注目しています。その技術！

過熱水蒸気を利用した玄米食の食味改善効果について

前原　峰雄†，植向　直哉

株式会社サタケ

1. 緒　　言

米の消費が減り，肉類，油脂類の摂取が増えることにより，脂質過剰，炭水化物不足と栄養バランスが大きく変化する一方で，機能性成分を多く含む食材やサプリメント，特定保健用食品など，健康に関連する情報が数多く発信され，健康に対する消費者の関心を引いている．その中でも主食であるご飯を白米から玄米へ変えるいわゆる玄米食は，大変身近で，かつ簡単に入手可能な食材であることから，その機能性や炊飯条件に関する研究は多く報告されている [1-4] .

しかしながら，玄米は白米と比べ吸水性が低く浸漬にかなりの時間を必要とするほか，食感がボソボソしており硬い，玄米特有の香りや味が苦手といった意見も多く，一般家庭における利用率はまだまだ低い．中食や外食としても，粘りが少なく成型性が悪いことに加え，貯穀害虫や微生物など，食品衛生への対応も考慮する必要があり，需要が伸びていないのが現状である．

このような玄米食の欠点を解消する手段として，当社でその有効性が示唆された過熱水蒸気照射処理による玄米食の食味改善効果について紹介する．

2. お米の構造と栄養成分

玄米は果皮，種皮，糊粉層からなる糠層，胚芽および胚乳から構成されている．割合としては，糠層が 5～6%，胚芽が 2～3%，胚乳が 91～92% であり，精米によって，糠層および胚芽が除去される．糠層および胚芽には，食物繊維，ビタミン，ミネラルなどが多く含まれており，精米工程で各種栄養成分が除去されてしまう．

ご飯茶碗 1 杯（150g）に含まれる栄養成分の比較を表 1 [5] に示す．エネルギー，炭水化物，タンパク質は，玄米，白米ともに大きな差は認められないが，脂質，ビタミン，ミネラル，食物繊維は，1.3～8 倍ほど玄米の方が白米よりも多く含まれる．とくに，ビタミン B1，ビタミン E，鉄，マグネシウム，食物繊維で玄米と白米の含有量の差が大きく，白米と比較して玄米は栄養面で魅力的な食材といえる．

表 1　ご飯 150g に含まれる栄養成分

栄養成分	含有量	
	玄米	白米
エネルギー	248 kcal	252 kcal
炭水化物	53.4 g	55.7 g
たんぱく質	4.2 g	3.9 g
脂質	1.5 g	0.5 g
ビタミンB1	0.24 mg	0.03 mg
ビタミンB2	0.03 mg	0.02 mg
ビタミンE	0.9 mg	Tr（微量）
カルシウム	11 mg	5 mg
鉄	0.9 mg	0.2 mg
マグネシウム	74 mg	11 mg
亜鉛	1.2 mg	0.9 mg
食物繊維	2.1 g	0.5 g

3. 過熱水蒸気とは

過熱水蒸気とは，水を 100℃で沸騰させ発生した飽和水蒸気をさらに加熱し，100℃以上の高温状態にした無色透明な気体である．過熱水蒸気の熱移動は，対流伝熱，放射伝熱（輻射伝熱）に加え，蒸気が玄米表面で冷えて熱水に戻ったものから伝わる凝縮伝熱の 3 種類となり，通常の加熱空気よりも試料表面温度を素早く上昇させることが可能である．また，短時間での処理のため内部には熱が伝わりにくく，内部品質が維持される特性をもつ．

〒 739-8602　広島県東広島市西条西本町 2-30

† Fax : 082-420-0863, E-mail: t-maehara@satake-japan.co.jp

© 2025 Japan Society for Food Engineering

4. 過熱水蒸気照射方法

過熱水蒸気照射処理はサタケ製 LLRP（ロング･ライフ･ライス・プロセス：以下 LLRP）にて実施した．装置外観を図 1 に，装置の構造と処理の流れを図 2 に示す．加温部にてロータリーバルブを使用して定量投入された玄米に，約 250℃の過熱水蒸気を照射しながら撹拌する．その際の滞留時間は 5 秒程度である．その後，脱水部で凝縮水を脱水し，仕上調整部にて乾燥と冷却を行う．

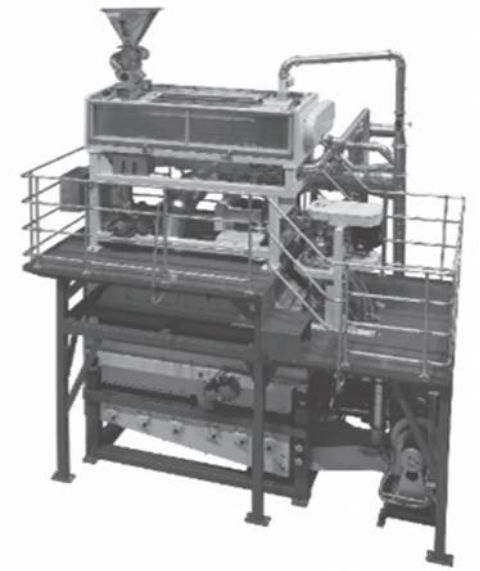


図 1　LLRP の外観

5. 玄米への過熱水蒸気照射効果

5.1 殺菌効果

令和 3 年岩手県産「ひとめぼれ」を過熱水蒸気処理した玄米（以下，LLRP 玄米）と未処理の玄米（以下，原料玄米）の微生物検査を実施した結果，一般生菌においては，原料玄米が 3.0×10^{6} CFU/g であったのに対し，LLRP 玄米は 4.2×10^{4} CFU/g となり，98.6％の減少が確認された．真菌においても原料玄米で 700 CFU/g 検出されたのに対し，LLRP 玄米は不検出となり，細菌･真菌への殺菌効果が明らかとなった．ただし，セレウス菌などの芽胞を形成する耐熱性菌については，非常に高い耐熱性を示すことが知られており，それらの殺菌効果についてはより詳細な調査が必要である．

5.2 殺虫・殺卵効果

米の貯穀害虫は複数存在するが，いずれの成虫も過熱水蒸気の温度帯に耐えるものはいない．しかしコクゾウムシやココクゾウムシなどは，その細い嘴で玄米に穴をあけ糠層やその下層付近に産卵するため，過熱水蒸気が直接当たらない可能性がある．そこでコクゾウムシの産卵玄米を作製し，過熱水蒸気照射の殺卵効果を確認した．

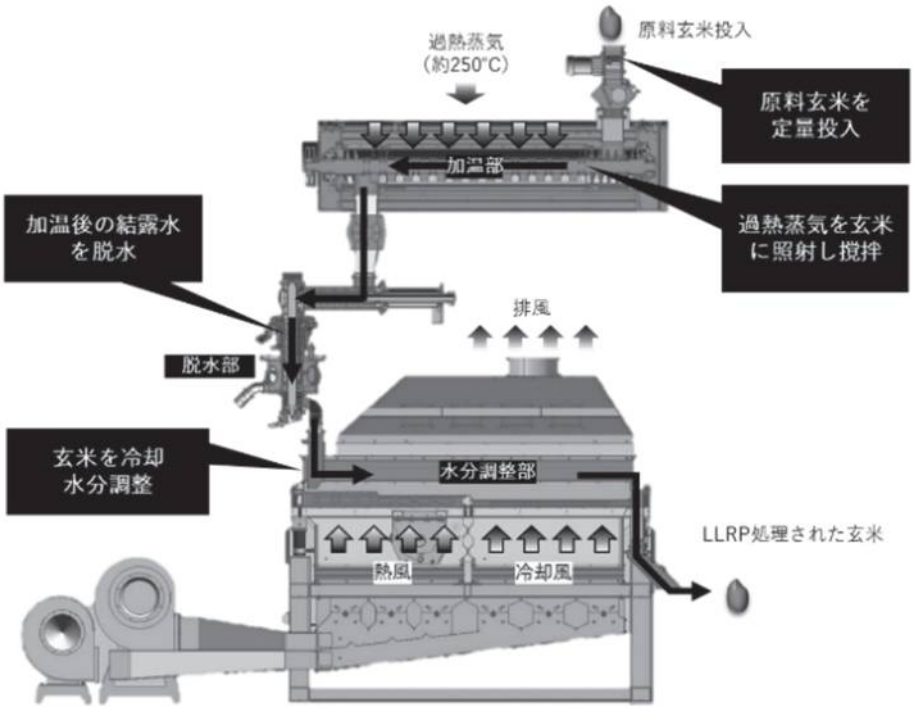


図 2　LLRP 装置の構造と処理の流れ

© 2025 Japan Society for Food Engineering

試料は，コクゾウムシの成虫200匹を玄米中で飼育し，①産卵直後の玄米，②幼虫期の産卵玄米，③産卵期と幼虫期を混合した産卵玄米の3種類の試料を作製した．この産卵した原料玄米と，それに過熱水蒸気を照射したLLRP玄米を30℃，70％ RHの恒温室で50日間保管した．

羽化試験の結果，原料玄米では羽化が18～29匹確認されたのに対し，LLRP玄米からはいずれも羽化しなかった．これにより過熱水蒸気で処理することにより，混入した貯穀害虫を殺虫するとともに，玄米中の卵も殺卵可能であることが明らかとなった．

5.3 玄米の炊飯品質評価

過熱水蒸気の照射量を変化させた試料を作製し，玄米の品質分析，吸水試験，硬さ粘り分析を行った．過熱水蒸気の条件については情報の性質上記載を控えるが，LLRP玄米①（過熱水蒸気：弱）に対して，LLRP玄米②（過熱水蒸気：強）は蒸気量を約2倍に増やしたものである．炊飯条件は，家庭用炊飯器を用いて，加水率1.5倍，浸漬1時間，一般的な白米炊飯モードで炊飯した．

表2に炊飯に使用した玄米の一般分析結果を示す．砕粒が最大で＋0.6％，胴割粒が最大で＋1.0％となり，LLRP処理の方が増加する傾向を示したものの，炊飯に影響する程度ではなく，その他の項目についても大きな差はみられなかった．

吸水試験の結果を図3に，硬さ粘り計の測定結果を図4に示す．吸水速度は，通常玄米＜LLRP玄米①＜LLRP玄米②の順で速くなる傾向が示された．また，硬さ粘り計の測定においても，同様の順で「硬さ」が低く，「粘り」が高くなる傾向が示され，吸水速度が速いほど柔らかく粘りのある食感に変化していくことが示された．

通常，玄米は果皮や種皮により吸水が阻害されるため，浸漬時間が7時間程度必要といわれている．今回の結果は，過熱水蒸気により玄米の果皮や種皮の状態が変化し，内部の胚乳へ水が入りやすくなったことを示すものであり，これにより炊飯時に胚乳内部のデンプンがα化しやすくなり，玄米の硬さや粘りに影響したと推測される．また，過熱水蒸気の照射条件により食感への影響が変化したことから，玄米の炊飯品質を調整できる可能性が示唆された．

6. 結　　言

玄米食は，機能性成分や栄養成分が豊富であり，魅力的な食材である．その一方で，①菌の量や貯穀害虫の発生など衛生面や保存性の面で食品工場での取り扱いが不向き，②浸漬時間が長く炊き上がるまでに時間がかかる，③白米のような炊飯評価基準がないため，玄米の炊き上がり品質に関する議論がしにくいなど，複数の利用しにくい要素がある．

表2　玄米品質の分析結果

原料区分		通常玄米	LLRP玄米①	LLRP玄米②
過熱水蒸気		なし	弱	強
年産		令和3年産		
産地		岩手県		
品種		ひとめぼれ		
等級		1等		
一般分析	白度	21.5	21.2	21.2
	水分(%)	14.7	14.9	15.2
	砕米(%)	0.1	0.5	0.7
	胴割粒(%)	0.0	0.2	1.0
	容積重(g/ℓ)	826	830	833
硬さ粘り分析	硬さ(kgf)	9.23	8.62	7.90
	粘り(kgf)	0.49	0.66	0.68
	バランス	0.05	0.06	0.09
	弾力性	0.75	0.75	0.72

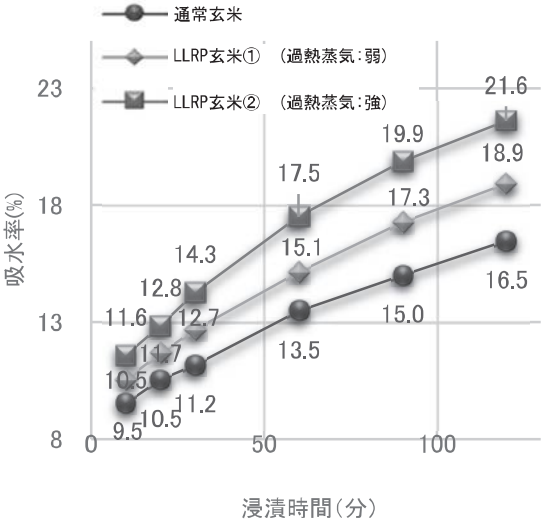


図3　吸水率の変化（R3年産 ひとめぼれ）

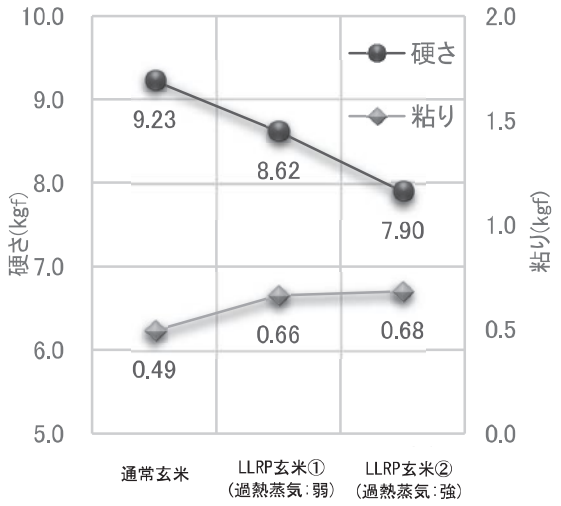


図4　硬さ粘りの変化（R3年産 ひとめぼれ）

© 2025 Japan Society for Food Engineering

本内容は①と②が改善されるとともに，過熱水蒸気の条件により炊き上がり品質を変化させることができる技術であることから，今後③のような議論を深め，玄米食普及の一助となることを期待する．

引　用　文　献

1) K.Mouri; “Harnessing the Power of Rice” (O-kome no chikara o ikasu), Journal of the Japanese Society of Taste Technology, **12**, 1–3 (2013).
2) K.Mouri, O.Igarashi; Degradation of Brown Rice Lipids by Heating (in Japanese), Journal of Home Economics of Japan, **36**, 289–292 (1985).
3) Y.Kinefuchi, M.Sekiya, A.Yamazaki, K. Yamamoto; Change in Viable Bacteria Count in Brown Rice Containing Accumulated GABA by High Pressure Treatment, and Properties of Processed Brown Rice (in Japanese), Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology, **46**, 329–333 (1999).
4) H.Kuwada, A.Teramoto, Y.Jibu, M. Tabuchi, T.Fuchigami; “Texture and Fine Structure of Cooked Brown Rice” (in Japanese), Journal of Cookery Science of Japan, **44**, 137–144 (2011).
5) Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), “Standard Tables of Food Composition in Japan 2020” (Nihon Shokuhin Hyōjun Seibunhyō 2020 nenban Hachitei), 2020.

© 2025 Japan Society for Food Engineering