

特別報告

デイゴヒメコバチ *Quadrastichus elytrinae* の被害と天敵デイゴカタビロコバチ *Eurytoma erythrinae* 導入に至る経緯*¹

安田慶次*²

安田慶次：デイゴヒメコバチ *Quadrastichus elytrinae* の被害と天敵デイゴカタビロコバチ *Eurytoma erythrinae* 導入に至る経緯 九州森林研究 72：145－149, 2019 沖縄の県花デイゴは侵入害虫のデイゴヒメコバチによって大きな被害を受けている。そのため沖縄県ではタンザニアからハワイに導入され、デイゴヒメコバチの防除に効果があったデイゴカタビロコバチによる生物的防除を検討中である。放飼前に、在来生物相への影響を十分に評価し、導入の可否を検討する必要がある。近縁種、農業上の害虫やその天敵について飼育を行い、合計14種に対し影響評価を実施した。その結果、デイゴカタビロコバチの導入に伴う沖縄の昆虫への影響は認められなかった。このことを受け、離島での野外放飼試験を実施した。

キーワード：デイゴヒメコバチ、被害、生物的防除、デイゴカタビロコバチ、導入、環境影響

I. はじめに

デイゴ *Elythrina variegata* は、マメ科デイゴ属に属するインド原産の木で、沖縄では街路樹・公園・学校等に植栽されるほか、琉球漆器の生地や用材として植栽され、さらに県花として県民に親しまれている重要な花木である。しかし、2005年5月に石垣島で、デイゴヒメコバチ(図-1)によって加害を受け、若枝や葉がこぶ状となった虫こぶ(図-2)が発見された(Uechi *et al.*, 2007)。

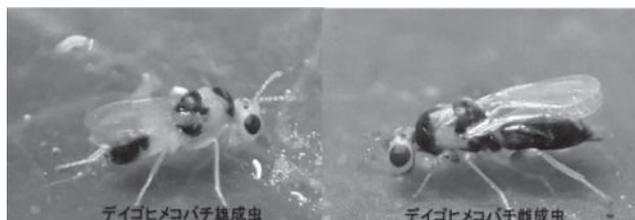


図-1. デイゴヒメコバチの成虫



図-2. デイゴヒメコバチの被害

その後、沖縄本島でも同様な枝葉が次々と発見され、被害は拡大した。特に新芽が加害されるため開花率が著しく低下すると共に、数年間激しく加害されると枯死する木も現れた(図-3)。2002年にデイゴヒメコバチ侵入前に行われた沖縄本島でのデイゴ開花率調査で54.7%を示した(渡嘉敷, 2003)のに対し、侵入後9年が経過した2014年には開花率は7.5%にまでに低下した(図-4)。さらに、この間の枯死によってデイゴの数が15.5%減少した。また、開花に至った木のほとんどは、薬剤処理による効果と考えられた(図-4)。そこで、沖縄県はタンザニア原産のデイゴカタビロコバチ *Eurytoma erythrinae* (Gates and Delvare, 2008)をハワイから導入して、増殖法を確立し、室内・野外網室での効果試験および環境影響評価を行い、沖縄県デイゴカタビロコバチ放飼試験評価委員会の決定を受け、さらに関係行政機関との調整の上、天敵の野外放飼試験を2017年10月26日に実施した。

今回は、被害と天敵放飼に至る経緯を中心に述べる。



図-3. 枯死したデイゴ

*¹ Yasuda, K.: Damage of Elthrina gall wasp, *Quadrastichus elytrinae*, history concerning and introduction of its natural enemy, *Eurytoma erythrinae*.

*² 沖縄県農林水産部森林資源研究センター Okinawa Pref. For. Resour. Res. Ctr., Nago, Okinawa 905-0017, Japan

*³ 現住所：沖縄県西原町 Present address: Nisihara Cho, Okinawa 903-0126, Japan

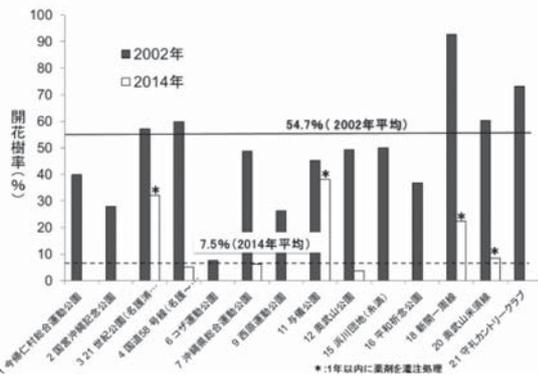


図-4. 2002年と2014年の開花樹率（開花樹：樹冠部の2割以上が開花した樹）2002年は渡嘉敷（2003）のデータを使用。

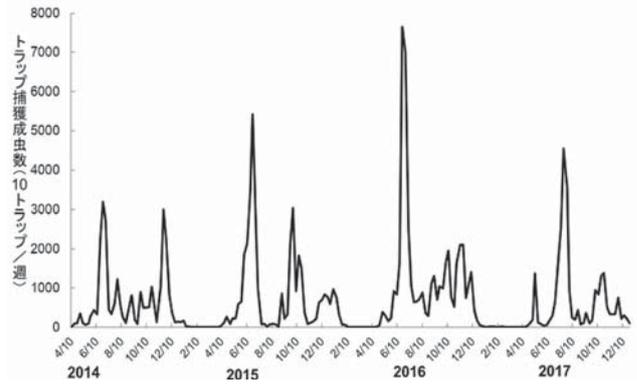


図-7. 黄色粘着トラップ（10個）によるダイゴヒメコバチ成虫捕獲虫数の推移

Ⅱ. ダイゴヒメコバチについて

ダイゴヒメコバチ (Kim *et al.*, 2004) は2004年に新種として記載され、ダイゴ属5種類とダイゴ1品種に寄生するハチで、葉や葉柄、新梢に虫こぶを形成しこれまでのが多数形成されると、新梢や葉柄、若葉の虫こぶが連なり、大きくコブのように変形するため発育は止まり、さらに被害が進むと枝の先端部が枯死してしまう (Heu *et al.*, 2006)。ダイゴヒメコバチは、世界各地でほぼ同時期に多発発生しており、2003年に台湾、2005年にインド、ハワイ、ベトナム、2006年にプロリダでの発生が確認され、また、香港、タイ、フィリピン、サモア、グアムでも確認されている。ダイゴヒメコバチの原産地はまだ明らかとなっていないが、アフリカ南部のダイゴ類と同じ虫こぶが発見されていることや、この種に特異的に寄生する寄生蜂がアフリカで採集されていることなどから、アフリカであると考えられる。

体長はオスで1.0-1.15 mm、メスで1.45-1.6 mm。メスはほぼ全身が濃褐色で、目を除く頭部、胸部などが黄色、オスはメスの濃褐色の部分がより淡く、特にメスの黄色の部分は白色から淡い黄色をしている (図-1)。性比はオス対メスが7対1 (沖縄県での調査では9対1) で雄が多く、その原因は明らかになっていない。ダイゴヒメコバチのメスは、羽化1日目ですでに約60個の卵を保有しており、生涯では約320個の卵を保有し、ダイゴの新芽、若い葉や茎に卵を産卵する。孵化した幼虫は虫こぶを形成し、その中で成長し約20日で成虫となる。成虫の寿命は室内で10日、野外では2-3日と思われる。

Ⅲ. ダイゴヒメコバチの生活史

ダイゴヒメコバチの防除を考える上で必要な発生生態を把握するため、2014年4月より2018年3月までの4年間、沖縄本島3か所のダイゴ植栽地において、合計10本のダイゴを調査樹と定め、黄色粘着トラップによる捕獲成虫数、ダイゴの若葉数、虫こぶの状態を週1回調査した。

トラップ捕獲では4月の捕獲数は僅かであったが、6月以降急速に増加し、1トラップ平均で300頭を越え、6月から7月にかけて最初のピークを作った (図-7)。その後100頭前後で推移し、11月中旬に再び2つ目のピークを形成した (図-7)。1月より3

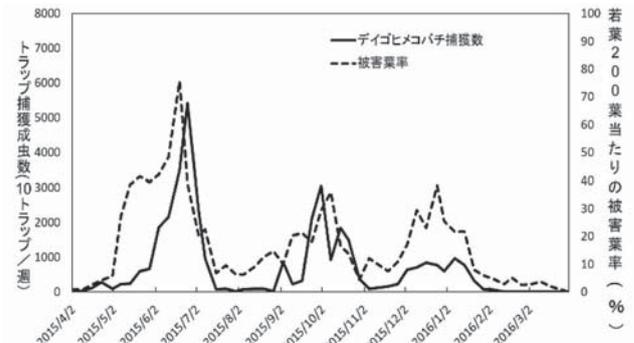


図-8. 成虫の発生消長と若葉200葉あたりの被害率の推移

月の捕獲数は激減したが (図-7)、これは産卵対象となる若葉の減少および、虫こぶ内での休眠によると考えられ、さらにこの時期には雌率が高まった。また、若葉等の多い時期は捕獲虫数ピーク時期より先行した (図-7) が傾向は一致した。

被害葉 (虫こぶ) の割合に対する成虫捕獲数のピークは少しずれて一致し (図-8)、産卵対象となる若葉及び新梢の増減が虫こぶの量を左右し、それに起因して6月の成虫捕獲虫数が増加すると考えられた。特に5月の新梢はよく伸び、多くの若葉を生み出す、その柔らかな茎葉に大きな塊の虫こぶを作り、それに起因して6月の最大の成虫発生のピークを生み出す。新梢の発生は少なくとも3-4回認められた。毎月1回、虫こぶを実験室へ持ち帰り、飼育し、観察したがダイゴヒメコバチの個体群動態に影響を与えるような、有力な天敵 (寄生者、捕食者) は発見されなかった。またダイゴヒメコバチの性比は雄に大きく傾き、成虫の発生の少ない時期には雌率が高まる。性比の決定のメカニズムや休眠性等の解明は防除を考える上で重要で、今後の大きな課題である。

Ⅳ. 薬剤防除の限界

森林資源研究センターでは、ダイゴヒメコバチの緊急防除のため、殺虫効果試験を実施し、これまで広葉樹に一般的に使用されてきたネオニコチノイド系の樹幹注剤、チアメトキサムとイミダクロプリドの殺虫効果が高いことを明らかにした (喜友名, 2013)。その結果、2008年に上記2種類の薬剤が適用拡大され、防除事業への利用が可能となった。薬剤の量は、他の広葉樹にお

いて使用されている一般的な薬量を用いたため、1樹あたり2-3万円と高額になった。そこで、森林資源研究センターでは、コスト削減に向けた低薬量による防除効果研究を行った（喜友名, 2017）ところ、常用されていた薬量の半分の量で、同等の効果があることを明らかにした。樹幹注入法では、胸高直径が30-40 cmの大きさの場合、樹幹株に2-6箇所穴を開け、そこへ浸透移行性の殺虫剤をガスの圧力により注入する（図-5）。この方法は、樹幹に毎年孔を穿つため、樹への負担は大きく、病害への感染も危惧される。さらに予算上の制約から薬剤処理を行えるデイゴは県下に植栽されているデイゴの10分の1程度に限られる。さらに最近の調査で、ネオニコチノイド系殺虫剤の灌注は、ベニモンノメイガの天敵（図-6）を減少させ、リサージェンス（天敵減少による害虫の増殖）を引き起こす可能性が示唆されている。



図-5. 樹幹注入剤の施用の様子



図-6. デイゴの害虫ベニモンノメイガを捕食する天敵ハリクチブトカメムシ

V. ハワイにおける生物的防除

我々はハワイ州の報告（Yalemar and Bautista, 2011）により、ハワイ州は導入天敵によりデイゴヒメコバチの防除を行っていることを知った。デイゴヒメコバチの侵入は、ハワイにおける在来デイゴ属の一種 *E. sandwicensis* を絶滅の危機に陥れた。薬剤による防除も行われたが、大面積を防除するのは困難であった。そこで米国政府農務省、ハワイ大学らの研究者が中心となって有望

な天敵の探索がアフリカでおこなわれ、いくつかの天敵が採集された。ハワイ州農務省における昆虫隔離施設でその防除効果や厳格な環境生物へのリスク評価をおこなった。2008年11月に、最も有望な天敵であったカタビロコバチ科の一種デイゴカタビロコバチはデイゴヒメコバチを防除するために野外への放飼が承認された。

ハワイ在来デイゴ属の一種を加害するデイゴヒメコバチに対する生物農薬としての効果を評価するために、天敵放飼前および放飼後の比較調査が始められた。定期的な調査とデイゴヒメコバチの虫こぶの分解調査の結果から、天敵が放飼6か月以内に定着したことが確認された。

天敵放飼後のモニタリング調査結果は天敵が多くの場所の葉上に生息し、デイゴヒメコバチをうまく防除していることを示した。一方、デイゴヒメコバチの密度がまだ高い場所では花の咲き方が良くない地域が残っている。現在、生き残った在来デイゴ属の一種は、デイゴヒメコバチの被害から回復しつつあり、現在、ハワイでは薬剤による防除はおこなわれていない。

沖縄県はこの報告を知り、ハワイ州農務局へ情報の提供と導入への協力を依頼し、デイゴカタビロコバチの沖縄への導入を試みた。

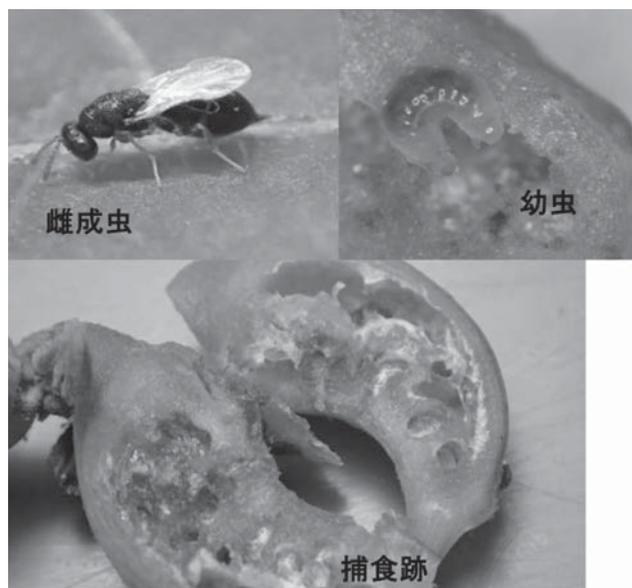


図-9. デイゴカタビロコバチ雌成虫と幼虫および捕食跡

VI. 天敵デイゴカタビロコバチについて

カタビロコバチは2006年にタンザニアで発見され、デイゴヒメコバチの天敵として2008年に記載された（図-9）。雌は平均体長2.43 mm、雄は1.9-2.3 mmのカタビロコバチ科のハチである。ハワイの報告では最短の卵期間は3日、幼虫期間は11日、蛹期間は4日で、成虫の寿命は40日である。沖縄での飼育では11月には成虫を産卵セット後30日、12月には35日頃から虫こぶからの羽化脱出が認められた。雌成虫は虫こぶの上から産卵し、ふ化幼虫は中の幼虫や蛹を捕食する（図-9）。また、雌成虫自身もデイゴヒメコバチの幼虫を捕食することがハワイで観察されて

いる。さらに孵化後、デイゴカタビロの幼虫は虫こぶの中の複数のデイゴヒメコバチの幼虫および蛹を外から捕食し、一生で4-10個体程度を捕食すると言われている。沖縄での事前の網掛け放飼試験でも虫こぶ内のデイゴヒメコバチを50%程度捕食することが明らかとなっている。

Ⅶ. 導入天敵を放すこと

害虫が外国から侵入して1次的に多発しても、土着の昆虫(天敵)がこれを迎え撃ち、長期にわたる大発生するのを防ぐ場合が多い。しかし、デイゴヒメコバチの場合、侵入後十数年を経過しても有力な土着天敵は現れず、大発生が続いている。そのため、すでにアフリカからデイゴヒメコバチの天敵の導入を行ったハワイの事例を検討し、同時に天敵の餌となるデイゴヒメコバチの増殖法を開発し、導入に備えた。

外国から天敵を導入の際に関連する法令等は次の3点で、(1) 検疫有害動植物に該当しないこと(植物防疫法)、(2) 特定生物として指定されていないこと(外来生物法)、(3) 輸出元の公的機関の了解(ハワイ州農務省)である。寄生性の天敵において、寄主の害虫が混ざる虫こぶを持ち込む場合、輸入に際し農林水産大臣特許が必要で、さらに事前に隔離施設に対する審査に合格しなければならない。これ以外にも多くの事前調整、書類の提出が求められる。試験で用いる際は例外として認められているが、天敵を防除に使用する際には農薬登録が必要である。安全性の評価、中でも在来生物相への評価は重要で、近縁種の存在、固有希少種、有用昆虫、土着天敵等の標的外生物種に対する影響を十分に評価し、導入の可否を慎重に検討する必要がある。沖縄県は、昆虫学や害虫防除に関する学識経験者、環境省担当者らによる検討委員会を設け、その中で指摘や指導を受けながら調査を行った。同時に、天敵導入に関する講演会、マスコミを通じての広報活動やさらには県民へのアンケート調査を実施し、デイゴカタビロコバチの野外放飼に7割の県民の支持を得た。

また事業等で広域的な防除を行う場合には生物農薬となるため、農薬登録は必須である。

Ⅷ. 環境影響調査

カタビロコバチの放飼前に、在来生物相への影響を評価するために①標的外生物への影響、②近縁種への影響、③農作物への直接影響を中心に行った。調査に際し、湯川淳一博士、松尾井和典博士、上地奈美博士ら虫こぶや寄生蜂に関係する研究者の協力を得て、影響評価の方法の検討や調査対象昆虫の選定を行った。まず同じ属のカタビロコバチ *Eurytoma* 属の寄主範囲を調査し、特に虫こぶを形成するタマバエ科 *Asphondylia* 属やハモグリバエ科とその寄生蜂など、県内に分布する14種(表-1)について影響を与えそうな昆虫の候補として選定した。調査はデイゴに形成されたデイゴヒメコバチの虫こぶと対象昆虫の虫こぶをシャーレに入れて選択実験を行った。また、評価対象の虫こぶに網掛けてカタビロコバチ雌成虫を放し、産卵行動を観察し、解剖して産卵の有無を調べた。その結果、デイゴカタビロコバチ雌成虫はデイゴの虫こぶのみに産卵行動を示した。さらに在来種のカタビ

表-1. 環篇影響評価を実施した昆虫

属名および種名	デイゴヒメコバチが影響を与えそうな事項	寄生の生息部位
タマバエ科 <i>Asphondylia</i> 属		
① イスノキミタマバエ <i>A. itoi</i>	寄生および捕食	イスノキの実に虫こぶを形成
② ミナミノブドウミタマバエ <i>A. sp</i>	寄生および捕食	テルミノノブドウの実に虫こぶを形成
③ テリミノイヌホオズキミタマバエ <i>A. sp</i>	寄生および捕食	テリミノイヌホオズキの実に虫こぶを形成
④ アオノクマタケランミタマバエ <i>A. sp</i>	寄生および捕食	アオノクマタケランの実に虫こぶを形成
ハモグリバエ科 <i>Agromyza</i>		
⑤ インゲンモグリバエ <i>Ophiomyia phaseoli</i>	寄生および捕食	インゲンマメの茎に虫こぶを形成
⑥ マメハモグリバエ <i>Liriomyza trifolii</i>	寄生および捕食	トマトに潜葉
⑦ トナトハモグリバエ <i>L. satibae</i>	寄生および捕食	ヘチマに潜葉
⑧ ナモグリバエ <i>Chromatomyia horticora</i>	寄生および捕食	エンドウマメに潜葉
ヒメコバチ科 <i>Ichneumonidae</i>		
⑨ ハモグリミドリヒメコバチ <i>Neochrysocharis formosa</i>	寄生および捕食	マメハモグリバエに寄生
コマユバチ科 <i>Braconidae</i>		
⑩ <i>Dances nipponica</i>	寄生および捕食	ナモグリバエに寄生
カタビロコバチ科 <i>Eurytoma</i>		
⑪ ノブドウカタビロコバチ(仮称)	寄生、捕食および交雑	ミナミノブドウミタマバエに寄生
⑫ アオノクマタケランカタビロコバチ(仮称)	寄生、捕食および交雑	アオノクマタケランミタマバエに寄生
⑬ ガジュマルカタビロコバチ(仮称)	寄生、捕食および交雑	ガジュマルの気根に寄生
コナカイガラムシ科 <i>Pseudococcidae</i>		
⑭ ミカンコナカイガラムシ <i>Planococcus citri</i>	寄生および捕食	デイゴの虫こぶに寄生

ロコバチとの交雑試験、外部形態やDNA塩基配列の比較から、交雑の可能性はないと考えられた。また、デイゴを含むマメ科作物への直接的影響は認められなかった。これらの結果から、沖縄県デイゴヒメコバチ天敵放飼試験評価委員会は在来種への影響は極めて小さいと判断し、離島での放飼実験を承認した。放飼は2017年10月26日に宮古島市下地島で実施した(図-9)。放飼1か月後には次世代の発生が脱出孔より確認され(安田ら2018)(図-10)、その後、定着が確認された。今後、十分な調査を行い、安全性を確認した上で、広域防除への利用となる。

十数年間、薬剤の灌注なしでは花を付けることがなかったデイゴが、デイゴカタビロコバチの放飼により再び深紅の花を咲かせることを期待している。



図-9. デイゴカタビロコバチ野外放飼の様子



図-10. 野外ダイゴの虫こぶ上に形成されたダイゴカタビロコバチとダイゴヒメコバチの成虫脱出孔

区. 謝辞

本研究においてハワイ州農務部生物的防除担当の Julinana Yalemare 博士と Renato Bautista 博士にダイゴカタビロコバチに関する有益な情報および野外での採集にご協力頂いた。環境影響調査、試験方法、野外からのタマバエ類の採集において湯川淳一博士（九州大学）、松尾和典博士（九州大学）、徳田誠博士（佐賀大学）、上地奈美博士（農林水産省農研機構果樹茶部門）、喜久

村智子氏（沖縄県農林水産部北部農林水産振興センター）から多くの助言とご協力を頂き、ここに深謝する。また、実験に供するダイゴカタビロコバチの増殖を引き受けていただいた琉球産経（株）の我喜屋拓氏、清水徹博士、本事業で苦楽を共にした沖縄県農林水産部森林資源研究センターの喜友名朝次氏、清水優子氏、玉城雅範氏、春日大輔氏、宮里貴子氏に感謝する。

引用文献

- Gates M and Delvare G (2008) Zootaxa 175 : 1 - 24.
 Heu R A et al. (2006) State of Hawaii Department of Agriculture, New Pest Advisory 05 - 03. pdf
 Kim I-K et al. (2004) J. of Hymenoptera R. 13 (2) : 243 - 249.
 喜友名朝次 (2013) 九州森林研究 66 : 71 - 73
 喜友名朝次 (2017) 林業と薬剤 219 : 7 - 12
 渡嘉敷正彦 (2003) 熱帯花木の着花促進に関する技術開発, 沖縄県一級造園施工管理技士会, 5 pp, 沖縄
 Uechi N et al. (2007) Entomol. Sci. 10 : 209 - 212.
 Yalemare JA and Bautista RC (2011) USDA APHIS PPQ Biological Control, USDA, Honolulu, 1 - 9.
 安田慶次・春日大輔・清水優子・喜友名朝次 (2018) 九州森林 : 71 : 23 - 25.
 (2018年11月13日受付; 2018年12月25日受理)