

芝用除草剤 インダジフラム

バイエルクロップサイエンス(株)
エンバイロサイエンス事業本部 開発部 中村 新

1. はじめに

インダジフラムはバイエルクロップサイエンスによって創製された新規アルキルアジン系除草剤である。米国においては芝生（ゴルフ場、一般家庭周り）、柑橘、ナッツ類、各種果樹類および緑地管理（鉄道、高速道路および工場周り等）などを対象に開発されている畑地用除草剤であり、米国では2011年から実用化されている。日本では公益財団法人日本植物調節剤研究会を通じて、2007年より公的委託試験が開始され、日本芝における実用化可能の判定を得て、2012年4月6日に芝用除草剤として農薬登録を取得している（表-1）。また、緑地管理用の除草剤としても2012年12月19日に農薬登録を取得している（表-2）。

2. 名称および化学構造

- ・商品名：スペクタクル®フロアブル（芝用）、エスプラネード®フロアブル（緑地管理用）
試験番号：BEH-507
- ・一般名：インダジフラム (Indaziflam)
- ・化学名：N-[(1R,2S)-2,3-ジヒドロ-2,6-ジメチル-1H-インデン-1-イル]-6-[(1RS)-1-フルオロエチル]-1,3,5-トリアジン-2,4-ジアミン

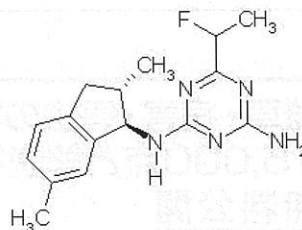


表-1 芝用除草剤 スペクタクル®フロアブル（インダジフラム 19.1%水和剤）の農薬登録
（登録番号：第23066号）

作物名	適用雑草名	使用時期	使用量		使用方法	本剤およびインダジフラム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	雑草発生前	20 - 30 mL/10a	200 - 300 L/10a	全面土壌散布	2回以内

表-2 緑地管理用除草剤 エスプラネード®フロアブル（インダジフラム 19.1%水和剤）の農薬登録
（登録番号：第23183号）

作物名	適用場所	適用雑草名	使用時期	使用量		使用方法	本剤およびインダジフラムを含む農薬の総使用回数
				薬量	希釈水量		
樹木等	公園、庭園、堤とう、駐車場、道路、運動場、宅地、のり面、鉄道等	一年生雑草	雑草発生前	35 - 75mL/10a	100 L/10a	植栽地を除く樹木等の周辺地に全面土壌散布	2回以内

3. 物理化学性および安全性

* 主要有効成分光学異性体の試験成績に基づく

- ・ 外観 : 白色粉末
- ・ 水溶解度 : 2.8ppm (蒸留水, 25°C)
- ・ 蒸気圧 : 6.8×10^{-8} Pa(25°C)
- ・ 土壌吸着係数 : $K_{oc} = 396-1029$
- ・ LogP : 2.8 (pH4, 7, 9)

4. 安全性 (インダジフラム 19.1% フロアブル)

- ・ 急性毒性: 経口 ラット (♀) $LD_{50} > 5,000$ mg/kg
: 経皮 ラット (♂♀) $LD_{50} > 2,000$ mg/kg
- ・ 水産動植物に対する影響
: コイ $LC_{50}(96h) = 4.74$ mg/L
ミジンコ $EC_{50}(48h) = 149$ mg/L
藻類 $ErC_{50}(0-72h) = 0.75$ mg/L

5. 作用機構

インダジフラムは、植物の細胞壁を構成する不

溶性セルロースの生合成を阻害することで効果を発揮する。その結果、植物の生長に不可欠な細胞壁の生成・細胞分裂・細胞伸長ができなくなり枯死に至る (Kaapro ら 2012, Myers ら 2010)。茎頂部、根端部等の細胞分裂・細胞伸長・セルロース生合成の盛んな部位において高い阻害活性を示し、既に組織の完成している部位 (セルロースの生合成が不要) においては、十分な阻害活性を示さないことから、発生後生育が進んだ雑草に対しては除草活性が低いと考えられる。

6. 芝用除草剤として特性

1) 除草効果

インダジフラムは 25-50g ai/ha で各種一年生雑草に高い除草効果を示す (ポット試験) (鈴木ら 2012, 表 -3, 表 -4)。本剤の殺草スペクトラムはきわめて広く、広範な一年生イネ科および広葉雑草に効果を示す (表 -5)。特に、ス

表-3 一年生雑草に対する除草効果 (発生前処理)

薬剤	薬量 (g ai/ha)	除草効果				
		スズメノカタビラ	メヒシバ	ヤハズソウ	タチイヌノフグリ	オランダミミナグサ
処理時葉齢		出芽前	出芽前	出芽前	出芽前	出芽前
無処理		0	0	0	0	0
インダジフラム	25	100	100	100	100	100
	37.5	100	100	100	100	100
	50	100	100	100	100	100
比較剤	300	100	100	100	100	100

試験規模: 12cmX16cmプラスチック製ポット, 2連制

散布水量: 2000L/ha

調査方法: 処理77日後達観調査 (0: 無作用 ~ 100: 完全枯死)

表-4 一年生雑草に対する除草効果 (生育期初期処理)

薬剤	薬量 (g ai/ha)	除草効果				
		スズメノカタビラ	メヒシバ	ヤハズソウ	タチイヌノフグリ	オランダミミナグサ
処理時葉齢		1-1.5	2-3	初生葉	1-1.5	子葉
無処理		0	0	0	0	0
インダジフラム	25	100	20	90	100	100
	37.5	100	20	95	100	100
	50	100	60	100	100	100
比較剤	300	100	35	100	100	100

試験規模: 12cmX16cmプラスチック製ポット, 2連制

散布水量: 2000L/ha

調査方法: 処理59日後達観調査 (0: 無作用 ~ 100: 完全枯死)

表-5 インダジフラムの殺草スペクトラム（公財）日本植物調節剤研究協会および社内試験結果に基づく

科名	和名	発生前処理 薬量 (g ai/ha)			科名	和名	発生前処理 薬量 (g ai/ha)		
		40	50	60			40	50	60
イネ科	スズメノカタビラ	●	●	●	ナデシコ科	ハコベ	○	●	●
	メヒシバ	●	●	●		オランダミミナグサ	○	●	●
	アキメヒシバ	○	●	●		ツメクサ	○	●	●
キク科	オオアレチノギク	●	●	●	トウダイグサ科	コニシキソウ	○	○	○
	アレチノギク	●	●	●	マメ科	ヤハズソウ	○	●	●
	ヒメムカシヨモギ	○	●	●		スズメノエンドウ	○	●	●
	ヒメジョオン	●	●	●		カラスノエンドウ	○	●	●
	ハハコグサ	●	●	●	アブラナ科	タネツケバナ	●	●	●
	ハキダメギク	●	●	●	カタバミ科	カタバミ	□	●	●
	マメカミツレ	●	●	●	カヤツリグサ科	カヤツリグサ	○	●	●
	オニタビラコ	●	●	●	シソ科	ヒメオドリコソウ	●	●	●
	トキンソウ	●	●	●		ホトケノザ	●	●	●
ゴマノハグサ科	オオイヌノフグリ	○	●	●	クワ科	クワクサ	●	●	●
					タデ科	イヌタデ	●	●	●

評価基準 ●：残草0%, ○：残草1-5%, ○：残草6-10%, □：残草11-30%, △：残草31-50%, ×：残草51%以上

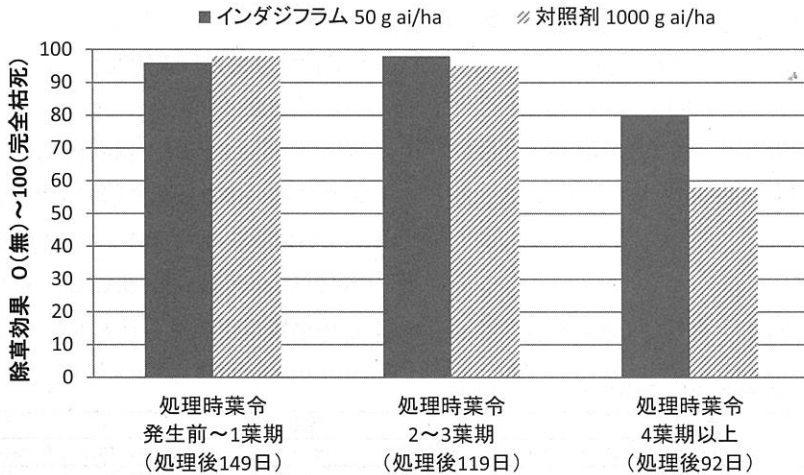


図-1 スズメノカタビラに対する処理時期別効果 (圃場試験)

ズメノカタビラに対しては、50 g ai/ha の発生前処理で約 150 日の残効性を示し、発生後の 3 葉期のズメノカタビラに対しても安定した効果を示すことが確認されている (小淵ら 2012, 図-1)。

2) スズメノカタビラに対する効果

近年、ゴルフ場においては、特定の除草剤を連用することによる低感受性個体の発現が疑われており、残草が問題となるケースがある。米国においては、既に各種除草剤に対して抵抗性を有するズメノカタビラが報告されている

(Isgrigg III ら 2002, Cross ら 2013)。インダジフラムは今までにない新規作用性をもつ土壤処理タイプの除草剤であり、従来の除草剤に感受性が低下したズメノカタビラに対しても安定した除草効果が期待できる。日本各地から採取した異なるバイオタイプのズメノカタビラに対して卓越した効果を示すことも確認されている (表-6)。

ゴルフ場の雑草管理においてサッチ堆積は各種除草剤 (土壤処理剤) の効果が不安定になる要因のひとつと考えられているが、インダジフラムはサッチ堆積をシミュレートした試験 (刈

表-6 採取地の異なるスズメノカタビラに対する除草効果 (ポット試験)

薬剤	薬量 (g ai/ha)	採取地A(関東地区)		採取地B(東海地区)		採取地C(西日本地区)	
		発生前	1-2葉期	発生前	1-2葉期	発生前	1-2葉期
無処理		0	0	0	0	0	0
インダジフラム	12.5	100	100	100	100	100	95
	25	100	100	100	100	100	100
	50	100	100	100	100	100	100
比較剤A	250	100	100	100	100	100	90
	500	100	100	100	100	100	80
	1000	100	100	100	100	100	100
比較剤B	236	100	60	30	30	100	0
	472	100	50	60	30	100	20
	944	100	70	100	30	100	30

試験規模: 12cmX16cmプラスチック製ポット, 2連制
 散布水量: 2000L/ha
 調査方法: 達観調査 (0: 無作用~100: 完全枯死)

表-7 除草効果に及ぼす刈草の影響 (サッチ堆積をシミュレートしたポット試験)

薬剤	薬量 (g ai/ha)	スズメノカタビラ				ヤハズソウ			
		発生前		1-3葉期		発生前		子葉 - 第一本葉	
		裸地	刈草被覆	裸地	刈草被覆	裸地	刈草被覆	裸地	刈草被覆
無処理		0	0	0	0	0	0	0	0
インダジフラム	15	100	100	100	100	100	100	100	85
	30	100	100	100	100	100	100	100	100
	60	100	100	100	100	100	100	100	100
比較剤	85	100	100	100	20	90	90	75	0
	170	100	100	100	60	100	100	90	70
	339	100	100	100	100	100	100	98	95

試験規模: 12cmX16cmプラスチック製ポット, 2連制
 散布水量: 2000L/ha
 調査方法: 達観調査 (0: 無作用~100: 完全枯死)

草を被覆したポット試験)においても, 除草効果が損なわれることなく安定した効果を示すことが明らかにされている (表-7)。

また, スズメノカタビラが4葉期以上に生育している場面では, 各種茎葉処理剤との混用が有用であると考えられるが, アシュラム, ヨードスルフロンメチルナトリウム塩またはホラムスルフロンとの混用により, 4葉期以上のスズメノカタビラに安定した効果を示すことも報告されている (小淵ら 2013, 表-8)

3) 日本芝に対する安全性

インダジフラムは登録最大薬量の4倍量(240 g ai/ha)においてもコウライシバ, ノシバに高い安全性を有することが確認されている (表

-9)。その他, 萌芽期, 高温期においても高い安全性があることが, 公益財団法人日本植物調節剤研究協会の委託試験により確認されている。

7. おわりに

インダジフラムは芝用除草剤スペクタクル[®]フロアブルとして, 米国およびオーストラリアに続き, 日本においては2013年7月25日に商品化されている。セルロース生合成阻害剤という新規の作用性をもち, スズメノカタビラをはじめとして, メヒシバおよび一年生雑草全般に対して幅広い殺草スペクトラムを有している。サッチが堆積したような条件下であっても安定した土壌処理層を形成し, 春処理で90日

表-8 インダジフラムおよび他剤と混用処理 (処理時期別効果)

薬剤	薬量 (g ai/ha)	スメタピラ			オオバコ
		9/24処理 (発生前-1葉期)	10/22処理 (2-5葉期)	11/19処理 (5葉期-分けつ期)	10/22処理 (生育期)
無処理		0	0	0	0
インダジフラム	50	100	80	-	30
インダジフラム+ヨードスルフロンメチルナトリウム塩	50+20	*	100	-	100
インダジフラム+ホルムスルフロン	50+31	-	-	100	-
インダジフラム+アシュラム	50+2220	-	98	95	100
比較剤	1000	100	60	-	0

* -: は未検討または対象雑草未発生

散布水量: 2000L/ha

調査方法: 2013年2月14日 (処理143、115、84日後)。達観調査 (0: 無作用~100: 完全枯死)

表-9 日本芝に対する安全性

薬剤	薬量 (g ai/ha)	試験地 処理日 調査日	コウライシバ				ノシバ			
			埼玉県 2008/4/12 2008/8/16	兵庫県 2008/4/20 2008/5/7	埼玉県 2008/10/9 2008/10/25	兵庫県 2008/10/9 2008/11/9	埼玉県 2008/4/12 2008/8/16	兵庫県 2008/4/20 2008/5/7	福島県 2008/10/9 2008/10/25	兵庫県 2008/10/9 2008/11/9
インダジフラム	200		無	無	無	無	無	無	無	
	100		無	無	無	無	無	無	無	
	50		無	無	無	無	無	無	無	

評価基準: 無、微、小、中、大

以上、秋処理で150日以上 of 除草効果の残効性を実現する。環境負荷を配慮し、芝用除草剤としては極めて低薬量 50g ai/ha (製剤量 250 ml/ha) (図-2) で、卓越した除草効果および日本芝に高い選択性を示す性能は、ゴルフ場、

競技場においてより一層効率的に雑草管理をすることに貢献できると期待される。

最後にインダジフラムの登録・商品化に際しまして、多大なご指導、ご支援を賜りました公益財団法人日本植物調節剤研究協会ならびに大

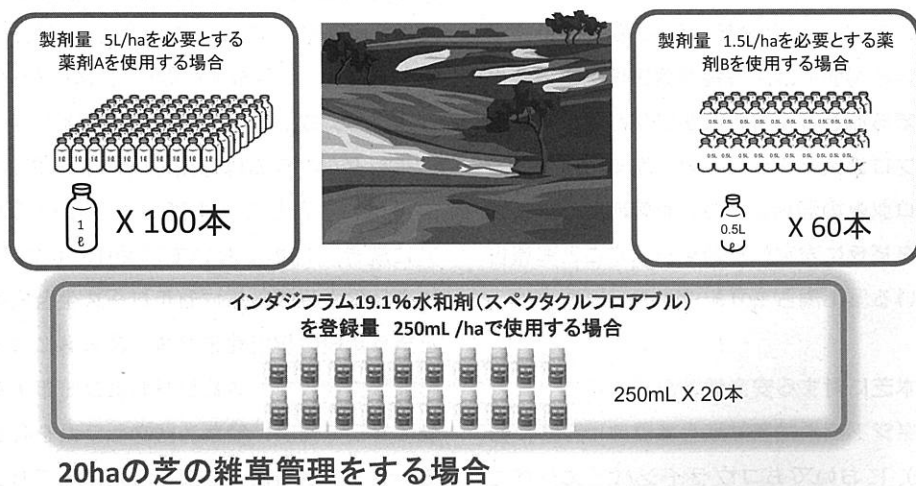


図-2 処理量の比較

学, グリーン研究所, ゴルフ場, 競技場等の関係各位に厚く御礼申し上げます。

8. 引用文献

Cross, R. B., L. B. McCarty, N. Tharayil, T. Whitwell, W. C. Bridges Jr. 2013. Detecting Annual Bluegrass (*Poa annua*) Resistance to ALS-Inhibiting Herbicides Using a Rapid Diagnostic Assay. *Weed Sci.* 61(3): 384-389.

Isgrigg III, J., F.H. Yelverton, C. Brownie, L.S. and Warren. 2002. Dinitroaniline resistant annualbluegrass in North Carolina. *Weed Sci.* 50:86-90.

Kaapro, J., J. Hall. 2012. Indaziflam – a new herbicide for pre-emergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. *Pak. J. Weed Sci. Res.* 18: 267 – 270.

Myers, D.F., R. Hanrahan, J. Michel, B. Monke, L.

Mudge, L. Norton, C. Olsen, A. Parker, J. Smith, D. Spak. 2009. Indaziflam/BCS-11017171 – a new herbicide for pre-emergent control of grasses and broadleaf weeds for turf and ornamentals. *Proc. Southern Weed Sci. Soc.* 62:393.

小渕茂俊・滝野卓・藤野良之・鈴木久人 2012. 新規除草剤インダジフラムに関する研究 第2報 日本芝における実用性の検討. 芝草研究 第41巻 別1号:52-53.

小渕茂俊・八田隆行・鈴木久人 2013. 新規除草剤インダジフラムに関する研究 第3報 雑草種子深度別除草効果および他剤混用, 連用処理の検討. 芝草研究 第42巻 別1号:50-51.

鈴木久人・小渕茂俊・滝野卓・藤野良之 2012. 新規除草剤インダジフラムに関する研究 第1報 芝用除草剤としての適用性. 芝草研究 第41巻 別1号:50-51.

牧草・毒草・雑草図鑑

定価 2,940円
(本体2,800円+税5%)

編著: 清水矩宏・宮崎茂・森田弘彦・廣田伸七

B6判 288頁 カラー写真 800点

牧草・飼料作物80種、雑草180種、有毒植物40種を収録した畜産のための植物図鑑

発行/社団法人畜産技術協会

販売/全国農村教育協会 電話 03-3839-9160 FAX 03-3839-9172