

新規な業務用過熱水蒸気調理機の開発

エースシステム株式会社

代表取締役 佐古 圭弘

大阪府立大学

理事長・学長 辻 洋

有限会社 IPE

代表取締役 林 武

大阪府立大学	エースシステム(株)	技術部設計課	課長代理	甲 田 盛
	エースシステム(株)	生産部製造2課	課長代理	河 西 孝典
	エースシステム(株)	技術部開発課	課長	清 水 善弘
	大阪府立大学 研究推進機構	食品プロセス工学研究室	特認教授	北 村 進一
	(有) I P E	研究員	竹 満 初穂	

はじめに

弊社は従来から過熱水蒸気を利用した連続蒸気炊飯システムを製品化している。このシステムで炊飯した米飯は、従来の釜で炊く方式で炊飯した米飯と比較すると、米の細胞壁の損傷が少なく米粒を大きく炊飯できる、老化の主原因であるアミロースの付着が米飯表面に少ないため保存性が良い、などの特徴を有している。

一方、社内では、野菜が連続蒸気炊飯システムにより美味しく調理できることを経験的に知っていた。そこで、この蒸気炊飯システムを、野菜などの水分が多い食材の大量調理に適した処理機にするため、大阪府立大学および大阪府立大学発ベンチャーの有限会社 IPE と共同で表題の調理・加工装置の研究開発に着手した。

開発の狙い

過熱水蒸気とは、大気圧下で蒸発した水蒸気にさらに熱を加えてできる 100℃以上の温度を

持つ水蒸気のことである。過熱水蒸気の大きな特徴は、被加熱物表面で水蒸気が凝縮して水滴となる時に発生する凝縮熱による高い加熱能力である(図1)。さらに高い乾燥促進力や低酸素雰囲気下での処理という特徴を併せ持つ。その使用用途は加熱、殺菌、乾燥装置など幅広いが、調理加工の分野では、上記の3つの特徴を利用した焼成機が主流である。しかしながら、このような焼成目的の過熱水蒸気調理機を用いて野菜

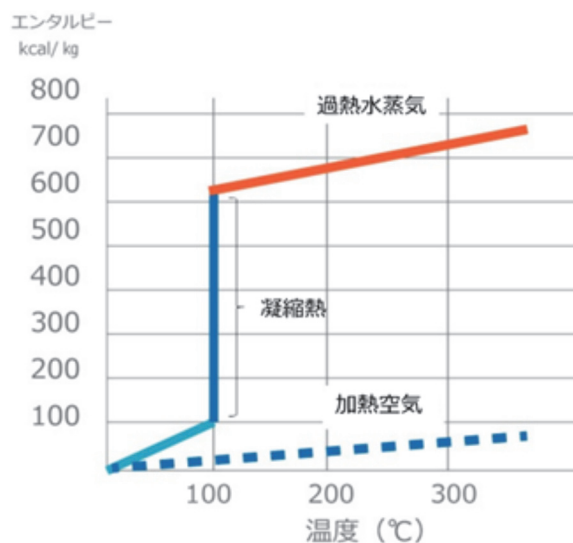


図1 凝縮熱の熱量

けでは、ネットコンベア上の食材を均質に調理することは出来なかった。

炊飯システムの場合、一定の厚みに制御した生米がネットコンベア全面を覆って搬送する形になるので、ネットコンベア下で発生した過熱水蒸気は自然と全面に広がったと考えられ、生米への散水を均一にすれば、均質な炊飯米が連続的に炊飯できた。しかし、野菜等の食材は、カットの仕方等で大きさ、形が異なり、ネットコンベア上にこれらが並べられると様々な空隙を持つため、これらを均質に調理するためには、ネットコンベア下部から吹き上がる蒸気量をより均一なものとする必要があった。

そこで過熱水蒸気が噴出する蒸気供給室内の蒸気管の太さ、噴射孔の大きさやその向きをトライアンドエラーで調整を重ねて最適化し、全ての噴射孔から均一な量の蒸気を噴射させるようにした。

さらにネットコンベアの全面から一定量の蒸気が吹き上がるようにするため、**図2**に示したように蒸気供給室内をいくつかの小室に区画して、その小室の側壁を蒸気管が貫通すると共に蒸気管の穴の向きを下向けにして蒸気を底面に当てるようにして、過熱水蒸気が小室の底伝い、壁伝いに十分に広がった状態でネットコンベアから吹き上がるようにした。

また、ネットコンベアから吹き上がる蒸気の上昇気流を調理室上部のダクトから一定速度で排気することにより、調理室全体の中で気流が緩やかに上昇するように設計した。これにより、食材には常に同じ乾き度を持った新鮮な蒸気が当たり、ネットコンベア上の全ての食材に均一に凝縮熱の伝達がなされることになる。

上記の思想により改良した新しい蒸気発生システムを適用した過熱水蒸気調理機で食材に、どのように蒸気が当たっているか調べるために、ネットコンベア上の温度分布を調べた。

図3に**図2**の調理室ネットコンベアの平面概略図を示す。蒸気を発生させている区域は

500mm×600mmの範囲であるので、この区域を等分に分け、ネットコンベア直上の30点の温度測定を実施した。

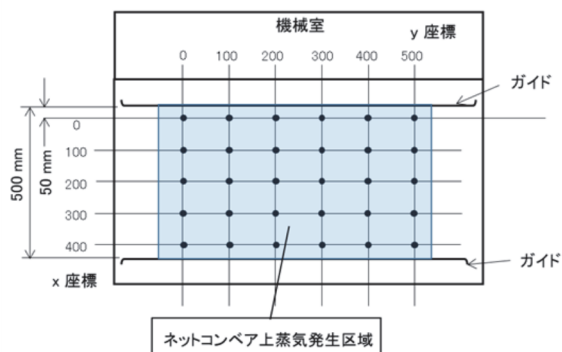


図3 調理室ネットコンベアの平面概略図

結果を**図4**に示す。全ての範囲に渡り100～105℃の範囲に収まっている。このような温度分布にすることにより、調理する野菜の乾燥を抑えながら、過熱水蒸気の凝縮熱を効果的に利用し、ネットコンベア上の食材を均一に安定的に調理できるシステムを完成させた。

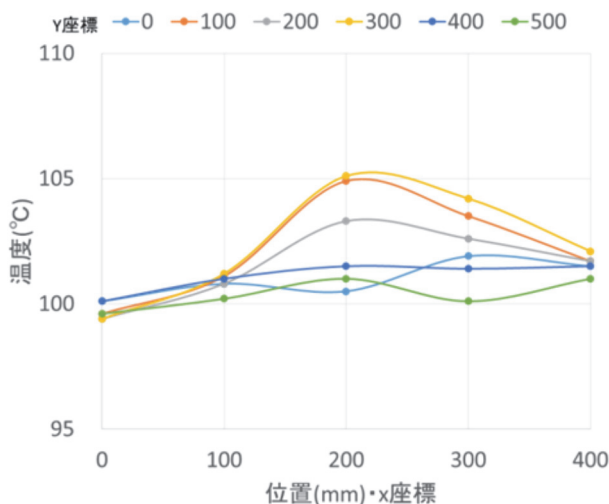


図4 温度測定結果

実用上の効果

今回開発の過熱水蒸気調理機による野菜蒸しでは、過熱水蒸気の凝縮熱利用によるスピード加熱、低酸素雰囲気下による食材の酸化を防止

した加熱が期待できる。

表 1 は各野菜を開発品の過熱水蒸気調理機で調理した時と他の方法で調理した時のビタミン C の残存量を比較した結果である。表 1 から分かるようにブロッコリーにおいて、今回開発の過熱水蒸気調理機で調理した時に最もビタミン C の残存量が多いことが分かった。これは、低酸素雰囲気下での調理となるため、酸化分解されるビタミン C の量が少なかった。また、ブロッコリー自体が比表面積の大きい野菜であるため、湯煎などと比較すると、水中へ溶け出すビタミン C の量が少なかったためと考えられる。

表 1 各調理法におけるビタミンC残存量

Treatment	VitaminC (mg/100gFW)		
	Broccoli	Carrots	Pumpkin
蒸し	38.3±3.5	2.6±0.3	10.4±1.7
茹で	16.7±5.9	2.1±0.5	7.8±1.3
過熱水蒸気 (弊社装置)	56.0±3.3	2.6±0.3	10.0±2.2
生	88.3±1.8	4.9±0.7	12.7±1.4

Values are expressed as means±SD, n=3

その他の利用方法として、蒸し料理などへの利用が可能である。例えば、開発した過熱水蒸気調理機と通常の蒸し器で蒸しパンを調理した時、蒸しパン（生地 44g、丸形）の中心温度がどのように上昇していくかを比較した結果を図 5 に示す。調理物の大きさ、形状にも影響される

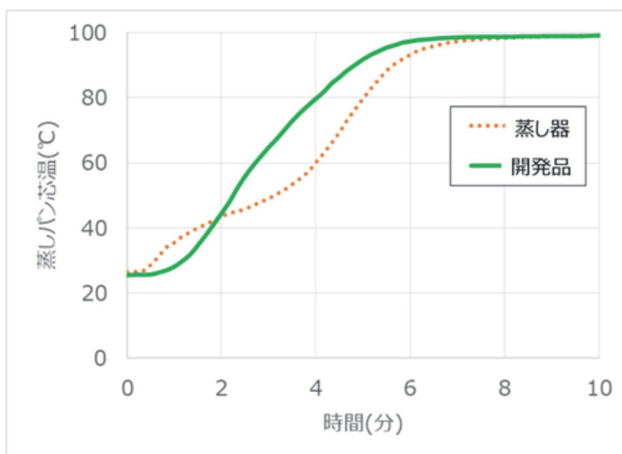


図5 蒸しパンの調理

が、図 5 の結果から、開発品による調理の方が、概ね短時間で加熱できることが分かった。

知的財産権の現状

本開発品に関する特許登録は下記の通りである。

① 日本国特許第 6397448 号

名称：野菜の蒸煮装置

概要：表面の乾燥を防ぎ均一にむらなく効率的に野菜を蒸煮できる装置

また、今回の開発品に適用した過熱水蒸気発生ユニットに関する特許を 1 件、本調理機を使った新規な調理法に関する特許を 1 件出願中である。

むすび

本システムは大気圧下、100°Cで過熱水蒸気が凝縮する時に発生する凝縮熱を利用して高カロリー、高スピードの加熱調理を行う装置である。ネットコンベア下から供給する蒸気の温度およびその量と上昇気流の排気速度を調整することにより、近年、栄養成分、うまみ成分などを残す調理法として注目を集めている 100°C以下の低温スチーム調理に適用することも可能である。

現在は過熱水蒸気調理の時のように、ネットコンベア上に均一な低温スチームの温度帯を形成できてはいないため、この点を改善すべく検討を続けている。我々の調査では、このような低温スチーム調理を大量に連続的にできる業務用装置は他に無く、今回開発した過熱水蒸気調理機の付加価値をさらに上げる特徴として有効であり、新しい応用として期待している。

終わりに本賞へのご推薦を頂いた(一財)日本食品機械工業会とその関係者の方々に深く感謝の意を表したい。