

マルハナバチの病気と 体内寄生性害敵

R. P. Macfarlane, J. J. Lipa
and H. J. Liu

ヨーロッパ, ニューゼーランド, 北アメリカにおける, マルハナバチ (マルハナバチ属) の大規模生産は, 年間 200,000 群強の取引規模となっている。小規模ながらニューゼーランドでは少なくとも 11 社が *Bombus terrestris* (セイヨウオオマルハナバチ) を, アメリカでは少なくとも 3 社が *B. terrestris* に加えて *B. impatiens* と *B. occidentalis* を生産している。ベルギー, オランダ, ニューゼーランドの企業は, ヨーロッパ諸国, 日本, アメリカにマルハナバチを輸出しているが, このことが, 他国や他大陸へのマルハナバチ輸出の安全性について論議を呼び起こし, 少なくとも日本では在来種の飼育試験が始められている。マルハナバチは, 特殊な恒温室で集約的に生産され, その条件下ではあらゆる寄生と病気が発生し得る。そこで致命的な害敵の発生率が低いことが飼育可能なマルハナバチの種を決定する評価基準のひとつとなる (Macfarlane et al., 1994)。

今のところマルハナバチの巣は, トマトを中心とした施設園芸の花粉媒介用に取り上げられている。線虫や他の主要な体内寄生性害敵がいらないことが有利に働いて, ニューゼーランドはチリの業界への *B. ruderatus* の女王蜂の輸出や, ヨーロッパの企業, 研究機関, あるいは代理店への *B. terrestris* のシーズオフ時の供給 (Donovan, 1993) を実現させている。

最近, 飼育したマルハナバチを野外の作物に放飼する方法があるが, これは結果的に周辺のマルハナバチ属への病気の拡散を招く。マルハナバチの亜種の分化が進んで種としての多様度が低く, また害敵の種数が少ない地域が, 侵入害敵への抵抗性の弱い地域である (Alford,

1975; Arretz and Macfarlane, 1986; Sakagami and Katayama, 1977)。マルハナバチの能力では海岸線から 10~30km までが行動のできる限界であり (Pekkarinen and Teras, 1993), 人の仲介なしには, 諸島域のマルハナバチ個体群が大陸からの女王蜂と入れ替わることは実際にはない。なお, 以下の国々では数少ないが病気を中心とした体内寄生性害敵の研究が報告されている。それは, 日本の中部, 中国地方, 台湾, フィリピン, マレーシアと西インドネシアの山岳部, カナリア諸島, マデイラ諸島, バレアレス諸島, コルシカ島, サルデーニャ島, マルタ島, クレタ島, キプロス島, 北アフリカ, イギリス, アイルランド, アイスランド, チリである。

菌類, 原生動物, 線虫といったマルハナバチの病原についての個々の報告は, 新たにマルハナバチから単離されるたびに更新され, マルハナバチに対する影響力の大きい体内寄生性害敵もよく知られるようになってきた。世界の約 240 種のマルハナバチおよび 50 種以上のヤドリマルハナバチから, マルハナバチ属の 33 種, ヤドリマルハナバチ属の 7 種について害敵が見つかっている (表 1)。中南部アメリカ, 旧北区のヨーロッパで見つかったマルハナバチの線虫や体内寄生ダニは, 今のところ病原ではない。しかし日本では 1979 年に, ニューゼーランドでは 1974-1977 年に, マルハナバチ寄生の原生動物 *Apicystis* (= *Mattesia*) *bombi* について研究が進められていた (Maeta and Macfarlane, 1993)。

多数の本や総説が出版されているミツバチとは異なり, マルハナバチの病気と体内寄生性害敵についての記録はまったくまとめられておらず, 過去 20 年間更新もされていない。そこで本編では, マルハナバチのウイルス, 細菌, カビ, 原生動物, 線虫, ダニ, メバエ, ニクバエ, コマユバチについて, これまでの記録, 分布, 発生状況, 影響力, 症状について概要をまとめた。

ウイルス・スピロプラズマ・細菌

マルハナバチには, 2 種類だけウイルス病が

表1 マルハナバチ属, ヤドリマルハナバチ属の病原微生物と線虫

属	種小名	ウイルス	スピロプラズマ	トリパノゾーム	ノゼマ	胞子虫	線虫
<i>Bombus</i>	<i>affinis</i>					○	○
	<i>auricomus</i>						○
	<i>bimaculatus</i>				○	○	○
	<i>borealis</i>						○
	<i>distinguendus</i>						○
	<i>fervidus</i>		○			○	○
	<i>griseocollis</i>						○
	<i>hortorum</i>	○		○	○	○	○
	<i>humilis</i>				○	○	○
	<i>hypnorum</i>					○	○
	<i>impatiens</i>		○	○	○	○	○
	<i>lapidarius</i>				○	○	○
	<i>lucorum</i>		○			○	○
	<i>muscorum</i>						○
	<i>occidentalis</i>						○
	<i>pascuorum</i>	○		○	○	○	○
	<i>pennsylvanicus</i>		○	○			○
	<i>perplexus</i>			○			○
	<i>pratorum</i>					○	○
	<i>runderarius</i>						○
	<i>runderatus</i>			○			○
	<i>rufocinctus</i>						○
	<i>sandersoni</i>				○		○
<i>sichelii</i>						○	
<i>soroensis</i>					○	○	
<i>subterraneus</i>				○		○	
<i>syvarum</i>		○	○	○	○	○	
<i>ternarius</i>						○	
<i>terrestris</i>	○		○	○	○	○	
<i>terricola</i>						○	
<i>vagans</i>				○	○	○	
<i>veteranus</i>					○	○	
<i>vosnesenskii</i>						○	
<i>Pstithyrus</i>	<i>ashtoni</i>						○
	<i>barbutellus</i>						○
	<i>campestris</i>						○
	<i>citrinus</i>						○
	<i>rupestris</i>						○
	<i>sylvestris</i>						○
	<i>vestalis</i>			○		○	○

記録されている。ミツバチ成虫の病原としてよく知られている急性マヒ病ウイルスが、マルハナバチ属数種の病原となる。アメリカでは、エントモボックスウイルスが、*B. fervidus*, *B. impatiens*, *B. pennsylvanicus* の成虫から単離されている (Clark, 1982)。

動植物の病原である原核生物の中でスピロプラズマには、ミツバチの寿命を縮める重大な病原が含まれていることが報告されている (Clark et al., 1985)。ミツバチの5月病(花粉中毒)の病原で、花から検出されている *Spiroplasma melliferum* は、ヨーロッパ、北アフリカ、北アメリカの西側と東側で単独性のハナバチおよびハエからも単離されている。マルハナバチでは、メリーランド州の *B. impatiens* の血中と *B. pennsylvanicus* の腸内から単離されているが、このスピロプラズマのマルハナバチに対する病原性については知られていない

(Clark et al., 1985)。

細菌類については、最近になって北アメリカ、ヨーロッパ、ニュージーランドで死んだマルハナバチの腸内に多く見られている。特にニュージーランドでこれまで行われたマルハナバチの野外のコロニーの成長調査で、餌不足または寄生の結果ではない、軽度の蜂児の減退が希に発見されている。この他に、ヨーロッパ、アメリカ、日本の研究者によって多くの詳細な野外調査が行われたが、ミツバチの腐蛆病のような、細菌性の蜂児の腐敗は報告されていない。

菌類

北アメリカ、ヨーロッパでは、*Paecilomyces farinosus*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, *Aspergillus candidus*, *Hirsutella* sp. がマルハナバチ成虫の病原菌として知られているか、もしくはそれと推測されており (Macfarlane, 1976)、ニュージーランドにも分布する。これらの菌は普遍的で土壌昆虫、あるいは地表徘徊性の昆虫を広く寄主としているが、寄主となる昆虫の目に応じて毒性と系統に多様性がある。

マルハナバチ属から単離された菌の菌糸と分生子の構造については Skou (1967) に詳しい。病原性の菌類としては、*P. farinosus*, *Beauveria bassiana*, *V. lecanii* が挙げられる。*Doratomyces putredinis* は明らかな腐食性の菌である(他の菌は無臭であるが、この菌は強いアンモニア臭がある)。*Chrysosporium pannorum* と *P. farinosus* は、薄い黄橙色の菌糸で、最終的には女王蜂の体長ほどに分生子柄が広がる。茶色い菌糸の *Hirsutella* も同様である。菌の色は *B. bassiana* が白、*V. lecanii* が純白、*M. anisopliae* が緑、*C. pannorum* がくすんだ白黄色～チョコレート色、*D. putredinis* がくすんだ白色である。

マルハナバチの女王蜂は土中か朽ち木で越冬する。初期の研究から、*P. farinosus*, *M. anisopliae*, *V. lecanii*, *Hirsutella* はより毒性が強い菌であることがわかっている。滅菌した場所で越冬させた *B. hortorum* の死亡率は3-

表2 北米で行われた線虫と孢子虫に関する調査結果

属	種小名	供試女王蜂数		線虫寄生率(%)		孢子虫寄生率(%)
		A	B	A	B	
<i>Bombus</i>	<i>terrarrius</i>	9	79	44.0	7.7	0.0
	<i>perplexus</i>	216	125	17.1	23.2	7.4
	<i>vagans</i>	252	232	10.7	14.6	8.3
	<i>bimaculatus</i>	150	116	10.7	18.1	2.0
	<i>terricola</i>	147	195	10.2	7.7	2.0
	<i>affinis</i>	437	298	8.9	10.4	2.5
	<i>impatiens</i>	628	431	4.1	8.6	5.7
	<i>griseocollis</i>	104	154	3.8	7.1	2.9
	<i>borealis</i>	37	96	2.7	4.2	0.0
	<i>fervidus</i>	895	478	2.2	10.4	7.4
	<i>pennsylvanicus</i>	70	90	1.4	13.3	0.0
	<i>rufocinctus</i>	28	81	0.0	1.2	0.0
	<i>auricomus</i>	4	110	0.0	0.9	0.0
<i>Psithyrus</i>	<i>ashtoni</i>	68	-	8.2	-	0.0
	<i>citrinus</i>	99	-	7.0	-	0.0
	<i>spp.</i>	-	86	-	1.2	-

A: Liu et al. (1974), Macfarlane (1974)

B: Edwards-Anderka (1967), Fye (1966), Goldblatt and Fell (1984), Medler (1962), Wyatt (1970)

5%である。自然状態でのマルハナバチの生命表に基づけば、越冬期間および越冬後から営巣開始までの段階で少なくとも平均50~80%の女王蜂が死亡している (Griffin et al., 1991)。菌類と餌不足が冬から初春の間の主死亡要因である。

マルハナバチの巣の蜜中に見られる少なくとも4種の酵母には *C. reukaufii* を含む *Candida* 属がある (Spencer et al., 1970)。 *Candida* が原因である蜜胃の茶斑は、ヨーロッパ、カナダ、ニュージーランドのマルハナバチでは発症率が低い (1%未満)。巣内の蜜への雑菌混入による発酵はマルハナバチにとって貴重な貯蜜の質を低下させる可能性もある。

原生動物

3種類の原生動物が北半球に分布するマルハナバチで見つかっている。孢子虫の *Apicystis* (= *Mattesia*) *bombi* は、東カナダ (Liu et al., 1974)、フランス (Macfarlane et al., 1995)、フィンランド、イタリア (Lipa and Triggiani, 1992)、スイス (Schmid, 私信) で報告され、さらに広い範囲での発生が予想されるが、ニュージーランドおよび日本では見つかっていない。1990年にこの孢子虫の検出方法が改良され (Macfarlane et al., 1995)、日本には *A.*

bombi がいない可能性が高いことが示された。またニュージーランドに関しては、ニュージーランドにマルハナバチを輸出したイギリスには *A. bombi* がいなかったか、あるいは9週間余りの航海中に船内で死んだ1467頭の女王蜂のうち、*A. bombi* に感染していたものが早く死んでしまったか、二つの可能性がある。

A. bombi は、時折ブーメラン型になるが、普通はソーセージ型で、染色、固定した状態での大きさは11.1~14.4×3.6~5.4 μ mである。これは *Nosema bombi* の2~3倍の大きさである。*A. bombi* は脂肪体中に見られる点で、他の2種の原生動物とは異なる。*A. bombi* が重感染した女王蜂の脂肪体は、不明瞭で、異常に白くなる。感染した女王蜂の水抽出液には、顕微鏡を使わなくても白い浮遊物が視認できる。正常な女王蜂の脂肪体の小胞ははっきりとしており、脂肪粒は女王蜂の加齢に伴って、黄色から茶色になる。カナダでは、*B. terricola* や *B. affinis* のような早期越冬覚醒型の種類 (*B. terrestris* と同亜属) の女王蜂の2.0~2.5%が感染している (表2)。*A. bombi* に感染した女王蜂を飼育したところ、14日以内に死亡し、これは健康な女王蜂もしくは、*Sphaerularia bombi* に感染されている女王蜂の1/3の生存期間である。

マルハナバチ属に感染する微孢子虫についての報告には混乱がある。最初の報告では、セイヨウミツバチから単離したノゼマ原虫 (*Nosema apis*) を *B. terrestris*, *B. lapidarius*, *B. hortorum*, *B. humilis* (= *venustus*), *B. subterraneus* に感染させることに成功したとされている。次の研究では *Nosema bombi* が別種として認められた。現在までに、*N. bombi* は、ヨーロッパ、北アメリカ、ニュージーランドで発見されており、春と秋にはいつでも見ることができ。 *N. bombi* に感染された成虫は、まずマルピーギ管が膨潤し、次いで中腸および気管が拡大し、組織や脂肪体に融合してしまう。幼虫や蛹でも発生する。一方、*N. apis* は主に働き蜂の成虫 (雄蜂も感染可能) に限って見られ、中腸全体に感染する。 *N. bombi* を種とし

て扱うことに対して、初期の文献では、交差感染試験の結果や実質的に芽胞の大きさが一致する点で疑問を投げかけているが (Showers et al., 1967), 最近では *N. bombi* と *N. apis* とが別種であることは生物学のおよび形態学的にはっきりしてきた (Eijnde and Vette 1993, Weiser 1978). *N. bombi* は, *N. apis* よりも芽胞が大きく (4.8~7.0 μ m \times 1.8~4 μ m), 生殖時の細胞形成が異なり, 極性糸が少ないことや孢子細胞の形態が放射状であることなどが示された. 自然状態では 2 寄主間の接触がほとんどないことから相互の感染の機会はないと推測されるが, 人工的な飼育条件下では, ミツバチの集めた花粉をマルハナバチの餌として用い, またマルハナバチの女王蜂に巣作りをさせる刺激にミツバチを同居させるため, 両寄主間の接触が起こり, 結果として感染も起こりうる.

ヨーロッパにおいて, 鞭毛虫のトリパノゾーマ属の *Crithidia bombi* (Lipa and Triggiani, 1988) と *Leptomonas sp.* (Skou et al., 1963) がマルハナバチの腸内で記録されている. イタリアとスイスでの感染率は寄主の種類と時期に依存し, *C. bombi* の寄生率は女王蜂で 54~81%, 働き蜂で 75~80%, 雄蜂で 47~71%であった (Shykoff and Schmid-Hempel, 1991). *C. bombi* と *Leptomonas sp.* の病原性はほとんどないが, 寄生率の大きいことが確かめられた.

線虫

マルハナバチでは *Sphaerularia bombi* 一種だけが寄生性線虫として知られる. 線虫に寄生されることが確認されているマルハナバチは, マルハナバチ属, ヤドリマルハナバチ属を合わせて, ヨーロッパで 22 種, 北アメリカで 15 種である (Lundberg and Svensson, 1975; Poinar, 1975; Pouvreau, 1963). 北アメリカの西部の調査は限られたもので, またアメリカの中部, 南部およびユーラシアにおける体内寄生性害敵の研究はないことから, 今後, 被寄生種はさらに増えるだろう.

雌の *S. bombi* は, 越冬期間中のマルハナバ

表 3 ヨーロッパのマルハナバチでの線虫寄生率

属	種小名	調査女王蜂数	寄生率
<i>Bombus</i>	<i>lucorum</i>	299	49.8
	<i>terrestris</i>	571	42.8
	<i>lapidarius</i>	526	32.6
	<i>pascuorum</i>	260	31.1
	<i>hortorum</i>	109	17.4
	<i>hypnorum</i>	44	9.1
	<i>pratorum</i>	118	6.8
	<i>others</i>	88	8.9
<i>Psithyrus</i>	<i>vestalis</i>	30	26.6
	<i>others</i>	32	37.5

チの女王蜂に侵入し, すぐに女王蜂のアラタ体の発達を停止させ, 女王蜂の機能を停止させてしまう. 線虫の形態, 成長, 繁殖, マルハナバチの体外での生活史については Poinar (1975) が総説を, マルハナバチ属, ヤドリマルハナバチ属の種の違いによる影響については Macfarlane and Griffin (1990) が概要報告をしている.

マルハナバチの腹部には, キュウリ状に反転し全長 15~25mm になった線虫の生殖器が検出される. 寄主 1 頭当たりの線虫数は, 多い種類で 5~12 頭で, 少ない種類では 1.5~4 頭である (Alford, 1969; Macfarlane, 1974). 健康な女王蜂が巣にとどまり巣外の仕事を働き蜂が代わりに行うようになった後も, 寄生された女王蜂は 2~3 週間, 花への採餌行動を続ける.

ヨーロッパ, ニュージーランド, 北米で, *S. bombi* が各種マルハナバチの死因となる割合は, 巣作りを始める前の寄生率に基づく, 3~15%である. ニュージーランドでは, 寄生された女王蜂は, 毎年平均 0.5km 分布を拡大しているが, これは, 健康な女王蜂の拡散率の 1% 以下である (Macfarlane and Griffin, 1990). 表 2, 3 に示すように, 早期越冬覚醒型の種 (北米: *B. perplexus*, *B. bimaculatus*, *B. terricola*, *B. ternarius*, ヨーロッパ: *B. lucorum*, *B. terrestris*, ニュージーランド: *B. terrestris*) は, 晩期越冬覚醒型の種 (*B. borealis*, *B. rufocinctus*, *B. auricomus*, *B. hortorum*) の 4~12 倍の寄生率である. 以上よ

り、春が遅く夏が早い、もしくは乾燥した時期が長く土壌が乾燥した地帯においては *S. bombi* の寄生率が低くなる可能性が示唆される。線虫寄生率の高いマルハナバチは、線虫が移動型でハチに感染するのに最も有効である初夏に、多くの女王蜂を越冬させている。

体内寄生ダニ

マルハナバチの体内寄生性のダニでは、*Locustacurus buchneri* がヨーロッパ、北アメリカ、ニュージーランドの18種のマルハナバチで見ついている (Macfarlane, 1975)。球形で、気管寄生の、動きのないこのダニについては、Alford (1975) と Husband (1969) の報告がある。*L. buchneri* の寄生率が高いマルハナバチは、巣の成熟が早く、地表面で営巣する傾向のある、早期越冬覚醒型のグループで、ヨーロッパでは *B. pratorum*、北アメリカでは *B. bimaculatus*、*B. perplexus*、および *B. vagans* である。なお、このダニは、現在まで調査した種類以外では見つからない (表2)。北ヨーロッパの *B. terrestris* のデータと合わせた平均0.7%の寄生率は、*B. hortorum* の7%と対照的である。経験的には南ヨーロッパで寄生率が高い傾向がある。*B. pratorum* のいないニュージーランドでは、極めて寄生率が低く、*B. ruderatus* の女王蜂で0.02%、*B. terrestris* や *B. hortorum* の女王蜂ではこのダニは見つからない。

L. buchneri は、通常、巣に対して著しい悪影響を与えることは少ない。寄生された巣は、次世代の女王蜂が生産されるほど成熟していることが普通で、寄生された女王蜂は、春には2か月にわたって長生きする (Hasselrot, 1960)。しかし、あまりにも多くのダニに寄生された場合、*B. terrestris* の女王蜂は営巣を開始後、途中でやめてしまう。*L. buchneri* は、女王蜂、働き蜂、雄蜂の全てのカストに寄生し、寄生されたハチは排泄が過剰となる (Husband, 1969)。ヨーロッパでは、このダニの駆除を実施したマルハナバチの生産工場もある。

メバエ科、ニクバエ科、コマユバチ科の寄生者

ヨーロッパ (Schmid-Hempel and Durrer, 1991)、日本 (Maeta and Macfarlane, 1993)、北アメリカ (Macfarlane and Pengelly, 1975) で、7月から9月中旬の訪花中のマルハナバチの働き蜂にメバエが寄生している割合は、8~63%にも達する。

現在のところ、メバエのうち *Sicus* spp. の寄主としてはマルハナバチだけが知られている。北アメリカでは *Physocephala* spp. が明らかにマルハナバチ寄生する主なメバエであり、この属のメバエは、他のハナバチもしくはカリバチにも寄生するほど寄主選択範囲が広い。少なくとも北アメリカでは *Zodion* spp. もマルハナバチに寄生しているようであり、ユーラシアでも見られるだろう。このメバエの主な寄主は、明らかにミツバチと他のハナバチである (Morse, 1978; Smith, 1966)。雄蜂への侵入率は、通常働きバチへの侵入率の半分以下であり、越冬期に最後の採餌をしている女王蜂ではわずかに寄生されているにすぎない。寄生されたマルハナバチの巣の成長は、大体半減する。活動的で大型の給餌蜂に高い頻度で寄生が集中し、それらが死んでしまった場合、野外に出たことがない小さな働き蜂が代わりをしなければならなくなり、巣への影響は甚大となることが考えられる。蜂児の保温、育児ができる働き蜂を失うことは、巣の勢力の減退、次世代の女王蜂を生産する巣の割合の減少につながる (Macfarlane and Pengelly, 1975)。

北アメリカの西・南部で多い3種のニクバエ *Sarcophaga sarrcenoides*、*Boettcharia litorosa*、*Helicobia morionella* がアメリカのカリフォルニア州のマルハナバチから羽化した (Ryckman, 1953)。*B. litorosa* と *H. morionella* の両種は、寄生者というよりは、どちらかといえば昆虫の死体の分解者である。カナダのオンタリオ州では、未同定のニクバエが、調査した7種のうち4種のマルハナバチの生きている働き蜂に、3.3%の割合で寄生して

いた (Macfarlane and Pengelly, 1975). このニクバエは、北アメリカの分布とヨーロッパでの他の *Senotainia* 属の寄生の記録から、寄主不明の *S. sarccenoides* であるか、おそらく2種の *Senotainia* 属のニクバエのいずれかであろう。今後、北アメリカの西部と東部の間でのマルハナバチの巣の移動は、マルハナバチのマイナーな害敵をさらに拡散させることになるだろう。*Senotainia tricuspis* は明らかに、ロシア、ウクライナでのミツバチ、マルハナバチの重要な害敵である。多産型の *S. tricuspis* の雌は、1日あたり500頭にも及ぶ幼虫を産む。マルハナバチは、このハエに、飛行中に頭部と胸部の間に幼虫を入れられてしまう。ハエの幼虫は、ハチの胸部にもぐり込み、内部組織を食べる。これにより、ハチは次第に飛べなくなってくる。成熟した幼虫は、寄主から出て、土中で蛹化する。一般的な防除方法は、ピメスリンもしくは植物(例: カミツレ、ヒメウイキョウ)を調合した液状の餌の粘着トラップを置いて、*S. tricuspis* の成虫を捕獲する方法と蜂場内に農薬散布をして、蛹になるために徘徊している幼虫と羽化成虫を殺す方法である。

1971年と1972年、カナダのオンタリオ州で、6月15~20日の間に、6頭の女王蜂に *Syntretus* spp. (コマユバチ科)らしい卵と幼虫が発見された。寄生されている女王蜂の割合は、*B. ternarius* で11.1%、*B. bimaculatus* で0.7%、*B. vagans* で0.8%、*B. fervidus* で0.1%、*B. borealis* で2.7%であった。他の北アメリカの記録では、*B. affinis* も寄主になっており、5月28日から6月27日に寄生が見られ、寄生率は最高5%であった (Edward-Anderka, 1967; Goldblatt and Fell, 1984; Wyatt, 1970)。イギリスにおいては *S. splendidus* が5月17日から7月8日の間に *B. hortorum* 以外でも種を問わず女王蜂、働き蜂を中心に見られる。雄蜂も同様であり、この7週間で6種のマルハナバチの11~67%が寄生されていた。このように、営巣期が流動的な女王蜂、中期越冬覚醒型のマルハナバチと早期越冬覚醒型のマルハナバチの働き蜂がコマユバ

チの主な寄主となる。

なお、ニュージーランドにはマルハナバチ寄生性のメバエや、ニクバエ、コマユバチは見られない。

マルハナバチ管理の意義

野外の個体群

春から夏にかけて、各種のマルハナバチは、体内寄生性害敵による死に連続的に脅かされる。*Apicystis bombi* (原生動物)に始まり、*Sphaerularia bombi* (線虫)、4種ほどの *Syntretus* spp. (コマユバチ)とおそらく *Locustacurus buchneri* (ダニ)、そしておびただしい数のメバエと最低4種のニクバエである。巣内での糞への混入、罹病した女王蜂による創設女王の入れ替えもしくは乗っ取り(女王蜂の交代)、花の汚染が、原生動物、細菌、ウイルスがマルハナバチの成虫間を移動する過程として考えられている。今後、これらの生物が、温室内に放置されたマルハナバチから野外へ広がり、そして新たな国、島に定着し、病気が広まる可能性がある。

現在、自国内外を問わず、マルハナバチの未知の害敵が広がることの危険性を最小限にするための実際的な処置を開発すること以外には、マルハナバチの病気、害敵の両方についてやるべきことは何もない。ニュージーランドや周辺の島でミツバチの蜂児病やカビ病がないことは、例え初期には自由に導入されていたとしても、後に限られたミツバチだけが輸入されるなら、必ずしもすべての病気が新しい地域に広がっていくものではないことを示している。ミツバチでの経験と、移動による重要な害敵の伝播の継続化は、マルハナバチの輸出検疫における、常識的なルールの必要性を示している (Matheson, 1994)。むしろ、日本、チリ、ニュージーランドのような体内寄生性のハエや数種の *Syntretus* の発生が確認されておらず、*A. bombi* も検出されていないような国では、特に、外来のマルハナバチを解放しないように慎重になるのはよいことだろう。北アメリカやヨーロッパの一部など、無制限で大規模な野外放

飼コロニーの移動は、それぞれの大陸内で少なくとも数種の寄生バエの分布を広げる可能性がある。

越冬時の害敵類の除去と飼育方法

女王蜂を越冬させるための土は、野外での自然死因を考慮すれば、女王蜂の死亡を最小限に抑えるために、菌類がなく、線虫がいないようにする。ポーランドでは、越冬女王蜂の生存率が低く、しかもばらつきが多いことの原因を土壌中の菌類に求めているが、栄養摂取が不十分なことも巣作りまでの生存率を著しく減少させているらしい (Griffin et al., 1991, Holm, 1972)。

Nosema bombi によるマルハナバチ成虫の寿命と活動力に及ぼす影響、あるいはコロニー全体への影響は、Fumidil B を施用しての女王蜂の集団飼育で防止できることが知られている (De Jonghe, 1986)。ミツバチのノゼマ病は働き蜂の寿命を縮め、集蜜力を弱めることが知られており、似たような影響がマルハナバチでも現れうる。飼育中の巣が大きくなっている時には、その巣では、病気が原因で死んだ働き蜂を捨てようとするだろう。また、早期越冬覚醒型のマルハナバチの働き蜂によって巣の成長を促すことは体内寄生性ダニである *L. buchneri* の感染機会を増加させることにもなるだろう。

カナダでは、*B. affinis* の飼育成功率が、季節が進むにつれ、明らかに大きく減少することが報告されている。子細な事情は不明だが原因はおそらく *S. bombi* であろう (Fisher, 1987)。*B. vagans* とやや小型の *B. perplexus* の体内寄生性害敵の種類多様さは、これらの種の初期の飼育の困難さで示されている。しかし、いったんこれらの体内寄生性害敵を飼育施設から締め出した後は、*B. perplexus* に大型のコロニーを営ませることも可能となり、今日では、この種が大量生産可能な第2のマルハナバチとなっている。

まとめ

本編は、マルハナバチの病気と体内寄生性の害敵について、多くの情報をミツバチと比較し

ながら整理し、研究例の少ないマルハナバチの病気について、広範囲に及ぶ報告を簡潔にまとめた唯一の総説である。

短い期間 (温帯域で3~4か月) に幼虫と小さな巣を、様々な危険からなるべく遠ざけるために、マルハナバチ属は進化の過程で、ミツバチ属に比べ多種の病原微生物への極めて広い抵抗性を獲得してきた。何世紀も飼慣らされたミツバチとそうではなかったマルハナバチとのその違いは、より衛生的な条件下では一層明確になる。ミツバチに関しての養蜂上の慣習 (女王蜂の交換、汚染された道具、蜂蜜、巣箱の部品などについての巣箱の検査とその取扱い、移動養蜂) と輸入したミツバチからの体内寄生性害敵の拡散に対するあまり的確でない防御方法は病原性微生物と体内寄生性害敵の拡散と拡大を助長してきた。これはマルハナバチの飼育にも部分的にはあてはまるものである。

病気の種類で最も目立つミツバチとマルハナバチの違いは、ミツバチにおけるウイルス性のサック病 (*Moratorvirus*)、細菌による腐蛆病 (*Bacillus* と *Streptococcus*)、カビ (*Ascosphaera*)、ダニ (*Varroa jacobsoni* と *Acarapis woodi*) に代表されるもので、これらはマルハナバチには広がっていない。また、ミツバチには、害敵として様々な種類の線虫が知られており、それらはマルハナバチで知られている *S. bombi* とは明らかに違う。

マルハナバチとミツバチの成虫は、数種のウイルスと、ある限られた原生動物の感染とハエ類の寄生については同等であるが、菌類とダニについては異なる傾向にある。原生動物については、ミツバチ属とマルハナバチ属間での寄主の属または種の特異性は、はっきりしておらず *Nosema* (Microsporidia, Nosematidae) ほかに数種がミツバチとマルハナバチの両方で記録されている。寄主特異性と病原性の研究は、特にマルハナバチ属において、あるいはミツバチでの *Apicystis bombi* の寄生は、大変重要である。

クローバーのような被覆植物の花粉媒介者として広く使われるようになったマルハナバチの

大量生産は、最近、大規模なボンピカルチャー（マルハナバチ養蜂）に形態を変遷させてきた。この企業生産型マルハナバチの利用は、まだまだ開発途上に広がるであろうし、適合作物の種類も増えるであろう。季節を問わない作物の花粉媒介のために、年間複数のマルハナバチの巣が必要とされ、その巣はミツバチよりも小さいため（200～500頭）、年間の実績としてすでに数百、数千単位で用いられている。ある企業では、施設1棟で、マルハナバチ成虫にして1万頭にもなる、数千のコロニーを収容することができる。このようなマルハナバチの密集飼育は、伝染性あるいは侵入性の病気を増加させる原因となる。特にヒメコバチの *Melittobia acasta*、マルハナバチの巣虫である *Aphomia sociella*（ヨーロッパで多く、他は北米東部）、ガの一種 *Vitula edmandsae serratilineola*（北米で多く、他はヨーロッパ北西部）などのような巣に寄生する害敵が、体内寄生性害敵以上に拡散している。病気の中では、*Nosema bombi* がマルハナバチの大量飼育下での最も深刻な問題となっている。特に防除薬フマジリンのコストがかかるからである。マルハナバチの飼育事業では、病原菌の顕微鏡下での検査を怠ったためにコロニー生産に大きな減退を経験したものもある。潜在的な原因には、スピロプラズマの感染、原生動物の *Apicystis bombi*、あるいは花粉に殺虫剤が混入するような非感染的な障害も考えに入れねばならない。

（著者の連絡先は下記参照 翻訳 浅田真一）

主な引用文献

- Alford, D. V. 1975. Bumblebees. Davis-Poynter, London, UK. 352 pp.
- Clark, T. B. 1982. J. Invertebr. Pathol. 39 (1): 119-122.
- Clark, T. B. et al. 1985. Int. J. Syst. Bacteriol. 35 (3): 296-308.
- De Jonghe, R. 1986. Phegea 14 (1): 19-23.
- Donovan, B. J. 1993. Honeybee Sci. 14 (4): 145-152.
- Fisher, R. M. 1987. Anim. Behav. 35 (4): 1026-1036.
- Griffin, R. P. R. P. Macfarlane. and H. J. Van den Ende. 1991. Acta Hort. 288: 149-153.

- Holm, S.N. 1972. Entomol. Scan. 3 (4): 313-320.
- Lipa, J. J. and O.Triggiani. 1992. Apidologie 23 (6): 533-536.
- Liu, H. J. R. P. Macfarlane and D. H. Pengelly. 1974. J. Invertebr. Pathol. 23 (2): 225-231.
- Macfarlane, R. P. 1975. N. Z. Entomol. 6 (1): 79.
- Macfarlane, R. P. 1976. Mycopathologia 59 (1): 41-42.
- Macfarlane, R. P. and R. P. Griffin. 1990. N. Z. J. Zool. 17 (2): 191-199.
- Macfarlane, R. P. A. Pouvreau and P. Robert. 1995. J. Apic. Res. 34 (in press).
- Maeta, Y. and R. P. Macfarlane. 1993. Jpn. J. Entomol. 61 (3): 493-509.
- Matheson, A. 1994. Bee World 75 (1): 3-4.
- Medler, J. T. 1962. Can. Entomol. 94: 825-833.
- Morse, R. A. 1978. Honey bee pests, predators, and diseases. Cornell Univ. Press, Ithaca, USA. 430 pp.
- Poinar, G. O. 1975. In E. J. Brill (ed). Entomogenous nematodes. Leiden, 317 pp.
- Sakagami, S. F. and E. Katayama. 1977. J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., VI. 21 (1) 92-153.
- Showers, R., A. Jones and F. E. Moeller. 1967. J. Econ. Entomol. 60: 774-777.
- Shykoff, J. A. P. Schmid-Hempel. 1991. Apidologie 22 (2) 117-125.
- Skou, J. P., S. Holm and H. Haas. 1963. R. Vet. Agric. Col. Yearbook, Copenhagen 1963: 27-41.

編集委員から

本論文は Bee World 誌 76 巻 3 号 (1995) に掲載された下記の論文を、著作権者の許諾を得て翻訳、転載したものである。内容の一部を抜粋し、また引用文献の一部を割愛して掲載してあるので、より詳細な内容については原文を参照いただきたい。

なお、マルハナバチ類の名前についてはセイヨウオオマルハナバチについても文中での表記は学名とした。

原文

- MACFARLANE, R. P., J. L. LIPA and H. LIU. 1995. Bumble bee pathogens and internal enemies. *Bee World* 76 (3): 130-148. (130 ref.)
- Roderick P. Macfarlane: Buzzuniversal, 33 Woodside Common, Christchurch, New Zealand
- Jerzy J. Lipa: Institute of Plant Protection, Department of Biological Control, Miczurina 20, 60-318, Poznan, Poland
- Helen J. Liu: 10491 Main Street, Delta BC, V 4 C 2P7, Canada