

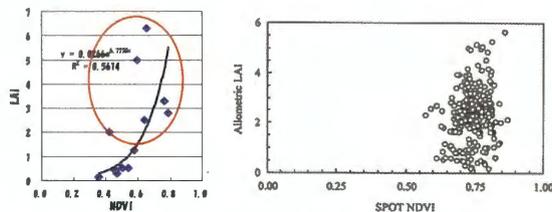
プロジェクトー2

高空間分解能衛星画像を用いた 林分構造因子推定の試み

～葉面積指数の空間分布推定にむけて～

首都大学東京大学院 都市環境科学研究科
(長谷川 宏一・尾身 洋・泉 岳樹・松山 洋)

問題点(既存の植生指標とLAI(地上観測)との関係性)



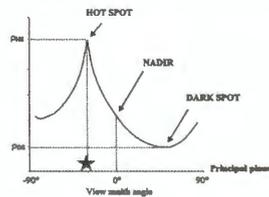
(本研究で使用したデータの一部) (Minna, 2005より引用)

- 植生指標(NDVI)とLAIとの関係には線形性がない。
→LAIが大きい(2以上)場合は推定が難しい。
(成熟した森林はLAI 5~8程度→NDVIと無相関となる場合も)

BRDFの特徴を現す指標HDS (Lacaze et al., 2002)

- 方向別に観測したうち最大反射率をHotspotの反射率, 最低反射率をDarkspotの反射率とすると…

$$HDS = \frac{\rho_{hs} - \rho_{ds}}{\rho_{hs}} \quad \begin{array}{l} \rho_{hs} = \text{Hotspotでの反射率} \\ \rho_{ds} = \text{Darkspotでの反射率} \end{array}$$

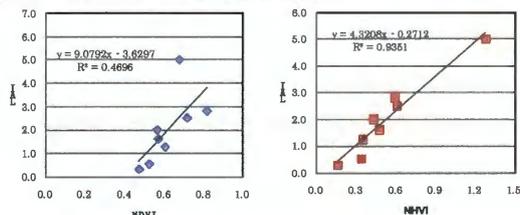


- HDS; 植生の三次元的な構造によってできる陰影と関係が深い。

新植生指標NHVIの有効性

$$HDS(NIR) \times NDVI = \text{Normalized Hotspot signature Vegetation Index}$$

カナダ北西部における, LAI実測・多方向放射観測の結果(夏季)でNHVIとLAIの線形性を実証した。



HDSは葉面積指数推定のためのNew factorとして有効である。

はじめに... 共同利用研究の目的



Improving the estimation of leaf area index by using remotely sensed NDVI with BRDF signatures

Kouiti Hasegawa^{1,2*}, Hiroshi Matsuyama³, Hayato Tsubokami¹, Tatsuo Szwed⁴

¹ Department of Geography, Tohoku International University, 1-1 Minami-Ohira, Misaki, Shiro 982-8507, Japan
² Department of Urban, Environmental and Safety Engineering, 1-7-1 Dancho, Shirohata, Shiro 982-8507, Japan
³ Department of Agriculture, Shiro University, 3-4-7 Toranai, Misaki, Shiro 982-8501, Japan

葉面積指数の広域推定のため、多方向放射観測データ(BRDFデータ)を用いた新たな植生指標を開発し、その運用に向けたアルゴリズムを作る。

葉面積指数(LAI): 単位面積当たりの葉の片面表面積の合計
光合成量・蒸発散量と関係が深い

新指標の概念

BRDFデータから算出される(New factor)をNDVIに乘ずる

$$HDS(NIR) \times NDVI = \text{Normalized Hotspot signature Vegetation Index}$$

$$Le = La \times \Omega \quad (\text{Chen et al., 1997より})$$

Le=LAI-2000で測定したLAI(計算アルゴリズムの中で「均一でランダムな葉の分布」を仮定)

La=直接推定(伐倒調査)によるLAI

Ω =Clumping Index(幹の周りへの葉の集中度合いを表す)

$$fAPAR = 1 - \exp(-k \cdot LAI) \quad (\text{Sellers, 1985より})$$

NDVIとLAIとの関係は、上記のfAPARとLAIとの関係式を論拠にしている。(K=1の時「均一でランダムな葉の分布」を仮定) K: 葉の空間分布の様子を表す関数

新指標の概念(先行研究からの考察)

$$HDS(NIR) \times NDVI = \text{Normalized Hotspot signature Vegetation Index}$$

相関関係が認められる(Lacaze et al., 2002)

$$Le = La \times \Omega \quad (\text{Chen et al., 1997より})$$

Le=LAI-2000で測定したLAI(計算アルゴリズムの中で「均一でランダムな葉の分布」を仮定)

La=直接推定(伐倒調査)によるLAI

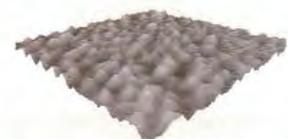
Ω =Clumping Index(幹の周りへの葉の集中度合いを表す)

$$fAPAR = 1 - \exp(-k \cdot LAI) \quad (\text{Sellers, 1985より})$$

NDVIとLAIとの関係は、上記のfAPARとLAIとの関係式を論拠にしている。(K=1の時「均一でランダムな葉の分布」を仮定) K: 葉の空間分布の仕方を表す関数

本年度の研究の目的

高空間分解能衛星画像からHDSを推定する方法を検討する。(現在、HDSを算出するためのBRDFデータを直接観測できる衛星はない)



高空間分解能衛星画像

植生表面の輝度の分布から植生表面の凹凸を再現することが可能

HDS... 植生の日向葉・日陰葉の割合と関係が深い

本年度の研究の概要

高空間分解能画像から算出した「テクスチャ特徴量; Contrast」

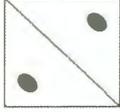
この相関関係を検討する

HDSと相関関係が認められる「Clumping Index」
(地上観測にて広域に測定)

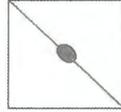
テクスチャ特徴量「Contrast」とは？

輝度の空間分布パターンを特徴量として算出したもの。
(近接するピクセル間への濃度変化の確率を行列化した同時生起行列から算出)

Contrast大

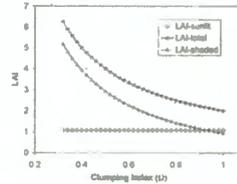


Contrast小



HDSを推定する方法の検討 (論理的考察)

- HDSは日向葉・日陰葉の割合と関係が深い
- テクスチャ特徴量の中でもContrastはピクセル間の濃淡の差を表す指標であるので、HDSと関係が深いと考えられる。



(Chen et al., 2003 より引用) ※今回は太陽の入射方向と同じ方位のピクセルとのContrastを計算

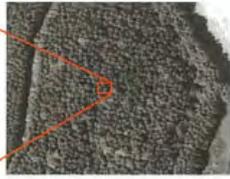
使用した衛星画像

高空間分解能PAN画像



EROS-B (イスラエル)
地上分解能0.7m
パンクロマティックセンサ
飛来日2009年9月21日

オフナディア角 7.4°



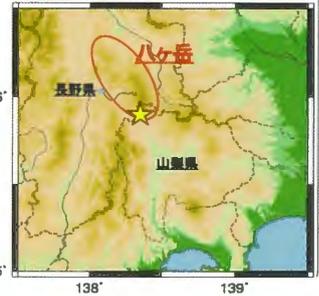
樹冠

衛星と同期した現地調査

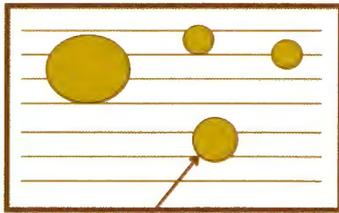
- 対象: 山梨県北杜市小淵沢町付近の施業状態の異なるカラマツ林 (7林班)
- 調査項目: 全天写真・樹高・Clumping Index



カラマツ林



Clumping Index (幹の周りへの葉の集中度) の測定方法



Sun fleck (木漏れ日)

25m x 7本のラインを取り、林内のSun fleckを測定 (快晴時)

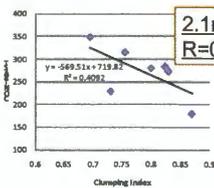
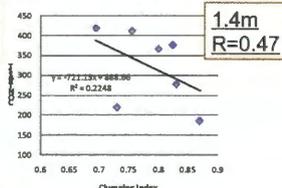
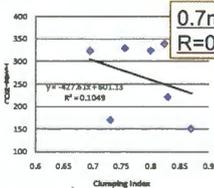


EROS-B画像のピクセルサイズを調整して Contrastを算出

- ピクセル内の平均値を計算してリサイズ。
- テクスチャ特徴量は通常隣り合うピクセル間の濃淡で計算するので、隣り合うピクセルの濃淡が「樹冠の日向部・日陰部に相当するようにリサイズした。」
(今回対象としたカラマツの樹冠サイズ...2.5~5.0m)

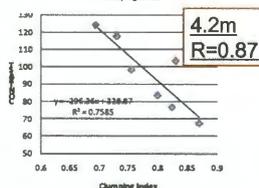
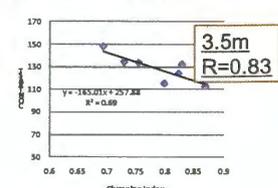
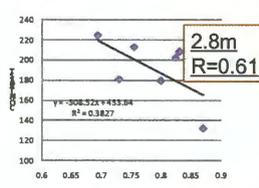


結果 ContrastとClumping Indexの関係



空間分解能0.7m~2.8mの画像から算出した ContrastとClumping indexの間には統計的に有意な相関関係が見られない。(同じ樹冠 or Gap内の濃淡を見ている)

結果 ContrastとClumping Indexの関係



3.5mでは5%で有意
4.2mでは1%で有意

ContrastとClumping indexには統計的に有意な相関関係が見られた。

まとめ ～ContrastとClumping Indexの関係～

- ピクセルサイズを変えながらテクスチャ特徴量; Contrastと Clumping Indexとの関係を検証したところ, 樹冠サイズとほぼ同じ空間分解能を持つ画像から計算した Contrastと Clumping Indexとの間に相関関係が見られた。

→植生の構造によってできる日向部・日陰部の割合がテクスチャ特徴量 Contrastでうまく表現された可能性がある。

- HDSと Clumping Indexの間に相関関係があるため, 論理的考察から, ContrastからHDSを推定できる可能性がある。