

麦 作

小麦の収穫と乾燥・調製のポイント

北海道農政部生産振興局 技術普及課

農業研究本部駐在 主査(地域支援) 中村 浩 (農業革新支援専門員)

もうすぐ小麦の収穫シーズンとなる。適期収穫で穂発芽等による品質低下を防ぐとともに、乾燥・調製のポイントを今一度確認して、高品質な小麦を生産していただきたい。本年は全道的に出穂期が平年より進んでいるため、収穫開始時期の見極めには十分な注意が必要である。収穫開始時期の新たな予測技術が道総研より報告されたので、参考にしていきたい。また、余裕のある作業計画を立てて農作業事故防止にも努めてほしい。

1 小麦の収穫適期

(1) 収穫開始水分

収穫は、成熟期から時間の経過と共に穂発芽の危険性が高まるため、子実水分30%以下となったら収穫する。

近年、コンバインの性能は向上し、収穫損失や損傷粒発生のみならず、40%近い高水分小麦の収穫も可能である。しかし、高水分でのコンバイン収穫は、作業能率が低下するとともに、収穫時水分が35%を超えると製粉性（ミリングスコア：製粉歩留と灰分の値から良い粉がどれほどとれるか補正した指標）などの品質が低下する。このため、収穫開始時における子実水分の上限は35%とする（図1）。悪天候等によりやむを得ず高水分（子実水分31~35%）で収穫する場合は、試し刈りにより損傷粒や未脱がないようコン

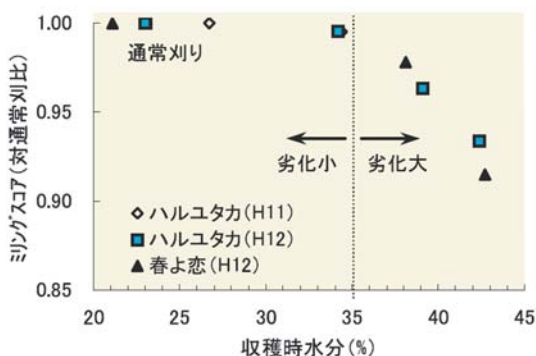


図1 収穫時水分と製粉性

(平成13年 中央農試)

表1 秋まき小麦の品種と穂発芽性

品 種 名	穂発芽耐性	品 種 名	穂発芽耐性
キタノカオリ	やや易 (中)*	きたさちほ	やや難
きたほなみ	やや難	つるさち	中
ゆめちから	中		

※「キタノカオリ」は品種登録時は「中」であったが現在の評価は「やや易」

バインの調整を十分に行う。なお、子実水分が35%になる時期は、葉が枯れ、穂首は完全に黄色になる。このときの粒色は鮮明で、子実をツメでちぎることはできるがやや抵抗を感じる固さの状態である。

近年作付けが増えている「ゆめちから」は、穂発芽耐性が「中」であり、「やや難」の「きたほなみ」よりも劣るので、注意が必要である（表1）。

(2) 収穫開始時期の予測～穂水分測定による成熟期予測

収穫開始時期は、「小麦適期収穫のための穂水分測定による成熟期予測法」（図2）により成熟期を予測することで収穫適期を推定できる。

小麦子実水分の低下は成熟期（子実水分40%）までは1日約1.5%であるため、出穂後30日前後以降に穂を採取し、その時点の穂水分から成熟期の穂水分（40%）を差し引き、1日当りの水分減少率1.5%で除した値が、採取時点から成熟期までに要する日数となる。成熟期以降は1日当たり3~5%の水分が低下するので、成熟期から2~3日後が収

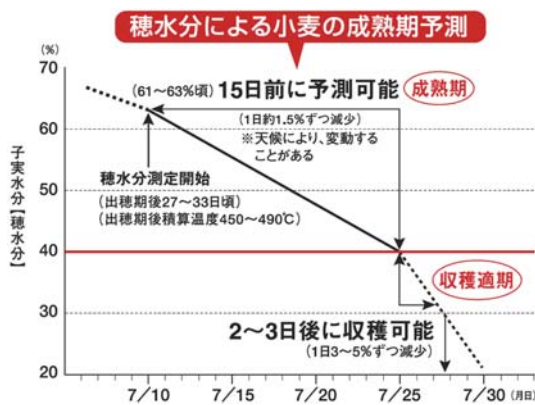


図2 穂水分による収穫適期の予測法

(平成14年 北海道農政部農業改良課)

穫開始できる時期となる。ただし、成熟期前に低温や日照不足が続くと、水分の減少率が設定値より小さくなることもあるので、調査を2回行い、その間の水分の減少率を設定値とすると精度をより高めることができる。

以上は「ホクシン」での予測法であるが、「ゆめちから」「きたほなみ」について、平成25、26年に道総研中央農試(長沼町)・十勝農試(芽室町)・上川農試(比布町、平成26年のみ)において調査が行われている。2年間の結果では、穂水分減少率は各年次・各農試とも、また成熟期前後とも「ゆめちから」が

「きたほなみ」より減少程度が小さかった。1日当たりの穂水分減少率の各場・年次を込みにした平均値は、成熟期前では「ゆめちから」で1.38%/日、「きたほなみ」で1.55%/日、成熟期後では「ゆめちから」で3.69%/日、「きたほなみ」で4.56%/日であった(表2、平成27年普及推進事項、秋まき小麦「ゆめちから」の高品質安定栽培法)。しかしながら、年次や地域によって穂水分減少率にはバラツキがあるため、誤差を少なくするためにも前述のように複数回の調査を行うことが望ましい。

(3) 収穫開始時期の予測～有効積算気温による成熟期の予測

成熟期の予測には、穂水分を用いる方法以外に、「ホクシン」で起生期からの日平均積算気温を用いた開花期(出穂の4日後を想定)および成熟期の予測法が確立されている(平成14年普及推進事項)。今回、「ゆめちから」「きたほなみ」でも、日平均気温から成熟期を予測する方法が確立されたため、紹介する(平成27年普及推進事項、秋まき小麦「ゆめちから」の高品質安定栽培法)。

日平均気温から生育が止まる温度(基準温度)を引いた値を有効気温とし、このうち正

表2 「ゆめちから」および「きたほなみ」の1日当たりの穂水分減少率(%/日)

(平成27年 普及推進事項)

農 試	年 次	品 種	成 熟 期 前		成 熟 期 後	
			穂水分減少率	品種間差	穂水分減少率	品種間差
中央農試	平成25年	ゆめちから	1.39	-0.22	5.14	-1.30
		きたほなみ	1.61		6.44	
	平成26年	ゆめちから	1.34	-0.17	4.78	-0.55
		きたほなみ	1.51		5.33	
上川農試	平成26年	ゆめちから	1.20	-0.25	4.24	-0.37
		きたほなみ	1.45		4.61	
十勝農試	平成25年	ゆめちから	1.47	-0.11	2.47	-0.73
		きたほなみ	1.58		3.20	
	平成26年	ゆめちから	1.51	-0.12	1.80	-1.40
		きたほなみ	1.62		3.20	
平 均		ゆめちから	1.38	-0.17	3.69	-0.87
		きたほなみ	1.55		4.56	

品種間差: 「ゆめちから」 - 「きたほなみ」で求めた

表3 出穂期～成熟期における有効積算気温および基準温度 (平成27年 普及推進事項)

品 種	有効積算気温(℃)	基準温度(℃)
ゆめちから	621.2	3.69
きたほなみ	647.1	2.71

【ゆめちから】

出穂期～成熟期 $\Sigma(\text{日平均気温}^\circ\text{C}-3.69^\circ\text{C})\geq 621.2^\circ\text{C}$

【きたほなみ】

出穂期～成熟期 $\Sigma(\text{日平均気温}^\circ\text{C}-2.71^\circ\text{C})\geq 647.1^\circ\text{C}$

※起点となる日(出穂期)は積算気温に含まれない

の値を日ごとに、出穂日の翌日から積算して、有効積算気温に達した日を予測成熟期と見なすことができる。各品種および期間の有効積算気温、基準温度は表3の値を用いる。

◆「ゆめちから」の予測成熟期

出穂期の翌日から(日平均気温 $^\circ\text{C}-3.69^\circ\text{C}$)を積算し621.2 $^\circ\text{C}$ に達した日

◆「きたほなみ」の予測成熟期

出穂期の翌日から(日平均気温 $^\circ\text{C}-2.71^\circ\text{C}$)を積算し647.1 $^\circ\text{C}$ に達した日

◆当初は平年値を用い、順次実測データに置き換えていくことにより精度が高まる

次に、各年次における農試ごとの予測日と実測日の誤差を表4に示した。出穂期の誤差は平均 ± 1.5 日程度、成熟期の誤差は平均 \pm

2.0日程度であった。上川農試では成熟期の実測日が予測日より早く、誤差が大きい年次が多かった。これは降水量の少ない年で、上川農試のように保水性の低い低地土であると乾燥ストレスにより小麦の生育が早まるものと推察される。

また「ゆめちから」「きたほなみ」とも、は種の遅れや多肥によって生育が遅れる傾向にあった。は種が遅れた場合や多肥の場合は生育が1～2日ほど遅れる可能性を考慮して予測する。

本技術を使うことにより、アメダス等の気象データから、広範囲におけるおおよその成熟期予測を行うことができる。そこから逆算して穂水分測定開始時期を決定し、ほ場ごとの成熟期予測を行うなど、両技術の併用が有効である。

(4) 先端技術を利用した適期収穫システム

道東の大規模畑作地帯では、衛星画像や気象メッシュ情報など先端技術を利用した適期収穫システムが利用されている。それらの事例も参考にしていきたい(平成17年普及奨励事項)。

2 収穫準備

(1) 小麦ほ場の整備

収穫前に、ほ場内に雑草が発生している場

表4 成熟期の予測日と実測日の誤差 (平成27年 普及推進事項)

年 次	ゆめちから				きたほなみ			
	中央農試	上川農試	十勝農試	北見農試	中央農試	上川農試	十勝農試	北見農試
平成15年	-	-	-	-	-2	-4	-4	1
平成16年	-	-	-	-	-1	2	-3	1
平成17年	-	-	-	-	1	-5	0	1
平成18年	-1	-1	-4	-1	2	-1	-3	1
平成19年	-3	-6	-3	-1	-2	-5	-3	-2
平成20年	-1	0	1	0	0	0	2	-1
平成21年	2	-2	1	3	4	-1	2	4
平成22年	0	-1	0	-2	2	-2	0	-2
平成23年	-1	2	1	2	0	1	1	2
平成24年	-1	3	-1	0	-2	1	0	1
平成25年	0	2	-2	-2	-2	0	-2	0
平成26年	-1	2	3	2	0	3	2	0

※誤差は実測日-予測日：マイナス表示は予測より早まったことを表す

合は抜き取りを行う。特に、「そば」の野良生えがある場合は、抜き取りを徹底して小麦への混入を防ぐ。

ほ場周辺の雑草の除去や取付道路の整備等を行い、収穫作業がスムーズに進むよう準備する。

(2) 作業計画の策定

収穫作業を開始する前には、地区内の小麦ほ場の状態を把握し、コンバインの運行などについて作業計画を立てる。

特に子実水分は、コンバインや乾燥機の運用計画を行うために最も重要な項目であり、前述の穂水分調査により収穫開始可能日を推定し、地区内ほ場の収穫の順番を決定することが必要である。

雪腐病等の発生により生育ムラのあるほ場では、登熟が進んでいる部分から収穫（部分刈り）することが望ましい。

また、倒伏などの障害の発生状況を確認し、別途収穫・乾燥調製することが望ましい。

複数の品種を作付けしている場合、異品種混入（コンタミ）には十分留意する。途中で品種が変わる場合には、機械内部の清掃を徹底する。

(3) 作業機械の整備

作業を開始してから発生する機械のトラブ

ルは、時間のロスだけでなく、小麦品質にも大きく影響する。トラブル発生を防止するためには、事前にコンバインや乾燥機などの点検整備を実施し、必要な部品交換や補修を行うことが重要である。

3 コンバイン収穫作業

(1) 調整のポイント

コンバイン収穫は、収穫損失と損傷粒の発生状況を確認しながら、各部の調整を行う必要がある。

収穫損失は、以下の4つに分けられる。

- ①**頭部損失**：刈り残しや落粒など刈り取り部で発生する損失
- ②**未脱損失**：脱穀部で脱穀されず、穂にいたまま機外に排出される損失
- ③**ささり損失**：わらの中に子実が混入したまま排出される損失
- ④**飛散損失**：風選時に風により機外に排出される損失

損傷粒は、「つぶれ」や「割れ」、「欠け」などの損傷が見られる子実で、グレンタンクに収納された子実を確認する。収穫損失と損傷粒の発生要因を表5に示す。

特に、高水分条件では「ささり損失」に留意する必要があり、排出されたわらに混入し

表5 コンバイン収穫損失と損傷の発生要因 (平成11年 十勝農試)

項目	発生要因	
	作物	機械
頭部損失	①子実水分が低い ②倒伏の発生	①リール回転数が不適 ②作業速度が不適 ③リール作用位置が不適
未脱損失	①子実水分が高い	①シリンダ回転数が遅い ②コンケーブクリアランスが広い ③送塵弁の開度が大きい (国産普通型)
ささり損失	①わら水分が高い	①処理量が過多である (作業速度が速い・刈高さが低い) ②処理量の変動が大きい
飛散損失	①粒重の変動	①ファンの風量が大きい ②チャフシーブの開き量が不足している ③エクステンションシーブの開き量が不足している
損傷粒	①子実水分が高い	①シリンダ回転数が早い ②コンケーブクリアランスが狭い ③わら量が不足している (刈高さが高い)

ている子実の量をチェックして機械を調整する。

(2) ロスモニターの活用

最近では、排わら口などに取り付けたセンサに衝突する子実の衝撃の信号を用いて、損失を表示する「ロスモニター」(写真1)を搭載している機種の導入も多い。ロスモニターは、高水分小麦では誤差が大きいですが、損失の増減を傾向として捉えることができる。

ほ場内の作物条件の違いによる損失の増減を、ロスモニターでチェックすれば、損失が増加しないように、作業速度や刈り高さなどの調整を容易に行うことができる。

(3) 乾燥前の一時貯留での注意点

収穫後、速やかに乾燥施設に搬入することができない場合には、一時貯留を行う。この場合、「蒸れ」による「異臭麦」の発生や、特に高水分の場合は急激に発熱し始めること

による変質が問題となる。これらを防止するために、通風を行うことが必要である。通風が行えない場合には、通気性のあるシートの上に、厚さ10cm以内となるように小麦を薄く広げて蒸れや発熱を防止する。2時間程度を限度とすべきであるが、超える場合には適宜攪拌する。高水分時の刈り取りや降雨前の刈り取りでは、乾燥施設的能力以上の小麦が刈り取られ、一時的にトラックに積み置きされる例があるが、図3に示すように、穀層が厚くなるにしたがい発熱が多くなり、短時間の内に異臭や変質を引きおこしてしまうので十分注意が必要である。

4 乾燥作業

(1) 熱風温度

乾燥機の熱風温度は、小麦の品質に大きく影響するため、最も注意が必要である。特に子実水分が高いほど熱の影響を強く受け、品質が低下する。子実水分30%以上で収穫した小麦では、50℃以上の熱風温度で乾燥すると粒色が劣化し、いわゆる退色粒となり規格外になったり、タンパク質の熱変性により二次加工適性(うどんやパンにした時の性質)が劣ったりすることがあるため、熱風温度は穀温が40℃を超えないよう設定する必要がある。

(2) 乾燥速度

乾燥速度(毎時乾減率：%/時)は、乾燥機の種類にもよるが熱風温度と風量比(単位穀物重量に対する風量の値)で決まり、乾燥速度を大きく設定して急激な乾燥を行うと品質に影響する可能性がある。熱風乾燥では、乾燥速度2%/時が発芽率を90%以上とする限界と考えられ、種子用に用いる小麦ではこれ以下に設定することが望ましい。

(3) 二段乾燥

一般的な乾燥体系として、収穫後の子実水分を、16~18%まで乾燥させる「一次乾燥」と、一次乾燥後の子実を、基準水分の12.5%まで乾燥する「仕上げ乾燥」の2つの工程に分けた「二段乾燥」体系を採用することが多



写真1 ロスモニター

(平成11年 十勝農試)

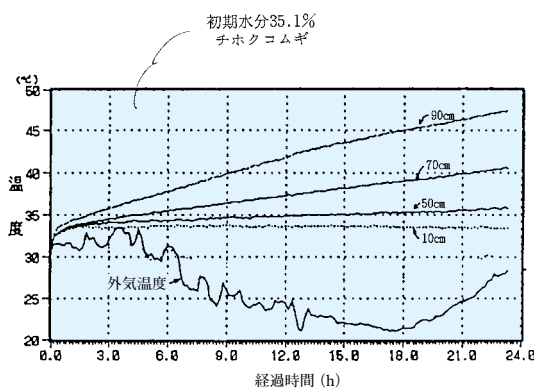


図3 高さ別発熱試験時の温度経過

(十勝農試一部改)

い。二段乾燥のメリットは、生麦の荷受け回転率の向上、貯留中における粒間の水分移動による子実水分の均一化である。24時間程度の貯留で子実水分のバラツキは低減し、これにより仕上げ乾燥後の水分の戻りが少なく、仕上げ乾燥時間も短縮される。

一次乾燥の目標水分は17%とする。一次乾燥後の子実の貯留（半乾貯留）は通風装置のある貯留装置で行うことを原則とするが、やむを得ず通風装置のないコンテナやフレコンなどの容器で貯留する場合は、できるだけ低水分とし、乾燥機内で通風するなどして貯留前の穀温を下げ、赤かび病菌が産生するかび毒であるデオキシニバレノール（DON）濃度が高くなるならないよう、なるべく速やかに仕上げ乾燥を行う。特にフレコンで貯留する場

合は、フレコン上部を開放し、積み重ねない。

5 調製作業と DON 濃度の低減

(1) 粒厚選別機

調製は、屑粒等を除去し品質や等級を向上させるための作業であり、農産物検査における基準値を目安に行う。被害粒の混入割合は1等では5%以内と定められており、この内、発芽粒が2.0%以内、黒かび粒が5.0%以内、赤かび粒に関しては平成15年産から0.0%（0.05%未満）と厳しくなっている。

粒厚選別機は、未熟粒や農産物検査による拝見で充実不足と判断される子実を除去する選別機で、篩い目は2.0~2.4の範囲で使用されることが多い。目の粗い篩いで選別すれば粒ぞろいは良くなり、千粒重は大きくなるが

表6 粒厚選別機による DON 濃度低減例（平成14・15年 中央農試）

年度	品種名	区分	篩目サイズ	流量 (t/h)	歩留まり (%)	DON 濃度 (ppb)	赤かび粒 率 (%)	容積量 (g/l)
H14	「ハルユタカ」	原料		4.42	(100)	3,594	1.30	835
		製品	2.3mm 網上	3.12	71	1,815	0.20	840
		屑	2.2~2.3mm	1.30	19	6,190	2.10	813
			2.2mm 未満		10	7,063	2.60	778
H15	「春よ恋」	原料		4.40	(100)	2,735	0.45	823
		製品	2.3mm 網上	4.30	97	2,453	0.15	840
		屑	2.3mm 未満	0.10	3	4,412	0.20	787

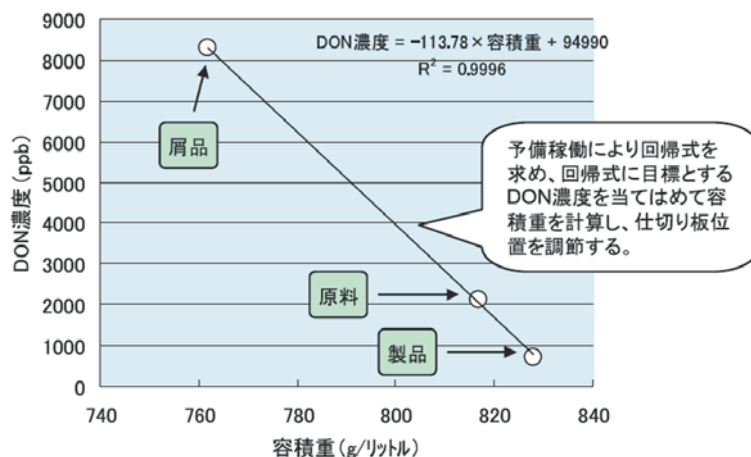


図4 エライザキットと容積重による DON 濃度調製法

(平成17年 中央農試・十勝農試)

歩留まりが落ちるため、規格内に入る範囲で最高の歩留まりが得られるように篩い目の選定を行う。

また、同一原料中においては、子実の粒厚が厚いほどDON濃度が低くなる傾向にある。しかし、粒厚とDON濃度の関係は原料によって変動するため、粒厚選別だけでDON濃度を基準値以下に調整することは困難である(表6)。

(2) 比重選別機

比重選別機は、発芽粒、赤かび粒、包皮粒、異種穀粒などの低減を図る選別機である。近年、比重選別機によりDONの濃度を低減できることが明らかとなっており、効果的に活用することが望ましい。

同一原料では、DON濃度(エライザキットにより測定)と容積重に相関がある。この関係を利用して比重選別機で調製することにより、DON濃度を基準値以下(1.1ppm以下=1100ppb以下)にできる(図4)。

また、赤かび粒率を基準値以下(0.05%未満)となるよう比重選別を行うと、DON濃度を基準値内に調製することができる(表7)。エライザキットによるDON濃度の測定等には、30分程度の時間を要するため、赤かび粒が混入している原料では、赤かび粒の除去を目安に比重選別機の調節をすることが簡便である。

(3) 光学式選別機

上記のように、比重選別機のみで赤かび粒

表7 比重選別機による調製目標と歩留まり(春よ恋)(平成19年 中央農試・十勝農試)

事例No.	原料のDON濃度(ppm)	原料の赤かび粒粒率(%)	比重選別機による調製後の歩留まり(%)		
			DON濃度が1.1ppm未満になるように調製した時	赤かび粒率が0.05%未満になるように調製した時	
1	1.07	0.35	95	>	61
2	1.53	0.46	87	>	70
3	3.72	1.20	44	>	32
4	3.74	1.87	50	>	38
5	1.39	0.26	57	>	51
6	1.58	0.22	54	>	49
7	0.34	0.33	100	>	47
8	0.34	0.44	100	>	35
9	0.42	0.21	100	>	67
10	0.53	0.50	100	>	41
11	1.66	0.46	50	>	37
12	4.23	1.26	16	>	15

注) 赤かび粒率が基準値(0.05%未満)になるように調製した場合には、歩留まりは低くなるがDONの基準値(1.1ppm以下)はクリアされるので、赤かび粒率0.05%未満とすることを比重選別の目標とする。

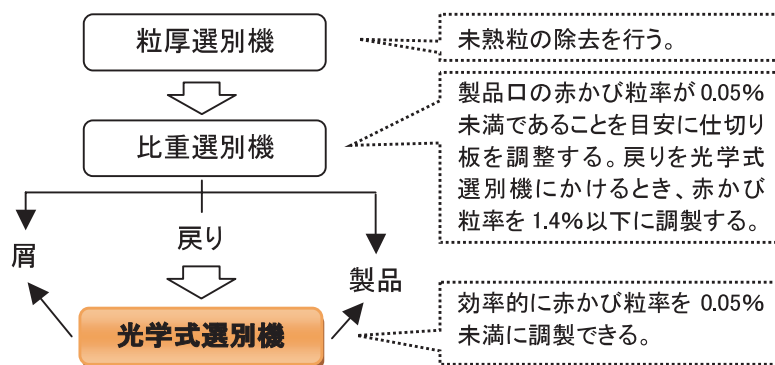


図5 光学式選別機の活用

(平成21年 中央農試)

率の基準値（0.05%未満）を満たすには歩留まりが低下する可能性がある。

そこで、近赤外線センサを搭載する光学式選別機を活用して、赤かび粒を効率的に除去する方法が提案された。これは、近赤外線全般における透過率が、健全粒よりも赤かび粒の方が小さいことを利用したものである。

比重選別機までの工程で、赤かび粒を1.4%以下に調製しておけば、光学式選別機により

赤かび粒率0.05%未満に調製することができる。また、比重選別機の戻り品を光学選別する体系では、戻り品を再度比重選別する体系と比べて製品歩留が向上し、その程度は原料の赤かび粒率が大きいほど顕著であることから、光学式選別機は歩留向上と製品の品質向上が可能な小麦調製方法として利用できる（図5）。