

ミツバチ不足に関する調査研究報告書

I 研究の概要

ミツバチ減少の根底にある諸問題を解明し、昨今の花粉交配用ミツバチ不足対策に資することを目的として 1) 我が国ミツバチ群の季節消長調査 2) イチゴ温室栽培におけるミツバチ群の消長調査 3) 養蜂家からの異常報告の解析 4) 農薬の影響調査 5) 蜂病の全国浸潤調査 6) ノゼマ微胞子虫の動態解析、を行った。(それぞれの実験の測定項目において 巣の重量はミツバチ群の健全性の指標として、有蓋蜂児域面積はミツバチ群の繁殖力と働き蜂の育児能力の指標として測定した。)

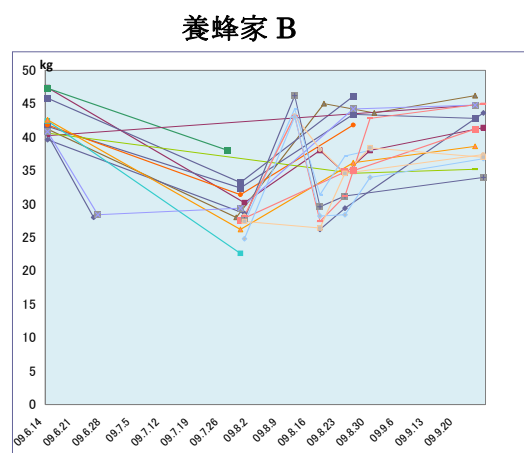
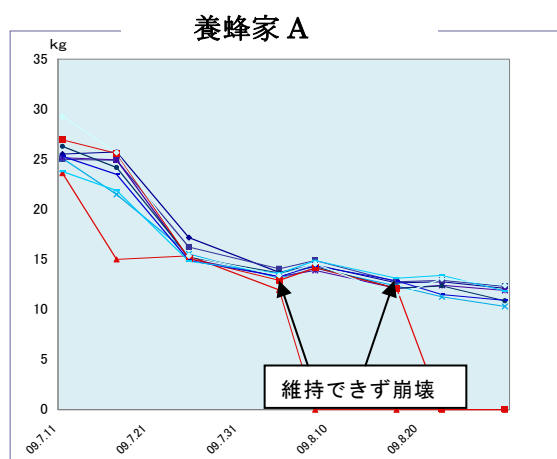
なお、本研究は平成 21 年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業(緊急対応型)(蜂病の現状調査の一部については科学研究費補助金(日本学術振興会))で実施した。

1. 我が国ミツバチ群の季節消長調査

ミツバチ減少に影響を与えていると考えられている要因を検討するために、ミツバチ群の消長や管理状況の調査を実施した。2009 年 6 月から 9 月にかけて、飼養形態の異なる 4 軒の養蜂家(A, B, C, D)が飼養しているミツバチ群の消長(巣の重量、働き蜂の数、有蓋蜂児域面積など)と管理状態を定期的に記録し、その記録の解析を行った。また働き蜂を定期的にサンプリングし、後の解析に供した。

1) 結果

- (1) 養蜂家 A の群は、各群の分割後、働き蜂数が増加する季節であったにもかかわらず、蜂群の重量が微減し、うち 2 群は群を維持できなくなった(図 1)。養蜂家 A の検体を解析した結果、寄生ダニの感染・農薬(クロチアニジン・ジノテフラン)は検出されなかった。一方 PCR による蜂病検査(アメリカ・ヨーロッパ腐蛆病、チョーク病、ノゼマ病(2 種))でアメリカ腐蛆病菌 DNA がほとんどの個体でほぼ全期間にわたり増幅されたが、腐蛆病の兆候はなかった。また、養蜂家 A の群では、花粉の蓄積も少なく、また蓄積した花粉の消費も少なかった。
- (2) 移動養蜂を行っている養蜂家 B の蜂群で、消長の変化と転飼時期との関係は認められなかった。
- (3) 3 軒の養蜂家(B, C, D)では、大幅な蜂群の増減は見られなかった。調査期間中に採蜜や群の統合分割も行われたが、その後の巣重量の推移には大きな影響はなかった。



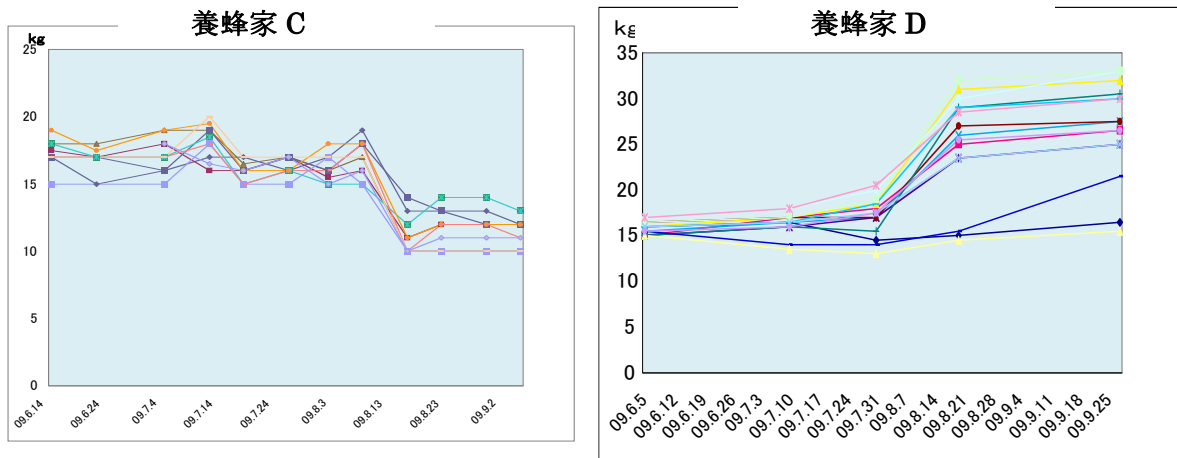


図1 継続観察群の巣箱重量の変化

一つ一つの折れ線が個々の巣箱を表す。養蜂家 A の巣箱の重量は微減し、2 群は群を維持できなくなった。養蜂家 B は、期間中に採蜜、合同、分割などで巣箱の重量が大きく変化している。養蜂家 C は一度採蜜を行い巣重量が減少しているが、その後順調に推移した。養蜂家 D の群は 8 月に低地から山間部に転飼し蜜が貯まったために巣重量が増加したと考えられる。

2) 考察

- (1) 我が国で形態の異なる蜂群の消長を記録した例は少なく、今後のミツバチ不足などの養蜂の抱える問題に対応するための基礎データが得られた。
- (2) 調査した 50 群中で群を維持できなくなったのは養蜂家 A の 2 群のみであった。養蜂家 A の群では、腐蛆病の兆候は認められなかったものの、群を維持できなくなった 2 群だけでなく全ての群でアメリカ腐蛆病菌の DNA が検出された。このことと蜂群の消長との関係は今後明らかにする必要があり、不顕性（感染がしていると考えられるが臨床的に確認できない状態）状態のアメリカ腐蛆病が存在することが明らかになったことは、今後の衛生管理において注意すべきことである。栄養状態もミツバチの減少に関与する可能性が考えられた。
- (3) 養蜂家 B の群の巣重量の増減と転飼（愛知—山形—北海道—愛知）の時期との関係が見られないことから、この程度の規模の転飼は、みつばち群の消長に大きく影響していないことが示唆された。

3) 今後の課題

- (1) このような消長の調査からは重要な知見が得られるので、今後も継続してデータを収集することが望ましい。しかし養蜂家に大きな負担を強いることになるので、より簡便な方法を開発する必要がある。
- (2) 群の維持に対する腐蛆病の影響を明らかにするため、既に得られている B、C、D の養蜂家の検体についても、腐蛆病菌の検査をし、本病の不顕性感染が蜂群の消長に影響するのかどうかを明らかにするための研究が必要である。

2. イチゴ温室栽培におけるミツバチ群の消長調査

ミツバチ群の温室等の施設での長期間使用を可能にすることを目的に基礎データの蓄積を行い、温室内での蜂群の消長を記録してその結果を解析した。

温室内におけるイチゴの交配に利用する蜂群を継続的観測用に複数準備し、有蓋蜂児枠面積、巣重量の変化を定期的に調査した（11月～継続中）。また、これらの群とは別に、温室への導入前後の遺伝子発現を調査する実験群をイチゴ温室内に設置し、マイクロアレイを用いて発現解析を行った。

1) 結果

- (1) DNA マイクロアレイによる網羅的な遺伝子発現解析の結果、多くの遺伝子でイチゴ温室への導入後に発現量が変化していることが明らかになった（図2）。これらの遺伝子の幾つかは、他の昆虫でストレスに反応して発現量が変化すると知られている「ストレス関連遺伝子」であった。
- (2) 11月25日から3月まで、毎週、巣重量の計測や各巣板の写真撮影を行い、併せて働き蜂の検体を収集した。すべての群において、巣重量・働き蜂の概数は、一様に温室への導入後減少した。一方、有蓋蜂児域の面積は温室への導入後、増減を繰り返すパターンを示した。しかし、このような蜂群の消長の程度は、蜂群ごと、温室ごとに大きなばらつきがあることが明らかになった（図3）。

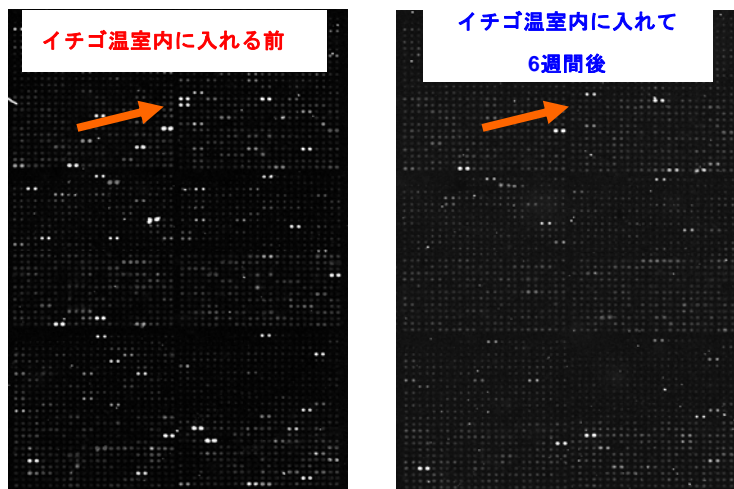


図2 DNA マイクロアレイによるミツバチ全遺伝子の発現比較

個々の点が遺伝子の発現を表している。矢印は遺伝子の発現が温室への導入により低下した例。

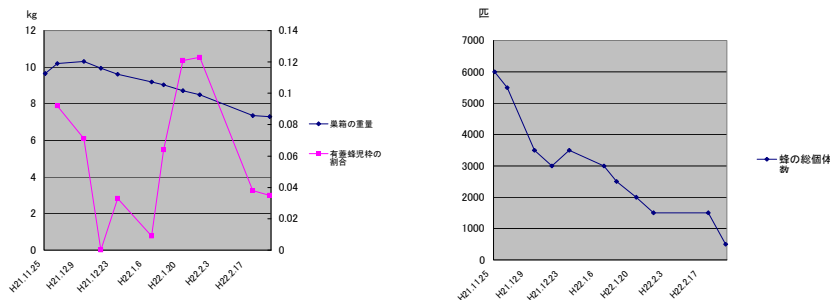


図3. イチゴ温室に導入した蜂群の消長の例

左：巣箱の重量変化（紺色、左軸）と巣枠全体に占める有蓋蜂児域の割合（ピンク色、右軸） 右：働き蜂総個体数の推移

2) 考察

- (1) これらの遺伝子発現の変化はミツバチを温室に導入したことによる環境変化によって誘導されたと考えられ、また多くがストレス関連遺伝子であったことから、ミツバチが温室内で高ストレス状態にあることが示唆された。
- (2) 有蓋蜂児域が、温室への導入後一様に減少するのではなく、増加することもあることが明らかになったことから、導入時の働き蜂の減少を、羽化する有蓋蜂児による増加で相殺できれば蜂群の利用期間を延長できる可能性がある。このためには、働き蜂の減少の速度を少しでも遅くすることが重要である。群ごとに巣重量の減少速度などに大きなバラツキがあり、それは、導入群の状態(働き蜂数、蜂児数など)などによって生じるものと考えられることから、今後導入群の条件について検討する必要がある。

3) 今後の課題

- (1) マイクロアレイ解析の結果から、ミツバチが環境変化により高いストレス下にある可能性が高いことが示唆され、ストレス回避の方法を検討する必要がある。また発現量の変動する遺伝子を解析し、ミツバチのストレス指標を開発する必要がある。
- (2) 経時的観測により、温室内における蜂群の消長は、蜂群ごと、温室ごとに大きなバラツキがあることが明らかになった。これを受けて今後飼養管理技術の高度化のために、温室へ導入する蜂群の状態・イチゴ農家の栽培法等と今回のデータとの関連を解析して、最適な導入法・栽培法を明らかにする必要がある。

3. 養蜂家からの異常報告の解析

我が国の養蜂状態を把握するため、蜂群に異常が発生した際に、農林水産省畜産振興課経由で養蜂家から報告を求め、その集計データから異常が起こる原因を推定することを試みた。

1) 結果

(1) 2009年6月1日～2010年3月1日までの期間に90件の報告があった。そのうち22件が農薬による被害として報告され、16件が寄生ダニによる被害と報告された(表1)。農薬による被害として報告されたもののうち、特に詳細な記載があった報告については表1の備考欄に示した。それ以外は大規模な働き蜂の死亡の前日または当日に、薬剤散布があったと記載されているのみであった。この農薬とダニの2つが異常の要因として養蜂家から報告された主なもので、その他は少数(スズメバチ1件、チョーク病1件)の報告を除くと、原因は不明であった。

2) 考察

- (1) 農薬被害として報告された異常(22件)の発生は夏季に多く、またそれらのうち半分の11件は北海道・東北地方からであった。このことから農薬被害報告には季節性・地域性があることが考えられ、その要因について今後検討する必要がある。
- (2) 今年度始めから新規ダニ駆除剤の市販が開始され、多くの養蜂家が利用したと推察されるにもかかわらず、ダニによる被害が多数例報告された。導入初年であったこともあり、適切な使用方法が普及していなかった可能性が考えられる。

3) 今後の課題

- (1) これまでのミツバチ異常報告では農薬と寄生ダニが養蜂家の最も懸念している問題であるが、今回も農薬とダニの報告が多かった。この2点については、今後も一層様々な側面から研究・調査が必要である。
- (2) 多くの養蜂家がダニ駆除のためにフルバリネート系ダニ駆除剤を用いているが、このダニ駆除剤については、ダニが抵抗性を獲得したと懸念されている。しかし抵抗性に関する全国的な調査は行われていないために、駆除効果がなくなった可能性について判断を下すことができない。このために、ダニ駆除剤抵抗性の調査を早急に行うことを計画している。

表1 2009年度ミツバチ異常報告（養蜂家からの報告にもとづき集計）

1-1 県別データ

	件数	うち 農薬	うち ダニ	備考
北海道	4	3		
青森	1	1		
岩手	2	2		
秋田	5	2		農薬被害のうち1件はマツクイムシ防除
山形	4	3		
宮城	1			
福島	2		1	
新潟	2		1	
茨城	5	2	1	
群馬	4		1	
東京	6		1	
千葉	5		3	
長野	8	2	1	農薬被害のうち1件はリンゴ防除
静岡	1	1		農薬被害のうち1件はミカン防除
愛知	3	1	1	
三重	4		1	
滋賀	1			
山口	11	1	2	農薬被害のうち1件はミカン防除
高知	1			
福岡	1			
大分	1			
佐賀	5		2	
長崎	11	4	1	農薬被害のうち2件はミカン防除
宮崎	1			
熊本	1			
計	90	22	16	

1-2 農薬被害の報告時期

時期	件数
3～5月	4*
5月	1
6～7月	4
7～8月	12
10月	1

*：この4件はミカン園での農薬被害が疑われると記載あり

4. 農薬(クロチアニジン)の影響

ネオニコチノイド系農薬(クロチアニジン・ジノテフラン)のミツバチへの影響を明らかにすることを目的に一連の調査・実験を行った。実験に先立ち、新たに半数致死量(LD50値)を推定した。クロチアニジンは $0.0079\mu\text{g}/\text{匹}$ 、ジノテフランは $0.074\mu\text{g}/\text{匹}$ であった。以後の実験には、このLD50値を基準とし、又実験には、このLD50値の測定に使用した群から採集した働き蜂を用いた。

1) 結果

(1) 行動への影響:

半数致死量以下のクロチアニジン($0.002\sim 0.004\mu\text{g}/\text{匹}$)を胸部背面に塗布した際の行動を目視で観察した結果、半数致死量以上の農薬を塗布した際に示す異常行動(痙攣、回転行動)は見られなかった。

(2) 養蜂家から送られてきた農薬被害が疑われる検体の解析:

日本養蜂はちみつ協会を通じて、農薬により大量死したとされる蜂のサンプルが26検体(それぞれの事例から複数の働き蜂サンプルをまとめて一検体として分析した)、農薬により蜂群が弱体化したとされる蜂のサンプルが16検体、合計42検体が送付された。これらの検体中、農水省による異常報告と重なった物は一件のみであった。すべての検体について、クロチアニジンの検査を行い、養蜂家からジノテフランを主成分とする農薬が近隣で散布されていたと報告された場合についてはジノテフランについても検査を行った。その結果、巣周辺で死んだ働き蜂26検体中24検体(92.3%)から農薬(クロチアニジン・ジノテフラン)が検出された。このうち16検体においてはクロチアニジンが半数致死量(LD50)以上の濃度で検出された(表2)。農薬による大量死が疑われた中には、農協の散布記録から農薬散布が確認された事例もあった。これに対し、農薬の被害により蜂群が弱体化し働き蜂が大幅に減少したと報告された群の働き蜂では16検体中11検体(68.8%)からいずれか、または両方の農薬が検出された。農薬による被害として養蜂家が送付したにもかかわらず、クロチアニジンが検出されなかった2検体からは、アメリカ腐蛆病菌のDNAがPCR法で増幅された。

農薬による大量死が疑われる検体を送付した26軒の養蜂家のうち10軒に、その後の群の消長に関して電話による聞き取り調査を実施したところ、被害が発生した蜂場に設置された群のうち約30%は、多くの働き蜂を失っても群としては維持され、そのほとんど(農薬曝露後も維持された群の約90%)において、その後、群勢を回復したということであった。

(3) 蜂群に直接農薬を噴霧した場合の群の消長

同様な状態の蜂群を複数用意し、濃度の異なるクロチアニジンを含む農薬を一群につき10ml噴霧し、その後の蜂群の消長を記録した。致死量の濃度(400ppb)を巢内に噴霧した場合、働き蜂の死亡のため、蜂群は維持できなくなった。致死量以下の場合(40ppb)は、散布当日及び翌日には多数の働き蜂の死亡が確認されるが、その後の巣箱重量の推移はコントロール群(農薬無噴霧)と変わらず、目視でも大きな異常は認められなかった。低濃度(4ppb)の農薬を噴霧した場合は、ほとんど消長に影響がなかった(図6)。これら実験に供した蜂群は、初期段階で群を維持できなくなったものを除くと、多くはオオスズメバチの攻撃によって壊滅的被害を受け群が維持できなくなった。(秋季のオオスズメバチによる蜂群の被害は、全国におよぶ。正確な統計はないが、多数の群がオオスズメバチの襲来により崩壊していることが予想され、まれな現象ではない。)

(4) フィールドにおける農薬曝露試験：

農薬（クロチアニジンを含む）が散布される予定の水田の中央部、周縁部およびコントロールとして農薬散布場所から 500m 程度離れた場所に、散布前日に蜂群を 2 群ずつ設置し、農薬散布の 2 日後に回収して、その後の消長を観察した。農薬が散布巣田の中央部に設置した群とそれ以外の群とでは、その後約一ヶ月の間巣重量の変化はほとんど差が無く、目視による観察（内検）でも異常は見られなかった。コントロール群（農薬への曝露なし）のうち一群は逃去（原因不明）した。また残りの 5 群は農薬曝露から約 1 ヶ月後にオオスズメバチの襲来により全滅した。

(図 5)

(5) 余命実験

働き蜂に半数致死量の半量もしくは 1/4 量のクロチアニジンを経皮塗布で与え、その後の生存率を求めた。生存率は実験ごとにバラツキを示したが、平均するとコントロール群（農薬無塗布）と農薬塗布群はほぼ同一の生存曲線を示し、低濃度クロチアニジンの経皮塗布は働き蜂の寿命には影響が認められなかった。(図 4)

(6) 帰巢性試験：

半数致死量の半量のクロチアニジンまたはエトフェンプロックスを働き蜂の胸部背面に経皮塗布で与え、塗布 2 時間後および 24 時間後に巣箱から 500m 離れた地点から離して、30 分後までに巣にたどり着いた割合を帰巢率として記録した。クロチアニジンを与えた場合の帰巢率は、塗布 2 時間後においてもまた 24 時間後でもコントロールより低下する傾向が見られた。しかし、試験ごとにデータのバラツキが大きくその差は統計的には有意ではなかった(表 3)。エトフェンプロックスを与えた場合は、2 時間後コントロールよりも高い帰巢率を示したが、クロチアニジン同様、その差は統計的には有意でなかった。

試料 No.	クロチアニジン	ジノテフラン	大量死
1	0.0164		○
2	0.0110		○
3	-		○
4	0.0071		○
5	0.0061		○
6	0.0311	0.0539	○
7	0.0242		○
8	0.0133	0.0149	○
9	0.0195		○
10	0.0163		○
11	0.0114		○
12	0.0207		○
13	0.0087		○
14	0.0042		○
15	0.0236		○
16	0.0012	-	○
17	0.0009	-	○
18	0.0097	0.0176	○
19	0.0022	-	
20	-	-	
21	-	-	
22	-	0.0020	
23	0.0011	0.0076	
24	-	0.0014	
25	-	-	
26	0.0009	-	
27	-	-	
28	-	0.0059	
29	-	0.0011	
30	-	-	
31	0.0165	0.0335	
32	-	0.0025	
33	0.0067	0.0162	
34	0.0034	0.0161	
35	-	0.0054	○
36	0.0291		○
37	0.0105		○
38	0.0199		○
39	0.0165		○
40	0.0288		○
41	0.0080		○
42	-		○

表2 養蜂家より送付された農薬被害が疑われる検体中のクロチアニジン・ジノテフランの濃度 ($\mu\text{g}/\text{匹}$)

堀場アドバンスドテクノ社残留農薬測定キット SmartAssay シリーズ使用。クロチアニジンとジノテフランの検出は別のキットで独立に行った。クロチアニジンのキットには交差性がありジノテフランを誤検出する可能性があるのでジノテフランが散布された可能性がある場合はジノテフランについても測定した。

試料番号は、送付されてきた順で、ほぼ発生順。

大量死欄○は巣門の前で大量死した働き蜂死体検体。

赤字：検査の過程で農薬は検出されたが、定量値が検査キット信頼範囲から外れているデータ

-：検出されなかった

空欄；未検査

黄色枠：PCR でアメリカ腐蛆病菌 DNA が検出された検体

水色枠：農薬の影響で弱群化したと養蜂家が主張している検体

緑枠：検体を採取した蜂場から半径 5km 以内でクロチアニジンを主成分とする農薬（粉剤）を水稻に対して散布した記録あり。

クロチアニジンの半数致死量測定値

0.0079 $\mu\text{g}/\text{匹}$ (今回の測定値)

ジノテフランの半数致死量測定値

0.074 $\mu\text{g}/\text{匹}$ (今回の測定値)

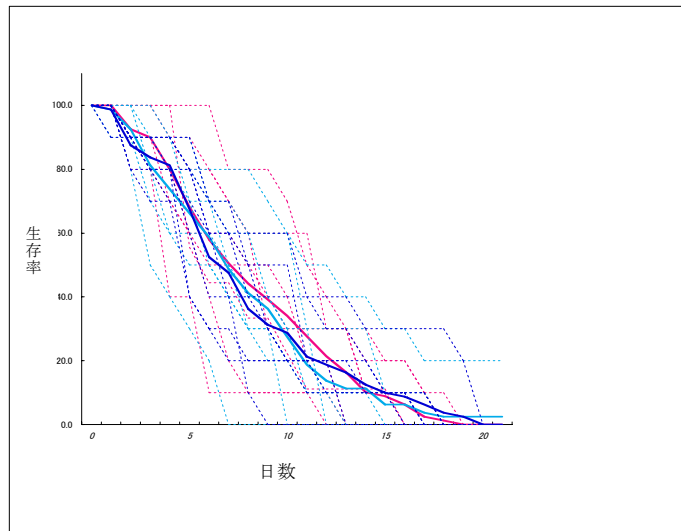


図 4. 低濃度農薬を与えた際の働き蜂の余命

実験ごとにデータはばらつく（点線）が、平均（実線）すると LD50 値の半分（青色）、四分の一（水色）とコントロール（赤色）間で差が見られない。

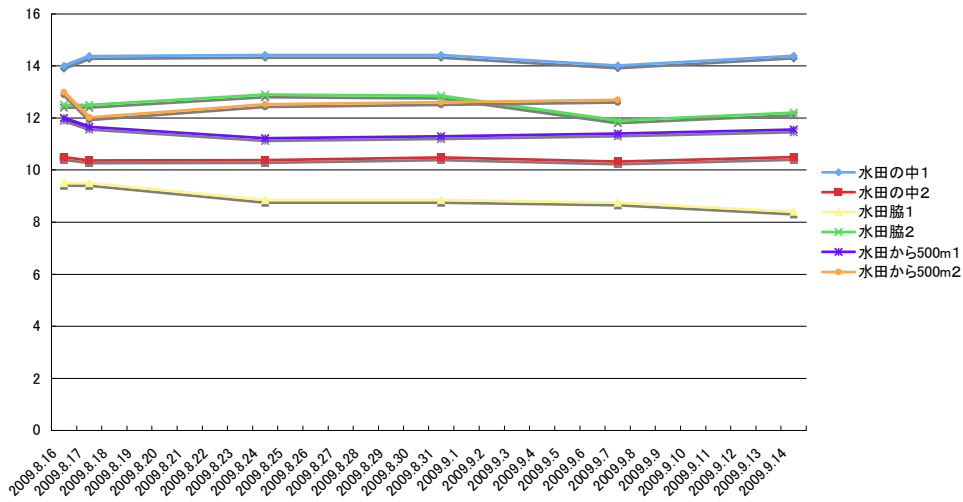


図 5 水田における農薬曝露群の巣重量の変化

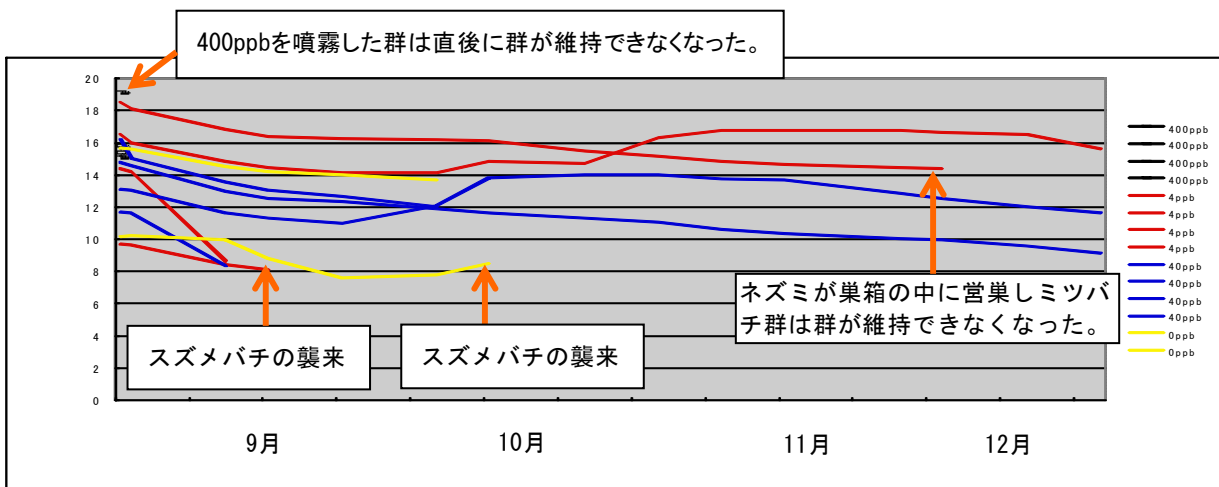


図 6 蜂群に対するクロチアチジン直接噴霧の影響

表3 農薬塗布による帰巣率の変化

農薬名	帰巣率 (%)	
	2時間後	24時間後
コントロール	62.0±19.8	46.3 ±27.8
クロチアニジン	50.1±24.0	37.5 ±36.0
エトフェンプロックス	68.0±23.8	62.5 ±27.2

2) 考察

- (1) これらの一連のデータから、直接少量の農薬に曝露されても蜂群には顕著な影響が認められない場合があること、また巣箱に直接農薬がかかっても影響が認められない場合があることが示唆された。農薬が散布される状態、周辺の環境（蜜源が近隣にあるかどうかなど）などによって、農薬の影響が左右される可能性が考えられた。
- (2) 低濃度農薬の塗布は働き蜂の寿命には影響がないこと、また、帰巣率も農薬塗布により統計的に有意な低下が見られなかったこと、さらに、農薬によって被害を受けても、その後、群勢を回復した群があることは非常に興味深い。蜂群が維持できなくなったのは、大量の働き蜂が死亡したことによると考えられる。しかし、農薬そのものの長期的な影響を示唆するデータは得られなかった。また花粉や花蜜を介した影響など、農薬の間接的な影響については検討できなかった。
- (3) 巣箱の周りで死亡した働き蜂からクロチアニジン・ジノテフランが検出されたことから、働き蜂は何らかの形でこの農薬に曝露されていることが考えられる。

3) 今後の課題

- (1) 実験規模が小さく、欠損値があるなどすべての条件を網羅できていないため、さらなる実験が必要である。
- (2) 今回の試験では成虫または群全体への農薬の影響について調べたが、花粉や花蜜を介した幼虫への農薬の影響についても調べる必要がある。

5. 蜂病の全国浸潤調査

我が国のミツバチの健康状態を把握するため、日本養蜂はちみつ協会の協力で健常群から働き蜂検体を収集した。28 都府県の養蜂家（計 52 人）からの検体を用いて RCR 法によって蜂病の病原体の DNA あるいは RNA の検出調査を実施した。

1) 結果

すべての蜂群からウイルスが検出された。現在知られている 7 種のウイルス中、5 種のウイルス RNA が検出され、多くの蜂群で複数のウイルスが同時に検出された。またアメリカ腐蛆病、ヨーロッパ腐蛆病、チョーク病、ノゼマ病の病原体の DNA が検出された。（表 4, 5）さらに、これまで我が国での分布が確認されていなかったアカリンドニが 1 検体から検出された。アカリンドニの存在は解剖学的にも確認された。

2) 考察

- (1) 我が国の蜂群は発病していなくとも、多くの病原体を保有している可能性が明らかになった。特にアメリカ腐蛆病は、従来より不顕性感染している群がいるのではないかと懸念されていたが、今回の結果は、これを裏付けるものといえる。消長試験中の蜂群や、農薬被害を疑って送付された蜂群からもアメリカ腐蛆病菌の DNA が検出されており（前述）、腐蛆病に関しては注意を要する状態であると懸念される。我が国の蜂群がこのような状態であることを踏まえ、放飼環境や健康管理について厳重な注意が必要であり、養蜂器具消毒などの衛生管理・疾病予防の徹底が求められる。
- (2) アカリンドニの検出は、我が国初めての事例であり、アカリンドニの予防対策に関する啓蒙教育が必要であると考えられる。

3) 今後の課題

- (1) 蜂病の予防および蔓延を防止するために、養蜂家に対する知識の普及・啓発を進める必要がある。一方、新規薬剤の開発・未認可の動物薬の承認などの対策についても今後検討が必要であると考えられ、そのためのデータの収集も行っていく必要がある。
- (2) アカリンドニについては我が国の浸潤状況などが不明であるので、本病の疑いがある場合は速やかに最寄の家畜保険衛生所に届け出るよう、養蜂家を指導する必要がある。

表 4. PCR によるウイルス RNA の検出

検出されたウイルス	検体数
なし	0
DWV	1
SBV	1
BQCV, DWV	4
DWV, IAPV	1
BQCV, DWV, IAPV	1
BQCV, DWV, SBV	4
DWV, IAPV, KBV	6
BQCV, DWV, IAPV, KBV	11
BQCV, DWV, IAPV, SBV	7
DWV, IAPV, KBV, SBV	1
BQCV, DWV, IAPV, KBV, SBV	20
計	57

5種すべてのウイルス RNA を保持している検体が一番多く、ウイルス RNA を保持していない群は存在しなかった。

表 5. PCR による法定伝染病・届け出伝染病の病原体 DNA の検出

病名	PCR 増幅	総供試個体数	割合%
アメリカ腐蛆病	8	336	2.4
ヨーロッパ腐蛆病	44	336	13.1
チヨーク病	49	336	14.6
ノゼマ病			
<i>Nosema ceranae</i>	7	336	2.1
<i>Nosema apis</i>	7	336	2.1

(参考)

1. 現在までに知られている蜂病ウイルスの概要

- **ABPV (acute bee paralysis virus)** 急性麻痺病の原因ウイルス。幼虫は死亡し、成虫は麻痺した飛べない状態で死亡する。
- **BQCV (black queen cell virus)** 黒色女王蜂児ウイルス。女王蜂の幼虫と蛹が黒くなって死亡する。働き蜂成虫では明確な症状は無い。
- **CBPV (chronic bee paralysis virus)** 慢性麻痺病の原因ウイルス。主に成虫が影響を受け、翅と体を振るわせながら飛べない状態で地面を這う。
- **DWV (deformed wing virus)** 翅形態不全ウイルス。翅の形態異常、体が小さい、体色が薄いなどの症状が出る。羽化直後の蜂が主に死亡する。
- **IAPV (Israel acute paralysis virus)** イスラエル急性麻痺病の原因ウイルス。翅を振るわせ麻痺して巣の外で死亡する。
- **KBV (Kashmir bee virus)** カシミアウイルス。全ての段階のミツバチが影響を受ける。通常、ミツバチの体内で増殖せずに存在するが、体液に感染すると3日以内に死亡する。
- **SBV (sacbrood virus)** サックブルード病の原因ウイルス。2日齢の幼虫が最も感染に弱い、成虫も寿命が短くなる。

2. 家畜伝染病予防法によって指定されている蜂病

・アメリカ腐蛆病

家畜法定伝染病に指定されている蜂病。グラム陽性の有芽胞桿菌であるアメリカ腐蛆病菌 (*Paenibacillus larvae*) の芽胞がミツバチの幼虫に経口感染し、敗血症死を引き起こす。粘稠性で茶褐色の腐蛆、膠臭がある。発生蜂群は焼却が義務付けられている。

・ヨーロッパ腐蛆病

家畜法定伝染病に指定されている蜂病。グラム陽性短桿菌のヨーロッパ腐蛆病菌 (*Melissococcus plutonius*) に汚染されたハチミツ、花粉などをミツバチの幼虫が摂取することで経口感染し発病する。無蓋蜂児が主に死亡し、乳白色の液状腐蛆がみられ、時に酸臭がある。

・ノゼマ病

家畜届出伝染病に指定されている蜂病。ノゼマ科に属す偏性細胞内寄生体であるノゼマ微胞子虫 (*Nosema apis*, *Nosema ceranae*) がミツバチ成虫に経口的に感染する。侵入した胞子は腸管内で発芽し、中腸上皮に侵入・増殖することで、腹部膨満、飛翔不能、寿命短縮などの症状を示す。

・チョーク病

家畜届出伝染病に指定されている蜂病。不整子囊菌綱に属する真菌である (*Ascosphaera apis*) が汚染された花粉などから伝播する。本菌は、3~5日齢の幼虫への感染率が高く、死亡した蜂児は硬化しミイラ状(白いチョーク状)になる。

・アカリダニ症

家畜届出伝染病に指定されている蜂病。本症の原因であるアカリダニ (*Acarapis woodi*) は成虫の胸部気管内に寄生する。ミツバチへの影響は気管の物理的閉塞により、病原性は弱いと考えられている。現在まで、日本ではアカリダニ症の発生の報告はなかった。

・バロア病

家畜届出伝染病に指定されている蜂病。本病の原因であるミツバチヘギタダニ (*Varroa destructor*) は、元来トウヨウミツバチに寄生するダニであったが、近年、セイヨウミツバチにも感染が拡大している。このダニは、幼虫の体液を吸血し、またその際にウイルスを媒介することで、羽化した成虫に翅の奇形や脚の変形等を引き起こす。

6. ノゼマ微胞子虫の動態解析

前項の実験でノゼマ病の原因であるノゼマ微胞子虫 *Nosema ceranae* の DNA が検出された群を用い、この微胞子虫の蜂群における動態を調査した。

1) 結果

- (1) ノゼマ微胞子虫の DNA が検出された国内群（以下ノゼマ保有群という）を用いて解析を実施した。ノゼマ保有群の女王蜂の産んだ卵の多くから微胞子虫の DNA が検出された。
- (2) 今回供試した群から抽出した微胞子虫は台湾で報告のあるタイプと同一の塩基配列であった。この検体以外で発見されている我が国の *N. ceranae* は、オーストラリアで報告されているタイプと同一の塩基配列であった（*N. ceranae* のタイプは Chen ら（2009）による）。

2) 考察

- (1) ノゼマ病を引き起こすもう一つのノゼマ微胞子虫 *Nosema apis* は女王から働き蜂への垂直感染がないと考えられているが、*N. ceranae* では垂直感染の可能性が示唆された。このことから、この微胞子虫が蜂群に侵入した場合に *N. apis* と異なった動態を示す可能性がある。
- (2) 我が国に分布する *N. ceranae* には多くのタイプがあるが、それらの起源については不明である。

3) 今後の課題

- (1) ノゼマ微胞子虫を保有するミツバチが陰性群に導入された際の影響を考える上で、ノゼマ微胞子虫を保有するミツバチ（女王蜂あるいは、働き蜂）が非保有群に混合された際の、巣内の微胞子虫の動態調査研究を行う必要がある。
- (2) *N. ceranae* の遺伝子のタイプの割合、分布を大規模な調査で調査することで、*N. ceranae* の日本への侵入ルートを明らかにする必要がある。

II. 総合考察

今回の試験・調査から、現在我が国の蜂群に影響している最も影響を与えている要因については同定することはできなかったが、いくつかの要因が蜂群に影響を与えている可能性が示唆された。

蜂病については多くの場合、病原体は不顕性感染していると考えられることから、このことがミツバチの減少に及ぼす影響について更なる研究が必要である。また、積極的に不顕性感染を克服するには、ミツバチを強健健全に維持し、役割分担したそれぞれのカースト*の働き蜂の匹数のバランスが大きく崩れないことが肝要である。さらに、十分な餌を与え、健康でストレスを受けない環境づくりによって女王蜂が不断の産卵を行えるように促す必要がある。餌に関しては、十分な蜜源・花粉源が得られない現状を鑑み、栄養学的な基盤に立脚した人工餌の開発が望まれる。

農薬の影響に関しては、直接曝露や、近隣からの散布からの待避が重要であると考えられる。このためには、どの程度の距離を、どのくらいの期間、農薬散布地域から離れれば良いかなどの、より実際的な試験を行う必要があると考えられる。耕種農家と養蜂農家が農薬散布時期や蜂場の位置と設置時期に関する情報の交換を相互に行う等、一層の連携が必要である。低濃度農薬の長期的影響を示すデータは得られなかったが、幼虫への影響調査など、多くの課題が残されているため、引き続き試験・研究を継続することが肝要である。

今回の研究課題では、取り上げなかったが、異常報告でも多くの養蜂家が寄生性ダニ(ミツバチヘギイタダニ)が大きな問題であると考えている。またウイルス検出調査を実施した蜂群のすべてからウイルスが検出され、これらのウイルスが、寄生性ダニにより媒介されることから、ダニ対策は今後も大きな課題である。

アカリダニが、今回初めて我が国で発見されたが、本病の疑いがある場合には速やかに最寄の家畜保健衛生所に届け出るよう、養蜂家を指導していく必要がある。

(*ミツバチの群内には、一匹の女王蜂、数百匹の雄蜂、数万匹の働き蜂(雌)がいる。働き蜂は分業している。このような外見の違い・分業をカーストとよぶ。一つの群で、それぞれのカーストの数の割合がバランスよく存在していると蜂群は健全である。