

## コムギ登熟期の気象条件と粉のアミログラム最高粘度\*

松崎 守夫・豊田 政一\*\*

(北海道農業試験場畑作研究センター)

1995年4月20日受理

**要旨:** この報告では、十勝地方における登熟期間の気象条件とコムギ粉のアミログラム最高粘度との関係を検討するために、暦日にもなうアミログラム最高粘度、 $\alpha$ -アミラーゼ活性の推移を検討した。開花期が約2週間異なる品種のアミログラム最高粘度は、同一年次内のほぼ同じ暦日に300 BU以下に低下(低アミロ化)した。低アミロ化は1992年には8月11日~17日、1993年には7月21日~27日に観察され、同じ暦日に $\alpha$ -アミラーゼ活性も約10 Abs/g以上の値を示した。1992年には8月8日~10日に約60 mmの降水量が記録されており、1992年の低アミロ化は降雨によって起こったと考えられた。しかし、1993年の7月18日~26日の降水量は3 mmであり、1993年の低アミロ化には、降雨以外の気象条件が大きく影響したと考えられた。その時期は低温寡照条件であったため、低温寡照条件が子実の乾燥を阻害し、低アミロ化に影響した可能性が考えられた。しかし、登熟期間における降水遮断処理によって1993年のアミログラム最高粘度は高く維持されたため、1 mm以下の降雨や夜間の結露など、降水量としては記録されない降水が低アミロ化に影響した可能性も考えられた。1993年の低アミロ化においては、低アミロ化後の $\alpha$ -アミラーゼ活性の増加がわずかであったこと、最高粘度の推移に品種間差がみられたこと、他の品質特性の劣化を伴わなかったことも特徴的であった。また、1993年の低アミロ化の状況は1988年と類似していたことから、1993年の低アミロ化は特殊な現象ではないと考えられ、十勝地方においては降水量が少ない時期であっても低アミロ化が生じうることが示唆された。

**キーワード:** アミログラム最高粘度、 $\alpha$ -アミラーゼ活性、降水量、コムギ、コムギ粉、日照時間、平均気温、暦日。

**Changes in Maximum Viscosity of Wheat Flour and the Relationship to Climatic Conditions during Ripening:** Morio MATSUZAKI and Masakazu TOYODA (*Upland Agriculture Research Center, Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Memuro 082, Japan*)

**Abstract:** In order to study the relationship between climatic conditions and maximum viscosity (MV) in wheat flour, changes in MV and  $\alpha$ -amylase activity by calendar day were investigated. Two winter and two spring wheat cultivars were harvested at 3-day intervals in 1992 and 1993. Spring cultivars flowered about two weeks later than winter cultivars, but MV of these cultivars decreased to below 300 B. U. at almost the same day in each year. MV decreased to below 300 B. U. from August 11 to 17 in 1992, and from July 21 to 27 in 1993.  $\alpha$ -Amylase activity increased over 10 Abs/g during the same periods. In 1992, about 60 mm precipitation was recorded from August 8 to 10, and MV probably decreased due to this precipitation. However, the precipitation from July 18 to 26 in 1993 was 3 mm, and MV probably decreased to below 300 B. U. due to other climatic conditions. During the period when MV decreased in 1993, there were low temperatures and little sunshine. These conditions probably reduced MV by inhibiting grain desiccation. In 1993, MV was maintained at a high level in precipitation cut-off treatment. This suggested that a little rain or dew at night, which were not recorded as precipitation, affected MV. The following tendencies were observed with the decrease of MV in 1993: the maximum  $\alpha$ -amylase activity was low, MV and  $\alpha$ -amylase activity depended on cultivars, and other flour traits did not worsen. The climatic conditions when MV decreased to below 300 B. U. in 1993, were similar to that in 1988. From the results, it was suggested that the decrease in MV through lack of rainfall is not an exceptional phenomenon in the Tokachi district, and MV may decrease with lack of rainfall.

**Key words:**  $\alpha$ -Amylase activity, Calendar day, Maximum viscosity, Mean air temperature, Precipitation, Sunshine time, Wheat, Wheat flour.

登熟期の降雨によってコムギ粉の色相<sup>1)</sup>、アミログラム最高粘度(以下、最高粘度)<sup>1,12)</sup>、生地特性<sup>1)</sup>などが低下するが、中でも最高粘度の低下は十勝地方において大きな問題となっている<sup>6,7,12)</sup>。最高粘度

はデンプンの性質と $\alpha$ -アミラーゼ活性を、糊化したコムギ粉の粘度によって測定するものであり<sup>9)</sup>、最高粘度が300 BU以下のコムギは「低アミロコムギ」とよばれ、正常なコムギとは見なせない<sup>9)</sup>。また、低アミロ化したコムギ粉の $\alpha$ -アミラーゼ活性は10 Abs/g以上となる<sup>10)</sup>。

ほとんどの品質特性は子実の登熟にもなって変

\* 大要は、第197回(1994年4月)、第198回(1994年8月)講演会において発表。

\*\* 現在、北農試 企画連絡室。

化したと考えられたが、おそらく気象条件の影響により、最高粘度が低下する時期は品種、年次によって異なったこと<sup>5)</sup>などを既に報告した。本報告では、登熟期間の異なる供試品種<sup>4)</sup>の最高粘度の推移を一元的に検討し、最高粘度の推移と気象条件、特に降水量との関係を検討するため、暦日に対する最高粘度、 $\alpha$ -アミラーゼ活性の推移を検討した。

### 材料と方法

1992年、1993年に秋播きコムギ品種のチホクコムギ、タクネコムギ、春播きコムギ品種のハルユタカ、ハルヒカリを3日毎に2反復サンプリングし、はぎ掛け乾燥した子実から製粉歩留り60%の粉を採取した<sup>4,5)</sup>。各品種のサンプリング期間は開花後日数で第1表に示した。なお、サンプリングは午前10時までに終了するものとし、1992年のハルヒカリは開花後15日に倒伏したため9日毎にサンプリングした<sup>4)</sup>。

最高粘度はBrabender社のViscograph Pt-100型を用いて測定し<sup>11)</sup>、 $\alpha$ -アミラーゼ活性の測定は、松倉ら<sup>3)</sup>の方法に従って行った。松倉ら<sup>3)</sup>の方法は、不溶性のデンプンと結合した青色色素が $\alpha$ -アミラーゼの作用により可溶化することを利用し、620 nmの吸光度から $\alpha$ -アミラーゼ活性を推定するものである。 $\alpha$ -アミラーゼ活性は粉1g当たりの吸光度(Abs/g)で示した。また、アメダスデータから平均気温、日照時間、降水量の推移を検討した。平均気温は各サンプリング日前3日間の平均値、日照時間と降水量は積算値を用いた。

1993年には低アミロ化と降水量との関係を検討するため、降水遮断試験を行った。1992年秋からチホクコムギ、タクネコムギを標準耕種法で2反復栽培し、開花後約1週間から収穫期まで簡易ハウスの上部をビニールで被覆することにより降水遮断処理を行った。降水遮断処理を行わない対照区と共に8月4日に収穫し、はぎ掛け乾燥を行った後、脱穀した。それらの子実から製粉歩留り60%の粉を採

取し、最高粘度、 $\alpha$ -アミラーゼ活性を測定した。

## 結 果

### 1. 最高粘度の推移

1992年、1993年における各品種の最高粘度の推移を第1図に示した。矢印はチホクコムギが低アミロ化した時期を示す。1992年には、最高粘度は各品種ともほぼ同じ値で推移し、その値に品種間差は

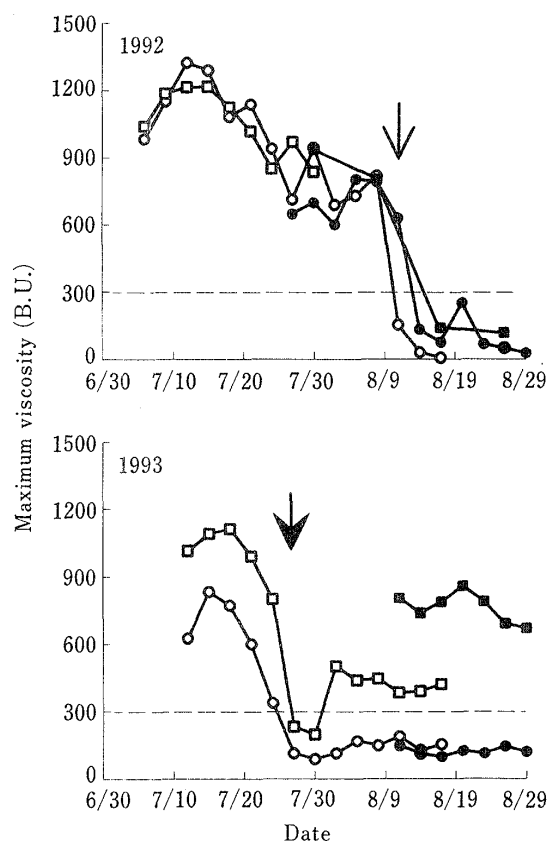


Fig. 1. The time course of change in maximum viscosity.

○: Chihoku-komugi, □: Takune-komugi, ●: Haru-yutaka, ■: Haru-hikari.

Arrow shows the calendar day when the maximum viscosity decreased to below 300 B. U. in Chihoku-komugi.

Broken line shows that maximum viscosity was 300 B.U.

Table 1. The sampling periods (days after anthesis).

	1992		1993	
	start	end	start	end
Chihoku-komugi	15	57	18	54
Takune-komugi	21	45	24	60
Haru-yutaka	21	54	33	54
Haru-hikari	24	51	33	54

観察されなかった。最高粘度は8月8日まで約800 BUの値を保った後急速に低下し、8月11日～17日に低アミロ化した。

1993年においては、最高粘度の推移に品種間差が観察され、チホクコムギの最高粘度はタクネコムギより、ハルユタカの最高粘度はハルヒカリより低く推移した。特に春播きコムギにおいては、ハルユタカはサンプリング期間を通して低アミロ化していたのに対し、ハルヒカリが低アミロ化することはなかった。しかし、1993年においても、最高粘度の低下は特定の暦日にのみ観察された。すなわち、秋播きコムギの最高粘度は7月18日まで700 BU以上の値を保った後、7月21日～27日に大きく低下し、7月27日に低アミロ化した。また、8月11日にサンプリングを開始した春播きコムギの最高粘度は、大きな変化を示さなかった。

## 2. $\alpha$ -アミラーゼ活性の推移

$\alpha$ -アミラーゼ活性の推移を片対数グラフで第2図に示した。1992年における $\alpha$ -アミラーゼ活性は、各品種ともほぼ一致して推移した。また、 $\alpha$ -アミラーゼ活性は、低アミロ化が観察された8月11日～17日に10 Abs/gを越えた。その後、チホクコムギとハルユタカの $\alpha$ -アミラーゼ活性は約1000 Abs/gまで増加し、開花後15日に倒伏したハルヒカリ<sup>4)</sup>でも、低アミロ化後の $\alpha$ -アミラーゼ活性は約100 Abs/gまで増加した。

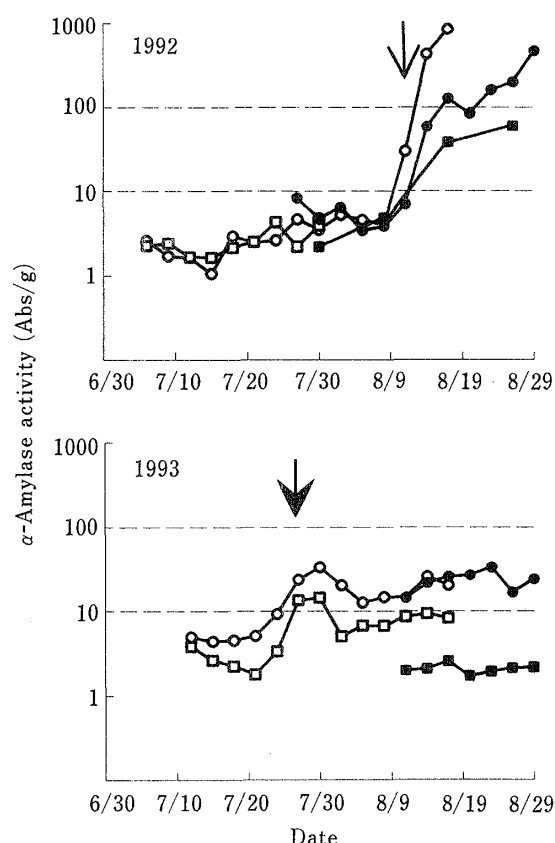


Fig. 2. The time course of change in  $\alpha$ -amylase activity.

Symbols are the same as in Fig. 1.

Broken lines show that  $\alpha$ -amylase activity were 10 and 100 Abs/g.

Table 2. Maximum viscosity and  $\alpha$ -amylase activity in the 1993's precipitation cut-off experiment.

	Maximum viscosity (B. U.)	$\alpha$ -amylase activity (Abs/g)
Treatment	*	n.s.
LSD	345	
Chihoku-komugi		
Cont.	190	10.30
Cut-off	455	4.86
Takune-komugi		
Cont.	390	7.84
Cut-off	890	1.65
Cultivar	**	n.s.
Chihoku-komugi	323	7.58
Takune-komugi	640	4.75
Precipitation cut-off treatment	**	*
Cont.	290	9.07
Cut-off	673	3.26
Interaction	n.s.	n.s.

\*\*, \*, n.s.: Significant at the 0.01, 0.05 probability level and non-significant, respectively. LSD was calculated by Studentized range test.

一方、1993年における $\alpha$ -アミラーゼ活性の推移には品種間差が観察された。チホクコムギの $\alpha$ -アミラーゼ活性はタクネコムギよりも、ハルユタカの $\alpha$ -アミラーゼ活性はハルヒカリよりも高い値で推移した。各品種とも、低アミロ化が観察された時期に $\alpha$ -アミラーゼ活性は10 Abs/gを越え、サンプリング期間を通して低アミロ化していたハルユタカの $\alpha$ -アミラーゼ活性は、常に10 Abs/g以上であった。 $\alpha$ -アミラーゼ活性は最高粘度の低下が観察された7月下旬にのみ増加し、他の時期には大きな変化を示さなかった。また、1993年に低アミロ化した後の $\alpha$ -アミラーゼ活性は約40 Abs/gまでしか増加せず、1992年と比べて低い値にとどまった。

### 3. 降水遮断試験

降水遮断試験の結果を第2表に示した。対照区の最高粘度、 $\alpha$ -アミラーゼ活性は第1図、第2図の8月上旬の値とほぼ一致した。また、降水遮断処理の効果は両品種とも同様であり、降水遮断処理により最高粘度は対照区の2倍以上、 $\alpha$ -アミラーゼ活性は半分以下の値を示した。

## 考 察

### 1. 最高粘度の品種間差

最高粘度、 $\alpha$ -アミラーゼ活性の品種間差は1993年にのみ観察された。最高粘度の低かった品種では、 $\alpha$ -アミラーゼ活性も高い値を示し、両者は対応関係にあった。

タクネコムギでは一旦低アミロ化した後、有意な変化ではないものの最高粘度の増加、 $\alpha$ -アミラーゼ活性の減少が観察され、この結果は一旦生成されたアミラーゼはその後とも維持されるという報告<sup>2)</sup>と異なった。ハルヒカリの最高粘度はハルユタカより明らかに高く推移したが、ハルヒカリの最高粘度はハルユタカよりわずかに低い<sup>13)</sup>とされている。1993年において、ハルヒカリとハルユタカの最高粘度の相違をもたらした要因については、今後検討する必要があると考えられた。

### 2. 低アミロ化と気象条件との関係

開花期の異なる品種の低アミロ化は、同一年次においてほぼ同じ暦日に観察された。低アミロ化、あるいは最高粘度の低下が観察された時期は1992年8月11日～17日、1993年7月21日～27日であった。降雨などによる子実の吸水、低温寡照条件などによる子実の乾燥阻害は低アミロ化に影響する可能性があるため、サンプリング期間の降水量、平均気

温、日照時間を第3図で検討した。また、本報告でのサンプリングは3日毎に行い、サンプリングは午前中に終了するようにしたため、最高粘度はサンプリング日の3日～1日前の気象条件に影響されると考えられる。そのため、1992年8月8日～16日、1993年7月18日～26日の9日間の気象条件についても比較した。

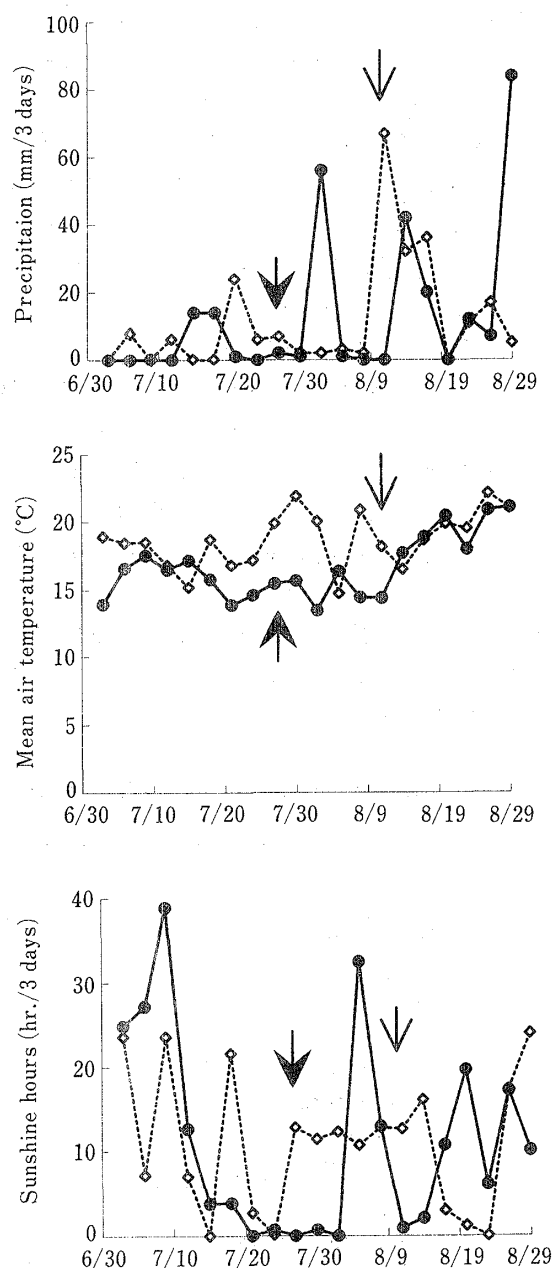


Fig. 3. The time courses of change in the climatic conditions.

◇: 1992, ●: 1993.

Lined arrow shows the calendar day when maximum viscosity decreased to below 300 B.U. in Chihoku-komugi in 1992, and painted arrow shows that in 1993.

1992年の低アミロ化は8月11日～17日に観察され、8月8日～10日に約60 mmの降水量が記録された。従って、1992年の低アミロ化は、既往の報告<sup>1)</sup>と同様に降雨が主因となって起こったと考えられた。

一方、1993年は7月21日～27日に最高粘度が大きく低下し、低アミロ化は7月27日に観察された。しかし、この時期に降水量はほとんど記録されなかった。この時期の降水量は、1992年の同じ時期と比べても低い値を示したが、1992年の7月下旬に低アミロ化は観察されなかった。また、1992年に低アミロ化した時期には積算降水量が135 mmあったのに対し、1993年に最高粘度が低下した時期の積算降水量は3 mmであった。この時期の降水量は7月19日に1 mm、7月26日に2 mm観察されたのみで、残りの7日間の降水量はすべて0 mmであった。これらのことから、1993年の低アミロ化には、降水量以外の要因が大きく影響した可能性が考えられた。

一方、1993年に最高粘度が低下した時期の平均気温、日照時間は1992年の同じ時期と比べると低く推移しており、平均気温は14.6°C、積算日照時間は0.7時間であった。これらの値は1992年に低アミロ化した時期における平均気温17.8°C、積算日照時期31.7時間に比べても明らかに低いものであった。これらのことから、1993年においては、低温寡照条件が子実の乾燥を阻害し、最高粘度の低下に影響した可能性が考えられた。また、アミラーゼは低温であるほど活性化されやすいため<sup>14)</sup>、低温条件が $\alpha$ -アミラーゼの活性化を通して最高粘度の低下をもたらした可能性も考えられた。

### 3. 低アミロ化と降水との関係

今回使用したアメダスデータにおいて、降水量の最低単位は1 mmであった。従って、1993年に低アミロ化した時期のように降水量が記録されていない場合でも、1 mm以下の降雨や夜間の結露などにより子実が吸水した可能性があった。降水遮断試験において、 $\alpha$ -アミラーゼ活性の増加、最高粘度の低下は降水遮断処理によって明らかに抑制されたことから、夜間の結露や1 mm以下の降水など降水量としては記録されない降水が1993年の低アミロ化に影響した可能性が考えられた。

以上のように、1993年の十勝地方においては低温寡照条件、降水量としては記録されない降水によって低アミロ化が起こった可能性があり、低アミロ

化は降水量がわずかな時期においても起こりうることが示唆された。

### 4. 1993年における低アミロ化

十勝地方のチホクコムギが成熟期に低アミロ化した年次としては、1993年以外に1988年がある<sup>8)</sup>。降雨により加水分解酵素の活性が増加するのは成熟期の10日前からである<sup>1)</sup>が、1988年のチホクコムギでは成熟期前10日間の降水量は1 mmであった<sup>8)</sup>。しかし、1988年のチホクコムギも1993年と同様に成熟期には低アミロ化していたため、降雨以外の要因によって低アミロ化した可能性があった。1993年における低アミロ化の状況が1988年と類似していたことから、1993年の低アミロ化は特殊な事例ではなく、十勝地方においてある程度の頻度で起こりうる現象ではないかと考えられた。

また、1993年の低アミロ化では、降雨によって低アミロ化したと考えられる1992年に対していくつかの特徴が観察された。1992年に比べ、1993年の低アミロ化では $\alpha$ -アミラーゼ活性の最大値が低く、最高粘度の値にも品種間差が観察された。また、色やタンパク質に関係する特性の劣化も見られなかった<sup>5)</sup>。以上のように、低アミロ化は必ずしも多量の降雨によって起こるわけではないこと、低アミロ化の様相は年次によって大きく異なる可能性があることが明らかとなった。

### 引用文献

1. 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 A20: 27—78.
2. Mares, D.J. 1993. Pre-harvest sprouting in wheat. I. Influence of cultivar, rainfall and temperature during grain ripening. Aust. J. Agric. Res. 44: 1259—1272.
3. 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.
4. 松崎守夫・豊田政一 1997. コムギ品質の登熟に伴う推移. 第1報 一粒重と子実含水量. 日作紀 66: 印刷中.
5. ———— 1997. コムギ品質の登熟に伴う推移. 第2報 粉の品質特性. 日作紀 66: 印刷中.
6. 宮本裕之・今 友親・関口 明 1986. 十勝地方における秋播小麦の子実水分の減少経過とその簡易測定法について. 北農 53: 38—43.
7. ————・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.
8. ———— 1994. 小麦. 北海道十勝支庁・道立十勝農業試験場. '93 異常気象と十勝の畑作物. 33—43.

- 
9. 長尾精一 1984. 小麦とその加工. 建帛社, 東京. 196—198.
  10. 中津智史・市川信雄・大村邦男 1993.  $\alpha$ -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.
  11. 農林水産技術会議事務局 1968. 小麦品質検定方法—小麦育種試験における—. 43—46.
  12. 長内俊一 1985. 道産小麦の安定生産条件 (第2回). 北農 52: 1—19.
  13. 尾関幸男・佐々木宏・天野洋一・土屋俊雄・前野真司・上野賢司 1988. 春播小麦新品種「ハルユタカ」の育成について. 北海道立農試集報 58: 41—54.
  14. 安永 隆・丸山順子・上村光男・福永公平・稲村 宏 1963. 登熟中の降雨が小麦の加工適性におよぼす影響. (その1) 降雨による粒内酵素活性および二, 三の成分の変化. 日作紀 32: 152—156.
-