

カルタップおよびプロチオホス剤のセイヨウミツバチに対する影響

小田道宏・宮本 誠・井上 雅央

Effects of Cartap and Prothiophos Insecticides on
Honeybees.

Michihiro ODA, Makoto MIYAMOTO and Masateru INOUE

諸 言

花粉媒介昆虫としてのセイヨウミツバチ *Apis mellifera* LINNAEUS (以下ミツバチとする) の利用は多くの農作物で行われているが^{3, 7)} 農薬が使用されるようになってからその影響による中毒死の事例が次第に多く報告されるようになってきている^{1, 6, 13, 14)}。

奈良県のカキ(主として“富有”)では数年前から大果、良品質果の生産体制を進めるために摘蕾を指導し、残した花蕾を確実に受粉させるために授粉樹を増植するとともに、ミツバチを開花期間中主要産地に導入して結実の安定をはかっている。

しかし、早生種の主要品種で受粉の必要のない単為結果性の品種“平核無”に対して、開花期にアザミウマ類の防除のための殺虫剤の散布が広く行われるようになってきた。この品種は“富有”園と隣接または混植されている状況にあり、“平核無”はもちろん“富有”への訪花ミツバチもその広い行動習性からアザミウマ類の防除薬剤の影響を受ける機会が多くなってきた。このような状況でのカキ園に導入されたミツバチは農薬散布による影響を受け、中毒死と思われる死亡個体が巣箱の前に累積することになり、その保護の必要性が強く要望された。

欧米では多くの農薬についてミツバチに対する影響の有無、程度などが調べられ^{1, 6)}、わが国では航空散布用薬剤についてのデータ¹¹⁾があるが未調査の農薬もかなりある。また、ミツバチに対する簡便な調査法についても開発しておく必要があった。

そこで筆者らは、1981年および1982年にアザミウマ類に対する登録農薬のカルタップ剤(パダン[®])と未登録であるが防除効果があり、ミツバチに影響が少ないとされているプロチオホス剤(トクチオン[®])⁸⁾を中心に殺虫剤のミツバチへの虫体散布および訪花活動への影響について調査した。また、これらの調査のた

めの簡便な方法についても改良を試みた。

カキ園における訪花活動の調査については、奈良県吉野農業改良普及所の果樹担当各位の御協力を賜ったことに深く感謝します。

本試験を始めるに当たって、三重大学農学部助教授松浦 誠 博士には種々の助言をいただき、また、文献の一部については玉川大学ミツバチ科学研究所の肥後正則氏に御世話いただいた事に併せ感謝の意を表します。

材料および方法

I. ミツバチに対する殺虫剤の虫体散布の影響

1. 内役バチへの影響 —1981年—

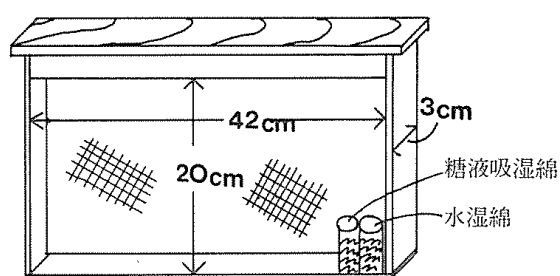
供試したミツバチは3群で、巣箱は農業試験場内に設置した。巣箱の大きさは6枚用で、その中に蜂児枠4枚と調査用ケージおよび給餌器を挿入した。3群はほぼ同等の旺盛な群(約8,000頭)であった。供試虫を収容するケージは巣枠とほぼ同サイズ(第1回)としたが、この場合は幅は大きく(7cm)し、上面を除き、5面をサラン網(20メッシュ)にした。このケージに第1回は1枚の巣脾に付着した内役バチを、第2回は巣箱内の麻布に付着している内役バチをそれぞれふるい落とし、収容した。

供試薬剤は、カルタップ水溶剤1,000倍およびプロチオホス乳剤1,000倍ならびに同水和剤800倍を使用し、対照として水散布区を設け、ハンドスプレーで約15秒間ケージ外の両面から噴霧した。風乾後にケージをそれぞれもとの巣箱に戻した。餌は水(水湿綿)とハチミツ(網面に滴下)を毎日1度与えた。

第1回試験(試験1)は5月15日に、第2回(試験2)は5月19日に行い、処理後1~2日ごとにそれぞれ4日間と10日間調査した。

2. 外役バチへの影響 —1982年—

供試したミツバチは5群で、農業試験場内に設置した。巣箱は前年と同様のものを使用した。外役バチの採集方法は、供試個体数の確保と個体の異常行動によるエネルギーロスを少なくするため、帰巢本能⁴⁾を利用した。すなわち、訪花活動が盛んに行われているところを見計らい、実験用巣箱を約1m後方に移動する。もとの位置には、同形の巣箱(空巢脾2枚挿入)を置く。約1時間後、帰巢した個体を下記の調査用ケージに収容する。収容方法は、空巢脾にとまっている外役バチをケージ内にふり落とし、直ちに網で封じた。この方法は、帰巢した外役バチが確実に収容でき、供試個体数を一度に多く得ることができる。収容したケージは第1図のように2面をサラン網(20メッシュ)または金網(8メッシュ)で張っており、各処理区ごとに別の巣箱を供試した。



第1図 ミツバチ収容ケージ(1982)
2面はサラン網(20メッシュ)または金網(8メッシュ)

供試薬剤は主としてカルタップ水溶剤およびプロチオホス乳剤の各1,000倍液を使用した。他にピリダフェンチオン(オプナック[®])水和剤およびフェントロチオン(スミチオン[®])乳剤の各1,000倍液を使用し、対照として水散布区を設けた。薬剤処理および給水は前項に準じた。餌はハチミツに当量の水を加え稀釈し、脱脂綿に吸湿したものを与え、さらにハチミツを網面にも滴下した。

試験は3回反復し、第1回(試験1)は5月24日、第2回(試験2)は5月31日、第3回(試験3)は6月7日に行った。調査は処理後5日まで毎日9~10時に行い、処理当日は2~4時間後に行った。

II. ミツバチの訪花活動に対する影響

1. カキ園での薬剤散布による影響 —1981年—
小面積の“平核無”と“富有”混植園で、ある程度

周囲のカキ園と隔離された場所を薬剤ごとに選定し、ミツバチ1群を放飼した。カルタップ水溶剤およびプロチオホス乳剤を各園に散布し、ミツバチの訪花を多くするため各処理区の1樹に糖液(蔗糖40%液にハチミツ10%を混合したもの)を小型動力噴霧器で散布した。

試験圃場は10~40aのカキ園で2反復し、5月26日および6月3日に別々の場所で行った。訪花活動は薬剤散布当日と翌日に1樹を10分間観察し、訪花個体数を調べた。巣箱内で死亡したハタラキバチ(内役および外役バチ)については、巣門に自動分封器をとりつけ、そこに集まった死亡個体を散布後7日間毎日計数した。

2. シロツメクサでの薬剤散布による影響 —1982年—

Iの試験に供試したミツバチの巣箱から東へ約150m離れたカキ園の下草として植えられていた開花中のシロツメクサを供試した。7月10日9時に各区4m×20mの範囲のシロツメクサにカルタップ水溶剤とプロチオホス乳剤の各1,000倍液をハンドスプレーで散布し、処理30分後から1時間ごとに5回、各区10か所設定した1m方形枠内の訪花個体数を調査した。訪花個体数は1枠当たり10秒間に観察した虫数とした。

結 果

I. ミツバチの虫体散布に対する影響

内役バチに対して虫体散布をした結果は、第1表に示したように対照の水散布に対してカルタップ水溶剤の影響は比較的軽かったが、遅効性の傾向が認められた。

一方、プロチオホス乳剤および同水和剤は処理1日後からかなり強い影響を示した。なお、剤型による違いは明らかでなかった。

死亡個体は各区とも口吻を出しているものが約半数認められ、虫体は吐出蜜でぬれており、カルタップ区では死亡個体の尾部から黄土色の排泄物を出しているものがやや目立った。

外役バチでは第2表に示すように、試験1・2ともカルタップおよびプロチオホスの薬剤間の差は小さく、しかも、曇雨天の継続した第2回の試験では両薬剤とも影響はかなり少なかった。

しかし、試験3についてはカルタップ区では従来と類似した傾向がみられたが、プロチオホス区では処理1日後に約80%の個体が死亡した。なお、いずれも金網よりサラン網の場合が死亡率が高い傾向がみられた。

第1表 内役バチに対する殺虫剤の虫体散布の影響 (1981)

供試薬剤	濃度	供試個体数	死亡率 (%)		
			1日後	4日後	10日後
試験1 (5月15日)					
カルタップ水溶剤	1,000倍	857	4.8	33.1	—
プロチオホス乳剤	1,000倍	338	86.7	88.2	—
水	—	231	1.3	32.0	—
試験2 (5月19日)					
カルタップ水溶剤	1,000倍	1,751	—	7.0	17.3
プロチオホス水和剤	800倍	1,629	—	40.3	57.8
水	—	1,467	—	0.6	1.5

第2表 外役バチに対する殺虫剤の虫体散布の影響 (1982)

供試薬剤	濃度	供試個体数	当日	死亡率 (%)			備考
				1日後	3日後	5日後	
試験1 (5月24日) (2時間後)							
カルタップ水溶剤	1,000倍	518	0.6	8.5	21.6	42.5	サラン網
プロチオホス乳剤	1,000倍	503	0.2	13.5	29.6	45.5	〃
水	—	170	0	0	1.2	7.6	〃
試験2 (5月31日) (3時間後)							
カルタップ水溶剤	1,000倍	634	—	3.9	10.6	12.0	金網
プロチオホス乳剤	1,000倍	275	—	2.2	5.5	16.7	〃
ピリダフェンチオン水和剤	1,000倍	367	100	—	—	—	〃
フェニトロチオン乳剤	1,000倍	737	100	—	—	—	〃
水	—	459	—	0	0.9	3.5	サラン網
試験3 (6月7日) (4時間後)							
カルタップ水溶剤	1,000倍A	92	4.3	4.3	21.7	26.1	サラン網
〃	1,000倍B	655	0	7.9	11.1	13.0	金網
プロチオホス乳剤	1,000倍A	209	0	82.3	92.3	93.8	サラン網
〃	1,000倍B	252	0	81.7	88.5	89.7	金網
水	—	415	0	0.2	1.4	1.7	〃

ピリダフェンチオンおよびフェニトロチオンは、いずれも3時間後には全て死亡しており、巣箱内のケージ周辺の直接薬剤を散布していない他個体もかなり死亡し、前薬剤では1,786頭、後薬剤では219頭が死亡した。また、1週間後に前回ピリダフェンチオン処理をしたケージに入れた外役バチについても6時間後には全て死亡し、かなりの残効性が認められた。

II. ミツバチの訪花活動に対する影響

カキ園での開花期間中の薬剤散布の結果は、第3表

に示すように明確な結果は得られていないが、カルタップでは散布当日でも影響はみられず、プロチオホスでも訪花個体は観察された。

カキ園に設置した巣箱前の死亡個体数は、カルタップに比べプロチオホスがやや目立った。

一方、シロツメクサへの訪花活動については、第4表に示すように薬剤処理30分後から各区とも訪花個体がみられ、しだいに増加し、何ら影響は認められなかった。

第3表 カキ園殺虫剤散布でのミツバチの訪花活動に対する影響 (1981)

供 試 薬 剤	濃 度	訪 花 個 体 数 a)		巣 門 前 の b) 死 虫 数	調 査 圃 場 (面 積)
		散 布 当 日	1 日 後		
試験1 (5月26日)					
カルタップ水溶剤	1,000倍	48	10	7	下市町六田 (30 a)
プロチオホス乳剤	1,000倍	0	0	104	五条市大沢 (10 a)

試験2 (6月3日)					
カルタップ水溶剤	1,000倍	—	1	25	五条市大深 (40 a)
プロチオホス乳剤	1,000倍	—	8	130	下市町平原 (20 a)
無 散 布	—	—	—	4	五条市大深 (40 a)

a) 1 樹で10分間

b) 7 日間の合計

第4表 シロツメクサへの殺虫剤散布によるミツバチの訪花活動の影響 (1982)

供 試 薬 剤	濃 度	訪 花 個 体 数 a)					累 積 個 体 数
		9 時 30 分	10 時 30 分	11 時 30 分	12 時 30 分	13 時 30 分	
カルタップ水溶剤	1,000倍	12	11	15	13	16	67
プロチオホス乳剤	1,000倍	11	12	17	21	18	79
無 散 布	—	13	10	14	15	17	69

a) 1 枠当たり10秒間で各10枠調査
7月10日 9時 処理

考 察

カキでの実用散布濃度で行ったカルタップおよびプロチオホス剤のセイヨウミツバチ成虫への虫体散布による影響は、内役バチおよび外役バチ共にカルタップが常に軽かったが(第1表、第2表)、リンゴの受粉

に利用されているマメコバチ *Osmia cornifrons* RADOSZKOWSKI成虫のカルタップ虫体散布では5,000倍であるが死亡率は低く、安全であるとしている²⁾。

一方、プロチオホスはカルタップとほぼ同等の低い死亡率の場合とかなり高い死亡率の場合があり(第1表、第2表)、虫体散布では供試個体の条件により影

響が出やすいことも考えられる。

松浦⁸⁾はマーク法での個体識別による虫体散布の実験で、プロチオホス乳剤 500倍、1,000倍ともに外役活動および生残日数に及ぼす影響はほとんどないとし、また、同一群内の他個体、産卵および幼虫に対しても影響はなかったとしている。

これは実験方法の違いによる結果とも考えられ、筆者らのケージ法では虫体だけでなく網面にも薬剤が付着、残留しており、網面に滴下したハチミツの摂食や網を通して口吻でケージ外の他個体と栄養交換を行うことによる影響が現われたことが考えられる。この事は、8メッシュの金網の場合が20メッシュのサラン網よりやや低い死亡率であったことからうかがわれ(第2表)、松浦の方法は接触毒性のみと云えるが、筆者らのケージ法は経口毒性が加わっており、この事による影響が出ている可能性もある。

また、高い死亡率が出た試験の場合は、異巣箱群間での試験であるために、経験的に知られている巣箱間の差が出たことも考慮に入れなければならないであろう。

更に、供試個体の日齢が均一でないことによる影響も考えられる。内役バチは20日齢までの、外役バチは21日齢以後の個体をさすが⁴⁾、Maylandら⁹⁾、肥後⁵⁾は日齢により薬剤に対する感受性が異なることを認め、一般に齢が進むにつれてその感受性が劣ってくる傾向を示しており、外役バチは内役バチに比べて薬剤に対する影響は少ないとしているが、本実験では明らかにできなかった。これは、Nazerら¹⁰⁾によるとミツバチ脳におけるアセチルコリンエステラーゼの濃度が外役バチに対し、内役バチは約2倍あり、マラチオン(マラソン[®])では内役バチは外役バチの約2倍のLD50を示したとしている。

対照とした水散布区では、内役バチの初回の試験(第1表、餌不足によって死亡率がやや高い。)を除いてその死亡率は低く、ケージ内に内役バチで約1,500頭、外役バチで約400頭を収容しても数%の死亡率にとどまっていることから、薬剤処理をした場合、限られた空間(ケージ)に無処理(あるいは水散布)と同数の個体数を収容するのは、ミツバチの行動に異常をきたした場合、その悪影響を大きくする可能性もあり、供試したケージへの収容個体数は少なくする必要がある。

なお、マメコバチ成虫では、プロチオホス 800倍の虫体散布で供試個体全部が死亡したとしており、影響が強かったことを認めている²⁾。

カキで最も一般的に使用されている有機リン剤のフェニトロチオン乳剤およびカキのアザミウマ類に登録のあるピリダフェンチオン水和剤では、処理個体のみならずケージ外の他個体にもかなりの影響を与え、カルタップおよびプロチオホスに比べて毒性が明らかに強いことを示した(第2表)。フェニトロチオンについてはJohansen⁶⁾、竹内ら¹⁵⁾によりミツバチに対する毒性が確認されており、航空散布でも問題となっているが¹¹⁾、ピリダフェンチオンについては公表されたデータは見当たらない。本剤がミツバチに対して残効が認められたためカキの開花期間だけでなく、開花前についても注意をする必要がある。

カキ園での開花期散布におけるカルタップおよびプロチオホス剤の影響については、ミツバチの行動範囲の大きさ、他の有力な蜜源植物の有無による立地条件から明確な結果が得られず、カキへの糖液散布もあまり効果はみられなかった。両薬剤共に散布直後または1日後に少数であるが訪花個体が認められ(第3表)、シロツメクサへの散布でも訪花活動は正常に行われており(第4表)、その影響は少ないといえる。また、カキの花の形態からも通常散布では、その内部に薬剤は入りにくいとため、採蜜からの内役バチなどに対する影響はほとんどないと思われる。

しかし、プロチオホス散布カキ園では巣箱前にハタラキバチの死亡個体がやや目立ったことから虫体散布による影響があったことがうかがわれ(第3表)、広い範囲での多量の立木散布では問題が残った。大橋ら¹²⁾はカンキツ類へのプロチオホス散布後のミツバチの訪花活動などへの影響はみられなかったとしているが、その規模については不明である。

カキへのミツバチの訪花は花粉採集のための授粉樹では主として午前中に行われており、採蜜のための“富有”、“平核無”などの雌花には日中を通じて行われており¹⁶⁾、夕方になるとほとんど訪花活動は行わない。このような習性から開花期での農薬散布は受粉活動への影響の少ない午後から行うことが望ましいと言える。

カキのアザミウマ類に対する登録農薬としてはカルタップおよびピリダフェンチオンがあるが、他に高い効果を示し、残効性のあるアセフェート(オルトラン[®])およびEPNは未登録であり、ミツバチに強い毒性を示す⁶⁾ため、花粉媒介昆虫保護の立場から開花期間中の散布は回避しなければならない。また、剤型では粉剤がミツバチの虫体に付着しやすいとため、被毒個体だけでなく、他個体にも清掃行動などによりその影響を

拡大させる原因となる^{1, 6)}ため開花期の使用は避けるべきであろう。

本実験の虫体散布に使用した巣枠利用によるケージ法は比較的簡便で扱いやすいが、すでに指摘したように経口毒性が加わることがあるため、別のケージで薬剤処理後に巣枠ケージに移す必要がある。このような操作は危険をとまなうため炭酸ガス麻酔を利用すると軽減される(未発表、小田)。

この方法は主として外役バチを対象に行い、供試個体数は100頭前後とし、同一巣箱内でケージ数を多くして観察すれば、供試薬剤の傾向は比較的正確につかめるものと思われ、実用に即した簡便な方法と言える。

今後も多様な作物で花粉媒介昆虫としてのミツバチなどの利用が進む中で、農薬散布と競合する場面が多くなることが予想され、その保護についての調査、研究が更に必要となってくるであろう。

摘 要

カキの開花期間中の殺虫剤散布が花粉媒介昆虫として利用しているセイヨウミツバチに与える影響を調べた。

ミツバチの虫体散布に対する影響は内役バチおよび外役バチともにカルタップ水溶剤では全般に軽度であったが、プロチオホス乳剤では内役バチでカルタップよりやや強く出ており、外役バチで軽度の場合とかなり強く出た場合とがあった。ピリダフェンチオン水和剤およびフェニトロチオン乳剤では、散布3時間後にはすべて死亡し、巣箱内の他個体も多数死亡した。

ミツバチの訪花活動に対する影響は、カキ園でのカルタップ水溶剤散布では当日でもみられなかった。プロチオホス乳剤では訪花活動は認められたが、巣門前の死亡個体がカルタップに比べてやや多かった。しかし、シロツメクサへの両薬剤の散布による訪花活動の影響は全く認められなかった。

巣枠利用のケージに入れたミツバチに薬剤処理し、もとの巣箱に戻してその影響を経時的に調査する方法は、改良点はあるが比較的簡便であり、各種の薬剤のミツバチ虫体への影響を判定するのに利用できるものと思われる。

引 用 文 献

1. ANDERSON, L. D. and E. L. ATKINS, JR. 1968.

Pesticide usage in relation to beekeeping. *Ann. Rev.*

Entomol. 13: 213-238.

2. 青森県りんご試験場 1979. 昭和53年度虫害および訪花昆虫に関する試験成績書: 112-113.
3. FREE, J. B. 1970. *Insect pollination of crops.* ACADEMIC PRESS. : 544.
4. FRISH, K. von 1969. *Aus den Leben der Bienen.* 8th ed. (桑原万寿太郎訳「ミツバチの生活から」岩波書店。: 217)
5. 肥後正則 1980. ミツバチの農薬に対する感受性の差異—特に季節および日齢の影響—. *ミツバチ科学* 1(4): 177-180.
6. JOHANSEN, C. A. 1979. Honeybee poisoning by chemicals: signs, contributing factors, current problems and prevention. *Bee World.* 60(3): 109-127.
7. 小林 森巳 1981. 園芸作物の受粉と花粉媒介昆虫—その増殖と利用—. 誠文堂新光社: 142.
8. 松浦 誠 1977. トクチオンのミツバチに対する影響. *農薬研究.* 24(2): 41-47.
9. MAYLAND, P. G. and C. C. BURKHARDT 1970. Honey bee mortality as related to insecticide-treated surfaces and bee age. *J. Econ. Entomol.* 63: 1437-1439.
10. NAZER, I. K., T. E. ARCHER, N. E. GARY and J. MARSTON 1974. Honeybee pesticide mortality: intoxication versus acetylcholinesterase concentration. *J. Apic. Res.* 13: 55-60.
11. 農林水産航空協会 1983. 農林水産航空事業技術指針: 168.
12. 大橋弘和・山本省二・白井昭一 1977. 訪花昆虫に対する殺虫剤の防除効果およびミツバチへの影響. *和歌山果試 昭和52年度果樹試験研究成績:* 155-162.
13. 岡田 一次 1955. 養蜂と殺虫剤. *植物防疫* 9(12): 498-500.
14. ————— 1963. ミツバチおよび花粉媒介昆虫におよぼす農薬の影響. *応動昆* 7(3): 259-260.
15. 竹内一男・肥後正則・酒井哲夫 1980. 数種殺虫剤に対するミツバチの感受性. *玉川大農研報* 20: 40-46.
16. 横沢弥五郎 1952. 柿の花の訪虫について. *園学雑* 20(1): 58-64.

Summary

The paper treats of the effect of insecticide on honeybees, *Apis mellifera* L., as pollinators in the flowering period of Japanese persimmon.

When the insecticide was directly sprayed on the bees, the toxicity of cartap insecticide turned out to be low with the worker bees in the hive and with foraging bees.

The toxicity of prothiophos insecticide was a little higher than that of cartap as for the worker bees in the hive. But, as for the foraging bees, the toxicity was as high as or a little higher than of cartap.

When cartap or prothiophos was sprayed on the persimmon, neither of them seems to have affected the pollinating behavior of the bees. But the bees which came back from the tree sprayed with prothiophos happened to die at the hive entrance in a little larger number than those from cartap-sprayed tree.

When these insecticides were sprayed on white clover, they did not at all affect the pollinating behavior of the bees.