

# 秋まきコムギの赤さび病の被害解析と 多発地帯における薬剤防除

池田 幸子

コムギ赤さび病による被害は品種によって差があった。その要因として抵抗性「弱」の品種では、形成される病斑数が多く、そのため病斑周囲のネクロシスおよび枯凋部分も抵抗性「中」の品種より大きくなり、枯れやすいためと考えられた。特に上位2葉の被害面積率（病斑面積率+ネクロシス面積率+枯凋面積率）は減収率と高い相関があった。

本病の多発地帯における品種の抵抗性に応じた薬剤防除体系を明らかにした。抵抗性「弱」の「ホクシン」では本病を薬剤で防除するには、止葉期に1回目を、開花始めに赤かび病との同時防除で2回目を行う。これに対し抵抗性「中」の「ホロシリコムギ」では赤かび病との同時防除の1回ですみ、抵抗性「強」の「チホクコムギ」では本病の防除を行う必要がない。

## 緒言

赤さび病は、雪腐病、赤かび病と共にコムギの重要病害である。1910年代には本病の蔓延によって北海道におけるコムギの作付け面積が減少するほど被害を与えたこともあった<sup>2)</sup>。近年では本病に抵抗性の比較的強い「チホクコムギ」の普及によって、本病に対する警戒は低くなっていたが、1994年に「ホクシン」が奨励品種として一般に導入されて以降、本病の発生が急増し、再び本病の重要性が増してきた<sup>1)</sup>。

そこで、1998年～2001年に本病が多発する空知管内長沼町の北海道病害虫防除所ほ場において、本病に対する被害解析を行うとともに、効率的な薬剤防除体系を検討した。

## 試験方法

### 1. 被害解析

#### (1) 品種と発病および被害

表1で示した耕種概要に従って1998年は「チホクコムギ」を、1999年～2001年は「ホクシン」および「ホロシリコムギ」を栽培し、表2・表3に従って薬剤散布を行い、発病および収量の調査を行った。

また、1999年および2000年の試験では、各葉位の病葉率および病斑面積率とともに発病に起因すると見られるネクロシス面積率および枯凋面積率についても調査し、

これらの関係について解析した。

#### (2) 被害面積率が収量に及ぼす影響

被害面積率（病斑面積率+ネクロシス面積率+枯凋面積率）と収量との関係を明らかにするため、Shaner and Finny (1977) によるAUDPC (area under the disease progress curve)<sup>13)</sup>の手法を活用し、1999年と2000年の発病および収量調査の結果をもとに解析した。なお、AUDPCは病斑面積率の累積として定義されているが、ここでは被害面積率の累積として算出したものをAUDPCとし、整粒重、千粒重および屑粒歩合との相関を求めた。AUDPCの求め方については、以下のとおりである。

$$AUDPC = \sum_{i=1}^n [(Y_i + 1 + Y_{i+1}) / 2] [X_i + 1 + X_{i+1}]$$

$Y_i = i$  回目の調査時における調査葉位の被害面積率

$X_i = i$  回目の調査時における調査葉位の出葉からの経過日数

$n =$  調査回数

なお、コムギの止葉をF葉、止葉下一枚目（次葉）をF-1葉、止葉下二枚目をF-2葉、と止葉(F)を基準に順次下位葉を「F-何葉」と表記することとする。

### 2. 被害許容水準と要防除水準

#### (1) 被害許容水準

1999年および2000年の発病および収量調査の結果をもとに、出穂期、開花始めおよび乳熟期の葉位別被害面積率と相対千粒重(完全防除区の千粒重を100としたときの指数)を求めた。病葉率と相対千粒重の相関については、1999年～2001年の調査結果より求めた。これらの結果から被害許容水準の設定を試みた。

2001年12月27日受理  
北海道病害虫防除所, 069-1395 夕張郡長沼町  
E-mail: ikedasc@agri.pref.hokkaido.jp

表1 耕種概要および調査項目

	1998年	1999年	2000年	2001年
播種日	前年9月12日	前年9月12日	前年9月12日	前年9月23日
施肥	基肥N 4 kg/10a 起生期追肥 N 8 kg/10a	同左	同左	同左
播種状況	畦幅30cm 播種量 255粒/m <sup>2</sup>	同左	同左	同左
区制	8m <sup>2</sup> 3反復	15m <sup>2</sup> 5反復	15m <sup>2</sup> 5反復	15m <sup>2</sup> 2反復
発病調査項目	1区10茎 上位3葉を葉位別に発病 度調査	1区25茎 全葉を葉位別に病斑面積 率, ネクロシス(病斑の 周辺の黄化した部分)面 積率, 枯凋面積率を調査*	同左	1区200茎 全葉を葉位別に病葉率 調査
収量調査項目	各区2m <sup>2</sup> 刈り取り, 1 m <sup>2</sup> あたりの整粒重(g)お よび屑粒歩合を算出し た。千粒重(g)を3回計 量し, 平均値をとった。	同左	同左	各区2m <sup>2</sup> 刈り取り, 千 粒重(g)を3回計 量し, 平均値をとった。

注) \*: これらの調査の和を被害面積率とした。

表2 1998年薬剤散布スケジュール

試験区	ステージ			
	F-2 展開期	止葉期	開花始め	開花期
①完全防除区	D	D	D	D
②止葉期+ 開花始め散布区		D	D	
③開花始め防除区			D	
④無防除区				

注) 供試薬剤: S=硫黄52%水和剤 400倍  
D(DMI)=プロピコナゾール25%水和剤2,000倍  
A=アゾキシストロビン20%水和剤 2,000倍  
C=クレソキシムメチル41.5%水和剤 2,000倍  
展着剤: グラミンS 10,000倍 散布量: 120g/10a  
以下供試薬剤についての表記は同じ。

## (2) 要防除水準の策定

1999年および2000年の試験結果より開花始めのF葉病葉率とそれ以前の生育ステージにおけるF-1葉の病葉率との相関を求め, 防除水準の設定を試みた。

## 3. 薬剤防除

被害解析で行った薬剤試験の結果から, 被害を回避できる薬剤防除体系を検討した。

## 結 果

### 1. 被害解析

#### (1) 品種と発病および被害

完全防除区, 止葉期+開花始め防除区, 開花始め防除区および無防除区における乳熟期の止葉の被害面積率と

表3 1999年~2001年薬剤散布スケジュール

試験区	ステージ			
	F-1抽出	止葉期	出穂直前	開花始め
①完全防除区	D	D		A
②硫黄防除区	S (以降10日ごとに3回散布)			A
③F-1期+開花始め防除区	D			A
④止葉期+開花始め防除区A		D		A
⑤止葉期+開花始め防除区B		D		C
⑥出穂直前+開花始め防除区A			D	A
⑦出穂直前+開花始め防除区B			D	C
⑧開花始め防除区A				A
⑨開花始め防除区B				C
⑩無防除区				

収量調査結果を表4、表5および表6に示した。

その結果、「チホクコムギ」は、無防除区と完全防除区とで収量の差が認められなかった(表4)。また、「ホロシリコムギ」は、無防除区で被害が認められるものの、開花始めのみの防除で対応可能であった(表5)。一方、「ホクシン」では、1999年および2000年に収穫前に薬剤防除を実施しなかった区で、完全防除区に対して減収が認められた。2001年は、収穫前に薬剤防除を行わない区における減収は認められなかった(表6)。

出穂期から乳熟期までの病斑面積率と、ネクロシス面積率および枯凋面積率の和との相関について、図1と図2に示した。

図に明らかなように病斑面積率が増加すると、ネクロシス面積率および枯凋面積率の和も増加した。

#### (2) 被害面積率が収量に及ぼす影響

各葉位のAUDPCと整粒重、千粒重および屑粒歩合との相関を表7に示した。

表に明らかなように「ホロシリコムギ」ではF-1葉以上の葉位におけるAUDPCと整粒重および千粒重との間

に高い負の相関が、屑粒歩合との間に正の相関が、それぞれ認められた。「ホクシン」では、F-2葉以上の葉位におけるAUDPCと整粒重および千粒重に高い負の相関が、屑粒歩合に正の相関がそれぞれ認められた。

表4 「チホクコムギ」の収量調査結果(1998年)

「チホクコムギ」	年次	収 量		
		整粒重 (kg/10a)	千粒重 (g)	屑粒歩合 (%)
①完全防除区	1998	568	39.7	1.68
②止葉期+ 開花始め防除区	1998	605	38.8	1.77
③開花始め防除区	1998	543	38.2	1.90
④無防除区	1998	569	36.3	2.11

注) それぞれの年次の完全防除区と

\* : 危険率5%で同年完全防除区と有意差あり,

\*\* : 危険率1%で同年完全防除区と有意差あり。

\*および\*\*については以下全て同じ意味で表中に用いる。

表5 「ホロシリコムギ」の収量調査結果(1999年~2001年)

「ホロシリコムギ」	年 次	乳熟期のF葉の 被害面積率(%)	収 量		
			整 粒 重 (kg/10a)	千 粒 重 (g)	屑粒歩合 (%)
① 完全防除区	1999	1.93	642	42.7	0.45
	2000	0.84	566	40.0	2.66
	2001	—	—	40.0	—
④ 止葉期+開花始め防除区A	1999	2.31	675	44.3	0.44
	2000	2.06	624	40.1	2.70
	2001	—	—	40.1	—
⑧ 開花始め防除区A	1999	11.48	639	43.4	0.43
	2000	6.13	606	39.1	2.99
	2001	—	—	40.0	—
⑩ 無防除区	1999	93.88	574	41.3	0.68
	2000	12.56	523	35.3**	4.63*
	2001	—	—	34.9**	—

表6 「ホクシン」収量調査結果(1999年~2001年)

「ホクシン」	年 次	乳熟期のF葉の 被害面積率(%)	収 量		
			整 粒 重 (kg/10a)	千 粒 重 (g)	屑粒歩合 (%)
① 完全防除区	1999	0.00	696	38.1	0.47
	2000	2.41	608	34.4	1.39
	2001	—	—	41.4	—
④ 止葉期+開花始め防除区A	1999	0.06	667	37.6	0.45
	2000	2.84	589	34.2	1.49
	2001	—	—	41.8	—
⑧ 開花始め防除区A	1999	5.02	609*	36.6*	0.74
	2000	16.64	506**	31.0**	3.41*
	2001	—	—	41.5	—
⑩ 無防除区	1999	23.96	549**	32.8**	1.40**
	2000	55.54	370**	26.7**	10.12**
	2001	—	—	39.6*	—

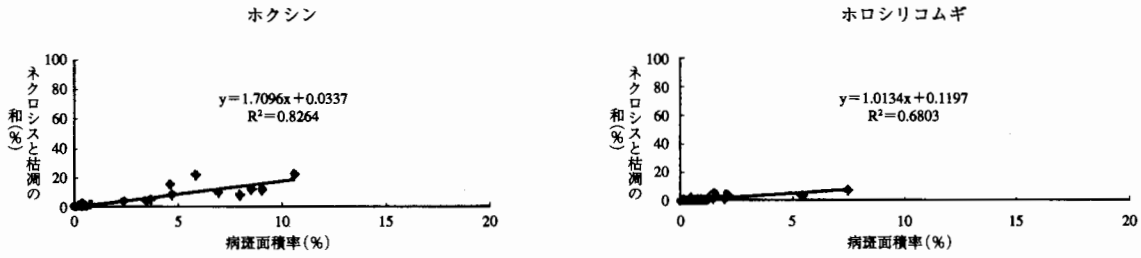


図1 止葉の病斑面積率とネクロシス・枯凋面積率との関係 (1999)

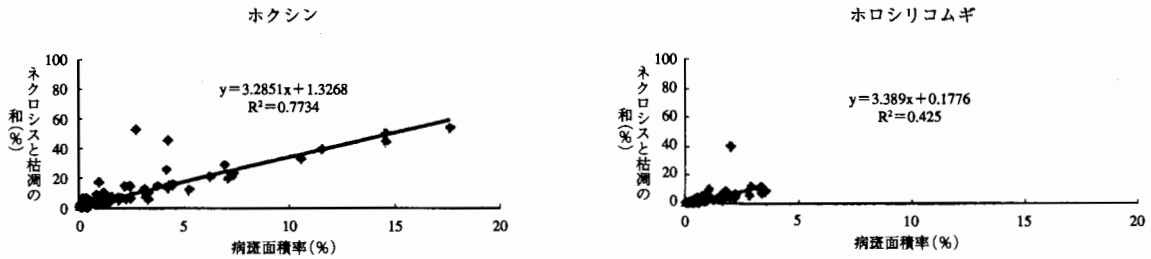


図2 止葉の病斑面積率とネクロシス・枯凋面積率との関係 (2000)

表7 各葉位におけるAUDPCと整粒重、千粒重及び屑粒歩合との相関係数

品 種	年 次	収量項目	葉 位 別 AUDPC			
			F-3	F-2	F-1	F
「ホクシン」	1999 (n=8)	整粒重	-0.323	-0.797*	-0.891*	-0.858*
		千粒重	-0.558*	-0.819*	-0.919*	-0.956*
		屑粒歩合	0.528*	0.802*	0.939*	0.988*
	2000 (n=7)	整粒重	0.037	-0.622*	-0.853*	-0.966*
		千粒重	0.042	-0.524*	-0.808*	-0.972*
		屑粒歩合	-0.111	0.573*	0.769*	0.992*
「ホロシリコムギ」	1999 (n=8)	整粒重	0.154	-0.589*	-0.797*	-0.854*
		千粒重	0.251	-0.427	-0.682*	-0.706*
		屑粒歩合	-0.204	0.490	0.723*	0.755*
	2000 (n=8)	整粒重	-0.471	0.009	-0.450	-0.612*
		千粒重	-0.554	-0.349	-0.808*	-0.974*
		屑粒歩合	0.472	0.259	0.717*	0.926*

2. 被害許容水準と要防除水準

(1) 被害許容水準

開花始めにおける止葉の病葉率と相対千粒重との関係を図3に示した。乳熟期における止葉の被害面積率と相対千粒重との関係を、図4に示した。図に示したように、開花始めおよび乳熟期の止葉の発病程度が高まると、千粒重が低下する傾向が認められた。

(2) 要防除水準の策定

出穂始め直前のF-1葉病葉率と開花始めのF葉病葉率との関係を図5に示した。F-1葉からF葉への病斑の進展は、品種、年次によって明らかな差が認められた。

3. 薬剤防除

1999～2001年における「ホクシン」および「ホロシリコムギ」の各薬剤散布区の千粒重の値を表8に示した。

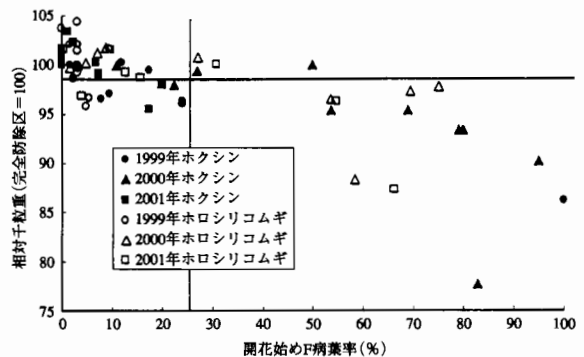


図3 開花始めにおけるF葉の病葉率と相対千粒重との関係

「ホロシリコムギ」は、無防除区で千粒重の低下が認められるが、開花始めに薬剤散布を行った区では認められなかった。また、その際開花始めに用いる薬剤は、本病に

対してやや効果が低いとされるクレソキシメチル剤を使用した場合でも差は認められなかった。

「ホクシン」では、出穂前に薬剤散布を行わなかった区

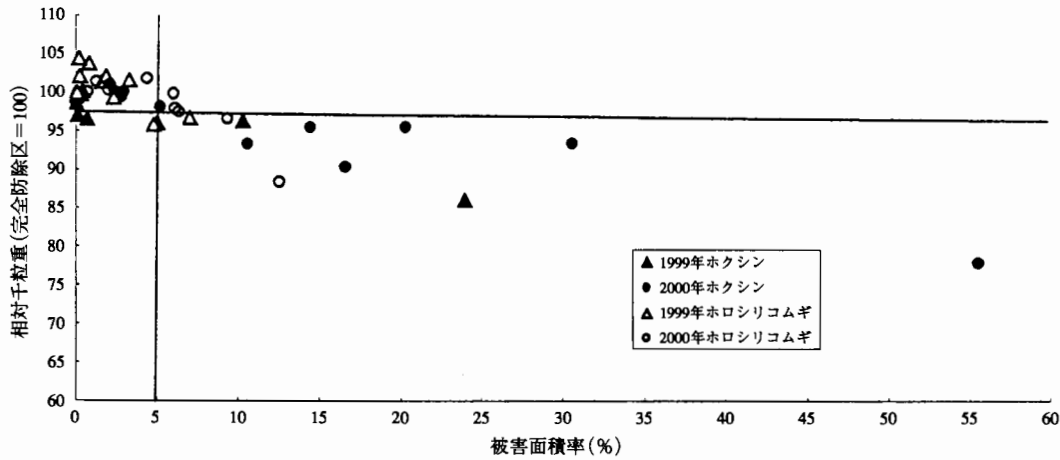


図4 乳熟期におけるF葉の被害面積率と相対千粒重との関係

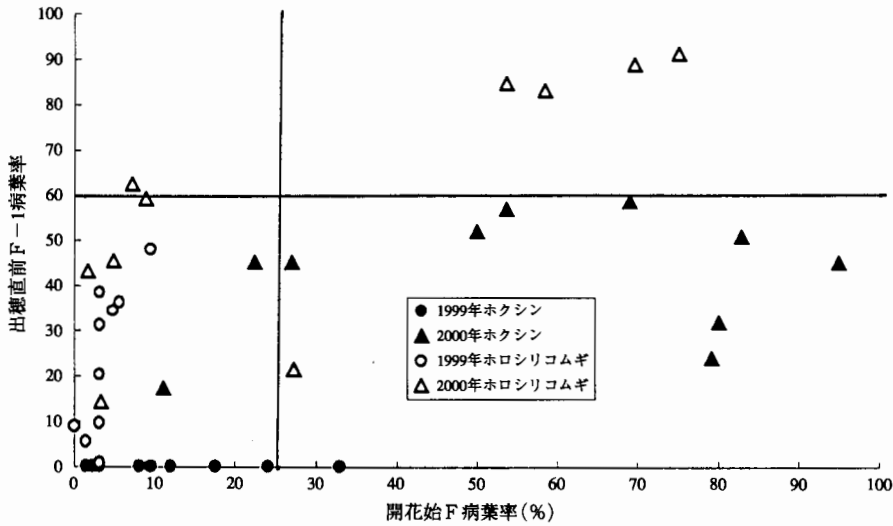


図5 出穂直前（出穂3日前）のF-1葉病葉率と開花始F葉病葉率の関係

表8 「ホクシン」および「ホロシリコムギ」の各試験区における千粒重

		「ホクシン」(g)			「ホロシリコムギ」(g)		
		1999	2000	2001	1999	2000	2001
①	完全防除区	38.1	34.4	41.4	42.7	40.0	40.0
②	硫黄防除区	36.8*	32.8	41.1	42.4	38.9	39.5
③	F-1+開花始め防除区	38.2	32.1*	42.2	43.3	40.3	38.7
④	止葉期+開花始め防除区A	37.6	34.2	41.8	44.3	40.1	40.1
⑤	止葉期+開花始め防除区B	38.0	33.7	41.7	43.6	39.9	40.6
⑥	出穂直前+開花始め防除区A	37.9	34.4	42.9	44.6	40.5	40.6
⑦	出穂直前+開花始め防除区B	37.0	32.8	42.4	43.6	40.7	39.7
⑧	開花始め防除区A	36.6*	31.0**	41.5	43.4	39.1	40.0
⑨	開花始め防除区B	36.7*	32.1*	40.1*	40.9	38.6	38.8
⑩	無防除区	32.8**	26.7**	39.6*	41.3	35.3**	34.9**

と止葉期より前に薬剤散布した区では被害が認められた。また、出穂前の散布が1回の区と2回の区とでは被害に差が認められなかった。1回目の散布適期は止葉期であった。開花始めの薬剤散布では、クレソキシムメチル剤を使用しても被害は認められなかった。

## 考 察

### 1. 被害解析

#### (1) 品種と発病

本病の発生による減収は古くから報告されており<sup>4,8)</sup>、そのため耐病性品種の育種が盛んに行われてきた<sup>10,11)</sup>。本病原菌には多くのレースが確認されており<sup>7,12,15)</sup>、発病の品種間差にはレースとの密接な関係がある。北海道における最近のレースの分布は、これまでに確認されていたものが全てであり、未知のレースは確認されていないが、「ホクシン」は多くのレースに感受性が高い可能性のあることが示唆されている(1999, 池田・未発表)。本試験の結果に明らかなように、北海道の栽培品種の赤さび病に対する抵抗性には明らかな差が認められ、その抵抗性は「チホクコムギ」が「強」、次いで「ホロシリコムギ」が「中」程度、現在最も作付け面積の多い「ホクシン」は「弱」と評価された。

本病による減収要因は、病斑の形成によって光合成量が減少し、消費されるエネルギーが増加するためとされている<sup>4)</sup>。また、コムギ品種と本病原菌レースの組合せにより病斑の形成が特徴的となり、病斑周辺のネクロシス部分が大きくなることが報告されている<sup>9)</sup>。

本試験においても、病斑数、ネクロシスおよび葉の枯凋に品種間差が認められた。図1と図2に示したように、同じ品種でも年次によって病斑に起因するネクロシスおよび葉の枯凋の増加率が異なるのは、気象要因に影響されていると考えられる。いずれの年次においても、「ホクシン」は「ホロシリコムギ」よりも病斑数が増加しやすく、枯れやすい品種であった。また、病斑面積率の増加がネクロシス面積率と枯凋面積率の和を増加させていることは明らかである。病斑面積率は乳熟期以前には低い数値で推移するため試験区毎の差が不明瞭である。したがって本病による被害解析には、病斑だけでなく発病に起因すると見られるネクロシスおよび枯凋も加味しなければならない。

#### (2) 被害面積率が収量に及ぼす影響

葉に病斑が形成されることにより被害が発生する病害の場合、病斑面積率の累積であるAUDPCと被害との関連を考察する報告が多いが<sup>3,14)</sup>、本病では先に述べた被害解析でも明らかなように、病斑周辺のネクロシスおよび枯凋部分が被害に大きく影響を与えている。そのため、AUDPCの概念に病斑周辺のネクロシス面積率と枯凋面

積率を加え、被害面積率の累積として算出し被害との関係を検討した。その結果、いずれの品種も上位葉のAUDPCと被害は高い相関があった。特に上位になるほどその関係は顕著であった。これらの結果は他の病害虫に見られる報告<sup>3,6)</sup>に一致していた。

### 2. 被害許容水準と要防除水準

#### (1) 被害許容水準

被害許容水準を、赤さび病による被害額=防除経費の範囲とし、防除経費(円/10a)/{目標単収(kg/10a)×単価(円/kg)}に基づいて算出した<sup>6)</sup>。

1996年から2000年までの北海道における多収地帯である網走地方の5カ年の平均収量は366kg/10aで、2000年の単価は168.7/kg円であった。防除経費は、赤さび病に対する薬剤防除回数を1回とし、1回分を1000円/10aとして試算すると経済的被害許容水準は減収率1.6%となった。

これを図3にあてはめると、開花始めにおける止葉の病葉率が、25%以下であれば収量に影響はないと考えられる。図4によると乳熟期における止葉の被害面積率が5%以下であれば収量に対する影響が少ないと考えられる。以上のことから、本病の被害許容水準は、開花始めの病葉率が25%以下、乳熟期の止葉の被害面積率が5%以下と設定した。図3と図4において、被害となっている区はこれらの結果と矛盾なく対応し、これらの被害許容水準の妥当性が裏付けられた。

#### (2) 要防除水準の策定

前項で明らかにした被害許容水準を確保するための要防除水準を検討した。

その結果、抵抗性「中」の品種である「ホロシリコムギ」では、出穂始め直前のF-1葉の病葉率が60%未満であれば、開花始めのF葉の病葉率が25%越えることはない(図5)、開花始めの薬剤防除のみで効率的に防除が可能であり、要防除水準を設定する必要がないと考えられる。

一方「ホクシン」の場合、1999年では出穂始め直前のF-1葉の病葉率が0%であるのに、開花始めにはF葉の病葉率が30%を越える区が見られ、2000年には、出穂前にF-1葉の病葉率が50%未満であるのに、開花始めのF葉の病葉率が50%を越えている区が見られた(図4)。また、長沼町の予察ほにおける過去26年間の調査結果によると(品種「赤錆不知1号」：抵抗性「弱」)、出穂前に無防除の場合、被害許容水準を確保できるとみられる中発生以下の年次はわずか4年であることから、道央地域は本病の多発地帯であると言える。このことから、本病多発地帯においては、抵抗性「弱」の品種では薬剤防除を行うべき年がほとんどであると考えられる。このような多発地帯で抵抗性「弱」の「ホクシン」を栽培する際に

は、要防除水準を設定して防除の是非を判断し被害許容水準を確保するより、出穂前に薬剤防除を行って被害許容水準を確保するほうが効率的かつ安全である。

### 3. 薬剤防除

抵抗性「弱」の品種では止葉期または出穂直前に1回目を、開花始めに2回目の薬剤散布を行い、抵抗性「中」の品種では、開花始めに1回薬剤散布を行うことが適切であった。ただし、出穂直前に薬剤散布を行うとすることは、現実的には散布が遅れてしまう可能性もあることから、抵抗性「弱」の品種での1回目の散布は止葉期に行うとすることが安全である。したがって赤さび病の多発地帯における効率的な薬剤散布体系は表9で示したものとなった。

表9 コムギ赤さび病の薬剤防除法

コムギ品種	止葉期	開花始め
抵抗性「弱」	本病に効果が高い薬剤を使用する必要がある。	本病への効果がやや低くても使用できる。
抵抗性「中」以上		本病への効果がやや低くても使用できる。

以上のように、本病多発地帯においても品種の抵抗性に応じた薬剤散布によって、秋まきコムギの赤さび病の被害を効率的に防止することが可能であることが明らかとなった。

**謝辞** 本論を執筆するに当たり北海道立中央農業試験場クリーン農業部長尾崎政春氏および農産工学部遺伝子工学科長竹内徹氏には格段のご助言を賜り、ここに謝意を表す。また、同技術普及部主任専門技術員田中文夫氏、病害虫防除所予察課長大久保利道氏、同課研究員長濱恵氏、同三澤知央氏および上川農業試験場病虫科研究員西脇由恵氏にも謝意を表す。

### 引用文献

- 1) 北海道病害虫防除所, 北海道立農業試験場, 北海道農政部農業改良課. "平成11年度の発生にかんがみ注意すべき病害虫". 北海道農業試験会議(成績会議)資料 p.1-6 (1999).
- 2) 北海道中央農業試験場編. "北海道における農作物および観賞植物の病害誌". p.58-59 (1998).
- 3) 北海道立北見農業試験場, 北海道立十勝農業試験場, 北海道立中央農業試験場. "秋まきコムギうどんこ病の被害許容水準と効率的防除法". 北海道農業試験会議(成績会議)資料平成7年度. p.57 (1995).
- 4) K.S. CHESTER. "The cereal rust". *Chronica*

- Botanica Co. Waltham, Mass. p.269 (1946).*
- 5) M.D. DANNENBERG, M.G. EVERSMEYER, C. L. KRAMER "Effect of Timing of Foliar Fungicides on Wheat Disease. Control and Yield Increases". *Plant Disease*. 73, 227-229 (1989).
  - 6) 岩崎暁生, 古川勝弘. "切葉処理によるムギクロハモグリバエの被害許容水準の設定". 北日本病虫研報. 50, 152-157 (1999).
  - 7) 神尾正義, 百足幸一郎, 細田清. "北日本におけるコムギ赤さび病菌レースの動向(1966~1973年)". 東北農業試験場研究速報. 19, 1-7 (1975).
  - 8) M.A. KHAN, L.E. TREVATHAN, J.T. ROBINS. "Quantitative Relationship Between Lwaf Rust and Wheat Yield in Mississippi". *Plant Disease*. 81, 769-771 (1997).
  - 9) F.J. KLOPPERS and Z.A. PRETORIUS. "Histology of Infection and Development of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in a Wheat Line with *Lr37*". *J. Phytopathology*. 143, 261-267 (1995).
  - 10) 百足幸一郎. "耐さびコムギ育種における抵抗性検定技術". 植物防疫. 33(4), 176-181 (1979).
  - 11) 百足幸一郎, 細田清, 山守誠. "コムギの赤さび病抵抗性中間母本系統「さび系50号」(コムギ中間母本農3号)の育成". 東北農試研報. 76, 13-32 (1987).
  - 12) S. OKAMOTO, T. OKU and T. TSUCHIZAKI. "Pathogenic Specificity of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in Japan during 1990-1992". *Ann. Phytopath. Soc. Japan*. 60, 196-201 (1994).
  - 13) G. SHANER and R.E. FINNEY. "The Effect of nitrogen fertilization on the expression of snowmildewing resistance in Knox wheat". *Phytopathology*. 67, 1051-1056 (1977).
  - 14) R.E. WELTY and R.E. BARKER. "Evakuation of resistance Stem Rust in Perennial Ryegrass Grown in Controlled and Field Conditions". *Plant Disease*. 76, 637-641 (1992).
  - 15) 山田昌雄, 高橋幸吉, 高橋広治, 田中敏夫. "昭和31-35年に北日本に発生したコムギ赤さび病菌の生態系と病原性". 北日本病害虫研究会年報. 12, 44-47 (1961).

# Analytical Research of Wheat Leaf Rust and Control of Yield Using Fungicide

Sachiko IKEDA

## Summary

The wheat leaf rust is one of the most critical diseases. The demands for analytical researches about the yield decrease and the effective control of leaf rust on fields have greatly increased since the susceptible cultivar "Hokushin" became popular in Hokkaido in recent years. The results of the research in developing the rust on wheat leaves and yielding show the cultivar's resistance against the pathogen of wheat leaf rust (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) is related to the yield loss. When symptoms increase, the area of the necrosis and the marcescence around symptoms also increase. "Hokushin" is easier to decay by rust. In the case of either cultivars, the damaged area on upper 2 leaves has a high correlation with the yield. The acceptable level of the damages by the yield loss and spray cost is: 25% or below of incidence of the disease on flag leaves at the beginning of the flowering, and 5% or below of damaged areas by leaf rust on flag leaves at the milk-ripe stage. "Hokushin" requires two times of fungicide sprays at the flag leaf stage and the beginning of flowering, and one fungicide spray at the beginning of flowering is effective on "Horoshirikomugi". The resistant cultivar "Chihokukomugi" doesn't need any spray against leaf rust.

Hokkaido Plant Protection Office, Naganuma, Hokkaido, 069-1395 Japan

E-mail: ikedasc@agri.pref.hokkaido.jp