

初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抑制

熊倉裕史・長坂幸吉*・藤原隆広・吉田祐子

Key words : pest management, insect-proof screen, tunnel-covering, solarlization, *Brassica rapa*

目 次

I 緒 言	1	3 ハクサイの生育	6
II 材料および方法	2	4 病虫害程度を目安としての剥き玉重	7
1 試験区の構成	2	5 収 量	7
2 栽培概要	2	6 ネットトンネル利用技術の留意点	9
3 調査項目	3	IV 摘 要	10
III 結果および考察	3	引用文献	10
1 太陽熱処理の雑草抑制効果	3	Summary	11
2 病虫害	4		

I 緒 言

わが国の中山間地域での農業生産を維持してゆくために、水田（転作田）を有効に利用した野菜生産を定着・安定化させることが重要である。大産地を形成しづらい中山間地では、少量多品目の小規模野菜生産を軸とし、「消費者との連携・信頼関係を構築」する方策での成功事例が多く見受けられるが、今後、減農薬生産をさらに進めて、消費者に対して生産物の安全性をアピールすることが一層重要となってくるであろう。

野菜類の減農薬栽培のための手法として、近年、天敵の利用など多様な方法が提示されているが^{5,8)}、とくに中山間小規模産地で導入しやすいのは、防虫ネットなどの被覆資材による物理的防除法と思われる。

著者らは前報²⁾において露地野菜（コマツナ・ハクサイ）への防虫ネットトンネルと太陽熱処理の併用効果について検討し、コマツナの無農薬ネットトンネル栽培では、夏作と秋作で主要害虫が異なり、夏作では0.6mm目合いネットトンネル被覆の効果は殺虫剤利用に比べ優れていること、秋作では0.6mm目合いネットトンネル被覆はアブラムシの侵入を完全には防ぐことができず、虫害回避に不十分であること、初冬どりハクサイでは、ネットトンネル内への害虫侵入が少なければ無農薬でも農薬施用区と同程度の高い可販球収量（約600kg/a）が得られるが、コマツナの場合と同様にネットトンネル内への害虫侵入がある程度生じるので対策が求められることなどを示した。

これらの結果から、露地栽培でのネットトンネル被覆は虫害回避に大いに有効であると認められた。

（平成16年3月18日受理）

野菜部

*総合研究部

一方、前報ではトンネル被覆時には裾部を確実に埋めて地際からの害虫侵入阻止を図ったのであるが、この裾埋めを手作業で行うと、その労力負担が大きかった。その上、そのように被覆を行っても上記のように害虫が侵入する場合があります、労力負担が効果に見合うかどうか疑問が残った。

さらに、栽培期間の長いハクサイではとくに、いったんトンネル内に害虫が侵入すると、侵入個体数が僅かであってもトンネル内部では天敵の不在のために急速に繁殖し(虫かご状態)、収穫時の寄生頭数が多くなって可販株率が大きく低下することが観察された。この対策として、栽培途中で農薬散布を併用することが考えられる。しかし、目合いが細かい場合、ネット越しでは薬液が作物にうまくかからないので、散布に際しネットを開ける必要があり、ネット裾を埋めていると作業上、不都合である。

これらのことから、ネットトンネル被覆を行うとしても、その裾埋めを行わずに、必要時にはトンネルを開けて農薬散布を実施できるような被覆法についても試行する必要があると考えられた。このような背景から、本報告では初冬どりハクサイのネットトンネル栽培に、少回数の農薬施用を併用した場合およびトンネル裾をクリップ留めした場合の効果について検討した。また、ネットトンネル栽培では栽培中にトンネル内の除草作業がしづらいが、前報で、作付け前に太陽熱処理を行うと畝肩の雑草を抑え有効な対策となることを示した。前報の結果では太陽熱処理はネットトンネル内のアブラムシ被害を軽減する効果もあったが、この効果についてはさらに検討を要すると考えられたので、本報告においても太陽熱処理効果を再検討した。

本報告の試験は地域先導技術総合研究(21世紀プロ7系)「中山間水田における害虫総合防除等による高品位野菜生産システムの確立」の一環として実施したものである。

Ⅱ 材料および方法

1 試験区の構成

2002年に近中四農研センター内圃場(京都府綾部市)において、当地域の前進化作型(8月30日定植)と慣行作型(9月10日定植)について栽培試験を実

施した。それぞれについて、栽培前の太陽熱処理の有無(S1=有り, S0=無し)、防虫用ネットトンネル(0.6mm目合い)被覆方法の違い(NB=裾埋め; NC=裾クリップ留め; N0=無被覆)、および定植後の農薬施用程度の違い(PM=6回ないし7回; PF=2回ないし3回; P1=1回; P0=無)の影響を検討する20試験区を設けた。試験区は反復数2、反復当たり4㎡とした。

太陽熱処理は施肥、耕耘、作畝後に土壌表面を古ビニルで被覆する方法で行った。処理期間は、8月30日定植区では8月9~29日の20日間、9月10日定植区では8月29日~9月9日の11日間とした。

防虫用ネットトンネル資材としては0.6mm目合いネット(商品名「サンサンネットN-3000」)を用いた。NB=裾埋め区ではトンネル裾を土中に埋め、NC=裾クリップ留め区では約100cm間隔のトンネル支柱の地際のところでネットをクリップ留めした(写真1~3参照)。

各試験区の農薬施用内容は第1表に示すとおりで、PM区については8月30日定植区では7回、9月10日定植区では6回の施用とし、PF区については8月30日定植区では3回、9月10日定植区では2回の施用とした。

2 栽培概要

試験圃場の前作は青刈りソルゴーで、試験直前にすき込んだ。施肥、耕耘、作畝は、太陽熱処理有りの区では太陽熱処理直前に、太陽熱処理無しの区では定植前日に行った。基肥として、化成肥料(IB複合燐加安604)を用いてN:P₂O₅:K₂O=16:10:14 kg/10a相当量を施し、同時に有機石灰(セルカ)を150kg/10a施用した。

ハクサイ品種「黄ごころ85」を供試した。播種日は、8月10日(8月30日定植区)および8月19日(9月10日定植区)とし、128穴セルトレイで育苗した。育苗中は適宜農薬散布を行った。8月30日定植区、9月10日定植区ともに100cm畝に2条植え、株間40cmとして無マルチ条件で定植した。追肥は9月30日(8月30日定植区)および10月4日(9月10日定植区)に、化成肥料を用いてN:P₂O₅:K₂O=7.0:4.4:6.1kg/10a相当量を施用した。ただし、トンネルを裾埋めしたNB区には施用しなかった。収穫は結球

第1表 各試験区に対する農薬施用および追肥

施用日 (月/日)	殺 虫 剤		殺菌剤	8/30定植区				9/10定植区			
	(剤の系統・化学名)	(商品名・希釈倍率)		PM	PF	P1	P0	PM	PF	P1	P0
8/30	ネオニコチノイド系クロロニコチル剤	モスピラン粒剤		○	○	○					
9/9	有機リン・DDVP 剤	DDVP 乳剤・1500倍	T P N 剤	○							
9/10	ネオニコチノイド系クロロニコチル剤	モスピラン粒剤						○	○	○	
9/16	マクロライド系エマメクシン安息香酸塩乳剤	アフーム乳剤・1500倍	T P N 剤	○	○			○			
9/23	BT (kurstaki+aizawai) 生菌	バシレックス水和剤・1000倍	有機銅水和剤	○				○			
10/1	ネオニコチノイド系イミダクロプリド水和剤	アドマイヤーフロアブル・4000倍	有機銅水和剤	○				○			
10/10	ネオニコチノイド系イミダクロプリド水和剤	アドマイヤーフロアブル・4000倍		○	○			○	○		
10/22	マクロライド系エマメクシン安息香酸塩乳剤	アフーム乳剤・1500倍		○				○			
	追 肥										
9/30	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O = 7.0 : 4.4 : 6.1kg/10 a			○	○	○*	○*				
10/4	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O = 7.0 : 4.4 : 6.1kg/10 a							○	○	○*	○*

*：ネット裾埋め区では施用なし

の進んだ株から順次行った。収穫期間は8月30日定植区では11月8日～11月19日、9月10日定植区では11月19日～12月9日であった。

3 調査項目

収穫時にハクサイの生育および害虫の侵入と被害程度について調査した。害虫の被害程度の判定にあたっては、まず収穫株を外葉部と結球部に分け、結球部への虫害が「無～ごく少」の球と「虫害あり」の球に選別した。さらに後者については虫害のある結球葉を外側から順に除去し、外観上虫害の無い状態となった球（以下、剥き玉）に調製した。その剥き玉重を害虫被害程度を目安として用いた。結球重あるいは剥き玉重をもとに収穫したハクサイを第2表に示すような級別に分類した。

Ⅲ 結果および考察

1 太陽熱処理の雑草抑制効果

本実験での太陽熱処理期間は8月30日定植区では

第2表 本試験における収穫ハクサイの分類

級名	結球程度	結球葉の虫害	結球重(kg)	剥き玉重(kg)
ALL	結球	無～ごく少	>2.5	—
AL	結球	無～ごく少	2.0-2.5	—
AM	結球	無～ごく少	1.5-2.0	—
AS	結球	無～ごく少	1.0-1.5	—
ASS	結球	無～ごく少	<1.0	—
B1	結球	あり	—	>2.0
B2	結球	あり	—	1.5-2.0
B3	結球	あり	—	1.0-1.5
B4	結球	あり	—	<1.0
	結球			
C	不十分	—	—	—

注)「剥き玉」は結球葉のうち病虫害のある葉を外側から順に除去し、外観上病虫害の無い状態となった球を指す。

20日間、9月10日定植区では11日間であり、前報²⁾の47日間に比較して短かったが、雑草抑制効果として

は前報の場合と大差がなかった。すなわち、処理終了後の定植時に、畝表面の雑草発生はほとんど認められず、それ以後もハクサイ生育期間中には太陽熱処理区では畝表面、畝肩部ともに雑草はほとんど生育しなかった(写真5, 6の状態)。一方、無処理区では生育量は少ないものの畝肩部で一面に雑草発生が見られた(写真9の状態)。

2 病 虫 害

1) 主要な病虫害

主要な害虫被害は、ヨトウ類・タマナギンウワバ等の幼虫による食痕、アブラムシ(主要種はニセダイコンアブラムシ)の寄生、定植直後のネキリムシ被害であり、病害としてはえそモザイク病および軟腐病が認められた。

2) ネキリムシ被害

第3表に8月30日定植区の、第4表に9月10日定

植区の各試験区における病虫害の内容を示す。

まず、ネキリムシ害については、8月30日定植区で9月10日定植区に比べ多かった。S0区とS1区の比較から、太陽熱処理はネキリムシ被害を若干軽減したが十分な回避効果とは言えなかった。また、PM, PF, P1区では殺虫剤(ネオニコチノイド系クロロニコチル剤)粒剤を定植時に植え穴施用したが、この剤の効果は8月30日定植区のネキリムシに関しては大きくなかった(P0区との比較)。ネキリムシ被害株は早期枯死株や異常生育株となるので、これらの株は直ちに除き、補植を行った(NBを除く)。補植した株は調査対象から外した。

3) ネットトンネル被覆方法の違いが8月30日定植区の病虫害に及ぼす影響

トンネル裾埋め(NB)条件の試験区を総合すると、ヨトウ類の侵入は8反復中7反復、アブラムシの侵入は8反復中2反復で認められた。しかしながら、

第3表 定植前太陽熱処理、ネットトンネル被覆および農薬使用の有無がハクサイの生育に及ぼす影響(8月30日定植)

処理区名	病虫害の内容(商品価値を失う場合)					結球した株の生育		病虫害のある結球を剥き玉とした場合の減量率(%)	
	ネキリムシ類被害株率 ^z (%)	ランクCの割合 ^y (%)	ランクCの主因 ^x	ランクB4の割合 ^y (%)	ランクB4の主因 ^x	地上部重(kg)	結球重(kg)	モザイク病のある場合	食痕および病気のみの場合
S0-N0-PM	16.7	0.0		19.2	(モ)	5.13	3.43	100.0	38.5
S0-N0-PF	8.3	26.7	(食)	27.2	(食, モ)	4.71	3.15	95.8	45.0
S0-N0-P1	2.8	26.0	(食, 軟)	35.1	(食, モ)	4.50	2.94	100.0	58.8
S0-N0-P0	8.3	17.8	(食, モ)	36.0	(食, モ)	4.31	2.73	100.0	62.3
S0-NC-PM	8.3	2.9		0.0		4.28	3.03	—	20.2
S0-NC-PF	8.3	9.4	(軟)	2.9		4.11	2.92	—	30.5
S0-NC-P1	2.8	5.7		11.4	(食)	3.97	2.73	—	35.3
S0-NC-P0	5.6	2.9		17.6	(食)	3.83	2.54	—	39.4
S0-NB-P1	8.3	2.8		22.8	(食)	3.87	2.60	—	47.0
S0-NB-P0	8.3	3.1		12.1	(食)	3.79	2.62	36.1	30.4
S1-N0-PM	8.3	2.9		9.0	(モ)	4.87	3.23	93.3	31.1
S1-N0-PF	5.6	2.8		17.4	(食, モ)	4.75	3.07	75.6	34.5
S1-N0-P1	2.8	8.5		74.2	(モ, 食)	3.67	2.11	79.4	73.2
S1-N0-P0	0.0	22.2	(軟)	55.6	(食, 軟, モ)	3.70	2.25	98.9	52.9
S1-NC-PM	8.3	0.0		0.0		4.72	3.28	—	23.9
S1-NC-PF	2.8	0.0		5.7		4.57	3.19	75.9	30.7
S1-NC-P1	0.0	2.8		11.1	(食)	4.22	2.99	83.4	46.9
S1-NC-P0	0.0	50.0	(ア)	2.8		4.71	3.23	28.1	32.8
S1-NB-P1	2.8	3.1		5.9		4.25	2.91	—	36.3
S1-NB-P0	0.0	2.9		0.0		4.11	2.78	29.0	23.8

注1) 供試品種: '黄ごころ85', 8月10日播種, 8月30日定植, 11月8日~11月19日に選択収穫。

2) 処理区名は、太陽熱処理(S1=有; S0=無), 防虫用ネットトンネル(0.6mm目合い)被覆方法の違い(NB=裾埋め; NC=裾クリップ留め; N0=無), および農薬施用程度の違い(PM=7回; PF=3回; P1=1回; P0=無)を示す。

^z: (主にネキリムシの被害によって早期枯死あるいは異常生育となった株)/(定植した株)

^y: 生育株数に占める割合

^x: (食): ヨトウムシ類, タマナギンウワバなどによる食害; (軟): 軟腐病; (モ): えそモザイク病; (ア): 激発したアブラムシによる吸汁

第4表 定植前太陽熱処理、ネットトンネル被覆および農薬使用の有無がハクサイの生育に及ぼす影響（9月10日定植）

処理区名	病虫害の内容（商品価値を失う場合）					結球した株の生育		病虫害のある結球を剥き玉とした場合の減量率（%）	
	ネキリムシ類被害株率 ^z (%)	ランクCの割合 ^y (%)	ランクCの主因 ^x	ランクB4の割合 ^y (%)	ランクB4の主因 ^x	地上部重(kg)	結球重(kg)	モザイク病のある場合	食痕および病気のみの場合
S0-N0-PM	2.8	0.0		17.2	(モ, 食)	3.89	2.65	83.0	24.8
S0-N0-PF	0.0	5.6	(軟)	36.1	(食, モ)	3.69	2.41	77.6	42.4
S0-N0-P1	0.0	0.0		30.6	(食, モ)	3.90	2.54	84.4	30.3
S0-N0-P0	0.0	5.6	(軟)	16.7	(モ, 軟)	3.90	2.44	81.7	23.0
S0-NC-PM	0.0	0.0		0.0		3.57	2.54	—	18.7
S0-NC-PF	0.0	0.0		0.0		3.61	2.63	—	23.1
S0-NC-P1	0.0	0.0		0.0		3.59	2.63	—	24.3
S0-NC-P0	0.0	5.6	(軟)	11.1	(食)	3.47	2.43	—	32.7
S0-NB-P1	0.0	0.0		2.8		3.41	2.40	—	23.5
S0-NB-P0	2.8	2.9	(モ)	17.6	(ア)	3.25	2.21	—	26.2
S1-N0-PM	0.0	0.0		19.4	(食, モ)	4.88	3.20	72.3	30.2
S1-N0-PF	0.0	11.1	(食)	44.4	(食)	4.35	2.68	100.0	54.8
S1-N0-P1	0.0	2.8	(軟)	26.4	(食, モ)	4.60	2.92	77.9	34.5
S1-N0-P0	16.7	0.0		16.7	(食)	4.39	2.74	—	43.9
S1-NC-PM	0.0	0.0		2.8		4.00	2.78	—	30.9
S1-NC-PF	0.0	2.8	(軟)	5.6	(食)	4.17	2.88	—	35.2
S1-NC-P1	0.0	0.0		5.6	(食)	4.11	2.89	56.0	26.1
S1-NC-P0	0.0	2.8	(モ, 軟)	5.6	(食)	4.13	2.84	—	32.3
S1-NB-P1	0.0	0.0		2.8		4.41	2.94	56.7	32.6
S1-NB-P0	2.8	0.0		2.8		4.33	2.93	—	24.7

注1) 供試品種：‘黄ごころ85’，8月19日播種，9月10日定植，11月20日～12月9日に選択収穫。

2) 処理区名は，太陽熱処理（S1＝有；S0＝無），防虫用ネットトンネル（0.6mm目合い）被覆方法の違い（NB＝裾埋め；NC＝裾クリップ留め；N0＝無），および農薬施用程度の違い（PM＝6回；PF＝2回；P1＝1回；P0＝無）を示す。

^z：（主にネキリムシの被害によって早期枯死あるいは異常生育となった株）/（定植した株）

^y：生育株数に占める割合

^x：（食）：ヨトウムシ類，タマナギンウワバなどによる食害；（軟）：軟腐病；（モ）：えそモザイク病；（ア）：激発したアブラムシによる吸汁

侵入時期は比較的遅く，侵入頭数も少なくなる効果があり，えそモザイク病罹病株もごく少数に抑えられた。第3表に示すように，この効果は太陽熱処理有り（S1）の場合には無し（S0）の場合より大きく，その結果，S1-NB-P1およびS1-NB-P0区では，被害の著しいランクCおよびランクB4の合計は生育株の3～9%にとどまった。これに対し，太陽熱処理無し（S0条件）では15～26%であり，結球内部までヨトウムシの食害を受けた株（写真11のような食害）が増加した。

トンネル裾クリップ（NC）条件については，P0，P1についてNB条件と比較すると，生育株に占めるランクCおよびランクB4の割合が高くなるケースが多く，S1-NC-P0区の1反復ではトンネル内にアブラムシが蔓延して全株ランクCとなった（写真9）。NC条件で農薬を併用したNC-PMおよびNC-PF条件では，ランクB4の割合は低く，被害は軽

度の食痕にとどまる場合が多かった。

トンネル被覆しないN0条件ではえそモザイク病が多発した。本病の症状（写真10）は外葉だけにとどまらず，芯部まで進入するので，罹病株の多くは剥き玉としても商品価値が無く，被害株はほとんど全てが市場外流通でも販売不可と判断された。またN0条件でP0，P1のように農薬施用が少ない場合には，食痕被害に軟腐病を併発してランクCおよびランクB4となる株の割合が増加した（写真4）。

4) ネットトンネル被覆方法の違いが9月10日定植区の病虫害に及ぼす影響

トンネル裾埋め（NB）条件の試験区を総合すると，ヨトウムシの侵入は8反復中7反復，アブラムシの侵入は8反復中2反復で認められた。NB条件のうちS0-NB-P0区の1反復では全株にアブラムシが寄生した（写真8）。このためにこの区ではランクB4の株が18%と高かった。

トンネル裾クリップ (NC) 条件については、P0、P1 区のランク C およびランク B4 の株率が、8 月 30 日定植区より低下した。一方、NB 条件との差は明確でなかった。NC 条件で農薬を併用した NC-PM および NC-PF 条件では、ランク B4 の割合は低く、被害は軽度の食痕にとどまり、これは 8 月 30 日定植区と共通していた。

トンネル被覆しない N0 条件ではえそモザイク病が多発したが、8 月 30 日定植区ほどではなかった。ランク C およびランク B4 の割合は 8 月 30 日定植区よりかなり減少し、とくに P0、P1 のように農薬施用が少ない場合に、この傾向が明らかであった。

5) 裾埋めしたネットトンネル内への害虫侵入の経路

防虫ネットの害虫侵入阻止効果は目合いによって異なることが知られており、害虫を完全に排除できる空隙の大きさは、例えばマメハモグリバエでは 0.64 mm、タバココナジラミでは 0.46 mm、ワタアブラムシでは 0.34 mm、アザミウマ類では 0.19 mm とされている¹⁾。完全な排除を目指すのならば、目合い $\times \sqrt{2}$ がこれ以下となるネットが必要となる。一方、実用上有効な目合いを検討した報告によれば、ハスモンヨトウなどの大型の鱗翅目に対しては 4 ~ 6 mm 目合い、コナジラミ類、アブラムシ類、アザミウマ類には 1 mm 目合い、コナガなどの小型の鱗翅目害虫やハモグリバエ類には 0.8 ~ 1 mm 目合いが有効とされ²⁾、キスジノミハムシには 0.6 ~ 0.8 mm 目合いが必要と考えられている^{3,6)}。しかし、本報告や前報²⁾のような露地の実際の栽培で、異なる目合いの効果を比較した報告はほとんどない。前報において著者らは夏作および秋作コマツナが無農薬ネットトンネル (裾埋め) 栽培を行って虫害程度を比較し、「アブラムシの活動が不活発である高温期の夏作」に比較し、「活動により好適な温度域の期間である秋作」で、より高頻度にアブラムシ多発生のトンネルが見られたことなどから、アブラムシが 0.6 mm 目合いを通過して侵入した可能性が高いことを示した。

また、著者のひとりである長坂らは、前報の栽培試験と並行してプランタ試験により 0.6 mm 目合いネットの害虫侵入阻止効果を検討した⁴⁾。長坂らは、標準型プランタにコマツナを播種し、すぐに 0.6 mm 目合い防虫ネットを筒状に被覆し、ネットとコマツナの葉

が接しないようにして両端を紐で縛った状態で、露地条件 (接地しない) に置いて生育させ、発生した害虫の種と個体数を調査した。その結果、アザミウマ (ネギアザミウマ等)、ハダニ (アシノワハダニ等) ではネットは侵入阻止に役立たず、特にハダニでは防虫ネットを被覆したほうが無処理より個体数が多かったこと、また、ニセダイコンアブラムシ、ヨトウガ幼虫、コナガ幼虫については侵入を完全には阻止できないことを示し、これらは各害虫種の個体サイズが小さいうちに、0.6 mm 目合いを通過してトンネル内部に侵入したものと考察している。ヨトウガ幼虫の侵入については、付近に卵塊が存在したとき、孵化後間もない幼虫が防虫ネットを通り抜けたのであろうと述べている。今後ともこのような知見が蓄積され、ネットの目合いと害虫侵入についての従来の見解が修正されてゆくものと考えられる。

ハクサイ無農薬ネットトンネル (裾埋め) 栽培については、著者らは 2001 年に実施した前報においても本報と類似の条件で害虫の侵入を調査した。その結果ではヨトウ類の侵入は 6 反復中 5 反復、アブラムシの侵入は 6 反復中 2 反復で認められた。本試験では既述のように 8 月 30 日定植区ではヨトウ類の侵入は 8 反復中 7 反復、アブラムシの侵入は 8 反復中 2 反復で認められ、9 月 10 日定植区でもヨトウ類の侵入は 8 反復中 7 反復、アブラムシの侵入は 8 反復中 2 反復と同頻度で認められた。本試験と前報の結果が似かよっていることから、0.6 mm 目合いネットトンネルを裾埋め条件で被覆しても、この程度の頻度で侵入が起きることは一般性が高いと考えられた。

3 ハクサイの生育

第 3、4 表の中に収穫時の地上部重、結球重を示す。8 月 30 日定植区、9 月 10 日定植区とも、病虫害が軽微であれば株はおおむね順調に生育した。地上部重は 3.3 ~ 5.1 kg、結球重は 2.1 ~ 3.4 kg の範囲であった。収穫調査時点でのサイズは、8 月 30 日定植区のほうが 9 月 10 日定植区より大きかった。

処理に伴う傾向としては、S1 区 (太陽熱処理有り) では S0 区より地上部重が大きい傾向があり、また、追肥を行わなかった NB 区では地上部重が比較的小さい傾向があった。さらに、N0 区と NC 区は同様に追肥を行ったにもかかわらず、ネットトンネル被

覆のある NC 区で地上部重が小さい傾向があった。

前報²⁾においても、定植前の太陽熱処理を行うと生育速度が向上し、地上部重、結球重が約30%増加することが観察された。前報では、太陽熱処理区、無処理区とも処理前に同時に基肥の施肥を実施したので、生育の違いの要因のひとつとして「太陽熱処理期間中の降雨による肥料成分流亡の有無」を挙げた。しかし、本実験では無処理区の基肥施用時期を変更して定植直前としたので、この要因は解消されている。また、本実験では太陽熱処理の有無に伴う雑草量の差も大きくなかった(写真2～6, 写真9参照)ので、これも主要な要因とは考えられなかった。これらから、本実験で S1 区の地上部重が大きい傾向があったのは、太陽熱処理中に地力窒素、施肥窒素の有効化が進み、その効果として初期生育が向上したものと推察された。

4 病虫害程度の目安としての剥き玉重

1) 剥き玉の調製

収穫したハクサイの結球表面に食痕やアブラムシ寄生、病気などがある場合、被害がどの程度内部にまで及んでいるか容易には判別できない。本試験のような減・無農薬栽培では、慣行のような農薬を多回数施用する栽培に比べ、防除効果に確信が持てないので、殊に慎重な対応を要する(写真10～12)。このようなハクサイは、特殊な販売先や自家消費ではそのまま用いることができるが、経済栽培では「剥き玉」として調製した後に販売することになる(写真13)。被害が結球の内部まで及んでいると剥き玉重は小さく、外観も劣り、商品価値を失う。その基準は販売先によって異なるであろう。

2) 結球を剥き玉に調製したときの減量率

第3, 4表に、病虫害のある結球を剥き玉とした場合の減量率を示す。減量率は $\{1 - (\text{剥き玉重} / \text{結球重})\} \times 100 (\%)$ により求めた。この数値は株が病虫害を受けた場合の被害の程度を知る目安となる。

8月30日定植区、9月10日定植区ともに、えそモザイク病に罹病した場合は減量率が70%以上と高くなる場合が多く、とくにネット被覆の無いN0条件では数値が大きかった。被害株のほとんどは市場外流通でも販売不可であった(写真10)。N0条件の中で最も農薬施用回数の多いPM区(殺虫剤を6ない

し7回施用)においても1～2割程度の株は、えそモザイク病に罹病し、ランクB4(剥き玉重1.0kg以下)となった。

NB, NC 条件では N0 に比べ、えそモザイク病罹病株が少なく、罹病株の無い反復も多かった。罹病した株においても収穫時点の病徴が軽く、減量率が比較的小さかった。

このような減量率についての結果からも、初冬どりハクサイの減・無農薬栽培ではウイルス保毒アブラムシの寄生を回避することが重大な要件で、ネットトンネル被覆はこれに対し一定の効果を有することが示された。

収穫した結球に「えそモザイク病」が観察されず食痕・病気(軟腐病・しり腐病)のみがある場合には、減量率は19～73%とやや小さい値で、試験区によって変動した。N0条件では31～73%(8月30日定植区)および23～55%(9月10日定植区)、NC条件では20～47%(8月30日定植区)および19～35%(9月10日定植区)、NB条件では24～47%(8月30日定植区)および24～33%(9月10日定植区)となり、8月30日定植区に比べ9月10日定植区で被害程度が小さい傾向があった。減量率のとくに大きい区(50%以上)はN0条件だけにあった。しかし、NB, NC条件でも、減量率は常に20～40%あり、このことは、ネット被覆を行っても、いったん病虫害を受けた株は「結球葉を数枚除かなければ販売できない」ことを示していた。また、農薬施用が減量率に及ぼす影響としては、P1処理は効果が無く、PM, PF処理は一定の効果がある場合と効果の無い場合が混在した。

5 収 量

1) 収穫球のランク分け

減・無農薬栽培のハクサイは、多くの場合、慣行栽培のものとは差別化して、市場外流通を主体に販売される。本試験では第2表のように収穫したハクサイをランク分けし、ALL+ALを市場出荷可能、B1をそれに準じる「剥き玉」、AM+B2を市場外流通に出荷可能と位置付けた。第1, 2図に8月30日定植区、9月10日定植区の収量をそれぞれランク分けして示す。

2) 8月30日定植区の収量の試験区間差 (第1図)

N0条件ではP0, P1区(農薬施用0, 1回)の収量は60~240kg/aと非常に低かった。これに対し, N0-PM区(農薬施用7回)の収量は470~670kg/aと向上した。N0-PF区(農薬施用3回)の収量はこれらの中間と見なせた。また, 太陽熱処理によりPM, PF区のALL+AL収量が大きく増加する傾向があった。

N0-PM区は慣行栽培を減農薬化した区で, 農薬施用回数は慣行のおよそ半分であるが, このレベルの農薬施用でも食痕被害はP0, P1区に比べ大きく軽減した。しかし, 収穫期近くに農薬を施用しないためにランクB1が多いこと, えそモザイク病が生育株の9~19%で発生した(第3表)ことから, 収量の安定に十分な施用回数とは言えなかった。

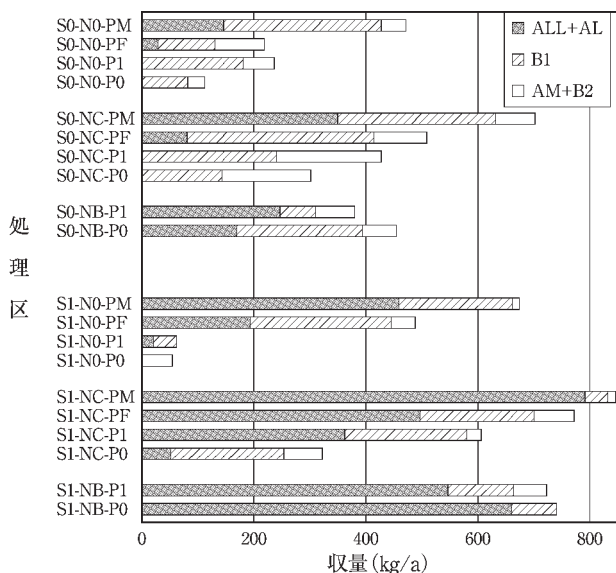
NC条件では, 農薬施用回数の増加に伴ってALL+AL収量が増加し, 同時に各ランク合計収量も増加した。また, S1, S0区と比較から太陽熱処理を行うと病虫害が軽減され収量および商品性が向上した。S1区ではS0区に比較してALL+AL収

量が多くB1収量が少なかったが, これは主に軟腐病・しり腐病が軽減された効果であった。S1-NCでは1回以上の農薬施用で各ランク合計収量600~840kg/aに達した。とくにS1-NC-PM区は慣行栽培を上回るほどの収量・ランク構成と思われる。

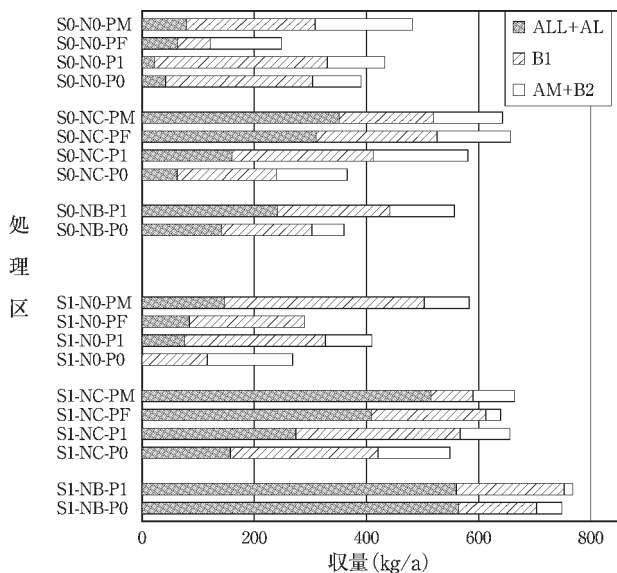
NB条件では, P0区とP1区の差は明確でなかった。NC条件と同じく太陽熱処理を行うと病虫害が軽減され収量および商品性が向上した。S1-NBに比べS0-NBの収量が劣るのは主にヨトウ類の侵入が多かったことによる。S1-NBの2区では各ランク合計収量が720kg/aを上回り, 農薬施用回数が0回ないし1回にもかかわらず, 施用回数7回のS1-N0-PM区より高収であった。

3) 9月10日定植区の収量の試験区間差 (第2図)

N0条件ではP0, P1, PF区(農薬施用0, 1, 3回)の収量は250~400kg/aでALL+AL収量が低くB1がその多くを占めた。それでも8月30日定植の同条件区に比べるとB3以下のランクの球は減少し, 収量はそれぞれ200~350kg/a上回った。試験地近隣地域では初冬どりハクサイの定植適期は経験



第1図 定植前太陽熱処理, ネットトンネル被覆および農薬使用の有無がハクサイの可販球および条件付き可販球収量に及ぼす影響 (8月30日定植)
注) 処理区名は, 太陽熱処理(S1=有; S0=無), 防虫用ネットトンネル(0.6mm目合い)被覆方法の違い(NB=裾埋め; NC=裾クリップ留め; N0=無), および農薬施用程度の違い(PM=7回; PF=3回; P1=1回; P0=無)を示す。



第2図 定植前太陽熱処理, ネットトンネル被覆および農薬使用の有無がハクサイの可販球および条件付き可販球収量に及ぼす影響 (9月10日定植)
注) 処理区名は, 太陽熱処理(S1=有; S0=無), 防虫用ネットトンネル(0.6mm目合い)被覆方法の違い(NB=裾埋め; NC=裾クリップ留め; N0=無), および農薬施用程度の違い(PM=6回; PF=2回; P1=1回; P0=無)を示す。

的に9月10日前後とされ、定植時期を早めると病虫害多発につながりやすいことが知られている。上記の結果もこれに合致するものであった。

N0-PM区(農薬施用6回)の収量は480~580kg/aで農薬施用2回以下の場合より向上した。しかし8月30日定植の同条件区に比べるとALL+ALの割合が小さく、これは結球葉へのヨトウ類食害が多いためであった。これには、9月10日定植区では殺虫剤の最終施用から収穫までの期間がより長かったことが影響していると考えられた。太陽熱処理の効果は8月30日定植の場合ほど顕著でなかった。

NC条件では、農薬施用回数の増加に伴ってALL+AL収量およびALL+AL+B1収量が増加した。8月30日定植と比較した特徴は、PMとPFのランク構成にあまり差が無いこと、および、最も収量・ランク構成の優れるS1-NC-PM区の収量レベルがやや低いことであった。後者の原因は結球重が小さいため(第3, 4表)と考えられる。NC条件では、太陽熱処理の効果は合計収量に対してはあまり認められなかった。ALL+AL収量に対しては太陽熱処理の効果が認められた。

NB条件では、太陽熱処理を行うと病虫害が軽減され収量および商品性が向上した。S1-NBの2区では各ランク合計収量が750kg/aを上回り、農薬施用回数が0および1回にもかかわらず、施用回数6回のS1-N0-PM区より高収であった。これに対し太陽熱処理を行わないS0-NB-P0区では、2反復中の1反復でトンネル内にアブラムシが蔓延して低収となった。一方、8月30日定植と比較した場合、S1-NB条件の収量レベルは同等であった。

6 ネットトンネル利用技術の留意点

本試験と前報の試験を総合して、ハクサイの露地ネットトンネル栽培では、ネットの目合いを0.6mmと細かくすることで多くの害虫の侵入を回避できた。とくに栽培前半期のモンシロチョウに有効であった。しかし、害虫の侵入阻止効果は完全ではなく、アザミウマ類、ハダニ類、アブラムシ類、ヨトウ類幼虫などの侵入が認められた。侵入した際の被害が大きいのはニセダイコンアブラムシとヨトウ類であった。

ニセダイコンアブラムシは、侵入個体数が僅かであっても、トンネル内部では天敵の不在のために急

速に繁殖し(虫かご状態)、収穫時の寄生頭数が多くなって可販株率を大きく低下させる場合があった。在圃期間の比較的長い初冬どりハクサイでは、このようなアブラムシの問題で、期待したほどネットトンネルの効果が得られないこともありうる。また、侵入したアブラムシが媒介するウイルス病がトンネル内で激発する可能性もある。一方、ヨトウ類については、低温期でも活発に活動する種であるので、これらが侵入すると天敵の少ないトンネル内で老齢幼虫となって結球内部まで暴食し、可販球収量を大きく低下させる場合がある。このような害虫侵入が生じる危険度(頻度)と、侵入された場合の被害程度についてはこれまでほとんど報告が無かった。著者らの一連の試験結果は、ネットトンネルの効果と危険度について一応の目安を提供したものと思う。

ネットトンネルの利用効果をより高めるための留意点としては、従来から指摘されているように、苗からの害虫持ち込みを避け、被覆作業を迅速に行うことが必要である。これに加えて、本試験で示したようにトンネル裾を土に埋めて確実に密閉することが有効であり、また、本報と前報の計3回の試験に共通の傾向として栽培前に太陽熱処理を行うことが有効であった。

無農薬栽培の場合では、トンネルを小区画に区分し、可能であればソルゴーなど草丈の高いバンカー植物で囲うという方策を追加するのがよいと考えられる。

減農薬の場合では、定植時に殺虫剤を植え穴施用して初期の寄生防止を図ることができる。定植後のトンネル管理としてトンネル密閉(裾埋め)を選択する場合は、その後の農薬施用が行えない(散布効率が悪くて現実的でない)ことになるので、必ず栽培前に太陽熱処理を行うべきである。これに対しトンネル裾をクリップ留めする方法を選択すると、少ない作業負担で、栽培中に少回数の農薬施用を行うことができるメリットがあるが、裾埋め処理に比べ害虫侵入阻止効果は劣る。このため可販球収量600kg/a以上を得るためには、太陽熱処理を実施し、かつ2~7回程度の農薬施用を行うことが有効と考えられる。

今後、ネットトンネルの利用技術に関して、作業の省力化とともに、フェロモン利用法や天敵利用法

ならびに土着天敵温存型防除法⁵⁾の開発・発展が期待される。

Ⅳ 摘 要

- 1 初冬どりハクサイの減・無農薬栽培技術の確立を図るため、防虫ネットトンネル被覆、栽培前の太陽熱処理、および少回数の農薬施用がハクサイの生育・収量と虫害程度に及ぼす影響を検討した。
- 2 0.6mmネットトンネルは害虫の侵入を抑制したが、その効果は完全ではなく、アブラムシおよびヨトウ類がトンネル内に侵入して大きな被害を与える場合があった。ネットトンネル内への害虫の侵入はトンネル裾を埋めた場合と比較してトンネル裾を埋めずにクリップ留めした場合に多く、また、栽培前の太陽熱処理を行った場合と比較して行わない場合に多かった。
- 3 ネットトンネルを裾埋めし、太陽熱処理を併用した区では、トンネル内への害虫の侵入が少なく、農薬施用回数が0回ないし1回でも高収となり、可販球収量は700kg/a前後であった。
- 4 ネットトンネル裾をクリップ留めする方法は、栽培中に少回数の農薬施用を併用する減農薬栽培では作業上有力である。この方法ではネットトンネル無被覆より病虫害は軽減され可販球収量は向上したものの、裾埋め処理に比べ害虫侵入阻止効果は劣った。一定以上の収量を得るためには、太陽熱処理および2～7回程度の農薬施用を行うことが有効であり、これにより可販球収量を600kg/

a以上とすることができた。

引用文献

- 1) Bethke, J. A. 1994. Considering installing screening? This is what you need to know. *Greenhouse Manager* 13 (1): 34-37.
- 2) 熊倉裕史・長坂幸吉・中川 泉・藤原隆広・田中和夫 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. *近中四農研報* 2: 27-39.
- 3) 京都府農業総合研究所 2000. 被覆資材を中心とした物理的防除によるキスジノミハムシの被害軽減技術. 平成11年度研究成果情報.
- 4) 長坂幸吉・熊倉裕史・田中和夫・中川 泉・尾島一史 2003. 防虫ネットによる葉菜類の食害軽減. *植物防疫* 57 (4): 169-173.
- 5) 根本 久 2002. 害虫総合管理の現状, 課題, 展望. *農業および園芸* 77 (10): 1111-1116.
- 6) 埼玉県園芸試験場・鶴ヶ島洪積畑支場 2000. 葉根菜類の害虫防除に対する被覆資材の効果的な利用法. 平成10年度関東東海農業研究成果情報. 542-543.
- 7) 田中尚智 1999. 耕種的防除法・資材. 寒冷紗など (被覆, 障壁). *農業総覧病虫害防除・資材編10. 防除資材便覧*. 農文協, 東京. 987-992.
- 8) 野菜・茶業試験場 2000. 平成12年度課題別研究会「野菜・花き害虫の物理的防除法の現状と今後の展望」資料.

Control of Pest Damage of Early-winter Cropping Chinese Cabbage by Insect-proof Screen Tunnel-covering together with Solarization

Hiroshi KUMAKURA, Koukichi NAGASAKA*, Takahiro FUJIWARA and Yuko YOSHIDA

Summary

Effects of a) tunnel-covering of insect-proof screens, b) pre-planting soil solarization, and c) pesticide applications with reduced levels, on the magnitude of insect damage and crop economic yield of early-winter cropping chinese cabbage were investigated.

Covering with screen of 0.6mm mesh had effects to exclude most of insect pests, however, a restricted number of aphids and *Lepidoptera Noctuidae* could penetrate through screens, which resulted in major pest problem and in some cases gave severe damage to the crop. The tunnels whose skirt were burried in the ground reduced the penetration of insect pests compared to the tunnels whose skirt were clipped on the ground and so did pre-planting soil solarization.

Satisfactory chinese cabbage yield of around 700kg/a were attained in the plot where the skirt of the tunnel were burried combined with solarization even under condition of only one time pesticide treatment or no pesticide treatment.

Clipping the skirt of the tunnel had the advantage of labor-reducing if a grower intends to spray pesticides during growing. This clipping exhibited a considerable but insufficient effect to exclude insect pest, so, solarization and 2-7 times pesticide treatment must be associated to prevent economic damage of crops.



写真1 試験圃場での処理区配置の様相



写真4 収穫期のハクサイ：ネット無し—無農薬 (N0-P0) 区



写真2 ネットトンネル裾埋め処理



写真5 収穫期のハクサイ：ネット無し—農薬6回 (N0-PM) 区



写真3 裾クリップ留め処理：矢印の位置の地際でクリップ留め



写真6 収穫期のハクサイ：ネット裾埋め—無農薬 (NB-P0) 区



写真7 写真6のネット裾埋め—無農薬（NB-P0）区で収穫された健全球



写真8 ネット裾埋め—無農薬（NB-P0）区でのアブラムシ被害球



写真10 （3枚）
アブラムシによるえそモザイク病の症状。
注）本病の症状は外葉だけにとどまらず、芯部まで進入する。被害株はほとんど全てが市場外流通でも販売不可となる。



写真9 ネット裾クリップ—無農薬（NC-P0）区で比較的早期にアブラムシが侵入して内部で蔓延し、壊滅的な「えそモザイク病」被害を受けたトンネル



写真11 ネット裾埋め一農薬1回（NB-P1）区でネット内にヨトウ類が侵入し、結球内部まで食入した球



写真12 (2枚)

外観では虫害程度が判別しにくい球の例：ネット裾クリップ一農薬1回（NC-P1）区

- (上)：収穫時の結球の外観。一瞥では3球とも食害が無いように見えるが、丁寧に観察すると左端の球には食害が発見できる。
- (下)：結球葉の外から5枚目程度までは食痕がある。見逃すと販売先からクレームを受ける恐れがあり、傷み・病気の原因ともなる。



写真13 (3枚)

ネット裾埋め一無農薬（NB-P0）区のヨトウ害と剥き玉

- (上)：収穫時の結球葉の食痕
- (中)：結球葉を剥いているところ。ヨトウ類老齢幼虫が確認されるが、ネット裾埋め区では球当たり1～2頭と少数の場合が多かった。
- (下)：結球葉の食痕が見られなくなるまで剥いて「剥き玉」としたものが左側の球。右は比較のために置いた虫害の無い球。両者の外観の違いは商品価値に影響すると思われる。