

移り変わる環境における ハナバチ類と花粉媒介

S. W. T. Batra

毛むくじゃらの体と、頻繁に、限定的に花を訪れる性質を持つので、ミツバチ上科 Apoidea のハナバチ類は、風媒花以外の多くの作物や野生植物の最も重要なポリネーターとなっている。ところが、これを取り扱う研究は困難を強いられている。それというも、蜂と訪花植物、それを取りまく様々な環境や経済上の条件が複雑に関わり合っているからで、また現在得られる学術情報が生物学の分野を問わず、あるいはその外にも広がっているからである（例えば Clements and Long, 1923; Grant, 1949; Schmid, 1975）。古い論文の多くはコンピューターによる文献検索では探し当たらないこと、その他のものも送粉生物学の研究者が普段見ている学術雑誌以外の雑誌に投稿されがちなことから、この総説が、注目に値し、かつ時期相応であると判断して書き始めた。そのため、多くの見落としや、不足があることと思う。

まるで正反対のことを述べている多くの論文があるにも関わらず、多くの人々がミツバチ (*Apis mellifera* L.) が自然界の (Barclay and Moffet, 1984 など)、あるいは農作物の花粉媒介のほとんどすべてを行っている (Southwick and Southwick, 1992 など) と微塵の疑いも持たずに信じ続けているのである。

誰のものでもないハナバチ類が、花粉媒介を通じて我々すべてに、経済学的には「外部性」と表現されるべき利益をもたらしているために、公共の財産であるハナバチ類の理論的な価値については論争が絶えない。ミツバチやハリナシバチは、古来から、その優れた送粉能力よりもハチミツや蜂ろうを生産する目的で飼育され管理されてきた。往時は作物の花粉媒介が考

慮されることはなかった。ミツバチやハリナシバチは養蜂家が所有しているので、すでに経済的な価値を持っており（経済学的用語では「内在化」しており）、かつ管理が可能なことから、ポレンビー（“pollen bees”，訳注：著者がミツバチ以外の花粉媒介性のハナバチをまとめてこう呼んでいる）が、農業上の圧力で、あるいは環境上の変化によって減少したり、作物の生産が減少したりするとポリネーターとして利用されるようになった。蜂と花粉媒介経済の仕事は Galbraith の著名な経済学の業績をも世に出した (Voorhies et al., 1933)。ミツバチは広範囲な花粉媒介者として評価できるが、すべての作物について、すべての条件において最善というわけではない。ちょうど太った淡水産の鯉がよい魚だといっても、海に住めないとか、もっとうまい魚があるとか、骨が少ないとかいった、異なる環境や条件を考慮したときには、他の魚の方が適しているということもあるというようなものだろう。花粉媒介の必要性は、漁業や養殖と同様である。つまり、無償で手に入る天然魚が減ったので魚の値段が上がり、これまでにない種類の魚が飼育されるようになったのがいわゆる養殖である。ローマ帝政時代から世界中で養殖食用魚といえば鯉であったが、近年の天然魚の減少に伴って、今ではその種類は多種多様である（ワシントン DC では店頭に並ぶ魚のほとんどが養殖魚である）。

きれいな空気や充分な量の水、魚やポリネーターのようにかつては無償であると考えられてきたものに合理的で適正な価値を付けることが、そうしたものの不足が頻繁になるにつれて生態学の重大な関心事になってきた (Meyer

and Turner, 1992; Vitousek, 1994). 個々の資源について、残すだけの価値があるとか、経済上の理由があるとか、あるいは人類にとって最終的に利益があるということがわかるまで、無意識に資源を使い果し、破壊し尽くしてしまうのが人の性であろう。「何にとって役に立つのか」といった経済的な理由付けは、多くの文化の中で、環境的、宗教的、あるいは美的な価値に形を変えてしまいがちである。

今こそ、生息環境と持続可能な農業を維持することで土着の有用なハナバチ類を保護し、最も効果的に作物の花を花粉媒介するように適応するように選ばれ、管理されたポリネーターを増殖するときである。

遅すぎた認識

不適応なのに用いているミツバチ偏重主義はアルファルファの花粉媒介を例にとるとよくわかる。Henslow (1867) は、初めてアルファルファの訪花のメカニズムを解析し、ミツバチは花蜜を集めるだけであって、花卉を押し下げて葯を露出させることができないので花粉媒介は行わないと発表した。この事実は、以降、多くの研究者によって再三確認されてきた (Müller, 1873; Semmens et al., 1993 など)。また、それに遅れず、見る目のある観察者によって他のハナバチ類、特にハキリバチ属 *Megachile* がアルファルファのポリネーターとして有効であることも確認された (Brand and Westgate, 1909 など)。

殺虫剤の使用や生息環境の破壊が続けられることによってハナバチ相が衰退すると、野生のハナバチの営巣場所を保存すること (Vansell, 1951) や、特定のハナバチを飼育管理することが提案された (Knowles, 1943)。

1943年にはカナダの Clarke がアルファルファの花粉媒介用のハキリバチの増殖に初めて成功した (Peck and Bolton, 1946)。にもかかわらず、ミツバチは飼育管理が可能なこと、熱ストレスによって葯が露出した花からは花粉を集めることを根拠に、ポリネーターとして多くの研究者など (Akerberg and Lesins, 1949;

Robinson et al., 1989) によってアルファルファの花粉媒介に利用できると喧伝され続けている。近年になって、飼育されたアルファルファハキリバチ *Megachile rotundata* F. とアオスジハナバチの一種 *Nomia melanderi* Ckll. のポリネーターとしての優位性を確認するデータが公表されている (Olmstead and Wooten, 1987; Wichelns et al., 1992)。

リンゴや近縁の果樹でも同じような状況になっている。殺虫剤が利用される以前に、当時の研究者たちは野生のハナバチだけで十分な花粉媒介が行われていることを報告し、さらに果樹園の中の、あるいは周辺の未耕地をハナバチ類の営巣場所として保存するように提案している (Sax, 1922; Orsono-Mesa, 1947 など)。Musychenko (1937) は、花粉媒介を行うハナバチの増殖を最初に提案し、日本人のリンゴ農家の松山栄久氏が 1930 年代にマメコバチ *Osmia cornifrons* を用いてそれを実行した最初の人物らしい (前田・北村, 1981)。現在ではこの有用な蜂は日本のリンゴの 1/3 を花粉媒介し (Sekita and Yamada, 1993)、他の国々でも利用されるようになってきている (Parker et al., 1987)。ミツバチは果樹園で使い続けられているが、採餌飛行距離が長いので、ほとんど花蜜を集めることができない花を無視して、どこか別の場所にいつてしまう傾向がある (Voorhies et al., 1933; Cheung, 1973)。つまり農家は、隣の農園や、果ては思いもよらない雑草のためにミツバチのレンタル料を払っていることになる (Voorhies et al., 1933; Loring, 1981; Goltz, 1987; MacFawn, 1993)。ほとんどの飼育可能なポレンビーはおとなしく、簡単に維持でき、花を選ばず、採餌距離が短く、果樹園内にいて、よく働き、効率よく花粉を集め、媒介するので、飼育熱は盛り上がっている。他のツツハナバチ属 *Osmia* 数種 (*O. linaria propinqua* Cr., *O. cornuta* など) が現在では飼育されるようになってきている (Bosch, 1994; Marquez et al., 1994)。

ミツバチよりもポレンビーが向いている作物としてブルーベリーやクランベリーがある

(Shaw et al., 1939). これも繰り返し確認されてきた (Wood, 1961; Kevan et al., 1983; Harder and Thomson, 1989 など). 新たに数種のハナバチの飼育方法が最近開発されている (Parker et al, 1987; Batra, 1994; Stubbs et al., 1994). マルハナバチの大量増殖法 (Ptacek, 1985; Röseler, 1985; Vogel and Westerkamp, 1991) は、ブルーベリーやクランベリー畑など屋外での利用、温室トマトなどハウス内の作物への利用を可能としている。最大の収量を得るために、このような作物は振動受粉を必要としており、ミツバチが振動受粉できないこともかなり以前からわかってはいた (Fink, 1896; Rick, 1950 など). 残念ながらこのことは何十年も無視され続け、最適なポリネーターを飼育する代わりにミツバチが用いられてきたのである。

異なるポリネーターは異なる花粉媒介能を示し、これは蜂の種によって、つまり、その大きさ、体毛、敏捷さ、定花性、寿命、学習能力、採餌範囲、低温耐性、季節、花の構造に対する適性などによって決まってくる。各蜂の種と媒介される花の最善の組み合わせはきわめて重要な問題である。というのも、不適当な場合、その蜂はその花にとって花粉媒介を行わないばかりか、花蜜と花粉を取ってしまう寄生者にもなりかねないからである。この点についていくつかの初期の報告 (Allard, 1911; Medler, 1956 など) は無視されてしまったが、生態系に関する知識が深まるにしたがってこの問題、特に野生のハナバチと植物、ミツバチと植物の相互関係が注目を浴びるようになった (Primack and Silander, 1975; Cresswell, 1994; Marquez et al., 1994 など).

野生のハナバチ類の保護

飼育化が困難な野生のハナバチ類が作物や野生植物のポリネーターとして重要であること、また生物多様性の維持への関心が高まっていること (Prescott-Allen and Prescott-Allen, 1986; Torchio, 1991) から、これらの蜂の多様性に関する一般の認識と、生態系におけるそ

の価値についての一般知識は向上している (Morse, 1960; Malyshev, 1963; O'Toole, 1993; Adams and Senft, 1994 など). 人間の種々の活動がハナバチ類の数やその生息環境に与える影響についても研究が進んでいる。特にヨーロッパでは長期にわたる詳細な記録がある (Westrich, 1990). 林業、農業形態、公害、汚排水、灌漑、建設、公園や保養地、都市化、除草剤や殺虫剤、道路、植物の帰化、訪花植物の激減などが、ヨーロッパにおいて人間が与えてきた影響である (Emeis, 1964; Williams, 1989; Vogel and Westerkamp, 1991; Donath, 1994). 同様の影響とハナバチ相の変化については、日本 (Munakata, 1984) や、北・中央アメリカ (Plowright et al., 1978; Kevan et al., 1990 など) でも報告がある。

輸入されるポリネーター

偶然、あるいは意図的に、まったく別の土地にポリネーターが持ち込まれることが一部の環境論者間で物議を醸しだしている。いくつかの地域に持ち込まれているセイヨウミツバチやマルハナバチ (Dunning, 1886) は、その地域の植物相における土着のハナバチやその他のポリネーターに取って代わるか、あるいは、当地の植物に対して十分な花粉媒介を行わないかも知れない (Pyke and Balzer, 1983; Vogel and Westerkamp, 1991; 加藤, 1993 など).

セイヨウオオマルハナバチ (*Bombus terrestris* L.) は現在様々な国へ作物のポリネーターとして輸出されているが、これも現地のハナバチと競合する可能性を秘めている (Donovan, 1990; 加藤, 1993).

単独性のハナバチもいく種かがポリネーターとして持ち込まれているが、これらの蜂は訪花植物を選ばないセイヨウミツバチに較べて土着のハナバチを席卷する可能性はなさそうである。その理由としては、このハナバチの狭い定花性、気候条件、狭い採餌範囲、特殊な営巣性、短い成虫期間などがある (Donovan, 1990).

外来のポリネーターを輸入し定着させることは古典的な生物防除の原理に類似するところが

ある (Batra, 1982). つまり, 有用生物を, 同じ気候のもと問題となる有害生物の原産地周辺で探し出し, 他の有用生物あるいは稀少生物に対して有害でないかどうか観察, 試験を行った上で, 寄生者を排除できるようにいったん隔離施設に持ち込んで, 寄主を用いた試験を再び行い, 効果を確認した後, 特定の目的でのみ新たな環境下に放つといったものである.

ユーラシア原産の作物の最も効率のよいポリネーターを見いだすために払われた努力は少なからぬものがあったが, これは北米, 南米オーストラリアやニュージーランドの土着のハナバチ類がそうした植物の花粉媒介にうまく適応していないため, 意味のあることには違いない. 逆に, ヒマワリ, ワタ, パッションフルーツ, カボチャ, ヒョウタン, アボガド, トマト, トウガラシ, ブルーベリー, クランベリーなどのアメリカ産のポリネーターは, 現在最も効率のよいポリネーターなしで栽培している地域に導入することを目的として, それらの植物の原産地と思しき地域で研究が進められている (Parker et al., 1987).

膨大する現在の人口は, 自然環境を変えていくにちがいない農業によってのみ支えることができる. 人類は, 天敵生物がない他の生物同様, すべての入手可能な直接的 (農作物) あるいは, 間接的 (生物相やその他の自然資源が評価され, 将来における価値を内包するものとして; 経済学上の内在価値) や資源を利用し尽くすまで, 増加すると予想される. 人類が地球環境に与えている影響は大きく, 複雑であり, 元に戻すことは不可能である (Vitousek, 1994). 再生不可能な資源同様, 土着のハナバチとその他の多様な生物相を保全するために生息環境を整備する一つの道は, 現在の農耕地での土地生産性を増加させることである. 作物の最も有用なポリネーターを導入することが, これを実現する一助となる.

(著者の住所は下記参照 翻訳 村上 政晴)

主な引用文献

- Batra, S.W.T. 1982. *Science* 25:134—139.
 Batra, S.W.T. 1994. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 96:98—119.
 加藤真. 1993. *ミツバチ科学* 14:110—114.
 前田泰生・北村泰三. 1981. *ミツバチ科学* 2:65—72.
 Munakata, M. 1984. *J. Hokkaido Univ. Educ. Sect. 2B* 34:19—39.
 Sekita, N. and M. Yamada. 1993. *Jpn. Agric. Res. Quart.* 36:264—270.

BATRA, S.W.T. Bees and pollination in our changing environment. *Honeybee Science* (1996) 17 (2):67—70. Bee Research Laboratory, Bldg 476, USDA, Ars, Beltsville, MD 20705, U.S.A.

Translation from the original article under the same title which appeared in *Apidologie* (1995) 26:361—370, with author's and editor's permission.

編集部 註

本稿は, *Apidologie* (1995) 26:361—370 に掲載された同名タイトルの論文を著者と発行者の許可を得て翻訳転載したものである. 全 152 編に及ぶ引用文献の大半を割愛してあるので, 詳しくは原著を参考いただきたい. なお, 引用はされていないが, これまでに本誌「ミツバチ科学」に掲載された花粉媒介, 特に内外の土着のポリネーターに関する以下の論文, 記事を合わせてお読みいただくとありがたい.

- (著者. 発行年. 巻: 掲載ページ)
 Donovan, B. J. 1993. 14:145—152.
 池田二三高・忠内雄次. 1995. 16:49—56.
 岩崎正男. 1995. 16:17—23.
 前田泰生ほか. 1992. 13:71—78.
 小野正人. 1992. 13:19—22.
 小野正人. 1994. 15:107—114.
 中村純. 1995. 16:135—138.
 佐々木正己. 1984. 5:55—62.
 Venturieri, G.C. and M.M. Marcia. 1995. 16:27—30.
 Verma, L.R. 1994. 15:163—166.
 Wongsiri, S. 1989. 10:160—164.
 吉田亮・前田泰生. 1988. 9:1—6.
 吉田忠晴. 1985. 6:166—172.

ミツバチを含めた解説として下記も参考になる.

- 松香光夫. 1996. ポリネーターの利用. サイエンスハウス. pp. 153. (参考図書紹介本誌 p. 89 参照)