

# アサガオ類白さび病菌の分子系統と宿主特異性

佐藤 豊三

農業生物資源研究所

[〒305-8602 つくば市観音台 2-1-2]

Molecular phylogeny of white rusts on *Ipomoea* spp. in Japan  
and their host specificity

Toyozo SATO

National Institute of Agrobiological Sciences

## 1. 目的

アサガオ (*Ipomoea nil* (L.) Roth, ヒルガオ科サツマイモ属) は古くから鑑賞用花きとして盛んに栽培され、多種多様な品種・系統が作出されてきた (堀田ら, 1989). 1999 年 9 月、国内では未報告のアサガオ白さび病が大分県の採種圃場で発生し、当時の大分県温泉熱花き研究指導センターから筆者に罹病サンプルが送られてきた。翌年、接種試験による病徵再現と形態による同定を実施し、その概要を口頭発表した (佐藤ら, 2000). 一方、2007 年 11 月には神奈川県立生命の星・地球博物館から、同県内の数種帰化アサガオに発生した白さび病について問い合わせが入った (出川ら, 2008). これらの白さび病菌が栽培アサガオにも感染し発病させるのであれば、本病の伝染源の一部が明らかになると想え、神奈川県と他の数県から収集しジーンバンクに登録保存した菌系を用いて交互接種試験および宿主範囲の調査を実施することにした。その結果と各種アサガオ類白さび病菌の分布などから、栽培アサガオ白さび病の伝染源を推測し防除の参考に供したい。また、分子系統解析の結果などを基に、アサガオ類白さび病菌の寄生性分化と種の関係について明らかにし、同定・診断技術の確立を目指したい。なお、本成果の一部はすでに原著論文や解説などで発表している (出川ら, 2008 ; Sato et al., 2009 ; 佐藤・埋橋, 2010 ; 佐藤ら, 2011).

## 2. 材料および方法

### 1) 接種試験

#### (1) 栽培アサガオ白さび病菌の宿主範囲

大分県産採種用アサガオ (*I. nil* (L.) Roth; 桔梗咲系品種) 上の白さび病菌 MAFF 240546 の遊走子のうをろ紙法 (佐藤ら, 1983) により健全なアサガオ 6 品種、マルバアサガオ (*Ipomoea purpurea* (L.) Roth.), ソライロアサガオ (*Ipomoea tricolor* Cav.), ヨルガオ (*Ipomoea alba* L.), サツマイモ (*Ipomoea batatas* L.) 4 品種、ルコウソウ (*Quamoclit coccinea* (L.) Moench.), コヒルガオ

(*Calystegia hederacea* Wall. ex Roxb.) に接種した (表 1)。対照区として遊走子のうの付いていないろ紙片を接種源として用いた。アサガオ類は発芽 1~2 週間後の鉢植え実生苗を被接種植物として用い、サツマイモ 4 品種は水盤中で塊根から催芽させた茎を鉢植えにし、活着後に用いた。ルコウソウは市販の苗を用い、コヒルガオは農業生物資源研究所敷地内で自生株を採集し、ガラス室内で展開した新葉に接種した。

## (2) アサガオ類白さび病菌間の交互接種

被接種植物として白さび病の宿主植物である大分県産アサガオ (*I. nil* (L.) Roth; 桔梗咲系品種), 神奈川県平塚市産ホシアサガオ (*Ipomoea triloba* L.) およびマメアサガオ (*Ipomoea lacunosa* L.), 千葉県市原市産アメリカアサガオ (*Ipomoea hederacea* (L.) Jacq.), 神奈川県小田原市産マルバアメリカアサガオ (*Ipomoea hederacea* (L.) Jacq. var. *integriuscula* A. Gray.) の 4 種 1 変種を用いた。なお、これ以降アメリカアサガオとその変種であるマルバアメリカアサガオを合わせて両アメリカアサガオと呼ぶこととする。表 2 に挙げた宿主上の遊走子のうを接種源として、自家用栽培アサガオ以外の同じ宿主植物およびサツマイモ (*I. batatas* L., 品種‘ベニアズマ’) に対し、一部の菌株を除いてろ紙法 (佐藤ら, 1983) により総当たり接種を行った。1 回の接種で 1 菌株につき 3 個体以上の実生苗 (発芽 1~2 週間後) を供試し、最低 2 回反復接種した。また、対照区として遊走子のうの付いていないろ紙片を接種源として用いた。

表 1. 大分産採種用アサガオ白さび病菌の接種試験結果

被接種植物 (学名) 品種	発病株数 ／接種株数
アサガオ ( <i>Ipomoea nil</i> )	
大分県産 (桔梗咲系)	17 / 18
大輪系	5 / 5
暁の光	2 / 2
桔梗咲	2 / 2
スカーレット・オハラ	1 / 1
アーリーコール	1 / 2
マルバアサガオ ( <i>I. purpurea</i> )	1 / 2
ソライロアサガオ ( <i>I. tricolor</i> )	
ヘブンリーブルー	0 / 6
ヨルガオ (白花夕顔) ( <i>I. alba</i> )	0 / 2
サツマイモ ( <i>I. batatas</i> )	
ベニアズマ	0 / 6
筑波小町	0 / 3
関東14号	0 / 3
テラスライム	0 / 2
コヒルガオ ( <i>Calystegia hederacea</i> )	0 / 5
ルコウソウ ( <i>Quamoclit pinnata</i> )	0 / 2

## 2) 同定および分子系統解析

### (1) 形態観察

各宿主アサガオ類上に形成された遊走子のうおよび遊走子のう柄の形態を光学顕微鏡により観察し、デジタル顕微鏡撮影装置により撮影するとともに、装置に付属する 2 点間距離計測機能を利用して 50 個ずつ各器官の大きさを測定した。なお、マメアサガオおよびホシアサガオの発病個体上では有性器官が観察されたので、同様に記録・測定した。

### (2) 分子系統解析

分子系統解析には以下の 8 菌株 (由来) を供試した。MAFF 241089 (日出町産自家用アサガオ), MAFF 241090 (小田原市産マルバアメリカアサガオ), MAFF 241092 (平塚市産ホシアサガオ), MAFF 241098 (松戸市産アメリカアサガオ), MAFF 241738, (市原市産マル

バアメリカアサガオ), MAFF 241827 (市原市産アメリカアサガオ), MAFF 241875 (さいたま市産マメアサガオ), MAFF 241736 (高松市産ヨウサイ (*Ipomoea aquatica* Forsk)). 罹病植物上に生じた遊走子のうをかき取り, 既報の方法により DNA の抽出を行った (Uzuhashi et al., 2009). 得られた DNA について, ITS4 および ITS5 プライマー (White et al., 1990) を用いて PCR 法により 5.8S rDNA を含む ITS 領域を増幅し, ダイレクトシークエンス法により塩基配列を決定した. 得られた塩基配列を基に近隣結合法により系統樹を作成した.

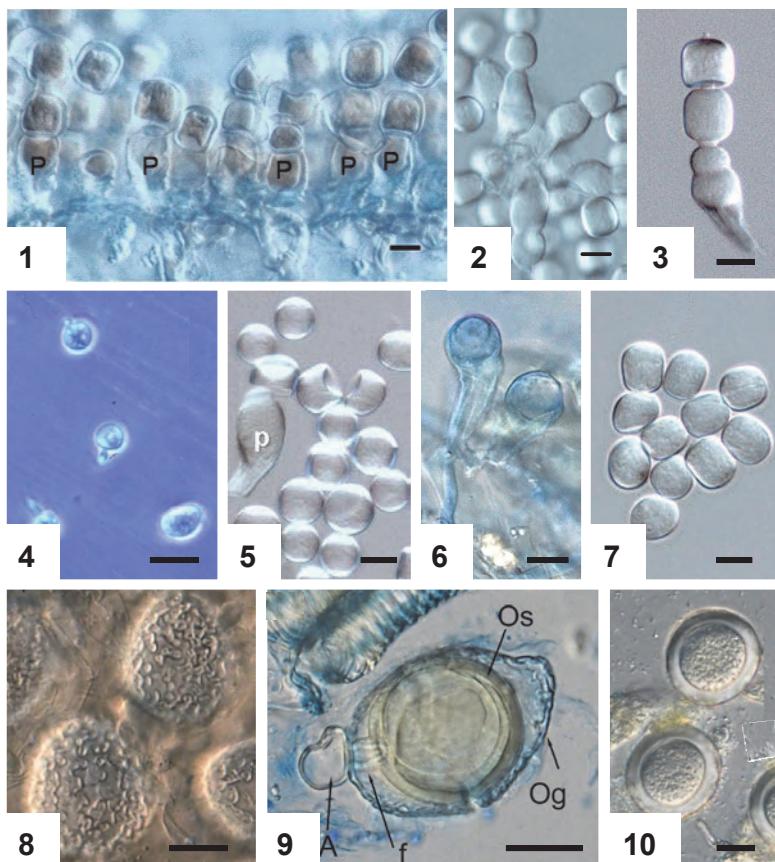


図1. 白さび病菌の形態

1. アサガオ白さび病菌の遊走子のう堆基部 (P: 遊走子のう柄, バー: 10μm);
2. アサガオ白さび病菌の遊走子のう柄 (バー: 10μm); 3. アサガオ白さび病菌の遊走子のう間の連結部 (バー: 10μm); 4. アサガオ白さび病菌の被のう胞子 (バー: 5μm); 5. マルバアメリカアサガオ白さび病菌の遊走子のう・遊走子のう柄 (P, バー: 10μm); 6. マメアサガオ白さび病菌の遊走子のう柄 (バー: 10μm); 7. マメアサガオ白さび病菌の遊走子のう (バー: 10μm); 8. マメアサガオ白さび病菌の造卵器表面 (出川洋介原図, バー: 10μm); 9. マメアサガオ白さび病菌の造精器 (A)・受精管 (f)・造卵器 (Og)・卵球 (Os) (出川洋介原図, バー: 10μm); 10. マメアサガオ白さび病菌の卵胞子 (出川洋介原図, バー: 10μm).

### 3. 結果

#### 1) 接種試験

##### (1) 栽培アサガオ白さび病菌の宿主範囲

接種したアサガオ 6 品種およびマルバアサガオにのみ病徵が現われ、同様の遊走子のう堆が形成された (表 1). 対照無接種区の植物体には全く病徵が現れなかった。

##### (2) アサガオ類白さび病菌間の交互接種

各接種源は寄生していた宿主と同一種に対してのみ感染して白さび病を発生させた。なお、互いに変種の関係にあるアメリカアサガオとマルバアメリカアサガオ由来の分離源はお互いの宿主植物に病原性を示した。いずれの接種源もサツマイモには病原性を示さなかった (表 2)。対照無接種区の植物体には全く発病しなかった。

#### 2) 同定

##### (1) 形態観察

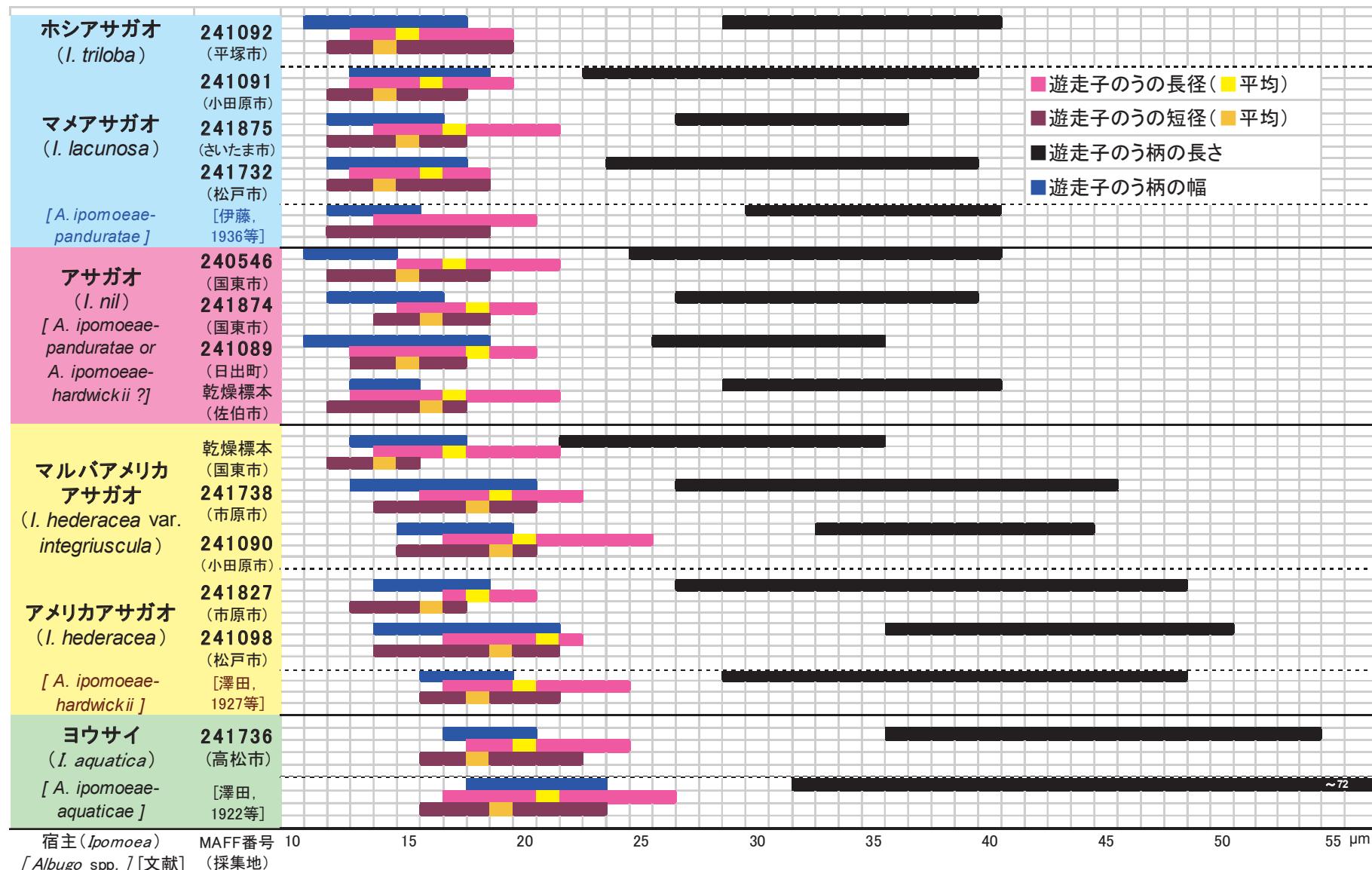
表2. アサガオ類白さび病菌の接種試験結果

接種源		被接種植物						
MAFF番号	原宿主植物(品種、採集地)	栽培アサガオ ( <i>I. mil.</i> , 桔梗咲)	栽培アサガオ ( <i>I. nil</i> , 大輪系)	ホシアサガオ ( <i>I. triloba</i> )	マメアサガオ ( <i>I. lacunosa</i> )	アメリカアサガオ ( <i>I. hederacea</i> )	マルバアメリカアサガオ ( <i>I. hederacea</i> var. <i>integriuscula</i> )	サツマイモ ( <i>I. batatas</i> )
240546	栽培アサガオ(桔梗咲, 国東市)	○						
241874	栽培アサガオ(大輪系, 国東市)	○	○			nt		nt
241089	栽培アサガオ(大輪系, 日出町)	○	○					
241092	ホシアサガオ(平塚市)			○				nt
241875	マメアサガオ(さいたま市)			○				nt
241098	アメリカアサガオ(松戸市)				○		○	
241827	アメリカアサガオ(市原市)				○		○	
241738	マルバアメリカアサガオ(市原市)				○		○	
241090	マルバアメリカアサガオ(小田原市)				○		○	

○:遊走子のうの接種により発病, nt:未接種, 空欄:無発病.

栽培アサガオ：罹病葉上の腫斑を切片にして観察した結果、連鎖状の遊走子のうと基部の遊走子のう柄（形成細胞）からなる遊走子のう堆が確認された（図1-1）。遊走子のう柄は無色、中央付近が膨れた紡錘状棍棒形で真直かやや湾曲し、長さ22~40 μm 幅11~18μm、壁厚は0.5~1μmで遊走子のうを内生的に連続形成する（図1-2）。遊走子のうは短円筒形～亜球形、無色で、表面は平滑、大きさは13~21×12~18（平均：17.2×14.7）μm、壁厚は0.5μmで赤道部が厚くなる場合が多く、遊走子のう間に連結部を伴う（図1-3）。スライドグラス上の滅菌水にこの遊走子のうを浮かべ、暗黒下で20 °C付近に保つと、不等毛の2鞭毛を持った直径8~11μm、球形～扁平楕円形の遊走子が遊走子のうから6~8個ずつが塊となって放出された。散開した遊走子は遊泳後スライドグラスの表面に定着して被のう化し、発芽管を伸ばした（図1-4）。変形、肥大した茎や葉柄の罹病部を切片にして観察しても造卵器などの有性世代は確認できなかった。

帰化アサガオ類：①両アメリカアサガオ上白さび病菌—遊走子のう柄および遊走子のうの形態は栽培アサガオ、ホシアサガオおよびマメアサガオ上のものとほぼ同じで（図1-5），前者の大きさは27~50×14~21μm。後者は16~25×13~21（平均：19.3×17.2）μm。両宿主上では菌えいの形成は観察されず、有性世代は確認できなかった。②ホシアサガオ、マメアサガオ上白さび病菌—遊走子のう柄は先端部が膨れた典型的な棍棒形で（図1-6），大きさは23~40×11~18μm。遊走子のうの形態は栽培アサガオ上のものとほぼ同じで、大きさは13~21×12~19（平均：16.0×14.4）μm（図1-7）。卵胞子はこれら両宿主上の菌えい組織内に形成される。造卵器は球形～長球形、直径21~34μm、表面は当初平滑だが、次第にジグゾーパズル様の不規則な網模様を生じる（図1-8）。造精器は扁平もしくは亜球形で直径10μmに達し、造卵器の側面に接着し受精管を伸長した後、造卵器内に卵球を生じる（図1-9）。卵胞子は成熟時、球形で直径20μmに達し、表面はほぼ平滑、胞子壁は肥厚して約3μmに達し、透明～成熟時にはわずかに褐色に着色、胞子中央に球形の油滴様物質が見られる（図1-10；出川ら、2008）。

図2. *Ipomoea*属植物白さび病菌の遊走子のうおよび遊走子のう柄のサイズ

各供試菌株および標本の無性世代の大きさについて変異幅と平均値を図2に示した。なお、比較のために他の *Ipomoea* 属植物であるヨウサイの白さび病菌菌株の測定値（佐藤ら、2010）も図2に含めた。

## (2) 分子系統解析

得られた配列データを菌株間で比較した結果、以下のことが明らかとなった。

- a) 採集場所を問わずアメリカアサガオ (MAFF 241098 [松戸市], MAFF 241827 [市原市]) およびマルバアメリカアサガオ (MAFF 241090 [小田原市], MAFF 241738 [市原市]) 由来の菌株は、ITS領域の塩基配列が一致した。
- b) MAFF 241089 (日出町自家用アサガオ) は上記4菌株の配列と8塩基の塩基置換が認められたが、高い類似性（99%）を示した。1)および2)を配列タイプIとした。
- c) MAFF 241875 (さいたま市マメアサガオ), MAFF 241092 (平塚市ホシアサガオ) の塩基配列はいずれも上記配列タイプIとは大きく異なっていた。これらを配列タイプIIとした。また、両菌株の配列には41塩基の違いが認められ、その類似性は95%であった。前者を配列タイプIIb, 後者をIIaとした。
- d) ヨウサイ白さび病菌 *Albugo ipomoeae-aquatica* Sawada の香川県産菌株 MAFF 241736 の塩基配列は上記タイプI・IIのいずれとも異なり、タイプIIIとした（佐藤・埋橋、2010；佐藤ら、2011）。

各菌株の塩基配列に基づき近隣結合法による分子系統樹を作成した（図3）。

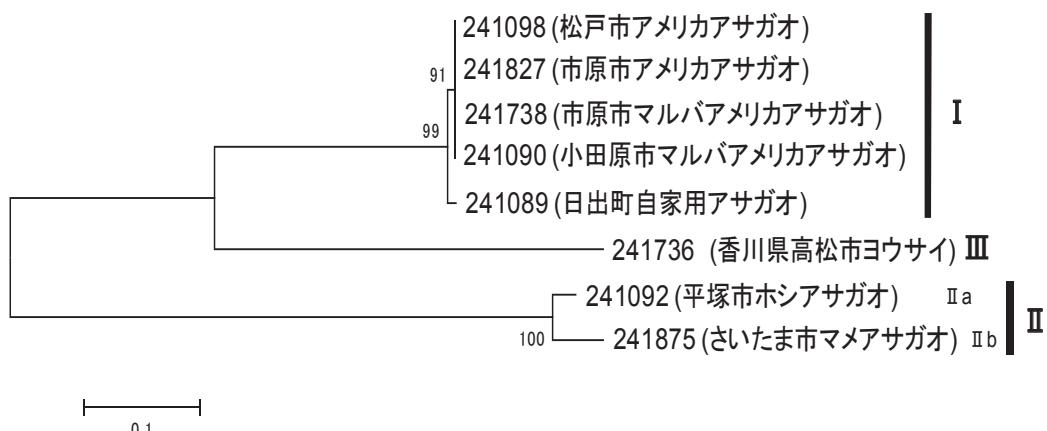


図3. rDNA ITS領域の塩基配列に基づく3種1変種アサガオ  
(*Ipomoea* 属) 上白さび病菌の分子系統樹

（近隣結合法により作成、数字は農業生物資源ジーンバンクのMAFF登録番号、

括弧内は採集地と宿主、時計数字は塩基配列タイプ）

## 4. 考察

### 1) 宿主特異性と宿主範囲および伝染源

宿主範囲の実証および交互接種の結果より、栽培アサガオの白さび病菌は帰化アサガオやサツマ

イモおよびその他のヒルガオ科植物を宿主としておらず、栽培品種間およびマルバアサガオを互いに伝染源としている可能性が明らかになった。

ホシアサガオおよびマメアサガオでは白さび病発病個体上に顕著な菌えいが生じ、その内部に卵胞子が形成される（出川ら、2008）。一般に、生育適期には遊走子のうによる無性的繁殖を繰り返し、不適期を休眠状態で過ごすために菌えいを形成し、その内部に卵胞子を形成するものと推定される。菌えいは土壤中で腐敗し、散逸した卵胞子が翌シーズンの発生源になると思われる。上記の通り栽培アサガオおよび両アメリカアサガオでは有性世代が確認されていないため、このような生活環は予断できない。一方、それらの宿主上では、がくの内側など種子に隣接する組織に遊走子のう堆がしばしば観察されることから、種子伝染の可能性も否定できない。これら白さび病の第一次伝染源の解明には宿主の生活環とともに野外における同菌の越冬と初発生を詳細に調査する必要がある。

## 2) 同定

### (1) 形態による同定

アサガオ類 (*Ipomoea* 属) を含むヒルガオ科植物に寄生する *Albugo* 属菌としては、アジアでは *Albugo ipomoeae-panduratae* (Schwein.) Swingle, *A. ipomoeae-hardwickii* Sawada, *A. ipomoeae-aquatica* Sawada の 3 種が（澤田, 1919, 1922, 1927; 伊藤, 1936），また、ヨーロッパでは *A. ipomoeae-panduratae* の他にグンバイヒルガオ (*Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet) にのみ寄生する *A. ipomoeae-pes-caprae* Ciferri が報告されている (Ciferri, 1928; Mukerji and Critchett, 1975)。上記のホシアサガオおよびマメアサガオ上の有性・無性世代は、そのうち *A. ipomoeae-panduratae* の記載（澤田, 1919; 伊藤, 1936; Mukerji and Critchett, 1975）にほぼ一致したため、本種と同定した（出川ら, 2008; Sato et al., 2009）。また、栽培アサガオ上の白さび病菌では有性世代は確認できなかったが、その無性世代の大きさが *A. ipomoeae-panduratae* の記載およびホシアサガオ・マメアサガオ上のものと類似していたため（図 2），当初暫定的に同種と判断された（Sato et al., 2009）。さらに、両アメリカアサガオ上の白さび病菌も有性世代が観察できなかつたが、その遊走子のう柄と遊走子のうが前 2 者より概して大きく、特に遊走子のうはホシアサガオ・マメアサガオ上のものより大きかつた（図 2）。*A. ipomoeae-hardwickii*（澤田, 1927; 伊藤, 1936）および *A. ipomoeae-aquatica*（澤田, 1922; 伊藤, 1936; Ho and Edie, 1969）は *A. ipomoeae-panduratae* より大きな遊走子のうを持つが、両アメリカアサガオ上の白さび病菌は、*A. ipomoeae-hardwickii* の記載に近似していることから、暫定的にこの種に同定した（図 2; Sato et al., 2009）。

### (2) 分子系統解析による同定の検証と再同定

供試菌株が少ないためまだ推測の域を出ないが、分子系統解析の結果および形態による同定結果から次のような仮説が立てられた。（1）無性世代の形態により *A. ipomoeae-hardwickii* と仮同定された両アメリカアサガオ由来菌株（配列タイプ I）と、有性・無性両世代の形態により *A. ipomoeae-panduratae* と同定されたホシアサガオ・マメアサガオ由来菌株（配列タイプ IIa, IIb）

は分子系統学的にも明らかに異なる分類群である。(2) 同一種に同定されたホシアサガオ由来菌株(配列タイプIIa)とマメアサガオ由来菌株(配列タイプIIb)とは、種以下の分類学的差異がある。(3) 無性世代の形態により *A. ipomoeae-panduratae* と仮同定された栽培アサガオ由来菌株は、ITS領域の塩基配列では、*A. ipomoeae-panduratae* よりもはるかに両アメリカアサガオ上の白さび病菌に近縁である。(4) ヨウサイ由来菌株は上記2種とは遺伝的にも異なり、*A. ipomoeae-hardwickii* と仮同定された両アメリカアサガオ由来菌株と同じ祖先から分化した。

この仮説に立って形態データを見直してみると、無性世代のサイズに関して明らかに両アメリカアサガオ由来菌株の方がホシアサガオ・マメアサガオ由来菌株より大きい傾向が認められ、別種である可能性が支持される。一方、栽培アサガオ由来菌株の無性世代はホシアサガオ・マメアサガオ由来菌株の大きさに近いものの、それらと両アメリカアサガオ由来菌株との中間的な大きさを示す菌株もあり、サイズではどちらの種であるか一概に判断できない。また、両アメリカアサガオ由来菌株には他のアサガオ由来菌株と平均測定値に差のないものもあり(図2)，これらアサガオ類白さび病菌の無性世代の大きさは連続的と言える。したがって、遊走子のう柄・遊走子のうのサイズに基づいて *A. ipomoeae-panduratae* と *A. ipomoeae-hardwickii* を判別することはできない。

ところで、遊走子のう柄の形態に関して *A. ipomoeae-panduratae* は単なる「棍棒形」と記述されているのに対し(澤田, 1919; 伊藤, 1936; Mukerji and Critchett, 1975), *A. ipomoeae-hardwickii* の原記載では「紡錘状棍棒形」と明記されている(澤田, 1927)。この点に注目して観察し直した結果、ホシアサガオ・マメアサガオ白さび病菌の遊走子のう柄は先端が膨らんだ棍棒形がほとんどであり(図1-6)，栽培アサガオおよび両アメリカアサガオ白さび病菌のそれは、明らかに中央付近が膨らんだ紡錘状ないし楕円状棍棒形が多かった(図1-2, 1-5)。以上の質的な形態の差異および分子系統解析の結果より、栽培アサガオ白さび病菌は *A. ipomoeae-panduratae* ではなく *A. ipomoeae-hardwickii* と再同定すべきと判断した。なお、両アメリカアサガオと栽培アサガオの白さび病菌では、いずれもまだ有性世代が確認されていない。今後、これらアサガオ類白さび病菌の有性世代を探索し、決定的な形態的差異とされている造卵器の表面構造(澤田, 1927; 伊藤, 1936; Mukerji and Critchett, 1975)を確認するとともに、さらに多くの菌株について分子系統解析を行い、それらの分類学的所属を確定したい。

### 3) 分化型の提案

交互接種の結果から、各アサガオ類上の白さび病菌は互いに異なる宿主特異的系統と判断された。また、分子系統解析の結果は、各菌株の寄生性と良く一致した。すなわち、塩基配列タイプIのうち完全に配列の一一致した4菌株はすべてアメリカアサガオ(*I. hederacea*)とその変種にのみ寄生する系統または種であり、8塩基の置換が見られた1菌株は栽培アサガオ(*I. nil*)にのみ病原性を示した。他方、配列タイプIIaを持つ菌株はホシアサガオ(*I. triloba*)にのみ寄生し、IIbタイプの菌株はマメアサガオに特異的寄生性を示した。以上の接種試験および分子系統解析などの結果に基づき、以下の4分化型(forma speciales)を提案する。

ホシアサガオ寄生系統：*Albugo ipomoeae-panduratae* f. sp. *trilobae* Toy. Sato & Y. Degawa

マメアサガオ寄生系統 : *A. ipomoeae-panduratae* f. sp. *lacunosae* Toy. Sato & Y. Degawa (Sato et al., 2009)

栽培アサガオ寄生系統 : *A. ipomoeae-hardwickii* f. sp. *nile* Toy. Sato, J. Okamoto & Uzuhashi, アメリカアサガオ寄生系統 : *A. ipomoeae-hardwickii* f. sp. *hederaceae* Toy. Sato, Y. Degawa & Uzuhashi

## 5. 謝辞

本研究を行うに当たり多大なご協力ご支援を賜った大分県農林水産研究センターの岡本 潤氏, 元国東農業改良普及センター松成 茂氏, 千葉県農林総合研究センターの植松清次氏, 元九州沖縄農業研究センターの西 和文氏, 筑波大学菅平高原実験センターの出川洋介氏, 元日本植物防疫協会研究所の高橋幸吉氏, カナダ農業食糧省サスカトゥーン研究センターの埋橋志穂美氏, 香川県農業試験場の生咲 巖氏, 和歌山県農林水産総合技術センターの大谷洋子氏, 元農業環境技術研究所の江塚昭典氏, さいたま市在住の薄葉 重氏および神奈川県立生命の星・地球博物館の木村洋子氏に厚く御礼申し上げる。

## 6. 参考文献

- Ciferri, D.R. (1928). Osservazioni sulla specializzazione dell' "Albugo Ipomoeae-panduratae" (Schw.) Sw. Nuovo Giornale Botanico Italiano 35: 112-134.
- 出川洋介・中村静男・酒井きみ・佐藤豊三 (2008). 神奈川県新産のアサガオ白さび病菌による菌えい. 神奈川自然誌資料 29: 45-49.
- 堀田 満・星川清親・浅山英一・坂梨一郎・須田新次 (1989). *Ipomoea* L. サツマイモ属. 世界有用植物事典 (堀田満ほか編). pp. 555-559, 平凡社, 東京.
- 伊藤誠哉 (1936). 白銹病菌科. 大日本菌類誌 第1巻 藻菌類. pp. 134-147.
- Mukerji, K.G. and Critchett, C. (1975). *Albugo ipomoeae-panduratae*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 459. Kew, Surrey.
- 佐藤昭二・後藤正夫・土居養二 編 (1983). 植物病理学実験法. pp. 30-34, 講談社, 東京.
- 佐藤豊三・岡本 潤・松成 茂・高橋幸吉 (2000). *Albugo ipomoeae-panduratae* によるアサガオ白さび病 (新称) . 日植病報 66: 271-272. (講要)
- Sato, T., Okamoto, J., Degawa, Y., Matsunari, S., Takahashi, K. and Tomioka, K. (2009). White rust of *Ipomoea* caused by two *Albugo* species, *A. ipomoeae-panduratae* and *A. ipomoeae-hardwickii*, and their host specificity. J. Gen. Plant Pathol. 75: 46-51.
- 佐藤豊三・埋橋志穂美 (2010). アサガオ類白さび病の国内発生と病原菌の宿主特異性. 植物防疫 64: 174-180.
- 佐藤豊三・生咲 巖・澤砥哲也・埋橋志穂美・富岡啓介 (2010). ヨウサイ (エンサイ) 白さび病の国内発生と病原菌 *Albugo ipomoeae-aquatiae* の宿主範囲および分子系統解析. 日植病報 76: 159. (講要)

佐藤豊三・埋橋志穂美・澤嶽哲也 (2011). *Ipomoea* 属植物白さび病の菌えいと奇形病徵の再現および病原の再同定. 日植病報 77: 43-44. (講要)

澤田兼吉 (1919). 台湾産菌類調査報告 I . ひめこがねひるがほ白さび病菌. 台湾総督府農事試特別報 19: 56.

澤田兼吉 (1922). 台湾産菌類調査報告 II . よう菜白さび病菌. 台湾総督府中央研報 2: 27-31.

澤田兼吉 (1927). 台湾産菌類調査報告 III . がくあさがほ白さび病菌. 台湾総督府中央研報 27: 7-9.

Uzuhashi, S., Tojo, M., Kobayashi, S. and Kakishima, M. (2009). *Pythium apinafurcum*: its morphology, molecular phylogeny, and infectivity for plants. Mycoscience 50: 281-290.

White, T. J. Bruns, T., Lee, S. B. and Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In PCR protocols: a guide to methods and applications (Gelfand, M., Sninsky, D. and White, T., eds.). pp. 315-322, Academic Press, San Diego.

## Summary

In some areas of Japan, yellow spots with white pustules on leaves, stems, petioles, peduncles and calyces were found on *Ipomoea nil*, *I. triloba*, *I. lacunosa*, *I. hederacea* and *I. hederacea* var. *integriuscula*. We demonstrated that the diseases on *I. nil* and *I. hederacea* including *I. hederacea* var. *integriuscula*. were caused by host-specific strains of *Albugo ipomoeae-hardwickii* based on inoculations, molecular phylogeny and morphological studies. Two forma speciales of the fungus were defined, respectively, for the two *Ipomoea* species: "f. sp. *nile*" and "f. sp. *hederaceae*". We also showed that the disease on *I. triloba* and *I. lacunose* was caused by host-specific strains of *A. ipomoeae-panduratae*. Therefore, we proposed two forma speciales of the fungus, respectively, for the two *Ipomoea* species: "f. sp. *trilobae*" and "f. sp. *lacunosae*". In this studies, various strains the white rusts with host-specific pathogenicity to *Ipomoea* spp. was first registered in MAFF Genebank.