとづき、Yellow を用いた黄葉指標を提案し、今後 WorldView-2 画像を用いた黄葉の特定に効果があると思われる。今後さらに、提案した指標の評価を行う必要がある。

参考文献

- 山崎文雄：防災におけるリモートセンシング技術利用の最新動向，土木学会第10回地震災害マネジメントセミナー，pp. 1-12, 2009.
- DIGITALGLOBE: The Benefits of the 8 Spectral Bands of WorldView-2, <http://www.digitalglobe.com/downloads/spacecraft/WorldView2-DS-WV2.pdf>
- DIGITALGLOBE: <http://www.digitalglobe.com/index.php/88/WorldView-2>
- K. Uto, Y. Kosugi, T. Ogata and S. Odagawa: Normalized Wilt Index based on Visible/Near-Infrared Hyperspectral Analysis of Japanese Oak Wilt, Journal of the Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 41 No. 4, pp. 294-309, 2010