

四国地域のダイコン根部黒変症状 —特に *Rhizoctonia solani* Kühn の菌群と ダイコンの症状との関係について—¹⁾

本 間 善 久
(四国農業試験場)

緒 言

ダイコンは我国における野菜の作付面積中最大(71,000 ha)であり、四国においてもおよそ3,300 haが作付され、20年以上の栽培歴をもつ愛媛県久万町畑野川地区の夏大根や徳島県鳴門市海岸砂質地帯の冬大根などの特産地がある。

数年来、ダイコンの表面が褐色～黒褐色になり、商品価値を著しく低下させる症状が発生して全国的に問題となった。その症状や呼び方は地域によって様々で、混乱状態にあったが、竹内・萩原(1978)は、全国的規模のアンケート調査を実施し、ダイコンの異常症状を5つに類別した: 1) 根全体に発生し、根の変形、奇形を伴うもの。2) 根部の表層に発生するもの。3) 根の内部に発生するが、維管束部に限定されるもの。4) 根内部に発生し維管束部に限定されないもの。5) 根部との関係が不明のもの。これらのうち、根の表層に発生する症状には肌あれ症、横縞症、黒変症、亀裂褐変症などが見られる。これらの症状の発生原因は、*Rhizoctonia solani* (新留ら, 1956; 柏木ら, 1977; 井本ら, 1977; 松本ら, 1979; 油本ら, 1979), *Aphanomyces* sp. (井本ら, 1979), *Pythium* sp. (若井田ら, 1973)などの病原菌による他、農薬(大林ら, 1979)や過湿など病原菌以外による場合もあるとされている。これらの症状(群)の発現にはいくつかの病原や要因が関与したり、逆に同一の病原が発生条件によって種々の症状を発現している場合も考えられる(竹内ら, 1978)。

四国で発生が見られたダイコン根部の黒変症状については、重松ら(1977)はべと病菌による“イレズミ症状”を、また柏木ら(1977)は *R. solani* の低温系の菌型による横縞症をすでに報告している。ここでは、ダイコン根部黒変症と *R. solani* の菌群との関係を明らかにするため、四国の主なダイコン産地より罹病株を採集し、症状別に菌の分離・類別を行い、菌群別に病徴再現試験を試みた。

本研究を進めるに当り御指導を賜った野菜試験場病害第一研究室長 石井正義博士に深甚なる謝意を表す。本調査に御協力を頂いた四国内各県農試に、また *R. solani* の菌株を分譲して頂いた北海道大学農学部 生越明助教授、東日本学園大学教養部 国永史朗先生、福井農試、ならびに広島農試に深謝する。

1) Blackening syndrome on the root surface of Japanese radish in Shikoku.

— Symptoms of the root caused by anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* Kühn —.

By Yoshihisa HOMMA

Proc. Assoc. Plant Protec. Shikoku, No. 16: 1~10 (1981).

材 料 と 方 法

***R. solani*の分離** 四国内の栽培型の異なる数ヶ所のダイコン産地について、ダイコン罹病株および畑土壌から*R. solani*の分離を行った。罹病株は、症状別、部位別に横縞、円形病斑、亀裂褐変、幼苗立枯、葉腐れなどに分けて分離を試みた。畑土壌からの分離は、ソバ茎トラップ法によった。いずれも酸性、ストレプトマイシン加用寒天培地を用い、培地上に出現した*R. solani*の菌糸先端を馬鈴薯煎汁寒天斜面培地に分離した。

菌糸融合による類別 分離した菌株は、生越(1976)の類別基準に従い、第1表に示した菌糸融合群既知の菌株と菌糸融合をするか否かによって類別を行った。

第1表 菌糸融合に用いた菌株

菌 株	(原 記 号)	菌糸融合群 a)	培養型 b)	分 離 源
1255	(CS - 71)	1	IA	北大より分譲
1257	(RI - 86)	1	IB	"
1260	(F - 17)	2 - 1	II	"
1308		2 - 1	II	ダイコン
1261	(C - 319)	2 - 2	III B	北大より分譲
1334		2 - 2	III B	ダイコン
1263	(B - 4)	2 - 2	IV	北大より分譲
1265	(R - 525)	3	IV	"
1266	(P - 18)	3	IV	"
1267	(Te - 2)	4	III A	"
1271		4	III A	ダイコン
1269	(B - 8)	5	-	北大より分譲
1270	(SH - 29)	5	-	"
1645	(AT2 - 1)	6	-	東日本学園大より分譲
1646	(HAM1 - 1)	6	-	"
1647	(SO2 - 1)	6	-	"
1746	(AI1 - 4)	BI	-	"
1747	(SH1 - 3)	BI	-	"
1748	(TE2 - 4)	BI	-	"

a) 生越(1976), 国永ら(1979)による。

b) 渡辺ら(1966)による。

病原性試験 用いた菌株は、*R. solani*の各菌群より2~7菌株を選んだ。接種源は、パーミキュライト+フスマ(1:1)にCzapek-Dox液(酵母エキス0.1%加用)を加えた培地に2週間培養した後、ホモジナイズした菌である。土壌は、物理性を良くするために埴壤土に1:1の割合で川砂を混合し、1/5000 aのワグナー・ポットに詰めた。ダイコン種子を播種後、ダイコンの両側に大型試験管(24×200mm)を立て(図版1-1)、接種時に抜き取って、そこに上記接種源と土壌を混合したものを土壌の容積比にして1%の割合で接種した。接種はダイコン播種後約2ヶ月目に行った。接種後2~3週間目にダイコンを抜き取り、発病率、病徴指数および病徴を記録した。

結 果

ダイコン根部黒変症状 愛媛県上浮穴郡久万町、徳島県鳴門市、香川県香川郡塩江町などのダイコンの主な生産地で、ダイコン根部黒変症の発生状況を調査し、症状を観察した。いずれの地区においても、ダイコン根部表面の異状が認められ、地際部に発生したものは立毛中に観察された(図版I-2)。これらの症状はダイコン表面の皮目部に沿って褐色～黒褐色に横縞状を呈するもの(図版I-5)、茶褐色～黒褐色で縦横に不定形の亀裂を生じるもの(図版I-4)、円形の褐色病斑(図版I-6)など様々であった。またダイコン表面に黒褐色の不定形の菌核が付着しているのがしばしば観察されたが、多くは菌核を取り除くとわずかに着色しているか、ほとんど変色を認めなかった。その他、場所によって入墨症、萎黄病、軟腐病、線虫害などの発生も認められた。

R. solani の分離・類別 ダイコン罹病株およびダイコン畑土壌へ挿入したソバ茎から分離された*R. solani* の菌型は、ダイコンの栽培型によって異なった(第2表)。すなわち、愛媛県久万町の夏ダイ

第2表 ダイコン畑より分離した*R. solani*の類別

調査地	作型・品種	総菌株数	<i>R. solani</i> の菌糸融合群*						
			1	2-1	2-2	3	4	5	不明
香川県善通寺市	秋・宮重青首	154	9	12	43	0	5	0	85
香川県 塩江町	秋・耐病総太り	28	5	19	0	0	0	4	0
徳島県 鳴門市	冬・大蔵	78	0	58	0	0	12	8	0
愛媛県 久万町	夏・夏美濃2号	117	30	0	71	0	16	0	0
菌株数 合計		377	44	89	114	0	33	12	85

* 生越(1976)、国永ら(1979)による。

コンからは、菌糸融合群(AG)の2-2群に属す菌株が最も多く、AG-1、AG-4の菌株がこれに次いだ。香川県善通寺市の秋ダイコンからはAG-2-2、AG-2-1が多く、香川県塩江町の山間地の秋ダイコンからはAG-2-1が最も多かった。また、徳島県鳴門市の各ダイコンからはAG-2-1が最も多く、AG-4、AG-5も得られた。

昭和53～55年の3年間で分離した*R. solani*の総菌株数は516菌株になったが、ダイコンの症状別、部位別に分離した*R. solani*の菌型をみると(第3表)、皮目が褐変し横縞症状を示す部分から分離し

第3表 ダイコンの症状別、部位別に分離した*R. solani*の類別

分離部位	総菌株数	<i>R. solani</i> の菌糸融合群*								
		1	2-1	2-2	3	4	5	6	BI	不明
横 縞	22		22							
円形病斑	91		89	2						
亀裂褐変	75	2	18	43		4	8			
幼 根	26		7	15		2				4
菌 核	36	26				10				
葉 腐	13	11		2						
土 壤	253	8	10	82		51	4			96
合 計	516	47	146	144	0	67	12	0	0	100

* 生越(1976)、国永ら(1979)による。

た22菌株すべてがAG-2-1に属す菌株であった。淡褐色～褐色の円形病斑から得られた91菌株のうち89菌株がAG-2-1で2菌株がAG-2-2であった。亀裂褐変症状から75菌株が得られ、AG-2-2が最も多く、次いでAG-2-1、AG-5、AG-4、AG-1の順であった。ダイコン幼根からはAG-2-1、AG-2-2、AG-4が分離された。ダイコン表面に付着する菌核や葉腐れ症状部からはAG-1が多く分離された。ダイコン畑へのソバ茎トラップからはAG-3、AG-6、AG-BI以外のすべての菌群が得られた。

R. solaniの菌群のダイコンに対する病原性と病徴 *R. solani*の各菌群より2～7菌株を選び、ダイコン成根に対する病原性の強さと病徴の比較を行った(第4表)。病原性の強さは、AG-2-2群に

第4表 *R. solani* 菌群のダイコン成根に対する病原性の強さと病徴

菌糸融合群	菌株No	原記号	分 離 源	採 集 地	病原性	病 徴
AG-1	1293		ダイコン・円形病斑	徳島県鳴門市	±	D
"	1300		ダイコン表面・菌核	香川県塩江町	±	D
AG2-1	1091			北大より分譲	卅	A, B
"	1260	F-17	ア マ 椎 苗	"	卅	A
"	1275		ダイコン幼根黒変	徳島県鳴門市	卅	A, B
"	1308		ダイコン亀裂褐変	香川県塩江町	卅	A, B
"	1336		ダイコン横縞	香川県善通寺市	卅	A, B
AG2-2	1095			北大より分譲	卅	A, C
"	1288		ダイコン亀裂褐変	愛媛県久万町	卅	C, A
"	1334		ダイコン亀裂褐変	香川県善通寺市	卅	C, A
"	1452	H-3	ダイコン黒褐色陥没・亀裂	広島農試より分譲	卅	C, A
"	1454	H-25	ダイコン横縞	"	卅	C, A
"	1455	R-2	野菜畑土壌	福井農試より分譲	卅	C, A
"	1456	R-3	ダイコン根腐病病斑	"	卅	C, A
AG-3	1265	R-525		北大より分譲	±	D
"	1266	P-18	ジャガイモ芽	"	卅	C
AG-4	1093			"	卅	A, C
"	1271		ダイコン亀裂褐変	香川県善通寺市	卅	A, B, C
AG-5	1270	SH-29		北大より分譲	±	D
"	1358		土壌トラップ	香川県塩江町	±	D

1) 全く変色の見られないもの(-)～根面全体に褐変が拡がったもの(卅)の5段階。

2) A, 横縞, B, 円形病斑, C, 亀裂褐変, D, わずかな変色。

属す菌株が最も強く、AG-2-1、AG-4がこれにつぎ、AG-3もかなりはっきりとした発病が認められた。AG-1、AG-5は病原性が極めて弱く、ダイコン表面にわずかな変色を認めたにすぎなかった。

菌群別に病徴をみると、AG-1群の菌株を接種したダイコン表面には、黒褐色の不定形の菌核を形成しているのが見られたが、これを取り除くとその下の組織が変色していることはほとんどなかった。菌核を形成していない場所でもわずかに茶褐色に変色する程度で病原性は極めて弱かった。

AG-2-1群に属す菌株の病原性は強く、ダイコン表面の隆起した線状の皮目部に沿って、褐色～黒褐色の病斑を横縞状に形成した。また褐色で中央がやや陥没した円形(径約0.5～3cm)の病斑も認められた(図版II-1)。ダイコンの縦断面をみると、発病が激しい場合には病徴は肉質部深く達した

(図版Ⅱ-1 左)が、多くは表層部に限られた。

AG-2-2群の菌株は、ダイコン成根に対する病原性が最も強く、表面に茶褐色～黒褐色の大型の病斑を形成し、後に縦横に不定形に亀裂を生じた。病斑は、初め皮目に沿って帯状に形成され、後にそれらが融合して大型の病斑となった。多くは褐変は表層より数mmに限られたが、発病が激しい場合には肉質部深くにも進むものが見られた(図版Ⅱ-3, 4)。

AG-3に属す菌株は四国のダイコンからは分離されなかったが、比較のために用いた。病原性は余り強くなく、はじめ褐色の小斑を形成したが、後に縦横に不規則に亀裂を生じた(図版Ⅱ-2)。

AG-4の菌株はやや病原性が強く、ダイコン表面に褐色の横縞、円形病斑あるいは亀裂褐変を生じた(図版Ⅱ-5)。

AG-5の菌株は、ダイコン表面に不定形の褐色の小さい病斑を形成したが、病原性は極めて弱かった(図版Ⅱ-6)。

考 察

本研究ではダイコン根部黒変症と*R. solani*の菌群との関係について述べた。*R. solani*による根部黒変症状は、ダイコン根腐病(新留ら, 1956)として一括して扱われるが、その中には横縞症、亀裂褐変症、円形病斑など様々の症状が見られた。我国の*R. solani*は、培養型によって6菌型に(渡辺ら, 1956)、菌糸融合によって7菌群(生越, 1976; 国永ら, 1979)に類別され、それらは病原性や生態的性質が異なるとされている。様々の症状を示すダイコン根腐病が*R. solani*のどの菌型によって起るのかが明らかにされなければならない。

ダイコン根腐病に関与する*R. solani*の菌型について、新留(1965)は生育適温22℃付近の低温系、柏木ら(1977)は冬ダイコンの横縞症でⅡ型、井本ら(1978)は夏ダイコン黒変症でⅢB型(AG-2-2群)、油本ら(1979)は夏ダイコン亀裂褐変症でⅣ型、松本ら(1979)は夏ダイコン亀裂褐変症でⅢA型をそれぞれ挙げている。このように関与する菌型は研究者によって様々であるが、本研究の結果から、分離される*R. solani*の菌型は、ダイコンの栽培時期によって、またダイコンの病徴によって異なることが明らかとなった。すなわち、AG-2-1群の菌株は、冬ダイコンや秋ダイコンの山間地の横縞症や円形病斑から多く、夏～秋ダイコンの亀裂褐変症状部からは主にAG-2-2群の菌株が得られた。

分離・類別した菌株による接種試験から、*R. solani*のダイコンに対する病原性および病徴は菌群によって異なることが明らかとなった。AG-2-2群に属す菌株はダイコンの成根に対する病原性が最も強く、表面に褐色～黒褐色の大型病斑を生じ、後に縦横に亀裂を生じた。AG-2-1群に属す菌株の病原性はAG-2-2に次いで強く、皮目部に沿って黒褐色の横縞病斑や、やや陥没した円形病斑を形成した。AG-4の病原性はこれらよりやや弱かったが、横縞や亀裂褐変を形成した。これらの菌群別の接種試験の結果は、病徴別の分離結果と良く符合した。*R. solani*のⅡ型(AG-2-1)とⅢB型(AG-2-2)の病徴の違いについては井本ら(1978)も明らかにしており、皮目部の病徴によって区別できるとしている。

ダイコン根部黒変症は、*R. solani*による他、*Pythium*による亀裂褐変(若井田ら, 1973)、*Aphanomyces*による根ぐされ病(井本ら, 1979)などが知られているが、これらと*R. solani*による病徴は酷似している点が多く、明確に区別するのは困難のようである。べと病菌による“イレズミ症状”(重松ら, 1977)との比較では、①根の表面に黒色～黒褐色の変色を生じる。②病斑が進むと凹入し表面に多数の亀裂を生じる。③表層部に限られ深部に達するのはまれである。などの点は*R. solani*による症状と似ているが、“イレズミ症状”の変色は表皮よりも皮下組織が黒変している場合が多いので、いわゆる“シミ”(浸潤状)になるのが特徴である(重松ら, 1977)。

以上の結果から、四国のダイコン畑において、*R. solani*は複数の菌群で存在するが、これらは、それぞれダイコンを栽培する時期によって活動する菌群が異なり、また症状別の分離結果および菌群別の病徴再現試験から、ダイコン根腐病には主にAG-2-1とAG-2-2が関与していることが明らかとなった。AG-2-1は主に横縞症を、AG-2-2は主に亀裂褐変症を起す病原と考えられる。

摘 要

ダイコン根部黒変症と*R. solani*の菌群との関係を明らかにするため、四国の主なダイコン産地より罹病株を採集し、症状別に菌の分離・類別を行い、菌群別に病徴再現試験を試み、次の結果を得た。

1. 圃場で見られたダイコン根面の症状は、褐色～黒褐色で縦横に不規則な亀裂を生ずるもの、皮目部に沿って黒褐色に横縞状を呈するもの、円形のやや陥没した褐色病斑を形成するものなど様々であった。
2. 罹病株より分離された*R. solani*の菌型は、ダイコンの栽培型によって異なり、夏ダイコンからは菌糸融合群(AG)の2-2群に属する菌株が最も多く、AG-1, AG-4がこれに次いだ。秋ダイコンでは平野部でAG-2-2, AG-2-1が多く、山間地でAG-2-1が最も多かった。冬ダイコンからはAG-2-1が最も多く、AG-4, AG-5も得られた。
3. 分離された*R. solani*の菌型は、ダイコンの症状別によっても異なり、横縞症状から得た22菌株はすべてAG-2-1, 円形病斑から得られた91菌株のうち89菌株はAG-2-1で、2菌株がAG-2-2であった。亀裂褐変症状から得た75菌株のうちAG-2-2が最も多く、次いでAG-2-1, AG-5, AG-4, AG-1であった。
4. *R. solani*の菌群のダイコンに対する病原性の強さは、AG-2-2群に属す菌株が最も強く、AG-2-1, AG-4がこれに次いだ。AG-1, AG-5は病原性が極めて弱かった。
5. 菌群別に病徴をみると、AG-2-1では皮目部に沿って線状に褐色～黒褐色の病斑を形成し、また褐色で中央がやや陥んだ円形の病斑を形成した。AG-2-2群の菌株は、褐色～黒褐色の大型病斑を形成し、後に縦横に不規則な亀裂を生じた。AG-4は、褐色の横縞、亀裂褐変症状を呈した。AG-1, AG-5は根面にわずかに変色をしたにすぎなかった。

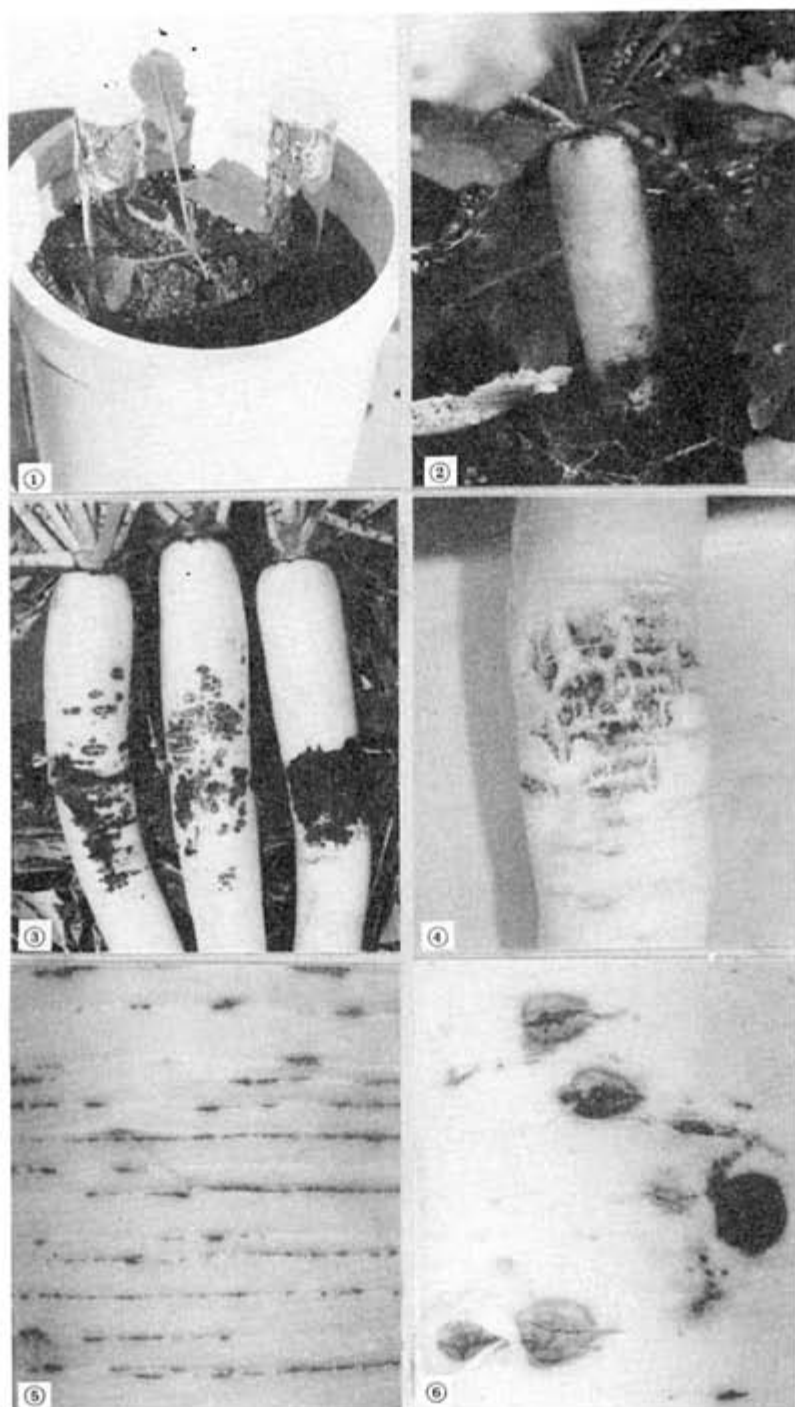
引 用 文 献

- 井本征史・河野富香・中村啓二(1978):夏ダイコンの*Rhizoctonia solani* Kühnによる根腐病について. 広島農試報, 40: 37-46.
- 井本征史・河野富香・中村啓二(1979):*Aphanomyces raphani* Kendrickによるダイコンの根ぐされ病について. 広島農試報, 41: 59-68.
- 柏木弥太郎・山本 勉(1977):冬ダイコンに発生する横縞症について(予報) 日植病報, 43:343.
- 国永史明・横沢菱三・生越 明(1978):未耕地土壌から分離される*Rhizoctonia solani* Kühnの菌糸融合による類別. 日植病報, 44: 591-598.
- 松本邦彦・杉山正樹(1979):山口県の夏ダイコンの亀裂褐変症について. 日植病報, 45: 102.
- 新留伊俊(1956):大根根腐病(*Pellicularia filamentosa*)について, 第2報 菌と温度との関係. 九州農学研究, 18: 95.
- 新留伊俊・糸賀繁人(1956):*Pellicularia filamentosa* (Pat.) Rogersによる“大根根腐病”(新称)について, 第1報 九州病害研報, 2: 68-69.
- 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. 農技研報告C, 30: 1-63.

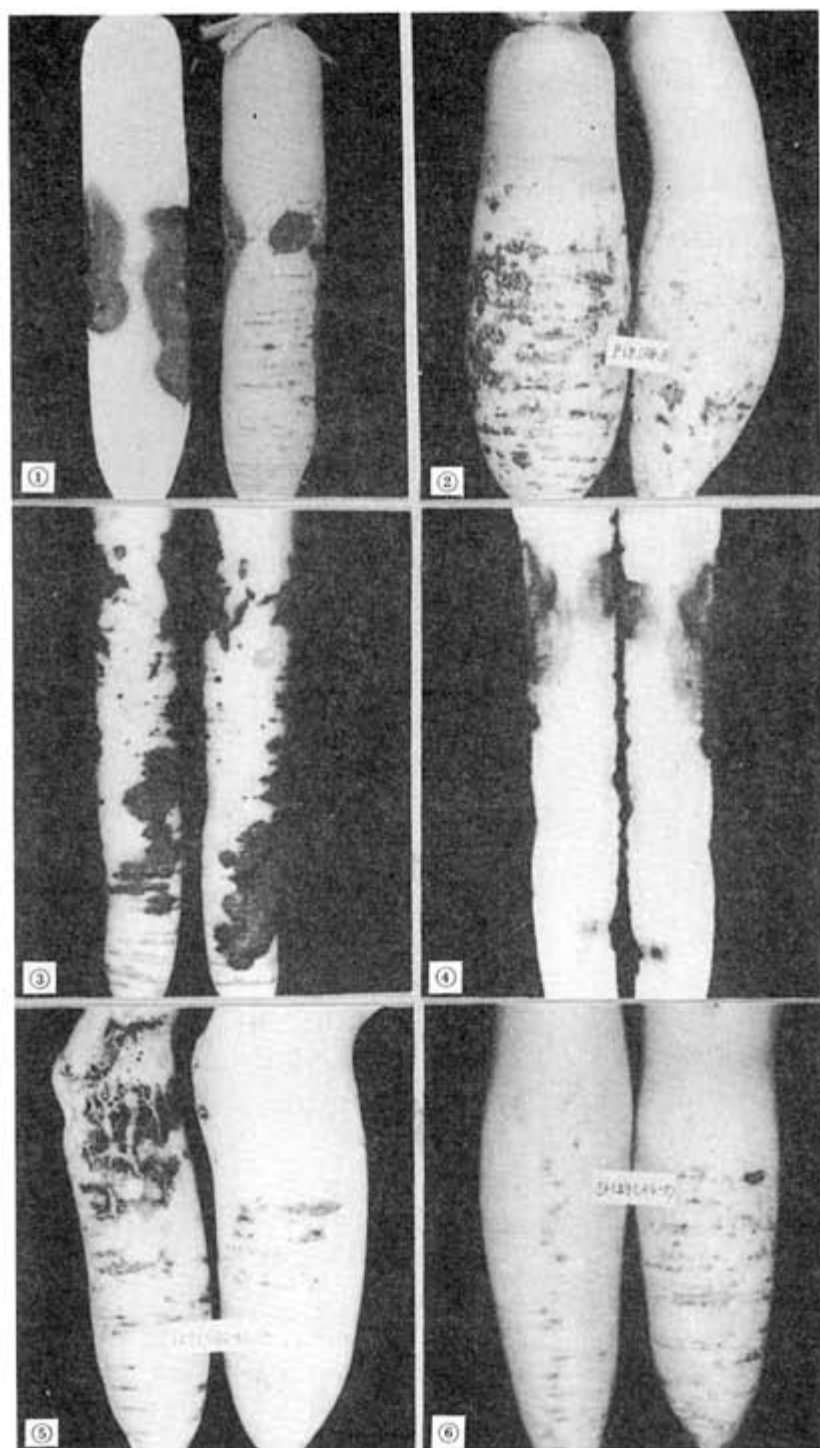
- 大林延夫・平石雅之(1979)：薬剤の土壤処理がダイコンの横縞症発生におよぼす影響。神奈川園試研報，26：52-59。
- 重松喜昭・橘 泰宣・広田耕三(1977)：べと病菌による高冷地特産秋大根の根部黒変症“イレズミ症状”について。四国植防研，12：25-31。
- 竹内昭士郎・萩原 広(1978)：ダイコン根部に発生する異常症状の類別-病害の立場より-。植物防疫，32：289-293。
- 若井田正義・山口和彦・寺中理明(1973)：ダイコン根部表皮に亀裂褐変を起す病原。宇都宮大農学術報，8：1-10。
- 渡辺文吉郎・松田 明(1966)：畑作物に寄生する *Rhizoctonia solani* Kühn の類別に関する研究。指定試(病害虫)，3：1-131。
- 油本武義・遠山 明・谷口達雄(1979)：鳥取県江府町における夏ダイコン根部の異常症状について。鳥取野菜試研報，1：39-47。

図 版 説 明

- 図版 I-1 接種試験のためダイコンの両側に立てられた大型試験管。
- “ I-2 ダイコン地際部に見られる黒変症。愛媛県上浮穴郡久万町，品種は夏美濃3号。
- “ I-3 ダイコン黒変症状。愛媛県上浮穴郡久万町，品種は夏美濃3号。
- “ I-4~6 ダイコン黒変症状の主なもの。4は亀裂褐変症(香川県善通寺市)，5は横縞症(徳島県鳴門市)，6は円形病斑(徳島県鳴門市)を示す。
- 図版 II *R. solani* を接種したダイコンの症状。
- “ II-1 1308 菌株(AG-2-1)を接種，表面(A)に横縞症状，円形病斑が見られる。横断面(B)から病徴は肉質部深くまで入ることが解る。
- “ II-2 p-18(AG-3)を接種，小さな亀裂が沢山生じた。
- “ II-3, 4 1334(AG-2-2)を接種。表面(3)は大型の黒褐色病斑が見られ，横断面(4)から肉質部深く入ることが解る。
- “ II-5 1271(AG-4)を接種，亀裂褐変症状が見られる。
- “ II-6 SH29(AG-5)を接種。病原性が弱く，横縞，円形病斑を作る。



図版 I



图版 II

Summary

Japanese radish cultures in Shikoku have been suffered from the blackening syndrome on the white roots, including the root rot caused by *R. solani*. Symptoms in field samples were classified 3 types according to shape, colour and crack of lesions: 1) the brown lesion with transversal and longitudinal cracks, 2) the transversal black stripe, and 3) the brown spot with slight hollow.

R. solani isolated from the infected tissues were diverse anastomosis groups (AG) depending on the cultural season and the lesion type. AG-2-1 isolates predominated from the transversal black stripes and the brown spot lesions in the winter cultures, whereas AG-2-2 isolates were obtained frequently from the brown scorch lesions in the summer to autumn cultures. The groups, AG-1, AG-4, and AG-5 were also obtained, but not dominant.

Inoculation tests in green house showed that AG-2-2 isolates were most virulent and formed the brown to black lesions with irregular cracks on the root surface, and AG-2-1 isolates formed the transversal black stripes and the brown spots with slight hollow. AG-4 isolates were significantly less virulent than AG-2-2 isolates were. AG-1, AG-3 and AG-5 isolates were avirulent to weakly virulent to mature roots. These results matched to the isolation tests.