

研究論文

製麺用小麦粉のたんぱく質電気泳動解析

半谷朗*1、近藤由加*2、西田淑男*3、石川健一*4、
矢野未右紀*4、日渡美世*5、内藤茂三*6、志賀紀仁*2

SDS-PAGE Analysis of Wheat Flour

Akira HANYA*1, Yuka KONDO*2, Yoshio NISHIDA*3, Kenichi ISHIKAWA*4,
Miyuki YANO*4, Miyo HIWATASHI*5, Shigezo NAITO*6 and Toshihito SHIGA*2

Food Research Center, AITEC *1*3*4*5*6 Kintobi Shiga Co., LTD. *2

市販の製麺用小麦粉10製品について、水分、灰分、たんぱく質、グルテン湿重量、グルテン乾重量、粉色、粒度分布、たんぱく質の分子量分布を測定した。小麦試料の抽出物を SDS-PAGE 解析した結果、2つの分子量約 30kDa のグリアジンを製品間に差が認められた。さらに小麦の中心部、中間部、外皮近傍のグリアジンを SDS-PAGE 解析した結果、製品間で差のあったグリアジンは小麦外皮近くに存在することが認められた。このグリアジンは、製粉に関する指標の一つとして利用できると期待された。

1. はじめに

小麦粉製造では、各メーカーが独自の製粉技術工程でユーザーの要求を満たす製品を製造しているが、製造現場レベルで行う一般的な試験では、ユーザーの要求を満たす小麦粉であるか否かを十分に評価できなかった。また機械的に同一条件でグルテンを作製しても、物性試験試料として使用可能な均一なグルテンは得られなかった。そのため、人の手によるグルテンの弾力や感触の違いといった感覚やユーザーの官能的な評価に頼っているのが現状である。

そこで製品の特徴を判別する新たな指標として、粒度分布、たんぱく質の分子量分布の差異について考察した。

2. 実験方法

2.1 試料

分析用小麦粉試料は、外国産麦を主体とし機械製粉した市販製麺用中力粉10製品(A~J)を用いた(内4製品が(株)金トビ志賀製)。

小麦粒の中心部、中間部、外皮近傍のグリアジンの SDS-PAGE におけるバンドパターンを比較するために、外国産麦の主体となる銘柄であるオーストラリア・スタンダード・ホワイト(ASW)の小麦挽砕工程途中から試料を分取した。小麦の挽砕工程では、小麦を2~3割割にした後、中心部から粉を取っていき、最後に外皮が残るように製粉を行う。そのため、挽砕開始直後1/3を小麦中心部由来、挽砕中1/3を中間部由来、挽砕終了直前

1/3を外皮近傍由来の試料とした。

2.2 試験方法

2.2.1 小麦粉に関する一般的試験

水分は乾燥法、灰分は直接灰化法、たんぱく質はケルダール法で分析した。粉色は、フラワーカラーグレーダー(ケント・ジョーンズ・マーチン社)を用いて分析した。グルテン重量(湿重量、乾重量)は、グルトマチックシステム(ペルテン-インスツルメンツ社)を用いて分析した。

2.2.2 粒度分布測定

粒度分布は、ロボットシフター(セイシン企業社)を用い、シーブ間隔150 μ m、106 μ m、90 μ m、75 μ m、53 μ m、32 μ m、20 μ mで測定した。

2.2.3 たんぱく質の電気泳動解析

小麦粉試料を1M NaCl水溶液で抽出することにより、アルブミン/グロブリンの混合画分を抽出した。アルブミン/グロブリン混合画分抽出後の試料を、70%エタノールで洗浄した残渣をグルテニン画分とした。グルトマチックシステムにより抽出したグルテンを、70%エタノール中で乳化後、4 $^{\circ}$ Cで5日間静置することでグルテリンを再凝固させて分離し、残ったエタノール可溶性画分をグリアジン画分とした。アルブミン/グロブリン混合画分、グルテニン画分は5-20%勾配ゲルで SDS-PAGE 後、クーマシーブリリアントブルー染色でたんぱく質を検出した。グリアジン画分は15%均一ゲルで SDS-PAGE 後、銀染色でたんぱく質を検出した。

*1 食品工業技術センター 保蔵技術室(現応用技術室) *2 (株)金トビ志賀 *3 食品工業技術センター 保蔵技術室(現産業労働部新産業課) *4 食品工業技術センター 保蔵技術室 *5 食品工業技術センター 保蔵技術室(現加工技術室) *6 食品工業技術センター 保蔵技術室(現愛知学泉短期大学 食物栄養学科)

表 1 小麦粉の一般的試験

製品	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
水分 (%)	15.0	15.0	14.9	13.8	13.4	13.2	13.2	13.4	15.2	13.5
灰分 (%)	0.33	0.35	0.37	0.34	0.37	0.34	0.36	0.34	0.36	0.39
たんぱく質 (%)	8.9	9.1	9.3	9.2	8.8	8.6	8.9	8.5	9.3	9.1
グルテン含量 (湿重量 (%))	25.4	25.6	26.5	25.0	25.9	25.7	26.3	25.0	25.3	26.4
グルテン含量 (乾重量 (%))	8.2	8.3	8.5	8.4	8.5	8.4	8.6	8.1	8.5	8.6
粉色	-4.65	-4.21	-3.78	-4.31	-4.31	-4.75	-4.17	-4.66	-3.95	-3.73

3. 実験結果及び考察

3.1 一般的試験

10製品について小麦粉の分析として一般的に行われる水分、灰分、たんぱく質、グルテン湿重量、グルテン乾重量、粉色を表1に示した。どの製品も製麺用の中力1等粉（灰分0.3~0.4%、たんぱく質9%前後）に相当する製品であり、化学分析値とユーザーの製麺性の評価の間に傾向は見られなかった。

3.2 小麦粉の粒度分布

10製品の粒度分布を測定した(図1)。その結果、粒度分布は粒度106~150 μm の粒子(でん粉-たんぱく質結合体)の含有割合が多く、32~53 μm の粒子(大粒子

でん粉)が少ない製品(A、B、C、I)と、逆にでん粉-たんぱく質結合体が少なく、大粒子でん粉が多い製品(E、G、H、J)の2種類のパターンに大別された。製品D及びFではそれぞれ53~75 μm 、90~106 μm の粒子が特徴的に多く分布していた。一般に、粒度は粗いほど製麺における水和に要する時間が長くなり、逆に細かいほどでん粉が損傷することにより、過度な吸水を起こしやすくなる。しかし、今回の粒度の分布パターンと製麺性の評価の間に傾向は見られず、ユーザーが要求する基準に係る要因は、粒度の違いによるものではないと推測された。

3.3 たんぱく質の電気泳動解析

10製品のアルブミン/グロブリン混合画分の SDS

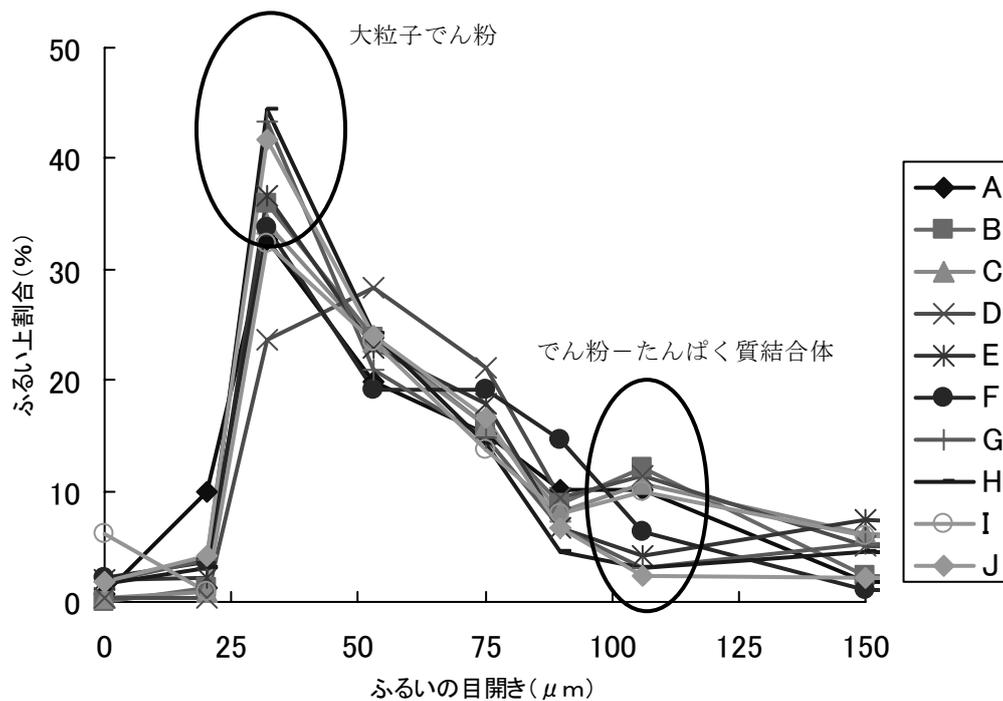


図 1 小麦粉の粒度分布

PAGE 解析結果を図2に示す。また、10製品のグルテン画分の SDS-PAGE 解析結果を図3に示す。各製品間にアルブミン、グロブリン、グルテンの分子量分布の差は見られなかった。しかし、グルテンが S-S 結合を介して形成するグルテンポリマーは、製麺性に影響を与えると報告されており¹⁾、製品ごとのグルテンポリマーの形成量について、さらに検討が必要である。

10製品のグリアジン画分の SDS-PAGE 解析結果を図4に示す。製品によって分子量 30kDa 付近の電気泳動パターンに差異がみられた。すなわち、バンドが検出されない場合、1本検出される場合、2本検出される場合の

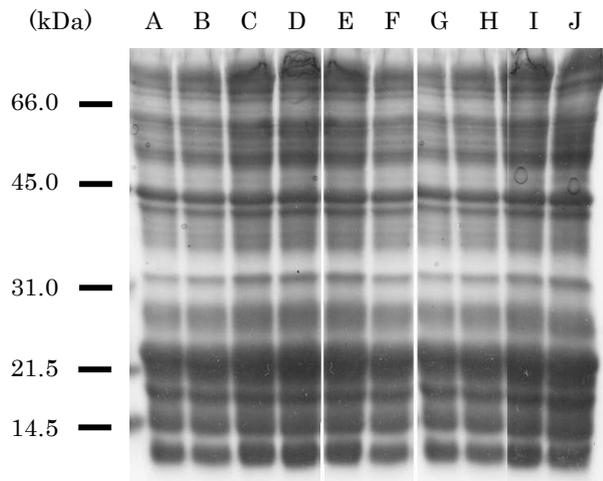


図2 アルブミン/グロブリン混合画分の SDS-PAGE 解析

3通りに分類できることが判明した。特に、グルトマチックシステムで抽出したグルテンに高い弾力を感じる製品でのみ2本のたんぱく質バンドが見出された(製品C、D、F)。

グリアジン画分の抽出は、小麦粉の塩溶液抽出後の残渣から70%エタノールで抽出して行うのが定法²⁾であるが、本研究においてはグルトマチックシステムにより抽出したグルテンに弾力の差異が見られたため、このグルテンより抽出したグリアジン画分を試験に使用した。

SDS-PAGE 解析で差異のある分子量約 30kDa のたんぱく質が、小麦のどの部分から由来するか、ASW 小麦中

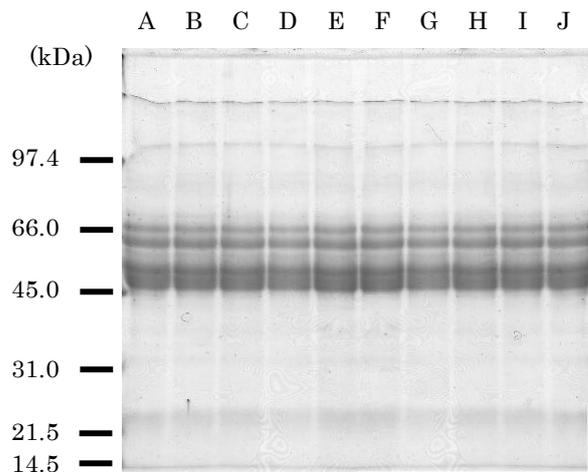


図3 グルテン画分の SDS-PAGE 解析

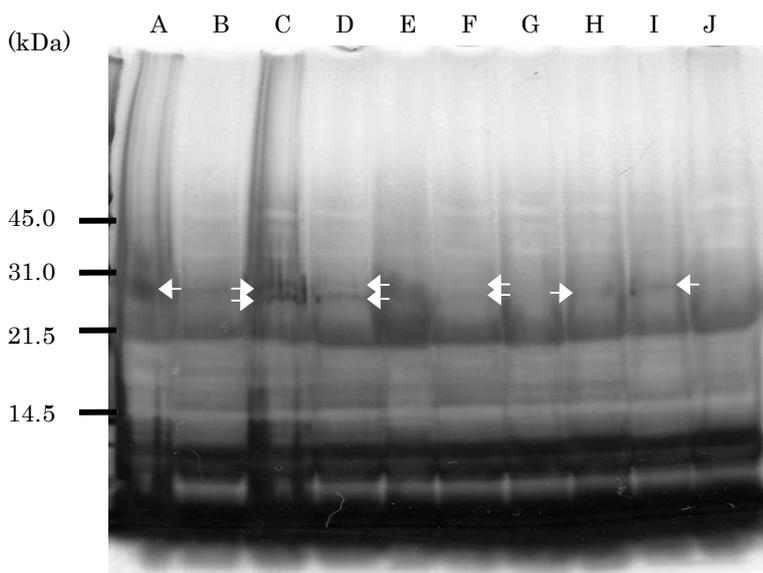


図4 グリアジン画分の SDS-PAGE 解析
矢印は分子量約 30kDa のたんぱく質を示す。

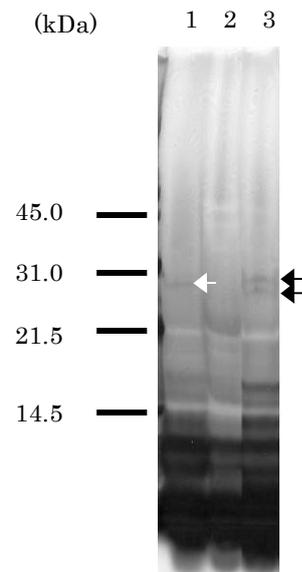


図5 小麦中心部、中間部、外皮近傍の
グリアジン画分の SDS-PAGE 解析
レーン1：中心部、レーン2：中間部、
レーン3：外皮近傍。
矢印は分子量約 30kDa のたんぱく質を示す。

心部、中間部、外皮近傍のグリアジン画分の SDS-PAGE 解析を行った (図 5)。小麦中心部では、分子量約 30kDa 付近に、1 本のたんぱく質バンドが検出された。また、外皮近傍には 2 本のたんぱく質バンドが検出された。一方、中間部ではどちらのたんぱく質バンドも検出されなかった。これらの結果より、グルテンの弾力と関連があると思われるたんぱく質は、小麦外皮近くから由来していると推定された。

グリアジンは低分子量側から順に α -、 β -、 γ -、 ω -グリアジンのグループに分けられている。Lee らはグリアジンの組成は産地等に影響されず、品種固有のものであると報告している³⁾。また、谷尾らは日本及びオーストラリアの小麦品種の全粒粉より抽出した γ -グリアジンについて、分子量 42kDa 付近のバンドにおいて品種間差があることを報告している⁴⁾。この分子量 42kDa 付近のバンドは今回の研究では、図 4 のほぼ全てのレーン、及び図 5 のレーン 2 (中間部) に見出される、銀染色では染色されずに白く抜けているバンドであると推定され、今回見出された 30kDa グリアジンとの関係は見られなかった。

30kDa グリアジンは α - もしくは β -グリアジングループに属するものの 1 つであると推定されるが、品種特異的であるのか、小麦に普遍的に存在し、小麦粒内での偏在により製品間で差が生じたものなのか、今後の検討が必要である。

またグリアジン以外にも、外皮近傍は中心付近に比べて、灰分、脂質、ビタミン含量が多く⁵⁾、これらがグルテンに及ぼす影響についても検討が必要であると思われる。

4. 結び

本研究の結果をまとめると、以下のとおりである。

- (1) 市販の製麺用小麦粉はグリアジンに製品間差が見出された。
- (2) グルテンの弾力や感触に影響を及ぼしていると思われるたんぱく質は、小麦外皮近くに存在していると推定された。

今回の研究で見出された異なる 30kDa グリアジンの存在を指標とすることで、外皮近傍まで製粉できる最適な挽砕条件を検討することができ、高品質な製粉が可能になると期待できた。

文献

- 1) 中島, 小島, 鈴木: 埼玉県工業技術センター研究報告, **4**, 231 (2002)
- 2) J. H. Woychik, J. A. Boundy and R. J. Dimler: *Arch. Biochem. Biophys.*, **94**, 477 (1961)
- 3) J. W. Lee and J. A. Ronalds: *Nature*, **213**, 844 (1967)
- 4) 谷尾, 田谷, 高山: 中国農業試験場研究報告, **19**, 47 (1998)
- 5) 長尾精一: 小麦の化学, P38 (1995), 朝倉書店