非病原性 *Fusarium oxysporum* による イチゴ萎黄病の生物的防除

手塚 信夫*・牧野 孝宏**

Nobuo TEZUKA* and Takahiro MAKINO**: Biological Control of Fusarium Wilt of Strawberry by Nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Isolated from Strawberry

Abstract

Some isolates of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* were isolated from the crowns of healthy strawberry plants. When strawberry plants were inoculated with the nonpathogenic *F. oxysporum* by dipping the roots into the spore suspension and/or adding the bran-culture to soils, prior to the inoculation with the pathogen (*F. oxysporum* f. sp. *fragariae*), the number of diseased strawberry plants was decreased, indicating that preinoculation of the nonpathogenic *F. oxysporum* suppressed the disease development of Fusarium wilt of strawberry. An isolate of nonpathogenic *F. oxysporum* C-8 was selected from the tested 11 isolates, all of which have some suppressive effect against the disease. The isolate C-8 was nonpathogenic to 18 plant species out of 10 families tested. The disease suppressive effect of the isolate C-8 was lost after the heat treatment (100°C, 5 min) of the bran-culture. The effect was decreased remarkably, when the bran-culture was kept at room temperature for 2 years. *F. oxysporum* was frequently isolated from the strawberry plants 2 months after inoculation with the isolate C-8, indicating that the nonpathogenic *F. oxysporum* can grow in the strawberry plants. The isolate C-8 and the pathogen did not compete each other on PDA medium. It is suggested that the suppression of the disease is due to the growth of C-8 in strawberry plants reducing the infection and/or the growth of the pathogen. An isolate of nonpathogenic *F. oxysporum* obtained from a healthy tomato plant also had the suppressive effect against Fusarium wilt of strawberry, indicating that nonpathogenic *F. oxysporum* which is effective against the disease is distributing not only in strawberry, but also in other plant species. The protective effect of the isolate C-8 was demonstrated in the field when it was preinoculated, and the effect was increased when the isolate C-8 was inoculated to strawberry plants in combination with soil fumigation with methyl isothiocyanate (MITC). It is clear that the protective effect of the isolate is very high, when the density of the pathogen is low after soil sterilization with MITC.

(Received October 11, 1990)

Key words: biological control, nonpathogenic *Fusarium oxysporum*, Fusarium wilt of strawberry.

緒 言

イチゴ萎黄病は 1969 年に初めて品種‘宝交早生’で発生が認められて、*Fusarium oxysporum* f. sp. *fraga-*

riae Winks et Williams による病害であることが確認され¹⁾, その後急速に全国に広がってイチゴの重要病害となった。本病はクロルビクリン等による土壌消毒, 健全苗の確保, ベノミル剤への苗浸漬処理等によ

* 農林水産省野菜・茶業試験場 National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea, Ano, Age-gun, Mie 514-23, Japan

** 静岡県農業試験場 Shizuoka Agricultural Experiment Station, Iwata, Shizuoka 438, Japan

り防除が行われているが、それにもかかわらずしばしば多発する例がみられる。

一方、イチゴのウイルス病対策として茎頂培養によるウイルスフリー苗の使用が広く普及しているが、ウイルスフリー苗は萎黄病の発生が多いことが各地で観察されてきた。ウイルスフリー苗はウイルスのみならず非病原性フザリウム菌なども存在しないために、萎黄病に対する抵抗性が低くなっているのではないかと考えられる。

F. oxysporum に起因する病害に対して非病原性 *F. oxysporum* が発病抑制効果をもつことについては多くの報告^{1,3,5,6,8-10)}がある。したがって、非病原性 *F. oxysporum* をイチゴに接種しておくことにより、イチゴ萎黄病の発病抑制効果が期待された。

著者ら¹¹⁻¹³⁾は本病に対して非病原性 *F. oxysporum* を利用した生物的防除法の検討を行ったので、ここに報告する。なお、本研究は静岡県農業試験場で行ったものである。

材料および方法

イチゴ品種および非病原性 *F. oxysporum* の分離 イチゴ品種は本研究を通して‘宝交早生’を使用した。非病原性 *F. oxysporum* については、外観無病徴でクラウンに維管束褐変の認められない健全なイチゴのクラウンから、ジャガイモ煎汁寒天培地 (PDA 培地) およびフザリウム選択分離培地 (駒田培地)⁴⁾を用いてフザリウム菌を分離し、単孢子分離して供試菌株とした。また、健全なトマトの道管部からも *F. oxysporum* を分離した。

非病原性 *F. oxysporum* の増殖 非病原性 *F. oxysporum* は 1.5% ブドウ糖加用ジャガイモ煎汁液体培地 (液体培地) およびフスマ培地で増殖した。すなわち、フスマ 5 l に水 1 l を入れてよく攪拌し、高圧滅菌した後、アルコールで殺菌したプラスチック箱 (40×30×15 cm) の 4 箱に分配した。温度が下がったフスマへ、あらかじめ液体培地で 25°C、5 日間以上振とう培養しておいた C-8 菌を 200 ml 入れて、アルコールで殺菌したシャベルで攪拌した。室温に静置して毎日 1~2 回フスマを攪拌し、約 1 週間培養した後試験に供した。

有用菌の選抜 健全なイチゴおよびトマトから分離した 11 菌株の非病原性 *F. oxysporum* を液体培養した。7 月の高温期に、 $1\sim4\times10^6$ 個/ml の分生子懸濁液にイチゴを各菌株当たり 12 株ずつ浸根接種し、ただちに木箱に詰め殺菌土壌に植え付けて温室に置い

た。1 週間後に同様に培養したイチゴ萎黄病菌の 2×10^6 個/ml の分生子懸濁液 5 ml をイチゴの株間に流し込んで接種し、約 3 カ月間温室に置いた後、発病株率を調査した。発病株率が低い菌株として C-8 菌を選抜した。

本菌の性質を知るため、PDA 培地およびフスマ培地で培養した後、光学顕微鏡下で観察した。また、PDA 培地上で本菌とイチゴ萎黄病菌 (*F. oxysporum* f. sp. *fragariae*, 菌株 SF20-1) の対峙培養を行った。

前接種の方法 非病原性 *F. oxysporum* の前接種にはイチゴ苗の分生子懸濁液への浸根接種とは場へのフスマ培養菌の土壌混和 (50 g/m²) およびその両者の組合せを用いた。仮植時には、非病原性 *F. oxysporum* を液体培養して、 10^{7-8} /ml の分生子懸濁液にイチゴ苗を浸根接種した。また、本場ではフスマ培養菌 50 g/m² をは場の土壌に混和した後、イチゴの苗を定植した。

ほ場試験 8 月 28 日に C-8 菌のフスマ培養菌を 100 g/m² の割合で本場の土壌に混和した。同時に、液体培養した C-8 菌の分生子の懸濁液 (6×10^6 個/ml) にイチゴ苗を浸根接種し、木箱の殺菌土壌に仮植した。無処理のイチゴ苗も同様に仮植した。9 月 3 日にイチゴ萎黄病菌のフスマ培養菌を 1.5 g/m² または 5 g/m² の割合で本場土壌に混和して接種した。翌日 9 月 4 日に、うね幅 110 cm の本場に株間 20 cm の 3 条植えて 1 区 5 m² 当り 30 株を仮植し、3 連制で行った。11 月 21 日に発病株数および発病程度を調査し、防除価を算出した。防除価は無処理区の発病株率から処理区の発病株率を差し引き、無処理区の発病株率で割り 100 を掛けて算出した。

C-8 菌の発病抑制効果に及ぼす熱処理、長期間保存の影響 C-8 菌のフスマ培養菌を水に懸濁して、100°C で 5 分間熱処理した。処理後ただちに水道水で冷却して使用した。また、C-8 菌のフスマ培養菌を 2 年間室温で保存した後の発病抑制効果を検討した。

9 月 24 日、C-8 菌など非病原性 *F. oxysporum* のフスマ培養菌 250 g を水 1 l に懸濁してイチゴ苗を一夜浸根接種し、翌日イチゴ萎黄病菌のフスマ培養菌を 1 g/m² の割合で土壌に混和し汚染したハウスのベッドに定植した。1 区 6 m² に 30 株を定植し、2 連制とした。12 月 15 日に発病株率および発病程度を調査し、防除価を算出した。

土壌消毒との併用の効果 イチゴ萎黄病菌人工汚染土壌をメチルイソチオシアネート油剤 (MITC, 商品名トラベックサイド) を用いて 40 l/10 a で消毒後、C-8 菌のフスマ培養菌 250 g を水 1 l に懸濁して前接種

し、殺菌土壌に仮植した。対照として、MITC, C-8 菌の単独処理区および無処理区を設けた。自然汚染は場の1区6m²に23~30株を定植し、3連制で行った。

C-8 菌の他作物に対する病原性 C-8 菌の9科18種の作物に対する病原性の有無を検討した。9月11日にC-8 菌のフスマ培養菌(50 g/m²)をハウスのほ場に土壌混和して接種した。翌12日に、1作物について2m²当り10~30粒の種子を直播し、2連制とした。レタスのみ育苗した苗を定植した。11月17日に葉、茎の異常を調査し、株元を切断して道管褐変などの異常の有無を調査した。

C-8 菌接種の前後におけるイチゴ苗からの *F. oxysporum* の分離 フスマ培養したC-8 菌をイチゴ苗に浸根接種し、殺菌パーミキュライトに植え付けた。接種前、接種2カ月後および7カ月後にクラウンの道管部からPDA培地および駒田培地を用いて*F. oxysporum*を分離した。

結 果

有用菌株の選抜

健全なイチゴおよびトマトから11菌株のフザリウム菌が分離された。いずれも分生子(大型および小型)を生じ、分生子柄には隔膜がなく、その先端に分生子を擬頭状に形成した。また、フスマ培養では厚膜胞子が多数形成された。以上の結果、これらの菌は*F. oxysporum*であると同定された。また、これらは分離

源植物に対して病原性が認められず、いずれも非病原性*F. oxysporum*であると判断された。

非病原性*F. oxysporum*の前接種区では、いずれも発病が遅れたり、枯死株率が低下し、イチゴ萎黄病に対する発病抑制効果が認められた。試験結果の一部をTable 1に示す。供試した非病原性*F. oxysporum*の11菌株のなかから発病抑制効果の高いC-8 菌を有用菌株として選抜した(Fig. 1)。

C-8 菌をイチゴを含む10科18種の作物に接種した結果、いずれの作物にも外観だけでなく根および茎の道管部にも異常は認められず、病原性がないものと判定された(Table 2)。

C-8 菌のほ場におけるイチゴ萎黄病発病抑制効果

C-8 菌のフスマ培養菌を本ほ土壌へ混和した後、イチゴ萎黄病菌をは場に接種し、予め本菌の分生子懸濁液に浸根接種したイチゴ苗を定植したところ、C-8 菌の前接種は本病の発病を抑制した(Table 3)。また、病原菌の接種濃度が低いほど本病の発病抑制効果は高かった。すなわち、病原菌を1.5 g/m²接種した場合、無処理区の発病株率が31.5%であったのに対してC-8 菌の前接種区では、発病株率が11.7%に減少し、発病抑制効果が高かったが、病原菌を5 g/m²接種した場合には、無処理区で67.3%の高い発病株率となり、C-8 菌の前接種区の発病株率も41.4%と高まり、防除価は40以下に低下した。

非病原性*F. oxysporum*の前接種の方法として、イチゴ苗への仮植前の浸根接種と本ほ土壌へのフスマ培

Table 1. Biological control of Fusarium wilt of strawberry by preinoculation with some isolates of nonpathogenic *F. oxysporum* and a heat-treated isolate ^{a)}

Isolate preinoculated	Average No. of plants tested	Average No. of diseased plants	Diseased plants (%)	Protective value ^{b)}
C-8	22.5	6	26.6	55.7
C-8 heated ^{c)}	23.5	13	55.4	7.7
C-8 2 years old ^{d)}	18	8	45.7	23.8
Strawberry 1	15.5	5	32.1	46.5
Strawberry 5	22.5	8.5	37.5	37.5
Strawberry 6	19.5	4.5	22.7	62.2
Strawberry 14	17.5	4	19.8	67.0
Tomato 6	26	7.5	28.5	52.5
None	30	18	60.0	—

a) Strawberry plants were preinoculated with some isolates of nonpathogenic *F. oxysporum*, and planted in the soil infested with strawberry wilt fungus.

b) The value was calculated as (% of diseased plants in nontreated — % of diseased plants in preinoculated with nonpathogenic *F. oxysporum*)/% of diseased plants in nontreated.

c) Bran-cultured C-8 was heated at 100°C for 5 min.

d) Bran-cultured C-8 was kept at room temperature for 2 years.

養菌の混和接種および両者を組み合わせる方法とを比較した。その結果、仮植前の浸根接種と本ぼ土壤への混和接種を組み合わせた前接種が最も高い発病抑制効果を示した。

土壌消毒との併用の効果

MITC 単独処理区では 7.8% の発病株率を示し高い防除効果が得られた。一方、C-8 菌接種区の発病率は 17.2% で無処理区に比べて低かったが、MITC 単独処理区に比べて高かった。しかし、MITC による消毒の後、C-8 菌を混和した区での発病株率は 0% であり、顕著な防除効果を示した (Table 4)。

熱処理または長期間保存後の C-8 菌の発病抑制効果

C-8 菌を熱処理後に前接種した結果、発病抑制効果は認められなかった (Table 1)。また、C-8 菌をフスマ培養して 2 年間室温で保存した後に前接種した結果、発病抑制が認められたもののその効果はかなり低

Fig. 1. Strawberry plants were preinoculated (left) with an isolate of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* and not preinoculated (right).

かった。

C-8 菌のイチゴにおける増殖

イチゴ苗への C-8 菌の接種前後に、クラウンから *F. oxysporum* を分離した結果、C-8 菌の接種前の分離率は、PDA 培地で 3% であったが、C-8 菌の接種後の分離率は、PDA 培地および駒田培地においてそれぞれ 70% および 62.8% と顕著に高くなった (Table 5)。しかし、接種後 7 カ月には、駒田培地では分離されなかった。

Table 2. A list of crops and vegetables to which an isolate of *F. oxysporum* (C-8) was nonpathogenic ^{a)}

Family	Crops and vegetables	
Rosaceae	Strawberry	
Gramineae	Rice,	Corn
Solanaceae	Tomato,	Sweet pepper
Cucurbitaceae	Melon,	Cucumber,
	Watermelon	
Cruciferae	Radish,	Cabbage,
	Chinese cabbage	
Leguminosae	Bean,	Soybean,
	Pea	
Liliaceae	Welsh onion	
Chenopodiaceae	Spinach	
Compositae	Lettuce	
Umbelliferae	Carrot	

a) Plants were seeded or transplanted and grown for more than 2 months in the plastic house where the soil had been inoculated with the bran-culture of nonpathogenic *F. oxysporum* (C-8, 50 g/m²).

Table 3. Biological control of *Fusarium* wilt of strawberry by preinoculation with an isolate of nonpathogenic *F. oxysporum* ^{a)}

Infestation ^{b)} density of the pathogen	Preinoculation ^{c)}	Average No. of plants tested	Diseased plants (%)	Protective value ^{d)}
1.5 g/m ²	C-8	29.0	11.7	62.9
	None	33.8	31.5	—
5 g/m ²	C-8	28.0	41.4	38.5
	None	34.3	67.3	—

a) Strawberry plants were preinoculated with an isolate of nonpathogenic *F. oxysporum* (C-8), which was isolated from a strawberry plant, and planted in the infested soil. The experiment was done in two blocks per one treatment.

b) Grams of the bran-cultured *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* per m² in the field.

c) Bran-cultured nonpathogenic *F. oxysporum* (C-8) was mixed into field soil, prior to the infestation of the pathogen. Then, strawberry plants, previously inoculated by dipping the roots into conidial suspension of C-8 isolate, were transplanted in the field.

d) As shown in Table 1.

考 察

土壌中の非病原性 *F. oxysporum* あるいは前接種した非病原性 *F. oxysporum* がフザリウム病の発病を抑制する例が知られている^{3,5,8-10)}。Armstrong ら²⁾および小川・駒田⁵⁾はフザリウム菌が健全な植物体内に存在することを確認し、実際に非病原性 *F. oxysporum* をサツマイモ体内から分離した⁵⁾。著者らも非病原性 *F. oxysporum* を健全イチゴおよびトマトから分離し、イチゴ苗に前接種するとイチゴ萎黄病の発病を抑制することを明らかにした。

イチゴウイルスフリー苗がイチゴ萎黄病に弱いという観察事例が知られている。栽培中にすでに非病原性 *F. oxysporum* が体内に入ったイチゴでは、ある程度の抵抗性が誘導されており、そのために *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* に起因するイチゴ萎黄病に対してウイルスフリー苗に比べて抵抗性を示す可能性も考えられる。本研究で栽培イチゴに非病原性 *F. oxysporum* を前接種すると、本病の発病抑制効果が認められたことから、イチゴ萎黄病に対する抵抗性がさらに強まったのではないかと推察される。

Schneider¹⁰⁾ および小川・駒田⁵⁾の結果では、非病原

Table 4. Biological and chemical control of Fusarium wilt of strawberry in the field ^{a)}

Treatment	No. of plants tested	Diseased plants (%)
Preinoculated with C-8	24	17.2
Fumigated with MITC	30	7.8
Fumigated + Preinoculated	22.7	0
None	29.7	31.4

a) Strawberry plants were preinoculated with nonpathogenic *F. oxysporum* (C-8) with or without soil fumigation by methyl isothiocyanate (MITC).

Table 5. Isolation rate of *F. oxysporum* after inoculation with an isolate of nonpathogenic *F. oxysporum* (C-8) ^{a)}

Medium	Isolation rate on the following days after inoculation with C-8		
	0 (Oct. 16)	67 (Dec. 22)	208 (May 11)
PDA	2/70 (2.9%)	63/90 (70%)	— (—%) ^{b)}
Komada's	0/70 (0)	54/86 (62.8)	0/70 (0)

a) Strawberry plants were inoculated by dipping roots in the suspension of bran-cultured C-8, and planted in vermiculite. *F. oxysporum* was isolated from crowns of the strawberry plants on PDA and Komada's media.

b) —: not tested.

性 *F. oxysporum* の接種濃度が高いほど発病抑制効果は高かった。本試験において非病原性 *F. oxysporum* の接種方法を変えてイチゴ萎黄病の発病抑制効果を検討した結果、仮植時の浸根接種および本ぼでの土壌混和の両方に非病原性 *F. oxysporum* を用いると単独の場合よりも発病抑制効果が高かった。また、病原菌の接種菌濃度が低い場合に、非病原性 *F. oxysporum* による発病抑制効果は高かったが、接種菌濃度が高いと発病抑制効果が低下した。病原菌の濃度に比して非病原性 *F. oxysporum* の濃度が高い場合に抑制効果が高いものと考えられる。

栽培されている健全イチゴからの非病原性 *F. oxysporum* の分離率は低率であったが、非病原性 *F. oxysporum* を接種すると2カ月後に高率に分離され、7カ月後には分離されなかった。また、非病原性 *F. oxysporum* を熱処理すると、発病抑制効果は失われた。したがって、非病原性 *F. oxysporum* はイチゴ体内で増殖していることが明らかとなり、その結果、病原菌の感染または増殖を抑制するものと推察される。非病原性 *F. oxysporum* は一定期間増殖し、その後減少していくので、発病抑制効果を維持するためには非病原性 *F. oxysporum* を何度も接種する必要があると考えられる。

また、トマトから分離した非病原性 *F. oxysporum* にもイチゴ萎黄病の発病を抑制したことから、本病に対する発病抑制効果を有する非病原性 *F. oxysporum* はイチゴのみならずトマト等の作物に広く分布している可能性がある。

本研究で用いた非病原性 *F. oxysporum* の C-8 菌は、イチゴのみならずイネ、トウモロコシ、トマト、キュウリ、ダイコン、レタス、ホウレンソウなど10科18種の作物に病原性を示さず、本菌株をほ場で使用してもこれらの作物に被害を及ぼすおそれはないと判断された。したがって、本菌をイチゴ萎黄病の防除

のために使用することは実用上問題はないものと考えられる。

イチゴ苗への非病原性 *F. oxysporum* の接種方法として、本菌の分生子懸濁液への浸根接種とは場へのフスマ培養菌の施用を組み合わせると、それぞれの単独処理よりも萎黄病の発病抑制効果が高かった。しかし、イチゴ苗が萎黄病にすでに感染している場合は、効果がないと思われる。また、イチゴ苗に発病株が混入している場合には浸根接種の過程で他の株に伝染するおそれがあるので注意が必要である。したがって、ウイルスフリー苗のような健全苗を用いる場合には、分生子懸濁液への浸根接種とは場への混和接種を組み合わせることが望ましく、ほ場の苗を用いる場合には、浸根接種は行わずフスマ培養菌を肥料の施用と同様にしてほ場に施用することが望ましいと考えられる。

非病原性 *F. oxysporum* は、イチゴ苗に前接種することにより、イチゴ萎黄病に対する発病抑制効果を示すが、土壌中の病原菌濃度が高いときは効果が低かった。したがって、土壌消毒を行っても本病が多発する場合には、MITC などによる土壌消毒と非病原性

F. oxysporum の前接種とを組み合わせることは有効な防除方法であると考えられる。

摘 要

健全なイチゴのクラウンおよび健全なトマトから分離した非病原性 *F. oxysporum* をイチゴ苗に前接種したところ、イチゴ萎黄病の発病が抑制された。本菌 (C-8 菌) はイチゴ、トマト、メロンなど 10 科 18 種の作物に対して病原性が認められず、他の作物に対して被害を生ずるおそれはないものと考えられた。非病原性 *F. oxysporum* を熱処理して殺菌すると、発病抑制効果は失われた。非病原性 *F. oxysporum* は、PDA 培地においてイチゴ萎黄病菌と対峙培養しても拮抗しなかった。非病原性 *F. oxysporum* の接種 2 カ月後にも、イチゴのクラウン部から *F. oxysporum* が高頻度で分離されたことから、本菌はイチゴ植物体内に感染した後、増殖して長期間生存できるものと考えられた。土壌消毒剤 MITC により、土壌中の病原菌濃度を低くした後に非病原性 *F. oxysporum* の接種を行った場合に、イチゴ萎黄病の発病は著しく抑制された。

引 用 文 献

1. Alabouvette, C. (1990). Biological Control of Fusarium Wilt Pathogens in Suppressive Soils. In Biological Control of Soil-borne Plant Pathogens (Hornby, D. ed.). C.A.B. International, Wallingford. pp. 27-43.
2. Armstrong, G.M. and Armstrong, J.K. (1948). Nonsusceptible host as carrier of wilt Fusaria. Phytopathology 38: 808-826.
3. Damicone, J.P. and Manning, W.J. (1982). Avirulent strains of *Fusarium oxysporum* protect asparagus seedlings from crown rot. Can. J. Pl. Path. 4: 143-146.
4. 駒田 且 (1976). 野菜のフザリウム病菌. *Fusarium oxysporum* の土壌中における活性評価技術に関する研究. 東海近畿農試研報 29: 132-269.
5. 小川 奎・駒田 且 (1984). 非病原性 *Fusarium oxysporum* によるサツマイモの割病の生物防除. 日植病報 50: 1-9.
6. 小川 奎 (1988). サツマイモの割病に関する研究. 農業研究センター研究報告 10: 1-127.
7. 岡本康博・藤井新太郎・加藤喜重郎・芳岡昭夫 (1970). イチゴの新病害「萎黄病」. 植物防疫 24: 231-235.
8. Park, C.-S., Paulitz, T.C. and Baker, R. (1988). Biocontrol of Fusarium wilt of cucumber resulting from interactions between *Pseudomonas putida* and nonpathogenic isolates of *Fusarium oxysporum*. Phytopathology 78: 190-194.
9. Paulitz, T.C., Park, C.S. and Baker, R. (1987). Biological control of Fusarium wilt of cucumber with non-pathogenic isolates of *Fusarium oxysporum*. Can. J. Microbiol. 33: 349-353.
10. Schneider, R.W. (1984). Effects of nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum* on celery root infection by *F. oxysporum* f. sp. *apii* and a novel use of the Lineweaver-Burk double reciprocal plot technique. Phytopathology 74: 646-653.
11. 手塚信夫・牧野孝宏・森田 壽 (1986). 非病原フザリウム菌によるイチゴ萎黄病の防除. 日植病報 52: 541-542 (講要).
12. 手塚信夫・牧野孝宏 (1987). 非病原フザリウム菌によるイチゴ萎黄病の防除 (2). 日植病報 53: 416 (講要).
13. 手塚信夫・牧野孝宏 (1988). 非病原フザリウム菌によるイチゴ萎黄病の防除 (3). 日植病報 54: 376 (講要).