拮抗微生物による土壌病害の生物的防除 本間善久*

土壌病害の生物的防除法の中でも、拮抗微生物を利用する防除法については、近年研究が盛んになってきており、その論文数も膨大な数に達するが、実用化されたものはきわめて少ない。防除効果の改善のために様々な研究が盛んに行なわれているが、ここでは主に寄生、抗生、競合などの拮抗のメカニズムの視点から、研究の現状を紹介する。

拮抗微生物は、土壌病原菌に対して干渉作用を有し、その活性や生存に影響する。土壌は拮抗微生物の宝庫とされ、古くからその働きを利用した生物的防除法の開発が試みられてきた。その防除効果は、土壌環境における宿主植物に対する病原菌と拮抗微生物の相対的力関係によると考えられている。手法としては、もともとその土壌に生息する土着の拮抗微生物を活性化する方法と、一旦分離し、増殖させた後、何らかの方法で再導入する方法があり、これらによる利用が図られている。拮抗微生物の働きによって、病原菌の菌量の減少や活性低下が期待され、その結果として土壌病害の発病軽減に結びつくと考えられる。

拮抗微生物は、培地上で病原菌と対峙培養することによって容易に識別でき、自然界におけるその働きは発病抑止土壌の存在などによって知ることができる。しかし、拮抗微生物を効率よく、どのような方法で、どこから得るか、またそれを土壌病害の生物的防除にどのように利用するかに関しては、多くの要因が関与しているため、簡単に解決できない場合が多い。

本稿では、土壌病害の生物的防除法開発における拮抗微生物利用の現状や技術上の課題、効果発現のメカニズム、根圏定着性や実用化の問題などについて概説する。

拮抗微生物利用の現状

土壌病害の生物的防除に拮抗微生物を利用しようとする試みは古くから行なわれてきたが、近年、わが国においても盛んになっている。その背景には多くの要因が関与していると思われるが、①既存の防除手段で不十分な部分を補う新手法の要求、②環境保全やより安全な農産物への要求、③バイオテクノロジーなどの新手法導入による研究開発拡大の可能性、などが刺激したものと考えられる。土壌病害の生物的防除に利用されている拮抗微生物は、細菌、放線菌、糸状菌の他に原生動物などの土壌微小動物も含まれる。わが国においては、現在、実用化を目指した生物的防除の研究開発が進められており（表 1）、以下にその試験研究例を紹介する。

1. Strain 84 による根頭がん腫病の生物的防除

拮抗微生物を利用した生物的防除例のうち最も効果的で実用的なものは、核果類果樹や花き類の根頭がん腫病を予防的に防ぐ *Agrobacterium radiobacter* strain 84 によるものであろう。この菌株は、1972 年にオーストラリアで分離されたもので⁽¹⁾、根頭がん腫病菌 *A. tumefaciens* biovar. 1, 2 に対して強い抗菌活性を有し、高いがん腫病予防効果があり、世界各地で実用化されている。わが国においても牧野ら⁽²⁾によってその実用性が立証され、1990 年に生物農薬として販売されるようになった。

Biological Control of Soilborne Diseases by Antagonistic Microorganisms

* Yoshihisa HOMMA, 北海道農業試験場

表 1 ■ わが国における拮抗微生物による土壌病害の生物的防除の主な試験例

拮抗微生物	土壌病害	病原菌	研究者
<i>Trichoderma lignorum</i>	タバコ白絹病	<i>Corticium rolsfii</i>	大島 (1966)
<i>Agrobacterium radiobacter</i> K84	バラ根頭がん腫病	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	牧野・森田 (1985)
<i>Pseudomonas</i> spp.	テンサイ 苗立枯病	<i>Pythium</i> spp.	李・生越 (1985)
<i>Pseudomonas cepacia</i>	ダイコン苗立病	<i>Rhizoctonia solani</i>	本間ら (1986)
<i>Pseudomonas</i> spp.	アズキ立枯病	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>azukicola</i>	長谷川ら (1986)
<i>Pseudomonas gladioli</i> pv. <i>gladioli</i>	ユウガオつる割病	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lagenariae</i>	木嶋ら (1986), 有江ら (1986)
蛍光性 <i>Pseudomonas</i>	ホウレンソウ苗立枯病	<i>Pythium aphanidermatum</i>	熊倉・内記 (1986)
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	ジャガイモそうか病	<i>Streptomyces scabies</i>	竹内・谷井 (1986)
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	コムギ立枯病	<i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i>	宮島・斎藤 (1987)
<i>Pseudomonas glumae</i>	トマト青枯病	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	脇本ら (1987)
<i>Bacillus</i> sp.	アズキ落葉病	<i>Cepharosporium gregatum</i>	山本ら (1988)
<i>Enterobacter</i> sp.			
<i>Pseudomonas cepacia</i>			
<i>Pseudomonas</i> spp.	テンサイ 苗立枯病	<i>Aphanomyces cochlioides</i>	築尾ら (1988)

2. 非病原性菌による生物的防除

厳密には、拮抗微生物利用の例として挙げるのは適当でないかも知れないが、非病原性の *Fusarium oxysporum* 菌株の前接種によるサツマイモつる割れ病の生物的防除が実用化例として特筆される。この菌株は、小川ら⁽³⁾によって健全なサツマイモの組織から分離された。圃場に移植前に、非病原性菌を挿し穂に前接種すると、ベノミール剤と同程度につる割病を防除できる (図 1)。その後、この菌株の製剤化に成功し、実用的

図 1 ■ 自然汚染圃場におけるサツマイモつる割病および収量に及ぼす非病原性 *Fusarium oxysporum* の前接種の効果⁽³⁾

に利用できるようになった⁽⁴⁾。

このような非病原性の *Fusarium* 菌を利用した土壌病害の生物的防除例は、トマト萎ちょう病、イチゴ萎黄病、エダマメ萎ちょう病などの導管病や非病原性 *Rhizoctonia* 菌を利用したテンサイ根腐病についても見られる。

3. ネギ属作物の混植によるユウガオつる割病の生物的防除

拮抗微生物のユニークな実用化例として、*Pseudomonas gladioli* をネギ属作物の根に浸漬接種し、ユウガオ (カンピョウ) と混植することによってつる割れ病防除に成功した例を挙げることができる⁽⁵⁾。栃木県下のユウガオ栽培地帯では、タマネギと混植栽培する伝統農法があり、その地域ではつる割病はまったく問題にならない。この現象からヒントを得て、そのメカニズムを調べたところ、発病がみられないのはタマネギ根圏に生息する *P. gladioli* の働きによることが明らかになった⁽⁶⁾。この混植栽培技術は、トマト根腐萎ちょう病、イチゴ萎黄病、ゴボウアザミ黒瘧病など、各種土壌病害に有効であることが実証されている。

4. バクテリアゼーションによるジャガイモそうか病の生物的防除

そうか病は、北海道のジャガイモ栽培において

図 2 ■ ジャガイモそうか病および収量に及ぼすバクテリゼーションの効果⁽⁷⁾

大きな障害となっているが、十勝地方においては数種の病徴が確認され、それぞれの病原菌が明らかにされている⁽⁷⁾。播種前に種いもに対して、*Pseudomonas* 菌などの根圏細菌を種子や根にバクテリゼーションを施すことによって、そうか病を実用レベルにまで防除できることが明らかにされた⁽⁷⁾ (図 2)。安定で、効果的な製剤が検討され、また、灌水、土壌 pH 処理、尿素施用など他の技術との組合せ効果も検討されており、実用化が待たれている。

このように、病害防除や作物の生育促進効果を期待したバクテリゼーションが、近年、生物的防除の研究の主流をなしている。わが国においてもこの種の研究例は多く、テンサイ苗立枯病、インゲン根腐病、アズキ落葉病、ダイコン苗立枯病などで見られる。いずれも研究途上にあり、今後の発展が期待されている。

5. 糸状菌による生物的防除

Trichoderma 製剤は、土壌病害の生物的防除剤として登録され、タバコ白絹病などで実用化された⁽⁸⁾。諸外国においては、*T. viride*, *T. harzianum*, *T. hamatum* などを利用して実用化に向けて盛んに研究が行なわれている^(9,10)。培養した菌をうね間に施したり、種子や塊茎片にコーティングして、各種作物の苗立枯病、菌核病、白絹病、萎ちょう病などを軽減するほか、土壌中の病原菌の数を減少させる効果がある。

Trichoderma, *Coniothyrium*, *Gliocladium*,

Sporidesmium などの糸状菌がインゲン菌核病菌やタマネギ黒腐病菌など各種病原菌の菌核に寄生することが知られている。これらの菌を土壌に施用すると菌核が死滅し、種子粉衣によって発病が軽減する。土壌 1g 当たり 100~1,000 個の分生胞子を加えると 75~96% の菌核が死滅し、2年間でレタスが 48~83% 増収した例がある⁽⁸⁾。

拮抗のメカニズム

拮抗作用は、寄生、抗生、競合、捕食など様々な形で現われ、これらが 1 つあるいは、幾つか組み合わさって作用すると考えられる。

1. 寄生

寄生作用は、糸状菌間で起こり、これを重複寄生あるいは糸状菌間寄生などと呼んでいる。*Trichoderma*, *Gliocladium*, *Laetisaria* などが寄生菌としてよく知られているが、これらは病原菌の菌糸に寄生して活性を抑制し、また菌核などの耐久生存器官に寄生して土壌中の病原菌量を減少させる。

寄生のメカニズムは、*Trichoderma* 菌でよく研究されている。寄生菌は、走化性と特異的レクチンによる凝集によって宿主を認識し、病原菌の菌糸に巻きついたり、侵入して死滅させる⁽¹¹⁾。寄生部分の細胞壁には侵入孔が観察され、病原菌の細胞壁を溶解するグルカナーゼやキチナーゼなどの酵素が働く。

2. 抗生

拮抗作用のうち抗生物質生産によるものが抗生であり、発病抑制における抗生物質の役割が論議されている。根頭がん腫病の生物防除は、アグロシン 84 (図 3) というバクテリオシンの作用による⁽¹⁾。本物質は、病原菌の DNA 合成や細胞壁合成を阻害して植物体への着生を抑える。*P. fluo-*

図 3 ■ 根圏細菌の生産する抗菌性物質

図 4 ■ *Pseudomonas cepacia* の自然分離株および NTG 突然変異株 (NTG-70 以下の株) による抗生物質生産性とダイコン苗立枯病抑制の関係⁽¹³⁾
 NMQ ; 2-(2-nonenyl)-または 2-(2-heptenyl)-3-methyl-4-quinolinol

rescens によるワタ苗立枯病の抑制は、この細菌が生産する 2 種類の抗生物質ピロールニトリンとピオルテオリン (図 3) が働くとする報告がある⁽¹²⁾。 *P. cepacia* のダイコン苗立枯病抑制におけるピロールニトリンの働きは、この抗生物質を生産しない突然変異株を用いて明らかにされた⁽¹³⁾ (図 4)。コムギ立枯病を抑制する *P. fluorescens* は、フェナジンカルボン酸 (図 3) を生産し、発病抑制に働く⁽¹⁴⁾。この場合は、抗生物質を根圏から直接検出・定量する方法と Tn 5 導入による遺伝的手法によってその働きを証明した。この菌の拮抗作用には、6~10 の遺伝子座が関与することが明らかにされている。

3. 競合

競合は微生物間における場所と餌の取り合いであり、絶対量が不足したときに起こる。*Pseudomonas* による作物の生育促進効果は、病原菌を含めた有害微生物との間での鉄に対する競合で説明されている⁽¹⁵⁾。鉄に対する競合は、細菌の生産するシュードバクチン (図 3) と名づけられた鉄キレート物質シデロフォアによる。根圏には病原菌以外にも作物の生育を阻害する有害細菌が存在する。作物の生育を促進する細菌は有害細菌の根への着生を阻害し、そのため作物の生育を阻害する有害因子が取り除かれて生育が良好になる。このようなメカニズムは、*P. putida* によるアマ萎ちょう

病の抑制効果においても証明されている⁽¹⁶⁾。

4. 捕食

捕食は搾取作用の一種で、大きな生物が小さい生物を攻撃する拮抗の形態である。土壤微小動物が病原菌を捕食する性質は食菌性と呼ばれている。食菌性アメーバは、病原菌を捕捉後包囲して細胞壁に丸い穴をあけ、侵入して原形質を吸収する⁽¹⁷⁾。他の微生物が攻撃しにくい耐久体をも捕食できるため、病原菌の数を減らす効果がある。根圏生息性の土壤小動物のうち、食菌性の線虫、ダニ類、トビムシ類に土壤病害抑制効果を持つものが知られている⁽¹⁸⁾。これらの小動物は、菌糸に対して走化性を示し、菌を捕食して増殖する。

5. 溶菌

溶菌は微生物の細胞壁が内的、外的要因によって分解、消失する現象をいい、細胞壁分解酵素が関与する。*Arthrobacter* や *Serratia* などが溶菌微生物として知られている。*Trichoderma* による生物的防除のメカニズムが細胞壁分解酵素の働きによることは前述した。これらの酵素をコードする遺伝子を細菌や酵母にクローニングし、拮抗微生物に導入することによって超生物的防除要因の作製が試みられている⁽⁹⁾。

6. その他のメカニズム

拮抗作用や生物的防除のメカニズムはきわめて複雑であり、これまでに述べた他にも種々の説明がなされている。*Pseudomonas* などの細菌は、インドール酢酸やジベレリンなどの植物ホルモンを生産し、根組織のホルモンバランス、微生物間の相互作用、根の感受性や抵抗性などにも影響を与えるとされている。また、拮抗微生物が植物の抵抗反応を誘導し、発病抑制に関与するとする報告もある。

根圏定着性

1. 根圏微生物

作物の根の周囲では、分泌物やはげ落ちた根の組織などを利用する微生物の活性が高い。また活

性ばかりでなく、そこに生育する微生物の種類にも特性があり、これらはとくに根圏微生物と呼ばれ、細菌の場合には根圏細菌 (rhizobacteria) と呼ばれている。根圏細菌は、作物に対する作用により、植物生育促進性根圏細菌 (PGPR)、有害根圏細菌 (DRB) に分けられている。拮抗微生物を土壤病害の生物的防除に利用しようとするとき、拮抗能とともに根圏に定着する能力が要求される。近年、根圏細菌を用いた試験研究が生物的防除法開発の主流をなしているのは主にこの理由による。拮抗微生物が定着するための最も基本的なことは根圏微生物を使用することであり、根圏微生物からスクリーニングして有望な菌株を得ることが必要である。

2. 根圏着生能

拮抗微生物が根圏に定着するには、根に到達後根端部に移動し、他の微生物との競合下で増殖する必要がある。種子にコーティングした *P. fluorescens* や *P. putida* は、播種後種子からの分泌物に反応して増殖する⁽¹⁹⁾。発芽種子の周囲は微生物活性が高く、種子圏 (spermosphere) とも呼ばれているが、そこで増殖後、幼根に着生する。発芽して間もない作物の根への着生は、表皮細胞の縫合部から始まり、次第に細胞表層全体に広がる。

トウモロコシの場合、*P. fluorescens* を種子に $10^3 \sim 10^7$ cfu (colony forming unit) の濃度でコーティングして播種すると、根 1 g 当たり $10^4 \sim 10^6$ cfu の菌数で根圏に定着する⁽²⁰⁾。ジャガイモの種いもに塗布した蛍光性 *Pseudomonas* spp. は根圏全体に定着し、その菌数は2週間で根 1 cm 当たり 9.8×10^4 cfu、全生育期間の平均は 10^3 cfu であった⁽²¹⁾。冬コムギでは、*P. fluorescens* を種子当たり 10^8 cfu の濃度でコーティングして播種し、1カ月後に 0.1 g の根当たり 10^6 cfu の菌数が検出されている⁽²²⁾。冬期間には菌数が減少するが、春に再び増加する。菌数は、罹病根のほうが健全根に比べ10倍も多いことは興味を持たれる。

根圏細菌の生態に関する研究は、リファンピシンやナリジキシン酸などの抗生物質に耐性の菌株を用いて行なわれている。しかし、このような耐

性菌はもとに戻ったり、また耐性遺伝子が他の形質に影響するなどの弊害があり、菌株追跡のマーカーとしては疑問視する見方もある。最近、根圏における *P. fluorescens* のラクトース分解能をマーカーとして追跡する方法が開発されている。

根圏着生能 (rhizosphere competence) とは、発育中の根圏において微生物が生育し、機能する遺伝的特性である。その属性として、①細胞表面多糖質、②線毛、③鞭毛、④走化性、⑤耐塩性、⑥炭水化物利用能などが挙げられている⁽²³⁾。根圏における着生や拮抗作用に影響する物理化学的要因を明らかにするとともに、拮抗微生物の菌株の育種・改良のために根圏定着に関与する特性の分子生物学的・遺伝学的研究の進展が求められている。

製剤化および実用化技術

1. 拮抗微生物の製剤化

生物的防除剤は、当然のことではあるが、生きているということが農業と異なる点である。すなわち、製剤化過程、貯蔵期間、施用作業などを通して活性を維持することが必須である。また、農業は施用後分解して減少するのに対して、生物的防除剤は増殖して根に着生し、効果を発揮しなければならない。これらを考慮し、取り扱いやすい形に製剤化が試みられている。

拮抗微生物をメチルセルロースとともにテンサイ種子にコーティングしたり、20% のゼンサンガムとタルクで乾燥製剤を作製してジャガイモに施すなどの方法が試みられ、好結果を得ている⁽²⁴⁾。*Pseudomonas* 菌は、アルギン酸ソーダとスキムミルクの乾燥製剤中で長期間生存し、施用後速やかに根圏に定着する⁽²⁵⁾。ワタ苗立枯病に有効な *P. fluorescens* のピート製剤は、アメリカ合衆国南部の生産者間で実用化されている。また、テンサイ苗立枯病に効果のある *Pseudomonas* spp. をペレット種子に導入して、ペレット内での生存期間、播種後の根圏定着性、生物的防除効果などの調査が行なわれている⁽²⁶⁾。糸状菌でも *Talaromyces flavus* や *Glilotadium virens* で、アルギン酸塩と粘土鉱物の混合物でカプセル化して良好

な結果を得ている⁽²⁷⁾。

2. 他の技術との併用効果

土壌病害の生物的防除は、①特異性が高い、②変異しやすい、③効果が弱い、④条件によって効果が大きく変わる、⑤持続性に乏しいなどの欠点がある。これらの欠点をカバーするために、生物的防除法と他の農業技術との組合せによってその効果を高めようとする試みがなされている。

たとえば、農業との組合せによって、①両者の累積効果、②農業軽減、③耐性菌出現防止、④拮抗菌定着性増加などの有利性が期待できる。たとえば、*T. viride* や *T. harzianum* を馴致培養や UV 照射してペノミール耐性の突然変異株を作製し⁽²⁸⁾、ペノミールとの併用によってキク萎ちょう病の防除効果を高めた試験例がある⁽²⁹⁾。ペノミール耐性菌は、生育速度やセルラーゼ活性などが高く、親株よりも根圏着生能が高いことが明らかにされている⁽³⁰⁾。

太陽熱処理は、それだけで実用化しうる防除技術として各方面で利用されているが、その効果はある種の生物的防除によると考えられている。*P. fluorescens* は、太陽熱処理によって微生物フロアが単純化した土壌に栽培した根圏でいち早く増殖し、拮抗微生物として働く。このように、くん蒸や太陽熱処理によってフロアの単純化した土壌に拮抗微生物を導入することによって、定着を促進し、効果を高めることが可能である。

堀田ら⁽³¹⁾は、インゲン根腐病のバクテリゼーションによる防除効果を尿素との併用により、また谷井ら⁽⁷⁾は、ジャガイモそうか病の防除効果を灌水やフェロサンドによる土壌 pH 低下との組合せによって高める試みを行なっている。

*

拮抗微生物を有効利用するためには、技術上は最終的には製剤化や施用法の問題が解決されなければならないが、ここまで到達した研究例はきわめて少ない。それ以前の、拮抗微生物の分離源をどこに求め、どのような方法で分離し、スクリーニングするのが大きな問題である。土壌病害の

発生が少ない発病抑止土壌や伝承農法から拮抗微生物を経て生物的防除法の開発に成功した例が見られることから、1つには分離源をこのようなところに求めるのが早道かも知れない。バクテリゼーションによって防除しようとするなら根圏や種子圏から、また菌核破壊による菌数減少を狙うなら菌圏というように、その効果を狙う場所に分離源を求める必要がある。拮抗微生物の効果は特異性が高いので、どのような方法で、どのような病害の防除に利用するかによってスクリーニング法を選択する必要がある。

生物的防除効果は、病原菌に対する拮抗微生物の相対的な数によって決まる数の論理でもある。接種の技術上の課題として、より多くの菌数を植物体に付着させ、施用後速やかに根圏に定着し、機能を発揮することが要求される。このような菌数や機能維持、土壌への拡散、根圏定着性増強などの問題は、大量培養法、製剤化、施用法の技術的課題でもある。拮抗微生物の最も簡単な接種法は、単に培養液に浸漬したり培養菌体やその乾燥物でコーティングする方法であるが、対象となる植物体の性質によって接種法も異なる。植物体への付着、拮抗微生物の活性維持、保存性、施用後の拡散、根圏への定着性などを考慮して種々の資料を利用して製剤化が試みられている。

バクテリゼーションに有効な根圏細菌の菌株は、発芽種子や根の分泌物にいち早く反応して増殖し、幼根に急速に着生して根圏に定着する性質を有する。一旦根に着生した細菌は、植物の加齢に伴う根圏微生物の遷移の中でその地位を維持しなければならない。そのために、抗生物質やデフロフォアなどの物質生産能が重要な働きをすると考えられている。有望な菌株を得るためには、根圏への定着能とともに、これらの物質の生産能を対象として探索し、スクリーニングを行なう方法の開発が求められる。

文献

- 1) A. Kerr : *Plant Disease*, 64, 25 (1980).
- 2) 牧野孝宏, 森田 偉 : 静岡農試研報, 30, 53 (1985).
- 3) 小川 奎, 駒田 旦 : 日植病報, 50, 1 (1984).
- 4) 小川 奎 : 農研センター研報, 10, 1 (1988).

- 5) 木嶋利男, 有江 力 : 植物防疫, 41, 129 (1987).
- 6) 有江 力, 木嶋利男 : 日植病報, 53, 531 (1987).
- 7) 谷井昭夫, 堀田治邦 : 日植病 北海道部会 シンポ講要, 7 (1987).
- 8) 大島俊市 : 岡山たばこ試報, 27, 1 (1966).
- 9) I. Chet : "Innovative Approaches to Plant Disease Control", ed. by I. Chet, 1987, p. 137.
- 10) G. C. Papavizas : *Ann. Rev. Phytopathol.*, 23, 23 (1985).
- 11) R. Barak, Y. Elad, D. Mirelman & I. Chet : *Phytopathology*, 75, 458 (1985).
- 12) C. R. Howell & R. D. Stipanovic : *Phytopathology*, 69, 480 (1979).
- 13) Y. Homma & T. Suzui : *Ann. Phytopath. Soc. Jpn.*, 55, 643 (1989).
- 14) L. S. Thomashow & D. M. Weller : *Phytopathology*, 77, 1724 (1987).
- 15) M. N. Schroth & J. G. Hancock : *Science*, 216, 1376 (1982).
- 16) F. M. Scher & R. Baker : *Phytopathology*, 72, 1567 (1982).
- 17) K. M. Old : *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 68, 277 (1977).
- 18) 本間善久 : 植物防疫, 39, 553 (1985).
- 19) J. W. Kloepper *et al.* : *Can. J. Microbiol.*, 31, 926 (1985).
- 20) F. M. Scher *et al.* : *Can. J. Microbiol.*, 30, 151 (1984).
- 21) J. W. Kloepper *et al.* : *Phytopathology*, 70, 1078 (1980).
- 22) D. M. Weller : *Phytopathology*, 73, 1548 (1983).
- 23) D. M. Weller : *Ann. Rev. Phytopathol.*, 26, 279 (1988).
- 24) J. W. Kloepper & M. N. Schroth : *Phytopathology*, 71, 590 (1981).
- 25) Y. Bashan : *Appl. Environ. Microbiol.*, 51, 1089 (1986).
- 26) 築尾嘉章, 杉本利哉, 大藤泰雄, 生越 明, 内野浩克, 神沢克一 : 日植病報, 55, 507 (1988).
- 27) D. R. Fravel, J. J. Marois, M. T. Donn & G. C. Papavizas : *Soil Biol. Biochem.*, 47, 163 (1985).
- 28) G. C. Papavizas, J. A. Lewis & T. H. Abd-El Moity : *Phytopathology*, 72, 126 (1982).
- 29) J. C. Locke : *Plant Disease*, 69, 167 (1985).
- 30) J. S. Ahmad & R. Baker : *Phytopathology*, 77, 182 (1987).
- 31) 堀田治邦, 谷井昭夫 : 日植病第1回バイオコントロール研究会, 40 (1989).

お知らせ

国際フロンティア研究計画 (Frontier Research Program-RIKEN) 研究員の募集

理化学研究所フロンティア研究計画では FRP 研究員を下記の要領にて若干名募集します。

資 格 : 36歳以下で博士課程修了あるいは同等以上の研究能力を有する方。FRP 研究員は日本版ポストドシステムで1年ごとの契約です。

研究テーマ : 植物ホルモンの生合成と光調機構の關係の化学的、分子生物学的研究。

締 切 : 1991年9月30日

応募方法 : 履歴書, 業績リスト, 推薦状(3通)を下記へ郵送。
〒351-01 和光市広沢 2-1 理化学研究所 フロンティア
研究推進部 担当 神谷勇治
TEL 0484-62-1111 ex. 3463 FAX 0484-62-4679