

病害防除における抵抗性誘導剤の可能性

誌名	Journal of pesticide science
ISSN	1348589X
著者	沢田, 治子
巻/号	34巻4号
掲載ページ	p. 326-329
発行年月	2009年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



病害防除における抵抗性誘導剤の可能性# —新規剤イソチアニルに期待される役割—

沢田 治子*

バイエルクロップサイエンス (株)

(平成 21 年 9 月 7 日受理)

Keywords: resistance inducer, isotianil, rice blast.

はじめに

農業場面での病害抵抗性誘導剤の探索は 1960 年代から各研究機関、農薬メーカーで活発に行われてきた。当時の動機の一つとして、人畜に対する高い安全性への期待がまず挙げられるが、他にも理由があった。銅や抗生物質に代わり選択性の高い殺菌剤が普及し、細菌による病害の増加が予想されたこと、殺菌剤耐性菌が問題化し、耐性菌が発生する危険性の低い作用機構が求められていたこと、等である。抵抗性誘導剤の特長とされるこれらの可能性については、現在登録申請中の新規抵抗性誘導剤イソチアニルにも高い期待が寄せられている。

1. 病害抵抗性誘導剤研究の歴史

農業業界全体の公開特許数から推定すると、メーカーで抵抗性誘導剤の探索が最も活発だったのは 1980 年代から 90 年代前半で、プロベナゾールが水面施用剤として広く使われるようになった時期と一致している。90 年代以降、大学や公的機関においても評価方法の基礎研究が進み、ハイスループットスクリーニングの手法も確立された。この時代の日本植物防疫協会一般委託試験では、抵抗性誘導剤と思われる剤が、有望な成績を残している。圃場で効果を発揮する剤が次々出てきたのも、一次評価方法が進歩した成果といえるであろう。

21 世紀に入り農業業界再編が進み、各メーカーは独自戦略に合わせて研究開発の焦点を絞りこむ傾向が強まった。特に日本では、抵抗性誘導剤として公開される特許の数や

多様性は全盛期に比べ大きく減少した。しかし、農薬の使用者や指導機関からは、抵抗性誘導剤は近年むしろ再評価される傾向にある。70 年代に始まった耐性菌問題は、80 年代以降、ローテーション散布による防除や混合剤といった解決策が功を奏していったん沈静化したものの、21 世紀に入りさらに深刻な事態が生じた。育苗箱施用剤が普及したためにローテーション散布による防除が難しくなってしまった日本のイネいもち病や、新規剤の効力が短期間で劇的に低下してしまう欧州のセプトリア菌などの事例がきっかけとなり、抵抗性誘導剤や、マルチサイト阻害剤を見直す動きがみられる。しかし、この約 30 年の間、世界では数十種の殺菌剤が新規に開発され、普及したのに対し、抵抗性誘導剤は日本以外ではあまり使用されていない。多くの優れた研究成果にもかかわらず、製品として普及しにくい原因を理解することが、抵抗性誘導剤の将来展望を考えるにあたって、まず必要である。

2. 抵抗性誘導剤開発の制限要因

抵抗性誘導剤の製品化が困難な理由として、作物の生育に対する負の影響とともに、最適化の難しさが挙げられる。スクリーニング手法の進歩により、リード化合物発見の効率は高まったが、抵抗性誘導剤の場合、順次薬量を下げていく選抜方法では結果が安定せず、薬量を上げて 100% の防除効果を発揮することは少ないため、最適化段階においては、直接殺菌剤の評価技術がそのまま応用できない。また、開発段階において他の作用機構の剤が 100% の効果を示す場合、抵抗性誘導剤は相対的に低く評価されやすい。さらに、抵抗性誘導剤で防除可能な対象作物・病害が少ないため、商品としての市場規模が小さく、メーカーによる製品化を経済的に困難にしている。一般的に植物の抵抗性反応は、複数の病原菌に有効に作用するが、DMI 剤や QoI

第 34 回大会シンポジウム講演者による解説。

* 〒 307-0001 茨城県結城市結城 9511-4

E-mail: haruko.sawada@bayercropscience.com

© Pesticide Science Society of Japan

剤に匹敵するスペクトラムをもつ抵抗性誘導剤は現在見つかっていない。

3. 新規病害抵抗性誘導剤イソチアニル

イソチアニルは、日本国内ではイネの育苗箱施用および水面施用剤として、現在開発中の病害抵抗性誘導剤である。1997年に当時のドイツ・バイエル社と日本バイエルアグロケムが進めていた、抵抗性誘導剤の共同研究プロジェクトにより見出され、基本特許が出願された。2005年、バイエルクロップサイエンス社と、当時の住友化学工業（株）が、イソチアニルの連携開発に合意し、現在、両社でイソチアニル3%粒剤および各種殺菌殺虫剤との混合粒剤の開発が進められている。製品化の制限要因として前項に挙げた抵抗性誘導剤共通の性質は、イソチアニルの場合も基本的に該当するが、これまでに知られている物質とは異なる特徴も見出されている。作用機構の面からは、イソチアニルを抵抗性誘導剤の既知のグループに含めるか、新規あるいは未知のグループとして扱うかについて、すでにいくつかの提案がなされている。開発メーカーとしても、これらを仮説として検討中であるが、現時点では結論を導くために必要な知見が充分ではないと考えている。

4. 薬量と病害防除効果の相関

イソチアニルの類縁化合物は、室内スクリーニング試験における処理薬量と活性の間に明確な正の相関があり、より低い薬量で効果が期待できる化合物を室内で迅速に選抜できたという点が、過去に試験された抵抗性誘導剤の候補化合物とは異なっていた。室内での湛水散布処理試験では、防除効果の得られる下限薬量は原体5g/10aであった（図1）。10g/10aや50g/10aでも、100%の効果を示さないという点で抵抗性誘導剤の特徴がみられるが、1g/10aでは効果が半減する。このような結果はそれまで抵抗性誘導剤では観察されていなかった。イソチアニルの場合、この結果には高い再現性があった。圃場では室内試験での下限5g/10aの2倍から、最高200g/10aまで、各地で数年にわたって試験を行った。湛水散布の葉いもちに対する防除効

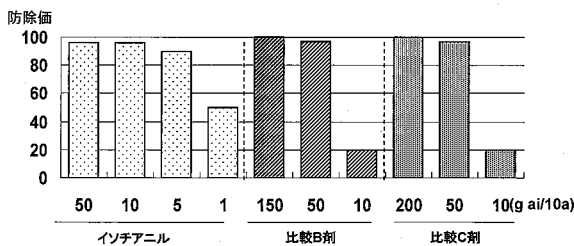


図1. イソチアニルのイネいもち病に対する防除効果（温室内湛水散布）。供試作物：イネ（コシヒカリ）Φ6cmポット植え、処理時1.5葉期接種：処理7日後、発病調査：接種6日後（無処理被害度：70%）。

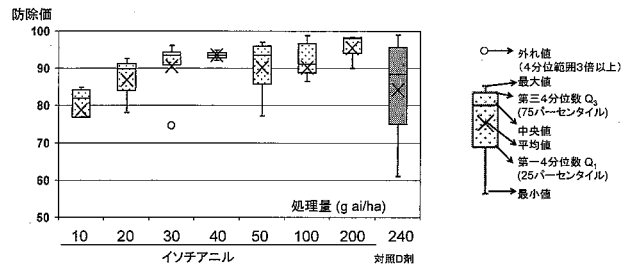


図2. イソチアニルの水面施用によるいもち病防除薬量最適化試験結果。圃場試験（2002～2004年、合計11件）の結果をまとめたもの。

果では、10g/10aから30g/10aにかけて、圃場でも薬量活性相関がみられた（図2）。圃場では30g/10aでほぼ安定した防除効果が得られることが確認された。

5. 対象病害

ポット植え、または露地植えの植物にイソチアニルを100～250ppmで散布した場合の効果を表1に示す。自然感染の場合は予防的に散布し、接種試験の場合は、散布5日後に病原菌を接種して予防効果を評価した。防除可能な対象病害のスペクトラムは特別に広いとはいえず、農薬登録申請は当初イネのみである。しかし、イチゴ炭そ病、キュウリ斑点細菌病などにかかなり高い防除効果が認められていることから、各種難防除病害に関わる研究者のイソチアニルに対する関心は高く、各方面で基礎的な研究が続けられている。また、種子処理においても、空気伝染性病害に対する防除効果を発揮し、イネいもち病、麦類やダイズのうどんこ病に対し、種子処理による防除効果が認められている。このため、既知の抵抗性誘導剤が利用できなかった分野での応用も将来の可能性として期待されている。

6. 防除効果の持続性

通常の圃場試験条件では、いもち病は葉から穂まで連続的に感染するため、薬剤防除によって初期の感染が抑えられると、その薬剤の効果が失われた後も、無処理との発病程度の差は残る。いわゆる「見かけの残効性」である。圃場での効果の真の持続性を評価するには、感染が連続的に起こらない条件で試験を行う必要がある。そこで、風通しがよく、周囲にいもち病の発生が無い圃場に、抵抗性誘導剤を育苗箱処理した苗を植え、一定期間ごとにビニールで保湿していもち病菌を接種することで、真の残効性を検討した（図3）。この試験では、対照剤の12分の1の薬量で、移植後60日まで、真の残効性が十分持続した。現在開発中の長期残効殺虫剤との混合製剤は全てこの薬量（20g/10a）で登録申請中である。既知の抵抗性誘導剤と同様、この標準薬量より高い薬量を処理しても防除効果は必ずしも100%

表 1. 散布による防除効果 (散布濃度: 100~250 ppm)

作物名	病名	病原菌名	効果*
イネ	いもち病	<i>Pyricularia grisea</i>	+++
	紋枯病	<i>Rhizoctonia solani</i>	-
	白葉枯病	<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i>	+++
	ごま葉枯病	<i>Cochiobolus miyabeanus</i>	-
コムギ	うどんこ病	<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>	+++
	黄斑病	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	-
ジャガイモ	疫病	<i>Phytophthora infestans</i>	-
キュウリ	べと病	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	-
	炭疽病	<i>Colletotrichum orbiculare</i>	+++
	斑点細菌病	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lachlymans</i>	+++
カボチャ	うどんこ病	<i>Sphaerotheca fuliginea</i>	++
イチゴ	炭疽病	<i>Glomerella cingulata</i>	++
	うどんこ病	<i>Sphaerotheca aphanis</i>	+
ナス	うどんこ病	<i>Sphaerotheca fuliginea</i>	+
トマト	うどんこ病	<i>Oidiopsis sicula</i>	+
ダイズ	紫斑病	<i>Cercospora kikuchii</i>	-
ハクサイ	黒斑病	<i>Alternaria brassicae</i>	++
	軟腐病	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	-
モモ	せん孔細菌病	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>citri</i>	-
タバコ	黄化えそ病	TSWV (tomato spotted wilt virus)	+

* 防除価: +++ ; 80 以上, ++70 以上, +50 以上 (ウイルスは 20 以上), -50 未満。

にはならないが, 多くの圃場試験例を積み重ねることにより, 実用上十分な効果が, 必要な期間にわたって持続することが実証された。

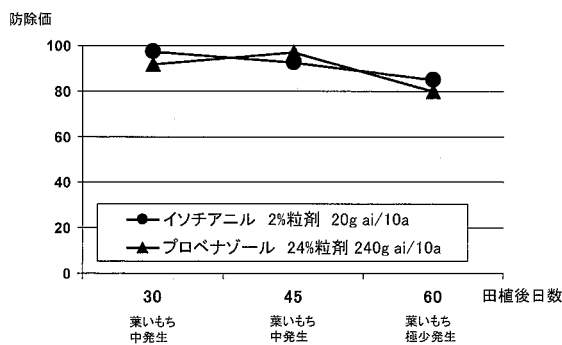


図 3. 圃場におけるイソチアニルの防除効果の持続性。

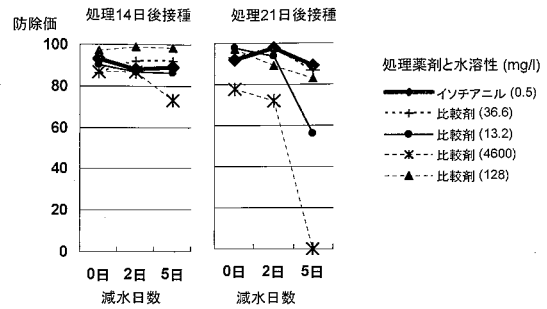


図 4. イソチアニルの防除効果の減水条件における安定性 (湛水散布). 減水深: 3 cm / 日 (処理直後減水開始). イソチアニル粒剤は 10a 当たり原体量 30g 処理 (登録申請中). 比較剤はすべて市販製剤, 登録薬量での処理。

7. 防除効果の安定性 (湛水散布)

イソチアニルの水溶解度は 0.5 ppm であり, 湛水散布で使用する剤としては, かなり低いことから, 多様な環境で安定した効果を発揮することが期待された. 漏水田を想定したポット試験において, イソチアニル 30g/10a を湛水散布処理後, 1 日あたり 3cm の減水を 5 日継続し, 処理 4 週間後にいもち病菌を接種した場合, 減水なしの場合と効果は変わらず, 十分な防除効果が持続した (図 4). また, 極端な浅水, あるいは深水の状態でも湛水散布した場合も, 安定した効果が持続した (表 2). 既知抵抗性誘導剤に比べて面積当たりの処理薬量が少なくても, 水不足や多雨の場合に, 既知剤よりもむしろ安定した効果が期待できることが実証された。

8. 作物生育への影響

抵抗性誘導剤共通の性質として, イソチアニルも高薬量で生育に悪影響を及ぼす場合があるが, イネにおいては, 実用的な処理薬量である 20~30g/10a の範囲で, 問題のないことが全国各地で実施された薬効薬害試験, および収量調査試験により実証されている。

おわりに

イソチアニルの基本的な性質は既知の抵抗性誘導剤と共通であるが, 低薬量 (20~30g/10a) で有効であること, 水溶解度が低いこと, 散布や種子処理でも効力を発揮する点に特徴がある. すでに抵抗性誘導剤によって確立されているイネいもち病育苗箱施用・湛水散布処理の分野においてはより安定した効果が期待され, これまで抵抗性誘導剤が利用されていない分野においては, 新たな利用方法の開発が期待されている。

本稿の内容は全て住友化学とバイエルクロップサイエンスの連携開発の過程で得られた試験結果に基づくものである. 今後, 農家の作業実態や栽培技術, いもち病発生動向

表 2. 浅水・深水条件での安定性 (湛水散布: 圃場試験)

供試薬剤	処理量	処理時 湛水深	防除価		
			8月25日	9月1日	9月7日
イソチアニル 3% 粒剤	1 kg/10 a	1 cm	97	87	95
	(30 g ai/10a)	5 cm	97	85	89
		10 cm	100	89	90
対照 D 粒剤	3 kg/10 a	1 cm	86	75	83
	(240 g ai/10 a)	5 cm	75	73	80
		10cm	94	91	89

品種: コシヒカリ, 区制・面積: 1区 2.16 m² (1.8 m × 1.2 m) 3連制, 平成 18 年 8 月 8 日 (最高分けつ期) に, 各区の湛水深を 1 cm, 5 cm あるいは 10 cm に調整し, 各供試薬剤の所定量を湛水散布した. 処理後 7 日間は水位を保った.

の変化を鑑み, イソチアニル製剤のさらなる展開・改良が両社により継続される. 開発段階における大学, 試験研究機関, 指導機関の方々のご協力に感謝するとともに, 登録

後はより広範な研究者の方々からご助言を賜り, イソチアニルが最大限に現場で活用されるよう, 努力を続けたい.