

キウイフルーツに発生する枝枯れ症状の原因

香川県東讃農業改良普及センター 衣 川 まさる 勝

はじめに

「キウイフルーツの枝が枯れるが、病気によるものではないか？」という普及員の診断依頼から調査を開始した。

調査の結果、枝枯れは、①若木では発生が少なく、10年生以上の樹齢が進んだ樹に発生が多い。②春の新梢が出てくる時期になって正常な新梢が出てこず、枝枯れの発生を認める場合が多い。③暖冬の年に発生が多い傾向がある。④生育が盛んな時期では、枝枯れの進行は比較的早く、最初は葉のしおれから始まり新梢の萎凋・枯死がみられ、さらに1～2か月後には枝全体が枯れる場合がよく観察される。⑤香川県では、発生園地率としては小規模の枝枯れを含めると50%を超える。⑥枝枯れの発生は、園地により程度の差があるものの総枝量の5%以下の場合が多い。⑦症状の軽い場合は枝の一部のみであるが、重症の場合は垂主枝あるいは主枝、さらには樹全体が枯れる場合がある。⑧夏季剪定のやり過ぎ、着果過多等により樹勢の低下した樹、剪定時に太枝を切り過ぎたり、切口に塗布剤を処置していない樹に多発する傾向がある。ということが判明した。これらのことから、病害による可能性が高いと考えて試験を行った。

枝枯れと健全の境界部から菌の分離を行い、分離された菌株の接種試験と病原菌の同定を行った結果、本病がキウイフルーツ果実軟腐病菌のうち *Diaporthe* sp. および *Botryosphaeria dothidea* に起因する枝枯症状であると報告した(衣川・佐藤, 2003)。

ここでは、キウイフルーツ枝枯病の病徴、病原菌の分離、病原性、薬剤感受性、および防除対策について述べ、本病の診断や防除の参考に供したい。

I 病 徴

枝枯れが発生すると、葉が茂っている棚面に穴があいたようにみえる(口絵-①)。まず大きな枝の切り口や日焼け部分を中心に枯れ込みが生じ、枝の先端部へ向かって進行する場合が多い。さらに、病勢が進展すると枯れ込みは主幹部へも進み胴枯れ症状を呈し(口絵-②)、樹

が枯死する場合がある。枝枯れ部を輪切り状に縦に切断してみると、黒褐色の枯れ込みが枝の切断部や日焼け部から始まり、枝の中心部に沿って進展している場合がよくみられる(口絵-③)。

II 病原菌の分離

1998年5月に香川県下のキウイフルーツの32園地から約150本の枯枝を採集し、菌の分離を行った。枝枯れ部と健全部の境を縦断し、枝内部の健全部と黒褐変部の境界付近から1枝当たり平均3切片(4～5mm角)計445切片を切り取り、常法どおり分離を行った。この結果、検出率の多い順に *Diaporthe* 属菌(検出率33.7%)、*Phoma* 属菌(12.6%)、*Coniothyrium* 属菌(10.1%)、*Botryosphaeria* 属菌(8.3%)、*Epicoccum* 属菌(5.2%)、*Alternaria* 属菌(2.2%)、*Nigrospora* 属菌(2.2%)、*Cladosporium* 属菌(1.3%)、*Pestalotiopsis* 属菌(1.1%)、*Fusarium* 属菌(0.9%)等が分離された。

Diaporthe 属菌は細枝から、また *Botryosphaeria* 属菌は太枝から分離される傾向が認められた。

III 病原菌の形態および培養上の諸性質

1 *Diaporthe* 属菌

枝枯れ部分では、子のう殻は樹皮の深部に単生または小数群生し、球形～偏球形で、大きさは内径で153～347(平均224)×255～561(375)μmであり黒色の頸部がわずかに樹皮表面に突出していた。子のうは、長こん棒形、頂部に apical ring を有し、8個の子のう胞子を単列ないし複列で含み、大きさは39.5～53.3(46.5)×6.0～7.8(7.1)μmであり(図-1)、子のう胞子は無色、2細胞、長紡錘形～長楕円形、隔膜部でくびれ、大きさは9.1～13.0(11.1)×3.4～5.2(4.1)μmであった(図-2)。単子のう胞子由来菌株をPDA上で培養した結果、菌叢上に分生子殻を形成し、αおよびβ型分生子を形成した。枯枝上の分生子殻は表皮下に形成され、褐色のフラスコ型で殻壁は厚く、子座の発達はみられなかった。分生子殻の大きさは内径で140～600(308)×90～470(208)μmであった。α型分生子は、紡錘形または楕円形で主に2個の油球を含み、大きさは5.2～9.1(7.4)×2.1～3.9(3.0)μmであり、β型分生子は鞭形、無色、単細胞で大きさは18.2～29.9(24.0)×1.3～2.6(2.3)μmであ



図-1 *Diaporthe* sp. の子のう (スケール 20 μ m)

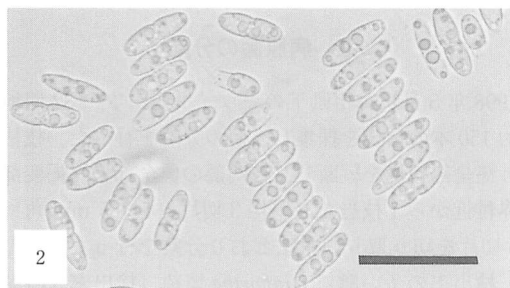


図-2 *Diaporthe* sp. の子のう胞子 (スケール 20 μ m)

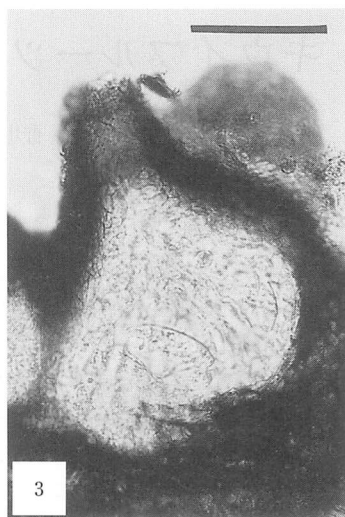
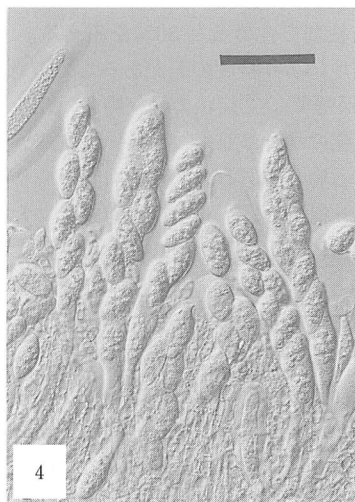


図-3 *B. dothidea* の子のう殻 (スケール 80 μ m)



った。これらの形態は、梶谷 (1996) が報告したキウイフルーツ果実軟腐病菌 (*Diaporthe* sp.) および大和 (1976) が報告したカンキツ小黑点病菌 (*D. medusae*) の形態とほぼ一致した。

2 *Botryosphaeria* 属菌

子のう殻および分生子殻は、樹皮の亀裂部に隆起した黒色子座 (口絵-④) 内に群生することが多く、同一子座内に混在する場合があった。子のう殻は、球形で頂部に乳頭状の孔口部を有し、大きさは内径 102 ~ 219 (平均 154) $\times$ 128 ~ 184 (146) μ m であった (図-3)。子のうは基底柔組織から直立して生じ、二重壁を有し、こん棒状、子のう内に 8 個の子のう胞子を単列ないし複列で内蔵し大きさは 96 ~ 145 (119) $\times$ 15.3 ~ 20.4 (18.0) μ m であった (図-4)。子のう胞子は、無色、単細胞、楕円形ないし長卵形で大きさは 22.0 ~ 32.0 (26.8) $\times$ 9.0 ~ 12.8 (10.2) μ m であった。単子のう胞子分離菌株を PDA 培地上で培養した結果、*Fusicoccum aesculi* の菌叢、分生子殻および分生子を形成した。分生子殻の大きさは内径で 160 ~ 490 (262) $\times$ 120 ~ 350 (206) μ m のものが多かったが (図-5)、2 室が融合して幅が 400 μ m 以上になるものも観察された。分生子殻の形状は子のう殻室とほぼ同様で、内壁全面に無色、単条の分生子柄を生じ、その頂端に全出芽により分生子を単生した。分生子は、無色、単細胞、紡錘形ないし長紡錘形で基部はさい切 (裁断) 状、大きさは 17.7 ~ 26.0 (21.9) $\times$ 5.2 ~ 9.1 (7.5) μ m

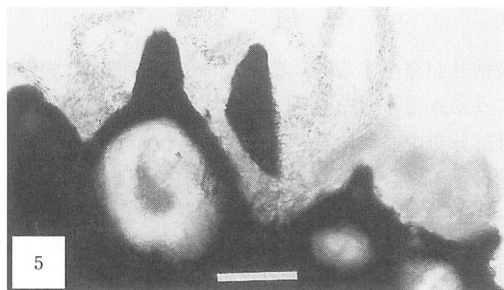


図-5 *F. aesculi* の分生子殻 (スケール 150 μ m)

であった(図-6)。これらの形態は、梶谷(1994)、大和(1986)およびPENNYCOOK and SAMUELS(1985)の記載した果実軟腐病菌の一つである *B. dothidea* の形態と一致した。

3 菌叢の生育温度

両菌の菌株を、5～40℃の10段階の温度設定条件下でPDA希釈平板培養し、生育状況を調べた。この結果、*Diaporthe* 属菌は10～35℃で生育し27℃で最も生育が早かった。また、*Botryosphaeria* 属菌は、15～35℃で生育し27～30℃で最も生育が早かった。共同研究者の佐藤より配付を受けた *B. dothidea* MAFF 410083 株も同様の傾向を示した。

IV 分離菌の病原性

1 *Diaporthe* 属菌

(1) キウイフルーツ枝への接種

キウイフルーツの2および3年生枝(品種:ヘイワード)に対して接種試験を行った。2, 3年生枝ともに有傷接種を行い、3年生枝については無傷接種もあわせて行った。なお、接種に際し対照として無接種処理(無菌PDA培地または殺菌水を供試)も行った。2年生枝に対する接種は、1999年10月に行い、調査と再分離は枝の枯死がみられた時点で行った。3年生枝に対する接種もほぼ同時期に行い、調査と再分離は1か月後に行った。

有傷接種の方法は、枝に熱した電気ゴテを十数秒間押し当て、焦げた部分にメスで長軸に対して直角に切り傷をつけた。2年生枝ではこの上に接種源としてPDA培養菌叢を置き殺菌水で湿らせた脱脂綿で被覆し、この上からパラフィルムで巻いた。また、3年生枝については、接種源として脱脂綿に含ませた分生子懸濁液を用いた。

無傷接種の方法は、枝に電気ゴテおよび付傷処理を行わずに有傷接種と同様に処理した。

発病調査と再分離は接種した枝に枯死状態がみられた

時点で行った。電気ゴテにより焦げた部分をメスで切り落とし、枝枯れおよび黒褐変部の有無と広がりを調べた後、同部位と健全部との境界部から常法どおり接種菌の再分離を行った。

2年生枝への有傷接種では、接種枝のすべてに接種2～3週間後に葉の萎凋、落葉および枝先端に激しい萎凋などがみられた。接種枝の14%は、枝全体が枯死した。残りの86%は枝全体の枯死には至らなかったが、枝全体の萎凋症状と原病徴と同様の黒褐変症状が接種部を中心に上下に拡大していた。

3年生枝への有傷接種では、枝全体の萎凋と接種部に黒褐変症状がみられたが枯死には至らなかった。

これら黒褐変症部および枝枯れ部からは接種菌が再分離された。

無傷接種では、2および3年生枝ともに枝枯れ症状および黒褐変症部はみられず病原性は認められなかった(表-1)。

(2) キウイフルーツ果実への接種

追熟の進んでいない果実(品種:ヘイワード)を水道水の流水中で十分に洗浄し、70%アルコールを噴霧して表面殺菌し、殺菌水で洗浄後風乾して用いた。有傷接種では、火炎消毒した4～5本の針で数箇所穿孔した後PDA培養菌叢片(約1×1.5 cm)を付傷部位に置き、この上に殺菌水で湿らした脱脂綿を置き、果実全体をポリ袋で覆い、25℃の恒温器内に保持した。無傷接種では、果実を傷つかなかった外は有傷接種と同様の方法で行った。接種後、追熟が進み軟化が認められた果実を順次剥皮し、病徴の発現を調査し、病斑部から接種菌の再分離を行った。有傷接種では接種したすべての果実に果実軟腐病と同様の症状が観察され、同部位から接種菌が再分離された。

枝枯れから分離された *Diaporthe* 属菌は、既報の果実軟腐病菌(*Diaporthe* sp.)と形態的特徴、菌叢の生育適温がほぼ一致し、キウイフルーツ果実に病原性を示すこと、および単子のう胞子分離菌株が培地上で α 、 β 型両分生子を形成し、キウイフルーツ切り枝に対して病原性を示したことから、果実軟腐病菌の *Diaporthe* 属菌と同一種であると考えられた。

(3) ミカン果実、リンゴ果実、モモ枝、およびナシ枝への接種

いずれも、キウイフルーツの枝および果実接種に準じて行った。無傷接種したミカン果実すべてにカンキツ小黑点病の網状病斑あるいは軸腐症状がみられ、接種菌が再分離された。有傷接種したリンゴ果実すべてにリンゴ胴枯病菌由来の軸腐症状がみられ、接種菌が再分離され

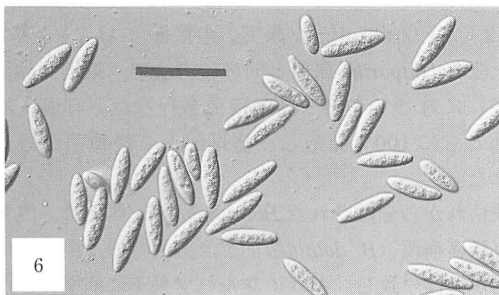


図-6 *Fusicoccum aesculi* の分生子(スケール 30 μ m)

表-1 *Diaporthe* sp. および *B. dothidea* のキウイフルーツ枝に対する接種試験 (1999)

病原菌名	供試品種名	枝 齢	供試 菌株名	接種 方法	接種後出現した症状			
					枝内部の黒褐変			枝全体の 枯死
					なし	わずか	顕著	
<i>Diaporthe</i> sp.	ヘイワード	2	PYT ^{a)}	有傷			6/7	1/7
			無接種	有傷	7/7			
		3	PYT ^{b)}	有傷			3/3	
			無傷		3/3			
			無接種	有傷	3/3			
			無傷		3/3			
<i>B. dothidea</i>	香 緑	3	BKS ^{a)}	有傷		1/3	1/3	1/3
				無傷	3/3			
			BST	有傷		3/4		1/4
				無傷	4/4			
			無接種	有傷	7/7			
				無傷	7/7			

a) 接種には PDA 培養菌叢片, 無接種は無菌 PDA 培地を用いた. b) 接種には分生孢子懸濁液, 無接種は滅菌水を用いた.

た。モモおよびナシ枝に対する接種試験では、枝枯れ症状がみられ、同部位からは接種菌が再分離された。

兼松ら（1999）は、モモホモプシス腐敗病菌（*Phomopsis* sp.），ナシ胴枯病菌（*Phomopsis fukushii* END and TANAKA），およびリンゴ胴枯病菌（*Phomopsis mali* ROBERTS）は、形態的に識別できない小型の α 分生子を形成し、圃場の立木に対する接種試験では、分離源に関係なく G 型（コロニーの色が灰色）は、W 型菌株（同・白色）よりモモ、ニホンナシ、リンゴに強い病原性を示したと報告した。また、W 型菌株は腐生的あるいは半寄生的に果樹を含む樹木に寄生しており、果実の抵抗性の低下した時期に感染して収穫後に果実腐敗を引き起こし、リンゴやナシでは幼木や樹勢の低下した樹に胴枯れ症状を引き起こすと推測している。これは、キウイフルーツ枝枯症状が樹齢 10 年以上を經過し樹勢が低下した樹に多く発生する事実とも一致する。本種の所属については、果樹類に病原性を示す *Diaporthe*（*Phomopsis*）属菌の再分類を含めて今後の検討課題である。

2 *Botryosphaeria* 属菌

(1) キウイフルーツ枝への接種

上記の *Diaporthe* 属菌と同様の方法で、3 年生枝（品

種：香緑）に対して有傷・無傷接種を行った。

BKS 菌株の有傷接種では、病勢の進展が著しく 1 か月後に接種枝の 33% が枯死した（図-7）が、残りの 67% は枝全体の萎凋と接種部に黒褐変症状がみられたが枯死には至らなかった。また、BST 菌株の有傷接種では、病勢は徐々に進展し接種 4 か月後に 25% の枝に枯死がみられ、残りの 75% は上記と同様の枝全体の萎凋と接種部に黒褐変症状がみられたが枯死には至らなかった。

これら黒褐変症部および枝枯れ部からは、接種菌が再分離された。

無傷接種では、枝枯れ症状および黒褐変症部はみられず病原性は認められなかった（表-1）。

(2) キウイフルーツ果実への接種

上記の *Diaporthe* 属菌と同様の方法で、果実（品種：香緑）に対して有傷・無傷接種を行った。有傷・無傷接種ともに 100% 発病し、病斑部から接種菌が再分離された。

枝枯れから分離された *Botryosphaeria* 属菌は、既報の果実軟腐病菌（*B. dothidea*）と形態的特徴、菌叢の生育適温がほぼ一致し、キウイフルーツ果実に病原性を示すこと、および単子のう胞子分離菌株が培地上で *F. aes-*

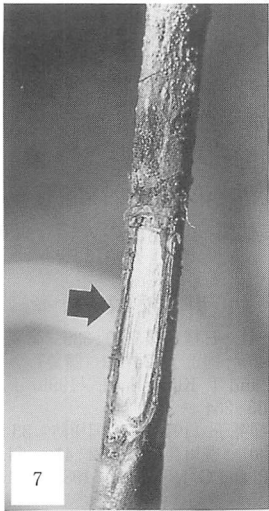


図-7 *B. dothidea* 接種による枝枯症状と同接種部に形成された分生子殻 (→は接種部位を示す)

culi 分生子を形成し、キウイフルーツ切り枝に対して病原性を示したことから、果実軟腐病菌の *B. dothidea* と同一種であると考えられた。

V 分離菌の薬剤感受性

キウイフルーツに登録のある、薬剤および防除効果の期待できる 11 薬剤について薬剤感受性を調べた。薬剤を実用濃度になるように添加した PDA 平板培地上に、*Diaporthe* sp. と *B. dothidea* の菌株を 27℃で培養し、薬剤無添加 PDA 培地上で菌叢が平板のほぼ全面に生育した時点で各区の菌叢の直径を測定し、各薬剤の菌叢生育抑制効果を調査した (表-2)。

この結果、キウイフルーツ果実軟腐病に登録のある薬剤であるホセチル水和剤、フルアジナム SC、また登録のあるイミノクタジンアルベジル酸塩に成分に近いイミノクタジン酢酸塩はいずれも高い菌叢生育抑制効果が認められた。登録はないが、オキシポコナゾールフマル酸塩およびマンゼブ水和剤にも高い菌叢生育抑制効果が認められた。キウイフルーツに登録のある薬剤は、いずれもやや高い～高い菌叢生育抑制効果が認められた (衣川, 2001)。

VI 防 除 対 策

本病は、樹齢が進み樹勢が低下した樹に発生しやすい。このため、現在栽培されているキウイフルーツの樹齢が今後さらに進んでくるのに伴い、本病が増加してくる可

表-2 キウイフルーツ枝枯病菌に対する各種殺菌剤の菌叢生育

供試薬剤	希釈倍率 (倍)	<i>Diaporthe</i> sp.		<i>B. dothidea</i>	
		菌叢直径 (mm)	阻止率 (%)	菌叢直径 (mm)	阻止率 (%)
ホセチル水和剤 ^{a)}	600	0	100	0	100
TPN 水和剤 ^{a)}	500	2.5	96.4	11.5	84.5
チオファネートメチル水和剤 ^{a)}	1,000	0	100	11.3	84.8
フルアジナム SC ^{a)}	2,000	0	100	2.3	96.9
イミノクタジン酢酸塩 ^{b)}	1,000	0	100	0	100
イプロジオン水和剤 ^{a)}	1,000	3.7	93.8	0	100
オキシポコナゾールフマル酸塩	2,000	0	100	0	100
マンゼブ水和剤	500	0	100	0	100
クレソミシムメチル水和剤	2,000	24.1	59.4	27.4	63.0
ベノミル・TPN 水和剤	1,000	0	100	1.8	97.6
ビタタノール水和剤	1,000	3.0	95.7	7.1	90.4
無添加 (対照)	—	59.3	—	74.0	—

注) 直径 9 cm のシャーレの各薬剤添加 PDA 平板上で 27℃培養、各菌株 3 反復の平均。 ^{a)} キウイフルーツに登録あり、 ^{b)} ベフラン液剤 25 と同様の有効成分を有するベルコート水和剤には登録があり、

能性が十分考えられる。そこで、本病の防除対策として以下の点に注意する。

(1) 大きな枝の切り口部や日焼け部から、よく枯れ込み部が進行しているのが観察される。このことから、剪定などによる大きな枝の切り口部には、必ずチオファネートメチルペースト剤を塗布し、切り口の癒合促進を図る。また、日焼けが起こらないように枝を配置するとともに、日焼けの著しい場合は、陽光面への白塗剤の散布により日焼けを防止する。

(2) 枝枯れは見つけ次第直ちに切り除き、切り口には塗布剤を処置する。果実軟腐病の伝染源として、枯死した剪定痕と粗皮が重要であると報告した (衣川, 1998 ; 2000) が、今回の試験結果から通常の枝枯れも伝染源になることが明らかになった。熱心な栽培者は枝枯れが発生次第、枝枯れ部を切り取り、切り口に塗布剤

を処置するが、一般的な栽培者は放置している場合が多い。口絵-④で示したとおり枝枯れ部には、多数の両菌の分生子殻や子のう殻の形成がしばしばみられることから、これら枝枯れ部は果実軟腐病や新たな枝枯症状発生の大きな伝染源になると考えられる。

(3) キウイフルーツ果実軟腐病に登録のある薬剤は、いずれも高い菌叢生育抑制効果が認められた。このことから、果実軟腐病予防のために薬剤散布を行うときは、果実だけでなく枝幹部にも薬剤を十分に散布し、枝枯症状の発生も抑制する必要があると考えられる。一方で、実防除での有効性の確認や登録のない薬剤については登録化に向けての試験も必要である。

(4) 樹勢の低下した樹に発生しやすいことから、過度の剪定、着果過多等を避け、堆肥施用等により土作づくりを行い樹勢の低下を防ぐ。

お わ り に

キウイフルーツの枝枯症状に関与する菌は *B. dothidea* と *Diaporthe* sp. であり、これらの菌はキウイフルーツ果実軟腐病菌と同一であることを明らかにした。このことから、枝枯症状の防除対策を行うことによりキウイフルーツ果実軟腐病の発生の大幅な抑制に繋がると考えられる。

引 用 文 献

- 1) 梶谷祐二 (1994) : 日植病報 60 : 339 (講要).
- 2) ——— (1996) : 同上 62 : 643 (講要).
- 3) KANEMATSU, S. and T. KUDO, et al. (1999) : Ann. Phytopathol. Soci. Jpn. 65 : 264 ~ 273.
- 4) 衣川 勝・米澤晃子 (1998) : 四国植防 33 : 1 ~ 11.
- 5) ——— (2000) : 香川農試報 52 : 41 ~ 54.
- 6) PENNYCOOK, S. R. and G. J. SAMUELS (1985) : Mycotaxon 24 : 445 ~ 458.
- 7) YAMATO, H. (1976) : Ann. Phytopathol. Soci. Jpn. 42 : 56 ~ 59.
- 8) 大和浩國 (1986) : 今月の農業 30 : 84 ~ 90.

新しく登録された農薬 (22 ページからの続き)

●ピリミノバックメチル・プロモブチド・ベンスルフロンメチル・ペントキサゾン剤

21381 : トップガンジャンボ (クミアイ化学) 2004/10/13

21382 : 科研トップガンジャンボ (科研製薬) 同

21383 : デュボントップガンジャンボ (デュボン) 同

移植水稻 : 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ (東北), ヘラオモダカ, ヒルムシロ, セリ, アオミドロ, 藻類による表層はく離

ピリミノバックメチル 1.8%, プロモブチド 36.0%, ベンスルフロンメチル 3.0%, ペントキサゾン 8.0%

●ピリミノバックメチル・プロモブチド・ベンスルフロンメチル, ペントキサゾン剤

21384 : トップガン L ジャンボ (クミアイ化学工業) 2004/10/13

21385 : 科研トップガン L ジャンボ (科研製薬) 同

21386 : デュボントップガン L ジャンボ (デュボン) 同

ピリミノバックメチル 1.8%, プロモブチド 36.0%, ベンスルフロンメチル 2.0%, ペントキサゾン 8.0%

移植水稻 : 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ, ヒルムシロ (近畿・中国・四国を除く), セリ, アオミドロ (近畿・中国・四国, 九州), 藻類による表層はく離 (近畿・中国・四国, 九州)

●カフェンストロール・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシクロン剤

21387 : テラガード 250 グラム (クミアイ化学工業) 2004/10/13

21388 : SDS テラガード 250 グラム (エス・ディー・エス

バイオテック) 同

カフェンストロール 12.0%, ベンスルフロンメチル 3.0%, ベンゾビシクロン 8.0%

移植水稻 : 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ (東北), ヘラオモダカ (北海道), ヒルムシロ, セリ, アオミドロ, 藻類による表層はく離

●カフェンストロール・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシクロン剤

21389 : テラガード L250 グラム (クミアイ化学工業) 2004/10/13

21390 : SDS テラガード L250 グラム (エス・ディー・エスバイオテック) 同

カフェンストロール 8.4%, ベンスルフロンメチル 2.0%, ベンゾビシクロン 8.0%

移植水稻 : 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ, ヒルムシロ, セリ, アオミドロ, 藻類による表層はく離

●ジメタメトリン・ピラゾスルフロンエチル・ピリフタリド・プレチラクロール剤

21391 : アピロファイン D ジャンボ (シンジェンタ ジャパン) 2004/10/13

21392 : 日産アピロファイン D ジャンボ (日産化学工業) 同
ジメタメトリン 2.0%, ピラゾスルフロンエチル 0.70%, ピリフタリド 5.0%, プレチラクロール 15.0%

移植水稻 : 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ (北海道を除く), ヘラオモダカ (北海道, 東北), ヒルムシロ, セリ, アオミドロ, 藻類による表層はく離