

スイカ果実汚斑細菌病の発生と防除

農林水産省野菜・茶業試験場環境部病害研究室

農林水産省農産園芸局植物防疫課検疫対策室

農林水産省横浜植物防疫所調査研究部病菌担当

しら
白
しま
島
まつ
松

かわ
川
ぶくろ
袋
うら
浦

さと
智
たか
貴

たかし
隆
し
志
ゆき
之

スイカは、北海道から沖縄に至るまで全国的に栽培されており、我が国にとってイチゴ、メロンと並ぶ重要な果菜類である。国内での1996年の総栽培面積は19,000 ha、総収穫量は632,500 tにのぼり、促成栽培から抑制栽培に至るまで周年栽培がなされている。このようななか、98年5月に国内主要産地の一つにおいてアメリカなどで発生して大きな被害をもたらしているスイカ果実汚斑細菌病 (bacterial fruit blotch) の発生が確認された (菊池ら, 1999; 白川ら, 1999)。アメリカの例では、最もひどい場合で収穫果の約90%が発病した事例が知られており、我が国に定着してまん延した場合、産地の崩壊など甚大な被害を及ぼす可能性が考えられる。このため、植物防疫法の改正によって輸入相手国に対して栽培地検査を要求する措置が新たに加えられたのを機に特定重要病害に指定し、我が国への侵入を警戒していたところである (平田ら, 1998)。我が国での発生が確認された今、国内での定着、まん延を未然に防ぐための早急な対応が望まれている。

本稿では、スイカ果実汚斑細菌病の我が国での発生状況と病徴、病原菌の簡易同定法、国内対応等について解説する。

I スイカ果実汚斑細菌病とは

本病は最初、苗に発生する種子伝染性の病害として発見された。1965年にWEBBらはスイカの苗に発生する病原体が不明な種子伝染性の細菌病を発見、78年にSCHAADらは、本病原菌の細菌学的性質を調査し、新種の *Pseudomonas pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli* として報告している。その後、細菌種名は、分類の変更により、*Pseudomonas avenae* subsp. *citrulli* を経て現在、*Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* となっている (WILLEMSら, 1992)。78年にオーストラリアで刊行され

Occurrence of Watermelon Bacterial Fruit Blotch in Japan and Its Control. By Takashi SHIRAKAWA, Satoshi SHIMABUKURO and Takayuki MATSUURA

(キーワード: *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*, スイカ, 種子伝染, 簡易同定, 防除)

た植物病害ハンドブックの中で *Pseudomonas* 属によるスイカの病害として果実での典型的な病徴写真と共に初めて bacterial fruit blotch との病名が使用された。その後、育苗時での種子伝染性病害としての報告は若干あるものの、果実病害としての認識はなかった。87年にマリアナ諸島でスイカの果実に病害が発生し、これが、*P. pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli* によって発生する病害であることが明らかになった。この時に初めて *P. pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli* という学名と bacterial fruit blotch という病名、スイカ果実に発生する特徴的な病徴が広く認識されるようになった。その後、89年にアメリカのフロリダ、サウスカロライナ、インディアナの各州の生産圃場で発生して損害をもたらした (LATINら, 1995)。94年にはアメリカの各州の生産圃場で発生して出荷果実の50~90%が被害を受けたとの記録がある。現在までにアメリカ、グアム、テニアン、オーストラリア、イスラエル、タイ、トルコで正式に発生が記録されている。

II 我が国での発生状況と病徴

1 発生状況

1998年、山形県において育苗期間中の苗床で最初に本病の発生が確認された。育苗中に病徴が認められなかった苗を本圃に定植した場合でも後で本葉、果実等に発病した例も少なくない。我が国では、育苗時の発生が非常に多く、発病によって全育苗株数の約半数近くの苗を廃棄した例もある。特に、接木後に発病が拡大している例が多く、接木直後あるいは交配後にビニールフィルムで覆って湿度を保ち、比較的高温となる時期に発病が多いことが認められている。これまでに本圃で発病が認められているのはトンネル栽培、露地栽培等の雨滴がじかに植物体に接触する栽培方法である。以上のことから、本病は高温多湿条件で発病が促進されることが予想される。また、接木時にナイフ、接木用ヘラ、手などで人為的に二次伝染して発病を拡大していることが考えられる。

1998年の山形県の場合、3市1町の5育苗業者で育苗

中に発病が、2市1町の農家で露地栽培されているスイカで発病が確認された。栽培圃場では、11圃場5品種282aで発病が確認され、被害果実は約800個であった。被害が生じた7育苗業者の内、5業者で発芽直後に水浸状の苗腐敗と接木後に穂木の腐敗を中心とした育苗段階での発病を認めていた。

2 病徴

育苗中の接木後に穂木がとろけるように軟化腐敗して枯死する。子葉には最初、裏面に水浸状の小斑点を形成し、拡大して灰白色の不整形壊死斑となる。乾燥すると窪んで病斑の拡大が停止する。接木時までには発病が認められなかった苗でも、本葉に白～褐色の不整形病斑を形成し、周囲に黄色の退緑部を伴うこともある。果実では、太陽光があたる上部の果皮表面で発生が多い。最初、水浸状の不整形斑点を生じ、後に拡大して暗緑色から黒色の大型の不整形汚斑となる。病勢が進展すると病斑上に亀裂を生じ、泡状の細菌泥を漏出する場合がある。病斑部はやや隆起していることが多く、表面に白い粉状の付着物が認められることがある。内部は、病斑直下の皮層部が褐変し、病勢がさらに内部に進展すると果肉が軟化腐敗する。

分離細菌を子葉展開後の幼苗に噴霧接種すると子葉に発病するほか、胚軸に発病し、水浸状斑点を生じて長軸方向に伸展し、後に軟化腐敗して枯死する。条件が良い

と胚軸に水浸状小斑を認めてから胚軸全体に病斑が拡大するまでに半日を要しないことがある。果実に接種して得た汚染種子を播種すると発芽直後から子葉の抱合部と胚軸に発病して枯死する場合がある。

III 病原細菌の特徴

1 病原性

本病の病斑から病原細菌を分離してその特徴を調査した。分離細菌は、スイカの他、メロン、キュウリ、ユウガオ、カボチャ、トウガン等の供試したウリ科作物の全てに病原性を示すとともにトマト、ナスに対しても弱い病原性が認められた(表-1)。キュウリの本葉での病徴は、*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* による斑点細菌病の病徴とよく似ていた。しかし、キュウリ果実に注入接種した場合、柔組織の崩壊による接種部位の陥没が観察され、水浸状となって細菌泥を漏出する *P. syringae* pv. *lachrymans* による病徴とは異なった。農林水産大臣の輸入許可を得てアメリカから導入した対照菌株を接種した結果、Type strain である ATCC 29625 はメロン、シロウリ等のウリ科植物に対して小斑点を形成するのみであり、トマト、ナスには病原性を示さなかった。一方、*A. avenae* subsp. *avenae* (イネ褐条細菌病菌) および *A. konjaci* (コンニャク葉枯病菌) は全てのウリ科植物に病徴を発生せず、*A. avenae* subsp. *avenae* はイ

表-1 分離細菌の宿主範囲

作物	分離細菌	<i>A.a.</i> subsp. <i>citrulli</i>		<i>A.a.</i> subsp. <i>avenae</i>	<i>A. konjaci</i>
		ATCC 29625	95-1		
スイカ	++	+	++	-	-
キュウリ	++	-	++	-	-
カボチャ	++	±	++	-	-
ユウガオ	++	+	++	-	-
トウガン	++	-	++	-	-
メロン	+	-	+	-	-
トマト	+	±	+	-	-
ナス	+	-	+	-	-
ピーマン	-	-	-	-	-
インゲン	-	-	-	-	-
エンドウ	-	-	-	-	-
ダイコン	-	-	-	-	-
ハクサイ	-	-	-	-	-
キャベツ	-	-	-	-	-
カブ	-	-	-	-	-
レタス	-	-	-	-	-
ハウレンソウ	-	-	-	-	-
イネ	-	-	-	+	-
トウモロコシ	-	-	-	+	-

+, ++=病斑を形成, ±=微小病斑を形成, -=発病なし。

ネ、トウモロコシにのみ病原性を示した。これまで、*A. avenae* subsp. *citrulli* による病害としてスイカの他、ハネデューメロン、カンタロープメロン、シトロンメロン、カボチャ、キュウリにおいて自然発病が認められており、多くのウリ科野菜に対して病原性を持つことが予想される。今回、接種試験によって分離細菌は、供試した7種のウリ科野菜の幼苗に病原性を示した。特にスイカ以外では、キュウリ、ユウガオ、トウガン、カボチャに対して強い病原性を示した。我が国では、*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* によるつる割病を回避することを目的としてユウガオ、トウガン、カボチャを台木に使用した接木栽培が慣行となっている。今回、本菌がこれらの台木作物に対しても強い病原性を示したことから、台木植物での発病拡大と種子伝染が懸念される。また、我が国においてキュウリは栽培が多く、スイカと同様に主にカボチャ台木による接木栽培が主流となっているため、キュウリでの発生に注意が必要と考えられる。

2 病原細菌の特徴

本菌は通常の植物病原細菌で用いられている培養法では培養が困難な場合が多いことが筆者らの経験から得られている。つまり、NA (肉エキス培地) またはPPGA培地を使用して28°Cで分離すると集落の形成に時間がかかるのと同時に集落の発達が悪い。これは、本菌が比較的高温性の細菌であるとともに、単一集落を形成する際に何らかの栄養素が必要であることに起因すると考えられる。筆者らはこれを改善するために酵母エキス・ペプトン培地 (YPA) またはNAに酵母エキスを添加したYNA培地を使用して36~40°Cで培養することで好結果を得ている (水野ら, 1999)。さらに、病斑が古くなると分離が非常に困難になる傾向を認めており、可能な限り新しい新鮮な病斑を選んで分離に供することが重要である。筆者らは本菌に対する選択培地を開発し、比較的古い病斑から分離した場合にも、この培地を用いることによってYPAと比較して効率よく、本菌を分離できることを明らかにしている (白川ら, 2000)。

分離細菌は36°Cで培養した場合、YPA培地上で3日目に直径1~2 mmの、6日目には直径4~6 mmの集落を形成した。培養3日目の集落は中高、全縁、平滑で表面に湿光を帯びた白色~淡褐色の円形集落であった。分離細菌および再分離菌株の細菌学的性質は斉一で、1本の極毛を有するグラム陰性の好気性桿菌でKing's B培地上で蛍光色素を産生せず、オキシダーゼ活性が陽性で細胞内にポリβ-ヒドロキシ酪酸の顆粒を集積した。4°Cでは生育しなかったが、41°Cで生育した。タバコ過敏反応、硝酸還元、ウレアーゼ活性、Tween 80および綿

実油の加水分解の諸性質は陽性で、アルブチンおよびエスクリンの加水分解、アルギニンジヒドロラーゼ活性、デンプンの加水分解の諸性質はそれぞれ陰性であった。ゼラチンは2週間後にわずかに液化し、ジャガイモ塊茎は2~3日後にわずかに軟化腐敗した。単一炭素源としてL-アラビノース、グルコース、果糖、エタノール、β-アラニン、L-ロイシン、エタノールアミン、乳酸等を利用したが、L-ラムノース、サッカロース、マルトース、乳糖、セロビオース、イノシトール等は利用しなかった (表-2)。一方、対照として供試した*A. avenae* subsp. *citrulli* の Type strain である ATCC 29625 および4菌株のアメリカ産*A. avenae* subsp. *citrulli* とはほとんどの性質で一致した (表-2)。また、対照として供試した*A. avenae* subsp. *avenae* および*A. konjaci* とは単一炭素源としての炭水化物の利用性を中心として多くの性質で一致しなかった。以上の病原性、細菌学的性質から、分離細菌を*A. avenae* subsp. *citrulli* と同定した。本菌によるスイカの病害は平田らによって外国で発生して大きな被害をもたらした。我が国が栽培用種子を輸入する際に相手国に栽培地検査を要求する重要な病害の一つとして紹介され、スイカ果実汚斑細菌病と命名されている (平田ら, 1998)。そこで本病の病名としてスイカ果実汚斑細菌病を踏襲した。

IV スイカ果実汚斑細菌菌の簡易同定法

本病の病徴を示すスイカ (苗や果実) から分離される細菌を簡易に同定する目的で、本細菌の簡易同定法を考案した (図-1)。本法は多くのサンプルを扱う場合や、1~2週間で診断結果を得たい場合に有効と考えられる。本同定法は、スイカ果実汚斑細菌菌のいくつかの細菌学的性質を利用し該当する菌株を絞り込み、血清反応やAPI 20 NE (又はスイカへの接種試験) の結果を基に同定する構成となっている。

育苗温室や栽培圃場で発見された被害サンプルが実験室に持ち込まれた場合を想定し、分離から同定までの一連の操作を図-1に従い解説する。

(1) 顕微鏡観察

子葉上の壊死斑や果実上に見られる水浸を伴う暗緑斑 (口絵参照) を見つけ出し、カミソリで切片を作製する。100から400倍率の顕微鏡下で細菌泥の漏出を確認する。細菌泥の漏出が確認されたならば、細菌の分離を行う。

(2) 細菌の分離

細菌泥が確認された病斑部を滅菌水中でよく洗浄する。5×5 mmほどの植物組織を少量の滅菌水と共に磨

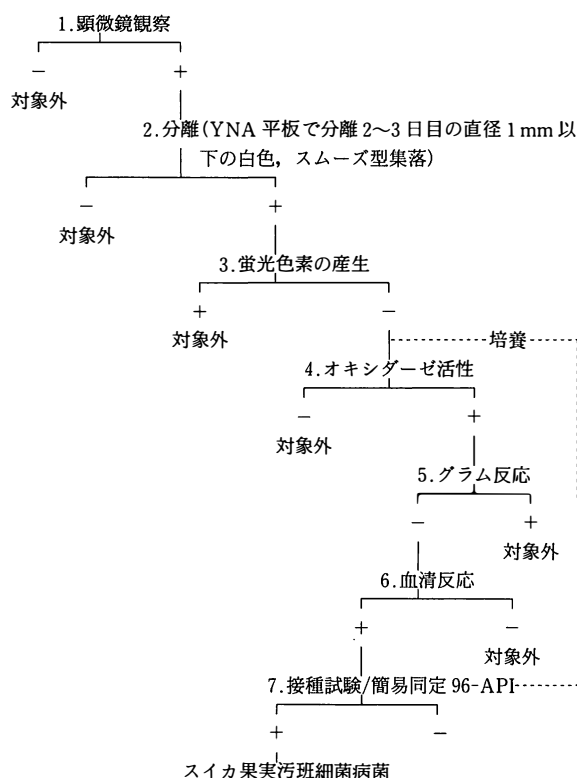


図-1 スイカ果実汚班細菌病菌の簡易同定法

碎し、磨碎液を一白金耳取り YNA (肉エキス 3g, 酵母エキス 5g, ペプトン 10g, NaCl 1.5g, 寒天 20g, 蒸留水 1l, pH 7.0-7.4) 平板あるいは YPA (YNA から肉エキス 3g を除いたもの) 平板に画線する。30~36°C で培養し、2 ないし、3 日目に生じる直径 1 mm 程度の、白色、スムーズ型の集落の有無を観察する。前述したように、分離には新鮮なサンプルを用いるように心がける。

(3) 蛍光色素の産生

上記 2 の集落を白金線の先端に付着させ、キング B 斜面培地に白金線の先端で線を引くように細菌を塗る。2 ないし 3 日間培養し蛍光色素の産生を観察し、蛍光色素を産生しないものを以下の調査に用いる。

(4) オキシダーゼ活性

オキシダーゼ活性の調査方法は、1% テトラメチルパラフェニレンジアミン 2 塩酸を滴下してしめらせた濾紙に、細菌をプラチナ製の白金耳でかき取って線状に塗布する。10 秒以内に菌泥が濃紫色になったものを陽性とする。

(5) グラム反応

オキシダーゼ活性陽性の菌株はグラム反応を調査す

る。菌泥の 1~2 白金耳と 3% KOH 水溶液 1 滴とをスライドガラス上でよく混和する。混和液が粘ちょうになり、白金耳を持ち上げたときに長く糸がひくようになったものをグラム陰性とする。

(6) 血清反応

グラム反応が陰性であった場合、スライド凝集法で血清反応を調査する。菌泥を滅菌水に懸濁し、 1×10^8 cfu/ml 以上の濃度 (白濁した状態) の細菌懸濁液を作製する。この懸濁液と適宜希釈した抗血清の同量 (30~50 μ l) をスライドガラス上で緩やかに混和し、凝集が見られたものを陽性と判定する。

(7) 接種試験/簡易同定 96-API

接種試験にはキング B 培地から YNA あるいは YPA 斜面培地に移植し、1~2 日培養した菌株を用いる。 1×10^9 cfu/ml 以上の分離菌の懸濁液を接種源として有傷 (または無傷) 接種を行う。発病時の病徴が再現されたものを陽性と判定する。

簡易同定 96-API は、API 20 NE という細菌の性状を簡易に調査できる市販のキットを利用して細菌の性状を調査し、そのデータと一致もしくは類似する既存の細菌をパソコンのデータベースから検索するものである (西山, 1996)。

V 国内対応

我が国未発生 of 重要な病害虫と疑われる病害虫が発見された場合、速やかに同定を行い、その発生や被害の状況を把握した上で、必要な対策を検討し、速やかに実行することが重要である。本病は、1998 年山形県、99 年には長野県ほかで確認されたが、ここでは我が国で初めて発生が確認された 98 年の山形県の事例を中心に関係機関が協力して行った対応状況の概要を述べる。

なお、発生が確認された当該県においては、徹底した防除等の取り組みによりその後の発生はなく、本年 6 月末まで全国のスイカ産地における本病の発生は確認されていない。

1 発見・同定・連絡

1998 年 5 月山形県のスイカ育苗施設において、育苗中のスイカ苗の子葉に水浸状斑が発生し、その後溶解する症状が多発したため、山形県園芸試験場 (以下、園芸試験場とする。) はその発生原因を究明するため発病株や分離した菌株を農林水産省野菜・茶業試験場 (以下、野菜茶試とする。) に送付し、同定を依頼した。

野菜茶試は分離菌の細菌学的性質に関する試験や接種試験などを行い、10 月にスイカ果実汚班細菌病菌 (*Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*) と同定した。山形

表-2 分離細菌と *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* の主要な細菌学的性質の比較

性質	分離細菌	<i>A. avenae</i> subsp. <i>citrulli</i>	
		米国产菌株 ^{b)}	Raneら
鞭毛数	1	1	1
グラム染色	- ^{c)}	-	-
酸素との関係	好気性	好気性	好気性
PHB 顆粒の蓄積	+	+	+
蛍光色素の産生	-	-	-
アルギニン加水分解酵素活性	-	-	-
4°Cでの生育	-	-	-
41°Cでの生育	+	+	+
リパーゼ活性	+	+	+
ゼラチンの液化	+	+	+
スイカに対する病原性	+	+	+
炭水化物の利用性			
L-アラビノース	+	+	+
ブドウ糖	+	+	+
果糖	+	+	+
L-ラムノース	-	-	-
蔗糖	-	-	-
乳糖	-	-	-
麦芽糖	-	-	-
セロビオース	-	-	-
エタノール	+	+	+
イノシトール	-	-	-
L-ロイシン	+	+	+
β-アラニン	+	+	+
エタノールアミン	+	+	+
乳酸	+	+	+
クエン酸	+	+	+

^{a)}28 菌株を供試, ^{b)}5 菌株を供試, ^{c)}+ =陽性, - =陰性.

県, 野菜茶試, 横浜植物防疫所 (以下, 植物防疫所とする)。および農林水産省植物防疫課 (以下, 植物防疫課とする)。などの関係機関は本病発生の疑いが濃厚となった7月初旬には, 相互に連絡を取り合い, 調査や防除対策の検討を開始した。

2 初期対応

山形県は関係機関の協力を得て本病に関する文献・情報を収集するとともに, 病害虫防除所, 農業改良普及センター, 関係農協等からなる現地指導班を設置し, 予防措置としてスイカに登録のある銅剤の散布, 収穫果実の選別および収穫後の残さ処理の徹底等を指導した。また, 山形県による発生調査, 植物防疫所による発生原因調査等を相互協力のもと実施した結果, 前述したとおり11圃場2.8haで発生が確認された。被害果実は約800個であったが, 1圃場17aで約600個の発病があった以外は, 比較的軽微な被害に抑えられた。発生原因調査

では, 発生があった品種の種子7,700粒の検定および育苗業者, 種苗業者に対する聞き取り調査を行った。その結果, 1996年産1品種2ロットの3粒から本病菌が検出され, これについては種子の汚染が発生原因と考えられたが, 他の4品種については, 聞き取り調査の結果からも本病発生との因果関係を見出すには至らなかった。

本病の対策には検出技法の開発, 種子消毒法の開発, 防除方法の確立が不可欠であることから, 園芸試験場, 野菜茶試, 横浜植物防疫所調査研究部は速やかに農薬のスクリーニング, 血清の作製などの予備的な試験を開始した。9月には植物防疫所において「スイカ病害に関する試験研究打合せ会」を開催し, 試験研究課題を分担して実施することを申し合わせた。

3 対策

1998年10月, 農林水産省に山形県, 野菜茶試, 農業環境技術研究所, 植物防疫所, 農林水産技術会議事務局, 農産園芸局種苗課, 植物防疫課および(社)日本種苗協会の関係担当者が参集し, スイカ果実汚斑細菌病の対策に関する検討会が開催された。検討会では, 98年の発生・被害状況, 防除対策の効果, 試験研究成果等を確認するとともに, 今後の対策を検討し, 役割分担を確認した。この検討会を踏まえ, 現在までに実施された対策概要は以下のとおりであった。

(1) 広報指導

生産者等に注意を喚起するため, 山形県病害虫防除所は1998年10月23日付けで, 本病に関する発生予察情報の特殊報を発表した。特殊報の作成に当たっては, 生産者等の不安や混乱を招かないよう必要かつ十分な情報を提供するため, その内容について関係機関が連携して検討を行った。また, 山形県は国の補助事業により本病の診断と防除のポイントを解説したパンフレットを作成し, スイカ栽培全生産者に配布して予防措置, 早期発見, 早期防除を指導した。

野菜茶試は, 1998年12月に本病を対象とした「野菜・花き・茶業課題別研究会」を開催し, 都道府県の野菜病害担当者に本病の発生生態や防除対策の情報を提供して適切な対応を呼びかけた。

(2) 防除対応案

植物防疫課は, 1998年10月本病の全国へのまん延および被害拡大を防止するため, 種子生産者, 育苗者および生産者の各段階における防除方法案を示した「スイカ果実汚斑細菌病の防除対応案」を都道府県および種苗業者に対して通知した。この防除対応案は, 予防対応と疑似症状が発見された場合の対応について, その段階で得られている情報の最大限を盛り込んだものであった。

(3) 農薬登録

スイカに登録のあるオキサジキシル・銅水和剤、銅・メタラキシル水和剤、有機銅水和剤、カスガマイシン・銅水和剤について、園芸試験場、横浜植物防疫所調査研究部が分担して薬剤効果試験、葉害試験を実施し、これら4剤は1999年3月3日付けで本病について適用拡大の農薬登録がなされた。

(4) 試験研究

野菜茶試は、1999年から農林水産技術会議関係予算の行政対応特別研究「スイカ果実汚斑細菌病の防除技術の開発」を開始した。本研究は種子および発病個体からの高感度検出法の確立、種子消毒法の確立および発生生態、感染機構の解明を目的に精力的に進められている。

山形県は、1999年から国の補助を得て本病の発生生態等の解明や防除法の開発に取り組んでおり、生産地における資材消毒法や薬剤防除体系の確立が期待される。

横浜植物防疫所調査研究部では前述の簡易同定法を開発、また、ELISA法による種子からの検出法を開発し、随時改良を加えている。

(5) 侵入警戒調査

従来から都道府県と植物防疫所が分担して実施してきたミバエ類等侵入警戒調査の対象病害にスイカ果実汚斑細菌病菌が追加され、2000年から北海道、青森県、山形県、新潟県、茨城県、千葉県、長野県、鳥取県、熊本県、鹿児島県が調査を開始した。植物防疫所ではこの10道県以外のスイカ生産地を中心に、都道府県の協力を得て調査を実施する。また、調査で本病の疑似症状が確認された場合に使用する血清は、(社)日本植物防疫協会研究所が作製し、販売を開始している。なお、2000年1月に農林水産省が開催した「病害虫防除所職員等中央研修」では、侵入警戒調査技術研修として、植物防疫所研修センターにおいて前述の簡易同定法の研修を行った。

(6) 種苗生産者における対応

(社)日本種苗協会は、1998年にスイカ種子を取り扱う16社をメンバーとするスイカ新病害緊急対策委員会

を設置してメーカー、卸、小売り各段階に合わせた対応参考資料を作成・配布するとともに、業界紙に発生状況および対策の情報を掲載し、注意を呼びかけた。また、協会各社の生産管理、技術指導を担当する職員を対象とした研修会を、野菜茶試および横浜植物防疫所の協力を得て開催している。

4 今後の取り組み

1998年および99年の発生に伴う各関係機関の協力の下に農薬登録、種子の消毒技術等の開発、本病の検定に関する技術研修等種々の取り組みがなされてきた。これらの取り組みにより、98年以降山形県では発生がなく、安定的な生産が行われており、その他の発生県についても同様にその後の発生は確認されていない。

しかしながら、再発防止および発生時のまん延防止、被害軽減に向けた体制を整えるため、①国内における無病健全種子の生産・流通の確保、②侵入警戒体制の強化による早期発見および、③発生した場合の防除体制の早急な確立に向けた対応を関係各機関において実施中である。

特に再発生を防止するため、効果的な種子消毒法の開発と本病の発生消長等の発生生態解明が重要であること、また、種子の流通が国際化しており、植物検疫の観点あるいは健全な種子を供給する目的から、大量の種子に存在する微量の病原細菌の検出技術の開発が急がれる。これらの研究は、野菜茶試、園芸試験場、横浜植物防疫所などの関係機関で進行中である。

引用文献

- 1) 平田賢司ら (1998): 植物防疫 52: 83~88.
- 2) 菊池繁美ら (1999): 日植病報 65: 359 (講演要旨).
- 3) LATIN, R. X. et al. (1995): Plant Dis. 79: 761~765.
- 4) 西山幸司 (1996): 農環研資料 19.
- 5) 水野明文ら (1999): 日植病報 65: 361 (講演要旨).
- 6) SHAAD, N. W. et al. (1978): Int. J. Syst. Bacteriol. 28: 117~125.
- 7) 白川隆ら (1999): 日植病報 65: 359 (講演要旨).
- 8) 白川隆ら (2000): 平成12年度日本植物病理学会講演要旨予稿集 p. 109 (講演要旨).
- 9) WEBB, R. E. et al. (1965): Plant Dis. Report. 49: 818~521.
- 10) WILLEMS, A. et al. (1992): Int. J. Syst. Bacteriol. 42: 107~119.