

# Leaf Area Index Sensor MIJ-15LAI TypeII/K2

Measure True LAI not PAI (Plant Area Index) !!  
分光式葉面積指数センサー MIJ-15LAI TypeII/K2



## <解説>

葉面積指数(Leaf Area Index、以下LAI)の測定法には、直接的な推定法と間接的な推定法があります。前者は刈取法やリタートラップ法があり、後者はカメラと魚眼レンズを用いた全天写真を利用する方法や、葉の量と光の減衰に関する光学的な仮定に基づいた方法があります。

最近のトレンドではプラントキャノピーアナライザという名称で海外の複数社から販売されています。それらの測器で採用されている測定原理は、キャノピー内外の光量比を検出するもので、全天日射下のデータとキャノピー下のデータを同時比較しなければならず、内外光の絶対値を元に算出する方法であり、太陽光の方位角にも依存するため、これらを理由に比較的日射強度が安定した曇天時、かつ同一太陽高度に手動で計測するという手法でした。また、枝や枯葉もLAIに算出してしまふPAIの測定に留まっており、その誤差要因も無視できませんでした。

PAR(400-700nm)とNIR(700-1000nm)が葉内のクロロフィルにより反射、吸収を受けたとき、その透過光の比がLAIに相関を持つという関係、つまり分光による計測方法(特許第JP5410323 B2 2014.2.5)を採用しました。天候にかかわらず安定してLAIやキャノピーの葉による光合成有効放射(PAR)吸収率を計測する事が可能で、キャノピー外に対象センサーを設置することなく、本器をキャノピー内に設置するだけで連続したデータを得ることが可能です。本器をデータロガーと共に設置するとLAIの年変化を無人で定置計測できますし、ポータブル型を使えば持ち歩きながら広範囲での計測を行うことも可能です。

## <特徴>

- 枯葉、枝、幹などを含むPAIではなく、クロロフィルを含む部位のみに反応する真のLAI計測
- 樹冠を透過した光を180度視野角で、かつワイドバンドPAR=400-700nm、IR=700-1000nmで計測し、PARとIRの強度比がLAIに相関を持つ関係を採用した世界唯一のセンサー

## <仕様>

測定範囲	0~5,000 $\mu$ E
出力	電圧 (校正係数を###.## $\mu$ E/mVの表現でラベルに記載)、代表感度PAR/10mV@2300uE, NIR/5mV@1300uE
LAI演算式	LAI=2.80ln(NIR/PAR)+0.69* 出荷時にこの式を入力しています。*Kume et al. (2011) J Plant Res 124 : 99_106.
温度特性	< $\pm$ 0.1%/DEG
計測単位	PARとNIRは $\mu$ E ( $\mu$ mol $\cdot$ S <sup>-1</sup> $\cdot$ m <sup>-2</sup> )、LAIは無次元
応答速度	0.2 uSec
入射角特性	< $\pm$ 1.5% at 0~79° (<-50%Peak at 80~89°)
回転角特性	アジマスエラー : < $\pm$ 0.5% over 360° at 60° elevation
主要素材	筐体 : A5052、被覆 : アルマイト、拡散板 : PTFE
使用温度範囲	-40~80°C
形状	126(W), 60(D) $\times$ 49(H)
重量	約500g
ピンアサイン	白/出力+, 黒/出力-

## <標準品及びオプション>

センサー本体	MIJ-15LAI型式/K2 (5mケーブル付属)
中継ケーブル5m	MIJ-14CCA(両端にオス&メスコネクタを装備)

## <税別定価>

MIJ-15LAI TypeII/K2	¥190,000
MIJ-14CCA中継ケーブル5m	¥5,000

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  
電話 : 092-608-6412  
FAX : 092-985-7844  
www.environment.co.jp

## <LAI Leaf Area Index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1 m<sup>2</sup>) 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m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>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、群落を通過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ため、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400-700 nm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、700-1000 nm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。

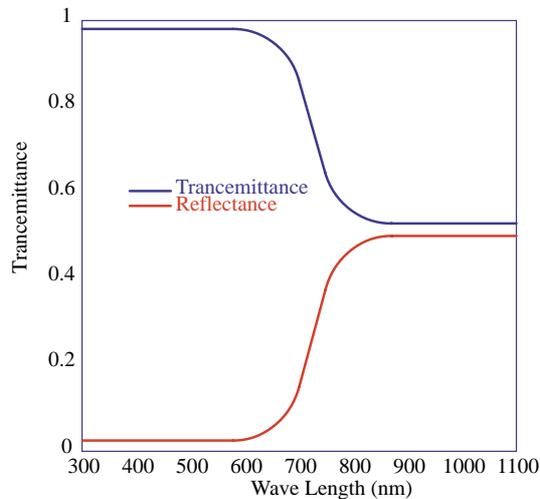


図1. 葉の透過スペクトルの模式図  
Trancemittance;透過  
Refrectance;反射

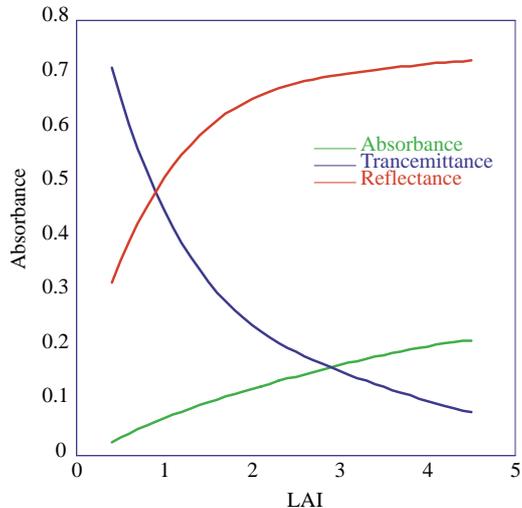


図2. LAIと吸収、透過、反射スペクトルの模式図  
Abrorbance;吸収

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。

### 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-15LAI Typell/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-15LAI Typell/K2によるLAIの計測とその注意事項

MIJ-15LAI Typell/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.

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  
電話 : 092-608-6412  
FAX : 092-985-7844  
www.environment.co.jp

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-15LAI Typell/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良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.

*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  
電話 : 092-608-6412  
FAX : 092-985-7844  
www.environment.co.jp