

エコ100ハウスホウレンソウ栽培マニュアル

平成25年3月

山口県農林水産部農業振興課

山口県農林総合技術センター

目 次

1	マニュアル活用にあたっての留意事項	・・・ 1
2	「エコ 100 ハウスハウレンソウ栽培」体系	
	(1) 栽培体系 (栽培暦)	・・・ 2
	(2) エコ 100 ハウスハウレンソウ栽培に係る各技術の概要	・・・ 7
	ア 土づくり関係	
	(ア) たい肥等有機質資材の施用について	
	イ 施肥管理技術	
	(ア) 有機質肥料の効果的な使い方	
	ウ 病害虫・雑草対策	
	(ア) 米ぬか、ふすまを用いた雑草抑制技術 (土壌還元消毒による雑草防除)	
	(イ) バイオフィューミゲーション (生物的くん蒸) による萎ちょう病対策技術	
	(ウ) 冬期天井ビニール除去や土壌還元消毒とコナダニ見張番によるコナダニ管理技術	
	(エ) ハウレンソウに発生する病害虫とエコ 100 ハウスハウレンソウ栽培での対応策	
3	試験結果 (概要 : H20~23)	・・・ 24
	(1) 有機農業の成立条件の解明	
	(2) 化学肥料を 100%削減する技術の確立	
	(3) 化学農薬を 100%削減する技術の確立	
	(4) 有機栽培技術の体系化と実証試験	

はじめに

環境に配慮した地域社会の創造は、全ての産業が取り組むべき重要な課題であり、農業分野においても、自らが環境に及ぼす影響を低減し、農業生産全体を環境に配慮したものに転換していくことが求められます。

とりわけ、有機農業は、農業生産活動に由来する環境への負荷を低減するものであり、循環型農業の頂点に位置付けられる農法であるとともに、安心・安全な農産物に対する消費者の需要に対応した農産物の生産に資するものです。

このため、本県では、有機農業の取組みを増進させ、循環型農業の推進に資することを目的に、「有機農業の推進に関する法律（H18.12）」及び「有機農業の推進に関する基本方針（H19.4）」に即した『山口県有機農業推進計画（H20.3）』を策定しております。この計画に基づき、平成23年を目標に2体系の技術（普通作物：1、園芸作物：1）を確立するため、農林総合技術センターが主体となり、有機農業者及び研究機関等の協力を得ながら、化学農薬及び化学肥料を栽培期間中に使用しないエコやまぐち100農産物（以下、エコ100）に農業者が容易に取り組めるよう、本県の気象条件、立地条件等に適した技術体系の確立を進めてきたところです。

この度、その一環として、ハウスハウレンソウを対象品目とした試験研究や現地実証により得られた成果を基に、エコ100栽培に関する技術マニュアルを策定したところです。

本マニュアルが、循環型農業に新たに取り組もうとする農業者の栽培技術の一助となることを期待し、ご活用いただきますようお願いいたします。

終わりに、本マニュアルの策定にあたり、ご協力をいただきました農業者各位に対し謝意を表します。

平成25年3月

山口県農林総合技術センター
所長 堀 信 雄

1 マニュアル活用にあたっての留意事項

(1) エコ 100 ハウスハウレンソウ栽培に取り組む留意点

エコ 100 栽培体系化技術は、慣行栽培体系やエコ 50 栽培体系（化学農薬と化学肥料を 50%削減）と比べて、必要となる技術のハードルが高く、病害虫に対するリスクも伴うため、各技術の画一的な組み合わせによって実践できるものではありません。

ハウレンソウ栽培に対する基本的な知識に加え、各ほ場における地力、各地域における病害虫の発生特性を知り、さらに、効率的な栽培を行うために有機質肥料及び各資材の特徴を理解する必要があります。

さらに、エコ 100 栽培体系化技術に取り組むことで、慣行栽培体系等に比べて収量低下や費用の上昇等が生じるため、技術導入にあたっては、経営に与える影響を充分考慮する必要があります。

(2) 各種技術の前提

ア 施肥の考え方

地域やハウス内の土壌診断結果に基づいた施肥設計を行い、目標収量が確保できる施肥量を施用します。

有機質肥料の選定にあたっては、より多くの生産者が技術導入できるよう、県内で入手が容易な、宇部有機 100、山口ほうれんそう肥料を使います。

たい肥の施用や土壌還元消毒を行った場合は、施肥量を減らします。

イ 病害虫・雑草抑制の考え方

病害虫防除については、土壌病害として重大な被害をもたらす「萎ちょう病」が問題となりますが、未利用の有機質資材を用いた『バイオフィューミゲーション（生物的くん蒸）』が利用可能です。また、有機農業に取り組む上で労力的な負担も大きい雑草対策については、米ヌカやふすまを資材として用いた『土壌還元消毒』が特に有効です。これらは、これまでの化学農薬に代わる有効な技術で、用いる資材も比較的安価で手に入り易いといった長所があります。

ウ 経営的判断

本マニュアルに掲載した技術は、慣行栽培体系等に比べて、労働時間や費用を多く要するものもあり、所有するハウス・ほ場の規模、作付体系、準備可能な労働力のほか、販売先からの需要量等をもとに、技術を導入するか否かを判断する必要があります。

また、慣行栽培体系に取り組むハウス・ほ場と併せた経営評価を行いながら、次年度、エコ 100 栽培体系に取り組むハウス・ほ場の規模、作付計画を立てる必要があります。

2 「エコ 100 ハウスホウレンソウ栽培」体系

(1) 栽培体系 (栽培暦)

ア 基本的な考え方

有機農法の基本的な考え方は、適地適作、適期作を旨とし、作物の生育特性に合った環境下で栽培することです。冷涼な気候を好むホウレンソウは、夏期高温により、生産が不安定になるとともに、萎ちょう病発生リスクが高まるため、夏期は栽培適期とは言えません。そこで、本稿では、夏期には、高温でも安定生産が可能なコマツナやチンゲンサイを輪作作物として導入、あるいは、土壌還元消毒の実施期間とし、他の時期にホウレンソウを栽培することを基本形とします。なお、夏期のホウレンソウ栽培を否定するものではありません。

また、ホウレンソウの体内硝酸態窒素を必要以上に高めないこと、および環境への配慮から、窒素成分は、必要量以上を施用しないこととします。

イ 作付け計画

初夏から夏期 (5月下旬から9月頃) に、土壌還元消毒 (主として雑草対策) と夏期輪作物目のコマツナ・チンゲンサイを栽培体系に組み込むことで、ホウレンソウが年4作栽培可能になります (図1)。ただし、消費者による購入が見込まれる価格条件下で採算が取れる時期は、11月から6月までで、エコ100としての生産は年3作を想定しています。

ウ 施設装備

ハウスには、近紫外線カットフィルムを被覆します。これにより、アザミウマ類やアブラムシ等の微小害虫の飛び込み防止、立ち枯れ病予防や生育促進効果が期待できます。

防虫対策として目合い0.8~0.6mmの防虫ネットをハウス出入り口、サイド開口部に展張します。目合い1mmではキスジノミハムシが侵入しますので注意が必要です。さらに、出入り口には、P0フィルム等で高さ20cm程度の「虫返し」を設置し、ハスモンヨトウ等の侵入を防ぐ必要があります (図2)。

作物名等	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	販売方法
ホウレンソウ	○	□											エコ100
ホウレンソウ			○	□									一般販売
土壌還元消毒					■								
コマツナ・チンゲンサイ						○	□						一般販売
ホウレンソウ							○	□					エコ100
ホウレンソウ									○	□			エコ100
ホウレンソウ	○	□											エコ100
土壌還元消毒			■										
コマツナ・チンゲンサイ				○	□								一般販売
ホウレンソウ						○	□						エコ100
ホウレンソウ								○	□				エコ100
ホウレンソウ									○	□			エコ100

図1 土壌還元消毒と夏期輪作作物を組んだ有機ホウレンソウ作付体系例

注1) ○: 播種、 □: 収穫 ■: 土壌消毒実施期間

2) エコ100に対する消費者の受容価格帯から、11月から6月を対象とした



図2 出入りに設置した防虫ネットと虫返し

エ 施肥

ハウレンソウケナガコナダニが油粕を好むという試験成績があるため、油粕を含まない魚加工肥料のような有機質肥料を選択する方が望ましい。

土壌中の残存無機態窒素と施肥による窒素の合計値が、a 当たり 1.5kg あれば、十分な収量が得られます（(2) -イの項を参照）。したがって、土壌分析により土壌中の無機態窒素量を把握し、窒素施用量を決める必要があります。場内試験の事例では、土壌還元消毒後の 1 作目で 0.7kg、2 作目以降は 0.5～0.7kg 程度の施用で良好な生育を示し、化学肥料で栽培したものと同等の収量が得られています。

オ 品種

べと病の発生のおそれのある秋播き、初夏播き栽培には、耐病性品種を用います。表 1、2 で示した品種は、いずれも有機質肥料での適応性を確認しています。この中で、秋播き栽培では、収量及び草姿の面から「クロノス」、「トラッド 7」が有望です。また、初夏播き栽培では、収量性の面から「セブンアール」、「プリウス」が有望で、草姿及び取扱いの面から「サマースカイ」、「サマートップ」、「プリウス 7」が有望です。

カ 雑草および土壌病害対策

ハウレンソウの生産が不安定な、初夏から盛夏に土壌還元消毒を実施します（(2) -ウを参照）。ハウスの外縁部に雑草が再生するため、早めに駆除することで、ほぼ 1 年間栽培に支障を及ぼさない水準に雑草を抑制することができます。さらに、土壌還元消毒を連年実施することで、雑草の発生は減少します。また、ハウレンソウ萎ちょう病をはじめとする土壌病害の防除効果が期待できます。

キ 夏期輪作作物

ホウレンソウの生産が不安定な初夏から夏期（5月下旬から9月頃）に、輪作作物として、耐暑性に優れるコマツナおよびチンゲンサイの作付けを行います。耐暑性には品種間差があるため、高温による徒長や、チップバーンなど生理障害が発生することがあります。供試した中で、コマツナでは「はっけい」、「奈々子」が、チンゲンサイでは「青帝」、「夏八仙」が収量性および形状が優れます。

表1 ホウレンソウべと病耐病性品種の秋播き有機肥料栽培における生育・収量

施肥	品種	全重 (g)	化成基準 量対比 (%)	調製重 (g)	葉数 (枚)	最大葉		
						葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)
有機基準量	パンドラ	25.6	90	23.1	9.3	13.4	13.1	8.2
	トラッド	31.5	120	27.7	9.8	13.2	13.5	8.7
	エイトマン	21.2	110	19.1	9.1	12.0	12.6	7.4
	トラッド7	36.2	96	33.1	9.1	13.1	15.1	10.2
	クロノス	26.0	111	24.3	7.9	11.9	14.2	9.5
	パドック	21.2	87	19.1	8.3	12.4	12.2	8.5
	タキシード7	21.9	104	19.6	8.8	14.0	13.0	8.3
有機半量	パンドラ	27.5	97	24.0	8.9	13.0	13.1	9.4
	トラッド	27.4	104	24.7	9.7	13.7	13.1	8.0
	エイトマン	19.9	103	16.9	9.3	11.7	12.0	7.1
	トラッド7	25.5	68	22.5	8.4	12.6	13.4	8.5
	クロノス	28.4	122	24.5	8.3	13.9	14.1	9.2
	パドック	21.4	88	18.4	8.6	12.3	12.0	8.2
	タキシード7	20.2	96	18.2	8.9	13.6	12.1	7.9
化成基準量	パンドラ	28.3	100	24.9	9.1	14.6	13.7	8.7
	トラッド	26.2	100	24.4	9.3	13.3	13.4	7.8
	エイトマン	19.3	100	16.9	9.0	11.6	12.0	7.3
	トラッド7	37.7	100	33.9	8.9	14.7	16.0	10.7
	クロノス	23.4	100	21.5	7.7	12.0	13.4	8.7
	パドック	24.4	100	21.5	9.3	12.2	12.1	8.1
	タキシード7	21.1	100	18.4	9.7	13.5	12.3	8.1

注) 播種 平成20年10月30日、収穫12月15日

表2 ホウレンソウベと病耐病性品種の初夏播き有機肥料栽培における生育・収量

施肥	品種	全重 (g)	化成基準 量対比 (%)	調製重 (g)	葉数 (枚)	最大葉		
						葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)
有機基準量	プリウス	43.7	104	49.6	13.2	14.0	12.9	8.8
	プリウス7	32.7	110	30.7	14.0	12.3	10.9	9.6
	アクティオン	39.8	100	37.2	11.6	19.0	15.8	11.4
	セブンアール	43.9	104	38.8	12.2	21.9	14.3	10.4
	エイトマン	32.5	87	30.5	12.6	16.3	12.9	6.7
	サマートップ	32.1	106	28.6	12.3	14.2	12.9	8.4
	サマースカイ	28.1	82	25.8	13.4	14.7	12.0	7.3
	アクティブ	36.9	88	32.9	11.5	17.4	13.6	9.2
有機半量	プリウス	36.2	95	32.4	12.8	15.2	12.8	8.3
	プリウス7	33.9	114	29.9	13.8	15.8	11.2	9.2
	アクティオン	39.1	98	34.3	14.9	18.9	16.0	10.7
	セブンアール	59.8	142	57.0	13.3	19.6	16.0	11.9
	エイトマン	31.7	85	27.9	11.5	18.4	13.2	6.8
	サマートップ	36.9	122	36.3	13.0	15.1	14.4	9.0
	サマースカイ	39.0	114	38.1	14.1	17.2	14.5	9.0
	アクティブ	42.0	100	38.8	11.7	18.6	14.7	9.9
化成基準量	プリウス	38.1	100	34.0	12.7	11.5	13.2	8.7
	プリウス7	29.7	100	26.1	13.0	12.6	10.8	8.7
	アクティオン	39.9	100	38.2	11.6	18.0	16.5	11.4
	セブンアール	42.0	100	38.7	12.0	22.4	15.0	10.4
	エイトマン	37.2	100	35.1	11.9	19.4	13.7	7.2
	サマートップ	30.2	100	26.2	11.9	14.4	13.5	8.6
	サマースカイ	34.3	100	32.1	13.1	15.3	13.4	8.1
	アクティブ	42.1	100	36.5	11.3	20.8	14.4	9.8

注) 播種 平成21年6月12日、収穫7月17日 アクティブは参考品種

表3 夏播きコマツナの有機肥料栽培における生育・収量

施肥	品種	全重	化成基準 量対比	調製重	葉数	最大葉		
						葉柄長	葉身長	葉幅
有機基準量	浜ちゃん	56.1	92	54.8	9.0	15.1	17.5	12.1
	はっけい	66.5	97	60.7	9.2	18.2	19.0	15.1
	よかった菜	63.7	96	57.5	10.0	19.9	19.0	11.8
	菜々子	62.5	99	54.5	9.1	16.8	18.3	12.1
有機半量	浜ちゃん	65.8	107	60.0	9.6	16.4	21.5	12.2
	はっけい	75.0	110	68.5	9.9	19.4	19.1	11.5
	よかった菜	60.8	91	50.8	9.9	20.4	18.6	11.7
	菜々子	68.5	108	61.2	9.3	17.3	18.4	12.3
化成基準量	浜ちゃん	61.3	100	52.0	8.9	15.8	17.3	12.0
	はっけい	68.5	100	61.8	9.7	17.7	17.5	10.9
	よかった菜	66.5	100	61.0	10.3	20.0	18.5	11.9
	菜々子	63.3	100	57.3	9.3	17.3	18.4	21.4

注) 播種 平成21年9月2日、収穫10月1日、サイドを半開とし高温状態で栽培

表 4 夏播きチンゲンサイの有機肥料栽培における生育・収量

施肥	品種	全重 (g)	化成基準 量対比 (%)	調製重 (g)	葉数 (枚)	最大葉		
						葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)
有機基準量	青帝	181.4	114	144.6	10.3	9.1	19.4	14.5
	夏帝	143.4	104	123.8	12.6	8.1	15.5	10.8
	夏八仙	143.0	98	123.0	10.0	8.0	17.8	12.8
	長陽	145.0	100	123.9	10.1	7.8	16.7	12.1
有機半量	青帝	170.6	107	141.7	10.4	8.8	18.9	14.3
	夏帝	140.7	102	121.3	11.9	7.9	15.6	10.7
	夏八仙	163.7	112	128.6	9.9	8.3	17.7	12.8
	長陽	163.5	112	144.5	10.3	8.1	17.0	12.1
化成基準量	青帝	159.5	100	135.9	9.8	8.7	18.3	13.6
	夏帝	138.5	100	117.1	12.9	8.0	15.8	10.9
	夏八仙	145.5	100	128.4	10.0	8.2	18.0	13.0
	長陽	145.7	100	129.7	14.3	8.4	16.4	11.7

注) 播種 平成21年9月2日、収穫10月1日、サイドを半開とし高温状態で栽培

(2) エコ 100 ハウスハウレンソウ栽培に係る各技術の概要

ア 土づくり関係

(7) たい肥等有機質資材の施用について

【技術の概要】

ハウレンソウ栽培の場合は施設栽培で連作となるため、土壌の養分含量が極めて多くなります。年間 1a 当りのたい肥の適正な施用量は 200～400kg で、完熟たい肥を全面に施用します。たい肥の施用は、土壌の腐植含量の分析値を基に施用量を決め、土壌の腐食含量の目標値を 7～8% とします（鈹質土壌の場合）。

【導入目的】

たい肥の施用は、地力の維持・向上と、微量要素の供給および物理性の改善等土づくりに必須ですが、一度に多くを施用すると環境に対し負荷を与えるだけでなく、土壌のバランスを崩し、生産性を下げるので注意が必要です（循環型農業推進の手引き「たい肥等有機質資材の施用について」参照）。

そのため、土壌の腐植含量に応じた施用基準を示します。

表 5 県内産地におけるたい肥施用基準

腐植含量 (%)	たい肥施用量 (kg/a)
10	0
8	200
6	300
4	400

注1) たい肥は、T-N0.6%（現物）程度のもみ殻牛ふんたい肥を想定

2) 腐植の分析は、数年毎に行う

3) たい肥の施用時期は10月～2月、400kg施用する場合は、2回に分ける

4) たい肥を施用した直後の作は、施肥を行わない

【留意点】

- 1 ハウス栽培では、閉鎖的環境になるため、未熟なたい肥の施用は、急激な分解によるガス障害の発生する恐れがあり、注意が必要です。
- 2 未熟なたい肥の施用は、ハウレンソウケナガコナダニの発生を助長する恐れがあるため、注意が必要です。

イ 施肥管理技術

(7) 有機質肥料の効果的な使い方

【技術の概要】

有機質肥料を化学肥料の代替として利用し、収量及び品質を維持する技術です。ハウレンソウの1作あたり必要な窒素量（土壌中の残存窒素量+施肥窒素量）は1.5kg/a程度です。

化成肥料と同じ施肥窒素量で栽培した場合、収量は年間を通してほぼ同等であり、主な有機質肥料で化成肥料の代替は可能です。

必要な窒素量に対して不足する分を有機質肥料で補います。

また、ふすまを100kg/a用いた土壌還元消毒後の作付では、ふすまの分解により1作分の肥効が期待できますので施肥は必要ありません。



【導入の目的】

有機質肥料を使用してハウレンソウを栽培する場合に過剰な養分の蓄積を避けるためには、土壌の養分状態を把握することが必要です。特に、土壌還元消毒を行った場合は、ハウレンソウ栽培に必要な窒素量を補うために有機質肥料を施用することから、適正な施肥量を算出するために本技術を導入します。

表6 土壌還元消毒による無機態窒素増加量

場 所	消毒直後の 無機窒素量 (mg/100g)	うち土壌由 来の無機窒 素量 (mg/100g)	うちフスマ 由来の無機 窒素量 (mg/100g)	作土深 (cm)	仮比重	フスマに よる窒素 増加量 (kg/a)
場内ハウス	12.2	4.2	8.0	16.3	1.13	1.5

フスマ由来の無機態窒素量 8.0mg/100g を作土深、仮比重から計算すると 1.5kg/a の窒素増加となります。

2 土壌還元消毒後 2 作目以降の施肥

土壌還元消毒に用いたふすまの分解による窒素の肥効は、消毒直後の作型では期待できますが、それより後の作型ではほとんど期待できません。このため、作付け前に土壌中の無機態窒素量を測定し、不足分を有機質肥料で補う必要があります。

※ 土壌の無機態窒素の測定機材には、RQフレックスや農大式簡易土壌診断キットなどがあります。農大式簡易土壌診断キットはRQフレックスと比べ精度は落ちますが、操作は簡易で安価です。

有機質肥料の施用量は、作付前に土壤中の無機態窒素量を測定し、不足分を有機質肥料で補うことになります。

<計算式>

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{有機質肥料} \\ \text{の施用量} \\ \text{(kg/a)} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{必要な窒素} \\ \text{量 (kg/a)} \end{array}} \div \boxed{\begin{array}{c} \text{使用する有} \\ \text{機質肥料の} \\ \text{窒素保証成} \\ \text{分 (\%)} \end{array}} \times 100$$

3 鶏糞を有機質肥料として施用する場合

鶏糞を有機質肥料の代わりに施用する場合は、鶏糞の窒素濃度や肥効率などで施用量が変わるため、注意が必要です。鶏糞を利用しながら養分過剰のリスクを避け、農産物を長期間栽培し続けるためには、鶏糞の施用量は、窒素量だけでなく、過剰になりやすい石灰やリン酸の量も参考にして決める必要があります。

4 慣行（化成肥料）との比較

主な有機質肥料の肥料費は以下のとおりです。

表 7 主な有機質肥料の価格

	現行 (例：燐硝安加里)	宇部有機100 (魚加工肥料)	山口ほうれん草有機 (三種混合)	油かす
単価 (円)*	1,455	1,145	1,088	531
窒素成分量 (%)	16.0	7.0	7.0	5.3
窒素1kgを施用するための施肥量 (kg)	6.3	14.3	14.3	18.9
窒素1kgを施用するための肥料代 (円)	917	1,636	1,554	1,002

* 袋の容量が異なるため10kg当りに換算して表示

【留意点】

- 1 有機質肥料にはカリ含量が少ないものがありますので、土壤中の交換性カリが少なくなった場合には、草木灰などでカリを補う必要があります。
- 2 ホウレンソウケナガコナダニの被害が発生しやすいハウスでは、油かすや未熟たい肥が含まれる有機質肥料の施用は控える必要があります。

ウ 病害虫・雑草対策

(7) 米ぬか、ふすまを用いた雑草抑制技術（土壌還元消毒による雑草防除）

【技術の概要】

太陽熱と水とふすま（又は、米ぬか）を使った環境にやさしい土壌消毒法です。

土壌にふすま（又は、米ぬか）を混和し、十分に灌水した後にフィルムで密閉し、地温 30℃以上を確保すると、微生物の働きで土壌中の酸素が急激に奪われ、還元状態になります。このような還元状態と太陽熱による高温の効果により、雑草種子や多くの土壌病害虫が死滅し、防除効果が得られます。

効果の仕組みは、①土壌微生物の急激な増加に伴い酸素消費量が増えることで土壌が無酸素状態になり、還元状態に移行する、②有機酸の生成、③微生物同士の競合、④太陽熱および発酵熱の高温などの複合的な要因によるものと言われています。

【導入目的】

土壌還元消毒は、分解され易い有機物（ふすまや米ぬか）を土壌に混和したうえで太陽熱消毒を行う方法で、混和された有機物を栄養源に土壌中の微生物が急激に増殖して土壌を還元状態にし、雑草種子やハウレンソウ萎ちょう病などの土壌病害虫を死滅させる作用を利用します。このため、本技術は、地温が充分確保できない地域などで雑草種子や土壌病害虫を効果的に防除する目的で導入します。

【実施可能な条件】（事前チェックリスト）

実施時期

地温 30℃以上が確保できる時期（平均気温が 20℃以上、山口市大内では5月末から9月下旬まで）

ほ場条件

一時的に湛水状態にできるほ場であること（傾斜地や乾きやすいほ場は適さない）

【実施の方法】

1 準備

(1) 資材の準備

- ・ふすま、または米ぬか 1 a 当たり 100kg
- ・灌水施設
- ・被覆用の透明フィルム（穴が開いていなければ再利用品でよい）
- ・フィルム押さえ用資材（水を封入したポリダクトや直管パイプ、垂木など）

2 作業手順

- (1) ふすまなどの混和後の灌水ムラを避けるために、数日前に耕起し、軽く灌水しておきます。
- (2) 効果を高めるために、3日程度、晴天が見込まれる日を選んで、消毒作業を行います。
- (3) 1 a 当たり 100kg のふすま（または米ぬか）を散布します。
- (4) 深さ約 20 cm まで、2 回以上ロータリー耕耘して十分混和します。

- (5) 灌水を行い、ハウス内の土壌を一時的に湛水状態（ほ場容水量～最大容水量）にします。灌水量の目安は 150～200 リットル/㎡です。
- (6) ふすま等を混和した深さまで地温が 30℃以上に達するよう、透明フィルムで地表面を被覆し、フィルム押さえ資材を外縁部に置き固定します。被覆は水分蒸発の防止も兼ねます。
*灌水チューブを下向きに設置し、先にフィルムを被覆してから灌水しても効果があります。この際、灌水チューブの間隔を 1 m 以内にするこゝで、灌水ムラを防ぐことができます。
- (7) ハウスを 20 日程度密閉します。処理開始 3～4 日後にどぶ臭が確認できれば、還元が進んでいる証拠です。
- (8) 消毒終了後、ハウスを開放して被覆フィルムを除去します。ハウスの近隣に住宅がある場合は、どぶ臭がなくなってからハウスを開放します。
- (9) 十分にロータリー耕耘を施し、土壌を還元状態から酸化状態に戻します。
- (10) 土壌分析を行い、土壌中の無機態窒素量を差し引いて、施肥量を決めます。
- (11) 耕耘してから 3 日以降（土壌消毒終了後 7 日から 10 日後）に、施肥、播種、定植などの作業を行います。



①ふすま 100 kg/a を散布



②耕耘→灌水



③灌水終了後、直ちにフィルムを被覆し、ハウスを密閉します



3 太陽熱消毒との比較

表 8 土壌還元消毒と太陽熱消毒との技術上の相違点

内 容	土壌還元消毒	太陽熱消毒
施用する有機物	ふすま、米ぬか、糖蜜	稲ワラ、麦ワラなど粗大有機物
灌水量	一時的に湛水状態になるまで大量灌水	土壌水分60%程度まで灌水
必要な地温	30℃以上	40～45℃以上
必要な期間	20日程度	1か月以上
地表面	還元状態にするため平らに整地する	地温上昇を促すため小畝を作る

【留意点】

1 よくある失敗事例

- (1) 灌水時に、一時的な湛水状態が維持できないような、排水良好なほ場（排水が良すぎるほ場）、傾斜地ほ場では、効果は期待できません。
- (2) 出入り口周辺やハウス外縁部は、効果が劣るため雑草が再生しやすくなります。そのため、早めに駆除できない場合は種子が飛散し、雑草がハウス内部まで再生・拡大する恐れがあります。

2 導入上の留意点（失敗しないために）

- (1) 実施時期：地温 30℃以上を安定的に確保するため、5月末から9月下旬まで（平均気温 20℃以上の時期）に行います。効果を高めるためには、3日程度晴天が見込まれる日を選んで行います。
- (2) ふすまの混和：深さ 20cm 程度まで耕起し、ふすまを均一に混和します。土壌とふすまが均一に混ざらない場合、効果が劣ります。
- (3) 灌水：土壌全面に 150～200mm 程度（150～200ℓ/㎡）灌水します。判断の目安は、土壌表面に水たまりができる程度です。その後、ほ場容水量以上の水分が維持できるハウスでは、安定した効果が期待できます。
（注：土の隙間がすべて水で満たされているときの水分量を最大容水量といい、これから重力水が流れ去ったときの水分量をほ場容水量といいます。）
- (4) ハウスの密閉期間：通常 20 日間密閉します。7月から8月の高温時には 10 日間で防除効果が得られます。ただし、ハウレンソウ萎ちょう病を対象とする場合は、地温 40℃以上での状態が 72 時間以上継続することが必要なため、密閉期間内に最高気温が 30℃を超える日が 7 日以上あることが目安となります。
- (5) 高温時の対処：夏期の高温時には、ハウス内の機材及び資材が高温により劣化する可能性があるため、天窓や側窓の一部を開けてハウス内の温度を下げてもかまいません。ただし、気温の下がる夜間は閉めます。

- (6) 効果の確認：処理数日後からドブ臭が発生することを目安とします(酸化還元電位 -100mv 以下)。
- (7) 処理後の耕耘と施肥：消毒終了後、充分耕耘して、土壌を酸化状態に戻します。耕耘が不十分な場合、作物が生育障害を起こすことがありますので注意が必要です。処理直後にはアンモニア態窒素が比較的多く存在するため、耕耘してから約3日以降に、施肥、播種、定植などの作業を行います。
- (8) 施肥量：ふすま(米ぬか)を1t/10a施用すると、約26(23)kg/10aの窒素成分を施用した換算になります。土壌還元消毒中に窒素成分の一部は分解・無機化し、さらにその一部は溶脱します。しかし、溶脱の程度は土壌の種類、地温、水分などの条件により異なるため、消毒後に、直ちにハウレンソウが吸収できる窒素量を正確に推定することは困難です。
- したがって、土壌を耕耘して酸化状態に充分戻してからECまたは無機態窒素を測定することを原則とし、無機態窒素の土壌含量を推定したうえで、施肥量を決める必要があります。

(イ) バイオフィューミゲーション（生物的くん蒸）による萎ちょう病対策技術

【技術の概要】

バイオフィューミゲーションは、アブラナ科植物を土壌に鋤き込み、その分解過程で生じる成分（アリルイソシアネート等）の抗菌性物質により、土壌中の病原菌の活性を低下させることで土壌病害を軽減する技術手法です。生物的土壌くん蒸と訳すことができます。また、有機物として黄カラシナを用いて土壌を還元させることにより、バイオフィューミゲーションと土壌還元消毒の組合せ効果が期待できます。

【導入目的】

バイオフィューミゲーションは、前述の土壌還元消毒と同様の技術ですが、ふすまや米ぬかではなくアブラナ科植物を利用します。アブラナ科植物は分解される際に抗菌性物質（アリルイソシアネート）を発生させますが、この成分がハウレンソウ萎ちょう病の生育を抑制する効果が確認されていることから、土壌還元消毒の効果だけでなくハウレンソウ萎ちょう病を抑えることを目的としています。

バイオフィューミゲーションを適応できる病害虫の範囲は広く、半身萎ちょう病菌やトマト褐色根腐病、線虫にも効果があることが知られています。そのため、本手法は、萎ちょう病以外の病害虫の抑制技術として期待されるとともに、鋤き込んだアブラナ科植物の緑肥的效果も期待できます。

【実施可能な条件】（事前チェックリスト）

実施時期

地温 30℃以上が確保できる時期（平均気温が 20℃以上、山口市大内では 5 月末から 9 月下旬まで）

ほ場条件

一時的に湛水状態にできるほ場であること（傾斜地や乾きやすいほ場は適さない）

【実施の方法】

1 準備

(1) 資材の準備

- ・黄カラシナ 4~6kg/m²程度
- ・灌水施設と灌水量の確保（150 リットル/m²以上）
- ・被覆用の透明フィルム（穴が開いていなければ再利用品でよい）
- ・フィルム押さえ用資材（水を封入したポリダクトや直管パイプ、垂木など）

2 主要技術を核とした技術・作業体系

土壌還元消毒と同様に、ハウレンソウの生産が不安定な初夏から盛夏にかけて実施します。黄カラシナをハウスで栽培し、そのまま鋤き込む方法と、ハウス外で栽

培し持ち込む方法とがあります。

3 作業手順（ハウス内で黄カラシナを栽培し鋤き込む場合の手順）

- (1) 黄カラシナを5月上・中旬に播種し、開花頃まで栽培します。
- (2) 梅雨明け後、ハンマーナイフモアなどで地上部を細断し、ロータリーなどで土壌に鋤き込みます(深さ 15~20cm)。鋤き込み量の目安は1㎡あたり 5~6kg程度です。
- (3) ほ場容水量以上（目安：150リットル/㎡）の水を灌水します。
- (4) 被覆用の透明フィルムで被覆し、土壌水分の維持を図る。さらに、ハウスを閉め切って地温の上昇を図ります（くん蒸期間は3週間程度です）。
- (5) くん蒸後は、被覆用の透明フィルムを剥がし、土壌の乾燥を促します。
- (6) ホウレンソウの播種は、土壌が乾燥すれば可能ですが、被覆を剥いだ後1週間程度は期間をあけます。
- (7) 施肥量は、土壌分析を行い、土壌中の無機態窒素量を差し引いた不足分を入れる必要があります。



①ハウス内で栽培した黄カラシナを収穫します



②ハンマーナイフモアで細断します



③耕耘→灌水→直ちにフィルムを被覆し、ハウスを密閉します



4 処理効果の比較

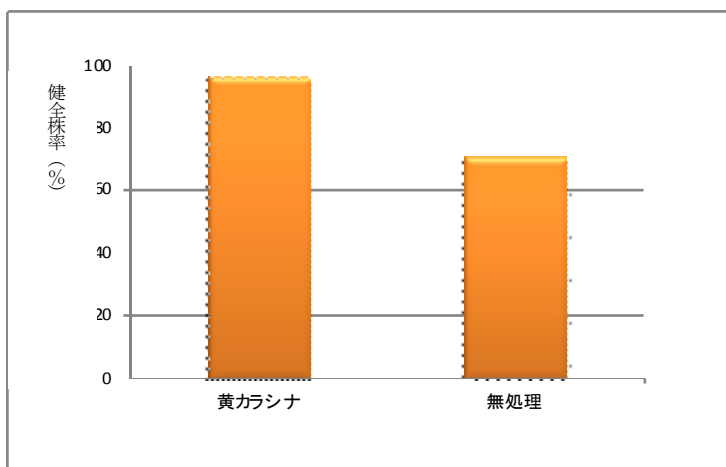


図3 黄カラシナのバイオフィューミゲーションと無処理のホウレンソウ萎ちょう病の発生

注1) 試験場所；センター内施設

2) 消毒実施時期：平成21年3月5日～3月26日

3) ホウレンソウ播種日：平成21年4月2日（調査日：5月13日）

5 黄カラシナ以外のアブラナ科植物の利用

農林総合技術センターでは、カラシナに代わる鋤き込み用の有機物として、ダイコン葉を検討しています。ダイコン葉の場合、投入量が1㎡当り15～20kg程度必要ですが、選果場で発生する残渣を用いることができます。

【ダイコン残渣を利用する際の作業体系】

1 準備

(1) 資材の準備

- ・ダイコン残渣（1.5t～2t/a程度）
- ・灌水施設
- ・被覆用の透明フィルム（高気密シートが軽量で取り扱いが容易）
- ・フィルム押さえ用資材（水を封入したポリダクトや直管パイプ、垂木など）

※ 本技術は、土壤還元消毒と同様に、ホウレンソウの生産が不安定な初夏から盛夏にかけて実施します。ダイコンの残渣は、選果場から排出されるものを持ち込み、破碎して鋤き込みます。

2 作業手順

- (1) 5月末以降に処理します（地温確保のため）。
- (2) ダイコンの残渣を、運搬車などによってほ場内に持ち込み、散布します。
- (3) ハンマーナイフモアなどで地上部を細断してロータリーなどで土壤に鋤き込みます（深さ15-20cm）。

- (4)ほ場容水量以上（目安 10t/a 以上）を灌水します。
- (5)透明フィルムで地表面を被覆し、フィルム押さえ資材を外縁部に置き固定します。
さらに、ハウスを締め切って、地温の上昇を図る管理します。
- (6)くん蒸期間は、3週間程度が基本です。
- (7)くん蒸後は、透明フィルムを剥がし、土壌の乾燥を促進させます。
- (8)土壌分析を行い、土壌中の無機態窒素量を差し引いて、施肥量を決めます。



①選果場から出たダイコン残渣を利用します



②ハンマーナイフモアで細断します



③ 耕耘→灌水→直ちにフィルムを被覆し、ハウスを密閉します



【留意点】

1 よくある失敗事例

- (1) 灌水時に、一時的な湛水状態が維持できないような、排水良好なほ場、傾斜地ほ場では、効果は期待できません。
- (2) 出入り口周辺やハウス外縁部は、効果が劣るため雑草が再生しやすくなります。そのため、早めに駆除できない場合は種子が飛散し、雑草がハウス内部まで再生・拡大する恐れがあります。

2 導入上の留意点（失敗しないために）

- (1) 実施時期：土壤還元消毒同様に、地温 30℃以上を確保できる時期に行います。そのため、平均気温 20℃以上の時期に行います。効果を高めるために、3日程度、晴天が見込まれる日を選んで行います（地温が低いと効果がないため注意が必要です）。
- (2) 均一性：バイオフィューミゲーションでは、粗大有機物を土壤に投入するため、土壤物理性の改善効果も期待できますが、ほ場内に均一散布することを心掛ける必要があります。
- (3) 灌水：バイオフィューミゲーションを行う際のほ場への灌水量は、150 リットル/m²以上が目安になります。土壤還元消毒同様に、水分が不足すると防除効果が期待できません。
- (4) 処理後の耕耘と施肥等の管理：消毒終了後、充分耕耘して土壤を酸化状態に戻します。耕耘が不十分な場合、作物が生育障害を起こすことがあるため注意が必要です。ただし、深く耕すと消毒されていない下層の土壤が混ざり、病原菌密度が増えて消毒効果が得られないため、注意が必要です。消毒後の栽培は、土壤診断に基づいた肥培管理が基本です。処理直後の作型では施肥の必要性がない場合も多いため、肥料の過剰投入を防ぐためにも土壤診断が必要になります。
- (5) その他：消毒終了後の土壤は、暗黒色を呈する場合がありますため、ハウレンソウ栽培期間中に灌水の要・不要の判断に注意する必要があります。

(ウ) 冬期天井ビニール除去や土壌還元消毒とコナダニ見張番によるコナダニ管理技術
(土壌還元消毒やコナダニ見張番等を用いたコナダニ対策)

【技術の概要】

ハウレンソウケナガコナダニ（以下、コナダニ）は、雨除けハウスでの発生及び被害が多く、コナダニの生育密度の把握が効果的な防除効果を得るために必要です。コナダニ見張番は、ハウス内におけるコナダニの生育密度を現地でモニタリング出来る技術で、コナダニの発生を的確に把握し適期防除に繋げることで、被害の発生を予め抑えることができます（図4、5）。

また、コナダニの発生が露地で少ない理由は、降雨等による土壌条件の変化により、コナダニの増殖が抑制されるためだと考えられています。そのため、冬期の間（概ね12～2月）、使用しないハウスの天井ビニールを除去し降雨にさらす技術や土壌還元消毒技術を組み合わせることで、コナダニの抑制効果を持続させるための管理技術です。

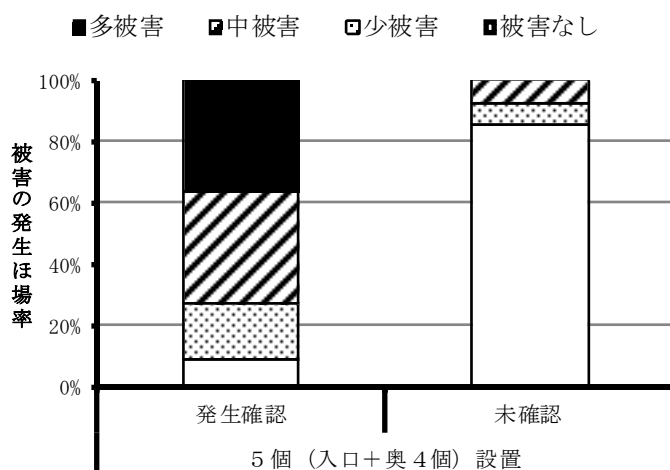


図4 播種前にコナダニ見張番を設置した場合の被害発生ほ場率



図5 商品化されたコナダニ見張番

【導入目的】

本管理技術は、コナダニ見張番を活用することでコナダニの生育密度を的確に把握し、適期防除に繋げることで被害の発生を予め抑えるとともに、冬期のビニール除去や土壌還元消毒の対策を組み合わせ、コナダニに対する抑制効果をより持続させることを目的として取り組みます。

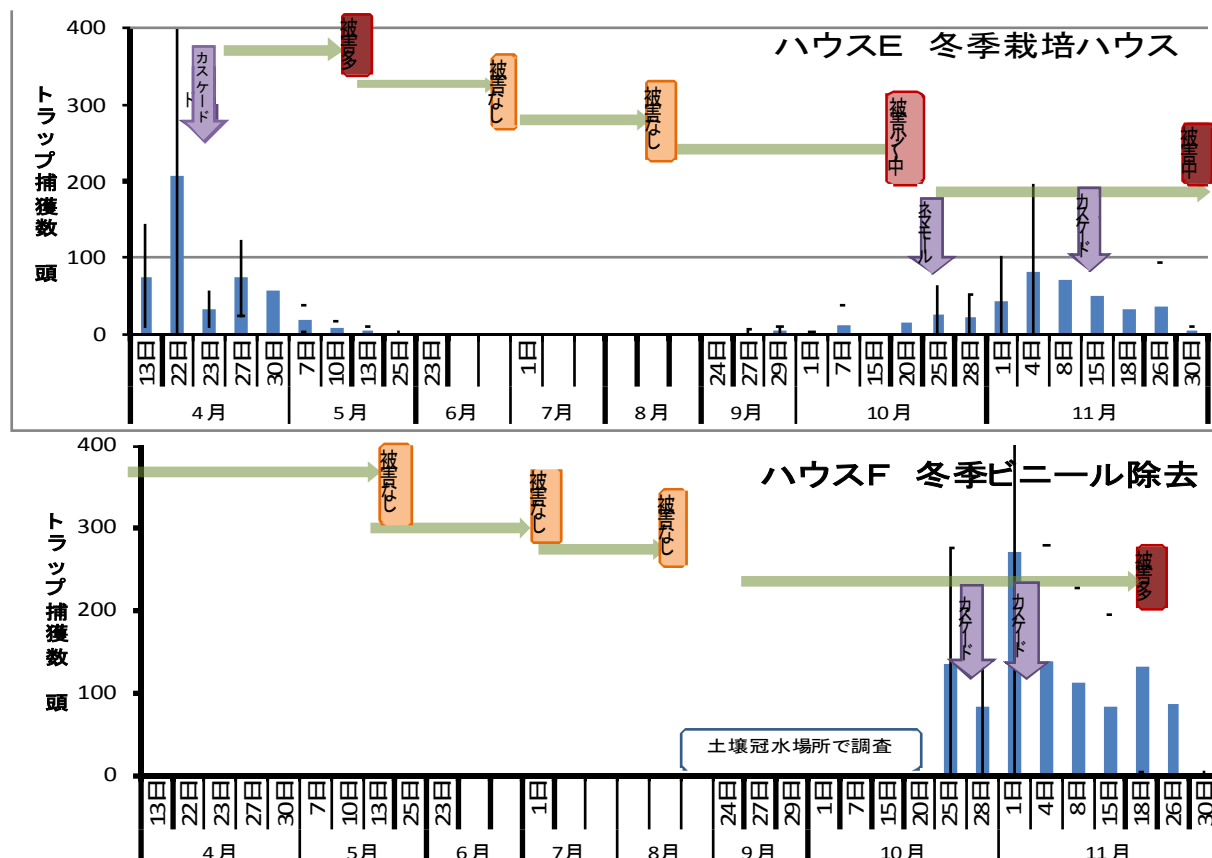


図6 冬期における天井ビニールの除去作業の有無とコナダニ発生状況との関係

注1) 上段：冬期栽培ハウス、下段：冬期にビニールを除去したハウス

2) 試験期間（場所）：平成22年4月13日～11月30日（周南市）

【実施可能な条件】（事前チェックリスト）

実施時期

冬期ビニール除去：12月～翌年2月の約3ヶ月間

ほ場条件

天井のビニールを除去したハウスの土壌表面において、積雪期間が連続1カ月以内であること

【実施の方法】

1 ハウス天井のビニール除去

(1) 12月上旬に天井のビニールを除去します。

(2) 2月末に天井のビニールを被覆します。

- 2 コナダニ見張番の準備
コナダニ見張番：5個以上／ハウス（日本植物防疫協会のホームページで発生予察資材として販売中）
※土壌還元消毒は、前項土壌還元消毒を参照
- 3 コナダニ見張番によるモニタリング
 - (1) 播種前の確認作業
2月下旬～3月上旬の播種前にコナダニ見張番を1ハウス当たり5個以上設置し、1～2日後にコナダニの生息密度を調査します（図5）。
 - (2) 播種後の確認作業
播種前にコナダニが確認できなかった場合でも、2葉期から4葉期にコナダニ見張番を1ハウス当たり5個以上設置し、コナダニの密度を調査します。
- 4 次の作型における確認作業（播種前から播種後）
6月までの作型では、上記3に示したコナダニ見張番によるモニタリングを継続して行います。
- 5 夏期の対策
7月～8月はコナダニの被害が発生しにくいため、コナダニ見張番によるモニタリングは実施しません（※この時期に実施する土壌還元消毒は、前項の土壌還元消毒を参照）。
- 6 秋期の対策
9月末～11月の作型では、コナダニによる被害が発生しやすいため、上記3に示したコナダニ見張番によるモニタリングを行います。

【留意点】

- 1 よくある失敗事例
 - (1) ハウス内の土壌表面が長期間の積雪に覆われた場合、コナダニ抑制効果は認められていません。そのため、冬期における積雪期間が長い（積雪期間が連続1カ月以上）地域では、天井ビニールの除去による対策では、コナダニの抑制効果は期待できません。
 - (2) コナダニの発生はハウス内でも偏りがあります。そのため、ハウス入口や乾きやすい場所を中心にコナダニ見張番を5個以上設置する必要があります。
- 2 導入上の留意点（失敗しないために）
 - (1) 冬期ビニールの除去や土壌還元消毒によるコナダニ抑制効果は、コナダニの生息密度や各ハウスの土壌状況等によって異なります。過去にコナダニ被害が生じたハウス及びその近隣のハウスでは、コナダニ見張番によるモニタリングを行う必要があります。
 - (2) 夏期に使用しないハウスの天井ビニールを除去したり、ハウスサイドを開放しておく、秋にコガネムシ類の被害が増加するため、注意が必要です。

(E) ホウレンソウに発生する病害虫とエコ 100 ハウスホウレンソウ栽培での対応策

		原因菌など	慣行防除	JAS有機栽培での対応
病害	立枯病	<i>Pythium</i> 、(<i>Rhizoctonia</i>) 	薬剤消毒、太陽熱消毒、	太陽熱消毒、還元消毒
	株腐病	<i>Rhizoctonia solani</i> 	薬剤消毒、太陽熱消毒、	太陽熱消毒、還元消毒
	萎凋病	<i>Fusarium oxysporum</i> 	薬剤消毒、太陽熱消毒、	太陽熱消毒、還元消毒 紫外線カットフィルム 根の除去 夏の栽培の回避
	モザイク病	ウイルス病 	薬剤によるアブラムシの防除	ネットによるアブラムシ侵入防止 アブラムシの項参照 周辺雑草の除去等ほ場衛生
	べと病	<i>Peronospora spinaciae</i> 	抵抗性品種 薬剤散布	抵抗性品種 適正施肥の実施 灌水量の適正化と夕方の灌水を避ける
		原因菌など	慣行防除	JAS有機栽培での対応
害虫①	ケナガコナダニ		カスケード散布 化学農薬 (DCIP (ネマモール) 等)	太陽熱消毒、還元消毒 堆肥の夏期施用 完熟堆肥の施肥 冬期ビニール除去 (積雪地帯除く) 栽培期間の短い品種選定
	トビムシ		薬剤防除	残渣処理 ハウス内および周辺雑草除去 気門封鎖剤・JAS有機適応剤の導入
	ハスモンヨトウ		薬剤防除	JAS有機適応剤の導入 (BT水和剤、 バイオセーフ) ネットによる侵入防止 フェロモンによる大量誘殺 (広域、コン フェューザーV、ヨトウコンH) 黄色蛍光灯による忌避 手で除去
	ヨトウ類  写真はヨトウガ幼虫		薬剤防除、防虫ネット テフルベンズロン (ノーマルト) 等散布	JAS有機適応剤の導入 (BT水和剤) ネットによる侵入防止 手で除去 ハウス内および周辺雑草除去
	シロオビノメイガ		薬剤防除、防虫ネット テフルベンズロン (ノーマルト) 等散布	防虫ネット 手で除去
	ネキリムシ		薬剤防除、太陽熱消毒、ネット	ネットによる侵入防止 土壌耕耘 手で除去

		原因菌など	慣行防除	JAS有機栽培での対応
害虫②	アザミウマ類 		薬剤防除	JAS有機適応剤の導入(スピノサド水和剤、ボタニガードES)
	アブラムシ類 		薬剤防除 ジノテフラン(スタークル)等散布	ネットによる侵入防止 ハウス内および周辺雑草除去 ハウスサイドに黄色粘着テープ設置 天敵農薬(スワルスキー、ククメリス、タイリク、オリスターA等)
	ヒメクロユスリカ 		ダイアジノン(ダイアジノン)	ネットによる侵入防止
	ハクサイダニ 		薬剤防除	ネットによる侵入防止 気門封鎖剤・JAS有機適応剤の導入 ハウス内および周辺雑草除去
	ヤサイゾウムシ 		薬剤防除	ゾウムシ捕獲用トラップの導入(近畿中国四国農業研究センター「コマツナ無農薬ハウス栽培マニュアル」) ハウス内および周辺雑草除去
	野鼠・モグラ等 		忌避剤散布 わぎみ取り	ネットによる侵入防止 ハウス内および周辺雑草除去
	害虫全般			ほ場衛生の励行(侵入の防止)

3 試験結果 (概要 : H20~23)

(1) 有機農業の成立条件の解明

- (ア) 消費者はエコ100ハウレンソウを購入する際、価格、荷姿、表示内容の順に選好するが、一般ハウレンソウ価格と比べ6割高までは販売が見込まれる(表9)。
- (イ) エコ100ハウレンソウの主な販売ターゲットは50代以上の女性である。また、地域や店舗によって異なる消費者ニーズに対応するため、荷姿や表示内容などを変え、店頭での情報表示の徹底を行うことで、潜在的な消費者の確保が期待できる(表9、図7、8)。
- (ウ) 消費者のエコ100ハウレンソウに対する受容価格帯は、アンケート調査の結果、生産者出荷単価で100円となる。県内の主要産地におけるハウレンソウ単価との比較から、技術導入は、11月から6月までとすることが望ましい(図9)。

(2) 化学肥料を100%削減する技術の確立

- (ア) 春、秋、冬播きの3作において、魚加工(魚粕、米ぬか等配合)肥料を用いて化成肥料と同量の施肥窒素量で栽培した場合、収量は化成肥料区と同等である(図5:再掲)。
- (イ) 1作あたりの窒素量(土中残存窒素量+施肥窒素量)とハウレンソウの収量には、窒素量が低い水準下で正の相関関係があり、秋播きから春播きのハウレンソウでは、1作あたり窒素量は、1.5 kg/aが適当である(図10)。
- (ウ) ふすま(100 kg/a)を土壌還元消毒に用いた場合、ふすまの分解による窒素の肥効は、およそ1.5 kg/aである(表10)。また、ふすま及び米ぬかを土壌還元消毒に用いた場合の窒素分解率は、ふすまで70~94%、米ぬかは61%となり、同条件下ではふすまが米ぬかよりも多く分解する(表11)。
- (エ) カラシナのすき込み区は、無処理区と比べハウレンソウ播種前の作土内無機態窒素が多く、収量も多い。また、また、すき込みによるハウレンソウへの生育障害は見られず、カラシナからの即効的な肥料効果が期待できる(表12、図11)。

(3) 化学農薬を100%削減する技術の確立

- (ア) 盛夏では、太陽熱消毒及び土壌還元消毒(微生物に分解されやすい有機物を土壌に施用して還元状態にする太陽熱消毒の改良法)のいずれも、雑草抑制効果が3作目まで持続する。また、5~6月に処理を行う場合、土壌還元消毒が有効で、2作目までは雑草抑制効果が顕著である(表13、14、15)。さらに、土壌還元消毒を連年実施することにより、抑草効果は高まる(図12)。
- (イ) 夏期輪作の品目に、コマツナ及びチンゲンサイが利用できる(データ略)。コマツナでは「はっけい」、「奈々子」の収量性及び形状が優れており、チンゲンサイでは、「夏帝」、「夏八仙」の収量性及び形状が優れる(表16、17)。
- (ウ) 秋播き栽培に供試した品種は、いずれも有機肥料栽培に利用でき、中でも、収量性及び草姿の面から「クロノス」、「トラッド7」が有望である(表18)。
- (エ) 初夏播き栽培に供試した品種は、いずれも有機肥料栽培に使用できる。収量性の面から「セブンアール」、「プリウス」が、草姿及び収量性の面から「サマースカイ」、「サマー トップ」、「プリウス7」が有望である(表19)。
- (オ) 誘引捕獲器はコナダニの捕獲効果はあるが、多発時における被害抑制効果は

低く、設置方法等の検討を要する。一方、トゲダニを放飼した試験区では、無処理比 40 程度と、一定の被害抑制効果が認められた（データ略）。

- (カ) コナダニの増殖は、油粕、乾燥酵母、米ぬか、ハウレンソウ有機肥料等で大きく、宇部有機（魚粕）、ハウレンソウの残さでの増殖程度は比較的低かった（データ略）。

(4) 有機栽培技術の体系化と実証試験

- (ア) 土壌診断（施肥管理）、近紫外線カットフィルム及び 0.7mm 目合いの防虫ネット（虫害対策）、土壌還元消毒（雑草対策）、夏期輪作品目を導入した場合の実証ハウスでは、化成肥料区と同程度の収量を確保できるとともにハウレンソウの年 4 作栽培体系が可能である。また、本技術体系の経営評価では、所得率が慣行体系を上回った（表 20、21、図 13）。
- (イ) 土壌還元消毒後における土壌中の無機態窒素量は、消毒実施前と比べ、全ての区で多くなり、ふすま区では最も多い 15.8mg/100g であった（図 14）。このため、有機質資材を施用した土壌還元消毒直後の作付けでは、施肥窒素量の削減が可能である。
- (ウ) 土壌還元消毒後の無機態窒素はほとんどがアンモニア態窒素である。このため、土壌還元消毒直後の播種は避け、土壌消毒後 7 日から 10 日間程度空け、無機態窒素の硝酸態窒素化を進めた後の播種作業が望ましい（図 14）。
- (エ) 土壌還元消毒直後の土壌中の窒素無機化量（30℃、4 週間）は、消毒前と比べ少なかった（図 15）。また、1 作後の土壌の窒素無機化量は、無処理区が最も多くなり、土壌還元消毒のために施用された有機物の窒素肥効は認められなかった。
- (オ) 土壌還元消毒を導入する場合、ハウス外縁部に再生する雑草から種子が飛散する前に除草することで、ほぼ、1 年間栽培上支障のない水準で雑草を抑えることができる（表 22）。なお、消毒に要する作業時間は、太陽熱消毒よりも 25%程度増加する。
- (カ) 土壌還元消毒後（2 作目）におけるハウレンソウの収量は、米ぬか区、エンバク区ともに無処理区との差は認められなかった（図 16）。
- (キ) エコ 100 ハウレンソウに取り組む際は、土壌診断（施肥管理）、近紫外線カットフィルム及び 0.7mm 目合いの防虫ネット（虫害対策）、土壌還元消毒（雑草対策）を用い、夏期条件下では輪作品目の導入を検討する。また、有機質資材を施用した土壌還元消毒に取り組む場合、消毒直後の播種を避けること、施肥窒素量の削減に留意すること、ハウス外縁部に再生する雑草から種子が飛散する前に除草すること等が必要である。

主なデータ

表9 ホウレンソウの価格、荷姿、表示内容に対する各地区の消費者の評価

属性	水準	岩国 (系統：I)		山口 (系統：I)		防府 (系統：A)		下関 (系統：M)	
		優先度	重要度	優先度	重要度	優先度	重要度	優先度	重要度
価格	130円未満	2.0	91.1	1.8	79.7	2.2	93.9	2.2	86.7
	130円～ 160円未満	0.0		0.1		0.1		0.0	
	160円～ 200円未満	-2.0		-1.8		-2.3		-2.2	
荷姿	パック	-0.7	8.3	-0.9	17.9	-0.6	5.6	-1.0	13.2
	袋	0.3		0.1		0.2		0.4	
	束	0.4		0.8		0.4		0.6	
表示内容	収穫日	0.2	0.6	-0.1	2.5	0.0	0.5	0.0	0.1
	生産者氏名・ 住所	-0.2		-0.2		-0.2		-0.1	
	肥料・ 農薬使用量	0.0		0.4		0.1		0.1	

- 注1) 調査は消費者に9つの商品を提示し、購入希望順に1～9までの順位をつけることで行った(対象サンプル数382)
 2) 一般ホウレンソウ単価を100円、エコ100ホウレンソウの販売期間を11～3月頃として想定した(重量は200g)
 3) 岩国地区は他地区と異なり、「表示内容」では収穫日をより選好する傾向があった
 4) 「重要度」の高低は、消費者が購入時に気にする属性であることを示す。「優先度」が正值のものは消費者に選好され易く、負値のものは選好され難いことを示す

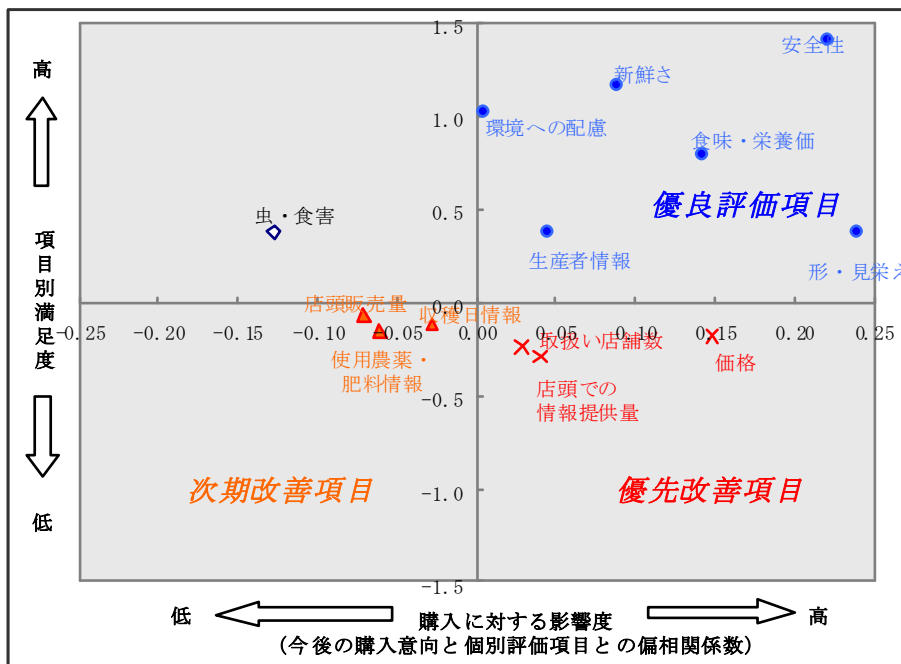


図7 消費者の有機農産物に対する評価

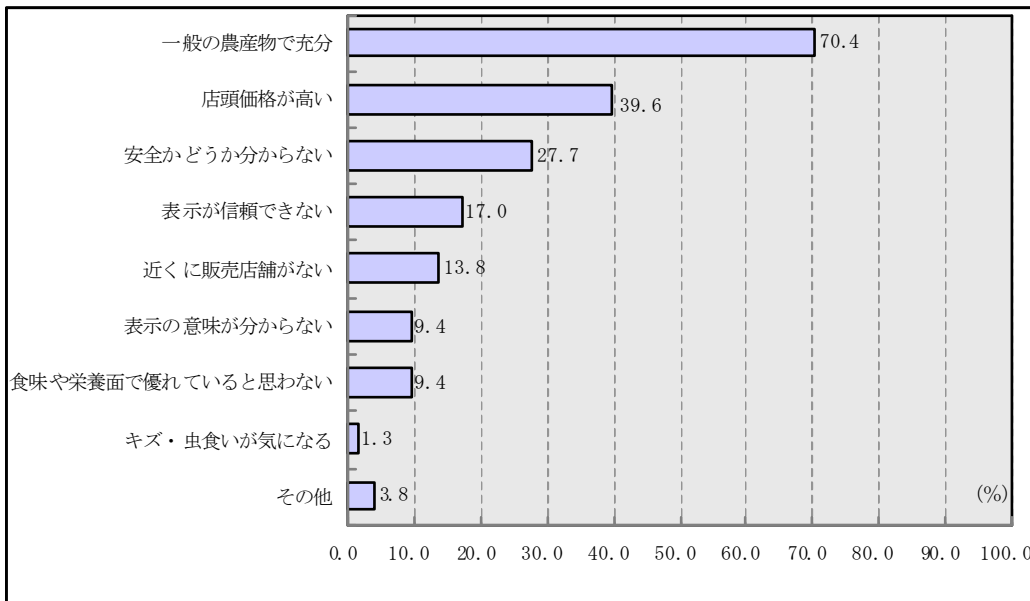


図8 購入未経験者による有機農産物の評価

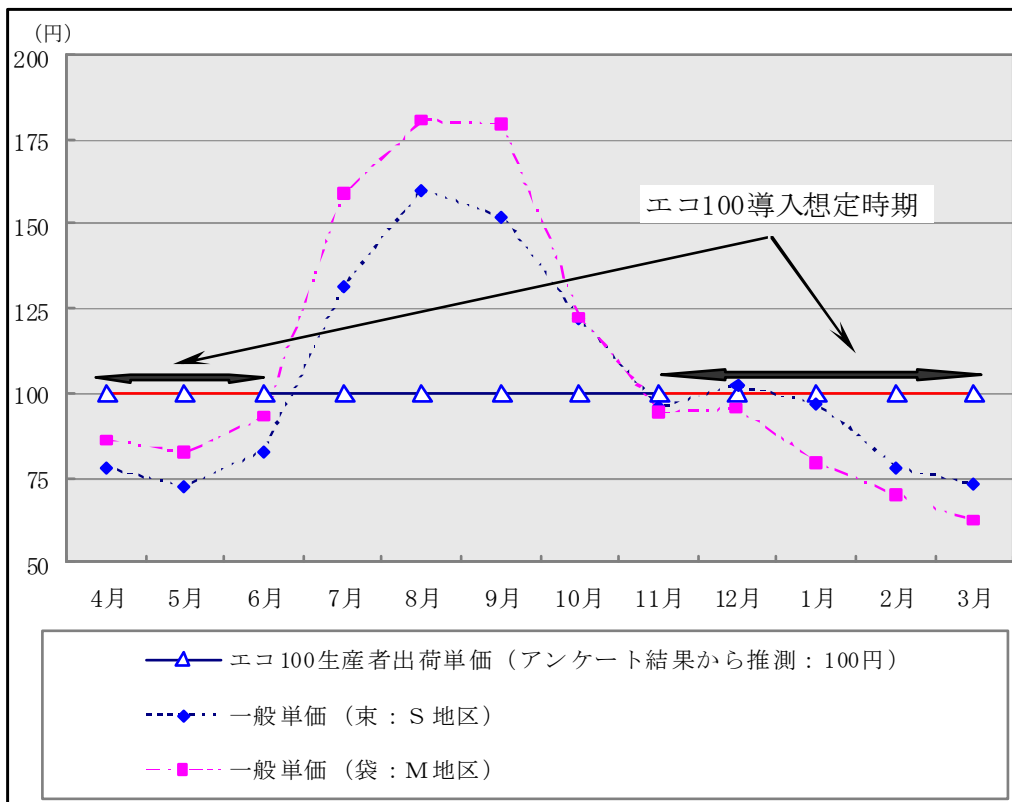


図9 エコ100の出荷単価予測と導入想定時期

- 注1) エコ100生産者出荷単価は、消費者アンケート結果より推計した値である
 2) 量販店における有機農産物（ホウソウ）の価格が年一定での設定だったため、エコ100生産者出荷単価は年間通して一定とした。なお、表中の価格は、生産者出荷単価である

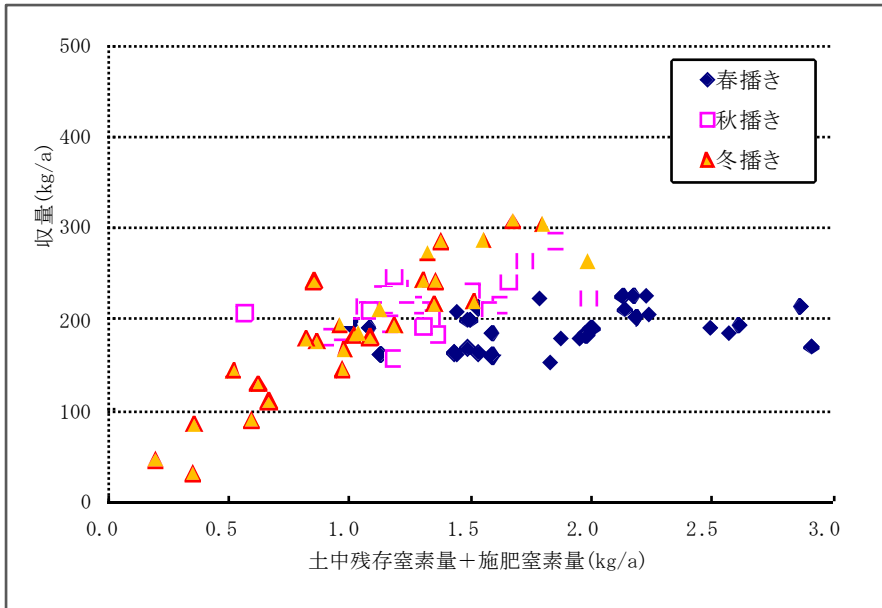


図10 1作当り窒素量とハウレンソウの収量の関係

表10 土壌還元消毒にふすまを用いた場合の窒素増加量

場所	消毒直後の無機窒素量 (mg/100g)	うち土壌由来の無機窒素量 (mg/100g)	うちフスマ由来の無機窒素量 (mg/100g)	作土深 (cm)	仮比重	フスマによる窒素増加量 (kg/a)
場内ハウス	12.2	4.2	8.0	16.3	1.13	1.5

注) 土壌還元消毒に用いたふすまは100kg/aである

表11 土壌還元消毒に用いた資材の窒素分解率と分解窒素量

土壌	資材	資材による窒素投入量 (kg/a)	窒素分解率 (%)	分解窒素量 (kg/a)
場内ハウス土壌	フスマ	2.6	76	1.9
現地(山口市)ハウス土壌	フスマ	2.6	70	1.8
現地(山口市)ハウス土壌	米ぬか	2.3	61	1.4
現地(阿武町)ハウス土壌	フスマ	2.6	94	2.4

注1) 消毒期間：平成23年7月14日～8月11日、用いたふすまの量は100kg/a

2) 資材の分解測定は、ポリエチレン製不織布に包んだ資材を、土壌還元消毒中のハウス土壌10cmの深さに埋設して行った

表12 カラシナのすき込みが土壌化学性とハウレンソウの生育に及ぼす影響

	作土の無機態窒素 (mg/100g)			ハウレンソウ収量調査 (10月22日播種、12月8日収穫)			
	カラシナ播種前 (8月10日)	カラシナすき込み前 (9月25日)	ハウレンソウ播種前 (10月19日)	全重 (g/m ²)	株重 (g)	葉長 (cm)	葉色 (葉緑素計)
	カラシナすき込み区	7.0	0.8	11.4	1817	17.1	22.3
無処理区	6.7	4.0	6.4	1683	14.9	20.9	36.2

注1) ベンチ栽培 (H21) による結果

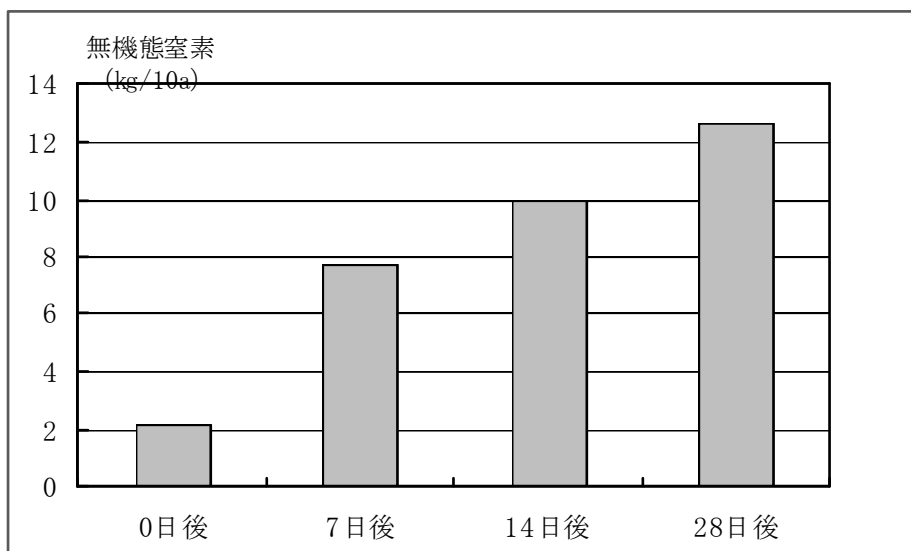


図 11 カラシナによる肥料効果

注1) 肥料効果は5 t / 10 a すき込みを想定

2) 風乾土20g 相当量の生土に1gのカラシナ(生)を混和し、最大容水量の60%水分で培養(30℃)

表 13 盛夏に太陽熱消毒を行った場合の雑草の発生状況 (H20)

(㎡当たり)

消毒法	耕起の有無	1作目				2作目				3作目			
		イネ科雑草		広葉雑草		イネ科雑草		広葉雑草		イネ科雑草		広葉雑草	
		本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)
還元消毒	有	-	-	1.5	0.3	-	-	4.5	0.0	-	-	6.5	0.7
	無	-	-	2.5	1.2	-	-	1.5	0.0	-	-	4.0	0.2
太陽熱消毒	有	-	-	1.5	0.1	2.5	0.3	3.5	0.0	2.0	0.1	3.0	0.1
	無	-	-	0.5	0.1	-	-	1.5	0.0	-	-	5.5	0.5

注) 表中の - は無を表す 消毒期間:平成20年8月6日~8月17日

表 14 5月に太陽熱消毒を行った場合の雑草の発生状況

(㎡当たり)

消毒法	耕起の有無	1作目				2作目				3作目			
		イネ科雑草		広葉雑草		イネ科雑草		広葉雑草		イネ科雑草		広葉雑草	
		本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)
還元消毒	有	21	49.2	4.0	94.2	17	49.4	4.0	93.4	1	0.3	17.0	2.8
	無	-	-	-	-	-	-	0.5	19.0	-	-	75.5	12.9
太陽熱消毒	有	33	73.7	13.5	694.4	5	8.6	9.0	150.1	6	1.4	39.5	16.0
	無	-	-	-	-	-	-	0.5	0.1	-	-	41.5	19.4

注) 表中の - は無を表す 消毒期間:平成22年5月17日~6月8日

表 15 6月に太陽熱消毒を行った場合の雑草の発生状況

(㎡当たり)

消毒法	耕起の有無	1作目				2作目				3作目			
		イネ科雑草		広葉雑草		イネ科雑草		広葉雑草		イネ科雑草		広葉雑草	
		本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)	本数 (本)	生重 (g)
還元消毒	有	-	-	8.0	169.9	-	-	7.0	0.8	-	-	59.1	17.7
	無	-	-	-	-	-	-	4.5	0.8	-	-	143.7	39.1
太陽熱消毒	有	-	-	14.0	422.2	1.5	0.1	33.5	3.5	0.6	0.3	48.8	12.4
	無	-	-	1.5	4.4	0.5	0.0	70.5	6.4	0.6	0.2	415.2	98.8

注) 表中の - は無を表す 消毒期間:平成21年6月4日~6月26日

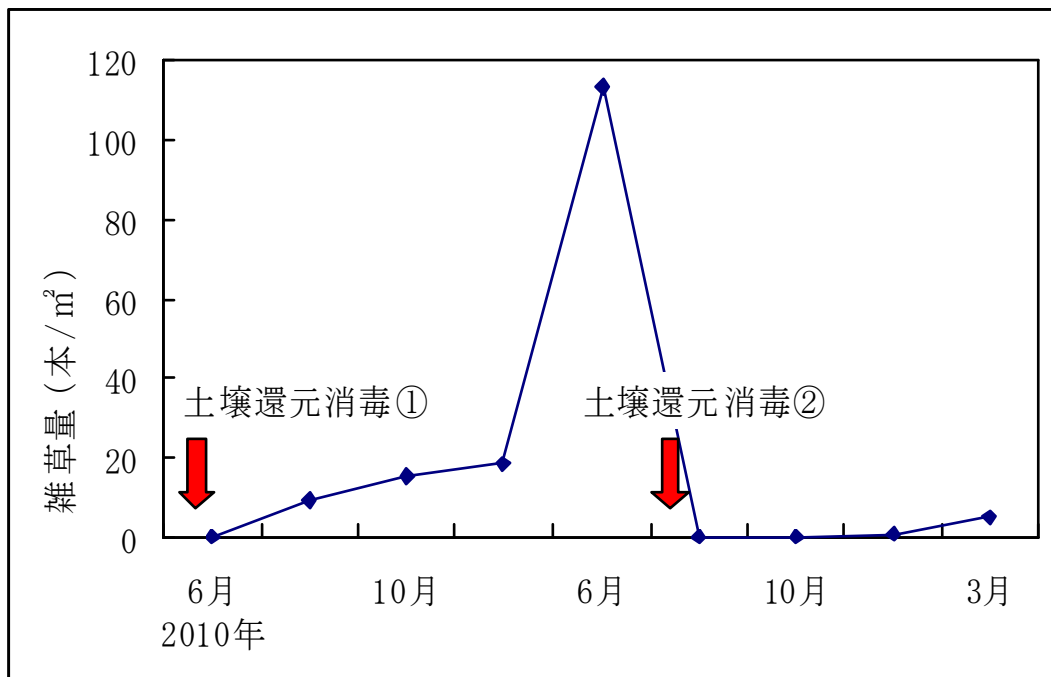


図 12 土壌還元消毒後の雑草発生推移 (場内)

表 16 夏播きコマツナの有機肥料栽培における生育・収量 (H21)

施肥	品種	全重 (g)	化成基準 量対比 (%)	調製重 (g)	葉数 (枚)	最大葉		
						葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)
有機基準量	浜ちゃん	56.1	92	54.8	9.0	15.1	17.5	12.1
	はっけい	66.5	97	60.7	9.2	18.2	19.0	15.1
	よかった菜	63.7	96	57.5	10.0	19.9	19.0	11.8
	菜々子	62.5	99	54.5	9.1	16.8	18.3	12.1
有機半量	浜ちゃん	65.8	107	60.0	9.6	16.4	21.5	12.2
	はっけい	75.0	110	68.5	9.9	19.4	19.1	11.5
	よかった菜	60.8	91	50.8	9.9	20.4	18.6	11.7
	菜々子	68.5	108	61.2	9.3	17.3	18.4	12.3
化成基準量	浜ちゃん	61.3	100	52.0	8.9	15.8	17.3	12.0
	はっけい	68.5	100	61.8	9.7	17.7	17.5	10.9
	よかった菜	66.5	100	61.0	10.3	20.0	18.5	11.9
	菜々子	63.3	100	57.3	9.3	17.3	18.4	21.4

注 1) 播種：平成 21 年 9 月 2 日、収穫：10 月 1 日 (サイドを半開とし高温状態で栽培)

2) 有機基準量及び化成基準量は窒素量が 1.5 kg/a、有機半量は窒素量が 0.75 kg/a であることを指す

表 17 夏播きチンゲンサイの有機肥料栽培における生育・収量 (H21)

施肥	品種	全重 (g)	化成基準 量対比 (%)	調製重 (g)	葉数 (枚)	最大葉		
						葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)
有機基準量	青帝	181.4	114	144.6	10.3	9.1	19.4	14.5
	夏帝	143.4	104	123.8	12.6	8.1	15.5	10.8
	夏八仙	143.0	98	123.0	10.0	8.0	17.8	12.8
	長陽	145.0	100	123.9	10.1	7.8	16.7	12.1
有機半量	青帝	170.6	107	141.7	10.4	8.8	18.9	14.3
	夏帝	140.7	102	121.3	11.9	7.9	15.6	10.7
	夏八仙	163.7	112	128.6	9.9	8.3	17.7	12.8
	長陽	163.5	112	144.5	10.3	8.1	17.0	12.1
化成基準量	青帝	159.5	100	135.9	9.8	8.7	18.3	13.6
	夏帝	138.5	100	117.1	12.9	8.0	15.8	10.9
	夏八仙	145.5	100	128.4	10.0	8.2	18.0	13.0
	長陽	145.7	100	129.7	14.3	8.4	16.4	11.7

注1) 播種：平成21年9月2日、収穫：10月1日（サイドを半開とし高温状態で栽培）

2) 有機基準量及び化成基準量は窒素量が1.5kg/a、有機半量は窒素量が0.75kg/aであることを指す

表 18 べと病耐病性品種の秋播き有機肥料栽培における生育・収量 (H20)

施肥	品種	全重 (g)	化成基準 量対比 (%)	調製重 (g)	葉数 (枚)	最大葉		
						葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)
有機基準量	パンドラ	25.6	90	23.1	9.3	13.4	13.1	8.2
	トラッド	31.5	120	27.7	9.8	13.2	13.5	8.7
	エイトマン	21.2	110	19.1	9.1	12.0	12.6	7.4
	トラッド7	36.2	96	33.1	9.1	13.1	15.1	10.2
	クロノス	26.0	111	24.3	7.9	11.9	14.2	9.5
	パドック	21.2	87	19.1	8.3	12.4	12.2	8.5
	タキシード7	21.9	104	19.6	8.8	14.0	13.0	8.3
有機半量	パンドラ	27.5	97	24.0	8.9	13.0	13.1	9.4
	トラッド	27.4	104	24.7	9.7	13.7	13.1	8.0
	エイトマン	19.9	103	16.9	9.3	11.7	12.0	7.1
	トラッド7	25.5	68	22.5	8.4	12.6	13.4	8.5
	クロノス	28.4	122	24.5	8.3	13.9	14.1	9.2
	パドック	21.4	88	18.4	8.6	12.3	12.0	8.2
	タキシード7	20.2	96	18.2	8.9	13.6	12.1	7.9
化成基準量	パンドラ	28.3	100	24.9	9.1	14.6	13.7	8.7
	トラッド	26.2	100	24.4	9.3	13.3	13.4	7.8
	エイトマン	19.3	100	16.9	9.0	11.6	12.0	7.3
	トラッド7	37.7	100	33.9	8.9	14.7	16.0	10.7
	クロノス	23.4	100	21.5	7.7	12.0	13.4	8.7
	パドック	24.4	100	21.5	9.3	12.2	12.1	8.1
	タキシード7	21.1	100	18.4	9.7	13.5	12.3	8.1

注) 播種：平成20年10月30日、収穫：12月15日

表 19 ベと病耐病性品種の初夏播き有機肥料栽培における生育・収量 (H21)

施肥	品種	全重 (g)	化成基準 量対比 (%)	調製重 (g)	葉数 (枚)	最大葉		
						葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)
有機基準量	プリウス	43.7	104	49.6	13.2	14.0	12.9	8.8
	プリウス7	32.7	110	30.7	14.0	12.3	10.9	9.6
	アクティオン	39.8	100	37.2	11.6	19.0	15.8	11.4
	セブンアール	43.9	104	38.8	12.2	21.9	14.3	10.4
	エイトマン	32.5	87	30.5	12.6	16.3	12.9	6.7
	サマートップ	32.1	106	28.6	12.3	14.2	12.9	8.4
	サマースカイ	28.1	82	25.8	13.4	14.7	12.0	7.3
	アクティブ	36.9	88	32.9	11.5	17.4	13.6	9.2
有機半量	プリウス	36.2	95	32.4	12.8	15.2	12.8	8.3
	プリウス7	33.9	114	29.9	13.8	15.8	11.2	9.2
	アクティオン	39.1	98	34.3	14.9	18.9	16.0	10.7
	セブンアール	59.8	142	57.0	13.3	19.6	16.0	11.9
	エイトマン	31.7	85	27.9	11.5	18.4	13.2	6.8
	サマートップ	36.9	122	36.3	13.0	15.1	14.4	9.0
	サマースカイ	39.0	114	38.1	14.1	17.2	14.5	9.0
	アクティブ	42.0	100	38.8	11.7	18.6	14.7	9.9
化成基準量	プリウス	38.1	100	34.0	12.7	11.5	13.2	8.7
	プリウス7	29.7	100	26.1	13.0	12.6	10.8	8.7
	アクティオン	39.9	100	38.2	11.6	18.0	16.5	11.4
	セブンアール	42.0	100	38.7	12.0	22.4	15.0	10.4
	エイトマン	37.2	100	35.1	11.9	19.4	13.7	7.2
	サマートップ	30.2	100	26.2	11.9	14.4	13.5	8.6
	サマースカイ	34.3	100	32.1	13.1	15.3	13.4	8.1
	アクティブ	42.1	100	36.5	11.3	20.8	14.4	9.8

注) 播種:平成21年6月12日、収穫:7月17日(アクティブは参考品種)

表 20 場内実証ハウスの栽培状況

播種日	収穫日	品目等	施肥	全重 g	調製重 g	収量 kg/a	窒素施用 量(kg/a)
平成21年4月15日	平成21年5月16日	ハウレンソウ	有機基準量	54.6	48.0	288	0.30
平成21年6月12日	平成21年7月17日	ハウレンソウ	有機基準量	36.2	34.3	206	0.70
平成21年7月28日	平成21年8月13日	土壌還元消毒	土壌還元消毒				
平成21年9月2日	平成21年10月1日	コマツナ チンゲンサイ	有機基準量	62.2	56.9	319	0.70
				153.2	128.9	241	0.70
平成21年12月28日	平成22年3月9日	ハウレンソウ	有機基準量	88.3	84.1	505	0.50
			有機半量	88.2	83.8	503	0.25
			化成基準量	87.4	83.8	503	0.50
平成22年4月30日	平成22年5月31日	ハウレンソウ	有機基準量	16.1	14.8	89	0.50
			有機半量	15.4	14.4	86	0.25
			化成基準量	17.7	16.7	100	0.50
平成22年6月4日	平成22年6月24日	土壌還元消毒					
平成22年7月15日	平成22年8月11日	コマツナ チンゲンサイ	有機基準量	52.4	48.5	272	0.70
				73.5	71.1	141	0.70
平成22年9月15日	平成22年10月18日	ハウレンソウ	有機基準量	28.7	26.3	158	0.50
			有機半量	22.6	20.5	123	0.25
			化成基準量	28.4	26.9	161	0.50
平成22年11月29日	平成23年2月15日	ハウレンソウ	有機基準量	91.7	80.3	482	0.70
			有機半量	102.4	89.7	538	0.35
			化成基準量	84.1	72.5	435	0.70
平成23年4月20日	平成23年5月23日	ハウレンソウ	有機基準量	30.5	26.5	159	0.70
			有機半量	24.4	19.5	117	0.35
			化成基準量	37.8	34.8	209	0.70
平成23年7月15日	平成23年8月10日	土壌還元消毒					
平成23年8月25日	平成23年11月5日	小ネギ	有機基準量	10.2	8.6	334	1.20
平成23年12月24日	平成24年3月5日	ハウレンソウ	有機基準量	40.6	34.9	209	0.50

注1) 収量は、調製重×栽植密度×商品化率で算出した

2) 窒素施用量は、1.5kg/aを目安とし、土中残存量を考慮して設定した

作物名等	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	備考
ハウレンソウ	○—□												・エコ100販売
ハウレンソウ		○—□											・エコ100販売
土壤還元消毒			■										
コマツナ・チンゲンサイ				○—□									・一般販売
ハウレンソウ						○—□							・エコ100販売
ハウレンソウ								○—□					・エコ100販売
ハウレンソウ	○—□												・エコ100販売
土壤還元消毒			■										
コマツナ・チンゲンサイ				○—□									・一般販売
ハウレンソウ					○—□								・一般販売
ハウレンソウ							○—□						・エコ100販売
ハウレンソウ									○—□				・エコ100販売

図 13 土壤還元消毒と夏期輪作作物を組込んだエコ100 ハウレンソウ作付け体系

注) 備考欄記載の「エコ100販売」及び「一般販売」は、図9中の「エコ100導入想定時期」にもとづいて設定し、エコ100ハウレンソウとして栽培できる場合でも、想定する生産者単価が慣行のハウレンソウ単価を下回る時期のものは、一般販売を行うものと仮定した

表 21 場内試験ほ (100 m²) の年間経営収支 (円)

項目	慣行体系	エコ100体系	備考
販売額	677,050	639,033	試算 (ハウレンソウ: 4作、夏期輪作品目: 1作)
種苗費	438	438	栽培実績 (場内圃場データ)
肥料・農薬費	16,282	10,671	栽培実績 (宇部有機、堆肥、サンライム等)
動力光熱費	4,200	25,200	試算 (軽トラ出荷用)
諸材料費	16,000	18,000	試算 (防虫ネット、コマ効等)
減価償却費	165,900	159,329	試算 (ハウス、軽トラ、トラクタ等)
修繕費	96,300	89,400	試算 (取得価額の3%を計上)
負債利子	20,540	20,540	トラクタ、軽トラの取得価額の50%を利率2%で借入
雇用労働費	63,120	69,120	収穫・調整作業、土壤還元消毒
出荷経費	177,667	74,972	試算 (出荷資材、エコ100申請手数料等)
所得	116,604	171,363	
所得率 (%)	17.2	26.8	

- 注1) エコ100の可販化率は、収穫時期 (5/中、6/下、11/下、3/中) によって70%、60%、85%、85%とした
 2) マツナ、チンゲンサイの可販商品化率は、エコ100: 70%、慣行体系: 90%とした
 3) 販売額算出に用いた生産者単価 (エコ100体系) は、ホウレンソウ: 100円、コマツナ: 80円、チンゲンサイ: 75円とした
 4) 慣行体系の収支算定は、JA周南管内データ (単価) 及び場内ほ場データ (化成肥料区の収量) を用いた
 5) 慣行体系及びエコ100体系の収支算定結果は、実測値及び想定値を用いていることに留意する必要がある
 6) 動力光熱費は、販売に係る燃料費のみを試算 (140円/ℓ×10km/ℓ)
 7) 雇用労働費算出に係る単価 (時給) は800円で試算。自家労賃は所得内に含まれる。
 8) 両体系の出荷経費差は、全量JA出荷 (慣行体系) と量販店との相対取引 (エコ100体系) の違いである
 動力光熱費は、販売に掛る燃料費のみを試算 (往復60km×1作当り出荷数6回×140円/ℓ×10km/ℓ)

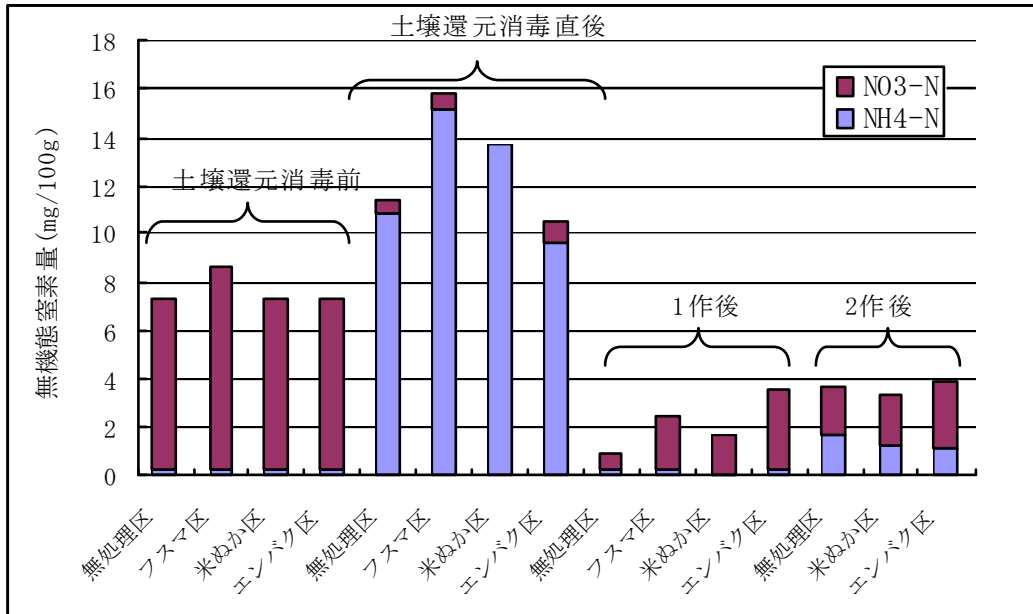


図 14 土壤中における無機態窒素量の推移

注1) 1作前及び2作目とも無施肥での栽培 (実証ほ先農家への聞き取り結果)

2) 土壌還元消毒後の無処理区値が高い (他の場内試験データ等との比較) 要因として、未分解有機物が残存していた可能性を指摘できる

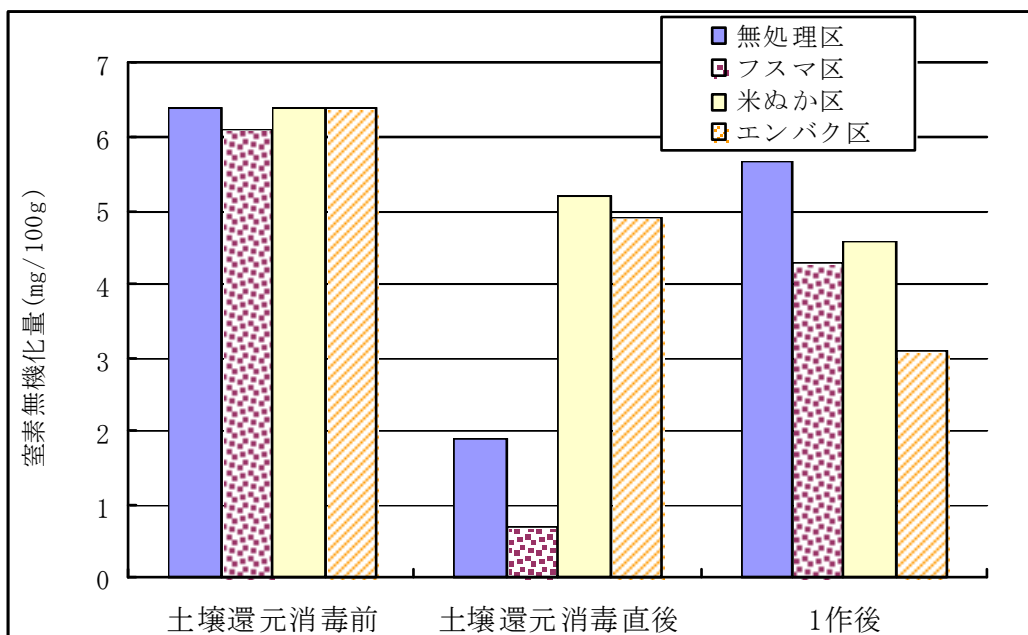


図 15 土壌の窒素無機化量の推移

表22 土壌還元消毒による抑草効果

調査月	イネ科雑草		広葉雑草	
	本数	生重	本数	生重
平成22年12月	0	0	1.3	0.4
平成23年7月	0	0	4.3	7.0

注1) 現地実証ほでの土壌還元消毒時期：平成22年7月28日～8月28日

2) 単位：㎡あたり本数、g

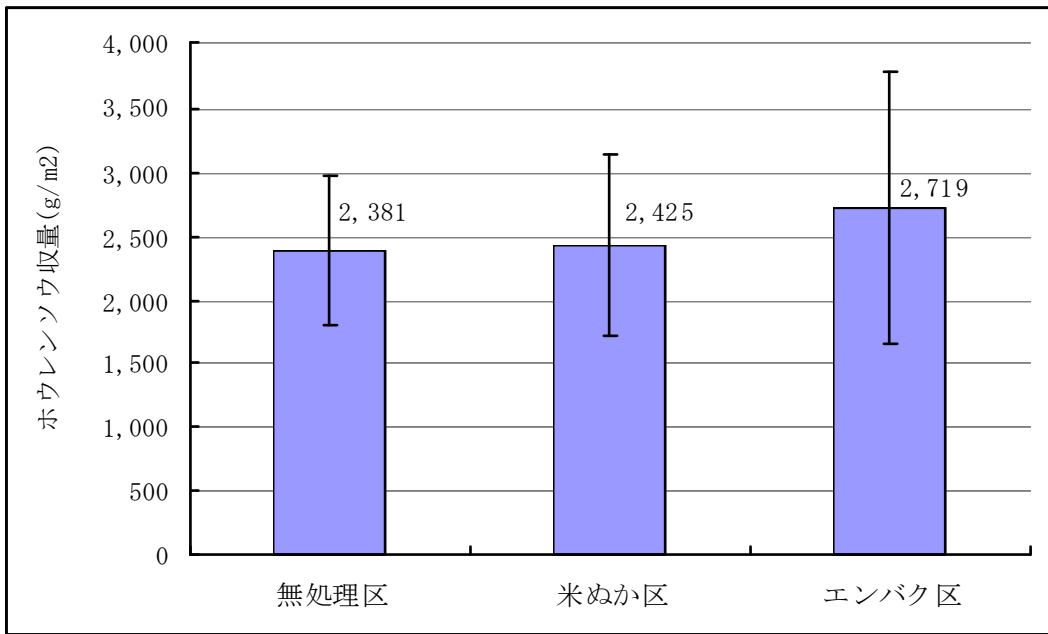


図 16 土壤還元消毒後 2 作目における収量