

# ピロキサスルホンの芝生地における適用性

株式会社理研グリーン  
開発普及本部  
開発部

岩田 卓也

## はじめに

ピロキサスルホンはクミアイ化学工業（株）とイハラケミカル工業（株）が共同研究で開発した新規のイソキサゾリン系化合物である（図-1）。本化合物は、幅広い殺草スペクトラムと安定した残効性を有し、さらに、近年米国で問題が拡大しているグリホサートやALS（アセト乳酸合成酵素）阻害剤に複合抵抗性を有するヒユ類にも高い除草効果を発揮する。上記の特性から、米国、豪州、南アフリカなどでは、食用作物（トウモロコシ、ダイズ、ムギ類）を対象とした畑作用除草剤として既に実用化されており、各国から高く評価されている。日本では芝用除草剤として公益財団法人日本植物調節剤研究協会を通じて、2006年より公的委託試験が開始され、秋期の日本芝における実用可能の判定を経て、2014年7月10日に商品名「理研ソリスト顆粒水和剤」として農薬登録を取得し、株式会社理研グリーンが2014年秋期からゴルフ場分野において販売を開始している（表-1）。本報では、ピロキサスルホンの生物活性および芝生地における適用性について紹介する。

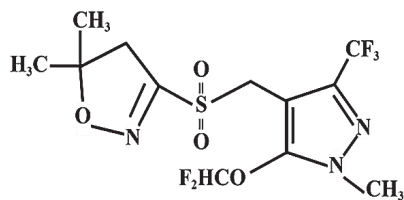


図-1 ピロキサスルホンの構造式

## 1. 有効成分と物理化学性

一般名：ピロキサスルホン

(pyroxsulfone)

化学名：3-[5-(ジフルオロメトキシ)-1-メチル-3-(トリフルオロメチル)ピラゾール-4-イルメチルスルホニル]-4,5-ジヒドロ-5,5-ジメチル-1,2-オキサゾール

化学式：C<sub>12</sub>H<sub>14</sub>F<sub>5</sub>N<sub>3</sub>O<sub>4</sub>S(分子量：391.3)

性状：白色結晶

水溶解度：3.49 mg/L (20°C)

土壤吸着係数：38～66 Koc

(25°C：日本土壌)

蒸気圧：2.4 × 10<sup>-6</sup> Pa (25°C)

## 2. 安全性

急性毒性：経口ラット(♀)LD<sub>50</sub>

2,000 mg/kg 以上

：経皮ラット(♂♀)LD<sub>50</sub>

2,000 mg/kg 以上

水産動植物に対する影響

：オオミジンコ EC<sub>50</sub>

>1,000mg/L (96時間)

：コイ LC<sub>50</sub>

>1,000mg/L (48時間)

：藻類 EC<sub>50</sub>

0.00263mg/L (72時間)

## 3. 作用機構

ピロキサスルホンの処理により、イネ体内で超長鎖脂肪酸の合成量が減

少し、その前駆体の蓄積が確認されたため、ピロキサスルホンの作用点は植物の超長鎖脂肪酸伸長酵素(very-long-chain fatty acid elongase, VLCFAE)であると考えられる。植物中にはVLCFAEをコードする遺伝子が多種類存在することが明らかになっているが、これまでの研究によってピロキサスルホンは複数のVLCFAE分子種を阻害することが判明している。超長鎖脂肪酸は植物のワックス層(クチクラ)などの構造を構成する成分であり、超長鎖脂肪酸の合成が阻害されると植物はその構造を維持することができなくなり枯死に至るものと考えられている。

## 4. 生物活性

### (1) 殺草スペクトラム

ピロキサスルホン(85.0%顆粒水和剤)の芝生地雑草に対する除草効果をポット試験にて確認した結果、本剤は0.0425～0.085g ai/m<sup>2</sup>の薬量において、スズメノカタビラおよびスズメノエンドウなどに対して、発生前から発生初期処理まで高い防除効果を示した(表-2)。

### (2) 秋冬期雑草に対する処理適期幅

秋冬期雑草(スズメノカタビラ、オランダミミナグサ、スズメノエンドウ、オオアレチノギク)の発生前(2008年9月17日)および発生初期(2008年10月15日)に対するピロキサス

表-1 理研ソリスト顆粒水和剤の適用範囲および処理方法

作物名	適用雑草名	使用時期	使用量		使用方法	ピロキサスルホンを含む農薬の総使用回数
			薬量	希釈水量		
日本芝	一年生雑草	秋期芝生育期 (雑草発生前～発生初期) (スズメノカタビラ3葉期まで)	0.05～ 0.1g/m <sup>2</sup>	200～ 250mL/m <sup>2</sup>	全面土壌	1回
樹木等		雑草発生前～ 発生始期	0.075～ 0.2g/m <sup>2</sup>	100～ 200mL/m <sup>2</sup>		

表-2 ピロキサスルホンの殺草スペクトラム (ガラス温室内試験)

科名	種名	雑草生育ステージと使用薬量 (g ai/ha)					
		発生前			発生初期		
		0.0425	0.068	0.085	0.0425	0.068	0.085
イネ科	スズメノカタビラ	●	●	●	●	●	●
	ハルガヤ	●	●	●	●	●	●
キク科	オオアレチノギク	●	●	●	◎	●	●
	ヒメムカシヨモギ	●	●	●	◎	●	●
	セイヨウタンポポ	●	●	●	◎	●	●
	ブタナ	●	●	●	◎	●	●
	ノボロギク	◎	◎	◎	○	◎	●
マメ科	カラスノエンドウ	●	●	●	●	●	●
	スズメノエンドウ	●	●	●	●	●	●
	コメツブツメクサ	●	●	●	◎	◎	●
	シロツメクサ	●	●	●	◎	●	●
シソ科	ホトケノザ	●	●	●	◎	●	●
	ヒメオドリコソウ	◎	●	●	◎	●	●
アブラナ科	タネツケバナ	◎	●	●	◎	◎	●
	ナズナ	●	●	●	◎	●	●
ナデシコ科	ツメクサ	●	●	●	◎	●	●
	ハコベ	●	●	●	◎	●	●
	オランダミミナグサ	●	●	●	●	●	●
オオバコ科	オオバコ	◎	●	●	○	◎	●
ゴマノハグサ科	オオイヌノフグリ	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	タチヌノフグリ	○	◎	●	◎	◎	●

表記方法：●極大 (100%)，◎極大 (99～100%)，○大 (89～80%)，□中 (79～60%)，△小 (59～40%)，×無し (39%以下)

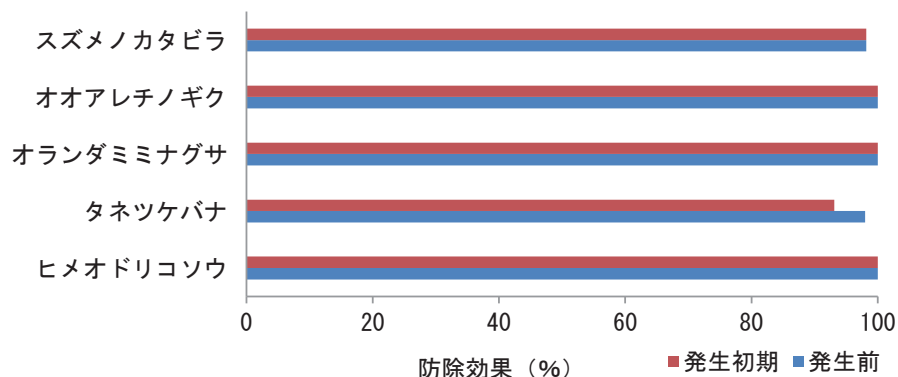


図-2 各種雑草に対する処理時期別での除草効果 (圃場試験 0.06375g ai/m<sup>2</sup>)  
発生前 (2008年9月17日), 発生初期 (2008年10月17日)

ルホン (85.0%顆粒水和剤) の除草効果を確認した結果、本剤は0.06375g ai/m<sup>2</sup>の薬量で、発生前、発生初期と

もに対象雑草に対して高い防除効果を示した (図-2)。

### (3) 日本芝に対する秋冬期処理での安全性

日本芝に対する秋期処理での連用処理を実施した結果、茎葉部および根部に対する影響は認められず、本剤は秋期処理で日本芝に対する安全性が高いことを確認した (データ省略)。

## 5. 難防除雑草スズメノカタビラ

スズメノカタビラはゴルフ場などの芝生地において、最も防除困難な雑草



図-3 裸地のスズメノカタビラ (出穂期)



図-4 日本芝内のスズメノカタビラ



図-5 ベントグラス内のスズメノカタビラ (出穂期)

として30年以上も前から知られている。スズメノカタビラを雑草図鑑で調べてみると下記のように紹介をされており、果樹園や畑地でもよく知られている雑草の1つである(図-3, 4, 5)。

- ・イネ科イチゴツナギ属の一年草(もしくは越年草)雑草で日本全土に分布。

- ・草丈は10～30cm, 花期は3～11月で白い穂を結実させる。

なお、ゴルフ場では通年を通して生育する多年型タイプや、匍匐茎を有する矮性タイプなど農耕地とは異なる形態のスズメノカタビラも確認されている。

本草種の防除が困難な理由は複数あるが、その中でも発芽パターンの複雑化および芝生表層における有機質の蓄積は大きな問題となっている。

### (1) スズメノカタビラの発芽特性

当社グリーン研究所において、全国18か所のゴルフ場および試験地からスズメノカタビラの種子を採取し、発

芽パターンを確認した結果(図-6)、大別して下記の3つのパターンが確認された。(伊織・小山 1994)

パターン①: 休眠なし&春期一斉発芽

パターン②: 休眠なし&長期発芽

パターン③: 休眠あり&秋期発芽

スズメノカタビラの多くが秋冬期に発芽すると考えられているため、ゴルフ場ではイネ科土壌処理剤を秋冬期(9～11月)に散布している(図-7)。しかし、ゴルフ場では発芽適期が異なるスズメノカタビラが混在しており、発芽時期が長期化している可能性が考えられる。そのような条件下では、本草種の発芽時期と土壌処理剤の散布時期のズレ(雑草の発生前に土壌処理剤を散布することが困難な事態)が防除を困難にしている要因の1つとして考えられる。

### (2) 防除課題 土壌表層の有機質集積による弊害

土壌処理剤の効果を不安定にする要

因として、芝生表層に形成される有機質の問題がある。芝生表層には芝生の刈りカスや枯死した根茎などの有機質が集積したサッチと呼ばれる層(サッチ層)が形成されている。土壌処理剤を散布すると薬剤の有効成分がこのサッチ層に吸着され、そこから発芽する埋土種子の発芽を抑制する。しかし、有機物が集積してサッチ層が厚くなると薬剤の有効成分の殆どがサッチ層に吸着されてしまい、土壌中の埋土種子まで有効成分が届かずに除草効果が発揮できないケースが想定される(図-8)。

発芽時期の複雑化とサッチ層の集積による影響は、近年のスズメノカタビラ防除を困難にしている大きな要因と考えられるが、従来の除草剤ではこれらの課題を解決することが困難であった。しかし、ピロキサスルホンは、これらの問題に対して独自の高い除草活性と物理化学特性により、スズメノカタビラに対する特効薬となることが期

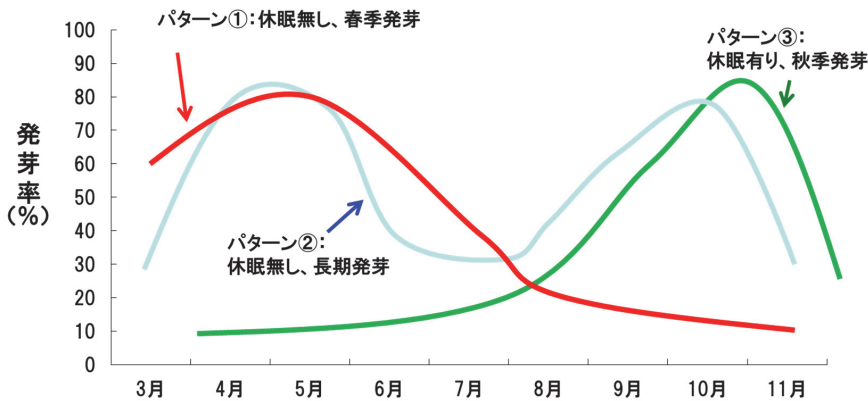


図-6 採取地別スズメノカタビラの発芽パターン (イメージ)



図-7 ゴルフ場での散布風景

表-3 生育ステージ別スズメノカタビラに対する防除効果（ガラス温室内試験）

供試薬剤	薬量 g ai/m <sup>2</sup>	スズメノカタビラ生育ステージ			
		発生前	1~2葉期	4葉期	6葉期
ピロキサスルホン (85.0%顆粒水和剤)	0.005	100	100	40	40
	0.01	100	100	100	100
	0.02	100	100	100	100
	0.0425	100	100	100	100
	0.085	100	100	100	100
A剤	0.009	100	90	0	0
	0.018	100	100	30	0
	0.036	100	100	50	0
	0.072	100	100	100	50
	0.144	100	100	100	100
B剤	0.0125	20	10	0	0
	0.025	90	30	0	0
	0.05	100	100	70	70
	0.1	100	100	100	100
	0.2	100	100	100	100
無処理区		0	0	0	0

表示方法：0（効果なし）～100（枯死），80以上を塗り潰し。

待されている。次項では、ピロキサスルホンのスズメノカタビラに対する適用性について紹介する。

## 6. スズメノカタビラ防除における適用性

### (1) スズメノカタビラに対する生育ステージ別除草効果

ピロキサスルホン（85.0%顆粒水和剤）の生育ステージが異なるスズメノカタビラに対する除草効果を確認した結果、本剤は0.01～0.085g ai/m<sup>2</sup>においてスズメノカタビラの発生前から6葉期まで高い除草効果を示し、比較剤よりも処理適期幅が広いことを確認した（表-3）。

芝生地における土壌処理剤の課題として、除草剤の有効成分がサッチ層に吸着され、サッチ層の下から発芽する雑草に対して薬剤が十分に行き届かず除草効果が不安定となる問題が挙げられる。

そこで、ピロキサスルホン（85.0%顆粒水和剤）の有効成分が吸着されている層の厚さを確認するため、ホールカッターを用いて薬剤散布した箇所の芝生と土壌を採取し、サンプル切断面に検定種

子（クリーピングベントグラス）を播種するバイオアッセイ試験を実施した。その結果、比較剤よりも処理層が厚いことを確認した（図-9, 10）。

また、本剤の吸収部位を確認するため、スズメノカタビラの処理部位別の除草効果を確認した結果、主に雑草の基部および根部から吸収されることが明らかになった（表-4）。

以上の結果より、本剤は適度な厚さの処理層と雑草の基部および根部から吸収される特性から、既存の土壌処理

表-4 ピロキサスルホンの薬剤吸収部位（ガラス温室内試験）

供試薬剤	g ai/m <sup>2</sup>	処理部位			
		通常散布	茎葉部	基部	根部
ピロキサスルホン (85.0%顆粒水和剤)	0.00595	1.5	0.0	3.5	1.5
	0.0119	5.0	0.0	5.0	3.0
	0.0238	5.0	1.5	5.0	4.0
無処理	—	0.0	0.0	0.0	0.0

表示方法：0（効果なし）～5（枯死），4.0以上を塗り潰し。

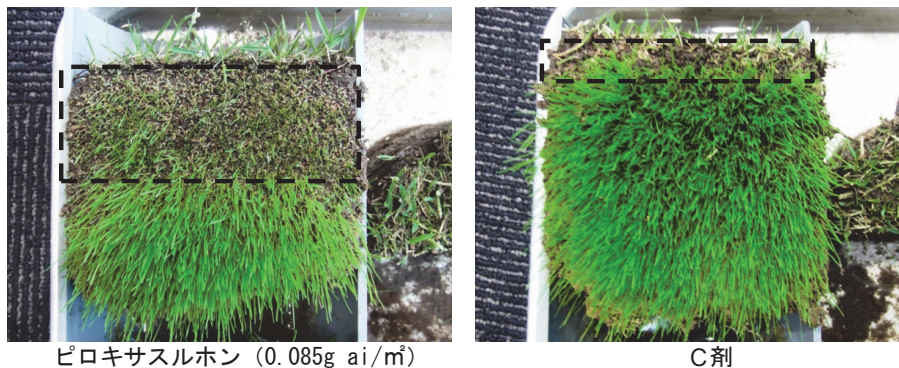


図-10 芝生地におけるピロキサスルホン（85.0%顆粒水和剤）の処理層黒線箇所で検定種子に発芽抑制が認められた。

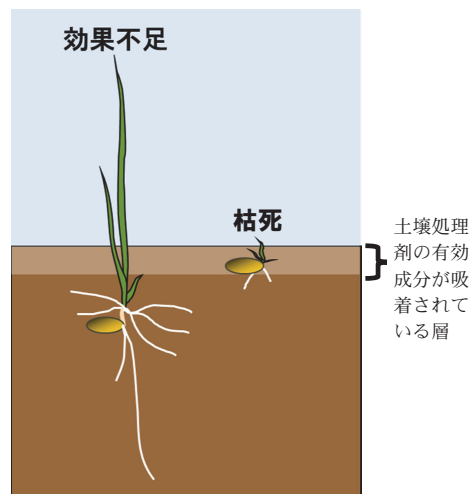


図-8 サッチ層の集積による土壌処理剤の不効事例



図-9 ホールカッターを用いて採取したサンプル剤では防除が困難であったサッチ層の中から発生する雑草に対しても高い効果を発揮するものと考えられた。

### (2) 実証試験

ピロキサスルホン（85.0%顆粒水和剤）のゴルフ場における効果を確認



図-11 ピロキサスルホンの秋冬期雑草に対する除草効果  
(左：処理区、右：無処理区)

するため、2012年に全国40カ所のゴルフ場のフェアウェイおよびラフにおいて約5,000㎡規模の実証試験を(公財)日本植物調節剤研究協会へ委託した。その結果、何れのゴルフ場においてもスズメノカタビラおよび他の一年生雑草に対しても高い除草効果が認められた(図-11)。なお、日本芝に対する影響は認められなかった。

## おわりに

スズメノカタビラは芝生地における難防除雑草の一つである。その要因として、発生パターンの複雑化により、スズメノカタビラの発生前に秋冬期土壌処理剤を散布することが困難になっている可能性が考えられる。また、ゴ

ルフ場等では管理予算の削減により芝生の刈りカスの回収と更新作業によるサッチの除去が十分に行われず、土壌表層にサッチ層が堆積し、スズメノカタビラに有効な土壌処理剤を散布してもサッチ層の下方から発芽する雑草種子に対して除草効果が十分に発揮されないことが問題となっている。さらに、海外では幾つかの系統の薬剤に対して感受性が低下したスズメノカタビラの発生報告があることから、今後は日本の芝生地においても除草剤低感受性のスズメノカタビラが発生する可能性が高いと考えられる。これらの問題に対して、新規系統で、適度な厚さの処理層を形成し、スズメノカタビラに対する処理適期幅が広いピロキサスルホンは、今後の芝生地での効率的な雑草防

除に貢献できるものと期待される。

## 参考文献

- 林弥栄・平野隆久 1989. 野に咲く花. 山と溪谷社, 534pp.
- 伊織新一・小山直樹 1994. スズメノカタビラの生態および薬剤感受性について. 芝草研究 23(別1), 108-109.
- 三浦豊ら 2012. 新規芝生用除草剤 KUH-062H に関する研究. 芝草研究 41, 48-49.
- 三浦豊ら 2013. 新規芝生用除草剤 KUH-062H に関する研究 第2報. 芝草研究 42, 52-53.
- 三浦豊ら 2014. 新規芝生用除草剤 KUH-062H に関する研究 第3報. 芝草研究 43, 68-69.
- 種谷良貴ら 2013. イソキサゾリン骨格を有する除草剤の可逆的 VLCFAE 阻害. 植調 47(9), 19-26.

## 読者からの手紙 49巻4号を読んで

コラム「ドクダミ」(特に、北原白秋の恋人との関係)には、本当に驚いています。我が家の屋敷は約300坪ありますが、至る所にドクダミが生えています。確かに、根絶はなかなか難しいですね。しかしながら、毎年、6月上旬頃にドクダミを収穫・乾燥させて「ドクダミ茶」を作って、下旬頃より飲み始めています。飲むと疲れが取れますし、八女地方では飲むと肌がきれいになると言われています。また、屋敷内の草取りをする際、ドクダミに触ると独特の匂いがして、一瞬ですが疲れが癒される気がします。どういう成分が作用しているのかわかりませんが・・・。

因みに、我が普及指導センター管内に、北原白秋の生誕地である柳川市があります。その白秋にまつわる事件と申しますか、出来事には同情というか、ある程度分かる気がします。男と女の微妙な関係は、本当に微妙というか、正に隠微ですね。白秋の別の顔と申しますかエビ

ソードを知り得て、大変勉強になりました。

巻頭言の「なでしこジャパンと戦国武将の家紋」は、よくここまで調べられたと感心しています。私も思うのですが、雑草の花は美しいのが多いですね。お盆前に出現するトンボが、「勝ち虫」というのは知りませんでした。

我が家は、福岡県八女市という地方都市にあり、水田50aの水稲作をしています。「元気づくし」という県育成品種で、6月20日に田植えをしました。畦畔の草刈りは4回実施しました。作業はやや重労働ですが、終わった後の爽快感は格別です。今年はスクミリンゴガイの被害がひどく、遂に除草剤を散布しませんでした。スクミリンゴガイが雑草を食べてくれたことで、除草は彼らに任せただけになっています。

南筑後普及指導センター参事 三角 孝幸