

新微生物殺菌剤：トリコデルマ アトロビリデ剤 の使い方

クミアイ化学工業(株)生物科学研究所 なが
永 やま
山 こう
孝 ぞう
三

はじめに

Trichoderma atroviride SKT-1 (トリコデルマ・アトロビリデ SKT-1) 株を有効成分とするエコホープ (以下本剤) はクミアイ化学工業株式会社が、イネの重要な種子伝染性病害であるイネばか苗病、イネもみ枯細菌病およびイネ苗立枯細菌病を対象に新たに開発した微生物農薬である。2003年1月に農林水産省登録第21009号として登録を取得し、販売を開始した。本稿では本剤の開発経緯、特長、安全性および使用方法について紹介する。

I 開発の経緯

イネ育苗中に発生する種子伝染性病害としては、糸状菌病ではイネばか苗病、イネいもち病、イネごま葉枯病が、細菌病ではイネもみ枯細菌病、イネ苗立枯細菌病、イネ褐条病が知られており、いずれも重要な種子消毒対象病害とされている。これらの病害に対する防除法としてはベンゾイミダゾール系薬剤、エルゴステロール生合成阻害剤 (DMI 剤)、オキシロニック酸剤や水酸化第二銅、塩基性塩化銅を用いた種子消毒法が用いられている。しかし、近年ベンゾイミダゾール系薬剤耐性イネばか苗病菌の存在や、オキシロニック酸に対して感受性の低下したイネ苗立枯細菌病の存在が確認され問題となっている。さらにそれら種子消毒剤の使用済廃液の処理が環境汚染の点で問題化しており、化学農薬に替わる新しい種子消毒法の開発が望まれている。

このような背景から、当社では拮抗微生物を用いるイネ種子伝染性病害防除剤の開発に着手し、静岡県農業試験場により各種作物根圏・土壌から分離された糸状菌800株余りの懸濁液にイネばか苗病罹病種子を浸漬処理し育苗時の発病抑制効果について検討した。その結果、イネばか苗病に対し優れた防除効果を示す菌株としてトリコデルマ・アトロビリデ SKT-1 株を見出した (図-

1)。本菌株の防除効果は、イネばか苗病菌に重度に汚染されているもみや防除上問題となっているベンゾイミダゾール耐性イネばか苗病菌汚染もみに対しても安定していた。また、本菌株はイネばか苗病のみならず、重要なイネの種子伝染性病害であるイネいもち病、イネごま葉枯病、さらには細菌を病原とするイネもみ枯細菌病、イネ苗立枯細菌病にも高い防除効果を示し、これら病害の同時防除においても有効であることを確認した。

当社はこの SKT-1 株を実用化すべく、本菌株胞子の懸濁製剤を試験名 KUF-1203 として (社) 日本植物防疫協会を通じて、2000 年よりイネの種子伝染性病害に対する防除効果の確認試験を実施し、本剤がイネばか苗病やイネもみ枯細菌病等の各種イネ種子伝染性病害に高い効果を示すことを確認した。また大量培養技術、長期保存可能な製剤化技術を確認するとともに、1997 年に農林水産省より通達された「微生物農薬ガイドライン (木村, 2001)」に従って試験を実施し、本菌株が動物に対し感染性、病原性、毒性、生残性がないことを確認した。さらに環境や標的外生物への影響性を評価し、2003 年1月農薬登録を取得し販売を開始した。

II 有効成分の特性

以下に本微生物の分類学的位置、由来ならびに製剤特性を示す。

1 名称

トリコデルマ・アトロビリデ SKT-1 (*Trichoderma atroviride* SKT-1)

2 分類学上の位置

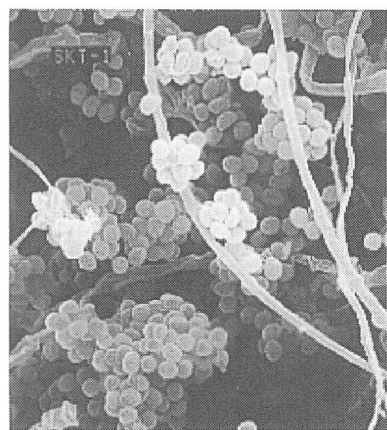
類：真菌類 (MYCOTA)
門：真正菌門 (EUMYCOTA)
亜門：不完全菌亜門 (*Deuteromycotina*)
綱：不完全糸状菌綱 (*Hyphomycetes*)
目：叢生不完全菌目 (*Hyphomycetales*)
科：モニリア菌科 (*Moniliaceae*)
属：トリコデルマ (*Trichoderma*)
種：アトロビリデ (*Atroviride*)
株：SKT-1

3 由来

本菌株は、1995 (平成7) 年に静岡県農業試験場病害

The New Biological fungicide: Eco-hope (*Trichoderma atroviride*). By Kozo NAGAYAMA

(キーワード：植物病害、病害防除、農薬、殺菌剤、生物的防除、生物農薬、拮抗微生物、糸状菌類、トリコデルマ アトロビリデ、エコホープ®)



Trichoderma atroviride SKT-1

図-1 トリコデルマ・アトロピリデ

表-1 対象作物・対象病害虫および使用方法

作物名	適用病害虫名	希釈倍数	使用時期	本剤および非病原性トリコデルマ・アトロピリデを含む農業の総使用回数	使用方法
イネ	ばか苗病 もみ枯細菌病 苗枯細菌病	200倍	浸種前～ 催芽前	1回	24～48時間 種子浸漬

虫部病害研究室により静岡県静岡市、安倍川の河川敷より採取したノシバより分離された。分離は、採取したシバの植物体（葉、茎、根）をホモジナイズしたものを糸状菌の選択培地であるローズベンガル培地に展開することにより行われた。本菌株はクミアイ化学工業(株)生物科学研究所で継代維持されている。さらに分離された本菌株は、「*Trichoderma atroviride* SKT-1」として1997年、独立行政法人産業技術情報研究所特許生物寄託センターに寄託されている。

4 本剤の対象作物・対象病害虫および使用方法

本剤の対象作物・対象病害虫および使用方法について表-1（2003年8月1日現在）に示した。

5 製剤

有効成分：トリコデルマ・アトロピリデ SKT-1 株
規格： 1×10^8 CFU/ml

III 生物活性

1 宿主範囲

トリコデルマ属菌は土壤中に広く見出される糸状菌で、一般的に土壤中の有機物を栄養源として腐生的に生活していると考えられる。このため宿主は特に存在しな

い。

2 生活史

トリコデルマ・アトロピリデとしての記載は見つからないが、一般的にトリコデルマの生活史に関しては以下のとおりである。

分生胞子は適度な水分、酸素、炭素源等の存在下で発芽し、菌糸体となる。菌糸体は分生子柄を作りその先端に分岐しながらフィアライドを形成する。さらに、分岐したフィアライドの先端に分生胞子を形成し、世代を繰り返す。

3 作用機構

本菌株の防除活性について検討した結果、生菌体懸濁液および洗浄生菌体懸濁液ではイネばか苗病およびイネ苗立枯細菌病の両病害に対して明らかな防除活性が認められたが、死菌体懸濁液、培養ろ液および培養液アセトン抽出画分では両病害に対して防除活性が認められなかった。さらに菌体内または菌体外に生産された物質が防除活性に直接関与しているものではないと考えられたが、菌体内または菌体外画分とも各病原菌に対して直接的な殺菌効果は認められなかった。このことから、本菌が防除効果を発現するためには菌の生存が不可欠であると考えられた。

一方イネ種子に本菌株を処理した場合、本菌がイネ種子表面で大量に増殖することが観察された。さらに、本菌を処理しないイネ苗立枯細菌病菌汚染種子では病原菌が増殖し苗立枯れ症状が発現したのに対し、本菌を処理した汚染種子では病原菌の増殖が顕著に抑制され、育苗時の明らかな病害防除効果が認められた。

したがって、本菌株が病害防除作用を示す機構は、多くの化学農薬のように直接病原菌に作用するものではなく、催芽から出芽作業の過程で本菌株がイネ種子表面で大量に増殖し、病原菌と競合することにより病原菌の生育、増殖を抑制し、発病を制御するものと考えられた。

IV 本剤の特徴

水稻の種子伝染性病害には、イネばか苗病、イネもみ枯細菌病、イネ苗立枯細菌病、イネ褐条病などがある。いずれも出穂期から収穫期にかけて病原菌が感染し保菌もみとなる。播種後育苗中に苗の徒長、腐敗、枯死などの被害が現れる。さらに発病苗を本田に移植した場合、イネばか苗病では枯死、稔実障害が現れ、イネもみ枯細菌病では出穂期に病原菌がもみまで到達しもみ枯れ症状を現す。イネばか苗病に対してはベノミル剤やイブコナゾール等のEBI剤が、イネもみ枯細菌病、イネ苗立枯細菌病、イネ褐条病などの細菌性病害に対しては水酸化

第二銅、オキシソニック酸等が使用されており、通常は糸状菌用と細菌用の混合剤として利用されている。

しかし、本剤は通常の化学農薬とは違って、本剤1剤でイネばか苗病などの糸状菌に起因する種子伝染性病害と、イネもみ枯細菌病、イネ苗立枯細菌病などの細菌に起因する種子伝染性病害の両方に化学農薬と同等の優れた防除活性を示す。

また先に述べたように本剤の防除効果の発現は、既存の化学合成農薬のように薬剤処理時に直接病原菌を殺菌するものではなく、本菌株がイネ種子上で催芽から出芽の時期に大量に増殖することにより病原菌の生育、増殖を抑制し、発病を制御するものと考えられているため、各種化学農薬耐性菌に対しても高い防除効果を有している。

さらに、近年種子処理に用いた廃液の処理が問題になっているが、SKT-1株は土壤中では速やかに自然界に存在する菌量まで減衰し、水系では速やかに死滅する。また、魚類などの水棲生物、さらには有用昆虫、土壤微生物に対する影響もほとんど認められていない。したがって、環境に対する影響が極めて少なく、廃液の処理も簡便に行うことができる。

V 安全性

1 ヒトに対する安全性

トリコデルマ・アトロピリデ SKT-1株は、ラットにおける単回経口投与、単回経皮投与、単回経気道投与、単回静脈内投与のいずれの試験結果においても死亡例、一般症状および組織病理学的に異常は認められなかったことから、毒性および病原性を有していないと判断された。また投与後の臓器中の菌数測定結果では、いずれの臓器からも投与7日後にはSKT-1株が検出されなかったことから本菌株は生残性および感染性を有していないと判断された。

これらの結果から、ヒトに対する安全性に問題はないと判断できる。

2 環境に及ぼす影響

トリコデルマ・アトロピリデは、トリコデルマ属菌の中でもごく一般的な種である。トリコデルマ属菌は広く環境中に存在しており環境中の動物をはじめとする大部分の生物が自然にトリコデルマ属菌にすでに被曝しているものと考えられる。

さらに、本剤の哺乳類、水産動植物、鳥類、植物に対する影響試験、さらには有用昆虫、標的外昆虫に対する影響試験、土壤微生物影響試験においても、環境中の動植物に影響を与えるような事例は見出せていない。

また、本剤が環境水系に誤って投下された場合でも使用濃度である 1×10^6 CFU/ml でコイ、オオミジンコおよび藻類に対して負の影響は認められていない。

なお、トリコデルマ属菌のいくつかの種は菌寄生性菌類としてシイタケやマッシュルームなどの有用担子菌に有害とされているが、*Trichoderma atroviride* が有害性を示す報告は見出されていない。また、社内試験において本菌をシイタケほだ木に散布処理した試験ではシイタケの生育に影響は認められなかった。

他の作物に対する影響については、コムギ、ハウレンソウ、トマトなど31種の作物を対象に検討を行った結果、病原性などは認められていない。またイネの品種については、'コシヒカリ'、'あきたこまち'など11品種で、発芽阻害などの障害は認められていない。

以上のことをふまえ、トリコデルマ・アトロピリデ SKT-1株の環境生物に対する安全性は確保できるものと考えられ、本剤は毒性、環境負荷、他の農作物への影響などいずれも問題となることなく、安全に使用できるものと判断した。

VI 使用に当たっての注意事項

通常の化学農薬は直接的な薬剤による殺菌作用で病害防除効果を発現するため使用方法による防除効果変動の幅は小さいが、微生物農薬は生きた微生物を用いて病原菌との拮抗・増殖抑制等の作用機構で防除活性を示すため使い方については注意が必要である。

本剤においても生きた微生物を用いているため注意が必要で、基本的な使用方法を下記に説明する。

1 使用方法

エコホープは有効成分であるSKT-1株の胞子を水に懸濁した製剤で、粉立ちなどしないため薬液の調製が容易である。使用時は本剤を200倍に希釈し浸種前～催芽前の期間に24時間から48時間浸漬処理を行う。浸種から育苗過程での本剤の処理時期を図-2に示した(催芽時処理は2003年8月1日現在で適用拡大申請中である)。この時の浸漬処理はSKT-1株をイネもみに付着させるだけで防除効果の発現には関与していないと考えられており、通常の処理温度5~20°Cでは問題は生じな

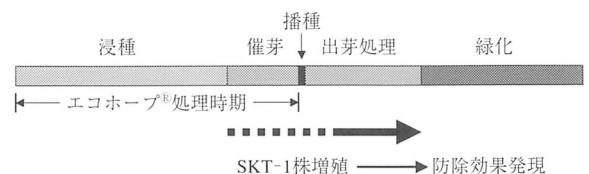


図-2 エコホープ®の処理時期

い。しかし発芽率の低下した種もみ（古い種もみ、保存状態の悪い種もみなど）は、発芽不良や生育障害を起こしやすいので使用を避ける。浸種期間中の水替えは通常の水替えならば問題はない。また浸種したもみの乾燥はSKT-1株の菌数を減少させるおそれがあるので、過度の風乾は避ける必要がある。

本剤の防除効果の発現は浸種時に付着したSKT-1株が、イネもみの催芽～出芽時の加温条件下で大量に増殖し病害防除効果を有すると考えられているため、催芽時は極端な高温（35℃以上）は避け、SKT-1株が増殖しやすい25～32℃の範囲で処理を行う。

育苗期の温度管理についても催芽処理と同様、極端な高温（35℃以上）が長く続くと、有効成分であるSKT-1株の活性が低下し防除効果が下がるおそれがあるので、高温にならないよう温度管理をする必要がある。また育苗期間中床土表面や種もみにSKT-1株に起因する緑色の菌叢が発生する場合があるが、数日以内に消滅し防除効果やイネの生育に影響はない。

2 化学農薬との混用

一部の化学農薬との混用で有効成分であるSKT-1株の生菌数が減少し防除効果が低下するおそれがあるので、本剤とベノミル剤、チオファネートメチル剤および

DMI剤を含む剤との混用は避ける必要がある。具体的に混用できる薬剤や播種時処理や体系処理に使用できる薬剤の詳細については、当社ホームページ（<http://www.kumiai-chem.co.jp>）を参照されたい。

3 保存方法

本剤中のSKT-1株は生菌であり製剤中の生菌数が減少すると防除効果が低下するため10℃以下で、さらに凍結するとSKT-1株が死滅するおそれがあるため0～10℃で保存する必要がある。

また一度開封したボトルは雑菌などの混入により薬液が腐敗（SKT-1株は死滅しない）するおそれがあるので、一度に使い切る必要がある。

おわりに

本剤の防除効果はばか苗病のみならず、イネの種子伝染性病害として重要なイネいもち病、イネごま葉枯病においても実用性が高いことを確認している。また本剤は新JAS法における有機農産物生産資材として使用可能であり、環境保全型農業に適用可能な農業資材の一つとして、今後暫時適用拡大を行う予定である。

参考文献

- 1) 木村 茂 (2001) : 農及園 76: 94～99.

発行図書

生物農薬ガイドブック 2002

社団法人日本植物防疫協会 編 A5判 口絵カラー24頁 本文205頁
定価 3,360円税込み (本体3,200円) 送料310円

生物農薬（BT剤を除く）についての概論と利用できる各剤の成分・特徴・適用内容・使用方法・使用上の注意点・使用例のデータについて詳しく解説。口絵では、剤ごとのパッケージ・内容物・対象病虫害雑草・処理場面などを掲載し、生物農薬の実用書として、技術指導書として最適です。

掲載生物農薬名：殺虫剤（ハモグリコマユバチ剤、イサエアヒメコバチ剤、オンシツコナジラミ剤、コレマンアブラバチ剤、シヨクガタマバエ剤、ヤマトクサカゲロウ剤、タイリクヒメハナカメムシ剤、ククメリスカブリダニ剤、チリカブリダニ剤、スタイナーネマ・カーポプサエ剤、スタイナーネマ・グラセライ剤、パーティシリウム・レカニ剤、ペキロマイセス フモソロセウス剤、ボーベリア・ブロンニアティ剤）、殺線虫剤（パスツリア ペネトランス剤、モノクロスポリウム・フィマトパガム剤）、殺菌剤（アグロバクテリウム・ラジオバクター剤、シュードモナス フルオレッセンス剤、シュードモナス CAB-02剤、バチルスズブチリス剤、非病原性エルビニア・カロトポーラ剤、対抗菌剤）、除草剤（ザントモナス キャンペストリス剤）の商品34銘柄。

お申し込みは直接当協会へ、前金（現金書留・郵便振替）で申し込むか、お近くの書店でお取り寄せ下さい。

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(代) FAX(03)3944-2103 メール: order@jppa.or.jp