

## 熱帯におけるポリネーションと養蜂

松香 光夫

国連の食料農業機関 (FAO) から「熱帯作物のポリネーション」と題するハンドブックが出されている (Roubik, 1995). 196 ページであるが, A4 版 2 段組みでページ余白も少なく, 情報量の大変に多い密度の高い本である. 環境が人工的になりすぎた先進国で野生ポリネーター (送粉者) が減少し, 食料生産のための花粉媒介 (ポリネーション) のために, ミツバチなどヒトが管理できるポリネーターの利用が進んでいるが, そこで得られたヒトと自然と食料生産に関する知恵を, これから多くの問題が顕在化する熱帯にあてはめられるように, また, そうすることによって熱帯における食料生産に資するために, 編まれた意欲作である. 熱帯で, 作物生産を上げようとしている技術者が対象であるが, そういうチャンスの多い日本の若者や関係分野の研究者にもぜひ読んでいただきたいと考えて, やや詳しく紹介したい.

章立てと執筆者は次の通りである.

1. 1 序論 (Roubik, この本の編者でもある)
1. 2 ポリネーションの基礎 (Sihag, Kevan)
1. 3 その応用 (温帯地域) (Macfarlane)
1. 4 同 (熱帯海洋諸島地域) (Macfarlane)
1. 5 同 (熱帯大陸)  
(Kevan, Mbaya, Roubik)
1. 6 ポリネーター個体群の操作 (Krell)
1. 7 将来へむけて (Torchio)
2. 1 人工的な個体群密度の増大 (Krell)
2. 2 ポリネーターの評価  
(Macfarlane, Davis, Roubik)
2. 3 花生物学とその研究法  
(Davis, Buchmann, Kevan)
2. 4 ポリネーターと花の関係 (Kevan)

2. 5 熱帯農業への利用—ケーススタディー
2. 6 情報源

付録として, 用語集, 作物一覧 (1330 種の作物の学名, 一般名, 用途, 分布, 繁殖特性, ポリネーターの種類を含む), ポリネーション契約書サンプル (2 種), 農薬の毒性度がついている.

### 第 1 部 一般論

1. 1~1. 7 はポリネーションの基礎と, その一般的な応用編である. 読者は前者については Proctor et al. の近著 (1996) を, また, 作物への応用については Free (1993) や, 少し古い Mcgregor (1976) を最も頼りになる参考書として利用できるが, それらのエッセンスを熱帯向けにまとめたという感じである. 1. 2 はポリネーションの原理, 経済的重要性とポリネーターの保全について述べ, ポリネーターを脅かす 4 つの要因として, 農薬, ハビタットの破壊, 病気, ポリネーター間の競争をあげている.

1. 3~1. 5 ではポリネーションの応用を地域別にまとめている. ポリネーターとして認められる分類ごとの種数を表 1 にまとめたが, 利用の実際にはハナバチ類が中心になることはいうまでもないだろう. 中でも研究が進んでいるのは温帯地域 (1. 3) であるが, これは熱帯の高地にそのまま当てはまるという考え方で, 12 科, 21 グループの作物ごとに生産上の特性とポリネーターの役割が扱われている. その中で作目の多いのはバラ科, マメ科がそれぞれ 6, 5 グループであるが, 特に熱帯では後者が優勢である上, ミツバチ以外のハナバチが活躍する点で, ページが多く割かれている. 本文中での文

表1 熱帯におけるポリネーターの種数\*

ポリネーターの種類	新熱帯	アフリカ	アジア	大洋州
鳥 類	434	162	177	308
ハナバチ	5,620	3,200	3,200	2,570
カリバチ	800	805	805	1,435
ハ エ	2,940	3,030	3,030	4,856
コウチュウ	10,000	10,000	10,000	13,565
チ ョ ウ	6,340	5,675	5,525	1,570
哺乳類	164	40	175	35

\* >1000 などの概数を 1000 のように最低数として計数, これらのほかにアザミウマ類 500 種が全世界に加えられる。

献の引用自体は少ないが, 参考として細かい字であげられた文献数は 245 と最も充実している。これらについては松香 (1996) も参考にしていただきたい。

1. 4 は海洋諸島の章で, カナリー諸島など大西洋の 9 地域 1. 6 万 km<sup>2</sup>, アンダマン諸島などインド洋の 12 地域 2.0 万 km<sup>2</sup> と, ソロモン, ニューカレドニア, フィジー, ハワイなど 27 地域 115 万 km<sup>2</sup> の地域ごとに, ミツバチの存否, その導入があればその時期, クマバチ, ハキリバチ, その他のハナバチの存否あるいは種数, 訪花性の鳥類, コウモリ類の種数を示した表がある。太平洋では琉球, 小笠原諸島が含まれているせいで, 日本人の文献が散見される。もともと, 海洋に散在した島ではそれぞれの固有生物種を持っていることが多く, ポリネーターの種数は貧弱なのが一般的で, むしろ, 鳥類, コウモリ類の方が活躍したりする。人口の少ない島では作物も大規模生産にはなりえ

ず, 太平洋島部のココナツが最大の生産量を持つ程度である。それ以外のこの地域の作物として, ココア, パッションフルーツ, マカダミア, スイカなどが扱われているが, 文中に現れるポリネーター相も貧弱である。

1. 5 では本来の課題であるべき大陸熱帯 (アジア, アフリカ, アメリカ) を扱っているが, ポリネーション研究の層の薄さが露顕していると言うほかはない。

熱帯アジアの現状を作物を 8 類別して述べている。最も特徴のあるのが果実およびナツツである。ミカン類, バラ科果実について述べたのち, いわゆる熱帯果実として, 昆虫が必要なアボカド, ナツメ, マンゴや, スズメガの媒介が主なパイヤ, コウモリによるドリアンなどの多様性が紹介されている。ジャックフルーツ, サボテ, マンゴスチン, グアバなどは昆虫媒と思われるが, 効果のほどは明らかでないという。その程度に研究が遅れているということである。その後に記述は簡略ではあるが, 穀類 (これはほとんど昆虫が関与していない), 野菜, スパイス・薬草類, 油料植物, 牧草, 林木, 繊維・ゴムなどについて興味深い記述がある。

セイヨウミツバチの原点でもあるアフリカでも, ポリネーターとしてのハナバチ類の貢献度についての理解がないせいか, 外来の作物, 外来のハナバチに関する記載以外にはほとんど見るべきものがないような現状を感じさせる。それでも, この章の著者はてがかりを求めて 118 編の文献を並べている。ただし, そのうち約 20 編が国際ミツバチ研究協会 (IBRA) の主催する国際熱帯養蜂会議などの報告集によるもの,

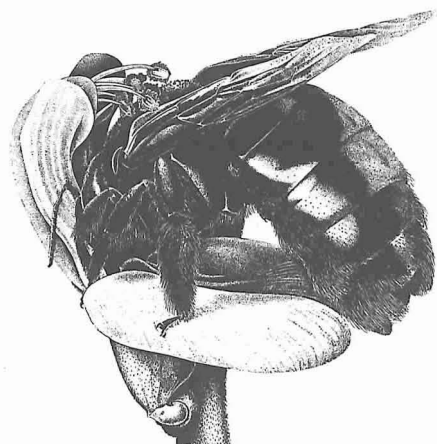


図1 本の表紙にも示されている挿絵—ナタマメを訪花するクマバチ

10 編が South African Bee Journal に掲載されたものと、出典が限られている傾向がある。

熱帯アメリカのポリネーターに関する特徴は、多くは触れられていないがハリナシバチと、養蜂の形態を一変させたアフリカ蜂化ミツバチの存在である。この地域では在来作物の種数は多いが、ポリネーション生態学はここでも弱く、主流はむしろ移入作物中心となっているようである。34 グループの作物について、それぞれ簡単に傾向が述べられている。

1. 6 は観点を変えて、近代農業の不自然さや、それに関連する人工的なポリネーターの持ち込みを抑えるアイデアを提供している。野生のポリネーターを維持するためのハビタット保全の共通点は、できるだけ多様な地域在来作物をを確保する、殺虫剤を用いない、ハビタットパッチ間のルートを確保してポリネーターの移動を可能にする、農業生産に結びつくようなハビタット数を確保する、などである。そのためわけがき、庭園、川沿いの疎林、小区画の林、二次林、栽培蜜源植物などがヒントになっている。これらはポリネーターを意識したものとはいいながら、やや抽象的でこの本の趣意から外れ気味の感がある。それを補う実際的な情報源として、相談に乗ってくれる団体 (IUCN, FAO, オランダのワーゲニンゲン大学など、17 か所) が紹介されている。生態学から、いわゆる環境科学関連の参考書が多く挙げられており、広がりがある。

1. 7 は今後の課題として「アメリカにおけるポリネーション戦略の多様化」というタイトルの Torchio (1990) の論文を再掲している。熱帯を意識したものではないが、ポリネーター個体群数の増大の必要性、そのための実践、多様なハナバチ類の利用などを提案した論文で、この本の編者が、熱帯においても同様の戦略の必要性を認めた結果であろう。

## 第2部 実践への道

2. 1 人工的にポリネーターの効果を増大させるために常に考えるべきことは、ポリネーターの種類、作物による誘引力の強さ、殺虫剤の

存否、畑の広さ、ポリネーターのハビタットからの距離である。これらにあった作物の性質の改善と同時に、ポリネーターの側でも選択育種をしていく必要がある。条件が揃ったなら、ポリネーターを持ち込むことになるが、その行為のアセスメントに基づいてきちんとした契約を交わし、一定の技術で、経済性を考慮して実施しなくてはならない。これらは言うは安いが行うには意外に時間もかかることになることを覚悟しておかねばならない。

2. 2 ポリネーターと花の関係を論じたのち、効果の査定にかかる。そのポリネーターの送粉効果は、柱頭との接触様式と頻度、花粉の運搬量、送粉の質、訪花数と時間、花への好み、利用の容易さなどにかかってくる。これらを知ったら、それに基づいて必要なポリネーターの数を算出できる。

ポリネーター必要数＝

$$\frac{\text{開花数} \times \text{結果までの訪花数}}{\text{訪花数}/h \times \text{労働時間}/d}$$

2. 3 花生物学の章では、蜜腺の構造や、蜜の量、その化学的組成・分析法について述べ、次に花粉に関連して開葯の生理学、花粉の化学、収集と同定など、技術的な点を抑えたあとで、植物の生殖生理学に簡単に触れている。

続いて2.4では、ポリネーターの行動と花との関係を述べる。ここで紹介されているのは、ダンス言語、植物個体間の移動、花上での行動、記憶と定花性である。この間の花の状態として、開花段階の時間的経過や、個体上の開花の順序などを示すフェノロジーが認められ、効率のよいポリネーションを確保するために、これを理解しておく必要が強調される。

2. 5 では熱帯農業におけるポリネーター利用の実例(ケーススタディ)が述べられている。熱帯作物の開花のテンポには2系統があり、マンゴ、ランブータン、ゴムのように年に1~2回の流蜜のあるものと、6~7回のココア、スターフルーツ、パッションフルーツなどである。前者は1時期に集中するので、セイヨウミツバチタイプの移動養蜂が適しており、後者には定地型の管理がよい。

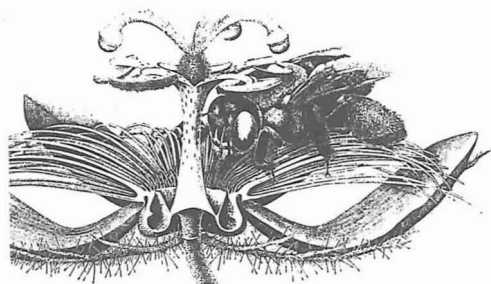


図2 パッションフルーツとコシブトハナバチ科の *Centris* sp. (花は散面図)

1) 東南アジアの場合: まず, ココナッツ, スターフルーツに対するトウヨウミツバチ, セイヨウミツバチに範をとった巣箱のデザインが紹介されているが, 私たちの経験ではまだ改良の余地があると考えている. 本文では移動養蜂を中心に考えているようであり, 目的地に持ち込むタイミング, 天敵としてのアリよけ, 競争する顕花植物の排除, 蜂群管理技術の向上と栽培農家との契約, 零細養蜂家の場合には組合方式の導入などが勧められている.

クマバチとパッションフルーツの組み合わせについての記述は興味深い. ポリネーターはこの植物に花粉を期待せず, 蜜を集める間に背中についた花粉が次の花に送粉されることになる. したがって大型のハチであるクマバチが適任である. 主に午後には流蜜があるので, ハチにとって必要な花粉は別の時刻に集められるように花粉源植物を配慮し, 午後は効率よく蜜を求めた訪花をさせる. 人工巣も独特である. ミツバチの巣板間隔にならって, 2.1cmの厚さの板そのものが巣板となる. このハチは固いあごで木に穿入するからである. その他に管理上の留意点も述べられている.

2) アブラヤシ: アフリカ原産でアジアに持ち込まれた時には送粉は人手に頼っていたが, 昆虫, 特にゾウムシが有効なポリネーターであることがわかって, 1981年に慎重な植物検疫をへてマレーシアに持ち込まれ, 大成功を収めた. そのコツはここでは省略する.

3) ハリナシバチ: 巣が小さい, 防衛行動が激しい, 特殊な巣に住む, 花を傷める習性もある, など不適当な性質をもつものが多いのだが, も

ともと非常に種類が多いので, 使いやすいものを選んでポリネーターとして役立てることが期待できる. 巣箱あるいはそれに準ずる容器も適性は広く, 大きすぎたり, 内部の湿度が高すぎたりしなければよい. 群を増やすには人工分蜂が必要である. その際の注意点, その他の管理技術が述べられている.

4) 2種のミツバチ: セイヨウミツバチとトウヨウミツバチを, 熱帯で利用する時の注意を含めて書いてあるが, これらについては色々な文献もあるので, ここでは省略したい.

5~6) 単独性のハナバチ: ある種のハキリバチや, クマバチが特定の作物のポリネーターとして有用なことが知られ, これらを人工的に飼養する試みもある. とともにトンネル状の孔が好きなので, それを利用した工夫がいくつかあり, また, 第6の項として野生のハチをトラップして使うコツが述べられている.

### 熱帯の養蜂

1992年9月にトリニダード・トバゴで, 第5回熱帯養蜂会議が開催された (IBRA, 1994). この会議の由来については松香 (1994) を参照されたい. 国内の参加者が100余名, カリブ諸国15地域から数名ずつ, IBRAの主催であるからイギリスの20名が海外からは最大の参加で, アジアからはインドネシアの6名を筆頭にタイから3名, マレーシア, パキスタン, サウジアラビア, ソロモンの各1名, その他南北アメリカ, アフリカ, ヨーロッパ22か国からの参加者があった.

この会議の総集録 (IBRA, 1994) をみると, 7つのセッション (A~G) で48題が掲載されている (発表はさらに多数あったものと思われる. 原稿が適正に提出されたもののみを収録したことを断っている). 総集録でみるかぎり, タイプ (ワープロ) で3~4ページの本文が多く内容が散漫な感じである. この印象は, この会議が養蜂あるいはミツバチ科学のレベルの遅れている熱帯を中心に行われていることからくる必然の結果と, 開発途上国どうしの現状報告と情報交換に, より大きな意義があることが原因

ともなっているであろう。また、セッションごとに内容の重複もあり、このような会議の難しさを感じさせられる。これらの点は私たちが主催するアジア養蜂研究協会の大会でも同様の感想にならざるを得ない。それはそれで意味があると考えたい。

セッション A はアフリカ蜂の逃去を扱った報告が 1 題のみである。B はミツバチの管理を扱う 8 題が含まれているが、巣箱の管理から、生産物の管理や治療効果までが含まれており、その他もろもろといった印象である。C はミツバチと環境。森林のくらしを扱った 1 編を除き、アフリカや中南米の蜜源植物や花粉分析にかかわる 7 題。最近では常に大きな項目となっているダニなどの害敵を扱うセッション D は、5 題と少なめで、多様な内容を含み、かえって散漫なタイトルが並んだ。熱帯養蜂ではセッション E に代表されるミツバチと開発も、常に重要である。ここでいう開発は環境破壊につながるものではなくて、養蜂振興というような意味あい、各国の現状を報告しあうセッションである。中では先進国側から、FAO の活動についての報告や、スウェーデンの Svensson の小規模養蜂者におけるミツバチ生産物処理における適正技術という報告は、参考にすべき点が多いようである。

F, G のセッションは、アフリカ蜂化ミツバチ (8 題) とハリナシバチ (10 題) を扱い、開催地の利を生かしたものであった。筆者は個人的に後者に興味を持っているところから、いずれも面白い報告と思うが、7 題がオランダ・ユトレヒト大学の Sommeijer が関係した報告で、彼がカリブ地域からコスタリカにかけて精力的に活躍し、ハリナシバチの生理・生態学に取り組んでいる様子がうかがえる。

第 5 回の会議から 4 年目になる 1996 年は 8 月にコスタリカで第 6 回が開催された。この 4 年間の進展の様子はいかなるものであろうか？

\* \* \*

こうしてみると、熱帯の養蜂という観点からは、ポリネーションに関する報告がほとんど無く、ポリネーターの研究が遅れていることをう

かがわせる。わずかに、Sommeijer たちがコスタリカで飼養しているハリナシバチの花粉採集戦略という発表と、マレーシアの Mardan がクマバチの人工大量飼育法について (セッション E) 述べたものだけであり、これらもポリネーションを直接扱ったものではない。先に紹介した書物のアジアでのクマバチ該当部分は同じ著者によるものであり、熱帯養蜂会議の内容が生かされているといえる。

#### 主な参考文献

- Free, J. 1993. *Insect Pollination of Crops*. 2nd ed. Acad. Pr., London. pp. 684.
- IBRA. 1994. Proc. 5th Int. Conf. Apicul. in Tropical Climates. pp. 303. IBRA.
- 松香光夫. 1994. 熱帯養蜂の現状と問題. ミツバチ科学 15(2): 75-80.
- 松香光夫. 1996. ポリネーターの利用. サイエンスハウス. pp. 153.
- McGregor, S.E. 1976. *Insect Pollination of Cultivated Crop Plants*. USDA Agr. Handb. No. 496. Wash. D. C.
- Proctor, M. et al. 1996. *The Natural History of Pollination*. Timber Pr., Oregon. pp. 479.
- Roubik, D. W. ed. 1995. *Pollination of Cultivated Plants in the Tropics*. FAO Agric. Serv. Bull. 118. pp. 196. FAO.
- Torchio, P. F. 1990. *Environ. Entomol.* 19: 1649-1656.
- MATSUKA, MTSUO. *Pollination and beekeeping in the tropics. Honeybee Science* (1996) 17(4): 164-168. Honeybee Sci. Res. Center, Tamagawa Univ., Machida-shi, Tokyo 194 Japan.

FAO Bulletin No. 118 edited by Roubik (1995) and Proceedings of the 5th International Conference in Tropical Climate (IBRA, 1994) are introduced with comments on beekeeping in the tropics.