

氏 名 (本籍) まつ だ とし お  
松 田 俊 夫

学位の種類 農 学 博 士

学位記番号 農 第 148 号

学位授与年月日 昭和51年12月9日

学位授与の要件 学位規則第5条第2項該当

学位論文題目 タバコ立枯病抵抗性品種の育成に  
関する研究

論文審査委員 (主査)

教授 角田重三郎 教授 三沢正生

助教授 山中 達

# 論文内容要旨

## I. 緒言

本研究は、タバコ立枯病 (*Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith) に対する抵抗性品種育成のための基礎的知見を得ることを目的として実施したものである。

タバコの立枯病抵抗性に関する従来の遺伝育種学的研究をみると、南米のコロンビアで発見された抵抗性の野生タバコ、T.I.448A に由来する品種を用いての遺伝子の解析が行われ、それを母本とした抵抗性品種の育成が行われてきた。しかし、その解析結果は研究者によって必ずしも一致しておらず、育成された品種も特定な用途のタバコ(黄色種タバコ—主として香味原料)に限られている。

立枯病抵抗性の遺伝解析に用いる精度の高い人工検定法は未だ確立されておらず、自然感染による調査によっていたために、その解析の進展をさまたげていた。また、広い範囲での抵抗性母本の検索やその遺伝子解析は数多くの抵抗性品種を育成する上で急務となっていた。

本研究では、上記の諸点を明らかにし、未だ抵抗性品種が育成されていない補充原料用タバコやパーレー種タバコに抵抗性を導入することを図り、あわせて、抵抗性品種の分布や、抵抗性機作の比較を行った。

## II. 実験方法

本研究は、1970年4月から5年間、日本専売公社宇都宮たばこ試験場で実施した。各実験に共通の方法として、空調温室内での土壌恒温槽を用いて、苗令8週間苗に、*Ps. solanacearum* のレース1に属するOKB6901株の細菌懸濁液を、根の1部を切断し、土壌中へ個体あたり10ml ずつ接種した。以後室温25℃、土壌温度30℃に保ち、接種後14日目に視察による罹病指数(6段階)に基づいて各接種個体の罹病程度の評価を行った。品種または雑種集団の抵抗性程度は、平均罹病指数で表わした。

## III. 実験結果

実験は次の6課題について行った。1)人工検定法の確立、2)抵抗性の品種間差異と抵抗性品種の地理的分布、3)日本の在来品種の抵抗性の遺伝子分析、4)数種の抵抗性品種の遺伝子分析と日本の在来品種の遺伝子との異同関係、5)異なる抵抗性品種間の抵抗性機作の比較、6)2・3の抵抗性系統の育成。

### 1)人工検定法の確立

遺伝分析を可能にする精度をもつ人工検定法確立するために、2・3の環境要因の影響を調査した。温室内で土壌接種した場合、その罹病程度は、土壌温度、接種細菌濃度および供試苗の苗令によって影響をうける。8週間苗で検定を行った場合、土壌温度は30℃、接種細菌濃度は、1mlあたり $10^5 \sim 10^6$ 個で最も品種間差が明りょうであり、誤差も少い。この条件による各

品種の発病程度は、自然感染での結果と高い精度で一致した。従って、本条件で検定を行えば、遺伝分析や抵抗性個体の選抜が可能である。

## 2) 抵抗性の品種間差異と抵抗性品種の地理的分布

世界各地の在来品種を中心に115品種について品種間差異を調べるとともに、抵抗性品種の地理的分布について、特にアジアおよびわが国在来品種について調査した。

抵抗性品種は、わが国在来品種に属するもの、T・I・448Aに由来するもの、Xanthiに由来するもの、SumatraCのグループに属するもの、およびDSPAに由来するものに大別された。その中で日本の在来品種に抵抗性品種が多いことが注目される。

表-1 主な抵抗性品種とその分類

分類	品 種 名
日本の在来品種	遠州，秦野だるま，竹田だるま 大だるま，国分，阿波，秦野
T・I・448Aに由来	T・I・448A，Coker 254，NC95 Dixie Bright101，Coker139
Xanthiに由来	Xanthi，Smith79X
Sumatra Cグループ	Sumatra C，Sumatra A Sumatra B，Borneo No.1
DSPAに由来	DSPA

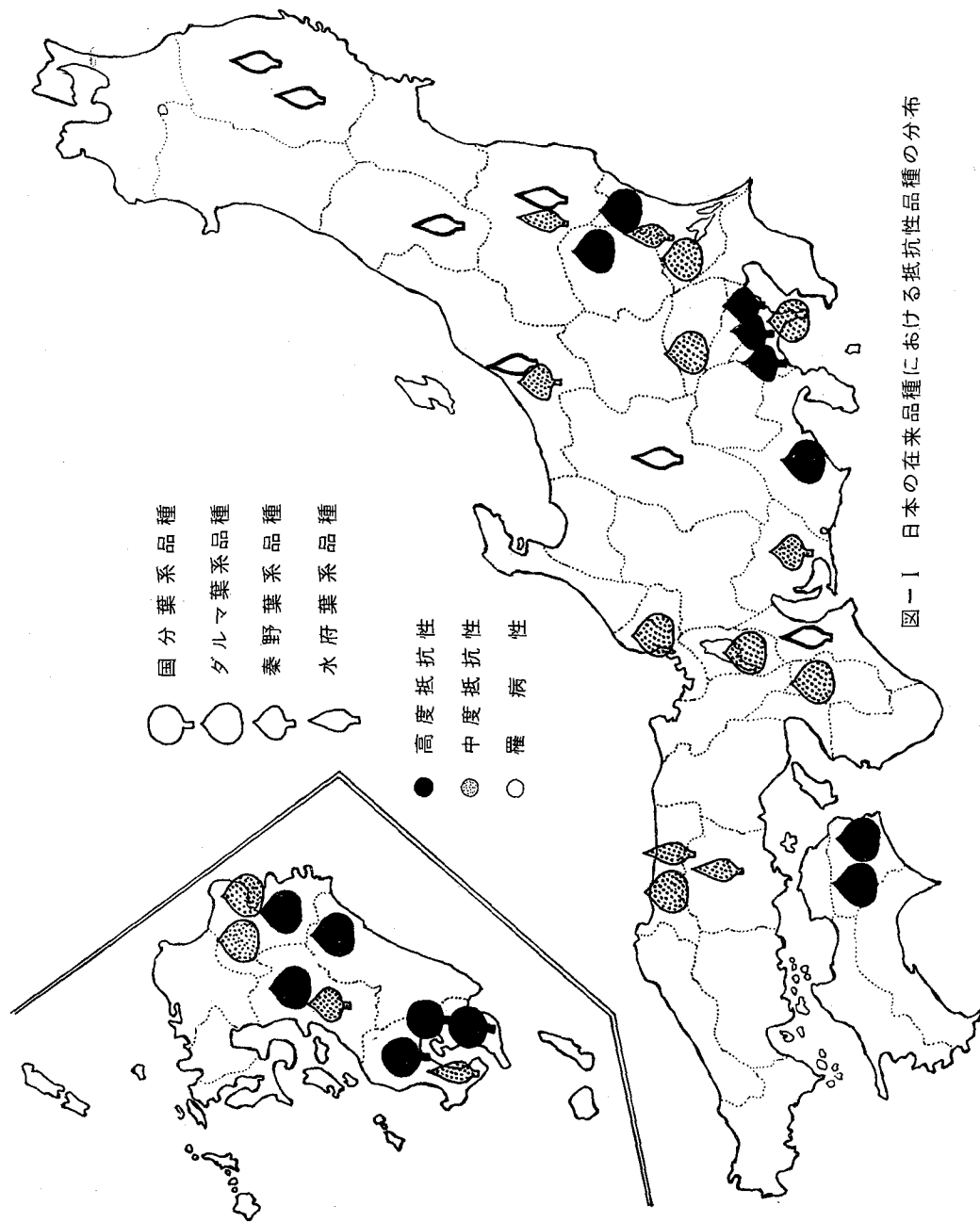
わが国在来品種の中では、国分葉系、だるま葉系および秦野葉系品種に、抵抗性品種が多く見出され、水府葉系品種には高度抵抗性品種は認められなかった。

## 3) 日本の在来品種の抵抗性の遺伝子分析

日本の在来品種の立枯病抵抗性に関する遺伝現象を解明するために、主要在来品種11品種を含む31品種およびそれらの間の交配F<sub>1</sub>～F<sub>3</sub>世代を用いて遺伝子分析を行った。

作用力の比較的大きい、不完全優性のRps遺伝子の存在が確認され、その他に作用力の小さいPolygenesの存在が推定された。

葉色を支配するホワイト性遺伝子の多面発現的効果が認められ、抵抗性を低める作用を有することが確認された。その作用の程度は遺伝的背景のちがいに、平均罹病指数において0.50～



図一 日本における抵抗性品種の分布

1.10 (平均0.81)の変異があった。

表-2 ホワイト性遺伝子 ( $y_{b1}, y_{b2}$ ) の立枯病  
抵抗性におよぼす影響

品種および Isogenic Line	平均罹病指数		差
	緑色型 ( $Y_{b1} Y_{b1} Y_{b2} Y_{b2}$ )	白色型 ( $y_{b1} y_{b1} y_{b2} y_{b2}$ )	
国分 W }	1.20	2.05	0.85
大だるま W }	1.15	1.90	0.75
秦野 W }	1.40	2.05	0.65
水府 W }	3.05	4.10	1.05
桐ヶ作 W }	2.95	4.05	1.10
松川 W }	3.85	4.35	0.50
平均	2.27	3.08	0.81**

\*\*：1%水準で有意

わが国在来品種の抵抗性を次のように分類することができた。すなわち、遠州など高度抵抗性品種は **Rps** 遺伝子の他に **Polygenes** を、阿波などの抵抗性品種は **Rps** 遺伝子を、中度抵抗性の桐ヶ作などは **Polygenes** のみを有するものと推定される。さらに白色型品種は、上記遺伝子構成の他に、 $y_{b1}, y_{b2}$  遺伝子の影響により抵抗性が弱められると推定される。

表-3 日本の在来種などの抵抗性および遺伝子型

品 種 名	群 別	平均罹病 指 数	群 平 均 罹病指数	抵 抗 性 程 度	遺 伝 子 型
遠 州 秦 野 だ る ま	G - 1	0.60 0.70	0.65	高度抵抗性	Rps Rps + Polygenes
竹 田 だ る ま 大 だ る ま 国 だ る ま 阿 分 波 N 3 0 1 秦 野	G - 2	1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.40	1.23	抵 抗 性	Rps Rps
備 中 広 草 桐 ケ 作 水 府	G - 3	2.70 2.80 2.95 3.05	2.88	中度抵抗性	rps rps + Polygenes
松 川 N 2 0 3	G - 4	3.85 3.90	3.88	罹 病 性	rps rps
S H 6 S A 3 - 2 3 S A 3 - 2 4	W - 1	1.35 1.40 1.45	1.40	抵 抗 性	Rps Rps + Polygenes + yb1 yb1 yb2 yb2
大 だ る ま W S A 3 - 1 8 国 分 W 秦 野 W	W - 2	1.90 1.95 2.05 2.05	1.99	中度抵抗性	Rps Rps + yb1 yb1 yb2 yb2
白 遠 州 桐 ケ 作 W 水 府 W	W - 3	3.95 4.05 4.10	4.03	低度抵抗性	rps rps + Polygenes + yb1 yb1 yb2 yb2
松 川 W 白 桐 N 5 0 1 N 5 0 2 白 だ る ま	W - 4	4.35 4.40 4.40 4.45 4.60	4.44	罹 病 性	rps rps + yb1 yb1 yb2 yb2

Rps 遺伝子の主要栽培形質に対する遺伝的影響は、初期生育をいく分遅らせ、葉数を2枚程度少くすることが認められるが、その他の形質には有意な影響を与えない。

#### 4) 数種の抵抗性品種の遺伝子分析と、Rps 遺伝子との異同関係

わが国在来品種のもつRps 遺伝子の他に、2)項で明らかになった4種類の抵抗性の遺伝様式を解明するとともに、Rps 遺伝子との異同関係を明かにし、それら抵抗性品種とRps 遺伝子をもつ品種との交配による遺伝子の集積効果について考察した。

T・I・448A に由来する抵抗性はPolygenesに支配される量的形質で、抵抗性は劣性であった。この抵抗性は、Rps 遺伝子による抵抗性とは異なることが判明した。両者の間の交配F1

F<sub>2</sub> 世代の罹病指数の分布において、抵抗性方向に顕著なかたよりが認められた。

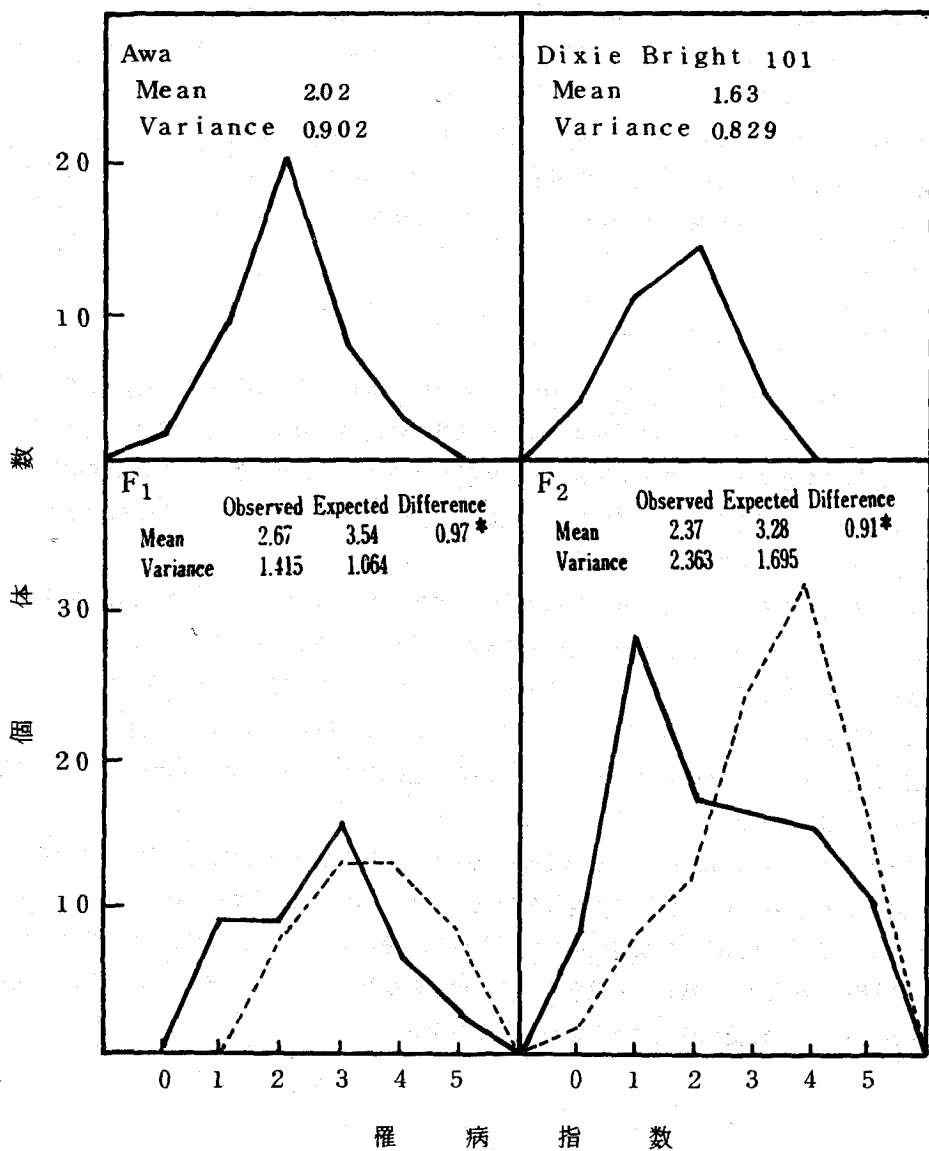


図-2 阿波×Dixie Bright 101のF<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>における各罹病指数に属する個体の頻度分布

点線は、阿波×BY4およびDixie Bright 101のF<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>の頻度分布から求めた期待値の分布

Xanthiの抵抗性は、不完全優性の1遺伝子に支配されている。その遺伝子を *Rxa* と命名した。その他に作用力の小さいPolygenesの存在が推定された。*Rxa* 遺伝子と *Rps* 遺伝子は異なるものであり、遺伝的に独立と考えられる。

DSPAの抵抗性はPolygenesに支配される量的形質であり、*Rps* 遺伝子とは異なるものである。

Sumatra Cの抵抗性は、*Rps* 遺伝子と同一遺伝子に支配されているものと推定される。

*Rps* 遺伝子と他の遺伝子との集積効果は、T・I・448A およびDSPA において顕著でありXanthiにおいてもわずかに認められた。よって、各遺伝子による抵抗性の作用機作が異なることが推定された。

### 5) 異なる抵抗性品種間の抵抗性機作の比較

異なる抵抗性遺伝子の発現作用機作を比較するために、葉における局部褐変、過敏反応、病組織の観察およびつぎ木と茎接種による地上部と地下部の発現部位の比較などについて調査を行った。

葉の局部褐変は、葉の1部分が急激に褐変枯死する現象で、*Rps* 遺伝子による特徴的な抵抗性現象であり、遺伝的安定性の高いことが認められた。局部褐変は *Rps* 遺伝子の主要な選抜指標として用いることが可能である。

*Rps* 遺伝子をもつ品種の、葉における過敏反応は、*Ps. solanacearum* に対して不完全ながら認められた。過敏反応は *Rps* 遺伝子の抵抗性機作の1部であると判断される。

通導組織における抵抗性は、*Rps* 遺伝子をもつ品種の場合、侵入した導管系にのみ立枯病菌の増殖を限定する作用をもち、T・I・448A やXanthiの場合、隣接した導管系への立枯病菌の侵入を阻止する働きは少いが、菌の増殖を抑え、上位葉方向への病徴の進行を遅らせる作用をもつものと推察された。

地上部、地下部の抵抗性は、いずれの抵抗性品種においても観察された。しかし両者の抵抗力の相対的な大きさについては抵抗性品種間で異なることがわかった。*Rps* 遺伝子をもつ品種は、地下部が、T・I・448A の抵抗性をもつ品種は地上部が、それぞれその品種の抵抗力の主であり、DSPA やXanthiは両者の差が小さく、中間的な性質をもつことが認められた。茎接種の結果からも、上記の結果を裏づける結果が得られた。



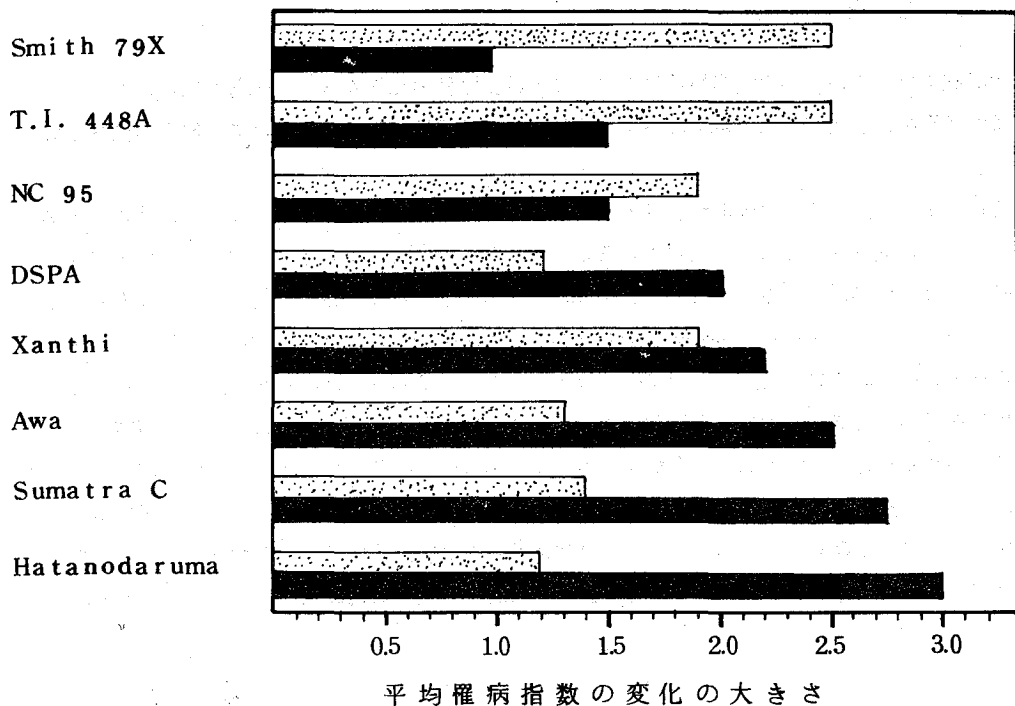


図-3 つぎ木による各抵抗性品種の発現部位の比較

■ : 台木として使用, ■ ( stippled ) : 穂木として使用

つぎ木は、それぞれの抵抗性品種と、罹病性のBY4, およびBurley21との間で相互に行い、2組合せの平均値で示した。

#### 6) 2.3の抵抗性系統の育成

前項までの実験結果にもとずいて、白色型立枯病抵抗性系統SA3-18, SA3-23 および, SA3-24を育成した。これら育成系統は、Rps Rps + yb<sub>1</sub> yb<sub>1</sub> yb<sub>2</sub> yb<sub>2</sub> の遺伝子構成をもつ他に、後の2系統はPolygenesによる抵抗性を持ち、白色型品種では最も抵抗性程度の高い品種である。

Rps 遺伝子と、T・I・448A の抵抗性を集積した高度抵抗性系統DC-1およびDC-2を育成した。両育成系統は、2つの異なる抵抗性遺伝子の集積により、現存するタバコの中で最も抵抗性のつよい品種であると判断された。

#### Ⅳ．ま と め

本研究では、タバコの立枯病抵抗性に関して、遺伝育種の見地から、従来断片的に行われていた研究成果をふまえて、広い範囲におよび立枯病抵抗性品種を育成するために、研究の進展を図った。

その結果、タバコの立枯病抵抗性は、その遺伝的性質から、微動遺伝子による抵抗性と、主働遺伝子による抵抗性の2種類に大別されることがわかった。特に後者は、日本を中心に、アジア地域に在来した品種に存在することがわかった。その結果、日本の在来品種が抵抗性母本として有用であることが判明した。主働遺伝子抵抗性と、微動遺伝子抵抗性は、立枯病に対する抵抗性の程度において同義的に働き、その集積効果が高いことが認められた。しかも両者は、抵抗性の発現機作において異っており、単に加算的に作用するにとどまらず、両者の組合せで飛躍的に抵抗性を高めることが可能であることが実証された。両遺伝子の集積は、単に抵抗性程度を高めるだけでなく、変異性に富む本病原菌の分化に対して安定した効果をももたらすことが示唆された。

本研究によって育成された系統は、タバコにおける立枯病抵抗性育種の素材として有用であるだけでなく、抵抗性のメカニズムをさらに詳しく検討する上でも価値あるものと考えられる。

## 審査結果の要旨

著者は、(1)自然感染と高い精度で一致した遺伝子分析を可能とする精度をもつ人工検定法を確立し、(2)わが国の在来品種を含む世界各地の品種の抵抗性を検定し、地理的分布と品種の系譜により抵抗性品種をまず5群に分け、(3)それぞれの群の抵抗性に関与している主働遺伝子や polygenes を解析し、それらの間の異同を明らかにし、(4)異なる抵抗性遺伝子の相互作用について研究し、相加的に働く場合があることを示し、(5)それらの遺伝子の作用機作の異同についても若干の観察を行なった。また、(6)葉色を支配するホワイト性遺伝子が抵抗性を低める作用を有することを確認すると共に、わが国在来品種のうちの抵抗性品種がもつ Rps 遺伝子および polygenes を導入することにより抵抗性の白色型品種が育成できることを実証し、(7)さらに Rps 遺伝子と野生タバコ T・I・448A の抵抗性に関与している polygenes を合せもつ高度抵抗性系統を育成した。

近年ホワイト性遺伝子をもつ白色型品種の普及とも関連して従来タバコ立枯病の発生の少なかった地帯にも被害が拡大しており、また土壌消毒による防除も好ましい方法といえない。特に補充原料用タバコやバーレー種タバコの抵抗性品種の育種がタバコ栽培の安定上大きな問題となっている。著者の以上の業績は、タバコ立枯病抵抗品種の育種について多くの基礎知見を加えたものであり、著者に農学博士の学位を授与してしかるべきものと認めた。