

果樹の訪花昆虫の保護利用

津 川 力

(青森県りんご試)

1 ま え が き

戦後、諸外国から導入された各種の農薬は、農作物の増収や品質向上に大きな役割を果たしたことは周知のとおりである。しかしながら、反面、人畜に対する毒性問題の提起、害虫に対する抵抗性の附与、益虫天敵の殺滅などその弊害も決して少なくない。

元来、リンゴ、ナシなどの果樹類はこん虫の媒介によって結実を全うするものであり、訪花するこん虫の存在が絶対必要とされている。近年、果樹園における農薬の大量散布に伴って訪花こん虫が激減し、そのため結実低下を招いていることが多い。

こうした情勢の中で果樹の結実を確保し、生産を安定させるには乏しい労力をさいてリンゴ、ナシなどの人工授粉を余儀なくされているが、これは今後の農村労力の不足がますます深刻になるであろうことを考えると、早急に解決を迫られている重要課題であるといつてよい。

そこで、訪花昆虫を保護利用するためには、自然に繁殖する種類を育成するばかりでなく、人工的に増殖のできる種類を探索して、これを果樹園に放飼利用する方法が考えられる。このような観点から、山形、秋田、岩手および青森4県の共同研究として、農林省農林水産技術会議事務局の総合助成のもとに、園芸試験場盛岡支場の助言、指導を仰ぎ、青森県りんご試験場が主査となって4県がそれぞれ研究課題を分担協力して昭和44～46年にわたってこの研究を行なったわけである。

2 試 験 方 法

1 訪花昆虫の選抜と増殖(秋田県果樹試、岩手県園試、青森県りんご試)

場内ほ場の15年生ゴールデン3樹を選び、開花期間中の午前9時50分から11時50分までの2時間に飛来したものを毎日採集した(秋田県果樹試)。

1969、1970年の5～6月にりんご試験場ほ場および一般ほ場で訪花昆虫が飛来して、最初にリンゴの花と接触した時からその場所を去るか、見失うまでの時間と訪花数を調査した(青森県りんご試)。

2 野性訪花昆虫の種類と分布調査(山形県園試) 県内各地の農業改良普及所(12カ所)の協力のも

とに、オウトウ園(15カ所)、リンゴ園(16カ所)、西洋ナシ園(3カ所)、モモ園(2カ所)、ウメ園(1カ所)、オウトウ、西洋ナシ混植園(1カ所)、オウトウ、リンゴ混植園(1カ所)、オオトウ、スモモ、西洋ナシ混植園(1カ所)で、環境条件、天候、採集時間、採集位置に関係なく開花期に花を訪れたすべての昆虫類を採集し、種類を同定した(山形県園試)。

3 訪花昆虫の保護と薬剤散布との関係(秋田県果樹試、青森県りんご試)。

場内のオウトウ、リンゴ、三葉海棠などの花を用いた。開花初期に供試薬剤を動力噴霧機で散布し、所定時に枝を切って三角コルペンに水挿しにし、両面金網の木製飼育箱に入れ、日光のあたる室内窓側に並べて供試虫を放飼した。放飼後24時間から花には水を補給してそのまま飼育箱におき、別に蜂蜜を与え、放飼後1、2、3、5日の生存虫数を数えた。試験期中は実験室内をストーブで25℃に保った。放飼は薬剤処理後3～6時間、1日後、2日後、3日後、5日後とし、それぞれ30頭を供試した。供試虫はマメコバチ、ツツハナバチを用いた(秋田県果樹試)。

マメコバチをまゆ内の成虫の状態で5℃に保存し、1971年5月上旬に20℃に入れて、24時間以内にまゆから脱出した成虫を供試した。展葉した開花直前のズミの小枝を所定薬液に10秒間浸漬し、その枝から花そうを2～3個、腰高シャーレにとり、同時に供試虫を入れてナイロン製の寒冷沙で蓋をし、1日後、2日後の在虫数を調査した(青森県りんご試)。

4 マメコバチに関する試験(山形県園試、青森県りんご試)

マメコバチの出現期間中に訪花する植物を調査するとともに、春季に脱出活動する状況を調査した。また、砂丘地を含めて県内各地におけるマメコバチの増殖状況についても調査した(山形県園試)。

春季におけるマメコバチの脱出状況、増殖および増殖阻害要因、さらにマメコバチ利用園におけるリンゴ各品種の結実率について調査した(青森県りんご試)。

5 シマハナアブに関する試験(岩手県園試)

シマハナアブを人工増殖して放飼し、リンゴの授粉効果を調査した(岩手県園試)。

6 訪花昆虫による授粉効果の総合的実証(岩手県園試、青森県りんご試)

シマハナアブについては10aあたり3,000匹をリンゴの中心花咲き始めから満開期に放飼し、6月上旬に1品種3本以上の花そうを調査した。また、マメコバチについては1971年5月21日にマメコバチ巣群の活動数を調査しておき、さらに頂芽の結実が確認できるようになった6月5日に結実調査を行なった。結実調査は1樹あたり目通りの高さから頂芽に由来する花そう100個を任意にとり、これの着花数と結実数を調べ、さらに巣群から各樹までの距離を測った。

3 試 験 結 果

1 訪花昆虫の選抜と増殖（秋田県果樹試，岩手県園試，青森県りんご試）

リンゴ、オウトウなどに訪花して授精、結実に関与するこん虫の種類はきわめて多く、たとえばリンゴだけでも59科、116属、158種にのぼっている。しかしながら、果樹園内の棲息数、訪花性の強弱あるいは増殖の可否については必ずしも一様ではない。したがって、果樹に利用できる可能性を検討し、有力種を選抜することが必要になる。

これについての調査では第1表から比較的棲息数の多いものとして、ツツハナバチ属、ヒメハナバチ属があげられる。また、第2表からシマハナアブが各種の果樹類を訪花する性質のすぐれていることがうかがわれる。

第1表 訪花昆虫の年次別構成比率（山形県園試）

場所・年次 項 目			天 童 市 寺 津						寒 河 江 市 平 塩					
			1968		1969		1970		1968		1969		1970	
			虫数	比率	虫数	比率	虫数	比率	虫数	比率	虫数	比率	虫数	比率
ハ チ バ チ 類	ハ ナ バ チ 類	ミ ツ バ チ 属	0	0	0	0	0	0	16	11.7	27	18.4	48	24.1
		ツ ツ ハ ナ バ チ 属	188	55.9	95	40.4	97	63.4	18	14.0	17	11.6	12	6.0
		ヒ メ ハ ナ バ チ 属	131	39.1	121	51.5	50	32.7	30	22.1	43	29.3	56	28.2
		ツ ヤ ヒ メ ハ ナ バ チ 属	2	0.6	0	0	0	0	14	10.3	8	5.4	16	8.1
		ヒ ゲ ナ ガ ハ ナ バ チ 属	4	1.2	7	3.0	2	1.3	1	0.7	0	0	0	0
		ク マ バ チ 属	0	0	0	0	0	0	11	8.1	12	8.2	4	2.0
		コ ハ ナ バ チ 属	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2.7	11	5.5
		アル ハ ナ バ チ 属	0	0	0	0	0	0	4	2.9	0	0	0	0
	そ の 他 (ハナアブ類以外)	0	0	3	1.3	0	0	8	5.9	4	2.7	5	2.5	
ア ブ 類		6	1.8	0	0	1	0.6	26	19.1	9	6.1	12	6.0	
ハ エ 類		5	1.5	6	2.6	3	2.0	5	3.7	13	8.8	24	12.1	
チ ョ ウ 類		0	0	2	0.8	0	0	2	1.5	8	5.4	3	1.5	
そ の 他 の 類		0	0	1	0.4	0	0	0	0	2	1.4	8	4.0	
調 査 虫 合 計		336		235		153		136		147		199		

第2表 落葉果樹類訪花昆虫飛来量に占めるシマハナアブの割合 (1970, 岩手県園試)

樹 種	リ ゴ				ナ シ	ス モ モ		ア ン ズ	オ ウ ト ウ	モ モ	洋 ナ シ
(%)	紅	国	ス	祝	千	ソ	寺	平	ナ	大	バー ト レ ット
	玉	光	ター キン グ		両	ル ダ ム	田	和 号	ポ レ オ ン	久 保	
	2 1.2	3 1.6	4 3.3	3 9.3	3 6.4	3 6.5	8 2.6	10.7	1 6.1	2. 1	1 1.1

これらの中でヒメハナバチ属は土中営巣昆虫であるために増殖に困難があるものと考えられるために、各種条件を総合的に考慮するとツツハナバチ属のマメコ

パチとシマハナアブが有力種とみてよいと思われる。

2. 野性訪花昆虫の種類と分布調査(山形県園試)

各種の果樹の訪花昆虫について山形県内を広く調査

したところ、樹種による訪花昆虫の種類の差はほとんどなく、いずれも共通したこん虫が採集された。しかしながら、果樹の集団地では野性訪花昆虫の種類および個体数が少なく、反面、山間地の散在した果樹園に多い傾向が強い。ツツハナバチ属は調査園中の50%に棲息しており、特にマメコバチの高密度の園地が県内に数カ所分布していることがわかった。アシナガバチ属も防風林の松が栽植されていたり、ニセアカシヤなどの繁茂があるために営巣場所が多いことに起因してかなりの棲息がある。県内各地に広く分布して個体数も多く、有力な訪花昆虫としてはツツハナバチ属のマメコバチ、ヒメハナバチ属の2種、シマハナアブなどがあげられる。

3. 訪花昆虫の保護と薬剤散布との関係(秋田県果樹試, 青森県りんご試)

第3表 マメコバチに対する殺虫剤の残効試験(リンゴ)

(1971. 秋田県果樹試)

薬剤名 放飼後の日数 処理から放飼までの日数		スミチオン水和剤 40×300				エルサン水和剤 40×300				サリチオン水和剤 25×1000			
		1日	2日	3日	5日	1日	2日	3日	5日	1日	2日	3日	5日
3時間後	数%	14	0	0	0 0	3	0	0	0	3	0	0	0 0
1日後	数%	3	0	0	0 0	3	0	0	0	8	0	0	0 0
2日後	数%	6	0	0	0 0	3	0	0	0	29	27	25	25 83.0
3日後	数%	30	27	22	20 67.0	26	20	12	12 40.0	30	27	27	27 90.0
5日後	数%	29	29	29	29 97.0	28	27	27	27 96.0	30	30	30	30 100
		サイアノック水和剤 40×1000				デナボン水和剤 50×800				無処理			
		1日	2日	3日	5日	1日	2日	3日	5日	1日	2日	3日	5日
3時間後	数%	12	0	0	0 0	14	9	4	0 0	30	29	29	29 97.0
1日後	数%	3	0	0	0 0	24	19	16	4 41.0	30	30	30	29 97.0
2日後	数%	5	0	0	0 0	29	25	25	24 80.0	30	30	30	30 100
3日後	数%	6	0	0	0 0	27	25	25	25 83.0	30	30	30	30 100
5日後	数%	23	23	18	18 60.0	29	28	28	28 93.0	29	29	29	29 100

注. 数字は生存虫数

スミチオン, エルサンの両剤は散布処理後2日まで放飼した区の生存率が0%, 散布処理後5日で影響がみられなくなった。最も残効の強かったのはサイア

アウトウの花を用いた試験では, デナボンの残効が散布処理後3~6時間に放飼した場合は約半数の生存率がみられ, 散布処理後2日で放飼虫に影響がみられなくなった。これに比べ, サリチオンは散布処理後3~6時間に放飼した場合の生存率は0%であり, 散布処理後3日で放飼虫に影響がみられなくなった。雌雄の効力差はデナボンでは認められなかったが, サリチオンでは雄の死虫率が高く有意な差($P < 0.01$)が認められた。

リンゴの花を用いた第3表では, デナボンの影響が最も少なく, 散布処理後2日に放飼した場合の生存率が約半数, 散布処理後5日で放飼虫に影響がみられなくなった。次に影響の少なかったのはサリチオンで, 散布処理後3日で放飼虫の影響がみられなくなった。

ノックスで, 散布後3日まで放飼した区の生存率が0%で, 散布処理後5日に放飼した場合でも生存率が60%よりなかった。また, ツツハナバチに対する殺

ダニ剤の残効をみたところ、アカール、ケルセンは全く影響が認められず、スパノンも散布処理後1日で影響はなかった。これに比べ、キルパールの残効が長く、散布処理後3日に放飼した場合の生存率が0%、散布処理後5日に放飼した区でも生存率が50%であった。さらに殺虫剤のマメコバチに対する残効をみた結果では、スパノンが最も影響力が少なく、処理後7日で移殖した場合は100%の生存率であった。一方、キルパール、スミチオンでは処理後7日移殖のものでも70%の生存虫しかなく、特にサリチオンは最も影響力が強く、生存率は0%であった。

4. マメコバチに関する試験(山形県園試, 青森県りんご試)

マメコバチの訪花する植物を山形県寒河江, 天童, 上山の3市周地で調査した結果は次のとおりである。

バラ科

ウメ, アンズ, サクラ類, スモモ, モモ, オウトウ, ナシ, リンゴ, マルメロ, カリン, ボケ, ユキヤナギ
アブラナ科

ナタネ, ナズナ, タネツケバナ

キク科

タンポポ

ユリ科

クロッカス, ヒヤシンス

スミレ科

パンジー

ゴマノハグサ科

オオイヌノフグリ, ムラサキサギゴケ

シソ科

ホトケノザ

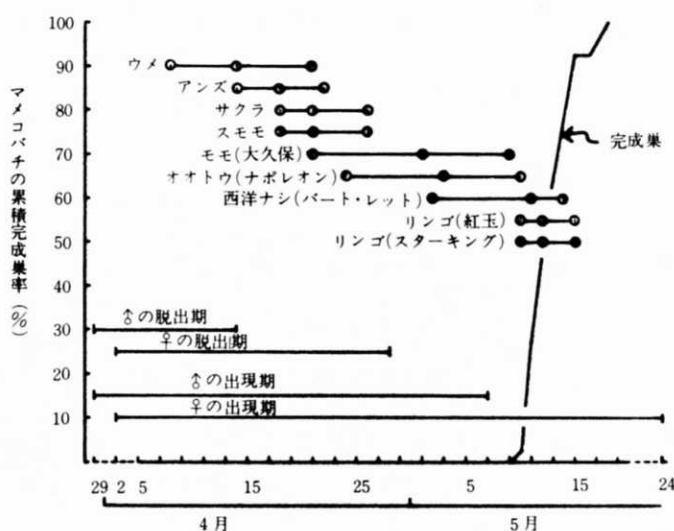
ナデシコ科

ハコベ

このように1969~1971年の調査で8科23種をあげることができる。訪花目的としては単なる吸蜜のためと、営巣のためと、営巣するため採蜜, 採花粉の場合とがある。

マメコバチは越冬した成虫が春に巣から出る場合、雌雄によりその時期にかなりの差異がある。まず、雄が先に脱出し、山形県では3月29日ころから、青森

県では4月13日ころからである。一方、雌は山形県では4月2日, 青森県では4月15日であり、雌の出現後すぐ交尾が行なわれる。雌が出てから5~6日後に営巣活動に入り、この時期から花粉採集が始まる。また、完成巣の消長をみると、第1図のようにリンゴの開花初期に始まって、落花直後に完了するが、これに用いられる花粉は大半がモモ, オウトウ, ナシなどであると考えられる。



第1図 主要樹種の開花期とマメコバチの完成巣の消長(1971. 山形県園試)

マメコバチの放飼個体数に対する推定増加率は第4表のとおり2.3~6.0倍ときわめて高いが、地域によっては死亡率も決して低いわけではない。たとえば青森県では薬剤散布の影響と思われるもの、寄生菌の1種、コナダニ, トゲアシコバチ, ナガヒヨウホンムシ, アカマダラカツオブシムシ, エゾクロツリアブなどの寄生による死亡が多い。さらに、スズミ, ムクドリ, ヒヨドリなどの野鳥による捕食もみられ、マメコバチの増殖はかなり阻害されているのが実状である。

5 シマハナアブに関する試験(岩手県園試)

1962年以来訪花昆虫有力種の検索を進めていたが、シマハナアブの訪花状況, 花粉附着, 発生生態, 花粉媒介能力などの検討の結果, 人工増殖試験に着手した。動物蛋白質, 防腐剤, ビタミン類など150種に及ぶ組合せ飼料を試みたところ, 1966年に第5表のような人工飼料を確立した。この人工飼料による増殖過程は第2図のとおりである。必要に応じて幼虫または蛹

第4表 マメコバチ雌の推定増加倍率

(1970. 山形県園試)

実施場所	放飼個体数(♀)	営巣個体数(♂)	完成巣未 完成巣別	営巣本数 ①	1本当りの 平均♀数 ②	推定♀数 (①×②)	推定合計 ♀数 (完+未)	放飼個体数 に対する推 定増加倍率	営巣個体数 に対する推 定増加倍率
上山市 三上	716	475	完	611	4.20	2,566	2,825	3.95	5.95
			未	108	2.40	259			
天童市 山口	895	691	完	1,330	4.03	5,360	5,374	6.00	7.78
			未	144	2.60	374			
天童市 道満	716	367	完	355	4.07	1,364	1,662	2.32	4.53
			未	80	3.73	298			

注. 1) 営巣個体数は定着状況調査による。

2) 1本当りの平均♀数は完成巣30本, 未完成巣15本(上山市三上20本)の平均値である(死亡虫は除く)。

第5表 シマハナアブの人工飼料

(1969. 岩手県園試)

組	成	量(g)
	水	1,300
	Sodium propionate	2
	Dehydroacetic Acid	2
	大豆カゼイン	300
	Carein from milk	30
	Ebios	10
	寒天	80

の時代に0℃に冷凍保存することにより, 3カ月間内に取り出してその後の使用に供することができる。また, 飼育温度について吟味した結果では15~20℃の範囲が最も適当であると思われる。

6 訪花昆虫による授粉効果の総合的実証(岩手県園試, 青森県りんご試)

第6表 シマハナアブ放飼による授粉効果

(紅玉対象) (1971, 岩手県園試)

調査区	調査果叢数	中心果数	側果数	花数計
対象園A(2Km)	300	300	1,276	1,576
対象園B(100m)	300	300	1,246	1,546
対象園C(300m)	300	300	1,269	1,569
放飼園	300	300	1,221	1,521

調査区	中心果実 % 3樹平均	側果結実 % 3樹平均	花叢結実 % 3樹平均	結実率 % 3樹平均
対象園A(2Km)	7.2 (25.5)	5.5 (12.2)	20.0 (54.5)	6.3 (36.5)
対象園B(100m)	14.3	6.4	29.6	7.9
対象園C(300m)	23.3	7.8	38.7	10.7
放飼園	43.3 (85.8)	23.6 (69.5)	82.3 (100)	27.7 (68.9)

成虫飼育→採卵→人工飼料

↓
幼虫飼育↓
幼虫の回収

↓

② 幼虫

① 幼虫

冷蔵一定期間
後に取り出す

常温蛹化

加温蛹化

冷蔵

冷蔵

加温蛹化

常温蛹化

加温羽化

常温羽化

加温羽化

常温羽化

加温羽化

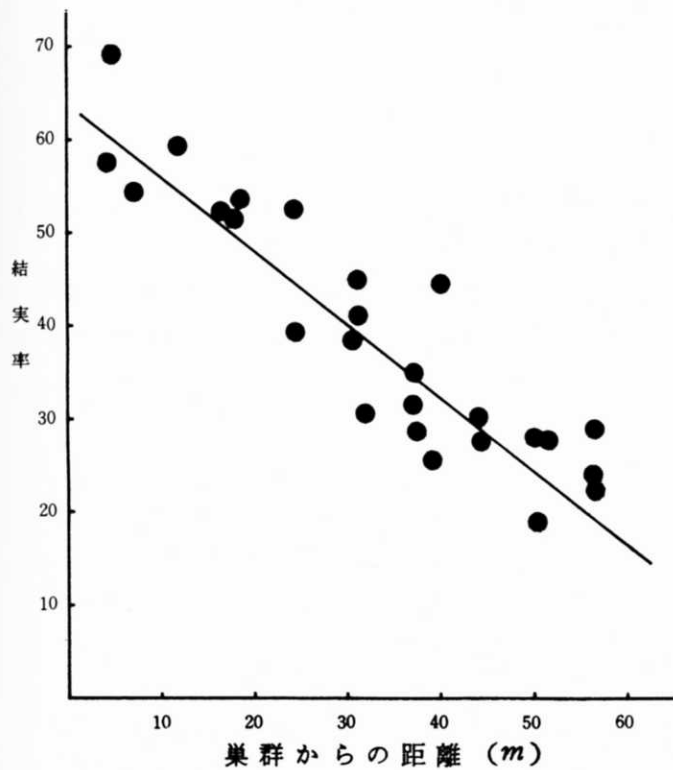
常温羽化

加温羽化

常温羽化

第2図 シマハナアブ人工増殖過程(岩手県園試)

注. 調査6月3日, ()の数字はデリシヤス



第3図 マメコバチによる結実率と巣からの距離
(1971. 青森県りんご試)

注. 活動蜂数 514匹 5月21日 $n = 26$
アシ筒数 1000本の両側 $r = -0.900$

シマハナアブでは第6表のとおり, 中心果結実率はやや低い, 放飼園は対象園に比べ高い効果が認められ, また, マメコバチについては結実率で最高68.8%から最低18.7%までの幅があり, これらは第3図にみられるようにマメコバチ巣群からの距離との間に高い相関関係がみられ, 巣群に近い樹ほど結実率が高かった。すなわち, 巣から20m以内の樹では50%以上と高く, 50m以上のものでは30%以下で相関係数 -0.900 , 回帰直線は, $y = -0.764X + 63.677$ となる。なお, 巣群からの距離と結実率との関係は45~50m以上になるとあまりみられなくなり, この距離がマメコバチの授粉活動が及ぶ限界と思われる。