

# 有機栽培野菜等における有機 JAS 認可資材を活用した安定生産実証

大森誉紀 横田仁子 武智和彦

## Demonstrate the Stability of Organic Vegetable Production Using Materials Certified by Organic JAS

OOMORI Takanori, YOKOTA Satoko and TAKECHI Kazuhiko

### 要 旨

県内の露地野菜の中で、有機栽培等特別栽培農産物として栽培面積が多い 10 品目について、病害虫の発生状況に応じて有機 JAS で使用が認められた資材等を活用した有機栽培の実証試験を行った。春どりキャベツでは BT 剤や抵抗性品種を用い、夏秋キュウリには除虫菊剤と銅剤、スイカでは耐病接木苗、スイートコーンには BT 剤、春どりブロッコリーでは防虫ネットをそれぞれ用いることで、いずれの品目も病害虫の発生が少ない作期・作型で栽培すると、病害虫の被害が少なくなり、有機栽培に取り組みやすくなる。排水不良の圃場や連作圃場では、有機栽培に取り組む以前にその改善が必要である。除草対策ではマルチ栽培が有効で、畝間除草には中耕や防草シート等の利用が効果的である。鶏糞を使用する場合は、肥効率を考慮して施用するのが良い。

キーワード：野菜，有機栽培，有機 JAS，病害虫，除草，土づくり

### 1. 緒言

愛媛県内の有機農業の取組面積は耕地面積の 0.8% で、有機農産物の流通量は少ない。このため愛媛県では、有機農業の取り組みを増加させ、環境保全型農業の推進に資することを目的に、2008 年 3 月に愛媛県有機農業推進計画を策定した。この中で、県は有機農業を行っている農家や新たに有機農業に取り組む農家に対して、生産技術や流通・販売面での支援を行うこととしており、試験研究機関には有機農業に係る様々な技術を検索して組み合わせ、品質や収量を安定的に確保できる有機栽培技術の体系の確立や立地条件に適応した有機栽培技術の研究開発が求められている。

農林水産研究所では、1982 年に当時の農業試験場が現在地への移転を契機に、耕地生態系農法確立試験が始まり、現在全国の農業関係研究機関で取り組んでいる有機農業の推進にかかる試験のさきがけであったと考えられるが、この試験は、水稲を中心とした水田における有機栽培試験であった。

野菜の有機栽培試験については、1989 年から 3 年間、特産野菜の有機農業技術開発試験を実施し、有機質肥料と被覆資材を利用した有機栽培キャベツ・レタスの作付体系（池上ら、1991）が開発され、集落組織として有機栽培に取り組む地域のキャベツ・レタス作の事例についての経営評価（大野ら、1991）などを明らかにするなど、この時期、公的試験研究機関の中では先駆的に有機栽培研究に取り組んでいた。また、1999 年から久万試験地で無農薬ホウレンソウ栽培技術開発試験に取り組み、立枯性病害に対して蒸気土壌消毒が高い効果を示し、近紫外線カットフィルムと防虫ネットを組合せ

た体系防除により、夏季でもホウレンソウの無農薬栽培が可能であることを明らかにした（村上ら、2002）。

しかし、2000 年に有機 JAS 法が制定され、有機 JAS マークを表示する場合の使用禁止資材や使用が認められる資材が明確に区分された。さらに、BT 剤、フェロモン剤等の生物農薬の開発も進展したこと等から、2009 年から新しい資材や栽培法を用いて、水稲および野菜の有機栽培技術確立試験に取り組み、野菜については県内の露地野菜の中で有機栽培等特別栽培農産物として栽培面積が多い品目について実証栽培を行った。このうち 10 品目について、病害虫の発生状況に応じて有機 JAS で使用が認められた資材等を活用することで、野菜等の有機栽培を安定的に取り組めることが実証できたので報告する。なお、本試験の一部は農林水産省の消費・安全対策交付金で実施したものである。

### 2. 材料および方法

#### 2.1 試験圃場の栽培環境整備

試験は、研究所内 B2 号畑圃場で実施した。土壌は、花崗岩を母材とした粗粒質の褐色森林土で、少なくとも 3 年以上は作付けされず、年数回程度の耕起管理がされていた。この圃場は緩い傾斜があるため、傾斜上部では排水がよいが、傾斜下部では浸透水が滞水し、降雨後は圃場がぬかるむところであった。そこで、試験実施に先立ち、圃場の暗渠を施工した。施工の方法は、傾斜下部に圃場の長辺方向に沿って深さ 1m の溝をバックホーで掘り、粗砕石を厚さ 10cm 程度に敷き詰め、直径 12cm のコルゲート管を置き、管が隠れる程度に再

図1 試験作物の作期とその栽培区

区	作物名	主な品種名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
A	ダイズ	フクユタカ												
	キャベツ	YR春空												
B	キュウリ	夏すずみ												
	ダイコン	耐病総太り												
C	スイカ	縞王												
D	スイートコーン	キャンベラ86												
E	ピーマン	京波												
	ブロッコリー	エンデバーSP												
F	白ネギ	ホホワイトタイガー												

注) : 播種、 : 定植、 : 収穫期間

び粗碎石を敷き詰め、掘り上げた土で埋め戻した。また、作付け前には振動式サブソイラを用い、この暗渠と直行するよう 2m 間隔で弾丸暗渠を深さ 30cm の位置に設置する組み合わせ暗渠とした。これにより、圃場の排水性が改善でき、降雨の後でも圃場がぬかるむことはなくなった。

この圃場は、東面と南面に大きな法面を有している。法面に生える雑草は、作物害虫の天敵の生息場所となる（木嶋，2001；柿元ら，2006）との報告もあるが、一般には作物害虫の生息場所とされ、作物保護の観点からも雑草の防除は不可欠である（伊藤，2009）。そこで、法面全てを防草シートで覆い、法面から雑草を排除した。また、圃場西面は道路と接していたが、北面は慣行栽培圃場と隣接していたため、北面に圃場内作業道を設け、隣接圃場との緩衝帯を兼ねた。作業道の除草は随時ホイールローダのバケットを使って整備した。さらに、大型機械では作業しづらい細部には防草シートを敷き、雑草の発生を防いだ。

## 2.2 耕種概要

有機区は、圃場を次の A から F の 6 つの区画に分け、10 品目を図 1 のような作型で栽培した。すなわち、ダイズと春どりキャベツ(A 区)、夏秋キュウリと冬どりダイコン(B 区)、スイカ(C 区)、スイートコーン(D 区)、ピーマンと春どりブロッコリー(E 区)、白ネギ(F 区)である。試験規模は、A 区が 500m<sup>2</sup>、B 区が 100m<sup>2</sup>、C から F 区が 50m<sup>2</sup>である。対照区は 200m<sup>2</sup>で、化学合成農薬や化学肥料を使用してダイズ、春どりキャベツを栽培し、他の作物は有機区のみの実証栽培とした。

### 2.2.1 晩播と生物農薬を用いたダイズの有機栽培

ダイズは「フクユタカ」を用い、2009 年度は 8 月 4 日に、2010 年度は 7 月 30 日に、いずれも横溝回転ロール式播種機を用いて条間 65cm で播種した。播種量は 3kg/10a で、種子消毒は行わなかった。施肥は、有機区では魚ぼかし(N5%)を 30kg/10a(N で 1.5kgN/10a)、対照区では燐加安 14 号を 10kg/10a(N で 1.4kg/10a)施用した。雑草対策は、有機区では中耕作業のみとし、2009 年度は 8 月 14 日から 9 月 10 日の間で 3 回、2010 年度は 8 月 13 日から 9 月 22 日の間で 4 回中耕した。対照区では両年とも除草剤を使用し、有機区の 2 回目の中耕作

業から一緒に行った。かん水は、2009 年度には 8 月 22 日と 9 月 10 日に、2010 年度には 8 月 26 日と 9 月 9 日に畝間へ行った。病害虫防除は、2009 年度には 9 月 11 日に有機区と対照区で BT 剤、10 月 15 日に対照区のみ合成ピレスロイド系(以下、合ピレ系)殺虫剤を使用し、2010 年度には 8 月 27 日と 9 月 17 日に有機区ではいずれも BT 剤を、対照区ではカーバメート系およびインドキサカルブ系(以下 IX 系)殺虫剤を使用し、さらに対照区では 9 月 21 日にグアニジン系殺菌剤とネオニコチノイド系(以下 NN 系)殺虫剤を使用した。また、両年とも圃場周辺に大量誘殺用性フェロモン剤を配した。ハスモンヨトウの幼虫集団は適宜摘葉し駆除した。

坪刈は両区とも 4 反復で各 2m x 2 条分を刈り取り、収量および外観品質を調査した。

### 2.2.2 病害虫発生時期の少ない品種や作型選定と全面マルチによる春どりキャベツの有機栽培

春どりキャベツは、2009 年度は「YR 春空」「金系 201 号」「YR のどか」「YR 天空」の 4 品種を 12 月 8 日に定植し、2010 年度は「YR 春空」を 1 月 4 日に定植した。栽植密度は、いずれも畝幅 1.5m、株間 30cm、2 条千鳥植えとした。堆肥には両年度とも有機区、対照区ともに食品残渣堆肥を用い、2009 年度は 12 月 3 日に、2010 年度は 12 月 28 日に、いずれも 3t/10a 施用した。土壌改良材は、両年度とも有機区には粉状苦土石灰(有機 JAS 適合資材)を、対照区には粒状苦土石灰をいずれも 160kg/10a 施用した。施肥量は、両年度とも有機区では魚ぼかし(N5%)を 300kg/10a(N で 15kgN/10a)と鶏糞(N3%)を 1.25t/10a を施用し、対照区ではユートップ 10 号(N18%)を 168kg/10a(N で 30kgN/10a)施用した。なお、鶏糞は肥効率が 40%で有効窒素が 15kg/10a とみなし、試験に供した。雑草対策は、有機区では黒マルチ栽培とし、畝間には防草シートを被覆した。対照区では 2009 年度は 12 月 14 日と 2 月 25 日、2010 年度は 1 月 4 日と 3 月 7 日にそれぞれ除草剤を散布した。病害虫防除は、有機区では 2009 年度は 3 月 29 日と 4 月 19 日に、2010 年度は 4 月 20 日と 5 月 7 日にいずれも BT 剤を用い、対照区では両年とも定植時に NN 系殺虫剤と合ピレ系殺虫剤を用い、生育中は両年度とも有機区の防除日に合わせて、2009 年度はマクロライド系(以下 MC 系)殺虫剤を 2 回、2010 年度は MC 系と IX 系殺虫剤を散布した。なお、

両年とも圃場周辺に大量誘殺用性フェロモン剤を配した。

収量および外観品質調査は、2009年度では各区12株を調査し、2010年度では両区3反復で各20株を調査した。病害虫調査では、1区あたり各100株について被害株率を見取り調査し、品質調査は収穫株について裂球等被害率を調査した。

### 2.2.3 耐病性品種と有機JAS認可資材を複合的に使用した夏秋露地キュウリの有機栽培

キュウリには‘夏すずみ’と‘うどんこつよし’の市販購入苗を用い、畝幅3m、株間90cm、2条植えで2010年5月18日に定植した。堆肥は牛糞堆肥3t/10aを施用し、施肥は魚ぼかし(N5%)を用い、基肥に600kg/10a(Nで30kgN/10a)、追肥に7月8日と7月23日に各200kg/10a(Nで10kgN/10a)を施用した。雑草対策は畝表面にシルバーマルチを敷設し、畝間や通路には稲わらを敷き詰めた。病害虫防除は、7月1日に除虫菊乳剤と炭酸水素ナトリウム・銅水和剤、7月8日に銅水和剤、7月15日にBT剤と銅水和剤を散布した。

収量および品質調査は、両品種とも2反復で各10株を調査した。収穫はM級を中心に行い、収穫果実をA品およびB品に分け、その本数と重量を測定した。病害虫調査では、調査株あたり各10葉について被害葉数を見取り調査し、発生葉率または発病葉率を求めた。

### 2.2.4 耐病接木苗の利用と排水良好な圃場におけるスイカの有機栽培

スイカは、穂木には‘縞王’を、台木にはカボチャ台を用いた市販購入苗を、2010年5月18日に畝幅4m、株間90cm、1条植えで定植した。堆肥は牛糞堆肥3t/10aを施用し、施肥は基肥に魚ぼかし(N5%)を460kg/10a(Nで23kgN/10a)を施用した。雑草対策は株元に黒マルチを敷設し、他の部分には稲わらを敷き詰めた。病害虫防除は行わなかった。収量および品質調査は、両品種とも2反復で各5株を調査した。収穫は適熟果を採取し、個数と1個重量を測定した。病害虫調査はキュウリの場合と同様とした。

### 2.2.5 BT剤利用と捕殺を中心とした排水良好な圃場におけるピーマンの有機栽培

ピーマンは‘京波’を用いた。市販購入苗を畝幅1.5m、株間50cm、1条植えで2010年5月18日に定植した。堆肥施用、施肥および雑草対策は、キュウリの場合と同様に行った。害虫防除は、8月17日と9月6日にBT剤を散布し、オオタバコガは随時捕殺した。

収量および品質調査は、2反復で各10株を調査し、果長が5~6cm程度に成長した果実を採取し、個数と1個重量を測定した。病害虫調査は、キュウリ、スイカの場合と同様に行ったが、オオタバコガとホオズキカメムシは調査株に発生した害虫数を調査し、株当たり発生頭数を求めた。

### 2.2.6 BT剤を利用したスイートコーンの有機栽培

スイートコーンは‘キャンペラ86’を用いた。2010年5月17日に72穴セルトレイに播種し、6月2日に畝幅1.2m、株間30cm、2条植えで定植した。堆肥施用および雑草対策は、キュウリの場合と同様に管理し、施肥は基肥に魚ぼかし(N5%)を540kg/10a(Nで27kgN/10a)施用した。害虫防除は、7月7日と7月15日にBT剤を散布し、定植後のネキリムシは随時捕殺した。

収量および品質調査は、2反復で各30株を調査した。収穫は適熟果を採取し、個数と1個重量を測定した。病害虫調査は、被害株数を見取り調査し、発生株率を求めた。

### 2.2.7 捕殺と土寄せ作業を中心とした排水良好な圃場における白ネギの有機栽培

白ネギは‘ホワイトタイガー’を用いた。2010年5月17日に288穴セルに播種し、7月9日に畝幅1.2m、株間10cm、1条植えで定植した。堆肥には牛糞堆肥3t/10aを施用した。施肥には魚ぼかし(N5%)を用い、基肥に120kg/10a(Nで6kgN/10a)、追肥に360kg/10a(Nで18kgN/10a)を3回に分けて、9月から11月の土寄せ時にあわせて施用した。雑草対策は土寄せ作業のみとした。害虫防除は、定植後のネキリムシやネギコガ、および10月以降発生したシロイチモジヨトウは随時捕殺した。

収量および品質調査は、2反復で各150株を採取し、全重を測定後調製し、階級別に分け、それぞれの重量を測定した。病害虫調査は、被害株数を見取り調査し、発生株率を求めた。

### 2.2.8 防虫ネット被覆による冬作の冬どりダイコン、春どりブロッコリーの有機栽培

冬どりダイコンは‘耐病総太り’を用いた。2010年9月15日に畝幅1.2m、株間30cm、1条植えで播種した。堆肥は施用せず、施肥は魚ぼかし(N5%)を基肥に360kg/10a(Nで18kgN/10a)施用した。雑草対策は畝表面にシルバーマルチを敷設し、畝間には稲わらを敷き詰めた。害虫防除は、定植後から収穫時まで目合い0.6mmの防虫ネットでトンネル被覆した。

春どりブロッコリーは‘エンデバーSP’を用いた。2010年9月17日に128穴セルに播種し、10月7日に畝幅1.2m、株間30cm、1条植えで定植した。堆肥施用、施肥および雑草対策は冬どりダイコンの場合と同様とした。害虫防除は、定植後から2011年2月18日まで目合い0.6mmの防虫ネットで被覆し、その後はネットを除去した。

収量および品質調査は、冬どりダイコンは2反復で各30株を採取し、全重と茎葉を切除した調製重を測定し、階級別割合を求めた。春どりブロッコリーも2反復で各30株を採取し、花蕾頂点から15cmに切りそろえた調製重と花蕾径を測定し、階級別割合を求めた。病害虫調査は、両品目とも被害株数を見取り調査し、発病・発生株率を求めた。

表1 ダイズの収量と外観品質

		収量		被害粒割合 (%)				合計
		(kg/10a)		かみシ粒	虫害粒	紫斑粒	その他	
2009年度	有機	254	± 52	4%	7%	1%	4%	16%
	対照	252	± 24	5%	4%	0%	4%	13%
2010年度	有機	166	± 36	3%	4%	0%	5%	12%
	対照	281	± 94	0%	1%	0%	3%	4%

注) 収量は7.3mm篩を通した後の重量、被害粒割合は篩を通す前の子実収量の欄は、平均収量 ± 標準偏差

表2 キャベツの生育、収量および品質 (2009年度)

		全重	結球重	球高	球径	外葉数	最大葉長	最大葉幅	病害	虫害	その他障害
		(g)	(g)	(cm)	(cm)		(cm)	(cm)			
金系201	有機	2,225	1,416	16	16	7	33	41	菌核6%	アブラムシ1% リゾ目(外葉)6%	裂球15%
	対照	1,700	994	14	14	8	28	35	菌核12%	-	裂球4% 小球33%
YR春空	有機	1,985	1,048	11	16	11	32	36	菌核1%	リゾ目(外葉)13%	小球8%
	対照	1,689	946	10	16	11	30	31	菌核2%	-	裂球1% 小球50%
YRのどか	有機	2,757	1,807	17	20	9	43	38	菌核42%	アブラムシ42% リゾ目42%	葉縁褐変58%
	対照	3,428	2,158	17	21	13	39	36	-	-	-
YR天空	有機	2,783	1,725	14	19	9	40	41	菌核33%	アブラムシ50%	葉縁褐変58%
	対照	2,903	1,845	14	20	12	34	34	菌核17%	-	葉縁褐変42%

注) 調査時期は、金系201とYR春空が5月10日、YRのどかとYR天空が6月1日。小球は結球部が1kg以下の株。

表3 キャベツの生育、収量および品質 (2010年度)

		全重	結球重	球高	球径	外葉数	最大葉長	最大葉幅	収穫前期			収穫後期		
		(g)	(g)	(cm)	(cm)		(cm)	(cm)	病害 (外葉)	虫害 (外葉)	虫害 (球部)	病害 (外葉)	虫害 (外葉)	虫害 (球部)
有機		2515	1437	18	13	10	33	41	黒腐病6%	アブラムシ69% コガ 16% アブラムシ 6%	ヨトウムシ 6%	-	ヨトウムシ91% アブラムシ17%	アブラムシ74% アブラムシ15%
対照		2446	1282	18	12	11	32	39	-	-	-	-	コガ 21% アブラムシ34%	コガ 10% アブラムシ14%
t 検定		n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.						

注) 調査時期は、収穫前期は5月16日、収穫後期は5月27日。品種はYR春空。小球は結球部が1kg以下の株。

t 検定の欄は、\*が5%水準で有意差あり、n.s.が有意差なし。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 晩播と生物農薬を用いたダイズの有機栽培

成熟期は、2009年度は11月20日で、2010年度は12月1日であった。

収量は2009年度は有機区が254kg/10a、対照区が252kg/10aとほぼ同じであったが、2010年度は有機区が166kg/10a、対照区が281kg/10aと、対照区で明らかに多かった。被害粒は、2009年度は有機区が16%、対照区が13%であり、その内訳もほぼ同じであった。2010年度は有機区が12%と前年と同程度の被害であったが、対照区では4%と少なく、特にカメムシ粒および虫害粒の割合が低下した(表1)。

また、圃場観察から、ハスモンヨトウによる葉の食害は両年とも少なく、雑草は中耕作業期間中にほぼ抑制できた。

今回の試験では、播種を7月末から8月初旬に行った。ダイズは播種期が遅くなるほど収量は低下する(池尻ら2007)ことから、本試験の収量は対照区でも250~280kg/10aとやや少なかった。

外観品質では、カメムシ粒が2009年度は両区とも5%以下で、2010年度は有機区のみカメムシ粒が3%であった。開花期が遅くなるほどカメムシ被害は低下する(異儀田ら、1981)ことから、本試験での晩播によるカメムシ被害の回避には一定の効果はあったと思われる。2010年度の対照区ではカメムシ粒はなく、有機区の被害粒割合(合計)は対照区の3倍であり、有機区の収量は対照区の59%であった。以上のことから、ダイズを有機栽培する場合は、カメムシ被害を完全に回避することは難しく、カメムシの発生が多い年は被害粒の増加や収量の低下となった。しかし、晩播である程度被害を抑

えることができると考えられた。

### 3.2 病害虫発生時期の少ない品種や作型選定と全面マルチによる春どりキャベツの有機栽培

2009年度の収穫は、'金系201号'と'YR春空'を5月10日、'YRのどか'と'YR天空'を6月1日に行い、2010年度には'YR春空'を5月16日と27日に行った。春どりキャベツの生育、収量および品質については、2009年度は表2に、2010年度は表3に示した。

2009年度の'金系201号'と'YR春空'の結球重は、両品種とも対照区に比べ有機区で大きく、小球割合も対照区で多かった。'YRのどか'と'YR天空'の結球重は1.7kg~2.2kgと'金系201号'や'YR春空'より大きかった。

しかし、'YRのどか'や'YR天空'では、有機区の収穫株に菌核病が33~42%、ダイコンアブラムシが42~50%発生し、可販株は著しく減少した。また、カルシウム欠乏症と思われる葉縁褐変症状も多く発生した。一方、'金系201号'や'YR春空'では、両品種とも菌核病の発生は1~6%と少なく、アブラムシも'金系201号'で1%のみと少なかった。ヨトウムシ若齢幼虫の集団等は6~13%発生したが、外葉の被害のみであった。'金系201号'や'YR春空'は収穫期が早く、病害虫の被害株率も少ないことから、有機栽培では病害虫被害が多発する前に収穫を向かえる早生品種の利用が望ましいと考えられた。しかし、'金系201号'は'YR春空'に比べると、裂球と菌核病の発生率が高かった。'金系201号'は春キャベツであり、結球の品質が大変高く収量性も高いが、収穫適期幅が狭く、病害虫が発生しやすい。'YR春空'

は初夏どりキャベツであり、収穫適期幅が広く、病害虫にも比較的強い。以上のことから、春どりキャベツの有機栽培では、早生品種のうち収穫適期幅が広く、病害虫に強い品種を選定することが重要であることが示された。

2010年度は'YR春空'を供試した。結球重は有機区において5%水準で有意に重かったが、他の測定項目では有意差が見られなかった。有機区では、4月中旬と5月上旬にBT剤を散布したものの、収穫前期から外葉にヨトウムシ等の害虫が多発し、収穫後期にはこれら害虫の老齢幼虫が結球部まで食害した。一方、対照区は収穫前期には病害虫の発生は見られなかったが、収穫後期にはコナガやダイコンアブラムシが結球部にも発生した(表3)。

以上のことから、春どりキャベツの早生品種について両年度の病害虫の発生の推移を見ると、5月上旬にヨトウムシの若齢幼虫の被害が外葉で発生し、5月中旬にはヨトウムシの令期が進んで外葉の食害が広がり、5月下旬には老齢幼虫によって結球部も食害され、ダイコンアブラムシも多発し、可販株がほぼ皆無になった。愛媛県の平坦部で春どりキャベツを有機栽培するには、ヨトウムシ等リン翅目害虫が多発する5月までに収穫する作型で栽培するとともに、BT剤等を効果的に使用するのが良いが、害虫が発生したら食害を受ける前に早めに収穫することが重要であると考えられた。

雑草対策は、本試験ではマルチ栽培と畝間防草シート利用で対応し、収穫期まで除草剤散布や除草作業は不要であった(写真1)。これにより、有機農業で最も重労働とされる除草作業が省略できた。



写真1 マルチ栽培と畝間防草シート利用によるキャベツの有機栽培の様子

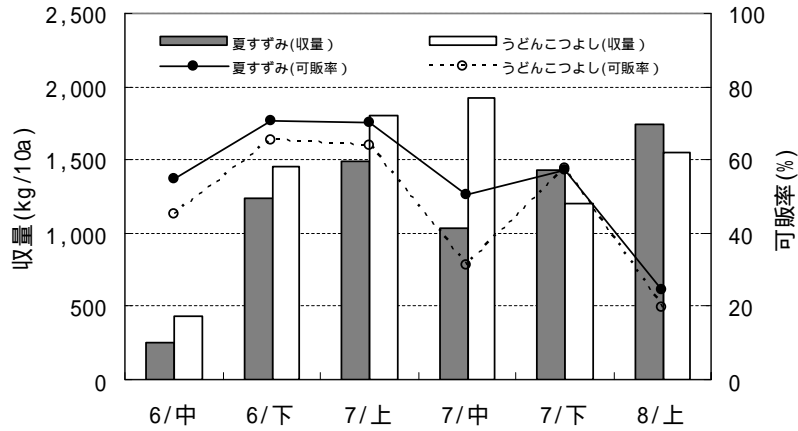


図2 キュウリの期間別収量と可販率

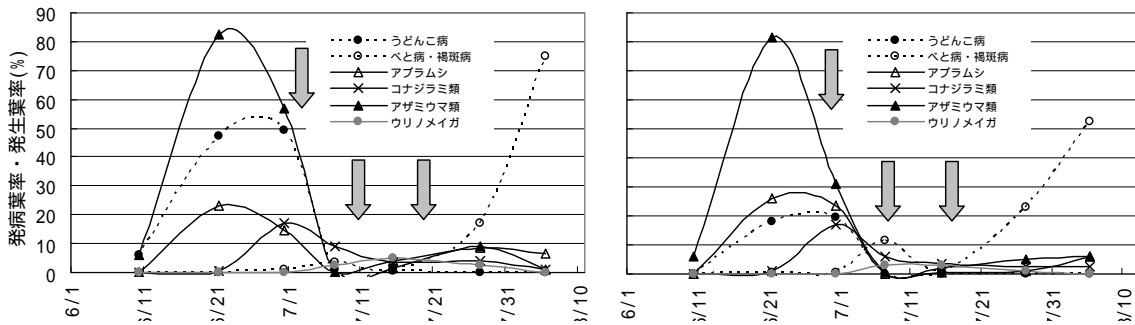


図3 キュウリにおける病害虫発生の推移 (左: 夏すずみ、右: うどんこよし)

注) ↓ は防除時期。 発生葉率は、全葉数に占める食害葉または寄生葉の割合。

### 3.3 耐病性品種と有機 JAS 認可資材を複合的に使用した夏秋露地キュウリの有機栽培

収穫は、2010年6月11日から8月11日まで行った。収量と可販率の推移については図2に示した。7月中旬までは、夏すずみに比べ、うどんこよしの収量が多く、7月下旬以降は夏すずみが多かった。総収量は、夏すずみで7.2t/10a、うどんこよしで8.4t/10aであった。夏すずみでは7月中旬に、うどんこよしでは7月下旬に期間別収量が低下したが、両品種ともその後回復した。しかし可販率は、両品種とも6月下旬から7月上旬に64~70%であったものが、8月上旬に20~24%と大きく低下し、収穫を打ち切った。

病害虫の発生の推移は図3に示した。うどんこ病の発病率は6月下旬から7月上旬に夏すずみで47~49%、うどんこよしで18~20%となり、炭酸水素ナトリウム・銅水和剤の散布以後は発生しなくなった。他の病害虫の発生程度は両品種で同じ推移を示し、アザミウマ類とアブラムシは6月下旬から7月上旬にかけて除虫菊剤の散布後発生が見られなくなった。なお、アザミウマ類は近隣圃場でタマネギ収穫が行われていたため、一時的に増加したものと思われる。7

月中旬と下旬に銅剤を散布したが、べと病・褐斑病の発病の増加を抑えることができず、8月初旬には53~75%の葉に発病がみられた。本県では褐斑病は8~10月に多発する傾向がある(井伊ら1987)ことから、この時期に収穫を迎える作型では、Vアーチやステータス夏などの褐斑病耐病性品種の利用について今後検討する必要がある。

### 3.4 耐病接木苗の利用と排水良好な圃場におけるスイカの有機栽培

収穫は、2010年7月30日から8月11日まで行った。可販収量は4.1t/10aで、収穫果数は750個/10a、平均1個重は5.5kgであり、裂果等を除いた可販率は70%であった(図表省略)。

病害虫の発生の推移は図4に示した。7月中旬以降炭そ病の発病率が急増し、収穫終了時には約20%であった。他の病虫害の被害は見られなかった。炭そ病は収穫末期での発病であったので、収量への影響はなかったと思われる。また、この圃場ではつる枯病等の土壌病害の発生が見られなかったが、これはスイカの初作地であること、排水良好な圃場条件を施工したこと、カボチャ台木を使用したことによるものと思われる。

3.5 BT 剤利用と捕殺を中心とした排水良好な圃場におけるピーマンの有機栽培

収穫は、2010年6月21日から10月15日まで行った。可販収量は3.1t/10a、平均1個重は24gであり、奇形果等を除いた可販率は81%であった(図表省略)。

病害虫の発生の推移は図5に示した。9月以降オタバコガやホオズキカメムシの発生が増加し、捕殺した。これらの害虫の発生率は最大で2%前後であったため、ピーマンの生育や収量への被害はなかったと思われる。また、この圃場では土壌病害の発生が見られなかった。スイカの場合と同様、初作地であること、及び排水良好な圃場条件を施工したことによるものと思われた。

3.6 BT 剤を利用したスイートコーンの有機栽培

収穫は、2010年7月27日から8月2日に行った。可販収量は1.8t/10a、平均1穂重は342gであり、可販率は70%であった。格別のものは、先端部の稔実不良率率が53%、アワノメイガの食害総率が47%であった(図表省略)。

病害虫の発生の推移は図6に示した。では、定植直後にネキリムシが発生したが、捕殺することで定植後10日以降は発生が見られなくなった。7月以降はアワノメイガが発生し、BT剤の散布で一旦は発生株率が低下したものの、7月中旬から発生率は増加し、収穫時には27%の株に発生が見られた。

しかし、アワノメイガの多くは若令幼虫であり、茎への侵入にとどまっており、食害総率は低かった。このことから、スイートコーンでは、リン翅目害虫の発生を観察した後、BT剤を散布することで、ある程度被害を軽減できることが確認できた。

3.7 捕殺と土寄せ作業を中心とした白ネギの有機栽培

収穫は2011年1月12日に行った。全収量は4.0t/10aで、このうち調製収量は1.5t/10a、調製済みの平均1本重は106gであった。階級別割合は、2Lが6%、Lが52%、Mが33%、Sが8%であった(図表省略)。

病害虫の発生の推移は図7に示した。定植直後にネキリムシが発生し、10月下旬にシロイチモジヨトウが7%発生した。両害虫ともに約1ヶ月間捕殺し、ネキリムシは8月下旬以降、シロイチモジヨトウは11月中旬以降、いずれも発生が見られなくなった。シロイチモジヨトウは若令幼虫時に捕殺したので生育への影響は小さかったと思われるが、収穫時の欠株率は11%見られ、生育初期のネキリムシの被害が大きく影響したと思われた。白ネギは有機栽培や減農薬栽培の面積が多く、有機栽培等で作りやすい品目と思われるが、本試験ではネキリムシの被害が大きく、作付け予定地での前作や雑草は早めに処分し、裸地期間を長く取ることが有効と思われるので、今後検証が必要である。

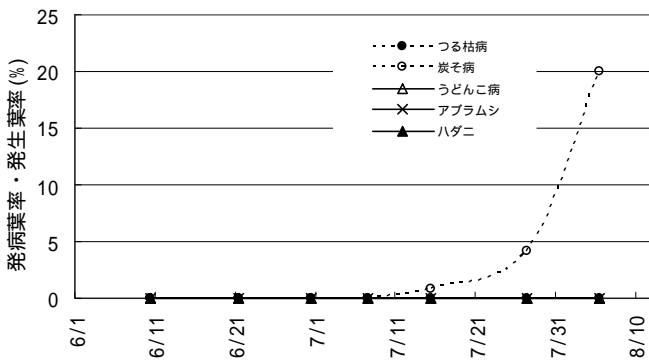


図4 スイカにおける病害虫発生の推移

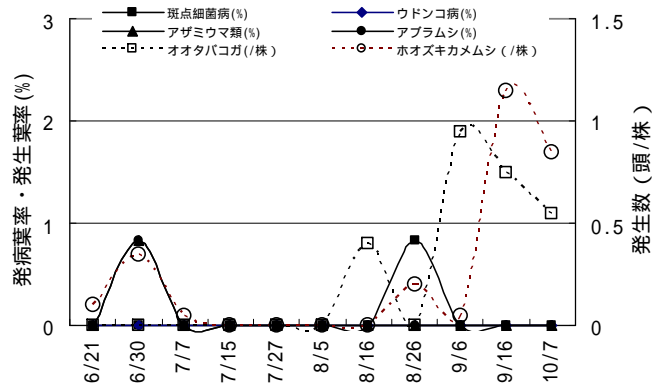


図5 ピーマンにおける病害虫発生の推移

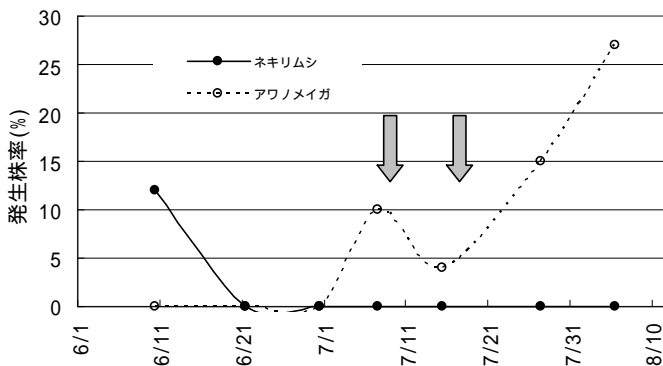


図6 スイートコーンにおける病害虫発生の推移

注) ↓ は防除時期。

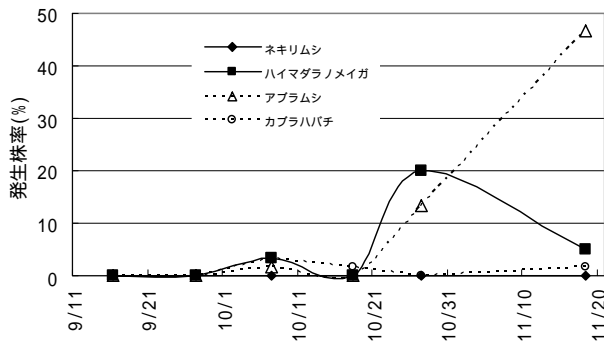


図8 ダイコンにおける病害虫発生推移

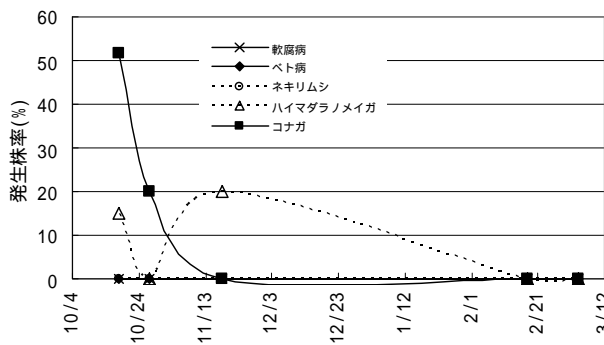


図9 ブロッコリーにおける病害虫発生推移

### 3.8 防虫ネット被覆による冬どりダイコン，春どりブロッコリーの有機栽培

冬どりダイコンの収穫は2010年11月17日に行った。茎葉を含めた全重量は5.8t/10aで、このうち調製収量は2.4t/10a、調製済みの平均1本根重は1198gであった。その根重が800g以上のものを正品とし、階級別割合はMが17%、Lが23%、2Lが13%、3Lが20%で、可販率は73%であった(図表省略)。

春どりブロッコリーの収穫は2011年3月4日に行った。調製重量は0.7t/10a、調製済みの平均1個重は268gであった。花蕾径が8cm以上を正品とし、Mが7%、Lが13%、2Lが75%で、可販率は95%と高かった(図表省略)。

ダイコンおよびブロッコリーの病害虫の発生推移は、それぞれ図8、図9に示した。冬どりダイコンでは10月中旬にハイマダラノメイガとニセダイコンアブラムシの発生が見られ、ニセダイコンアブラムシは収穫期まで増加した。春どりブロッコリーでは、コナガが定植初期に多かったが次第に減少し、11月以降は発生が見られなかった。ハイマダラノメイガは定植後と11月に発生が見られたが、2月以降発生は見られなかった。

冬どりダイコンでは播種後防虫ネットで被覆し、一方のトンネルではアブラムシの発生は見られなかったが、他方のトンネルでは収穫期にほぼ全株で発生した。アブラムシが発生したトンネルの冬どりダイコンの生育は、他方に比べ根重が

小さく収量も少なかったことから、アブラムシの発生抑制は重要な問題であると思われる。本試験では、ネットトンネルの周囲に防草シートを張っていたため、防虫ネットはトンネル支柱にパッカーで固定し、その裾の上に鉄パイプを置いてトンネルとしていたことから害虫が侵入したものとされたが、萩森ら(2007)は、0.6mm目合いのネットトンネルでアブラムシの侵入を実質的に防ぐことができたと報告しており、熊倉ら(2005)はネットトンネルの裾は土に埋め込む方が害虫侵入抑制効果は高いと報告している。このことから、本試験で用いた目合い0.6mmのネットを用い、裾を土に埋め込み被覆することでアブラムシの発生防止は可能であると思われるので、今後の検証が必要である。

本試験で冬どりダイコンに発生したハイマダラノメイガは、ネット被覆後41日経過して発生した。春どりブロッコリーでは定植直後に一旦発生し、ネット被覆の31日後に再び発生した。晩秋であることから、定植直後に侵入した害虫の次世代が増加したとは考えにくく、冬どりダイコン同様、ネット被覆後に侵入したものと考えられた。春どりブロッコリーで発生したコナガは定植直後に多く、その後減少したことから、定植時にネット内に持ち込まれたものの厳寒期になり幼虫数が減少したものと考えられ、2月中旬から収穫まで無被覆でも花蕾に害虫被害はなかった。以上のことから、冬作のアブラムシ科野菜において、目合い0.6mmのネットで被覆し有機栽培する場合は、ネットの裾を土に埋め込む等、作物を完全に被覆することで高い防虫効果が得られるものと思われるが、長坂ら(2004)は、ヨトウムシ類の成虫はネットを通過できないが、ネット上に卵を産みつけ羽化した幼虫がネットを通過し侵入することを指摘していることから、リン翅目害虫の中には幼虫がネットの目合いを通過し侵入する場合も考えられるので、ネット越しにBT剤を散布するなど、併用対策の検討が必要である。

## 4. 総合考察

有機JAS制度は商品として流通する有機農産物等の品質保証のための表示制度であり、有機農産物と非有機農産物の差異を明確にすることが目的である。一方、有機農業推進法では、有機農業は特殊な農法ではなく、農業の望ましい方向性を示したものとして位置づけられており、有機JAS認証の有無に関わらず「有機農業によって生産される農産物」を有機農産物としている。有機JAS制度は有料の認証制度であるが、有機JAS認証農産物は非認証農産物に比べ高単価で取引されており、有機JAS認証取得が可能な有機栽培技術を確認することが望ましいと考えられる。

有機栽培の技術は、地域の立地条件や環境条件、経験年数、作付作物の違い等によって様々であり、画一的なものではないが、作物横断的な共通技術である、土づくりと施肥、品種



や作型、雑草対策および病虫害対策について検討を加えた。

#### 4.1 土づくりと施肥について

熊沢(2007)は、有機農業や環境保全型農業に共通して言えることは、生物圏の物質循環の要として土があり、土の化学的性質や物理的性質を良く保ちながら農業が営まれれば土壌の生産力・地力は永続的に維持でき、土壌中に大量に微生物が生息することが肥沃で長続きする土の一つの条件になっているとしている。有機農業は、農業の持つ自然循環機能を大きく増進し、かつ活用しつつ、農業生産に由来する環境への負荷を低減するものであることから、土づくりは有機栽培にとって必須技術であることは言うまでもない。

本試験では、試験開始までに本暗渠、作付前には弾丸暗渠を施工し、圃場の排水性を改善した。本試験で供試したスイカやピーマンは初作地であったこととあわせて、排水良好な圃場で栽培したため土壌病害の発生もなく、生育が良好となったものと思われた。

堆肥には、春どりキャベツでは食品残渣堆肥と鶏糞、他の野菜では牛糞堆肥を使用した。食品残渣堆肥や牛糞堆肥に比べ、鶏糞は肥料としての効果もあるので、本試験では窒素の肥効を40%とみなし、化学肥料を用いた対照区の施肥窒素量と比べ、不足分を魚ぼかしで施用したところ、対照区と同等かそれ以上の収量が得られた。このことから、有機栽培において堆肥に含まれる肥料成分を考慮し施用することで、慣行栽培と同等の生育・収量を得ることができると考えられた。なお、堆肥等施用による試験圃場の土壌理化学性の変化については今後検討が必要である。

#### 4.2 品種や作期・作型の選定について

本試験で、春どりキャベツ4品種を比較し、有機栽培では病虫害の発生が少ない早生品種の利用が有利で、裂球による品質低下を防ぐために収穫適期幅が長い品種が望ましいことを明らかにした。野菜は品種が多く、耐病性の高い品種を利用することが、有機栽培では重要である。

春どりキャベツの収穫時期が早いと、害虫の被害も少ないが、収穫時期が遅いとリン翅目害虫やアブラムシ等の被害が甚大であった。また、本試験の夏秋露地キュウリの後地に褐斑病に耐性の品種を用いて抑制露地キュウリの有機栽培を行ったが、生育初期から発病し十分な生育、収量が得られなかった。春どりブロッコリーでは厳寒期に防虫ネットの被覆を止めても害虫の発生がないことから、高品質な花蕾を収穫できた。これらのことから、病虫害の発生が少ない作期・作型を選定し栽培することも、有機栽培では重要な技術の一つである。

なお、本試験では、経営活動としての有機農業を早期に確立するのに有利な作型選定については調査していない。佐倉(2010)は、新規就農者の有機農業への参入事例調査から、新規就農者が有機農業を実践する上では、単作として完結す

るのではなく、多品目栽培と作型技術を組み合わせ、多種類の作物を次々と作る一連の栽培の中で収益の確保を図ることが良いとしており、有機農業への新規参入場面で早期に安定した収益を得られる品種や作型およびそれらの組み合わせについては、さらに検討が必要である。

#### 4.3 雑草対策について

本試験では、ダイズや白ネギは畝間を中耕し土寄せすることで畝の雑草を抑制した。他の野菜ではマルチ栽培を行うことで、畝上の抑草に有効であった。また、畝間は防草シートや敷きわらで抑草でき、有機栽培で最も重労働とされる除草作業から開放された。しかし、ホウレンソウやニンジンなど密に直播する品目では、マルチ栽培は導入しにくい。太陽熱雑草防除法(片山ら, 2003)等により、あらかじめ圃場の埋土雑草種子量を低下させておくことが必要であると思われる。

#### 4.4 病虫害対策について

病虫害は主因(病原菌、害虫)、素因(農作物の体質)、誘因(栽培環境)がそろって初めて発生するため、化学農薬を使用できない有機栽培では、病虫害防除は素因と誘因を改善する方法が中心となる。このため、有機栽培での病虫害対策は土づくりや栽培管理方法の面から、農作物を病虫害が発生しにくい体質に改善することが重要である(日本土壌協会2011)。本試験で取り組んだ土づくりや品種選定は、この素因と誘因の改善にあたる。一方で、主因に対しては有機JASで認められた農薬や防虫ネット、捕殺で対応した。病気には銅剤を用い、キュウリうどんこ病には効果が大きかったが、キュウリ褐斑病には効果が判然としなかった。害虫のうち、キュウリのアブラムシには除虫菊剤、スイートコーンや春どりキャベツのリン翅目害虫にはBT剤を使用し、発生抑制の効果が確認できた。菌や害虫の生息密度が高い場合は、発生を抑制することができなかつたので、病虫害の発生状況を観察しながら予防的に使用したり、発生が見られた場合は連続散布等の措置が必要と思われる。また、本試験ではキャベツ黒腐病に抗生物質剤を使用しなかった。抗生物質剤は、愛媛県特別栽培農産物等認証制度では化学合成農薬としてカウントされない農薬であるものの、有機JASでは使用が認められていないことから、やむを得ず使用する場合は、利用する認証制度を確認することも必要である。白ネギのネキリムシやヨトウ類、スイートコーンのネキリムシに対しては捕殺で、冬作アブラナ科野菜では防虫ネット被覆で対応した。いずれも完全な防除は難しかったが、一定の虫害防止効果は見られたことから、野菜等の有機栽培では病虫害の発生を抑制する技術を組み合わせ、被害防止に努めることが大切と思われる。

#### 4.5 収量性等について

本試験で得られた有機栽培野菜の収量を表4にまとめた。試験は有機実証栽培であり、対照区を設けていない品目が多

いので、愛媛県施肥基準に示された一般的な目標収量と有機栽培での収量を比較した。有機栽培タマネギは、大森ら(2012)の報告を参照した。

スイートコーン、スイカ、タマネギ、キュウリおよび春どりキャベツの有機栽培での収量は目標収量と同程度かそれ以上あり、有機 JAS で認可された資材を用いた有機栽培で取り組みやすい品目と考えられる。白ネギ、春どりブロッコリーおよびダイズは目標収量よりやや少ないものの、春どりブロッコリーでは可販率が 95% と高いことから、春どりブロッコリーも有機栽培に取り組みやすい品目と考えられる。本試験では冬どりダイコンとピーマンの収量が慣行栽培に比べ少なかったが、ピーマンは病害虫の発生が少なく可販率は 81% であり、施肥量やかん水回数を増やすことで収量は向上し、有機栽培で取り組みやすい品目になると思われる。本試験は排水のよい畑土壌で、かつ多くの品目が初作地であったことから、有機栽培でも多くの品目で慣行栽培並みの収量、品質を得ることができたと思われるが、排水不良の圃場や連作圃場では、有機栽培に取り組み以前にその改善が必要である。

以上のように、有機 JAS で使用が認められた資材を適切に用いれば野菜の有機栽培で収量や品質の確保が比較的容易であることが明らかになった。しかし、害虫の補殺や除草に多くの労力が必要であり、防草シートや生物農薬等の利用で慣行栽培に比べコストが多く必要であるので、効率的・効果的な使用法が望まれる。また、農業従事者や消費者の区別なく、薬物に敏感な方々にとっては農薬不使用農産物が好ましいことから、今後一層、有機農産物が安定的に生産できる栽培方法を検討することが必要であると考えられる。

#### 謝辞

本試験で、調査を協力してくれた愛媛県立農業大学校生にお礼申し上げます。

#### 引用文献

- 池上正彦・安田傑・福田康彦・戸井康雄(1991): 有機栽培キャベツ・レタスの作付体系, 四国農業研究成果情報, 153-154.
- 異儀田和典・大庭寅雄・原正紀・大賀康之・百島敏男・亀川昭・乙部逸夫・村社久米夫・竹崎力(1981): 九州におけるダイズ虫害の地域性に関する調査, 日作九支報, 48, 61-64.
- 池尻明彦・岡本賢一・中司祐典・吉永巧・中山暁子・小林行高・金子和彦・岩本哲弥・村山秀樹(2007): 大豆品種「サチユタカ」の機械化体系に対応した栽培技術, 第1報 播種期および栽植密度, 山口農試研報, 56, 51-61.
- 伊藤操子(2009): 6作物に対する害作用, 植物防疫講座-雑草編-, 社団法人日本植物防疫協会, 東京.
- 大野高資・山本和博(1991): 有機栽培キャベツ, レタス作付体系の経営的評価, 四国農業研究成果情報, 7-8.
- 大森誉紀・横田仁子・武智和彦(2012): マルチを利用したタ

- マネギの有機栽培における小型機械化体系の導入と冬～春どり作型の導入の効果, 愛媛農林水研報, 4, 61-66.
- 柿元一樹・井上栄明・山口卓宏・大野和朗・高木正見(2006): 春期の雑草におけるナミヒメハナカメムシの発生パターン, 応動昆, 50(1), 68-71.
- 片山勝之・皆川望・三浦憲蔵(2003): 透明ポリエチレンフィルム of 土壌表面被覆による太陽熱消毒の雑草防除効果, 中央農研研報, 3, 81-87.
- 木嶋利男(2011): ネギ属植物や雑草との間・混作による作物病害の防除, 雑草研究, 56(1), 14-18.
- 熊倉裕史・長坂幸吉・藤原隆広・吉田祐子(2005): 初冬どり冬どりハクサイでの防虫ネットトンネルと太陽熱処理の併用による虫害制御, 近中四農研報, 4, 1-14.
- 熊沢喜久雄(2008): これからの有機農業. 基礎講座有機農業の技術 土づくり・施肥・育種・病害虫対策, 11-49.
- 財団法人日本土壌協会(2011): 病害虫防除対策, 有機栽培技術の手引き(葉菜類等編), 56-85.
- 佐倉朗夫(2010): 有機農業実践のための技術組み立て 野菜作における新規就農者の実践事例, 農林水産技術研究ジャーナル, 33(4), 36-41.
- 長坂幸吉・熊倉裕史(2004): 防虫ネットの被覆栽培におけるネット目合い選定の目安, 野菜園芸技術, 31(5), 18-22.
- 萩森学・尾島一史・長坂幸吉・安部順一郎・亀野貞(2007): 太陽熱利用土壌消毒とネットトンネルおよび BT 剤を組合わせたアブラナ科野菜の環境保全型露地栽培体系, 近中四農研報, 6, 113-123.
- 村上要三・篠崎毅・重松康之・黒田剛・松崎幸弘・和気孝吉(2002): 中山間地における夏どりホウレンソウの無農薬栽培技術, 平成14年度近畿中国四国農業研究成果情報, 119-120.