

特集：総合的病害虫管理技術の取り組み

## 長野県における水稲一育苗期の IPM の取り組み

長野県農業試験場 <sup>やました</sup>山下 <sup>とおる</sup>亨・<sup>わだ</sup>和田 <sup>みさ</sup>美佐・<sup>たけだ</sup>武田 <sup>かずお</sup>和男

## はじめに

長野県では豊かな自然環境を有する環境立県として、農業分野においても「環境にやさしい農業」を大きな柱として推進を図っている。水稲では温湯消毒や生物農薬などを取り入れた特別栽培米や低農薬をアピールした独自ブランド米の生産などが各地で行われている。

本稿では長野県の水稲、特に育苗期における IPM に関連した化学合成農薬代替技術の普及状況、重曹の種子消毒剤としての開発の経緯、温湯消毒の現地事例等を記載し、水稲作における IPM への取り組みの一端を紹介したい。

## I 長野県内での水稲育苗期における IPM 技術の普及

水稲種子の温湯消毒は多くの種子伝染性病害に一定の効果認められ、化学合成農薬代替技術としての有効性が多くの研究により示されている（金子，2008）。その後、簡便で高い温度制御が可能な温湯消毒機が開発されたことにより全国各地で導入されてきている。本県では2000年に温湯消毒を普及技術として採用し、普及を図ってきた。当初、小型の温湯消毒機しかなかったため、一部の個別農家に利用されていたに過ぎなかったが、2006年以降、JA単位で大量処理可能な大型の温湯消毒機を導入する事例が増加し、現在、水稲栽培面積のおよそ20%前後で導入されていると推定される（図-1）。

一方、近年急速に開発が進んでいる生物農薬は、種子消毒のように限られた場所で一定濃度の拮抗微生物を確実に処理できる場合に、安定した効果を得やすいと考えられる。このため登録されたものから順次実用性を検討し、県の普及技術として採用してきた。これまでにシュードモナス CAB-02 水和剤、トリコデルマ・アトロピリデ水和剤、同 DJ 剤、タラロマイセス・フラバス水和剤等が利用されている。これら生物農薬は2006年にはおよそ7,000 ha と水稲栽培面積のおよそ20%で使用さ

れた（図-2）。

## II 重曹の種子消毒剤としての開発

身の回りにある食品や食品添加物のなかには抗菌活性があるといわれているものがあり、その性質を利用して保存食や食品の保存料などに利用されている。これを農

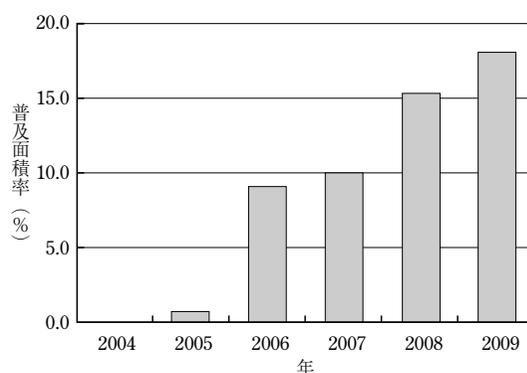


図-1 長野県における温湯消毒の普及の推移  
数値は栽培面積に対する利用面積率。農業技術課資料より作成。

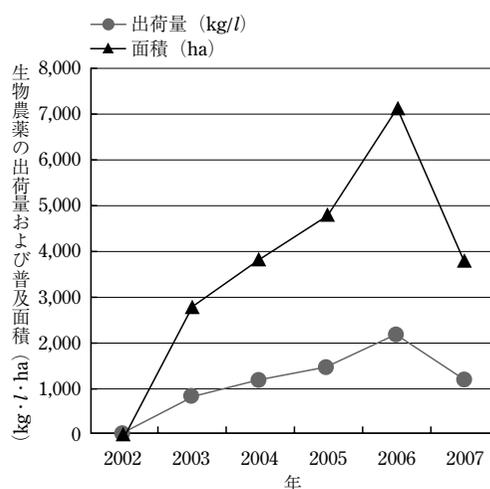


図-2 水稲種子消毒における生物農薬の普及の推移  
出荷量は農薬要覧より作図。面積は10a使用種子量3kg、浴比1:1(粉:水)、使用倍率200倍として算出。

Efforts of IPM in Seedling Period of Rice Plants in Nagano Prefecture. By Toru YAMASHITA, Misa WADA and Kazuo TAKEDA

(キーワード：イネ，種子消毒，重曹，種子伝染性病害，温湯消毒，ばか苗病)

薬として利用できれば、安心感という価値を付加することができると考えられる。そこで水稻の種子消毒剤として利用可能なもののスクリーニングを行った結果、重曹 ( $\text{NaHCO}_3$ ) が種子伝染性細菌病に対し効果のあることを見いだした (武田ら, 2006)。ここでは、重曹を用いた水稻の種子消毒剤の開発経過とその効果について紹介する。

いくつかの病害に対する試験事例を紹介するが、特に断りがない限り試験方法は次のとおりである。すなわち通常の育苗箱の 1/25 スケールのプラスチックケースを用い 3 反復の試験とした。播種量は 1 区 7 g とし、浸種は 15°C 5 日間、催芽は 30°C 24 時間、出芽は 30 ~ 32°C 3 日間、緑化は 25°C 1 日間とした。浸漬浴比は 1 : 1 (籾 : 水)、浸種浴比は 1 : 2 (籾 : 水) とし、いずれも恒温器内で実施した。調査は播種 2 週間から 3 週間後に行い、程度別に発病の有無を調査し、発病度を算出した。供試籾は 'コシヒカリ' を用い、もみ枯細菌病 (苗腐敗症)、苗立枯細菌病のいずれも開花期接種した汚染籾を健全籾に適量混和して使用した。

重曹の種子伝染性細菌病に対する防除効果を詳細に検討した結果、浸種前および催芽時の 100 倍程度の高濃度浸漬処理で、もみ枯細菌病 (苗腐敗症) および苗立枯細菌病に対し安定した防除効果が認められた (図-3, 4)。褐条病に対しても一定の効果が得られたが、ばか苗病に対しては実用的な効果は得られなかった。

市販されている重曹には、商品の種類が多いこと、比

較的高濃度で利用すること、ばか苗病などの防除のため他薬剤と混用することが想定されることから、薬害などのトラブルの発生が懸念された。そのため、より安全な活用を図るために、2001 年よりクミアイ化学 (株) との共同研究により製剤化の検討を進めた。

現在、種子消毒剤の長時間浸漬処理はほとんどが 200 倍で使用されており、製剤化を進めるうえで、混合剤としての利用 (ばか苗病剤など) や流通などを考慮すると、200 倍程度の希釈倍数で実用的な効果が必要と考えられた。そこで、食品および食品添加物と重曹を混合処理することにより効果の向上が期待できるものとして、炭酸ナトリウムの選定に至った。図-5 はもみ枯細菌病 (苗腐敗症) に対する効果を見たものだが、重曹 200 倍浸漬処理、炭酸ナトリウム 1,000 倍浸漬処理の単独処理と比較して、両者を混合処理することで効果が著しく向上した。

種子消毒剤として利用するためには、ばか苗病などの糸状菌病害の同時防除が必要であることから、ばか苗病防除剤との混合剤の開発を目指した。重曹は特定防除資材であり、有機農産物の日本農林規格 (有機 JAS) で使用でき、特別栽培農産物においても使用成分回数にカウントされない。そこで同様に成分回数にカウントされない既存の生物農薬との混合を検討した。図-6 は既存の種子消毒剤と重曹・炭酸ナトリウム混合液を混用した際のもみ枯細菌病 (苗腐敗症) に対する効果を見たものだが、供試した化学合成農薬に比較し、トリコデルマ・アトロピリデ水和剤との混合処理は防除効果の減退が認め

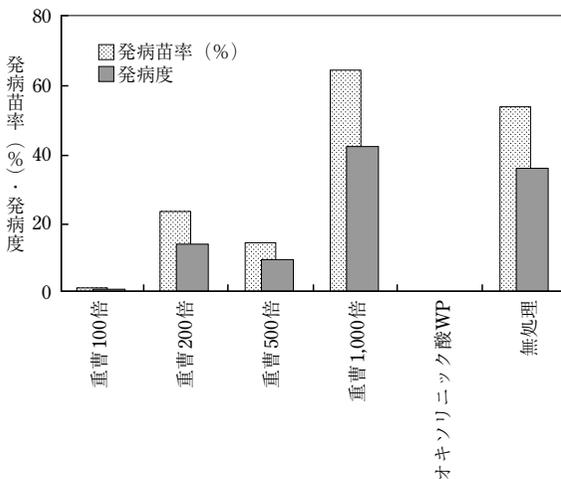


図-3 重曹の浸種前浸漬処理のもみ枯細菌病 (苗腐敗症) に対する防除効果 (2001)

重曹：浸種前 24 時間浸漬処理。オキシロニック酸 WP：浸種前 200 倍 24 時間浸漬処理。

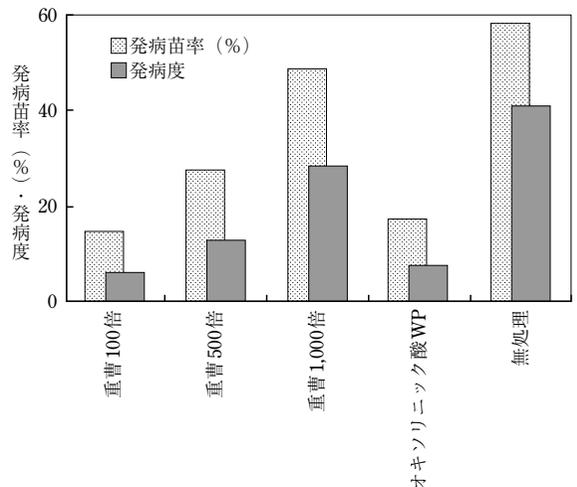


図-4 重曹の催芽時浸漬処理の苗立枯細菌病に対する防除効果 (2000)

重曹：催芽時 24 時間浸漬処理。オキシロニック酸 WP：浸種前 200 倍 24 時間浸漬処理。

られず、混合利用の可能性が示唆された。トリコデルマ・アトロビリデ水和剤は、ばか苗病の防除効果には定評があったが、細菌性病害に対しては多発条件下でやや効果が劣る場合があり、細菌性病害に対して効果の強化

が望まれていた。そこで 2004 年からトリコデルマ・アトロビリデ水和剤との混合剤の開発を進め、2007 年 1 月、トリコデルマ・アトロビリデ水和剤 DJ「エコホープ DJ」として農薬登録に至った。

2007 年に行ったもみ枯細菌病（苗腐敗症）に対する試験結果を図-7 に示した。トリコデルマ・アトロビリデ水和剤 DJ の 200 倍浸漬処理は対照のトリコデルマ・アトロビリデ水和剤およびイブコナゾール・銅水和剤と比較して優り、無処理と比較して高い効果で、重曹を添加したことによる効果向上が明らかに認められている。さらに褐条病に対する効果が向上したことにより、褐条病に対する登録拡大もなされた。

### III 温湯消毒剤でのばか苗病の多発事例

2008 年に県の南部地域において温湯消毒した籾を育苗したところ、ばか苗病の多発した事例が生じた。県内でも早くから温湯消毒を導入した地域で、JA で扱う種籾はすべて温湯消毒を実施している。温湯消毒された種籾は JA が委託した農家で播種～育苗され、管内農家に販売される。ばか苗病が多発した農家は JA の育苗委託農家であり、現地調査を行うと、温湯消毒済みの籾と自家採種した地域特産品種を同一水槽で浸種・催芽し、催芽には循環式催芽器を用いていた。3 回の播種作業をしており、ばか苗病の発生は播種回数が増すごとに増加し、3 回目に播種したものでばか苗病の多発が認められ

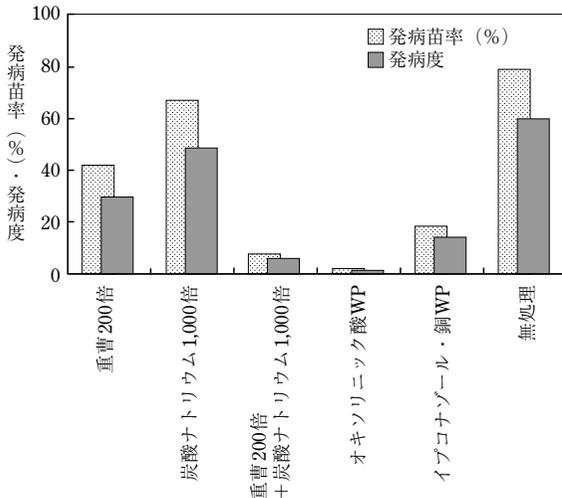


図-5 重曹と炭酸ナトリウムの混合液によるもみ枯細菌病（苗腐敗症）に対する防除効果（2001）  
処理はいずれも浸種前 24 時間浸漬処理。オキシニリック酸 WP、イブコナゾール・銅 WP は 200 倍。

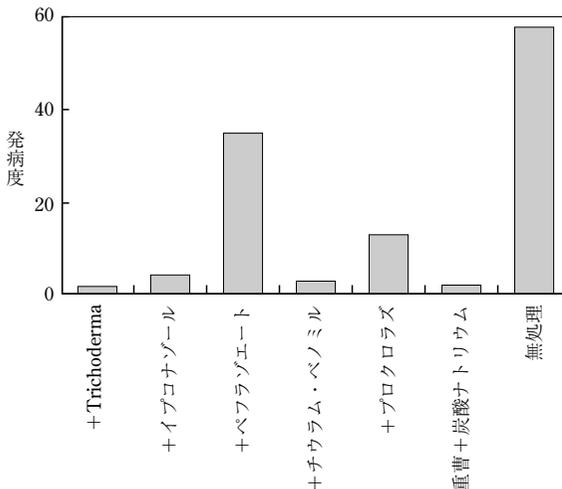


図-6 もみ枯細菌病（苗腐敗症）に対する重曹・炭酸ナトリウムと他剤を混用した場合の防除効果（2004）  
いずれの処理も浸種前 24 時間浸漬処理。重曹+炭酸ナトリウム：重曹 200 倍、炭酸ナトリウム 1,000 倍、Trichoderma（トリコデルマ・アトロビリデ）：200 倍、イブコナゾール、ペフラゾエート、チウラム・ベノミル：200 倍、プロクロラズ：1,000 倍。

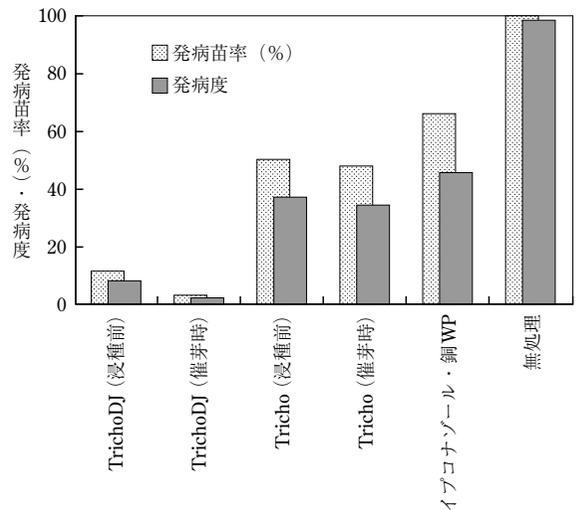


図-7 もみ枯細菌病（苗腐敗症）に対するエコホープ DJ の防除効果（2007）  
TrichoDJ：エコホープ DJ，Tricho：エコホープ。いずれも 200 倍 24 時間浸漬処理，イブコナゾール・銅 WP：浸種前 200 倍 24 時間浸漬。

た。同JA管内の他の育苗委託農家では、ばか苗病の発生が問題となっていないことから、温湯消毒粉自体に原因があるとは考えにくく、自家採種した籾からの浸種・催芽中の2次伝染の可能性が示唆された。そこで、汚染籾からの浸種・催芽中の2次伝染の程度を明らかにするために以下の試験を実施した。

汚染籾として2005年産自然感染籾‘コシヒカリ’を、健全籾は06年産‘コシヒカリ’を用いた。育苗箱の1/12スケールのプラスチックケースを用い、3反復の試験とした。播種量は乾籾で1区10gとし、網袋に入れた健全籾と健全籾の10%重量の汚染籾を同一容器内で浸種・催芽し、健全籾のみを播種した。浸種は15℃恒温器内で行い、催芽は20、28、36℃として積算温度がそろるように催芽時間を変えた。また、循環式催芽器の代わりに熱帯魚飼育用のエアポンプを用いた。播種およそ1か月後に各区全苗について枯死苗数、徒長苗数を調査し、発病苗率を算出した。試験は2回繰り返した。

試験の結果を図-8、9に示した。健全籾および健全籾の10%重量の汚染籾を同一容器内で浸種・催芽することで、ばか苗病は汚染籾から健全籾へ高率に伝染し、催芽時間を問わずいずれも70%を超える高い発病苗率となった。また、静置催芽（催芽時間28時間）では発病苗率が52%であったのに対し、循環式催芽を模したエアポンプを使用した催芽（催芽時間28時間）では、発病苗率90%と明らかに発病が多くなった。催芽時間

と発病との関係を見ると、催芽時間が長くなるほど発病が多くなった。

今回の事例では、農家が実際に用いた自家採種籾が入手できず、自家採種籾のばか苗病菌の保菌程度については明らかではないが、発生状況や試験の結果から浸種・催芽の過程で汚染源の混入があったものと推察される。

温湯消毒は、熱により籾内の病原菌密度を低下させることで効果を得ている。化学農薬のように効果の持続性がないため、処理後は無防備の状態となる。したがって温湯消毒後の籾に汚染源が混入すると、浸種・催芽の過程で容易に伝染する可能性がある。また、催芽を齊一にする目的で循環式催芽器の利用が一般的に行われているが、汚染源が存在する場合、静置催芽と比較して発病程度を高めるというリスクを有していることに留意する必要がある。

## おわりに

温湯消毒は種子消毒後の廃液処理の問題がなく、化学農薬代替技術の一つとして今後も導入が進むものと思われる。一方で温湯消毒の普及率の高い地域では、ばか苗病の多発傾向が問題となっている（畑中，2009）。本県では今のところ温湯消毒に起因する病害の多発傾向は認められていないが、温湯消毒は汚染程度の高い種子や多発条件下では効果の低下が認められており（山下ら，2000）、安定的な効果を得るためには汚染程度の低い良

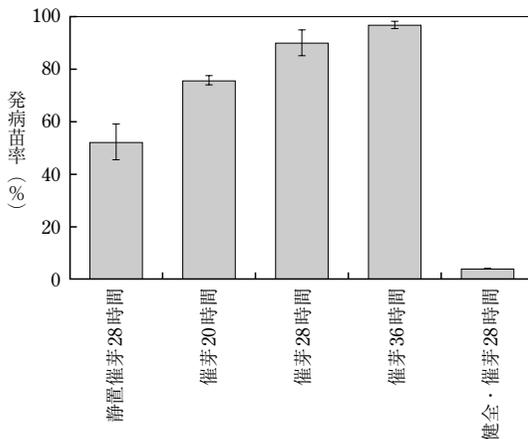


図-8 健全籾と汚染籾を同一容器内で浸種・催芽した際の汚染籾から健全籾へのばか苗病の伝染程度(2008)

健全籾および健全籾の10%重量の汚染籾を同一容器内で浸種・催芽し、健全籾のみ播種した。静置催芽以外は循環式催芽（エアポンプ使用）。健全・催芽28時間は健全籾のみで浸種・催芽。図中の垂直線は標準誤差。

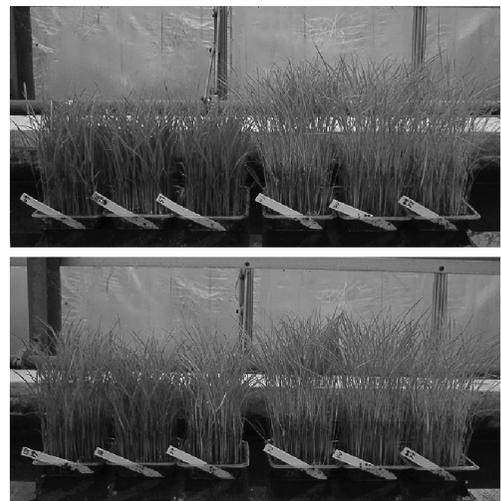


図-9 浸種・催芽中のばか苗病の2次伝染程度

上：左 健全籾。右：汚染籾と同一水槽内で浸種・催芽した健全籾。下：静置催芽（左）と循環式催芽（エアポンプ利用）（右）した場合の2次伝染程度の差。

質な種子を用いることが不可欠となる。温湯消毒の導入が進むための前提として、これまで以上に健全な種子生産を行うことが望まれる。

生物農薬による種子消毒については、育苗期が気温変動の激しい時期であること、出芽方式（加温出芽、無加温平置き出芽等）や使用培土の種類など育苗方式が多様であることから、育苗環境条件が効果に影響を及ぼすことが予想される。このため、生物農薬の防除効果を安定させ得る条件を明確にする必要があると考えている。

また、種子伝染性病害と並んで育苗期に問題となる病

害に苗立枯病がある。本県では高標高地帯を有することから育苗期間中、低温遭遇機会が多く、*Pythium* 属菌あるいは *Fusarium* 属菌による苗立枯病の発生が問題となる。この分野での化学農薬代替技術として確立されたものは少なく、今後検討をしていく予定である。

#### 引用文献

- 1) 畑中教子 (2009): 植物防疫 63: 131 ~ 134.
- 2) 金子 誠 (2008): 関西病虫研報 50: 29 ~ 31.
- 3) 武田和男ら (2006): 日植病報 72: 266.
- 4) 山下 亨ら (2000): 関東病虫研報 47: 7 ~ 11.

## 新しく登録された農薬 (21.5.1 ~ 5.31)

掲載は、**種類名**、登録番号：**商品名**（製造者又は輸入者）登録年月日、有効成分：含有量、**対象作物**：対象病害虫：使用時期等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、**適用作物**、**適用雑草**等を記載。（登録番号：22369 ~ 22378）下線付きは新規成分。

#### 「殺虫剤」

##### ●アセタミプリド粒剤

22369：モスピランワン粒剤（日本曹達）09/05/13

アセタミプリド：1.0%

きゅうり：アブラムシ類、コナジラミ類：定植後 但し、収穫前日まで

なす：アブラムシ類：定植後 但し、収穫前日まで

トマト、ミニトマト：アブラムシ類、コナジラミ類：定植後 但し、収穫前日まで

ピーマン：アブラムシ類：定植後 但し、収穫前日まで

##### ●トートリルア剤

22378：ハマキコン-N（信越化学工業）09/05/27

(Z)-11-テトラデセニル=アセタート：69.4%，(Z)-9-テトラデセニル=アセタート：13.7%，10-メチル-ドデシル=アセタート：1.8%，(Z)-9-ドデセニル=アセタート：3.7%，11-ドデセニル=アセタート：1.8%，(Z)-11-テトラデセン-1-オール：0.90%（各有効成分含量記載を中央値に変更）

果樹類：リンゴコカクモンハマキ、ミダレカクモンハマキ、リンゴモンハマキ、チャハマキ、チャノコカクモンハマキ：成虫発生初期～終期（交尾阻害）

茶：チャハマキ、チャノコカクモンハマキ：成虫発生初期～終期（交尾阻害）

##### ●オリフルア剤

22370：ラブストップヒメシン（サンケイ化学）09/05/13

オリフルア：12.0%

果樹類：ナシヒメシンクイ：成虫発生前から終期（交尾阻害）

##### ●イミダクロプリド・エチプロール粒剤

22374：キラップ AD 粒剤（バイエルクロップサイエンス）09/05/13

イミダクロプリド：0.80%，エチプロール：2.0%

稲：ウンカ類、ツマグロヨコバイ：収穫 45 日前まで

#### 「殺菌剤」

##### ●トリホリン乳剤

22373：ウッドキング SP（サンケイ化学）09/05/13

トリホリン：0.036%

なら：萎凋病：春季～夏季

##### ●銅・バチルス ズブチリス水和剤

22376：クリーンカップ（クミアイ化学）09/05/27

水酸化第二銅：50.0%，バチルス ズブチリス D747 株の生芽胞： $2.0 \times 10^{10}$  CFU/g

トマト、ミニトマト：葉かび病：収穫前日まで

##### ●バチルス ズブチリス・メパニピリム水和剤

22377：クリーンフルピカ（クミアイ化学工業）09/05/27

バチルス ズブチリス D747 株の生芽胞： $2.0 \times 10^{10}$  CFU/g、メパニピリム：20.0%

きゅうり：うどんこ病：収穫前日まで

#### 「除草剤」

##### ●ダイムロン・ペノキススラム粒剤

22371：フォローアップ 1 キロ粒剤（三井化学アグロ）09/05/13

22372：ワイドアタック D 1 キロ粒剤（ダウ・ケミカル日本）09/05/13

ダイムロン：10.0%，ペノキススラム：0.60%

移植水稲：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、ウリカワ、ヒルムシロ、セリ（北陸、関東・東山・東海）

##### ●フルボキサム水和剤

22375：コンクルード顆粒水和剤（日本曹達）09/05/27

フルボキサム：50.0%

日本芝：一年生雑草