

雨よけハウスでネット被覆と太陽熱消毒を 組み合わせたコマツナの周年無農薬栽培実証

大森誉紀 石々川英樹 武智和彦 横田仁子* 清水篤**

Year-round culture without agricultural chemicals of Japanese mustard spinach by solar-heat disinfection, rain-cover cultivation and insect control net covering

OOMORI Takanori, ISHIISHIKAWA Hideki, TAKECHI Kazuhiko, YOKOTA Satoko and SHIMIZU Atushi

要 旨

コマツナの周年無農薬栽培において、防虫ネットと太陽熱土壌消毒で害虫被害を回避し、雨よけハウスで周年連続栽培の実証栽培を行ったところ、チョウ目害虫やキスジノミハムシの被害回避に有効で、可販率が高まり、収量も向上した。ネット被覆は、低温期には生育促進効果が見られコマツナ栽培に有利であるが、盛夏期には生育抑制や品質低下に働くので、この時期に太陽熱土壌消毒を導入するのが良い。堆肥を毎作 1kg/m²施用してコマツナを連続栽培する場合の施肥は窒素のみで良く、窒素施用量は 12g/m²が適当である。

キーワード：害虫，無農薬栽培実証，ネット被覆，連続栽培，堆肥，窒素施肥，コマツナ

1. 緒言

コマツナは調理の利用幅が広く、栄養価はホウレンソウと同等に高いことから需要が堅調で、量販店等では年間を通して販売されている。また、1作の生育期間が短く、連作にも比較的強いことから、周年栽培が比較的容易である。しかし、コマツナを食害する害虫種は多く、可食部を食害されるので害虫多発時には可販率が大幅に低下しやすい(長坂ら, 2003)。

その他栽培上の特徴として、雨よけ栽培を導入することで、天候に左右されない計画的な連続栽培が可能となる。害虫の発生は春から秋にかけて、チョウ目害虫やアブラムシ類などが発生する。チョウ目害虫にはBT剤(萩森ら, 2007)、アブラムシ類には天敵利用(長坂ら, 2009; 巽ら, 2003)、キスジノミハムシなどの土壌害虫には太陽熱消毒(長坂ら, 2009)の効果が高く、総合的に害虫被害を予防するには、防虫ネットで被覆する(熊倉ら, 2003; 長坂ら, 2003; 萩森ら, 2007; 長坂ら, 2009)ことがあげられる。

これらの知見に基づき、所内の雨よけハウスを用いて、ハウスの側面と妻面を防虫ネットで囲い、夏の高温時期には太陽熱消毒処理し、総合的に害虫の発生を回避するコマツナの周年無農薬栽培を実証し、これら

耕種的防除の害虫発生抑制への有効性について検討した。また、コマツナの品質成分は高温で糖やアスコルビン酸濃度が低下することが報告されており(田村, 2004)、連続栽培することによって、気象条件やネット被覆がコマツナ中の硝酸性窒素、糖およびアスコルビン酸量に与える影響について検討したので報告する。

2. 材料および方法

試験は 2011 年度と 2012 年度に、簡易な雨よけハウスを設置した所内のライシメーターで実施した。ライシメーターは、縦横各 2m の無底コンクリート枠圃場で深さ 1m 程度花崗岩風化土を充填した施設である。8 基ずつ 2 列に配置されており、1 列を無農薬区、他方を対照区とした。無農薬区は、試験期間中農薬を使用せず、ハウス周囲に目合い 0.6mm の防虫ネット(遮光率 87%)を展張した。対照区では、雨よけハウスの側面および妻面は解放とし、2011 年度は播種時にネオニコチノイド系殺虫剤、2012 年度は第 12 (7 月) 作まで播種時にネオニコチノイド系殺虫剤と合成ピレスロイド系殺虫剤を併用し、第 13 (8 月) 作以降は殺虫剤を使用しなかった。品種には「夏楽天」を用い、両年とも表 1 のとおり、4 月初旬から栽培を始め、その後約 1 か月ごと

* 現 農業大学校 ** 現 南予地方局八幡浜支局

に収穫、播種を繰り返し、2011年度は3月5日まで8回、2012年度は12月15日まで7回連続栽培を行った。栽植様式は、枠内に畝幅1mの平畝を2本作り条間20cm、株間10cmとし、1ヶ所2~3粒の点播とした。かん水

には散水チューブを用い、春秋は1日1回15分、夏は1日2回各10分かん水した。太陽熱土壌消毒は、第12(7月)~13(8月)作の間の、2012年8月10日から8月20日に実施した。

表1 コマツナの栽培概要

作	第1(4月)	第2(5月)	第3(6月)	第4(7月)	第5(8月)	第6(9月)	第7(10月)	第8(12月)
播種日	4月8日	5月13日	6月13日	7月11日	8月5日	9月9日	10月11日	12月9日
収穫日	5月9日	6月10日	7月8日	8月5日	9月2日	10月7日	11月14日	3月5日
生育日数(日)	31	28	25	25	28	28	34	86

作	第9(4月)	第10(5月)	第11(6月)	第12(7月)	第13(8月)	第14(9月)	第15(10月)
播種日	4月6日	5月11日	6月13日	7月18日	8月21日	9月21日	10月19日
収穫日	5月8日	6月7日	7月9日	8月8日	9月12日	10月17日	12月15日
生育日数(日)	32	27	26	21	22	26	57

第1(4月)~第8(12月)作までは2011年度、第9(4月)~第15(10月)作は2012年度。太陽熱土壌消毒を、2012年8月10日~8月21日に実施。

表2 コマツナ栽培施肥区の概要

区名	資材	(g/m ² /作)											
		第1(4月)作				第2(5月)~第8(12月)作				第9(4月)~第15(10月)作			
		現物	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	現物	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	現物	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ペレット	堆肥	1200	48	24	36	600	24	12	18	800	32	16	24
	化学肥料	0				0				0			
牛糞硫安	堆肥	2000	45	20	20	1000	23	10	10	1300	29	13	13
	化学肥料	120				60				75			
牛糞化成	堆肥	2000	44	36	40	1000	22	18	20	1300	29	23	26
	化学肥料	200				100				130			
化成	堆肥	0	24	16	20	0	12	8	10	0	16	10	13
	化学肥料	200				100				130			

ペレットは牛糞堆肥に硫安を混和し成型したもので、N:P₂O₅:K₂O=4:2:3。

ペレットの製造に使用した硫安は化学肥料には含めていない。

牛糞堆肥はN:P₂O₅:K₂O=1:1:1。化成肥料はN:P₂O₅:K₂O=12:8:10の粒状固形肥料。

施肥には、表2のとおり、牛糞ペレット堆肥(以下、ペレット堆肥)、成型していない牛糞堆肥、化成粒状固形肥料(以下、化成肥料)および硫安を供試した。施肥試験区は、無農薬区および対照区内に、ペレット堆肥のみ使用するペレット区、牛糞堆肥と硫安を使用する牛糞硫安区、牛糞堆肥と化成肥料を使用する牛糞化成区および化成肥料のみ使用する化成区の4施肥区を各2反復で設置した。施用資材の肥料成分含有率(N-P₂O₅-K₂O(%))は、ペレット堆肥が4-2-3、牛糞堆肥が1-1-1、化成肥料が12-8-10、硫安が21-0-0で、第1(4月)作の施用量は、化成肥料および硫安の窒素量を24g/m²、牛糞堆肥を2kg/m²とし、ペレット堆肥は1.2kg/m²施用して牛糞化成区および牛糞硫安区の窒素施用量とほぼ同じになるようにした。なお、牛糞堆肥の水分率は約50%、ペレット堆肥の水分率は約15%であるので、堆肥中の固形分の施用量は両区で同じである。第2(5月)~第8(12月)作は、第1(4月)作

の施肥量が過剰と判断されたため、いずれの資材も第1(4月)作の半量とし、化成肥料および硫安の窒素量を12g/m²、牛糞堆肥を1kg/m²、ペレット堆肥を0.6kg/m²施用した。第8(12月)作までのコマツナの生育は時期とともに低下傾向にあったので肥効不足と判断し、第9(4月)作以降の施用量は、第2(5月)~第8(12月)作に比べ33%増施し、化成肥料および硫安の窒素量を16g/m²、牛糞堆肥を1.3kg/m²、ペレット堆肥を0.8kg/m²施用した。石灰質肥料は期間を通じて施用しなかった。収穫は草丈が30cm程度となった時期に行った。枠圃場ごとにコマツナを全て収穫し、全収量を測定した。そして、極端に小さな株や害虫の食害被害を受けた株を除去して調製し、全収量に対する調整重量の割合を可販率とした。なお、害虫の食害が極軽微な株は調整株に含めた。また、各枠の調製株から無作為に取り出した20株について草丈と20本重(生重)を測定した。害虫や生理障害の発生状況は圃場での見取り調査によ

った。ハウス内温度は、2012年度にデータロガー (TR-51S)を地表面から1mの高さに設置し記録した。

コマツナの成分分析は第9(4月)作以降に実施し、収量測定後のコマツナから発育中庸な数株を選定し硝酸性窒素、糖、アスコルビン酸の各濃度をHPLCにより測定した。各成分の抽出方法およびHPLCの測定条件は以下のとおりとした。

硝酸性窒素は、コマツナの水抽出液を分析カラム Shodex Asahipak NH2p-50 4E, カラム温度40℃, 蒸留水1Lにリン酸水素二ナトリウム12水和物1.79g, リン酸二水素ナトリウム二水和物0.78g, 過塩素酸ナトリウム一水和物14.04gを溶解した溶離液を0.8ml/minで送液し, 210nmに設定したUV検出器により測定した。糖は, 80%エタノール抽出液をロータリーエバポレーターで濃縮乾固し, 蒸留水で再溶解したあと, 分析カラム Shodex SUGAR SP0810, カラム温度80℃, 蒸留水を0.8ml/minで送液しRI検出器によりショ糖, ブドウ糖, 果糖濃度を測定し, その合計値を糖度とした。

アスコルビン酸は, 5%メタリン酸抽出液を測定直前に10倍希釈し, 分析カラム TOSOH TSKgel ODS-100V 5 μ m (150mm), カラム温度40℃, 0.1%メタリン酸溶液を1.0ml/minで送液し254nmに設定したUV検出器により測定した。

各抽出液は0.45 μ mのフィルターでろ過した後, HPLCヘインジェクションした。測定は各試験区3連制

とし, その平均値を試験区の測定値とした。

3. 結果

3.1 雨よけハウス内の温度の推移

雨よけハウス内の温度を図1に示した。日最低温度は, 雨よけハウスの側面と妻面を0.6mm目合いの防虫ネットで被覆した無農薬区と側面が開放の対照区でほぼ同じであった。日最高温度は無農薬区が常に対照区を上回り, 2012年度の栽培期間の平均で無農薬区が35.0℃, 対照区が31.3℃であった。7月上旬から9月中旬までは, 日最高温度が無農薬区で45℃程度, 対照区で40℃程度の高温で推移した。

3.2 コマツナの生育と収量

各栽培時期の全収量, 可販率, 草丈および20株重について, 栽培法と施肥法を要因とする分散分析を行った(表3)。15作で各4項目の60処理の内, 5%以上の水準で有意な処理は, 栽培法が38処理, 施肥法および交互作用が4処理であった。このことから, コマツナの生育および収量には, 栽培法の影響は大きいと施肥法の影響は小さいと考えた。そこで, 全収量, 可販率, 草丈および20株重については, 無農薬区と対照区の両栽培試験区内を平均することとし, これら項目の栽培期間中の推移を図2に示した。

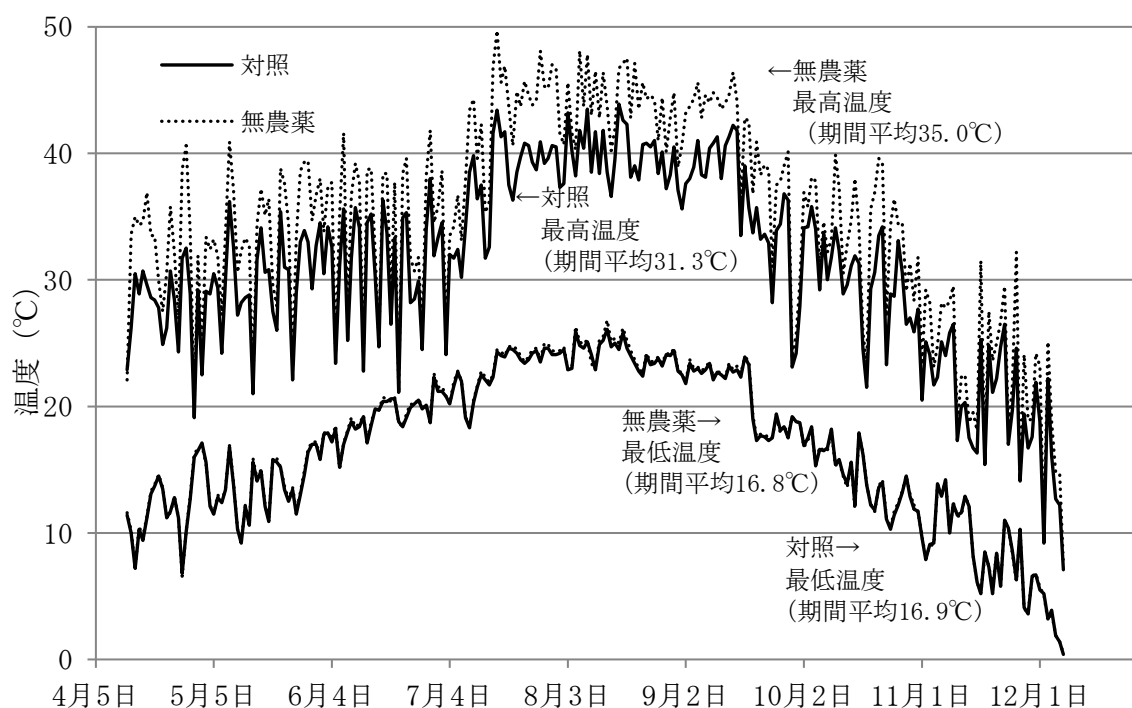


図1 雨よけハウス内の最高、最低温度 (2012年度)

表3 栽培法および施肥法が異なるコマツナ生育，収量の分散分析結果集計

区分	作	第1 (4月)	第2 (5月)	第3 (6月)	第4 (7月)	第5 (8月)	第6 (9月)	第7 (10月)	第8 (12月)
栽培法	全収量	**	**	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.
	可販率	n. s.	n. s.	**	**	n. s.	n. s.	**	**
	草丈	**	**	**	n. s.	n. s.	n. s.	*	**
	20株重	**	n. s.	n. s.	**	*	n. s.	n. s.	n. s.
施肥法	全収量	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	*
	可販率	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
	草丈	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	**
	20株重	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
交互作用	全収量	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*
	可販率	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
	草丈	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	**
	20株重	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.

区分	作	第9 (4月)	第10 (5月)	第11 (6月)	第12 (7月)	第13 (8月)	第14 (9月)	第15 (10月)
栽培法	全収量	*	**	**	**	n. s.	**	**
	可販率	**	**	**	n. s.	**	**	**
	草丈	**	**	**	**	*	**	**
	20株重	n. s.	n. s.	n. s.	**	*	**	**
施肥法	全収量	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
	可販率	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
	草丈	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.
	20株重	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
交互作用	全収量	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
	可販率	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
	草丈	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
	20株重	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

全収量は，無農薬区では第2（5月）作に9kg/m²と高く第8（12月）作まで漸減し，翌春の第9（4月）作に再び8kg/m²と高かったが第12（7月）作まで大きく減少した。第14（9月）作と第15（10月）作は約7.5kg/m²と高かった。対照区では第1～5作まで漸増したが，その後漸減した。第9（4月）作は約6.5kg/m²と高かったが，第11（6月）作まで大きく減少し，その後は約4～5kg/m²であった。

可販率は，第8（12月）作と第12（7月）作を除き，無農薬区が対照区と同等か高く推移した。第1（4月）～8（12月）作までは無農薬区では緩やかに漸減したが，

対照区では第2（5月）～4（7月）作にかけてと，第5（8月）～7（10月）作にかけて大きく低下した。第9（4月）作は両区とも90%以上と高く，無農薬区では第11（6月）作まで高かったが，第12（7月）作に著しく低下した。対照区は第11（6月）作まで大きく低下し第12（7月）作も低かった。第13（8月）作以降は両区とも高く推移した。

草丈は，第1（4月）～3（6月）作，第8（12月）～11（6月）作および第14（9月）～15（10月）作では無農薬区で高く，これ以外の栽培時期では対照区と同等か低かった。

表4 コマツナに発生した主要な害虫と生理障害

作	第1 (4月)	第2 (5月)	第3 (6月)	第4 (7月)	第5 (8月)	第6 (9月)	第7 (10月)	第8 (12月)
年度	2011年度							
対照	—	—	—	ハイマダ ^ラ メイ ^カ	—	—	ハイマダ ^ラ ノメイ ^カ ネリムシ類 カ ^ハ ラ ^ハ チ	—
無農薬	—	—	—	—	—	—	ネリムシ類 ア ^フ ラムシ類	ア ^フ ラムシ類
作	第9 (4月)	第10 (5月)	第11 (6月)	第12 (7月)	第13 (8月)	第14 (9月)	第15 (10月)作	
年度	2012年度							
対照	—	キシ ^ジ ノミ ^{ムシ}	キシ ^ジ ノミ ^{ムシ}	キシ ^ジ ノミ ^{ムシ} ヨ ^ウ ムシ類	—	—	—	—
無農薬	—	—	—	矮化	—	—	—	—

太陽熱土壌消毒を，2012年8月10日～8月20日に実施

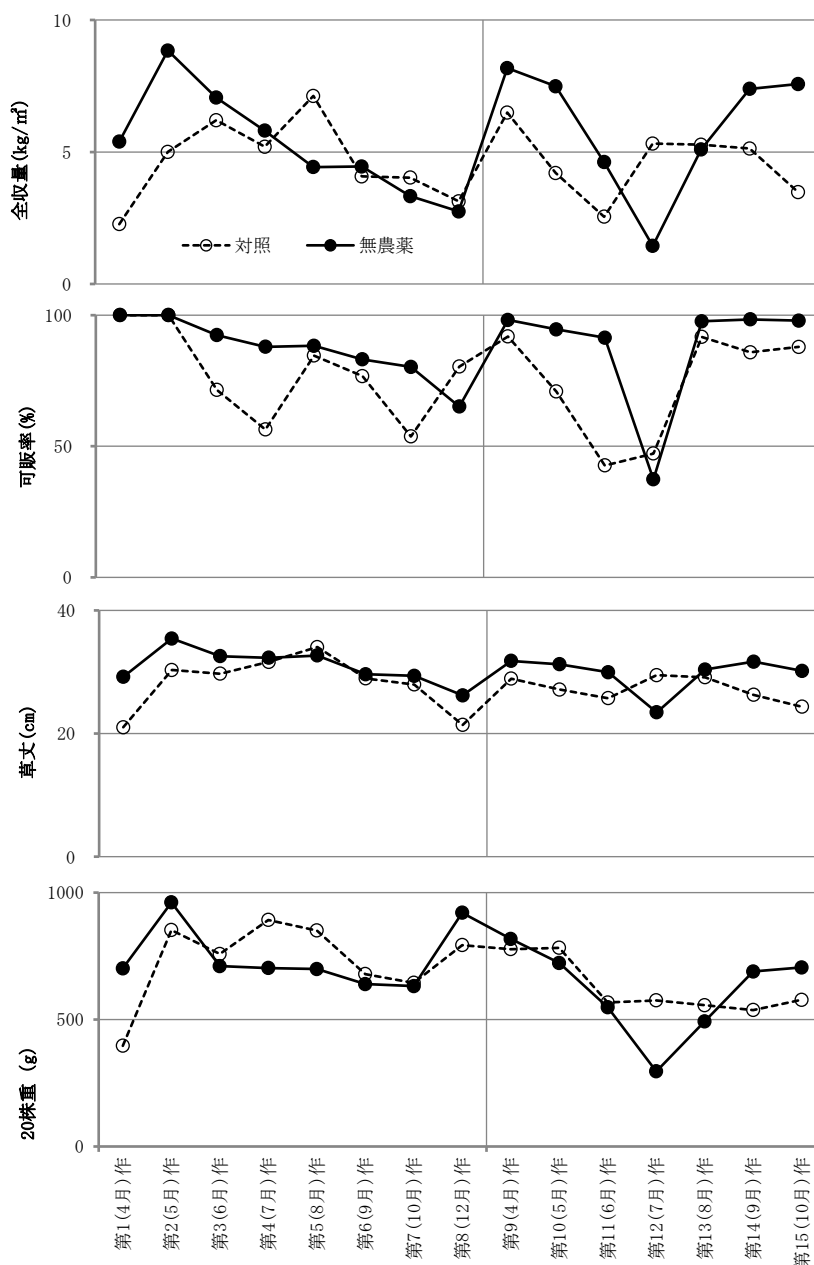


図2 コマツナの生育と収量の推移

収穫は草丈が30cm程度となった時期。極端に小さな株や害虫の食害被害を受けた株を除去して調製。ただし、害虫の食害が極軽微な株は調整株に含む。

20株重は草丈と同様な傾向にあり、第1(4月)～2(5月)作、第8(12月)～9(4月)作および第14(9月)～15(10月)作では無農薬区で高く、これ以外の栽培時期では対照区と同等か低かった。

3.3 害虫等の発生状況

無農薬区では、第7(10月)作にネキリムシ類、第7(10月)作と第8(12月)作にアブラムシ類が発生し、第12(7月)作は高温による生理障害と思われる極端な矮化が発生した。対照区では、第4(7月)作にハイマダラノメイガ、第7(10月)作にハイマダラノメイガ、ネキリムシ類およびカブラハバチが発生した。ま

た、第10(5月)～12(7月)作はキスジノミハムシが連続して発生し、第12(7月)作にはヨトウムシ類も発生した(表4)。

3.4 栽培前後の土壌の変化

栽培終了後の土壌は、開始前の土壌と比べ、T-Cがペレット堆肥区、牛糞硫安区で1.9倍、牛糞化成区で1.4倍に増加したものの、化成のみ区では0.9倍であった。MgOは化成のみ区で0.5倍に減少し、CaOはいずれの区も0.4～0.7倍に減少した。K₂Oはいずれの区も増加したが、牛糞化成区では2.6倍と大きく増加した。p(H₂O)は牛糞化成区で5.5であったが、他の区では4.6

表 5 各施肥区における試験開始前、開始 1 年後、試験終了後の土壌の化学性

区	時期	pH(H ₂ O)	EC (mS/cm)	T-C (%)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	P ₂ O ₅ (mg/100g)
ペレット	開始前	7.0	0.1	2.2	322	26	21	273
	第9(4月)作後	-	0.3	3.2	269	28	43	240
	終了後	4.6	0.2	4.3	174	30	35	201
	終了後/開始前	0.7	2.0	1.9	0.5	1.2	1.7	0.7
牛糞硫安	開始前	7.0	0.1	1.9	380	23	18	272
	第9(4月)作後	-	0.3	2.6	264	23	37	232
	終了後	5.0	0.2	3.6	231	29	32	218
	終了後/開始前	0.7	2.0	1.9	0.6	1.3	1.8	0.8
牛糞化成	開始前	7.0	0.3	2.2	350	26	23	267
	第9(4月)作後	-	0.3	2.6	278	33	63	272
	終了後	5.5	0.1	3.1	246	37	60	258
	終了後/開始前	0.8	0.3	1.4	0.7	1.4	2.6	1.0
化成	開始前	7.0	0.1	1.8	335	23	19	276
	第9(4月)作後	-	0.3	1.8	225	13	27	226
	終了後	4.7	0.2	1.6	149	12	27	183
	終了後/開始前	0.7	2.0	0.9	0.4	0.5	1.4	0.7

採土は作土。 CaO, K₂O, MgO は交換性塩基。 P₂O₅ は可給態リン酸。

～5.0 と低かった。P₂O₅ は牛糞化成区で 1 倍であったが、他の区では 0.7～0.8 倍とやや減少した (表 5)。

3.5 コマツナの品質の推移

コマツナに含まれる硝酸性窒素、糖度、アスコルビン酸量について、栽培法および施肥法を要因とする分散分析した結果を表 6 に示した。品質分析の結果も生育・収量の分散分析結果と類似し、有意差が認められたのは栽培法が異なる場合のアスコルビン酸濃度であり、施肥法の違いによる成分への影響はほとんど見られなかった。そこで、無農薬区と対照区の両栽培試験区内の測定値を平均し栽培期間中の推移を図 3 に示した。

硝酸性窒素は第 12 (7 月) 作にピークとなったが、栽培方法による影響はほとんどなく、外気温の低下に伴って緩やかに減少する傾向であった。

コマツナに含まれる三種類の糖を合計した糖度の推移は、外気温が高い時期に低下する傾向が見られたが、ネット被覆の有無による一定の傾向は見られなかった。三糖の構成比は、第 11 (6 月)～13 (8 月) 作ではショ糖 10%、ブドウ糖 60%、果糖 30% 程度であったのに対し、第 9 (4 月), 10 (5 月), 14 (9 月), 15 (10 月) 作の分析ではショ糖がほとんど含まれず、ブドウ糖 70%、果糖 30% の比率であった。

アスコルビン酸濃度は、栽培期間を通じて大きな変動は見られなかったが、栽培方法間の比較では第 12 (7 月)～13 (8 月) 作では無農薬区が対照区よりも有意に高く、第 10 (5 月)～11 (6 月) 作と第 14 (9 月)～15

(10 月) 作では対照区が無農薬区よりも有意に高かった。

4. 考察

4.1 栽培体系の概要と総合的病害虫管理技術の効果

本試験は、防虫ネットと太陽熱土壌消毒で害虫被害回避とし、雨よけハウスで周年連続栽培を行う体系とした。害虫の発生では、対照区で 2011 年にハイマダラノメイガやカブラハバチ、2012 年にキスジノミハムシ等が発生し可販率を低下させたが、無農薬区では 2011 年の冬春期の第 7 (10 月) 作と第 8 (12 月) 作にアブラムシ類が発生したのみであった。また、太陽熱土壌消毒後は対照区でもキスジノミハムシの被害が見られなくなった。これらのことから、防虫ネットと太陽熱土壌消毒の組み合わせは、チョウ目害虫や土壌害虫の被害回避に有効であることが明らかとなった。0.8mm 以上の目合いのネットではキスジノミハムシを完全には阻止できない (尾島, 2010) ことから、本試験では 0.6mm 目合いの防虫ネットを用いたことも効果が認められた理由の一つと思われた。

アブラムシ類は無農薬区で発生したことから、0.6mm 目合いの防虫ネットを通りぬけて侵入したものと思われた。アブラムシ類の防除には、多発生株の除去と天敵ダイコンアブラバチの放飼が有効 (巽ら, 2003) で、ハウス内へ侵入直後のアブラムシ類を効率的に防除するにはトウモロコシアブラムシを着生させたオオムギを用いた天敵バンカー法が有効 (長坂ら, 2009) と報

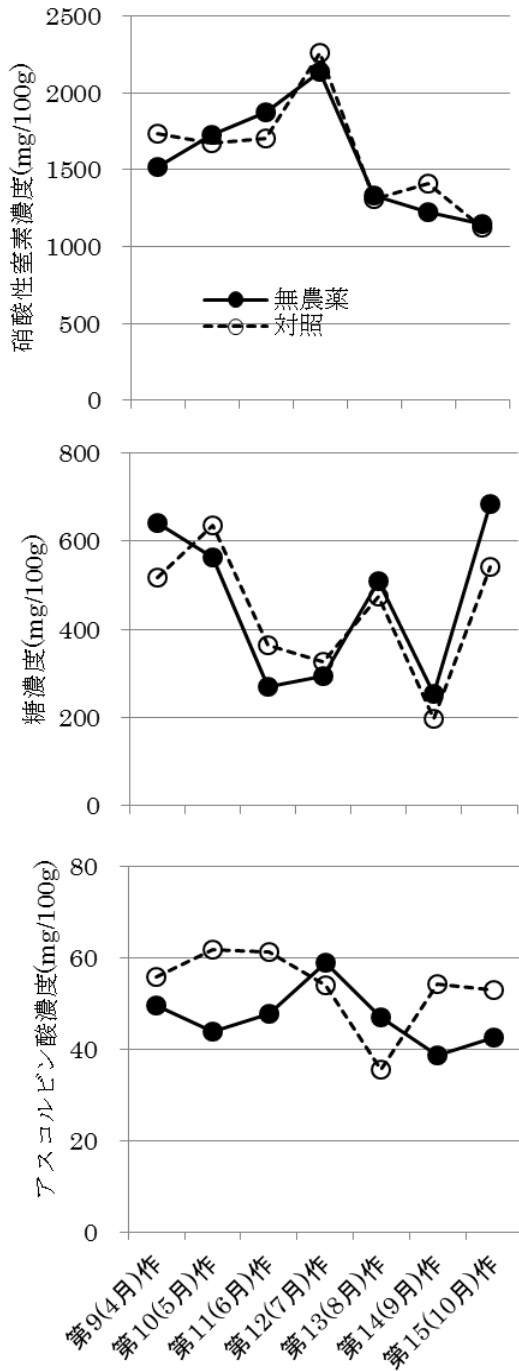


図3 コマツナの内容成分の推移

告されている。また、コマツナの有機栽培では秋から冬にかけてダイコンサルハムシやヤサイゾウムシが発生し、その対策が重要となる。ダイコンサルハムシではハウス周囲へ防草シートを敷設し発生源を除去し、ヤサイゾウムシでは成虫捕獲用トラップを設置することで、害虫密度を低下できる(長坂ら, 2009)とされている。本試験ではこれら害虫の発生はなかったが、今後の実証試験が望まれる。

4.2 防虫ネット被覆の効果と対策

防虫ネット被覆は多くの害虫被害回避に有効であるが、夏季はハウス内に熱気が滞留し、日中の作業は過酷である。また無農薬区の株の充実度は、夏季は対照区より低く、第12(7月)作では矮化の被害が発生した。その直後に太陽熱土壌消毒を実施し、対照区で発生していたキスジノミハムシ被害を回避できた。また、コマツナの硝酸性窒素と糖濃度については、栽培法による違いが認められないのに対し、アスコルビン酸濃度は第12(7月)～13(8月)作の分析で対照区が有意に高い結果であった。コマツナやハウレンソウでは、硝酸性窒素濃度とアスコルビン酸濃度が逆相関を示す傾向にあることが知られている(藤原ら, 2005)。今回の分析では、硝酸性窒素濃度に栽培方法による違いは無い。夏季高温時に無農薬区では20株重は小さく、硝酸性窒素とアスコルビン酸がともに高いことから、乾物率の増加による濃縮効果と推察された。

一方、冬春の低温期では、無農薬区のコマツナは対照区より株の充実が良く、収量も高かった。冬春期もネット被覆により日最高温度が対照区より高くなり、低温期の生育促進に有効であった。また、コマツナの品質については夏季と同様であり、アスコルビン酸については第9(4月)～10(5月)作と第14(9月)～15(10月)作の4回の分析のうち3回で対照区が無農薬区よりも有意に高かった。この時期の三糖の構成比

表6 栽培法および施肥法が異なるコマツナ生育、収量の分散分析結果集計

区分	作	第9(4月)	第10(5月)	第11(6月)	第12(7月)	第13(8月)	第14(9月)	第15(10月)
栽培法	硝酸性窒素	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
	糖 度	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	*	*
	アスコルビン酸	n. s.	**	**	*	*	**	**
施肥法	硝酸性窒素	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.
	糖 度	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
	アスコルビン酸	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
交互作用	硝酸性窒素	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
	糖 度	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
	アスコルビン酸	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

は、夏季と比べシロ糖が含まれず、ブドウ糖の比率は高かった。植物におけるアスコルビン酸の生合成はブドウ糖を出発物質とする(米山ら 1992)。このことから、低温期では基質であるブドウ糖濃度が高かったためアスコルビン酸濃度が高まったと推察された。

以上のことから、雨よけハウスとネット被覆の組み合わせでは、夏季は作業環境の悪化、コマツナ品質の低下および害虫被害の回避のために、太陽熱土壌消毒を導入することが好ましいと考えられた。さらに内容成分については、硝酸性窒素と糖度がネット被覆による無農薬栽培が対照区と変わらないのに対し、アスコルビン酸はネット被覆することで冬春期に減少傾向が見られたことから、その再現性の確認と要因解析にはさらなる検証が必要である。

4.3 土壌管理対策

本試験は、年間7~8作で2年間コマツナを連続栽培した。毎作、堆肥や肥料を施用したので、牛糞堆肥を施用した牛糞硫安区和牛糞化成区では両年とも年間牛糞施用量はそれぞれ約9kg/m²と、一般的なハウス栽培での年間施用量より多い。牛糞堆肥中の固形分施用量とペレット堆肥中の固形分施用量は同じなので、有機物施用量は同じと考えられる。このため、ペレット堆肥や牛糞堆肥を施用した区では試験期間の前後でT-Cが増加し、化成のみ区では有機物を施用しなかったものでT-Cが増加しなかったものと思われた。

ペレット堆肥区と牛糞硫安区では、化学肥料としてのリン酸やカリの施肥を行わなかったが、これらの区のP₂O₅はやや減少したものの200mg/100g以上と高く維持されており、さらにK₂Oは1.7~1.8倍に増加した。また、牛糞化成区のK₂Oは著しく増加した。これらのことから、堆肥を毎作1kg/m²施用する場合は、窒素のみの施肥で良いことが明らかとなった。

第9(4月)作以降は堆肥や肥料の施用量を約30%増量したものの、全収量が第1(4月)~8(12月)作と第9(4月)~15(10月)作でほぼ同じであり、20株重が第1~8回より第9(4月)~15(10月)作の方がやや小さい傾向にあった。石灰質肥料を施用しなかったため、土壌のCaOが減少しpH(H₂O)が低下した影響と思われる。試験開始前からP₂O₅や塩基類は土壌に蓄積していたが、供試土壌は保肥力の低い砂質の花崗岩風化土であったため、栽培期間中に肥料成分の多くが地下に溶脱したと推察された。

以上のことから、これら土壌でコマツナを連続栽培する場合は、毎作、堆肥施用量は1kg/m²、施肥窒素施

用量は12g/m²程度とし、環境に過剰に負荷を与えない施肥管理が望ましいと考えられた。

4.4 小規模多品目栽培ハウス等への適応性

尾島(2010)は、本試験とほぼ同様な無農薬栽培体系で、有機栽培を営む農家において現地実証試験を行ったところ、防虫ネットを使用することで農業経営費は増加したが、コマツナ収量が増加し販売額も増加した。このため、農業所得も増加した。また、害虫の捕殺や出荷調製に要した労働時間が半減し、経営改善に有効であったと報告している。本試験でも、可販率が高いほど収量は高い傾向にあり、労働時間の減少や農業所得の増加等について同様な効果が期待できる。

また、コマツナ等の軟弱野菜類は需要が安定しており、直販所等では重要な品目である。直販所へ出荷する農家は、一つのハウス内で多品目を小規模に生産することが多い。今回の試験はコマツナでの実証栽培であったが、シュンギク、京菜、ホウレンソウ等でも適用可能と思われる。同一ハウス内で多品目生産する場合は、散布農薬のドリフトに由来する残留農薬が問題となることがあり、使用農薬に限られる。本試験で実証した無農薬栽培体系を用いれば、無農薬で栽培が可能となり、多品目栽培や栽培時期を少しずつずらせた連続出荷が可能で、有利な経営展開につながると思われる。同一ハウス内での多品目連続栽培については今後の検討が望まれる。

引用文献

- 尾島一史(2010):コマツナ無農薬雨よけハウス栽培における周年安定生産技術の導入効果, 農業および園芸, **85**, 754-760.
- 熊倉裕史, 長坂幸吉, 中川泉(2003):露地栽培のコマツナおよびハクサイに対する防虫ネットトンネルと太陽熱処理の併用効果, 近畿中国四国農業研究センター研究報告, **2**, 27-39.
- 巽えり子, 新井絵美, 長坂幸吉, 高田肇(2003):ハウス栽培コマツナにおけるアブラムシの生物的防除の可能性: I.アブラムシとその天敵昆虫の発生消長ならびに天敵昆虫放飼による防除効果, 京都府立大学学術報告. 人間環境学・農学, **55**, 87-100.
- 田村晃(2004):栽培期間中の気温がホウレンソウおよびコマツナの糖とビタミンC濃度に及ぼす影響, 園芸学研究, **3**, 187-190.
- 長坂幸吉, 熊倉裕史, 田中和夫, 中川泉, 尾島一史(2003):野菜栽培での防虫ネットの効果, 植物防疫,

57, 169—173.

長坂幸吉, 安部順一郎, 尾島一史 (2009): 中山間雨よ
けハウスでのコマツナ周年無農薬栽培における虫害
軽減対策, 植物防疫, 63, 418—422.

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剤を組み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.

藤原隆広, 熊倉裕史, 大田智美, 吉田祐子, 亀野貞
(2005): 市販ホウレンソウのL-アスコルビン酸およ
び硝酸塩濃度の周年変動, 園芸学研究, 4, 347—352.

米山忠克, 建部雅子 (1992): アスコルビン酸 (ビタミ
ンC)・シュウ酸・硝酸の代謝と相互関係, 農業およ
び園芸, 67, 1055—1062.