

カンキツかいよう病菌とその拮抗細菌(Pseudomonas sp.)の液体培地中およびカンキツ葉組織内における相互関係

誌名	日本植物病理學會報 = Annals of the Phytopathological Society of Japan
ISSN	00319473
著者名	太田, 孝彦
発行元	日本植物病理學會
巻/号	49巻3号
巻号補足	
掲載ページ	p. 308-315
発行年月	1983年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



カンキツかいよう病菌とその拮抗細菌 (*Pseudomonas* sp.) の液体培地中およびカンキツ葉組織内における相互関係

太田孝彦*

Takahiko ŌTA*: Interactions *in vitro* and *in vivo* between *Xanthomonas campestris* pv. *citri* and Antagonistic *Pseudomonas* sp.

Abstract

An antagonistic bacterium belonging to genus *Pseudomonas* isolated from citrus canker lesions considerably inhibited the multiplication of citrus canker bacterium (*Xanthomonas campestris* pv. *citri*) not only in PS medium but also in the tissues of citrus leaves. In PS medium, the lower the concentration of the medium was, the less degree of the inhibition was resulted. It suggests that suppression of multiplication of *X. campestris* pv. *citri* by antagonistic bacterium was not caused by the competition for nutrients. The multiplication of antagonistic bacterium was not suppressed by citrus canker bacterium in PS medium, but rather promoted in the diluted medium. In the citrus leaf tissue inoculated with both bacteria by needle pricking at the same time, the antagonistic bacterium suppressed considerably the growth of *X. campestris* pv. *citri*. The suppression, however, was not so remarkable when both bacteria were infiltrated into intercellular spaces. The antagonistic bacterium introduced alone either by needle prick inoculation or infiltration in to citrus leaf tissues increased its number remarkably with in a few days, but subsequently it decreased gradually. In case of mixed inoculation, the multiplication of antagonistic bacterium in the inoculated tissue was greatly enhanced and longevity of the bacterium was extended as compared to those of single inoculation.

(Received October 12, 1982)

Key Words: *Xanthomonas campestris* pv. *citri*, antagonistic bacterium.

緒 言

植物病原細菌に対して拮抗作用を示す細菌として、*Erwinia amylovora* に対する腐生細菌^{3,4)} (後に *E. herbicola* と同定された)¹⁾、*Xanthomonas campestris* pv. *citri* に対する *E. herbicola*⁵⁾ および *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* に対する *P. fluorescens*¹⁵⁾ などが報告されている。さらに *Agrobacterium tumefaciens* によって起る根頭がんしゅ病に高い防除効果を示す *A. radiobacter*, strain 84 (*A. tumefaciens* からの非病原性変異株でバクテリオシンの産生株) も発見され、すでに防除に利用されている^{7,8,9)}。

著者は1969年に長崎県南高来郡小浜町で、ナツダイダイの葉に、異常に大型のハローを伴う病斑を発見し、この病斑から細菌の分離を行った。その結果、かいよう病菌に随伴して一種の白色細菌が常に分離された¹²⁾。この細菌をかいよう病菌と共にカンキツ葉に混合接種すると大型のハローを伴うかいよう病斑が生ずる。したがってこの細菌が大型ハロー病斑形成に大きな役割を果していることが判明した¹²⁾。一方、この細菌を、かいよう病菌と混合接種すると、かいよう病の発病が強く抑制された¹²⁾。この細菌は培地上で灰白色の集落を形成する好気性のグラム陰性桿菌で、叢極毛を着生し、カタラーゼ活性が認められ、キング培地Bで水溶

* 長崎県果樹試験場 Nagasaki Fruit-Tree Experiment Station, Ōmura, Nagasaki 856-01, Japan

性の黄緑色蛍光色素を産生するので、*Pseudomonas* に属する。さらに種々の細菌学的諸性質から *P. syringae* グループに属するものと考えられた¹⁴⁾。これと同一の性質を示す随伴性細菌（以後、拮抗細菌と呼ぶ）は、その後さらに多数のカンキツ園からも分離された¹⁴⁾。

この報告では、この拮抗細菌のカンキツかいよう病菌に対する拮抗性、およびその作用機作を明らかにする目的で、培地内およびカンキツ葉組織内における両細菌の相互関係を検討した結果をのべた。

本研究を進めるにあたり、終始御指導と御助言をいただいた九州大学農学部脇本 哲教授、御助力と協力をいただいた長崎県果樹試験場長村松久雄氏はじめ場内職員各位に、さらに組織内の細菌数の定量に御助力をいただいた池上透平氏に心から感謝申し上げる。

材料および方法

供試培地 カンキツかいよう病菌および拮抗細菌を分離、培養するためには PSA 培地（ジャガイモ300g 煎汁1l, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 2.0g, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0.5g, しょ糖20g, ペプトン5g, 寒天15g, pH 7.0）を用い、両細菌の *in vitro* における競合を検討するためには10倍および100倍希釈 PS 培地（PSA 培地組成のうち寒天を含まないもの）を用いた。また、ストレプトマイシン耐性菌の作出およびその耐性菌の定量には硫酸ストレプトマイシン（500ppm）添加 PSA 培地（PSA

ストマイ培地）を使用した。

供試菌 *X. campestris* pv. *citri* 1-1（九大農保存株）と拮抗細菌 *Pseudomonas* sp. ABC-NAob-1 株（長崎県試保存株、長崎県南高来郡小浜町の発病葉から1969年に分離）を供試した。また、これらの野生株からストレプトマイシン耐性菌（*X. campestris* pv. *citri* -SR および *Ps.* sp. ABC-NAob-1-SR）を作出供試した。耐性菌は、PSA 斜面培地で2日間前培養した野生株を PSA ストマイ斜面培地に多量に接種し、27℃で4～5日間培養し、生育した集落を再び PSA ストマイ斜面培地に移植し選択した。

培地中における相互関係 拮抗細菌とかいよう病菌を混合した場合の菌数をそれぞれ定量するため、*X. campestris* pv. *citri*-SR とはストレプトマイシン感受性の拮抗細菌を、また、拮抗細菌-SR（*Ps.* sp. ABC-NAob-1-SR）とはストレプトマイシン感受性の *X. campestris* pv. *citri* を、PS 液体培地原液とその10倍、100倍希釈液に移植し、25℃で振とう混合培養した。なお、供試細菌は PSA 斜面培地で27℃、2日間前培養し、所定濃度になるよう滅菌蒸留水に懸濁した。試験区の構成および細菌濃度を Table 1 に示した。培養0、20、40、60時間後に培養液0.1ml ずつを採取し、PSA ストマイ培地を用いた希釈平板法により、混合系中の細菌数を定量した。

葉組織内における相互関係 かいよう病菌と拮抗

Table 1. Prescription for testing growth competition between *Xanthomonas campestris* pv. *citri* and antagonistic bacterium in PS medium

Inoculum	PS medium(ml)	Sterilized water(ml)	Suspension ^{a)} of			
			X	X-SR	A	A-SR
1. X+A-SR	5		0.5			0.5ml
2. X-SR+A	5			0.5	0.5	
3. X-SR	5	0.5		0.5		
4. A-SR	5	0.5				0.5
5. X+A-SR	0.5	4.5	0.5			0.5
6. X-SR+A	0.5	4.5		0.5	0.5	
7. X-SR	0.5	5.0		0.5		
8. A-SR	0.5	5.0				0.5
9. X+A-SR	0.05	4.95	0.5			0.5
10. X-SR+A	0.05	4.95		0.5	0.5	
11. X-SR	0.05	5.45		0.5		
12. A-SR	0.05	5.45				0.5

- a) A-SR: antagonistic bacterium-streptomycin resistant 1.6×10^5 cells/ml
 A : antagonistic bacterium 2.2×10^5 cells/ml
 X-SR: *X. campestris* pv. *citri*-streptomycin resistant 3.0×10^3 cells/ml
 X : *X. campestris* pv. *citri* 3.3×10^3 cells/ml

細菌とのカンキツ葉組織内における相互関係を、二種類の接種法、すなわち、付傷接種と注入接種法によって検討した。

付傷接種法：24～28℃の網室内で育成した鉢植え実生ナツダイダイの硬化直後の着生葉に、昆虫針(3号)で1葉当たり20個所に付傷し、所定濃度のかいよう病菌液(*X. campestris* pv. *citri*-SR)と拮抗細菌液の単独または混合液を脱脂綿に含ませ塗布接種した。接種後直ちにビニルフィルムで1日間覆った。接種後1～数日間隔で、各区それぞれ150個所の各付傷部から滅菌したナイフで2～3mm角の切片を切り取り、10mlの滅菌水と共に乳鉢で十分に磨砕し、希釈平板法で組織内の細菌数を定量した。かいよう病菌の定量にはPSAストマイ培地を、また、拮抗細菌の定量にはPSA培

地を用いた。なお、かいよう病菌の定量用平板は27℃に、拮抗細菌の定量用平板は20℃に保ち、いずれも2日後に集落数を調べた。

注入接種法：供試樹、環境条件、細菌液は前項と同様である。接種は組織内簡易注入法¹³⁾で細菌浮遊液を注入し、接種後1～数日間隔で各試験区の接種部から1辺0.5cmの正方形の切片をリーフパンチで5個ずつ打ちぬぎ、10mlの滅菌蒸留水とともに磨砕し、前項と同様の方法で細菌数を求めた。

実験結果

培地中における相互関係

かいよう病菌を濃度の異なるPS培地中で単独培養した場合、その菌数は時間の経過とともに増加し、培

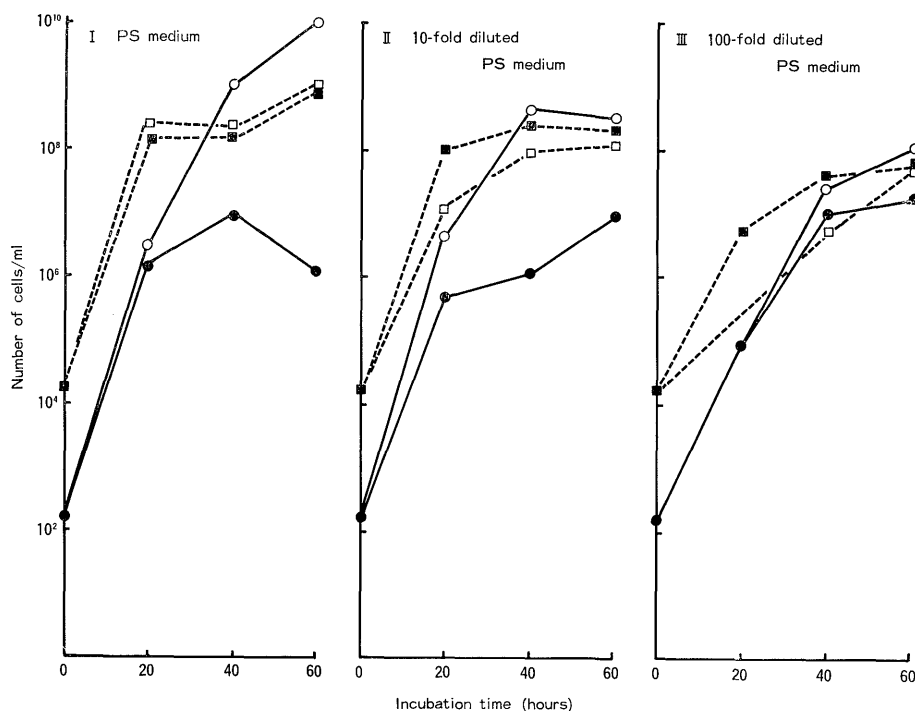


Fig. 1. Growth of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* (X or X-SR) and antagonistic bacterium (A or A-SR) in PS media.

I : multiplication curves of X-SR and A-SR in PS medium

II : multiplication curves of X-SR and A-SR in 10-fold diluted PS medium

III : multiplication curves of X-SR and A-SR in 100-fold diluted PS medium

○—○: X-SR (single inoculation with X-SR at 3.0×10^2 cells/ml)

●—●: X-SR (mixed inoculation with X-SR at 3.0×10^2 cells/ml and A at 2.2×10^4 cells/ml)

□---□: A-SR (single inoculation with A-SR at 1.6×10^4 cells/ml)

■---■: A-SR (mixed inoculation with X at 3.3×10^2 cells/ml and A-SR at 1.6×10^4 cells/ml)

SR: streptomycin resistant

養開始時の 3.0×10^2 cells/ml から60時間後には、PS 培地原液中では 2.6×10^{10} cells/ml, 10倍希釈培地では 6.9×10^8 cells/ml, 100倍希釈培地では 1.4×10^8 cells/ml に達した (Fig. 1)。

拮抗細菌と混合培養した場合、かいよう病菌の増殖は阻害されたが、その様相は培地の濃度によって異なった。すなわち、かいよう病菌の単独培養の場合に比べ、PS 培地原液中では培養40時間後に細菌数は約1/100, 60時間後に約1/10,000となったが、10倍希釈PS 培地内では培養40時間後に約1/300, 60時間後に約1/50となった。さらに、100倍希釈PS 培地内では培養40時間後に約1/4, 60時間でも同じく1/4程度の細菌数となった (Fig. 1)。以上のように培地成分濃度が低くなる

と拮抗細菌によるかいよう病菌増殖の阻害程度は相対的に減少する。一方、拮抗細菌の増殖はかいよう病菌との混合培養によっても減少せず、希釈培地中ではむしろやや助長された。

葉組織内における相互関係

付傷接種の場合：かいよう病菌を単独接種した場合は、接種時には1付傷部当たり 9.9×10^6 個の細菌数が、接種後日数の経過とともに急激に増殖し、15日目には50,000倍 (4.8×10^6 個) に達した (Fig. 2-I)。これに対して拮抗細菌をかいよう病菌とほぼ同数となるように混合接種した場合にはかいよう病菌の増殖は抑えられ、接種後1日目では単独接種の場合の約1/2, 1日目以降7日目まで顕著な増殖はみられず、5日目の細

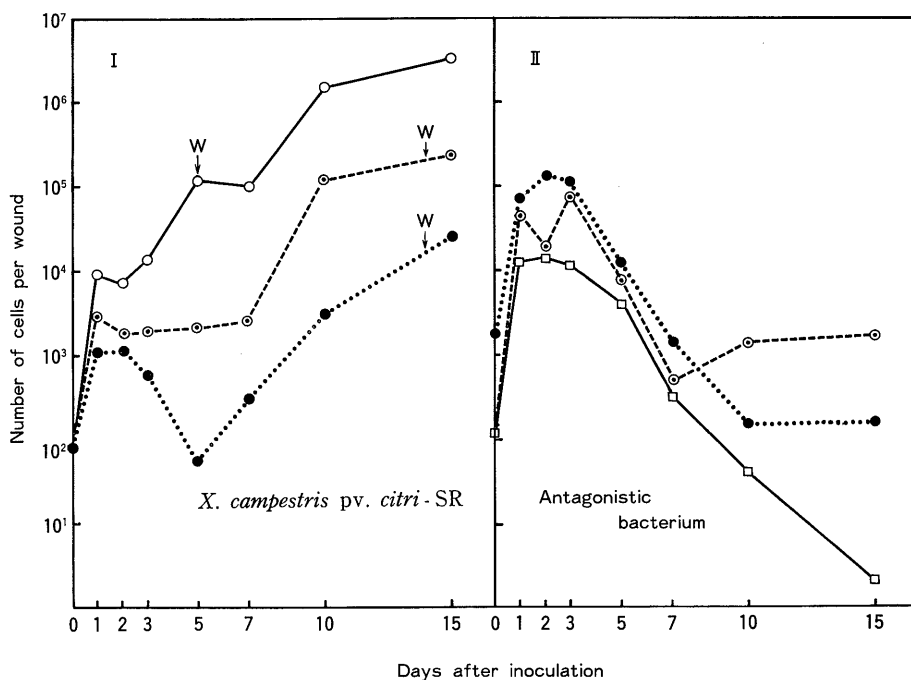


Fig. 2. Growth of *Xanthomonas campestris* pv. *citri*-SR (X-SR) and antagonistic bacterium (A) in citrus leaf tissue inoculated by needle prick inoculation method

I : multiplication curves of X-SR

II : multiplication curves of A

○—○: single inoculation with X-SR at 1.4×10^7 cells/ml

●—●: mixed inoculation with X-SR at 1.4×10^7 cells/ml and A at 1.3×10^7 cells/ml

●—●: mixed inoculation with X-SR at 1.4×10^7 cells/ml and A at 1.3×10^8 cells/ml

□—□: single inoculation with A at 1.3×10^7 cells/ml

W: appearance of water-soaking

SR: streptomycin resistant

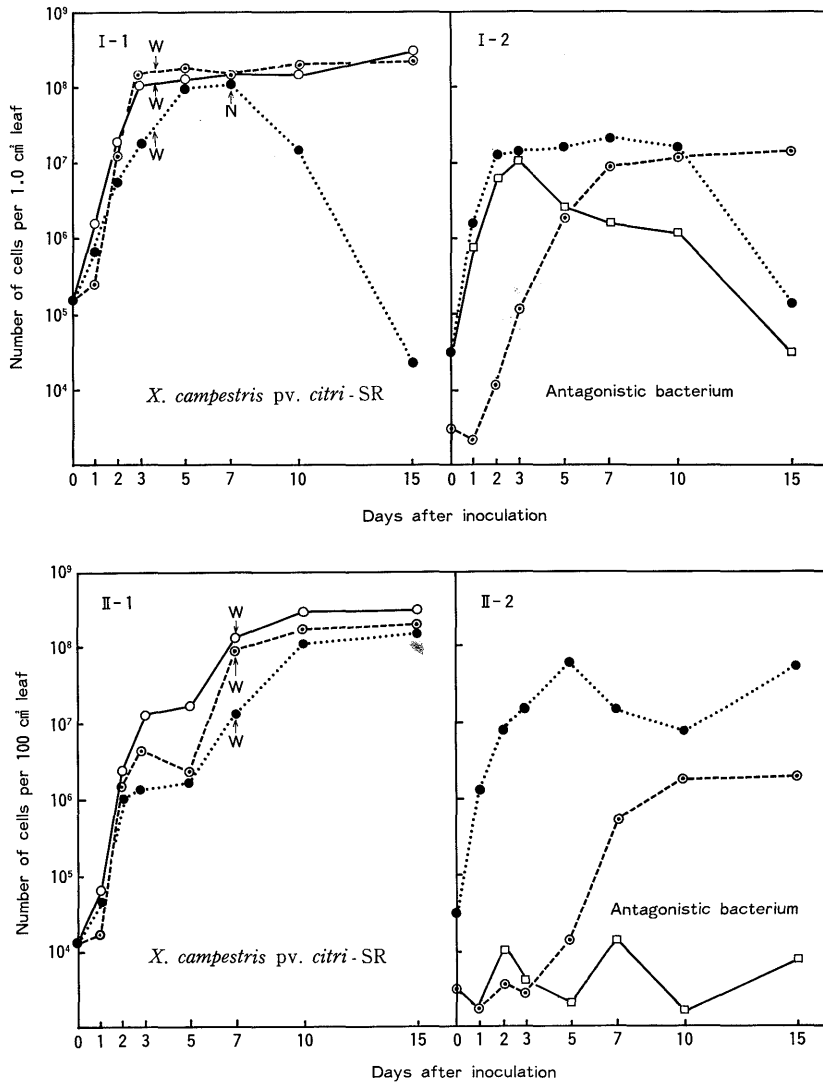


Fig. 3. Growth of *Xanthomonas campestris* pv. *citri*-SR (X-SR) and antagonistic bacterium (A) in citrus leaf tissue inoculated by infiltration method

I-1 and II-1: multiplication curves of X-SR

I-2 and II-2: multiplication curves of A

I-1 and I-2 : ○—○, single inoculation with X-SR at 1.4×10^8 cells/ml

●—●, mixed inoculation with X-SR at 1.4×10^8 cells/ml and A at 1.3×10^7 cells/ml

●—●, mixed inoculation with X-SR at 1.4×10^8 cells/ml and A at 1.3×10^8 cells/ml

□—□, single inoculation with A at 1.3×10^8 cells/ml

II-1 and II-2: ○—○, single inoculation with X-SR at 1.4×10^7 cells/ml

●—●, mixed inoculation with X-SR at 1.4×10^7 cells/ml and A at 1.3×10^7 cells/ml

●—●, mixed inoculation with X-SR at 1.4×10^7 cells/ml and A at 1.3×10^8 cells/ml

□—□, single inoculation with A at 1.3×10^7 cells/ml

W : appearance of water-soaking

N : appearance of necrosis

SR: streptomycin resistant

菌数は単独接種の場合の約1/100であった。10日目には再び増殖が認められたが、単独接種の場合に比べ約1/10の細菌数で、15日目の細菌数の比率もほぼ同程度であった (Fig. 2-I)。

拮抗細菌とかいよう病菌数が10:1になるように混合接種した場合には、かいよう病菌の増殖はさらに強く阻害された。すなわち、接種後1~2日目まで増殖し、その後一時停滞ないし減少したが、5日目以降再び増殖する傾向を示した。しかし、これらの各時期における細菌数をかいよう病菌単独接種の場合と比較すると、接種後1日目で約1/10、5日目以降は1/500~1/1000であった (Fig. 2-I)。このようにかいよう病菌と混合した拮抗細菌の濃度が高いほどかいよう病菌の増殖はより強く阻害された (Fig. 2-I)。一方、拮抗細菌の増殖は、単独接種の場合、接種後1日目まで著しく増殖したが、以後3日目までは停滞し、5日目以降は日数の経過とともに減少したが、かいよう病菌と混合接種した場合には、単独接種の場合に比較してむしろ促進された。とくに接種7~10日目以降の菌数の消長は単独接種の場合とは著しく異なり、やや増加するか停滞状態を示し、その生存期間が長くなる (Fig. 2-II)。なお、かいよう病菌単独接種の場合の発病は接種後5日目で、接種後15日目の発病率は96.4%、拮抗細菌とかいよう病菌を混合接種した場合、発病は14日目で、15日目の発病率は1:1混合接種で43.1%、10:1で14.1%を示し明らかに抑制された。

注入接種の場合: 1.4×10^8 cells/ml のかいよう病菌を単独注入接種した場合、注入後3日目までは著しく増殖し、注入時の約500倍に達したが、それ以降15日目までは停滞した (Fig. 3-I-1)。拮抗細菌数をかいよう病菌の約1/10となるように混合して注入した場合、かいよう病菌の増殖はかいよう病菌単独注入接種の場合とはほぼ同様の消長を示し、増殖阻害はみられなかった。 1.4×10^8 cells/ml のかいよう病菌液に、ほぼ同数の拮抗細菌を混合して注入した場合、かいよう病菌の増殖は注入後2、3日目ではやや抑えられたが、5、7日目にはかいよう病菌単独注入の場合と同程度の細菌数を示した。しかし、注入後7日目以降、かいよう病菌数は減少した (Fig. 3-I-1)。この場合、いずれも注入後4日目に水浸斑の発生がみられ6日目にはそれが注入部の全域に広がった。ほぼ同数の拮抗細菌とかいよう病菌を混合注入した場合には、7日目以降水浸部中央の注入口周辺から壊死斑が広がり始め、10日目からは水浸部全域にまだらに壊死斑が発生し、15日目には注入部の周縁は水浸状となるが、その内側はほと

んど壊死した。 1.4×10^7 cells/ml のかいよう病菌液を単独または拮抗細菌液と混合して注入した場合にはいずれも水浸斑は接種後7日目に発生し、10日目には注入部の全域に広がった。この場合、かいよう病菌は単独注入した場合には注入後3日目までは著しく増殖し、注入時の約600倍に達した。3日目から5日目までは増殖しなかったが5日目から再び増殖し、10日目には注入時の約30,000倍に達した (Fig. 3-II-1)。 1.4×10^7 cells/ml のかいよう病菌液に同数および10倍の拮抗細菌を混合して注入した場合には、かいよう病菌は単独注入の場合と類似した消長を示したが、増殖阻害の程度は混合した拮抗細菌数に比例して強まる傾向があった (Fig. 3-II-1)。しかし、その増殖阻害程度は全体的に弱く、最も強い場合でもかいよう病菌単独注入の場合の約1/10の細菌数に抑える程度であった。

一方、拮抗細菌の葉組織内における消長は、 1.3×10^8 cells/ml の拮抗細菌を単独注入した場合、注入後3日目までは著しく増殖したが、その後日数の経過とともに減少し、15日目には増殖前の細菌数に近い値を示した (Fig. 3-I-2)。この場合の拮抗細菌数の極大値は単独注入したかいよう病菌数 (Fig. 3-I-1) の1/10~1/20程度であった。 1.3×10^7 cells/ml の拮抗細菌を単独注入した場合には、顕著な増殖が認められず、多少の増減をくりかえしながらほぼ注入時の細菌数を保った (Fig. 3-II-2)。しかし、かいよう病菌と混合注入した場合、拮抗細菌は単独注入の場合に比べてその増殖が著しく助長され、しかも葉組織内で長く生存する傾向が認められた。また、拮抗細菌数が多い程その増殖の立ち上りは著しく早まる傾向が認められた (Fig. 3-I-2, Fig. 3-II-2)。

考 察

カンキツかいよう病菌に対する拮抗細菌として筆者は大型ハローを示すかいよう病斑から *Pseudomonas* に属する1種の細菌を分離した¹²⁾。

本実験においてはその拮抗機作を明らかにするため、培地内および葉組織内におけるカンキツかいよう病菌と拮抗細菌との相互関係を調べた。

培地内におけるかいよう病菌の増殖は、拮抗細菌と混合培養した場合、明らかに阻害された。しかし、その阻害の程度は培地の希釈度が高いほどむしろ少なくなった。このことは培地内でのかいよう病菌の増殖阻害が栄養分の摂取競争によるものではないことを示すものと考えられる。すなわち、この拮抗現象が養分の摂取競争によるとすれば、希薄な栄養条件下ほど拮抗

細菌による養分の摂取が先行し、かいよう病菌の増殖がより強く抑えられると考えられるからである。一方、拮抗細菌を単独に、またはかいよう病菌と混合して、PS 培地 (pH 6.5) で12~60時間培養したろ液 (pH 7.1~8.0) はかいよう病菌の増殖を著しく阻害したが、希釈した培地で培養したろ液ほど抗菌力が弱い傾向が認められた。また、かいよう病菌の培養ろ液は拮抗細菌には全く影響をあたえないことが確認されている (未発表)。したがって、培地中でみられる拮抗細菌によるかいよう病菌の増殖抑制は拮抗細菌の先行的増殖に伴う培地の変性および代謝産物等によるもので、栄養物質の摂取競争以外の要因によるものと考えられる。一方、拮抗細菌の増殖は培地中のかいよう病菌によって全く影響されないか、むしろ促進される傾向が認められた。

葉組織内における拮抗細菌のかいよう病菌に対する増殖阻害は、かいよう病菌に混合する拮抗細菌数が多いほど強くなるが、その程度は接種法の違いによって異なった。すなわち、拮抗細菌は注入接種よりも付傷接種した場合にかいよう病菌の増殖をより顕著に阻害した。この接種法による差がいかなる原因によるか明らかでないが、一部植物細胞が破壊された状態のなかに両細菌が存在する場合に、拮抗性がより強く現われることは発病抑制機作を明らかにする上で示唆に富む重要な現象と思われる。

拮抗細菌を単独で付傷接種した場合、組織内で急激に増殖しやがて減少した。注入接種の菌数を 1.4×10^7 cells/ml とした場合増殖は認められなかったが、 1.4×10^8 cells/ml では一時的に増殖がみられた。このことは、ナンヤカンキツ組織内における *E. herbicola* のそれとは明らかに異なっており、本拮抗細菌がカンキツ葉にある程度の親和性を持っていることを示唆している¹⁰⁾。したがって拮抗細菌が特定品種のカンキツに対して病原性を示す可能性も無視することはできない。今後の検討が必要である。

拮抗細菌のカンキツ葉組織内における増殖はかいよう病菌と混合接種した場合に促進された。この原因は明らかでないが、かいよう病菌を接種したカンキツ葉組織では細胞が次々に崩壊してゆく現象¹¹⁾および接種葉から採取した細胞間汁液には *E. herbicola* の増殖を促進する物質が含まれていること^{5,6)}などの事実を考えると、かいよう病菌が宿主細胞に作用し、細胞が崩壊または変性し、その結果、細胞間隙に滲出してくる物質が拮抗細菌の増殖や生存に有効な栄養分となるものと想像される。このように組織内での病原菌によ

る他の細菌の増殖助長の現象については、モモに病原性を示す *P. syringae* pv. *syringae* と、その病斑から分離された腐生性細菌とをインゲンの莢に混合接種した場合にも認められることが報告されている²⁾。Young¹⁶⁾ もインゲンの葉を用いて、*P. syringae* pv. *phaseolicola* によって腐生性細菌 *P. fluorescens* (NCIB-9046) の増殖が助長されることを認めている。この研究の結果もこれらの諸例と類似した現象と考えられる。

本拮抗細菌は培地内においても葉組織内においてもかいよう病菌の増殖を阻害した。しかし、拮抗細菌の消長は培地内と組織内とはかなり異っており、その拮抗機作は必ずしも同一とは考えられない。培地は閉鎖されたむしろ静的な環境であり、この中で代謝産物、抗菌性物質などが蓄積されると、次第に環境条件は悪化し細菌の増殖は抑えられよう。しかし、生体内では環境は動的であり、培地内での現象がそのまま生体内で起っているとみなすことはできない。カンキツ組織内において拮抗細菌のかいよう病菌に対する増殖抑制作用の機作を解明するためには、培地内および生体内を問わず拮抗細菌自身が産生する抗菌性代謝物質と同時に、拮抗細菌の侵入に反応して宿主側が産生する抗菌性物質の有無とその作用などについても今後検討する必要がある。

摘 要

カンキツかいよう病斑から分離した拮抗細菌 (*Pseudomonas* sp.) は、培地内においてもカンキツ葉組織内においても、カンキツかいよう病菌の増殖を著しく抑制した。PS 培地内での拮抗細菌によるかいよう病菌の増殖阻害の程度は培地の濃度が低いほど低下する傾向を示した。このことから、培地内での拮抗現象は栄養分の摂取競争によるものではないと判断した。培地内での拮抗細菌の増殖はかいよう病菌によって阻害されることはなく、希薄な培地においてはやや助長される傾向があった。両細菌をカンキツ葉組織内に接種した場合、拮抗細菌によるかいよう病菌の増殖阻害の程度は接種法によって異なり、注入接種の場合には付傷接種の場合ほど顕著でなかった。拮抗細菌は単独接種の場合でもカンキツ葉組織内で数日間はかなり増殖するが、かいよう病菌と混合接種すると、その増殖は助長された。また、単独接種した拮抗細菌は増殖後急速に減少していくが、この減少傾向はかいよう病菌と混合接種すると著しく抑えられた。

引用文献

1. Bradbury, J. F. (1970). CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 232.
2. Dowler, W. M. (1971). Proc. Third Internat. Conf. Plant Pathogenic Bacteria, Wageningen, pp. 303-311.
3. Goodman, R. N. (1965). Phytopathology 55: 217-221.
4. Goodman, R. N. (1971). *Ibid.* 57: 22-24.
5. Goto, M., Tadauchi, Y. and Okabe, N. (1979). Ann. Phytopath. Soc. Japan 45: 618-624.
6. Goto, M., Takemura, I. and Yamanaka, K. (1979). *Ibid.* 45: 625-634.
7. Htay, K. and Kerr, A. (1974). Jour. appl. Bact. 37: 525-530.
8. Kerr, A. (1972). *Ibid.* 35: 493-497.
9. Kerr, A. (1974). Physiol. Pl. Pathol. 4: 37-44.
10. Klement, Z. (1971). Proc. Third Internat. Conf. Plant Pathogenic Bacteria, Wageningen, pp. 151-164.
11. 小泉銘冊 (1977) 日植病報 43: 129-136.
12. 太田孝彦 (1971) 植物防疫 25: 397-400.
13. 太田孝彦 (1972) 九州病虫害研究会報 18: 136-137.
14. 太田孝彦 (未発表)
15. Teliz-Ortiz, M. and Burkholder, W. H. (1960). Phytopathology 50: 119-123.
16. Young, J. M. (1971). Proc. Third Internat. Conf. Plant Pathogenic Bacteria, Wageningen, pp. 77-80.