

V 小麦の病害とその予防

北海道農政部 生産振興局 技術普及課

上川農業試験場 技術普及室 上席普及指導員 木 俣 栄
(農業革新支援専門員)

1. 過去15年間に発表された小麦の病害または関連する指導参考事項

- 平成13年 秋まき小麦の赤さび病の被害許容水準と効果的薬剤
- 平成14年 畑作物主要病害虫に対する農薬減量散布
- 平成14年 小麦の主要病害虫に対する地上液剤少量散布の防除効果
- 平成14年 コムギ褐色雪腐病の被害と防除対策
- 平成15年 春まき小麦のデオキシニバレノール汚染低減に向けた当面の対策
- 平成16年 秋まき小麦の赤かび病防除とデオキシニバレノール対策
- 平成19年 デオキシニバレノール汚染に対応した春まき小麦の赤かび病に対する薬剤防除対策
- 平成19年 秋まき小麦におけるデオキシニバレノール汚染低減のための効率的な赤かび病防除方法
- 平成23年 小麦の主要病害虫に対する地上液剤少量散布の実用性
- 平成25年 前作とうもろこしが小麦のデオキシニバレノール（DON）汚染におよぼす影響評価
- 平成25年 コムギ縞萎縮病の発生分布と被害解析
- 平成26年 小麦の雪腐黒色小粒菌核病および雪腐大粒菌核病に対する殺菌剤の残効性と防除時期
- 平成26年 小麦の雪腐褐色小粒菌核病および褐色雪腐病に対する殺菌剤の残効性と防除時期
- 平成28年 *Microdochium nivale*による秋まき小麦の赤かび病と葉枯症状の防除対策

2. 2016年（平成28年）の主要病害の発生状況と原因解析

（病害虫防除所まとめ）

1) 雪腐病	発生量 やや少	発生面積	22,158 ha (20.7% : 平成35.6%)
		被害面積	985 ha (0.9% : 平成5.3%)

(1) 発生経過の概評

- ・予察ほの「きたほなみ」における発生量は長沼町および訓子府町では平成並、芽室町では平成より多かった。
- ・一般ほにおける発生面積率は20.7%（平成35.6%）と平成より低く、被害面積率0.9%（平成5.3%）と低かった。発生菌種は紅色雪腐病が多かった。

(2) 発生要因の解析

- ・積雪期間は芽室町および訓子府町では平成より2週間程度長く、雪腐病の被害が出やすい条件であったが、近年残効に優れる薬剤が明らかになり、根雪前の防除が確実に

実施されるようになったため、一般ほでの発生は少なくなった。

表1 各農業試験場の予察ほにおける雪腐病発生状況（2016年4月）

地点	品種名	発病度		平年数
		本年	平年	
長沼	きたほなみ	10.0	10.5	6
	チホクコムギ	20.0	19.5	10
	ホクシン	12.0	11.2	10
訓子府	きたほなみ	24.0	30.7	7
	チホクコムギ	15.0	41.4	10
	きたもえ	29.0	30.2	7
芽室	きたほなみ	40.0	30.1	7
	チホクコムギ	18.0	31.1	10
	ホクシン	19.0	21.8	10

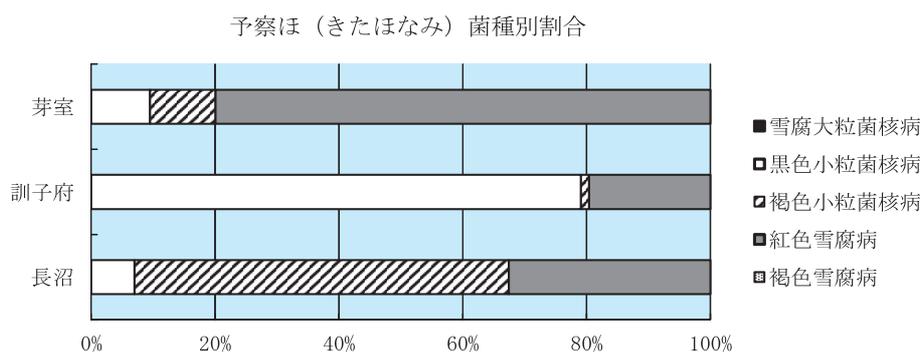


図1 予察ほにおける菌種割合（2016年）

表2 各農業試験場の気象季節（2016年）

地点	根雪始(2015年)		融雪期(2016年)		積雪期間(日)	
	本年	平年	本年	平年	本年	平年
長沼町	12月17日	12月7日	3月18日	4月4日	92	118
訓子府町	11月24日	12月9日	4月6日	4月6日	134	118
芽室町	11月22日	12月7日	3月30日	4月2日	130	117

雪腐病 現況調査

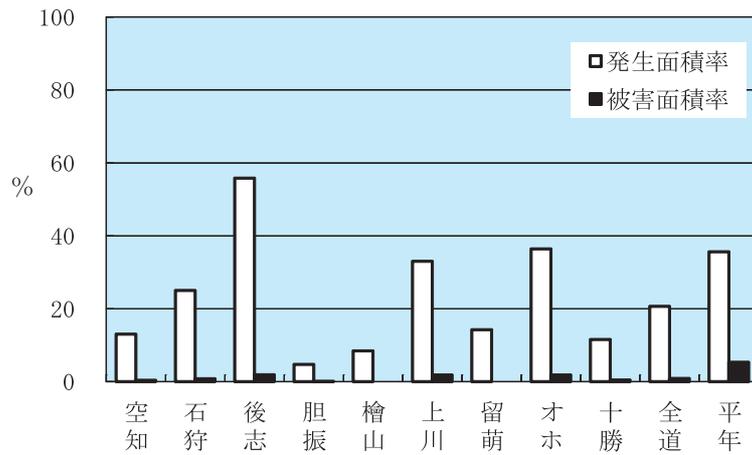


図2 小麦雪腐病の振興局別発生状況 (2016年4月)

現況調査 振興局別菌種割合

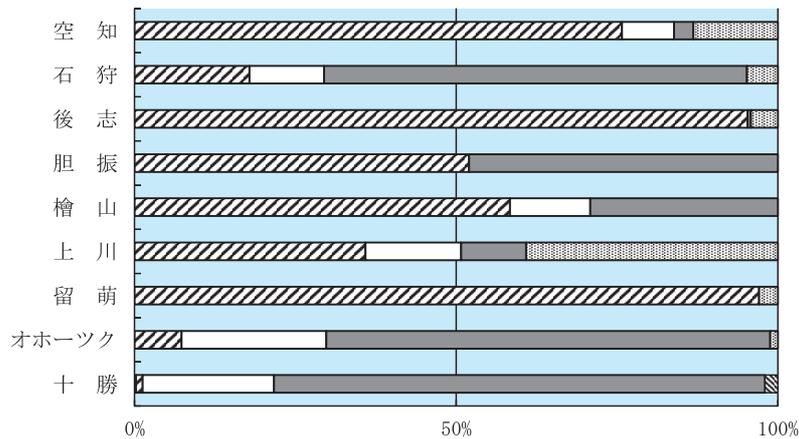


図3 小麦雪腐病の振興局別菌種割合 (2016年4月)

2) 赤さび病 発生期 並 発生面積 4,646ha (4.3% : 平年12.0%)

発生量 少 被害面積 453ha (0.4% : 平年 1.9%)

(1) 発生成果の概評

- ・ 予察ほにおける発生量は長沼町では平年並、芽室町では平年よりやや少なく、訓子府町では平年より少なかった。
- ・ 一般ほにおける発生面積率は4.3% (平年12.0%) と平年より低かった。

(2) 発生要因の解析

- ・ 出穂前の本病に対する防除が広く実施されており、発生は抑制された。

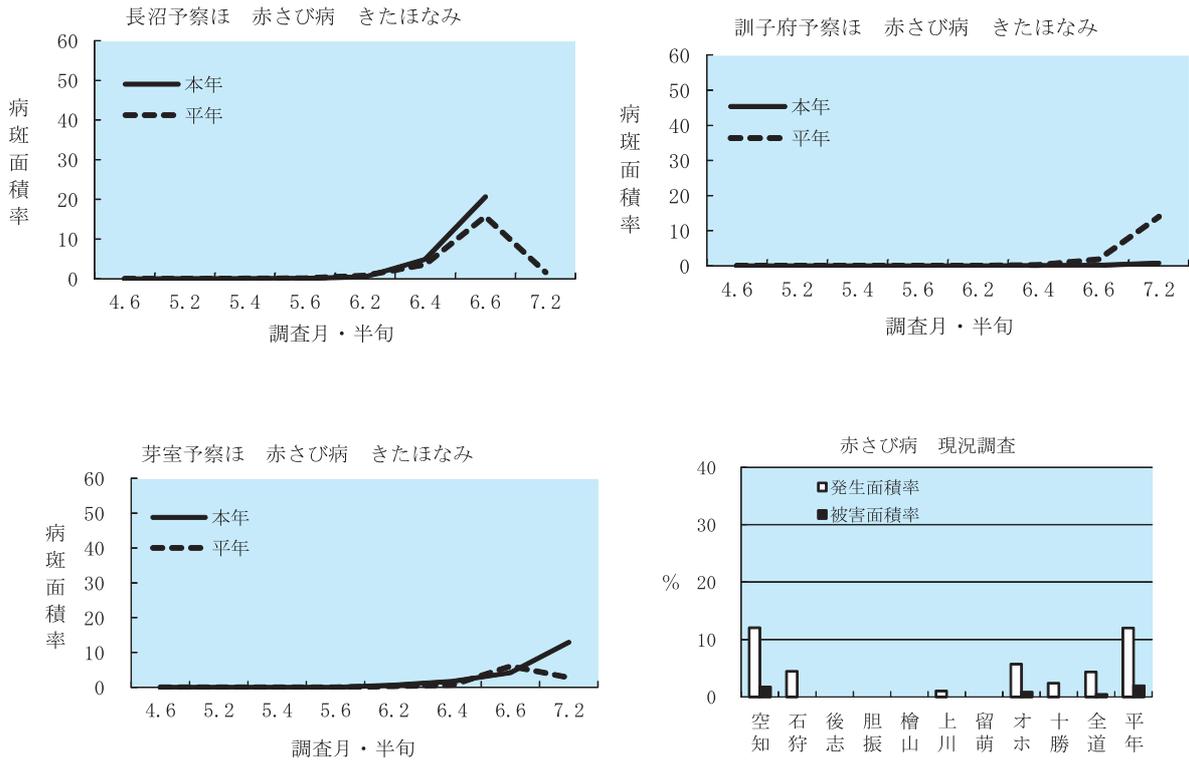


図4 予察ほおよび全道の赤さび病発生状況 (2016年)

3) うどんこ病 発生期 並 発生面積 4,924ha (4.6% : 平年15.3%)
 発生量 少 被害面積 306ha (0.3% : 平年 1.4%)

(1) 発生経過の概評

- ・ 予察ほにおける発生量はいずれの地点においても平年より少なかった。
- ・ 一般ほにおける発生面積率は4.6% (平年15.3%) と平年より低かった。

(2) 発生要因の解析

- ・ 現在作付されている品種は本病に対して抵抗性がある。
- ・ 赤さび病や赤かび病との同時防除により発生が抑えられている。

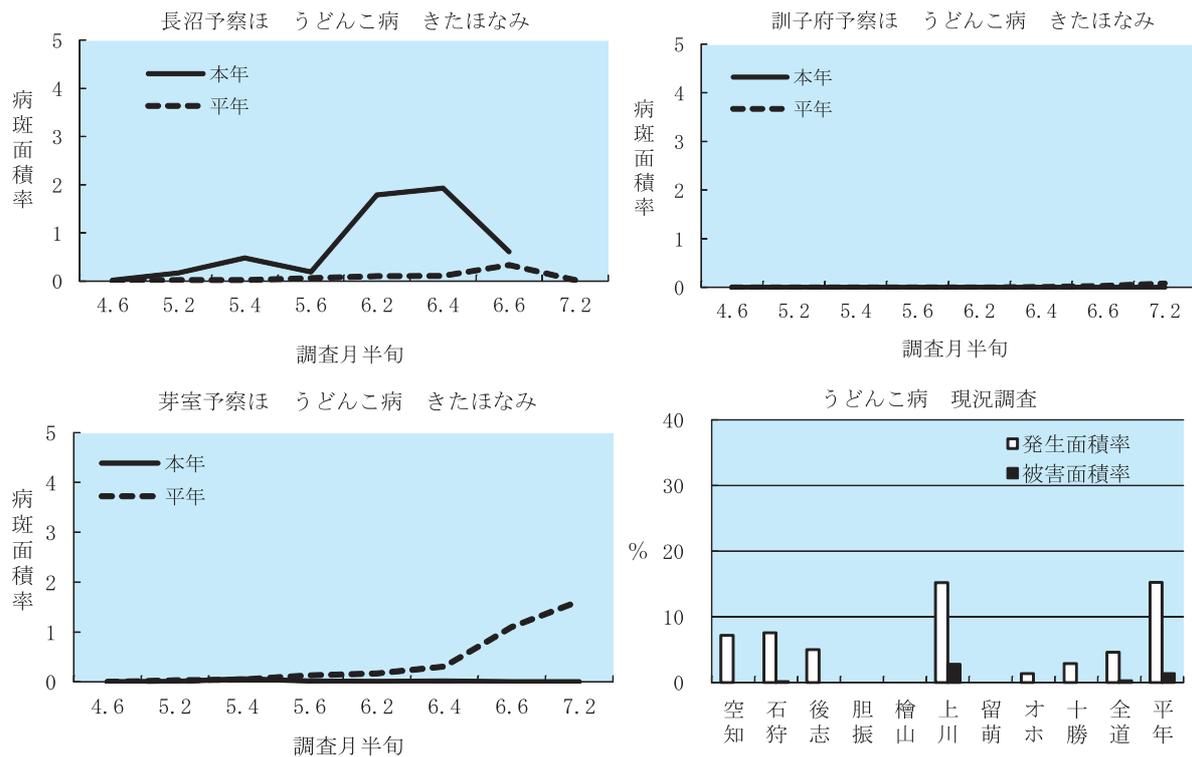


図5 予察ほおよび全道のうどんこ病発生状況（2016年）

4) 赤かび病

秋まき小麦 発生量 多 発生面積 51,609ha (48.1% : 平年22.0%)
被害面積 22,918ha (21.4% : 平年 4.4%)

(1) 発生経過の概評

- ・予察ほにおける発生量はいずれの地点においても平年より多かった。
- ・一般ほでの発生面積率は48.1%（平年22.0%）と平年より高く、被害面積率は21.4%（平年4.4%）と平年より高かった。

(2) 発生要因の解析

- ・重要な防除時期である開花始前後から登熟期にかけて降雨があり、本病の発生に好適であった。
- ・被害の多かった地域では防除は実施したものの、降雨の影響を受け、十分な防除効果が得られなかった。

表3 予察ほにおける秋まき小麦の赤かび病発生状況（2016年）

地点	品種名	病穂率(%)		平年数
		本年	平年	
長沼町	きたほなみ	13.5	2.8	6
	チホクコムギ	32.5	5.3	10
	ホクシン	21.5	2.9	10
訓子府町	きたほなみ	19.3	9.7	7
	チホクコムギ	22.3	12.3	10
	きたもえ	16.7	10.0	7
芽室町	きたほなみ	45.3	17.9	7
	チホクコムギ	39.8	35.9	10
	ホクシン	43.1	28.7	10

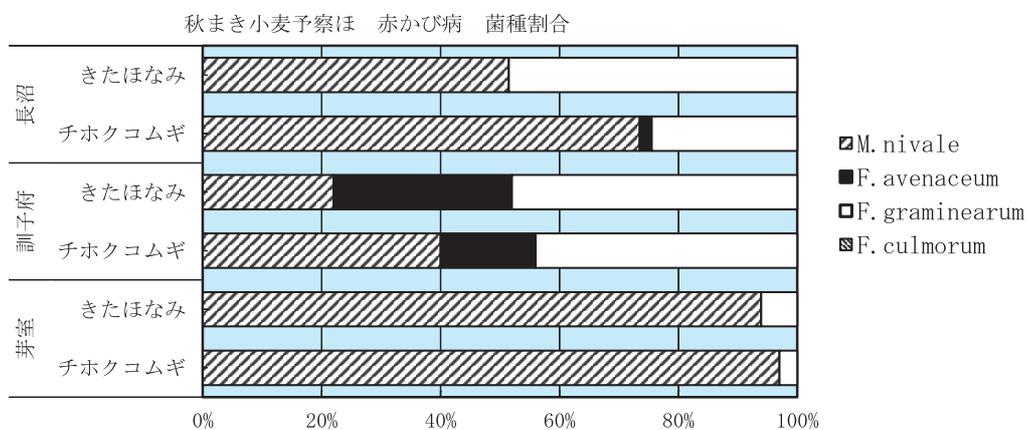


図6 予察ほにおける秋まき小麦の赤かび病菌種別割合（2016年）

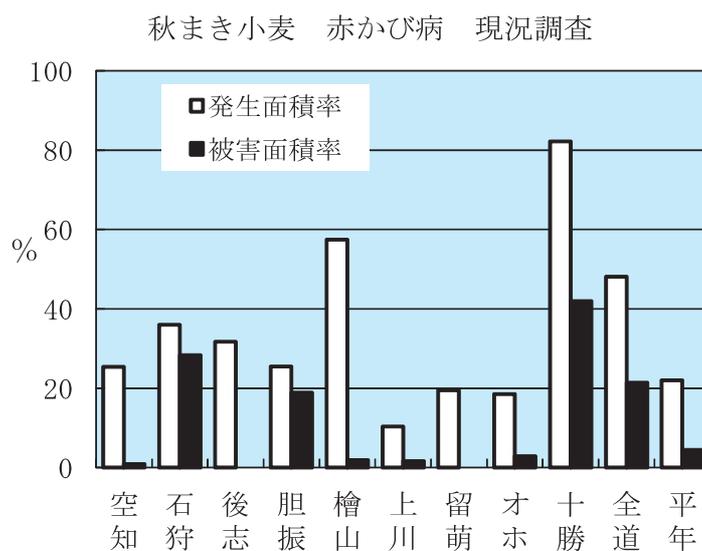


図7 振興局別の赤かび病発生状況（2016年、秋まき小麦）

春まき小麦

春まき	発生量	並	発生面積	2,714 ha (19.9% : 平成22.2%)
			被害面積	527 ha (3.9% : 平成3.5%)
初冬まき	発生量	並	発生面積	645 ha (38.5% : 平成44.0%)
			被害面積	296 ha (17.7% : 平成11.3%)

(1) 発生経過の概評

春まき

- ・予察ほにおける発生量は、長沼町では平年に比べ多かった。
- ・一般ほにおける発生面積率は19.9% (平成22.2%) と平成並だった。被害面積率は3.9% (平成3.5%) と平成並であった。

初冬まき

- ・一般ほにおける発生面積率は38.5% (平成44.0%) と平成並で、被害面積率が17.7% (平成11.3%) と平成よりやや高かった。

(2) 発生要因の解析

- ・重要な防除時期である開花始前後から登熟期にかけて降雨があり、本病の発生に好適であった。
- 一部地域では被害が目立ったものの、薬剤散布が適切に行われ、平成並の発生量にとどまった。

表4 予察ほにおける春まき小麦の赤かび病発生状況 (2016年)

地点	品種名	病穂率 (%)		発病小穂率 (%)		平成年数
		本年	平成	本年	平成	
長沼町	春よ恋	76.0	15.8	13.8	6.2	4
比布町	春よ恋	2.0	—	0.1	—	—

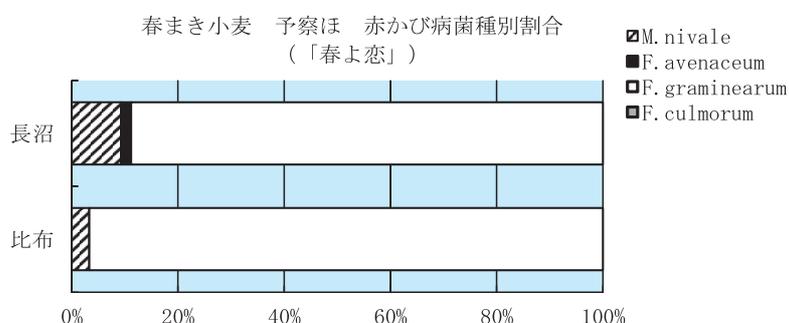


図8 予察ほにおける春まき小麦の赤かび病菌種別割合 (2016年)

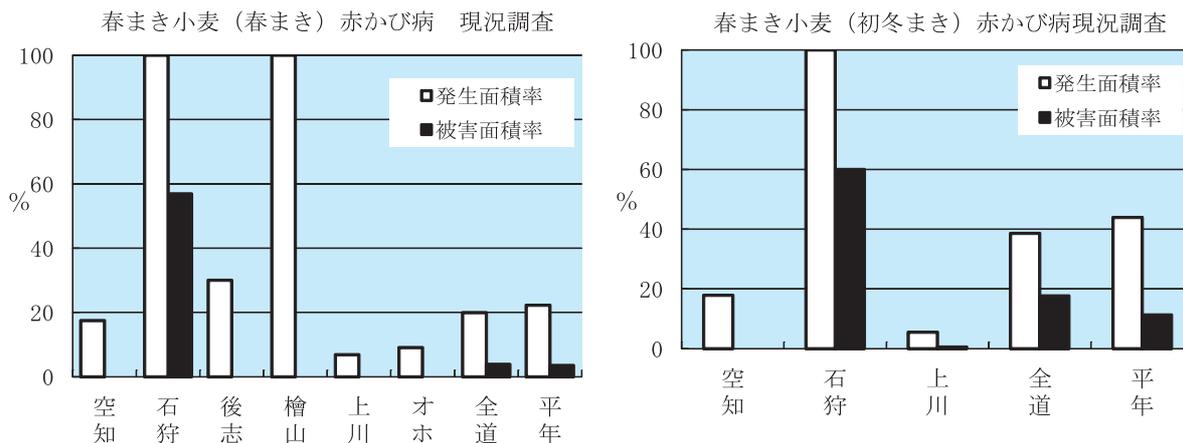


図9 振興局別の赤かび病発生状況（2011年、初冬播き・春まき）

5) 眼紋病 発生量少 発生面積 4,045ha (3.8% : 平年8.0%)
被害面積 185ha (0.2% : 平年1.3%)

(1) 発生経過の概評

・一般ほにおける発生面積率は3.8%（平年8.0%）と平年より低かった。

(2) 発生要因の解析

- ・5月の気象が温暖で本病の感染に好適ではなかったため、発生が抑えられた。
- ・常発地域では防除が実施されている。

3. 2017年（平成29年）の防除に際し留意すべきこと

1) 赤さび病

気温が高く雨の少ない条件で多発する。好適条件下における病気の蔓延は、うどんこ病に比べて早く、特に小麦の生育後半には急激に病勢が拡大する場合がある。

主要品種が抵抗性“やや強”の「きたほなみ」に移行し防除が不要とされていたが、近年、発生が認められている。なお、平成25年には一部地域で多発も確認された。発生状況によっては防除が必要となる場合もある。

(1) 薬剤散布による防除

- ① 止葉を含む上位2葉の発病を抑えることが防除の目標となる。被害許容水準は、開花始の止葉病葉率が25%以下、乳熟期の止葉の病斑面積率では5%以下である。
- ② 赤さび病に対する抵抗性レベルによって、上記の範囲内に発病を抑えるための薬剤防除の方法が異なる。抵抗性“やや弱”以下の品種では2回の防除が必要だが（1回目は止葉抽出期～穂ばらみ期、2回目は開花始に赤かび病と同時防除）、抵抗性“中”以上では開花始の赤かび病と同時防除のみで対応が可能である。

- ③ 2回散布での防除体系の留意点は以下の通りである。
- ・ 1回目防除を止葉抽出前に実施すると効果が期待できない。
 - ・ 2回目防除（開花始）は赤かび病1回目防除にあたるため、両病害に効果のある薬剤を選択する。
- ④ 秋まき小麦では秋期に発生することがあるが、秋期の薬剤散布は翌春の発生抑制につながらないため、秋期の散布は不要である。
- ⑤ 抵抗性“やや強”の「きたほなみ」では、起生期以降の発生状況に注意が必要である。例年と比較して発生が多かったり病徴の進展が早い場合は、抵抗性“中”以下の品種と同様の薬剤防除の対応が必要となる。特に前年多発した地区ではほ場の観察を励行されたい。

2) うどんこ病

曇雨天が続く気象条件が発病に好適である。「チホクコムギ」が主要品種であった頃は薬剤防除が不可欠であったが、「ホクシン」以降の品種では発生はかなり少なくなった。しかし気象条件や生育状態によって発生することがあるので注意する。

(1) 耕種的対策の励行

- ① 多窒素栽培で発生が多くなるので、適正な施肥量を守る（表7）。

表5 基肥の窒素施用量と発病（1992年、北見農試）

基肥窒素 施用量 (kg/10a)	草 丈 (cm)	病斑面積率 (%)		発生量
		止 葉	次 葉	
4	91.2	1.75	4.00	少
8	93.9	2.46	6.42	↓
12	95.0	3.82	8.64	多

注) 起生期追肥：窒素6 kg/10a（硫酸）、調査月日：7月1日、品種「チホクコムギ」

- ② 窒素施用量が同じであれば、は種量が多すぎても少なすぎても発病は増加する（図10）。

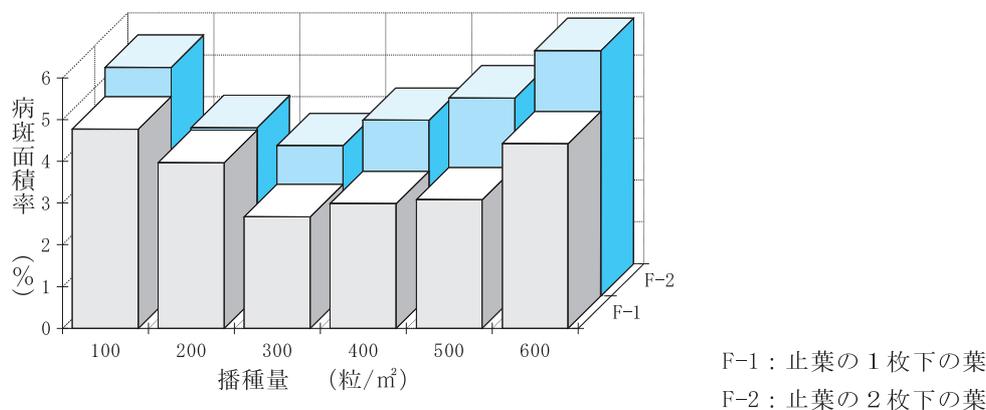


図10 は種量の違いと発病程度（1994年、北見農試）

- ③ 現行品種は、「はるきらり」（抵抗性“中”）を除き、“やや強”か“強”の抵抗性を有している。

表6 各品種のうどんこ病に対する抵抗性

抵抗性	該 当 品 種
強	キタノカオリ、つるきち、春よ恋
やや強	きたもえ、きたほなみ、ゆめちから、きたさちほ、ホクシン、ハルユタカ
中	はるきらり

(2) 薬剤散布による防除

- ① 穂および止葉を含む上位2葉の発病を抑えることが防除の目標となる。具体的には、穂揃期～開花期の止葉の病葉率を50%（病斑面積率で0.5%）以下に抑えると、本病による被害（千粒重の低下）を回避できる。
- ② 上記①の範囲内に被害を抑えるためには、「はるきらり」では、止葉の1枚下の葉が展開した時期から散布を開始する。「きたほなみ」は出穂期前の発病が少ないので、発生量に応じて薬剤散布の可否を判断する（少発年では出穂前の防除が不要な場合がある）。
- ③ うどんこ病に対する指導参考薬剤は表7のとおりである。防除薬剤は他病害の薬剤と共通するものが多いので、地域におけるうどんこ病の発生状況や赤さび病、赤かび病との同時防除も考慮に入れながら選択する。

④ 一部地域で、DMI剤に対する感受性の低下およびQoI剤に対する耐性菌が確認されている。

⑤ 同系統の薬剤は、耐性菌の出現を防止するために連用を避ける。

表7 赤さび病・うどんこ病に対する指導参考薬剤（2016年12月現在）

系統名	商品名	薬剤名	赤さび病	うどんこ病	適正使用基準		希釈倍数 (倍)
					使用時期	回数	
DMI	シルバキュアフロアブル	テブコナゾール	●	●	7日前まで	2回以内	2,000
	シルバキュアフロアブル	テブコナゾール	●		7	2	500、25リットル 少量散布
	トリフィン水和剤	トリフルミゾール		●	14	3	1,000~2,000
	フルト乳剤25	プロピコナゾール	●	●	3	5(春期 以降3)	2,000
	フルト乳剤25	プロピコナゾール	○	●	3	5(春期 以降3)	3,000
	フルト乳剤25	プロピコナゾール	●		3	3	250~500、25リットル 少量散布
	リベロ水和剤	メトコナゾール	●	●	7	3	2,000
AP	ユニックス顆粒水和剤47	シプロジニル		●	45	2	1,000
SDHI	バシタック水和剤75	メプロニル	●		30	2	1,000~1,500
QoI	アミスター20フロアブル	アゾキシストロビン	●	●	7	3	2,000
	アミスター20フロアブル	アゾキシストロビン	●	○	7	3	3,000
	ストロビーフロアブル	クレスキシメチル	○	●	14	3	2,000~3,000
	ストロビーフロアブル	クレスキシメチル	●		14	3	2,000
種々	カリグリーン	炭酸水素カリウム		●	前日	—	500
無機化合物	イオウフロアブル	水和硫黄	○	●	—	—	400
	サルファーゾール	水和硫黄	○	●	—	—	400

●：道指導参考となっている剤、○：登録は有るが指導参考になっていない剤

※うどんこ病には、DMI剤、QoI剤耐性菌が確認されている。

3) 赤かび病

赤かび病は、発生が拡大することで子実の登熟を阻害し減収をもたらすばかりでなく、赤かび粒の混入や人体に影響のあるかび毒を産生し品質にも影響を及ぼす。

(1) 収量への影響

発病穂では登熟過程で穂軸に病原菌が侵入することにより外観健全粒の肥大が阻害されるため、千粒重が小さくなると推察される。

表8 外観健全粒の千粒重の比較（2006年 中央農試）

薬剤散布	外観健全粒の千粒重（2.2mmふるい上）	
	健全穂由来	発病穂由来
3回散布	39.2 g	35.2 g
無散布	38.9 g	32.7 g

(2) かび毒（DON）汚染による影響

赤かび病の病原菌は4種類知られており、道内全域で発生するフザリウム グラミニアラムはかび毒（マイコトキシン）を産生する（表9）。このかび毒はデオキシニバレノール（略称：ドンDON）といい、これに高濃度に汚染された食品を食べると、下痢、頭痛、めまい、腹痛や嘔吐などの食中毒症状を引き起こす。

2002年5月、厚生労働省は小麦に含まれるDONの暫定基準を1.1ppmとした。出荷前にDON濃度の自主検査が必須となり、暫定基準値を超えるものは市場に流通させないよう行政指導が行われている。さらに、赤かび粒混入率の限度が1.0%から0.0%に引き下げられ、0.0%以上混入した小麦は規格外になる。

表9 赤かび病の病原菌と発生好適条件

菌の種類	DON産生	発生条件	備考
フザリウム グラミニアラム <i>Fusarium graminearum</i>	有	高温多雨	道内全域で発生する
フザリウム アベナシウム <i>Fusarium avenaceum</i>	無		
フザリウム クルモラム <i>Fusarium culmorum</i>	有		道内での発生は少ない
ミクロドキウム ニバルレ <i>Microdochium nivale</i>	無	低温多雨	紅色雪腐病菌と同じ病原菌 ^{注)} 道東の秋まき小麦で優占することが多い

注) 夏冷涼で多湿な年には紅色雪腐病菌（*Microdochium nivale*）による赤かび病が発生し、病原菌に汚染された種子を播種すると、種子伝染による紅色雪腐病が発生する。

(3) 赤かび病感染からかび毒（DON）蓄積の過程

- ① 開花期間に病原菌胞子が感染し、赤かび粒となりDONが蓄積する（図11）。
- ② 登熟後半に発病穂内において二次感染する。二次感染した部位は赤かび粒にならず外観上健全であるが、DONは蓄積している（図11、12）。
- ③ 病穂率が高いほど、DON濃度は高まる（図17）。

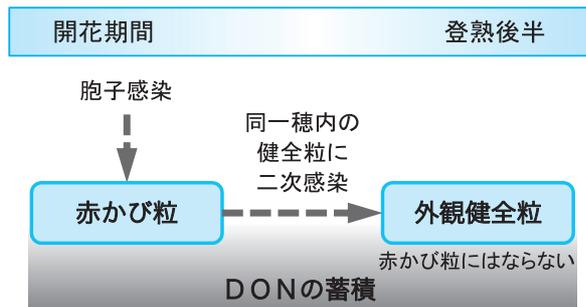
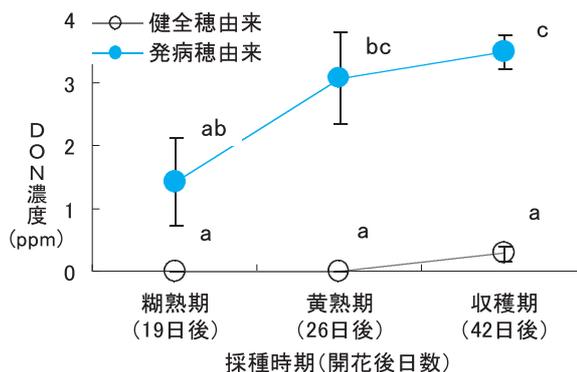


図11 DON蓄積の過程



*バーは標準誤差
**同一英小文字を付した数値間にはTukeyの多重比較検定(p=0.05)による有意差がないことを示す。

図12 外観健全粒のDON濃度
(2005年、「ホクシン」)

(4) 耕種的対策の励行

- ① 春まき小麦では、早期は種に努める。
- ② 窒素施肥量が多くても赤かび病の発病およびDON汚染程度は増加しないが(表10)、倒伏すると赤かび病の発生が多くなる(表11)ので適正な施肥量を守る。
- ③ 適期に収穫し、適切な乾燥・調整を行う。

表10 窒素施肥量と赤かび病発生程度およびDON汚染程度の関係

(2006年、「春よ恋」)

窒素施肥処理	窒素施肥量 (Nkg/10a)			粗蛋白質含量 (%)	発病穂率 (%)	発病小穂率 (%)	赤かび粒率 (%)	DON濃度 (ppb)
	播種時	止葉期	合計					
標準	10	0	10	11.0	40.0	11.52	1.90	4950
基肥増	10+5	0	15	12.1	35.7	6.34	1.21	3843
標準+止葉期追肥	10	5	15	12.0	31.3	6.01	1.21	3923
基肥増+止葉期追肥	10+5	5	20	12.5	32.3	6.03	1.80	4573

ppb = 1/1000ppm

表11 倒伏による発生程度とDON汚染程度の影響(2004年)

品 種	倒 状	発病穂率 (%)	発病小穂率 (%)	赤かび粒率 (%)	DON濃度 (ppb)
「ハルユタカ」	無	20.0	7.33	8.10	13800
「春よ恋」	有	27.7	12.02	8.91	24100

注)「春よ恋」の倒伏は6月30日、発病穂率、発病小穂率の調査は7月15日

ppb = 1/1000ppm

- ④ 前作がスイートコーンの場合、残渣が土壌表面に露出しているとF. グラミニアラム菌の孢子飛散を助長し、小麦子実のDON濃度を高めるリスクがある。残渣が土中に埋没するよう丁寧に耕起するとともに、赤かび病防除を適切に行うことで回避できる（図13）。

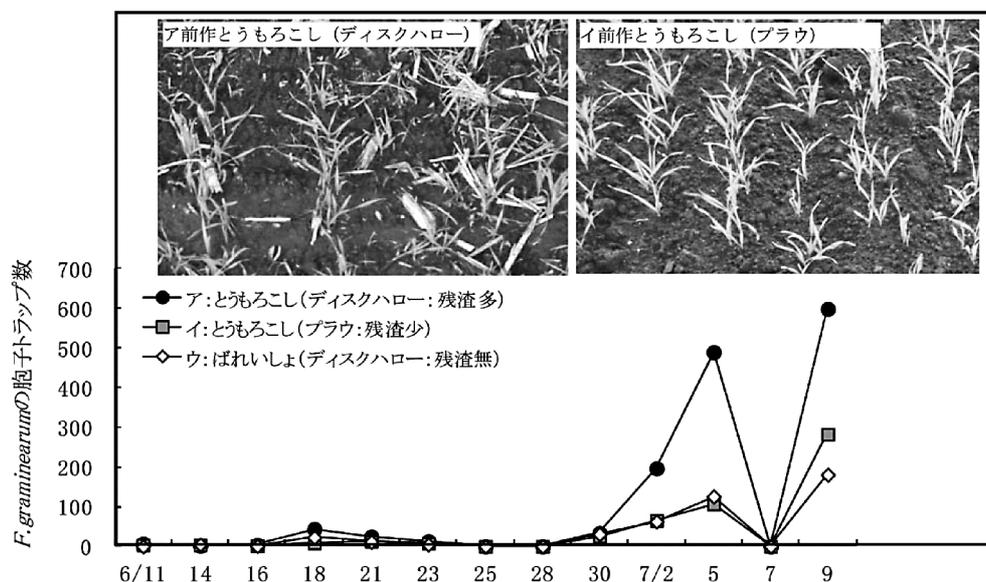


図13 耕期方法の異なる圃場でのF.グラミニアラム孢子トラップ数（2010年、十勝農試）

- ⑤ 赤かび病抵抗性は品種により異なる。抵抗性“やや弱”の品種を作付けする場合は、特に耕種的防除を励行する。

表12 赤かび病抵抗性

秋まき小麦	抵抗性	春まき小麦	抵抗性
ホクシン	やや弱	ハルユタカ	やや弱
きたもえ	やや弱	春よ恋	中
キタノカオリ	中	はるきらり*	中
きたほなみ	中		
ゆめちから	中		
きたさちほ	やや弱		
つるぎち	中		

*)「はるきらり」はのDONの蓄積は「ハルユタカ」よりも少ない

(5) 薬剤防除の考え方

- ① 赤かび粒は、開花期間の薬剤散布により低減できる。
- ② 薬剤散布はタイミングが重要である。穂全体に農薬がかからなければ効果が低いので、早すぎる散布は無駄になる（表13、図14）。また、発病を確認してからの薬剤散布は効果が低い。
- ③ 散布間隔は7日間を基本とする。病原菌の孢子飛散は降雨により活発化し（図15）、開花期間中に降雨の日が多いと多発しやすい（図17）ため、降雨予報を参考に適宜間隔を調整する。
- ④ 発病小穂からの二次感染によっておこる、外観健全粒中のDONに対しては、登熟後期に薬剤散布を追加しても効果は低い。一方、外観健全粒中のDON濃度と病穂率の間には正の相関が認められる（図15）ので、外観健全粒中のDON濃度を低減するには病穂率を下げることが重要になる。そのためには、DON濃度低減に効果のある薬剤を選択し、開花期間中に薬剤散布を実施する。

表13 薬剤散布時期の違いによる防除効果の比較（2005年、「ホクシン」）

散布回数	散布時期(開花始後日数)		病穂率 (%)	発病小穂率 (%)	赤かび粒率 (%)	DON濃度 (ppm)	健全粒中の DON濃度 (ppm)
	出穂 (-5)	開花始 (0)					
1回	○		27.0 (12)	2.8 (4)	11.4 (24)	6.60 (26)	1.86 (13)
		○	23.0 (25)	1.9 (34)	7.5 (50)	3.61 (60)	0.90 (58)
無散布	無散布		30.7	2.9	15.0	8.94	2.13

無散布区での発生菌種割合は*F.graminearum*100%

() 内の数値は防除価を示す。

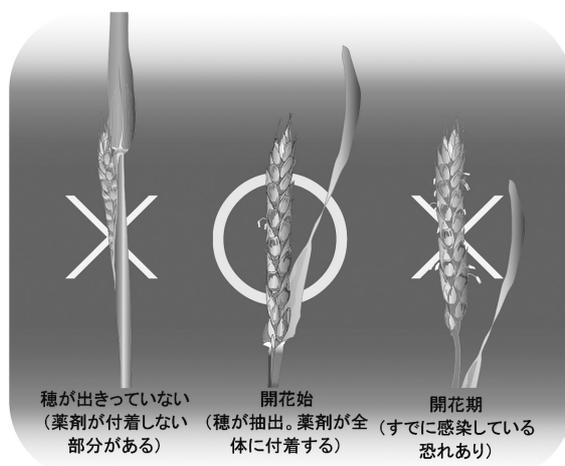


図14 赤かび病1回目防除のタイミング

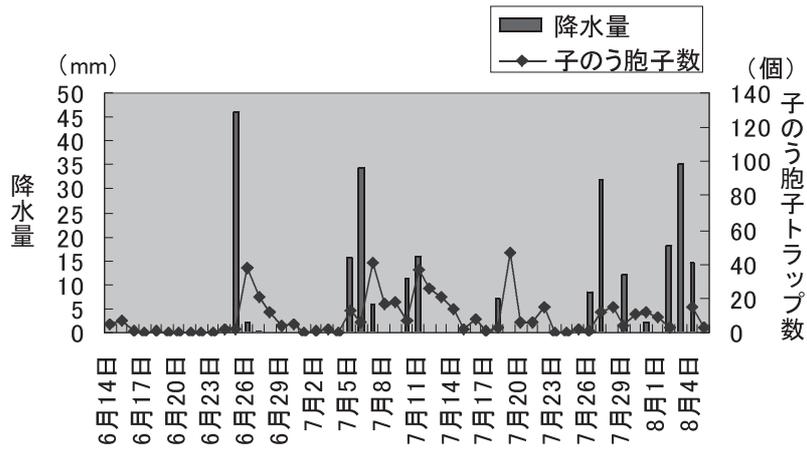


図15 子のう孢子トラップ数と降雨の関係 (2005年、春まき小麦)

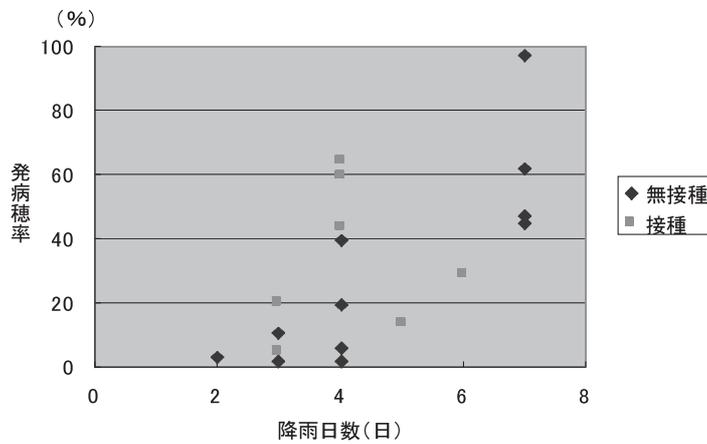


図16 開花始から15日間の降雨日数と発病穂率の関係 (1999~2006年、品種「ハルユタカ」、中央農試)

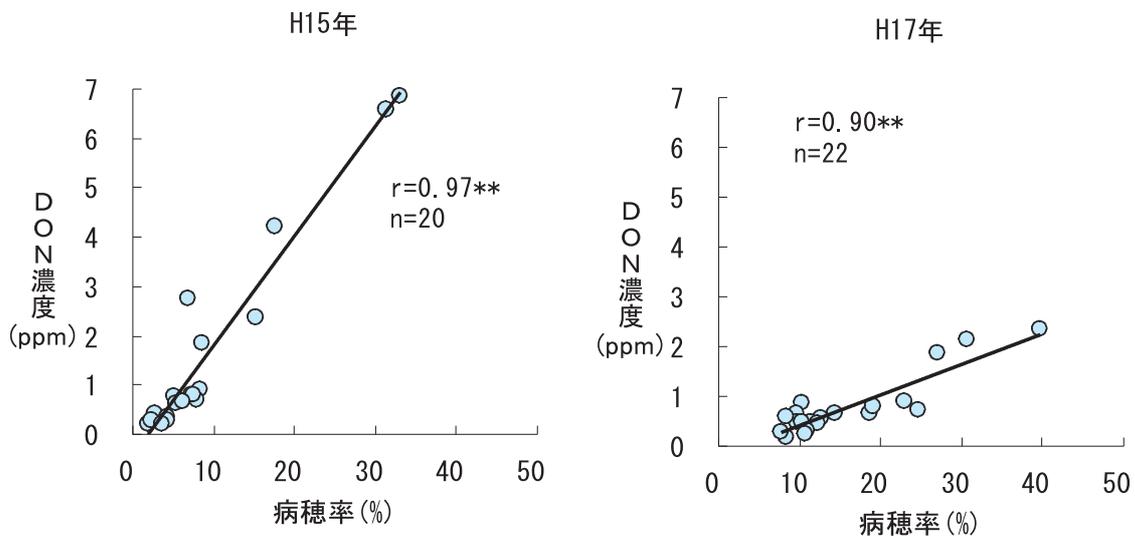


図17 外観健全粒のDON濃度と病穂率の関係 (2005年「ホクシン」)

(6) 秋まき小麦の赤かび病防除

① 薬剤散布回数

秋まき小麦「ホクシン」では、2回散布と3回散布間の防除価に差が認められなかったことから、2回が合理的である（表14）。現行の品種は「ホクシン」より抵抗性は優れるが（「きたさちほ」を除く）、本品種に準じて防除を行う（表16）。

表14 散布回数の違いによる防除効果の比較（2006年、「ホクシン」）

散布回数	病穂率 (%)	発病小穂率 (%)	DON濃度 (ppm)	
			整粒	外観健全粒
0回	83.7	18.9	1.09	N.D.
1回	52.0	7.3 (61)	0.33 (70)	N.D.
2回	50.3	7.1 (63)	0.15 (87)	N.D.
3回	54.0	7.0 (63)	0.10 (91)	N.D.
L.S.D (p=0.05%)	10.76	2.88	0.300	

無散布区での発生菌種割合は *F. graminearum* 15.6%、*F. avenaceum* 3.3%、*M. nivale* 81.1%
() 内の数値は防除価を示す。

N.D. は検出限界以下 (≤0.1ppm) を示す。

薬剤散布は開花始から1週間間隔で散布した。

② 防除薬剤の評価（秋まき小麦）

DON濃度低減に重点をおき薬剤を選択する（表15）。

表15 薬剤の評価（秋まき小麦）

(2016年12月現在)

供試薬剤	希釈倍数	DON濃度低減に対する総合評価 ¹⁾	<i>M. nivale</i> に対する防除効果の評価 ²⁾
シルバキュアフロアブル	2,000	○	△
トップジンM水和剤	1,500	○	耐性菌出現
ベフラン液剤25	1,000	○	○
	2,000	△	△
ベフトップジンフロアブル	800	○	○
	1,000	○	○
チルト乳剤25	1,000	△	△
	2,000	△	-
ストロビーフロアブル	2,000	△	耐性菌出現
	3,000	△	耐性菌出現
アミスター20フロアブル	2,000	×	-
リベロ水和剤	2,000	○	△
プライア水和剤	1,000	○	○
	1,500	△	○

1) ○：効果が高い、△：効果がやや低い、×：効果が低い

2) ○：効果が高い、△：効果がやや低い、×：効果が低い -：未検討

表16 DON濃度低減と *M. nivale* による減収被害に対応した赤かび病の防除方法
(2016年12月現在)

散布時期 および回数 ¹⁾	散布体系の例
「開花始」と「1週間後」の2回散布	1回目 ²⁾ ：シルバキュアフロアブル、リベロ水和剤、プライア水和剤 2回目：ベフラン液剤25 (1,000倍)、ベフトップジンフロアブルまたはトップジンM水和剤 ³⁾

- 1) 散布時期が早すぎるあるいは遅い場合十分な防除効果が得られない場合があるので、適期散布に留意する。
- 2) うどんこ病および赤さび病の防除時期でもあるのでいずれに対しても効果のある薬剤を散布する。
- 3) *M.nivale* で薬剤耐性菌が確認されており、多発すると防除効果が劣る危険性があるので、過去に本菌が多発した地域では散布しない。

表17 赤かび病 (DON) に対する指導参考薬剤 (2016年12月現在)

系統名	商品名	薬剤名	適正使用基準		希釈倍数 (倍)
			使用時期	回数	
DMI	シルバキュアフロアブル	テブコナゾール	7日前まで	2回以内	2,000
	リベロ水和剤	メトコナゾール	7日前まで	3回以内	2,000
MBC	トップジンM水和剤	チオファネートメチル	14	出穂後2	1,500
グアニジン	ベフラン液剤25	イミノクタジン酢酸塩	14	出穂後1	1,000~2,000
グアニジン・MBC	ベフトップジンフロアブル	イミノクタジン酢酸塩・チオファネートメチル	14	出穂後1	800~1,000
N-フェニルカーバメイト・MBC	プライア水和剤	ジエトフェンカルブ・ベノミル	21	2	1,000

注) ベフラン液剤25、ベフトップジンフロアブルは劇物なので、取り扱いには十分注意する。

表18 赤かび病 (*M.nivale*) に対する指導参考薬剤 (2016年12月現在)

系統名	商品名	薬剤名	適正使用基準		希釈倍数 (倍)
			使用時期	回数	
グアニジン	ベフラン液剤25	イミノクタジン酢酸塩	14日前まで	出穂後1回以内	1,000
グアニジン・MBC	ベフトップジンフロアブル	イミノクタジン酢酸塩・チオファネートメチル	14	出穂後1	800~1,000
QoI	ストロビーフロアブル	クレソキシムメチル	14	3	2,000~3,000
N-フェニルカーバメイト・MBC	プライア水和剤	ジエトフェンカルブ・ベノミル	21	2	1,000 1,500

注) ベフラン液剤25、ベフトップジンフロアブルは劇物なので、取り扱いには十分注意する。

QoI (クレソキシムメチル) については平成23年に耐性菌が確認されている。

Microdochium nivaleによる秋まき小麦の赤かび病と葉枯症の防除対策

平成28年度指導参考

小麦の赤かび病の病原菌は、数種の *Fusarium* 属菌および *M. nivale* が知られている。赤かび病の防除では、*Fusarium graminearum* によって産生されるデオキシニバレノール (DON) の汚染低減が最も重要である。一方、*M. nivale* による赤かび病は道東を中心に多発する場合があり、加えて平成22、23年には道東地方で本菌による葉枯症状が多発した。また、平成23年には *M. nivale* に卓効を示していたクレソキシムメチル剤に対する耐性菌が道内全域で確認された。このため、*M. nivale* の多発に対応した赤かび病および葉枯症状に対する防除体系の確立が求められている。



図18 *M. nivale*による葉枯症（上堀原図）
葉身基部の発病から葉身が枯れ上がっている。



図19 *M. nivale*による葉枯症、葉身基部。
2011年オホーツク管内。（山名原図）

目 的

葉枯症の発生要因を明らかにする。また、*M. nivale* による赤かび病および葉枯症状に対して効果の高い薬剤を探索し、*M. nivale* 対策を強化した防除対策を示す。

① 葉枯症の多発要因解明

- ・葉枯症の主な感染時期は開花期間であった。また、葉枯症状の多発年は、少発生年と比較して開花から20日後までの降水量が多く、最低気温が高い傾向にあった。
- ・極端な過繁茂により葉枯症状の発生を助長した事例が認められた。
- ・紅色雪腐病の発生量が *M. nivale* 孢子飛散量および葉枯症状の発生量に及ぼす影響は小さかった。
- ・葉枯症状に対する品種間差は判然とせず、「きたほなみ」が特に弱い品種ではなかった。

- ・葉身基部からの全葉切葉処理を定期的に行い、収量調査を行ったところ、小麦開花後30日以降の処理では減収しなかったが、25日後までは減収が認められた（図20）。このため、葉枯症状が早期に多発すると減収要因になると考えられた。
- ・被害解析の結果、葉枯症状よりも赤かび病の方が収量に及ぼす影響が大きく、防除対象として重要であると考えられた。

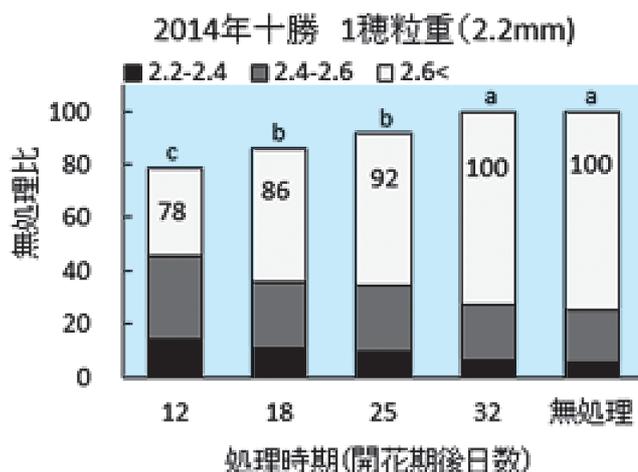


図20 開花後の全葉切葉処理による1穂粒重の変化

注：無処理区の子実重を100とした相対比。2.2-2.4：2.2mm以上2.4mm未満粒、2.4-2.6：2.4mm以上2.6mm未満粒、2.6<：2.6mm以上粒、2.4<：2.4mm以上粒。

② *M. nivale*に効果的な薬剤の探索

- ・*M. nivale*に高い効果を示した薬剤を表19にまとめた。また、これらのうちジエトフェンカルブ・ベノミル水和剤1000倍、B水和剤500倍およびイミノクタジン酢酸塩液剤1000倍は、DON濃度低減効果も高かった。
- ・*M. nivale*に効果の高い薬剤を、慣行の開花始7日後に加えて、開花始に散布、または、開花始3日後に追加散布すると、赤かび病および葉枯症状に対する防除効果が慣行より高まり（表20）、完全防除区とほぼ同等の収量が得られた。一方、赤かび病に対する開花始14日後の追加散布の効果は不十分であった（表19）。また、開花前の追加散布により、葉枯症状に高い防除効果を示す薬剤もあったが、赤かび病に対する追加散布の効果は不十分であった。

表19 *M. nivale* に効果の高い薬剤の散布時期の検討

散布時期	赤かび病発病小穂率(%)						止葉葉身基部発病							
							2014		2015		2014		2015	
	止葉期	出穂期	開花期	3日後	7日後	14日後	北見	十勝	北見	十勝	北見	十勝	北見	十勝
開花始			◎		◎		0.82	0.43	0.25	0.1	2.0	0.0	2.5	
開花始3日後			●	○	◎		0.48	0.59	0.22	0.0	3.3	0.0	0.8	
開花始14日後			●		◎	○	0.54	3.00	0.55	0.9	20.0	0.7	3.6	
慣行(従来の方法)			●		◎		0.78	3.05	0.59	2.0	15.0	2.2	12.4	
完全防除	○	○	●	○	◎	○	0.21	0.29	0.07	0.0	0.0	0.0	0.2	
無防除							2.08	7.03	0.87	4.7	53.0	7.2	30.8	

表20 *M. nivale* に対して効果の高い薬剤

薬剤名	希釈倍率		赤かび病発病小穂率(%)					止葉葉身基部発病度					
			2013		2014		2015	2013		2014		2015	
			北見	十勝	北見	十勝	北見	北見	十勝	十勝	十勝	十勝	十勝
ジェットフェンカルブ・ ベノミル水和剤	1000	◎	0.7	0.4	0.3	2.4	0.1	6.2	4.4	10.7	13.0		
	1500	○	1.0	0.7	0.5	2.2	0.3	15.1	11.6	9.3	17.3		
A水和剤 ¹⁾	600	○	N.T	N.T	0.3	0.9	0.1	N.T	N.T	3.1	3.6		
	1000	○	N.T	N.T	0.5	1.8	0.2	N.T	N.T	4.9	3.0		
B水和剤 ¹⁾	500	◎	N.T	N.T	0.1	0.9	0.3	N.T	N.T	0.4	0.9		
イミノクタジン酢酸塩液剤	1000	◎	1.2	0.9	0.4	1.3	0.2	19.6	9.3	6.7	6.3		
無処理			4.5	10.5	1.1	7.8	0.7	66.7	46.7	45.8	33.3		

網掛けは防除価70以上であることを示す。赤かび病は *M. nivale* 優占条件下の試験。○：*M. nivale* に効果の高いことを示す。
◎：*M. nivale* にも DON 濃度低減にも効果の高いことを示す。1) 2016年10月現在未登録。N.T は未供試

③ *M. nivale* の多発に対応した赤かび病防除対策

- ・ *M. nivale* による赤かび病と葉枯症状の防除効果を高めるためには、開花始と開花始7日後に *M. nivale* に対して効果の高い薬剤を散布すると効率的である(表21)。

表21 *M. nivale* 対策を強化した秋まき小麦の赤かび病防除

	散布時期		考え方
	開花始	開花始7日後	
従来の方法 ¹⁾	DON 濃度低減に効果の高い薬剤		<ul style="list-style-type: none"> ・ DON 濃度低減 ・ <i>M. nivale</i> による減収被害軽減
<i>M. nivale</i> による減収リスクの高い地域	DON 濃度低減と <i>M. nivale</i> の両方に効果の高い薬剤	DON 濃度低減との両方に効果が高い薬剤	<ul style="list-style-type: none"> ・ DON 濃度低減 ・ <i>M. nivale</i> に対する防除効果の向上 ・ 葉枯症状抑制対策 ※開花始の薬剤選択によっては止葉期に赤かび病に対して持続性の高い薬剤を散布する

1) 平成18年度普及推進事業「秋まき小麦におけるデオキシニバレノール汚染低減のための効果的な赤かび病防除方法」より引用

(7) 春まき小麦「春よ恋」の赤かび病防除

① 薬剤散布回数

春まき小麦「春よ恋」では、3回散布が合理的である（表22）。「はるきらり」も「春よ恋」に準じて防除を行う。

表22 薬剤散布回数による防除効果の比較（供試品種：「春よ恋」）

試験年次	発病状況 (発病穂率%)	散布回数	赤かび粒率 (%)	外観健全粒からの <i>F.graminearum</i> 分離率(%)	総体のDON濃度 (ppb)
2004	甚発生 (34.0%)	5回	0.87 (65)	15 (71)	1178 (80)
		3回	0.28 (89)	20 (61)	909 (85)
		0回	2.50	51	6010
2006	甚発生 (42.7%)	5回	0.61 (69)	7.3 (75)	1647 (75)
		4回	0.47 (76)	14.3 (50)	1629 (76)
		3回	0.27 (86)	8.3 (71)	987 (85)
		2回	0.73 (63)	15.0 (48)	2323 (65)
		0回	1.95	28.7	6703

注) 供試薬剤はテブコナゾール水和剤F、表中()内は防除価を示す。
ppb = 1 / 1000ppm

② 防除薬剤の評価（春まき小麦）

総合評価が「○」の薬剤を選択すれば、3回散布で対応することができる（表23）。

表23 薬剤の評価（春まき小麦）

薬剤名	希釈倍数	赤かび粒率に 対する効果	外観健全粒のDON 濃度に対する効果	DON濃度に 対する効果	総合評価
シルバキュアフロアブル	2,000	A	A	A	○
チルト乳剤	1,000	C	D	C	△
	2,000	C	D	C	△
トリフミン水和剤	1,000	C	D	C	△
ストロビーフロアブル ^{*3)}	2,000	B	C	B	△
	3,000	B	C	B	△
アミスター20フロアブル	2,000	D	D	D	×
	3,000	D	D	D	×
トップジンM水和剤	1,500	B	A	A	○
ベフラン液剤25	1,000	C	A	A	○
	2,000	C	C	B	△
水和硫黄剤	400	D	D	D	×

注1) シルバキュアフロアブルの防除効果を基準として、ほぼ同等 (A)、やや劣る (B)、劣る (C)、著しく劣る (D) の4段階に評価した。

注2) 赤かび病防除薬剤として、効果が高い (○)、効果がやや低い (△)、効果が低く防除薬剤として用いない (×) と評価した。

注3) ストロビーフロアブルについては、M. ニバーレ (*Microdochium nivale*) で耐性菌が確認されている

(8) 春まき小麦の初冬まき栽培における赤かび病防除

- ① 初冬まき栽培は、一般に春まき栽培よりも赤かび病やDON汚染のリスクが低い、開花期間中の天候不順により初冬まき栽培でも多発しDON濃度が高くなる場合がある（表24）。
- ② 「春よ恋」の初冬まき栽培においては、春まき栽培と同様に3回散布の実施が適切と考えられる。

表24 初冬まき栽培と春まき栽培の発病とDON汚染の比較

試験年次	播種時期	「ハルユタカ」		「春よ恋」	
		発病穂率 (%)	DON濃度 (ppb)	発病穂率 (%)	DON濃度 (ppb)
2001年	春まき	47.3	5392	—	—
	初冬まき	19.3	1493	—	—
2002年	春まき	10.3	1286	4.7	538
	初冬まき	3.0	226	0.0	ND
2003年	春まき	2.0	803	0.3	252
	初冬まき	2.0	175	0.3	ND
2004年	春まき	13.7	4400	—	—
	初冬まき	20.0	13800	—	—
2005年	春まき	9.0	—	—	—
	初冬まき	4.7	1500	—	—
2006年	春まき	43.3	2470	19.7	1037
	初冬まき	59.7	4750	29.3	2810

注) NDは検出限界(100ppb)以下

※ppb = 1 / 1000ppm

- ③ 初冬まき栽培であっても、抵抗性の劣る「ハルユタカ」においては、3回散布あるいは4回散布によっても暫定基準値(1.1ppm)を大きく上回ってしまうことが想定される。また、4回散布の方が汚染をより低く抑える結果があったことから、やむを得ず「ハルユタカ」を作付けする場合には4回散布とするが、この場合でもDON濃度が基準を上回る場合もある（表25）。

表25 薬剤散布と発病程度およびDON汚染程度の関係

(「ハルユタカ」、2004年)

散布回数	発病穂率 (%)	赤かび粒率 (%)	DON濃度 (ppb)
4回	4.0 (80)	1.17 (86)	2190 (84)
3回	6.3 (69)	2.10 (74)	4650 (66)
無散布	20.0	8.10	13800

注) ()内は防除価

ppb = 1 / 1000ppm

表26 春まき小麦の赤かび病に対する薬剤防除対策

項目	実施方法	備考
対象品種	「春よ恋」 (抵抗性‘中’)	「ハルユタカ」(抵抗性‘やや弱’)は発病程度とDON汚染が高い。
散布回数	開花始より1週間間隔で3回散布する。	初回散布時期を逸しないよう特に留意する。 「ハルユタカ」を栽培する場合には4回目の散布を行う。
薬剤選択	効果の高い薬剤として、シルバキュアフロアブル(2,000倍)、トップジンM水和剤(1,500倍)、ペフラン液剤25(1,000倍)の3薬剤を用いることが望ましい。	効果の高い散布体系の例 1回目：シルバキュアフロアブル 2回目：トップジンM水和剤またはペフラン液剤25 3回目：シルバキュアフロアブル

注1) 同系統の薬剤の連用を避ける。 注2) 初冬まき栽培も本対策に準ずる。

注3) DON汚染と赤かび粒率の基準に対応するため、薬剤防除に併せて早期は種、倒伏防止など耕種的対策、および適切な収穫・乾燥と調製を行う。

4) 眼紋病

連作、短期輪作のは場や5月の平均気温が低い年に多発しやすい。発病が激しい場合は、茎の周囲が病斑で取り囲まれて倒伏しやすくなり、千粒重が低下する(表27)。倒伏すると、品質の低下も伴い著しい被害となる。少発生では被害はなく、糊熟期の病莖率90%、発病度40以下であれば減収しないので(図18)、防除が必要となる場合は少ないと思われる。

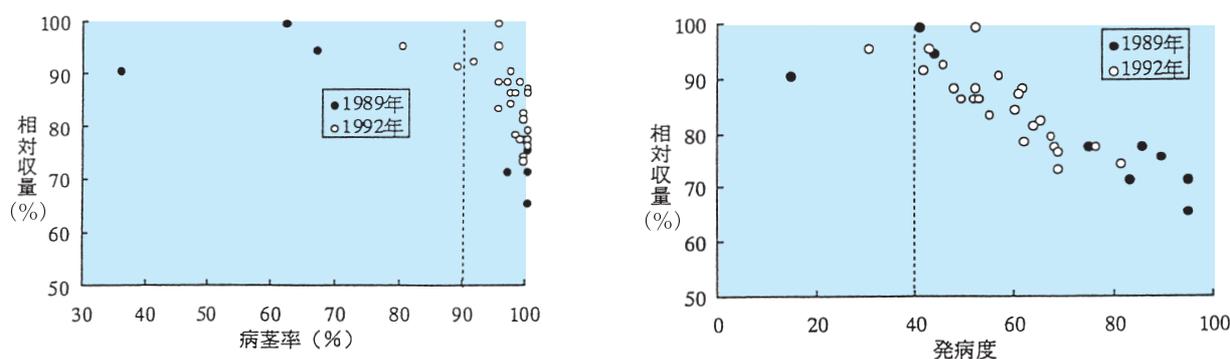


図18 小麦眼紋病の発病と子実収量の関係 (1996年、中央農試)

表27 眼紋病の発病程度と小麦の収量構成要素との関係（1996年、中央農試）

発病指数（発病度）	1穂粒数	千粒重
0（0）	20.5	37.3
1（25）	19.5	37.7
2（50）	20.5	37.3
3（75）	19.6	35.9
4（100）	19.5	34.9
4（100）倒伏を伴う場合	19.4	30.7

注) 発病指数 0 病斑を認めない
 1 病斑が茎の円周の半分以下を占めている
 2 病斑が茎の円周の少なくとも半分を占めている
 3 病斑が茎を完全に取り囲んでいる
 4 病斑が拡大し茎基部全体に及んでいる

(1) 耕種的対策の励行

- ① 非寄主作物（イネ科以外）を2年以上作付けると発病が軽減されるので、連作を行わず3年以上の輪作体系を維持する（表28）。重要な伝染源は罹病麦稈であり、輪作によって麦稈が十分に分解すれば発生は軽減できる。ただし輪作によって発生が少なくなったほ場でも、続けて麦を作付けすると長期連作と同程度の発生に簡単に戻るのので、輪作を継続することが大切である。

表28 非寄主作物の作付け年数と眼紋病の発病軽減効果（1996年、中央農試）

非寄主作物の 作付け年数	指数（連作を100とする）		次年度麦作での指数（連作を100とする）
	病茎率	発病度	発病度
3年	53.3	29.1	111.9
2年	81.7	47.8	94.9
1年	90.1	69.2	103.9
交互作	88.2	66.9	103.8
連作	100	100	100

- ② ほ場の除草に努める。特にイネ科雑草対策を徹底する。
- ③ 作業機等に付着した罹病麦稈や汚染土壌の移動によって、健全ほ場や輪作ほ場が汚染され多発することがあるため（図19）、これら伝染源の持ち込みに注意し、発生ほ場の拡大を防止する。

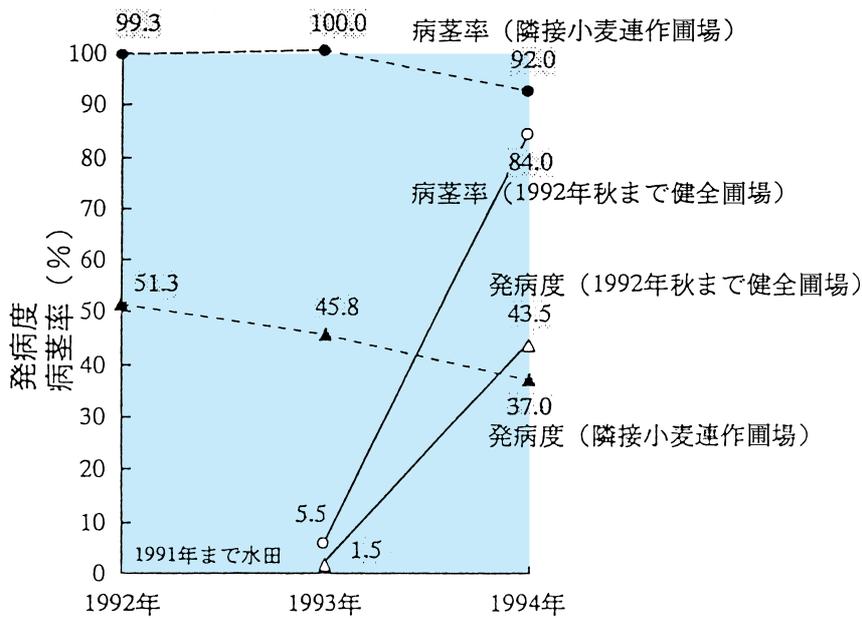


図21 作業機械付着土壌の移動による健全ほ場の汚染（初年畑における眼紋病の発病とその後の増加）（1996年、中央農試）

※：1991年まで水田だったほ場に1992年に小麦を作付け（隣接する多発ほ場と農機具の往来がある条件で）

- ④ 茎数が多いと発病が激しくなり、倒伏にもつながりやすい。適正は種量、適期は種を守るとともに、生育に応じた分追肥によって茎数過剰にならないよう肥培管理を行う（表29）。

表29 は種時期、は種量と眼紋病の発病との関係（1994年、中央農試）

播種時期	播種量 粒/m ²	分けつ期茎数 本/m ²	穂数 本/m ²	病茎率 (%)	発病度	発 生 量	
						播種量	播種時期
8 / 31	255	939	470	83.0	49.3	少	多
	340	1074	550	82.5	56.0	↓	
	425	1255	613	92.5	64.8	多	
9 / 9	255	894	458	73.0	43.8	少	↓
	340	902	454	74.5	43.0	↓	
	425	929	479	76.0	47.3	多	
9 / 17	255	591	365	49.7	12.5	少	↓
	340	581	350	49.3	12.3	↓	
	425	679	385	64.0	16.3	多	
9 / 28	255	571	317	27.0	6.8	少	↓
	340	563	325	27.3	7.0	↓	
	425	579	337	46.3	12.0	多	

- ⑤ 排水を良くする。
- ⑥ 夏期の10日間以上の湛水は本病の発病軽減に有効である。

収穫後のほ場を反転耕起し、湛水しながら土壌を攪拌して刈株を完全に埋没させる。また、発生ほ場を水田化すると病原菌は死滅するので、田畑輪換は発病軽減に有効である。ただし、効果は2年目まで持続しない。

(2) 適正な薬剤散布（やむを得ず連作する場合には、薬剤散布の必要性が高い）

- ① 本病の発生は、5月の平均気温が低い年に多い。5月に低温が続き、病茎率90%（発病度で40）以上の発生のおそれのあるほ場では、薬剤散布を行う。
- ② 薬剤散布時期は幼穂形成期前後で、薬剤は表30のとおりである。

なおMBC（チオファネートメチル）剤に対する耐性菌が広範囲に確認されており、道東地域を中心としてプロピコナゾール剤の効果が低い菌型（SF型：従来のRタイプ）が、一部地域でAP（シプロジニル）に対する低感受性菌および耐性菌が確認されているので、薬剤の選択には注意が必要である。

表30 眼紋病に対する指導参考薬剤（2016年12月現在）

系 統 名	商 品 名	薬 剤 名	適正使用基準		希 積 倍 数 (倍)
			使用時期	回 数	
DMI	スポルタック乳剤	プロクロラズ	30日前まで	2回以内	600
	チルト乳剤25*	プロピコナゾール	3	春期以降3	1,000
AP	ユニックス顆粒水和剤47*	シプロジニル	45	2	500~700
MBC	トップジンM水和剤*	チオファネートメチル	14	3	1,000
無機化合物・有機銅	キンセツ水和剤80	銅(水酸化第二銅)・有機銅	60	5	400
SDHI	カンタスドライフロアブル	ボスカリド	45	2	1,500

*地域によっては効果が劣る場合がある

5) 立 枯 病

土壌伝染性の連作病害で、連作1～2年で発生し、3～4年では多発する。根部や地際部は黒変し、白穂が発生する。一穂粒数、千粒重が減少するので著しい減収になる。本病は薬剤による防除が困難なので、以下に示す耕種的対策を積極的に行い、発生量を最少限に抑える。

(1) 耕種的対策の励行

- ① 連作を避ける。非寄主作物（イネ科以外：えんばく、とうもろこしは除く）を2年以上栽培し、3年以上の輪作を行う（表31）。

表31 非寄主栽培年数と立枯病の発生（1986年、北見農試）

連輪作	栽 培 歴					発病株率 (%)			発 病 度			子実重 (kg/10a)		
	56年	57年	58年	59年	60年	58年	59年	60年	58年	59年	60年	58年	59年	60年
連 作	W	W	W	W	W	100	92	80	56	16	18	319	491	355
輪 作	W	P	W	W	W	83	100	93	34	67	20	330	416	349
	W	P	P	W	W		53	100		9	68		590	279
	W	P	P	P	W			63			13			408

注) W：小麦、P：馬鈴しょ

- ② 排水を良くし、有機物（C/N比の低いもの）を鋤き込み、できるだけ深耕する。
- ③ 土壌pHが高いと発生が多くなるので、pH5.5を目安に調整する（図22）。
- ④ 早播きを避け適期には種する。
- ⑤ 石灰や硝酸態窒素の施用は、本病の発生を助長するので注意する。

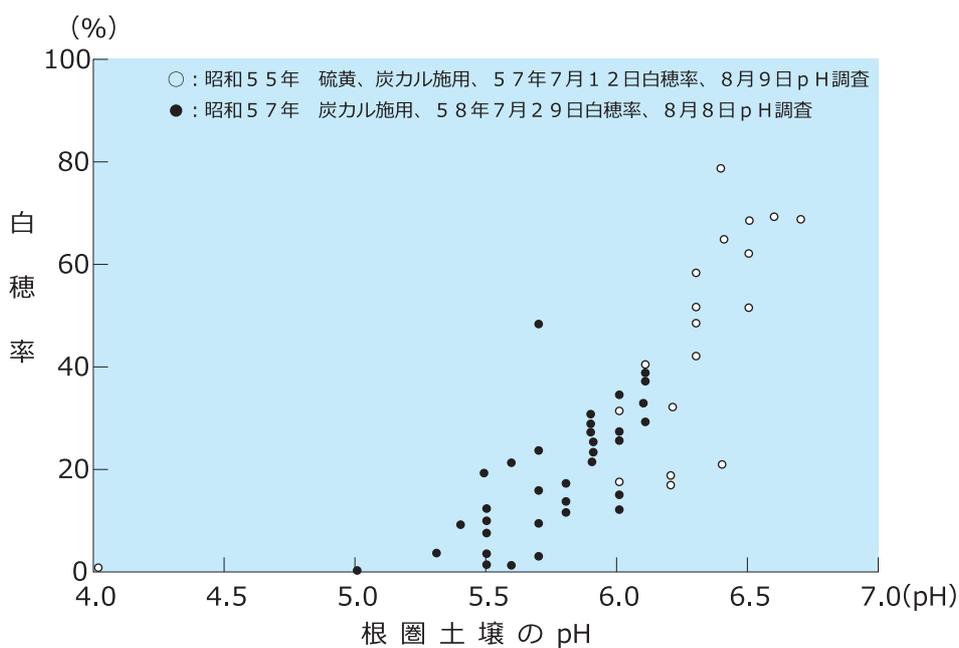


図22 根圏のpHと発病

- ⑥ リン酸あるいはカリ欠乏のいずれも発病を助長し、少肥でも発病を助長するので、肥培管理を適正に実施する。
- ⑦ ほ場の除草に努め、特にイネ科雑草対策を徹底する。また、イネ科牧草の跡地では2～3年間は小麦を栽培しない。
- ⑧ 湛水可能な地域では、湛水処理も効果がある（表32）。湛水処理は、止むを得ず連作しなければならない場合に実施する。収穫後のほ場を反転耕起し、湛水しながら土

壤を攪拌して刈株を完全に埋没させる。病原菌は25℃、4週間でほとんど死滅するので、夏期に少なくとも20日間以上湛水すること。または田畑輪換を行うと発病は軽減する。

表32 湛水期間と発病及び小麦の生育との関係（1985年、北見農試）

湛水期間	発病度	白穂率（%）	穂数（本）	草丈（cm）
0日	97	47	15	44
8日（7/30～8/6）	96	27	11	47
16日（7/30～8/14）	70	4	27	56
33日（7/30～8/31）	30	0	36	59

6) 条斑病

種子及び土壌で伝染する。土壌伝染性病害で、根と冠部の褐変、下位葉の黄化、茎葉の条斑症状などを発現する。症状の進んだ株は草丈の伸長が阻害されるとともに穂が出すくみ状となり、開花しても著しい稔実不良となるため、大きな減収となる。

近年は輪作の励行や品種の変遷などにより、発生は局所的にとどまっている。

本病は土壌で伝染し、薬剤による防除が困難なので、以下に示す耕種的対策を積極的に行い、発生量を最少限に抑える。また、種子伝染するので種子消毒を行う。特に輪作の効果は高いので、適切な輪作を心がける。

(1) 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。
- ② 発生地域産の種子を移動しない。
- ③ 作業機などによる病土や罹病麦稈の移動に注意する。
- ④ 種子消毒を励行する（表33）。

表33 条斑病に対する種子消毒剤（2016年12月現在）

<ul style="list-style-type: none"> ・ベンレートT水和剤20（チウラム・ベノミル水和剤） 20倍液に10分間浸漬 7.5倍液を種子重量の3%吹き付け ・ベンレートTコート（チウラム・ベノミル粉剤） 種子重量の0.5%を均一に粉衣 ・キンセツ水和剤80（銅・有機銅水和剤） 種子重量の1%を湿粉衣 ・ペフラン液剤25（イミノクタジン酢酸塩液剤） 原液を種子重量の0.3～0.5%吹き付け

(2) 発病を軽減するための対策

- ① は種時期は地域の適期を守る。早期は種ほど発病が多くなるので適期幅内では遅い方がよい。
- ② 連作による発病増加を防止するため、適正な輪作を行う。なお、条斑病単独の発生被害が多いほ場では、とうもろこし及び馬鈴しょを用いた交互作あるいは短期輪作によっても、発病を最小限に抑えることができる。
- ③ 転換畑では、収穫後の20日間以上湛水する。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。また、田畑輪換も有効である。
- ④ ほ場内およびその周辺のイネ科雑草の除草を徹底する。
- ⑤ 発生ほ場の麦稈は、ほ場外に搬出して完熟堆肥とする。

7) 雪 腐 病

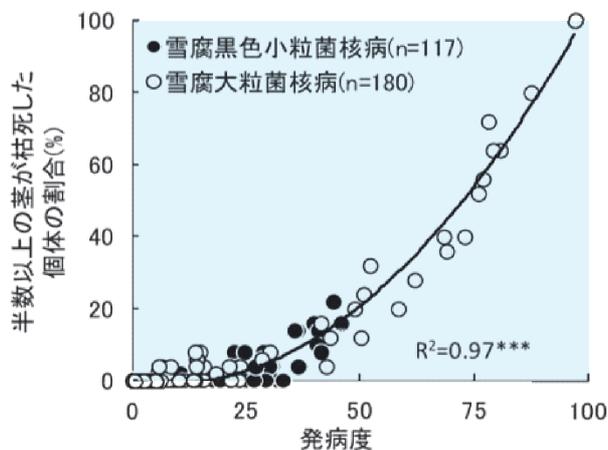
北海道で小麦に発生する雪腐病は、6種類が知られている（表34）。これらの病原菌は、積雪下で小麦に加害するという共通点を持つが、病原菌の発生生態はそれぞれ大きく異なり、発生しやすい条件が異なる。さらに効果のある薬剤も異なるので、効率的な防除のためには、まず地域で発生する雪腐病の種類を知る必要がある。各種雪腐病の特徴について以下に示す。

表34 北海道で発生する雪腐病の特徴

雪 腐 病 名	病 徴	伝 染 方 法
【全道的に発生する】		
●紅色雪腐病菌	枯れた茎葉は乾くと桃色になる 菌核は形成しない	種子伝染、土壌伝染
【根雪前の寒さが厳しい地帯、土壌凍結する地帯で発生しやすい】		
●雪腐大粒菌核病	灰白色の枯死葉上に黒いネズミの糞状の粒（菌核）を形成する	空気伝染
●スッポヌケ病	中心葉基部が褐色に腐敗し、中心葉自体も褐変萎凋し、容易に抜ける	土壌伝染
●雪腐黒色小粒菌核病	灰褐色の枯死葉上に直径1mm程度の小さな球形の黒い粒（菌核）を形成する	土壌伝染
【多雪地帯で発生しやすい】		
●雪腐褐色小粒菌核病	枯死葉上に2mm前後、赤褐色のいびつな粒（菌核）を形成する	空気伝染、土壌伝染
【透排水性の悪い畑、転換畑で発生しやすい】		
●褐色雪腐病	湯をかけたような水浸状暗緑色、乾くと灰白色で薄紙状に葉が枯死 菌核は形成しない	土壌伝染

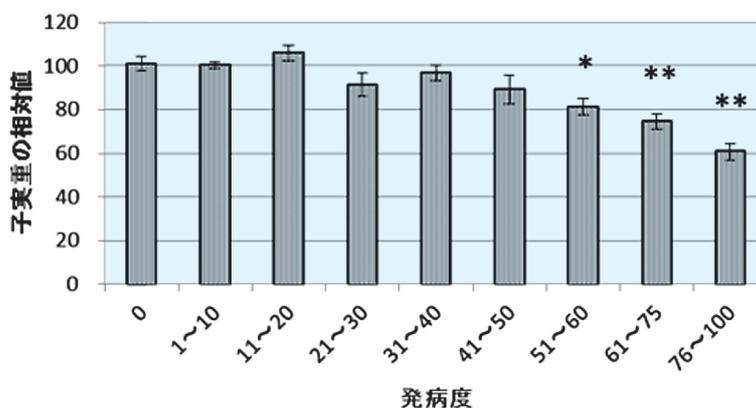
(1) 雪腐病による影響

発病程度によっては茎や株が枯死し、生育のばらつきや減収につながる（図23、24）。



指数0:健全、1:葉の半数枯死、2:全葉または茎の一部が枯死、
3:全葉および茎の半数枯死、4:完全枯死
発病度 = $\sum \text{指数} / (4 \times \text{調査個体数}) \times 100$

図23 発病度と半数以上の茎が枯死する個体の割合の関係
(2013年、北見農試)



注) 図中、*および**はそれぞれ発病度0と比較して5%および1%水準で有意差があることを示す(Tukey-Kramer法)。

図24 雪腐褐色小粒菌核病の発病度と子実の関係
(2013年、中央農試)

(2) 耕種的対策の励行

耕種的な防除対策をあらゆる面から講じておくことは、本病対策にとって極めて重要である。

- ① 地域ごとに定められたは種適期を守る。

- ② 連作は土壤中の病原菌密度を高め、被害を増大させるので適切な**輪作体系を守る**。
- ③ 過度の基肥窒素施用は避ける。
- ④ 降雨や融雪水が停滞するような畑では、褐色雪腐病が発生しやすい。排水不良畑では**排水対策**を施す。
- ⑤ 積雪期間が長いほど被害が大きくなる（図25）ので、**融雪材の散布**など融雪を促進する対策を行い、積雪期間を短縮する。
- ⑥ 現行品種の殆どは、耐雪性”やや強”だが、「ゆめちから」、「つるきち」が”中”なので注意する（表35）。

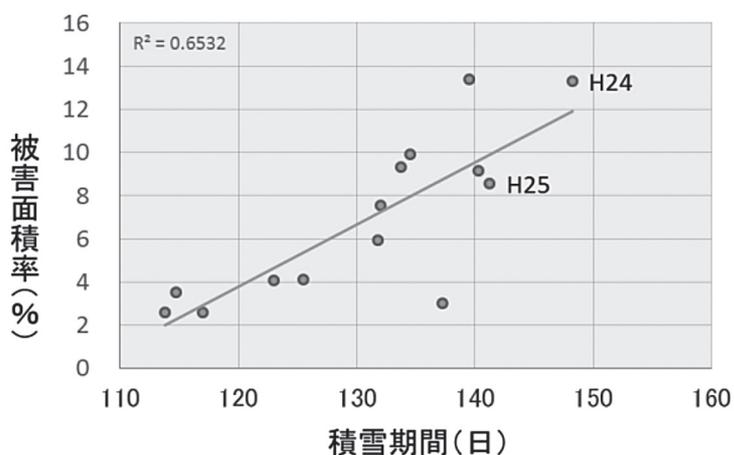


表35 各品種の耐雪性

品 種	耐雪性の強弱
きたもえ	やや強
キタノカオリ	やや強
きたほなみ	やや強
ゆめちから	中
きたさちほ	やや強
つるきち	中

注) 耐雪性：雪腐褐色小粒菌核病に対する耐病性検定結果に基づいた評価

図25 積雪期間と雪腐病被害面積率

注) 中央、上川、十勝、北見農試の平均（2000～2013年）

(3) 適切な薬剤防除

① 種子消毒（紅色雪腐病）

紅色雪腐病菌は赤かび病の病原菌でもあり、雪腐病の中で唯一種子伝染する。本病に対する種子消毒剤は表36のとおりである。薬量が少ないので種子全体にまんべんなく付着するよう注意して処理を行う。

表36 紅色雪腐病に対する種子消毒剤（2016年12月現在）

<ul style="list-style-type: none"> ・ ベフラン液剤25（イミノクタジン酢酸塩液剤） 原液の種子重量の0.3～0.5%吹き付け 10倍液の種子重量の5%（50ml/種子1kg）塗沫 ・ キンセット水和剤80（銅・有機銅水和剤） 種子重量の0.5%を乾粉衣 1%を湿粉衣 ・ ベフランシードフロアブル（イプコナゾール・イミノクタジン酢酸塩水和剤F） 原液を種子重量の0.5%（5ml/種子1kg）塗沫
--

② 茎葉散布

殺菌剤の防除効果の低下は、散布から根雪始めまでの期間の降水量の影響が大きい。散布から根雪までの期間が長いと、防除効果が低下する降雨に遭遇する確率が高まるので、気象条件やほ場条件、散布機械の運用面などを考慮して無理のない範囲でより根雪に近い時期に散布する。

ただし、残効性に優れる薬剤を用いることで、必ずしも根雪直前散布の必要は無く、より早期の防除が可能となる。

ア. 雪腐病菌の種類によって有効な茎葉散布薬剤が異なるので、地域における雪腐病発生実態にあわせて薬剤を選択する（表37）。

イ. 薬液が乾かないと降雨や夜露で流れやすいので、なるべく天気の良い日中に処理する。同様の理由で、葉が露で濡れている状態での散布も好ましくない。

※褐色小粒菌核病防除のためにテブコナゾール水和剤Fを散布する場合には、褐色雪腐病が多発することがあるので、シアゾファミド水和剤Fによる防除も行う。

表37 各薬剤の残効性の評価と防除の考え方（2013年、中央農試、上川農試、十勝農試、北見農試）

病害名	薬剤名	商品名	希釈倍率	効果低減・再散布の目安
雪腐大粒菌核病	フルアジナム水和剤F	フロンサイドSC	1,000倍	積算降水量 ^{注2)} 120mm もしくは 日最大降水量 ^{注3)} 65mm
	チオファネートメチル水和剤	トップジンM水和剤	2,000倍	積算降水量 80mm もしくは 日最大降水量 40mm
雪腐黒色小粒菌核病	フルアジナム水和剤F	フロンサイドSC	1,000倍	積算降水量 120mm もしくは 日最大降水量 65mm
	テブコナゾール水和剤F	シルバキュアフロアブル	2,000倍	積算降水量 100mm もしくは 日最大降水量 40mm
	イミノクタジン酢酸塩・トルクロホスメチル水和剤F	リゾレックスベフランフロアブル	500倍	積算降水量 40mm もしくは 日最大降水量 15mm
雪腐褐色小粒菌核病	フルアジナム水和剤F	フロンサイドSC	1,000倍	散布から根雪始 までの降水量 150mm
	テブコナゾール水和剤F	シルバキュアフロアブル	2,000倍	散布から根雪始 までの降水量 85mm
褐色雪腐病	シアゾファミド水和剤F	ランマンフロアブル	1,000倍	散布から根雪始 までの降水量 150mm

注1) 雪腐大粒菌核病および雪腐黒色小粒菌核病は雪腐病抵抗性”やや強”の「ホクシン」を、雪腐褐色小粒菌核病および褐色雪腐病は抵抗性”やや弱”の「チホコムギ」を用いて実施した試験の結果である

注2) 積算降水量: 散布から根雪までの期間の降水量の合計

注3) 日最大降水量: 散布から根雪までの期間内で最も降雨の多かった日の降水量

表38 雪腐病に対する指導参考薬剤（2016年12月現在）

処理方法	毒性	系統名	商品名 ()は剤型名	指導参考病害虫名					有効成分		適正使用基準		処理濃度・量等
				大粒菌核病	黒色小粒菌核病	褐色小粒菌核病	★紅色雪腐病	褐色雪腐病	成分名	含有量(%)	使用時期	本剤の使用回数	
種子粉衣		無機化合物・有機銅	キンセット水和剤80				●		銅(水酸化第二銅)・有機銅	Cu13・60	は種前	1	1%湿粉衣 0.5%乾粉衣
種子塗沫	劇	DMI・グアニジン	ペフランシードフロアブル				●		イブコナゾール・イミクタジン酢酸塩	4・15	は種前	1	0.5%塗沫
種子塗沫	劇	グアニジン	ペフラン液剤25				●		イミクタジン酢酸塩	25	は種前	1	10倍液 50ml/kg塗沫
種子吹付	劇	グアニジン	ペフラン液剤25				●		イミクタジン酢酸塩	25	は種前	1	0.3~0.5%吹付
茎葉散布		DMI	シルバキュアフロアブル		●	●			テブコナゾール	40	根雪前	1	1,000~2,000
茎葉散布		DMI	チルト乳剤25		●	○	○		プロピコナゾール	25	根雪前	2	750
茎葉散布		DMI	デビュー乳剤			●			フェブコナゾール	12.5	根雪前	2	500 500~800
茎葉散布	劇	グアニジン・MBC	ペフトップジンフロアブル	○			●		イミクタジン酢酸塩・チオファネートメチル	15.7・26.2	根雪前	3	750
茎葉散布		MBC	トップジンM水和剤	○					チオファネートメチル	70	根雪前	3 ³⁾	1,000 2,000 2,500
茎葉散布		MBC	トップジンM粉剤	●					チオファネートメチル	2	根雪前	3 ³⁾	3kg
茎葉散布		MBC	ペンレート水和剤	●					ペンシル	50	根雪前	1	2,000~3,000
茎葉散布		AH	リゾレックス粉剤		●	○			トルクロホスメチル	5	根雪前	2	3kg
茎葉散布		AH	リゾレックス水和剤		●	●			トルクロホスメチル	50	根雪前	2	1,000
茎葉散布		SDHI	ハンタック水和剤75		●	●			メフロニル	75	根雪前	2	750~1,000
茎葉散布		有機銅	キノド-水和剤80 *有機銅水和剤80 *オキシド-水和剤80		●	●	●		有機銅 ※有機銅水和剤は、商品によって登録内容が異なるので、注意すること	80	根雪前	5	400~800 400
茎葉散布		無機化合物・有機銅	キンセット水和剤80		●	○	●		銅(水酸化第二銅)・有機銅	20・60	根雪前	5	400
茎葉散布	劇	グアニジン・SDHI	ハンタックペフラン水和剤	●	●	○	●		イミクタジン酢酸塩・メフロニル	10・30	根雪前	2	400
茎葉散布	劇	グアニジン・SDHI	ハンタックペフランゾル	○	●	●	●		イミクタジン酢酸塩・メフロニル	10・30	根雪前	2	400
茎葉散布	劇	グアニジン・AH	リゾレックスペフランフロアブル		●	●	●		イミクタジン酢酸塩・トルクロホスメチル	15・25	根雪前	2	500~750
茎葉散布		グアニジン・AH	リゾレックスペフラン粉剤DL	●	●	○	●		イミクタジン酢酸塩・トルクロホスメチル	1.5・2	根雪前	2	3kg
茎葉散布		他合成	フロンサイド水和剤	●	●	●	●		フルアジナム	50	根雪前	2	1,000
茎葉散布		他合成	フロンサイドSC	●	●	●	●		フルアジナム	39.5	根雪前	2	1,000 2,000
茎葉散布		Qil	ランマンフロアブル				●		シアゾファミド	9.4	根雪前	3	1,000
茎葉散布	劇	グアニジン	ペフラン液剤25	●			●		イミクタジン酢酸塩	25	根雪前	3 ²⁾	1,000
茎葉散布	劇	グアニジン・SDHI	モンカトペフランフロアブル	○	●	○	●		イミクタジン酢酸塩・フルトラニル	10・20	根雪前	2	500
少量散布		DMI	シルバキュアフロアブル		●	●			テブコナゾール	40	根雪前	1	500、25%
少量散布		MBC	トップジンM水和剤	●					チオファネートメチル	70	根雪前	3	500、25%
少量散布		他合成	フロンサイド水和剤		○	●			フルアジナム	50	根雪前	2	250、25%
少量散布		他合成	フロンサイドSC		●	●			フルアジナム	39.5	根雪前	2	250、25%
少量散布		Qil	ランマンフロアブル				●		シアゾファミド	9.4	根雪前	3	250、25%
少量散布	劇	グアニジン・SDHI	モンカトペフランフロアブル	○	●	○	●		イミクタジン酢酸塩・フルトラニル	10・20	根雪前	2	125、25%

【注意事項】

薬剤の使用にあたっては、当該薬剤の使用回数(上表に使用回数として掲載)、薬剤に含まれる各成分の総使用回数(本ガイドには未掲載)双方の範囲内となるよう留意すること。

【摘要】

- 1) 11番・チルト乳剤25に係る使用回数「5」について、春期以降は3回以内とする。
- 2) 17番・ペフトップジンフロアブル、38番・ペフラン液剤25に係る使用回数「3」について、出穂期以降は1回以内とする。
- 3) 18番・トップジンM水和剤、19番・トップジンM粉剤に係る使用回数「3」について、出穂期以降は2回以内とする。

③ 無人ヘリコプター散布

ア. 根雪前のほ場条件が悪く、トラクターによる防除が困難な地域では無人ヘリによる散布も有効である。

イ. 無人ヘリ散布での雪腐病の登録薬剤は、表39にあげたもののみである。

表39 無人ヘリ散布による雪腐病の防除薬剤（2016年12月現在）

系統名	商 品 名	薬 剤 名	大 粒	黒 小	褐 小	紅 色	褐 色	回 数	希釈倍数 (倍)	散布水量 ($\frac{\text{リットル}}{10a}$)
グアニジン ・AH	リゾレックスベフランフロ アブル	イミノクタジン酢酸 塩・トルクロホスメチル		○ ○	○ ○	○ ○		2回以内	6 12	0.8 1.6
	シルバキュアフロアブル	テブコナゾール		○	○			1	16	0.8
DMI	チルト乳剤25	プロピコナゾール		○	○			2	8	0.8
	ランマンフロアブル	シアゾファミド					○	3	8	0.8
MBC	トップジンMブル	チオファネートメチル	○					3	10	0.8
グアニジン ・SDHI	モンカットベフランフロア ブル	イミノクタジン酢酸 塩・フルトラニル		○	○	○		2	4	0.8

ウ. 無人ヘリ防除を行うに当たっては以下の要項を守り、適正な防除を行う。

- ・ 散布は、各使用機種の使用基準に従って実施すること。
- ・ 微量散布装置以外の散布器具は使用しないこと。
- ・ 散布機種に適合した散布装置を使用すること。
- ・ 作業中、薬液が漏れないように機体の配管その他装置の十分な点検を行うこと。
- ・ 薬液の飛散によって自動車やカラートタンの塗装などに影響を与えないよう、散布区域内の諸物件に十分留意すること。
- ・ 水源地、飲料用水等に本剤が飛散流入しないように十分注意すること。
- ・ 作業終了後、機体散布装置は十分に洗浄し薬液タンクの洗浄廃液は適正に処理する。

8) コムギ縞萎縮病

コムギ縞萎縮病は北海道では1991年に発生が確認され、その後1996年頃から道央、網走支庁管内を中心に発生地域が急激に増加した。平成17年（2005年）以降は微増で推移しているが、平成24年（2012年）には9振興局51市町村となった。道北などの一部を除き、主要な秋まき小麦栽培地帯のほぼ全域に広がったと考えられる。急激な増加の原因として、当時の主要品種が本病に極端に弱い「ホクシン」に置き換わったこと、連作または短期輪作が行われていることがあげられる。

(1) 病 徴

- ① 葉身にかすり状の退緑斑点が現れ、のちに黄白色の縞状になる。新葉はねじれることなく、株が萎縮する。発病は株単位で発生する。病徴は品種によって異なる（表40）。
- ② 病徴は、秋期（根雪前）に現れることはなく、融雪後起生期から観察される。平均

気温が5℃前後で最も明瞭になり、平均気温が10℃を超える6月以降は病徴が不鮮明となる。

- ③ 発生の著しいほ場では全面に発生するが、最初のうちは坪状に発生することもある。
- ④ 発病が軽度の場合には、出穂近くになると症状が不明瞭となり、被害はさほど認められない。
- ⑤ 発病が激しい場合は、分けつが抑制され、穂長も短くなり、一穂粒数、千粒重の低下により減収する。

発病程度指数2では減収の可能性があり、指数3以上になると減収程度は著しい(図26)。

- ⑥ 「きたほなみ」の病徴は、黄化症状より萎縮症状が強く発現する。

表40 コムギ縞萎縮病抵抗性程度別の主要な秋まき小麦品種の主な病徴と減収の有無(2012年、中央農試を一部改変)

抵抗性	品種名	主な病徴(4月末～5月)*	
		多～甚発生条件**	中発生条件***
弱	ホクシン・キタノカオリ	<ul style="list-style-type: none"> ・激しい黄化・かすり状の縞を示す ・激しい萎縮を併発する(発病程度指数4) ・減収する 	<ul style="list-style-type: none"> ・株全体に明瞭な黄化・かすり状の縞を示す ・起生期～幼形期頃は萎縮するが、ある程度は回復(発病程度指数2～3) ・減収する
やや弱	きたほなみ	<ul style="list-style-type: none"> ・激しい萎凋を示す ・葉身にかすり状の縞・黄化を併発する(発病程度指数3) ・減収する 	<ul style="list-style-type: none"> ・起生期～幼形期頃は強い萎縮を示す ・生育とともに急劇に萎縮が不明瞭になり回復 ・かすり状の縞が認められるが黄化症状葉軽く不明瞭(発病程度指数2) ・減収する可能性有り
中	きたさちほ・つるさち きたもえ・ホロシリコムギ	<ul style="list-style-type: none"> 起生期直後は萎縮を示す ・痒疹にかすり状の縞・黄化を併発する(発病程度指数2) ・生育とともに症状が不明瞭になる ・減収の可能性有り 	<ul style="list-style-type: none"> ・萎縮の程度は不明瞭 ・かすり状の縞がわずかに認められる(発病程度指数1) ・減収しない
やや強	タクネコムギ	<ul style="list-style-type: none"> ・萎縮無し～不明瞭 ・かすり状の縞がわずかに認められる(発病程度指数1) ・減収しない 	<ul style="list-style-type: none"> ・無病徴あるいは不明瞭なかすり状の縞(発病程度指数0) ・減収しない
強	ゆめちから****	<ul style="list-style-type: none"> ・無病徴(発病程度指数0) ・減収しない 	<ul style="list-style-type: none"> ・無病徴(発病程度指数0) ・減収しない

*) 萎縮症状の判別は、節間伸長し始める幼穂形成期前後(5月上旬頃)が適している。止葉期(5月末頃)以降になると生育の回復に伴って萎縮程度の判別が困難となる。調査時期は、融雪直後とその後の気象条件で変動するので、適期を逃さないようにする。

**) 抵抗性"弱"品種を栽培した場合の発病程度が指数4となるような、ウイルス保毒菌密度のほ場や気象条件。

***) 抵抗性"弱"品種を栽培した場合の発病程度が指数2～3となるような、ウイルス保毒菌密度のほ場や気象条件。

****) H25産の「ゆめちから」では、H24秋期の高温とH25春期の低温条件により病徴が発現した。

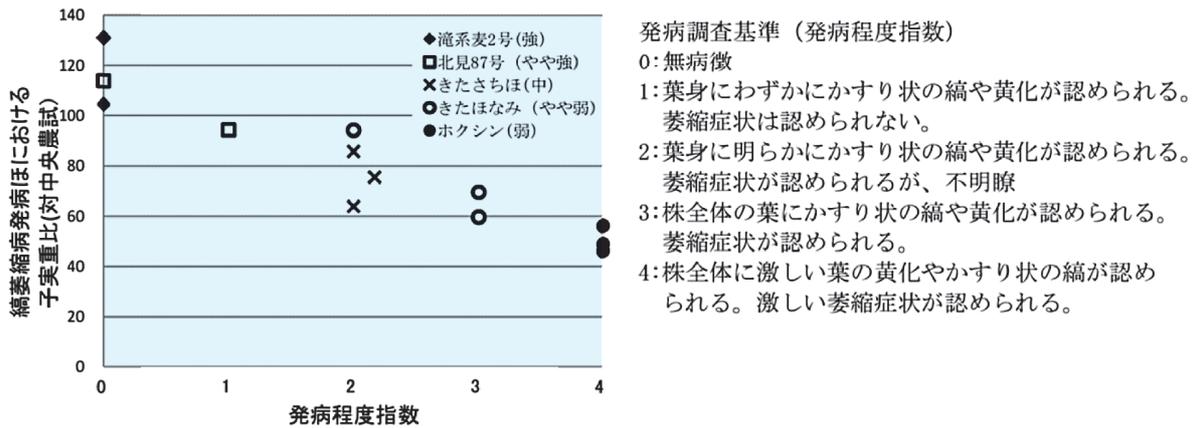


図26 コムギ縹萎縮病発病程度と子実重比の関係 (2012年、中央農試)

(2) 伝染経路

- ① 本病はコムギ縹萎縮ウイルスを病原とする土壌伝染性の病害である。本ウイルスは小麦のみを侵し、土壌中に生息する土壌菌ポリミキサ・グラミニスが媒介する。
- ② 汚染土壌が唯一の伝染源である。病土は、数年間にわたって病原性を保持する（病原ウイルスを保毒した媒介菌は、小麦を作付けしなくても8年以上土壌中で生存できるとされている）。種子伝染および虫媒伝染はしない。
- ③ ウイルスは秋期のうちに根に感染し、積雪下で地上部に移行し増殖する。

(3) 発生環境

- ① 雪が遅く、秋が長い年次や地域では、感染期間が長引くため発病しやすい。同じ理由で早まきによって発病が多くなる傾向にある。
- ② 土壌水分の多いほ場、滞水しやすい場所で発生しやすいため、転換畑での発生が多い。

(4) 耕種的対策

- ① 病土を健全ほ場に持ち込まないことが最も重要である。ほ場管理に際しては常に発病ほ場を最後にし、作業後は機械等を良く洗浄する。収穫作業についても、共同で使用する機械や搬送トラックの場合、発生ほ場での作業後は現地で付着した土壌を洗い流す等、病土を移動させないように注意する。
- ② ほ場の排水を良くして媒介菌のほ場内での移動を防ぐ。
- ③ 連作はほ場の汚染程度を高めるので、適切な輪作に努め、連作は避ける。
- ④ 発生ほ場では小麦の作付けを避けることが重要であるが、やむを得ず作付けする場合には品種の選択に注意する。

※「ゆめちから」の抵抗性は“強”であるが、H24秋期が高温に経過したこと（感染に

好適)、H25春期が低温で経過したこと(ウイルスの増殖に好適)から、H25産では病徴が発現した。

⑤ 極端な早まきは避ける(感染期間を長期化させない)。

9) 萎縮病

小麦の萎縮病は2011年に石狩および空知地方で秋まき小麦(品種「ホクシン」、「きたほなみ」、「キタノカオリ」)に発生が確認された。

伝染経路は縞萎縮病と同様だが、葉の退緑や糸葉状に葉が巻くなど症状は異なる。また、症状の回復は縞萎縮病より遅れる(6月上旬から中旬まで症状が残る)。

縞萎縮病との判別は難しいため、発生が疑われる場合は近隣の農業改良普及センターへ連絡し、エライザ検定を試験場に依頼されたい。

10) コムギなまぐさ黒穂病

なまぐさ黒穂病は、発病すると減収のみならず、異臭により品質低下を招く。汚染された生産物が乾燥・調製施設に混入すると、施設全体が汚染されることとなり、被害が大きくなる。対策としては長期輪作(連作しないことが最も重要)、採種ほ産の健全種子の利用、種子消毒の徹底、適期は種やは種深度などの基本技術の励行があげられる。また、本病の発生が認められた場合は、周辺への厚膜胞子の飛散や異臭麦による収集施設の汚染を防ぐためにも収穫は避け、ほ場内に深く鋤込む。罹病した麦稈は、ほ場外に持ち出さないことが望ましい。なお、発生ほ場から土壌を移動しないように注意する。

本病に関する詳細は北海道農政部技術普及課発行の「コムギなまぐさ黒穂病Q&A」参照。

11) その他病害と対策

- (1) ほ場の排水性向上に努め、適正な施肥を行う。
- (2) 土壌病害は、連作・過作が発生の主因であるため適正な輪作を行う。
- (3) 麦角病の菌核は人畜に有害なため、流通麦に混入してはならない。周辺のイネ科雑草の刈り取りなど防除対策の徹底を図る。