資料３

指針活用のための技術情報

（暫定版）

平成20年11月

農林水産省消費・安全局

指針活用のための技術情報

目次

1　DON・NIV の特徴　・・・・・・・・・　1頁

1.1　化学的性質　・・・・・・・・・　1頁

1.2　毒性　・・・・・・・・・　1頁

1.2.1　DON　・・・・・・・・・　1頁

1.2.2　NIV　・・・・・・・・・　1頁

1.3　我が国の汚染実態　・・・・・・・・・　2頁

2　麦類の DON・NIV 汚染低減対策の解説　・・・・・・・・・　4頁

2.1　赤かび病防除のための取組事項　・・・・・・・・・　4頁

2.1.1　品種の選択　・・・・・・・・・　4頁

2.1.2　生育状況の把握　・・・・・・・・・　5頁

2.1.3　防除適期　・・・・・・・・・　7頁

2.1.4　農薬の選択　・・・・・・・・・　12頁

2.2　栽培管理・乾燥調製等の工程における取組事項　・・・・・・・・・　14頁

2.2.1　適期における適切な収穫の励行　・・・・・・・・・　14頁

2.2.2　前作の作物残さ等の適切な処理　・・・・・・・・・　15頁

2.2.3　適切な乾燥調製の実施　・・・・・・・・・　17頁

2.3　かび毒検査の活用　・・・・・・・・・　23頁

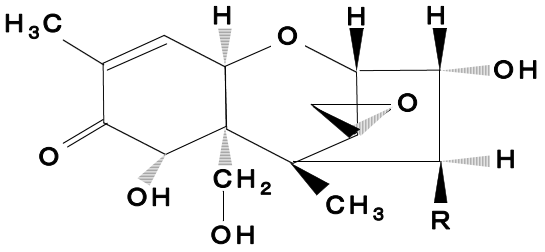
3. 関連情報　・・・・・・・・・　24頁

１．デオキシニバレノール（DON）・ニバレノール（NIV）の特徴

1.1 化学的性質

デオキシニバレノール（以下「DON」といいます。）、ニバレノール（以下「NIV」といいます。）は分子量約300で、右図のような化学構造をしています。

DON・NIV ともに、水やアルコールなどに溶けやすく、熱に対しては120 ℃で安定、180 ℃でやや不安定、210 ℃では30～40分で分解することが報告されています。



DON(R=H),NIV(R=OH)の化学構造

注:DON・NIVは立体構造をしており、▲は手前に出っ張り、▲は奥へ引っ込んでいます。

1.2 毒性

1.2.1 DON

マウスを用いた長期試験の結果、0.1 mg/kg 体重/日に相当する量までは継続して食べ続けても健康への影響は見られませんでした。しかし、0.5 mg/kg 体重/日に相当する量を食べ続けると、餌を食べる量や体重の増加量が減ったり、免疫力が低下するなどの悪影響が見られました。

FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議[*1]では、影響が見られなかった0.1 mg/kg 体重/日のさらに100分の１である１ μg/kg 体重/日であれば DON を毎日摂取しても問題がないとの評価をしています。

なお、著しく汚染された穀物を一度に摂取すると、嘔吐など急性中毒の症状が生じることが報告されています。また、これまでの毒性試験では、発がん性を示す根拠は報告されておりません。

1.2.2 NIV

マウスを用いた長期試験の結果、0.7 mg/kg 体重/日に相当する量を継続して食べ続けると、餌を食べる量が減ったり、免疫力が低下するなどの悪影響が見られました。

EU 食品科学委員会[*2]では、悪影響が見られた最低の濃度のさらに1000分の１である0.7 μg/kg 体重/日であれば NIV を毎日摂取しても問題がないとの暫定的な評価をしています。

---

*1 コーデックス委員会等に対する科学的な助言機関として、食品添加物、汚染物質、動物用医薬品等の安全性評価を行っています。

*2 1974年に、欧州委員会に対して食品の安全性に関する科学的なアドバイスを提供する目的で設置された委員会で、独立した科学者で構成されています。2003年に欧州食品安全機関（EFSA）に移行しています。

なお、著しく汚染された穀物を一度に摂取すると、DON と同様に、嘔吐など急性中毒の症状が生じることが報告されています。また、これまでの毒性試験では、発がん性を示す根拠は報告されておりません。

1.3　我が国の汚染の状況

農林水産省が実施した小麦の DON・NIV の含有実態調査によれば、北海道以外の地域では DON 汚染が発生したときには NIV 汚染も発生している場合が多くありました（図１）。

これは赤かび病の原因となるフザリウム属菌には同じ生物種であっても DON を産生するタイプと NIV を産生するタイプがあり、北海道の麦類にはほとんど前者のみが感染しているのに対し、それ以外の地域では両方のタイプが感染している場合が多いためです。

北海道以外の地域では、東北・関東・北陸地域と四国・九州地域は、DON 含有濃度と NIV 含有濃度には高い相関が認められ、東北・関東・北陸地域は、NIV は DON の７割程度の含有濃度を、四国・九州地域では、NIV は DON の４割程度の含有濃度を示しています。東海・近畿・中国地域は、DON 含有濃度と NIV 含有濃度との相関は低いものの、NIV は DON の含有濃度よりも高い傾向を示しています。

DON と NIV の共汚染がみられる地域では、DON・NIV ともに低減させていく必要がありますが、薬剤散布による DON・NIV の含有濃度の低減効果には高い相関があり（図２）、「麦類のデオキシニバレノール・ニバレノール汚染低減のための指針」に示した取組を実施することで、DON・NIV ともに汚染を低減することができます。

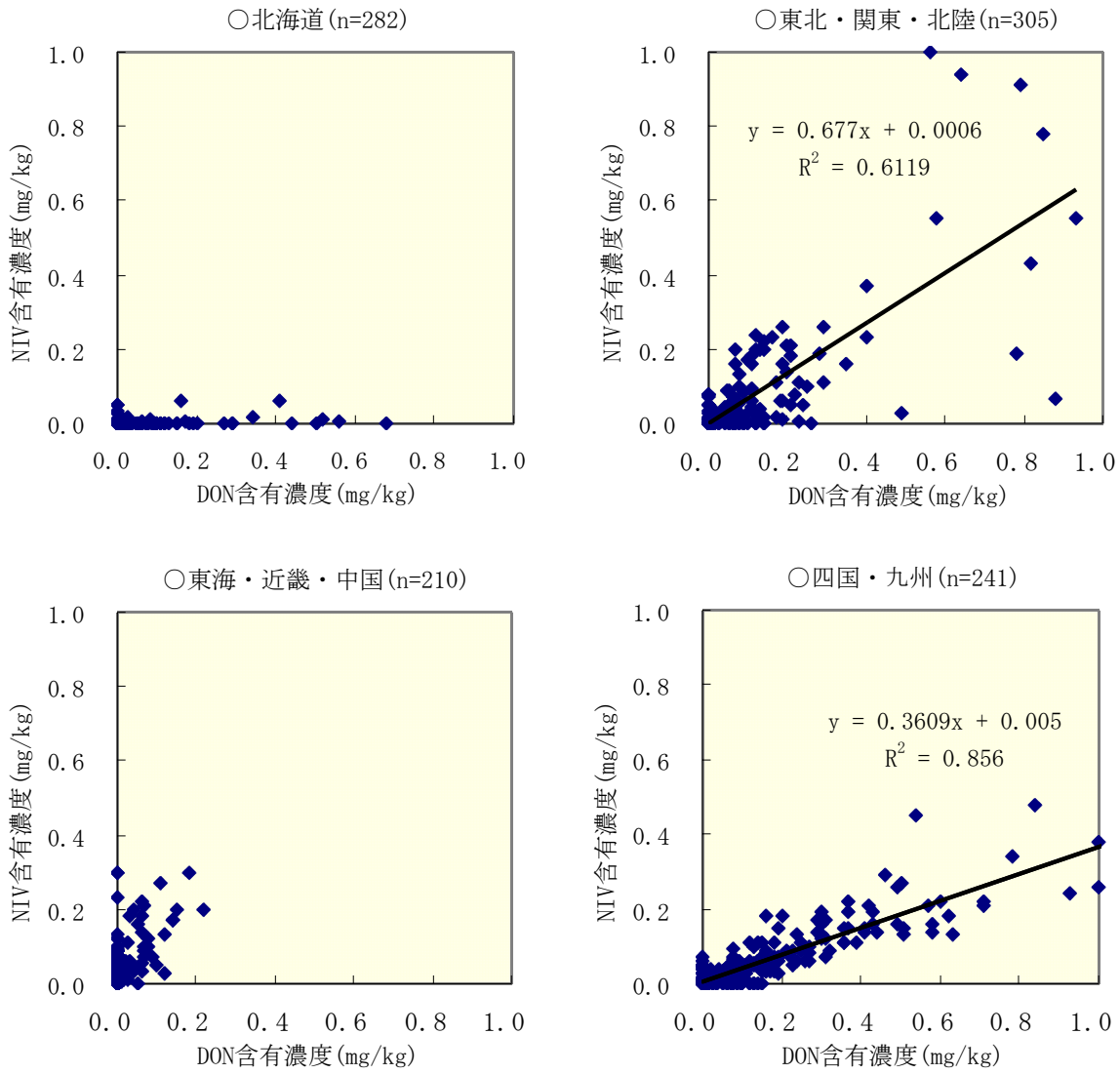
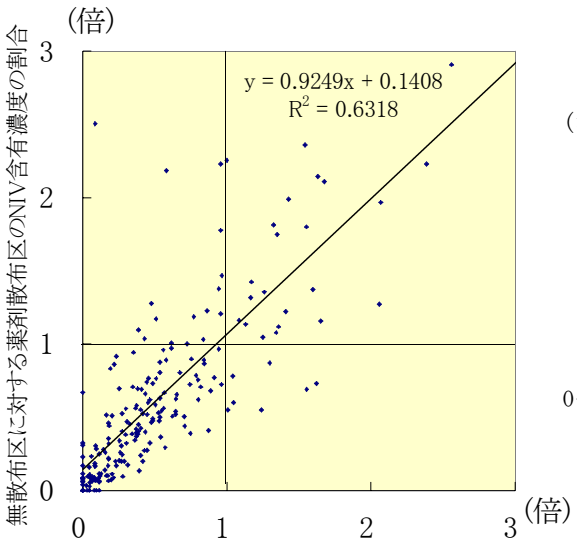


図1 小麦の地域別のDON・NIV含有濃度の相関(2002年～2008年)

各地域における乾燥調製施設より採取した小麦玄麦のDON・NIV含有濃度。
DON・NIVともに定量限界未満は「0」として集計。 **(農林水産省調べ)**



(注) 横軸はDON含有濃度、縦軸はNIV含有濃度の無散布区に対する薬剤散布区の割合(倍率)。
無散布区のDON・NIV含有濃度がともに0.7 mg/kg以上であった213試験区のデータ(2002～2007年)を用いて分析。

(表の見方)
0 :薬剤散布によりDON又はNIVが未検出(防除価100)
0～1:薬剤散布区のDON又はNIVの含有濃度が無散布区より低減
1 :薬剤散布区のDON又はNIVの含有濃度が無散布区と同じ(防除価0)
1～:薬剤散布区のDON又はNIVの含有濃度が無散布区より増加

図2 薬剤散布によるDON・NIV含有濃度の低減効果 **(農研機構 九州沖縄農業研究センター)**

２．麦類のDON・NIV汚染低減対策の解説

2.1　赤かび病防除のための取組事項

2.1.1　品種の選択

・赤かび病の発病・まん延防止のためには、赤かび病抵抗性の比較的強い品種を選択することが望ましい。
・品種の赤かび病抵抗性に頼るだけでは、その発病・まん延を防ぐことには限界があり、薬剤による防除も行う必要がある。
・パン用小麦品種や六条大麦は赤かび病抵抗性が比較的弱いことなどから、その防除に当たっては、天候や生育状況について、より細心の注意が必要である。

【解説】

○　赤かび病抵抗性

赤かび病に対する抵抗性は、麦の種類や品種により異なります。各都道府県の奨励品種の赤かび病抵抗性を見ると、小麦では「中」、「やや弱」の品種が、二条大麦では「やや強」の品種が、六条大麦では「やや弱」～「弱」の品種が多くなっています（表１）。

また、パン用小麦品種は比較的抵抗性が弱いとされています。

表1　赤かび病抵抗性（奨励品種）

	やや強	中	やや弱	弱
小　麦		農林61号（関東・東海等） シロガネコムギ（九州等） チクゴイズミ（四国・九州等） 春よ恋（北海道） きたほなみ（北海道）	ホクシン（北海道）	
二条大麦	ミカモゴールデン（北関東） ニシノホシ（九州等） ほうしゅん（福岡・佐賀） スカイゴールデン（栃木） ニシノチカラ（四国・九州）			
六条大麦			ファイバースノウ（北陸等） シュンライ（東北・関東等） カシマムギ（関東）	ミノリムギ（北陸等）
はだか麦		イチバンボシ（中国・四国・九州等） マンネンボシ（四国）		

（各育成地の検定結果、奨励品種決定調査及び奨励品種参考表の各県データを参考にとりまとめ）

詳しくは以下を参照して下さい。

（ http://www. kanbou. maff. go. jp/www/gichou/akakabi2006. pdf ）

赤かび病の発病・まん延防止のためには、赤かび病抵抗性の比較的強い品種を選択することが望まれます。しかし、我が国の高温多湿な条件の下で防除を必要としないほどの赤かび病抵抗性を有する品種はありません。このため、我が国において麦類を生産する場合には、適期に適切な防除を行うことが必要です。

2.1.2　生育状況の把握

・防除適期を逃さないためにも、ほ場における麦類の生育状況を的確に把握しておく必要がある。

【解説】

○　生育ステージの把握

麦類の赤かび病の原因となるフザリウム属菌は、小麦や六条大麦では開花期に、二条大麦では莢殻抽出される時期に感染しやすくなります。我が国では、麦類の生育後期に降雨が多く、赤かび病が発生しやすい気象条件にあるため（図３）、この時期に適切に防除することが必要となります。

一方、麦類の生育は、同じ品種であっても気象条件によって変動が大きく、出穂期でみると最速日と最遅日では20日以上の開きがあります（表２）。また、は種時期や栽培管理によっても生育が大きく変動します。このため、防除適期を逃さないためには、それぞれのほ場における麦類の生育状況を把握する必要があります。

普及指導センターなどが、その年の生育情報等を出している地域では、それらの情報に注意しましょう。また、農業者も防除適期の少し前に当たる出穂期からほ場をこまめに巡回するなどして、直接生育状況を把握しましょう。

赤かび病に関係のある麦類の生育ステージは以下のとおりです。

出穂期：全茎の40～50 %が出穂(葉鞘から穂の先端(芒を含まない)が出現)した日。

穂揃期：全茎の80～90 %が出穂した日。

開花期：１穂につき数花開花しているものが、全穂数の40～50 %に達した日。

成熟期：茎葉並びに穂首部分が黄化し、穂軸や粒は緑色がぬけ、粒にはツメ跡が僅かにつき、ほぼロウぐらいの固さに達した粒をつける茎が、全穂数の80 %以上に達した日。

(「小麦調査基準」(農業研究センター(1986.3当時))

出穂

開花

成熟

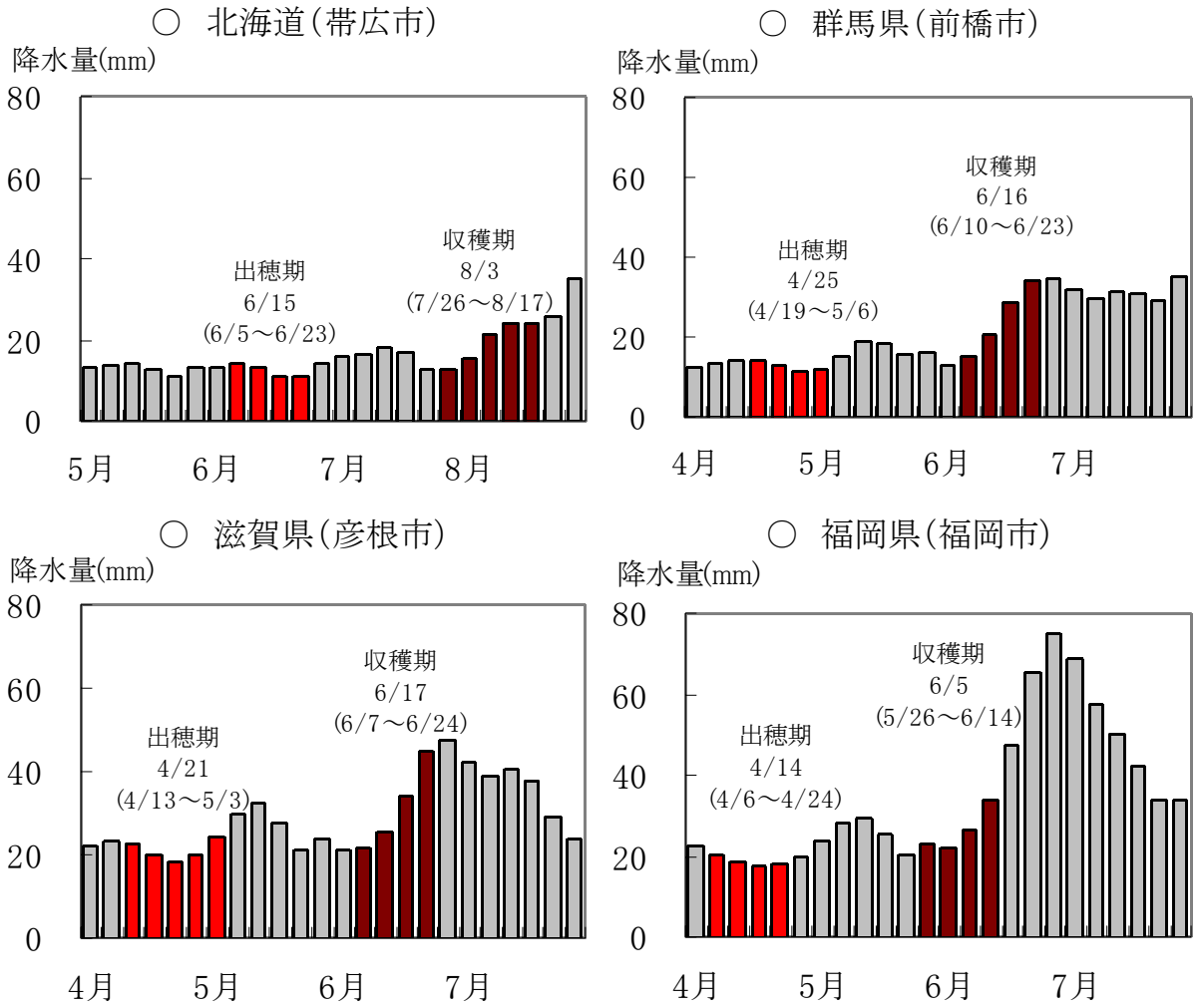


図３　小麦の主要な産地における降水量（平年値）

降水量は、1971～2000年の30年の平均値。
半旬（毎月１日から５日毎に区切った期間）ごとに合計。
小麦の出穂期を赤色、収穫期を茶色で示した。

（気象庁データ、農林水産省調べ）

表２　麦類の主要な産地における出穂期の平均日と最も早い年の日、最も遅い年の日との差
（1985～2006年(22年間)）

		出穂期の平均日	最も早い年		最も遅い年	
				平均日との差		平均日との差
小　麦	北海道	6月　15日	6月　5日	10日	6月　23日	8日
	群馬	4月　25日	4月　19日	6日	5月　6日	11日
	滋賀	4月　21日	4月　13日	8日	5月　3日	12日
	福岡	4月　14日	4月　6日	8日	4月　24日	10日
二条大麦	栃木	4月　18日	4月　8日	10日	4月　29日	11日
	岡山	4月　16日	4月　6日	10日	4月　29日	11日
	佐賀	4月　10日	4月　1日	9日	4月　22日	12日
六条大麦	栃木	4月　22日	4月　15日	7日	4月　29日	7日
	福井	4月　20日	4月　10日	10日	5月　5日	15日
	愛媛（裸麦）	4月　4日	3月　25日	10日	4月　14日	10日
	大分（裸麦）	4月　9日	3月　31日	9日	4月　20日	11日

（農林水産省調べ）

2.1.3　防除適期

・赤かび病を防ぐためには、麦の種類に応じて、必ず以下の時期に最初の防除をしなければならない。

	最初の防除を行う生育時期
小麦	開花を始めた時期から開花期（１穂につき数花開花をしているものが、全穂数の40～50 %に達した日）までの間
二条大麦	穂揃い期（全茎の80～90 %が出穂した日）の10日後頃
六条大麦	開花を始めた時期から開花期までの間

・さらに、地域の気象条件、過去の被害の状況等に加え、普及指導センター、農業団体、病害虫防除所等からの各種情報や、品種の赤かび病抵抗性などを考慮して、必要に応じて追加の防除を行う。

【解説】

○　小麦の防除適期

小麦の最初の防除適期は、開花を始めた時期から開花期までとされており、この傾向は、最近の試験研究でも改めて確認されています(図４)。

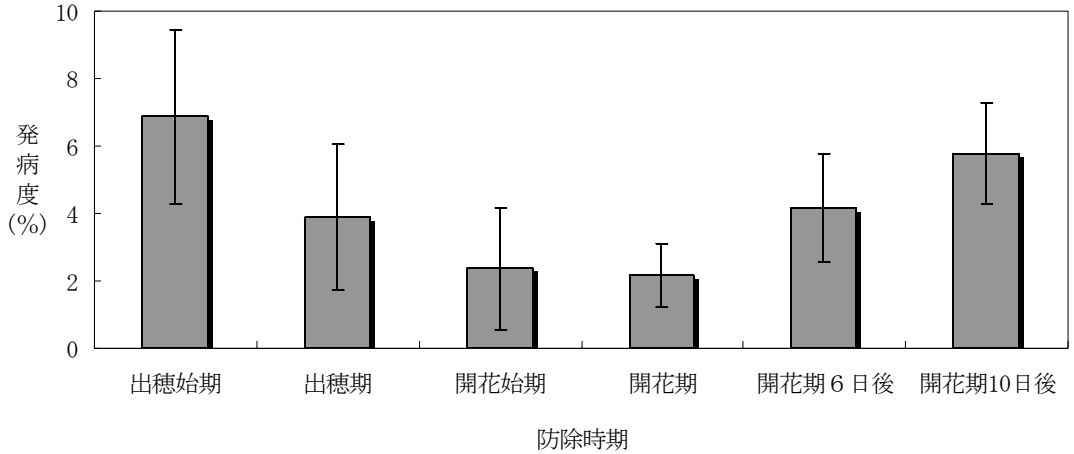


図4　防除時期と赤かび病発生度の比較

品種「ゆきちから」、チオファネートメチル水和剤により防除を実施。
発病度は、調査したすべての穂についての発病度の合計を、調査した穂数で割ったもの。
（以下、本技術情報において、特段の記述のない試験については同様とする。）
試験は３反復で実施し、その平均を求めた。図中のバーは標準偏差。
各防除時期の発病度は、Tukey-Kramer の多重検定（５％水準）で有意差なし。

（宮城県古川農業試験場）

○　大麦の防除適期

①　二条大麦

二条大麦は、閉花性で開花期に葯が抽出しないため、受粉時よりも葯殻が押し出されてくる時期（穂揃期の10日後ごろ）の方が感染しやすい状況になります。このため、二条大麦では、この時期に最初の薬剤防除を行うことにより、発病及びかび毒産生量ともに最も高い低減効果が現れることが確認されました（図５、表３）。

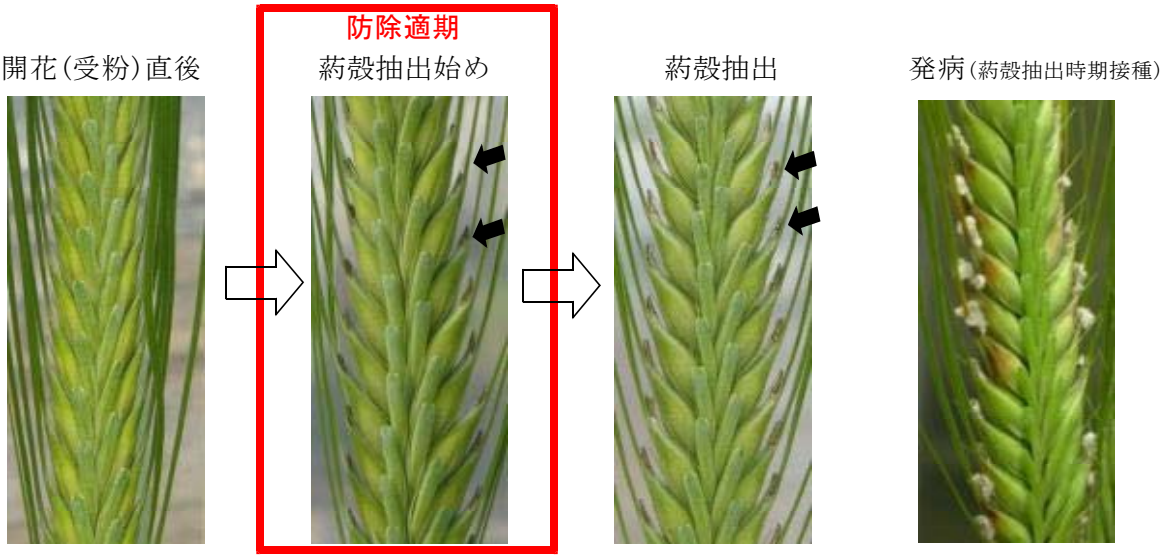


図5　二条大麦(閉花受粉性)における葯殻抽出と葯殻抽出時接種による発病の様子

図中黒矢印は葯殻を示す。品種はニシノチカラ（左、中央左、中央右）及びダイセンゴールド（右）

（農研機構　九州沖縄農業研究センター）

表３　二条大麦における薬剤防除が赤かび病及びかび毒産生濃度に及ぼす影響

開花日と農薬散布日の差（生育ステージ）	2005年		2006年	
	防除価（%）	かび毒低減率（%）	防除価（%）	かび毒低減率（%）
-3日（出穂2日後）	34 b	50 ab	6 ab	17 ab
0日（穂揃い・開花期）	33 b	47 a	6 ab	41 bc
4日	74 c	68 ab	37 cd	31 abc
9日（葯殻抽出前）	87 c	76 ab	45 cd	53 cd
11日（葯殻抽出始め）	88 c	82 b	50 d	75 d
13日（葯殻抽出盛期）	－	－	39 cd	80 d
15日（葯殻抽出終期）	74 c	69 ab	25 bc	79 d
20日	22 b	50 ab	13 ab	52 cd
30日	-9 a	42 a	4 a	55 cd

罹病トウモロコシ粒の散布等により赤かび病の発生しやすいほ場条件下で試験。
品種「ニシノチカラ」、「チオファネートメチル水和剤」により防除を実施。
防除価は、開花20日後の対照区（農薬無散布区）に対する各処理区の発病度の低減率。
試験は３反復(2005年)と４反復(2006年)で実施し、その平均を求めた。
表中「－」は試験未実施。
同一カラムの異なる添え字は Tukey-Kramer の多重検定（５％水準）で有意差あり。

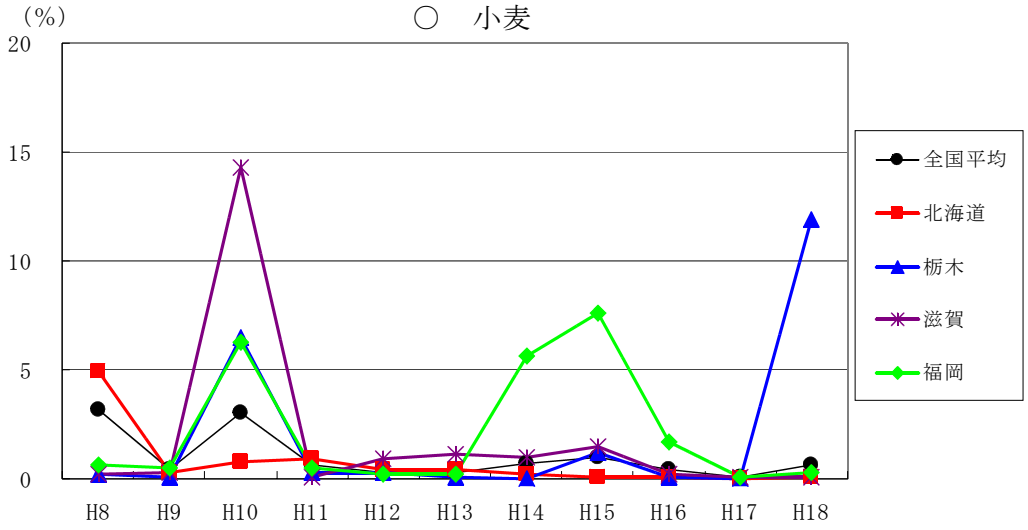
（農研機構　九州沖縄農業研究センター）

②　六条大麦

六条大麦は開花性であるため、小麦と同じく開花を始めた時期から開花期が最初の防除適期となります。なお、六条大麦の品種の多くは赤かび病抵抗性が弱～やや弱であることから、その防除に当たっては、天候や生育状況について、防除には細心の注意が必要です。

○　地域における被害状況

赤かび病の発生は、その年の天候や地域により異なります（図６）。過去の被害状況とその際の天候や防除方法などを照らし合せて、追加防除の検討に役立てましょう。



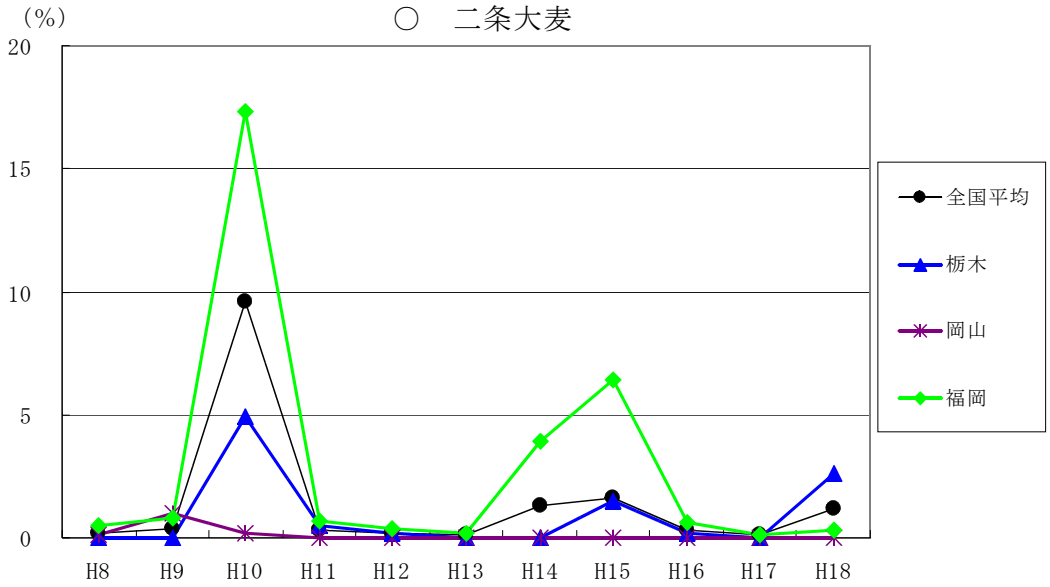


図６　主要な産地における麦類の赤かび病被害率の推移の例

赤かび病被害率とは、平均収量（直近７か年のうち中庸５か年の平均値）に対する麦類の赤かび病被害量の割合（%）をいう。

（「作物統計」（農林水産省統計部））

・赤かび病の防除は適期を逃さず行うことが重要であり、防除適期に降雨が多い場合であっても、短い晴れ間を利用するなどして、確実に防除を実施する必要がある。

【解説】

○　農薬散布後の降雨の影響

赤かび病の防除は適期に正しく散布できたかどうかで効果が大きく異なります。防除は通常降雨を避けて実施しますが、防除適期に降雨が多く、雨を避けて行うことが困難な場合には、短い晴れ間を利用したり、ごく弱い降雨の時に実施するなど、適期に散布することを優先して実施することも必要となります。

農薬散布後に雨が降った場合の防除効果について、散布直後に降雨があった場合のみ有意に防除効果の低下が認められましたが、散布30分以降の降雨であれば防除効果の有意な低下は認められませんでした(表４)。

発生予察情報の他、天気予報や週間予報などを参考にして、必ず適期に防除を実施するように努めましょう。

なお、粉剤は降雨の影響を受けやすく、チオファネートメチル粉剤を用いた試験では、農薬散布１時間後でも弱い雨(１時間あたり3.6 mm)が５時間程度以上続く場合や、強い雨(１時間あたり25 mm)が降る場合には防除効果の低下が認められましたので注意が必要です(表５)。

また、防除作業を委託している場合は、防除業者等と日程調整を図り、雨の合間の適期防除に努めましょう。

表４　農薬散布から降雨までの時間の影響

処理	発病度 (%)		赤かび病 防除価 (%)	かび毒 含有濃度 (mg/kg)		同左 低減率 (%)
無降雨	2	a	96	1.5	a	96
散布直後降雨	28	b	54	9.8	b	76
３０分後降雨	9	a	86	5.0	a	88
６０分後降雨	7	a	89	1.0	a	98
１２０分後降雨	4	a	94	3.3	a	92
２４０分後降雨	3	a	95	1.7	a	96
対照区（農薬無散布）	62	c	―	40.7	c	―

チオファネートメチル水和剤により防除を実施。
降雨は強い雨（25 mm/h）を２時間継続して実施。
降雨処理終了後に赤かび病菌を噴霧接種。10日後に発病度を調査した。
かび毒含有濃度はDONとNIVの含有濃度を合算。
試験は３反復で実施し、その平均を求めた。但し、対照区の発病度は、それぞれの降雨条件で実施した農薬無散布区全て（６処理区×３反復）の平均。
同一カラムの異なる添え字はTukey-Kramerの多重検定（５％水準）で有意差あり。

（農研機構　九州沖縄農業研究センター）

表5　チオファネートメチル粉剤の防除効果に及ぼす降雨強度と時間の影響

降雨強度	降雨時間	総降雨量 (mm)	発病度 (%)		赤かび病防除価 (%)	かび毒含有濃度 (mg/kg)		同左低減率 (%)
弱い雨 3.6 mm/h	0時間	0	33	b	53	23	b	49
	3時間	11	17	a	75	11	a	75
	5時間	18	39	bc	43	34	bc	27
	7時間	25	54	c	22	39	c	14
	14時間	50	49	c	28	40	c	13
強い雨 25 mm/h	0時間	0	33	a	54	21	a	52
	26分	11	46	ab	34	28	ab	35
	43分	18	44	ab	37	40	b	7
	1時間	25	41	ab	42	38	b	12
	2時間	50	48	b	31	45	b	−5

降雨は農薬散布１時間後から各降雨条件に従い実施。
最長の降雨条件が終了した10時間後に赤かび病菌を噴霧接種。10日後に発病度を調査。
かび毒含有濃度は DON と NIV の含有濃度を合算。
試験は３反復で実施し、その平均を求めた。
同一カラムの異なる添え字は Tukey-Kramer の多重検定（５％水準）で有意差あり。

（農研機構　九州沖縄農業研究センター）

ー　赤かび病の発生傾向　ー

赤かび病の発生する気象条件については、以下のようなことがいわれています。

(1) 赤かび病の発生と出穂期前後の気象は重要な関係があり、多発生の年はムギの出穂期以降の平均気温が18～20 ℃を越え、湿度も80 %以上が３日以上続く場合、あるいは降雨又は濃霧頻度が高い（日照時間が少ない）場合である。
(2) 一般にムギの出穂が遅れることは、梅雨期に遭遇する公算が多くなり、発生が多くなる傾向がある。
(3) 本病の第一次発生源である子のう殻形成が盛んになるのは、日平均気温で13 ℃以上、降雨のあった直後であり、子のう胞子の飛散が盛んになるのは、日最高気温で15 ℃以上、日最低気温が10 ℃以上で、湿度80%以上か降雨直後である。子のう殻形成と子のう胞子飛散とはおおむね同傾向を示すから、気象調査と平行してこの調査を行い予察に利用する。

（農作物有害動植物発生予察事業調査実施基準（農林水産省植物防疫課））

2.1.4　農薬の選択

・赤かび病防除の適用農薬、剤型について、薬剤や剤型による効果の違い、その地域の防除方法、農薬の飛散が周辺農作物や近隣住宅地に与える影響等を考慮して適切に選択する。

【解説】

○　農薬の種類

チオファネートメチル、テブコナゾール、メトコナゾールが小麦の DON 含有濃度を低減する効果が高い傾向が確認されました(図７)。

また、これらの他にも、赤かび病防除とかび毒含有濃度低減効果の高い新たな農薬の開発、登録が進められています。

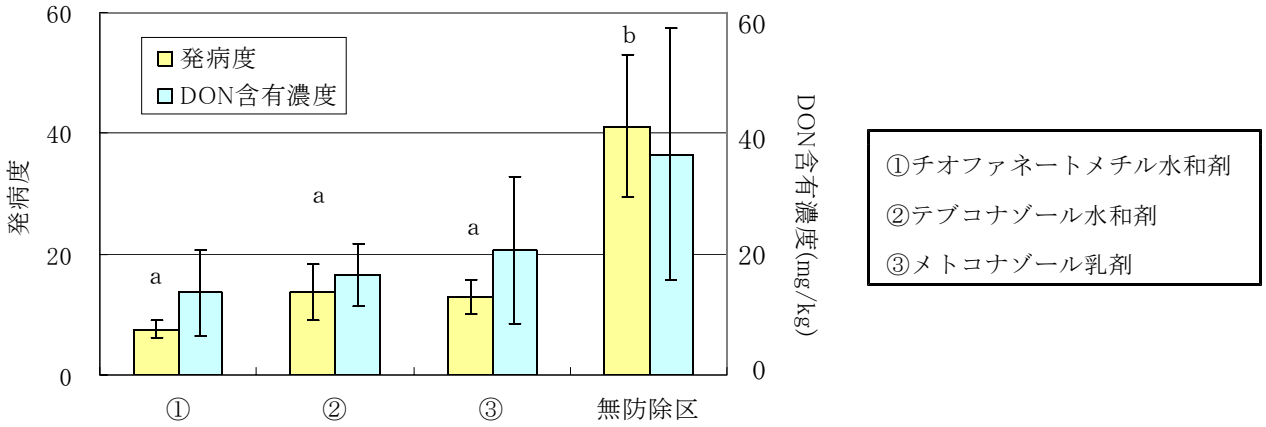


図7　農薬散布による小麦の赤かび病発病度とDON含有濃度の低減効果(2003年)

試験は３反復で実施し、その平均を求めた。
図中のバーは標準偏差。
発病度の異なる添え字は Tukey-Kramer の多重検定（５％水準）で有意差あり。
DON 含有濃度は、Tukey-Kramer の多重検定（５％水準）で有意差なし。

（農研機構 中央農業研究センター）

○　剤型の影響

チオファネートメチル剤については、水和剤・ゾル剤が、粉剤よりも赤かび病防除及びかび毒低減の効果に優れている傾向が確認されました（表６）。

表６ チオファネートメチル剤の剤型による防除効果の違い

剤型	発病度 (%)	防除価 (%)	DON含有濃度 (mg/kg)	DON低減率 (%)	NIV含有濃度 (mg/kg)	NIV低減率 (%)
粉剤	9.7	59	1.3	35	1.3	24
水和剤	5.2	78	1.1	47	1.0	40
ゾル剤	5.1	78	0.9	54	0.8	52
無散布	23.6	－	2.0	－	1.7	－

罹病トウモロコシ粒の散布等により赤かび病の発生しやすいほ場条件下で実施。
試験は３反復で実施し、その平均を求めた。

（農研機構　九州沖縄農業研究センター）

農薬の選択は、薬剤や剤型による効果の違いに加え、防除の実施方法、防除コスト、農薬の飛散が近隣住宅地に与える影響等様々な事項を考慮する必要があります。できる限り、普及指導センターと相談の上、農薬を使用するようにしましょう。

ー　かび毒と農薬の毒性　ー

《急性毒性》

DON・NIV と麦類の赤かび病防除に使用されている農薬（消費・安全局による事態調査における使用上位３薬剤）の急性経口毒性を比較すると、DON・NIV の急性経口毒性はかなり高いといえます。

		急性経口毒性（LD50，ほ乳類）(mg/kg)
かび毒	DON	46
	NIV	19.5
農薬	チオファネートメチル	3,400
	プロピコナゾール	509
	テブコナゾール	1,700

《１日摂取許容量》

① DON・NIV については人が一生涯にわたり毎日摂取しても危害を及ぼさないと推定される１日耐容許容量（TDI）が、②また農薬についても、１日摂取許容量（ADI）が定められています。

自然に賦存し管理できない DON・NIV の TDI と、意図的に使用される農薬の ADI は単純には比較できないものの、DON・NIV の TDI は、赤かび病防除に使用されている農薬の ADI より低くなっています。DON・NIV による危害を及ぼさない摂取量は、当該農薬で許容されているそれよりかなり少量といえます。

		TDI等※ (μg/kg bw/day)	ADI設定の根拠となった影響	安全係数
かび毒	DON	1.0	免疫抑制、成長抑制、生殖毒性	100
	NIV	0.7	成長抑制、白血球減少	1,000 (LOAEL)
農薬	チオファネートメチル	120	体重増加抑制、甲状腺肥大及び睾丸の変性	100
	プロピコナゾール	18	体重増加抑制、子宮拡張、肝毒性	200
	テブコナゾール	29	副腎束状帯細胞の軽微な肥大	100

※ DON は JECFA が2001年に評価した PMTDI、NIV は2000年に SCF が評価した t-TDI。
農薬は、1日摂取許容量（ADI）。

以上のことから、農薬で赤かび病を防除し、DON・NIV 汚染を低減させることは、人の健康に対する総合的なリスクをより低減させることになります。

2.2　栽培管理・乾燥調製等の工程における取組事項

2.2.1　適期における適切な収穫の励行

・刈り遅れは、発芽粒、くされ粒等の発生による品質低下だけでなく、DON・NIVの産生を助長する原因となることから、適期に確実に収穫することが必要である。

【解説】

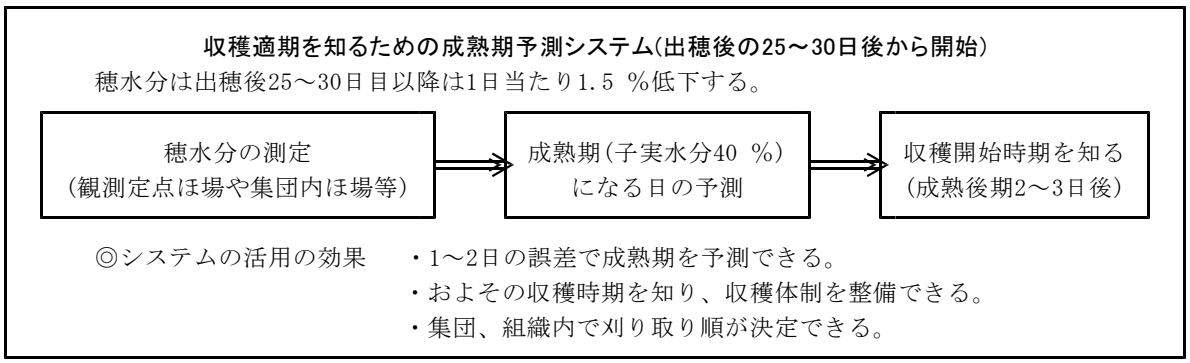
○　収穫適期

小麦については、適期収穫日より５日間刈り遅れることにより、DON 含有濃度が高くなる傾向が報告されています（図８）。麦類の収穫適期は年により大きく変動します。普及指導センターや農業団体等からの情報に注意し、各ほ場を巡回し、登熟の程度を把握して適期に収穫するように努めましょう。

麦粒中の水分が30 %を下回ることが収穫適期の一つの目安となります。その時期になると、麦粒は手で潰しても汁はほぼ出ず、麦稈にはごく僅かに緑が残っている程度となります。

共同乾燥調製施設を利用している地域は、各ほ場の生育状況を把握しつつ、地域で収穫作業計画を作成し、施設の受入能力にあわせた計画的な収穫を行いましょう。

収穫適期を知るための成熟期予測システムの例(北海道)



「小麦の品質確保に向けた適期収穫作業に向けて」（北海道農政部）

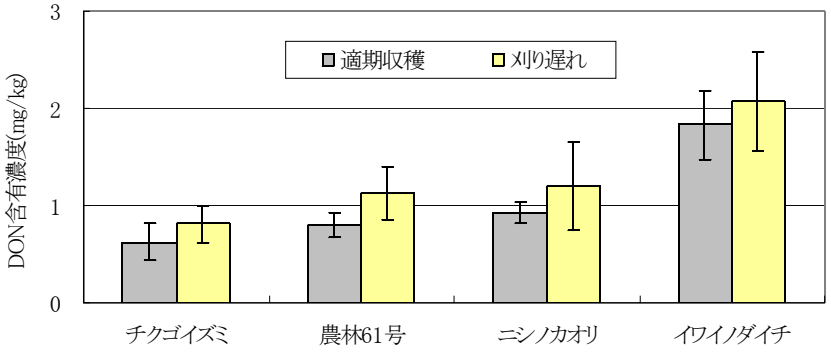


図８　刈り遅れがDON含有濃度に及ぼす影響(小麦)

罹病トウモロコシ粒のほ場への散布等により赤かび病の発生しやすい条件下で実施。
刈り遅れ区は適期の５日後に収穫。
試験は３反復で実施し、その平均を求めた。図中のバーは標準偏差。
各品種ともｔ検定（５％水準）で有意差なし。

（農研機構　九州沖縄農業研究センター）

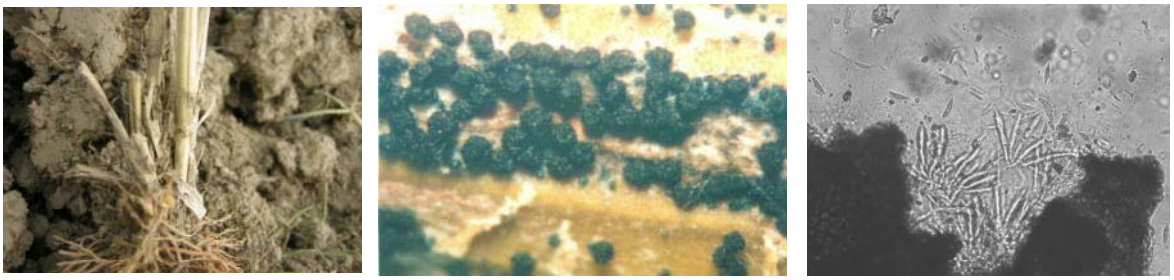
2.2.2　前作の作物残さ等の適切な処理

・前作物の種類や耕起方法によって子のう殻の形成量が異なり、赤かび病の発生程度が変動することから、前作の作物残さ等のほ場からの持出し、アップカットロータリーでの耕起や低速度での耕起による確実な鋤込み等や、輪作により赤かび病菌の密度を低下させるなどの耕種的防除の実施が望ましい。

【解説】

○　赤かび病の感染源

赤かび病の第１次伝染源は、土壌表面の作物残さに形成される子のう殻です。子のう殻の中には子のうがあり、１つの子のうには８個の子のう胞子が詰まっています。この子のう胞子が飛散して、麦類の穂に感染します。



稲残さの地際部に形成された子のう殻(左)、拡大図(中)、子のう殻内の子のうと子のう胞子(右)

赤かび病菌は腐生性の高い病原菌で、幅広い作物残さから分離されますが、イネ科作物（トウモロコシ、イネ、麦類）やイネ科雑草により多く寄生する性質があります。
前作物の種類や耕起法によって子のう殻の形成量が異なり、赤かび病の発生程度が変動します。

このため、持出し、鋤込み等による残さ処理と輪作により伝染源の密度を低下させることが耕種的防除のための基本です。

○　輪作

畑作地帯では出来るだけ麦類の連作を避けるとともに、イネ・麦二毛作を行っている地帯では赤かび病の発生が高まることを認識し、適期防除の徹底など対策を実施しましょう。

○　残さの処理

麦作の作物残さ（麦わらやこぼれ麦等）を早めに土壌中に鋤込んだり、ほ場外へ持ち出すことによって、次期作以降に向けて伝染源となる残さが地表面に残らないようすることは、赤かび病菌の密度を低下させる効果が期待できます。

前作の作物残さのほ場からの持ち出し、アップカットロータリーや低速度での耕起による確実なすき込みを実施しましょう。

また、水稲作の残さを処理することも有効です。

持出し

は種時のアップカットロータリー耕による稲わらの鋤込みにより、赤かび病の発病が減少する傾向が確認されています（表７）。

表7　播種時の稲わらすき込みの有無と赤かび病の発病

地区	すき込みの方法	発病穂率(%)	発病小穂率(%)
A地区	アップカットロータリー耕	5	0.4
	慣行ロータリー耕	13	1.3
B地区	アップカットロータリー耕	10	1.1
	慣行ロータリー耕	29	2.5

試験ほ場は２反復で実施し、その平均を求めた。

（愛知県農業総合試験場）

また、水田転換畑においては、出穂前までの稲わら除去により、小麦の赤かび病の発病とかび毒産生量の低下が見られました(表８)。

表8　稲わらの有無と赤かび病の発病

稲わらの有無	発病穂率（%）	発病小穂率（%）	DON含有濃度（mg/kg）	NIV含有濃度（mg/kg）
なし	17	2.4	<0.1	0.17
あり	34	7.2	<0.1	0.44

発病穂率：発病した粒のある穂の割合。
発病小穂率：発病した粒のある小穂の割合。
試験は２反復で実施し、その平均を求めた。
但し、DON と NIV の含有濃度は２反復の試料を混合した上で分析している。

（愛知県農業総合試験場）

○　イネ科雑草の防除

イネ科雑草の防除については、は種後の土壌処理により早期に防除することが重要です。雑草が繁茂する前に除草剤を散布しましょう。

2.2.4　適切な乾燥調製の実施

・収穫後、適切な水分まで乾燥する間に、赤かび病菌が増殖し、DON・NIV が産生される場合がある。このため、収穫した麦は可能な限り速やかに乾燥をする必要がある。
・この間は、収穫した麦を長時間放置することは避け、通風などにより水分を低下させることが望ましい。

【解説】

収穫後、適切な水分まで乾燥する間に、赤かび病菌が増殖し、DON・NIV が産生される場合があります。収穫した麦粒は収穫後可能な限り速やかに乾燥しましょう。なお、この間は、出来るだけ収穫した麦粒を長時間放置することは避け、通風などにより水分が低下するように努めましょう。

なお、半乾貯留中であっても、DON・NIV が増加する場合があるので、赤かび粒の混入やかび毒含有濃度をチェックし、その結果を踏まえて、速やかに仕上げ乾燥を行うなどの適切な対応を検討しましょう。

農林水産省では、米麦の乾燥調製に当たっての留意事項として、「大規模乾燥調製貯蔵施設の設置・運営に当たっての留意事項について（農蚕園芸局長通知、５農蚕第6517号）で品質事故の防止について指導しています。概要は以下の通りです。

－　品質事故防止のための乾燥　－

・荷受け後、乾燥等各種作業を行うに当たっては、常に穀温及び水分の推移を把握する。
・水分が20 %以上の原料は、必ず荷受け後４時間以内に第１回目の乾燥を実施するか、貯留乾燥ビンにより通風乾燥を行う。なお、外気温が高い場合には、原料貯留時間を更に短くする。
・適切な熱風温度（50～60 ℃）等を維持する。
・半乾貯留は35日を限度とし、外気温が25℃を超える時期に乾燥を行う場合には、原則として半乾貯留は行わず、速やかに仕上げ乾燥を行う。　　等

・共同乾燥調製施設においては、荷受け時に必ず赤かび病被害粒のチェックを行い、赤かび病被害粒がみられた場合は、必要に応じてその他の麦とは別に乾燥するなど仕分けを徹底する。

【解説】

赤かび病の被害を受け、かび毒に汚染された麦は、白色から桃色を呈し、萎縮した形態を示すものがあります。荷受け時に赤かび病被害粒のチェックを行いましょう。

小麦の健全粒(左)と赤かび病被害粒(右)

また、同一ほ場内の倒伏部分と非倒伏部分から収穫した小麦及び大麦(玄麦子実)の DON 含有濃度を比較した結果では、倒伏部の麦類は非倒伏部の麦類よりも同程度から４倍程度まで高い DON 含有濃度を示すことが報告されています(図９)。

さらに、収穫時のかび毒含有濃度と倒伏期間の関係を調べたところ、倒伏後短期間に DON 及び NIV 含有濃度の大幅な増加が認められています(図10)。

このように、赤かび病菌に感染した麦類が倒伏したほ場の麦は、DON・NIV 含有濃度が高くなりますので、できるだけ倒伏しないような栽培管理を実施するとともに、倒伏した場合は必要に応じて他の麦とは別に乾燥するなど仕分けを行いましょう。

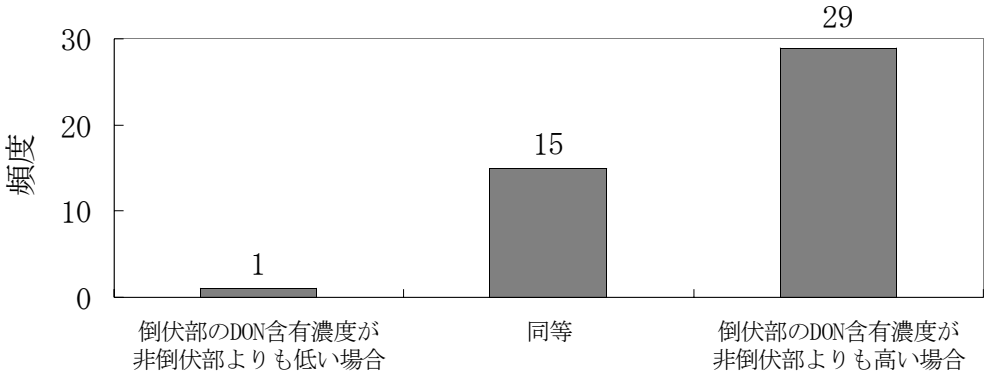


図9　同一ほ場における麦類の倒伏部のDON含有濃度と非倒伏部のDON含有濃度の関係

2002-2005年にかけて、赤かび病が発生したほ場の倒伏部と同一ほ場の非倒伏部から一点ずつの試料をサンプリングし、DON 含有濃度を測定。

調査点数は、小麦30点、大麦15点。

（農研機構　九州沖縄農業研究センター）

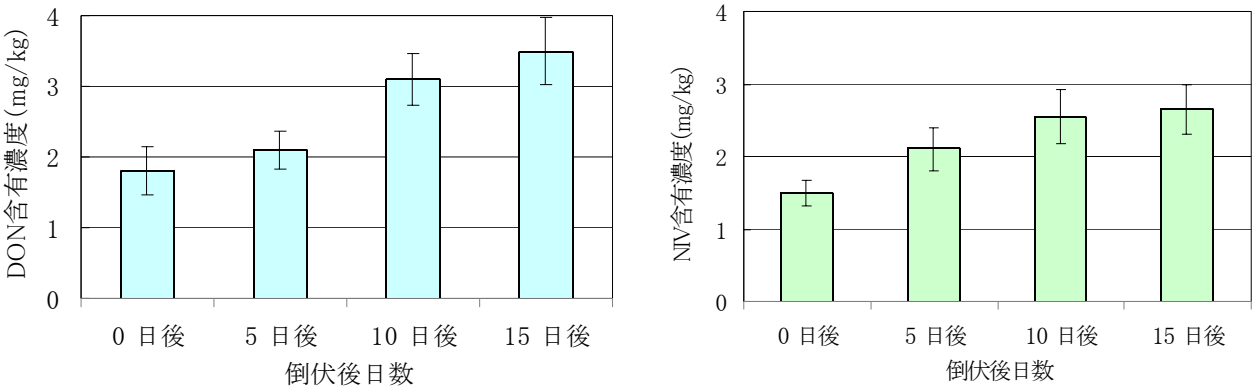


図10　人為的に倒伏させた試験区における小麦の収穫時のDON・NIV含有濃度（2004年）

赤かび病菌を接種後人為的に倒伏させ、倒伏部分の小麦の DON・NIV 含有濃度を測定。
試験は３反復で実施し、その平均を求めた。図中のバーは標準偏差。

（農研機構　九州沖縄農業研究センター）

・共同乾燥調製施設においては、粒厚選別、比重選別等による調製を実施し、DON・NIV 含有濃度の低減に努める。

【解説】

○　農産物検査規格の基準

2003年産麦から、農産物検査規格の一部改正により、食用麦における赤かび粒の混入限度が1.0 %（ビール大麦は0.4 %）から0.0 %(ビール大麦は0.04 %以下)に改められました。共同乾燥調製施設等においては、赤かび病被害粒が混入しないよう、粒厚選別、比重選別等により選別を行なう必要があります。

○　粒厚選別と比重選別の効果

赤かび病被害粒は、粒厚が薄くなったり比重が軽くなることが多いことから、粒厚選別や比重選別により、DON 含有濃度の低減を図ることが可能です。

粒厚と DON 含有濃度の関係は、必ず一致する訳ではありませんが、粒厚が薄いほど DON 含有濃度が高い傾向があることが確認されています(図11)。

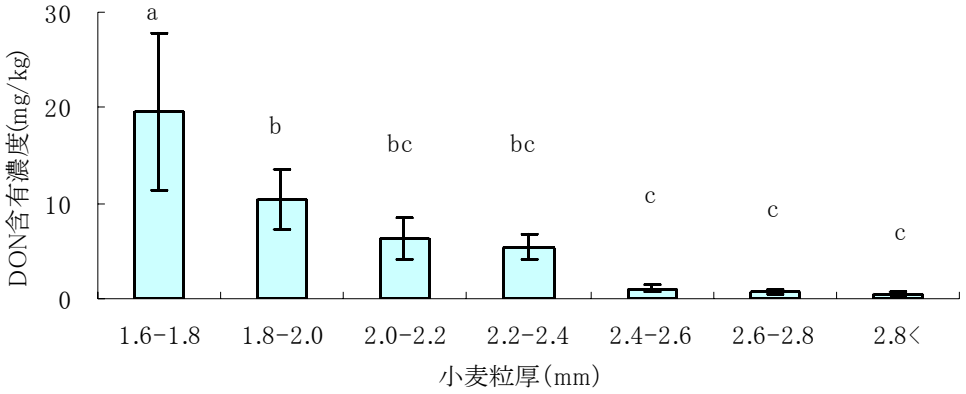


図11　赤かび病自然発生ほ場(4か所)から採取した小麦の粒厚とDON含有濃度の関係

図中のバーは標準偏差。

異なる添え字は Tukey-Kramer の多重検定（５%水準）で有意差あり。

（農研機構　九州沖縄農業研究センター）

また、共同乾燥調製施設おける粒厚選別・比重選別等による小麦の DON 含有濃度の低減効果を確認しています（図12)。

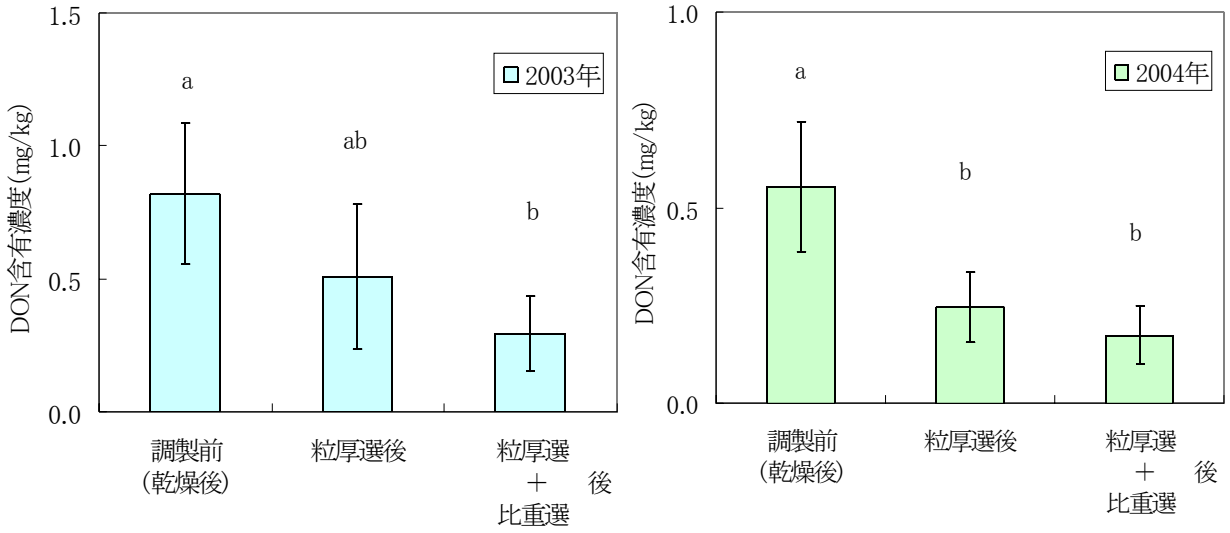


図12　共同乾燥調製施設の各段階におけるDON含有濃度の変化

試験は４反復(2003年)と５反復(2004年)で実施し、その平均を求めた。
図中のバーは標準偏差。
異なる添え字は Tukey-Kramer の多重検定（５％水準）で有意差あり。

（佐賀県農業試験場）

○　その他の選別

この他の選別法として、被害粒の除去のための光学式選別機（表９）や、カメムシによる斑点米を除去する目的で導入が進められている色彩選別機（表10）を用いても、赤かび病被害粒が除かれ、結果として DON 含有濃度が低減されるとの結果が得られています。

表9　光学式選別機による小麦のDON含有濃度低減効果

試　験　区	DON含有濃度 (mg/kg)	重量比 (%)
原料麦	1.5	－
光学式選別機　良品	0.4	81
光学式選別機　屑	1.5	19

（佐賀県農業試験場）

表10　色彩選別機によるDON及びNIV含有濃度の低減効果

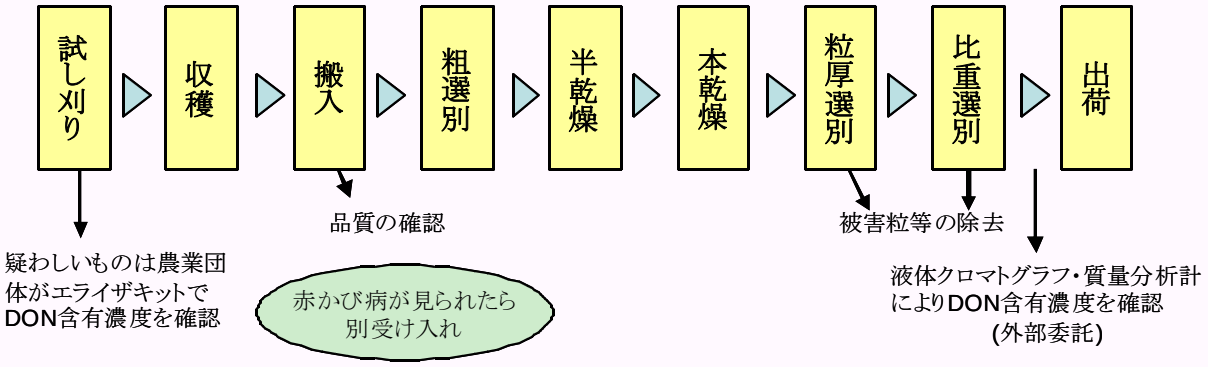
試　験　区	DON含有濃度(mg/kg)	NIV含有濃度(mg/kg)
原料麦	2.3	1.2
色彩選別後　良品	1.0	0.6
色彩選別後　不良品	30.7	12.0

（(株)サタケ）

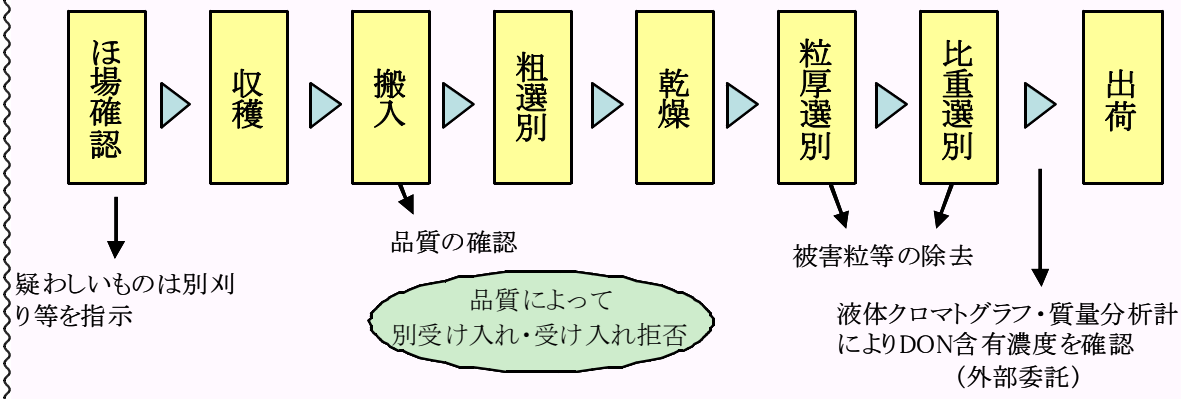
― 収穫・乾燥調製の事例 ―

各産地では、それぞれ分別や乾燥調製などを効率的に行うため、様々なやり方で取り組んでいます。

（事例１）
北海道の例



（事例２）
関東地方の例



2.3　かび毒検査の活用

- 産地においては、エライザ(ELISA)分析キットなどにより、試し刈りや荷受け時のDON含有濃度を確認することで、効率的な分別や乾燥調製の実施が可能となる。
- ほ場又は出荷ロットなどの単位でDON含有濃度を測り、その測定値を基に、当該年の気象の推移なども勘案しながら、本指針に基づき講じた対策について効果を検証することが望ましい。
- 検証結果については、次期作の対策を検討する際に活用することが重要である。

【解説】

○　DON 検査の活用

試し刈りや荷受け時にエライザ（ELISA）分析キットで、DON 含有濃度を確認することにより、ほ場ごとの別刈りの指示や荷受け時の仕分けが効率的にできます。

また、かび毒含有濃度の測定結果は、データを蓄積することにより、対策の効果について検証し、見直し等に活用することができます。

○　分析

①　簡易分析のためのエライザ（ELISA）分析キット

DON の簡易分析法としてエライザ(ELISA)分析キットが販売されています。エライザ分析キットによる分析値は20～40 %程度の変動がみられる場合があることが報告されています。従って、一定程度の幅を見込んで分析値を解釈する必要があります。

ELISA分析キット

例えば、DON 含有濃度が1.1 mg/kg の試料をエライザ分析キットで分析した場合、分析値は0.7～1.5 mg/kg（1.1 mg/kg の±40 %）の間でふれる可能性があります。

このため、エライザ分析キットは、試料（玄麦）が小麦の暫定的な基準値(1.1 mg/kg)を超えるかどうかについて確認する場合、エライザ分析キットで0.7 mg/kg を超えた試料については②の機器分析による確認を行う等により、生産段階での DON 含有濃度のスクリーニングとしての使用が可能です。

②　機器分析

DON の試験方法は、「デオキシニバレノールの試験方法について」（平成15年７月17日付け食安発第0717001号厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知）により、定性及び定量試験として紫外分光光度型検出器付き高速液体クロマトグラフを、確認試験として液体クロマトグラフ・質量分析計又はガスクロマトグラフ・質量分析計を用いる方法が示されています。この試験方法では、DON と同時に NIV も測定できます。

③　精度管理

精度確保のため、分析の担当者は、必ず十分なトレーニングを受け、年１回、技能試験（※）に参加し、分析精度を確認して下さい。

※　技能試験

第三者機関から提供される濃度未知試料を分析して分析結果の信頼性を確認することで、外部精度管理の一手法です。食品・薬品安全センターが提供する「小麦試料中の DON、NIV 分析」などで参加することができます。

問い合わせ先：財団法人食品薬品安全センター秦野研究所食品衛生事業部外部精度管理調査室
〒257-8523神奈川県秦野市落合７２９－５
TEL 0463-82-4751、FAX 0463-82-9627

3. 関連情報

麦類のかび毒に関する最新の試験研究成果などの情報は、以下の web サイトで公表しております。本手引きに基づく取組を実施するに当たって、参考としてご活用下さい。

・食品のかび毒に関する情報
（http://www. maff. go. jp/syohi_anzen/kabi/index. html）
・GAP 手法に関する情報
（http://www. maff. go. jp/syohi_anzen/gap/index. htm）

・（独）農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センター　赤かび病研究チーム
（http://ss. knaes. affrc. go. jp/team/Fusariun/index. html）

「麦類のデオキシニバレノール・ニバレノール汚染低減のための指針」及び「指針活用のための技術情報」は、農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センター赤かび病研究チームの多大なるご協力を得て、農林水産省委託プロジェクト研究の成果等を活用し作成いたしました。

また、試験データの掲載や生産実態の把握等にご協力頂きました関係者各位に深く御礼申し上げます。

－　お問合せ先　－

○農林水産省　消費・安全局　農産安全管理課　生産安全班
〒100-8950　東京都千代田区霞が関1-2-1　　TEL:03-3592-0306