



網室におけるバナナの抗黄葉病検定法とその選択効率
A Net-house Method for the Mass Screening of Resistance to Fusarium
Wilt in Banana and Its Efficiency in Clonal Selection

鄧澄欣、李淑英、戴奇協¹

by

Ching-Yan Tang, Shu-Ying Lee and Chi-Hsieh Tai

中國園藝第48卷第4期
中華民國91年12月

Journal of The Chinese Society for Horticultural Science
Vol. 48. No. 4, December 2002



網室におけるバナナの抗黄葉病検定法とその選択効率 A Net-house Method for the Mass Screening of Resistance to Fusarium Wilt in Banana and Its Efficiency in Clonal Selection

鄧澄欣、李淑英、戴奇協¹

by

Ching-Yan Tang, Shu-Ying Lee and Chi-Hsieh Tai

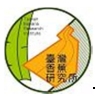
キーワード：バナナ、黄葉病、抗病育種、体細胞変異

Key words : *Musa*, banana, Fusarium wilt, resistant breeding, somaclonal variation

摘要：本研究は網室で人工接種病原菌を利用して、抗黄葉病バナナ品系（種）選択の可能性を検討した。黄葉病菌（*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, race 4）を分離し、その菌糸を砂、トウモロコシの混合物で 21 日間培養して、その少量を鉢の底におき、組織培養バナナ苗を植えつけた（de Beer et al. 1999）。2 カ月後根茎内部の病徴を検査した。本試験は異なった苗齢及び病原菌の接種量が発病に及ぼす影響を調べた。その結果、1 カ月苗齢のバナナ苗は発病速度と発病程度は共に 3 カ月苗齢のバナナ苗より高かった。病原菌接種量試験によれば全量菌種処理は半量菌種処理より発病速度が早かった。しかし 2 カ月後両者の発病程度に差異がなかった。半量接種量で所要の目的が達成せられると察される。以上の病原菌接種方法で「北蕉」に対して抗病選種の研究を行なった。20,176 本の組織培養苗より、単株選種で 46 個の抗性品系を初歩的に選抜した。更に、2 回の病原菌接種圃抗病性検定の結果、高抗品系 GC-1089 を選びだした、GC-1089 の最重病徴発生率は 13.1 %、抗病品種「台蕉 3 号」と感病品種「北蕉」はそれぞれ 21.6 % と 74.6 % であった。網室における検定法は簡単、効果高しで、又選びだされた抗病系の抗病性は長い間維持されていた。

1. 台灣バナナ研究所研究員、助理研究員及助理員。Research fellow, assistant research fellow and research assistant, respectively, Taiwan Banana Research Institute, P.O. Box 18, Chiuju, Pingtung, Taiwan, R.O.C. E-mail : tbri@ksts.seed.net.tw.

2. 本文は民国 91 年 4 月 23 日受領。Date received for publication : April 23, 2002.



序言

バナナ黄葉病，別称パナマ病は真菌フザリウム菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E. F. Smith) Snyder and Honsen) による系統性病害である。台湾で植えられている「北蕉」は抗病品種だと認められていたが、1967年に始めて黄葉病株が発見された、その後病原菌は第四生理小種^(11,12)と鑑定された。まもなく黄葉病は台湾のバナナ産地にひろがり、バナナ産業を威脅する嚴重な問題になった。黄葉病病原菌はバナナの根より侵入し、根茎の維管束を侵し、その褐化と黄葉等の病徴を表わし、植物体は次第に枯死する。水稻との輪作で病害の発生を減低できる以外に、抗/耐病品種の選抜は現在最も良い防治方法と思われる。台湾バナナ研究所は1985年より、体細胞変異 (somaclonal variation) を利用して、抗黄葉病選種⁽⁸⁾を推行了。十数年以來、抗病品種「台蕉1号」⁽³⁾、「台蕉3号」^(4,13)及び「宝島蕉」⁽¹⁾を育成し、農民に推广し、台湾バナナ産業の安定に重大なる貢献をあたえた。

体細胞変異によって、有能な利用できるバナナを選出する成功率は極めて低く、有効な選別方法はその成功の鍵と思われる。組織培養苗を利用して、抗病株選択を行う場合、三つの主な方法がある⁽⁷⁾。一、圃場検定法：鉢植え3カ月の組織培養苗を病原菌の分布均一な圃場に密植、4~5カ月後、根茎内部の褐化程度を調査する。病徴無しの苗の生長点分裂組織を取り、組織培養して育苗し、抗病性検定に供試する。二、鉢植え検定法：南アフリカ Z.C. de Beer⁽⁵⁾は砂とトウモロコシ混合物で黄葉病病原菌を培養し、鉢の底部に接種、3カ月のバナナ苗を根、土と一緒に鉢に植えつけ、根を病原菌と接触させ、4週後根茎の褐化を検査する。三、試験管検定法：ブラジルの学者^(9,10)は液体培養基で病原菌を培養、その濾過液をバナナ多芽団 (Multiple-bud-clumps) の試験管内で抗病の選択を行った。以上各方法はそれぞれ利弊がある。本研究は前述の鉢植え検定法を採用し、網室内で抗病検定効果を試験した。異なった苗齡、病原菌接種量と検定期等と比較し、それより我が地方の環境に最適な方法を検索、今後の抗病選種法の根拠としたい。本文はこの方法で「北蕉」抗病選種した結果を報告する次第である。



材料と方法

一、病原菌接種試験

「北蕉」を感病品種のバナナとして供試した。組織培養の方法⁽²⁾で不定芽誘導、発根及び馴化して苗を作った。穴盤又は鉢植え 1~3 カ月後、黄葉病病原菌接種試験に供試した。バナナ園で病株の仮茎を取り、無菌箱内で褐化した維管束を K-2 培養基⁽¹²⁾で培養した。病原菌の独特なコロニー形状に基づいて、*Fusarium oxysporum* 第四生理小種と確認後、その単孢子をバナナ仮茎碎塊を入れた試験管で培養、貯存した。

菌絲増殖介物 (Z.C. de Beer 私人通信) は砂土 (2,500 c.c.) + トウモロコシの粉 (500 c.c.) + 蒸餾水 (500 ml) を混合した後、ガラス瓶に入れ、高压高温殺菌釜 (オートクレーブ) で滅菌処理 (1.01 kg/cm^2 及び 121°C) 20 分間。冷却後、無菌箱の中で 1 小塊の病原菌を接種した。20 $^\circ\text{C}$ 、1,000 lux の生長箱内で 3 週間培養した後、接種材料にした。

接種する場合、ガラス瓶より病原菌附着の介物を取り出し、適量の砂土を加えて十分に攪拌し、その少量 (約 10 c.c.) を鉢又は穴盤の底部に入れ、バナナ苗を根、土と共にその上に植えた、接種後、毎月全葉数と黄化葉数を記録した。接種 2 カ月後、根茎の褐化状態を検査した。即ち、バナナ苗を掘り出し、土等の介物を清除、バナナ刀で根茎を切り割り、その内部の維管束褐化状態を観察した (図 1)、その病徴を無し、軽微及び嚴重の 3 級に分け、発病程度系数とした。

接種試験は更に二つの試験に分けた。(一) 異なった苗齡と鉢の大小：A. 鉢植え後 1 カ月のバナナ苗を 4 cm 直径の穴盤に植えつけた。B. 鉢植え後 3 カ月のバナナ苗を 8 cm 直径の鉢に植えつけた。穴盤と鉢内の土は砂と混合していない「病原菌附着の介物」そのままの全量菌種であった。(二) 異なった病原菌接種量：全量菌種、半量菌種 (菌種 1 : 砂土 1) と無菌処理の三処理。鉢植え後 1 カ月のバナナ苗を 4 cm 直径の穴盤に植えた。以上の子試験、各処理 2 反復、各反復 20 株苗。発病状況の調査：発病程度指数 (即ち 0=無病徴、1=軽微病徴、2=嚴重病徴) とその%比率。すべての数字は 2 回反復の平均数と標準差でその中値と差異性を表示した。

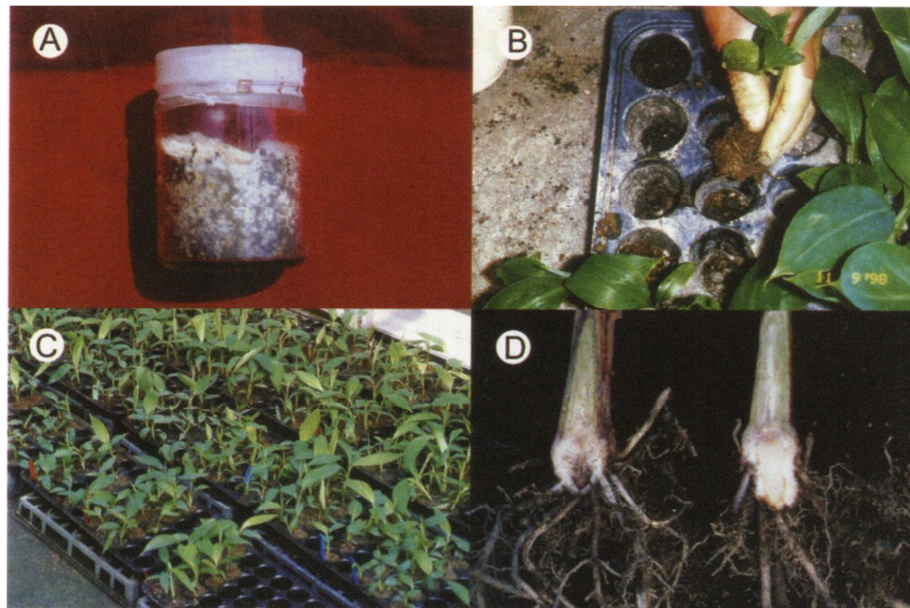


圖 1. 網室で黄葉病病原菌を人工接種した抗病選種の過程

Fig. 1. Procedure for the mass screening of resistance to Fusarium wilt by inoculation of pathogen in the net-house. A. Mycelia of Fusarium culture. B. Inoculation of mycelia at the bottom of plug-holes. C. Tissue-culture banana plantlets were transplanted to the plug-holes; D. Examination of disease symptom after 2 months of inoculation; left showing discoloration of vascular bundles; right: without symptom.

二、抗黄葉病バナナ選択試験

以上の試験結果に基づいて、網室内で1カ月のバナナ苗を菌種量半分を含んでいる砂土の穴盤（50穴、穴直径4cm）に植えた。供試品種は感病の「北蕉」。2~3カ月後、刀で根茎茎端を切り割り、病徴を検査した。もし、無病徴又は極く軽微な病徴を表わしているバナナ植株があれば、その茎端分裂組織を無菌状態で組織培養苗を作った。各系の苗を50株繁殖した。その苗は馴化後、15cm株高（約3カ月）になった時、病圃に移植して、品系抗病性を検定した。各品系は2回反復、各反復20株を供試した。RCBD設計排列。植えつけ4~5カ月後、根茎の褐変状態を検査した。

発病率が0~10%の場合「高抗」、11~30%は「中抗」、30%以上は「感病」と認めた。この第1回の病圃抗病性検定に入選した品系を再び100株繁殖し、本所の病圃で第2回の抗病検定を行なった。試験設計と調査方法は第1回のそれと同じ。但し、各反復に供試したバナナ苗は30~50株とした。第2回の検定で入選した品系を各々500株繁殖し、その苗を対照品種と共に台湾の高雄、屏東地区の農民のバナナ園3カ所で大規模の抗病試験を行なった。各試験区各品系（種）の植えつけ苗は100~200株、反復なし。植えつけ9~10カ月、開花後に外部病徴を基準として、黄葉病の発生率を調査した。



結果

一、異なった苗齡と鉢の大きさの試験

本試験で1カ月及び3カ月苗齡の「北蕉」苗をそれぞれ4cmと8cm直徑の穴盤及び鉢に植え、病原菌を接種した。1カ月及び2カ月後、総葉数は1カ月苗齡のが比較的少なく、黄化程度が高かった(表1)。2カ月後の根茎内部検査で発病程度(指数)は1カ月苗齡(1.63)のが高かった、3カ月苗齡の発病指数は1.25、両者に顕著な差異がなかった。発病率で計算した結果も同様であった。本試験は3カ月苗齡の抗病系(GCTCV-105)を対照とした、葉片黄化と根茎褐化指数は共に、感病系バナナより顕著に低かった。

表1. 蕉苗苗齡及び穴盤、鉢の大きさが黄葉病の発病程度に及ぼす影響

Table 1. The effect of the age of plant and pot size on the occurrence of Fusarium wilt.

品系 clone	苗齡 (月) Plant age (month)	盤鉢直 徑 Pot diameter (cm)	1 カ月後 After 1 month		2 カ月後 After 2 months		根茎の病徴 Internal symptom		
			総葉数 No. of Leaves*	黄葉百分 率% yellow leaves	総葉数 No. of Leaves*	黄葉百分 率% yellow leaves	発病指 数* Index*	発病率 % Infected plants	重病率 % heavily infected plants
北蕉*** (Pei Chiao)	1	4	3.55±0.13	37.4±14.8	3.34±0.38	53.8±7.1	1.63±0.9	93.4±9.4	63.4±4.7
北蕉 (Pei Chiao)	3	8	4.83±0.16	11.4±3.3	4.81±0.51	30.5±12.0	1.25±0.11	75.0±11.7	50.0±0.1
GCTCV-105	3	8	4.03±0.12	17.5±1.2	4.78±0.08	14.3±3.5	0.5±0.27	50.0±23.6	2.8±3.9

* 2回反復の平均値、各反復12~18株。接種全量病原菌。Means of two replications, 12~18 plants in each replication; Full dosage of inoculum was used.

** 内部病徴検査：0=無 1=軽微 2=嚴重。

Internal symptom: 0 = symptomless 1 = mild 2 = heavy.

*** 「北蕉」は感病品種、GCTCV-105は抗病品系。'Pei Chiao' is a susceptible cultivar; GCTCV-105 is a resistant clone.



二、病原菌接種量試驗

病原菌の接種量を全量菌種、半量菌種と無接種（対照）の3処理とした。病原菌接種1~2カ月後、各処理バナナの総葉数は3.9~4.1枚を維持し、各処理に顕著な差異がなかった。接種後1カ月の黄化葉数は全量菌種処理が最も多く、半量菌種処理はその次で、無接種対照処理が最少であった。処理後2カ月、半量菌種処理の黄化葉数は顕著に増加し、全量菌種処理の黄化葉数に近づいていた（表2）。2カ月後根茎内部の褐変程度を調査した結果、全量と半量の発病指数はそれぞれ1.47と1.34であり、顕著な差異がなかった。無接種対照処理バナナは発病しなかった。全量と半量各処理の発病率（嚴重病株と輕微病株を含む）は、それぞれ97.2と75%で、前者が高かった、両者の嚴重病株発生率は44.5と45.8%で差異がなかった。

表2. 病原菌の接種量が黄葉病の発病程度に及ぼす影響

Table 2. The effect of the amount of inoculum on the occurrence of Fusarium wilt

接種量 Amount of inoculum	1 カ月後 After 1 month		2 カ月後 After 2 months		根茎の病徴 Internal symptom		
	総葉数 No. of Leaves*	黄葉百分率 % yellow leaves	総葉数 No. of Leaves*	黄葉百分率 % yellow leaves	発病指数 Index**	発病率% Infected plants	重病率% heavily infected plants
全量 Full dosage	4.05±0.07	42.3±11.8	3.99±0.56	47.6±18.7	1.47±0.19	97.2±3.9	44.5±7.8
半量 Half dosage	3.89±0.41	30.5±2.2	4.04±0.06	47.0±17.1	1.37±0.24	75.0±11.7	45.8±17.7
0 Check	4.04±0.06	19.3±1.4	4.24±0.22	20.9±11.0	0	0	0

* 二回反復の平均値，各反復12~18株。試験品種は感病品種「北蕉」。Means of two replications, 12~18 plants in each replications. Susceptible cultivar 'Pei Chiao' was used in this experiment.

** 内部病徴検査：0=無 1=輕微 2=嚴重。

Internal symptom：0=symptomless 1=mild 2=heavy.

三、抗病バナナの選抜試験

1998~99 年間に鉢植え 1 カ月後の 20,176 株の「北蕉」組織培養苗を網室内で半量病原菌接種法で抗病選抜を行なった。2~3 カ月後、根茎の褐変状態を検査した。その結果、124 株の無病徴と軽微病徴のバナナ植体を得た。それらの生長点(分裂組織)を組織培養して各 20~40 株の苗を繁殖したが 46 株の品系のみが繁殖に成功した。第 1 回病圃抗病性検定の結果、平均発病率は 62.6 %、その中 GC-1089 (6.7 %)、GC-1093 (28.0 %) 及び GC-1113 (33.3 %) 3 品系の発病率は耐病品種「台蕉一號」(35.5 %) より低かった。(図 2)、特に GC-1089 の発病率は最も少なく、高抗性であることを示した。以上の 3 品系を更に繁殖して第 2 回病圃抗病性試験に供試した。

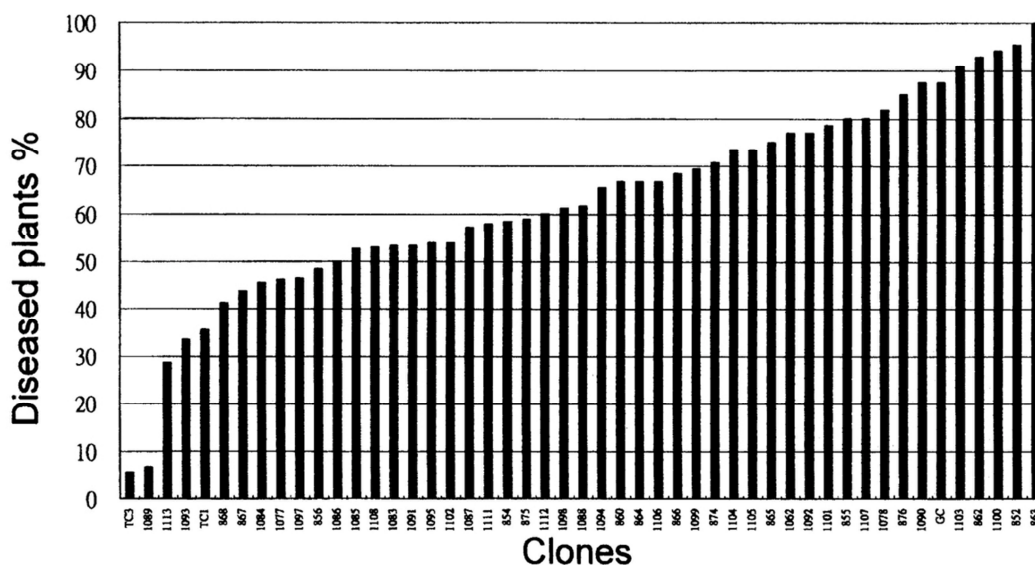


圖 2. 入選した 46 の品系及び 3 対照品種の田間病圃における抗病性の表現

Fig 2. Performance on the resistance to Fusarium wilt of 46 putative resistant clones and 3 check cultivars in the disease nursery. TC1 and TC3 are resistant check cultivars and GC is a susceptible check cultivar.

第 2 回田間病圃における抗病性検定の結果を第 3 表に示した。病圃で 6 カ月植えた後、根茎の褐変状態を検査した。GC-1089 は再び高抗性であることを表現した、即ち嚴重病徴発病率は 13.1 %であった。抗病品種「台蕉三號」は 21.6 %、感病品種「北蕉」は 74.6 %、GC-1093 と GC-1113 はそれぞれ 53.4 %及び 71.3 %で、抗病性が劣っているので淘汰した(表 3)。

2001 年 4 月に GC-1089 と抗病対照品種を台湾の高雄、屏東の農家のバナナ園 3 カ所で大規模の抗病性測定を行った。各園各品種(系) 100~200 株を供試した。植えつけ 10 カ月経って、バナナが開花し始めた頃、黄葉病の外部病徴を観察調査した。その結果を第 4 表に示した。GC-1089 の平均発病率は 10.6~29.8 %、抗病対照品種は 10.8~23.2 %で、両者に差異が少なかった。



表 3. 抗病系の第二回田間病圃抗病力検定

Table 3. Determination of the resistant level of putative resistant clones in the disease nursery.

品系 Clone	観察株数 No. of plants observed	発病率(% infected plants)**		
		無病徴* Symptomless	軽微病徴 Mild	嚴重病徴 Heavy
GC-1089	35	73.8 ±3.4	13.1±11.8	13.1±8.4
GC-1093	71	21.2 ±6.4	25.4±8.5	53.4±14.9
GC-1113	109	11.3 ±10.5	17.4±6.3	71.3±16.8
台蕉 3 号 Tai Chiao #3***	69	63.9 ±13.6	14.5±3.8	21.6±9.8
北蕉 Pei Chiao	68	10.0 ± 8.3	15.3± 4.0	74.6±12.3

* 2 回反復の平均値。Means of two replications.

** 植作 5~6 力月後，根茎褐変検査。Internal symptom of the corm after 5~6 months planting in the disease nursery.

***「台蕉 3 号」と「北蕉」をそれぞれ抗病及び感病対照品種とした。‘Tai Chiao #3’ and ‘Pei Chiao’ are resistant and susceptible check cultivars, respectively.

表 4. 抗病品系 GC-1089 の高屏地区バナナ園農民における抗病的表現
Table 4. Performance of resistant clone GC-1089 in the farmers' fields in Kao-Ping region, Taiwan.

試区 Location	品系 Clone	観察株数 No. of plants observed	発病率* % infected plants
九如 (Chiuju)	GC-1089	189	10.6
	台蕉3号 Tai Chiao #3**	37	10.8
新園 (Hsin Yuen)	GC-1089	168	29.8
	台蕉3号 Tai Chiao #3**	82	23.2
溪洲 (Zi Chou)	GC-1089	108	4.6
	宝島蕉 Formosana	55	21.8

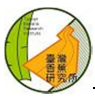
* 2001 年 4 月植作，2002 年 2 月出穂時期に病株を調査した。Planted in April, 2001; the infected plants were surveyed at the shooting stage in February, 2002.

**「台蕉3号」及び「宝島蕉」は共に抗病対照品種。‘Tai Chiao #3’ and ‘Formosana’ are resistant check cultivars.



圖 3. 網室検定法を利用して選出した抗病品系 GC-1089

Fig 3. A highly resistant clone, GC-1089 was selected by using the net-house method. A. Performance of GC-1089 (left) vs a susceptible clone GC-1113 (right) in a Fusarium infected field. B. The fruit bunch of GC-1089.



討論

網室で黄葉病病原菌の人工接種による抗病選種の試験結果、苗齡の違いが感病の反応に明らかな差異があった。1 カ月苗齡のバナナ小苗を 4 cm 直径の穴盤で菌種接種処理した結果、3 カ月苗齡バナナ大苗を 8 cm 直径の鉢植えのそれに比べて接種効果が良かった。また、時間と試験場所の節約になることで優れている。病原菌接種用量は全量処理の発病速度が半量処理のそれより早かった。但し、処理後 2 カ月、両者の発病程度に明らかな差異が見られなかった。それで、半量の病原菌接種量と 1 カ月大のバナナ苗で単植体の抗病選択を行なうことによって、大量の品種（系）選択（mass screening）の目的が達せられる。この方法は南アフリカの学者が 3 カ月苗齡のバナナ苗を供試したのより更に有効であると思われる。

網室での人工接種検定法は田間の病圃検定法より、土地と人力を節約できるのが最大の優点である。しかし、高密度病原菌の環境で耐病品種は病徴を容易にあらわれすため、淘汰され易い。これが欠点だと思われる。これらの耐病品系を検定するのに田間病圃検定法は比較的有利である。但し、田間病圃の病原菌分布は不均一になりやすいので、無病徴又は軽微病徴を示したバナナ苗はエスケープ（escape）の機会が高い。網室検定法で定量病原菌を人工接種した場合、確実に苗と病原菌が接触でき、エスケープの機会を減少できる。

最近ブラシルの研究団体は多芽団（multiple-bud-clumps）と病原菌萃出液を利用して抗病選択を行ない、初歩の成果を得た^(9, 11)。これは大量選択の方法として用いられる。しかし、この方法は抗毒素の細胞団を選択するのみであって、選出された植体が田間で病原菌の侵入と病徴発生に抵抗できるかどうかは抗病のメカニズムによって決まるとと思われる。網室人工接種検定法は根茎内部病徴を選択の標準とするので、実地バナナ田間の状況に近い。それで、抗病品系を獲得する成功率は比較的高い。

1997 年より本試験を行った。各試験中で、抗病品種と感病程度の異なった品種を対照とした。表 5 と図 4 は歴年来の 5 品種が田間病圃と網室人工接種病原菌処理の下で、発病状況を表わした総合結果である。これらの結果によると、各品種の田間発病率（外部病徴）と網室人工接種による嚴重病徴（内部病徴）の発生率は同じ傾向を示した。但し、軽微病徴（内部病徴）の発生率は反逆の傾向であった。各品種の田間発病率と網室内の無病徴発生率及び発病率全体（即ち軽微病徴＋嚴重病徴の発生率）の間に明らかな相関関係がなかった。これらに基づいて推論すれば、網室内で品系抗病力検定を行う場合、嚴重病徴（内部病徴）の発生率を選択標準とする。即ち、嚴重病徴発生率が低いのは抗性品系と見なす。



バナナ園で高抗を表現した品種、例えば「台蕉3号」と GCTCV-105 の発病率はそれぞれ 10.7 と 12.8 %であった。しかし、網室検定試験中、両者の軽微病徴発生率はなんと 62.5 %であった。これより、網室人工接種検定法の選種効果と田間（バナナ園）での表現は大体同じであったが、前者は耐病品系に対して不利であり、淘汰される恐れがある。この矛盾を解決するため、本所は最近網室選抜標準を少し低くした。それは軽微内部病徴の選抜を含む。入選したバナナ植体を先に水耕方法で発根を誘導し、それを鉢植えする。15 cm の高さに発育した後、バナナ植体を病圃で単株抗病性検定を行ひ、発病したのを淘汰する。保留されたバナナ植体は、その茎頂生長点を取り、苗を繁殖し、バナナ園で品系抗病性検定に供試する。これにより、大幅に抗病選種の効率を高めることができると思われる。

本試験は 1998~99 年間、網室人工接種検定法で「北蕉」に対して抗病選種を行なった。二万余の組織培養苗より抗病品系 GC-1089 を選抜した。連続3年間のバナナ園検定により、GC-1089 は高度の抗病性を表現し、又その抗病性は安定して遺伝された。これで網室人工接種検定法が実行性に富んでいると証明された。GC-1089 は現在品系比較試験に供試され、その商業応用価値を検討する。Z.C. de Beer⁽⁵⁾は南アフリカで3カ月苗齢の組織培養バナナ苗を使って網室で抗黄葉病の選択した、田間病圃の検定により17の抗耐性品系を選抜した。よってこの方法は異った地区で使用しても皆良い効果を得ることが出来る。

表 5. 5 バナナ品種の田間病圃及び網室人工接種における抗病性検定の結果

Table 5. Degree of infection of five banana check cultivars in the disease nursery and in the net-house using artificial inoculation.

品種 Cultivars	抗病性 Degree of resistance	田間発病 Degree of infection in the field*		網室発病率 Degree of infection in the net-house**			
		観察株数 Plants observed	発病率% infected plants	観察株数 Plants observed	無病徴% no Symptom	軽微病徴 %Mild	嚴重病徴 %Heavy
北蕉 Pei Chiao	S***	176	64.4	104	14.4	8.1	77.4
台蕉2号 Tai Chiao #2	S	181	64.4	103	6.4	7.2	86.3
台蕉1号 Tai Chiao #1	MR	400	60.1	54	19.3	42.0	38.7
台蕉3号 Tai Chiao #3	R	208	24.2	32	15.6	62.5	21.9
GCTCV-105	R	206	10.7	24	33.3	62.5	4.2

* 田間の黄葉病病株(外部病徴)。External symptom after planting in the disease nursery for 10 months.

** 網室の根茎褐変病徴(内部病徴)。Internal symptom: discoloration of vascular bundles appeared in the rhizome after treatment in the net-house for 2 months..

*** S=感病性 Susceptible; MR=中抗性 Moderately resistant; R=高抗性 Resistant.

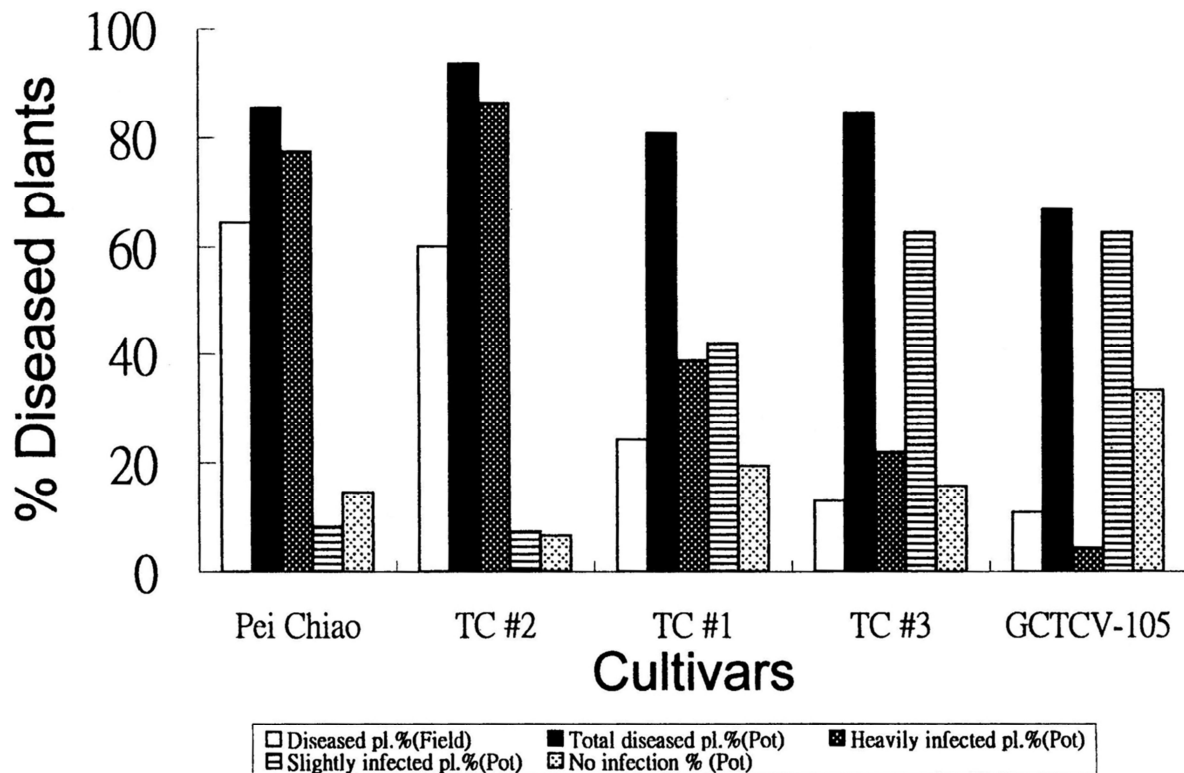
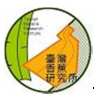


圖 4.5 对照品種が病圃及び網室の抗病検定試験で示した抗病程度

Fig 4. Degree of resistance of 5 check cultivars evaluated in experiments conducted in the diseased nursery and in the net-house using artificial inoculation. % diseased plants in the field were determined by the external symptom while those in the net-house were determined by the internal symptom. TC=Tai Chiao.

謝辞

南アフリカ熱帯亞熱帶作物研究所 Dr. Z.C. de Beer が黄葉病病原菌の人工接種法を提供、本所の黄葉病研究室陳其麗女士が本試験用の黄葉病病原菌の分離を協力してくだされ、感謝いたします。本研究は台湾の行政院農業委員會の経費補助（86AST-1.4-FAD-35 及び 90AST-1.1.1-FD-Z5（7））を受領，謝意を表します。



参考文献

- 1.台灣香蕉研究所 89 年年報. 2001. 台灣香蕉研究所. 屏東九如. P.40-52.
- 2.馬溯軒、許圳塗. 1972. 香蕉幼莖切頂組織培養應用於不定芽誘發之研究. 中國園藝 18:135-142.
- 3.黃新川、柯文雄、趙治平. 1992. 香蕉抗黃葉病品種之選育及防治成果. 病蟲害非農藥防治技術研討會專刊. P.259-280.
- 4.鄧澄欣、劉程江、戴奇協、邱讚秀、黃新川. 2000. 香蕉 (*Musa* spp, AAA 組) 園藝性狀改良研究(I): 中矮性抗黃葉病品系的選育與評估. 中國園藝 46: 173-182.
- 5.de Beer, Z. C., A. Seven-Ellis and J. H. Husselman. 1999. Preliminary assessment of Cavendish banana clones for resistance/tolerance to fusarium wilt. p.194-200. In:A.B. Molina, N. H. Nik Masdek and K. W. Liew (eds). Banana fusarium wilt management: Towards sustainable cultivation. Proceedings of the International workshop on the banana fusarium wilt disease held at Genting Highland Resort, Malaysia, 18-20 October 1999. INIBAP/ASPNET, Los Banos, Philippines.
- 6.Hwang, S.C. 1985. Ecology and control of Fusarial wilt of banana. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 27:233-245.
- 7.Hwang, S. C. and C. Y. Tang. 1999. Unconventional banana breeding in Taiwan. p.449-464. In: D. R. Jones (ed.), Diseases of Banana, Abaca and Enset. CABI , Oxon. England.
- 8.Hwang, S. C. and W. H. Ko. 1987. Somaclonal variation of bananas and screening for resistance of Fusarium wilt. p.157-160. In : G. J. Persley and E. A. De Langhe (eds.), Banana and Plantain Breeding Strategies. ACIAR Proceedings No. 21. Canberra. Australia.
- 9.Matsumoto, K., L. A. C. Souza and M. L. Barbosa. 1999. *In vitro* selection for Fusarium wilt resistance to banana I. Co-cultivation technique to produce culture filtrate of race 1 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Fruits 54:97-102.
- 10.Matsumoto, K., M. L. Barbosa, L. A. C. Souza and J. B. Teixeira. 1999. *In vitro* selection for Fusarium wilt resistance to banana II. Resistance to culture filtrate of race 1 *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*. Fruits 54:151-157.
- 11.Su, H. J., S. C. Hwang and W. H. Ko. 1986. Fusarial wilt of Cavendish banana in Taiwan. Plant Dis. 70:814-818.
- 12.Sun, E. J., H. J. Su and W. H. Ko. 1978. Identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4 from soil or host tissue by cultural characters. Phytopathology 68:1672-1673.
- 13.Tang, C. Y. and S. C. Hwang. 1998. Selection and asexual inheritance of a dwarf variant of Cavendish banana resistant to race 4 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Australian Journal of Experimental Agriculture. 38: 189-194.



Abstract

The objective of this study was to investigate the feasibility of a modified procedure using artificial inoculation of the *Fusarium* pathogen for the mass screening of resistant clones in banana under the net-house environment(de Beer *et al.* 1999). After isolation, the mycelium of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (race 4) was cultured in the sand-maize mixture for 21 days. Small quantity of this *Fusarium* culture was placed at the bottom of plug-holes before transplanting the banana tissue-cultured plantlets. After 2 months of inoculation, the tip of the rhizomes were cut to examine the internal symptom of the disease. Experiments were designed to evaluate the effect of the plant ages and amount of the inoculum on the occurrence of the disease. It was observed that the expression of the disease symptom in 1-month old plantlets was more prominent than that of 3-month old plantlets. In the experiment to test the amount of inoculum, development of the disease symptom was faster in the treatment using full dosage of inoculum than that of the half dosage. However, at the end of the 2-month period, the degree of disease infection in both treatments was not significantly different. Therefore, half dosage of the inoculum was used for later experiments. By using the above procedure, selection of resistant clones was made from 'Pei Chiao', a Giant Cavendish cultivar. After screening of 20,176 plants, 46 of them were selected as putative resistant plants and were used for multiplication by tissue culture. These clones were subjected to two subsequent clonal evaluations in the disease nursery. A resistant clone, designated as GC-1089 was selected. The percentage of heavily-infected plants of GC-1089 was 13.1% in the disease nursery, while that of the resistant and susceptible check cultivars were 21.6 and 74.6%, respectively. In three on-farm experiments, the percentages of diseased plants of GC-1089 and the resistant check cultivars were 10.6-29.8 % and 10.8-23.2 %, respectively. The results indicated that the modified net-house method for screening resistance to *Fusarium* wilt in banana was simple and effective. The resistance of the selected clones was stable during several generations of evaluation.



バナナ新品種の黄葉病に対する抗病性測定法

1. 海外品種権を申請する「台蕉3号」と対照品種バナナの健康吸芽の先端より分裂組織を取り、組織培養して各々の苗40株を作る。
2. 組織培養の苗を網室で順化、鉢植えして15cmの株高になるまで育成し（約3カ月）、黄葉病接種圃（黄葉病病原菌密度： 3.5×10^3 個孢子/グラム土）に移植する（第1回抗病性測定）。
3. 試験品種と対照品種2回反復、各反復20株。逢機完全区集試験設計（Randomized Complete Block Design, RCBD）。
4. 植えつけ4~5カ月後、根茎内部の褐色化検査を行なう、根茎内部の褐色化の発生程度により、発病率を定める。その褐色化範囲0~10%は高抗、11~25%は中抗、26~50%は中感、50%以上は高感とする。
5. 第1回抗病性測定によって選ばれた新品系（種）を100株繁殖（組織培養）し、再び接種圃場で第2回の抗病性測定を行う。試験設計と調査方法は第1回抗病性測定と同じ。
6. 第2回抗病性測定で入選した品系（種）を500株繁殖（組織培養）し、その菌を対照品種と共に台湾の高雄、屏東地区（バナナ主産地）の試験区3カ所で大規模の抗病試験を行なう。各試験区各品系（種）の植えつけ苗は100~200株、反復なし。
7. 植えつけ9~10カ月、開花後に葉の黄化、仮茎のたてひび割れと萎凋病徴を基準として黄葉病の発病率を調査する。