イネ褐色菌核病菌系統の水田における 残存期間と近隣水田での分布

稲垣 公治*・磯村 嘉宏*

Kimiharu INAGAKI* and Yoshihiro ISOMURA* : Survival Durations
of *Sclerotium oryzae-sativae* Sawada Strains in Paddy
Fields and Their Distribution in a Neighbouring Field

Abstract

Field isolates of *Sclerotium oryzae-sativae* Sawada were obtained from sheath blight-like lesions on maturing rice plants in 1983-1989 and were classified into strains according to anastomosis reactions (Hyphal fusion without cell death was observed in every pairing test between isolates within the same strain, but the fusion with cell death was observed in the test between isolates belong to different strains). Two hundred and eighteen and 245 isolates from two paddy fields differed in rice variety cultivated were assorted into 37 and 50 strains, respectively. Survey of presense of these strains in paddy fields for 6 years resulted that 55% of strains survived for one year and 22% of them were for 4-6 years. Strains distributing over a wide area in a field tended to survive for longer periods. In survival for 4-6 years, any strains did not remain at the same or neighbouring plot where those previously appeared. About 60% of strains were new ones which had not been detected in previous years, although the percentage differed in the year and the field. Three to 5 among 9-20 strains detected in each of two neighboring fields (ca. 20 m apart) were common in the both fields in 1986 and 1987.

(Received March 26, 1991)

Key words: *Sclerotium oryzae-sativae*, distribution of strains, paddy fields, rice sclerotial disease.

緒 言

イネの葉鞘に紋枯病と類似の病斑を形成する病気に、*Rhizoctonia* や *Sclerotium* 属菌によって引き起こされる数種の菌核病がある。これらの菌核病はおもにイネの出穂後に発生し¹²⁾、菌核病の種類によっては籾の稔実や品質に大きな影響を及ぼす³⁾。これらの菌核病のうち褐色菌核病(病原菌 *Sclerotium oryzae-sativae* Sawada=*Ceratobasidium setariae* (Sawada) Oniki, Ogoshi et Araki)¹⁵⁾ や灰色菌核病 (*S. fumigatum* Nakata=*C. setariae* (Sawada) Gunnell and Webster²⁾) は水田においてかなり広い範囲に発生する場合が多く⁵⁾、それらの発生は同一の菌核病菌に属する多くの菌株群によって引き起こされることが知られている⁶⁾。このような菌株群は、赤色菌核病(*Rhizoctonia oryzae* Ryker et Gooch = *Waitea circinata* Warcup et

Talbot)¹⁶⁾ の場合には、同一水田に3~6年間残存してイネに菌核病をひき起こすことがある⁴⁾。しかし、これら菌株群の他水田への伝播については全く不明である。そこで、本報告では褐色菌核病が発生している2筆の水田で菌株群の残存期間を検討したうえで、これら菌株群の水田間における伝播の有無を調べた。

材料および方法

調査水田 愛知県愛知郡東郷町内の2水田において、褐色菌核病の病斑を採集した。この2水田のうち一方の水田(以下TO水田とする)のイネの品種は「黄金晴」で、他方の水田(以下TK水田とする)は「日本晴」である。この2水田間には別の1水田があって、2水田は約20 m離れており、TO水田が約1 m高くなっている(Fig. 1)。両水田とも農道寄りの西側の限に灌漑水用のポンプ(水源は約200 m離れた池)がある。

* 名城大学農学部 Faculty of Agriculture, Meijo University, Tenpaku, Nagoya 468, Japan

Fig. 1. Spatial arrangement of two observed paddy fields, TO and TK. TO field is ca. 1 m higher at the level than TK field and two fields are ca. 20 m apart each other. Water do not usually flow into the fields from a small waterway because of lower level of the waterway. AR: agricultural road, PI: pump for irrigation, SW: small waterway.

したがって、これらの水田への水の流入はポンプによる場合と、畦畔からの浸水や溢水による場合が考えられる。なお、南東側の水路は両水田より約 50 cm 低くなっていて、この水路の水が水田に流入することは通常ない。

2 水田からの病斑の採集は、TO 水田では 1983 年から 1987 年までの毎年 1 回ずつ計 5 回、TK 水田では 1984 年、1986 年、1987 年、1989 年の 4 回行った。病斑の採集時期は収穫前の 10 日以内である 9 月下旬～10 月上旬とした。水田内での病斑の採集地点数は 35 地点としたが、これら地点の設定方法および採集した病斑からの病原菌の分離方法は前報⁴⁾に準じて行った。

系統の判定 水田内の病斑から分離した菌株を用いて、前報^{4,6)}に示したように菌株間で菌糸融合の様式を調べ、分離菌株のすべてを多くのグループに類別し、それぞれを系統とした。なお、著者らはこのような菌株群を、前報^{4,6)}では完全融合群または融合群と呼称したが、以後は系統に統一する。すなわち、同一系統に属する菌株の間ではいずれの組み合わせでも完全融合^{10,13)}が起こり、異なる系統に属する菌株間では不完全融合が起こる。この系統は 301, 302 のように 3 桁の数字で表し、100 の位には調査年(西暦年号)の下 1 桁の数字をつけ、1 および 10 の位には水田内で分布頻度の高い系統の順に 01, 02, ……と番号をつけた。系統

の調査は、最初に年次ごとの系統数を調査し、全年次のすべての系統から 1～2 菌株ずつ選び出し、これらの菌株間で菌糸融合の様式を調べることによって、年次間の系統の異同を調べた。また、TO 水田で認められた系統と TK 水田で認められた系統の異同については、1986 年と 1987 年の系統の比較により調査した。

実験結果

系統の種類の年次変動

系統数 TO 水田と TK 水田において、5～6 年間で得られた褐色菌核病菌の菌株数は、それぞれ 218, 245 菌株であった (Table 1)。これらの菌株から毎年 6～33 種類の系統が確認され、それらの調査期間内の総数は TO 水田: 63 種類, TK 水田: 67 種類であった。系統には調査した年より以前に既に確認されている既存系統 (Table 1 に existing strain で示した) と、調査した年に始めて確認される新系統 (同表に New strain で示した) とがあり、後者すなわち調査期間中に出現した系統の総数は TO 水田: 37 種類, TK 水田: 50 種類であった。

TO 水田 褐色菌核病の発生は水田内の 35 地点中、毎年 7～18 地点にみられ、これらの地点から 8～20 種類の系統が確認された (Table 1, Fig. 2)。これらの系統のうち 45～78% にあたる 5～9 種類の系統は既存系統であった。次に、調査を開始した 1983 年から 1986 年までに新系統として確認された 35 種類の系統について、水田内における残存期間を調べた。その結果、35 種類の系統のうち 22 種類 (63%) は残存期間が 1 年であり、5 年間水田に残存した 6 種類 (301, 305, 313, 314, 315, 316) を含めて 13 種類 (37%) が 2 年以上であった (Table 2)。

水田における系統の残存期間と出現地点数 (1983 年から 1987 年の総数) との関係を調べた。残存期間が 1 年である系統は 1 地点だけに認められることが多く、4 地点以上で認められることはなかった (Table 3)。残存期間が 2 年以上である系統については、5 年残存した 301 は 1983 年には 10 地点、1984 年: 1 地点、1985 年: 3 地点、1986 年: 6 地点、1987 年: 2 地点と計 22 地点に認められた。しかし、残存期間が 4 年の系統でも、317 のように毎年 1 地点しか認められないものもあった。

水田において同一系統が 2 年以上残存する場合、その出現地点はほぼ同じ場合と異なる場合があった。残存期間が 3～5 年である 301, 313, 316, 317, 401 は、途中の 2～3 年は水田内のほぼ近隣の地点に認められ

Table 1. Change in number of strains of *Sclerotium oryzae-sativae* in paddy fields (TO and TK) during 1983-1989

Year	No. of isolates		No. of strains ^{a)}					
			Existing strain ^{b)}		New strain ^{b)}		Total	
	TO	TK	TO	TK	TO	TK	TO	TK
1983	50	— ^{c)}	—	—	17	—	17	—
1984	24	11	5	—	3	6	8	6
1985	31	—	5	—	4	—	9	—
1986	86	47	9	3	11	9	20	12
1987	27	84	7	6	2	10	9	16
1989	—	103	—	8	—	25	—	33
Total	218	245	26	17	37	50	63	67

- Perfect fusion showing living of fused cell was observed in every pairing test between isolates within the same strain, but imperfect fusion showing death of fused cell was observed in the test between isolates belonging to other strains.
- Existing strain : Strains whose appearance in a field were already detected in previous years, and new strain : strains whose appearance were newly detected in a certain year.
- Not surveyed.

Fig. 2. Annual change in distribution of strains of *Sclerotium oryzae-sativae* in the paddy field (TO) during 1983-1987. Each number corresponds to the strain. The length of each side of a division is 4.5-5.0 m.

Table 2. Survival periods of strains of *Sclerotium oryzae-sativae* in paddy fields

Paddy field	Survival periods (Year)	Strain ^{a)}				Total
TO	1	304	306	307	308	22
		309	310	311	312	
		403	501	503	504	
		601	602	604	605	
		606	607	608	609	
		610	611			
	2	303	502	603		3
	3	302	401	402		3
	4	317				1
	5	301	305	313	314	6
		315	316			
Total						35
TK	1	402	405	602	604	12
		609	701	702	705	
		706	708	709	710	
	2	606	607			2
	3	406	703	704	707	4
	4	401	404	601	603	6
		605	608			1
	6	403				
Total						25

a) The same numbers printed in the different fields, for instance 401 in TO and TK field, were quite different strains.

Table 3. Relation between survival period of strains of *Sclerotium oryzae-sativae* and number of disease occurrence due to the strains in paddy fields

Paddy field	Survival period (Year)	No. of strains									Total
		No. of diseased plots ^{a)}									
		1	2	3	4	5	6	7	15	22	
TO	1	18	1	3	0	0	0	0	0	0	22
	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3
	3	0	1	1	0	0	1	0	0	0	3
	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	5	0	0	0	0	2	1	2	0	1	6
TK	1	8	3	1	0	0	0	0	0	0	12
	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
	3	0	1	2	1	0	0	0	0	0	4
	4	0	1	3	0	0	1	0	1	0	6
	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

a) Total plots for survey of disease occurrence were 35 in a field.

た。一方、残存期間が2~5年である303, 305, 603は年ごとに異なる地点で認められた。同一の系統が4~5年を通して水田内のほぼ同じ地点で確認される例はなかった。

TK 水田 褐色菌核病の発生は1984年には4地点、1989年には24地点と年によって著しく差があったため、各年次の系統数も6~33種類と変動が大きかった

(Table 1, Fig. 3)。これら6~33種類の系統には既存系統が3~8種類(24~38%)含まれていた。

調査期間を通じ本水田で新系統として確認された50種類のうち、1984年から1987年までにみられた25種類の系統の残存期間を調べた。その結果、25種類の系統のうち、12種類(48%)は残存期間が1年であり、401など6種類は4年、また403は6年であった

Fig. 3. Annual change in distribution of strains of *Sclerotium oryzae-sativae* in the paddy field (TK) during 1984-1989.

(Table 2)。

系統の残存期間と出現地点との関係については、TO水田の結果のように明瞭ではなかった。しかし、残存期間が1年である系統は、TO水田の結果と同様に出現地点数が概して1~2地点であった(Table 3)。一方、1986年に6地点で確認された601は、それ以後も多くの地点で確認され、計15地点で存在が認められた。また、残存期間が3~6年の系統でも出現地点数が2~4地点と少ないもの(403, 603, 608)もあった。

2年以上残存する系統601, 603, 707は年によって出現地点が異なる場合が多かった。

2 水田から得た系統の比較

1986年と1987年にTO水田とTK水田で確認されたすべての系統の間で異同を調べた。1986年にTO水田で確認された20種類の系統のうち5種類(25%)、ま

た1987年では9種類のうち3種類(33%)が、TK水田でみられた12~16種類中のものと同じであった(Fig. 4)。両水田に共通して認められた8種類の系統は、水田での残存期間が2~5年であるものが多かった。すなわち、1986年に両水田で確認された5種類の系統(TO水田の305, 402, 605, 608, 611)のうち2種類がTO水田で3~5年、4種類がTK水田で2~4年残存した。また、1987年に両水田で確認された3種類(TO水田の305, 313, 603)すべてがTO水田で2~5年、2種類がTK水田で3~4年残存した。

両水田に共通してみられた8種類の系統は、低位置のTK水田においては、畦畔の近くとか灌漑水の取入口(ポンプ付近)とかの特定の場所でなくて、水田内に散在して確認された。

Fig. 4. Existence of the same strains of *Sclerotium oryzae-sativae* in two neighbouring paddy fields, TO and TK. Two strains coupled with a solid line mean the same one.

考 察

Rhizoctonia や *Sclerotium* 属菌によるイネの菌核病の伝染器官としては、主として菌核と、近年実験室内や水田でその形成が確認された担孢子^{8,15)}の2種類が考えられる。これらのうち担孢子については、紋枯病菌の場合にはイネに対する病原性に肯定的な結果と否定的な結果の両方の報告があつて¹⁷⁾、必ずしも一定の知見が得られていない。また、他の菌核病菌では、褐色紋枯病菌⁹⁾以外には、自然条件下での担孢子形成についての報告がない。このようなことから、菌核病における担孢子伝染の役割は現在不明である。一方、菌核が菌核病の伝染にきわめて重要であることは従来からよく知られている。

褐色菌核病菌は通常9月～10月ごろのイネの生育後期(普通栽培)に葉鞘組織内や茎の空洞中に菌核を形成する¹¹⁾が、これら菌核は翌春まで土壌表面や土壌中で、また被害残渣内やその外側で、十分に生存できる^{1,7)}。このようにして、イネの1株内に形成し生存しえた菌核は水によって容易に水田内を移動し散在する。したがって、菌核すなわち菌の水田における生存状況を把握するには、その菌核を形成する菌株の水田における残存状況を、1地点だけでなくより多くの地

点で調査することが望ましい。この調査に系統の年次調査が有効であると考えられたので、水田内で系統の残存期間を調べたところ、確認されたすべての系統のうちの約40%(2水田の平均)が2年以上にわたって水田に残存するのが認められ、さらに4～6年以上も残存しうる系統が全体の20%もあることがわかった。4～6年水田に残存する系統には、赤色菌核病菌⁴⁾の場合と同様に水田内で広く分布しているものが含まれていた。一般に、水田は場所や土層の違いによって菌核の生存に直接関連する湛水条件、微生物相¹⁸⁾などが異なっている場合が多い。系統が水田内で広範囲に分布することは、耐久体としての菌核が種々の条件の場所に拡散することを意味し、したがって長期生存に有利であると思われる。また、水田内では土壌の耕起や灌漑水の流出・流入によって褐色菌核病菌の菌量にかく乱が頻繁に起きていることが示唆された。このことは、水田内で長期残存する系統が4～6年を通してほぼ同地点にみられなかったこと、さらにこれら系統の確認地点数が多くの場合年によって大きく変動したこと、の2点から推察される。

同一の系統が1水田内で広く分布していることは、褐色菌核病菌以外でも灰色菌核病菌⁶⁾、赤色菌核病菌⁴⁾、紋枯病菌¹⁴⁾(本菌ではクローンと呼称されている)で知られている。このような同一の系統が近隣の水田にも存在することが、本研究の系統の調査によって褐色菌核病菌では始めて確認された。すなわち、1986年と1987年の両年ともにTO水田とTK水田に3～5種類の系統が共通していた。このような異なる水田での同一系統の存在は、両水田間で栽培品種や所有者が異なること、距離や灌漑水の流出・流入の状況などを考慮すると、菌核の移動に起因する可能性が高い。したがって、近隣の水田間ではその移動方法は不明であるが、菌核の移動がかなり頻繁に起こっていると思われる。本菌は担孢子¹⁵⁾を形成するので、担孢子飛散による可能性も考えられるが、この点については自然条件下における形成状況の調査がまず必要である。また、毎年水田にみられる系統のうち平均60%(年や水田によって大きく変動する)が新系統であつた。このような新系統の出現は、前述のような近隣水田からの菌核の移動による場合や既存系統の分化・変異による場合のほか、近年菌の検出調査⁹⁾が進められている保菌苗の本田への持ち込みによる場合などが考えられる。

以上のように、水田内での系統の調査によって、通常同じ培養型⁹⁾を示して遺伝的に類縁性がきわめて高い菌株を水田内で追跡することができ、これらの菌株

に起因する菌核病の水田における発生状況の推移を把握できた。今後、水田における系統の残存期間の長短と、系統の病原性や培養的性質との関連について検討する必要がある。

摘 要

1983年から1989年の5～6年間に、イネが登熟期である水田から褐色菌核病菌を分離し、得られた分離菌株を菌糸融合の様式の調査によって類別した。その結果、2水田(約5～6a)からの分離菌株の218, 245菌株は、それぞれ37, 50種類の系統(同一種類の系統内の菌株間ではいずれの組み合わせでも完全融合が認められるが、異なる種類の系統に属する菌株間では不完全融合が認められる)に分類できた。これら系統の水

田における出現状況を6年間調べることによって、水田における系統の残存期間を調べた。その結果、残存期間が1年であるものが全系統の55%を占め、4～6年に及ぶものが22%を占めた。水田内で広い範囲にわたって分布している系統は長期間残存していた。水田内で系統が4～6年残存する場合、同一系統が毎年水田内の同じ地点や近隣の地点で確認されることはなかった。本調査水田内で毎年確認される系統数のうち約60%(この数値は年次や水田によって異なる)は、その水田に初めて確認されるものであった。また、1986年と1987年に約20m離れた2水田で、それぞれ9～20種類の系統を確認したが、これらのうち3～5種類が2水田に共通していた。

引用文献

1. 遠藤 茂 (1931). 稲の菌核病に関する研究 (第5報), 主要なる稲の菌核病菌類の越冬能力並に乾燥に対する抵抗力. 植物病害研究 1: 149-167.
2. Gunnell, P.S. and Webster, R.K. (1987). *Ceratobasidium oryzae-sativae* sp. nov., the teleomorph of *Rhizoctonia oryzae-sativae* and *Ceratobasidium setariae* comb. nov., the probable teleomorph of *Rhizoctonia fumigata* comb. nov. Mycologia 79: 731-736.
3. 平山成一・木村和夫・東海林久雄・竹田富一 (1982). イネ褐色菌核病・赤色菌核病の発生生態及び防除に関する研究. 山形農試研報 16: 137-167.
4. 稲垣公治 (1990). 水田から分離したイネ赤色菌核病菌株の類縁関係と水田における年次消長. 日植病報 56: 443-448.
5. 稲垣公治・伊藤勝広 (1985). *Rhizoctonia* と *Sclerotium* 属菌によるイネ菌核病類の水田における発生の特徴. 関西病虫研報 27: 15-19.
6. 稲垣公治・内記 隆 (1987). 水田から分離したイネの灰色菌核病菌と褐色菌核病菌の類縁関係の調査. 日植病報 53: 516-522.
7. 稲垣公治・田村 升・牧野 精 (1987). 各種イネ菌核病の被害残渣内での越冬. 関西病虫研報 29: 27-29.
8. 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀 (1990). イネ褐色紋枯病発病株における子実層の形成. 日植病報 57: 104 (講要).
9. 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀・野中福次 (1991). イネの各種菌核病菌の伝染経路. 日植病報 57: 400-401 (講要).
10. Matsumoto, T., Yamamoto, W. and Hirane, S. (1932). Physiology and parasitology of the fungi generally referred to as *Hypochytrium sasakii* Shirai, 1. Differentiation of the strains by means of hyphal fusion and culture in differential media. J. Soc. Tropical Agr. 4: 370-388.
11. 中田寛五郎・河村栄吉 (1939). 稲の菌核病に関する研究 (第1報), 稲に発生する菌核病の種類および病菌の性質. 農事改良資料 139: 1-176.
12. 野中福次 (1977). イネ葉しょう各種病斑形成に関与する病原菌, 第1報 病原菌と赤色菌核病菌について. 九病虫研会報 23: 15-17.
13. 生越 明 (1976). *Rhizoctonia solani* Kühn の菌糸融合による類別と各群の完全時代に関する研究. 農技研報 C 30: 1-63.
14. 生越 明・宇井格生 (1983). 一圃場に存在する *Rhizoctonia solani* Kühn 菌糸融合群内クローンの多様性. 日植病報 49: 239-245.
15. 鬼木正臣・生越 明・荒木隆男 (1986). イネ植物の菌核病菌3種の完全時代, *Ceratobasidium setariae*, *C. cornigerum* および *C. gramineum*. 日菌報 27: 147-158.
16. 鬼木正臣・酒井隆太郎 (1978). イネ赤色菌核病菌 *Rhizoctonia oryzae* の完全時代の形成. 日植病報 44: 348-349 (講要).
17. Ou, S.H. (1984). Fungus diseases—Diseases of stem, leaf sheath and root. In Rice diseases. Commonw. Mycol. Inst., Kew. pp. 247-300.
18. 和田秀徳 (1981). 水田土壌における物質変化と微生物, 土と微生物 (土壌微生物研究会編). 博友社, 東京. pp. 127-172.