新形質米の性状と調理特性

高橋 節子*

Comparison of Physical Properties and Cooking Quality of Newly Developed Rices

Setsuko TAKAHASHI

Kyoritsu Women's University

(2-2-1, Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo 101, Japan)

Several newly developed rice types were compared with a widely used standard rice variety (nihonbare); the physical properties of the cooked rices were measured and evaluated by sensory analysis and visual appearance. Chemical properties and physical properties such as viscosity and gelling properties of rice starch and rice flour were measured.

There was clear relationship among amylose content, high amylopectin Fr. II and eating quality. All the newly developed rices showed different characteristic properties, we were able to utilize these properties in cooked rice and processed foods by appropriate cooking method and processing.

わが国における米の消費量は昭和 37~38 年をピークに減退し米の潜在的な需給ギャップは今後も拡大する傾向にある。需給の均衡化を図るためには、多様化している米の消費者ニーズに対応し米の総合的な需要拡大を図る必要がある¹⁾。そこで、新しい素材開発としての新形質米の研究では、稲の品種改良や栽培改善など生産過程の研究と、そこから生ずる成果を調理・加工の過程の試験研究に結びつけることを特徴とし、生産から利用までの一貫した技術開発が大きなねらいとされた。

新しい形質をもつ稲の開発について、ジャポニカは狭い遺伝的性質から、これ以上の品種改良や品質の変換の著しい変異は期待できないところまできている²⁾。そこで、世界の米がもつ豊富な品質変異を日本の稲に活用することにより、従来の米の形質と大幅に異なる遺伝資源の作出が可能となり、すでに多様な新形質素材が開発されている³⁾。すなわち、巨大粒米、細長粒米、アミロース含量の異なる米、巨大胚米、高蛋白質米、着色米、そして香り米⁴⁾などである。

食の多様化が進む中で、消費者は本物・健康指向とと

もに嗜好性や簡便性などさまざまな品質を求めるようになった。これら消費者の望む用途を見つけたし、それに適した品種を作ろうとして、良食味米、巨大胚米、粘りの少ないピラフ用、粘りのあるあられ用、大きい粒の酒米用、着色用の有色素米などが開発されたわけである。

これら新形質米の特性を生かす調理・加工技術の開発には、新形質素材の性状が従来の米と比較してどのような違いがあるかを把握することが先決である。そこで、本報告では新形質米に関する基礎的研究として、米ならびに米粉、米澱粉などの調理特性を明らかにするとともに米澱粉の性状や構造的特徴が白飯の物性や食味特性にどのように関与するか検討した結果についても述べることにする。

1. 新形質米の来歴および特徴

試料とした新形質粳および糯米の来歴と特徴は次の通りである。

高アミロース米のホシユタカ (中国農試)⁵⁾はわが国初の細長粒米品種で、良質の「中国 55 号」を母とし多粒性、トピイロウシカ抵抗性の「KC 89」(インド型)を父として交配育成されたものでアケノホシと姉妹品種で

* 共立女子大学調理学研究室 (101 東京都千代田区一ツ橋 2-2-1)

ある。

彩 (上川農試)⁶⁾は低いアミロース遺伝子の導入による北海道産米の食味水準の飛躍的向上を目標に、道北43号を母に「キタアケ」を父として交配育成された、低アミロースの良食味米で中間糯ともいわれる。

香り米のサリークォーン (農研センター)⁷⁾はパキスタンやインドなどで高級米として生産されているバスマティ米の特徴を残しながら、日本で栽培しやすく改良した米でバスマティの主要品種「Basmati 370」と日本晴との雑種後代から育成され、細長粒でソフトな舌触りが特徴である。サリークォーンの香りを除いた無香り米がサリークォーン変種である。

多収米のハバタキ (北陸農試)⁸⁾は韓国のインド型品種「蜜陽42号」と「蜜陽25号」の交配による。これらはIR8=「ミラクルライス」として著名なIRRIの育成品種で韓国の緑の革命の端緒となった著名な育種品種の系統である。

巨大粒のオオチカラ (北陸農試)⁹⁾は日本型の大粒品種「たいほう」とインド型の長粒品種「長香稻」との交配組合せにより澱粉用として育成され、炊くと普通米の2倍の大きさとなる。北陸142号⁹⁾は「IR2061-214-3」を母とし「密陽21号」を父として人工交配を行って育成された多収米系統の高アミロース米である。

北海269号 (北海道農試)⁹⁾は巨大胚系統で粗玄米の油脂含量は3%と普通品種の2.5%に対し多く、脂肪酸組成は質的に大差がないことが示され油脂用や胚芽米用として期待されている。

西海187号 (九州農試)¹⁰⁾は多収のコチヒビキと大粒のBG25との組合せによる大粒・多収米で蛋白含量が低く醸造に適する特性をもつ。西海191号は細粒品種の(CPSLO)と良品質種「トヨニシキ」の組合せによる細長粒で調理・加工用として注目されている。

東糯396 (東北農試)¹¹⁾はインドネシア・バリ島在来梗の紫黒米に日本の糯品種を交配した日本初の紫黒糯の改良系統であり、東北糯149号は東糯396の収量を高める目的で改良されたものである。

鴻280 (農研センター)¹²⁾は中国雲南省の紫黒糯米を日本に適するように改良したインド型の紫香糯である。

中国糯119, 120, 130号 (中国農試)¹³⁾はアケノホンと「みのたまもち」の後代より育成された姉妹系統で多収型。中国糯124号はホシユタカ (多収系3) とヤシロモチの後代より育成されたインディカ型の多収糯である。

2. 新形質米の食味特性

セマンティック・ディファレンシャル (SD) 法による官能評価

米および米飯に対するイメージや嗜好性を把握し調理との関連を明らかにするとともに、米に対する要求度を知る目的でSD法による官能評価を行った。評価項目は米の外観、白飯の外観、風味、食感、そして嗜好的イメージについての計25項目とし7段階評点法により、パネルは共立女子大学食物学科学生31名で行った。試料は平成元年産米を用い、加水量は米重量の1.5倍 (糯米は1.0倍) とし電気炊飯器により炊飯した。

各評価項目の平均評点をプロットしたFig. 1¹⁴⁾から各試料米のプロファイルを求めると、基準米の日本晴は光沢があり粒が均一で、ふっくらしていて美味しく必要性を感じる米である。北海269号は日本晴に近似の傾向を示し、オオチカラは風味・食感は日本晴に近いが外観・嗜好的イメージでは日本晴とは対照的な傾向を示している。着色糯の東糯396は光沢・風味・粘りがあり、軟らかくて美味しく必要性を感じる米であり、ホシユタカは透明感のある細い米で、飯は光沢・粘りがなく硬くて呑み込みにくいなどの傾向を示した。

白飯の食味特性の特徴を因子分析により抽出した結果、第一因子は食感の因子であり、第二因子は飯の外観、第三因子は嗜好的イメージそして第四因子は米の外観と四つの因子を抽出することができた。硬さや粘りの違いが大きく、また、色や形状に差のある新形質米において、飯や米の外観がともに重要視されたと考えられる。

3. 新形質梗米の炊飯特性

1) 梗米の吸水率、ヨード呈色度、加熱吸水率および膨張容積

梗米の吸水率や吸水速度には試料間に差がみられホシユタカは吸水率が低く、西海187号・191号、および北陸142号とともに吸水速度が速く、これらは浸漬時間を短縮できる効果が認められた。

加熱吸水率および膨張容積は長粒米のサリークォーンおよびホシユタカが大きい値を示した。ヨード呈色度については、サリークォーンおよびその変種が高く西海187号は日本晴に近く、西海191号と北陸142号はこれらの中間の値を示し¹⁵⁾、インディカ系の米は加熱による影響が大きく、炊飯液中にも澱粉が溶出しやすいといえる。

Fig. 1. Average qualities of cooked rice by the semantic differential method.

Panel : 31 women students of Food and Nutrition. ○, Nihonbare ; ●, Aya ;
▲, Ochikara ; △, Hokkai 269 ; □, Hoshiyutaka ; ■, Tomochi 396.

2) 白飯の物性

白飯のテクスチャーはテンプレッサー（タケトモ電機製 TTP-50-BX）により求めたがサリークィーンは硬

さ・付着性ともに小さくホシユタカは硬さが大で付着性は小さく粘りのない飯であり、オオチカラは硬さ・付着性ともに大きい傾向を示し、日本晴はこれらの中間の値

Fig. 2. Firmness and adhesiveness of cooked rice as measured by tensi-pressure (Three grain method).

Rice grains were compressed ten consecutive times to 85% of original thickness. O, Nihonbare; □, Dohoku 43; ■, Habataki; △, Ochikara; ●, Sari-queen; ▲, Hoshiyutaka.

Fig. 3. Breaking strain-stress correlation of six cooked rice varieties as measured by creep meter.

I, Aya; II, Tomochi 396; III, Hokkai 269; IV, Nihonbare; V, Ochikara; VI, Hoshiyutaka.

を示すなど、試料間には明らかな差が認められた (Fig. 2)¹⁶⁾.

白飯の破断特性はクリープメーター (山電製レオナー RE-3305) を用いて測定し結果を Fig. 3 に示した¹⁷⁾. この図から破断点からの曲線の上昇が大きい東糯 396 や彩, オオチカラは粘りのあることを示し, ホシユタカや北海 269 号は粘りの少ない飯といえる. 破断特性値から, 噛むときに要する顎の力としての破断エネルギーは, 彩と東糯 396 は日本晴の約 1/2 と小さく, ホシユタカは約 2 倍の値を示し, 破断試験における破断エネルギーは試料間の差を大きくとらえることができ, 新形質白飯の物性測

Table 1. Breaking properties of cooked rice as measured by creep meter.

Sample	Breaking stress $\times 10^6$ (dyn/cm ²)	Breaking strain $\times 10^{-1}$ (cm/cm)	Breaking energy $\times 10^5$ (erg/cm ³)
Nihonbare	1.64	4.07	3.41
Aya	0.97	3.31	1.72
Hokkai 269	1.48	3.43	2.66
Ochikara	1.76	5.22	4.75
Hoshiyutaka	2.29	5.42	6.14
Tomochi 396	0.98	3.38	1.95

定の一つの指標としてあげることができた (Table 1)¹⁷⁾.

3) ホシユタカの食味特性と炊飯方法

粘りがなく硬さが大で呑み込みにくいなどの評価を示したホシユタカは, 炊飯時の加水量を米重量の 1.5 倍から 2.0 倍まで増すことにより, 硬さは低下し飯の水分含量は増加してそれぞれ日本晴に近似した. 付着性もわずかながら増すなどテクスチャーの改良効果が認められ, やわらかく食べやすい白飯となることが明らかとなった (Fig. 4)¹⁶⁾.

インディカ米は湯取り法で炊飯されることが多いことから, ホシユタカの物性に及ぼす影響を普通炊飯と比較したところ, 湯取り法で炊いたホシユタカは破断応力, 破断エネルギーともに普通炊飯の約 1/2 に低下し, 日本晴に似た破断曲線を描くことが明らかとなった¹⁵⁾. インディカ系のホシユタカは加熱吸水率や膨張容積が大で, ヨード呈色度が高いなど熱による変化が大きいことから, 沸騰水中での加熱により主として低分子のアミロースの溶出が大きいと, 茹で汁を除く湯取り法の飯が軟らか

Fig. 4. Effects of the addition of water on firmness and adhesiveness of cooked rice "Hoshiyutaka."

□, Nihonbare ; ■, Hoshiyutaka.

くなったと考えられる。

4. 各種米料理の性状と食味特性

1) 粥・ライスプディング

5分粥を電気炊飯器により調製し、テンシプレッサーを用いたテクスチャーの測定から¹⁸⁾、ホシユタカは硬さ・付着性ともに小さい値を示し軟らかくて粘りのない粥が得られた。また、継続圧縮した場合の硬さの低下が大きいことから咀嚼による抵抗性の少ない粥ともいえる。良食味米の彩は付着性が大きく日本晴に次いで硬さのある滑らかな粥であり、冷凍後の性状の変化が少ない。サリークォーンは硬さの小さく軟らかい粥で、日本晴は硬さが大きく粘りの少ない性状を示した (Fig. 5)。調製直後の粥をブレンダーで磨砕し粘度の測定を試みたところ、彩、オオチカラ、ハバタキは低く、サリークォーンは高い粘度を示した。ホシユタカは時間経過に伴う粘度の上昇が著しく (Fig. 6)、また、冷凍後の形状変化が大きいなどから冷凍保存には適さず、調製後すぐに供する粥として利用できる。

牛乳で調製するライスプディングの官能評価から、滑らかで硬さや粘りが適度にある低アミロースの彩は嗜好性が高い。また、ホシユタカは調製直後のさらっとした性状が好まれる傾向を示し、牛乳との調和もよく、カルシウム摂取の面からも大いに期待できる調理法の一つとされている。

2) ピラフの性状

β -アミラーゼ・ブルナーゼ (BAP) 法¹⁹⁾によりピラフ調製直後の糊化度を測定したところ、ホシユタカは79%と日本晴に比べて低く糊化しにくいことを示し、また冷凍後の再加熱度においても糊化の上昇は少なくピラフの加工に適するといえる (Table 2)。高アミロース米の

Fig. 5. Firmness and adhesiveness of rice gruel as measured by tensi-pressure.

□, Nihonbare ; ■, Sari-queen ; ▨, Aya ; ▩, Habataki ; ▤, Ochikara ; ▥, Hoshiyutaka.

Fig. 6. Viscosity of rice gruel by rotation viscometer.

After cooking, the rice gruel was briefly blended to consistency, and then maintained before measuring at 60°C in a water bath. ○, Nihonbare ; □, Aya ; ■, Habataki ; △, Ochikara ; ●, Sari-queen ; ▲, Hoshiyutaka.

ピラフは硬さが大で付着性の小さい物性を示し、官能評価においては細長粒で粘りのないホシユタカを好む者と、軟らかく粘りや味のある日本晴を好む者とに分かれる傾向を示した。

ピラフは洗米した後バターで炒め炊飯するが、高アミロース米は粘りが少ないことから炒め操作を省略することが可能であり、また、炒めやすいなど調理操作の面から作業性の向上に効果的である。また、ソフト感のある食べやすいピラフを調製するには、加水量を多めにして炊く、炒めずに油脂とともに炊き込む方法や、炊飯した後にバターを混ぜ込む方法などがあげられ、これらは食味の向上に役立つと考えられる。炊いた後に炒める炒飯 (Chiao fan) では、粘りの少ないホシユタカやサリー

Table 2. Changes in the degree of gelatinization of pilaf during freeze-thaw cycles.

Sample	After cooking (%) [*]	Freeze-thaw cycles					
		1 Re-heating		5 Re-heating		10 Re-heating	
		before (%) [*]	after (%) [*]	before (%) [*]	after (%) [*]	before (%) [*]	after (%) [*]
Nihonbare	97	93	95	57	82	44	71
Aya	99	95	96	80	95	59	84
Hoshiyutaka	79	76	77	49	59	43	54

^{*} Degree of gelatinization (%), Alkaline gelatinized 100%.

Fig. 7. The qualities in taste and texture of orange rice by ranking method.

○, Nihonbare ; ■, Aya ; ▲, Ochikara ; ●, Hokkai 269 ; □, Hoshiyutaka ; △, Tomochi 396.

クィーンは炊飯直後の暖かい飯でも炒めやすく、仕上がりの良い炒飯が得られる。

3) オレンジライス・レモンライス

オレンジライス²⁰⁾の官能評価から¹⁴⁾、粘りがなく硬さのあるホシユタカは日本晴に次いで嗜好性が高く、着色糯や低アミロース米は好まれない傾向を示した (Fig. 7)。セロリの風味をきかせた中近東風の米料理オレンジライスは、女子学生の嗜好に合う調理法の一つであり、インディカ系のホシユタカの効果的な調理法としてあげることができる。同様に、レモンの皮やジュースで風味付けした爽やかな味のレモンライスも粘りの少ないホシユタカやサリークィーン変種が適し、これらは主食として、または各種料理の付け合せとして幅広く利用できる。

4) 米のタルト

タルトの官能評価において²¹⁾、香り米のサリークィー

ンは形状の良さと滑らかな食感で高い嗜好性を示した。しかし、香りの強さから総合評価で好まれない傾向を示したことから、香り米の使用量を調節することにより、食感を損ねることなく嗜好性を高めることができた。また、香りのないサリークィーン変種を用いることにより、形状・食味ともに好まれる製品が得られた。米のタルトは冷凍後の食味の低下が少ないことからスナック食品として利用できる。サリークィーンの香りについての評価は個人差が大きく嗜好は二分される。しかし、香りは馴れにより受け入れやすくなると考えられ、香り米の香りが品種固有の特性として認められることを期待したい。

5) ライスボールシチュー

ライスボールシチューの場合²¹⁾、軟らかく粘りのある、まとまりやすい米がソースとの調和も良く好まれる傾向を示し、巨大胚の北海 269 号は彩に次いで嗜好性が高く、

とくに形状の良さに好まれた。雑炊にした場合にも同様の嗜好性を得ている北海 269 号は、油脂用米としてのみでなく各種の調理にも利用できる。

5. 新形質糯米の調理特性

新形質糯米の調理特性は炊き強飯や各種調理への適性について、また着色糯については搗精度や洗米回数が嗜好性に及ぼす影響を官能評価により検討した。

新形質糯米は 30~40% の吸水率を示し、着色糯米の吸水率は高く吸水速度が早い傾向を示した²²⁾。吸水率の高い東糯 396 は餅にした場合、調製直後の餅の広がりが大きく軟らかい製品となることから浸漬時間の調節が必要と考えられた。

着色糯は搗精度や洗米回数により色のみでなく、渋みやえぐみなど香りや味にも嗜好の差がみられ、炊き強飯では 76% に搗精したものが好まれた。しかし、洗米により色の調節ができることから 80% に搗精し調理により洗米回数を変えて利用するのが効果的と考えられた。

着色糯で長粒の鴻 280 は色・つや・香り・食感が好まれ炊き強飯や甘藷入り強飯などで嗜好性が高い。東糯 396 は色の美しさを生かした、いが栗饅頭やフィリピン風の菓子ビコなどで好まれたが、東北糯 149 号は香りがやや強く形状や色についての評価が低い傾向を示した。このように着色糯は色の美しさを強調する調理において利用効果をあげることができ、またアントシアン系の色素である着色糯は酸添加の調理飯への利用も効果的といえる。

Fig. 8. Water absorption rate of glutinous rice, soaking 2 hr at 25°C.

○, Himenomochi ; □, Tomochi 396 ; ▲, Tohokumochi 149 ; ●, Ko 280 ; △, Cyugokumochi 119.

Fig. 9. Rapid visco analyzer curves of glutinous rice flour at 13.8% flour solids and heating rate of 11.25°C/min.

中国糯 119 号は食味が良く炊き強飯や各種の調理で嗜好性が高いことからヒメノモチと同様、いずれの調理にも適する糯米として位置付けすることができた。

6. 米粉および米澱粉の性状

1) 米 粉

糯米粉はブラベンダー・テストミルにより粉碎し、粘度の測定はラピッドビスコアナライザー（以下 RVA という。フォス・エレクトリック・ジャパン製）によった。Fig. 9 から中国糯 120 号の粘度は高いが中国糯 119 号は最も低くヒメノモチはこれらの中間の粘度を示した。得られた糊のテクスチャーはテンシプレッサーにより求め

Fig. 10. Viscograph pasting curves of rice starch at 7.5% starch solids in water at a heating rate of 1.5°C/min.

たが、粘度の高いものが硬さ、付着性ともに大きい値を示し、粘度とゲルのテクスチャーとの間に正の相関が認められた²³⁾。RVA はオーストラリアで開発され、少量の試料で測定時間は約 15 分と短く、また使い捨て容器を使用するなど簡便な粘度測定用機器として現在注目されている。昇温速度が速く、実際の調理・加工に即した加熱速度で測定でき、得られた糊の特性も調理に近い値が得られたと考えられる。

2) 米 澱 粉

米澱粉のビスコグラムから、サリークィーンは最高粘度、冷却時の粘度ともに高くブレイクダウンが大きく熱安定性の低い傾向を示した。これに対しホシユタカは最高粘度が低く冷却時の粘度が高いなどトウモロコシ澱粉に近似の曲線を描きゲル化性の高いことを示した (Fig. 10)。得られた糊液のテクスチャー測定から、日本晴は硬さが小さく軟らかいのに対し、ホシユタカは硬いゲルを形成し次いでサリークィーンの硬さが大であり、ホシユタカは北陸 142 号とともにゲル化剤としての利用が示唆された¹⁵⁾。また、澱粉ゲルのハンター白度の測定から老化性を比較したところホシユタカは白濁したゲルで老化しやすいのに対し、サリークィーンの白度は低く透明性のある老化しにくい澱粉であることが明らかとなった (Fig. 11)¹⁶⁾。

7. 米澱粉の構造と食味との関連

米の美味しさはアミロース含量のみでなくアミロペクチン分子の鎖長分布や分子鎖なども関与するのではないかと考えられることから、ゲル濾過法によりアミロース含量・アミロペクチンの鎖長分布を求めるとともに、ア

Fig. 11. Hunter whiteness of starch paste or gels (7.5% solids) upon aging at 5°C.

○, Nihonbare; □, Dohoku 43; ■, Habataki; △, Ochikara; ●, Sari-queen; ▲, Hoshiyutaka.

ミロペクチンの平均単位鎖長を Hizukuri ら²⁴⁾の迅速スミス分解法による非還元末端基の測定から検討した。その結果、食味の良いとされる米はアミロース含量に相当する Fr. I が小さく、アミロペクチンの長鎖区分である Fr. II の値が大きく、Fr. III/Fr. II の値が小さい傾向を示した (Table 3)。迅速スミス分解法により求めたアミロペクチンの平均単位鎖長はホシユタカが大きく、食味のよい米は小さい傾向を示し、この値は枝きり後の還元末端基の測定結果と良い一致を示した²⁵⁾。これらのことから米の食味は米澱粉の構造と深い関係のあることが示唆された。

Table 3. Amylose contents and amylopectin unit-chain distribution of rice starch on Toyoparl HW-50.

Sample	Amylose ^{a)} contents (%)	Gel filtration fraction of debranched starch			
		Fr. I (%)	Fr. II (%)	Fr. III ^{b)} (%)	Ratio of Fr. III/Fr. II
Nihonbare	17.4	16.3	21.4	62.3	2.9
Sari-queen	17.4	18.1	20.6	61.3	3.0
Dohoku 43	13.2	13.5	22.4	64.1	2.9
Habataki	14.4	15.5	20.1	64.4	3.2
Ochikara	15.2	15.7	22.3	62.0	2.8
Hoshiyutaka	23.9	25.6	17.7	56.7	3.2

Starches debranched by isoamylase for 18 hr at 40°C. ^{a)} Amylose content was measured by iodine amperometric titration. ^{b)} The unit-chain profile was divided into three fractions (Fr. I, II, III).

8. 要 約

新形質米の性状と調理特性を明らかにする目的で、1989～1992年産の特徴ある梗種および糯種を試料米として実験を行った。炊飯特性については白飯の理化学的特性をインストロン型のテンシプレッサーによるテクスチャー測定、クリープメーターによる破断特性、BAP法による糊化度の測定から検討し、官能評価により食味特性を明らかにした。米の種類と調理法との関連は各種の調理を同一条件で調製し、作業性や食味から調理適性を比較した。米澱粉の性質は物理・化学的特性ならびに糊化・老化的面から行い、ゲル濾過法によるアミロース含量・アミロペクチンの鎖長分布を求め、米澱粉から分離したアミロペクチンについては迅速スミス分解法による非還元末端基の測定から平均単位鎖長を求めて検討した。その結果、新形質米の澱粉の性質としてアミロース含量・アミロペクチンの鎖長分布ならびに、ゲルのテクスチャーや低温貯蔵安定性などが明らかとなり、とくに迅速スミス分解法により求めたアミロペクチンの平均単位鎖長はホシユタカが大きく、食味の良い米ほど小さい傾向を示し、米の食味との関連が示唆された。

新形質米の性状と従来の米との違いを把握することにより、それぞれの目的をもって開発された新形質米も、その性質を上手に活かすことにより各種の調理・加工に利用できることが明らかとなった。

本研究は平成元年より発足した農林水産省の「需要拡大のための新形質水田作物の開発」に関する研究の一環として行ったものであります。貴重な試料をご提供くだ

さいました農業研究センターならびに各試験場に、また、米粉を調製していただきました新潟県食品研究所に感謝の意を捧げます。実験に協力いただきました本学調理学研究室員ならびに学生に御礼申し上げます。

文 献

- 1) 梅渕欽也：「新形質米」研究ノート，第1号，p. 1 (1989)。
- 2) 斎尾恭子：「米飯の技術とその利用」，工業技術社，東京，p. 32-46 (1990)。
- 3) 中川原捷洋：食生活総合研究会誌，2，1，10 (1991)。
- 4) 横尾政雄：「稻と米一品質を巡って」，農業研究センター，つくば，p. 14-29 (1989)。
- 5) 篠田治躬，岡本正弘，星野孝文，阪井 真，柴田和博，藤井啓史，鳥山國士，山田利昭，小川紹文，関沢邦男，山本隆一：中国農業試験場研究報告，6，136 (1990)。
- 6) 北海道立上川農業試験場：水稻新品種決定に関する参考成績書，道北 52 号，北海道立上川農業試験場，p. 1 (1990)。
- 7) 伊勢一男：「新形質米」研究ノート，第2号，p. 2 (1989)。
- 8) 小林 陽，古河義昭，内山田博士，佐本四郎，堀内久満，三浦清之，奥野員敏，藤田米一，上原泰樹，石坂昇助，中川原捷洋，山田俊昭，丸山清明：北陸農業試験場報告，32，86 (1990)。
- 9) 浜村邦夫：「新形質米」研究ノート，第4号，p. 1 (1989)。
- 10) 九州農業試験場：「需要拡大のための新形質水田作物の開発」現地研究会資料集，農業研究センター，つくば，p. 7-8 (1991)。
- 11) 松永和久：「新形質米」研究ノート，第5号，p. 2 (1989)。
- 12) 堀末 登：私信，農業研究センター (1993)。

- 13) 中川宣興:「新形質米」研究ノート, 第10号, p. 1, (1990).
- 14) 高橋節子, 西川優子: 共立女子大学家政学部紀要, 38, 9 (1992).
- 15) 高橋節子, 内藤文子: 日本家政学会第44回大会研究発表要旨集, p. 134 (1992).
- 16) 海老原昌絵: 共立女子大学大学院家政学研究科修士論文, p. 150-154 (1989).
- 17) 高橋節子: 日本家政学会第43回大会研究発表要旨集, p. 118 (1991).
- 18) 高橋節子: 日本調理科学会平成2年度大会研究発表要旨集, p. 23 (1990).
- 19) 貝沼圭二, 松永暁子, 板川正秀, 小林昭一: 澱粉科学, 28, 235 (1981),
- 20) S. ZIMMERMAN: *Israeli Cooking on a Budget*, The Jerusalem Post, Jerusalem, p. 177 (1986).
- 21) 高橋節子: 食生活総合研究会誌, 2, 2, 11 (1991).
- 22) 高橋節子, 西川優子, 内藤文子: 共立女子大学家政学部紀要, 39, 95 (1993).
- 23) 高橋節子:「需要拡大のための新形質水田作物の開発」平成4年度報告書, 農水省, 東京 (1993).
- 24) S. HIZUKURI and S. OSAKI: *Carbohydr. Res.*, 63, 261 (1978).
- 25) 高橋節子, 内藤文子, 杉浦智子, 渋谷直人, 貝沼圭二: 日本澱粉学会平成4年度大会講演要旨集, 澱粉科学, 39, 225 (1992).

(平成5年3月9日受理)