

紫黒米と白色米の紫外線耐性の比較

大久 長範*・金澤 圭二・山田 理恵¹

Resistance of Purple-black Rice and White Rice to Ultraviolet Light

Naganori OHISA*, Keiji KANAZAWA and Rie YAMADA¹

Abstract

We examined the resistance to oxidation of rice by irradiating brown rice and polished rice with ultraviolet (UV) light for six hours. A light emission detection analyzer was then used to measure the resultant increase in chemiluminescence, an indicator of lipid oxidation. Irradiated brown rice showed a 1.4 to 1.5-fold increase in light emissions compared to non-irradiated sample, and polished rice showed a 3 to 5-fold increase. Oxidation levels were notably lower in purple-black brown rice (cv. Asamurasaki and Okunomurasaki). The pigment of the purple-black rice appeared to contribute to these cultivars' UV light resistance.

(Received October 13, 2009 ; Accepted February 4, 2010)

Keywords : UV light resistance, purple-black rice, brown rice, light emission

キーワード : 紫外線耐性、紫黒米、玄米、発光

緒 言

私たちが通常食している白色米に対して、アントシアニン系色素を含有する紫黒米やタンニン系色素を有する赤米などの有色米がある^{1,2)}。有色米の色素が抗酸化活性に関与しており、疾患予防や老化抑制作用において有望であることが示唆されている³⁾。紫黒米の色素の抗酸化活性は、主としてエタノール等で抽出した系で確認されてきた^{4,5)}。紫黒米の色素が玄米表層に存在した状態で抗酸化効果を発揮できるのかどうかはまだ確認されていない。紫黒米色素の in situ における抗酸化力を確認するために、玄米に紫外線を照射した試料を調製し、油脂の酸化に起因する化学発光を追跡した。

実験材料及び方法

1) 試料米

紫黒米品種として「朝紫」(モチ系)と「おくのむらさき」(粳系)、白色米品種として「ひとめぼれ」(うるち)を使用した。紫黒米品種2種は貝茶舗株式会社(大崎市)から、「ひとめぼれ」は名取市の農家から玄

米として提供された。いずれの試料も2008年度産であった。

2) 紫外線照射条件

玄米および精白米12gを直径10cmのシャーレに均一に並べ、紫外線(254nm, 15W, 15cmの距離に設置)を0, 1.5, 及び6時間照射した。この間, 1.5時間照射の場合は30分間毎に, 6時間照射の場合は1時間毎にかくはんした。

3) 精 米

紫外線照射前後における試料10gを小型精米器(パーレット, ケット科学研究所製)で精米した。玄米および精米をポリエチレン袋に入れ, 袋に色彩色差計(ミノルタ社製CR250)の測定ヘッドを密着させ, 表面のハンター色調(L*値, a*値及びb*値)を測定した。

4) 化学発光測定

紫外線照射前後における米の微弱発光は極微弱発光測定装置(CLA-FS3, 東北電子産業製)を使用した⁶⁾。玄米又は精米した試料3gを秤量し, ステンレス製標

¹ 東北電子産業株式会社

* Corresponding author (E-mail : oohisa@myu.ac.jp)

準セル（直径50mm）に均一に投入した。このセルを70℃に設定した試料室にセットし、空気存在下で10分間の発光を追跡した（測定中に水分が蒸散し試料重量の減少も予想されたが今回は無視した）。微弱発光のスペクトルの分布を調べるために、光電子増倍管の検出波長範囲を350～700nmとした。

実験結果

1) 「ひとめぼれ」への紫外線照射

「ひとめぼれ」（玄米）に紫外線照射した試料の微弱発光を測定した。照射時間が0時間、1.5時間、6時間と増加するに従い、10分間の総発光量が 4.25×10^5 、 8.14×10^5 、 1.19×10^6 countsと増加した（Fig. 1）。紫外線処理を6時間行った玄米の20nm刻み

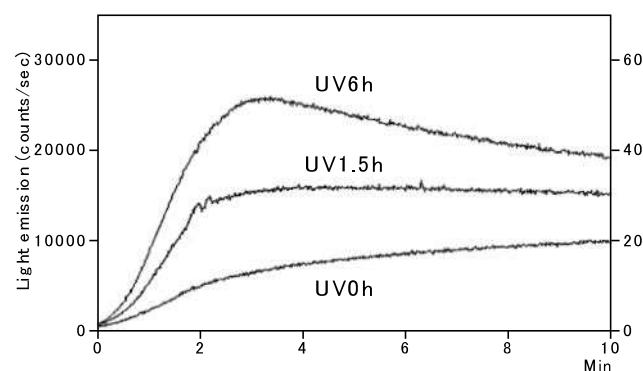


Fig.1 Time course of light emission from brown rice grains (Hitomebore) irradiated with UV light.

Table 1 Light emission spectrum from brown rice grains (Hitomebore) irradiated with UV light

Wavelength (nm)	Light emission	Relative value of light emission (%)
350～	74.4	4
370～	0	0
380～	124.9	6
400～	13	0
420～	0	0
440～	280.9	14
460～	418.5	21
480～	526.6	26
500～	645.9	32
520～	664.9	33
540～	725.7	36
560～	697.8	35
580～	676	34
600～	826.5	41
620～	806.8	40
640～	1069.3	54
660～	1790.8	90
680～	1973.1	100
700～	0	0

の発光スペクトルをTable 1に示した。このスペクトルから一重項酸素の発光ピーク（520, 585, 635nm）や励起三重項カルボニルの発光ピーク（480～530nm）が推定されるところから、これらの発光は脂質の酸化によるものと考えられた。

2) 玄米と精米への紫外線照射の比較

玄米の状態では紫外線照射した試料から上皮を除去し、この発光を追跡した。紫外線照射前の発光を100%とし、紫外線照射後の発光と比較したところ、「ひとめぼれ」の場合は279%に増加した。これに対し、「朝紫」や「おくのむらさき」の場合は148%と138%となり、ゆるやかな増加となった（Fig. 2）。

次に、「ひとめぼれ」と紫黒米を精米した後、紫外線を照射し、その後の発光量を測定した。紫外線照射処

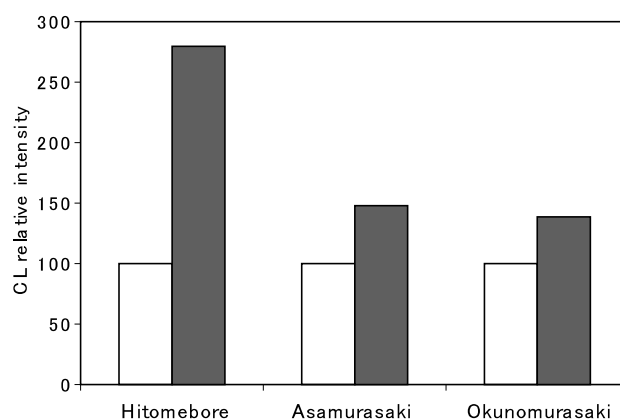


Fig.2 Light emission from brown rice irradiated with UV light.

□: UV light 0h, ■: UV light 6h

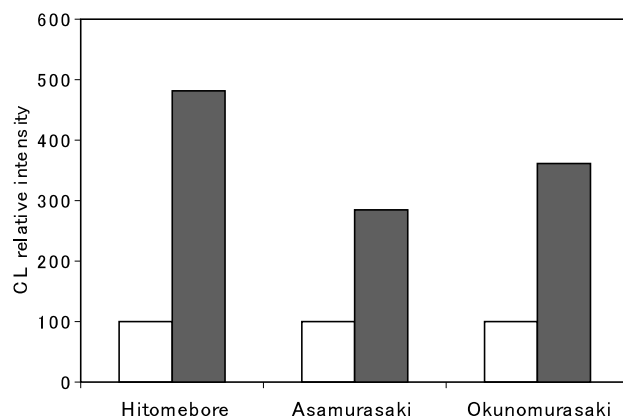


Fig.3 Light emission from polished rice grains irradiated with UV light.

□: UV light 0h, ■: UV light 6h

Table 2 L*, a* and b* of polished rice grains irradiated with or without UV light

Sample	L*	a*	b*
Hitomebore(-UV)	69.75 ± 1.53	0.50 ± 0.16	7.71 ± 0.36
Hitomebore(UV6h)	67.48 ± 1.20	0.45 ± 0.20	11.73 ± 0.18
Asamurasaki(-UV)	62.32 ± 1.38	4.92 ± 0.39	1.95 ± 0.25
〃 (UV6h)	62.75 ± 1.65	4.42 ± 0.25	4.58 ± 0.26
Okunomurasaki(-UV)	57.6 ± 0.85	4.40 ± 0.27	2.01 ± 0.30
〃 (UV6h)	58.85 ± 1.16	3.72 ± 0.14	3.71 ± 0.51

** significant difference $p < 0.01$

理していない試料の総発光量を100%とすると、「朝紫」では288%、「おくのむらさき」では367%、白色米である「ひとめぼれ」では485%となり、それぞれ発光量の増加が認められた。以上の結果より精白米においても、「ひとめぼれ」に対して有色米は発光量の増加が抑制されており、脂質の酸化が抑制されているものと推測された (Fig. 3)。Table 2 に照射前後の精米の色調を示した。「朝紫」と「おくのむらさき」の a^* 値が3 - 4であることから、精米しても色素が多少残存しているものと考えられた。この色素が紫外線照射処理のバリアとして働き、脂質酸化抑制の一因となっているものと考えられた。

考 察

碎米の極微弱発光は貯蔵期間が長期になるほど発光量が増加し、チオバルビツール酸値と相関があることを、金田らは報告している⁷⁾。萩原らは米の極微弱発光量と脂肪酸度に比例関係があり、極微弱発光法では複雑な操作を必要とせず、脂肪酸度にして0 ~ 28KOH mg/100 g の微量まで測定可能であることを示した⁶⁾。

玄米の状態では紫外線を照射すると、総発光量の増加は1.4 ~ 1.5倍にとどまった (Fig. 2)。精米した後に紫外線を照射すると、総発光量が対照に対し約3倍から約5倍に増加した (Fig. 3)。玄米の紫黒米で、総発光量が特に低く抑えられることが分かった。玄米と精米の差異は糠層の存在である。玄米状態の「ひとめぼれ」と紫黒米の差異は (Fig. 2)、アントシアニン系成分に由来すると考えられる。猪谷らは有色米4品種と白色米の総ポリフェノール色素を比較し、朝紫などの有色米のポリフェノール色素含量が有意に高値であることを示した¹⁾。

紫黒米のアントシアニン色素としてジアニジン-3-コシドやシアニジン-3-ルチノイド等が知られている^{3,4,9)}。アントシアニン成分は他の抗酸化物質とともに

に、紫外線などの酸化ストレスに対し化学的な抗酸化バリアーとして機能しているといわれている^{1,8)}。クッキーの小麦粉を50%紫黒米に代替した試料では、50℃、39日間の保存で、過酸化物質の上昇が90%以上抑制された⁴⁾。有色米種子は普通米 (白米) より長期貯蔵しても発芽力が低下しないという特性もある⁸⁾。紫黒米の糠層に存在するアントシアニン色素は、稲の栽培環境の中でも紫外線に対して抵抗性を発揮していると考えられる。

摘 要

米の抗酸化能を調べるために玄米と精米にUVを6時間照射した。紫外線照射米の脂質の酸化に起因する化学発光を極微弱発光測定装置 (CLA-FS 3) で追跡した。玄米の状態では紫外線を照射すると、総発光量の増加は1.4 ~ 1.5倍にとどまった。玄米 (紫黒米とひとめぼれ) を精米した後に紫外線を照射すると、総発光量が対照に対し約3倍から約5倍に増加した。玄米状態の紫黒米で総発光量が低く抑えられたことから、紫外線抵抗性の一つとして紫黒米のアントシアニン色素が考えられた。

引用文献

- 1) 猪谷富雄, 建本秀樹, 岡本実剛, 藤井徳男, 有色米の抗酸化活性とポリフェノール成分の品種間差異, 食品科学工学科誌, **49**, 540 - 543 (2002).
- 2) 小松清高, 玉置雅彦, 藤井一範, 武藤徳男, 猪谷富雄, 有色米の抗酸化能に関する研究 - 品種間差異と栽培条件の影響, 日本作物学会記事, **72**, 108 - 109 (2003).
- 3) 大庭理一郎, 五十嵐喜治, 津久井亜紀夫, アントシアニン - 食品の色と健康, (株) 建帛社 (東京), pp. 14 - 16, 96, 124 - 135 (2000).
- 4) 寺沢なお子, 谷晴美, 有色米クッキーにおける

- 脂肪過酸化抑制効果および有色色素のラジカル消去活性の対する各種処理の影響, 日本家政学会誌, **56**, 653-659 (2005).
- 5) 渡部忍, 今若直人, 勝部拓矢, 山崎幸一, 島根県産紫黒米に含まれるアントシアニン系色素の同定とラジカル消去活性, 食品科学工学会誌, **56**, 419-423 (2009).
- 6) 萩原昌司, 斎藤高弘, 志賀徹, 大谷敏郎, 米の極微弱発光現象の画像計測と脂肪酸度の推定, 食品科学工学会誌, **49**, 719-725 (2002).
- 7) 金田弘拳, 狩野幸信, 越野昌平, 碎米の化学発光, 醸造協会誌, **89**, 412-413 (2000).
- 8) Ramarathnam, N., Osawa, T., Namiki, M. and Tashiro, T., Studies on the relationship between antioxidative activity of rice hull and germination ability of rice seeds J. Sci. Food Agric. **37**, 719-726 (1986).
- 9) 磯部由香, 森岡むぐみ, 寺原典彦, 小宮孝志, 成田美代, 赤混黒米の色素の抗酸化性, **39**, 247-250 (2006).