

*Original article***Effects on skin by sub-aleurone layer residual rinse-free rice (Kinmemai rice): An open label test.**

Ursula Pasandee Pabasara Wickramasinghe<sup>1)</sup>, Shiori Uenaka<sup>1)</sup>, Zheng Tian<sup>1)</sup>, Marin Kawakami<sup>2)</sup>, Ryo Yamaguchi<sup>2)</sup>, Naoki Nishiyama<sup>2)</sup>, Keiji Saika<sup>2,3)</sup>, Masayuki Yagi<sup>1)</sup>, Yoshikazu Yonei<sup>1)</sup>

1) Anti-Aging Medical Research Center and Glycative Stress Research Center, Faculty of Life and Medical Sciences, Doshisha University, Kyoto, Japan

2) Toyo Rice Co., Ltd., Tokyo, Japan

3) Research Institute for Agricultural and Life Sciences, Tokyo University of Agriculture, Tokyo, Japan

Glycative Stress Research 2020; 7 (3): 248-257

(c) Society for Glycative Stress Research

(原著論文：日本語翻訳版)

**亜糊粉層残存無洗米 (金芽米) の継続摂取による肌への影響：オープンラベル試験**

Ursula Pasandee Pabasara Wickramasinghe<sup>1)</sup>、上中詩央里<sup>1)</sup>、田 政<sup>1)</sup>、川上真林<sup>2)</sup>、山口諒<sup>2)</sup>、西山直希<sup>2)</sup>、雑賀慶二<sup>2,3)</sup>、八木雅之<sup>1)</sup>、米井嘉一<sup>1)</sup>

1) 同志社大学大学院生命医科学研究科アンチエイジングリサーチセンター・糖化ストレス研究センター、京都

2) 東洋ライス株式会社、東京

3) 東京農業大学農生命科学研究科、東京

**抄録**

**【目的】** 本研究は大学生を対象として亜糊粉層残存無洗米 (金芽米：SARFR) を1か月間摂取した時の自覚症状、肌状態の変化について、精白米自由摂取群と比較検討した。

**【方法】** 解析対象集団59名の内訳は、SARFR群37名 (男性24名、女性13名  $21.0 \pm 1.5$  歳)、対照群22名 (男性13名、女性9名  $22.0 \pm 1.2$  歳) であった。SARFR群では試験食150 g以上を1日1回、1か月間摂取、対照群は通常精白米の自由摂取とした。試験前後で問診票、肌状態 (Clreo-Pro)、皮膚AGEs蛍光 (AGEs センサ) の評価を行った。

連絡先：教授 米井嘉一  
同志社大学大学院生命医科学研究科アンチエイジングリサーチセンター／  
糖化ストレス研究センター  
〒610-0321 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3  
TEL & FAX : 0774-65-6394 e-mail : yyonei@mail.doshisha.ac.jp  
共著者 : Wickramasinghe UPP, cygb2502@mail.doshisha.ac.jp;  
上中詩央里 ctud2025@mail4.doshisha.ac.jp; 田 政 tomtomtom1990@hotmail.com;  
川上真林 kawakami-marin@toyo-rice.jp; 山口諒 r-yamaguchi@toyo-rice.jp;  
西山直希 nishiyama@toyo-rice.jp; 雑賀慶二 somu@toyo-rice.jp;  
八木雅之 myagi@mail.doshisha.ac.jp

Glycative Stress Research 2020; 7 (3): 248-257  
本論文を引用する際はこちらを引用してください。  
(c) Society for Glycative Stress Research

**【結果】** SARFR 摂取コンプライアンスは 84% と良好で、消化不良に起因する有害事象は認められなかった。肌年齢は SARFR 群で対照群に比べ有意に改善した。この効果は男性、自宅生に顕著で、下宿生には見られなかった。皮膚 AGEs 蛍光には有意な差は認められなかった。

**【結論】** SARFR は玄米の難消化性を軽減し栄養価を確保することで継続摂取が容易となり、肌状態の改善など健康増進に貢献できる可能性が示唆された。

**KEY WORDS:** 玄米、亜糊粉層残存無洗米、糖化最終生成物 (advanced glycation endproducts: AGEs)、皮膚 AGEs 蛍光、肌状態

## はじめに

日本人が健康長寿である理由の一つとして、欧米人と異なる特徴的な食生活が挙げられる。しかし、近年では肥満や 2 型糖尿病などの糖化ストレスの強い疾病が増加傾向にある。日系アメリカ人の縦断的医療調査ではもともと肥満気味であった者は脂肪摂取過剰により糖尿病発症リスクが高まり、やせ型であっても炭水化物の過剰摂取により肥満リスクが高まることが示されている<sup>1)</sup>。肥満や 2 型糖尿病の予防のためには食育、体育といった生活習慣の改善が重要である。本研究は食育において日本人の主食である米食に焦点を当てた。

米食は、小麦食に比べて、グルテンフリーであること<sup>2,3)</sup>、高齢者の便失禁が少ない<sup>4)</sup>など利点があることが指摘されている。一方、単独摂取による食後高血糖についてはパスタに比べて白飯の方が若干不利であるが<sup>5)</sup>、食べる順序、マーボー丼<sup>6)</sup>、牛丼<sup>7)</sup>などのように組み合わせを工夫することによって改善できる。米食のほとんどは精白米であるが、玄米食の方がビタミン、ミネラル、食物繊維が豊富で栄養学的に優れているのは明らかである。しかし、玄米食に挑んだものの途中でやめてしまう者が多く、玄米の継続摂取者はごく一部である。

玄米についてはコンプライアンスに問題があることがわかっており、これまでに臨床試験の報告は少ない<sup>8)</sup>。コンプライアンスとは「指示遵守」の意味で、玄米を指示通りに継続的に摂取できる割合を示す。玄米の栄養学的利点を活かしつつ、難消化性という不利益を減らすために様々な工夫が試みられている。亜糊粉層残存無洗米 (sub-aleurone-remaining wash-free rice: SARFR) は金芽米とも言われ、難消化性の表皮や果皮などの外層を剥離し美味で栄養価が高く且つ精白米と同じ白色の亜糊粉層と胚芽底部 (金芽)<sup>9)</sup>及び胚乳との境界部を残した米である。本研究は若年者を対象として試験品 SARFR を 1 か月間摂取した時の自覚症状、肌状態、糖化ストレス指標である皮膚糖化最終生成物 (advanced glycation endproducts: AGEs) 蓄積量の変化について、通常の精白米を自由に摂取した群と比較検討した。

## 方法

### 対象

対象は、東京都内の大学の男女学生とし、本試験参加を事前に文書で同意した者で、選択基準に該当し、除外基準に抵触しておらず、試験責任医師の判断により試験参加が妥当と判断された者 61 名を被験者として本試験に組み入れた。本試験に組み込まれた被験者は、SARFR 群、対照群に割付担当者がランダムに割り付けた。

選択基準を以下に示す。

- 1) 試験参加の同意取得時点での年齢が 18 歳以上 60 歳未満の男女
- 2) 健康な者で慢性身体疾患がない者
- 3) 本試験の目的、内容について十分な説明を受け、同意能力があり、よく理解した上で自発的に参加を志願し、書面で本試験参加に同意できる者
- 4) 指定された検査日に来所でき、検査を受ける事のできる者
- 5) 試験責任医師が本試験への参加を適当と認めた者

除外基準を以下に示す。

- 1) 現在、何らかの疾患を患い薬物治療を受けている者
- 2) 耐糖能異常、精神疾患、睡眠障害、高血圧、糖尿病、高脂血症や重篤な疾患の既往歴・現病歴のある者
- 3) 過去 1 か月において、疾患治療を目的とした、薬物の服薬習慣のある者 (頭痛、月経痛、感冒などの頓服歴は除く)
- 4) 肝、腎、心、肺、血液等の重篤な障害の既往歴・現病歴のある者
- 5) 消化器官に併存疾患および既往歴のある者 (盲腸の既往歴は除く)
- 6) 体格指数 (body mass index: BMI) 30 kg/m<sup>2</sup> 以上の者
- 7) 試験食品にアレルギー症状を起こす恐れのある者、また、その他食品、医薬品に重篤なアレルギー症状を起こす恐れのある者
- 8) 妊娠中、授乳中あるいは妊娠の可能性のある者

- 9) 現在、ならびに過去 3 か月以内において、肌質改善関連を標榜する機能性表示食品、健康食品類の継続的な摂取習慣のある者、また試験期間中に摂取予定のある者（健康維持を目的した摂取は可）
- 10) 光過敏症の者
- 11) その他、試験責任医師が本試験の対象として不適当と判断した者

**Fig. 1** に試験対象者数の推移を示す。解析対象集団 59 名の内訳は、SARFR 群 37 名（男性 24 名、女性 13 名）、対照群 22 名（男性 13 名、女性 9 名）となった。各群の平均年齢は、SARFR 群  $21.0 \pm 1.5$  歳（男性  $21.4 \pm 1.2$  歳、女性  $20.2 \pm 1.7$  歳）、対照群  $22.0 \pm 1.2$  歳（男性  $22.4 \pm 1.2$  歳、女性  $21.4 \pm 1.0$  歳）であった。

### 試験デザイン

本試験は並行群間のオープンラベル試験とした。

SARFR 群は亜糊粉層残存無洗米（金芽米）摂取とし、SARFR を摂取しない通常の精白米を自由摂取した対照群を設定した。SARFR 群は下記いずれかの方法で試験期間中に試験品を必ず 1 日 1 回摂取した。

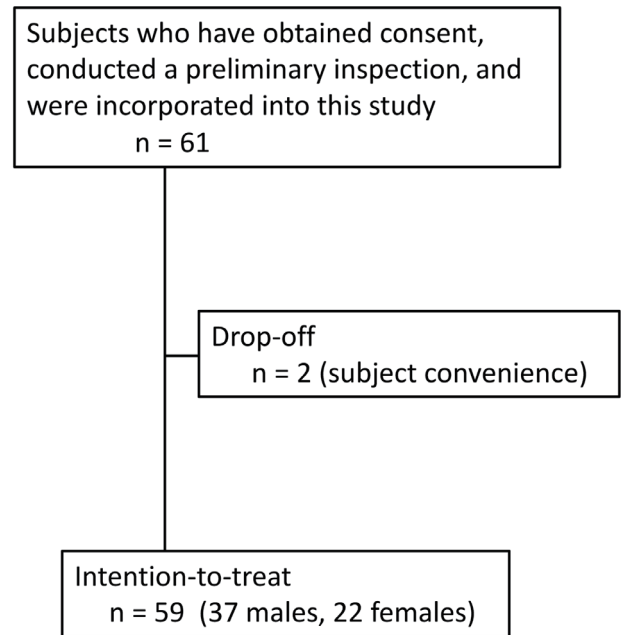
- ・金芽米を学内食堂において炊飯し、計量の上、150 g 以上で提供し、摂取する。
  - ・金芽米包装米飯（160 g）をレンジで加熱し、摂取する。
- 試験品は東洋ライス株式会社（和歌山県和歌山市）より提供を受けた。

被験者は摂取開始前検査 1 日、摂取期間 33 日、摂取後検査を 1 日というスケジュールで参加した。

各群の摂取前検査は、問診表記入による背景調査、アンケート記入による生活習慣・肌状態等の調査、肌測定機器 Cleo-Pro（フジテックス、東京都新宿区）による肌診断測定、AGEs 測定機器（AGEs センサ／RQ-AG01J：シャープライフサイエンス、現エア・ウォーター・バイオデザイン、兵庫県神戸市）による AGEs スコア測定を実施した。摂取後検査は、アンケート記入による生活習慣・肌状態等の調査、肌測定機器 Cleo-Pro による肌診断測定、AGEs 測定機器による AGEs スコア測定を実施した。摂取前検査及び摂取後検査ともに、女性被験者は検査 20 分前までに洗顔を行い、馴化後に肌診断測定を実施した。試験期間は 2019 年 6 月～2019 年 7 月とした。

### 亜糊粉層残存無洗米（SARFR）

SARFR は特殊精米加工により粳（もみ）の外側から粳殻、蠟層（表皮）、糠層を削り落とし、亜糊粉層と胚芽の基底部（金芽）の胚盤及び同胚盤が接合している胚乳との境界部を残した米の呼称である（**Fig. 2**）。粳殻は非可食部、蠟層は吸水を妨げ、糠層は美味ではない。亜糊粉層は澱粉層と糠層の間にあり、玄米の栄養成分が集中し、独特の風味と甘みがあり味も好ましいとされている。栄養成分は米の栽培土壌菌の多少と精米加工によって異なる。



**Fig. 1.** Changes in the number of test subjects.

る。概ね、SARFR は普通の精白米に比較してビタミン B1 が 7 倍、食物繊維が約 1.7 倍、さらに炊飯過程の浸漬等によって胃腸内環境を整える糖質（プロバイオティクス）が多く生成され、マルトースは約 60 倍、オリゴ糖は約 12 倍、リボポリサッカライド（LPS）は約 6 倍に達する。

## 評価項目

### 皮膚測定

皮膚の性状および機能評価については、肌年齢、肌総合健康度、毛穴、シワ、水分、弾力、肌トーン、色素沈着（表皮層、真皮層）、油分、ポルフィリンの測定を行った。これらの測定は、肌測定機器 Cleo-Pro を使用した。

### 最終糖化産物（AGEs）測定

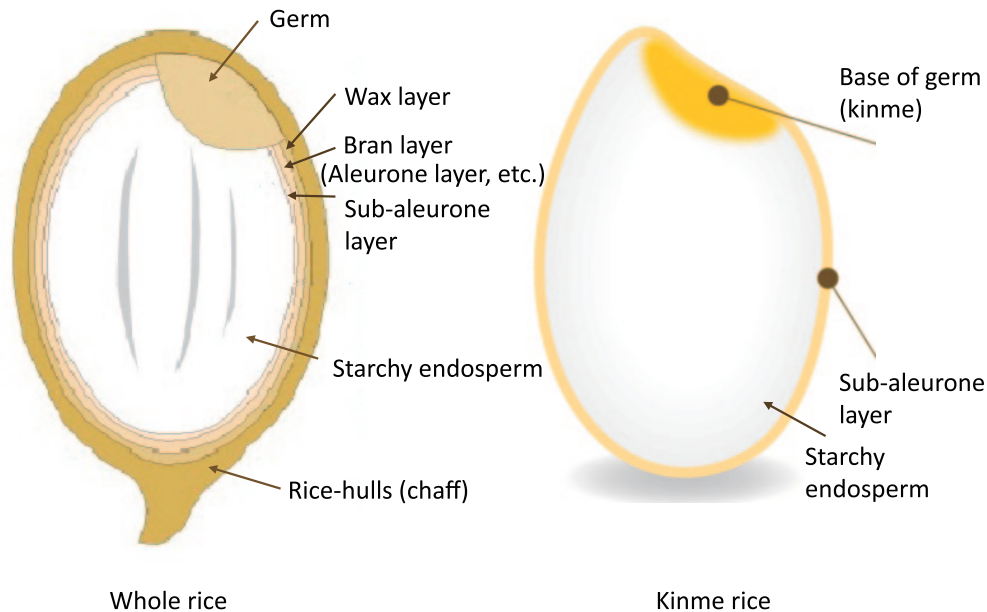
AGEs センサ<sup>10,11)</sup> を使用して、AGEs スコアを測定した。

### 自覚症状

調査票を作成して、被験者自らに記入させた。アンケートの内容は、食生活の変化について、生活習慣（運動、睡眠、便通、飲酒、喫煙、ストレスなど）、肌状態とした。また、喫食カレンダーに基づいて試験品の摂食率（コンプライアンス）を計算した。

### 統計解析

統計解析には、統計解析ソフト SPSS（Statistics25：日本アイ・ビー・エム、東京都中央区）を用い、paired-t test ま



**Fig.2. Structure of rice and SARFR.**

SARFR, sub-aleurone layer residual rinse-free rice.

たはWilcoxon signed rank testを施行した。危険率5%未満を有意差ありとした。

### 倫理審査

本試験は、ヘルシンキ宣言（2013年WMAフォルトレザ総会で修正）および人を対象とする医学系研究に関する倫理指針（文部科学省、厚生労働省告示）を遵守した。本試験は「一般社団法人糖化ストレス研究会」（東京都新宿区）にて倫理委員会にて審議を行い、承認された（GSE 2019-004）。本試験については臨床試験事前登録を行った（UMIN #000037017）。

## 結果

### コンプライアンス

SARFR群のコンプライアンスは84%で、脱落者は39名中2名（脱落率5%）、試験品摂取に起因する脱落者は皆無であった（Fig. 1）。対照群の脱落者は0名であった。なお、脱落理由は自己都合によるものであった。

### 自覚症状

生活習慣（運動、睡眠、便通、飲酒、喫煙、ストレスなど）、肌状態に関する自覚症状については特記すべき所見は認められなかった。

### 皮膚指標

皮膚指標の測定結果をTable 1に示した。肌年齢（変化量）はSARFR群の方が対照（対照群）に比べて肌年齢の低下

量が有意に大きく、SARFR群で改善していた（ $p = 0.034$ , Fig. 3-a）。男性ではSARFR群に肌年齢が有意に改善したが（Fig. 3-b）、女性では有意差はなかった（Fig. 3-c）。

しわの変化に群間有意差がみられ、SARFR群で有意に改善していた（Fig. 4-a）。有意差は男性には認められなかったが（Fig. 4-b）、女性には認められた（Fig. 4-c）。

その他の項目には有意な変化は認められなかった。

### 最終糖化産物（AGEs）測定

皮膚AGEs蛍光強度については両群ともに試験前後に有意な変化は認められず、変化量に群間有意差もなかった（Table 1）。

### サブクラス解析

学生被験者では下宿生、自宅生との間に生活習慣の違いが見られることから、自宅生と下宿生と自宅生に分けてサブクラス解析を行った。自宅生はSARFR群：28名（ $20.9 \pm 1.5$ 歳）、対照群：12名（ $22.0 \pm 1.1$ 歳）であった。下宿生はSARFR群：8名（ $21.0 \pm 1.6$ 歳）、対照群：8名（ $22.3 \pm 1.3$ 歳）であった。3名は不明のため、除外した。

自宅生ではSARFR群に毛穴、色素沈着（偏光）、肌総合健康度、肌年齢に摂取前後で有意な改善が認められた（Fig. 5）。下宿生では色素沈着（UV）のみがSARFR群で有意に改善していた（Fig. 6）。全体的に自宅生の方が肌状態の効果が顕著であった。

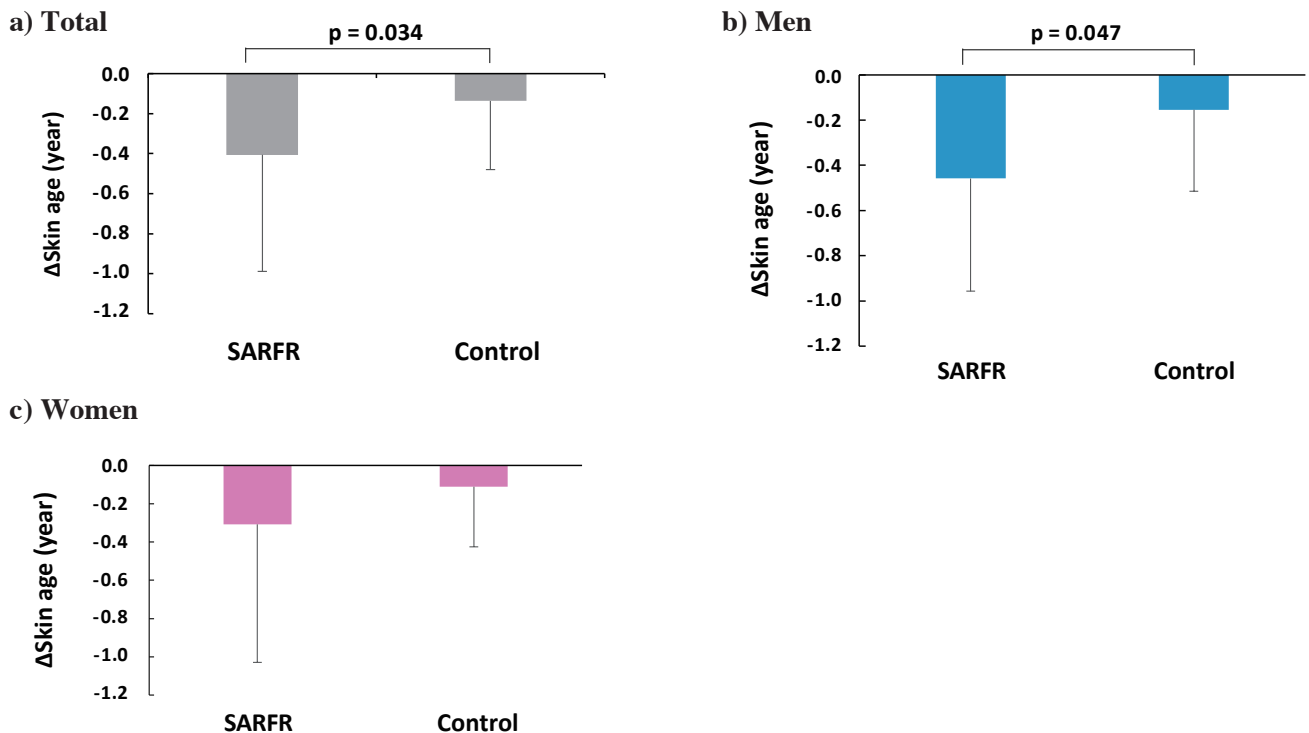
### 安全性

観察期間中に被験品が起因と考えられる有害事象は認められなかった。

**Table 1. Results of skin condition and AGEs fluorescence.**

|                                       |         | Before ingestion |    | One month after ingestion |    | Comparison between groups (by variation) |
|---------------------------------------|---------|------------------|----|---------------------------|----|------------------------------------------|
|                                       |         | Mean             | SD | Mean                      | SD |                                          |
| Age (years)                           | SARFR   | 21.0 ± 1.5       |    |                           |    |                                          |
|                                       | Control | 22.0 ± 1.2       |    |                           |    |                                          |
| Pores (%)                             | SARFR   | -0.9 ± 12.1      |    | -3.0 ± 12.2               |    | 0.589                                    |
|                                       | Control | -2.0 ± 13.5      |    | -4.6 ± 11.3               |    |                                          |
| Wrinkles (%)                          | SARFR   | 2.8 ± 8.2        |    | 2.6 ± 8.5                 |    | 0.558                                    |
|                                       | Control | 0.5 ± 6.1        |    | -0.4 ± 4.9                |    |                                          |
| Pigmentation (PL) stratum corneum (%) | SARFR   | 2.9 ± 5.3        |    | 1.8 ± 5.7                 |    | 0.942                                    |
|                                       | Control | 1.9 ± 4.1        |    | 0.8 ± 3.7                 |    |                                          |
| Pigmentation (UV) stratum corneum (%) | SARFR   | 6.3 ± 7.9        |    | 4.3 ± 8.3                 |    | 0.419                                    |
|                                       | Control | 3.9 ± 5.3        |    | 2.8 ± 5.0                 |    |                                          |
| Porphyrin                             | SARFR   | 34.0 ± 8.5       |    | 32.1 ± 6.8                |    | 0.702                                    |
|                                       | Control | 32.8 ± 9.9       |    | 30.1 ± 10.6               |    |                                          |
| Skin tone                             | SARFR   | 62.0 ± 5.5       |    | 62.8 ± 4.9                |    | 0.658                                    |
|                                       | Control | 61.7 ± 4.7       |    | 62.8 ± 4.8                |    |                                          |
| Elasticity (angle)                    | SARFR   | 45.8 ± 5.6       |    | 44.4 ± 9.2                |    | 0.250                                    |
|                                       | Control | 42.7 ± 7.7       |    | 43.6 ± 5.2                |    |                                          |
| Skin health score                     | SARFR   | 43.2 ± 10.8      |    | 49.2 ± 12.6               |    | 0.340                                    |
|                                       | Control | 47.3 ± 9.6       |    | 50.9 ± 10.0               |    |                                          |
| Skin age (year)                       | SARFR   | 21.5 ± 1.9       |    | 21.1 ± 1.7                |    | <b>0.034</b>                             |
|                                       | Control | 22.2 ± 1.6       |    | 22.0 ± 1.6                |    |                                          |
| AGEs score                            | SARFR   | 0.43 ± 0.07      |    | 0.44 ± 0.06               |    | 0.421                                    |
|                                       | Control | 0.44 ± 0.21      |    | 0.46 ± 0.05               |    |                                          |

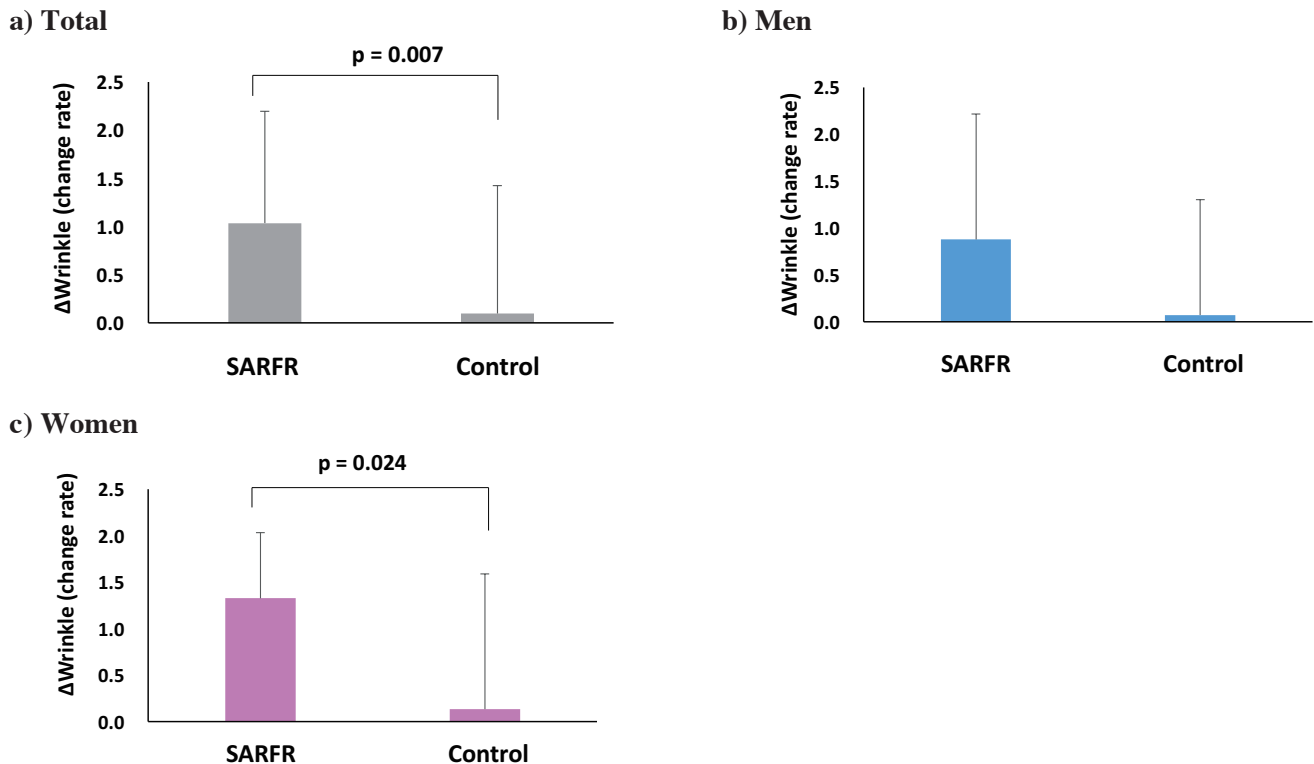
SARFR, sub-aleurone layer residual rinse-free rice; AGEs, advanced glycation endproducts; PL, polarized light; UV, ultraviolet; SD, standard deviation; skin condition measured by Cleo-Pro (Fujitex); AGEs score measured by AGEs sensor (Sharp); SARFR group, n = 37; the control group, n = 22; Statistical analysis by Student's t test.



**Fig.3. Change of skin age.**

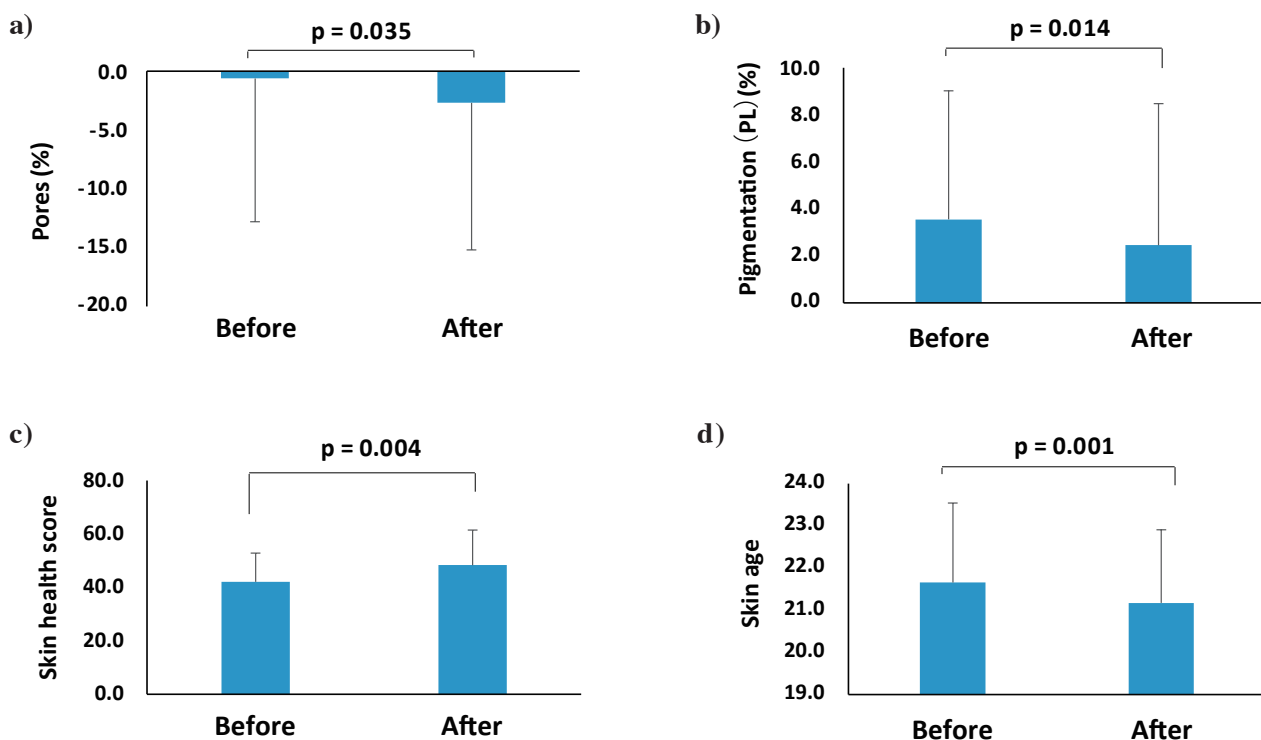
**a)** Total, SARFR group, n = 37; the control group, n = 22. **b)** Men, SARFR group, n = 24; the control group, n = 13. **c)** Women SARFR group, n = 13; the control group, n = 9. Skin age evaluated by Cleo-Pro (Fujitex). Results are expressed as mean ± SEM; Statistical analysis by Wilcoxon signed rank test. SARFR, sub-aleurone layer residual rinse-free rice; SEM, standard error mean.





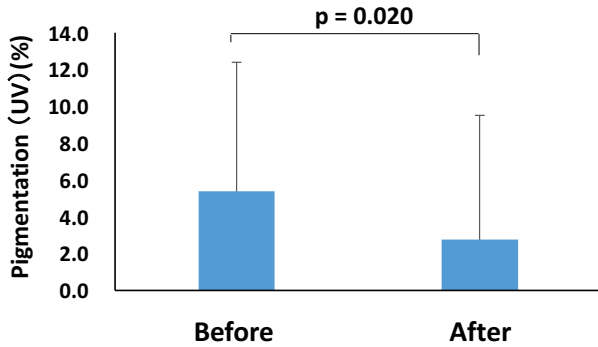
**Fig. 4.** Change of wrinkles.

**a)** Total, SARFR group,  $n = 37$ ; the control group,  $n = 22$ . **b)** Men, SARFR group,  $n = 24$ ; the control group,  $n = 13$ . **c)** Women SARFR group,  $n = 13$ ; the control group,  $n = 9$ . Wrinkles are evaluated by Cleo-Pro (Fujitex). Results are expressed as mean  $\pm$  SEM; Statistical analysis by Wilcoxon signed rank test. SARFR, sub-aleurone layer residual rinse-free rice; SEM, standard error mean.



**Fig. 5.** Effects of SARFR on skin condition: Subclass analysis in home students.

**a)** Pores. **b)** Pigmentation by PL. **c)** Total skin health score. **d)** Skin age. Skin conditions are evaluated by Cleo-Pro (Fujitex). Results are expressed as mean  $\pm$  SEM; number of the home students,  $n = 12$ ; Statistical analysis by paired-t test. SARFR, sub-aleurone layer residual rinse-free rice; PL, polished rice; SEM, standard error mean.



**Fig. 6. Effects of SARFR on skin condition: Subclass analysis in the boarding house students.**

Skin conditions are evaluated by Cleo-Pro (Fujitex). Results are expressed as mean  $\pm$  SEM; number of the boarding house students,  $n = 8$ ; Statistical analysis by paired-t test. SARFR, sub-aleurone layer residual rinse-free rice; PL, polished rice; SEM, standard error mean.

## 考察

本研究は学生を対象にSARFRを試験品として1日1回1か月間摂取した時と通常の精白米を摂取した時に肌状態および皮膚AGEs量の変化を比較したものである。試験品は玄米から表皮の蟬層と難消化性繊維を多く含む外層のみを除去することにより、栄養素を残し、食べやすく加工したものである。

玄米の効能として血中中性脂肪／総コレステロールの上昇抑制<sup>8,12</sup>、食後高血糖の改善<sup>13,14</sup>、空腹時血糖の改善<sup>15</sup>、HbA1cの低下<sup>16</sup>、老年期の骨密度低下を予防<sup>17</sup>、メタボリックシンドロームの内臓脂肪減少<sup>18</sup>、便秘の改善<sup>19</sup>、骨密度の改善<sup>20</sup>、血管内皮機能の改善<sup>21</sup>の臨床試験報告がある。人の腸内細菌叢に個人差の大きいため実証するのは簡単ではないが<sup>22</sup>、玄米摂取が腸内細菌叢へ好影響をもたらす可能性についても指摘されている。玄米のヒト腸内フローラに及ぼす影響を調べたところ、玄米摂取により*Bifidobacterium adolescentis* および *Enterococcus faecalis* 菌数の有意な増加、総菌数、*Bacteroides*, *Eubacterium aerofaciens* および *Escherichia coli* 菌数の有意な減少が認められ、玄米摂取中には*Clostridium paraputrificum* および *Clostridium perfringens* の検出率の減少が認められた<sup>23</sup>。主観的健康感の高い玄米食者では、酪酸産生菌の占有率が高く、特に*Faecalibacterium prausnitzii*と*Roseburia*属、*Bilophila*属の占有率が高いとの報告もある<sup>24</sup>。

このように生活習慣病の予防と改善に有効と期待される玄米食の普及は十分とは言えない。その理由として、食味・食感が玄米に劣る、炊飯時間が長い、含有セルロースによる消化・吸収不良、消化不良や腸内異常発酵の惹起が挙げられる。フィチン酸のキレート作用による鉄欠乏性貧血への不安もあるが、通常の量の玄米を食べるのであれば問題ない。また、残留農薬への不安があるとされる。これについては、過去に一部の玄米銘柄で検出されたが、現在では

国産品については問題ないとされている。

この中で最も大きな課題は消化吸収の難儀さであろう。この問題を解決するために、食べやすく加工した発芽玄米<sup>13,14</sup>や表面加工玄米<sup>25</sup>、超高水圧加圧玄米<sup>17</sup>や混入割合を減らして使用(50%大麦および玄米)<sup>18</sup>が開発され、SARFRのその一つである。その他の方法として、サプリメントとして玄米抽出物が利用されている。

玄米の機能性成分として食物繊維やフェルラ酸、 $\gamma$ -オリザノール等の油溶性成分が代表的である。 $\gamma$ -オリザノールを動物性脂肪肥満マウスに与えると視床下部の小胞体ストレスが緩和され、動物性脂肪に対する嗜好性が減弱すること<sup>26</sup>、さらに、食事の喜びや満足を認識する脳内報酬系(側腹線条体)におけるドパミン受容体の発現低下を回復させるエピゲノム機序によって動物性脂肪に対する嗜好性を和らげ、“満足できない脳”を“足るを知る脳”に変える効果を発揮することを明らかにした<sup>27</sup>。その結果、動物性脂肪依存症から脱却させ、高血糖の改善、メタボリックシンドロームを改善させる<sup>28</sup>。また、米糠中の油溶性画分に含まれるトリテルペンアルコール及びステロール(TASP)画分については、消化管ホルモンであるGlucose-dependent Insulinotropic Polypeptide (GIP)の食後血中濃度の上昇を抑制すること、及びグルコース輸送体であるSodium-dependent Glucose Transporter 1 (SGLT1)の細胞膜へのトランスロケーションを阻害の報告がある<sup>29</sup>。これらが総合的に作用する結果、糖化ストレスは軽減される。

SARFRの臨床試験の報告はこれまで1報のみである。高齢者施設入所者25名(男性6名、女性19名)を対象に对照食(無洗米)を2か月間毎食摂取後(对照群)、SARFRを4か月間毎食摂取した(試験群)の非交差試験の報告がある<sup>9</sup>。その結果、SARFR群で収縮期血圧の有意な低下( $p = 0.008$ )、拡張期血圧の低下傾向( $p = 0.079$ )、体脂肪率の低下傾向( $p = 0.064$ )、HbA1cの低下傾向( $p = 0.050$ )を認めた。

タレントの間寛平氏が1日50 kmを118日間のデータについて食事と走行距離の関係について検討した報告がある<sup>30</sup>。全行程は15サイクルで、5日間走って1日休むのを基本とした。走行日の朝食は、和食33日、洋食66日で、前日の夕食は和食30日、洋食25日、中華23日で、和食時にはSARFRを供した。1サイクル毎に走行距離、走行時間を調べたところ、朝・昼にSARFRを摂取した日は、走行時間が20分延長し、走行距離は5.8 km長く、平均時速は洋食の日より0.84 km/時伸ばした。朝食にSARFRを摂取した日は、走行時間、平均時速が有意に長く、走行距離は和食51.4 km、洋食45.6 kmであった( $p < 0.05$ )。

SARFRについてはいくつかの学会発表がある。SARFRのGI値は通常の白米よりも低いことが指摘され<sup>31</sup>、許らの報告<sup>9</sup>にみられたHbA1cの低下傾向に関与する可能性がある。血管平滑筋細胞におけるアンジオテンシン細胞内情報伝達を抑制する可能性が指摘されており<sup>32</sup>、許らの報告にみられた降圧作用に関与する可能性がある。その他、

免疫機能の活性化の可能性<sup>33,34</sup>、健康増進の可能性<sup>35</sup>、便通の改善<sup>36</sup>が指摘されている。

若年者を対象とした本研究の試験においてSARFR摂取による好影響がいくつか確認された。第一にコンプライアンスの高さと試験品に起因する脱落者がいなかった点が挙げられる。玄米摂取を課しても通常はこのような高いコンプライアンスは得られない<sup>37,38</sup>。これは試験品の味・風味に支障なく、消化・吸収不良に基づく消化器症状も問題ないことを反映している。むしろ既報<sup>36</sup>と同様の便通改善といった好影響が見られている。

第2は肌状態の改善作用である。一般的に20代前半の若年者は肌状態の低下は軽微であり、中高年者の肌比べて健康状態にある率が高い。すなわちこれ以上改善する余地が少ないといえる。それにも関わらず、対照に比べて試験品摂取により肌年齢に有意な改善効果が見られたことの意義は大きい。皮膚AGEs蛍光に有意な変化がみられなかった理由は、同様に、若年者では前値が健常の値に近く、改善の余地が少なかったためと考えられる。

肌状態の問題の大部分は光老化の影響と言われており、紫外線暴露による酸化ストレスが原因である。次に影響が大きいのは糖化ストレスである。それには肌へのAGEs沈着による黄ばみ、コラーゲン蛋白の糖化架橋形成による皮膚弾力性の低下<sup>39</sup>、自然保湿成分(NMF)のフィラグリンの糖化や産生低下<sup>40,41</sup>により保湿機能の低下が関与する。またAGEsは色素細胞に作用してメラニン産生を亢進させるシミ形成が増強する<sup>42</sup>。試験品摂取により糖化ストレスが軽減した結果、これらの症状が緩和されたと推測している(Fig. 7)。

男女差については、SARFRの効果は女性ではほぼ認められず、男性のみでみられた。その理由として、20代前半の女性の肌はほとんどの健常状態にあり。それ以上改善する余地がなかったと考えられる。

下宿生と自宅生を比較すると、下宿生の方が栄養充足率が低い、特に蛋白摂取量が低い<sup>43,44</sup>、飲酒量が多い<sup>45</sup>、朝食欠食率が高い<sup>46</sup>、味覚に異常ある男性が多い<sup>47</sup>ことが報

告されている。食事の栄養バランスが乱れによる糖化ストレスの亢進は男性下宿生に顕著であり、本研究参加者においても同様のことが推測される。そのためにSARFRの効果が現れにくかったと思われる。

## 安全性について

玄米、SARFR、精白米については基本的には主食の米であるため、食経験は豊富で、食品安全性について十分担保されていると考えられる。ただし玄米摂取については消化不良、腸内異常発酵、残留農薬の問題が指摘されている。その原因としては玄米の表面に位置する蠟層による炊飯時の吸水妨害の作用で膨張不足の結果に基づく。SARFRは特殊精米加工によって玄米から蠟層、糠層が除去され、精白米(通常の白米)と色も変わらず、食味も良いと云われるほどに、玄米の問題点が大きく改善されたものと考えられる。SARFRには抗変異原物質がほとんど含まれないとの報告もある<sup>48</sup>。本研究ならびに過去の臨床試験でもSARFRに関わる有害事象の報告はない。SARFRについての安全性については問題ないと判断した。

## 結論

大学生を対象に試験食(SARFR)を1日1回150g以上、1か月間摂取させた結果、消化不良も認められずコンプライアンスは良好で、有意な肌状態改善効果が認められた。SARFRは玄米の難消化性を軽減し栄養価を確保することで、肌状態の改善など健康増進に貢献できる可能性が示唆された。

## 利益相反申告

本研究を遂行するにあたり東洋ライス株式会社より研究支援を受けた。

## 参考文献

- 1) Sugihira T, Yoneda M, Ohno H, et al. Associations of nutrient intakes with obesity and diabetes mellitus in the longitudinal medical surveys of Japanese Americans. *J Diabetes Investig*. 2019; 10: 1229-1236.
- 2) 佐藤さくら, 小池由美, 海老澤元宏. 食物アレルギー: 小児期の即時型食物アレルギーの予後. *日本小児アレルギー学会誌*. 2019; 33: 41-46.
- 3) 柴田奈緒美[石渡]. 学校給食の献立分析から考える食物アレルギー対応の打開策. *アレルギーの臨床*. 2019; 39: 579-582.
- 4) Nakano K, Takahashi T, Tsunoda A, et al. Dietary trends in patients with fecal incontinence compared with the National Health and Nutrition Survey. *J Anus Rectum Colon*. 2019; 3: 69-72.
- 5) Matsushima M, Yagi M, Hamada U, et al. Effects of choice of staple food and the addition of dietary fiber on changes in postprandial blood glucose level. *Glycative Stress Res*. 2014; 1: 46-52.
- 6) Matsushima M, Yagi M, Hamada U, et al. Prevention of postprandial hyperglycemia by the combination of a staple food and a side dish. *Glycative Stress Res*. 2014; 1: 53-59.
- 7) Kawabata A, Yagi M, Ogura M, et al. Postprandial blood glucose level after intake of a bowl of rice topped with beef. *Glycative Stress Res*. 2015; 2: 67-71.
- 8) 横山千鶴子, 前田雪恵, 石川幸枝, 他. 玄米の長期継続摂取(90日間)による血中コレステロール値低減効果の検証. *日本食生活学会誌*. 2017; 28: 2017.



- 9) 許 鳳浩, 鈴木信孝, 榎本俊樹, 他. 特殊精米技術を用いたお米の生活習慣病関連因子への影響. *日本補完代替医療学会誌*. 2018; 15: 103-108.
- 10) Yamanaka M, Matsumura T, Ohno R, et al. Non-invasive measurement of skin autofluorescence to evaluate diabetic complications. *J Clin Biochem Nutr*. 2016; 58: 135-140.
- 11) Morita Y, Yagi M, Ishizaki K, et al. Evaluation of the glycative stress by non-invasive skin AGEs measurement devices. *Glycative Stress Res*. 2019; 6: 92-102.
- 12) 鈴木雅子. 玄米のいわゆる dietary fiber によるコレステロール, トリグリセライド上昇抑制作用. *栄養と食糧*. 1982; 35: 155-160.
- 13) Ito Y, Mizukuchi A, Kise M, et al. Postprandial blood glucose and insulin responses to pre-germinated brown rice in healthy subjects. *J Med Invest*. 2005; 52: 159-164.
- 14) 伊藤幸彦. 発芽玄米を主食とした朝食後の食後血糖値. インスリン反応. *予防医療Aggressive*. 2015; 2: 78-82.
- 15) Hamano-Nagaoka M, Nishimura T, Matsuda R, et al. Evaluation of a nitric acid-based partial-digestion method for selective determination of inorganic arsenic in rice. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi*. 2008; 49: 95-99.
- 16) 早川富博, 大野恒夫, 大河内昌弘, 他. 糖尿病患者における発芽玄米摂取による糖・脂質代謝への影響. *共済エグゼクティブ通信*. 2009; 58: 438-446.
- 17) 橋本道男, 松崎健太郎, 矢野彰三, 他. 超高水圧加圧玄米の長期摂取は老年期骨密度低下を予防する. *応用薬理*. 2017; 92: 69-73.
- 18) 山本万里 [前田], 廣澤孝保, 三原洋一, 他. 機能性農産物を使用した弁当のメタボリックシンドロームへの影響を検証するヒト介入ランダム化プラセボ対照比較試験. *日本食品科学工学会誌*. 2017; 64: 23-33.
- 19) 吉原悦子, 石井美紀代, 丸山泰子, 他. 認知症高齢者グループホームにおける入居高齢者の排便状況改善に向けた援助職員と研究者のケアカンファレンスを通じた協働介入. *認知症ケア事例ジャーナル*. 2017; 9: 371-379.
- 20) Matsuzaki K, Yano S, Sumiyoshi E, et al. Long-term ultra-high hydrostatic pressurized brown rice intake prevents bone mineral density decline in elderly Japanese individuals. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. 2019; 65: S88-S92.
- 21) Kondo K, Morino K, Nishio Y, et al. Fiber-rich diet with brown rice improves endothelial function in type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled trial. *PLoS One*. 2017; 12: e0179869.
- 22) Nemoto H, Ikata K, Arimochi H, T, et al. Effects of fermented brown rice on the intestinal environments in healthy adult. *J Med Invest*. 2011; 58: 235-245.
- 23) Benno Y, Endo K, Miyoshi H, et al. Effect of rice fiber on human fecal microflora. *Microbiol Immunol*. 1989; 33: 435-440.
- 24) 福島あずさ [平川]. 主観的健康感と腸内細菌叢の関連性に関する研究. *人間生活文化研究*. 2019; 29: 101-111.
- 25) 荒木理沙, 松浦文奈, 藤江敬子, 他. 表面加工玄米の食べやすさに関する探索的ランダム化クロスオーバー試験. *日本栄養・食糧学会誌*. 2016; 69: 249-255.
- 26) Kozuka C, Yabiku K, Sunagawa S, et al. Brown rice and its component,  $\gamma$ -oryzanol, attenuate the preference for high-fat diet by decreasing hypothalamic endoplasmic reticulum stress in mice. *Diabetes*. 2012; 61: 3084-3093.
- 27) Kozuka C, Kaname T, Shimizu-Okabe C, et al. Impact of brown rice-specific  $\gamma$ -oryzanol on epigenetic modulation of dopamine D2 receptors in brain striatum in high-fat-diet-induced obesity in mice. *Diabetologia*. 2017; 60: 1502-1511.
- 28) Masuzaki H, Kozuka C, Okamoto S, et al. Brown rice-specific  $\gamma$ -oryzanol as a promising prophylactic avenue to protect against diabetes mellitus and obesity in humans. *J Diabetes Investig*. 2019; 10: 18-25.
- 29) 下豊留玲, 岡原史明. 米糠油由来トリテルペンアルコール及びステロールの肥満・高血糖改善作用. *オレオサイエンス*. 2017; 17: 269-276.
- 30) 平川 あずさ (生命科学振興会), 宮地 元彦, 渡邊 昌. 地球一周長期持久走における食事の影響. *医と食*. 2015; 7: 152-156.
- 31) Uenobe M, Nakata K, Inagawa H. Benefits of subaleurone layer of milled rice (Kinmemai): Analysis of Kinmemai from the view point of glycemic index food. *ACN2015 Abstract Book*. 2015; 276. (abstract)
- 32) 宇都宮洋才, 白井丙午郎, 江口 暁, 他. 血管平滑筋細胞におけるアンジオテンシン細胞内情報伝達に対する金芽米の抑制効果. *日本病理学会会誌*. 2008; 97: 277. (抄録)
- 33) 上延麻耶, 中田和江, 稲川裕之. 一か月間の亜糊粉層残存米 (金芽米) の摂取による健康青年における免疫的効果についての検討. *日本栄養・食糧学会大会講演要旨集*. 2014; 68: 200. 33 (抄録)
- 34) 稲川裕之, 河内千恵, 中田和江, 他. 金芽米 (亜糊粉層残存精米) の免疫機能に関する研究: 亜糊粉層の自然免疫活性化能. *日本栄養・食糧学会大会講演要旨集*. 2013; 67: 121. 34 (抄録)
- 35) 奥田和子. 金芽米の継続摂取による健康面へのプラス効果. *日本栄養・食糧学会大会講演要旨集*. 2007; 61: 223. 35 (抄録)
- 36) 西山直希, 稲島 司, 部屋雄一, 他. 亜糊粉層を残した無洗米 (亜糊粉層残存無洗米) による便通改善効果. 第 65 回日本栄養改善学会学術総会講演要旨集 (栄養学雑誌). 2018; 76: 208. (抄録)
- 37) Wedick NM, Sudha V, Spiegelman D, et al. Study design and methods for a randomized crossover trial substituting brown rice for white rice on diabetes risk factors in India. *Int J Food Sci Nutr*. 2015; 66: 797-804.
- 38) Zhang G, Malik VS, Pan A, et al. Substituting brown rice for white rice to lower diabetes risk: a focus-group study in Chinese adults. *J Am Diet Assoc*. 2010; 110: 1216-1221.
- 39) Ichihashi M, Yagi M, Nomoto K, et al. Glycation stress and photo-aging in skin. *Anti-Aging Med*. 2011; 8: 23-29.
- 40) Cadau S, Leoty-Okombi S, Pain S, et al. *In vitro* glycation of an endothelialized and innervated tissue-engineered skin to screen anti-AGE molecules. *Biomaterials*. 2015; 51: 216-225.
- 41) Khmaladze I, Österlund C, Smiljanic S, et al. A novel multifunctional skin care formulation with a unique blend of antipollution, brightening and antiaging active complexes. *J Cosmet Dermatol*. 2020; 19: 1415-1425.
- 42) Abe Y, Takabe W, Yagi M, et al. Melanin synthesis induction by advanced glycation end-products (AGEs) without  $\alpha$ -melanocyte stimulating hormone ( $\alpha$ -MSH) or UV exposure. *Glycative Stress Res*. 2016; 3: 229-235.
- 43) 金子 誉, 里 誠, 佐々山竜一, 他. 医学科学生における食生活の実態と夜間摂食症候群. *山梨医科大学紀要*. 2001; 18: 7-10.
- 44) 大平肇子, 三枝清美, 澤井早苗, 他. 看護系大学生の栄養摂取状況に関する研究. *三重県立看護大学紀要*. 2002; 6: 1-9.
- 45) 岩本真紀. 看護学生の飲酒・喫煙に関する意識と行動及び関連要因の検討. *香川医科大学看護学雑誌*. 2003; 7: 39-47.
- 46) 長幡友実, 中出美代, 長谷川順子, 他. 住まい別にみた大学生の朝食欠食習慣に及ぼす要因. *栄養学雑誌*. 2014; 72: 32-39.
- 47) Kojima C, Susaki H, Ishida S, et al. The relationship between accurate conditions of taste and diet for the School of Nutritional Sciences' students. *名古屋学芸大学健康・栄養研究所年報*. 2010; 4: 19-26.
- 48) 森 一郎, 夏井俊介, 武田公一, 他. 金芽米に含まれる抗変異原物質の探索. *日本病理学会会誌*. 2008; 97: 1: 312. 48 (抄録)