

スルホニルウレア系除草剤 (SU 剤) 連用圃場で残存した シズイ (*Scirpus nipponicus*) の SU 剤に対する反応

内野 彰*

Response to sulfonylureas in a biotype of *Scirpus nipponicus* that survived in a field applied with
sulfonylurea herbicides for two consecutive years

Akira Uchino*

要約: 2年間スルホニルウレア系除草剤 (SU 剤) を連用した圃場に残存したシズイ (*Scirpus nipponicus* Makino) について SU 剤に対する反応を調べたところ、ベンスルフロンメチルに対する反応は従来の系統と変わりなく、ピラゾスルフロンエチル、イマゾスルフロンに対する反応にも差異が認められなかった。しかし、供試した系統はいずれも SU 剤の標準使用量処理で枯死せず、再生を開始するのが認められたため、特に除草剤の効果が低下するような条件であれば、抵抗性バイオタイプでなくても、SU 剤処理後にシズイが増殖する可能性があると考えられた。

キーワード: 除草剤抵抗性, スルホニルウレア系除草剤, 水田多年生雑草, シズイ

緒 言

スルホニルウレア系除草剤 (SU 剤) は、ノビエを除く広い雑草種に高い効果を示す除草剤成分であり、近年の水稲作では一発処理型除草剤の成分として全国的に極めて広く使用されている。しかし、SU 剤に抵抗性を示すバイオタイプも既に多くの水田雑草に出現しており、SU 抵抗性によってその草種だけが異常な密度で水田に残草する事例が各地で見られている (内野 2006)。この異常な繁茂は、抵抗性バイオタイプが発生しているにも関わらず、SU 剤に依存した雑草防除を続けたことによって引き起こされたと推定される。

シズイ (*Scirpus nipponicus* Makino) は東北北部を中心に分布する寒冷地の水田多年生雑草であるが、水田に残草すると極めて高い密度で生育することが多い。このため、しばしば SU 抵抗性バイオタイプの出現が疑われることがあるが、今のところ SU 抵抗性を確認した報告はなく、繁茂の原因が SU 剤の効果不足なのか SU 抵抗性なのかは不明である。そこで本研究では、2年間 SU 剤を連用した圃場に残存したシズイについて SU 剤に対する除草剤反応を調べ、シズイが残草する要因について検討した。

材料および方法

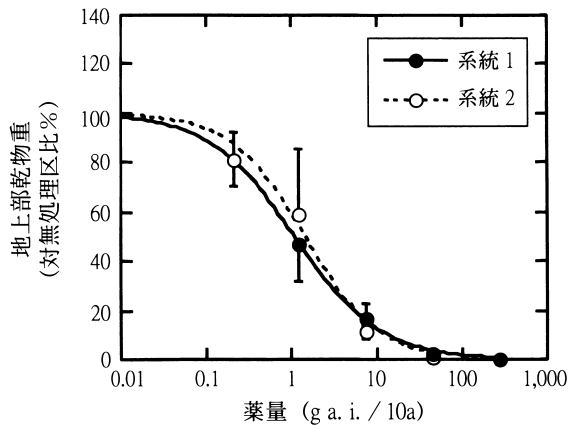
供試系統

秋田県大仙市の東北農業研究センター内圃場で 2004 年と 2005 年の 2 年間 SU 剤を散布した圃場で残存していたシズイ系統 (系統 1) を材料とし、対照として SU 剤の使用歴のない圃場で生育していた系統 (系統 2) を使った。

系統 1 を採取した圃場は、2003 年までは SU 剤を使用せずに多年生雑草を増殖させていた圃場であり、2004 年は 5 月 17 日に代かきを行い、代かき 4 日後と 30 日後の 2 回、ピラゾスルフロンエチル 0.3%、ペントキサザン 3.9% の混合粒剤を標準使用量 (1 kg/10a) で散布した。2005 年は 5 月 16 日に代かきを行い、代かき 4 日後と 24 日後の 2 回、ピラゾスルフロンエチル 0.07% 粒剤を標準使用量 (3 kg/10a) で散布した。2005 年にはさらに 7 月 4 日に 75% チフェンスルフロン水和剤を 10g/10a で散布した。両年とも圃場に水稲は栽培せず、タイヌビエの防除のために、シハロホップブチル 30% 乳剤およびピリミノバックメチル 1.2% 粒剤を年 1-2 回、標準使用量 (それぞれ 100ml/10a および 1 kg/10a) で散布した。系

* 中央農業総合研究センター 〒305-8666 茨城県つくば市観音台 3-1-1

National Agricultural Research Center, 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan



第1図 スルホニルウレア系除草剤連用圃場で残存したシズイのベンスルフロンメチルに対する反応
系統1が残存系統、系統2はSU剤使用歴の無い圃場の系統。エラーバーは標準誤差を示す。図中の回帰曲線は、非線形回帰(Seefeldt 1995)によって作成した。

系統2を採取した圃場はSU剤の使用歴が無く、10年以上毎年シズイを生育させており、2004年、2005年とも上記と同じタイヌビエの防除だけを行った。

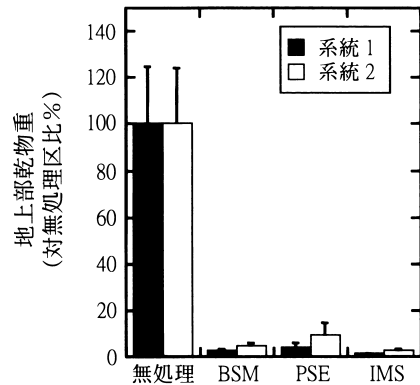
それぞれの系統は2005年7月21日に各圃場から1株を採取し、1/5000aワグネルポットに詰めた埴壤土に移植し、秋田県大仙市の屋外湛水条件で生育させ、塊茎を増殖させた。12月に塊茎を掘り出した後、湿潤低温(8-10℃)条件で保存し、2006年の試験に供試した。2006年には新たに塊茎を増殖させるため、下記試験1と同様の屋外湛水条件のもと、除草剤無処理で生育させたシズイを用意し、増殖した塊茎をそのまま屋外で越冬させ、翌年5月に掘り出して未出芽の塊茎を湿潤低温(8℃)条件で保存し、2007年の試験に供試した。

試験1 ベンスルフロンメチルに対する反応

試験は茨城県つくば市の中央農業総合研究センターで行い、2006年5月25日に1/5000aワグネルポットあたり1-2個の塊茎を埋め込み、埋め込み5日後(出芽始期)にベンスルフロンメチル0.25%粒剤を標準使用量(3kg/10a)の1/36倍から36倍の濃度で散布した。処理時には1-5cm長の出芽が見られた。処理44日後に地上部を採取し、乾物重を測定した。試験は3反復で行い、Seefeldt(1995)に従って非線形回帰を行った。

試験2 他のSU剤に対する反応

2007年5月29日に1/5000aワグネルポットあたり3個の塊茎を埋め込み、埋め込み8日後(出芽始期)に除草剤処理を行った。除草剤処理は、ベンスルフロンメチル0.25%粒剤、ピラゾスルフロンエチル0.07%粒剤、イマゾスルフロン0.3%粒剤を、それぞれ水稲作の標準使用量(3kg/10a)で散布した。処理時には1-5cm長の



第2図 スルホニルウレア系除草剤(SU剤)連用圃場で残存したシズイのSU剤に対する交差抵抗性
系統1が残存系統、系統2はSU剤使用歴の無い圃場の系統。BSM、PSE、IMSはそれぞれ、ベンスルフロンメチル0.25%粒剤、ピラゾスルフロンエチル0.07%粒剤、イマゾスルフロン0.3%粒剤の水稲作の標準使用量(3kg/10a)処理の結果。エラーバーは標準誤差を示す。

出芽が見られた。処理32日後に地上部を採取し、乾物重を測定した。試験は3反復で行った。

結果

試験1 ベンスルフロンメチルに対する反応

系統1を採取した圃場では、SU剤によって雑草が極めてきれいに防除されており、残存したのは抵抗性イヌホタルイ数株(内野ら2006b)とこの系統を含むシズイ数株だけであった。その状況から、系統1は除草剤が適切に処理され、十分に除草効果が発揮された後に残った株と判断された。そこで、この系統のSU剤に対する反応を従来の株と比較するため、SU剤の使用歴のない圃場に生育していたシズイを採取して系統2とし、ベンスルフロンメチルに対する感受性を比較した。試験の結果、シズイの系統1と系統2はほぼ同じ除草剤反応を示し、両者のSU剤感受性に顕著な差異は見られなかった(第1図)。ただし、両系統とも標準量処理(7.5g a.i./10a)で枯死することはなく、処理44日後の調査時には再成長を開始しており、対無処理区比で10-15%程度の生育量を示していた。このことから、これらの系統は抵抗性系統とはいええないものの、効果不足で残草する可能性があると考えられた。

試験2 他のSU剤に対する反応

系統1は、ピラゾスルフロンエチルをSU剤として処理した圃場から採取したため、ベンスルフロンメチルに加え、ピラゾスルフロンエチルおよびイマゾスルフロンといった他のSU剤に対する感受性についても調査した。

その結果、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とともに、両系統は同程度の高い感受性を示し、標準使用量処理でいずれも対無処理区比で10%以下の生育量であった(第2図)。しかし、試験1と同様に枯死する個体は認められず、両系統ともSU剤の種類に関わらず、調査時には再成長が始まりかけていた。

考 察

本試験の結果、2年間スルホニルウレア系除草剤を連用した圃場に残留したにもかかわらず、系統1のベンスルフロンメチルに対する感受性は系統2と変わりなく、ピラゾスルフロンエチル、イマゾスルフロンに対する感受性にも差異が認められなかった。ベンスルフロンメチル標準量処理における生育量は試験1と試験2の両方で評価したが、試験1で10-15%程度であったのに対し、試験2では10%以下と試験2でやや少ない傾向があった。これは年次変動による可能性もあるが、試験1で処理44日後の調査であったのに対し、試験2が処理32日後の調査であったことと関係していると考えられる。試験1では明らかに再成長が進んでいたが、試験2の調査時点では再成長が始まったばかりであった。もし試験2でも再成長が進むのを待って調査したとすれば、再成長によって10%を超える値を示した可能性がある。また、SU剤の間の感受性の差異については、既報(神名川ら1992; 清藤1995; 高橋・高橋1995)でピラゾスルフロンエチルに対する感受性がやや低い傾向が報告されており、試験2の結果も同様の傾向を示した。しかし、その差異は顕著なものでなく、枯死せず再成長が始まりつつあるという点では同様であった。SU剤の間の感受性の差異については、薬量反応試験や再生量の評価など、今後の詳細な試験が必要であろう。本試験に供試したシズイ系統は特に強いSU抵抗性を示す系統でなかったものの、SU剤処理30-40日後まで枯死することなく抑制状態になっており、観察ではその時点で再成長が始まりつつあったことから、それによってSU剤連用圃場に残留した系統であったと考えられる。

シズイは1980年代後半に寒冷地で発生面積が急増した水田多年生雑草であるが、1990年代には発生面積が横ばい状態となっており、これはSU剤を含む除草剤が1990年代に徐々に普及したためと推察されている(高橋1995)。そしてシズイの防除には、多数の効果薬害試験の結果、ベントザン混合剤およびSU混合剤が高い効果を示すとされている(工藤ら1981; 高橋1995)。しかし、高橋(1995)はSU混合剤の抑草期間を25日から35日と評価しており、シズイの発生期間が条件によって70日前後にも及ぶことから(工藤1987; 高橋1995; 内野ら

1999)、多発条件下ではSU混合剤による除草だけでは後次発生によって効果が不十分になる場合もあるとしている。そのためSU混合剤処理後に後次発生がみられた場合は、SU混合剤処理だけでなくベントザンを含む中・後期剤との体系処理を行うのが最も優れているとしている(高橋1995)。一方、神名川ら(1995)はワグネルポット試験を行い、SU剤によって抑制されたシズイの草丈・茎数が処理25日以降に回復を始めることを報告している。回復したシズイの乾物重は、4ヶ月後に無処理株の40%に達しており、この結果は後次発生だけでなく抑制株の再生も問題となる可能性を示唆している。さらに清藤(1995)も、圃場試験で移植70日後に効果を評価した結果で、SU混合剤の中に30%から40%の残草を示す効果の低いものがあることを報告している。これらの結果は効果薬害試験の結果と矛盾しているようであるが、これは評価時期の差異によるものと考えられる。すなわち、通常の効果薬害試験は移植後40日から50日前後で残草を評価するため、抑制状態または増殖開始直後のシズイを評価することになり、高い評価になったと考えられる。これに対し、抑草期間が過ぎて再生や後次発生によって増殖した後のシズイを評価した場合に、その効果が低く評価されたと考えられる。今回の試験で調査したシズイの反応は、処理30-40日前後まで抑制され、その後再成長が始まっており、この点ではこれら既報の結果と大きく異なるものではない。従って、本試験に供試したシズイの両系統が他のシズイ系統と比較して特に残りやすい系統であったとは考えにくく、本試験の結果はおそらくシズイの多くの系統に共通する特徴と考えることができる。

シズイは分株を形成して数多くの塊茎を形成するため、除草剤の効果が不足する環境では、数本の残草から急激に増殖する場合もありうる。1/5000aワグネルポット試験では、10株のシズイが1年で50株以上に増殖し2000個以上の塊茎を形成するのが確認されている(神名川ら1992)。さらにシズイは形成した塊茎の80%程度が翌年に出芽するとされており(工藤1987)、単純計算すると1年で100倍以上の出芽数になる。シズイの蔓延が進んだ多発生水田では1㎡あたり3000本以上の茎数になるとされており(高橋1995)、シズイは極めて高い密度で生育することが可能な草種でもある。従って、何らかの環境条件が原因でSU混合剤の効果が不足し、しかもベントザン混合剤による体系処理を行わないようなことがあれば、数年で急激にシズイが増加し、極めて高い密度で生育する可能性が十分考えられる。このような「短い期間で急増」「単一草種が高い密度で生育」という状況はSU抵抗性バイオタイプの蔓延状況(内野2006)と非常によく似ているため、現場の状況からSU抵抗性バイオタイプの出現が疑われる場合があっても不思議ではない。

しかしながら既報が示すとおり、SU剤の効果やシズイの生態からみてSU抵抗性でなくても急激にシズイが増殖する可能性は十分考えられ、本試験のように数度にわたるSU剤処理でも残草する場合もある。近年、オモダカやウリカワなどの多年生水田雑草でもSU抵抗性バイオタイプが出現しているため(平岩ら2008;片岡ら2008;内野・渡邊2002;内野ら2004, 2008)、シズイにおける抵抗性の出現については今後も十分注意する必要があるが、シズイについては生態的特性からも急増する可能性があるため、SU抵抗性が出現していなくてもベンタゾン混合剤による体系処理を行い、しっかりと防除していくことが重要と考えられる。

シズイは塊茎による栄養繁殖が主であり、圃場では種子からの発生がほとんど認められない(工藤1987;住吉1996;住吉ら1997)。また、種子の寿命は10年以上になるのに対し(内野ら2006a)、塊茎の寿命は1年間(工藤1987)または2年間(内野ら2006a)とされる。これらを考慮すると、シズイは少なくとも2年間完全に防除すればほぼ発生が無くすることができる草種といえる。こうしたことからシズイの防除については体系処理による完全防除を基本とし、短期間で根絶させるのが最良であると考えられる。

シズイについては、一発処理剤に含まれるSU剤以外の成分にも高い効果を持つ成分があることが、近年明らかにされている(吉田・久保田2008)。今後の試験で、これらの成分について残効期間や抑制株への影響が明らかになれば、より効果的なシズイ防除体系が構築されることも考えられる。近年はクログワイ、オモダカなどの多年生雑草の残草が問題になりつつあるが、これらはいずれもベンタゾン混合剤による体系処理を行うことが重要とされる草種である(川名2007)。すなわちシズイも含め、これらの難防除多年生雑草は、一発処理剤だけでは完全防除できないという点で共通している。近年は、水稻栽培の大規模化、委託作業の拡大にともない雑草管理の省力化、粗放化が進んでおり、これによって体系処理が行われなくなっているともいわれる。そのため、こうした難防除多年生雑草の防除においては、体系処理による除草体系を水稻耕作者に指導していくことが極めて重要とされている(小島2007;星2007)。水稻栽培の省力化は今後もより一層進むものと予想される。従って雑草管理の省力化に対応した新たな除草体系を開発することが、今後は重要な研究課題となるであろう。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、中央農業総合研究センター雑草バイオタイプ・総合防除研究チームの稲沼幸子氏、今泉智通氏、同研究支援センター業務第1科の職員

諸氏には、調査およびデータ解析において支援をいただいた。ここに厚く謝意を表する。

引用文献

- 平岩 確・野村有美・小西敏郎 2008. 愛知県におけるスルホニルウレア系除草剤に抵抗性を有する雑草の検定結果. 雑草研究 53(別): 13.
- 星 一好 2007. 栃木県における水田作の問題雑草. 平成19年度関東支部雑草防除研究会・関東雑草研究会合同研究会資料, p9.
- 片岡由希子・永田信彦・天笠 正・仁木理人・平岩 確・内野 彰・中山壮一 2008. スルホニルウレア抵抗性が疑われるウリカワのベンスルフロンメチルに対する薬量反応とALS遺伝子の変異. 雑草研究 53(別): 14.
- 川名義明 2007. 水田作における最近の問題雑草について. 平成19年度関東支部雑草防除研究会・関東雑草研究会合同研究会資料, pp3-6.
- 神名川真三郎・田中 良・猪野 亮 1992. 数種除草剤がシズイの生育に及ぼす影響. 雑草研究 37(別): 196-197.
- 小島謙治朗 2007. 茨城県における水田難防除雑草の発生状況と防除対策. 平成19年度関東支部雑草防除研究会・関東雑草研究会合同研究会資料, pp7-8.
- 工藤聰彦 1987. シズイ. 宮原益次監修「図解水田多年生雑草の生態」, デュポンジャパンリミテッド農業事業部, pp. 81-86.
- 工藤聰彦・木野田憲久・浪岡 実 1981. シズイの生態と防除 第2報 薬剤による防除. 雑草研究 26(別): 89-90.
- Seefeldt S. S., Jensen J.E. and Fuerst E. P. 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. Weed Technol. 9: 218-227.
- 清藤文仁 1995. 数種のスルホニルウレア系除草剤のシズイに対する除草効果. 雑草研究 40(別): 12-13.
- 住吉 正 1996. シズイ種子の休眠・発芽特性. 植調 30: 319-323.
- 住吉 正・橘 雅明・伊藤一幸 1997. ホタルイ属水田多年生雑草シズイ (*Scirpus nipponicus* Makino) の水田における種子からの発生と種子の休眠・発芽. 東北農業試験場研究報告 92: 97-104.
- 高橋浩明 1995. シズイの防除. 植調 29: 266-272.
- 高橋浩明・高橋政夫 1995. シズイに対するスルホニルウレア系除草剤の効果. 雑草研究 40(別): 14-15.
- 内野 彰 2006. 日本の水田雑草におけるSU抵抗性研究の現状について. 雑草と作物の制御 2: 1-15.
- 内野 彰・伊藤一幸・鈴木雅和・渡邊寛明・橘 雅明・

- 中山壯一 2006a. 積雪寒冷地における4種多年生水田雑草の繁殖体からの11年間の発生. 雑草研究 51(別) : 38-39.
- 内野 彰・古原 洋・吉田修一・大段秀記・芝池博幸 2006b. イヌホタルイ集団におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性変異遺伝子頻度の推定. 雑草研究 51(別) : 92-93.
- 内野 彰・大野修二・角康一郎・平岩 確・永田信彦・仁木理人・天笠 正 2008. 多年生水田雑草オモダカおよびウリカワにおけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性およびその地上部再生法による抵抗性検定. 雑草研究 53(別) : 12.
- 内野 彰・渡邊寛明 2002. 秋田県大曲市で見つかったオモダカのスルホニルウレア系除草剤及び各種除草剤に対する反応. 雑草研究 47(別) : 56-57.
- 内野 彰・渡邊寛明・古原 洋・大段秀記・伊藤一幸 2004. イヌホタルイおよびオモダカのアセト乳酸合成酵素遺伝子の構造とスルホニルウレア系除草剤抵抗性バイオタイプにおけるその変異. 雑草研究 49(別) : 58-59
- 内野 彰・渡邊寛明・鈴木雅和・伊藤一幸 1999. 日本海側東北地域における4種水田多年生雑草の発生活長と繁殖体の動態 - 4年間の調査結果 -. 雑草研究 44(別) : 116-117.
- 吉田修一・久保田紳 2008. 宮城県産シズイの数種除草剤に対する感受性. 雑草研究 53(別) : 20.
(2008年7月7日受付, 2008年7月11日受理)