

## アカヒゲホソミドリカスミカメ用の新規フェロモン剤

信越化学工業(株) <sup>もち</sup>望 <sup>づき</sup>月 <sup>ふみ</sup>文 <sup>あき</sup>昭  
 中央農業総合研究センター <sup>やす</sup>安田 <sup>てつ</sup>哲也 <sup>ひ</sup>樋口 <sup>ひろ</sup>博也  
 北陸研究センター <sup>たか</sup>高 <sup>はし</sup>橋 <sup>あき</sup>明 <sup>ひこ</sup>彦  
 新潟県農業総合研究所作物研究センター <sup>たか</sup>石 <sup>もと</sup>本 <sup>ま</sup>万 <sup>す</sup>寿 <sup>ひろ</sup>広  
 山形県農業総合研究センター <sup>なか</sup>中 <sup>しま</sup>島 <sup>とも</sup>具 <sup>ひろ</sup>子  
 富山県農林水産総合技術センター <sup>にし</sup>西 <sup>しま</sup>島 <sup>ひろ</sup>裕 <sup>え</sup>恵  
 青森県産業技術センター農林総合研究所 <sup>さ</sup>佐 <sup>とう</sup>藤 <sup>まさ</sup>正 <sup>かず</sup>和

## はじめに

アカヒゲホソミドリカスミカメ *Trigonotylus caelestialium* Kirkaldy (カメムシ目, カスミカメムシ科) は, イネ籾を吸汁加害する斑点米カメムシ類の一種である。1999年以降, 東北や北陸地方の日本海側に甚大な被害をもたらし, 当地域の主要害虫となっている (渡邊・樋口, 2006)。

被害の拡大にともない, 本種の生態や防除に関する多くの試験が秋田県や新潟県で行われた結果, 殺虫剤を用いた防除法はほぼ確立された (石本, 2008)。現在の課題は, 殺虫剤散布が必要か否かの判断材料となりえる高精度なモニタリング技術の開発である。

従来, 本種を含めた斑点米カメムシ類のモニタリングには捕虫網による「すくい取り法」が適用されてきた。しかし, すくい取り法は, 調査者の体型 (歩幅やリーチの長さ) によって捕獲数が変動する。また同じ調査者であっても気象条件が捕獲数に影響を及ぼす場合があるなど, 測定誤差が比較的大きい手法といえる。水田内など発生密度が低いところでは特に消長把握が難しいことから, これに代わるモニタリング法が求められていた。

北海道中央農業試験場と農業環境技術研究所の共同研究によりアカヒゲホソミドリカスミカメの性フェロモンが同定されたのを契機に (KAKIZAKI and SUGIE, 2001), 我々はすくい取りに代わるモニタリング手段としてフェロモントラップを検討した。5年間の野外試験を経て2007年より発生予察用フェロモン剤 (図-1) を実用化

した。本剤の水田における利用方法と発生予察技術に関しては石本 (2010) が詳述している。

本剤は東日本の日本海側を中心に安定した販売数があり (表-1), モニタリング資材として根付いていることが推測される。

我々は, 同じく斑点米被害をもたらすアカスジカスミカメの発生予察用フェロモン剤を開発するとともに (YASUDA et al., 2008; 2009), アカヒゲホソミドリカスミカメも含めたより効率的なモニタリング資材を開発すべく研究してきた (YASUDA et al., 2010)。その過程で, これまで販売していたアカヒゲホソミドリカスミカメ用の



図-1 市販のアカヒゲホソミドリカスミカメ用フェロモン剤

↓ 0.01 mg の合成性フェロモンを含浸したゴムキャップ (旧剤)。

A New Lure Developed for Monitoring of *Trigonotylus caelestialium*. By Fumiaki MOCHIZUKI, Tetsuya YASUDA, Hiroya HIGUCHI, Akihiko TAKAHASHI, Masuhiro ISHIMOTO, Tomoko NAKASHIMA, Hiroe NISHIJIMA and Masakazu SATOH

(キーワード: アカヒゲホソミドリカスミカメ, 性フェロモン, 発生予察)

表-1 アカヒゲホソミドリカスミカメ発生予察用フェロモン剤の販売個数の推移

	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
北海道	24	12	60	12	12
東北	924	708	696	852	576
関東	192	144	180	252	276
北信越	756	732	984	960	636
東海	72	0	0	0	72
近畿	60	24	24	0	12
山陽	0	0	0	0	0
山陰	48	12	24	0	0
四国	0	0	0	0	36
九州	0	0	0	0	0
合計	2,076	1,632	1,968	2,076	1,620

資材（旧剤）の誘引力が有効期間の1か月内で変化していることが確認された。これは開発当初は察知できなかった問題点である。

本報では、上記問題点とその原因を説明するとともに、あらたに開発したフェロモン剤に関する情報を提供したい。

## I フェロモン剤（旧剤）の市販までの経緯

アカヒゲホソミドリカスミカメの性フェロモンは hexyl hexanoate, (*E*)-2-hexenyl hexanoate, octyl butyrate の 100:40:3 混合物と同定され、モニタリング資材として利用できる可能性が示唆された (KAKIZAKI and SUGIE, 2001)。この論文における一連の野外試験では、フェロモン成分を保持し、そこから成分を放出させる担体としてガラスキャピラリーが使用されている。性フェロモン化合物の物理的性状を考慮したためであるが、ガラスキャピラリーは取り扱いが難しいため、商品化は容易ではないと考えられた。

折しも、新潟県では本種の斑点米被害が増加傾向にあり、きめ細かな要防除水準の策定にはすくい取りに代わる簡易で高精度なモニタリング方法の開発に迫られていた。そこで北陸研究センターと信越化学はフェロモン成分を用いた実用的なモニタリング資材の開発に取り組んだ。水盤トラップ（図-2）を用いた野外誘引試験により、当初担体として適さないと推測されていた汎用のゴムキャップにも誘引性が認められた。ゴムキャップに含浸させる合成性フェロモン量は重要で、最適量 0.01 mg の誘引力は処女雌 10 頭分に匹敵するが、これより含浸量を



図-2 ゴムキャップ型のフェロモン剤（旧剤）、および、水田に設置した水盤トラップ  
→ フェロモン剤の取り付け位置、水盤中央、水面から 10 cm 上に取り付ける。

増すと誘引力は低下する（樋口ら 2004）。

最適量 0.01 mg を含浸させたフェロモン剤の誘引力は野外条件で少なくとも 30 日間持続することがわかり（樋口ら, 2004）、発生予察資材として十分な性能を有すると判断し、2007 年に販売を開始した。

## II 垂直粘着トラップの普及

基礎試験に用いた水盤トラップは、現地を頻繁に訪れて水を補給しなければ正確なデータを得られないという欠点を持ち、農業現場において実用的なトラップとは必ずしもいえない。そこで、アグリバイオ実用化・産業化研究では（平成 16～18 年）、北陸研究センター、山形県農業総合研究センター、新潟県農業総合研究所作物研究センター、富山県農業技術センター、長野県農事試験場、信越化学との共同で、現場が導入しやすいトラップを検討した。そして、望ましい形状として、粘着板 2 枚を背中合わせにして垂直に立てた「垂直粘着トラップ」（図-3）を選抜した（滝田, 2005; 2006; 石本, 2005）。このトラップは水の管理が要らず軽量なことから設置や交換が容易である。また、粘着板ごと持ち帰り保存しておけば、仕事の合間に誘殺数を計数することができる。取り扱いの容易さから、現在では、アカヒゲホソミドリカスミカメの標準的な捕獲装置として水田や周辺雑草地等の農業現場に利用されている。

## III 旧剤の有効期間に関する問題点

はじめにも述べたが、我々はアカスジカスミカメとアカヒゲホソミドリカスミカメの両種が同一のトラップで捕獲できる使い勝手のよいフェロモン剤の研究をしていた過程で (YASUDA et al., 2010)、図-1 に示したフェロモ

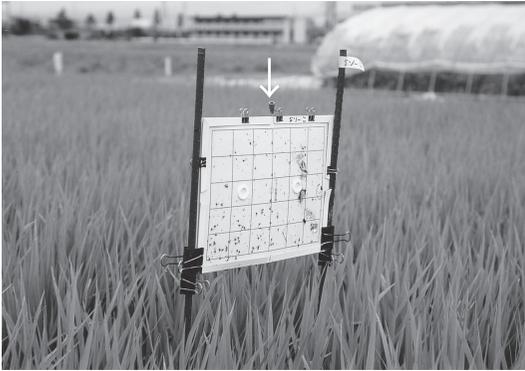


図-3 水田に設置した垂直粘着トラップ  
↓ 旧剤ゴムキャップの取り付け位置。粘着板上部に針で固定する。

ン剤の誘引力が使用日数とともに低下していることに気付いた。そのデータを図-4に示す。所定期間野外に放置したフェロモン剤を垂直粘着トラップに取り付け、開封直後のフェロモン剤と捕獲数を同時に比較した。明らかに0日の捕獲数が多く、14日以後の捕獲数は減少しその差は有意であった(図-4)。

樋口ら(2004)による基礎試験において30日以上持続期間を有することが確認されていたにもかかわらず、なぜこのようなことが起こったのか。その原因を明らかにするために、ゴムキャップから放出される合成性フェロモンの放出速度が暴露日数によりどの程度変化しているのかを調べてみた。その結果、25℃の恒温条件下では、開封直後(0日)から10日目にかけて放出速度が約30%低下し、それ以降はほぼ一定放出になることがわかった(安田、未発表データ)。

水盤トラップを用いた基礎試験において最適量の1/10量となる0.001 mgを含浸させたフェロモン剤も最適量のものとほぼ同程度の誘引性が認められている(樋口ら, 2004)。したがって、約30%の放出速度の減少が誘引性に影響を及ぼす可能性は低く、図-4で認められた経過日数ともなう捕獲数の変化を、単純にゴムキャップからの放出量の減少だけでは説明できない。しかし、この放出量の減少に捕獲装置(トラップの形状)の違いを加味すると基礎試験(樋口ら, 2004)と実用段階(図-4)における異なる結果を説明できるのではないかと考えられる。すなわち、水盤トラップと垂直粘着トラップによる捕獲効率の違いである。

水盤トラップは図-2に示したように、直径45 cmの水面中央の上部にフェロモン剤を配し、水面全体で虫を捕らえる構造になっているため、フェロモン剤の周辺に近寄った虫をかなりの確率で捕獲すると考えられる。一

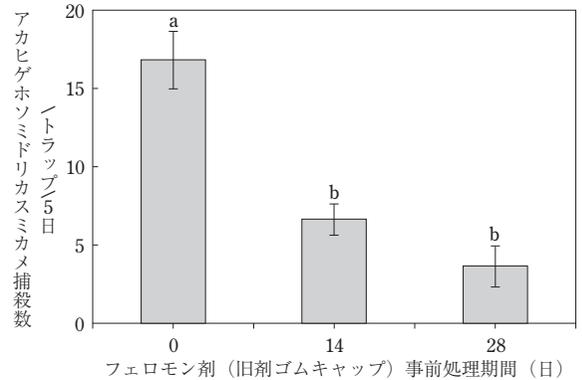


図-4 フェロモン剤(旧剤ゴムキャップ)事前処理期間とアカヒゲホソミドリカスミカメの捕獲数

0.01 mgの合成性フェロモンを含浸したゴムキャップ(旧剤)を、野外に14日間と28日間放置したものと、冷蔵庫で保存し開封直後のものを0日として、それぞれ個別の垂直粘着トラップに取り付けた。これらを一斉に15 m間隔で配置し、捕獲された虫数を5日間調査した。6反復行った。棒グラフに付した範囲は標準誤差を示す。またその上部に付したアルファベットが異なる場合、Steel-Dwassの多重検定により有意差が認められる( $p < 0.05$ ) (新潟県農業総合研究所作物研究センター, 長岡市)。

方、垂直粘着トラップはフェロモン剤の真下を通過しようとした虫しか捕獲できない。すなわち基礎段階では捕獲効率が高い水盤トラップを使用したために、ゴムキャップからのフェロモン放出量が減少した30日後も捕獲虫数の変化が認められなかったのに対して、垂直粘着トラップではフェロモン放出量の減少が捕獲数の減少に直結したのではないかと考えられた。

これらの原因の解明にはさらなる野外試験など各種の確認試験が必要となるが、垂直粘着トラップが農業現場において標準となっている現状では、これと組合せても支障のないフェロモン剤の開発が急務であった。

#### IV 新しいフェロモン剤(新剤)の特徴

蛾類を含めて発生予察用フェロモン剤の担体として使用されている素材には、ゴムキャップのほかにポリエチレンカプセルや果樹カメムシ用として利用されているポリエチレンチューブがある。今回アカヒゲホソミドリカスミカメの担体としてポリエチレンチューブを検討したところ、安定した誘引力を持つ資材として有効であることが明らかになった。図-5は、今回開発したチューブ型のフェロモン剤(新剤)とそれを垂直粘着トラップに取り付けた写真である。

新剤の最大の特徴は、垂直粘着トラップと組合せても

日数経過に伴う誘引力の低下が見られない点である。図-6は新剤の持続期間を示したもので、ゴムキャップ型の旧剤のときのような誘引力の低下は認められず、4週間、安定した誘引力を発揮している。

図-7は出穂にあわせて新旧フェロモン剤を同時に設置して5日間の捕獲数を調べた結果である。山形県の水田に設置した場合新型の捕獲数が多い傾向があったが、新潟県ではほぼ同等であった。また、富山県では発生数が少なく十分な評価ができるデータは得られなかったが、傾向としては同等の誘引力を示していると思われる。

以上は5日間という短期間の比較データであるが、最

後に、青森県の牧草地における長期間の比較データを示す(図-8)。旧剤は約2週間間隔、新剤は1か月間隔で交換し発生消長を追ったところ、どちらも同じように変遷した。このように長期間にわたるモニタリングにおいても、新剤は垂直粘着トップと組合せて支障なく使用できると考えられた。

## おわりに

垂直粘着トラップがアカヒゲホソミドリカスミカメの標準トラップとして普及している現時点で、有効期間内で誘引力が変化するゴムキャップ型のフェロモン剤は適切な資材ではないといわざるを得ない。そこで2012年度の販売より全面的にチューブ型の新型フェロモン剤に切り替える予定である。

しかし、これまでに旧剤による誘殺データを用いた防除水準の策定や(高橋ら, 2007)、発生動態の把握(中島ら, 2011; 西島ら, 2011)が試みられており、新剤への切り替えに伴い、データの読み替えが必要になる可能性が想定される。

今後、販売はチューブ型の新剤に限定するが、当面、ゴムキャップ型の旧剤も製造を続け、希望される方に無償で配布する予定である。

新剤のチューブの表面は、合成性フェロモンに加え希釈液(ドデシルアセテート)が染み出し濡れた状態になっている。いずれも人体に無害な物質だがかぶれやすい体質の方は直接触れないよう手袋をしたほうが安全である。

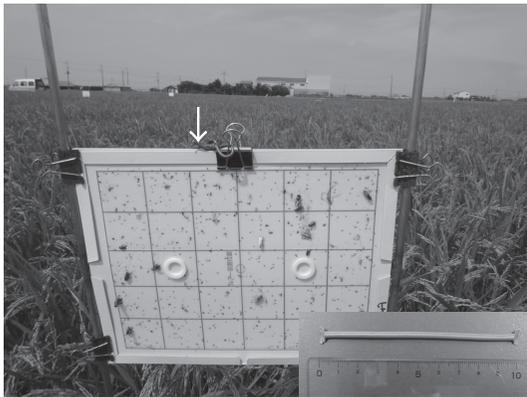


図-5 新しいフェロモン剤(チューブ型)と水田に設置した垂直粘着トラップ  
↓ フェロモン剤.

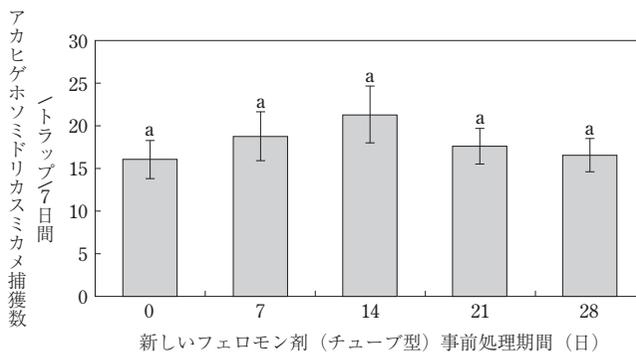


図-6 新しいフェロモン剤(チューブ型)の事前処理期間とアカヒゲホソミドリカスミカメの捕獲数

ポリエチレンチューブにより成型したフェロモン剤(新剤)を、野外に7日間、14日間、21日間、28日間放置したものと、冷蔵庫で保存し開封したばかりのものを0日とし、それぞれを個別の垂直粘着トラップに取り付けた。その後7日間の捕獲数を調べ、3反復の平均値を求めた。トラップ数は $\log(x + 0.5)$ で変換し、分散分析により有意差は認められなかった( $p < 0.05$ )。(中央農業研究センター、茨城県つくば市)。

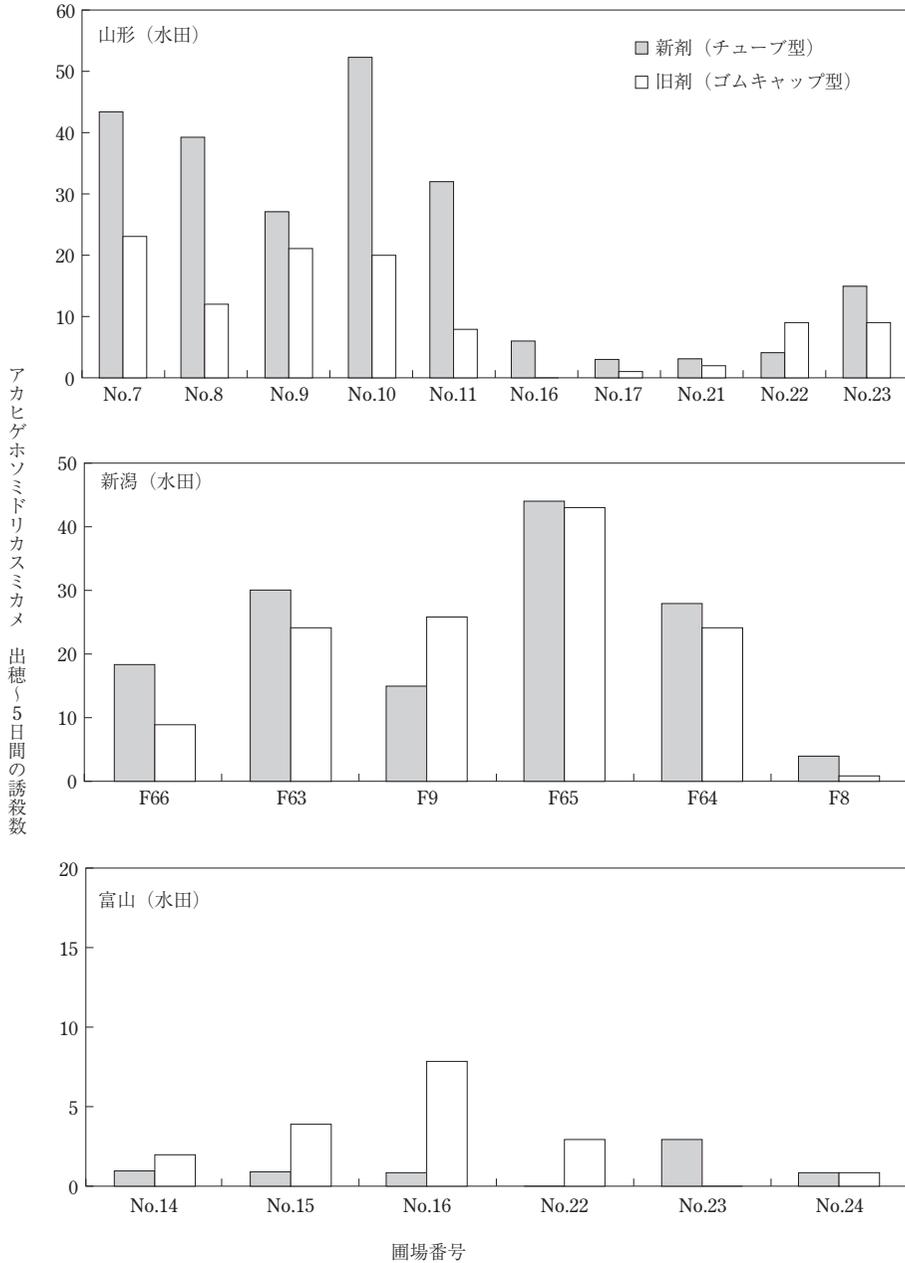


図-7 新剤 (チューブ型) と旧剤 (ゴムキャップ型) との捕獲数の比較  
 新剤 (チューブ型) と旧剤 (ゴムキャップ型) をそれぞれ垂直粘着トラップに取り付け、出穂期に同一の水田に 15m 離して設置した。出穂から 5 日間の捕獲数を数えた。  
 山形県農業総合研究センター (山形県山形市) では 10 水田、北陸研究センター (新潟県上越市) および富山県農林水産総合技術センター (富山県富山市) ではそれぞれ 6 水田で実施した。

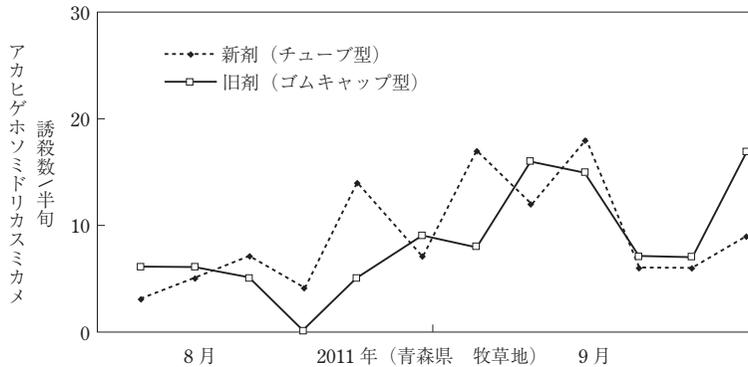


図-8 新剤（チューブ型）と旧剤（ゴムキャップ剤）を用いた発生消長（青森県）  
新剤（チューブ）と旧剤（ゴムキャップ）をそれぞれ垂直粘着トラップに取り付け、牧草地に設置し、半月ごとの捕獲数を調査した。ゴムキャップの交換は約2週間間隔、チューブは約1か月間隔とし、粘着板の交換は適宜とした。

### 引用文献

- 樋口博也ら (2004): 応動昆 48: 345 ~ 347.
- 石本万寿広 (2005): 北陸病虫研報 54: 13 ~ 17.
- (2008): 新潟農総研報 9: 1 ~ 71.
- (2010): フェロモンによる発生予察法, 日本植物防疫協会, 東京, p. 31 ~ 35.
- KAKIZAKI, M. and H. SUGIE (2001): J. Chem. Ecol. 27: 2447 ~ 2458.
- 中島具子ら (2011): 北陸病害虫研究 (講要).
- 西島裕恵ら (2011): 同上.
- 高橋明彦ら (2007): 応動昆 (講演): 107.
- 滝田雅美 (2005): 北日本病虫研報 56: 108 ~ 110.
- (2006): 同上 57: 126 ~ 128.
- 渡邊朋也・樋口博也 (2006): 植物防疫 60: 201 ~ 203.
- YASUDA, T. et al. (2008): Appl. Entomol. Zool. 43: 219 ~ 226.
- et al. (2009): ibid. 44: 611 ~ 619.
- et al. (2010): ibid. 45: 593 ~ 599.

(新しく登録された農薬 21 ページからの続き)

### 「除草剤」

#### ●カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロンの新剤 ※新製剤

23024: フルチャージスカイ 500 グラム粒剤 (石原産業) 12/01/11

23025: ベストコンビスカイ 500 グラム粒剤 (石原バイオサイエンス) 12/01/11

カルフェントラゾンエチル: 1.8%, フルセトスルフロンの 0.44%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ヘラオモダカ (東北), ウリカワ, ヒルムシロ, セリ: 湛水散布又は無人ヘリコプター

#### ●カフェンストロール・カルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロンの新剤 ※新製剤

23028: フルイニングスカイ 500 グラム粒剤 (石原産業) 12/01/11

23029: ジャイブスカイ 500 グラム粒剤 (石原バイオサイエンス) 12/01/11

23030: タンボエーススカイ 500 グラム粒剤 (小泉商事) 12/01/11

カフェンストロール: 4.2%, カルフェントラゾンエチル: 1.8%, フルセトスルフロンの 0.44%, ベンゾピシクロンの 4.0%

移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ヘラオモダカ (東北), ミズガヤツリ (北陸), ウリカワ, ヒルムシロ, セリ (東北): 湛水散布又は無人ヘリコプター

#### ●イマゾスルフロンの新剤 ※新製剤

23032: ロンセイバー (住化グリーン) 12/01/25

イマゾスルフロンの 75.0%

日本芝: 一年生広葉雑草, 多年生広葉雑草

#### ●DCMU 水剤 ※新規参入

23038: MAI カーメックス D (マクテシム・アガン・ジャパン) 12/01/25

DCMU: 80.0%

だいず: 一年生雑草

ばれいしょ: 一年生雑草

さとうきび: 一年生雑草, 広葉雑草

りんご: 一年生雑草

もも: 一年生雑草

かき: 一年生雑草

かんきつ: 一年生雑草

うめ: 一年生雑草

桑: 一年生雑草

パイナップル: 一年生雑草

水田作物 (水田畦畔): 水田畦畔, 一年生雑草

樹木等 (公園, 庭園, 堤とう, 駐車場, 道路, 運動場, 宅地のり面等): 一年生雑草, 多年生広葉雑草

### 「植物成長調整剤」

#### ●デシアルコール・ブトルアリン乳剤 ※処方変更

23018: イエローリボン S (エス・ディー・エス バイオテック) 12/01/11

23019: ニューファムイエローリボン S (ニューファム)

デシアルコール: 48.7%, ブトルアリン: 8.12%

たばこ: わき芽抑制