

令和5年度持続的生産強化対策事業
養蜂等振興強化推進事業(全国公募事業)

養蜂技術指導
手引書
2023

ミツバチの生物学を 養蜂に活かす



中村 純

一般社団法人 日本養蜂協会

養蜂技術指導手引書 2023

ミツバチの生物学を 養蜂に活かす

中村 純

一般社団法人 日本養蜂協会

目次

ミツバチの基本	4
ミツバチの食べもの	6
野生状態と飼養下のミツバチ	8
生息密度と蜂群間距離	10
営巣空間と営巣環境	12
分蜂と雄蜂生産	14
育児中断	16
採餌資源	18
ミツバチと疾病	20
バロア症	22

ミツバチの基本

ミツバチは社会性昆虫

ミツバチは昆虫の中でも最も高度な社会を有する「真社会性昆虫」である。ひとつの社会集団を、単なる集団と区別するためにあえて「群れ」ではなく「コロニー」と呼び慣わす。特にミツバチの場合は、どのタイミングであっても個体単独では生活が成り立たず、同じミツバチ科ながら、秋にコロニーを解散し、単独で越冬した女王蜂一匹だけで春にコロニーを創設するマルハナバチ類とは、その生活史は大きく異なる。

ミツバチの社会は、繁殖期を除けば基本は雌性社会で、雌の間にカースト分化とも呼ぶ明確な労働分業が見られる（図1）。通常、コロニーに1匹だけの女王蜂が生殖個体として産卵のみを担当し、コロニーにとって必要なすべての仕事を、生殖能力を持たない多数の働き蜂が担当する。女王蜂と働き蜂の形態の大きな違いは、担当する仕事を反映し、女王蜂は産卵にだけ特化した形態を、働き蜂は担当する仕事の多様性に応じた多機能な形態を有する。春に越冬から醒めて単独でコロニーを創設するマルハナバチの女王蜂が、採餌や巣作りにまで対応する多機能な形態を示すことと較べて、やはりミツバチは一線を画しているといえる。

ミツバチのこうした特殊性が、実際には養蜂を可能にしている非常に重要な要件ともなっている。飼養する立場では、それが当たり前のミツバチの性質であり、それをいかに意のままに操れるかで養蜂がなり立つと思いがちであるが、本来ミツバチはどうしたいのかという点についてもきちんと理解した方がよい。



図1 女王蜂を取り囲む働き蜂

ローヤルコートとも呼ばれるが、働き蜂が女王蜂にかしずいているわけではない（比較的若い働き蜂が周囲にいることに注目）。ここでの女王蜂の位置づけはコロニーの統制に必要なフェロモンである女王蜂フェロモンの発生源である。

女王蜂の重要性

コロニーに1匹しかいない女王蜂は、産卵だけを担当しているとはいえ、コロニーにとっては不可欠な存在である。女王蜂が分泌・放出する女王蜂フェロモンはコロニーの多様な状況を促進あるいは抑制の方向で調節する重要な働きを持っている（図2）。産卵力が大きく、活動的な女王蜂ほどフェロモンによってコロニーに影響を与え続けられ、逆に、加齢によって衰えてきた女王蜂では、促進効果は乏しくなり、抑制効果も弱まり、働き蜂が不活発になり、分蜂に向けた行程が進んでいく。もちろんフェロモンは女王蜂だけが分泌・放出しているわけではなく、蜂児も、また働き蜂も数種のフェロモンを放出して、相互に関係し合いながらコロニーの状態が決まっていく。特に女王物質の場合、女王蜂の分泌能力の変化だけではなく、その拡散に働き蜂が関与しているため、コロニーを構成する働き蜂の数が多すぎるとコロニー内に拡散しにくくなって、コロニーの状態の調節に変化をきたすこともある。

養蜂において、蜂群の状態を調整しようとする場合、コロニー内でもともと何がどのように調整されている状況かを理解しておく必要がある。例えばハチミツの生産を考える場合、女王蜂は若くてフェロモンの放出量が多く、採餌や貯蔵を促進できる状態の方が有利になるはずである。働き蜂の数を増やしたい場合も同様である。一方で、新規に女王蜂を作りたい場合には女王蜂フェロモンは不利に働くことになる。

前年の女王蜂を生産期を通じて使い続けることは、採餌や貯蔵を促進できないばかりではなく、常に王台ができて分蜂のリスクを抱え、また雄蜂の生産が延長してしまう。雄蜂の生産が繁殖期で終わらず、夏になっても続くことは、養蜂にとって最大の脅威であるミツバチヘギイタダニの増殖を助ける結果になっている点も、飼養下でのミツバチが背負うことになる大きなストレスであるという理解が必要である。

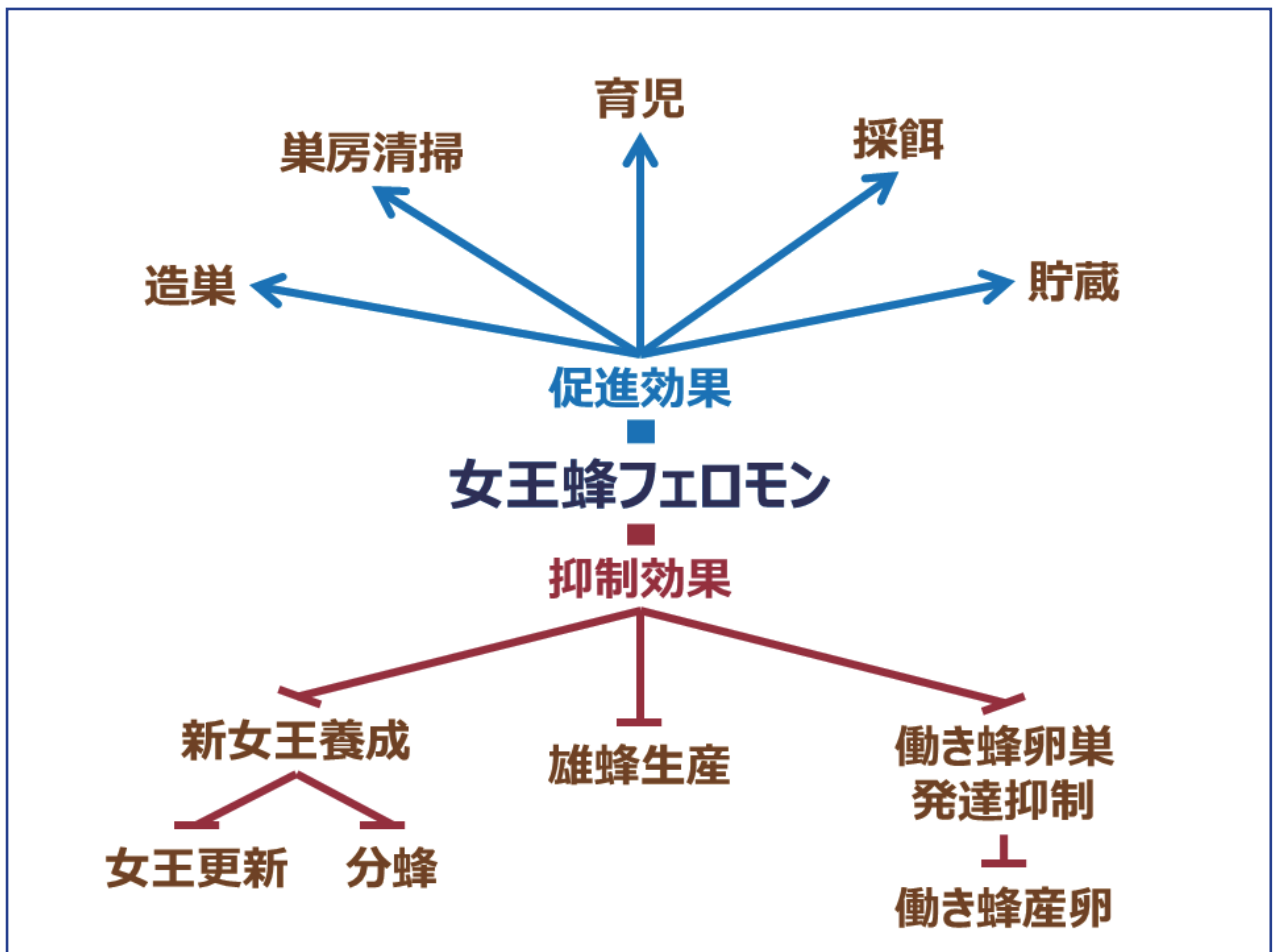


図2 女王蜂フェロモンによるコロニーの調節

女王蜂フェロモンには大顎腺や背板腺から分泌される9-オキソデセン酸が含まれ、これが女王物質の本体であることもわかっている。

ミツバチの食べもの

女王蜂の食べもの

女王蜂が食べるミルク様（水分 60～70%）の食料は、蜂ミルク（養蜂上、女王蜂が食べるものには特に「ローヤルゼリー」の呼称がある）と呼ばれ、幼虫期も成虫期も基本的にこれだけを食べている（貯蜜巣房から直接糖質を摂っている可能性はある）。

このミルクは、比較的若い働き蜂が花粉を摂取し、消化吸収した栄養によって再構築されたものである。働き蜂の頭部にある下咽頭腺で合成されるタンパク質を豊富（9～18%）に含み、大顎腺で合成される脂肪酸（特にローヤルゼリー特異的な 10-ヒドロキシデセン酸を含む）、蜜胃由来の糖質（7～18%）などから構成される。女王蜂は幼虫から蛹になるときに初めて脱糞するが、量は相対的に少ない。また成虫の女王蜂の排泄物も透明な水様の液体のみで、そのことはこのミルクが消化吸収率が高く、栄養効率のよい食料であることを物語っている。

女王蜂になる幼虫が食べるミルク

王台の中で育つ女王蜂の幼虫に与えられるミルクの量は食べきれぬ量を遙かに超えて多く、特に繁殖期の前半（5月）に作られる自然王台では蛹化時点で大量のミルクが残存していることが多い（**図3**）。幼虫の最終段階での体重は 250 mg に達し、卵から孵化したての幼虫の体重が無視できるほど小さいことを考えると、この分量がすべてミルクで賄われたことになる。また、残存するミルク量も体重に匹敵する量になり、排泄や呼吸で放出される水分などを勘案しても、6日に満たない幼虫期間に与えられるミルクの量は 500 mg を大きく超えることが予想される。ただ繁殖期を過ぎた時期（6～7月）の王台中では残存するミルクの量は少なくなる。女王蜂が失われて応急的に作られる変成王台中の残存ミルク量も多くはない。大量の残存ミルクが示すのは、その幼虫に対して最大の大きさで蛹化すること、つまり大きな女王蜂を作ることが目的になっているとも解釈できる。その点では産卵能力の高い、大きな女王蜂を作るためには時期を選ぶこと、あるいは資源環境のいい場所を選ぶことが重要そうである。

産卵中の女王蜂が食べるミルク

産卵中の女王蜂は一日に最大で 1000 個を超える卵を産むことがあるが、その総重量は 200 mg に達する。卵を作るための栄養はすべてミルクで賄われ、さらに女王蜂自身が消費する栄養分を含めると、産卵最盛期には、毎日、自分の体重（200～300 mg）を超える量のミルクを摂取していると推測される。

女王蜂の腹部は大きな卵巣で満たされているが、栄養を貯蔵するような組織は発達していない。産卵は、いわゆる「ところてん方式」であり、働き蜂から与えられるミルクの量を反映して産卵量が決定する。働き蜂が生産できるミルクの量は、若い働き蜂の血中および下咽頭腺内のタンパク質量に依存し、それはまた巣内の貯蔵花粉量に依存する。もちろん花粉の貯蔵量は採餌量を反映して変動している。したがって季節ごとに女王蜂の産卵量にも大きな変動が見られることになる。



図3 王台中の女王蜂の蛹

王台中の羽化を待つ蛹。その体積を超える大量の食べ残しミルクが残されている。



図4 女王蜂幼虫と働き蜂幼虫に与えられるミルクの量の差

左：王台中の女王蜂幼虫（4日齢）は、大量のミルクに半身を沈めた状態で、頭部端の口器は常にミルク中に没していて24時間ミルクを摂取できる状態にある。

右：働き蜂幼虫も2～3日齢まではミルクに浸かった状態である（左上の巣房内のもは2日齢）。しかし、その後は体表が乾かないような量だけを与えられ、女王蜂の幼虫とは様相が大きく異なる（右側3匹は5～6日齢）。

働き蜂も食べているミルク

働き蜂は、6日間の幼虫期間のうち、前半はミルク食で、後半は花粉と蜜の混合物を与えられるというのが定説であった。しかし、蛹化直前の幼虫の消化管内に含まれる花粉粒数には大きな変動があり、蛹期の体重に対して花粉の総重量が占める割合は大きくない。半野外試験でトウモロコシの花粉のみを利用できる状況で行った実験では花粉の体重寄与率は5%以内にとどまっていたとされる。またローヤルゼリーを調製した飼料を、量を制限をしながら与えて働き蜂を得る人工飼育法も確立されており、少なくとも花粉が働き蜂を作るのに不可欠というわけではない。女王蜂幼虫との差は与えられるミルクの量であり、女王蜂幼虫が王台中で食べきれない量を与えられるのに対して、働き蜂では量が少なく（図4）、例えば化学物質のミツバチ幼虫に対する影響試験（OECD 239）では、日齢に応じて5分割して与えられる餌量は、蛹化時点での体重に匹敵する量の160 μ Lで、問題なく羽化まで育てられる。

成虫期の働き蜂は、羽化の直後から花粉の摂取を始め、下咽頭腺の発達に伴いミルクを分泌できるようになる。ミツバチが食べている花粉のタンパク質含有量は6～28%と植物種による変動が大きい、これをミルクにすることで花粉で育てるよりも幼虫が必要とする栄養を均質化しやすいことがわかる。また花粉には多様な、幼虫の成長に有害な植物成分が含まれている可能性もあり、これを若い働き蜂が取り除いていることにもなる。この点は哺乳類がミルクによる子育てを進化させたのと同様の流れと考えられる。

育児期を過ぎた働き蜂は、貯蔵系の時期にはハチミツを作るための多種の酵素を作り、また外勤蜂となつてからは疲労した飛翔筋の修復にもタンパク質を必要としている。しかし、日齢が進んだ働き蜂はすでに花粉を消化する能力を失っている（働き蜂の脱糞タイミングは外勤化よりも早く、外勤蜂になる頃には消化管内に花粉の未消化残分は残っていない）。実際に、放射性同位体でラベルしたミルクの流れを追跡して、育児係から日齢が進んだ働き蜂や雄蜂にもミルクの形でタンパク質が届いていることは確かめられている。

ミツバチは年間のかかなり長い時期にわたってさまざまな植物の花粉を集め、少なくとも働き蜂の一時期には積極的に花粉を摂取していることは間違いないが、それはミルクへの転換を行う加工場のような位置づけで、コロニー内のタンパク質の流れの主流は基本的にはミルクを介したものになっている。巣内ではエネルギー源としての貯蜜の量に対して、タンパク質源としての花粉の貯蔵量はわずか2%程度に留まる。外界から常に新鮮な花粉が補われるような環境ではないと、ミルクの分配も持続できなくなってしまう。

野生状態と飼養下のミツバチ

本当のミツバチの姿

養蜂の場面では、すでにヒトが介在した状態でのミツバチの姿しか見ることができない。ミツバチ研究の世界的権威であるコーネル大学のシーリー教授が提唱した「ダーウィン養蜂」は、進化医学（ダーウィン医学）にその源流があり、ミツバチが進化の過程で様々な性質・形質を受け取ることになった環境と、現在の飼養下での環境との差が、養蜂における種々の問題の原因となっていると考えるものである。そのことは、現在の環境がミツバチにどのようなストレスを負わせていて、したがって養蜂はそのストレスを緩和・軽減する方向で営めばよいものということにもなる。逆の観点からは、ヒトの干渉を受けない野生のミツバチがどのようにその多様な問題を解決できているかを探ることで、現在、養蜂を営む上で抱えている問題の解決の手がかりを得ることもなる。ただしダーウィン養蜂を商業養蜂にそのまま適用すること自体は必ずしも目的化されていない。

もともとミツバチは、他の家畜と異なり、ヒトとの関わりがなくても自立して生存が可能な生物である（図5）。このため、ミツバチはヒトの手によって運ばれた新天地で、容易く野生化してしまう。例外的に我が国では、天敵となるスズメバチ類、特に集団攻撃を行うオオスズメバチの捕食圧に耐えられず、野生化は困難であるとされてきた。しかしオオスズメバチのいない島嶼部や都市部では野生化したセイヨウミツバチの姿も普通に見られる。

純粋に野生で生きるミツバチの生態については不明な部分も多いが、飼養下から野生化したものが、どこまで異なる生物になっているかは観察することができる。野生化したミツバチ、あるいは飼養管理を放棄されたミツバチの帰結についても興味深い観察事例がある。特に疾病、中でもミツバチヘギイタダニによるバロア症については、管理をやめ、放置された蜂群でダニによる被害を乗り越えて生き延びるものが出てくるが、共通しているのはダニの寄生率が高くても生存していること、分蜂の頻度が高いこと、蜂群が小型化していることである。こうした帰結から、野生化したミツバチと飼養下のミツバチは遺伝的な差が蓄積して異なる生物、特に耐病性を獲得したと考える向きもあるが、実際にはそのようなことはほぼ起きていないと考えられる。

私たちの目に映るものは、環境への適応として、あるいはヒトの干渉があるかないかという部分で見かけが異なっているだけであり、遺伝的な差異は基本的にはなく、ヒトが与えるストレスからの解放が、ミツバチの生存にとって有利となっている点には注意が必要である。つまり野生化したミツバチの有用形質を取り込んでミツバチの育種を考えるといったことには現実的な意味がないことは、前提として理解しておくべきである。一方で、低い寄生率でも蜂群が崩壊してしまうような飼養下の蜂群は、野生状態のものとは異なりさまざまなストレスを受けているのだと理解し、養蜂作業を通じて、そのストレスをいかに緩和できるかを追求すれば、ミツバチの管理がうまくいき、疾病による損失を抑えられ、生産性が高くなることを示唆している。

野生状態のミツバチと飼養下のミツバチを比較すると、表1に示すようにいくつか大きく異なる点がある。こうした点が生産性や飼養管理、特に疾病管理において意味を持つことになる。本書では、これらの点について詳述していく。



図5 ニホンミツバチの自然巣

横枝の脱落痕にできた節穴を巣門にした自然巣。小さな巣門は外敵への対応策にもなっている。

表1 野生状態と飼養下のミツバチの相違

項目	野生状態	飼養下
① 生息密度と蜂群間距離	生息密度は熱帯の一部を除き一般的に低い。生息密度は蜂群間の距離に反比例し、密度が低い場合は蜂群間距離は大きくなる。温帯では1km ² あたり数群が上限となる。	養蜂場内での蜂群密度は集約的な飼養管理のために高い。蜂群間の距離は小さく、密集状態となる。この点が野生状態のミツバチとの大きな差であり、かつ養蜂という場面において回避はできない条件となる。
② 営巣空間と営巣環境	営巣空間は主に容積や巣門の大きさによってミツバチに選択される。選択されるのは材密度の高い広葉樹の樹洞が多いが、ある程度外部の環境変動を緩和できるような壁厚のことが多い。ただ樹洞そのものの入手性は低くなっている。	養蜂家が用意した巣箱以外の選択肢はない。ミツバチが好むよりも容積的に大きくなるが、蜂群のサイズに合わせて、巣箱の大きさや巣板枚数が可変である。我が国では、移動養蜂用の軽量な巣箱が標準利用されており、材密度の低い針葉樹材で板厚も薄い。
③ 分蜂	繁殖期には必ず分蜂が起きる。巣の容積が小さいため、飼養下では分蜂が見送られるようなコロニーサイズでも分蜂する。出巣する分蜂群の生存率が低く、野生状態では繁殖成功率は高くはない。	繁殖期が生産期と重なるので、分蜂は基本的に抑制される。代わりに時期をずらした人工分蜂で蜂群が分割され、蜂群数は増えやすい。
④ 雄蜂生産	早春からの繁殖期においてのみ雄蜂の生産が見られ、分蜂を境に停止する。雄蜂の生産期間は短く、巣が小さいため雄蜂に割り当てる巣板面積も小さく、雄蜂の生産数に限度がある。	2年目以降の女王蜂を利用し、分蜂を抑制し続けている間は雄蜂の生産が続く。蜂量が多い場合には、繁殖とは無関係に雄蜂が生産され続けることもある。
⑤ 育児中断	分蜂期、越冬期に育児の中断が起きる。巣の大きさも制限要因となるが、外部の資源量によっても女王蜂の産卵量変動し、育児量には変化が大きい。	分蜂が抑制され、また蜂群サイズが大きくなる越冬期にも育児が持続することが多く、一年を通じて育児の中断が起きにくい。
⑥ 採餌資源	蜜源植物は越冬用の貯蜜を得るために不可欠で、一般的に養蜂における採蜜シーズンに利用する蜜源植物が1~2種あれば足りる。花粉源植物は厳冬期を除き、年間を通して必要で、巣の周辺に多様な植物が混在開花するような状況が資源として豊かといえる。	野生では短期で済む越冬用の貯蜜は、採蜜されるため、実質的には秋に給餌によって貯えられる。養蜂の目的のためには蜜源植物は質のよいものが複数あるのが望ましい。花粉源植物への関心・理解はもっと高くてもよいが、養蜂技術としては代用花粉などの給餌で代替できる部分もある。
⑦ 疾病	強毒性の疾病は蜂群と共倒れになり、また蜂群間距離が大きいので水平感染の可能性が低い。このため短期的に症状が出る既往症以外は疾病は問題になりにくい。	強毒性の疾病も薬剤で抑えられるため、病原側の毒性の低下が起きにくい。また蜂群間距離が小さいため水平感染が起きやすい。
⑧ ダニ	ダニについては共存化する傾向がある。ダニの繁殖自体はゆっくりで、急激に増えることがない。越冬成功するコロニーでも高いダニ寄生率を維持していることがある。	低い寄生率でも影響を受けやすい。時期によってダニが急激に増えたり、特に働き蜂の蜂児に寄生することで被害をもたらす。またダニ単独よりも媒介されるウイルスによる変調を来しやすい。

生息密度と蜂群間距離

ミツバチの生息密度

一般的にコロニーの小さい、熱帯・亜熱帯に生息するミツバチ（トウヨウミツバチやアフリカミツバチ）では生息密度が高く、温帯に生息するセイヨウミツバチでは密度が低い傾向にある（表2）。これは巣の周囲の資源量と、コロニーが必要とする資源量の関係から理解しやすい。ただ飼養下では高密度に蜂群を配置しても大きな問題にはならないことから、野生のミツバチの生息密度の低さは営巣場所を見つけやすいかどうか制限要因である可能性が高い。特に農業や林業による土地の開発・管理によって、ミツバチが営巣しやすい樹洞を持つ大木は姿を消しつつある。そのことは温帯地域では都市部の方が、人工物への営巣が可能となるため比較的高い密度になることから覗える。

飼養下のミツバチの実質的な生息密度を求めることは容易ではないが、飼養群数を国土面積や調査地面積で除算して推定することができる。我が国では、2022年の届出蜂群数を国土面積で除算すると0.6群/km²と、温帯の野生蜂群の生息密度と同等の数値になる。同様に県単位、市町村単位でミツバチの生息密度を推定することが可能である。届出蜂群数国内1位の沖縄県では11.3群/km²となり、2位の長野県の1.2群/km²の10倍にもなっていて、現状がかなり過密であることが理解できる。

野生のミツバチの蜂群間距離

生息密度が高いことは、コロニー間の距離が近いことを意味している。野生のミツバチについて、生息密度からコロニー間の距離を推定すると、ドイツの野生ミツバチでは0.6km、アメリカのニューヨーク州の郊外と都市部の野生化したセイヨウミツバチでは、それぞれ1.4kmおよび0.6kmとなる。ブラジル、アマゾンのアフリカ蜂化ミツバチの例ではコロニー間距離は0.1kmと近接してくる。ただし、熱帯・亜熱帯のミツバチは分蜂性が高く、コロニーサイズは一般に小さい。

表2 野生状態のミツバチの生息密度

ミツバチ種 / 地域	生息密度 (群 / km ²)	調査方法 / 文献
トウヨウミツバチ		
ネパール（内部テライ）	3.2 ~ 4.3	伝統的巣箱の占有群数 / 調査面積
タイ（メクロン）	27.1	ヤシの樹洞の占有群数 / 調査面積
インドネシア（スマトラ）	22	Inoue et al. (1990)
セイヨウミツバチ		
ロシア	0.41	Galton (1971)
ドイツ	2.4 ~ 3.2	Moritz et al. (2007)
アメリカ（ニューヨーク郊外）	0.5	Visscher & Seeley (1982)
アメリカ（同上都市部）	2.7	Morse et al. (1990)
アメリカ（サンタクルス島）	0.25	Wenner (1989)
アメリカ（アリゾナ州）	2.9 ~ 5.1	Taber (1979)
アフリカミツバチ		
ボツワナ	7.8	Schneider & Blyther (1988)
南アフリカ	12.4 ~ 17.6	Moritz et al. (2007)
アフリカ蜂化ミツバチ		
ブラジル（アマゾン）	50	Kerr (1985)



図6 集団飼育の場としての蜂場

上段：国内の養蜂場でよく見られる市松配置の巣箱

下段左：巣門を内側に向けた配置（中国） 出巣するミツバチが空中で接触するほど高密度になっている

下段右：巣箱は密着させて線状に並べ、さらに複数列並ぶ（中国）

飼養下の巣箱間距離

養蜂の目的で巣箱を配置する場合、作業を集約的に実施するため、通常は巣箱間の距離は1m内外となる（図6）。自然状態では避けられる近距離営巣が飼養下では当たり前で、それでもハチミツ生産が可能であることから、野生状態で生息密度が低いのは、資源の競合の結果ではないと考えられる。

しかし、貯蜜の奪い合いをする「盗蜂」は巣箱間距離が1kmまでは頻発（2km以上では低減）することが知られている。また、帰巣本能のあるミツバチも図6のような過密な蜂場では他の巣箱に迷い込みがちで、数列並べて配置した場合、前列側の巣箱の蜂量が増え、後列側では減っていく現象は多くの養蜂家が体験している。この「迷い蜂」の発生は、個々の巣箱を色で塗り分けたり、ミツバチが識別可能な図形を設置することである程度防止できるとされているが、巣箱の数が増えれば効果も小さくなる。

ミツバチの疾病対策を考える上では、盗蜂や迷い蜂は非常に重大な感染源とみなされており、野生状態ではこれが排除される密度・コロニー間距離になっていることを合わせて考えると、集団飼育では資源利用以前に疾病感染リスクを抱えていることが理解できる。実際に、バロア症の原因となるミツバチヘギイタダニは巣箱間隔が100mになると感染リスクは小さくなる。ただ周辺蜂群数が多い場合は、蜂場間距離として2.5km離れていても感染が起こることも確認されている。

蜂群間（巣箱間）および蜂場間の距離は資源利用の観点よりも疾病対策の一環として考えるべき問題であり、しかも一般的な養蜂の形態では蜂群の近接配置は避けられないことから、疾病予防に関しては、養蜂家が対策を試みて、ミツバチが背負うストレスを回避することが不可欠となる。

営巣空間と営巣環境

野生のミツバチが選択する営巣空間

正確な位置情報の伝達手段であるミツバチのダンスは、花の在りかではなく、営巣場所の探索を通じて発達したものであることは定説化しているが、実際に営巣空間はミツバチにとってその生存を決定する極めて重要な要素である。分蜂時に、蜂球を形成すると新たな営巣場所を求めて探索が開始される。探索蜂は、主に巣の入口の大きさ、営巣空間全体の容積などを調べて、適当と判断した場合、蜂球に戻ってその位置をダンスで仲間に伝える。情報を得た仲間がダンス情報をたどって同じ場所を見つけ、そこが営巣に向いているなら、自分もダンスを踊って一票を投じる。票の多い場所が最終的に選択される多数決方式で営巣場所が決定される。

野生のミツバチが実際に住んでいる営巣空間には樹洞が多いが、北米での調査において、入口は1個のことが多く、その開口面積は10～20 cm²、営巣空間の下側に位置し、多くは南側を向いていた。また営巣空間は、樹洞内では当然のように樹木の幹に収まる円筒形で、縦に長く、容積は平均して47 Lであった（トウヨウミツバチ、ニホンミツバチでは30 L程度が選択されることが多い）。北米で用いられているラングストロース式の巣箱の入口面積は75 cm²あり、国内で流通している巣箱の入口は20 cm²とそれに較べれば小さい方であるが、野生状態でミツバチが選ぶものと較べれば大きい。また容積的には単箱のサイズに匹敵するが、野生蜂群では年間を通じてこの大きさであるのに対して、飼養下では採蜜期には倍の容積になる。入口の高さには大きな変動があるが、これはミツバチが営巣空間を選択する際に、より重要なのは容積や入口の大きさであることが示唆される。

また、セイヨウミツバチは閉鎖空間営巣性で、稀に開放自然巣が見られることもあるものの、通常は風雨を凌げる場所を選ぶ。生存にとって極めて重要な要素となる営巣空間の選択は、しかし、農村地域では樹洞の減少（植林地では密植となるため樹洞ができにくい）、都市部では人工的な構造物の増加によって、本来選択していた営巣空間とは異なるものでも受け入れて営巣するしかないことから、次第に選択が妥協的になっているともいえる。

広葉樹の樹洞は、その材密度の高さによって気温の変動を緩和し、木材の吸放湿性により、相対湿度を調整する機能を持つ。ミツバチ自身が極めて精密な温度調節能力を持つので、営巣空間自体が外部の変動を緩和してくれなくても、巢内の温度調節は問題がないが、一定の緩和性があり、また熱が逃げにくい縦長の巣構造になるとことで貯蜜の消耗が押さえられ、越冬の成功率が高くなる（図7）。

針葉樹から広葉樹の転換を図った林地であっても、植栽密度が高いために、脱落后に大きな樹洞が作られるような横枝が伸びず、樹洞自体が形成されない。今日、野生のミツバチ（特にニホンミツバチ）の営巣に向けた樹洞はなかなか見つからない。



図7 ニホンミツバチの樹洞内の自然巣

伐採中の樹木内にあった越冬中の自然巣（長野県東部で2月下旬に発見されたもの）。樹洞壁は厚さ約8 cm、営巣空間は中央部で直径16 cm、巢の高さは60 cm（上部には空間もあり）で、切断部よりも下まで巣が伸び、入口は根際にあった。巣自体の容積は12 Lと小さいが、春まで1か月ほどのタイミングで貯蜜は10 kgを超えていた。



図8 国内で用いられる巣箱

左：伝統的なニホンミツバチ用の丸太巣箱（逆さにして撮影）。洞の内径は30cm強、容積は42Lほど。壁厚は8cmを超える部分もある。自然の樹洞と同様で、丸太をくりぬいて作る場合にも壁厚は厚く残して作られる。樹種は多様で針葉樹も用いられる。

右：巣板10枚が入るいわゆるラ式巣箱の単箱（流儀によるが分離器に合わせて8ないし9枚の巣板を入れて使うことが多い）。杉の五分板で作られており、壁面の厚さは15mmしかない。杉板は材密度が低く、軽くて木工には向いているが、この厚みでは木材自体の外気温の変動を緩和する能力はほぼない。採蜜期間中には継箱を重ねて2段群として維持管理される。単箱、継ぎ箱ともに44Lほどの容積である。

巣箱

養蜂家が使用する巣箱は、ミツバチの飼養管理のために工夫され、ある意味で多機能かつ高性能なものになっている。ただ、我が国では転飼養蜂向けの巣箱が標準巣箱となっているため、定飼養蜂では不要な換気口が設けられていたり、全体の軽量化を目的として、板厚が薄く、また軽くて工作しやすい杉などの針葉樹材を用いることが主流となっている（図8）。このため巣箱を構成する木材による気温や湿度など外環境の緩和性能は乏しく、基本的に風雨を凌げる程度となっている。また外気の影響を受けやすいので、冬季には内部で結露しやすい。

ミツバチは巣の中心部での高い温度恒常性を示すので、そのような巣箱であっても育児のための温度を維持することは問題ではない。開放巣では、外側の巣板が外被として利用されるので、確かに雨は防げるが、それ以上ではない。それでも越冬が可能になるほど、ミツバチ自身の発熱による精密な温度調節が行われる。

越冬期は一般には単箱で維持されるが、これは巣が平たくなることを意味していて、つまり樹洞内の巣のように縦に長くないので、温度調節の効率が悪く、大量の貯蜜の消耗につながる。このため越冬期には巣箱を覆ったり、内部に緩衝材を置いて気温の影響を緩和することもできる（図9）。また巣門は狭められ、外気の流入量が制限される。このように巣箱に季節ごとに加える操作は、基本的にはミツバチが背負うストレスを緩和する方向で働いている。



図9 断熱材で保温された巣箱

通常の2段群での越冬群。12月中は寒気にあてて育児を中断させておき、1月中旬の産卵開始後から断熱材を外側に張り付けて保温して、貯蜜の消耗を防ぐ。

分蜂と雄蜂生産

繁殖としての分蜂

野生化したセイヨウミツバチでは、分蜂で出巢した旧王群の生存率（越冬成功率）は26%、残った新王群の生存率は82%と、新たな営巣空間の発見・到達が必要で、またその時点では貯えのないことが、蜂群の存続に大きく影響するようである。また旧王分蜂の場合は、女王蜂の寿命も問題となるが、一般的には分蜂後に新女王蜂に更新されることが多い。ニホンミツバチが養蜂家が設置した巣箱に繁殖期の分蜂の結果として入った場合、適度な資源があることは条件にはなるが、越冬成功率は上記のセイヨウミツバチでの観察結果よりも大きい印象である。

一方、飼養下では、ミツバチ任せの分蜂ではなく、人工分蜂が多用され、分割した蜂群はそれぞれその後のケアを受けることになるので、生存率に大きな差はなく、どちらも原則的には高い生存率になる。花粉交配用の分割（いわゆる「割り出し」）では1群から5～6群以上に増やすことも可能である。ただ、いずれにしても必要となる女王蜂の更新における交尾の成功率が蜂群の存続の条件となる。

飼養下での分蜂の抑制

セイヨウミツバチの分蜂は国内では主に4～5月に見られるが、この時期は採蜜に向けての建勢期、あるいは採蜜期間に入っているため、群勢を維持するためにミツバチに任せた分蜂は制限されるのが普通である。巣礎や継箱の追加によって分蜂熱を下げ、また王台の処理が分蜂抑制のために執られる手段となる。王台の処理は見落としも多く、群数が多い場合、シーズン中に複数回の分蜂の経験をする養蜂家も多いが、分蜂を抑制して、ハチミツの生産が可能になることから、飼養下では分蜂自体は不要なイベントととらえられる。

女王蜂の更新

春に女王蜂を更新（**図10**）することは、その後の分蜂の発生がほぼ抑制されること、産卵力旺盛な女王蜂に置き換えることで群勢の増大が可能になること、雄蜂の生産が終わることなどの利点がある。新女王蜂の女王蜂フェロモンにより蜂群が落ち着き、刺針行動の解発が鈍くなり、扱いやすくなる点も、その後の採蜜シーズンを考えると大きな利点となる。また旧女王蜂を見つけるのも蜂量が増えていないうちであれば容易である。この場合、女王蜂を別途養成しておく必要がある。トルコで行われた研究では、春の方が女王蜂の養成が容易で、夏以降に較べて大きな王台が形成されるため大きな女王蜂を得やすく、また交尾成功率も高く、受け取る精子の量も多いという結果が示されている。建勢中の蜂群に交尾済みの新女王蜂を導入する場合、産卵が停止する期間は3日程度のため、建勢への影響も限定的である。

採蜜期が終わった後の女王蜂の更新は、ダニ対策として位置付ける場合には、無王化した蜂群に自然に王台を作らせることで、無蜂児期間を設定でき有用である。ただ、女王蜂の産卵性能等を評価するための時間がない点が最大のデメリットとなる。



図10 交尾済み新女王蜂の導入

王籠を用いての導入は受け入れまでに3日程度の時間を要するが、建勢期のコロニーに与える影響は小さい。

繁殖としてではない分蜂の意義

分蜂は、出巢するミツバチにとっては、巣との絶縁というイベントでもある。これは蜂児が感染する病気の原因生物との絶縁でもあり、病気が蔓延している状況下では一定の意味を持つ。海外ではアメリカ腐蛆病対策として、巣板をすべて廃棄して蜂だけにした状態から一度巣を作らせ（蜜胃内容物を消費させる）、その後巣礎から巣作りを始めて蜂群そのものは救う方法が採用されているところもあるが、分蜂はまさにこれと同じことになる。またニホンミツバチで見られる逃去と同様に、営巣場所の交換や利用資源環境の転換につながることもある。

一方、残る側では新女王蜂への更新を契機として、雄蜂の生産が終了する。ミツバチヘギタダニは雄蜂の蜂児で増殖するため、雄蜂生産の終了は、ダニの増殖を抑えることにもつながる。つまり分蜂には、野生状態のミツバチにとっては疾病対策の一面もあるという理解が必要である。

分蜂を抑制しても病気を防げる

飼養下で分蜂を抑制すると、また人工分蜂のように巣板を分配すると、蜂児病の原因生物の排除は実質的諦めることになる。もちろん、蜂群を分割して、王台から女王蜂を作る場合は、育児が途切れるため、蜂児病の抑制につながることも多い。また女王蜂が更新されない場合は、雄蜂の生産が続き、ダニが増えることになるが、これを逆手に利用し、ミツバチヘギタダニを雄蜂蜂児に集めて駆除する生物学的なダニ駆除法もある（[図 11](#)）。

ただし飼養下では、巣箱間の距離が近いことで蜂群間での病気の感染（水平感染）が起きやすい。したがって、分蜂を抑止しながら病気の対策を講じる場合は、蜂場を単位として実施する必要がある。その分作業量が大きくなるため、可能であれば春のうちに女王蜂を新しい交尾済みの新女王蜂と交換し、すでに分蜂を経験した蜂群とすることで、王台の確認が不要となり、またダニが増えるための雄蜂の蜂児がいない状態にでき、シーズン全体を通してみれば作業量を減らすことになるなどメリットが大きい。

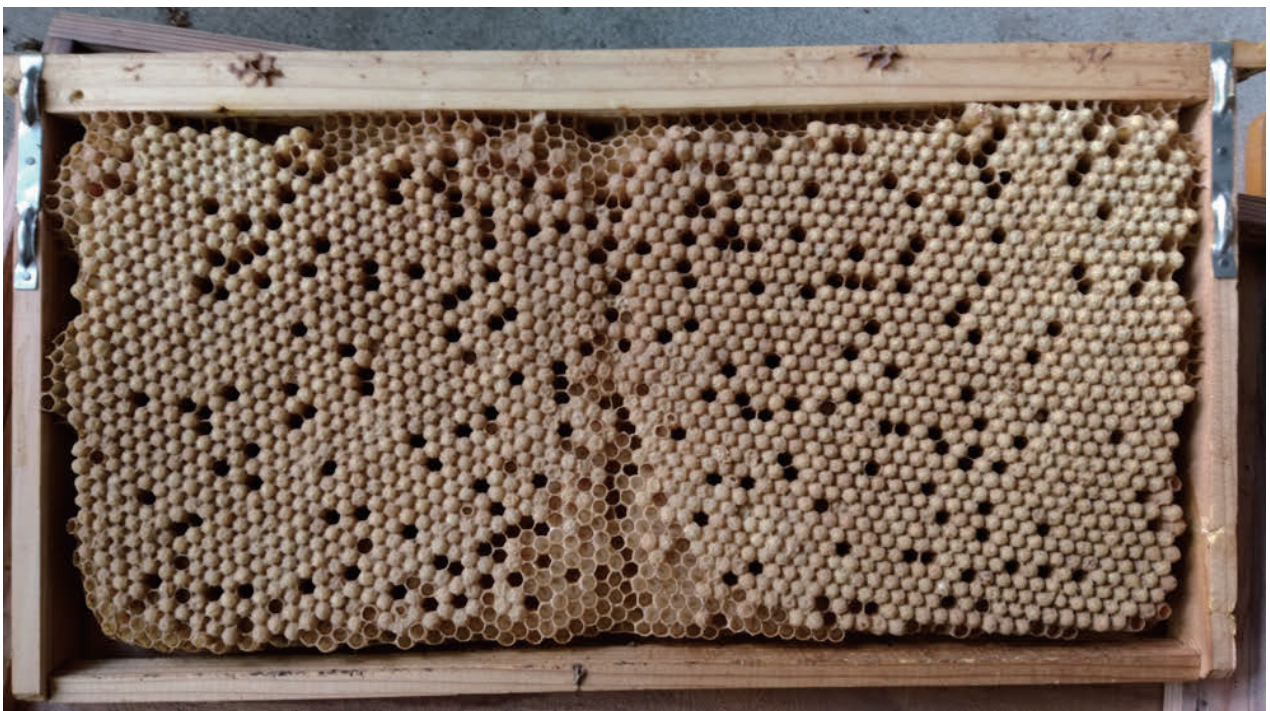


図 11 雄蜂巣板によるダニの駆除

旧女王蜂で蜂群を維持している期間は、新たに巣を作らせると雄蜂用の巣板になる。これを利用して、蜂児圏に木枠だけを挿入し、できた雄蜂用巣板にダニを誘引することができる。全体に蓋がけした段階で取り出すことで、この巣板にトラップされたダニを排除できる。3回程度、タイミングをずらして実施すると効果が高い。通常の巣枠の下側 1/3 程度をこのための空間にした巣枠も販売されている。

育児中断

育児に必要な要素

ミツバチのコロニーが育児を行うためには、産卵可能な女王蜂、その女王蜂と卵から孵った幼虫に与えるためのミルク(とその材料となる花粉)、育児のための温度環境が必要となる。これらが揃っている状況では、基本的には働き蜂を更新するべく、コロニー内での育児は継続されている。逆にいえば、このうちのいずれかが欠けても育児は中断することになる。

女王蜂の産卵停止

産卵可能な女王蜂が不在となるのは分蜂時の女王蜂更新の期間だけである。旧女王蜂は新女王蜂の出房直前に出ていくが、その数日前から産卵が停止していることも多く、また出房した新女王蜂が交尾をして産卵開始するまでには10日ほど必要で、この間約2週間ほどが産卵がないタイミングとなる。ただ旧女王蜂が残した蜂児は相当数いて、一部は幼虫を含むので、幼虫育児そのものが停止している時間は10日程度となる。一方、出巢した分蜂群の旧女王蜂は、新規営巣開始後2～3日で産卵を開始できるので、こちらは女王蜂の産卵停止期間は長くて1週間程度であるが、コロニーとしてはまったく蜂児のいないところから始まる。

越冬期には、大型のコロニーでは貯蔵花粉があり、また越冬明けの産卵開始時点では貯蔵花粉がなくても働き蜂が体内に持つ栄養だけでミルクが供給されるのが普通で、したがって女王蜂の産卵が停止しない場合もある。ただ、産卵が続いても幼虫を育てられない場合もあり、育児中断は起きやすい。中型コロニー以下では、ミルクの生産・供給は12月中にほぼ停止し、幼虫への給与がなくなり、また女王蜂が徐々に産卵を停止することで育児中断が起きる。

ミルクの生産停止

ミルクの生産は若い働き蜂によるが、原料は花粉である。外界から十分な花粉が搬入できる期間はミルクの生産は停止しない。しかし花粉の搬入量、貯蔵量を反映したミルク生産量の変動は大きく、夏の欠乏期や梅雨時や秋の長雨時にはミルクの生産が低下し、女王蜂が十分なミルクの摂取ができず産卵がまとまっていられなくなり(図12)、採餌成績の回復がないと、やがてしばらく産卵が停止してしまうこともある。この段階ではコロニーとしての育児中断にはなっていないが、同時に幼虫へのミルクの給餌が間に合わず、幼虫死亡(資源回収のための共食いを含む)が増加することもある。

女王蜂の産卵が停止し、幼虫が不在になると、ミルクの生産も大幅に制限される。冬季には、おそらく女王蜂へのミルク供給の低下が原因で産卵が停止し、育児が完全に中断する。この点で、育児中断がミルクによるものか女王蜂側の事情によるものかを切り分けることが難しい局面もある。

秋に生産される働き蜂、いわゆる越冬するコロニーの主役となる「冬蜂」では腹部の脂肪体の発達が見られ、体内に栄養を貯えた状態となっている。きっかけについては不明ながら、本州では1月中旬から2月上旬に女王蜂が産卵開始するのが普通で、その時点では開花植物がなく、花粉は入手できておらず、また貯蔵花粉もまったくない場合もあるが、必要なミルクは働き蜂が身体に貯えた栄養を利用して生産すると考えられている。

温度調節の放棄

育児に必要な巣の中心部温度(34～35℃)は、ミツバチによる精密な温度制御によって安定的に保たれる。しかし、夏の高温期や冬の低温期には、安定した温度を維持することが難しくなり、特に冬季は温度を維持することが貯蜜の消耗につながり、越冬の不成功を招く。このため、特に中型コロニー以下では、冬季には育児を中断し、温度調節を放棄して巣内温度を20℃程度まで下げてしまう、この温度では卵、幼虫、蛹のいずれも生存不可能で、育児は完全に停止した状態となる。育児を止めて温度調節を放棄している期間は、蜂群の状態および冬の長さに関係するが、本州では最長でも1か月半である。



図 12 不揃いな蜂児

女王蜂の産卵が低下するとまとまった産卵ができず、狭い範囲で蜂児の日齢が不揃いとなる。上図では卵～終齢幼虫までが含まれており、女王蜂の産卵が低下している兆候を読み取れる。

飼養下では育児中断は起こりにくい

飼養下のミツバチでは、分蜂を抑制し、産卵可能な交尾済み女王蜂を導入することによって育児中断期間を3日程度に短縮することができる。建勢期や採蜜期には蜂量の増加、維持が命題となるため、分蜂を防ぐことによって、かつ3日間の産卵停止があるとしても、産卵力旺盛な女王蜂に更新して育児中断を防ぐことのメリットは大きい。

また春から秋にかけては、天候の不順や花粉源植物の開花状況に応じて、代用花粉（花粉パテなどを含む）の給餌もできる。給餌は少なくとも短期的には女王蜂の産卵低下を回避したり、育児成功率を高めたりする効果がある。これによって育児中断を防ぐことは、特に建勢期や秋にはメリットがある。温度環境は、断熱材等を用いて巣箱を包むことで外気温の変動の影響を緩和したりはできる（図9）。ただ、冬季に育児を中断させない場合は、貯蜜の消費が大きくなる。加えてミツバチヘギイタダニが働き蜂の蛹を利用して増殖し、繁殖力のある若い母ダニが常時巢内にいるようになる点が大きなデメリットである。

育児中断には意味がある

養蜂技術において、女王蜂の隔離などによる育児中断が疾病対策として利用されることからわかるように、育児中断がない場合には蜂児に感染する疾病の原因生物はコロニー内で常に維持されることになる。育児中断には疾病の連続性を断絶するという重要な機能性を持っている。

また、冬季の育児中断は、結果として労働従事率を下げることによって働き蜂の消費を防ぎ、また育児のための温度調節に必要となる貯蜜の消費も抑えることになる。また、冬季の育児中断はそれなりに期間が長いので、バロア症の原因生物のミツバチヘギイタダニが蛹に寄生できずに加齢し、低温で脱落して個体数が減ることにもつながる。働き蜂の成虫上では長く生きられないミツバチトゲダニの場合は、越冬期間中に育児中段が起きることで感染を絶つことができる。

アメリカではアーモンドの交配用のミツバチを秋にカリフォルニアまで運んでいたが、近年北部各州で低温倉庫内に蜂群を一定期間閉じ込めて、強制的に育児中断をさせてから、2月にカリフォルニアに運ぶようになってきた。その方が春の建勢に勢いがあり、また育児中断によってダニの増殖を抑えられるようである。

採餌資源

必要な資源量

ミツバチの採餌範囲はおおよそ巣の周囲半径2～3 kmの圏内といわれるが、さらに6 kmを超える長距離であっても、よい資源に到達できる場合はそれを利用することもある。資源の物量が採餌圏の大きさに直結しており、花が多い春には500 m圏内と狭い範囲で採餌が完結するが、花が少ない夏には範囲が広がる。

ミツバチが花に頼るもののうち、糖質源としての花蜜は1群あたり年間120 kg必要といわれる。花蜜10 kgからハチミツ6 kgを作ることができるので、もし集めた120 kgを全量ハチミツにした場合は70 kg近い量になる。特にそのうちの10～20 kgが越冬のために必要な貯蜜量となる。ただ、花蜜は糖度20～70%と糖質量の幅が大きい。ミツバチは花蜜の糖度は集める際に自己評価でき、また巣で受け取る係も糖度を評価するので、基本的にはあまり薄い蜜を集めることはない(水の代用物として利用することはある)。飼養下のミツバチであれば50 kg程度の貯蜜を有していることもあるが、そのためには比較的短期間に一斉開花する良質の蜜源植物が必要となる。ここでいう良質とは糖度の高い花蜜を分泌していることを指し、また1花当たりの花蜜量が多く、空間あたりの花の数が増える植物が良質な蜜源植物となる。

一方、花粉は主としてタンパク質源として、年間に一群あたりが集める50 kgの花粉は、働き蜂を15万匹作れる量に相当する。花粉のタンパク質含有量も6～28%と植物種によって大きく異なるが、働き蜂は集める際にタンパク質含有量を評価することはできない。このため花蜜の場合と違ってより多種類の植物を利用する傾向が強く(図13)、それによって栄養価のばらつきを相殺していると考えられる。花粉は貯蜜に比べて巣内には大量に貯えることができず、採餌成績のよいときでも1 kg程度の貯蔵量となる(図14)。したがって花粉については、厳冬期を除いて常に新鮮な花粉が巣の周囲で入手できる状況、つまり花粉源となる花が何かしら咲いていることがミツバチが想定している資源環境となる。



図13 花粉トラップで集めた春の花粉

春には開花植物が多く、わずかな時間(3時間)で、色分けで10種類以上の花粉ダンゴが持ち込まれていた。ミツバチが多様な花粉を利用できているともいえるが、花粉は花蜜と異なり再生産されないため、大量に花粉が得られるような有力な花粉源がないという事情も反映されている。



図 14 巣板上の貯蜜、花粉、蜂児の配置

貯蜜は巣の上部および外側の巣板に偏って貯えられるが、花粉は蜂児と貯蜜の境界に貯蔵され、働き蜂が消費した後に、すぐに女王蜂が卵を産んでいくので貯えられる絶対量はどうしても少なくなる。

野生状態と飼養下では必要な資源量も異なる

野生のミツバチの場合、貯蔵食料の量は営巣空間の大きさに制限を受ける。同時に働き蜂の数も制限を受けているので、花蜜や花粉の搬入量も採餌蜂の数によって制限を受けていることになる。しかしコロニーの運営はそれで「足るを知る」状態となる。養蜂家による採蜜はないので、短期間に大量の損失も起きない。資源が豊かな環境下で、特に小型のコロニーであれば流蜜期に貯えた貯蜜だけで問題なく越冬できる。

飼養下のミツバチの場合、資源状態がよくなる季節に蜂群の成長に合わせて、巣板が追加され、巣の備蓄が増大し、また蜂量も増え、貯蜜量も流蜜を受けて急速に増える。ただ貯蜜はくり返し採蜜されるため巣内の物量の変化は大きい。ミツバチは失った分の貯蜜を比較的短期で補填しようとし、結果としてミツバチによる集蜜と養蜂家による採蜜が、良好な蜜源がある限り続くことになる。以前は良好な蜜源（例えばクリ）が開花しているうちに採蜜を終え、それ以降の分を蜂群の越冬用に貯えさせていた。

仮に年間に1群あたり50kgのハチミツ生産が可能であるとすると、その分として80kgの花蜜を余剰に集める必要が生じる。また蜂量が野生状態より多くなる分、花粉の必要量も増してくる。定飼養蜂の場合は、この増加分が確保できるかどうかの見極めも必要で、よりよい資源状態の場所に蜂場を設置しなければならない。その点で、養蜂家による養蜂植物（蜜源・花粉源）の植栽は大きな意味を持っている。

なお、流蜜期に越冬用の貯蜜を貯えることはできないので、飼養下では秋季に給餌が必要となる。仮に20kgの越冬用貯蜜を持たせるとすると、砂糖の量として16kgの給餌量が必要である。比較的、気温の日較差が大きいうちにやや濃い糖液として給餌をすれば、あまり大きな負担をミツバチにかけずに必要な貯蜜を貯えさせることができる。時期が遅くなると、糖液を貯蜜にするための労働量が大きくなり、ミツバチの負担が増大してストレス状態に陥る。

飼養下でも、移動養蜂（転飼養蜂）の場合は、採蜜のために良好な蜜源を追いかけて移動するので、資源の利用効率は高いともいえる。ただし採蜜のためによい場所は、地域の蜂群密度が高くなりがちで、仮に資源量として足りている場合でも、他者の蜂群からの病気（特にダニ）の感染リスクが大きくなる。十分な蜂場間距離が確保できているかを確認し、また同業者のダニの被害状況などについても情報を得ておくといよい。また移動そのものがミツバチに大きなストレスを強いるので、頻繁にくり返される長時間の移動は特に注意を要する。

ミツバチと疾病

野生状態のミツバチでの疾病

ミツバチにも種々の生理症状あるいは感染症があり、基本的に既往症として時々発症する。ミツバチと病原との関係が長く続いているのが特徴である。野生状態のミツバチでは、蜂群間距離が大きいことから、水平感染による新規の疾病への感染は起きにくい。

しかし、1980年代から90年代にかけて、東南アジアから南アジアにおいて流行したタイサックブルードウイルス TSBV は、当時、地域のトウヨウミツバチの90%近くを死滅させたといわれている。熱帯アジアのミツバチの生息密度が高いことが広範な感染拡大に関与した可能性がある。またこの地域ではトウヨウミツバチの養蜂も各地で行われており、そのような飼養下であったからこそ壊滅的な被害を受けた可能性もある。

しかし1990年のタイでは、感染・発症は認められるものの、すでに蜂群の死滅に至るケースはほとんどなく、病原が弱毒化したか、生き残ったミツバチが耐性を獲得したと考えられた(図15)。病原が強毒性で、致命的な場合は、病原と蜂群が共倒れになることを考えると、病原の弱毒化がミツバチを生き延びさせているとも考えられる。つまり、猛威を振るった強毒性ウイルスはミツバチを死滅させて終わり、ミツバチを死滅させるほどではない弱毒性ウイルスがミツバチとともに生き残ったと考えられる。

飼養下では何が起きる？

飼養下のミツバチにとっては、蜂場内で高密度に飼養されているため、感染群からの迷い蜂も同様に重大な感染源となる。また病気を発症した蜂群から1km圏内にいる健全群による盗蜂が頻発し、感染域の範囲を広げる最も重要な感染経路となる。

また人為的感染経路も複数考えられる。病原を媒介するものとしては、ハイブツールなど直接ミツバチや巣に触れる蜂具などで、蜂場内、あるいは蜂場間での感染経路となり得る。感染群の巣箱の再利用なども、意識的な消毒を行うようにしていない場合には危険である。特に巣板は完全な消毒が難しく、感染群のものは基本的には焼却・埋却して感染経路を断つことが望ましい。



図15 タイサックブルードウイルスに感染した蜂児

左：タイサックブルードウイルスに感染したトウヨウミツバチの終齢幼虫（上の4匹，下の1匹は正常個体）。感染死した場合は頭部が水が溜まった袋状（サック）になる。

右：終齢幼虫が蓋掛け後に死亡するため、死亡後に働き蜂によって蓋が取り除かれる。巣板を見て、蓋に小孔が開けられている巣房は感染、発症して死亡した終齢幼虫が含まれている。

人為的な病気の広範囲な拡散

盗蜂や迷い蜂などミツバチ自身が病気の拡散を進めてしまうことが多いが、ミツバチの疾病が新しい場所で、蜂場を超えて地域に感染拡大する場合、これまでのケースでは人為的な蜂群移動が直接的な原因となっている。国内でも、家畜伝染病予防法に基づく移動に関するルールが守れなかったり、感染に気がつかない、あるいは感染と診断されないままに、つまり意図的でも非意図的であっても、ミツバチが自力で移動可能な距離を超えて蜂群が運ばれることで、新たな病気の感染拡大が起きる可能性はある（表3）。

また我が国はニホンミツバチとセイヨウミツバチの2種のミツバチがいて、特に盗蜂によって2種が接触する機会がある。この場合に相互に疾病を感染させることができ、寄主・寄生者間の関係がこなれていない場合、重大な疾病となる可能性がある。このような寄主変更による疾病を新興疾病と呼び、十分な警戒を必要とする。

表3 家畜伝染病・届出伝染病の感染拡大経路

疾病名	蜂群内の感染
	蜂群間の感染
アメリカ腐蛆病	働き蜂の1～2日齢期の幼虫に経口感染する。成蜂もキャリアに。芽胞形成菌のため、芽胞の形で広がる可能性が高い。巣板上、巣房内に残った芽胞が感染する。 主要な蜂群間感染経路は盗蜂と迷い蜂である。感染群の働き蜂の腸内には多数の芽胞が認められるので、蜂児病だから成虫は安全ということにはならない。人為的拡散では、感染群の貯蜜や貯蔵花粉を健全群に給餌すること、感染群と健全群の間で巣板の交換を行うことでの感染拡大もよく起こる。
ヨーロッパ腐蛆病	働き蜂の1～2日例の幼虫に経口感染する。芽胞は形成しないが、巣房中や巣屑中で生存可能なため、巣房経由、あるいは働き蜂を介して幼虫に感染が起きる。 巣板の交換や巣屑の収集作業中に蜂群間感染が起こる可能性がある。
ノゼマ症* (ミツバチ微孢子虫感染症)	働き蜂の腸管内で増えたノゼマの胞子は排出され、巣箱内で1年以上生存可能。別の働き蜂が巣箱内の清掃作業などをして感染する可能性がある。 盗蜂、迷い蜂、糞、巣板、巣箱を介して他群に感染する。
チョーク病	働き蜂の幼虫に胞子が経口または巣房壁にいる胞子が幼虫の表皮経由で感染する。 盗蜂、迷い蜂、巣板の交換、または水源を介して他群に感染する。
アカリダニ症	産卵可能な雌ダニが成蜂間（日齢の進んだものから若いものへ）で感染する。 迷い蜂、盗蜂、および分蜂で拡散する。 分蜂は蜂群内での寄生率を下げる効果もあるが、新しい場所にダニを連れていくことになる。
バロア症	産卵可能な母ダニが蜂児巣房に侵入し、蛹に感染する。 出房する働き蜂・雄蜂とともに出房し、成蜂の体表上で過ごす時間もあるが、また別の巣房に侵入して蛹に感染する。 迷い蜂（雄蜂と働き蜂）、盗蜂で拡散する。

* 系統が整理され、原因生物が *Nosema* 属から *Vairimorpha* 属に移動したため、名称変更の可能性あり。

バロア症

バロア症の蔓延

ミツバチヘギイタダニの感染症であるバロア症は、最後の清浄国であったオーストラリアが2023年9月に汚染国となり、全世界に蔓延する、養蜂において最も深刻で重大な疾病となった。ミツバチヘギイタダニは成蜂にも蛹にも寄生可能であるが、蛹での栄養摂取により増殖できる。蛹（雄蜂および働き蜂）のいる巣房内は、蓋がけがされており、薬剤を届かせることが困難なため防除の効果が得られにくい。またダニが媒介するウイルスによる多様な症状によってコロニーに大きなストレスがかかり、ダニの寄生率が高い場合、またウイルスの負荷が大きい場合、蜂群が崩壊しやすい（図16）。

野生状態のミツバチとミツバチヘギイタダニ

ミツバチヘギイタダニはトウヨウミツバチを原寄主としており、トウヨウミツバチ（ニホンミツバチを含む）においては寄生は見られるが、疾病として深刻に扱われることはない。トウヨウミツバチのグルーミングによるダニの脱落や、またトウヨウミツバチが基本的に野生状態の生活を営んでいることも、このダニに対して抵抗性が発現している状態であるといえる。

野生化したセイヨウミツバチではダニが寄生した状態（薬剤投与はなし）のまま80%が越冬に成功していることが知られる。また、管理を行わないまま放置していた蜂群で、高いダニ寄生率（20%前後）を維持したまま5～6年生存できるが、こうした蜂群は分蜂性が高く、蜂群が小型化して、野生状態の蜂群に近い状態になっている。



図16 バロア症の末期

働き蜂の蛹への寄生がひどく、巣箱の底にはダニと羽化不全となった働き蜂の死体が多数見られる。

飼養下のミツバチとミツバチヘギイタダニ

飼養下のミツバチでは、ダニ寄生率2～5%が防除閾値であり、その状態で放置すれば越冬成功率が著しく低下する。薬剤による防除が不可欠ながら、巣房内にいるダニには効果が低く、前述してきたように育児の中断がない場合には薬剤による防除の効果は現実的には低い。また、集団飼育はダニの水平感染を容易にし、また現状の蜂場間距離（2～3 km）では、常時ダニが侵入可能な状況である。特に分蜂を制限して、女王蜂の更新を遅らせた場合、雄蜂の蛹を利用して増殖し続けるため、春から夏にかけてダニの個体数が急増してしまう。夏の終わりに女王蜂を更新して雄蜂の生産が停止すると、増えたダニが働き蜂の蛹に寄生するようになる。ダニに寄生された働き蜂では羽化できたとしても体重の減少や羽化不全（翅伸異常を代表的症状とする）が見られ、寿命の短縮や能力低下も観察される。複数の母ダニに寄生された場合は吸血量が多くなり、羽化不全が頻発する。またダニが媒介するウイルス（特にチデレバネウイルス）による種々の症状が現れ、秋までに蜂群が崩壊することが多い。

春季の採蜜成績に期待できる暖地越冬が、現在ではかえって蜂群の伸びが悪くなることを実感している養蜂家も多い。越冬期に育児が中断しないことが、蜂群の伸び以上にダニの増殖を促し、結果として春季の採蜜についても好成績を望めなくなっている。

野生状態のミツバチがダニに対して良好な反応を示していることを、ダニに対する抵抗性を遺伝的に獲得したと見なす向きもあるが、野生状態のミツバチは飼養下のミツバチと同じ条件でダニに接しているわけではないことも理解しておく必要がある（表4）。

表4 野生状態および飼養下のミツバチにおけるダニの挙動

季節	野生状態	飼養下
越冬前	「冬蜂」が生産され、越冬準備が整う	「冬蜂」が生産され、給餌による越冬用貯蜜も完成
越冬期	育児が中断（女王蜂の産卵停止） ダニはすべて働き蜂の体表上で待機（脂肪体摂食で栄養を得る） 加齢するダニの一部は脱落	ぎりぎりまで育児が続き、ダニはその間は増殖し、同時に若返る 育児中断後は働き蜂の体表上で待機（脂肪体摂食で栄養を得る）
越冬明け	女王蜂が産卵再開し、雄蜂の生産も始まる ダニも増殖再開（主に雄蜂の蛹に寄生）	育児が再開、雄蜂の生産も始まる ダニの増殖も再開（育児中断がない場合は若い繁殖力の高いダニの個体数が多い）
建勢期	蜂量が増え、分蜂準備に入り、育児が停滞、分蜂して女王蜂が更新され、その間育児は中断してダニの増殖も停止	蜂量が増え、雄蜂生産も続く 建勢＋分蜂抑制で蜂群が大型化する ダニは増殖継続
流蜜期	雄蜂の生産は終了 ダニは増殖するものの速度は低下 越冬用の貯蜜の完成	ミツバチによる集蜜と採蜜がくり返される ダニは雄蜂を利用して増殖を継続
越夏期	資源状態によっては育児中断 ダニの増殖は鈍化	女王蜂更新のタイミングで雄蜂生産終了 増えたダニが働き蜂の蜂児に寄生（1匹の蛹に複数の母ダニが寄生することも）
秋季建勢期	育児が進む（冬蜂生産） 少数のダニが増殖継続	働き蜂へのダニの寄生が多く、育児成功率が低下（冬蜂生産に影響が大きい） 薬剤防除に失敗すれば蜂群が崩壊する
ダニの挙動	ダニは増殖は可能だが、育児中断が多く、働き蜂の体表上にいる時間が長くなり、加齢が進む 年間を通じて個体数はそれほど多くない	ダニは増えやすい雄蜂を利用して増殖可能 育児中断が少ないので、常に若返る 防除後や冬季には個体数は減るものの、雄蜂の蛹で増殖可能な時間が長く増えやすい

養蜂技術指導手引書 2023

ミツバチの生物学を 養蜂に活かす

令和5年11月発行 ©2023

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2丁目6-16 馬事畜産会館6階

著者

中村純

玉川大学農学部先端食農学科食品科学領域
玉川大学学術研究所ミツバチ科学研究センター

図版著作権

©2023 中村純

【非売品】

本書のスクリーン、デジタル化等の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。

お問い合わせ

一般社団法人日本養蜂協会

〒104-0033 東京都中央区新川 2 丁目 6-16 馬事畜産会館 6 階

TEL.03-3297-5645 FAX.03-3297-5646

<https://www.beekeeping.or.jp/>