

炊飯に関する研究（第2報）  
加水比の異なる炊飯による米飯粒表面付着層の形成状態について

Study on Rice Cooking, Part 2 :  
Effect of Water Addition Ratio to Rice  
on the Adherent Layer of the Rice Grain Surface

奥田 玲子\* 石村 哲代\*\* 金谷 昭子\*\*\*  
Reiko Okuda Tetsuyo Ishimura Akiko Kanatani

**Key words:** 米に対する加水比 water addition ratio to rice ;  
表面付着層 adherent layer ; 米飯粒 cooked rice grain

緒 言

米飯粒の表面の状態は、外観のつやや粘りなどとの関連性から、米飯のおいしさを左右する主要なファクターの一つと考えられている。これまでも米飯粒表面のつやや粘りの形成には炊飯液中のさまざまな溶出成分が関与しているとする研究報告が多く見られるが<sup>1-4)</sup>、溶出成分中に存在する固形成分の米飯粒表面への関与について検討した研究報告はほとんど見当たらない。

著者ら<sup>5)</sup>はこの点に着目して、炊飯過程における炊飯液固形成分と、それに対応する付着層固形成分のそれぞれの量的変化を追跡することによって炊飯液中の固形成分による付着層形成のメカニズムを解明するとともに、日本穀物検定協会による食味評価ランクの高い品種の米飯粒（魚沼産コシヒカリ）は低い品種（兵庫県産中生新千本）に比べて付着層が厚く均一な状態にあることを示し、表面付着層の形成状態と食味との間には明らかに関連性があることを示唆する報告をおこなった。

本報では、こうした付着層の形成状態と食味との関連性をより明らかにすることを目的として、米に対する水加減（以下加水比とする）を変化させ、炊飯過程における炊飯液の多少が表面付着層形成、

ひいては米飯の食味に及ぼす影響について検討をおこなった。

炊き干し法による米飯の食味と加水比との関連性については、貝沼ら<sup>6)</sup>の加水比を米重量の1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5にして炊飯したとき、官能的には加水比1.3、1.4の米飯が総合的に高い評価を受け、1.2、1.5がこれに次ぐとする報告や、小西ら<sup>7)</sup>の加水比を1.2、1.4、1.5、1.6、1.8としたとき、品種が異なっても総合的な好ましさは加水比1.5～1.6あたりであるとする報告などがみられる。米の主成分であるでんぷんの糊化が十分に進み、適度なかたさと粘りをもったおいしい米飯を得るためには加水比を適量にすることが極めて重要である。加水比は米の品種をはじめ新古、搗精度、炊飯量、炊飯器の種類<sup>8)</sup>や、炊飯時の火力や加熱時間<sup>9)</sup>などによっても影響を受けるが、一般的には米飯の炊きあがり重量がもとの米の2.3倍程度のものが好まれるとされ（加水比1.3に相当）、これに炊飯中の水の蒸発量（加水量の10～15%）を加えたものが加水比1.5に相当するところから<sup>10-11)</sup>、従来からの調理実習書<sup>12-20)</sup>においては標準的な加水比を1.5としているものがほとんどである。

そこで本報では、同一品種の米に対する標準的加水比を1.5とし、加水比を標準よりも少ない1.3、標準よりも多い1.7として炊飯したときのそれぞれの米飯粒の表面付着層について、光学顕微鏡、および走査型電子顕微鏡（SEM）による米飯粒表面の

\* 四條畷学園短期大学 ライフデザイン総合学科

\*\* 四條畷学園短期大学 保育学科

\*\*\* 神戸女子大学 家政学部（2007年12月死去）

詳細な観察をおこなった。

また光学顕微鏡を用いて、米飯粒横断面の特定した部位に番地をつけ、前報<sup>5)</sup>と同様の方法によりそれぞれの部位の厚さの測定をおこなった。さらに各部位における表層部の損傷状態（破損箇所）を記録して、部位ごとにどのような特徴がみられるかについても検討した。その結果、加水比と米飯粒表面附着層との関連性について若干の知見を得ることができたので、それらについて報告する。

## 実験方法

### 1. 試料米

#### 1) 原料米

主原料米として、日本穀物検定協会の食味評価の基準米である複数産地コシヒカリのブレンド米のうち、食味評価ランクA'に匹敵する兵庫県社町産の中生新千本を用いた。これは、兵庫県農業経済連から継続的に品質の安定したものを入手した。

また比較米として、食味評価ランクが特Aである新潟県魚沼地区のコシヒカリを用いた。

いずれも、入手後は品質を保持するために、玄米のまま1kg毎にポリエチレン袋に入れて密封し、使用直前まで研究室の冷蔵庫（約10℃）で低温保存した。

#### 2) 試料精白米

低温保存した原料米は、温度変化や吸湿などによる品質の低下を防ぐため、搗精に先立ち必要分量をポリエチレン袋のまま室温で放冷した。これを、ニューワンパス精米機（SATAKE:BS-05A型）を用いて搗精し、歩留り約90%の精白米を得た。歩留りは、穀類計測板（百粒計数）を用いて玄米の千粒重と搗精後米粒の千粒重を測定し、(1)式により算出した。

歩留り(%) = 搗精後米粒の千粒重 / 玄米の千粒重 × 100 … (1)

搗精後得られた精白米は、2000μmメッシュのふるいを通して碎米を除去し、さらに目視で未熟米を取り除いて試料米とした。

### 2. 炊飯方法

標準的な炊飯方法は次の通りである。試料米150gをステンレス製のボウルに秤量し、米の5倍量<sup>2)</sup>の蒸留水750ml（20℃）を加えて軽く攪拌後水を

捨て、米を手の平で激しく約20回攪拌した。その後、同様に750mlの水を加え軽く3回攪拌し水を捨てた。この操作を3回繰り返した後、試料米を炊飯器の内釜に移し、米に付着した水を含めて加水比1.5になるように水を加え重量を合わせた。水を加えた試料米は内釜ごとクールニクス水槽中で20℃を保持しつつ、洗米を開始した時点から30分間浸漬をおこなった。

炊飯は、電気炊飯器（松下電器産業:SR-P04型）を用い、浸漬終了後直ちに加熱を開始した。炊飯中の温度は、電気炊飯器内にデータコレクター（安立計器:AM-7002）をセットして測定した。

### 3. 米飯粒表面の観察

#### 1) 試料米の調製

炊飯終了後の米飯は、釜の中心部の上部5cmくらいを取り除き、その下の部分を傷つけないように注意しながら直に取り出して氷の上のシャーレに移し、米飯粒に触れないように湿らせたガーゼで覆って5分間急冷した。

#### 2) 米飯粒の外観の観察

米飯粒の外観、すなわちつやや表面の状態を肉眼、および写真で観察した。

#### 3) 走査型電子顕微鏡（SEM）による米飯粒表面の観察

前報<sup>5)</sup>同様、米飯粒の観察試料を予め両面テープを貼付した試料台上に胚を左手前にして置き、イオンスパッタにより白金を蒸着させ、加速電圧15kV、倍率25倍の条件下でSEM（HITACHI:S-2360N）による観察をおこなった。なお、倍率25倍では上面全体の撮影は不可能であったので、部分的に撮影した像を連続的に接合して上面全体の写真を作成した。

#### 4) 光学顕微鏡による観察

前処理として米飯粒にスプレー式急冷剤（サンハヤト:134aQREI）を約5秒間吹き付けて凍結させた。この米飯粒の長軸の midpoint で Fig. 1 に示したように安全カミソリを用いてそれぞれ厚さ約20μmになるように、背腹経線を含み長軸に垂直に切断して向こう側に倒し、スライドガラス上に置いて米飯粒の横断面試料とした。この試料に0.02%ルテニウムレッド溶液を滴下、カバーガラスで覆ってプレパレートを作製し、40倍で光学顕微鏡により観察するとともに、写真撮影をおこなった。

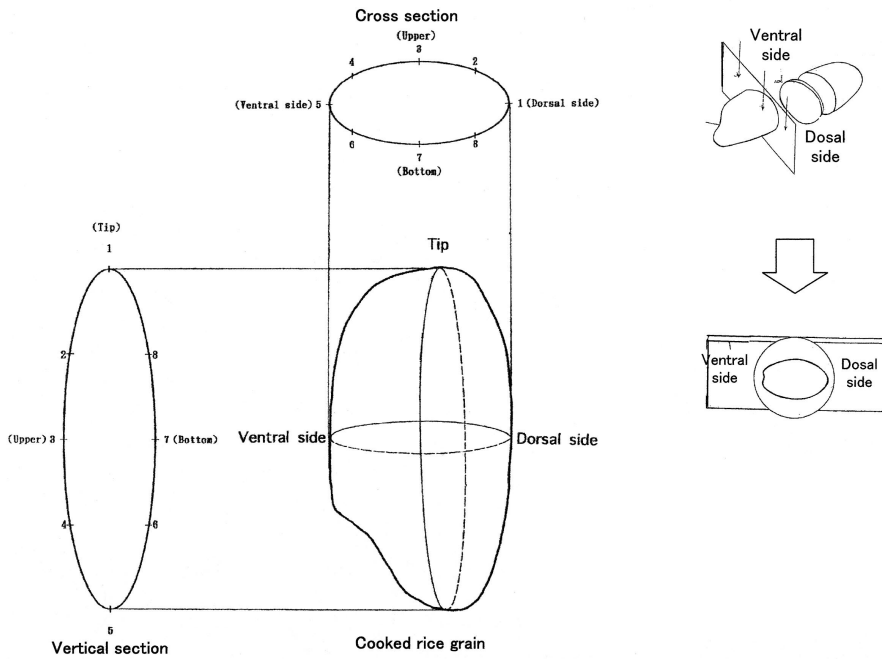


Fig.1 Procedure of preparation of microscopic specimen of cooked grain

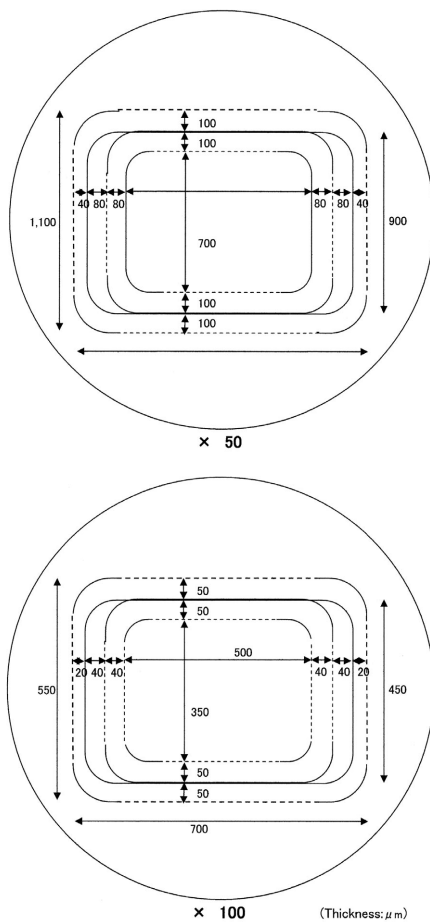


Fig.2 The microscopic measurement of thickness of the adherent layer of cooked rice grain

#### 4. 米飯粒表面付着層の厚さの測定

米飯粒横断面の光学顕微鏡観察試料に、Fig.2 のように番地を付け、部位を特定して表面付着層の厚さの測定をおこなった。測定に用いた光学顕微鏡のファインダー内の複数の線と、線と線との距離を Fig. 2 に示した。これらの距離は、予め対物マイクロメーターにより測定しておいた。

米飯粒表面付着層の厚さとは、米飯粒横断面の各番地における付着層の一番外側から元の米粒の表面までの距離とした。測定は、光学顕微鏡の視野をこまめに上下左右に動かすことでファインダー内の複数の線で挟まれる空間に各部位を当てはめながら、まず50倍で、次いで100倍でおこなった。測定回数はそれぞれ10回とし、各部位ごとの平均値を求めるとともに付着層全体の平均値を求めた。

また、付着層の厚さの測定時、元の米粒の表面に破損箇所が見られる場合には、その部位の測定値に br (= broken) の印を入れて記録し、グラフ上に×で示した。

#### 結果及び考察

1. 米飯のつや、および表面の状態の観察
  - 1) 異なる品種の米飯のつや、および表面の状態の比較

標準の加水比 1.5 で炊飯したときの中生新千本と魚沼産コシヒカリの米飯の写真を Fig.3 に示した。これより、食味が良いことで知られている食味評価ランク特 A の魚沼産コシヒカリの方が食味評価ランク A' の中生新千本よりつやが良く、表面の状態がなめらかであることが観察された。

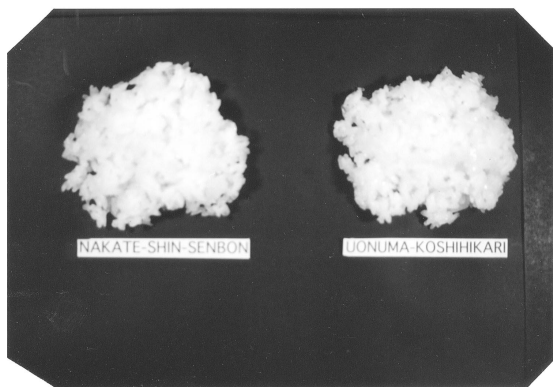


Fig.3 Surface of cooked rice grain  
Water addition ratio to rice:1.5

## 2) 加水比の異なる米飯について

中生新千本の加水比を 1.3、1.5、1.7 と変えて炊飯したときの米飯の写真を Fig.4 に示した。これより、加水比が大きいものほどつやが良く、表面の状態がなめらかであることが観察された。このように、加水比の増加に伴って米飯のつやが増し、表面の状態がなめらかになるのは、加水比が多くなるにつれて炊飯液中の固形成分の表層部への累積が進行して、元の米粒の表面を厚くコーティングしていくためと推察される。このことをさらに明らかにするため、次に走査型電子顕微鏡による米飯粒表面の観察を行った。

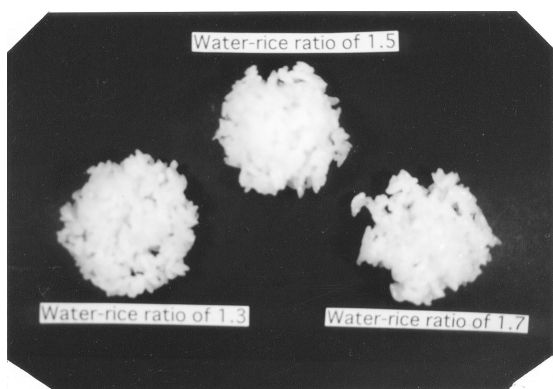


Fig.4 Surface of cooked rice grain  
(NAKATE-SHIN-SENBON)

## 2. 米飯粒表面層の状態

### 1) 走査型電子顕微鏡 (SEM) による米飯粒横断面表層部の観察と表面付着層の厚さ

中生新千本の生の米粒の SEM 写真を Fig.5 に示した。また同じ試料米について、加水比を変化させて炊飯したときのそれぞれの米飯粒の SEM 写真を、Fig.6(加水比 1.3)、Fig.7(加水比 1.5)、Fig.8(加水比 1.7) に示した。これらの写真を比較すると、加水比 1.3 の米飯粒の表層部には元の米粒の地肌部分が多く観察されるが、1.5、1.7 と加水比を増すごとに地肌部分が少なくなり、コーティング部分(表面付着層)が増えて表面がなめらかになっていく様子が観察された。特に加水比 1.7 の米飯粒表面には元の米粒で観察された地肌部分がほとんど見当たらず、米飯粒表面全体が厚くコーティングされてなめらかな状態になっている様子が観察された。これらの一連の加水比を変化させたときの米飯粒の表層部の状態変化からみて、Fig.4 の写真で観察されたような加水比を変化させたときの米飯のつやの違いは、このような表面付着層の厚さや状態の変化によるものであろうと推察された。そこで、異なる加水比の米飯について、さらに光学顕微鏡を用いて表面状態の違いを観察するとともに、前報<sup>5)</sup>で開発した方法により表面付着層の厚さの測定を行った。

### 2) 光学顕微鏡による米飯粒横断面の観察

中生新千本の生の米の横断面を Fig.9 に示した。また同じ試料米について、加水比を変化させて炊飯したときのそれぞれの米飯粒横断面の写真を Fig.10(加水比 1.3)、Fig.11(加水比 1.5)、Fig.12(加水比 1.7) に示した。加水比 1.5 の米飯粒の横断面の外周の内側に見られる鮮明な境界線は、元の米粒の表層であると考えられ、その外側には生の米粒には見られなかった色の薄い部分、すなわち米飯粒表面付着層が観察された。この加水比 1.5 の米飯では周辺部に付着層の無い箇所はほとんどなく大部分が付着層に覆われていたが、その厚さは必ずしも均一ではない様子が観察された。一方、加水比 1.3 の米飯では加水比 1.5 に比べて全体的に付着層が薄く、また付着層がついていない地肌部分も観察された。これに対して加水比 1.7 の米飯粒では 1.5 よりももっと厚い付着層で覆われている部位が多かったが、1.5 に比べて、特定の部位に大きな破損箇所が多く存在するのが認められた。



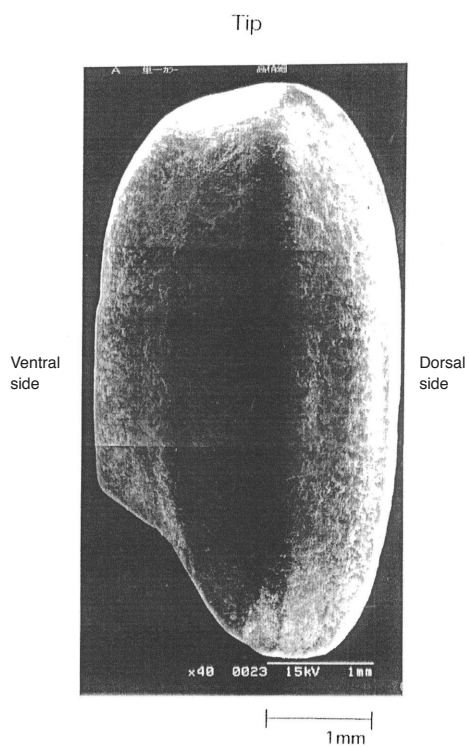


Fig.5 Surface of raw rice grain ( × 40)  
(NAKATE-SHIN-SENBON)

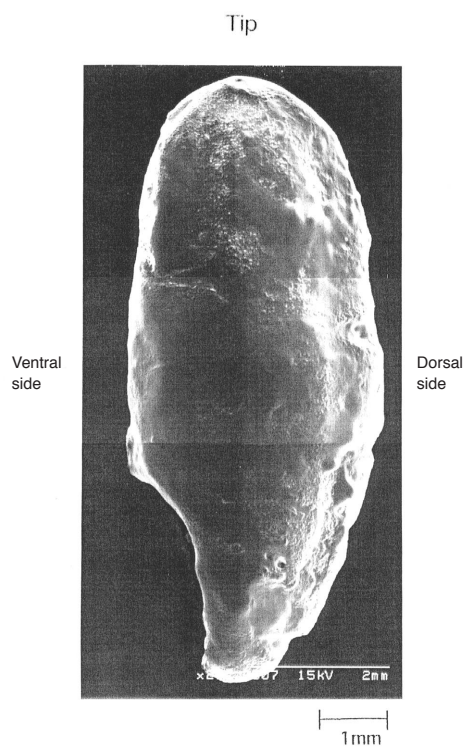


Fig.6 Surface of cooked rice grain ( × 25)  
Water addition ratio to rice : 1.3  
(NAKATE-SHIN-SENBON)

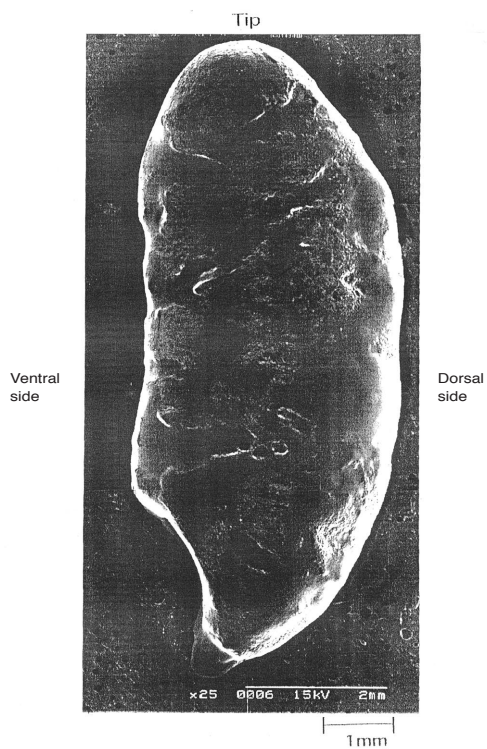


Fig.7 Surface of cooked rice grain ( × 25)  
Water addition ratio to rice : 1.5  
(NAKATE-SHIN-SENBON)

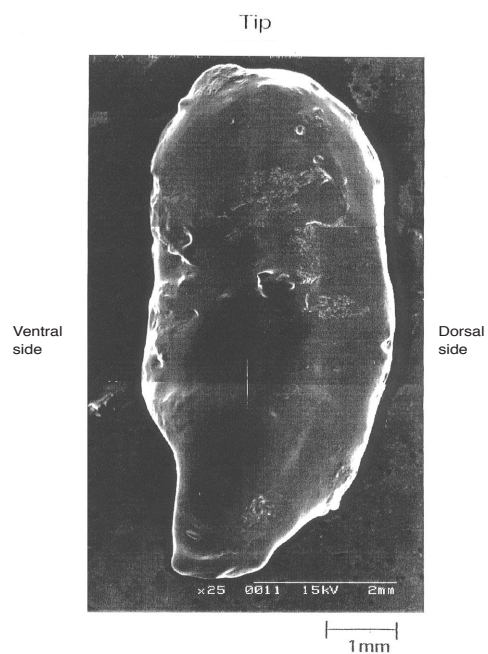


Fig.8 Surface of cooked rice grain ( × 25)  
Water addition ratio to rice : 1.7  
(NAKATE-SHIN-SENBON)

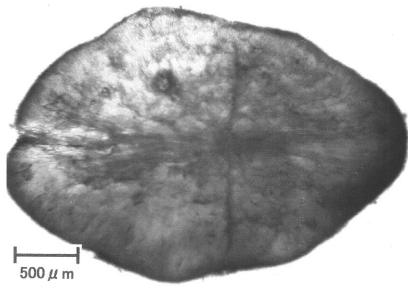


Fig.9 Cross section of raw rice gain (× 40)  
(NAKATE-SHIN-SENBON)

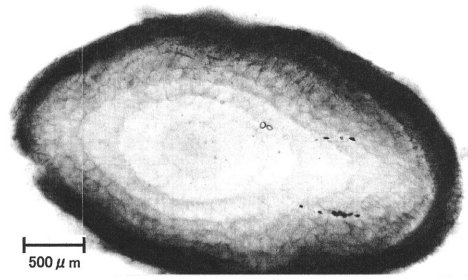


Fig.10 Cross section of cooked rice gain (× 40)  
Water addition ratio to rice : 1.3  
(NAKATE-SHIN-SENBON)

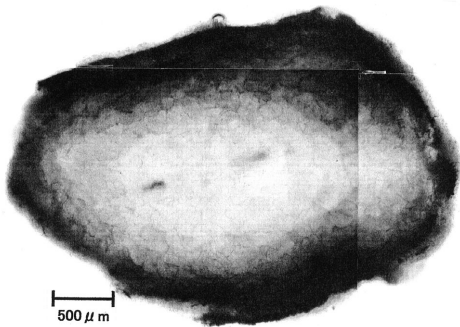


Fig.11 Cross section of cooked rice gain (× 40)  
Water addition ratio to rice : 1.5  
(NAKATE-SHIN-SENBON)

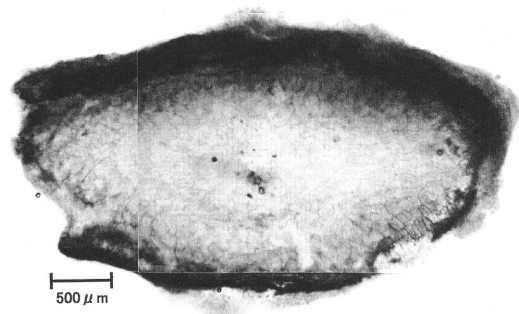


Fig.12 Cross section of cooked rice gain (× 40)  
Water addition ratio to rice : 1.7  
(NAKATE-SHIN-SENBON)

以上のように加水比の増加につれて米飯粒の表面が付着層によって厚くコーティングされていくという観察結果は前述のSEM写真で示した結果と合致するものであったが、光学顕微鏡による横断面試料の観察からは、SEMでは観察できなかった特定の部位における元の米粒表面の損傷状態をよく観察することができた。

そこで、付着層の形成状態について、部位による特徴的な傾向を見出すために、Fig.1で示したように、米飯粒横断面に番地を付けて部位を特定し、それぞれの部位における表面付着層の厚さの測定とともに破損箇所の記録もおこなった。

### 3. 米飯粒表面付着層の状態および、米飯粒表面付着層の厚さ

米飯粒表面付着層の厚さの測定結果をTabl 1に示した。これより、加水比の増加に伴って付着層の厚さが増していくことが測定値のうえからも明らかになった。また、付着層の厚さの測定結果をそれぞれFig.13(加水比: 1.1.3, 2.1.5, 3.1.7)にグラフで示し、加水比の違いによる付着層の厚さの比較をおこなった。グラフの横軸は番地を、縦軸

は付着層の厚さを示しており、各部位ごとの中央値をとったものを実線で示した。これより、加水比1.3の米飯では表面付着層の厚さの分布は170μmまでの範囲にあり、厚さの平均は50~100μmであった。これに対して加水比1.5と1.7の米飯の付着層の厚さは何れも200~300μmまでの範囲に分布しており、平均値は加水比1.5の場合100μm前後、加水比1.7の場合は115μm前後と、加水比が増すにつれ付着層の厚さが増していくことがグラフのうえからも確認された。なお米飯粒表面付着層の厚さの平均値のばらつきは、加水比1.5が最も小さく、1.7が最も大きかった。また加水比1.7では、全ての部位で測定値0が見られず、付着層に覆われていない部位のないことが確認された。この結果は前掲のFig.12のSEMによる観察結果とも合致するものであった。

さらに各部位における元の米粒表面の損傷状態を示した×(broken)の割合の平均値は、加水比が1.3のとき17%、1.5のとき26%、1.7のとき42%と、加水比の増加とともに破損箇所が多くなる傾向が認められた。また部位別で見ると、特に腹側(部位5)において破損が多いことが特徴的であった。

Table 1 Thickness of the adherent layer of cooked rice grain (NAKATE-SHIN-SENBON)

	Dorsal side		Upper	Ventral side			Bottom		$\bar{X} (\mu\text{m})$
	1	2	3	4	5	6	7	8 ( $\mu\text{m}$ )	
Water addition ratio to rice=1.3 (n = 10)	75.0 ±45.8	107.0 ±44.7	83.8 ±52.4	70.0 ±51.6	49.0 ±39.6	68.0 ±47.6	67.0 ±47.9	46.0 ±34.7	70.7±19.3
Water addition ratio to rice=1.5 (n = 10)	105.6 ±81.1	100.6 ±65.8	91.7 ±60.7	75.0 ±67.2	105.0 ±45.5	106.7 ±64.4	88.9 ±61.9	103.3 ±81.9	97.1±11.1
Water addition ratio to rice=1.7 (n = 10)	144.0 ±49.7	139.0 ±50.4	114.0 ±78.1	79.0 ±34.1	126.0 ±69.2	88.0 ±45.4	122.0 ±68.3	128.0 ±58.8	117.5±23.1

\*\*\* p<0.001

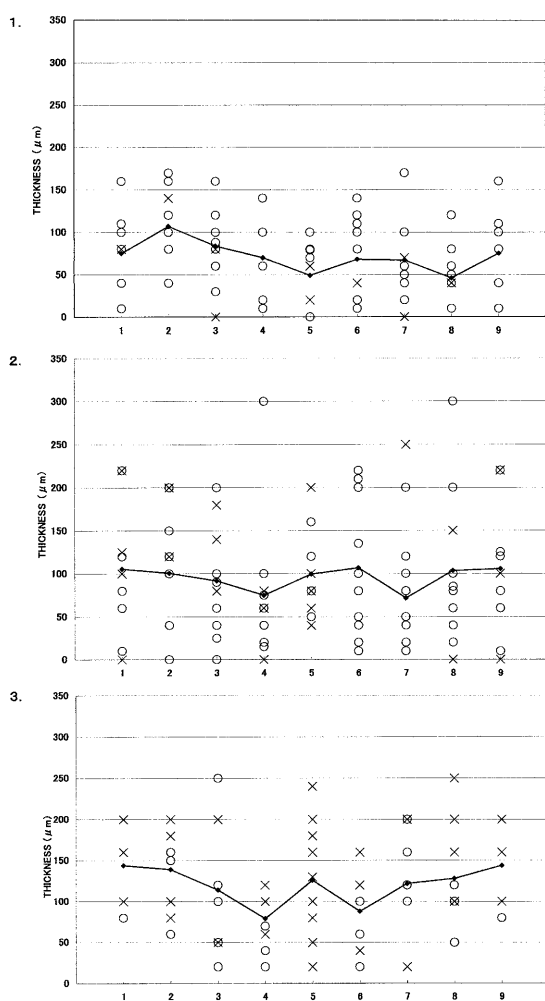


Fig.13 Adherent layer and damage of cooked rice grain surface  
Water addition ratio to rice : 1. 1.3 , 2. 1.5 , 3. 1.7  
(NAKATE-SHIN-SENBON)  
○:No damaged ×:Broken

前述したように、本報では、一般的に最も好ましいとされている加水比 1.5 を標準的加水比としたが、表面付着層の状態は、この標準的な加水量よりも多い加水比 1.7 の米飯粒の方が、部位によって

は大きな破損箇所が幾つかみられるものの全体的に厚くコーティングされ、外観はなめらかで、つやのある様相を示していた。

著者らは、前報<sup>9)</sup>において、加水比を同じ 1.5 にして炊飯したときの米飯を比較したところ、食味評価ランクの高い特 A の魚沼産コシヒカリの方が、食味評価ランク A' の中生新千本よりも表面付着層が厚く均一であることを見出し、この付着層の厚さと均一性が米飯のつやや粘りに関連して食味評価を高める要因の一つとなっているのではないかということを示唆した。しかし本報では、標準的加水比 1.5 に比べて、加水量が標準よりも多いため、嗜好的には食味評価が 1.5 よりも劣ると考えられる加水比 1.7 の米飯粒表面の方が全体的に付着層で厚く覆われ、なめらかで、つやがあるという結論に達したことから、表面付着層の厚さによる外観のなめらかさやつやの違いが必ずしも米飯の嗜好性を左右する決定的な要因とはなっていないということが明らかになった。加水比が適量を越えて 1.7 と多くなりすぎると、前述したように、元の米粒の腹側部分に大きな破損箇所が幾つか観察されることから、そこから炊飯液が侵入して米飯粒の水分含量が増し、米飯のかたさや粘りが減少して嗜好的に好まれなくなるのではないかと推察される。これらの結果は、米飯の嗜好は、表面付着層の厚さによる外観のなめらかさやつやの状態だけでなく、元の米粒表面の損傷状態の多少も付着層の厚さや食味を左右する要因の一つになることを示唆するものであり、米飯の食味と表面付着層との関連性については、こうした点からも検討する必要があるのではないかと考える。



## 要 約

1. 肉眼、および写真でみた品種の異なる米飯の外観は、食味のよいことで知られる食味評価ランク特Aの魚沼産コシヒカリの方が食味評価ランクA'の中生新千本よりもなめらかでつやのよいことが観察された。また、同じ中生新千本で比較すると、加水比が大きくなるほど外観のつやが良く、なめらかであることが観察された。
2. SEMによれば、加水比1.3の米飯粒表面に多くみられる元の米粒の地肌部分が、加水比を1.5、1.7と増すごとに少なくなり、滑らかなコーティング部分（表面付着層）が増えていく様子が観察された。特に加水比1.7の米飯粒表面は元の米粒の地肌がほとんど見当たらず、全体がコーティングされて米飯粒表面全体がなめらかな状態になっていることが観察された。
3. 米飯粒横断面試料を光学顕微鏡で観察した場合にも、加水比の増加につれて米飯粒の付着層の厚さが増していく様子が見え、これはSEMによる観察結果と合致した。一方、加水比が増すにつれて元の米粒表面の特定の部位に大小の破れが認められたが、加水比1.7において特にこの傾向が顕著であった。
4. 光学顕微鏡により、米飯粒横断面試料の表面付着層の厚さを部位を特定して測定した結果、その平均値は、加水比1.3の米飯においては50～100 $\mu$ m、加水比1.5では100 $\mu$ m前後、加水比1.7では115 $\mu$ m前後となっており、加水比の増加に伴って付着層の厚さが増していく様子が数値のうえからも確認された。
5. 米飯の表面付着層の破損箇所は、横断面の部位を特定して記録した結果、加水比1.3では17%、1.5では26%、1.7では42%となっており、加水比が増えるにつれて破損箇所が増える傾向が認められた。また部位による特徴としては、総じて腹側に大きな破損箇所が多く認められた。
6. 一般的に食味のよい米飯が得られるとされている標準的加水比1.5の米飯に比べて、加水量が標準量よりも多いために食味的には劣る加水比1.7の米飯粒表面の方が、付着層に厚く覆われ、全体的になめらかで、つやのある外観を呈していた。これは米飯のおいしさは表面付着層の形成に基づくなめらかさやつやなどの外観による影

響も受けるが、それ以上に加水量の多少による米飯のかたさや粘りなどの影響の方を強く受けることを示す結果といえ、表面付着層による外観の状態の如何が、必ずしも米飯のおいしさを左右する決定的な因子とはいえないことが示された。加水比1.7の場合、元の米粒の腹側部位に大きな破損箇所が多く観察されたところから、米飯の食味と表面付着層との関連性を明らかにするためには、付着層の厚さだけでなく、特定の部位で多くみられる米粒表面の損傷状態との関連性についても検討していく必要があると思われる。

## 文 献

- 1) 貝沼やす子, 関千恵子 (1983), 米の調理に関する研究 (第3報)炊飯条件として(沸騰に至るまで)の加熱速度, 家政誌, 34(11), 690-697
- 2) 貝沼やす子 (1987), 昭和62年度大阪市立大学生活科学部 学位論文, 142-152
- 3) 本間伸夫, 佐藤恵美子, 渋谷歌子, 石原和夫 (1983) 炊飯に伴う米の外観, テクスチャー, 香味の変化について, 家政誌, 34(11), 698-704
- 4) 花城勲, 太田健介, 竹田千重乃, 水上浩之, 竹田靖史 (2004), 炊飯時に溶出する澱粉成分の構造と米飯の付着性, *J. Appl. Glycosci.*, 51(4), 349-354
- 5) 奥田玲子, 石村哲代, 金谷昭子 (2009), 炊飯に関する研究 (第1報) 炊飯液中の固形成分と米飯粒表面との関連性について, 調理科学 42 (6), 394-403
- 6) 貝沼やす子, 江間章子 (1987), 加水量が炊飯に及ぼす影響, 家政誌, 38 (7), 567-575
- 7) 小西雅子, 杉山智美, 寺崎二郎 (1992), 米飯のおいしさに及ぼす品種, 加水量の影響, 東京ガス基礎技術研究所報告, 37, 157-164
- 8) 新調理研究会編 (1997), これからの調理, 理工学社, 25
- 9) 貝沼やす子 (1994), 米の調理, 調理科学, Vol.27, No.4, 42
- 10) 金谷昭子編 (2008), フローチャートによる調理科学・実習, 医歯薬出版, 28
- 11) 山崎清子他 (2003), 新版 調理と理論, 同文書院, 51
- 12) 山崎清子他 (2003), 新版 調理と理論, 同文書院, 54
- 13) 調理指導研究会編 (2007), 新調理学実習 Cooking, 光生館, 16
- 14) 栗津原宏子他 (2006), たのしい調理 - 基礎と実習 -, 医歯薬出版, 22
- 15) 川端晶子監修・著 (2007), イラストでわかる基本調理, 同文書院, 34
- 16) 金谷昭子編・著 (2008), 食べ物と健康 調理学, 医歯薬出版, 69



- 17) 中嶋加代子編著 (2007), 調理学の基本 - おいしさと健康を科学する -, 同文書院, 126
- 18) 下村道子・中里トシ子編著 (2004), 図解による基礎調理, 68
- 19) 西堀すき江編著 (2007), 食育に役立つ調理学実習, 建帛社, 32
- 20) 下村道子・和田淑子 (2002), 調理学, 光生館, 81
- 21) 石村哲代, 奥田玲子, 加来希, 金谷昭子 (1997), 日本家政学会第 49 回大会研究発表要旨集, 146

－ 20010. 3. 30 受稿、20010. 3. 31 受理－