カラマツ林における方向別反射特性の季節変化と日変化

P2007-2, P-14

カラマツ林における方向別反射特性の季節変化と日変化

～光合成モデルに必要な樹冠構造パラメータの推定に向けて～

共同利用研究者 松山 洋（首都大 都市環境） 代理発表：長谷川宏一 担当教員 本多嘉明・梶原康司

[はじめに]

方向別反射特性…一つの物体を多方向から放射観測（多方向放射観測）することにより，地表面の凹凸が引き起こす不均一な散乱を捉えたもの（Bi-directional Reflectance Distribution Function）

Heiskanen,（2006）：衛星センサ：MISRのデータを用いて，BRDFが樹高や植被率の推定に有用であることを実証。

Chen et al.（2003）：HotspotとDarkspotの反射率から計算される指標HDSを用いて，植生の日向葉・日陰葉の割合を推定し，それをパラメータとした光合成モデルを作成。

長谷川ほか（2007）：多方向放射観測から計算される指標HDSと植生指標NDVIを用いて葉面積指数を推定する手法を提案。

光学センサを用いたBRDF観測は，次世代のリモートセンシング技術として強い期待！！

（問題点）

森林を対象にした多方向放射観測には大規模な施設が必要であり，同一地点で様々な植物季節にこれを行った例は無い。

⇒実測研究が少なく，BRDFを用いたモニタリングを行う上で基礎的な知見があまりに少ない。

BRDF観測の条件
- 快晴に近い晴天時である（雲の影響を防ぐ）
- 一様な森林の上に十分な高さに出る
- 短時間に観測角度を変え観測を行う（観測時間中の太陽高度の変化を防ぐ）

図1 八ヶ岳カラマツ林に構築したタワー型多方向放射観測システムの概要

本研究の目的

八ヶ岳に構築した多方向放射観測システムを利用し，各植物季節のカラマツ林の方向別反射特性を測定する。そして以下の二点を明らかにする。

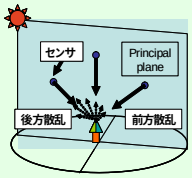
①方向別反射特性の日変化：観測時の太陽高度が与える影響（モデル上でシミュレーションされているが，実測例は無い）（一日のうち複数回観測）

②方向別反射特性の季節変化（まったく知見が無い）

2007年4月～11月 計12回の観測を実施

[結果・考察]

多方向放射観測を行うと前方散乱方向では，植生面の陰影を多く捉え，反射率は低くなる。一方，後方散乱方向で，特に太陽天頂角と観測角度が一致するアングルでは，日向葉のみを捉え，反射率は高くなる。本発表では，BRDFの特徴を記述するため，前方散乱方向と後方散乱方向を結ぶ面（principal plane）の反射率を示す。またBRDFの特徴を表す指標として，Lacaze et al.（2002）で提案されたHDSの日変化・季節変化（落葉期）について示す。HDSは植生を多方向から放射観測した際，最も高い反射率（Hotspotの反射率）と，最も低い反射率（Darkspotの反射率）から下の式で計算される指標である。



$$HDS = \frac{(\rho_{HS} - \rho_{DS})}{\rho_{DS}} \qquad \rho_{HS} = \text{Hotspotの反射率} \qquad \rho_{DS} = \text{Darkspotの反射率}$$

結果1 方向別反射特性の日変化

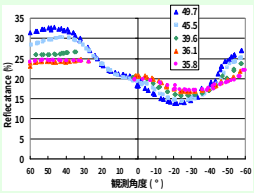


図2 方向別反射特性の日変化（9月20日；盛夏）

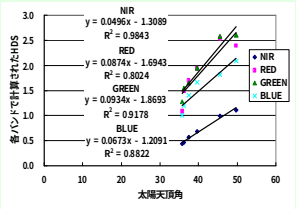


図3 HDSの日変化（観測時太陽天頂角との関係）

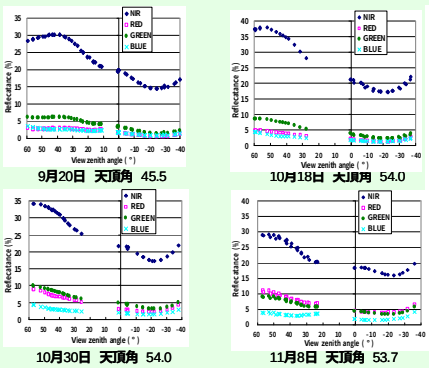
①BRDFは観測時刻に依存して変化し，観測時の太陽天頂角が小さくなればHotspotの反射率は減少し，Darkspotの反射率は増加した。

②指標HDSの値と観測時の太陽天頂角には線形の相関関係が見られた。

⇒多時期・多地点のBRDFを比較する際は，観測時の太陽高度条件をそろえるか，もしくはモデルを用いて太陽高度条件をそろえる必要がある。

結果2 方向別反射特性の季節変化

（観測データの中から観測時の太陽高度条件が54°のものを選出し，晩夏～晩秋にかけHDSの季節変化を検討した）



9月20日 天頂角 45.5

10月18日 天頂角 54.0

10月30日 天頂角 54.0

11月8日 天頂角 53.7

図4 カラマツ林における各植物季節（晩夏～落葉期）の方向別反射特性

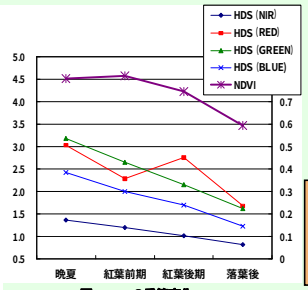


図5 HDSの季節変化

①夏から秋にかけてHDSの値は減少していき，BRDFには季節依存性があることが分かった。

②晩秋において葉が落ちても幹や枝が作る陰影が存在するため，植生のBRDFの特徴（強い後方散乱と弱い前方散乱）は存在した。

⇒多時期・多地点のBRDFを比較する際には，観測時期を同じ季節（植物季節）にそろえる必要がある。

[今後]

- 特に太陽高度条件の変化に注目したBRDFモデルとの比較（Lacaze and Roujean 2001,G-function and HOt SpoT reflectance model）
- 高空間分解能衛星への応用（パンクロ画像を利用してHDSを推定する）