

小麦の低アミロと降水時期との関係

倉井耕一・木村 守・湯沢正明

I 緒言

栃木県では、小麦（農林61号）の成熟期が6月20日前後で、梅雨の最盛期に当たるため、降雨によるアミログラムの最高粘度（以下アミロ値という）の低下（低アミロ化）がしばしば問題になる。低アミロ化した小麦はアミラーゼ活性が強まり、健全な穀粒に少量混入しただけでも全体のアミロ値を低下させる。そのため、大きなロットに集荷されるカントリーエレベーターやライスセンターなどでは、サイロごと不適格品になるなど大きい問題になることが多い。低アミロは発芽粒の混入などによって見分けることができるが、外見上発芽が認められなくても低アミロ化が進行している場合がある。降雨量や降雨日数などの天候の状況等からアミロ値の推定ができれば、低アミロ小麦の発生をある程度防止することができる。

低アミロ化は特に成熟後の降雨によって顕著に助長されるが、本研究では成熟期前の降水条件との関係について、発生時期およびその程度を調査し、降水条件によるアミロ値の推定を試みた。また発芽率の推移とアミロ値との関連性について試験した。なお、本研究の一部は日本作物学会関東支部会で報告した^{3,4)}。

II 供試材料及び試験方法

1. 供試材料及びその栽培方法

農業試験場畑圃場（表層多腐植質黒ボク土）において、1989年から1991年は農林61号とフクホコムギを、1992年は農林61号を畦幅60cmの条播で栽培し、成熟期の20~30日前からビニール

で雨よけし、降雨を遮断して材料を養成した。なお側面は解放して通風を良くし、温度が外気温と大きな差が生じないようにした。

2. 発芽試験

上記条件で養成した材料の、成熟期前から成熟期後にかけて収穫したサンプルの、5日後の発芽率を1989~1991年の3ヶ年調査した。発芽試験の温度条件は年次によって異なり、すなわち1989年は10℃、15℃、20℃の3段階、1991年は5℃、10℃、15℃、20℃、25℃の5段階であった。

また1990年は10℃と15℃でそれぞれ0日から5日間処理し、その後20℃で残りの日数を処理し、5日後の発芽率を調査した。すなわち低温処理0日は全期間20℃で、低温処理5日は10℃および15℃で全期間処理した。

発芽試験は直径9cmのシャーレに50粒を供試し、2反復とした。

蒸留水での試験は、口紙2枚を敷き、1シャーレ当たり5mlを注入して、乾燥しないようビニール袋に包み、恒温器に置床した。

過酸化水素水での試験は、1989年にのみ行った。過酸化水素水は1%の水溶液を用い、穀粒が十分浸るようにし、水溶液は2日目に交換した。

3. 降水処理条件とアミログラム最高粘度

雨よけ条件で養成した材料に以下のような降水処理を行って、成熟後収穫し、十分な通風乾燥を行ってから脱穀した。収穫物については外觀品質、千粒重等の調査を行った後、収穫年の冬期に製粉し、定法に従い、ビスコグラムによってアミロ値を測定¹⁰⁾した。

1989年は成熟期16～17日前から成熟期後2～3日まで4日間の降水処理を行った。降水処理は、水道水をミスト機の噴口から水道水の水圧を利用して噴霧する方法で行った(試験1)。

1990年は、成熟期の20日前頃から7日間の降水処理を行い(以下前期降水処理という)、その後は4日間の降水処理を試験1と同様(同後期降水処理という)に行った。品種は、試験1と同じく農林61号とフクホコムギを用いた。なお硝子率の測定は定法¹⁰⁾に従って行った(試験2)。

1992年は、成熟期の12日前から第1表に示すような、2日間ずつ計4日間の7タイプの降水処理を行い、アミロ値を調査した。また、3時期の2日間および4日間の降水処理のアミロ値、および自然条件における成熟期からの2日おきのアミロ値も調査した。品種は農林61号を使用した。なお、粗蛋白含量と硝子率は、近赤外線分析計¹¹⁾により測定した(試験3および試験4)。

Ⅲ 試験結果

1. 発芽率

1) 蒸留水による発芽率

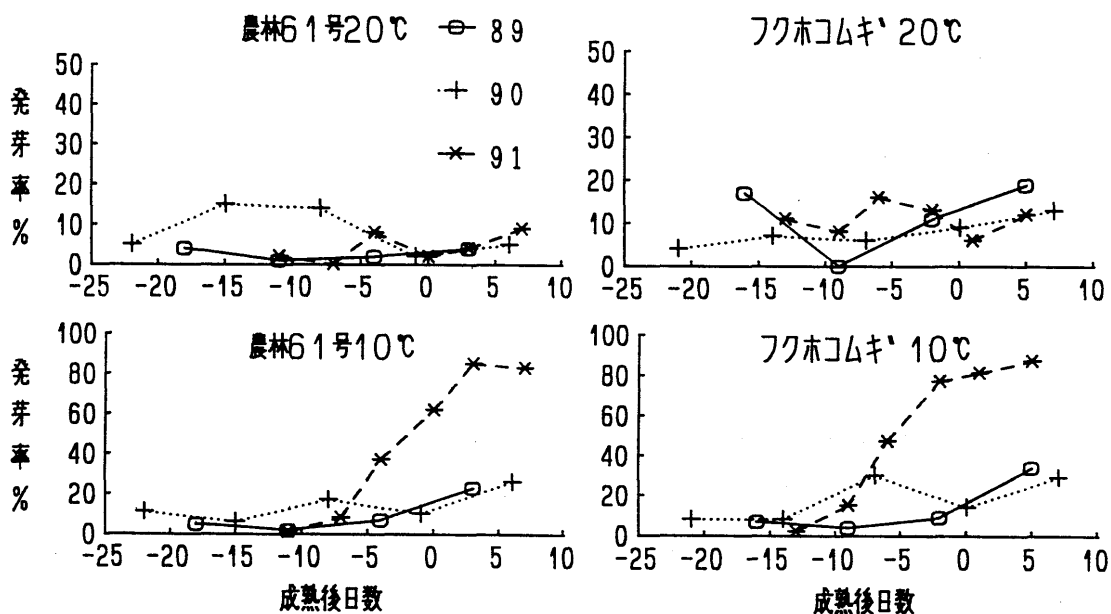
第1図に温度別の登熟期における発芽率の推移を示した。

発芽率は、成熟期の20日前頃には温度条件にかかわらず、数%から15%程度認められた。

しかし、その後は温度条件によって異なり、発芽温度20℃では、年次や品種によってやや異なるが、登熟期間を通して低く推移した。その中でも成熟期頃に、また1989年のフクホコムギに見られるように、成熟期の10日前頃に特に発芽率の低い日が認められた。一方、発芽温度10℃では、成熟期の約10日前から発芽率の上昇がみられ、成熟期の発芽率の低下は発芽温度20℃のように明瞭ではなかった。

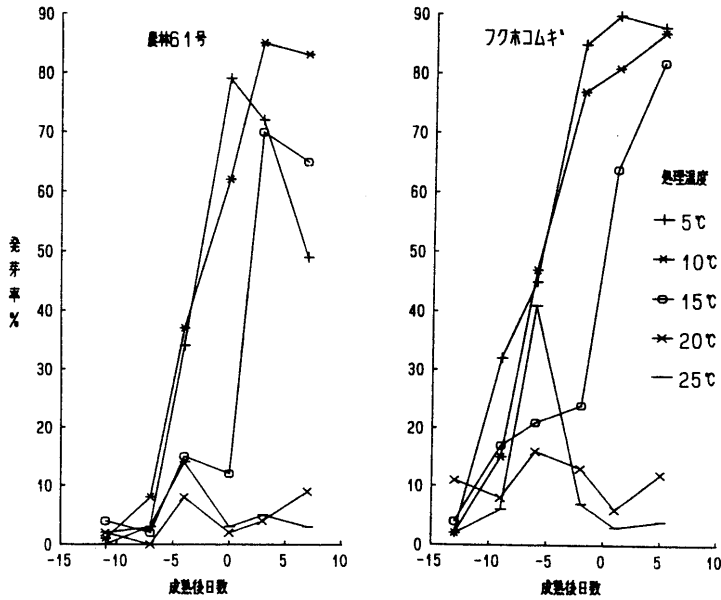
温度条件による発芽率の差がもっとも顕著であった1991年の試験結果を第2図に示した。

成熟期の10日前以前では、温度条件に関係なく発芽率は低かった。しかし、その後、低温で



第1図 各年次の蒸留水による登熟期の温度別発芽率の推移

小麦の低アミロと降水時期との関係



第2図 登熟期の温度の違いによる発芽率の推移 (蒸留水1991)

の発芽率の上昇は顕著で、10℃以下では直線的に、15℃では成熟期頃に一時下ってから再び上昇した。一方20℃以上の高温では、成熟期の10日前頃からやや上昇するものの、成熟期に低下し、その後はあまり上昇しなかった。

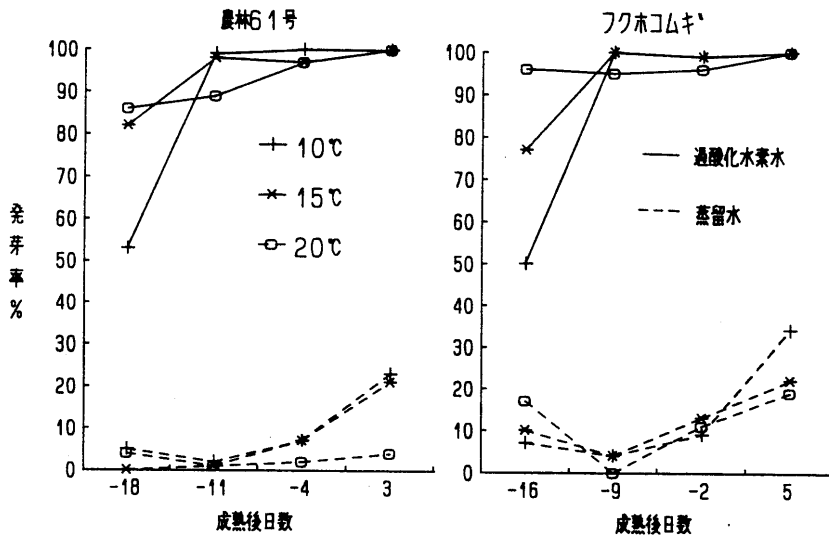
1991年は他の2ケ年に比較して、特に低温での発芽率が高く、成熟期の発芽率の一時的な低下が明瞭ではなかったが、登熟後期に低温で高い発芽率を示す傾向は同様であった。

2) 過酸化水素水による発芽率

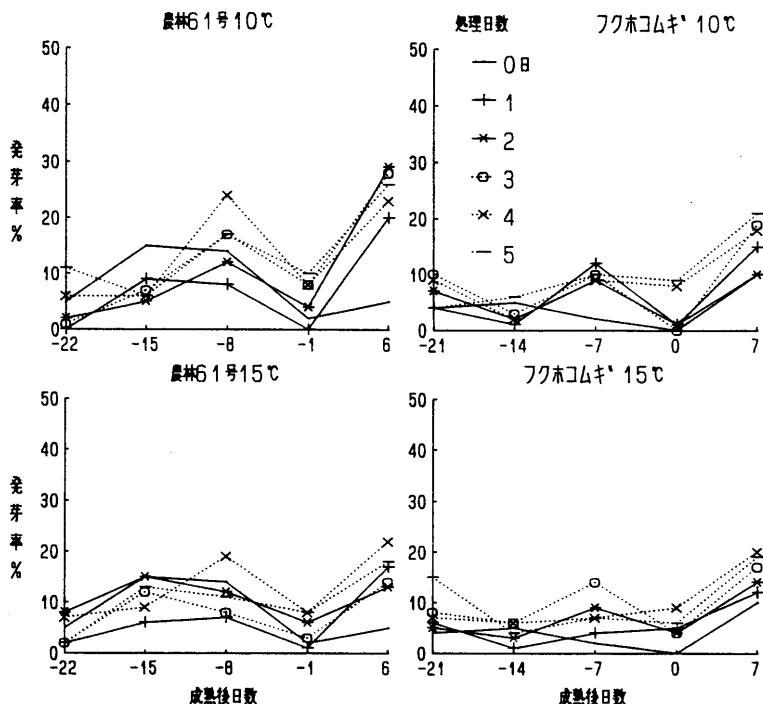
発芽率は、成熟期の16~18日前では低温ほど低く50~95%であったが、9~11日前からは温度条件に関係なく90%以上を示した(第3図)。

3) 蒸留水による低温処理日数別の発芽率

発芽率は、成熟期前に1つのピークがあり、成熟期頃に最低になって再び増加するような、いわゆるW字のような推移をしたが、それは処理温度が低く、処理日数が長いほど明瞭であっ



第3図 登熟期の過酸化水素水による温度別発芽率の推移 (1989)



第4図 低温処理日数の違いによる登熟期の発芽率の推移 (蒸留水, 1990)

た。また成熟期頃の発芽率の低下は、処理日数が長いほど少なく、成熟期後の増加は処理日数が1日であっても、急激な増加が認められた(第4図)。

2. 降水処理条件とアミロ値

1) 成熟前降水処理とアミロ値 (試験1)

アミロ値は、農林61号、フクホコムギともに成熟期9~10日前までは800BU以上であったが、その後成熟期後2~3日まで直線的に低下し、成熟期におけるその値は約300BUであった。両品種を込みにした、成熟期10日前から成熟期後3日までの降水処理開始時期とアミロ値の間には、 $r = -0.98^{***}$ の非常に高い負の相関係数が得られ、1日当たりのアミロ値の低下は40~50BUであった(第5図)。

2) 後期降水処理に対する前期降水処理のアミロ値への影響 (試験2)

アミロ値は、後期降水処理のみのものが試験1と同様の傾向を示したのに対し、前期降水処理を行ったものは、成熟期の12日前頃にやや低

下するものの、成熟期直前まではほぼ700BUに保たれ、その後急激に低下した(第6図)。

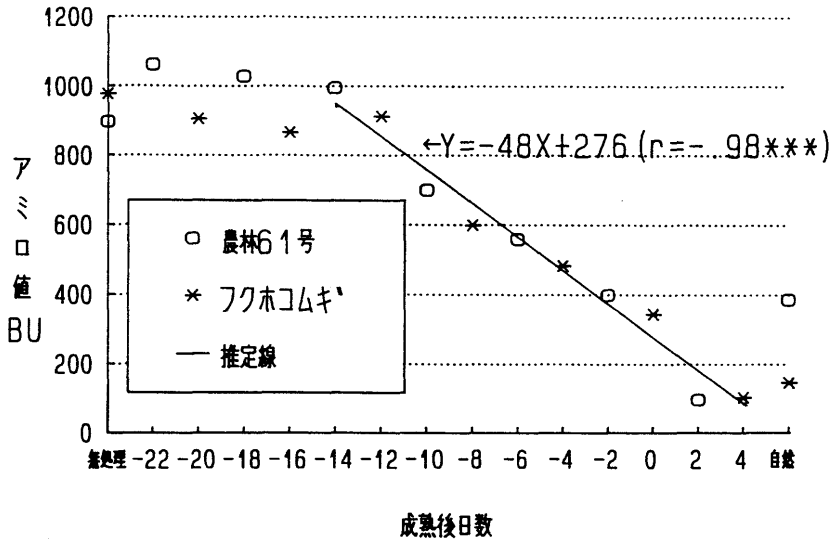
これらの材料の発芽率を調査した結果、後期降水処理のみのものが徐々に増加したのに対し、前期降水処理をしたものは、後期降水処理によるその後の発芽率はそれほど増加せず、成熟期を過ぎてから急激に増加した。しかし、前期降水処理のみの材料は、後期降水処理がなくても1%未満の発芽粒が認められた(第7図)。

前期降水処理をした材料の穀粒外観は、後期降水処理のみの材料と比較して、千粒重が低く硝子率が高かった(第8, 9図)。

3) 成熟期前降水のパターンとアミロ値 (試験3)

第1表の処理名2-1, 2, 3および4-1, 2, 3に示した2日間および4日間の1回処理では、4日間処理が試験1と同様の傾向を示したのに対し、2日間処理は無処理より低いものの、成熟期の6日前まではほとんど低下がみられず、成熟期においても、アミロ値は650BUで

小麦の低アミロと降水時期との関係



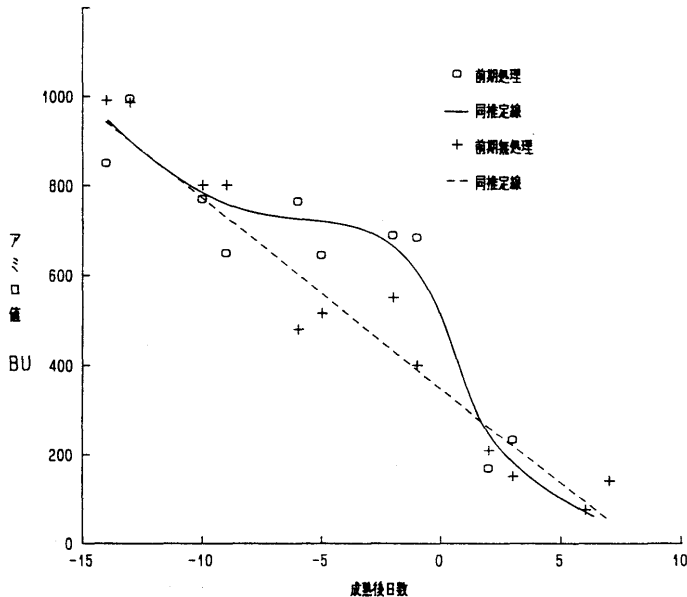
第5図 成熟前降水処理とアミロ値(1989)

あった(第2表)。

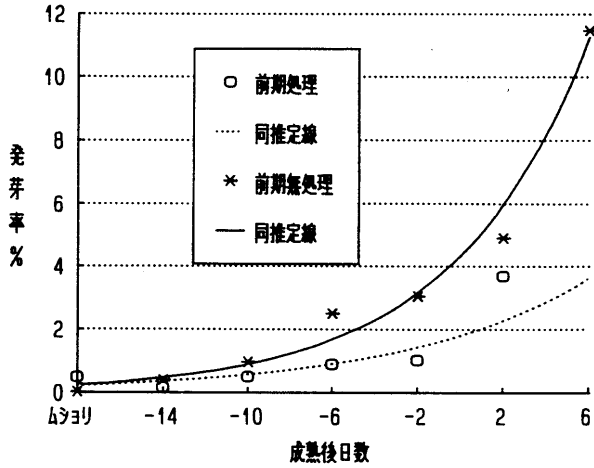
7タイプの降水処理のうち成熟期からの2日間の処理を組み合わせたもの(処理名2-3, 4, 5, 6, 7, 8)は、430BUから640BUの範囲で、平均550BUを示し、成熟期の2日間処理よりやや低かったが、成熟期前の処理時期による違いは見られなかった。成熟期前みの処理である残りの2タイプ(処理名2-9, 10)は、655BUと785BUで、平均値720BUは成熟期前中

期の4日間の降水処理(処理名4-2)とはほぼ同じ値であった(第2表)。

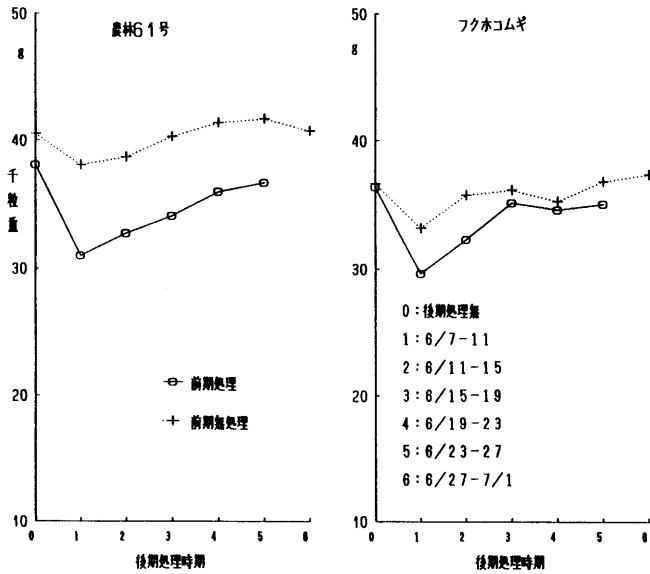
これらの材料の収穫時の立毛外観および穀粒の外観品質は、降水処理が1回のもものでは、処理日数が長くまた遅いほど悪く、また発芽粒率も高くなるのに対し、2回に分けて処理したものは一定の傾向は認められず(第2表)、これらからアミロ値の推定をするには無理があると思われた。



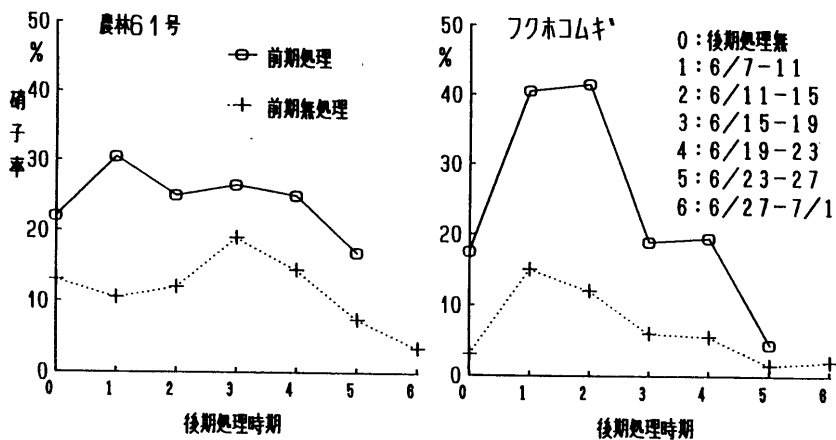
第6図 前期降水処理とアミロ値(1990)



第7図 前期降水処理と発芽粒率 (1990)



第8図 前期降水処理と千粒重 (1990)



第9図 前期降水処理と硝子率 (1990)

小麦の低アミロと降水時期との関係

第1表 降水処理の条件 (1992年, 農林61号)

処理名	月 日									
	6.6	6.8	6.10	6.12	6.14	6.16	6.18	6.20	6.22	
2-1	—									
2-2				—						
2-3								—		
2-4						—		—		
2-5					—			—		
2-6				—				—		
2-7		—						—		
2-8	—							—		
2-9			—			—				
2-10				—			—			
4-1	—	—								
4-2					—	—				
4-3								—	—	

注1. —は降水処理を行った時期と期間を示す。

注2. 出穂期は4月29日, 成熟期は6月18日。

4) 自然条件でのアミロ値 (試験4)
 1992年に農林61号をもちいて, 自然条件における材料を成熟期から2日間おきに収穫し, アミロ値を調査して, 降雨条件との関係を見た。
 この年は, 6月4日までは晴天が続いていたが, 7日からは梅雨入りとなりぐづついた日が

続いた。しかし成熟期の12日前である6月6日からの1mm以上の降雨日は, 成熟期前までは11日前に2日間, 7日前と3日前に1日ずつあったのみで比較的少なかった。一方, 成熟期後は連日降雨が続いた (第3表)。
 成熟期以降の立毛, 粒の外観品質は成熟期後

第2表 降水処理のパターンによる立毛, 粒の外観と品質 (1992年, 農林61号)

処理名	無脱色葉数 枚	穂の カビ	穂の 脱色	稈の 脱色	千粒重 %	穂発芽 粒 %	粗蛋白 含量%	硝子率 %	アミログラ ム値 BU
2-1	2	ム	ム	少	39.6	0.08	9.43	21	850
2-2	0.5	少	少	多	39.5	0.08	9.13	16	925
2-3	0	少	少	多	39.5	0.81	9.50	26	650
2-4	0	少	少	中	40.3	1.40	8.84	12	640
2-5	0	中	中	多	38.0	0.94	9.41	22	540
2-6	0	中	多	中	38.6	0.32	9.65	23	630
2-7	0	中	中	多	38.7	0.87	9.26	21	640
2-8	0	少	少	中	38.2	0.71	9.39	20	430
2-9	0	中	少	中	37.8	0.00	9.56	22	655
2-10	0	少	少	中	38.0	0.23	9.31	15	785
4-1	1	ビ	ビ	少	37.9	0.08	10.35	41	830
4-2	0.5	少	ビ	中	38.4	0.24	9.43	30	740
4-3	0	中	中	多	39.2	1.44	9.55	23	290
無処理反復1	3	ム	ム	少	38.3	0.00	9.40	22	1085
無処理反復2	3	ビ	ビ	中	39.7	0.00	9.12	19	1115

注1. 外観観察は無〜甚までの6段階調査

注2. 粗蛋白含量, 硝子率は近赤外線分析計により測定した。

第3表 1992年の小麦登熟期における気象状況（宇都宮気象

	6月										日									
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
平均気温℃	21.4	19.4	21.6	21.5	18.0	18.3	21.3	20.9	21.3	20.0	20.1	19.0	17.1	17.5	17.0	16.1	16.4	14.7	15.1	
降水量 mm	-	4.0	32.5	0.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	-	0.0	2.5	5.0	11.5	40.0	2.5	7.0	4.5	
日照時間 hr	8.5	-	0.6	3.1	0.7	-	3.0	5.1	1.9	1.7	4.9	1.7	-	0.8	-	-	2.8	-	-	

注. 成熟期は6月18日

第4表 自然条件における立毛、粒の外観と品質（1992年，農林61号）

処理名	無脱色葉数 枚	穂の カビ	穂の 脱色	稈の 脱色	千粒重 %	穂発芽 粒 %	粗蛋白 含量%	硝子率 %	アミログラ ム値 BU
成熟期	2.5	ビ	ビ	多	37.1	0.00	9.64	26	950
成熟後2日	2.5	ビ	ビ	多	38.3	0.00	9.53	25	790
〃 4日	0	多	甚	甚	37.1	1.29	9.72	23	590
〃 6日	0	甚	甚	甚	39.4	2.48	9.50	20	170

注. 外観の測定基準、品質の分析方法は第2表に同じ。

2日まで変化なく比較的良好だったのに対し、それ以降は劣化が著しかった。また、アミロ値は成熟期には950BUを示し、ほぼ成熟期6日前の2日処理に相当したが、その後は刈り取り時期が遅くなるにつれて減少し、6日目には170BUに低下した（第4表）。

これらのアミロ値と試験3の結果を比較してみると、相当すると思われる降水の処理パターンのアミロ値よりやや高い値であったが、自然条件における降雨が断続したものであることを考慮すると、アミロ値の低下はやや少なくなるものと推察され、数値としてはほぼ一致していると考えられる。

Ⅲ 考 察

小麦の低アミロ麦は発生した麦だけでは留まらず、健全な小麦に少量混入しただけでも、全体のアミロ値の低下を引き起こす。低アミロの程度にもよるが、筆者等が行った低アミロ麦の小麦粉混入試験によると、全体のアミロ値は1%混入で影響が現れ、5%の混入で約300BUに

低下した（第5表）。また、これよりは限界が低いと思われるが、鈴木ら¹⁾は、原麦が700BUの場合は10%、500BUの場合は5%が発芽粒の混入の限度であるとしている。

いずれにしてもこれらのことは、ライスセンターやントリーエレベーターなどの共同乾燥施設においては、被害麦の混入防止が重要な課題であることを示している。しかしながら、低アミロ麦は発芽粒の混入が認められなくとも発生している場合があり⁶⁾、試験3の結果からもアミロ値と立毛外観や粒の外観品質の関係は一致しないことがあるなど、混入防止を外観品質のみで判断するには危険である。

アミロ値の簡易測定機としてフォーリングナンバーがあるが、収穫が短期間に集中し、検体の点数が多く、検査員の人数不足などの問題もあって、検査現場で利用されるまでにはいたっていない。

このため、登熟期や成熟期の気象、とりわけ降雨の状況によってアミロ値の推定が可能になれば、収穫日ごとの穀粒の混合や分別の計画が

第5表 低アミロ麦粉の混合割合とアミロ値

混合割合%	アミロ値BU
0	980
1	735
3	560
5	370
10	215
100	60

注. 材料は1992年産の現地の農林61号で、
当年の冬に製粉したもの

立てられ、さらにフォーリングナンバーによる簡易判定を併用すれば、低アミロ麦の混入による品質低下が避けられると考えられる。

小麦の雨害研究については、成熟期以降の降水処理による研究は多い^{2,5,6)}が、成熟期前の登熟期間中の降雨の影響の研究については少ない。しかし平野⁷⁾は成熟期前の降雨の影響についても詳しく試験し、成熟期の約10日前までの降雨は量的形質に、それ以降のものは質的形質に影響することを明らかにした。その中では、前期の影響は、千粒重の低下や粗蛋白含量の増加となって現れ、後期の影響は穂発芽の増加や酵素活性の増加となって現れるとしている。本試験の結果でも、前期降水処理を行った材料は千粒重が低く、硝子率が高かった。一方後期降水処理のみの材料については、千粒重の低下もなく、硝子率も低かったが、処理の後期には発芽粒率の増加やアミロ値の低下が著しかった。

アミロ値の低下の程度については、後期降水の4日間連続処理で、成熟期の10日前頃から1日当たり40~50BUである(第5図)ことが認められた。しかし、それより以前の長期降水によって千粒重の低下など量的変化を受けたものでは、後期降水処理によっても直線的なアミロ値の低下は起こらず、成熟期になって急激な低下が起こった(第6図)。

アミロ値が成熟期前まで低下しなかった要因

として考えられるのは前期降水処理によって認められた発芽である。無処理の材料は発芽はなかったが、前期降水処理の材料は0.5%の発芽が認められ、後期降水処理によっても発芽粒率の増加は少ない傾向を示した(第7図)。これがアミロ値に影響しなかった原因は、発芽粒は種子根が十分伸長していたため、胚乳がほとんどなかったことである。このため量的に他の穀粒のアミロ値を引き下げるほどの糊性化力はなかったのではないかと考えられる。また成熟期前までのアミロ値が低下しなかったことは、以下に述べるような理由で存在すると思われる休眠をしない穀粒の割合が、前期降水処理による発芽によって減少したためと考えられる。

小麦の穀粒は、出穂期後35日頃(成熟期の14~15日前にあたる)には生理的に成熟する¹³⁾といわれ、登熟期の発芽力は過酸化水素水による発芽試験で明らかのように、成熟期の2週間前でもかなり高い(第3図)ことから、この時期には穀粒は十分な発芽能力をもっていると考えられる。蒸留水による発芽試験では、成熟期の16~20日前でも一定の発芽率がみられ(第1図)、成熟期頃の発芽が低温によって増加するのに対し(第2図)、この時期の発芽は処理温度には無関係な傾向を示した(第1図)。そのためこの時期の発芽は休眠をしていない一部の穀粒の発芽ではないかと考えられる。前期降水処理の材料にみられた発芽はこれによるものであろう。

休眠は低温によって打破され易いと言われ、多くの品種が成熟期に低くなるようなV字型を示すが¹²⁾、本試験でも低温で処理日数が長いほど、後半がV字型に似たW字型を示し(第4図)、成熟期後の発芽率の上昇も特に低温において著しかった。平野は成熟期における穂発芽率を15℃から25℃で調査しているが、本試験ではそれより低い5℃と10℃でも行ったところ、15℃よりも高い発芽率を示した。ジベレリンに

よる α -アミラーゼの誘導が低温（5℃）ほど著しいという報告^{8,9)}があるが、このことは低温による休眠の打破に加えて糊性化力の増加が発芽粒率の増加につながっているのではないかと推定される。

アミロ値はこのように発芽率および発芽粒の充実度と密接な関係をもっており、成熟期前は発芽粒が徐々に充実することと、成熟期からはそれに休眠打破による発芽率の増加が加わり、アミロ値の直線的な低下が引き起こされるのであろう。

アミロ値への降雨の影響は必ずしも一様ではないが、登熟の前期に長期の連続した降雨がある場合を除けば、登熟期の降雨パターンを知ることによって比較的アミロ値の推定が可能であると思われる。1992年に行った2日間ずつ2回処理の試験において、ほぼ相当するアミロ値が得られた。このことから、似たような降水処理で得られたアミロ値を実際の降雨条件へ当てはめることによって、アミロ値の推定をすることができるであろう。

本試験は農林61号とフクホコムギを使って行ったが、アミロ値は成熟期前までは両品種ともほぼ一致した傾向を認めたため込みにした形でデータを取り扱った。成熟後については品種によって異なることが一般的¹⁾であり、本試験でも両品種間で異なっていた。成熟期前のアミロ値が両品種で同じような動きをした点については、成熟期後の低アミロ性とは異なった動きををすると思われるので、他の品種、特に穂発芽しやすい品種での検討が必要であると思われる。

IV 摘要

小麦の低アミロ化は、主に立毛中の発芽現象によっておこり、登熟期の降雨が主要な要因になっている。本試験では低アミロ化を引き起こす降雨の時期と日数について検討し、次のような結果を得た。

1. 発芽試験による発芽は、成熟期の20日前から認められ、成熟期前までは温度の影響は小さかったが、成熟期以降は低温ほど高い発芽率を示した。なお過酸化水素水による発芽試験では、成熟期の18日前頃には90%以上の発芽力があった。

2. 登熟後期の4日間の降水処理により、成熟期の11~12日前からアミロ値の低下が始まった。アミロ値は1日あたり40~50BUで低下した。その結果、成熟期には300BUの低アミロとなった。

3. 登熟前期の長期降水は穀粒の外観品質と千粒重を低下させたが、アミロ値の低下はなかった。しかしその材料に後期降水処理を行うと、成熟期直前まで700BU程度に保たれ、成熟期以降に急激に低下した。これは前期降水処理が発芽率の増加を押さえたことによると思われた。

4. 上記の原因として、一定割合の休眠をしない穀粒の存在が示唆された。前期降水処理によってアミロ値に影響しない発芽が起こり、後期処理による発芽可能な穀粒の減少が起こったものと考えられた。

5. アミロ値に影響されると思われる登熟中の降水のいくつかのパターンについて検討し、自然条件でのアミロ値と比較した結果、自然条件の値がやや高いもののほぼ一致した。

V 謝辞

本研究の実施に当たり、前主任技術員の半田昇さんには、降水処理装置の作成や管理等でお世話になった。農業研究センター小麦育種研究室の瀬古前室長はじめ室員の皆様には、アミロ値の測定等で御指導をいただいた。東北農試小麦育種研究室の星野室長には取りまとめについて御助言いただいた。栃木元作物部長、吉田前作物部長には試験計画作成と実施について御指導をいただいた。ここに記して感謝申し上げる。

引用文献

1. 鈴木武・原田康信・斉藤敏一・阿部吉克
・斉藤博之 (1989) 山形農試研報:1-11
2. 黒田晃・小田俊介・宮川三郎・瀬古秀文
(1989) 日作紀58別1:72-73
3. 倉井耕一 (1990) 日本作物学会関東支部
会報5:45-46
4. 倉井耕一・木村守 (1991) 日本作物学会
関東支部会報6:49-50
5. 江口昭彦 (1984) 日作紀53別2:238-239
6. 豊田政一 (1990) 農業および園芸65第3
:426-432
7. 平野寿助 (1971) 中国農試報告A第20:
27-71
8. SURINDER PAL SINGH and LESLIE
G. PALEG (1984) Plant Physiol. 74:
437-438
9. SURINDER PAL SINGH and LESLIE
G. PALEG (1984) Plant Physiol. 76:
139-142
10. 農林水産技術会議事務局 (1968) 小麦品
質検定法—小麦育種試験における—
11. 木村守・倉井耕一 (1992) 研究成果情報
関東東海農業試験研究・農業研究センタ
ー:117-118
12. 星野次汪ら (1988) N A R C 研究速報5
:1-5
13. 松崎守夫・豊田政一・橋本知義 (1993)
日作紀62別1:294-295

Relationship between the Time of Rainfall and its Influence on Lowering the Amylographic Maximum Viscosity of Wheat

Koichi KURAI, Mamoru KIMURA and Masaaki YUZAWA

Summary

Rainfall during grain filling period causes premature sprouting and lowers the amylographic maximum viscosity of harvested wheat, we clarified the relationship between the time of rainfall and its influence on lowering the amylographic maximum viscosity of wheat. The results are as follows:

1. Immature seeds could germinate at twenty days before maturing time. Temperature at germination test had little influence on germination before maturity. But after maturity, low temperature stimulated germination. The germination rate was more than 90% at eighteen days before maturing time if the immature seeds were treated by hydrogen peroxide.

2. Rain treatment after the stage of twelve days before maturing time lowered amylographic maximum viscosity. The later the rain treatment was, the greater the influence of rain on lowering the amylographic maximum viscosity was. When the rain treatment delayed one day, the amylographic maximum viscosity decreased forty or fifty BU. The rain treatment at maturing time lowered the amylographic maximum viscosity to 300 BU.

3. The long rain treatment at the early stage of grain filling period affected the outlook of wheat grain weight, but did not affect the amylographic maximum viscosity. The rain treatment at the late stage of grain filling period with the long rain treatment at the early stage lowered the amylographic maximum viscosity only to 700 BU. The influence of the rain treatment after maturing time with the long treatment at the early stage of grain filling period was very great.

4. The reason why the influence of the rain treatment at the late stage with the long early treatment was small may be as follows: The rain treatment at the early stage of grain filling period may cause the germination of undormant immature seeds that do not affect amylographic maximum viscosity, and reduce the number of seeds that may germinate at the late stage of grain filling period.

5. We concluded that we can estimate the degree of lowering the amylographic maximum viscosity of harvested wheat by the timing of rainfall.

[Bull. Tochigi Agr. Exp.
Stn. No.40 : 1~12 (1993)]