

## 沖縄産マングローブ単葉の分光反射特性と葉の特徴

琉球大学農学部 佐藤 一紘・馬場 繁幸  
筑波大学電子情報工学系 星 仰

## 1. はじめに

マングローブ林を対象として、リモートセンシングを効果的に適用するためには、その生物物理的特徴と分光放射特性との関係を明らかにする必要があり、野外での分光放射の計測は、この二つを関連付けるための基礎的資料となる。筆者等は、リモートセンシングデータ収集の面から、有効波長域および測定時期等の選定を目的として、沖縄産マングローブ単葉の分光放射特性の測定を行ってきたが、ここでは、葉の表裏の分光放射特性の違いと、葉の形態的特徴の対応について得た若干の知見について述べる。

## 2. 供試樹種および測定方法

分光反射発散度の測定は、マヤブシキ (*Sonneratia alba* Sm.), オヒルギ (*Bruguiera gymnorrhiza* Lamk.), ヤエヤマヒルギ (*Rhizophora stylosa* Griff.), ヒルギモドキ (*Lumnitzera racemosa* Willd.), ヒルギダマシ (*Avicennia marina* Viard.) の5樹種について1986年7月25日から8月1日の間に実施した。測定数は、各樹種10試料であるが、ヒルギモドキとヒルギダマシの葉は小さく、1枚では測定器の最小視野角2度でも測定できないことから、この2樹種については、単葉ではなく、2枚の葉を並べて測定し、それを1試料とした。なお、測定方法の詳細は、前報<sup>1)</sup>の通りである。また、分光反射発散度の測定と並行して、葉の形態と組織を観察するため、上述の5樹種とメヒルギ (*Kandelia candel* Druce) の計6樹種について、葉を採取・固定し、常法に基づき、光学顕微鏡で観察と測定を行った。

## 3. 結果および考察

供試樹種の葉の表裏別に分光反射率を求めると、樹種により違いが見られ、2群に分けられた。すなわち、葉の表面(向軸面)と葉の裏面(背軸面)の可視部での反射率が大きく異なる群(以下この群をA群とする)と、向軸面と背軸面の可視部の分光反射率に大きな違いがなく、ほぼ同じか、大きくても約1.2倍前後の群

(以下この群をB群とする)である。樹種毎の分光反射率の平均値を求め、その向軸面と背軸面との比を図-1に示した。図からも明らかなように、A群に属する樹種は、

オヒルギ、ヤエヤマヒルギ、ヒルギダマシであり、B群の樹種は、マヤブシキとヒルギモドキであるが、近赤外部では樹種間に大きな違いはなく、背軸面の反射率が若干大きい傾向を示した。可視部では、

波長によって異なるが、475 nm以下および675 nmを除く各波長で、A群の樹種は葉の背軸面からの反射率が向軸面の2倍前後となっていた。また、A群の樹種であっても、475 nmおよび675 nmでの向軸面と背軸面の反射率にあまり大きな差がみられないことは、この両波長がクロロフィルの吸収波長である480 nmおよび680 nmに近いことから、両面いずれでも強く吸収されたためと考えられる。

以上のように、分光反射率ではA群とB群に大別されたが、B群に属するマヤブシキとヒルギモドキの2樹種は、外見的すなわち外部形態的にも容易に向軸面と背軸面の違い(背腹性)を見出すことが困難な場合が多く見受けられた。これまで、マングローブ樹種の葉の構造については、Tulyathorn等の報告<sup>2)</sup>があるが、分光反射率との関連性を言及したものはみられない。写真-1に示したように、樹種ごとに、葉の

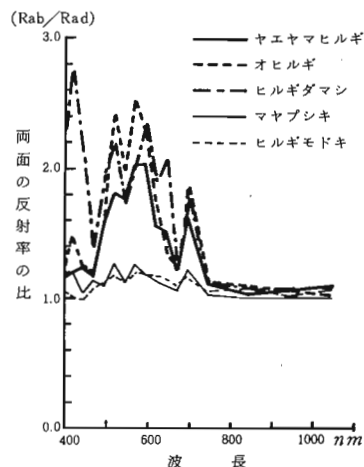


図-1 向軸面と背軸面の分光反射率の比

Rad: 向軸面(adaxial side)の反射率  
Rab: 背軸面(abaxial side)の反射率

組織学的な形態は異なっていた。しかし、分光反射率のB群に属するマブシキとヒルギモドキの葉は、両種とも共通して背腹性に乏しい傾向がみられた。一般に、葉の背腹性の明らかなものを両面葉、背腹性が乏しく維管束の配列等から背腹性が確認されるものを等面葉、全く背腹性が認められないものを単面葉と称するが、これら2樹種の葉は、維管束の配列や中肋部分の組織の形態などでは明らかに背腹性を示すことから、単面葉ではなく、等面葉と識別された。気孔の分布状態とその大きさなど供試樹種の葉の特徴は、表-1に示した。両面葉の4樹種では、気孔が背軸面にのみ分布していたが、等面葉のマブシキ、ヒルギモドキでは、気孔が向軸面と背軸面のいずれにも分布し、しかも両面での気孔の大きさとその数には、あまり大きな違いが認められなかった。また、ヒルギダマシの向軸面には、Yaguchi等<sup>3)</sup>が指摘した塩排出機能をもつ特殊な形態の組織があることが確認できた。両面葉をもつ4樹種の中では、ヤエヤマヒルギの背軸面に、いくつかの細胞から構成され、しかも他の部分とは明らかに異なる特徴的な組織が観察された。これと類似の組織は、等面葉をもつマブシキの向軸、背軸両面にも観察され、一種の貯蔵組織とも考えられるが、その機能を明らかにすることはできなかった。また、供試6樹種の中では、ヒルギダマシの背軸面にのみ、毛が観察され、この毛の存在が、本樹種のみにもみられる425 nmでの背軸面の強い反射と何らかの関連性も考えられるが、今後詳細に検討したい。

4. おわりに

一般に、葉には表裏があり、その形態の違いから、分光反射特性の違いがあることが考えられる。沖縄産マングローブの中には、葉の表裏での分光反射率に大きな差がみられない樹種(マブシキ、ヒルギモドキ)があり、その葉は形態的にも背腹性に乏しく、等面葉であることが明らかにできた。よって、背腹性に乏しい等面葉であることに起因して、その反射率も背腹性を示さないものと考えられた。今後は、単葉の分光反

射特性が、樹冠からの分光反射特性等に、どのように関連するかを明らかにし、マングローブ林への効果的なリモートセンシングの適用に結び付けたい。

引用文献

- (1) 佐藤一敏・星仰：日林九支研論集，39，37～38，1986
- (2) Tulyathorn, T. et al: Mangrove forest in the tropical regions II. 119～133, 1980
- (3) Yaguchi, Y. and S. Nakamura: Studies on the mangrove ecosystem. 86～93, 1985

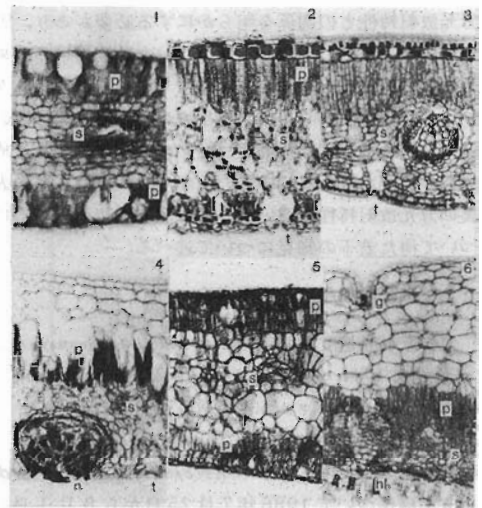


写真-1 葉の横断面

1：マブシキ，2：メヒルギ，3：オヒルギ，4：ヤエヤマヒルギ，5：ヒルギモドキ，6：ヒルギダマシ，g：排塩組織，h：毛，n：機能はよく判らないが一種の貯蔵組織と推測される組織，p：柵状組織，s：海綿状組織，t：気孔  
注) 写真の引き伸ばし倍率は一定でなく、特に4および6の引き伸ばし倍率は高い。

表-1 マングローブの葉の特徴

科名	種名	葉の形態	気孔の有無	気孔の数 (mm <sup>2</sup> )		気孔の大きさ (μ)	
				向軸面	背軸面	向軸面	背軸面
マブシキ科	マブシキ	等面葉型	向軸面・背軸面の両面	61~100	63~94	36.5	36.6
ヒルギ科	メヒルギ	両面葉型	背軸面のみ	0	102~173	—	47.2
	オヒルギ	両面葉型	背軸面のみ	0	143~213	—	26.6
	ヤエヤマヒルギ	両面葉型	背軸面のみ	0	105~150	—	41.1
シクンシ科	ヒルギモドキ	等面葉型	向軸面・背軸面の両面	94~134	94~113	26.6	26.4
クマツヅラ科	ヒルギダマシ	両面葉型	背軸面のみ	0	(600~950)	—	(24.5)

注) 気孔の数は、顕微鏡下で観察した30視野中の最少~最多個数で示した。気孔の大きさは、気孔の長さであり、測定した30個の平均値で示した。なお、ヒルギダマシの背軸面には、毛が密生し、気孔の数と長さを正確に測定することが極めて困難で、今後さらに検討を要するが、本表には参考までに記載した。