

特集：ウリ科野菜果実汚斑細菌病

# ウリ科野菜種子の海外での採種事情と果実汚斑細菌病 対策としての採種栽培における防除体系

(株)サカタのタネ <sup>かく</sup>加来 <sup>ひさとし</sup>久敏・<sup>いがらし</sup>五十嵐 <sup>みつる</sup>充・<sup>ごとう</sup>後藤 <sup>きよたか</sup>清孝  
野菜茶業研究所 <sup>しら</sup>白 <sup>かわ</sup>川 <sup>たかし</sup>隆

## はじめに

現在、国内で利用されているウリ科野菜種子の大半は海外採種が主体となっており、植物防疫所(2007)によると、カボチャ184t、キュウリ28t、スイカ48t、メロン5tとなっている。これらの種子の採種国は、種子伝染性病害である果実汚斑細菌病(Bacterial fruit blotch: 以下BFB)の常発地である場合がある。このため、本病の防除には採種国における採種栽培での対応が必須となる。本稿では、まず主要なウリ科採種地の一つであるタイ王国における採種事情を紹介し、BFBに関する情報および発生調査結果を報告する。さらに防除マニュアルに基づいた種子生産におけるBFB対策と防除体系の確立について述べる。

## I タイの採種事情

タイにおけるウリ科栽培は、全土にて広く行われている。タイには雨期(6~10月)、乾期(11~2月)、暑期(3~5月)があり、地域によっては1年中ウリ科栽培が行われている。稲作の裏作でウリ科などの野菜栽培を行う農家もあり、この場合、雨期に稲作、乾期に野菜栽培といった作型になる。

一方、ウリ科の採種栽培は、多くの種苗関連会社がタイ東北部にてその活動を行っている。東北部の一部地域は、同時にウリ科青果栽培の大産地でもあるため周年のウリ科栽培があり、そのため病害が発生するリスクも高くなる。

採種栽培は、種苗会社と農家との契約栽培が多い。一農家の規模(耕作面積)は日本と同様かやや大きい程度であり、小規模多農家形態となっていることが多い。

ウリ科を周年で採種栽培した場合、年3回の作付けを

行うことができる。この場合、2作は暑期、雨期にあたるので、気温・降雨量の関係から乾期での栽培よりも病虫害の被害が多くなり、BFBのリスクも高くなる(LATIN and HOPKINS, 1995)。しかし、雨期であっても日本の梅雨のように終日連続して降るのではなく、短時間に集中するスコールのような降雨となる場合が多い。そのため降雨直後の湿度は高いが、その後の強い日射により短時間に乾く。また乾期での栽培においても、貯水池や用水路の水が枯れることはないので農業用水に困ることはない。タイ東北部の気候は、中心都市であるコンケンを例にとると、暑期の平均最高気温が35℃前後、降雨量は150mm/月、雨期では32℃前後、降雨量は月による差はあるものの、7、8月で250mm/月となる。乾期では、平均最高気温は31℃前後と雨期と変わらないが、降雨量は平均20mm/月となり、最も少ない12、1月では2~4mm/月となる。月平均湿度は年間を通して25~30%となっている。

ウリ科採種栽培は露地で行われることが多いが、施設栽培を取り入れている場合もある。作物にもよるが、地這栽培や支柱を用いた立体栽培がある。地這栽培では、高さ40cm程度の高畝とし、広い畝を設定してその上に蔓を這わせるかたちをとる。灌水は、川、池、井戸から引いてきた水を畝間にためることで行う。立体栽培も同様に高畝とし、灌水は畝間に水をためる。竹・木材等で支柱を設置して、そこに蔓を固定する(図-1)。

薬剤散布は、週に数回行う場合が多いようである。特に降雨直後の薬剤散布は重要視される。地上部病害では、うどんこ病、べと病、つる枯病、ウイルス被害等が発生し、アブラムシ、アザミウマ、コナジラミ等の害虫も多く見られる。土壌病害は、地域による有無、消長の差はあると思われるが、フザリウム、ネコブセンチュウ等の被害が挙げられる。

タイと日本では採種環境が大きく異なる。タイの気候条件は日本と比較してより過酷であり、より多くの病虫害被害にさらされることになる。そのような中、世界中の種苗関連会社がタイにて多量のウリ科種子の採種を行い、多様な市場へ商品種子を供給している。これは、各

Current Status of Cucurbit Seed Production of and Survey of Bacterial Fruit Blotch Epidemics in Foreign Countries. By Hisatoshi KAKU, Mitsuru IGARASHI, Kiyotaka GOTOH and Takashi SHIRAKAWA

(キーワード：果実汚斑細菌病 (BFB), 種子伝染性病害, 採種, 防除マニュアル)



図-1 タイの採種栽培圃場  
一般的なメロンの採種栽培の様子。

社が健全種子を採種するための改善・努力を継続し、採種水準が向上している証とも考えられる。特に、ウリ科作物の最重要病害の一つである BFB が問題化して以降、圃場衛生管理、種子健全性検査等、BFB を発生させない・出さないための必要な対策が取られてきている。

しかし、依然としてタイにおける BFB の発生被害を見ることができる。これは、暑期、雨期の採種に加え、後述するようにタイにおける安価低品質な自家採種種子の存在・流通が要因と考えられる。

## II タイにおける BFB 研究と基本情報

### 1 公的機関における BFB 研究

タイの細菌病研究はイネ白葉枯病とナス科植物青枯病が中心となっているが、近年 BFB の重要度が高まったため、政府機関および大学での BFB 研究者が増えつつある。政府機関としてはタイ農業局の植物保護研究室・細菌学部門、大学としてはカセサート大学およびコンケン大学が主たる研究機関である。特にコンケン大学はウリ科野菜の主要種子生産であるタイ東北部に位置することから BFB 研究者が集中しており、病原細菌の多様性、診断、生物防除等幅広い研究が行われている (PRAPAT, K. et al., 2002)。しかしながら、論文としての公表は少なく、発表されても講演要旨あるいは内部資料のような形で行われており、BFB に関して非常に重要な国であってもなかなか情報が表に出にくいという状況にある。BFB は国際的に大きな問題であり、タイはウリ科野菜種子生産の世界的な中心地であることから、国家プロジェクトの準備がタイ農業局を中心に進められている。また、タイに拠点をおく種苗会社も独自に BFB についての研究を行っているようである。

### 2 公的機関における基本的な情報収集

上記の BFB 研究を行っているタイ農業局および大学での BFB に関する情報を集約すると、10 年ほど前にタイでの BFB の初発生が報告された。爾来、サコンナコンなどの東北部を中心に発生し、大きな問題となっている。宿主としてはスイカおよびメロンで、その他のウリ科野菜での発生の報告はまだない。一方、タイ中央部であるバンコク周辺では BFB の発生はほとんどない。これはそもそもウリ科の栽培が少なく、汚染種子の持ち込みがなかったためと考えられる。しかし最近では輸出用高級メロンの生産が、バンコクに近いアユタヤや、カンボジアとの国境近くで始まっており、大きな産地を形成しつつある。これに伴い、これらの地域でも BFB が問題となりつつある。また北部のチェンライなどでは水田作が終わった後のスイカ栽培が一般的で、2 月ごろに BFB が発生するとのことであった。

防除法としてタイ農業局は種子温湯消毒を奨励している。これはお湯 (90℃) と水を 1:1 に希釈し、50 ~ 55℃ に調整、15 ~ 20 分間浸漬する方法である。

## III タイにおける BFB 発生調査

### 1 予備調査

タイは多くの種苗会社がウリ科野菜種子生産の拠点としていること、高温・多湿な気候が BFB 病原細菌にとって好適な環境条件であることから、ウリ科野菜の栽培と BFB 発生状況の情報収集が必須である。2007 年にコンケーンの青果スイカ圃場で予備調査を行ったところ、BFB の発生を確認できた。

そこで翌 2008 年 8 月上旬 (雨期)、実態調査を目的にコンケン近郊とバンコク近郊の青果用スイカ・メロン栽培圃場の BFB 発病調査を行った。さらに、野菜市場において商品として販売されているウリ科野菜において BFB 汚染果実の調査を行った。

### 2 スイカ・メロン栽培圃場および市場での発生調査

#### (1) コンケン地方における BFB 発生調査

コンケン地方のスイカ栽培圃場の BFB 発生調査を行った結果、計 9 箇所のスイカ圃場で BFB の発生が確認された。これらの圃場で栽培している農家はいずれも出所不明の安価低品質な自家採種種子を使用していた。BFB 発生圃場は遠くから見ると畑のスイカの一部が黄色じみた色を呈し、激発状態は見られなかった (口絵 ⑥)。近くで観察すると、葉では葉脈に沿って現れるチョコレート色の典型的病徴が認められた。このような病徴のほか、炭疽病との識別が困難な茶褐色の斑点型病徴が多数観察された。また、茎においても炭疽病に類似

した病徴が観察された。そのような罹病個体では下位葉から上位葉への病徴の進展がつぶさに観察され、罹病果実は小型のものが多く、また罹病個体と接触する個体でも発病が認められた。果実では果皮にクラック型の病斑が観察され、隆起した斑点型の病徴では周囲にハローを伴う場合が多かった。また、このような病徴に至る前段階では深緑色の水浸状を呈した(図-2、図-3)。これらの病徴はイムノストリップ法による診断によっても陽性が確認された。

また、熱帯条件下のBFB感染の様相を明らかにするため、サンプルを採取・固定し、帰国後、組織・細胞学的観察を行った。その結果、BFB細菌は柔組織細胞間隙で増殖するが、同時に葉脈の維管束・導管内での増殖が確認された。さらに、感染果実ではBFB細菌は維管束ルートで種子まで達していた。

今回の調査は雨期に行ったが、乾期では同条件の圃場でも発生が確認されず、本病の発生における湿度条件の重要性が示唆された。

#### (2) バンコク周辺でのBFB発生調査

まず、バンコクの北西に位置するスパンプリの4圃場でBFBの発生調査を行った。既に収穫開始や近日中に収穫等、生育状況は異なっていた。

第一調査圃場では既に収穫が終了しており、残った植物体においてはBFBの病徴は観察されなかった。この圃場で特筆すべきは、圃場内とその周辺で多数のウリ科雑草が観察され、細菌病の感染が疑われる病徴も観察された。第二、第三調査圃場は収穫期に近い状況であった。これら2圃場では下位葉でBFBが疑われる病斑が観察された。しかし、果実では典型的な病徴は認められなかった。第四調査圃場は前3圃場とは異なり、土壌は砂質であった。また栽培に様々な工夫が見られ、高畝栽培が行われていた。さらに、薬剤散布を定期的に行っており、病害虫の発生がほとんどなく、熱帯でのスイカ栽培においても高度な栽培が可能であることが示唆された。

続いて、バンコクの北に位置するロップリの青果メロン栽培地の2圃場で調査を行った。これらの農家ではF1メロン品種を栽培しており、栽培法は立体仕立てでマルチを使用していた。圃場内は病害の発生が少なく、果実にはBFBの病徴は観察されなかった。葉では疑わしい病徴が観察される場合もあったが、頻度は低かった(図-4)。

#### (3) 青果市場におけるBFB調査

青果圃場調査で得られた情報から、BFBに汚染された果実が市場に出回る可能性が十分に考えられたため、コンケン、バンコク市内の青果市場においてスイカを



図-2 葉上のBFB病斑

青果スイカ栽培圃場におけるBFBの病斑。葉脈に沿って黒褐色の病斑が現れる。

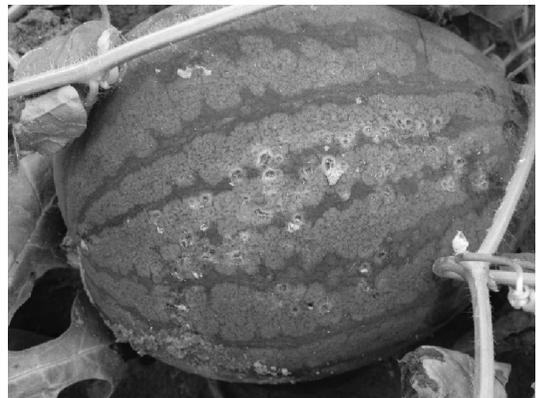


図-3 BFB汚染果実

青果スイカ栽培圃場の果実におけるBFBの病徴。BFBの感染により、果皮にクラック型病斑が現れる。



図-4 タイの青果メロン圃場

立体栽培で病害発生も少なく、健全な管理がなされていた。

主体に BFB 汚染果実の有無を調査した。

コンケンでは、市場の床に山積みされているスイカ果実、また、車の荷台に積まれたままのスイカ果実でクラック型の病徴が見られた。情報収集の結果、これらのスイカは調査を行ったコンケンの BFB が発生していた青果圃場の近辺（同じ地域）から来たものであった（図-5）。

バンコクでは、市場のスイカでは BFB と疑われる病徴は観察されなかったが、デパートのメロンには少数ではあるが、クラック型の病斑が認められた。このメロンの由来に関する情報は得られなかった。

#### IV タイにおけるスイカおよびメロンの市販種子について

今回の調査でスイカ・メロンの種子は大別して、3 種類にランク付けされることがわかった。すなわち、

- ①大手種苗会社による高品質種子
- ②①のコピー種子
- ③安価低品質な自家採種種子

今回の調査では①および②の種子から栽培している地域では BFB の発生は認められなかった。一方、BFB 発生圃場で栽培農家にその種子の由来を確認したところ、すべて自家採種種子であった。ここでいう自家採種種子というのは、青果栽培などで収穫後に残った果実から採種したものである。由来不明で、どこで誰が採種したのか追跡ができず、もちろん BFB の検査などは行われていない。この類の極めて安価な自家採種種子を一部のスイカ栽培農家が購入し、その結果、BFB が圃場で発生することになる。さらに、現地の調査でウリ科の雑草

が圃場内あるいは圃場周辺で生育していることが確認されている。これらの雑草には BFB 類似病斑が認められる場合もあり、BFB の病原菌がウリ科雑草に病原性をもつことを含めて考えると（野菜茶業研究所，2009）、BFB が定着している可能性もある。タイの研究者に注意を喚起するとともに、今後 BFB の発生生態の研究を進める必要がある。

#### V ウリ科野菜果実汚斑細菌病防除マニュアル（種子生産・検査用）の解説

タイ王国における情報収集および発生調査を基に、さらに国内外の採種情報を踏まえマニュアルを作成した。野菜茶業研究所ホームページにて公開されている「ウリ科野菜果実汚斑細菌病防除マニュアル（種子生産・検査用）」（<http://vegetea.naro.affrc.go.jp/joho/manual/uri-2.pdf>）について、解説を加えながら採種栽培における BFB 防除法について述べたい。

BFB は高温多湿・多雨条件で発生が増加する。また、主に種子によって伝染し、育苗時の頭上灌水や接ぎ木作業によって広範囲に第二次伝染する。

採種栽培では本病の病徴、発生生態等の特徴をよく理解し、一般栽培用の防除マニュアルに示した青果生産用栽培での防除よりも厳密な予防・防除措置を取ることが重要である。また、採種栽培における技術指導者、管理者は本病について精通していることが求められる。

##### 1 使用種子の選択

商品種子生産、原種種子生産のいかんにかかわらず、その採種に用いる種子は、必ずマニュアルに記載のある「Ⅲ. 種子消毒法」による処理や、「Ⅳ. 種子検査法」に従った種子検査によって、病原菌をもたないことを確認した種子を用いる。

##### 2 採種圃場の選択と準備

採種国として日本を含めた本病の未発生国を選択することが重要である。発生国で採種を行うことが避けられない場合、本病の発生がない地域を選択する。さらに、採種圃場および近隣に発生履歴がないことを確認し、未熟残渣との接触感染などのリスクを低減する。加えて、周囲に青果栽培を含むウリ科野菜の栽培がない圃場を選択したい。

本病は多雨条件で発生が多くなるので、多雨地帯で採種する場合は施設栽培が望ましく、熱帯地域では乾期に採種栽培を行うことが望ましい。

実際の圃場の準備に当たっては、BFB のリスクを最大限回避する手段を取っていく。まず土壤消毒を実施し、病原密度の低減を図る。また、圃場およびその周辺



図-5 青果市場に入荷されたスイカ  
青果市場ではスイカが山積みされているが、これらの中に BFB 汚染果実の混入が確認された。

の雑草を除去する。マルチ被覆を基本とし、植物体と土壌との接触を極力避ける。使用する農業資材は、事前に農業資材用消毒剤を用いて消毒する。

### 3 育苗時の管理

種子汚染していた場合、育苗時が最も BFB 発生・拡大のリスクが高い。育苗には消毒済みの培土を使用し、前年の残土などは使用しない。種子ロットごとに区分して、播種・育苗管理を行い、BFB 発生時にはロット単位で対応ができるようにしておく。施設内育苗とし、環境管理が可能な状態で育苗管理を行う。灌水は日中に行い、多湿状態が長時間持続しないようにする。可能ならば、頭上灌水を避けて底面灌水とする。

### 4 採種圃場での管理と防除

圃場衛生上重要なことは人や耕作機械により病原を圃場内にもち込まないことである。圃場への出入りの際には、靴、手、管理機材の消毒を行う。可能な限り株間・畝間を広く取り、隣接株との接触を避け、風通しをよくする。管理作業による二次伝染を防止するため、整枝・摘果等の管理作業は極力晴天時に行い、使用するハサミや手指を消毒しながら行う。圃場周囲に柵を設置して部外者や鳥獣の侵入を防ぐ。本病に登録がある防除薬剤を定期的に散布し、特に第二次伝染と感染の危険性が高い交配開始前、交配終了後、降雨後にはカスガマイシン・銅水和剤を散布する。

### 5 採種と採種後の調整方法

本病が発生した圃場からは絶対に採種しない。収穫後、果実表面を洗浄して清浄にする。追熟中に腐敗した果実、また外観は健全でも果肉が腐敗している果実とその種子は廃棄する。果実から採取した種子は、水道水などの消毒された水を用いて十分に水洗する。水洗後の種子は、国内では食酢-銅水和剤混液への浸漬処理で、海外では現地で実施可能な浸漬処理で種子消毒する。異なる圃場の種子は混合せず、種子検査が終了するまでは別ロットとして扱う。

### 6 発病観察

採種栽培における病害担当者は、本病について精通し、本病の簡易診断法について習熟していることが求められる。また、採種栽培者（契約農家など）に対して本病の特徴、防除法等の情報を提供し、予防・防除対策の実施と定期的な発病観察を行う。発病調査の結果をその都度記録し、継続した対策を取れるようにする。

### 7 発病時の対応

本病と疑われる症状が発生した場合、「ウリ科野菜果実汚斑細菌病防除マニュアル（一般栽培用）」で示したイムノストリップ法、ELISA 法等の血清学的手法、PCR

法、選択培地分離等によって簡易診断する。育苗時に本病の発生を確認した場合、同一施設内および同一種子ロットの苗は潜伏感染している可能性が高いので全量を廃棄する。繰り返すが、本病の発生が確認された圃場からは絶対に採種しない。

### 8 海外で採種する場合の対応

委託業者などを通して採種する場合、現地の採種状況が詳細に把握できないことが多い。このような場合は、収穫後の対応による BFB 対策が主となってくる。採種した種子について、採種国で実施可能で本病に対して効果が高い浸漬処理による種子消毒を実施する。輸入する前の種子検査は必要不可欠とし、陰性が証明されたロットのみ輸入するようにする。栽培履歴などの来歴の詳細が不明な種子は輸入しない。

以上、やや細かく言及している面もあるが、健全な原種を用い健全な環境で採種することが、最も基本的かつ効果的な手段となる。

## おわりに

今回の調査から、タイ東北部の一部地域では BFB が広く発生していることが明らかとなった。その主たる原因は由来不明の安価低品質な自家採種種子にある可能性が高い。予備調査を含めて 2 年間にわたる調査で BFB の発生が認められた圃場は、すべて自家採種種子を利用しているものであった。発生圃場の中には、前作はサトウキビを栽培し、スイカの栽培は初めてという圃場もあった。このことは BFB の一次伝染源の主体は種子であることを示している。種子検定済みの健全種子を用いた圃場では BFB は発生しておらず、タイのように BFB 細菌にとって好適な環境条件下であっても、BFB 検査を行った種苗会社の健全種子を使用すれば、BFB 発生の大半は抑えられると考えられた。加えて、雨期では明らかに BFB の発生が多く、栽培時期により発病リスクは大きく異なると考えられた。

また、BFB の発生には地域差のあることが明らかとなった。利用されている種子の汚染度の差が、コンケンとバンコクでの発病程度の差の主たる要因と考えられた。しかし、一方でコンケンとバンコク周辺地域との気候的な差も、発病やまん延に大きくかかわっている可能性があると思われる。

今回の調査で採集した罹病標本の組織・細胞学的な所見から、BFB 細菌の増殖部位として維管束も非常に重要であることが明らかとなった。このことは通常の薬剤散布では植物体表面の BFB 細菌は抑えることができて、内部の維管束ルートの感染経路を断つことは難しい

ことを示している。

コンクーンの市場では、複数のスイカ果実に BFB と疑われるクラック病斑が見られた。これら果実は、由来不明の安価低品質な自家採種種子を用い栽培した圃場からの青果物であった。このことは、自家採種種子を用いた栽培が、タイにおける BFB 発生の要因であることを示唆している。また冬の低温がなく、宿主であるウリ科植物が多岐にわたり存在しているため、今後 BFB 細菌の定着の問題が大きくなることも考えられる。

結論として、健全種子生産のためには、健全な原種種

子を用いることが最も重要だと考えられた。加えて、栽培する時期や環境をコントロールすることができれば BFB のリスクは大幅に軽減される。

#### 引用文献

- 1) 植物防疫所 (2007): 平成 19 年 (2007 年) 植物検疫統計.  
<http://www.pps.go.jp/TokeiWWW/year.jsp>
- 2) LATIN, R. X. and D. L. HOPKINS (1995): Plant Dis. **79**: 761 ~ 765.
- 3) PRAPAT, K. et al. (2002): Proceedings Khon Kaen University Annual Agricultural Seminar for year 2002. Khon Kaen University, Thailand, p.415 ~ 430.
- 4) 野菜茶業研究所 (2009): ウリ科野菜果実汚斑細菌病防除マニュアル.  
<http://vegetea.naro.affrc.go.jp/joho/manual/uri-1.pdf>

好評発売中

## 新版 農薬用語辞典

農薬用語辞典

社団法人 日本植物防疫協会 編  
菊判 416ページ  
価格: 5,250円 (税込)

◆ 農薬関連用語873種類について各分野の専門家が詳しく解説しました。

内容: 環境, 毒性, 製剤・施用法, 分析, 法令, 行政, 国際, 殺虫剤, 殺菌剤, 除草剤, 植調剤, 生物農薬, 栽培等に  
関連する用語

付録: 1) 農薬の形態分類・規格等  
2) 各種単位表  
3) 国内外の農薬関係機関・団体等の名称 (和名・英名)  
4) 農薬関連用語 (和: 2,929語, 英: 3,586語) の対訳表

お問い合わせとご注文は

社団法人 日本植物防疫協会 出版情報グループ 〒170-8484 東京都豊島区駒込1-43-11  
郵便振替口座 00110-7-177867 TEL 03-3944-1561 FAX 03-3944-2103  
ホームページ: <http://www.jppe.or.jp/> メール: [order@jppe.or.jp](mailto:order@jppe.or.jp)