

## 7. デイゴの軟腐症状および枯死

病原：*Fusarium solani* species complex（種複合体）に属する菌

宿主：デイゴ（*Erythrina variegata* L.）

アメリカデイゴ（*Erythrina crista-galli* L.）の被害については不明

### 基本データ

#### 1) 原産地

不明

（病原）真菌類（不完全菌）

#### 2) 沖縄県における発地域と宿主植物

（発地域）県内全域

（宿主植物）デイゴ

#### 3) 被害木の症状

デイゴの樹幹に刺激臭を伴う軟腐症状を発生させ、枯死させる。デイゴヒメコバチ（*Quadrstichus erythrinae* Kim）の寄生個体に発生するといわれる。

#### 4) 伝播の方法

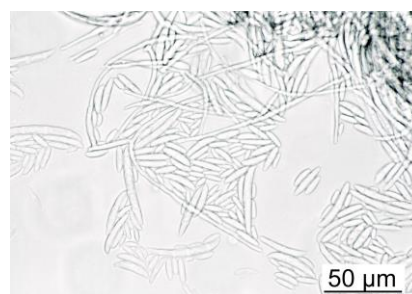
土壌または樹幹の下部～地際部

#### 5) その他

デイゴヒメコバチが枯死原因とされてきたが、虫こぶ形成と宿主樹木の枯死との因果関係は不明。軟腐症状と枯死の直接的原因は *F. solani* 種複合体に属する菌の可能性が高いことが判明した。沖縄以外の被害地でも同一の菌が枯死に関与するかどうか、今後確認する。



枯死直前のデイゴ大径木



*Fusarium solani* 種複合体に属する菌の孢子

### 日本国内（沖縄県外）における発地域と主な宿主植物

鹿児島県奄美群島、デイゴ

デイゴの衰退・枯死はこれまでデイゴヒメコバチ（Kim, 2004）の被害とされており、菌類の関与は認識されていなかった。

### 海外における病害虫の発地域と主な宿主植物

台湾で枯死木が多いという情報がある（Yang et al., 2004）。フィリピン、米国（ハワイ、フロリダ）、ブラジルなどその他の被害地で、枯死にいたる例が認められる地域では、本菌による被害発生の可能性がある。

宿主：*Erythrina* 属の樹木

#### 1) 特徴

デイゴヒメコバチの寄生を受け、虫こぶが繰り返し形成されてきたデイゴは、年を経るにつれて着葉量の減少が進行する。数年程度で葉がほぼ無い状態になり、その後の段階で「軟腐症状」と呼ばれる幹

表面が柔らかく腐臭（刺激臭）をともなう症状を示すとともに、枯死に至る。軟腐症状の部位では内樹皮は壊死しており、やがて樹皮は剥落する。「外観上健全な成木が、2～3ヶ月で枯死にいたる。」とされるが、葉量が多い状況では枯死していない。また、大径木（直径30cm以上など）に被害が目立つ。これまでは、デイゴヒメコバチ加害による枯死と判断されてきた（上地，2007；Uechi et al., 2007；中本・伊澤，2013；後藤，2010；岩ら，2011）が、病理学的観点では、葉に形成された虫こぶそのものが枯死原因になることは考えにくい。また、デイゴヒメコバチにとって、宿主の落葉や枯死は繁殖の失敗につながるので、そのような現象をデイゴヒメコバチ自身は促進しないと推測される。これらの理由から、発症の要因検討と微生物の探索を行い、*Fusarium solani* species complex（種複合体：分類学上いくつかの種が存在する複合的なグループ）（青木，2009）に属する特定の菌株が軟腐症状および枯死に関わると判断された（木原ら，印刷中；Kuroda et al, 投稿中）。

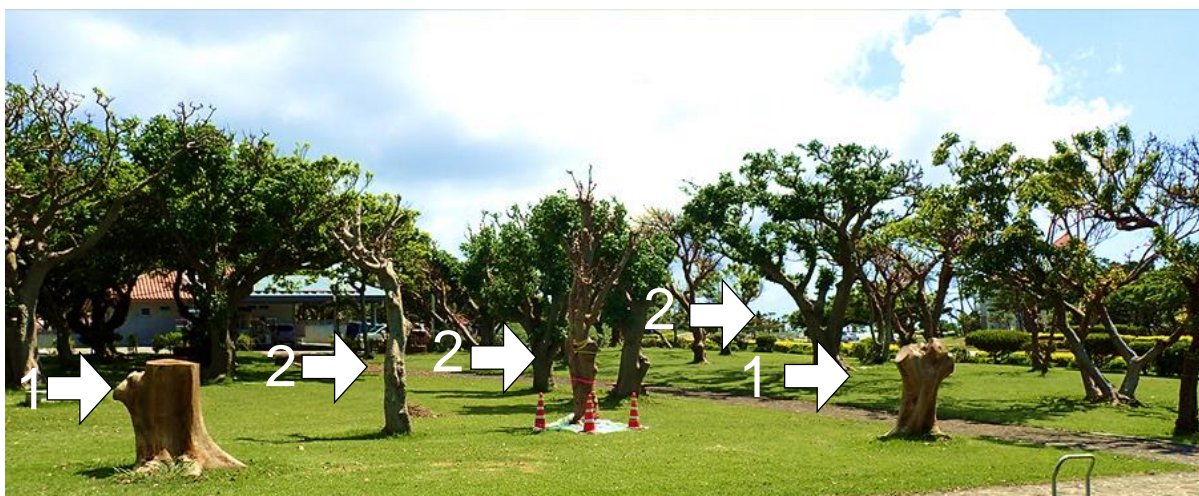


図1 衰退しつつあるデイゴ植栽木  
 沖縄県糸満市 平和祈念公園（2015年9月）  
 矢印1 調査以前に枯死し、伐倒された個体  
 矢印2 調査時に葉量が減少していた個体

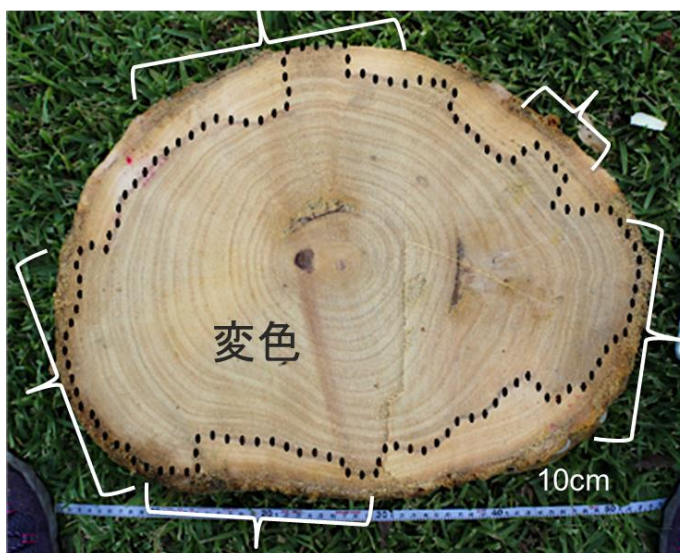


図2 樹幹の地際部の木部変色  
 点線で囲んだ範囲：変色および *Fusarium solani* 種複合体に属する菌の分布範囲  
 白枠：師部の壊死および軟腐症状部位

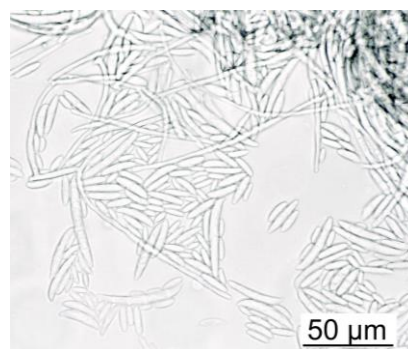


図3 変色木部から検出された *F. solani* strain A の菌叢と孢子

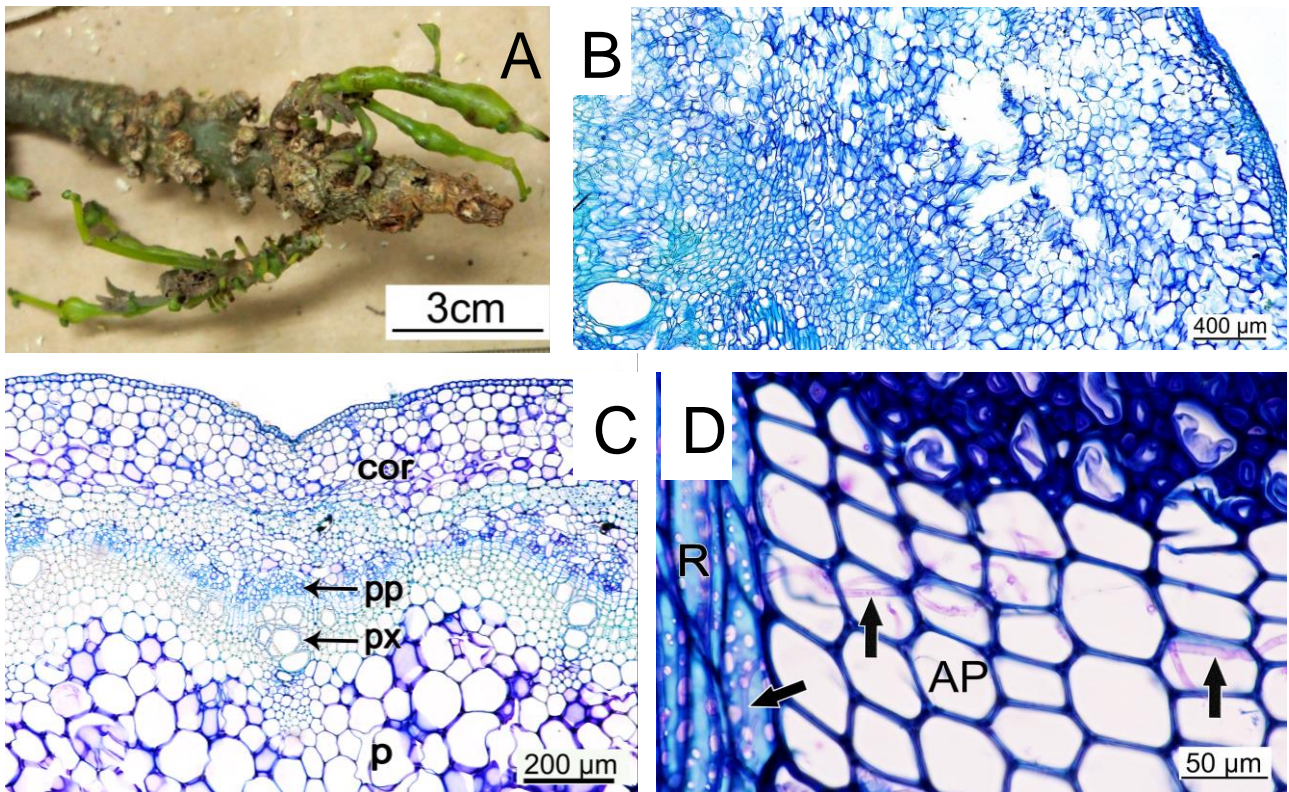


図-4 デイゴヒメコバチ虫こぶ、デイゴ正常組織および激害木組織の顕微鏡画像  
 A: 葉柄の虫こぶ外観、B: 虫こぶ組織の断面、細胞は異常であるが菌糸は認められない  
 C: 正常な葉柄組織 D: 幹の変色木部内に分布する菌糸(矢印)  
 cor:皮層、pp:一次師部、px:一次木部、p:髓、R:放射組織、AP:軸方向柔細胞

公園や大学構内などの植栽場所では、枯死木(図-1、矢印1伐根)の周辺で徐々に葉量減少個体(激害木)が増加し(図-1、矢印2)、順次枯れていく状態である。葉がほぼなくなった激害木では、樹幹基部に木部変色(図-2)が広がり(Kuroda, 2001; 黒田・山田, 1996)、この変色部位では道管の水分通導がほぼ停止していることが確認された(木原ら, 印刷中)。また、このような変色部位からは、*F. solani* species complex(種複合体)に属する菌(以下、*F. solani* s. c. と記述)が常に検出され(図-3)、菌糸が観察される(図-4D)。一方、デイゴヒメコバチの虫こぶ周辺の組織には異常な細胞分裂が起こっているが、菌糸は認められない(図-4B)。本菌(図-3; strain A)をデイゴ実生苗の主幹下部または根に接種したところ、落葉および軟腐症状を示した後に枯死し、軟腐の患部からは接種菌株が再検出された(図-5)。一方、デイゴヒメコバチの寄生部位(虫こぶ)や枝上部の異常組織からは同一種の菌は検出されず、枝先~枝基部では図-2のような木部変色の広がりは認められなかった。これらの状況から、木部変色、軟腐症状および枯死の原因は*F. solani* s. c. に属する菌であり、感染木は水分通導の停止によって枯死すると判定した。デイゴは木部変色による通水能力の喪失という過程を経て、水不足により落葉・枯死すると推察される。樹木萎凋病であるナラ枯れ(ブナ科樹木萎凋病)やイチジク株枯病では特定の菌類によって木部変色と水分通導停止が起こり、枯死することが確認されており(Kuroda, 2001; 森田ら, 2016; 隅田ら, 2016)、デイゴで観察された枯死までのプロセスと共通する点が多い。熊本県下でアメリカデイゴの枯死木から*Fusarium*属菌を検出したという報告がある(私信)が、これはデイゴヒメコバチの寄生が無い状態での枯死事例である。今後は九州・本州に植栽されるアメリカデイゴにも枯死被害が発生する可能性は否定できない。なお、枯死後の宿主組織には様々な微生物が二次感染するため、軟腐症状の原因をこれまで特定できなかったと考えられる。

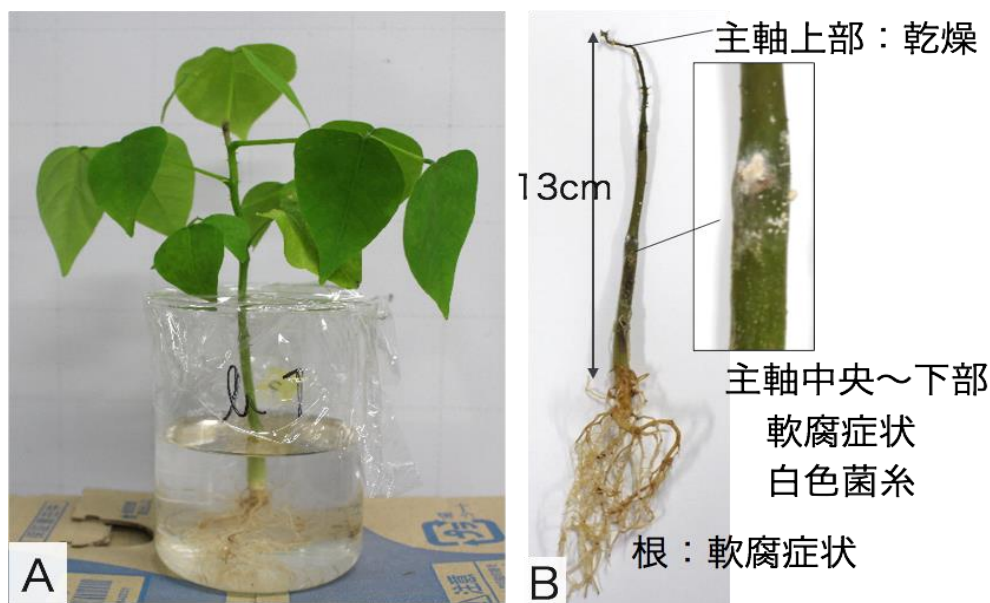


図-5 *Fusarium solani* s.c. の菌株 strain A 接種による枯死の確認  
(A)健全苗、(B)落葉し接種 26 日後の軟腐症状

## 2) 病虫害環および病原・害虫の生態

*Fusarium*属菌は土壌に多く生息する菌であり、図-1のように隣接木で枯死が順次起こることや、地際部で変色範囲が広いことから、菌の侵入口は根系あるいは、地際部や樹幹下部の傷であろうと推測される。菌が感染してから、どの程度の期間で幹の横断面全体に変色が広がるのか明らかにするために、今後調査が必要である。公園等では地下部の掘り返しが困難な場合があるが、被害対策を進めるには必須の調査である。

このデイゴの衰退～枯死については、本菌の感染のみで発生するのか、あるいはデイゴヒメコバチ寄生（虫こぶ形成）があって宿主が強いストレス下にあることが菌の活動に必須であるのか、発症要因の詳細はまだ解明に至っていない。

## 3) 沖縄県における発生の現状と経過

琉球大学と平和祈念公園という距離の離れた地域から遺伝的に同一の菌種が検出されている。同種の菌が、広範囲の軟腐症状および枯死発生に関わっているのかどうか、今後は台湾等の他国他地域も含めて調査地を広げ、確認する必要がある。

デイゴヒメコバチ対策として殺虫剤の樹幹注入が実施され、施用木で開花の復活も報告されている（喜友名，2008；2014）。この点からは、虫こぶを減らすことが宿主内での本菌の活動を抑えたり、落葉や通水阻害などの症状の進展阻止に有効である可能性もある。

## 4) 診断

着葉量の著しい減少の後に、軟腐症状および枯死が突然発生する。軟腐症状発生から枯死までは極めて短期間に進行する。着葉量の減少がデイゴヒメコバチの寄生によるとは限らず、菌類による通水阻害に起因する可能性があることから、着葉量減少の兆候を早くとらえて、通導阻害の進行を止めることが重要である。

## 5) 防除

### ①方針

軟腐症状と枯死の直接原因が菌類であることから、殺虫剤の樹幹注入のみでは症状の進行を抑えることは困難であり、殺菌も含めた対応が必要である。

### ②方法

病原菌の殺菌により軟腐症状および枯死を阻止できるかどうか、現在、ウッドキングの樹幹注入をテスト施用している。この薬剤はナラ枯れの予防に使用される殺菌剤であり、*Fusarium solani* s. c. の繁殖を阻止できるならば、効果が出る可能性がある。

### ③研究

- ・ 本病虫害についての研究の経過と動向の概要

木原健雄:卒業研究論文「デイゴヒメコバチの寄生によるデイゴの枯死メカニズムの解剖学的研究」  
2015年2月20日、神戸大学農学部応用植物学コース

木原健雄、高階空也、村上翼、平岡大輝、中馬いづみ、黒田慶子:デイゴ枯死被害における*Fusarium solani* species complexの病原性の検討、樹木医学会第21回大会講演要旨、兵庫県神戸市、2016年11月

木原健雄:修士論文「デイゴ (*Erythrina variegata*) 枯死原因の病理解剖学的手法による明」2017年2月10日、神戸大学大学院農学研究科応用植物学講座

黒田慶子、木原健雄、村上翼、中馬いづみ、亀山統一:沖縄におけるデイゴ (*Erythrina variegata*) の軟腐症状および枯死要因の検討、第127回森林学会大会講演要旨 p13、神奈川県藤沢市、2016年3月

- ・ 本病虫害についての代表的な研究論文・専門書

木原健雄、村上翼、中馬いづみ、亀山統一、黒田慶子:デイゴ (*Erythrina variegata*) の軟腐症状および枯死要因の病理解剖学的研究、樹木医学研究20:95-96, 2016

木原健雄・高階空也・村上翼・平岡大輝・中馬いづみ・黒田慶子, デイゴ枯死被害における*Fusarium solani* species complexの病原性の検討, 樹木医学研究, 21 (印刷中)

## 6) 成果の普及

### ①本プロジェクトで研究・開発が期待される事項

デイゴの枯死被害の軽減

### ②本病虫害についての、一般市民、学生生徒、造園・林業業者等に向けた既存のパンフレット等の刊行物やウェブサイト

「沖縄のデイゴの衰退と枯死」神戸大学森林資源学研究室黒田慶子ウェブサイト

<http://www2.kobe-u.ac.jp/~kurodak/Deigo.html>

### [引用文献]

青木孝之 (2009). *Fusarium*属の分類法. *Microbiol. Cult. Coll* 25, 1-12.

後藤秀章 (2010). デイゴヒメコバチ、九州の森と林業92, 4. 森林総合研究所九州支所  
<http://www.ffpri-kys.affrc.go.jp/kysmr/data/mr0092s1.htm>.

- 岩智洋, 迫田正和, 穂山浩平, 函師朋弘, 住吉博和 (2011). 奄美大島におけるデイゴヒメコバチの生態と防除. 鹿児島県森林技術総合センター研究報告14, 6-11.
- 金井賢一, 松比良邦彦, 上地奈美, 湯川淳一 (2008). 奄美群島へのデイゴヒメコバチ (ハチ目:ヒメコバチ科) の侵入. 日本応用動物昆虫学会誌52 (3), 151-154.
- 木原健雄, 村上翼, 中馬いづみ, 亀山統一, 黒田慶子 (2016). デイゴ (*Erythrina variegata*) の軟腐症状および枯死要因の病理解剖学的研究. 樹木医学研究20, 95-96.
- 木原健雄・高階空也・村上翼・平岡大輝・中馬いづみ・黒田慶子 (2017). デイゴ枯死被害における *Fusarium solani* species complexの病原性の検討, 樹木医学研究21 (印刷中)
- Kim, I. K., Delvare, G., and La Salle, J. (2004). A new species of *Quadrastichus* (Hymenoptera: Eulophidae): a gall-inducing pest on *Erythrina* (Fabaceae). *Journal of Hymenoptera Research* 13 (2), 243-249.
- 喜友名朝次 (2008). 樹幹注入によるデイゴヒメコバチの防除効果. 沖縄県森林資源研究センター研究報告 (50), 10-14.
- 喜友名朝次 (2014). デイゴヒメコバチ低コスト防除技術研究, 減薬量処理によるヒメコバチの殺虫効果 (II). 沖縄県森林資源研究センター業務報告 (24), 22-23.
- Kuroda, K. (2001). Responses of *Quercus* sapwood to infection with the pathogenic fungus of a new wilt disease vectored by the ambrosia beetle *Platypus quercivorus*. *J. Wood Science* 47, 425-429.
- Kuroda K, Chuma I, Kihara T, Murakami T, Takashina K, Hiraoka D, Kameyama N. First report of *Fusarium solani* species complex as a causal agent of *Erythrina variegata* decline and death after gall formation by *Quadrastichus erythrinae* on Okinawa Island, Japan. *Journal of General Plant Pathology* (投稿中)
- 黒田慶子, 山田利博 (1996). ナラ類の集団枯損にみられる辺材の変色と通水機能の低下. 日本林学会誌78 (1), 84-88.
- 森田剛成, 軸丸祥大, 黒田慶子 (2016). 株枯病菌を接種したイチジク苗木における病徴の進展過程 (1) 木部の通水障害と萎凋症状の関係. 植物病理学会誌82, 301-309.
- 中本敦, 伊澤雅子 (2013). 沖縄島に植栽されているデイゴの訪花者群集とその日周変化. 保全生態学研究18 (2), 111-119.
- 隅田皐月, 梶井千永, 森田剛成, 黒田慶子 (2016). 株枯病菌を接種したイチジク苗木における病徴の進展過程 (2) 宿主細胞の防御反応と内部病徴に関する解剖学的検討. 植物病理学会誌82, 310-317.
- 上地奈美 (2007) デイゴにゴールを形成するデイゴヒメコバチ *Quadrastichus erythrinae*. 植物防疫61 (9), 24-27.
- Uechi, N., Uesato, T., and Yukawa, J. (2007). Detection of an invasive gall-inducing pest, *Quadrastichus erythrinae* (Hymenoptera: Eulophidae), causing damage to *Erythrina variegata* L. (Fabaceae) in Okinawa Prefecture, Japan. *Entomological Science* 10 (2), 209-212.
- Yang, M. M., Tung, G. S., LaSalle, J., and Wu, M. L. (2004). Outbreak of *Erythrina* gall wasp (Hymenoptera: Eulophidae) on *Erythrina* spp. (Fabaceae) in Taiwan. *Plant Protection Bulletin* 46 (4), 391-396.