

篩い下米を用いた発芽玄米の検討

Application of Non-standard Furuishita-mai for Germinated Rice Production

武山進一*[§] 遠山 良* 齊藤博之*

Shinichi Takeyama Ryo Toyama Hiroyuki Saito

Feasibility was examined of using Furuishita-mai (non-standard rice with a grain thickness of less than 1.9 mm) for the germinated rice production. We investigated two kinds of Furuishita-mai that had been harvested as normal crops in 2004 in respect of their quality, compositional characteristics, and amount of γ -amino-butyric acids (GABA) during germination, and evaluated trial products with these germinated rice samples at the 1-kg scale. The germinated rice made in the trial with normal grains of Furuishita-mai having a grain thickness of 1.8-1.9 mm had 13 mg/100 g (dry weight) of GABA. This amount was equal to the GABA content of the control samples with a grain thickness of more than 1.9 mm, and a sensory test on this Furuishita-mai sample gave an intermediate score. The sensory test score for Chuu-mai, which is non-standard rice on the open market, was lower than that for the normal 1.8-1.9-mm grains of Furuishita-mai, but it is considered that Chuu-mai would be desirable for producing germinated rice in consideration of its cost.

キーワード：篩い下米 Furuishita-mai；発芽玄米 the germinated rice； γ -アミノ酪酸 γ -amino-butyric acid

緒 言

玄米は収穫後に篩選別（東北地方では通常、篩目幅 1.9 mm もしくは 1.85 mm）され、その篩い上が飯米用として出荷される。篩い下の米は、更に目幅の細かい篩により粒厚別に調整され、“篩い下米”もしくは単に“篩い下”と称され、粒厚が小さくなるほど価値の低い米として扱われている。篩い下米の量は、平年作の場合収穫量の約 6% に達し（H 16 年度、岩手県産、粒厚 1.7~1.9 mm が占める重量割合¹⁾、発生量が多い豊作年には価格は大きく下落するとされている。この篩い下米について、有効な活用法や新しい用途を見出すことは生産者側の長年の課題となっている。

一方、発芽玄米²⁻³⁾は通常玄米の約 4 倍の価格で販売されている高付加価値商品といえる。価格の安い篩い下米が原料として利用出来れば、発芽玄米の低価格化が期待される。この様な、篩い下米の新用途開発がその付加価値向上につながると思われた。

我々は前報⁴⁾で、H 15 年の冷害被害を受けた篩い下米について発芽時の GABA を中心としたアミノ酸量について測定し、それらアミノ酸が篩い上での場合とほぼ同様に産生されることを確認した。翌 H 16 年度は水稻の作柄が平年作（岩手県の作況指数 102）¹⁾であったことから、H 16 年度産の篩い下米を“平年作時の篩い下米”と位置づけ、平年作時の篩い下米による発芽玄米の試験を行った。具体的には、平年作時の篩い下米の成分的特徴と発芽時の

GABA 量を調査し、さらに kg オーダーで発芽玄米を試作、炊飯したものについて官能試験と物性測定による評価を行った。

実験方法

1. 試料

H 16 年に岩手県花巻地区で収穫されたひとめぼれ、あきたこまちを試料とし、粒厚の異なる 3 規格の玄米を試した。粒厚 1.9 mm 以上の玄米を篩い上、この粒厚に満たない篩い下玄米のうち、粒厚 1.9~1.8 mm を篩い下 1、粒厚 1.8 mm 未満を篩い下 2 と、表記する。

官能評価のための 1 kg スケールでの発芽玄米試作には、市販規格外米である“中米”（㈱北日本製袋製、粒厚 1.85~1.75 mm）を試験区に加えた。“中米”は、篩い下米から良質な部分を選別したもので、米の品種表示は行われていない。ただし、今回入手した“中米”の品種は、ひとめぼれであることを確認している。

2. 処理条件

1) 風力選別処理

篩い下玄米中の稲麴病粒除去のため、国光社製風力選別機 EF-30 を用いて選別した。

2) 色彩選別による選別処理

篩い下玄米について玄米粒の色調の違いによる成分特性を調査するため、品質判定機 RS-2000（静岡精機製）を用いて篩い下玄米の選別処理を行った。同機種による品質判定区分名 = 良質粒、未熟粒、被害粒、死米、着色粒、胴割粒、の 6 種に選別すると共に、それぞれの割合（粒数比）を求めた。

3) 発芽玄米試作

玄米 1 kg を、次亜塩素酸 Na⁵⁾ 600 倍希釈溶液に 30 分浸

* 岩手県工業技術センター
(Iwate Industrial Research Institute)

[§] 連絡先 地方独立行政法人 岩手県工業技術センター 食品技術部
〒020-0852 岩手県盛岡市飯岡新田 3-35-2
TEL 019(635)1115 FAX 019(635)0311

漬し殺菌処理後、水道水 2L (32℃) を加え、32℃ 恒温槽で 24 時間(途中 1 回水交換)浸漬することで発芽玄米とし、水洗～水切り後に(株)メイワパックス製 R6 (160×250 mm 三方袋) フィルムに約 120 g ずつ入れ真空包装し、レトルト殺菌処理 (121℃, 5 分間) を行った。

4) 炊飯条件

試作品は、マイコン炊飯ジャー (JAG-A 100, タイガー魔法瓶) で、240 g (2 合) ずつ炊飯した。加水量は、各試験区毎に試し炊きし、篩い上=2.0 倍、篩い下 1 及び 2 の良質粒=1.9 倍、中米=1.8 倍 (いずれも重量比) とした。

3. 測定条件

1) 一般成分分析

水分は常圧乾燥法 (135℃, 2 時間)、タンパク含量はケルテック分解装置 (2020 型, TECATOR) 及びケルテック自動蒸留装置 (1035 型, TECATOR) による測定、灰分は 550℃ 直接灰化法による測定を行った。

2) 発芽率測定

篩い下玄米の発芽する能力の有無を調べるため、発芽率を測定した。シャーレ 3 枚にろ紙を敷き、ろ紙が浸る程度に蒸留水を加え、篩い下玄米各 100 粒ずつを入れ置床した。32℃ で 20 時間後に発芽数を計測し、発芽率を求めた。僅かでも芽が出ていれば発芽とし、判断がつかかねる場合には更に継続し芽が脹らんだものを発芽数に加えた。

3) GABA 量測定

玄米及び発芽のための浸漬 6, 12, 24, 36 時間毎の玄米中の GABA を測定した。大久⁶⁾らの試験法に準じ、0.1 N-HCL で抽出後、全自動高速アミノ酸分析機 (JLC-300, 日本電子) にて測定した。

4) 官能試験

官能試験は、評価項目を外観、香り、味、かたさ、粘りについての好き嫌い、及び総合評価の 6 項目とし、好き (+

3) ~嫌い (-3) の 7 点尺度法で実施した。パネラーはセンター職員 22 名とした。

実験結果および考察

1. 篩い下米に関する試験

1) 成分及び千粒重

ひとめぼれ、あきたこまちの収穫年、粒厚毎のタンパク質含量、灰分、千粒重、碎米率、容積重を表 1 に示す。

ひとめぼれ、あきたこまち共に粒厚が小さくなるほどタンパク質含量、灰分、碎米率が高く、千粒重、容積重が低くなった。品質は篩い上と篩い下 1 の間に差がみられ、タンパク質含量で約 1%, 千粒重で 4~5 g とその差は顕著であった。品種による違いについては、あきたこまちの方がひとめぼれよりも、タンパク質含量で 0.5~0.6%, また灰分も 0.05~0.06% 高かった。

前報⁴⁾では冷害年である H 15 年産の篩い下米の分析を行っており、その結果との比較では、H 16 年産がタンパク質含量と灰分量は低く、千粒重と容積重が高かった。兩年の作柄による分析値の差は、粒厚が大きいものほど広がる傾向にあり、ひとめぼれのタンパク質含量を一例にあげれば、H 15 年産のタンパク質含量は篩い上で 7.73%, 篩い下 1 で 8.50%, 篩い下 2 で 8.36% であったので⁴⁾、H 16 年産との差はそれぞれ、0.65%, 0.41%, 0.23% であった。

2) 篩い下米の品質

篩い下米はその品質程度に応じて、色調の異なる玄米粒で構成されていることが特徴である。篩い下米の品質を把握するため、色彩選別方法による品質判定機を用い品質判定区分割合 (粒数%) を求めた結果を表 2 に、また、そのタンパク質含量、灰分量を表 3 に示す。

ひとめぼれ、あきたこまち共に篩い下 1 では、良質粒の

表 1. 品種及び粒厚毎の測定結果

品種	粒厚区分	タンパク質 (%)	灰分 (%)	千粒重 (g)	碎米率 (%)	容積重 (g/L)
ひとめぼれ	篩い上	7.08	1.31	22.9	0.13	873
	篩い下 1	8.09	1.45	17.3	1.36	843
	篩い下 2	8.59	1.63	14.1	12.32	784
あきたこまち	篩い上	7.67	1.42	21.5	0.13	873
	篩い下 1	8.63	1.57	17.2	0.15	847
	篩い下 2	9.09	1.77	13.8	2.09	812

タンパク質、灰分は乾物換算値、千粒重は水分 13.8% 換算値。

表 2. 品質判定区分割合 (粒数%)

品種	粒厚区分	良質粒	未熟粒	被害粒	死米	着色粒	胴割粒
ひとめぼれ	篩い下 1	43.4	36.8	12.0	6.0	0.7	1.2
	篩い下 2	17.5	44.0	10.7	25.4	2.1	0.3
あきたこまち	篩い下 1	58.1	30.5	8.1	2.0	0.4	0.9
	篩い下 2	24.3	51.3	10.1	12.1	2.0	0.2

篩い下米を用いた発芽玄米の検討

表3. 品質判定区分毎のタンパク質, 灰分

品種	粒厚区分	品質判定区分	タンパク質 (%)	灰分 (%)
ひとめぼれ	篩い下1	良質粒	7.98	1.45
		未熟粒	8.39	1.52
		被害粒	7.84	1.46
		死米	7.45	1.47
	篩い下2	良質粒	8.54	1.57
		未熟粒	8.74	1.60
		被害粒	8.23	1.54
		死米	8.26	1.70
あきたこまち	篩い下1	良質粒	8.36	1.51
		未熟粒	8.94	1.56
		被害粒	8.27	1.57
		死米	8.16	1.62
	篩い下2	良質粒	9.03	1.63
		未熟粒	9.37	1.73
		被害粒	8.64	1.63
		死米	8.99	1.83

タンパク質, 灰分は乾物換算値。

割合が一番大きく、次に未熟粒、被害粒の順であった。しかし、篩い下2では未熟粒と死米の占める割合が大きくなり、ひとめぼれでは未熟粒が約4割を、あきたこまちでは未熟粒が約5割を占め、続いて死米もしくは良質粒、被害粒の順となった。

冷害年であるH15年産の結果⁴⁾と比較すれば、平年産であるH16年産の方が、(1)良質粒の割合が少ない、(2)未熟粒が被害粒に対して多い、という傾向であった。

品質判定区分別の測定結果から、未熟粒のタンパク質含量、灰分量は良質粒や被害粒の値よりも高かった。タンパク質含量は、冷害年であるH15年産の場合、被害粒で多く、つぎに良質粒、未熟粒、死米の順であった⁴⁾のに対し、H16年産では、未熟粒、良質粒、被害粒、死米の順となり、未熟粒のタンパク質含量がH15年産よりもかなり高かった。

2. GABA 産生に関する試験

1) 篩い下米の発芽率

ひとめぼれ、あきたこまちの篩い上、篩い下1、及び篩い下2の発芽率測定結果を表4に、篩い下1の品質判定区分別発芽率測定結果を表5に示す。発芽率は、篩い下米でも90%以上の高い発芽率を示していた。品質判定機による選別区分毎の比較では、発芽率は良質粒と被害粒が同程度に高く、未熟粒、死米の順に低下した。

2) 篩い下米のGABA量

ひとめぼれ、あきたこまちの玄米中のGABA量を表6に、その篩い下1の品質判定区分別GABA量を表7に示した。粒厚が小さい程GABA量が多く、篩い下2は篩い上の2倍以上のGABA量であった。前報⁴⁾では冷害年次としてH15年産玄米中のGABA量を報告しているが、平

表4. 発芽率 (粒数%)

	篩い上	篩い下1	篩い下2
ひとめぼれ	99	94	92
あきたこまち	97	96	92

表5. 篩い下1・品質判定区分別発芽率(粒数%)

	良質粒	未熟粒	被害粒	死米
ひとめぼれ	95	95	98	93
あきたこまち	98	93	96	91

表6. 玄米中のGABA量 (mg% D.W.)

	ひとめぼれ	あきたこまち
篩い上	5.3	5.5
篩い下1	8.3	7.1
篩い下2	13.2	11.1

表7. 篩い下1・品質判定区分別GABA量 (mg% D.W.)

	ひとめぼれ	あきたこまち
良質粒	8.5	7.2
未熟粒	13.6	12.4
被害粒	6.4	5.8
死米	13.2	9.9

年産であるH16年産のGABA量は、篩い下1で冷害年の1.5~1.9倍、篩い下2で1.8倍多い含有量であった。

品質判定区分別でのGABA量は、未熟粒が一番多く、続いて死米、良質粒、被害粒の順であった。H15年産の場合、死米のGABA量が未熟粒のGABA量よりも多い傾向にあり⁴⁾、また各品質判定区分ともGABA量はH16年産よりも少ない傾向であった。

3) 発芽処理によるGABA産生

32℃の水浸漬により玄米を発芽処理した場合のGABA量を図1に示した。発芽処理12~18時間後までは、篩い下の方が篩い上よりもGABA量が高いが、18~24時間後に同程度のGABA量(14~15mg% D.W.)になった。24~36時間後では篩い下1と篩い上のGABA量は僅かに減少したが、篩い下2のGABA量は2試験区間で異なった動きを示した。前報⁴⁾では冷害年次(H15年産)の玄米の発芽処理におけるGABA量を測定しているが、H16年産米の篩い下米の方が全般的にGABA量は多く推移し、また12時間後以降でのGABA量の減少傾向も小さかった。

4) 品質判定区分別GABA産生

篩い下1について、品質判定機による品質判定区分毎に発芽処理を行いGABA量を測定した結果を図2に示した。未熟粒は初期段階(12~18時間後)で良質粒や被害粒よりもGABAが多い傾向にあったが、その後は同程度か僅かに下回る量となった。

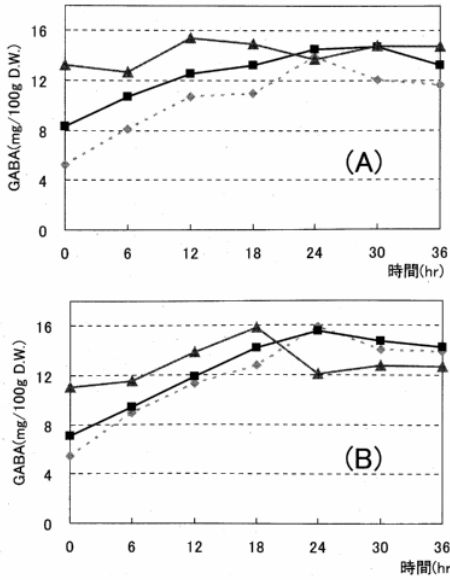


図1. H16年産玄米の発芽処理によるGABA量変化
(A) ひとめぼれ; (B) あきたこまち
◆ 篩い上 ■ 篩い下1 ▲ 篩い下2

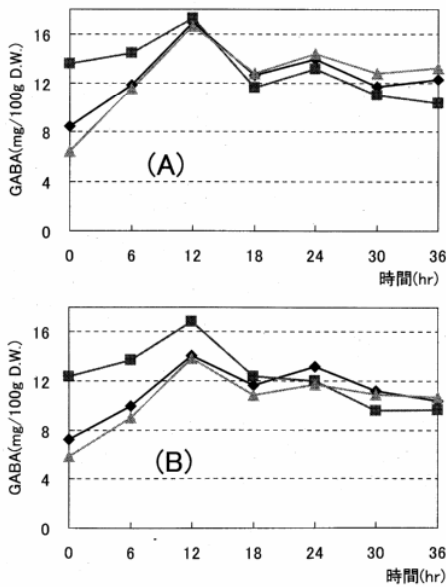


図2. 篩い下1の品質判定区分別GABA量変化
(A) ひとめぼれ; (B) あきたこまち
◆ 良質粒 ■ 未熟粒 ▲ 被害粒

また、前記した篩い下2での発芽処理によるGABA量の増減傾向は、未熟粒の発芽によるGABA量の推移と似ていた。これは篩い下米の中の未熟粒の割合(粒数)が高いことによると解釈された。

3. 篩い下米による発芽玄米の試作

1) 発芽玄米試作

篩い下による発芽玄米の官能及び物性評価を行うためにひとめぼれの篩い上、同篩い下1・良質粒、同篩い下2・

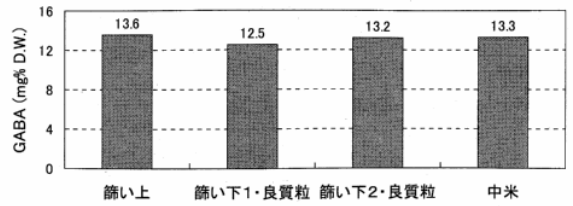


図3. 発芽玄米試作品のGABA量

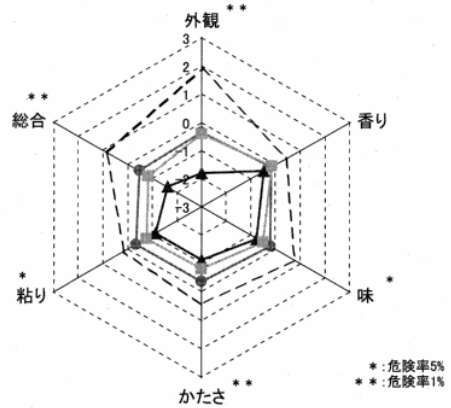


図4. ひとめぼれ発芽玄米の官能試験結果 (n=22)

--- 篩い上 —●— 篩い下1・良質粒 —▲— 篩い下2・良質粒 —■— 中米
7点尺度法で調査。「普通」(0点)を基準とし、高い値ほど「好き」側評価。

質粒、および市販規格外米である“中米”を試験区とし、1kgスケールで発芽玄米を試作した。篩い下米については、あらかじめ無選別のもので試作並びに試食し、無選別の状態では苦味等の刺激的な味が強く食味評価の対象外と判断した。このことから、色彩選別機で良質部分を選別した“良質粒”を用いることにした。

試作品のGABA量を、図3に示す。GABA量は12~13(mg% D.W.)と、10gスケールでの試験時と同等の含量であった。

2) 官能試験結果

発芽玄米試作品を炊飯し官能試験を行った結果を、図4に示す。

篩い上(対照区)は、全ての項目で評価が高く篩い下米を用いた試験区との差は大きいものであった。特に外観での差は大きく総合評価での差に影響していた。篩い下1・良質粒は、全ての項目において中間的な評価(好きでも嫌いでもない)であったのに対し、篩い下2・良質粒では、全ての項目で最下位の評価となり、特に外観の評価が悪かった。“中米”は、篩い下1・良質粒に次ぐ評価を得た。篩い下米による発芽玄米化の際に問題となる異物混入対策などのコスト増を考えると、色彩選別処理により良質部分が選別された“中米”は、発芽玄米の原料として有望であると考えられた。

結 言

平年作であったH16年産2品種の篩い下米について、その成分特性を調査すると共に、発芽玄米用途への利用を図るため、発芽時のGABAの変化について調査した。さらに、市販規格外米を含めた試作と試食による評価を行った。その結果、次に示すことがわかった。

- (1) ひとめぼれ、あきたこまち共に粒厚が小さくなるほどタンパク質含量、灰分含量が高かった。篩い上と篩い下1の間には品質差があり、タンパク質含量で約1%、千粒重で4~5gとその差は顕著であった。
- (2) 篩い下米のGABA量は、粒厚が小さい程高い傾向にあるが、32℃ 18~24時間の発芽処理では、粒厚による差が無くなり14~15mg%になった。
- (3) 未熟粒は発芽処理の初期段階(12~18時間後)で良質粒や被害粒よりもGABAが多い傾向にあったが、その後は同程度か僅かに下回る量であった。
- (4) 発芽玄米の試作試験を実施し、篩い下1・良質粒でのGABA量(13mg%)が篩い上でのGABA量と同等であることを確認したが、官能試験では中間的な評価であった。
- (5) 市販規格外米である“中米“の発芽玄米試作品は、

篩い下1・良質粒に次ぐ評価を得、異物混入対策コストを考慮すると、発芽玄米の原料として有望と考えられた。

本研究は、平成17年度先端技術を活用した農林水産研究高度化事業研究「やませ気象下の水稻生育・被害予測モデルと冷害回避技術の開発」の一課題として行われた。

文 献

- 1) 農林水産統計いわて：東北農政局盛岡統計・情報センター発表(H16.12.1)
- 2) 茅原紘, 三宅薫(2003)：驚異の生きた発芽玄米, 小学館スクエア
- 3) 大海淳(2001)：発芽玄米のすべて, 総合労働研究所
- 4) 武山進一, 遠山良, 齊藤博之(2006), 冷害被害米の成分特性とその発芽によるGABAを中心とした遊離アミノ酸の変化：岩手工技セ研報, 13, 21-25
- 5) 石谷孝佑, 大坪研一編：米の科学, p.113, 朝倉書店(1995)
- 6) 大久長範, 大能俊久, 森勝美(2003), 発芽玄米と初発芽玄米の γ -アミノ酪酸および遊離アミノ酸含量：食科工, 50, 316-318

(平成18年8月11日受付, 平成19年1月31日受理)

和文抄録

篩い下米の有効活用を目的として、発芽玄米製造への利用の可能性を検討した。平年作であったH16年産2品種の篩い下米について、その品質、成分特性、発芽時のGABA量等を調べ、更に1kgスケールでの試作を行った。篩い下1(粒厚1.9-1.8mm)・良質粒を用いた試作品のGABA量は13mg%で篩い上でのGABA量と同等、官能試験では中間的な評価であった。また、市販規格外米である“中米”の評価はこれよりやや下回るが、コスト面を考慮した場合には発芽玄米原料として有望と考えられた。