

メロンつる割病菌のレースに対する品種抵抗性

農林水産省九州農業試験場 なみ き ふみ お
並 木 史 郎

はじめに

メロンでは品種改良が進み、ネットメロンから露地メロンに至るまで、多様な品種が店頭を賑わせている。これまでに、糖度、芳香、食感などの品質の向上に加え、病害抵抗性の賦与が育種目標として設定され、うどんこ病、つる枯病、つる割病等に対して抵抗性を示す品種が数多く育成されてきた。

ところで、メロンの栽培を行ううえで、つる割病は依然として重要病害のひとつに数えられる。本病原菌は土壤中に生息し、薬剤散布による防除が困難であること、また、ひとたび発生すれば深刻な被害をもたらす事例が後を絶たないからである。これまで、本病に対する防除対策として、くん蒸剤による土壌消毒、輪作および抵抗性品種・台木の利用等が実施されてきた。これらのうち、オゾン層の破壊など環境汚染への懸念から臭化メチルの全廃が決定し、代替薬剤として有望視されるクロロピクリンも、住宅密集地での使用は困難である。そのため、くん蒸剤による土壌消毒に依存した防除体系からの脱却が図られ、とりわけ抵抗性品種を効率的に利用した病害の回避に大きな期待が寄せられている。

しかしながら、本病原菌にはメロン品種に対する病原性が異なる系統が存在し、それらはレースとして分類される。こうした病原性の分化は、抵抗性品種の育成と利用を図るうえで大きな障害となっている。特に、1980年代以降、従来メロンつる割病に対して抵抗性を有するとされていた品種群が新たなレースに罹病化する事例が相次いで報告され（小林，1989；NAMIKI et al., 2000；田中・田村，1997）、全国のメロン生産地は潜在的な崩壊の危機を抱えている。

筆者らは本邦におけるメロンつる割病菌のレースの発生と分布に関する調査を行うとともに、これまでに発生した4種類のレースに対する市販メロン品種の抵抗性検定を行い、各レースに対する抵抗性には品種間差異があることを見い出した。本稿では、それらの結果の概要を紹介するとともに、抵抗性品種の罹病化要因および本病

抵抗性品種の育成と利用に関する今後の問題点について言及する。

I メロンつる割病菌のレースとその分布

メロンつる割病菌は、宿主であるメロンの多様な品種群に対応して病原性分化が進み、レースの存在が報告されている（RISSEr et al., 1976；ARMSTRONG and ARMSTRONG, 1978）。RISSEr et al. (1976) は3種類の判別品種‘Charentais T’、‘Doublon’および‘CM 17187’に対する病原性の違いに基づき、4種類のレース（レース0, 1, 2および1, 2）が存在することを報告した（表-1）。なお、レース1, 2は、宿主に引き起こす病徴の違いに基づき、1, 2w（萎凋系統）と1, 2y（黄化系統）に細分される。このレース判別法は、判別品種が有する抵抗性遺伝子との関連性を示したため、現在では世界中で広く受け入れられている。しかし、レース判別品種はいずれも外国産で入手が困難であり、自家採種を必要とする。そこで、筆者らはRISSEr et al. (1976) が用いた判別品種と同じ反応を示す品種を探索し、メロンの‘アムス’と‘大井’、およびマクワウリの‘黄金九号’を用いれば、簡易レース判別が可能であることを明らかにした（NAMIKI et al., 1998, 表-1）。

全国各地から収集した135菌株のレース判別を行い、各都道府県におけるレースの分布状況を示したのが図-1である。本邦には4種類のレース全てが分布していたが、それらの分布地域は明らかに異なっていた。すなわち、レース0およびレース2が全国の主要なメロン生産地に広く分布していたのに対し、レース1およびレース1, 2yは限られた地域にのみ分布していた。レース1は、1994年に滋賀県湖南地方で本邦における初発生が確認されたが（NAMIKI et al., 2000）、他の都道府県での

表-1 メロンつる割病菌のレース

レース番号	判別品種名		
	Charentais T/ アムス	Doublon/ 大井	CM 17187/ 黄金九号
レース0	S	R	R
レース1	S	S	R
レース2	S	R	S
レース1, 2	S	S	S

S：罹病性反応，R：抵抗性反応。

Resistance of Commercial Melon Cultivars to Four races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. By Fumio NAMIKI

(キーワード：メロンつる割病菌，レース，抵抗性，メロン市販品種)

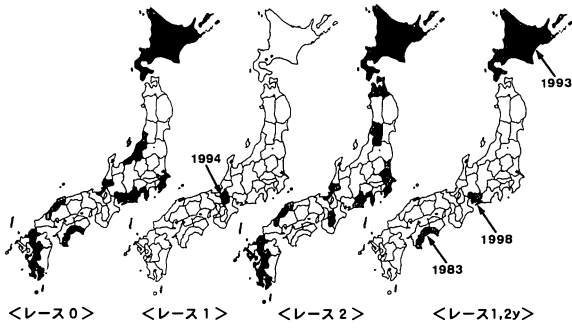


図-1 日本国内におけるメロンつる割病菌4レースの分布状況

発生は報告されていない。また、レース1, 2yは1983年に高知県下で本邦における初発生が確認され(小林, 1989), 93年には北海道(田中・田村, 1997)で、さらに98年には愛知県にも分布することが確認され、分布地域が広がりつつある。

II メロンつる割病菌4レースに対する抵抗性の品種間差異

つる割病菌に対するメロン品種の抵抗性を有効に活用するためには、ある地域におけるレースの分布状況を調査することに加えて、どの品種が、どのレースに対して抵抗性(もしくは罹病性)なのかを的確に把握すること

表-2 メロンつる割病菌4レースに対する反応に基づくメロン市販品種の類別

品種群	レース番号				品 種 名
	0	1	2	1, 2y	
A 群	R	R	R	S	アールスモネ盛夏系, AMRS 102, FR-2, エメラルド, 園研台木3号, 園研台木4号, K 9-802, サンバレー, ハーデー, プリンス PF, プリンス PF 6号, プリンス PF 17号, プリンス PF 19号, マルセイユ, メロンパートナー
B 群	R	R	S	S	ARC, FAB, CRC, ハイクラス P, プリンス, マラカス, 大和プリンス, 大和ルナメロン
C 群	R	S	R	S	あけぼの秋冬8, あけぼの秋冬系12, あけぼの秋冬系13, あけぼの秋冬系20, あけぼの盛夏系35, あけぼの夏系16, あけぼの夏秋系18, あけぼの春秋系11, あけぼの春秋系17, あけぼの春秋系19, あけぼの冬系10, アスワン, アダム, アムス2号, アリス, アールスコロネット, アールスショパン, アールスショパン春秋系, アールスショパン早春晩秋系, アールスセイヌ秋系, アールスセイヌ秋冬I, アールスセイヌ秋冬II, アールセイヌ夏I, アールセイヌ夏II, アールスセイヌ春II, アールスダーリン秋冬系, アールスダーリン春夏系, アールステムズ秋II, アールステムズ秋冬I, アールステムズ秋冬II, アールス東海 EG 310, アールス東海 EG 360, アールス東海 PF 80, アールス東海 R 210, アールス東海 R 230, アールスナイト夏系1号, アールスナイト春秋系, アールス雅秋冬系, アールス雅春秋系, アールス雅早春晩秋系, アールス雅夏系, アールス雅夏系2号, アールスモネ夏系1号, アンデス, アンリ, FR アムス, FR ユウカ, 園研台木2号, AOW, 大井, 大井新1号, 妃春秋系, 強栄, クインシー, クルーガー, クレア, クレスト秋冬系, クレスト夏系, クレスト春系, クレスト春秋系, グレース, グレース114, グロリア秋冬系2号, グロリア秋冬系3号, グロリア夏系7号, 健脚, コーカス, 黄裕, コロンブス, 金剛1号, サウンドメロン, サンダーレッド, G 97-01, シャロン2号, 真珠, 真珠100, スカイグリーン, タカミ, D-7-5, ティファニー夏系, デューク, 天恵, 天紅3号, 天紅6号, ナイル, 南勝アールス秋系, 南勝アールス秋冬系, 南勝アールス夏秋系, No. 9551, No. 9645, No. 9646, パリス秋I, パリス秋II, パリス秋冬I, バーデーレッド, ハネデュー PF, パンチ, ピカソ, ビューレッド, B-65, ふかみどり, フラメンコ, プリム, ベース, ベネチア秋, ベネチア秋冬I, ベネチア秋冬II, ベネチア夏I, ベネチア夏III, ベネチア春I, ベネチア春II, ボーナス2号, ホワイトローザ, マリオレッド, ミイナ, 緑の妖精, メロンの友, モナコ, モナミレッド, US1号, US2号, リキエース, リゾート, ルイス, ルピアレッド, レッドクイーン, 早生クインシー
D 群	R	S	S	S	あけぼの春系15, アルバ, R 1515 A, エーワン, シュガーボール, 真珠200, スペインメロン, ティファニー328, ティファニー冬系, 肥後グリーン, プロポーズ, ベネチア初春, ボルガ, ラブコール, レッドエース, ワインレッド
E 群	S	S	S	S	アイボリー, アカブルコ, アスコット, アムス, アールスフェボリット春系, アールスレッド, RAP, エリザベスII, エリザベス239, エリザベスRMR, エロークイン, A-1, ARA, SK, NKR, カントリー, ガイア, キャロル, キングメルティエー, クルト, グロリア秋冬系5号, グロリア春秋系6号, コサック, サバンナ, サファイア, サンキュー, サンシャイン, サンダー秋型, サンダー盛夏型, サンダー春型, サンダー晩秋型2号, サンライズ, しらゆき, しらゆきEL, GAW, ながれ星, ニューサンレッド, ハイシー, パパイヤメロン, ハーベスト5号, ハーベスト6号, ホームランスター, ホームランスター改良系, マーブル, ミスターレッド, モンブラン

S: 罹病性反応, R: 抵抗性反応.

が重要である。そこで、市販のメロン 212 品種に 4 種類のレース (レース 0, 1, 2 および 1, 2y) を接種し、各レースに対する抵抗性検定を行った。検定方法は以下の通りである。子葉が完全に展開したメロン品種の幼苗 10 株に各レースの代表菌株の bud cell 懸濁液 (1×10^7 cell/ml) を浸根接種後、 25°C 一定に保った人工気象室内で管理し、黄化、萎凋および枯死などの外部病徴を経時的に観察した。接種後 21 日目に調査を終了し、子葉節直下を切断して維管束褐変の有無を調査するとともに、子葉節直下の胚軸組織片を表面殺菌して PDA 培地に置床し、接種した病原菌の再分離を試みた。各品種において、外部病徴と維管束褐変が観察され、組織内から病原菌が再分離された株が一株でもあれば、そのレースに対して罹病性と判定し、外部病徴と維管束褐変が全く観察されなければ抵抗性と判定した。

得られた結果を表-2 に示す。市販のメロン 212 品種は、4 種類のレースに対する反応に基づき、A~E の 5 群に類別された。すなわち、A 群：レース 0, レース 1 およびレース 2 の全てに抵抗性、B 群：レース 0 およびレース 1 に抵抗性、レース 2 に罹病性、C 群：レース 0 およびレース 2 に抵抗性、レース 1 に罹病性、D 群：レース 0 に抵抗性、レース 1 およびレース 2 に罹病性、E 群：全てのレースに罹病性、である。A 群には、'FR-2'、'園研台木 3 号' および 'メロンパートナー' など、農家圃場においてレース 1 の防除に有効であることが実証された台木用品種ばかりでなく、プリンス PF 系品種など、自根栽培が可能な品種も含まれていた。B 群の品種は、4 種類のレースに対してマクワウリやシロウリの品種と同じ反応を示し、'プリンス' などマクワウリを交配親とする品種が含まれていた。C 群には全供試品種の約 60% が含まれ、メロンつる割病に対する従来の抵抗性育種が目的を達成していたことをうかがわせる結果となった。これらの品種は、レース 1 とレース 1, 2y が発生していない地域では抵抗性品種として利用可能である。D および E 群の品種は、台木の利用や土壌消毒の徹底など何らかの防除対策を実施し、つる割病に弱いということをあらかじめ生産者に理解してもらう必要がある。

なお、供試した全品種がレース 1, 2y に対しては罹病性であり、幼苗検定において実用的な抵抗性を示す品種は見い出されなかった。

III 抵抗性品種の罹病化要因

ところで、筆者のもとには、これまで抵抗性を示していた品種がつる割病に罹病したという問い合わせが各地から寄せられてきた。抵抗性品種の罹病化要因として、

①これまで育種目標として設定されていなかった新しいレース (レース 1 およびレース 1, 2y) の出現、②非病原菌もしくは弱病原菌の日和見感染、③非病原性レースまたは非病原菌とネコブセンチュウとの複合感染、が考えられる。

①に関しては、すでに前項で述べた通りである。②に関しては、つる割病と類似の症状を呈した抵抗性品種の罹病株から分離された *Fusarium oxysporum* の菌株をアムスなどの罹病性品種に接種した場合に、病徴が再現されないケースが多く見受けられる。したがって、栽培環境条件 (栽培方法、栄養条件、土壌の理化学性、気象要因など) の悪化に乗じて、非病原菌もしくは弱病原菌が抵抗性品種の体内に侵入し、日和見感染が成立したと考えるものである。しかし、確たる証拠は得られていない。さらに、③の仮説を検証すべく、サツマイモネコブセンチュウの存在下で非病原性レースが抵抗性品種および非宿主に感染できるかどうかを調査した (並木・佐野, 1999)。

病徴が現れないような低密度のサツマイモネコブセンチュウを殺菌土壌に接種し、メロン品種 '大井' (レース 2 に抵抗性) を播種してあらかじめセンチュウを感染させ、子葉展開時にレース 2 を浸根接種した。その結果、レース 2 の単独接種では '大井' に病徴は全く観察されなかったが、前接種したセンチュウ密度および後から接種したレース 2 の菌密度が高い場合には萎凋症状が観察され、発病株率 40% となった。また、レース 2 の非宿主であるユウガオやキュウリにサツマイモネコブセンチュウを前接種し、後からレース 2 を接種すると萎凋および枯死が観察され、子葉節直下の胚軸組織片からは病原菌が再分離された (図-2)。したがって、サツマイモネコブセンチュウの介在により、抵抗性品種や非宿主に対して非病原性レースの感染が誘導されることが示唆され

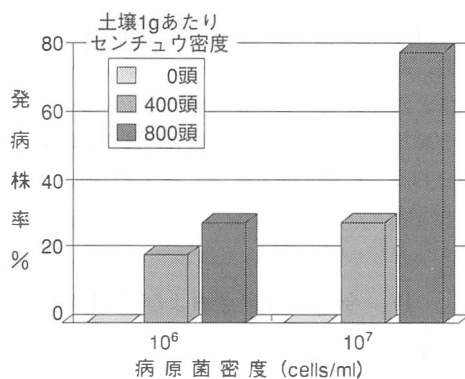


図-2 サツマイモネコブセンチュウの前接種によるキュウリへのメロンつる割病菌の感染誘導

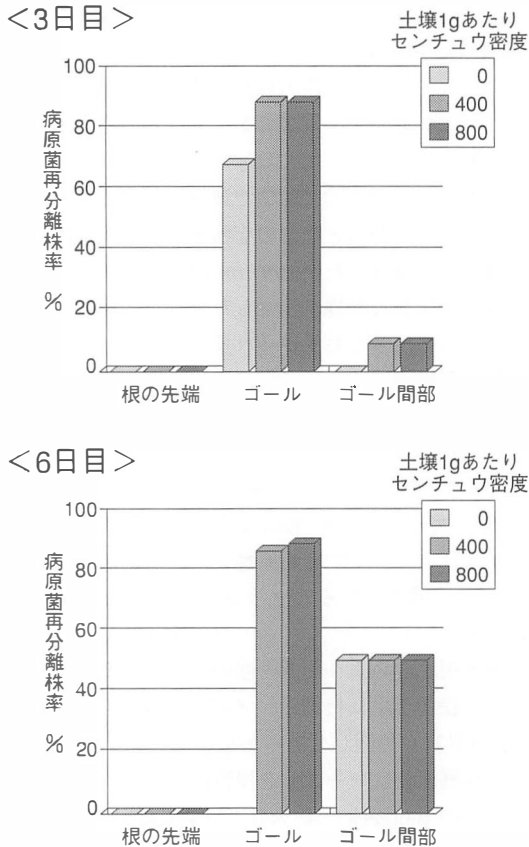


図-3 サツマイモノコブセンチュウを前接種したキュウリにおけるメロンつる割病菌の感染部位

た。

さらに、サツマイモノコブセンチュウを前接種したキュウリにおけるレース2の感染部位を特定するために、レース2接種後3日目および6日目に、根の組織ごとに菌の再分離を試みた(図-3)。その結果、接種後3日目にはレース2はサツマイモノコブセンチュウによって形成されたゴール(根こぶ)から高頻度に再分離され、ゴール間部や根の先端からはほとんど再分離されなかった。なお、レース2接種後6日目は、ゴール間部からもレース2が高頻度に再分離されたが、これはゴールから侵入・感染した菌が維管束内で増殖して移動したためと考えられる。したがって、レース2の侵入・感染部位はゴールであり、ゴール間部や根の先端ではないことが明らかとなった。

IV 今後の留意点および問題点

1 病原菌の拡散防止対策

イネいもち病では、抵抗性品種を栽培することでそれを侵す新しいレースが選択的に増殖して優勢なレースと

なり、新たな別の抵抗性品種の育成を迫られるという現象が繰り返されている。これに対し、メロンつる割病では、新レース(レース1および1, 2y)が短期間で旧レース(レース0および2)に置き換わるという事態には至っておらず、新レースの発生が確認されていない地域では旧レースに対する抵抗性品種(=本稿のC群品種)の重要性は依然として失われてはいない。しかし、新レースが広範囲に分布すれば、深刻な事態を招く恐れは十分にある。実際、市販のメロン種子がレース1, 2yを保菌している場合があり(田中ら, 1997), こうした保菌種子や保菌苗による伝染が確認されている(田中, 1998; 田中, 2000)。したがって、種子消毒の徹底、被害植物残渣の処理、発病苗の除去、育苗土への病原菌の混入防止など、病原菌の拡散防止対策を講じる必要がある。

2 レース分布調査

農家圃場で発生しているレースについて、より広範な調査を継続実施することにより、レース分布の変動を把握していくことが重要である。

3 抵抗性検定

本病抵抗性品種は、発病に好適な条件下で病原菌を接種しても病徴が全く現れず、罹病性品種の反応とは明らかに異なるため、質的抵抗性とみなされる。しかし、同じ品種でも、苗令、気象条件、検定時の環境条件、接種方法等の違いによって抵抗性に差異が生じる。また、本病原菌にはレース内に病原性変異系統が存在するため(NAMIKI et al., 1998), 検定に用いた菌株次第では結果が異なることも予想される。抵抗性検定の実施にあたっては、こうした点にも配慮が必要である。

4 本病抵抗性育種の方向性

大きく二つの方向性が考えられる。まず第一に、レース0, 1および2に対する複合抵抗性品種の育成である。本稿で述べたように、自根栽培が可能なA群の品種数は、まだ少ないが、マクワウリやシロウリを交配親として用いれば、比較的容易に解決できるものと期待される。品質の低下を招くことなく、レース1に対する抵抗性をいかに賦与するかが焦点となる。もう一つの方向性として、レース1, 2yに対する抵抗性品種の育成である。しかし、市販の212品種全てが罹病性であることからわかるように、本レースに対して質的(=特異的)抵抗性を示す素材は見い出されていない。近縁の野生種から抵抗性遺伝子を導入することも考えられるが、一般に野生種は採種が困難であり、また、せっかく導入できたとしても品質が低下し、市場性が劣ることが予想される。したがって、病原菌密度が低ければ発病程度が軽

く、萎凋や枯死に至るまでに時間がかかるといった、量的(=非特異的)抵抗性を活用する以外にはなすすべが無いように思われる。ただし、こうした量的抵抗性を理解し、利用するのに好都合なように、どのような条件下で抵抗性が発揮されるかを明らかにすることが必要不可欠である。

5 品質表示の適正化・標準化

メロン種子のカタログや絵袋等には、「つる割病抵抗性」、「耐病性」あるいは単に「つる割病に強い」など、つる割病に対する強さを強調した何種類かの表現があり、統一されていない。さらに、E群(全ての品種に罹病性)の品種であるにもかかわらず、つる割病に対して強いことを示したものがあり、品質表示の適正化という点で疑問が残る。つる割病抵抗性に関して、現在のように曖昧な表現が横行したままであれば、新レースのまん延といった状況次第では、損害賠償請求など保証問題に発展しかねない。農業現場での混乱を防ぎ、抵抗性品種の効率的利用を図るうえで、各品種がどのレースに対して抵抗性であるかを明示することが望ましい。

おわりに

これまで、メロンつる割病菌のレースに対する市販メロン品種の抵抗性賦与の現状と問題点について述べてき

た。今後、病原菌の病原性分化機構および宿主の抵抗性発現機構に関する理解が深まれば、抵抗性育種における目標設定が容易になるとともに、新たな発想による抵抗性品種の育成が可能となることであろう。そのためには、産・学・官の連携による共同研究体制の実現がこれまで以上に望まれる。基礎研究分野と応用研究分野が互いに尊重し、成果を生かし合うような環境作りが重要である。

最後にメロン品種の種子を分譲していただいた関係各位に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 1) ARMSTRONG, G.M. and J.K. ARMSTRONG (1978): *Phytopathology* 68: 19~28.
- 2) 小林達男(1989): 第14回土壌伝染病談話会講演要旨集 pp.1~5.
- 3) NAMIKI, F. et al. (1998): *Phytopathology* 88: 804~810.
- 4) ———— et al. (2000): *J. Gen. Plant Pathol.* 66: 12~17.
- 5) 並木史郎・佐野善一(1999): 九病虫研報 45: 132.
- 6) RISSER, G. et al. (1976): *Phytopathology* 66: 1105~1106.
- 7) 田中民夫ら(1997): 日植病報 63: 210.
- 8) ———— (1998): 同上 64: 331.
- 9) ———— (2000): 土壌伝染病談話会レポート 20: 122~132.
- 10) ————・田村 修(1997): 北日本病虫研報 48: 6~98.

(10ページから続き)

ペンシクロン水和剤

ペンシクロン 50.0%

モンセレン顆粒水和剤 (20509: 北海三共) 12.5

ばれいしょ: 黒あざ病: 植付前: 瞬時~10分間種いも浸漬:
1回, てんさい: 葉腐病: 30日前まで: 散布, 根腐病: 定植前: 灌注: 4回

「殺虫殺菌剤」

エトフェンプロックス・フェノキサニル・フルトラニル粉剤

エトフェンプロックス 0.50%

フェノキサニル 1.0%

フルトラニル 2.0%

アチーブモンカットレボンF粉剤DL (20532: 日本農薬) 12.21

稲: いもち病・紋枯病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イナゴ類・カメムシ類: 14日前: 3回

エトフェンプロックス・フェノキサニル粉剤

エトフェンプロックス 0.50%

フェノキサニル 1.0%

アチーブトレボン粉剤DL (20544: 日本農薬) 12.26

稲: いもち病・紋枯病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イナゴ類・カメムシ類: 14日前: 3回

エトフェンプロックス・MEP・フェノキサニル粉剤

エトフェンプロックス 0.50%

MEP 2.0%

フェノキサニル 1.0%

アチーブスミチオントレボン粉剤DL (20549: 日本農薬) 12.26

稲: いもち病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イナゴ類・カメムシ類: 14日前: 3回

カルボスルファン・アシベンゾラルSメチル粒剤

カルボスルファン 3.0%

アシベンゾラルSメチル 2.0%

バイオンガゼット粒剤 (20559: 日産化学工業) 12.26

水稻(箱育苗): いもち病・イネミズゾウムシ・イネドロオイムシ: 移植前3日~移植当日: 育苗箱の苗の上から均一に散布する: 1回

フェンプロパトリン・ヘキサコナゾール液剤

フェンプロパトリン 0.010%

ヘキサコナゾール 0.0020%

花セラビー (20568: 八洲化学工業) 12.26

きく: アブラムシ類・白さび病, ばら: アブラムシ類・ハダニ類・うどんこ病・黒星病, つつじ・さつき: ツツジグンバイ: 原液: 6回

MEP・イミノクタジナルベシル酸塩粉剤

MEP 3.0%

イミノクタジナルベシル酸塩 2.0%

スミチオンベルコート粉剤DL (20500: 八洲化学工業) 12.4

だいず: マメシクイガ・紫斑病: 開花期~若莢期, 但し21日前まで: 4回

「除草剤」

アジムスルフロンのピリミノバックメチル・プロモブチド・

ベンスルフロンのメチル・ペントキサゾン粒剤

アジムスルフロンの 0.060%

(26ページに続く)