

Leaf Area Index (LAI)

LAIの説明

1.はじめに

葉面積指数(LAI)とは、植生群落の単位地表面積(例えば1m²)あたりの葉の投影面積の総和として定義されます。それ故m²/m²という無次元の単位を持つ指標です。植生の放射吸収、光合成・蒸散量、炭素吸収能力などを示す重要な指標として広く利用されています。従来からの手法として対象区画に存在する全ての葉を刈り取り、その総面積から求める刈取り法が挙げられます。この方法は確かな指標で有る一方で、労力を強い、破壊を伴う手法でもあり、特に破壊が問題になることが多いです。非破壊的手法では光学的な方法があり、群落を通して地面へ透過する放射の測定値から導くLi-Cor社LI-2000、Delta-T社Sunscan、Sunfleck Ceptometer、または魚眼レンズとカメラを使った群落下層での全天写真などが挙げられます。これらは光学的とは言え、モノクロによる明暗の比を計測しているの、実際のところは植物面積指数(PAI; 単位地表面積あたりの葉、枯れた葉、枝、幹の投影面積比)を計測しておりLAIとは言えません。かつ、自動的な連続測定が難しいという問題が残っています。

2. 可視/近赤外のクロロフィル応答を利用した被覆率の計測手法

ほとんどの植物の葉は波長400-700nmの可視域の放射(PAR)を吸収することで光合成を行っています。一方、700-1000nmの近赤外域の放射(NIR)は利用されず、ほとんどが透過・反射されます。図1.このような生きた葉、もしくはクロロフィル独特の分光的な特徴を利用すると、植生の被覆率を得ることができます。

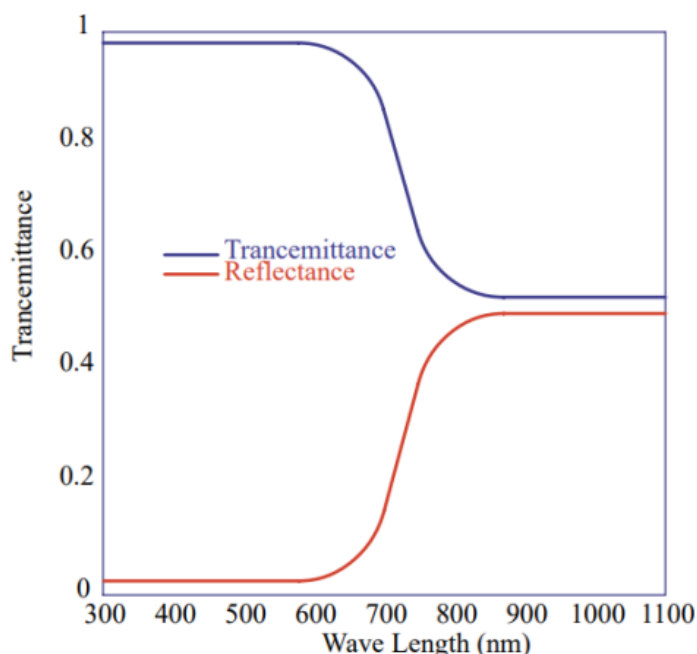


図1.
葉の透過スペクトルの模式図
Transmittance; 透過
Reflectance; 反射

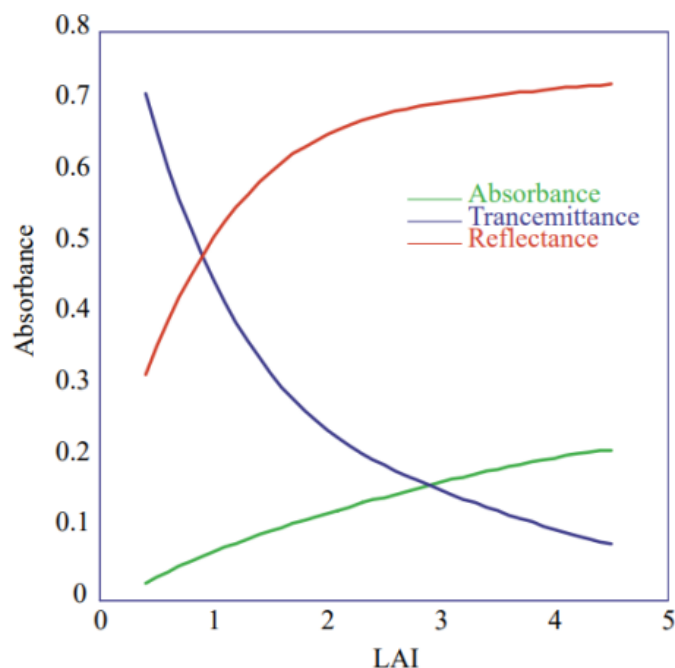
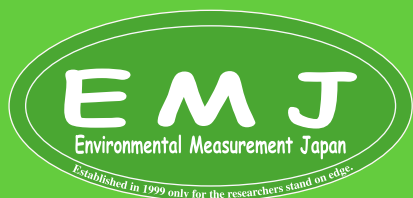


図2.
LAIと吸収、透過、反射スペクトルの模式図
Absorbance; 吸収

群落からの反射放射を利用した正規化差植生指数(NDVI)があります。この手法は植物の被覆率の測定には適していますが、葉が重なるにつれて群落表面からの反射率が飽和し、あまり変化しなくなります。また、植生の背景となる土壌からの反射が大きく影響し、対象範囲の裸地土壌の割合、土壌の性質や水分状態、さらにササなどの下層植生の有無によってNDVIが大きく変動してしまいます。つまり平面的な被覆率は得られますが、立体的なLAIは得られないのです。



Environmental Measurement Japan

日本環境計測株式会社

〒811-0215

福岡県福岡市東区高美台二丁目52番42号

TEL:092-608-6412

FAX:092-985-7844



Leaf Area Index (LAI)

LAIの説明

3. 分光光学的LAIの計測手法

上記NDVIの場合は反射率を利用しましたが、葉の透過を利用した手法がMIJ-15LAITypell/K2もしくはMIJ-15LAI/Pによる方法です。反射と比較して2つの利点があります。1つはLAIの増加に対して飽和しにくいこと、もう1つは、下から植生を見上げた場合、その背景は土壌や下層植生ではなく、天空となり、NIR/PARの比率が、季節や気象条件によらず極めて一定に保たれているということ。の2点です。

4. MIJ-15LAITypell/K2によるLAIの計測とその注意事項

MIJ-15LAITypell/K2ではデータロガーを接続して、定点観測する場合に適しています。PAR,NIRの電圧出力なので、物理量への換算はセン

サーに記載されている係数を用いてください。またLAIへの換算は以下の式を使ってください。ただし、この式は落葉広葉樹に対する換算式なので、針葉樹、低生植物などでは誤差を生じることがあります。厳密に計測するときには変換式を作成し直す事をお奨めします。

$$LAI=2.80\ln(NIR/PAR)+0.69$$

ln : 自然対数

NIR : 近赤外(700~1000nmの範囲)

PAR : 光合成有効放射(400~700nmの範囲)

Kume et al. (2011) J Plant Res 124 :99_106.

樹冠のクロロフィルによる太陽光の反射と吸収作用が生じ、結果的に林冠下に到達する2種類の光を計測すればLAIが算出できる事実を実測値から導いた式になります。またここではサンフレックや太陽高度(太陽の角度)の影響を減じるためにセンサーを定置に設置し、連続測定を行い、日平均値を有効とする段取りを前提としています。センサーが動かなくても太陽が動くので、ライントランセクト測定と類似の効果が得られるのです。逆に表現すればこの使い方が出来るLAIセンサーはMIJ-15LAITypell/K2だけで、その優位性が目立つ計測の手法です。一般的に林冠の植生構造は複雑なのですが、そのLAIの代表値を得ることが可能になります。データの解析時には午前10時から午後3時頃までの測定値を積算平均して一日の代表値としていただくと最適です。

5. 対象とする植物に適したLAI変換式の作成

落葉広葉樹の式は上記の式で十分なのですが、それ以外の植生を正しく計測するには変換式を新たに作成した方がよい結果に繋がります。一番確実なのは刈り取り法を行いつつ、MIJ-15の計測を行い、プロットを作成して回帰曲線を得る方法です。もう一つは葉を直接センサーの拡散板に張り付けて、1枚、2枚、3枚と増やしていったときのプロットを得る方法です。この場合は、晴天時、三脚に固定したセンサーの向きを太陽光に向け、葉を乗せて計測すると多くの枚数のデータが得られ、その分広範囲なLAIの変換式を作成できます。

6. 参考文献

Kume et al. (2010) 九州大学演習林研究発表会林床設置型LAIセンサーの開発

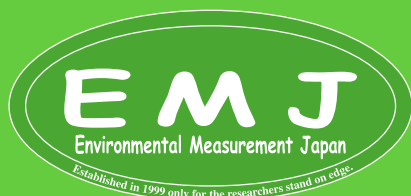
Kume et al. (2011) J Plant Res 124 : 99_106.

Kume et al. (2013) 森をはかる 68 : 39_40.

分光光学的LAIセンサー

MIJ-15LAITypell/K2 : <https://environment.co.jp/leaf-area-index-meter-lai>

MIJ-15LAI/P : <https://environment.co.jp/lai-leaf-area-index-analyzer>



Environmental Measurement Japan

日本環境計測株式会社

〒811-0215

福岡県福岡市東区高美台二丁目52番42号

TEL:092-608-6412

FAX:092-985-7844

