

新殺菌剤フェンヘキサミドの特性について

日本バイエルアグロケム株式会社 ^{いま}今 ^{にし}西 ^{きん}欣 ^や也

は じ め に

Botrytis cinerea は、多犯性の病原菌であり、多種の野菜や果樹の花や果実に対して灰色かび病を引き起こす。収穫物である果実に対して病気を引き起こすことから、灰色かび病が発生すると直接農作物の減収につながる。さらに、収穫後の貯蔵病害としても発病する事から、出荷時の品質に直接影響する。したがって、野菜や果樹を栽培するにあたっては、灰色かび病の防除は欠かすことのできない重要病害である。また、灰色かび病菌は各種既存剤に対する耐性菌も問題になることが多く、既存剤と交さ耐性を示さない新規殺菌剤の開発が望まれている。

フェンヘキサミド剤はパスワード顆粒水和剤の有効成分として本剤に 50%含まれており、この新規有効成分はドイツ・バイエル社によって合成されたヒドロキシアニリド系に分類される化合物で、果樹および野菜類の灰色かび病および灰星病に対して高い防除効果と長い残効性を示す。特に、既存の各種薬剤耐性菌に対して高い防除効果を示すことが特長である。また、剤型が顆粒水和剤ということも特長の一つである。顆粒水和剤の特長としては、①薬剤調整時の粉立ちがなく薬剤吸入の心配がない。②見かけ比重が大きくなることから容器がコンパクトになり持ち運びや保管が容易になる。③容器への付着が少なく計量しやすい、ということが挙げられる。つまり、使用者にとって使いやすく、安全性の高い剤型といえる。

本剤は、1993（平成 5）年から依託試験番号 9311 と

して日本植物防疫協会を通じ、日本国内の公的機関において数多くの委託試験が行われた。その防除効果と安全性が認められたことから、1999（平成 11）年 8 月 24 日にモモの灰星病、ブドウおよびカンキツの灰色かび病に対する新規農薬として農薬登録（登録番号：第 20211）され、翌年の 4 月 12 日にアウトウ灰星病に対して適用拡大した（表-1）。

I 成分・理化学的性状

一般名：フェンヘキサミド（fenhexamid）。
分類：ヒドロキシアニリド（hydroxyanilides）。
化学名：N-(2,3-ジクロロ-4-ヒドロキシフェニル)-1-メチルシクロヘキサancarboxamid。
N-(2,3-dichloro-4-hydroxyphenyl)-1-methylcyclohexane carboxamide。

フェンヘキサミドは、白色結晶で熱・酸性・アルカリ性で安定（表-2）としていて、普通物に分類され、急性毒性は非常に低く、刺激性もない。催奇形性・発癌性はない（表-3）。有用動物および環境影響に関する安全性については、魚毒性は A 類相当と安全性が高く、鳥類に対する毒性も低く、ミツバチやマルハナバチなどの訪花昆虫およびテントウムシなどの天敵に対してもほとんど影響ない。蚕に対する安全性日数は 1 日で、土壌中での半減期は 1 日以内であり、土壌中での移行性はほとんどないことがわかっている（表-4）。また、パスワード顆粒水和剤の 1,000 倍散布においては、水稻・ムギ・野菜・果樹・庭木など多くの作物に対して親和性が良く薬害を起こさない。フェンヘキサミドは動植物に対して安

表-1 パスワードの適用病害および使用方法

作物名	適用病害名	希釈倍数（倍）	散布量（l/10 a）	使用時期	本剤およびフェンヘキサミドを含む農薬の総使用	使用方法
モモ	灰星病	1,000～1,500	200～700	収穫前日まで	2 回以内	散布
アウトウ						
ブドウ	灰色かび病					
カンキツ						

Characterization of New fungicide “fenhexamid”. By Kinya IMANISHI
（キーワード：フェンヘキサミド，パスワード顆粒水和剤，Password 50 WG，灰色かび病，灰星病）

表-2 物理化学的性質

分子量	302.2 (C ₁₄ H ₁₇ Cl ₂ NO ₂)
融点	153°C
沸点	320°C (推定)
蒸気圧	4×10 ⁻⁷ Pa (20°C, 推定)
密度	1.34 g/ml (20°C)
溶解度	0.02 g/l (20°C, pH 5-7)
Log Pow	3.51 (pH 7, 20°C)
安定性	pH 5, 7, 9 (25°C, 30日間) 安定

表-3 人畜毒性 (原体) 普通物

急性経口毒性 (LD ₅₀)	ラット, マウス	>5,000 mg/kg
急性経皮毒性 (LD ₅₀)	ラット	>5,000 mg/kg
急性吸入毒性 (LD ₅₀ , 4時間)	ラット	>5,057 mg/kg
皮膚刺激性	ウサギ	なし
目刺激性	ウサギ	なし
皮膚感作性	モルモット	なし
催奇形性		なし
発癌性		なし

表-4 有用動植物および環境に対する影響

魚毒性 (原体)	A 類相当	
	コイ (TLm 48 時間)	10.7 mg/l
	ミジンコ (TLm 3 時間)	>9.6 mg/l
鳥毒性 (原体)	ウズラ (LD ₅₀)	>2,000 mg/kg
ミツバチ	原体 (LD ₅₀)	>100μg/頭
	製剤 (1,000 倍, 散布)	影響なし
マルハナバチ・マメコバチ	原体 (LD ₅₀)	>100μg/頭
	製剤 (1,000 倍, 散布)	影響なし
テントウムシ	製剤 (LC ₅₀)	>1,000 ppm
	製剤 (1,000 倍, 散布)	影響なし
クサカゲロウ	製剤 (LC ₅₀)	>1,000 ppm
	製剤 (1,000 倍, 散布)	影響なし
カイコ (安全日数)	製剤 (1,000 倍, 散布)	1 日
土壌代謝 (TD ₅₀)		≤1 日
土壌移行性		小さい

全性が高く、環境に対してやさしい化合物であると考えられている。

II 生物活性スペクトル

各種植物病原菌の菌糸による *in vitro* 試験の結果、フェンヘキサミドは *Botrytis* 属菌・*Monilinia* 属菌・*Sclerotinia* 属菌に対して活性を示す事がわかっている。特に *Botrytis* 属の多くの菌および *Monilinia* 属菌に対しては 0.1 ppm 以下の低い濃度で高い活性を示し、

表-5 フェンヘキサミドの各種菌類に対する菌糸生育抑制効果

植物病原菌	効果
<i>Botrytis cinerea</i>	+++
<i>B. allii</i>	+++
<i>B. byssoides</i>	+++
<i>B. gladiolorum</i>	+++
<i>B. squamosa</i>	++
<i>B. tulipae</i>	+++
<i>Monilinia fructicola</i>	+++
<i>Monilinia laxa</i>	+++
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	++
<i>Diaporthe citri</i>	+
<i>Elsinoe fawcetti</i>	+
<i>Venturia inaequalis</i>	+
<i>Alternaria mali</i>	-
<i>Colletotrichum lagenarium</i>	-

+++ : ED₅₀ < 0.1 ppm, ++ : ED₅₀ < 0.1-1.0 ppm, + : ED₅₀ < 1-20 ppm, - : ED₅₀ > 20 ppm

Sclerotinia に対しては 0.1~1 ppm で高い活性を示す。しかし、*Alternaria* など他の病原菌に対しては、あまり活性を示さない (表-5)。フェンヘキサミドは殺菌スペクトルは狭いが、この事は選択性が高い殺菌剤であり、対象外の動植物に対して影響を与えがたく、安全性が高いという特長を表していると考えられる。

III 作用特性

1 作用機構

フェンヘキサミドの作用機作に関しては、ドイツ・バイエル社において研究が行われている。

現在のところ、フェンヘキサミドは *in vitro* 試験によって、灰色かび病菌の発芽管伸長および菌糸伸長に対する ED₅₀ は 0.1 ppm 以下ということがわかっている。胞子発芽に対する ED₅₀ は、10 ppm と発芽管や菌糸に対する影響から比べると 100 倍以上の差がある。

また、フェンヘキサミドは既存の灰色かび病防除剤に対して抵抗性を持っている SSR, RRS, RRR といった耐性菌を用いた室内試験の結果からも、感受性菌と同様に高い活性を示すことがわかっている (表-6)。

既存の耐性菌に対しても高い防除効果を示す事からフェンヘキサミドは、既存剤とは違う新しい作用機作を持っている可能性が示唆されている。

2 植物体内におけるフェンヘキサミドの移行

ブドウの葉に対して散布処理されたフェンヘキサミドは、散布されると葉の表面から吸収され、24 時間後では半量以上がクチクラのワックス層に吸着されている事

が HPLC 法を用いた分析により判明している (図-1)。さらに、この吸着された有効成分であるフェンヘキサミドがクチクラの内側にある表皮細胞へ移行したり、植物全体に移行する事はほとんどない。ワックス層に吸着されたフェンヘキサミドは葉の表層に長く留まり、圃場において耐雨性および残効性に優れるといった特長を示すと考えられている。

3 耐雨性

耐雨性については、散布処理したブドウの葉を一定時間経過後、水中でその葉を洗浄し、残っているフェンヘキサミドを HPLC 法により測定したところ、散布 24 時間後の洗浄においても十分な成分残留が認められ、また、散布 1 時間後および 3.5 時間後に 10 mm の人工雨を 15 分間降らせた耐雨性試験により防除効果を調べてもその効果は安定していたことから、実際の圃場においても高い効果が期待できる (図-2)。

4 耐性菌に対する効果

ポットに植えたインゲンマメ初生葉にパスワード顆粒水和剤を散布した後、各種既存剤に対する灰色かび病の耐性菌 (SSR, RRS, RRR) を 1 日後、4 日後、7 日

後、10 日後に孢子接種した場合でも、散布後 10 日以上の長い残効性が確認された (図-3)。

さらに、全国の圃場から得られた菌株を用いてベースラインの検定を行ったところ、菌糸伸長に対する感受性が低い菌株が存在する事が判明したが、このような菌株が存在することによって防除効果が低下するという事は見られなかった。これは、フェンヘキサミドが分生子の発芽管伸長を強く抑制する効果を持つために、常に十分な防除効果を示していると考えられる。

IV 圃場における防除効果

パスワード顆粒水和剤のモモ灰星病に対する委託試験は、1995～98 年の間にパスワード顆粒水和剤の各濃度 6 例が行われ、1,500 倍散布では、対照薬剤のイプロジオン水和剤 1,500 倍およびベノミル・TPN 水和剤 1,000 倍と比べて劣るが、パスワード顆粒水和剤の 1,000 倍散布では同等か勝る効果を示した (図-4)。

ブドウ灰色かび病に対しては、1995～96 年の間にパスワード顆粒水和剤 1,500 倍を 9 例、1,000 倍を 6 例の委託試験を行い、対照薬剤のイプロジオン水和剤の 1,500 倍と比べ、1,500 倍、1,000 倍ともにやや勝る効果を示した (図-4)。

カンキツ灰色かび病に対しては、1993～96 年の間に委託試験が 8 例行われ、結果に振れがあるものの 1,500、1,000 倍ともに無処理と比べて十分な効果があることを示した (図-4)。

オウトウ灰星病に対しては、1997～98 年の間にパスワード顆粒水和剤 1,500 倍では 4 例、1,000 倍では 3 例の委託試験が行われ、対照薬剤のイプロジオン水和剤 1,500 倍散布と比べ同等かやや勝る高い効果が得られた (図-4)。

表-6 フェンヘキサミドの *Botrytis cinerea* に対する作用性

薬剤感受性の表現系*	<i>in vitro</i> ED ₅₀ (ppm)		
	菌糸伸長	孢子発芽	発芽管伸長
SSR	<0.1	> 10	<0.1
RSS	<0.1	> 10	<0.1
RRS	<0.1	> 10	<0.1
RRR	<0.1	> 10	<0.1

* ペンゾイミダゾールジカルボキシイミド-N-フェニルカーバメート。S: 感受性, R: 耐性。

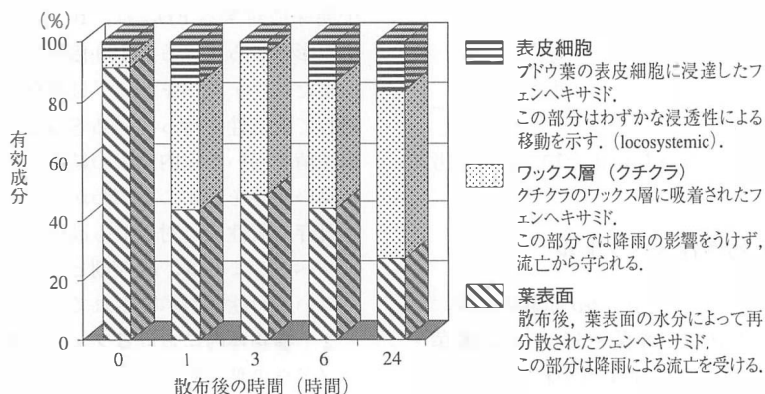


図-1 処理後のぶどう葉におけるフェンヘキサミドの動向 (HPLC による分析データ)

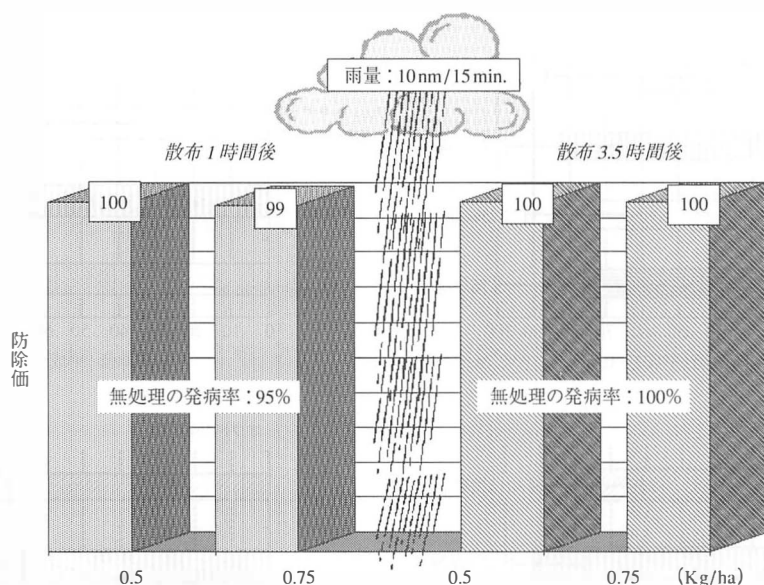
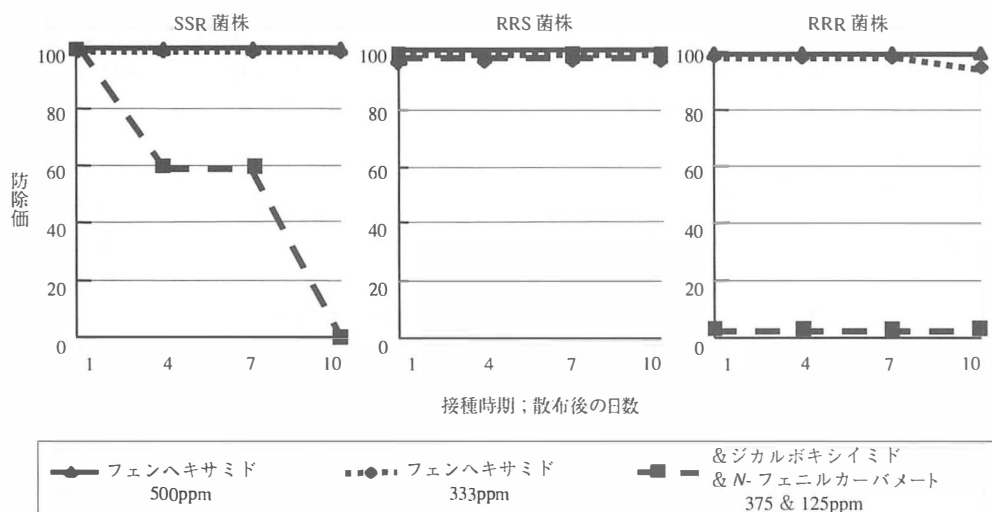


図-2 豆の葉を使った灰色かび病に対する耐雨性試験

図-3 フェンヘキサミドの *Botrytis cinerea* に対する長期残効性
(インゲン初生葉を用いた散布試験；胞子接種)

V 上手な使い方

モモの灰星病に対して使う場合は、花腐れを防ぐための開花期散布と果実の発病を防ぐため収穫 20 日前から収穫直前までの間に散布することが有効である。

ブドウおよびカンキツの灰色かび病に対しては、開花直前から落花直後の間の防除が最適である。ワイン醸造用のブドウにパスワード顆粒水和剤の散布を行っても、そのブドウを使ったワインの品質には影響ない。また、ジベレリン処理の時期にパスワード顆粒水和剤 1,000 倍

とジベレリン 200 ppm およびフルメット 5 ppm を混合処理した場合も薬害は観察されなかった。

オウトウ灰星病に対しては、開花直前から満開期が防除のタイミングとして最適であると考えられる。さらに、フェンヘキサミドにはオウトウの幼果菌核病に対する効果も期待されており、今後適用拡大に向けて委託試験を行う予定である。

パスワード顆粒水和剤は優れた予防効果と残効性を有しており、各作物に対して、しっかりと予防散布することにより、非常に高い効果が期待できると考えている。

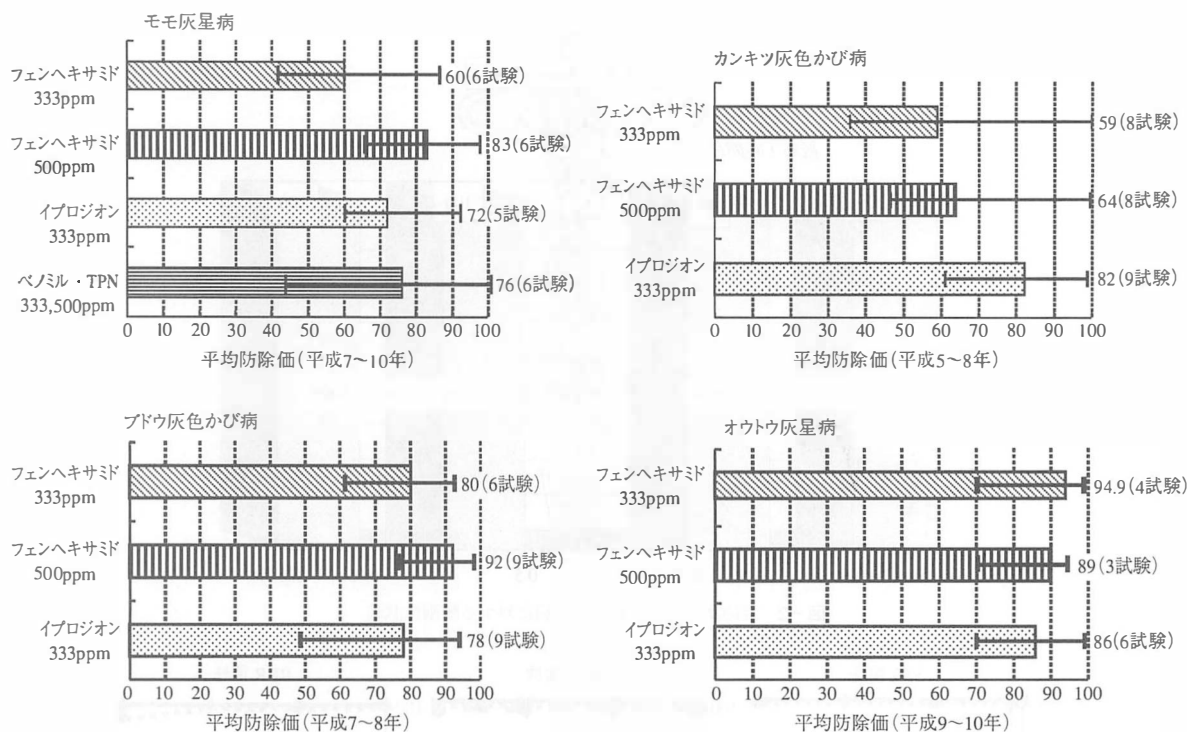


図-4 フェンヘキサミドの委託試験結果

おわりに

パスワード顆粒水和剤は、単用において薬害を示す作物は知られていない。また、各種薬剤との混用試験においても薬害性はほとんど認められていない。しかし近年、多種多様な機能性展着剤なども発売されていて、それらとの混用による影響や、薬剤との混用時の品種間差異については、今後検討を進める必要があると考えている。

パスワード顆粒水和剤はブドウおよびカンキツの灰色かび病、また、モモ・オウトウ灰星病防除のための果樹専用剤として農薬登録されている野菜の灰色かび病に対しては、フルジオキシニルとの混合剤（ジャストミート顆粒水和剤）およびイミノクタジンアルベシル酸塩との混合剤（ダイマジン）で登録を取得している野菜類の灰色かび病に対しては、これらで混合剤の使用をお勧めする。

農林水産省の新しい植物防疫課と農薬対策室

農林水産省は、平成13年1月6日付けで機構改革を行い、新しい組織体制になった。以下に植物防疫関係の新組織を示した。

旧農産園芸局植物防疫課は、生産局植物防疫課となり課長(3810)、総括企画班担当課長補佐(3812)、企画班法令係長・企画調整係(3813)、庶務班担当課長補佐(3814)、庶務係長・会計係長(3815)、場所庶務係(3816)、防除班担当課長補佐(3817)、防除係長・発生予察係長(3818)、鳥獣害対策班担当課長補佐(3819)、鳥獣害雑草係長(3821)、農業航空班担当課長補佐(3822)、指導係長・技術係長(3823)、検疫対策室長(3811)、検疫調整班担当課長補佐(3824)、調整係長(3825)、輸入検疫係長・種苗検疫係長(3826)、検疫業務班担当課長補佐(3827)、国際検疫係長(3828)、検疫

国際班担当課長補佐(3829)、国際企画係長(3831)、検疫指導班担当課長補佐(3832)、国内検疫係長・輸出検疫係長(3833)、生産専門官(3834)の1室9班体制となった。

また、旧同課農薬対策室は、生産局生産資材課農薬対策室となり、室長(3781)、農薬企画班担当課長補佐(3782)、企画調査係長(3783)、農薬国際調整係長(3784)、農薬指導班担当課長補佐(3785)、生産係長(3786)、安全指導係長(3787)、農薬環境基準係長(3788)、農薬検査班担当課長補佐(3789)、検査登録係長(3791)、生産専門官(3792)の3班体制となった。

同時に本館南側2階から南別館2階へ両課とも移動した。()内は内線番号を示す。