

米飯のテクスチャーに及ぼす無機イオンの影響

吉田 宗弘, 川西 樹理, 三輪 亮太

(関西大学工学部生物工学科食品工学研究室*)

Effect of Inorganic Ions on Texture of Cooked Rice

Munehiro YOSHIDA, Juri KAWANISHI, Ryota MIWA

Laboratory of Food and Nutritional Sciences, Department of Biotechnology,

Faculty of Engineering, Kansai University

Effect of inorganic ions on texture of cooked rice was investigated. Rice was cooked in 100 ml beaker and its hardness and stickiness were directly measured with a rheometer. When rice was cooked in 0.5M NaCl or KCl, the hardness and stickiness were significantly increased compared to that cooked in a deionized water. The weights of rice gruel with inorganic ions were lower than that prepared in the deionized water. However, a difference in the water content was not observed between the cooked rice with and without 0.5M NaCl. When rice was cooked with several kinds of commercial mineral water, its hardness and stickiness were decreased. These results indicate that inorganic ions contained in cooking water appear to alter the texture of cooked rice.

米飯のおいしさには硬さや粘りなどのテクスチャーが大きく関わっており、米飯の官能検査においては、味、外観、香りとともに、粘りと硬さが評価項目に取り上げられている。一方、調理に使用する水に含有される無機イオンは、食物の味やテクスチャーに種々の影響を与える。たとえば、茶やコーヒーの味や香りに水の硬度は大きく影響するし、鰹節や昆布からの旨味成分の抽出率は抽出に用いる水の硬度によって変化する。米飯のテクスチャーを左右するのはコメデンプンの糊化の程度であるが、炊飯に用いる水に含有される無機イオンがデンプンの糊化に影響を及ぼすことが予想される。本研究では、無機イオンが米飯のテクスチャーに与える影響を調べるため、種々の無機イオンを含有する水や種々の硬度のミネラルウォーターで炊飯したときの米飯の硬さと粘着性の変化をレオメータで測定した。

実験方法

1. 実験試料

実験に用いたコメはブラン-グラインド (BG精米) 処理された2000年度収穫の新潟県産コシヒカリ (株式会社加ト吉製) である。なお、BG精米処理されたコメを用いたのは、このコメがいわゆる「無洗米」といわれるもので、とがずに炊くことが可能なためである。

2. 米飯テクスチャーの測定

炊き上げたコメのテクスチャー測定は、テクスチュロメータを用いた一粒法または三粒法のように米粒を試料に用いて行われている^{1~3)}。しかしこの方法で測定されるのは米粒のテクスチャーであり、日常に食される米粒の集合体である米飯のテクスチャーではない。そこで本研究では、以下に述べるように、コメをビーカー中で炊きあげ、そのままレオメータで測定するという方法で米飯のテクスチャーを測定した。

炊飯条件：100 mlのビーカーにコメ40gを秤量し、50mlの被験水を加え室温で30分放置した。このビーカーを、水

*所在地：吹田市山手町3-3-35 (〒564-8680)

を満たした電気釜に入れ、30分間加熱した。加熱終了後ふたをとらずに15分間放置した時点を炊飯終了とした。

レオメータによるテクスチャー測定：ビーカー中で炊き上がった米飯を、室温飽和水蒸気圧下に保存し、一定時間ごとにビーカーにいれたままレオメータ（FUDOH RT-3002D）を用いて咀嚼試験を行った。咀嚼試験の条件は以下のとおりである。プランジャー、粘弾性用（円柱型）10φ；移動速度30cm/min；ベースライン6cm；ストローク5cm。得られた応答曲線より Fig. 1のごとく硬さと粘着性を読み取った。

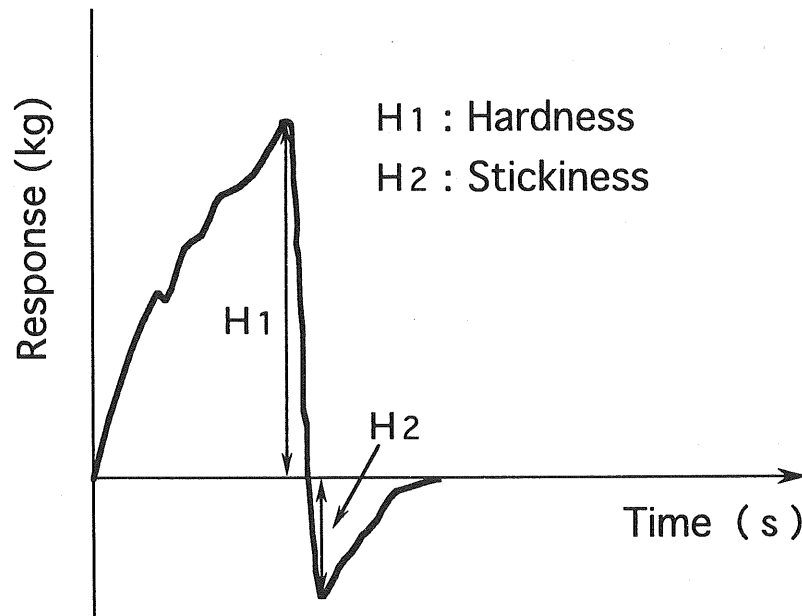


Fig. 1 A typical response curve of cooked rice measured by a rheometer.

3. 吸水試験

100mlのビーカーに5gのウルチ米を入れ、75mlの試験水を加えた。30分放置後、炊飯と同様に電気釜で30分加熱した。加熱終了15分後に粥状態のコメを回収し、水を十分にきった後に秤量した。本実験では、粥状態の米粒と未調理の米粒の重量比を吸水率とみなした。

結果と考察

Fig. 2は、脱イオン水、0.5M NaCl溶液、および0.5M KCl溶液を用いて炊いた米飯の硬さと粘着性を示したものである。これらの無機塩を含む水溶液で炊くと、米飯の硬さと粘着性を示す数値は明らかに上昇した。

炊飯した米粒をテクスチュロメータで測定した場合、粘着性/硬さの比が0.15～0.20の範囲にあるのが食味のよいすぐれた米飯であるとされている⁴⁾。米粒ではなくビーカーに入れた米飯の状態で測定した本研究では、粘着性/硬さの比はいずれの場合も0.3～0.5の範囲となった。咀嚼試験では、プランジャーで米粒（または米飯）を押したときの正の抵抗を硬さ、米粒（または米飯）からプランジャーが離れるときの負の抵抗（引っ張り力）を粘着性と定義している。本研究で用いた測定法では、プランジャーの底面積よりも米飯の表面積が大きいので、プランジャーを米飯に一定距離差し込むことになる。このため、引き抜くさいにプランジャー底面だけでなく側面にも負の抵抗がかかる。したがって、粘着性は米粒を用いた測定法より相対的に高い数値となり、結果として粘着性/硬さの比も大きくなると考えられる。このようにして測定している硬さと粘着性が実際に米飯を口にしたときの食感としての硬さと粘りを100%反映する保証はない。しかし、炊飯に用いる水に無機イオンを加えると米飯のテクスチャーが変化することは間違いない。

室温で行われたコメの吸水試験では、食塩や醤油を添加するとコメの吸水率が低下することが知られている⁵⁾。本実験では、米粒を各種無機塩溶液中で加熱し、粥状態になったときの重量増加率を吸水率とみなして検討した。結果はTable 1にまとめた。脱イオン水を用いた場合には米粒の重量はもとの約5倍に増加したが、各種無機塩溶液を用いた

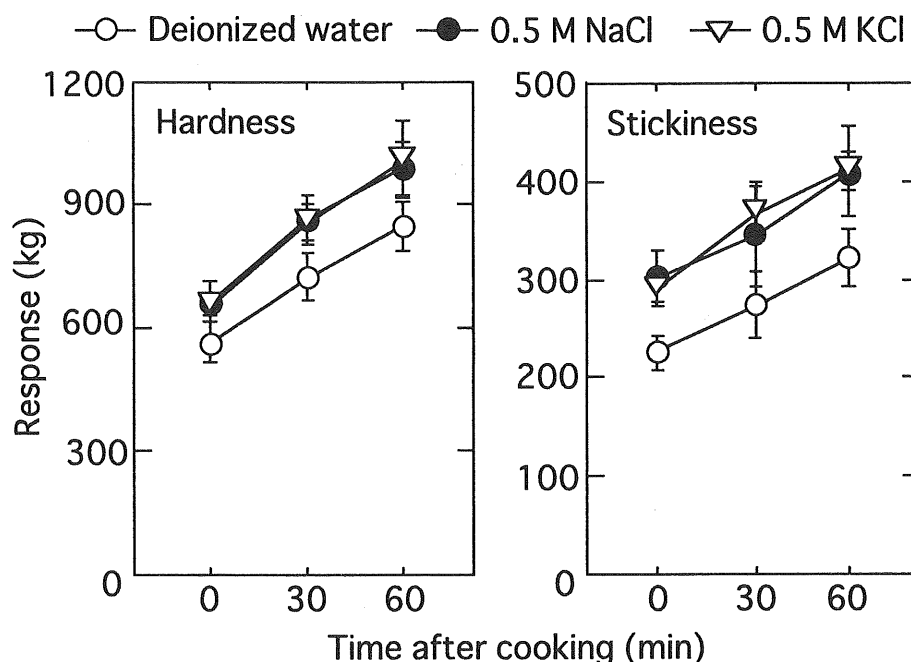


Fig. 2 Effect of sodium or potassium ion on hardness and stickiness of cooked rice.

Table 1. Effect of inorganic ions to weight in rice gruel

Sample solution	Number of samples	Ratio of weight*
Deionized water	51	5.02 ± 0.69 ^b
0.5M NaCl	11	4.53 ± 0.64 ^a
0.5M KCl	8	4.17 ± 0.69 ^a
0.5M CaCl ₂	8	4.32 ± 0.55 ^a
0.5M MgCl ₂	8	4.02 ± 0.46 ^a

*, Values (means ± SD) express weight of rice gruel/weight of uncooked rice. Means in the same column not sharing a common superscript letter differ significantly ($p < 0.05$).

場合の重量はもとの米粒の4～4.5倍であった。Table 1に示した結果は、従来からいわれているように、炊飯時に無機イオンが存在すると浸透圧が低下して米粒の吸水量が減少することを意味すると思われる。ゆえに無機イオンを含有する水で炊飯すれば、糊化が阻害されて米飯は硬くなると考察できる。しかし本実験において、脱イオン水で炊いた米飯と、0.5 M NaCl溶液で炊いた米飯の炊飯終了60分後の水分含量を測定したところ、それぞれ 61.3 ± 1.2 、および $60.6 \pm 1.5\%$ （いずれも $n = 5$ ）であり、ほとんど違いを認めなかった。したがって無機塩類溶液でコメを炊いた場合の硬さの増大、すなわち糊化阻害は、吸水量の低下ではなく、無機イオンと米粒デンプンの相互作用によるのかもしれない。

このような無機イオンの影響が日常生活で起こりうるかを検討する目的で、市販のミネラルウォーターでコメを炊き、炊飯終了60分後の米飯のテクスチャーを測定した。結果はTable 2にまとめた。Fig. 2に示した結果から導かれる予想とは逆に、ミネラルウォーターの硬度が高いほど米飯の硬さと粘着性は低下していた。しかし、 CaCO_3 を用いて人工的に調製した硬水ではFig. 2に示した結果と同様に、硬さと粘着性は増加した。測定例数、およびミネラルウォーターの硬度と米飯のテクスチャー変化の間に量-影響関係が認められることから、理由は不明であるが現象的には間違いないと思われる。天然のミネラルウォーターと実験室で調製した無機塩溶液とでは無機イオンの存在状態が異なるのかもしれない。今後の科学的な検討が必要である。

なお本研究は、平成13年度関西大学学術研究助成（奨励研究）により遂行されたものである。

Table 2. Hardness and stickiness of rice cooked with mineral water

Sample solution	Country (place) of origin	Hardness of water	n	Hardness (kg)	Stickiness (kg)
Deionized water	—	0	10	783 ± 41 ^{cd}	303 ± 32 ^{bc}
CaCO ₃ solution	—	300	6	819 ± 73 ^d	328 ± 32 ^c
Mineral water I	Japan (Yamanashi)	30	6	722 ± 63 ^{bc}	284 ± 24 ^b
Mineral water II	Japan (Hyogo)	84	7	719 ± 47 ^b	291 ± 25 ^b
Mineral water III	France	298	16	683 ± 62 ^a	256 ± 27 ^a
Mineral water IV	Switzerland	307	4	664 ± 91 ^a	244 ± 32 ^a

Values are means ± SD. Values in the same column not sharing a common superscript letter differ significantly ($p < 0.05$).

文 献

- 1) Szczesniak, A. S., Hall, B. J. (1974) J. Texture Stud. 6 : 117.
- 2) 岡部元雄 (1977) ニューフードインダストリー 19 (4) : 65.
- 3) 鈴木 裕, 志岐淳一, 大杉万美 (1983) 栄養と食糧 36 : 199.
- 4) Okabe, M. (1979) J. Texture Stud. 10 : 131.
- 5) 高橋節子, 平尾和子 (1998) 改訂調理学 (下村道子, 和田淑子共編著), 光生館, 東京, pp.83.