

トルピラレート

石原産業株式会社
中央研究所 生物科学研究室

菅沼 丈人

はじめに

トルピラレートは、石原産業株式会社が独自に発明した N- エチルピラゾール部分にアルコキシエチルメチルカーボナートを有する化学構造を特徴とする茎葉散布型の除草剤である。トウモロコシを対象に普及活動を開始し、現在では海外を中心に麦類分野でも開発を進めている。有効成分の投下薬量は 10a あたり 3 ～ 7.5 グラムと環境負荷の少ない成分であり、夏生一年生イネ科雑草から広葉雑草まで幅広い雑草種に対して高い防除効果を示す。日本では、公益財団法人日本植物調節剤研究協会を通じて 2012 年より委託試験を開始し、商品名「ブルーシア® フロアブル」としてトウモロコシの農薬登録を取得し普及販売を進めている。本稿では、トルピラレートの生物活性の特性について紹介する。

1. 物理化学性及び安全性

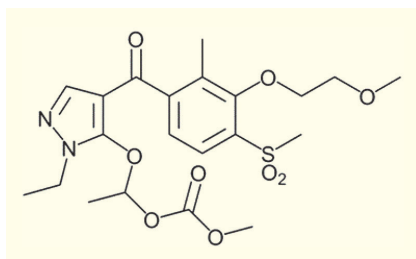
トルピラレートの物理化学性及び安全性を以下に示す。

一般名: トルピラレート (tolpyralate)

化学名 (IUPAC) :

(RS)- 1-[1- エチル -4-[4- メシル -3-(2- メトキシエトキシ)-o- トルオイル]-1H- ピラゾール -5- イルオキシ] エチル = メチル = カルボナート

構造式:



融点: 127 - 129°C

性状: 類白色固体

水溶解度: 26.5mg/L (20°C)

土壌吸着係数: 14.9 - 91.2

蒸気圧: 5.9×10^{-4} Pa (25°C)

急性毒性:

経口 LD50 > 2,000mg/kg
(ラット♀)

経皮 LD50 > 2,000mg/kg
(ラット♂, ♀)

吸入ミスト LC50 > 5.04mg/L
(4 時間, ラット♂, ♀)

生態毒性:

水生環境有害性 短期 (急性)

コイ LC50 390mg/L (96 時間)

オオミジンコ LC50 206mg/L
(48 時間)

藻類 ErC50 36.3mg/L (72 時間)

水生環境有害性 長期 (慢性)

魚類 NOEC: ≥ 3.00 mg/L
(21 日間)

オオミジンコ NOEC: ≥ 10 mg/L
(21 日間)

ウキクサ ErC10 < 0.01mg/L
(7 日間)

NOEC 0.01mg/L
(7 日間)



図-1 メヒシバ 5 葉期に対する作用症状

2. 作用機構

トルピラレートは、植物の光合成で重要な役割を担うプラストキノンやカロテノイドの生合成に関与する4-ヒドロキシフェニルピルビン酸ジオキシゲナーゼ（4-HPPD）を阻害する。4-HPPDは多くの生物がもつ酵素であり、植物体内ではプラストキノンの前駆体である4-ヒドロキシフェニルピ

ルビン酸からホモゲンチジン酸への酸化反応を触媒する。プラストキノンは、カロテノイド生合成経路上のファイトエンデサチュラーゼによる不飽和化反応において放出される電子およびH⁺を受け取った補酵素の電子受容体として作用する。そのため、4-HPPDの阻害によるプラストキノン生成量の減少は、間接的にカロテノイド生合成を阻害し、植物の白化症状を引き起こす。

トルピラレートは、植物の葉部、茎

部や茎葉基部より速やかに吸収された後、成長点に移行する。雑草は、薬剤散布から数日経過すると新葉展開部に白化症状が認められ、雑草種や散布時の葉令によっても異なるが、2～3週間後に枯死に至る（図-1）。トウモロコシ体内では、トルピラレートは4-HPPD阻害活性を有しない代謝物へ迅速に分解され、4-HPPDに対する親和性が雑草に比べ低くなるため、高い選択性および安全性を有する。

表-1 ブルーシアフロアブルの殺草スペクトラム

雑草種別	適用雑草
イネ科	メヒシバ、オヒシバ、アキノエノコログサ、イヌビエ、オオクサキビ
ヒユ科	ホソアオゲイトウ、アオビユ、ハリビユ、シロザ
キク科	オオブタクサ、ブタクサ、ハキダメギク、オオオナモミ、ノボロギク
タデ科	オオイヌタデ、イヌタデ
スベリヒユ科	スベリヒユ
ナス科	イヌホオズキ
アオイ科	イチビ
ナデシコ科	コハコベ、オオツメクサ、ノハラツメクサ、ツメクサ
アブラナ科	ナズナ、スカシタゴボウ

表-2 グリホサート抵抗性雑草に対する防除効果（％：薬剤散布29-30日後）

薬剤	薬量 (g a.i./ha)	Tall waterhemp		オオブタクサ		ヒメムカシヨモギ	
		感受性	抵抗性	感受性	抵抗性	感受性	抵抗性
トルピラレート 400SC	30	91	99	99	96	100	98
対照A剤	92	64	80	99	99	100	99
対照B剤	88	71	65	99	99	77	85
対照C剤	17	76	55	98	88	65	71
グリホサート	800	94	40	78	9	84	0

散布水量:200L/ha(MSO 0.5%v/v添加)

処理時葉令:Tall waterhemp 4-6L, オオブタクサ 4-6L, ヒメムカシヨモギ 5-6cm

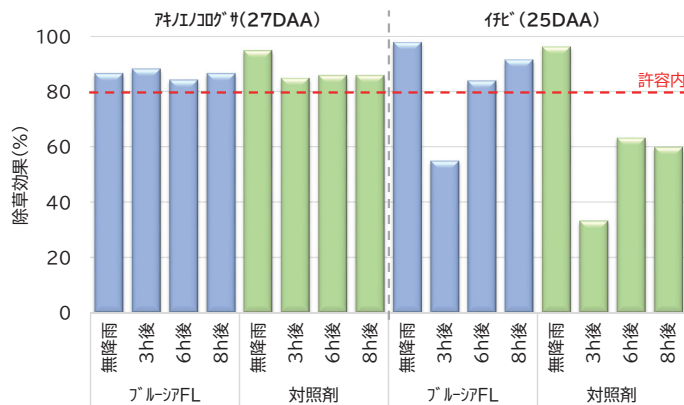


図-2 散布後降雨による効果変動／ブルーシア FL (50ml/10a)
人工降雨装置を用いて、30mm/h の設定で 20 分間の降雨操作
処理時葉令：アキノエノコログサ～5.1L (～28cm)，イチビ：～5.0L
(～19cm) 散布水量：100L/10a (展着剤無加用)

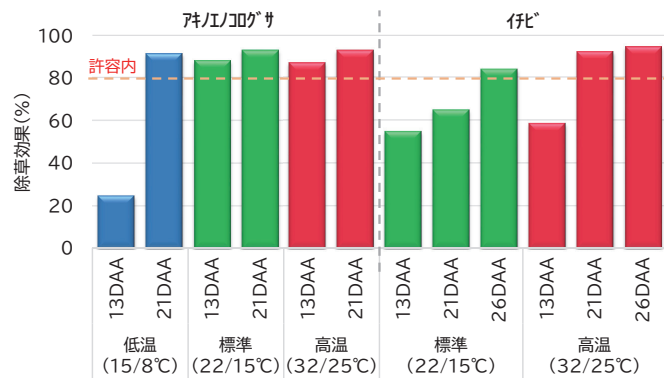


図-3 散布後温度による効果変動／ブルーシア FL (50ml/10a)
処理時葉令：アキノエノコログサ～4.5L (～20cm)，イチビ：～6.5L
(～17cm) 散布水量：100L/10a (展着剤無加用)

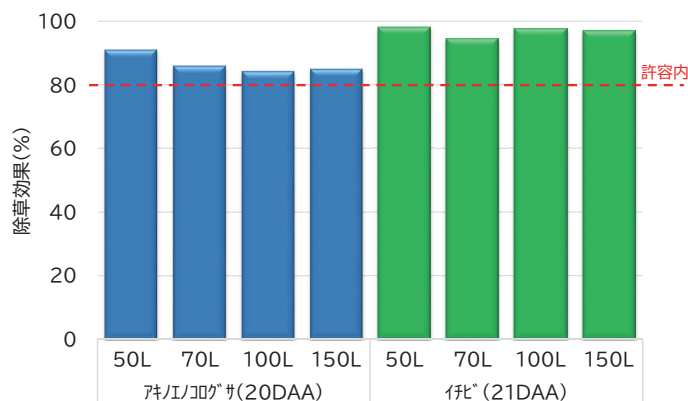


図-4 散布水量 (/10a) による効果変動／ブルーシア FL
(50ml/10a)
処理時葉令：アキノエノコログサ～4.5L (～25cm)，
イチビ：～4.2L (～12cm) 散布水量：100L/10a (展着剤
無加用)

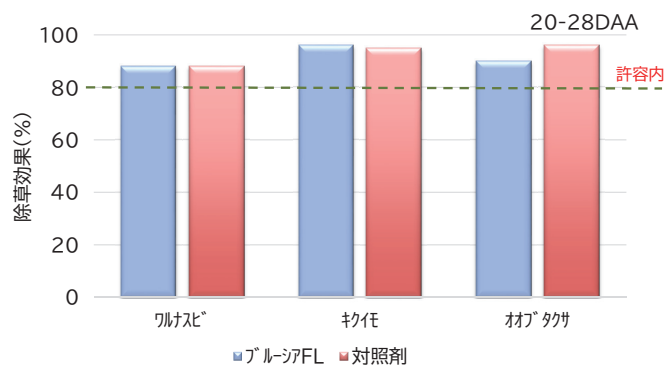


図-5 難防除雑草に対する除草効果／ブルーシア FL (50ml/10a)
処理時葉令：ワルナスビ～7.0L (～15cm)，キクイモ～本葉
4 対 (～18cm)，オオバクサ～本葉 3 対 (～15cm)
散布水量：100L/10a (展着剤無加用)

表-3 トウモロコシに対する作物安全性

クロロシス (薬剤散布4～5日後)

薬剤	薬量 (/10a)	「飼料用トウモロコシ」の品種数			「食用トウモロコシ」の品種数		
		無～極軽微	軽微	許容外	無～極軽微	軽微	許容外
ブルーシアFL	100ml	38	3	0	32	0	0
	50ml	41	0	0	32	0	0

* 無～極軽微：0～1.0，軽微：1.1～1.5，許容外：1.6以上

稈長に対する影響 (薬剤散布47～59日後)

薬剤	薬量 (/10a)	「飼料用トウモロコシ」の品種数			「食用トウモロコシ」の品種数		
		無～極軽微	軽微	許容外	無～極軽微	軽微	許容外
ブルーシアFL	100ml	41	0	0	31	1	0
	50ml	41	0	0	32	0	0

* 完全除草区比 (%) = 処理区地上部丈 / 完全除草区地上部丈 × 100

* 無～極軽微：完全除草区比 95%以上，軽微：完全除草区比 94～90%，許容外：完全除草区比 89%以下

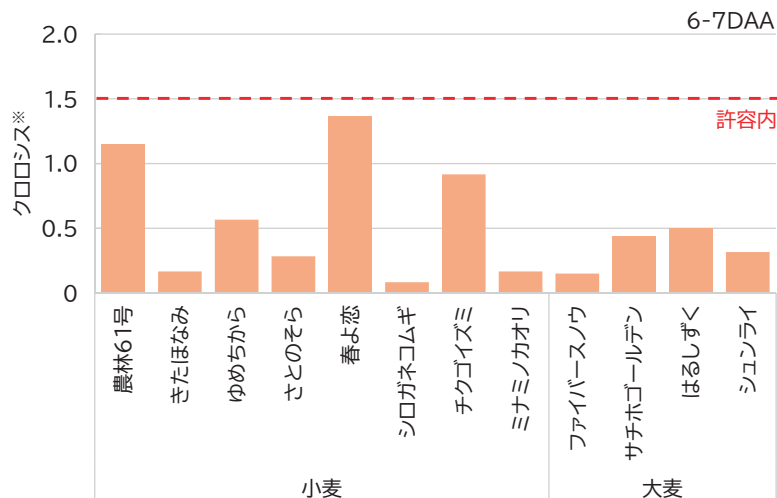


図-6 小麦および大麦に対する安全性／ブルーシア FL (100ml/10a：倍量)
 処理時葉令：3 葉期
 散布水量：100L/10a (展着剤無加用)
 ※ 無～極軽微：0～1.0, 軽微：1.1～1.5, 許容外：1.6 以上, 完全枯死：5.0

3. 生物活性

1) 殺草スペクトラム

ブルーシアフロアブル（トルピラレート；10.4%）は，生育期の夏生一年生雑草に対して優れた除草効果を示し，イネ科雑草は4～5葉期，広葉雑草は5～6葉期まで有効である（表-1）。トウモロコシ栽培で問題となるイチビやイヌホオズキに対する除草活性はその他広葉雑草に比べ高く，8葉期まで高い除草効果を示す。また，報告例の多いアセト乳酸合成酵素阻害剤やグリホサートなどに抵抗性を示す雑草に対しても，同系統の有効成分に比べ優れた効果を示すことが，海外での試験により確認されている（表-2）。

2) 環境変動条件下での除草効果

実用場面で想定される種々変動条件下における除草効果を検討した。ブルーシアフロアブルは薬剤散布後の降雨（図-2）や温度（図-3）による効果変動が小さく，散布水量によ

る影響（図-4）も認められないことから，薬剤使用場面でも効果変動を受けにくい殺草特性を有することが示唆された。

3) 外来雑草種（ワルナスビ，キクイモ，オオブタクサ）に対する除草効果

本剤の単用散布では，地下茎や塊茎からの後発生個体に対する抑制効果は不十分であったが，これら雑草に対する茎葉処理活性は対照剤同様に高く（図-5），体系防除や混用散布のツールとして有望である。

4) トウモロコシに対する作物安全性

ブルーシアフロアブルの飼料用トウモロコシ41品種，食用トウモロコシ32品種に対する安全性を示す（表-3）。薬剤付着部位にクロロシス症状が観察される場合もあったが，その程度は軽微で一過性であった。倍量散布区（100mL/10a）でも新葉展開やその後の生育には全く影響を及ぼさず，本剤はトウモロコシの系統や品種に関わらず使用することが

可能である。

5) 麦類に対する安全性

ブルーシアフロアブルの小麦8品種，大麦4品種に対する安全性を示す（図-6）。地上部に対するクロロシスの発症程度に品種間差が認められたものの，その程度は何れも軽微であり，倍量散布区（100mL/10a）でも実用上問題となるような薬害症状は観察されなかった。麦作の場合，土壌処理型除草剤で雑草繁茂を予防する防除体系が主流であるが，作付け地域や時期により春先から発生する夏生雑草を防除することが可能である。

おわりに

トルピラレートは，トウモロコシや麦類に対する安全性が高く，幅広い雑草種に対して高い防除効果を示す茎葉散布型の基幹防除剤である。また，他剤との体系散布や混用散布を行うことで，より効率的かつ有効に使用できる薬剤であることが国内外で示され，世界各国でトルピラレートを含有する製品群の開発や普及活

動が活発化している。適用分野の拡大研究に関する継続な評価を進めており、将来に渡り安定的な食糧供給や作物生産性に大きく貢献出来るように普及活動に努めていく。

参考文献

福田将太ら 2024. トルピラレート水和剤の麦類における適用性（第1報）－小麦及び大麦に対する安全性－. 日本雑草学会第63回大会講演要旨, 88.

菅沼丈人 2022. トルピラレート (Tolpyralate) [HRAC27, 4- ヒドロキシフェニルビルビン酸ジオキシゲナーゼ (HPPD) 阻害]. 日本雑草学会「除草剤解説集」, 65-69.

塚本正満ら 2021. Discovery and structure optimization of a novel corn herbicide, tolpyralate. *Journal of Pesticide Science* 46(2), 152-159.

菅沼丈人 2019. 新規トウモロコシ用除草剤「ブルーシアフロアブル」の利用事例の紹介. 牧草と園芸 67(5), 18-21.