



日本中央競馬会
特別振興資金助成事業

ポリネーター利用実態等調査事業 報告書

平成 26 年 3 月

一般社団法人 日本養蜂協会

も く じ

はじめに

専門委員芳名

◎ポリネーター利用実態等調査報告書	1
Ⅰ. ポリネーション研究の背景	3
Ⅱ. ミツバチの社会貢献	
1. セイヨウミツバチ	5
2. ニホンミツバチ	11
Ⅲ. ポリネーション（1）—食料生産におけるポリネーションの社会的な貢献	
1. 研究フロー	13
2. 調査対象作物	13
3. 昆虫貢献度	14
4. セイヨウミツバチ貢献度	17
(1) セイヨウミツバチの利用状況および投入群数の把握	
(2) セイヨウミツバチの貢献度の試算方法	
(3) セイヨウミツバチの貢献度	
5. マルハナバチの貢献度	41
(1) マルハナバチの利用状況	
(2) マルハナバチの貢献度	
6. 調査対象作物以外での貢献	45
(1) 調査対象外作物での特記事項	
(2) 種子生産	
7. ミツバチ、マルハナバチ類以外の昆虫による貢献	49
Ⅳ. ポリネーターの貢献度の算出額とその評価	53
(1) セイヨウミツバチの貢献度の算出額とその評価	
(2) 様々なポリネーターによる農業生産への貢献	
Ⅴ. ポリネーション（2）—環境保全への貢献	55
Ⅵ. 問題と課題	58

◎養蜂家生産費調査報告書	63
1. 平成 25 年度養蜂家生産費調査部会・現地調査委員会の活動経過	65
2. 養蜂家生産費調査の実施	67
3. 今後の検討課題	67

はじめに

近年、地球規模の問題として、生物多様性の急激な減少への対応が求められているが、花粉媒介を行う訪花昆虫（ポリネーター）も減少の一途をたどっている。一方、農作物の中ではこうした訪花昆虫の働きによってはじめて果実が実ったり種子ができるものが少なくない。日本では農地の単位が小さく、廻りにはモザイク状に自然の緑も多かったので、少し前までなら、そういう所に自然の様々なポリネーターがいて、私たちが気がつかないうちに、花粉媒介をしてくれていた。しかし昨今では施設栽培のイチゴなどはもちろん、路地栽培の野菜や果樹においても、人工的に管理されたミツバチのようなポリネーターへ依存しなければ立ちゆかない状況が、益々深刻となっている。

こうした中、1999年に我が国では初めて、日本養蜂はちみつ協会により「ミツバチが、花粉媒介を通じてどのくらいの経済的な貢献をしているか」の調査が行われた。しかしそれからすでに14年、この間、作物側の栽培環境にもミツバチ側の養蜂環境にも種々の変化があり、現況を踏まえて再度、調査を行うこととした。前回の調査では対象はセイヨウミツバチだけであったが、今回は、部分的ではあるがニホンミツバチを加え、更にハウス栽培のトマトに欠くことができなくなってきたマルハナバチも加えた。なお、今回の調査ではミツバチの貢献額が前回より低く評価された形となっているが、これは主に算定のベースとした作物の生産額が大きく減少していることを反映したものであり、貢献率はほとんど変わっていない。むしろ野生のポリネーターの減少が続く中、ミツバチに頼らざるを得ない状況がますます顕著になってきていることは間違いない。

またハチを供給する側の養蜂農家の経営実態についても初めての調査を試みた。これまで類似のデータがなかったこともあり、調査者側にとっても、養蜂家にとっても十分な成果とは言えないが、本報告書では養蜂家生産費調査の結果も含めている。機会があれば、更に実体の把握に迫る意義は大きいと言える。

本報告書のとりまとめにあたり、ポリネーター利用実態の調査に当たられた8名、養蜂家生産費の調査に当たられた4名の委員の先生方に、心よりお礼申し上げたい。また種々のご指導と各種統計資料等の情報の提供を頂いた農林水産省の担当官の方々、現地調査でお世話になった日本養蜂協会の会員の方々、それに本調査事業を援助いただいたJRAにも、心からの感謝を申し上げたい。

2014年3月

ポリネーター利用実態等調査事業推進委員会一同

専門委員芳名（敬称略、順不同）

【ポリネーター利用実態等調査事業推進委員会】

《委員長》

松香光夫 （一社）全国ローヤルゼリー公正取引協議会 会長

《委員》

甲斐 諭 中村学園大学 学長

佐々木正己 玉川大学 名誉教授

中村 純 玉川大学ミツバチ科学研究センター 教授

今城欣一 養蜂家（北海道養蜂協会 会長）

【ポリネーター利用実態等調査委員会】

《委員長》

浅田真一 玉川大学ミツバチ科学研究センター 准教授

《委員》

横井智之 筑波大学 生命環境系 助教

永光輝義 （独）森林総合研究所 森林遺伝領域 生態遺伝研究室 室長

滝 久智 （独）森林総合研究所 森林昆虫研究領域 主任研究員

川口利奈 兵庫県立大学女性研究者支援室 特任助教

木村 澄 （独）農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所 家畜育種繁殖
研究領域 家畜育種研究グループ みつばちユニット 主任研究員

手塚俊行 （株）アグリ総研 商品開発部 次長

羽佐田康幸 養蜂家（愛知県養蜂協会 会長）

【養蜂家生産費調査部会】

《委員長》

中川 隆 別府大学 国際経営学科 准教授

《委員》

徐 涛 中村学園大学 流通経営系 准教授

田村善弘 名古屋経済大学 経済学部 講師

種田敏徳 養蜂家（岐阜県養蜂組合連合会 副会長）

ポリネーター利用実態等調査報告書

I. ポリネーション研究の背景

顕花植物が世界に分布を拡大していった 1 億 3000 年前から、植物は花粉を誰かに運んでもらうことで、種子生産を行ってきた。今では約 20 万種とも言われているこの運び手、すなわちポリネーターと植物との密接な関係も、次々と明らかになってきている（ウィルソン 2002, 山下 訳 2003）。これらの関係は自然生態系内での営みにとどまらず、人間社会とも大きな繋がりがある。植物が花をつけ、実を結ぶプロセスについても、多くの観察がなされ、他家受粉に適応した多くの植物の種子生産には、ポリネーターの働きが必要であることは、すでに 19 世紀に行われた実験でも明らかにされている（ダーウィン 1876, 矢原 訳 2000）。我々の食料の多くは、植物の葉、茎、根、花および種子を含む果実に由来している。これらを生産する農業技術は、世界中の生産者によって長い年月をかけて、それぞれの地域に根ざしたものが築き上げられてきたものである。しかし、これらの技術が、圃場周辺に生息している土着のポリネーターの働きに支えられていることを含めて整理されている例は極めて少ない。

現在では、農地周辺に土着しているポリネーターに、作物のポリネーションを依存するだけでなく、人為的に導入されたポリネーターを利用する技術も普及をみせている（Free 1993）。ポリネーターの供給体制も広がり、世界的に養蜂業で飼養されてきたセイヨウミツバチ (*Apis mellifera*) も多くの場面で利用されている。佐々木 (2010) は、国内の蜜・花粉源植物として 680 種を挙げている。その数からもセイヨウミツバチが、多種類の植物に訪花し、それぞれの受粉に関与しているジェネラリストの訪花昆虫であるとも考えられる。日本国内では施設イチゴ、施設メロンの他に、ナシなどの果樹栽培や野菜類の種子生産のポリネーションに利用されるなど農業生産に貢献しており、セイヨウミツバチは、国内の養蜂業によって農業生産からの需要数に対応しているポリネーターであるとも言える（松香 1996）。

ポリネーションの現状をセイヨウミツバチ以外のポリネーターも含めて見てみると、FAO によってリストアップされた 100 種類の作物で検証され、ポリネーションによる全世界の経済的効果が 1530 億ユーロと試算されており、これは 2005 年の世界の食料に用いられる農業生産物の 9.5% の価値になることが推定されている (Gallai et al. 2008)。

日本国内でのポリネーターによる経済効果に関する評価は、個々の作物での知見は積み重ねられているものの、総括的な評価は平成 10 年度に行われたポリネーター利用実態調査 (日本養蜂はちみつ協会 1999) での報告にとどまっている。前回の調査からは、日本国内の農業情勢も、生産量全体の低下や消費動向の変化に加えて、農地周辺の環境を含めた持続的生産への見直しや、新たなポリネーター利用の定着など、大きく変化しており、改めて調査を行う必要性は高いと考えられた。

昨今では、農地の周辺環境の植物相を増やし、多種のポリネーターの生息域を確保することも重要であることが考えられ始めている。一般に農業では、一定区画の圃場で単

一な作物が栽培されており、一つの圃場では、導入した一種類のポリネーターに受粉を依存していると考えがちである。しかし、多くの植物は、ある特定のポリネーターとの密接な関係を持つ一方、より多様なポリネーターにも花粉運びを依存している。海外でもハキリバチ、アルカリハナバチ、およびマルハナバチなどの他、土着のハナバチを中心とした生物相が重要なポリネーターとして農業生産にも貢献していることが明らかにされており (McGregor 1976)、ポリネーターの存在自体にも多様性が存在することも、今後の持続的な生産を考える上では重要なポイントになりうる。国内でも生態系サービスの概念が提唱されて以来、多くの実践が行われ、今では経済効果をあげるための農業生産とその周辺の環境保全が同時に議論されることも珍しくはない。

このような情勢の変化を踏まえて、本調査では平成 10 年度の調査 (日本養蜂はちみつ協会 1999) を基礎とし、国内でのセイヨウミツバチによる経済的な貢献度をポリネーションの観点から評価することを試みた。本調査では、国内での養蜂業の現状を述べるとともに、ニホンミツバチ (*Apis cerana japonica*) をセイヨウミツバチと区分し、それぞれの特徴についての言及を試みた。また、1991 年に試験導入されてから、急速に施設トマトのポリネーターとして普及拡大してきたセイヨウオオマルハナバチ (*Bombus terrestris*) および在来種のクロマルハナバチ (*Bombus ignitus*) の利用、貢献度についても調査を行った。さらに、他のポリネーター利用、生態系サービスといった考え方の中でのポリネーションの位置付や、その概要など多岐にわたる内容についての調査を実施した。

(浅田真一・佐々木正己)

引用文献

- Darwin, C. 1876. The effect of cross and self fertilization in the vegetable kingdom. [チャールズ・ダーウィン著, 矢原徹一訳 2000 ダーウィン著作集 3 植物の受精. 文一総合出版. 東京. pp. 446.]
- Free, J. B. 1993. Insect pollination of crops. Academic press. pp.684.
- Gallai, N., JM. Salles, J. Settele and B.E. Vaissiere. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecological Economics. 810-821.
- McGregor, S.E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. U.S.D.A. Agriculture Handbook No. 496.
- 松香光夫. 1996. ポリネーターの利用. サイエンスハウス. pp.153.
- 佐々木正己. 2010. 蜂からみた花の世界. 海游舎. pp.413
- Wilson, E.O. 2002. The future of life. [エドワード・ウィルソン著, 山下篤子訳 2003 生命の未来, 角川書店 pp. 256]

II. ミツバチの社会貢献

1. セイヨウミツバチ

人類は、セイヨウミツバチ *Apis mellifera*(以下ミツバチ) が収集した蜜を太古から利用してきた。また、蜜ロウ利用の歴史も長い。近代になりローヤルゼリー、プロポリスも養蜂業として生産に生産されるようになった。最近では、ミツバチが採取する花粉やハチ毒も様々な用途に使用されるようになり、養蜂業の一環として生産されている。

一方、このような「直接的貢献」ではなく、ミツバチは、送粉昆虫として、植物の花粉媒介をおこなうことで、人類に貢献してきた。その貢献は、作物の食料増産に寄与する貢献のみならず、環境保全という点でも貢献していることを明らかである。

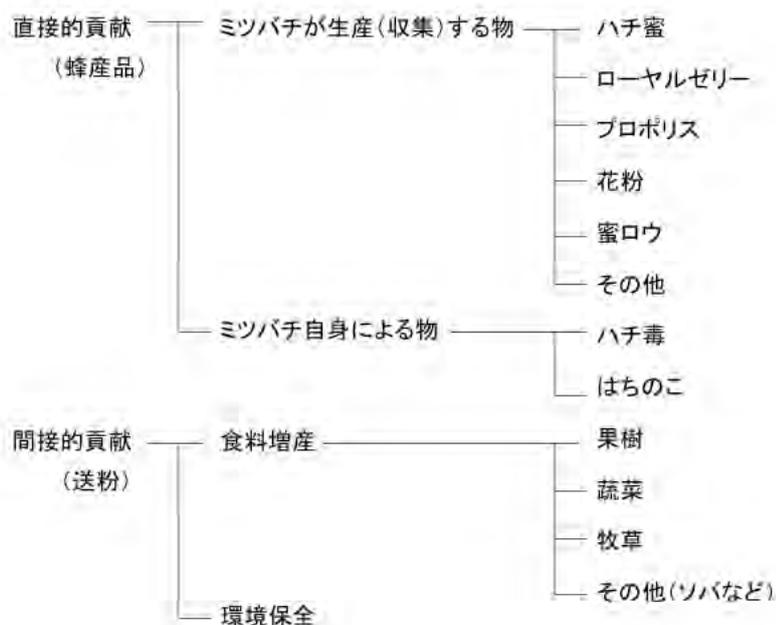


図1 ミツバチによる貢献

直接的貢献で最も重要なのは、蜂蜜の生産であることは論を待たない。現在世界では推定約120万tである万トンの蜂蜜が生産され。最大の蜜算出額は中国がトップで41万トンある。日本では、年間2763トン生産されている。生産量は図のように年々減少してきている。ここ数年は若干増加している。

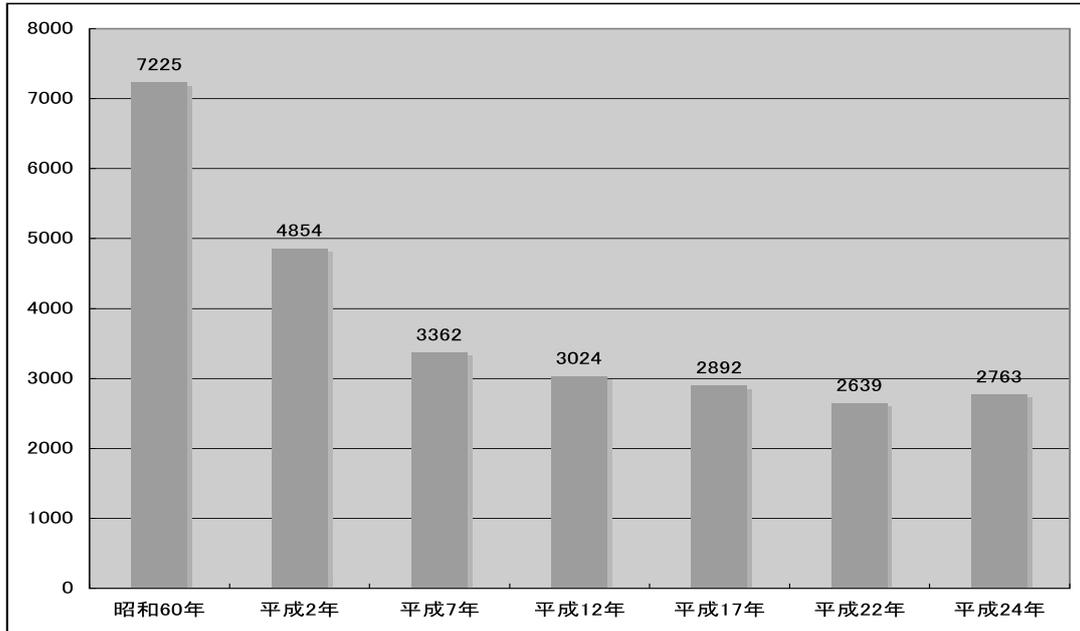


図2 ハチ蜜生産量の推移(単位：トン)

日本で消費される蜂蜜の93%は輸入蜂蜜であり、そのうち73%は中国産である。(養蜂をめぐる情勢、農林水産省生産局畜産部(2012))

<http://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/lin/sonota/pdf/yohomegurujousei201309.pdf>

ローヤルゼリーも生産量はちみつ同様で、ほとんどを輸入に依存している。輸入先のほとんどが中国で、国内産は3898kgである。国内生産量もハチ蜜同様減少してきたが、ここ数年は、わずかに増加している。

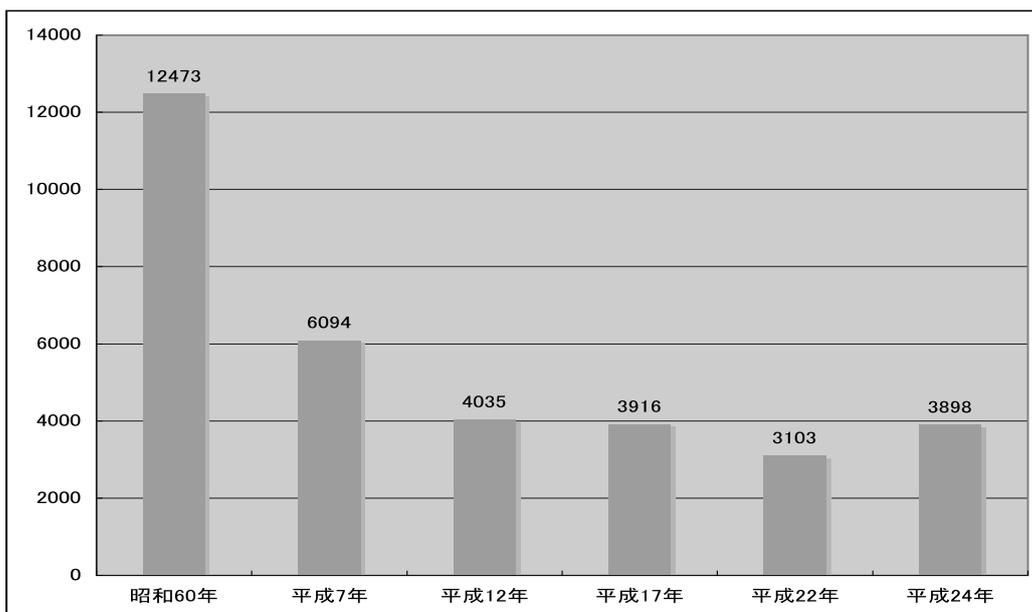


図3 ローヤルゼリー生産量の推移(単位：キログラム)

蜜ロウの生産高もハチ蜜、ローヤルゼリー同様に生産高は年々減少している。

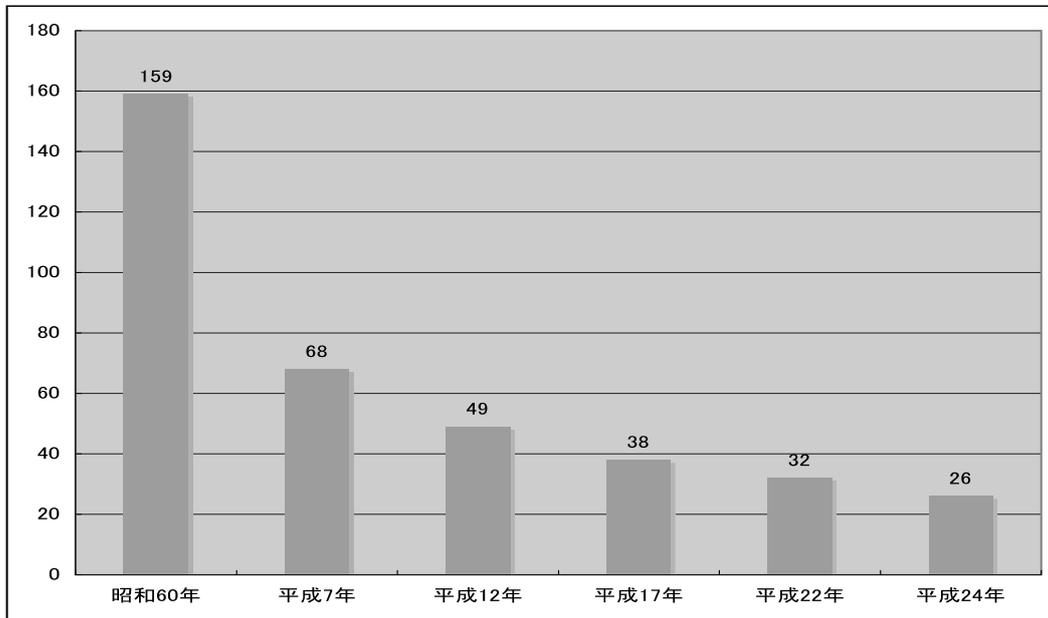


図4 蜜ロウ生産量の推移 (単位：トン)

農水省は、この3つの蜂産品と花粉媒介用ミツバチのレンタル料から現在日本における養蜂業が生み出す直接の生産高は85億2800万円と試算されている。

表1 蜂産品の生産高(平成24年：農水省生産局畜産部)

種類	生産量	単価	生産額
ハチ蜜	2,763トン	2,000円/kg	5,526百万円
ローヤルゼリー	4トン	150千円/kg	600百万円
蜜ろう	26トン	1,000円/kg	26百万円
花粉交配用ミツバチ	132千群	18千円/群	2,376百万円
合計			8,5286百万円

間接的貢献は、金額で表すことは難しいが、ミツバチによる授粉による経済的価値を推定する試みは以前よりなされてきた。最初は、ミツバチに授粉を依存する作物の生産額を単純の足しあわせることで価値を推定した物であった。このやりかたでは、実際にはミツバチ以外の昆虫による貢献や、ポリネーターがいなくとも授粉する場合

なども含まれてしまうので、実際の貢献よりかなり過剰推定した物になってしまう。

Southwick & Southwick¹⁾ はもっと厳密な形で、ミツバチの経済的価値を計算した。彼らは、ミツバチがいなくなることで予想される作物生産高の減少をミツバチの価値として計算した。さらに生産が減ることによって起こると考えられる需給の変化に伴う価格の変動など、多くの仮定を設けて、より精密な推定値を求める試みを行った。この報告によると、アメリカにおけるミツバチのポリネーターとしての経済価値は 1600 億ドルから 5570 億ドル（ミツバチ以外のポリネーターが重複して訪花することを考慮にいれ、幅のある推定値となっている。）

このように様々な修正を加えた厳密な方法でなく、より簡単な方法で経済価値が計算されている。Robinson ら^{2), 3)} は、ミツバチの経済価値を、作物の生産高、その作物の授粉に貢献するポリネーター中のミツバチの割合、各作物におけるポリネーターへの依存度の 3 つの変数の積で評価し、各作物における経済価値をすべてのミツバチが授粉する作物を足しあわせることで計算した。ポリネーターへの作物への依存度は、ミツバチがいた場合の結実といなかった場合の結実から求めるが、実際には計測値がない場合が多いので、その作物が持つ特徴（受粉用式、和合性など）から、多変量解析などで求めている。

この考えを式に表すと下記のようなになる。

$$V_{hp} = \Sigma (V \times D \times P) \quad (\text{式 1})$$

V_{hp} : ある地域におけるミツバチによる生産高の総和

V : それぞれの作物の 1 年分の産出額

D : それぞれの作物のポリネーターへの授粉の依存度

P : 有効なポリネーター中のミツバチの割合

この方法を用いて、1986 年におけるアメリカにおけるミツバチのポリネーターとしての経済価値は約 32 億ドルと推定された。その後 2000 年⁴⁾ に同じグループが再計算し、1996 年から 1998 年におけるアメリカにおけるミツバチのポリネーションの経済価値を 146 億ドル/年と推定した。推定値を求める根拠の数字が異なっているので単純な比較はできないが、この 10 年で、ミツバチのポリネーターとしての価値は 4 倍以上に跳ね上がっている。この 146 億ドルという値は最も信頼できる推定値として、よく引用されている

この方法を用いてポリネーターとして経済的価値を様々な地域、作物種で、計算している。例えば、Losey & Vaughan⁵⁾ は作物におけるポリネーターとしての経済価値を計算し、その値からミツバチなどの管理された昆虫による経済価値を引くことにより、野生の昆虫によるポリネーション経済価値を計算した。彼らの論文では、ミツバチの

経済的価値は計算されていないが（野生昆虫のポリネーターとしての経済価値は 31 億ドル）彼らの論文の表（Table 2）から、計算してみるとミツバチの経済価値は約 170 億ドル/年であった。

この方法の予想は、これまで国、地域に限定された物であったが、最近、フランス国立農業研究所の研究者が、世界的レベルでのポリネーターの経済価値を推定した⁷⁾。彼らは FAO のデータを用い、世界各地で消費された作物 100 種類を基に計算し、ポリネーターの価値は 1530 億ユーロ（約 24 兆円）と推定された。この値は世界で生産される人間が口にする食べ物の総生産高の 9.5%にあたる。また彼らは、各地域の農業におけるポリネーターがいなくなった場合の脆弱性（生産高に占めるポリネーターの生産高の比）も計算した。脆弱性は、地域によって大きく異なり、中近東が最もポリネーターが減少による影響を受けやすく、また北半球が南半球より影響を受けやすいという結果であった。さらにミツバチ不足が原因となった場合の生産性の低下による作物価格の変動により、1900-3100 億ユーロの消費者余剰（消費者が農産物を購入するとき、最大限支払ってもよいと考える額と実際に支払った額の差）の変化を予想した。

我が国のポリネーターとしてのみつばちの経済的価値

我が国での最初のミツバチによる生産高の推定値は 1999 年日本養蜂はちみつ協会⁷⁾が発表している。この推定値も式 1 を基にして計算され、その額は 3925 億円とされている。この額はブロイラーの生産高より多く、他の重要家畜の生産高と肩を並べるほどである。養蜂全体の生産高におけるポリネーターによる生産高は、蜂蜜などの蜂産品生産よりも遥かに高い。この計算値からもわかるように日本においてもミツバチは花粉媒介を通じて農業に大きな貢献をしていることは明かである。今回の調査の主目的の一つは、この算出額を再計算することにある。

（木村 澄）

引用文献

- 1) Southwick, E. E. & Southwick, L. Jr. (1992) Estimating the economic value of honey bees (Hymenoptera:Apidae) as agricultural pollinators in the United States. *Journal of Economic Entomology* 85, 611-633.
- 2) Robinson, W. S., Nowogrodzki, R. & Morse, R. A. (1989) The value of honey bees as pollinators of U.S. crops (Part 1). *American Bee Journal* 129 411-423.
- 3) Robinson, W. S., Nowogrodzki, R. & Morse, R. A. (1989) The value of honey bees as pollinators of U.S. crops (Part 2). *American Bee Journal* 129, 477-487.
- 4) Morse, R. A. & Calderone, N. W. (2000) The value of honey bees as

pollinators of U.S. crops in 2000. *Bee Culture* 128, 1-15.

5) Losey, J. E. & Vaughan, M. (2006) The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience* 56, 311-323.

6) Gallai, N., Salles, J.-M., Settle, J. & Vaissière, B. E. (2009) Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68, 810-821.

7) 日本養蜂はちみつ協会. (1999) ポリネーター利用実態調査報告書. pp78

2. ニホンミツバチ

ニホンミツバチ (*Apis cerana japonica* Rad. 1887) は、中央アジアから東のユーラシア大陸とその属島に分布するトウヨウミツバチ (*A. cerana* Fabricius 1798) の亜種のひとつである (佐々木 1999)。ニホンミツバチは、北海道と沖縄県を除く日本列島に分布し、韓国と沿海州のトウヨウミツバチと近縁である (Takahashi et al. 2007)。おそらく、朝鮮半島から渡ってきた祖先が日本列島で亜種に分化したのだろう。ニホンミツバチは、セイヨウミツバチにはない以下のような特徴があり、その特徴を活かした貢献や遺伝資源としての利用が期待できる。

ニホンミツバチは、在来の天敵に適応したさまざまな防衛能力を持っている。まず、攻撃するスズメバチを蜂球の中に包み込み、発熱して殺すことができる (Ono et al. 1995)。次に、哺乳類に対して針を刺した後、ぐるぐる回って針を引き抜こうとし、自らも生き延びようとする行動が見られる (Sakagami & Akahira 1960)。さらに、ミツバチヘギイタダニなどの寄生生物に対する抵抗性が高い (佐々木 1999)。また、アメリカ腐蛆病やヨーロッパ腐蛆病、チョーク病への耐病性が高いと言われている (佐々木 1999; Yoshiyama & Kimura 2009; Wu et al. 2013)。

ニホンミツバチは、さまざまな野生植物や栽培植物を訪花し、それらの花粉媒介に寄与している。ソバでは、その栽培地の半径 3 km 以内の森林面積が大きいほどニホンミツバチの訪花が増え、結実率が高くなることがわかった (Taki et al. 2010)。セイヨウミツバチと比較したニホンミツバチの採餌の特徴として、巣からの採餌の約 70% が半径 2 km 以内と採餌範囲が狭いこと、気温 10°C 程度の低温での活動性が高いことが挙げられている (佐々木 1999)。ただし、森林における春から秋にかけてのニホンミツバチとセイヨウミツバチの花粉源植物はほとんど同じだった (Nagamitsu & Inoue 1999)。ニホンミツバチの蜂蜜は、酸味や複雑な香りがあり、その希少性もあって、高値で取引される。

ニホンミツバチの飼育は、九州、紀州、信州などの地域で、丸太などを用いた伝統的な方法で行われてきた。ただし、横型巣箱と可動式巣枠が使いにくいことや逃去性が高いこと、採蜜量が少ないことなどから、養蜂業として成立することは難しかった。しかし、日本在来種みつばちの会により現代式縦型巣箱が開発され、飼育法は改良されてきている (藤原 2010)。飼育を始めるには分蜂群を巣箱に導入しなければならない。ニホンミツバチはキンリョウヘンというランの花に特異的に誘引される特徴があり (Sasaki et al. 1991; Sugahara et al. 2013)、この花を用いて分蜂群を惹きつけることができる (藤原 2010)。

このように、在来天敵への高い防衛能力と安定した花粉媒介の機能、蜂蜜の高い価値や飼育法の改良によって、ニホンミツバチの利用が注目されている。さらに、自然志向の風潮によって、日本列島の自然と共に生きてきた在来種への共感から、ニホンミツ

バチへの関心も高まっている(藤原 2010)。ただし、ニホンミツバチの生態の知見は十分ではなく、その飼育方法も発展途上にある。過度な期待をかけずに、ニホンミツバチの活用が着実に広がっていくことが望ましい。

(永光輝義)

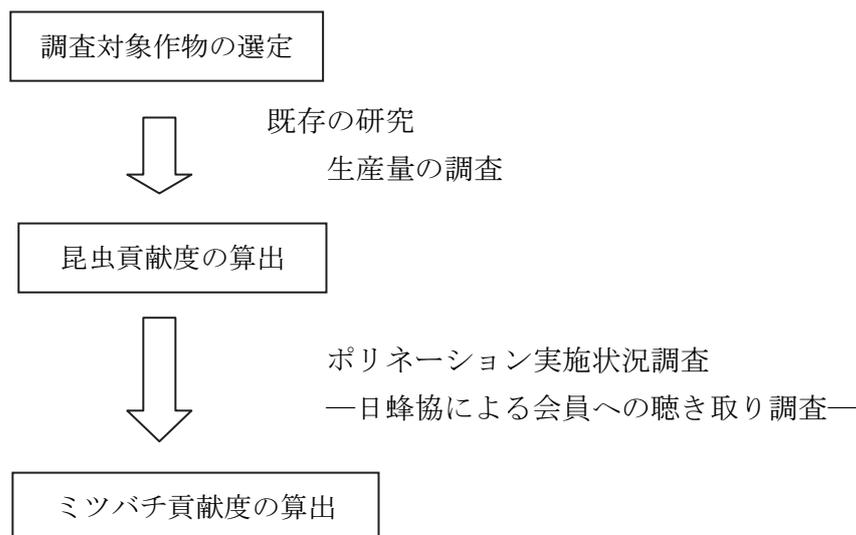
引用文献

- 藤原誠太(2010)だれでも飼える日本ミツバチ：現代式縦型巣箱でらくらく採蜜。農文協 ISBN978-4-540-07189-8
- Nagamitsu T, Inoue T (1999) Difference in pollen sources of *Apis cerana japonica* and *Apis mellifera* in a primary beech forest in central Japan. *Journal of Apicultural Research* 38: 71-78
- Ono M, Igarashi T, Ohno E et al. (1995) Unusual thermal defense by a honey bee against mass attack by hornets. *Nature* 377:334-336
- Sakagami SF, Akahira Y (1960) Studies on the Japanese honeybee, *Apis cerana cerana* Fabricius: Opposing adaptations in the post-stinging behavior of honeybees. *Evolution* 14:29-40
- Sasaki M, Ono M, Asada S et al. (1991) Oriental orchid (*Cymbidium pumilum*) attracts drones of the Japanese honeybee (*Apis cerana japonica*) as pollinators. *Experientia* 47:1229-1231
- 佐々木正己(1999)ニホンミツバチ：北限の *Apis cerana*. 海游舎 ISBN4-905930-57-X
- Sugahara M, Isutsu K, Nishimura Y et al. (2013) Oriental Orchid (*Cymbidium floribundum*) attracts the Japanese honeybee (*Apis cerana japonica*) with a mixture of 3-hydroxyoctanoic acid and 10-hydroxy-(E)-2-decenoic acid. *Zoological Science* 30:99-104
- Takahashi J, Yoshida T, Takagi T et al. (2007) Geographic variation in the Japanese islands of *Apis cerana japonica* and in *A-cerana* populations bordering its geographic range. *Apidologie* 38:335-340
- Taki H, Okabe K, Yamaura Y et al. (2010) Effects of landscape metrics on *Apis* and non-*Apis* pollinators and seed set in common buckwheat. *Basic and Applied Ecology* 11:594-602
- Wu M, Sugimura Y, Takaya N et al. (2013) Characterization of bifidobacteria in the digestive tract of the Japanese honeybee, *Apis cerana japonica*. *Journal of Invertebrate Pathology* 112:88-93
- Yoshiyama M, Kimura K (2009) Bacteria in the gut of Japanese honeybee, *Apis cerana japonica*, and their antagonistic effect against *Paenibacillus* larvae, the causal agent of American foulbrood. *Journal of Invertebrate Pathology* 102:91-96

Ⅲ. ポリネーション（１）—食料生産におけるポリネーションの社会的な貢献

1. 研究フロー

貢献率の評価については以下の手順に従って行った。なお、調査対象作物の受粉に関する特性については、「ポリネーター利用実態調査報告書」（平成 11 年 3 月）を参照されたい。



（浅田真一）

2. 調査対象作物

調査対象作物は、野菜については「野菜生産出荷統計（平成 23 年度）」に掲載された 40 品目の中から、生産にポリネーションを要する可能性のある作物を対象とした。果樹については、「果樹生産出荷統計（平成 22 年度）」に掲載された作物を対象とした。また、その他の穀類、豆類についても、その生産にポリネーションを要すると可能性のある作物を対象とした。

・野菜類

きゅうり、かぼちゃ、なす、トマト、ピーマン、さやいんげん、さやえんどう、えだまめ、そらまめ、いちご、メロン、すいかの 12 品目とした。

・果樹

みかん、りんご、日本なし、西洋なし、びわ、もも、すもも、おうとう、うめ、ぶどう、かき、くり、キウイフルーツ、パイナップル、の 14 品目とした。

・その他、豆類、穀類

大豆、小豆、いんげん、らっかせい、そば、なたね

（浅田真一）

3. 昆虫貢献度

昆虫貢献度の評価は Gallai et al. (2009)の手法に準じて行った。Gallai et al. (2009)による動物媒送粉への依存度(本報告書における昆虫貢献度)の評価は、Klein et al. (2007)の Appendix 2に記載されている世界の主要作物 107 品目の“positive impact by animal pollination”のカテゴリーに基づいている。そのカテゴリーとは、以下のような基準によるものである。

essential: ほとんどの品種の生産にとって送粉者の存在が不可欠である。すなわち、送粉動物が不在の場合、いる場合に比べて生産量が 90%以上減少する。

great: 生産に送粉動物が強く必要とされる。送粉動物不在時の生産量減少が 40%以上 90%未満である。

modest: 送粉動物の存在が生産に対し明らかに利益をもたらす。送粉動物不在時の生産量減少が 10%以上 40%未満である。

little: 送粉者の存在はわずかな増産につながる。送粉動物不在時の生産量減少が 0%以上 10%未満である。

no increase: 動物媒送粉による生産の増加はない。

Gallai et al. (2009)では、それぞれの作物の生産における動物媒送粉への依存度を代表する値として、上記の各カテゴリーの生産量減少幅の平均値が用いられている。すなわち、本報告書でそれぞれのカテゴリーに分類された作物の昆虫貢献度は以下の通りである。

essential: 0.95、great: 0.65、modest: 0.25、little: 0.05、no increase: 0

Kelin et al. (2007)に記載のない作物や日本で栽培されているものと種名が一致しない作物については、個別に文献調査を行い、下記のように評価した。

- 日本なし *Pyrus pyrifolia*: great
近縁種の西洋なし (*P. communis*) のカテゴリーに準じた。
- すもも *Prunus salicina*: great
 - ① (1 - 網掛け時の結果率 : 1.85% / 網掛けなし時の結果率 : 5.9%) * 100 = 68.6% (Langridge D.F. and R.D. Goodman 1985)
 - ② 近縁種のセイヨウスモモ (*P. domestica*)、スピノサスモモ (*P. spinosa*)、モモ (*P. persica*)、オウトウ (*P. avium*)、アンズ (*P. armeniaca*)、スミミザクラ (*P. cerasus*)

のカテゴリーにも準ずる。

・うめ *Prunus mume* : great

①(Open pollination : 0.4% & 0.5% /人工授粉時の結果率 : 40% & 58%)*100 = max 1% (中西テツ, 一井隆夫 1978)^a

②花粉生産量の少ない品種の場合、受粉率は生産性の低い農園で約 10%、高い農園でも 50~90%である(中西テツ, 一井隆夫 1978)^b。よって①の人工授粉時の平均結果率 49%から推定される昆虫貢献度は最大で約 100%となる。

③日本で商業用に栽培されているうめには自家和合性の品種と自家不和合性の品種があり、その開花期の早さゆえ、寒冷地では特に自家和合性で結果のために昆虫の訪問を必要としない品種が商業的利点を持っている(Tao et al. 2006)。

④近縁種のセイヨウスモモ (*P. domestica*)、スピノサスモモ (*P. spinosa*)、モモ (*P. persica*)、オウトウ (*P. avium*)、アンズ (*P. armeniaca*)、スミミザクラ (*P. cerasus*) のカテゴリーにも準ずる。

・くり *Castanea crenata* : great

①(Open pollination : 43.8% /人工授粉時の結果率 : 50.1%)*100 = max 87.4% (渡辺 1964)。

②クリは自家不稔であり他家受粉を必要とするようである(Free 1993)。

*ただし近縁のヨーロッパグリ (*C. sativa*) のカテゴリーは modest である。

・パイナップル *Ananas comosus* : no increase

①動物による訪花は送粉には繋がらず、果実生産もその影響を全く受けない Kudom and Kwapong(2010)。

②単為結果である(Free 1993)。

・小豆 *Vigna angularis* : little

①小豆は主として自殖であるが、他家受粉の率も有意である(Lumpkin and McClary 1994)。

②小豆の野外集団においても他家受粉の観察例がある(Wang et al. 2004)。

③小豆では開花直前に開葯した葯の下を柱頭が伸張してくることにより、自家受精が行われている。自然交配は極まれ。ただし花外蜜腺にはアリなど多くの昆虫が集まることが観察されている(竹崎 1976)。

(川口利奈・滝 久智・浅田真一)

引用文献

Free J.B. 1993. Insect Pollination of Crops. Academic Press, London, UK.

Gallai, N., J.M. Salles, J. Settele, and B.E. Vaissière 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol. Econ.* 68: 810-821.

- Klein A.M., B.E. Vaissière, J.H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S.A. Cunningham, C. Kremen, and T. Tscharntke 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. B* 274: 303-313.
- Kudom A.A. and Kwapong P.K. Floral 2010. Visitors of *Ananas comosus* in Ghana: a preliminary assessment. *J. Poll. Ecol.* 2(5): 27-32.
- Langridge D.F. and R.D. Goodman 1985. Honeybee pollination of Japanese plums (*Prunus salicina* Lindl. cv. Satsuma) in the Goulburn Valley, Victoria. *Aust. J. Exp. Agric.* 25: 227-230.
- Lumpkin T.A. and McClary C.C. 1994. Azuki bean: botany, production and uses. CAB International. Wallingford.
- 中西テツ, 一井隆夫 1978.^a ウメ無花粉品種の結実要因に関する研究 (I) : 開花期の2,3の要因と結実傾向について. 神戸大学農学部研究報告 13(1): 61-67.
- 中西テツ, 一井隆夫 1978.^b ウメ無花粉品種の結実要因に関する研究 (II) : 受粉の様相と結実について. 神戸大学農学部研究報告 13(1): 69-73.
- 竹崎力 1976. アズキ 花芽分化と開花結実性. 農業技術大系 作物編6. 基 35-40. 農山漁村文化協会
- Tao R., T. Habu, H. Yamane, and A Sugiura 2000. Molecular markers for self-compatibility in Japanese apricot (*Prunus mume*). *HortScience* 35(6):1121-1123.
- Wang X.W., Kaga A., Tomooka N., and Vaughan D.A. 2004. The development of SSR markers by a new method in plants and their application to gene flow studies in azuki bean [*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi]. *Theor. Appl. Genet* 109:352-360.
- 渡辺幸夫, 足立元三, 檜山博也 1964. クリの授粉に関する研究 (第1報) クリ銀寄における授粉樹の距離が結実に及ぼす影響. 茨城県園芸試験場研究報告 1:7-12.

4. セイヨウミツバチの貢献度

(1) セイヨウミツバチの利用状況および投入群数の把握

セイヨウミツバチの作物ごとの投入群数を把握するための基礎的な調査が、国内ではほとんど行われていない。そこで、前回の調査と同様に日本養蜂協会（以下、日蜂協と略す）の会員を対象に「ポリネーション実施状況」の聴きとり調査を行い、作物ごとの投入群数を調査した。なお、本調査の検証のために、農林水産省で一部行われているポリネーション関連の調査と、日蜂協での聴きとり調査結果との比較をおこなった（表1）。二つの調査から施設園芸以外の露地栽培への投入群数は、日蜂協による聴きとり調査の方が661群多く、施設園芸への投入群数は日蜂協の聴きとり調査結果が7,941群少なくなっているものの、ほぼ、両調査とも現況を把握していることが推測された。ただし、この聴きとり調査は、日蜂協会員を対象にしていることから、施設園芸の生産者が日蜂協の会員外からミツバチを入手している数量は把握できていない。このように作目や産地の状況によってミツバチの投入群数を把握することが難しいことが改めて示されたものの、今回の聴きとり調査が施設園芸の一部を除いて、概ね現状を把握していることと、作物ごとの投入群数を把握する唯一の情報であることから、本調査結果を作物ごとの投入群数の基礎資料として用いた。

表1 花粉交配用のミツバチの入群数の比較

	利用群数	
	施設園芸	施設園芸以外
日蜂協 ポリネーション実施状況 調査 平成25年度 日蜂協会員聴きとり	92,322	31,957
農林水産省 養蜂関係資料 平成24年1月～12月までの延べ数	100,263	31,296

(2) セイヨウミツバチ貢献度の試算方法

前回の調査と比較をする意味からも、下記の式によって貢献度を試算した。

$$\text{ミツバチ貢献度} = \text{収穫量} \times \text{昆虫貢献度} \times \text{ミツバチカバー率}$$

また、施設栽培、露地栽培それぞれの面積あたりの蜂群数も、下記のとおり前報の報告書で取りまとめられた知見に基づいて行った。

施設 10a に対して1群（ただし、イチゴは5a）

露地（果樹、野菜、穀類） 40a に対して1群

各作物の生産量（栽培面積、収穫量）、市場価格を以下の情報から整理して、作物ごとにセイヨウミツバチの貢献度を算出した。

根拠データ

・生産量（栽培面積・収穫量）

①野菜（主要 40 品目から）

作物統計調査＞作況調査（野菜）＞確報＞平成 23 年産野菜生産出荷統計＞年次＞2011 年「全国の作付面積、収穫量及び出荷量」

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Xlsdl.do?sinfid=000015701603>

②果樹（主要 14 品目から）

作物統計調査＞作況調査（果樹）＞確報＞平成 24 年産果樹生産出荷統計＞年次＞2012 年「全国の結果樹面積・10a 当たり収量・収穫量・出荷量の総括表」

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Xlsdl.do?sinfid=000023599815>

③豆類・そば

作物統計調査＞作況調査（水陸稲、麦類、豆類、かんしょ、飼肥料作物、工芸農作物）＞確報＞平成 24 年産作物統計（普通作物・飼料作物・工芸農作物）＞年次＞2012 年「豆類（乾燥子実）及びそばの収穫量（全国農業地域別・都道府県別）－大豆」

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Xlsdl.do?sinfid=000021160247>

「豆類（乾燥子実）及びそばの収穫量（全国農業地域別・都道府県別）－小豆」

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Xlsdl.do?sinfid=000021160248>

「豆類（乾燥子実）及びそばの収穫量（全国農業地域別・都道府県別）－いんげん」

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Xlsdl.do?sinfid=000021160249>

「豆類（乾燥子実）及びそばの収穫量（全国農業地域別・都道府県別）－らっかせい」

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Xlsdl.do?sinfid=000021160250>

「豆類（乾燥子実）及びそばの収穫量（全国農業地域別・都道府県別）－そば」

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Xlsdl.do?sinfid=000021160606>

④なたね

作物統計調査＞作況調査（水陸稲、麦類、豆類、かんしょ、飼肥料作物、工芸農作物）＞確報＞平成 24 年産作物統計（普通作物・飼料作物・工芸農作物）＞年次＞2012 年「工芸農作物の収穫量－なたね（全国農業地域別・都道府県別）」

・市場単価

①農水青果物卸売市場調査＞長期累計（昭和 60～平成 23）「都市類別にみた野菜（果樹）の卸売り数量・価額・価格累計統計」

②青果物以外の品目のうち、大豆、いんげん、なたねについては個別に以下の調査結果を用いた。

大豆：日本特産農産物協会、普通大豆、平成 23 年年産計入札取引結果総括表から
落札価格

いんげん：独立行政法人農畜産業振興機構 野菜情報総合把握システム 東京卸売
市場 2011 年

なたね：独立行政法人東北農業研究センターに電話問い合わせ 菜油用 50～150 円
/kg から平均価格を 100 円として計算した。

その他の注意事項

* トマトとミニトマトは、市場価格では別品目扱いになっているが、生産量など
の区分がされていないため、本調査では両方とも価格情報はトマトのものを使用
した。

* メロンについては、H10 年度時のメロン単独での市場単価のデータがないため、
この品目に限り、今回の調査方法で前報を再試算した際には、前回の報告書の単
価をそのまま用いた。

* 市場単価が得られなかったソバについては、生産者価格の約 299 円/kg を貢献額
の試算に用いた。

・露地栽培と施設栽培の区分け

平成 20～21 年時の施設栽培率（「園芸用施設及び農業用廃プラスチックに関する調査」
（平成 20 年 7 月～平成 21 年 6 月））と上記の生産量から平成 23 年の施設栽培面積を推
算した。

施設栽培については、ミツバチによる受粉と人工授粉のあいだで単位面積当たりの収
穫量に差がないと仮定し、施設栽培面積に占めるミツバチ導入面積から収穫量を算出し、
それぞれの作物の昆虫貢献度とミツバチカバー率=1 を掛けるという方法で推定した。

$$\text{施設栽培率 (H20-21)} \times \text{総作付面積 (H23)} = \text{施設栽培面積 (H23)}$$

(3) セイヨウミツバチの貢献度

平成 10 年度の貢献額などを今回の調査対象作物および調査方法に基づいて再試算し、
比較をおこなった。その結果、野菜での貢献率がやや低下して 6.1%の減少、果樹での
貢献額は前回とほぼ同様に 0.2%の減少、今回から調査対象とした工芸作物を除いた全
体の貢献率では 3.1%ほど低下したものの、貢献率については大きな減少は見られな
かった。今回の品目別の調査結果の詳細は以下のページに示した。

表2 セイヨウミツバチによるポリネーションでの貢献率（前報との比較）

	調査年度	出荷額(百万円) ^c	貢献額(百万円) ^d	貢献率(%)
野菜 ^a	平成10年度 ^b	1,391,747	272,245	19.6
	平成25年度	977,314	131,563	13.5
果樹 ^a	平成10年度	1,206,152	49,454	4.1
	平成25年度	759,365	29,623	3.9
合計 ^a	平成10年度	2,597,899	321,699	12.4
	平成25年度	1,736,679	161,186	9.3

a 本調査対象の作物についての合計

b 平成10年度は今回の調査方法に準じて再試算した

c 収穫量×市場単価

d 貢献量×市場単価

本調査での豆類、そば、工芸作物は除く

また、ポリネーションのための蜂群の活用方法や利用形態には様々なケースがある。しかし、本調査ではそれらを把握するための基礎データが大きく不足しており、今回、示された貢献額なども、少ない情報をもとに試算したものであることをご承知おきいただきたい。また、国内での農業生産自体が、この15年で顕著に減少しており、それらの生産額をベースに試算をしている結果、貢献率には変化が見られないものの、貢献額が大きく減少した点についても認識しておく必要がある。ミツバチのポリネーションによる農業生産への貢献は、農業生産が減少する中、さらに重要になっていると考えられることから、今後とも現場での実態を正確に把握するための基礎データの蓄積や対象作物のさらなる検索などを含めて、ポリネーターの実態調査を進める必要があると考えている。

(浅田真一・川口利奈)

種類	種別	作物	Species name in Japan	Species name in Klein et al. 2007	Crop name in Klein et al. 2007	Pollinator impact
野菜	果菜類	きゅうり	<i>Cucumis sativus</i>	<i>Cucumis sativus</i>	Cucumber, Gherkin	great
		かぼちゃ	<i>Cucurbita</i>	<i>Cucurbita maxima</i> , <i>C. mixta</i> , <i>C. moschata</i> , <i>C. pepo</i>	Pumpkin, Squash, Gourd, Marrow, Zucchini	essential
		なす	<i>Solanum melongena</i>	<i>Solanum melongena</i>	Eggplant, Aubergine	modest
		トマト	<i>Lycopersicon esculentum</i> , <i>Solanum lycopersicum</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Tomato	little
		ピーマン	<i>Capsicum annuum</i>	<i>Capsicum annuum</i> , <i>C. frutescens</i>	Chile pepper, Red pepper, Bell pepper, Green pepper	no increase
		さやいんげん	<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Phaseolus</i> spp. (<i>P. vulgaris</i> , <i>P. lunatus</i> , <i>P. angularis</i> , <i>P. aureus</i> , <i>P. mungo</i> , <i>P. coccineus</i> , <i>P. calcaratus</i> , <i>P. aconitifolius</i> , <i>P. acutifolius</i>)	Kidney bean, Haricot bean, Lima bean, Adzuki bean, Mungo bean, String bean	little
		さやえんどう	<i>Pisum sativum</i>	<i>Pisum sativum</i> , <i>P. arvense</i>	Garden pea, Field pea	no increase
		えだまめ	<i>Glycine max</i>	<i>Glycine max</i> , <i>G. soja</i>	Soybean	modest
		そらまめ	<i>Vicia faba</i>	<i>Canavalia ensiformis</i> , <i>C. gladiata</i> , <i>C. maritima</i> , <i>C. microcarpa</i> , <i>C. virosa</i>	Jack bean, Horse bean, Sword bean	modest
		果実的野菜	いちご	<i>Fragaria</i> (<i>× ananassa</i>)	<i>Fragaria</i> spp.	Strawberry
	メロン		<i>Cucumis melo</i>	<i>Cucumis melo</i>	Cantaloupe, Melon	essential
	すいか		<i>Citrullus lanatus</i>	<i>Citrullus lanatus</i>	Watermelon	essential
	果樹	果樹類	みかん	<i>Citrus</i> spp.	<i>Citrus aurantifolia</i> , <i>C. aurantium</i> , <i>C. bergamia</i> , <i>C. grandis</i> , <i>C. limetta</i> , <i>C. limon</i> , <i>C. maxima</i> , <i>C. medica</i> (var. <i>cedrata</i>), <i>C. myrtifolia</i> , <i>C. paradisi</i> , <i>C.</i>	Bergamot, Chinotto, Citron, Clementine Grapefruit, Kumquat, Lemmon, Lime, Manderine, Orange, Pomelo, Tangerine
りんご			<i>Malus</i> spp.	<i>Malus domestica</i>	Apple	great
日本なし			<i>Pyrus pyrifolia</i>	<i>Pyrus communis</i>	Pear	great
西洋なし			<i>Pyrus communis</i>	<i>Pyrus communis</i>	Pear	great
かき			<i>Diospyros kaki</i>	<i>Diospyros kaki</i> ; <i>D. virginiana</i>	Persimmon	little
びわ			<i>Eriobotrya japonica</i>	<i>Eriobotrya japonica</i> (syn. <i>Mespilus japonicus</i>)	Loquat, Japanese plum, Japanese medlar	great
もも			<i>Prunus persica</i> , <i>Amygdalus persica</i>	<i>Prunus persica</i> , <i>Persica laevis</i>	Peach, Nectarine	great
すもも			<i>Prunus salicina</i>	<i>Prunus domestica</i> (セイヨウスモモ), <i>P. spinosa</i>	Plum, Greengage, Mirabelle, Sloe	great
おうとう			<i>Prunus avium</i>	<i>Prunus avium</i>	Sweet cherry	great
うめ			<i>Prunus mume</i>	<i>Prunus armeniaca</i>	Apricot	great
ぶどう			<i>Vitis</i> spp.	<i>Vitis vinifera</i>	Table grape, Vine grape	no increase
くり			<i>Castanea crenata</i>	<i>Castanea sativa</i>	Chestnut	great
キウイフルーツ			<i>Actinidia deliciosa</i> , <i>Actinidia chinensis</i>	<i>Actinidia deliciosa</i>	Kiwifruit	essential
パイナップル			<i>Ananas comosus</i>	-		no increase
豆類	豆類	大豆	<i>Glycine max</i>	<i>Glycine max</i> , <i>G. soja</i>	Soybean	modest
		小豆	<i>Vigna angularis</i>	<i>Phaseolus</i> spp. (<i>P. vulgaris</i> , <i>P. lunatus</i> , <i>P. angularis</i> , <i>P. aureus</i> , <i>P. mungo</i> , <i>P. coccineus</i> , <i>P. calcaratus</i> , <i>P. aconitifolius</i> , <i>P.</i>	Kidney bean, Haricot bean, Lima bean, Adzuki bean, Mungo bean, String bean	little
		いんげん	<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Phaseolus</i> spp. (<i>P. vulgaris</i> , <i>P. lunatus</i> , <i>P. angularis</i> , <i>P. aureus</i> , <i>P. mungo</i> , <i>P. coccineus</i> , <i>P. calcaratus</i> , <i>P. aconitifolius</i> , <i>P. acutifolius</i>)	Kidney bean, Haricot bean, Lima bean, Adzuki bean, Mungo bean, String bean	little
		らっかせい	<i>Arachis hypogaea</i>	<i>Arachis hypogaea</i>	Peanut, Groundnut	little
そば	そば	そば	<i>Fagopyrum esculentum</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i>	Buckwheat	great
工芸農作物	なたね	なたね	<i>Brassica napus</i>	<i>Brassica napus oleifera</i>	Rapeseed, Oilseed rape	modest
総計						

施設	面積 (ha)	収穫量 (t)	昆虫貢献度	ミツバチ導入数(群)	必要群数	ミツバチカバー率	貢献量 (t)	市場単価 (円/kg)	貢献額 (百万円)	貢献率 (%)
全体	11,700	584,600		379			2,916	275	802	0.50
露地	7,801	229,847	0.65	370	19,502	0.02	2,834			
ハウス	3,899	354,753	1.00	9	38,991	0.00	82			
全体	17,900	209,200		1,501			6,302	150	945	3.01
露地	17,900	209,200	0.95	1,419	44,750	0.03	6,302			
ハウス	0	0	1.00	82	0					
全体	10,000	322,400		2,506			23,859	317	7,563	7.40
露地	8,773	205,235	0.25	10	21,933	0.00	23			
ハウス	1,227	117,165	1.00	2,496	12,269	0.20	23,836			
全体	12,000	703,100		0			0	319	0	0.00
露地	4,707	146,135	0.05	0	11,769	0.00	0			
ハウス	7,293	556,965	1.00	0	72,925	0.00	0			
全体	3,400	141,800		0			0	378	0	0.00
露地	2,292	46,459	0.00	0	5,731	0.00	0			
ハウス	1,108	95,341	1.00	0	11,078	0.00	0			
全体	6,430	42,600		0			0	780	0	0.00
露地	6,132	36,999	0.05	0	15,330	0.00	0			
ハウス	298	5,601	1.00	0	2,978	0.00	0			
全体	4,060	27,200		0			0	929	0	0.00
露地	3,835	23,596	0.00	0	9,587	0.00	0			
ハウス	225	3,604	1.00	0	2,251	0.00	0			
全体	12,800	66,100		0			0	651	0	0.00
露地	12,800	66,100	0.25	0	32,000	0.00	0			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
全体	2,230	18,600		0			0	395	0	0.00
露地	2,230	18,600	0.25	0	5,575	0.00	0			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
全体	6,020	177,300		52,634			98,757	912	90,067	55.70
露地	1,637	12,678	0.25	80	4,093	0.02	62			
ハウス	4,383	164,622	1.00	52,554	87,659	0.60	98,695			
全体	8,180	180,400		23,123			61,042	404	24,661	33.84
露地	3,572	62,310	0.95	440	8,929	0.05	2,917			
ハウス	4,608	118,090	1.00	22,683	46,084	0.49	58,125			
全体	11,400	362,500		11,543			45,550	170	7,743	12.57
露地	8,702	275,892	0.95	961	21,756	0.04	11,578			
ハウス	2,698	86,608	1.00	10,582	26,977	0.39	33,972			
全体	45,300	928,200		0			0	219	0	0.00
露地	45,219	879,406	0.05	0	113,047	0.00	0			
ハウス	81	48,794	1.00	0	813	0.00	0			
全体	37,800	655,300		6,847			30,862	239	7,376	4.71
露地	37,800	655,300	0.65	6,847	94,500	0.07	30,862			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
全体	13,700	286,200		3,524			18,652	248	4,626	6.52
露地	13,700	286,200	0.65	3,434	34,250	0.10	18,652			
ハウス	0	0	1.00	90	0					
全体	1,590	26,600		10			43	287	12	0.16
露地	1,590	26,600	0.65	10	3,975	0.00	43			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
全体	22,100	207,500		2,055			385	243	94	0.19
露地	22,098	206,911	0.05	2,055	55,244	0.04	385			
ハウス	2	589	1.00	0	25	0.00	0			
全体	1,600	5,300		40			90	877	79	1.70
露地	1,579	4,509	0.65	20	3,947	0.01	15			
ハウス	21	791	1.00	20	211	0.09	75			
全体	9,980	139,800		369			2,280	385	878	1.63
露地	9,973	138,521	0.65	277	24,932	0.01	1,000			
ハウス	7	1,279	1.00	92	72	1.00	1,279			
全体	2,970	22,500		244			250	418	105	1.11
露地	2,970	22,500	0.65	127	7,425	0.02	250			
ハウス	0	0	1.00	117	0					
全体	4,440	20,400		7,430			9,449	1278	12,076	46.32
露地	4,298	17,095	0.65	5,941	10,744	0.55	6,145			
ハウス	142	3,305	1.00	1,489	1,424	1.00	3,305			
全体	16,600	106,900		7,508			12,571	323	4,060	11.76
露地	16,600	106,900	0.65	7,508	41,500	0.18	12,571			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
全体	17,800	172,600		0			0	703	0	0.00
露地	17,500	129,210	0.00	0	43,750	0.00	0			
ハウス	300	43,390	1.00	0	3,000	0.00	0			
全体	21,400	19,100		0			0	484	0	0.00
露地	21,400	19,100	0.65	0	53,500	0.00	0			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
全体	2,250	26,100		180			793	400	317	3.04
露地	2,250	26,100	0.95	180	5,625	0.03	793			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
全体	345	6,350		0			0	148	0	0.00
露地	345	6,350	0.00	0	863	0.00	0			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
全体	136,700	218,800		0			0	139,11667	0	0.00
露地	136,700	218,800	0.25	0	341,750	0.00	0			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
全体	30,600	60,000		0			0		0	0.00
露地	30,600	60,000	0.05	0	76,500	0.00	0			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
全体	10,200	9,870		0			0	786	0	0.00
露地	10,200	9,870	0.05	0	25,500	0.00	0			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
全体	7,440	20,300		0			0		0	0.00
露地	7,440	20,300	0.05	0	18,600	0.00	0			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
全体	56,400	32,000		195			29	299	9	0.09
露地	56,400	32,000	0.65	195	141,000	0.00	29			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
全体	1,700	1,950		0			0	100	0	0.00
露地	1,700	1,950	0.25	0	4,250	0.00	0			
ハウス	0	0	1.00	0	0	0.00	0			
									161,413	

日峰協ポリネーション実施状況調査(東北1)

(採蜜☆;レンゲ ○;ミカン ◎;アカシア △;トチ ◇;ナタネ ▼;その他) 備考

都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
青森県	ハウス	イチゴ(158群)						イチゴ				イチゴ		
	露地					リンゴ(387群) サクランボ(242群)								
	(採蜜)					▼ △ ◎								
岩手県	ハウス			イチゴ(4群)										
	露地				リンゴ(1,112群) サクランボ(18群)									
	(採蜜)						◎ ◇							
宮城県	ハウス	イチゴ(1439)群												
	露地				ウメ(55群) リンゴ(211群)		カキ(4群)							
	(採蜜)					◇ ▼	△							

日峰協ポリネーション実施状況調査(東北2)

(採蜜☆;レンゲ ○;ミカン ◎;アカシア △;トチ ◇;ナタネ ▼;その他)

都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
秋田県	ハウス													
	露地					リンゴ(60群) オウトウ(100群)	カボチャ(30群)		ソバ(100群)					
	(採蜜)					△	◎							
	ハウス													
	露地													
山形県	ハウス													
	露地													
	(採蜜)													
	ハウス													
	露地													
福島県	ハウス													
	露地													
	ネット													
	(採蜜)													
	ハウス													

日峰協ポリネーション実施状況調査(関東1)

(採蜜☆;レンゲ ○;ミカン ◎;アガシア △;トチ ◇;ナタネ ▼;その他)

都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
茨城県	ハウス	イチゴ(2130群)	メロン(2850群)	スイカ(270群)										
	露地		ウメ(15群)		ナシ(220群)	リンゴ(25群) カキ(67群)								
	(採蜜)					◎								
栃木県	ハウス	イチゴ(1800群)	メロン(40群)								イチゴ			
	露地				ナシ(600群) リンゴ(120群)									
	(採蜜)				☆									
群馬県	ハウス	イチゴ(1219群)		ナス(297群) スイカ(372群)	◇									
	露地		ウメ(353群)		リンゴ(212群) サクランボ(251群)									
	(採蜜)			▼		◎								

日蜂協ポリネーション実施状況調査(関東2)

		(採蜜☆:レンゲ ○:ミカン ◎:アカシア △:トチ ◇:ナタネ ▼:その他)												
都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
埼玉県	ハウス	イチゴ(1818群)				メロン(30群)					イチゴ			
	露地				ウメ(68群) ナシ(84群)									
	(採蜜)				▼ ◎ △									
千葉県	ハウス	イチゴ(約1500群)									イチゴ			
	露地				ウメ(約15群)									
	(採蜜)				メロン(約120群) スイカ(120) スイカ(280) ナシ(約1000群)									
東京都	ハウス													
	露地													
	(採蜜)				◇ ▼ ◎ ○									
神奈川県	ハウス													
	露地													
	(採蜜)				リンゴ(600群)									
神奈川県	ハウス													
	露地													
	(採蜜)				▼ ◎ △									
神奈川県	ハウス													
	露地													
	(採蜜)				モモ(1群) サクランボ(1群)									
神奈川県	ハウス													
	露地													
	(採蜜)				ブルーベリー(10群) ナシ カボチャ(35群)・スイカ(35群)									
神奈川県	ハウス													
	露地													
	(採蜜)				▼ ◎ ○									

日峰協ポリネーション実施状況調査(北陸1)

(採蜜☆;レンゲ○;ミカン◎;アカシア△;トチ◇;ナタネ▼;その他) 備考

都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考	
新潟県	ハウス	イチゴ(200群)											イチゴ		
					メロン(200群) スイカ(1000群)			メロン(200群)							
	露地				オウトウ・サクランボ(50群) カンラン(30群) キュウリ(約10群) ナス(約10群) カボチャ(約10群) キウイ(約10群) セイウナシ(約10群) ニホンナシ(約10群)										
				モモ(少群) スモモ(少群)											
		(採蜜)				▼	◎	▼				▼			
							△								
富山県	ハウス														
	露地				リンゴ(80群) ニホンナシ(30群)										
							カキ(25群)							ソバ(10群)	
(採蜜)					☆ ◎										

日峰協ポリネーション実施状況調査(北陸2)

(採蜜☆;レンゲ ○;ミカン ◎;アカシア △;トチ ◇;ナタネ ▼;その他)

都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考	
石川県	ハウス				メロン(300) スイカ(600) (※メロンとスイカ両方で900群)				秋メロン(70群)						
	露地				ナシ(30群) スイカ(100群)										
	(採蜜)				▼ ◎ △				▼						
	ハウス				スイカ(173群) メロン(392群)				小玉スイカ(15群)						
	福井県	露地			ウメ(121群) ナシ(50群) ブルーベリー(8群) スイカ(55群) ナツメ(3群)							ソバ(15群)			
		(採蜜)				▼ ◎ △									

日峰協ポリネーション実施状況調査(中部東海1)

(採蜜☆;レンゲ ○;ミカン ◎;アカシア △;トチ ◇;ナタネ ▼;その他) 備考

都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
山梨県	ハウス		イチゴ(30群) モモ(45)、サクランボ(105)											
	露地				サクランボ(497)・カキ(71)・ナシ(71)・リンゴ(71)									
	(採蜜)		☆ ▼		◎									
	ハウス	イチゴ(138群) サクランボ(180群)				メロン(18群)								
長野県	露地				リンゴ(2712群) ブルーベリー(20群) ナシ(221群) モモ(50群) サクランボ(408群) アンズ(75群)			スイカ(50群) タマネギ(50群)						
	(採蜜)				▼ ◇	◎	▼ ◇ △	▼		▼				
	ハウス	イチゴ(784群)									イチゴ			
	露地													
岐阜県	(採蜜)			◇	☆	◎								
					▼									

日蜂協ポリネーション実施状況調査(中部東海2)

都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
静岡県	ハウス	イチゴ(960群) メロン(22群)			ナシ(90群)							イチゴ		
	露地				▼									
	(採蜜)				▼ ◇ ☆	○								
愛知県	ハウス	イチゴ(2469群)		ナス(40群)									イチゴ	
	露地			ウメ(10群) ナシ(190群)										
	(採蜜)				▼ ◇	○								
三重県	ハウス	イチゴ(830群)											イチゴ	
	露地				ナシ(210群)									
	(採蜜)				▼	○								

(採蜜☆;レンゲ ○;ミカン ◎;アカシア △;トチ ◇;ナタネ ▼;その他)

日峰協ポリネーション実施状況調査(近畿1)

(採蜜☆;レンゲ△;ミカン○;アカシア◎;トチ◇;ナタネ▼;その他)

都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
滋賀県	ハウス	イチゴ(150群)		メロン(250群)		スイカ(30群)					イチゴ			
	露地						スイカ(20群)			ソバ他(40群)				
	(採蜜)				◇ ☆	◎ △								
京都府	ハウス	イチゴ(98群)				ダイコン(100群) ハウサイ(200群) カンラン(100群)						イチゴ		
	露地						カキ(50群)							
	(採蜜)				◇ ☆	◎								
大阪府	ハウス	イチゴ(60群)												
	露地													
	(採蜜)				▼ ☆	◎	◎							

日蜂協ポリネーション実施状況調査(近畿2)

(採蜜☆:レンゲ ○:ミカン ◎:アカシア △:トチ ◇:ナタネ ▼:その他)

都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
兵庫県	ハウス	イチゴ(449群)			メロン(67群)							イチゴ		
	露地		ウメ(25群)		ナシ(2群) リンゴ(4群)					ソバ(30群)				
	(採蜜)				☆ ○ △ ◎									
奈良県	ハウス	イチゴ(600群)			スイカ(20群) ナス(90群) サクランボ(3群)							イチゴ		
	露地		ウメ(320群)		ナシ(10群)	カキ(550群) キュウリ(5群) タマネギ(6群)								
	(採蜜)				☆ ◎ ○									
和歌山県	ハウス	イチゴ(295群)			ブルーベリー(10群) マンゴ(5群) メロン(5群)							イチゴ		
	露地		ウメ(6030群)		スモモ(60)・モモ(60)	カキ(48)・タマネギ(72)								
	(採蜜)				○									

日峰協ポリネーション実施状況調査(中国1)

都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考 その他(ワ ボチャ50、 キュウリ 9、ナス9、 トウガラシ 9)
		イチゴ(573群)			メロン(222群) スイカ(3863群) その他(77群)							イチゴ		
鳥取県	ハウス													
	露地	なし												
	(採蜜)			◇	☆	◎								
島根県	ハウス	イチゴ(70群)									イチゴ			
	露地			スモモ(70群)										
	(採蜜)				☆	◎								
岡山県	ハウス	イチゴ											イチゴ	
	露地													
	(採蜜)				☆	▶								

日峰協ポリネーション実施状況調査(中国2)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
都道府県	種別	イチゴ(80群)										イチゴ		
	ハウス					メロン(10群)								
	露地				ナシ(190群) リンゴ(30群)									
	(採蜜)				☆ ▼ ○									
	ハウス	イチゴ(509群)					メロン(46群)				イチゴ			
	露地				ナシ(61群) リンゴ(40群)									
広島県	(採蜜)				☆ ○ ▼									
	ハウス													
	露地													
山口県	(採蜜)				☆ ○ ▼									
	ハウス													
	露地													

日峰協ポリネーション実施状況調査(四国)

		(採蜜☆;レンゲ ○;ミカン ◎;アカシア △;トチ ◇;ナタネ ▼;その他)												
都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
徳島県	ハウス	イチゴ(1200群)									イチゴ			
	露地		ウメ(300群)											
	(採蜜)				▼	○	▼							
香川県	ハウス	イチゴ(970群)		スモモ(47群)	メロン(97群)						イチゴ			
	露地				モモ(20群)	カキ(20群)	タマネギ(1200群) キウイ(約150群)							キュウリもあるが、組合員外、問屋なので、どのくらいかは不明
	(採蜜)	▼		▼		○	◎					▼		
愛媛県	ハウス	イチゴ(2,000群)									イチゴ			
	露地						メロン(10群)							
	(採蜜)				☆		ブルーベリー(80群)							
高知県	ハウス	イチゴ(140群)									イチゴ			
	露地									メロン	シントウ			
	(採蜜)	▼											▼	

日蜂協ポリネーション実施状況調査(九州1)

(採蜜☆;レンゲ ○;ミカン ◎;アカシア △;トチ ◇;ナタネ ▼;その他)

都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
福岡県	ハウス	イチゴ(2,703群)		ナス(360群)								イチゴ		
	露地			スモモ(20群) ナシ(85群)		カキ(325群) ブルーベリー(7群)								
	(採蜜)			☆	○	○	▼							
	ハウス	イチゴ(1240群)									イチゴ			
佐賀県	露地													
	(採蜜)			◇	☆	○	▼							
	ハウス	イチゴ(2500群)								メロン(60群)	イチゴ			
長崎県	ハウス			メロン(230群) スイカ(1200群) モモ(6群)										
	露地				ゴーヤ(12群)									
	(採蜜)				○		▼							

日峰協ポリネーション実施状況調査(九州2)

(採蜜☆;レンゲ ○;ミカン ◎;アカシア △;トチ ◇;ナタネ ▼;その他)

都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考	
熊本県	ハウス	イチゴ(2850群)									イチゴ				
		メロン(8920群)													
		スイカ(1350群)													
		その他 モモ(40群),マンゴー(20群),カボチャ(30群),ニガウリ(50群),ナス(20群)													
熊本県	露地														
	(採蜜)			◇	☆	○									
	ハウス	イチゴ(700群)									イチゴ				
大分県	露地														
	(採蜜)			▼	◇	☆									
	ハウス	イチゴ(426群) メロン(103群) マンゴー(515群)									イチゴ				
宮崎県	露地	ウメ(23群)									メロン				
	(採蜜)														
	ハウス														

巨峰協ポリネーション実施状況調査(九州3)

		(採蜜☆;レンゲ ○;ミカン ◎;アカシア △;トチ ◇;ナタネ ▼;その他)													
都道府県	種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考	
鹿児島県	ハウス	イチゴ(554群)									イチゴ				
		マンゴー(161群)	メロン(319群)								メロン			マンゴー	
		ニガウリ(35群)	カボチャ(2群)										ニガウリ		
	露地				スイカ(30群)										
					カボチャ(96群)										
				ウメ(65群)		ニガウリ(2群)									
					ナシ(8群)										
	(採蜜)		▼									▼			
			◇												
			☆												
沖縄県	ハウス	マンゴー(320群)													
		イチゴ(10群)												マンゴー イチゴ	
	露地														
	(採蜜)	▼													

5. マルハナバチの貢献度

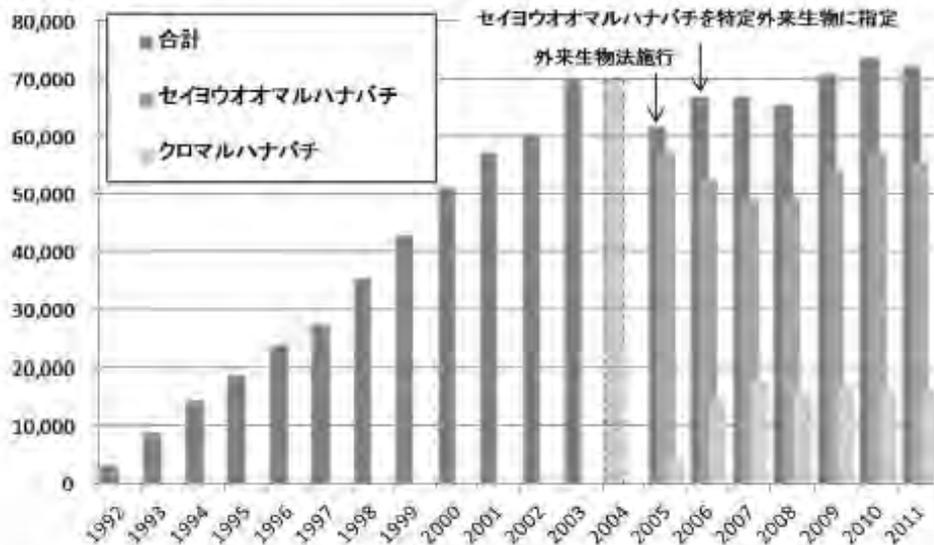
(1) マルハナバチの利用状況

セイヨウミツバチが訪花しないトマトの施設栽培での果実の生産は、単為結果を促すホルモン剤（植物成長調整剤）を用いて偽受粉させることで行ってきた。これは、開花したトマトの花一つ一つに行う必要があるため、栽培管理上、多大な負担となっていた。このような状況の中、ホルモン剤に変わる新たな農業技術として、海外でトマトの受粉に実績のあるヨーロッパ原産のセイヨウオオマルハナバチが、新たな受粉昆虫として1992年に導入された。このことは、ホルモン剤の単花処理にかかる労働力の削減や自然受粉によるトマトの品質向上など、トマト生産農家に対して多大な恩恵をもたらした。しかし、ヨーロッパが原産であるセイヨウオオマルハナバチは、その導入当初から、栽培施設へ逃亡した場合の自然環境下への定着の危険性、日本在来のマルハナバチ類と餌資源である花を巡る競争、日本にはもともと存在していなかったマルハナバチの病害虫の持込などの問題点が指摘されてきた。そこで、セイヨウオオマルハナバチは2005年6月から施行された「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」において、指定第三次指定種として2006年7月に特定外来生物に指定され、飼育・保管・運搬などを規制するとともに、施設園芸農家には施設外への逸脱防止のための適切な施設の整備と管理の義務付けを行った。これを受けて、日本在来種であるクロマルハナバチが研究・開発され実用化されることとなった。しかし、クロマルハナバチはセイヨウオオマルハナバチと比べて、植物の認識能力が低い、巣内の個体数が少なく導入初期の失敗を起こしやすい、紫外線除去フィルムなどの影響を受けやすい、などの問題点があるため、概してセイヨウオオマルハナバチよりも使いづらく、そのため普及が頭打ちとなっている。また、クロマルハナバチが分布していない北海道では使用を自粛するなど、国内種の外来種についての問題点も指摘されている。しかし、すでに市販され、生産体制が整っていることから、わが国在来の潜在的に有効な受粉昆虫となることが期待されている。

マルハナバチ類の出荷数の推移は環境省の「中央環境審議会 野生生物部会平成24年度第1回外来生物対策小委員会」資料「セイヨウオオマルハナバチの飼養状況の現状について」に詳しい。セイヨウオオマルハナバチが特定外来生物に指定されてからクロマルハナバチの出荷数が増加したが、それ以降はほぼ横ばいとなっており、出荷総数は約72,000コロニーであり、そのうち8割がセイヨウオオマルハナバチ、2割がクロマルハナバチとなっている。

4-5 セイヨウオオマルハナバチの飼養等の現状について

マルハナバチ出荷数の推移
 (マルハナバチ普及会、国立環境研究所調べに、種業者によるマルハナバチ普及会からの聞きとり結果を加筆)
 単位:コロニー



※2004年の数値は不明の為、論文の記述にある約70,000コロニーを仮に示してある。
 ※2003年以前の出荷数は合計数としているが、そのほとんどがセイヨウオオマルハナバチと考えられる。

図1 セイヨウオオマルハナバチの飼養等の現状について

マルハナバチはほとんどがトマトの授粉に用いられ、約8割が冬春トマト、約2割が夏秋トマトに導入されている。「園芸用施設及び農業用廃プラスチックに関する調査(平成20~21年)」によると、年間を通したトマトでの利用延べ面積は3,153haであり、これに対してトマトの延べ施設栽培面積は7,293h(本誌III-5ミツバチ貢献度表)であることから、年間を通してのマルハナバチ類導入率は約43%と考えられる。

わずかではあるがトマト以外に授粉昆虫として使用されてきたものには以下のものがある。

ナス科: なす、食用ほおずき

ウリ科: メロン、すいか、にがうり、かぼちゃ

バラ科: いちご(夏秋を含む)

ツツジ科: ブルーベリー

また、以下のもので試験的に授粉昆虫としての使用が検討されてきた。

ナス科: ピーマン、ししとう

ウリ科： きゅうり、ズッキーニ

ツツジ科： チャッカーベリー

バラ科： おうとう、モモ、スモモ、プルーン、あんず、リンゴ

スイカズラ科： ハスカップ

その他： アブラナ科野菜（採種）

（２）マルハナバチの貢献度

「園芸用施設及び農業用廃プラスチックに関する調査(平成 20～21 年)」によると、マルハナバチの利用延べ面積の約 86%が施設トマトであるため、貢献度は施設トマトについて算出する。なお、マルハナバチの貢献度は、「III-4 セイヨウミツバチ貢献度」と同様に、以下の式によって求めた（昆虫貢献度、収穫量などの値は、本誌 III-4 ミツバチ貢献度表の数値を用いた）。

①マルハナバチ貢献量の算出

$$\text{マルハナバチ貢献量} = \text{収穫量} \times \text{昆虫貢献度} \times \text{マルハナバチカバー率}$$

このうち、施設トマトの収穫量は 556,965 t 、

昆虫貢献度は 1.0、

マルハナバチカバー率は年間を通してのマルハナバチ類導入率 0.43 であり、

以上から、

$$\text{マルハナバチ貢献量 (t)} = 556,965 \text{ (t)} \times 1.0 \times 0.43 = \underline{239,495 \text{ (t)}}$$
と求められる。

②マルハナバチ貢献額の算出

$$\text{マルハナバチ貢献額} = \text{マルハナバチ貢献量} \times \text{単価}$$

このうち、マルハナバチ貢献量は①より 239,495 t

単価は平均市場価格は 319 円 / kg であることから、市場価格での貢献額は

$$\text{マルハナバチ貢献額 (円)} = 239,495 \text{ (t)} \times 319,000 \text{ (円)} = \underline{76,399 \text{ (百万円)}}$$
となる。

また、平均生産者価格より273.25円/kgであることから、生産者価格での貢献額は

マルハナバチ貢献額（円）＝239,495(t)×273,250(円)＝65,442（百万円）となる。

③マルハナバチ貢献率の算出

マルハナバチ貢献率＝マルハナバチ貢献量／収穫量×100

このうち、マルハナバチ貢献量は①より 239,495 t

トマト全体での貢献率は、トマト全体の収穫量が 703,100 t であることから、

マルハナバチ貢献率（％）＝239,495（t）÷703,100（t）×100＝34.1（％）となる。

また施設トマトのみで見ると、収穫量が 556,965 t であることから、

マルハナバチ貢献率（％）＝239,495（t）÷556,965（t）×100＝43.0（％）となる。

（手塚俊行）

参考データ

- ・中央環境審議会 野生生物部会 平成24年度第1回外来生物対策小委員会 議事次第・資料

<http://www.env.go.jp/council/former2013/13wild/y133-04b.html>

- ・園芸用施設及び農業用廃プラスチックに関する調査(平成20～21年)

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001074417>

6. 調査対象作物以外での貢献

本調査では、Ⅲ－２で述べた調査対象の作物について、それぞれの貢献度を評価した。また、それぞれの作物でのセイヨウミツバチの利用群数については、日本養蜂協会による平成 25 年度の「ポリネーション実施状況」調査から現状を把握している。その中で、本調査では国内での生産量がまだ少なく、本調査の対象としなかった作物でも、日蜂協によるセイヨウミツバチの利用群数を調査する中で、かなりの群数が利用されている作物があることが浮き彫りとなった。これらの作物については、数値としての貢献度は評価できないために、作物ごとに調査の概要をまとめる。

(1) 調査対象外の作物での特記事項

マンゴー

和歌山県、熊本県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県で平成 25 年度の調査から新たに報告され始めた作物の一つであり、1021 群の利用が報告されている。現在の栽培面は 454ha、総収穫量は 3,369t（平成 23 年度）であり、収穫量も前回の調査時から 1000t ほど増加しており、国内での産地化が進んでいる。国内産のマンゴーの単価については四大市場で取り扱われた 823t について集計されており、平成 23 年は 2,624 円/kg となっている。国内産はほぼ施設栽培であることから、1 群/10a の基準をもとにすると、1021 群は、102ha に相当し、カバー率は 22% となる。四大市場以外で取引されている国内マンゴーの多くは直売であると考えられることから、四大市場での単価をもとに総収穫量の 3,369t に対するセイヨウミツバチによる貢献額を試算すると、1,986 百万円であることが推計された。国内での施設栽培ではハエによる受粉も行われているが、セイヨウミツバチを利用した受粉技術も普及しており、今後の動向を調査する必要があると考えられた。

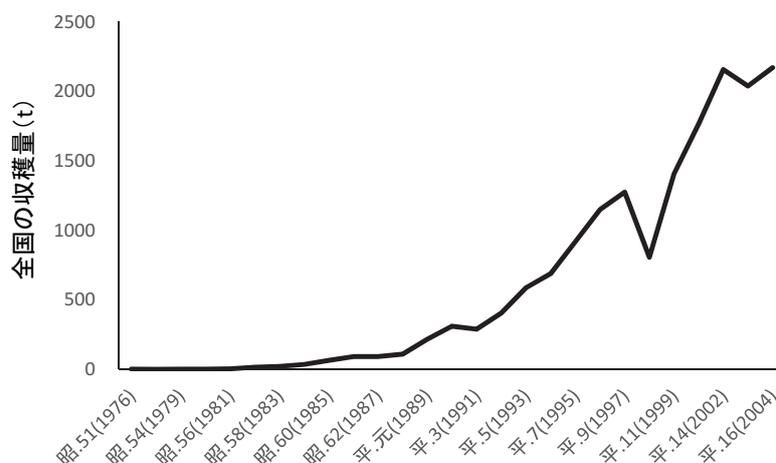


図1 国内でのマンゴーの収穫量の推移

そのほか、ビワやなたねなど採蜜や蜂群維持が主目的となる作物については、ポリネーション利用としての投入群数を把握することが難しく、この点も今後の課題であると考えられた。

参考文献

・ マンゴー

作物統計調査＞特産果樹生産動態等調査＞年次＞平成 15 年産～平成 23 年産
「特産果樹生産出荷実績調査」

http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/index.html

(2) 種子生産

種子生産へのセイヨウミツバチの貢献度については、前回の調査に続き、評価することができなかった。国内の種子生産は、米、麦、大豆を除くと野菜での採種が中心となっている。国内での採種が行われてきた主な野菜は、表 1 のとおりいずれも訪花昆虫による受粉を要する作物であり、採種におけるセイヨウミツバチの貢献度はかなり高いと考えられる。しかし、表 1 に示すように国内での野菜採種は、1990 年から 2007 年にかけて、タマネギを除いて大きく減少している。1980 年代より栽培の省力化を目的とした加工種子が野菜を中心に普及しはじめ、1990 年代後半にかけて、それらの需要が高まっていった。おもに、ペレット種子、シードテープ、フィルムコート種子、プライミング種子など、いずれの加工種子も播種作業や防除の省力化や栽培の均一化に大きな効果を示している。さらに、同時代に野菜でのセル苗の利用も促進され、農家は農協などから苗で購入する形態が普及していった。このような野菜栽培技術の変化から、従来の野菜種子から加工種子やセル苗への移行がすすみ、種子生産の場の海外への移行が促進されていった。

表 1 国内での野菜採種面積の推移 (ha)

	1990年産	1998年産	2007年産	2007/1990(%)
ダイコン	400	171	65	16
タマネギ	132	104	102	77
エンドウ	110	99	15	14
インゲン	79	86	25	32
漬け菜類	140	75	51	36
キャベツ	165	72	35	21
ハクサイ	86	56	20	23
ネギ	91	54	13	14
カブ	41	42	25	61
ゴボウ	82	39	24	29
ソラメ	40	29	9	23
キュウリ	50	23	13	26
ホウレンソウ	31	23	2	6
ニンジン	110	28	5	5
ナス	5	3	2	40
トマト	6	3	3	50
カボチャ	212	-	-	-
スイカ	39	-	-	-
エダマメ	116	-	-	-
その他	116	-	282	243

1990年産、1997年産：農林水産省「野菜生産出荷統計」
2007年産：農林水産省生産局知財課による聴き取り調査
「-」は、0ではなく未調査を示す

その中でも、タマネギの採種は香川県内の生産組合を中心に行われており、ここで全国向けの種子が生産されている。平成 25 年度の調査では、香川県の 1200 群を中心に、奈良県、和歌山県、長野県、北海道で利用されているとの報告があり、ここでもセイヨウミツバチはポリネーターとして重要な役割を担っている。その他、京都府からは葉菜、根菜類で 400 群、新潟県からも 30 群の利用の報告があった。今後は、効率的なセイヨウミツバチの利用方法をさらに探求するとともに、タマネギ農家、種子生産組合、養蜂家それぞれの経営のバランスの維持についても支援が必要であると考えられている。

その他、公的機関での原種の維持とその生産および民間、生産組合での採種の連携も重要となっていくと考えられる。その中でもソバは、北海道や東北、中部北陸地域を中心に生産され、近年その作付面積が全国的にも増加傾向にある。ただし、ソバでは採蜜の目的で蜂群を置く場合もあり、ポリネーションを目的とした蜂群の利用との区分ができないため、ポリネーションでの貢献度を評価することが難しかった。今回の調査では全国でも 195 群の利用にとどまっているが、今後は、各地域での種子生産体制の構築も必要になってくることが考えられ、ポリネーターによる受粉が必要なソバの採種でも、ミツバチが重要な役割を果たす可能性は高いと考えられる。

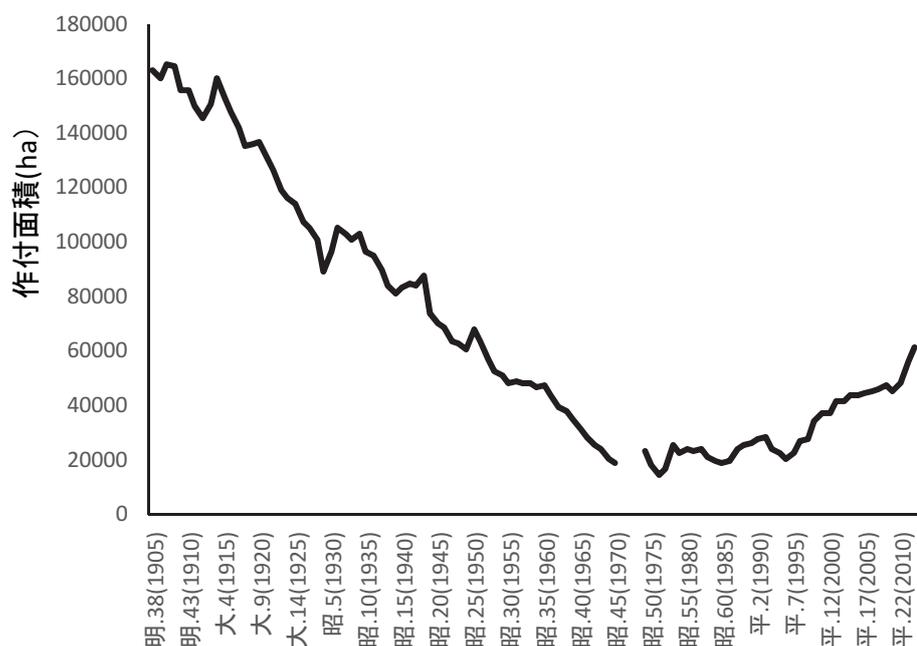


図2 国内でのソバの作付面積の推移

参考文献

平成 21 年度 海外及び国内野菜採種現地調査報告書 平成 21 年 11 月
 社団法人 農林水産先端技術産業振興センター

平成 21 年度報告書 わが国における野菜種苗の安定供給に向けて 平成 21 年 12 月
社団法人 農林水産先端技術産業振興センター

そば:作物統計調査>作物統計>累年統計(2013 年 8 月 15 日公表)>作物別作付(栽培)面積>雑穀(乾燥子実)、茶及び桑

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001108528>

(浅田真一)

7. ミツバチ・マルハナバチ類以外の昆虫による貢献について

実用的な在来ポリネーター

国内の多くの農園や果樹園、ビニルハウスなどで主に授粉に利用されているのは、セイヨウミツバチとセイヨウオオマルハナバチ、クロマルハナバチである。しかし、これらの種以外に効果的なポリネーターとして利用されているハナバチ類が存在する。また、いくつかの昆虫種についてポリネーターとしての実用化に向けた研究もなされてきた。

現在、国内で上記3種以外に、授粉に利用されている種は、コツノツツハナバチという単独性のハチである。正式名称はコツノツツハナバチであるが、一般的にはマメコバチという通称名で親しまれている。本種は、ヨシ筒などの細い空洞を利用して営巣する習性を持つ。春先の4月ごろに出現する年一化性の種であるため、利用できる期間はミツバチなどに比べると短い。それにも関わらず、広食性種でさまざまな植物を利用し、資源として質・量とも優れた植物種があれば、集中して訪花する連続定花性を示すために、高い送粉効率をもつことがわかっている（前田 1993）。その性質を利用して、青森県や山形県などでは、リンゴや施設でのオウトウ（サクランボ）の栽培に本種を利用している。マメコバチ利用の歴史は非常に古く、1940年代に青森県で飼育に着手されたといわれている。リンゴへの人工授粉の導入は1945年から開始されたが、1962年の時点で、マメコバチ利用の手引書が流布したことが、普及のきっかけとなった（山田ら 1971）。1969年以降は実用化を目指した研究が進み、他県でも徐々に普及が広まっていた。リンゴでのマメコバチの飼養・授粉利用については、山田ら(1971)や前田(1993)を参照することをお勧めする。

我が国におけるマメコバチの利用実態について

マメコバチの実用性・授粉能力については、セイヨウミツバチを上回る効果も得られている（前田 1993）。そのため多くの地域で利用され、青森県ではリンゴの生産にはマメコバチがセイヨウミツバチよりも重用されている（関田 1992）。本種については、リンゴやオウトウ以外にも和ナシ、キウイ、ブルーベリー、ハウスイチゴでもポリネーターとしての利用研究がなされている（前田 1993, 松香 1996, 前田ら 2012）。

リンゴ生産におけるマメコバチの利用実態とマメコバチ利用以前の授粉実態については、青森県りんご試験場による報告がある（関田 1992）。これによると、1970年代初頭までは、ほぼ人手による人工授粉が行なわれていたが、その後セイヨウミツバチを導入した授粉方式が用いられた。しかし、その利用は年を追うごとに徐々に減少し、それに代わってマメコバチの利用が急増した。青森県りんご果樹課によれば、県内利用実績について昭和57年から15年間にわたる実態調査記録がある。例えば、平成8年における授粉方法ごとの利用面積を比較すると、セイヨウミツバチが4%（783ha）、人工授粉が6%（1,165ha）に対して、マメコバチが90%（17,668ha）と圧倒的である（図1）。

山形県では、平成 24 年度のアウトウへの授粉では、セイヨウミツバチが 6 割、マメコバチは 5 割程度（一部の農家では両種を併用している）と、ほぼ遜色ない割合で利用されているという。他にも、岩手県や長野県では、リンゴや一部のモモにマメコバチを利用している。福島県では山間地域でリンゴと一部のスモモ畑にマメコバチを利用しているが、平野部では天敵が多いという理由から、あまり普及していない。これらの地域でも、農家によるマメコバチ利用は確認されているが、行政や各試験場による実態調査までは実施されていない。

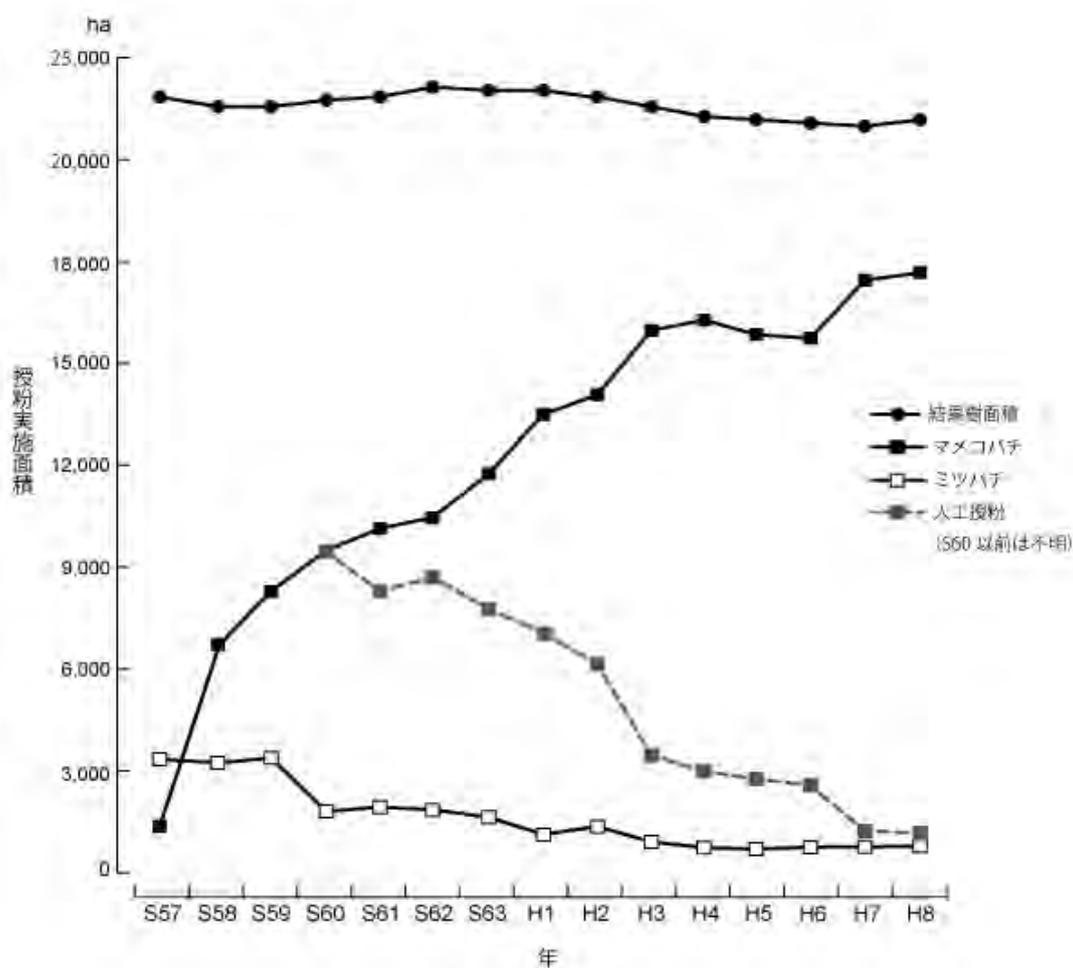


図 1. 青森県におけるりんご授粉実施実績の推移。各授粉方法による実施面積は、青森県りんご果樹課データより引用した。結果樹面積については、農林水産省の作物統計（作況状況結果）を用いた。

マメコバチではセイヨウミツバチのように、果樹ごともしくは県別での詳細な利用実態が把握できないのには、いくつかの理由がある。マメコバチは、国内の複数の業者により増殖・販売が行なわれており、ヨシ筒などに羽化直前の成虫が営巣した状態で出荷されている。また、果樹園近くに生息するマメコバチを営巣させるために、営巣用の筒だけの販売も行われている。しかし、セイヨウミツバチに比べると全国的な出荷量は圧倒的に少ない。さらに、養蜂協会のような組合や組織が販売側に存在しないため、全国的な利用状況や県別での実態調査についての情報が集約しにくい点が挙げられる。もう一点は、授粉に利用したい農家が、自分で巣を管理することが容易なことである。毎年販売業者から購入する場合もあるが、一旦定着させることができれば、次年度から農家個人が増殖させて放飼することが可能になる。地域によっては、飼育・管理技術に関する講習会などが開催され、個人で増殖している農家も多いことから、正確なマメコバチ使用数や果樹あたりの利用面積などが把握しにくいと考えられる。

マメコバチ以外の有力な候補者

マルハナバチ類はすでにマネージメントに成功し、世界的各地でポリネーターとして利用されている。また、マメコバチは諸外国へ輸出されて実用化が進められている。さらに海外でも近縁種を利用したマネージメントが行なわれている（前田 1993）。マメコバチ以外の野生ハナバチ類の中で、マネージメントに成功し、ポリネーターとして利用されている種は、アルファルファハキリバチに加えてアルカリアオスジハナバチしかない（前田 1993）。アルファルファハキリバチは、北米でのアルファルファの採種効率を改善するために、セイヨウミツバチに代わる有力なポリネーターとしてマネージメントに成功している（松香 1996）。日本にも輸入されて、主にアルファルファの育種と採種に利用されている。

日本における他の有用なポリネーター候補としては、ハリナシバチの実用化が検討された。ハリナシバチは日本にはいないが、台湾には生息している熱帯性のハチである。このハリナシバチは、ミツバチが生息しない地域では、ハチミツをとるために非常に古くから養蜂されていた経緯がある。毒針を持たず、採餌範囲が狭いなどの特徴からハウス内での利用に有利と考えられた。すでに、南米産のカベハリナシバチを用いたハウス内イチゴでの授粉については、高い実用性が示されている（前田ら 1992）。しかし、マルハナバチ同様の飼育・繁殖から流通に至るシステムの確立が困難なことから、まだ実用化されていないのが現状である。

ハナバチ以外のポリネーターの存在

一般的に、ポリネーターと言うとハナバチ類を最初に思いつくが、マンゴーのような熱帯果実には、キンバエ類が効果的なポリネーターとして利用されている。意外に思わ

れるかもしれないが、近年では、ミツバチの代替送粉者として、温室栽培での授粉に無菌状態で増殖させたキンバエを利用する方法も検討されている。双翅目を利用するという点では、リンゴをはじめとする果樹のポリネーターとして、シマハナアブが検討されたこともあるが（小林 1971）、授粉効果に安定性がないことから、現在ではほとんど利用されていない。このハナアブは、ナタネ栽培でも同様の試みがなされたが（大沢・生井 1988）、こちらでも実用化はされていない。

（横井智之）

引用文献

- 小林森己. 1971. 訪花昆虫増殖利用保護に関する研究（第1報）リンゴ園における訪花昆虫相, 岩手県園芸試験場研究報告 1:1-41.
- 前田泰生. 1993. マメコバチを利用したリンゴの受粉, シリーズ地球共生系 4 花に引き寄せられる動物-花と送粉者の共進化, 井上民二・加藤真 編集 195-232.
- 前田泰生. 2012. ハウスイチゴにおけるマメコバチの送粉昆虫としての利用, ホシザキグリーン財団研究報告 15: 19-45.
- 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送粉昆虫としての利用, ミツバチ科学. 13: 71-78.
- 松香光夫. 1996. 昆虫利用科学シリーズ7 ポリネーターの利用, サイエンスハウス社.
- 大沢 良・生井兵治. 1988. ナタネ(*Brassica napus* L.)に対する花粉媒介昆虫シマハナアブの他家受粉効率, 育種学雑誌 37(4): 453-463.
- 関田徳雄. 1992. 青森県のリンゴ園におけるマメコバチの花粉媒介虫としての利用と問題点, 植物防疫 46(13): 10-14.
- 山田雅輝・小山信行・関田徳雄・白崎将瑛・津山 力 1971. リンゴ園における天敵と益虫の保護利用に関する研究 第3報 マメコバチ *Osmia cornifrons* (RADOSZKOWSKI) の生態とリンゴ授粉への利用, 青森県りんご試験場報告. 15: 1-80.

IV. ポリネーターの貢献度の算出額とその評価

(1) セイヨウミツバチの貢献度の算出額とその評価

今回の調査では、セイヨウミツバチによるポリネーションでの貢献額が 161,413 百万円と試算され、この額は平成 10 年度報告書での貢献額からは大きく減少していた。前報とは試算に用いた作物の生産量や単価などの根拠資料が異なることから、今回用いた資料で改めて平成 10 年度の貢献額を試算しても 321.699 百万円となり、やはり貢献額は大きく減少していた。今回から加えた工芸作物を除いた貢献率でみると、3.1%の低下となっていた。貢献額の 15 年での変化の主要因としては、それぞれの作物の生産量の減少が大きく関係していると考えられる。貢献額はいずれも、栽培面積や生産量をベースにしていることから、これらの減少によって、その額も大きく変動することとなる。主な作物の栽培面積と収穫量を平成全報と本調査で比較をした（表 1）。

表 1 ポリネーションでの主要な作物の栽培面積と収穫量

	調査年度	栽培面積(ha)	収穫量(t)
イチゴ	平成10年度	7,800	200,000
	平成25年度	6,020	177,300
		▲ 1,780	▲ 22,700
メロン	平成10年度	15,770	359,100
	平成25年度	8,180	180,400
		▲ 7,590	▲ 178,700
りんご	平成10年度	46,600	993,300
	平成25年度	37,800	655,300
		▲ 8,800	▲ 338,000
日本なし	平成10年度	17,400	404,600
	平成25年度	13,700	286,200
		▲ 3,700	▲ 118,400
うめ	平成10年度	17,400	136,200
	平成25年度	16,600	106,900
		▲ 800	▲ 29,300

このようにメロン、イチゴ、果樹類を中心に大きく栽培面積および収穫量が減少している。特にメロンでは栽培面積、収穫量が約 50%程度も減少しており、セイヨウミツバチによる貢献額の大幅な減少は、主要作物の生産量の減少が大きく影響していることが考えられた。

一方、施設栽培のイチゴやメロンでは投入群数と作付面積から換算したカバー率が 50%程度であることも示されている。特に国内の施設イチゴでは、受粉をほぼセイヨウ

ミツバチに依存しており、この点では現状と大きく異なる可能性が示されている。本調査では、日蜂協会会員への聴き取り調査をベースにしていることから、売り蜂の利用群数は加味していない。そこで、国内での施設イチゴの受粉でのセイヨウミツバチのカバー率を仮に 90% で試算すると作物を貢献額に含めると、推計で約 200,000 百万円を上回る額となった。現状では、セイヨウミツバチの投入群数を把握する方法がないため、この貢献額を検証することもできないが、国内でのセイヨウミツバチの潜在的なポリネーションの貢献額としては、今回示された 161,413 百万円から 200,000 百万円になると推察された。

平成 10 年度の調査では、ミツバチの生産物の生産額 7,192 百万に、ポリネーションでの貢献額として試算された 345,296 百万円を加えて、ミツバチの総生産額を 352,488 百万としている。平成 24 年度のセイヨウミツバチの生産物の生産額は 8,528 百万であり、今回のポリネーションの貢献額と合計すると、総生産額は 169,941~208,528 百万円となった。セイヨウミツバチの総生産額の 95~96% がポリネーションによる貢献額である状況は、平成 10 年度の調査結果と変わらず、ポリネーションによる貢献度が重要な役割を担っていることが示された。

(2) 様々なポリネーターによる農業生産への貢献

今回は施設栽培のトマトでマルハナバチの貢献額は、65,442 百万円と試算されており、今回の調査結果からみても、マルハナバチによるポリネーションも重要な役割を担っていることがわかる。また、マメコバチもリンゴのポリネーションに青森県、岩手県、山形県、長野県などを中心に貢献している。セイヨウミツバチを含めてこれらの生産者によって管理されているポリネーター達は、農業生産に確実に貢献していることが示されたものの、それらの実態を把握することは難しいことも明らかとなった。また、15 年の間には、新たな作物でのポリネーションも動き出していたことも明らかとなった。

今後も、新たな作物生産への応用、新たなポリネーターの開発など、いろいろな可能性をあり、ポリネーションに関する動向を把握する努力を継続させるとともに、そのための評価手法なども研究を進める必要があると考えられた。

(浅田真一)

V. ポリネーション (2) 環境保全による貢献

ポリネーション

セイヨウミツバチをはじめとする野生の様々な動物が担う植物の花粉媒介は、植物の花が実となるために重要な自然の機能のひとつである。実際に、世界各地の様々な農作物種において実の成り具合への貢献を、セイヨウミツバチもしくは野生の花粉媒介昆虫と比較した研究報告によると、セイヨウミツバチに比べて野生の花粉媒介昆虫による結実の貢献が大きいとの結果が得られている (Garibaldi et al. 2013)。一方で、花粉を媒介してもらう植物は、農作物だけとは限らず、野生の植物である場合もある。ある試算によれば、地球上のおよそ 87.5% の顕花植物種は、花粉媒介をなんらかの動物に頼っているとされる (Ollerton et al. 2011)。こうした植物の花粉媒介機能は、目立たなくとも私たち人々が、管理されたミツバチのみならず多様な野生の生物 (生物多様性) から受けている自然の恵み (生態系機能・生態系サービス) といえる。ここではポリネーションの視点を関連付けながら、生物多様性や生態系サービスの概念について整理する。

生物多様性と生態系機能

生物多様性とは、生物もしくは生態系における変異性を意味する。つまり、色々な生態系に、色々な種が、色々な遺伝子を持って生きていることを表している。陸域の生態系のうち、原生的な天然林、特に熱帯多雨林は、遺伝子や種の多様性からみて、非常に重要な生態系といえる。しかし、砂漠やツンドラなどは、種や遺伝子レベルの多様性は低いかもしれないが、固有な生物個体群を維持し、地域全体の生物多様性にとってやはり重要な意味を持っている。また、人為の影響の下で形成された生態系も、自然生態系と同等以上の高い生物多様性を示す場合も存在する。

こうした様々な生態系に生息する様々な生物種によって、ポリネーションをはじめとする生態系の機能は支えられている。生物多様性が生態系機能におよぼす影響を実証的に解明することは、生態学における最も重要な課題の一つとされる。これまでも、実験生態系や草地生態系において種数を変化させる操作実験をもとに、種多様性が高ければ生態系機能も高くなるという予測が検証されてきた。実際に複数種のハナバチが花粉媒介に貢献した場合、単一種のハナバチが花粉媒介する場合より効率が良いことが明らかとなっている (Frund et al. 2013)。

生態系サービス

生物多様性と生態系機能の関係は、近年まで自然科学の研究対象として扱われてきた。しかし、そこから少し進んで生物多様性や生態系が人間の幸福や福利にどのように役立っているのかという観点から、生態系が人間に及ぼす便益を考えるために生態系サービ

スという概念が生まれた (Millennium Ecosystem Assessment 2005)。生態系サービスには、我々人類が生きる上で欠くことのできない、食糧や水の供給、疾病抑制、気候の調節、精神的な満足や審美的楽しみへの貢献など色々なサービスが含まれるが、自然資本としての自然生態系が生み出す資材、エネルギー、情報の流れなどによって構成され、人工的には代替が困難なものといえる (Costanza et al. 1997)。

生態系サービスは、供給サービス、調整サービス、文化的サービス、そしてこれら3つのサービスの根幹となる基盤サービスという4つに分けられている。供給サービスは、食糧、繊維、木材、燃料、薬、遺伝子資源、装飾品など、自然生態系から得られる産物とされる。調整サービスには、大気質の調整、気候の調整、洪水などの水の調整、水質の浄化、土壌侵食の抑制、疾病の予防、病害虫の抑制、自然災害の制御など、自然生態系が持つ調整機能によって得られるサービスが含まれる。文化的サービスとは、宗教的価値、や教育的もしくは審美的価値、娯楽やエコツーリズムなど、人々に精神的な質の向上、知識の発達などを通して得られる非物質的な恵みである。最後の基盤サービスとは、土壌の形成、物質や水の循環など、他のすべての生態系サービスの基盤となるサービスであり、人間生活への影響が間接的であるもの、またその影響が表れるまでに長い期間がかかるものがここに含まれる。一般にポリネーションは、調整サービスとして区分される。しかし、花粉を媒介される植物が農作物であれば供給サービスと、希少で人々の関心をよぶような植物種であれば文化的サービスとより関係が深くなりだろう。これら観点からも、もう一度セイヨウミツバチをはじめとする花粉媒介者を捉えなおす必要がある時期となっている。

(滝 久智)

引用文献

- Costanza, R., R. d'Arge, R. deGroot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. Oneill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton, and M. vandenBelt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* **387**:253-260.
- Frund, J., C. F. Dormann, A. Holzschuh, and T. Tscharntke. 2013. Bee diversity effects on pollination depend on functional complementarity and niche shifts. *Ecology* **94**:2042-2054.
- Garibaldi, L. A., I. Steffan-Dewenter, R. Winfree, M. A. Aizen, R. Bommarco, S. A. Cunningham, C. Kremen, L. G. Carvalheiro, L. D. Harder, O. Afik, I. Bartomeus, F. Benjamin, V. Boreux, D. Cariveau, N. P. Chacoff, J. H. Dudenhofer, B. M. Freitas, J. Ghazoul, S. Greenleaf, J. Hipolito, A. Holzschuh, B. Howlett, R. Isaacs, S. K. Javorek, C. M. Kennedy, K. M. Krewenka, S. Krishnan, Y. Mandelik, M. M. Mayfield, I. Motzke, T. Munyuli,

- B. A. Nault, M. Otieno, J. Petersen, G. Pisanty, S. G. Potts, R. Rader, T. H. Ricketts, M. Rundlof, C. L. Seymour, C. Schuepp, H. Szentgyorgyi, H. Taki, T. Tscharntke, C. H. Vergara, B. F. Viana, T. C. Wanger, C. Westphal, N. Williams, and A. M. Klein. 2013. Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. *Science* **339**:1608-1611.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Ollerton, J., R. Winfree, and S. Tarrant. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* **120**:321-326.

VI. 問題点と課題

平成 11 年のポリネーター利用実態調査では、以下の点がミツバチのポリネーターとしての課題として上げられている。

蜜源の減少

ハウスの伸び率の鈍化

花粉の減少

指導員・普及員の減少

蜂群のアンバランス

価格問題

伝染病問題

自然環境への問題

これらの課題は今も解決されておらず、一層問題化したと言っても過言ではない。現在時に問題になっている養蜂の課題を見てみる。

蜜源の減少：蜜源はますます減少している農水省のまとめでは、蜜源植物の植栽面積は、平成 24 年度は 150 千ヘクタールで、前回調査の 250 千ヘクタールからでも大幅に減少している。統計の取り方が、年によって変わっているので単純な比較ができないが、養蜂業の持続的発展の阻害要因であることはあきらかである。ポリネーターの安定的確保には、その基盤になる、健全な採蜜を主体とした養蜂業が必要であり、蜜源確保に向けた抜本的解決案が必要である。平成 25 年 1 月に施行された改正養蜂振興法では、蜜源の確保が謳われ、法的にも、蜜源拡大への裏付けはなされたが、実際の行政の動きは必ずしも早くない。NPO 法人等が積極的に蜜源植物を増やす運動を行っているが、規模的にも限られるので、行政の積極的な施策が望まれる。

表 1 蜜源植物の植栽面積の推移(単位:千ヘクタール、%) 「養蜂をめぐる情勢」より
農水省生産局畜産部畜産振興課調べ

区分	昭和60年	平成2年	平成7年	平成12年	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年	平成24年
ミカン	143.7	100.4	87.6	78.4	53.8	55	52.8	52.3	44.8
レンゲ	21.9	18.1	15.7	25.6	13.8	13.2	13.5	11.9	12.8
アカシア	7.6	9.1	8.5	10.3	6.8	5.9	7.1	9.3	8.6
リンゴ	45.2	46.3	35.5	34.6	27.8	25.2	6.3	23.8	23.3
その他	152.3	129.4	117.9	101.6	67.2	59.6	58.8	70.3	60.1
合計	370.7	303.3	265.2	250.5	169.4	158.9	138.9	167.6	149.6
(対前年比)	97.0	90.3	95.0	102.7	97.2	93.8	87.2	121.1	89.2

ハウスの伸び率の鈍化：今まで、右肩上がりでも上昇してきたハウスでのミツバチの利用は平成11年の段階をピークに減少(7万ヘクタール)から減少に転じており平成21年には6万2千ヘクタールになっている。

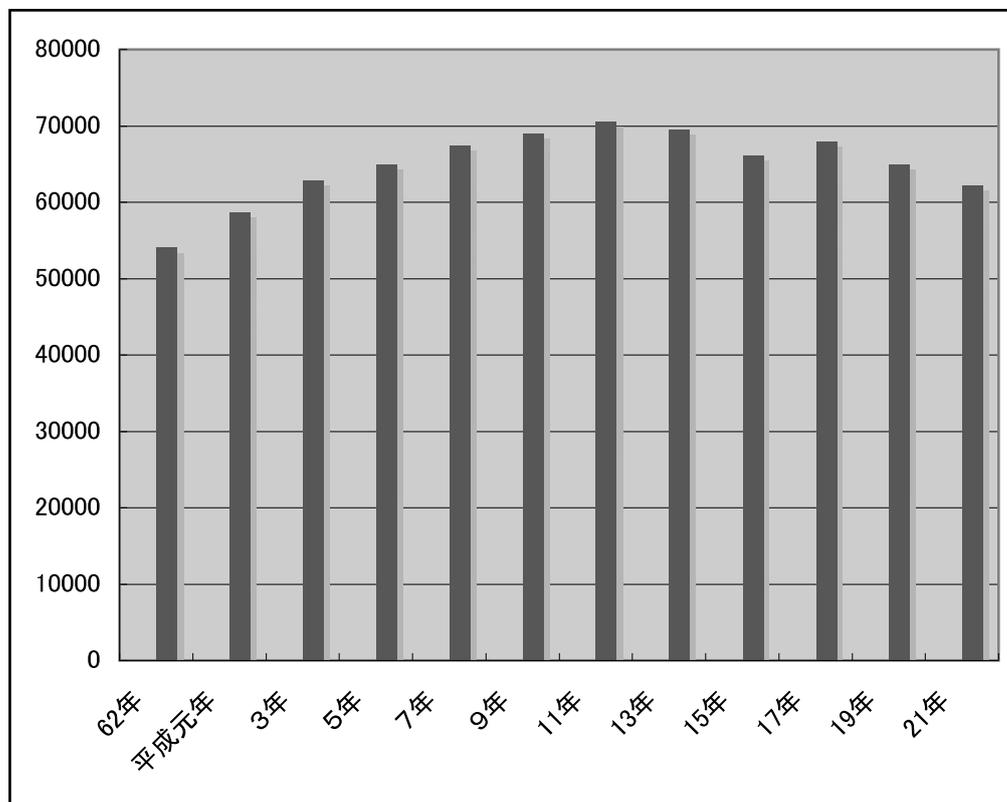


図1 園芸用施設面積の推移 (単位：ha)

最近では、ナスの施設栽培などにもミツバチが花粉媒介に使われ始め、スイカでも利用が拡大された。しかし、イチゴ・メロンの栽培面積は、前回の調査からでも(4,691ha→3,985ha)・メロン(5,749ha→3,952ha)と大幅に減少している。施設での栽培面積がここ十年で減少し、それに伴ってミツバチの利用も大幅に減少していると考えられる。現在ミツバチのポリネーターとしても需給は逼迫しているため、必ずしも、養蜂業にとって、悪材料ではないかもしれないが、安定的な生産という点では問題が大きい。

蜂群のアンバランス

1999年には、地域的な蜂群の分布のアンバランスの懸念されていた。前回の調査以降、大手養蜂業者の参入が進み、全国的なポリネーター群の流通が拡大し、養蜂の担い手も増えてきている。しかし、そのアンバランスは解消してとはいえず、平成20年春のミツバチ不足は、このような懸念が具現化してしまった結果ともいえる。この問題解決のために、農林水産省は、ミツバチ需給調整システムを立ち上げた。このシステムで

は「各都道府県における、ミツバチの供給可能コロニー数及び不足蜂コロニー数を調査し、当該都道府県における需給を調整し、それで、なお不足が生じる場合には、都道府県の範囲を超えた需給の調整が可能となるよう、関係者に対して、必要な情報提供を行うこと」としている。このシステムが功を奏したためか、その後大規模な不足は起こっていないが、蜂群数そのものは増えた訳では無いので、今後も注視する必要がある。

伝染病問題

以前より、ポリネーターとして使用された蜂群に病気を発症することが懸念されてきた。改正養蜂振興法でも、ポリネーターとして使用される蜂群は届け出義務が無く、病気の検査も受ける義務はない。そのため園芸農家で使用された後の蜂群が放置されて病気の温床になっていると言う指摘もある。最近、*Nosema ceranae* によるノゼマ微胞子虫が我が国の蜂群の約 30% で発見されている。さらに、従来のタイプと異なった非典型と名付けられてヨーロッパ腐蛆病菌が蔓延している。また、多くの蜂群はウィルスを持っていることが、明かになっている。これらのウィルスを媒介するミツバチヘギイタダニの寄生も駆逐するには、ほど遠い状態である。このように日本のミツバチは多くの疾病の脅威にさらされている状態であることを常に考えておかななくてはならない。

農薬被害

ミツバチを農薬被害から防ぐことは、長年の課題である。最近、夏季に水田周辺の蜂群のミツバチが、巣箱の周りで大量に斃死することが問題になり、農薬、特にネオニコチノイド系農薬による被害が疑われている。実際、養蜂家から提供された巣の周辺で斃死した働き蜂サンプルを分析すると、農薬が検出され、その他の間接的な結果・観察から、このような「巣の周りでの斃死」は農薬の影響である可能性が高いことが推察されている。このような斃死は、北海道で顕著である。北海道は、ポリネーターミツバチの一大育成地域であり、この地域でミツバチが十分育成できないことは、園芸施設における花粉媒介に影響を及ぼす可能性がある。

指導員・普及員の減少

平成 10 年での指摘以降も、その状況に変化はない。みつばち協議会（みつばちの安定確保に資することを目的とした協議会。事務局は日蜂協内）では、2013 年度農水省の事業で、各地で養蜂指導者向けの講習会を開催し、また養蜂指導者用手引書を作成するなどして、指導者層の知識の底上げを図っている。このような活動は、非常有益であると考えられるので、今後不断で継続して行く必要がある。

技術的問題

また、ミツバチは基本的に屋外で飼育する家畜であるので、施設のような閉鎖系で飼養する方向での改良がなされてきていない。また、施設内での飼養技術も必ずしも確立しておらず、養蜂農家や園芸農家の経験に依存している。養蜂業は、採蜜から、「採蜜+ポリネーター」としての利用への過渡期にあり、法整備も含め、今後改善して行かなくてはならない多くの問題をかかえており、試験研究も不十分である。

間違った情報の蔓延

世界的にミツバチの減少（colony loss と呼ばれている）が問題になっている。ミツバチが最近“急に”いなくなった訳ではなく、現在でも世界中でミツバチは蜜を集め、ポリネーターとして活躍している。

ミツバチ不足問題は、ミツバチが突然いなくなったとか、消えたという報道が多く、間違った印象を、一般の方々に与えた。その一方ミツバチの授粉昆虫として役割を理解してもらいきっかけになったことも確かである。そんな中でミツバチの授粉が果たす役割に関心が広まった。しかし、間違った情報がマスコミ等を通じて流れ続けることには問題があり、正しい状況を伝える努力を粘り強く行って行くことは肝要である。

（木村 澄）

養蜂家生産費調査報告書

平成 25 年度養蜂家生産費調査部会検討結果報告

委員長	別府大学国際経営学部	准教授	中川 隆
委員	中村学園大学流通科学部	准教授	徐 涛
委員	名古屋経済大学経済学部	講師	田村善弘
委員	岐阜県養蜂組合連合会	副会長	種田敏徳

1. 平成 25 年度養蜂家生産費調査部会・現地調査委員会の活動経過

平成 25 年度は、下記の通り、調査部会および現地調査委員会が開催された。

(1) 第 1 回養蜂家生産費調査部会

日時：平成 25 年 6 月 25 日（火）13 時 30 分～15 時 30 分

場所：馬事畜産会館 2 階会議室

検討内容：

- ①平成 25 年度ポリネーター利用実態等調査事業について
- ②養蜂家生産費調査について

(2) 養蜂家生産費調査部会現地調査委員会

1) 現地調査委員会

日時：平成 25 年 8 月 2 日（金）16 時～18 時

場所：中村学園大学西 4 号館 6 階流通科学研究所

2) 養蜂家視察

日時：平成 25 年 8 月 3 日（土）9 時 30 分～16 時 30 分

場所：九州の養蜂家 2 戸

検討内容：

- ①生産費調査、肉牛生産費調査等の他の農産物生産費調査をふまえての検討
- ②養蜂家生産費調査項目の検討
- ③現地での養蜂場視察後、現地の養蜂家の経営資料及び聞き取りにより調査項目の妥当性検討

(3) 第 2 回養蜂家生産費調査部会

日時：平成 25 年 10 月 21 日（月）13 時 30 分～15 時 30 分

場所：馬事畜産会館 6 階日本養蜂はちみつ協会会議室

検討内容：

- ①第 1 回養蜂家生産費調査部会(6 月 25 日)及び現地調査委員会(8 月 2 日、3 日)の確認

②蜂家生産費調査の今後の進め方について（調査対象、現地調査及び調査方法等）

（４）養蜂家生産費調査部会現地調査委員会

日時：平成 25 年 11 月 18 日（月）10 時～16 時

場所：一般財団法人桜華会館八重桜

検討内容：

①養蜂家への生産費聞き取り調査

（５）第 3 回養蜂家生産費調査部会

日時：平成 25 年 12 月 2 日（月）14 時～16 時

場所：馬事畜産会館 6 階日本養蜂はちみつ協会会議室

検討内容：

①養蜂家生産費調査部会現地調査（11 月 18 日）の取りまとめ結果について

②今後の進め方について

（６）第 4 回養蜂家生産費調査部会

日時：平成 26 年 2 月 24 日（月）13 時 30 分～15 時 30 分

場所：馬事畜産会館 2 階会議室

検討内容：

①平成 25 年度養蜂家生産費調査部会のとりまとめについて

②今後の調査の進め方について

2. 養蜂家生産費調査の実施

平成 25 年 8 月 3 日（土）に九州の 2 戸の養蜂家から、また 11 月 18 日（月）に東海地方の 7 戸の養蜂家から、生産費調査を実施した。東海地方の養蜂家の調査は、事前に部会で用意した質問票（別添）の調査項目に沿った形で行われた。ここでは、そのうちの 1 戸の養蜂家の 1kg 当たり生産費を検討する（表 1）。

養蜂家には、費用に係る項目のほか、売上（蜂蜜売上、貸蜂売上（ポリネーション販売））や仕入に係る経費（ロイヤルゼリー、プロポリス、等）なども聞き取り調査した。これらの売上に占める比率から、蜜生産に係る費用を按分した（ポリネーションや仕入れに係る経費と区別した）。また、1kg 当たりの生産費を求めるため、養蜂家には、蜂蜜年間生産量（単位は kg）も調査している。ただし、生産の基となる蜜源植物は一絡げにしている。

便宜的に、青色申告決算書の経費合計から租税公課と給料賃金を除いたものを物財費の計とした（もちろん、租税公課の原価性には議論があり、今後の検討課題でもある^{注1)}）。

表 1 および表 2 に、2 戸の養蜂家の蜂蜜 1 キログラム当たり生産費（平成 25 年 11 月調査）を示す。これによると、1kg 当たり生産費に占める労働費の割合が養蜂家 A では 58%、養蜂家 B では 74%であり、養蜂業がいかに労働集約的であるかなどがわかる。一方で、償却費を含めた物財費の詳細については把握が困難であったため、今後の課題とした。

今年度は、9 戸の養蜂家を調査した。調査するうえで多くの制約があり、課題も山積している調査であったが、これによれば、1kg 当たり生産費は、最小の農家で 1,680 円、最大 3,547 円であった。表 1、表 2 の結果を含めて、あくまでも課題の多い現段階での調査結果であることを強調しておきたい。

注) 聞き取りによれば、租税公課には、例えば、転飼の場合、転飼先の組合に納める費用なども含まれている可能性があり、これが大きな費用になっていることが多いということであった。

3. 今後の検討課題

最後に、今年度の調査部会および現地調査委員会での検討を通じて明らかになった今後の主な課題を挙げる。

第 1 は、労働費の再検討である。労賃単価の検討はもちろん、労働時間について自らの年間労働日数を 180 日と申告される農家もいれば、360 日とされる農家もいた。これをどう考えるか。蜜生産に直接かかわる時間と販売にかかわる時間を区別する必要があるなどの課題もある。

第 2 は、売上高について、公表する必要があるかの検討である。蜂蜜売上と貸蜂売上の比率や、蜂蜜を自家生産したのか購入（仕入）したのかの按分を把握するうえで、売

上高は計算上必要なデータであるが、この扱いの検討である。

第3は、蜜源植物別にみた生産費の検討である。今回の調査では、便宜的に、レンゲ、百花、アカシヤなど生産に用いられる蜜源植物を一絡げにして算出したものであり、これをどうするかも課題である。

第4は、定飼および転飼の扱いである。これらは、費用の項目の中では、輸送費（旅費交通費）に係る生産活動である。調査結果から、定飼型の養蜂家と転飼型の養蜂家では、決算書において、旅費交通費に大きな違いがあることがわかった。今後は、養蜂家の各々のタイプ（定飼・転飼）を分類したうえで、調査する必要がある。エリアを定め、ある程度近くの地域で巣箱を設置する転飼の場合は「定飼」の扱いにするなどの検討が必要かもしれない。

第5は、経営規模の把握である。養蜂家を使用した蜂群数の規模などの把握である。

第6は、建物・自動車・農機具に係る償却費の把握である。

第7は、今回の調査で算出した生産費は、資本利子や地代などが含まれた全算入生産費にはなっていない。これをどうするかも課題である。

今後は、養蜂家生産費の調査の精度をより高めるべく努力してゆきたい。

（中川 隆）

別 添

養蜂家生産費調査 質問票

養蜂家名 _____ (_____ 県 _____ 市)

1. 経営概要

	回 答 欄	備 考
1) 経営開始年	年	
2) 家族構成		
労働力	人 (内訳)	
年間労働時間 (経営者、妻、後継者 など、労働力の人別に 記載して下さい。)	時間/年 時間/年 時間/年 時間/年	
家族労働力の 労賃単価	円/時間	
3) 雇用労働力 の有無	有 無 (どちらかに○をして下さい。有の場合は 以下の2つの項目にもご回答ください)	
	年間雇用日数	日/年
	雇用賃金	円/日
4) 農地面積	①自作地	ha
	②借地	ha
5) 栽培作物の概要	①米など	ha
	②その他 (ha)

2. 養蜂部門生産費（物財費を中心に）

	回 答 欄	備 考
1) 蜂蜜の年間生産量（単位：一斗缶（24 kg））	缶	
生産額	円	
近年の推移		
2) 蜂蜜（自家生産）売上と貸蜂売上の比率	（蜂蜜売上） （貸蜂売上） _____ : _____	
3) 蜜源植物別生産量（単位：一斗缶（24 kg））	（蜜源名） ・（ ） 缶 ・（ ） 缶 ・（ ） 缶 ・（ ） 缶	
4) 物財費		
・飼料費	円	
・光熱費	円	
・償却費	建物 円 自動車 円 農機具 円	
・衛生費	円	
・器具費	円	
・その他（諸材料費、等）	・（ ） 円 ・（ ） 円 ・（ ） 円 ・（ ） 円	

*とくに、物財費については、決算報告書等の資料を頂ければ幸いです。

5) 副産物価額 (聴取可能であれば)	円	
6) 自作地地代、等 (聴取可能であれば)	円	

表1 養蜂家Aの蜂蜜1キログラム当たり生産費(平成25年11月調査)

1kg当たり	物財費										労働費			費用合計	
	計	飼料費	光熱水料及び動力費	衛生費(医薬品等)	建物費		自動車費		農機具費		その他	計	家族		雇用
					小計	購入	償却	小計	購入	償却					
837	47	22	13								1,160	791	369	1,997	

注: 聞き取りおよび「平成24年分所得税青色申告決算書」を基に作成。

単位:円

表2 養蜂家Bの蜂蜜1キログラム当たり生産費(平成25年11月調査)

1kg当たり	物財費										労働費			費用合計	
	計	飼料費	光熱水料及び動力費	衛生費(医薬品等)	建物費		自動車費		農機具費		その他	計	家族		雇用
					小計	購入	償却	小計	購入	償却					
889	51	34	28								2,503	2,429	74	3,392	

注: 聞き取りおよび「平成23年分所得税青色申告決算書」を基に作成。

単位:円

養蜂家視察写真



ポリネーター利用実態等調査事業報告書

2014年3月発行

発行者 一般社団法人 日本養蜂協会
〒104-0033 東京都中央区新川二丁目6-16
TEL 03-3297-5645
—著作権所有、禁転載複製—

印刷所 京和工業印刷株式会社
〒160-0022 東京都新宿区新宿1丁目18-6
(非売品)