

報 文

拮抗能を持つ放線菌を利用したフザリウム病害の抑制  
第3報：異なる土壌環境条件における微生物資材の  
土壌微生物相への影響とダイコン萎黄病に対する効果的施用法の検討\*

高木滋樹<sup>1</sup>・北村 章<sup>2</sup>・丸本卓哉<sup>1</sup>・石田大作<sup>3</sup>・田中秀平<sup>1</sup>

<sup>1</sup>山口大学農学部

〒753 山口県山口市吉田 1677-1

<sup>2</sup>東亜大学工学部

〒751 山口県下関市一の宮学園町 2-1

<sup>3</sup>フマキラー株式会社

〒739-04 広島県佐伯郡大野町梅原 1-11-13

Control of Fusarium Disease Using Antagonistic Actinomycetes

III. Effect of a Microbial Inoculum (Material A)

on Microbial Flora under Some Soil Environmental Conditions  
and Development of Effective Method of Application to Radish Yellows

Shigeki Takaki<sup>1</sup>, Akira Kitamura<sup>2</sup>, Takuya Marumoto<sup>1</sup>, Daisaku Ishida<sup>3</sup> and Shuhei Tanaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Yamaguchi University, Yoshida 1677-1, Yamaguchi, 753 Japan

<sup>2</sup>Faculty of Technology, Toa University, Ichinomiya-gakuen-cho 2-1,  
Shimonoseki, Yamaguchi, 751 Japan

<sup>3</sup>Fumakilla Ltd., Umehara 1-11-13, Ohno, Hiroshima, 739-04 Japan

We developed a microbial inoculum (Material A) which contains 5 Actinomycetes isolates antagonistic against *Fusarium oxysporum* with an organic carrier. The carrier material was able to promote the activity of Actinomycetes in soil (Soil Microorganisms 38 : 41-48, 1992). In the present paper, the effects of the inoculum (Material A) on the soil microbial flora were investigated in relation to soil environmental conditions such as pH (pH 5.3, 7.0, and 7.8), moisture level (MWHC 20 - 80 %), and temperature (20, 30, and 40°C). The application of the inoculum resulted in a high population density of Actinomycetes in soil irrespective of environmental factors, unless the soil moisture level was very low (20 % MWHC). An effective method of application was also examined for controlling radish yellows caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*. When radish plants were grown in soil infested with the pathogen, amendment of soil with the inoculum (Material A) decreased the disease severity. Especially, when the inoculum was applied to sterilized soil one week before the introduction of the pathogen and one or two weeks before the seeding of radish plants, the disease was almost completely suppressed. Continuous application of the inoculum (Material A) as well as that of crab shell seemed to promote the suppressive effect against the disease. The present results suggest that the microbial inoculum (Material A) suppressed radish yellows under various soil conditions and its effectiveness may be enhanced by the improvement of the method of application to soil.

Key Words : *Fusarium oxysporum*, Antagonistic Actinomycetes, Soil microbial flora

## はじめに

前報<sup>1,2)</sup>において、*Fusarium oxysporum* に拮抗能を有する放線菌5種を、土壤中の放線菌密度を選択的に高める有機物と組み合わせて土壤に施用すると、ダイコン萎黄病に対する抑制効果が高まることを明らかにし、この結果から施用有機物が土壤微生物相に影響を与え、施用拮抗放線菌の定着や活動を促進し、同時にもともと土壤中に存在する拮抗放線菌の活動も高めることが示唆された。そこで、これらの知見をもとに拮抗微生物資材 A (Material A) を調製して室内試験を行ったところ、本資材の有効性が確認された<sup>3)</sup>。しかし、拮抗菌の施用により土壤病害の抑制を試みる場合、土壤の種類や微生物性の違いおよび栽培条件や気象条件など土壤環境条件の違いによって、施用拮抗菌の土壤への定着や活動の程度が左右され、拮抗菌による土壤病害抑制効果は一般的に不安定であることが従来述べられている<sup>3)</sup>。しかし、まだはつきりしない点が多く、発病抑制効果安定化のための改善法についても検討の余地がある。

資材 A に含まれる拮抗放線菌の抗菌活性は培地上では中性付近で高く、酸性及びアルカリ性で低い<sup>4)</sup>ことから、土壤 pH によって資材 A の効果が制限されることが懸念される。また、ダイコン萎黄病は夏期に多発する病害であるが<sup>5)</sup>、高温条件下で施用資材中の拮抗放線菌が土壤に定着し活動し得るかどうかも問題となろう。さらに、実際に現地で資材 A を施用する場合、事前の土壤消毒の有無や施用量と時期などによって効果が異なることも考えられる。特に、資材 A は通常の施用量では土壤中の *F. oxysporum* の密度にほとんど影響を及ぼさない<sup>2)</sup>ので、病原菌密度の著しく高い土壤においてダイコン萎黄病の発生を抑制することは困難と考えられる。小林<sup>6)</sup>は拮抗微生物施用の効果を土壤消毒と併用して検討しているが、このような総合防除の観点からの検討が資材 A に関しても必要であろう。

本研究では、これらの問題を考慮し、種々の土壤環境下で資材 A 施用が土壤微生物相に与える影響、とくに *F. oxysporum* の動向について調査するとともに、資材 A の効果発現の条件とより効果的な施用法について基礎的な検討を行った。

\*1995年9月5日受理

## 実験方法

## 1. 異なる土壤環境条件における資材 A の土壤微生物相に及ぼす影響

## 1) 土壤 pH の影響

過去 20 年にわたってダイコン栽培を行っている山口県阿武郡むつみ村圃場の黒ぼく土 (pH ; 5.3, 全窒素 ; 0.48 %, 有機態炭素 ; 7.0 %, 以下むつみ土壌とする) を供試土壌とし、土壤 pH の違いが資材 A 施用後の土壤微生物相に及ぼす影響を調査した。

pH 無調整土壌 (pH 5.3) および炭酸カルシウムで pH を 7.0 と 7.8 に調整した土壌をそれぞれ 100 ml 容三角フラスコに 20 g 採取し、水分を最大容水量 (MWHC) の 40 % に調節した。各土壌に資材 A を 0.5 g 添加し、25°C で 1, 2, 3, 4, 8 週間培養した後、土壤中の細菌、放線菌、糸状菌および *F. oxysporum* 数を希釈平板法で測定した。

## 2) 土壤水分の影響

pH 未調整のむつみ土壌に岡山県で分離したダイコン萎黄病菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*) のフスマ培養を 2 % (w/w) 接種後、25°C で 2 週間培養し、これを病土とした。この病土と風乾むつみ土壌を 1 : 5 の比率 (容積比) で混合し、その 20 g を 100 ml 容三角フラスコに採取した。この混合土に資材 A を 0.5 g 添加後、水分条件を最大容水量の 20 %, 40 %, 60 %, 80 % の 4 段階に調節した。水分調節後の土壌は 25°C で 2 週間培養した。各水分区には、資材 A 添加区 (以下、資材 A 区と略す) のほか対照区として無添加区を設けた。

培養開始 3, 7, 14 日後に土壤中の細菌、放線菌、糸状菌および *F. oxysporum* 数を希釈平板法で測定した。培養は各区 3 反復とした。

## 3) 土壤温度の影響

砂壤土である大野土壌 (pH ; 6.8, EC ; 0.13 mS/cm) を使用した。この場合、有機物や微生物の影響をできるだけ小さくするために、前報<sup>2)</sup>で述べたように本土壌の熱水抽出後の残渣風乾土壌に微生物源として熱水抽出前の本土壌を 1 % (w/w) 相当量加え、水分を最大容水量の 20 % に調整した後 25°C で 24 時間前培養し、これを供試土壌とした。この土壌の 20 g を 100 ml 容三角フラスコに採取し、これに資材 A を 0.5 g 添加混合した

後、25°C、30°Cおよび40°Cでそれぞれ3週間培養した。その後、各土壌中の細菌、放線菌、糸状菌および *F. oxysporum* 数を前述と同様に希釈平板法で測定した。なお、培養は各区2反復で行った。

#### 4) 資材 A 施用量の影響

大野土壌 (pH ; 6.8, EC ; 0.13 mS/cm) の熱水抽出残渣土壌<sup>2)</sup>の 20 g に資材 A を 1g (2 倍量 : × 2), 0.5g (標準量 : × 1) および 0.1g (1/5 量 : × 1/5) 添加し、25°C で 4 週間培養した後、土壌中の細菌、放線菌、糸状菌および *F. oxysporum* 数を希釈平板法で測定した。なお、従来、土壌 20 g に対して資材 A 0.5 g を用いて試験してきたので、本試験においても 0.5 g 添加を標準量とした。

## 2. 資材 A の施用法と発病抑制効果の関係

### 1) 資材 A 施用量並びに病原菌密度と防除効果の関係

前述の大野土壌の高圧滅菌殺菌土と病土 ( $2.67 \times 10^6$  C.F.U./g dry soil) を 5 : 1 および 5 : 2 (容積比) の比率でそれぞれ混合し、ワグネルポット (a/5,000) に詰め、これらに資材 A を 20 g および 100 g 添加した。資材 A 添加 1 週間後にダイコン (品種 : 耐病総たり) をポットあたり 12 粒播種した。播種 2 週間後にポットあたり 3 株を残して他を間引き、残した植物体を播種 4 週間後に抜き取って発病調査を行った。実験は各区 3 反復、計 9 植物体を対象とした。栽培はビニールハウス内で行った。

なお、発病株率、発病度および防除価は前報<sup>1)</sup>と同じ方法で調査し、算出した。

### 2) ダイコン播種と資材 A 施用時期の関係

前述の大野土壌の殺菌土 (無病土) と病土を用いた。各土壌に対する病土の接種量を殺菌土 5 に対し病土 1 の比率 (容積比) とし、資材 A の施用量をポット当り 20 g とし、次の試験区を設定した。すなわち、病土接種とダイコン播種を同時に行った区 (No. 2, 3, 4), 病土接種 1 週間後に播種を行った区 (No. 5, 6, 7, 8, 9) および播種 1 週間後に病土を接種した区 (No. 10) を設けた。また、病土の接種とダイコン播種を同時に行った区には、資材 A をその 1 週間前に施用する区 (No. 3) と同時に施用する区 (No. 4) を、病土接種後にダイコンを播種した区には、資材 A を病土接種 1 週間前に施用した区 (No. 6), 病土接種と同時に施用した区 (No. 7), ダ

イコン播種と同時に施用した区 (No. 8) および病土接種とダイコン播種の間 (病土接種 1 週間後) に施用した区 (No. 9) を設けた (Table 2)。いずれも各区 3 反復とした。

なお、ダイコンの栽培と発病調査は 1) と同じ方法で行った。

### 3) 資材 A 連用の効果

大野土壌の殺菌土と病土を 5 : 1 の比率で混合したポット内土壌に資材 A を施用後、ダイコンを播種し (第 1 作), 第 2 作以降は資材 A 添加 1 週間後にそれぞれダイコンを播種した。対照区として、フザリウム病抑制効果を持つことが報告されている<sup>3,6)</sup>カニガラ粉末を資材 A と同様に添加した試験区を設けた。なお、資材 A およびカニガラの施用量はポット (a/5,000) あたり 20 g とし、各区 3 反復で試験を行った。また、ダイコンの栽培と発病調査は 1) と同じ方法で行った。

## 結果および考察

### 1. 異なる土壌環境条件における資材 A の土壌微生物相に及ぼす影響

#### 1) pH の影響

いずれの土壌 pH 下においても、資材 A 添加によって細菌と放線菌密度が高まった (Fig. 1)。検

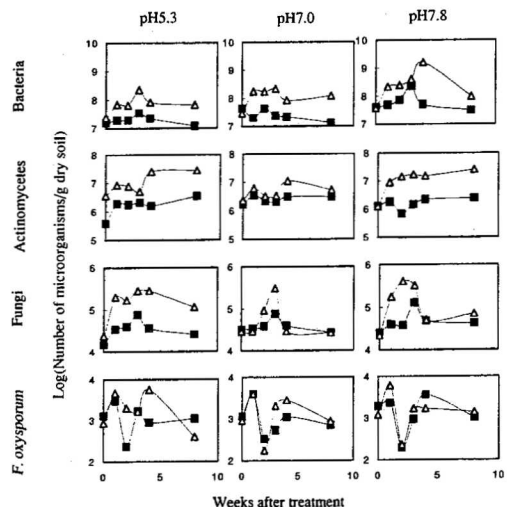


Fig. 1 Changes in the number of microorganisms under different pH conditions of soils  
 ■ : No treatment, △ : Material A

開放線菌に占める添加資材 A 由来拮抗放線菌の割合は明らかではない。しかし、添加拮抗放線菌株と各区土壌より分離された放線菌株の対峙培養を行い、顕微鏡による形態観察と色素生成に基づき判別を行ったところ、添加拮抗放線菌のいずれの菌株も添加 8 週間後に各 pH 調整土壌で生存が確認された。

一方、*F. oxysporum* の密度は資材 A 添加 2～3 週間後に各区で一時的に低下したが、8 週間後は各区分間で差がなかった (Fig. 1)。

木村ら<sup>7)</sup>は、土壌中の *F. oxysporum* の密度は土壌 pH の影響を受けないが、他の土壌微生物の影響を受けると報告している。また、上田ら<sup>8)</sup>は、*F. oxysporum* は土壌 pH の影響を受けにくい、中性に調整した土壌では有機物の影響を強く受け、密度が著しく低下すると報告している。本試験の結果からも、*F. oxysporum* と添加拮抗放線菌は土壌 pH の影響をほとんど受けないこと、および添加拮抗放線菌は土壌に定着しうることが推察された。

小林<sup>9)</sup>はダイコン萎黄病抑止土壌である三浦土壌において、pH を酸性にした場合、抑止性が消失したと報告している。資材 A が実際に酸性土壌で効果を発揮しうるかどうかは、本試験の結果だけからは必ずしも判断できない。しかし、pH 5.3 の土壌においても放線菌密度が高まったことから、資材 A は酸性土壌においても効果を発揮する可能性があると考えられる。

## 2) 土壌水分の影響

試験結果を Fig. 2 に示した。細菌密度は、いずれの土壌水分区においても、資材 A 無添加区に比べ資材 A 添加区の方が高く、一方、糸状菌密度は資材 A 添加区と無添加区でともに同水準で推移し、差がなかった。

放線菌密度は、水分 20% 区では、最初、資材 A 添加区の方が高かったが、14 日後は両区分でほとんど差がなかった。また、放線菌密度は、水分 40% 以上の各区のうち、特に資材 A 添加区で添加 14 日後まで高い水準で推移した。

*F. oxysporum* 密度は、水分含量の低い土壌では資材 A 添加 3 日後まで急激に低下する傾向にあり、水分含量が 60% 以上の各土壌では初期の水準が 14 日後まで維持される傾向にあった。一方、水分含量 40% 以下の土壌では、無添加区よりも資材 A 添加区の方で *F. oxysporum* の密度がより低くなる傾向にあった。

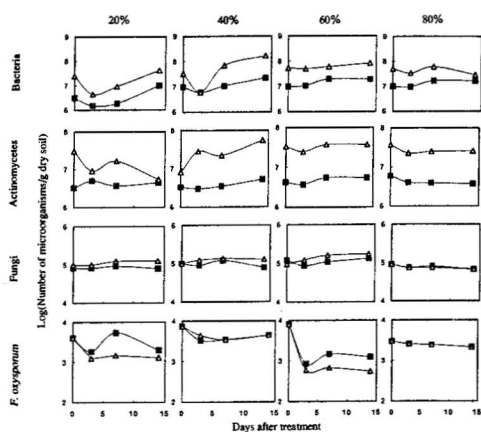


Fig. 2 Changes in the number of microorganisms in soils with different moisture levels (MWHC)

■ : No treatment, △ : Material A

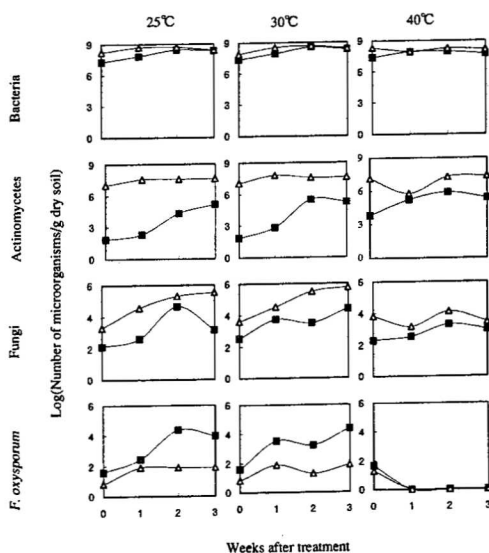


Fig. 3 Changes in the number of microorganisms in soils incubated at different temperatures

■ : No treatment, △ : Material A

土壌水分量とダイコン萎黄病発生の関係については、これまでに多くの研究が行われているが、明確な結論は得られていない<sup>4)</sup>。しかし、本研究において、水分含量の高い土壌 (≥60%) では *F.*

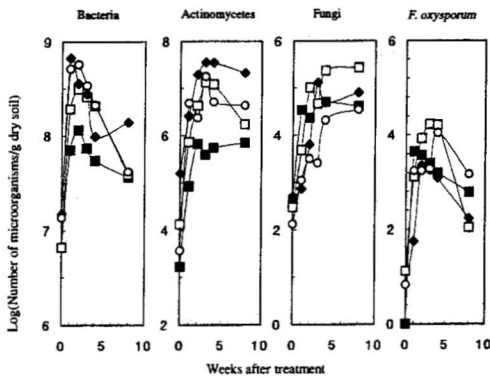


Fig. 4 Effect of application amount of Material A on changes in the number of soil microorganisms

■ : No treatment (0), □ : Material A (×1),  
◆ : Material A (×2), ○ : Material A (×1/5)

*oxysporum* の密度は資材 A 添加の影響を受けなかった。このような土壤条件下では、資材 A の効果は十分に発揮されない場合もあると推察された。

### 3) 土壤温度の影響

試験結果を Fig. 3 に示した。資材 A 添加区と無添加区の両方において、25°C 区と 30°C 区では各微生物の密度の変動に大きな差はなかった。しかし、40°C 区では糸状菌密度は他の温度区よりもやや低い値で推移し、*F. oxysporum* の密度は著しく低下して 1 週間後以降は検出限界値以下になった。一方、細菌と放線菌の密度は、資材 A 添加区と無添加区の両方で、いずれの温度においても低下傾向を示さなかった。

### 4) 資材 A 添加量の影響

細菌密度は資材 A の添加量に関係なく推移したが、放線菌密度は資材 A の添加量の増大にともなって高くなった。前報<sup>2)</sup>において、資材 A は *F. oxysporum* 密度に影響を及ぼさなかった。しかし、本研究において資材 A を前報よりは多量 (2 倍量) 添加したところ、*F. oxysporum* の密度は培養 8 週間後には無添加区と比較して 1/10 にまで低下した (Fig. 4)。

資材 A 多量添加による *F. oxysporum* 密度の低下を直ちに病害抑制効果と結び付けて考えることはできないが、資材 A が *F. oxysporum* の増殖活動に影響を与えたことは明らかである。

## 2. 資材 A の施用法の検討

### 1) 施用量と発病抑制効果

資材 A 20 g 添加区 (pH ; 7.0) と無添加区では、病土の接種量が多いほど発病度が高くなり、防除価が低下した。しかし、資材 A 100 g 添加区 (pH ; 7.0) では病土の接種量に関係なく 100 % の防除価が得られた (Table 1)。

この結果を Fig. 4 に示した結果と合わせ考察すると、資材 A の多量施用により土壤中の拮抗放線菌密度が著しく高まり、放線菌の盛んな活動によって *F. oxysporum* の活動が抑制されたことが推察される。

本試験で設定した資材 A のポットあたり添加量 100 g は、10 a あたり 5 t に相当し、現地圃場での施用量としては極めて多い。したがって、この量をそのまま圃場での施用量とすることは困難であり、実用的でないが、施用量が多いほど発病抑制効果が高まることは明らかである。圃場におい

Table 1 Effect of application of Material A on the control of radish yellows (1990 9.18~10.17)

Treatment <sup>1)</sup>	4 weeks after seeding		
	Infection (%)	Disease index	Suppression (%)
Sterilized soil : Infested soil = 5 : 1			
No treatment	44.4	18.5 ± 6.4 <sup>2)</sup>	—
Material A 20g	11.1	7.5 ± 12.8	59.5
Material A 100g	0.0	0.0 ± 0.0	100.0
Sterilized soil : Infested soil = 5 : 2			
No treatment	100.0	63.0 ± 17.0	—
Material A 20g	33.3	14.8 ± 17.0	76.5
Material A 100g	0.0	0.0 ± 0.0	100.0

1) : Material A was applied to soil in a/5,000Wagner pot

2) : SD

て資材 A を効果的に使用するには、根域に集中的に施用するなどの工夫が必要になる。

## 2) ダイコン播種, 病原菌接種, 資材 A 施用の時期と施用効果の関係

病土接種の時期とダイコン播種時期の関係についてみると(試験区 No. 2, 5, 10), ダイコンの発病株率は, 播種と同時に病土を接種した No. 2 で 33.3%, 播種 1 週間前に病土を接種した No. 5 で 77.8% となり, 播種 1 週間後に病土を接種した No. 10 では全く発病が見られなかった (Table 2)。ダイコン播種の 1 週間前に病土を接種した No. 5 で最も発病株率が高かった。この理由として本試験区では殺菌土を使用しているため, 播種の時点で *F. oxysporum* の活性が高くなっていた可能性が考えられる。

次に, 資材 A の施用時期とその効果の関係をダイコン播種時に病土を接種した試験区 (No. 2, 3, 4) で比較した。播種 1 週間前に資材 A を施用した No. 3 における発病株率は 11.1%, 発病度は  $3.7 \pm 5.2$  であった。また, 播種と同時に資材 A を施用した No. 4 における発病株率は 11.1%, 発

病度は  $11.1 \pm 15.7$  であった。これらの結果から, いずれの実験区でも対照区 (No. 2) と比較して発病抑制効果が認められた (Table 2)。防除率は No. 3 で 80.0%, No. 4 で 40.0% となり, 病原菌接種前に資材 A を施用すると効果の高いことが分かった。

ダイコン播種前に病土を接種した試験区 (No. 5, 6, 7, 8, 9) のうち, 播種 1 週間前に資材 A を施用した No. 6 と播種 2 週間前に資材 A を施用した No. 9 では全く発病がみられなかった。また, 病土接種と資材 A 添加を播種の 1 週間前に同時に行った No. 7 では発病株率は 33.3%, 発病度は  $22.2 \pm 18.1$ , 防除率は 57.1 であった。これに対し, 資材 A を播種時に添加した No. 8 では発病株率は 66.0%, 発病度は  $37.0 \pm 10.5$ , 防除率は 28.6% となり, 最も抑制効果が低かった (Table 2)。これらの結果は, 資材 A 施用から *F. oxysporum* 抑制効果の発現までに 1 週間以上の期間が必要であることを示している。

以上の結果から, 殺菌土壌では, 土壌に最初に定着した微生物が優占種となり, 大きい影響力を

Table 2 Effect of method of application Material A on the control of radish yellows (May 6~June 17, 1994)

No.	Treatment <sup>1)</sup>			4weeks after seeding		
	0week	1week	2weeks	Infection (%)	Disease index	Suppression (%) <sup>2)</sup>
1	Seeding			0.0	$0.0 \pm 0.0$ <sup>4)</sup>	
2		+Infested soil <sup>3)</sup> Seeding		33.3	$18.5 \pm 18.9$	—
3	+Material A	+Infested soil Seeding		11.1	$3.7 \pm 5.2$	80.0
4		+Infested soil Seeding +Material A		11.1	$11.1 \pm 15.7$	40.0
5		+Infested soil	Seeding	77.8	$51.9 \pm 18.9$	—
6	+Material A	+Infested soil	Seeding	0.0	$0.0 \pm 0.0$	100.0
7		+Material A +Infested soil	Seeding	33.3	$22.2 \pm 18.1$	57.1
8		+Infested soil	+Material A Seeding	66.7	$37.0 \pm 10.5$	28.6
9	+Infested soil	+Material A	Seeding	0.0	$0.0 \pm 0.0$	100.0
10	Seeding	+Infested soil		0.0	$0.0 \pm 0.0$	100.0

1) : Autoclaved soil was used in all the cases.

2) : Data of No. 3 and 4 were calculated by using No. 2 as the control.

Data of No. 6~10 were calculated by using No. 5 as the control.

3) : Application of Material A or infested soil.

4) : SD

Table 3 Effect of continuous application of Material A and crab shell on the control of radish yellows

Treatment	4weeks after seeding		
	Infection (%)	Disease index	Suppression (%)
1st. (1993 2.3~3.3)			
No treatment	95.0	66.7±15.1 <sup>1)</sup>	—
Material A	75.0	50.0±19.9	25.0
crab shell	85.0	58.3±15.6	8.4
2nd. (1993 3.16~4.13)			
No treatment	100.0	70.0±18.3	—
Material A	50.0	18.3± 9.1	73.9
crab shell	60.0	33.3±25.7	52.4
3rd. (1993 4.22~5.20)			
No treatment	40.0	33.3±22.8	—
Material A	30.0	15.0±13.7	55.0
crab shell	6.3	4.2±14.9	87.4

1) : SD

示すことが推察される。しかし、No. 7やNo. 8での結果が示すように、殺菌土がすでに病原菌の汚染を受けている場合であっても、資材Aを適量施用後、一定の期間をおいてダイコンを播種すれば、萎黄病の発生を軽減することが可能であると考えられる。現地圃場において、いったん土壤消毒を行った後は、できるだけ早期に資材Aを施用することにより、速やかに拮抗放線菌を定着させて病原菌の侵入に備え、病原菌定着の遅延をはかることによって、萎黄病発生の抑止効果が高まるものと考えられる。

### 3) 資材A連用の効果

資材A区とカニガラ区で、ともに1作目より2, 3作目の方で防除価が高く、いずれも連用の効果が認められた (Table 3)。

孫工ら<sup>9)</sup>は、カニガラ連用によって拮抗菌密度が高まり、同時にキャベツ萎黄病に対する抑制効果も高まったことを報告している。本研究において、資材Aはカニガラと同様の傾向を示したが、2作目までの発病抑制効果はカニガラよりもむしろ高かった。これは、カニガラが土壤中に存在する放線菌の増殖能を高め、二次的に *F. oxysporum* に影響を及ぼすのに対し、資材Aは拮抗放線菌そのものを含んでいるので、直接的に *F. oxysporum* に影響を及ぼすためと考えられる。

ダイコン萎黄病の発生の程度は、土壤中の *F. oxysporum* の密度によって大きく異なるとされている<sup>9)</sup>。しかし、本試験に用いた資材Aは通常の施用量では *F. oxysporum* 密度を極端に低下させることはなかった。資材Aは密度低減作用だけでな

く、他の何らかの作用により *F. oxysporum* に影響を及ぼし、ダイコン萎黄病の発生を抑制するものと考えられる。水分含量が20%以下の低水分土壤区を除くすべての試験区において資材A添加により土壤中の放線菌密度が高い水準で維持され、発病抑制効果が認められた。資材Aは実際の圃場においても効果が期待できること、および施用方法の工夫によりさらに高い効果を得ることも可能であることが明らかとなった。

## 要 旨

1) 種々の土壤環境下で、拮抗放線菌を含む微生物資材Aの施用が、土壤微生物相に及ぼす影響を調査した。

pH 5.3, 7.0, 7.8のいずれの土壤条件下においても、資材A施用により放線菌密度は高く維持されること、土壤水分量が極端に低く(20% MWHC)ない限り施用資材A中の拮抗放線菌は土壤中に定着し活動すること、40°Cの温度条件下で資材Aを施用した土壤において、*F. oxysporum* の密度は著しく低下するが、放線菌密度は影響を受けないことが確認された。また、資材Aの施用量が多いほど土壤中の放線菌密度が高くなることも明らかになった。

2) 資材Aの施用法とダイコン萎黄病に対する抑制効果の関係について検討した。資材Aの施用量が多いほど病害抑制効果は高くなった。また、土壤が *F. oxysporum* の汚染を受ける少なくとも1週間前までに資材Aを施用すると本病に対する

高い抑制効果が得られること、あらかじめ土壤消毒を行った場合は土壤に速やかに資材 A を施用すると *F. oxysporum* の感染を遅延させ本病の防除に効果的であることが明らかとなった。

3) 資材 A とカニガラはともに連用によりダイコン萎黄病に対する抑制効果が高くなった。カニガラの効果は連用により徐々に高まったが、資材 A は 1 作目から直ちに高い効果を示し、少なくとも 2 作目まではカニガラよりも優れていた。

4) 以上の結果から、資材 A はダイコン萎黄病に対して多様な土壤環境下で抑制効果が期待できること、および施用法の工夫によってより高い効果が得られる可能性のあることが示された。

### 引用文献

- 1) 高木滋樹・北村 章・丸本卓哉 (1992) 拮抗能を持つ放線菌を利用したフザリウム病害の抑制第 1 報：拮抗菌のスクリーニング，土と微生物，**39**，35-40
- 2) 高木滋樹・北村 章・丸本卓哉 (1992) 拮抗能を持つ放線菌を利用したフザリウム病害の抑制第 2 報：有機物の選抜と拮抗放線菌利用資材の調整，土と微生物，**39**，41-48
- 3) 駒田 且 (1971) 土壤病害の生物的防除法の現状と問題点，農業および園芸，**46**，1137-1142
- 4) 松尾卓見ら (1980) 作物のフザリウム病，143-150，全国農村教育協会，東京
- 5) 小林紀彦 (1983) トマト・ナス青枯病の生物防除と総合防除，九州病害虫研究会報，**39**，18-26
- 6) 孫工弥寿雄・野村良邦 (1988) キチン質有機物の土壤施用によるキャベツ萎黄病の防除効果と拮抗微生物による効果発現機構，農業および園芸，**63**，867-872
- 7) 木村真人・豊田剛己・楯塚昭三 (1990) 化学肥料およびきゅう肥連用土壤における *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* の生育，日本土壤肥料学雑誌，**61**，586-891
- 8) 上田邦夫・小林達治・大島正男・高橋英一 (1983) 土壤の通気性および土壤中有機物含量の変化が土壤中フザリウム菌密度に及ぼす影響について，日本土壤肥料学雑誌，**54**，325-330
- 9) 小林紀彦 (1985) 土壤病害に対する発病抑止土壤の存在とその抑制機構，植物防疫，**39**，271-279