

フィリピンにおける養蜂研究と花粉媒介研究

C. R. Cervancia

養蜂学とはハチミツ、花粉、ローヤルゼリーなどミツバチ生産物の生産と、作物の花粉媒介者としての利用とを目的としたミツバチとその飼養に関する科学である。蜂が花粉媒介に果たす役割は大きく、送粉生物学（ポリネーションの生物学）研究に蜂は不可欠の要素である。

本稿ではフィリピンの養蜂学研究と花粉媒介者としての昆虫に関する研究についてまとめる。

初期の養蜂学

国内の養蜂業の歴史については Gabriel (1981) と Pablo and Bustamante (1985) の総説がある。最初のセイヨウミツバチ導入の記録は Schultz (1913) によるもので、次いで第二次世界大戦以前に政府の植物産業部が繰り返し輸入、飼養を試みたが、人材・器材ともに不足して、不成功に終わっている (Otones, 1929)。

戦後、セイヨウミツバチ導入の試みは再開されたが、カとハエ防除のための DDT 大量散布で深刻な被害を受けた (Otones, 1950; 1952)。1955年にティアオン試験場で飼育が始まったがこれは台風の来襲で維持できなかった。

停滞するフィリピン養蜂に突破口を開いたのは寄生ダニ、ミツバチヘギイタダニの確認 (Delfinado, 1963) であった。蜂群の建勢を妨げる主因としてこのダニが疑われた。また各地で確認されたミツバチを系統別にまとめ、それぞれの形態の比較、確認が容易になった (Baltazar, 1966)。

本格的なミツバチ研究は米国コーネル大学の Morse 博士のフィリピン大学ロスバニョス校

(UPLB, p. 45 参照) 昆虫学部における指導から始まった。ロスバニョス校の Laigo 教授との共著により Extension Bulletin (1968) と *Apis dorsata* Monograph (1969) が出版された。またミツバチを捕食する鳥類 (Morse and Laigo, 1969b) とミツバチ寄生ダニ (Laigo and Morse, 1969; Morse 1969; Laigo, 1973) の調査が行われた。

Morse 博士の帰国後もミツバチと花粉媒介の研究は昆虫学部の学生に引き継がれ、いずれの研究でも、昆虫を花粉媒介に利用すると作物 (ウリ、アオイマメ、カシュー、ココヤシなど) の増収が認められた。

花粉源、花蜜源の調査とミツバチコロニー建勢の研究は Nerona (1971) と Eroles (1972) が、それぞれ行った。Cadapan et al. (1982; 1983) はトウヨウミツバチを用いた養蜂について、その生物学的な側面とハチミツ生産を研究した。

養蜂の大敵は捕食者と寄生者である。Cervancia and Aspiras (1987) はミツバチヘギイタダニの生物学とその防除法を研究した。市販の殺ダニ剤の他に各種の植物の利用を試み、*Hyptis suaveolens* と *Gliricidia sepium* が殺ダニ効果が高いことがわかった。

表 1 国内のハチミツ生産量

ミツバチ	ハチミツ 生産量(t)	t 当り単価 (ペソ)	合計 (百万ペソ)
セイヨウミツバチ	180	150,000	2.7
トウヨウミツバチ	2	150,000	0.3
オオミツバチ	8	150,000	1.2
計	200		4.2

表2 年間ハチミツ輸入量

年	輸入量(t)
1986	66
1987	60
1988	81
1989	25
1991	79

フィリピン農産業年鑑より

ハチミツ生産と輸入

国内の大部分の地域（ターラック島，パンパンガ島の一部などピナツボ火山の土石流で埋没した地域を除く）で養蜂は可能と考えられる。年間ハチミツ生産量を表1に示す。これは飼養下の蜂群での推計で，野生のオオミツバチ，トウヨウミツバチ群から収穫されたハチミツがそれぞれ数t加わると思われる。

専業養蜂家の生産するハチミツの約80%は最低30kg単位で売買される。小規模経営では直接消費者に200ペソ/kgで売っている。ハチミツの流通における最大の問題は混和ハチミツの激増である。砂糖液にレモンやバニラの匂いをつけたものをハチミツと称したり，砂糖液を給餌して巣房に貯められたばかりのものを収穫したものが横行する。この問題についてはTilde and Payawal (1992)の報告がある。野生巣から収穫されたハチミツは純粋であるが水分が過剰である(22%以上)。

純粋で良質なハチミツの需要を国内産では賅いきれないため，オーストラリアと米国からハチミツが輸入されている。1986年のNEDAの報告では1985年の年間輸入量は約0.4tである。翌年からの輸入量を表2に示した。

ハチミツ生産の経済学

Magsaysay (1994)がハチミツ生産のコスト分析をカピテ近郊にある蜂場で行っている(表3)。この地域にはミツバチの花蜜源，花粉源となる養蜂植物が大変豊富にあり，農薬の使用も抑えられている。また，蜂場は高地にあり，涼しいので蜂群維持には良好な環境である。

表3 巣箱による養蜂の収支

A 初期投資		D 次年度投資	
1 蜂群	1700	1 女王蜂	700
2 巣箱	1983	2 巣箱	2175
3 その他	1052	3 その他	2162
合計	4735	合計	5037
B 初年度予想		E 次年度予想	
収量	25kg	収量	60kg
売り上げ	5000	売り上げ	12000
C 増加資産			
蜂群→2群			
空巣脾			
初年度粗利 (売り上げ-投資)	265	次年度粗利 (売り上げ-投資)	6963

地域別飼養蜂群数

表4に地域別蜂群数を示す。巣箱で飼養されているトウヨウミツバチ群は少ない。現在専業養蜂家は約300名おり，ほとんどの人がセイヨウミツバチを飼っている。

養蜂の形態

森林には野生群が多数生息し，その巣を煙でいぶして蜂を追いやり，ハチミツを収穫するハニーハンティングが行われている。しかし新しい養蜂の研修やセミナーが行われ，トウヨウミツバチの野生群を巣箱に取り込む方法や，オオミツバチの巣を燃さずに蜂を追いやる方法を学んだ地域では減っている。しかし養蜂普及事業が進んでいない地域もまだ多い。

トウヨウミツバチ養蜂には多くの課題がある。適応戦略としてトウヨウミツバチが持っている逃去傾向は養蜂にとって大変不都合な性質である。分隔板を入れる，巣板を小さくする，

表4 各地の飼養蜂群数

	ルソン	ビサヤ	ミンダナオ	計
セイヨウミツバチ	2000	500	3500	6000
トウヨウミツバチ	300	50	100	450

古い巢板を取り除く、巣箱の底を週2回清掃する、巣箱を涼しい場所に置くなどの対策を講じると、逃去を最小限に食い止められる。

もう一つの深刻な問題が農薬の被害である。農薬が多量に使用される耕地や大農園では蜂群を維持できない。花粉媒介を行うミツバチや他の昆虫を守るために、開花期には農薬散布を行わないことが守られるべきである。Cervancia and Alviar (1990) は、セイヨウミツバチに対する5種類の農薬の毒性を調査し、5種中マラソンが最も成蜂に対して低毒性であるとした。

セイヨウミツバチを飼う養蜂家は欧米やオーストラリアの一般的な飼養方法を実情にあわせて修正している。特に暑い時期には巣箱内で適当な換気が行えるよう注意している。専門家の多くは移動養蜂を取り入れている。

ミツバチの害敵

ミツバチ、特にセイヨウミツバチに最も深刻な害を及ぼしているのは寄生ダニのミツバチヘギイタダニとミツバチトゲダニである。適切な対策をしなければ蜂群の維持は困難である。多く使用される殺ダニ剤はFolbex (chlorobenzilate) とくん煙紙 (Tetradifon) で、最近ではアピスタン (fluvalinate) も用いられる。養蜂家は普段は葉草類 *Premna odorata* や *Andropogon citratus* (レモングラス) などを利用する。巣箱内にこれらの葉を敷き、ダニの多いときには毎週新しいものと替える。これで35%程度の抑制効果がある。巣箱の蜂児を減らしてダニの世代交代を抑える方法をとる養蜂家もいる。

Lara (1993) はミツバチの血球について、ダニの寄生の有無で差を見出している。寄生されていない群の蛹には原白血球、プラズマ細胞と顆粒細胞が見られ、寄生された蛹からは原白血球とプラズマ細胞だけが認められた。

トウヨウミツバチ群はハチノスツリガの被害が大きいが、これには巣箱の底板のこまめな清掃、使っていない巢板の保管、ハチノスツリガのいる蜂ろうの完全焼却などの衛生管理の徹底が効果がある。

アマツバメ *Chaetura dubia* やハチクイドリ *Merops* sp. などのミツバチを捕食する鳥類の被害もある。Sila (1989) のケソン県における調査ではかなりのミツバチが捕食され、蜂群のミツバチ数が減ることが示されている。1羽のアマツバメが300匹もの蜂を食べることがあり、かなりの採餌蜂がその餌食になっていると思われる。対策としては蜂場にかすみ網を仕掛けたり、巣箱をあまり1か所に集中せず、10~20群ずつに分けて配置し、鳥に気づかれないようにするのがよい。Alvaro (1994) はアマツバメの消化器官を調べ、ミツバチがその主要な食糧であると分析している。

スズメバチはセイヨウミツバチの捕食者であり、1回の攻撃で7匹ものミツバチを捕らえられる。スズメバチが多いときは巣箱の前にスズメバチ用のトラップが必要である。このほか、カエル、トカゲ、ゴキブリ等が害敵である。

病気

アメリカ腐蛆病 (AFB) とヨーロッパ腐蛆病 (EFB) があるが、EFBのほうがより広範にみられ、AFBは数群に観察されただけである。チョーク病は雨期に多くみられるが特に対策は必要ない。EFBにはテトラサイクリンを使うが、AFBの場合は蜂群は焼却処分される。サックブルード病もわずかに報告されている。

Malabanan (1994) は南タガログ地方のセイヨウミツバチとトウヨウミツバチ群で見つけられた、ミツバチトゲダニとミツバチヘギイタダニを含む24種のダニを同定している。これまでの調査ではフィリピン国内でアカリン病は見つかっていない。

ミツバチ種

フィリピンにはクロコミツバチ、トウヨウミツバチとオオミツバチの3種が在来種である(セイヨウミツバチは導入種)。クロコミツバチはパラワン島で採集された (De Guzman et al., 1992)。Gabriel (1991) や Ruttner (1988) はパラワン島にいる小型のミツバチはコミツバチのみと報告したが、今のところパラ

ワン島でもその他の地域においても、訪花するコミツバチの姿や、その巣は確認されていない。クロコミツバチをコミツバチと報告したのではないと思われる。パラワン島のクロコミツバチの形態をタイ産のコミツバチと比較した。クロコミツバチの働き蜂は一般に体色が黒く、後部脛節には黒い毛があり、肘脈指数は6.01でコミツバチ(2.8)より大きい。また非常に防御的で、巣に近づくとシマリングで威嚇する。巣はコミツバチと同様の一枚巣で木の枝の下側や藪の中につくられる。

ミツバチ研究、養蜂指導組織

フィリピン大学ロスバニョス校のミツバチに関する多種のプロジェクト、関係分野の研究と、養蜂普及部門との相互協力と調整を効果的に進めるために1980年2月に養蜂プログラムがはじまった。主な目的は以下の通りである。

1. 養蜂に関する研究、指導、関連普及事業をフィリピン大学ロスバニョス校に一元化。
2. モデル蜂場の開設。同時に養蜂、ハチミツ、蜂ろう生産関連研究に供試。
3. 小規模農民支援の活動や新たな収入を作り出す計画に適した養蜂プランの策定。
4. 大規模、小規模養蜂に関する各種多様な研修の実施。
5. 生産的な事業としての養蜂と、その農業、森林の生態系維持における重要な役割への理解を促進。
6. ハチミツの品質検査機能を持つ、市販ハチミツの品質検査センターを開設。



図1 養蜂プログラムの研究会で

7. 養蜂家に対するサービスセンターとして蜂群管理、蜂ろう、ハチミツの生産と販売に関する相談を受け、優良な系統の女王蜂や交尾群を供給。

開設以来すでに12期の研修が行われ、のべ188名が参加した(図1)。上級者の研修には女王蜂の人工受精の実習やハチミツの品質検査に必要な物理学的、化学的分析方法の習得も含まれる。

ミツバチの病気対策や花粉媒介に関するアドバイスなど広範な相談にも応じており、その対象はフィリピン全地域に及んでいる。

その他の養蜂組織

フィリピン北部では養蜂技術の習得のために養蜂訓練開発センターが開設された。同センターは地域の養蜂家のための技術サービスも行っている。

セブ養蜂家協会、パナボ養蜂家協会、フィリピン養蜂多目的組合など各地に養蜂関係の団体が結成されている。アジア養蜂研究協会の地域支部も作られた。

養蜂産業の発展に伴い新たに全国組織、フィリピン養蜂家ネットワーク基金(BEENET PHILIPPINES)が結成された。これには国内の養蜂関係者の9割が加盟しており、養蜂産業の保護、向上、育成のために国内の助成、活動や計画を調整するものである。その活動目標は次のようなものである。

- ミツバチとその生産物の品質基準の策定。
- 養蜂振興事業の計画と推進。
- ミツバチ研究と振興事業のための資金調達と、各地のセンターへの分配とその用途の把握。
- 国外のミツバチ生産物と競争できる国内製品を目指したマーケティングネットワークを組織。
- 上記の活動のために、科学研究、振興事業、マーケティング活動の中心組織としてのセンターを設立。

1996年8月にはセブ市で同基金主催の第2回全国養蜂家大会が催された(図2)。フィリピ

ンのラモス大統領からも持続可能な養蜂産業の育成をめざし、全国の養蜂関係者のまとめ役となる BEENET PHILIPPINES の活動に期待する旨のメッセージが寄せられ、大会参加者はフィリピン養蜂界のめざす方向に理解を深めると同時に、最新の情報を交換した。また生産物や関連器具の展示もあり、参加者間の交流も深まった。

1990年代の成果

1989年の UPLB 養蜂プログラム開始により、ミツバチ研究が一元化され、研究の重点は養蜂植物、花粉媒介者と訪花昆虫の採餌行動、作物生産に関連した昆虫の花粉媒介などにおかれた。

特に在来種であるトウヨウミツバチの保護と品種改良は重要課題である。

養蜂植物

Tilde and Payawal (1992) をはじめとして多くの研究者が花粉源植物の調査を各地で行った。養蜂植物の確認はハチミツ中の花粉の分析やミツバチの花粉団子を直接採集して行われている。

トウヨウミツバチに関係した花粉学調査を進めるため、Adorada and Cervancia (1992) は特別の花粉トラップを考案した。

昆虫の花粉媒介能

ロスバニョス校では花粉媒介生物学の講義が開始されて以来学生の関心が高まっている。講義は、花粉媒介のプロセス、環境との関わり、植物とポリネーターの関係、ポリネーターの密度と花粉媒介生物学の技術などについて昆虫学、植物学、植物育種学の教授が分担している。

ミツバチを用いた作物の花粉媒介については Payawal (1992) がまとめている。ピクルス用キュウリのポリネーションについてミツバチ区、自由開放区、無花粉媒介区で比較した (Cervancia and Bergonia, 1991)。ミツバチ区と自由開放区で結実と種子の生産率が高く、またできたキュウリの重量、形、大きさも均一



図2 BEENET の会場

であった。

ミツバチ利用と人の手による花粉媒介の比較では結実率と種子の生産率に有意の差はなく、大規模農園でのキュウリ栽培にはミツバチの花粉媒介が奨励できるとの結果を得た。人の手による花粉媒介は実に手間暇のかかる作業である (Bergonia and Cervancia, 1992)。ミツバチの密度と花粉媒介の効率を調べた (Cervancia and Forbes, 1993) と、最良の結実率と種子の生産率を得たのはキュウリ 2,000 本あたり 1/2 群であった。

ミツバチによる花粉媒介はアブラナ科の葉菜 *Brassica pekinensis* (白菜) や根菜 *Raphanus sativus* (大根) 類で結実率と種子の生産率の増加に有効であった (Cervancia and Forbes, 1993)。同様の結果はナタネ *Brassica campestris* でも得られている (Rubin, 1994)。

蔬菜以外の作物での昆虫の花粉媒介研究ではパッションフルーツ *Passiflora edulis* var *flavicarpa* が調査された (Rodrigues and Cervancia, 1994) が、これは完全にクマバチに依存した花で、花粉媒介が行われなかった花には一つの実も結実しなかった。

現在マンゴー、サツマイモ、各種柑橘類について研究を進めている。

採餌行動

Forbes and Cervancia (1994) はセイヨウミツバチとトウヨウミツバチの飛行活動、花粉源、花蜜源の比較調査をラグナ島のマジイジャイでおこなった。トウヨウミツバチの飛行活

動はセイヨウミツバチに比べ長時間であったが、1回の採餌飛行はより短く、回数が多かった。この行動の特徴は花粉媒介の効率を高めるものである。両種とも花粉採餌蜂は1回の飛行中に花粉と花蜜の両方を集めることはなかったが、花粉を集めていた蜂が次の飛行では花蜜を集めに行くことや、その逆の行動をとる場合もみられた。ミツバチは特定の種の植物にのみ訪花し、その種類はトウヨウミツバチは7種、セイヨウミツバチは11種であった。トウヨウミツバチの主要花粉源はココヤシである。

クマバチ、ハリナシバチなどミツバチ属以外のハナバチ類の研究も行われた。3種のクマバチ (*Xylocopa (Koptortosoma) bombiformis* X. *chlorina*, X. *bakeriana*) の飛行行動、植物の嗜好、と花粉源をロスバニョス校近辺で調査した (Cervancia et al., 1994)。クマバチは13科20種に訪花したが、その中には花粉源でない植物もあった。主要花粉源はオジギソウ *Mimosa pudica* であった。

Rodriguez and Cervancia (1993) はクマバチのパッションフルーツ訪花行動を調査した。一つの花を訪ねた後、蜂はすぐに1~3m飛行して次の花にとまる。これは植物の不適合性の問題を最少に抑える行動である。

ハリナシバチ (*Trigona*) は今後多種の作物で有望な花粉媒介昆虫である。Barile and Cervancia (1993) は *T. biroi* の飛行活動を調べた。このハリナシバチは集団で採餌し、1回の採餌飛行はある群では2~6分、他の群では1分~約1時間と差が大きかった。主な花粉源はヤシ科、ウリ科の植物である。

また茶色や白の不定形で粘りのある物質を運んでいるのがみられたが、おそらくプロポリスであろう。

このように植物の花粉媒介メカニズムの研究には花の生物学とそこを訪れる昆虫の採餌行動の調査は不可欠である。さらに様々な環境要素も植物の反応と昆虫の行動に影響を及ぼすので、併せて考慮しなければならない。

トウヨウミツバチの優良系統を目指して

フィリピンのように熱帯地方ではセイヨウミツバチ養蜂は持続的とは言えない。しかしこれまで熱帯アジアにもセイヨウミツバチ養蜂を導入し、経済性を上げようとする傾向が強く、結果的にこの地域に固有の種であるトウヨウミツバチをないがしろに扱うことになった。両種のミツバチの共存も可能かもしれないが、これ以上セイヨウミツバチの導入を続ければ在来種であるトウヨウミツバチやその他の在来種ミツバチの減少、絶滅を招くであろう。熱帯植物の送粉者としてトウヨウミツバチは非常に重要であり、その養蜂技術を高めればハチミツ、花粉の生産量の増加も可能であろう。そのためトウヨウミツバチを減衰から守り、優良な系統の育種を目指すことが必要である。

元来アジアに生息する種であるトウヨウミツバチはその環境に適応した特徴を持っている。病気や寄生者に対する耐性を持つ点、環境内の多様な在来種植物を花蜜源として訪花する点などである。トウヨウミツバチの優良系統育種を目指すときは、その生物学、採餌行動、花粉源、花蜜源調査、それに遺伝学的形質の研究を基にしなければならない。

フィリピンではトウヨウミツバチの遺伝学的研究が生物科学研究所の Laude 教授のもとで開始されている。まず国内数か所で採集したトウヨウミツバチとセイヨウミツバチのアルカリフォスファターゼの多型と核型、アロザイム変異、および体液タンパク質のバンドパターンを調べている (Aseo and Laude, 1992)。

トウヨウミツバチの核型比較も行われたが、サンプルの採集地がロスバニョス近辺に限られたので、同じ系統に属すと考えられ、差異はみられなかった。しかし、地理的に隔離された地域では差異も生ずるであろう。アルバイとケソンで採取したサンプルの DNA を比較したところ、かなりの違いがみられた (Demetria, 1994)。

セイヨウミツバチは巣箱から逃去する傾向が低いですが、逃去し野外に営巣したとしても、十分な訪花先が得られないなどの要因で生存は難しい。一方、トウヨウミツバチは周りの環境から

多様な採餌先を見つけ、野生群として生き延びることが可能である。逃去しやすい性質はトウヨウミツバチの生存のための戦略でもあるが、これはその養蜂を躊躇させる大きな要因となっている。逃去の原因を調べ、その傾向を強める要因が遺伝的なものか、環境要素の影響なのか、あるいはその両者が相まったものかを解明しようと研究を続けている。逃去傾向の強い群とそうでない群の育児蜂の体液タンパク質のバンドパターンには違いはみられなかった (de los Reyes, 1994)。現在はアイソザイムによる研究を続けている (Colle, 1994)。

フィリピン国内のトウヨウミツバチの系統調査を始めている (Tilde, 1994)。地理的に違いのある国内各地からサンプルを採集し、形態学的、アイソザイムパターンの相違をもとに系統分析をする。各採集地の花粉源、花蜜源及びその他の行動についての調査研究もその分析に役立てられている。

今後の計画

トウヨウミツバチの優良系育種、ミツバチとその他の蜂のポリネーションへの利用、ミツバチ生産物内の農薬残留分析が UPLB 校養蜂プログラムのこれからの主要研究テーマである。

養蜂プログラムのもとに遺伝学、植物学、生態学の研究者や民間の植物育種家、経済専門家などが幅広く集まったことで国内のミツバチ、養蜂とポリネーションの研究は大きな力を得ている。

(著者の住所は下記参照) 翻訳 榎本ひとみ

主な引用文献

- Aseo, S. C. and R. P. Laude. 1992. J. Apic. Res. 30(2): 103-106.
 Baltazar, C. R. 1966. Pac. Ins. Monog. 8: 1-488.
 Cadapan, E. P. et al. 1982. A progress report to National Research Council of the Philippines. June 1981- May 1982.
 Cadapan, E. P. et al. 1983. A terminal report to NRCP. June 1982- May 1983.
 Cervancia, C. R. and M. F. Forbes. 1993. Phil. J. Sci. 22(1): 193-197.
 Cervancia, C. R. et al. 1994. Phil. J. Sci. 123(2): 155-160.

- DeGuzman, L. I. et al. 1992. J. Apic. Res. 31(2): 111
 Delfinado, M. D. 1963. J. Apic. Res. 2(2): 113-114.
 Gabriel, B. P. 1981. Phil. Ent. 4(6): 525-534.
 Forbes, M. F. and C. R. Cervancia. 1994. Phil. J. Sci. 123(1): 21-27.
 Morse, R. A. and F. M. Laigo. 1969. Bee World. 50(1): 9-14.
 Tilde, A. C. and P. C. Payawal. 1992. Phil. Agr. 75(1-2): 81-87.

CERVANCIA, C. R. Trends in apiculture and pollination biology in the Philippines. *Honeybee Science* (1997) 18(1): 29-35. Institute of Biological Sciences, College of Arts and Sciences, University of the Philippines, Los Baños, College, Laguna, Philippines.

This paper summarizes all the beekeeping activities in the country since the introduction of *A. mellifera* in the Philippines in 1913. The failure of the establishment of the introduced colonies was attributed to DDT poisoning and mite infestation. The identification of the bee mite *Varroa jacobsoni* by Delfinado-Baker is a breakthrough in Philippine beekeeping. The contributions of Morse and Laigo are significant enough and served as starting point for the succeeding researchers. The focus on the improvement of the native species, *A. cerana* is relevant. As a native species to Asia, *A. cerana* has several advantages well suited to its survival and success, including high levels of resistance to diseases and parasites and exploiting native nectar source. Researchers in pollination biology require the integration of floral biology and foraging behavior of the insect visitors. The effect of the environment on both plant and their visitors should be considered well as they significantly affect pollination mechanisms. The integration of all beekeeping endeavors as envisioned by the UPLB Bee Program strengthens the bee researchers in the country. The involvement of geneticists, botanists, entomologists, plant breeders and economists from the private sector in the program enhances the development of apiculture and pollination biology in the country.