

二方向反射率を用いた半乾燥草原における衛星植生指数の高精度化

CeRES環境リモートセンシングシンポジウム

2007年2月28日

二方向反射率を用いた半乾燥草原における衛星植生指数の高精度化

千葉工業大学
松島 大

二方向反射率を用いる理由と研究目的

- NOAA-AVHRR, MODISなど毎日データ取得可能な衛星センサーがたくさん存在
- しかし、実際には1週間～10日程度のコンポジットデータを使う場合が多い(これはもったいない)
- 上記の衛星は測定天頂角が大きく、二方向反射特性によって、反射率と植生指数が変化
- モンゴルのような草原は特に降雨後の短い期間に植生の変化が大きい



二方向反射率特性を利用して、植生指数の日々変化を再現

内容

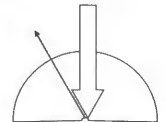
- 研究の背景と目的
- モンゴル草原・森林における二方向反射率の地上観測
- 観測地の反射率モデルへの当てはめ、パラメータチューニング
- モデルによる衛星(MODIS)NDVI値補正、及び誤差の検討

二方向反射率の定義

半球一方向反射率

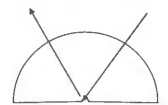
入射: 半球で積分された放射フラックス

反射: ある方向への放射輝度



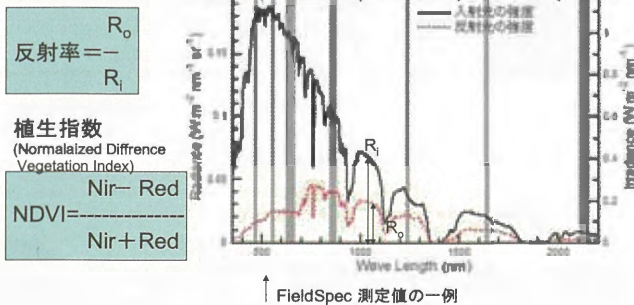
二方向反射率

入射も反射も半球内の任意の方向



反射率と植生指数の定義

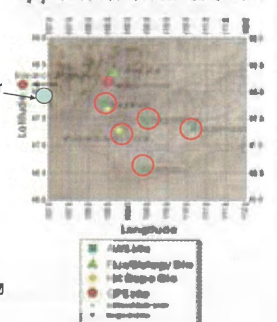
MODIS bands → 青 459-479 赤 620-670 近赤外Nir 841-876 近赤外 1230-1250 近赤外 1628-1652 近赤外 2105-2155



地上分光観測概要と解析対象

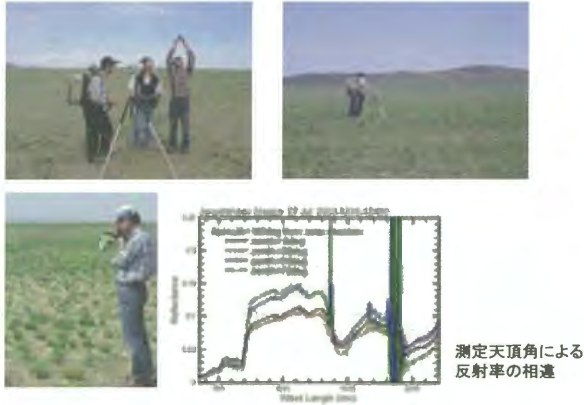
- 機器: 分光放射計 FieldSpec Pro (350-2500nm, 分解能10nm)
- 観測期間 2003/6-10月, 2005/8月
- 観測場所 図の5地点付近の草地
 - 裸地
 - Ulaanbaatar
- 測定角
 - 天頂角: 0, 30, 50, 70度, 半球
 - 方位角: 太陽方位を基準に8方位
- 測定視野角 8度
- 解析対象 74例(裸地11, 草地63)

Upper Kherlen River Basin



北東アジア植生変遷域における大気・水圏・生物圏の相互作用(RAISE)の一環としての観測

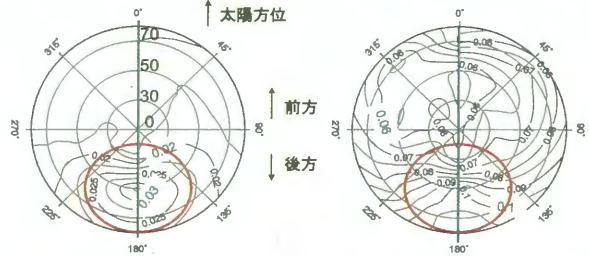
観測風景と反射率の測定値



半球-方向性反射率の角度分布

- 後方散乱が大きい
 - 直達光を含む面に対する対称性
- (25 Aug 2003, 1112-1140MST, steppe, BGN)

青 470-490nm 近赤外 840-870nm



二方向反射率モデルの適用

- Rahman et al. (1993) Privette et al. (1997) によると、10数個の同様のモデルで出来がよいモデルの一つ

$$\rho(\theta_s, \theta_v, \phi) = \rho_0 \frac{\cos \theta_s^{k-1} \cos \theta_v^{k-1}}{(\cos \theta_s + \cos \theta_v)^{k-1}} F(g) [1 + R(G)]$$

$$F(g) = \frac{1 - \Theta^2}{[1 + \Theta^2 - 2\Theta \cos(\pi - g)]^{1.5}}, R(G) = \frac{1 - \rho_0}{1 + [\tan^2 \theta_s + \tan^2 \theta_v - 2 \tan \theta_s \tan \theta_v \cos \phi]^{1/2}}$$

θ_s, θ_v, ϕ はそれぞれ入射天頂角、反射天頂角、入・反射光路間の方位角

未知パラメータ: ρ_0, k, Θ → 最適化アルゴリズム(シンプレックス法)により推定

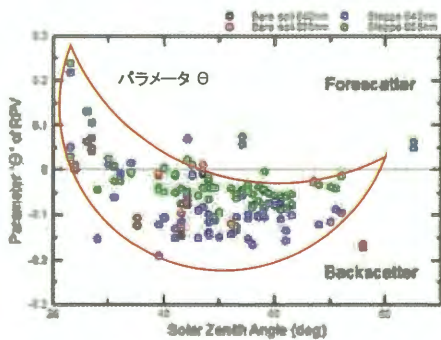
- Dymond et al. (2001) → はるかに出来が悪かった
- Roujean et al. (1992)

半球-方向性反射率の日変化

- 測定天頂角の大きい部分で顕著(26,27 Jul 2003, steppe, JGH)



パラメータの太陽天頂角依存

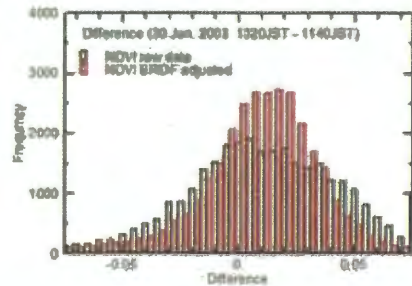


植生指数の補正

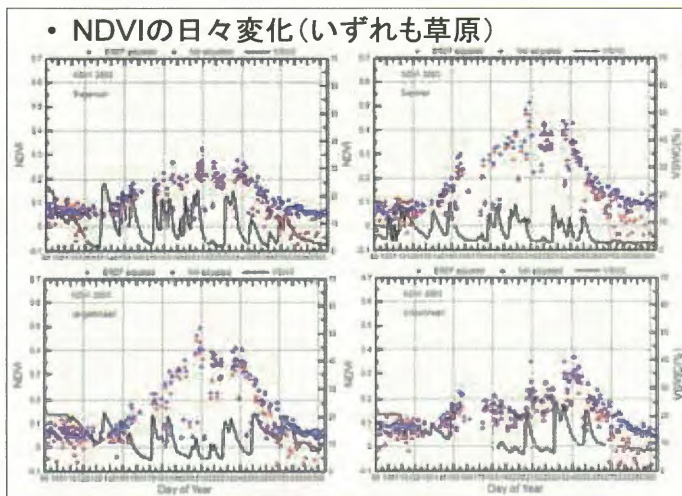
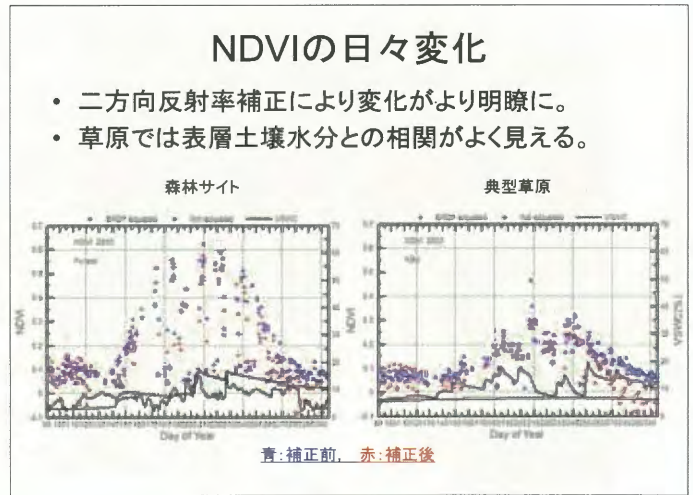
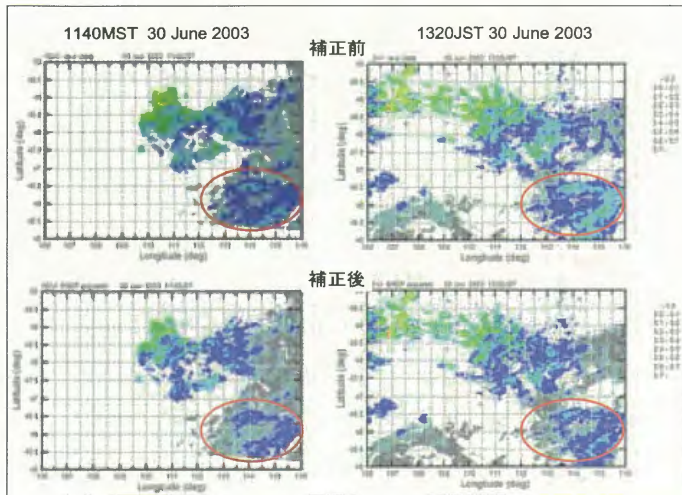
時刻 測定天頂角

1140MST 30 June 2003 50-63°

1320MST 30 June 2003 30-63°



RMSE
NDVI raw 0.040
NDVI adj. 0.032



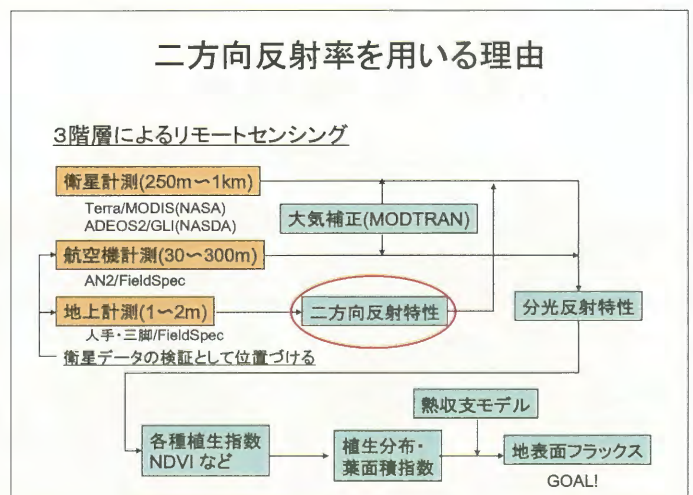
まとめと今後の課題

- 地上観測値のモデルへの当てはめ。衛星NDVIの補正。
 - (1) Rahman et al.(1993)のモデルが最もよく当てはまる。
 - (2) 太陽天頂角に依存するパラメータがある。
 - (3) RMSEを2割ほど削減。
- 今後の課題
 - (1) 成長期以外(冬季)の誤差が大きい。
 - 裸地と枯葉では二方向反射特性が異なっている?
 - (2) 典型草原以外(ゴビなど)での二方向反射特性の相違
 - (3) 詳細な日々変化の利用(気象・土壌水分との比較等)

各パラメタリゼーションの特徴

モデル名	多重散乱	hot spot	対称性	収束性
Dymond(WAK)	○	○	あり	×
Rahman(RPV)	×	○	あり	○
Roujean(RJL)	×	×	なし	○

多重散乱: 地表面と大気間の多重散乱
 hotspot: 直達光の前・後方で特に反射が強い角度
 対称性: 直達光の光路が含まれる面に対する対称性
 収束性: simplex法(逐次近似法の一つ)によるパラメータ推定の収束の速さ

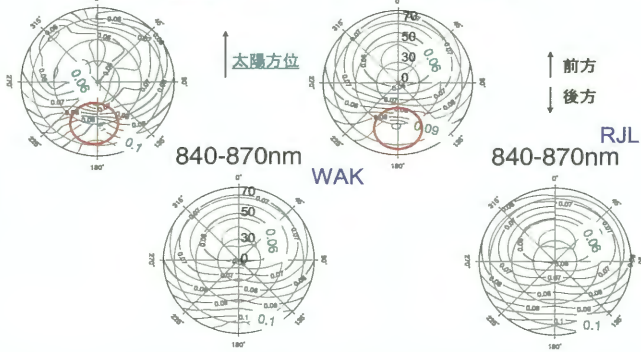


観測とパラメタリゼーションとの比較

後方散乱がよく表されている。RPVが最も一致がよい。

840-870nm 観測

840-870nm RPV

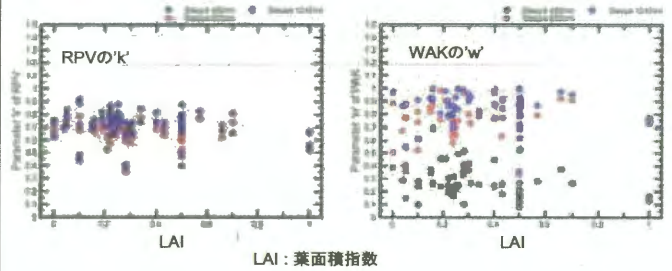


パラメータの規則性

左図(RPVの'k')のようにある程度まとまっていると、右図(WAKの'w')に比べて他の例にも適用しやすい。

RPVの'k': 植生の構造による光路長の天頂角依存性の度合いを決める

WAKの'w': 反射率の2倍



植生指数(NDVI)の日変化?!

・ 太陽天頂角による日変化: 草の生長はほとんど無いはずなのに...

