

芝地における除草剤抵抗性雑草の現状と対策

誌名	農業および園芸 = Agriculture and horticulture
ISSN	03695247
著者名	土田,邦夫
発行元	養賢堂
巻/号	90巻1号
掲載ページ	p. 187-190
発行年月	2015年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



芝地における除草剤抵抗性雑草の現状と対策

土田邦夫*

〔キーワード〕：除草剤抵抗性，ゴルフ場，芝生，スルホニルウレア系，ヒメクグ

はじめに

芝生は、ゴルフ場、サッカー場をはじめとした運動場、公園、校庭、家庭、道路周辺など様々な場面で利用されている。このなかで最も広範かつ集約的に管理がなされているのは、ゴルフ場である。ゴルフ場では、ティーグラウンド、フェアウェイ、ラフ、グリーンなどのプレーゾーンごとに特定の芝草の単純群落が形成され、それぞれのゾーンでの利用目的に応じたきめ細かな管理が求められる。そのため、専用の管理機器が使用され、多種類の資材が投入されている。雑草防除については、多くの優れた除草剤が開発されたことにより、ゴルフ場の多様な状況に対応した管理が可能となってきた。しかし、一方で管理が画一化した場面では、それまで特定の除草剤で容易に防除できた雑草種の感受性が低下した事例が多く報告されるようになり、問題となっている。

本稿では、近年ゴルフ場芝地で問題となっているスルホニルウレア系除草剤（SU 剤）に抵抗性を示すヒメクグについての筆者らの研究内容の紹介と、ゴルフ場芝地における除草剤抵抗性雑草対策について述べる。

1. 芝地における除草剤抵抗性雑草の出現

わが国のゴルフ場芝地において除草剤抵抗性が報告された雑草は、スズメノカタビラとヒメクグの2種である。

スズメノカタビラについては、1985年に小林らによりシマジン抵抗性が報告された。スズメノカタビラはイネ科の一年生雑草であり、通常、秋期に発生を開始し、翌年の春夏期に開花、結実する。小林らはシマジンが使用されていた関西の2カ所のゴルフ場とシマジンが全く使用されていない水田と畑からスズメノカタビラを採取し、シマジンに対する感

受性を比較した。その結果、ゴルフ場から採取したスズメノカタビラには、水田と畑から採取したものに比べ著しく感受性が低い個体が高い頻度で存在していた。また、感受性の低い個体の分布は、シマジン散布地あるいはその周縁部のみに限られていた。

トリアジン系の化合物であるシマジンは、植物の光合成を阻害し雑草を枯死に至らしめる作用を持つ。シマジン製剤は1958年から販売され、畑地や樹園地の一年生雑草の防除に使用されてきた。芝地においては、わが国で最も利用される芝草である日本芝（コウライシバ、ノシバ）に安全性が高いことと安価であったことなどから、ゴルフ場のフェアウェイやラフを中心に広範に使用され続けた。その結果、抵抗性雑草が出現した。シマジン抵抗性が顕在化した後は、スズメノカタビラ防除には他の除草剤が選択されるようになり、また、1998年にシマジンは水質汚濁性農薬に指定されたため、ゴルフ場での使用は急激に減少し、シマジン抵抗性の問題は自然に消失した。

2011年には、筆者らによりSU抵抗性ヒメクグの存在が報告された。ヒメクグはカヤツリグサ科の多年生雑草で、地下茎（根茎）で繁殖するが種子でも繁殖する。春期に発生し、夏秋期には多数の種子と根茎を形成する。ヒメクグは日本全国に分布する雑草であるが、水田畦畔など湿った場所を好み、散水施設などにより土壌湿度が保たれているゴルフ場にも発生が多い。1980年代まではヒメクグに卓効な除草剤がなかったため、ゴルフ場の代表的な難防除雑草として位置づけられていた。しかし、1990年代初頭にSU剤が登場してからは、ヒメクグ防除には主にSU剤が利用されてきた。SU剤は、分岐鎖アミノ酸の生合成に関わるアセト乳酸合成酵素（ALS）を一次作用点とする、いわゆるALS阻害剤の中の化合物群である。SU剤は、ヒメクグに有効なものが多く、他の多くの雑草にも効果が高いことから、現在ではゴルフ場での使用面積が12万ha

*（公財）日本植物調節剤研究協会研究所（Kunio Tsuchida）

を超え、芝地で最も使用されている化合物群となっている。しかし、近年、各地のゴルフ場で今までSU剤によって防除できていたヒメクグが枯れずに残存する事例が増えてきた。

2. 芝地雑草ヒメクグのSU剤に対する感受性と抵抗性

筆者らは、SU剤散布により残存したヒメクグについて、SU剤に対する感受性を調査するとともに、遺伝子解析によりALS遺伝子の変異部位を特定した。

2010年に、SU剤を4年以上使用し続けた関東から九州の4カ所のゴルフ場およびSU剤使用経歴のない茨城県の運動公園の計5カ所から採取したヒメクグをポットに植栽し、SU剤(ハロスルフロメチル、フラザスルフロメチル)に対する感受性を調べた。運動公園から採取したヒメクグはSU剤処理ではほぼ完全に枯死したが、各ゴルフ場から採取したヒメクグには明らかに除草効果が劣り、除草効果には採取地間で差があった。このことから、4つのゴルフ場から採取したヒメクグは、いずれもSU抵抗性バイオタイプであり、これらは異なるバイオタイプである可能性が示唆された。

そこで、これらヒメクグのALS遺伝子を単離、解析した。その結果、これらは全てALS遺伝子の変異しており、ALSの376番目のアスパラギン酸(Asp376)がグルタミン酸(Glu)に、197番目のプロリン(Pro197)がセリン(Ser)に、574番目のトリプトファン(Trp574)がロイシン(Leu)に置換した3種の変異タイプが存在していた。さらに、これらについてSU剤に対する感受性を詳細に調査したところ、ALSのアミノ酸置換部位が同じヒメクグは、採取地が異なっても特定SU剤に対する抵抗性の程度が同等であることが分かった。

また、これらのヒメクグを採取した中の2カ所のゴルフ場について、各ホールでサンプリングしたヒメクグのALS遺伝子を解析したところ、同一のゴルフ場では、ヒメクグサンプルのALSのアミノ酸置換部位が同一であった。このことから、これらのゴルフ場では、1カ所で出現したSU抵抗性バイオタイプのヒメクグがゴルフ場全体に拡散した可能性が高いと考えられた。

3. SU抵抗性ヒメクグに対する除草剤の効果的使用法

SU抵抗性雑草の防除にはSU剤以外の除草剤を使用する方法が確実である。

筆者らが、SU剤とは作用性の異なる種々の除草剤についてヒメクグに対する除草効果を検討したところ、雑草発生前に使用する土壌処理剤や雑草生育期の茎葉処理剤のなかにはSU抵抗性ヒメクグに高い除草効果を示すものがあつた。これら有効薬剤を活用した除草剤処理体系を設定し、SU抵抗性ヒメクグが蔓延したゴルフ場において実証的に除草効果、薬害を評価するとともに、各体系処理の特性に即した活用方法を考察した。

試験区域全体に3月にアラクロールを散布した後、表1に示す①～③の処理体系で順次除草剤処理を行い、ヒメクグの残草量、コウライシバに対する薬害、被度等を調査した。

対照として設置した早春期(3月)にアラクロールを1回のみ処理した試験区では、ヒメクグの発生が5月上旬より始まり、その後は増殖を繰り返し被度が拡大した。それに伴い9月以降はコウライシバの被度が徐々に減少し、10月のヒメクグ枯草期には裸地部分が多くなった。

①土壌処理剤の反復処理

5月、7月に同一除草剤を繰り返し散布した。除草剤処理時にはヒメクグが発生前から発生初期(3葉期)の状態であり、被度も小さい状態であった。いずれの処理区とも、9月調査時までヒメクグの被度はごくわずかで推移し、コウライシバに薬害は認められず、芝の被度も増加し裸地が少ない状態で経過した。このことから、本体系はフェアウェイ等景観を重視する場面においての全面処理が可能な処理体系と考えられた。

②土壌処理剤と茎葉兼土壌処理剤の混用処理

両処理区とも5月の処理時に発生していたヒメクグが枯殺され、再生、後発生もごくわずかであつた。アラクロールとシアナジンの混用処理では、コウライシバに対し薬害が認められず芝の被度の減少もなかったことから、フェアウェイを含めた全面処理が可能と考えられた。アラクロールとDCBN2gの混用区では除草効果が高かつたものの、コウライシバが変色、葉枯れし裸地が生じた。このため、ラフ

表1 SU 抵抗性ヒメクグの体系処理防除試験区

区分*	No.	3月 (3/16)	4月	5月 (5/26)	6月	7月 (7/28)	8月
対)	1	(ヒメクグ発生前) アラクロール					
	①	2	(ヒメクグ発生前)	→	(ヒメクグ発生前～発生初期)	→	(ヒメクグ発生前～発生初期)
3		アラクロール	→	アラクロール	→	アラクロール	
4		アラクロール	→	S-メトラクロール	→	S-メトラクロール	
5		アラクロール	→	カフェンストロール	→	カフェンストロール	
6		アラクロール	→	カフェンストロール・レナシル	→	カフェンストロール・レナシル	
②	7	(ヒメクグ発生前)	→	(ヒメクグ発生前～発生初期)			
	8	アラクロール	→	アラクロール+シアナジン			
③	9	(ヒメクグ発生前)			→	(ヒメクグ生育期)	DCBN1g
	10	アラクロール			→		ベンタゾン
	11	アラクロール			→		トリクロピル

注) * 区分

対)：対照区

①～③：3月アラクロール処理剤処理後の処理薬剤により、以下の体系に区分

① 土壤処理剤の反復処理

② 土壤処理剤+茎葉兼土壤処理剤

③ 茎葉兼土壤処理剤または茎葉処理剤

(2011年実施)

等における局所的な散布にとどめるべきと考えられた。

③ 茎葉兼土壤処理剤または茎葉処理剤

7月のヒメクグ生育期の DCBN 1g およびベンタゾン処理でヒメクグのほとんどが枯死し、再生、後発生はなかった。これら試験区ではヒメクグの枯死部分が裸地となった。トリクロピル区では、枯死するヒメクグは少なかった。コウライシバに対して DCBN1g 区とベンタゾン区で葉害が生じたが軽微であった。このため、ベンタゾンおよび DCBN1g は、ヒメクグの発生が少ない場合は種々の場面で全面処理が可能であるが、多発する場所では枯死後の裸地が目立つことから、フェアウェイ等においては局所処理等景観に留意した使用方法を選択すべきであると考えられた。

試験で供試した数種の薬剤については、(公財)日本植物調節剤研究協会によりヒメクグを対象とした適用性試験が行われ、実用化されている(表2)。

4. ゴルフ場芝地における抵抗性雑草防除の要点

SU 抵抗性バイオタイプへの変異は、自然界では一定の割合で起きている。SU 剤の使用により、抵

抗性バイオタイプのみが生き残り、さらに SU 剤を繰り返し使い続けることで、毎年、種子などの発生源の生産を繰り返して蔓延することになる。SU 抵抗性に限らず、除草剤抵抗性雑草がまだ出現していない芝地では、同一の作用を持つ除草剤の連用は避け、作用性の異なる除草剤のローテーション使用を行い、出現を予防することが重要である。

除草剤抵抗性雑草が出現してしまった場合は、徹底防除を目的とした長期的な計画を立てるべきである。この際、種子、地下茎等の発生源の形成を阻止し、次年度に持ち越さない事を最重視する。当該雑草に有効な土壤処理剤でも、春期の土壤処理剤1回のみでの散布では秋期までの防除効果は期待できない場合が多いため、年2～3回の反復処理や作用性の異なる有効薬剤の体系処理により長期間にわたり雑草を防除することが可能である。さらに、このような防除方法を2～3年継続することで、発生源を著しく減少させることができるものとする。

なお、茎葉処理剤については、使用に際して留意しておく点がある。抵抗性雑草が蔓延した場面では、夏期など雑草が繁茂した時期の使用では変色、枯れ上がりや枯れ跡により景観が悪化する。また、その

表2 ヒメクグに適用のある登録除草剤 (非SU剤)

登録種類名 (商品名)	作物名	使用量/m ²	使用時期	使用方法	本剤の 使用回数
カフェンストロール水和剤 (ハイメドウフロアブル, ラポストフロアブル)	日本芝 (こうらいしば)	0.25~0.5mL (200~300mL)	雑草発生前	全面土壌散布	2回以内
S-メトラクロール乳剤 (シバッチ)	日本芝 (こうらいしば)	0.25~0.4mL (200~300mL)	ヒメクグ発生前~発生初期 (芝生育期)	全面土壌散布	3回以内
アラクロール乳剤 (ハブーン)	日本芝 (こうらいしば)	0.6~1.0mL (250mL)	春夏期ヒメクグ発生前~発生初期	全面土壌散布	3回以内
DCBN 水和剤 (ベンポール, グラスダン, クサピース)	日本芝	1~2g (150~200mL)	春期芝生育期 (雑草発生前~生育初期)	局所散布	1回
DCBN 粒剤 (ベンポール, シバキープ)	日本芝	10~20g	春期芝生育期 (雑草発生前~生育初期)	局所散布	1回
DCN 粒剤 (カペレン2.5)	芝 (日本芝)	10~15g	ヒメクグ生育初期	全面土壌散布	2回以内
ペンタゾン液剤 (バサグランターフ)	日本芝	0.5~1mL (100~200mL)	春夏期雑草生育期 (芝生育期)	雑草茎葉散布	3回以内

2014/10/7 現在.

後、秋期までの芝の被覆も遅れプレーに悪影響を及ぼすこともある。このため、前処理として雑草発生前に有効な土壌処理剤を散布し雑草の発生密度を低下させ、芝の被覆を確保した上で茎葉処理剤を使用することが望ましい。このように、ゴルフ場等の芝地においては芝生の機能の維持を重視しながら防除計画をたてる必要がある。

さらに、ゴルフ場はプレーヤーや管理機器が頻繁に往来することから種子の拡散は容易である。このため、除草剤の散布は、スポット処理ではなく可能な限り全面散布を行うことが望ましい。また、管理機器の清掃、洗浄を徹底すること、刈草の処分を適切に行うことも拡散を最小限に抑えられる。

抵抗性雑草が出現しなければ、使用する除草剤の選択肢は広い。しかし、いったん出現すると、その消滅までの間は抵抗性雑草に有効な薬剤のみを使用し続けなければならないこととなる。芝地に限らず抵抗性雑草が蔓延した最大の原因は、同一の作用を持つ除草剤を使用し続けたことである。従って、同一除草剤を連用しないことが、抵抗性雑草の出現を回避する最も有効な手段といえる。既に抵抗性雑草の存在を確認している場合は、徹底的に防除し発生源を形成させないことに留意するとともに、耕種作業等による拡散を阻止することが重要である。

そのためには、管理者が雑草の発生、生育の状況

を常に観察すること、除草剤散布時の降雨、温度、風などの気象条件に留意し使用基準に定められた薬量、使用時期等を守ることなど、有効薬剤の効果を最大限に発揮する条件作りが前提となる。

引用文献

- 小林央往・中川 博・植木邦和 (1985) ゴルフ場スズメノカタビラ集団のシマジン抵抗性について. 雑草研究 30 (別): 123-124.
- 小林央往・植木邦和 (1987) ゴルフ場スズメノカタビラ集団のシマジン抵抗性について2. 出現様式. 雑草研究 32 (別): 147-148.
- 奥野潤一・岩上哲史・内野 彰・中村公治・永江繁政・土田邦夫・横山昌雄 (2011) ALS 阻害型除草剤低感受性ヒメクグにおける ALS 遺伝子の解析. 芝草研究 40 (別): 4-5.
- 奥野潤一・山口美香・岩上哲史・内野 彰・相田治男・中石好則・中村公治・土田邦夫・横山昌雄 (2012) 同一ゴルフ場から採取したスルホニルウレア系除草剤抵抗性ヒメクグにおける ALS 遺伝子の解析. 芝草研究 41 (別1): 78-79.
- 土田邦夫・奥野潤一・横山昌雄・中村公治・永江繁政 (2011) 採取地の異なるヒメクグの各種除草剤に対する感受性. 芝草研究 40 (別): 2-3.
- 土田邦夫・奥野潤一・相田治男・横山昌雄 (2012) ゴルフ場芝地におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性ヒメクグの防除体系. 芝草研究 41 (別1): 54-55.
- 土田邦夫 (2013) 水田・畑地・芝地における除草剤抵抗性雑草の対策. 雑草と作物の制御 9: 7-14.
- 土田邦夫・奥野潤一・横山昌雄 (2014) ALS 阻害型除草剤抵抗性ヒメクグの数種SU剤に対する感受性. 芝草研究 43 (別1): 76-77.