

陸稲新品種「ヤシュウハタモチ」について

小野信一・新妻芳弘・石原正敏

奥津喜章・須賀立夫

ヤシュウハタモチは昭和30年茨城県農業試験場石岡試験地において、陸稲農林糯4号を母とし、陸稲農林24号を父として人工交配を行ない、以来同試験地（昭和36年に育種部となり同42年に水戸市に移る）において系統育種法で選抜と固定を進め、昭和49年に陸稲農林糯51号として登録された品種である。本品種は出穂期、成熟期とも農林糯26号より2～7日早く、農林糯4号と同じか1～2日おそい関東地方の中生の早の品種である。草型は農林糯4号によく似て中間型に属し、稈はやや短程でやや細いが、耐倒伏性はこれよりやや強い。耐病虫性は葉いもち、穂いもち病とも農林糯4号よりやや弱い農林糯26号と同程度に強く、その他とくに難点はない。収量は農林糯4号にやや劣るが農林糯26号より明らかに多収で、品質は両者の中間であるが精米特性にすぐれ食味もよい。

栃木県では、早生のハツサクモチは玄米品質と収穫時の労力配分に問題があり、晩生の農林糯26号とハタコガネモチはやや晩生にすぎると干害や青立不稔をおこしやすい。ヤシュウハタモチの熟期はこれらの中間にあり、上記品種の問題点を解消するものとして奨励品種に採用された。

I 緒 言

ヤシュウハタモチは昭和49年に良質多収の中生糯品種として陸稲農林糯51号に登録され、同年より栃木県で早生のハツサクモチの全部と晩生の農林糯26号とハタコガネモチの一部に替わる奨励品種として採用され普及に移された品種である。ここにその育成経過ならびに特性の概要を報告する。

この報告にあたり、特性および適応性の検定、奨励品種決定試験などに御協力をいただいた関係各都県関係者および育成にあたり色々の御援助を得た多数の方々に対し心から感謝の意を表する。

II 育 種 目 標

本品種は関東および九州地方の中生種を目標に交配育成された。主な対象品種は、交配当初は農林糯4号であり、後には本品種育成中に新品種となったハタミノリモチ、ハタフサモチなども対象とした。成熟期はこれら3品種に前後する。選抜は農林糯4号の稈質と品質の改良に重点をおいて進められ、強稈・良質多収・耐干・耐病性をあわせもつ中生種を育成しようとした。

III 育 成 経 過 なら び に そ の 概 要

育成の経過は第1図に示すとおりである。以下世代を追ってその概要を説明する。

交配（昭和30年）：茨城県農業試験場石岡試験地において陸稲農林糯4号を母とし、陸稲農林24号を父として人工交配を行ない107粒の結実粒を得た。

1₁世代（昭和31年）：コンクリート框内に個体別に移植し灌水栽培を行なった。36個体養成。31個体より採種した。

2₁世代（昭和32年）：圃場の地力が低く全般に著しく短程となったため特性は明らかでないが、熟期は中生の早が約8割を占め、穂の形状にも分離がみられた。品質の分離は大きく、良質個体もかなりみられた。稈の強度と品質に重点をおいて140個体を選抜した。

3₁世代（昭和33年）：出穂期は両親と同じものが多く、それより早いものもかなり見られた。成熟期は農林糯4号に近い。草穂状は農林糯4号に似るが、やや短程多げつ、粒着はやや密で多収型である。ふ先色は赤褐が多い。糯8系統、粳4系統を派生系統として選抜した。

4₁世代（昭和34年）：糯8系統は中生～中生の早で、中稈、やや多げつ、中穂、粒着やや密で草穂状ともによ

年次(昭和)	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
世代	交配	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀	F ₁₁	F ₁₂	F ₁₃	F ₁₄	F ₁₅	F ₁₆	F ₁₇	F ₁₈	F ₁₉	
育成経過	農林糯4号 ♀ × 農林24号 ♂	B	1-D1 16-D4 18-D5	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D	1 D
供試	系統群数					2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	系統数	1	B	140	12	4	10	10	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5
選	系統群数					2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	系統数					12	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
抜	個体数	31	140	12D	24D	10	10	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5
配布	系 適 奨 決											4		10	12	9	8	8	6	3	
備 考												石系 関東糯 137号 92号									ヤシユウ ハタモチ

第1図 「ヤシユウハタモチ」育成経過

く、耐病性・品質とも中位であった。2系統7個体を選抜した。稈4系統は中生で、中稈・中げつ・中穂で稔実よく多収であるが品質のすぐれたものがなく切る。

F₅世代(昭和35年):紋枯病とメイチュウの被害多く、倒伏した。分けつ数多く収量性の高い系統があった。2系統群から1系統ずつそれぞれ5個体選抜した。

F₆~F₁₀世代(昭和36~40年):農林糯4号と同じかやや晩の中生の早で、中稈・中げつ・やや穂重型で、草型は農林糯4号によく似る。耐病性については問題がなかったが、年次により品質と稈質に難点がみられ、そこに重点をおいて選抜した。F₆世代で生産力検定予備試験に供試し、石系137号と命名、次年度より系統適応性検定試験用として配布することとした。

F₁₁世代(昭和41年):石系137号は生産力検定試験で農林糯26号より明らかに多収であり、同熟期の農林糯4号とほぼ同じであった。品質は両品種より優れ、稈質と穂発芽性とで農林糯4号にまさり、耐干性がやや劣るほかは草型も極良で有望であった。

系統適応性検定試験は関東4県で行われ、各県とも対象品種より多収で、品質中位、耐病性も問題ないが、や

や倒伏しやすい傾向がみられた。しかし、関東地方の中生として有望と認められたので関東糯92号と命名し42年度より奨励品種決定試験に配布することとした。

F₁₂~F₁₉世代(昭和42~48年):関東糯92号は関東と九州地方の各都県に配布供試された(一時、徳島、静岡に配布)。一般に各県とも標準品種に比較して多収の傾向にあり、とくに農林糯1号、同26号など中晩生種が対象の県では多収であったが、品質と倒伏性に難点がみられた。しかし栃木県ではこの7か年をとおして品質・倒伏とも問題なく、標準品種の農林糯26号より明らかに多収であったので、中生種として、早生のハツサクモチの全部および晩生の農林糯26号・ハタコガネモチの一部に替えて奨励品種に採用することとなり、昭和49年、陸稲農林糯51号に登録され「ヤシユウハタモチ」と命名された。

Ⅳ 特性概要

1 一般的特性

形質調査成績、生育調査成績、収量および品質調査成績を第1~5表に示す。

陸稲新品種「ヤッシュウハタモチ」について

第1表 形質調査成績 (育成地)

品 種 名	稈の 細太	稈の 剛柔	芒の 多少	芒の 長短	稈先色	稈色	粒着の 疎密	脱粒 難易	玄米* 形状	玄米 大小
ヤッシュウハタモチ	中	や剛	稀	短	紫	白	や密	や難	や長	中
標準 農林糯26号	や太	や剛	少	短	白	白	や密	難	中	や大
比較 農林糯4号	や太	や剛	無	一	紫	白	中	中	中	中
比較 ハタコガネモチ	や太	や剛	少	短	白	白	や密	難	中	中

注 *観察による。

第2表 生育調査成績 (育成地)

品 種 名	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 多少	干害	葉いも ち病	穂いも ち病	紋枯病	ニカメイ チュウ	カラ バエ
ヤッシュウハタモチ	8.21	9.28	74	19.7	241	1.3	1.7	0.0	0.2	0.3	0.2	0.6
標準 農林糯26号	8.25	10.6	76	21.5	225	1.2	2.0	0.0	0.1	0.2	0.4	0.8
比較 農林糯4号	8.20	9.27	76	20.2	245	1.6	1.8	0.0	0.3	0.3	0.4	0.5

注 昭和36年～48年(39年除く)の12か年平均値。

第3表 収量および品質調査成績 (育成地)

品 種 名	わら重 (Kg/a)	精糲歩合 (%)	玄米重 (Kg/a)	対標準 率 (%)	糲摺 歩合 (%)	玄米 千粒重 (g)	玄米 品質	評 価
ヤッシュウハタモチ	51.9	33	21.1	130	79	19.4	5.3	○
標準 農林糯26号	54.2	28	16.2	100	77	20.4	5.3	—
比較 農林糯4号	52.1	34	22.5	139	79	19.6	5.8	—

注 供試年次は生育調査成績に同じ。ただし玄米重から玄米千粒重までは36年, 41年～48年の9か年平均値。

第4表 生育および収量調査成績 (栃木農試)

栽培条件	品 種 名	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	倒伏 多少	被 害				わら重 (Kg/a)	精粒重 (Kg/a)	玄米重 (Kg/a)	対標準 比率 (%)	収 歩 合 (%)	玄米 重 (g)	玄 米 千粒重 (g)	品 質		
								干害	紋枯	穂いもち	ごま葉枯										
標準栽培	ヤシユウハタモチ	8.27	10.3	75	19.9	216	0.4	2.0	1.4	0.4	2.1	0	0.3	315	24.9	19.5	126	78	809	18.4	5.2
	農林糯26号	9.3	10.10	78	22.5	197	0	2.0	1.1	0.5	1.6	0	0.7	393	20.8	15.5	100	74	806	19.4	4.5
	ハタコガネモチ	8.31	10.9	79	21.6	214	0.5	1.6	1.2	0.2	1.9	0	0.8	403	19.6	18.5	119	75	812	18.2	5.0
	ハツサクモチ	8.20	9.27	72	20.4	242	0.8	1.5	2.6	0.6	2.6	0	1.2	266	22.7	16.9	109	74	805	16.7	5.6
早播栽培	ヤシユウハタモチ	8.14	9.23	73	19.2	252	1.3	2.0	1.7	1.0	1.7	0.5	0.3	282	29.0	22.9	111	79	811	20.5	4.7
	農林糯26号	8.23	9.27	80	23.0	213	1.0	2.0	1.3	0.6	2.3	0	1.0	32.7	28.1	20.7	100	75	813	20.5	3.7
	ハタコガネモチ	8.23	9.27	78	22.2	255	1.0	2.5	1.3	0.6	1.7	0	0.6	34.6	29.8	22.8	110	77	816	18.8	5.0
	ハツサクモチ	8.9	9.22	69	20.2	244	1.0	1.5	2.0	1.0	2.3	0.5	1.0	24.9	27.6	21.2	101	77	807	17.6	4.3
多肥栽培	ヤシユウハタモチ	8.27	10.3	77	19.8	255	0.7	1.5	0.7	0.7	2.3	0.5	0.7	34.0	27.7	21.3	121	77	812	19.7	5.7
	農林糯26号	9.2	10.8	81	22.5	236	0.3	1.5	1.0	0.6	1.7	0	0.7	38.8	24.3	17.6	100	74	808	20.0	4.3
	ハタコガネモチ	9.1	10.8	80	21.6	261	1.0	1.5	0.6	0.3	2.3	0	0.7	41.0	27.6	20.1	114	73	812	18.2	5.7
	ハツサクモチ	8.18	9.27	75	20.3	258	1.0	1.5	1.3	1.0	2.7	0.5	0.7	27.4	25.9	19.0	111	74	805	16.9	5.0
ドリル播栽培	ヤシユウハタモチ	8.26	10.1	80	19.4	319	1.5	0	1.0	0	3.0	0	0	39.7	28.9	22.3	117	74	812	20.8	4.5
	農林糯26号	8.29	10.10	79	21.5	330	1.5	0	1.0	0	3.0	0	0	42.5	25.1	19.1	100	76	814	19.5	4.5
	ハタコガネモチ	8.29	10.11	78	20.8	307	1.5	0	1.0	0	3.0	0	0	41.3	27.9	21.3	112	76	817	19.6	5.0
	ハツサクモチ	8.17	9.26	73	18.8	344	2.0	0	2.0	0	3.5	0	0	32.9	30.7	22.8	119	74	809	17.7	4.5
灌水栽培	ヤシユウハタモチ	8.22	10.2	89	19.5	241	2.0	0	2.0	1.0	3.0	-	0	40.9	31.7	24.6	103	78	815	21.3	5.0
	農林糯26号	8.29	10.11	91	21.5	240	1.0	0	1.5	0	3.5	-	0	43.3	30.9	23.8	100	77	820	19.2	4.0
	ハタコガネモチ	8.28	10.9	90	21.6	211	1.5	0	2.0	0.5	3.0	-	0	44.5	29.3	22.7	95	78	817	19.7	4.5
	ハツサクモチ	8.19	9.27	83	20.4	240	2.0	0	2.5	0.5	4.0	0	0.5	35.7	27.4	20.8	87	75	805	18.3	3.5
農林糯4号	8.22	10.5	92	20.2	239	3.0	0	1.5	0	3.0	0	0.5	38.5	31.1	24.4	103	79	816	21.5	4.0	

注 標準栽培42~48年, 早播および多肥栽培45~48年, ドリル播栽培46~48年, かん水栽培47, 48年。なお昭和48年は干害激しく, 灌水栽培を除いて調査不能となつた。

第5表 玄米形質調査成績 (育成地)

昭和48年

品 種 名	粒 大 (mm)			長径/背腹径	背腹径/横径	粒 型 *	球 型 度 **
	長 径	背 腹 径	横 径				
ヤシユウハタモチ	5.74	2.86	2.01	2.01	1.42	長	1.001
農林糯26号	5.66	3.02	2.03	1.87	1.49	長	1.083
ハタコガネモチ	5.59	2.95	2.04	1.89	1.45	長	1.077
農林糯4号	5.83	2.89	2.05	2.02	1.41	長	1.016

注 *長径/背腹径による粒型の判定, 円: 1.59以下, 中: 1.60~1.79, 長: 1.80以上。

**球型度=背腹径×横径/長径

陸稲新品種「ヤシユウハタモチ」について

(1) 形態的特性

草型および穂型は農林糯4号にきわめてよく類似し、稈長はわずかに短かく、穂長、穂数はほぼ同じで中間型に属し、稈はやや細いが稈質はよい。まれに短芒を生じ、ふ先色は紫、ふ色は白である。粒着はやや密、脱粒性はやや難であり、玄米の粒大は中位だが形状はやや長い。玄米品質は対象の農林糯26号には劣るが、農林糯4号よりすぐれている。

(2) 生態的特性

出穂・成熟期は農林糯4号と同じか1～2日おそく、農林糯26号より2～7日早い関東地方の中生の早に属する。葉・穂いもち病耐病性はともに強であるが農林糯

4号よりわずかに弱い。他の病害虫には前記2品種と同等であり問題はない。耐干性も同等で強い方であるが、耐倒伏性は農林糯26号にやや劣り、農林糯4号にわずかにまさる。穂発芽性は中位で同熟期の農林糯4号よりすぐれるが、晩生の農林糯26号に劣る。収量性は農林糯4号よりやや低い程度で農林糯26号より明らかに多収である。搗精は胚芽や糠の落ち方が早いので搗精時間がかかり短く、とくに精米の品質がすぐれる。

2 特性検定試験

特性検定試験の結果を第6表に示す。

第6表 特性検定試験成績

品 種 名	葉 い も ち 病		穂 い も ち 病		耐干性	幼苗草型	穂発芽性
	育成地	稲橋	育成地	稲橋			
ヤシユウハタモチ	強	極強	強～極強	強～極強	中～や強	D M	中
標準 農林糯26号	強	極強	強～極強	—	や強	M～D M	難
比較 農林糯4号	強～極強	極強	強～極強	極強	中～や強	D M	易

- 注 1 葉いもち病 育成地：38～48年(39年除く)の10か年平均。稲橋：38, 44, 46年。
 2 穂いもち病 育成地：38～48年(39, 45年除く)の9か年平均。稲橋46年。
 3 耐干性 36～48年(39年除く)の12か年平均。
 4 幼苗草型 耐干性に同じ。E=伸長型, M=中間型, D=矮性型。
 5 穂発芽性 38～48年(39年除く)の10か年平均。25℃で96hr処理の発芽粒数%から。

(1) いもち病耐病性

育成地における葉いもち病耐病性検定は畑苗床晩播多窒素法、穂いもち病耐病性検定は普通畑多窒素法によった。稲橋(愛知県農業総合試験場山間技術実験農場)における葉いもち病は育成地と同じ方法により、穂いもち病は水田栽培による。葉・穂いもち病ともヤシユウハタモチは農林糯26号と同程度で農林糯4号よりわずかに弱い、陸稲としては強の部類にはいる。

(2) 耐干性

穂いもち病耐病性検定と同様の方法で栽培し、植物体の萎凋程度・被害度から判定した。ヤシユウハタモチは指標品種の農林糯26号(育成品種の中では強)にやや

劣り、農林糯4号と同程度の中～やや強と判定された。幼苗草型は農林糯4号と同じD M(やや矮性型)である。

(3) 穂発芽性

収穫直後の穂をバットに浸し、恒温器の中で発芽させて判定した。ヤシユウハタモチは中と判定され、難の農林糯26号と易の農林糯4号の間である。

3 品質および食味

搗精試験および食味試験(餅)の結果を第7～8表に示す。

(1) 玄米品質

ヤシユウハタモチは育成地では農林糯26号と同程度

第7表 搗精試験成績

1) 育成地

品 種 名	年 次	搗精歩合 (%)	搗精時間	白 度	胚残存率 (%)	白米中の砕粒歩合 (%)
ヤシユウハタモチ	47	85.8	3分30秒	53.5	4.0	13.5
	48	87.9	2 15	47.8	14.0	5.7
ハタコガネモチ	47	86.6	4 30	54.5	2.5	13.0
	48	87.9	4 00	54.8	16.3	16.0
農林糯26号	47	85.5	5 00	55.0	8.5	26.5
	48	85.7*	3 45	53.8	24.4	25.6

- 注 1 調査は47年2反復, 48年3反復。
 2 搗精はKett TP-II型試験用小型精米機使用。
 3 白度はKett光電池白度計(標準板85)使用。
 4 48年の玄米水分は14.2~14.9%, ケットPB-I型使用。
 5 *はヤシユウハタモチに対し5%水準で有意。

2) 栃木県(昭和48年栃木食糧事務所)

品 種 名	搗精歩合 (%)	水分含量 (%)	砕粒歩合 (%)	評 価
ヤシユウハタモチ	91.0	12.4	0.0	ヤシユウハタモチは農林糯26号に比較して精米形質が良好である。
ハタコガネモチ	91.0	12.4	1.0	
農林糯26号	91.5	11.9	1.0	

注 試験用佐竹ワンパス使用。1回2kg, 2反復。

第8表 食味試験(餅)成績 (育成地)

品 種 名	試 験 年 次 (昭和)	外 観	ねばり	味	総 合
ヤシユウハタモチ	48	1.14±0.63	1.63±0.70	2.07±0.58	2.21±0.46
	49-1	0.00±0.58	-0.26±0.66	0.00±0.62	0.16±0.71
	49-2	0.64±0.67	0.45±0.59	0.45±0.62	0.60±0.55
ハタコガネモチ	48	1.07±0.48	0.86±0.81	1.00±0.78	1.00±0.75
	49-1	1.00±0.45	1.26±0.72	1.26±0.75	1.32±0.58
ハツサクモチ	49-1	-0.26±0.39	-1.11±0.39	-0.63±0.56	-0.89±0.36

- 注 1 農林糯26号を基準0としたときの評価。
 2 パネル数48年14名, 49年19名(1回目), 12名(2回目), いずれも農試職員。
 3 信頼限界は95%水準。

陸稲新品種「ヤシュウハタモチ」について

に良好で、農林糯4号よりすぐれる。栃木県では農林糯26号よりやや劣るが、ハタコガネモチと同等である。

(2) 搗精試験

ヤシュウハタモチはやや長粒であるが搗精時間が短かく、胚芽残存率、白米中の碎粒歩合が少ないなど搗精特性にすぐれ、精米品質も良好である。

(3) 食味試験(餅)

ヤシュウハタモチの食味については昭和48年と49年の2か年で評価に大きなふれがあったが、陸稲で最良とされているハタコガネモチと同じかやや劣り、農林糯

26号よりややすぐれるか同程度、ハツサクモチよりすぐれ、餅としての食味は良好の部類にはいると判定される。

V 適応地域

熟期および適応性検定の結果からみて、関東地方平坦部から九州地方の普通栽培の中生品種として適するものと思われる。

系統適応性検定試験成績および配布先各県の試験成績概要を第9～10表に示す。

第9表 系統適応性検定試験成績 昭和41年

試験地名	栽培条件	比較品種名	玄米重 (kg/a)	比較比率 (%)	概評
栃木	標準	農林糯26号	22.0	109△	長稈, 中穂, 品質中位, 収量優る。
群馬	普通	農林糯4号	27.9	106△	やや大穂, 大粒, 収量性あるが, 稈が弱い。
千葉	早期灌漑	農林糯1号	40.4	127△	やや長稈, やや短穂, 穂数は少ない。多収性, 品質やや良好, やや倒伏し易い。
神奈川	普通	農林糯26号	17.0	108△	中稈, 短穂, 耐病性強, 品質中, 中げつ, 耐倒伏性に難点があり再検討。

第10表 配布先における試験成績概要

県	場所	栽培条件	比較比率および有望度						標準品種	
			42年	43年	44年	45年	46年	47年		48年
栃木 (採用県)	本場	標準	153○	127△	118○	118△	131△	116○	干害甚	農林糯26号
		早期				119	109	105	//	//
		多肥				118	144	108	//	//
		ドリル					132	103	//	//
		かん水						98	109	//
		普通	130○							//
茨城	本場	早期	77×		123△	129△	125×	116△		ハタキヌモチ
		普通				120△				//
		砂郷				107△				//
		猿島					92△	105×	112△	//
		協和						95×		//
		旭						112△	107△	//
群馬	本場	普通	103△	102△	98×		156×	96△	85△	農林糯4号
		馬	107	106	101		168	83△	107△	//
		藤岡	78	116	126					//
		館林	126	104	96		83	119△	91	//
		石関			102△					//
		新里							84	//

県	場所	栽培 条件	比較比率および有望度					標準品種	
			42年	43年	44年	45年	46年		47年
埼玉	本場	普通	193○		118△				農林糯1号
	榎引	"		106△		95△	82△	108△	115△
千葉	本場	早期	306△	146○	127○	173△	干ばつ調査 不 能		農林糯1号
	佐倉	"			105△				"
	堀	"			117△				"
	大林	"			95				"
東京	本場	普通	110△	100△	111○	121△	155	96△	ハタコガネモチ
神奈川	本場	普通	122○	108△	127△	108△	152○	93×	農林糯26号
	本場	普通	89△						ハタコガネモチ
静岡	富士	"	78△	84					"
	静岡	"		99△					"
	浜松	"		98					"
徳島	池田	普通		116○					農林糯1号
大分	センター	普通	117○	127△	72△	93×			農林糯1号
熊本	畑作	普通		125△	31×				農林糯26号
	阿蘇	早期			70○	114○		129×	農糯4,ハタコガ
宮崎	都城	早期		102×					農林糯20号
鹿児島	鹿屋	早期		84×					ハタフサモチ

注 評価は○やや有望, △再検討, ×見込なし

VI 栽培上の注意

やや短稈であるが倒伏性は農林糯26号と同じ程度であまり強くないので、多肥栽培はさけ、そ菜跡地などでは施肥に注意を要する。またやや長粒なので胴割が出やすいと思われるため、刈おくれや乾燥に注意する。

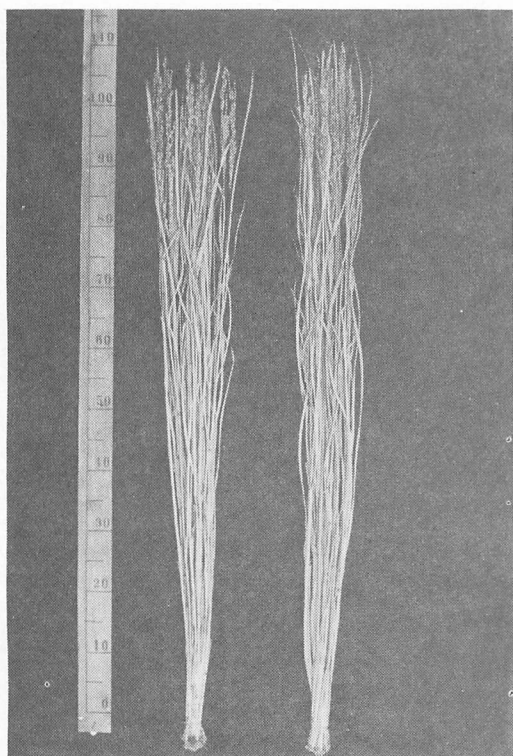
VII 付 記

本品種は目黒猛夫氏らにより交配されたものであり、

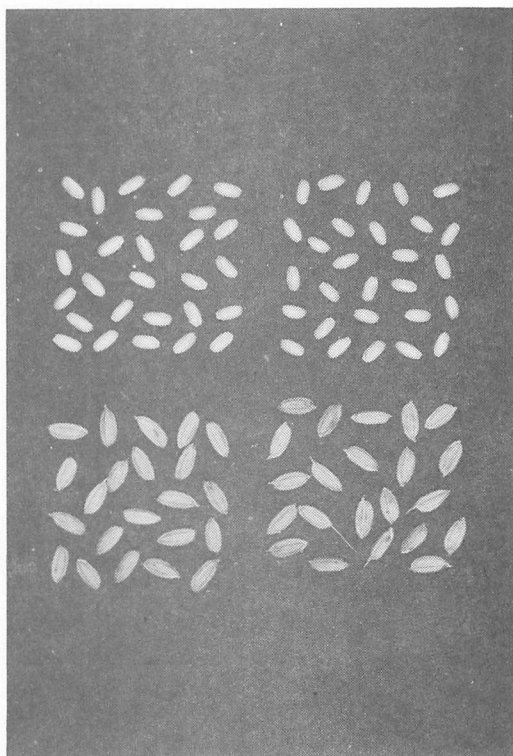
本報執筆者以外の育成従事者は次のとおりである。

目黒猛夫(現横浜市在住)、坂本文甲(茨城県東京農林物産あつ旋所)刈部正謙、野村馨(現茨城県谷田部農改)本田太陽(現農林省農事試験場)、岡野博文(現茨城県農試作業技術部)、稲毛正雄(現茨城県庁)、小野敏忠(現農林省九州農業試験場)、阿部祥治(現茨城県農試作物部)、根本博雄(現茨城県農試技連室)、酒井保(現茨城県笠間農改)。

陸稲新品種「ヤシュウハタモチ」について



左 ヤシュウハタモチ
右 農林糯26号



左 ヤシュウハタモチ
右 農林糯26号

ネコブセンチュウの寄生がキュウリつる割病発生に及ぼす影響

松田 明・下長根鴻・尾崎克己

I はじめに

すでに桂⁹⁾、稲垣⁸⁾および河村ら¹⁰⁾に総括されているように、作物がネコブセンチュウの寄生を受けると、*Fusarium oxysporum*による導管病の発生がはげしくなることが多くの作物において認められている。著者らが数年来、フザリウム病の生態的ならびに薬剤防除法について試験している過程に、ネコブセンチュウの寄生はフザリウム病発生に大きな影響を与えること、ならびに、この現象に作物根の生理的变化の重要性が示唆された。そこで、実際の農家ほ場と各種試験ほ場ごとにネコブセンチュウの寄生度と導管病発生を調査し、根げんにおける病原菌、微生物相の変動ならびに寄主体の根部の生理的变化の一面(根の表皮細胞の浸透圧、体内の窒素と炭水化物、TTC還元力)について検討し、2、3の知見を得たので、これらの結果をとりまとめて報告する。な

お、本報告の一部は日本植物病理学会、^{13, 14)}関東東山病害虫研究会¹²⁾ならびに第7回土壌伝染病談話会²¹⁾(1974年11月20日)において発表したものである。

II ほ場におけるネコブセンチュウの寄生とキュウリつる割病およびトマト萎ちょう病の発生

1 試験方法

トマト萎ちょう病については1965年から1967年まで旧茨城農試環境部(石岡市茨木、黒褐色火山灰土)において、また、キュウリつる割病については、これとともに1968年から1971年まで茨城農試場内ほ場(水戸市上国井町、黒色火山灰土)において第1表に示したような試験ほ場において調査した。

各ほ場において第2表に示したような条件で病原菌(キ

第1表 調査対象ほ場の試験実施内容

供試ほ場	試験内容
1. 第1ほ場	消石灰の施用量とキュウリつる割病発生との関係(キュウリ1作目)
2. 第2ほ場	土壌消毒剤(ガスバ、ネマブロン、クロルビクリン)のキュウリつる割病防除効果比較試験(キュウリ2年連作)
3. 第3ほ場	消石灰および有機物施用とトマト萎ちょう病発生との関係(トマト3年連作)
4. 第4ほ場	連輪作とトマト萎ちょう病発生との関係(トマト1~3年連作) 本試験は1㎡のコンクリート框で1965年から各種作物が連輪作された土壌を5Kgずつ径30cmの素焼鉢に採土し、トマトを栽培した。
5. 第5ほ場	連輪作とキュウリつる割病発生との関係(キュウリ1作目) 各種作物1年栽培後キュウリを栽培した。
6. 第6ほ場	同上(キュウリ1作目)各種作物2年栽培後キュウリを栽培した。
7. 第7ほ場	同上(キュウリ2作目)各種作物とキュウリの1年輪作を2回行った。

ュウリつる割病菌; *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. (以下F.o.cと略す), トマト萎ちょう病菌; *F.o.f.sp.lycopersici*. (以下F.o.lと略す)を均

一に接種し、ネコブセンチュウ(*Meloidogyne spp.*)は自然感染のままの条件で、キュウリまたはトマトを一定期間栽培した後全株を抜きとってキュウリつる割病またはト

マト萎ちょう病の発生とネコブセンチュウの寄生度を調査した。キュウリつる割病は地際部分の茎を切断し導管数とその褐変導管数を調べた。また、トマト萎ちょう病は鈴木²²⁾の基準に従って調査した。ネコブセンチュウの寄生度は0~4の5段階方式²⁴⁾で調べた。一方、農家

ほ場におけるネコブセンチュウ寄生とキュウリつる割病発生との関係をみるために1968年、黒褐色火山灰土地帯のキュウリ栽培農家10カ所のほ場において収穫の終わったキュウリの全株を抜きとり、つる割病の発生とネコブセンチュウの寄生について調査した。キュウリの品

第2表 調査対象ほ場の作物栽培および病原菌接種の条件

供試ほ場	供試作物(品種)	播種年月日	病原菌接種量 (接種月日)	発病 調査月日	調査 区数	1区当りの* 調査株数
1. 第1ほ場	キュウリ(青長地遣)	1966.5.29	100g/m ² (66'.5.12)	9.1	15	30
2. 第2ほ場	同上	1967.6.24	100g/m ² (67'.5.26)	9.6	33	30
3. 第3ほ場	トマト(福寿2号)	1967.6.1	80g/m ² (65'.6.10)	9.28	34	50
4. 第4ほ場	同上	1967.5.20	100g/m ² (65'.5.)	9.2	35	10
5. 第5ほ場	キュウリ(青長地遣)	1969.5.20	50g/m ² (68'.5.2)	9.8	30	70
6. 第6ほ場	同上	1970.5.20	50g/m ² (68'.5.2)	8.21	30	60
7. 第7ほ場	同上	1971.5.20	50g/m ² (68'.5.2)	8.27	30	60

注 * 1区当りの調査株数はおおよそその本数である。

種は全てときわ2号で、直播栽培の播種は4月10日~25日、移植栽培の定植は5月9日~11日であり、発病調査は前項試験に従って8月25日~29日に行った。

2 結 果

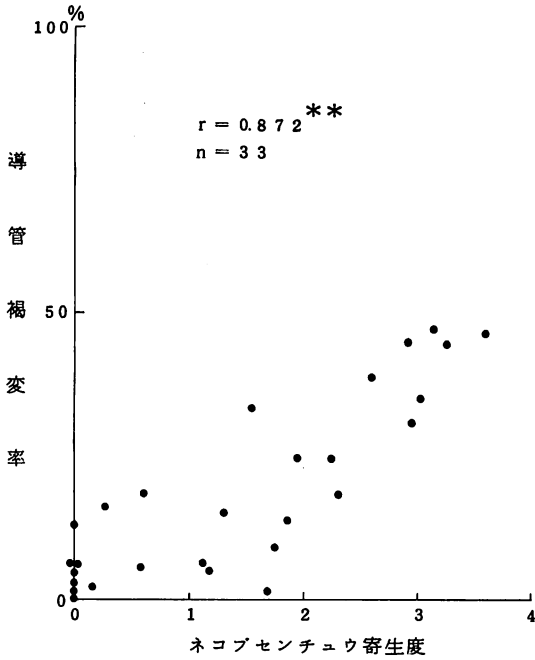
第1図に示したように、各種薬剤の土壌処理を行なったほ場(第1表における第2ほ場)において、各処理区ごと約30株ずつについてキュウリつる割病発生とネコブセンチュウの寄生度との関連を調査したところ、 $r=0.872$ と非常に高い相関が認められた。また、個体別に両者の関連をみると、第2図のように、ネコブセンチュウ寄生度が高くなるにつれてキュウリつる割病にかゝる

比率が高くなり、トマト萎ちょう病とネコブセンチュウ寄生との間にも全く同様の傾向があった。

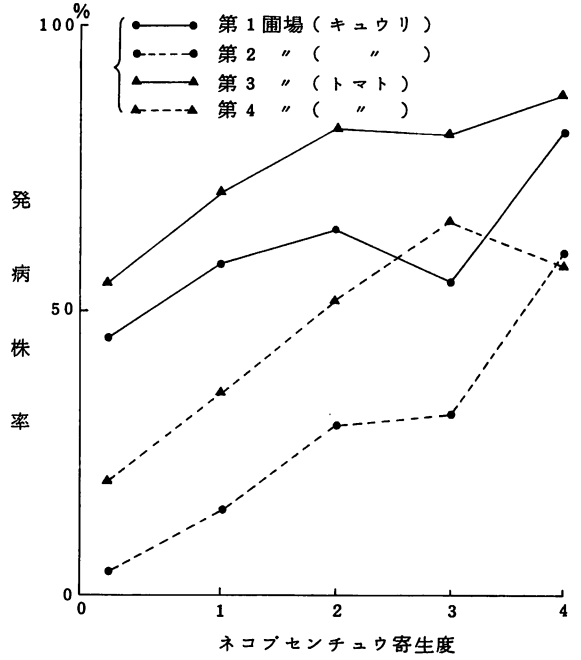
さらに、農家ほ場10点について、キュウリの個体別にネコブセンチュウ寄生度とつる割病発生との関連をみると、病原菌接種ほ場におけると同様に、ネコブセンチュウの寄生度が高くなるにつれて、キュウリつる割病発病株率が高くなり(第3図)、また発病株当たりの導管褐変数も多くなって(第4図)、発病程度がひどくなるようにみなされた。

一方、数種作物とキュウリあるいはトマトとの輪作を行ない、各連輪作区ごと約60株についてフザリウム病発生とネコブセンチュウ寄生との関連を調べた。第5~7

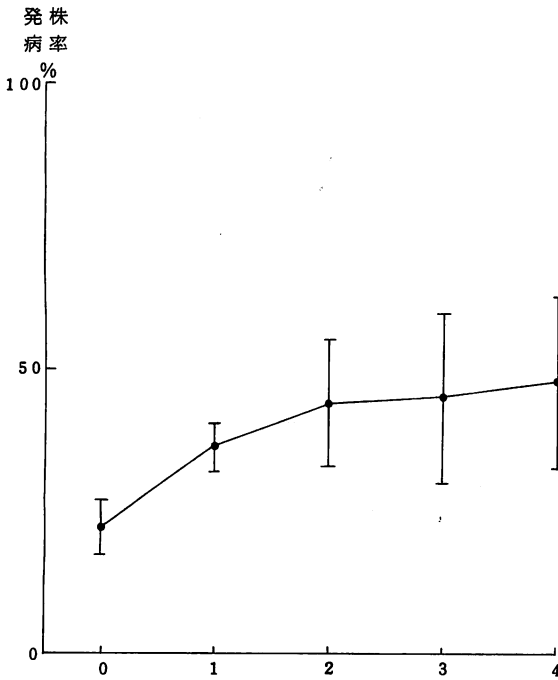
ネコブセンチュウの寄生がキュウリつる割病発生に及ぼす影響



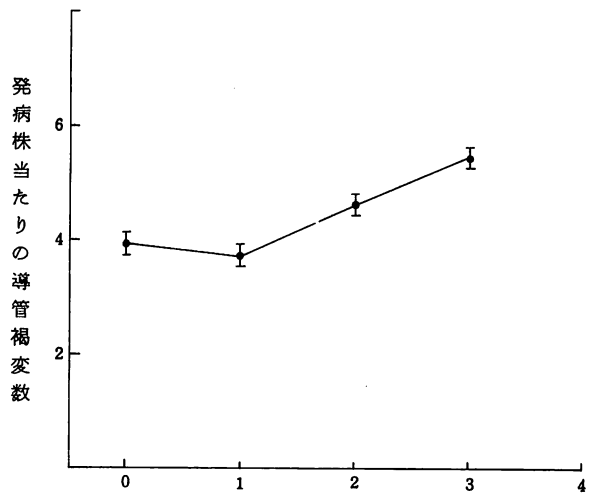
第1図 ほ場におけるネコブセンチュウ寄生度とキュウリつる割病発生との関係 (第2ほ場)



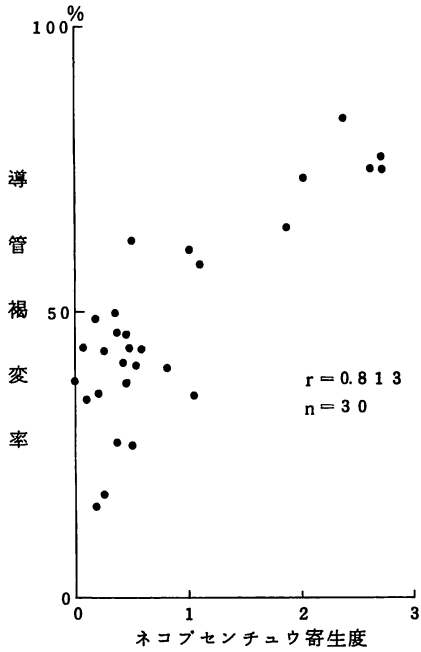
第2図 ほ場におけるネコブセンチュウ寄生度別のキュウリつる割病およびトマト萎ちょう病の発生



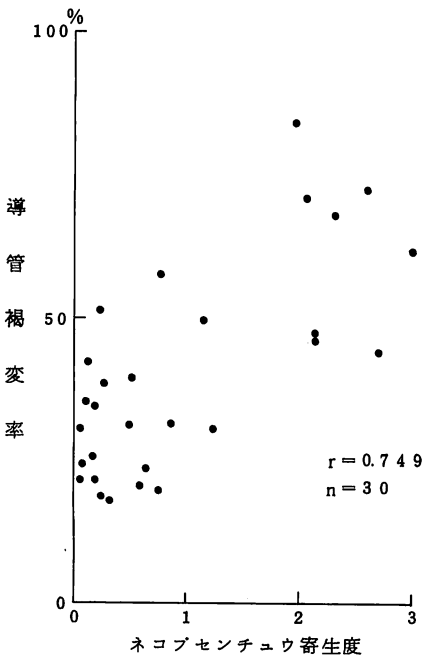
第3図 農家ほ場においてキュウリの個体別に見たネコブセンチュウ寄生度とつる割病発生との関係 (10ほ場平均)



第4図 農家ほ場においてキュウリの個体別に見たネコブセンチュウ寄生度と発病株当たりの導管褐変数との関係 (10ほ場平均)



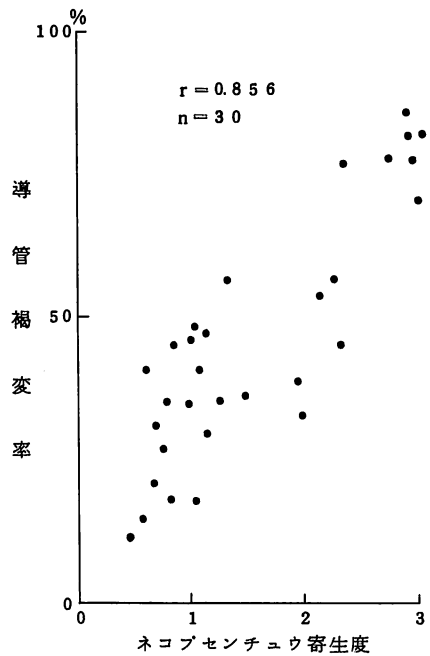
第5図 連輪作ほ場におけるネコブセンチュウ寄生度とキュウリつる割病発生との関係 (第5ほ場)



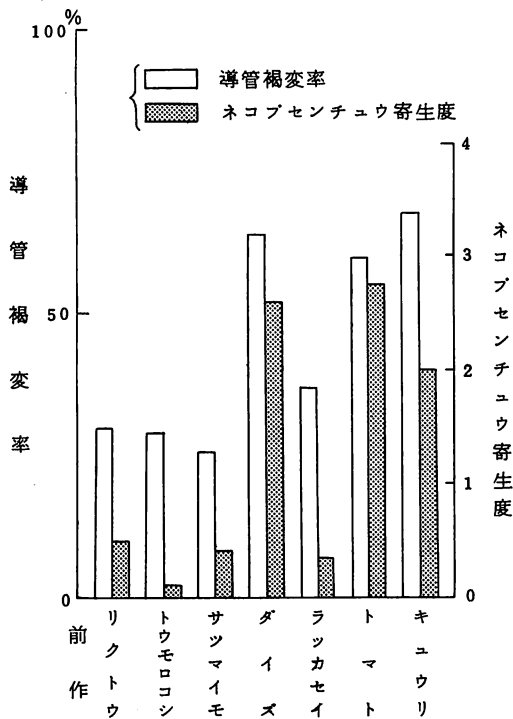
第6図 連輪作ほ場におけるネコブセンチュウ寄生度とキュウリつる割病発生との関係 (第6ほ場)

図に示したように、相関係数、 $r = 0.749$ 以上の高い相関が認められた。また、第8、9図に示したように、ダイズ、トマト、キュウリ跡地のキュウリ根およびダイズ、クローバー、トマト跡地のトマト根のネコブセンチュウ寄生度は高く、発病が著しかった。リクトウおよびトウモロコシ跡地では逆にネコブセンチュウ寄生度が低く、発病は少なかった。

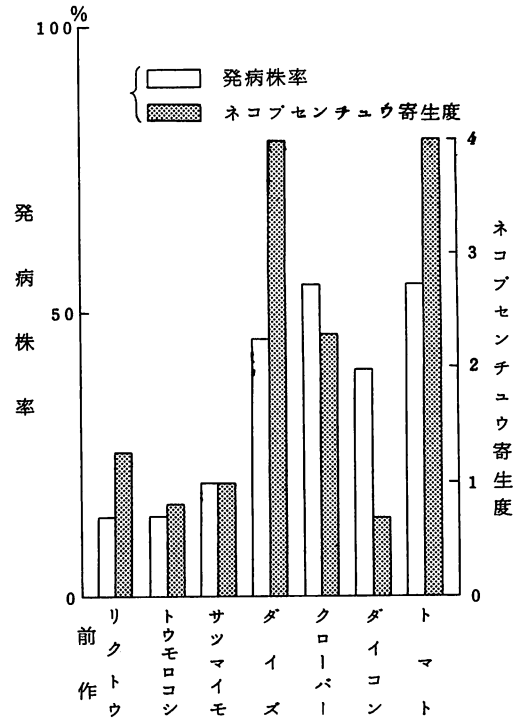
以上の各種試験または農家ほ場の実態調査結果から判断すると、キュウリ、トマトともにネコブセンチュウの寄生をうけると、*Fusarium oxysporum*による病害は多発し、その発生程度も甚しくなるとみなされた。



第7図 連輪作ほ場におけるネコブセンチュウ寄生度とキュウリつる割病発生との関係 (第7ほ場)



第8図 連輪作ほ場におけるネコブセンチュウ寄生度とキュウリつる割病の発生(第6ほ場)



第9図 連輪作ほ場におけるネコブセンチュウ寄生度とトマト萎ちょう病の発生(第4ほ場)

Ⅲ ネコブセンチュウの寄生したキュウリ根げんの病原菌と微生物相の変動

1 試験方法

1) ネコブセンチュウの寄生したキュウリ根げんにおける病原菌と土壤微生物相の変動: 病原菌(F.o.c)を接種してネコブセンチュウは自然感染のままのほ場(前試験, 第7ほ場のキュウリ3年連作区)に栽培したキュウリの根を播種後約100日目(8月28日)に採取して、根げんをR₁, R₀。(鈴木ら²³⁾による)に分画して病原菌と土壤微生物を希釈平板法で分離した。供試株は発病株と無発病株に分け、さらにネコブセンチュウ寄生程度毎に3段階に類別し、各々10株ずつ供試した。分離培地はB培地, RBS培地(以上, Contois³⁾による基本培地とかび用培地)およびPP培地(駒田¹¹⁾)であった。

2) ネコブセンチュウと病原菌接種土壤に栽培したキュウリ根げんにおける病原菌数の変動: 供試土壤(場内

黒色火山灰土, 雑草繁茂土, 無殺菌)を充てんした径30cm素焼鉢に病原菌(土壤フスマ培養菌, 28℃で14日間培養したもの)またはF.o.cによる地際茎の導管褐変の認めない株のネコブセンチュウ寄生根を100gずつ接種し, キュウリ(品種: 青長地這)を播種した(播種月日: 9月13日)。播種後8日目, 16日目, 36日目に各幼苗を3本ずつ抜きとって, 前試験に準じて根げんの病原菌を分離した。

2 結果

ネコブセンチュウの寄生したキュウリ根げんにおける病原菌数は第3表に示したように、発病の有無にかかわらずネコブセンチュウ寄生度が高くなるにつれて増加した。とくに、発病株においてこの傾向が著しかった。また、いずれの供試根においても根の表面に近いほど、すなわち分画R₁よりもR₀において病原菌が多く分離された。細菌と糸状菌はネコブセンチュウ寄生度が高くなる

第3表 ネコブセンチュウ寄生度とキュウリ根けんの病原菌および土壌微生物相の変動(1971)

供試株	ネコブセンチュウ 寄生度	B培地×10 ⁵		RBS培地 糸状菌×10 ⁴				PP培地病原菌×10 ²		
		細菌	放線菌	F*	P+A*	Ph*	その他	計	分画R ₁	分画R ₀
つる割病 発病株	1	186	1.1	2.5	61.5	3.0	7.3	74.3	14.7	34.2
	2	911	5.0	18.9	38.8	4.0	5.7	67.4	17.6	53.4
	3~4	917	4.0	27.1	76.7	5.0	11.6	120.4	102.0	312.6
無発病株	1	136	3.4	0.5	51.9	5.2	5.3	62.9	6.5	5.4
	2	289	4.2	2.6	76.5	6.9	6.5	92.5	10.9	21.2
	3~4	726	1.1	8.9	72.8	5.9	10.3	97.9	25.6	112.8

注 数値は乾根土1g当たりのコロニー数 *印 F:フザリウム菌, P:ペニシリウム菌, A:アスペルギルス菌, Ph:藻菌類
発病株は導管がすべて褐変しているもので、無発病株は全く褐変していない株である。

につれて顕著に増加した。これらの結果はネコブセンチュウの寄生根からの分泌物が健全根よりも多いことを示唆し、結果的にネコブセンチュウ寄生根は微生物にとって非常に良好な増殖の場となっていることを物語っている。

一方、第4表に示したように、病原菌とネコブセンチュウ同時接種区のキュウリ根けんにおける病原菌数の増加は病原菌単独接種区より顕著であった。また、ネコブセンチュウの根部寄生によるゴール形成時期は病原菌の増殖時期より早かった。

第4表 ネコブセンチュウおよび病原菌接種土壌におけるキュウリ根けんの病原菌数の変動 (1971)

処 理	播種後8日目	同左16日目	同左36日目
無 接 種	0(-)	0(-)	0(-)
+F	4.1(-)	4.0(-)	16.7(-)
+N	0(+)	3.9(##)	7.1(##)
+F, +N	4.6(+)	8.8(##)	57.8(##)

注 数値は乾根土1g当りのコロニー数(×10⁵)
()内の数値はネコブセンチュウ寄生度(-:0, +:1, ++:2, +++:3)

Ⅳ ネコブセンチュウの寄生したキュウリ根の活性および根の表皮細胞の浸透圧の変化

1 試験方法

径30cm素焼鉢に黒色火山灰土(キュウリを栽培したことのない土壌)を5kgずつつめ、ネコブセンチュウの寄生したキュウリの根を接種して、キュウリを播種し、約一か月間栽培してネコブセンチュウの増殖をはかった。その後、土壌とキュウリ細根を5mmの篩を通して大きな残渣をとり除きよく土壌を混和して再び径30cm素焼鉢につめた。この土壌にキュウリを播種し、播種後一定期間ごとに細根を傷つけないように抜きとり、健全根(無接種区)とネコブセンチュウ寄生根(接種区)との浸透圧の変化はショ糖液による原形質分離の観察によって、また根の活性の変化はTTC還元力の測定²⁶⁾によって調べた。

供試キュウリ品種:青長地塩, 播種月日:9月8日(ガラス室内栽培, 気温3.9℃~15.3℃), 施肥:化成肥料(14:14:14)を1鉢当たり3gを深さ約10cmに混和した。幼苗抜きとり調査:播種後7日目, 14日目, 21日目, 28日目, 35日目, 42日目。細胞の浸透圧の変化:ショ糖液(0.10, 0.125, 0.15, 0.175, 0.200, 0.225, 0.250モル)に供試根を浸漬して20℃で2時間保った後、その根をとり出して表皮をはぎとり0.2%メチレンブルー溶液で数秒間

染色した後、直ちにスライドグラス上におき、表皮細胞 20コずつ3カ所について原形質分離を調査した。根の活性の変化：吉田²⁶⁾の方法に準じて、TTC還元量を

測定した。

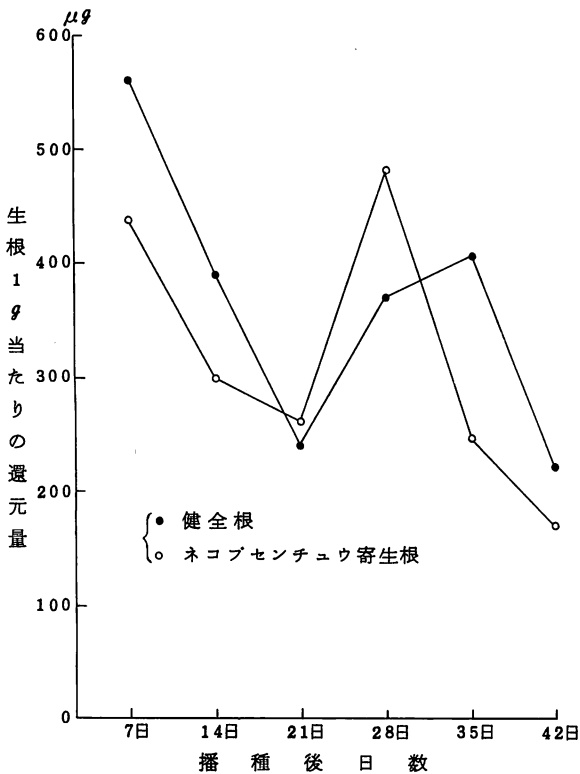
2 結 果

ネコブセンチュウの寄生によるゴールの形成は播種後

第5表 ネコブセンチュウ寄生根の表皮細胞浸透圧の変化(1972)

シヨ糖 モル濃度	浸透圧 (気圧)	線虫接種区 - 寄生根					無接種区 - 健全根				
		7日目	14日目	21日目	28日目	42日目	7日目	14日目	21日目	28日目	42日目
1. 0.10	2.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. 0.125	3.32	+	-	-	-	-	+	+-	-	-	-
3. 0.15	3.96	+	+-	-	-	-	+	+	+-	+	+
4. 0.175	4.63	++	++	+-	-	-	++	++	+	++	++
5. 0.20	5.29	+++	+++	++	+	++	+++	+++	++	++	++
6. 0.225	6.00	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
7. 0.25	6.70	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

注 細胞の原形質分離のおこらないものを一とし、その程度によって+~+++に分けた



第10図 ネコブセンチュウ寄生根のTTC還元力の変化(1972)

14日目頃から肉眼的に認められた。その後、次第にゴールが肥大し、その数も増加し、播種後42日目には寄生度4を示した。

このような経過でネコブセンチュウの寄生を受けたキュウリ根のゴールの表皮細胞の浸透圧の変化をみると、第5表のように、ゴールの形成が肉眼的に認められない播種後7日目では、健全根と寄生根との間に浸透圧の差はほとんど認められなかった。しかし、ゴールが肉眼で認められるようになった播種後14日目では、寄生根の浸透圧は健全根よりやや高くなる傾向を示した。それ以降、ゴール形成がはげしくなるにつれて、その差は約1.3気圧と大きくなった。

また、ネコブセンチュウの寄生したキュウリ根のTTC還元力は第10図に示したように、健全根に比較して一般に低い傾向であった。しかし、播種後21日目と28日目には一時的に寄生根の還元力が増加した。この時期は寄生根のゴールが肉眼的にかなり肥大し、その数を増す時期であった。TTC還元力と呼吸能との間には高い相関があること(吉田²⁵⁾)から、このようなゴールの肥大期にはキュウリ根の呼吸能が異常に高くなっているものと推察される。

V ネコブセンチュウの寄生したキュウリの体内成分の変化および根の分泌物の変化

1 試験方法

ネコブセンチュウを増殖させた土壌(ネコブセンチュウの寄生したキュウリ根をクロロピクリン殺菌土に接種し、これにキュウリを播種し、約4ヶ月間栽培後、キュウリを抜きとり、細根は除去しないようにしてよく混和した)および土壌フスマ混合培地に28℃で14日間培養したキュウリつる割病菌をそれぞれ単独か、または同時に場内黒色火山灰土のクロロピクリン殺菌土を4Kgずつめた径30cm素焼鉢に接種した。接種量はネコブセンチュウ増殖土は1鉢当たり1Kg、病原菌は1鉢当たり5gであった。その後、キュウリを1鉢当たり10粒ずつ播種した。播種後21日目に細根を傷つけないように抜きとり、根と茎葉部に分けて乾燥粉碎した試料について還元糖、非還元糖および炭水化物をペルトラン法で、水溶性窒素および全窒素をケルダール法で定量した。各々2回反復した。

また、根の分泌物については、上記のようにして抜きとったキュウリ根(各々4株ずつ)を50ccの殺菌蒸溜水を入れた200cc容トルーベーカーに24時間浸漬した後、根をとり出してその浸漬液をロータリーエバポレ

ーターで減圧濃縮した。そしてその液の糖とアミノ酸についてペーパークロマトグラフで検出を試みた。展開溶媒として、糖の場合には酢酸エチル：イソプロパノール：水=4：1：2を、アミノ酸の場合にはn-ブタノール：酢酸：水=4：1：2を使用し、検出にはそれぞれアニリン水素フタル酸と0.2%ニンヒドリン液を用いた。なお、その他の試験条件は次の通りであった。

キュウリ品種：青長地這、播種月日：8月22日、施肥：化成肥料(14：14：14)を1鉢当たり3g施用後深さ10cm位まで混和した。幼苗抜きとり月日：9月12日

2 結 果

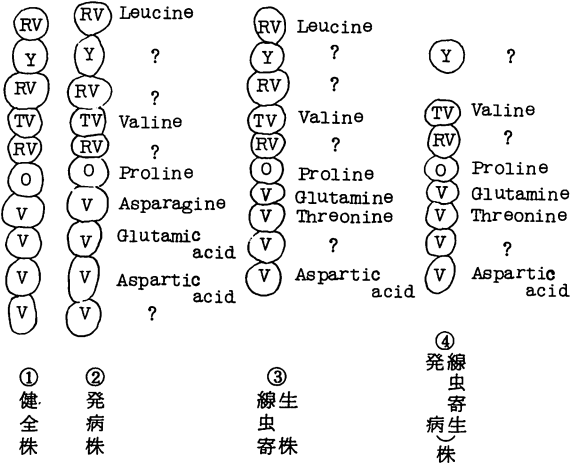
ネコブセンチュウが寄生したキュウリの根は健全根に比較して可溶性糖類および炭水化物はやゝ減少しているが、炭水化物中に占める可溶性の糖類の割合は高くなった。また、ネコブセンチュウの寄生により、全窒素と水溶性窒素が増加する傾向を示し、C/N率は低下した。つる割病発病株およびネコブセンチュウが寄生してつる割病が発病している株においても同様の傾向を示していた。一方、茎葉部ではネコブセンチュウ寄生、つる割病発病およびそれらの併発のいずれの株の場合でも可溶性糖類はやゝ減少し、炭水化物と全窒素は逆に増加し、C/N率も増加する傾向を示した。このように、根部と茎葉部の成分の変化は多少様相を異にしていた(第6表)。

第6表 ネコブセンチュウ寄生およびつる割病発病キュウリの体内成分の変化(乾物1g当り)(1974)

供試標本	可溶性糖類(a)		全炭水化物 (b)	a/b ×100	窒 素			C/N 率
	還元糖	非還元糖			水溶性	非水溶性	全窒素	
①根部 健全	28.4 ^{mg}	19.3 ^{mg}	177.0 ^{mg}	26.9	5.6 ^{mg}	16.7 ^{mg}	22.3 ^{mg}	7.9
②" 発病	13.2	22.8	110.0	32.7	8.3	27.8	36.1	3.1
③" 線虫寄生	16.9	28.4	125.7	36.0	10.7	29.8	40.5	3.1
④" 発病線虫寄生	15.7	17.9	130.0	25.8	11.8	29.1	40.9	3.2
⑤茎葉部 健全	57.5	1.9	174.5	34.1	1.3	24.6	25.9	6.8
⑥" 発病	54.3	2.7	236.3	24.1	1.9	26.6	28.5	8.3
⑦" 線虫寄生	51.4	4.2	271.5	20.5	1.0	35.6	36.6	7.4
⑧" 発病線虫寄生	44.5	15.0	225.5	26.4	1.4	22.7	24.1	9.4

注 供試標本は線虫の寄生したものは寄生度が1~2であり、つる割病の発病したものは導管褐変数が4/6~6/6であった。各区ともに供試株数は9本であった。

V: 紫色 TV: 濃紫色 RV: 赤紫色 Y: 黄色 O: 橙色



第11図 ネコブセンチュウ寄生およびつる割病発病株の根部から分泌されるアミノ酸のベーパークロマトグラフ(1974)

根からの分泌物についてみると、糖類はいずれの根でも大差がなく、ラフィノースとラクトースと思われるスポットが得られた。しかし、アミノ酸類では第11図に示したように、多少異なっていた。すなわち、健全根とつる割病発病根からは同じスポットが得られ、アスパラギン酸、グルタミン酸、アスパラギン、プロリン、バリン、ロイシンのほかに不明なスポットが4コ得られた。

一方、ネコブセンチュウの寄生した根ではアスパラギン酸、スレオニン、グルタミン、プロリン、バリン、ロイシンのほかに不明なスポットが4コ得られた。また、つる割病が発病し、ネコブセンチュウが寄生した根ではアスパラギン酸、スレオニン、グルタミン、プロリン、バリンのほかに不明なスポットが3コ得られた。このように、ネコブセンチュウの寄生によって、根からの分泌物がいく分変化するものと推察された。

Ⅶ ネコブセンチュウ寄生根のキュウリつる割病菌分生孢子発芽に及ぼす影響

1 試験方法

前試験と同じネコブセンチュウ接種土壌にキュウリを播種して、播種後21日目の幼苗の根を切断しないようにして抜きとり、殺菌蒸溜水で静かに水洗して根に附着している土塊をとり除いた後、ろ紙で水滴を除去した。

このようなキュウリの根毛(とくにネコブセンチュウの寄生したゴールの多いもの)を茎葉をつけたまま、キュウリつる割病菌の小型分生孢子的けんだく液(0.01%寒天水中)を全面になすりつけて風乾したスライドグラスにのせて、無殺菌土壌中に埋没した。28℃で48時間保った後、スライドグラスをとり出して火焰固定し、ローズベンガル液で染色して孢子の発芽を調査した。調査はまず、根毛およびゴールのあった所を中心にして、オリンパス10×40倍で1視野中の発芽率を調べた。また、根面からの発芽幅(距離)はオリンパス7×10倍で観察し、次のようにして算出した。

根からの発芽幅 = (孢子の発芽している幅 - 根およびゴールの幅) ÷ 2

なお、その他の試験条件は前試験と同じであった。

2 結果

第7表 ネコブセンチュウの寄生したゴールの病原菌分生孢子的発芽に及ぼす影響(1974)

調査部位	分生孢子発芽率		根面からの発芽幅	
	調査視野数	発芽孢子率(%)	調査視野数	発芽幅(μ)
① ネコブセンチュウ寄生ゴール	20	53.8	15	663.3±289.3μ
② 健全根	30	17.1	20	226.9±23.9μ
③ 土壌	30	0.3	-	-

ネコブセンチュウの寄生したゴールの分生孢子発芽に及ぼす影響についてみると、健全根に比較して発芽率がかなり高く、また発芽に影響する幅も著しく大きくなった。フザリウム菌の孢子は作物根の分泌物(糖類やアミノ酸など)により発芽が促進されること^{4, 18, 19, 20)}から考えると、ネコブセンチュウの寄生したゴールではこれらの分泌物が質的のみならず、量的にも変化し、多量に分泌されていることを暗示している。

VII 考 察

ネコブセンチュウの寄生とキュウリつる割病およびトマト萎ちょう病発生との関連をみると、これまで述べてきたように、人工的に病原菌を接種した圃場においても、また農家圃場においても線虫の寄生度が高くなるにつれて発病率が増し、その被害程度もひどくなることがうかがわれた。また、ネコブセンチュウの寄生を低下させるリクトウ、トウモロコシなどの輪作を行なうことによって、キュウリつる割病およびトマト萎ちょう病が著しく減少することが判った。これらの現象からしても、*Fusarium oxysporum*菌による導管病の発生にネコブセンチュウが大きな役割を演じていることは否定できない。

一方、ネコブセンチュウの寄生による作物体の変化をみると、ゴール形成は根面の病原菌の増殖に先行しておこり、ゴールの増加、肥大とともに、根の活性が高まり、根の浸透圧が増大して、根面の病原菌および微生物の増加が著しくなった。

Feldmesser⁶⁾らはレモンの根にミカンネセンチュウ (*Tylenchulus semipenetrans*) が多いと *Fusarium* 菌が増加すること、また Bergeson¹⁾ はトマトの根にネコブセンチュウが寄生すると根面に萎ちょう病菌が多くなることをすでに報告している。前述したように著者らのキュウリつる割病菌でも同様の傾向を示しており、これらのことはネコブセンチュウの寄生した作物根面は病原菌増殖の場となり易いことを暗示している。

また、ネコブセンチュウの寄生した根の体内成分を分析した結果では糖や炭水化物がやゝ減少し、窒素が増加しており、この傾向は Owens¹⁵⁾ また Davide⁵⁾ の結果ともほぼ同様であった。著者らは細胞の透過性についての調査を欠くけれども、ネコブセンチュウの寄生した根部組織に増加した物質が前述したような根の生理的および組織的な変化によって体外への分泌が盛んとなり、Hunks⁷⁾ がミカンネモグリセンチュウ (*Radopholus similis*) で述べているように、線虫寄生根のアミノ酸などの分泌が増加することもあり得ると思われる。

前述したように、ネコブセンチュウ寄生根の分泌物の

変化およびフザリウム菌分生孢子発芽に及ぼす影響についてみると、寄生根から分泌される糖やアミノ酸などは質的にもまた量的にも変化していることを示唆されたが、このような作物根の分泌物の変化は根けんにおける病原菌および微生物増加の要因になっているものと推察された。

このような作物根けんで増殖した病原菌が作物体へ侵入する場については今後究明すべき問題であるが、トマトの萎ちょう病についての河村¹⁰⁾の研究によると、ネコブセンチュウは主として根の先端付近の組織から侵入し、多頭侵入で病原菌の感染が認められたと述べている。もしも、最初にネコブセンチュウのみが侵入した場合でも、作物体に生理的变化がおこり、根けんでの病原菌の増殖が盛んになって、引続いて、根端部から病原菌の侵入する機会が多くなる可能性もあるものと考えられる。

また、線虫の寄生によって病原菌に対する抵抗性が破壊されることは Pitcher¹⁶⁾ によっても指摘されているが、最近になって、Cauquil²⁾ はワタの実生苗の病害でネコブセンチュウと *Alternaria tenuis* および *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* との関連、また、Powell¹⁷⁾ はタバコでネコブセンチュウと *Trichoderma harzianum*, *Curvularia triforii*, *Botrytis cinerea*, *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium martensii* との関連について報告しているように、通常、病原菌として考えられないカビでも線虫の寄生をうけた個体には感染しうることが明らかにされた。これらの研究を合わせ考えると、ネコブセンチュウは単に寄主体に生理的な変化を起こさせるのみならず、病原菌または不定性病原菌に対する寄主の抵抗性を低下させ、病徴発現を助長する可能性が示唆される。

VII 摘 要

病原菌を接種し、ネコブセンチュウは自然感染のままの圃場および現地農家圃場において、ネコブセンチュウの寄生とキュウリつる割病またはトマト萎ちょう病との関連について調査したところ、両者間にかなり高い正の相関 ($r = 0.749$ 以上) が認められた。すなわち、ネコブセンチュウ寄生度が高くなるにつれて、つる割病お

よび萎ちょう病の発病率は高くなり、発病株の罹病程度もひどくなる傾向を示した。

ネコブセンチュウの寄生したキュウリ根けんでは病原菌、細菌および糸状菌がかなり増加しており、また、寄生根の活性をTTC還元力で調べたところ、健全根に比較して一般に低く経過したがゴールの増加および肥大時期にはかえって活性が高まった。一方、寄生根のゴール表皮細胞の浸透圧は健全根に較べてやゝ高くなる傾向を示した。また、寄生根の作物体内成分の変化をみると、健全根に比較して、可溶性糖類および炭水化物がやゝ減少し、炭水化物中に占める可溶性の糖類が増加し、全窒素と水溶性窒素が増加した。このような寄生根からはアミノ酸類の分泌が質的にもまた量的にも変化しており、とくに、ゴール周辺における病原菌胞子の発芽促進作用は顕著であった。

以上のことから、ネコブセンチュウの寄生した根部組織に増加した物質が、根の生理的および組織的な変化にともなって体外への分泌が盛んとなり、根面の病原菌や微生物の増殖を促進し、病原菌が寄主体へ侵入する機会を多くしており、また、一方では寄主体に生理的な変化がおこって、発病が助長されているものと推察される。

K 引用文献

1) Bergeson, G. B., S. D. Van Gundy and I. J. Thomason (1970)

Effect of *Meloidogyne javanica* on rhizosphere microflora and *Fusarium* wilt of tomato. *Phytopath.* 60:1245-1249

2) Cauquil, J., and R. L. Shepherd (1970)

Effect of root-knot nematode-fungi combinations on cotton seedling disease. *Phytopath.* 60:448-451

3) Contois, D. E. (1952) Microflora of the rhizosphere of the pineapple plant. *Soil Sci.* 76:256-272

4) Cook, R. J., and W. C. Snyder (1965)

Influence of host exudates on growth and survival of germlings of *Fusarium solani* f.

phaseoli in soil. *Phytopath.* 55:1021-1025

5) Davide, R. G., and A. C. Triantaphyllou (1967)

Influence of the environment on development and sex differentiation of root-knot nematodes. II Effect of host nutrition. *Nematologica* 13:111-117

6) Feldmesser, J., R. C. Cetos, G. R. Grimm, R. V. Revois and R. Whidden (1960)

Movement of *Radopholus similis* into rough lemon feeder roots and in soils, and its relation to *Fusarium* in the roots. *Phytopath.* 50:635

7) Hunks, R. W., and A. W. Feldman (1963)

Comparison of free amino acids and amides in roots of healthy and *Radopholus similis* infected grapefruit seedlings. *Phytopath.* 53:419-422

8) 稲垣春郎 (1965) 線虫関連病害に関する研究の現状 植物防疫 19:141-148

9) 桂 琦一 (1959) 線虫と植物病害 植物防疫 13:111-114

10) 河村貞之助・平野和弥 (1968) 線虫とフザリウム病 植物防疫 22:421-426

11) 駒田 且 (1964) *Fusarium oxysporum* f. *raphani* の定量法 土壌病害の手引(III) P5-6

12) 松田 明・下長根鴻・尾崎克巳 (1969) N E T (ガスバ) のキュウリつる割病防除効果について (第2報) 関東東山病虫研報 16:50-51

13) ————— (1970)

作物の連輪作とフザリウム病発生との関係 各種作物跡地におけるキュウリつる割病とトマト萎ちょう病の発生 日植病会報 36:163-164

14) ————— (1971)

作物の連輪作とフザリウム病発生との関係 (第2報) 各種作物栽培がキュウリつる割病の発生および病原菌の変動に及ぼす2, 3の要因について 日植病会報 37:173-174

- 15) Owens, R. G., and H. M. Novotny(1960)
Physiological and biochemical studies on nematoda galls. *Phytopath.* 50:650
- 16) Pitcher, R. S. (1963)
The role of plant-parasitic nematodes in bacterial disease. *Phytopath.* 53:35-39
- 17) Powell, N. T., P. L. Meléndez and C. K. Batten(1971)
Disease complexes in tobacco involving *Meloidogyne incognita* and certain soil-borne fungi. *Phytopath.* 61:1332-1337
- 18) Schroth, M.N., and W.C. Snyder(1961)
Effect of host exudates on chlamidospore germination of the bean root rot fungus, *Fusarium solani* f. *phaseoli*. *Phytopath.* 51:389-393
- 19) ————— and F.F. Hendrik, JR. (1962)
Influence of nonsusceptible plants on the survival of *Fusarium solani* f. *phaseoli* in soil. *Phytopath.* 52:906-909
- 20) —————, T. A. Tousson and W. C. Snyder (1963)
Effect of certain constituents of bean exudate on germination of chlamidospores of *Fusarium solani* f. *phaseoli* in soil. *Phytopath.* 53:809-812
- 21) 下長根鴻(1974) フザリウム菌と線虫との関係の圃場における実態 第7回土壌伝染病談話会資料 P45-50
- 22) 鈴木直治(1964) 土壌殺菌剤使用上の注意 土壌病害の手引Ⅲ P134
- 23) 鈴木達彦・豊田広三・石沢修一(1961) 日本の土壌のミクロフローラ・土壌のミクロフローラと作物根 東京大学応用微生物研究シンポジウム第2集 P200
- 24) 横尾多美男(1969) 土壌線虫・生態と防除 P334
- 25) 吉田武彦・高橋治助(1960) 作物根の生理的活性に関する研究(第6報) 水稻根の各部位における呼吸作用および酵素活性の分布の特徴について 土肥誌31:423-426
- 26) —————(1966) 根の活力測定法 土肥誌37:67

キュウリつる割病菌を指標とした土壤殺菌剤の簡易検定法について

松田 明・下長根鴻・尾崎克巳

目 次

I はじめに	
II キュウリつる割病菌に対する供試薬剤の室内における簡易評価法	95
1. 溶液中の小型分生胞子に対する殺菌力	95
2. 土壌中における小型分生胞子に対する殺菌力	96
3. ダイホルタンおよびHF-215施用土壌における小型分生胞子の発芽および厚膜化	98
4. 土壌中における厚膜胞子に対する殺菌力	99
5. ポット試験によるキュウリつる割病防除効力	99
6. 考 察	101
III 最近の各種殺菌剤のキュウリつる割病防除効力について	102
1. 土壌中における小型分生胞子に対する殺菌力	102
2. ポット試験によるキュウリつる割病防除効力	104
3. 考 察	105
IV 摘 要	106
引用文献	106

I は じ め に

土壌を媒体としない室内実験において、有望とみなされた新規化合物を土壤殺菌剤として活用しようとするとき、少量で、迅速かつ簡便な方法でほ場施用法まで類推できるような土壌を媒体とした室内試験法が必要となってくる。しかし、土壌の物理・化学的性質が複雑な上に、土壌中における病原菌の生存ならびに発病様式も菌の種類によって異なり複雑である。これらをすべて満足させる方法の開発は極めて困難なことであるが、すでに数例

^{4, 5, 10, 11)}の方法が提案され、それぞれ実施されている。

一般に、新農薬の委託をうけたとき、適切なほ場施用量を類推する手段として室内試験を試みるが、著者らが *Fusarium oxysporum* を対象に採用している操作は土壌を媒体としたもので、この方法を利用することによって比較的簡便にほ場施用に必要な薬剤の特性に関する知見を見出しうる結果が得られた。今後改良すべき多くの点はあるが、ここにこの過程を紹介し、御比判をいただく次第です。

II キュウリつる割病菌に対する土壤殺菌剤の室内における簡易評価法

1 溶液中の小型分生胞子に対する殺菌力

1) 試験方法

(1) 供試薬剤：ビスー（ジメチルチオカーバモイル）ージサルファイド（以下チウラムと略す）、N-トリクロルメチルチオテトラヒドロフタルイミド（以下キャプタンと略す）、N-（テトラクロルエチルチオ）テトラヒドロフタルイミド（以下ダイホルタンと略す）およびHF-215（有効成分不詳）。

(2) 供試薬剤の濃度：0, 10, 20, 40, 80, 160, 360, 640, 1280, 2560 ppm。

(3) 供試菌の培養と胞子けん濁液の作成：キュウリつる割病菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*（以下F・O・Cと略す）をジャガイモ煎汁寒天培地に25℃で7日間培養した。この菌叢に殺菌水を約10 cc 添加し、毛筆で静かにこすり分生胞子を離脱させた後、東洋ろ紙No.2でろ過し、菌糸片を除いた。このろ液を遠心分離器（3,000回転/分、5分間）にかけて小型分生胞子を沈澱させ、上澄液は捨てた。この操作を2回くり返し、最後に殺菌水5 cc を添加し、分生胞子の濃厚けん濁液を作成した。

(4) 供試薬剤の分生胞子の発芽阻止調査法：100 cc 容三角フラスコに0.05%グルタミン酸ソーダ溶液

10 ccを入れ、これに分生孢子の濃厚けん濁液を0.1 ccずつ入れ、さらに各供試薬剤を所定濃度となるように添加した。よく攪拌し、直ちに25℃の定温器においた。24時間後に、1処理毎に3滴ずつ採取し、1滴200

個の分生孢子について発芽の有無を調査した。

2) 試験結果

キュウリつる割病菌の小型分生孢子に対する各薬剤の

第1表 溶液中のキュウリつる割病菌の小型分生孢子に対する供試薬剤の殺菌力

有効成分 濃 度	小 型 分 生 孢 子 の 発 芽 率 指 数			
	ポマゾールホルテ	キャプタン	ダイホルタン	H F-215
ppm 0	100 (50)	100 (73)	100 (79)	100 (72)
10	96	15	8	65
20	66	0	0	32
40	38	0	0	10
80	0	0	0	0
160	0	0	0	0
320	0	0	0	0
640	0	0	0	0
1,280	0	0	0	0
2,560	0	0	0	0

注) 括弧内数字は小型分生孢子の発芽率の実数である。

発芽阻止濃度をみると、第1表のように、キャプタンおよびダイホルタンが最も低く、10~20 ppm の間にあり、チウラム、H F-215は40~80 ppm の高濃度であった。

2 土壌中における小型分生孢子に対する殺菌力

1) 試験方法

- (1) 供試薬剤および濃度：前項II-1と同じ。
- (2) 供試土壌：場内黒色火山灰土（腐植7.98%, pH 6.0 : H₂O 浸出、置換容量17.8 me : 化学部の分析による）
- (3) 小型分生孢子の調製：F・O・Oをジャガイモ煎汁寒天培地で25℃、7日間培養の菌叢からII-1と同じ方法で小型分生孢子を採集した。この孢子を0.5%グルタミン酸ソーダ加用0.01%寒天水に浮遊させ、1視野（オリンパス10×40倍）10~20となるように

調整した。この分生孢子浮遊液をきれいに洗滌したスライド3ヶ所に滴下し、風乾してから直ちに供試した。

(4) 薬剤の土壌添加法：あらかじめ各供試薬剤をそれぞれ多量に土壌添加し、よく混和した。これを所定濃度となるように供試土壌で希釈した。なお、薬剤が均一に添加されるように10メッシュの篩で3回ふるった。予備試験の結果薬剤の添加量が極めて少なくても、この操作により薬剤は土壌全体にほぼ均等に混合され、スライドの位置による分生孢子の発芽率の偏差は小さかった。

(5) 小型分生孢子の発芽調査法：供試薬剤を添加した土壌は直ちに200 cc容トルーベーカーに150 g 詰め、25℃の定温器においた。これに0日、3日、10日、20日および30日目に前記の小型分生孢子を塗布したスライドを20時間埋没した。この後スライドを取り出し、火焰固定後ローズベンガル溶液で染色し、1カ所200個、3カ所について小型分生孢子の発芽を調査した。なお、この方法で発芽を認めない孢子はほとんど死滅している孢子とみなされた。

キュウリつる割病菌を指標とした土壌殺菌剤の簡易検定法について

2) 試験結果
 土壌添加直後の各薬剤の殺菌力をみると、第2表のよ

うに、ダイホルタン、チウラムは前項溶液中の致死濃度とほぼ同じで、前者は10~20 ppm と極めて低く、

第2表 土壌中のキュウリつる割病菌の小型分生胞子に対する数種薬剤の殺菌力の消長

供試 薬剤	有効成分 濃度	分生胞子の発芽率指数				
		薬剤添加後胞子埋没までの日数				
		0日	3日	10日	20日	30日
	0 ppm	100 (54)	100 (83)	100 (56)	100 (66)	100 (57)
チ	10	120	95	99	88	92
	20	59	92	99	74	86
ウ	40	9	67	105	91	88
	80	0	4	66	95	96
ラ	160	0	0	8	77	66
	320	0	0	0	49	0
ム	640	0	0	0	0	0
	1,280	0	0	0	0	0
	2,560	0	0	0	0	0
キ	10	146	92	91	67	81
	20	75	98	93	83	81
ヤ	40	7	68	94	72	74
	80	0	0	7	91	86
ブ	160	0	0	0	5	80
	320	0	0	0	0	0
タ	640	0	0	0	0	0
	1,280	0	0	0	0	0
	2,560	0	0	0	0	0
ダ	10	7	36	76	79	84
	20	0	0	0	76	62
イ	40	0	0	0	45	40
	80	0	0	0	0	0
ホ	160	0	0	0	0	0
	320	0	0	0	0	0
ル	640	0	0	0	0	0
	1,280	0	0	0	0	0
	2,560	0	0	0	0	0
H F	10	159	93	54	91	102
	20	168	80	91	75	107
I	40	168	87	98	98	81
	80	164	79	94	87	88
215	160	152	58	75	77	85
	320	137	79	111	81	84
	640	36	22	16	32	28
	1,280	0	0	0	0	0
	2,560	0	0	0	0	0

注) 括弧内の数字は発芽率の実数である。

後者は40~80 ppm と高かった。キャプタンは土壌吸着のためか、溶液中より殺菌力を低下し、致死濃度は40~80 ppm と高くなった。HF-215の殺菌力は供試薬剤中最も弱く、320 ppm まで無添加区よりむしろ高い発芽率を示し、640 ppm 区でも僅かに発芽し、1,280 ppm 以上の添加区でようやく小型分生胞子の発芽を阻止した。

次に、土壌中における殺菌力の経時変化をみると、チウラムおよびキャプタンの殺菌力は土壌添加後急速に減退し、30日後には160~320 ppm 以上の高濃度において分生胞子の発芽はようやく阻止された。ダイホルタンの殺菌力の減退は土壌添加後10日頃まで軽微であったが、その後急速に低下し、30日後の致死濃度は40~80 ppm の間と高くなった。しかし、HF-215の殺菌力は添加直後よりも数日経過してから強くなり、比較的長期間持続した。

3 ダイホルタンおよびHF-215施用土壌における小型分生胞子の発芽および厚膜化

1) 試験方法

供試土壌、薬剤の土壌添加およびF・O・C小型分生

胞子のスライドへの塗布は前項II-2と同一方法とした。供試薬剤を添加した土壌は200cc容トルービーカーに填め、25℃の定温器においた。分生胞子塗布スライドは薬剤添加後0日、3日、7日および14日目に上記のビーカーに埋没した。分生胞子の発芽は埋没後24時間目にとり出し、前項II-2と同じ方法で調査した。厚膜胞子形成は埋没後72時間目にスライドを取り出し、火焰固定後、ローズベンガル液にて染色し、発芽した分生胞子1ヶ所100個ずつ3ヶ所について厚膜胞子を形成している分生胞子数の調査を行った。

2) 試験結果

第3表のように、ダイホルタンの場合には、前項II-2の試験結果と同様に、分生胞子の発芽阻止力は施用直後の土壌において最も高く、経時的に低下した。また、発芽した分生胞子の厚膜胞子形成阻止力も本剤施用直後にもっとも強く、7日後にはほとんど消滅した。

一方、HF-215の分生胞子の発芽阻止力は第2表と同じように本剤施用直後では無施用よりも弱く、発芽率はむしろ高かった。しかし、厚膜胞子の形成阻止力をみると、本剤は極めて強く、この持続期間も相当長いようにみなされた。また、第2表から小型分生胞子の発芽

第3表 ダイホルタンおよびHF-215施用土壌におけるキュウリつる割病菌
小型分生胞子の発芽および厚膜胞子形成の消長

供試 薬剤	有効 成分 濃度	分生胞子発芽率指数				分生胞子の厚膜胞子形成率指数			
		薬剤添加後胞子埋没までの日数				薬剤添加後胞子埋没までの日数			
		0日	3日	7日	14日	0日	3日	7日	14日
	0ppm	100 (29)	100 (26)	100 (24)	100 (25)	100 (31)	100 (44)	100 (39)	100 (28)
ダイホ ルタン	4	16	123	75	183	16	60	93	103
	8	1	66	65	198	0	33	76	125
	12	1	6	127	129	0	31	62	122
HF	100	215	82	143	115	2	2	4	18
	150	179	129	109	267	2	0	3	8
	215	250	201	110	51	239	0	0	0

注) 括弧内の数字は分生胞子の発芽率および厚膜胞子形成率の実数である。

阻止は640 ppm 以上の高濃度において起こったが、厚膜胞子形成阻止はその $\frac{1}{6}$ 以下の100 ppm であった(第3表)。すなわち、第3表は病原菌の生活環に対する各薬剤の効果の現われ方が異なることを示している。この厚膜胞子形成は土壌中におけるF・O・Cの生存力とも関連する重要な生活環の一過程であるので、この過程に対する供試薬剤の作用性を検討することの必要性が暗示される。

4 土壌中における厚膜胞子に対する殺菌力

1) 試験方法

病土を含む供試土壌に下記薬剤を所定濃度に添加し、これに厚膜胞子形成スライドを24時間埋没し、その生死を下記の方法で検定するとともに土壌中の病原菌の変動を経時的に調査した。

(1) 供試薬剤および添加量：前項Ⅱ-1と同じ。ただし、添加量は分生胞子の発芽阻止力から判断して一部省略した(第4表参照)。

(2) 供試土壌：前項Ⅱ-2と同じ土壌に下記病土を0.5%添加した。

(3) 病土の作り方：フスマと黒ボク土壌を容積比で1:1に混合した培地にF・O・Cを25℃で2週間培養したものを殺菌土に多量接種し、キュウリを2カ月間栽培した。その後風乾し、8メッシュの篩を通過した土壌を7カ月間保存したものである。この風乾土1g中の病原菌数は約10万であった。

(4) 厚膜胞子形成スライドの作り方：きれいに洗滌したスライドに前項Ⅱ-1と同じ方法で作成した分生胞子浮遊液を滴下し、風乾後、このスライドを殺菌土に25℃で30日間埋没し、厚膜胞子をスライド上に形成させた。

(5) 厚膜胞子の生死検定法：薬剤添加土壌に上記厚膜胞子形成スライドを24時間埋没した後、スライドを取り出し、風乾させた後、1%グルコース溶液をスライド上に満載し、25℃の湿室に24時間おいた。この後、再び風乾し、火焰固定し、ローズベンガル溶液で染色し、厚膜胞子の発芽の有無を調査した。

(6) 土壌中のFusarium oxysporum 菌数の調査：薬剤添加後2日、10日、24日および35日目に希釈

平板法に従ってF・oxysporum分離用培地⁷⁾を用いて各処理土壌中のF・oxysporum菌数を調査した。なお、この培地上に出現した糸状菌数を10日および24日目に分離したものについて調査した。

2) 試験結果

土壌中の厚膜胞子に対する各薬剤の致死濃度は第4表のように、チウラム、キャプタンでは160 ppm 以上、ダイホルタンでは20 ppm 以上、HF-215では640 ppm 以上であり、特に前3者は小型分生胞子より数倍高い濃度であった。

施薬後の土壌中のF・oxysporum菌数の消長をみると、厚膜胞子に対する各薬剤の致死濃度以上に添加した土壌の500倍希釈段階ではF・oxysporumはほとんど検出されなかった。そして寄主作物が栽培されていない本試験のような閉鎖状態では、これら薬剤の施用効果は長期間持続した。とくに、HF-215施用土壌では、処理後の日数が長くなるにつれてF・oxysporumは厚膜胞子致死濃度より低い濃度まで顕著に減少した。他薬剤ではこのような現象はほとんど認められなかった。このことから土壌中におけるHF-215の殺菌効果の現われ方が他の供試薬剤と異なることを示唆している。

次に、供試したF・oxysporum分離用培地で分離された糸状菌をみると、第4表のようにほとんどがTrichoderma菌とPenicillium菌であり、これらに対する各薬剤の影響はやや異っていた。すなわち、チウラムは両者を全般的に少くしたが、キャプタン、ダイホルタンはTrichoderma菌よりもむしろPenicillium菌に強く作用した。HF-215は調査月日でやや異なっていたが、Penicillium菌よりもむしろTrichoderma菌に強く影響するようにみなされた。

5 ポット試験によるキュウリつる割病防除効力

1) 試験方法

(1) 供試土壌：前年F・O・Cを接種し、キュウリを栽培した圃場(黒色火山灰土)から採土し、径2mm目の篩を通過した細土を無殺菌のまま供試した。なお、前項Ⅱ-4と同一の病土を1鉢あたり100gずつ8月14

第4表 土壤中のキュウリつる割病菌の厚膜胞子に対する数種殺菌剤の殺菌力
および土壤中の糸状菌への影響

供試薬剤	有効成分濃度	厚膜胞子発芽率指数	Fusarium oxysporum *3				Trichoderma*3		その他のカビ*3	
			2日	10日	24日	35日*2	10日	24日*2	10日	24日*2
	0 ppm	100 (92)*1	10.3	19.0	11.1	14.5	15.2	11.2	10.4	20.0
チ	40	64	8.0	16.9	7.1	3.8	6.9	6.6	7.0	8.8
ウ	80	26	3.3	0	0	1.3	4.0	3.8	2.3	4.1
ラ	160	16	0.7	0	0	0	5.7	0	3.0	0.4
ム	320	0	0	0	0	0	3.0	0	1.3	1.6
	640	0	0	0	0	0	4.7	0	0.7	0.9
キ	40	20	1.0	1.0	0.9	0.3	14.0	12.1	23.0	9.1
ヤ	80	4	0	0.3	0	0.5	15.7	12.9	0.7	5.4
ブ	160	9	0	0	0	0	12.0	9.1	0.3	1.6
タ	320	0	0	0	0	0	14.3	10.0	0.7	0
ン	640	0	0	0	0	0	9.3	6.3	0	0.4
ダイ	10	18	3.3	5.7	7.1	1.3	11.0	14.6	8.3	11.2
イ	20	1	0.3	0	1.3	0	9.7	8.8	2.7	2.5
ホル	40	0	0	0	0.4	0	9.3	12.5	0.3	0.4
ル	80	0	0	0	0	0	7.7	10.0	0.3	0
タ	160	0	0	0	0	0	6.0	9.1	0	0.9
ン	160	80	11.6	1.3	0.4	0	14.3	9.1	4.7	12.3
H F	320	70	6.3	0	0	0	14.3	12.5	4.0	14.6
l	640	44	7.7	0.3	0	0	12.3	2.1	3.7	15.4
215	1,280	0	1.0	0	0	0	1.7	0	6.3	0.4
	2,560	0	0	0	0	0	0	0	3.7	2.1

注) 1. *1: 厚膜胞子の発芽率の実数である。

2. *2: 薬剤添加後の日数を示す。

3. *3: 菌数はいずれも乾土1g当たりのコロニー数(×500)で表示した。なお、その他のカビの²/₃以上は Penicillium 菌であった。

日に接種した。

(2) キュウリの栽培法: 品種青長地這(水銀剤で消毒)を1969年8月18日に1鉢あたり20粒播いた。ただし、HF-215処理区は薬害の面から8月28日に播いた。肥料は1鉢あたり化成肥料(14:14:14)を10gずつ全層に施用した。栽培期間は55日とした。なお、立枯性疫病防除のため、デクソン水和剤1,000倍液を1鉢200cc灌注し、発芽後4~7日おきにジマ

ンダイセン粉剤を5回散布した。

(3) 供試薬剤の用法: 前項までと同一の薬剤で、厚膜胞子に対する致死濃度から判断して、有効成分でチウラムの施用量は80と160ppm、キャプタンは50と100ppm、ダイホルタンは11と22ppm、HF-215は100と200ppmとした。これら薬剤はできるだけ均一に混合するように径2mm目の篩にて3回ふるった。薬剤処理月日: 1969

キュウリつる割病菌を指標とした土壌殺菌剤の簡易検定法について

年8月16日

(4) 区制：3連制，鉢の大きさ：直径27cmの菊鉢，1鉢あたり供試土壌5kg填めた。

(5) 調査事項：土壌中の病原菌数は希釈平板法に従ってF·oxysporum分離用培地を用いて分離した。キュウリの生育は播種55日後に草丈を測定した。発病調査：出芽後ずい時萎ちょう枯死苗は抜きとり，導管褐変の有無を調査した。播種後55日目には全株抜きとり，地際

部分の茎を切断して導管褐変の有無を調査した。そして次のような基準で発病程度を表示した。軽：導管の褐変は認めるが萎ちょう枯死していないもの。重：本病のため萎ちょう枯死したもの。導管褐変度=(褐変した導管数の合計)÷調査株数。ただし、1個体あたり導管数は4本であった。

2) 試験結果

ここに供試した薬剤はすべて病原菌と薬剤が直接接触

第5表 供試薬剤のキュウリつる割病防除効力

供試薬剤	有効成分濃度	調査株数	発病株率			導管褐変度	病原菌数	草丈
			軽	重	計			
テウラム	80 ppm	14本	9.5%	2.8%	12.3%	0.3	0($\times 10^3$)	7.0 ^{cm}
	160	12	15.9	7.1	23.0	0.7	0	3.2
キャプタン	50	13	37.4	0	37.4	1.0	2.3	25.1
	100	15	40.5	2.2	42.7	1.2	0	24.0
ダイホルタン	11	10	31.9	8.2	40.1	1.0	2.1	22.5
	22	12	19.4	3.3	22.8	0.5	0	17.4
HF-215	100	16	36.0	8.6	44.6	1.2	1.8	20.5
	200	17	20.1	0	20.1	0.5	1.4	29.5
無施用	0	9	60.5	32.3	92.8	3.2	7.5	14.9

注) 1. 数値は3区平均である。

2. 発病株率の計欄では、各薬剤ともに無処理区との間に1%水準有意差を認めた。

3. 調査株数が播種粒数に較べて少ないのは発芽間もない時期にキュウリつる割病菌以外の病原により苗立枯病を生じたためである。

してはじめて病原菌の死滅と云う現象が生ずる接触剤である。本試験のように、篩で3回ふるって薬剤と病原菌が充分接触できるようにすると、厚膜胞子の致死濃度に匹敵する各薬剤の施用量において土壌中の病原菌数は減少し、無処理区に較べてつる割病の発生も非常に軽くなった(第5表)。なお、病原菌数が0となっても発病株率が10%以上となっている場合があるが、これは病原菌数の調査において希釈平板法を適用し、 10^3 と云う高希釈率のみで調査したことと薬剤添加量が多く

てキュウリに薬害を生じ、作物体が弱り、土壌中の病原菌の密度が非常に低い段階でも発病し易くなっていたためとみなされる。また、薬害は実用化にあたり極めて重要な制限因子となるので、農薬の効果判定には薬害について充分考慮されなければならないだろう。

6 考 察

土壌殺菌剤として実用化の可能性を判定する場合、先づ、供試薬剤の接触殺菌効力を知る必要がある。この検

定には、薬液への直接病原菌浸漬法が迅速かつ簡便でよいと細辻⁶⁾は報じている。しかし、第1、2表に示されるように、土壌中におけるF・O・C小型分生胞子の致死濃度はダイホルタンを除いた他の薬剤では薬液浸漬法より高く、薬剤によりその効果の減退速度も異なっていた。同氏は薬剤が土壌によって吸着されること、同一薬剤でも土壌施用法(種子粉衣、灌注法、土壌混合法)によって防除効果に差のあることも同論文⁶⁾に詳細に報告している。これらのことから自然土を用いて直接殺菌力を検討する方法がよりすぐれているとみなされる。なお、この場合直接殺菌力検定に著者らがF・O・Cの発芽生態を検討する手段として用いたスライド法¹⁰⁾を適用したが、この方法は土壌の立体構造を平面的にとらえ、ガラス界面にうすい寒天膜を有する欠点がある。

自然土におけるF・oxy-sporumの形態は主に厚膜胞子であること¹¹⁾、この厚膜胞子は小形分生胞子より各種薬剤に耐性であり(第4表)、ポット試験によるつる割病防除効力が小型分生胞子の致死濃度の施用量では、厚膜胞子の致死濃度以上の施用量よりやや劣る(第5、7表)ことなどを考えると、土壌中で形成させた厚膜胞子に対する直接殺菌力を検討することが農薬の圃場適用上、より実際的とみなされる。しかし、厚膜胞子は自然土ではほとんど発芽し得ないので^{10、16)}、その生死判定操作は煩雑であり、スライド上への厚膜胞子形成までも日数が相当かかる欠点がある。岡崎¹²⁾によるF・oxy-sporumの厚膜胞子形成用培地を利用すれば、厚膜胞子の形成日数の短縮および大量形成法の難点は解消できると考えられる。

一方、小型分生胞子は容易に、多量にかつ短時間に形成させることはできるが、実験日間の誤差が大きくなることが指摘されている¹⁾。従って、発芽率の生の数字をそのまま使用して比較することは問題であるが、無施用に対する指数で表示すれば、この欠点は幾分補えると考えられる。また、遠沈法で小型分生胞子の洗滌を行うと、土壌中における発芽率が低下することおよび、糖類、アミノ酸添加によってこれが回復すること(昭43年度農林省指定畑作病害虫試験成績書、茨城農試)が認められている。本試験では、アミノ酸としてグルタミン酸ソーダ

を0.5%添加しているのも、分生胞子の遠沈洗滌法による発芽率低下などの影響は相当軽減されているとみなされる。いずれにしろ、薬剤の殺菌力検定に小型分生胞子を利用することは色々問題はあがあるが、上記諸欠点を配慮し、綿密な計画のもとに利用すれば、土壌中のF・oxy-sporumに対する薬剤の作用場面(第3表)、持続性(第2、3表)など殺菌作用の現われ方も比較的簡便に類推でき、ポット試験への移行が円滑に展開できる。

なお、黒ボクの仮比重はほぼ1であるから深さ10cmまでの10aの土の重量は約10万kgとみなされるから、ポット試験において100ppmの添加量で防除効果が充分とみなされた場合、薬剤の10a当たり施用量は10kgと推定される。ポット試験から薬害の面もほぼ見当がつき、これらを基準に圃場施用量試験にとり組めば、全体的な流れの中で供試薬剤の効果がとらえられる利点がある。

Ⅲ 最近の各種殺菌剤のキュウリつる割病防除効力について

1 土壌中におけるF・O・C小型分生胞子に対する殺菌力

1) 試験方法

供試土壌、薬剤の土壌添加法、小型分生胞子の調整(ただし、グルタミン酸ソーダの添加量は0.05%とした)ならびに発芽調査法(ただし、薬剤の土壌添加直後から24時間の発芽阻止力のみ調査した)はすべて前項Ⅱ-2と同じであり、供試薬剤とその有効成分、添加量は次の通りである。

- (1) ベンレート水和剤：1-(ブチルカーバモイル)-
- 2-ベンズイミダゾールカルバミン酸メチル・エステル 50%
- (2) トップジン粉剤：チオフアネート3%
- (3) トップジンM粉剤：チオフアネートメチル2%
- (4) タチガレン微粒剤：ヒドロキシソキサゾール4%
- (5) ダコニール粉剤：テトラクロリスフタロニトリル4%
- (6) YF-1粒剤(有機合成物 7%)
- (7) チウラム水和剤：ビス-(ジメチルチオカーバモ

キュウリつる割病菌を指標とした土壌殺菌剤の簡易検定法について

イル)ージサルファイド80%

(8) ダイホルタン粉剤および微粒剤：N-テトラクロルエチルチオ)テトラヒドロフタルイミド3.5%

土壌添加量：各薬剤ともに有効成分として土壌に対して、25, 50, 100, 200および400 ppm 全層に均等に混合されるようにした。

2) 試験結果

第6表における供試薬剤のF・O・C 小型分生胞子の発芽阻止力を前項IIから既知のチウラムおよびダイホルタンを対照に比較すると次のようである。

ベンレート水和剤の発芽阻止力は添加量が増加してもあまり強くならず、有効成分として400 ppm 添加しても完全に発芽を阻止できなかった。しかし、発芽管の

第6表 土壌中のキュウリつる割病菌小型分生胞子に対する各種薬剤の殺菌力

供試薬剤	発芽率 指数				
	25	50	100	200	400 ppm
1 ベンレート水和剤	67	82	77	51	44
2 トップジン粉剤	100	143	136	126	194
3 トップジンM粉剤	106	120	101	168	161
4 タチガレン微粒剤	62	51	39	40	7
5 ダコニール粉剤	0	0	0	0	0
6 YF-1粒剤	98	61	8	0	0
7 チウラム水和剤	28	0	0	0	0
8 ダイホルタン粉剤	0	0	0	0	0
9 ダイホルタン微粒剤	42	32	42	—	—

注) 薬剤無施用区における小型分生胞子の発芽率は3区平均29.3%であり、数値はこの発芽率を100としたときの指数である。

伸長は本剤の添加量が多くなるにつれて不良となることが観察された。

トップジン粉剤およびトップジンM粉剤は土壌中の小型分生胞子の発芽阻止力を全く認めず、多量施用区では

むしろ無施用区より発芽を良好にし、発芽管の伸長も良好になることが観察された。本剤を有効成分で200 ppm 添加すると、土壌中の糸状菌数が無施用の約 $\frac{1}{6}$ に減少することが別の試験(昭和45年度、茨城農試病虫害部資料

635)で認められた。このような本剤施用に伴う土壌微生物の変動とF・O・Cに対する本剤の直接殺菌力がないことが相関連して無施用より発芽を助長し、発芽管の伸長を良好にしたのではないかと推察される。

タチガレン微粒剤の直接的な発芽阻止力も対照薬剤より弱く、400 ppm と多量添加しても僅かに発芽するものを認めた。

ダコニール粉剤の発芽阻止力は対照薬剤チウラムよりすぐれ、ダイホルタンとほぼ同等の強い殺菌力を有するものと判断された。

YF-1粒剤の発芽阻止力は上記のベンレート水和剤、トップジンおよび同M粉剤、タチガレン微粒剤よりも強いが、対照薬剤チウラム、ダイホルタンより弱く、致死濃度はほぼ100 ppm であった。

ダイホルタン微粒剤は100 ppm 区でも相当高い発芽率を示し、200 ppm 以上の高濃度について調査を欠くため、致死濃度を知ることはできなかったが、本微粒剤の発芽阻止力は明らかに粉剤より劣るとみなされた。

2 ポット試験による数種薬剤のキュウリつる割病防除効力

1) 試験方法

(1) 供試土壌：場内の黒色火山灰土で無殺菌のまま使用した。

(2) 病原菌の接種：前項Ⅱ-4と同じ方法で作成した病土を供試土壌1kgに50gずつ接種し、よく混合した。
接種月日：1970年9月7日

(3) 供試薬剤とその施用量：供試薬剤は前項Ⅲ-1、薬剤の土壌添加法は前項Ⅱ-5と同じで、施用量は第7表の通りである。薬剤処理月日：9月7日

(4) キュウリ栽培法：化成肥料(14:14:14)は9月7日病土および薬剤添加と同時に土壌1kgあたり3gずつ全層に混和し、ガラス室においた。その後3日目(9月10日)キュウリ(品種：青長地道)を1鉢あたり10粒ずつ点播した。出芽後3~4日おきにジマンダイセン粉剤を5回散布した。

(5) 発病調査：出芽後ずい時萎ちょう株は抜きとり、地際茎の導管褐変の有無を調べ、導管が $\frac{3}{4}$ 以上褐変す

るものは発病重症株とした。導管の褐変を認めない枯死株は立枯苗とした。この立枯苗は症状から立枯性疫病と判断された。播種後53日目に残存株を抜きとり、草丈を測定し、地際部の茎を切断し、導管褐変の有無を調査し、導管褐変株は発病軽症株と表示した。

2) 試験結果

本試験では、自然土を無殺菌のまま使用し、F・O・C接種と云う条件が重って試験区により立枯性疫病が多発した。また、対照薬剤チウラム、ダイホルタンのつる割病発生は厚膜孢子致死濃度以上の薬量区において非常に少なくなったが、キュウリの生育が不良となり、基準薬剤として問題はあるが、本試験が薬害よりも病気防除に力点をおいていることから上記2薬剤の発病抑制力を基準に供試薬剤の防除効力を第7表から判断すると、次のようである。

ベンレート水和剤：有効成分で100~200 ppm 施用量では、フザリウム菌による萎ちょう・枯死苗および立枯性疫病も非常に多発し、全く防除効力を認めなかった。400 ppm 添加すると、枯死苗は非常に少なくなり、つる割病軽症苗が多くなった。しかし、総発病率では対照薬剤より劣る傾向であったが、キュウリの生育は非常に良好であり、供試薬剤中最も有望な薬剤とみなされた。

トップジン粉剤、トップジンM粉剤：本試験の施用量では前項Ⅲ-1の試験から分生孢子の発芽阻止力は全く認められないと判断されるが、有効成分で200 ppm 施用すると、つる割病の発生は軽微となった。トップジン粉剤よりトップジンM粉剤がややすぐれているようであった。キュウリの生育は無施用よりやや良好であったが、ベンレート水和剤より劣った。

タチガレン粉剤および微粒剤：粉剤を有効成分で100 ppm 以下の施用量では本病の防除効力は認められなかったが、200 ppm 添加すると、対照薬剤とほぼ同等の効力を示した。本剤施用区の生育は無処理より良好であったが、施用量が多いほど、生育は抑制される傾向であった。微粒剤の防除効力は粉剤より劣った。

ダコニール粉剤：土壌中におけるフザリウム菌分生孢子の致死濃度の4倍(100 ppm)施用区において対照

キュウリつる割病菌を指標とした土壌殺菌剤の簡易検定法について

第7表 キュウリつる割病に対する各種薬剤の防除効力

供試薬剤	施用量 (有効成分)	播粒 種数	出芽率 (%)	調 査 数 (本)	つる割病株率(%)			立枯性 疫病 株率(%)	草 丈 (cm)
					軽	重	計		
1. ベンレート 水和剤	100 ^{ppm}	30	100	30	0	46	46	53	—
	200	30	90	27	0	52	52	48	—
	400	30	97	29	28	14	42	3	14.7
2. トップジン 粉 剤	100	30	90	27	4	45	49	37	12.0
	150	30	93	28	4	29	33	29	11.7
	200	30	93	28	18	11	29	32	11.3
3. トップジンM 粉 剤	100	30	87	26	4	27	31	62	13.0
	150	30	87	26	19	46	65	8	14.5
	200	30	93	28	4	25	29	4	11.9
4. タチガレン 粉 剤	50	30	100	30	3	47	50	10	16.0
	100	30	100	30	0	43	43	20	13.0
	200	30	93	28	0	15	15	29	12.9
5. タチガレン 微 粒 剤	50	30	87	26	4	76	80	8	11.2
	100	30	93	28	4	75	79	21	8.9
	200	30	83	25	8	32	40	20	7.1
6. ダコニール 粉 剤	25	30	97	29	0	73	73	28	—
	50	30	90	27	7	48	55	15	13.7
	100	30	90	27	0	30	30	7	12.8
7. YF-1 粉 剤	50	30	93	28	7	46	53	36	13.3
	100	30	90	27	4	49	53	15	10.7
	200	30	83	25	4	44	48	20	15.3
8. チウラム 水和剤	50	30	83	25	4	60	64	20	13.4
	100	30	97	29	0	31	31	0	8.4
9. ダイホルタン 微 粒 剤	25	30	87	26	0	34	34	31	11.9
	50	30	87	26	0	50	50	19	9.7
10. ダイホルタン 粉 剤	25	30	90	27	7	26	33	4	14.6
	50	30	97	29	3	17	20	3	12.5
11. 無 施 用		30	90	27	7	45	52	22	9.0

薬剤とほぼ同等の防除効力が認められた。

Y F - 1 粒剤：分生胞子の致死濃度はほぼ 1 0 0 ppm であったが、5 0 ~ 2 0 0 ppm 施用量の範囲ではほとんど防除効力を認めることはできなかった。

ダイホルタン微粒剤：本剤の分生胞子の発芽阻止力は粉剤よりはるかに劣っていたが、防除効力も同じように劣った。上記のタチガレン微粒剤も同様の傾向があった

ことを考えると、土壌中において微粒剤の殺菌力を十分に発揮させる条件例えば病原菌と薬剤との直接接触、土壌水への溶解速度などの物理的性質が粉剤より劣っているためではないかと推察される。

3 考 察

前項 II において、F・O・O 小型分生胞子に対する

薬剤の致死濃度を知り、これを基準にポット試験を行うことにより、薬剤の実用化への可能性がほぼ推定できるとみなされたので、数種薬剤に適用したところ、対照薬剤チウラム、ダイホルタンより直接殺菌力の劣るベンレート水和剤400 ppm区、トップジンM粉剤200 ppm区、トップジン粉剤200 ppm区およびタチガレン粉剤200 ppm区がチウラム100 ppm区またはダイホルタン粉剤25~50 ppm区とほぼ同等の高い防除効果を示し、とくにベンレート水和剤は薬害もなく、発病も非常に軽微で有望とみなされた(第6、7表)。このような現象は薬剤の選抜にあたり、たとえ土壌を媒体とした直接殺菌力の調査であっても、これのみを指標にすることの危険性、作物を使用したポット試験の重要性、そして、より一層能率的なポット試験法の確立の必要性を示唆している。

著者らはこの結果をもとにスライド法を適用し、ベンレート水和剤の土壌中のF・O・Cに対する殺菌作用の現われ方、使用法について検討し、その一部は報告した⁸⁾。これによると、本剤の小型分生胞子の発芽そのものの抑制力は弱い、発芽後の厚膜化の過程が長期間にわたり阻害されることが明らかになった。また、本剤には体内浸透性の強いこと^{2,3)}もすでに明らかであり、このような本剤の作用が割病防除効果の高い原因ではないかと推察される。

多川ら¹⁴⁾によると、トップジンM粉剤は土壌中でメチル-2-ベンズイミダゾール・カーバメイト(MBC)に変化し、この物質の半減期が非常に長い。一方、ベンレート水和剤も溶液および土壌中でMBCに変化する^{2,13)}。このようなチオファネートメチルのMBCへの変化が直接殺菌力を認めなくてもポット試験において比較的高い防除効力を示したものと推察される。

一方、ダコニール粉剤のように、直接殺菌力の強い薬剤では、この殺菌力を基準に3段階の施用量で試験することによって有効なほ場施用量をほぼ推定することができる。従って直接殺菌力の強い化合物の選抜にはスライド法を適用し、小型分生胞子に対する致死濃度を求める操作は迅速かつ簡便な方法とみなされる。

本試験では、自然土を用いたため、立枯性疫病が試験

区によって対象病害する割病より多発した場合があった。著者らはこのような現象を往々経験した。従って、キュウリを指標作物とした場合、一次選抜には殺菌土を使用した方がよいようにみなされる。しかし、土壌を殺菌すると、実際のほ場と異なり、ペンタクロロニトロベンゼンで確認されている変則効果⁹⁾を予知できなくなる。実用化試験では、このような変則効果も検討する必要があるだろう。

IV 摘 要

土壌中のキュウリつる割病菌(F・O・C)に対するチウラム、キャプタン、ダイホルタンおよびHF-215の殺菌作用の現われ方をスライド法を利用して試験した結果、ダイホルタンのF・O・C小型分生胞子の発芽抑制は最も強く、次いでチウラム、キャプタンが強く、HF-215は最も劣った。土壌中の厚膜胞子の発芽抑制および土壌中のF・O・Cの密度低下も同じような傾向であった。しかし、前3者の厚膜胞子の致死濃度は小型分生胞子より2倍以上高く、持続効果も非常に短かった。HF-215の小型分生胞子の発芽抑制効力は弱い、その後の厚膜化の過程を阻止する力が強く、その持続効果も長かった。各薬剤を厚膜胞子の致死濃度以上に土壌全体に混合すると、キュウリつる割病に対して比較的高い防除効果が得られた。このような結果から、直接殺菌力の強い薬剤を選抜する方法として土壌中における小型分生胞子の直接殺菌力をスライド法で検定する方法は比較的迅速かつ簡便であり、有効な手段とみなされた。

この方法を他の数種の薬剤に応用したところ、ダコニール粉剤のように直接殺菌力の強い薬剤は本法でもよいが、ベンレート水和剤、トップジンM粉剤などのように防除効果の現われ方が上記薬剤と異なる場合には、本法はほとんど役に立たず、指標作物を使用するポット試験がすぐれていることを認めた。

引 用 文 献

1. American Phytopathological Society(1943):
The slide germination method of eva-

- luating protectant fungicides. *Phytopath.* 33, 627~632.
2. Buchenauer, H. & D. C. Erwin (1971): Control of *Verticillium* wilt of cotton by foliar sprays with acidic solutions of benomyl and Thiabendazole. *Phytopath.* 61, 1320 (Abst.)
 3. Erwin, D. C., H. Mee and J. J. Sims (1968): The systemic effect of 1-(Butylcabamoyl)-2-benzimidazole carbamic acid, methyl ester on *Verticillium* wilt of cotton. *Phytopath.* 58, 528~529.
 4. Ezekiel, W. N. (1938): Evaluation of some soil fungicides by laboratory tests with *Phymatotrichum omnivorum*. *Jour. Agr. Res.* 56, 553~578.
 5. Gibson, I. A. S. M., Ledger, and E. Boehm (1961): An anomalous effect of Pentachloronitrobenzene on the incidence of damping-off by a *Pythium* sp. *Phytopath.* 51, 531~533.
 6. 細辻豊二: 土壌殺菌剤試験に関する基礎研究 1~319.
 7. 駒田 且 (1964): 土壌病害の手引 (III) 1~7
 8. 松田 明 (1972): キュウリつる割病に対するペンレートの効果と使い方 農薬 19(4), 42~47.
 9. 松田 明・下長根 鴻・尾崎克巳 (1975): キュウリ立枯性疫病に対するペンタクロロニトロペンベンの変則効果について 関東病虫研報
 10. 松田 明・尾崎克巳・下長根 鴻・渡辺文吉郎 (1967): 土壌中におけるフザリウム菌の発芽について 土と微生物 9, 30~40.
 11. Nash, S. M. T., Christon and W. C. Snyder (1961): Existence of *Fusarium solani* f. *phaseoli* as chlamydo spores in soil. *Phytopath.* 51, 308~313.
 12. 岡崎 博 (1971): *Fusarium* 菌の厚膜孢子形成条件について 日植病報 37, 326~332
 13. Pitblado, R. E. and L. V. Edgington (1972): Movement of benomyl in field soils as influenced by acid surfactants. *Phytopath.* 62, 513~516.
 14. 多川 閃・山口洋一・谷沢郁夫 (1973): 生物検定による土壌中のトップジンMと分解生成物の定量 秦野たばこ試報. 73, 345~352.
 15. 高橋綿治・松浦 義 (1957): *Pellicularia filamentosa* (Pat.) Rogers 菌に基因する作物病害に関する研究 第9報 水銀剤の土壌殺菌剤としての吟味 (II) 茨大農学報 5, 15~21.
 16. Toussoun, T. A. and W. C. Snyder (1961): Germination of chlamydo spores of *Fusarium solani* f. *phaseoli* in unsterilized soils. *Phytopath.* 51, 620~623.
 17. Zentmyer, G. A. (1955): A laboratory method for testing soil fungicides with *Phytophthora cinamoni* as test organism. *Phytopath.* 45, 398~404.

数値分類法による茨城県の気候区分

津田 公男

水戸気象台編「茨城県の気候」に記載されている25気象観測所の月平均気温と月降水量データに数値分類法を適用し、県内平坦地を次のように7地域に区分した。

I 県北山間地域—夏季多雨冬季低温型 II 県北平坦地域—夏季多雨冬季低温寡雨型 III 県西・県南地域—夏季高温型 IV 鹿行・県南地域—通年高温夏季寡雨冬季多雨型 V 県北海岸地域—夏季低温寡雨冬季高温型 VI 県中央地域—冬季低温型 VII 鹿島南部地域—夏季低温寡雨冬季高温多雨型

I はじめに

県内の農業立地自然要因のうち、地形、地質、土壌などの分布は明らかになっている¹⁾が、気候の地域性についてはほとんど検討されていない。そのため、営農指導上種々の不便を生じている。気候区分が今まで十分に行われなかったのは、有効な区分方法がなかったためと推察される。

過去にも気候をもとに地域が区分された例^{2,3)}はあるが、それらの大部分は各種の気候要素が特定の月ごとに個別に扱われているため、ある地域の気候の特徴を総合的に知ることは困難である。また、気候区分そのものが多分に任意である。

これらの問題は多変量解析法の一手法である数値分類法の採用によって解決されるものと思われる。すなわち、本手法によれば必要な多数のデータをもとに個体が客観的に分類される。KYUMA⁴⁾は月平均気温と月降水量を特性値にして数値分類法によって日本の気候を区分し、それを地図上で明示した。

本報告はその県内版というべき性質のもので、月平均気温と月降水量データをもとに数値分類法によって県内の気候区分を行なったものである。

II データおよび方法

1 データ

「茨城県の気候」³⁾に記載されている県内24観測所

と千葉県銚子観測所の月別平均気温と月別降水量の24特性値を供試した。第1表に観測所の位置とデータの統計年数を示した。

月平均気温と月降水量を特性値に選んだのは、(1)全観測所において観測されている、(2)長年の平均値が与えられているため安定した区分結果が期待される、などの理由による。

2 方法

上記のデータに数値分類法を適用した。クラスター分析あるいは数値分類法については文献^{5,6,7,8)}に数多くの手法が紹介されているが、本報告ではKYUMA⁴⁾と同様に観測所相互の類似度を示す指標として分類距離を求め、それらをもとに順次クラスターにまとめる階層的方法を採用した。解析手順を以下に示す。

1) データの規準化

各特性値の重みを等しくするため、データを規準化した^{5,6)}。

$$X_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_i) / s_i$$

X_{ij} : j 番目の観測所の i 番目の規準化された特性値

x_{ij} : 同上のもとの特性値

\bar{x}_i : i 番目のもとの特性値の全観測所についての平均値

s_i : 同上の標準偏差

2) 個体間距離の計算

観測所間の類似度を示す指標として、分類距離^{5,6)}を計算した。

$$d_{ik} = \left\{ \sum_i (X_{ij} - X_{ik})^2 / p \right\}^{1/2}$$

d_{ik} : j 番目の観測所と k 番目の観測所との分類距離

(d が小さいほど類似度が高い)

p : 特性値の数 (本報告では24)

3) クラスター間の距離の計算

分類距離をもとにクラスター間の均距離⁷⁾をweig-

hted-pair group⁵⁾によって求めた。

$$D_{fg} = \frac{\sum \sum d_{jk}}{n_f \cdot n_g}$$

D_{fg} : f番目のクラスターとg番目のクラスターとの平均距離 (Dが小さいほど類似度が高い)

n_f, n_g : f番目、g番目のクラスター内の観測所数

4) 樹形図の作成

上記の計算結果を樹形図^{5,6,7)}として示した。

5) 地図上での区分

樹形図において分類された各観測所群について、緯度と地形を考慮して線引きした。

第1表 観測所の位置および統計年数³⁾

観測所	位置		統計年数	
	北緯	海拔	気温	降水量
水戸	36° 23'	29m	59年	59年
筑波山	36 13	869	54	54
館野	36 03	25	35	35
柿岡	36 14	29	39*	38
大津	36 50	30	15*	49
大子	36 47	110	38*	39
徳田	36 47	360	24*	44
神峯山	36 88	594	40*	45
小瀬	36 36	105	45	50
山田	36 35	45	23*	24
笠間	36 23	40	43*	55
堅倉	36 15	24	17*	35
湊	36 20	20	45	45
下館	36 19	44	16*	24
真壁	36 17	40	45	46
古河	36 12	20	5	11
下妻	36 11	27	45	46
鉾田	36 09	26	45	55
土浦	36 03	28	45	48
水海道	36 01	13	39	38
麻生	35 59	10	14*	55
鹿島	35 58	37	27	37
竜ヶ崎	35 55	5	45	54
日立	36 36	52	4	4
銚子	35 43	27		

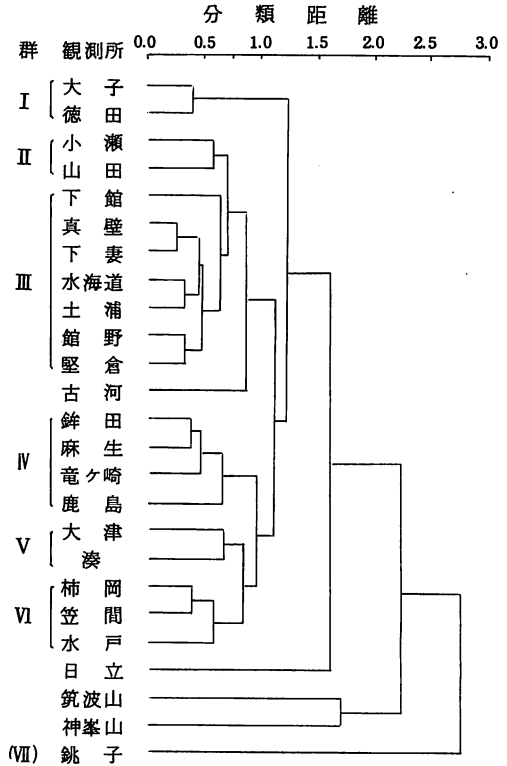
* 印は日最高気温と日最低気温の統計年数が異なるもので、本表では年数の少ない方を示した。

Ⅲ 結果および考察

1 結果

樹形図を第1図に示した。上記のように分類距離が小さいほど観測所間の類似度は高い。KYUMA⁴⁾は特性値

数が24の場合0.98以下の分類距離において個体間の類似度が有意であることを示し、著者自身はそれよりもやや小さい0.8によって分類した。本報告では0.7を採用する。その場合、第1図に示したように6観測所群と5観測所の併せて11クラスターに分類される。これは、25観測所がそのデータの類似度によって11クラスターにまとめられたことを意味する。



第1図 分類距離を指標とした樹形図

5観測所が0.7の分類距離において群を形成しなかったが、これは以下の理由によるものと思われる。筑波山、神峯山および銚子では観測所の位置に起因する。すなわち、前2者は高海拔のため、また銚子では低緯度のために(第1表)他の観測所とは気候が類似しない。

一方、古河と日立においては統計年数の少ないことに関係する(第1表)。気温の年次変化は比較的小さいが、降水量のそれは大きいため統計年数が少ない場合には平均値が安定しない。例えば、古河の7月および日立の6月の降水量は他の観測所に比べて著しく高いが、これは

数値分類法による茨城県の気候区分

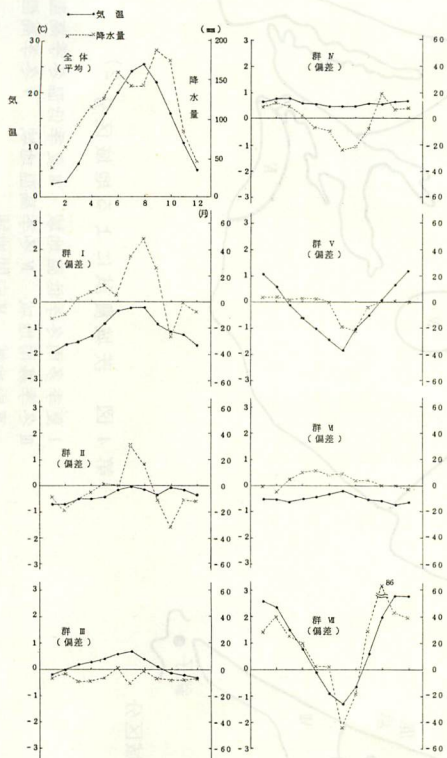
それぞれ1941年の726mmおよび1954年の378mmに影響されたものと推定される(図表省略)。すなわち、古河および日立の場合は気候の差異というよりもデータの信頼度が低いために他の観測所と群を形成しなかったと判断するのが妥当であろう。

したがって、筑波山と神峯山を除いて平坦地の気候を対象にすれば、観測所の位置を考慮して古河および日立をそれぞれ群Ⅲおよび群Ⅴに含め、さらに銚子を1つの群として扱って全体として7群に分類されよう。

各群の気候の特徴を知るため、第2図に月平均気温と月降水量についての全観測所の平均値とそれからの群ごとの偏差を示し、第2表にはそれを季節別にまとめた。なお上述の理由から筑波山、神峯山、古河および日立は計算から除いた。

上記7群について地図上で地域を区分し、それを第3図に示した。また、夏季と冬季の平均気温と降水量による茨城農試の区分例²⁾も参考として第4図に示した。

第3図と第2表をもとに各群の地域の範囲と気候の特徴を要約して以下に示す。気候の特徴は夏季(6~8月)と冬季(12~2月)を中心に、全体の平均値に比較して気温が0.5℃以上高い(低い)場合には高温(低温)、降水量が10mm以上多い(少ない)場合は多雨(寡雨)というように相対的に表現した。

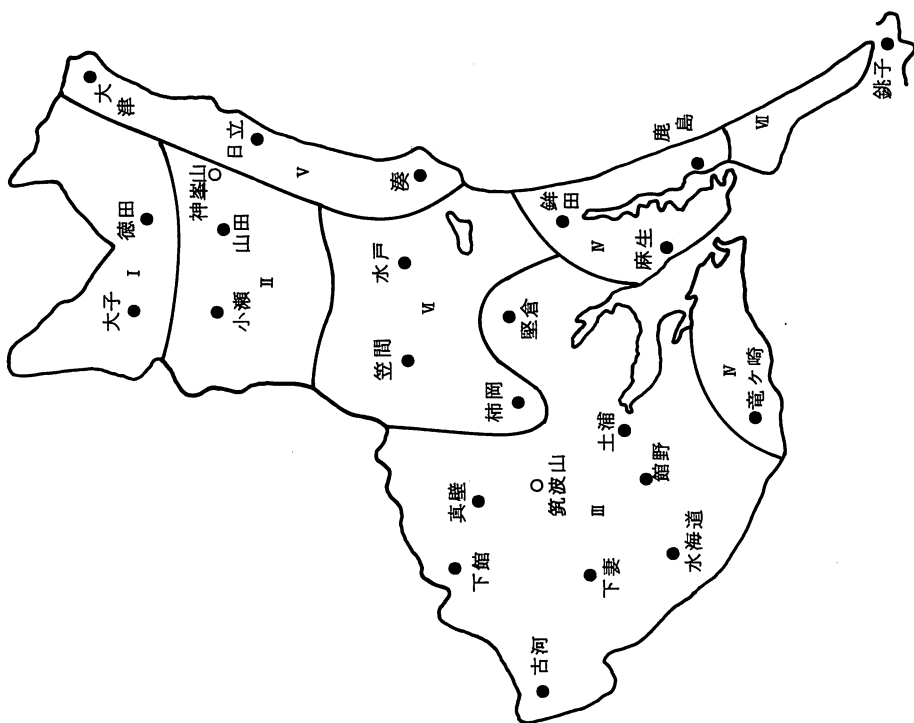


第2図 月平均気温および月降水量の全体の平均とそれからの各群の偏差

- I 県北山間地域—夏季多雨冬季低温型
- II 県北平坦地域—夏季多雨冬季低温寡雨型
- III 県西・県南地域—夏季高温型
- IV 鹿行・県南地域—通年高温夏季寡雨冬季多雨型
- V 県北海岸地域—夏季低温寡雨冬季高温型
- VI 県中央地域—冬季低温型
- VII 鹿島南部地域—夏季低温寡雨冬季高温多雨型

第2表 季節別の気温および降水量の全体の平均とそれからの各群の偏差

要素	季節 (月)	全体(平均)	群 (偏差)						
			I	II	III	IV	V	VI	VII
気温 (℃)	春 (3-5)	11.6	-1.2	-0.5	0.3	0.6	-0.6	-0.5	0.7
	夏 (6-8)	23.4	-0.3	-0.1	0.5	0.5	-1.4	-0.3	-1.0
	秋 (9-11)	16.3	-1.0	-0.1	0.0	0.7	0.1	-0.6	1.8
	冬 (12-2)	3.8	-1.7	-0.6	-0.2	0.7	0.9	-0.6	2.6
降水量 (mm)	春 (3-5)	113	8	-6	-9	2	3	9	15
	夏 (6-8)	150	30	16	3	-18	-14	7	-21
	秋 (9-11)	152	0	-18	-7	7	-1	1	5.2
	冬 (12-2)	51	-9	-12	-5	11	3	-1	3.6



第3図 分類距離0.7における県内平坦地の地域区分

○印は区分から除く。



第4図 茨城農試による地域区分(2)

I 夏季多雨冬季低温地域 II 夏季低温冬季高温地域
 III 冬季寡雨地域 IV 冬季高温地域 V 冬季高温夏季寡雨地域
 VI 中間地域

2 考 察

月平均気温と月降水量データに数値分類法を適用し、県内平坦地の気候を区分した。

KYUMA⁴⁾は分類結果の妥当性について判別関数法によって検討し、誤分類率が5%と低いことを認めた。本報告においては古河および日立についてデータの信頼度が低いと判断して人為的に分類したが、両観測所以外の分類は統計的に処理されているため、従来の区分²³⁾よりも客観性が高いと考えられる。また、数値分類法による分類は、樹形図をもとに必要なに応じてクラスターを統合することも逆に細分することも容易であるという利点がある。例えば、第1図において分類距離を1.0に定めれば群ⅡとⅢ、群Ⅳ、ⅤとⅥはそれぞれ同一クラスターに属することが容易に理解される。

なお、KYUMA⁴⁾と同様に相関係数を類似度の指標とする分類も同時に試みたが、結果は第1図とは異なった(図表省略)。例えば、筑波山、神峯山および水戸は相関係数0.76で同一クラスターに属した。この差異は分類距離がデータの大きさの類似を示すのに対し、相関係数はそのパターンの類似を示すため⁵⁾と思われる。

本報告では気温と降水量を特性値に選んだが、作物栽培においては日照時間、蒸発量、降霜期間なども重要であり、また作物災害面からは風水害、干害、ひょう害などの頻度を考慮する必要がある。しかし、現時点では必ずしもデータが完備していないため、これらについては今後の検討課題である。

数値分類法はコンピュータの使用を前提としている⁷⁾。本報告の場合は電卓によって計算したため、データの規

準化から樹形図の作成までほぼ一週間を要した。数値分類法を適用する際には、コンピュータの利用も同時に考慮すべきであると思われる。

謝辞 有益な助言を賜った石川昌男副場長、化学部吉原貢部長ならびに石川実主任研究員に感謝します。

参 考 文 献

- 1) 経済企画庁総合開発局(昭和48):土地分類図08(茨城県)
- 2) 茨城農試(昭和28):茨城県気象状態編,低位生産地施設事業成績書第3号
- 3) 水戸気象台編(昭和34):茨城県の気候,県開発課
- 4) KYUMA, K(1972): Numerical Classification of Climate. Method and Its Application to the Climate of Japan. *Soil Sci. and Plant Nutr.*, 18, 155~167
- 5) 久馬一剛(1972): 土壌分類における数値的方法, ベドロジスト, 16, 49~60
- 6) 鈴木茂(1974): 数値分類の考え方, 同上, 18, 23~30
- 7) 吉沢正(1971): クラスター分析, 奥野忠一他, 多変量解析法, p.391~410, 日科技連
- 8) WEBSTAR, R(1975): Intuition and Rational Choice in the Application of Mathematics to Soil Systematics. *Soil Sci.* 119, 394~404

茨城県農業試験場研究報告 第16号

昭和51年2月28日 発行

発行所 茨城県農業試験場
水戸市上国井町

印刷所 新生プリント社
水戸市見川二丁目28-18

印刷者 宮崎利安

Bulletin of the Ibaraki Agricultural Experiment Station

No. 16, 1975

Contents

1. On the Use of the 4th Leaf Stage Seedling on Late-Planting Culture of Paddy Soil
..... Nobuo HIRASAWA, Hirobumi OKANO, Toshikuni AITANI, Jun SAKAMOTO,
Akimitsu SHIOHATA and Katsutoshi MURATA
2. Effect of Harvesting Dates and Drying Methods on Quality of Rice Grains and
Sensuous Quality of Cooked Rice
..... Hirobumi OKANO, Nobuo HIRASAWA, Hiroyuki SHIMADA, Toshikuni AITANI,
and Jun SAKAMOTO
3. Occurrence of the Speckled Rice Caused by Some Bugs in Ibaraki Prefecture and its
Control
..... Akira TAKAI, Minoru INO and Souhei KAWATA
4. Causes of Extraordinary Occurrence of Rice Blast in Ibaraki Prefecture, 1974
..... Noboru KOMORI
5. On the New Upland Rice Variety "Yashūhatamochi"
..... Shinichi ONO, Yoshihiro NIIZUMA, Masatoshi ISHIHARA, Yoshiaki OKUTSU,
Tatsuo SUGA
6. Influence of Root-knot Nematode on Incidence of Fusarium Wilt of Cucumber
..... Akira MATSUDA, Kō SHIMONAGANE and Katsumi OZAKI
7. A Laboratory Method for Testing Effects of Soil Fungicides with *Fusarium*
oxysporium, sp. cucumerinum as Test Organism
..... Akira MATSUDA, Kō SHIMONAGANE and Katsumi OZAKI
8. Classification of the Climate of Ibaraki Prefecture by Numerical Taxonomy
..... Kimio TSUDA