

# フェノキサスルホン(KUH-071)

クミアイ化学工業株式会社  
研究開発本部  
研究開発部

高橋 優樹

## はじめに

フェノキサスルホンは、クミアイ化学工業株式会社とイハラケミカル工業株式会社が共同開発したイソキサゾリン系の新規の水稲用除草剤である。本剤は10aあたり15～20gという低薬量で、水稲栽培で最も重要な雑草であるノビエに対して高い除草効果を示し、ノビエ以外の多くの水田一年生雑草にも効果を示す。また、残効性に優れ、後発生の雑草を長期間抑える。降雨による田面水の流出などの水変動条件でも安定した除草効果を示すとともに、水田系外への流亡が少なく、環境への影響が小さいという特長がある。これらの特長から、フェノキサスルホンは平成19年度民間実用化研究促進事業「安全で環境負荷の少ない国産水稲用除草剤の開発・実用化」に採用され、国の支援を受けて本剤を含有する水稲用除草剤の開発が進められた。本報では、フェノキサスルホンの20g a.i./10aの生物活性を中心に本剤の特長を紹介する。

## 1. 研究、開発の経緯

クミアイ化学工業株式会社とイハラケミカル工業株式会社の関連会社である株式会社ケイ・アイ研究所では、1990年代後半からイソキサゾリン系化合物に着目した畑作用土壌処理除草剤の探索研究が行われ、その過程で畑作用除草剤ピロキサスルホンが見出さ

れ開発に成功した。この一連の研究を通じて、化合物の物理化学性と活性発現の間に相関がある事が判明し、特に疎水性部位にフェニル基を有する化合物は水溶解度が低く、土壌吸着が強い性質をもち、水田場面への適用性が期待された。そこで、フェニル環の最適化検討を行い、2002年に移植水稲とタイヌビエ間の高い選択性を有し、水稲除草剤として適切な物理化学性を兼ね備えるフェノキサスルホンを発見した。その後、社内の適用性評価試験を経て、フェノキサスルホン1キロ粒剤(KUH-071)、フェノキサスルホン・ブromoブチド・ベンスルフロメチル混合剤(KUH-072)を2007年から現公益財団法人日本植物調節剤研究協会を通じた水稲用除草剤としての適用性試験を開始した。その後もフェノキサスルホンを含有する水稲一発処理除草剤としてその他混合剤を開発し、2014年10月3日にフェノキサスルホン1キロ粒剤「ヒエカット剤」、フェノキサスルホン・ブromoブチド・ベンスルフロメチル混合剤「クミスター／アルファプロ剤」、フェノキサスルホン・ピリミスルファン混合剤「ガンガン剤」(KUH-101)、フェノキサスルホン・ベンゾビスシクロン・ピリミスルファン混合剤「ベンケイ剤」(KUH-122)、フェノキサスルホン・ピラクロニル・ピリミスルファン混合剤「ヤブサメ剤」(KUH-123)、フェノキサスルホン・ベンスルフロメチル・ベンゾビスシクロン混合剤「オオワザ剤」(NH-1001(H))が農薬登録された。

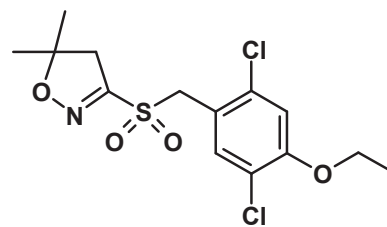
## 2. 名称および化学構造

一般名：フェノキサスルホン

(ISO名：fenoxasulfone)

化学名 (IUPAC)：3-[(2,5-ジクロロ-4-エトキシベンジル)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

構造式：



分子式：C<sub>14</sub>H<sub>17</sub>Cl<sub>2</sub>NO<sub>4</sub>S

系統名：イソキサゾリン系

## 3. 物理化学性、安全性

性状：白色結晶

融点：157.6℃

蒸気圧：2.9×10<sup>-7</sup>Pa (25℃)

水溶解度：0.17 mg/L (20℃)

急性毒性：

経口：ラット(雌)LD<sub>50</sub> > 2,000mg/kg

経皮：ラット(雄, 雌)LD<sub>50</sub> > 2,000mg/kg

水産動植物影響：

甲殻類：オオミジンコ EC<sub>50</sub>(48h) > 0.302 mg/L

藻類：緑藻 ErC<sub>50</sub>(72h) 0.937μg/L

魚類：コイ LC<sub>50</sub>(96) > 0.275mg/L



図-1 発生前処理におけるタイヌビエの作用症状 (処理後13日)



図-2 ノビエ2.5葉期処理におけるタイヌビエの作用症状 (処理後20日)

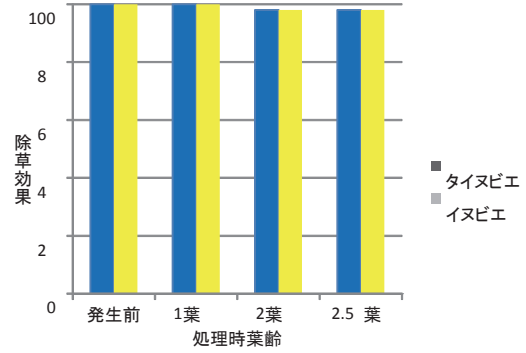


図-3 フェノキサスルホン (20 g ai/10a) のノビエに対する除草効果  
クミアイ化学工業株式会社 生物科学研究所 温室内ポット試験 2または3反復処理後30日に観察調査 (0:効果なし~100:完全枯死)

表-1 フェノキサスルホン\*の殺草スペクトラム

処理時期	一年生雑草						多年生雑草							
	ノビエ	コナギ	ミズアオイ	アゼナ類	ミゾハコベ	キカシグサ	タマガヤツリ	イヌホタルイ	マツバイ	ヘラオモダカ	ミズガヤツリ	ウリカワ	オモダカ	ヒルムシロ
発生前	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎	○	◎	×	△	○
生育初期**	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	×	◎	△	◎	×	△	-

◎著効, ○有効, △やや不十分な効果, ×不十分な効果, -評価データなしを示す。

\* 20 g ai./10aの効果

\*\* ノビエ2.5葉期処理における効果, マツバイは発生始, オモダカは広葉形葉, 他の草種は1~2葉期

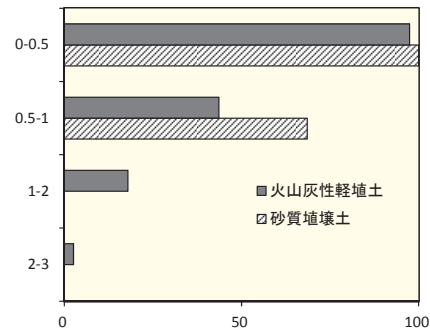


図-4 フェノキサスルホンの土壌層別のタイヌビエに対する効果

厚さ0.5cmまたは1cmに輪切りにした塩ビパイプを連結し、代掻きした土壌を充填したワグネルポットに垂直に埋め込んだ。薬剤の水希釈液を水深4cmの状態に水面に滴下処理し、処理直後より2cm/日の漏水操作を5日間実施した。処理6日後に塩ビパイプを土壌ごと掘り出し、土壌を層別に切り出してプラスチックカップに移した。タイヌビエ種子を5粒播種し14日後にタイヌビエの地上部の乾燥重量を測定し、対無処理で生育阻害率を算出した。

## 4. 作用機構および殺草作用症状

フェノキサスルホンの作用点は植物のワックス層形成などに必要な超長鎖脂肪酸 (Very Long Chain Fatty Acid: VLCFA) の合成阻害であることが明らかになっている。フェノキサスルホンは複数の超長鎖脂肪酸伸長酵素 (VLCFAE) を阻害し、これにより植物は正常な生育ができなくなり枯死に至る。フェノキサスルホンは植物体内に吸収された後、発生前のノビエの場合は出芽後速やかに生育を停止し枯死に至り (図-1), 生育初期のノビエの場合は処理後数日で新葉の出すくみ, 縮葉, 濃緑化などの症状を呈し成長を阻害しておよそ2,3週間程度で枯死に至らしめる (図-2)。

## 5. 生物活性

### (1) 殺草スペクトラム

本剤は発生前から2.5葉期までのノビエに高い除草効果を示す (図-4)。それに加え, コナギ, アゼナ類などの一年生雑草に対しても高い除草効果を示し, マツバイや表層発生のイヌホタルイ, ミズガヤツリにも効果がある (表-1)。また, これらのうちスルホニルウレア系除草剤に抵抗性を示すバイオタイプにも有効である。

### (2) 吸収部位

日植調作-4試験に準拠し, 2葉期のイネの各部位に薬液を接触させて吸収部位を検定したところ, フェノキサスルホンは根部≧茎葉基部>茎葉部の順にイネに対する影響が大きく, 主に根部および茎葉基部からの吸収により

作用することが明らかになった (データ省略)。

### (3) 土壌中移動性

湛水状態のポットのバイオアッセイ試験で土壌中の下方移動性を検定したところ, フェノキサスルホンは土壌表層1cm程度までに局在することが明らかになった (図-3)。この性質により, 実際の圃場条件においても土壌表層に処理層が形成され, 安定した除草効果を示すとともに, 低い水溶解度と相まって水田系外への流亡が少なくなると考えられる。

### (4) 残効性

フェノキサスルホンはタイヌビエ, コナギ, アメリカアゼナに対し, 60日を超える長期間の残効を有することが確認された (図-5)。フェノキサスルホンはこの長い残効を有する特長から, 寒冷地などの雑草の発生期間が長

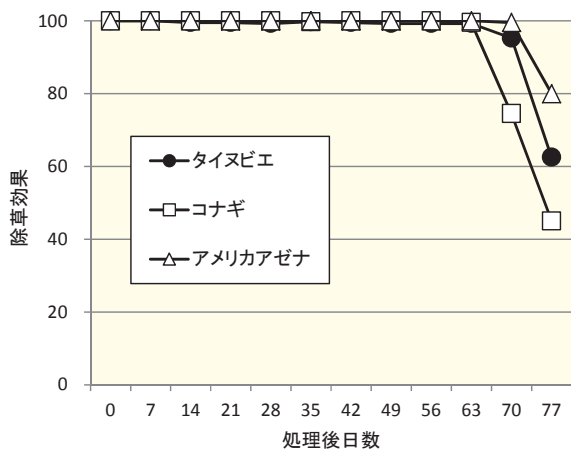


図-5 フェノキサスルホン (20 g a.i./10a) の一年生雑草に対する残効  
クマイ化学工業株式会社 生物科学研究所 温室内ポット試験 4 反復処理後7日毎  
に土壤表層にタイヌビエ, コナギ, アメリカアゼナを播種し, 播種21日後に観察調査  
(0: 効果なし~100: 完全枯死)

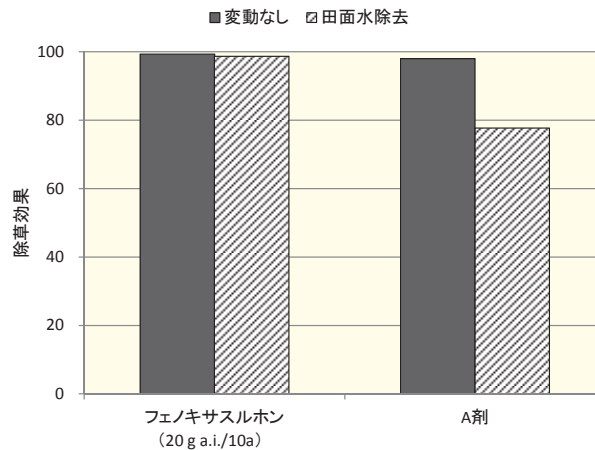


図-6 フェノキサスルホンの田面水除去の水変動条件における2.5葉期の  
タイヌビエに対する除草効果

処理後30日の観察調査指数(0: 効果なし~100: 完全枯死)  
変動なし: 処理時より水深を4cmを維持して管理  
田面水除去: 処理翌日よりゴムチューブで2cm/日の替水操作を5日間実施し, その  
後水深4cmで管理  
クマイ化学工業株式会社 生物科学研究所 温室内ポット試験 3 反復

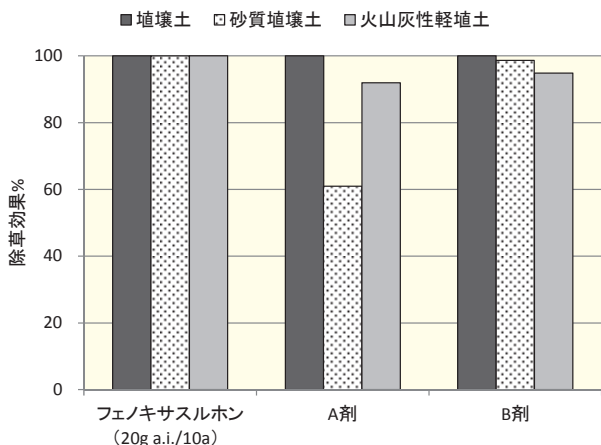


図-7 フェノキサスルホンの異なる土壌条件における2.5葉期のタイ  
ヌビエに対する除草効果

処理後30日の地上部の生重量を測定し, 対無処理区比で除草効果を算出  
クマイ化学工業株式会社 生物科学研究所 温室内ポット試験 3 反復

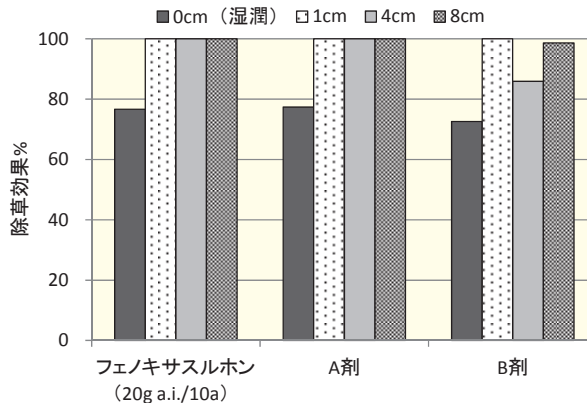


図-8 フェノキサスルホンの異なる水深条件における2.5葉期のタイ  
ヌビエに対する除草効果

処理後29日の地上部の生重量を測定し, 対無処理区比で除草効果を算出  
水管理: 薬剤処理時から田面水を所定の水深で維持  
クマイ化学工業株式会社 生物科学研究所 温室内ポット試験 3 反復

い圃場でも一年生雑草を中心に発生を  
長期間抑える効果が期待できる。

### (5) 環境変動条件下での除草効果

環境変動条件を想定した種々変動条  
件下でフェノキサスルホンのタイヌビ  
エに対する効果を確認した。フェノキ  
サスルホンは降雨により田面水が流出  
した条件(田面水除去)(図-6)や漏  
水条件(データ省略), 異なる土壌条  
件においても安定した除草効果を生  
揮しており(図-7), 圃場条件で起  
こりうるさまざまな変動条件下でも  
安定した除草効果を示す性能を有し  
ている。しかしながら, 田面水が湛

水され  
ない条件では効果の低下が認められ  
(図-8), 性能を発揮させるためには  
田面が露出しないよう湛水管理する  
ことが重要である。

### (6) 移植水稻に対する安全性

フェノキサスルホンは, 十分な植付  
け深度が保たれている水稻に対しては  
処理時期の違いや(図-9), 土壌の違  
い(データ省略)による薬害の変動は  
小さく, 高い安全性が確認されている。  
一方, 移植深度1cmに浅植えした場  
合には薬害が強くなることが確認さ  
れている(図-10)。下方向への土壌中  
移動性試験, 吸収部位の検定試験から

も明らか  
なように, 本剤は土壤表層に  
局在し, また根部からの吸収による反  
応が大きい  
ため, 浅植えや根が露出する  
条件では薬害が発生しやすくなると  
考えられる。安全性を確保するために  
移植深度を確保し, 苗の植え付けが均  
一になるよう丁寧な代かきを行うこと  
が重要と考えられる。

### (7) 圃場試験(日植調委託試験)

2008年, 2009年に日植調委託試  
験にてフェノキサスルホン2%粒剤  
(KUH-071-1kg粒)の圃場試験を実  
施した。フェノキサスルホンは, +3  
~ノビエ2.5葉期までノビエを含む各

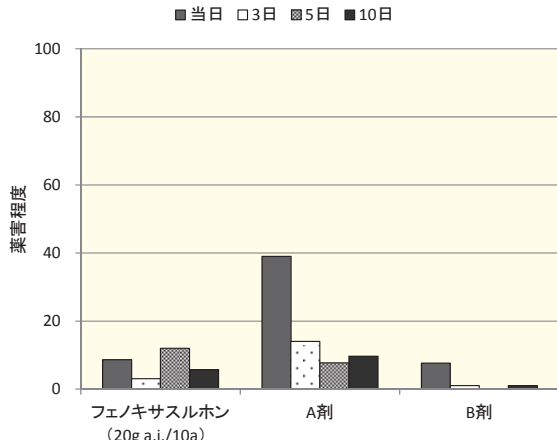


図-9 フェノキサスルホンの処理時期別の水稻に対する影響

処理後 28 日の観察調査指数 (葉害程度 0 : 葉害なし ~ 100 : 完全枯死)  
 供試土壌 : 埴壤土 イネ移植深度 : 2cm イネ移植時葉齢 2.3 葉期  
 水管理 : 処理時より水深を 4cm を維持して管理  
 クミアイ化学工業株式会社 生物科学研究所 温室内ポット試験 3 反復

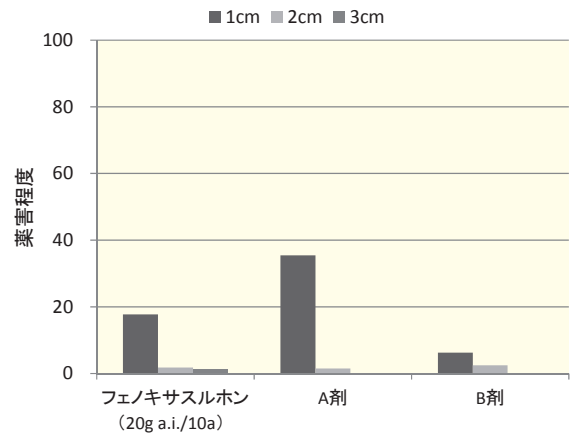


図-10 フェノキサスルホンの異なる深度で移植した水稻に対する影響

処理後 30 日の観察調査指数 (葉害程度 0 : 葉害なし ~ 100 : 完全枯死)  
 供試土壌 : 埴壤土 イネ移植時葉齢 2 葉期  
 水管理 : 処理時より水深を 4cm を維持して管理  
 クミアイ化学工業株式会社 生物科学研究所 温室内ポット試験 3 反復

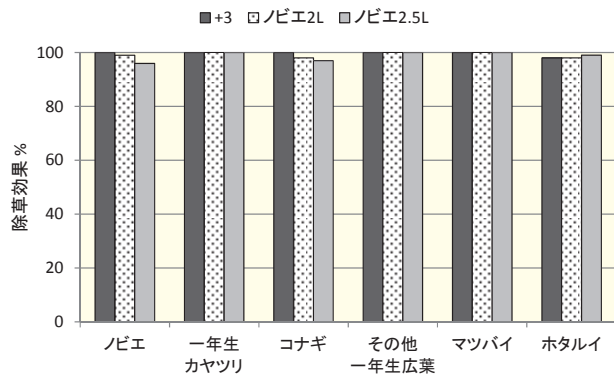


図-11 KUH-071-1kg 粒 (フェノキサスルホン 2.0% 粒剤) の日植調委託試験における数種水田雑草に対する除草効果

数値は平成 20 年から平成 21 年の東北地域 6 例の試験成績から求めた除草効果の平均値移植後 19 ~ 30 日の調査結果

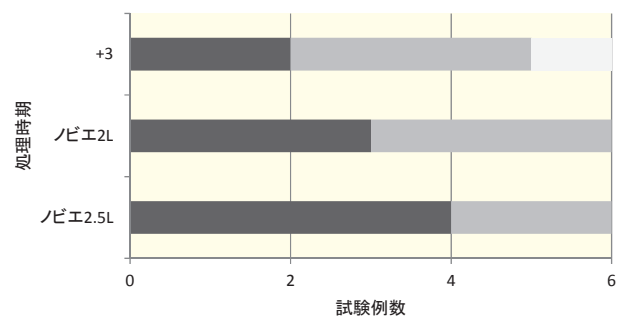


図-12 KUH-071-1kg 粒 (フェノキサスルホン 2.0% 粒剤) の日植調委託試験における水稻に対する影響

平成 20 年から平成 21 年の東北地域 6 例の試験成績の集計

種一年生雑草およびマツバイ、ホタルイに対して高い除草効果を示した (図-11)。水稻に対して、砂壤土の 1 事例で +3 処理区で「小」の葉害が認められたが、その他は無または軽微な影響であった (図-12)。葉害が認められた事例では浅植えや根の露出が影響したものと推察され、縦浸透の漏水が大きい砂壤土など一般に葉害が出やすい条件では移植深度を十分確保するなど、適切な栽培管理がより重要である。

## おわりに

フェノキサスルホンは水稻作における最重要雑草であるノビエに対して高い除草効果を有し、長期間抑制効果を

有する。また、本剤はその物理化学的特性から、水田系外への流亡が少なく、環境にも配慮した次世代型の新規水稻用除草剤である。フェノキサスルホンは 2014 年 10 月に農耕地の農業登録を取得し、本剤を含む一発処理剤が本格的に生産現場へ普及する段階にあり、更なる混合剤開発も進められている。また、フェノキサスルホンは株式会社理研グリーンにより芝用除草剤としての適性も見出され、「スパーダ顆粒水和剤」として 2014 年 5 月 16 日に農業登録され、既にゴルフ場などで使用されている。

今後は、フェノキサスルホンの特性が理解され、各分野の雑草防除に活用いただけるよう普及活動に努めていく。

## 引用文献

- 伊藤稔ら 2010. 新規除草剤フェノキサスルホンに関する研究 (第 1 報). 日本農業学会 講演要旨集 (35) p.52.
- 中谷昌央ら 2014. イソキサゾリン系除草剤. 日本農業学会誌 39(2), 153-160.
- 財団法人日本植物調節剤研究協会 2008. 平成 20 年度 夏作関係除草剤 作用性・適用性判定試験成績総合要録 (水稻編) 資料. p.179.
- 財団法人日本植物調節剤研究協会 2009. 平成 21 年度 夏作関係除草剤 作用性・適用性判定 試験成績総合要録 (水稻編) 資料. p.191. (2009)
- 高橋優樹ら 2010. 新規除草剤フェノキサスルホンに関する研究 第 2 報. 日本農業学会 講演要旨集 (35) p.88.
- 種谷良貴ら 2011. 新規除草剤フェノキサスルホンの作用機構. 日本農業学会誌 36(3), 357-362.