

新規水稲用除草剤有効成分「テフリルトリオン」の開発

バイエルクロップサイエンス株式会社 マーケティング本部 向田秀司
 全国農業協同組合連合会 営農・技術センター 木村知美
 北興化学工業株式会社 開発研究所 竹内 崇

1. はじめに

テフリルトリオンは、バイエルクロップサイエンス株式会社が創製し、バイエルクロップサイエンス株式会社、全国農業協同組合連合会ならびに北興化学工業株式会社の3社共同で開発した、トリケトン系の新規水稲用除草剤である。本剤は、水田における代表的な雑草である、ノビエ、一年生カヤツリグサ科雑草、一年生広葉雑草、ホタルイ、ウリカワ、ミズガヤツリ、オモダカ、クログワイといった幅広い雑草に対する効果に優れ、近年問題となっているスルホニルウレア系除草剤抵抗性雑草に対しても極めて高い除草性能を有する。また、イボクサ、クサネム、タカサブロウ、タウコギ、アメリカセンダングサなどの特殊雑草や、アシカキ、エゾノサヤヌカグサといった多年生のイネ科雑草など、極めて幅広い雑草に対して有効であることが確認されている。本剤の残効は、一発除草剤として必要となる45～50日程度の期間を有しており、中干期間までに発生する雑草の抑制も期待できる薬剤である。日本では、2001年よりAVH-301の試験コードにて、各種ノビエ防除剤との混合により、(財)日本植物調節剤研究協会(日植調)を通じて、水稲用除草剤としての適用性試験を開始した。尚、2010年2月18日に、単剤および各種混合剤の農薬登録を取得している。

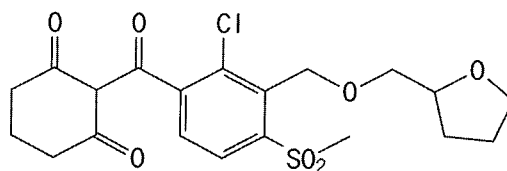
2. 名称および化学構造

商品名：マイティーワン 1キロ粒剤

試験番号：AVH-301

有効成分：テフリルトリオン(ISO名：tefuryltrione)

化学名：2-[2-クロロ-4-メチル-3-[(テフリルトリオン-2-イル)メチル]ベンゾイル]シロホキシ-1,3-ジオン



3. 物理化学性・安全性

性状：淡黄色粉末・無臭

融点：113.7～115.4℃

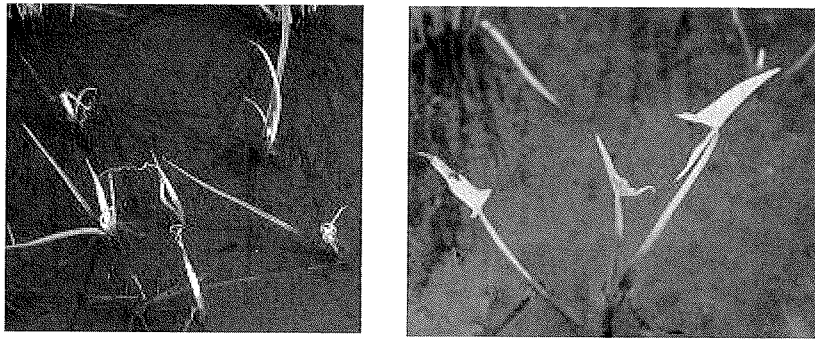
水溶解度：64.2 g/L(pH7.0, 20℃)

急性経口毒性：普通物相当

魚毒性：A類相当

4. 作用機作および作用特性

植物体内に吸収されたテフリルトリオンは、4-HPD(p-ヒドロキシフェニル)酸ジメチル誘導体に作用し、電子受容体のプラストキノン、あるいは、ビタミンE(α-トコフェール)の生合成を阻害する。プラストキノンの生合成が阻害されることにより光合成電子伝達系におけるエネルギー(ATP)生産が低下し生長抑制を生じる。



図－１ テフルトリオンによる各雑草の白化症状

また、二次的にカロテノイドの生合成が阻害され、処理後に生長する組織ではカロテノイドの減少に伴ってクロロフィルは光酸化し、植物体は白化する（図－１）。白化した組織では活性酸素消去に働くカロテノイドおよびビタミンEが減少したことによって、植物体内で発生した活性酸素を消去できなくなり壊死に至る。

5. 除草効果

1) 殺草スペクトラム

これまでの圃場試験結果より、本剤は30g ai./10aの投下量にて幅広い殺草スペクトラムと広い処理適期幅を示すことが確認されている（表－１）。

表－１ テフルトリオンの各処理時期における除草効果（圃場試験データより）

雑草名	処理時葉令（ノビエ葉令に準じて）		
	発生前	1.5 葉期	2.5 葉期
タイヌビエ	○	△	×
タマガヤツリ	◎	◎	◎
コナギ	◎	◎	◎
ミズアオイ	◎	◎	◎
キカシグサ	◎	○	△
ミヅハコベ	◎	◎	◎
オオアブノメ	◎	◎	◎
クサネム	◎	◎	◎
イボクサ	◎	◎	◎
イヌホタルイ	◎	◎	◎
マツバイ	○	○	○
ミズガヤツリ	◎	◎	○
ウリカワ	◎	◎	◎
ヒルムシロ	◎	◎	◎
セリ	○	○	○
クログワイ	○*	○*	○*
オモダカ	○*	○*	○*

◎：効果極大、○：有効、△：やや不十分、×：不十分

*：本剤の一回使用では完全に防除できない場合があるので、これらの雑草の防除は、有効な薬剤との組合せで使用する。

2) 殺草薬令限界 (図-2～図-7)

テフリルトリオンは実用薬量 30g a.i./10a 処理において、各供試草種の発生初期～3葉期まで十分な除草効果を示した。

試験条件 (図-2～図-7)

・試験場所；バイエルクロップサイエンス株式会社 結城中央研究所

- ・試験規模；1,000cm² ポット，2反復
- ・供試土壌；沖積・軽埴土 ・供試植物；各図参照
- ・湛水深；3 cm
- ・漏水条件；0.5cm/日漏水を試験期間中実施した。
- ・調査；処理4週後に0～100(枯死)の101段階評価

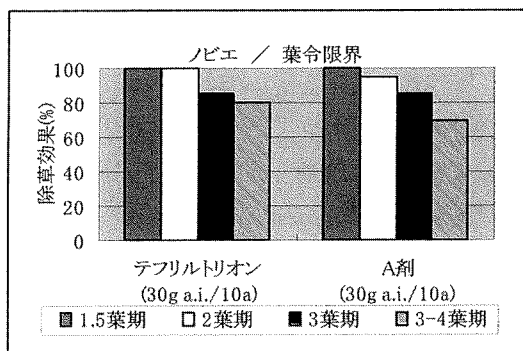


図-2 ノビエに対する効果

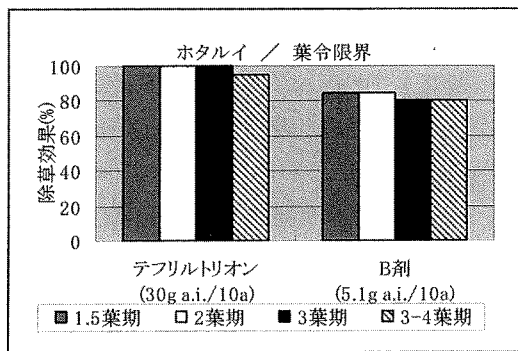


図-3 ホタルイに対する効果

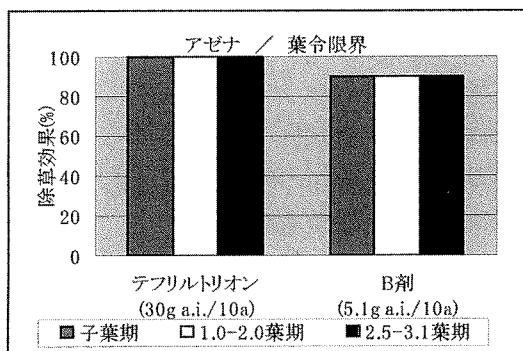


図-4 アゼナに対する効果

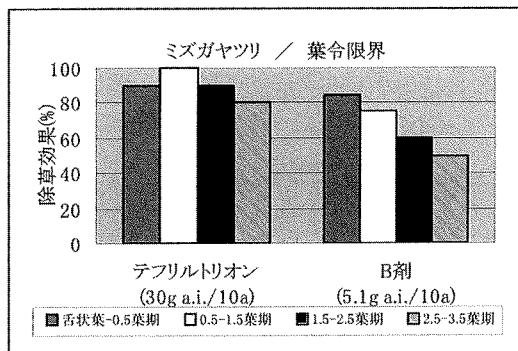


図-5 ミズガヤツリに対する効果

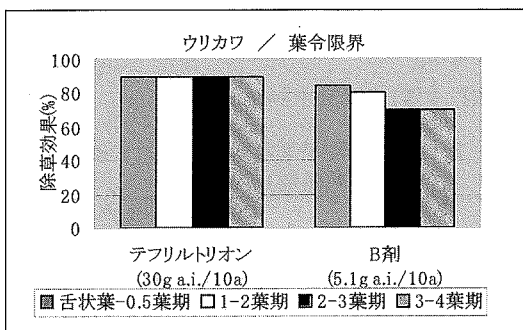


図-6 ウリカワに対する効果

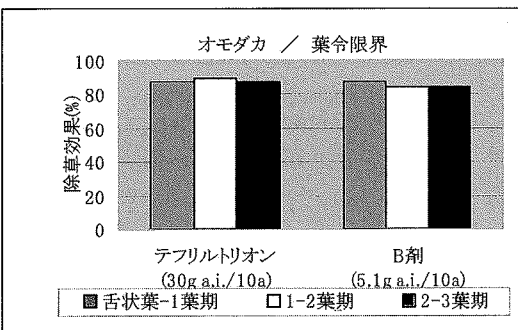


図-7 オモダカに対する効果

3) 残効性 (図-8～図-9)

対照剤と比較して、テフリトリオンは実用薬量 30g a.i./10a 処理において、漏水条件下でも安定した長い残効性が認められた。

試験条件 (図-8～図-9)

- ・試験場所；バイエルクロップサイエンス株式会社 結城中央研究所
- ・試験規模；1,000cm² ポット, 2 反復
- ・供試土壌；沖積・軽塩土
- ・供試植物；コナギ・ホタルイ (催芽状態) を処理後 1 週間毎に土壌表層に播種した。
- ・湛水深；3 cm
- ・漏水条件；2cm/ 日漏水を処理後 5 日間実施した。
- ・調査；播種 3 週後に生育程度を 0～100(枯死) の 101 段階で評価

4) SU 抵抗性雑草に対する除草効果

SU 抵抗性イヌホタルイ, SU 抵抗性ヘラオモ

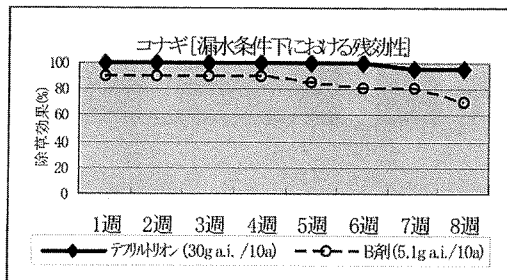


図-8 コナギに対する残効性

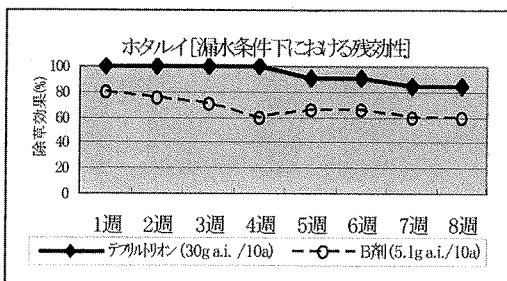


図-9 ホタルイに対する残効性

ダカ, SU 抵抗性オモダカに対する効果を検討した結果を表-2～表-4に示した。テフリトリオンは, SU 抵抗性イヌホタルイ, SU 抵抗性ヘラオモダカに対して既存剤もしくは既存の SU 抵抗性雑草対策成分と同等以上の効果が認められ, SU 抵抗性オモダカに対しては既存の 4-HPPD 阻害剤と比較して優る効果が認められた。特に SU 抵抗性オモダカについては現状有効な防除剤が少ないため, テフリトリオンは有効な防除剤として大いに期待される。

試験条件 (表-2)

- ・試験場所；JA 全農 営農・技術センター
- ・試験規模；170cm² ポット, 2 反復
- ・供試土壌；沖積・軽塩土
- ・供試植物；SU 抵抗性イヌホタルイ (山形県産)
- ・湛水深；3cm, 漏水条件；無し
- ・調査；処理 42 日後, 地上部生体重を測定した。

試験条件 (表-3)

- ・試験場所；JA 全農 営農・技術センター
- ・試験規模；170cm² ポット, 2 反復
- ・供試土壌；沖積・軽塩土
- ・供試植物；SU 抵抗性ヘラオモダカ (北海道上川市産) 湛水深；3 cm
- ・漏水条件；無し
- ・調査；処理 34～36 日後, 地上部生体重を測定した。
- ・注) t は, 0.1% 未満を示す。

表-2 SU 抵抗性イヌホタルイに対する効果 (2.5 葉期処理)

供試薬剤	薬量 (/10a)	地上部生体重 対無処理比 (%)
テフリトリオンフロアブル	15g a.i.	0.2
	30g a.i.	0.0
I 剤(一発処理剤)	500mL	0.3
J 剤(一発処理剤)	500mL	0.0

表－3 SU 抵抗性ヘラオモダカに対する効果

供試薬剤	薬量 (g a.i./10a)	地上部生体重対無処理比(%)		
		1.0～1.2葉期	2.0～2.5葉期	3.1～3.4葉期
テフリルトリオンフロアブル	15	0.0	0.3	1.8
	30	0.0	t	0.8
C剤	10	1.0	1.5	1.6
	20	0.0	0.8	0.6
E剤	17.5	0.7	3.1	3.5
	35	0.3	2.2	2.1

表－4 SU 感受性および SU 抵抗性オモダカに対する効果

供試薬剤	薬量 (g a.i./10a)	地上部生体重対無処理比(%)					
		発生前～発生始期処理			広線形葉1～3葉期		
		SU感受性 (神奈川県産)	SU抵抗性 (秋田県産)	SU抵抗性 (宮城県産)	SU感受性 (神奈川県産)	SU抵抗性 (秋田県産)	SU抵抗性 (宮城県産)
テフリルトリオンフロアブル	30	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0
F剤	60	4.1	12.8	11.7	—	—	—
D剤	120	27.6	2.8	36.0	—	—	—
B剤	7.5	0.7	94.5	84.9	8.7	85.1	78.5
G剤	3	1.6	69.0	69.3	8.6	77.5	67.8
H剤	9	4.0	98.3	99.8	8.2	102.0	88.4

試験条件 (表－4)

- ・試験場所；JA 全農 営農・技術センター
- ・試験規模；1/5,000a ポット，2 反復
- ・供試土壌；沖積・軽塩土
- ・供試植物；SU 感受性オモダカ（神奈川県平塚市産），SU 抵抗性オモダカ（秋田県大仙市産，宮城県岩沼市産）
- ・湛水深；3 cm ・漏水条件；無し
- ・調査；発生前～発生始期処理は，処理 55 日後，広線形葉 1～3 葉期は処理 57 日後に，地上部生体重を測定した。
- ・注）—は，試験未実施を示す。

にくいと考えられた。

試験条件 (図－10)

- ・試験場所；JA 全農 営農・技術センター
- ・試験規模；1/10,000a ポット，2 反復
- ・供試土壌；沖積・軽塩土
- ・供試植物；SU 抵抗性コナギ（宮城県仙台市産），SU 抵抗性タケトアゼナ（宮城県仙台市産）
- ・湛水深；3 cm ・漏水条件；無し
- ・温度条件；＜中温区＞試験期間中を通じて昼 27℃/夜 22℃，＜低温区＞処理 1 週間前～処理 1 週間後は昼 17℃/夜 12℃，それ以降は順次温度を上げた。
- ・調査；経時的に，殺草程度を 0（効果無），1（小），2（中），3（大），4（極大），5（完全枯死），4 以上が実用上有効とし，達観調査した。

5) 温度別除草効果

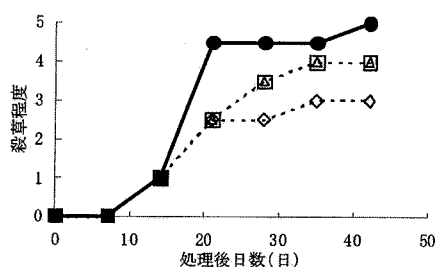
SU 抵抗性コナギおよびタケトアゼナに対する除草効果を温度別に検討し，結果を図－10 に示した。テフリルトリオンでは，中温区・低温区いずれの温度条件においても対照の 4-HPPD 阻害剤と比較して効果の進展・完成度が高く，最終的に完全枯死に至った。このことからテフリルトリオンの除草効果は，温度による影響を受け

6) 特殊雑草に対する除草効果

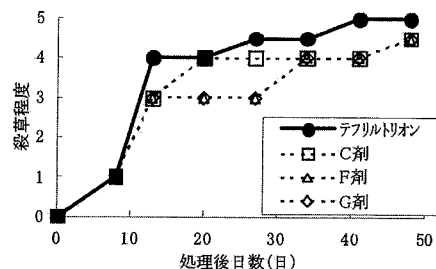
近年，発生面積が増加し有効な防除剤が望まれているアメリカセンダングサ，タウコギ，イボクサおよびクサネムに対するテフリルトリオ

(A) SU 抵抗性コナギ (2.8~3.1 葉期処理)

<低温区>

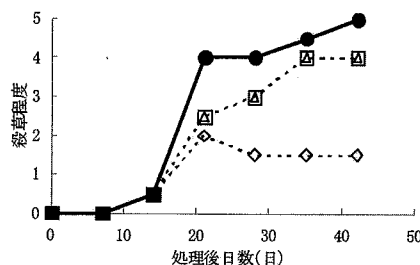


<中温区>



(B) SU 抵抗性タケトアゼナ (本葉 2 葉期処理)

<低温区>



<中温区>

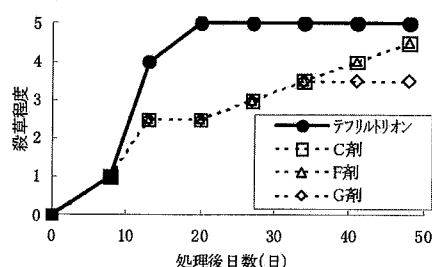


図-10 各種SU抵抗性雑草に対する温度別除草効果

表-5 アメリカセンダングサに対する効果

供試薬剤	処理量 (/10a)	除草効果程度			
		発生前	子葉期	1葉期	2葉期
テフリトリオン1キロ粒剤	30g a.i.	97	100	100	100
	10g a.i.	98	100	100	100
D剤	3g a.i.	90	97	94	85

表-6 タウコギに対する除草効果

供試薬剤	処理量 (/10a)	除草効果程度			
		発生前	子葉期	1葉期	2葉期
テフリトリオン1キロ粒剤	30g a.i.	97	100	100	100
	10g a.i.	97	98	97	100
D剤	3g a.i.	90	98	95	90

表-7 イボクサに対する除草効果

供試薬剤	処理量 (/10a)	地上部生体抑制率(%)	
		活着前 (植込み1日後)	活着後 (植込み10日後)
テフリトリオン1キロ粒剤	30g a.i.	98	93
	20g a.i.	97	86
K剤(一発処理剤)	3+100g a.i.	89	75

ンの効果を検討した。

①アメリカセンダングサに対し、発生前から2葉期の処理時期で高い除草効果を示した(表-5)。

②タウコギに対し、発生前から2葉期の処理時期で高い除草効果を示した(表-6)。

③イボクサに対し、切断茎植込み1日後及び10日後の処理で高い除草効果を示した(表-7)。

④クサネムに対し、発生前から4葉期の処理時期で高い除草効果を示した(表-8)。

テフリルトリオンはこれらの特殊雑草に対する防除剤として有望と考えられる。

試験条件(表-5)

- ・試験場所;北興化学工業株式会社 開発研究所
- ・試験規模;1/6,500 aポット, 3反復
- ・供試土壌;沖積・軽塩土
- ・供試植物;アメリカセンダングサ(神奈川県厚木市産)
- ・湛水深;3 cm ・漏水条件;無し
- ・調査;処理4週後に0~100(枯死)の101段階評価

試験条件(表-6)

- ・試験場所;北興化学工業株式会社 開発研究所
- ・試験規模;1/6,500 aポット, 3反復
- ・供試土壌;沖積・軽塩土
- ・供試植物;タウコギ(北海道長沼町産)
- ・湛水深;3 cm ・漏水条件;無し

- ・調査;処理4週後に0~100(枯死)の101段階評価

試験条件(表-7)

- ・試験場所;北興化学工業株式会社 開発研究所
- ・試験規模;1/2,500 aポット, 3反復
- ・供試土壌;沖積・軽塩土
- ・供試植物;イボクサ(神奈川県平塚市産)の先端から5葉を含む切断茎を植込み
- ・湛水深;3 cm ・漏水条件;無し
- ・調査;活着前処理35日後/活着後処理40日後に地上部生体重を測定した。

試験条件(表-8)

- ・試験場所;北興化学工業株式会社 開発研究所
- ・試験規模;1/6,500 aポット, 3反復
- ・供試土壌;沖積・軽塩土
- ・供試植物;クサネム(神奈川県厚木市産)
- ・湛水深;3 cm ・漏水条件;無し
- ・調査;処理4週後に0~100(枯死)の101段階評価

7) 多年生イネ科雑草に対する除草効果

テフリルトリオンの多年生イネ科雑草に対する効果を検討した結果、キシウスズメノヒエに対しては発生始期処理、アシカキ、エゾノサヤヌカグサ、ハイコヌカグサでは発生始期処理及び2.0~2.5葉期処理で高い除草効果を示した(表-9)。

表-8 クサネムに対する除草効果

供試薬剤	処理量 (/10a)	除草効果程度						
		発生前	子葉期	1葉期	2葉期	3葉期	4葉期	5葉期
テフリルトリオン1キロ粒剤	30g a.i.	95	100	100	100	90	90	85
C剤	20g a.i.	100	100	100	85	71	73	68
D剤	3g a.i.	85	90	82	57	—	—	—

試験条件 (表-9)

- ・試験場所; 北興化学工業株式会社 開発研究所
- ・試験規模; 1/6,500 a ポット, 3 反復
- ・供試土壌; 沖積・軽塩土
- ・供試植物および植込み条件;
 - アシカキ (神奈川県平塚市産) 2 節を含む切断茎
 - エゾノサヤヌカグサ (北海道芦別市産) 2 芽を含む地際部
 - ハイコヌカグサ (北海道長沼町産) 2 節を含む切断茎
 - キシュウスズメノヒエ (神奈川県平塚市産) 2 節を含む切断茎
- ・湛水深; 3 cm
- ・漏水条件; 無し
- ・調査; 処理4週後に0~100(枯死)の101段階評価

6. 移植水稻に対する安全性

移植深度条件, 漏水条件, 温度条件, 土壌条件の違いによる水稻に対する安全性について検討した結果,

- ①移植深度が浅くても, 根の露出があるような極端な場合は除き, 高い安全性が認められた。(図-11)

②漏水程度が強くなると, 水稻に対する安全性が低下する傾向が認められた。(図-12)

③本試験条件下における温度条件では, 移植水稻に対する影響差は, 小さかった。(図-13)

④火山灰土・塩壌土及び沖積・軽塩土では高い安全性が確認されたが, 砂土においては安全性が低下する傾向が認められた。(図-14)

試験条件 (図-11)

- ・試験場所; バイエルクロップサイエンス株式会社 結城中央研究所
- ・試験規模; 1,000cm² ポット, 3 反復
- ・供試土壌; 沖積・軽塩土
- ・供試植物; 移植水稻: 品種 “日本晴”
- ・移植深度; 置き苗(根露出), 0cm, 1cm, 3cm
- ・処理時期; 移植 5 日後

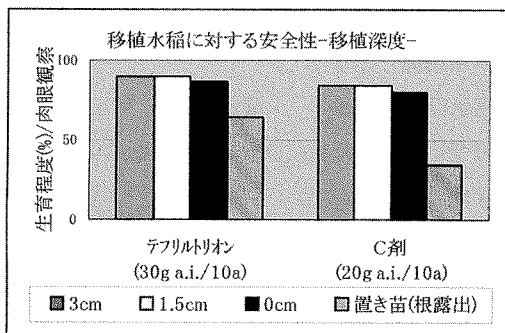


図-11 移植水稻に対する安全性
— 移植深度 —

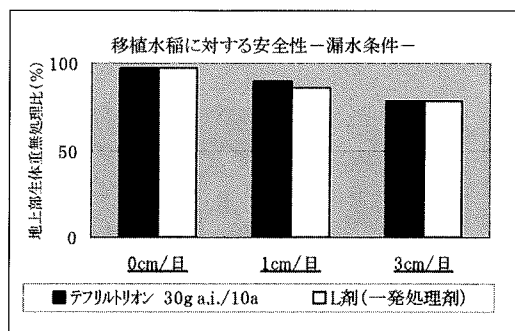
表-9 多年生イネ科雑草に対する除草効果

供試薬剤	処理量 (/10a)	供試植物	除草効果程度	
			発生始期 (植込み1日後)	2.0~2.5葉期 (植込み7日後)
テフルトリオン1キロ粒剤	30g a.i.	アシカキ	100	100
		エゾノサヤヌカグサ	96	100
		ハイコヌカグサ	100	92
		キシュウスズメノヒエ	100	57
D剤	3g a.i.	アシカキ	20	12
		エゾノサヤヌカグサ	78	60
		ハイコヌカグサ	25	3
		キシュウスズメノヒエ	57	43

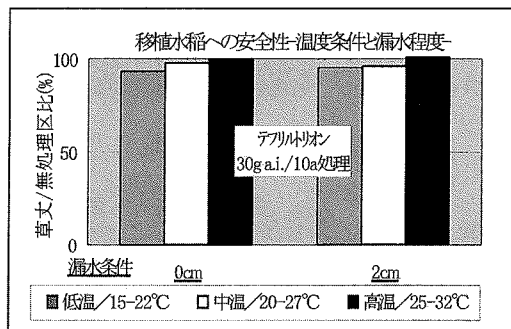
- ・湛水深；3 cm
- ・漏水条件；漏水は処理後，試験期間中実施した（0.5cm/日）。
- ・移植深度；図中参照
- ・調査；処理 28 日後に生育程度を観察

試験条件（図－12）

- ・試験場所；JA 全農 営農・技術センター
- ・試験規模；1/5,000a ポット、2 反復
- ・供試土壌；沖積・軽塩土
- ・供試植物；移植水稻：品種“コシヒカリ”（2cm 移植）
- ・処理時期；移植 5 日後
- ・湛水深；3 cm
- ・漏水条件；漏水は処理後 3 日間実施（0、1、3cm/日）
- ・調査；処理 57 日後に地上部生体重量を測定した。



図－12 移植水稻に対する安全性
— 漏水条件 —



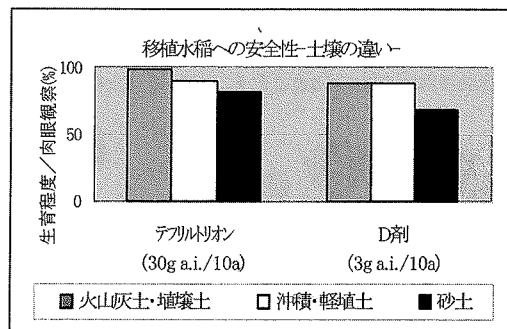
図－13 移植水稻に対する安全性
— 温度条件と漏水程度 —

試験条件（図－13）

- ・試験場所；バイエルクロップサイエンス株式会社 結城中央研究所
- ・試験規模；1/5,000a ポット，3 反復
- ・供試土壌；沖積・軽塩土
- ・供試植物；移植水稻：品種“日本晴”（2cm 移植）
- ・処理時期；移植 5 日後
- ・湛水深；3 cm
- ・漏水条件；漏水無し および処理後 5 日間実施（2.0cm/日）
- ・温度条件；低温（15-22℃），中温（20-27℃），高温（25-32℃）を試験期間中実施
- ・調査；処理 35 日後に草丈を測定

試験条件（図－14）

- ・試験場所；バイエルクロップサイエンス株式会社 結城中央研究所
- ・試験規模；1,000 cm² ポット、3 反復
- ・供試土壌；火山灰土、沖積軽塩土、砂土
- ・供試植物；移植水稻：品種“日本晴”（2cm 移植）
- ・処理時期；移植 5 日後
- ・湛水深；3 cm
- ・漏水条件；漏水は試験期間中実施（0.5cm/日）
- ・調査；処理 28 日後に生育程度を観察



図－14 移植水稻に対する安全性
— 土壌の違い —

7. 最後に

水稲用除草剤 “テフリルトリオン” は、除草効果、水稲に対する安全性に優れた特性と人畜に対する高い安全性を有し、水稲用一発除草剤の混合母剤として高く評価されている。この幅広い殺草スペクトラムにプラスし、ノビエに対する効果を補強するため、ノビエ防除剤との混合化を図り、2成分での商品化が実現された。今後、いわゆる「減農薬米」「特別栽培米」等、農薬成分数を低減した栽培にも対応可能な剤であり、また、環境にも配慮した薬剤として、水稲栽培現場において普及推進されていくだろう。

参考文献

- 1) 峯岸なつこ・鈴木久人・向田秀司・内田成・木村知美・竹内崇・岡村充康 2009. 新規水稲除草剤テフリルトリオンに関する研究 (第1報) 雑草研究 54 (別) 10
- 2) 木村知美・内田成・向田秀司・峯岸なつこ・竹内崇・岡村充康 2009. 新規水稲除草剤テフリルトリオンに関する研究 (第2報) 雑草研究 54 (別) 11
- 3) 谷澤貞幸・竹内崇・岡村充康・内田成・木村知美・向田秀司・峯岸なつこ 2009. 新規水稲除草剤テフリルトリオンに関する研究 (第3報) 雑草研究 54 (別) 12

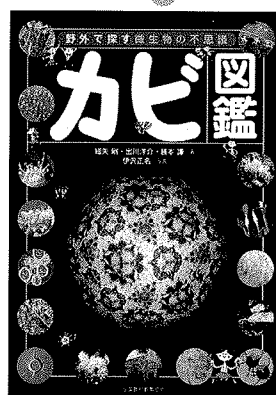
ユニークな
カビの
カラー図鑑

カビ図鑑

—野外で探す微生物の不思議—

細矢 剛・出川洋介・勝本 謙／著 伊沢正名／写真
B5判 160頁 定価:2,500円＋税

カビは植物に病気を起こす一方で、有機物を分解して土に戻し、植物の生長に大きく関わっている。自然のサイクルや環境を考える時カビは見過ごすことのできない重要な存在。生物多様性が叫ばれる今こそ、もっと広い視点からカビを含めた菌類全体を理解したい。



全国農村教育協会
<http://www.zennokyo.co.jp>

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6 (植調会館)
TEL.03-3839-9160 FAX.03-3833-1665