

タバココナジラミが媒介するメロン退緑黄化病に対する 防虫ネットの発病抑制効果

Effect of Insect-proof Nets on Melon Chlorotic Yellows Disease in Greenhouses

行徳 裕・江島暢喜*

(生産環境研究所)

Yutaka GYOUTOKU and Nobuki EJIMA

(Agro-environmental Research Institute)

要 約

タバココナジラミが媒介する Cucurbit chlorotic yellows virus (以下 CCYV)を病原とするメロン退緑黄化病は果実糖度を低下させるため、熊本県の主要作物である施設メロンの最重要病害となっている。ハウス開口部への目合い 0.4mm 防虫ネット設置は、タバココナジラミの侵入を抑制し、媒介されるウイルスの感染防止に有効な対策であるが、メロンで広く使用されている連棟ハウスでの試験事例はなく、CCYV に対する効果も不明である。また、目合い 0.4mm 防虫ネットは通気性が悪く、施設内の温度が高くなるため、目合い 1.0mm 防虫ネットを使用する施設もみられる。そこで、CCYV が発生するメロン栽培地域の連棟ビニルハウス 20 棟を対象に防虫ネットの設置状況とメロン退緑黄化病の発病株率を調査し、目合い 0.4mm 防虫ネットの現地栽培条件下における発病抑制効果を検証した。その結果、目合い 1.0mm 防虫ネットを側面と谷開口部の両方または側面開口部のみに設置したハウスと側面および谷開口部ともに目合い 0.4mm 防虫ネットを設置したハウスとを比較した場合、発病株率は側面開口部に接した畝で $72.8 \pm 10.3\%$ と $13.6 \pm 4.7\%$ 、谷開口部に接した畝では $58.5 \pm 10.0\%$ と $4.8 \pm 1.4\%$ となり、現地の連棟ビニルハウスにおいて開口部への目合い 0.4mm 防虫ネット設置はメロン退緑黄化病の発生抑制に有効であることが明らかとなった。

キーワード：タバココナジラミ, *Bemisia tabaci*, Cucurbit chlorotic yellows virus, メロン退緑黄化病, 防虫ネット, 連棟ハウス

I 緒言

メロン退緑黄化病は、2004年に熊本県のメロン *Cucumis melo* L.で初めて発生が確認されたウリ類退緑黄化ウイルス Cucurbit chlorotic yellows virus (以下 CCYV)を病原とする病害である^{2,15)}。その後、キュウリとスイカへの感染および発病が確認されており、それぞれキュウリ退緑黄化病^{1,7)}、スイカ退緑えそ病¹⁰⁾と命名されている。本ウイルスの分布は拡大しており、2019年4月現在、本ウイルスを病原とする3種の病害は九州や関東地域を中心に21県から報告されている。

CCYVが感染し、退緑黄化病を発病したメロンは、葉が黄化し、果実の肥大および糖度の上昇が抑制される²⁾。このため、栽培面積が914haと全国3位のメロン生産県である熊本県では¹²⁾、メロン栽培で最も重要な病害となっている。本県のメロン栽培は、'アンデス'、'肥後グリ

ーン'などの春メロンからアールスメロンを中心とした秋冬メロンまで周年栽培されている。一方、CCYVはタバココナジラミ *Bemisia tabaci* (Gemma-dius)によって媒介される⁴⁾が、本種は低温に弱く、その野外密度は5月から11月に増加する³⁾。このため、メロン退緑黄化病の被害はタバココナジラミの野外密度が高まる秋作から秋冬作メロンの被害が大きくなる²⁾、この時期の効果的な防除対策が求められている。

タバココナジラミが媒介するウイルス病には本病の他、1996年に国内への侵入が確認されたトマト黄化葉巻病があり、既に農薬や物理的資材を活用した防除マニュアルが作成されている²⁰⁾。そのうち、ハウス開口部への目合い0.4mmの防虫ネット(以下0.4mmネット)設置はハウス内への保毒虫の侵入を抑制し、トマト黄化葉巻病の被害軽減に有効であり^{9,13,17)}、主要な対策とされてい

*現 熊本県農林水産部生産経営局農業技術課農業革新支援センター

る。メロン退緑黄化病の発地域でもこのマニュアルを基に 0.4mm ネットが利用されているが、本病に対する発病抑制効果の報告はない。また、メロン栽培では連棟ビニルハウスが広く普及しているが、トマト黄化葉巻病の試験で使用された単棟ビニルハウスや小規模のガラスハウスとは開口部の設置場所や構造が異なっている。そこで、実際にメロン退緑黄化病が発生している地域の栽培連棟ビニルハウスを対象に、開口部への 0.4mm ネット設置が本病の発生に与える影響を調査したので報告する。

なお、調査にあたり施設をご提供いただいたメロン生産者ならびに調査にご協力いただいた熊本農業協同組合、熊本農政事務所農業普及・振興課の各位に厚くお礼申し上げます。また、本研究は農林水産省実用開発事業「タバコナジラミにより媒介される新規ウリ科野菜ウイルス病の統合型防除技術体系の開発」の一部として実施した。

II 材料および方法

1 調査地域

調査対象地域は、2004 年からメロン退緑黄化病が発生している熊本市北区植木町内の東西 1 km、南北 1 km の区画を選び、調査した。調査地域は、秋冬作を中心に一年を通してメロンが栽培されるとともに、CCYV の感染作物であり伝染源にもなるキュウリとスイカも栽培されている。

2 調査ハウス

タバコナジラミの発生密度は地域内の栽培作物の影響を受けるが、5月～9月に高まることが明らかにされている³⁾。このため、調査ハウスはタバコナジラミの密度が高い時期、すなわち 2010 年 7 月 20 日～9 月 30 日にメロンが定植されたビニルハウス 20 棟とした。なお、品種は全て「アールスメロン」で仕立ては 1 果取

りの立体栽培であった。

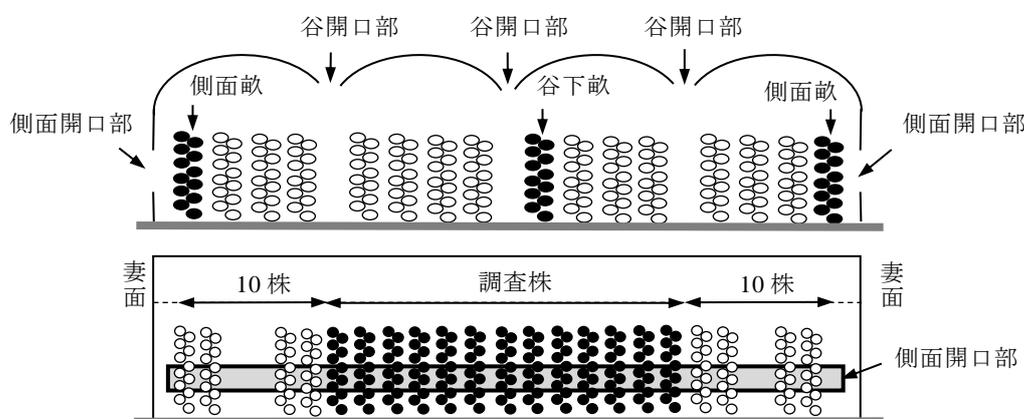
調査ハウスの模式図を第 1 図に示した。調査ハウスはいずれも側面と谷部に開口部がある 3 連棟以上のビニルハウスであった。ただし、防虫ネット設置の有無とネットの目合いは施設によって異なった。側面の開口部（以下側面開口部）には 0.4mm ネット、目合い 1.0mm の防虫ネット（以下 1.0mm ネット）または寒冷紗が設置されていた。一方、谷部の開口部（以下谷開口部）には 0.4mm ネット、または 1.0mm ネットを設置したハウスの他、防虫ネット未設置のハウスがみられた。

調査ハウスは複数の生産者が管理しており、ハウス毎に防除履歴が異なっていた。ただし、本地域ではメロン退緑黄化病の被害を軽減するため、媒介抑制効果が認められるジノテフラン粒剤またはニテンピラム粒剤の育苗後半ポット処理または定植時植穴処理⁶⁾を行うとともに、定植直後から収穫期までタバコナジラミに有効なピリダベン水和剤、ニテンピラム水溶剤、ジノテフラン水溶剤などの薬剤¹⁸⁾を散布するなど、徹底した防除が実施されていた。

3 ハウス周辺のタバコナジラミ成虫密度と保毒虫率

調査地域から 6 棟を選び、黄色粘着板をハウスの両側面に各 1 個と妻面の一方に 1 個、合計 3 個を設置した。黄色粘着板は、10cm 四方に加工した IT シート（出光興産(株)製）を防水紙に貼り付けて作製し、ハウスから 1～2 m 離れた場所に立てた支柱の高さ 50cm の位置に固定した。調査は 2010 年 3 月 31 日～12 月 16 日まで行い、黄色粘着板は概ね 10 日間隔で交換した。黄色粘着板に捕獲されたコナジラミ類成虫は形態的特徴によりタバコナジラミ成虫を識別し、計数した。

6 月 4 日からは計数後に黄色粘着板からタバコナジラミ成虫を採取、RT-PCR^{4,19)}を用いて個体毎に CCYV 保毒の有無を検定した。さらに、全てのハウスで 10 頭



第 1 図 4 連棟ハウスをモデルとした調査ハウスの構造と調査列および調査株の配置図

以上が計数された6月25日～10月5日については保毒虫率を求めた。

4 退緑黄化病の発病株率

調査株の配置を第1図に示した。退緑黄化病の発生はタバココナジラミの侵入門戸である側面開口部および谷開口部に接する畝に多い⁵⁾。そこで、発病株率の調査畝には、側面開口部に接した畝、計2畝（以下側面畝）および中央部の棟の谷開口部下に位置する1畝（以下谷下畝）を選んだ。また、タバココナジラミは、妻面に設置された出入り口や暖房用の吸気口からも侵入する可能性があるため、各調査畝の妻面に近い前後各10株を除き調査株とした。なお、調査株は最低46本であった。

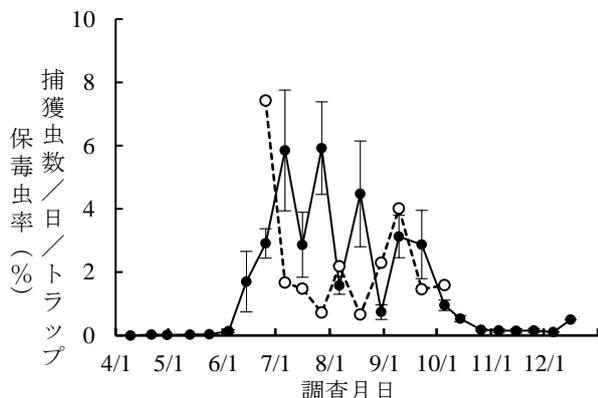
調査株における発病の有無は病徴で判断した。収穫期に調査株の全葉を観察し、メロン退緑黄化病に特有の下位葉から上位葉へ進展する退緑小斑点から緑色斑点病徴^{4,19)}が認められた株を発病株とした。調査株数と発病株数から発病株率を算出した。

III 結果

1 ハウス周辺のタバココナジラミ成虫密度と保毒虫率

ハウス周辺に設置した黄色粘着板に捕獲されたタバココナジラミ成虫数と保毒虫率の推移を第2図に示した。タバココナジラミ成虫は4月21日から捕獲された。捕獲虫数は5月24日まで0.1頭/日/トラップ以下であったが、6月4日から増加し、6月14日から10月14日までは概ね1.0頭/日/トラップ以上で推移した。その後、10月から減少し、12月6日から0.1頭/日/トラップ以下となり終息した。

保毒虫は6月4日から12月6日まで確認された。保毒虫率は6月25日に7.4%と最も高い値であったが、その後の変化は小さく10月5日まで概ね1.0～4.0%で推



第2図 調査地域のコナジラミ類成虫およびCCYV保毒虫率の発生推移。

●：黄色粘着板に捕獲されたコナジラミ成虫数。
エラーバーは標準誤差。○：CCYV保毒虫率。

移した。その後も、10月5日～14日に捕獲された84頭中5頭、10月26日～11月5日の26頭中2頭、11月15日～25日の27頭中1頭、11月25日～12月6日の13頭中1頭と、断続的に保毒虫が確認された。

2 退緑黄化病の発病

調査ハウスにおける防虫ネットの設置状況および発病株率を第1表に示した。調査対象とした20ハウスは、全て側面開口部にネットが設置されており、その種類は0.4mmネットが14棟、1.0mmネットが5棟、寒冷紗が1棟であった。側面畝の発病株率は、0.4mmネット設置ハウスが18.6±3.6%（平均±標準誤差、以下同じ）であり、1.0mmネット設置ハウスの74.1±6.3%に比べて有意に低かった（t検定、p<0.01）。一方、谷開口部では0.4mmネットを設置したハウスが10棟、1.0mmネットが4棟、未設置が6棟であった。谷下畝の発病株率はそれぞれ8.0±2.1%と、32.8±12.7%、44.0±9.0%であり、1.0mmネット設置ハウスとネット未設置ハウスに差はなく、両ハウスに比べ0.4mmネット設置ハウスが有意に低かった（Tukeyの多重比較、p<0.05）。また、側面開口部と谷開口部の両方に0.4mmネットを設置したハウス7棟の側面畝と谷下畝の発病株率は、それぞれ13.6±4.7%と4.8±1.4%と側面畝で有意に高かった（t検定、p<0.01）。

第1表 試験ハウス開口部におけるネットの設置状況とメロン退緑黄化病の発病株率。

試験ハウス番号	防虫ネットの有無と目合い (mm)		発病株率%	
	側面*	谷部	側面畝	谷下畝
1	0.4	0.4	2.2	0.0
2	0.4	0.4	8.1	7.5
3	0.4	0.4	16.3	3.3
4	0.4	0.4	7.9	6.5
5	0.4	0.4	6.5	0.0
6	0.4	0.4	39.9	7.8
7	0.4	0.4	14.1	8.6
8	0.4	1.0	7.0	17.0
9	0.4	1.0	9.5	5.6
10	0.4	1.0	39.2	57.4
11	0.4	なし	19.3	9.6
12	0.4	なし	23.5	41.1
13	0.4	なし	40.6	39.6
14	0.4	なし	25.6	49.3
15	1.0	0.4	84.5	9.5
16	1.0	0.4	67.5	14.0
17	1.0	1.0	69.1	51.3
18	1.0	なし	57.0	46.0
19	1.0	なし	92.2	78.2
20	寒冷紗	0.4	69.5	23.0

*：側面は側面開口部、谷部は谷開口部を指す。

IV 考察

今回の調査は、7月20日から9月30日までにメロンが定植された連棟ビニルハウスを対象とした。メロンの栽培期間は80～90日であり、調査ハウスの収穫は12月

下旬までに全て終了した。黄色粘着板に捕獲されたタバコナジラミ成虫数は10月以降減少したが、7月20日から調査が終了する12月中旬まで継続して認められた。また、保毒虫も10月14日まで連続して捕獲され、その後も断続的に確認された。調査した3棟の1.0+1.0ハウスは、それぞれ7月27日、9月1日および9月20日にメロンが定植された。各1.0+1.0ハウスの側面畝と谷下畝の発病株率は、7月27日定植が57.0%と46.0%、9月1日定植が69.1%と51.2%、9月20日定植が92.2%と78.2%であった。したがって、調査ハウスではメロンが栽培された7月20日～12月中旬までCCYV保毒虫が生息し、かつ1.0+1.0ハウスに定植されたメロンの退緑黄化病発病株率が概ね50%以上となる感染条件が維持されていたことが推測される。

防虫ネットはウイルスを保毒した媒介虫の侵入を抑制することで間接的にウイルス病の発生を抑制するが、その効果は媒介虫の種類と防虫ネットの目合いに依存する。谷下畝の発病株率は、谷開口部に1.0mmネットを設置したハウスとネット未設置ハウスの谷下畝の発病株率に差は認められなかった。タバコナジラミの侵入抑制には、0.8mm以下の目合いが必要である⁸⁾。1.0mmネットは目合いが0.8mmより大きく、タバコナジラミに対する侵入抑制効果がないため、退緑黄化病の感染も抑制できないことを示している。

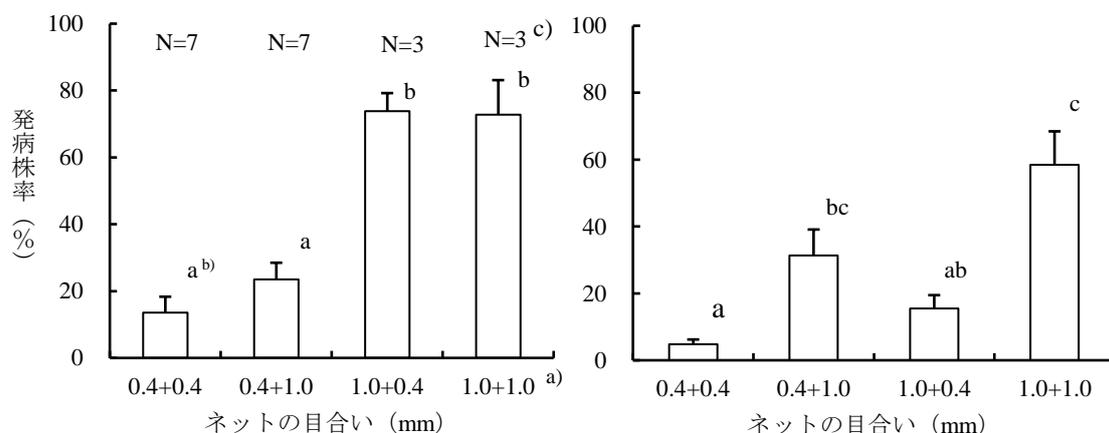
一方、側面または谷開口部に0.4mmネットを設置した場合、隣接する調査畝の発病株率は1.0mmネットを設置したハウスの1/4に低下した。0.4mmネットはタバコナジラミの侵入量をネット未設置の約20%に抑制することが知られており⁸⁾、感染株率の減少は、0.4mmネットがタバコナジラミの侵入を抑制したことで、

CCYVの感染機会を減少させた結果と考えられる。

また、側面および谷開口部に0.4mmネットを設置したハウスでは、側面畝の感染株率が谷下畝の感染株率より有意に高い。調査株と開口部の距離や位置関係は側面開口部と谷部開口部で異なるが、タバコナジラミ成虫の主要な侵入経路が側面開口部である^{14,16)}ことが主な原因と考えられる。

ハウスに侵入したタバコナジラミは増殖を繰り返しながらハウス内で拡散する。このため、各ハウスの退緑黄化病の発生には、側面開口部における防虫ネットの設置状況と谷開口部における防虫ネットの設置状況の組み合わせが影響すると考えられる。調査ハウスで使用された防虫ネットは、0.4mmネット、1.0mmネットおよび寒冷紗の3種類である。目合い0.8mm以上の防虫ネットでは侵入抑制効果が認められないことから、1.0mmネット、寒冷紗およびネット未設置を同一区分とし、調査ハウスを、側面と谷開口部に0.4mmネットを設置した7棟（以下0.4+0.4ハウス）、側面に0.4mmネットを設置し谷開口部に1.0mmネットを設置またはネット未設置の7棟（以下0.4+1.0ハウス）、側面に1.0mmネットまたは寒冷紗を谷開口部に0.4mmネットを設置した3棟（以下1.0+0.4ハウス）、側面に1.0mmネットを設置し谷開口部に1.0mmネットを設置またはネット未設置の3棟（以下1.0+1.0ハウス）の4ハウス群に区分した。

各ハウス群の側面畝および谷下畝の発病株率を第3図に示した。タバコナジラミの侵入を抑制できない1.0+1.0ハウスの発病株率は、側面畝が72.8±10.3%、谷下畝が58.5±10.0%であった。これに対して、側面開口部のみに0.4mmネットを設置した0.4+1.0ハウスの発病株率は、側面畝が23.5±5.0%、谷下畝が31.4±7.7%、



第3図 ハウス開口部に設置したネットの目合いが側面畝（左）と谷下畝（右）のメロン退緑黄化病発病株率に及ぼす影響。a)側面開口部に設置した防虫ネットの目合い+谷開口部に設置した防虫ネットの有無および目合いを示す。b)異なる英小文字間に有意差があることを示す（発病株率をアークサイン変換したのちTukeyの多重比較を実施, P<0.05）。エラーバーは標準誤差を示す。c)調査ハウス数。

谷開口部のみに 0.4mm ネットを設置した 1.0+0.4 ハウスの発病株率は同じく 73.8±5.4%, 15.5±4.0%であった。両ハウス群とも 0.4mm ネットに隣接した調査畝の発病株率は有意に低く、発病抑制効果が確認されたが、他方の調査畝の発病株率には差がなく、効果は認められなかった。さらに、両開口部に 0.4mm ネットを設置した 0.4+0.4 ハウスにおける側面畝と谷下畝の発病株率はそれぞれ 13.6±4.7%, 4.8±1.4%と、いずれも4群のなかで最も低く、高い感染抑制効果が認められた。

なお、谷下畝の発病株率を 1.0+1.0 ハウスと 0.4+1.0 ハウスおよび 1.0+0.4 ハウスと 0.4+0.4 ハウスで比較すると、側面に 0.4mm ネットを設置した 0.4+1.0 ハウスおよび 0.4+0.4 ハウスが低かった。一方、側面畝の発病株率は、1.0+1.0 ハウスと 1.0+0.4 ハウスで差が認められないが、0.4+1.0 ハウスに比べて 0.4+0.4 ハウスで低かった。有意差はないが、0.4mm ネットを側面開口部に設置することで谷下畝の発病株率が、谷下開口部に設置することで側面畝の発病株率が低下する傾向が認められたことは、側面開口部と谷開口部から侵入したタバココナジラミがそれぞれハウス中央部や側面開口部まで拡散し、発病株率に影響していることを示唆している。

今回の調査で、連棟ビニルハウスに定植されたメロンの退緑黄化病の発病抑制に、側面開口部と谷開口部への 0.4mm ネットの設置が有効であることが明らかとなった。ただし、0.4mm ネットはタバココナジラミの侵入を完全に防止できないため、ネオニコチノイド粒剤の育苗後半処理など、侵入したタバココナジラミに有効な防除対策との組み合わせが必要である。また、0.4mm ネットは 1.0mm ネットなどに比べ通気性が悪く、ハウス内の温度が高くなりやすい¹¹⁾。特に、退緑黄化病が問題となる秋作および秋冬作メロンは気温が高い7月～9月に定植される。0.4mm ネットを全ての開口部に設置した場合、熱中症の発生リスクが高まるなど作業への負担が大きく、導入を阻害する要因となるため、遮光ネットや循環扇の活用など、降温技術の開発は不可欠である。

V 引用文献

- 古田明子・山口純一郎・衛藤友紀・久野公子・溝部真・岡崎真一郎・山崎修一・行徳裕・奥田充 (2008) : *Cucurbit chlorotic yellows virus* (仮称) によるキュウリ退緑黄化病 (仮称) のタバココナジラミによる伝播と現地圃場における発生状況. 日植病報,74,218 (講演要旨) .
- 行徳裕 (2008) : メロンおよびキュウリ退緑黄化病 (仮称) の発生と防除対策. 植物防疫,62,424-426.
- 行徳裕・古家忠・江口武志 (2008) : トマト栽培地域におけるトマト黄化葉巻ウイルスの伝染環および媒介昆虫タバココナジラミの発生推移. 熊本農研セ研報,15,50-61.
- 行徳裕・岡崎真一郎・古田明子・衛藤友紀・溝部真・久野公子・林田慎一・奥田充 (2009) : 新規クリニウイルスによるメロン退緑黄化病 (新称) の発生. 日植病報,75,109-111.
- 林田慎一・行徳裕・森田敏雅 (2007) : メロンにおける黄化症状の発生と果実被害. 園学研,6 (別1),140 (講演要旨) .
- 樋口聡志・行徳裕 (2010) : タバココナジラミバイオタイプ Q が媒介するメロン退緑黄化病に対するジノテフラン粒剤の被害防止効果と処理時期の検討. 九病虫研会報,56,77-82.
- 久野公子・溝部真・太田哲史・古田明子・岡崎真一郎・行徳裕・奥田充・川崎安夫 (2008) : 宮崎県における *Cucurbit chlorotic yellows virus* (仮称) によるキュウリ退緑黄化病 (仮称) の発生. 日植病報,74,218 (講演要旨) .
- 松浦明・田村真理子・志摩五月 (2005) : シルバーリーフコナジラミに対する防虫ネットの目合いと侵入防止効果との関係. 九病虫研会報,51,64-68.
- 松浦昌平 (2009) : 極細糸防虫ネットによる施設トマトの黄化葉巻病 (TYLCV) 抑制効果. 農業および園芸,84,999-1002.
- 森山美徳・行徳裕 (2011) : *Cucurbit chlorotic yellows virus* (CCYV) によるスイカ退緑えそ病 (新称). 日植病報,77,34 (講演要旨) .
- 森山友幸・林三徳・井出治 (2008) : 通気性の優れた防虫ネットの選定と選定指標. 福岡農総試研報,27,99-101.
- 農林水産省 (2019) : 平成 30 年産野菜生産出荷統計. http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_yasai/index.html#r (2019 年 12 月 11 日閲覧) .
- 小川恭弘・内川敬介 (2004) : 物理的防除法によるトマト黄化葉巻病およびシルバーリーフコナジラミの防除効果. 九病虫研会報,50,72-76.
- 小川恭弘・内川敬介 (2005) : トマト黄化葉巻病の病原ウイルスおよび媒介虫の生態解明に基づいた防除. 長崎総農林試研報,31,29-81.
- Okuda M., S. Okazaki, S. Yamasaki, S. Okuda and M. Sugiyama (2010) : Host range and complete genome sequence of *Cucurbit chlorotic yellows virus*, a new member of the genus *Crinivirus*. *Phytopathology*,100,560-566.

- 16) 太田光昭・小澤朗人 (1997) : 野外におけるシルバーリーフコナジラミの垂直方向への分散. 関東病虫研報,44,229-230.
- 17) 大矢武志・植草秀敏 (2009) : トマト育苗期のネット被覆と粒剤処理併用によるトマト黄化葉巻病防除の相乗効果. 関東病害虫研報,56,29-32.
- 18) 徳丸晋・林田吉王 (2008) : タバココナジラミ・パイオタイプ Q (カメムシ目:コナジラミ科) の薬剤感受性. 応動昆,54,13-21.
- 19) 野菜茶業研究所 (2009) : 退緑黄化病の診断および防除マニュアル,
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/naro-se/tairyokuouka.pdf.
(2019年10月17日閲覧)
- 20) 野菜茶業研究所 (2009) : トマト黄化葉巻病の総合防除マニュアル,
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/narose/tomato_yellow_leaf_manual_h215.pdf (2019年12月12日閲覧)

Summary

Effect of Insect-proof Nets on Melon Chlorotic Yellows Disease in Greenhouses

Yutaka GYOUTOKU and Nobuki EJIMA

Cucurbit chlorotic yellows virus (CCYV), which is transmitted by *Bemisia tabaci* is an important pathogen of melon diseases in greenhouses. In order to elucidate the effect of insect-proof nets against CCYV, a survey was conducted in the melon production area in Kumamoto Prefecture. The 20 survey vinyl houses were categorized according to the presence or absence of and the mesh size of insect-proof nets on the side walls and roof vents. The incidence of CCYV was investigated in the rows closest to side walls and roof vents at harvest. The vinyl houses with 1.0-mm mesh nets on the side walls and roof vents had incidence rates of $72.8 \pm 10.3\%$ on the side walls and $58.5 \pm 10.0\%$ on the roof vents, respectively. On the other hand, the incidence rates of the vinyl houses using 0.4-mm nets on the side walls and roof vents were significantly lower at $13.6 \pm 4.7\%$ on the side walls and $4.8 \pm 1.4\%$ on the roof vents, respectively. These results show that using of 0.4-mm mesh nets on the side walls and roof vents are effective for reducing of intrusion of *B.tabaci* and damage cause by CCYV.

Key words: sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, Cucurbit chlorotic yellows virus, melon chlorotic yellows disease, insect-proof net, multispans vinyl house