

講演 2

バイオテック利用による植物保護をめぐる研究開発の動向

神戸大学農学部教授 加藤 肇

バイオテクノロジーを有効に利用して植物を保護するという分野には無限の可能性があり、すでに先駆的な研究がある。 野外実験の安全性評価で世界のジャーナリズムをわかせた氷核細菌の利用、病気や害虫に抵抗性の形質転換植物の作出などである。 一方、手法としての細胞融合の基盤となった高等植物のプロトプラストの作出は、植物ウイルスの感染機作を研究するため、植物病理学の基礎研究として誕生したものである。

また、高等植物への遺伝子導入に利用されているTiプラスミッドやRiプラスミッドは植物ガンを形成する根頭がんしゅ病の研究から得られたものである。 基礎研究の深化が飛躍的な新技術を誕生させることをまず銘記したい。

ここでは視点を有用微生物の利用にしぼって、自然の緑を保つため、植物の病気、害虫、雑草を制御する問題についての話題を提供してみたい。 本課題については、農林水産省農業研究センターが主催して研究会が開かれ、結果は単行本として「農業有用微生物」（養賢堂・東京、1990）に収録し発行されている。

1) 弱毒ウイルスによる植物ウイルス病制御

植物には動物のような抗原抗体反応がない。 植物病原ウイルスは植物細胞内で自己増殖を行なう。 植物細胞の機能をそのまま利用して自らの核酸の複製と外被たんぱく質の合成を行なうため薬剤による直接的な防除は、現在困難である。 そこで、考案されたのがウイルス相互の干渉作用を利用し、弱毒ウイルスを人工的に前接種し、病原強毒ウイルスを制御する方法である。 干渉作用は ①ウイルスに利用される宿主代謝産物の競合、②ウイルス成分の結合による阻害、③ウイルス移行の阻害、④外被たんぱく

質による阻害などによるとされている。わが国では、すでに実用例もみられる。

ウイルスの分子構造解析が進むにつれ、弱毒ウイルスの分子生物学的作出も可能となった。また、昆虫媒介性を除去した弱毒ウイルスの作出なども進められている。

2) 拮抗微生物の利用による植物病害制御

植物病原体の生長、増殖を阻害するカビ（糸状菌）、細菌、ウイルス、線虫などの生物はいずれも利用の可能性がある。特定の微生物やその複合体による拮抗作用を利用しようとする研究は土壌病害を対象として活発である。葉面微生物を対象とした研究も始まっている。有用微生物の選別と同時に、これらの利用定着や利用時の環境調節技術も平行して開発することが必要となってくる。拮抗微生物の作用の仕方は、①病原菌密度の生物的制御、②植物体表面の生物的保護、③植物自体の抵抗性の誘導または交叉防御（同種の非病原菌が病原菌を制御）に大きく分けられている。①②を支配する拮抗作用は i) 抗生：代謝産物による阻害、ii) 競合：栄養分、感染部位、酸素などのとりあい、iii) 寄生：寄生による相手の制御、iv) 溶菌：溶菌による菌体の破壊、分解、変質などがある。今後、利用微生物の分子生物学的な作出が進むものとみられる。

3) 天敵微生物による害虫制御

自然界での昆虫固体群の密度制御要因として微生物が関与していることは良く知られている。これを逆手にとって害虫を制御しようとするものである。研究を効率的に進める上では対象昆虫の人工飼育、その昆虫での微生物（特にウイルス）の増殖技術などが先行しなければならない。BT剤（バチルス・チューリングエンシスという細菌）の利用は実用化されている。分子生物学的手法による有効株の選抜も行なわれている。

ウイルス、糸状菌、線虫の利用も実用化されつつあり、西欧諸国のマーケットは年間4000万\$とされており、今後80億\$との予測もある（ケミカル・ウィーク誌）。

4) 微生物による雑草制御

雑草の生物的防除は、昆虫利用が先行したが、近年微生物利用の研究が進められている。雑草群落に微生物を接種し、そこで定着させ、自然に病気を蔓延させて制御する方法と、微生物を大量培養して、毎年人工的に散布、接種して制御する方法とが考えられている。

①対象とする雑草の選定、②これに対する病原菌の収集、③室内試験による効果と特異性（その雑草のみに寄生すること。有用植物に病原性がないことの確認が必要。）の評価、④野外試験による評価のステップが必要である。試験中に病原菌が野外に漏出しない設備が必要となる。

以上、4つの分野について述べたが、植物保護の分野だけに限っても、夢は大きくふくらんでいる。

表 1

土壌病害に対する交叉防御の研究

(小川, 1990)

作物	病原菌	抵抗性を誘導する微生物	文献
トマト	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	<i>Cephalosporium</i> sp.	Smith, 1957 ; Chisler ら, 1962 ; Allison ら, 1963 ; Phillips ら, 1967
		<i>F. oxy.</i> f. sp. <i>lini</i>	Davis, 1967
		<i>F. oxy.</i> f. sp. <i>batatas</i>	Davis, 1968
		<i>F. oxy.</i> f. sp. <i>lini</i>	Langton, 1969
		<i>F. oxy.</i> f. sp. <i>dianthi</i>	Matta ら, 1969
		<i>F. oxy.</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	本間ら, 1977
		<i>F. oxy.</i> f. sp. <i>dianthi</i>	Mymere ら, 1982
		<i>F. oxy.</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	雨宮ら, 1986
		<i>Verticillium dahliae</i>	Avirulent <i>V. albo-atrum</i>
	<i>V. albo-atrum</i>	<i>F. oxy.</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	Tigchelaar ら, 1975
アマ	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lini</i>	Less pathogenic race	Berloug, 1945
ワタ	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>vasinfectum</i>	<i>Cephalosporium</i> sp.	Roy ら, 1963
		<i>Tbielaviepsis basicola</i>	Mathre ら, 1967
	<i>Verticillium albo-atrum</i>	Mild strain	Schnathorst, 1966
		Avirulent strain	Bell ら, 1969
オクラ		Mild race	Zaki ら, 1972
ハッカ	<i>Verticillium dahliae</i>	<i>Cephalosporium</i> sp.	Bedi, 1966
エンドウ	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>pisi</i>	<i>V. nigrescens</i>	Melouk ら, 1975
		<i>F. solani</i> f. sp. <i>pisi</i>	Buxton ら, 1959
サツマイモ	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>batatas</i>	<i>Cephalosporium</i> sp.	Long, 1959
		<i>F. solani</i> f. sp. <i>batatas</i>	McClure, 1951
		Non-pathogenic <i>F. oxy.</i>	小川ら, 1984
トウモロコシ	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>vasinfectum</i>	<i>Cephalosporium maydis</i>	Sabet ら, 1966
		<i>F. oxy.</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	shimotsuma ら, 1972
スイカ	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>		
マスクメロン	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i>	Less virulent strain	Meyer ら, 1971
		Incompatible race	Malot ら, 1975
キュウリ	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	<i>F. oxy.</i> f. sp. <i>melonis</i>	Geasler ら, 1982
		<i>Verticillium dahliae</i>	Tjamos, 1979
イチゴ	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>fragariae</i>	Non-pathogenic <i>F. oxy.</i>	手塚ら, 1988
カーネーション	<i>Fusarium roseum</i> 'Avenaceum'	<i>F. roseum</i> 'Gibbosum'	Baker ら, 1978

表 2

欧米における糸状菌の利用による害虫制御 (坂上, 1990)

菌 種	商品名	対 象 害 虫	地 域	備 考
<i>Beauveria bassiana</i>		ナガカメムシ (Chinch bug)	北米 (1880~1900)	
	Boverin	コロラドハムシ シンクイガ	ソ連, ポーランド, アメリカ, フラン ス, ソ連	Dipterex と併用, 25年間継続事業
		アワノメイガ マツカレハ	中国 中国	
<i>Metarhizium anisopliae</i>		コムギのコガネムシの 一種 (<i>Anisopliae austriaca</i>)	ソ連 (1879, 1880)	メチニコフによる
		サトウダイコンのシギゾ ウムシ (<i>Cleonus punctiventris</i>)	ソ連 (1886, 1888)	クラジルシクによ る
	Metaquino	サトウキビ害虫	ブラジル (1979~ 1980)	146,000ha に散布 継続中
		ココナッツのコガネムシ	トンガ, サモア	エンバク培養
<i>Beauveria brongniartii</i>		コフキコガネ	フランス (<i>M. melolontha</i>)	土壌施用, 4年間 有効
<i>Nomuraea rileyi</i>		タバコガ, ヨトウガ類	北米, ブラジル	
<i>Verticillium lecanii</i>	Mycotal	カイガラムシ	イギリス	温室内散布
	Vertalec	アブラムシ, コナジラミ		保存法が問題
<i>Hirsutella thompsonii</i>	Mycar	ミカンサビハダニ, ニセ ナミハダニ	北米, イスラエル, 中国	
<i>Entomophthora</i>		チャハマキなど	中国, ソ連	resting spore の 人工的発芽

表 3

農薬登録された天敵ウイルス

(国見, 1990)

害 虫 名	病原体	製 品 名	対 象 害 虫 名	実施国
<i>Heliothis zea</i> (bollworm, corn earworm, tomato fruit moth)	NPV	Biotrol VIIZ, Eicar, Viron H	ヨトウムシノ一種	アメリカ
<i>Heliothis virescens</i> (tomato budworm)	NPV	Biotrol VHZ, Elcar, Viron H	ヨトウムシの一種	アメリカ
<i>Spodoptera exigua</i> (beet armyworm)	NPV	Biotrol VSE	シロイチモジヨトウ	アメリカ
<i>Trichoplusia ni</i> (cabbage looper)	NPV	Biotrol VTN Viron T	イラクサギンウワバ	アメリカ
<i>Orgyia pseudotsugata</i> (douglas-fir tussock moth)	NPV	TM Biocontrol-1 Virtuss	ドクガの一種	アメリカ カナダ
<i>Lymantria dispar</i> (Gypsy moth)	NPV	Gypchek Virin-Ensh	マイマイガ	アメリカ ソ連
<i>Dendrolimus spectabilis</i> (pine caterpillar)	CPV	マツケミン	マツカレハ	日本
<i>Pieris rapae</i> (imported cabbageworm)	GV	Virin-GKB	モンシロチョウ	ソ連
<i>Neodiprion sertifer</i> (pine sawfly)	NPV	Neochek-S Virin-Diprion	マツノキハバチ	アメリカ ソ連
<i>Neodiprion lecontei</i> (red-headed pine sawfly)	NPV	Lecontvirus	ハバチの一種	カナダ

表 4

1975年以降のウイルスによる樹木害虫の防除試験例 (国見, 1990)

害 虫 名	ウイルス	散布方法*	樹木種	文 献
マイマイガ	NPV	A	ナラ, カシ	Mihalache ら, 1978
	NPV	G	ナラ, カシ	Mihalache ら, 1978
	NPV	A	ナラ, カシ	Lewis, 1981
<i>Orgyia pseudotsugata</i>	NPV	H	white モミ	Hofaker ら, 1980
	NPV	H, G	アメリカマツ	Shepherd ら, 1984
	NPV	A	アメリカマツ	Otovos ら, 1987
<i>Choristoneura fumiferana</i>	NPV, CPV	A	バルサムモミ	Cunningham, 1982
	NPV, CPV	A	white モミ	Cunningham, 1982
<i>C. occidentalis</i>	NPV	A	アメリカマツ	Hodgkinson ら, 1979
<i>Malacosoma disstria</i>	NPV	H	ポブラ	Ives, 1982
<i>Operophtera bruceata</i>	NPV	G	ポブラ	Ives and Cunningham, 1980
<i>Erannis defoliaria</i>	NPV	G	ナラ, カシ	Skatulla (unpublished)
<i>Neodiprion sertifer</i>	NPV	H	scot マツ	Entwistle ら, 1979
	NPV	G	scot マツ	Entwistle ら, 1979
	NPV	A	マツ	Anonymous, 1976
<i>N. lecontei</i>	NPV	H	赤マツ	Cunningham, 1982
クワゴマダラヒトリ	NPV	G	アカメガシワ カラスサンシ ヨウ, クワ	国見, 1986
タイワンカブトムシ	Baculovirus	R	ココヤシ	Marschall and Ioane, 1982
	Baculovirus	R	ココヤシ	Gorrick, 1980
<i>Oryctes monoceros</i>	Baculovirus	R	ココヤシ	Lomer, 1986

注) * A: 航空機散布, H: ヘリコプター散布, G: 地上散布, R: 感染成虫の放飼。

表5

アメリカにおける生物的除草剤の特許一覧 (Saliwanchik,1986)

番 号	公布年・月・日	発 明 者	特 許 名
U.S.3,849,104	1974・11・19	J.T.Daniel G.E.Templeton R.J.Smith,Jr.	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> による <i>Aeschynomene</i> sp.の防除
U.S.3,999,973	1976・12・28	G.E.Templeton	<i>C.malvarum</i> 胞子の製剤化と農業への 利用
U.S.4,162,912	1979・7・31	R.Charudattan	Milkweedvine の防除法
U.S.4,263,036	1981・4・21	R.Charudattan	<i>Hydrilla</i> の防除法
U.S.4,390,360	1983・6・28	H.L.Walker	Sicklepod, Showy crotalaria, coffee senna の病原菌による防除
U.S.4,419,120	1983・12・6	H.L.Walker	Prickly sida, Velvetleaf, Spurred an- oda の病原菌による防除

行本(1990)