

国際農林業協力

JAICAF

Japan Association for
International Collaboration of
Agriculture and Forestry

特集：農業生産と昆虫による花粉媒介

農業と送粉昆虫

—世界的な状況と回復への取り組み—

開発途上国における持続可能な養蜂振興

アジア熱帯地域における送粉昆虫の現状と課題について

農業でのミツバチの効用と適切な利用に向けて

Vol. 47 (2024)

No. 4

公益社団法人
国際農林業協働協会

巻頭言

農業生産と昆虫による花粉媒介

日比絵里子 1

特集：農業生産と昆虫による花粉媒介

農業と送粉昆虫 ―世界的な状況と回復への取り組み―

前田 太郎 2

開発途上国における持続可能な養蜂振興

中村 純 11

アジア熱帯地域における送粉昆虫の現状と課題について

宮永 龍一 19

農業でのミツバチの効用と適切な利用に向けて

佐々木正己 29

南風東風

農業生産と昆虫 ―良い虫・悪い虫・ただの虫―

藤家 梓 36

トピックス

ミツバチサミット 2025

..... 39



農業生産と昆虫による花粉媒介

国連食糧農業機関（FAO） 駐日連絡事務所長
日比 絵里子

国連が花粉媒介（ポリネーション）の貴重な役割について世界の認識を高めるため、媒介者のなかでも人気の高い（？）ミツバチに着目し「世界ミツバチの日」（5月20日）を制定したのは2017年のことである。スロベニア共和国の提唱で、国連総会が採択した。

実際に、世界の作物の約75%は花粉媒介者をなしに存在できない。私たちが食する世界の主要食用作物のうち87種は、花粉媒介者を必要とする。農地面積で見ると、世界の約3分の1が花粉媒介による恩恵を享受しているのが現状だ。花粉媒介は、農業生産の質と収量を左右し、世界の食料安全保障の達成と栄養の確保には必要不可欠な機能である。

食料生産のためだけではない。花粉を媒介する生物は、植物の生存と繁殖に大きな役割を果たす。生物多様性を維持し、森林を再生させ生態系サービスを提供する。災害などへの耐性を強化し、持続可能性を向上し、気候変動への適応も促す。まさに我々人間のスーパーヒーローである。

そのスーパーヒーローが、絶滅の危機に瀕している。ほとんどの花粉媒介者は野生だが、人間の活動（土地利用の変化、集約的農法、単一栽培、農薬の使用）により生息地が劣化

したことで、病害虫による被害、気候変動（気温の上昇、干ばつ、洪水などの災害）により開花時期が変化することにより受粉が阻害されるなど、様々な要因でその数が急減している。鳥やコウモリなど花粉媒介する脊椎動物の種の16.5%、ミツバチや蝶のような花粉媒介をする無脊椎動物の種にいたっては、その約4割の絶滅が危惧される。

スーパーヒーローが危ういなか、私たちの食料安全保障も厳しい局面を迎えている。今年7月にFAOが発表した最新数値によると、世界では7億を超える人が飢餓（慢性的な栄養不良）に苦しむ。世界の11人に1人である。コロナ禍の影響で増えた飢餓人口が、ウクライナにおける戦争などを経て、いまだに高止まりしている。2030年までに飢餓を撲滅しようと呼びかけたSDGs（持続可能な開発目標）の達成は、このままでは非現実的だ。さらに、値段が高すぎて栄養バランスのとれた健康的な食事を食べられない人は世界の人口の約3人に1人。カロリーを満たすだけでなく、栄養の改善を目指す国際的な目標についても世界は後れをとっている。

このような状況であるからこそ、花粉媒介者の重要性は高まる一方だ。私たちや地球が健やかに存続するためにも、世界各国が、スーパーヒーローの危機脱出のために力を合わせていくことが急務である。



農業と送粉昆虫 —世界的な状況と回復への取り組み—

前田 太郎

はじめに

送粉者（花粉媒介者、ポリネーター）という言葉からどんな生き物をイメージするだろうか。送粉者が植物の受粉を助ける生き物だと知っている人なら、花から花へ飛び回るミツバチを思い浮かべるのではないだろうか。送粉者・花粉媒介者・ポリネーターの3つのキーワードを基にして生成 AI に画像を作成させると、花畑を飛び交うミツバチやチョウが多く描かれ、たまにハチドリなどの鳥も描かれる（図1）。送粉者にはコウモリやサルなどの哺乳類なども含まれるが、もっとも多い送粉者は昆虫であり、農作物の受粉

の多くはミツバチをはじめとするハナバチ類やハナアブなどを含むハエ類が担っている。

農作物の受粉に貢献する送粉者は、“野生”送粉昆虫と人が飼育する“飼養”送粉昆虫に大別できる。日本ではセイヨウミツバチ、マルハナバチ、マメコバチ、ヒロズキンバエなどが受粉用の飼養送粉昆虫として入手できる。飼養送粉昆虫は人の管理によって数が管理され、畑や果樹園などへ自由に導入できる点で野生送粉昆虫とは大きく異なる。最近送粉者の増減が話題になることが多くなったが、飼養送粉昆虫と野生送粉昆虫は区別して考える必要がある。

本稿ではまず農業における送粉昆虫の重要



図1 生成 AI (Microsoft Copilot) による“送粉者 + 花粉媒介者 + ポリネーター”のイメージ図（作成日：2024 年 12 月 27 日）

性について、生態系サービス、生物多様性、SDGsの観点から考えてみたい。次に送粉昆虫の世界的な減少と、それが農業に及ぼす影響について述べる。最後に送粉昆虫を守り回復させていく取り組みについて世界的な動向を紹介したい。

1. 農業における送粉昆虫の大切さ

1) 送粉昆虫による生態系サービス

生態系サービスとは生態系から我々人類が受けている恩恵のことで、大きく4つに分類される(表1)。生態系とは、太陽のエネルギーを固定する植物などの“生産者”と、それを餌とする食物連鎖の上位者である“消費者”、植物や動物の死体を無機物に戻す“分解者”、そしてこれらの営みを支える光や空気や水などの環境すべてを含む。送粉昆虫による花粉媒介は4つの生態系サービスのうち「調整サービス」に分類され、昆虫以外の送粉者の貢献も含めて「送粉サービス」と呼ばれる。

自然生態系においては野生顕花植物種の90%が送粉サービスに依存しているが、農業においても送粉サービスは不可欠であり、その価値が様々な尺度で示されてきた。例えばIPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem

Services: 生物多様性や生態系サービスに関する政府間科学-政策プラットフォーム)の報告では「世界の主要農作物の4分の3以上は、その収量や品質の面で多少なりとも動物による花粉媒介に依存して」おり、その市場価値は「年間2350億ドル～5770億ドル(2015年時点)」に相当する(IGES 2021)。生産量ベースでは35%が送粉サービスの貢献によって生み出されており、食事3口のうち1口は送粉者のおかげと言われる。

送粉者によってもたらされる恩恵は調整サービスにとどまらない。人類はるか昔から野生のハチミツを採取し、養蜂技術の発達によってセイヨウミツバチを家畜化してからは、ローヤルゼリーやプロポリスなどセイヨウミツバチの生み出す産物を食料や医薬品として利用してきた。これらは「供給サービス」に該当する。また、世界各地で、あるいは日本の地方によって異なる養蜂技術は伝統的養蜂文化であり、近年の趣味の養蜂ブームは人々が自然と触れ合う機会を増やし、人とのつながりを深めることで暮らしを豊かにしている。ミツバチにインスピレーションを受けた芸術や、巣のハニカム構造を模倣した工業製品なども多く、これらは「文化的サービス」と呼ばれる。さらに送粉者と植物の共進

表1 生態系サービス

供給サービス	食物、水、原材料、薬品など“モノ”の供給
調整サービス	気候、大気、水質、土壌、花粉媒介、災害緩和など“環境の健全さ”を保つための機能
文化的サービス	多様な文化、芸術、景観、レクリエーション、科学と教育の知識など“暮らし(心)の豊かさ”の源泉
生息・生育地サービス	生息・生育環境、遺伝的多様性など、“生物多様性”の維持に必要な基盤

出所:「生態系と生物多様性の経済学(The Economics of Ecosystem and Biodiversity; TEEB, 2007～)」の分類に基づいて作成。例は筆者による意識。

※ミレニアム生態系評価(Millennium Ecosystem Assessment; MA, 2001～2005)では、上記の生息・生育地サービスではなく基盤サービスが用いられている。

化によって色とりどりの花が進化するなど、送粉者が生物多様性や生態系そのものの維持に貢献していることから「生息・生育地サービス」も提供していると言える。

2) 生物多様性と送粉昆虫

生物多様性という言葉は一般社会に浸透してきており、この言葉を聞いたことがある人は72.6%もいる（内閣府 2022）。しかし言葉の意味を知っている人は29.4%にとどまった。生物多様性が①生態系の多様性、②種の多様性、③遺伝子の多様性の3つのレベルを含んでいることはあまり理解されていないのかもしれない。

送粉者の種の多様性が高いことは、農作物の受粉に利点をもたらす。例えば、セイヨウミツバチが受粉に用いられる場合でも、さらに野生送粉昆虫が存在することで収量は増加する（Garibaldi *et al.* 2013）。これはセイヨウミツバチが働きにくい条件でも他の送粉者が働いたり、体サイズや採餌行動が異なる送粉者によって受粉効率が高まるためだと思わ

れる。また生活史や環境応答性が異なる送粉者が混在することで、環境変化に対する反応が柔軟で、異常気象などの気候変動に対して頑健であると考えられる（Rader *et al.* 2013）。

送粉昆虫の多様性を高めるためには植物の多様性も不可欠である。送粉昆虫によって活動する期間は異なり、好みの花も異なる。年間を通して様々な花々が途切れることなく咲くことで、好みも出現時期も異なる様々な送粉昆虫を維持することが可能になる。また送粉昆虫と植物のネットワークの観点からも、多様性は送粉昆虫－開花植物の関係を安定させるのに重要である。例えば送粉昆虫と植物の多様性が高く種間ネットワークが複雑な場合（図2A）、何らかの要因である植物の花が咲かない、あるいは蜜の生産量が少ない場合でも、送粉昆虫は他の花を利用することができる。しかし、多様性が低い場合そのネットワークは貧弱で（図2B）、ある植物の不在や不調は送粉昆虫にとって致命的になりかねない。実際多くの研究から、畑の縁や小道、未耕作地などに生える野生の草花や灌木、生

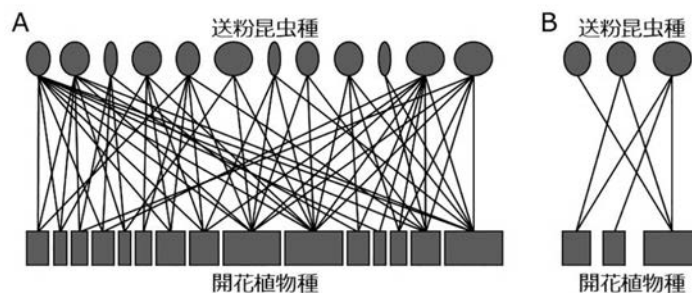


図2 送粉昆虫と開花植物種のネットワーク

A) 送粉昆虫と開花植物ともに種数が多い場合

B) 種数が少ない場合

注：各図形（丸と四角）はそれぞれの種を示し、それらをつなぐ直線は送粉昆虫による花の利用を示す。

出所：筆者作成

け垣などによって生み出される農地周辺の花資源の多様性が、野生送粉昆虫の保全に有効であることが示されている (Nicholls and Altieri 2013)。

開花植物の多様性と数が増えることは、送粉昆虫の多様性を高めるだけでなく、セイヨウミツバチなど飼養送粉昆虫を導入する際の野生送粉昆虫へのインパクトを弱める効果もあるのではないかと考えられる。セイヨウミツバチの人為的な大量導入が、花資源をめぐる競争、在来植物の受粉への影響、病原体の持ち込みなどを介して野生送粉者にネガティブな影響を与えることが懸念されている (Iwasaki and Hogendoorn 2022)。セイヨウミツバチは蜜や花粉が多くまとまって咲く花に集中して訪花する傾向が強いため、そのような花では資源競争が生じる可能性は高い。一方、資源量や花数が少なくセイヨウミツバチがほとんど来ないような花でも他の野生昆虫が訪花しているのは良く観察される (前田・岸 2025)。街や野山に多種多様な花が咲く環境を作ることで、野生送粉昆虫とセイヨウミツバチが共存できるキャパシティを生み出せないだろうか。現在セイヨウミツバチ巣箱の適正配置のための蜜源評価に関する研究が農林水産省の養蜂等振興強化推進事業で行われているが、野生送粉者の保全も考慮した花資源の適正利用 (Mouillard-Lample *et al.* 2023) の検討が進むことが期待される。

3) SDGs から見た送粉昆虫

2015 年の国連総会で、2030 年までに達成すべき「持続可能な開発目標 (SDGs: Sustainable Development Goals)」が採択された。SDGs という言葉は社会全体でも広く認知されるようになり、2024 年の調査では

88% を超える人が SDGs について聞いたことがあると答えている (朝日新聞社 2024)。小中学校で SDGs に関連した学びが新学習指導要領で取り入れられたこともあり、SDGs に関する理解度は 10 代が最も高く、全世代平均の 1.6 倍の理解度となっている。SDGs という枠組みの中で送粉者の働きを考えることで、その重要性を整理してみたい。

SDGs は 17 の目標と 169 のターゲットがあるが、送粉者に最も関連する目標は「15. 陸の豊かさを守ろう」である。生態系や生物多様性を保全するというゴールを達成するためには送粉者自体の多様性を保全し、それを支える生態系を守るとはもちろんだが、送粉者の働きによって生態系の健全性や生物多様性が保たれていることも重要である。

農業における送粉者の役割という観点では「2. 飢餓をゼロに」という目標達成のために送粉者は不可欠である。農作物の多くが送粉者による受粉に依存しており、これらの作物の生産量が過去 50 年間で 300% 増加し、2050 年には世界の人口が現在よりも 15 億人増えて 97 億人に達すると予測されることから (国際連合広報センター 2019)、さらに送粉者の必要性は高まるだろう。また、送粉者を活用した持続可能な農業を続けていくためには、作物受粉技術の強化と革新 (9. 産業と技術革新の基盤をつくろう)、気候変動に対応可能な養蜂技術の開発と野生送粉昆虫の利用 (13. 気候変動に具体的な対策を)、持続可能な消費と生産形態の模索 (12. つくる責任つかう責任)、次世代への送粉者や養蜂に関する知識と技術の継承 (4. 質の高い教育をみんなに) など、様々な目標とターゲットに送粉者は関与している (図 3)。



図3 送粉者と農業に関連するSDGsゴール

2. 送粉昆虫の減少

近年、送粉者の世界的な減少について一般の方にも知られるようになってきたが、「ミツバチが減っていて心配ですね。」という言葉をよく聞く。間違っているわけではないが、誤解も多いと思われる。冒頭で述べたようにセイヨウミツバチのような飼養送粉昆虫は人が管理してその数をコントロールできるため、野生送粉昆虫とは分けて考える必要がある。

1) 野生送粉昆虫の減少

野生送粉者の世界的な減少は、主に北西ヨーロッパと北米でのマルハナバチやチョウの調査によって注目されるようになった(IGES 2021)。その他の南米、アフリカ、アジア、オセアニアでは局所的な減少報告はあるものの、調査例が少なく今後のデータ蓄積が待たれる。世界全体のハナバチの傾向をとらえるために博物館の標本コレクションや各種調査データを用いた解析では、世界的にハナバチの数と多様性が減少していることが示されている(Zattara and Aizen 2021)。このような野生送粉者の減少は、土地利用の変化、集約的農業管理、農薬の使用、環境汚染、侵略的外来種、病原体、気候変動など様々な要因が複合的に影響していると考えられている(IGES 2021)。野生ハナバチ類の減少と保全については多田内(2020)に詳しいので

参照されたい。

2) セイヨウミツバチの世界的増加と局所的減少

人が管理するセイヨウミツバチは、減っている国もあるが、世界全体では増えている(IGES 2021)。FAOの統計データによると、世界的増加の大部分はインド、中国、中東などアジアにおける急速な群数の増加によるところが多い(前田 2022)。一方、アメリカやドイツ、イタリアなどで減少傾向がみられるが、アメリカを中心に起こった蜂群崩壊症候群(CCD: Colony Collapse Disorder)以後は横ばい状態で蜂群数の大きな減少は見られない。これはセイヨウミツバチを取り巻く環境が改善したというよりは、養蜂家がさらに高いコストをかけて人為的に蜂群を分割して維持している結果であり(IGES 2021)、根本的解決になっていないと考えるべきであろう。

3) 送粉昆虫の減少が農業におよぼす影響

送粉昆虫の減少から農作物の受粉不足が生じることが1990年代から懸念されてきたが、すでに受粉不足による農作物生産への悪影響が起こっていることが明らかになってきた。2000を超える農産物生産量データを解析した研究によると、主要作物の21~61%で受粉不足が起こっていることが報告された

(Turo *et al.* 2024)。また中国では殺虫剤の使用が原因で送粉昆虫が減少し、果樹の受粉を人の手で行っていると言われる (Ya *et al.* 2014)。日本でも 1950 年代の農薬使用による送粉昆虫の減少がリンゴなどの果樹における人工授粉技術の普及の要因になったと言われているが、日本国内において野生送粉者の重要性はまだあまり認識されていないと言わざるを得ない。

3. 送粉昆虫を保全し回復させる取り組み

持続的な食料生産と生物多様性保全の観点から、送粉昆虫の多様性を守り数を増やしていくことが求められている。世界全体として生物全体の減少傾向に歯止めをかけ増加に転じようとするネイチャーポジティブ（自然再興）の取り組みが活発になっており、送粉者に限定せず生物多様性の枠組みの中で考えていく必要がある。世界的な生物多様性保全の動向として、生物多様性条約、IPBES、ヨーロッパにおける農業環境事業、そして日本の政策の主なものについて紹介したい。

1) 生物多様性条約と世界目標

生物多様性条約 (CBD: Convention on Biological Diversity) は、生物多様性の保全と持続可能な利用、そこから生まれる利益の公平な分配を目的として、国連環境開発会議 (地球サミット) で 1992 年に採択された。その後 2 年ごとに締約国会議 (COP: Conference of the Parties) が開催されている。2010 年に名古屋で開催された CBD-COP10 では「戦略計画 2011-2020」と「愛知目標」が策定された。2022 年の CBD-COP15 ではそれに代わる新たな世界目標として「昆明・モントリオール生物多様性枠組 (KM-GBF:

Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework)」が採択され、自然を回復軌道に乗せるために生物多様性の損失を止め反転させる「ネイチャーポジティブ」の実現が掲げられた。2050 年ビジョンとゴール、2030 年ミッションとターゲットなどから構成され、2030 年までに陸域と海域の 30% 以上を保全する「30by30 目標」などが盛り込まれている。

2) 科学から政策へ IPBES

生物多様性と生態系サービスを科学的に評価し、政策に係わる意思決定に活用することを目的にして IPBES (生物多様性や生態系サービスに関する政府間科学-政策プラットフォーム) が 2012 年に設立された。科学に基づいた様々な報告書が公表され、生物多様性条約の世界目標や各国の生物多様性国家戦略の策定に活かされている。最初の報告書は送粉者に関するもので (IPBES 2016)、送粉者の価値、送粉者の現状と傾向、これから何ができるかについて、膨大なデータを基にまとめられている (IGES 2021)。

3) ヨーロッパにおける送粉者保全の取り組み

送粉昆虫の保全に大きな役割を果たしたのが、ヨーロッパで 1990 年代に始まった農業環境事業 (AES: Agri-Environment Scheme) である。農業環境事業の目的は生物多様性の保全、水や土壌の汚染防止、農業景観の保全であった。生物多様性保全の主な対象となったのは昆虫と鳥であり、農地周辺の生け垣を残したり、野生の花々を積極的に植えたり、殺虫剤の使用量を減らすなどの取り組みを行うことに対して農家が直接報酬を受け取る直接環境支払い制度となっている。支払い対象

となる具体的な取り組みは国によって異なるが、その効果は科学的に検証され、訪花昆虫の数と多様性の回復に貢献していることがメタ解析などで明らかにされた。農業環境事業についての詳細な解説は紺野（2023）を参照されたい。

近年の EU 全体では送粉者に焦点を当てた取り組みが行われており、欧州委員会が 2018 年に「EU 送粉者イニシアティブ（EU Pollinators Initiative）」、2023 年にはこれに代わる新たな「送粉者のためのニューディール（A New Deal for Pollinators）」を発表した。これは生産から消費までのフードシステムを公正で健康的で環境に配慮したものにすることを目指す「農場から食卓まで（Farm to Fork）戦略」や「生物多様性戦略 2030（Biodiversity Strategy for 2030）」に沿った内容で、送粉者を考慮した農業への転換や、送粉者の生息地マッピング研究への支援、国民の意識向上や市民科学の支援などが含まれている。

欧州委員会では農業者や研究者のみならず一般市民への意識向上を目標に掲げており、送粉者の理解を促進するための取り組みとして、対話型バーチャルデジタルツール「ポリネーター・パーク（Pollinator Park）」をウェブ上で公開している（European Commission 2021）¹。また市民側からの関心も高く、2022 年に「ハナバチと農民を救え（Save Bees and Farmers）」として、欧州市民イニシアティブ（European Citizens' Initiative）で計 105 万筆の署名を集めた。欧州市民イニ

シアティブは 7 つの EU 加盟国の計 100 万人以上の署名を集めれば欧州委員会に立法を提案することができる制度で、農薬の使用削減、農業における生物多様性の回復、持続可能な農業への移行を行う農民への支援を求めた。

4）日本の政策

生物多様性基本法（2008 年施行）にもとづいた、第 6 次となる「生物多様性国家戦略 2023-2030」が現行の国家戦略となっている²。昆明・モントリオール生物多様性枠組に対応したもので、生物多様性と気候変動へ統合的な対策を行い、ネイチャーポジティブを実現するための取り組みを推進している。

農業に関する直接支払い制度として、農業の有する多面的機能の発揮の促進に関する法律（2015 年施行）にもとづき、地球温暖化対策と生物多様性保全を目的とした「環境保全型農業直接支払交付金」が実施されている。また「多面的機能支払交付金」も生態系保全や景観形成などの活動に活用されている。これらの制度は送粉者を含めた生物多様性や生態系の保全に有効であると考えられるが、送粉昆虫の重要性や保全については明記されていない。また 2022 年に「みどりの食料システム戦略」が施行されたが、ここでも送粉昆虫に関する記載はない。送粉者に関する記載が不十分な一因として、日本の農業における送粉者の重要性と保全に有効な手法についての科学的知見の蓄積が不足していることが考えられるが、現在農業における送粉者の評価と保全に関する調査研究が急速に進んでおり、日本でも送粉者に関する理解と対策が進むことが期待される。

¹ https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/pollinator-park_en

² 内容は、<https://www.env.go.jp/content/000124381.pdf> で確認できる。

おわりに

本稿では農業と送粉者の世界的な動向について、世界や国といった大きな枠組みからの解説を試みた。一方、生産者や消費者個人、小さなコミュニティでできる取り組みや、農地での具体的な対策については紹介できていない。送粉者や生態系を保全し回復させるためには、大きな枠組みだけではなく、個人レベルでの知識の普及と意識改革が不可欠である。日本における送粉昆虫の重要性に関する一般市民の認識も研究調査もまだ不十分な状態だが、「ハナバチに生息地を贈るためのガイドライン」がウェブサイトで公開されたり（日本送粉サービス研究会 2021）、ミツバチや送粉者に関する市民参加型の「ミツバチサミット」が継続的に開催されたりと、有志のボランティアによって少しずつ送粉昆虫を知ってもらうための活動が広がっている。2027年には横浜で国際園芸博覧会が開催される。会場は色とりどりの花が咲き乱れると思うが、そこに多種多様な送粉昆虫が飛び交い、参加者が送粉者に対する認識を深めてもらう機会になることを期待したい。

参考文献

- 朝日新聞社（2024）：第10回SDGs認知度調査。 <https://www.asahi.com/sdgs/article/15212866>（アクセス日：2024年12月27日）。
- European Commission（2021）：Pollinator Park。 https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/pollinator-park_en（アクセス日：2024年12月27日）。
- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Kremen, C., Carvalheiro, L. G., Harder, L. […+40 authors] and Klein, A. M. (2013) : Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339(6127), 1608–1611.
- IGES（2021）：IPBES 花粉媒介者、花粉媒介及び食料生産に関するアセスメントレポート。政策決定者向け要約（抄訳）。 <https://www.iges.or.jp/jp/pub/ipbes-pollination/ja>（アクセス日：2024年12月27日）。
- IPBES（2016）：The assessment report on pollinators, pollination and food production of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services. Edited by S.G. Potts, V.L. Imperatriz-Fonseca and H.T. Ngo. Bonn, Germany, Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 827p.
- Iwasaki, J.M. and Hogendoorn, K. (2022) : Mounting evidence that managed and introduced bees have negative impacts on wild bees : an updated review. *Current Research in Insect Science*, 100043（アクセス日：2024年12月27日）。
- 国際連合広報センター（2019）：プレスリリース。 https://www.unic.or.jp/activities/economic_social_development/social_development/population/（アクセス日：2024年12月27日）。
- 紺野康夫（2023）：EUにおける農業環境事業の概要と生物多様性保全におけるその有効性。帯広畜産大学学術研究報告, 44 : 19–104.
- 前田太郎（2022）：ポリネーターを保全・活

- 用するための行動制御. 蚕糸・昆虫バイオ
テック, 91(3): 177-192.
- 前田太郎・岸茂樹 (2025): 虫がよろこぶ花
図鑑 ミツバチ・ハナバチ・ハナアブなど.
農文協, 224p.
- Mouillard-Lample, L., Gonella, G., Decourtye,
A., Henry, M. and Barnaud, C. (2023):
Competition between wild and honey
bees: Floral resources as a common good
providing multiple ecosystem services.
Ecosystem services, 62:101538.
- 内閣府(2022): 生物多様性に関する世論調査.
[https://survey.gov-online.go.jp/hutai/r04/
r04-seibutsutayousei/](https://survey.gov-online.go.jp/hutai/r04/r04-seibutsutayousei/) (アクセス日: 2024 年
12 月 27 日).
- Nicholls, C.I. and Altieri, M.A. (2013): Plant
biodiversity enhances bees and other
insect pollinators in agroecosystems. A
review. *Agronomy for sustainable
development*, 33(2): 257-274.
- 日本送粉サービス研究会 (2021): ハナバチ
に生息地を贈るためのガイドライン. 編集:
大野ゆかり・光畑雅宏・中村純. [https://
drive.google.com/file/d/1Xx7d9pDKqhI0E
BIIInqnQnEfMuhEQwD53/view](https://drive.google.com/file/d/1Xx7d9pDKqhI0EBIIInqnQnEfMuhEQwD53/view) (アクセス
日: 2024 年 12 月 27 日).
- Rader, R., Reilly, J., Bartomeus, I., and
Winfree, R. (2013): Native bees buffer
the negative impact of climate warming
on honey bee pollination of watermelon
crops. *Global change biology*, 19(10):
3103-3110.
- 多田内修 (2020): 野生ハナバチ類の分類,
生態, その減少と保全. 農業および園芸,
95(4): 291-300.
- Turo, K. J., Reilly, J. R., Fijen, T. P. M.,
Magrath, A. and Winfree, R. (2024):
Insufficient pollinator visitation often
limits yield in crop systems worldwide.
Nature ecology & evolution, 8(9): 1612-
1622.
- Ya, T., Jia-sui, X. and Keming, C. (2014):
Hand pollination of pears and its
implications for biodiversity conservation
and environmental protection -- A case
study from Hanyuan County, Sichuan
Province, China. College of the
Environment, Sichuan University Sichuan.
[https://buckfastimker.wordpress.
com/2016/05/15/handbestuiving-in-china/](https://buckfastimker.wordpress.com/2016/05/15/handbestuiving-in-china/)
(アクセス日: 2024 年 12 月 27 日).
- Zattara, E.E. and Aizen, M.A. (2021):
Worldwide occurrence records suggest a
global decline in bee species richness. *One
Earth*, 4(1): 114-123.
- (国立研究開発法人 農業・食品産業技術
総合研究機構 農業環境研究部門)



開発途上国における持続可能な養蜂振興

中村 純

はじめに一養蜂振興の多様性

養蜂は、動物を飼育して生産物を得るとの観点からは畜産の一分野であり、各国の畜産行政が管轄する場合が多い。しかし、かつてのイギリス（旧農漁業食糧省）のように養蜂がミツバチによる花粉交配によって農業生産の増産に貢献することから園芸部局が管轄していた事例もあり、またタンザニアでは養蜂を非木材森林資源として見なす観点から自然資源・観光省の管轄下にあるなど、養蜂のその国における位置づけに応じて行政上の所管が決まる。

養蜂振興事業も大きく分けて産業育成型と村落開発型があり、それぞれの事業を主導する関係省庁も農業関係とは限らず、地方開発や教育関連、若者の職業訓練などに関与する省庁が企画し、連携して実施されることもある。事業の予算措置も、政府負担、海外支援、事業独自予算である場合までと様々である。

養蜂は多くの国で個人の自由意志で始められるが、特に開発途上国では養蜂振興事業によって養蜂家が育成されることが多い。養蜂家の育成は国家主導の事業ばかりではなく、民間主導による多様な展開があり、国内外の企業による商業養蜂の確立に伴う場合や、国内企業やNPOによる小規模養蜂の技術支援

を通じて（中村 1992）、あるいはNPOによる環境保全型養蜂、さらには伝統養蜂の継承事業までと実に幅広い事業を通じて育成されている（中村・中村 2002）。

1. SDGs と養蜂

開発途上国における養蜂振興は、かつては支援国が技術移転というよりは先進国流の養蜂を、ミツバチを含む資機材ごと導入するやり方が主流であった。アジアでは1960年代から80年代にかけて、ベトナム（最初の養蜂普及はフランス植民地時代にも行われている）、タイ、マレーシアなどにおいてセイヨウミツバチを用いた産業育成型の養蜂開発が行われ、現在までに養蜂産業が定着し、実際に専業規模の商業養蜂家が養蜂を営んでいる。

その後1970年代後半から広がった内発的発展の概念（例えばダグ・ハマーショルド財団が1975年に提唱した「もう一つの発展」など）が開発途上国における養蜂振興の在り方にも一石を投じ、アジアでは自生のトウヨウミツバチを利用すべきとの主張が、特に養蜂振興を支援する側の意見を代表する形で広がった。このため、トウヨウミツバチの生息域でセイヨウミツバチを利用する養蜂振興は否定的に見られた時期もある。

2000年に採択された国連の「ミレニアム開発目標（MDGs：Millennium Development

Goals)」が開発途上国の開発における具体的課題の解決を目標とし、その後継として2015年に採択された「持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals）」は先進国をも含む開発の課題解決への道筋をつけたものとして、多岐にわたる開発分野において、これまで以上に持続可能性が意識されるようになってきた。養蜂分野での持続可能性も2000年以降に各地で意識されるようになり、村落開発での養蜂振興（Ahmad *et al.* 2007）から養蜂産業における持続可能性（Saner *et al.* 2004）まで、広範な調査や分析が行われ、持続可能性が養蜂振興での方向性と見なされるようになった。

SDGsに向かう養蜂家の役割を再確認する動きもあり、国連食糧農業機関（FAO）は「Good beekeeping practices for sustainable apiculture：持続可能な養蜂のための適正養蜂規範」を、養蜂分野でのSDGsの達成を全世界的に目指すためのガイドラインとして2021年に公表している（FAO 2021）。本書は国際養蜂協会連合（Apimondia）の専門家を中心に執筆されており、内容的には養蜂の中でのミツバチの役割、すなわちハチミツを代表とする生産物の生産や送粉（花粉媒介）など、ミツバチの有用性に焦点が当てられる。特に養蜂がSDG1（貧困をなくす）、同2（飢餓をなくす）、同8（雇用と経済成長）への持続的貢献度が大きいとして、その部分がより強調され、したがってミツバチをあくまで開発における道具として見る立場をとっている。その点で家畜として飼養されるものの、生物としての自立性が高いミツバチの利用において、ミツバチの本然を知るきっかけがないままになることは非常に残念であるが、養蜂のSDGsという位置づけを明確に、また詳

細に示している点では、今後の開発途上国における養蜂振興を考える上では無視できない養蜂の規範であることは否めない。

適正養蜂規範という観点では、農業分野のGAP（適正農業規範）が農業のSDGsとして扱われるのと同等の意味を持ち、SDGs達成のための養蜂家、あるいはそれを取り巻く関係者の役割を理解しやすい。持続可能な養蜂の要件として、養蜂場の管理、ミツバチの快適な環境確保、ミツバチの衛生管理、作業者の労働安全、人権の尊重、食品安全、環境保全、生物多様性などへの配慮を求めている点も他の分野のSDGsに向けた取り組みとの共通点が多く、理解しやすい。

ただ、ほとんどの国において、現状で定着した養蜂があり、その持続性を意識するという観点からは、以前ほどそこで利用されるミツバチの種類についての是非論は見られなくなっている。また村落開発を推進するためのツールとしての養蜂振興であっても、地域コミュニティに限定の事業としてではなく、地域で生産されるハチミツに関係する、養蜂家、ハニーハンター、中間取引業者、加工業者などを含む業態的コミュニティとして取り扱うことも推奨される（Harianja *et al.* 2023）。

2. 養蜂産業の育成

養蜂の産業化が目指される場合は、養蜂生産に関わる技術や、さらに得られた生産物の流通までが含まれる。国際機関をはじめとする海外資本が入る場合は、先進国の養蜂をそっくりそのまま移転し、支援先の産業を確立させると同時に、出資側にとって利益性の高い輸出国を育成することが目的とされる。多くの場合、輸出産業として検討され、その

ため生産量が安定しやすいセイヨウミツバチを用いた養蜂が導入されることになる。ただアジア圏では前述したように自生のミツバチの利用が推進された時期もあり、トウヨウミツバチの養蜂の近代化を推進したバングラデシュ (Svensson 1993)、セイヨウミツバチに比重をおいたタイ (Wongsiri *et al.* 2000) やマレーシア (Ismail 2016)、両方のバランスを図ったベトナム (松香ほか 1995) やインドネシア (Sudradjat and Sulistianto 1993) など各国の事情は大きく異なっている。

ここでは比較的近年になって養蜂の産業化が進み、日本向けのハチミツ輸出国としても成長してきたミャンマーの現状について、最近の総説 (Hlaing *et al.* 2023) に基づき、また現地視察を行った日本企業の元社員の方からも知見が得られたので紹介したい。

ミャンマーでは、1979年に、国際市場での競争力のあるハチミツ生産のためにFAOからの支援を受け、オーストラリアおよびアメリカから590群のセイヨウミツバチが導入された。セイヨウミツバチを選択したのはミャンマーの国策によるもので、伝統的な養蜂から得られるハチミツは品質的に劣るため、国際市場で競争力のあるハチミツ生産を目指しての選択であった (Hlaing and Sann 1981)。

1980年から1981年にかけては50名の研修生が、アメリカ、オーストラリア、イギリス、イスラエル、フランスおよび日本に派遣され、このうち2名は玉川大学で6ヵ月間の養蜂研修を受けている。また1983年には現地の厚生省、農林省、製菓公社などをメンバーとした「ハチミツ療法製品研究使節団」が日本を訪れ、ミャンマー産ハチミツの製品化およびその輸出先としての日本に強い期待を示

していた。

ミャンマー国内ではFAOが派遣した専門家によって全国の160名の訓練生への3ヵ月間の養蜂技術指導が行われ、彼らが各地に分散してセイヨウミツバチを飼養してきた。1981年の時点で追加輸入された蜂群を加え、全国で2000群にまで増え、その40年後の2021年には養蜂家数は835名、蜂群数は20万群にまで増加した (Hlaing *et al.* 2023)。商業養蜂家は平均して3000群程度の飼養規模で、さらに50~500群、あるいは1000群程度の小規模養蜂家が続く (写真1)。

この間、国内での普及も続けられてきたが、飼養および生産技術の移転には、複数の海外専門家や、生産性に期待を寄せた中国および日本などの海外企業が精力的に関わってきた。産業の成長に連れてハチミツ自体の国内消費も進んでおり、以前は見られなかったハチミツ販売スタンドなども増えている (写真2)。現在、セイヨウミツバチ養蜂のハチミツ生産量は年間5000tを超えるようになり、そのうち55%が国内消費、45%が輸出に割り当てられている。2021年の輸出力



写真1 ミャンマーの養蜂風景
撮影者：木原佑輔



写真2 ミャンマー国内で販売されているハチミツ
撮影者：木原佑輔

は 2666t で輸出価格は 2000 米ドル /t とされる。ハチミツ一品目で、国家総輸出額 155 億ドルの 0.3% ほどを占める計算になる (Hlaing *et al.* 2023)。

日本向け輸出量は、2023 年度の日本のハチミツ輸入量 4 万 2000t の 4 % にあたる 1661t で、中国、カナダ、アルゼンチンに続く第 4 位となっている。日本向けのハチミツ価格は CIF 価格として 284 円 /kg であるが、ミャンマーは国連が認定する後発開発途上国 (LDC) として一般特惠関税制度が適用されており、上乗せの関税が課されていない (農林水産省畜産局 2024)。

現地では、生産されたハチミツを集積し、海外に輸出するサプライヤーが重要な位置づけとなっているが、この展開にはミャンマー独自のいくつかの好条件が重なっている。

- 1) ミャンマーはその国土に広い平野部を持ち、ワタやゴマなど蜜源にもなり得る畑作がもともと盛んであったこと
- 2) 現在の主要蜜源（全ハチミツ生産量の 47% を占める）のナツメが全国に分布していること

- 3) 複数事業による技術移転の結果、セイヨウミツバチ養蜂が比較的短期間に定着したこと
- 4) 貧富の格差により、富裕層による国内での投資機運が高く、彼らが外貨獲得のための投機対象として利益性の高い養蜂産業を選んだこと
- 5) 特別特惠受益国 (LDC) のため、国際市場での価格面での競争力が高かったこと

産業化には養蜂技術の普及も重要ではあるが、ミャンマーと日本との関係ではサプライヤーを窓口とした購買関係が産業化を推進し、末端の養蜂農家を含んだ産業構造全体に影響を与えている。またミャンマー独自の条件とはなるが、親日国で、日本人へのある意味無条件な信頼も日本企業の進出には良好な面もあった。2021 年の軍事政権クーデター以降、公的な支援は停止されているが、港湾の活動停止が短期にとどまり、輸出に影響を与えなかったことで、民間レベルでは日本市場の期待にyste続けていることも、日本を輸出相手とする産業の定着に大きく貢献したと考えられる。

もちろん、すべての末端の養蜂家が利益の還元に浴しているかどうかを判断するには十分な情報が無い。それがさらに地域のコミュニティにどのように波及していくか、社会に何が還元されるかという点についても、政情の不安定な現状においては、今後を見守るしかない。

日本はハチミツの自給率がわずか 5 % 程度 (農林水産省畜産局 2024) で、ミャンマーを含む多数の国からハチミツを輸入している。昨今は食品原料の輸入におけるエシカルソーシング (倫理的調達) が意識され、品質追求、

生産者への適正な対価、生産関係者の権利擁護、地域社会への支援、生産環境の保全、生物多様性の維持を考慮した原料輸入を企業理念として公表するケースも増えている。適正養蜂規範における考慮要件はエンカルソーシングにおいても重視され、SDGsを目指す両者は当然のことながら親和性が高い。原料ハチミツを輸入する日本が、特に相手国が開発途上国である場合、それらの国の養蜂開発において果たすべき役割が、同時に、輸入するハチミツの品質に直結することになる。したがって単に原料を買い付けるだけではなく、現地の養蜂産業やその周辺事情に関わりを持つことで互恵的な状況を生みだすことができる。ミャンマーからハチミツ輸入を行う企業については、そうした役割が今後一層強く求められるようになる。

3. 村落開発事業の中での養蜂振興

村落開発における養蜂振興は、内発的発展に押される形で、特に地域開発の中で部品化され、多様な事業、支援形態によって世界各地で行われていた。当時は、関係した企画書はいくらでも参照できるが、事後の評価書はほとんど公開されておらず、成功報告を参照できないまま、いずれの事業においても、まずはミツバチの飼育から始めるのが常態化していた。その状況を打開するために、養蜂振興に関する情報交換の場としてアジア養蜂研究協会が1992年に設立された。ただ、前述したとおり、各国で養蜂が定着している現状からは、その目的はすでに達成されたと考えることができる。

村落開発事業としての養蜂振興の場合は、主として地域住民の自立支援のため、ハチミツを現金収入源として位置づけ、地方に人材

を定着させ、同時に都市への人口集中の回避を狙う。人口の流出を防ぐことで、地域の道路や水道などの生活インフラの整備ができ、さらに人口に見合う医療や教育サービスを受けられ、基本的生活水準が向上する。そうした全体的な村落開発のために部品化される養蜂は、初期投資の小さい小規模なもので、多くの場合は生産までを含めた飼育技術の移転が主体となる。養蜂が普及することで、参加した住民は生産したハチミツを現金化して生活必需物資を購入でき、また同時にミツバチによる花粉媒介を通じて地域全体の農業生産の向上も期待できる。

伝統的に行われてきた野生のオオミツバチなどを対象としたハニーハンティングを、観光客に見せる形でのエコツーリズム型の養蜂振興も各地で行われている。これがハニーハンティング以外の野生ミツバチの利用の活路を開いており、地域経済にハチミツや蜜ろうで作ったろうそくの販売利益に加え、いわゆるインバウンド産業の活性化がもたらす利益も有意な大きさになる。現場では野生ミツバチの大切さをツーリストに伝え、その保護への資金援助なども訴求でき、その資金による植樹などの活動が生態系の保全にもつながっている。

4. 開発途上国での養蜂振興における問題

養蜂振興は目指されるゴールに到達できれば、多くの人々に、あるいは関連する分野を含めて大きな利益になることは間違いなが、以下のような問題を起こしてもおり、今後はこれらを課題として解決していく必要がある。

養蜂を導入しようとする地域住民が、伝統的にあまりハチミツの食習慣がない場合、訓

練を受けた養蜂家もハチミツの品質についての基本的な概念を持っていないため、品質の管理が難しい。

トウヨウミツバチを用いた養蜂では、ミツバチが違っただけという認識で、セイヨウミツバチに用いられる近代養蜂的なスタイルが導入されたため、蜂群の移動や蜂場での集団飼育が一般的に行われた。1970年代から80年代に東南アジアから南アジアにかけて大流行したタイサックブルードウイルス¹の感染症では、南インドでは実に95%のトウヨウミツバチが死滅したとも伝えられているが、近代養蜂のスタイルが疾病の感染には脆弱なため、当時各地で進められていたトウヨウミツバチ養蜂の振興活動が広域の感染を招いたと推測されている。

セイヨウミツバチにしてもトウヨウミツバチにしても、人の管理下を離れて広い空間を飛び交う生物のため、それを用いて養蜂を行う場所では、ミツバチだけが突出した生息数になる。その結果、ミツバチが好む植物が繁殖に成功しやすく、同じ植物を利用する他の昆虫などがミツバチとの競争において劣勢となりやすく、生物多様度が低下してしまう。このような生態学的な批判があるが、現状では養蜂を振興する側がまったく対応できていない。セイヨウミツバチを導入した場合、既存の生態系に与えるインパクトについて、生態学を学ぶ機会が少ないこともあって、開発途上国でその実態を評価することは不可能に近く、また外部からの指摘はSDGs間の優先

順位を持ち出されると正当性を貫くのも難しい。

エコツーリズム型の野生ミツバチの利用も、ツーリストが地域に落とす利潤が大きいと、どうしても乱獲を招きやすく、また乱獲を回避するための数量規制を設けても、それが根拠のない生息数情報に基づいていて、有効かどうかの判断ができない。またツーリストを森の中に連れて行くために、夜間のジャングルに照明が必要となり、道路も設けられたりすることから、保全すべき生態系をかって破壊しているとの批判もある (Oldroyd and Wongsiri 2006)。

村落開発における部品としてのトウヨウミツバチ養蜂は、生産されたハチミツの販売がなかなか難しいという一面がある。特に日本のNPOなどが支援する事業の場合、生産物を日本に輸出したいという希望が上がることもあるが、品質面、ロットのサイズ、さらには安定供給性などの観点で難しいことが多く、輸出したとしても一過性となり、持続可能性とはほど遠い。

また現地では、ある成功事例が近隣での養蜂事業の動機づけとなり、すぐに市場が飽和して価格が下落し、住民の養蜂事業への参加モチベーションが下がる。さらに砂糖水などを混和した偽物が出回りやすく、地域のハチミツの評価がすぐに低下してしまうなどの問題も各所でみられる。

養蜂振興の現場だけではなく、支援する側にも過誤がある。現在セイヨウミツバチで最大の問題となっているミツバチヘギイタダニ²は、1980年代に多数の養蜂振興事業に伴いヨーロッパからミツバチが運ばれたアフリカへ、日本からは養蜂支援事業によってパラグアイに運ばれたミツバチを介して1971年

¹ ミツバチの幼虫期に感染し、前蛹期に致死的な症状を招き、成蜂も保有するウイルス。セイヨウミツバチに感染するサックブルードウイルスに近縁とされる30-nm RNAウイルスで、トウヨウミツバチにおける最も深刻な感染症として知られる。

に南米に侵入している（中村 2024）。動物の移動が疾病の拡散につながることは現在では広く認識される場所であるが、過去においては必ずしもそうではなく、養蜂振興が疾病の拡散に負の貢献をしてきた一面は覚えておかねばならない。

また、多くの企画がなされ、実際に多数行われている養蜂振興事業も少なからず失敗するものである。養蜂事業に関わったことのある人材を対象としたヒアリング調査の解析結果から、開発途上国での養蜂振興の成功を制限しやすい要因として、1) 市場へのアクセス、2) 養蜂植物、3) 地域の普及員、4) 能力開発とトレーニング、5) 事業の管理と企画、6) 参加者と受益者の選定、7) 養蜂技術の7項目が挙げられており、特に養蜂技術については最新の技術や資材の導入はかえって失敗につながりやすく、既存技術の改善や地域資源の導入が望ましいとされている（Schouten and Lloyd 2019）。持続可能な養蜂振興を目指すのであれば、こうした項目についていねいに情報を収集し、現地に合った企画を立てる必要もある。

引用文献

- Ahmad, F., Joshi, S. R. and Gurung, M. B. (2007) : Beekeeping and Rural Development. International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu, 35 pp.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2021) : Good Beekeeping Practices for Sustainable Apiculture. FAO, Rome. 239 pp.
- Harianja, A.H., Adalina, Y., Pasaribu, G., Winarni, I., Maharani, R., Fernandes, A., Saragih, G.S., Fauzi, R., Tampubolon, A. P., Njurumana, G. N., Sukito, A., Aswandi, A., Kholibrina, C. R., Siswadi, S., Kurniawan, H., Hidayat, M. Y., Wahyuni, R., Koeshulata, E. E., Heryanto, R. B., Basuki, T., Da Silva, H., Ngongo, Y., deRosari, B., Waluyo, T. K., Turjaman, M., Prabawa, S. B. and Kuspradini, H. (2023) : Potential of beekeeping to support the livelihood, economy, society, and environment of Indonesia. *Forersts*, 14: 321.
- Hlaing, K. and Sann, N. (1981) : ビルマ養蜂の近況. *ミツバチ科学*, 2: 173-174.
- Hlaing, M., Kim, D., Kim, S. B., Kim, B. S. and Choi, Y. -S. (2023) : A review of current beekeeping status in Myanmar. *Journal of Apiculture*, 38: 163-173.
- Ismail, W. I. W. (2016) : A review of beekeeping in Malaysia: history, importance and future directions. *Journal of Sustainability Science and management*, 11: 70-80.
- 松香光夫, 深江義忠, 清水衛 (1995) : ベトナムの養蜂. *ミツバチ科学*, 16: 123-128.
- 中村純 (1992) : ネパールの養蜂近代化を担って－ヒマラヤン・ビー・コンサーン社の活動－. *ミツバチ科学*, 13: 65-70.
- 中村純 (2024) ミツバチヘギイタダニの生物学. *日本養蜂協会*. 46 pp.
- 中村純, 中村佳子 (2002) ミツバチと人間のための環境保全活動－キーストーン財団－.

² トゲダニ目トゲダニ科の大型のダニで、ミツバチの蜂児（蛹）の体液を吸って繁殖する外部寄生性のダニ。2022年にそれまでの清浄国であったオーストラリアにも侵入し、現在は全世界的に汚染地域となっている。多種のウイルスを媒介することでミツバチに多大なダメージを与える。

- ミツバチ科学, 23: 129-132.
- 農林水産省畜産局 (2024) : 養蜂をめぐる情勢. <https://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/lin/sonota/attach/pdf/bee-85.pdf> (2025 年 1 月閲覧)
- Oldroyd, B. P. and Wongsiri, S. (2006) : Asian honey bees : Biology, conservation, and human interactions. Harvard Univ. Press, Cambridge. 340 pp.
- Saner, G., Engindeniz, S., Tolon, B. and Cukur, F. (2004) : The economic analysis of beekeeping enterprise in sustainable development: a case study of Turkey. *Apiacta*, 38: 342-351.
- Schouten, C. N. and Lloyd, D. J. (2019) : Considerations and factors influencing the success of beekeeping programs in developing countries. *Bee World*, 96: 75-80.
- Sudradjat, A. and Sulistianto, A. (1993) : インドネシアの養蜂. *ミツバチ科学*, 14: 129-132.
- Svensson, B. (1993) : バングラデシュの養蜂. *ミツバチ科学*, 14: 36-37.
- Wongsiri, S., Chanchao, C., Deowanish, S., Aemprapa, S., Chaiyawong, T., Petersen, S. and Leepitakrat, S. (2000) : Honey bee diversity and beekeeping in Thailand. *Bee World*, 81: 20-29.

(玉川大学名誉教授)



アジア熱帯地域における送粉昆虫の 現状と課題について

宮永 龍一

はじめに

花粉媒介に基づく被子植物と昆虫との関係、すなわち「送粉系」は、陸上生態系における重要な相互作用系の1つであり (Kearns *et al.* 1998)、送粉昆虫は被子植物を中心とした生物多様性および景観構造の維持に関して鍵となる重要な役割・機能を担っているものと考えられている (Senapathi *et al.* 2016)。われわれ人間の生活についてみれば、作物生産の多くは送粉系のもとで成り立っており、送粉昆虫の維持・管理は経済活動においても重要である (IPBES 2016)。その一方で、生態系の人的攪乱に伴う生物多様性の喪失により、近年では世界各地で送粉系の衰退が指摘され、大きな社会問題となっている (多田内 2020)。このような状況のもと、2000年にケニアで開催された生物多様性条約第5回締結国会議では、送粉者の多様性保全と回復、持続可能な利用に向けて「国際送粉者イニシアティブ (International Initiative for the Conservation and Sustainable Use of Pollinators : IPI)」が設立され、送粉者保護の行動計画が示された。さらに第14回締結国会議では「国際送粉者イニシアティブ行動計画 2018-2030 (The International Pollinator Initiative Plan of action 2018-2030)」が採択

され、国連食糧農業機関 (FAO) の主導のもとで、送粉者保護の取り組みが加速化されることとなった。

アジア熱帯地域では380種あまりの商品作物が栽培されているが (Roubik 1995)、それらの送粉昆虫に関する基本的な情報は不足している (Warrit *et al.* 2023)。また、上記のように送粉系の衰退には人為的攪乱が影響しているというが、その実態には不明な点が多く (Ghazoul 2005)、長期的なモニタリングを通して地域の送粉昆虫に関する知見を集積することが求められている。本稿では、送粉昆虫の中でもとくに重要とされる野生ハナバチ類に注目し、アジア熱帯地域における研究の現状と課題について紹介する。

1. 送粉者としてのハナバチ

ハナバチ類は花粉と花蜜を餌として利用するミツバチ上科の一群である。南極を除くすべての大陸に分布しており、これまで世界で7科およそ2万2000種あまりが知られている (多田内 2020)。乾燥暖地に適応したグループとされ (Michener 2007)、とくに北米大陸南西部、地中海盆地から中東、オーストラリア大陸南部、南米大陸南部が種多様性の高い「ホットスポット」とされている (Orr *et al.* 2020)。一方で意外なことに、熱帯地域におけるハナバチ類の多様性はそれほど豊かではなく (Michener 1979)、南ヨーロッパ

や北米南西部と比較すると、単位面積あたりの種数はその半分程度と見積もられている (Roubik 1989)。全体として見れば、分布のマクロパターンは赤道を中心に広がる熱帯低緯度地域の外側、すなわち南北半球の中緯度乾燥帯に種多様性の高い地域が東西に連なる「二峰性」を示す。実際のところ、湿潤な日本では南西諸島も含めて、その総種数は 400 種にも満たないが (多田内・村尾 2014)、国土面積では日本の 1.3 倍程度のスペインからは 1100 種以上が記録されている (Ortiz-Sanchez *et al.* 2018)。

ハナバチ類が送粉昆虫としてとくに注目される理由の 1 つに、その訪花性がある。花粉や花蜜を餌として利用する昆虫は、ハナバチ類に限らずチョウ類、コウチュウ類、ハエ類など多くの分類群で見られる。自然界でもまれな高カロリー食品である花蜜、高タンパク食品である花粉は、それを利用できる動物にとっては魅力的な餌資源となる。ハナバチ類がこれらの訪花性昆虫類と大きく異なるのは、成虫のみならず幼虫も、わずかな例外を除いて、花粉と花蜜を唯一の餌とする点にある。巣を設け、子育てを行うハナバチ類のメス成虫は、自分の胃袋に加えて巣の幼虫のそれも満たさねばならず、そのために頻繁に花を訪れることとなる。

子育て中のメス成虫は、繰り返し花を訪れては、花粉と花蜜を巣の育房 (幼虫のための小部屋) に運び込む。一般に花粉は後脚にある花粉採集毛に集積して「花粉荷 (pollen load)」とし、花蜜は飲み込んで「蜜胃」に留めて運搬する。多くのハナバチ類は「一括給餌」を採用しており、幼虫が蛹化するまでに必要とする餌をすべて蓄えた後に産卵し、育房を閉鎖する。温帯地方でもっとも普通に

見られるコハナバチ類を例にとると、1 つの育房を貯食するのに、メスは 1 日 10 回ほど巣と餌場 (花) を往復する。午後遅く、その日最後の採餌から戻ったメスは、花粉荷と花蜜を育房内に補填し、一旦育房から退出する。育房の外で念入りにグルーミングしたメスは、改めて育房内に進入し、貯食物の「整形」に取りかかる。これは貯食物に自らの分泌物を加え、念入りに練って「花粉団子 (pollen ball)」を作製する作業である。団子が完成すると、メスはその頂部に卵を産付して育房から退出し、出入り口を土栓で閉じる。あとは孵化した幼虫が団子を食べて成長することとなる。種類によって多少の違いはあるが、メスは巣あたり 10 個前後の育房を作製・貯食・産卵して^{いくし}育仔活動を終える。

ハナバチ類のなかには、このような育仔作業を複数のメス成虫が共同で行うものがある。社会性ハナバチ類と呼ばれるグループで、主としてミツバチ科とコハナバチ科で知られている。共同作業に参加するメスのうち、主に産卵を担うものを「クイーン」、採餌や育房の作製など産卵以外の作業を担うものを「ワーカー」と呼んでいる。これらが共存して形成されるコロニーは基本的には血縁集団で、母バチがクイーン、娘バチがワーカーとなるのが通例である。このように母娘成虫が共存して役割分担しつつ、育仔活動を行う社会を「真社会性」と呼ぶ。ミツバチ類や、後で述べるハリナシバチ類は、ほかの真社会性種と異なり、クイーンが単独で生活する時期がない。生活史のどの時期をとってもクイーンがワーカーとともにコロニーで生活しているものをとくに「高次真社会性」と言う。真社会性ハナバチ類の巣あたりのワーカー数は、数個体程度のものから数万個体に達する

ものまでさまざまあるが、作物の送粉者としてとくに重要となるのは、多数のワーカーを擁する高次真社会性種ということになる。

上記したようにハナバチ類は、他の多くの昆虫類とは異なり、熱帯地方で種多様性が高くなるわけではない。一方で、地域に分布するハナバチ種全体に対する社会性種の割合は、温帯よりも熱帯で高くなることが知られている (Inoue *et al.* 1993)。これは後で述べる高次真社会性のハリナシバチ類が、この地域で多様に種分化していることと関係している。

2. アジア熱帯地域におけるハナバチ類の研究

アジア熱帯地域が占める陸上面積は世界全体の4%にも満たないが、たとえばチョウ類は既知種の20%にあたるおよそ3500種が、トンボ類では25%にあたるおよそ1450種が分布するとみられている (コーレット 2013)。このような豊かな種多様性は古くから注目を集め、主として欧米の研究機関による現地調査が進められてきた。日本の研究者らによるこれら地域への組織的なアプローチは、1957年に大阪市立大学 (現在の大阪公立大学) によって編成された研究チームの熱帯林研究に遡る (Kira & Umesao 1961)。その後、京都大学を中心に国内10数大学とインドネシア・アンダラス大学によって実施されたスマトラ自然研究プロジェクト (堀田ほか 1992)、京都大学とマレーシア・サラワ

ク州森林局によるサラワク林冠生物調査プログラム (井上 2001) など、日本の研究チームは大型研究プロジェクトを成功させ、大きな成果を収めてきた。このようなプロジェクトでは、とくに熱帯雨林の生物多様性に着目し、その創出や維持に寄与するメカニズムの解明を大きな目的のひとつとしている。送粉昆虫についてみれば、たとえば植物との間で成立している相利共生系の実態に着目した行動生態学的研究や、東南アジア島嶼部の低地熱帯林で観測される「一斉開花現象 (主としてフタバガキ科樹種による同調的な開花・結実現象)」に伴う送粉昆虫類の動態など、先駆的な研究が進められてきた (Roubik *et al.* 2005)。近年ではサラワク州保護林における生物多様性の評価とその基礎情報の活用を目指し、京都大学を中心とした日本側研究機関とサラワク州政府機関との間で共同研究プロジェクト¹が進められている。

アジア熱帯地域の送粉昆虫については、このような「外部」の研究者による熱帯雨林研究のプロセスで、その知見が集積されてきた。しかし、送粉サービスの維持に向けての世界的な取り組みに触発されて、近年ではアジア熱帯地域の各国研究者らによる知見の再整理や (Corlett 2004)、その利用を促進するためのデジタルアーカイブの構築が進められつつある。たとえばフィリピン、タイ、ベトナム3カ国のハナバチ類については、FAOと国際養蜂協会連合 (Apimondia) が現地研究者や養蜂業者の協力のもと、ミツバチやハリナシバチ類などの社会性ハナバチ類に加え、単独性ハナバチ類の分布状況や送粉サービスの実態、保全に向けての取り組みなどをとりまとめ、FAOが管理運営しているデータベース (DAD-IS: 家畜種に関する情報デー

¹ サラワク州の保護区における熱帯雨林の生物多様性多目的利用のための活用システム開発プロジェクト (The Project on Development of Management Systems for Multiple Utilization of Biodiversity in the Tropical Rainforests at the Protected Areas in Sarawak) <http://www.kurs50008.sakura.ne.jp/sarawak/#menu01> (アクセス日: 2025年1月23日)

データベース）に得られた情報を登録している（Cervancia *et al.* 2023）。これによると、3カ国でもっとも多様性に富む送粉昆虫はミツバチ科の真社会性ハナバチ類のハリナシバチで、合わせて10属48種が分布している。その内訳はタイに35種、ベトナムに16種、フィリピンに16種とされている。また、同じくミツバチ科の真社会性ハナバチ類であるマルハナバチは16種が記録され、ベトナムで8種、フィリピンで6種、タイで4種となっている。一方、ミツバチ科のミツバチは3カ国合わせて7種が分布し、このうち4種、すなわちトウヨウミツバチ *Apis cerana*、セイヨウミツバチ *A. mellifera*、オオミツバチ *A. dorsata*、クロコミツバチ *A. andreniformis* が共通種と述べられている。このような社会性種のほか、単独性ハナバチ類については、フィリピンで249種、タイで54種、ベトナムで14種が記録されている。ただし、これらの国々に比べてはるかに国土面積の小さいシンガポールからは、単独性ハナバチ類が100種あまり記録されていることから考えると（Ascher *et al.* 2022）、データベースに登録された単独性種の情報は不十分と考えざるを得ない。

3. 期待されるハリナシバチ

ハリナシバチは熱帯・亜熱帯に分布する汎熱帯性の高次真社会性ハナバチ類で、上述したとおりミツバチ科に属する。これまでに世界で45属605種が報告されており、このうち470種あまりが新熱帯に分布する（Engel *et al.* 2023）。アジア熱帯地域からは10属57種が記録されている（Ascher & Pickering 2022）。ミツバチ同様、高度に組織化された社会を構築し、数百から数千頭のワーカーが1頭のク

イーンとともにコロニーを形成する。Heard（1999）は熱帯地方で栽培されている有用作物の多くが、ミツバチ類が自然分布しない新熱帯やオーストラリアに由来するとし、ハリナシバチ類はこれらを含め60種以上の有用熱帯作物の送粉に寄与しているとしている。

アジア熱帯地域においてハリナシバチ類は、ハチミツ、プロポリス、花粉などの生産を目的に飼養されてきた歴史があり、今日ではセイヨウミツバチに替わる養蜂種として注目されつつある（Locsin *et al.* 2021）。近年では栽培作物の送粉昆虫として、その送粉能力に関する実証試験が進んでいる。たとえばフィリピンでは、ハリナシバチの一種である *Tetragonula biroi* が大規模なマンゴー園で送粉者として利用され、増収に大きく貢献したとの報告がある。本種はこのほかにもココナッツ、グアバ、タマリンドなどの商品作物において有効な送粉昆虫とされている（Cervancia 2018）。

インドネシアには10属40種のハリナシバチ類が分布する（Kahono *et al.* 2018）。Atmowidi *et al.*（2022）は、このうちの2種、*T. laeviceps* と *Heterotrigona itama* のハウス栽培イチゴとハウス栽培メロンに対する送粉能力を検証した。その結果、*T. laeviceps* を放飼した実験区では、野外に比べてイチゴの株あたり果実数、果実のサイズおよび重量が増加し、奇形果が減少したことから、本種をイチゴの有効な送粉昆虫としている。また *H. itama* についても、その放飼によりメロンの収量が増加したと述べられている。*T. laeviceps* については、露地栽培トマトとトウガラシでも高い評価を得ており、本種を放飼した場合、収量は無放飼区に対して3～10倍に達し（Mubin *et al.* 2022）、トウガラシ

についてみれば、その送粉効果は慣用送粉昆虫であるトウヨウミツバチと同等と評価されている (Putra *et al.* 2014)。本種は露地栽培レモンでも効果が認められており、本種を放飼しても他の訪花昆虫の訪花頻度には影響しないことから、野生送粉昆虫が減少している農生態系での補完的な送粉昆虫として期待されている (Nurdiansyah *et al.* 2024)。同様の事例はインド・西ベンガル地方の露地栽培スイカで放飼されたハリナシバチの一種 *T. iridipennis* でも確認されている。観察された訪花昆虫 14 種のうち、最適な送粉昆虫は単独性コハナバチ類 2 種と判断されたが、これらの訪花頻度が十分でない場合、セイヨウミツバチおよび *T. iridipennis* の放飼が収量の維持に同程度に有効であること、セイヨウミツバチを放飼した場合、野生訪花昆虫の訪花頻度は低下するが、*T. iridipennis* ではその影響がほとんど見られないことが報告されている。

タイの農村部では、多年生作物、果樹園、水田で構成された農地が今でもよく見られる。多くの果樹園は複数種の果樹で構成され、これが森林パッチの中に点在している。このような複合果樹園を対象に行われた調査によると (Wayo *et al.* 2020)、園内で開花しているさまざまな開花植物 35 種から、8 属 13 種のハリナシバチ類が採集されている。もっとも多くハリナシバチ類の訪花を受けた植物はランブータンで、次いでドリアン、マンゴー、ココナッツの順であった。この調査では果樹園に出現するハナバチ類の種多様性に景観構造が与える影響についても考察されており、ハリナシバチ類では森林パッチとの接続性が (Wayo *et al.* 2020)、そのほかのハナバチ類については園内の下草管理

の重要性が指摘されている (Tangtorwongsakul *et al.* 2018)。

ハリナシバチ類のコロニーを飼養管理 (マネージメント) し、送粉昆虫として利用する試みは、日本でも過去に幾度か行われている。たとえば、前田ほか (1992) はブラジル産のハリナシバチの一種、*Nannotrigona testaceicornis* をハウス栽培イチゴで放飼し、本種に高い送粉能力があることを示している。また、Hikawa & Miyanaga (2009) は同じくブラジル産の *Melipona quadrifasciata* をハウス栽培トマトで放飼し、その送粉能力をトマトの慣用送粉昆虫であるセイヨウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* と比較している。夏季の高温期を除けば、ハリナシバチの送粉効果はセイヨウオオマルハナバチと同等であることが示されている。このように温帯域の作物でも高い送粉能力を発揮するハリナシバチ類ではあるが、自然分布しない日本では利用に向けてのハードルは高い。ミツバチ以外に高次真社会性種が分布しない日本からみると、ハリナシバチ類が多産するアジア熱帯地域は、マネージメント候補となる送粉昆虫の宝庫のようにも思える。

4. 単独性ハナバチ類の重要性

これまで述べてきたように、送粉昆虫として注目されるハリナシバチ類ではあるが、森林の断片化や農薬の過剰使用、モノカルチャーの拡大などにより、その生息環境は急速に悪化している (Wayo *et al.* 2020)。このため、送粉サービスの担い手として、単独性ハナバチ類の重要性が改めて認識されている。筆者は 2017 年から 2022 年まで、タイおよびベトナム各地でハナバチ類の生息状況に関する調査を行ってきたが、平地の集落周辺

ではハリナシバチ類よりもむしろ、単独性ハナバチ類が優占している印象を受けた。たとえばベトナム・ホーチミンシティ郊外で行った調査では、河川敷、林縁部、集落周辺の3地点で計12回の花上サンプリングを行い、2科7属13種のハナバチ類を採集した。最優占種は高次真社会性のコミツバチ *Apis florea* であったが、次いで優占したのは、クマバチの一種 *Xylocopa aestuans* とツヤハナバチの一種ミドリシッポウハナバチ *Ceratina smaragdula* で、いずれもミツバチ科の単独性種であった (Le *et al.* 2021)。ベトナム・タイニン地方に点在する複合果樹園3地点で行った調査では、花上サンプリングと設置型トラップを併用した結果、3科12属27種のハナバチ類が採集された。ここでの最優占種は上記したミドリシッポウハナバチ、次いでコハナバチ科の一種 *Lasioglossum* sp. とツヤハナバチの一種 *C. nigrolateralis* で、いずれも単独性種であった (Le *et al.* 2024)。ミドリシッポウハナバチはインドから東アジア熱帯・亜熱帯域に広く分布する小型のハナバチで、1960年代にインド・パンジャブ農業大学の研究チームが、マメ科牧草を中心に21品目の作物に訪花することを明らかにし、作物の送粉昆虫としての有用性を示している (Kapil & Kurmar 1969)。1970年代初頭には、米国・ユタ州立大学の研究チームが、マメ科作物の送粉を目的に米国でのマネージメントを試みている (Daly *et al.* 1971)。ちなみに本種は宮古諸島の宮古島を北限として、沖縄・南西諸島にも分布している。

世界各地で作物の送粉に商業利用されているセイヨウミツバチとセイヨウオオマルハナバチは、いずれもミツバチ科の社会性ハナバチ類である。一方、単独性種の中にも、コハ

ナバチ科のアルカリハナバチ *Nomia melanderi* やハキリバチ科のアルファルファハキリバチ *Megachile rotundata* など20種あまりでマネージメントが成功し、分布する地域の栽培現場で利用されているものがある。その中の一種、ハキリバチ科のマメコバチ *Osmia cornifrons* は、日本でマネージメント技術が完成し (前田 1978, 1993)、現在では中国や韓国でもリンゴの送粉などに広く利用されている (Osterman *et al.* 2021)。

おわりに

アジア熱帯地域では送粉昆虫として有用な単独性ハナバチ類が数多く存在するものと思われるが、これらを保全利用するうえで不可欠なインベントリー、たとえば地域の野生ハナバチ相の解明などが遅れている。日本では1960年代以降、全国各地で同一手法を用いた野生ハナバチ類の定期サンプリング調査が行われており、これが地域のハナバチ相解明に大きく貢献してきた。アジア熱帯地域で同様の調査を行うことは、環境の違いにより困難と思われるが、それでもこのような「ベースライン」を意識した研究が進みつつある (たとえば Long *et al.* 2012)。アフリカ、EU、北米、ブラジル、オセアニアでは、それぞれ送粉者イニシアティブが設立され、単独性ハナバチを主体とした野生ハナバチ類のモニタリングが進められている (鈴木ほか 2014)。アジア地域では「アジア送粉者イニシアティブ・アライアンス (APIA)」が世界自然保護基金 (WWF) の支援により設立され、タイを中心に活動している。今後、このような組織的な取り組みが発展することを期待したい。

参考文献

- Ascher, J. and Pickering, L. (2022): Discover life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). https://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species (アクセス日: 2024 年 12 月 1 日).
- Ascher, J., Zestini, W., Soh, W., Chui, S., Soh, E., Ho, B., Lee, J., Gajaur, A. and Ong, X. (2022): The bees of Singapore (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila): First comprehensive country checklist and conservation assessment for a Southeast Asian bee fauna. *Raffles Bulletin of Zoology*, 70: 39-64.
- Cervancia, C. (2018): A review of pollination biology research in selected Asian countries. *The Philippine Entomologist*, 32(1): 3-36.
- Cervancia, C., Fajardo Jr., A., Baroga-Barbecho, J., Alvarez, P., Collantes, T., Desamero, M. and Estacio, M. (2024): Production, resiniferous plants, chemistry, and therapeutical uses of *Tetragonula biroi* (Friese, 1898) propolis from the Philippines. In: Vit, P., Bankova, V., Popova, M. and Roubik W. (eds) *Stingless Bee Nest Cerumen and Propolis volume 2*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43887-5_15
- Cervancia, C., Duangphakdee, O., Disayathannoowat, T., Dinh, Q., Bfaroga-Barbecho, J., Cortez, M., Locsin, A., Merillo, M., Avante, L., Jamparat, W., Cuc, N., Baumung, R. and Leroy, G. (2023): Diversity of bees and wild pollinators in the Philippines, Thailand and Viet Nam. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma 145p.
- Engel, M., Rasmussen, C., Ayala, R. and Oliveira, F. (2023): Stingless bee classification and biology (Hymenoptera, Apidae): a review, with an updated key to genera and subgenera. *Zookeys*, 1172: 239-312.
- Daly, H., Bohart, G. and Thorp, R. (1971): Introduction of small carpenter bees into California for pollination 1. Release of *Pithitis smaragdula*. *Journal of Economic Entomology*, 64 (5): 1145-1150.
- Ghazoul, J. (2005): Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *Trends in Ecology and Evolution*, 20 (7): 367-373.
- Heard, T. (1999): The role of stingless bees in crop pollination. *Annual Review of Entomology*, 44: 183-206.
- Hikawa, M. and Miyanaga, R. (2009): Effects of pollination by *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) on tomatoes in protected culture. *Applied Entomology and Zoology*, 44 (2): 301-307.
- 堀田 満・井上民二・小山直樹編著 (1992): スマトラの自然と人々. 八坂書房. 175p.
- Inoue, T., Nakamura, K., Salmah, S. and Abbas, I. (1993): Population dynamics of animals in unpredictably-changing tropical environments. *Journal of Biosciences*, 18: 425-455.
- 井上民二 (2001): 熱帯雨林の生態学. 八坂書房. 347p.
- IPBES. (2016): The assessment report on

- pollination and food production: summary for policymakers. <https://www.ipbes.net/assessment-reports/pollinators> (アクセス日: 2024 年 12 月 1 日).
- Kahono, S., Chantawannakul, P. and Engel, M. (2018): Social bees and the current status of beekeeping in Indonesia. In: Chantawannakul, P., Williams, G. and Neumann, P. (eds) Asian Beekeeping in the 21st Century. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8222-1_13
- Kapil, P. and Kumar, S. (1969): Biology of *Ceratina bingham* Cockerell (Ceratinini: Hymenoptera). Journal of Research, Punjab Agricultural University, Ludhiana 6: 359-371.
- Kearns, C., Inouye, D. and Waser, N. (1998): Endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. Annual Review of Ecology and Systematics, 29: 83-112.
- Kira, T. and Umesao, T. (1961) : Nature and life in Southeast Asia Vol.1. Fauna and Flora Research Society. Kyoto 454p.
- Le, T., Son, D., Shimizu-Kaya, U. and Miyanaga, R. (2021): Species diversity and distribution of wild bees (Hymenoptera: Apoidea) in Binh Chanh District, Ho Chi Minh City. The Dau Mot University Journal of Science, 3 (1): 25-35.
- Le, T., Shimizu-Kaya, U., Dang, V., Pham, T. and Miyanaga, R. (2024): Evaluation of wild bee diversity in fruit orchards within the Ba Den Mountain area, Tay Ninh Province, Vietnam. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1349 012020.
- Locsin, A., Cuevas, A., Polintan, E., Baroga-Barbecho, J. and Cervancia, R. (2021): Economics of the stingless bee, *Tetragonula biroi* (Fries), production in the Philippines. The Philippine Entomologist, 35(1): 8-21.
- Long, K., Hue, L., Hoa, D. and Phong, P. (2012): A preliminary study on bees (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes) from northern and north central Vietnam. Tap Chi Sinh Hoc, 34 (4): 414-421.
- 前田泰生 (1978) : 日本産ツツハナバチ類の比較生態学的研究. 特に花粉媒介昆虫としての利用とマネジメントについて. 東北農業試験場研究報告, 57: 1-221.
- 前田泰生 (1993) : マメコバチを利用したリンゴの受粉. 井上民二・加藤 真編, 「シリーズ地球共生系・花に引き寄せられる動物花と送粉者の共進化」, 平凡社. 東京. : p. 195-232.
- 前田泰生・手塚俊行・灘野宏行・鈴木謙治 (1992) : ブラジル産カベハリナシバチのイチゴのポリネーターとしての利用. ミツバチ科学, 13 (2): 71-78.
- Michener, C. (1979): Biogeography of the bees. Annals of the Missouri Botanical Garden, 66: 277-347.
- Michener, C. (2007): The bees of the world. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London. 953p.
- Mubin, N., Kusmita, A., Roman, A. and Nurmansyah, A. (2022): Estimated economic value of pollination by *Tetragonula laeviceps* (Hymenoptera:

- Apidae: Meliponini) on tomato and chili. *Biodiversitas*, 23 (5): 2544-2552.
- Nurdiansyah, M., Abduh, M., Aos, A., Hidayat, A. and Permana, A. (2024): The effects of meliponicultural use of *Tetragonula laeviceps* on other bee pollinators and pollination efficacy of lemon. *PeerJ*, 12: e17655 <https://doi.org/10.7717/peerj.17655> (アクセス日: 2024年12月1日).
- Ortiz-Sanchez, F., Martin, L. and Ornos, C. (2018): Bee diversity in Spain. Population trend and conservation measures (Hymenoptera, Apoidea, Anthophilia). *Ecosistemas*, 27(2): 3-8.
- Orr, M., Hughes, A., Chesters, D., Pickering, J., Zho, C. and Ascher, J. (2020): Global patterns and drivers of bee distribution. *Current Biology*, 31: 451-458 [online] URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982220315967> (アクセス日: 2024年12月1日).
- リチャード T. コーレット (2013): アジアの熱帯生態学. 長田典之・松林尚志・沼田真也・安田雅俊共訳. 東海大学出版会. 276p
- Osterman, J., Aizen, M., Biesmeijer, J., Bosh, J., Howlett, B., Inouye, D., Jung, C., Marins, D., Medel, R., Pauw, A., Seymour, C. and Paxton, R. (2021): Global trends in the number and diversity of managed pollinator species. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 322 107653 [online] URL: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107653> (アクセス日: 2024年12月1日).
- Roubik, D. (1989): Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press. New York 514p.
- Roubik, D. (1995): Pollination of cultivated plants in the tropics. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 196p.
- Roubik, D., Sakai, S., Jamid, A. and Karim, H. (2005): Pollination ecology and the rain forest: Sarawak studies. Springer. New York. 307p.
- Senapathi, D., Goddard, A., Kunin, W. and Baldock K. (2016): Landscape impacts on pollinator communities in temperate systems: evidence and knowledge gaps. *Functional Ecology*, 31 (1): 26-37.
- 鈴木まほろ・石井博・安部哲人 (2014): ハナバチと訪花性双翅目の多様性研究の必要性. *日本生態学会誌* 64: 3-6.
- 多田内 修・村尾竜起編 (2014): 日本産ハナバチ図鑑. 文一総合出版. 479p
- 多田内 修 (2020): 野生ハナバチ類の分類, 生態, その減少と保全. *農業及び園芸* 95 (4): 291-300.
- Tangtorwongsakul, P., Warrit, N. and Gale, G. (2018): Effects of landscape cover and local habitat characteristics on visiting bees in tropical orchards. *Agriculture and Forest Entomology*, 20: 28-40.
- Warrit, N., Ascher, J., Basu, P., Belavadi, V., Brockmann, A., Buchori, D., Dorey, J., Hughes, A., Krishnan, S., Ngo, H., Williams, P., Zhu, C., Abrol, D., Bawa, K., Bhatta, C., Borges, R., Bossert, S., Cervancia, C., Chatthanabun, N., Chesters, D., Chinh, P., Devkota, K., Duc, H., Ferrari, R., Garibaldi, L., Ge, J., Ghosh, D., Huang, D., Jung, C.,

Klein, A., Koch, J., Krichilsky, E., Knute, K., Ling, T., Liu, S., Liu, X., Luo, A., Luo, S., Mu, J., Nidup, T., Niu, Z., Nur-Zati, A., Olsson, S., Otis, G., Ouyang, F., Peng, Y., Priawandiputra, W., Proshchalykin, M., Raffiudin, R., Rameshkumar, A., Ren, Z., Suruliraj, A., Sane, S., Shi, X., Sinu, P., Smith, D., Soh, Z., Somananthan, H., Stritongchuay, T., Stewat, A., Sun, C., Tang, M., Thanoosing, C., Tscharntke, T., Vereecken, N., Wang, S., Wayo, K., Wongsiri, S., Zhou, X., Xie, Z., Zhang, D., Zou, Y., Zu, P. and Orr, M. (2023): Opportunities and challenges in Asian bee research and conservation. *Biological*

Conservation, 285 [online] URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320723002744> (アクセス日：2024年12月1日).

Wayo, K., Sritongchuay, T., Chuttong, B., Attasopa, K. and Bumrungsri, S. (2020): Local and landscape compositions influence stingless bee communities and pollination networks in tropic mixed fruit orchards, Thailand. *Diversity*, 12(12) 482 <https://doi.org/10.3390/d12120482> (アクセス日：2024年12月1日).

(島根大学生物資源科学部教授)



農業でのミツバチの効用と適切な利用に向けて

佐々木 正己

はじめに

私たちの食料生産にとって、害虫の存在は大きなマイナス要因だが、一方送粉サービス（花粉媒介）や天敵として、昆虫たちは大きなプラス要因ともなっている。新しいテクノロジーを駆使したスマート農業が注目される中、確かにハウス内の水耕や、砂漠を灌漑した環境下、病虫害フリー環境での栽培は理想的に見える。しかし地球全体の農業生産に目を向けるならば、土を大切にしたい生産構造の中で、多様な菌類や昆虫類などが共存し、ネットワークを作る安定した農業生態系を目指す必要がある。

写真1は送粉者の働きを考える2枚の比較写真である。左はアメリカ合衆国の畑で、一

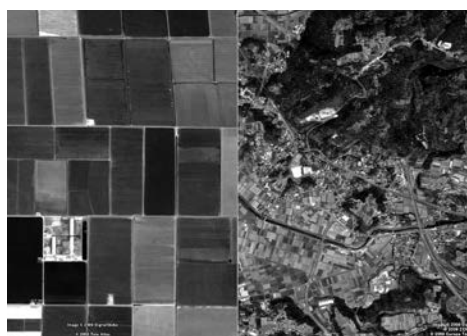


Image © DigitalGlobe 2008

写真1 送粉者の働きを考える2枚の写真
(左：アメリカ、右：日本の畑)

出所：Google Earth

枚一枚の畑の規模は大きく周りに自然の緑がない。害虫は少ないが送粉者も棲めないで、花粉媒介にはミツバチのようなポリネーター（送粉昆虫）を人工的に配置するしかない。右は日本の標準的な畑地で、規模が小さいが周りに林地や草地がモザイク的に点在している（いずれも高度3000mから撮影した同じ拡大率の写真）。右のような日本の畑では、少し以前までは、周りの林地や草地を発生源とする野生の訪花昆虫（ハエやアブ、蝶や蜂、ハナムグリなど）が畑にやってきて、“人知れず”花粉を運んでくれていたのである。しかし現在、この状況は大きく変わってしまった！実は日本だけでなく地球規模で、昆虫類が急減してしまっている。原因はネオニコチノイドなどの農薬を含む複合的なものと思われるが、真相はまだよくわかっていない。航空写真上では50年前と同じような景色に見えても、この昆虫相の激減のせいで、今や日本でもミツバチのようなヒトに管理されたポリネーターを導入しなければ、果実や種子の生産が立ち行かない状況に突入してしまったということである。

こうした現実の下、本記事ではポリネーターの持ち駒の中で、一番使いやすいセイヨウミツバチに注目し、その特徴や使い方を見ていきたい。ただ、ほんとうは他にも利用可能なポリネーターは数多く存在するわけで、それぞれの特徴を生かした“適材適所”の使

い方をするのが理想的であることは念頭に置いておきたい。

1. 花粉媒介者としてのミツバチの優位性

1) 利用可能な作物の幅が極めて広い

ミツバチ（以下、とくに断らない場合はセイヨウミツバチ）が他のポリネーターと比較して優位性が高い理由はいくつかある。第1は利用可能な作物の範囲が広いこと。果実を食する果菜や果樹はもちろん、オイル生産用のアブラナ、アルファルファやクローバーなどの牧草、ワタなどの繊維作物でも使える。この利用範囲の広さは他のポリネーターと比較して圧倒的だ。花粉だけを報酬としてマルハナバチの訪花を求めるナスでも大きな実績があるし、本来ハエなどの訪花を期待しているソバやマンゴーなどにも行く。

どうしてこんなに訪花スペクトルが広いのかというと、まずミツバチは数万匹からなる大きな群れで生活し、幼虫の発育を支える食料として大量の蜜と花粉を必要とするからである。加えて冬が存在する温帯域を主な分布圏とし、その長い冬を冬眠することなく越冬するため、さらに大量の蜜と花粉を貯蔵しておかねばならないからだ。必要な貯蜜量は15～20kg程度。利用する花の種類を選び好みしてはこの要求を満たすことはできない。広くどのようなタイプの花でも訪花・利用しようとするので「ジェネラリスト」と呼ばれる（日本の蜜・花粉源植物の具体については佐々木 2010 を参照）。1年に1回ウツギの花期だけに出現して花粉媒介し、特別なパートナーシップ関係を結んでいるウツギノヒメハナバチのようなスペシャリストとは対極に位置する。それゆえミツバチは、どんな農作物の授粉にも使える便利な存在というこ

とになる。

2) 必要な時に、必要な量（群数）を導入できる

ポリネーターの中でも、ミツバチと商用マルハナバチはヒトの管理下にあり、必要な時に必要な数を確保することができる。その他のポリネーターも適材適所でもっと使いたいところではあるが、なかなかそうはいかない。以前、片倉工業がハナアブを工場生産し、ちょうど当時普及し始めた宅配便を用いて、羽化近いサナギを発送してくれるシステムがあったが今はない。

現在日本では、必要数のミツバチの確保は概ね達成できているが、年によっては寄生ダニや病気などの理由で不足が問題になる。これが円滑にいくよう農林水産省も注力しているが、この供給体制の確保は重要である（農林水産省 2024）。

3) 活動域が広い

リンゴの授粉に大きく貢献してきたマメコバチ（正確にはコツノツツハナバチ）の活動半径はおおよそ100m、マルハナバチでは500m前後なのに対し、ミツバチのそれは2～4km（条件次第で最大10km）である。図1は東京都（玉川大学）でのセイヨウミツバチとニホンミツバチの活動域（授粉域）を示したものである。セイヨウの採餌半径を3km、ニホンのそれを2.2kmとすると、それぞれの活動面積は 28km^2 （ $=2800\text{ha}$ ）および 15km^2 となり、ニホンの方は少し活動域が狭いとはいえ、広大な畑の受粉を任せることができる。このミツバチの優位性は揺るがない。ただミツバチは採餌効率を重んじ、近くに利用できる餌資源があるのにわざわざ遠くまで行くよ

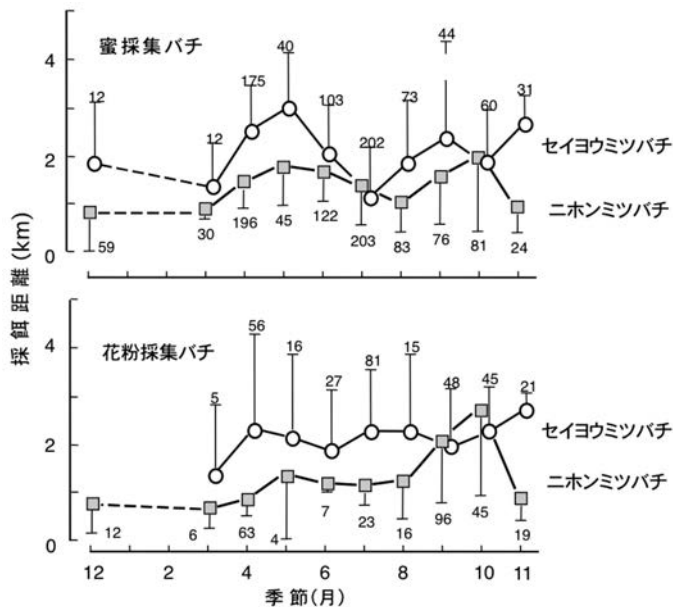


図1 東京都（玉川大学）の蜂場でのセイヨウミツバチとニホンミツバチの活動域を比較
出典：佐々木ほか 1993

うな無駄はしない。したがって群から近いところほど結実率が高くなる傾向は避けられない。広い畑をまんべんなく授粉させるには蜂群配置上の配慮が必要となる。望ましい配置密度は作物ごとに異なるが、5～10a 当たり1群程度とされる（ミツバチ協議会 2010）。

4) 子育てのために花粉を集めるからせっせと働き、授粉効率も高い

ミツバチの巣内では多くの幼虫が育っている。食料としてはエネルギー源は蜜だが、それ以外のすべての栄養素は花粉に頼っている。活動期なら1ヵ月に3kgもの花粉が必要だ。この要求をまかなうために次から次へと花を渡り歩いて蜜や花粉を集める。

ミツバチが1個の花に滞在している時間は、蜜、花粉の量や花の構造により異なるが、数秒から長くても数十秒程度、すぐに次の花

を求めて飛んでいく。これに対しハナアブやハエの仲間では、1個の花上での滞在時間がずっと長く、行動ものんびりしている。彼らの訪花目的は自分の腹を満たすためだけで、帰る家があるわけではない。急ぐ必要がないのだ。ミツバチの場合は、急いで巣に戻った蜂はまたすぐに花に舞い戻る行動を繰り返す。必然的に授粉、特に他家受粉の効率が高くなる。

5) 許容気候条件が広く、季節を問わず利用できる

厳寒の地を除き1年中利用できるのもミツバチの利点である。例えばビワの花は11月から1月末頃まで、寒さの一番厳しい季節に咲くが、それでもミツバチは暖かい日を選んで訪花する。余談だがこんな季節に咲く花は他にほとんどないから、この時期に採蜜をす

れば、極めて純度の高い素晴らしい香りのピロ蜜が採れる（ミツバチにはかわいそうだが）。ミツバチは気候条件への適応度も高い。セイヨウミツバチの分布は南アフリカ南端から、赤道直下の熱帯を経て、北はスカンジナビア半島の付け根までをカバーしている。30ほどの亜種からなるとはいえ、1種でこんなに広い分布域をもつ昆虫は他にない。これには2つの理由がある。1つは彼らの群が極めて高い環境調節能力をもっているから。マイナス20℃でも越冬でき、暑い方も気化熱利用のための水さえあれば、空の巣箱内が50℃を超える酷暑の中でも群を35℃に保つことができる。2つ目には、木のうろなどの閉鎖空間を営巣場所としたことで、巣内環境調整の能力をさらに補強できるからである。結果として気候の異なる世界のほとんどの耕地で利用が可能だ。

6) 業者からの購入・リースが可能、農家が自前で飼うこともできる

農家は、農協などを通じて、あるいは直接に養蜂家から蜂群を借り受ける。価格は巣箱や群の大きさ、蜂の数、貸し出し期間などによるが、通常の半分（巣板の枚数5枚）程度の小型巣箱、蜂数8000匹、貸し出し期間2、3ヵ月なら、1箱当たり3～4万円くらい。木箱かダンボール製の簡易巣箱か、女王蜂の存否、養蜂家からの見回りサービスの有無などによっても変わる。

マスクメロンのように花期を揃えるハウス栽培では、受粉が必要な期間は1週間程度と短い。一方イチゴの場合では、花期は11月から4月までの6ヵ月にも及ぶ。このような長期の使用では、導入時に持たせてあった蜜や花粉では足りず、砂糖水や花粉の追加給餌

が必要となる。花粉については「代用花粉」と呼ばれるトレイに入った練り餌を与えるのが普通だ。巣箱に直射日光が当たるならこれを遮る屋根を作ってやるなどのケアも必要だ。農家はミツバチを単なる農業資材と考えず、生き物であることに留意し、愛情を持って接してもらいたい。それらの配慮で群の寿命が延び、授粉の効率も高まる。

巣箱ごと買い取る場合は、蜂に対する農家の責任はより大きくなるが、露地利用では蜜を採ることもでき、楽しみも増える。ただ女王の有無や蜂の健康状態までの把握は容易でないので、1ヵ月に1度程度養蜂家に群の状態をチェックしてもらいながら、蜂の扱いを習得することが望ましい。使い捨ての場合は、病気や寄生ダニの蔓延につながるので、使用後の放置は避ける。養蜂家に引き取ってもらうか、かわいそうでも焼却処分とする。

2. 安定的な供給体制の確保と有効利用のための管理

1) 野外圃場向けか施設内使用かで異なる留意点

野外圃場でのミツバチは万能選手のように役立つが、中には注意を要する作物もある。写真2、図2はタマネギで授粉中のミツバチと、同じく訪花頻度と結実率の関係である。タマネギの場合は少し事情が特殊で、花蜜中のカリウム濃度が高い。そのせいで蜂があまり好まないため、普通より多くの巣箱を導入しなければならない。ナシは花蜜の糖濃度が低く、やはりミツバチがあまり行きたがらない。キウイフルーツでは果実をならす雌木の花粉は生殖用の機能を退化させており、圃場の一角に花粉供給用の雄木を配置する必要がある。

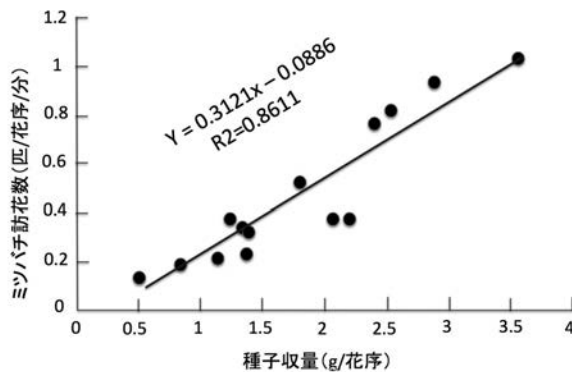


図2 タマネギでの訪花頻度と結実率の関係
出典：Soto *et al.* 2013

ナスの花は花蜜を出さないで、蜂は花粉だけしか集められない。したがってナスのハウス栽培では、蜜の代わりとなる糖液の給餌が欠かせない。

ハウスでのポリネーションでは、野外に比べてどうしても蜂へのストレスが大きくなる。蜂減りの軽減策としては、巣箱の置き場所の吟味、巣箱への日よけ、水場の確保、道標の設置（巣箱の位置をわかりやすくするため）、被覆材の張り方や紫外線透過率への留意などがある。

2) 農薬被害の回避

農薬の散布にあたっては、ミツバチを被害に遭わせない配慮が必要となる。殺虫剤の場合は散布前日の夕刻、蜂が巣箱に戻ったタイミングで巣門を閉めて適当な場所に移動・避難させる。ハウス内であれば外に出すか、少なくとも直接の被曝を避けるよう巣門を閉じておく。水場に農薬が入らないようにする注意も必要だ。ハウス内に水溜まりがあると、そこで飲水したミツバチが被害に遭うし、摂取した水が巣内に持ち込まれ、幼虫が被害に



写真2 タマネギに訪花・受粉中のセイヨウミツバチ
撮影：伊藤博樹

遭う可能性もある。致死量ではなくても、飛行や学習能力が損なわれる行動異常が現れ、間接的に受粉効率を下げることになる。除草剤でも毒性がある場合は多いので、殺虫剤と同様の配慮をすべきである。

3) 目的圃場への誘導

ミツバチは飛翔範囲が広く、その時その場で、もっとも有効に蜜や花粉が集められる花に飛んで行く。そのため目的作物がナタネのように蜜や花粉の供給面で優れていれば問題ないが、そうでない場合は思うように蜂が

行ってくれないことも起こりうる。

例えばアメリカやカナダの広大なリンゴ園では、最初に咲く一番花（中心花）だけが実を結ぶよう、開花初期だけミツバチに授粉をさせたい（摘果の人力はかけられない）。その時園内にタンポポが咲いていれば蜂は皆タンポポに行き、肝心のリンゴには行ってくれない。だからタンポポを機械で刈ってしまうことが必要となる。そして一番花以降の大量の花が開花する前に蜂を圃場から退出させてしまう。蜂を提供する養蜂家としては、もう少し置いておけば大量の美味しい蜜が採れるのだが、ポリネーションを優先する。

蜂に対する誘因物質を利用して目的の圃場に誘導し、働いてもらうことも考えられないではない。実際以前からいろいろな誘因剤が提案されてきた。例えば働き蜂に対して誘因性の強い「女王物質」を撒いて、クランベリーの収量が上がったといった報告もある。しかしミツバチは賢いので、最初は有効であっても、もっと収益性の高い花が他にあることがわかると効力がなくなってしまう。

4) F₁ 種子採種時の問題点

現在栽培・出荷されている野菜や果物の70%前後がF₁ 雑種利用といわれる。研究段階であれば別だが、販売用のF₁ 種子を大量生産する場合であれば、種採り用の系統は雄性不稔系とし、花粉親との間で交配をする。しかし雄性不稔系統の作出に当たって「十分に蜜を出す性質」の確保まで考慮されることはほとんどない。すると雄性不稔株の花にはもともと花粉はないか不稔なので（栄養的にも貧弱で蜂は好まない）、頼りのミツバチに授粉してもらうことが難しくなってしまう。雄性不稔系統育種の際には、予めこうした点

にも配慮したい。

5) フェロモンやホルモン利用などの可能性

ポリネーション効率を上げるための特殊な管理として、フェロモンの利用もハウス内などでの限定的環境なら可能だ。女王蜂の喪失や、初めから女王を付けていない群では、幼虫がいなくなって花粉の需要が減り、花粉集めの行動が低下する。こうした場合、幼虫フェロモン（脂肪酸エステルの混合物、市販品もあり）を使うことで、いわば蜂たちに、「幼虫がいると勘違いさせて」働かせようというわけだ。女王蜂の喪失に対して、人工合成の女王物質（これもフェロモンの一種）で一時的に代替効果を得ることも可能だが、産卵は止まるので長期間の利用は難しい。幼若ホルモン（JH）の群への投与で外勤を促すなどの方法もあるが、これも実用化はされていない。

ミツバチにロボット的にリンゴの花粉を集めさせ、ヒトがその花粉を生きたまま粉末化して冷凍保存し（花粉銀行）、再びミツバチに散布してもらう、といういわば蜂とヒトとのハイブリッド技術が提案されている。試験段階ではこうして数年保存した花粉でも発芽能力を保持しており、正常にリンゴがなるこ



写真3 アーモンド畑でのドローンによる花粉の散布

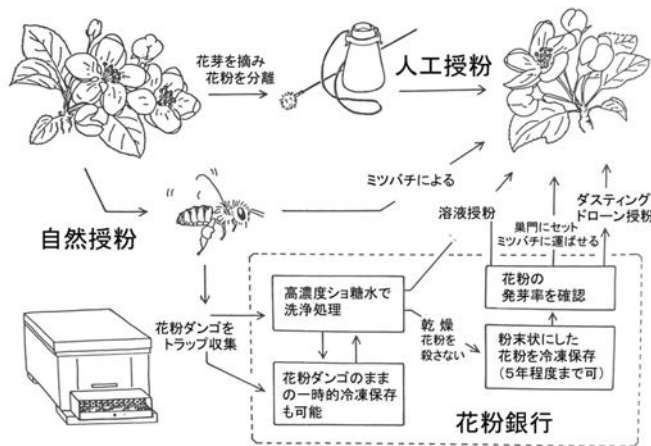


図3 ミツバチとヒトとのハイブリッド技術によるリンゴのポリネーション

出典：Sasaki 1986 より一部改変

とが確かめられている（図3、Sasaki 1986、岡田ほか 1983）。これも実用化はされていないが、アメリカのアーモンド畑では、ドローンに花粉の散布をさせる試みもあり（写真3）、こうした花粉の大量需要に対して、ミツバチ採取の花粉が使える可能性は十分にある。花粉の採取は巣箱の入り口に設置した花粉ダンゴトラップによるが、これで花粉を採取してしまうと群内の花粉が不足気味となり、「花粉集め係」が大増員されるので、群の授粉効率が上がるメリットもある。

参考文献

ミツバチ協議会（2010）：ミツバチにうまく働いてもらうために。
<https://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/lin/sonota/pdf/kafunkouhai.pdf>（アクセス日：2024年12月27日）。
 農林水産省（2024）：花粉交配用昆虫について。
<https://www.maff.go.jp/j/chikusan/gijutu/mitubati/index.html>（アクセス日：

2024年12月27日）。

岡田一次・酒井哲夫・佐々木正己（1983）：洗淨・粉末化したミツバチ花粉ダンゴによる果樹類の人工授粉。玉川大学農学部研究報告 23:18-35。

Sasaki, M. (1986) : The 30th Int. Apicultural Cong. Apimondia (Nagoya). p.390-393.

佐々木正己・高橋羽夕・佐藤至洋（1993）：ニホンミツバチとセイヨウミツバチの収穫ダンスの解析とそれに基づく採餌圏の比較。ミツバチ科学 14:49-54。

佐々木正己（2010）：蜂からみた花の世界。海游舎 pp. 415。

Soto, V. C., Maldonado, I. B., Gil, R. A., Peralta, I. E., Silva, M. F. and Galmarini, C. R. (2013) : Nectar flower traits of different onion male sterile lines related to pollination efficiency and seed yield of F₁ hybrids. J Econ Entomol. 106:1386-1394.

（玉川大学名誉教授）



農業生産と昆虫 —良い虫・悪い虫・ただの虫—

藤家 梓

地球上には、様々な昆虫が生息しており、直接的あるいは間接的に農業生産に関わっている。昆虫とは、分類学的には「節足動物門」の「昆虫綱」に属する生物をさす。地球上に400万種以上が生息しているらしく、動物の大半は昆虫のようである（平嶋・広渡 2017）。しかし、種数が多いのは確かであるが、実際のところははっきりしていない。自然生態系の中では、昆虫に良いも悪いもないが、人が関わってくると「良い虫・悪い虫・ただの虫」がいることになる。

ただし、悪い虫が良い虫になったり、ただの虫が悪い虫になったりすることもあり、話がややこしい。例えば、モンシロチョウの幼虫はアオムシと呼ばれるキャベツ等の大害虫で悪い虫である。しかし、成虫になると農作物に害を与えることはないどころか、ある程度は花粉を媒介するようで、良い虫ともいえる。一方、吸蛾類のアケビコノハの成虫は果樹を加害する悪い虫であるが、幼虫はアケビ等の山野草を餌としているただの虫である。

1. 良い虫

良い虫というと、まずは養蜂や養蚕に関わる昆虫を思い浮かべることができる。果樹や野菜の栽培には、受粉を手助けする花粉媒介

昆虫（送粉昆虫）の存在が不可欠であるだけでなく、様々な昆虫が植物の受粉に広く関わり、自然生態系の維持にも大切な役割を果たしている。さらに、様々な害虫を餌としている天敵も良い虫ということで、生物農薬や土着天敵として利用されている。

化学農薬の使用削減や有機農業の増加に対応するため、生物農薬に対する期待が高まっている。生物農薬の出荷額は化学農薬と比べるとまだまだ少ない。しかし、日本国内における生物農薬の殺虫剤カテゴリーの出荷額は増加傾向が続いている（藤井 2024）。一方、土着の天敵利用への期待も高まっている。かつて、東アフリカのウガンダでイネ害虫とその天敵を調査したことがある（藤家ほか 2014）。イネ圃場では化学農薬はほとんど使用されておらず、オオデメバエをはじめとして、様々な害虫が発生していたが、多数の土着天敵の発生も確認できた。そのためか、害虫密度が低く保たれている圃場も多かった。

2. 悪い虫

悪い虫としては、農作物を加害する農業害虫をはじめとして、樹木を加害する林業害虫や家畜を加害する畜産害虫が知られている。日本で知られているこれらの悪い虫は約3,000種である（日本応用動物昆虫学会 2006）。分類学上の単位「^{もく}目」における害

虫の種数は、たとえばカメムシ目（アブラムシ類、ヨコバイ類、カメムシ類等）813種、コウチュウ目（コガネムシ類、ゾウムシ類、タマムシ類等）689種、チョウ目（シロチョウ類、シャクガ類、ヤガ類等）885種、ハエ目（ガガンボ類、ハモグリバエ類、ミバエ類等）258種、ハチ目（アリ類、ハバチ類、タマバチ類等）104種等である。

これまでに国内外を問わず、様々な悪い虫を調査してきた。その中で、とてつもなく悪い虫として印象に残っているのは、イラクで核果類（モモ、アンズ、スモモ）を加害していたタマムシ類の一種 *Capnodis tenebrionis* である（藤家ほか 2017）。タマムシ類の幼虫は、樹の内部に潜り込んで加害する穿孔性害虫である。*C. tenebrionis* の幼虫は核果類の根部に寄生し、樹全体を容易に枯らしてしまう（写真1）。

このような手強い悪い虫に巡り会った時、妙に心が騒いでやる気になるのは、いつものことであった。調査のため、宿泊していたホテルの部屋にこのタマムシ類の成虫と鉢植えの核果類の苗を入れた小さな蚊帳を設置し、



写真1 核果類果樹の根を加害するタマムシ類の一種の幼虫（根の内部に潜り込んで加害する）

一緒に生活していた。害虫観察のためとはいえ、このようなことを許してくれたホテルの皆さんには感謝の気持ちで一杯である。

C. tenebrionis 成虫の胸部背面には白い斑点がある。この白斑を拭き取っても、しばらくすると元に戻る。体内から白い物質が滲み出てくるようである。沙漠地帯の果樹園は貴重な緑地であるため、鳥がたくさん飛来して多くの糞をする。核果類の果樹園でも、樹木の枝幹には鳥の糞がよく付いていた。果樹園内は少し薄暗く、このタマムシ類の白斑を鳥の白い糞と見間違えることが多かった（写真2）。*C. tenebrionis* の成虫は糞に擬態しているようである。糞への擬態はシャクガ類やゾウムシ類では知られているが、タマムシ類では珍しい。



写真2 胸部背面に白斑があるタマムシ類の一種の成虫（鳥の糞と間違えることが多い）

3. ただの虫

ただの虫とは、良い虫でも悪い虫でもない、それらの中間的な存在の昆虫である。この用語は、「「ただの虫」を無視しない農業 生物多様性管理」（桐谷 2004）という本によって、農業害虫の関係者には広く知られるように

なった。害虫の密度を抑え、農作物の被害が問題にならないようにすることが、害虫をただの虫にすることである。害虫を低密度で管理するために推奨されているのが、害虫管理理論の IPM (Integrated Pest Management) である。

本稿では、昆虫を「良い虫・悪い虫・ただの虫」に分けてきたが、昆虫のほとんどは良い虫でも悪い虫でもなく、ただの虫である。ただの虫は、農業生産において天敵の餌として役立っているだけでなく、自然生態系の構成者としての役割も担っている。

参考文献

藤井達也 (2024) : 我が国における生物農薬等の登録・普及状況について. 植物防疫, 78 : 606-615.
藤家 梓・Hussein, A. A.・佐久間弘行

(2017) : イラクのクルド地域における核果類害虫としてのタマムシ類の生態. 植物防疫, 71 : 170-175.

藤家 梓・Otim, M. H.・坪井達史・後藤明生・松本俊介・大井田 寛・鵜家綾香・夏秋啓子 (2014) : 東アフリカ、ウガンダのイネにおける害虫と天敵の発生. 日本応用動物昆虫学会誌, 58 : 351-355.

平嶋義宏・広渡俊哉 編著 (2017) : 教養のための昆虫学. 東海大学出版部. 227p.

桐谷圭治 (2004) : 「ただの虫」を無視しない農業 生物多様性管理. 築地書館. 192p.

日本応用動物昆虫学会 (2006) 農林有害動物・昆虫名鑑 増補改訂版. 日本応用動物昆虫学会 (編集・発行). 387p.

(元 千葉県農業総合研究センター
センター長)



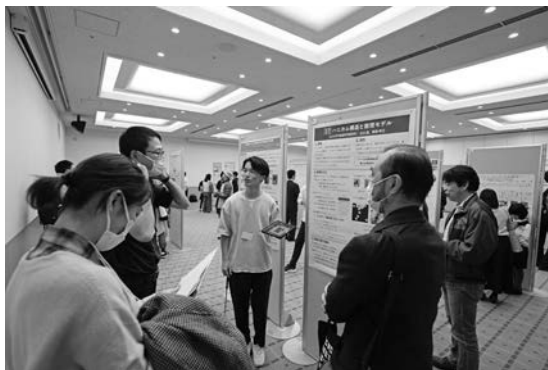
ミツバチサミット 2025 － 2025 年 11 月 22 ～ 24 日開催（つくば国際会議場）－

ミツバチサミットは、ミツバチや送粉者に関心のあるすべての人が一堂に会し、それぞれの活動や研究成果、生産物を紹介することを通じて送粉者たちが直面している問題を共有し、解決への道を提言することを目的としたイベントです。2017 年から隔年で開催されてきました。

今年は、11 月 22 日（土）、23 日（日）、24 日（月）の 3 日間にわたり、つくば国際会議場で開かれます（ミツバチサミット公式 HP：<https://bee-summit.jp/>）。

ミツバチをはじめとする送粉者は、農作物や野生植物の受粉を助ける生態系サービスを提供するだけでなく、ハチミツなどの生産物を通して私たちの食・健康・医療にも貢献しています。また、彼らの存在は、私たち人間の文化・伝統・歴史・教育においても重要な役割を果たしてきました。

サミットは、これら身近な生き物たちの存在や役割、私たちの生活環境、食の未来について、さまざまな講演、展示、ワークショップ、生産物の販売、ポスター発表などにより、体験し、学び、遊び、理解を深め、語り合う機会です。ミツバチや送粉昆虫に関わる研究者や専門家、学生たち、養蜂家や企業に加え、ミツバチに関心のある子どもから大人まで、どなたでも気軽に参加できます。



※写真提供：ミツバチサミット実行委員会

JAICAF 会員制度のご案内

当協会は、開発途上国などに対する農林業協力の効果的な推進に役立てるため、海外農林業協力に関する資料・情報収集、調査・研究および関係機関への協力・支援等を行う機関です。本協会の趣旨にご賛同いただける個人、法人の入会をお待ちしております。

1. 会員へは、当協会刊行の資料を区分に応じてお送り致します。
また、本協会所蔵資料の利用等ができます。
2. 会員区分と会費の額は以下の通りです。

賛助会員の区分	会費の額・1口
正会員	50,000 円／年
法人賛助会員	10,000 円／年
個人賛助会員	7,000 円／年

※ 刊行物の海外発送をご希望の場合は一律 3,000 円増し（年間）となります。

3. サービス内容
会員向け配布刊行物（予定）
『国際農林業協力』（年 4 回）
『JAICAF Newsletter』（年 4 回）
その他刊行物（報告書等）（不定期）

ほか、
JAICAF および FAO 寄託図書館での各種サービス
シンポジウム・セミナーや会員優先の勉強会開催などのご案内

※ 一部刊行物は当協会ウェブサイト全文または概要を掲載します。
なお、これらの条件は予告なしに変更になることがあります。

- ◎ 個人で入会を希望される方は、裏面「入会申込書」をご利用下さい。
送付先住所：〒107-0052 東京都港区赤坂 8-10-39 赤坂KSAビル 3F
Eメールでも受け付けています。
E-mail : member@jaicaf.or.jp
- ◎ 法人でのご入会の際は上記E-mailアドレスへご連絡下さい。
折り返し手続をご連絡させていただきます。不明な点も遠慮なくおたずね下さい。

年 月 日

個人賛助会員入会申込書

公益社団法人 国際農林業協働協会

会長 松 原 英 治 殿

住 所 〒

T E L

ふり がな
氏 名

印

公益社団法人 国際農林業協働協会の個人賛助会員として令和 年度より入会
したいので申し込みます。

個人賛助会員（7,000 円／年）

- (注) 1. 海外発送をご希望の場合は、一律 3,000 円増しとなります。
2. 銀行振込は次の「公益社団法人 国際農林業協働協会」普通預金口座に
お願いいたします。
3. ご入会される時は、必ず本申込書をご提出願います。

みずほ銀行東京営業部	No. 1803822
三井住友銀行東京公務部	No. 5969
郵便振替	00130 - 3 - 740735

「国際農林業協力」誌編集委員（五十音順）

池 上 彰 英	（明治大学農学部 教授）
板 垣 啓四郎	（東京農業大学 名誉教授）
勝 俣 誠	（明治学院大学 名誉教授）
北 中 真 人	（一般財団法人ササカワ・アフリカ財団 理事長）
熊 谷 徹	（一般社団法人海外農業開発コンサルタンツ協会 企画部長）
高 原 繁	（公益財団法人国際緑化推進センター 専務理事）
西 牧 隆 壯	（公益社団法人国際農林業協働協会 顧問）
藤 家 梓	（元千葉県農業総合研究センター センター長）

国際農林業協力 Vol.47 No.4 通巻第 213 号

発行月日 令和 7 年 3 月 31 日

発行所 公益社団法人 国際農林業協働協会

編集発行責任者 専務理事 西山明彦

〒107-0052 東京都港区赤坂 8 丁目10番39号 赤坂KSAビル 3 F

TEL (03)5772-7880 FAX (03)5772-7680

ウェブサイト www.jaicafor.jp

印刷所 NPC 日本印刷株式会社

International Cooperation of Agriculture and Forestry

Vol. 47, No.4

Contents

Agricultural Production and Pollination by Insects.

HIBI Eriko

Agricultural Production and Pollination by Insects

Pollinators in Agriculture —The Global Situation.

MAEDA Taro

Promotions of Beekeeping in Developing Countries.

NAKAMURA Jun

A Review of Pollination Studies in Tropical Asia.

MIYANAGA Ryoichi

Towards the Beneficial and Appropriate Use of Honeybees in Agriculture.

SASAKI Masami

Agricultural Production and Insects

—Beneficial Insects, Harmful Insects and Neutral Insects—.

FUJIIIE Azusa

The Bee Summit 2025