Verticillium lecanii の感染および病死体上の 菌糸発育に対する各種殺菌剤の影響

西 東 力*・藪田実男**

* 静岡県農業試験場

** トモノアグリカ

Laboratory Studies on Effect of Pesticides on Entomopathogenic Fungus, *Verticillium lecanii*. Tsutomu SAITO (Shizuoka Agricultural Experiment Station, Toyoda, Iwata, Shizuoka 438, Japan) and Mitsuo YABUTA (Tomono Agrica Co. Ltd., Osaka Business Office, Nishinakajima, Yodogawa, Osaka 532, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* **40**: 71-76 (1996)

The effect of fungicides and bactericides on *Verticillium lecanii* was evaluated both on agar plates, and on larvae of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* in the laboratory. Polyoxin, procymidone, sulfur, mepronil and copper hydroxide were harmless to conidial germination of the fungus on agar plates and showed no effect on the mortality of the insect when larvae were inoculated with a conidial suspension mixed with each. Triflumizole, dithianon, chinomethionat and zineb were highly toxic to conidial germination of the fungus on agar plates. However, when larvae were inoculated with conidial suspension mixed with each at a concentration sufficient to inhibit conidial germination, larvae were killed at percentages of 39%, 54%, 72% and 100%, respectively. Reduction of larval mortality by treatment with triflumizole was not observed 48 h or more after inoculation. Polyoxin, sulfur, mepronil, procymidone, copper hydroxide, dithianon and zineb were harmless to mycelial growth producing conidia on the surface of larvae killed by the fungus, while triflumizole, chinomethionat, anilazine and benomyl were toxic to mycelial growth.

Key words: *Verticillium lecanii*, *Trialeurodes vaporariorum*, pesticides, conidial germination, mycelial growth

緒 言

Verticillium lecanii はヨーロッパにおいてコナジラミ類、アブラムシ類、アザミウマ類などの微生物的防除に用いられている昆虫病原糸状菌で(西東, 1994), わが国でもこうした害虫に高い防除効果を示すことが圃場試験で確認されている(西東, 1988, 1992, 1993; 増田・菊池, 1993)。*V. lecanii* を施設栽培で実際に利用する場合、農業、とくに殺菌剤の影響を無視することはできない。このため、本菌に対する各種殺菌剤の影響については盛んに検討されてきたが(WILDING, 1972; OLMERT and KENNETH, 1974; HALL, 1981, 1983; GARDNER et al., 1984; LEDIEU, 1985; 西東, 1988; HASSAN et al., 1988), その多くは培地上での影響を調べたものであり、寄主体上における影響には不明の点が多い。本研究では、オンシツコナジラミ *Trialeurodes vaporariorum* の幼虫を用いて各種殺菌剤が本菌の感染ならびに病死体上の菌糸発育に及ぼす影響を検討した。

本文に入るに先立ち、*V. lecanii* 製剤を送っていただいた Chr. Hansen's Bio Systems 社の A. T. GILLESPIE 博士、ならびに本剤の輸入に便宜を図っていただいた日本曹達株式会社にお礼申し上げる。

材料および方法

1. *V. lecanii* および殺菌剤

本研究で用いた *V. lecanii* は、本菌製剤 Micro Germin F® (Chr. Hansen's Bio Systems 社, デンマーク) によって死亡したオンシツコナジラミ幼虫から分離したものである。分離菌の培養はサブロー寒天培地で行い、得られた分生子は遠心分離機 (2,000 回転/分, 5 分) を用いて滅菌蒸留水で 2 回洗浄したのちに各実験に使用した。

殺菌剤は、市販品あるいは製剤化されたもの (Table 1) を供試した。

2. 培地上における分生子発芽に対する影響

オートクレーブ滅菌後のサブロー液体培地に各殺菌剤を加えた溶液と、滅菌蒸留水 (界面活性剤 Toriton X-100

Table 1. Percentage inhibition¹⁾ of conidial germination and mycelial growth of *V. lecanii* by different dosage rates of pesticides on agar

Pesticide (formulation ²⁾ , % AI)	Conidial germination			Mycelial growth		
	×1,000	×3,000	×10,000	×1,000	×3,000	×10,000
Fungicide						
Polyoxin (W, 10)	0	0	0	4	2	1
Pyrazophos (F, 15)	0	0	0	28	12	8
Dithianon (W, 70)	100	85	34	29	13	13
Procymidone (W, 50)	15	11	8	32	26	20
Zincb (W, 72)	100	39	19	38	25	18
Sulfur (F, 52)	23	21	0	39	30	26
Mepronil (W, 75)	15	14	6	44	39	34
Chlorothalonil (W, 40)				47	43	38
Maneb (W, 75)				50	35	27
Iprodione (W, 50)				50	40	24
Anilazine (W, 50)	27	24	16	54	16	1
Fenarimol (W, 12)	0	0	0	59	45	19
Vinclozolin (W, 50)				64	61	53
Chinomethionat (W, 25)	100	100	100	65	58	51
Triforine (E, 15)				72	44	2
Captan (W, 80)				73	63	32
Dichlofluanid (W, 50)				80	77	69
Benomyl (W, 50)	67	11	6	81	78	65
Bitertanol (W, 25)				82	78	73
Thiophanate methyl (W, 70)				85	83	83
Triflumizole (W, 30)	100	100	100	92	89	89
Triadimefon (E, 20)				95	89	72
Hymexazol (L, 30)				97	84	35
Bactericide						
Copper hydroxide (W, 50)	0	0	0	5	1	1
Copper oxinate (W, 50)	100	100	100	56	32	10
Basic copper sulfate (W, 5)				67	57	28

1) % Inhibition= [(Value in control/Value with pesticide)/Value in control]×100

2) W: Wettable powder; F: Flowable; E: Emulsifiable concentrate; L: Liquid formulation

を 0.02% 加溶) に分生子を懸濁した溶液を別々に作り、両者を 9:1 の割合で混合した。この場合、両者の混合後に殺菌剤の希釈倍数は 1,000 倍、3,000 倍および 10,000 倍、分生子濃度は 10^5 個/ml となるようにあらかじめ調整しておいた。発芽率は、各混合液をプラスチック製のマイクロテストプレート (12×8 cm, 高さ 1.2 cm, ホール直径 8 mm) に 0.5 ml ずつ滴下し、25°C の恒温器に入れて 24 時間後に顕微鏡下で調べた。1 処理当たりマイクロテストプレートの 4 穴を使い、1 穴当たり 100 個内外 (合計 400 個内外) の分生子を観察した。なお、検鏡の妨げとなる微粒子を除去するため、殺菌剤添加培地は分生子懸濁液との混合前に遠心分離機 (2,000 回転/分, 5 分) にかけた。また、細菌の繁殖を防ぐため、分生子懸濁液には少量のストレプトマイシン剤を添加した。分生子の発芽に対する殺菌剤の影響は、次の計算式により阻害率として算出した。

$$\text{阻害率 (\%)} = \frac{(\text{対照区の発芽率} - \text{処理区の発芽率})}{\text{対照区の発芽率}} \times 100$$

3. 培地上における菌糸発育に対する影響

サブロー寒天培地をオートクレーブで滅菌し、培地の固化直前に各殺菌剤を希釈倍数が 1,000 倍、3,000 倍および 10,000 倍となるように添加した。さらに、細菌の繁殖を防ぐため少量のストレプトマイシン剤を加え、十分に混和したのち、直径 9 cm のシャーレに分注した。培地の固化後、あらかじめ別に培養しておいた本菌コロニーからコルクボーラーで小片 (直径 3 mm) を打ち抜き、菌叢面を下にしてシャーレの中央に接種した。これを 25°C の恒温器に入れて培養し、21 日後にコロニー直径を測定した。コロニー直径は、短径と長径の平均値から接種菌叢片の直径 (3 mm) を差し引いたものとした。各殺菌剤の 1 濃度当たり 5 枚のシャーレを使用した。菌糸の発育に対する殺菌剤の影響は、前述の計算式に準じて阻害率 (%) として算出した。

4. オンシツコナジラミ幼虫への接種

供試したオンシツコナジラミは、静岡県農業試験場内のハウス栽培のガーベラで採集し、鉢植えインゲンマメ

Table 2. % Mortality of *T. vaporariorum* larvae inoculated with conidial suspension¹⁾ of *V. lecanii*

Treatment	n	Days after inoculation						
		1	2	3	4	5	6	7
Inoculation	158	0	0.2	1.3	44.2	86.1	99.4	100
Control	135	0	0	0	0	0	0	0

¹⁾ 10⁸ conidia/ml.Table 3. Mortality of *T. vaporariorum* larvae inoculated with conidial suspension¹⁾ of *V. lecanii* mixed with pesticides²⁾

Pesticide (formulation ³⁾ , % AI)	n	% Mortality ⁴⁾
Triflumizole (W, 30)	152	39
Anilazine (W, 50)	191	52
Dithianon (W, 70)	164	54
Chinomethionat (W, 25)	157	72
Mepronil (W, 75)	126	94
Copper hydroxide (W, 50)	187	98
Benomyl (W, 50)	150	100
Procymidone (W, 50)	255	100
Zineb (W, 72)	145	100
Polyoxin (W, 10)	137	100
Sulfur (F, 52)	170	100
Control	158	100

1) 10⁸ conidia/ml.

2) ×1,000.

3) See Table 1.

4) Eight days after inoculation.

の初生葉を用いて実験室内 (23~25°C) で飼育したものである。幼虫の齢期をそろえるため、成虫のインゲンマメへの放飼期間は 2 日間とした。

V. lecanii の接種は、幼虫が 3~4 齢となったところで寄生葉を切り取り、Toriton X-100 を 0.02% 加溶した分生子懸濁液 (10⁸ 個/ml) 中に約 1 分間浸漬する方法で行った。処理葉を濾紙上で風乾させたのち、湿らせたペーパータオル (キムタオル®, 十条キンバリー, 東京) を敷いたトレー (23×32 cm, 高さ 6 cm) にならべ、このトレーをビニール袋に入れて恒温器内 (25°C, 16L-8D) に置いた。

5. オンシツコナジラミ幼虫への感染に及ぼす影響

はじめに、*V. lecanii* によるオンシツコナジラミ幼虫の死亡経過を知るため、分生子懸濁液のみを幼虫に接種して死亡率の推移を調べた。

つぎに、分生子懸濁液に各殺菌剤を添加 (希釈倍数: 1,000 倍) してオンシツコナジラミ幼虫に接種し、8 日後に死亡率を求めた。この場合、死亡率の低下は、殺菌剤の添加によって感染が阻害されたものとみなした。いずれの実験においても、1 処理当たりインゲンマメ葉を

3~4 枚使い、合計 100 匹以上の幼虫を観察した。

上記の実験で死亡率を最も大きく低下させた殺菌剤については、*V. lecanii* の接種後、どのくらいの時間が経過すればその影響がみられなくなるかを検討した。すなわち、分生子懸濁液を接種したオンシツコナジラミ幼虫を、接種 0, 12, 24, 48 あるいは 72 時間後にインゲンマメ葉ごと殺菌剤の 1,000 倍希釈液中に約 1 分間浸漬した。これを濾紙上で風乾させたのち、トレーにもどし、それぞれ接種 8 日後の死亡率を調べた。1 処理当たりインゲンマメ葉を 4~5 枚使い、合計 300 匹以上の幼虫を観察した。

幼虫の観察は実態顕微鏡下で行い、硬化・褐変したものの、および体表が菌糸で覆われたものを感染・死亡虫とみなした。

6. オンシツコナジラミ病死体上への菌糸発育に及ぼす影響

インゲンマメ葉に寄生させたオンシツコナジラミ幼虫に分生子懸濁液を接種し、3 日後、インゲンマメ葉ごと各殺菌剤の 1,000 倍希釈液中に約 1 分間浸漬した。これを濾紙上で風乾させたのち、トレーにもどし、さらに 7 日間放置して、病死体上における菌糸発育の有無を実態顕微鏡下で観察した。1 処理当たりインゲンマメ葉を 3~4 枚使い、合計 100 匹以上の幼虫を観察した。

結 果

1. 培地上における分生子発芽と菌糸発育に対する影響

V. lecanii の分生子の発芽と菌糸の発育に対する各殺菌剤の影響を培地上で調べた結果を Table 1 に示した。分生子の発芽を強く阻害したのは triflumizole, chinomethionat, copper oxinate, zineb および dithianon で、前三者は 10,000 倍に希釈しても発芽を完全に抑えた。一方, polyoxin, pyrazophos, fenarimol および copper hydroxide は分生子の発芽をまったく阻害しなかった。

菌糸の発育を強く阻害したのは hymexazol, triadimefon, triflumizole など、これら 3 剤は 1,000 倍希釈でいずれも 90% 以上の阻害率を示した。triflumizole の活性はとくに高く、10,000 倍に希釈しても 89% の阻害率を示した。一方, polyoxin と copper hydroxide の阻害率は 10% 以下と低く、菌糸発育に対する影響はほとんど認められなかった。

分生子の発芽を阻害しなかった fenarimol は、菌糸の発育に対しては比較的高い阻害率を示し、分生子と菌糸に対する影響に大きな違いがみられた。

Table 4. Mortality of *T. vaporariorum* larvae treated with triflumizole¹⁾ after inoculation with conidial suspension²⁾ of *V. lecanii*

Interval (h) from inoculation to pesticide treatment	n	% Mortality ³⁾
0	372	44
12	367	47
24	390	57
48	378	92
72	387	92
<i>V. lecanii</i> alone	389	95

1) $\times 1,000$ of wettable powder (30% AI).2) 10^8 conidia/ml.

3) Eight days after inoculation.

Table 5. Mycelial growth on surface of *T. vaporariorum* larvae treated with pesticides¹⁾ two days after inoculation with conidial suspension²⁾ of *V. lecanii*

Pesticide (formulation ³⁾ , % AI)	n	% Larvae with mycelial growth ⁴⁾
Triflumizole (W, 30)	124	9
Chinomethionat (W, 25)	193	32
Anilazine (W, 50)	178	34
Benomyl (W, 50)	162	40
Zineb (W, 72)	116	93
Procymidone (W, 50)	109	100
Mepronil (W, 75)	148	100
Dithianon (W, 70)	166	100
Polyoxin (W, 10)	212	100
Copper hydroxide (W, 50)	159	100
Sulfur (F, 52)	122	100
Control	100	100

1) $\times 1,000$.2) 10^8 conidia/ml.

3) See Table 1.

4) Eight days after inoculation.

2. オンシツコナジラミ幼虫への感染に及ぼす影響

オンシツコナジラミ幼虫に *V. lecanii* を単独で接種した場合の死亡率の推移を Table 2 に示した。幼虫の死亡率は接種 4 日後に急増し、接種 7 日後に 100% となった。

培地上で分生子の発芽を強く阻害した殺菌剤 (triflumizole, chinomethionat, zineb, dithianon, benomyl) と、あまり阻害しなかった殺菌剤 (polyoxin, procymidone, sulfur, mepronil, anilazine, copper hydroxide) をそれぞれ分生子懸濁液に加えてオンシツコナジラミ幼虫に接種し、8 日後に死亡率を調べた (Table 3)。対照区における死亡率は 100% であった。一方、triflumizole, anilazine, dithianon, chinomethionat を添加して接種すると、死亡率はそれぞれ 39%, 52%, 54%, 72% に低下し、これら殺菌剤は本

菌の感染を強く阻害することが明らかとなった。その他の殺菌剤は死亡率をほとんど低下させなかった。

上記の実験で感染を最も強く阻害した triflumizole については、接種後、どのくらいの時間が経過すれば本剤処理の影響がなくなるかを検討した (Table 4)。接種後 24 時間以内に本剤を処理した場合は死亡率が 44~57% に低下したが、48 時間以上経過してから処理した場合は死亡率 (92%) が対照区の死亡率 (95%) にほぼ匹敵し、感染阻害は認められなくなった。

3. オンシツコナジラミ病死体上への菌糸発育に及ぼす影響

培地上で菌糸の発育を強く阻害した殺菌剤 (anilazine, chinomethionat, benomyl, triflumizole) と阻害作用が弱かった殺菌剤 (polyoxin, copper hydroxide, dithianon, procymidone, zineb, sulfur, mepronil) を選び、本菌を接種したオンシツコナジラミ幼虫を各殺菌剤で処理して、病死体上への菌糸発育に及ぼす影響を調べた (Table 5)。各殺菌剤の処理は、死体上にまだ菌糸がほとんど観察されない接種 3 日後 (Table 2) に行った。対照区では死体の 100% に菌糸の発育が認められ、死体を覆った菌糸には分生子の形成が観察された。一方、triflumizole で処理した場合、菌糸の発育が観察された死体は 9% とわずかで、chinomethionat, anilazine および benomyl で処理した場合も菌糸の発育が観察された死体は 40% 以下にとどまった。その他の殺菌剤で処理した場合は 90% 以上の死体で菌糸の発育が観察された。

考 察

殺菌剤の散布が *V. lecanii* の効果を低下させる場面は二つ想定される。ひとつは、本菌の散布前後に殺菌剤を散布した場合、分生子の発芽が阻害されて標的昆虫に感染しにくくなることである。もうひとつは、本菌に感染して死亡した幼虫に殺菌剤がかかった場合、体表への菌糸の発育が抑制され、分生子が形成されにくくなって、病死体が伝染源としての役割を果たさなくなることである。

V. lecanii に対する殺菌剤の影響を培地上で検討した報告は多く、著者も前報 (西東, 1988) で当時の代表的殺菌剤 23 種類について分生子と菌糸に及ぼす影響を調べている。この報告と本研究の結果 (Table 1) を総合すると、分生子の発芽に影響が小さい殺菌剤として、polyoxin, procymidone, sulfur, mepronil, copper hydroxide, pyrazophos, fenarimol, fosetyl などがあげられる。前 5 者は、分生子と混合してオンシツコナジラミ幼虫に接種し

でも死亡率を低下させなかったことから、本菌と併用、さらには混合散布を行っても支障は少ないと考えられる。一方、triflumizole, dithianon, chinomethionat および zineb は培地上で分生子の発芽を強く阻害した。しかし、これらの殺菌剤を分生子と混合してオンシツコナジラミ幼虫に接種すると、死亡率はそれぞれ 39%, 54%, 72%, 100% を示し、感染を大幅に抑えるほどの活性は認められなかった。この場合、zineb による感染阻害はまったく認められなかったことから、培地上で高い活性を示す殺虫剤が寄主への感染過程で必ずしも同様の活性を示すとは限らないものと考えられる。

V. lecanii の分生子は培地上では 9 時間ほどで発芽するが (JACKSON et al., 1985), 寄主への感染にはさらに多くの時間を要する。たとえば、モモアカアブラムシ *Myzus persicae* では感染に少なくとも 36 時間が必要であり (MILNER and LUTTON, 1986), オンシツコナジラミ幼虫では感染の完了までに 48 時間ほどかかる (Table 4)。しかし、これらの感染所要時間は一定した好適条件下で行われた実験の結果から推測されたものであって、実際に圃場に散布した場合は十分に感染するのに 4 日以上かかるという (HELYER et al., 1992)。したがって、本菌散布後少なくとも 4 日間は、分生子の発芽を阻害する殺菌剤の使用を控えなくてはならないことになる。一方、殺菌剤の散布後に本菌の散布を行う場合もその影響を考慮しなくてはならない。たとえば、benomyl 剤の散布後 1 週間以内に本菌を散布すると、モモアカアブラムシの死亡率は著しく低下することが報告されている (GARDNER et al., 1984)。こうしたことから、分生子の発芽に対する影響が大きく、感染率を低下させやすい殺菌剤 (triflumizole, anilazine, dithianon など) を *V. lecanii* の散布前後に使用する際は、安全を確保するためそれぞれ 1 週間程度の散布間隔をとる必要があるものと考えられる。

昆虫が *V. lecanii* に感染して死亡すると、やがて体内から菌糸が発育し、そこに分生子が形成される。この分生子は飛散して健全個体につぎつぎと感染することから、いったん本菌が標的昆虫の個体群中に蔓延すると長期間にわたって防除効果を発揮する (HALL, 1982; 西東, 1993)。こうした効果を持続させるためには、病死体上への菌糸発育に影響を及ぼさない殺菌剤 (polyoxin, sulfur, dithianon, mepronil, procymidone, copper hydroxide など) を選択しなくてはならないと考えられる。一方、病死体上への菌糸の発育を強く抑制する殺菌剤 (triflumizole, chinomethionat, anilazine, benomyl など) を本菌散布後の圃場で使用した場合は、病死体が伝染源として役割を果

たさなくなることが予想される。その場合は、再度、*V. lecanii* を散布して本菌を標的昆虫の個体群中に定着させることが必要となろう。

本研究は *V. lecanii* の防除効果に及ぼす殺菌剤の影響を実際場面を想定して検討したものである。各殺菌剤の影響の大きさや特徴については、最終的には圃場試験で確認しなくてはならない。

摘 要

V. lecanii に対する各種殺菌剤の影響を培地上ならびにオンシツコナジラミ幼虫を用いて検討した。

1) polyoxin, procymidone, sulfur, mepronil および copper hydroxide は培地上で分生子の発芽をほとんど阻害しなかった。分生子にこれらの殺菌剤を加えてオンシツコナジラミ幼虫に接種しても死亡率はほとんど低下しなかった。

2) triflumizole, chinomethionat, zineb および dithianon は培地上で分生子の発芽を強く阻害したが、分生子にこれら殺菌剤を加えてオンシツコナジラミ幼虫に接種した場合は比較的高い死亡率が認められた。

3) オンシツコナジラミ幼虫に本菌を接種したのち 48 時間以上が経過すると、triflumizole 処理による死亡率の低下は認められなくなった。

4) polyoxin, sulfur, dithianon, mepronil, procymidone, copper hydroxide などは培地上で菌糸の発育をほとんど阻害しなかった。本菌で死亡した幼虫をこれらの殺菌剤で処理した場合も、体表への菌糸の発育は抑制されなかった。

5) triflumizole, chinomethionat, anilazine および benomyl は培地上で菌糸の発育を強く阻害した。本菌で死亡した幼虫をこれらの殺菌剤で処理した場合も、体表への菌糸の発育が抑制された。

引 用 文 献

- GARDNER, W.A., R.D. OETTING and G.K. STOREY (1984) Scheduling of *Verticillium lecanii* and benomyl applications to maintain aphid (Homoptera: Aphididae) control on chrysanthemums in greenhouses. *J. Econ. Entomol.* **77**: 514-518.
- HALL, R.A. (1981) Laboratory studies on the effects of fungicides, acaricides and insecticides on the entomopathogenic fungus, *Verticillium lecanii*. *Ent. exp. & appl.* **29**: 39-48.
- HALL, R.A. (1982) Control of whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* and cotton aphid, *Aphis gossypii* in glasshouses by two isolates of the fungus, *Verticillium lecanii*. *Ann. appl. Biol.* **101**: 1-11.

- HALL, R.A. (1983) Synergistic inhibitory action of preparations of iprodione and carbaryl on germination of conidia of *Verticillium lecanii*. *J. Invertebr. Path.* **42**: 384-386.
- HASSAN, S.A., F. BIGLER, H. BOGENSCHUTZ, E. BOLLER, J. BRUN, P. CHIVERTON, P. EDWARDS, F. MANSOUR, E. NATON, P.A. OOMEN, W.P. OVERMEER, L. POLGAR, W. RIECKMANN, L. SAMSOE-PETERSEN, A. STAUBLI, G. STERK, K. TAVARES, J.J. TUSET, G. VIGGIANI and A.G. VIVAS (1988) Results of the fourth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-working group "pesticides and beneficial organisms". *J. Appl. Ent.* **105**: 321-329.
- HELYER, N., G. GILL, A. BYWATER and R. CHAMBERS (1992) Elevated humidities for control of chrysanthemum pests with *Verticillium lecanii*. *Pestic. Sci.* **36**: 373-378.
- JACKSON, C.W., J.B. HEALE and R.A. HALL (1985) Traits associated with virulence to the aphid *Macrosiphoniella sanborni* in eighteen isolates of *Verticillium lecanii*. *Ann. appl. Biol.* **106**: 39-48.
- LEDIEU, M. (1985) Evaluation of side-effects of pesticides by the glasshouse crops research institute. In: *Biological Pest Control. The Glasshouse Experience* (N.W. HUSSEY and N. SCOPES eds.), Dorset: Blanford Press, pp. 153-161.
- 増田俊雄・菊池 修 (1993) 昆虫病原糸状菌 (*Verticillium lecanii*) 製剤によるオンシツコナジラミの防除. 北日本病虫研報 **44**: 191-193.
- MILNER, R.J. and G.G. LUTTON (1986) Dependence of *Verticillium lecanii* (fungi: Hyphomycetes) on high humidities for infection and sporulation using *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) as Host. *Environ. Entomol.* **15**: 380-382.
- OLMERT, I. and R. KENNETH (1974) Sensitivity of the entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii* and *Verticillium* spp. to fungicides and insecticides. *Environ. Entomol.* **3**: 33-38.
- 西東 力 (1988) *Verticillium lecanii* 製剤によるワタアブラムシの防除と農薬の影響. 応動昆 **32**: 224-227.
- 西東 力 (1992) *Verticillium lecanii* 製剤によるミナミキイロアザミウマとタバココナジラミの同時防除. 関東病虫研報 **39**: 209-210.
- 西東 力 (1993) *Verticillium lecanii* 製剤によるタバココナジラミとオンシツコナジラミの防除. 関東病虫研報 **40**: 221-222.
- 西東 力 (1994) 施設害虫の微生物的防除. 植物防疫 **48**: 465-468.
- WILDING, N. (1972) The effect of systemic fungicides on the aphid pathogen *Cephalosporium aphidicola*. *Pl. Pathol.* **21**: 137-139.