

ナタネ雪腐菌核病に関する研究*

渡部 茂・松村 三男**

目 次

I 緒 言	らびに形成量に関する調査
II 本病の発生状況	2 子嚢胞子の病原力に関する調査
1 発生時期並びに病徴の概況	3 菌核ならびに菌糸の寄主侵害に関する調査
2 被害の状況	4 考 察
3 発生分布の概況	V 防除方法に関する検討
4 ナタネの品種、系統と発生との関係	1 薬剤防除に関する試験
5 寄主範囲に関する調査	2 深耕による発病回避に関する試験
6 考 察	3 考 察
III ナタネの被害とその解析	VI 摘 要
1 調査方法	引用文献
2 調査結果並びに考察	欧文摘要
IV 伝染方法に関する検討	
1 自然条件下における子嚢盤形成時期な	

I 緒 言

1957年岩手県立農業試験場高冷地試験地（二戸郡一戸町西田子）の圃場で、春季融雪直後にナタネが全面に亘って腐敗枯死し、甚大な損害をうけた。この現地調査を実施したところ、圃場の大半のナタネが灰白色に腐敗して枯死し、あたかも紙を敷きつめたような状態であり、その枯死株には鼠糞状、馬歯状、不正状の黒色菌核が多数形成されていることを認めた。この現地調査の結果から筆者らは、腐敗症状、発病時期等からこれまでにナタネに広く発生の認められるナタネ菌核病 (*Sclerotinia sclerotiorum* (Libert) de Bary) とは著しく異なることに注目した。このため直ちに北海道大学農学部へ標本を送付し、同定を依頼するとともに、とりあえずその防除対策について検討を加えることにした。

その結果、病原菌については、*Sclerotinia intermedia* Ramsey によるもので、ナタネへの寄生については本邦未記録であることが判明するとともに、いっぽうでは薬剤散布による防除効果、発生分布、被害状況、伝染方法等について試験を継続して今日まで至った。そして不十分なながら防除についての一応の目安と、被害状況等について明らかにすることが出来たので、これまでの結果をとりまとめ、ここに報告することにした。

注 ※ 本報告の1部は昭和40年度日本植物病理学会東北部会で発表した⁹⁾。

※※ 岩手統調、盛岡作況研究室。

本報告のうち、被害解析に関する項については、現地圃場からの採集標本を病徴、菌の形態に基づいて渡部が同定を担当し、実際の調査と、とりまとめを松村が担当したものであり、資料は1962—64年に東北統計指導官室、盛岡作況研究室資料として松村らが公表しているが、これをここに再録したものである⁽²⁾。その他の項目はすべて渡部が担当したものである。

さらに、本病の病名については、これまで命名公表していなかったもので、ここで改めて、ナタネ雪腐菌核病と命名することとした。

本試験を遂行するに当っては、前述の病原菌の同定については、前北海道大学農学部、現日本てん菜振興会てん菜研究所杉本利哉博士に依頼したもので、同氏には多大の御苦勞をわずらわした。ここに深く感謝の意を表するものである。また、試験圃場の提供や、実施上万端の御配慮を賜った高冷地試験地主任、小沢栄二氏（現県北分場長）並びに同試験地職員各位、さらに本病の被害解析の作業に全面的な協力を賜った農林省盛岡作況研究室職員各位には衷心よりお礼を申上げる次第である。前場長芳賀徳松氏、場長山崎正氏、環境部大森秀雄氏には実施上全般の指導を賜った。厚くお礼を申上げる次第である。

II 本病の発生状況

1 発生時期並びに病徴の概況

このことに関しては既に報告したが⁽⁵⁾⁽⁸⁾その概況について述べれば次のとおりである。病徴として肉眼的に認められるのは野外では、積雪約1カ月後（1月末頃）ころからである。はじめ葉身、葉柄、茎の罹病部が湿潤状になり、圧すると外皮が剥げ易く、容易につぶれる。これに伴って白色綿毛状の菌糸が伸長するが、その量は外見上には旺盛でない。根と茎の境界部がはじめ侵されることが多く、この点から根部組織、茎部へと病勢が進展し、腐敗してこの内部は菌糸の伸長が極めて多い。したがって、罹病株は完全に死滅するケースが多いのが特徴的である。消雪後は地上部は褐色～灰白色を呈して腐敗し、やがて乾燥すると極めてもろくなり、手をふれば直ちに崩解する。罹病株は引抜くと容易に根と地上部が分離し、その離脱面には菌糸が充満し、更にその間に鼠糞状、不正形、扁平状の黒色菌核が密に形成される。根は後に繊維のみを残して空洞化する。このことから、病株は、茎、葉等の地上部器官の枯死にとどまることなく、根の腐敗が顕著であるので株全体が完全に枯死することが多く、したがって発生地では被害程度が大きい。

2 被害の状況

前項でも述べたように、罹病株は株の一部の器官の損傷に止まることなく、全身病であって、すべての器官が侵害をうけ株そのものが枯死する場合の多いのが特徴である。とくに、根の腐敗があるから株の完全枯死を招く場合が多く、このため激発条件では、株の消失がひどく、他作物の播き直しと云う状態も出てくる。

このことに関しては次に述べる接種試験の結果からも明らかにすることが出来た。

〔試験方法〕

常発地の高冷地試験地は本県の最多雪地帯の一つであるが、同地と、これに比して比較的少ない地帯の本場（盛岡市）の2地点で実施し、被害程度に差があるか否かも併せて知ろうとした。

病菌の接種方法

1957年春季に発生地より採集した本病菌を、長さ10cmに切断した稲わら培地上で1カ月培養（稲わら20g、水150mlを500ml入三角フラスコ中で培養、温度15°C）したものを供用した。予め1/2000aワグネルポットにナタネを定植し、これに1957年9月30日（奥中山）、10月1日（本場）にその株元に前記培養稲わらを挿入して接種し、この株を野外自然条件下に放置した。

供用品種並びに個体数

東北34号、両試験地とも1/2000aワグネルポット6コを供用、1ポット3株植、計18株を供用した。

調査方法

越冬後の1958年4月18日に表に示すような株の腐敗状況について調査した。

〔試験結果〕

越冬後における接種株の発病腐敗状況は第1表のとおりである。

第1表 菌の接種とナタネの腐敗状況

株個体番号	盛岡市本場(旧)				一戸町高冷地試験地				備 考
	健全株	葉、葉柄 1/2以下枯 死、株生存	葉、葉柄 1/2以上枯 死、株生存	株完全 枯 死	健全株	葉、葉柄 1/2以下枯 死、株生存	葉、葉柄 1/2以上枯 死、株生存	株完全 枯 死	
接種株 1				○				○	積雪期間 盛岡市本場 68日 高冷地試験地 108日 ○は各項の 該当株である ことを示す。
" 2				○				○	
" 3				○				○	
" 4				○				○	
" 5			○					○	
" 6			○					○	
" 7				○				○	
" 8				○				○	
" 9			○					○	
" 10				○				○	
" 11				○				○	
" 12				○				○	
" 13				○				○	
" 14			○					○	
" 15				○				○	
" 16				○				○	
" 17			○					○	
" 18				○				○	
計	株 0	株 0	株 5	株 13	株 0	株 0	株 0	株 18	
比 率	% 0.0	% 0.0	% 27.8	% 72.2	% 0.0	% 0.0	% 0.0	% 100.0	
無接種株 個体番号 1	○				○				
" 2	○				○				
計	株 2	株 0	株 0	株 0	株 2	株 0	株 0	株 0	

これによると盛岡市本場においても、健全株は1株もなく、株の完全枯死率が72.2%に達し、更に生存株(27.8%)においても地上部は $\frac{1}{2}$ 以上腐敗し、緑葉の残存は僅少であった。いっぽう高冷地試験地においては、供試全株が完全に枯死していた。このことから、常発地以外の比較的少雪地であっても感染があれば大きな被害を生ずる可能性があるように思われた。なお、発生圃場における生育、収量等に及ぼす影響等についての詳細は別に第Ⅲ項において詳述することにする。

3 発生分布の概況

岩手県における本病の発生は1957年に二戸郡一戸町、奥中山高冷地試験地で確認されて以来、各地に発生が懸念されたので引続き、1961~'62年、'65年に県北部各地域のナタネ栽培圃場について発生調査を行ない、その分布状況を検討した。本調査の実施については、県北地方でナタネの越冬率が異常に低いと報ぜられ、問題となっている地域を中心に行ったもので、この調査地以外でも発生の可能性はもちろんあるとみななければならない。

〔調査地域および調査方法〕

1961~'62年調査

越冬前に任意の圃場を選定し、1圃場2地点、1地点1畦 $3.3m^2$ を選び、両端を棒で標識し、この面積内の総株数を調査した。越冬後は腐敗株ごとに寄生菌種を調査し、本菌による腐敗株数を集計し、腐敗株率を求めた。調査地点は次のとおりである。九戸郡大野村、軽米町、二戸郡金田一村、一戸町、岩手郡松尾村、岩手町、滝沢村、雫石町。

1965年調査

越冬後の調査を実施した。1筆につき対角線上に5地点を選び、1地点3mについて腐敗株の有無を調査した。調査地点は次のとおりである。九戸郡九戸村、岩手郡玉山村、西根町。

〔調査結果〕

調査結果は第2表、第1図に示すとおりである。

第2表 調査地域と発病状況

調査年次	調査場所	越冬前の総株数	発病株数	発病株率
1961~62年	九戸郡大野村	51.5	5.0	9.7%
	二戸郡一戸町	104.5	8.5	8.1
	岩手郡松尾村	302.5	39.5	13.1
	〃滝沢村	128.5	8.5	6.6
	九戸郡軽米町	}	発病を認めない	
	二戸郡金田一村			
岩手郡岩手町				
〃雫石町				
1965年	岩手郡玉山村		7.0	
	〃西根町	}	発病を認めない	
	九戸郡九戸村			

注 1961~62年 2地点平均値

1965年 5地点平均値

これによると、前述の二戸郡一戸町奥中山地方（高冷地試験地所在地）のほかに、九戸郡大野村、岩手郡松尾村、滝沢村、玉山村等にも分布していることが確認出来た。これらの地域は第1図でもわかるように県北地方としては発生が偏在していないで、広範囲に発生の分布がみられると云うことである。

このことは更に積雪地帯で調査範囲を拡大してみるならば、発生はこれ以外にも存在の可能性を示すものと考える。

4 ナタネの品種・系統と発生との関係

激発地では、品種、系統間ではとくに明瞭な発病の差異は観察されなかったが、この点を明らかにするために14品種、系統を供試して検討した。

〔試験方法〕

実施場所 一戸町奥中山高冷地試験地

供試品種、系統 農林16号ほか13種

耕種概要 移植栽培としたが、他は試験地耕種概要によった。

区制、面積 1区6.6m²、2区制

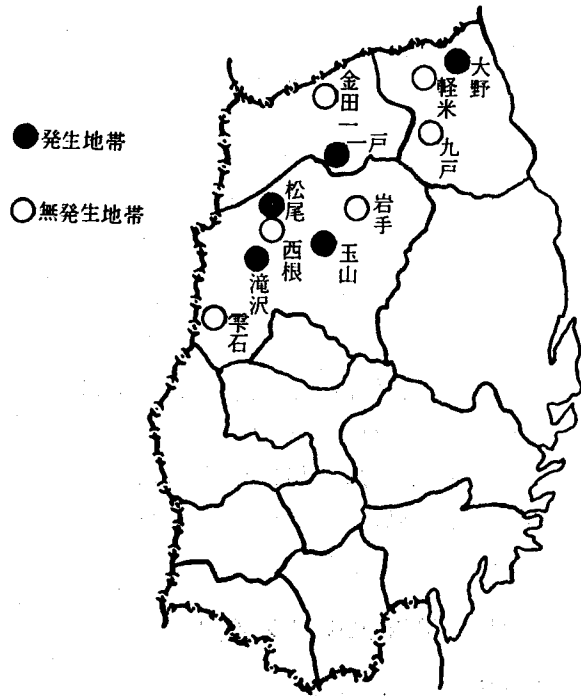
接種方法 1957年11月4日15°C 1カ月培養の稲わら培養菌（2項同様）を畦全面に散布し接種した。

〔試験結果〕

越冬後の58年4月18日に腐敗状況について調査したが、その結果は次のとおりである。

第3表 ナタネ品種、系統の発病差異

品種、系統名	総株数	完全枯死株数	同左率	越冬株数				越冬株率
				健全株	新梢健全、葉の一部残存	新梢の一部健全、葉完全枯死	合計	
農林 16号	42	39	92.9	0	0	3	3	7.1
” 18号	42	40	95.2	0	0	2	2	4.8
東北 27号	42	32	76.2	0	0	10	10	23.8
34号	42	28	66.7	0	0	14	14	33.3
37号	42	27	64.3	0	0	15	15	35.7
38号	42	42	100.0	0	0	0	0	0.0
39号	42	35	83.3	0	0	7	7	16.7
40号	42	39	92.9	0	0	3	3	7.1
41号	42	39	92.9	0	0	3	3	7.1
42号	42	42	100.0	0	0	0	0	0.0



第1図 調査地域並びに発病地域

品種、系統名	総株数	完全枯死株数	同左率	越冬株数				越冬株率
				健全株	新梢健全、 葉の一部 残存	新梢の 一部健全、 葉完全枯死	合計	
ミチノク ナタネ	42	37	88.1	0	0	5	5	11.9
チサヤナタネ	42	30	71.4	0	0	12	12	28.6
北海道種	42	34	81.0	0	0	8	8	19.0
東山種	42	38	90.5	0	0	4	4	9.5

これによると、供試した各品種、系統間では越冬株率に差異がみられるが、全般に発生程度が高く、越冬した株でも葉はほとんど腐敗し、わずかに新梢を残すものが大部分であった。これらの中で東北27号、同34号、同37号、チサヤナタネ等では比較的越冬株率が高く、東北38号、同42号では全株腐敗し、越冬株は皆無であった。しかし、以上のうち、抵抗性品種として実用に供し得るものは検出出来なかった。

5 寄主範囲に関する調査

Sclerotinia intermedia の寄主については、栃内・杉本(7)によって北海道で、チシヤ、シュンギク、ミブヨモギ、カブ幼苗に寄生性が確認されているし、また、杉本、三浦、小林(6)は秋田県でニンジンの越冬中に本菌の寄生による被害を報じている。筆者らも盛岡地方で栽培される越冬作物数種についてその寄生性について検討を加えた。

〔試験方法〕

供試作物 対象作物は一般に当地方で栽培されている越冬作物に限定し、次のものを選んだ。

- ① コムギ *Triticum aestivum* L.
- ② オランダイチゴ *Fragaria chiloensis* Dush.
- ③ ラジノクローバー *Trifolium repens* L.
- ④ レンゲソウ *Astragalus sinicus* L.
- ⑤ ホーレンソウ *Spinacia oleracea* L.
- ⑥ タカナ(オオガラシ) *Brassica juncea* Coss.
- ⑦ ニンジン *Daucus carota* L.
- ⑧ タマネギ *Allium Cepa* L.
- ⑨ ナタネ *Brassica campestris* L.

接種方法 上記作物を秋季に 1/2000 a ワグネルポットに栽培し、1959年11月26日PDA培地に2週間培養した本菌々糸を株元に接着させた。接種後は野外の自然条件に翌春まで放置した。この間の積雪期間は、始めは12月6日、終期3月6日で80日間であった。

〔試験結果〕

翌64年の融雪後に発病調査を行った結果は次の第4表にしめすとおりである。

この結果、*S. intermedia* はナタネのほかニンジンに寄生性を有し、著しい発病を認めた。これは秋田県の発病現象と一致した。その他の供試越冬作物では発病を認めなかった。比較菌として *S. sclerotiorum* を供試したが、いずれも発病をみなかった。

注 植物名、学名は牧野、日本植物図鑑によった。

第4表 盛岡地方における越冬作物に対する
S. intermedia および *S. sclerotiorum* の寄生性

作物名	<i>S. intermedia</i>	<i>S. sclerotiorum</i>	無接種
コムギ	-	-	-
オランダイチゴ	-	-	-
ラジノクローバー	-	-	-
レンゲソウ	-	-	-
ホーレンソウ	-	-	-
タカナ	-	-	-
ニンジン	+	-	-
タマネギ	-	-	-
ナタネ	+	-	-

注 +は全株発病したもの

-は発病をまったく認めないもの

6 考察

県北地方でナタネが越冬に際して雪腐症状を呈して著しく腐敗枯死する現象が認められたが、その腐敗株上には黒色の菌核形成が顕著であった。この病原はこれまでナタネに寄生の確認されている *Sclerotinia sclerotiorum* (Libert) de Bary とは症状、発生時期等で大きく異なっており、ナタネではそれまで未記録であった *Sclerotinia intermedia* Ramsey によるものであることが判明した。被害の状況をみると、株そのものの枯死が顕著であり、激発時には生存株数が皆無の惨状を呈する。このことから県北地方のナタネ越冬率の低い原因として本病も有力な因子としてあげることが出来る。近年この地域でのナタネ栽培面積の減少は、越冬株率の低下による減収によって農家の栽培意欲の減退を招いたためとみることも出来る。

被害と積雪との関係についてみると、接種試験の結果からも明らかなように、積雪期間の長い場合ほど枯死株率が高く被害が多い。したがって多雪地帯や、多雪年次には本病の被害増加については充分の警戒を必要とする。また、現在県北地方に発生が集中していることは、当地方が多雪地帯であることによるものであるが、同様に中部奥羽山麓地帯の多雪地帯でも、発生は未確認ではあるが発生の可能性はあるように考えられる。

品種間の抵抗性差異は明瞭でなく、一様に罹病するので、多発地帯においては抵抗性品種の導入は目下の処不可能である。また、冬作物のうち、ナタネのほかにニンジンで発病があるところから、秋田県同様に越冬ニンジンでは本病発生に注意の要があろう。

Ⅲ ナタネの被害とその解析

ナタネ個体の被害状況については既に述べたが、このような罹病株が多数発生した場合の栽培圃場での減収や生育の実態を分析して、総合的にその損傷と被害率の関係を明らかにすることは重要なことと考える。このことは更に減収の推定にも役立つものと思われる。このための資料として以下に述べるような解析を1962~64年に実施した。

1 調査方法

調査対象圃場 岩手郡松尾村、二戸郡一戸町農家圃場

調査圃場の選定 融雪期に本病の発生する地帯について、根雪前に播種密度の中庸な圃場を数筆予備に設定し、融雪期に被害の発生した圃場をこの中から2筆選定して調査した。

調査時期、方法

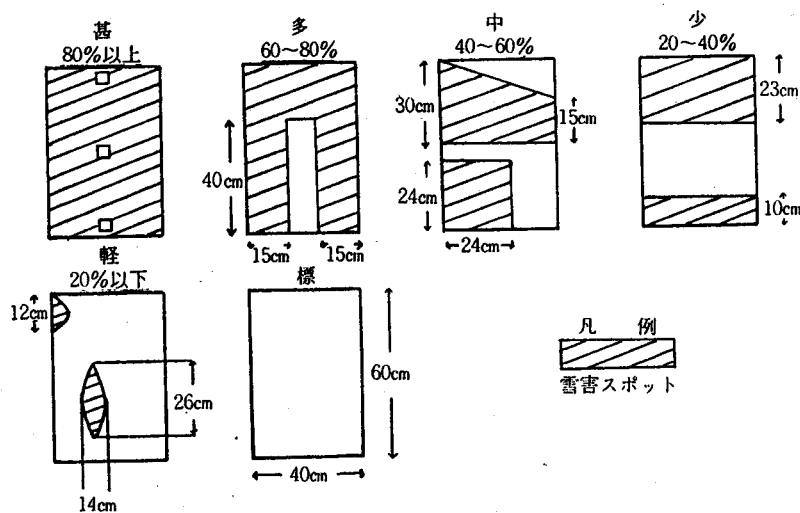
- ① 調査時期 融雪直後（抽苔直前）、開花期、成熟期
- ② 方法

生育調査、融雪直後に1調査区ごとに10株を選び、草高、生葉数を調査した。成熟期調査および収量調査は1調査区的全株につき、莖長、分枝数、着莢数を調査し、脱粒調製して子実重、同千粒重を測定した。

被害調査

枯死株調査区 被害程度に差のある個所を1.65㎡当畦長に区切り、1調査区として6カ所設置した。積雪に伴う本病の被害は株の枯死欠損として出現するので、融雪直後に枯死株率を次式により算出した。すなわち、 $\text{枯死株率} = \frac{\text{枯死株数}}{\text{全株数}} \times 100$

雪害面積調査区 畦長60cmごとに標識で区切り、1調査区として本病によって腐敗消失したSpotの面積程度を20%刻みに階層分けして6カ所設置した。被害状況は前述の形態で確認されるが、詳細にみれば、完全枯死、半枯死株の混在、或は場所的に偏在



第2図 雪害面積算出基準

している場合があるので、この調査は本病による被害 Spot を単に雪害面積として一様
 に取扱い、融雪直後に雪害面積率を次のようにして算出し、損傷程度の区分を行った。

$$\text{雪害面積率} = \frac{\text{雪害面積}}{\text{播種面積}} \times 100$$
 雪害面積の算出は第2図に示す基準を設定し、これに基づいて算出した。

2 調査結果並びに考察

1) 枯死株調査区の調査結果

① 枯死株率と生育との関係

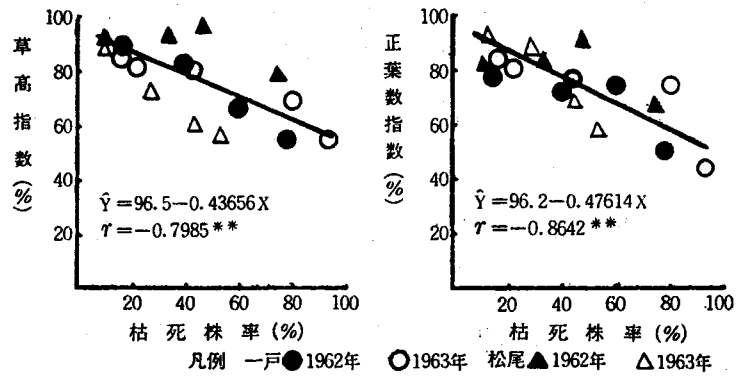
第5表 枯死株率と生育との関係

場所	項目 年次	品種名および 調査区		1.65 m ² 当り				枯死 株率 %	融雪期 月 日	草高 cm	生葉数 枚
				株数	生株	存数	枯死 株数				
一戸町	1962	青森 一号	1	70	70	0	0.0	4.5	20.8	9.2	
			2	70	59	11	16.4				
			3	70	42	28	40.0				
			4	70	28	42	60.0				
			5	70	16	54	77.9				
	1963	青森 一号	1	152	152	0	0.0	3.25	18.8	8.1	
			2	143	120	23	16.1				
			3	136	106	30	22.1				
			4	136	77	59	43.4				
			5	140	30	110	78.6				
			6	134	10	124	92.5				
松尾村	1962	ミチノク ナタネ	1	195	195	0	0.0	4.5	14.9	6.4	
			2	195	170	25	12.6				
			3	195	129	66	33.9				
			4	195	100	95	48.8				
			5	195	48	147	75.3				
	1963	ミチノク ナタネ	1	116	116	0	0.0	4.10	15.5	6.5	
			2	111	95	16	14.4				
			3	106	75	31	29.2				
			4	121	67	54	44.6				
			5	127	59	68	53.5				

生育は品種、圃場および栽培条件が異なるので、実数を用いて検討することが困難であったため、以下指数化して考察することとする。先づ、枯死株率と草高および生葉数との関係を読み

たのが第3図である。

この図によれば、積雪下に本病が発生して被害の程度が大きくなるほど、生存株の生育が抑制されて、少葉、短稈の生育相を示した。とくに1963年の松尾圃場は、少肥と晩播のため生存株の茎葉が赤褐色に変色し、草高、生葉数が抑制されていることが認められた。

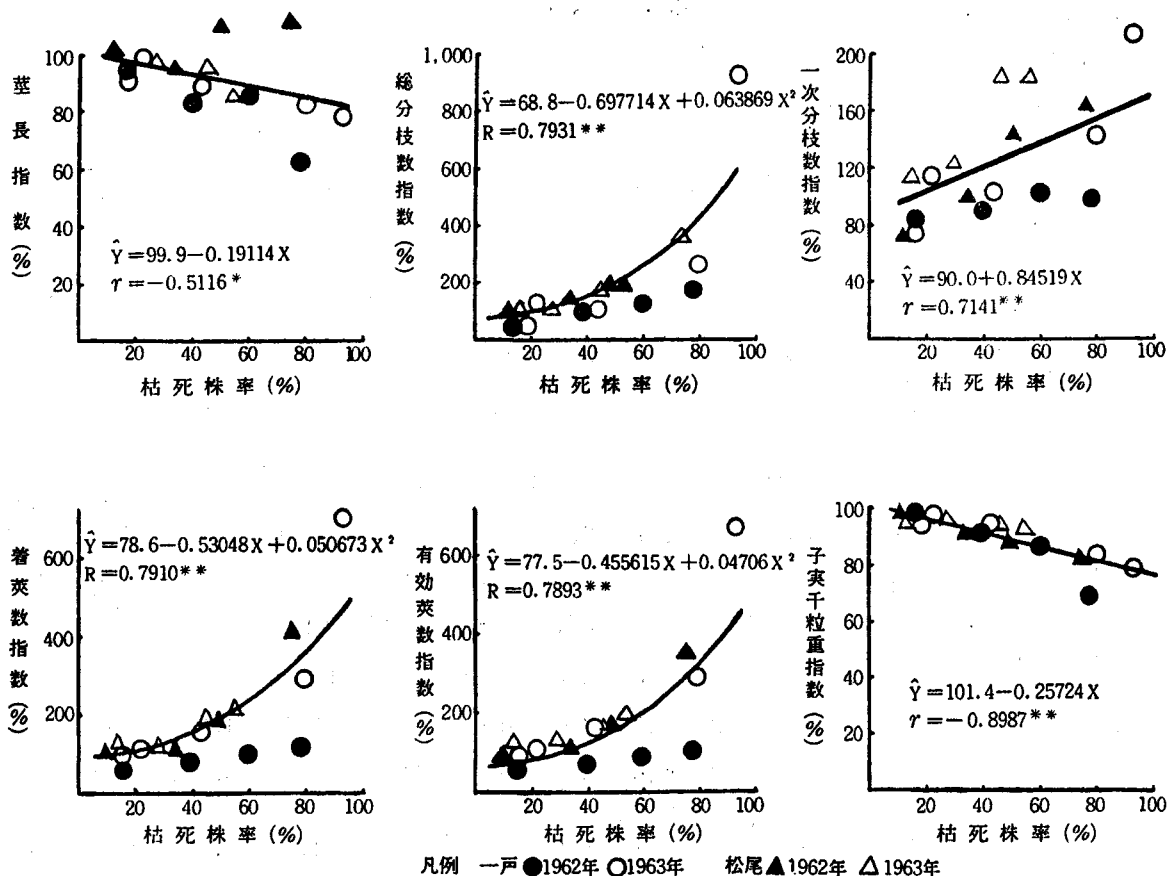


第3図 枯死株率と草高及び生葉数との関係

① 枯死株率と収量との関係

第6表 成熟期調査および収量調査結果

場所	年次	品種名 品目調査区	茎長 cm	1株当り						子実1.65㎡当り			被害 歩合 %
				総分枝数	一次分枝数	着莢数	無効莢数	有効莢数	子実重	千粒重	子実重		
一戸町	1962	青森一号	1	139.1	11.9	8.4	289.5	22.9	266.6	5.7	3.9	395.5	0
			2	130.8	7.7	7.0	166.4	8.3	158.1	6.2	3.8	367.8	7.0
			3	117.7	11.9	7.7	202.8	11.7	191.1	7.2	3.6	301.6	23.7
			4	120.7	12.6	8.9	242.0	19.0	223.0	7.8	3.4	218.8	45.7
			5	86.9	20.9	8.2	301.3	39.1	262.2	9.2	2.7	146.9	62.9
	1963	青森一号	1	126.2	4.5	3.9	67.2	4.3	62.9	1.4	4.4	231.0	0
			2	118.3	3.0	3.0	62.5	1.8	60.7	1.9	4.3	225.2	2.5
			3	112.9	6.0	4.5	75.6	4.0	71.6	2.0	4.3	216.0	6.5
			4	112.5	5.0	4.2	103.8	1.6	102.2	2.7	4.2	211.0	8.7
			5	106.0	12.0	5.6	193.8	10.8	183.0	6.4	3.7	190.6	17.5
松尾村	1962	ミチノクナタネ	1	97.6	1.9	1.9	47.5	5.1	42.4	1.4	3.1	265.2	0
			2	100.4	2.1	1.8	50.6	4.9	35.7	1.6	3.0	264.2	0.4
			3	92.5	2.7	2.2	48.7	5.1	43.6	2.0	2.8	258.0	2.7
			4	107.2	3.4	3.1	85.3	11.1	74.2	2.4	2.7	243.6	8.2
			5	108.8	7.1	5.0	192.5	45.8	146.2	5.6	2.5	242.2	8.7
	1963	ミチノクナタネ	1	97.1	1.6	1.6	23.3	1.0	22.3	1.6	5.1	182.5	0
			2	96.2	1.8	1.8	29.6	1.5	28.1	1.9	5.0	178.5	4.8
			3	93.7	2.0	2.0	30.2	2.0	28.2	2.3	4.9	176.5	5.9
			4	88.1	2.9	2.9	42.9	3.8	39.1	2.2	4.8	148.2	21.0
			5	82.7	2.9	2.9	48.4	4.7	43.7	2.4	4.7	141.5	24.5

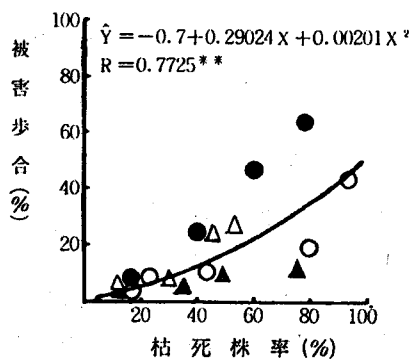


第4図 枯死株率と収量構成要素との関係

次に枯死株率と収量構成要素との関係を示したのが第6表および第4図である。これによると、茎長、子実千粒重とは負、分枝数、着莢数とは正の相関々係が認められた。茎長は成熟に至るまで本病によって抑制され、損傷が大なるほど短かく、逆に分枝数、着莢数が増加し、短稈多枝の生育相を示した。分枝は枯死株が多いほど疎植の形態となるから、越冬前と積雪下で形成された腋芽は節間伸長につれて補償的に増加の形態をとる。着莢数は分枝の増加に伴って二次的に増加するが、被害が大きいほど熟期のおくれがみられるから、有効莢数の増加は分枝に比してその割合は少ない。したがって、被害の程度が大きいほど分枝、着莢数が増加して株数の減少をやや補っている状態である。子実千粒重は、分枝、着莢数の補償的な増加で子実の登熟がおくれ、損傷の大きい場合ほど千粒重は低下している。

③ 枯死株率と被害歩合との関係

被害量を推定する場合の損傷の表現として枯死株率を用いて検討した。この関係は第5図に示したとおり有意な正の相関が認められた。本病の決定的な被害は罹病株の枯死であるが、これまでも述べたように、この罹病株は地際部の腐敗により地上部と地下部が分離するから、調査時期がおくれれば枯死株数の判定が困難となってくる。損傷の指標として枯死株率を用いることは枯死株の表現としては適切であるが、1962年



凡例 一戸 ●1962年 ○1963年 松尾 ▲1962年 △1963年

第5図 枯死株率と被害率との関係

松尾圃場のように、密播であれば枯死株率が高くては栽培密度が高いために被害率は相対的に少なく、逆に一戸圃場のように播種量が少ない場合は被害率は高くなって来る。このように被害率は枯死株率が高いほど栽培密度に影響されるから、播種量が多いときは被害率は低めに、少ないときは高めに見積る必要がある。なお、枯死株率が40%以下では栽培の密度効果があらわれて、疎植の形態となり、株当りの分枝数、着莢数が補償的に増加して枯死株率に対する被害率が相対的に低くなっている。

2) 雪害面積調査区の調査結果

① 雪害面積率と収量との関係

第7表 雪害面積率と収量との関係

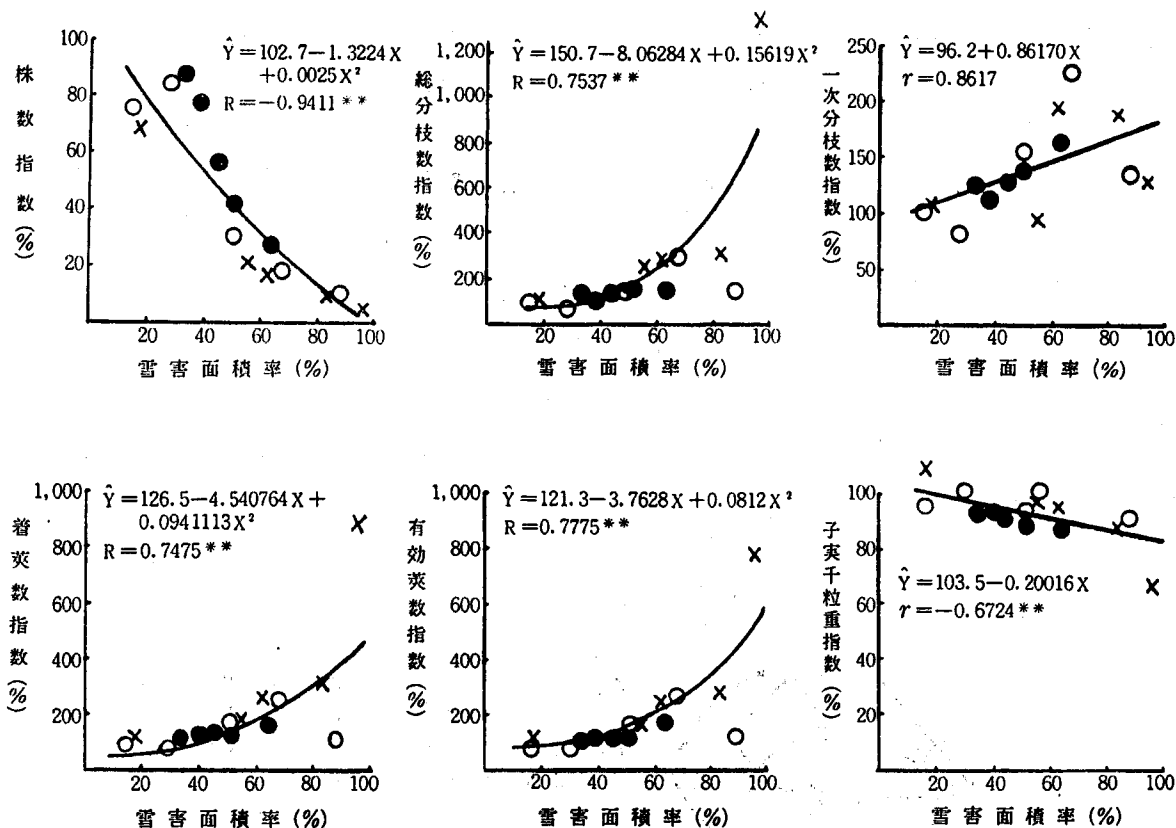
場所	年次	品種 お調 査区	1調査 区当 生株 数	雪害 面積 率	株 当						子 実 千粒重	1調査区 当子実重	被 害 歩 合
					総分 枝数	一次分 枝数	着莢数	無効 莢数	有 効 莢数	効 率			
一戸町	1963	青 森 一 号	66	0.0	2.7	2.6	50.6	0.6	50.6	4.6	82.7	0.0	
			44	16.6	2.8	2.8	56.3	2.9	53.4	5.1	70.0	15.4	
			14	55.0	7.0	2.5	93.8	12.5	81.3	4.5	53.3	36.6	
			11	61.5	8.0	5.1	131.9	4.6	127.3	4.4	46.6	43.7	
			6	83.3	8.7	4.9	154.0	10.1	143.7	4.1	45.6	44.9	
			3	95.5	37.0	3.5	448.7	52.8	375.9	3.1	31.0	62.5	
松尾村	1963	ミ チ ノ ク ナ タ ネ	41	0.0	2.1	2.1	31.3	0.7	30.6	5.0	69.5	0.0	
			36	33.3	2.7	2.7	32.8	1.4	31.4	4.7	66.5	4.3	
			32	37.5	2.4	2.4	35.6	1.7	33.9	4.7	52.5	24.5	
			23	43.8	2.8	2.8	38.3	2.4	35.9	4.6	48.0	30.9	
			17	50.0	3.0	3.0	40.9	1.8	39.1	4.5	34.0	51.1	
			11	62.5	3.5	3.5	53.5	1.4	52.9	4.4	31.5	54.7	
	1964	ミ チ ノ ク ナ タ ネ	53	0.0	1.9	1.9	42.6	8.7	33.9	5.2	114.8	0.0	
			40	14.9	1.9	1.9	39.5	5.9	33.6	5.0	77.4	32.6	
			45	28.0	1.5	1.5	35.2	4.9	30.2	5.4	71.5	37.7	
			16	49.9	3.1	3.0	68.6	11.1	57.5	4.9	52.6	54.2	
			10	66.7	5.8	4.4	107.5	16.9	90.6	5.2	38.2	66.7	
			6	88.4	3.0	2.5	45.5	3.7	41.8	4.8	12.3	89.3	

注 1 調査区当とは、畦長60cm×播巾40cm=2,400cm²

前述の枯死株率調査区同様に雪害面積率を求め、これと収量との関係をみたのが第7表および第6図である。これによれば、株数、子実千粒重は負、分枝数、着莢数は正の相関がみられた。この原因は前述の枯死株調査の場合と同様である。株数は罹病株は枯死欠株となるために損傷程度が大きいほど減少している。

② 雪害面積率と被害歩合との関係

減収量を推定する指標として枯死株率のほかには雪害面積率を用いて検討したが、この関係は



凡例 一戸 X 1963年 松尾 ● 1963年 ○ 1964年

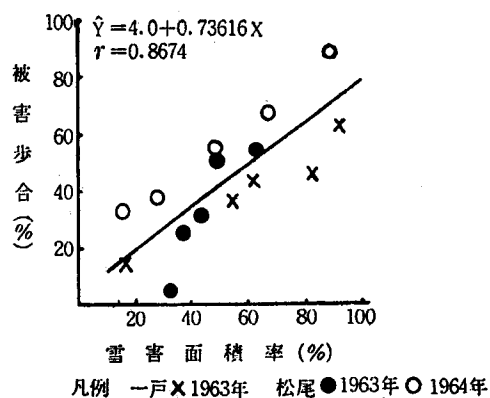
第6図 雪害面積率と収量構成要素の関係

第7図に示した通り有意な正の相関が認められた。融雪直後の調査がおくれると、病株が乾固し、風によって飛散するため病株の痕跡がなくなり、枯死株率の調査が困難となる。したがって罹病による被害の Spot を単に雪害面積として一様に取扱うことによって、損傷調査が時期的に多少おくれても枯死株率で求めるよりは適確に行なうことが出来る。この損傷指標としての雪害面積は、各要素を集約しており、枯死株率のように栽植密度に影響されることなく、損傷の程度区分を行うだけで迅速に被害量を推定出来る利点を有する。

③ 被害歩合に対する収量構成要素の直接効果

被害率に収量構成要素がどの程度の強さの重みづけで関与しているかと云う一連の問題について、雪害面積調査の成績で検討してみたのが第8表のとおりである。この表によると、被害率と高い相関々係がみられる要素は雪害面積率であり、一次分枝数、子実千粒重、有効莢数の順である。これは本病の被害形態からみて収量成立上当然であるが、この雪害面積率に影響を与える要素は一次分枝数、有効莢数、子実千粒重である。この要素の一次分枝数、有効莢数は損傷の程度が大きくなるほど補償的に増加して正の相関が、子実千粒重は登熟のおくれで負の相関がみられた。

被害率に対する構成要素相互の関係から被害率に対する重みづけを検討するため、被害成分として一次分

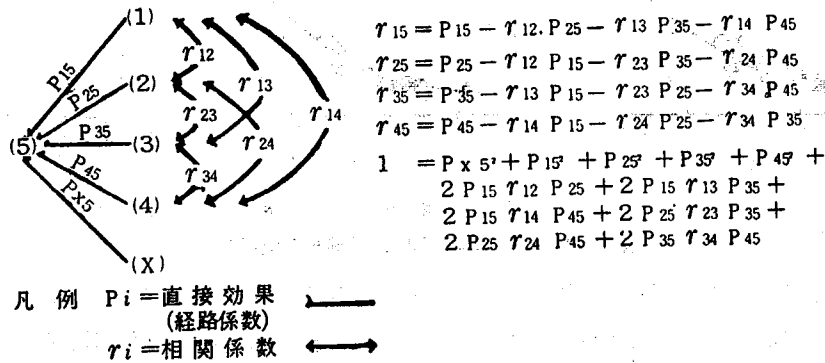


第7図 雪害面積率と被害率との関係

枝数 (X₁)、有効莢数 (X₂)、子実千粒重 (X₃)、雪害面積率 (X₄) の4形質を用いて、その効果が相加的であると仮定し、第8図のような Causal system を想定して、D. R. Dewey and K. H. Lu⁽¹⁾および柴田⁽⁴⁾の手法を用いて直接効果および間接効果を算出した。

第8表 被害率と構成要素ならびに構成要素相互の相関係数

	X 1 一次分枝	X 2 有効莢	X 3 子実千粒重	X 4 雪害面積率	X 5 被害歩合
X 1	1	0.3451	-0.2638	0.6335	0.5469
X 2		1	-0.7902	0.6408	0.4284
X 3			1	-0.6724	-0.4717
X 4				1	0.8674



第8図 被害率とその成分の Causal system

被害率に対する直接効果は第9表に示した。被害率に対して最も大きい効果を示した形質は、雪害面積率で77%を占めており、次いで有効莢数、子実千粒重、一次分枝数の順である。一次分枝数は上述の被害率と構成要素の相互関係からみられるように、相関係数は雪害面積率に次いで高い値を示しているが、直接効果は最も低い値を示している。

第9表 被害歩合に対する直接効果

	対 被 害 歩 合	
	直接効果 (経路係数)	同 比
一次分枝数	-0.052553	3.7
有効莢数	-0.146687	10.5
子実千粒重	0.123115	8.8
雪害面積率	1.077472	77.0

これは第10表に示した相関係数の直接効果と間接効果の分割表からみられるように、雪害面積率をとおした間接効果がきわめて大きいのに比して、一次分枝数の直接効果が低いことが基

因して両者の相関を高くしている。また、雪害面積率の直接効果が最も大きい値を示したのは、一次分枝数、有効莢数、子実千粒重の間接効果が少ないことによるものである。このような検討結果からみても、雪害面積率の間接効果はかなり大きい値を示すので、雪害面積率は被害率に強く関与していることが明確に示されている。

第10表 相関係数の直接効果と間接効果

一次分枝と被害歩合		$r = 0.5469$
直接効果,	P_{15}	-0.052553
間接効果,	有効莢をとおして	$r_{12} P_{25}$ -0.050622
,	子実千粒重をとおして	$r_{13} P_{35}$ -0.032488
,	雪害面積率をとおして	$r_{14} P_{45}$ 0.692579
合 計		0.5469
有効莢と被害歩合		$r = 0.4284$
直接効果,	P_{25}	-0.146687
間接効果,	一次分枝をとおして	$r_{12} P_{15}$ 0.018136
,	子実千粒重をとおして	$r_{23} P_{35}$ -0.097285
,	雪害面積率をとおして	$r_{24} P_{45}$ 0.690444
合 計		0.4284
子実千粒重と被害歩合		$r = -0.4717$
直接効果,	P_{35}	0.123115
間接効果,	一次分枝をとおして	$r_{13} P_{15}$ 0.013863
,	有効莢をとおして	$r_{23} P_{25}$ 0.115912
,	雪害面積率をとおして	$r_{34} P_{45}$ -0.724492
合 計		0.4717
雪害面積率と被害歩合		$r = 0.8674$
直接効果,	P_{45}	1.077472
間接効果,	一次分枝をとおして	$r_{14} P_{15}$ -0.033292
,	有効莢をとおして	$r_{24} P_{25}$ -0.093997
,	子実千粒重をとおして	$r_{34} P_{35}$ -0.082783
合 計		0.8674

3) 減収推定基準について

1)③、2)②項で述べたように、枯死株率、雪害面積率と被害率の関係を検討して第5・7図に示した相関図を得たが、これによって次に示す減収推定基準を作成した。

本病によるナタネの減収程度は品種抵抗性、播種期、播種量、積雪量、積雪期間等多くの因子が複雑に関係し、一般にはかなり差異のあることがみうけられる。とくに積雪量の多少によって発生に顕著な差が認められる。したがってこれら諸因子と減収程度との関係は今後の検討にまたねばならないが、一応本試験の結果からこの基準を作成したものである。

〔基準の内容〕

- ① 被害時の生育段階、 抽苔前で融雪直後
- ② 試験年次、 1962—64年
- ③ 試験場所、 一戸町、松尾村

- ④ 使用する項目、 a、枯死株率 = $\frac{\text{枯死株数}}{\text{全株数}} \times 100$
 b、雪害面積率 = $\frac{\text{雪害面積}}{\text{播種面積}} \times 100$
- ⑤ 基準、 第11表のとおりである。

第11表 枯死株率、雪害面積率と被害歩合

枯死株率	10%	20	30	40	50	60	70	80	90
被害歩合	2%	6	7	14	19	24	29	35	42
雪害面積率	10%	20	30	40	50	60	70	80	90
被害歩合	11%	19	26	33	41	48	56	63	70

- ⑥ 使用に当たっての注意
 枯死株率を用いる場合は播種密度が多い場合は被害率は低めに見積る必要がある。
- ⑦ その他の事項
 この被害による減収は、本病によって株自体が枯死して株数の減少として現われる。

IV 伝染方法に関する検討

ナタネにおける発病は本邦未記録であったので、その伝染経路については不明である。しかし、ナタネ同様に越冬中に発病するニンジンの菌核病については三浦に(3)よって、菌核から直接菌糸を発生させる場合の方が、子嚢盤上の子嚢胞子による感染よりも多いと報告されている。ナタネにおいても発生時期が同一であること、発生状況が類似していることなどから、ニンジンの場合と大差ないものとするが、これに関して次のような実験を行なって検討してみた。

1 自然条件下における子嚢盤形成時期ならびに形成量に関する調査

〔調査方法〕

第1実験

奥中山高冷地試験地内の4 aの圃場で当年融雪期に激発した圃場を供試した。この圃場内に1地点1 m²の調査地点を10カ所設定し、この面積内に発生する子嚢盤数を調査した。調査時期はナタネ定植時期約20日後から10日毎に3回実施した。

第2実験

1962年融雪直後に発病株から採集した菌核を供用し、次のように処理した。4月21日素焼のpot(径27cm)に畑土壌をつめ、この土壌表面が地表と同じ高さになるよう埋め込み、このpot内の地表下3cmの深さに前記菌核を500個均一におき、野外自然条件下でそのまま越夏させた。このようにして晩秋～初冬のころにpot内の発芽菌核数、子嚢盤形成数を観察調査した。

〔調査結果〕

この結果は第12.13表のとおりである。

第12表 春季激発圃場における当年秋季の子囊盤発生状況（第1実験）

調査地点	1958年10月15日調査		10月25日調査		11月4日調査	
	発芽菌核数	子囊盤形成数	発芽菌核数	子囊盤形成数	発芽菌核数	子囊盤形成数
No. 1	0 個	0 個	1 個	3 個	0 個	0 個
2	0	0	0	0	0	0
3	1	2	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	1	1	0	0

第13表 越冬した菌核（地表下3cm）の子囊盤形成状況（第2実験）

調査時期	供試総菌核数	子囊盤形成の菌核数	菌核上の子囊盤数
8月30日	500 個	0 個	0 個
9月30日	〃	0	0
10月18日	〃	0	0
11月30日	〃	2	2
12月4日	〃	0	0

第1実験の結果では、各調査時期とも子囊盤形成数が僅少であって、時期的推移状況については明らかにすることが出来なかった。いっぽう同圃場における発病状況を知るために同年秋再びナタネを播種し、連作として（品種東北34号）発病状況をみたが、前記のように子囊盤形成数が僅少にもかかわらず、翌春（1959年4月）の発病調査では圃場の全株が完全枯死し、被害株上には菌核、菌糸の形成を認めた。第2実験の結果では、総数500個の菌核数に対し、子囊盤形成菌核数は僅かに2個にすぎず、発生率は0.4%と低率であった。また、子囊盤数も2個であり、1菌核に1子囊盤の形成であった。

以上のように、いづれの実験でも子囊盤形成数が少ないこと、しかも、このように僅少の発生でも越冬後の発病が激発であることなどから、本病の伝染様式は、この子囊胞子によるものほかに、他に優勢なものがあるのではないかと推定される。

2 子囊胞子の病原力に関する調査

自然条件下での子囊盤形成数は僅少であること、形成時期が晩秋～初冬季であることは判明したが、子囊盤上の子囊胞子の寄主侵害力ほどの程度であるかを検討する必要がある。

〔試験方法〕

1965年10月21日一戸町奥中山の多発圃場から子囊盤を採集し、直ちに殺菌水中に24時間おい

て子嚢胞子を放出させ、これを接種源とした。いっぽうナタネ（品種青森1号）は予め径19cm素焼鉢に1株ずつ3株を栽植し、これを鉢ごと野外におき育成した。接種は上記接種源を脱脂綿にふくませて、これを芯葉にまきつけ、5°C、24時間接種箱内におき接種した。対象区は菌核を Richard 培地上におき、これより生じた菌糸を用い同様に接種して比較した。接種後は野外におき、冬季間積雪下に放置し発病を容易にさせた。

〔試験結果〕

消雪後の1966年3月2日の調査結果は次のとおりである。

第14表 子嚢胞子の接種と発病状況

区 別	総 株 数	完全枯死株数	茎 葉 の 一 部 枯 死 株 数	発 病 株 率
子嚢胞子接種区	3 株	0 株	0 株	0.0 %
菌 糸 接 種 区	3	2	1	100.0
無 接 種 区	3	0	0	0.0

これによれば、子嚢胞子接種では発病をみなかった。菌糸接種では全株発病をみているので、前者では感染がなかったものと判断される。これとは別に土壤中にフスマ、堆肥の有機物を挿入し、これに子嚢胞子の Suspension を滴下して発育の状況を菌糸の伸展状況によって知ろうとして実験を行ったが、全くその徴候を認めなかった。

3 菌核ならびに菌糸の寄生侵害に関する調査

前項1、2で述べたように、伝染方法としては、子嚢胞子の存在以外に他にその可能性が存在するように推定した。具体的には発育圃場では菌核密度が極めて高いことから、この菌核から菌糸を生じて感染がおこる可能性を考えて、次に示す実験を行なった。

1) 菌核の接種部位と発病との関係

第1試験

〔試験方法〕

供試菌の接種方法

本場保存菌を PDA 平面培地（径9cmシャーレー）で15°C、20日間培養し、この上に形成した菌核を供用した。まづ、培地上から菌核を採集し、この菌核の表面を水洗して培地片、菌糸片を洗い落とし、更に0.1%昇汞で60秒表面殺菌した。この菌核を1960年11月15日 pot 栽培のナタネ（品種青森1号）の各部位に接着させ、接種後は野外において越冬させた。

接種部位

接種部位は①、無接種 ②、根部（地下4cm）接種 ③、若令葉葉身接種 ④、根頭部接種 ⑤、株の側面地表隔離定置（株より10cm）の5区としたが、この関係は第9図に示した。調査は翌年4月11日に株の腐敗状況を調査した。



註 ●は菌核接種部位

1 処理区につき4株を供用した。

〔試験結果〕

この結果は第15表のとおりである。

第9図 菌核の接種部位の模式図

第15表 菌核の接種部位と発病との関係

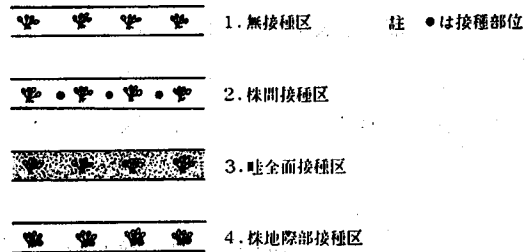
区 別	総 株 数	健全株数	茎葉の一部 枯死株数	完全枯死株数
1. 無 接 種 区	4 株	0 株	0 株	0 株
2. 根 部 (地下4cm) 接 種 区	4	3	0	1
3. 若 令 葉 々 身 接 種 区	4	4	0	0
4. 根 頭 部 接 種 区	4	0	1	3
5. 株側面隔離 (10cm) 定置区	4	4	0	0

第2試験

〔試験方法〕

供試菌の接種方法

1958年に稲わら培地 (Ⅱ、2項参照) 上に菌核の多量に形成したものを第10図のように散布接種した。供試圃場は畦巾90cm、株間50cmとし、10月中旬に定植しておいた。調査方法は越冬後の翌1959年4月3日に実施した。品種、アブクマ、1区12株、2区制とした。



第10図 菌核の接種部位の区別

〔試験結果〕

この調査結果は第16表に示すとおりである。

第16表 菌核の接種位置と発病との関係

区 別	総株数	病株数	茎葉の一部枯死		完全枯死	
			株 数	同左率	株 数	同左率
1. 無 接 種 区	24 株	0 株	0 株	0.0 %	0 株	0.0 %
2. 菌核株間接種区	24	0	0	0.0	0	0.0
3. 菌核畦全面接種区	24	5	0	0.0	5	20.8
4. 菌核株地際部接種区	24	1	0	0.0	1	4.2

第1試験の結果から発病の認められた区は、根頭部接種区、根部接種区であり、その他では発病を認めなかった。第2試験では、畦全面接種区と、株の地際部接種区に発病を認めた。これらはいずれも菌核が寄主と接触した場合に感染がみられており、したがって菌核が発芽して菌糸を生じ、この菌糸が侵入して感染したものと考える。寄主と菌核がある距離をもって隔離している場合には感染がなかったから、菌糸が地表面を伸長して寄主に到達する性質は、ほとんどないものとみられる。

2) 菌糸の接種部位と発病との関係

前項の試験で述べたように、菌核接種によって完全に発病を認めることが出来たが、これは菌核から菌糸を生じて侵入するものと推定したが、更にこの点を確認するために直接菌糸を接種し、また同時に接種部位との関係を知ろうとして次のように処理した。

〔試験方法〕

1959年秋季に $\frac{1}{2000}$ a ワグネルポットに定植したナタネ（品種、アブクマ）株に対し、11月26日 PDA 培地で 15°C 、2 週間平面培養した本菌々糸をコルクボーラー（径 7 mm）で打抜き、各部位に接種した。接種後は野外の自然条件下におき、翌年 3 月 30 日 枯死状況について調査した。区制は 1 pot 1 株植とし 1 区 2 ~ 3 pot を供用した。

〔試験結果〕

試験結果は次に示すとおりである。

第17表 菌糸の接種部位と発病との関係

区 別	総 株 数	完全枯死株数	茎葉の1部枯死株数
1. 根 頭 部 接 種 区	3 株	3 株	0 株
2. 根 部 (地表下 7 cm) 接 種 区	2	2	0
3. 葉 柄 接 種 区	2	0	1
4. 株側面隔離 (5 cm) 地表定置区	2	0	0
5. 無 接 種 区	2	0	0

これによると、根頭部、根部接種区が完全枯死し、葉柄接種区で葉柄の一部に枯死がみられた。この傾向は菌核接種の場合とよく一致する。株と接種源の距離が 5 cm の隔離では発病を認めないので、前項でも述べたように、菌糸の伸長はあると仮定してもこの距離を越すことはないように思われる。本菌は根頭部、根部からの感染率が高いようにみられるが、これは地表、地中に分布する菌核の発芽による菌糸侵入（菌核、寄主が接触する場合）の可能性を意味するようにうけとれる。

3) 根における菌糸の接種位置と発病の関係

〔試験方法〕

品種青森 1 号を 1965 年秋に $\frac{1}{2000}$ a ワグネルポットに 1 pot 2 株を栽植しておき、これに前項同様の要領で培養した菌糸を 10 月 21 日接種した。調査は翌 1966 年 3 月 2 日に実施した。

〔試験結果〕

調査結果は第 18 表に示すとおりである。

第18表 根における菌糸の接種深度と発生状況

根に対する接種位置	供試株数	完全腐敗株数	枯死株率	症 状
地下 2 cm 根部接種	2 株	2 株	100.0 %	根部組織は崩解し腐敗、繊維のみを残す
〃 5 cm 〃	2	2	100.0	〃
〃 10 cm 〃	2	2	100.0	〃
〃 15 cm 〃	2	2	100.0	〃
無 接 種	4	0	0.0	

これでも明らかなように、地下 15 cm までの接触程度ではその位置に関係なく発病が認められる。したがって、菌核、菌糸の存在が地下の根の接触位置にあるならば、発病の可能性がある

と考えなければならない。

4) 土壌中における菌核の生存期間に関する調査

菌核は罹病株の根部に多く形成されるので、したがって土中に多く残存することになるが、この場合春季に形成した菌核の生存期間並びにその生存状況について調査した。

〔試験方法〕

供試菌核

1962年春季発病株から採集した菌核。

菌核の埋没深度と処理法

上記菌核を同年4月21日畑土壌を充填した素焼の pot (径27cm) にそれぞれ次の深さに金網に包んで埋没した。すなわち、地下5cm、15cm、23cmとした。

生存状況調査

Richard 平面培地に各時期ごとに掘り出した菌核を0.1%昇汞液で60秒表面殺菌し水洗した後に移植し、15°C定温器に納めておいた。生死はこの菌核から菌糸の発生伸長があるか否かによって判定した。1回の供試菌核数は13~20個程度とした。

〔試験結果〕

この結果は第19表に示すとおりである。

第19表 土壌中に埋没した菌核の生存状況

埋没深度	調 査 時 期				埋没期~最終時期までの日数
	6月30日	8月30日	10月18日	12月4日	
地下 5cm	100%	100%	100%	62.0%	227日
” 15cm	100	100	68.9	57.0	227
” 23cm	100	100	59.6	21.9	227

注 表はいつでも $\frac{\text{発芽菌核数}}{\text{総菌核数}} \times 100$ を示す。これ以後は自然条件下では感染時期に達し、すでに発病のみられる時期でもあるので調査はうち切った。

12月4日の最終回調査(根雪直前)でも菌核の生存は埋没程度の差に関係なく認められており、それぞれ土壌中では完全に越夏が可能で、秋季の感染時期では生命を保持していることが確認出来た。12月4日の最終調査では、予め予想したように、それぞれの埋没深度の土中で菌核が発芽し、白色の菌糸を伸長させ、菌核にまきついた状態で存在することが認められた。

5) 埋没菌核から生じた菌糸の病原性に関する試験

前項での試験の結果、12月4日には土中の菌核には白色菌糸の形成が顕著であったが、この形成期は初冬季のナタネ感染時期とも全く一致するものであり、したがって実際にはこのような菌糸がナタネを侵害するものと思われるが、この点について次に示す実験を行なった。

〔試験方法〕

1962年12月12日前項試験に用いた菌核を、地下5cm、15cmから掘り取り、この上に形成した菌糸をピンセットでいねいにはぎとり、供試材料とした。

接種部位 この菌核からはぎとった菌糸を接種源として、素焼 pot に1本植としたナタネ(品種、青森1号)に対して次の部位に接種した。①、地表根頭部接種。②、地下3~5cm根部接種。③、無接種

接種後の処理 接種完了のナタネは①ガラス室内、②野外放置に2分しておき、翌63年3月18日に発病状況を調査した。接種は12月12日に行なった。

〔試験結果〕

消雪後の発病状況は次に示すとおりである。

第20表 埋没菌糸から発芽した菌糸の病原性に関する調査

区 別	接種後ガラス室内越冬(無積雪条件下)			接種後自然条件下越冬(積雪条件下)		
	総株数	完全枯死株数	同左率	総株数	完全枯死株数	同左率
1. 無 接 種	6	0	0.0	15	0	0.0
2. 地表根頭部接種	3	3	100.0	6	6	100.0
3. 地下3~5cm根部接種	3	3	100.0	6	6	100.0

この表で明らかなように、菌糸接種株はいづれも完全枯死し、明らかに寄主侵害力を保有していると認めることが出来た。したがって、地下においては、冬季形成菌核が、初冬季において発芽し、菌糸を生じてこれが寄主体の根と接触し、ここで感染がおこるものとみることが出来る。

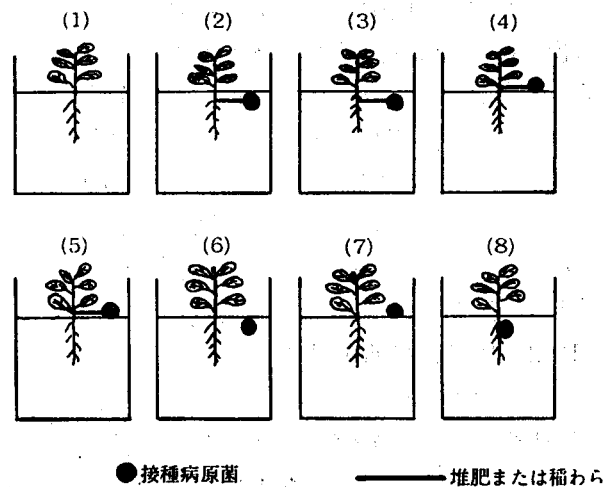
6) 土壌中における菌糸の伸長程度(距離)に関する試験

これまでの実験結果では、菌核と株、或は根との距離が、10cmの距離で隔離している場合には発病はみられなかった。しかし、畑状態では両者間に例えば未分解の堆肥等粗大有機物が存在するから、発芽菌糸がこの上を伸長して寄主に達する場合も想定される。この点について次の要領で検討を加えてみた。

〔試験方法〕

粗大有機物としては、①、稲わら ②、稲わらを堆肥として腐熟させたものの2種を供用し、PDA培地で15°C、2週間培養の本菌々糸をこの粗大有機物およびナタネ株と次のように連結させて処理した。

- 区別 ① 無接種
- ② 地下(3cm)、菌糸、堆肥、寄主(根)連結区
- ③ 地下(3cm)、菌糸、稲わら、寄主(根)連結区
- ④ 地表、菌糸、堆肥、寄主(根頭部)連結区
- ⑤ 地表、菌糸、稲わら、寄主(根頭部)連結区
- ⑥ 地下(3cm)、菌糸、寄主(根)5cm隔離区
- ⑦ 地表、菌糸、寄主(根頭部)5cm隔離区
- ⑧ 地下(3cm)、菌糸、寄主(根)接触区



この関係を明らかにするために図示した

第11図 寄主、接種源、粗大有機物の位置関係

ものが第11図である。1区につき $\frac{1}{5000}$ a ワグネルポット1個を使用し、1 pot に2株を定植して供試した。この処理株は接種後野外の自然条件下におき、同年降雪前と翌年消雪後に発病調査を実施した。供用品種は青森1号である。処理時期、1963年10月23日。

〔試験結果〕

根雪前の11月14日すでに⑧区の根部接種区では発病を認め、株が完全に枯死していた。その他の区では、いづれも発病がなく、したがって有機物上に菌糸が匍伏伸長する事実はみとめられなかった。このことから、これまでの結果とあわせて、菌糸伸長は極く少範囲であろうし、有機物上での増殖もほとんどないものと推定される。

第21表 菌糸、粗大有機物、寄主の位置と発病との関係

区 別	総 株 数	完全枯死株数	同 左 率	茎葉の1部 枯死株数	同 左 率
	株	株	%	株	%
① 区	2	0	0.0	0	0.0
② 区	2	0	0.0	0	0.0
③ 区	2	0	0.0	0	0.0
④ 区	2	0	0.0	0	0.0
⑤ 区	2	0	0.0	0	0.0
⑥ 区	2	0	0.0	0	0.0
⑦ 区	2	0	0.0	0	0.0
⑧ 区	2	2	100.0	0	0.0

注 1963年11月14日調査時と翌64年4月9日調査時の結果は全く変化なく同一であったので越冬後の調査表は省略した。

4 考 察

本病の伝染方法については、①、子嚢胞子に由来するもの、②、菌核から直接菌糸を生じて寄主体侵入を行なう場合の2法が考えられた。これに関する諸実験の結果は各項で述べたとおりであるが、子嚢胞子の場合についてみれば、子嚢盤の形成数が圃場発生の程度に比して極めて僅かである点で、これが伝染源の主体であることには疑問がある。また、この子嚢盤上に形成される子嚢胞子の接種試験の結果は陰性であり、また、子嚢胞子の土壌有機物上における発育も陰性であった。このような点から実際には他に感染の方法があるように推定された。このことは、菌核が多発生の場合ほど地中に放出され、密度が高まる点から、連作圃場の場合はもちろん、或は隣接圃場の場合には風、降水等によって運搬される可能性があつて、栽植されたナタネと接触することが容易に考えられるから、この菌核が主な伝染源とみられたのである。この点の検討では、菌核と株、とくに地際部以下の器官と接触することによって容易に発病が認められることによって証明された。本方法は地中に放出された菌核が、ここで容易に越冬し、さらに秋～冬季のナタネ生育中に菌糸を生じ、これが根部と接触した場合に発病に至るものと考えられる。この地中、地表の菌核は土壌中の有機物上では菌糸伸長がほとんどみられない点から、根部と直接接触した場合か、或はごく接近した場合に限って感染し発生するものと考えられる。しかし、ナタネの根の発育範囲は、Root box を使用して観察した結果では40cm×60cm×20cmの槽内全体に発育していることが確認されているので、地中の菌核と根の接触の機会

は、播種密度、或は移植時の栽植密度が大であるほど多いとみななければならない。

以上菌核からの発芽菌糸による感染については、本菌によるニンシンの発病の場合でもほぼ同様であると報告されているが、発生時期が同一であり、かつ、地域的にも、発生環境的にも両病は酷似しているので、ナタネの場合も同一の発生の経路をたどるものと考えられる。

V 防除方法に関する検討

1 薬剤防除に関する試験

これまでの調査から、次年度への伝染源は、土壌中の菌核が最も有力であることが確認されたが、この菌核が地表或は土壌中に存在すると云う点で、殺菌剤を使用して防除できるかどうかについて検討した。

1) 菌核に対する各種薬剤の浸漬処理による殺菌効果

〔試験方法〕

表に示す各濃度の殺菌剤薬液に対し、菌核を浸漬してその発芽の有無によって効果を検討した。

供試菌核 1964年9月13日PDA培地（径9cmシャーレー平面培地）で培養し、10月5日この培地上に形成した菌核をピンセットでとり出し、これを金網中に入れて井戸水で充分洗滌し、付着した培地片、菌糸を洗い落とし、その後菌核を24時間自然乾燥させて供用した。

試験操作 各薬液に供試菌核を20分間室温条件下で浸漬した。浸漬終了後は菌核をとり出し、殺菌水中で2回洗滌し、その後Richard培地に定植、20~23°Cで8日間培養、菌核からの菌糸の発育状況を調査した。対象区は、はじめ殺菌水中に浸漬、その後は同一の処理を行なった。調査法は1区2コのシャーレーに移植した菌核数と発芽菌核数を調査し、発芽率を求めた。

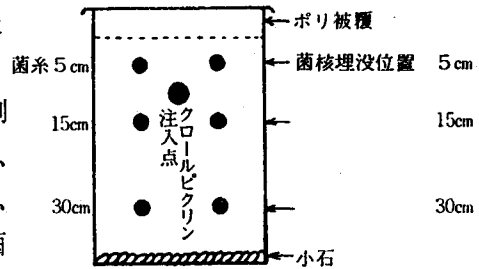
〔試験結果〕

第22表 薬液浸漬法による菌核の殺菌効果

供 試 薬 剤	供 試 濃 度	供試菌核数	発芽菌核数	発 芽 率	発育菌叢の 生長程度	効果の順位
	ppm	個	個	%		
無 処 理	—	34.0	34.0	100.0	卅	
ソ イ ル 乳 剤	20	31.0	0.0	0.0		1
ソ イ ル シ ン 乳 剤	19	29.0	10.5	36.2	+	4
シ ミ ル ト ン	20	32.0	8.0	25.0	+	3
錠 剤 ル ベ ロ ン	25	28.0	0.5	1.8	+	2
昇 汞	22	27.0	19.0	70.4	++	5
ブラシコール15%乳剤	150	32.0	32.0	100.0	卅	6

ソイル乳剤20 ppm液浸漬では完全に死滅し、錠剤ルベロンでも高い殺菌効果がみられた。しかし、他剤ではかなりの生存がみとめられ、とくに昇汞、ブラシコール等ではほとんど死滅していない。このように20分間浸漬でも生存率が高いところから本菌々核は供試薬剤(水銀剤、

操作 上記材料をそれぞれ菌核 3 g、菌糸（フスマと
も）10 g をサランネットに包み次のように畑土壌をつめ
た 1/2000 a ワグネルポットに埋没し、これにクロールピ
クリン 1 cc あてそれぞれ地下 10 cm の位置に注入した。菌
核、菌糸の埋没深度はそれぞれ地下 5 cm、15 cm、30 cm と
し、さらに pot ごと高温区（20°C 定温器中に格納）、
低温区（室内放置）に分けて処理し、連日土壌温度を測
定した。処理時期は菌核、菌糸の埋没が 1964 年 10 月 27 日、
クロールピクリン注入は同 10 月 28 日とした。また、菌核、
菌糸の生死の判定はこの処理 2 週間後にとり出して殺菌
水で水洗した後 Richard 平面培地に移植し、これから
の菌糸の発生の有無によって行なった。1 区 1 pot を
供試した。処理方法を図示すれば次のとおりである。



第12図 クロールピクリン注入点
と菌核、菌糸の埋没位置

〔試験結果〕

第24表 菌核、菌糸の対クロールピクリン抵抗性

区 別	菌核、菌糸の埋没深度 cm	菌核生存状況			菌糸塊生存状況			処理期間中の土壌温度平均 (9時測定)
		総菌核数 個	生存菌核数 個	生存率 %	総菌糸塊数 個	生存菌糸塊数 個	生存率 %	
高温処理区	5	33	5	15.2	14	2	14.3	23.3°C
	15	32	5	15.6	14	4	28.6	
	30	30	4	13.3	16	16	100.0	
高温無処理区	5	24	7	29.2	16	12	75.0	23.3°C
	15	24	12	50.0	24	24	100.0	
	30	31	31	100.0	21	21	100.0	
低温処理区	5	22	8	36.4	18	3	16.7	5.7°C
	15	26	9	34.6	19	4	21.1	
	30	28	6	21.4	17	9	52.9	
低温無処理区	5	13	7	53.8	9	2	22.0	5.7°C
	15	17	14	82.4	14	10	71.4	
	30	20	7	35.0	13	9	69.2	

クロールピクリン処理区は無処理区に比して全般に生存率低く、したがって殺菌効果はあるものと判断されるが、しかし、この程度の殺菌効果では不十分であり、期待した結果は得られなかった。本試験条件のように、pot 内で、しかも土壌温度が 23°C とかなり高く、さらにポリ被覆（2週間）と云うかなりクロールピクリンの効果の発現が期待出来る条件下であっても、菌糸、菌核とも生存が認められることは、クロールピクリンに対する抵抗力は強いものと考えなければならない。なお、無処理区の生存率が低い原因については不明である。

4) 各薬剤の散布による防除効果

〔試験方法〕

越冬前に銅水銀剤、水銀剤を主体として生体に散布し、これによって株の腐敗枯死が防止出来るか否かを検討した。

実施年次、圃場条件等

- ① 1957年……奥中山試験地の激発圃場を供用、越冬後は激発した。
- ② 1958年……盛岡市農試本場で、薬剤散布10日前に畦全面に培養菌核を散布接種した圃場で、少発生であった。
- ③ 1961年……②と同一圃場で、薬剤の散布4日前に畦全面に培養菌核を散布接種した圃場で、激発した。

〔試験結果〕

各年次別の試験結果は次のとおりである。

第25表 薬剤散布による防除効果

1957年……奥中山試験地

供試薬剤	散布量	総株数	完全枯死株数	同左率	越冬株数				越冬株率	備考
					健全株	新梢健全、葉の一部残存	新梢一部残存、葉完全枯死	合計		
無散布	—	株 156	株 21.0	% 13.5	株 0.0	株 0.0	株 135.0	株 135.0	% 86.5	散布時期11月4日
銅粉剤(三共)	4Kg/10a	株 156	株 15.5	% 9.9	株 0.0	株 0.0	株 140.5	株 140.5	% 90.1	11月28日2回散布
モンゼット粉剤	〃	株 156	株 46.0	% 29.5	株 0.0	株 0.0	株 110.0	株 110.0	% 70.5	品種 東北34号
セレサン石灰	〃	株 156	株 23.5	% 15.1	株 0.0	株 0.0	株 132.5	株 132.5	% 84.9	区制 1区16.5m ²
ルベロン石灰	〃	株 156	株 55.0	% 35.3	株 0.0	株 0.0	株 101.0	株 101.0	% 64.7	3区制
銅水銀粉剤(北興)	〃	株 156	株 22.0	% 14.2	株 0.0	株 0.0	株 134.0	株 134.0	% 85.7	

第26表 薬剤散布時期による防除効果

1957年……奥中山試験地

区別	総株数	完全枯死株数	同左率	越冬株数				越冬株率	備考
				健全株	新梢健全、葉の一部残存	新梢一部残存、葉完全枯死	合計		
無散布	株 390.0	株 215.5	% 55.3	株 0.0	株 30.5	株 144.0	株 174.5	% 44.7	供試薬剤、セレサン石灰
11月4日散布	株 390.0	株 160.5	% 41.2	株 0.0	株 28.0	株 201.5	株 229.5	% 58.8	灰5Kg/10a
11月14日〃	株 394.5	株 158.5	% 40.2	株 0.0	株 20.5	株 215.5	株 236.0	% 59.8	品種、北海道種
11月28日〃	株 397.5	株 145.0	% 36.5	株 0.0	株 41.5	株 211.0	株 252.5	% 63.5	区制、1区16.5m ²
12月5日〃	株 397.5	株 219.0	% 55.1	株 0.0	株 15.5	株 163.0	株 178.5	% 44.9	3区制

第27表 薬剤散布による防除効果

1958年……本場

供試薬剤	散布量	総株数	病株数	茎葉の一部枯死		全株完全枯死		薬害	備考
				株数	株率	株数	株率		
無散布	—	株24	株9	1	4.2	株8	33.3	—	散布時期 12月16日
セレサン石灰	5Kg/10a	24	0	0	0.0	0	0.0	—	品種 アブクマ
モンゼット粉剤	〃	24	7	0	0.0	7	29.2	—	区制 1区2.2 ^m
P C N B 粉剤	〃	24	0	0	0.0	0	0.0	—	2区制
P C P 水和剤	200g/10a	24	9	0	0.0	9	37.5	—	

第28表 薬剤散布による防除効果

1958年……本場

供試薬剤	散布量	茎葉一部枯死株率	完全枯死株率	健全株率	備考
無散布		8.5%	91.6%	0.0%	散布時期 12月15日
水銀粉剤(北興)	10Kg/10a	40.0	56.0	4.0	区制1区 10 ^m 3区制
銅水銀粉剤(三共)	〃	41.6	56.3	2.1	

以上一連の薬剤散布による防除試験の結果では、1958年実施した少発条件下における水銀粉剤、並びにP C N B剤の防除効果がみとめられた以外は、いづれも有効とみられる薬剤は検出出来なかった。また、散布時期の検討でもみるべきものは見当らなかった。しかも、散布量を10Kg/10aとし、きわめて多量のものを散布したが完全防除は困難であった。これらの点より本病防除は、供試薬剤の範囲内ではかなり困難であるとみられる。

2 深耕による発病回避に関する試験

菌核の対薬剤抵抗性が強いこと、並びに越冬前の薬剤散布が期待出来ない点等からみて、播種前或は移植前に圃場を深耕し、菌核を深層に埋没することにより防除の可能性があるか否かを検討した。

1) 人力耕耘(小規模)による深耕と発病回避に関する試験

〔試験方法〕

少面積内を鋤で深耕し、菌核を土中深く埋没した場合の防除効果を次の方法で実施した。
 操作 本場保存菌を1963年10月5日フスマ培地15°Cで17日間培養し、菌核の多量に形成したものを土壌表面に全面散布した。この圃場を鋤で耕起し、天地返しを行なって菌核を埋没した。このあと、同日にナタネ(品種、青森1号)を定植した。発病調査は11月19日越冬前と、翌64年4月16日越冬後に行ない、株の枯死状況を調査した。

区別、面積 1区4^m、2区制

〔試験結果〕

第29表 深耕による発病回避に関する試験（人力耕起）

処 理 区 別	総株数	越冬前調査（11月9日）				越冬後調査（4月16日）			
		完全枯	同左率	茎葉の	同左率	完全枯	同左率	茎葉の	同左率
		死株数	%	一部枯	%	死株数	%	一部枯	%
無 接 種 区	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
表 層 接 種、無 耕 起 区	20.0	8.0	40.0	3.5	17.5	19.0	95.0	1.0	5.0
“ 20cm埋没区(20cm天地返し)	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
“ 40cm埋没区(40cm天地返し)	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

2) 大型機械（Desk plow）による深耕と発病回避に関する試験

〔試験方法〕

前項同様の処理を広面積で実施し、大型機械で土壌を反転した場合の効果確認を次の方法で実施した。

操作 培養菌核の土壌表面散布接種法は前項同様とし、1964年10月6日に接種した。この菌核接種圃場を次に示す要領でトラクターで耕起し、菌核の埋没を行なった。

① 菌核地表散布無処理区

あらかじめトラクターにプラウをとりつけて耕地を耕起整地し、このあと培養菌核を m^2 当たり300gあて全面散布し、その後ナタネ（青森1号）を播種した。

② 菌核埋没区

トラクターにプラウをとりつけ、予め地表面に前記菌核を散布した圃場を反転耕起し、菌核を埋没し、その後、地表面を鍬で均一にしてナタネを播種した。

埋没深度

耕耘した後、各区5か所あて実測した結果は23~25cmであった。

播種期 1964年10月6日

面積、区制 1区 $100m^2$ 1区制

調査方法

越冬後の翌65年4月7日に1区につき3地点、1地点 $1m^2$ の調査区をとり、この面積内の総株数、病株数につき調査を行なった。

〔試験結果〕

第30表 深耕による発病回避に関する試験（大型機械耕起）

処 理 区 別	調査地点	総 株 数	生 存 株 数	本病による 枯 死 株 数	他 による 枯 死 株 数	本病による 枯 死 株 率
		株	株	株	株	%
菌核地表散布無処理区	No. 1	82	17	65	0	79.3
	2	101	26	75	0	74.3
	3	68	21	47	0	69.1
	平 均	83.7	21.3	62.3	0.0	74.2
菌核地表散布埋没区	No. 1	90	86	0	4※	0.0
	2	106	106	0	0	0.0
	3	81	81	0	0	0.0
	平 均	92.3	91.0	0.0	1.3	0.0

※は Bacteria, 霜柱の害によるものと判定した。

以上1)、2)項の試験結果についてみると、深層埋没(この場合20~40cm)処理を実施した区は本病の発生を認めず、完全に発病を回避することが出来た。対象区が全滅に近い被害をうけている点からみても、本法は極めて有効な防除手段であることが出来る。しかも、この作業は大型機械を使用して実施出来るから、多発地帯では実用化の可能性は充分あると考えられる。

3 考 察

菌核自体の薬剤抵抗性について、薬液への浸漬、土壌灌注、クロールピクリン処理、並びに薬剤散布等を実施してその効果を検討したが、いづれも満足出来る結果は得られなかった。このことから本菌は薬剤抵抗性がきわめて強く、かつ土壌処理と云う点から、薬剤防除は甚だ困難と云う結論に達した。土壌中での菌核の分布深度は、株の腐敗症状からみて、ほぼ10~20cm程度であるから、この菌核を更に下層土壌に移行させる処理を行なえば、ほぼ完全に発病を回避出来る見込みのもとに、鋤と大型機械を使用しての深耕と、土壌の反転処理をした処、この目的を完全に達することが出来た。畑地における機械作業はますます拡大してきているので、機械利用による本病の防除技術の普及は、それほど困難なものではない。

この際耕地の深耕、反転は下層のせき薄な土壌が上部に出て作土として使用されるから、全般に施肥量を増加しなければならない。しかも発生地はそのほとんどが火山灰土壌であって、全般にやせ地であるので、とくにこの点留意する必要がある。

VI 摘 要

1957年の融雪期に岩手農試奥中山高冷地試験地のナタネ栽培圃場において、雪腐れ症状を呈して腐敗枯死する株が多く、このため激甚な被害をうけた。調査の結果 *Sclerotinia intermedia* Ramsey の寄生によるもので、ナタネにおける発生はこれまで本邦未記録のものであった。以来、本病の発生分布、伝染経路、被害解析、防除法等について調査を実施してきた。

1. 本病の分布調査では、大野村、一戸町、松尾村、玉山村、滝沢村で発生が認められ、融雪後多数の枯死株を生じた。
2. ナタネ品種、系統と発病との関係は、いづれも発生が多く、実用に供し得る程度の抵抗性品種は検出されなかった。
3. 本菌の寄主範囲を盛岡地方の越冬作物数種について調査したところ、ナタネのほかに、ニンジンで発病がみとめられ多発した。
4. 一戸町、松尾村の発生圃場で、本病によるナタネの被害を知るために枯死率と雪害面積率を調査し、これを草丈、葉数、収量構成各要素、および収量との相関を求めた。
5. 枯死株率では草丈、生葉数では負、また、莖長、子実重は負、分枝数、着莢数は正の相関が認められた。雪害面積率では株数、子実重で負、分枝数、莢数では正の相関が認められた。
6. 枯死株率、雪害面積率と収量では高い負の相関が認められるが、このことから減収の推定基準を設定し、被害程度の子察を試みた。
7. 多発圃場における当年の秋~冬季の子囊盤形成数は極めて少ない。また、秋季にこの圃場にナタネを栽培したところ多発した。更に子囊胞子の接種では発病を認めなかった。
8. 菌核は株と接触することによって発病を認めるが、とくに根、根頭部接種で多発した。菌糸接種でも同様であった。根の接種位置を地下2、5、10、15cmとした場合、いづれも発病

した。

9. 菌核は土中で越冬し、冬季の感染期にはこれより菌糸を生ずるが、この菌糸はナタネへの寄生力を完全に保有していた。
10. 菌核の各種殺菌剤に対する抵抗性は強く、また、越冬前の薬剤散布による防除は発病株が多く、その効果は少なかった。
11. 菌核の分布範囲は地下10~20cmであるが、この土壌を反転して、ここに分布する菌核を深く埋没することによって発病を回避することが出来た。このことから、発生地帯では大型機械を使用しての実際の防除作業が出来る見込みを得た。

引用文献

- (1) Deway, D. R. and K. H. Lu (1959). A correlation and Path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production Agr. J. 51, pp. 515~518.
- (2) 松村三男他 (1963~65)、昭37~39、冬作試験資料、p. 15~24, 1~19, 1~14, 東北統計指導官室、盛岡作況研究室(謄写)、
- (3) 三浦竹次郎 (1962)、人参菌核病に関する研究(第3報)、秋田農試昭37、病虫害試験研究成績 p.34~39(謄写)、
- (4) 柴田和博 (1962)、水稻品種における収量成分の経路分解、北海道立農試、集報9号、p.69~87、
- (5) 杉本利哉(1960)、ナタネの新菌核病菌について(予報)、北大農学部邦文紀要、vol. 3, No.4, p. 1~5、
- (6) —、三浦竹次郎、小林次郎 (1959)、ニンジンの菌核病に関する研究、同上誌 vol. 3, No. 2, p.121~127、
- (7) 柄内吉彦、杉本利哉 (1958)、ミブヨモギの菌核病に関する研究、同上誌 vol.3, No.1, p.149~153、
- (8) 渡部茂、杉本利哉 (1960)、*Sclerotinia intermedia* 菌による越冬中のナタネ腐敗現象について、北日本病虫研究年報、No. 11, p. 52~54、
- (9) —、松村三男 (1965)、ナタネ雪腐菌核病の被害解析と防除について、日植病報 vol. 30 No. 5, p. 279(講要)、

Summary

Studies on Ecology and Control Method of the Sclerotinia Snow Blight of Rape Plant by *Sclerotinia intermedia* Ramsey

By Shigeru Watanabe & Mitsuo Matsumura

In 1957, rape cultivation in the experimental field of Iwate Agr. Exp. Stat. at Okunakayama was heavily attacked by a sort of snow blight disease. However, it differed strikingly from the one caused by *Sclerotinia sclerotiorum*, which has been ascribed to the common pathogen of snow blight disease of rape plant in Japan by many researchers. The pathogen was found to be *S. intermedia* Ramsey by Dr. Sugimoto's mycological investigation and to be new to Japan as the causal organism of Snow blight of rape plant. Present report is mainly concerned with the investigation about the distribution of the disease, methods of dissemination and infection of the pathogen, influence upon the yield, and its control method.

1. The snow blight disease was found chiefly in northern and north-eastern part of Iwate Prefecture, where has usually heavy snow fall and long snowy season every year.
2. So far as the authors are concerned, there found no practically useful resistant varieties or culture strains.
3. The pathogen seems to have relatively restricted host range. Out of 9 biennial cultivated plants tested, rape and carrot plant were shown to be susceptible.
4. Apothecium was rarely formed in late fall and winter on the sclerotium, which had produced on the damaged plant in early spring of the same year. Inoculation experiments using ascospore were all in vein.
5. On the other hand, successful inoculation were obtained, using the sclerotium as inoculum, especially when the sclerotium were set as closely as possible near the root or root crown. Successful inoculation were also obtained when the hyphae, cut from the culture plate were contacted to the roots at various depth from the surface of soil.
6. Sclerotium was dormantly able to remain during the summer season in the soil, and usually germinated extending its hyphae in winter.
7. Sclerotium was found to be resistant to several fungicides in field experiments and it was difficult to control the disease occurrence by spraying or dusting of the fungicides.
8. In the field soil, sclerotium was found to be distributed from the soil surface to 10—20 centimeters in depth. Deep ploughing, by which the sclerotium was buried deep in the soil, was found to be the most effective control method.
9. In order to know about the influences of the disease upon the yield of rape

plants, some investigations were carried about the rate of withered plants, the rate of damaged area, and other elements supposed to influence upon the yield of vegetation at the field of Ichinohe-machi and Matsuo-mura.

10. As a results of statistical analysis, the number of withered plants showed negative correlation coefficient with the height of plant, number of living leaves and the weight of seed. On the other hand, the rate of damaged area showed positive correlation with the number of ramification and of pods, negative correlation with the weight of seeds.
11. The yield of rape showed a highest negative correlation coefficient with the rate of withered plant and the rate of the area damaged by snow. From this fact, the authors were able to set a standard to assume the regression of yield, and applicated it for the prediction of rape yield by the disease.