

コムギ品種ホクシンを対象とした成熟期前後の気象条件 による低アミロコムギの発生予測手法

中津智史¹⁾・松永浩¹⁾・沢口敦史¹⁾・柴田秀己²⁾・道場琢也²⁾

(¹⁾ 北海道立十勝農業試験場, ²⁾ 芽室町農業協同組合)

要旨：秋まきコムギ品種ホクシンにおいて低アミロコムギの発生を予測するため、低アミロ耐性（アミロ値低下の原因である α -アミラーゼ活性が低アミロ域まで高まるのに必要な降雨日数で、何日の降雨で低アミロコムギになるかを表す）を休眠性の指標として、成熟期前後の気象条件との関係を検討した。その結果、低アミロ耐性は成熟期1週間前からの降雨および気温と負の相関が認められ、成熟期以降は経過日数および降雨と負の相関が認められた。連続降雨があった場合、低アミロ耐性は1日に1降雨日数程度低下するが、15℃、20℃、25℃では低温ほど降雨の影響が大きい。これらを組み込んで表計算ソフト上で稼働する予測式を開発した。この予測式は成熟期1週間前からの平均気温、降水量、日照時間、平均湿度を入力すると、成熟期以降の低アミロ耐性を日単位で計算する。予測式の圃場採取試料に対する適合度は95%以上と高く、低アミロ耐性が1降雨日数以上では低アミロコムギ発生の危険性はほとんど無く、0~1降雨日数では発生の危険性がやや高まり、0降雨日数未満では低アミロコムギ発生率は大きく高まった。本予測式は健全なコムギを収穫する適期を高精度に予測可能であることから、収穫時期を判断する上で重要な情報になり得る。

キーワード：アミロ値、 α -アミラーゼ活性、休眠、気象条件、コムギ。

低アミロコムギとはでん粉の糊化粘度を表すアミログラム最高粘度（以下、アミロ値と略称する）が300B.U.以下に低下したもので、加工適性が大きく劣るため製粉・加工業者からは敬遠されている（長尾 1998）。また、近年の民間流通制度では、低アミロコムギは品質ランクが低位で価格差も設定されているため（北海道米麦改良協会 2004）、農家収入の低下にも直結する重要な問題となっている。アミロ値低下の直接の原因は子実中の α -アミラーゼによりでん粉が分解されるため、アミロ値と α -アミラーゼ活性とは高い負の相関が認められている（中津ら 1993, 加藤・奥村 2002）。

コムギは年次・地域によって収穫前に穂発芽する場合があります。その過程で α -アミラーゼが活性化しますが、これらには降雨、気温、湿度、日照などの気象条件が大きく影響することが報告されている（平野 1971, 星野ら 1988, 中津ら 1994, 野田ら 1999）。また、気象条件と低アミロコムギや α -アミラーゼ活性との関係についてもこれまで種々検討されており、降雨の影響が大きい、降雨時期によってその影響程度が異なること（鈴木ら 1989, 倉井ら 1993, 佐藤ら 2004）や、降雨の他に登熟期の温湿度（特に低温高湿条件）が影響を及ぼすこと（松崎・豊田 1996, 中津 1999, 奥村 2001）も指摘されている。

このように、低アミロコムギの発生には気象条件が大きく影響することから、気象条件からその発生が予測可能となれば、低アミロコムギの発生防止・軽減に結びつくと考えられる。既に北海道ではチホクコムギを主たる対象とし

た低アミロコムギ予測手法も検討されている（北海道農政部 1999）。しかしながら、気象条件が α -アミラーゼ活性に及ぼす影響には品種間差があることから（星野ら 1988, 宮本ら 1993, 松倉ら 2000, 内村ら 2004）、現在の主要品種であるホクシンにそのまま適用するのは困難と考えられる。

以上のことから、本研究ではホクシンを対象として成熟期前後の気象条件が休眠性や α -アミラーゼ活性に及ぼす影響を解析することにより、低アミロコムギ発生予測式を開発するとともに、その予測精度を農家圃場試料により検証するものである。

材料と方法

1. 道内 39 圃場における降雨処理（試験 1）

1991~2004 年に北海道立中央農業試験場（空知支庁管内長沼町）、同十勝農業試験場（十勝支庁管内芽室町）、同北見農業試験場（網走支庁管内訓子府町）、同上川農業試験場（上川支庁管内比布町）、十勝支庁管内の農家圃場など、北海道内の 39 圃場においてホクシンの穂試料を成熟期のおよそ1週間前から成熟期の3週間後までほぼ1週間間隔で3~4回採取し、降雨処理を行った（総回数は130）。すなわち、圃場から採取した穂試料をスノコに立て、恒温室または地下室で朝晩散水するとともにビニールで覆い保湿した。処理温度は20℃を基本としたが、年次・試験場所によっては15℃あるいは17℃で処理を行った。処理開始後、経時的にスノコから穂試料を取り出し、乾燥（45℃で1日

2005 年 8 月 9 日受理。連絡責任者：中津智史 〒082-0071 北海道芽室町新生南 9 線 2

TEL 0155-62-2431, FAX 0155-62-0680, nakatuss@agri.pref.hokkaido.jp

本研究は農林水産省の「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業 大規模収穫・調製に適した品質向上のための小麦適期収穫システム」で実施されたものである。

程度)・脱穀・貯蔵後、子実の α -アミラーゼ活性を測定した。

降雨処理時の温度条件が年次・場所により異なったことから、その影響を検討するため、2004年に十勝農業試験場において処理温度を10℃、15℃、20℃、25℃の4条件とし、成熟期(7月15日)以降3回(7月16, 23, 30日)の降雨処理を行った。

2. 道内79圃場における経時変化調査(試験2)

降雨処理試験用の穂試料を採取した圃場を含め、道内のべ79のホクシン栽培圃場において、成熟期のおよそ2週間前から成熟期の3週間後まで、1~3日毎に穂試料を採取し、品質の経時変化を調査した。試料の一部は105℃・24時間乾燥法により子実水分を測定し、他は子実の α -アミラーゼ活性測定に供した。なお、本研究では成熟期を茎葉から緑色がほぼ消失し、子実水分がおよそ40%に低下した時期とした。

3. 芽室町農協による精度検証(試験3)

十勝支庁管内の芽室町農協では低アミロコムギの発生状況を事前に把握するため、町内に定点観測圃場を設け α -アミラーゼ活性のモニタリングを行うとともに、コムギ受け入れ時に全収穫物の α -アミラーゼ活性を測定している。定点観測圃場数は、2002年が32ヶ所、2003年が37ヶ所、2004年は31ヶ所で、成熟期付近から定期的に子実水分と α -アミラーゼ活性を測定している。これらのコムギ試料を対象に、低アミロコムギ発生予測式の適合度を検証した。

4. 気象条件

アメダス等で測定された日別平均気温、最高気温、最低気温、日照時間、降水量を用いた。ただし、降水量については変動が大きく正規分布しないことから、1mm以上の降水量を対数処理した降雨指数も解析に用いた(中津ら1994)。また、湿度が測定されている地点においてはこれも解析に用いた。

5. α -アミラーゼ活性分析法

1) ブルー・スターチ法

試験1, 2では本法により α -アミラーゼ活性を分析した。コムギ全粒粉1gを試験管に採り、抽出液(0.86M塩化ナトリウム, 1.8mM塩化カルシウム液)20mLを加え、良く攪拌した後1晩静置し、上澄液3mLの α -アミラーゼ活性をブルー・スターチ法により測定した(松倉ら1984)。活性は試料乾物1g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3以上ではほぼ低アミロコムギと判定できる(中津ら1993)。

2) ドライケミストリー法

試験3では本法により α -アミラーゼ活性を分析した。

コムギ子実100gをビーカーに採り、抽出液(12.8mM塩化ナトリウム, 0.27mM塩化カルシウム液)600mLを加え、ホモジナイザーを用いて粉碎・懸濁し、遠心分離して得られた上澄液について、富士ドライケム3500A型を用いて α -アミラーゼ活性を測定した。本活性が300mU/g以上ではほぼ低アミロ小麦と推測され、250mU/g以下では健全コムギ、250~300mU/gは中間域とされている(北海道農政部2004)。

6. 休眠程度の指標の設定

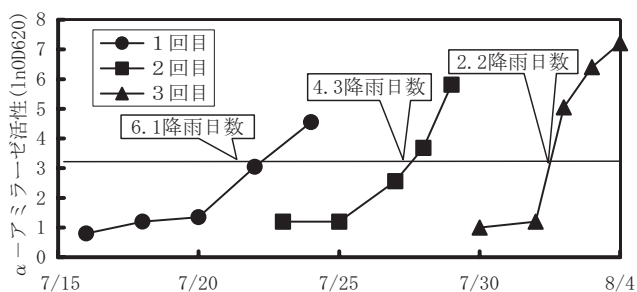
低アミロコムギの発生を予測する場合、その時々々の休眠程度を数値化する必要がある。また、農家が収穫計画を立てるためには、今後何日の降雨で低アミロ化するかが重要な情報となる。そこで、降雨により α -アミラーゼが活性化し、低アミロコムギ域(ブルー・スターチ法で3($\ln OD_{620}$)以上)に達する降雨日数を低アミロ耐性とし、これを休眠性の指標とした。

結果と考察

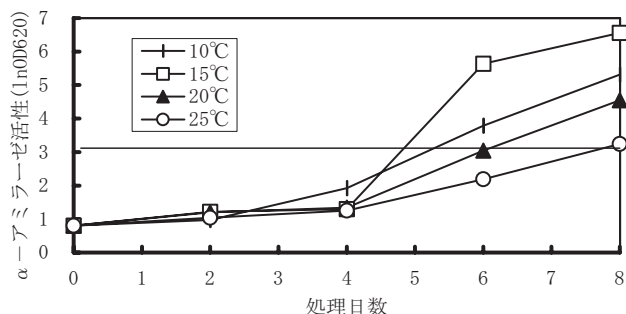
1. 低アミロ耐性の変化と降雨処理時の温度の影響

試験1では道内39圃場試料においてのべ130回の降雨処理試験を実施したが、そのすべてを図示することは不可能であることから、一例として2004年十勝農試の試験結果(降雨処理温度は20℃)を示した(第1図)。1回目の降雨処理では α -アミラーゼ活性の上昇程度は緩やかで、活性が3に達するには6.1降雨日数を要していた。2回目では活性の立ち上がりが早まり低アミロ耐性は4.3降雨日数になり、3回目の処理では急激に活性は高まり耐性は2.2降雨日数と短くなった。このように、低アミロ耐性(休眠程度)は成熟期以降経時的に低下していたが、他の事例でもほぼ同様の傾向を示しており、これまでの知見(野田ら1999)と一致していた。

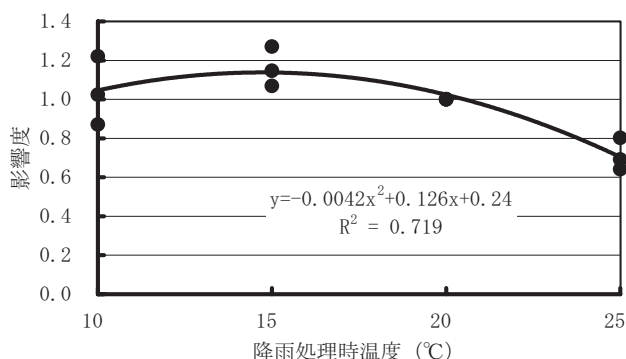
次に、降雨処理時の温度条件の影響を、2004年十勝農試の1回目処理について検討すると、 α -アミラーゼ活性が最も早く3以上に達したのは15℃で、25℃では最も遅く、10℃と20℃はその中間であった(第2図)。各温度条件の低アミロ耐性は、15℃が4.8降雨日数と短く、25℃が7.6



第1図 20℃の降雨処理における α -アミラーゼ活性(●, ■, ▲)と低アミロ耐性(図中数字)の変化。2004年十勝農業試験場。成熟期は7月15日。



第2図 降雨時の温度条件が α -アミラーゼ活性に及ぼす影響.
2004年十勝農業試験場で7月16日に処理開始.

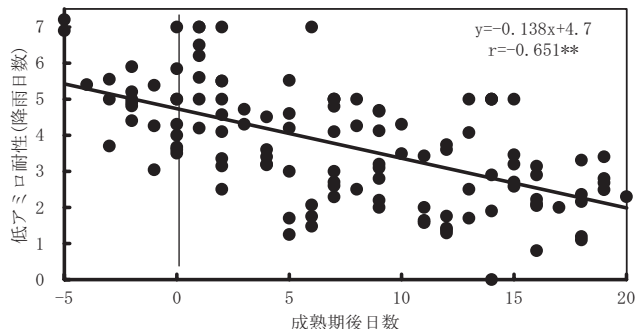


第3図 降雨時の温度条件が低アミロ耐性に及ぼす影響.
20°Cを1.0とした指数.

降雨日数と長く、10°Cは5.0降雨日数、20°Cは6.1降雨日数であった。ここで道内の7・8月の平均気温に近い20°Cを基準として、各温度の影響度を数値化するため、20°Cにおける低アミロ耐性を各温度の低アミロ耐性で除した結果、10°Cは1.2倍、15°Cが1.3倍、25°Cが0.8倍と算出された。

2, 3回目の降雨処理においても1回目と同様に温度別の影響度を算出し、これらを図示した結果、15°Cでは20°Cより影響度が大きく、25°Cでは影響度は小さく、10°Cでは20°Cとほぼ同等であった(第3図)。一般に降雨時の温度条件の影響として、低温ほど休眠が打破されやすいとされており(中津2000)、本試験でも15°C、20°C、25°Cでは低温ほど α -アミラーゼ活性が高まりやすかった。しかしながら、15°Cと10°Cを比較した場合、低温の10°Cで影響度が低下した要因として、休眠そのものは打破されても、この温度域では低温すぎて植物体内の代謝活動が低下し、 α -アミラーゼの活性化も緩慢になったためと推測される。

また、第3図の回帰式から、異なる温度条件の低アミロ



第4図 成熟期後の日数と低アミロ耐性との関係. 1991～2004年の道内のべ130回の降雨処理試験結果による.

**は1%水準での有意性を示す.

耐性を20°Cの場合に換算する式1が得られた.

$$y = -0.0042x^2 + 0.126x + 0.24 \quad \text{——式1}$$

y: 低アミロ耐性への温度の影響度 (20°Cを1とした指数),
x: 降雨時の温度

2. 成熟期前後の気象条件が低アミロ耐性に及ぼす影響

試験1のすべての降雨処理について、成熟期後の日数と低アミロ耐性との関係を検討した結果、 $r = -0.651^{**}$ ($n = 130$)の比較的高い負の相関が認められた(第4図)。しかし、同じ成熟期後日数でも低アミロ耐性は大きく変動していることから、成熟期前後の気象条件の影響が想定された。そこで、気象条件を①成熟期以前と②成熟期以降に分けて、低アミロ耐性との関係を解析した。

1) 成熟期以前の気象条件の影響

試験1の中で成熟期付近に実施された38回の降雨処理試験結果について、成熟期前2週間を1～3日前、4～7日前、8～14日前に3区分し、各期間の気象条件と成熟期における低アミロ耐性との相関を検討した。その結果、気温および降水量(降雨指数)との間にやや低い有意の負の相関が認められたが、日照時間については相関が認められなかった(第1表)。

そこで、日照時間を除く要因について、変数削減法により低アミロ耐性との重回帰分析を検討した結果、1～3日前の平均気温と降雨指数、4～7日前の降雨指数が有意な要因として抽出され、 $R^2 = 0.473$ ($n = 38$)の重回帰係数が得られた。この場合の重回帰式は以下の通りであった。

$$y = 10.69 - 0.24x^1 - 0.42x^2 - 0.24x^3 \quad \text{——式2}$$

y: 成熟期の低アミロ耐性, x^1 : 4～7日前の降雨指数, x^2 : 1～3日前の降雨指数, x^3 : 1～3日前の平均気温

第1表 成熟期前2週間の気象条件と成熟期の低アミロ耐性との相関.

成熟期前の期間	最低気温	最高気温	平均気温	降水量	降雨指数	日照時間
1～3日	-0.413**	-0.276	-0.433**	-0.345*	-0.361*	0.075
4～7日	-0.330*	-0.221	-0.364*	-0.222	-0.292	0.069
8～14日	-0.294	-0.441**	-0.452**	-0.308	-0.288	-0.233

**, *は1, 5%水準での有意性を示す ($n=38$).

第2表 成熟期以降の低アミロ耐性に影響を及ぼす要因.

成熟期の 低アミロ耐性	成熟期後 日数	最低気温	最高気温	平均気温	降水量	降雨指数	日照時間
0.558**	-0.589**	-0.228	-0.162	-0.240*	-0.247*	-0.497**	-0.348**

**, *は1, 5%水準での有意性を示す(n=76).

この式からホクシンでは成熟期前の気象条件が高温多雨ほど低アミロ耐性(休眠程度)は低下し, 低アミロ化しやすくなることが示された. 一方, チホクコムギにおいては成熟期前が低温多雨ほど低アミロ化しやすいことが報告されており(中津 1994, 奥村 2001), 成熟期前の温度の影響が両品種で異なっていた.

この要因として両品種の休眠性の違いが大きく影響していると思われる. すなわち, チホクコムギは品種の特性として休眠が浅いため, 成熟期前の低温多雨条件により成熟期で既に休眠が打破されて低アミロ化するものと考えられる. この場合, 先にも述べたように低温ほど休眠が打破されやすくなる.

ホクシンは休眠性がチホクコムギより深い(北海道農政部 1994, 中津 2000), 成熟期前の低温条件で休眠が打破されることはほとんどない. さらに, 成熟期前の低温が休眠の形成に影響するとの報告(桑原・前田 1979)があることから, ホクシンでは低温により休眠の形成が促進され, チホクコムギとは逆に低アミロ耐性を高める方向に作用したと推測される.

2) 成熟期以降の気象条件の影響

成熟期以降の低アミロ耐性は成熟期における低アミロ耐性と正の相関, 成熟期後の日数および降雨指数と負の相関が認められた(第2表). これらを説明変数とした重回帰分析を行った結果, $R^2 = 0.553$ ($n = 76$) という比較的高い重回帰係数が得られ, 回帰式は下記の通りであった.

$$y = 1.22 + 0.74x^1 - 0.13x^2 - 0.08x^3 \quad \text{——式3}$$

y: 成熟期以降の低アミロ耐性, x^1 : 成熟期における低アミロ耐性(式2で得られる計算値), x^2 : 成熟期後の日数, x^3 : 成熟期後の積算降雨指数

3. 低アミロコムギ発生予測式の作成

以上の知見から, 低アミロ耐性を算出する表計算ソフトを作成した. 本ソフトでは成熟期1週間前から気象条件を入力することにより, 式2から成熟期時点の低アミロ耐性が算出される. ただし, 式2に従うと極端な高温多雨条件では計算上0降雨日数となることもあり得るが, ホクシンは休眠が比較的深く, 圃場条件で成熟期直後の低アミロ耐性が3降雨日数以下になることはほとんど無い(ため, 下限値を3降雨日数とするよう補正式を組み込んだ.

成熟期以降は式3から日々の低アミロ耐性が算出されるが, ここでは高温条件の影響を考慮した. すなわち, 降水量としては1mmに満たなくても, 霧雨や夜露等で穂が濡れた状態になると, 穂中の子実は吸水し発芽の方向に向か

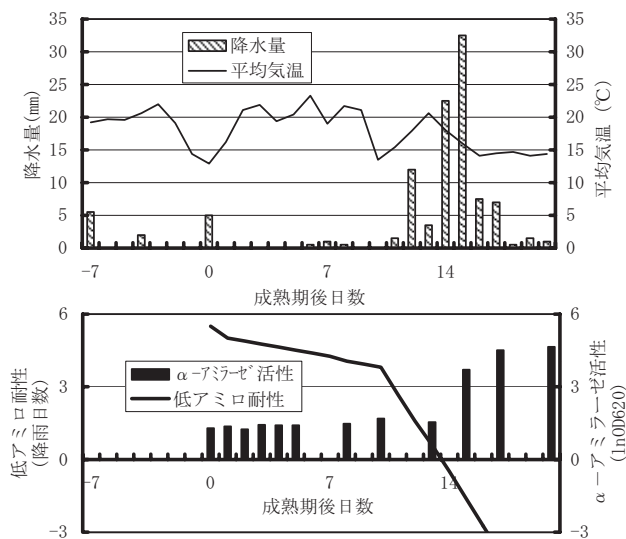
うため, 降雨にあったのと同様の状態となる(北海道農政部 1999, 中津 2000, 奥村 2001). 特に, 低温で日照がほとんど無い場合は高湿条件となりやすく, 低アミロ耐性に及ぼす影響が大きいと考えられる. したがって, 降水量が1mm未満でも平均湿度90%以上, 日照時間1時間未満, 平均気温15℃未満では降雨指数を1とするよう補正式を組みこんだ. さらに, 連続降雨があった場合, 低アミロ耐性を基本的に1降雨日数ずつ減じることとし, 減少程度には式1を用いて温度条件を反映させた.

本予測式を試験2の経時変化試料(2002年十勝支庁管内の現地圃場)に適用した結果を第3表に示した. 入力値は平均気温, 降水量, 日照時間, 平均湿度であるが, 日照時間と平均湿度は低温寡照高湿条件補正のため必要な項目であり, このような条件が想定されない場合は入力不要で, 欠測でもプログラムは稼働する. この事例について, 低アミロ耐性の変化と実際の α -アミラーゼ活性との関係を検討すると(第5図), 低アミロ耐性は成熟期直後に5.5降雨日数と高かったが, 成熟期11日目以降の連続降雨によ

第3表 低アミロ小麦発生予測式の入出力事例.

成熟期 後日数	平均気温 (℃)	降水量 (mm)	日照時間 (h)	平均湿度 (%)	低アミロ耐性 (降雨日数)
-7	19.2	5.5	1.9	96	
-6	19.7	0.0	2.7	93	
-5	19.6	0.0	1.8	96	
-4	20.6	2.0	0.0	98	
-3	22.0	0.0	0.8	93	
-2	19.1	0.0	1.5	96	
-1	14.4	0.0	0.0	99	
0	12.9	5.0	0.0	100	5.5
1	16.2	0.0	0.8	96	5.0
2	21.1	0.0	1.8	93	4.9
3	21.9	0.0	12.7	72	4.8
4	19.4	0.0	12.1	82	4.6
5	20.4	0.0	3.1	86	4.5
6	23.3	0.5	9.4	83	4.4
7	19.0	1.0	0.0	96	4.3
8	21.7	0.5	1.6	94	4.1
9	21.1	0.0	10.9	75	3.9
10	13.5	0.0	0.0	93	3.8
11	15.4	1.5	0.1	94	2.7
12	17.9	12.0	0.0	96	1.6
13	20.6	3.5	5.5	85	0.6
14	18.0	22.5	0.0	93	-0.5
15	16.0	32.5	0.0	98	-1.6
16	14.1	7.5	0.0	96	-2.8
17	14.5	7.0	0.0	96	-3.9
18	14.7	0.5	0.8	93	-5.0
19	14.1	1.5	0.1	89	-6.2
20	14.4	1.0	0.0	98	-7.3

2002年十勝管内の現地圃場の事例. ゴシック文字が入力部分.



第5図 成熟期前後の気象条件と α -アミラーゼ活性および低アミロ耐性の推移。2002年十勝管内の現地圃場。

り急激に低下し14日目では0降雨日数未満となった。一方、子実の α -アミラーゼ活性については、成熟期から13日までは1.5 (lnOD620) 程度と正常域であったが、降雨により活性が高まり15日後に3 (lnOD620) 以上に達した。このように、低アミロ耐性が0降雨日数未満になる時期と α -アミラーゼ活性が低アミロ小麦域まで高まる時期はほぼ一致していた。

4. 予測式の適合度評価

第5図に示した事例と同様に、本予測式を試験2のすべての調査結果に当てはめ、低アミロ耐性と実測された α -アミラーゼ活性との関係を検討した結果、低アミロ耐性が1降雨日数以上の領域では活性3 (lnOD620) 以上の低アミロコムギの発生率は0.6% (2点/361点) とわずかであった (第4表)。一方、低アミロ耐性が0~1降雨日数では8%程度 (3点/35点) とやや高まり、耐性が負の値では発生率69% (36点/52点) となった。

このように本予測式の圃場試料に対する適合度は全体で95.3% (427点/448点) と高かったが、低アミロ耐性が0降雨日数未満にもかかわらず、 α -アミラーゼ活性が3未満の試料が16点認められた。そこで、その原因を検討した結果、これら試料には気象条件が比較的良好で低アミロコムギがなかなか発生しないため、調査期間を延長した事例が多く含まれていた。すなわち、成熟期から2週間以上経過した刈り遅れの調査事例が16点中14点含まれており、これらが適合度を低下させた要因であった。

5. 芽室町農協による精度検証

試験3では、コンバイン収穫されたコムギについてドライケミストリー法により α -アミラーゼ活性を測定したが、3か年のいずれの収穫物も α -アミラーゼ活性の低い

第4表 道内79圃場の経時変化調査試料における適合度の評価。

α -アミラーゼ活性 (lnOD620)		低アミロ耐性 (降雨日数)		
		0未満	0~1	1以上
3以上	点数	36	3	2
3未満		16	32	359
3以上	比率 (%)	69.2	8.6	0.6
3未満		30.8	91.4	99.4

α -アミラーゼ活性はブルー・スターチ法による。

ゴシック文字が適合部分。

第5表 芽室町の定点観測圃場による適合度の評価。

α -アミラーゼ活性による ランク区分		低アミロ耐性 (降雨日数)	
		0未満	0以上
低アミロ (300mU/g以上)	点数	25	1
中間 (250~300mU/g)		6	3
健全 (250mU/g以下)		14	401
低アミロ (300mU/g以上)	比率 (%)	55.6	0.2
中間 (250~300mU/g)		13.3	0.7
健全 (250mU/g以下)		31.1	99.0

α -アミラーゼ活性はドライケミストリー法による。

ゴシック文字が適合部分。

健全ランクで、低アミロコムギは認められなかった。これらの圃場について低アミロ小麦発生予測式を用いて低アミロ耐性を計算した結果、すべてが1降雨日数以上であったことから、健全コムギの予測精度は100%といえるが、低アミロコムギの予測精度については検討不能であった。

試験3の中で、コンバイン収穫後も試料採取を継続したモニタリング試料では、低アミロコムギも認められたことから、これらを対象に予測精度を検討した結果、低アミロ耐性が0降雨日数以上の場合、99%以上が健全なコムギであった (第5表)。一方、耐性が0降雨日数未満では55.6%が低アミロコムギ、13.3%が中間域であったが、健全コムギも31%含まれていた。耐性が負にもかかわらず低アミロコムギとならなかった試料については、先ほども述べたように成熟期から2週間以上放置されたコムギが多く含まれていた。しかし、農協の意見として成熟期から2週間以上もコムギを圃場に放置することは調査以外ではあり得ないため、本予測式を実際に使用する場面ではあまり問題にならないとのことであった。また、本予測式は健全コムギの予測精度が高いことから、低アミロコムギとなる前に健全コムギを収穫するためには有効な情報となり得るとの評価が得られた。

6. 予測式を活用した低アミロコムギ発生の危険性判断と収穫等の対応

以上のことから、本予測式による低アミロコムギ発生の危険性と収穫等の対応を提案した (第6表)。耐性が1降雨日数以上では低アミロコムギはほとんど発生しない。また、収穫日程については、低アミロ耐性と天気予報を勘案して決定することができる。例えば、今後2日程度の降雨が予想される場合、低アミロ耐性が2降雨日数程度のコム

第6表 低アミロ耐性による低アミロ小麦発生の危険性と収穫等の対応.

低アミロ耐性 (降雨日数)	低アミロ小麦の発生	収穫等の対応
1以上	ほとんど発生しない.	子実水分, 低アミロ耐性 (耐性値1は終日降雨1日にほぼ相当) と天気予報などを勘案して収穫時期を決める.
0~1	危険性がある.	早期に収穫する. α -アミラーゼ活性のモニタリングを開始する.
0未満	危険性が高い (成熟期の2週間以降では低アミロ小麦と成らない場合も認められる).	受け入れ時には α -アミラーゼ活性を測定する. 正常麦とは仕分け収穫・乾燥を行う.

ギ圃場では降雨前に収穫する必要があるが, 低アミロ耐性が4降雨日数程度のコムギ圃場においては降雨後でも低アミロ化しないと推測されることから, 後に回すことも可能である.

耐性が0~1降雨日数では低アミロコムギが発生する危険性があるため早期に収穫する必要がある. 近年, 北海道の大規模コムギ産地では芽室町のように α -アミラーゼ活性をモニタリングする体制が整備されつつあるが (加藤ら2002), この場合, 低アミロ耐性1降雨日数以上ではモニタリングの必要性はほとんどなく, それよりも低下した時期がモニタリング開始の目安となる.

耐性が0降雨日数未満に低下した場合は低アミロコムギである危険性が高い. このため収穫物の受け入れ時には α -アミラーゼ活性を測定するとともに, 正常コムギとは仕分け収穫・乾燥を行う必要がある.

以上のように, 本研究で開発された低アミロコムギ発生予測式は比較的高精度で, 特に健全コムギの収穫限界を予測可能であることから, コムギの収穫時期を決定する上で重要な情報になり得る. これにより適期収穫が可能となり, 低アミロコムギの発生を大幅に軽減できると期待される.

謝辞: 本研究を実施するにあたり, 北海道立中央・上川・北見の各農業試験場, 十勝西部地区および南部地区農業改良普及センター, 芽室町の定点観察圃設定農家の関係各位には試料採取等にご協力いただいた. また, 本稿をとりまとめるにあたり, 北海道立十勝農業試験場長尾崎政春博士にご校閲いただいた. ここに記して謝意を表する.

引用文献

- 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 1994. 秋まき小麦「ホクシン」. 平成6年普及奨励ならびに指導参考事項, 1-4.
- 北海道農政部 1999. 気象要因の解析に基づく低アミロ小麦の発生危険度の予測. 平成11年普及奨励ならびに指導参考事項, 229-230.
- 北海道農政部 2004. 小麦 α -アミラーゼ活性測定システム (ドライケミストリー法) を用いた品質区分. 平成16年普及奨励ならびに指導参考事項, 162-163.
- 星野次汪・松倉潮・小田俊介・平春枝・福永公平 1988. コムギ品種・

- 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コムギの品質区分. 北農 69: 24-28.
- 倉井耕一・木村守・湯沢正明 1993. 小麦の低アミロ小麦と降水時期との関係. 栃木農研報 40: 1-12.
- 桑原達雄・前田浩敏 1979. コムギの穂発芽抵抗性に関する研究 1. 登熟中の温度条件と休眠形成の関係. 育種 29: 26-27.
- 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.
- 松崎守夫・豊田政一 1996. コムギ登熟期の気象条件と粉のアミログラム最高粘度. 日作紀 65: 569-574.
- 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 輸入食品協議会, 東京. 162-166.
- 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. 北海道内における低アミロ小麦の発生実態とその要因. 北農 61: 47-52.
- 中津智史 1999. 登熟期の気象条件がコムギ子実中の 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 2000. 北海道における低アミロ小麦の発生とその要因に関する研究. 北海道立農業試験場報告 93: 24-25, 32-36.
- 野田和彦・天野洋一・鈴木孝子 1999. コムギの穂発芽と天候. 育種学研究 1: 15-19.
- 農林水産省技術会議事務局 1994. 気象情報による低アミロ警報システムの開発. 小麦を主体とする水田畑作物の高品質化および生産性向上技術の開発 (高品質輪作) 研究成果報告 (前期), 41-42.
- 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.
- 佐藤大和・内村要介・尾形武文・松江勇次・陣内暢明 2004. 北部九州におけるコムギの最高粘度の年次間変動とその登熟ステージ別の降雨との関係. 日作紀 73: 23-28.
- 鈴木武・原田康信・斉藤敏一・阿部吉克・斉藤博行 1989. 小麦のアミログラム (最高粘度) 低下要因. 山形県農試研報 24: 1-11.
- 内村要介・佐藤大和・尾形武文・松江勇次 2004. 成熟期の降雨処理によるコムギの子実水分含有率の変化と品質低下の品種間差. 日作紀 73: 29-34.

Methods of Predicting the Time of α -Amylase Activation in Wheat Grain around the Maturing Stage Based on Weather Conditions in Wheat Variety Hokusin : Satoshi NAKATSU¹⁾, Hiroshi MATSUNAGA¹⁾, Atsushi SAWAGUCHI¹⁾, Hidemi SHIBATA²⁾ and Takuya MICHIBA²⁾ (¹⁾Hokkaido Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido 082-0071, Japan; ²⁾Memuro Agricultural Cooperative, Memuro, Hokkaido 082-0012, Japan)

Abstract : α -Amylase activation in wheat grain lowers amylograph viscosity and it is influenced by weather conditions, mainly rainfall, and pre-harvest sprouting. To predict the time of α -amylase activation in a wheat variety Hokusin, we investigated the effects of weather conditions on the levels of grain dormancy. The grain dormancy at the maturing stage showed a negative correlation with rainfall and temperature during the week before the maturing stage. After the maturing stage, levels of dormancy declined over time and were decreased by rainfall especially by continuous rainy days. The effect of pre-harvest rainfall was greater at a lower temperature; 15°C followed by 20 and 25°C in this order. According to these results, we developed a program operated on a personal computer, to predict for time of α -amylase activation. In this program, levels of dormancy after the maturing stage were estimated by mean temperature, rainfall, sunshine hours and mean humidity for 7 days before the maturing stage. Accuracy of the prediction was higher than 95% in wheat sampled at the farmers' field. Most wheat grains with high levels of dormancy showed relatively high amylograph viscosity, while wheat samples with low dormancy often showed low viscosity. In conclusion this program could be useful to determine the optimal harvest time.

Key words : Amylograph viscosity, α -Amylase activity, Dormancy, Weather conditions, Wheat.

書 評

「ダイズの生産・品質向上と栄養生理」 日本土壌肥料学会編, 博友社, 東京, 2005 年, 211 頁, 2700 円

世界のダイズの生産は急速に増加しており, 年間 2 億トンに達する。我が国でも, 水田転換畑を中心にダイズの作付けが奨励されているが, 今のところ安定した高収量は得られていない。加えて, ダイズは, 1 等級, 2 等級の割合が低く, 品質向上も大きな課題となっている。作物学会において, 第 216 回講演会シンポジウム (2003 年) に「自給率向上へ向けたダイズ生産技術の問題点と展望」が, そして, 第 220 回講演会シンポジウム (2005 年) において, 「ダイズ栽培, 特に境界領域をかんがえる」が開催され熱心に討議された。本書は, 日本土壌肥料学会 2004 年度大会のシンポジウム「ダイズの生産・品質向上と栄養生理」の講演をもとにして, 学生や一般の方にもわかりやすくまとめられた書籍である。

本書は, 大山卓爾氏 (新潟大学農学部), 藤原徹氏 (東京大学生物生産工学研究センター), 赤尾勝一郎氏 (宮崎大学農学部), 藤田耕之輔氏 (広島大学生物生産学部) を編集担当とし, 土壌肥料学会, 作物学会, 育種学会に所属するシンポジウム講演者により執筆された。内容は, 高橋能彦氏 (新潟大学農学部) 「ダイズの窒素施肥と安定多収技術」, 杉本敏男氏, 白石齊聖氏, 王子善清氏 (神戸大学農学部) 「ダイズ種子品質の窒素施肥による変動」, 大竹憲邦氏 (新潟大学農学部) 「ダイズ種子貯蔵タンパク質の窒素栄養による発現制御」, 藤原 徹・大津 (大鎌) 直子 (東京大学生物生産工学研究センター), 「ダイズ種子貯蔵タンパク質の硫黄栄養による発現調節」, 高橋幹氏 (国際農林水産業研究センター), 「根粒超着生ダイズの特性と実用化への試み」, 石本政男氏・Moemen Sayed Hanafy 氏 (北海道農業研究センター) 「ダイズにおける遺伝子組換え技術とその利用」, 原田久也氏 (千葉大学園芸学部), 「ダイズ遺伝子解析の現状と課題」, 河内宏氏 (農業生物資源研究所) 「マメ科モデル植物ミヤコグサを用いた共生窒素固定の分子遺伝学」である。前半 4 題は, 緩効性窒素肥料の深層施肥による安定多収技術, ダイズの種子成分と窒素施肥の関係, 窒素栄養, 硫黄栄養による種子タンパク質の集積制御など, 土壌肥料分野における最近の研究成果が集大成されている。一方, 後半 4 題は, 根粒超着生系統作系 4 号の実用化, ダイズの遺伝子解析, ダイズの遺伝子組換え技術, ミヤコグサを用いた共生窒素固定研究の最新情報について, それぞれの分野の第一人者が分かりやすく解説されている。これらの内容は, 作物学分野の研究にも関連が深いため, ダイズ関係の研究者, 技術者の皆様にもぜひ一読をお勧めしたい。

(新潟大学農学部 池田武)