

秋まきコムギ品種キタノカオリにおける低アミロコムギの発生要因

中津智史¹⁾・佐藤康司¹⁾・佐藤仁¹⁾・神野裕信²⁾

(¹⁾ 北海道立十勝農業試験場, ²⁾ 北海道立中央農業試験場)

要旨：アミロ値は重要なコムギ品質の特性値であるが、穂発芽の過程で活性化される α -アミラーゼによって低下すると、低アミロコムギとなり加工適性が劣る。秋まきコムギ新品種のキタノカオリについて、2001～2005年に北海道内のべ52地点で成熟期の子実試料を採取し、穂発芽粒率および α -アミラーゼ活性、フォーリング・ナンバーを調査した。その結果、2003年の7地点で穂発芽は認められないが、高 α -アミラーゼ活性で低フォーリング・ナンバーの低アミロコムギが認められた。一方、主要品種であるホクシンではこのような現象は認められなかった。成熟期前の気象条件とキタノカオリの成熟期のフォーリング・ナンバーとの相関を検討した結果、降水量、日照時間との相関は低く、成熟期前4週間の平均気温とは $r = 0.635$ ($p < 0.01$, $n = 52$)の比較的高い正の相関が認められ、17℃以下でフォーリング・ナンバー300以下の試料が複数認められた。登熟期の温度処理試験の結果、成熟期前約3週間が低温条件(平均気温15℃)であったキタノカオリでは、高温条件(平均気温20℃)の場合よりも成熟期直後の α -アミラーゼ活性が高い傾向を示した。成熟期以降の降雨処理試験の結果、キタノカオリはホクシンよりも穂発芽粒率および α -アミラーゼ活性が高く、低アミロ化しやすい傾向を示した。以上のことから、キタノカオリは登熟期の低温条件により成熟期の α -アミラーゼ活性が高まりやすく、成熟期以降の降雨に対してもホクシンより穂発芽しやすいことを明らかにした。

キーワード： α -アミラーゼ活性、気象条件、コムギ、品種間差、フォーリング・ナンバー、穂発芽。

キタノカオリは北海道農業研究センターで育成され、2003年に北海道の優良品種となった新品種で、秋まきコムギとしては製パン適性が高いと評価されている(田引ら2002)。国産のパン用原料コムギとしては北海道の春まきコムギが多く用いられてきたが、絶対量が不足するとともに生産量の年次変動が大きいことから、多収性のキタノカオリに対する実需者の期待は高い。また、生産者サイドでも道内の栽培面積の9割近くを占めるホクシン(日本めん用の秋まきコムギ)以外の選択肢として、キタノカオリに対する栽培意欲は高く、その普及面積は2005年産では1000 ha程度に達するなど、飛躍的に増加している。

しかし、その品質特性の中でアミロ値については問題が指摘されている。アミロ値とはでん粉の糊化粘度を表すアミログラム最高粘度のことで、これが300B.U.以下に低下したものは低アミロコムギと呼ばれ、加工適性が大きく劣るとされている(長尾1998)。2005年から導入されたコムギ品質ランク区分では、アミロ値の代替としてフォーリング・ナンバーにより粘度が測定され、この値によっては買入れ価格にも影響する重要な品質項目となっている(北海道米改良協会2004)。一般に低アミロコムギの発生は、成熟期から時間が経過し休眠性が低下したときに、降雨に遭うと穂発芽とともに α -アミラーゼが活性化されるのが原因とされている(平野1971, 中津ら1994, 松倉ら2000)。したがって、穂発芽の発生程度とアミロ値(フォーリング・ナンバー)や α -アミラーゼ活性の間には相関性が認められている(星野ら1988, 宮本ら1993, 北海道農政部2004b)。

キタノカオリの品種育成時の穂発芽性評価はホクシンと同等の「中」に位置付けられているが、その栽培法を検討した試験事例では、成熟期で穂発芽は認められないが α -アミラーゼ活性が高く、フォーリング・ナンバーが低い現象が指摘されている(北海道農政部2004a)。同様の事例は農家一般栽培のキタノカオリでも認められており、実需者からもその品質の安定性・信頼性について疑念を提起された。今後もキタノカオリの栽培面積の拡大が想定される中で、高品質なコムギを生産・出荷するためには、このような現象を引き起こす要因や本品種の特性を明らかにするとともに、軽減・防止対策を検討する必要がある。

そこで本研究では、種々の気象条件下で栽培されているキタノカオリについて、穂発芽粒率および α -アミラーゼ活性やフォーリング・ナンバーを調査するとともに、人工的な気象処理を行うなどして、本品種が低アミロ化する要因や特性を解析した。

材料と方法

1. 実態調査(試験1)

2001～2005年に北海道の石狩・空知支庁管内33地点、十勝・網走支庁管内19地点の計52地点(第1表)で栽培されたキタノカオリについて、ほぼ成熟期にコムギ穂試料として圃場当たり約100穂×2反復を採取した。なお、空知支庁管内長沼町の北海道立中央農業試験場(以下、中央農試と略す)および十勝支庁管内芽室町の北海道立十勝農業試験場(以下、十勝農試と略す)においては、キタノカオリの他に参考としてホクシンについても試料採取し

第1表 実態調査実施地点一覧.

年次	空知		石狩	十勝		網走	計
	中央農試	農家圃場		十勝農試	農家圃場		
2001	2						2
2002	1	2	1	1			5
2003	2	3	2	2	5		14
2004	1	6	2	1	3	1	14
2005	1	6	4	1	4	1	17

た. 採取した試料は乾燥・脱穀後に穂発芽粒率を調査するとともに, 中央農試ではフォーリング・ナンバー, 十勝農試では α -アミラーゼ活性を測定した. 気象データについては調査地点近隣のアメダス等で測定された日別の平均気温, 日照時間, 降水量を用いた.

2. 登熟期の温度処理試験 (試験 2)

2005 年 4 月 26 日に十勝農試圃場で慣行栽培され, 越冬したキタノカオリおよびホクシンを 1/5000a ポットに鉢上げし, その後屋外で栽培した. 出穂期はホクシンが 6 月 10 日, キタノカオリは 6 月 15 日であった. 出穂期の 19 日後から人工気象室を用いて温度処理を行った. 低温処理区の温度条件は, 6 時~18 時の昼間が 20°C, 18 時~翌日 6 時の夜間が 10°C で, 平均気温は 15°C であった. 高温処理区は昼間 25°C, 夜間 15°C の平均 20°C で, 処理期間は①全期高温, ② 12 日間高温でその後は低温, ③全期低温の 3 処理を設けた. 試料採取は各品種・処理区の成熟期直後およびその 1 週間に行い, 乾燥・脱穀後に穂発芽粒率および α -アミラーゼ活性を調査した. 1 処理当たり 3 ポットを供試したが, 小麦採取量が少なかったため, 調査・分析にあたってはそれらを一つにまとめた.

3. 降雨処理試験 (試験 3)

2002~2004 年に十勝農試圃場で慣行栽培されたキタノカオリおよびホクシンについて, ほぼ成熟期から 1 週間間隔で 3~4 回穂試料を採取し, 降雨処理を行った. すなわち, 圃場から採取した穂試料 80 本を穴のあいたプラスチックバットに立て, 20°C の恒温温室で毎日朝晩 10 分程度散水するとともにビニールで覆い保湿した. その後, 経時的に恒温温室から穂試料 20 本を取り出し, 乾燥・脱穀後に穂発芽粒率および α -アミラーゼ活性を調査した.

4. フォーリング・ナンバー測定法

コムギ全粒粉 7 g (水分 14% ベース) について, フォーリング・ナンバー 1800 (Pertin 社製) を用い, 常法に従って測定した. 2005 年産コムギの買入れから適用されている品質ランク区分においては, フォーリング・ナンバー値 300 以上が基準値で, 200 以上が許容値となっている (北海道米麦改良協会 2004).

5. α -アミラーゼ活性測定法

コムギ全粒粉 1 g を試験管に採り, 抽出液 (0.86 M 塩化ナトリウム, 1.8 mM 塩化カルシウム液) 20 mL を加え, 良く攪拌した後 1 晩静置し, 上澄液 3 mL の α -アミラーゼ活性をブルー・スターチ法 (松倉ら 1984) により測定した. 活性は試料乾物 1 g あたりの吸光度の自然対数値 ($\ln OD_{620}$) で表示した. これまでの知見から, 本活性が 2 以上では低アミロコムギの危険性があり, 3 以上でほぼ低アミロコムギと判定できる (中津ら 1993).

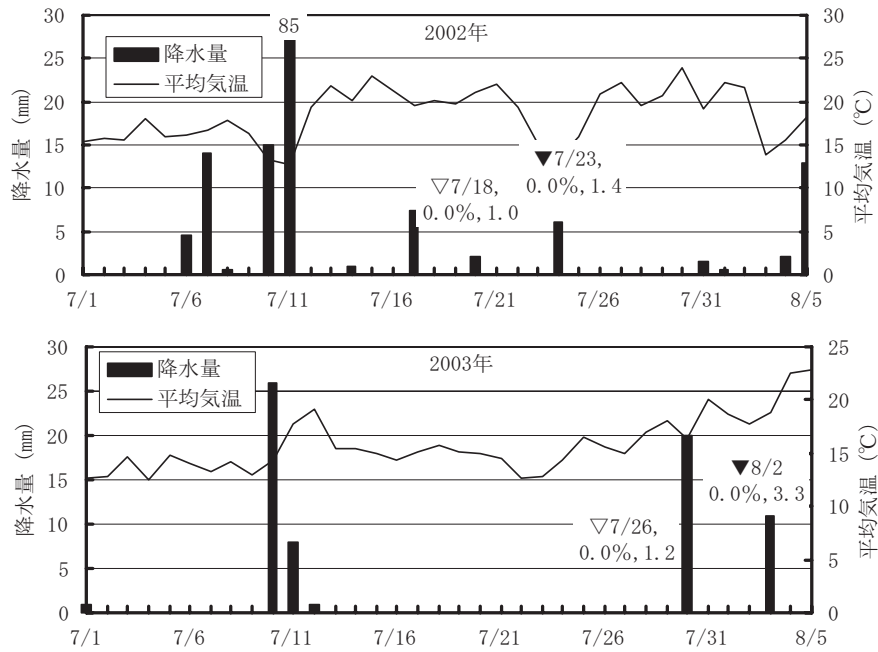
結 果

1. 実態調査 (試験 1)

2001~2005 年に道内のべ 52 地点において調査を行ったが, その中の特徴的な事例として 2002 年および 2003 年の十勝農試における気象条件とコムギ品質 (穂発芽粒率と α -アミラーゼ活性) の結果を示した (第 1 図). 2002 年のキタノカオリの成熟期は 7 月 23 日で, 成熟期時点で発芽は認められず α -アミラーゼ活性も 1.4 と低かった. 2003 年のキタノカオリでは成熟期が 8 月 2 日とやや遅く, 発芽は認められなかったが α -アミラーゼ活性は 3.3 と低アミロコムギ域まで高まっていた. これに対して, ホクシンは 2 カ年とも成熟期で発芽は認められず, α -アミラーゼ活性も低かった. 両年の気象条件を比較すると, 成熟期前の降雨は 2 カ年ともそれほど多くなかったが, 平均気温には差が認められ, 2002 年は 7 月上・中旬の平均気温は 18°C 程度であったのに対して, 2003 年では 15°C 程度と低かった.

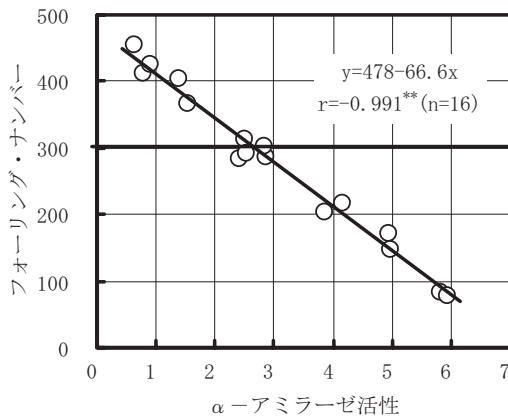
全調査地点における低アミロコムギ発生状況を比較・検討するためには, 十勝農試の α -アミラーゼ活性測定値と中央農試のフォーリング・ナンバー測定値を読み替える必要がある. 一般に両測定値間には高い負の相関があることが知られていることから (中津ら 1989, 1994), 試験 3 の降雨処理試験で得られたキタノカオリ試料の一部についてフォーリング・ナンバーを測定し, α -アミラーゼ活性との相関を検討した. その結果, $r = -0.991$ ($p < 0.01$, $n = 16$) の直線的な負の相関が得られ (第 2 図), 回帰式は $y = 478 - 66.6x$ であったことから, これを読み替え式として用いた.

全調査地点のキタノカオリの中で, 成熟期でフォーリング・ナンバー 300 以下の低アミロコムギが認められたのは 2003 年の 7 点で, 他の年次では発生が認められなかった (第



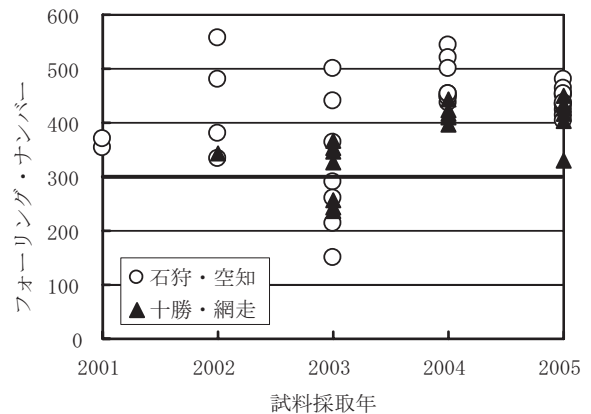
第1図 2002年および2003年の十勝農試における気象条件と成熟期のコムギ品質。

▼はキタノカオリの成熟期，穂発芽粒率と α -アミラーゼ活性。
▽は同ホクシン。



第2図 キタノカオリにおける α -アミラーゼ活性とフォーリング・ナンバーとの相関。

**は1%水準で有意を表す。



第3図 キタノカオリにおける成熟期のフォーリング・ナンバーの実態。

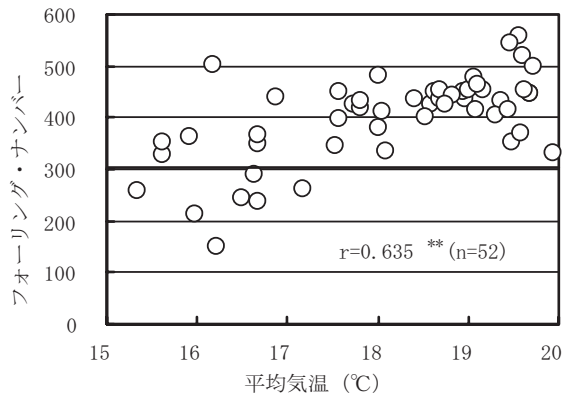
第2表 成熟期前の気象条件と成熟期のフォーリング・ナンバーとの相関。

期間	気象要因	相関係数
成熟期前第4週 (-22 ~ -28 日)	降水量	0.233
	平均気温	0.409**
	日照時間	0.214
成熟期前第3週 (-15 ~ -21 日)	降水量	0.280*
	平均気温	0.346*
	日照時間	-0.083
成熟期前第2週 (-8 ~ -14 日)	降水量	0.087
	平均気温	0.558**
	日照時間	0.278
成熟期前第1週 (-1 ~ -7 日)	降水量	-0.250
	平均気温	0.526**
	日照時間	-0.027

n=52. *, **は5%, 1%水準で有意を表す。

3図)。これら7点には第1図の十勝農試以外に，中央農試や空知および十勝支庁管内の農家圃場が含まれていた。また，これらの試料はいずれも高 α -アミラーゼ活性・低フォーリング・ナンバーではあったが，穂発芽の発生はほとんど認められなかった。

このような現象については，成熟期前の気象条件の影響が推測されることから，成熟期前4週間について週毎の気象条件と成熟期のフォーリング・ナンバーとの相関を検討した。その結果，降水量や日照時間との相関は全般に低く，平均気温とは $r = 0.346$ ($p < 0.05$, $n = 52$) ~ 0.558 ($p < 0.01$, $n = 52$) の正の相関が認められた(第2表)。そこで，成熟期前4週間の平均気温とフォーリング・ナンバー



第4図 成熟期前4週間の平均気温とキタノカオリの成熟期フォーリング・ナンバーとの相関。
**は1%水準で有意を表す。

との相関を検討した結果 (第4図), $r = 0.635$ ($p < 0.01$, $n = 52$) の比較的高い正の相関が認められ, 平均気温がおよそ 17°C 以下で低アミロコムギが発生していた。

2. 登熟期の温度処理試験 (試験 2)

成熟期は各処理区ともホクシンよりキタノカオリが遅く, また低温期間が長いほど遅くなる傾向であった (第3表)。成熟期の1~2日後に1回目の試料採取を行い, α -アミラーゼ活性を分析した結果, キタノカオリの③全期低温区で α -アミラーゼ活性が2.3とやや高かったが, 他の区では1程度と低かった。成熟期1週間後の2回目採取試料ではキタノカオリの③全期低温区の α -アミラーゼ活性も低下し, 他の区と同様に1程度となった。ホクシンについてはいずれの処理および採取時期においても α -アミラーゼ活性は1程度と低かった。

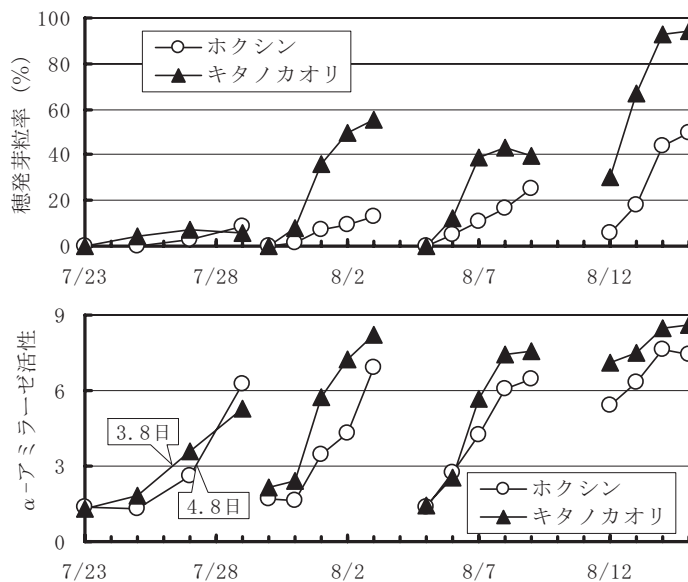
3. 降雨処理試験 (試験 3)

降雨処理試験は2002~2004年の3ヶ年実施したが, いずれの年も同様の傾向であったことから, ここでは2002年の試験結果を示した (第5図)。成熟期はホクシンが7月18日, キタノカオリが7月24日で, これら2品種について7月23日, 30日, 8月5日, 12日に圃場から穂試料

第3表 登熟期の温度処理と成熟期以降の α -アミラーゼ活性。

品種	処理名	成熟期	成熟期直後		1週間後	
			採取日	α -アミラーゼ活性	採取日	α -アミラーゼ活性
ホクシン	①全期高温	7/17	7/19	1.3	7/26	1.0
ホクシン	②高温→低温	7/20	7/22	1.2	7/29	1.2
ホクシン	③全期低温	7/22	7/24	1.1	8/1	1.2
キタノカオリ	①全期高温	7/22	7/24	1.0	8/1	1.0
キタノカオリ	②高温→低温	7/25	7/26	1.1	8/4	1.2
キタノカオリ	③全期低温	7/26	7/28	2.3	8/5	0.7

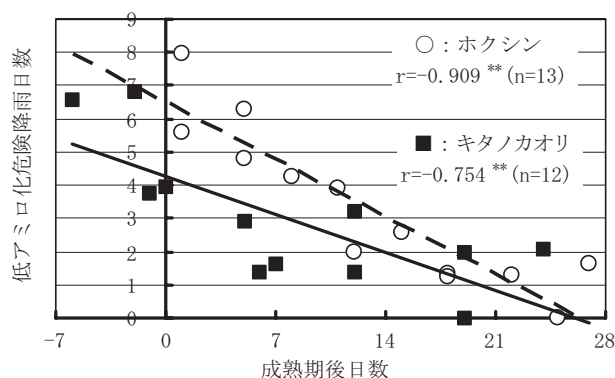
出穂期はホクシンが6/10, キタノカオリは6/15。処理開始はホクシンが6/29, キタノカオリが7/4。低温区は昼間 20°C , 夜間 10°C で平均 15°C 。高温区は昼間 25°C , 夜間 15°C で平均 20°C 。



第5図 降雨処理における穂発芽粒率および α -アミラーゼ活性の推移。

2002年十勝農試。成熟期はホクシンが7/18, キタノカオリが7/24で, 7/23, 7/30, 8/5, 8/12の4回処理を行った。

図中数字は低アミロ化危険降雨日数で, 7/23処理のみ表示した。



第6図 成熟期以降の低アミロ化危険降雨日数の推移。
2002-2004年, 十勝農試の降雨処理試験結果より。
**は1%水準で有意を表す。

を採取し4回の降雨処理を行った。その結果、両品種とも成熟期から時間が経過するほど、穂発芽しやすく α -アミラーゼ活性も高まりやすくなっており、8月12日採取では圃場での遭雨のために、処理前から穂発芽し α -アミラーゼ活性が6程度まで高まっていた。また、品種間差として、キタノカオリはホクシンより全般に穂発芽しやすく、 α -アミラーゼ活性も高まりやすい傾向を示した。

ここで、降雨処理により α -アミラーゼが活性化し、低アミロコムギ域（活性3以上）まで高まるのに要する日数（低アミロ化危険降雨日数）を休眠性の指標とし（中津ら2006）、その変化を検討した。例えば、2002年の1回目の降雨処理における低アミロ化危険降雨日数は、キタノカオリでは3.8日、ホクシンは4.8日となる（第5図）。また、4回目の処理では両品種とも処理前に既に活性3以上となっていたため、低アミロ化危険降雨日数は0日となる。

2003年および2004年の降雨処理試験結果についても、2002年と同様に低アミロ化危険降雨日数を算出し、3ヶ年をまとめて品種間差を検討した（第6図）。その結果、両品種とも成熟期以降経時的に低アミロ化危険降雨日数は短くなるが、キタノカオリはホクシンよりも短い降雨日数で低アミロ化する傾向を示した。すなわち、キタノカオリの低アミロ化危険降雨日数は成熟期直後では4日程度で、ホクシンより2日間程度短かった。その後、両者の差は小さくなるが、成熟期の2週間後でもキタノカオリの低アミロ化危険降雨日数はホクシンよりも1日程度短かった。

考 察

1. キタノカオリにおける低アミロコムギの発生要因

一般にコムギの α -アミラーゼ活性は登熟期に高いが、登熟が進むにつれて低下し、成熟期ではほぼ問題にならないレベルまで低下する（松倉ら2000）。成熟期以降は降雨等によって休眠が打破されると、穂発芽とともに α -アミラーゼが活性化される（中津ら1994）。したがって、2003年のキタノカオリのように成熟期で穂発芽していないのに高 α -アミラーゼ活性を示すのは特異と言えるが、同様な

事例は国内外で報告されている。

かつての道内主要品種で、耐穂発芽性は「やや弱」の評価であったチホコムギ（尾関ら1987）では、成熟期前後に低温多湿条件になった場合、登熟後半からの α -アミラーゼ活性が低下しにくくなる。さらに降雨により休眠が打破されると、穂発芽とともに α -アミラーゼが活性化するため、見かけ上、成熟期前後に α -アミラーゼ活性が高く維持される（中津ら1994、奥村2001）。

このような事例はイギリスやオーストラリアなど海外でも知られており、LMA（Late Maturity α -amylase）あるいはPMAA（Pre-Maturity α -amylase）と呼ばれている（Galeら1987, Mares and Mrva1992, Kettlewellら1995）。成熟期で高 α -アミラーゼ活性を呈する場合には、必ずしも外観上の穂発芽を伴わないことがあり、品種の穂発芽性とも一致しないことも知られている（Majorら1995）。

登熟期の気象条件が成熟期の α -アミラーゼ活性に及ぼす影響についてもいくつかの研究事例が報告されている。イギリスのある品種は登熟期の一時的な気温の変動により α -アミラーゼ活性が高まるが、別の品種では低温登熟条件で α -アミラーゼ活性が高まり、さらに気温変動が高活性を助長することが指摘されている（Majorら1998）。チホコムギは前述のように成熟期前後の低温多湿条件で高活性を呈するが、穂発芽しにくい品種として道内で一時期交配母材に使用されたアメリカの品種Lancer（Schmidら1965）は、登熟期前の気象条件が高温でも高活性を示す場合が認められている（中津1999）。このように、成熟期で高 α -アミラーゼ活性現象を誘引する気象条件は品種・系統によって異なっており、その機作については必ずしも明確になっていない。

キタノカオリにおいて成熟期で高 α -アミラーゼ活性を示した要因としては、登熟期の低温条件の影響が考えられる。すなわち、実態調査の事例では成熟期前4週間の平均気温がおよそ17℃以下の場合、低アミロ化している事例が認められた（第4図）。また、登熟期の温度処理試験では、成熟期前約3週間の平均気温が15℃では成熟期直後の α -アミラーゼ活性がやや高まり、一方、成熟期前1週間の低温ではこのような現象は認められなかった（第3表）。これらのことから、キタノカオリの成熟期の低アミロ化には、成熟期直前よりも登熟中期（成熟期前第2～3週）の低温条件が影響している可能性が高いと推測される。

キタノカオリのように登熟期の気象条件によって成熟期で高 α -アミラーゼ活性を呈する特性は、品質上の大きな問題を招く危険性が高いことから、育種プログラムから排除することが望ましい。この場合、前述のように穂発芽性の難易と成熟期の α -アミラーゼ活性とは必ずしも一致しないため、成熟期以降の穂発芽検定だけでは不十分である。したがって、今後このような特性を有する系統を選抜過程で廃棄するためには、成熟期における α -アミラーゼ活性あるいはフォーリング・ナンバーの検定が不可欠である（中

津 1999, 北海道農政部 2004b)。

また、キタノカオリの穂発芽性については、品種育成時の成績においてホクシンと同等の「中」に位置付けられていたが、本研究で詳細な降雨処理試験を実施した結果、両品種に明らかな品種間差が認められた。すなわち、キタノカオリはホクシンよりも成熟期以降の降雨により穂発芽しやすく α -アミラーゼ活性も高まりやすかった(第5図)。低アミロ化危険降雨日数については、成熟期直後でキタノカオリはホクシンよりも2日短く、成熟期の2週間後でも1日短い傾向であった(第6図)。

以上のことから、キタノカオリを栽培するにあたっては、①登熟期が低温条件の場合、成熟期の α -アミラーゼ活性が高くなるため低アミロコムギとなる危険性があり、②成熟期以降の降雨に対しては、ホクシンよりも穂発芽しやすく低アミロ化する危険性が高いことを認識する必要がある。

2. 想定される軽減対策

キタノカオリのこのような特性を認識した上で、低アミロコムギの発生を回避・軽減するための対策について考察を加えた。

対策の一つとして、低アミロコムギの発生予測が考えられる。すなわち、気象条件から低アミロコムギの発生が予測できれば、収穫時期を早めるなど発生回避策を取ることにも可能となる。既に、ホクシンについては成熟期1週間前からの気象条件に対応した低アミロコムギ発生予測手法が提案されている(中津ら 2006)。この手法では、降雨を主とする気象条件の解析によって成熟期以降の低アミロ化危険降雨日数の変化を推測するものである。しかしながら、キタノカオリについては降雨の影響を受けずに成熟期で低アミロ化する事例が認められていることから、ホクシンと同様の手法での予測は困難と考えられる。キタノカオリにおいて低アミロコムギの発生を予測するためには、登熟中期の低温の影響を加味した新たな理論構築が必要となるが、現状では十分な知見が蓄積されていない。

一方、成熟期前後に子実の α -アミラーゼ活性をモニタリングすることは、キタノカオリの収穫適期を判断する上で有効と考えられる。登熟期の温度処理試験において、成熟期直後の α -アミラーゼ活性が高かった低温処理区でも、1週間後には正常域まで活性が低下する現象が認められている(第3表)。このように成熟期で高 α -アミラーゼ活性を示しても、その後の気象条件によっては低下する可能性があることから、 α -アミラーゼ活性をモニタリングしながら収穫期を決めることが有効と考えられる。

ただし、前述のようにキタノカオリの低アミロ化危険降雨日数はホクシンよりも短いため、収穫期を遅らせすぎると降雨にあって穂発芽する危険性もある。したがって、モニタリングによる α -アミラーゼ活性の推移と気象予測を勘案しながらの判断が求められる。また、収穫物に対する

α -アミラーゼ活性のモニタリングは、低アミロコムギを正常コムギと仕分けして収穫・出荷を行う上でも有効と考えられる(加藤・奥村 2002)。

以上、キタノカオリにおける低アミロコムギの発生要因と、想定される対策について考察を加えたが、低アミロコムギの発生についてはこの品種固有の特性に負うところが大きく、栽培管理等では根本的な防止対策を立てることも困難であることから、やはり品種改良による低アミロ耐性の向上が重要といえる。また、キタノカオリの低アミロ化要因については未解明な部分もあることから、今後もフォーリング・ナンバーや α -アミラーゼ活性の推移について調査を続けていく必要がある。

謝辞：実態調査を実施するにあたって、調査対象地域の農業改良普及センター・JA および対象農家にご協力をいただいた。また、北海道立中央農業試験場農産工学部農産品質科には、コムギ品質分析にご協力いただいた。また、本稿をとりまとめるにあたり、北海道立中央農業試験場作物開発部畑作科元研究職員佐藤導謙博士、同場特別研究員兼平修氏、北海道立十勝農業試験場元場長尾崎政春博士、同場生産研究部主任研究員加藤淳博士、北海道立北見農業試験場作物研究部長吉良賢二氏にご校閲をいただいた。ここに記して謝意を表する。

引用文献

- Gale, M. D., A. M. Salter and J. R. Lenton 1987. The induction of germination α -amylase during wheat grain development in unfavorable weather conditions. D. J. Mares ed., Fourth International Symposium on Pre-Harvest Sprouting in Cereals, Westview Press, Boulder, Co., USA. 273-282.
- 平野寿助 1971. 小麦登熟期の遭雨による品質低下とその機作に関する研究. 中国農試報告 A 20: 27-78.
- 北海道米麦改良協会 2004. 新しい小麦づくり, 北海道. 10-12.
- 北海道農政部 2004a. パン用秋まき小麦「キタノカオリ」の良質安定多収栽培法. 平成 16 年普及奨励ならびに指導参考事項, 96-98.
- 北海道農政部 2004b. 小麦の穂発芽極難系統の育成. 平成 16 年普及奨励ならびに指導参考事項, 551-552.
- 星野次汪・松倉潮・小田俊介・平春枝・福永公平 1988. 小麦品種・系統の穂発芽性と α -アミラーゼ活性の推移及びその相互関係. NARC 研究速報 5: 1-5.
- 加藤淳・奥村理 2002. α -アミラーゼ活性に基づく小麦の品質区分. 北農 69: 24-28.
- Kettlewell, P. S., G. D. Lunn, B. J. Major, R. K. Scott, P. Gate, and F. Couvreur 1995. A possible scheme for pre-harvest prediction of Hagberg falling number and sprouting of wheat in the UK and France. K. Noda and D. J. Mares eds., Pre-Harvest Sprouting in Cereals 1995. Center for Academic Societies Japan, Osaka. 35-41.
- Major, B. J., P. S. Kettlewell and G. D. Lunn 1995. The effects of a period of high temperature during grain development on α -amylase activity in winter wheat (*Triticum aestivum*) in the absence of sprouting. K. Noda and D. J. Mares eds., Pre-Harvest Sprouting in Cereals 1995. Center for Academic Societies Japan, Osaka. 441-

- 447.
- Major, B. J., P. S. Kettlewell, G. D. Lunn and R. K. Scott 1998. Controlled-environment cabinet studies investigating the effect of transient temperature changes on pre-maturity alpha-amylase activity in winter wheat. D. Weipert ed., Eight International Symposium on Pre-Harvest Sprouting in Cereals 1998. Association of Cereal Research Federal Centre for Cereal, Potato and Lipid Research. Detmold, Germany. 209–218.
- Mares, D. J., and K. Mrva 1992. Late maturity α -amylase in wheat. M. K. Walker-Simmons and J. L. Ried eds., Pre-Harvest Sprouting in Cereals 1992. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Mn., USA. 178–184.
- 松倉潮・加藤一郎・平春枝・今井徹 1984. 国産小麦の品質 (第1報) 小麦および小麦粉の品質特性とそれら特性間の相互関係. 食総研報 45: 97–110.
- 松倉潮・今井徹・平春枝 2000. 国産小麦の α -アミラーゼ活性の登熟中の変動. 食総研報 64: 11–15.
- 宮本裕之・中津智史・越智弘明・市川信雄 1993. 秋播小麦の穂発芽抵抗性の検定方法と品種間差. 北農 60: 32–36.
- 長尾精一 1998. 世界の小麦の生産と品質 上巻 輸入食品協会, 東京. 162–166.
- 中津智史・市川信雄・平春枝・斉藤昌義・相馬暁 1989. 低アミロ小麦の二・三の検定法の比較. 北農 56: 17–33.
- 中津智史・市川信雄・大村邦男 1993. α -アミラーゼ活性を指標にした低アミロ小麦の検定法. 北農 60: 397–403.
- 中津智史・市川信雄・大村邦男 1994. チホクコムギの成熟期前後における穂水分と α -アミラーゼ活性の推移. 北海道立農業試験場集報 66: 7–14.
- 中津智史 1999. 登熟期の気象条件が小麦子実の α -アミラーゼ活性に及ぼす影響. 応用糖質科学, 46: 291–298.
- 中津智史・松永浩・沢口敦史・柴田秀己・道場琢也 2006. 小麦品種ホクシンを対象とした成熟期前後の気象条件による低アミロ小麦の発生予測手法. 日作紀 75: 90–96.
- 奥村理 2001. 登熟期の湿潤状態が小麦子実中の α -アミラーゼ活性に及ぼす影響. 北農 68: 27–32.
- 尾関幸男・佐々木宏・天野洋一・土屋俊雄・上野賢司・長内俊一 1987. 小麦新品種「チホクコムギ」の育成について. 北海道立農業試験場集報 56: 93–105.
- Schmid, J. W., V. a Johnson, A. F. Dreiner and P. J. Mattern. 1965. Registration of Lancer wheat. Crop. Sci. 5: 485.
- 田引正・高田兼則・西尾善太・桑原達雄・尾関幸男・田端聖司・入来規雄 2002. 製パン適性が優れる秋まき小麦新品種「キタノカオリ」(北海 257 号). 新しい研究成果—北海道地域—平成 14 年度: 60–63.

Factors Causing α -Amylase Activation and Low Falling Number in Winter Wheat Variety Kitanokaori : Satoshi NAKATSU¹⁾, Koji SATO¹⁾, Hitoshi SATO¹⁾ and Hironobu JINNO²⁾ (¹⁾ Hokkaido Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido 082-0071, Japan; ²⁾ Hokkaido Central Agricultural Experiment Station)

Abstract : Amylograph viscosity, an important index of wheat quality, is sometimes lowered by high α -amylase activity in grain caused by pre-harvest sprouting. In a new winter wheat variety, Kitanokaori, the percentage of pre-harvest sprouting, α -amylase activity and falling-number were investigated in the grains sampled at the maturing stage at 52 sites in Hokkaido from 2001 to 2005. Seven samples of wheat in the 2003 samples showed high α -amylase activity and low falling-number without pre-harvest sprouting. These phenomena were not observed in the major winter wheat variety, Hokusin. In Kitanokaori, falling-number at the maturing stage was not significantly correlated with precipitation and sunshine hours before the maturing stage, but significantly correlated with the mean temperature before the maturing stage, $r=0.635$ ($p < 0.01$, $n=52$). Some of the Kitanokaori exposed to 17°C four weeks before the maturing stage ripened, and exhibited low falling-number. In the experiment under artificial temperature treatment, Kitanokaori grains ripened under a mean temperature of 15°C before the maturing stage showed relatively high α -amylase activity compared with the grains exposed to a mean temperature of 20°C. In artificial rainfall treatment after the maturing stage, percentage of germination and α -amylase activity were higher in Kitanokaori than in Hokusin. In conclusion, Kitanokaori grains were prone to activate α -amylase under a low temperature in the ripening period and to exhibit pre-harvest sprouting more frequently than the Hokusin variety.

Key words : Amylograph viscosity, α -Amylase activity, Falling number, Pre-harvest sprouting, Varietal difference, Weather conditions, Wheat.