

ダイコン軟腐病の夏期栽培における防除対策 およびダイコン品種の軟腐病抵抗性検定法

北海道立上川農業試験場 小 松 勉

はじめに

ダイコンは煮物、漬物、薬味等多彩に利用される日本の食卓に欠かせない野菜である。古くは、秋に収穫され越冬野菜として利用されることが主流であったが、現代では通年で供給されるようになっている。しかし、本来冷涼な気候が適している作物であり、高温期には抽苔が発生しやすく品質低下をまねく。そのため、夏季に出荷される夏ダイコンの主要な産地は北海道、青森県、岩手県等の寒冷地および群馬県、岐阜県等の高冷地となっている（農林水産統計「平成20年産春野菜、夏秋野菜の作付面積、収穫量及び出荷量」より）。特に北海道の生産量は多く、7～9月にかけては東京・大阪の両市場で道産ダイコンの入荷量が半量以上を占めるなど大規模畑作型園芸における重要な品目である。

しかし、夏ダイコンの生産では軟腐病が発生して大きな障害となる。北海道の夏ダイコンにおける軟腐病は、7月下旬～9月中旬に収穫する作型で発生し、特に8月に収穫する作型で多発する。被害には年次間差があるものの作付面積の3割程度に及ぶ年もあり、対策が必要な重要病害である。ダイコン軟腐病は *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* により引き起こされる病害で、本細菌による腐敗症状はアブラナ科野菜をはじめ多くの作物で発生して被害をもたらす。ダイコンでは、生育初期は地際部が水浸状となり葉柄が軟化し葉が黄化・萎凋する。生育後半になると根頭部が汚白色で水浸状になり、葉柄は軟化して垂れ下がり、やがて根部は腐敗して悪臭を放つようになる。

本細菌は土壤中において生存し、発生は高温・湿潤な環境で助長される。雨水などによる跳ね上がりにより根頭部や下葉から侵入するほか、害虫による食痕や栽培管理等による傷口からも侵入する。土壌病害では、一般的に輪作により被害が軽減されるといわれているが、軟腐

病の場合は連輪作と発生程度との関係が見られない病害で（富樫，1987）、輪作体系により被害を軽減することは困難である。

北海道立農業試験場では1996～2001年にかけてダイコン軟腐病の防除対策に取り組み、成果をまとめているので紹介する（西田，2002）。

I 軟腐病の防除対策

1 抵抗性品種

ダイコンの軟腐病に対する感受性には品種間差異があることが明らかとなっている（図-1）。高温期におけるダイコン栽培では、軟腐病の被害を回避するためできるだけ抵抗性の品種を選択する必要がある。

2 窒素施肥量

一般的に、窒素施肥量が増加すると植物組織は軟弱化し、そのため軟腐病が多発することが知られている。ダイコンにおいても、窒素施肥量の増加に伴って軟腐病の発生が増加する傾向が明らかとなっている（図-2）。北海道におけるダイコンの標準施肥量は、肥沃度中程度の場合で窒素5 kg/10 aとされているが、現在栽培されているダイコン品種はほとんどF1品種であり、吸肥力が強く生育も旺盛である。そのため軟腐病が多発する高温期の窒素施肥量は2～4 kg/10 aで十分である。土壌の肥沃度が高い場合には、基肥は無窒素とし、生育後半となる播種後30日以降に葉面散布などで追肥を行う施肥管理も有効と考えられる。

3 薬剤

ダイコン軟腐病に対する薬剤の茎葉散布による効果試験を行った結果、銅水和剤の効果が高く、オキシリニック酸水和剤、オキシテトラサイクリン水和剤の効果はやや劣っている（図-3）。道内の畑作地域では、同一の病原菌によるジャガイモ軟腐病の防除にオキシリニック酸水和剤を使用しても効果が低く、感受性の低下が起きている地域もあり、連用は避ける必要がある。一方、銅水和剤では防除効果は高いものの薬害として首部の黒変および根重の低下が発生する。この障害は塩基性塩化銅水和剤に比べ水酸化硫酸銅水和剤で顕著である。銅水和剤を使用する場合、薬害発生防止のために炭酸カルシウム剤を添加する必要がある。

Control Measures for Bacterial Soft Rot of Japanese Radish Cultivated in Summer Season and Screening Method for the Evaluation of the Resistance to Bacterial Soft Rot in Japanese Radish Cultivars. By Tsutomu KOMATSU

（キーワード：ダイコン，軟腐病，品種間差異，防除適期，室内検定法）

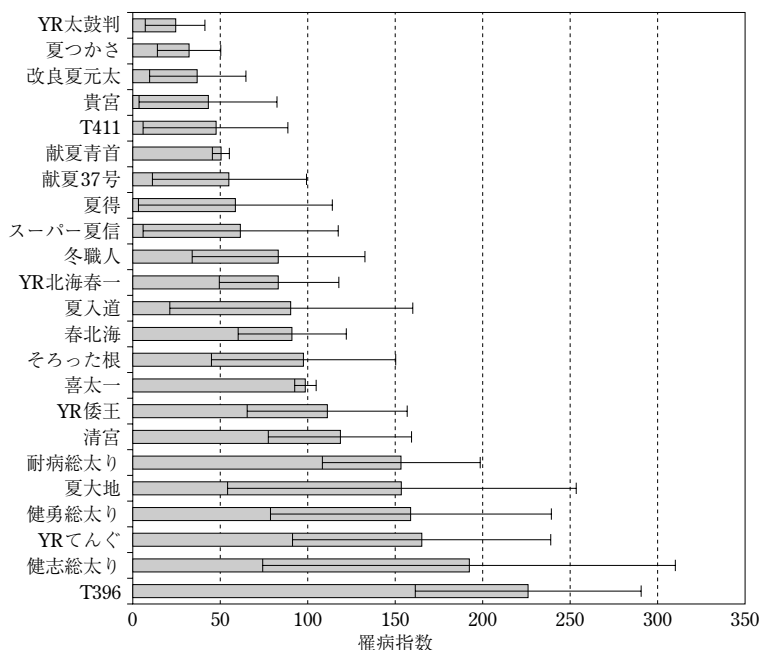


図-1 ダイコン主要品種の軟腐病に対する罹病指数 (1998～2001年, 道立十勝農業試験場試験圃場での結果まとめ)

罹病指数: 当該品種の発病株率/全供試品種の平均発病株率 × 100. 図中のエラーバーは標準偏差を示す.

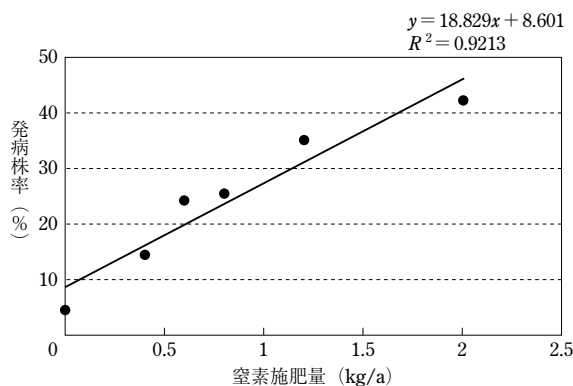


図-2 窒素施肥量と軟腐病発病株率の関係

4 防除時期と回数

ダイコンの生育を観察すると, 播種後 15～35 日ころは根冠部が土壌と接しており, また初生皮層の剥離が根冠部近くまで進んでいるため, 軟腐病の感染に好適な条件となっていると考えられる。薬剤の防除時期について検討したところ, 1 回目の散布日が遅くなるほど防除効果が低下することが明らかとなった (図-4)。しかし,

防除時期が早いほど銅水和剤による首部の黒変症状も激しくなる傾向にあるため, 1 回目の散布は播種 25～30 日後が目安であり, 銅水和剤 (できれば塩基性硫酸銅) を炭酸カルシウム剤を添加して散布する必要がある。

通常年であれば, 播種 25～30 日後の銅水和剤散布により軟腐病は十分防除可能と考えられるが, その 1 週間後に 2 回目の散布を行うとより効果は安定する。

気象条件や過年次の発生状況等により播種 35 日以降にも防除が必要な場合, 体系的散布として播種 25～30 日後の銅水和剤, その 1 週間後にオキシソニック酸水和剤, さらにその 1 週間後にオキシテトラサイクリン水和剤の散布を行う体系も有効である。

これまで述べてきたダイコン軟腐病の防除対策をまとめ表-1 に示す。

II 軟腐病抵抗性の室内検定

ダイコン軟腐病の防除対策として抵抗性品種の選択が重要であるが, 軟腐病抵抗性はダイコン育種の目標となっていない。そのため, 軟腐病に対する品種の抵抗性評価は, 公立試験場などが夏季に試験圃場で栽培したダイコンの発病程度により評価している。しかし, この方法

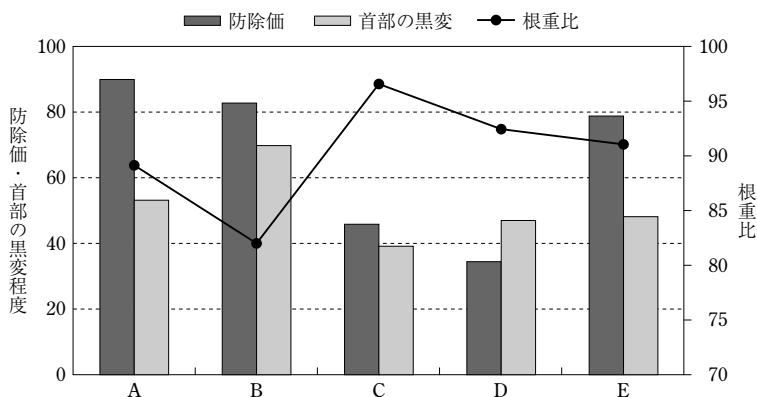


図-3 各薬剤の防除効果・首部黒変程度・根重比

A: 塩基性硫酸銅水和剤 500 倍, B: 水酸化第二銅水和剤 1,000 倍, C: オキシソリニック酸水和剤 1,000 倍, D: オキシテトラサイクリン水和剤 750 倍, E: 体系散布 (B→C→D). 首部の黒変: 1 (微) ~ 5 (甚) で評価. 根重比: 無処理に対する根重割合.

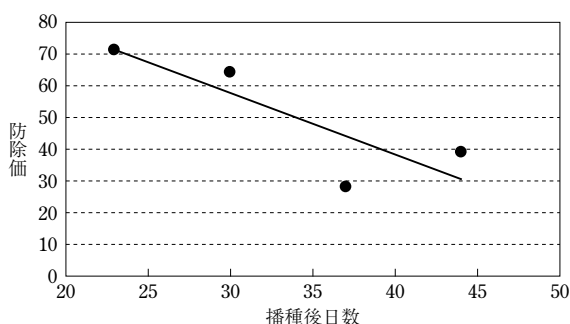


図-4 播種後散布日と防除効果

では供試品種数に応じた広大な圃場が必要なこと、気象条件などにより発生量に年次間差が生じること、1 年間に 1 ~ 2 回しか試験できないこと等から、複数年にわたる試験が必要なために評価の確定に時間を要する。そのため、ダイコンの軟腐病に対する抵抗性を迅速に評価する手法が必要とされ、室内で簡便に行える検定法を開発したので紹介する (小松ら, 2004)。

検定法開発に当たっては、軟腐病抵抗性が従来の圃場検定で明らかにされている品種を用い、検定に最適な接種方法、葉齢、温度、菌液濃度について検討した。ポリポット (直径 9.0 × 深さ 10.5 cm) に園芸用培土を詰め、ダイコンを播種し、乾燥しないよう十分に灌水して生育させた苗を用いた。試験は 1 品種当たり 12 株を供試した。高温・湿潤な条件下で行うため、道立花・野菜技術センター内の高湿度が保持できるミスト室を用いて行っ

た。接種後は、ミスト室内で 25 ~ 30℃、飽和湿度状態に 2 日間保ち、その後温室に戻し、接種から 3 ~ 4 日後に発病程度を調査して各品種の発病株率を算出した。

1 接種方法

軟腐病は有傷による接種を行えば発病させることは比較的容易である。しかし、方法によっては激甚な発生となり品種間差異が明らかとならない場合も生じることから品種間差異が安定して評価できる接種方法について検討した。接種方法として、胚軸に木綿針を刺して傷を付けてから病原細菌懸濁液を滴下する方法 (刺傷接種)、胚軸部にカーボランダムを塗りつけた後、菌液を滴下する方法 (カーボランダム接種)、全体が濡れる程度に菌液を噴霧する方法 (噴霧接種) を比較した。その結果、刺傷接種では圃場での評価と同様の傾向を示した。一方、カーボランダム接種では、同一品種であっても試験回次ごとに発病株率が大きく変動し、すべての試験結果を平均しても判定結果と圃場結果とが一致しなかった。また、噴霧接種では、圃場検定と同様の傾向があったものの、全般に発病株率が高くなり、本法は不適と考えられた。

2 葉齢

接種に適したダイコン生育ステージについて検討するため、葉齢期別に刺傷接種を行い発病株率を調査したところ、本葉 3 葉期では苗が小さく全体に発病株率が高かった。本葉 4 ~ 5 葉期および 6 ~ 7 葉期では品種間差が認められ、検定可能と考えられた。できるだけ検定までの時間を短縮することや、葉が繁茂すると胚軸部への接

表-1 ダイコン軟腐病の防除対策

抵抗性品種の栽培	抵抗性の品種を選択する.
窒素施肥	高温期は 2.0 ~ 4.0 kg/10 a. 肥沃土壌では 1.0 kg/10 a 以下も可能.
薬剤	銅水和剤の効果が高い. 銅水和剤を使用する場合, 薬害防止のため炭酸カルシウム剤を添加する.
防除時期と回数	播種後 25 ~ 30 日に 1 回目の散布を行う. その 1 週間後に 2 回目散布を行うと効果が安定する.
体系散布の活用	気象条件などにより播種後 35 日以降の防除が必要な場合, 第 1 回目を播種 25 ~ 30 日後に銅水和剤, 以降 1 週間おきに 2 回目にオキシソニック酸水和剤, 3 回目にオキシテトラサイクリン水和剤を散布する体系散布が有効である.

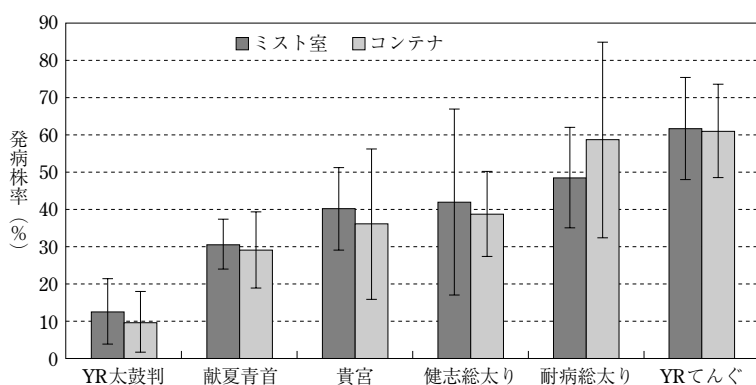


図-5 ミスト室およびコンテナ検定におけるダイコン軟腐病発病株率

図中のエラーバーは標準偏差を示す。

種が困難になることを考慮すると, 検定に最適な接種時期は本葉 4 ~ 5 葉期と考えられた。

3 接種温度

抵抗性の品種間差を評価するのに適した温度条件を明らかにするため, 接種後飽和湿度条件下における温度について 20, 25, 30℃の 3 段階で検討したところ, 20℃では病徴が進展せず, 品種間差が明確ではなかった。25 および 30℃では品種間差が認められ, このことから, 接種後の温度条件は 25 ~ 30℃が適すると考えられた。

4 接種濃度

接種に最適な軟腐病菌懸濁液濃度を検討するため, 10^8 , 10^{10} , 10^{12} cfu/ml の 3 濃度で試験したところ, 10^8 cfu/ml では弱品種の発病程度も低くなるため判別がしづらく, 一方 10^{12} cfu/ml では全体の発病程度が高まり, 品種間差が明確でなかった。 10^{10} cfu/ml では品種の強弱が明確となることから, 本濃度が接種検定に用いる接種濃度として適すると考えられた。なお, この菌液の濃度は, 直径 9 cm の普通寒天培地平板 1 枚に軟腐病

菌を白金耳で全面に画線し, 25℃で 1 日間培養し, 50 ml の滅菌水に懸濁して得ることができる。

5 検定法の簡便化

これまでの検定は, ミスト室という特殊な施設で行っており, 省空間でより多くのダイコン品種を検定する方法として, コンテナを用いた接種法を検討した。温度を 25 ~ 30℃に保った温室内で, 蓋付きのポリプロピレン製コンテナ (443 × 325 × 163 mm) に刺傷接種した苗を入れ, 霧吹きで十分に苗を湿らせた後, 蓋を閉めて静置した。

1 ~ 2 日後に蓋を開け, 接種 2 ~ 3 日後に発病株率を調査した。コンテナを用いた刺傷接種による検定の結果は, ミスト室を用いた検定の結果と同様の傾向を示した (図-5)。コンテナでは, ミスト室と同様の高湿度条件が保たれ, 抵抗性検定が可能と考えられた。なお, ミスト室における検定では飽和湿度状態を 2 日間維持したが, コンテナでは病徴の進展が早く, 蓋を閉めて高湿度状態を保つ期間は 1 日間で十分であった。

6 抵抗性判定法

室内検定法の開発に当たっては、圃場検定結果との相関が重要である。本検定における判定結果では、抵抗性の判定が強および弱の品種は圃場検定と概ね同じ結果となった（表-2）。なお、従来のやや強～中の品種では、室内検定で強～弱の間に位置付けられるものがあり、圃場結果と異なる場合があった。しかし、軟腐病の抵抗性は、発病株率で判定されているのではなく、試験ごとの発病株率の高低により判定されていることから、抵抗性

表-2 接種検定法によるダイコン軟腐病抵抗性評価と圃場検定結果との比較

品種名	接種検定		圃場検定
	発病株率	判定	判定
T411	11.7	強	強
YR 太鼓判	17.1	強	強
T901	30.6	強	中
献夏青首	32.3	強	強
YR 鉄人	36.0	中	やや強
貴宮	36.1	中	強
YR あきしの	38.1	中	やや弱
夏得	41.7	中	やや強
夏つかさ	44.4	中	強
T340	45.8	中	中
健勇総太り	47.9	中	やや弱
YR 天平	49.1	中	中
耐病総太り	50.0	中	弱
味職人	55.5	中	やや強
喜太一	55.6	中	中
清宮	56.1	中	中
春北海	58.4	中	中
健志総太り	69.5	弱	弱
涼太	70.2	弱	弱
YR てんぐ	74.0	弱	やや弱
かつみ	75.6	弱	弱

が強および弱の品種については、常に明確な差が認められるものの、中の品種については、試験により発病株率変動する場合がある。抵抗性が中の品種は、強と弱の間に位置付けられることが示されれば、検定法としては十分有効であるので、強、中、弱判定の境界となる発病株率を数値で示すことは困難であると考えられた。また、軟腐病抵抗性程度が不明の品種を供試する場合、抵抗性が安定している指標品種として、強の‘YR 太鼓判’、中の‘喜太一’および‘貴宮’、弱の‘YR てんぐ’を同時に検定し、供試品種と指標品種の発病株率を比較し、3回以上の試験反復を行って抵抗性を判定するのがよいと考えられる。

本室内検定法は、圃場における軟腐病の発生程度と同様の傾向を示したが、幼苗胚軸部の抵抗性程度が圃場における軟腐病抵抗性と相関がある理由は、現在のところ不明である。

本室内検定法は、温度が維持できる施設またはコンテナが入る恒温機があれば年間を通じて行えることから試験回数を重ねることが容易で抵抗性の評価結果が簡便・迅速に得られる（表-3）。

おわりに

ダイコンは品種の変遷が激しい作物で、次々に新品種が発表され、各産地において試験栽培が行われており、有望な品種と判断されればすぐに現地に導入されていくのが現状である。しかし、試験栽培期間中に品種の特性は調査されるものの、軟腐病の抵抗性は十分に評価されていない。新品種を導入する際に軟腐病の抵抗性程度を迅速に検定し、生産現場に示すことは夏ダイコンを栽培する地域において有用な情報と考えられる。軟腐病の防除は、薬剤の選択や散布適期を守ること大切である

表-3 ダイコン軟腐病の品種抵抗性室内検定法

生育ステージ	本葉 4 ～ 5 葉期 ^{a)}
接種菌懸濁液濃度	10 ¹⁰ cfu/ml ^{b)}
接種方法	胚軸部に針で 3 箇所傷を付け、接種菌液を 100 μ l 滴下
温度	25 ～ 30℃
高湿度条件	接種苗を蓋付きコンテナに入れ、霧吹きで十分に水を噴霧し蓋を閉める
高温・高湿度条件時間	蓋を閉めた状態で 1 日静置
発病株率調査	接種 2 ～ 3 日後

^{a)} 播種後 15 ～ 20 日でこの生育ステージとなる。^{b)} 9 cm シャーレで普通寒天培地全面に画線し 25℃・1 日培養した菌体を 50 ml 滅菌水に懸濁する。

が、適切な施肥管理と軟腐病に強い品種を選択することが最も重要である。

今後、夏ダイコン向けに軟腐病抵抗性の育種がなされることを期待するが、軟腐病抵抗性の品種は食味が硬く、根中のポリフェノール濃度が高い傾向も見られ（小松ら、2004）、抵抗性の向上とともに食味の面での改善

も必要と考えられる。

引用文献

- 1) 小松 勉ら (2004): 北日本病虫研報 55: 64 ~ 67.
- 2) 西田忠志 (2002): 農業低温科学研究情報 9: 24 ~ 26.
- 3) 富樫二郎 (1987): 日植病報 53: 406 ~ 407.

新しく登録された農薬 (22.1.1 ~ 1.31)

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：22552 ~ 22575）下線付きは新規成分。

「殺虫剤」

●イミシアホス粒剤

22554：ネマキック粒剤（アグロカネショウ）10/01/18

イミシアホス：1.5%

だいこん：ネグサレセンチュウ：は種前

にんじん：ネグサレセンチュウ：は種前

いちご：ネグサレセンチュウ：定植前

なす：ネコブセンチュウ：定植前

トマト：ネコブセンチュウ：定植前

ミニトマト：ネコブセンチュウ：定植前

きゅうり：ネコブセンチュウ：定植前

メロン：ネコブセンチュウ：定植前

すいか：ネコブセンチュウ：定植前

かんしょ：ネコブセンチュウ：植付前

ばいれいしょ：ジャガイモシストセンチュウ：植付前

●クロラントラニプロール・チアメトキサム水和剤

22555：ジュリボフロアブル（シンジェンタジャパン）10/01/20

クロラントラニプロール：8.7%，チアメトキサム：17.5%

キャベツ：アブラムシ類，ネギアザミウマ，コナガ，アオムシ，ヨトウムシ，ハスモンヨトウ：育苗期後半～定植当日

はくさい：アブラムシ類，コナガ，ハイマダラノメイガ，ヨトウムシ，ハスモンヨトウ：育苗期後半～定植当日

レタス：アブラムシ類，カブラヤガ，ヨトウムシ，ハスモンヨトウ，オオタバコガ，ナモグリバエ：育苗期後半～定植当日

●クロラントラニプロール粒剤

22559：ホクコーフェルテラ箱粒剤（北興化学工業）10/01/20

22560：フェルテラ箱粒剤（デュボン）10/01/20

クロラントラニプロール：0.75%

稲（箱育苗）：ツマグロヨコバイ，イネドロオイムシ，イネミズゾウムシ：移植当日

●トルフェンピラド・メタフルミゾン水和剤

22565：アクセルキングフロアブル（日本農薬）10/01/20

トルフェンピラド：12.0%，メタフルミゾン：19.0%

キャベツ：コナガ，アオムシ，ヨトウムシ，ハスモンヨトウ，オオタバコガ，ウババエ，ハイマダラノメイガ，アブラムシ類：収穫14日前まで

●塩酸レバミゾール液剤

22571：マッケンジー（グリーン&ガーデン）10/01/20

塩酸レバミゾール：50.0%

まつ（生立木）：マツノザイセンチュウ：マツノマダラカミ

キリ成虫発生前まで

「殺虫殺菌剤」

●クロチアニジン・プロベナゾール水和剤

22558：側条オリゼメートダントツ顆粒水和剤（明治製菓）10/01/20

クロチアニジン：3.0%，プロベナゾール：48.0%

稲：いもち病，イネミズゾウムシ，イネドロオイムシ：移植時

●クロラントラニプロール・プロベナゾール粒剤

22561：ホクコー Dr. オリゼフェルテラ粒剤（北興化学工業）10/01/20

22562：Dr. オリゼフェルテラ粒剤（明治製菓）10/01/20

クロラントラニプロール：0.75%，プロベナゾール：24.0%

稲（箱育苗）：いもち病，フタオビコヤガ，イネドロオイムシ，イネミズゾウムシ：移植3日前～移植当日

●エチプロール・イソプロチオラン粒剤

22564：フジワンラップ粒剤（日本農薬）10/01/20

エチプロール：1.5%，イソプロチオラン：12.0%

稲：いもち病：葉いもちに対しては初発7～10日前 穂いもちに対しては出穂10～30日前 但し、収穫30日前まで

稲：ウンカ類，カメムシ類：収穫30日前まで

稲：登熟歩合向上：出穂10～20日前 但し、収穫30日前まで

●クロラントラニプロール・チアジニル粒剤

22566：ブイゲットフェルテラ粒剤（日本農薬）10/01/20

クロラントラニプロール：0.75%，チアジニル：12.0%

稲（箱育苗）：いもち病：緑化期～移植当日

稲（箱育苗）：白葉枯病，イネミズゾウムシ，イネドロオイムシ，ツマグロヨコバイ，ニカメイチュウ，フタオビコヤガ：移植3日前～移植当日

●クロラントラニプロール・イソプロチオラン粒剤

22567：フジワンフェルテラ粒剤（日本農薬）10/01/20

クロラントラニプロール：0.75%，イソプロチオラン：12.0%

稲（箱育苗）：いもち病：緑化期～移植当日

稲（箱育苗）：イネミズゾウムシ，イネドロオイムシ，ツマグロヨコバイ，ニカメイチュウ，フタオビコヤガ：移植3日前～移植当日

稲（箱育苗）：根の伸長及び発根促進：緑化初期

(17ページに続く)