

北海道におけるスルホニルウレア系除草剤 抵抗性雑草の発生状況とその対策

北海道立中央農業試験場 古 原 洋

日本で最初になされた除草剤抵抗性に関する報告は、埼玉県荒川河川敷の桑園におけるパラコート抵抗性ハルジオン、1982年の事例である^{*1}。近年では、水田雑草のミズアオイ^{*2}、アゼナ類^{*3}、アゼトウガラシ^{*4}、キカシグサ^{*5}、ミゾハコベ^{*6}で、スルホニルウレア系除草剤（以後、SU剤）に対する抵抗性生物型が見いだされている。

SU剤は多くの水田雑草に有効な除草剤で、この普及によって北海道では、主要雑草の一つであるイヌホタルイの総発生面積（少発生を含む）が1986年の145,794ha^{*7}から1996年の32,062ha^{*8}にまで減少した。しかし、SU剤抵抗性イヌホタルイが北海道内の複数箇所で確認されたことから、この減少傾向は大きく変化する可能性が生じている^{*9}。

ここではまず、北海道におけるSU剤抵抗性雑草の発生状況を紹介します。このうちのイヌホタルイについては北海道のみならず全国的にも主要雑草であることから、SU剤抵抗性イヌホタルイの出現を確認するに至った経緯、現在までに得られた生態

に関する知見とその防除対策について述べる。

1. SU剤抵抗性雑草の北海道における発生状況

1998年に水稻を担当する37農業改良普及センターを対象に、特定のある草種が水田面積の30%以上の部分に多数残草している件数（単位：農家戸数）をアンケート形式により調査した^{*10}。この残草件数に各地域の平均水稻作付面積を乗じ推定残草面積を算出した。その結果を表-1に示した。

まず、イヌホタルイ、コホタルイをあわせたホタルイ類の残草が多数みられた水田の面積は、1996年調査で340haであった（データ省略）^{*8}。これが1998年のアンケートでは472件、2,281ha

表-1 1998年度の北海道における残草状況(37普及センター管内合計 139,800ha)

草 種	残草件数 (農家戸数)	推定残草面積(ha) (残草件数×戸平均面積)	全道作付面積に対する 同左比率(%)
ミズアオイ	1293	6851	5
ホタルイ類	472	2281	2
アゼナ類	825	3921	3
ヘラオモダカ	179	973	1
オオアブノメ	64	333	0
ミゾハコベ	155	659	0
シズイ	76	317	0
オモダカ	138	491	0
タウコギ	478	2260	2
エゾノサヤヌカグサ	21	89	0
ヒロハイヌノヒゲ	1	3	0
ハイコヌカグ	663	3606	3
コウキヤガラ	2	5	0
マツバイ	3	7	0
ヒルムシロ	20	30	0
ミズハコベ	1	2	0
アゼトウガラ	3	8	0

表-2 イヌホタルイ残草水田の特徴

産 地 ^{*1}	除草剤の 適正使用	他草種に 関する残草 の有無	スルホニルウレア系除草剤 使用の初年目 (A)	残草発生を 最初に気付いた年 (B)	B-A年数	残草 多発生の 有無 ^{*5}
岩見沢市	良 ^{*2}	なし	1989	1993	5	なし
中富良野町	良 ^{*2}	なし ^{*3}	1993	1996	4 ^{*4}	不明
栗山町	良 ^{*2}	なし	1990	1995	6	なし

*1 3筆ともに残草初年目以降もスルホニルウレア系除草剤が使用され、残草が継続した。

*2 使用時期、使用量および使用後の水管理等が適正であったことを示す。

*3 一部にタイヌビエが残草。

*4 1992年以前の使用除草剤が不明なため、B-A年数は5年以上となる可能性がある。

イヌホタルイ集団Vでは4年以上となる可能性がある。

*5 残草が始まる前5ヶ年程度における残草多発生の有無。

であり、37普及センターの70%に相当する26普及センターで、ここ数年来増加傾向にあるとの回答結果であった。

「推定残草面積」＝「SU剤抵抗性雑草の出現面積」とは言えないが、SU剤の普及以降ホタルイ類の総発生面積は減少傾向を示していたこと、これに対して1996年から98年の2年間で、多数残草する水田が急増していることから、この相当数は次章で述べるSU剤抵抗性イヌホタルイの出現によるものと考えて良いと判断した。

次にミズアオイに関する推移をみると、多数の残草は1996年調査で665ha、発生地域は南空知、石狩南部が中心であった(データ省略)。これが1998年のアンケートで、多数の残草事例は両地域以外から約200件の報告があり、全道で1,293件、6,851ha、水稲作付け面積の5%と増加している。

このように、1996年から1998年にかけてホタルイ類は340haから2,281haへ、ミズアオイは665haから6,851haへと多数の残草面積は増加傾向にある。したがって、SU剤抵抗性雑草出現地域の拡大は、減少もしくは現状維持で推移するとの楽観的な立場よりも、むしろ増加するとの立場で早急に以降に述べる対応策を講じて行く必要があると考える。

2. SU剤抵抗性イヌホタルイの出現^{*9}

1997年に、表-2に示す特徴をもつ水田においてイヌホタルイが多数残草していた。その特徴とは、①除草剤の使用時期、使用量および使用後の水管理等は適正で、②イヌホタルイ以外の草種が残草していない、③イヌホタルイの残草が2ヶ年以上継続している、④残草が始まる前5ヶ年間に多量な残草がみられない、⑤SU剤を成分に含む一発処理剤を5年程度もしくはそれ以上連用しているであった(表-3)。場所は、複数で北海道岩見沢市、中富良野町および栗山町であった。

これらの特徴から、まず除草剤使用の不備によって多量な雑草が生じたとは考えにくいこと、また北海道ではイヌホタルイよりも先にミズアオイで、SU剤抵抗性生物型の出現を確認していることから、SU剤のベンスルフロンメチル、ピラゾスルフロンエチルおよびイマゾスルフロンに対する感受性を検討した。

この結果を図-1に示した。北海道立中央農業試験場由来のSU剤感受性イヌホタルイでは、ベンスルフロンメチル粒剤の標準使用量の1/3倍量以上でほぼ枯死したが、北海道岩見沢市由来のイヌホタルイの対無処理区比は3倍量でも50%以上であった。両イヌホタルイの薬量反応

表-3 イヌホタルイ残草水田における除草剤使用歴

産 地	除 草 剤 使 用 歴 ^{*1}
岩見沢市	1988年(ブタクロル・ピラゾレート) 1989～1996年(ベンシルフロンメル・エス ^o ロカルブ ^o , ベンシルフロンメル・メフェセットまたはベンシルフロンメル・ベンチカ-ブ ^o ・メフェセット) 1997年(ブタクロル・ベンチカ-ブ ^o ・ピラゾレート・ジメトリン)
中富良野町	1993～1994年(ベンシルフロンメル・メフェセット) 1995～1997年(ベンシルフロンメル・テニカルロールまたはベンシルフロンメル・ピリブ ^o ・カルブ ^o)
栗山町	1990年(ベンシルフロンメル・ブタクロル) 1991～1994年(ベンシルフロンメル・エス ^o ロカルブ ^o またはピラゾスルフロンメル・メフェセット) 1995年(ベンシルフロンメル・テニカルロールとピラゾスルフロンメル・エス ^o ロカルブ ^o の体系 ^{*2}) 1996～1997年(ベンシルフロンメル・テニカルロールとベンシルフロンメル・エス ^o ロカルブ ^o の体系 ^{*2})

*1 表中、スルホニルウレア系除草剤にはアンダーラインを付した。

*2 一発処理剤の2回処理を示す。これ以外はすべて一発処理剤の1回処理。

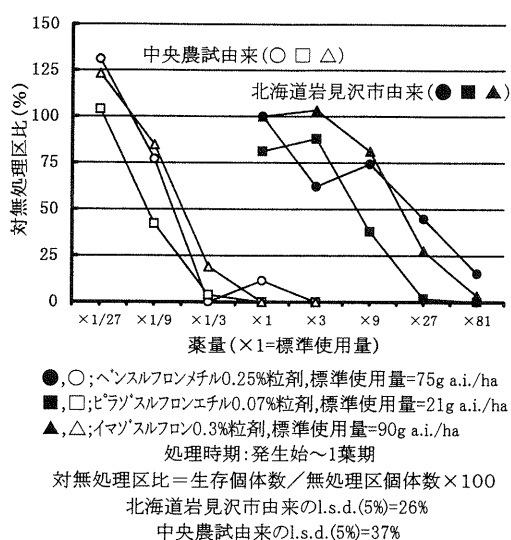


図-1 3種のスルホニルウレア系除草剤に対するイヌホタルの反応(1998年5月8日播種)

にみられる上記の傾向は、ピラゾスルフロンエチル粒剤とイマゾスルフロン粒剤に対する反応でも同様であり、両イヌホタルイのSU剤に対する感受性に大差のあることが明らかとなった。また、北海道中富良野町および栗山町由来のイヌホタルイについても、その薬量反応は岩見沢市由来のイヌホタルイと同様で、これらはSU剤では防除できないSU剤抵抗性イヌホタルイであることが確認された(データ省略)。

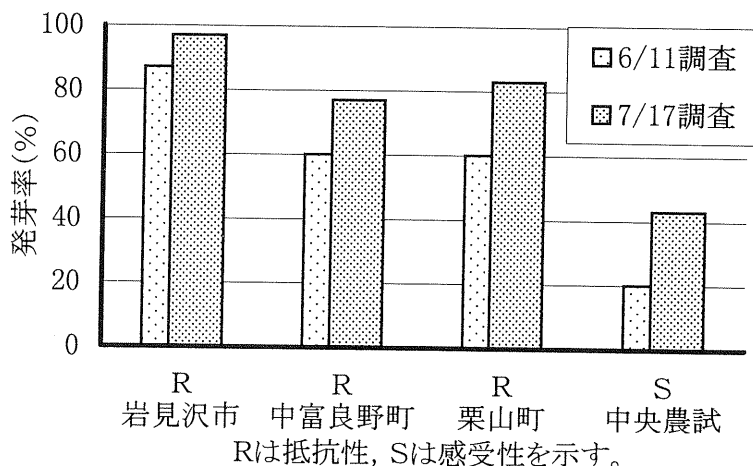
これらSU剤抵抗性イヌホタルイは、SU剤を成分に含む一発処理剤が適正な使用状況で連用さ

れていた水田で見つっている。したがって、イヌホタルイが多数残草した水田においては単に除草剤の不適正な使用法にその残草要因を求めず、今後はSU剤抵抗性イヌホタルイの出現を視野に入れた対応が必要と考えられる。つまりイヌホタルイ残草水田では、アゼナ類に関する簡易検定法などを応用したイヌホタルイのSU剤抵抗性簡易検定法などの検定を行い^{*11}、その結果が抵抗性を示す場合には、SU剤抵抗性イヌホタルイの他水田への拡散を防ぐために、使用する除草剤を後述する作用機作の異なるものへ切り替えることが重要と考えられる。

3. SU剤抵抗性イヌホタルイの発生消長

北海道岩見沢市、中富良野町及び栗山町由来のSU剤抵抗性イヌホタルイと中央農試由来の感受性イヌホタルイについて、湛水土壌表面播種条件で、その発芽率を比較した結果を図-2に示した^{*9}。

中央農試由来のSU剤感受性イヌホタルイでは、播種後およそ1ヶ月後の6月11日における発芽率は20%であったのに対し、抵抗性イヌホタルイでは60%以上の高い発芽率を示した。この傾向は発芽終期となる播種後およそ2ヶ月後も同様であった。



試験期間中平均気温: 12.2℃ (5月), 14.8℃ (6月), 19.5℃ (7月)

図-2 スルホニウレア系除草剤抵抗及び感受性イヌホタルイの発芽(1998年5月8日播種)

湛水土壌表面播種では、密栓水中などの条件と比較して、20℃以下の低温で発芽率が低下することが報告されている。中央農試における試験実施期間中の平均気温は12.2℃(5月)～19.5℃(7月)であったことから、中央農試由来のSU剤感受性イヌホタルイが低い発芽率を示したことは播種方法と温度の関係において説明される。これに対して岩見沢市、中富良野町お

よび栗山町由来のSU剤抵抗性イヌホタルイは、この低温条件下にも関わらず、高い発芽率を示した。SU剤抵抗性雑草の発芽に関しては、ホウキギなどいくつかの草種ではSU剤抵抗性雑草が感受性雑草よりも低温条件下において発芽の速いことが報告されている^{*12, *13}。したがって、SU剤抵抗性イヌホタルイは低温下における発芽が優れる可能性がある。すなわち、除草剤の処理時期がSU剤感受性イヌホタルイよりも早まる可能性がある。しかし、少数の材料から得られた結果をすべてのSU剤抵抗性イヌホタルイに適用することはできないので、今後、SU剤抵抗性イヌホタルイの防除を目的とした除草剤の使用

表-4 スルホニウレア系除草剤抵抗性イヌホタルイに対する除草剤の効果(1998年)

除草剤名	処理時期 ^{*1}	処理量 ^{*2}	残草量(g/m ²) ^{*3}	同左比率(%)
無処理			4.80	100
SU剤処理区平均 ^{*4}			5.85	122
単剤				
クロメプロップ フロアブル	+7	45g	0.00	0
ベンフレセート 粒剤	+7	60g	0.01	0
ベンフレセート 粒剤	+13	60g	0.21	4
プロモブチド 粒剤	+7	60g	0.01	0
ベンゾピシクロン フロアブル	+7	28.5g	0.13	3
ベンゾピシクロン フロアブル	+13	28.5g	0.06	1
プレチラクロール 乳剤	+7	45g	0.06	1
プレチラクロール 乳剤	+13	45g	0.21	4
モリネート 3kg粒剤	+7	240g	0.09	2
ピラゾレート 3kg粒剤	+7	180g	0.15	3
ピラゾレート 3kg粒剤	+13	180g	0.22	5

*1 処理時期(水稻移植後日数, 5月22日移植): +7は発生前～始, +13は1～1。

*2 処理量: A. I. g/10a。

*3 残草量は7月13日調査。

*4 SU剤処理区平均はベンゾピシクロン及びピラゾレート 3kg粒剤 +7, +13処理の平均。

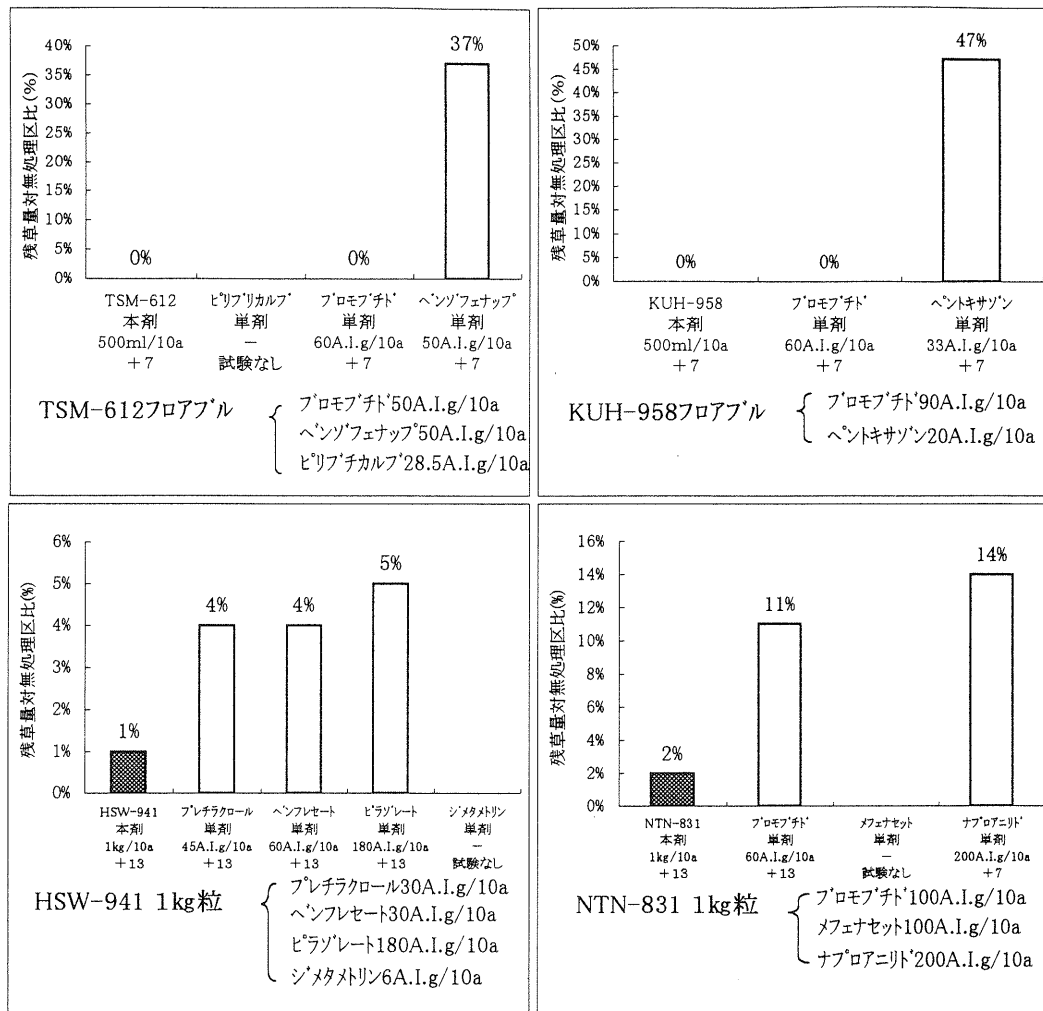
時期策定の面から、SU剤抵抗性イヌホタルイすべてに同様の傾向が認められるのかを検討する必要がある。

4. SU剤抵抗性イヌホタルイの防除対策

SU剤抵抗性イヌホタルイに対する除草剤の効果について、ここでは北海道岩見沢市のSU剤抵

抗性イヌホタルイ出現水田で1998年に実施した試験結果の一部を紹介する。

試験は80個体/m²程度のイヌホタルイが発生する水田で行った。20単剤のべ28処理の効果を検討し、残草量で対無処理区比6%未満の高い除草効果があった剤を表-4に示した。単年度の結果であり、高発生密度での検討などが必要



図中の数値は各除草剤の残草量対無処理区比(%)

混合剤の試験結果とそれを構成する各有効除草成分単剤の試験結果を併記した
残草量は7月13日調査

横軸の最上段: 除草剤名

2段目: 左が供試混合剤, 左から2列目以降は混合剤に含まれる単剤

3段目: 処理量

4段目: 処理時期(水稻移植後日数, 5月22日移植)

図-3 スルホニルウレア系除草剤抵抗性イヌホタルイに対する混合除草剤の効果(1998年)

であるが、これらSU剤と作用機作の異なる複数の除草剤は、イヌホタルイに対する効果がよく知られている除草剤でもある。したがって、SU剤抵抗性イヌホタルイの防除については、これらの除草剤を有効に活用することによって可能であることが示唆された。

水稻除草剤は、そのほとんどが混合剤で販売されていることから、次に単剤と同じ条件で混合剤の試験を行った。そのうちのプロモブチド・ベンゾフェナップ・ピリプチカルブフロアブル剤 (TSM-612と略す)、プロモブチド・ペントキサゾンフロアブル剤 (KUH-958と略す)、プレチラクロール・ベンフレセート・ピラゾレート・ジメタメトリン 1 kg粒剤 (HSW-941と略す)、プロモブチド・メフェナセット・ナプロアニリド 1 kg粒剤 (NTN-831と略す) の4混合剤の結果を、混合剤を構成する各有効除草成分単剤の試験結果とあわせて図-3に示した。

4混合剤とも高い除草効果を示した要因は、以下のとおり考察される。まず、初期剤のTSM-612およびKUH-958では、処理時期が水稻移植後7日のイヌホタルイ発生前～始めて早いこと、加えて単剤試験で高い除草効果を示したプロモブチドを含有していることから、残草量対無処理区比0%の高い除草効果を示したと考えられる。一発処理剤のHSW-941では、含有のプレチラクロール、ベンフレセートおよびピラゾレート各単剤の効果が4~5%であったのに対し、混合剤では1%とより高い効果を示したことから、各有効除草成分の組合せにより効果が高まったと考えられる。また、NTN-831ではプロモブチドが含有されており、かつ100a.i.g/10aとその投下量が多いことによって、2%の高い効果が示されたと考えられる。

以上より、SU剤抵抗性イヌホタルイが出現した水田では、第一にSU剤とは作用機作の異なる有効除草成分を含む剤へ切り替えること、第二にSU剤抵抗性イヌホタルイの発生は早い可能性があることをふまえ、処理適期を逸しないよう水田でのイヌホタルイの発生に留意することが当面の対策として重要になると考えられる。

今後、SU剤抵抗性イヌホタルイの防除法を確立するには、「除草剤を切り替えた場合、その剤を何年間使用すべきなのか」などの問題に対処する必要がある、これには感受性イヌホタルイとの発消長、種子寿命および出芽深度などの比較検討をさらに行う必要があると考える。また除草剤とその使用法については、除草効果の年次による変動、SU剤抵抗性イヌホタルイの系統間の各除草剤に対する反応の違いなどの把握が必要であると考ええる。

引用文献

- * 1 渡辺泰・本間豊邦・伊藤一幸・宮原益次 1982. パラコート抵抗性ハルジオン. 雑草研究, 27, 49-54.
- * 2 古原洋・山下英雄・山崎信弘 1996. 北海道における水田雑草ミズアオイのスルホニルウレア系除草剤抵抗性. 雑草研究, 41 (別), 236-237.
- * 3 Akira Uchino, Hiroaki Watanabe, Guang-Xi Wang, and Kazuyuki Itoh. 1999. Light Requirement in Rapid Diagnosis of Sulfonyl urea-Resistant Weeds of *Londernia* spp. Weed technology, 13, 680-684.
- * 4 伊藤一幸・汪光熙 1997. スルホニルウレア系除草剤抵抗性アゼトウガラシ *Lindernia micrantha* の出現. 雑草研究, 42 (別), 16-17.
- * 5 K. Itoh, G. X. Wang, and S. Ohba. 1999.

Sulfonylurea resistance in *Lindernia micrantha*, an annual paddy weed in Japan.

Weed. Research, 39, 413-423.

* 6 畑克利・大塚一雄・青木美里・倉持仁志
1998. スルホニルウレア系除草剤抵抗性ミゾ
ハコベ (*Elatine riandra* Sckk.) の発現. 雑草
研究, 43 (別), 28-29.

* 7 藤村稔彦・岩崎忠男・中西敏雄・長谷川
栄一 1990. 水田の雑草防除に関するアンケ
ー調査について. 北海道改良普及員資料, 20,
79-89.

* 8 北海道農政部 1997. 平成 8 年度北海道市
町村別水田雑草発生量調査, p. 7

* 9 古原洋・今野一男・竹川昌和 1999. 北
海道におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗
性イヌホタルイ (*Scirpus juncoides* Roxb.
var. *ohwianus*. T. Koyama) の出現. 雑草研究,
44, 228-235.

* 10 古原洋. 1998. 北海道の水田における除
草剤抵抗性雑草拡大の状況. 第 2 回植生管理
研究会資料, 36.

* 11 内野彰・古原洋・渡邊寛明. 1999. スル
ホニルウレア系除草剤抵抗性イヌホタルイに
おけるアセト乳酸合成酵素活性に *in vivo* as
say. 雑草研究, 44 (別), 82-83.

* 12 Alcocer-Ruthling, M., D.C. Thill, and
B. Shafii. 1992. Seed biology of sulfonyl-
urea-resistant and-susceptible biotypes
of prickly lettuce (*Lactuca serriola*).
Weed Technol. 6:858-864.

* 13 Dyer, W..E., P.W. Chee, and P.K. Fay
1993. Rapid germination of sulfonylurea-
resistant *Kochia scoparia* accessions is
associated with elevated seed levels of
branched chain amino acids. Weed Sci. 41:
18-22.

トモノアグリカの除草剤

水稲用

エリジャン® 乳剤

チバガイギー

チバガイギー

ホクト® 1キロ粒剤

ユニハーブ® フロアブル

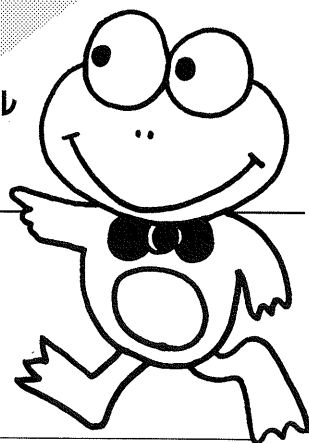
クサライト® 1キロ粒剤

畑作用

ゲザン® フロアブル

ゲザプリム® フロアブル

デュアル® 乳剤



株式会社トモノアグリカ

A Novartis Group Company

静岡市春日2丁目12-25