

# 生態環境計測学 2017.11.15 の質問・補足

回答者 : 植山

1. NDVI において近赤外線と赤色光の差によって植物量や活性が表現できる原理について説明がほしい。

[Answer]

植物の葉は可視域の光をクロロフィルなどの色素が効率的に吸収すると共に、近赤外の光を反射する特徴を持つ(図 1)。この特徴を利用して、NDVI (Normalized Difference Vegetation Index; 正規化植生指数) は、赤色光(RED)と近赤外光(NIR)の反射率を組み合わせ、以下のように表される。

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

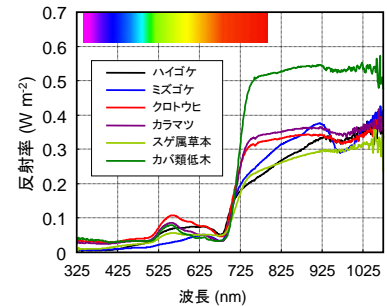


図 1. 夏季アラスカで計測された植物の分光スペクトル反射率

近赤外光の反射率が高く、赤色光の反射が少なければ 1 式の分子が大きくなり、NDVI は 1 に近づく。分母項 (NIR+RED) で割ることで、方位に依存する照射条件の違いを補正している (入射角度により、反射率が異なることを補正している)。分母項で割ることで、NDVI は、-1 から 1 の値をとるようになっている。1970 年代後半に米国海洋大気庁(NOAA; National Oceanic and Atmospheric Administration)の人工衛星に搭載された AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) の運用が始まり、赤色と近赤外域の反射率が世界規模で計測されるようになった。NDVI が広く普及した理由の一つとして、この AVHRR や Landsat などの人工衛星に搭載された分光放射計が、NDVI の計算に必要な分光反射を計測していたことが挙げられる。NDVI を用いれば、このころから蓄積された衛星データを利用することができる。いっぽうで、近年のより高性能な分光放射計から得られる複数の分光反射率を用いた新たな植生指数も多く提案されている。

2. 最大コンポジット法により雲を除去する方法についての説明をもう一度してほしい。

[Answer]

衛星リモートセンシングは宇宙空間から地表面の反射率、放射率を計測するため、エアロゾルなどの大気を混濁する物質や雲などの影響を受ける。特に、可視反射赤外リモートセンシングでは、対象領域に雲がかかると、雲の下の状態を評価することができない。人工衛星は周期的に同じ場所を計測していることが多い（例えば、MODISであれば、毎日の朝夕2回について地球上の全ての場所を計測している）、異なる日や時間に取得した雲のないデータを合成することで雲の影響のない画像を作成することができる。NDVIは、植物の量が多く活性度が高い場所ほど高い値を示す。一方、雲があるとNDVIの値は小さくなる。このことを利用して、最大コンポジット法では、ある期間においてNDVIが最大となっている部分を抜き出して合成画像を作成して雲の影響を除去する。ここで、コンポジットを作成するための期間は、植生が大きく変化しない程度に短くあり、雲の影響が除去できる程度に長くある必要がある。一般に、1週間から1月程度のコンポジットが作成されることが多いが、熱帯域のように季節を通して雲が多い地方では、最適なコンポジット期間を決めることが容易でない。

引用文献

Hall, D., Riggs, G. A., Salomonson, V. V., DiGirolamo, N. E., Bayr, K. J. 2002: MODIS snow-cover products, *Remote Sensing of Environment*, **83**, 181-194.

3. 光利用効率(LUE; Light Use Efficiency)モデルについて、再度、説明をしてほしい。

[Answer]

LUEモデルとは、植物が吸収した光(APAR; Absorbed Photosynthetically Active Radiation)とLUEの積から光合成量を推定するためのモデルである。

$$\begin{aligned} \text{光合成量} &= \text{LUE} \times \text{APAR} \\ &= \text{LUE} \times \text{FPAR} \times \text{PAR} \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、FPARは光合成有効放射吸収率(Fraction of PAR)を表す。一般に、FPARとNDVIの間には関係性があることが分かっているため、NDVIからFPARを推定することができる（ただし、近年では、より高度な手法を用いてFPARが計算されることが多い）。また、衛星データからPARを推定することも可能であるため、衛星リモートセンシングから式2中のLUE以外を評価することができる。LUEは、植物種毎に異なること、また環境要因によって光合成活性が変化することを考慮してモデル化すると、LUEモデルと衛星データを用いた広域的な光合成量の評価が可能となる (Sasai et al., 2005)。観測データが豊富にある生態系を対象にパラメータリゼーションを行い、熱帯林等の観測が少ない地域の光合成速度を類推することが可能であるが、十分な検証や調整がなされていない場合、モデルの精度が保障できないことに注意が必要である。

引用文献

Sasai, T., Ichii, K., Yamaguchi, Y. and Nemani, R. 2005: Simulating terrestrial carbon fluxes using the biosphere model “biosphere model integrating eco-physiological and mechanistic approaches using satellite data” (BEAMS), *J. Geophys. Res.*, **110**, 493-503. G02014, doi:10.1029/2005JG000045.

4. 植物の葉は紅葉時になぜ赤くなるか？

[Answer]

落葉樹の葉は、葉を落とす前に葉に蓄えられた栄養分を幹に転流させる。そのため、クロロフィルなどの緑色の色素がなくなり、カロチノイドやアントシアニンといった色素の濃度が相対的に高くなり赤色や黄色に色づく。詳しくは、下記の参考ホームページを参照のこと。

引用文献

紅葉のしくみ-その観察と実験 2014年11月: <http://www2.tokai.or.jp/seed/seed/seibutsu12.htm>

5. 衛星解析で必要とされる空間解像度はどのくらいか？

[Answer]

何を目的とした解析に利用するかにより必要となる空間解像度は異なる。例えば、周囲、数キロに渡って一様な森林が広がる生態系のモニタリングに対しては、数キロ程度の空間解像で植生のモニタリングができる。一方、空間的に非一様な都市の緑地をモニタリングする場合は、数十 m の空間解像度でも十分でない場合がある。一般に、高解像度の衛星は高頻度の観測ができないため、空間解像度と観測頻度はトレードオフの関係にある。1日に1回程度の観測頻度が必要であれば、現状、利用できる最高の空間解像度は250 m程度である。

6. 色盲の人の分光特性

[Answer]

人は、網膜にある錐体細胞と桿体細胞によって光を感知することで色覚する。これらの細胞のうち一つないし、いくつかが無いか機能しない場合、色覚異常となる。

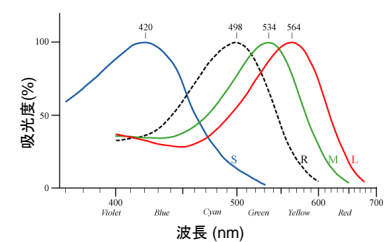


図 2. 人間の錐体細胞と桿体細胞が含む物質の吸収スペクトル (Wikipedia)

引用文献

Wikipedia (<http://ja.wikipedia.org>) 関連キーワード：色覚異常