

乳酸カルシウムとグルコン酸カリウムが米飯の 老化防止に与える影響

Influence of Calcium Lactate and Potassium Gluconate on Preventing the Retrogradation of Cooked Rice

山本千尋* 川端大樹* 大釜和子*
(Yamamoto Chihiro) (Kawabata Daiki) (Oogama Kazuko)
吉田理無* 野村俊和* 丸山悦子**
(Yoshida Rin) (Toshikazu Nomura) (Maruyama Etsuko)

We investigated the effect on preventing rice retrogradation by treating with 0.10% calcium lactate and 0.05% potassium gluconate during cooking. Measurement of the rates of weight and volume increase during cooking and the water content of cooked rice show that the water absorbed during cooking was increased by the treatment. The change in the amount of soluble starch on the surface of cooked rice grains and a microphotograph of the cooked rice grains suggest the rice cooked with the calcium lactate and potassium gluconate treatment remained more sticky than the untreated control. The results of a taste evaluation and texturometry indicate that the cooked rice remained softer and stickier, and was prevented from retrogradation at a low temperature.

キーワード：米飯 Cooked rice；老化 Retrogradation；乳酸カルシウム Calcium Lactate；グルコン酸カリウム Potassium Gluconate

緒 言

現在、弁当店やコンビニエンスストアから加工済米飯を購入し、家庭内や野外で食する、いわゆる「中食」という形態の食事が盛んになってきている。しかしながら、このような加工済米飯は消費者の手元で食されるまでに時間がかかることから、流通段階や店舗における保存時の米飯の老化防止が重要な課題となっている。

著者らは糖類や塩類、乳化剤による米飯の老化防止の効果を検討しているが、食味に与える影響については明らかにしていない。そこで、食品添加物¹⁾として認可を受けた種々の塩類について、米飯の食味の劣化を

抑え、かつ十分な老化防止効果を示す物を比較検討した。その結果、乳酸カルシウムとグルコン酸カリウムを添加した場合に良い結果が得られることが分かった。本報では、上記の有機酸塩の米飯の老化防止効果について報告する。

実験方法

1. 試 料

試料米は、99年北海道産きさらし 397、滋賀県産日本晴を使用した。

2. 炊飯方法及び保存方法²⁾

洗米は米 200g を 20℃ の蒸留水 1 l で 30 秒間に 10 回攪拌する操作を 5 回繰り返した。米の 1.5 倍量の水で 30 分間浸漬を行い、電子ジャー付ガス炊飯器(商品名：Rinnai GH かまど炊きジャー リンナイ株)で 15 分間炊飯後、15 分間蒸らした。5 分間粗熱を取り、蓋の裏側に炊飯シート(商品名：ウー米シート株クラレ)を張りつけたプラスチック製密封容器に米飯を入れ

* タマノイ酢株式会社中央研究所
(Research Center, Tamanoi Vinegar Co., Ltd. Yamatoko-hiriyama 639-1038)

** 奈良女子大学生活環境学部
(Dept. of food science and nutrition, Nara Women's University)

乳酸カルシウムとグルコン酸カリウムが米飯の老化防止に与える影響

て、10℃で48時間保存を行った。炊飯シートは、通気・疎水・防水シートと吸水・保水用パルプ層が重なったもので、米飯から出た蒸気を通してフタで結露した水を吸水することで、結露水によるふやけ現象を防止し、吸水された水分でプラスチック製密封容器内を保湿して、米飯の乾燥も防止する。炊飯後、室温まで戻したものを「0時間」、10℃で24時間、48時間保存したサンプルをそれぞれ「24時間」、「48時間」とする。生米重量に対し乳酸カルシウム（太平化学産業㈱ 純度：100%）を0.10%、グルコン酸カリウム（藤沢薬品工業㈱ 純度：97～103%）を0.05%加水時に添加して炊飯を行った。

3. 測定項目

1) 炊飯特性³⁾

口径13mm、高さ15cm、重量既知の試験管に生米3g、蒸留水5mlを加えた。生米のかさ（高さ）を測定して、炊飯前の体積を算出した。この試験管を予め200mlの水を張った10合炊きの炊飯釜に入れて、炊飯14分間、蒸らし14分間の工程で炊飯を行なった。炊飯前と同様に炊飯後の重量及びかさを計測し、下記の式で炊飯前の精白米の重量に対する増加割合で重量増加率、及び炊飯前の体積に対する増加割合で体積増加率を算出した。

重量増加率 (%) = 米飯重量 / 生米重量 × 100

体積増加率 (%) = 米飯体積 / 生米体積 × 100

2) 水分含量の測定³⁾

「0時間」の米飯20gを135℃で2時間乾燥させ、重量変化から水分含量 (% : g/100g 乾重量) を求めた。

3) 溶出デンプン量の測定^{2),3),4),5)}

炊飯後の米飯25gに蒸留水100mlを加え、4本の管で1秒間に4回、1分間攪拌して飯粒表面の溶出デンプンを分離した。フェノール硫酸法⁵⁾により測定し算出した。

4) 飯粒断面の顕微鏡観察

飯粒を-60℃、10分の条件で瞬間凍結を行ない、凍結ミクロトーム（ライカCM1900）にて、20μmの凍

結切片にした。凍結切片を0.01% トルイジンブルーにて染色を行い、40倍で検鏡し、飯粒の横断面の写真撮影を行った。

5) テクスチャー測定^{3),4)}

クリープメータ RE 2-33005（株式会社山電）を使用して、飯粒の硬さ、もろさ、弾力性、付着性を一粒法にて、飯粒集団の硬さ、もろさをカップ法にて以下の測定条件で測定した。飯粒の硬さ、もろさの測定は測定速度1mm/sec、測定歪率99%、運動回数1回で、飯粒集団の硬さ、もろさの測定は測定速度1mm/sec、測定歪率90%、運動回数1回で行なった。また、飯粒の付着性、弾力性の測定は測定速度1mm/sec、測定歪率80%、クリアランス0.46mm、運動回数2回で行なった。

6) 官能評価³⁾

官能評価は、タマノイ酢㈱製品開発研究所の研究員8名をパネルとして実施した。使用したサンプルは、常温に戻してから評点法に基づいて、無添加区を基準にしてつや、軟らかさ、粘り、うま味についての強弱を-3点～+3点の7段階で添加区と比較して評価した。平均評点で表し、Sheffの方法で有意差検定を行なった。

実験結果及び考察

1. 塩類添加米の炊飯特性と水分含量

表1に示す「米飯の重量・体積増加率」の結果から、きさら397で塩類の添加による体積増加率/重量増加率が増大する傾向がみられた。図1に示す「水分含量経時的変化」の結果から、「0時間」では日本晴については有意差が見られなかったが、きさら397、日本晴共に無添加区より添加区で水分含量が高くなる傾向が見られた。「24時間後」「48時間後」においては、きさら397、日本晴共に明らかに添加区の方が水分含量が高く、有意差が見られた。以上の結果から、塩類を添加することで、炊飯過程における米の水分吸収率が増加して、保存中においても水分保持力が高くなるので、炊きたての食感が保持されることが分かった。さらに重量の増加よりも体積の増加の比率が高いために、炊

表1. 米飯の重量・体積増加率

	重量増加率 (%)	体積増加率 (%)	体積増加率 /重量増加率
きさら 397 無添加区	130.70±0.05	218.69±8.42	1.67±0.05
きさら 397 添加区	131.10±0.42	229.65±1.08	1.79±0.05*
日本晴 無添加区	132.01±0.12	227.43±0.98	1.72±0.02
日本晴 添加区	132.11±0.09	237.66±2.92	1.80±0.06

平均値±標準偏差

*p<0.05 (Sheffe's F法による)

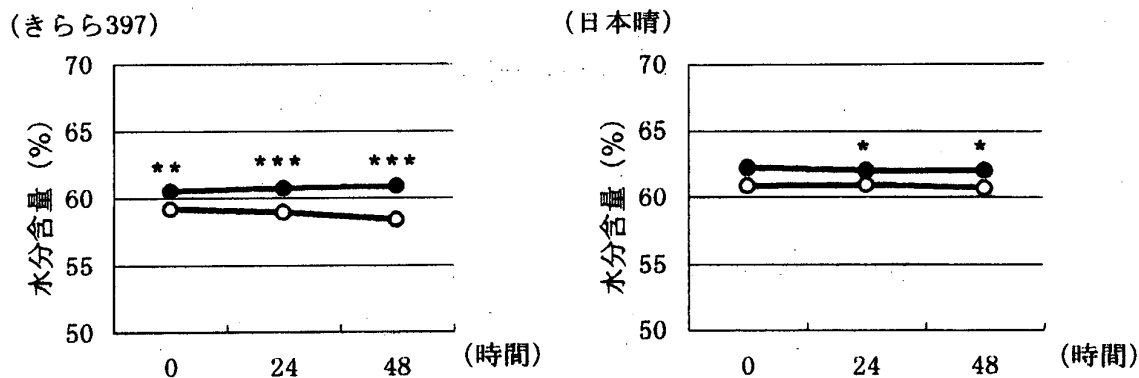


図1. 水分含量経時的变化

○無添加区 ●添加区 (乳酸カルシウム 0.10%, グルコン酸カリウム 0.05%)

***p<0.001, **p<0.01, *p<0.05 (Scheffe's法による)

き増えの効果もあると考えられる。

2. 飯粒表面の溶出デンプン量

飯粒表面の溶出デンプン量の変化を測定した結果を表2に示した。きらら397, 日本晴共に統計的に有意の差を認めるには至らなかったが, 添加区の方が溶出デンプンの量が多く, 保存後も同様の傾向がみられた。

表2. 溶出デンプン量

	0 時間 (mg/g)	24 時間 (mg/g)	48 時間 (mg/g)
きらら 397 無添加区	0.720	0.433	0.194
きらら 397 添加区	0.851	0.542	0.294
日本晴 無添加区	0.943	0.496	0.343
日本晴 添加区	0.972	0.618	0.444

3. 飯粒断面の顕微鏡観察

飯粒切片を光学顕微鏡で観察した結果を図2に示した。「0時間」は無添加区, 添加区とも細胞が膨潤してデンプン粒が周囲に流出していることが分かる。無添加区では, 「24時間」, 「48時間」で徐々に胚乳細胞壁の輪郭が明瞭になり, 細胞間に間隙が見られたのに対し, 添加区では細胞壁の崩れが生じ, 「48時間」でも細胞間の間隙は明らかに少なくなっている。塩類を添加する事で細胞が膨潤した⁶⁾状態が長く保たれていることが考えられる。

4. 塩類添加米飯のテクスチャー

塩類添加による米飯の物性に対する影響を評価するために, テクスチャーの測定を行った結果を図3に示した。飯粒の硬さについてみると, 添加区の飯粒が, 無添加区と比較して軟らかくなったことが分かった。また, 添加区ではこの軟らかさが維持され, 48時間では, 無添加区との間の差が顕著になった。飯粒のもろさも品種間の差はあるものの, 添加区では改善され, それが保持された。さらに弾力性と付着性についても

維持されることが分かった。これらに対し, 飯粒集団の測定結果では, 硬さ, もろさ共に, 添加区と無添加区の間に差はみられなかった。これは, 集団法では飯粒が軟らかく付着性が高いほど, 測定値が見かけ上高くなることが原因と考えられるが, このことは, 官能検査における食味の差が, 飯粒集団からよりも, 飯粒一つ一つに起因することを示していると言える。以上から, 添加区には, 米飯の食味における重要な評価基準である軟らかさ, 弾力, 粘りにおいて, 初期状態を維持させる力が有ることが分かった。従って, 塩類添加によって, 米飯の時間経過による老化を遅らせることができたと言える。

5. 塩類添加米飯の官能評価

官能評価を行なった結果を図4に示した。図は無添加区に対する評点を示している。「0時間」, 「48時間」共に添加区の方が高い評価を示す傾向であった。特に, 「48時間」できらら397については, 軟らかさ, 粘りについて, 日本晴については軟らかさに1%の危険率で有意差が認められた。

要 約

食品添加物として認可されている乳酸カルシウムとグルコン酸カリウムが米飯の老化防止と食味に与える影響について検討した。結果を要約すると以下の通りである。

1. 乳酸カルシウムとグルコン酸カリウムを添加することにより, 米飯の水分吸収力, 水分保持力が増加し, 炊き増えする可能性が示唆された。
2. 官能評価とテクスチャー測定の結果から, 添加区は米飯の老化を抑制していることが示された。食味については, 特に米飯保存時に, 飯粒の軟らかさ・弾力・粘りを保つ効果があることが明らかにされた。

乳酸カルシウムとグルコン酸カリウムが米飯の老化防止に与える影響

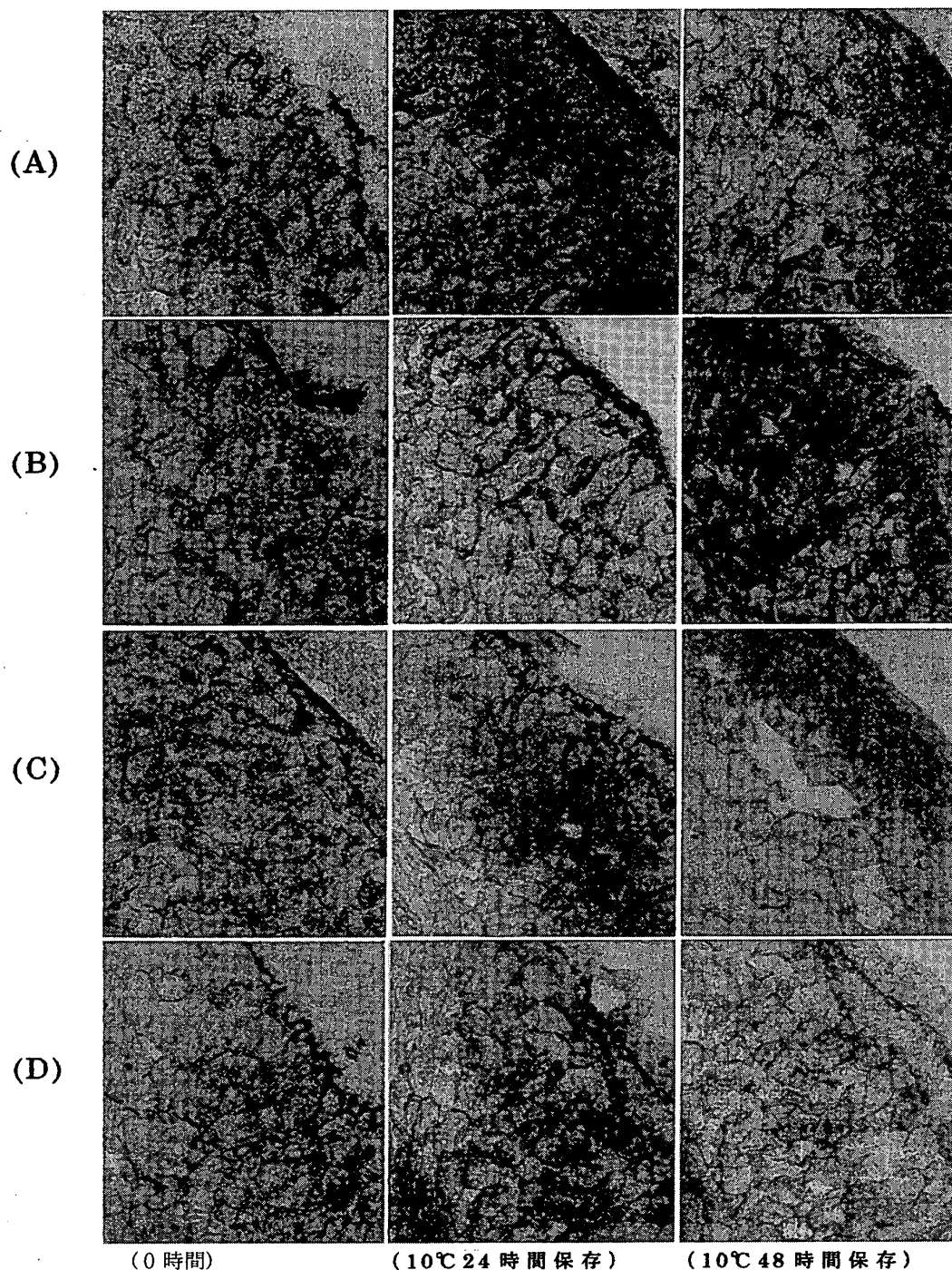


図 2. 飯粒断面の顕微鏡写真 (40 倍)

- (A) きらら 397・無添加区：0 時間，10℃ 24 時間保存，10℃ 48 時間保存
 (B) きらら 397・添加区：0 時間，10℃ 24 時間保存，10℃ 48 時間保存
 (C) 日本晴・無添加区：0 時間，10℃ 24 時間保存，10℃ 48 時間保存
 (D) 日本晴・添加区：0 時間，10℃ 24 時間保存，10℃ 48 時間保存

3. 塩類添加による粘りの保持は，顕微鏡観察で細胞の膨潤状態が長く保たれていること，溶出デンプン量が無添加区に比べて多い傾向にあること等がその理由であると考えられる。

文 献

- 1) 食品表示研究会：食品表示マニュアル，中央法規出版，p 308～340 (323, 333) (2001)
- 2) 丸山悦子，坂本薫：炊飯に関する基礎的研究（第一報），家政誌，**43**，97～103 (1992)
- 3) 丸山悦子，坂本薫，岡井紀代香：米の炊飯嗜好特性に

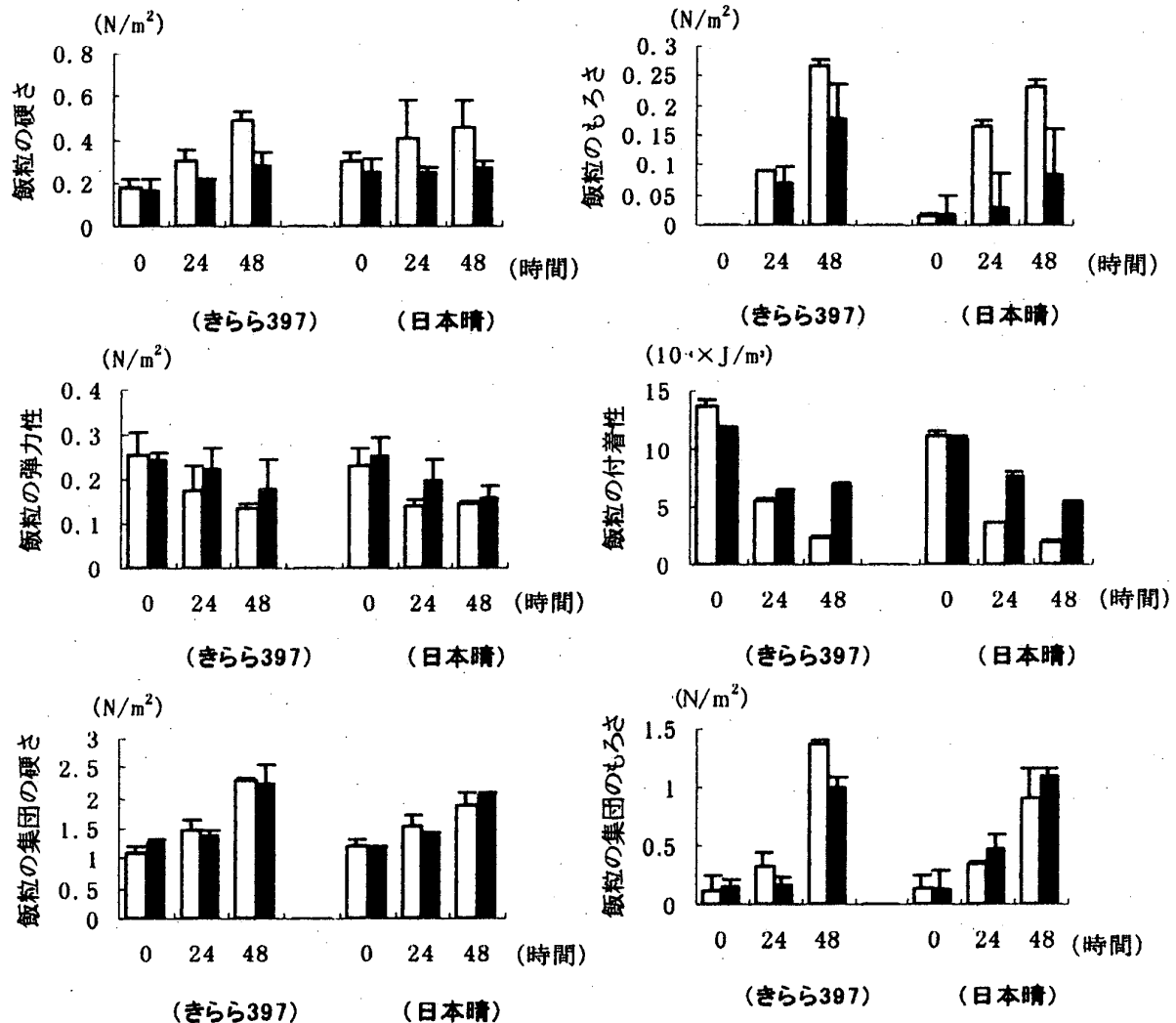


図3. テクスチャー特性値

□無添加区 ■添加区 (乳酸カルシウム 0.10%, グルコン酸カルシウム 0.05%)

関する研究 (第2報) ジャポニカ米とインディカ米の調理特性, 調科誌, 28, 224~230 (1995)

4) 大家千恵子, 松岡洋子, 川端晶子: 米飯の品質および食味特性におよぼす各種塩類の影響, 調科誌, 29, 195~200 (1996)

5) 中村道徳: 澱粉科学ハンドブック, 二國二郎監修, 朝

倉書店, p 189~190 (1979)

6) 中村道徳: 澱粉科学ハンドブック, 二國二郎監修, 朝倉書店, p 38~42 (1979)

(2000年10月3日受理)

乳酸カルシウムとグルコン酸カリウムが米飯の老化防止に与える影響

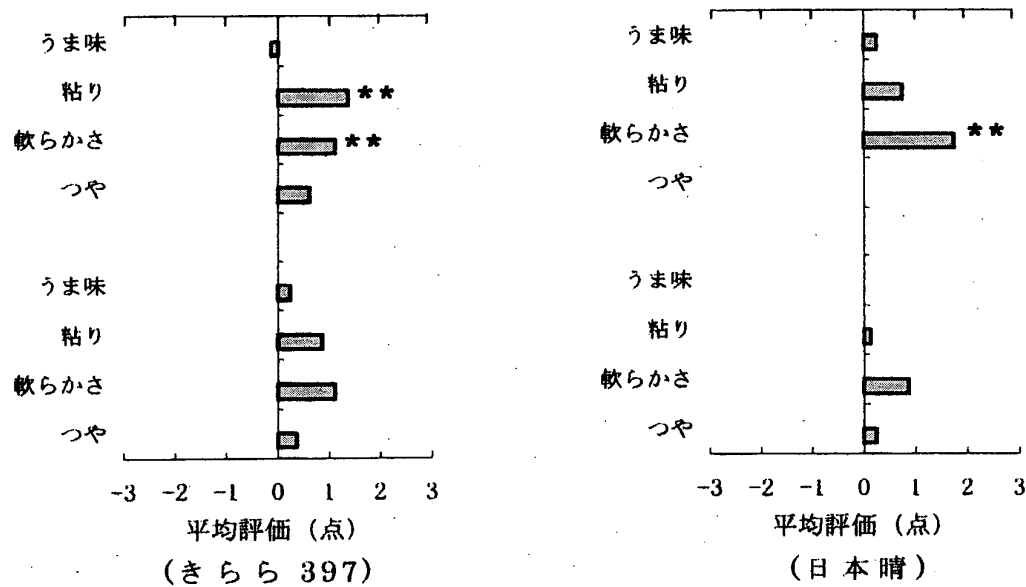


図 4. 官能評価
無添加区と比較した評点を示した。
上：10°C 48 時間保存，下：0 時間
**p < 0.01 (Sheffe's F 法による)