

# 琉球列島のマングローブの樹木内生菌相は どのように形成されるか

琉球大学農学部 亀山 統一  
琉球大学大学院農学研究科 吉崎 走

## Species composition of endophytic fungi isolated from Rhizophoraceous trees on the mangroves in the Ryukyu Islands

Norikazu KAMEYAMA (Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus) and So YOSHIZAKI (Graduate school of Agriculture, University of the Ryukyus)

### 1. はじめに…樹木内生菌とマングローブ林

樹木の生きた組織には、何の活動もしていないように見える菌類などの微生物が感染していることが明らかにされている。このような菌類を樹木内生菌とよぶ。樹木内生菌は、生活環のある時期に、樹木の生きた組織に、一定期間外観上の変化を示さずに感染する菌類であるということが出来る。

樹木内生菌は、植物組織に対する感染力を有する菌類であり、また、ふつう、孢子または菌核などの散布体を形成して、新たな宿主植物個体の組織に感染すると考えられる。宿主上で孢子などを形成すればそれは病害の標徴となるし、落葉落枝上で孢子などを形成するなら、それは腐生菌の生活に移行したことを意味する。したがって、樹木内生菌として生活環を全うすることはないといえる。すなわち、内生菌は、内生状態を維持した後は、病徴・標徴を形成する病原菌、宿主にとっての利点が顕在化する相利共生菌、宿主組織が死んでからいち早く活性化する汎先駆落葉分解菌などに移行していくことになる。このように、樹木内生菌の性質として、宿主植物への感染力・感染経路や、内生したあとの生活に、まず関心がもたれる。

樹木内生菌が存在する森林は、気候や立地環境などにより極めて多様である。森林の環境は当然に、樹木内生菌と宿主樹木の関係に強い影響を及ぼすと考えられる。マングローブ林は、熱帯・亜熱帯地域の入り江や河口部の潮間帯に成立する森林である。その後背には陸上森林が出現し、両者はしばしば林冠が連続するが、その環境条件は互いに大きく異なる。

マングローブ林では、潮汐により林床が定期的に冠水し、落葉落枝が塩水に浸漬・移動する。樹冠も冠水や潮風の負荷を受ける。また、樹種構成は陸上森林よりも著しく単純であり、階層構造も乏しい。こうした特異な環境条件は、マングローブ林の樹木に対する内生菌や病原菌の感染・定着・伝播にも影響を及ぼすと考えられる。

一方、マングローブ林は、洪水・高潮や河道変化などの影響を強く受けるため、常に若く、点在する傾向にある森林である。裸地に新たに侵入したマングローブ樹木には、寄生菌類の接種源となる同種の個体が手近にはない。このような孤立した環境は、マングローブの人工造林地でも同様に見られる。

したがって、マングローブ樹木においては、陸上森林の樹種と同様に、微生物による病害や内生菌の感染が起こっているが、寄生菌類の孢子等が林床の落葉落枝や隣接個体から

安定的な飛来することが必ずしも期待できない条件にあるといえる。そこで、マングローブ樹種の樹木内生菌群集の構成の特徴を明らかにするため、琉球列島のマングローブ林と後背林から樹木内生菌の分離を試みた。

## 2. ヒルギ科樹種の樹木内生菌相

人為の影響の小さい西表島浦内川マングローブ（竹富町）と、都市域にある沖縄島比屋根湿地のマングローブ（沖縄市）に調査地を設けた。両調査地からヒルギ科のメヒルギ *Kandelia candel*、オヒルギ *Bruguiera gymnorhiza*、ヤエヤマヒルギ *Rhizophora stylosa* の健全な茎葉を、2008年6～7月に採取して、常法により表面殺菌し、葉の葉縁近くの葉肉部 Le、中肋を含む葉肉部 Lv、葉柄 Pe、若い茎 St の4部位を切りだした。その小片を1/2養分濃度のPDA平板培地（抗生物質添加）上で、暗黒下22℃にて1ヶ月以上培養し、出現菌叢を形態により同定・類別し、それぞれの分離率（=分離菌株数/供試片数×100%）を算出した。

分離された内生菌の構成と分離率を、表-1、2に示した。琉球列島のマングローブのヒルギ科3樹種において、分離される内生菌の種数は多く、これは、1、2種が圧倒的に優占することが多い冷温帯の樹種よりも熱帯雨林の樹種の内生菌構成に一致している<sup>4)</sup>。3樹種に共通して、*Phyllosticta* sp.、*Phomopsis* sp.、*Colletotrichum* sp. が優占的な菌種であり、これに準じて、*Pestalotiopsis* sp. などが高頻度で分離された。

表-1. 沖縄島比屋根湿地由来のヒルギ科3樹種のシュートから分離された菌群と分離率（%）

宿主樹種 部位	オヒルギ				メヒルギ				ヤエヤマヒルギ			
	Le	Lv	Pe	St	Le	Lv	Pe	St	Le	Lv	Pe	St
有効分離片数	90	72	72	88	90	70	68	88	86	70	70	84
<i>Phyllosticta</i> sp.		2.8	1.4	2.3	13.3	24.3	10.3	4.5	14.0	2.9	1.4	
<i>Phomopsis</i> sp.				5.7	1.1		11.8	8.0	7.0	1.4	4.3	2.4
<i>Colletotrichum</i> sp.		4.2			2.2	1.4			2.3	11.4	1.4	1.2
<i>Fusarium</i> sp.	1.1	1.4		4.5	1.1				2.3			
<i>Dothiorella</i> sp.		2.8	1.4	2.3	1.1	1.4	4.4		1.2			
<i>Phoma</i> sp.									1.2			1.2
<i>Pestalotiopsis</i> sp.								1.1				1.2
<i>Acremonium</i> sp.	3.3		1.4				1.5			1.4		
<i>Cladosporium</i> sp.						2.9	1.5	2.3	1.2	1.4		2.4
<i>Cryptosporiopsis</i> sp.									2.3			
<i>Seimatosporium</i> sp.				4.5			2.9	14.8	1.2	4.3		4.8
<i>Cylindrocarpon</i> sp.			5.6									
<i>Aureobasidium</i> sp.		1.4		5.7	2.2		1.5	8.0				
<i>Diplodia</i> sp.									2.3			
<i>Septoria</i> sp.				1.1								
<i>Torula</i> sp.				1.1								
<i>Verticillium</i> sp.				1.1		1.4			1.2			
コウボ	1.1	1.4	11.1	10.2	2.2	1.4	1.5	6.8	2.3	2.9	1.4	8.3
白色不稔菌	0	1.4	1.4	4.5	1.1	1.4	2.9	0	0	1.4	0	1.2
その他	0	4.1	11.0	30.8	10.1	18.6	20.5	25.0	9.2	22.9	35.8	28.5
計	5.6	19.4	33.3	73.9	34.4	52.9	58.8	70.5	47.7	50.0	44.3	51.2

表-2. 西表島浦内川由来のヒルギ科3樹種のシュートから分離された菌群と分離率(%)

宿主樹種 部位	オヒルギ				メヒルギ				ヤエヤマヒルギ			
	Le	Lv	Pe	St	Le	Lv	Pe	St	Le	Lv	Pe	St
有効分離片数	16	18	15	17	32	35	36	32	18	18	18	17
<i>Phyllosticta</i> sp.	6.3	11.1	6.7		62.5	48.6	2.8	3.1	38.9	44.4	5.6	
<i>Phomopsis</i> sp.	6.3		13.3				16.7	15.6			38.9	11.8
<i>Colletotrichum</i> sp.	18.8	5.6	20.0		18.8	17.1	11.1		5.6		11.1	5.9
<i>Dothiorella</i> sp.												5.9
<i>Phoma</i> sp.				5.9			2.8	6.3				
<i>Pestalotiopsis</i> sp.				5.9			2.8	15.6	5.6	5.6	11.1	
<i>Acremonium</i> sp.											5.6	
<i>Cladosporium</i> sp.										5.6		
<i>Cryptosporiopsis</i> sp.									5.6			
<i>Mycosphaerella</i> sp.					3.1				5.6			
<i>Tritirachium</i> sp.								3.1		5.6		
<i>Virgaria</i> sp.							2.8					
コウボ	0	5.6	6.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
白色不稔菌	0	27.8	20.0	5.9	6.3	5.7	16.7	12.5	0	11.1	11.1	17.6
その他	25.0	11.1	20.0	52.9	21.9	54.3	49.9	50.1	33.3	33.3	50.0	58.8
計	56.3	61.1	86.7	70.6	112	126	106	106	94.4	106	133	100

### 3. 後背林との比較

ヒルギ科3樹種と同時期に、西表島浦内川調査地の後背林のマングローブ個体に接するイタジイ *Castanopsis sieboldii*、トベラ *Pittosporum tobira*、シャリンバイ *Rhaphiolepis indica*、シバニッケイ *Cinnamomum doederleinii*、シイノキカズラ *Derris trifoliata*、クロヨナ *Pongamia pinnata*、ホルトノキ *Elaeocarpus sylvestris*、ハイノキ *Symplocos myrtracea*、オオハマボウ *Hibiscus tiliaceus*、イボタクサギ *Clerodendrum inerme* の10種の樹木各1個体の茎葉から、同一方法で内生菌を分離した。

その結果、いずれの樹種からも多種の内生菌が分離され、シバニッケイ以外の9樹種では、同定・類別された菌群中、*Colletotrichum* sp.、*Phyllosticta* sp.、*Phomopsis* sp. の3種のいずれかの分離率が最も高かった。すなわち、マングローブ林と後背林で、優占する内生菌群は一致していた。このことは、マングローブの茎葉の内生菌の感染源として、隣接する陸上森林が大きな役割を果たしている可能性があることを示唆する。

### 4. 散布体の内生菌相

種子が樹上で発芽したものが散布体となり、これが漂流して生育適地に運搬されることは、マングローブ樹種の大きな特徴である。ヒルギ科にあつては、樹上で果実内部の種子が発芽し、露出した胚軸が数ヶ月かけて伸長して長大な散布体となる。ヒルギ科の散布体に対して、内生菌は感染機会が高く、また組織の形態が茎葉とよく似ていることから定着もしやすいものと推測される。したがって、散布前に樹上で、母樹から、または飛来胞子により感染するという内生菌伝播経路の存在が予測され、特に、陸上森林を伴わないマングローブ林や、干潟に単木状の個体の場合にはその寄与が大きいであろう。

そこで、マングローブ林における樹木内生菌の伝播への散布体の寄与について解明する目的で、2008～2009年の結実期に、浦内川調査地からヒルギ科3樹種の散布体を採取し、茎葉と同様の方法で、樹木内生菌の分離を試みた。

すると、オヒルギの胚軸の一部と子葉を除く、3樹種の発芽種子・散布体の全ての部位

から内生菌が分離された。3樹種とも、散布体等からの分離率は茎葉よりも著しく低く、莖に被覆されている胚軸組織やスポンジ組織で高かった。散布体組織から分離され同定・類別された菌群数はメヒルギ12・オヒルギ6・ヤエヤマヒルギ6で、茎葉（同17・12・9）よりも少なかった。マングローブの茎葉で優占した3種の菌は、散布体からもよく出現した。*Nodulisporium* sp. や白色不稔菌の1種など、茎葉で高率に分離され、散布体等で分離されない菌群もあった。他方、散布体のみから分離される菌群はなかったが、その原因として、分離率が低いために容易に捕捉されないのか、そもそも散布体での種多様性が低いのか、一層の検討を要する。また、散布体組織からの内生菌分離率は、散布体が成熟し、胚軸が外界に露出するにつれて高まるものではなかった。

このように、マングローブのヒルギ科3樹種の散布体には、いずれも少なくない内生菌の感染が確認された。すなわち、発達した胚軸をもつヒルギ科の散布体が、水上の分散・定着・稚樹の初期成長に適応的であるだけでなく、多様な寄生菌類の「乗り物」としても相当程度機能していることが、示唆された。

## 5. おわりに

本研究では、ヒルギ科マングローブ樹種の茎葉の内生菌の種構成の特徴について明らかにした。さらに、陸上森林の茎葉やマングローブ散布体の内生菌相をマングローブ茎葉の内生菌相と比較することによって、潮間帯という特異な環境に成立するマングローブ林における樹木内生菌の感染経路について、解明を進めることができた。

本研究の一部は、文科省科学研究費補助金を受けて行われた(基盤研究(C)19580176)。本報告は、科研費の成果公開の一環として行われ、その内容は亀山ら(2009)第120回日本森林学会<sup>1)</sup>、亀山・吉崎(2009)第14回樹木医学会大会<sup>2)</sup>、亀山・吉崎(2010)第121回日本森林学会<sup>3)</sup>の研究発表にもとづいている。

## 引用文献

- 1) 亀山ら(2009) 琉球列島のマングローブにおける樹木内生菌 第2報 ヒルギ科樹木のシュートにおける種構成の特徴, 第120回日本森林学会発表論文集, 833
- 2) 亀山・吉崎(2010) 西表島のメヒルギ散布体から分離された樹木内生菌, 樹木医学研究 14, 136-138
- 3) 亀山・吉崎(2010) 西表島マングローブのヒルギ科3樹種の散布体から分離された内生菌, 第121回日本森林学会発表論文集, 700
- 4) 松村愛美ら(2007) 琉球列島のマングローブにおける樹木内生菌 -ヒルギ科3樹種の内生菌相の検討-, 第118回日本森林学会発表論文集, 635