

退緑黄化病の診断および防除マニュアル

はじめに

九州北部では、2004年の秋からメロンおよびキュウリの葉が黄化する原因不明の障害「黄化症」が発生して問題となった。発生当初は、生理的な障害と考えられたが、農林水産省の委託事業である先端技術を活用した農林水産高度化事業「果菜類の新規コナジラミ（バイオタイプQ）等防除技術の開発」において、九州沖縄農業研究センター、熊本県、大分県、佐賀県および宮崎県の担当者からなる黄化症研究グループによって、タバココナジラミが媒介するウイルスで起こる新発生病害であることが明らかにされた。2009年5月現在、退緑黄化病は沖縄を除く九州および愛媛県、栃木県、群馬県、埼玉県で発生しており、隣接県や他地域への拡大が懸念されている。そこで、早期発見、早期防除に活用するために、ここに示す診断および防除マニュアルを作成した。

1 退緑黄化病の発生経過

黄化症の発生は、熊本県北部で2004年8月以降に定植された夏秋および秋冬作メロンにおいて初めて確認された。ほぼ同時期に同様の症状が、佐賀県および宮崎県のキュウリ、メロンでも発生した。当初、原因として生理障害やタバココナジラミにより異常症が疑われた。しかし、黄化症研究グループの調査により、クリニウイルスによって発生することが明らかとなった。発見されたクリニウイルスは新種であったことから、病名としてメロン退緑黄化病、キュウリ退緑黄化病、ウイルスにウリ類退緑黄化ウイルス *Cucurbit clorotic yellows virus* (以下 CCYV) という名前が与えられた。

2 CCYVの伝染

CCYVはタバココナジラミのバイオタイプQおよびB（シルバーリーフコナジラミ）が媒介する。現在試験中であるが、他のクリニウイルスと同様に、半永続的に伝搬し、汁液伝染や種子伝染、土壌伝染はしないと考えられる。

3 寄主範囲

自然感染が確認された作物はメロン、キュウリ、スイカである。接種試験では、その他のウリ科作物やナス科、アカザ科など広範な植物に感染することが明らかにされている。これらの感染植物の被害については検討が必要である。

退緑黄化病の診断マニュアル

病徴による診断

1 メロン退緑黄化病の病徴

病徴は退緑小斑点から始まる黄化（退緑型）と不鮮明な黄斑から始まる黄化（黄斑型）の2種類がある。

1) 退緑型

まず葉の先端部分や葉柄に近い部分に退緑小斑点が生じ、拡大する。小斑点の周囲は滑らかでない（図 1-A）。小斑点は拡大しながら癒合し、徐々に黄化する。同じ葉の中でも、小斑点は偏って生じるので、黄化は「まだら」な黄化葉となる（図 1-B）。まだら黄化葉を下面から観察すると、多数の退緑小斑点が認められる（図 1-C）。さらに進展すると葉脈沿いに緑色部が残る黄化葉になるが、緑色斑点が残る場合がしばしばみられる（図 1-D）。また、全面が黄化した葉の裏面は、徐々に粗剛となる。

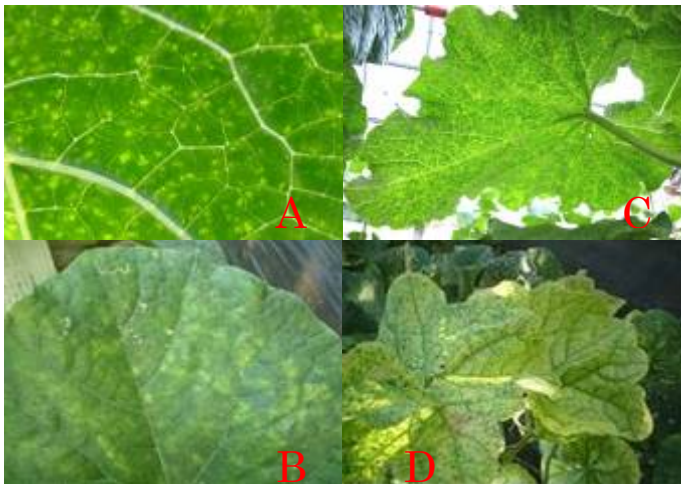


図1 退緑型病斑の病徴
A: 退緑小斑点
B: まだら状の黄化
C: Bの裏面。退緑小斑点が確認できる。
D: メロンの退緑型病斑の最終病徴

2) 黄斑型

まず、不規則に不鮮明な不定型の小黄斑が生じ（図 2-A）、徐々に拡大し、黄化葉となる。葉脈で黄化部分と緑色部分に明瞭に区切られる場合（図 2-B）と、全面が黄化する場合（図 2-C）がある。



図2 黄斑型病斑の病徴
A: 不整形の小黄斑, B: 葉脈で区切られた一部黄化葉, C: 最終病徴

3) 発病の特徴

黄斑型病斑と退緑型病斑は、同一株に発生する。黄斑型病斑は主に下位葉に発生し、退緑型病斑は黄斑型病斑の発病葉より上位に出現する（図 3）。ただし、下位葉が摘除されるため、黄斑型病斑がない場合がある。また、退緑型病斑は初発生葉から上方方向に黄化が進展する。下方方向への進展や異なる葉位で同時に黄化することはない。



図 3 退緑黄化病発病株
A: 黄斑型病斑, B: 退緑型病斑

2 キュウリ退緑黄化病

1) 退緑型

まず、葉脈間に多数の退緑小斑点が生じ（図 4-A）、小斑点は拡大、たがいに癒合しながら退緑斑の面積が拡大する。拡大は、不規則に起こり、不鮮明なモザイク症状となる（図 4-B）。さらに進展すると、葉はツヤを失い、葉脈の緑だけを残す退緑～黄化葉となる（図 4-C）。黄化葉は、葉脈間が隆起して粗剛となるほか、しばしば下側へ巻く（図 4-D）。

2) 黄斑型

保毒したタバココナジラミが吸汁した葉に生じる。葉脈で区切られた一部分または全体の葉脈間が放射状に黄化し、葉脈の緑を残す黄化葉となる（図 5）。



図 4 退緑型病斑の病徴

A: 退緑小斑点 B: 不鮮明なモザイク
C: 葉面の退緑 D: キュウリ退緑型病斑の最終病徴



図 5 黄斑型病斑の病徴
葉脈で区切られた一部の黄化

3) 発病の特徴

黄斑型病斑と退緑型病斑は、同一株に発生する。黄斑型病斑は保毒したタバココナジラミが吸汁加害した葉に、退緑型病斑は保毒虫の吸汁加害以降、新たに展開した上位葉あるいは側枝の葉に出現し、上位方向へ進展する。生長点付近の数枚の葉には症状は現れず、成熟した葉にのみ症状が現れるため、同一株内に黄化葉と健全葉が混在する（図 6）。



図 6 退緑黄化病発病株

3 タバココナジラミバイオタイプ Q による異常症

タバココナジラミバイオタイプ Q が吸汁加害により退緑小斑点が生じる。異常症の発生には、一定以上のタバココナジラミ密度が必要と考えられる。退緑小斑点は円形または楕円形で周辺部が滑らかであり（図 7-A）、退緑黄化病の病徴と区別できる。症状が進展すると葉の一部または全体が退色し、黄化する（図 7-B）。退緑黄化病と異なり、明瞭に黄化することはなく、不鮮明な黄化である点で識別できる。

同様の症状はバイオタイプ B でも報告があるが、接種試験では確認されていない。



図 7 タバココナジラミバイオタイプ Q による異常症
A: 初期の退緑小斑点
B: 異常症による黄化

4 メロン黄化えそ病, キュウリ黄化えそ病

メロン黄化えそウイルス (MYSV) で発病する両病害も退緑小斑点を生じる（図 8）。MYSV の小斑点は、輪郭が明瞭で中心部にえそを生じる。また、退緑黄化病の黄斑型病徴がなく、新葉のモザイクや展開葉の退緑斑点（図 9-A）、白化（図 9-B）などにより、退緑黄化病と区別できる。



図 8 MYSV によるメロン葉の小斑点



図9 MYSVによるメロン葉の退緑斑点 (A) とキュウリ葉の白化 (B)

5 メロン黄化病, キュウリ黄化病

ビートシュードイエロースウイルス (BPYV) の感染で発病する両病害の病徴は、退緑黄化病に酷似しており、肉眼で観察することが困難である。以下に述べる RT-PCR により識別する。

なお、BPYV はオンシツコナジラミが媒介するウイルスである。西南暖地の平坦部における優占種はタバココナジラミであり、退緑型の病徴が確認された場合、退緑黄化病の発生を疑う必要がある。

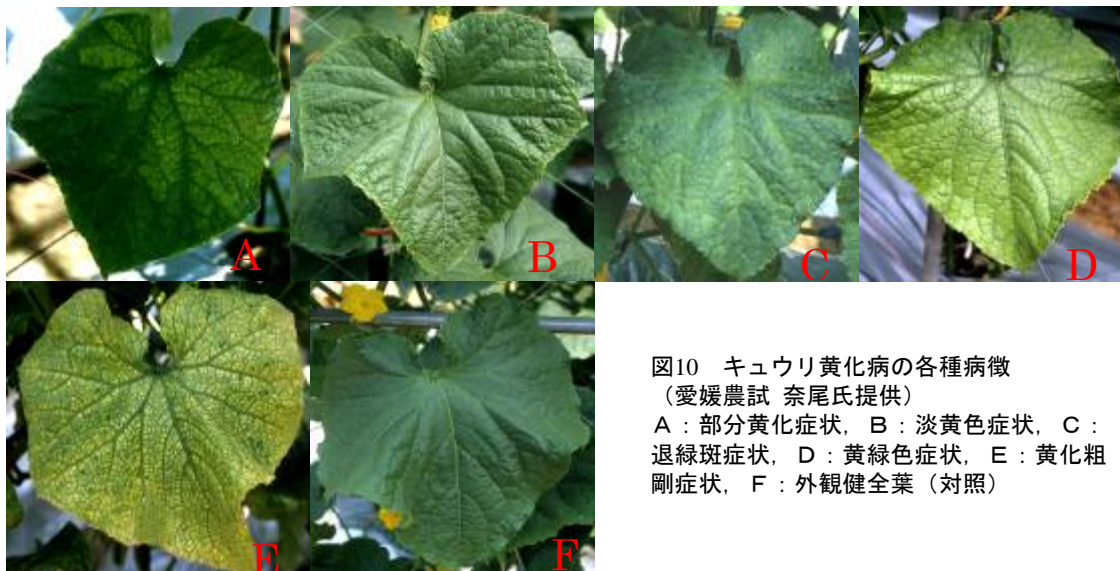


図10 キュウリ黄化病の各種病徴
(愛媛農試 奈尾氏提供)
A : 部分黄化症状, B : 淡黄色症状, C : 退緑斑症状, D : 黄緑色症状, E : 黄化粗剛症状, F : 外観健全葉 (対照)

6 その他の病害や生理障害

その他の病害や生理障害で退緑小斑点から進展する黄化症状はない。

RT-PCR による診断

CCYV は濃度が低く、維管束に局在している。このため、検出にはサンプリングの部位および試料の状態が重要となるので注意する。

以下に、暫定的な標準法を示す。この方法で、メロンおよびキュウリ発病株の無病徴葉、発病葉から検出できる。

1 メロン、キュウリ葉からの RNA 抽出

RNA の抽出を行うため、実験中は手袋を着用し、手早く行う。また、コンタミネーションを防ぐため、RNA 抽出に使用する器具類や場所は専用とする。

- ①葉を採取し、葉脈部分（下左図）を 6mm 生検トレパン（上右図）またはカミソリで切り取る。
- ②乳鉢にサンプルを入れ、ISOGEN（または同等の試薬）を 500 μ l 加え、磨砕する。
（ISOGEN は毒物を含むので、手袋、防護メガネを着用し、取り扱いには注意すること。廃液の処理は施設の指示に従うこと）
- ③磨砕液をマイクロチューブに移し、クロロホルムを 100 μ l 加える。
- ④ボルテックス後、12000~15000rpm（最高回転）4 $^{\circ}$ C で 1 分間遠心する。
- ⑤上澄み 200 μ l 程度（それ以上取る必要はない）を新しいチューブに移し、200 μ l のイソプロパノールを加える。
- ⑥ボルテックス後、すぐに 12000~15000rpm（最高回転）4 $^{\circ}$ C で 15 分間遠心する（室温に放置する必要はない）。
- ⑦上澄みを捨て、500 μ l の 80%エタノールを加える。
- ⑧軽く遠心して、上清を捨てる。
- ⑨減圧乾燥し、RT-PCR を行う直前まで乾燥した状態で-20 $^{\circ}$ C に保存する。（減圧乾燥機が無い場合は、エタノールを出来るだけ除いて保存する（室温に長く置かない））。



2 RT-PCR

RNA は水溶液中で分解するため、抽出した RNA は出来るだけ反応直前に蒸留水に溶解する。反応後に残った RNA は-20℃なら数ヶ月、-80℃なら1年以上保存可能であるが、長期保存しない。実験は手袋を着用し、手早く行う。また、コンタミネーションを防ぐため、RT-PCR は専用の器具類、場所で行う。

1)プライマー

Yellow_Qo-HSP-F:5' TGCGTATGTCAATGGTGTATG 3'

Yellow_Qo-HSP-R:5' ATCCTTCGCAGTGAAAAACC 3'

各 5μM となるように調製し、プライマー溶液とする(-20℃保存)

ここでは、Takara PrimeScript® One Step RT-PCR Kit Ver.2 の方法を紹介する。他のキットも使用可能であるが、反応条件は調整する必要がある場合がある。

反応液 (10μl での反応の場合)

Reaction mix (キット付属)	5.0	μl
プライマー溶液	0.5	μl
H2O	3.1	μl
Enzyme(酵素液)	0.4	μl
RNA	1.5	μl
合計	10.5	μl

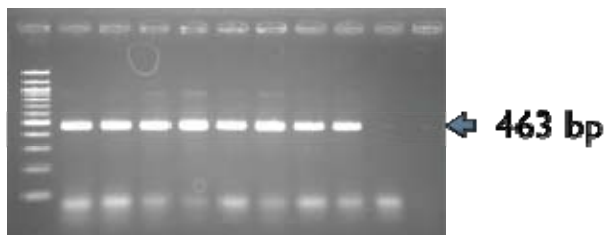
(本来の合計は 10 μl だが、蒸発を考慮して若干多めにしてある)

2)反応条件

RT 50℃ 30 min (条件はキットに従って変える必要がある)
 94℃ 2 min
PCR 94℃ 30 sec
 55℃ 30 sec
 72℃ 30 sec (35 cycles)
FIN 72℃ 5 min
 Cooling

3)判定

1%~1.5%のアガロースゲルを用いて電気泳動を行う。約 450 bp のバンドが現れた場合、陽性と判定する。



電気泳動の一例 (約 450 bp にバンドが現れれば陽性で見なす。サイズ推定のため、100 bp DNA ラダー等をマーカーとして利用すること。)

退緑黄化病防除マニュアル

1 メロン退緑黄化病

メロン退緑黄化病は、定植直後から定植 60 日後、特に定植 30 日後（着果期）を中心に発病する。退緑黄化病は、CCYV の感染から 14～30 日に発病する。また、主な病徴である退緑型病徴は、展葉後 20～30 日後の葉だけに発症する。これらの結果は、発病に関与する感染時期が育苗期から定植 40 日後までであり、この時期に防除することで発病を回避可能であることを示している。

これらの調査結果に基づく防除対策は以下のとおりである。

1) 健全苗の育成

CCYV は、「保毒タバココナジラミの侵入」と「感染苗の定植」で栽培ほ場に持ち込まれる。退緑黄化病の発生を防止するためには、健全苗の定植、すなわち健全苗の育成や健全苗の購入が重要である。

a 施設装備

健全苗の育成するため、施設内へのタバココナジラミ侵入防止対策を徹底する。

- ①独立した育苗施設（ハウス）を使用する。
- ②近紫外線除去フィルムを展張する。
- ③施設の全ての開口部に目合い 0.4mm 未満の防虫ネットを展張する。
- ④施設の周辺には幅 1m 以上の光反射マルチを敷設する。
- ⑤出入り口は二重とし、前室を設ける。

b 降温対策

防虫ネットを展張するとハウス内が高温となるため、降温降温対策を講じる。

- ①天井部の被覆資材に熱線遮断フィルム（メガクールなど）を使用する。
- ②遮光ネット（遮光率 50%前後）を設置する。
- ③循環扇を設置する。

c 育苗時の注意事項

- ①施設内に苗以外の植物を持ち込まない。雑草は完全に除草する。
- ②種子以外の育苗に使用する資材は、施設使用開始の 5 日以上前に搬入する。
- ③搬入後、密閉処理（晴天で 2～3 日）によってハウス内の病害虫を死滅させる。
- ④育苗に関係する作業（ポットへの土入れ、播種など）は全て施設内で行う。
- ⑤黄色粘着板を設置し、タバココナジラミの発生を定期的に調査する。
- ⑥原則として、粒剤の育苗期後半処理以外の農薬は使用しない。ただし、黄色粘着板に捕殺された場合は、防除する。

d 栽培施設への搬入

- ①定植の1～2日前にジノテフラン粒剤またはニテンピラム粒剤を株元処理する。
- ②苗は、防虫ネット（目合い0.4mm未満）で覆い、育苗施設内から栽培施設内まで移動させる。

2) 栽培施設の防除

a 侵入防止対策

- ①施設の開口部に防虫ネットを展張する。侵入抑制効果は、目合い0.8mm以下でも認められるが、完全に防止するためには0.4mm未満が必要。側面開口部への展張は必須である。なお、以下の降温対策を行い、天井開口部へも展張することが望ましい。
 - ア 循環扇を設置する。
 - イ 遮光ネットを設置する。
- ②ハウスの周辺に光反射マルチを敷設する。
- ③開閉時に屋外からタバココナジラミが侵入しないように、目合い0.4mm未満の防虫ネットを組み合わせて前室を設置する。前室の設置が困難な場合、出入口に目合い0.4mm未満の防虫ネットを2枚、互い違いに設置する。
- ④換気扇による換気は行わない。換気扇を使用する場合は、排気用として設置し、常時稼働させる。また、天井開口部へ防虫ネットを展張する。

b 感染抑制対策

タバココナジラミを防除し、感染を防止する。薬剤の作用性やバイオタイプへの効果を考慮して使用薬剤を選択する。

①定植前（育苗期後半）

ジノテフラン粒剤またはニテンピラム粒剤を処理する。定植1～2日前処理の効果が最も高い。規定の量、方法を遵守し、薬剤を根の周辺に確実に処理する。処理後、灌水して有効成分の吸収を助ける。

②着果前（定植25～30日後）

タバココナジラミに効果の高い薬剤を散布する。同系統薬剤の連用を避けるため、ピリダベンフロアブルを散布する。

③果実肥大期（定植50～60日後）

タバココナジラミの発生が多い場合、または発病株が10%を越える多発生の場合は、すす病の発生や次作への持ち込みを防止するため防除する。散布薬剤には、①②で使用していないマクロライド系薬剤などを選択する。

注意事項

- ②③で散布薬剤の効果を高めるため、以下の事項に注意する。
 - ア 生育初期、タバココナジラミは下位葉の葉裏を中心に寄生している。このため、地際から上方向に向けて薬液を噴霧する。
 - イ 散布むらが生じないよう株の両側から散布する。

ウ 散布に死角が生じないように、茎にたるみがない、直立した仕立てを行う。

エ 不要な下葉は摘除する。

オ 発病株の果実は糖度が低下して出荷できない。発病株は必ず抜き取り、ビニル袋に入れた状態で施設外に持ち出す。

c 栽培終了時対策

栽培終了後、施設内のタバココナジラミを放置すると次作の発生源となる。必ず密閉処理で死滅させた後、残渣を処分する。

2 キュウリ退緑黄化病

キュウリ退緑黄化病は、定植直後から収穫終了時まで発病する。黄化葉の増加にともない収量が徐々に低下する。減収の被害は発病 1 カ月後から認められ、徐々に拡大し 2 カ月後には 2~3 割の減収となる。CCYV の潜伏期間は 14~20 日と推定されていることから、育苗期から収穫 40~50 日前までの防除が必要である。また、感染時期が早いほど、減収割合が高くなるので、前半の重点により重点を置く。

これらの試験結果に基づく防除対策は以下のとおりである。

1) 健全苗の育成

メロン退緑黄化病と同じ対策を行う。

2) 栽培施設の防除

a 侵入防止対策

①施設の開口部に防虫ネットを展張する。侵入抑制効果は、目合い 0.8mm 以下でも認められるが、完全に防止するためには 0.4mm 未満が必要。側面開口部への展張は必須である。なお、以下の降温対策を行い、天井開口部へも展張することが望ましい。

ア 循環扇を設置する。

イ 遮光ネットを設置する。

②近紫外線除去フィルムを使用する。

③ハウスの周辺に光反射マルチを敷設する。

④開閉時に屋外からタバココナジラミが侵入しないように、目合い 0.4mm 未満の防虫ネットを組み合わせて前室を設置する。前室の設置が困難な場合、出入口に目合い 0.4mm 未満の防虫ネットを 2 枚、互い違いに設置する。

⑤換気扇による換気は行わない。換気扇を使用する場合は、排気用として設置し、常時稼働させる。また、天井開口部へ防虫ネットを展張する。

b 感染抑制対策

タバココナジラミを防除し、感染を防止する。薬剤の作用性やバイオタイプへの効果を考慮して使用薬剤を選択する。

①定植前（育苗期後半）

ジノテフラン粒剤またはニテンピラム粒剤を処理する。定植 1～2 日前処理の効果が最も高い。規定の量，方法を遵守し，薬剤を根の周辺に確実に処理する。処理後，灌水して有効成分の吸収を助ける。

②定植 30 日後

処理後，約 30 日で粒剤の効果が低下する。タバココナジラミに効果の高い薬剤を散布する。同系統薬剤の連用を避けるため，ピリダベンフロアブルまたはマクロライド系薬剤の使用が望ましい。

③定植 50 日後

ピリダベンフロアブルや一部のマクロライド系薬剤は 20～30 日間，タバココナジラミの密度を抑制できる。散布効果が低下する定植 50 日後頃に，①②で使用していない系統の薬剤または糸状菌製剤（*Beauveria bassiana* 剤）を散布する。

④定植 70 日以降

抵抗性の発達を回避するため，同一作で同系統の薬剤を 2 回以上散布しない。定植 50 日後に散布した薬剤の効果が低下する定植 70 日後以降は，糸状菌製剤や気門封鎖型薬剤を 1 週間間隔で散布する。

注意事項

②③で散布薬剤の効果を高めるため，以下の事項に注意する。

ア 生育初期，タバココナジラミは下位葉の葉裏を中心に寄生している。このため，地際から上方向に向けて薬液を噴霧する。

イ 散布むらが生じないよう株の両側から散布する。

ウ 散布に死角が生じないように，茎にたるみがない，直立した仕立てを行う。

エ 不要な下葉は摘除する。

オ 発病株は伝染源となるので，ビニル袋に入れた状態で施設外に持ち出し，処分する。

カ 寄生密度は，側面および天井開口部に隣接した株で高くなるので，これらの株への散布は特に丁寧に行う。

c 栽培終了時対策

栽培終了後，施設内のタバココナジラミを放置すると次作の発生源となる。必ず密閉処理で作物を枯死，タバココナジラミを死滅させた後，残渣を処分する。

作物 作型	メロン 抑制	退緑黄化病防除対策	
時期	作業・生育状況		
8月	定植準備	ビニル被覆 防虫ネット(目合い0.4mm未満推奨)展張 出入口への防虫ネット設置 施設内の除草 密閉処理(晴天日を2~3日含む)	黄色粘着板による発生調査 感染株の除去
9月中旬	定植	ジノテフラン粒剤またはニテンピラム粒剤植え穴処理(同粒剤の育苗期後半株元処理が望ましい)	
10月上旬	交配直前 (ミツバチ導入前日)	ピリダベンフロアブル散布	
10月中旬	交配		
10月下旬~ 11月上旬	果実肥大期	タバココナジラミ成虫密度が1頭/葉以上 または退緑黄化病発病株10%以上で、 未使用系統薬剤を散布	
12月中旬	収穫期		
	収穫後	密閉処理(晴天日を2~3日含む) 収穫残渣処分	

作物 作型	キュウリ 抑制	退緑黄化病防除対策	
時期	作業・生育状況		
7月	定植準備	近紫外線除去フィルム被覆 防虫ネット(目合い0.4mm未満推奨)展張 出入口への防虫ネット設置 施設内の除草 密閉処理(晴天日を2~3日含む)	黄色粘着板による発生調査 感染株の除去
8月中旬	定植	ジノテフラン粒剤またはニテンピラム粒剤植え穴処理(同粒剤の育苗期後半株元処理が望ましい)	
9月中旬	収穫開始	ピリダベンフロアブル散布 (チョウ目害虫やアザミウマ類の発生が認められる場合はエマメクテン安息香酸塩乳剤を散布)	
10月上旬	収穫期	ネオニコチノイド系薬剤(ニテンピラム水溶性またはジノテフラン顆粒水溶性)とピリダベンフロアブルを交互散布する。 エマメクテン安息香酸塩乳剤を散布した場合は、1回省略する。	
10月下旬			
11月中旬			
12月中旬	収穫終了		
	収穫後	密閉処理(晴天日を2~3日含む) 収穫残渣処分	

作物 作型		キュウリ 抑制	
時期	作業・生育状況	退緑黄化病防除対策	
7月	定植準備	近紫外線除去フィルム被覆 防虫ネット（目合い0.4mm未満推奨） 展張 出入口への防虫ネット設置 施設内の除草 密閉処理（晴天日を2～3日含む）	
8月中旬	定植	ジノテフラン粒剤またはニテンピラム 粒剤植え穴処理（同粒剤の育苗期後半 株元処理が望ましい）	黄色粘着板による発生調 査 感染株の除去
9月中旬	収穫開始	ピリダベンフロアブル散布 （チョウ目害虫やアザミウマ類の発生 が認められる場合はエマメクチン安息 香酸塩乳剤を散布）	
10月上旬	収穫期	Beauveria bassiana 剤散布 （前回散布14日後から7～14日間隔散 布） （発病株やタバココナジラミが増加す る場合は、ピリダベンフロアブルまた はネオニコチノイド系剤（ニテンピラ ム水溶剤またはジノテフラン顆粒水溶 剤を散布）	
10月中旬			
10月下旬			
11月上旬			
11月中旬			
11月下旬			
12月中旬	収穫終了		
	収穫後	密閉処理（晴天日を2～3日含む） 収穫残渣処分	

作物 作型		キュウリ 半促成	
時期	作業・生育状況	退緑黄化病防除対策	
11月	定植準備	近紫外線除去フィルム被覆 防虫ネット（目合い0.4mm未満推奨） 展張 出入口への防虫ネット設置 施設内の除草 密閉処理（晴天日を2～3日含む）	
12月中旬	定植	ジノテフラン粒剤またはニテンピラ ム粒剤植え穴処理（同粒剤の育苗期後 半株元処理が望ましい）	黄色粘着板による発生調 査 感染株の除去
1月下旬 ～ 2月下旬	収穫期		
3月上旬	側面開口部開放	Beauveria bassiana 剤散布 （7～14日間隔散布。発病株やタバコ コナジラミが増加する場合は、ピリダ ベンフロアブルまたはネオニコチノ イド系剤（ニテンピラム水溶剤または ジノテフラン顆粒水溶剤）を散布）	
3月中旬 ～ 5月上旬	収穫期	収穫予定2週間前にピリダベンフロ アブルを散布。	
5月上旬	収穫終了		
	収穫後	密閉処理（晴天日を2～3日含む） 収穫残渣処分	

本マニュアルは、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「果菜類の新規コロナジラミ（バイオタイプQ）等防除技術の開発」（中核機関：野菜茶業研究所、平成 18～20 年度実施）の研究成果として作成されたものです。

本マニュアルの内容を無断で複製・転載することを禁じます。

本マニュアルの内容に関する問い合わせは、熊本県農業研究センター 生産環境研究所 病虫害研究室までお願いします。

【マニュアル作成担当機関】

熊本県農業研究センター生産環境研究所（マニュアル取りまとめ担当）

九州沖縄農業研究センター（ウイルス診断技術担当）

佐賀県農業試験研究センター

大分県農林水産研究センター

宮崎県総合農業試験場

（平成 21 年 5 月 31 日版）