

微生物 (*Drechslera monoceras*) を用いた水田雑草防除技術の現状と課題

三橋 智子*・高中 一哲*・新美 達生*・森 安宏**

Current status and problems of weed control technique by microorganism, *Drechslera monoceras*

Tomoko Mihashi*, Kazunori Takanaka*, Tatsuo Shinmi* and Kouichi Moriyasu**

要約：近年、環境安全指向や持続型農業への関心から、化学除草剤を使用しない雑草防除方法が求められており、その一手段として、微生物の利用が挙げられる。三井化学（株）では、水田強害雑草のノビエ (*Echinochloa* sp.) を防除する微生物である MTB-951 の実用化研究を現在進めている。本剤は、ノビエ罹病葉から単離した植物病原菌ドレックスレラ・モノセラス (*Drechslera monoceras*) 分生子を活性本体としており、イネーノビエ間の高い選択性が特徴である。登録されれば、水田用としては初の生物農薬となる。

本剤の使用にあたっては、除草効果発現と感染に必要な湿度の保持のため、処理後7～10日間程度分生子付着葉が水面下に没している、あるいは水面に倒伏している必要がある。そのため、本剤の効果を十分に発揮させるためには、ノビエ葉が水没するのに十分な深水の維持が重要である。さらに、処理後感染可能な期間が化学除草剤と比較して短いことから処理時期も限定されるが、明確な使用基準を策定することによって除草剤としての実用性は十分確保できると考えている。

有機農産物ガイドラインの策定、地方自治体による特別栽培農産物の栽培奨励等、無農薬・減農薬栽培が注目されていることもあり、本除草剤が現在最も望まれている分野として、特別栽培米生産市場、及び有機米生産市場が予想される。

さらに、開発に向けての課題として、広葉雑草の防除方法、普及・流通手段の確立を検討している。

キーワード：環境保全型農業、生物農薬、微生物除草剤、ノビエ (*Echinochloa* sp.)、ドレックスレラ・モノセラス (*Drechslera monoceras*)、有機栽培米、特別栽培米

微生物による雑草防除の概略

近年、環境安全指向の高まりにより、日本でも化学農薬を低減、もしくは使用しない農業に対する関心・需要が増加している。これを受け、化学農薬の代替となる防除方法の開発が求められている。また、これまで問題とならなかった除草剤抵抗性雑草の発生が、ここ数年水田でも認められており、化学除草剤を使用する生産者にも影響を与えている。

化学農薬代替の防除体系の中でも、微生物を用いた雑草防除は選択肢の一つとして非常に有効であると考えられる。多種の微生物を単体・もしくは混合物で商品とした微生物資材は現在でも市販されており、中には雑草生育を抑制すると記されたものもあるが、本稿では生物農

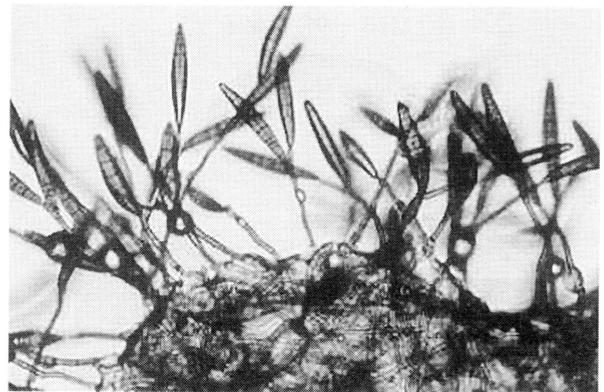
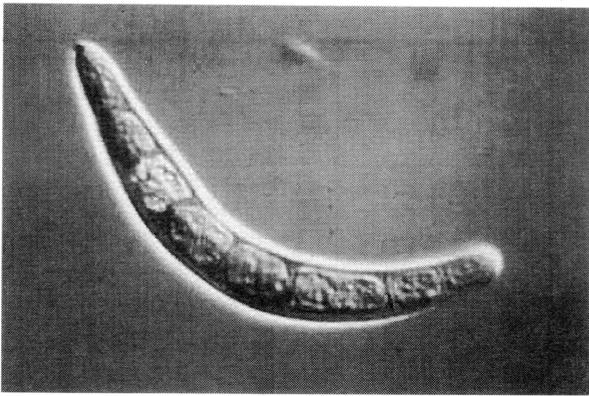
薬として活性本体および性能が確認された微生物（微生物除草剤）による防除について述べる。一般に微生物除草剤の長所は主に次の5点になろう。すなわち、①天然の生物による雑草防除であるため環境影響が小さい、②微生物の宿主選択性によって作物に対する安全性が高い、③化学除草剤では難防除とされる雑草、あるいは除草剤抵抗性の雑草に効果がある、④農薬登録までの期間短縮が可能である、⑤生産者にとっては有機農産物認証による農産物の差別化が可能である。

特に、水稻栽培においてイネ科雑草の防除は高選択性が求められるため、微生物除草剤の特徴が発揮される分野であると推察される。但し、天然微生物を用いた微生物除草剤の開発プロセスは、化学除草剤のものより大きく

* 三井化学㈱ライフサイエンス研究所 〒297-0017 千葉県茂原市東郷 1144

Life Sciences Laboratory, Mitsui Chemicals, INC., 1144 Togo, Mobara-shi, Chiba 297-0017, Japan

** 三井化学㈱農業化学品事業部



第1図 *Drechslera monoceras* MTB-951 株分生子の形状
(左；分生子，右；菌糸先端に形成された分生子)

第1表 処理時期と水深がMTB-951のノビエ防除率に及ぼす影響（温室内試験）

水深 (cm)	処 理 時 期			
	発生前	ノビエ 1葉期	ノビエ 2葉期	ノビエ 2.5葉期
3	87	98	71	58
5	78	96	96	72
7	98	100	100	94
10	100	100	100	94

第2表 ノビエ防除率に及ぼす処理時期と水深の影響
(圃場試験)

	水深 (cm)	処 理 時 期			
		発生前	ノビエ 1葉期	ノビエ 1.5葉期	ノビエ 2葉期
A圃場	4-5	52	70	86	—
4月開始;早期	8-9	—	99	99	—
B圃場	4-5	91	97	98	64
5月開始;普通期	8-9	—	99	100	90

は変わらない。微生物農薬が登録までの期間短縮可能な理由は、ガイドライン上で毒性試験が簡略化できることによる。化学除草剤同様、活性の高い微生物の入手が早期開発の鍵である。

一方、微生物ならではの長所に対し、微生物除草剤には化学除草剤とは違った問題点も存在する。例えば、①化学除草剤に比べて効果が不安定、②効果が環境要因に左右されやすい、③殺草スペクトラムが狭い、④製造・製剤・保存が化学除草剤と比べて難しく、その結果として高価格の場合が多い、⑤微生物農薬の市場が不明瞭である、といった点が考えられる。これらを克服するためには①環境要因に安定した効果発現、②目的雑草以外の草種防除法の確立、③製造・製剤コストの低減、④市場設定、といった課題を解決しなければならない。

現在世界で農薬登録を取得した微生物除草剤は6剤あり、日本では、日本たばこ産業株が1997年に芝用スズメノカタビラ剤としてザントモナス・キャンペストリス (*Xanthomonas campestris*) の登録を取得した。しかし、残念ながら水稲用の微生物除草剤は未だ登録が無い。

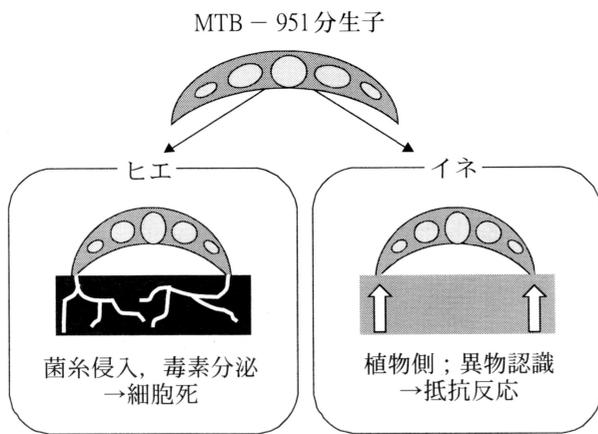
ノビエ用微生物除草剤 MTB-951

三井化学株では、「水田の強害雑草であるノビエに対する生物的防除剤の提供」とのコンセプトの下、天然の

植物病原菌を活性本体とした微生物除草剤 MTB-951 の研究を進め、現在実用化試験段階にある。この剤は、ノビエに対し高い宿主選択性を有するため、水稲を初めとする他作物に対する影響がほとんど認められない。

MTB-951の活性本体は、ノビエに特異的に感染する不完全菌の *Drechslera monoceras* MTB-951 株の分生子である。この株は、ノビエ罹病葉を国内で採取し、その病斑から当社が独自で分離した一万株近い菌株から選抜したものである。分生子は長径約 100 μm の三日月型をしており、両端から発芽し、菌糸伸長の後、菌糸の先端に分生子を形成する (第1図)。ノビエへの感染機構および選択性の発現については、分生子がノビエに接触すると付着器を形成して菌糸を植物体内に伸長させる。一方、イネに接触した場合は、植物側の抵抗反応により菌糸が伸長せず感染が進行しない (第2図)。この違いが、MTB-951のイネ-ヒエ間の高い選択性をもたらすものと推測している。

分生子は散布後に沈降しながら水面や水中にある植物体に付着し、付着した分生子がノビエ葉上で発芽する。水中で浮遊する分生子も発芽は起こり、その至適温度は 15~35°C である。葉面に付着し、発芽した分生子から伸長した菌糸が植物体内に広がり、感染が進行する。菌の感染にとっては適度な湿度が必要であるが、水田では



第2図 MTB-951株の選択的感染機構概要

感染が水中部分で進行するため、ノビエが完全に水没するような深水条件が効果を安定させる。深水管理は、MTB-951が望まれている有機栽培現場で雑草防除の目的でも用いられる技術であるため、MTB-951の使用に際しても受け入れられやすい条件と考える。また、MTB-951の特徴として水中における感染可能期間が化学除草剤より短く、既に発生しているノビエにのみ感染し、発生前のノビエに対しては効果が低い。このことから、十分な雑草防除効果を得るためにはノビエの発生盛期での処理が不可欠である。以上のように、微生物除草剤MTB-951の効果発現は環境要因に左右されやすく、特に水深・温度・ノビエの発生活長によって変動の幅が大きくなることが確認されている。

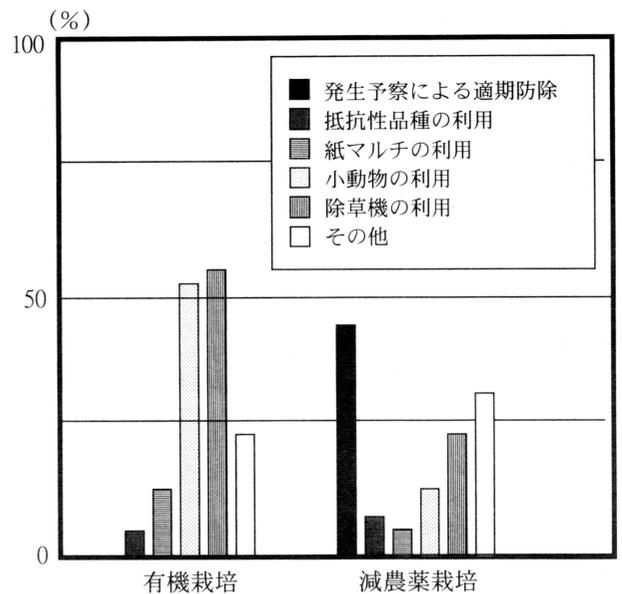
MTB-951の効果変動要因解析

プランターおよび圃場試験において、実際に処理時期と水深がノビエ防除効果に与える影響を検討した。

1/1000 aのプランターに茂原水田土壌（砂質土）を詰め、ノビエを播種し、湛水深を3, 5, 7, 10cmに維持した。ノビエの発生前、1葉期、2葉期、2.5葉期にMTB-951液剤（ 3×10^{10} 個分生子/10a）を湛水処理し、処理30日後に観察評価により防除率を求めた（第1表）。

水深3cmでは防除率90%以上を示した処理時期がノビエ1葉期のみであったのに対し、水深を5cm以上に深くすることによって防除効果が上昇し、防除可能な処理時期の幅も広がることが確認された。これは、2葉期のノビエに対しても、処理時に植物体が水没していることによって感染が促進されたことを示唆している。

また、茨城県稲敷郡の三井化学圃場にて、早期栽培（A圃場）と普通期栽培（B圃場）の2時期に試験を行った。自然発生のノビエに対し、4㎡の区画でMTB-951液剤（ 3×10^{10} 個分生子/10a）を処理した。いずれの時期の試験も、水深4-5cmと8-9cmの区を設け、水深による効果変動を比較した。処理30日後に観察評価



第3図 農薬節減のため実施している技術別水稻農家数割合（農水省統計情報部、1999年より）

により防除率を求めた（第2表）。

早期栽培のようにノビエの発生期間が長い場合には、深水管理によって効果の安定発現が可能となった。一方、普通期栽培でノビエの葉令進展が速く齊一な場合、ノビエ1葉期といった早い処理時期で水深4-5cmでも十分な効果があった上に、深水管理で2葉期のノビエまで防除可能であった。いずれの場合も、深水管理と適切な処理時期の選定が効果の安定に大きく寄与している。

これらの結果は、平成11年度水田用除草剤適-1試験の結果においても裏付けられた。ノビエ発生期間の長い北海道・東北地域では、後次発生が多いためノビエ発生前処理での防除率が50%に低下した。処理葉令が高くなり、ノビエの発生量が揃うにつれて効果は安定し、ノビエ1.5葉期処理では80%以上の防除率が得られた。一方、関東以西では、発生前処理から80%以上の防除率を示し、1.5葉期処理では90%以上のノビエ防除が可能であった。ノビエの発生活長は地域・移植時期によって異なることが予想されるため、委託試験結果からも、地域毎の適切な処理時期を設定することにより、高い防除効果が得られると判断した。

以上の結果を基に当社ではMTB-951の使用基準案を策定した。北海道のように発生活長の長い地域では、処理適期はノビエの発生が揃い始める2葉期とし、この時期のノビエが水没するよう処理時の水深は8cmとする。東北～東海地域ではノビエ1.5葉期に水深6-7cmで処理、移植時期が遅く、ノビエの葉令進展が速い近畿～九州地域にかけては、処理時期が遅れないようにノビエ1葉期を適期とし、水深は5-6cmを保つのが望ましい。

MTB-951の市場

政府は1998年の改正JAS法で有機農産物認証に関するガイドラインを策定した。地方自治体においても環境保全型農業に関する独自の栽培指針や認証制度を設けるなど、無農薬・減農薬栽培への取り組みが始められてきた。そのような風潮の中で、実際に生産者が化学農薬節減のために利用している技術はさまざまなものがある。例として水稻栽培場面における減農薬・無農薬栽培の実状を第3図に示す。化学農薬を使用しない場合には雑草防除が最大の課題でありながら、決定的な防除体系が確立されていないために個々の農家が小動物・除草機といった方法を試行している状況が浮かび上がってくる。このような現状を踏まえ、MTB-951の商品化に当たってまず期待される市場については、ノビエ以外の雑草防除対策を化学除草剤で行う場合には特別栽培米市場、有機除草資材・物理的防除で行う場合には有機栽培米市場と捉えている。特別栽培米市場は現在15,000ha余りと考えられており、市場としては拡大傾向にあるが、ヒエ剤としてMTB-951を用いる必要性は高くない。一方、有機栽培

米市場は1,000-2,000haと非常に小さい市場であるものの、MTB-951が最も求められている市場である。効果・製剤処方で両者をともに満足できる剤の開発とともに、MTB-951を用いた防除体系の提供によって市場を確立していきたい。

開発における今後の課題としては、広葉雑草対策、施用方法等を考慮した防除技術の確立、農薬登録の取得と使用基準の策定、普及対象・方法の確定、流通方法の確定等が挙げられる。越えなければならないハードルは数多いが、新しい雑草防除技術の提供を目指して課題解決に臨んでいる。

なお、この研究の一部は農林水産省農林水産技術会議事務局によるプロジェクト研究「環境負荷低減のための革新的農業技術の開発」の一環として行ったものである。

引用文献

農林水産省統計情報部 1999. 環境保全型農業(稲作)推進農家の経営分析調査結果の概要. 農林水産統計速報 11-150 (経営-28), pp.1-9.

(2001年3月2日受理)