

## VII. コムギ条斑病の防除対策

コムギ条斑病の防除に関しては、輪作や土壌環境の制御による発生の軽減、抵抗性品種の育成に関する報告が多数みられるが、発生分布の拡大を防止すると同時に、実質的被害を受けない程度に発生を軽減するための、総合的対策の確立には至っていないと考えられる。本実験では条斑病の発生分布を拡大しないための対策と、条斑病の発生圃場で発生被害を軽減するための対策を明らかにし、北海道におけるコムギの安定生産に資することを目的に実験を行った。

### 1. 薬剤防除に関する実験

#### (1) 種子消毒による病原菌の分散防止策

##### ① 種子消毒剤の室内検定

材料及び方法

##### ア. 寒天培地希釈法による効力検定

PSA に供試薬剤を所定濃度となるように添加後、シャーレに分注して平板を作成する。PSA で培養して得た病原菌の分生子を滅菌水に懸濁させて作成した濃厚分生子液を、薬剤を添加した PSA 平板に分散させた。20℃で5日間培養後に、コロニー形成の有無と分生子の

第33表 室内試験における薬剤の効力判定基準

評価	コロニー形成及び発芽の状況
-	分生子の発芽を認めない
+	極めてわずかに発芽する
++	中程度に発芽し、わずかにコロニーを形成
+++	良好に発芽し、明瞭なコロニーを形成

発芽状況(第33表)により、薬剤の効力を判定した。実験は10反復で実施した。

##### イ. 寒天拡散法(ろ紙円板法)による効力検定

溶解した PSA に、病原菌の分生子を  $5 \times 10^5$  / ml とするように混入してシャーレに分注し平板を作成する。固まった平板上に径7.5mm、厚さ1.5mmのろ紙円板を4枚づつ並べ、所定濃度に調整した薬液をろ紙1枚に対し0.045ml づつ吸収させた。20℃で7日間培養後に、分生子発芽阻止円の直径を測定した。実験は7反復で実施した。

##### ウ. 病原菌接種コムギ粒を利用した薬剤の効力検定

300ml 容の3角フラスコに100gのコムギ粒を入れ、コムギ粒が十分に湿る程度の水を加えて蒸気滅菌し、病原菌の分生子液を注入して混和後、室温で24日間培養した。培養後のコムギ粒を供試薬剤で処理した。処理後のコムギ粒は、そのまま CMA に置床し、20℃で5日間培養後、コムギ粒からの病原菌菌糸の伸長の有無によって薬剤の効果を判定した。1処理に100粒のコムギ粒を供試した。

##### 実験結果

実験結果を第34表から第37表に示した。寒天培地希釈法では、チウラム・ベノミル剤が40,000倍(5 ppm・5 ppm)まで、チウラム・チオファネートメチル剤が50,000倍(6 ppm・10 ppm)までそれぞれ病原菌の分生子発芽を完全に阻害した(第34表)。寒天拡散法では、チウラム・ベチミル剤が40,000倍(5 ppm・5 ppm)

第34表 寒天培地希釈法による効力検定の結果

供試薬剤	希釈倍数	ppm			分生子発芽程度
		チウラム	ベノミル	チオファM	
チウラム・ベノミル剤	2,000	100	100		-
	5,000	40	40		-
	20,000	10	10		-
	40,000	5	5		-
	100,000	2	2		+
	200,000	1	1		+
チウラム・チオファネートメチル剤	2,000	150		250	-
	5,000	60		100	-
	40,000	7.5		12.5	-
	50,000	6		10	-
	100,000	3		5	+
	300,000	1		1.6	+
無処理					+++

第35表 寒天拡散法による効力検定の結果（1）

供 試 薬 剤	希釈倍数	ppm			阻止円直径 (mm)
		チウラム	ベノミル	チオファム	
チウラム・ベノミル剤	2,000	100	100		25.0<
	5,000	40	40		"
	20,000	10	10		16.1
	40,000	5	5		12.2
	100,000	2	2		+
	200,000	1	1		+
チウラム・チオファネートメチル剤	2,000	150		250	25.0<
	5,000	60		100	18.7
	40,000	7.5		12.5	12.3
	50,000	6		10	12.1
	100,000	3		5	9.7
	300,000	1		1.6	+
無 処 理					0

注) + : ろ紙直下の分生子発芽が阻害されている

第36表 寒天拡散法による効力検定の結果（2）

供 試 薬 剤	希 釈 倍 数	ppm	阻止円直径 (mm)
ベ ノ ミ ル 剤	10,000	50.0	25.0<
	20,000	25.0	"
	40,000	12.5	"
	100,000	5.0	12.6
	200,000	2.5	+
	500,000	1.0	+
チオファネートメチル剤	20,000	35.0	±
	40,000	17.5	±
	100,000	7.0	±
	200,000	3.5	±
	500,000	1.4	±
	1,000,000	0.7	±
チ ウ ラ ム 剤	20,000	40.0	25.0<
	40,000	20.0	8.1
	100,000	8.0	+
	200,000	4.0	+
	400,000	2.0	+
	1,000,000	0.8	+
無 処 理			0

注) ± : 分生子発芽の阻害が完全でない

まで、チウラム・チオファネートメチル剤では100,000倍（3 ppm・5 ppm）まで、病原菌の分生子発芽を完全に阻害して明瞭な阻止円を形成した（第35表）。寒天拡散法により各単剤の効果を検定した結果、ベノミル剤では5 ppmまで病原菌の分生子発芽を完全に阻害したが、チオファネートメチル剤ではほとんど明瞭な阻止円を形成しなかった。また、チウラム剤では20 ppmまで不完全ではあるが、測定可能な阻止円を形成した（第36表）。病原菌接種コムギ粒を用いた効力検定では、チウラム・ベノミル剤及びチウラム・チオファネートメチル剤は、コムギ粒内部からの病原菌菌糸の伸長を完全に抑えたが、昇こうではコムギ粒内部からの病原菌菌糸の伸長が認められた。（第37表）。

## ② 汚染種子を用いた種子消毒剤の探索

### 材料及び方法

条斑病の多〜甚発生圃場から採取した汚染種子に対し、各種供試薬剤を粉衣、浸漬、吹き付け（塗抹）などの処理を行い、無発生圃場に播種して発病を調査した。発病調査の結果は、単位面積当りの発病茎数または発病

第37表 コムギ条斑病菌接種コムギ粒を用いた薬剤の効力検定

供 試 薬 剤	濃度及び処理法	菌糸伸長率
チウラム・ベノミル剤	0.5%粉衣処理	0 %
"	20倍液10分浸漬処理	0
チウラム・チオファネートメチル剤	0.5%粉衣処理	0
昇 こ う	1,000倍液30秒浸漬処理	68
無 処 理	-	100

注) 粉衣量は種子重量に対する割合（以下これに同じ）

第38表 汚染種子に対する種子消毒剤の効果 (枠試験)

供試薬剤・処理方法	土壌中の病原菌数			発病茎数	
	12/17	2/25	4/22	6/8	7/8
チウラム・ベノミル剤 0.5%粉衣	0	0	0	0	0
” 20倍液10分浸漬	0	0	0	0	0
チウラム・チオファネートメチル剤0.5%粉衣	0	0	0	0	0
昇こう 1,000倍液30秒浸漬	307	105	0	8	8
無処理	3,300	53	12	34	36

注) 播種: 1982年8月2日, 土壌中の病原菌数はg乾土当り  
発病茎数は2茎当り

第39表 コムギ条斑病汚染種子に対する種子消毒剤の効果 (枠試験)

供試薬剤・処理方法	土壌中の病原菌数				発病茎数	
	12/2	2/25	10/14	11/12	6/8	7/8
チウラム・ベノミル剤 0.5%粉衣	0	0	0	0	0	0
” 20倍液10分浸漬	0	0	0	0	0	0
チウラム・チオファネートメチル剤0.5%粉衣	14	0	0	4,320	0	0
無処理	851	103	28,500	41,200	7	46

注) 播種: 1982年9月7日, 土壌中の病原菌数はg乾土当り  
発病茎数は4茎当り

10月14日以降の土壌中の病原菌数は, 同一圃場にコムギを連作した場合の数値

茎率で示した。栽培は標準耕種法で行い, 品種は「チホクコムギ」で, 越冬性を高めるため雪腐病を防除した。

#### 実験結果

実験結果を第38表から第40表に示した。第38表及び第39表の結果では, 汚染種子による発病の防止効果とともに, 汚染種子による無発病地土壌の汚染を防止する効果について検討した。その結果, チウラム・ベノミル剤の粉衣及び浸漬処理, チウラム・チオファネートメチル剤の粉衣処理を行うと, 生育中の条斑病の発生が認められず, 種子伝染による発病を防止する効果が認められたが, チウラム・チオファネートメチル剤処理区の根圏土壌か

らは病原菌が検出される例もあった。

また, 昇こう液で消毒した場合は, 根圏土壌から病原菌が検出されるとともに発病が認められ, 効果は不十分であった。同様にして, キャプタン・TBZ剤, イミノクタジン酢酸塩・MBC剤, イミノクタジン酢酸塩剤及びイミノクタジン酢酸塩・チウラム剤の粉衣, 浸漬及び吹き付け処理の有効性が確認された。なお, いずれの場合も薬害は認められなかった。

#### ③ 種子消毒機を用いた種子消毒の効果 材料及び方法

ア. 種子消毒機を用いた高濃度吹き付け処理の効果

第40表 コムギ条斑病汚染種子に対する種子消毒の効果 (圃場試験)

供試薬剤・処理方法	発病茎率(%)		
	6/2	6/17	6/26
キャプタン・TBZ剤 20倍液10分浸漬	0	0	0.02
” 0.5%粉衣	0.02	0.05	0.1
イミノクタジン酢酸塩・MBC剤 10倍液3%吹付け	0	0	0
” 0.5%粉衣	0	0	0
イミノクタジン酢酸塩剤 原液 0.3%吹付け	0	0.02	0.05
” 0.5%吹付け	0	0.02	0.02
イミノクタジン酢酸塩・チウラム剤 10倍液3%吹付け	0	0.02	0.02
” 0.5%粉衣	0.02	0.19	0.19
チウラム・ベノミル剤 7.5倍液3%吹付け	0.02	0.12	0.12
無処理	0.7	1.85	3.27

注) 播種: 1986年9月10日, 1区2㎡3反復  
発病茎率は3反復の平均値  
吹き付け量は種子重量に対する割合(以下これと同じ)

グスタフソン社製のシードトリエーター（テスト用小型機）によるチウラム・ベノミル水和剤の高濃度吹き付け処理の効果を検討した。実験方法は、第41表に一括表示した。なお、種子に対する薬剤の付着状況を確認するため、青色の色素を添加した。

イ. 種子消毒機による高濃度吹き付け処理がコムギの発芽に及ぼす影響

種子消毒機で高濃度吹き付け処理した種子の保存期間が、種子の発芽率に及ぼす影響を知るため、通常の種子消毒を行った種子と比較した。発芽率は、シャーレに敷いた湿ったる紙の上に種子を並べ、室温に保って発芽状況を調査して算出した。実験は100粒3反復で実験した。

第41表 種子消毒機による消毒効果に関する実験方法のまとめ

実験場所	河西郡芽室町（十勝農試圃場）	札幌市豊平区（農家圃場）
供試種子	河東郡音更町 発病圃場産	常呂郡常呂町 発病圃場産
消毒時期	1983年9月13日	1983年9月13日
品 種	「ホロシリコムギ」	「ホロシリコムギ」
播種月日	1983年9月14日	1983年9月20日
濃度及び吹付け量	5倍液：2% 7.5倍液：3%	5倍液：1, 2, 3% 7.5倍液：1, 2, 3, 4, 5%
区制面積	1区10.8㎡, 3反復	1区10㎡, 3反復
調査時期	1984年6月16日, 7月6日	1984年5月24日, 6月8日
調査方法	1区8.1㎡当りの発病茎数	1区当りの発病茎数

第42表 種子消毒後のコムギ種子の発芽調査の処理区の構成

品 種	種子消毒の処理法	処理後保存日数
チホクコムギ	1. 消毒機処理, 無乾燥	1 日
ホロシリコムギ	2. 消毒機処理, 通風乾燥	10
	3. 20倍液10分間浸漬処理	20
	4. 種子重量の0.5%粉衣処理	30
	5. 無処理	60

実験結果

ア. 種子消毒機を用いた高濃度吹き付け処理の効果

実験結果を第43表と第44表に示した。チウラム・ベノミル剤の種子消毒機による高濃度吹き付け処理は、種子に対する薬剤の付着状況が均一で、発芽の遅延その他障害と考えられる現象はまったく認められなかった。高濃度吹き付け処理によるチウラム・ベノミル剤の効果は高く、発病茎はほとんど認められなかった。しかし、芽室町での実験結果で、5倍液2%吹き付け処理区でわずかに発病茎が認められた。

イ. 種子消毒機による高濃度吹き付け処理がコムギの発芽に及ぼす影響

実験結果を第45表に示した。薬剤処理したコムギ種子

第43表 種子消毒機による種子消毒の効果（札幌市）

供 試 薬 剤	供試濃度	吹き付け量	発病茎数（6月8日）
チウラム・ベノミル剤	5倍	1 %	0
		2	0
		3	0
	7.5倍	1	0
		2	0
		3	0
4	0		
無 処 理	-	-	13.7

注) 発病茎数は3反復の平均

第44表 種子消毒機による種子消毒の効果（芽室町）

供 試 薬 剤	供試濃度	吹き付け量	発病茎数	
			6月16日	7月6日
チウラム・ベノミル剤	5倍	2 %	0	0.7
	7	3	0	0
無 処 理	-	-	5.0	7.0

注) 発病茎数は3反復の平均

第45表 種子消毒後の保存日数がコムギ種子の発芽に及ぼす影響

品 種	処理番号	水 分		種子消毒後の保存日数別発芽率 (%)									
		処理直後	60日後	1日		10日		20日		30日		60日	
				A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
チホク	1	16.2	14.7	74	91	97	99	96	99	97	98	99	99
	2	13.5	15.2	99	99	98	99	97	98	99	99	96	97
	3	19.7	14.8	83	94	96	98	91	93	96	99	99	99
	4	14.6	14.6	89	95	99	99	97	98	91	99	99	99
	5	14.6	14.8	79	97	93	97	95	98	87	98	99	99
ホロシリ	1	14.1	14.4	68	91	32	87	77	86	61	93	91	92
	2	11.6	13.9	92	95	91	94	94	96	69	94	93	91
	3	19.8	15.3	68	87	66	82	73	85	89	92	90	91
	4	11.0	14.1	69	92	85	91	85	92	67	91	93	93
	5	12.8	14.2	67	92	74	89	69	86	36	89	94	95

処理番号は第42表を参照

の発芽率は、薬剤処理による差がなく実用上の問題はなかった。また、薬剤処理後の種子を60日間まで保存して発芽率の推移をみたが、ほとんど変化がなかった。

④考 察

コムギ条斑病の種子伝染防止対策に関しては、昇こう水を用いた種子消毒が有効である（鑄方・河合・1937）、種子消毒用有機水銀剤に展着剤を加えて1～3時間浸漬処理すると効果が高い（柚木・桜井、1965）、などの報告があるのみである。前述したように、条斑病の種子伝染による発病の頻度は、多発生圃場から採取した種子であっても極めて低率である。そのため、種子伝染による発病に関しては防除対策上軽視されている傾向がある

る。しかし、汚染種子で無発生圃場に持ち込まれた病原菌は、確実にその圃場の土壌を病土化するため、種子による病原菌の分散を防止する手段としての種子消毒の意義は重大である。そのようなことから本実験では、条斑病の種子伝染による発病と、汚染種子による土壌汚染の防止策を検討した。

室内実験で、供試薬剤の病原菌分生子の発芽阻害効果を検討した結果、チウラム・ベノミル剤とチウラム・チオファネートメチル剤は、病原菌分生子の発芽を明らかに阻害した。これらの効果を各単剤と比較したところ、ベノミル剤は病原菌分生子の発芽を完全に阻害したが、チオファネートメチル剤ではその効果が劣り、病原菌分生子の発芽阻害は不十分であった。また、チウラム剤ではやや不十分ではあるが病原菌分生子の発芽を明らかに阻害した。これらのことから、チオファネートメチル剤ではチウラム剤を加えることにより、その病原菌分生子の発芽阻害力が増強されるものと考えられた。コムギ粒内部からの病原菌の伸長を阻害する効果は、チウラム・ベノミル剤、チウラム・チオファネートメチル剤ともに、昇こう水に比較して極めて優れていることが確かめられたことから、両剤はコムギ粒内への浸透性にも優れているものと考えられる。

汚染種子に対する種子消毒が、種子伝染による発病を防止するとともに、汚染種子による土壌汚染をも防止することを確認した。チウラム・ベノミル剤、チウラム・チオファネートメチル剤ともに、種子伝染による発病を防止する効果を認めしたが、チウラム・チオファネートメチル剤では、処理区の根圏土壌から病原菌が検出されて、処理区の土壌が病土化する例が認められたので、やや問題があると考えられる。汚染種子を用いた種子消毒剤の探索では、4種の薬剤の有効性が確認され、特に、イミノクタジン酢酸塩・MBC剤の効果が優れ、種子伝染による発病がまったく認められなかった。

北海道におけるコムギの栽培は、1戸当りの作付面積が多いので、使用する種子の量も多く、手作業で行う消毒作業は労力的に負担が大きい。その点、高能率な種子消毒機を使用すると、画一的な消毒作業を行うことができるので、種子消毒機による高濃度吹き付け処理の効果を、チウラム・ベノミル剤を用いて検討した。その結果、種子消毒機による高濃度吹き付け処理は、種子に対する薬液の付着が極めて良好で、種子伝染による発病を防止する効果も高いことが確かめられた。吹き付け処理に用いた薬液の量（種子重量に対する薬液の割合）の多少による、薬液の付着状況にはほとんど差が認められなかったが、吹き付け量が2%の場合にはわずかに発病が認め

られた例があるので、吹き付け量は3%以上にするにより安定した効果が得られると考えられる。また、種子消毒機を導入した大量の種子消毒は、地域の農業協同組合等を単位として実施されることになるため、扱う種子量も相当多くなることが予想される。そのため、消毒処理後の種子が播種されるまでに30~40日を経過する場合が考えられる。そこで、消毒処理後の保存日数が種子の発芽に及ぼす影響の有無を検討した。その結果、消毒処理後の種子を60日間保存した場合でも、種子の発芽にはほとんど影響がないことが確かめられた。

以上のように、汚染種子による病原菌の分散と定着を防止する手段としての種子消毒剤の使用は、十分にその目的にかなう方法であると考えられる。

## (2) 土壌消毒の効果

### ① 各種殺菌剤の作条施用の効果

#### 材料及び方法

中発生圃場（勇払郡追分町）において、1983年9月12日にPCNB剤ほか3種の殺菌剤を、播種前に作条施用してその効果を検討した。品種は「チホクコムギ」で、播種は1983年9月12日。施肥その他の管理は標準耕種法による。1区20㎡、3反復。調査は、処理後の土壌中の病原菌数の推移と越冬後の発病茎率の推移について実施した。

#### 実験結果

実験結果を第46表に示した。表に明らかなように、殺菌剤を作条処理したことにより、土壌中の病原菌数が減少して、発病茎率が少なくなる処理区が認められた。有機銅剤処理区では、土壌中からは病原菌が全く検出されなかったが、発病が認められた。この原因は不明である。

第46表 コムギ条斑病多発生圃場における各種殺菌剤の作条処理の効果

供試薬剤	使用量 kg/10a	土壌中の病原菌数			発病茎率(%)	
		1983. 10.6	11.19	1984. 5.22	1984. 6.6	6.26
PCNB剤	15	288	0	0	16.4	27.0
チウラム・ベノミル剤	10	115	0	0	10.5	26.6
チウラム・チオファM剤	10	46	0	0	6.3	9.4
有機銅剤	10	0	0	0	10.0	35.3
無処理	-	144	1,370	0	17.0	29.8

注) 土壌中の病原菌数は $\times 10^2$

### ② 土壌消毒剤による土壌消毒の効果

#### 材料及び方法

枠圃場（2m×2m）において、1982年と1983年の2か年、ダゾメット粉粒剤（95%）の効果を検討した。両年とも、多発生圃場から採取した罹病茎葉を細切して枠

圃場に鋤き込んで病土とし、ダゾメット粉粒剤を深さ約20cmの土壌と十分に混和後にビニールフィルムで被覆した。薬剤処理の概要を第47表に示した。

第47表 コムギ条斑病に対するダゾメット粉粒剤の処理方法

薬剤処理時期	使用量	ガス抜き実施時期	播種時期
1982年8月26日	15kg/10a	9月7日, 9月16日	9月20日
1983年8月24日	30kg/10a	9月5日, 9月12日	9月14日

品種はいずれも「チホクコムギ」を用い、施肥その他の管理は標準耕種法で栽培した。播種後、土壌中の病原菌数を数回調査することと、越冬後に全個体の発病状況を調査して処理効果を検討した。

#### 実験結果

実験結果を第48表と第49表に示した。表に明らかなように、ダゾメット粉粒剤で処理すると、2か年とも土壌中の病原菌数が少なく推移した。特に、10a当り30kgを施用した場合に顕著であった。ダゾメット粉粒剤処理区における発病率は、無処理区に比較すると極めて低率で、本剤による土壌消毒の効果が認められた。なお、第48表の無処理区の発病率が2回目の調査で減少しているが、これは発病茎が生育の経過とともに枯死脱落したことによる。

第48表 ダゾメット粉粒剤による土壌消毒のコムギ条斑病に対する効果(1982)

処理区	土壌中の病原菌数 ( $\times 10^2$ )						発病率 (%)	
	1982.9.14	10.20	11.1	1983.2.25	4.22	1983.5.16	7.8	
ダゾメット粉粒剤	0	2	198	1	28	7.9	7.7	
無処理	385	64	600	1,610	457	35.0	7.8	

第49表 ダゾメット粉粒剤による土壌消毒の効果(1983)

処理区	土壌中の病原菌数 ( $\times 10^2$ )			発病率 (%)
	1983.10	1983.11	1984.2	1984.7.11
ダゾメット粉粒剤	0	0	0	15.5
無処理	338	202	2,960	100

#### 考察

条斑病の発生圃場対策としての土壌消毒に関する報告は少なく、土壌消毒が有望であること(西門ら, 1933)、クロルピクリン剤を30cm間隔に深さ10cmの部分に1~2ml注入すると有効であること(柚木・桜井, 1965)が報告されているにすぎない。本実験では、数種殺菌剤の作条施用効果と、近年、処理が簡便な土壌消毒剤として

各種土壌病に対して使用されている、ダゾメット粉粒剤の効果を検討した。殺菌剤の作条施用の効果では、チウラム・チオファネートメチル剤の処理区が、土壌中の病原菌数が少なく推移して発病率が少なかったが、反復間の差が大きく統計的な有意性は認められず、効果が不安定であった。一方、ダゾメット粉粒剤の処理効果は、10a当り30kgを施用した場合に優れており、発病率は無処理区に比較して、極めて低率で、条斑病の発生圃場対策として有効であると考えられる。しかし、消毒に要する経費が極めて多額で、10a当りの収量が400kg程度のコムギ栽培で採用する技術としては、経営的に問題が大きい。従って、条斑病の発生圃場対策としての土壌消毒剤の有効性は認められるものの、低コストでの安定生産を目指す北海道のコムギ栽培に導入し得る技術ではないと考えられる。

#### (3) 殺菌剤の茎葉散布の効果

##### 材料及び方法

条斑病の発生圃場で殺菌剤を散布し、その発病抑制効果を検討した。枠圃場と圃場に、発生圃場から採取した罹病麦稈を鋤き込んで発生圃場を作成した。1984年9月17日にそれぞれ「チホクコムギ」を播種し、標準耕種法で栽培して越冬後に薬剤を散布した。枠圃場は1区0.64㎡の3反復、圃場は1区16.2㎡の2反復で実施した。薬剤の散布時期は以下のとおりで、散布量はいずれも10a当り200リットルとした。

枠圃場：1985年5月22日, 6月3日, 6月17日の計3回。

圃場：1985年5月17日, 5月29日, 6月10日, 6月25日の計4回。

##### 実験結果

実験結果を第50表と第51表に示した。表に明らかなように、枠圃場ではチオファネートメチル剤及びベノミル剤を散布した区で、発病個体率がやや低い傾向を示し、止葉の発病はまったく認められなかった。圃場では、チオファネートメチル剤散布区の発病個体率が無処理区よりやや高かったが、同剤の散布区では止葉の発病がまったく認められなかった。このように、生育初期からの茎葉散布は、組織内での病原菌のまん延を抑制する効果が認められた。

第50表 殺菌剤の茎葉散布によるコムギ条斑病発病抑制効果(枠圃場)

処理区	調査株数	発病株率	止葉発病株率
チオファネートメチル剤 $\times 500$	15	27.0%	0%
ベノミル剤 $\times 500$	15	33.0	0
無処理	15	40.0	33.0

第51表 殺菌剤の茎葉散布によるコムギ条斑病  
発病抑制効果 (圃場)

処 理 区	調査株数	発病株率	止葉発病株率
チオファネートメチル剤 ×500	40	83.0%	0 %
無 処 理	40	60.0	30.0

## 考 察

条斑病防除対策として殺菌剤の茎葉散布を試みた報告はまったくみられないが、これは、病原菌の感染部位が根であり、条斑病が典型的な導管病であることに起因すると考えられる。本実験は、浸透性殺菌剤であるベンゾイミダゾール系剤のチオファネートメチル剤及びベノミル剤 (Dickinson & Lucas, 1982) を散布することにより、病原菌の株内におけるまん延を抑制し、発病株における組織内の病原菌量を減少させ、茎葉に残る次年度の感染源を減少させる可能性の有無を検討した。チオファネートメチル剤及びベノミル剤が、条斑病菌に対して抗菌力を有することは先に示した。結果に明らかのように、これら殺菌剤の茎葉散布は、組織内での病原菌のまん延を抑制して、止葉における病斑の出現を阻害する効果が認められた。しかし、止葉以外の葉身の発病を抑制するには至らず、茎葉組織内に残る病原菌量を減少させることは不可能であった。従って、これらの茎葉に収穫後の土壌中や地表面で、スポロドキアが形成されることは明らかであると考えられる。

以上のことから、条斑病の発病軽減策としての茎葉散布は、ほとんど意味がないものと考えられる。

## 2. 耕種的防除に関する実験

### (1) 播種時期と発病

#### 材料及び方法

勇払郡追分町 (農家圃場) と河西郡芽室町 (道立十勝農試圃場) の条斑病発生圃場で、播種時期の早晩と条斑病の発生との関係について検討した。

#### ① 追分町での実験 (1984年)

播種時期：9月4日、14日、21日、28日、10月5日の5回。施肥及び管理：品種は「チホクコムギ」、施肥量 (kg/10a) はN: 8.6, P: 10.8, K: 8.4とし、その他の管理は慣行法により実施した。1区10㎡, 4反復。

#### ② 芽室町での実験 (1986年)

播種時期：1986年9月12日、17日、22日、29日、10月2日、7日の6回。施肥及び管理：品種は「チホクコムギ」、施肥量 (kg/10a) はN: 8, P: 10, K: 5とし、その他の管理は慣行法により実施した。1区10㎡, 3反復。

## 実験結果

実験結果を第52表から第53表に示した。各調査結果とも共通して、播種時期の早晩と条斑病の発病に関して明らかな関係がみられ、播種時期が早いほど発病が多かった。

第52表 播種時期とコムギ条斑病の発生 (1984: 追分町)

播種時期	土壌中の病原菌数			発病茎率	収 量	
	11月	2月	5月		6月14日	整粒重
9月4日	0	100	0	17.3%	266.3kg	1.2%
14日	500	300	200	12.9	258.8	0.7
21日	0	300	400	13.2	211.3	0.6
28日	0	100	200	10.8	178.8	1.1
10月5日	0	900	3,400	10.2	180.6	0.5

注) 整粒重は10a当り、しいな率は整粒重に対する重量比

第53表 播種時期とコムギ条斑病の発生 (1986: 芽室町)

播種時期	調査茎数	発病茎率 (%)	子実重 (kg/10a)
9月12日	108	36.8	323
17日	84	25.7	337
22日	99	26.6	445
29日	77	22.8	348
10月2日	76	9.2	358
7日	81	9.2	340

## 考 察

播種時期の早晩と条斑病の発病に関しては、早期に播種してリン酸質肥料を多施用すると根系の発達が良好になり、その結果、土壌凍結による凍上害による断根が増加し、病原菌の侵入門戸が多くなる。そのため、早期播種ほど条斑病の発生が多くなるとする報告がある (西門ら, 1933; Pool & Sharp, 1966; Pool & Sharp, 1969)。

いずれの実験場所で行った本実験結果でも、播種時期が早いほど発病が多く、播種時期と発病との間には明らかな関係が認められ、これまでの報告に一致した。北海道では、道東地方を中心に積雪前の低温の影響を受けて土壌凍結が進行する。本実験を行った追分町では土壌凍結がほとんど認められないのに対し、芽室町では例年土壌凍結が認められるため、積雪前の環境条件に大きな差がある。しかし、播種時期と条斑病の発生との関係でみるなら、両町とも共通して播種時期が早いほど発病が多くなっている。従って、早期播種が凍上害による断根を受けやすくなり、そのことが発病を多くする (Pool & Sharp, 1966) とする報告には合致せず、北海道における条斑病の感染条件に関しては更に検討を要すると考えられる。

北海道におけるコムギの播種適期に関しては、積雪前

の生育量を十分に確保して越冬性を高めることを目標に、地帯別の播種適期が設定されている(国井, 1980)。従って、条斑病対策の点から安易に播種期を遅くすることはできない。しかし、近年の播種時期は地帯別の播種適期よりかなり早まっている傾向にあり、条斑病対策の点からも好ましいことではないことは指摘できると考えられる。

## (2) 罹病麦稈の処理と条斑病の発病

### 材料及び方法

#### ① 罹病麦稈の処理法

勇払郡追分町のコムギの連作8年目の条斑病の多発生圃場で実施した。1982年6月における条斑病の発病基率が、100%の圃場に以下の処理区を設置した。

- ア. 鋤込み区：罹病麦稈を細切りして、そのまま鋤込む(罹病麦稈のすべてが圃場に残る)。
- イ. 焼却区：罹病麦稈を抜取らずに焼却処分する(根と冠部が圃場に残る)
- ウ. 抜取り区：罹病麦稈を抜取り圃場外に搬出する(根の一部が圃場に残る)

各処理区は、1区70㎡で反復なし。実験は、同一処理区で3年間繰り返したが、各年次における収穫や罹病麦稈の処理等の時期は、第54表に示した。麦稈処理後の各処理区はプラウで反転し、整地後に播種した。用いた品種は無発病圃場産の「チホクコムギ」で、畦幅30cmの条播とし、施肥その他の管理は標準耕種法で栽培した。

#### ② 土壌中の病原菌数、発病及び収量調査

各処理区における土壌中の病原菌数を、各処理区の0~10cmの深さから5~6か所の土壌を採取して調査した。病原菌の検出方法は先に述べた方法に準じた。各処理区における条斑病の発病は、5月下旬から7月上旬の間に2回、畦長20cm間の全茎の発病の有無を、1区3~5か所について調査した。また、同時期に各処理区から30~50茎を採取し、各茎の第1節を切り取って病原菌を分離した。分離は、表面殺菌した節を酸性CMAに置床し、20℃で7~10日間培養して実施した。収量調査は、各処理区から2㎡つづ3か所刈り取り、乾燥後脱穀し、2mmのふるいで整粒としいなに分けて秤量して実施した。

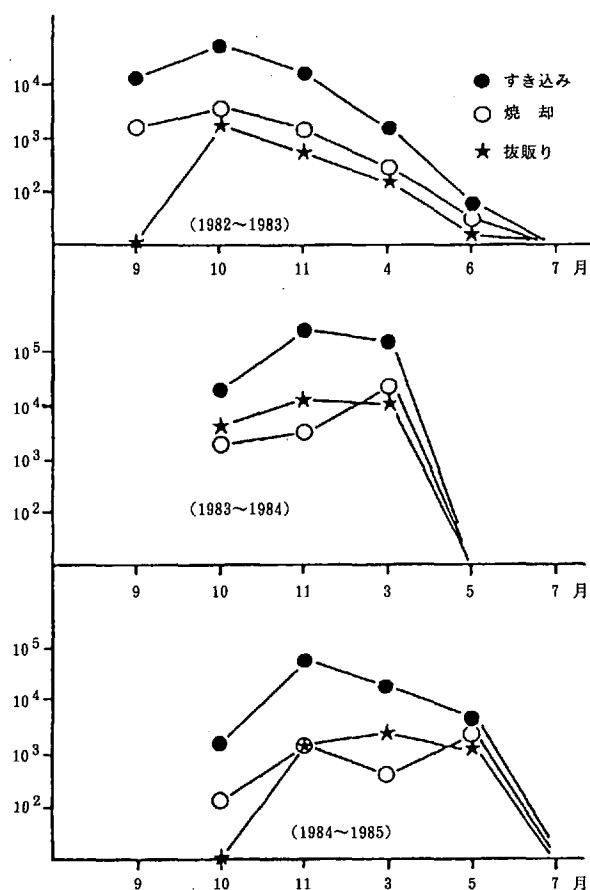
第54表 実験圃場における各年次の収穫、罹病麦稈処理及び播種時期

年次	収穫時期	罹病麦稈処理	播種時期
1982	7月26日	8月19日	9月9日
1983	8月4日	9月7日	9月12日
1984	8月7日	8月7日	9月4日

## 実験結果

罹病麦稈の処理は、各年次ともほぼ良好に実施できた。ただし、1983年の焼却処理は、処理時期に降雨が続いたため、麦稈の乾燥が不十分であった。そのため、灯油を用いて焼却を行った。各処理区のコムギの生育は、雪腐病の発生も少なく、順調に経過した。

各処理区における土壌中の病原菌数の推移を、第14図に示した。全体的にみると、根雪前の10月から11月にかけて病原菌数が多く、それ以降は減少し続け、融雪後の5月から6月には極めて少なくなるという推移を示した。処理区別にみると、鋤込み区の病原菌数が他の処理区に比較して多く経過し、焼却区と抜取り区の間には明らかな差が認められなかった。この傾向は各年次とも同様であった。各処理区からコムギの茎を任意に30~50茎採取し、各茎の第1節から病原菌の分離を行った。その結果、第55表に示したように、2か年とも鋤込み区の節からの分離率が他の処理区に比較して明らかに高く、罹病麦稈の処理法によって病原菌の株内まん延程度に差が認められた。焼却区と抜取り区との間には、明らかな差が認められなかった。



第14図 罹病麦稈処理区における土壌中のコムギ条斑病菌の菌数の変動



第55表 罹病麦稈処理区のコムギ第1節からの  
条斑病菌の分離率

処理区	1982		1983	
	5月14日	6月14日	5月24日	6月15日
鋤込み区	26.7%	63.3%	96.7%	93.3%
焼却区	10.0	6.7	36.6	43.3
抜取り区	26.7	3.3	43.3	50.0

第56表 罹病麦稈処理区における条斑病の発病率(%)

処理区	1982		1983		1984	
	5/23	6/23	6/6	6/26	6/14	7/5
鋤込み区	37.2	100	69.4	94.6	87.3	92.7
焼却区	3.4	19.3	35.3	53.5	35.1	22.1
抜取り区	4.7	16.0	30.0	54.7	39.7	47.9

第57表 罹病麦稈処理区における収量調査の結果

処理区	1982		1983		1984	
	整粒重	しいな	整粒重	しいな	整粒重	しいな
鋤込み区	32	49	85	29	98	15
焼却区	99	26	205	12	253	0.4
抜取り区	84	24	213	9	190	4

注) 整粒重: kg/10a  
しいなは重量比(%)

各処理区における条斑病の発病調査の結果を第56表に示した。各斑病の発病率は、焼却区及び抜取り区に比較して、鋤込み区において極めて高率で、罹病麦稈の処理法による差が明らかに認められた。焼却区と抜取り区の間には差が認められなかった。この傾向は3か年とも同様に認められた。

各処理区における収量調査の結果を第57表に示した。各処理区の収量は、鋤込み区が他の処理区に比較して著しく低収で、罹病麦稈の処理法による差が明らかに認められた。各処理区のしいな率は、収量とは全く逆の傾向を示し、3か年を通じて鋤込み区が高率で、焼却区と抜取り区は低率であった。

### 考 察

コムギ条斑病菌は罹病麦稈の組織内で、麦稈が腐敗消失するまで生存し、晩秋から初冬にかけての冷涼な気象条件下の地表あるいは土壌中で、麦稈の組織上に多数のスポロドキアを生成する。このスポロドキアでは、極めて多量の分生子が形成されて土壌中に分散し、感染源として重要な役割を果たす。従って、条斑病の発生圃場における防除対策として、罹病麦稈が腐敗消失して病原菌が死滅するまで(3年以上)、コムギを作付しないことが最も効果的であるとされている(Bruehl et al. 1969 ;

Latin et al. 1982 ; Wiese, 1987)。

このようなことから本実験では、条斑病の多発生圃場において、圃場に残る罹病麦稈の量を変えることによる、土壌中の病原菌数、発病及び収量に及ぼす影響を3年間継続して調査し、罹病麦稈の処分が防除対策の一助となり得るかどうかを検討した。

土壌中における病原菌の推移は、罹病麦稈の処理法によって明らかな差が認められ、茎葉が圃場に残る鋤込み区(通常の連作栽培)で、土壌中の病原菌数が極めて高いレベルで推移し、茎葉が圃場に残らない焼却区及び抜取り区では低いレベルで推移した。これは、土壌中に感染源を供給するスポロドキアの生成が茎葉において盛んであるため、茎葉が圃場に残る鋤込み区ではスポロドキアが生成されて、土壌中に感染源が多量に供給されたことによると考えられる。一方、圃場に茎葉が残らない焼却区と抜取り区では、スポロドキアの生成が少ないため、土壌中に供給される感染源が少なかったと考えられる。各処理区における土壌中の病原菌数は、晩秋から初冬にかけて多く、春には少なくなり、条斑病の発生圃場における典型的な推移(Wiese & Ravenscroft, 1975)と同様であった。このことからすると、茎葉が圃場に残らない焼却区と抜取り区でも、腐敗消失せずに残っていた罹病麦稈から感染源が供給されたか、あるいは、死滅せずに生存していた分生子が増殖したことにより(Wiese & Ravenscroft, 1975)、病原菌数は少なかったものの、菌数の推移としては鋤込み区と同様の傾向を示したものと考えられる。また、焼却区と抜取り区の病原菌数に差がなかったことから、焼却区に残った冠部及び根は、病原菌の生存と増殖にほとんど作用していないと考えられる。

条斑病菌は根から進入後、通導組織を通じて求頂的に移行し、特有の症状を発現させる(Wiese, 1972)。そのため、コムギの一定部位からの条斑病菌の分離頻度を調査することにより、その圃場の発病率を推定できると考えられる。本実験では、各処理区からコムギの茎を採取し、その第1節から病原菌を分離して比較した。その結果、いずれの場合も土壌中の病原菌数が多い鋤込み区の分離率が極めて高く、土壌中の病原菌数が少ない焼却区と抜取り区は低率で、土壌中の病原菌数の多少が条斑病の発生量に強く影響していることが確認された。従って、生育初期から中期のコムギ第1節からの条斑病菌の分離頻度を調査することにより、その圃場の発病率を推定できると結論できる。

圃場における罹病麦稈の処理法と条斑病の発生に関し、罹病麦稈が存在した場合に発生が多く、焼却すると

少なくなることが報告されている(Bockus et al, 1983; Christian & Miller, 1984)。本実験における罹病麦稈の処理法の違いによる条斑病の発病率の差を比較すると、罹病麦稈を鋤き込んだ区の発病率が、各年次とも極めて高率で経過した。これに対し、圃場に罹病麦稈が残らない焼却区と抜取り区における発病率は、各年次とも低率で経過し、前年度の罹病麦稈の有無が次年度の条斑病の発生に大きな影響を及ぼすことが明らかで、これまでの報告と一致する。

条斑病の発生が、コムギの収量に重大な影響を及ぼすことを先に述べた。本実験の結果でも発病率が高かった鋤き込み区の整粒重は、各年次とも焼却区及び抜取り区の30~40%にすぎず、各処理区における発病率の差がそのまま整粒重の差として現れ、鋤き込み区では著しい低収となった。各処理区におけるしいな重率は、発病率が高い鋤き込み区が高率で、発病率が低い焼却区と抜取り区は低率であり、先に述べた結果とよく一致した。各処理区の収量水準は、1982年の場合全体的に低収であったが、この原因は不明である。他の2か年についても、この地帯の平均的収量水準に比較すると、約30%の減収になっており、条斑病の発生による被害の重大さが伺われた。

以上に述べたように、条斑病の発生圃場では罹病麦稈を焼却するか抜取り処分することにより、次年度における土壌中の病原菌数が少なくなり、それによって発病率が減少して収量は増加する。従って、条斑病の発生圃場では、圃場に罹病麦稈を残さないことが、土壌中の病原菌数を減少させる有効な手段であり、発生圃場における防除対策の一助となり得ることが確かめられた。

### (3) 湛水処理による発病の軽減

#### 材料及び方法

#### ① 水中における罹病麦稈組織内の病原菌の生存期間

発生圃場から採取した罹病麦稈を約2cmに細切りし、約100ml容のプラスチック容器に入れた滅菌蒸留水中に入れ、5、10、15、20、25℃の各温度に設定した定温器に保ち、定期的に罹病麦稈から病原菌を分離して、水中における病原菌の生存期間を検討した。

#### ② 枠圃場における検討

無発生地土壌を充填した4㎡の枠圃場に、1988年8月8日に罹病麦稈を細切って混入し病土とした。8月15日に湛水を開始し、水深を5~10cmに保つために毎日水を補充した。湛水期間は0、10、20、30日とし、30日間の湛水処理が終了後、土壌が乾燥後に耕起し、整地して9月17日に播種した。品種は「チホクコムギ」を用い、畦幅15cmの条播とし、標準耕種法で栽培した。実験は2反

復とした。なお、湛水期間中に、気温、水温、及び地下5cmと15cmの地温を測定した。湛水処理の効果は、土壌中の病原菌数の推移、発病率及び収量で判定した。

#### ③ 圃場における検討

多発生圃場から採取した罹病麦稈を、1983年10月2日に無発生圃場に鋤き込み、直ちに「ホロシリコムギ」を播種して発生圃場を造成した。1984年7月には圃場の全面に均一な発病が認められたので、試験圃場として使用した。各年次における条件を第58表に示したが、1986年には湛水処理前の圃場に、多発生圃場から採取した罹病麦稈を鋤き込んだ。湛水処理の効果は発病率で判定した。

第58表 湛水処理実験圃場における年次別の条件

	1985	1986	1987
湛水日数	10日	20日	12日
水温	25~28℃	23~28℃	19~25℃
実験規模	1区200㎡	1区250㎡	1区200㎡
供試品種	チホク・ホロシリ	チホク・ホロシリ	チホク・ホロシリ
播種時期	1984.9.12	1985.9.17	1986.9.18

#### 実験結果

#### ① 水中における罹病麦稈組織内の病原菌の生存期間

実験結果を第59表に示した。表に明らかなように、罹病麦稈中の病原菌は低温条件では水中で極めて長期間生存するが、保存温度が高くなるに従って生存期間は短くなり、25℃では14日後には生存率が極めて低率となった。

第59表 水中におけるコムギ条斑病菌の生存期間

保存日数	病原菌の分離率 (%)				
	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃
0	53.8	53.8	53.8	53.8	53.8
4	—	—	—	—	36.7
7	46.7	—	40.0	16.7	26.7
14	—	—	—	—	3.3
56	63.3	50.0	3.6	0	0
112	36.7	26.7	0	0	0

#### ② 枠圃場における検討

湛水処理期間中の温度測定結果を第60表に示した。表に明らかなように、水温及び地中温度は常に気温より高く経過した。湛水処理期間が土壌中の病原菌数及び発病に及ぼす影響を調査した結果を第61表に示した。表に明らかなように、湛水処理後の土壌中の病原菌数は、湛水期間が長いほど少く推移した。発病率は、30日間湛水した区が最も低率で、千粒重と子実重も最大であった。

第60表 湛水処理期間中の温度測定結果

測定場所	1~10日間		11~20日間		21~30日間	
	最高	最低	最高	最低	最高	最低
気 温	27.3 (29.0)	19.2 (13.0)	24.6 (27.5)	18.1 (14.5)	23.9 (27.0)	15.1 (13.0)
水 温	34.1 (36.0)	20.7 (16.0)	28.6 (23.5)	20.0 (16.0)	23.3 (34.5)	16.4 (14.0)
地下5cm	30.8 (33.0)	21.3 (16.0)	26.1 (28.5)	21.0 (18.5)	25.6 (29.0)	18.2 (16.0)
地下15cm	29.1 (33.0)	22.4 (24.0)	25.4 (29.5)	21.4 (19.0)	23.8 (20.5)	19.2 (17.5)

注) 各10日間の平均値, ( ) 内は極値

第61表 湛水処理圃場におけるコムギ条斑病の発生と収量

湛水期間 (日数)	土壌中の病原菌数		発病率 (%)		千粒重 (g)	子実重 (g/4㎡)
	11月18日	12月9日	5月17日	6月15日		
0	1,900	9,800	36.4	86.9	20.7	216.5
10	0	6,100	35.3	81.1	21.9	279.0
20	0	400	10.2	83.4	22.3	323.3
30	0	0	14.2	47.0	26.0	678.6

注) 病原菌数は乾土1g当り

### ③ 圃場における検討

圃場で湛水処理による発病軽減の効果を検討した結果を第62表に示した。表に明らかなように、湛水処理区における発病率は、いずれの年次も無処理区に比較して明らかに低率で、湛水処理により発病が軽減することが確認された。

第62表 湛水処理によるコムギ条斑病の発病軽減効果 (発病率)

処理区	1985年		1986年		1987年	
	ホロシリ コムギ	チホク コムギ	ホロシリ コムギ	チホク コムギ	ホロシリ コムギ	チホク コムギ
湛 水	1.1	2.1	0	0	23.6	16.7
無処理	12.5	16.2	0.9	9.0	48.8	59.4

注) 発病調査は6月下旬に実施した。

### 考 察

コムギ条斑病の発生圃場における防除対策として、水田裏作が可能な本州府県では、イネーコムギ体系、すなわち、水田裏作のコムギでは発病がほとんど認められない(鑄方・河合, 1937; 藤田ら, 1984), また、収穫後のコムギ圃場に30日間以上湛水すると発病がほとんど認められない(藤田ら, 1984), とする報告がある。北海道では水田転換畑のコムギに発生する立枯病の発生を軽減する方策として、コムギを収穫後の圃場を少なくとも

20日間以上湛水処理すると、有効であることが明らかにされ(宮島, 1986), やむを得ずコムギを連作する場合に指導している。

本実験は、立枯病の例にならない、連作圃場における湛水処理の有効性を検討したものであるが、結果に示したように、その有効性が確認された。水中に没した罹病麦稈組織内の病原菌の生存期間は、水温が高いほど短期間で、25℃の条件では14日後には分離率が著しく低下し、組織内の病原菌が死滅することが確かめられ、湛水処理の有効性が示唆された。しかし、湛水条件が罹病麦稈組織内の病原菌を死滅させる機構については、その検討を実施していないので不明である。圃場における発病軽減効果をみると、枠試験では湛水処理が土壌中の病原菌数に及ぼす影響が大きいことが示され、特に30日間の湛水処理の影響が著しく、その結果発病率は明らかに低下し、子実重も増加した。圃場試験では、各試験年次とも湛水処理区における発病率が、無処理区より明らかに低率で、湛水処理の効果が確認された。圃場試験における湛水日数は、1986年は20日間を確保できたが、それ以外の年次では10日間及び12日間と短期間となった。これは、水稻の落水期移行は灌がい水の確保が困難になることが原因である。条斑病の発病を軽減するために必要な湛水日数は、長期化するほど効果が高いといえる。しかし、コムギを収穫してから播種するまでの日数が約45日間に限定され、その間に湛水処理、乾土、耕起、播種を行うには、湛水日数は20~30日間が限度であると考えられる。また、湛水処理前には圃場の麦稈が完全に土壌中に埋没するように、注意深く反転耕起を行い、麦稈を水面に浮遊させないことが必要である。

### (4) 作付体系による発病の軽減

#### 材料及び方法

勇払郡追分町と河西郡芽室町の多発生圃場において、第63表と第64表に示した作付体系を組んでコムギを栽培し、発病及び収量の推移を調査した。供試品種は、追分町で「チホクコムギ」と「ホロシリコムギ」、芽室町で「チホクコムギ」を用いた。各種作物の栽培は、いずれも標準耕種法で行い、試験規模は、追分町で1区25㎡の2反復、芽室町で1区71.3㎡の2反復で実施した。なお、コムギを収穫後の麦稈は、追分町では圃場外に搬出したが、芽室町では搬出せずにそのまま圃場に鋤き込んだ。

1983年から1985年にかけて、追分町の試験区における土壌中の病原菌数を測定した。土壌中の病原菌数は、各試験区の5~6か所、0~10cmの深さから採取した土壌から、先に述べた方法によって測定した。

発病調査は、6月中旬から7月上旬の間に、畦長20cm

間の全茎の発病の有無を、各試験区3～5か所調査し、発病茎率を算出した。

第63表 追分町の実験圃場における作付体系

試験区	1983	1984	1985	1986	1987
1	C	W	C	W	W
2	P	W	P	W	W
1	C	C	W	W	W
2	P	P	W	W	W
3	S	C	W	W	W
1	C	S	P	W	W
2	P	S	C	W	W
3	S	C	C	W	W
4	S	P	C	W	W
連作区	W	W	W	W	W

注) P: ジャガイモ, C: トウモロコシ, S: テンサイ  
W: コムギ

第64表 芽室町の実験圃場における作付体系

試験区	1985	1986	1987	1988	1989
1	C	C	C	W	W
2	C	C	W	W	W
3	C	W	W	W	W
1	P	P	P	W	W
2	P	P	W	W	W
3	P	W	W	W	W
1	B	B	B	W	W
2	B	B	W	W	W
3	B	W	W	W	W
連作区	W	W	W	W	W

注) C: トウモロコシ, B: インゲンマメ  
P: ジャガイモ, W: コムギ

## 実験結果

### ① 作付体系と土壤中の病原菌数

第65表に、非寄主作物を1年間栽培後にコムギを播種した区と、連作区の土壤中の病原菌数の推移を示した。連作区における土壤中の病原菌数は、コムギを播種後の1983年10月から1984年1月にかけて急激に増加し、条斑病の発生圃場における典型的推移を示した。これに対して、非寄主作物を1年間栽培した区では、コムギを播種した1983年10月以降も、土壤中の病原菌数の増加が少なく、極めて低いレベルで推移した。また、連作区では1984年9月にコムギを播種したが、12月には土壤中の病原菌数が増加した。これに対し、非寄主作物を1年間栽培した区では、1984年12月には作物が植え付けられていないが、土壤中の病原菌は検出されなかった。

第66表に、非寄主作物を2年間栽培した区と連作区における、1984年10月から1985年5月にかけての、土壤中

の病原菌数の推移を示した。連作区では、コムギを播種後の1984年10月から12月にかけて、土壤中の病原菌数が急増した。これに対して、2年間非寄主作物を栽培した区では、1984年9月にコムギを播種した以降も、土壤中の病原菌数の増加は認められず、極めて低いレベルで推移した。

第65表 非寄主作物1年栽培区における土壤中の病原菌数の推移

作付体系	品種	1983年			1984年		
		1月	6月	10月	1月	5月	12月
C-W	Ch	23500	35	12	47	0	0
	Ho				1030	0	0
P-W	Ch	23500	35	12	12	0	0
	Ho				413	0	0
W-W	Ch	36200	440	20900	56700	0	60700

注) 病原菌数は乾土1g当り  
品種: Ch=チホクコムギ, Ho=ホロシリコムギ  
作付体系は第63表を参照

第66表 非寄主作物2年栽培区における土壤中の病原菌数の推移

作付体系	品種	1984年		1985年	
		10月	12月	1月	5月
C-C-W	Ch	200	0	0	0
	Ho	0	0	100	0
P-P-W	Ch	0	0	0	0
	Ho	200	0	0	0
S-C-W	Ch	0	0	200	300
	Ho	400	0	100	0
W-W-W	Ch	1700	60700	56600	5800

注) 病原菌数は乾土1g当り  
品種: Ch=チホクコムギ, Ho=ホロシリコムギ  
作付体系は第63表を参照

### ② 作付体系と発病及び収量

第67表に追分町における結果を示した。非寄主作物を1年間隔で栽培した交互作区の発病率は、連作区に比較して極めて低率で、交互作を2回繰り返した場合も同様であった。特にジャガイモとの交互作区における発病率が低い傾向にあった。非寄主作物を2年間及び3年間栽培した区における発病率も、連作区に比較して極めて低率で、非寄主作物2年栽培区と3年栽培区における発病率の差は認められなかった。第68表に芽室町における結果を示した。非寄主作物を1年間栽培後の発病率は調査を欠くため不明である。しかし、非寄主作物を2年間及び3年間栽培した場合の発病率は、連作区に比較すると明らかに低率であった。両結果を通じて、非寄主作物を栽培後にコムギを2年間連作しても、発病

第67表 条斑病の多発圃場における作付体系と発病基率（追分町）

作付体系	1983		1984		1985		1986		1987		
	Ch	Ho	Ch	Ho	Ch	Ho	Ch	Ho	Ch	Ho	
C-W-C-W-W	-	15.8	0.5	-	-	10.0	1.0	10.4	1.1		
P-W-P-W-W	-	1.9	0	-	-	0	0.5	0	0		
C-C-W-W-W	-	-	-	2.2	0	7.3	4.1	7.9	5.6		
P-P-W-W-W	-	-	-	0	0	3.4	0	2.4	1.7		
S-C-W-W-W	-	-	-	0.5	0.3	0	0	10.4	4.8		
C-S-P-W-W	-	-	-	-	-	3.6	0.6	7.3	0		
P-S-C-W-W	-	-	-	-	-	4.6	0.5	5.5	8.1		
S-C-C-W-W	-	-	-	-	-	11.2	1.0	6.4	6.0		
S-P-C-W-W	-	-	-	-	-	0	0	3.4	11.5		
W-W-W-W-W	100.0	94.6	-	92.7	-	86.7	46.0	68.3	29.9		

注) 作付体系は第63表を参照

第69表 条斑病の多発圃場における作付体系と収量（追分町）

作付体系	1983		1984		1985		1986		1987		
	Ch	Ho	Ch	Ho	Ch	Ho	Ch	Ho	Ch	Ho	
C-W-C-W-W	-	295	385	-	-	403	428	240	252		
P-W-P-W-W	-	335	378	-	-	383	373	280	335		
C-C-W-W-W	-	-	-	396	373	395	395	259	282		
P-P-W-W-W	-	-	-	329	356	330	363	284	263		
S-C-W-W-W	-	-	-	358	381	293	305	269	210		
C-S-P-W-W	-	-	-	-	-	408	345	252	296		
P-S-C-W-W	-	-	-	-	-	480	420	316	256		
S-C-C-W-W	-	-	-	-	-	433	435	269	311		
S-P-C-W-W	-	-	-	-	-	450	440	297	280		
W-W-W-W-W	32	85	-	98	-	143	275	141	169		

注) 作付体系は第63表を参照

第68表 条斑病の多発圃場における作付体系と発病基率（芽室町）

作付体系	1986	1987	1988	1989
C-C-C-W-W	-	-	0	0
C-C-W-W-W	-	0	0	3.8
C-W-W-W-W	欠	4.2	6.1	1.1
P-P-P-W-W	-	-	0	0.9
P-P-W-W-W	-	0	1.4	25.5
P-W-W-W-W	欠	9.9	8.1	13.4
B-B-B-W-W	-	-	0	0.9
B-B-W-W-W	-	3.6	1.4	24.6
B-W-W-W-W	欠	11.4	9.1	13.8
W-W-W-W-W	欠	40.4	6.4	56.7

注) 欠=欠測を示す 作付体系は第64表を参照

第70表 条斑病の多発圃場における作付体系と収量（芽室町）

作付体系	1986	1987	1988	1989
C-C-C-W-W	-	-	687	233
C-C-W-W-W	-	499	393	158
C-W-W-W-W	欠	360	304	147
P-P-P-W-W	-	-	362	184
P-P-W-W-W	-	315	356	113
P-W-W-W-W	欠	281	298	121
B-B-B-W-W	-	-	513	188
B-B-W-W-W	-	283	321	136
B-W-W-W-W	欠	223	357	146
W-W-W-W-W	欠	127	269	67

注) 欠=欠測を示す 作付体系は第64表を参照

基率はほとんど増加しないが、3年間連作すると増加する例が多かった。

第69表と第70表に両実験圃場における収量調査の結果を示した。いずれの結果においても、コムギの連作を避けて条斑病の発病基率が減少した区の収量が、連作区の収量を大きく上回り、収量性の回復が確認された。しかし、コムギを連作すると収量は明らかに減少する例が多かった。

考 察

コムギ条斑病の発生は、連作によって増加するので、連作は条斑病の発生増加をもたらす最大の要因であるとされる (Wiese, 1987)。従って条斑病の発生圃場における防除対策として、罹病茎稈が腐敗消失して病原菌が死滅するまで、コムギを作付しない (輪作を行なう) ことが最も効果的であるとされているが (西門ら, 1993; 鏑方・河合, 1937; Bruehl et al., 1982; Wiese, 1987), 具体的に作付体系と条斑病の発生に関する検討を行なった例は少ない。わずかに、非寄主作物を用いた

輪作の効果に関し、非寄主作物 (春まきコムギ, エンドウ, アルファルファ, アカクロウバ) を組み合わせた輪作の効果が高く、特にマメ科植物を2年間栽培した場合の条斑病の発生の減少が著しく、また、その傾向は栽培するコムギ品種を変えても同様であることが報告されている (Latin et al., 1982) にすぎない。

本実験では、条斑病の多発圃場において、北海道の主要畑作物である4種類の非寄主作物を単独あるいは組み合わせて1~3年間栽培し、その跡地にコムギを栽培して、土壌中の病原菌数、発病基率及び収量を比較した。その結果、非寄主作物を1年間または2年間栽培した区では、土壌中の病原菌数が連作区に比較して著しく低レベルとなることが明らかとなった。条斑病菌の土壌中における存在の多少を左右する最大の要因は、罹病茎葉上に生成される病原菌のスポロドキアからの分生子の供給であり、圃場に残留する罹病茎葉の量の多少が土壌中の病原菌数に大きな影響を及ぼすことを先に述べた。従って、本実験結果で示された非寄主作物栽培区と連作区にお

る土壤中の病原菌数の差も、圃場に残される罹病茎葉の量の多少に起因すると考えられる。圃場に残されるコムギ茎葉は、コムギ収穫後の耕起により、そのほとんどが土壤中に鋤き込まれるのが一般的である。土壤中に鋤き込まれたコムギ茎葉の分解速度は、地域により差があり、温度が高く経過する地域ほど早く、約1年間経過すると80%以上が分解されて消失すること（同立中央農試化学部、1973）、土壤中における麦稈の分解速度は、健全麦稈より罹病麦稈が速やかである（Murray & Bruehl, 1983）ことが明らかにされている。本実験では、土壤中における罹病麦稈の分解過程に関する調査を実施していないので、実験圃場における土壤中の病原菌数の多少と、土壤中の罹病茎葉の多少との関係は不明である。しかし、1～2年間非寄主作物を栽培した区における土壤中の病原菌数の減少が、罹病茎葉が土壤中で分解されたことに起因することは明らかであると考えられる。なお、非寄主作物の種類と土壤中の病原菌数の減少との間には、明らかな差は認められないが、ジャガイモ栽培区において少ない傾向にあった。

非寄主作物栽培区における条斑病の発病率は、両実験圃場とも、連作区に比較して著しく低率になることが確認された。両実験圃場における条斑病の発病率には、非寄主作物の種類による差はほとんど認められなかった。しかし、追分圃場ではジャガイモ栽培区、芽室圃場ではトウモロコシ栽培区において、発病率が低い傾向にあったが、その原因は明らかではない。非寄主作物を栽培後、コムギを連作した場合の条斑病の発病率をみると、連作2年目までは発病率の増加はほとんど認められなかったが、連作3年目になると発病率が増加する例が多くなった。これは、連作により圃場に残される罹病茎葉の量が増加したことに起因するものであり、連作が条斑病の発生の多少を左右する最大の要因であることを示すものと考えられる。

非寄主作物栽培区におけるコムギの収量は、両実験圃場とも連作区に比較して著しく多収となり、それぞれの地域における平均的収量水準以上に達した。条斑病の発生がコムギの収量に及ぼす影響に関し、最も強く影響されるのは収量構成要素の根幹をなす、1穂当りの粒数と粒重であり、それは個体別の発病程度より発病の有無に大きく関係することを先に述べた。従って、本実験結果に示された非寄主作物の栽培区におけるコムギ収量の増加は、発病率の低下が直接反映したものであり、条斑病の発生がコムギの収量に及ぼす影響の大きさを改めて示すものと考えられる。また、秋まきコムギは連作により徐々に収量が低下する作物であるとされているが（道

立北見農試、1981）、本実験結果でも、非寄主作物を栽培後にコムギを連作すると、3年目には明らかに収量が低下した。これは、条斑病の発生増加が関係したとは考えられず、むしろ、連作そのものがコムギの収量を低下させたと考えられるべきであり、コムギ栽培における連作の回避は、極めて重要な課題であることが指摘できる。

以上のように、条斑病の発生圃場における非寄主作物の栽培は、条斑病の対策として極めて有効な手段であり、北海道の主要な畑作物を用いた交互作用あるいは短期輪作を採用したコムギの作付体系は、条斑病の発生程度を軽減し、経済的被害を最小限に抑える重要な知見であると考えられる。

### 3. コムギ品種・系統間の抵抗性の差異

#### (1) 多発圃場における品種・系統の比較

##### 材料及び方法

条斑病の多発圃場（勇払郡追分町）において品種・系統を標準耕種法で栽培し、発病率及び収量等を調査した。発病率は、条斑病の初発後の5月中旬以降に2～3回、畦長50cmにおける発病率を、1区当たり3か所づ

第71表 条斑病の多発圃場で栽培したコムギ品種・系統の発病（1985）

品種・系統	発病率	品種・系統	発病率
ホロシリコムギ	3.3%	北見 58号	4.2%
チホクコムギ	10.3	北見 59号	1.5
タクネコムギ	5.1	北見 60号	1.7
ムカコムギ	2.7	北系 1362	8.5
北見 47号	1.4	北系 1366	5.7

注）発病率は7月5日の調査結果

第72表 条斑病の多発圃場で栽培したコムギ品種・系統の発病（1984）

品種・系統	発病率 (%)			病原菌分離率 (%)			しいな粒率 (%)
	5/18	5/31	6/23	5/19	6/1	6/24	
マーチン8号	22.6	52.4	54.1	33.3	-	63.3	51.0
赤錆不知1号	24.8	37.6	55.8	46.7	40.0	70.0	45.2
農林 62号	10.9	25.1	30.1	13.3	46.7	30.0	36.3
ナンプコムギ	6.6	31.3	26.9	0	16.7	13.3	26.5
ヒツミコムギ	2.5	15.8	26.2	16.7	3.3	16.7	19.2
ホロシリコムギ	1.4	18.4	24.0	13.3	6.7	26.7	10.0
タクネコムギ	3.9	5.6	14.9	0	10.0	3.3	30.9
チホクコムギ	12.2	43.0	100	43.3	76.7	63.3	48.6
Warrior	10.1	20.1	25.5	26.7	60.0	16.7	45.5
Kharkof	13.6	40.9	24.0	86.7	80.0	60.0	24.3
北見 47号	3.4	5.2	19.6	3.3	0	6.7	49.0
北見 53号	4.6	12.8	13.8	13.3	3.3	13.3	21.3

注）病原菌の分離率は第1節からの分離結果

第73表 条斑病の多発圃場で栽培したコムギ品種・系統の発病 (1987)

調査項目	ホロシリ コムギ	チホク コムギ	タクネ コムギ	北見 60号	北見 61号	北見 62号	北見 63号
発病率 (%)	26.0	55.4	28.9	31.6	26.9	34.2	39.7
整粒重	264.1	185.0	258.4	257.4	244.9	208.9	211.9

注) 発病率は6月16日の調査, 整粒重はkg/10aで示す

つ調査した。

#### 実験結果

実験結果を第71表から第73表に示した。実験圃場における条斑病の発生は、1984年と1987年が多発生、1985年は少発生であった。結果に明らかなように、条斑病の発生には品種・系統による差が認められ、現在北海道で栽培されているコムギ品種の発病率を比較すると、「チホクコムギ」の発病率が最も高く、「ホロシリコムギ」と「タクネコムギ」の発病率はほぼ同程度であった。

#### (2) 抵抗性の検定方法に関する実験

##### 材料及び方法

#### ① 室内幼苗検定における接種方法の検討

##### ア. 根部浸漬接種

無病土を充填したプラスチック製パットで育苗した、播種後35日目のコムギ(チホクコムギ, ホロシリコムギ)幼苗を用いた。パットで育苗したコムギ幼苗を抜き取り、根部を病原菌分生子液(濃度 $10^3 \sim 10^7$ CFU/ml)に数秒間浸漬後、素焼鉢に充填した無病土に移植して栽培した。移植後のコムギ幼苗は、 $10 \sim 17^\circ\text{C}$ の温室内で育てて発病を観察した。

##### イ. 土壌混和接種

エンバク粒培地に病原菌分生子を接種し、 $10^\circ\text{C}$ で50日間培養して接種源とした。この1~4粒づつを、コムギ種子(チホクコムギ, ホロシリコムギ)の播種時に、素焼鉢に充填した無病土に埋設し、 $10 \sim 17^\circ\text{C}$ の温室内で栽培して発病を観察した。なお、生育中にナイフでコムギの根を切断して付傷した区と無傷の区を設けて発病を比較した。

##### ウ. 土壌灌注接種

素焼鉢に充填した無病土で育苗した、播種後約30日目のコムギ(チホクコムギ)幼苗に、病原菌をエンバク粒で培養して作成した病原菌分生子液(濃度 $10^3 \sim 10^7$ CFU/ml)を、1鉢に対し約50mlづつ灌注した。灌注直前に、コムギの根にナイフで付傷した区と無傷の区を設けて発病を比較した。接種後のコムギは、 $10 \sim 17^\circ\text{C}$ の温室内で育てて発病を観察した。

#### ② 圃場検定における接種方法の検討

##### ア. エンバク粒を用いた播種時作条接種と幼苗期株元接種

エンバク粒培地に病原菌分生子を接種し、 $10^\circ\text{C}$ で50日間培養して接種源とし、コムギ種子(チホクコムギ)の播種時に、コムギ種子重量に対し0.5~3%量の接種源を作条接種した場合と、同量の接種源を播種後20日目のコムギ幼苗期の株元に散布した場合の発病を比較した。施肥及び管理は標準耕種法で実施した。

##### イ. 接種源の種類、量及び接種源とコムギ種子との距離が発病に及ぼす影響

エンバク粒とライグラス粒に病原菌分生子を接種して作成した接種源を用い、接種源の種類による発病差の有無を検討した。エンバク粒の接種源は前述の方法で作成したが、ライグラス粒を用いた接種源は以下の方法で作成した。ジャガイモ煎汁液体培地で $25^\circ\text{C}$ 、約1週間培養して得られた病原菌分生子液(2重のガーゼでろ過して得た)を、500mlの三角フラスコに詰めて滅菌したイタリアンライグラス粒に混和し、室温(約 $20^\circ\text{C}$ )で30日間培養後に風乾して接種源とした。これら接種源を、コムギ種子(チホクコムギ)の播種時に、畦2mに対して11ml~42ml(コムギ種子容量の2~3倍量)を作条接種し、接種源の種類及び量と発病との関係を検討した。

前述の方法で作成したエンバク粒の接種源を、コムギ種子(チホクコムギ)の周囲に、種子からの距離が0~3cmとなるように4粒づつ配置し、接種源とコムギ種子との距離と発病との関係を検討した。施肥及び管理は、標準耕種法で実施した。

#### 実験結果

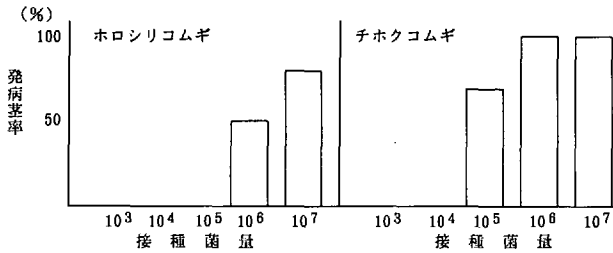
#### ① 室内幼苗検定における接種方法の検討

実験結果を第15図から第17図に示した。結果に明らかなように、いずれの方法でも発病が認められたが、発病率は接種源の量が多いか、接種菌量が多いほど高率であった。また、いずれの接種方法においても、「チホクコムギ」の発病率が「ホロシリコムギ」より高率であった。土壌混和接種及び土壌灌注接種では、ナイフでコムギの根を切断して付傷した場合にのみ発病が認められた。

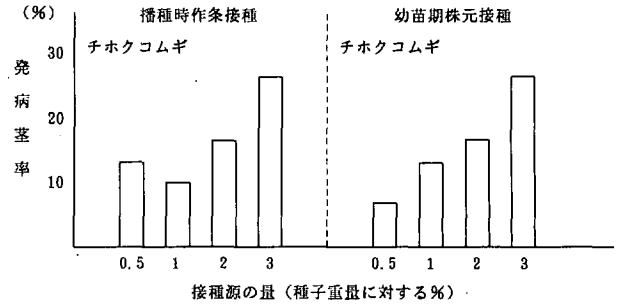
#### ② 圃場検定における接種方法の検討

第18図に、エンバクの接種源を用いた播種時の作条接種と、幼苗期の株元接種による発病を調査した結果を示した。図に明らかなように、いずれの接種方法においても発病が認められ、また、いずれの接種方法においても接種源の量が多いほど、止葉の発病率が高かった。接種時期による発病率の差は、明瞭ではなかった。

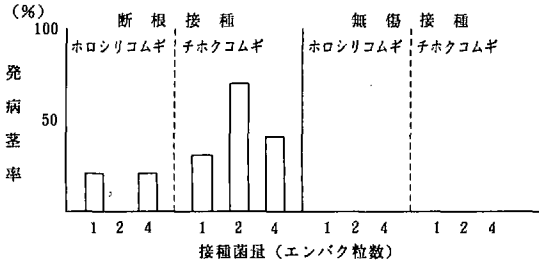
第74表に接種源の種類及び量と条斑病の発病に関する



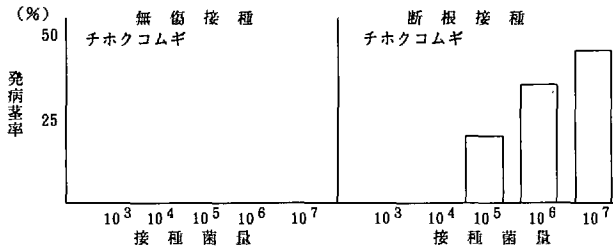
第15図 病原菌分生子液に対する根部浸漬接種による条斑病の発病



第18図 圃場における接種時期と条斑病の発病



第16図 接種源 (エンパク粒) の土壌混和接種による条斑病の発病



第17図 病原菌分生子液の土壌灌注接種による条斑病の発病

実験結果を示した。接種源の種類と条斑病の発病に関しては、エンパク粒を用いた場合に比較して、ライグラス粒を用いた場合の方が発病茎数が多く、また、両接種源とも量が多いほど発病茎数が多かった。

第75表に、接種源 (エンパク粒) とコムギ種子との距離と発病に関する実験結果を示した。結果に明らかなように、圃場接種による条斑病の発病は、接種源をコムギ種子に近づけるほど多かった。

(3) 圃場におけるコムギ品種の抵抗性検定

海外から導入した品種及び北海道内で栽培されている品種の抵抗性検定を、圃場接種により実施した。

第74表 圃場接種における接種源の種類及び量と条斑病の発病

接種源の量	発病茎数 (畦 2 m 当り)	
	エンパク粒	ライグラス粒
11 ml	26本	42本
21	52	63
32	60	86
42	66	121

材料及び方法

① 接種源及び接種方法等

前述の方法で作成したエンパク粒の接種源を、コムギの播種時に作条接種した。供試コムギ品種の種子は、1985年9月19日と1986年9月19日に、畦間60cm×株間5cmの点播とした。接種源量は畦1m当り16ml (種子容量の3倍量)とした。1区2.4㎡, 3反復 (1985年は2反復)。施肥及び管理は、標準耕種法で実施した。

② 調査方法

6月上旬と7月上旬に、区全体の発病株率を調査するとともに、以下に示す基準で株単位の発病指数を調査して、発病度を算出した。

発病指数別調査基準

発病指数	発病状況
0	健全
1	第4葉が発病している
2	第3葉が発病している
3	第2葉が発病している
4	止葉を含むすべての葉が発病している

$$\text{発病度} = \frac{\sum (\text{発病指数} \times \text{当該株数})}{4 \times \text{調査株数}} \times 100$$

実験結果

第76表に、圃場接種によるコムギ品種・系統の条斑病抵抗性検定の結果を示した。2年間の供試品種・系統の発病を比較すると、CC1239-3・5とCI11222での発病が、発病株率及び発病度ともに安定して少なく、次の

第75表 圃場接種における接種源と種子との距離と条斑病の発病

接種源と種子との距離	発病茎数 (畦 2 m 当り)	
	6月23日	7月7日
0 cm	57本	107本
1	37	55
2	21	45
3	10	14



第76表 圃場接種によるコムギ品種・系統の  
条斑病抵抗性検定の結果

供試品種 及び系統	発病株率 (%)				発病度			
	1986		1987		1986		1987	
	6/11	7/11	6/10	7/10	6/11	7/11	6/10	7/10
CC1239-3・5	6	29	14	17	3	22	8	16
CC1239-2・2	51	74	27	45	19	53	15	43
CC1236-1・1	54	94	17	22	20	75	7	22
CI11222	24	28	16	14	8	20	7	13
PE125	39	70	15	32	14	49	4	29
PE126	46	81	13	47	15	52	5	36
PE127	51	85	28	39	16	60	9	36
PI278212	32	79	13	22	10	57	6	22
Lenore	25	55	18	30	8	39	8	29
Elo	37	90	11	37	13	62	3	35
ホロシリコムギ	66	83	12	25	29	75	7	24
タクネコムギ	52	71	42	49	23	62	28	48
チホクコムギ	69	83	63	68	33	71	44	67

で Lenore の発病が少なかった。道内品種では、「チホクコムギ」の発病が「ホロシリコムギ」に比較して安定して多かった。

#### (4) 考 察

圃場におけるコムギ条斑病の発生には品種間差が存在することが指摘されている(柚木・桜井, 1965; Mathre & Johnston, 1975; Morton & Mathre, 1980; Morton et al., 1980) が, 本実験においても条斑病の多発圃場で栽培した品種及び系統の発病率に差が認められた。現在北海道内で栽培されている品種中では, 栽培面積が全体の60%以上に達している「チホクコムギ」での発病率が最も高いことから, 同品種の栽培に際しては条斑病の発生に対する注意が必要であり, また, 条斑病に対する抵抗性品種育成の可能性があることを示唆するものである。

コムギ品種の条斑病に対する抵抗性に関し, 病原菌の感染が減少する型の抵抗性(侵入抵抗性)を示す品種(系統)と, 感染後の株内まん延を抑制する型の抵抗性(進展抵抗性)を示す品種(系統)に分けることができ, それぞれの型に対応する品種(系統)の存在が報告されている(Morton & Mathre, 1980) ことから, コムギ条斑病に対する抵抗性品種育成の可能性が高いと考えられる。抵抗性品種の育成を進めるには, 簡便で均一に発病させ得る接種方法が必要であるが, 本実験では室内における幼苗に対する接種方法と圃場における接種方法について検討した。

室内における幼苗検定の方法として, 根部浸漬接種, 土壌混和接種及び土壌灌注接種について検討した。接種

コムギにおける発病はいずれの接種方法においても認められたが, 発病率は根部浸漬接種が最も高率で安定した発病であった。発病率と接種菌量(接種源量)に関しては, いずれの接種方法においても, 接種菌量(接種源量)が多いほど発病率が高く, 土壌中の病原菌数と発病との関係と一致した。また, 土壌混和接種と土壌灌注接種では, 生育中のコムギの根をナイフで切断した場合にのみ発病が見られ, 条斑病菌の侵入門戸である根に何らかの傷が必要であるとする報告(鑄方ら, 1937; Bruehl, 1956; Pool & Sharp, 1960; Slope & Bardner, 1965; Pool & Sharp, 1966; Mathre & Johnston, 1975; Morton & Mathre, 1980) と一致した。しかし, 根部浸漬接種では断根処理を実施していないが高い発病率を示した。これは, 予め育苗した幼苗を抜き取る際に細根が切断されたことにより, 根に傷が生じたためと考えられる。以上のことから, 室内における幼苗検定の方法としては, 予め育苗したコムギ幼苗の根を病原菌分生子液に浸漬する根部浸漬接種が, 簡便でしかも安定した発病の得られる方法であると考えられる。

圃場検定における接種方法に関し, 接種時期, 接種源量及び接種源の位置について検討した。接種時期としては, 播種時に接種源を条接種する方法と, 幼苗期(播種後20日目)に接種源を株元接種する方法を比較しても明らかな差は認められず, 両方法とも十分な接種効果があり, 発病率は用いた接種源の量が多いほど高かった。しかし, 幼苗期の株元接種では, 接種後の環境条件によって発病率が異なる可能性があるため, 安定した接種方法ではないと考えられる。接種源の種類及び接種源と種子との距離と発病に関する検討では, 接種源の種類としてはライグラス粒のように小粒の接種源での発病率が多く, 接種源は種子の近くに導入した方が発病率が多くなることが明らかとなった。これらの結果は, 土壌中において病原菌が侵入門戸である根に侵入・感染する頻度を高めるためには, 病原菌が根と接触するような位置に存在することが必要である(Mathre & Johnston, 1975), とされていることに関係していると考えられ, 圃場接種の接種源は播種したコムギの根圏域に正しく導入する必要があることを示すものである。

接種源としてエンバク粒培養菌を用いて, 13品種・系統の抵抗性検定を2年間継続して実施した。その結果, CC1239-3・5とCI11222の発病は発病率及び発病度ともに安定して少なく, Lenore がそれに続いて発病が少なかった。発病率を侵入抵抗性, 発病度を進展抵抗性としてそれぞれ区別する尺度として考えるなら, 本実験の結果からはコムギ品種の条斑病抵抗性の2つの型

の存在 (Morton & Mathre, 1980) を確認することができなかった。しかし、これら3品種・系統が現在北海道内で広く栽培されている「チホクコムギ」より抵抗性

であることは明らかであり、これらを抵抗性育種の母材とした抵抗性品種の育成は可能であると考えられる。

## Ⅷ. 総 合 考 察

コムギ条斑病は、1931年に岡山県で世界に先駆けて発生が確認され、現在では欧米の冬コムギ地帯における重要病害として注目されている病害である。北海道では1981年に発生が確認（小林ら、1982；Kobayasi et al, 1982）されて以来、急激に発生面積と被害面積が増加して、北海道における秋播コムギの安定生産を阻害する重要病害であることが指摘された（尾崎ら、1983）。条斑病の発生が北海道におけるコムギ栽培上の重要問題になった背景として、1970年より実施された転換畑政策の推進により、転換畑でのコムギの作付面積が急増したこと、長期連作が定着していたこと、更に種子更新や種子消毒が徹底されていなかったことが挙げられる。連作が定着していたことは、条斑病の発生が問題となる以前から、連作が最大の多発要因である立枯病が多発していた（宮島、1986）ことから明らかである。

コムギ条斑病菌の分類学的所属に関しては種々異論はあるが、日本植物病理学会病名調査委員会（小林享夫委員長）は、アズキ及びダイズの落葉病菌に関しては *Cephalosporium gregatum* Allington et Chamberlain を、*Phialophora gregata* (Allington et Chamberlain) Gams に改めるが、コムギ及びオオムギの条斑病菌はこれまで同様 *Cephalosporium gramineum* Nisikado et Ikata を採用することを決定し、スポロドキア時代は *Hymenula cerealis* Ellis et Everhart と命名されていることが備考として付記されている（日本有用植物病名目録第1巻、第3版、1990）。従って、本論文でもそれに従った。

コムギ条斑病菌は、コムギやオオムギなどのムギ類のほか、非常に多くのイネ科植物に寄生することが知られている（鑄方・河合、1937；Bruehl, 1953；柚木・桜井、1965；Jones et al, 1980）が、本研究で接種による発病が認められたのはマウンテンブロングラス、オーチャードグラス、及びシバムギの3草種で、これらはいずれも自然感染が知られている（Bruehl, 1963）草種であり、これらのうちオーチャードグラスでは北海道でも自然感染が確認された。コムギ条斑病菌と各種イネ科植物の関係については、条斑病菌が各種イネ科植物に感染するか否かよりも、各種イネ科植物が条斑病菌の保菌源になり得るかどうかが問題がより重要であり、その点については後で述べる。

条斑病の発生圃場に残された罹病麦稈には、10月上旬

頃になると多量のスポロドキア（Bruehl, 1963）を生成する。スポロドキアの生成は、7～15℃の多湿条件で多く見られ、生成量を麦稈の部位別に見るとストローよりも葉身で葉鞘での生成量が顕著に多く観察される。北海道の10月上旬における平均気温は、道央地域で約15℃、道北及び道東地域で約11℃となっており、いずれの地域においても条斑病菌のスポロドキア生成に好適な気象条件で経過することが明らかで、北海道のコムギ栽培は条斑病の多発条件下にさらされているといえる。

北海道における条斑病菌のコムギへの侵入・感染時期は、播種後約40日のコムギ冠部から条斑病菌が分離されることから、積雪前の10月中～下旬であると考えられる。条斑病菌は、その分生子がコムギの根から侵入・感染し、感染後の発病形態は典型的な導管病の形態を示し、通導組織を介した茎葉への発病まん延が生じる。病原菌の分生子がコムギの根に侵入するためには、根が凍上害による断根や潜土性害虫の食害などを受けることが必要とされる（鑄方・河合、1937；Bruehl, 1956；Pool & Sharp, 1960；Slope & Bardner, 1965；Pool & Sharp, 1966；Mathre & Johnston, 1975；Morton & Mathre, 1980）が、北海道における条斑病菌の感染時期と考えられる10月中～下旬には、コムギの根に傷を付けるような土壤凍結は見られないので、土壤凍結が北海道における条斑病菌のコムギへの感染を左右する要因ではないと考えられる。しかし、前年初冬の積雪量が極めて少なく、土壤凍結が激しかった1989年には、条斑病の発生が著しく多かったので、土壤凍結の進行は条斑病菌の感染を助長する一要因であると考えられるが、潜土性害虫の関連については不明である。条斑病菌がコムギに感染後、典型的条斑症状を発現するのは越冬後の5月上旬である。しかし、コムギの播種期を適期より極端に早い8月中旬にすると、積雪前に条斑症状を発現することがある。条斑病菌が感染したコムギにおける条斑症状の発現時期は統一ではなく、そのため、条斑症状が見られる葉位も時期的にみると一定ではないが、出穂期頃までにいずれかの葉位に条斑症状が認められた場合には、同程度の被害を受ける。従って、条斑病による収量的被害程度は、感染コムギ株における発病まん延程度より、出穂期頃までに感染していたかどうかによって左右されるものと考えられる。

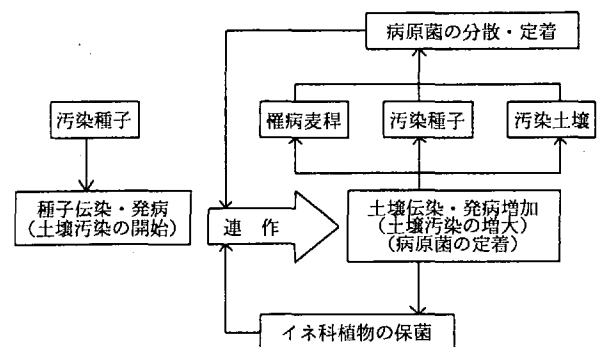
条斑病の伝染環として、汚染（感染）種子による無発

生圃場への病原菌の分散、連作による病原菌の定着と増殖、さらに、各種イネ科植物根圏における条斑病菌の生存(保菌)が重要である。発生圃場産種子の汚染状況に関しては、病原菌は種子表面に付着するのみならず、導管通過型の感染をしている種子も存在し、種子汚染率は多発圃場産種子において高率であることが明らかとなった。一般に、種子伝染による発病率は極めて低率で(西門ら, 1933; 鑄方・河合, 1937; Bruehl, 1957; 柚木・桜井, 1965), 本研究においても最大で1.1%にとどまった(種子汚染率は最大24%)。しかし、汚染種子の使用は無発生圃場を病土化するので、発生圃場産の汚染種子が病原菌の分散と定着に果たす役割は極めて重要であり、健全種子の生産と種子消毒の実用化は条斑病の防除対策上重要な課題であると考えられる。種子の汚染経路を明らかにすることは、健全種子を確保する上からも重要である。条斑病の発生圃場における種子は、前述の導管通過型の感染のほか、収穫作業中に罹病組織内の病原菌による汚染を受けることが明らかである。一方、圃場で生育中の健全株が周辺の発病株による汚染を受けることがないので、健全種子を生産するための手段として発病株を抜取ることが有効である可能性がある。しかし、条斑病の発生圃場では、6月下旬に肉眼的に健全と判断した株で生産された種子からも病原菌が検出されるので、発病株の抜取りを徹底したとしても発生圃場での健全種子の生産は不可能であると考えられる。条斑病の土壌伝染は、汚染種子あるいは、罹病麦稈による病原菌の持ち込みで無発生地土壌が病土化されることによって起こるが、このほかに、耕うん作業機に付着した病土が持ち込まれることによって、無発生地土壌が病土化する可能性が高いと考えられる。条斑病菌は非常に多くのイネ科植物に寄生することが接種により確認されているが、自然感染が確認されているのはオーチャードグラス、マウンテンブロムグラス、カモジグサ、ライムギなどである(鑄方・河合, 1937; Bruehl, 1957)。本研究では、条斑病菌が各種イネ科植物に寄生するか否かよりも、保菌源になるかどうかを防除対策上重要であると考え、その点を検討した。その結果、条斑病が発生しているコムギ圃場及びその周辺から採取した9属9種のイネ科植物中、8属8種の根圏土壌から条斑病菌が検出され、多くのイネ科植物根圏で感染することなく条斑病菌が生存していることが確認された。また、11属15種のイネ科植物の根圏土壌における条斑病菌の生存期間は、ほとんどのイネ科植物で300日、スミズブロムグラス、オーチャードグラス、チモシー、イタリアンライグラス、リードカナリーグラスでは最終検定の739日後でも生存している

ことが確認されたので、コムギ圃場の雑草として存在するイネ科植物が条斑病菌の保菌源として重要であることが明らかである。

以上に述べた条斑病の発生生態等に基づき、条斑病の伝染環をまとめると第19図のようになる。

病害の防除対策を確立するには、病原菌の生活環の一部を断つ、あるいは、増殖を抑制することによって、発病を少なくする手段を組み合わせる必要がある。コムギ条斑病のような土壌伝染性病害の発生を完全に押え込むことは不可能であり、むしろ、病気の発生量を最小限に押え込みながら安定生産を確保する、つまり、病気とうまくつき合うという視点が重要であると考え、先に示した条斑病の伝染環等に基づき、防除対策確立のための実験を進めた。



第19図 コムギ条斑病の伝染環

種子伝染の防止対策は、汚染種子による条斑病菌の分散と定着を防止し、発生分布の拡大を抑制する手段として重要であるが、室内実験による有効薬剤の探索及び汚染種子を用いた圃場実験により、数種の殺菌剤の有効性を確認した。これらの薬剤を種子に対して粉衣、浸漬、及び吹き付け処理することにより、種子伝染による発病と汚染種子による病原菌の分散を防止することが可能で、条斑病の発生分布の拡大を抑制することができる。

土壌伝染による発病を防止あるいは軽減する方法として、土壌消毒剤等の使用、播種時期による感染の制御、感染源を供給する罹病麦稈量の制御、湛水処理及び抵抗性品種利用の可能性について検討した。

殺菌剤及び土壌消毒剤で条斑病の多発圃場を処理すると、土壌中の病原菌数が減少して発病率が低下する。特に、土壌消毒剤のダゾメット粉粒剤を10a当り30kg使用すると、土壌中の病原菌数は明らかに減少し、発病率も安定して低下させることができる。本剤は、土壌に混和することにより土壌中でガス化し、土壌中の水分に接するとメチルイソシアネートを生成して効果を発揮す

る土壤消毒剤であり、処理も簡便であるが、コムギのように単位面積当りの生産性が低い作物では、防除コストの面から導入できる技術ではない。また、チウラム・チオファネートメチル水和剤等の殺菌剤をコムギの播種前に作条処理しても効果が認められるが、処理区間の発病差が大きく、安定した効果を期待できない。これらのことから、土壤消毒剤等を用いて土壤中の病原菌数を減少させて、条斑病の発病を制御する方法は実用的ではないと考えられる。

コムギの播種時期による感染の制御に関しては、早期播種ほど条斑病の発生が多くなるという結果が得られ、播種時期を遅くすることにより条斑病の発生を少なくすることが可能であると考えられる。早期播種が条斑病の多発を招く機構に関しては、早期播種が根系の発達を促し、そのため、土壤凍結による断根が増加し、条斑病菌の感染が増加するという報告がある (Pool & Sharp, 1966; 1969)。本研究では、土壤凍結がほとんど認められない圃場と恒常的に土壤凍結が認められる圃場の2か所で実験を行ったが、播種時期と条斑病の発生との関係は共通して、早期播種ほど条斑病の発生が多くなるという結果であった。従って、早期播種による条斑病の多発を土壤凍結との関係から論ずることは困難であり、北海道における条斑病の感染条件に関しては更に検討を要する課題であると考えられる。

多発圃場における罹病麦稈の処理による発病の制御に関しては、罹病麦稈の焼却あるいは圃場外搬出によって、圃場に残留する罹病麦稈の量を少なくすることが、土壤中の病原菌数の減少を招き、発病率を低下させて収量を増加する有効な手段であることを明らかにした。これは、圃場に残留する罹病麦稈の量が条斑病の発生多少を左右する重要な要因であることを明確に示すものである。しかし、罹病麦稈を圃場で焼却する方法は、有機物資源の有効利用の点から、得策ではないと考えられる。土壤中における罹病麦稈の量を少なくする手段として、非寄主作物を1～3年間栽培後にコムギを栽培する作付体系を組み、その効果を検討した。土壤中に鋤き込まれた麦稈は、約1年間経過するとその80%以上が分解して消失することが明らかにされている (道立中央農業試験場化学部, 1973) ので、本研究では、この点に着目して、1年間非寄主作物を栽培後にコムギを栽培し、それによって条斑病の発生を最小限に抑え込むことの可能性を明らかにしようとした。

条斑病の多発圃場に非寄主作物を1年間または2年間栽培した区における土壤中の病原菌数は、両区とも連作区に比較して著しく低レベルで推移し、特に、2年間非

寄主作物を栽培した区での減少が顕著であり、その後にコムギを栽培しても土壤中の病原菌数の増加は両区とも認められなかった。なお、非寄主作物を3年間栽培した区における土壤中の病原菌数については調査していないが、同様の推移をたどるものと考えられる。1年～3年間非寄主作物を栽培することにより、土壤中の病原菌数を低レベルに抑制した圃場にコムギを栽培して、条斑病の発病と収量を調査すると、条斑病の発病率はいずれの区においても連作区より著しく低率となり、非寄主作物栽培の効果が顕著にみられた。その効果は、非寄主作物を2～3年間栽培した区で著しく、2年と3年との間には明らかな差は認められなかった。しかし、1年間非寄主作物を栽培してもその後の条斑病の発病は著しく減少し、特に、ジャガイモを用いた交互作区での発病は、2～3年間非寄主作物を栽培した区と同程度となった。収量調査の結果も発病調査の結果と同様、1年～3年間非寄主作物を栽培した後にコムギを栽培すると極めて多収となり、地域における平年収量レベルあるいはそれ以上に達した。非寄主作物を栽培後のコムギ収量は、非寄主作物の栽培年数が長期化するほど増加することが明らかで、また、非寄主作物を栽培後コムギを連作すると連作3年目には明らかに収量が低下する。これらのことから、コムギ栽培における連作の回避は、条斑病を含む土壤伝染性病害の発生被害を軽減するためだけでなく、栽培上の基本技術であることが明らかである。

以上のことから、条斑病の発生圃場における被害軽減策として、非寄主作物を1年間栽培後にコムギを栽培することの有効性が確認され、さらにその効果を高めるには非寄主作物の栽培を2年間とすべきであると結論できる。なお、本研究では非寄主作物を栽培する前に、コムギ収穫後の麦稈を圃場から持ち出す方法 (追分圃場) と持ち出さずに鋤き込む方法 (芽室圃場) で行ったが、両圃場における発病及び収量の経過にはほとんど差が認められなかった。このことは、麦稈を圃場に鋤き込んでも、1年後にコムギが栽培される秋までにはそのほとんどが分解されて消失したためと考えられる。しかし、麦稈を秋期に圃場に鋤き込むと、後作物の生育初期のN含有率が低下し、そのために低収になる (道立中央・十勝・北見農業試験場, 1973) とされていることもあるので、収穫後の麦稈を圃場から持ちだしてから非寄主作物を栽培することを基本にすべきと考えられる。

収穫後のコムギ圃場に30日間以上灌水処理するか、水田の裏作にコムギを栽培することが条斑病の発生被害を軽減する方法として有効である (鑄方・河合, 1937; 藤

田ら, 1984) とされるが, 北海道でも水田転換畑のコムギに発生する立枯病の発生被害を軽減する方策としての湛水処理(宮島, 1986)が指導されている。本研究では湛水処理による土壌中の病原菌数の推移と発病及び収量を検討した。湛水処理は圃場に水が溜っている状態を保持することが条件であるが, 湛水処理の条斑病に対する効果は, 処理期間が長く(20日間以上), 処理時の水温や地温が高いほど(25℃以上), 土壌中の罹病麦稈組織内の条斑病菌の死滅速度が早く, 発病株率も低率となることが確認された。従って, 湛水処理の効果を十分に高めるには, 20日間以上の湛水期間と湛水時の水温や地温の上昇を確保することが重要である。北海道の水田転換畑のコムギ圃場(約38,000ha, 全体の約29%を占める)で, コムギの連作を前提とした湛水処理を実施するには, コムギの収穫後から播種するまでの日数が短いこと, 水稻の落水期以降には灌漑用水の供給が断たれることなどが原因して, 十分な湛水日数の確保が困難になる例がある。従って湛水処理の可能性は, 地域の灌漑水の事情に左右されるが, 可能な範囲で湛水期間を長期間に設定し, 圃場の減水深が大きく常に灌漑水を導入する必要がある場合には, 耕起し灌漑水を導入後に水田のように代かき作業を実施すると減水深が小さくなり, 昇温効果も期待できると考えられる。また, 湛水処理による効果が上がっていない事例をみると, 麦稈の鋤き込みが不十分なため, 麦稈が浮上していることが多いので, 麦稈は湛水前に十分に鋤き込む必要がある。

作物病害の被害軽減策として抵抗性品種や抵抗性台木を育成しそれを利用する試みは, 多くの作物の多くの病害で取り組まれ, 多くの成果があげられている。北海道におけるコムギの育種は道立北見農業試験場小麦科において, 高品質で多収しかも各種雪腐病に抵抗性の品種開発を目標として精力的に展開されている。特に, 病害との関係では各種雪腐病抵抗性に関係が深い耐冬性に関する育種学的研究(天野, 1987)の成果が新品種の中に取り入れられてきている。コムギ条斑病に対する品種の感受性程度や抵抗性の分類, 抵抗性の発現機作等に関する報告は多い(柚木・桜井, 1965; Mathre & Johnston, 1975; Bruehl et al, 1980; Mathre et al, 1980; Morton & Mathre, 1980; Morton et al, 1980; Mathre et al, 1985; Matin et al, 1986)が, 本研究では品種・系統による条斑病の発病差及びそれを検定するための接種方法などについて検討した。条斑病の多発圃場でコムギの品種・系統を栽培すると, 発病率に差が認められ, 現在北海道で栽培面積の60%以上を占めている「チホクコムギ」の発病率が最も安定して高率で

あることから, 品種・系統間に条斑病に対する感受性程度に差があることが明らかになった。予め無病土で育苗した幼苗(播種後35日)を抜き取り, 根部を条斑病菌分生子液(濃度 $10^3 \sim 10^7$  CFU/ml)に浸漬(数秒間)後, 無病土に移植して発病を観察する方法が, 最も簡便でしかも安定した発病の得られる室内幼苗検定方法である。室内接種では条斑病菌の感染を促すため, 根に付傷する必要があるが, この方法では幼苗を抜き取る際に根に傷が付くのでその必要がない。圃場における抵抗性検定の場合には, 条斑病菌をエンバク粒で培養した接種源を, コムギの播種時に畦1m当り16ml(種子容量の3倍に相当)作条接種する方法が接種効果が高く, 安定した発病が得られる。この方法によって, 品種・系統の抵抗性検定を2年間実施したところ, CC1239-3・5とCI11222の発病が発病株率及び発病度ともに安定して低率であり, これらは条斑病に対する抵抗性育種の素材として使用できる可能性の高いことが明らかとなった。現在, 道立北見農業試験場では以上に述べた成果を参考とし, 小麦科と病虫科が共同研究として検定方法等に検討を加えながら, 条斑病の抵抗性品種の育種に取り組んでおり, その成果が期待される。

以上に述べた防除対策に関する知見に基づき, 条斑病の防除対策をまとめると以下ようになる。

#### 1. 条斑病の発生分布を拡大しないための対策

- ① 健全種子の生産と使用を推進するため, 条斑病の発生圃場では採種栽培を行わない。
- ② 作業機械による発病土壌や罹病麦稈の移動を防止する。
- ③ 種子消毒を励行して汚染種子による条斑病菌の分散を防止する。

#### 2. 条斑病の発生圃場で被害を軽減するための対策

- ① コムギの播種期は地域の播種適期を守り, 適期幅内では遅い方が良い。
- ② 発生圃場の収穫後の麦稈は, 圃場外に搬出して完熟堆肥を作成し, 有効利用を図る。
- ③ 非寄主作物を1年間栽培後にコムギを栽培する(この場合, ジャガイモ及びトウモロコシを用いると効果的である)。発病軽減効果を更に高めるには非寄主作物の栽培を2年間以上とする。
- ④ 水田転換畑では, 収穫後のコムギ圃場に20日間の湛水処理を行う。この場合, 麦稈を完全に土壌中に埋没させることが必要である。
- ⑤ コムギ圃場内及びその周辺のイネ科雑草の防除を徹底する。

## IX. 摘 要

北海道のコムギに条斑病の発生が確認されたのは1981年であったが、それ以降の発生分布の拡大と発生量の増加が著しく、高品質・多収を目指す北海道のコムギ栽培に重大な障害となる病害として注目された。このようなことから本研究は、北海道におけるコムギ条斑病の発生生態を明らかにし、それに基づく防除対策を確立することを目的に実施したものである。その結果を要約すると以下のとおりである。

### 1. 病原菌に関する実験

病原菌の分生子は無色、単胞、長楕円形で大きさ $5 \sim 11 \times 1.5 \sim 3 \mu\text{m}$ で、短い子柄上に集合して帽頭状になり、これら病原菌はGraminAを産生することが確認された。コムギ幼苗の根を $10^5 \sim 10^6$ 濃度の分生子液に浸漬後ポットに移植すると、2～3週間後には下位葉身に1～2本の黄色の条斑を形成する。病原菌は接種により、コムギのほかマウンテンブロムグラス、オーチャードグラス、シバムギにも病原性を示し、オーチャードグラスでは自然発生も確認された。これらのことから、病原菌は*Cephalosporium gramineum* Nis. & Ika. と同定された。

条斑病に罹病した麦稈では、 $5 \sim 18^\circ\text{C}$ の多湿条件下で多数のスポロドキアを生成し、その最適温度は $7 \sim 15^\circ\text{C}$ の間にあると考えられる。野外の圃場条件では10月上旬からスポロドキアが生成されるが、裸地では生成量が少なく、雑草等が繁茂している場所での生成量が多い。スポロドキアで多量に産生される分生子を種子に付着させて播種すると、種子伝染による発病が認められる。

### 2. 条斑病の病徴と発病経過

条斑病に罹病すると、コムギは根と冠部の褐変、下位葉身の黄化、茎葉の条斑症状などを発現する。根と冠部の褐変及び下位葉身の黄化は、播種後約1か月の10月中旬から認められ、条斑病の典型的症状は越冬後の5月上旬に出現し、約1か月後には最上位葉にまで達する。葉身の条斑は葉鞘の条斑に連続しているのが特徴で、症状の激しい株では稈や穂軸にも褐色条斑を形成する。条斑病菌の感染時期は10月中旬～下旬で、根から侵入・感染した病原菌は通導組織を通じて地上部茎葉全体にまん延し、典型的導管病の病徴を示す。

### 3. 条斑病の発生実態と被害解析

条斑病は1981年に確認されて以来、1986年頃まで急速に発生面積や発生量が増加した。これまでに確認した発生地域は、北海道のコムギ栽培地域のほぼ全域に達し、発生量は普通畑、転換畑の区別なく連作圃場で圧倒的に多い。このように、急速に発生地域が拡大して発生量が増加した原因として、1970年より実施された転換畑政策の推進により、1978年から1988年にかけてコムギの栽培面積が急増して長期連作が定着したこと、種子更新や種子消毒が徹底されていなかったことが挙げられる。しかし、現在では輪作の励行などにより減少傾向にあり、特に多発圃場が減少している。

条斑病に罹病すると、健全株に比較して草丈が20～30%、最上位の節間長が60～80%も減少するため、多発圃場では著しいズリ込み症状になる。条斑病の発病が収量構成要素に及ぼす影響は極めて大きく、最も強く影響されるのはコムギの収量構成要素の根幹をなす、1穂当りの粒数と粒重である。特に注目されるのは、1穂粒重、1穂整粒重、千粒重で健全株と発病株との差が極めて大きく、発病株ではわずかに発病しただけで各要素とも50%以上の減少率となり、条斑病による被害は発病程度の差により、発病の有無に大きく左右されることである。なお、圃場における発病率と収量との間には高い負の相関が認められ、 $Y = 178.64 - 1.89X$ の関係式が得られた。

### 4. 条斑病の発生生態

条斑病の発生圃場産の種子は、その表面が病原菌で汚染されているのみならず、導管通過型の感染がみられる種子も存在し、種子汚染率は多発圃場産種子ほど高率で、最高24%に達した(感染種子は最高20%)。しかし、種子伝染による発病率は極めて低率で、最大1.1%にとどまった。汚染種子の使用は無発生圃場を病土化するので、発生圃場産の汚染種子が病原菌の分散と定着に果たす役割は極めて重要である。種子の汚染経路として、発病コムギの通導組織を通じた導管通過型の感染によるもののほか、脱穀作業中に、罹病コムギ組織内の病原菌によって健全種子が汚染されることが確認された。しかし、健全株と病株が圃場で生育中に接触し合っても、健全株は発病することがなく、種子も汚染しない。

汚染種子を播種すると、コムギの根圏土壌から病原菌が検出される。根圏土壌からの病原菌の検出数は、多発圃場産の種子を播種した場合に多い。汚染種子の使用で土壌が汚染した圃場にコムギを連作すると、土壌中の病原菌数が急激に増加し、発病率が前年の約50倍にも達することがあり、発生地域の拡大を防止するには、汚染種子による病原菌の分散を防止することが重要である。条斑病の土壌伝染は汚染種子による病原菌の持ち込みのほか、罹病茎葉や耕うん作業機に付着した病土の持ち込みなどによっても起こる可能性が高い。多発圃場における土壌中の病原菌数は、10月から3月にかけて最も多く、4月から5月に急激に減少し、6月から8月にはほとんど検出されなくなるという推移を示す。また、多発圃場では病原菌が地表下35cmまで分布し、0~20cmの範囲内に多く分布する。

条斑病の発生圃場及びその周辺から採取した8属8種のイネ科植物の根圏土壌から条斑病菌が検出され、条斑病菌は多くのイネ科植物の根圏土壌で、感染することなく生存することが確認された。条斑病菌のイネ科植物根圏土壌での生存期間は長く、供試した11属15種のイネ科植物のほとんどの根圏土壌で300日以上、それらのうち、5種のイネ科植物の根圏土壌では739日後でも生存することが確認され、コムギ圃場の雑草として存在するイネ科植物が、条斑病菌の保菌源として重要であることが確かめられた。

以上に述べた条斑病の発生生態に基づいて、条斑病の伝染環を明らかにした。

## 5. 防除対策

### (1) 薬剤防除

#### ① 種子消毒による病原菌の分散防止

発生圃場産の種子はその表面と内部(胚)が病原菌で汚染されているが、種子消毒(粉衣、浸漬、吹き付け)により、汚染種子による病原菌の分散を防止できることを明らかにした。特に、チウラム・ベノミル剤、チウラム・チオファネートメチル剤は、コムギ種子内部への浸透性にも優れているため、種子内部に存在する病原菌にも有効である。大量のコムギ種子に対する種子消毒を効率的にしかも効果的に実施するには、高濃度吹き付け処理を行う専用種子消毒機を用いるのが有利である。

#### ② 土壌消毒の効果

条斑病の多発圃場における土壌消毒の効果を検討した結果、ダゾメット粉粒剤を10a当り30kg施用すると土壌中の病原菌数が減少し、発病率が低下する効果が認められた。しかし、土壌消毒剤による土壌消毒は、多額の

経費を必要とするため、実用的方法ではないと考えられる。

#### ③ 殺菌剤の茎葉散布の効果

チオファネートメチル剤及びベノミル剤を茎葉散布すると、止葉での条斑症状が減少する効果が認められた。しかし、止葉以外の葉の発病を防止するには至らず、茎葉組織内に残る病原菌量を減少させることはできないと考えられる。従って、これらの茎葉が収穫後の土壌中に残ると、病原菌のスポロドキアが形成されることが明らかで、条斑病の発病軽減策としての薬剤の茎葉散布は、ほとんど意味がないと考えられる。

### (2) 耕種的防除

#### ① 播種時期と発病

条斑病の多発圃場でコムギの播種期を変えると、早期播種ほど条斑病の発病率が上がるということが確かめられた。コムギの播種期は、越冬前の生育量を確保して越冬性を向上させるための検討結果から設定されているので、単純に遅くすることはできないが、地域における播種適期内では遅い方が良く考えられる。

#### ② 罹病麦稈の処理と発病

条斑病の多発圃場において、収穫後のコムギ圃場に残留する罹病麦稈の量を変えることによる、発病抑制の可能性を検討した。罹病麦稈を鋤き込み後にコムギを播種すると、土壌中の病原菌数が多く経過し、発病率も高く低収である。これに対して、罹病麦稈を焼却するか抜き取って圃場外に搬出すると、土壌中の病原菌数が少なく推移し、発病率も低く多収となった。このことから、多発圃場の麦稈はベールするなどして圃場外に搬出すべきであり、そのことによって土壌中の病原菌数を制御し、発病を少なくすることが可能である。

#### ③ 湛水処理による発病の軽減

条斑病の多発圃場のコムギを収穫後、麦稈が完全に埋没するように反転耕起した圃場に、20日間以上湛水処理すると、土壌中の病原菌数が減少し、発病率も低下する。この場合、麦稈が水に浮上するような状態での湛水処理は、その効果が著しく劣る。

#### ④ 作付体系による発病の軽減

条斑病の多発圃場に、非寄主作物を1年間または2年間栽培すると、土壌中の病原菌数は連作区に比較して著しく低レベルで推移し、その後コムギを栽培しても土壌中の病原菌数の増加は認められない。このようにして土壌中の病原菌数を低レベルにした圃場にコムギを栽培すると、条斑病の発病率は連作区に比較して著しく低率となり、収量も地域における平年収量あるいはそれ以上に達した。非寄主作物を栽培する効果は、非寄主作物



を2～3年間栽培した場合に顕著であったが、1年間非寄主作物を栽培してもその後の条斑病の発病率は低率で、特にジャガイモを用いた交互作での発病率は、2～3年間非寄主作物を栽培した場合と同程度となった。非寄主作物の栽培により条斑病の発病率が低率となり、収量性が回復した圃場にコムギを2年以上栽培すると明らかに低収となるので、コムギの連作は避けるべきである。

### (3) 品種・系統と発病

現在、北海道で栽培面積が多い「ホロシリコムギ」と「チホクコムギ」の発病を条斑病の多発圃場に栽培して比較すると、「チホクコムギ」の発病率が明らかに高

い。抵抗性品種育成のための抵抗性検定法を検討した結果、室内幼苗検定では、幼苗の根を病原菌分生子液に浸漬後にポットに移植する方法が有効であった。圃場検定では、接種源の導入方法によって発病に差があり、検定コムギの種子に近い場所に接種源を設置すると安定した発病が得られた。この方法によって品種・系統の抵抗性検定を2年間実施したところ、CC1239-3・5とCI11222の発病が、発病株率及び発病度ともに安定して低率であり、条斑病に対する抵抗性育種の素材として使用できる可能性が考えられた。

以上にのべた防除対策に関する知見に基づき、条斑病の防除対策を確立した。

## 引用文献

- 1) 天野洋一 (1987) 秋播小麦における耐凍性の育種学的研究. 北海道立農試報告. 64, 1-79.
- 2) Anderegg, J. C. and Murray, T. D. (1988) Influence of soil matric potential and soil pH on *Cephalosporium* stripe of winter wheat in the greenhouse. *Plant Dis.* 72, 1011-1016.
- 3) Bailey, J. E., Lockwood, J. L. and Wiese, M. V. (1982) Infection of winter wheat by *Cephalosporium gramineum* as influenced by freezing roots. *Phytopathology.* 72, 1324-1328.
- 4) Bockus, W. W. and Classen, M. M. (1985) Effect of lime and sulfur application to low - pH soil on incidence of *Cephalosporium* stripe in winter wheat. *Plant Dis.* 69, 576-578.
- 5) Bockus, W. W., O'Connor, J. P. and Raymond, P. J. (1983) Effect of residue management method on incidence of *Cephalosporium* stripe under continuous winter wheat production. *Plant Dis.* 67, 1323-1324.
- 6) Bockus, W. W. and Sim, T. IV. (1982) Quantifying *Cephalosporium* stripe disease severity on winter wheat. *Phytopathology.* 72, 493-495.
- 7) Bruehl, G. W. (1956) *Cephalosporium* stripe disease of winter wheat in Washington. *Phytopathology.* 46, 178-180.
- 8) Bruehl, G. W. (1957) *Cephalosporium* disease of wheat. *Phytopathology.* 47, 641-649.
- 9) Bruehl, G. W. (1963) *Hymenula cerealis*, the sporodochial stage of *Cephalosporium gramineum*. *Phytopathology.* 53, 205-208.
- 10) Bruehl, G. W. (1968) Ecology of *Cephalosporium* stripe disease of winter wheat in Washington. *Plant Dis. Rep.* 52, 590-594.
- 11) Bruehl, G. W., Millar, R. L. and Cunfer, B. (1969) Significance of antibiotic production by *Cephalosporium gramineum* to its saprophytic survival. *Can. J. Plant Sci.* 49, 235-236.
- 12) Bruehl, G. W., Murray, T. D. and Allan, R. E. (1986) Resistance of winter wheat to *Cephalosporium* stripe in the field. *Plant Dis.* 70, 314-316.
- 13) Christian, D. G. and Miller, D. P. (1984) *Cephalosporium* stripe in winter wheat grown after different methods of straw disposal. *Plant Pathol.* 33, 605-606.
- 14) Dickinson, E. C. and Lucas, J. A. (1982) *Plant pathology and plant pathogens*, 2nd ed. (寺中理明訳：植物病理学, 培風館, 1986)
- 15) Elizabeth, A. and Stiers, P. L. (1977) *Cephalosporium gramineum* : a seedborne pathogen. *Plant Dis. Rep.* 61, 619-621.
- 16) Fernandez, J. A. and McShane, M. S. (1980) *Cephalosporium* stripe of winter wheat in Wyoming. *Plant Dis.* 64, 1117.
- 17) Gams, W. (1971) *Cephalosporium*artige Schimmelpilze (Hyphomycetes). *Niederlande.* 1-262.
- 18) 藤田耕朗, 野田 聡, 石川元一 (1984) コムギ条斑病の発生と防除対策. 関東東山病害虫研究会年報. 31, 20-21.
- 19) Gerdermann, J. W. and Weibel, R. O. (1960) *Cephalosporium* stripe on small grains in Illinois. *Plant Dis. Rep.* 44, 877.
- 20) Gray, E. G. and Noble, M. (1960) *Cephalosporium* stripe in cereals in Scotland. *FAO Plant Prot. Bull.* 8, 46.
- 21) Howell, M. J. and Burgess, P. A. (1969) *Cephalosporium gramineum* causing leaf stripe of grasses and its sporodochial stage, *Hymenula cerealis*, on cereals and grasses. *Plant Pathol.* 18, 67-70.
- 22) 北海道農政部, 北海道中央農試編 (1983-1991) 各年度農作物有害動物発生予察事業年報.
- 23) 北海道立北見農業試験場 (1981) 秋まき小麦「チホクコムギ」(系統番号北見42号). 昭和56年度普及奨励ならびに指導参考事項, 北海道農政部. 12-17.
- 24) 北海道立北見農業試験場 (1981) 畑作物の連・輪作に関する長期試験. 北見農試資料第3号. 1-89.
- 25) 北海道立中央・十勝・北見農業試験場 (1973) 地力増進を基盤とする畑作物の高度多収技術. 昭和48年度普及奨励ならびに指導参考事項第2編. 北海道農政部. 168-187.
- 26) 飯泉雅司, 夏秋知英, 奥田誠一, 寺中理明 (1982)

- 栃木県におけるコムギ条斑病の発生と病原菌の2, 3の性質. 関東東山病害虫研究会年報. 29, 37.
- 27) 鑄方末彦, 河合一郎 (1937) 小麦条斑病に関する研究. 岡山農試臨時報告. 41, 1-111.
- 28) Johnston, R. H. and Mathre, D. E. (1972) Effect of infection by *Cephalosporium gramineum* on winter wheat. *Crop Sci.* 12, 817-819.
- 29) Jones, J. B. Jones, D. J., Roane, C. W. and Tillman, R. W. (1980) *Cephalosporium* stripe of cereals in Virginia. *Plant Dis.* 64, 325.
- 30) 岸 国平 (1976) 保菌種子をめぐる諸問題・植物防疫. 30, 27-30.
- 31) 国井輝男 (1980) 上川地方における秋播小麦の冬損に関する研究. 第2報. 越冬前の生育量と冬損とくに越冬基歩合との関係. *北農*, 47(6), 1-12.
- 32) Kobayashi, K., Ui, T., Saito, I. (1982) *Cephalosporium* stripe of winter wheat in Hokkaido. *Ann. Phytopath. Soc. JPN.* 48, 542-543.
- 33) 小林喜六, 宇井格生, 齋藤 泉, 宮島邦之, 尾崎政春 (1982) 北海道に発生した小麦条斑病について. *日植病報*. 48, 123.
- 34) Lai, P. and Bruehl, G. W. (1968) Antagonism among *Cephalosporium gramineum*, *Trichoderma* spp., and *Fusarium culmorum*. *Phytopathology.* 58, 562-566.
- 35) Large, E. C. (1954) Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. *Plant Pathol.* 3, 128-129.
- 36) Latin, R. X., Harder, R. W. and Wiese, M. V. (1982) Incidence of *Cephalosporium* stripe as influenced by winter wheat management practices. *Plant Dis.* 66, 229-230.
- 37) Love, C. S. (1985) Effect of soil pH on infection of wheat by *Cephalosporium gramineum*. (Abstr.) *Phytopathology.* 75, 1296.
- 38) Martin, J. M., Mathre, D. E. and Johnston, R. H. (1986) Winter wheat genotype responses to *Cephalosporium gramineum* inoculum levels. *Plant Dis.* 70, 421-423.
- 39) Martin, J. M., Mathre, D. E. and Johnston, R. H. (1986) Water use in winter wheat as influenced by *Cephalosporium gramineum*. *Crop Sci.* 26, 14-20.
- 40) Mathre, D. E. and Johnston, R. H. (1975) *Cephalosporium* stripe of winter wheat : procedures for determining host response. *Crop Sci.* 15, 591-594.
- 41) Mathre, D. E. and Johnston, R. H. (1975) *Cephalosporium* stripe of winter wheat : infection processes and host response. *Phytopathology.* 65, 1244-1249.
- 42) Mathre, D. E. and Johnston, R. H. (1979) Decomposition of wheat straw infected by *Cephalosporium gramineum*. *Soil Biol. Biochem.* 11, 577-580.
- 43) Mathre, D. E., Johnston, R. H. and Martin, J. M. (1986) Registration of three winter wheat *Cephalosporium* stripe resistant germplasm lines. *Crop Sci.* 26, 1092-1093.
- 44) Mathre, D. E., Johnston, R. H. and McGuire, C. F. (1977) *Cephalosporium* stripe of winter wheat : pathogen virulence, sources of resistance, and effect on grain quality. *Phytopathology.* 67, 1142-1148.
- 45) 宮島邦之, 坪木和男 (1981) *Gaeumannomyces graminis* (Sacc) Arx & Oliver var. *tritici* Walker によるコムギ立枯病の発生. 北海道立農試集報. 45, 38-46.
- 46) 宮島邦之 (1986) コムギ立枯病の発生生態と防除. *植物防疫.* 40, 159-162.
- 47) Morton, J. B. and Mathre, D. E. (1980) Physiological effects of *Cephalosporium gramineum* on growth and yield of winter wheat cultivars. *Phytopathology.* 70, 807-811.
- 48) Morton, J. B. and Mathre, D. E. (1980) Identification of resistance to *Cephalosporium* stripe in winter wheat. *Phytopathology.* 70, 812-817.
- 49) Morton, J. B., Mathre, D. E. and Johnston, R. H. (1980) Relation between foliar symptoms and systemic advance of *Cephalosporium gramineum* during winter wheat cultivars. *Phytopathology.* 70, 802-807.
- 50) Murray, T. D. (1988) Influence of pH on *Cephalosporium gramineum* I. radial growth and dry matter accumulation. *Can. J. Bot.*

- 66, 2299-2304.
- 51) Murray, T. D. (1988) Soil application of benzimidazole fungicide for the control of *Cephalosporium* stripe in the greenhouse and field. *Plant Dis.* 72, 1054-1058.
- 52) Murray, T. D. and Bruehl, G. W. (1983) Composition of wheat straw infested with *Cephalosporium gramineum* and implications for its decomposition in soil. *Phytopathology.* 73, 1046-1048.
- 53) 西門義一, 松本正義, 山内巳酉 (1933) 小麦の条斑病に関する研究. *農学研究.* 21, 270-318.
- 54) 尾崎政春, 赤井 純, 真野 豊 (1983) 北海道におけるコムギ条斑病の発生状況と被害. *北海道立農試集報.* 50, 54-63.
- 55) 尾崎政春, 近藤則夫, 赤井 純 (1987) コムギ条斑病菌による種子及び土壌の汚染. *北海道立農試集報.* 56, 75-82.
- 56) 尾崎政春, 近藤則夫, 赤井 純, 児玉不二雄 (1988) 罹病麦稈の処理がコムギ条斑病の発生に及ぼす影響. *北海道立農試集報.* 58, 121-126.
- 57) 尾崎政春 (1990) 北海道におけるコムギ眼紋病の発生の現状と当面の対策. *植物防疫.* 44, 210-213.
- 58) 尾崎政春 (1992) コムギ条斑病. *日植病学会土壌伝染病談話会レポート.* 16, 31-40.
- 59) Pool, R. A. F. and Sharp, E. L. (1960) Some environmental and cultural factors affecting *Cephalosporium* stripe of winter wheat. *Plant Dis. Rep.* 53, 898-903.
- 60) Pool, R. A. F. and Sharp, E. L. (1966) A relationship between autumn root growth of winter wheat and infection by *Cephalosporium gramineum*. *Phytopathology.* 56, 895.
- 61) Pool, R. A. F. and Sharp, E. L. (1968) Distribution of *Cephalosporium* stripe disease of wheat in Montana. *Plant Dis. Rep.* 52, 818-819.
- 62) Ravenscroft, A. V. and Wiese, M. V. (1972) A medium for the selective isolation of *Cephalosporium gramineum* from soil. *Phytopathology.* 62, 783-784.
- 63) Raymond, P. J. and Bockus, W. W. (1984) Effect of seeding date of winter wheat on incidence severity and yield loss caused by *Cephalosporium* stripe in Kansas. *Plant Dis.* 68, 665-667.
- 64) Richadson, M. J. and Rennie, W. (1970) An estimate of the loss of yield caused by *Cephalosporium gramineum* in wheat. *Plant Pathol.* 19, 138-140.
- 65) Roane, C. W. and Starling, T. M. (1976) *Cephalosporium* stripe of wheat in Virginia. *Plant Dis. Rep.* 60, 345.
- 66) Slope, D. B. (1962) *Cephalosporium* stripe disease of wheat. *Plant Pathol.* 11, 160.
- 67) Slope, D. B. and Bardner, R. (1965) *Cephalosporium* stripe of wheat and root damage by insects. *Plant Pathol.* 14, 184-187.
- 68) Smith, N. A., Scheffer, R. P. and Ellingboe, A. H. (1966) *Cephalosporium* stripe of wheat prevalent in Michigan. *Plant Dis. Rep.* 50, 190-191.
- 69) Specht, L. P. and Murray, T. D. (1989) Sporulation and survival of conidia of *Cephalosporium gramineum* as influenced by soil matric potential and soil fumigation. *Phytopathology.* 79, 787-793.
- 70) Welbank, P. J., Gibb, M. J., Taylor, P. J. and Williams, E. D. (1974) Root growth of cereal crops. *Rep. Rothamsted Exp. Stn. for 1973.* part 2, 26-66.
- 71) Wiese, M. V. (1972) Colonization of wheat seedlings by *Cephalosporium gramineum* in relation to symptom development. *Phytopathology.* 62, 1013-1018.
- 72) Wiese, M. V. (1987) *Compendium of wheat diseases.* 2nd ed. American Phytopathological Society. St. Paul, MN. 112p.
- 73) Wiese, M. V. and Ravenscroft, A. V. (1973) Quantitative detection of propagule of *Cephalosporium gramineum* in soil. *Phytopathology.* 63, 1198-1201.
- 74) Wiese, M. V. and Ravenscroft, A. V. (1975) *Cephalosporium gramineum* populations in soil under winter wheat cultivation. *Phytopathology.* 65, 1129-1133.
- 75) Wiese, M. V. and Ravenscroft, A. V. (1978) Sporodochium development and conidium production in *Cephalosporium gramineum*. *Phytopathology.* 68, 395-402.

76) Willis, W. G. and Shively, O. D. (1974)  
Cephalosporium stripe of winter wheat and  
barley in Kansas. Plant Dis. Rep. 58, 566-

567.

77) 柚木利文, 桜井義郎 (1965) コムギ条斑病の防除に  
関する研究. 中国農試報告A. 11, 113-144.

# Studies on Ecology of Cephalosporium Stripe of Winter Wheat in Hokkaido and Its Control.

by  
Masaharu OZAKI

## Summary

Cephalosporium stripe of winter wheat caused by *Cephalosporium gramineum* Nis. & Ika. was first reported in Hokkaido in northernmost Japan in 1981. The disease was severe and widespread, and it was afraid that the disease would inhibit the production of high quality wheat grains. The purpose of this study was to elucidate the ecology of Cephalosporium stripe in Hokkaido and to develop a control method for the disease. The results were summarized as follows.

### 1. Symptoms and the disease development

Causal fungi infect wheat in mid to late October and invade into vascular bundles. Diseased plants showed browning of the roots and crowns, yellowing of the lower leaves, and stripes on the leaves and sheaths. Browning and yellowing appear one month after seeding in mid October. Typical symptoms of stripe first appear in the lower leaves in early May next year, and develop in the uppermost leaves within one month. Stripes on the leaf blade elongate to the sheath. Stripes were sometimes observed on the culms and axis in severely infected plants.

### 2. Field survey and damage analysis

Since the disease was first reported in 1981, its area of occurrence and severity has increased. Owing to crop rotation, the occurrence of disease has decreased. The disease occurs most in the winter wheat cropping areas. The disease severity is conspicuous in continuous wheat cropping, and there is no difference between common upland fields and those converted from paddy fields.

The rapid increase of the disease is due to continuous cropping resulting from the increasing use of converted fields, non-renewing of the seeds, and non-disinfection of seeds by fungicide.

In the severely diseased fields, wheat plants were stunted, viz., the height of plants decreases 20 to 30%, because the length of the uppermost internodes of the diseased plants decreases 60 to 80%.

The disease decreases the number and the weight per panicle, which is one of the most important factors for wheat grain production, and causes a reduction in the yield per hectare. Even in cases of slight occurrence of the disease, the regular grain number and weight per panicle are reduced, and the total loss reaches 50% as compared with that of healthy plants.

A highly negative correlation between the percent of diseased stems number (X) and the yield (Y) is shown, where  $Y = 178.64 - 1.89X$ .

### 3. Ecology of Cephalosporium stripe of wheat

#### (1) Pathogen

Conidia of the causal fungus are ovoid, unicellular, hyaline,  $1.5 \sim 3 \times 5 \sim 11 \mu\text{m}$ , and produce

Graminin A. Wheat seedlings of which the roots were dipped into a conidia suspension ( $10^5$  to  $10^6$  spores per ml) were transplanted into a pot. One or two yellow stripes appeared on each leaf 2 to 3 weeks after inoculation. Inoculation test showed that the fungus is pathogenic to wheat, mountain brome grass (*Bromus marginatus* L.), orchard grass (*Dactylis glomerata* L.), and quack grass (*Agropyron repens* L.).

The same causal fungus was isolated from orchard grass. The causal fungus was identified as *Cephalosporium gramineum* Nis. & Ika.

Many sporodochia of the causal fungus were produced on diseased straw under humid conditions at 5 to 18°C. The optimum temperature for sporodochia formation is 7 to 15°C. Under natural conditions sporodochia were produced in early October, and they are large in number on the humid ground covered by various weeds. The seeds contaminated with the conidia produced on sporodochia develop the symptoms of stripe on the seedlings.

## (2) Ecology of the disease occurrence

Seeds harvested in diseased fields were contaminated by the causal fungus not only on the surface but also in the tissue of the seeds.

The more severe the infection in the fields, the greater is the number of seeds that were infected. The maximum seed infestation by the causal fungus reached 24% and that of the inner fungus reached 20%.

The occurrence of disease by seed infestation was very low (a maximum of 1.1%).

Since infested seeds can infest healthy soil, they play an important role in dispersal and settlement of the fungus. Seed infestation can be carried out in two ways: The propagules reach the seeds through the vascular system, or healthy seeds were contaminated by the causal fungus through the harvesting process. Infection is impossible even when healthy stems of wheat contact with infested ones in the growing stage.

The propagules were isolated from the rhizosphere of the plants grown from infested wheat seeds. The number of propagules is large in rhizospheres of the plants grown from the seeds from severely infected fields. Continuous cropping by sowing infested seeds causes rapid increase of the propagules in soil. In this continuous cropping soil the number of the diseased stems become fifty times as many as that of the ones in previous year. In order to prevent spreading of the disease, it is important not to disperse the propagules by infested seeds. Soil infestation can be caused by diseased plants and the infested soil carried by working machines. The number of propagules in the soil is the greatest from October to March, and rapidly decreases from April to May, and cannot be detected from June to August. They are distributed in soil to 35cm underground, and most of them survive to 20cm in depth.

*Cephalosporium gramineum* was isolated from the rhizospheres of 8 grass species belonging to 8 genera. The fungus can survive in the rhizosphere of various grasses without infection. The causal fungus survived for 300 days in the rhizospheres of 15 grass species belonging to 15 genera. In the rhizospheres of 5 grass species the fungus survived 739 days. It is sure that grass growing in the wheat field plays an important role as a source of infection.

## 4. Disease control

### (1) Control by fungicide

#### ① Seed disinfection

Seed disinfection by coating, sowing, and spraying with benomyl + thirum or thirum + thiophanate methyl is effective for control. Since these fungicides can permeate into the inner tissue of seeds, they can disinfect the causal fungus there. A special seed disinfecting machine is useful for spraying fungicides onto a large amount of seeds.

## ② Soil fumigation

Application of dazomet (30 Kg/ha) decreased the number of propagules in soil and the rate of the diseased plants. However, soil fumigation involves a large expenditure and is impractical.

## ③ Foliar application of fungicide

Foliar application of thiophanate methyl or benomyl reduced the spread of stripe on flag leaves a little, but it was unable to reduce the disease on the other leaves and sporodochia formation in soil, suggesting impractical of chemical application to control the disease.

## (2) Cultural practices for disease control

### ① Seeding date and disease occurrence

Early seeding increased the number of diseased plants. The later the seeding, the smaller is the occurrence of the disease. Late seeding within the proper seeding period is recommended.

### ② Management of crop residues

When infested residues were plowed into the soil and wheat was seeded, the number of propagules remained at a high level. Burning or removing the infested residues decreased the number of propagules and the rate of diseased plants.

Infested residue should be removed when the disease occurred severely.

### ③ Flood irrigation

In the field where flood irrigation is possible, the number of propagules and the rate of the diseased plants were decreased by 20 days of flooding. Complete burial of infested straw in soil is necessary to control the disease. Infested straw should not be floatation.

### ④ Crop rotation

In fields where non - host plants were grown for one or two years, the number of propagules in the soil rapidly decreased to a low level. In these fields damaged wheat was drastically decreased and the yield reached the average level of non - infested fields. Two or three year rotation with non - host plants such as corn or potato were effective for control.

## (3) Variety

Common varieties of winter wheat include "Horoshirkomugi" and "Chihokukomugi". The latter variety is more susceptible than the former. A seedling test for detecting resistance was developed. In this test, seedlings were dipped into a suspension of conidia just before transplanting. In the field test, confident results were obtained with burying inocula near seeds. CC1239-3-5 and CI11222 were promising parental lines for resistance.

Based on these results, a method for control of *Cephalosporium* stripe of wheat has been established.