東北地方におけるコムギの品質に関する研究

第4報 コムギの硬軟質性に基づく品質形質相互間の関係

伊藤 誠治・佐藤 暁子・星野 次汪

(東北農業試験場)

1994年9月9日受理

要 旨 : 今後の東北地域のコムギの品質改良に帰するため、東北農試育成の30品種・系統と外国コムギ30品種を同一条件で栽培し、硬質コムギと軟質コムギとに分類し品質調査を行った。硬質コムギと軟質コムギで品質諸形質間に有意な差が認められた。また、硬質と軟質コムギを全体としてまとめたときと、硬質コムギと軟質コムギに分けたときでは異なる品質諸形質相互間の相関関係が認められた。このため、コムギの品質諸形質相互の相関関係を比較検討するときには、硬質コムギと軟質コムギに分類して行う必要があることが明らかに出来た。硬質コムギでは原粒灰分含有率と製粉性との間に負の相関関係が認められた。硬質と軟質コムギの原粒粗蛋白含有率の平均値に有意な差は認められなかった。原粒粗蛋白含有率と製粉性との間には相関関係は認められなかった。A粉の白さと製粉性との間に、硬質コムギと軟質コムギそれぞれで正の相関関係が認められ、グループ内では製粉性の向上は粉色の向上につながると考えられた。硬質コムギではA粉灰分含有率とA粉の白さおよび明るさとの間に、負の相関関係が認められ、粉色の向上に灰分含有率の低下が重要と考えられた。しかし、軟質コムギでは、有意な相関関係は認められなかった。硬質コムギ、軟質コムギともA粉粗蛋白含有率とA粉の白さおよび明るさとの間には、有意な相関関係は認められなかった。セディメンテーション値と灰分含有率との間に、硬質コムギで負の相関関係が認められ、製パン性には粗蛋白含有率だけでなく灰分含有率も影響している可能性が示唆された。

キーワード : 灰分含有率, 硬軟質性, コムギ, 製粉性, セディメンテーションバリュー, 粗蛋白含有率, 粉色,

Studies on Grain and Flour Quality of Wheat in Tohoku District IV. Relation among grain and flour qualities in domestic and foreign wheat cultivars based on the hard and soft wheats : Seiji ITO, Akiko SATO and Tsuguhiro HOSHINO (*Tohoku National Agricultural Experiment Station, Morioka, Iwate 020-01, Japan*)

Abstract : Thirty Tonoku and 30 foreign wheat cultivars were grown under the same cultured condition, and grain and flour qualities were analyzed based on the hard and soft classification of wheats. Grain and flour qualities of the hard wheats were different from the soft wheats. Some factors differed between hard and soft wheats. For examination of grain and flour quality of wheat cultivar, it is necessary that cultivars be classified by hardness. It was suggested that milling characteristics were related to the ash content of grain. The relationship between milling characteristics and protein content of grain was not significant. In both the hard and soft wheats, the correlation coefficient between flour yield and flour color was significantly positive. In is suggested that higher flour yield wheat always ameliorate flour color. In the hard wheats, the correlation coefficient between ash content and flour color of A flour was significantly negative. It is shown that the selection of low ash content wheat cultivars improved flour color. In neither group the protein content of A flour was correlated with flour color. In the hard wheats, the sedimentation tests were negatively correlated with ash content. It is suggested that there is a negative correlation between the bread quality and ash content.

Key words : Ash, Flour color, Hardness, Milling yield, Protein, Sedimentation value, Wheat.

製麺性はコムギの重要な品質項目で、特に粉色は重要な項目である。粉色は、北海道産は黄色みが強く、近畿、中国、四国、関東、東山産は白く明るい傾向がある¹²⁾。東北産は白さは北海道産の次に悪く、明るさは最も悪い¹²⁾。最近育成されたコユキコムギ⁴⁾、あきたっこ⁵⁾も粉色はあまり改善されておらず、粉色は今後東北の小麦の改良重点項目の一つと考えられる。一方、現在、パン用には、主にカナダやアメリカから輸入されている強力コムギが利用されている。国産では、主に北海道産のハルユタカが利用され、東北産のナンブコムギやコユキコムギも

一部パン用に利用されているが、パン用品種の育成も今後の課題の一つと考えられる。前報⁷⁾において、硬質コムギと軟質コムギの製粉性は非連続的に分布し、品種の製粉性を比較するときには、硬質コムギと軟質コムギに分ける必要のあることが明らかとなった。本報では、東北農試育成の30品種・系統と外国30品種について、粉色、灰分含有率、粗蛋白含有率、製粉性および製パン性と関連が深い沈降テスト値(セディメンテーションバリュー;SV)、について、硬質コムギと軟質コムギに分け、相互間の関係を検討し、今後、良質系統を選抜していくときに役

立つ知見を得たので報告する。

材料と方法

供試材料として、東北農試育成 30 品種・系統と外国コムギ 30 品種を用いた (第 1 表)。供試材料は、1990 年 9 月 27 日に東北農試 (盛岡市下厨川) 圃場で条間 70 cm の条播で播種し、1991 年 7 月に収穫した。

製粉はブラベンダー式小型テストミルを用い、テンパリングの目標水分を 15% とした。150 g を 7 分で製粉し、A 粉 (篩から早く落ちる粉で低灰分粉)、B 粉 (A 粉とふすまの中間で高灰分粉)、ふすまの 3 種類に分類した。製粉性は A 粉歩留 [A 粉/(A 粉+B 粉+ふすま)] と A+B 粉歩留 [(A 粉+B 粉)/(A 粉+B 粉+ふすま)] および、A 粉割合 [A 粉/(A 粉+B 粉) 篩い抜けの指標となる] の製粉性 3 形質で評価した。硝子率、灰分、粗蛋白含有率、Zeleny-セディメンテーションバリュー (Z-SV と略す)。粉色は「小麦品質検定法」⁸⁾ に、SDS-セディメンテーションバリュー (SDS-SV と略す) は Axford ら⁹⁾ に従ってそれぞれ測定した。供試品種・系統の硬軟質性の分類は前報⁷⁾ と同じく比表面積 2000 cm² 以下を硬質コムギ、それ以上を軟質コムギとした。

調査した形質について硬質コムギと軟質コムギに分け、各平均値を求めスチューデントの *t* 検定で平

均値の差の検定を行った。各形質相互間ごとに、硬質・軟質コムギ全体 (硬・軟質コムギ)、硬質コムギ、軟質コムギごとに相関係数を求めた。

結 果

1. 硬質コムギと軟質コムギとの品質形質の比較

硬質コムギと軟質コムギに分けた品質形質の平均値の比較を、第 2 表に示した。硬質コムギと軟質コムギとの間に、測定した 15 形質のうち 9 形質が 1% 有意水準で、3 形質が 5% 有意水準で平均値の間に有意な差が認められた。残りの 3 形質には有意な差は認められなかった。硝子率、製粉性 3 形質は硬質コムギの平均値が高く、比表面積は軟質コムギの方が大きかった。灰分含有率は、原粒では軟質コムギの平均値が高く、A 粉では硬質コムギの平均値が高かった。粗蛋白含有率は、原粒では硬質コムギと軟質コムギの間では有意な差が認められず、A 粉では硬質コムギの平均値が高かった。原粒の SDS-SV は有意な差が認められず、A 粉の Z-SV と SDS-SV は硬質コムギの平均値が高かった。A 粉の粉色では、白さには差が認められなかったが、明るさは軟質コムギの方が高く、黄色味が強かった。

2. 製粉性と灰分・粗蛋白含有率との関係

製粉性 3 形質と灰分・粗蛋白含有率との相関関係を第 3 表に示した。硬質・軟質コムギ全体では原粒

第 1 表 供試コムギの硬軟質性の分類 (() 内は出穂期)。

	硬質コムギ	軟質コムギ
外国コムギ 品種	Aurora (5.28), Avalon (6.1), Flamura 85 (5.28) Fundulea 4 (5.28), Karl (5.22), Kavkaz (5.30) KOC 985 (5.31), Kormoran (5.31) Martonvasari 3 (5.27), Martonvasari 12 (5.26) Momtchil (5.24), MV 08-85 (5.27), MV-15 (5.28) NS 65-84 (5.23), Lasko (5.23) Odesskaya 51 (5.28), Priboy (5.28) Recital (5.22), Sage (5.27), Stozher (5.23) Vratza (5.23), Yantar (5.23), Zitnica (5.24)	Atlas 66 (5.28), Diplomat (6.5) Laure-INIA (6.3), Pliska (5.22), Renard (5.31) Talent (5.24), Yorkstar (5.31)
東北農試育 成品種・系 統	アオバコムギ (5.15), ミヤギノコムギ (5.15) コユキコムギ (5.21), 東北 129 号 (5.17) 東北 168 号 (5.17), 東北 182 号 (5.21) 東北 183 号 (5.21), 東北 187 号 (5.15) 東北 194 号 (5.16)	サキユウコムギ (5.26), ナンブコムギ (5.18) シモフサコムギ (5.20), キタカミコムギ (5.17) ハナガサコムギ (5.21), ワカマツコムギ (5.21) 東北 88 号 (5.21), 東北 99 号 (5.15) 東北 107 号 (5.20), 東北 114 号 (5.24) 東北 119 号 (5.21), 東北 124 号 (5.22) 東北 127 号 (5.20), 東北 147 号 (5.18) 東北 149 号 (5.24), 東北 160 号 (5.23) 東北 165 号 (5.15), 東北 171 号 (5.21) 東北 173 号 (5.23), 東北 185 号 (5.18) 東北 190 号 (5.21)

第2表 硬質コムギと軟質コムギに分けたときの品質形質の平均値間の比較。

	硬質 (n=32)	軟質 (n=28)	t 検定
硝子率(%)	68	55	**
原粒成分形質			
灰分含有率(%)	1.47	1.53	*
粗蛋白含有率(%)	13.2	12.9	ns
製粉形質			
A粉歩留(%)	65.6	44.6	**
A+B粉歩留(%)	74.2	66.3	**
A粉割合(%)	88.4	67.3	**
比表面積(cm ² g)	1460	2597	**
A粉成分形質			
灰分含有率(%)	0.48	0.45	*
粗蛋白含有率(%)	12.5	11.7	**
セディメンテーションバリュー			
原粒SDS-SV 1)	69.1	64.9	ns
A粉Z-SV 2)	51.5	43.0	**
A粉SDS-SV 1)	77.1	73.2	**
A粉の粉色			
白さ(R455)	48.8	49.7	ns
明るさ(R554)	61.4	63.9	**
黄色味(D554-D455)	0.100	0.109	*

1): SDS セディメンテーションバリュー。

2): Zeleny セディメンテーションバリュー。

* および ** は、それぞれ、5% および 1% 水準で平均値に有意な差があることを、ns は有意な差がないことを示す。

灰分含有率と製粉性3形質との間には1%水準で有意な負の相関関係が認められた。また、A粉灰分含有率との間には有意な相関関係は認められなかった。一方、硬質コムギと軟質コムギに分けて検討すると、硬質コムギでは、製粉性3形質と原粒灰分含有率との間に5%で有意な負の相関関係が認められた。しかし、軟質コムギでは、製粉性と原粒灰分含有率との間には、有意な相関関係が認められなかった。また、A粉灰分含有率と、硬質コムギではA粉歩留およびA+B粉歩留との間に、軟質コムギではA+B粉歩留との間に5%水準で有意な負の相関関係が認められた。

原粒粗蛋白含有率と製粉性3形質の間では、軟質コムギにおいてA+B粉歩留と原粒粗蛋白含有率との間に1%水準で負の相関関係が認められたのを除き、硬質・軟質コムギ全体の際にも相関関係は認められなかった。また、A粉粗蛋白含有率と製粉性3形質との間で、硬質・軟質コムギ全体ではA粉歩留との間に5%水準で、A粉割合との間に1%水準でそれぞれ有意な正の相関関係が認められた。

しかし、硬質コムギと軟質コムギに分けたときには、製粉性3形質とA粉粗蛋白含有率との間には有意な相関関係は認められなかった。

3. 粉色と製粉性との関係

粉色と製粉性との相関関係を第4表に示した。硬質・軟質コムギ全体では、A粉の白さと製粉性3形

第3表 コムギの製粉性と灰分および粗蛋白含有率の相関関係。

	硬・軟質コムギ(n=60)			硬質コムギ(n=32)			軟質コムギ(n=28)		
	A粉歩留	A+B粉歩留	A粉割合	A粉歩留	A+B粉歩留	A粉割合	A粉歩留	A+B粉歩留	A粉割合
灰分									
原粒	-0.388**	-0.370**	-0.355**	-0.424*	-0.412*	-0.360*	-0.240ns	-0.169ns	-0.189ns
A粉	0.180ns	0.014*	0.239ns	-0.360*	-0.365*	-0.297ns	-0.142ns	-0.374*	0.054ns
粗蛋白									
原粒	0.094ns	-0.132ns	0.177ns	-0.105ns	-0.066ns	-0.130ns	-0.196ns	-0.522**	-0.080ns
A粉	0.292*	0.103ns	0.344**	0.192ns	0.161ns	0.190ns	-0.141ns	-0.371ns	0.072ns

* および ** は、それぞれ、5% および 1% 水準で有意であることを、ns は有意でないことを示す。

第4表 コムギの粉色と製粉性の相関関係。

	硬・軟質コムギ(n=60)			硬質コムギ(n=32)			軟質コムギ(n=28)		
	白さ(R455)	明るさ(R554)	黄色味	白さ(R455)	明るさ(R554)	黄色味	白さ(R455)	明るさ(R554)	黄色味
A粉歩留	-0.027ns	-0.370**	-0.365**	0.475**	0.329ns	-0.305ns	0.349ns	0.119ns	-0.227ns
A+B粉歩留	0.111ns	-0.202ns	-0.352**	0.362*	0.227ns	-0.258ns	0.490**	0.343ns	-0.283ns
A粉割合	-0.082ns	-0.410**	-0.340**	0.506**	0.376*	-0.300ns	0.139ns	-0.070ns	-0.238ns

* および ** は、それぞれ、5% および 1% 水準で有意であることを、ns は有意でないことを示す。

質との間には相関関係は認められず、A 粉の明るさと A 粉の歩留および A 粉割合との間に 1% 水準で負の相関関係が認められた。また、A 粉の黄色味と製粉性 3 形質との間に 1% 水準で有意な負の相関関係が認められた。一方、硬質コムギと軟質コムギに分けて検討すると、硬質コムギでは、白さと製粉性 3 形質との間には正の有意な相関関係が認められ、明るさは A 粉割合との間にのみ 5% 水準で正の有意な相関関係が認められた。黄色味と製粉性 3 形質間には相関関係は認められなかった。軟質コムギでは白さと A+B 粉歩留間で 1% 水準で正の相関関係が認められたが、それ以上には有意な相関関係は認められなかった。

4. 粉色と灰分および粗蛋白含有率との関係

粉色と灰分および粗蛋白含有率との相関関係を第 1 図に示した。粉色と A 粉灰分含有率との関係について、硬質・軟質コムギ全体で検討すると、A 粉の白さおよび明るさと A 粉灰分含有率との間には 1% 水準で負の相関関係が認められた (第 1 図-a, c)。一方、硬質コムギと軟質コムギに分けると、硬質コムギでは、A 粉灰分含有率と白さの間に 1% 水準で (第 2 図-a)、明るさとの間に 5% 水準で (第 1 図-c) それぞれ有意な負の相関関係が認められた。

しかし、軟質コムギでは、粉色と灰分・粗蛋白含有率との間には相関関係が認められなかった (第 1 図-a, c)。

また、粉色と A 粉粗蛋白含有率との関係について硬質・軟質コムギ全体で検討すると、A 粉の明るさと A 粉粗蛋白含有率との間には 1% 水準で有意な負の相関関係が認められたが、A 粉の白さとの間には相関関係は認められなかった (第 1 図-b, d)。一方、硬質コムギと軟質コムギに分けて検討すると、A 粉粗蛋白含有率と A 粉の白さおよび明るさとの間には、硬質コムギと軟質コムギとも相関関係は認められなかった (第 1 図-b, d)。

黄色味については、硬質・軟質コムギ全体と硬質コムギと軟質コムギに分けたときも、A 粉の灰分および蛋白含有率との間に、有意な相関関係は認められなかった。

5. セディメンテーションバリュー (SV) と灰分・粗蛋白含有率との関係

セディメンテーションバリューと灰分および粗蛋白含有率との関係を第 5 表に示した。硬質・軟質コムギ全体では、3 種類の SV と A 粉の灰分含有率との間に負の有意な相関関係が認められた。原粒の SDS-SV および A 粉の Z-SV と A 粉の粗蛋白含有

第 1 図 硬・軟質コムギ別の、A 粉の灰分および粗蛋白含有率と白さおよび明るさとの相関関係、

□ 硬質コムギ (n=32) ● 軟質コムギ (n=28) 計 硬質+軟質コムギ (n=60)。

*および**は、それぞれ、5% および 1% 水準で有意であることを、nsは有意でないことを示す。

第5表 硬質コムギと軟質コムギに分けたときの各種のセディメンテーションバリュー値 (SV) 灰分および粗蛋白含有率の相関関係。

	硬質コムギ (n=32)			軟質コムギ (n=28)		
	原粒 SDS-SV	A粉 Z-SV	A粉 SDS-SV	原粒 SDS-SV	A粉 Z-SV	A粉 SDS-SV
灰分						
原粒	-0.320ns	-0.304ns	-0.467**	0.111ns	0.343ns	0.265ns
A粉	-0.626**	-0.595**	-0.678**	-0.219ns	0.327ns	-0.170ns
粗蛋白						
原粒	0.425*	0.464**	0.135ns	0.373ns	0.588**	0.270ns
A粉	0.470**	0.512**	0.226ns	0.327ns	0.506**	0.268ns

*および**は、それぞれ、5% および 1% 水準で有意であることを、nsは有意でないことを示す。

率との間には正の相関関係が認められたが、A 粉の SDS-SV との間には相関関係は認められなかった。一方、硬質コムギと軟質コムギに分けて検討すると、A 粉灰分含有率と 3 種類の SV との間に、1%水準で負の有意な相関関係が認められた。また、A 粉粗蛋白含有率と、原粒 SDS-SV および A 粉 Z-SV との間に、1%水準で正の有意な相関関係が認められた。軟質コムギでは、原粒および A 粉粗蛋白含有率と A 粉 Z-SV との間のみに、1%水準で正の有意な相関関係が認められた。

考 察

前報⁷⁾で、硬質コムギと軟質コムギは製粉性に関し非連続的に分布し、コムギ品種の製粉性の比較には硬質コムギと軟質コムギとに分けて解析する必要性のあることを報告した。硬質コムギと軟質コムギの測定形質の平均値に、15 形質のうち 12 形質に有意な差が認められ、これらの形質については、硬質コムギと軟質コムギに分けて比較検討する必要がある。さらに、品質相互間の相関関係についても、硬質と軟質コムギを全体としたときには有意な相関関係の形質が、分けたときでは有意でない形質や、硬質コムギでは有意な相関関係の形質が、軟質コムギでは有意でない等の形質相互間の相関関係があった。このことは、コムギの品質形質相互の相関関係を比較検討するときにも、硬質コムギと軟質コムギに分類して行う必要がある。

硬質コムギでは製粉性 3 形質と原粒灰分含有率との間に負の有意な相関関係が認められたのに対し、軟質コムギでは有意な相関関係が認められなかった。また、硬質コムギと軟質コムギの原粒灰分含有率の平均値を比較すると、製粉性の高い硬質コムギで低かった。灰分は表皮に近い部分に多く含まれる

ことから、灰分が製粉性に関与していると推察される。ただし、軟質コムギの比較では相関関係が認められず、原粒灰分含有率と製粉性は関係ないと考えられる。平野ら³⁾や上村ら¹⁵⁾の報告では製粉歩留と粒灰分との間に相関関係が認められていないが、これは本報で相関の認められなかった軟質コムギが多く含まれているためと考えられる。A 粉灰分含有率は原粒灰分含有率とは逆に、硬質コムギが軟質コムギより高くなった。これは、硬質コムギの歩留が高く、より灰分含有率の高い表皮に近い粉が含まれるためと考えられる。原粒粗蛋白含有率と製粉性 3 形質との間には、軟質コムギで A+B 粉歩留と原粒粗蛋白含有率との間に有意な相関関係が認められたほかは、製粉性と粗蛋白含有率との間には有意な相関関係は認められなかった。

A 粉の白さおよび明るさと製粉性 3 形質との間に、硬質コムギおよび軟質コムギとも、負の相関関係は認められず、品種の製粉性の向上は粉色の低下を招かないと考えられる。とくに硬質コムギの白さは、製粉性 3 形質との間に正の相関関係が認められ、製粉性の改善は A 粉の白さも向上する可能性が高い。硬質コムギと軟質コムギをまとめると、A 粉の明るさと製粉性とは逆に負の相関関係が認められ、製粉性の向上は粉色の低下を招くという反対の結論が導かれる。平野ら³⁾の報告では製粉歩留と粉の白さとの間には相関関係は認められていないが、これは硬質コムギと軟質コムギをまとめて検討しているため、相関関係が認められなかったためと考えられる。また、歩留が高くなると一般に色相が劣る傾向があると報告されている¹¹⁾。同一品種では歩留を高めると色相が低下するが、同じ歩留でもコムギの品種・系統による差は維持されており、今回の結果からも、品種間の比較では歩留が高いから色相が悪い

と考えることができない。

硬質コムギではA粉灰分含有率とA粉の白さおよび明るさとの間には負の相関関係が認められ、粉色の向上には、灰分含有率の低下が重要であると考えられる。江口ら²⁾も粉色と粉灰分との負の相関関係を指摘している。A粉の明るさとA粉の粗蛋白含有率との間には、硬質コムギおよび軟質コムギとも相関関係は認められなかった。斎藤ら¹⁰⁾はキタカミコムギについて粉の明るさと粗蛋白含有率との負の関係を示しているが、同一蛋白含有率でも、品種により明るさが異なったことを報告している。明るさと粗蛋白含有率との間に相関関係が認められないことから、明るさと粗蛋白含有率の選抜において独立に行うことが出来る。

製パン性との関係が認められているSVは、硬質コムギでは粗蛋白含有率と正の相関関係が認められたほか、A粉の灰分含有率とも負の相関関係が認められた。これらの傾向は、池田⁶⁾による麩質含有率がほぼ同じ品種では灰分含有率が多くなるにつれてパンの品質が劣っているとの報告と一致する。今後、コムギ品種のパン適性について、従来多く取り上げられてきた粗蛋白の質と量^{9),14)}の問題だけでなく、灰分含有率についても考慮していく必要がある。

謝辞: 本試験の一部は「作物遺伝資源・育種情報の総合的管理利用システムの確立」研究の中で実施した。本試験を行うに当たり、コムギの栽培管理・品質試験に協力していただいた東北農業試験場業務第1科の斉藤幸次郎、武藤マサ、小木田俊幸の各氏に感謝の意を表す。

引用文献

1. Axford, D. W. E., E. E. McDermott and D. G. Redman 1979. Note on the sodium dodecyl sulfate test of breadmaking quality: Comparison with Pelshenke and Zeleny tests. *Cereal Chem.* 56: 582—584.
2. 江口昭彦・後藤虎男 1969. 小麦育種における良質交配母本の選択に関する研究. 第2報 Bühler 製粉機, Brabender 生地試験機による第2次選抜ならびに品質要素間の相関と遺伝力. *中国農試報 A* 17: 43—63.
3. 平野寿助・江口昭彦・江口久夫 1964. 小麦育種における良質母本の選択に関する研究. 第1報 品質の品種間差異および品質要素間の関係と良質母本の一次的選抜. *中国農試報 A* 10: 1—19.
4. 星野次汪・田野崎真吾・谷口義則・後藤虎男・藤原秀雄・故北原操一・上田邦彦 1990. コムギ新品種「コユキコムギ」の育成. *東北農試研報* 81: 1—17.
5. ———・伊藤誠治・佐藤暁子・渡辺 満・田野崎真吾・谷口義則・後藤虎男・藤原秀雄・北原操一・上田邦彦・中島秀治 1993. コムギ新品種「あきたっこ」の育成. *東北農試研報* 87: 33—53.
6. 池田利良. 日本における硬質小麦の研究. *東海近畿農試特別報* 2: 1—55.
7. 伊藤誠治・佐藤暁子・星野次汪 1995. 東北地方におけるコムギの品質に関する研究. 第3報 コムギの製粉性と硬軟性の分類. *日作紀* 64: 27—32.
8. 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—. 1—70.
9. 長内俊一 1961. 小麦の蛋白含量と実用形質との関係. *北農* 28: 1—6.
10. 斎藤敏一・星野次汪・伊藤誠治・佐藤暁子 1993. コムギ成分・品質に関する品種間差異と地域変動. *日作紀* 62 (別1): 292—293.
11. 瀬古秀文 1991. コムギの品質改良育種の現状と展望. *研究ジャーナル* 14: 53—61.
12. 平 春枝 1987. コムギの品質に影響する諸要因. *研究ジャーナル* 10: 27—37.
13. 谷口義則・田野崎真吾 1990. 国際冬コムギ連絡試験における品種の地域適応性評価と育種利用. *東北農試研資料* 10: 1—17.
14. 豊田政一 1990. 作物育種と食品加工(3) 小麦の一次, 2次加工適性の改善. *農及園* 65: 426—432.
15. 上村光男・遠藤次郎・渡辺 修・松久清子・高野積子・市場彰芳 1952. 小麦製粉について. 第二報 国内産小麦の加工の立場から見た品種別性状について. *食糧研報* 6: 79—109.