

代替防除資材利用によるリンゴ有機栽培の試み（2）

転換後5年間の虫害発生状況

誌名	北日本病害虫研究会報
ISSN	0368623X
著者名	伊藤,大雄
発行元	北日本病害虫研究会
巻/号	60号
巻号補足	
掲載ページ	p. 266-269
発行年月	2009年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



代替防除資材利用によるリンゴ有機栽培の試み 2. 転換後5年間の虫害発生状況

伊藤 大雄*

Trials of Organic Apple Cultivation Using Substituted Control Materials 2. Pest Occurrence in Five Years after Transition

Daiyu ITO*

防除体系を改変しながらリンゴの有機栽培を2004年より5年間にわたって実施し、虫害の発生状況を調査した。供試園地では、耕うん、粗皮削り等の耕種的な防除に加え、交信攪乱剤、マシン油乳剤、ニンニク抽出液等様々な防除資材を年間延べ10~16回使用した。5年間を通した最重要害虫はナシマルカイガラムシで、2006年にマシン油乳剤の散布時期と希釈倍率を変更したところ2007年から多発し、2008年の被害果率は60%に達したため、防除体系の再検討が必要と考えられた。クワコナカイガラムシは、2008年に多発したが、それ以外の年は5.5%以下に抑えられた。モモシクイガの被害果率は最大1.8%、ハマキムシの被害果率は最大6.7%にとどまり、一定の防除効果が認められた。

Key words: apple, mating disruption, organic culture, San Jose scale

米国では、近年、交信攪乱剤の実用化を契機にリンゴの有機栽培面積が急増した(1)。しかし、わが国のリンゴ栽培では、高温多湿のため虫害より病害が深刻であり、病害防除の観点から有機栽培の実現は困難であると見られてきた(6, 10)。

わが国でも、BT剤等の微生物製剤が広く普及しているほか、主要リンゴ害虫に対する複合交信攪乱剤の防除効果が圃場試験で実証され(7)、生産現場に導入されつつある。したがって害虫に関しては、有機栽培で利用できる資材のみで防除を行える可能性は高いと考えられる。

著者らは、有機栽培で利用できる農薬や資材(以後、代替防除資材という)のみを使用して5年間リンゴを有機栽培し、第1報(2)でその病害発生状況を報告した。本報では、この期間の虫害発生状況について報告する。報告に先立ち、共に実験に携わった本学大学院農学生命科学研究科・小笠原清訓氏、本学農学生命科学部・澤田勲氏、泉莊氏、上原子毅氏に謝意を表する。

材料および方法

1. 供試圃場の概要

実験は2003年の収穫時から2008年の収穫時までの5年間、弘前大学農学生命科学部附属生物共生教育研究センター藤崎農場内のリンゴ園に、無農薬区画を設けて実施した。同区画の耕種概要は、第1報(2)で述べたので省略する。本報告の無農薬区と対照区も前報のそれと同一である。すなわち、無農薬区とは、無農薬区画内にある樹のうち生育不良樹、化学肥料施用樹、移植後3年未満の樹や2008年に編入された樹を除く3~7樹、対照区とは、無農薬区画に隣接し、慣行防除が実施された2~4樹を指す。

無農薬区画は、区外からの若木の移植や隣接樹の編入により、次第に無農薬経過年数の異なる樹が混在するようになった。そこで2008年には、無農薬経過年数の違いによる虫害発生の差異を調査した。この調査において、「1年目」は2007年まで対照区と同じ慣行防除が実施され2008年から無農薬区画に編入された3樹、「2~3年目」は2006年あるいは2007年に区外から移植された

*弘前大学農学生命科学部附属生物共生教育研究センター Teaching and Research Center for Bio-coexistence, Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University, Fujisaki, Aomori 038-3802, JAPAN

若木3樹、「5年目」は既述の無農薬区に相当する6樹を指す。

2. 防除

無農薬区における代替防除資材による防除の概要は、第1報(2)で述べたが、ここでは害虫防除を主目的とする資材に絞って補足説明する。害虫防除を主目的とする資材は5年間一貫してマシン油乳剤(マシン油97%)と、アリマルア・オリフルア・テトラデセニルアセテート・ピーチフルア剤あるいはオリフルア・トートリルア・ピーチフルア剤(交信攪乱剤)であった。マシン油乳剤は、2005年までは発芽日前後に100倍液を散布したが、2006年以降は発芽後20日目頃まで待って200倍液を散布した。これは、青森県の標準的な防除体系が変更されたのに倣った措置で、対照区におけるマシン油乳剤の散布時期・濃度も、2006年から同様に変更した。交信攪乱剤は、2006年までアリマルア・オリフルア・テトラデセニルアセテート・ピーチフルア剤(商品名:コンフューザーA)を150本/10a、2007年以降はオリフルア・トートリルア・ピーチフルア剤(商品名:コンフューザーR)を100本/10a使用した。設置時期は、実験開始当初は開花後15~20日目であったが、次第に遅らせ、2008年は開花後35日目に設置した。設置範囲は無農薬区画を中心とする約1haとした。従って、無農薬区画に隣接する対照区にも交信攪乱剤が設置され、その効果が及んでいたと考えられる。なお、これらの他に、病害防除を主目的として食酢、強酸性水、水和硫黄剤、自家製のニンニク抽出液などを使用した。

対照区では、発芽日前後または発芽後約20日目から9月上旬まで、約15日おきに11回または12回、延べ15成分回数の殺虫剤と殺ダニ剤を散布した。ただし、そのうち3成分回数は有機栽培でも使用可能なマシン油乳剤とBT水和剤であった。

無農薬区画では、4月に粗皮削りを丁寧に実施するとともに、市販の微生物資材を混合した発酵途上の自家生産堆肥(いわゆるぼかし肥)を0.5~1.0t/10a投入し、投入後に浅く耕うんした。対照区では、粗皮削りは実施したが、堆肥に代えて化学肥料を施用し、耕うんは行わな

かった。

3. 被害調査

毎年11月に、収穫した果実の全部または一部について、ナシマルカイガラムシ *Quadraspidiotus perniciosus* の寄生による着色、クワコナカイガラムシ *Pseudococcus comstocki* の寄生によるがくあ部の汚れ、ハマキムシ類の食害痕ならびにモモシクイガ *Carposina niponensis* の食入孔の有無を果実毎に判定した。2006~2008年は、果実の一部に袋かけを行ったが、本報では無袋果実の結果を報告する。調査果実数は年によって大きく異なり、無農薬区では637~3824、対照区では274~1084であった。また、2008年における無農薬経過年数1年目、3年目、5年目の調査果実数はそれぞれ284、486、637であった。なお、2008年は各果実のナシマルカイガラムシ被害程度を指数(0~3)で区分し、被害度を次式で算出した。指数0:被害なし

- 1:被害が果頂部のみ、または被害痕10個以下
- 2:指数1と指数3の中間的な被害
- 3:被害が果実全面に及ぶ

$$\text{被害度} = \frac{\sum (\text{被害指数} \times \text{該当果数})}{\text{調査果数} \times 3} \times 100$$

枝葉の害虫被害については、観察のみ行い、定量的調査は実施しなかった。

4. 統計検定

被害果率の年次間差や区間差は、2組の比率の差に関する正規分布検定(11)により検定した。

結 果

1. 果実における虫害発生経年変化

果実の虫害発生状況は第1表に示した。無農薬区で最も問題になったのは、ナシマルカイガラムシであった。2006年以前は全く被害がなかったが、2007年には17.1%、2008年には60.0%の被害果率と、急増した。

ナシマルカイガラムシに次いで被害が大きかったのはクワコナカイガラムシであった。無農薬区における本害虫の被害果率は2007年までは5.5%以下に抑えられてい

第1表 各害虫に対する被害果率の経年変化

年	被害果率(%)							
	ナシマルカイガラムシ		クワコナカイガラムシ		ハマキムシ類		モモシクイガ	
	無農薬	対 照	無農薬	対 照	無農薬	対 照	無農薬	対 照
2004年	0.0c ^{x)}	0.0ns ^{y)}	5.5b	0.0*	2.5c	3.7*	0.0c	0.0ns
2005年	0.0c	0.0ns	0.7d	0.0ns	0.3d	0.0ns	1.5a	0.0*
2006年	0.0c	0.0ns	1.4c	0.0*	6.7a	0.4*	1.8a	0.0*
2007年	17.1b	0.0*	5.5b	2.8*	5.8ab	0.2*	1.1a	0.0*
2008年	60.0a	0.0*	22.0a	18.6ns	4.4b	3.2ns	0.2b	0.3ns

x) 異なるアルファベット間には、無農薬区の被害率に5%レベルで有意な年次間差がある。

y) *は無農薬区と対照区の間5%レベルで有意差があることを、nsは有意差がないことを示す。

たが、2008年には22.0%に達した。なお2008年は対照区の被害果率も18.6%に達しており、農薬を用いた標準的な防除体系でも十分に防除することは出来なかった。

ハマキムシ類の被害果率は0.3~6.7%で、年次による変動が大きいが、2006年から被害が若干増大する傾向がうかがえた。なお、収穫果実の被害果のほとんどは夏秋季の若齢幼虫の食害、すなわち、リンゴコカクモンハマキ *Adoxophyes orana fasciata* による「ホシナメリ」のような被害であった。実際に果実被害を与えたハマキムシの種類は不明であるが、葉では5~6月にリンゴコカクモンハマキやミダレカクモンハマキ *Archips fuscocupreana* がしばしば確認された。

モモシクイガの被害は比較的少なく、年次によって果実を切断して慎重に被害の有無を判定したが、被害果率は最高でも1.8%にとどまった。

2. 無農薬経過年数による果実の虫害発生率の差異

2008年に、無農薬経過年数の異なる樹に対して果実の害虫被害を比較調査した結果を、第2表に示した。ナシマルカイガラムシは、無農薬経過年数が長い樹ほど被害果率、被害度ともに増大する傾向にあった。また、被害果率は低いものの、ハマキムシ類でも同様の傾向が示された。一方、クワコナカイガラムシは、無農薬経過年数の短い樹ほど被害が大きかった。モモシクイガは、無

第2表 無農薬経過年数の違いによる果実の害虫被害の差異 (2008年) 被害果率 (%)

無農薬経過年数	ナシマルカイガラムシ	クワコナカイガラムシ	ハマキムシ類	モモシクイガ
1年目	32.0b ^{x)} (11.0) ^{y)}	35.2a	0.4b	0.0a
3年目	60.3a (22.6)	28.6a	4.5a	0.0a
5年目	60.0a (33.7)	22.0b	4.4a	0.2a

x) 異なるアルファベット間には、区間に5%レベルで有意差がある。

y) カッコ内の数字は被害度を示す。

農薬経過年数に関係なく被害が少なかった。

3. 枝葉の虫害発生

無農薬区で最も重大な被害を与えたのは2007年と2008年のナシマルカイガラムシであり、枝の一部が本害虫の寄生により冬季に枯死した。また、2005年8月にリンゴハダニ *Panonychus ulmi* とナミハダニ *Tetranychus urticae* が一部の樹で多発し、実体顕微鏡で観察したところ、寄生密度は葉当たり数十頭にも達していた。しかし、同年9月上旬の食酢・強酸性水散布以降、寄生密度が激減した。その他の年は、時々葉当たり数頭~10頭に達するのが確認されたが、2005年ほどの目立った発生は観察されなかった。また、いずれの年次にも、9月頃から葉にキンモンホソガ *Lithocolletis ringoniella* と見られる食害痕(マイン)が目立ち始め、11月頃には半数以上の葉

に食害痕が認められた。

考 察

1. ナシマルカイガラムシ

本害虫は、減農薬栽培リンゴ園などで最近多発しているが(3)、本実験でも無農薬4年目となる2007年に突然多発し、2008年は被害果率が60%に達した。多発の原因の一つとして、2006年からマシン油乳剤の希釈倍率を100倍から200倍に変更したことが考えられる。すなわち、本剤は25倍から使用可能で、50倍でも本害虫に非常に高い殺虫効果が確認されているが(4)、200倍にまで希釈したことで殺虫効果が低下したと考えられる。なお、対照区でも2006年からマシン油乳剤の希釈倍率が200倍に変更されたが、本害虫の発生は2008年まで全く認められなかった。これは、対照区ではモモシクイガの防除を目的として散布される有機リン剤やビレスロイド剤が、本害虫に高い殺虫効果を有する(3)ためと考えられる。

本害虫の被害は、現行のマシン油200倍の防除体系では、無農薬年数が長くなるに従って拡大していくことが、2008年の実験から示唆された。なお、無農薬経過年数が長くなるほど被害程度の高い果実の割合が増大するため、被害果率より被害度で比較すると、その傾向は一層明瞭であった。そして、2008年の無農薬区(転換後5年目)は枝の枯死を伴っており、持続的生産が困難な状態に達していた。今後、発芽期のマシン油乳剤の希釈倍率を、本害虫の殺虫効果が確実な25~50倍に変更するとともに、多発した場合は夏季にもマシン油乳剤を補完散布するなど、防除体系を再検討して実験を継続する予定である。

2. クワコナカイガラムシ

クワコナカイガラムシは、2007年までは比較的被害が少なかったが、2008年に至って22.0%という大きな被害率を示した。本害虫もマシン油で防除される害虫であることから、2006年よりマシン油乳剤の希釈倍率を100倍から200倍に変更したこと、2008年の多発には何らかの関係があるかもしれない。また、対照区でも2006年より希釈倍率の変更が行われたが、やはり2008年に本害虫が多発している。今後は、マシン油乳剤の希釈倍率を25~50倍とし、本害虫の発生の推移を継続調査する予定である。

3. ハマキムシ類

本実験で使用した交信攪乱剤には、果実を食害するリンゴコカクモンハマキとミダレカクモンハマキの交信攪乱成分が含まれているが、その防除効果は、既往の報告(8)にある通り、慣行農薬には及ばなかった。すなわち、無農薬区におけるハマキムシの被害果率は、しばしば対照区を有意に上回り、最高で6.7%に達した。しかし、有機栽培では許容できる被害水準と見ることもできる。更に高い防除効果を目指すならば、BT水和剤等によ

る補完的な防除を検討する必要がある。なお、2004年の無農薬区や、2008年の無農薬1年目の樹では、ハマキムシの被害は対照区より有意に少なかった。なぜ転換直後の樹でハマキムシ類が抑制されるのか不明であり、今後の検討課題である。

本実験では、ハマキムシによる果実被害のほとんどが、夏秋季の若齢幼虫による食害（いわゆるホシナメリ）であった。その原因として、6月中旬までの被害果（いわゆるナメリ果）は摘果の際にほとんど切除されることに加え、交信攪乱剤の効果が夏秋季まで持続していない可能性も考えられたので、交信攪乱剤の設置時期を、モモシクイガ成虫の発生時期（6月上旬頃）を考慮しながら、毎年少しずつ遅らせた。実際、被害果率は2006年から2008年にかけて低下する傾向にあったが、これが設置時期を遅らせた効果であるかどうかは判然としない。交信攪乱の対象外害虫による食害の可能性など、更に慎重な検討が必要である。

4. モモシクイガ

本実験で使用した交信攪乱剤には、モモシクイガの交信攪乱成分も含まれている。本実験では、被害果率が最高でも1.8%にとどまったことから、モモシクイガに対する交信攪乱剤の防除効果はかなり高いといえる。なお、本害虫は地中の浅い場所で越冬するが（5）、無農薬区では毎年黒星病の耕種的防除を主なねらいとして春季に耕うんを行っている。年1回の浅い耕うんとはいえ、本害虫の発生にも影響している可能性がある。本害虫は、台湾などへの果実輸出の観点から、地域ぐるみで徹底的な防除が求められている。更に高い防除水準を目標とするなら、スタイナーネマ・カーポカプサエ剤（線虫剤）など他の代替防除資材の併用を検討する必要がある。

5. その他の害虫

ハダニ類は2005年に多発したが、その後3年間、少発であった。本実験では、2005年以降は食酢や強酸性水を主体とした病害防除を行ってきたが、2005年の観察結果から、食酢や強酸性水がハダニ類の消長にも何らかの影響を与えている可能性が示唆される。また、2006年以降は無農薬樹に天敵が定着し、多発を抑えている可能性も考えられる。天敵への食酢、強酸性水の影響を含めて、今後詳細に検討する必要がある。

本実験で2006年まで使用していた交信攪乱剤には、キンモンホソガの交信攪乱成分も含まれているが、毎年秋季にキンモンホソガの食害痕が目立った。キンモンホソガの越冬世代成虫は発芽直後に出現するため、その効果

的防除のためには、交信攪乱剤の設置時期を大幅に早める必要性が指摘されている（9）。2006年以前にキンモンホソガが多発したのは、交信攪乱剤の効果を秋季まで持続させることをねらって、設置時期をモモシクイガ成虫の発生前（5月下旬～6月上旬）としたためかもしれない。

引用文献

- 1) Granastein, D., Kirby, E. and Feise, C. (2005) Trends of Organic Tree Fruit Production in Washington State. Proc. 3rd National Organic Tree Fruit Research Symposium: 3-5.
- 2) 伊藤大雄・藤田 隆 (2009) 代替防除資材利用によるリンゴ有機栽培の試み 1. 転換後5年間の病害発生状況. 北日本病虫研報 60: 134-138.
- 3) 木村佳子 (2008a) 青森県のリンゴ園におけるナシマルカイガラムシ増加の背景. 北日本病虫研報 59: 195-198.
- 4) 木村佳子 (2008b) りんごでのナシマルカイガラムシの発生時期と発生要因. 青森農業 59(5): 24-28.
- 5) 成田 弘 (1986) モモシクイガ (*Carposina niponensis* Walsingham) の生態と防除に関する研究. 秋田果樹試報 17: 31-128.
- 6) 日本植物防疫協会 (1993) 農業を使用しないで栽培した場合の病害虫等の被害に関する調査報告, pp.13-18.
- 7) 岡崎一博・荒川昭弘 (2002) 複合交信攪乱剤を利用したリンゴ主要害虫の防除 第7報 交信攪乱処理園におけるシクイムシ類の果実被害からみた殺虫剤削減の可能性. 北日本病虫研報 53: 287-289.
- 8) 岡崎一博・荒川昭弘・佐藤力郎 (2000) 複合交信攪乱剤を利用したリンゴ主要害虫の防除 第1報 Z11-TDAのリンゴコカクモンハマキに対する誘因阻害効果. 北日本病虫研報 51: 248-250.
- 9) 岡崎一博・荒川昭弘・佐藤力郎 (2001) 複合交信攪乱剤を利用したリンゴ主要害虫の防除 第4報 キンモンホソガに対する交信攪乱効果と殺虫剤削減の可能性. 北日本病虫研報 52: 230-233.
- 10) 平良木 武・鈴木 茂・及川秀雄 (1993) 無農薬で栽培したリンゴの病害虫による被害と樹体への影響. 北日本病虫研報 44: 81-82.
- 11) 鐵 健司 (1984) 応用統計ハンドブック (奥野忠一ほか編), 養賢堂, 東京, pp.61-62.