

新規微生物殺菌剤：バチルス ズブチリス剤新菌株の 特性とその使い方

(株)エス・ディー・エス バイオテック つくば研究所 やま
なか
さとし

はじめに

生態系における植物葉面上や土壌中には、多種多様な微生物が複合系を形成し空間や時間を共有あるいは競合しながら平衡状態を保っている。バチルス ズブチリス(枯草菌)は、このような拮抗微生物の一種として既に1998年に農薬登録され、いくつかの病害防除に利用されている。本稿では、(株)エス・ディー・エス バイオテックが新たに新菌株(QST-713株)を用いて開発したバチルス ズブチリス剤の特性とその使い方を紹介する。

I 開発の経緯

当社は、主に農業害虫の生物防除剤として各種BT剤(チューリサイド、デルフィン、チューンアップ)や天敵線虫製剤(バイオセーフ、バイオトピア)を開発上市してきた経緯から、1998年新たに病害防除を目的とした生物防除剤の開発を開始した。本剤は、米国アグラクエスト社との共同研究により我が国の植物病害発生環境に適合した製剤改良の結果、開発されたものである。2000年より本格的に(社)日本植物防疫協会を通じた公的農業試験研究機関での委託試験を開始し、野菜類の灰色かび病、うどんこ病に対して実用性が実証されている。本剤は、2002年5月にトマト、ブドウの灰色かび病に対する薬効で農薬登録されて、その後うどんこ病に対する適用が追加された(表-1)。現在、さらに各農業試験研究機関の協力を得て各種作物に対する病害防除への適用拡大試験を実施している。

II 有効成分の紹介

新規微生物殺菌剤バチルス ズブチリス剤(インプレッション水和剤)の有効成分は、バチルス ズブチリス(*Bacillus subtilis*) QST-713株の生芽胞である。バチル

Novel Biological Fungicide based on *Bacillus subtilis* QST-713 strain, Impression WP for Control of Gray Mold and Powdery Mildew in Various Crops. By Satoshi YAMANAKA

(キーワード: バチルス ズブチリス, 灰色かび病, うどんこ病, 生物的防除)

表-1 適用病害の使用時期および使用方法

作物名	適用病害虫名	希釈倍数	使用時期	使用方法
野菜類	うどんこ病	500倍	発病前から 発病初期まで	散布
トマト ミニトマト ナス イチゴ	灰色かび病			
ブドウ			開花期から 幼花期まで	

(注) 生物農薬のため、使用回数制限ナシ。

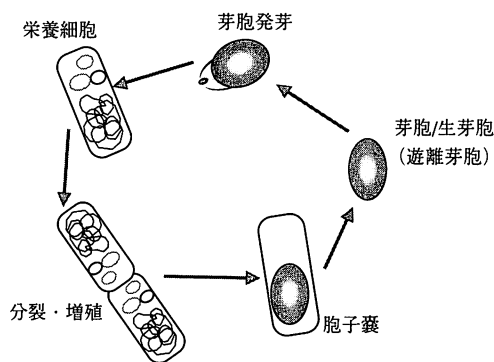


図-1 バチルス ズブチリスの生活環

ス ズブチリス菌(Bs菌)は枯草菌として知られ、納豆菌の近縁種でもある。自然界では土壌中や植物体葉面上・根圏などに普遍的に棲息する菌である。

本菌の由来は、果樹園においてサンプリングした土壌から分離された菌株であり、分離後何ら人為的処理、遺伝子操作を行っていない野生株である。一般微生物と同様に炭素源、窒素源、無機塩類を含む基礎培地で生育する。生育可能な水素イオン濃度(pH)は、中性から弱アルカリであり、酸性では生育しにくい。生育可能な温度は、20℃から46℃付近であり、最適温度は43℃付近である。

Bs菌は、ほかのバチルス属細菌と同様に芽胞を形成する。適当な栄養成分の存在のもとで、この芽胞は発芽

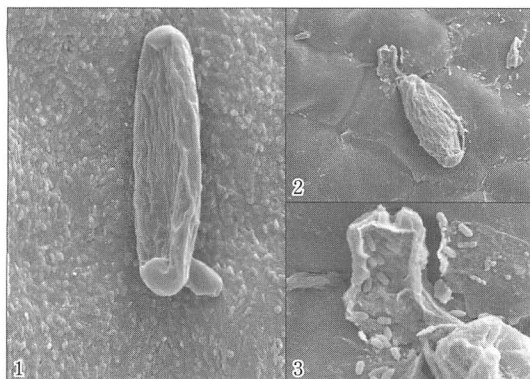


図-2 インプレッション水和剤の作用機作

葉面上のバチルス菌の電子顕微鏡写真：1. バチルス菌に覆われた葉面上で発芽抑制されている Botrytis 胞子。2. 胞子の発芽部位でバチルス菌が増殖、植物への侵入阻止をする。3. 上記拡大図。

し、栄養細胞へと成長する。栄養体細胞は、次々に細胞分裂を繰り返し、やがて利用成分の枯渇や環境変化などにより、細胞内に芽胞を形成する胞子嚢に変化する。更に、細胞は崩壊して芽胞は遊離する(図-1)。この芽胞は高温や乾燥などの過酷な環境条件に対し高い耐久性をもっており、これが効果の安定性に寄与している。

III 安 全 性

ヒトに対する安全性として哺乳動物(ラット)に経口投与、静脈内、経気道内への投与を実施したが、いずれも免疫学的生体防御機構により排除され、影響は認められなかった。魚類・淡水無脊椎動物・鳥類・植物・土壤微生物・標的外昆虫などの各種生物に対する影響についても影響は認められなかった。眼刺激性および皮膚感作性において若干陽性を示すので、製品ラベルに記載したように、散布時には眼に入らぬようゴーグルの着用などを心がけ、かぶれやすい人はなるべく散布作業に従事しないよう注意が必要である。

またその他の各種生物に対しては、最大無影響量が実現場で暴露すると考えられる量を上回っており、正しい方法で使用する限り、問題になることはない。

IV 生 物 活 性

1 作用機作

Bs 菌は多くの植物病原性糸状菌に対して拮抗的作用を示すことが知られているが、その防除メカニズムと多

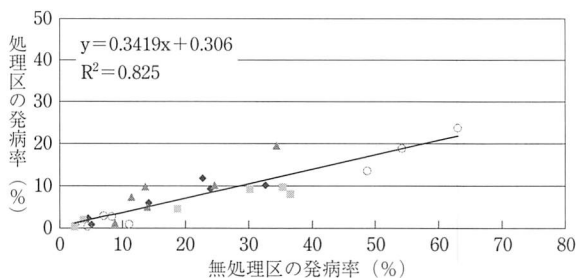


図-3 2000～2002年における農業試験研究機関における灰色かび病防除結果
○：ブドウ，■：トマト，▲：イチゴ，◆：ナス。

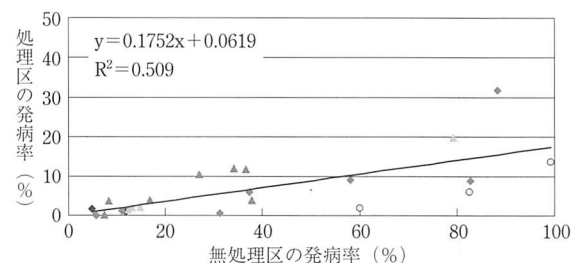


図-4 2000～2002年における農業試験研究機関におけるうどんこ病防除結果
○：スイカ，▲：キュウリ，▲：イチゴ，◆：メロン，◆：ピーマン

様な作用機作は、各種の寄主植物-病原微生物系でそれぞれ明らかにはされていない。基本的に、Bs 菌の拮抗的作用には、空間競合、栄養競合、植物病原性糸状菌への付着、寄主植物体内の生理学的抵抗性の誘導、競合微生物を排除するための抗菌物質の放出等いくつかの種類がある。新規微生物殺菌剤バチルス ズブチリス剤(インプレッション水和剤)の作用で明らかになっているものは、作物葉面上での空間・栄養の競合、さらに植物体の全身抵抗性の誘導、病原性糸状菌の付着器の侵入阻害などであり、まとめると以下ようになる(図-2)。

- ・作物葉面に物理的バリアーを形成し、植物病原性糸状菌の付着を阻害する。
- ・葉面上に植物病原性糸状菌が付着した場合には、栄養分の競合により菌の生育を阻害する。
- ・植物病原性糸状菌の胞子の発芽を停止させ、発芽管や菌糸の生長に対し集団を形成して破壊する。

本剤をより効果的に使用するためには、Bs 菌が植物葉面上で定着、増殖するための環境条件(温度、湿度)を整え、植物病原性糸状菌の感染前に処理(予防)する

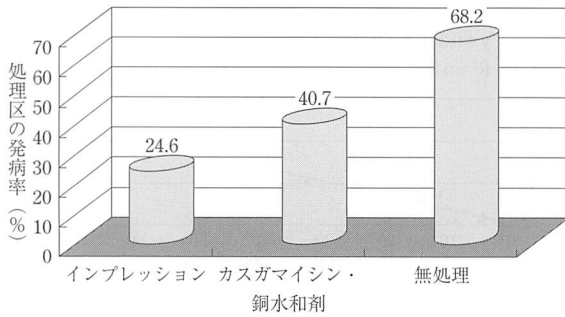


図-5 トマト葉かび病に対する防除効果 (岐阜県農業技術研究所・2003年8月)
インプレッション水和剤 500 倍, カスガマイシン・銅水和剤 1,000 倍

ことにより安定して高い防除価が得られる。特に、処理時の温度は低温 (10℃以下) が続くような場合には使用は避けることが望ましい。

2 活性の範囲

各種作物の *Botrytis* 属糸状菌に起因する灰色かび病や *Sphaerotheca*, *Oidiopsis*, *Erysiphe* 属糸状菌に起因するうどんこ病のほか, *Sclerotinia* 属菌に起因する菌核病, トマト葉かび病 (*Fulvia fulva*), オウトウ灰星病 (*Monilinia fructicola*) など多岐にわたるが, 現在の適用は, 表-1 に示す通りである。今後, 多くの作物に対して適用拡大を行っていく予定にしている。

3 防除効果

2000 ~ 2002 年にかけて各農業試験研究機関において実施した, 灰色かび病防除試験およびうどんこ病防除試験の結果について, 各試験での無処理区における発病率 (あるいは発病率) に対する本剤 500 倍液処理 (2 g/l) 区での発病率との関係を図-3, 4 に示した。灰色かび病に対する防除効果は, 作物の種類にかかわらず, 発病程度が高くなると防除効果は低下する傾向にあるが, 発病率は 30% 以下に抑えることができる。うどんこ病に対する防除効果においても, 作物で若干の振れはあるものの 40% 以下に抑えることが可能である。うどんこ病に対する防除試験では, 対照剤である化学合成殺菌剤の効果と比較して, その試験例数の 7 割で同等かそれ以上の効果を示している。

本剤処理における発病率をより小さく抑えるためには, 発生程度の少ない時期における使用が効果的であるといえる。90% 以上の高い防除効果が要求される果樹

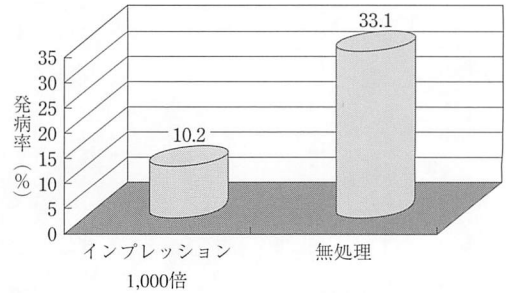


図-6 イチゴ・うどんこ病防除 (北海道立道南農業試験場・2003年9月)

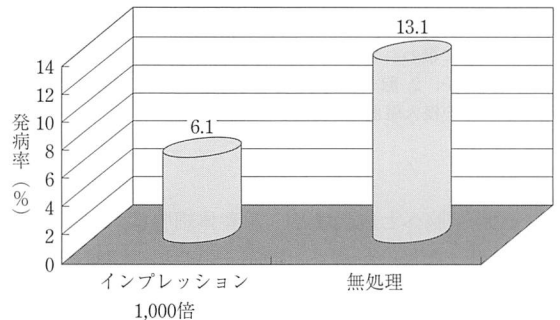


図-7 イチゴ・灰色かび病防除 ((社)日本植物防疫協会 研究所高知試験場・2004年1月)

等の作物においても, 発生前~初発の時期に処理することで十分な効果を期待することができる。

4 新たな知見と可能性

トマト葉かび病に対する防除試験を実施し, 本病害に対しても本剤の 500 倍液処理で安定して高い効果が得られることがわかってきた (図-5)。また, イチゴ灰色かび病, うどんこ病のいずれに対しても 1,000 倍液 (1 g/l) 処理で比較的安定した効果が得られることがわかった (図-6, 7)。さらに, 米国での評価試験では本菌株は, *Venturia*, *Podosphaera*, *Uromyces*, *Alternaria*, *Xanthomonas*, *Plasmopara*, *Puccinia*, *Cercospera*, *Cercosporidium*, *Phytophthora*, *Leveillula* 等の病原菌にも有効であるとの知見が得られている。これらの知見から今後新たな病害への展開を含め, より有効な微生物資材として開発していくことを検討している。

V 効果的な使用方法

本剤は, 基本的に化学合成殺菌剤と比較し, 遜色のない高い防除効果を発揮できる微生物殺菌剤として開発さ

表-2 インプレッション水和剤を組み入れたキュウリうどんこ病体系防除プログラム

体系	+ 0 *	+ 10	+ 17	+ 27	+ 34	+ 45	+ 52	+ 61
① TPN + インプレッション	TPN	BS	TPN	BS	TPN	BS	TPN	BS
② トリフルミゾール + インプレッション	TRF	BS	TRF	BS	TRF	BS	TRF	BS
	+ 0	+ 10	+ 20	+ 31	+ 40	+ 52	+ 61	
③ 化学農薬慣行	TRF	MEP	TRI	TEC	QME	TRF	MEP	

*：+数字は処理日を示す。BS：インプレッション水和剤（500倍）、TPN：TPNフロアブル（1,000倍）、TRF：トリフルミゾール水和剤（3,000倍）、MEP：メパニピリム水溶剤（2,000倍）、TRI：トリホリン剤（1,000倍）、TEC：テトラコナゾールME（3,000倍）、QME：キノキサリン系水和剤（2,000倍）。

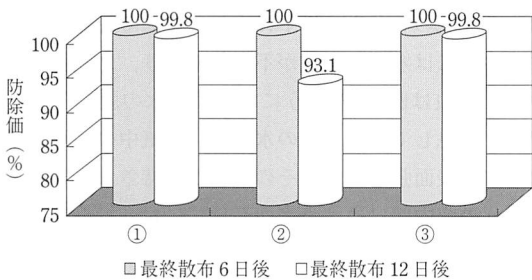


図-8 キュウリうどんこ病に対するインプレッション体系防除効果

本剤を体系に組み込んだ関連の試験は、多くの農業試験研究機関において実施されてきており、体系防除においてこれまでの慣行防除プログラムでの防除効果を低下させることなく、総合的に化学合成殺菌剤の使用量、使用回数を削減できていることがわかってきている。害虫防除の分野では、性フェロモンあるいは各種生物殺虫剤によって減農薬プログラムが確立されてきているが、病害防除ではまだ化学合成農薬に対する依存度は高い。広範囲な病害に効果のある本剤が登場したことより、この分野における減農薬プログラムの確立にも円滑に進められていくであろうと考える。

おわりに

世界的にも植物病害防除を目的とする拮抗菌に関する研究の歴史は古く、*Pseudomonas*, *Trichoderma*, *Bacillus* 等が既に利用されている。国内でも既に農業登録された製品が上市されている。これら拮抗微生物のほかの微生物との競合性は、微生物の植物への定着性、増殖性などが効果に反映される。そのため、各属あるいは種レベルで類似の防除対象に同様の効果があるという理解よりも、菌株レベルで判断することが妥当と考える。本剤の有効成分である QST-713 株は、灰色かび病、うどんこ病に効果を示すだけではなく幅広い微生物に拮抗性を有する新規菌株といえる。

それぞれの微生物資材は、使用する現場においてその特徴を最大限に引き出せる最適な使用方法がある。それは、生物防除全般にいえることであるが、その微生物および対照微生物の性質の双方を十分理解することを基本として確立されてくる手法である。そのためにも、今後各種病害に精通した研究者との協力により、少しでも多くの病害防除に利用できるようにしていきたい。

れた。また、潜在的な適用対象病害は広範囲にわたり、栽培期間の長い施設園芸栽培でも回数にとらわれることなく使用できる。

さらに、化学合成殺菌剤とは異なる作用機作を有することから、現在問題になっている耐性菌に対しても効果を有するとともに耐性の発現を懸念しなくてもすむという特長がある。

有効成分であるバチルス ズブチリス QST-713 株は、主な化学合成農薬との併用、混用したとしても影響は少なく、栽培体系での病害虫に対する慣行防除に組み込むことができる。

2004年1月に実施した自社試験の結果を、以下に抜粋する（表-2、図-8）。

キュウリ・うどんこ病防除において、10日間各7回の化学合成殺菌剤体系区と TPN および本剤、トリフルミゾールおよび本剤の各4回散布との防除効果を比較した。最終散布後6日目においては無処理区の発病率78.3%に対し、各区ともに発病しておらず高い防除率を示した。最終散布後12日目においては、無処理区の発病率100%に対し0.6～17.5%の発病率であった。