

徳島農研報

No. 5 2008

Bull.

Tokushima. Pref.

Agri. Res. Ins.

ISSN 1880-9960

BULLETIN OF
TOKUSHIMA
AGRICULTURE, FORESTRY AND
FISHERIES TECHNOLOGY SUPPORT CENTER
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

No. 5

December 2008

徳島県立農林水産総合技術支援センター
農業研究所研究報告
第5号

平成20年12月

徳島県立農林水産総合技術支援センター

農業研究所

徳島県名西郡石井町

TOKUSHIMA A. F. F. TECHNOLOGY SUPPORT CENTER
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

ISHII, TOKUSHIMA, JAPAN

徳島県立農林水産総合技術支援センター農業研究所 研究報告 No. 5

2008年12月

目 次

徳島県におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性雑草の発生と対策	山本善太・中野理子	1
サツマイモ立枯病抵抗性の新系統「サツマイモ徳島1号」 … 川村泰史・新居宏延・吉原 均・吉村健二・井内美砂・後藤昭文・隔山普宣・小川純一		7
親水性不織布を利用したイチゴ株元灌水育苗法	三木敏史・米本謙悟・今井健司・山下ルミ・広田恵介・板東一宏	17
硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料による窒素負荷低減対策	森本昌子・黒田康文・横田 香	25
露地コマツナ栽培における防虫ネットの利用を主体とした減農薬防除体系	中野昭雄	35
土壌くん蒸剤のマルチ畦内消毒における低透過性フィルムを利用した ガス透過抑制とサツマイモ立枯病に対する防除効果の向上	米本謙悟・田中昭人・坂口謙二	45

Tokushima Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Support Center
Agricultural Research Institute

Bulletin No. 5

December 2008

C O N T E N T S

Occurrence of sulfonylurea resistant weeds in rice fields and the efficacy of several herbicides on it in Tokushima prefecture.	Zenta YAMAMOTO and Riko NAKANO	1
A new sweetpotato (<i>Ipomoea batatas L.</i>) cultivar 'SATUMAIMOTOKUSHIMAICHIGOU' resistance to sweet potato root rot disease	Hirofumi KAWAMURA, Hironobu NI, Hitoshi YOSHIHARA, Kenji YOSHIMURA, Misa IUCHI, Akifumi GOTO, Hironobu KAKUYAMA and Junichi OGAWA	7
Base dripping supply method through capillary nonwovens for strawberry nursery	Toshifumi MIKI, Kengo YONEMOTO, Kenji IMAI, Rumi YAMASHITA, Keisuke HIROTA and Kazuhiro BANDO	17
Mitigation of nitrogen environmental load by coating nitrogen fertilizer with nitrification inhibitor	Masako MORIMOTO, Yasufumi KURODA and Kaori YOKOTA	25
Reduced pesticide control system using insect-proof screens on open field Komatsuna cultivation	Akio NAKANO	35
Reduction of soil fumigants emissions using low permeability film by the method of applying to mulched row and control effect of sweet potato soil rot.	Kengo YONEMOTO, Akihito TANAKA and Kenji SAKAGUCHI	45

〔 徳島農研報 No.5 〕
〔 1～6 2008 〕

徳島県におけるスルホニルウレア系 除草剤抵抗性雑草の発生と対策

山本善太*・中野理子**

Occurrence of sulfonylurea resistant weeds in rice fields and the
efficacy of several herbicides on it in Tokushima prefecture.

Zenta YAMAMOTO and Riko NAKANO

要 約

山本善太・中野理子(2008)：徳島県におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性雑草の発生と対策．徳島農研報(5)：1～6

徳島県におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性雑草の発生状況，並びに各草種に有効な除草剤成分の検索を実施した。

発生を確認した草種は，イヌホタルイ，コナギおよびアゼナであった。発生地域は，吉野川中～下流域および東部沿岸地域であった。

有効な除草剤成分は，イヌホタルイに対してはプロモブチド，ベンゾビスクロン，コナギに対してはクロメプロップ，プロモブチド，ベンゾビスクロン，アゼナに対してはカフェンストロール，クロメプロップ，テニルクロール，プレチラクロール，ペントキサゾンであった。

キーワード：スルホニルウレア系除草剤抵抗性雑草，イヌホタルイ，コナギ，アゼナ

はじめに

スルホニルウレア系除草剤（以下，SU剤）は，非イネ科一年生雑草および多年生雑草に対して低薬量で優れた除草効果を示すことから，1987年の登録⁸⁾以来，ほとんどの水稲用初中期一発処理除草剤（以下，一発処理剤）の基本成分として含有されている。しかし，1996年北海道において，SU剤に抵抗性を持つ雑草の出現¹⁰⁾が報告されて以来，全国的に複数の草種でSU剤抵抗性（以下，SU-R）雑草の発生が報告されている^{2,3,4,7,9,11,13,15)}。

本県では，2001年吉野川中流域において一発処理剤を適正に使用したにもかかわらず，イヌホタルイのみが全面に残草する異常な水田が認められたため，SU-Rの有

無を検定したところ，SU-R雑草であることを確認した。また，この隣接水田においてもイヌホタルイの残草がみられ，その量が多いため，水稲の栽培意欲を喪失する生産者もみられた。

そこで，SU-R雑草対策を目的に2002年～2005年にその発生状況，および草種別に有効な除草剤成分の検索を実施した結果，有用な知見を得たので報告する。

調査方法

1 SU-R雑草発生状況調査

SU-R雑草発生水田では，薬剤処理および水管理が適正に行われていても，観察上特異的に単一草種が残草

* 現 徳島県吉野川農業支援センター ** 現 徳島県とくしまブランド戦略課食料安全推進室

する場合が多い。このような水田について、2002年～2005年にかけて、農業支援センター、農協、生産者からの情報を基に残草を採取し、農業研究所内で発根法^{6,14)}による簡易検定を行った。すなわち、残草採取後、速やかに根部等を水洗し、根を約1cmに切り揃え、SU剤チフェンスルフロンメチル0.375ppm溶液、および対照として水道水をそれぞれ水深2～3cmとなるように入れたガラス容器に各3個体の基部を浸漬した。約7日間ガラス温室内に静置した後、新根発生の有無を観察し、第1表の判定基準に従い、SU-R雑草とSU剤感受性(以下、SU-S)雑草を判別した。

また、水稲収穫後等で残草が採取できない場合は水田土壌を採取し、風乾砕土後フルーツパック(約800cm³)に約3cm充填し、温室において注水、攪拌を行い、対象雑草の処理適正葉齢時にSU剤ベンスルフロンメチル(BSM)の標準葉量(5.1gai/10a)を処理し、その後の生育を調査した(以下、剤処理法)。

なお、発根法については2反復、剤処理法は3反復とし、減水に対しては適宜加水した。

2 SU-R雑草に有効な除草剤成分の選定

第2表に選定圃場の耕種等概況を示した。

発生状況調査によりSU-Rを確認したイヌホタルイ、コナギおよびアゼナについて、県内で流通している除草剤成分のうちSU成分以外で有効と考えられる成分を研究成果^{1,12)}等から選定し、これを含有する一発処理剤をイヌホタルイ、コナギはSU-R雑草発生水田において除草効果を比較した。アゼナについてはSU-R雑草発生水田から土壌を採取し、農業研究所内において除草効果を比較した。また、対照として有効と考えられる成分

を含まないSU剤処理区を設けた。なお、供試剤は、2005年のテニルクロールについては5%溶液(原体0.575gをアセトンで100mLに定量)を作成し、その1mL溶液を処理した。その他は製剤の標準葉量を処理した。残草調査は、0.25m²×2カ所の残草を抜き取り、風乾後、本数・重量を測定し、m²換算した。反復は設けなかった。

調査結果

1 SU-R雑草発生状況調査

特異的に単一雑草の残草がみられた75圃場について発根法、剤処理法によるSU-Rの有無を検定したところ、16圃場でSU-Rが認められ、その草種はイヌホタルイ、コナギ、アゼナであった(第3表)。また、発生地域は吉野川中・下流域および東部沿岸地域であった(第1図)。

2 有効な除草剤成分の検索

1) 山川町SU-Rイヌホタルイ(2002年)

当水田は、農家の都合により5月10日頃に入水したため、剤処理時にはかなりの密度でイヌホタルイが発生していた。また、その葉齢は3葉期に達しているものもみられた。

残草調査結果は、D剤は概ね4葉期程度で生育停止していた。また、B剤は無処理比9%の残草であったが、それらには強い抑制が認められ、その後の再生は不能と考えられた。A、C剤および対照区であるE剤は、花茎抽出がみられた。また、残草は草丈が約20cmと10cmのものに大別され、前者は生育抑制等はみられず、後者には奇形葉や下位葉の抑制が観察された。

第1表 発根法による判定基準

発根の有無		判定
処理区	対照区	
有	有	SU-R
無	有	SU-S
有	無	不明
無	無	不明

第2表 SU-R雑草に有効な除草剤成分の選定圃場耕種等概況

年	地域	草種	代かき時期 (月.日)	水稲移植時期 (月.日)	剤処理時期 (月.日)	剤処理時葉齢 ¹⁾ (L)	区面積 ²⁾ (m ²)		残草調査時期 (月.日)
							SU-R	SU-S	
2002	山川町	イヌホタルイ	5.25	5.27	6.4	3.0(1.7)	80	6.26	
2004	阿南市	コナギ	4.20	4.22	5.1	1.2(0.8)	30	5.27	
2005	徳島市	アゼナ	9.3	-	9.10	子葉期	0.23	11.1	

注1) 最高葉齢。()内は平均葉齢。

2) 2002, 2004年はアゼシートにより区設定。2005年は0.23m²のプラスチック容器で実施。

第3表 SU-R発生状況調査結果

草種	検定圃場数	検定結果(圃場数)		
		SU-R	SU-S	不明
イヌホタルイ	58	11	40	7
コナギ	10	2	8	0
アゼナ	7	3	3	1
合計	75	16	51	8

以上から、当初有効と考えられた成分のうち、プロモブチド、ベンゾピシクロンはイヌホタルイに対して

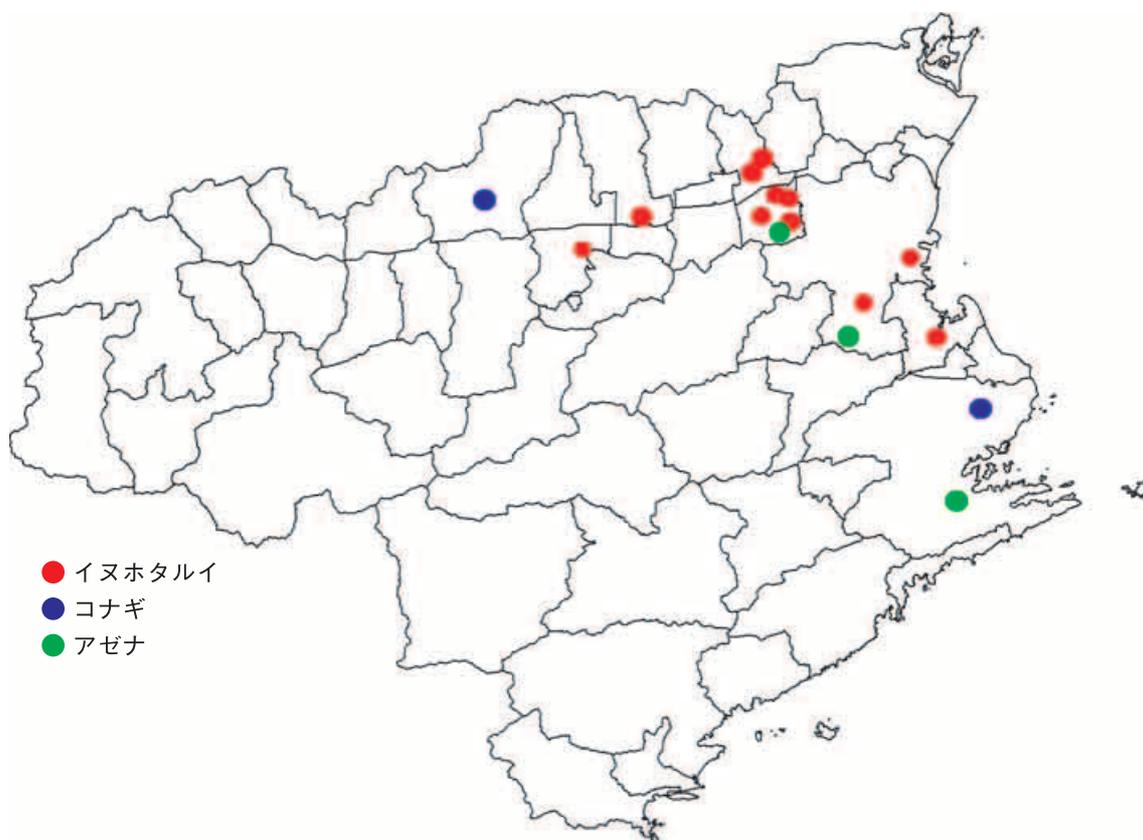
卓効を示したが、クロメプロップは効果が劣った（第4表、第2図）。

第4表 山川町におけるSU-R イヌホタルイ調査結果

薬剤	含有成分 (%)	残草調査結果 (/m ²)		
		本数 (本)	乾物重 (g)	同左無処理比 (%)
A	オキサジクロメホン(1.2) <u>クロメプロップ(7.0)</u> ベンスルフロンメチル(1.0)	3,586	45.2	104
B	ピリミノバックメチル(0.5) <u>プロモブチド(17.0)</u> ベンスルフロンメチル(0.9) <u>ベントキサゾン(2.8)</u>	1,124	3.9	9
C	インダノファン(3.0) <u>クロメプロップ(7.0)</u> ベンスルフロンメチル(1.0)	782	15.2	35
D	フェントラザミド(3.7) <u>ベンゾピシクロン(3.7)</u> ベンゾフェナップ(14.7)	8	0.2	t
E	オキサジクロメホン(0.8) ベンスルフロンメチル(0.5)	1,786	29.0	67
無処理		1,974	43.4	100

注1) 下線：有効と考えられた成分。

2) t：1%未満。



第1図 SU-R 発生状況

2) 阿南市 SU-R コナギ (2004年)

F, G 剤は残草が認められなかった。H 剤は無処理より葉齢が1~2 齢小さかったが、区全体に残草が認められた。対照区である I 剤は残草量が多く、部分的に無処理と同程度の密度であった。また、データは採取していないが、番外で使用した一発処理剤は残草がほとんど見られず、高い効果が認められた。これは H 剤との比較により、プロモブチドが有効成分であると考えられた。

以上から、当初有効と考えられた成分のうち、クロメプロップ、プロモブチド、ベンゾビシクロンはコナギに対して卓効を示したが、ペントキサゾンには効果が劣った(第5表、第3図)。

3) 徳島市 SU-R アゼナ (2005年)

供試した5 剤ともアゼナの残草は認められず、有効であった。

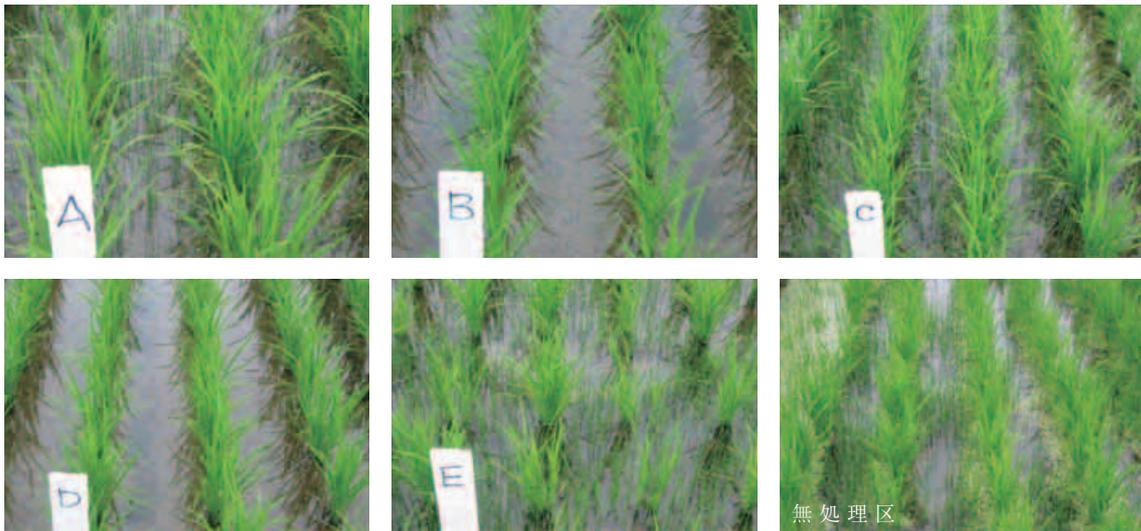
J 剤は O 剤との比較からクロメプロップが有効成分であ

ると考えられた。なお、O 剤で残草したアゼナには生育抑制が観察されたが、枯死には至らなかった(第6表)。

考 察

発生状況調査における SU-R 雑草種および発生圃場数は、イヌホタルイ11圃場、コナギ2 圃場、アゼナ3 圃場であり、検定数および SU-R 雑草発生圃場数ともイヌホタルイが圧倒的に多かった。

SU-R 雑草の発生地域は吉野川中~下流域および東部沿岸地域であった。そのうち、隣接水田等に蔓延している地区が3 地区認められた。本県では、これまでも難防除雑草の種子等が水系を介して拡散し問題化した経緯があり、SU-R 雑草についても同様の危険性があると考えられ、地域として対策が必要な場合も生じると思われる。



第2図 山川町における SU-R イヌホタルイ残草状況 (処理22日目)

第5表 阿南市における SU-R コナギ調査結果

薬剤	含有成分 (%)	残草調査結果 (/m ²)		
		本数 (本)	乾物重 (g)	同左無処理比 (%)
F	オキサジクロメホン(1.2) <u>クロメプロップ(7)</u> ベンスルフロンメチル(1)	0	0	0
G	フェントラザミド(3.7) <u>ベンゾビシクロン(3.7)</u> ベンゾフェナップ(14.7)	0	0	0
H	イマズスルフロン(1.7) <u>ダイムロン(28)</u> ペントキサゾン(7.3)	48	0.6	3
I	イマズスルフロン(1.7) <u>オキサジクロメホン(1.2)</u> ダイムロン(18)	194	13.2	69
無処理		298	19.0	100

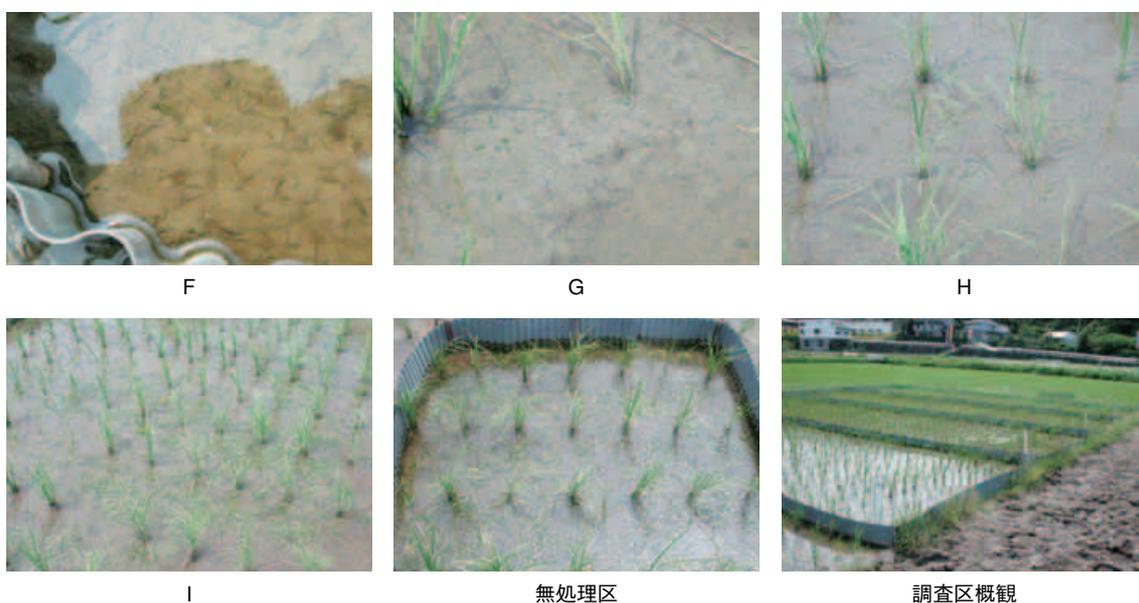
注1) 番外：ピリミノバックメチル(0.56) プロモブチド(17) ベンスルフロンメチル(0.93) ペントキサゾン(2.8)混合剤を散布。

2) 下線：有効と考えられた成分。

イヌホタルイの検定数が圧倒的に多かったことは、当草種が本県で難防除化しているためと考えられる。イヌホタルイの種子は通常10年以上その発芽能力を維持し続けることから⁵⁾、SU-Rを含むイヌホタルイ多発田では、対策成分を含有した一発処理剤の使用、および後次発生に対する中後期剤の処理などの体系的な防除を複数年継続する必要がある。また、発生を確認していない地域についても、今後発生が確認される可能性がある。

各SU-R雑草に対する有効な除草剤成分の調査は、対象草種に対して卓効であること、および本県の水稲栽培の実態に適することを条件として剤の選定を行った。すなわち、対象草種に取りこぼしがあった場合、新たな

種子等が発生し、翌年以降の発生源になる可能性がある。また、本県の水稲移植期は3月下旬から6月中旬という比較的長期間に亘ることから、始期の低温期においても安定した効果が期待できることが必要である。また終期頃においては、雑草の葉齢進展速度が速まっていることから、処理時に適用葉齢を超過していることも想定され、これらの場面においても卓効を示すことが必要であると考えられる。更には、本県での流通量が比較的多く、生産者が入手しやすい剤であることが必要である。特にイヌホタルイについては、本県で難防除化しつつあるという実態もあり、本調査において効果が不安定であったクロメプロップは対策成分から除外した。



第3図 阿南市SU-Rコナギ残草状況（処理22日目）

第6表 徳島市におけるSU-Rアゼナ調査結果（農業研究所内）

薬剤	含有成分 (%)	残草調査結果 (/m ²)		
		本数 (本)	乾物重 (g)	同左無処理比 (%)
J	オキサジクロメホン(1.2) <u>クロメプロップ(7)</u> ベンスルフロンメチル(1)	0	0	0
K	<u>プレチラクロール(12.0)</u>	0	0	0
L	<u>ベントキサゾン(2.9)</u>	0	0	0
M	<u>テニルクロール(5)</u>	0	0	0
N	<u>カフェンストロール(4.2)</u>	0	0	0
O	オキサジクロメホン(0.8) ベンスルフロンメチル(0.51)	3,209	40	10
P	ベンスルフロンメチル(0.51)	6,743	381	100

注) 下線：有効と考えられた成分。

本調査に係る聞き取り等によると、生産者は経験的に効果の高かった一発処理剤を連用する傾向が窺われた。また、SU-Rの発生要因について、内野は、自然状態では1/10⁶程度の頻度で何らかの変異が発生しており、SU剤だけに頼った対策を続ければ、その選択圧により、いつかは必ずSU-Rが発生する⁵⁾としている。これらから推察すると、SU剤が優れた剤であるが故に多投されたことがSU-Rの発生要因となったものと考えられる。しかし、一発処理剤にはSU成分以外の成分も含有されていることから、同一剤を連用することなく、他の剤とローテーション使用することでSU-Rの発生を未然に防ぐことができると考えられる。ただし、一般の生産者は、例えば栽培暦に掲載されている一発処理剤を無意識に使用している場合が多いように思われるので、関係機関等がこのような情報を生産者に提供することが重要である。

当調査にあたっては、デュポンファームソリューション株式会社末富 勉氏、並びに野村真一郎氏に多大なご支援を頂きました。ここに謹んでお礼を申し上げます。

摘 要

徳島県におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性雑草の発生状況、および各草種に有効な除草剤成分の検索について発根法、剤処理法、およびSU-R雑草発生圃場における剤比較により行った。

- 1 徳島県内で発生を確認したスルホニルウレア系除草剤抵抗性雑草種は、イヌホタルイ、コナギ、アゼナであった。
- 2 発生地域は、吉野川中～下流域、および東部沿岸部であった。
- 3 各草種に有効な除草剤成分は、イヌホタルイに対してはプロモブチド、ベンゾピシクロン、コナギに対してはクロメプロップ、プロモブチド、ベンゾピシクロン、アゼナに対してはカフェンストロール、クロメプロップ、テニルクロール、プレチラクロール、ペントキサゾンであった。

引用文献

- 1) 青山良一, 岩井順将, 藤原修治(2002)クロメプロップのイヌホタルイに対する殺草特性について—各種条件下での除草効果およびオキサジクロメホンとの相互作用—。雑草研究47(別), 30~31。

- 2) 内川修, 福島裕助, 永尾宏臣, 大段秀記(2002)福岡県におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性雑草の発生と各種除草剤の効果。雑草研究47(別), 60~61。
- 3) 内野彰, 伊藤一幸, 汪光熙, 橘雅明(2000)東北地方におけるスルホニルウレア除草剤抵抗性アゼナ類2種1変種の出現と各種除草剤に対する反応。雑草研究45, 13~20。
- 4) 内野彰, 渡邊寛明(2002)秋田県大曲市で見つかったオモダカのスルホニルウレア系除草剤及び各種除草剤に対する反応。雑草研究47(別), 56~57。
- 5) 内野彰(2002)耕地雑草の生態と防除研究に関する研修テキスト, (独)農業技術研究機構中央農業研究センター:69~72。
- 6) 大野修二, 柳沢克忠, 花井涼, 村岡哲郎(2003)イヌホタルイ, コナギ, アゼナ類の地上部再生を指標にした簡易SU抵抗性検定法。雑草研究48(別), 32~33。
- 7) 神田幸英, 中山幸則, 青久(2002)三重県におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性イヌホタルイの発生。雑草研究47(別), 58~59。
- 8) 高橋信孝(1989)基礎農薬学, 養賢堂(東京):220~221。
- 9) 富永達, 大橋善之, 岡井仁志(2003)京都府北部で出現したSU剤抵抗性コナギ。雑草研究48(別), 36~37。
- 10) 古原洋, 山下英雄, 山崎信弘(1996)北海道における水田雑草ミズアオイのスルホニルウレア系除草剤抵抗性。雑草研究41(別1), 236~237。
- 11) 古原洋, 今野一男, 竹川昌和(1999)北海道におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性イヌホタルイ(*Scirpus juncooides* Roxb. var. *ohwianus*. T. Koyama)の出現。雑草研究44, 228~235。
- 12) 関野景介, 小柳弘, 生田英二, 藤田昭彦, 佐藤正, 山田祐司(2002)新規水稲用除草剤ベンゾピシクロンに関する研究(1)除草効果と作用性。雑草研究47(別), 18~19。
- 13) 三原実, 市丸喜久(2001)佐賀県におけるSU系除草剤抵抗性雑草の発生状況。植調35, 140~144。
- 14) 村岡哲郎(2000)イヌホタルイの発根への影響を利用したスルホニルウレア抵抗性の簡易検定法。植調34, 67~71。
- 15) 吉田修一, 小野寺和英, 添田哲男, 武田良和, 佐々木棲二, 星信幸, 渡邊寛明(1999)宮城県におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性イヌホタルイの確認。雑草研究44(別), 70~71。

〔 徳島農研報 No.5 〕
〔 7~15 2008 〕

サツマイモ立枯病抵抗性の新系統 「サツマイモ徳島1号」

川村泰史*・新居宏延**・吉原 均***・吉村健二***・
井内美砂****・後藤昭文**・隔山普宣***・小川純一*****

A new sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) cultivar
'SATUMAIMOTOKUSHIMAICHIGOU'
resistance to sweet potato root rot disease

Hirofumi KAWAMURA*, Hironobu NII**, Hitoshi YOSHIHARA***, Kenji YOSHIMURA***,
Misa IUCHI****, Akifumi GOTO**, Hironobu KAKUYAMA*** and Junichi OGAWA*****

要 約

川村泰史・新居宏延・吉原 均・吉村健二・井内美砂・後藤昭文・隔山普宣・小川純一
(2008)：サツマイモ立枯病抵抗性の新系統「サツマイモ徳島1号」. 徳島農研報(5)：7~15
砂地畑のマルチ栽培に適し、立枯病抵抗性があり、外観品質に優れ、良食味で多収な青
果用サツマイモ品種を育成するため、「九州112号」を種子親、「高系14号」を花粉親とした
交配の後代から選抜し「サツマイモ徳島1号」とした。

上いも重が高く、早掘適性、遅植適性、耐肥性が高い特性がある。また、立枯病、ネコ
ブセンチュウ、ネグサレセンチュウにも抵抗性があり、立枯病が発生している連作地での
栽培が期待される。

キーワード：サツマイモ、立枯病抵抗性、早掘適性、晩植適性、耐肥性

はじめに

本県の吉野川下流域の砂地畑は、以前から「高系14号」の芽状変異系統から選抜した系統である「なると金時」を栽培し、青果用サツマイモの産地となっている。1973年に鳴門市とその周辺の砂地畑で栽培されているサツマイモの塊根に黒斑症状が発生した。1986年に鈴井ら¹⁾により放線菌 *Streptomyces ipomoeae* によるサツマイモ立枯病として報告された。その後、1991年に貞野ら¹⁾は現地発生している黒斑症状部から放線菌 *Streptomyces ipomoeae* を分離することで病原性を確認し、立枯病の発生を明らかにした。本県ではこの病害に対する防除対

策として福西のクロルピクリン剤のマルチ畦内消毒^{1),2)}や金磯らによる各種資材の活用^{6,7,8,9)}や土壤水分に関して¹⁰⁾クロルピクリン剤の処理方法を中心に取り組んできた。また、サツマイモの立枯病抵抗性系統を効率的に選抜するために井内ら⁴⁾は簡易検定法の開発を行った。

筆者らは本県砂地畑で問題となっているサツマイモ立枯病に抵抗性のある品種を育成するために1994年までにサツマイモの多くの系統を収集した。1995年からキダチアサガオを台木として接木を行い、サツマイモを開花、交配して種子を得た。その後、実生個体をクロルピクリン剤を処理していない圃場で一次選抜を行い、生産性・品質の調査、立枯病激発圃場での耐病性の調査を行い、

* 現 農業大学校 ** 現 高度専門技術支援担当 *** 現 東部農林水産局 **** 現 西部総合県民局農林水産部
***** 現 とくしまブランド戦略課

立枯病抵抗性が高く、砂地畑で品質の優れた系統を育成し、「サツマイモ徳島1号」と命名した。よって、その来歴、育成経過、特性等について取りまとめたので報告する。

試験方法

1 来歴

「サツマイモ徳島1号」(以下「徳島1号」と略す)は、「九州112号」を種子親、「なると金時」(高系14号)の芽状変異からの選抜系統、以下「高系14号」)を花粉親とした交配の後代(交配番号9610-10)から、立枯病抵抗性、外観品質、食味、収量性に着目して選抜した系統である。

交配は1996年に徳島県立農業試験場ハウス(徳島県名西郡石井町石井)で実施した。1997年に交配種子を播種し、実生個体選抜試験を実施以降、系統選抜試験、耐病性(立枯病抵抗性)試験、定植時期試験、耐肥性試験を実施した。

2000年以降、「徳系1」として鳴門市農業センター等で現地適応性試験に供した。

1) 実生個体選抜試験

育苗トレイ・培土：ピーポット(16穴)・与作N-150
播種：1997年2月28日

定植時の選抜方法：

定植時に生育不良、つる性、根が白い個体を淘汰し、生育良好で根が濃赤紫色のものを選抜する。

植付月日：6月2日

収穫月日：10月1日

栽培密度(cm)：畦幅75cm, 株間40cm, 1条植え
施肥量(窒素：燐酸：加里)(kg/a) = 0.4:3.7:1.7
収穫時の選抜方法：

収穫時にいもの形状、外観品質、皮色、肉色の良い個体を選抜し、選抜した個体を蒸しいもにして肉色、食味を調査した。

2) 系統選抜試験

耕種概要については第1表の(1)のとおりである。

3) 耐病性試験

耕種概要については第1表の(2)のとおりである。

クロルピクリン剤は処理せず、乾燥しやすい条件の圃場で実施した。

4) 定植時期試験

耕種概要については第1表の(3)のとおりである。

5) 耐肥性試験

耕種概要については第1表の(3)のとおりである。

2 系譜



交配：1996年	徳島県立農業試験場育種科
実生以降：1997年～2000年	徳島県立農業試験場育種科
2001年～2004年	徳島県立農林水産総合技術センター農業研究所 栽培育種担当

系統番号：9610-10

2000年より「サツマイモ徳系1」

2004年より「サツマイモ徳島1号」

試験結果

1 形態的特性

2003年に調査した「サツマイモ徳島1号」の種苗法による品種特性分類調査による特性概要については第2表に示した。また、第1図と第2図に「サツマイモ徳島1号」の地上部と地下部の状況を写真で示した。

圃場における草型は「匍匐型」、卷つる性は「無」、頂葉色は「褐」で葉色は「緑」、葉形は「波・葉状心臟形」である。茎及び節の着色はいずれも「中」、葉脈の着色は「無」で、蜜腺の着色は「無」である。茎の太さは「中」、長さは「やや短」である。

生育特性調査について第3表-1に示した。

諸梗の長さは「短」、強さは「中」である。いもの形状は「長紡錘形」で形状整否及び大小整否はいずれも「整」である。条溝、裂開及び皮脈は「無」で外観は「やや上」である。いもの皮色は「濃赤紫」、肉色は「淡黄」でうん及びカロチンは「無」である。対照品種である「高系14号」、「ベニアズマ」と比較して頂葉色が紫褐色であることにより容易に識別可能である。また、いもについては揃いが良くてやや小さめ、濃赤紫色がやや濃い目に出てくるのが特徴である。

2 生態的特性

萌芽性の調査結果について第3表-2に示した。

萌芽の多少は「中」、萌芽の揃いは「やや整」、萌芽及び伸長の遅速は「中」、萌芽の多少は「中」でこれらを総合して萌芽性は「中」である。対照品種である「高系14号」、「ベニアズマ」と比較して芽数が多く、つる長も長く萌芽性は良かった。

それぞれの試験の収穫物調査特性について第4表に示した。

育成地における上いも重は、「ベニアズマ」より9%上回り、「高系14号」では50%上回った。株当たり上いも数は「ベニアズマ」の約1.4倍、「高系14号」の約1.7倍で上いも1個重はやや少ない。切干歩合は「ベニアズマ」、「高系14号」よりやや低く、約32%である。つる重は「ベニアズマ」の約53%、「高系14号」の約139%と両者の中間である。現地適応性試験を実施した鳴門市等の圃場においても同様の傾向を示した。

早掘適性・晩植適性調査成績については第5表に示した。

「徳島1号」の上いも重は5月上旬から6月上旬にかけて177~280kg/aと「ベニアズマ」の100~246kg/a、「高系14号」の44~198kg/aと比較して安定した収量性を示した。このことから、遅植適性が高い品種であった。

耐肥性調査成績については第6表に示した。

「徳島1号」の上いも重は標準から極多肥で252~319kg/aで極多肥の区で最も上いも重が高くなった。「ベニアズマ」が246~306kg/aであったのに対して「高系14号」は120~164kg/aで極多肥の区で最も上いも重が低くなった。「高系14号」では多肥による減収傾向が見られたが、他の2品種では判然としなかったことから、「徳島1号」は多肥によっても減収はしなかった。

病害抵抗性成績については第7表に示した。

立枯病には「やや強」、ネコブセンチュウには「やや強」、ネグサレセンチュウには「やや強」の抵抗性を示す。また、貯蔵性は「ベニアズマ」より優れ「高系14号」と同様「易」である。尚、立枯病については平成10年度~平成16年度の耐病性試験の数値と達観により判断した。

第1表 耕種概要 (1998~2004年)

(1) 収穫物調査特性、品質、生育特性 (マルチ標準栽培)

試験年度	栽培密度 (cm)	施肥量(窒素：リン酸：加里) (kg/a)	株数	区制	植付月日	収穫月日
1998	75×40	0.9：3.1：3.0	7	1	6月12日	10月12日
1999	75×40	0.5：3.5：2.4	7	2	6月8日	10月14日
2000	75×40	0.8：4.1：2.7	7	2	6月2日	9月27日
2001	75×45	0.5：3.0：1.8	7	2	5月31日	10月2日
2002	75×45	0.7：3.5：2.2	7	2	5月16日	10月2日
2003	75×45	0.9：4.0：3.0	7	1	5月29日	10月8日
2004	75×45	0.8：2.9：2.7	7	3	5月17日	10月4日

(2) 病害抵抗性 (立枯病激発圃場, マルチ標準栽培)

試験年度	栽培密度 (cm)	施肥量(窒素：リン酸：加里) (kg/a)	株数	区制	植付月日	収穫月日
1998	75×40	0.9：3.1：3.0	7	1	6月11日	10月20日
1999	75×33	0.5：3.5：2.4	15	1	6月28日	10月14日
2000	75×33	0.8：4.1：2.7	10	1	6月19日	10月24日
2001	75×35	0.5：3.0：1.8	7	1	5月31日	10月3日
2002	75×30	0.7：3.5：2.2	14	1	4月24日	9月12日
2003	75×45	0.8：3.2：2.6	7	1	6月4日	10月16日
2004	75×45	0.8：2.9：2.7	7	1	6月4日	10月14日

(3) 早掘適性・晩植適性・耐肥性 (耐肥性については5月17日植付)

試験年度	栽培密度 (cm)	施肥量(窒素：リン酸：加里) (kg/a)	株数	区制	植付月日	収穫月日
2004	75×45	0.8：2.9：2.7	7	3	5月7日	9月30日
					5月17日	10月4日
					5月27日	10月14日
					6月4日	10月21日
2004	75×45	標準 0.8：2.9：2.7	7	3	5月17日	10月4日
		多肥 1.0：3.3：3.3	7	3		
		極多肥 1.2：3.8：3.9	7	3		

第2表 特性概要

重要な形質	新系統の特性値									備考 測定値等	対照品種の特性値 (高系14号) (ベニアズマ)		
	01	02	03	04	05	06	07	08	09				
草型	立型		叢生型	やや匍匐型	匍匐型	極匍匐型					5	4	5
草勢			弱		中		強	極強			5	5	6
卷つる性	無		弱		中		強				1	1	1
草高			低		中		高				5	5	5
茎色	無	微	少		中		多				5	1	5
節色	無	微	少		中		多				5	1	5
茎の太さ			細		中		太				5	5	5
茎長			短	やや短	中		長				4	5	6
分枝数			少		中		多				5	6	5
節間長			短		中		長				5	5	5
茎の毛茸	無	微	少		中		多				3	3	5
頂葉色(1) (最優性色)	淡緑	緑	濃緑	黄緑	淡褐	褐	淡紫	紫	紫褐		6	2	1
頂葉色(2) (副次的色)	無	淡褐	褐	紫褐	淡紫	紫	その他				6	1	1
葉色(最優性色)	淡黄緑	黄緑	淡緑	緑	深緑	暗緑	淡紫褐	淡褐			4	4	4
葉色(副次的色)	無	淡褐	褐	紫褐	淡紫	紫	その他				1	1	1
葉形	心臓形	波・歯状心臓形	三角形	波・歯状三角形	単欠刻浅裂	波・歯状単欠刻浅裂	単欠刻深裂	複欠刻	多欠刻		2	2	1
葉の大小			小		中		大				5	5	5
葉脈色	無	微	少		中		多		その他		1	1	5
蜜腺色	無	微	少		中		多				1	1	7
葉柄長			短		中		長				5	5	5
葉柄の太さ			細		中		太				5	5	6
諸梗の長さ			短		中		長				3	3	5
諸梗の強さ			弱		中		強				5	5	5
結露の位置			浅		中		深				3	3	3
掘取りの難易			易		中		難				3	3	3
いもの形状(1)	扁平形	球形	短紡錘形	紡錘形	長紡錘形	円筒形	塊形				5	4	5
いもの形状(2)			肩張り		中		下膨れ				5	5	5
いもの形状整否			不整		中		整				7	6	6
いもの大小			小		中		大				5	6	6
いもの大小整否			不整		中	やや整	整				7	6	6
いもの皮色 (基本色)		白	黄	褐	橙	紅	赤	紫	その他		7	7	7
いもの皮色 (補助色)	無	白	黄	褐	橙	紅	赤	紫	その他		8	6	8

重要な形質	新系統の特性値									備考 測定値等	対照品種の特性値	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09		(高系14号)	(ベニアズマ)
いもの皮色 (濃淡)	極淡		淡		中		濃		極濃	7	5	7
いもの皮色 (分布)	均一	不均一	両端帯紅	全体帯紅						1	1	1
いもの肉色	白	淡黄白	黄白	淡黄	黄	淡橙	橙	紫	濃紫	4	3	5
いもの量の多少	無	微	少		中		多		極多	1	1	1
いもの目の深淺			浅		中		深			5	5	5
いもの条溝	無	微	少		中		多			1	3	1
いもの皮脈	無	微	少		中		多			1	1	2
いもの外皮の粗滑			滑		中		粗			5	5	5
いもの外観			下		中	やや上	上			6	5	6
いもの圃場萌芽	無	微	少		中		多			1	1	1
蒸しいもの肉質			粘質	やや粘質	中	やや粉質	粉質			6	5	6
蒸しいもの繊維			少		中		多			3	1	2
蒸しいもの肉色	白	灰白	淡黄白	黄白	淡黄	黄	灰黄	淡橙	橙	5	5	6
露地開花性	無	微	少		中		多			1	1	2
萌芽の遅速			早	やや早	中		遅			5	6	6
萌芽揃の整否			不整		中	やや整	整			6	4	4
萌芽伸長の遅速			早	やや早	中		遅			5	5	5
萌芽の多少			少		中		多			5	5	5
萌芽性			不良		中		良			5	5	5
苗重			軽		中	やや重	重			5	5	6
晩植適性			低		中	やや高				6	4	6
早掘適性			低		中	やや高	高			6	6	6
耐肥性			低		中	やや高	高			6	4	6
a 当たりつる重			少		中	やや多	多			6	5	7
1株当たり 上いも個数			少		中	やや多	多			6	5	4
a 当たり上いも重			少		中	やや多	多			6	5	4
上いも重歩合			低		中	やや高	高			6	5	4
貯蔵性			易		中		難			3	3	7
カロチンの多少	無	微	少		中		多			1	1	1
切干歩合			低		中		高			5	5	6
食味			下		中	やや上	上			6	6	6
立ち枯れ病抵抗性			弱		中	やや強	強			6	3	6
ネコブセンチュウ 抵抗性			弱		中	やや強	強			6	ネコブセンチュウ抵抗性およびネグサレセンチュウ抵抗性については平成16年度に独立行政法人九州沖縄農業研究センター畑作研究部サツマイモ育種研究室にて検定。	
ネグサレ センチュウ抵抗性			弱		中	やや強	強		6			

注) 品種登録の特性表を参考に作成



第1図 「サツマイモ徳島1号」の地上部 (徳島県立農林水産総合技術センター農業研究所で2004年7月20日撮影)



第2図 「サツマイモ徳島1号」の地下部 (徳島県立農林水産総合技術センター農業研究所で2003年11月4日撮影)

3 品質特性

品質調査成績については第8表に示した。

蒸しいもの肉色は「淡黄」、肉質は「やや粉」、繊維の多少は「少」で、食味は「ベニアズマ」、「高系14号」と同様「やや上」である。

考 察

本県では吉野川下流域に位置する鳴門市、板野郡を中心に分布する砂地畑に200年ほど前からサツマイモの栽培が導入された。

品種としては昭和31年から「高系14号」の導入を始め、鳴門市農業センターが中心となって芽状変異から表皮の赤い系統の選抜を行い、昭和53年頃から「なると金時」として試作を繰り返し、表皮の赤い系統が農家へ普及していった。現在ではほとんどが「なると金時」のウィルスフリー苗を使つての生産が行われている。

第3表-1 生育特性調査成績その1 (2003年)

特性名	品種・系統名		
	徳島1号	ベニアズマ	高系14号
茎の太さ (mm)	5.3	6.2	4.5
茎長 (cm)	101	248	156
分枝数	12	10	14
節間長 (cm)	2.8	4.7	3.9
つる重 (g)	452	684	407
葉柄長 (cm)	15.4	16.9	14.3
葉柄の太さ (mm)	4.2	5.0	3.6
しょ梗長 (cm)	3.7	7.2	2.9
しょ梗の強さ	中	中	中

注) 10月8日調査。7株の平均値、茎の太さは最も長い茎の展開した葉から下の葉の第9節から第10節の間の中央長径を測定、茎長は最も長いものを測定、節間長については最も長い茎の展開した葉から第9節と第10節の間を測定。葉柄長・葉柄の太さについては最も長い茎の展開した葉から下の第10節の葉を測定。しょ梗長は地上部から最初のいもまでの長さを測定。

第3表-2 生育特性調査成績その2 (2004年)

特性名	品種・系統名		
	徳島1号	ベニアズマ	高系14号
萌芽状況	芽数 9.3	6.8	6.9
	つる長(cm) 12.0	11.1	8.3
つる重(g)	23.0	27.6	22.8

注) 種いもの植え付け：3月2日、栽植密度25cm 間隔で50cm 長の溝に種いも2~3個植え付け
ハウス黒マルチ栽培、施肥量 (kg/a) 窒素：燐酸：加里=2.0：2.0：2.0

調査方法

芽 数：4月15日に5つの溝に植え付けた種いもからの溝当たりの平均値

つる長：4月15日の萌芽状況を調査した全ての平均値

つる重：6月2日に25cmの長さに切断したつる重を20本調査した平均値

第4表 収穫物調査特性 (1998~2004年)

特性名	試験年度	品種・系統名			
		徳島1号	ベニアズマ	高系14号	
上いも重 (kg/a)	1998	293	248	134	
	1999	353	323	330	
	2000	234	352	129	
	2001	168	241	102	
	2002	291	39	181	
	2003	257	270	210	
	2004	280	246	164	
	平均	268	246	179	
同上対 標準比(%)	1998	219	185	100	
	1999	107	98	100	
	2000	181	273	100	
	2001	165	236	100	
	2002	161	22	100	
	2003	122	129	100	
	2004	171	150	100	
	平均	150	137	100	
上いも歩合 (%)	1998	80	53	84	
	1999	90	64	93	
	2000	90	79	46	
	2001	87	79	80	
	2002	92	22	72	
	2003	89	81	72	
	2004	88	70	72	
	平均	88	64	74	
株当り 上いも個数	1998	-	-	-	
	1999	4.9	3.2	5.3	
	2000	4.5	6.4	2.6	
	2001	4.1	3.5	1.9	
	2002	7.1	1.3	2.9	
	2003	5.6	5.3	4.1	
	2004	7.8	4.2	3.8	
	平均	5.7	4.0	3.4	
上いも 1個重(g)	1998	-	-	-	
	1999	215	307	186	
	2000	158	164	151	
	2001	140	235	179	
	2002	138	100	214	
	2003	155	172	171	
	2004	108	174	129	
	平均	152	192	172	
切干歩合(%)	2003	31.8	35.3	33.4	
	つる重 (kg/a)	1998	-	-	-
		1999	234	460	253
		2000	293	463	223
		2001	323	646	127
		2002	187	311	139
		2003	134	203	121
		2004	239	556	148
平均	235	440	169		

注) 標準を「高系14号」とした。

しかし、「高系14号」は「徳島1号」と比較して、筆者ら^{3,11,12)}の報告にあるように立枯病に弱く、圃場での収穫が皆無になることも見られた。サツマイモ立枯病の防除に関してはクロルピクリン剤による土壌消毒が卓越した効果を示し、他の薬剤の効果は低いかほとんど認められないとされている⁷⁾。

砂地畑では、連作で生育と品質が低下を防止するため、3～5年ごとに粗粒質の海砂を客土する「手入れ砂」処理が行われてきた。しかし、1978年に採取禁止措置が出てからは、最も良質とされる本県の沿岸の海砂の入手が困難となり、土壌改良も難しくなっている。そのため、砂地畑土壌の適正粒径組成や本県の砂地畑土壌の理科学性の実態を把握し、砂地畑個々の土壌条件に応じた対策を講ずるための研究もされてきた^{5,13)}。

手入れ砂による土壌改良が定期的にできないことから、

本県の生産現場においては立枯病発生に対してクロルピクリン剤等を用いての対策が行われることとなり、その有効な利用方法について研究が進んできた^{6,7,8,9,10)}。しかし、住宅地周辺ではクロルピクリン剤の刺激臭等の問題がしばしば発生し、これに代わる農薬を使った防除対策が要望されるほどになってきている。サツマイモ産地の農地内で住宅地が増えて混住化が進んでいるところでは、これからはクロルピクリン剤に限らず農薬だけの防除に頼ることが益々困難になると考えられる。

そこで、今後は立枯病に強い本品種の特性を活かして立枯病の発生の多い産地での栽培や本系統を利用した新品種の育成を行うことにより産地の維持発展が期待できると考えられる。

また、「高系14号」や「ベニアズマ」と比較して遅植でも収量が確保され、いもの生育速度が速いことから早

第5表 早掘適性・晩植適性調査成績 (2004年)

定植時期	収穫時期	品種・系統名		
		徳島1号	ベニアズマ	高系14号
上いも重(kg/a)				
5月7日	9月30日	263	195	198
5月17日	10月4日	280	246	164
5月27日	10月14日	233	100	28
6月4日	10月21日	177	135	44

第6表 耐肥性調査成績 (2004年)

施肥量	品種・系統名		
	徳島1号	ベニアズマ	高系14号
上いも重(kg/a)			
標準	280	246	164
多肥	252	306	137
極多肥	319	274	120

第7表 病害抵抗性成績 (1998～2004年)

特性名	試験年度	品種・系統名		
		徳島1号	ベニアズマ	高系14号
立枯病	1998	やや弱	やや強	弱
	1999	やや強	やや強	弱
	2000	やや弱	やや弱	弱
	2001	やや弱	中	弱
	2002	中	中	やや弱
	2003	やや強	やや強	弱
	2004	やや強	やや強	弱
	評価		やや強	やや強

注) 達観調査

平成10年度～平成16年度の野菜試験成績書(平成11年度までは徳島県立農業試験場、平成12年度～16年度は農業研究所)の耐病性試験と達観による評価を用いた。

第8表 品質調査成績 (1998～2004年) 一蒸しいもの品質一

特性名	試験年度	品種・系統名			
		徳島1号	ベニアズマ	高系14号	
肉色	1998	淡黄	—	—	
	1999	淡黄	黄	淡黄	
	2000	淡黄	黄	淡黄	
	2001	淡黄	黄	淡黄	
	2002	淡黄	黄	淡黄	
	2003	淡黄	黄	淡黄	
	2004	淡黄	淡黄	淡黄	
	判定		淡黄	黄	淡黄
	肉質	1998	中	—	—
		1999	中	やや粉	中
2000		やや粉	やや粉	中	
2001		やや粉	やや粉	中	
2002		やや粉	やや粉	中	
2003		やや粉	やや粉	中	
2004		やや粉	中	中	
判定			やや粉	やや粉	中
繊維の多少		1998	少	—	—
		1999	少	少	少
	2000	なし	なし	なし	
	2001	少	なし	なし	
	2002	なし	なし	なし	
	2003	なし	なし	なし	
	2004	少	少	なし	
	判定		少	なし～少	なし
	食味	1998	やや上	—	—
		1999	やや上	上	やや上
2000		やや上	やや上	やや上	
2001		やや上	やや上	やや上	
2002		やや上	やや上	やや上	
2003		やや上	やや上	やや上	
2004		やや上	やや上	やや上	
判定			やや上	やや上	やや上

掘適性もあると考えられる。耐肥性も高いことから、今後、様々な条件での栽培に活用されることが考えられる。さらに、立枯病、ネコブセンチュウ、ネグサレセンチュウにも抵抗性があることから今後の育種のために交配親としての利用が期待される。

謝 辞

現地適応性試験の実施に当たり、当時の徳島農業改良普及センター鳴門藍住営農室の住友昭文氏、佐原義和氏をはじめとして多くの方々にご協力をいただきました。また、ネコブセンチュウ抵抗性およびネグサレセンチュウ抵抗性の検定については独立行政法人九州沖縄農業研究センター畑作研究部サツマイモ育種研究室の甲斐由美氏にご協力をいただきました。ここに謝意を表します。

摘 要

砂地畑のマルチ栽培に適し、立枯病抵抗性があり、外觀品質に優れ、良食味で多収な青果用サツマイモ品種を育成するためにサツマイモを交配し、得られた実生から選抜し「サツマイモ徳島1号」を育成した。

1 来歴

1996年に徳島県立農業試験場ハウスで「九州112号」を種子親、「高系14号」を花粉親とした交配の後代から選抜した系統である。

2 特性

上いも重が高く、早掘適性、遅植適性、耐肥性が高い特性がある。また、立枯病、ネコブセンチュウ、ネグサレセンチュウにも抵抗性があることから、病害発生している連作地での栽培や交配親としての利用が期待される。

引用文献

- 1) 福西務(1976)：四国地方で多発しはじめた早掘りサツマイモの潰瘍病と防除。今月の農薬, 20(8)：76～79.
- 2) 福西務 (1977)：土壤燻蒸剤のマルチ畦内消毒による土壤病害防除。徳島農試研報, (15)：33～42.
- 3) 井内美砂・川村泰史 (2000)：安定生産のための立枯病抵抗性・高品質サツマイモの育成(2)サツマイモ

立枯病抵抗性の簡易検定等による選抜株の圃場抵抗性検定。平成11年度野菜試験研究成績概要集(公立)－四国－。8～9.

- 4) 井内美砂・川村泰史・小巻克巳 (2005)：苗断片および塊根切片を利用したサツマイモ立枯病抵抗性の簡易検定法。育種学研究, 7：45～49.
- 5) 梯 美仁・黒島忠司 (1999)：サツマイモ栽培における砂地畑土壌の適正粒径組成。徳島農試研報, (35)：20～25.
- 6) 金磯泰雄 (1998)：各種資材のサツマイモ立枯病に対する発生抑制効果とこれら資材の併用によるクロロピクリン剤施用量の低減化。徳島農試研報, (34)：14～22.
- 7) 金磯泰雄 (1999)：サツマイモ立枯病に対する各種薬剤の防除効果とダゾメット粉粒剤の実用性。徳島農試研報, (35)：26～33.
- 8) 金磯泰雄・米本謙悟 (1999)：冬期におけるクロロピクリンくん蒸等によるサツマイモ立枯病に対する土壌消毒効果。四国植防, 34：15～24.
- 9) 金磯泰雄・米本謙悟 (2003)：でんぷん、米ぬかの土壌(砂土)への施用(混和)による土壌微生物相の変化とサツマイモ立枯病の発生および他の有機質資材の発病抑制効果。徳島農研報, (1)：25～32.
- 10) 金磯泰雄・村井恒治 (2007)：砂質土壌の異なる土壌水分下でマルチ畦内処理したクロロピクリン剤のサツマイモ立枯病防除効果と畦内における拡散。徳島農研報, (4)：23～30.
- 11) 川村泰史・吉村健二 (2001)：特産農作物の新品種育成(2)サツマイモの系統選抜試験。平成12年度野菜試験研究成績概要集(公立)－四国－。4～5.
- 12) 新居宏延 (2001)：培養変異を利用したサツマイモ立枯病抵抗性品種の育成。日作四国支報, 38：72～75.
- 13) 小川 仁・梯 美仁 (2003)：徳島県における砂地畑土壌の理化学性の実態。徳島農研報, (1)：7～18.
- 14) 貞野光弘・広田恵介・河本征臣・土屋建一・鈴木孝仁 (1991)：徳島県の砂地畑における *Streptomyces ipomoeae* によるサツマイモ立枯病の発生。日植病報, 57：433～434 (講要).
- 15) 鈴木孝仁・宮下清貴・工藤和一・鬼木正臣 (1986)： *Streptomyces ipomoeae* によるサツマイモ立枯病(新称)。日植病報, 52：505 (講要).

〔 徳島農研報 No.5 〕
 17~23 2008

親水性不織布を利用したイチゴ株元灌水育苗法*

三木敏史・米本謙悟**・今井健司***・
 山下ルミ・広田恵介・板東一宏****

Base dripping supply method through capillary nonwovens for strawberry nursery

Toshifumi MIKI, Kengo YONEMOTO**, Kenji IMAI***,
 Rumi YAMASHITA, Keisuke HIROTA and Kazuhiro BANDO****

要 約

三木敏史・米本謙悟・今井健司・山下ルミ・広田恵介・板東一宏（2007）：親水性不織布を利用したイチゴ株元灌水育苗法。徳島農研報, (5)：17~23.

イチゴの育苗時における炭疽病の伝染抑制を目的とし、毛細管現象を利用した水の浸透性が強い不織布を小型成型トレイ上に載せ、点滴チューブにより不織布を通してイチゴの株元へ直接灌水する技術を開発した。

本灌水法は、不織布に含水された水が毛細管現象により各株元へ均一に移動するので、実用規模においても時間当たりの灌水量が適量であれば、均一な灌水が可能であった。不織布は連用が可能であるが、耐用年数については今後検討を要する。

本灌水法による育苗では、慣行である頭上灌水による育苗に比べ小振りな草姿の苗となったが、定植後の生育や収量は差がなかった。また、イチゴ炭疽病の発生はほとんどなく、高い伝染抑制効果が認められた。

キーワード：イチゴ，育苗，株元灌水，不織布，炭疽病

はじめに

近年、イチゴ炭疽病は、西日本を中心に発生し、徳島県でも本病により甚大な被害を毎年のように受けている。本病は化学農薬だけでは十分に防除しきれず、被害の顕著な農家では苗不足からイチゴ栽培を断念せざるを得ない状況になっている。

本病はイチゴ炭疽病菌 (*Glomerella cingulata* (Stom.)) に潜在感染した株が苗床へ持ち込まれ、風雨や頭上からの灌水による水滴で飛散し、伝染する^{1,2,3)}。このため、本病原菌の飛散防止対策として雨よけハウスを導入しても、頭上からの灌水が行われれば伝染は避けられない。

育苗床で本病の蔓延を抑制するためには、水滴の飛散が無い方法で灌水を行うことが重要である。

近年、ポリポット及びイチゴ用小型ポットによる育苗については、ノンシャワー育苗⁴⁾及び湛水式底面給水育苗技術⁵⁾等の灌水方法が開発されている。しかし、本県では、24穴の小型成型トレイによる省力育苗技術⁶⁾を行っており、このトレイによる底面給水育苗技術は開発されていない。また、底面給水方式の育苗棚は設備費が高くなるため、小型成型トレイに適する安価な灌水方法の開発が必要である。

そこで、毛細管現象による水の浸透性が強い不織布を小型成型トレイ上に載せ、その上の点滴チューブから不

*本報告の一部は園芸学会平成18年度秋季大会において発表した。 **現 徳島県立農林水産総合技術支援センター技術支援部プロジェクト推進担当
 現 とくしまブランド戦略課食料安全推進室 *現 徳島県立農林水産総合技術支援センター技術支援部高度専門技術支援担当

織布を通してイチゴの株元へ灌水する、24穴の小型成型トレイに適した灌水技術（以下、不織布灌水法）を開発したので報告する。

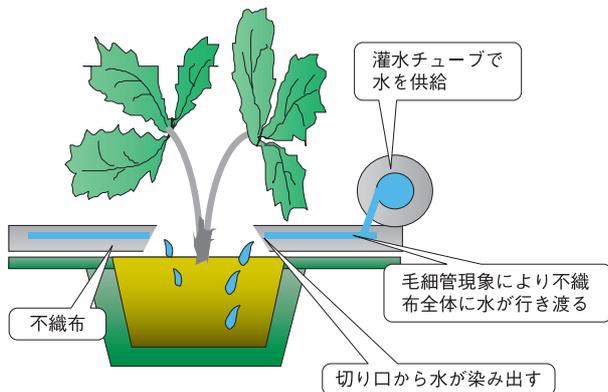
試験方法

1 不織布を用いた灌水育苗装置の概要

本試験では、第1図及び第2図に示した不織布を用いた灌水育苗装置（以下、不織布灌水育苗装置）を用いた。高設育苗棚等に並べた小型成型トレイ上に、トレイ内の各ポットに対応するよう植え穴を空けたトレイの上面と同形状の不織布を載せ、この不織布を介して点滴チューブからトレイ内の各ポットへ給水するしくみである。

この不織布は、ユニチカ製の底面給水用園芸資材（商品名：ラブマットU）として用いられ、水の横浸透性及び給排水性に優れている。不織布の植え穴部分の形状は、植え穴部を一辺が2.5cmの四角形にくり抜き、中心から放射線状に3cmの切れ込みを4本入れた。さらに、不織布にしみ込んだ水を誘導する目的で、四角形にくり抜いた植え穴部分に短冊状の水誘導部を作成した（第3図）。

点滴チューブは、ネタフィルム社製のスーパータイプーン100で、点滴孔が10cm間隔のものを用いた。メーカー仕様によると、適用水圧0.1MPaにおける点滴孔当たり



第1図 不織布灌水法の模式図



第2図 点滴チューブの配置

吐出量1.6L/h、平坦地において10%以内の吐出量変動で使用する場合の延長可能距離は46mである。この点滴チューブを1トレイ当たり3本、植え穴間へ配置した（第2図右側）。

2 不織布灌水育苗装置の性能評価

1) 灌水の均一性

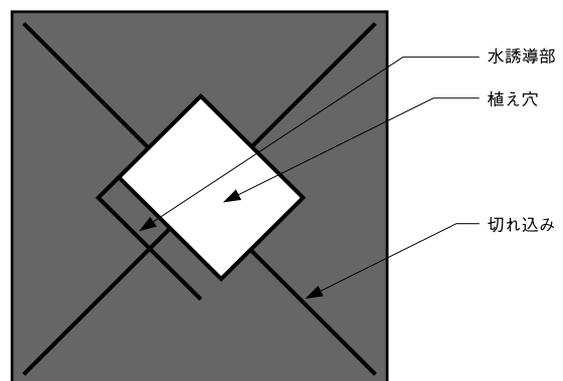
不織布灌水育苗装置を用い、小型成型トレイ内の各植え穴への灌水量の均一性を確保できる最適条件を明らかにするために、点滴孔当たり吐出量が10、15、20 mL/minで各植え穴への灌水量を調べた。また、点滴チューブでは給水口から離れるに従い水圧（吐出量）が変動することが考えられる。よって、育苗棚の実用的な距離を明らかにするため、トレイの位置について、点滴チューブの給水口側より1～5m、6～10m、11～14mの3カ所における各植え穴への灌水量を調査した。

供試施設は農業研究所内の間口3m、高さ1.7mの簡易雨よけ高設育苗ハウスを用いた。24穴の小型成型トレイ（358×500×100mm、φ65mm）に市販のイチゴ専用育苗培地を充填したのち、予め浸水しておいた専用不織布を被せ、ハウス内の高設育苗棚へ配置した。なお、トレイ1枚当たり9点滴孔を配置した。吐出量はボールバルブの開度で調整した。試験は、作物のない状態で行った。

トレイ内の各植え穴への灌水量は、不織布及び培地が満給水の状態になったときに灌水をやめ、各植え穴の直下に容器を置いた。その後直ちに所定の時間灌水を行い、灌水終了10分後に底面から滴下した水を容器で回収し、水量を計測した。

2) 不織布連用の影響

初作の不織布と3作目の不織布における各植え穴への灌水量を調査した。供試施設は簡易雨よけ高設育苗ハウスで、試験は育苗期間中に行った。灌水条件は、1回当たり7分間、点滴孔当たり吐出量を12mL/minと



第3図 不織布植え穴部分の形状

した。

3 不織布灌水育苗がイチゴの苗質、生育及び収量に及ぼす影響

‘さちのか’を供試品種に、本育苗法と頭上灌水育苗との比較を行った。供試施設は簡易雨よけ高設育苗ハウスで、育苗期間中は遮光率50%のフラットヤーン遮光ネットを天井部に2m幅で覆った。24穴の小型成型トレイを用い、2005年6月29日及び2006年6月21日に挿苗を行った。不織布灌水法の試験区については、苗の乾燥を防ぐため、トレイ上を白色ポリエステルспанボンド不織布で挿苗後7日間被覆した。頭上灌水区はスプリンクラーによる灌水とし、灌水条件は第1表のとおりである。挿苗8日後に置肥(N70mg)を1錠施用した。

育苗時の調査は、トレイの各植え穴への灌水量及び苗の生育を調査した。灌水量の調査は前述の性能評価の方法に準じて行い、生育の調査は1区10株の反復なしで行った。

育苗後はそれぞれの区の苗を2005年9月21日及び2006年9月21日に高設栽培ハウスに定植し、生育及び収量を調査した。生育調査は1区6株、収量の調査は1区10株とし、ともに反復なしで行った。

4 不織布灌水育苗によるイチゴ炭疽病の抑制効果

本育苗法におけるイチゴ炭疽病の伝染抑制効果について頭上灌水法との比較を行った。

菌株は2001年6月に徳島県内で発生した発病株から分離採取したイチゴ炭疽病菌を供試した。この菌株をPDA培地で予め7日間培養後、培地片をPS液体培地に移植し、25℃のインキュベーター内で5日間振とう培養した。その後、2重ガーゼにて濾過し、殺菌水を用いて所定濃度の分生孢子懸濁液に調整した。

供試品種には‘さちのか’を用いた。健全な親株より

発生したランナーから子苗を採取後、挿苗用に調整し、その後透明ポリエチレンフィルムの上に遮光率50%のフラットヤーン遮光ネットで天井を被覆した簡易雨よけ高設育苗ハウス内(間口3m、高さ1.8m、長さ5m)で、イチゴ専用育苗培地を充填した24穴の小型成型トレイへ挿苗した。挿苗後、不織布灌水法の試験区については、トレイ上を白色ポリエステルспанボンド不織布で7日間被覆した。試験期間中の灌水は不織布灌水法と頭上灌水法とも1日当たり6回、1回当たり7分の灌水をした。不織布灌水法に用いた点滴チューブからの灌水量は点滴孔1孔当たり15mL/minに調整した。

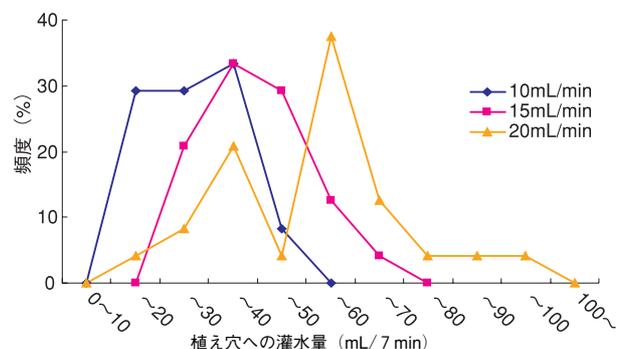
試験区は1区47株(小型成型トレイ2枚)、3区制とした。1.0×10⁶cfu/mLに調整した病原菌の分生孢子懸濁液をイチゴ苗の葉柄の株元から約3cmの所をナイフで切除した部分とクラウン中央部へ1株当たり2mL接種し、透明ポリエチレン袋で被覆して加湿状態にし、25℃のインキュベーター内に48時間置床して感染苗を作成した。この感染苗を育苗トレイ2枚に1株の割合で各試験区の中央へ2006年8月3日に配置し、経時的に発病を調査した。

試験結果

1 不織布灌水育苗装置の性能評価

1) 灌水の均一性

点滴孔当たりの吐出量と植え穴への灌水量の分布を第4図に示す。吐出量10mL/min及び15mL/minでは、灌水量が異なるものの、ほぼ同じ幅の分布となった。20mL/minでは30~40mL及び50~60mLの頻度は大きい、40~50mLが小さく、10mL/min及び15mL/minより幅の広い分布となった。吐出量10mL/min及び15mL/minが20mL/minより灌水の均一性が優れる結果となった。



第4図 点滴孔当たりの吐出量と植え穴への灌水量(分布図)
注) 各区1トレイ(24植え穴)を調査、灌水量は2回試
行した平均値。

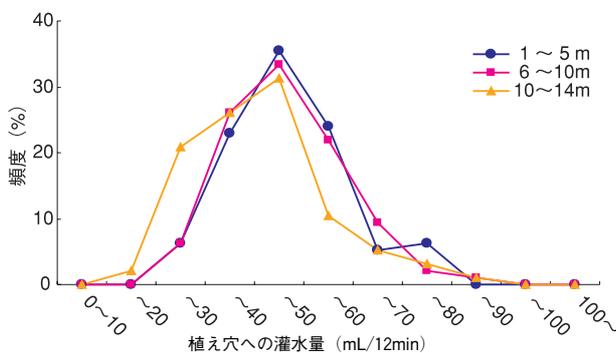
第1表 灌水条件

	期間	1日当たり灌水 時間及び回数	1点滴孔当たり 吐出量
2005年度			
不織布灌水区	6/29~7/20	12分×6回	12mL/min
	7/21~8/10	8分×5回	〃
	8/11~	7分×5回	〃
頭上灌水区	6/29~7/7	10分×6回	
	7/8~	10分×4回	
2006年度			
不織布灌水区	6/21~	7分×5回	12mL/min
頭上灌水区	6/21~6/27	10分×6回	
	6/28~	10分×4回	

小型成型トレイの位置と植え穴への灌水量の分布については、第5図のとおりで、1～5m区及び6～10m区は同程度で、10～14m区についても20～30mL及び50～60mLの頻度以外は他の区と同程度であった。

2) 不織布連用の影響

不織布の連用と植え穴への灌水量の分布を第6図に示す。3作区は30～40mLの頻度がやや小さく、40～60mLの頻度がやや大きいものの、初作とほぼ同じ幅の分布となった。

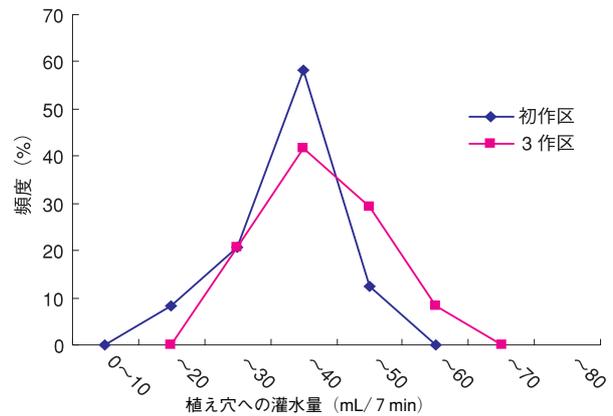


第5図 小型成型トレイの位置と植え穴への灌水量(分布図)
注) 各区4トレイ(96植え穴)を調査、灌水量は6回試行した平均値。

2 不織布灌水育苗がイチゴの苗質、生育及び収量に及ぼす影響

育苗中のトレイ内植え穴への灌水量は不織布灌水区が頭上灌水区よりも1植え穴の平均灌水量が4.4mL多く、ばらつき度を評価する変動係数は37%に対して24%と小さかった(第2表)。また、育苗期間中の生育は、2005年度及び2006年度とも、不織布灌水区で草高及び葉柄長が頭上灌水区よりやや小さかった(第3表)。

定植後の生育は、2005年度では不織布灌水区がやや小さかったが、2006年度は同等であった。頂果房及び第一



第6図 不織布の連用と植え穴への灌水量(分布図)
注) 各区1トレイ(24植え穴)を調査、灌水量は2回試行した平均値。

第2表 灌水法の違いによるトレイ内植え穴への灌水量

試験区 (mL/植え穴)	最大 (mL/植え穴)	最小 (mL/植え穴)	平均 (mL/植え穴)	標準偏差	変動係数 (%)
不織布灌水	54.0	22.5	34.3	8.2	24.0
頭上灌水	54.0	10.0	29.9	11.0	36.9

注) 灌水量は2回試行した平均値、1回当たり灌水時間は不織布灌水8分、頭上灌水10分。

第3表 灌水法の違いによるイチゴ苗の生育状況

年度	試験区	草高 (cm)	葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)	クラウン径 (mm)	葉色
2005	不織布灌水	19.5	12.1	6.1	4.9	8.8	32.0
	頭上灌水	21.4	13.9	6.6	5.3	7.9	34.0
2006	不織布灌水	13.5	12.3	5.8	4.7	7.4	29.7
	頭上灌水	16.0	16.4	6.3	5.1	8.4	29.2

注) 葉色はミノルタ SPAD-502の測定値、10株平均。

第4表 灌水法の違いによる定植後の生育状況

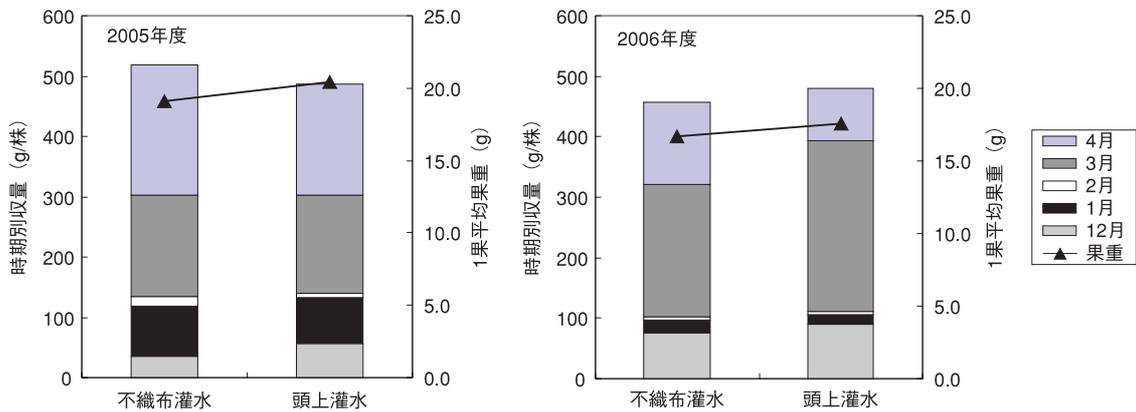
年度	試験区	11月下旬				1月下旬				頂果房開花日	第一次腋果房開花日
		草高 (cm)	葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)	草高 (cm)	葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)		
2005	不織布灌水	15.4	10.1	8.5	7.5	18.4	10.9	6.0	4.6	11月11日	1月16日
	頭上灌水	17.3	11.6	9.4	7.8	17.9	12.1	6.3	5.1	11月7日	1月16日
2006	不織布灌水	19.5	14.7	9.3	7.5	27.3	20.6	8.8	7.5	10月30日	1月16日
	頭上灌水	18.4	14.3	9.2	7.4	27.3	17.6	7.6	6.0	10月30日	1月14日

注) 展開第3葉を調査。開花日は調査株の半分が咲いた日とした。10株調査。

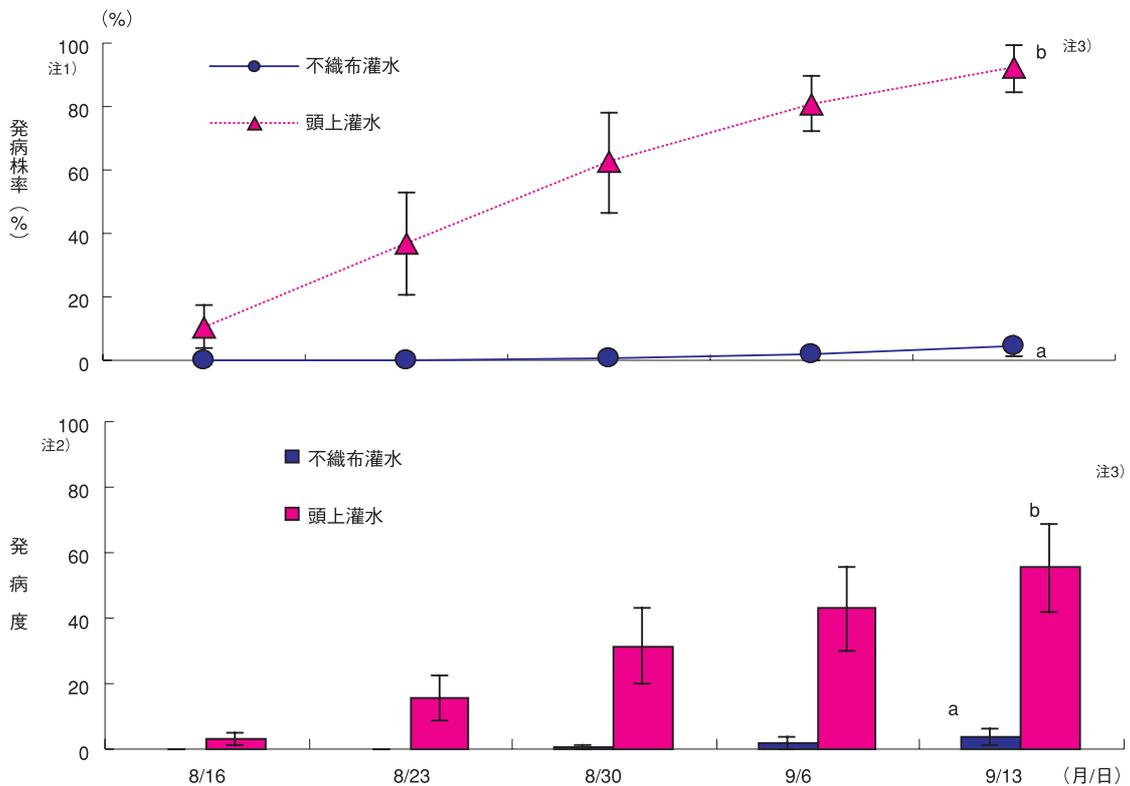
次腋果房の開花日は、2005年度には不織布灌水区の頂果房開花日が頭上灌水区より4日遅かったが、他はほぼ同じであった（第4表）。4月までの収量及び平均果重は、2005年度には不織布灌水区が2006年度では頭上灌水区がやや優れる結果となったが、ともに明らかな差ではなかった（第7図）。

3 不織布灌水育苗によるイチゴ炭疽病の抑制効果

頭上灌水法区における、接種株配置41日後の発病株率と発病度は91.5%，55.3であったのに対し、不織布灌水法区では、一部で本病潜在感染株と思われる発病株が発生したが、接種株配置後もほとんど発病株が認められず、4.3%，3.5と本病の伝染抑制効果が高いことが認められた。（第8図）



第7図 育苗時の灌水法の違いによる収量及び1果平均果重



第8図 不織布灌水法によるイチゴ炭疽病の発病抑制効果

注1) 各試験区は3区制で1区当たり47株供試した。

注2) 発病度 = $\sum(\text{程度別発病株数} \times \text{指数}) \times 100 / (\text{調査株数} \times 4)$

指数 0: 無発病、 1: 葉または葉柄に5個以下の病斑が認められる

2: 葉または葉柄に5個以上の病斑またはランナーに病斑が認められる

3: 葉柄が折れているまたは枯死 4: 株全体の萎凋および枯死

注3) 調査日ごとの同一英字文字は Tukey-Kramer 法により有意差 (5%) がないことを示す。

バーは標準誤差 (SE)

考 察

1 不織布灌水育苗装置の性能評価

1) 灌水の均一性

点滴チューブの点滴孔当たり吐出量10mL/min及び15mL/minでは、20mL/minよりトレイ内植え穴への灌水量の均一性が優れた。

これは、時間当たりの灌水量が適量であれば、不織布に含水された水が毛細管現象により、各株元へ均一に移動することとなるが、時間あたりの灌水が多量になると不織布に含水できる水量を上回り、毛細管水以外の水が各株元へ不均一に移動するためと推察された。

以上のことから、不織布灌水法において、点滴孔当たりの吐出量は10~15mL/minが小型成型トレイの各植え穴に均等に灌水ができると考えられた。

また、点滴チューブの給水口から末端までの14mの間において、給水口からの距離が違って、トレイ内植え穴への灌水量の均一性にほとんど差はなかった。

井手ら¹⁴⁾は、点滴チューブの給液精度は、減圧構造に依存する点滴孔1孔当たりの吐出量および給水側と末端側の吐出圧力差により大きく影響され、軟質タイプの点滴チューブはこの差が極めて少なく、給液精度は高い、としている。井手ら¹⁴⁾の報告での給水口からの距離(延長距離)は100m、供試チューブのメーカー仕様は延長可能距離118mである。同じ軟質タイプを用いた本試験の供試チューブの延長可能距離は46mであることから、不織布灌水法においても、給水口から末端までが約40m以内であれば、実用的な灌水が可能であると推察される。

なお、本試験での不織布を用いた育苗は、育苗培地を均一に小型成型トレイの各植え穴へ充填し、育苗棚を水平にして行った結果である。灌水の均一性を高めるためには、このように点滴チューブ及び不織布を水平に保つ措置も必要と考えられる。

2) 不織布連用の影響

3作目の不織布の灌水の均一性が初作のものと同様であることから、不織布は3年間の使用では問題がないことが確認できた。深澤ら⁷⁾は、イチゴの閉鎖型養液栽培システムにおいて、同素材の不織布を貯留槽の余剰液を培地へ還元するための給水シートとして用いているが、耐用年数は5年程度を想定している。不織布灌水法で用いる不織布についても、5作程度の使用を想定しているが、今後検討を要する。

なお、不織布は連用するに従い、乾燥状態から水がまんべんなく染み渡るまでに時間を要するようになる。

本試験では、連用の不織布については初作の不織布より長い時間浸水した後でトレイ上へ載せて行った。このため、不織布を連用する際には、浸水処理を初作の不織布より入念に行う必要があると考えられる。

2 不織布灌水育苗がイチゴの苗質、生育及び収量に及ぼす影響

灌水量のばらつき度を評価する変動係数は、頭上灌水区より不織布灌水区が小さく、不織布灌水区が均一性に優れた。これは頭上灌水では葉による遮蔽や風の影響により均一に株元へ給水されないのに対し、不織布灌水は直接株元へ給水ができたためと考えられる。

苗の生育は、不織布灌水区の苗は小振りな草姿を示し、頭上灌水区の苗は徒長気味の草姿であった。これは、不織布灌水区では苗の地上部が頭上灌水よりも乾燥しているため、徒長しにくい状態にあったものと推察される。

苗の大きさと定植後の生育及び収量との関係について、石原ら¹¹⁾は、供試品種‘女峰’で、セル成型苗のような比較的小さな苗でも収量性が優れるとしている。一方、松尾¹²⁾は、供試品種‘とよのか’で、セル成型苗はポット苗より小さい苗姿となり、定植後の生育は11月中旬以降は差がなくなり、収量は同等かやや少なくなるとしている。

本試験においても、不織布灌水区の苗は小振りな草姿であったが、定植後の生育及び収量性についてほとんど違いは見られなかった。以上のことから、不織布灌水法による育苗では慣行である頭上灌水による育苗に対し、小振りな草姿の苗となるが、定植後の生育や収量に及ぼす影響はないものと考えられる。

3 不織布灌水育苗によるイチゴ炭疽病の抑制効果

不織布灌水法による本病の伝染抑制効果について検討した結果、頭上灌水法と比較して接種株配置後の発病株率及び発病度は明らかに低かった。本病原菌は前述のとおり、本病原菌の分生胞子が水滴に伴って飛散することから、頭上からの灌水を行わないことは本病に対する有効な耕種的防除手段である。その一つとして底面給水管理による本病の伝染抑制効果が石川ら⁹⁾によって報告されている。不織布灌水法も底面給水管理と同様に水滴の飛散がない灌水法であるため、本病の伝染抑制効果が認められたものと考えられる。

なお、本病原菌の分生胞子飛散を抑制する有効な手段として雨よけ栽培が石川ら⁹⁾及びOkayama¹⁰⁾によって指摘されている。不織布灌水法でも雨よけがなければ雨滴による本病伝染の可能性が高くなる。このため、不織布

灌水法を行う場合でも雨よけ栽培は必須手段になると考えられる。

4 総合考察

開発した不織布灌水育苗装置は、①不織布を通じて各株元へ確実な灌水が可能であり、②3作の育苗に用いても問題がなく、③雨よけと併用することで極めて高いイチゴ炭疽病の伝染抑制効果があり、④頭上灌水に比べ小振りな草姿の苗になるが本圃定植後の生育及び収量には影響しない、等の特徴がある。

設備費は、雨よけハウス、育苗棚及び育苗トレイが既にある場合、本圃10a (7,200株育苗) 当たり、不織布300枚と点滴チューブ360mが必要で、その資材代は合計93,900円である。‘さちのか’をはじめ現在のイチゴ主力品種は炭疽病に罹病性であり、特に苗が不足するほど発生が著しい生産者においては、発病による欠株率が大幅に低減できるため、投資の効果は高いと考えられる。

なお、不織布灌水法は本病の二次伝染を防ぐ育苗法である。このため、炭疽病の一次伝染源である潜在感染親株からの育苗床への持ち込みをなくすることが重要である。従って、今後潜在感染株の簡易検定法¹³⁾などを用いて親株の無病化を図るとともに、本育苗法により育苗床での二次伝染を防ぐシステムを導入することが必要になると考えられる。

摘 要

イチゴの育苗時における炭疽病の伝染抑制を目的とし、毛細管現象を利用した水の浸透性が強い不織布を小型成型トレイ上に載せ、点滴チューブにより不織布を通してイチゴの株元へ直接灌水する技術を開発した。

- 1 本灌水法は、不織布に含水された水が毛細管現象により各株元へ均一に移動するので、実用規模においても時間当たりの灌水量が適量であれば、均一な灌水が可能であった。不織布は連用が可能であるが、耐用年数については今後検討を要する。
- 2 本灌水法による育苗では、慣行である頭上灌水による育苗に比べ小振りな草姿の苗となったが、定植後の生育や収量は差がなかった。
- 3 本灌水法による育苗ではイチゴ炭疽病の発生はほとんどなく、高い伝染抑制効果が認められた。

引用文献

- 1) 秋田滋 (1993) : イチゴ炭そ病の潜伏感染親株から

- 子株への感染. 日植病報, (59) : 730 (講要).
- 2) 石川成寿・中山喜一・常見譲史 (1993) : ポット育苗時の底面給水法によるイチゴ炭そ病の蔓延抑制効果及び本病菌分生胞子の飛散に及ぼす風と水の影響. 関東東山病害虫研究会年報, (40) : 63~68.
 - 3) 稲田稔・山口純一郎・古田明子 (2005a) : イチゴ炭疽病 (*Glomerella cingulata*) 潜在感染親株の育苗期における再発と苗への伝染. 九州病害虫研究会報, (51) : 11~14.
 - 4) 越川兼行・天野昭子・長谷部健一・安田雅晴・下畑次夫 (2003) : イチゴの底面給水による雨よけ高設ベンチ育苗「ノンシャワー育苗」の開発. 岐阜県農業技術研究所研究報告, (3) : 9~17.
 - 5) 森野洋二郎・藤居和彦・谿英則 (2006) : イチゴの湛水式底面給水育苗技術. 平成18年度近畿中国四国農業研究成果情報 : 145~146.
 - 6) 板東一宏 (2003) : イチゴ‘さちのか’の空中採苗による挿し芽育苗技術. 平成15年度近畿中国四国農業研究成果情報 : 265~266.
 - 7) 深澤郁男・重野貴・畠山昭嗣・稲葉幸雄・出口美里 (2002) : クリプトモスを用いた環境にやさしいいちごの養液栽培技術, 栃木農試新技術シリーズ No. 5 : 1~24.
 - 8) 石川成寿 (1994) : イチゴ炭そ病に対する底面給水法による伝染抑制効果と潜在感染株の簡易診断法. 植物防疫, 48(8) : 337~339.
 - 9) 石川成寿・田村恭志・中山喜一・大兼善三郎 (1989) : イチゴ炭そ病の育苗期の雨よけ栽培による防除効果. 関東東山病害虫研究会年報, (36) : 87.
 - 10) Okayama, K (1993) : Effects of rain shelter and capillary watering on disease development of symptomless strawberry plants infected with *Glomerella cingulata* (*Colletotricum gloeosporioides*). Ann. Phytopath. Soc. Japan, 59 : 514~519.
 - 11) 石原良行・植木正明・四方田純一・高野邦治・大谷晴美 (1994) : セル成型苗利用によるイチゴ育苗の省力化. 栃木県農業試験研究報告, (42) : 65~77.
 - 12) 松尾孝則 (1996) : 農業技術体系. 野菜編3, 農文協 : 418の20~24.
 - 13) 広田恵介・中野理子・米本謙悟 (2006) : イチゴに潜む炭疽病の簡単な検定法. 農及園, 81(10) : 1119~1123.
 - 14) 井手治・森山友幸・姫野修一・伏原肇 (2003) : 施設園芸用点滴チューブの種類別給液特性. 福岡県農業総合試験場研究報告, (22) : 75~79.

〔 徳島農研報 No.5 〕
〔 25～34 2008 〕

硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料による窒素負荷低減対策

森本昌子・黒田康文・横田 香*

Mitigation of nitrogen environmental load by coating nitrogen
fertilizer with nitrification inhibitor

Masako MORIMOTO, Yasufumi KURODA and Kaori YOKOTA*

要 約

森本昌子・黒田康文・横田香 (2008) : 硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料による窒素負荷低減対策. 徳島農研報, (5) : 25~34.

窒素溶出条件の異なる肥料を用いて, 水稻-レタス栽培における栽培期間中の亜酸化窒素発生量を調査した。

硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料は, 速効性窒素肥料と比較して亜酸化窒素の発生を低減させた。硝酸化成抑制剤による生育抑制はみられず, 作物の収量と品質に明確な差は認められなかった。このことから, 硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料は亜酸化窒素発生量の低減に有効と考えられた。

しかし, 有機物を加えることで亜酸化窒素の発生量は増加し, 有機物が亜酸化窒素の発生に及ぼす影響は大きく, 有機物中の窒素を考慮した施肥方法について検討する必要があると考えられた。

キーワード: 硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料, 亜酸化窒素

はじめに

肥料由来の窒素について, 土壌への集積や地下水への溶脱に関する研究が進められているが, 温室効果ガスである亜酸化窒素の大気中への放出を含めた窒素動態については十分な知見が得られていない。

亜酸化窒素は二酸化炭素やメタン等とともに京都議定書において削減対象となっている温室効果ガスであり, 二酸化炭素の約300倍の強い温室効果をもち, オゾン層破壊にも関与している⁵⁾。

土壌から発生する亜酸化窒素は, 硝化過程と脱窒過程で発生する。硝化過程では, 土壌中でアンモニア性窒素が硝化細菌によって硝酸性窒素に変わるとき副産物とし

て発生する。脱窒過程では, 硝酸性窒素が脱窒菌によって亜酸化窒素を経て窒素ガスに変化するときに, 窒素に還元されなかった亜酸化窒素が大気中に放出される。

2005年度の日本の亜酸化窒素排出量の内訳をみると, 農耕地由来は最も多い約28%を占めており⁶⁾, 農業活動は亜酸化窒素の重要な発生源である。特に施肥窒素の影響が大きく, 施肥窒素から発生する亜酸化窒素の大部分は硝化過程で生成する⁷⁾。

近年, 窒素の溶出速度を制御する様々なタイプの高機能性肥料が開発されているが, その中の1つに硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料がある。硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料が亜酸化窒素発生を抑制するしくみを第1図に示した。硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料は, 被覆処

* 現 農林水産総合技術支援センター企画管理課

理により窒素の溶出を緩慢にするとともに、硝化細菌の活動を抑制し硝化速度を遅らせることで硝化過程の亜酸化窒素を削減できる。また、土壌中の余分な硝酸性窒素量が減ることで脱窒量が減り、脱窒過程で発生する亜酸化窒素発生量の削減が期待できる。

そこで、本県の主要な農業経営形態である水稲-野菜の栽培体系において、硝酸化成抑制剤であるジシアンジアミドを含む被覆窒素肥料（以下、Dd 被覆窒素）を用いることによる亜酸化窒素の発生抑制効果について調査した結果、いくつかの知見が得られたので報告する。

なお、本調査は2002~2005年に農林水産省の環境負荷低減農業技術確立実証事業で実施した。

試験方法

1 試験圃場、装置

試験は農業研究所内の土壌水分制御温室で行った。温室にはコンクリート製の大型ポット（縦2.5m×横1.2m×深さ1m）が10個並んでおり、ポットの下部から浸透水を採取できる構造となっている。このポットに中粗粒灰色低地土を充填し栽培試験を行った。

亜酸化窒素の採取に使用したチャンバーを第2図に示した。水稲栽培時に使用したチャンバーは、ポリカーボネート製の無底角箱型で底面60×60cm、高さ約1mである。内部には空気攪拌用のファンと圧力調整用のテドラーバックを設置し、側面にはコック付き採気チューブをシリコン栓で固定した。レタス栽培時に使用したチャンバーは、金属製の無底円筒型で直径60cm、高さ20cm

である。日射による内部温度の変化を緩和するため白く塗装し、土壌との接着面にウレタンフォームを貼った。チャンバーの上部にコック付き採気チューブをシリコン栓で固定した。密閉性を高めるためにチャンバーの周囲に120cm四方のビニールをスカート状に巻き金属製バンドで固定した。

2 試験区の構成

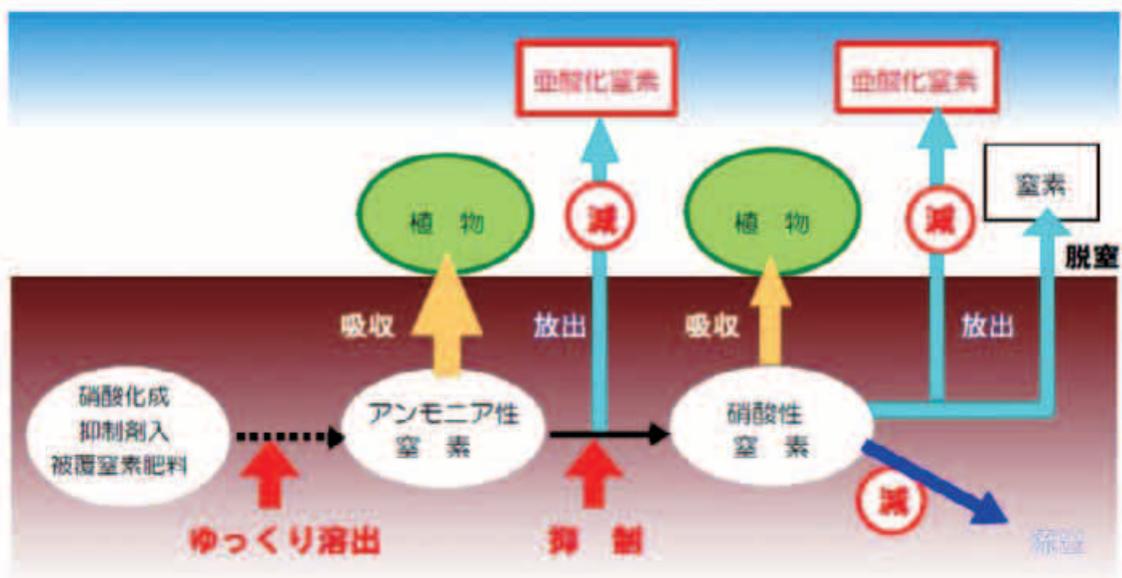
試験区の構成は第1表、使用した堆肥の分析値は第2表、耕種概要は第3表のとおりである。水稲は‘コシヒカリ’、レタスは‘マイヤー’を用い、試験は2連制で実施した。Dd 被覆窒素は、ジシアンジアミドを5%含むLP40日タイプを使用した。レタス栽培ではリンスターと硫酸加里を、水稲栽培では過リン酸石灰と塩化加里を共通施用した。2003年のレタス栽培のみ前作の収穫残さを全量除去し、2004年の水稲栽培以降は全量すき込んだ。

水稲栽培の水管理は慣行に準じ、レタス栽培の水管理は、天候に従い降水量と同量の灌水を行った。

3 調査分析方法

土壌、作物体、浸透水の分析は常法¹⁾に準じて以下のように行った。

土壌は土壌表面から深さ20cmを採取し、硝酸性窒素およびアンモニア性窒素は水蒸気蒸留法により定量した。全窒素、全炭素は風乾後0.25mmのふるいを通し、乾式燃焼法により測定した。その他の項目は風乾後2mmのふるいを通し、可給態リン酸はトルオーグ法、交換性陽イオンは原子吸光光度法により測定した。



第1図 硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料の作用



水田用チャンバー



畑地用チャンバー

第2図 使用したチャンバー

第1表 試験区の構成

実施年度	作物	試験区名	使用する資材の種類	施肥量 (kg/10a)						堆肥 (kg/10a)
				基肥			穂肥			
				N	P ₂ O ₅ *1	K ₂ O*2	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
2003*3	レタス	無窒素	無窒素	0	20	20	-	-	-	0
		Dd 被覆窒素	硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料*4	25	20	20	-	-	-	0
		被覆+堆肥	同上+おがくず豚糞堆肥	25	20	20	-	-	-	1500
		速効性窒素	硫安	25	20	20	-	-	-	0
		速効+堆肥	同上+おがくず豚糞堆肥	25	20	20	-	-	-	1500
2004	水稻	無窒素	無窒素	0	5	5	0	0	2	0
		Dd 被覆窒素	硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料	5	5	5	2	0	2	0
		被覆+堆肥	同上+おがくず豚糞堆肥	5	5	5	2	0	2	500
		速効性窒素	硫安	5	5	5	2	0	2	0
		速効+堆肥	同上+おがくず豚糞堆肥	5	5	5	2	0	2	500
2004	レタス	無窒素	無窒素	0	20	20	-	-	-	0
		Dd 被覆窒素	硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料	25	20	20	-	-	-	0
		被覆+堆肥	同上+おがくず豚糞堆肥	25	20	20	-	-	-	1500
		速効性窒素	硫安	25	20	20	-	-	-	0
		速効+堆肥	同上+おがくず豚糞堆肥	25	20	20	-	-	-	1500
2005	水稻	無窒素	無窒素	0	4	4	0	1	1	0
		Dd 被覆窒素	硝酸化成抑制剤入り被覆窒素肥料	4	4	4	1	1	1	0
		被覆+堆肥	同上+おがくず豚糞堆肥	4	4	4	1	1	1	500
		速効性窒素	尿素	4	4	4	1	1	1	0
		速効+堆肥	同上+おがくず豚糞堆肥	4	4	4	1	1	1	500

* 1 レタスにはリンスター、水稻には過リン酸石灰を各区共通施用

* 2 レタスには硫酸加里、水稻には塩化加里を各区共通施用

* 3 2003年では前作残さを全量除去し、2004年以降は前作残さを全量すき込んだ。

* 4 ジシアンジアミドを5%含有、40日タイプ

第2表 使用堆肥の分析値

資材名	水分 %	全窒素 %	全炭素 %	全リン酸 %	全加里 %	C/N
おがくず豚糞堆肥	37.9	1.43	22.28	2.52	2.03	15.6

第3表 耕種概要

実施年度	作物	播種日	基肥	移植又は定植日	収穫日	栽植密度	その他
2003	レタス	9月1日	10月2日	10月8日	12月22日	株間35cm 3条植 (19株/3m ²)	
2004	水稻	4月30日	5月24日	5月27日	9月13日	株間15cm 条間30cm (60株/3m ²)	5/24代かき, 7/6~14中干し, 7/20穂肥, 9/6落水
2004	レタス	9月1日	10月19日	10月19日	2月8日	株間35cm 3条植 (17株/3m ²)	
2005	水稻	5月6日	5月17日	5月25日	8月31日	株間15cm 条間30cm (60株/3m ²)	4/27堆肥施用, 5/23代かき, 7/6~14中干し, 7/19穂肥, 8/26落水

作物体は80℃で1昼夜通風乾燥後、微粉碎し、全窒素、全炭素は乾式燃焼法により測定した。その他の項目は硝酸・過塩素酸分解後、リン酸はバナドモリブデン酸法、カルシウム、マグネシウム、カリウムは原子吸光度法により測定した。

浸透水中の硝酸性窒素は、イオンクロマトグラフ法により高速液体クロマトグラフ(日立製L-6000)で測定した。

水稻は移植約40日後の最高分けつ期および収穫前に各区20株について生育調査を行った。葉色の測定には葉緑素計(ミノルタ製SPAD-502)を用いた。収量は各区120株を刈り取り調査した。

レタスは各区20株について収量調査を行った。

亜酸化窒素の採取はCH₄・N₂Oフラックス測定マニュアル¹⁰⁾に準じてクローズドチャンバー法により次のように行った。チャンバーを水稻8株、レタス3株が入るようにかぶせ、設置直後、設置15分後、設置30分後にミニポンプ(柴田製MP-2N)を用いてチャンバー内の空気をラボラントドラバックに約1L採取し、ECD付きガスクロマトグラフ(島津製GC-14A)で測定した。

試験結果

レタス栽培期間中の亜酸化窒素フラックス(単位時間・単位土地面積あたりのガスの放出・吸収量)の経時変化

と雨量を第3図に示した。

2003年度はDd被覆窒素区では栽培期間を通して無窒素区と同等の低い値で推移した。速効性窒素区では施肥直後に発生ピークがみられた後減少し、そのまま低い値で推移した。堆肥を施用した試験区では11月29日の降雨(87mm/日)の後、12月2日に大きな発生ピークがみられた。

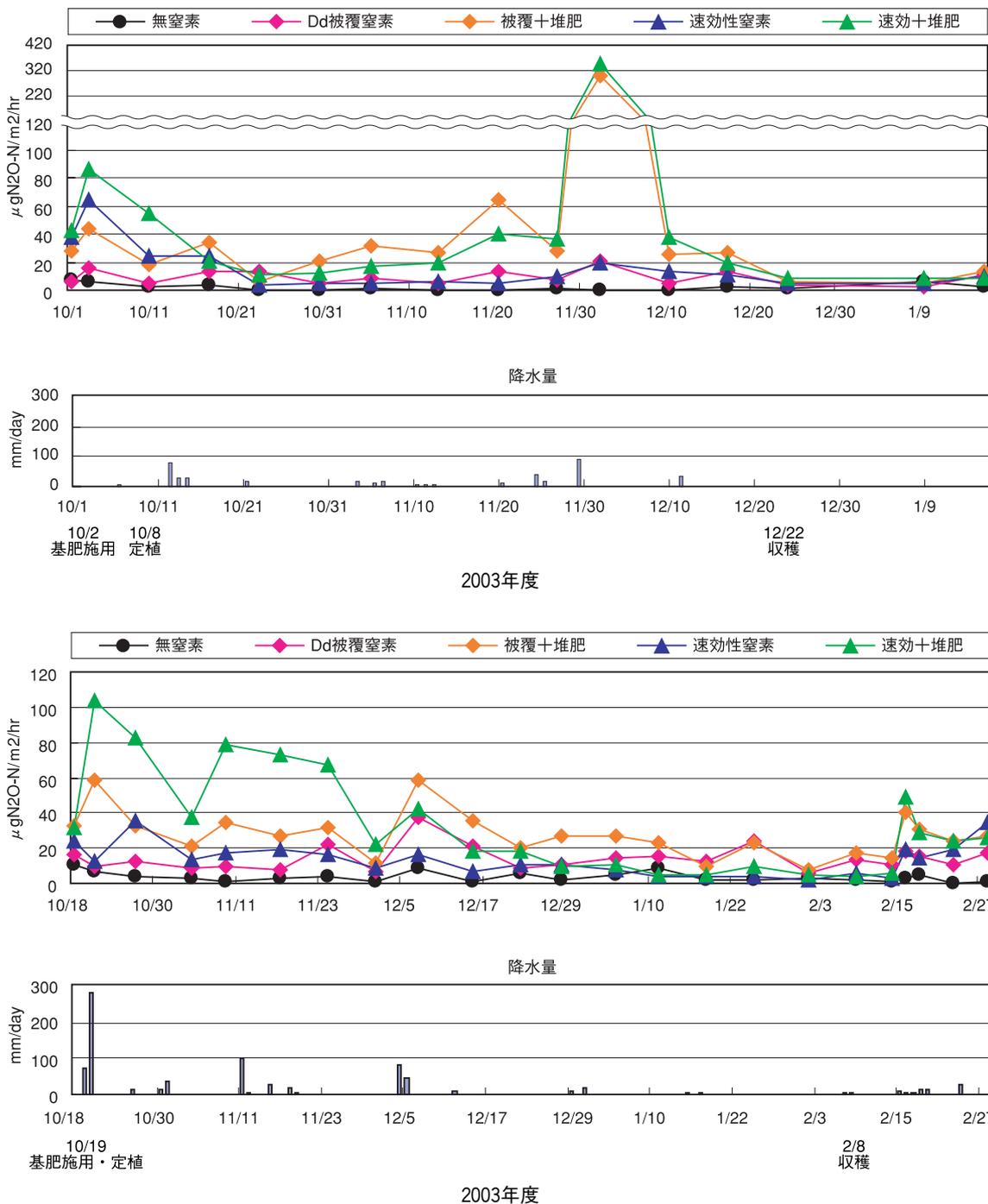
2004年度はDd被覆窒素区では基肥施用後の発生量は少なく、生育中期に発生ピークがみられた。速効性窒素区は栽培初期に発生ピークがみられた後、徐々に減少しながら低い値で推移した。被覆+堆肥区および速効+堆肥区は施肥直後に発生ピークがみられた後、被覆+堆肥区は生育期間を通じ、速効+堆肥区は生育中期まで高い値で推移した。

12/6の降雨(86mm/日)の後、12/7に全試験区で発生ピークがみられ、レタス収穫残さすき込み後に無窒素区を除いた試験区で発生ピークがみられた。

水稻栽培期間中の亜酸化窒素フラックスの経時変化を第4図に示した。

2004年度は基肥施用・代かき直後、中干し時、残さすき込み直後に全試験区で発生ピークがみられた。また、速効性窒素区および速効+堆肥区では穂肥施用後に発生がみられた。

2005年度は代かき後に全試験区で最大の発生ピークがみられた。また、穂肥施用直後に被覆+堆肥区、速効性



第3図 レタス栽培中の亜酸化窒素発生量の経時変化

窒素区，速効+堆肥区で発生ピークがみられた。土壌が乾き始めた9/5以降に全試験区で発生量が増加し，水稲残さすき込み後に速効+堆肥区で発生ピークがみられた。

測定期間中の亜酸化窒素総発生量と排出係数を第4表，レタス栽培における各資材の亜酸化窒素発生量を第5表に示した。

総発生量・排出係数・各資材の亜酸化窒素総発生量は以下のとおり計算した。

$$\text{総発生量} = \text{フラックス} \times 24 \times \text{測定間隔日数} + |\text{フラックス} - \text{前回フラックス}| \times 24 \times \text{測定間隔日数} / 2$$

$$\text{排出係数} = (\text{各試験区の亜酸化窒素総発生量} - \text{無窒素区の亜酸化窒素総発生量}) / (\text{各試験区の窒素投入量} - \text{無窒素区の窒素投入量}) \times 100$$

各試験区の亜酸化窒素総発生量

= 各試験区の亜酸化窒素総発生量 - 無窒素区の
亜酸化窒素総発生量

レタス栽培では、2003年はDd被覆窒素区で発生量が少なかった。各試験区の亜酸化窒素発生量を試算すると、Dd被覆窒素区は速効性窒素区の62%、被覆+堆肥区は速効+堆肥区の89%であった。しかし2004年では速効性窒素区がDd被覆窒素区より発生量が少なく、被覆+堆肥区が速効+堆肥区より少ない結果となり、Dd被覆窒素の効果が判然としなかった。

水稻栽培では2004年、2005年ともにDd被覆窒素を施用した試験区で発生量が少なかった。資材由来の亜酸化窒素発生量を平均すると、Dd被覆窒素区は速効性窒素

区の67%、被覆+堆肥区は速効+堆肥区の78%であった。

排出係数はレタス栽培より水稻栽培の値が大きく、水稻栽培の排出係数は年により大きく変動した。

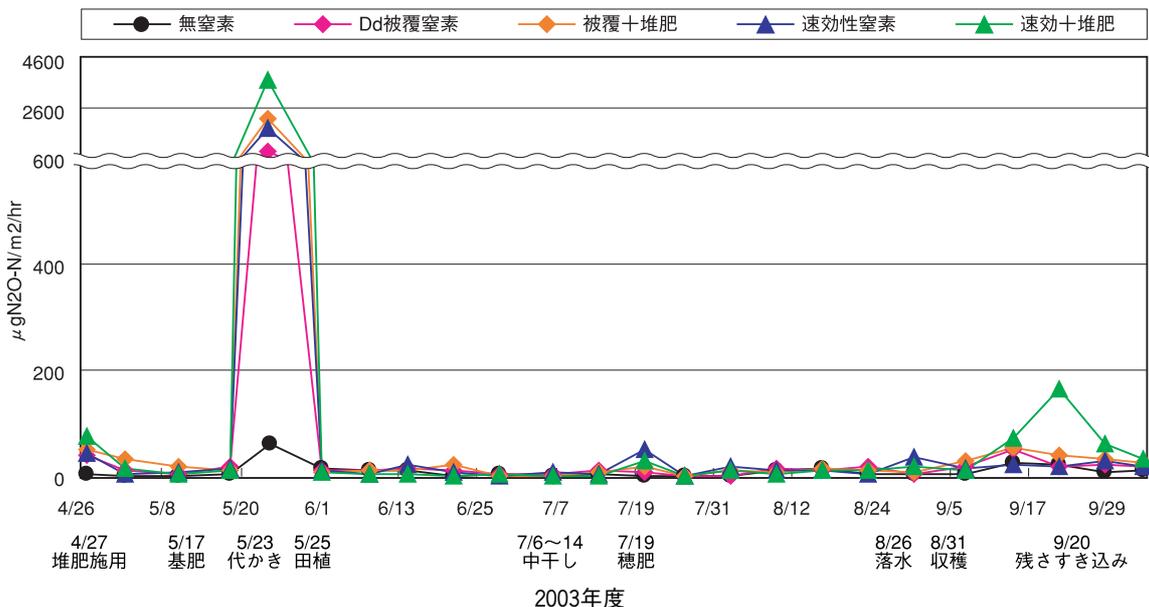
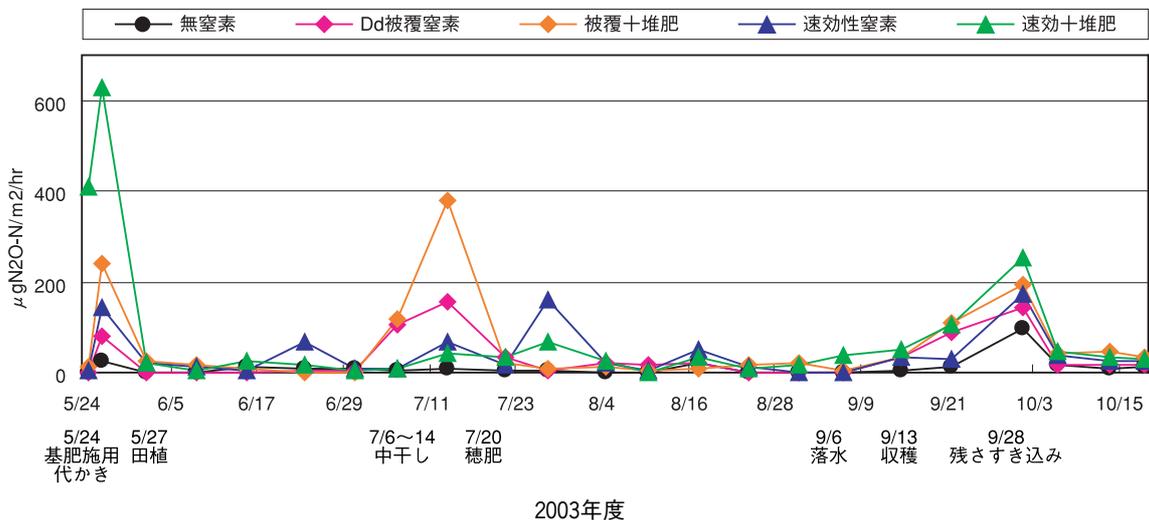
また、水稻・レタスとも堆肥を施用することで総発生量は大きく増加した。

レタス栽培における各資材の亜酸化窒素発生量をみると、堆肥はDd被覆窒素の約5倍、速効性窒素の約3倍の発生量となった。また、堆肥の排出係数はDd被覆窒素の約6倍、速効性窒素の約4倍となった。

レタスおよび水稻の生育と収量を第6表に示した。

レタス栽培では、2003年はDd被覆窒素を施用した試験区で生育が良く、収量が高かったが、2004年は速効性窒素を施用した試験区で生育・収量が良好であった。

水稻栽培では、2004年の茎数・穂数をみるとDd被覆



第4図 水稻栽培中の亜酸化窒素発生量の経時変化

窒素区は速効性窒素区よりも多く、被覆+堆肥区と速効+堆肥区では大きな差がなかった。また、稈長および穂長には明確な差がみられなかった。2005年についても生育に明確な差はみられず、硝酸化成抑制剤による生育抑

制はみられなかった。水稻の収量をみると、2004年は速効性窒素区で収量が高かったが、2005年は被覆+堆肥区と速効+堆肥区が高かった。

作付前土壌と各作物の栽培後土壌の化学性を第7表に

第4表 亜酸化窒素総発生量と排出係数

試験区名	亜酸化窒素総発生量 (mgN ₂ O-N/m ²)				窒素施用量*1 (kgN/10a)				排出係数 (%)			
	2003		2004		2003		2004		2003		2004	
	レタス	水稻	レタス	水稻	レタス	水稻	レタス	水稻	レタス	水稻	レタス	水稻
無窒素	3	39	11	37	0	2	3	1	-	-	-	-
Dd 被覆窒素	19	124	45	206	25	17	38	9	0.06	0.57	0.10	2.09
被覆+堆肥	94	207	86	448	46	24	59	16	0.37	0.77	0.13	2.79
速効性窒素	28	141	39	366	25	15	39	10	0.10	0.76	0.08	3.62
速効+堆肥	106	215	103	721	46	23	59	16	0.41	0.84	0.16	4.72

* 1 肥料, 堆肥, 前作残さの窒素量の合計

第5表 レタス栽培における各資材の亜酸化窒素総発生量と排出係数

試験区名	亜酸化窒素 総発生量 (mgN ₂ O-N/m ²)	窒素施用量 (kgN/10a)	排出係数 (%)
Dd 被覆窒素	16	25	0.06
速効性窒素	25	25	0.10
堆肥	77	21	0.36

第6表 生育調査および収量

(レタス)

実施年度	試験区名	球径 (cm)	球高 (cm)	結球重 (g)	外葉重 (g)	収量 (kg/10a)
2003	無窒素	5.4	5.6	26	115	165
	Dd 被覆窒素	14.4	12.1	363	231	2300
	被覆+堆肥	15.0	12.2	355	233	2249
	速効性窒素	13.4	10.8	285	190	1804
	速効+堆肥	13.6	11.1	292	242	1851
2004	無窒素	6.0	5.9	58	114	328
	Dd 被覆窒素	13.4	11.6	464	251	2627
	被覆+堆肥	16.1	14.4	773	374	4382
	速効性窒素	15.1	13.4	643	315	3646
	速効+堆肥	16.6	14.3	797	402	4518

(水稻)

実施年度	試験区名	移植後42日			成熟期			収量 (kg/10a)
		草丈 (cm)	茎数 (本)	葉色	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)	
2004	無窒素	54.4	7.7	27.6	70.2	17.3	6.1	136
	Dd 被覆窒素	71.2	19.4	39.7	82.6	19.1	20.3	417
	被覆+堆肥	77.9	20.3	38.3	84.0	18.8	19.4	444
	速効性窒素	76.0	17.1	37.9	84.9	19.6	17.4	509
	速効+堆肥	78.4	20.4	38.7	80.0	17.7	19.6	377
2005	無窒素	52.9	9.5	29.3	64.0	18.2	4.6	131
	Dd 被覆窒素	72.7	17.4	39.0	78.6	18.3	12.4	342
	被覆+堆肥	78.3	17.2	39.9	82.5	19.4	13.9	421
	速効性窒素	76.0	16.0	38.1	82.6	19.9	12.7	392
	速効+堆肥	76.1	17.7	39.2	82.6	18.9	13.8	422

第7表 土壌の化学性

実施年度	作物	試験区名	EC dS/m	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	T-N	T-C
						mg/100g					%
2003	作付前	無窒素	0.31	6.8	6.5	94	21	13	32	0.056	0.525
		Dd 被覆窒素	0.53	6.8	6.5	123	21	10	35	0.064	0.574
		被覆+堆肥	0.50	6.8	6.5	105	25	12	27	0.060	0.550
		速効性窒素	0.58	6.6	6.2	119	19	14	33	0.067	0.613
		速効+堆肥	0.47	6.9	6.6	101	29	30	44	0.093	0.764
2003	レタス栽培後	無窒素	0.51	7.1	6.9	139	30	23	17	0.074	0.676
		Dd 被覆窒素	0.57	6.6	6.4	142	23	18	15	0.084	0.653
		被覆+堆肥	0.60	6.6	6.4	136	29	22	22	0.090	0.691
		速効性窒素	0.67	5.7	5.5	142	24	22	10	0.094	0.786
		速効+堆肥	0.77	6.2	6.3	169	35	38	35	0.133	1.052
2004	水稲栽培後	無窒素	0.23	7.1	6.7	129	22	14	19	0.068	0.636
		Dd 被覆窒素	0.42	6.9	6.6	146	30	7	15	0.071	0.638
		被覆+堆肥	0.49	7.0	6.8	172	35	14	23	0.080	0.712
		速効性窒素	0.67	6.5	6.2	172	29	10	14	0.084	0.773
		速効+堆肥	0.65	6.8	6.6	189	42	28	30	0.117	0.987
2004	レタス栽培後	無窒素	0.50	6.9	6.9	124	38	25	21	0.059	0.587
		Dd 被覆窒素	0.76	6.6	6.6	184	52	12	16	0.082	0.668
		被覆+堆肥	0.70	6.9	6.8	145	64	34	29	0.092	0.792
		速効性窒素	0.92	5.7	5.2	242	38	14	8	0.083	0.717
		速効+堆肥	0.95	6.2	6.0	179	65	45	34	0.127	1.065
2005	水稲栽培後	無窒素	0.08	7.2	6.6	173	10	22	45	0.081	0.647
		Dd 被覆窒素	0.06	7.2	6.4	149	8	45	33	0.081	0.605
		被覆+堆肥	0.18	7.1	6.7	213	16	34	63	0.115	0.905
		速効性窒素	0.12	6.8	6.1	165	7	11	38	0.092	0.703
		速効+堆肥	0.21	6.8	6.4	227	15	39	72	0.151	1.181

第8表 浸透水中の硝酸性窒素濃度の推移

試験区名	2004/11/16		2004/12/9		2004/12/14		2005/2/9	
	NO ₃ -N (mg/L)	採水量 (L/m ²)						
無窒素	24.2	7	13.0	17	17.9	3	19.6	2
Dd 被覆窒素	18.5	7	19.1	134	23.9	8	27.3	8
被覆+堆肥	17.0	7	17.5	78	19.9	5	25.8	3
速効性窒素	22.8	13	41.5	130	50.3	14	59.0	8
速効+堆肥	26.3	10	21.4	55	21.5	4	33.4	3

示した。

作付前と比較すると堆肥を施用した試験区で交換性苦土、交換性加里、可給態リン酸が増加した。また、速効性窒素を施用した試験区で pH が低くなる傾向がみられた。

Dd 被覆窒素と速効性窒素を比較すると速効性窒素試験区で EC が高くなる傾向がみられた。

2004年度の浸透水中の硝酸性窒素濃度の推移を第8表に示した。栽培期間を通して速効性窒素区の浸透水中の硝酸性窒素濃度は Dd 被覆窒素区よりも高く推移し、硝酸性窒素の溶脱がみられた。

考 察

資材由来の亜酸化窒素総発生量を比較すると、水稲栽培では、2004年は Dd 被覆窒素は速効性窒素の91%、2005年では57%となり、Dd 被覆窒素が亜酸化窒素の発生を抑制する効果がみられた。レタス栽培においては、2003年は Dd 被覆窒素は速効性窒素の83%となったが、2004年は速効性窒素より Dd 被覆窒素の総発生量が多くなった。これは、12月下旬から1月上旬にかけて、速効性窒素区において亜酸化窒素の発生がほとんどなかったが、Dd 被覆窒素区ではコンスタントに亜酸化窒素の発生がみられたことが影響している。作物体の窒素吸収量は

Dd 被覆窒素区より速効性窒素区が多く、浸透水への硝酸性窒素の溶脱も多かったため、土壌中の窒素量が減少したことが原因と考えられる。2004年10月から2005年1月の降水量は887mmであり、平年(321mm)より雨が多かった。このため、特に速効性窒素区において窒素の溶脱が多くなったと考えられた。亜酸化窒素の発生は、土壌中の窒素量が少ないほど発生が少ないことから、速効性窒素区の亜酸化窒素発生量が少なくなったと考えられる。

レタス栽培よりも水稻栽培において亜酸化窒素総発生量が多い結果となり、排出係数もレタス栽培よりも水稻栽培が大きくなった。これは代かき時の発生が影響したため、Dd 被覆窒素を使用した試験区でも同様にフラックスの急激な増加がみられた。土壌の最大容水量が80%以上になると亜酸化窒素が急激に増加し、それが脱窒によることが確認されていることから^{2,6)}、代かきにより脱窒が促進された結果、亜酸化窒素発生量が増加した可能性が高い。また、水稻の排出係数が2004年度よりも2005年度が高くなったのは、土壌中に残った前作の残さや分解されなかった有機物が脱窒に影響を及ぼしたと考えられる。

堆肥の施用の有無に関わらず、2年間の亜酸化窒素発生量を平均してDd 被覆窒素と速効性窒素を比較すると、水稻栽培で73%、レタス栽培で88%となった。また、硝酸化成抑制剤による作物の生育抑制はみられず、Dd 被覆窒素は亜酸化窒素の発生抑制に有効と考えられた。

堆肥を施用した試験区は亜酸化窒素発生量が大きく増加した。この主な原因として窒素の投入量増加が考えられる。堆肥の施用は窒素成分でレタス21.4kg/10a、水稻7.1kg/10aの上乗せ施用となる。窒素施用量が増加するに伴い硝化が促進され亜酸化窒素発生量が増加したと考えられた。肥料のみの試験区は肥料施用後すぐに発生ピークが現れ、その後徐々に発生量が減少することに対して、堆肥を施用した試験区は生育期間を通して不定期に発生ピークが現れるという特徴がみられた。堆肥中の窒素が肥料と比べてゆっくりと無機化し、硝化が継続的に進んだためと考えられる。また、特に堆肥を施用した試験区で、降雨の後に亜酸化窒素の大きな発生ピークを示した。土壌水分量の増加により、堆肥中の窒素の無機化と硝化が促進され、亜酸化窒素発生量が増加したと考えられた。さらに、レタス栽培において各資材の排出係数を試算すると、Dd 被覆窒素は平均0.08、速効性窒素は平均0.09であるのに対し、堆肥は平均0.30となった。これは堆肥をエサとする脱窒菌が活性化し、好氣的条件であっても脱窒が促進されたため⁸⁾と思われる。このこ

とから、堆肥施用は硝化と脱窒を同時に促進し、亜酸化窒素の発生を増加させると考えられた。

また、収穫後に作物残さをすき込むことで亜酸化窒素発生量は増加した。これは亜酸化窒素の土壌の気相中の濃度は大気より高いことが報告されていることから^{1,3)}、耕耘によって土壌中にたまっていた亜酸化窒素が大気中に放出された可能性が考えられる。しかしレタス栽培ではすき込み後の一時的な発生ピークの後もフラックスが増大している。駒田ら⁴⁾はハクサイ残さの腐敗により亜酸化窒素が発生することを明らかにしており、すき込み後のフラックスの増加はレタス残さの腐敗や、残さ中の窒素が無機化したことにより、亜酸化窒素発生量が増加したと考えられた。

このことから、堆肥や作物残さ等の有機物が亜酸化窒素の発生に大きな影響を与えていることがわかった。本県では有機物中の窒素成分は考慮されず肥料が施用されている場合が多い。今後は有機物中の窒素を考慮した施肥方法について検討する必要があると考えられた。

謝 辞

本調査の実施に当たって多大なご協力をいただいた環境負荷低減農業技術確立実証事業の企画・管理委員の方々ならびに関係各位に心より感謝申し上げます。

摘 要

- 1) 水稻-レタスの栽培体系において亜酸化窒素発生量の経時変化をみると、水稻栽培では代かき後に最大の発生ピークがみられ、中干し時と収穫後の土壌が乾き始めた頃にも発生ピークがみられた。レタス栽培では基肥施用後および残さすき込み後に発生ピークがみられた。
- 2) 肥料の施用では基肥施用後に亜酸化窒素の発生ピークを示した後徐々に減少するのに対し、堆肥を施用すると生育期間中に不定期に数回発生ピークが現れた。
- 3) 亜酸化窒素総発生量は、水稻栽培ではDd 被覆窒素は速効性窒素の73%、レタス栽培では88%となり、亜酸化窒素の発生を低減させる効果がみられた。しかし、亜酸化窒素の発生量は気象や土壌中の有機物の影響を受けやすく、レタス栽培では年により効果が明らかでなかった。また、硝酸化成抑制剤による生育抑制はみられなかった。
- 4) 亜酸化窒素排出係数はレタス栽培よりも水稻栽培が大きくなり、代かき時の脱窒が影響していると考えられた。

5) 有機物が亜酸化窒素の発生に及ぼす影響は大きく、有機物中の窒素を考慮した施肥方法について検討する必要があると考えられた

引用文献

1) 広瀬竜郎・八木一行・荒谷 博・鶴田治雄 (1995) : 窒素施肥土壌からの NO および N₂O の発生 (2) NO および N₂O の土壌空气中濃度の鉛直分布について. 土肥要旨集, 第41号 : 220.

2) 犬伏和之・長沼 均・吉田富男 (1995) : 畑土壌からの亜酸化窒素発生機構の解明と制御 (第1報発生過程の解明と土壌水分・N 添加の影響). 土肥要旨集, 第41号 : 217.

3) 確井敏宏・武重祐史・楊 宗興 (1999) : 森林土壌における N₂O の鉛直分布. 土肥要旨集, 第45号 : 278.

4) 駒田充生・江口定夫 (2007) : ハクサイ腐敗過程からの亜酸化窒素発生に及ぼす軟腐病菌, 土壌, 堆肥の影響. 土肥要旨集, 第53号 : 254.

5) 陽 捷行編著 (1995) : 地球環境変動と農林業. 朝倉書店 (東京) : 14~21.

6) 陽 捷行・大西 将・福士定雄 (1983) : 土壌中の硝酸化成の過程で発生する N₂O. 日本土壌肥科学雑誌 第54巻第4号 : 277~280

7) 陽 捷行・八木一行 (1989) : 温室効果への農業生態系へのかかわり. 農林水産技術研究ジャーナル12巻8号 : 14~19.

8) 西尾道德著 (1989) : 土壌微生物の基礎知識. 社団法人農山漁村文化協会 (東京都) : 40~41.

9) 温室効果ガスインベントリオフィス編, 環境省地球環境局地球温暖化対策課監修 (2007) : 日本国温室効果ガスインベントリ報告書 : 2-1~2-15, 6-18~6-19.

10) 八木一行・鶴田治雄・陽 捷行 (1991) : CH₄・N₂O フラックス測定マニュアル. 資源・生態管理科学研究収録, 第7号 : 143~158.

11) 財団法人農産業振興奨励会 (1993) : 土壌, 水質及び作物体分析法 : 1~181, 195~197.

〔 徳島農研報 No.5 〕
〔 35~44 2008 〕

露地コマツナ栽培における防虫ネットの 利用を主体とした減農薬防除体系

中野昭雄

Reduced pesticide control system using insect-proof
screens on open field Komatsuna cultivation

Akio NAKANO

要

約

中野昭雄 (2008) : 露地コマツナ栽培における防虫ネットの利用を主体とした減農薬防除体系. 徳島農研報, (5) : 35~44.

露地コマツナ栽培において, 防虫ネットを利用し侵入阻止効果の不十分な害虫に対しては最小限の薬剤を併用する減農薬防除体系の有効性を検証した。

0.8mm 目合い防虫ネットのトンネル被覆と粒剤, あるいは太陽熱土壌消毒を併用した場合は0.6mm 目合い防虫ネット被覆と粒剤を併用した場合と比較してキスジノミハムシ成虫による被害度はほぼ同程度であったが, いずれの試験区においてもアブラムシ類の発生がみられ, 他の防除手段による防除が必要と考えられた。

0.6mm, 0.8mm と1.0mm 目合い防虫ネットをそれぞれコマツナにトンネル被覆した場合, 目合いが小さくなるほど, 最大葉長が長く, 重量も重く, さらに葉色が浅くなる傾向が認められた。

0.8mm 目合い防虫ネットをトンネル被覆し, アブラムシ類の発生時期である5~6月と9月にはネオニコチノイド系のジノテフラン粒剤をそれ以外の時期にはテフルトリン粒剤を播種時に処理し, さらにキスジノミハムシ成虫の発生の多くなる8~9月にはシベルメトリン乳剤, もしくはアセタミプリド水溶剤を1回散布する防除体系は慣行の防除体系と比較してキスジノミハムシ成虫とアブラムシ類に対する防除効果は同程度か, 優った。

キーワード: コマツナ, 露地栽培, 防虫ネット, 粒剤, キスジノミハムシ, アブラムシ類

はじめに

徳島県内の吉野川下流地域は肥沃な土地に恵まれ, 近年は夏期には水稲を中心にエダマメ, スイートコーンとコマツナ等が, 冬期にはハウレンソウ, ブロッコリー, カリフラワー, 洋ニンジンと野沢菜等の露地野菜が主に作付けされている。中でもコマツナは十数年前から徳島

市, 石井町を中心に導入が始まり, 2001年度に県の重点施策「新世紀園芸ランドとくしま創造事業」の産地強化品目に位置づけられたことを契機に, 栽培面積の拡大が図られた。主に4~9月の間に水田転換畑で栽培され, 作期が短いことから同一圃場で数回連作されている。しかし, 作付を繰り返すほど病害虫の発生は増加する傾向があり, 特に栽培当初からキスジノミハムシの食害によ

る品質低下は問題となっていた。その対策として、1mm目合いの防虫ネット等によるトンネル被覆が導入されたが、キスジノミハムシに対する侵入阻止効果は低く、また有効な登録薬剤が少なかったことから、防除効果は不十分であった。

このことから、筆者ら⁴⁾は防虫ネットの利用を主体とした化学農薬の使用を削減する防除体系を確立するため、3種類の目合いの防虫ネットを用いて作付時期ごとの各種害虫に対する侵入阻止効果を検討した。その結果、導入当初より慣行として利用されている1mm目合い防虫ネットを被覆してもキスジノミハムシによる被害は無被覆と同程度であり、同虫の侵入阻止効果はないことが明らかとなった。また、0.6mm目合い防虫ネットを被覆するとキスジノミハムシによる被害は抑制できたが、アブラムシ類、アザミウマ類とハスモンヨトウ幼虫の侵入阻止効果は不十分であることが明らかとなった。

そこで、本研究では露地コマツナ栽培において、防虫ネットを利用し、侵入阻止効果の不十分な害虫には最小限の薬剤を併用する減農薬防除体系の有効性を検証したので報告する。

試験方法

1 3種類の目合いの防虫ネット被覆と化学薬剤等の併用による防除効果(試験1)

試験は2002年に農業研究所鴨島分場の露地圃場で実施した。供試品種として1作目は‘よかった菜’を、2作目以降は‘ひとみ’を用いた。幅100cmの畝に播種機を用いて4条播きとした。施肥その他の栽培管理は慣行に準じた。試験面積は1区当たり17.2m²(1.0m×8.6m×2畝)とし、区制は無防除区のみを2区制に、その他の試験区は3区制とした。各作付けの播種月日は第1表のとおりである。

1作目は5試験区全て、薬剤処理と太陽熱土壌消毒を実施せず、0.6mm、0.8mmと1.0mm目合い防虫ネットをそれぞれ被覆した。2作目以降はキスジノミハムシの防除を主体に上記の3種類の目合いの防虫ネットと薬剤等を処理し第2表に示した5つの試験区を設定した。なお、各試験区は作付け地を固定し、4作目まで連作した。

調査は1作目は6月5日、2作目は7月5日、3作目は8月16日、4作目は10月2日に、ただし第2表に示した0.8mm目合い防虫ネット被覆+太陽熱土壌消毒区は7日間(4作目は8日間)畝表面をポリフィルムで被覆し、播種を遅らせたために、2作目は7月10日、3作目は8月23日、4作目は10月9日のいずれも収穫直前に実施した。

調査は各区の1畝より任意に20株を抜き取り、寄生した害虫を種別に計数した。次に、1畝より任意に50株を抜き取り、全葉におけるキスジノミハムシ成虫による食痕数から被害度を以下により算出するとともに、アザミウマ類による被害を竹内ら⁶⁾により類別された「引きつれ」、「ひだ葉」と「反り返り」の3つの症状別に発生株数を計数した。

被害度 = (3A + 2B + C) / (3 × 調査株数) × 100
(A:食痕数25以上(被害が甚大)の株, B:食痕数5~24(被害が顕著で発見容易), C:食痕数1~4(被害がわずかで発見困難), D:食痕数0(被害が発見できない。))なお、すべての調査対象害虫、被害程度とも1作目は各区2畝のうち1畝のみとした。

2 0.8mm目合い防虫ネット被覆と化学薬剤の併用による防除効果

試験は2003~2005年に農業研究所鴨島分場の露地圃場で実施した。

1) 2003年実施試験(試験2-1)

供試品種として‘ひとみ’を用いた。幅100cmの畝に播種機を用いて4条播きとした。施肥その他の栽培管理は慣行に準じた。試験面積は1区当たり17.2m²(1.0m×8.6m×2畝)とし、区制は3区制とした。試験区構成は第3表に示した。なお、各作付けの播種月日は第1表のとおりである。

キスジノミハムシとアブラムシ類の防除を主体に0.8mm目合い防虫ネットを被覆するとともに第3表に示した化学薬剤を処理した。対照として1mm目合い防虫ネットを被覆するとともに第3表に示した化学薬剤を数回処理する慣行防除区と防虫ネットを被覆せず化学薬剤も無処理の無防除区を設けた。

調査は1作目は5月12日、2作目は6月25日、3作目は7月28日、4作目は8月28日、5作目は10月7日のいずれも収穫直前に実施した。まず、1畝より任意に50株を抜き取り、全葉のキスジノミハムシ成虫による食痕数から被害度を試験1に準じて算出した。次に、各区の1畝より任意に20株を抜き取り、寄生したアブラムシ類成幼虫数を計数した。

2) 2004年実施試験(試験2-2)

供試品種、耕種概要と試験区面積・区制は試験2-1に準じ、試験区構成は第4表に示した。なお、各作付けの播種月日は第1表のとおりである。

調査は1作目は5月28日、2作目は6月28日、3作目は8月6日、4作目は9月24日にの収穫直前に実施した。方法は試験2-1に準じた。

3) 2005年実施試験(試験2-3)

供試品種として1作目は‘ひとみ’を、2作目以降は‘みなみ’を用いた。耕種概要と試験区面積・区制は試験2-1に準じ、試験区構成は第5表に示した。なお、各作付けの播種月日は第1表のとおりである。

調査は1作目は5月31日、2作目は7月6日、3作目は8月26日、4作目は10月6日の収穫直前に実施した。方法は試験2-1に準じた。

3 3種類の目合いの防虫ネット被覆がコマツナの生育に及ぼす影響(試験3)

試験は2003年に農業研究所鴨島分場の露地圃場で実施

した。供試品種として‘ひとみ’を用い、8月20日に畝幅80cmの畝に播種機を用いて4条播きとした。施肥その他の栽培管理は慣行に準じた。試験面積は1区当たり8.0m²(0.8m×10.0m)とし、区制は1区制とした。試験区として0.6mm、0.8mmと1mm目合い防虫ネットをそれぞれ被覆した区を設定した。なお、9月3日にシベルメトリン乳剤2,000倍液とエマメクチン安息香酸塩乳剤2,000倍液を、9月9日にシベルメトリン乳剤2,000倍液を全試験区に散布した。

調査は9月18日に区内より任意に50株収穫し、株ごとに最大葉長、重量、葉色(ミノルタ葉緑素計SPAD-502)を計測した。

第1表 各試験のコマツナ播種月日

試験名	1作目	2作目	3作目	4作目	5作目
試験1	2002/5/8	6/10	7/23	9/5	-
	(2002/5/8)	(6/17)	(7/30)	(9/13)	-
試験2-1	2003/4/9	5/21	6/30	7/31	9/4
試験2-2	2004/4/26	5/31	7/8	8/21	-
試験2-3	2005/4/26	6/1	7/28	9/3	-

注)()内は第2表の0.8mm目合い防虫ネット被覆+太陽熱土壌消毒区を示す。

第2表 試験1における各試験区第2作目以降の防除手段

試験区名(略称)	作付No.	防除手段		
		被覆した防虫ネットの目合い	播種前土壌処理剤の処理月日と薬剤名	左記以外に処理した薬剤 ⁷⁾ の散布月日、薬剤名と希釈倍数
0.6mm目合い防虫ネット被覆 ¹⁾ +粒剤処理区 (0.6mmネット粒剤区)	2作目	0.6mm四方 ³⁾	6/10:テフルトリン粒剤 ⁶⁾	6/27:エマメクチン安息香酸塩乳剤,2,000倍
	3作目		7/23:テフルトリン粒剤 ⁶⁾	-
	4作目		9/5:テフルトリン粒剤 ⁶⁾	-
0.8mm目合い防虫ネット被覆 ¹⁾ +粒剤処理区 (0.8mmネット粒剤区)	2作目	0.8mm四方 ⁴⁾	6/10:テフルトリン粒剤 ⁶⁾	6/27:エマメクチン安息香酸塩乳剤,2,000倍
	3作目		7/23:テフルトリン粒剤 ⁶⁾	-
	4作目		9/5:テフルトリン粒剤 ⁶⁾	-
0.8mm目合い防虫ネット被覆 ¹⁾ +太陽熱土壌消毒 ²⁾ 区 (0.8mmネット太陽区)	2作目	0.8mm四方 ⁴⁾	-	7/3:エマメクチン安息香酸塩乳剤,2,000倍
	3作目		-	-
	4作目		-	-
1mm目合い防虫ネット被覆 ¹⁾ +液剤散布区 (慣行区)	2作目	1mm四方 ⁵⁾	-	6/21:シベルメトリン乳剤,2,000倍 6/27:ピリミホスメチル乳剤,2,000倍 エマメクチン安息香酸塩乳剤,2,000倍 7/3:シベルメトリン乳剤,2,000倍
	3作目		-	8/2:ピリミホスメチル乳剤,2,000倍 8/9,15:シベルメトリン乳剤,2,000倍
	4作目		-	9/12:ピリミホスメチル乳剤,2,000倍 9/18:シベルメトリン乳剤,2,000倍
無防除区	2作目	無被覆	-	-
	3作目		-	-
	4作目		-	-

1) トンネル被覆し裾部を土中に埋め込む。

2) 畦立て後、軽く灌水した後、透明ビニルで畝面を被覆した。7日後に透明ビニルを除去し播種後、防虫ネットを被覆した。

3) 防虫サンサンネット N-3000, 4) 防虫サンサンネット GN-2300, 5) 防虫サンサンネット GN-2000

6) 4kg/10aを畝面に散粒し土壌混和した。

7) エマメクチン安息香酸塩乳剤はアザミウマ類を、その他の薬剤はキスジノミハムシ成虫を対象に散布した。

第3表 試験2-1における各試験区の防除手段

試験区 (略称)	作付 No.	防除手段		
		被覆した防虫ネット ¹⁾ の目合い	播種前土壌処理粒剤の処理月日と薬剤名	キスジノミハムシとアブラムシ類防除のために散布した薬剤の散布月日, 薬剤名と希釈倍数
0.8mm 目合い 防虫ネット被覆 + 薬剤処理区 (0.8mm ネット薬剤区)	1 作目	0.8mm 四方 ²⁾		5/2: アセタミプリド水溶剤, 4,000倍
	2 作目		5/21: ジノテフラン粒剤 ⁴⁾	—
	3 作目		6/30: テフルトリン粒剤 ⁵⁾	—
	4 作目		7/31: テフルトリン粒剤 ⁵⁾	8/19: シベルメトリン乳剤, 2,000倍
	5 作目		9/4: ジノテフラン粒剤 ⁴⁾	—
慣行防除区 (慣行区)	1 作目	1 mm 四方 ³⁾	—	5/2: アセタミプリド水溶剤, 4,000倍 5/6: シベルメトリン乳剤, 2,000倍
	2 作目		—	6/4: ピリミホスメチル乳剤, 2,000倍 6/11: シベルメトリン乳剤, 2,000倍
	3 作目		—	7/10: ピリミホスメチル乳剤 7/16, 7/24: シベルメトリン乳剤,
	4 作目		—	8/13: ピリミホスメチル乳剤, 2,000倍 8/19, 8/26: シベルメトリン乳剤, 2,000倍
	5 作目		—	9/26: ピリミホスメチル乳剤, 2,000倍 9/15, 10/3: シベルメトリン乳剤, 2,000倍
無防除区	1 作目	無被覆	—	—
	2 作目		—	—
	3 作目		—	—
	4 作目		—	—
	5 作目		—	—

- 1) 防虫ネットはトンネル被覆し裾部を土中に埋め込む。
 2) 防虫サンサンネット GN-2300, 3) 防虫サンサンネット GN-2000
 4) 6 kg/10a を播溝処理し土壌混和後播種した。
 5) 4 kg/10a を全面処理し畝立てと同時に土壌混和した。

第4表 試験2-2における各試験区の防除手段

試験区	作付 No.	防除手段		
		被覆した防虫ネット ¹⁾ の目合い	播種前土壌処理粒剤の処理月日と薬剤名	キスジノミハムシとアブラムシ類防除のために散布した薬剤の散布月日, 薬剤名と希釈倍数
0.8mm 目合い 防虫ネット被覆 + 薬剤処理区	1 作目	0.8mm 四方 ²⁾	—	—
	2 作目		5/31: ジノテフラン粒剤 ⁴⁾	—
	3 作目		7/8: テフルトリン粒剤 ⁵⁾	—
	4 作目		8/21: テフルトリン粒剤 ⁵⁾	9/16: シベルメトリン乳剤, 2,000倍
慣行防除区	1 作目	1 mm 四方 ³⁾	—	5/7: シベルメトリン乳剤, 2,000倍 5/14: アセタミプリド水溶剤, 4,000倍 5/21: シベルメトリン乳剤, 2,000倍
	2 作目		—	6/9, 6/24: シベルメトリン乳剤, 2,000倍
	3 作目		—	7/16, 8/3: シベルメトリン乳剤, 2,000倍 7/23: アセタミプリド水溶剤, 4,000倍
	4 作目		—	9/16: シベルメトリン乳剤, 2,000倍
無防除区	1 作目	無被覆	—	—
	2 作目		—	—
	3 作目		—	—
	4 作目		—	—

- 1) 防虫ネットはトンネル被覆し裾部を土中に埋め込む。
 2) 防虫サンサンネット GN-2300, 3) 防虫サンサンネット GN-2000
 4) 6 kg/10a を播溝処理し土壌混和後播種した。
 5) 4 kg/10a を前面処理し畝立てと同時に土壌混和した。

第5表 試験2-3における各試験区の防除手段

試験区	作付 No.	防除手段		
		被覆した防虫ネット ¹⁾ の目合い	播種前土壌処理剤の種類と処理月日	キスジノミハムシとアブラムシ類防除のために散布した薬剤の散布月日、薬剤名と希釈倍数
0.8mm 目合い防虫ネット被覆+薬剤処理区	1作目	0.8mm 四方 ²⁾	—	5/21:アセタミプリド水溶剤, 4,000倍
	2作目		6/1:ジノテフラン粒剤 ⁴⁾	—
	3作目		7/28:テフルトリン粒剤 ⁵⁾	8/17:アセタミプリド水溶剤, 4,000倍
	4作目		9/3:ジノテフラン粒剤 ⁵⁾	9/16:シベルメトリン乳剤, 2,000倍
慣行防除区	1作目	1mm 四方 ³⁾	—	5/7:アセタミプリド水溶剤, 4,000倍 5/15:シベルメトリン乳剤, 2,000倍 5/21:アセタミプリド水溶剤, 4,000倍
	2作目		—	6/13:ピリミホスメチル乳剤, 2,000倍 6/17:アセタミプリド水溶剤, 4,000倍 6/23, 6/28:シベルメトリン乳剤, 2,000倍
	3作目		—	8/2:ピリミホスメチル乳剤, 2,000倍 8/8, 8/25:シベルメトリン乳剤, 2,000倍 8/17:アセタミプリド水溶剤, 4,000倍
	4作目		—	9/12:ピリミホスメチル乳剤, 2,000倍 9/20, 10/4:シベルメトリン乳剤, 2,000倍 9/27:アセタミプリド水溶剤, 4,000倍
無防除区	1作目	無被覆	—	—
	2作目		—	—
	3作目		—	—
	4作目		—	—

1) 防虫ネットはトンネル被覆し裾部を土中に埋め込む。

2) 防虫サンサンネット GN-2300, 3) 防虫サンサンネット GN-2000

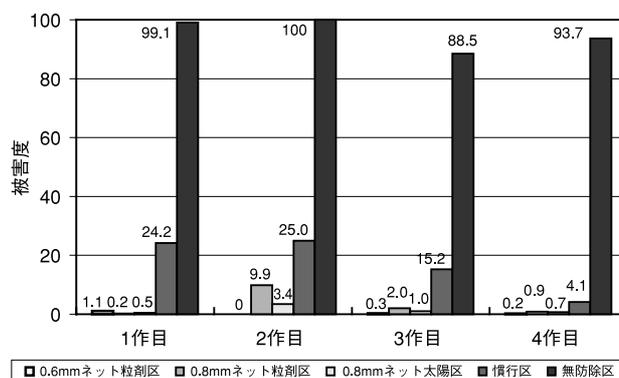
4) 6 kg/10a を播溝処理し土壌混和後播種した。

5) 4 kg/10a を全面処理し畝立てと同時に土壌混和した。

試験結果

1 3種類の目合いの防虫ネット被覆と化学薬剤等の併用による防除効果(試験1)

各試験区におけるキスジノミハムシ成虫による作期別被害度を第1図に示した。無防除区を除く4試験区の中では慣行区の被害度が最も高かった。他の3試験区の中では0.8mm ネット粒剤区が2作目に9.9と0.6mm ネット粒剤区と0.8mm ネット太陽区より高い値を示したが、それ以外は差は小さかった。次に、各試験区における作期別のチョウ目以外の各害虫発生量を第6表、アザミウマ類による作期別被害程度を第7表、チョウ目害虫発生量を第8表に示した。キスジノミハムシ成虫は0.6mm ネット粒剤区では全く認められず、0.8mm ネット粒剤区と0.8mm ネット太陽区で1作目と2作目とも慣行区より少なかった。アブラムシ類は4作期で試験区別の傾向は認められなかった。アザミウマ類は無防除区の発生量が最も多く、他の試験区では1作目は0.6mm ネット粒剤区が最も少なかったが、2作目は慣行区が最も少なかった。被害程度も1作目は特に「引きつれ」症状が



第1図 試験1の各試験区におけるキスジノミハムシ成虫による作期別被害度 (2002)

0.6mm ネット粒剤区で最も少なく0.8mm ネット太陽区, 0.8mm ネット粒剤区, 慣行区と防虫ネットの目合いの大きさの順に多くなった。しかし, 2作目では無防除区以外の試験区では0.6mm ネット粒剤区で「引きつれ」症状が多かった。ハダニ類は1作目と2作目に認められたが, 試験区間の差は小さく明瞭な傾向は認められなかった。カブラハバチは無防除区のみで認められた。ハモグリバエ類による食害痕は無防除区が最も多く, 0.6mm

ネット粒剤区では全く認められなかった。他の3試験区の差は明瞭ではなかった。最後に、チョウ目害虫は無防除区で5種が認められたが、それ以外の試験区ではごくまれに認められただけであった。

2 0.8mm 目合い防虫ネット被覆と化学薬剤の併用による防除効果(試験2-1~3)

試験2-1の各試験区におけるキスジノミハムシ成虫による作期別被害度を第2図に、アブラムシ類の寄生虫

第6表 試験1の各試験区におけるチョウ目以外の各害虫作期別発生量(2002)

試験区	作付 No.	キスジノミハムシ 成虫	アブラムシ類 成幼虫	アザミウマ類 成幼虫	ハダニ類 雌成虫	カブラハバチ 幼虫	ハモグリバエ類 食害痕
0.6mm ネット粒剤区	1作目	0	64.8	6.2	2.0	0	0
	2作目	0	0	5.0	0	0	0
	3作目	0	0	0	0	0	0
	4作目	0	0	0	0	0	0
0.8mm ネット粒剤区	1作目	0	56.4	16.2	0.7	0	1.2
	2作目	0.3	0.2	2.8	0.2	0	0
	3作目	0	0	0	0	0	0
	4作目	0	0.2	0	0	0	0.2
0.8mm ネット太陽区	1作目	0.2	12.7	9.6	0.2	0	0
	2作目	0	1.1	2.3	0.2	0	0
	3作目	0	0.5	0	0	0	0.1
	4作目	0	0	0.1	0	0	0
慣行区	1作目	2.5	34.8	54.0	0.2	0	2.3
	2作目	0.6	0.5	0.2	0	0	0
	3作目	0	0	0	0	0	0
	4作目	0	0.2	0	0	0	0.1
無防除区	1作目	8.2	11.7	95.3	0.2	0.5	9.3
	2作目	12.9	25.5	27.1	0	0.8	0.4
	3作目	0.1	0.3	0	0	2.4	4.0
	4作目	0.4	15.1	0	0	0	1.4

注) 数値は10株当たり寄生虫数,あるいは食害痕数を示す。

第7表 試験1の各試験区におけるアザミウマ類による作期別被害程度

試験区	作付 No.	アザミウマ類による被害 ¹⁾			
		引きつれ	ひだ葉	反り返り	不明
0.6mm ネット粒剤区	1作目	16.0	6.7	2.7	0
	2作目	30.3	0	0	0
	3作目	1.7	0.3	0	0
	4作目	0	0	0	0
0.8mm ネット粒剤区	1作目	26.7	12.7	3.3	0
	2作目	14.3	0	0	0
	3作目	0	0	0	0
	4作目	0	0	0	0
0.8mm ネット太陽区	1作目	24.7	14.0	3.3	0
	2作目	15.3	2.0	0	0
	3作目	0.3	0	0	0
	4作目	0.7	0	0	0
慣行区	1作目	53.7	22.0	4.7	0
	2作目	6.0	0	0	0
	3作目	0	0.3	0	0
	4作目	0	0	0	0
無防除区	1作目	84.7	77.3	56.0	0
	2作目	64.0	14.5	1.5	0
	3作目	2.0	0.5	0	0
	4作目	1.5	0	0	0

1) 50株あたりの割合 (%)

数を第3図に示した。キスジノミハムシ成虫による被害度はいずれの作期も0.8mm ネット薬剤区が慣行区よりも低かった。また、アブラムシ類の寄生虫数も1作目と5作目では低いレベルで同等で他の作期では0.8mm ネット薬剤区が慣行区よりも低かった。

次に、試験2-2の各試験区におけるキスジノミハムシ成虫による作期別被害度を第4図に、アブラムシ類の寄生虫数を第5図に示した。キスジノミハムシ成虫による被害度は2~4作目まで0.8mm ネット薬剤区が慣行区よりも低かった。1作目の両者の差は小さかった。アブラムシ類の寄生虫数は4作目で0.8mm ネット薬剤区が慣行区よりも低かったが、他の作期での差はないか、小さかった。

最後に、試験2-3の各試験区におけるキスジノミハムシ成虫による作期別被害度を第6図に、アブラムシ類

の寄生虫数を第7図に示した。キスジノミハムシ成虫による被害度はすべての作期で0.8mm ネット薬剤区が慣行区よりも低かったが、4作目の両者の差は小さかった。アブラムシ類の寄生虫数はいずれの作期も0.8mm ネット薬剤区と慣行区とも発生密度は低く、防除効果は高かった。

3 3種類の目合いの防虫ネット被覆がコマツナの生育に及ぼす影響(試験3)

防虫ネットの目合いの大きさ別コマツナの生育状況を第9表に示した。防虫ネットの目合いが小さくなるほど、最大葉長が長く、重量も重く、また葉色は浅くなる傾向が認められた。

第8表 試験1の各試験区における各チョウ目害虫作期別発生量(2002)

試験区	作付 No.	モンシロチョウ		コナガ		ハイマダラ ノメイガ	ハスモン ヨトウ	シロイチモジ ヨトウ
		卵	幼虫	卵	幼虫			
0.6mm ネット粒剤区	1作目	0	0	0	0	0	0	0
	2作目	0	0	0	0	0	0	0
	3作目	0	0	0	0	0	0	0
	4作目	0	0	0	0	0	0.1	0
0.8mm ネット粒剤区	1作目	0	0	1.0	0	0	0	0
	2作目	0	0	0	0	0	0	0
	3作目	0	0	0	0	0	0	0
	4作目	0	0	0	0	0	0	0
0.8mm ネット太陽区	1作目	0	0	0	0	0	0	0
	2作目	0	0	0	0	0	0	0
	3作目	0	0	0	0	0	0	0
	4作目	0	0	0	0	0	0	0
慣行区	1作目	0	0	0	0	0	0	0
	2作目	0	0	0.1	0	0	0	0
	3作目	0	0	0	0	0	0	0
	4作目	0	0	0	0	0	0	0
無防除区	1作目	5.3	8.5	0	0.8	0	0	0
	2作目	0.6	0	0.4	2.1	0	0	0
	3作目	0	0.1	0	0.5	7.8	1.5	0
	4作目	0.1	0.1	0	0	2.0	4.5	0.3

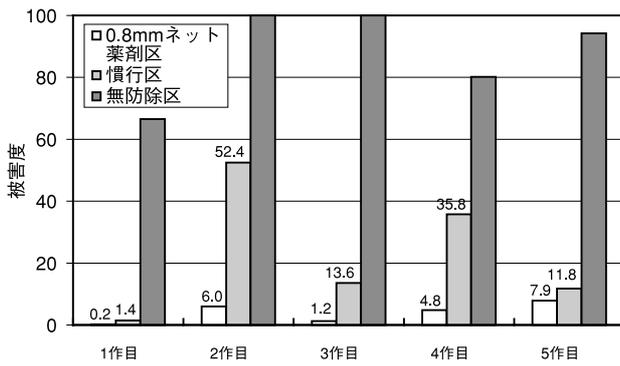
注) 数値は10株当たり寄生卵数,あるいは虫数を示す。

第9表 防虫ネットの目合いの大きさ別コマツナの生育状況

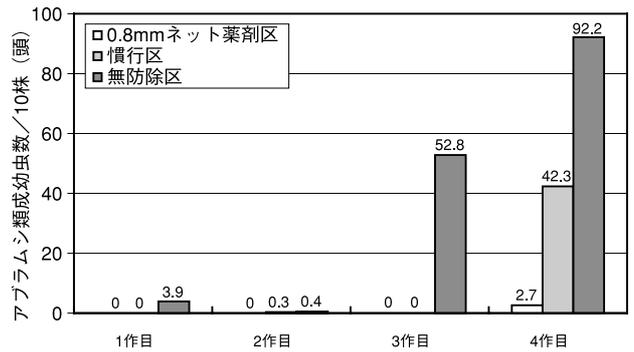
目合いの大きさ (mm)	コマツナの生育状況 ¹⁾		
	最大葉長 (cm)	重量 (g/株)	葉色 ²⁾
0.6	28.7	35.4	45.8
0.8	27.0	27.0	46.7
1	26.5	26.6	47.7

1) 数値は50株あたり平均値を示す。

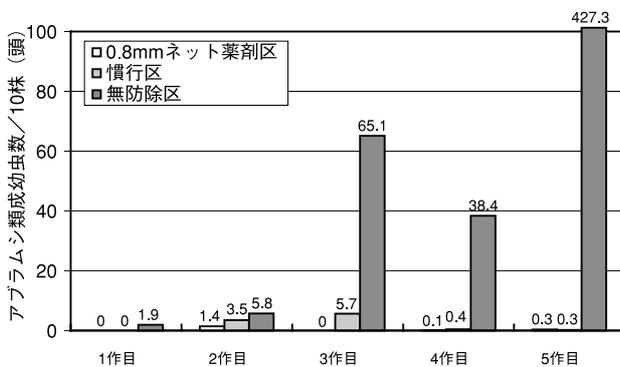
2) ミノルタ葉緑素計 SPAD-5 による示度を示す。



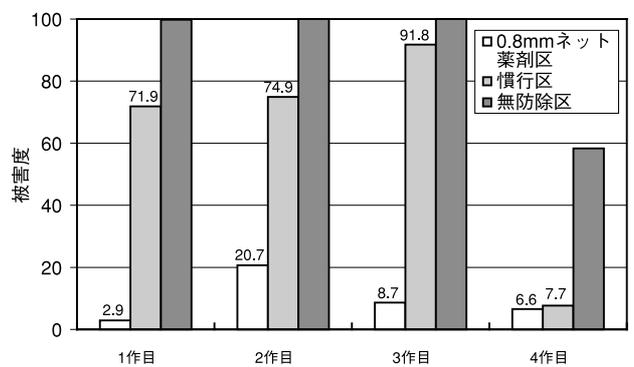
第2図 試験3-1の各試験区におけるキスジノミハムシ成虫による作期別被害度 (2003)



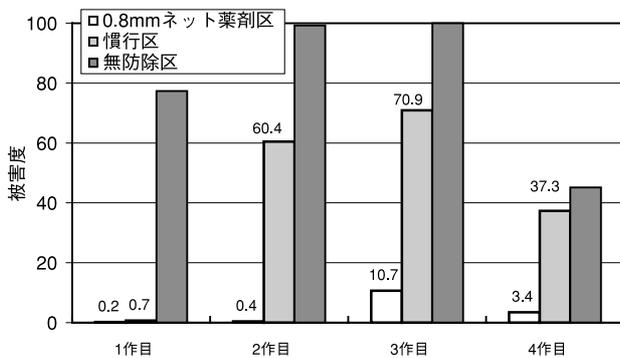
第5図 試験3-2の各試験区におけるアブラムシ類の寄生虫数 (2004)



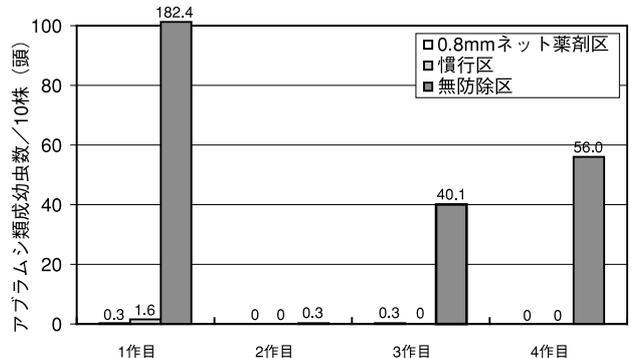
第3図 試験3-1の各試験区におけるアブラムシ類の寄生虫数 (2003)



第6図 試験3-3の各試験区におけるキスジノミハムシ成虫による作期別被害度 (2005)



第4図 試験3-2の各試験区におけるキスジノミハムシ成虫による作期別被害度 (2004)



第7図 試験3-3の各試験区におけるアブラムシ類の寄生虫数 (2005)

考 察

筆者ら⁴⁾は露地栽培コマツナにおいて、3種類の目合い、0.6mm、0.8mmと1mm目合いの防虫ネットをトンネル被覆し作付期ごとの各種害虫の発生量および被害程度を調査した。その結果、防虫ネットを被覆した3つの試験区で発生個体数、食害による被害が目立った害虫はキスジノミハムシ、アブラムシ類、アザミウマ類とハスモンヨトウ幼虫であった。1mm目合い防虫ネットの

被覆はキスジノミハムシ成虫に対する侵入防止効果は全くなく、0.6mm目合い防虫ネットの被覆が最も侵入阻止効果が高かった。しかし、この防虫ネットでさえもアブラムシ類、アザミウマ類、ハスモンヨトウ幼虫とハダニ類に対する侵入阻止効果は不十分であった。この結果は長坂ら⁵⁾のプランターに栽培したコマツナを用いた場合とほぼ同様であった。長坂ら³⁾が指摘しているように防虫ネットの目合いは小さいほど害虫の侵入は阻止できであろうが、たとえ小さな目合いの防虫ネットを利用

し、すべての害虫の侵入を抑えても作物の生育、収量や品質に影響を及ぼしたり、あるいは価格が高くなるのであれば、生産者は利用しないと考えられる。それらを総合的に考慮した上で、防虫ネットの防除効果を補う他の防除手段を組み合わせる必要がある。

3種類の日合いの防虫ネットを用い、コマツナをトンネル栽培した場合、日合いが小さくなるほど最大葉長が長く、重量も重く、さらに葉色は浅くなる傾向が認められた。達観ではあるが、試験1においても0.6mm目合い防虫ネットの被覆下では他の試験区よりも明らかに葉色が浅い傾向が認められた。導入当初より慣行として利用される1mm目合い防虫ネット被覆でさえも、生産者によっては葉色を濃くするために収穫1～2日前には防虫ネットを除去している。また、筆者³⁾は0.6mm目合い防虫ネットを利用した場合の経費を0.8mm目合い防虫ネットに比べて10a当たりでは約1.4倍も割高になることを試算している。これらのことから、0.6mm目合い防虫ネットが生産者に受け入れられないことは必至である。

したがって、コマツナの露地栽培で被覆する防虫ネットには0.8mm目合いが適当と考えられる。しかし、この0.8mm目合い防虫ネットは1mm目合い防虫ネットよりもキスジノミハムシ成虫に対する侵入防止効果は優れるものの、0.6mm目合い防虫ネットほどの効果は期待できないことから、連作した場合には土中に残った次世代幼虫等が次作に羽化し被害を与えると懸念される。このため、化学薬剤、特に土壌に処理するテフルトリン粒剤や杉本ら（未発表）と熊倉ら²⁾が検討したポリフィルムを用いた太陽熱土壌消毒を併用した防除体系を確立する必要がある。0.8mm目合い防虫ネットの被覆と粒剤、あるいは太陽熱土壌消毒を併用した場合（0.8mmネット粒剤区と0.8mmネット太陽区）は0.6mm目合い防虫ネットの被覆と粒剤を併用した場合（0.6mmネット粒剤区）と比較してキスジノミハムシ成虫による被害度はほぼ同程度であった。筆者ら⁴⁾はキスジノミハムシ成虫によるコマツナの経済的被害許容水準の上限は被害度33.3と考えており、前者はいずれもこの値よりも低かった。また、これら3つの試験区ではカブラハバチやチョウ目害虫の発生はほとんどみられず、ハダニ類とハモグリバエ類の発生もごくわずかしら認められなかった。しかし、アブラムシ類とアザミウマ類の発生はみられた。アザミウマ類の場合は1作目では虫数、被害株数とも防虫ネットの日合いの大きさの順に多くなった。2作目ではヒラズハナアザミウマ等の発生が多くなる時期であったことから無防除区以外の試験区にエマメクチン安息香

酸塩乳剤を散布したため、無防除区と比較して虫数、被害株数とも少なかったが、防虫ネットの日合いの大きさと侵入阻止効果の程度は関係なかった。本県で確認されているアザミウマ類の被害は、竹内ら⁶⁾が確認したネギアザミウマとミカンキイロアザミウマが原因の葉の白色斑点症状ではなく、そのほとんどが竹内ら⁶⁾が類別した「引きつれ」である。本試験でも3つの被害症状の中では「引きつれ」が多かったが、この症状は「ひだ葉」や「反り返り」とは異なり軽微な被害であり、しかも株内において1～3個が認められる程度は軽視できる。このことから、アザミウマ類防除の重要性は低いと考えられた。一方、アブラムシ類は筆者ら⁴⁾が以前に実施した試験においても防虫ネットの日合いの大きさに関係なく発生し、本試験でも同様の傾向が認められた。主に、モモアカアブラムシとニセダイコンアブラムシが発生するが、特に春～初夏と秋に発生するモモアカアブラムシが大きなコロニーを形成する。このことから、発生時期における化学薬剤による防除は不可欠であると考えられる。これは熊倉ら²⁾も秋作コマツナを0.6mm目合い防虫ネットをトンネル被覆した場合においてもアブラムシ類の被害を確認しており、他の防除手段との併用が必要であると指摘している。

試験2では0.8mm目合い防虫ネットをトンネル被覆し、アブラムシ類の発生時期である5～6月と9月にはアブラムシ類に効果のあるネオニコチノイド系のジノテフラン粒剤をそれ以外の時期にはテフルトリン粒剤を播種時に処理し、さらにキスジノミハムシ成虫の発生の多くなる8～9月にはシベルメトリン乳剤、もしくはアセタミプリド水溶剤を1回散布し、慣行防除との防除効果を比較した。その結果、いずれの試験においてもキスジノミハムシ成虫とアブラムシ類とも前者が後者に対して劣ることはなく、本防除体系の有効性が確認できた。なお、シベルメトリン乳剤はアブラムシ類に対する農薬登録はあるが、キスジノミハムシにはない。しかし、筆者（未発表）はキスジノミハムシ成虫に対する十分な効果をすでに確認している。

以上のことから、コマツナを4～9月に露地で栽培する場合の減農薬防除体系について提案する。まず、日合い0.8mmの防虫ネットを被覆する。次に、この防虫ネットを利用した場合でもキスジノミハムシとアブラムシ類は5～9月作付期には発生する場合があるので、播種時には必ず粒剤を土壌に処理するか、盛夏期には太陽熱土壌消毒を実施する。この粒剤処理は前作の土壌中に残ったキスジノミハムシ幼虫と蛹から羽化する成虫を防除することを主なねらいとするが、5～6月、9月作付期に

はアブラムシ類の発生が多くなる傾向があるので、アブラムシ類にも効果のあるジノテフラン粒剤を、それ以外はテフルトリン粒剤を利用する。また、粒剤を処理しない4月作付期とキスジノミハミシの発生が多くなり、アブラムシ類がまれに発生する7～8月作付期には害虫の発生、特にキスジノミハミシの被害防止を目的としてアセタミプリド水溶剤を散布する。アザミウマ類は年次、地域・圃場によって発生量が4～6月作付期に多くなる場合があり、その場合にはスピノサド水和剤で防除する。9月作付期にはハスモンヨトウの若齢幼虫がトンネル被覆の外から網目を通過して侵入することがあるので、萩森ら¹⁾の試験研究で有効であったBT剤、あるいはエマメクチン安息香酸塩乳剤等で防除する。

最後に、徳島県では平成11年7月に制定された「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」の施行後、「持続性の高い農業生産方式の導入指針」を策定し、多くの農業者がこれに基づき「持続性の高い農業生産方式導入に関する計画」を作成し、エコファーマーとして参画できるよう支援措置を講じているところである。この指針の中のコマツナの具体的な生産方式では、化学農薬散布回数を目安は2回以下と定められており、それを目標に化学農薬低減技術として防虫ネットや太陽熱土壌消毒等の内容が盛り込まれている。本報告が今後、露地コマツナ栽培の生産現場での持続性の高い農業生産方式の導入に活かされることを期待する。

摘 要

露地コマツナ栽培において、防虫ネットを利用し侵入阻止効果の不十分な害虫には最小限の薬剤を併用した減農薬防除体系の有効性を検証した。

- 1) 0.8mm目合い防虫ネットのトンネル被覆と粒剤、あるいは太陽熱土壌消毒を併用した場合は0.6mm目合い防虫ネット被覆と粒剤を併用した場合と比較してキスジノミハミシ成虫による被害度はほぼ同程度であった。3つの試験区ではカブラハバチやチョウ目害虫の発生はほとんどみられなかったが、アブラムシ類、アザミウマ類、ハダニ類とハモグリバエ類の発生がみられた。このうち、アブラムシ類の発生は問題があり、他の防除手段による防除が必要と考えられた。
- 2) 0.8mm目合い防虫ネットをトンネル被覆し、播種

時にアブラムシ類の発生時期である5～6月と9月にはアブラムシ類に効果のあるネオニコチノイド系のジノテフラン粒剤をそれ以外の時期にはテフルトリン粒剤を処理する。さらにキスジノミハミシ成虫の発生の多くなる8～9月にはシベルメトリン乳剤、もしくはアセタミプリド水溶剤を1回散布する。以上の防除体系は慣行の防除体系よりもキスジノミハミシ成虫とアブラムシ類に対する防除効果は同程度か、優れた。

- 3) 3種類の防虫ネットをそれぞれコマツナにトンネル被覆した場合、目合いが小さくなるほど最大葉長が長く、重量も重く、さらに葉色は浅くなる傾向が認められた。
- 4) 以上のことから、露地でコマツナを栽培する場合には0.8mm目合い防虫ネットを被覆し、播種時に粒剤を土壌に処理する体系は慣行の防除体系よりも使用する薬剤の回数を削減でき、キスジノミハミシとアブラムシ類に対する防除効果の面でも有効である。

引用文献

- 1) 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.
- 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) 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(4):169~173.
- 4) 中野昭雄・田中昭人・後藤昭文 (2006) 露地栽培コマツナにおける防虫ネットのトンネル被覆による各種害虫の侵入阻止効果. 四国植防. 41:33~39.
- 5) 中野昭雄 (2007) 非結球アブラナ科葉菜類における物理的防除資材を主体とした害虫防除と化学防除の問題点. 植物防疫. 61(1):31~36.
- 6) 竹内純・堀江道博・土生咏毅・小谷野伸二・荒巻一雄 (2000) アザミウマ類によるコマツナ葉の奇形及び白色斑点の発生. 関東東山病虫研報. 47:149~152.

〔 徳島農研報 No.5 〕
〔 45～51 2008 〕

土壌くん蒸剤のマルチ畦内消毒における 低透過性フィルムを利用したガス透過抑制と サツマイモ立枯病に対する防除効果の向上*

米本謙悟**・田中昭人・坂口謙二

Reduction of soil fumigants emissions using low permeability film by the method of
applying to mulched row and control effect of sweet potato soil rot.

Kengo YONEMOTO**, Akihito TANAKA and Kenji SAKAGUCHI

要 約

米本謙悟・田中昭人・坂口謙二（2007）：土壌くん蒸剤のマルチ畦内消毒における低透過性フィルムを利用したガス透過抑制とサツマイモ立枯病に対する防除効果の向上 徳島農研研報(5)：45～51

マルチ畦内消毒時の被覆資材として、土壌くん蒸剤のガス透過を抑制する低透過性フィルムの利用効果とサツマイモ立枯病に対する防除効果の向上について検討した。

マルチを行った畦表面からガス化したクロルピクリン剤の気中への透過量は、低透過性フィルム区では黒色ポリエチレンフィルム区の約1/6から最大で約1/40に抑制された。また、サツマイモ挿苗後の地上部、茎部および塊根発病程度は低透過性フィルム区ではクロルピクリン剤の処理量を慣行の1/3に低減しても高い防除効果を示した。

また、ダゾメット粉粒剤の畦内濃度は、処理量に関係なく処理48時間以降、低透過性フィルム区が黒色ポリエチレンフィルム区より高く推移した。挿苗後の地上部の影響、茎部および塊根発病程度は低透過性フィルム区では、ダゾメット粉粒剤30kg/10a処理で対照とほぼ同等の高い防除効果が認められた。

以上の結果から、低透過性フィルムはガス化したクロルピクリン剤のガス透過抑制に優れ、薬量も慣行の1/3量まで下げることが可能であること、またダゾメット粉粒剤の砂地畑における防除効果を向上させることが可能であると考えられた。

キーワード：サツマイモ、立枯病、低透過性フィルム、土壌くん蒸、ガス透過量

はじめに

サツマイモ立枯病(Soil rot)は *Streptomyces ipomoeae* (Person et Martin) Waksman & Henrici に起因する土壌病害で、徳島県のサツマイモ生産において最も重要な

病害である。

本病の防除には、1977年頃からクロルピクリン剤によるマルチ畦内消毒が行われ、現在では機械化一貫体系が確立している。

しかし、近年本県のサツマイモ産地では宅地化の進行

* 本報告の概要については第48回四国植物防疫研究協議会大会で発表した。 ** 現 徳島県立農林水産総合技術支援センター技術支援部

に伴い、ガス化したクロルピクリン剤による刺激臭等が問題となり始めた。その理由として、本剤の処理が3月中、下旬に集中したり、4月以降の地温が上昇する時期に処理すると、被覆した黒色ポリエチレンフィルム表面をガス化した本剤成分が透過し、一時的に大量に放出されるためと考えられた。

そこで筆者らはマルチ畦内消毒時の被覆資材として、臭化メチル剤の大気中への放出を制限するために開発された低透過性フィルムに着目し、クロルピクリン剤のガス透過抑制効果とサツマイモ立枯病に対する防除効果を検討した。同時に、刺激臭等の問題はないが、黒色ポリエチレンフィルム被覆では効果が不十分であるという報告⁷⁾があるダゾメット粉粒剤について、低透過性フィルムを用いることによる本病防除効果の向上を検討した。その結果、一定の知見が得られたので報告する。

試験方法

耕種概要

試験は徳島県名西郡石井町の農業研究所内で、1995年度に造成したサツマイモ立枯病汚染砂地畑圃場で行った。

供試した被覆資材は低透過性フィルム（商品名：オルガロイフィルム、エルフ・アトケム社製、厚さ40 μ m、以下、PA）及び黒色ポリエチレンフィルム（大倉工業社製、厚さ30 μ m、以下、PE）を用いた。PAは臭化メチル剤の大気中への放出抑制を目的としてフランスで開発された半透明のフィルムであり、ポリエチレンフィルムの間にポリアミド・ポリオレフィン系の樹脂（オルガロイ）を挟んだ3層で構成されているフィルムである。

施肥は2003年4月14日に基肥として「かんしょ有機2号」（N-P-K：4-13-13）100kg/10a量を全面施用後、耕耘を行った。試験は1区4.5m²（畦幅0.75m、畦長6m）、2区制で行った。地温測定はティアンドデイ社製温度センサーを用いて各処理区中央の畦表面から15cm下と30cm下の位置を測定した。薬剤処理は同日に次のように行った。

クロルピクリン剤（99.5%濃度液剤、以下、CP剤）は畦立て、両資材被覆後に手動灌水器（共立社製 HF-4X）で畦上部から約15cmの深さに30cm間隔で灌注後、粘着テープで穴を塞いだ。

ダゾメット粉粒剤（以下、DZ剤）は全面処理後に十分混和後、畦立てを行い、両資材で被覆した。

両薬剤とも処理後のガス抜きは行わなかった。

サツマイモ苗の挿苗は2003年5月14日に行った。供試品種は‘なると金時’（高系14号の選抜系統）を用いた。

栽植密度は約3,300株/10a（畦幅75cm、株間40cm、1条植え）とした。

1 クロルピクリン剤の透過速度抑制効果とサツマイモ立枯病の防除効果

被覆資材としてPAを供試し、CP剤の処理量はそれぞれ1穴当たり1、2、3mLとした（以下、PA+CP 1mL/穴区、PA+CP 2mL/穴区、PA+CP 3mL/穴区）。また、CP剤を処理せずPA被覆のみの区を設けた（以下、PAのみ区）。対照としてPEを用い、CP剤を3mL/穴処理した区（以下、PE+CP 3mL/穴区）と無処理の区（以下、無処理区）を設けた。

畦表面から大気中へのCP剤透過量の測定はPA+CP 3mL/穴区とPE+CP 3mL/穴区で行った。測定は谷・林¹⁹⁾の方法に準じ、開口部をシリコン栓で密封した吸引鐘を畦表面の薬剤注入点の中間へ設置し、上部からガスタイトシリンジを用いて、内部の空気を5mL採取し、バイアル瓶中のヘキサン20mLに溶解させ、ガスクロマトグラフ（ECD検出器）により測定した。また、畦内土壤中拡散量の測定は各処理区の畦中央部において薬剤注入点の中間点へMU式採気採水管を深さ15cmに差し込み、上部シリコンセプタムからガスタイトシリンジを用いて土壤中の空気を5mL採取し、バイアル瓶中のヘキサン20mLに溶解させ、ガスクロマトグラフ（ECD検出器）により測定した。ガス濃度測定は薬剤注入から1、3、5、8、18、24、48、72、96時間後に行った。

調査は2003年7月15日（挿苗62日後）に地上部の影響（以下、地上部発病程度）を程度別に調査し、次式にて発病度を算出した。

発病度 = Σ (程度別発病株数 × 指数) × 100 / (調査株数 × 4)
 発病程度別指数（0：無発病、1：立枯病による萎れ、2：葉の黄、紫変、生育抑制、3：著しい生育抑制、4：枯死）。

地下部は2003年9月2日（挿苗111日後）に試験区の両端の株を除いた全株について茎部の発病を程度別に調査し、下記の指数にて発病度を算出した。

発病程度別指数（0：健全、1：小さい病斑が1～2個、2：小さな病斑が多い、直径5mm未満の病斑が1個、3：直径5mm以上の病斑が2個以上、茎の一部枯死、4：茎の枯死）。

また、塊根については50g以上の全塊根を対象とし、発病を程度別に調査し、下記の指数にて発病度を算出した。
 発病程度別指数（0：健全、1：わずかな病斑、発病に起因する浅い裂開、2：小さな病斑が多い、浅い裂開が2本、3：大きな病斑（直径1cm以上）も認める、深い裂開、4：大きな病斑が多い、病斑に起因するくびれ

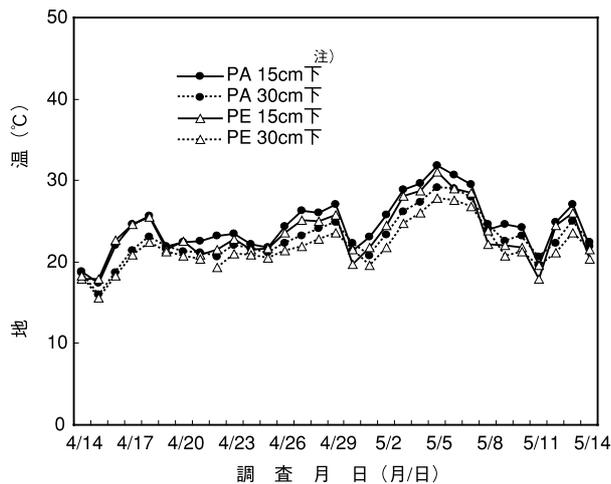
や裂開)。

また各区について総塊根重、健全塊根重及び発病塊根重を調査した。

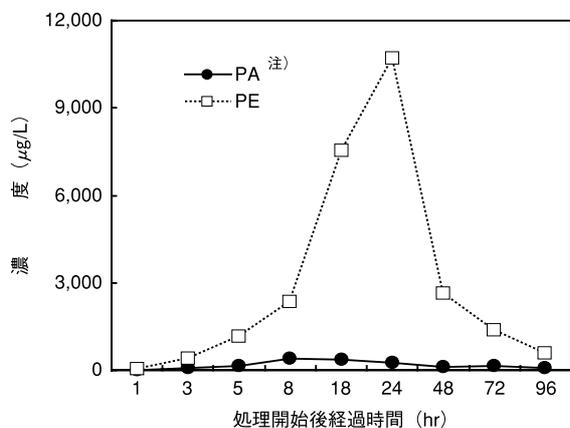
2 ダゾメット粉粒剤処理後のメチルイソチオシアネート畦内濃度の推移とサツマイモ立枯病の防除効果

被覆資材としてPA及びPEを供試した。DZ剤処理前には処理区の土壤に散水し、土壤水分量を約25%に調整した。DZ剤の処理量はそれぞれ20kg/10aと30kg/10aとした(以下、PA+DZ20kg/10a区、PA+DZ30kg/10a区、PE+DZ20kg/10a区、PE+DZ30kg/10a区)。対照として被覆資材にPEを用い、CP剤を3mL/穴処理した区(以下、PE+CP3mL/穴区)と無処理の区(以下、無処理区)を設けた。

DZ剤は土壤中で分解した本剤の有効成分であるメチルイソチオシアネート(以下、MITC)を測定した。畦内土壤中拡散量の測定は各処理区の畦中央部において薬



第1図 被覆フィルムおよび深さ別による畦内地温の推移
注)PA:低透過性フィルム,PE:黒色ポリエチレンフィルム



第2図 被覆フィルム別によるクロルピクリンマルチ畦内消毒におけるクロルピクリン剤の畦表面透過量の推移
注)PA:低透過性フィルム,PE:黒色ポリエチレンフィルム

剤注入点の中間点へMU式採気採水管を深さ15cmに差し込み、上部シリコンセプタムからガスタイトシリンジを用いて土壤中の空気を5mL採取し、バイアル瓶中の酢酸エチル10mLに溶解させ、ガスクロマトグラフ(FTD検出器)により測定した。ガス濃度測定は薬剤注入から1, 3, 5, 8, 18, 24, 48, 72, 96時間後に行った。サツマイモ苗の挿苗日及び調査日、方法については上記1.と同様とした。

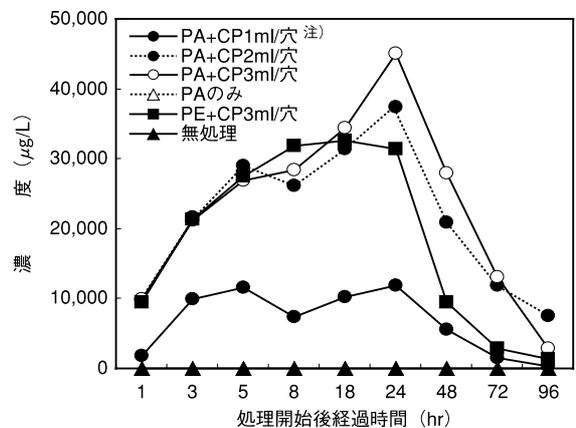
結 果

1 クロルピクリン剤の透過速度抑制効果とサツマイモ立枯病の防除効果

土壌くん蒸期間中の地温はPA区が畦表面下15cmと30cmともPE区より高く推移した(第1図)。

畦表面から大気中へのCP剤透過量は、PA+CP3mL/穴区では処理8時間後に393µg/Lと最も多くなった。一方、PE+CP3mL/穴区では処理24時間後に、10,704µg/Lと最も多くなった。調査時点ごとのPE+CP3mL/穴区に対するPA+CP3mL/穴区の大気中へのCP剤透過量は約1/6から最大で約1/40に抑制され、平均約1/18の抑制効果があった(第2図)。

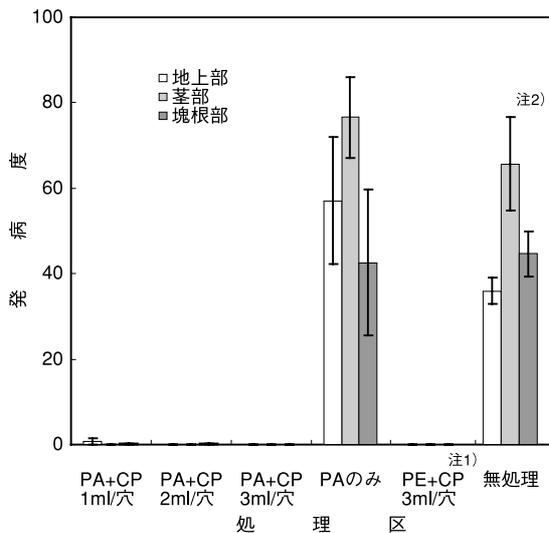
PA+CP2mL/穴区とPA+CP3mL/穴区の畦内濃度は処理18時間後までPE+CP3mL/穴区とほぼ同等であった。畦内濃度が最大となったのはPA+CP2mL/穴区とPA+CP3mL/穴区では処理24時間後にそれぞれ37,330µg/L, 54,114µg/L, PE+CP3mL/穴区では処理18時間後に32,518µg/L検出された。一方、PA+CP1mL/穴区の畦内濃度は調査期間を通してPE+CP3mL/穴区よりも低く推移し、処理3~24時間後までほぼ横ばいで、その後低下した(第3図)。



第3図 被覆フィルム別によるクロルピクリンマルチ畦内消毒におけるクロルピクリン剤の畦内濃度の推移
注)PA:低透過性フィルム,PE:黒色ポリエチレンフィルム
CP:クロルピクリン剤(99.5%液剤)

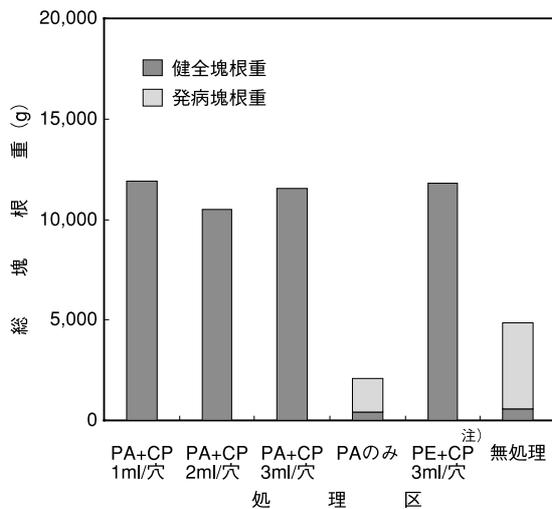
挿苗62日後の地上部発病度は、CP 剤処理を行った3つのPA 区では処理量に関係なくPE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等に高い効果が認められた。しかし、PA のみ区では無処理区よりも発病度が高かった。また、挿苗111日後の茎部発病度および塊根発病度は地上部発病度と同様にCP 剤処理を行った3つのPA 区では処理量に関係なくPE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果が認められた。一方、PA のみ区では無処理区よりも茎部、塊根部とも地上部と同様に発病度が高かった (第4図)。

総塊根重はCP 処理を行った3つのPA 区では処理量



第4図 低透過性フィルムとクロルピクリン剤を併用したサツマイモ立枯病に対する防除効果

注1) PA: 低透過性フィルム, PE: 黒色ポリエチレンフィルム
CP: クロルピクリン剤 (99.5%液剤)
注2) バーは標準誤差 (SE)



第5図 低透過性フィルムとクロルピクリン剤を併用したサツマイモ立枯病の防除効果 (総塊根重)

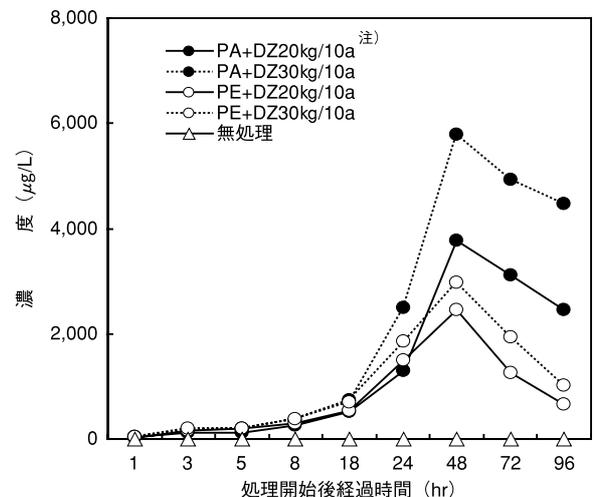
注) PA: 低透過性フィルム, PE: 黒色ポリエチレンフィルム
CP: クロルピクリン剤 (99.5%液剤)

に関係なく、PE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等であった (第5図)。

2 ダゾメット粉粒剤処理後のメチルイソチオシアネート畦内濃度の推移とサツマイモ立枯病の防除効果

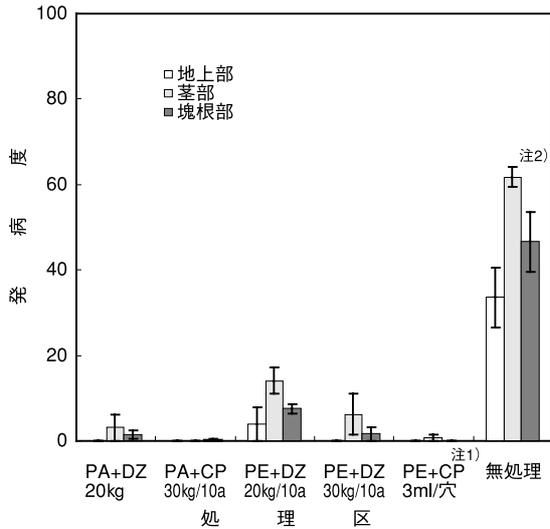
DZ 剤の MITC 畦内濃度はいずれの処理区も48時間後に最大となった。被覆資材別の濃度は48時間後 PA+DZ 20kg/10a 区で3,777 μ g/L となり PE+DZ20kg/10a 区の約1.5倍, PA+DZ30kg/10a 区で5,787 μ g/L となり PE+DZ30kg/10a 区の約1.9倍であった。その後、各処理区とも MITC 畦内濃度は下がっていったが、処理96時間後には PA+DZ20kg/10a 区の方が PE+DZ20kg/10a 区の約3.7倍, PA+DZ30kg/10a 区が PE+DZ30kg/10a 区の約4.4倍検出された (第6図)。

挿苗62日後の地上部発病度は、PA+DZ20kg/10a 区と PA+DZ30kg/10a 区では DZ 剤の処理量に関係なく PE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果が認められた。一方、PE+DZ20kg/10a 区ではサツマイモ立枯病の影響と見られる萎れが認められた。また、挿苗111日後の茎部発病度は PA+DZ20kg/10a 区と PA+DZ30kg/10a 区で DZ 剤の処理量に関係なく PE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果が認められたが、PE+DZ20kg/10a 区と PE+DZ30kg/10a 区では PE+CP 3 mL/穴区と比較してやや劣った。塊根発病度では PA+DZ30kg/10a 区で PE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果が認められた。また、PA+DZ20kg/10a 区及び PE+DZ30kg/10a 区では、PE+CP 3 mL/穴区よりわずかに塊根への発病が多かった。一方、PE+DZ20kg/10a 区では防除効



第6図 被覆フィルム別によるクロルピクリンマルチ畦内消毒におけるダゾメット粉粒剤の MITC 畦内濃度の推移

注) PA: 低透過性フィルム, PE: 黒色ポリエチレンフィルム
DZ: ダゾメット粉粒剤 (98.0%)



第7図 低透過性フィルムとダゾメット粉粒剤を併用したサツマイモ立枯病に対する防除効果

注1) PA: 低透過性フィルム, PE: 黒色ポリエチレンフィルム
CP: クロルピクリン剤 (99.5%液剤)
注2) バーは標準誤差 (SE)

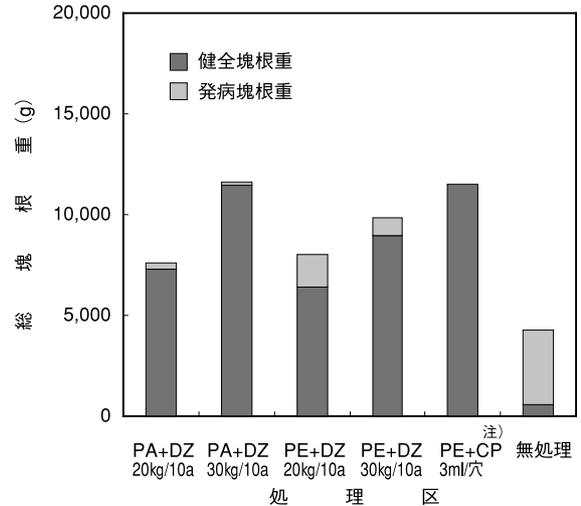
果は認められるものの他の試験区や対照区と比較してやや劣った (第7図)。

総塊根重では被覆資材に関係なく, PA+DZ20kg/10a区と PE+DZ20kg/10a区がやや低かった。健全塊根重では, PA+DZ30kg/10a区が PE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等であり, 次いで PE+DZ30kg/10a区であった(第8図)。また, 達観調査ではあるが, DZ 剤を処理した4つの試験区では被覆資材及び処理量に関係なく, 塊根が紡錘形よりもやや長くなる傾向が認められた。

考 察

サツマイモ立枯病は1940年にアメリカで Person and Martin¹⁰⁾により分離, 同定の結果, *Streptomyces ipomoeae* (Person et Martin) Waksman & Henrici が病原菌であることを証明した。それまでは, 病原菌が不明であったため, 日本各地では本病と思われる症状は, 根腐黒斑症⁸⁾, 根腐れ立枯れ及び塊根かいよう症状²¹⁾, かいよう病⁹⁾等と呼ばれていた。その後, 鈴井ら^{15), 16)}により病原菌が明らかにされ, サツマイモ立枯病と提案された。本県では1991年に貞野ら¹¹⁾が塊根の黒斑症状部分から本病原菌である放線菌を分離し, 病原性を確認することで, 本病が発生していることを明らかにした。現在, 本県で発生している症状の多くは茎部, 塊根部とも病斑が認められることから, 本菌による立枯病が主な原因であると判断されている。

徳島県では福西^{4), 5)}が本病の病原菌が特定される以前



第8図 低透過性フィルムとダゾメット粉粒剤を併用したサツマイモ立枯病の防除効果 (総塊根重)

注) PA: 低透過性フィルム, PE: 黒色ポリエチレンフィルム
DZ: ダゾメット粉粒剤 (98.0%)

から本症状に対してクロルピクリン剤 (以下, CP 剤) でのくん蒸処理が最も有効であることを見だし, 畦立て, CP 剤注入及び被覆作業を同時に行うマルチ畦内消毒法を確立した。一方では, CP 剤の微生物に対する影響についてはいくつかの報告^{1), 2), 3)}があり, 特に硝化菌, 放線菌, 糸状菌に対して強い抑制効果を示すことが報告されている。このため, 本消毒法が安定的な効果を発現した背景には, CP 剤が本病の病原菌である放線菌に対し, 高い抑制効果を示し, 処理後も放線菌の回復が著しく遅れるためであると推察される。

本消毒法は CP 剤処理と同時にポリエチレンフィルム (以下, PE) での被覆を行うため, ガス化した CP 剤の放出が少ない技術である。しかし, 近年は本消毒法が一時期に集中的に行われたり, 4月以降の地温が上昇する時期に行われることがあるため, CP 剤の刺激臭等による周辺への悪影響が懸念され, 住宅地近辺での防除体系の見直しが必要となった。そのため, 谷・林¹⁹⁾は生産現場で慣行的に使用されている厚さ20 μ mの PE を30 μ mにすることにより, CP 剤注入150分後までは透過量を50~60%に抑制できると報告した。しかし, 処理後の被覆資材表面からの CP 剤総透過量については不明であることから, ガス化した CP 剤の畦表面透過を被覆資材の厚さを変更するだけで抑制することは困難であると考えられる。一方, 処理後の CP 剤は畦間からはほとんど検出されない²⁰⁾ことから, 畦表面からの透過を効率よく抑制する被覆資材が必要であると考えられた。

そこで, 臭化メチル剤の大気中への放出を制限するた

めに開発された低透過性フィルム（以下、PA）に着目し、本県砂地畑におけるCP剤のガス透過抑制効果とサツマイモ立枯病に対する防除効果を検討した。

その結果、畦表面からのCP剤透過量の平均値は、PA被覆時でPE被覆時の約1/18量であり、計測時最大約1/40量まで抑制された。このことは田中ら^{17),18)}の臭化メチル剤を用いた同様の試験結果と一致した。一方、島本ら¹²⁾はフィルム内最高温度が68.0℃に達する高温条件下ではPA被覆時の臭化メチルガス透過量はPE被覆時の約1/10量になる場合があると指摘しているが、今回の試験では畦表面から15cm下の温度はPA区で最高41.6℃であったため、PAのガス透過抑制条件としては適当な地温であったと推察される。このことより、PA被覆はCP剤の畦表面透過量を抑制する技術として極めて有効であると考えられた。

また、畦内のCP剤濃度は、PA+CP 2 mL/穴区とPA+CP 3 mL/穴区で、処理24時間後に最大量を検出したが、PE+CP 3 mL/穴区では処理8時間後から畦内濃度の上昇がほぼ横ばいになっていた。今回の試験ではCP剤の畦表面からのガス透過量はPE+CP 3 mL/穴区で処理24時間後、PA+CP 2 mL/穴区とPA+CP 3 mL/穴区で処理8時間後が最大になることから、砂地畑圃場でPE被覆の場合、処理8時間後以降にガス化したCP剤は畦内でガス濃度が飽和状態になり、フィルム表面を透過、放出されていくものと推察された。一方、PA被覆の場合は、処理8時間後以降でも畦表面からガス化したCP剤がほとんど放出されず、畦内に残存し続け、処理24時間後に最大量になるものと推察された。また、PA+CP 1 mL/穴区ではCP剤の畦内濃度が処理3時間後以降ほぼ横ばいで、最大でも他区より約1/3程度の濃度で推移し、処理48時間後以降、他区と同様に減少した。

PA被覆による本病に対する防除効果はCP剤の処理量に関係なく、対照としたPE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果を示した。砂地畑での本病に対する防除効果はPEで被覆した場合、CP剤の1 mL/穴処理ではCP剤の2 mL/穴や3 mL/穴処理よりも効果が劣るとの報告⁶⁾があるが、PAで被覆することにより、CP剤の1 mL/穴処理でも畦表面から透過するCP剤の量が少なく、本病防除に十分な濃度で畦内に拡散し、防除効果を向上させることができるものと推察された。このことは砂地畑でのメロンに対するネコブセンチュウの防除にPAを用いた場合、クロルピクリンテープ剤の薬量を1/3程度に削減できるということ¹³⁾と、ショウガの根茎腐敗病に対する臭化メチル剤では2/3程度まで防除効果が認められる¹²⁾こと等が報告されている。

したがって、PA被覆であれば、ガス化したCP剤が畦表面から透過しにくく、畦内に残存しやすくなるため、本病防除に必要な薬量を慣行の1/3量(通常3 mL/穴)まで削減できると考えられた。

さらに、ダズメット粉粒剤（以下、DZ剤）は、刺激臭等の問題はないものの、PE被覆では効果が不十分であるため、PAを用いることによる本病防除効果の向上を検討した。その結果、ガス化したDZ剤の有効成分であるメチルイソチオシアネート（以下、MITC）の畦内濃度の推移はDZ剤の処理量や被覆資材の種類に関係なく処理48時間後に畦内濃度が最大となったが、畦内濃度はPA被覆の方が高かった。また、畦内のガス濃度の減少量もPA被覆の方が緩慢であった。今回の試験ではDZ剤の畦表面からのガス透過量は計測しなかったが、CP剤の場合と同様、PAでは畦表面からほとんど透過せず、畦内に残存し、後からガス化したDZ剤が畦内濃度を高めるものと推察された。DZ剤の防除効果はPE+DZ20kg/10a区が対照としたPE+CP 3 mL/穴区よりもやや劣る効果であった。その他の区では対照とほぼ同等の高い防除効果が認められたが、発病茎率でPE+DZ30 kg/10a区がやや劣っていた。砂地畑のサツマイモ立枯病に対するDZ剤の防除効果はCP剤処理に比べて低いとの報告⁷⁾があるが、PAで被覆すると対照としたPE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の防除効果が認められた。篠崎ら¹⁴⁾はイチゴ萎黄病を対象にPAを用いることにより、DZ剤の防除効果が向上すると指摘しており、本病についてもDZ剤の防除効果はPAと併用することにより向上すると考えられた。

以上の結果から今回使用したPAを被覆資材として用いることによりガス化したCP剤の畦表面からの透過速度を著しく抑制し、薬量を慣行の1/3量まで下げることが可能であること、また、砂地畑におけるDZ剤の本病防除効果を向上させることが可能であると考えられた。しかし、PAの厚さは40μmであるため、生産現場で慣行として用いられているPEの20μmより厚く、重いこと、半透明であるため、雑草が畦表面に生えること、PEより破損し易いこと、高価であること等の欠点がある。一方、これらの欠点を補うような新素材フィルムの開発も進められているため、今後、PAと同等の有望な資材の開発が望まれる。

摘 要

マルチ畦内消毒時の被覆資材として、低透過性フィルムを用いてガス化したクロルピクリン剤の放出抑制効果

とサツマイモ立枯病に対する防除効果及びダズメット粉粒剤の同病に対する防除効果の向上を検討した。

1. 地温の推移はPA区の方がPE区よりも高く推移した。
2. 畦表面から大気中へのガス化したCP剤の放出量は、PA利用でPEの約1/6から最大で約1/40の抑制量であった。
3. サツマイモ立枯病に対する防除効果はPA区ではCP剤の処理量に関係なく対照としたPE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果を示し、収量も対照とほぼ同等であった。
4. DZ剤のMITC畦内濃度は処理量に関係なく、処理48時間以降、PA区がPE区より高く推移した。
5. サツマイモ立枯病に対する防除効果はPA+DZ30kg/10a区で対照のPE+CP 3 mL/穴区とほぼ同等の高い防除効果が認められた。収量では、PA+DZ30kg/10a区が対照とほぼ同等であり、次いでPE+DZ30kg/10a区であった。

引用文献

- 1) 浅野峰男・加藤俊博・木下忠孝・有沢道雄(1983): 土壌消毒後の土壌養分の動態に関する研究(第2報) 消毒暦が土壌微生物相の変化及び果菜類の生育・収量に及ぼす影響. 愛知農総試研報, 15: 216~222.
- 2) E. H. Ridge (1976): Studies on soil fumigation-II Effects on bacteria, Soil Biology and Biochemistry, 8, 249~253
- 3) E. H. Ridge (1976): Studies on soil fumigation-III Effects on fungi, Soil Biology and Biochemistry, 8, 261~266.
- 4) 福西 務(1976): 四国地方で多発しはじめた早掘りサツマイモの潰瘍病と防除. 今月の農業, 20(8): 76~79.
- 5) 福西 務(1977): 土壌くん蒸剤のマルチ畦内消毒による土壌病害防除 I クロロピクリンくん蒸による土壌消毒の効果と薬害に関する基礎的調査. 徳島農試研報, 15: 33~42.
- 6) 金磯泰雄(1998): 各種資材のサツマイモ立枯病に対する発生抑制効果とこれら資材の併用によるクロロピクリン剤施用量の低減化. 徳島農試研報, 34: 14~22.
- 7) 金磯泰雄(1999): サツマイモ立枯病に対する各種薬剤の防除効果とダズメット粉粒剤の実用性. 徳島農試研報, 35: 26~33.
- 8) 牧野孝宏・中村秀雄・森田 傳(1978): サツマイモ根腐黒斑症状(仮称)の防除. 関東病虫研報, 25: 54~55.
- 9) 小川 奎(1984): サツマイモの土壌病害と塊根異常症. 農業および園芸, 59: 67~72.
- 10) Person, L.H. and Martin W.J. (1940): Soil rot of sweet potatoes in Louisiana. Phytopathology, 30, 913~926.
- 11) 貞野光弘・広田恵介・河本征臣・土屋建一・鈴木孝仁(1991): 徳島県の砂地畑における *Streptomyces ipomoeae* によるサツマイモ立枯病の発生. 日植病報, 57: 433~434 (講要).
- 12) 島本文子・市原 勝・奴田原誠克・竹内繁治(2000): 土壌くん蒸時における臭化メチル放出量調査と低透過性フィルムによる放出抑制. 高知県農技センター研報, 9: 25~35.
- 13) 清水恵美・増田大祐・西村康平・橋本 尚(2006): 砂丘地における土壌消毒後のガス難透過性フィルムの利用がメロンのネコブセンチュウの発生抑制に及ぼす影響. 石川農総研センター研報, 27: 25~31.
- 14) 篠崎 毅・松崎幸弘・安永忠道(2003): 臭化メチル代替技術によるイチゴ萎黄病の防除. 愛媛農試研報, 37: 27~34.
- 15) 鈴木孝仁・宮下清貴・工藤和一・鬼木正臣(1986): *Streptomyces ipomoeae* によるサツマイモ立枯病(新称). 日植病報, 52: 505 (講要).
- 16) 鈴木孝仁(1987): サツマイモ立枯病とその病原菌. 植物防疫, 41: 307~311.
- 17) 田中 茂・関 幸雄・中村幸二・小松 仁(1996): プラスチックシートを用いた臭化メチルの透過試験(第2報) 圃場試験. 日本農薬学会誌, 131 (講要).
- 18) 田中 茂・鈴木清志・山本 純・倉辻孝俊・宮内博幸・今宮俊一郎・関 幸雄(2000): オルガロイフィルムによる土壌くん蒸剤(クロロピクリン, MITC, 1, 3-D)の透過性能. 日本農薬学会誌, 25: 82 (講要).
- 19) 谷 博・林 捷夫(1996): 砂地畑におけるクロロピクリンの拡散(第1報) フィルムの厚さ, 種類等処理条件がクロロピクリンの透過性に及ぼす影響. 徳島農試研報, 32: 54~58.
- 20) 谷 博・林 捷夫(1996): 砂地畑におけるクロロピクリンの拡散(第2報) マルチ畦内消毒における畦表面および畦間からの拡散と土壌中拡散. 徳島農試研報, 32: 59~63.
- 21) 千葉恒夫・下長根鴻・祝迫視志・松田 明(1982): サツマイモ根腐立枯れ及び塊根かいよう症状のクロロピクリン剤による効率的土壌消毒法. 関東病虫研報, 29: 46~48.

編集委員 藪内和男
豊永恭代
中野昭雄
佐藤泰三
水口晶子
村井恒治

徳島県立農林水産総合技術支援センター農業研究所
研究報告 第5号

平成20年12月1日 印刷

平成20年12月1日 発行

発行 〒779-3233 徳島県名西郡石井町石井
徳島県立農林水産総合技術支援センター農業研究所
電話 088-674-1660 (代)

印刷 株式会社 教育出版センター
〒771-0138 徳島県徳島市川内町平石流通団地27
電話 088-665-6060
