

指標生物によるカンキツ園の生物多様性の評価

(第1報) 指標生物の選抜

崎山進二・金崎秀司・宮下裕司

Evaluate the Biodiversity of Citrus Orchards using Bioindicator.

(NO.1): Selection of Bioindicator.

Shinji Sakiyama, Shuji Kanazaki, Yuji Miyashita

Summary

As a result of the investigation of the arthropod fauna in Satsuma Mandarin groves, some useful organisms occurred characteristically in Satsuma Mandarin works on Conservation of Environment and Sustainable Agriculture and its investigation technique were proposed. We selected useful bioindicator which show mass-occurrence as follows: Coccinellidae (except for *Stethorus japonicus*) and Encyrtidae by yellow sticky trap, Silphidae, Staphylinidae, Formicidae and Ground Cursorial Spiders by pitfall trap, Weaving Spiders on a tree by visual counting, Phytoseiidae (except for *Amblyseius (Neoseiulus) californicus*) by beating method. It is thought that the appropriate season of the investigation is from end of June to August.

Key Words : citrus orchards, biodiversity, bioindicator,

I. 緒 言

1993年に締結された「生物の多様性に関する条約」の下、欧州連合(EU)を初めとする各国では「農業に有用な生物多様性」は持続的な農業を実現するための重要な資源の一つと認識されてきている。日本においても農業生態系の生物多様性を保全し利用するため、環境保全型農業など様々な施策が実施されてきた。

生物多様性国家戦略2007および2010年に制定された農林水産省生物多様性戦略には、これら農林水産関連施策を効果的に推進するため、生物多様性指標の開発などが必要であると明記されている。これらを背景として環境保全型農業などの施策が、農業生態系の生物多様性の保全・向上に及ぼす効果を、科学的根拠に基づいて定量的に評価することを目的に、農林水産省委託プロジェクト研究「農

業に有用な生物多様性の指標及び評価手法の開発」が2008～2011年に実施され、愛媛県果樹研究センターも本プロジェクトに加わり研究に取り組んだ。

農業における生物多様性の保全・向上のための重要な要素の一つが農薬の散布回数や散布量の低減であると考えられることから、一般管理園と減農薬栽培や有機栽培などの環境保全型管理園の防除体系の異なるカンキツ園において、天敵などの生物種の発生生態を調査し、環境保全型管理園で特徴的に出現する指標生物の選抜を試みたので報告する。

なお、本調査・研究を行うにあたり、ご援助・協力いただいた各生産者、西予、八幡浜、松山、今治の各地域農業室・産地育成室、愛媛大学農学部環境昆虫学研究室のみなさまには深く感謝申し上げます。

II. 材料および方法

(1) 指標候補生物の選抜(2008~2009年)

愛媛県の一般的な慣行防除園では、化学合成農薬の成分数で18成分程度が年間に使用される。そこで、防除体系の異なる園地として、慣行防除園(化学合成農薬成分数で1年間に18成分程度使用、以下慣行園)、50%減農薬防除園(同成分数が9以下、以下減農薬園)、有機・準有機栽培園(同成分数が2以下、以下有機・準有機園)を選定し、2008~2009年の2年間同じ園地で連続して発生する有用生物を調査し、環境保全型管理園(減農薬園、有機・準有機園)に多く現れる有用生物(指標候補生物)を選抜した。なお、本プロジェクトにおいて指標生物は、農業に有用な生物(主に天敵とし、送粉者なども可)に限定し、5種以上を選抜することとした。

調査園地の防除体系・使用農薬数などの状況については表1のとおりである。調査園地の栽培品種は全て温州ミカンで、また、調査方法は園内の節足生物全体を把握するため、樹冠内の飛翔性生物に対して黄色粘着トラップを、地上徘徊性生物に対してピットフォールトラップ、樹上微小生物(捕食性ダニ類)に対して払い落としを、樹上造網性クモ類に対して見取りの手法をそれぞれ用いた。

に2日間設置した。

2) 地上徘徊性生物(ピットフォールトラップ)

トラップは6カ所/園とし、雨除け台の下に口径約8.5cmプラスチック製コップを、開口部が地表面と同じ高さになるように埋め(写真1)、20%プロピレングリコールを50ml加用し2日間設置した。地上徘徊性クモ類のうち、極小の幼体が10頭以上の集団で捕獲された場合は除外した。



写真1 ピットフォールトラップの設置状況

3) 樹上造網性クモ類(見取り)

10樹の樹上に造網するクモ類について計数したが、卵のうから離脱直後の集団のものは除外した。

4) 捕食性ダニ類(払い落とし)

3樹/園(4枝/樹、各枝5回手で叩き落とし

表1 調査園地の場所と使用農薬成分数

調査地域	防除体系	調査年	園地略号	使用農薬成分数					調査年	園地略号	使用農薬成分数				
				殺菌剤	殺虫・ダニ剤	除草剤等	カント外	合計			殺菌剤	殺虫・ダニ剤	除草剤等	カント外	合計
西予市明浜町	慣行 減農薬 準有機	2008	20A1	5	10	2	1	18	2009	21A1	8	5	3	0	16
			20A2	3	3	0	1	7		21A2	3	1	0	1	5
			20A3	0	2	0	4	6		21A3	1	0	0	3	4
松山市湯の山	慣行 減農薬	2008	20M1	7	4	3	1	15	21M1	6	3	3	1	13	
			20M2	5	1	0	4	10	21M2	5	2	0	3	10	
松山市下伊台 (果樹研内)	慣行 有機	2009	20M3	6	4	5	2	17	21M3	5	5	6	3	19	
			20M4	0	0	0	1	1	21M4	0	0	0	1	1	

注) カント外：愛媛県特別栽培農産物等認証制度でカントされない薬剤

調査方法の詳細は、以下のとおりである。

1) 飛翔性生物(黄色粘着トラップ)

トラップは2カ所/園とし、黄色粘着シート(出光興産(株)、ITシート、イエロー)を20×10cmに切断し、透明アクリル板の片面に2枚並べて貼り付け、地上1.3~1.5mの樹冠内

た)で実施し、約580cm²の黒色アクリル板

(18cm×32cm)を用い、板上に落ちた捕食性ダニ類を計数した。カブリダニ科については、可能な限り持ち帰り種を同定した。2009年のみ実施した。

5) 調査時期

2008 および 2009 年の 5～10 月に、約 2 週間間隔で実施した。

6) 分類

害虫を捕食する生物について、払い落としによるカブリダニ科を除き、科までの分類を基本としたが、寄生蜂については一部を除き上科までの分類とした。また、必要に応じて種まで分類することとした。

(2) 指標候補生物の適応性および調査時期の検討(2010年)

指標候補生物の適応性を見るため、園地や地域を増やして検討を行った。また、調査の簡略化のため、短期間で同様の結果が得られる時期についても検討を行った。

調査場所および防除体系は表 2 のとおりで、栽培品種はどの園地も温州ミカンである。調査方法は「(1) 指標候補生物の選抜(2008～2009年)」に準じたが、黄色粘着トラップについては 1カ所につき 20×10cm に切断した粘着 IT シートを透明アクリル板の両面に 2シート並べて(計 4シート)設置するように、粘着シートの枚数を増やした。捕獲された生物のうち、調査対象としたのは指標候補生物とされたコバチ上科、トビコバチ科、テントウムシ科(キアシクロヒメテントウ除く)、シデムシ科、ハネカクシ科、アリ科、地上徘徊性クモ類(総数)、コモリグモ科、カニグモ科、ワシグモ科、樹上造網性クモ類、カブリダニ科、ナガヒシダニ科とした。コバチ

上科、トビコバチ科についてはトラップの片側 1枚ずつの計 4シートについて計数した。

III. 試験結果

(1) 指標候補生物の選抜(2008～2009年)

1) 飛翔性生物(黄色粘着トラップ)

捕獲された有用生物はどの防除体系においてもハチ目が多く、粘着トラップへの付着の状態から分類が困難なものも多かったが、寄生蜂のコバチ上科やクロバチ上科、ヒメバチ上科が捕獲数の多くを占めた。ヒメバチ上科やクロバチ上科は 2008年と 2009年で捕獲数の差が大きく、また、慣行園でも捕獲数が多くなる場合があった。コバチ上科は両年とも西予市では準有機園で多くなったが、松山市では慣行園でも多く捕獲され、防除体系による差はなかった。トビコバチ科は有機・準有機園で最も捕獲数が多くなったが、松山市の調査園では他の防除体系との差は小さく、差はなかった(表 3, 4)。

甲虫目ではハネカクシ科やテントウムシ科の捕獲数が多かった。テントウムシ科は 14種以上のものが捕獲され(データ省略)、この内、キアシクロヒメテントウは 2009年の西予市の慣行園(21A1)や減農薬園(21A2)でミカンハダニの発生が多い時期(データ省略)に多く捕獲された。キアシクロヒメテントウを除くテントウムシ科は 2009年の西予市では減農薬園で最も多くなったが、それ以外では有機・準有機園で最も多くなった。他の甲虫目ではジョウカイボン科も捕獲されたが、2008年にはどの園地でも全く捕獲されず、2009年の松山市では全ての園地で捕獲されたが、防除体系による捕獲の差はなかった(表 3, 4)。

その他の昆虫では、カメムシ目のハナカメムシ科やアミメカゲロウ目のクサカゲロウ科、ヒメカゲロウ科(以下合わせてカゲロウ類)が捕獲されたが、数が少なく防除体系による捕獲数の傾向はなかった。ハダニアザミウマは西予市では捕獲数が極少なく、一方、松

表2 調査園地の場所と使用農薬成分数(2010)

調査地域	防除体系	園地略号	使用農薬成分数				合計
			殺菌剤	殺虫・ダニ剤	除草剤等	カット外	
西予市明浜町	慣行	22A1	7	6	2	0	15
		22A2	7	4	3	1	15
		22A3	8	6	2	0	16
	減農薬	22A4	3	1	0	1	5
		22A5	3	1	0	1	5
		22A6	3	1	0	0	4
	準有機	22A7	1	1	0	2	4
		22A8	1	1	0	2	4
		22A9	1	0	0	2	3
今治市大西町	慣行	22I1	6	5	1	0	12
		22I2	7	9	2	1	19
	減農薬	22I4	4	3	0	2	9
		22I3	0	0	0	2	2
		22I5	0	0	0	1	1
松山市下伊台(果樹研内)	慣行	22M1	6	3	8	3	20
	有機	22M2	0	0	0	2	2

注) カット外: 愛媛県特別栽培農産物等認証制度でカットされない薬剤

山市では両年とも慣行園で捕獲され、特に果樹研内の慣行園(20M3, 21M3)では多く捕獲された(表3, 4).

2) 地上徘徊性生物(ピットフォールトラップ)

昆虫のうち甲虫目では、ゴミムシ類(オサムシ科とクビホソゴミムシ科の合計、以下ゴミムシ類)、ハネカクシ科、シデムシ科の捕獲数が多かった。ゴミムシ類は、捕獲される種類が30種以上と多かったが種毎の捕獲数は少ないものが多く、その中でミイデラゴミムシやニセマルガタゴミムシ、アカアシマルガタゴモクムシ、ホシボシゴミムシなどは捕獲された回数・数とも、どの園地でも比較的多かった(データ省略)。しかし、防除体型別で見ると捕獲数の差はなく、一定の傾向はなかった。ハネカクシ科もゴミムシ類同様多くの種が捕獲(データ省略)され、種毎の捕獲数は少なかったが、2009年の松山市の慣行園(21M1)を除き環境保全型管理園地で慣行園に比べ多くなった。シデムシ科はモモブトシデムシやヒメヒラタシデムシも捕獲されたが、殆どがオオヒラタシデムシであった。シデムシ科は全ての環境保全型管理園地で捕獲されたのに対し、慣行園では2008年の1園地(20M1)で捕獲された以外は全く捕獲されなかった(表5, 6)。

甲虫目以外の昆虫では、アリ科は全ての園地で捕獲され、捕獲数も多かった。両年・両地区とも慣行園に比べ環境保全型園地で多くなったが、調査年、地域で比較すると2008年の松山市を除き、減農薬園で有機・準有機園より多くなった。ハサミムシ目はほぼ全ての園地で捕獲され、西予市では環境保全型管理園地で多かったが、松山市では慣行園で多かった。サシガメ科やマキバサシガメ科、カゲロウ類は捕獲数が少なく、捕獲されない園地も多かった(表5, 6)。

地上徘徊性クモ類は延べ17科(データ省略)と多くの種類が捕獲され、複数の園地で捕

獲されたものは11科であった。このうち、最も多く捕獲されたのはコモリグモ科で、次いでワシグモ科であった。調査年・地域別で比較すると、コモリグモ科は2009年の松山市の慣行園(21M3)を除き、有機・準有機園で捕獲数が多くなった。カニグモ科、ワシグモ科も調査年、地域別で比較すると多くの場合、有機・準有機園で捕獲数が多くなったが、その差はコモリグモ科に比べ小さかった。地上徘徊性クモ類の総数では全ての調査年・地域で有機・準有機園で最も捕獲数が多く、2008年の松山市の慣行園(20M3)を除き、減農薬園が次いで多くなった(表7, 8)。

3) 樹上造網性クモ類(見取り)

樹上造網性クモ類は全ての調査園地で確認され、調査年・地域で比較すると確認数は、2009年の西予市を除き、有機・準有機園で最も多くなった。2008年の西予市では減農薬園(20A2)より慣行園(20A1)が多くなったが、他の環境保全型管理園地では慣行園より多くなった(表9)。多く見られる種はジョロウグモであり、大半が本種である園地もあったが、他にもタナグモ科、オニグモ科、アシナガグモ科などの種類が確認され、園地や調査時期により、優占種は異なることがあった(データなし)。

4) 捕食性ダニ類(払い落とし)

捕獲されたカブリダニ科は主に、ニセレーゴカブリダニ、コウズケカブリダニ、ミヤコカブリダニの3種であった。環境保全型管理園地で捕獲数は多くなり、特に有機・準有機園では前述の3種が全て捕獲された。慣行園の1園(21M1)において捕獲数が多くなったが、その種はミヤコカブリダニのみで、捕獲された時期にはミカンハダニの発生も多かった(データ省略)。ミヤコカブリダニを除く総数では両地区とも有機・準有機、減農薬、慣行の順に捕獲数が多かった。ナガヒシダニ科も環境保全型管理園地で多くなる傾向であったが、松山市の有機園(21M4)を除く園地では、

嶺山・金崎・宮下：指標生物によるカンキツ園の生物多様性の評価

捕獲数は少なかった(表 10).

表3 飛翔性生物の黄色粘着トラップによる捕獲数(2008)

生物名	捕獲数(頭)							
	西予市			松山市				
	20A1 慣行	20A2 減農薬	20A3 準有機	20M1 慣行	20M3 慣行	20M2 減農薬	20M4 有機	
甲虫目	ハネカシ科	2	2	4	1	9	0	1
甲虫目	キアシクロヒメテントウ	5	0	0	0	0	2	1
甲虫目	テントウムシ科(キアシクロヒメテントウ除く)	4	3	19	2	5	11	16
甲虫目	テントウムシ科(総数)	9	3	19	2	5	13	17
カメシ目	ハナカメシ科	1	0	0	1	0	0	0
アザミウマ目	ハダニアザミウマ	0	0	0	7	27	0	0
アミメカゲロウ目	カゲロウ類	1	1	2	0	0	1	0
ハチ目	ヒメハチ上科	54	46	55	73	52	60	25
ハチ目	コバチ上科(トビコバチ科含む)	57	73	107	147	131	97	136
ハチ目	トビコバチ科	5	8.36	46	12	7	5	18
ハチ目	タマバチ上科	6	11	2	12	2	8	0
ハチ目	クロバチ上科	7	5	3	46	16	13	9
ハチ目	その他・不明ハチ	91	38	68	22	26	69	36
ハチ目	ハチ類(総数)	215	173	235	300	227	247	206

注) 5月から10月上旬までの11回調査、捕獲数は2トラップの合計に換算

表4 飛翔性生物の黄色粘着トラップによる捕獲数(2009)

生物名	捕獲数(頭)							
	西予市			松山市				
	21A1 慣行	21A2 減農薬	21A3 準有機	21M1 慣行	21M3 慣行	21M2 減農薬	21M4 有機	
甲虫目	ハネカシ科	11	23	4	9	2	3	1
甲虫目	キアシクロヒメテントウ	13	39	4	0	0	1	1
甲虫目	テントウムシ科(キアシクロヒメテントウ除く)	2	14	7	2	2	5	13
甲虫目	テントウムシ科(総数)	15	53	11	2	2	6	14
甲虫目	ジョウカイベソ科	0	2	0	2	9	3	7
カメシ目	カスミカメ科(オオクロヒョウタンカスミカメ)	0	1	1	0	0	0	0
アザミウマ目	ハダニアザミウマ	3	0	0	1	24	1	0
アミメカゲロウ目	カゲロウ類	1	0	1	0	0	0	0
ハチ目	ヒメハチ上科	69	46	12	98	11	40	16
ハチ目	コバチ上科(トビコバチ科含む)	190	133	386	100	75	101	87
ハチ目	トビコバチ科	15	10	208	12	8	11	13
ハチ目	タマバチ上科	0	4	10	9	13	2	5
ハチ目	クロバチ上科	79	318	57	550	80	108	48
ハチ目	その他・不明ハチ	5	10	0	9	3	2	3
ハチ目	ハチ類(総数)	343	511	465	766	182	253	159

注) 5月から10月上旬までの11回調査、捕獲数は2トラップの合計に換算

表5 地上徘徊性生物(クモ類除く)のピットフォールトラップによる捕獲数(2008)

生物名	捕獲数(頭)							
	西予市			松山市				
	20A1 慣行	20A2 減農薬	20A3 準有機	20M1 慣行	20M3 慣行	20M2 減農薬	20M4 有機	
甲虫目	ゴミムシ類	30	46	20	35	121	14	19.6
甲虫目	シテムシ科	0	18	2	3	0	12	4
甲虫目	ハネカシ科	11	199	37	13	15	21	34.4
甲虫目	ハンミョウ科	0	0	0	1	0	2	0
甲虫類	ジョウカイベソ科	0	0	0	0	1	0	0
カメシ目	サシカメ科	0	0	1	0	0	1	4.2
ハサミシ目	ハサミシ類	4.2	10	8	1	4	0	1
アミメカゲロウ目	カゲロウ類	0	0	0	5	2	9	5.2
ハチ目	アリ科	50.4	771	765	308	278	348	408.8

注) 5月から10月上旬までの11回調査、捕獲数は6トラップの合計に換算

表6 地上徘徊性生物(クモ類除く)のピットフォールトラップによる捕獲数(2009)

生物名	捕獲数(頭)							
	西予市			松山市				
	21A1 慣行	21A2 減農薬	21A3 準有機	21M1 慣行	21M3 慣行	21M2 減農薬	21M4 有機	
甲虫目	ゴミムシ類	37.6	43.8	54.8	26	48	21	69
甲虫目	シテムシ科	0	289.2	50	0	0	2.5	43
甲虫目	ハネカシ科	11.2	63.4	29.6	33	6	16.5	23
甲虫目	ハンミョウ科	0	0	0	0	0	0	4
甲虫目	ジョウカイベソ科	0	1	0	0	1	1.5	1
カメシ目	マキハサシカメ科	0	1	0	0	0	0	0
ハサミシ目	ハサミシ科	4	10.4	14	4	7	1	1
アミメカゲロウ目	カゲロウ類	1	1	0	1	0	5	1
ハチ目	アリ科	45.2	776.8	724.2	492	518	1159	907

注) 5月から10月上旬までの11回調査、捕獲数は6トラップの合計に換算

愛媛県農林水産研究所果樹研究センター研究報告第4号

表7 地上徘徊性生物(クモ類)のピットフォールトラップによる捕獲数(2008)

生物名	捕獲数(頭)						
	西予市			松山市			
	20A1 慣行	20A2 減農薬	20A3 準有機	20M1 慣行	20M3 慣行	20M2 減農薬	20M4 有機
カクモ科	4	3	47	0	4	6	6.8
コリグモ科	33	27	142	4	31	13	42.6
サラグモ科	5	1	2	0	5	0	7.2
ジグモ科	2	6	1	1	0	7	6
シボグモ科	0	0	3	0	0	2	0
ハエトリグモ科	3	0	2	6	3	3	4.2
ワシグモ科	16	15	18	13	2	15	16.4
ヤチグモ科	0	7	2	0	0	0	0
地上徘徊性クモ類(総数)	77.8	91	286	32	74	64	95.4

注) 5月から10月上旬までの11回調査、捕獲数は6トラップの合計に換算

表8 地上徘徊性生物(クモ類)のピットフォールトラップによる捕獲数(2009)

生物名	捕獲数(頭)						
	西予市			松山市			
	21A1 慣行	21A2 減農薬	21A3 準有機	21M1 慣行	21M3 慣行	21M2 減農薬	21M4 有機
ウエムシグモ科	2.2	0	1	3	0	3.5	2
カクモ科	0	3	9.4	0	0	28	10
キンダグモ科	0	0	17.2	2	0	0	0
コリグモ科	61.8	80.4	273.8	8	112	47.5	102
サラグモ科	3	1	0	7	10	10	16
ジグモ科	9.2	4	1	2	2	11	1
シボグモ科	2.2	1	1	9	0	12	1
ハエトリグモ科	0	1	3	0	1	2	2
フクログモ科	0	0	2	1	0	5	10
ワシグモ科	12.4	19	16	30	5	42.5	43
地上徘徊性クモ類(総数)	105.8	128.4	346.6	79	141	177	212

注) 5月から10月上旬までの11回調査、捕獲数は6トラップの合計に換算

表9 樹上造網性クモ類の見取りによる確認数

調査年	確認数(頭)						
	西予市			松山市			
	慣行	減農薬	準有機	慣行	慣行	減農薬	有機
2008年	3.3 (20A1)	1.7 (20A2)	4.6 (20A3)	0.4 (20M1)	2.8 (20M3)	4.5 (20M2)	26.0 (20M4)
2009年	4.6 (21A1)	10.6 (21A2)	6.2 (21A3)	0.8 (21M1)	2.2 (21M3)	6.3 (21M2)	47.2 (21M4)

注) 5月から10月上旬までの11回調査、確認数は樹容積1m³の合計確認数に換算

表10 捕食性クモ類の払い落としによる捕獲数(2009)

生物名	捕獲数(頭)						
	西予市			松山市			
	21A1 慣行	21A2 減農薬	21A3 準有機	21M1 慣行	21M3 慣行	21M2 減農薬	21M4 有機
カブリダニ科 ニセテコカブリダニ	0	0	10	0	0	0	5
カブリダニ科 コウスカブリダニ	0	1	1	0	0	5	4
カブリダニ科 ミヤコカブリダニ	0	0	2	14	2	0	2
カブリダニ科 総数(ミヤコカブリダニ除く)	1	4	21	0	0	10	13
カブリダニ科 総数	1	4	23	14	2	10	15
ナガヒダニ科	1	2	5	0	2	2	17

注) 捕獲数は5月から10月上旬までの11回調査の合計

(2) 指標候補生物の適応性および調査時期の検討(2010年)

飛翔性生物の黄色粘着トラップによる捕獲は、テントウムシ科(キアシクロヒメテントウ除く)は2009年までに比べ、減農薬園、有機・準有機園において捕獲数が少なくなったもの

の、有機・準有機園、減農薬園、慣行園の順に多くなった。キアシクロヒメテントウは慣行園で最も多くなり、2009年までと同様有機・準有機園は少なかった。慣行園間でも捕獲数に大きな差があり、西予市の調査園地で多くなった。コバチ上科は減農薬園で最も多

くなり、有機・準有機園が慣行園より少なくなった。トビコバチ科は慣行園で捕獲数が多い園地も見られたが、有機・準有機園、減農薬園、慣行園の順に多くなった(表 11)。

地上徘徊性生物のピットフォールトラップによる捕獲は、2009 年までに比べハネカクシ科では慣行園、減農薬園で、シデムシ科は減農薬園で捕獲数が大きく減少したが、平均捕獲数は有機・準有機園、減農薬園、慣行園の順に多くなった。また、シデムシ科は慣行園や減農薬園では多くの園地で、有機・準有機園でも半数の園地で捕獲されなかった。アリ科、カニグモ科、コモリグモ科、地上徘徊性クモ類は、どれも平均捕獲数は有機・準有機園、減農薬園、慣行園の順に多くなり、2009 年までと似た結果となった。ワシグモ科は環境保全型管理園が慣行園より多くなったが、最も多いのは減農薬園となった(表 12)。

樹上造網性クモ類の見取りによる確認数は 2009 年までと同じ傾向で、有機・準有機園が最も多く、ついで減農薬園、慣行園であった。また、平均確認数も 2009 年までと似たような結果となった(表 13)。

捕食性ダニ類の払い落としによる捕獲は、2009 年と同様ミヤコカブリダニが一部の慣行園で多かった。ミヤコカブリダニを除くカブリダニ科の平均捕獲数は有機・準有機園、減農薬園、慣行園の順に多くなった。減農薬園および有機・準有機園では全ての調査園ではミヤコカブリダニを除くカブリダニ科が捕獲された。ニセラーゴカブリダニは全ての有機・準有機園で捕獲されたが、慣行園では全く捕獲されず、減農薬園では 1 園地で捕獲されたのみであった。ナガヒシダニ科類は 2009 年までと異なり、平均捕獲数では減農薬園で最も多くなり、防除体系に関係なく捕獲されない園地が多かった(表 14)。

2008 年から 2010 年までの防除体系ごとの 5 月下旬から 10 月上旬の捕獲・確認数を比較すると、テントウムシ科(キアシクロヒメテントウ除く)、トビコバチ科、シデムシ科、ハネカクシ科、アリ科、地上徘徊性クモ類、コモリグモ科、カニグモ科、樹上造網性クモ類、カブリダニ科(ミヤコカブリダニ除く)の 10 生物群は慣行園に対し有機・準有機園で有意に多くなった(表 15)

表11 飛翔性生物の黄色粘着トラップによる捕獲数

防除体型	調査地域	園地略号	捕獲数(頭)				
			テントウムシ科		トビコバチ上科	トビコバチ科	
			キアシクロヒメ テントウ	キアシクロヒメ ソリ除く			
慣行	西予市	22A1	1.36	0.14	10.91	0.91	
		22A2	1.91	0.23	9.27	0.91	
		22A3	1.50	0.09	19.91	0.55	
	今治市	22I1	0.00	0.18	7.55	7.09	
		22I2	0.09	0.18	11.82	1.64	
	松山市	22M1	0.00	0.32	4.27	1.27	
	平均(2010年)			0.81	0.19	10.62	2.06
	平均(2008~2009年)			0.30	0.18	11.12	0.93
	減農薬	西予市	22A4	0.32	0.18	44.64	4.09
22A5			1.55	0.23	19.73	2.73	
22A6			0.73	0.27	21.91	6.09	
今治市		22I4	0.05	0.23	11.18	1.82	
平均(2010年)			0.66	0.23	24.36	3.68	
平均(2008~2009年)			1.03	0.68	9.25	0.73	
有機・ 準有機		西予市	22A7	0.14	0.45	9.82	34.45
			22A8	0.00	0.36	7.82	6.18
			22A9	0.18	1.05	5.36	31.00
	今治市	22I3	0.14	0.09	9.45	5.55	
		22I5	0.00	0.36	9.45	3.00	
	松山市	22M2	0.00	0.45	6.64	10.09	
	平均(2010年)			0.08	0.46	8.09	15.05
	平均(2008~2009年)			0.10	1.28	16.13	6.95

注) 捕獲数は頭/シート・2日に換算 5月下~10月上の平均値
2010年は11回調査 22I4は8月下旬以降タイベックネットを設置

慣行園に対し有機・準有機園で有意に多くなった10生物群について、防除体系毎に平均捕獲・確認数を求め発生活長を見たところ、トビコバチ科は7月上旬(図2)、地上徘徊性クモ類(図6)、カニグモ科(図7)、コモリグモ科(図8)、樹上造網性クモ類(図9)、カブリダニ科(ミヤコカブリダニ除く)(図10)は、

6月上旬頃までは減農薬園と有機・準有機園での発生量に差がない。また、ハネカクシ科では7月頃下旬まで(図3)、シデムシ科は7月上旬まで(図4)、アリ科は8月上旬まで(図5)減農薬園の発生量が有機・準有機園より多い。ハネカクシ科では減農薬園の調査園地20A2、シデムシ科では21A2、アリ科では22I4

表12 地上徘徊性生物のピットフォールトラップによる捕獲数

防除体系	調査地域	園地略号	捕獲数(頭)					地上徘徊性クモ類	
			ハカクシ科	シデムシ科	アリ科	カニグモ科	コモリグモ科		ワシグモ科
慣行	西予市	22A1	0.18	0.00	3.87	0.00	5.11	0.65	7.85
		22A2	0.45	0.00	26.91	0.00	5.73	0.55	9.45
		22A3	0.27	0.00	3.91	0.00	5.55	0.55	7.45
	今治市	22I1	0.64	0.00	27.00	0.18	1.73	1.27	4.73
		22I2	0.18	0.09	34.09	0.00	1.64	1.27	4.64
	松山市	22M1	0.00	0.00	27.59	0.18	4.36	0.64	6.82
平均(2010年)			0.29	0.02	20.56	0.06	4.02	0.82	6.82
平均(2008~2009年)			1.14	0.05	25.99	0.13	3.95	1.11	7.73
減農薬	西予市	22A4	1.73	0.00	95.60	0.55	7.24	2.91	13.44
		22A5	0.82	0.00	73.45	0.36	4.27	0.91	6.64
		22A6	3.36	0.00	34.82	0.18	6.09	0.36	8.18
	今治市	22I4	3.43	0.43	192.00	0.71	6.57	0.57	12.29
		平均(2010年)	1.97	0.00	67.96	0.36	5.87	1.39	9.42
	平均(2008~2009年)	6.45	8.02	70.97	0.93	3.95	1.89	10.56	
有機・準有機	西予市	22A7	1.00	0.00	99.27	0.18	8.09	0.18	9.55
		22A8	1.73	0.00	57.82	0.36	4.91	0.36	6.82
		22A9	1.82	0.18	64.55	1.55	18.00	2.18	23.64
	今治市	22I3	1.82	0.00	99.55	0.64	2.09	0.45	5.09
		22I5	7.18	3.18	48.00	0.27	6.82	1.45	11.09
	松山市	22M2	2.36	7.59	90.64	2.73	9.91	2.00	17.64
平均(2010年)			2.65	1.83	76.64	0.95	8.30	1.11	12.30
平均(2008~2009年)			2.63	2.45	66.10	1.80	12.94	2.08	21.90

注) 捕獲数は6トラップ/2日に換算 5月下旬~10月上旬の平均値 2010年は11回調査
22I4は8月下旬にタイベックマシを行なったため同時期間までの平均捕獲数 22I4は平均に含まない

表13 樹上造網性クモ類の見取りによる確認数

防除体系	調査地域	園地略号	確認数(頭)
慣行	西予市	22A1	0.39
		22A2	0.28
		22A3	0.02
	今治市	22I1	0.44
		22I2	0.07
	松山市	22M1	0.27
平均(2010年)			0.25
平均(2008~2009年)			0.23
減農薬	西予市	22A4	0.80
		22A5	0.03
		22A6	0.21
	今治市	22I4	0.24
		平均(2010年)	0.32
	平均(2008~2009年)	0.57	
有機・準有機	西予市	22A7	4.24
		22A8	0.72
		22A9	0.86
	今治市	22I3	2.98
		22I5	1.56
	松山市	22M2	2.81
平均(2010年)			2.19
平均(2008~2009年)			2.08

注) 確認数は樹容積1m³に換算
5月下旬~10月上旬の平均値
2010年は10回調査
22I4は8月下旬以降タイベックマシを設置

表14 捕食性ダニ類の払い落としによる捕獲数

防除体系	調査地域	園地略号	捕獲数(頭)			
			カブリダニ科			ナガビニダニ科
			ミヤコカブリダニ	ニセアコカブリダニ	ミヤコカブリダニ除く	
慣行	西予市	22A1	0.11	0.00	0.00	0.00
		22A2	0.00	0.00	0.00	0.00
		22A3	0.00	0.00	0.67	2.89
	今治市	22I1	4.70	0.00	0.30	0.00
		22I2	0.00	0.00	0.00	0.00
	松山市	22M1	1.60	0.00	0.00	0.00
平均(2010年)			1.07	0.00	0.16	0.48
平均(2008~2009年)			0.53	0.00	0.04	0.10
減農薬	西予市	22A4	0.00	0.00	2.22	0.00
		22A5	1.00	0.00	0.89	0.56
		22A6	0.00	0.11	0.44	2.11
	今治市	22I4	0.20	0.00	0.20	0.00
		平均(2010年)	0.30	0.03	0.94	0.67
	平均(2008~2009年)	0.00	0.00	0.67	0.21	
有機・準有機	西予市	22A7	0.22	3.44	6.78	0.00
		22A8	0.13	1.56	3.11	0.00
		22A9	0.11	1.00	1.89	0.11
	今治市	22I3	0.00	0.50	0.80	0.00
		22I5	0.10	1.80	4.40	0.50
	松山市	22M2	0.00	0.80	1.20	0.00
平均(2010年)			0.09	1.52	3.03	0.10
平均(2008~2009年)			0.21	0.75	1.92	1.13

注) 5月下旬~10月上旬の平均値 2010年は9~10回調査
22I4は8月下旬以降タイベックマシを設置

崎山・金崎・宮下：指標生物によるカンキツ園の生物多様性の評価

を除いて有機・準有機園と比較すると、発生量の差は小さくなるか有機・準有機園で多くなった(図3, 4, 5)。

5月下旬から10月上旬の調査結果で捕獲・確認数に差があった10生物群の発生活長から、発生量がある程度あり、5月下旬から10月上旬と同様に差がある時期を検討した

結果、6月下旬から8月下旬の調査期間がほぼ同じ結果となった。また、減農薬園で発生が突出して多かったハネカクシ科の20A2園、シテムシ科の21A2園、アリ科の22I4園を除くと、ハネカクシ科では減農薬園と有機・準有機園で平均捕獲数の差が極小さくなり、シテムシ科、アリ科では有機・準有機園の平均捕獲数が多くなった(表16)。

表15 指標候補生物の平均捕獲・確認数(2008~2010年, 5月下旬~10月上旬調査)

調査方法	生物名	平均捕獲・確認数(頭)		
		慣行(12)	減農薬(8)	有機・準有機(10)
黄色粘着 トラップ	テントウムシ科(キアシクロヒメテントウ除く)	0.02 a	0.06 b	0.10 b
	コバチ上科	1.36 a	2.10 a	1.41 a
	トビコバチ科	0.19 a	0.28 a	1.48 b
ピットフォール トラップ	ハネカクシ科	0.06 a	0.38 ab	0.22 b
	ハネカクシ科※1)	0.06 a	0.21 b	0.22 b
	シテムシ科	0.00 a	0.38 ab	0.17 b
	シテムシ科※2)	0.00 a	0.04 a	0.17 b
	アリ科	1.94 a	5.81 ab	6.04 b
	地上徘徊性𧈧類	0.61 a	0.84 ab	1.35 b
	コモリグモ科	0.33 a	0.40 ab	0.85 b
	カニグモ科	0.01 a	0.06 b	0.11 b
	ワシグモ科	0.08 a	0.14 a	0.12 a
見取り	樹上造網性𧈧類	0.24 a	0.45 a	2.15 b
払い	カブリタニ科(シヨカブリタニ除く)	0.12 a	0.85 b	2.75 b
落とし	ナガヒシタニ科	0.36 a	0.51 a	0.36 a

注) 表中の異なるアルファベット間には有意差があることを示す(Steel-Dwass, p<0.05)

表中の数値は、黄色粘着トラップ：頭/1シート/1日 見取り：頭/樹容積1m³
 ピットフォールトラップ：頭/1トラップ/1日 払い落とし：頭/1調査
 ピットフォールトラップの減農薬の値は21I4は8月上旬までの調査のため含まない
 ※1)：20A2, ※2)：21A2の調査値を除く平均捕獲数
 ()は調査園地数

表16 指標候補生物の平均捕獲・確認数(2008~2010年, 6月下旬~8月調査)

調査方法	生物名	平均捕獲・確認数(頭)		
		慣行(12)	減農薬(8)	有機・準有機(10)
黄色粘着 トラップ	テントウムシ科(キアシクロヒメテントウ除く)	0.01 a	0.04 ab	0.09 b
	トビコバチ科	0.09 a	0.24 ab	1.64 b
ピットフォール トラップ	ハネカクシ科	0.05 a	0.30 b	0.22 b
	ハネカクシ科※1)	0.05 a	0.24 b	0.22 b
	シテムシ科	0.01 a	0.49 ab	0.21 b
	シテムシ科※2)	0.01 a	0.05 ab	0.21 b
	アリ科	2.27 a	8.75 b	6.99 b
	アリ科※3)	2.27 a	7.02 b	6.99 b
	地上徘徊性𧈧類	0.71 a	1.01 ab	1.73 b
	コモリグモ科	0.41 a	0.46 a	1.14 a
	カニグモ科	0.01 a	0.08 ab	0.16 b
見取り	樹上造網性𧈧類	0.31 a	0.53 a	3.07 b
払い落とし	カブリタニ科(シヨカブリタニ除く)	0.08 a	0.66 b	3.29 c

注) 表中の異なるアルファベット間には有意差があることを示す(Steel-Dwass, p<0.05)

表中の数値は、黄色粘着トラップ：頭/1シート/1日 見取り：頭/樹容積1m³
 ピットフォールトラップ：頭/1トラップ/1日 払い落とし：頭/1調査
 減農薬のピットフォールトラップの21I4は8月上旬までの調査結果を使用
 ※1)：20A2, ※2)：21A2, ※3)22I4の各園地の調査値を除く平均捕獲数
 ()は調査園地数

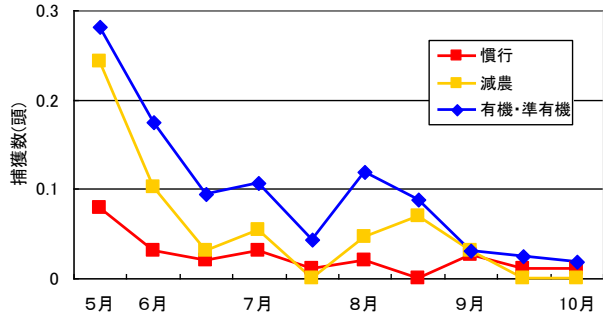


図1 テントウムシ科(キアシクロヒメントウ除く)の発生消長

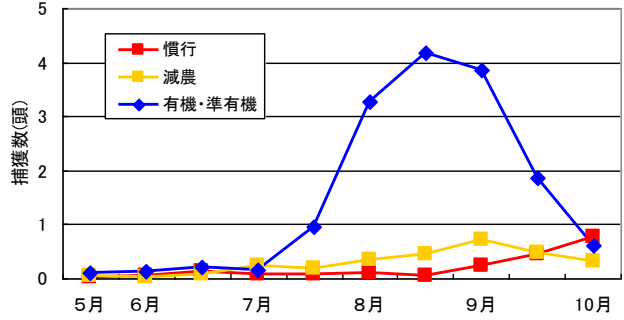
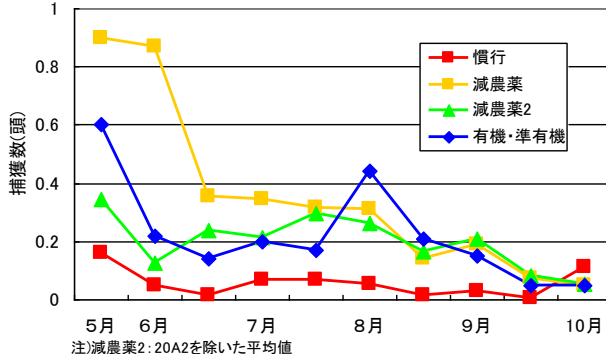
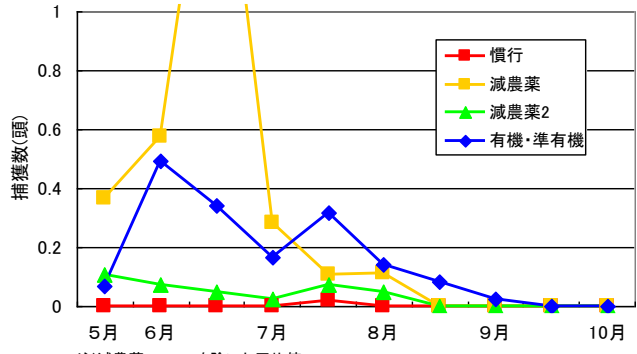


図2 トビコバチ科の発生消長



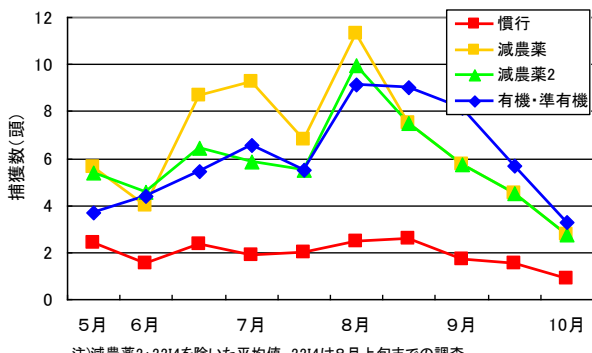
注)減農薬2:20A2を除いた平均値

図3 ハネカクシ科の発生消長



注)減農薬2:21A2を除いた平均値

図4 シテムシ科の発生消長



注)減農薬2:22I4を除いた平均値, 22I4は8月上旬までの調査

図5 アリ科の発生消長

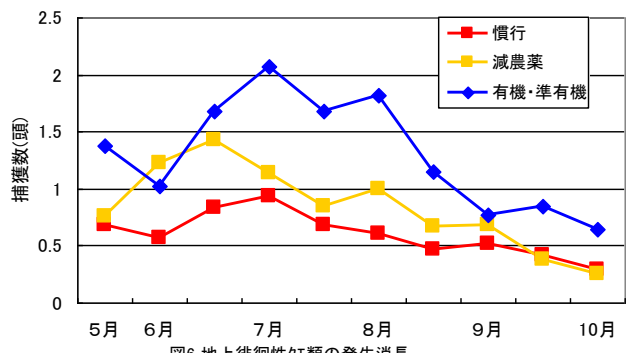


図6 地上徘徊性欠類の発生消長

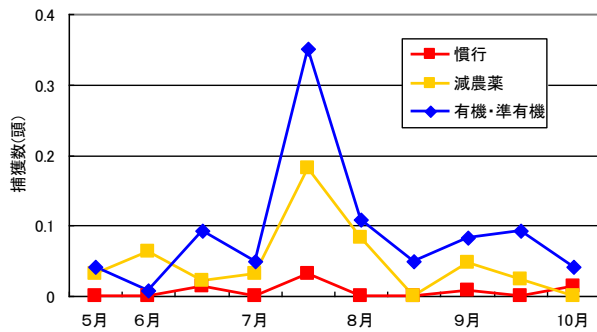


図7 カガモ科の発生消長

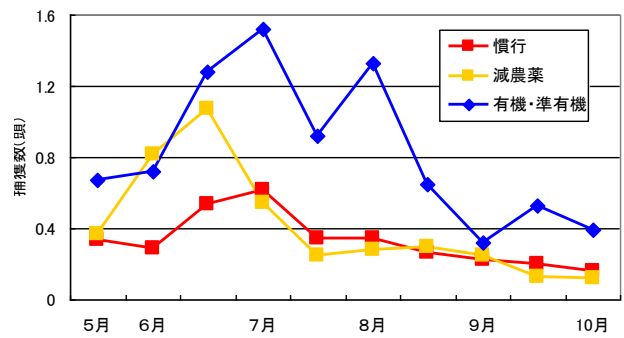


図8 コリグモ科の発生消長

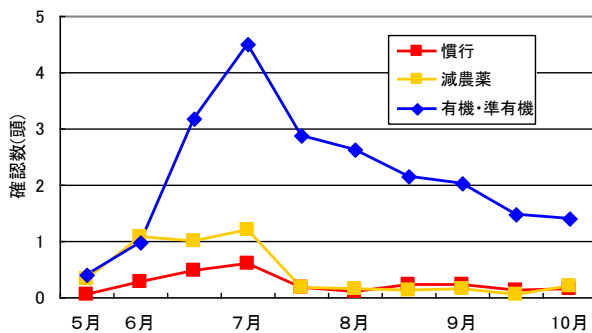


図9 樹上造網性欠類の発生消長

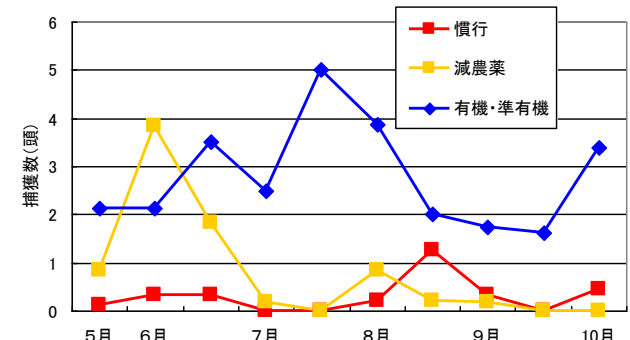


図10 カブリダニ科(ミヤコブリダニ除く)の発生消長

IV. 考 察

(1) 指標候補生物の選抜

4種の調査手法により捕獲・確認された有用生物は、昆虫では甲虫目が7科、カメムシ目が4科、ハサミムシ目が1科、アザミウマ目が1科、ハチ目が寄生蜂を中心とする4上科以上、アミメカゲロウ目が2科であり、昆虫以外では地上徘徊性のクモ類が17科、樹上造網性クモ類が3科以上(未分類)、捕食性ダニ類が2科と多岐にわたった。これらの生物群のうち、2年間の調査で慣行園では21~26群、減農薬園では23~24群、有機・準有機園では24群がそれぞれ確認され(樹上造網性クモ類は含まず)、防除体系の違いにより確認される有用生物の群数には差はなかった。

指標候補生物は有用生物が前提で、2008年と2009年の調査結果から、防除体系の違いにかかわらず調査した多くの園地で捕獲・確認され、その中で防除強度が弱い園ほど数が多いものとしたが、その条件を満たすものが少なかったため、調査したどちらかの地域や年で条件に概ね適したもの(ただし、適さなかった地域や年度の結果は慣行園と環境保全型管理園で差がないと判断されたもの)も含め指標候補生物とした。この結果、黄色粘着トラップによるコバチ上科、トビコバチ科、テントウムシ科(キアシクロヒメテントウ除く)、ピットフォールトラップによるシデムシ科、ハネカクシ科、アリ科、カニグモ科、コモリグモ科、ワシグモ科およびこれら地上徘徊性クモ類の総数、見取りによる樹上造網性クモ類、払い落としによるカブリダニ科(ミヤコカブリダニ除く)、ナガヒシダニ科の13生物群が条件に適合すると判断された。

テントウムシ科のキアシクロヒメテントウはミカンハダニが多発した園地で多く捕獲される傾向があり、慣行園地間でも差はあるもののまとまって捕獲される場合が多かった。

防除の有無より餌であるミカンハダニの量が発生に与える影響が大きいとの報告(宮崎ら、2012)もあり、キアシクロヒメテントウは、指標生物としては適さないと考えられた。本種を除くテントウムシ科は、環境保全型管理で多くなり指標候補生物の条件に適合すると判断された。ミヤコカブリダニもミカンハダニの重要な天敵として知られている(岸本ら、2007)が、2009年のみの調査であるが本種が多く捕獲された園地は慣行園であり、この園地ではミカンハダニの発生が多かった。また、ミカンハダニの発生が多い慣行園地間でも本種の捕獲数に差があった。県内の有機栽培園で発生する害虫についての調査から、ミカンハダニは有機栽培園では発生が極少いことも明らかとなっており、ミヤコカブリダニを指標候補生物から除外するのが適当であるが、調査園地を増やし再確認する必要があると考えられた。

見取りによる樹上造網性クモ類の優占種はジョロウグモであり、本種は果樹園ではチョウ目の成虫を捕食するクモ類として知られている(小林、1998)。発生は5月ころ孵化し、8~9月頃成蛛となるとされ(大野、1994)本調査結果と一致していた。有機・準有機園、減農薬園、慣行園の順に樹上造網性クモ類の総数が多いことから、種の判別までは必要ないと考えられた。

(2) 指標候補生物の適応性および調査時期の検討(2010年)

2010年に調査規模を拡大して、指標候補生物とした13生物群について調査した結果、コバチ上科、ワシグモ科、ナガヒシダニ科は防除体系毎の平均発生数が2009年までと異なり、また、2010年までの3年間の調査結果(ナガヒシダニ科は2年間)からも、防除体系の異なる園地間で捕獲数に差はなく、指標生物として適さないと判断された。

前述の3生物群を除く10指標候補生物群は、トビコバチ科の様に捕獲数が大きく増加

したりしたのもあったが、概ね捕獲の傾向は2009年までと同じであった。また、3年間の調査結果を用い防除体系毎に捕獲・確認数を比較すると、テントウムシ科(キアシクロヒメテントウ除く)、トビコバチ科、アリ科、地上徘徊性クモ類、コモリグモ科、カニグモ科、樹上造網性クモ類、カブリダニ科(ミヤコカブリダニ除く)は、慣行園に比べ有機・準有機園で有意に多く、その数は有機・準有機園、減農薬園、慣行園の順に多くなり、指標生物として適していると判断された。ハネカクシ科、シデムシ科は慣行園に比べ、有機・準有機園で捕獲数が有意に多くなったが、その数は減農薬園が最も多くなった。これは、減農薬栽培の1園地において極めて多く捕獲されたためであり、この1園地を除くと有機・準有機園、減農薬園、慣行園の順に多くなり、指標生物として適していると判断された。

ミヤコカブリダニは、2009年の調査結果と同様、ミカンハダニの発生が多い慣行防除園(データ省略)で多い園地があり、また、慣行園地間においても捕獲数に差があった。捕獲数も有機・準有機園で最も少なかったことから、指標生物として適さないと判断された。

ピットフォールトラップにより捕獲されるカニグモ科、コモリグモ科とこれらを含む地上徘徊性クモ類の総数は、どれも指標生物としての条件に適しているが、カニグモ科、コモリグモ科を区別するよりも、全てを合わせた地上徘徊性クモ類を数える方が分類の省力化が図られることから、カニグモ科、コモリグモ科を指標生物から除外することとした。

指標生物の条件に適合した10生物群の発生活長を見たところ、多くの生物群で調査初期(5月下旬から6月上旬頃)においては発生量の差が小さく、特に有機・準有機園と減農薬園においては差がなかった。これは、カンキツ園においては収穫前の防除以降、冬期から春の開花期(5月中旬頃)の間の防除がほぼマシン油乳剤のみで防除強度が低く、防除体

系間に農薬の散布数の差が少なく、また、減農薬園の多くが6月中旬頃にその年において初めて殺虫剤や殺ダニ剤の散布を行っていることから、両者の防除の差が小さく、延べでは発生量の差も小さくなったと考えられ、調査は6月下旬以降で良いと判断された。以上の点から、6月下旬から8月の間の調査結果を用い、指標生物として適していると判断された生物群の捕獲・確認数を比較したところ、5月下旬から10月上旬まで調査した結果とほぼ一致した。このことから、調査は6月下旬から8月下旬の間に短縮が可能であると考えられた。

この結果、指標生物として、テントウムシ科(キアシクロヒメテントウ除く)、トビコバチ科、シデムシ科、ハネカクシ科、アリ科、地上徘徊性クモ類、樹上造網性クモ類、カブリダニ科(ミヤコカブリダニ除く)の8生物群を選定し、調査時期として6月下旬から8月が適していると判断された。

V. 摘 要

- 1) 防除体系の異なる温州ミカン園地において節足動物を対象に調査し、環境保全型農業に取り組む園地において特徴的に発生する有用生物とその調査方法を明らかにした。
- 2) 発生が多い有用生物は、黄色粘着トラップによるテントウムシ科(キアシクロヒメテントウ除く)、トビコバチ科、ピットフォールトラップによるハネカクシ科、シデムシ科、アリ科、地上徘徊性クモ類、見取りによる樹上造網性クモ類、払い落としによるカブリダニ科(ミヤコカブリダニ除く)で、これらを指標生物として選抜した。
- 3) 調査時期は6月下旬から8月が、適当と判断された。

VI 参考文献

崎山・金崎・宮下：指標生物によるカンキツ園の生物多様性の評価

- 宮崎俊秀・岸本英成・菅康弘・寺本健. 2012. 長崎県のカンキツ園におけるミカンハダニに対する土着天敵の発生状況. 長崎農林技セ研報 第3号：121-139
- 岸本英成・手柴真弓・近藤知弥・宮崎俊秀・杉浦直幸・戸田世嗣・山崎礼一・若月洋・本山宏・堀江宏影. 2007. 九州のカンキツ園におけるミヤコカブリダニの発生状況. 日本ダニ学会誌. 16(2)：129-137
- 小林. 1998. 天敵大辞典 生態と利用 下巻 農山漁村文化協会, 東京, 759-762
- 大野. 1994. フィールドガイドシリーズ 指標生物 自然をみるものさし 平凡社 東京 214-217