

ダイコン幼苗期の根部黒変と立枯について

第 1 報 発生原因と薬剤防除¹⁾

金 磯 泰 雄 ・ 柏 木 弥 太 郎
(徳島県農業試験場)

緒

言

鳴門市を中心とする徳島県東北部の海岸砂地地帯では、約700haにわたって秋播きダイコンが栽培されている。品種は従来は「大蔵3号」が主流を占めていたが、最近では「青首ダイコン」の需要の増加にともない「耐病総太り」が主に栽培されている。ところがこれらの地域では10年程前から、幼苗期から本葉数葉期に根部の黒変する現象が各地で発生し、特に1974年、1978年および1979年の秋には発生が激しく、一部の地域では立枯や生育不良株を生じたため播き直しが行われた。そこでその原因を究明するために黒変部から病原菌の分離を試みたところ、*Alternaria*属菌が極めて高い頻度で検出された。これに対して各種野菜の立枯を起因する*Rhizoctonia*および*Pythium*属菌は少なく、分離されないことも多かった。一方、殺菌土壌や新しいパーミキュライト床などに播種した場合にも同様な根部の黒変が認められることから、発病の主因は種子にあることが推察された。そこで種子からの病原菌の分離を試みたところ、ほとんどの品種から*Alternaria* sp. が高率に検出され、ダイコンに対して病原性が認められた。そのため早急な防除対策が必要と考え、本試験を実施した。

分離した *Alternaria* sp. については、財団法人発酵研究所横山竜夫博士に同定していただいた。また、実験の計画、遂行にあたっては香川大学教授谷利一博士および当農場長山本勉博士から、いろいろとご教示をいただいた。ここに深謝の意を表する。

材 料 お よ び 方 法

病原菌の分離と病原性

立枯株および生育不良株の根部黒変部を殺菌水あるいは水道水でよく洗浄した後、1978年には素寒天および乳酸酸性PSA培地(pH5.0)に置いて病原菌の分離を試みた。1979年以後および種子からの分離には硫酸ストレプトマイシン50ppm添加PSA培地を用いた。種子は1978~1980年産を供試し、各品種100粒を培地上へ置き、7~12日間26℃の定温に保った後、発生した*Alternaria*菌を調査した。検出率は100粒のうち同菌のコロニーが発生した粒数で表し、1種子当り多く(通常は2~3個)の*Alternaria*菌が発生しても1%とした。

病原性は昇永・アルコールで表面殺菌した「大蔵3号」(徳島県産-汚染)および「春まきみの早生」(汚染なし)の種子に、出現頻度の極めて高い*Alternaria*菌と次いで多いBacteriaを接種して検討した。

-
- 1) Root brown scorch and damping-off of Japanese radish appeared at the young stage of the growth. I. On the pathogen and control by chemicals.

By Yasuo KANAISO and Yataro KASHIWAGI

Proc. Assoc. Plant Protec. Shikoku, No. 18 : 29 ~ 38 (1983).

すなわち、分生胞子を含んだ菌糸あるいは細菌粘塊を表面に直接付着させた後一昼夜温室(28℃)に保ち、PSA培地および殺菌砂に播種した。

根部の黒変程度の調査はその程度によって無、軽、中、重の4段階に分けて実施し、それぞれ一、十、卅、卅をあたえた。その場合卅の程度のものは立枯や生育不良につながるものとした。

種子における*Alternaria*菌の侵入部位を調べるため、次亜塩素酸ナトリウム20倍液に所定時間浸漬処理したのち種皮と胚に分けて培養調査した。また、*Alternaria*菌の好適温度条件を知るため、各温度下における1週間後の菌糸伸長を調査した。

種子消毒の効果

薬剤による種子消毒については全種子からほぼ均等に*Alternaria*菌が検出される「大蔵3号」と「新町」を供試し、それぞれ薬液浸漬による防除効果と根の黒変発生程度について調査した。すなわち、薬剤処理した種子各々100粒をPSA培地、殺菌砂あるいはバーミキュライト床に播き、それぞれ10日、25日後に*Alternaria*菌の検出粒数と根の黒変程度を調査した。なお、薬液浸漬時間は30分もしくは1時間とし、ウスプルン、昇汞については浸漬後殺菌水で十分水洗し、後者は70%アルコールの予浸も実施した。また、薬剤処理後いずれも2～3時間風乾して用いた。薬剤のうち次亜塩素酸カルシウム(ケミクロンG)についてはさらに、200、500、1000倍の各濃度に30分あるいは1時間浸漬処理して風乾し、100粒をそれぞれPSA培地および殺菌砂床に播種して調査した。

結 果 お よ び 考 察

発生状況と病徴

第1図に示したように圃場のあちこちで欠株が生じ、葉縁が黄化あるいは白化した生育不良株がその周囲に観察された。このような株を調べると根部が異常に黒変し、細根の発達が極めて悪いものが多く、*Alternaria*菌が高頻度に分離された。こうした根部の黒変は播種後間もなく認められ、第2図に示したように最初は初生皮層の褐(黒)変に始まるのを特徴とする。そこには種皮が離れないで付着したままの場合が多く、生育とともにそこを中心に黒変が広がっていくのが観察された。また、特に黒変の程度が重い場合には生育が一時停止し、立枯を生ずる場合も認められた。この黒変のもう一つの特徴は境界が極めて不鮮明なことにある。すなわち、初期にはにじんだような褐変が進行し、後期になって黒変が著しく進んでもなお境界付近は不明瞭のままである。これは土壌中という特殊な環境条件下にあることが影響しているとともに、感染が幼苗期であることから、初生皮層から幼根全体が短時間の間に侵入を受けることによるものと思われた。したがって、*Pythium*菌や*Rhizoctonia*菌などによる立枯とは異なり、地際部が侵されて細くくびれることは少なく、地中部分から異常を呈することが多い。

病原菌の分離と病原性

立枯株および生育不良株から分離された糸状菌は第1表に示した。*Alternaria*菌は現地および農試のいずれの圃場からも高率に検出され、一部で*Rhizoctonia*菌も分離された。しかし、若井田ら(1973)、萩原ら(1980)が各種野菜に立枯を生じ、ダイコンでも根部異常の誘因となり、場合によっては立枯も生ずると報じた*Pythium*菌はほとんど検出されなかった。*Rhizoctonia*菌による生育不良等については、*Pythium*菌同様にいろいろな作物で報告があり、ダイコンでは新留・糸賀(1956)による根腐病に始まり、柏木・山本(1977)、油本ら(1979)、金磯(1982)らが横しま症など根部黒変症を報告している。ところが、1977年に*Rhizoctonia solani*(培養型Ⅱ)を多量に接種した農試圃場(砂壤土)に「大蔵3号」を播種したところ、一部で立枯株を生じ、分離の結果*Rhizoctonia*菌は極めて少なく*Alternaria*菌が高率に検出された。同じ現象は翌年に*R. solani*を接種したコンクリートポットの砂土に播種した場合にも認められ、*Alternaria*菌に起因する立枯が推察された。

*R. solani*による立枯については記載も多いが*Alternaria*菌による立枯については少ない。鈴木ら

第1表 生育不良株および立枯株から分離された糸状菌

年 次	場 所	土 性	<i>Alternaria</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Pythium</i>
1978	鳴 門 市	砂 土	+++++	+	—
1979	〃	〃	+++++	+	±
1980	石井町 (農試)	〃	+++	—	—
〃	〃	壤 土	+	±	±

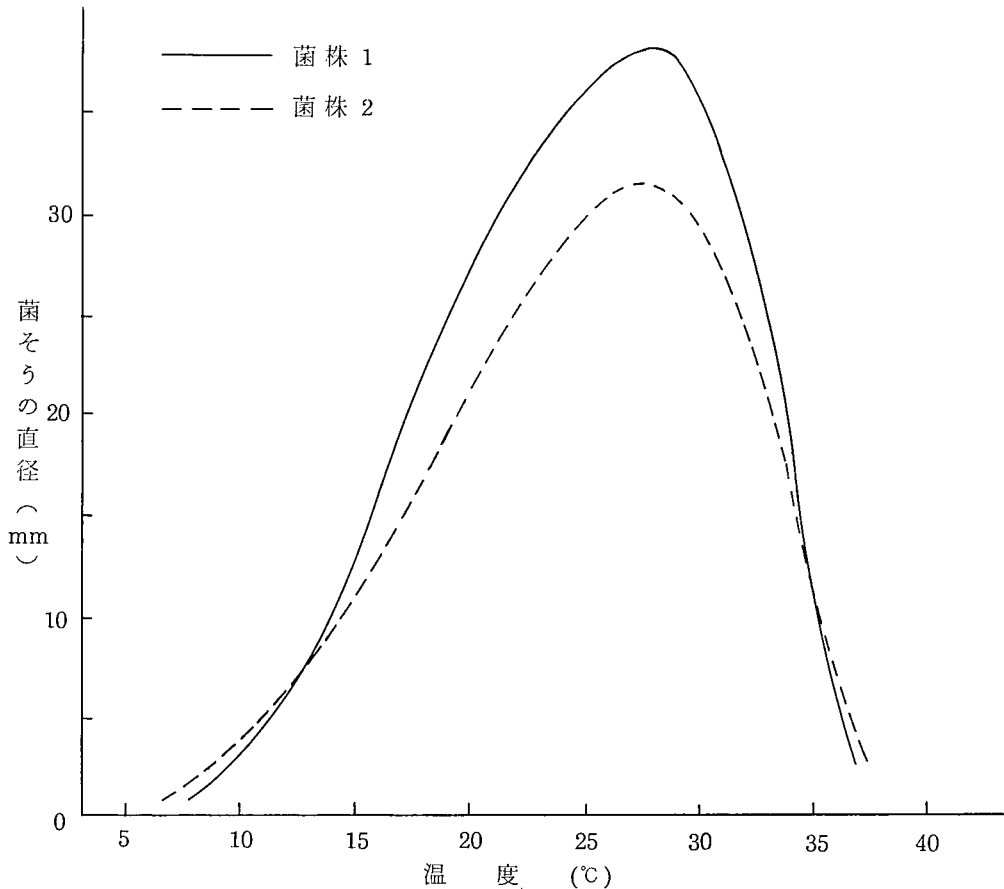
(1959)はニンジンでは黒斑病菌 *A. radicina* によって幼根が褐変し、幼苗の立枯が生ずることを報告している。また、塩飽・神納(1981)もカスミソウにおいて *Alternaria* sp.により苗立枯が生ずることを観察している。これらはいずれも汚染種子を播種したことに原因があるとしていることから、ダイコンでも同様に種子が汚染されているのではないかと考えられた。そこで1978~1980年に採種された各品種の *Alternaria* 菌の汚染状況について調査した。第2表に示したように、年次変動はあるが「春まきみの早生」を除く各品種は高濃度に汚染されていることが判明した。その他、表には入れなかったが、1979年

第2表 種子からの *A. alternata* の年次別検出率

品 種	1978	1979	1980
大 蔵 3 号	60 %	59 %	64 %
〃 (徳 島 県 産)	84	79	68
冬 どり 大 根	21	64	36
早 太 り 〃	20	68	48
紀 州	52	59	—
新 町	77	71	—
秋 づ ま り	49	56	—
阿 波 晩 生 1 号	28	70	57
宮 重	32	—	70
耐 病 総 太 り	—	52	60
春 ま き み の 早 生	—	3	0

産の「寺尾二年子」や1980年産の「長型若水」, 「打木源助」およびカブ(光)からも多量の *Alternaria* 菌を検出した。これに対して、1980年産の「東研1号」, 「理想」, 「紅白廿月」(USA産)からは全く検出されなかった。これらのことから、採種場所、時期およびその時の気象等が種子の汚染に大きく関与しているものと思われた。

根部黒変部および種子から高頻度に分離した *Alternaria* 菌については1975年に発酵研究所の横山竜夫博士により *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler との同定を受け、1978年以後の分離菌株についても同一のものであることを確認した。この *A. alternata* の生育適温については第3図に示したように、菌株差は若干認められるが24~30℃が最適と考えられる。この結果はポインセチア苞枯病において中神・加藤(1976)が病斑長の測定から *A. alternata* の最適温度を25℃とした結果に近い。このことから、盛夏期



第3図 各温度下における *Alternaria alternata* の
PSA (pH6.5) 平板上での伸長

を除く春から秋にかけて汚染種子を播種すると立枯を生ずるおそれのあることが推察された。

Alternaria alternata の病原性については同菌に汚染および汚染していない種子を供試して検討した。第3表に示したように、「大蔵3号」(汚染)の場合には立枯率がやや高くなる程度で大きな差は見られなかった。これに対して、「春まきみの早生」(汚染なし)ではPSA培地上および殺菌砂に播種すると、接種種子では黒変程度が高く、立枯も生じたが、無接種では *Penicillium* 菌等により若干褐変したものの立枯株は生じなかった。したがって、*A. alternata* により根部が黒変し、その程度の重いものが立枯となることが判明した。なお、種子および根の黒変部から *Bacteria* が一部分離されたが、ほとんどのものがPSA培地上および殺菌砂中で幼根の黒変を生じることがなく、むしろ腐敗を促進するものが多く認められた。また、生葉に対する接種(有傷)試験でも病原性は認められなかったことから、本症状が黒腐病や黒斑細菌病とは考え難い。

病原菌の侵入部位

種子の *A. alternata* による汚染が単に表面に付着しているだけか、あるいは種子の内部にまでおよんでいるのかについて試験した結果を第4表に示した。それによると、殺菌水で十分に洗浄しても *A. alternata* の検出に変化はなかった。また、次亜塩素酸ナトリウム20倍液に浸漬しても10分間ではまだかなり生存し、30分浸漬しても完全には殺菌できなかった。そこで昇汞・アルコールで表面殺菌後2分間次亜塩素酸ナトリウムに浸漬して種子を種皮と胚に分離したところ、第5表に示したように *A. alternata*

第3表 *A. alternata*を接種した場合の根部の黒変と立枯

供試種子	接種の有無	PSA平板上		殺菌砂				
		黒変程度	黒変粒率	—	程度別黒変率 + + +			立枯率
大蔵3号 (汚染)	有	++	96.5 %	0 %	18.2%	71.3%	10.5%	8.5%
	無	++	88.5	2.0	28.5	60.5	9.0	6.5
春まきみの早生 (汚染なし)	有	++	93.5	5.3	28.6	57.3	8.8	8.0
	無	±※	6.5	86.2	11.5	2.3	0	0

注：※ *Penicillium* 菌等による極めて軽い褐変

は全て種皮から認められ、胚からは検出されなかった。この場合、表面殺菌は十分行ったので *A. alternata* による種子汚染は単なる表面付着ではなく、種皮の内部にまでおよんでいることが考えられた。Aliza and Irena(1982)は *A. alternata*によりピーマンでは花器感染が生じ、Internal moldが観察されると報告している。すなわち、開花期に柱頭、花柱を通して本菌が感染し、外部病徴は見られないが成熟したピーマン果実のInternal moldとして出現するとしている。本試験の範囲ではダイコンでも同様な花器感染が生ずるかどうかは定かではないが、*A. alternata*の侵入が種皮の内部にまで達すると思われることから、開花時期に花弁などに寄生した同菌が種皮に付着して感染侵入することなどが推察された。したがって、採種時期の降雨や周囲の作付状況などに大きく影響され、品種間差というよりも年次的な変動や採種場所の相違により大幅な汚染率の変化が生ずるものと推察される。

薬剤による種子消毒の効果

薬液浸漬後「大蔵3号」をPSA培地および殺菌砂に、また「新町」をバーミキュライト床に播種して防除効果と根部の黒変程度を調査した結果をそれぞれ第6、7表に示した。それによるとパノクチン液剤の効果が最も高かった。本剤は筆者ら(1978)がオオムギ斑葉病に対する種子消毒剤として卓効を認めたものであるが、ダイコンでは発芽障害を生じるため実用的には問題があると思われた。また、水銀剤では昇汞がかなり効いたが水稻の種子消毒で著効を示していたウスプルンでは30分間の浸漬で効果が低かった。その他の薬剤による防除効果は次亜塩素酸カルシウムを除いて期待が持てなかった。一方、種子消毒後バーミキュライト床に播種して根部の黒変程度を調査した第7表の場合、菌の検出はみえていないが品種の相違もあってかうスプルンがよく効き、次亜塩素酸カルシウム、キャプタンにも効果が認められた。これらの実験か

第4表 種子の次亜塩素酸ナトリウム20倍液浸漬時間と *A. alternata* の検出率

浸漬時間	検出率
2 ~ 3 分	16.7 %
10	13.3
30	1.7
水洗※	78.0
無処理	74.7

注：※ 殺菌水で4回実施

第5表 種子各部における *A. alternata* の検出率

部	位	検出率
種	皮	8.4 %
	胚	0
種	子	16.6
水	洗	72.6

第6表 薬液浸漬処理による *A. alternata* の防除効果

供 試 薬 剤	希釈倍数	浸漬時間	検出率	黒変程度
カスガマイシン・キャプタン水和剤	50 倍	1 時間	62 %	++
マ ン ゼ ブ "	"	"	67	++
銅(塩基性塩化銅) "	"	"	78	++
パ ノ ク チ ン 液 剤	100	"	0※	—
チウラム・ベノミル水和剤	"	"	68	++
チウラム・チオファネールメチル水和剤	"	"	59	++
次亜塩素酸カルシウム	1,000	"	15	—～+
ウ ス プ ル ン	"	30分(水洗)	46	+
昇 汞	"	" (")	13	—～+
無 処 理 水		1 時間	65	++

注：※ PSA平板上では発芽不良が顕著

第7表 薬液浸漬処理が根部黒変の発生に及ぼす影響

供 試 薬 剤	希釈倍数	浸漬時間	程度別黒変率 (%)			
			—	+	++	+++
次亜塩素酸ナトリウム	100 倍	30 分	0	33.3	38.9	27.8
" カルシウム	200	"	47.4	21.1	26.3	5.2
キャプタン水和剤	400	"	42.1	31.6	15.8	10.5
メプロニル "	"	"	5.9	16.6	16.7	66.7
チウラム・ベノミル "	"	"	11.8	35.3	23.5	29.4
チウラム・チオファネートメチル "	"	"	0	11.8	41.2	47.0
ウ ス プ ル ン	1,000	"(水洗)	83.3	16.7	0	0
無 処 理 水		"	0	16.6	16.7	66.7

ら、現在入手が簡単で効果が安定している、次亜塩素酸カルシウムの濃度を変えて種子消毒効果を試験した。第8表に示したように、200倍、1 時間浸漬でもわずかに発生が認められるものの防除効果は極めて高く、濃度が低くても効果の低下は少なかった。これに対して、塩飽・神野(1981)がカスミノウを用いて試験した場合、次亜塩素酸カルシウムの濃度が高い200倍、30分浸漬で *Alternaria* 菌は全く認められず、土壌での立枯も生じない。しかし、500倍になると同菌が多く検出され、1,000倍液では極めて低率だが立枯も生じており、本試験の結果と若干傾向が異なる。このような次亜塩素酸カルシウムの濃度間における防除効果の変動は、種皮に潜在する *Alternaria* 菌が年次や場所、作目によって内部への侵入程度が異なることを示唆する。これはまた、ウスプルンで浸漬処理した場合の効果の変動からも伺えた。なお、ウスプルンは筆者ら(1978)がオオムギ斑葉病の種子消毒試験で著効をみていることから、ダイコンにおける *A. alternata* は斑葉病菌 *Pyrenophora graminea* よりも深い部分に潜在することが考えられた。その他、神戸植物防疫情報第721号によれば *Alternaria* 菌に人工汚染したダイコンの輸入種

子を供試して各種殺菌剤の浸漬または粉衣効果を試験したところ、カスガマイシン・キャプタン、銅(塩基性塩化銅)、マンゼブなどのそれぞれ50倍1時間浸漬が有効としている。これは輸入種子からも *Alternaria* 菌が多く検出されるからであろうが、本試験ではこれらの薬剤は第6表に示したようにその防除効果をほとんど認めていない。この違いは人工汚染の方法にあると思われる、本試験で供試した種子のように同菌が種皮のやや深部まで入った場合の効果は望めないと考えられた。なお、次亜塩素酸カルシウムによる浸漬処理では発芽不良などの明瞭な薬害は見られないが、濃度が高いと子葉が若干黄化する傾向があり、濃度の低い500あるいは1,000倍浸漬が無難であろう。

以上、*A. alternata* の種子汚染によるダイコン幼苗の根部の黒変と立枯およびその防除方法について報告した。しかし、汚染種子の播種あるいは幼根の黒変がどのような条件で立枯を生じ易くなるのかなど残された問題点も多い。また、砂土で多く観察されるこうした根部の黒変や立枯が壤土で発生した事例は少なく、その点についても検討が必要であろう。なおダイコンでは吉井(1933, 1941)によって2種類の *Alternaria* 菌 *A. brassicae* (Berkeley) Bolle, *A. japonica* Yoshii が黒斑病菌として報告されている。ところが、今回の接種試験(有傷)では *A. alternata* により成葉の黒変が生じることから、同菌に起因する黒斑病類似症が発生している可能性もあり、今後上記と併せて検討していきたい。

第8表 次亜塩素酸カルシウム浸漬による *A. alternata* の防除

処理濃度	浸漬時間	検出率
200 倍	30 分	7 %
	60	2
500	30	6
	60	4
1,000	30	11
	60	5
水	30	42
	60	38
無 処 理	—	54

摘 要

ダイコン幼苗の根部の黒変および立枯の発生原因と防除方法について検討した。

1. ダイコン幼苗の根部の黒変は播種後まもなく初生皮層に認められ、その後上下に進行する。症状が激しい場合には生育が停止し、立枯となる。
2. 根部黒変部および種子から高率に *Alternaria* 菌を検出し、*Alternaria alternata* と同定した。接種の結果病原性が認められ、種子伝染することが判明した。
3. 薬剤による種子消毒では次亜塩素酸カルシウムの500倍液30分間浸漬等が有効と思われた。これに対して、チウラム・ベノミル、チウラム・チオファネートメチルの効果はほとんど認められなかった。

引 用 文 献

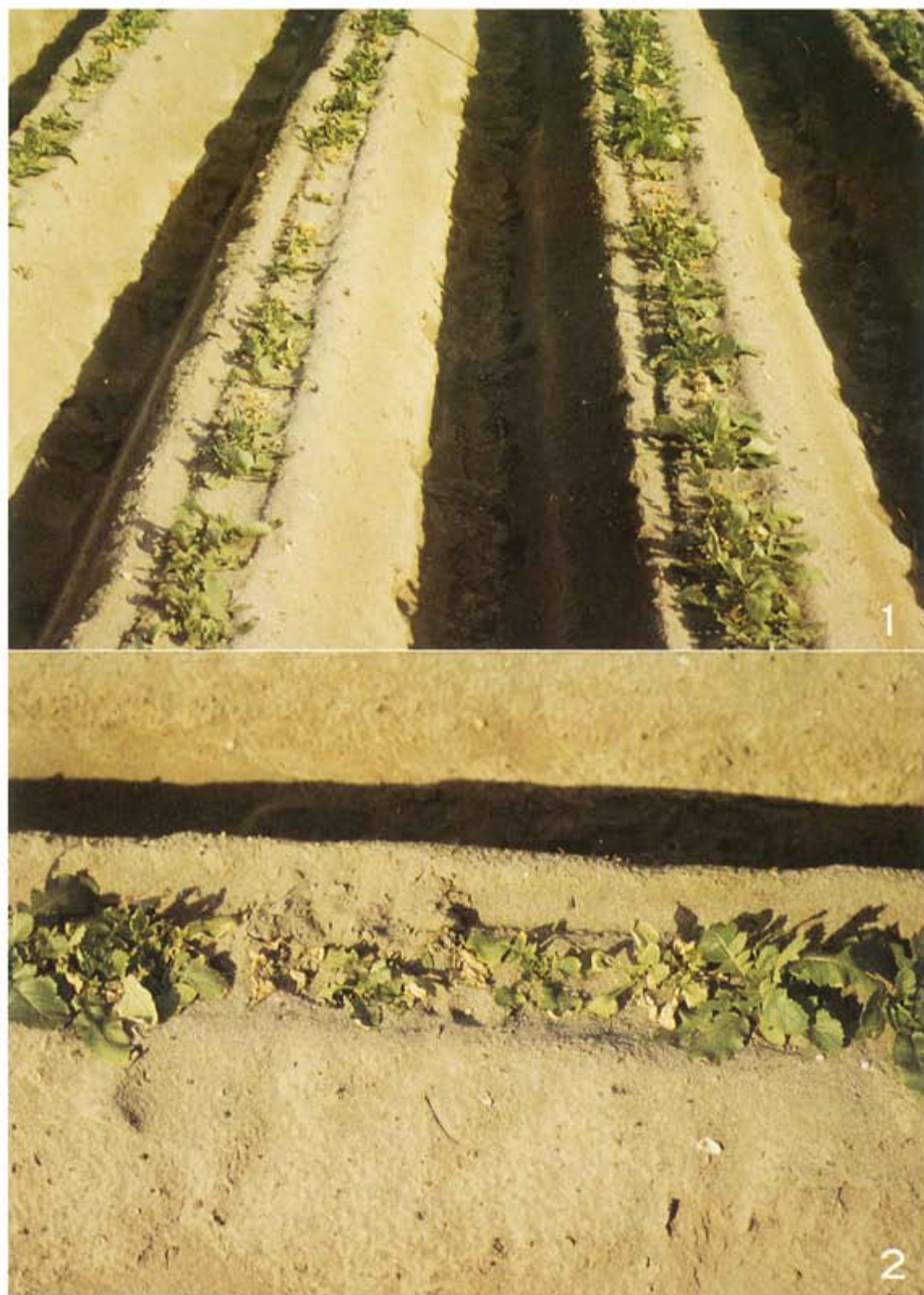
- Aliza Halfon-Meiri and Irena Ryłski (1983) : Internal Mold Caused in Sweet Pepper by *Alternaria alternata* : Fungus Ingress. *Phytopatho*, 73, 67-69.
- 萩原廣・田上俊太郎・竹内昭士郎(1980) : *Pythium ultimum* Trow によるダイコンの新病害「腐敗病」について. 野菜試験, A. 7, 173~182.
- 金磯泰雄(1982) : ダイコン黒変症発生原因の解明と防除対策技術(総合助成・共同研究). ダイコン根部黒変症(横しま)に関する研究(徳島県). 野菜試・福井・石川・山口・徳島農試, 75~98.
- 金磯泰雄・柏木弥太郎(1978) : オオムギ斑葉病に対する種子消毒の効果. 四国植防, 13, 43~47.
- 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(3), 343(講要).

- 神戸植物防疫情報(1978)：輸入種子に付着する病原細菌の殺菌試験。721, 38～39.
- 中神喜郎・加藤喜重郎(1975)：ポインセチアの苞枯病について。愛知総農試報, B(園芸)7, 72～77.
- 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。九州病虫研報, 68～69.
- 塩飽邦子・神納浄(1981)：種子消毒剤としての次亜塩素酸カルシウムの適用 第2報花類について。兵庫農総センター研報, 29, 35～40.
- 鈴木一平・菅原祐幸・戸高重信(1959)：蔬菜の種子消毒に関する研究(第1報) ニンジン種子の粉衣処理の効果。園芸学会雑誌, 28, 257～266.
- 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こす病原。宇都宮大農学術報, 8, 1～10.
- 吉井甫(1933)：十字科蔬菜を侵す三種の黒斑病菌に就て。九大学芸雑誌, 5, 220～235.
- 吉井甫(1941)：菜類黒斑病及甘藍黒煤病に就て。病虫害雑誌, 118, 14～18.
- 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.

Summary

This paper deals with the results of investigation on the pathogen of root brown scorch and damping-off of seeding of Japanese radish and its control by chemicals.

1. Symptom of root brown scorch has usually observed at primary cortex of root tissues at first and stalked up and down from there. When root was severely scorched, Japanese radish often stopped growing and showed a symptom of damping-off.
2. *Alternaria* sp. was always isolated from the lesion of brown scorch and collected seed of various varieties of Japanese radish. This fungus was identified as *Alternaria alternata* and showed pathogenicity to radish root. Therefore, it proved that the root brown scorch and damping-off was due to seed transmission of *Alternaria alternata*.
3. Application of calcium hypochlorite as seed disinfectant was effective in practical prevention for this fungus. But, thiram benomyl and thiram thiophanatemethyl were scarcely effective as compared with it.



第1図 圃場における立枯株および生育不良株



第2図 幼苗期のダイコン根の黒変症状