

特集：ムギ類赤かび病とそれによるマイコトキシン汚染の防除

北海道における春まきコムギのデオキシニバレノール汚染低減に向けた当面の対策

北海道立中央農業試験場 相 馬 潤

はじめに

2002年5月に厚生労働省はコムギに含まれるデオキシニバレノール（以下、DONと略称）の暫定基準値を1.1 ppm (1,100 ppb)と設定した。これに伴い、この基準値を超えるコムギは流通させることのないよう求められている。

北海道は国内最大のコムギ産地であり、その作付面積は約10万haである。その大部分は主にうどんなどの麺を用途とする秋まきコムギが占めるが、春まきコムギも国産のパン用コムギとして高い需要があり、7～8千haが作付されている。

その一方で、春まきコムギは秋まきコムギに比較して生育期が遅く、病原菌の感染適期である開花期に降雨に遭遇する頻度が高く、赤かび病が多発し大きな被害を受けてきた。そのため、特に春まきコムギでは減収被害に加えて、DON汚染も大きな障害となることが懸念された。しかし、これまで病害としての赤かび病防除に関する知見はあったが、DON汚染という観点からの知見は乏しく、この新しい問題にどのように対処すべきかについての指針が緊急に必要となった。

この情勢変化を受けて、北海道立中央農業試験場と十勝農業試験場は、主に2000～02年の試験で得られた知見を共同でまとめ、「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」を2003年1月に策定した。この「当面の対策」の骨子は抵抗性品種の利用、早期播種、薬剤防除および調製を総合的に実施することである。本稿ではこの概要について紹介する。

I 春まきコムギにおける赤かび病の被害と病原菌

2000～02年に、春まきコムギの作付面積の多い道央

Provisional Recommendations for Control of Deoxynivalenol Contamination of Spring Wheat in Hokkaido. By Jun SOUMA

(キーワード：春まきコムギ, 赤かび病, デオキシニバレノール (DON), *Fusarium graminearum*)

部を中心に、赤かび病の発生程度と病原菌の調査を行った(相馬・角野, 2003a)。その結果、2000年および2001年は多～甚発生であり、2002年は少～中発生であった。2002年が前2年に比較して少発生にとどまった主な原因としては、開花期以降の少雨・乾燥条件が考えられた。

また、3か年を通じて発生の多くみられた病原菌は *Fusarium graminearum* と *F. avenaceum* であり、*F. culmorum* と *Microdochium nivale* の発生はごく一部で認められたものの非常に少なかった。

次に、春まきコムギから分離した赤かび病菌のDON産生能を調査した(相馬・角野, 2003b)。その結果、*F. graminearum* と *F. culmorum* はDONを産生したが、*F. avenaceum* と *M. nivale* は産生しなかった。

発生の多く認められた2菌種のうち、*F. avenaceum* はDONを産生しないことから、春まきコムギのDON汚染に関与する主要な病原菌は *F. graminearum* であると考えられた。

II 抵抗性品種

赤かび病抵抗性の異なる品種の、赤かび病発生程度およびDON汚染程度を比較した(表-1)。赤かび病抵抗性「中」の「春よ恋」は抵抗性「やや弱」の「ハルユタカ」に比較して赤かび病の発生程度が低く、DON汚染程度が低いことが明らかになった。2年の試験に通じて「春よ恋」の汚染程度は「ハルユタカ」のほぼ50%程度であった。

DON汚染対策の基本として「春よ恋」の利用を推進す

表-1 DON汚染程度の品種間差

試験年次	供試品種	発病穂率(%)	発病小穂率(%)	赤かび粒率(%)	DON濃度(ppb)
2001年	‘ハルユタカ’	47.3	6.00	6.47	8,170
	‘春よ恋’	12.7	1.13	1.27	4,160
2002年	‘ハルユタカ’	10.3	2.06	2.00	1,286
	‘春よ恋’	4.7	0.58	0.67	538

注) 道立中央農試における無防除栽培。

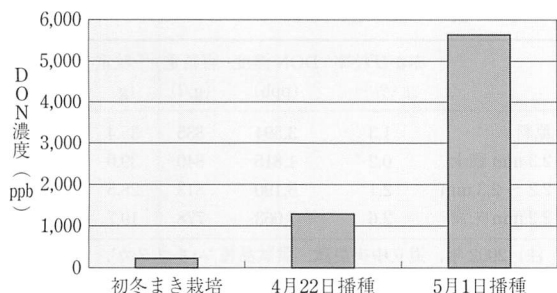


図-1 播種時期と DON 汚染程度の関係
2002年, 道立中央農試. 供試品種‘ハルユタカ’. 5月1日播種では薬剤散布を2回行った.

る必要がある。現在, ‘春よ恋’の作付面積は拡大し, 従来の主力品種である‘ハルユタカ’に置き換わりつつある。

III 早期播種

播種時期と DON 汚染程度の関係を検討したところ, より早期に播種を行うことにより DON 汚染を低減できることが明らかになった。

2002年に‘ハルユタカ’を用いて行った試験結果を図-1に示した。この試験では初冬まき栽培と4月22日播種は無防除であるが, 5月1日播種は薬剤散布を2回行っている。

DON 汚染程度は初冬まき栽培で最も低かった。初冬まき栽培とは, 春まきコムギを根雪直前に播種し越冬させ, 融雪と同時に生育を開始させる早期播種技術であり, 収量・品質が通常の春まき栽培より優れることから, 近年注目を集めている栽培方法である。この試験では2001年11月11日に播種を行っている。初冬まき栽培では春まき栽培の場合に比べて, 赤かび病の発生が少ないことは従来から知られていたが, DON 汚染に対しても有効であることが明らかとなった。

5月1日播種に比較して4月22日播種では薬剤散布を行っていないにもかかわらず, DON 汚染程度は低かった。また, ここではデータを示していないが, 発病穂率や赤かび粒率も4月22日播種で低かった。すなわち, 通常の春まき栽培においても, より早期に播種することにより赤かび病の発生および DON 汚染を抑制することができると考えられた。一方, 4月20日を過ぎて播種を行うと赤かび病の発生が増大し DON 汚染のリスクが高まると考えられた。

以上から, 初冬まき栽培を含めて可能な限りの早期播種を励行する必要がある。

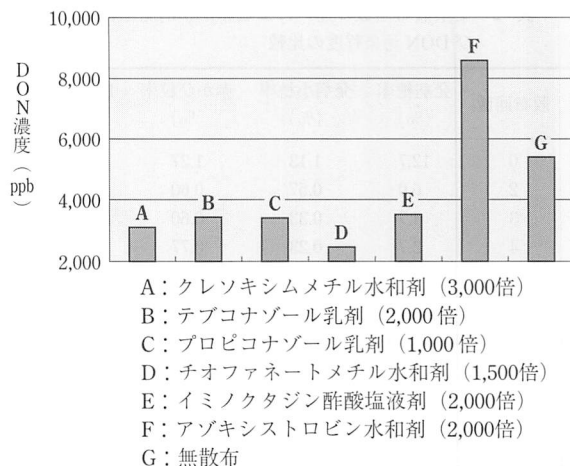


図-2 薬剤の DON 汚染低減効果
2001年, 道立中央農試. 供試品種‘ハルユタカ’. 開花始から1週間間隔で3回散布.

IV 薬剤防除

北海道で赤かび病の防除薬剤として広く用いられてきた6薬剤について, DON 汚染に対する低減効果を検討した。クレソキシムメチル水和剤, テブコナゾール水和剤, プロピコナゾール乳剤, チオファネートメチル水和剤およびイミノクタジン酢酸塩液剤の5薬剤には DON 汚染低減効果が認められた (図-2)。

一方, アゾキシストロビン水和剤は DON 汚染低減効果が認められない試験例が3例中2例あり, そのうち図-2に示した1例では無散布よりも DON 濃度が高まっていた。これらのことから, 本剤は春まきコムギの赤かび病防除には当面使用しないことが適当と考えられた。

なお, この試験においても, アゾキシストロビン水和剤の穂における発病 (発病穂率, 発病小穂率) に対する防除効果は他の薬剤と同程度に認められた。それにもかかわらず, DON 濃度の低下が認められないばかりか無散布より高まる結果となったが, この理由については現在のところ明らかではない。

赤かび病はコムギの開花期に最も感染しやすいとされていることから, 開花期以前から予防的に薬剤散布を開始することが適当と考えられる。ただし出穂期前後では穂が十分に抽出しておらず, 薬剤が付着しない部分ができるため, 散布タイミングとしてやや早いと考えられる。そこで, ほとんどの穂が穂首まで抽出する開花始が散布開始時期として適当であると考えた。

次に薬剤の散布回数を検討した。クレソキシムメチル水和剤を開花始から1週間間隔で2~5回散布し DON

表-2 薬剤散布回数の違いによる赤かび病発生程度および DON 汚染程度の比較

散布回数	発病総率 (%)	発病小穂率 (%)	赤かび粒率 (%)	DON 濃度 (ppb)
0	12.7	1.13	1.27	4,160
2	6.0	0.57	0.60	3,295
3	4.7	0.33	0.60	3,099
4	2.7	0.23	0.77	2,441
5	9.3	0.73	0.67	1,642

注) 1. 2001 年, 道立中央農試. 供試品種 '春よ恋'. 2. クレンキシムメチル水和剤 (2,000 倍) を開花始から 1 週間間隔で散布.

表-3 DON 汚染低減に対する効果の認められた防除薬剤

薬剤名	系統名	希釈倍数	使用時期
テブコナゾール水和剤	DMI	2,000	収穫 14 日前
プロビコナゾール乳剤	DMI	1,000 ~ 2,000	収穫 14 日前
クレンキシムメチル水和剤	ストロビルリン	2,000 ~ 3,000	収穫 14 日前
チオファネートメチル水和剤	ベンゾイミダゾール	1,500	収穫 14 日前
イミノクタジン酢酸塩液剤	ゲアニジン	1,000 ~ 2,000	収穫 21 日前

汚染低減効果を比較したところ, 4 回あるいは 5 回散布の低減効果が高かった (表-2)。

コムギの開花から成熟までの期間は年次によって異なるが, 開花始から 1 週間間隔で散布を行った場合, 5 回目の散布時期が収穫のほぼ 2 週間前になる年次も想定される。DON 汚染低減に効果の認められた 5 薬剤の使用時期は収穫 14 日前あるいは 21 日前であり (表-3), 5 回目散布はこれらの薬剤の使用時期を越える可能性がある。したがって, 薬剤散布は開花始から 1 週間間隔で 4 回散布することが適当であると考えられた。

V 調 製

病原菌の感染により生じる赤かび粒には高濃度の DON が含有されており, これが混入することによって製品中の DON 濃度が高まる。したがって, 赤かび粒を除去することにより DON 濃度を低減することが期待できる。赤かび粒は健全粒と比較して充実が悪く, 千粒重などの物理的形質が劣ることから, 粒厚選別あるいは比重選別がその除去に有効であると考えられた。

そこで, 粒厚選別機および比重選別機を用いた調製による DON 汚染低減効果を検討したところ, 両者に効果

表-4 粒厚選別機による DON 汚染低減効果

	赤かび粒率 (%)	DON 濃度 (ppb)	容積重 (g/l)	千粒重 (g)	重量割合 (%)
原料	1.3	3,594	835	35.4	
2.3 mm 網上	0.2	1,815	840	39.0	71
2.2 ~ 2.3 mm	2.1	6,190	813	28.5	19
2.2 mm 未満	2.6	7,063	778	19.7	10

注) 2002 年, 道立中央農試. 供試品種 'ハルユタカ'.

表-5 比重選別機による DON 濃度低減効果

	赤かび粒率 (%)	DON 濃度 (ppb)	容積重 (g/l)	千粒重 (g)
原料	1.2	2,938	837	38.7
選別デッキ出口 1	0.0	248	855	42.6
2	0.0	356	851	41.1
3	0.0	382	848	40.6
4	0.3	459	846	40.0
5	0.3	786	842	38.3
6	0.3	1,130	840	38.8
7	1.0	1,768	839	37.8
8	2.3	2,987	835	37.3
9	2.4	3,676	832	37.2
10	1.2	4,008	826	36.5
11	3.7	6,436	820	35.9
12	4.4	6,881	812	35.4
13	7.6	16,840	790	33.2

注) 1. 2002 年, 道立中央農試. 供試品種 'ハルユタカ'. 2. 原料は比重によって選別され, 異なる選別デッキ出口より排出される。

が認められた (表-4, 5)。粒厚選別, 比重選別ともに赤かび粒率が低下しており, これが DON 汚染の低下に結びついたものと考えられる。

以上のように, 粒厚選別および比重選別による調製は DON 汚染低減対策上有効な手法となるが, 選別の効率を高めるために比重選別の前に粒厚選別を行うことが望ましい。

VI 総合的な対策が必要

これまで述べてきたように, 抵抗性品種の利用, 早期播種, 適正な薬剤防除および調製はそれぞれ DON 汚染の低減に有効であることが明らかになった。しかしながら, これらは単独では低減効果として必ずしも十分ではない。

例えば, '春よ恋' の利用のみでは 2001 年のような発生の激しい年には暫定基準値をクリアすることはできない (表-1)。初冬まき栽培を行ったとしても激発年を想定した場合, 十分ではないかもしれない。同様に薬剤防

表-6 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 (2003)

項目	実施方法	備 考
適応地帯	全道一円	
品種	‘春よ恋’	‘ハルユタカ’はデオキシニバレノール汚染程度が高い
播種期	初冬まき栽培を含めて可能な限り早く行う	播種が4月20日を過ぎるとデオキシニバレノール汚染の危険性が高まる
薬剤散布	開花始より1週間間隔で4回散布する	クレソキシムメチル水和剤, テブコナゾール水和剤, プロピコナゾール乳剤, チオファネートメチル水和剤およびイミノクタジン酢酸塩液剤はデオキシニバレノール汚染低減効果が認められた
調製	比重選別を行う	選別効率を高めるために、比重選別の前に粒厚選別を行う

注) 本対策は、試験事例が少ない中で現段階での知見を可能な限り集めたものであり、その機作等については未解明であるものが多い。なお、これらの対策をすべて行っても、発病状況等によってはデオキシニバレノール濃度が暫定基準を上回る可能性がある。したがって、デオキシニバレノールの自主検査は必須である。また、これはあくまでも当面の対策であり、試験研究の進展によっては変更があり得る。

除を徹底してもそれだけでは暫定基準値をクリアできない(表-2)。粒厚選別および比重選別は有効な手段ではあるが、赤かび病の発生が多く被害が大きい場合、より厳しい選別をかける必要があり、歩留まりが低下するものと思われる。

したがって、DON 汚染低減に向けてこれらの手法を総合的に用いることが必要である(表-6)。すなわち、‘春よ恋’の利用と早期播種をできる限り行い、さらに適正な薬剤防除を実施することにより圃場での赤かび病の発生とDON 汚染を最小限にとどめ、収穫後の粒厚選別と比重選別により製品中のDON 汚染をさらに低減させることが望ましい。

おわりに

本対策は限られた試験事例から現段階での知見をできる限り集めたものであり、現状では、ここに紹介した対策をすべて実施したとしても、発病状況等によってはDON 濃度が暫定基準値を上回る可能性を否定できない。

また、本対策の機作等については未解明であるものが多い。例として、早期播種、特に初冬まき栽培が有効である理由、圃場で赤かび病に対する効果の認められる薬剤がDON 汚染を低減しない理由が挙げられる。さらに、薬剤の2～3回散布と4～5回散布を比較すると、発病穂率や赤かび粒率などには大きな違いが認められないにもかかわらず、DON 汚染低減に関しては4～5回散布の効果が大きいことも挙げられる(表-2)。

このように、本対策はあくまでも問題の緊急性を重視して策定した「当面の対策」という位置付けであり、今後の試験研究の進展によっては変更があり得る。

現在、これまで未検討であった収穫物の乾燥方法などの分野も含め、この対策を補足、改善し、確立していくための試験を推進中である。

引用文献

- 1) 相馬 潤・角野晶大 (2003a) : 北日本病虫研報 54 : 35 ~ 37.
- 2) ———— (2003b) : 同上 54 : 38 ~ 40.

年刊資料

農薬適用一覧表 2003年版(平成15農薬年度)

独立行政法人農薬検査所 監修 A4判 本文867頁
定価13,650円税込み(本体13,000円) 送料サービス

作物別・病害虫別に適用のある農薬名と商品名が一覧表になった資料です。稲用の種子消毒・箱施用剤、ブームスプレーヤ・常温煙霧および航空機利用(無人ヘリを含む)などに適用のある農薬については別表にまとめました。

お申し込みは直接当協会へ、前金(現金書留・郵便振替)で申し込むか、お近くの書店でお取り寄せ下さい。
社団法人 日本植物防疫協会 出版情報グループ 〒170-8484 東京都豊島区駒込1-43-11
郵便振替口座 00110-7-177867 TEL(03)3944-1561(代) FAX(03)3944-2103 メール: order@jppa.or.jp