

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、二条大麦では蒴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

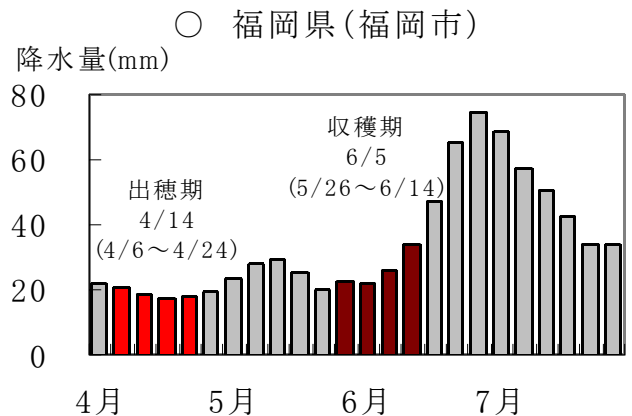
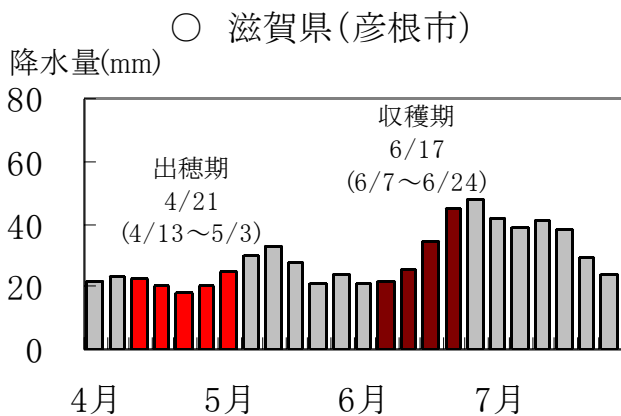
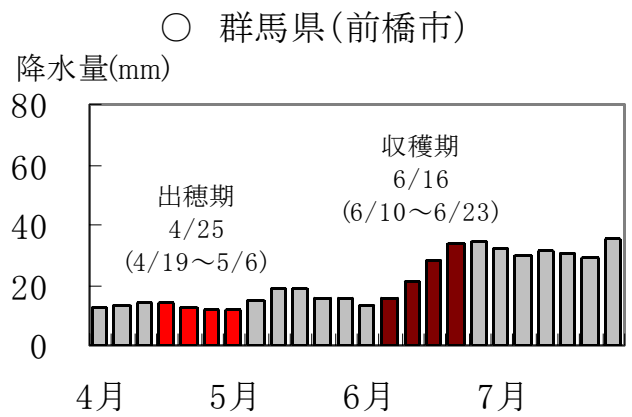
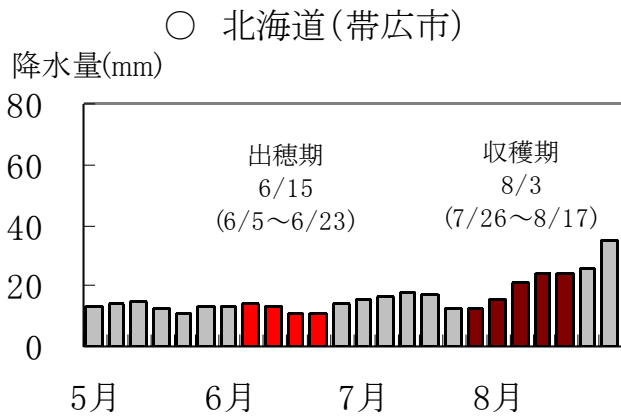


図3 小麦の主要な産地における降水量(平年値)

降水量は、1971~2000年の30年の平均値。

半月(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 六条大麦	穂揃い期（全茎の80～90 %が出穂した日）の10日後頃 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)。

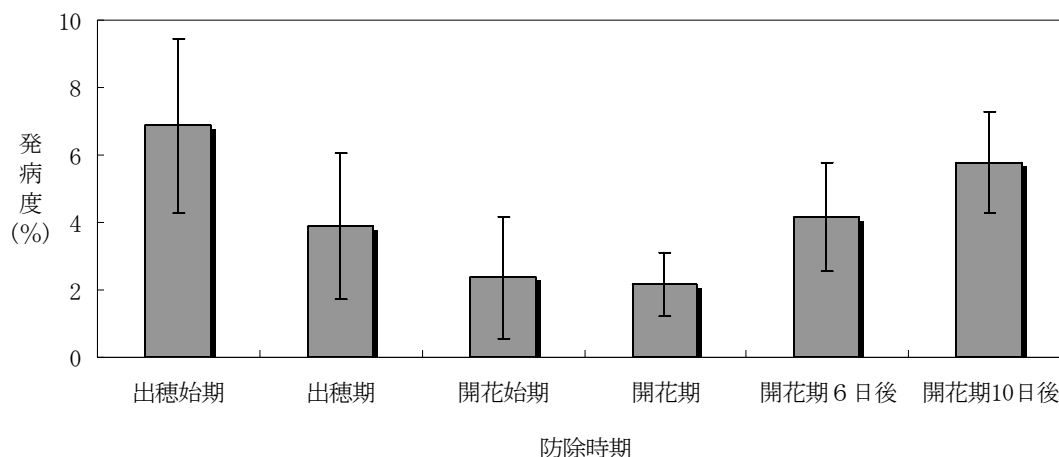


図4 防除時期と赤かび病発生度の比較

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）。

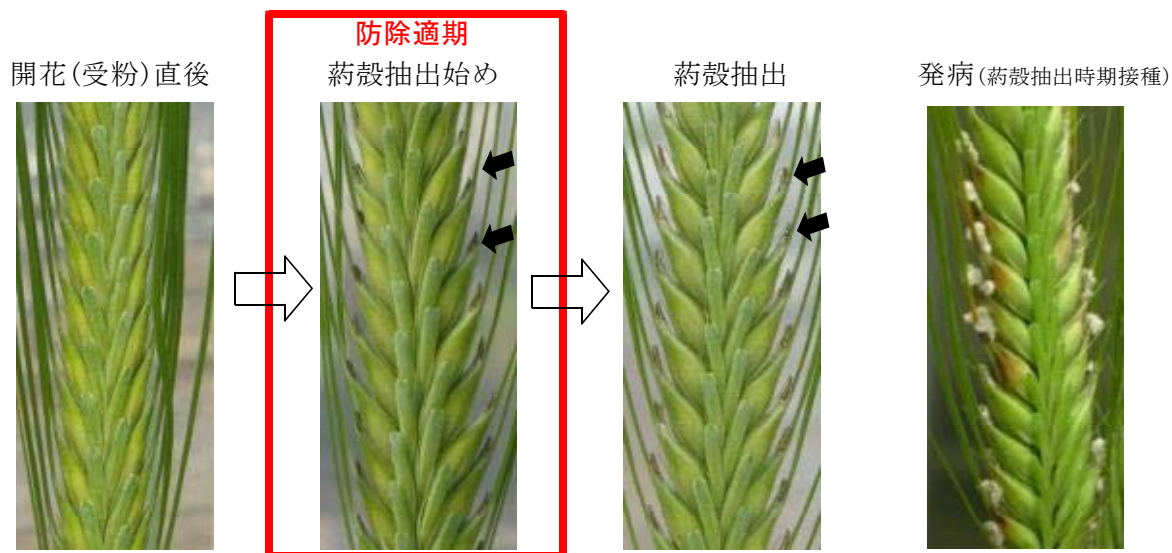


図5 二条大麦(閉花受粉性)における葯殻抽出と葯殻抽出時接種による発病の様子

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。

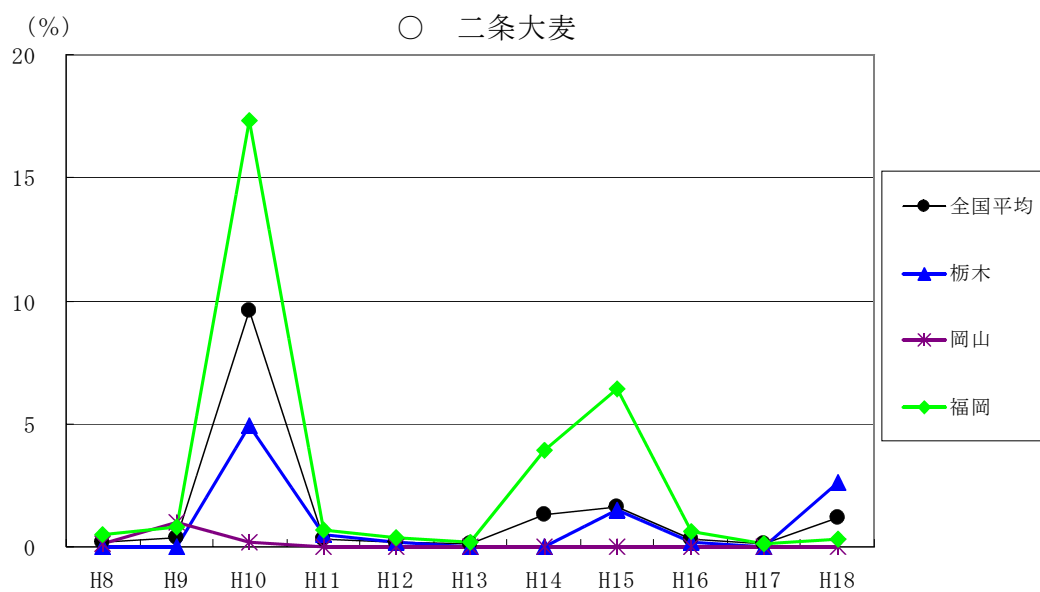
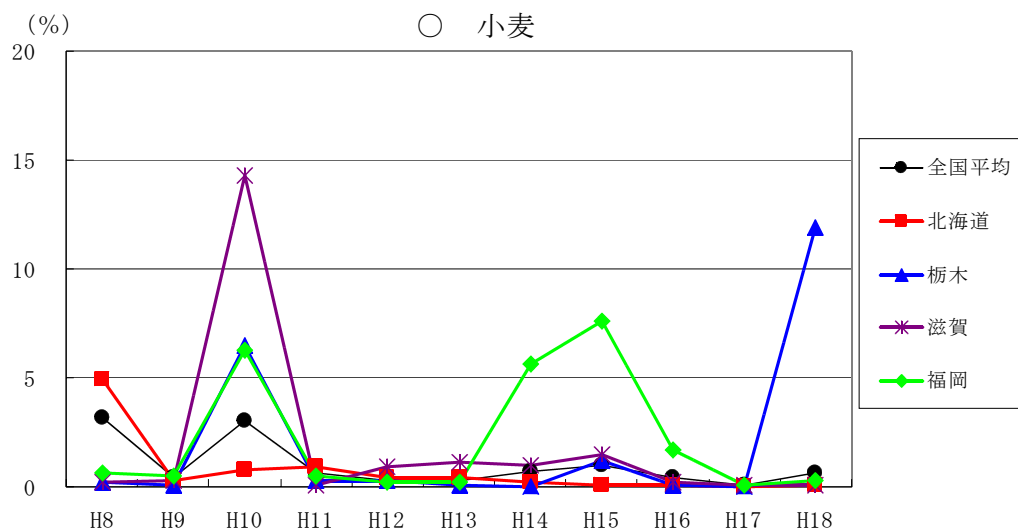


図6 主要な産地における麦類の赤かび病被害率の推移の例

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分以上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）

－ 赤かび病の発生傾向 －

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。子う殻形成と子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。

（発生予察事業の調査実施基準（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。

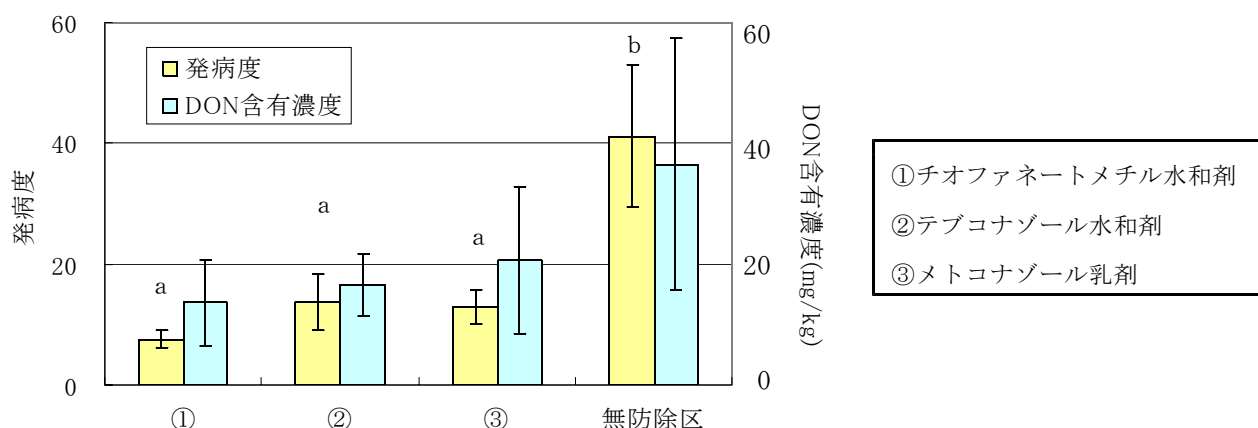


図7 農薬散布による小麦の赤かび病発病度とDON含有濃度の低減効果(2003年)

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效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 (%)	防除率 (%)	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。また、農薬の使用においては、使用基準を守らなければなりません。

－ かび毒と農薬の毒性 －

《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・安全局による実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】

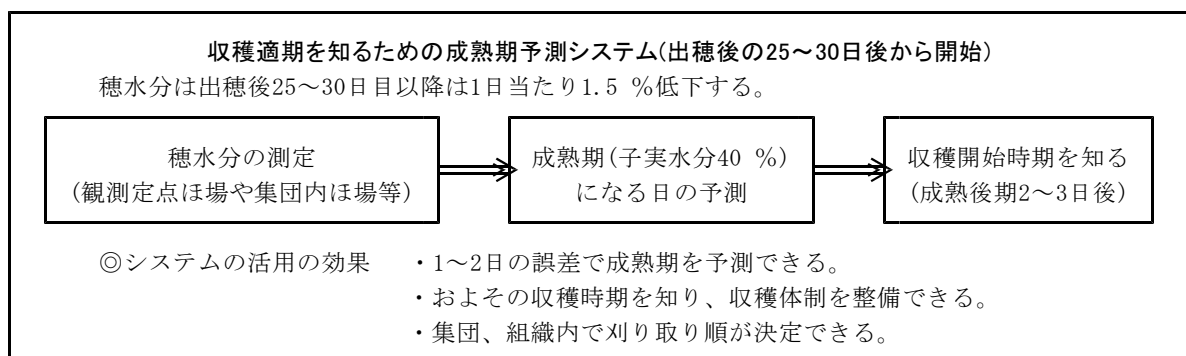
○ 収穫適期

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）

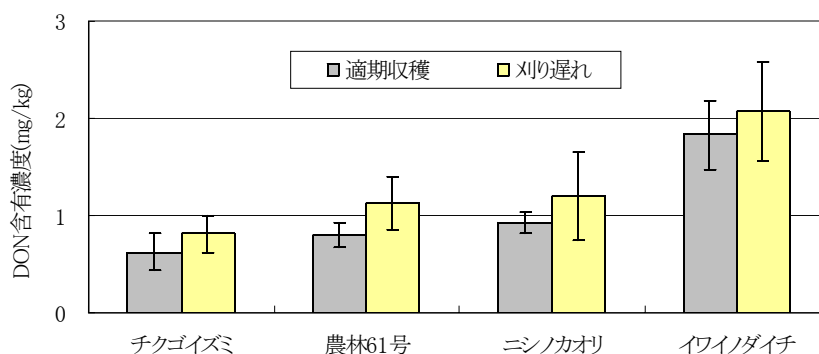


図8 刈り遅れがDON含有濃度に及ぼす影響(小麦)

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）