イチゴうどんこ病菌のレース分化とイチゴのうどんこ病抵抗性の遺伝

 JA 全農営農・技術センター
 内
 田
 景
 子

 神奈川県農業総合研究所
 井
 上
 治
 助

はじめに

イチゴうどんこ病(病原菌:Sphaerotheca aphanis Var. aphanis)は,葉のみならず花弁,がく,果実をも侵し,イチゴの収量,および品質を著しく低下させるなど,経済的に多大な被害を及ぼしている。また,'とよのか','女峰' といった主要な品種が本病に罹病性が高いことから,防除困難な病害の一つに数えられている。抵抗性品種の利用は有力な病害防除手段であるが,イチゴの場合,品質本位の育種が主流となり,今のところ有効な抵抗性品種は作出されていない。

病害抵抗性品種の育種にあたっては、育種素材の抵抗性程度が正確に把握されていることが必要である。しかし、イチゴうどんこ病では本菌が絶対寄生菌であることから、小規模で多くの品種の発病程度を検定する系が確立しておらず、うどんこ病抵抗性についての体系的な遺伝解析は十分になされていない。これまで、本菌の寄生性については、Peries(1962)、Arsic(1964)、本多(1972)および我孫子(1982)が、またレースに関しては Peries(1962)が報告しているが、レースの存在は明らかにされていない。

本稿では、日本各地から収集したイチゴうどんこ病菌を供試し、リーフディスク法(内田ら、1996)を用いてそのレース分化を明らかにするとともに、うどんこ病抵抗性の遺伝解析を実施したので紹介し、参考に供したい。

I 材料および方法

1 うどんこ病菌のレース分化

- (1) 供試菌:供試したうどんこ病菌は、表-1に示したとおり11県下から採取した42菌株である。供試菌は、単一菌系に純化するために分生胞子の単胞子分離を行い、増殖させ保存した。
- (2) 菌の継代方法:うどんこ病フリーの条件下で育成したイチゴ苗の展葉後間もない複葉を切り取り、湿っ

Physiological Races in *Sphaerotheca aphanis* Var. *aphanis* and Inheritance of Resistance of Strawberry Cultivars to the Fungus. By Keiko UCHIDA and Jirou INOUE

(キーワード:イチゴ,うどんこ病,レース,品種,抵抗性)

中 4 供补带性以上26校职件

た沪紙を敷いた大型シャーレに並べた。これに, うどん

こ病菌の分生胞子を絵筆 (エタノールで消毒後, 風乾)

3 2 − 1	民政国体わる	O IMPANE
菌株名	採取県	ホスト
93 TG-1	岐阜県	とよのか
95 AS-2	静岡県	アイベリー
95 KS-5	静岡県	久能早生
95 KUK-2	神奈川県	久留米 52 号
95 NC-1	千葉県	女峰
95 NC-2	千葉県	女峰
95 NC-3	千葉県	女峰
95 NK-1	神奈川県	女峰
95 NK-7	神奈川県	女峰
95 TNA-2	長崎県	とよのか
95 TF-3	福岡県	とよのか
96 HKA-1	香川県	宝交早生
96 KUK-3	神奈川県	久留米 52 号
96 KUT-1	栃木県	久留米 53 号
96 NT-1	栃木県	女峰
96 NT-3	栃木県	女峰
96 NT-6	栃木県	女峰
96 NT-9	栃木県	女峰
96 NT-11	栃木県	女峰
96 TF-1	福岡県	とよのか
96 TK-1	神奈川県	とよのか
96 TKA-4	香川県	とよのか
96 TN-1	奈良県	とよのか
96 TO-1	岡山県	とよのか
96 TOT-1	栃木県	栃木 15 号
96 TOT-2	栃木県	栃木 15 号
96 TT-1	栃木県	とよのか
96 TTO-2	徳島県	とよのか
96 TTO-3	徳島県	とよのか
96 TTO-4	徳島県	とよのか
96 TTO-5	徳島県	とよのか
95 NK-6	神奈川県	女峰
96 NT-2	栃木県	女峰
96 NT-4	栃木県	女峰
96 NT-7	栃木県	女峰
96 NT-8	栃木県	女峰
96 NT-10	栃木県	女峰
96 NKA-1	香川県	女峰
96 NKA-2	香川県	女峰
96 NKA-3	香川県	女峰
96 NKA-4	香川県	女峰
96 NKA-6	香川県 	女峰

で払い落とし接種した。シャーレはパラフィルム[®] (American National Can 製)で密閉し,20℃,蛍光灯照明下(12時間/日照明)に置き,7日ごとに継代した。

- (3) 供試植物:イチゴの品種は'とよのか','はるのか','女峰','麗紅','ひみこ','宝交早生','ダナー','幸玉','福羽'の9品種を用いた。
- (4) 接種方法:図-1に示したように、うどんこ病フリーの条件下で育成した供試イチゴ苗の展棄後間もない複葉を切り取り、径 10 mm のコルクボーラーでリーフディスクを打ち抜き、湿った沪紙を敷いたシャーレに葉の裏面を上にして並べた。高さ 20 cm 程度、径がシャーレと同程度の塩化ビニル製の円筒内に置き、円筒の上から新鮮な分生胞子を多数形成しているイチゴの複葉を軽く指でたたいて、分生胞子を均一に払い落とした。
- (5) 培養条件:接種後,20°C,2,000~2,500 lux,12 時間照明下で7~10 日間培養した。
- (6) 調査方法:1区5枚のリーフディスクについて、実体顕微鏡下で分生胞子形成を伴う病斑の面積率を調査した。これに下記の指数を与え、平均発病指数として表した。

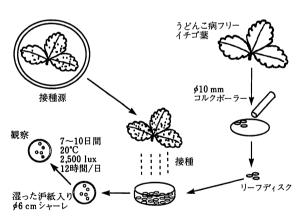


図-1 イチゴうどんこ病菌の品種間における寄生性分化 に対する検定方法

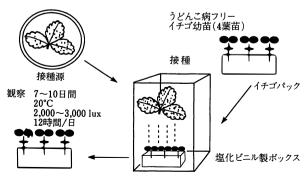


図-2 イチゴのうどんこ病抵抗性幼苗検定方法

指数 0:無発病,指数 1:病斑面積率 5%以下,指数 2:6~25%,指数 3:26~50%,指数 4:51~75%,指数 5:76%以上。

2 抵抗性の遺伝解析

- (1) 供試菌:イチゴうどんこ病菌の二つのレース (レース 0 およびレース 1 各 1 菌株) を用いた。
- (2) 供試品種・系統: イチゴ品種 'とよのか', '女峰' の自殖 (S₁) 種子および正逆交雑 (F₁) 種子を用いた。
- (3) 接種方法:図-2 に示したように、抵抗性検定には幼苗検定法を用いた。すなわち、播種後、本葉 4 枚が展開した幼苗を塩化ビニル製ボックスに入れ、レース 0 およびレース 1 の各菌株ごとに払い落し接種した。その後、20°C、12 時間照明下で、 $7\sim10$ 日間育苗した。
- (4) 調査方法:上位第4葉の病斑面積率に、第I章 1節目の(6)の指数を与えて調査した。

Ⅱ実験結果

1 レース分化

供試した 42 菌株は菌株間で発病指数に若干ばらつきが認められたが、'とよのか'、'はるのか' に病原性を示さない菌株 (レース 0, 11 菌株) とすべての品種に病原性を示す菌株 (レース 1, 31 菌株) の二つのレースに分けることができた (表-2, 3)。このうち、'とよのか'、'はるのか' に病原性を示さない菌系すなわちレース 0は、いずれも神奈川県、栃木県および香川県で栽培されていた '女峰' からのみ分離された (表-4)。また、圃場におけるイチゴ品種のうどんこ病に対する罹病程度を関係を検討した。'宝交早生' は圃場でわずかに発病が見られる程度であったが、リーフディスク法では発達した菌養が形成され、明らかな発病が認められた。その他の品種は圃場およびリーフディスク法のいずれにおいても発病が認められた (図-3)。

2 抵抗性の遺伝解析

レース 0 に対しては抵抗性個体:感受性個体の分離比が,①'とよのか' S_1 では 3:1,②'女峰' S_1 では 0:1,③ F_1 では 1:1 となった(表-5)。レース 1 に対しては'とよのか' S_1 , F_1 のすべての個体が感受性であったが,'女峰' S_1 では一部抵抗性個体が分離した(表-6)。幼苗検定後,薬剤(殺菌剤)を散布してうどんこ病を防除し,成苗になるまで育成した。この成苗から新たに展開した葉を用いて,リーフディスク法により再び二つのレースに対する反応を調査した。その結果,幼苗検定法による反応はリーフディスク法の反応と完全に一致し,両

表-2 イチゴうどんこ病菌の菌株によるイチゴ品種に対する病原性

	発病指数								
菌株名	とよのか	はるのか	女峰	麗紅	ひみこ	宝交早生	ダナー	福羽	幸玉
93 TG-1	5.0	5.0	5.0	4.8	1.2	0.8	4.4	2.2	1.4
95 AS-2	5.0	1.2	5.0	5.0	4.4	2.4	2.0	1.4	1.6
95 KS-5	5.0	5.0	5.0	5.0	0.4	1.4	4.4	3.2	0.2
95 KUK-2	5.0	5.0	5.0	5.0	4.8	4.4	4.0	2.6	2.8
95 NC-1	5.0	4.4	5.0	5.0	4.4	4.2	0.0	1.0	3.0
95 NC-2	4.8	4.0	5.0	3.2	3.2	0.4	4.6	1.2	0.0
95 NC-3	3.4	4.6	5.0	4.8	1.6	1.0	5.0	1.4	1.8
95 NK-1	1.8	2.6	5.0	3.4	0.0	0.2	3.2	1.6	0.2
95 NK-7	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	1.2	4.8	1.4	1.6
95 TNA-2	5.0	4.0	5.0	5.0	4.4	1.8	3.8	0.0	0.2
95 TF-3	5.0	5.0	5.0	5.0	0.6	1.4	5.0	5.0	0.2
96 HKA-1	5.0	4.8	5.0	5.0	4.0	3.0	3.0	2.4	0.6
96 KUK-3	5.0	5.0	5.0	5.0	1.0	1.2	4.8	3.2	0.2
96 KUT-1	5.0	4.4	5.0	3.8	4.4	0.6	5.0	2.4	1.4
96 NT-1	5.0	4.6	4.8	2.8	2.6	4.4	4.2	0.8	0.8
96 NT-3	4.2	4.6	4.4	4.2	4.0	2.6	4.0	1.0	0.4
96 NT-6	5.0	5.0	5.0	3.8	4.0	1.4	3.4	3.2	1.2
96 NT-9	5.0	4.4	5.0	5.0	5.0	3.8	2.2	3.4	1.4
96 NT-11	5.0	4.4	5.0	5.0	0.0	2.8	3.0	2.0	1.4
96 TF-1	5.0	2.8	5.0	1.8	3.8	0.2	3.4	2.4	1.2
96 TK-1	4.8	4.8	5.0	5.0	1.0	0.6	5.0	4.8	5.0
96 TKA-4	5.0	3.2	5.0	5.0	4.6	3.0	3.6	0.4	0.6
96 TN-1	5.0	5.0	5.0	4.4	0.2	2.6	1.0	2.8	0.2
96 TO-1	2.2	3.4	5.0	3.2	3.4	0.2	5.0	2.2	0.4
96 TOT-1	5.0	5.0	5.0	5.0	0.4	4.0	0.8	1.0	0.4
96 TOT-2	5.0	4.8	5.0	5.0	1.6	3.6	5.0	3.0	1.2
96 TT-1	4.6	5.0	5.0	5.0	3.4	3.4	3.8	5.0	5.0
96 TTO-2	4.2	4.6	5.0	4.0	3.4	0.0	0.6	0.8	0.2
96 TTO-3	3.0	4.4	5.0	4.0	1.8	0.4	5.0	0.2	0.8
96 TTO-4	4.6	4.8	5.0	3.6	3.6	1.6	1.0	1.8	1.2
96 TTO-5	5.0	5.0	5.0	5.0	2.0	4.8	0.0	2.0	2.2
平均	4.6	4.4	5.0	4.4	2.7	2.0	3.4	2.1	1.3
95 NK-6	0.0	0.0	5.0	4.8	0.4	0.2	0.6	3.0	0.6
96 NT-2	0.0	0.0	4.8	4.4	0.2	0.6	0.2	1.2	3.2
96 NT-4	0.0	0.0	5.0	5.0	0.4	2.8	0.0	2.2	4.8
96 NT-7	0.0	0.0	5.0	5.0	1.0	0.4	2.4	1.8	1.2
96 NT-8	0.0	0.0	5.0	3.8	0.0	3.0	0.8	4.0	2.4
96 NT-10	0.0	0.0	5.0	4.8	2.0	1.0	0.4	2.6	1.0
96 NKA-1	0.0	0.0	4.2	5.0	0.2	2.4	0.0	1.0	0.2
96 NKA-2	0.0	0.0	5.0	5.0	0.4	0.0	1.2	0.4	1.4
96 NKA-3	0.0	0.0	5.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
96 NKA-4	0.0	0.0	4.8	4.8	0.0	0.4	1.0	0.4	1.2
96 NKA-6	0.0	1.0	5.0	5.0	0.4	3.4	0.0	1.2	4.6
平均	0.0	0.1	4.9	4.8	0.5	1.3	0.6	1.6	1.9

検定法による検定結果は同一に論じてよいものと考えられた(表-7)。

以上の結果から、イチゴうどんこ病菌には'とよのか'、'はるのか'に病原性が認められない菌系すなわちレース 0 と病原性が認められる菌系すなわちレース 1 の二つのレースが存在することが示された。また、イチゴうどんこ病抵抗性には圃場抵抗性と真正抵抗性とが存在し、リーフディスク法により検出されたうどんこ病菌レース 0 に対する'とよのか'の真正抵抗性は、少なくとも一つの主働抵抗性遺伝子により支配されていることが示唆された。

本試験で用いたリーフディスク法 および幼苗検定法は、イチゴうどん こ病菌のレース検定およびイチゴ品 種のうどんこ病抵抗性の評価と遺伝 解析を小規模で簡易かつ迅速に判定 できるきわめて有効な方法であると 思われる。

おわりに

以上、イチゴうどんこ病菌のレース分化について、これまでに得られた試験結果を紹介した。今後、イチーゴうどんこ病抵抗性育種のための抵抗性遺伝子の探索や細胞レベルでのイチゴの抵抗性反応の検討などに取り組んでいく予定である。

表-3 イチゴうどんこ病菌の各レースに対するイチゴ品種の反応

		平均発病指数								
レース	菌株数	とよのか	はるのか	女峰	麗紅	ひみこ	宝交早生	ダナー	福羽	幸玉
0	11	0.0	0.1	4.9	4.8	0.5	1.3	0.6	1.6	1.9
1	31	4.6	4.4	5.0	4.4	2.7	2.0	3.4	2.1	1.3

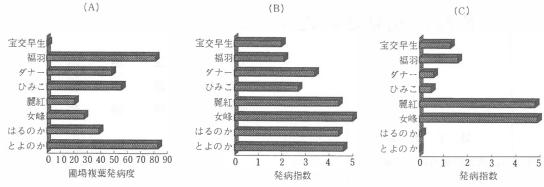


図-3 異なるレースにおけるイチゴの圃場およびリーフディスク法での発病の品種間差異

- (A) レース1に対する圃場での複葉発病度
- (R) レース1に対するリーフディスク法での発病指数
- (C) レース 0 に対するリーフディスク法での発病指数

発病指数は表-3を参照.

表-4 イチゴうどんこ病菌のレース分布

		レ	レース		
地域	菌株数	0	1		
関東	23	6	17		
東海・近畿	4	0	4		
中国	1	0	1		
四国	11	5	6		
九州	3	0	3		
計	42	11	31		

表-5 イチゴうどんこ病菌レース 0 に起因するうどんこ病 抵抗性の分離

		分降		
系統	総苗数	抵抗性個体	感受性個体	.x²値
とよのかSı	75	56	19	(3:1)0.004
女峰 S ₁	34	0	34	
とよのか X 女峰	103	51	52	(1:1)0.009
女峰 X とよのか	120	68	52	(1:1)2.133

各系統ともに実生4葉苗を用い,菌はレース0として95 NK-6菌 株を用いた。

調査は、上位葉である4葉の病斑面積率に指数を与えて行った。 $x^{2}(0.05) = 3.841$

引用文献

- 1) Arsıc, M. M (1964): Zastita bilja 84: 117~170.
- 2) 我孫子和雄 (1982): 野菜試報 A.10: 69~74.
- 3) 本多藤雄 (1972): 農業技術大系野菜編3イチゴ (応 用): 241~245.
- 4) 井上治郎ら (1997): 園芸学会雑誌 (別冊 2) 66:460 ~461.
- 5) Peries, O. S. (1962): Ann. appl. Biol. 50: 225~233.
- 6) 内田景子ら(1996): 日植病報 62: 271 (講要). 7) (1997): 同上 63: 226 (講要).

表-6 イチゴうどんこ病菌レース1に起因するうど んこ病抵抗性の分離

	分離比		
総苗数	抵抗性個体	感受性個体	
58	0	58	
30	5	25	
81	0	81	
104	0	104	
	58 30 81	総苗数 抵抗性個体 58 0 30 5 81 0	

各系統ともに実生4葉苗を用い、菌はレース1とし て 95 AS-2 菌株を用いた。

調査は、上位薬である4薬の病斑面積率に指数を与 えて行った。

表-7 検定法とイチゴの自殖および交雑系統に対する うどんこ病菌の反応

	ν	ース()	レース1			
系 統	幼苗 検定法	リーフ ディスク法	幼苗 検定法	リーフ ディスク法		
とよのかSュ-R*		_	+	+		
とよのから1-8**	+	+	+	+		
女峰自殖-S	+	+	+	+		
とよのか X 女峰-R	_	_				
とよのか X 女峰-S	+	+	+	+		
女峰 X とよのか-R	_	_				
女峰 X とよのか-S	+	+	+	+		

* R 抵抗性個体 ** S:感受性個体