

のり面植生の分光反射特性の変化についての研究

日大生産工(院) ○大木 高公 日大生産工(院) 磯部 茉莉
日大生産工 大木 宜章 日大生産工 坪松 学

1 はじめに

緑葉の分光反射特性には次のような特性のあることが知られている。すなわち、吸収域が紫外域から 500nm まで、及び、680nm にある。又、反射域が 500nm から 600nm の間、及び、680nm から近赤外域にある。⁽¹⁾ このことは、可視光領域ではクロロフィルを主とする、色素による吸収が大きく、また葉の組織の内部反射によって、近赤外域の反射率が大きくなるためと考えられている。⁽²⁾

すなわち、クロロフィルを主体とする色素による植物の光合成に有効な波長域の光を吸収し、それ以外の波長域の光を反射しているものとされている。⁽¹⁾

また、緑葉が秋期に色彩変化する現象は、秋期の生理変化に伴って、植物色素の生成、分解により、樹葉の光吸収特性が変化する結果、分光反射スペクトルが変化するためであり、この変化を人間が視覚によって色彩変化として認識していることになる。

なお、秋期の黄葉では光合成機能領域である 680nm 付近の波長の吸収が非常に低下するとされている。⁽¹⁾

2 測定装置

今回 Ocean Optics 社製の USB2000 を利用して分光特性を測定した。

(1) 分光器の主な仕様

① ディテクタ

2,048 素子リニアシリコン CCD アレイ

② ディテクタ検出可能範囲

200～ 1,100nm

③ データ出力範囲

340～ 1,025nm

④ 波長分解能

0.3～

⑤ 積算時間

3msec～65sec

一般に使用されている分光器は出射光として単一波長（単一検出器）を取り出すものである。一方、CCD 素子のように多素子で構成される検出器は Fastie-Turner 型や Creray-Turner 型を使い、これらでは広い波長に対応できる。本研究で使用する USB 2000 は Creray-Turner 型で構成されている。

CCD には 2,048 素子が使われている。最大クロック周波数が 2MHz であるため、全



図一 1 観測に用いた分光器 USB2000

素子のデータを転送するためには、1 ms 以上の時間が必要である。パソコンで制御した状態では、転送時間はゲート時間に依存し、ゲート時間 300ms では転送時間は 7.2ms となる。ゲート時間が短くなると共に転送時間も短くなる。又、信号強度とゲート時間には比例関係があるので、測定対象の光量が飽和する場合、あるいは弱い場合にはゲート時間で調整可能である。

回析格子には、大別して、ホログラフィ型とブレード型がある。本研究で使用する USB2000 にはブレード型が使用されており、これはホログラフィ型と比べて、狭帯域低分解能であるものの、高い回析効率が得られるという特長がある。

(2) 測定対象

測定対象は常緑（寒地）型の草本類である。この植生は冬でも枯れずに緑を保っている種類である。この植生選定の主な条件は次のとおりである。

$$S_{ij} = \sum_j (n_{ij} + n_{ij-1}) \times (\lambda_{ij} - \lambda_{ij-1}) / 2$$

$$j=1025$$

$$S_{i,o} = \sum_{j=340} (n_{ij} + n_{ij-1}) \times (\lambda_{ij} - \lambda_{ij-1}) / 2$$

$$j=680.06$$

$$S_{i,c,h} = \sum_{j=679.72} (n_{ij} + n_{ij-1}) \times (\lambda_{ij} - \lambda_{ij-1}) / 2$$

$$j=430$$

$$S_{i,v} = \sum_{j=380} (n_{ij} + n_{ij-1}) \times (\lambda_{ij} - \lambda_{ij-1}) / 2$$

$$j=490$$

$$S_{i,b} = \sum (n_{ij} + n_{ij-1}) \times (\lambda_{ij} - \lambda_{ij-1}) / 2$$

- ① 施工後の維持管理を減らすため草丈の低い種類であること。
- ② 冬に枯れる種類は火災の危険性があるため避ける。
- ③ 冬に枯れる種類は見栄えが悪いため景観性の面から避ける。

(3) データの範囲

測定装置のデータ出力範囲から、データについて次のように考えた。

- ① 樹種判別、活性度の判別が人間の視覚によってなされてきたことから、植物の可視波長域における反射特性についての資料を得ること
- ② 紫外域、及び、近赤外域のデータも活用する。

(4) 測定結果の定量化

まず、 S_{ij} を次のように定義する。
すなわち、

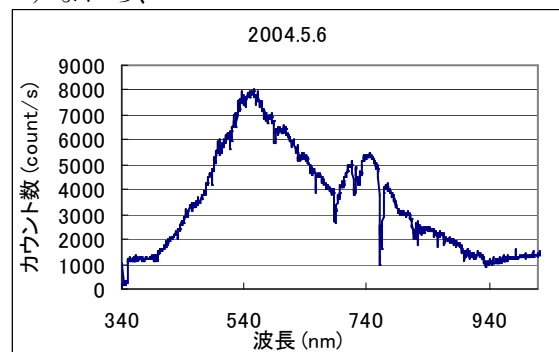


図-2

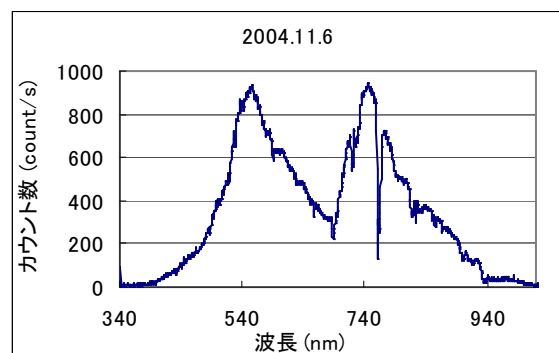


図-3

j=430

$$S_{i,g} = \sum_{j=490}^{j=550} (n_{i,j} + n_{i,j-1}) \times (\lambda_{i,j} - \lambda_{i,j-1}) / 2$$

$$S_{i,y} = \sum_{j=550}^{j=590} (n_{i,j} + n_{i,j-1}) \times (\lambda_{i,j} - \lambda_{i,j-1}) / 2$$

$$S_{i,or} = \sum_{j=590}^{j=640} (n_{i,j} + n_{i,j-1}) \times (\lambda_{i,j} - \lambda_{i,j-1}) / 2$$

$$S_{i,r} = \sum_{j=640}^{j=770} (n_{i,j} + n_{i,j-1}) \times (\lambda_{i,j} - \lambda_{i,j-1}) / 2$$

次に $\phi_{i,j}$ を次のように定義する。

すなわち、

$$\phi_{i,ch} = S_{i,ch} / S_{i,o}$$

$$\phi_{i,v} = S_{i,v} / S_{i,o}$$

$$\phi_{i,b} = S_{i,b} / S_{i,o}$$

$$\phi_{i,g} = S_{i,g} / S_{i,o}$$

$$\phi_{i,y} = S_{i,y} / S_{i,o}$$

$$\phi_{i,or} = S_{i,or} / S_{i,o}$$

$$\phi_{i,r} = S_{i,r} / S_{i,o}$$

ここに、

$n_{i,j}$: i 期、j 波長のカウント数 (count/s)、

$\lambda_{i,j}$: i 期、j 波長 (nm) o : 全データ、

ch : chlorophyll, v : violet, b : blue, g : green,

y : yellow or : orange, r : red

3 結果

概ね、1 シーズンの測定データである。分光反射スペクトルの値が小さいということは、その波長の光を吸収しているという

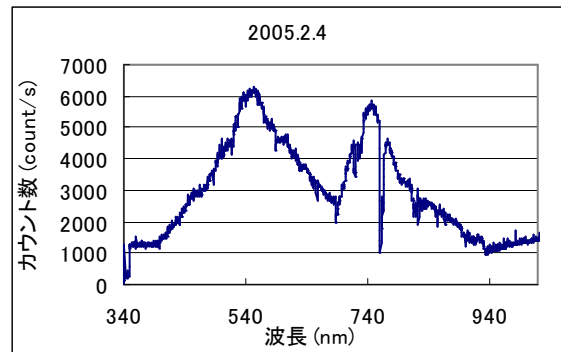


図-4

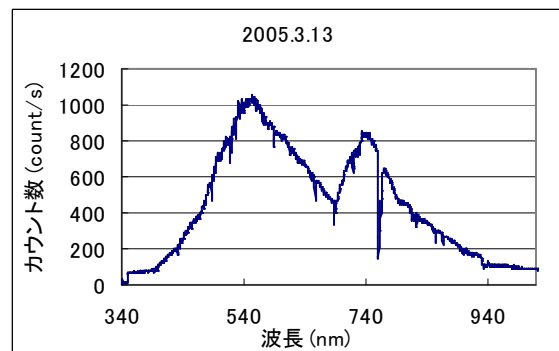


図-5

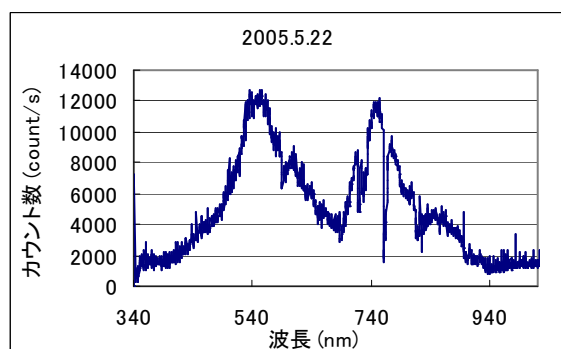


図-6

ことである。また、この値が大きいということは、その波長の光を反射している（その波長の色が見える）ということである。

なお、地域の特状による吸収が存在する

ようである。

測定結果を図-2、3、4、5、6 に、又、 ϕ_{ij} の値を表-1に示す。

表-1 ϕ_{ij}

(単位 ; %)

	'04.05.06 曇	'04.11.06 晴	'05.02.04 曇	'05.03.13 晴	'05.05.22 雨	記 事
葉緑素部分	0.058	0.046	0.046	0.054	0.041	
紫色部分	3.413	0.778	3.833	2.093	2.797	
青色部分	8.675	4.034	8.432	7.307	6.782	
緑色部分	16.660	15.244	14.745	16.867	16.255	
黄色部分	12.274	13.653	10.861	12.591	12.499	
橙色部分	12.484	11.931	10.370	12.622	10.551	
赤色部分	24.181	29.940	23.915	26.871	24.967	

4 まとめ

葉緑素割合は、全期間を通じてほとんど変化がない。また、緑色部分も全期間を通じて比較的安定した値となっている。このことは、測定期間を通じて緑色が保たれていると共に、光合成機能が働いている、ということを示している。

すなわち、年間を通して枯れず緑を保つという植生選定条件に合致した結果となっている。

今後、冬に枯れる植生についてのデータを採取すると共に、長期にわたる観測から季節変化や経年変化の影響を調べ、のり面

植生の健全度判定基準作成の一助としたい。

参考文献

(1) 吉村晴佳、小橋澄治、大手桂二、妹尾俊夫、葉の分光反射特性変化およびその色彩の数値的解析についての研究、日本リモートセンシング学会誌

Vol.11 No.2(1991) pp9

(2) 森本 幸裕、画像による緑化状況モニタリング、のり面緑化の最先端、小橋澄治外編 株式会社 ソフトサイエンス社 1995年4月 pp65