

特集号：IPM—技術開発と普及の課題

西日本におけるダイズの IPM への課題

九州沖縄農業研究センター **和 田 節**

はじめに

ダイズは豆腐、納豆、味噌など日本の食卓に欠くことのできない食品の原料であるが、現在、食用に限ると約 20%しか自給できておらず（製油用などを含めた自給率は約 5%）、早急な自給率の向上が望まれている。また、ダイズは西日本において最も重要な水田転作物で、2003 年度の作付面積は近畿以西で約 43,000 ha（約 93%が転換畑）である。そのうち九州が 26,000 ha で 60%を占め、最も重要な生産地になっており、本報では主として九州のダイズについて述べる。

九州のダイズ生産は気象障害の影響が大きく、生産性は著しく不安定である（図-1）。近年ようやく 200 kg を超えた収量が、一昨年は長雨のため 150 kg に、昨年は度重なる台風襲来のため 76 kg（作況指数 40）にまで低下してしまった。病害虫の発生は気象要因に次ぐ重要な阻害要因に位置づけられている。そのほか九州のダイズ生産の特徴として、経営規模が零細（1 戸当たり作付面積約 5 a：全国平均 36 a）であるにもかかわらず、最も団地化が進んでおり（九州約 50%、全国約 23%）その結果、病害虫防除でも無人ヘリ散布が最も普及している（九州約 40%、主産地の佐賀県では 60%、全国約 20%）ことがあげられる。ここでは、このような現況の中での九州における病害虫防除の現状と、将来の IPM に向けた技術的課題や社会・制度的懸案について私見を述べたい。なお、本報でのダイズに関する統計データは主として農林水産省生産局（2004）によった。

I 西日本ダイズの病害虫防除の現状

西南暖地のダイズ病害虫の種類は多いが重要種は限られる。特に重要な害虫は、ダイズ葉を加害するハスモンヨトウと莢を加害するカメムシ類である。そのほか、開花期以降のサヤムシガ類とダイズサヤタマバエの被害は無視できないと思われるが、通常はカメムシ類防除の際に同時防除されあまり問題とされない。病害では防除対象になっているのは紫斑病だけである。べと病、斑点細菌病、葉焼け病、黒根腐病、ネコブセンチュウ等がしば

しば発生するが、ダイズ被害との関係が未解明で、あまり問題視されていない。

九州ではこれらの病害虫を防除するため、通常、ハスモンヨトウに対して 1～3 回、カメムシ類に対して 1～3 回、紫斑病に対しては播種時の種子粉衣を含めて 1～3 回、計 4～7 回程度（ただし、同時防除の場合は対象病害虫ごとに重複カウント）の農薬散布が勧められている。

II 減農薬を志向した IPM へのヒント

1 ハスモンヨトウ

(1) 発生の特徴

ハスモンヨトウは平坦部、特に窒素過多な転換畑で多発する。九州では佐賀平野などが常発地になっている。ダイズにおける幼虫の発生ピークは通常 8 月の中・下旬と 9 月の 2 回があり、それらが防除対象となっている（菖蒲，2001）。しかし、熊本県の畑作地帯では、前半の 1 回目のピークしかない年が多い。この違いは、転換畑においては作期後半まで肥効があるためではないかと思われるが原因は解明されていない。ハスモンヨトウの若齢幼虫は、葉をカスリ状に加害し特有な被害様相（白変葉と呼ぶ）を残す。生産現場では、圃場でこのような白変葉が目立ってきたら防除するよう指導されている。白変葉の要防除密度に関するコンセンサスは得られていないが、山口県のように暫定的な値（白変葉 5 枚/a）を導入している県もある。

(2) 発生予察

本種の発生予察に関しては菖蒲（2001）に詳しい。フ

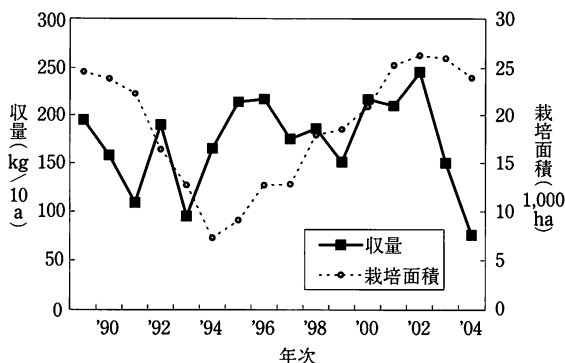


図-1 最近の九州におけるダイズの収量と栽培面積の推移

Problems in Soybean IPM in Western Japan. By Takashi WADA

（キーワード：ダイズ，IPM，ハスモンヨトウ，交付金，西日本）

フェロモントラップの誘殺数や、巡回調査により各県で発生予察情報が流されている。フェロモントラップの誘殺ピークは、産卵ピークより遅れる傾向がある。このため、誘殺数の推移のみで防除適期を決定することは難しく、白変葉の観察との併用が現実的である。夏期が高温多照で、さらにダイズの生育が良い年ほど本種の発生が多いことが経験的に知られている。

(3) 防除薬剤や剤型の選定

幼虫は大きくなると、薬剤に対する感受性が低下する。したがって、幼虫若齢期が防除適期である。防除薬剤の選択は、ダイズの生育ステージを考慮する必要がある。開花期以前の防除は、一般的にはターゲットがハスモンヨトウだけであるので、最も効果が高い IGR 剤を使うべきである。殺虫選択性の乏しいピレスロイド系や有機リン・カーバメイト系殺虫剤は、適期散布を逃すとリサージェンスの危険がある。一方、開花期以降のハスモンヨトウ防除はカメムシ類との同時防除をねらうので、非選択性殺虫剤の使用もやむを得ない。ハスモンヨトウが多発し、適期防除を行えない場合は IGR 剤を混合散布する必要がある。剤型では一般的に液剤のほうが粉剤よりドリフトが少なく、効果が安定する。

2 カメムシ類

(1) 発生・被害の特徴

カメムシ類は平坦部よりも山沿いの地域で多発し、ダイズが開花すると周辺地域から侵入してくる。収穫物を直接加害するので、収量に与える影響も大きい。気象障害がなかった 2002 年の熊本における収穫物調査例では、カメムシ被害の多少で収量変異の 85% が説明できた(和田, 2004)。このように、子実を加害するカメムシ類は西南暖地のダイズ作で最も重要な害虫である。防除は、幼莢期と子実肥大期に計 2 回行うのが一般的である。農薬散布しても、またすぐに周辺から侵入してくる

ので、2 回の防除では完全に被害回避ができないことも多く、幼莢期以降、7～10 日間隔で 3 回以上の防除を勧めることも多い。個々の散布の被害回避効果は、幼莢期より子実肥大期のほうが大きいと思われる。幼莢期にカメムシ加害を受けた莢は落下し、他の莢が生育補償する。しかし、子実肥大期以降の被害粒は収穫まで残り、収量・品質に与える影響が大きいと思われる。

(2) ダイズ栽培の集団化

集団栽培を行うことにより、個別栽培に較べてカメムシ類の被害を軽減することができると考えられている。これは、周辺から侵入するカメムシ類を広い面積のダイズ圃場に拡散させる効果があるからである。また、集団化により広域的な一斉防除が可能になり、移動性の高いカメムシ類では防除効果が高まる。一般的に行われている転換畑のブロックローテーションは、様々な土壌病害の抑制にも貢献している。

(3) 晩期栽培

九州では、開花期が遅くなるほどカメムシ被害が減少する傾向が見られる(異儀田・岩田, 1979; 山中ら, 1990)。これは開花期が遅れるほど、野外の餌植物が増加してカメムシ類が分散するためと思われる。この原理を活用して、通常 6 月下旬～7 月中旬のダイズ(‘フクユタカ’など中生品種)播種を 7 月下旬(5 半旬)に遅らせると、カメムシ被害の減少が認められる(表-1)。遅播きすると栄養生長期が短縮されるので、収量を維持するためには畦間、株間を狭めて、標準栽培(10,000～12,000 株/10 a)の 1.5～1.8 倍程度に厚播きするなどの工夫が必要である。しかし、降雨などで播種が 7 月末や 8 月にずれ込んでしまうと収量低下はまぬがれない。‘アキセンゴク’など晩生の品種を採用する方法もある。

(4) 発生予測

ダイズ畑侵入以前のカメムシ類の生態には不明な部分

表-1 小粒多莢育成系統‘九州 143 号’と対照品種‘フクユタカ’の害虫被害と収量構成要素^{a), b)}

品種・系統	作期	開花期	莢数		完全粒数		100 粒重 (g)	カメムシ被害粒		サヤムシ被害 粒率(%)	収量 (kg/10 a)		
			(/m ²)		(/m ²)			数/m ²	率(%)				
2002 年													
フクユタカ	普通植	8 月 20 日	604	a	478	a	30.9	b	267	37.2	c	148	a
九州 143 号	普通植	8 月 20 日	1,286	b	2,031	b	11.0	a	420	18.4	b	228	b
九州 143 号	遅植	8 月 27 日	1,531	c	2,735	c	11.4	a	254	8.3	a	314	c
2003 年													
フクユタカ	普通植	8 月 20 日	951	a	577	a	30.3	c	467	43.3	c	174	a
フクユタカ	遅植	8 月 27 日	831	a	708	a	28.1	b	298	28.3	b	199	ab
九州 143 号	普通植	8 月 21 日	1,708	b	2,000	b	10.6	a	749	27.8	b	214	bc
九州 143 号	遅植	8 月 27 日	1,552	b	2,311	b	10.9	a	431	15.6	a	253	c

^{a)} 2002 年は無防除栽培。2003 年は試験区の半分のみ、カメムシ防除を 1 回行った。^{b)} アルファベットの同じ添え字は 5% レベルで平均値間に有意差がないことを示す (ANOVA および Tukey-Kramer Test)。

が多く、長期的な発生予察の精度は低い。また、カメムシ類の要防除密度は低く(河野(1991)では1.3頭/50株、淵上ら(2000)では1.3～4.0頭/100茎、Gouge et al.(2005)では0.9～3.3頭/畝m)、個別の圃場のカメムシ密度調査により、防除要否を決定することは現実的でない。一方、佐賀平野など、毎年カメムシ類の被害がほとんど問題にならない地域がある。逆に、山間部や周辺に果樹園が多い地域では毎年カメムシ被害が深刻である。生産者自身が過去の栽培例の蓄積をもとに、経験的に防除要否を判断することが重要である。

3 紫斑病

(1) 発生と被害

ダイズが開花後、菌が莢に付着し子実に入ります。防除適期は開花後15～50日といわれており、20～35日頃が効果が高い。成熟期に高温多湿であると急速に罹病粒が増加する。このため、一般的には早生品種に発生が多い。また、収穫適期に遅滞なく収穫することが発生の低減につながる。なお、現在、ベンゾイミダゾール系薬剤耐性菌がまん延してきており、薬剤の選定には注意する必要がある。

(2) 抵抗性品種の利用

紫斑病に比較的強い抵抗性品種が知られており、それらを作付けすることで発生を低減できる。‘フクユタカ’、‘むらゆたか’、‘アキセンゴク’などは抵抗性をもつ。

4 その他

(1) 色彩選別機

ダイズ用の色彩選別機で、収穫後に紫斑病粒や褐斑病粒などの着色粒や程度の高い傷害粒を取り除くことができる。色彩選別機があれば、収穫物に多少の汚染粒や被害粒が混入していても、それらを取り除くことで高品質な生産物を出荷することができる。圃場レベルでの病害虫の完璧な防除が必要なくなるので、IPMの推進にとっては強力なツールになりうる。現在でも、かなりの団体が所有していると思われるが、ふつう処理前にダイズ格付検査が行われるのでIPMには活かされていない。

(2) 鳥おどし

播種期の鳥害は、基本的にはダイズの集団栽培(被害が拡散される)と忌避剤(チウラム水和剤)の種子処理で対応する。しかし、それでも被害が発生する地域がある。防鳥網は効果が高いが、労力的に無理な場合が多い。鳥の視覚と聴覚を威嚇する複合型爆音機(鳥おどし)は広域をカバーできて比較的效果が高い。視覚(マネキン、目玉風船等)または聴覚だけ(爆音機)の商品もあるが、鳥のほうの慣れが早く実用的ではない(藤岡, 2001)。

III 近未来のIPMの技術的課題

1 耐虫性品種の育成

(1) ハスモンヨトウ抵抗性品種

今後のIPM推進のキーワードは、ハスモンヨトウ抵抗性品種の開発と思われる。‘九州143号’は、九州沖縄農研で育成されたハスモンヨトウ抵抗性系統で納豆用としての実用形質をもつ(松永, 2001)。国の研究プロジェクトで‘九州143号’を九州に普及する試みがなされたが、残念ながら転換畑で茎疫病や*Fusarium*菌による立枯性病害が多発して普及の試みは失敗した。しかし、同系統は、毎年、ハスモンヨトウの幼虫ピーク密度を対照の‘フクユタカ’の5分の1程度に抑制し(図-2および水谷ら, 2001; 遠藤ら, 2002)、圃場レベルでも十分な抵抗性を示した。広食性の害虫に対しても抵抗性品種が十分機能し、抵抗性品種が現実的であることを示せた意義は大きい。九州沖縄農研では遺伝資源の異なるハスモンヨトウ抵抗性系統の選抜を続けており、近い将来、‘九州143号’に代替できる品種育成が期待できる。

(2) 中生または晩生の小粒多莢品種の育成

小粒多莢品種は、大粒品種に比べてカメムシ類の被害が少ない(大場ら, 1984; Elvandro et al., 1997)。これは、小粒多莢品種がカメムシの加害に対して補償能力が高いからである。ダイズは幼莢期にカメムシの加害を受けると、加害された莢の多くは茎から脱落する。落莢しても多莢品種では他の莢が肥大し、幼莢期の被害が十分に補償されてしまうと考えられる。子実肥大期以降の加害では落莢は生じないが、小粒多莢品種では大粒品種に比べて、相対的に被害粒率が低くなる。カメムシ被害はしばしば光合成産物の転流阻害を誘因し、被害の大きい

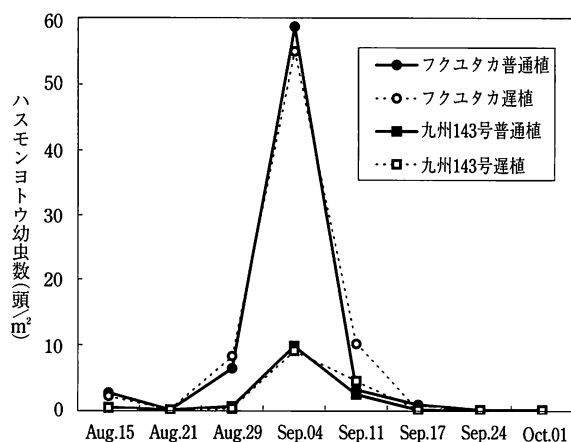


図-2 ‘九州143号’と‘フクユタカ’におけるハスモンヨトウ(2齢幼虫以上)幼虫密度推移の一例
2003年、熊本の例。雨傘を用いた払い落とし法による。

株では収穫期に青立ちするが、代替粒が多い多莢系統では青立ちが生じ難い。同様のメカニズムで、多莢品種では莢を害するサヤムシガの被害も軽減される（表-1）。筆者らは小粒系統の‘九州 143 号’を晩期栽培することにより効果的にカメムシ害を回避し、ほぼ無農薬で高い収量が得られることを実証した（表-1 および WADA et al., 印刷中）。しかし、残念ながら‘九州 143 号’は普及に移せず、それに替わるべき中生または晩生（早生品種はカメムシ被害が多い）の小粒多莢の実用品種が西日本では見付からない。現在、この目的に添って選抜が続けられている。

2 発生予測と予防

前述したように、カメムシ類の防除要否を、いわゆる要防除密度により決定することは現実的でない。一方、その発生は周辺環境の影響が強く地域性がある。また、防除適期は虫の発生ではなくダイズの生育ステージで決まり、毎年ほぼ一定である。このような害虫に対しては、確率論的なアプローチ（統計的被害許容水準；城所・桐谷, 1982）を進めるべきだろう。つまり、ダイズに被害を起こすような発生がどの程度の頻度で起こるかを地域ごとに明らかにするのである。幸いダイズ格付検査制度により各地域のカメムシ被害の程度が毎年蓄積されており、地域ごとのハザードマップの作成が可能かもしれない。

ハスモンヨトウでは、長期予察をかく乱する要因として、近年、海外飛来の可能性が指摘されてきた（MURATA et al., 1998）。海外飛来とダイズへの産卵の関係は今のところ不明であるが、春からのフェロモントラップ誘殺数などを基礎とした従来の発生予察法を見直す必要があるかもしれない。

3 核多角体ウイルス

ハスモンヨトウにおいても、核多角体ウイルスの利用が実用レベルに達している。防除実証試験が既に数県で行われ、大量生産、品質管理、製剤化などの研究も民間企業で行われている。生産コストが高いのが難点で、農薬登録に至っていない。ウイルス製剤はは乳類や魚貝類に危害がなく、宿主範囲が狭く天敵にも影響が少ない。今後、環境保全や生産物の付加価値で、多少の生産費の上昇が許容されれば、核多角体ウイルスも利用場面がでてくる。

IV IPM に向けた社会的・制度的課題

日本のダイズ生産は、水田農業構造改革（減反）やダイズ交付金制度など多くの交付金によって支えられている。そのしくみは複雑で、例えば給付先も生産者団体であったり、生産者自身であったり様々である。さらに、交付金が生産者の口座に届くのに最大 3 年間かかる場合

もあり、結局、ダイズ栽培によって得られる最終的な利潤を生産者自身が把握することは難しい。一方、病虫害防除にかかる経費は全国平均で約 3,800 円/10 a で生産費の約 7% にしか過ぎず、個々の交付金に較べてもかなり安価である。また、集団栽培の場合は生産者自身が防除作業にかかわらない場合も多い。一方、交付金にはダイズの品質を交付要件としているものがいくつかある。このため、地域によっては一定の病虫害防除を義務づけているところも多い。このような現実のために、生産者の最も大きな関心が交付金の最大化に向けられる傾向が強く、病虫害防除への関心は一般に低く、スケジュール的な散布を助長している可能性がある。IPM には環境保全とともに経営の概念を欠くことができないが、複雑な交付金制度が生産者の経営意識を希薄にしているかもしれない。

もう一つの問題は、ダイズの場合、減農薬の生産物に対して生産者自身が付加価値を付けにくい点である。ダイズは煮豆用を含め、ほとんどが加工されるため、一部の野菜や米のように生産者が直接消費者と取引することはほとんど考えられない。また、交付金を得るためには手続きなどを代行する JA に出荷せざるを得ない。現在の流通システムでの市場原理はダイズ格付制度を通して、しばしば過度の品質を要求する。例えば、紫斑粒の混入は豆腐など煮豆以外の加工用途では全く問題ないはずであるが、被害粒にカウントされる。また、しわ粒が加工の障害になるかどうか疑わしいが、やはり被害粒として取り扱われる。本来、農産物に対する品質の概念は、加工業者や究極の利用者である消費者により異なるはずであるが、画一化された格付検査を通過させなければならないことで、ダイズ栽培の多様化は阻害されていると思われる。

九州のダイズ生産では気象障害のウエイトがあまりにも大きく、また、零細な生産者は経営意識が希薄になりがちである。一方、病虫害防除のコストは相対的に低い。このような中で、生産者はどのような動機で IPM を行えばよいのだろうか。農業における IPM の推進は国の施策であるので、多種多様な交付金の中で IPM を支援するものがあってもよいと思う。減農薬ダイズに対して生産者に直接支払いをするような助成はあり得ないものか。そのためには、減農薬ダイズの付加価値を十分活かせる流通のしくみを考える必要がある。

おわりに

本報に対する企画者のねらいは、西日本ダイズの IPM を提案する内容だったのかもしれない。しかし、そのテーマは筆者には荷が重すぎた。結局、将来の

IPM へ向けたヒントで代替してしまったことをお詫びする。今後の IPM 推進のきっかけになり得るのは、技術的な面ではハスモンヨトウ抵抗性品種の開発であろう。九州ではハスモンヨトウに対して最も頻繁に農薬散布され(和田, 2004), 生産者の関心も一番高い。抵抗性品種の実用化によって, 病虫害防除全体の枠組みの新たな展開が期待できる。社会的な面では, 減農薬や無農薬を付加価値として生産者自らが販売に関与できることかもしれない。生産者の IPM と, 消費者の安心・安全を求めるニーズは元来一致する。九州の稲作では, 近年, 農薬散布量が著しく低減した。消費者との直接取引によって生産物の付加価値を高めた有機栽培農家がそれに果

たした役割は大きい。ダイズにおいては前述したように, 生産者と消費者を直接結びつけるのは困難であるが, 生産者と JA とが一体化し, 地域に裁量が委ねられた交付金などを活用して, 低農薬を売り物とした産地づくりができないものかと思う。

主な引用文献

- 1) 遠藤信幸ら (2002): 九病虫研会報 48: 68 ~ 71.
- 2) 水谷信夫ら (2001): 同上 47: 87 ~ 90.
- 3) 農林水産省生産局 (2004): ダイズに関する資料, 264 pp.
- 4) 葛蒲信一郎 (2001): 植物防疫 55: 224 ~ 228.
- 5) 和田 節 (2004): 今月の農薬 48(4): 24 ~ 28.
- 6) Wada, T. et al.; Crop Protection (in Press).

登録が失効した農薬 (17.9.1 ~ 9.30)

掲載は, 種類名, 登録番号: 商品名 (製造業者又は輸入業者) 登録失効年月日

「殺虫剤」

- **ダイアジノン・BPMC 粉粒剤**
13993: ヤシマバサジノン微粒剤 F3 (協友アグリ) 2005/09/14
- **マラソン粉剤**
18424: アグロスマラソン粉剤 2 (住友化学) 2005/09/22
- **クロルピリホスメチル乳剤**
14748: クミアイレラダグ乳剤 25 (クミアイ化学工業) 2005/09/24
- **エマメクチン安息香酸塩液剤**
20239: アライズ液剤 2 (シンジェンタ ジャパン) 2005/09/27
- **DEP 乳剤**
3322: トモノディプテレックス乳剤 (日本農薬) 2005/09/28
- **CYAP 粉剤**
18426: アグロスサイアノックス粉剤 3 (住友化学) 2005/09/30

「殺菌剤」

- **ポリオキシシン乳剤**
13999: ホクコーポリオキシシン AL 乳剤 (北興化学工業) 2005/09/14
- **EDDP 粉剤**
14725: クミアイヒノザン粉剤 DL (クミアイ化学工業) 2005/09/24
- **プロピコナゾール・ポリオキシシン水和剤**
19338: ワンバット水和剤 (科研製薬) 2005/09/27
- **トリシクラゾール・ベンシクロン粉剤**
19342: ビームモンセレン粉剤 5DL (クミアイ化学工業) 2005/09/27
- **ホセチル・マンゼブ水和剤**
15867: 有機アリジマン水和剤 (ダウ・ケミカル日本) 2005/09/28
- **クミアイアリジマン水和剤** (クミアイ化学工業) 2005/09/28
- **イプロジオン・トルクロホスメチル水和剤**
18430: ローヌ・プーランロブグラン水和剤 (バイエル クロップサイエンス) 2005/09/30
- **キャプタン・有機銅水和剤**
8035: トモオキシラン水和剤 (日本農薬) 2005/09/29
- **8587: フジオキシラン水和剤** (日本農薬) 2005/09/29

「殺虫殺菌剤」

- **BPMC・MPP・IBP 粉剤**
14719: キタバイバッサ粉剤 DL (クミアイ化学工業) 2005/09/24
- **エトフェンブロックス・トリシクラゾール水和剤**
17654: クミアイビームトレボンゾル (クミアイ化学工業) 2005/09/27
- **エトフェンブロックス・ジメチルピホス・トリシクラゾール粉剤**
17658: ビームラントレボン粉剤 5DL (クミアイ化学工業) 2005/09/27

「除草剤」

- **TCTP 水和剤**
20886: ダクタール水和剤 (エス・ディー・エス バイオテック) 2005/09/03
- **ジメタメトリン・ピリブチカルブ・プレチラクロール・ベンスルフロンメチル水和剤**
20890: シンジェンタ・クサナインフロアブル (シンジェンタ ジャパン) 2005/09/03
- **ジメタメトリン・ピリブチカルブ・プレチラクロール・ベンスルフロンメチル水和剤**
20891: シンジェンタ・クサナイン L フロアブル (シンジェンタ ジャパン) 2005/09/03
- **DCMU 粉粒剤**
18422: アグロスクサウロン微粒剤 (住友化学) 2005/09/22
- **トリクロビル粉粒剤**
14707: 日産サイトロン微粒剤 (日産化学工業) 2005/09/24
- **シメトリン粒剤**
10353: 三共ギーボン粒剤 1.5 (三共アグロ) 2005/09/25
- **ピラゾレート・プロモブチド・メフェナセット粒剤**
18421: アグロスリードゾン粒剤 (住友化学) 2005/09/22

「その他」

- **展着剤**
15851: スルエート 24 (ヤシマ産業) 2005/09/28