

スマートスチーム®の開口面積と水分減少量の関係

大和製罐株式会社 総合研究所 パッケージソリューション第二開発室 千葉聖也

1. はじめに

近年、単身世帯や共働きの増加、高齢化などの影響からチルド食品・冷凍食品を中心とした電子レンジ調理対応食品市場は大きく成長している¹⁾。電子レンジ対応食品は電子レンジで簡単に温められて美味しく喫食することが出来、便利である反面、密閉状態で電子レンジ調理した場合、加熱による内圧上昇によって、包材が破裂し、爆発音や破裂時の衝撃で中身が飛び出し、電子レンジ庫内を汚してしまう懸念がある。また、包材の一部を開封して袋のまま温める方法もあるが、開封の手間や持ち帰り時に開封口から内容物が漏れたり、逆に異物が混入したりするリスクがある²⁾。

そこで我々は、加熱効率で有利である点および異物混入防止の観点から包材を開封する手間を必要としないスマートスチーム®を開発した(第1図、第2図)。

スマートスチーム®の蒸気抜き加工はロール to ロールにより行うため、ピロー包装用やトップ



第1図 各包装形態のスマートスチーム®



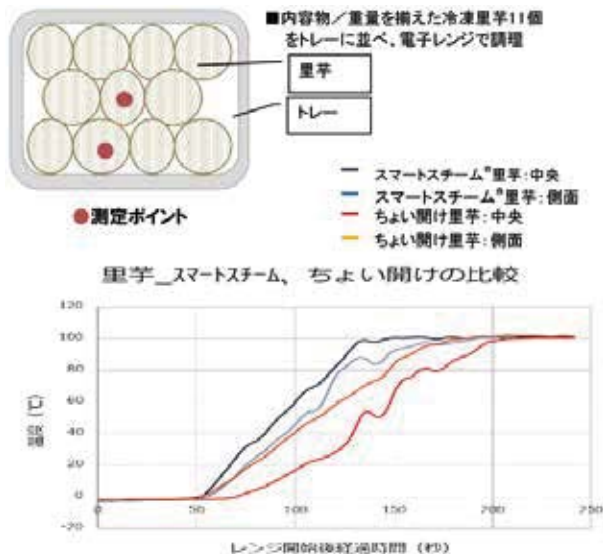
第2図 電子レンジ調理時の様子

シール用にロールフィルムでの提供が可能であり、3方パウチやスタンディングパウチ等の製袋品でも提供が可能である。さらに蒸気抜き加工部を非シール部に設けているので既存の包装機の改造無しでそのまま活用出来る(第3図)。

また、従来の電子レンジ調理前に開封(以下、ちよい開け)を必要とする電子レンジ対応食品は、加熱ムラが発生しやすく、容器側面と中央での温まりに差があるのに対し、スマートスチーム®は容器内温度が均一に上昇するため、加熱ムラが起こりにくく、電子レンジでの調理時間の短縮が期待できる(第4図)。

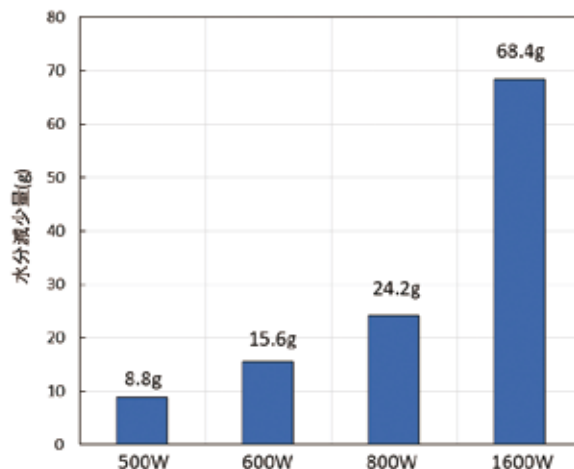


第3図 様々な包装形態への対応



第4図 電子レンジ調理中の内容物温度測定結果

[電子レンジ機種] ・500W, 600W, 800W: HITACHI MRO-MS7
 ・1600W: National NE-1800
 [内容物] : 水150g [電子レンジ調理時間]: 180秒



第5図 電子レンジ出力別水分減少量

2. 家庭用レンジと業務用レンジの違い

現在、一般的に使用される家庭用電子レンジの出力は100～1000Wである。一方で、コンビニエンスストア等に置いてある業務用電子レンジは1500～1800Wであり、同じものを温める場合に高出力の方が短時間で温められるが、調理時に発生する水蒸気の内圧も高くなる。従って、高出力における内圧上昇においても破裂しないことが必要となる。

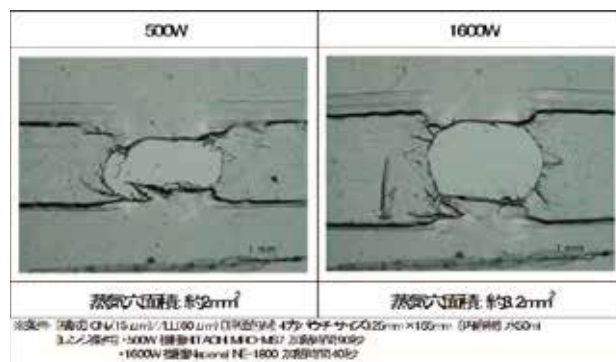
そこで、各出力における電子レンジ調理による水分減少（以下、水分減少量）について検討を行った。具体的には、家庭用冷蔵庫を想定し水温5℃の水150gを容器にいれ、調理時間を180秒に固定し、各出力における水分減少量の違いについて測定を行った（第5図）。

その結果、出力が高いほど、水分減少量が大きいことが確認された。

実際、スマートスチーム®は高出力条件でも安定して蒸気抜きが可能であり、また内圧に応じて蒸気穴の大きさ（以下、開口面積）が変化し、適度な内圧を維持したまま過剰な水蒸気を外に逃がしにくいことを報告している（第6図）²⁾。

3. 実内容物での水分減少量と開口面積

出力1600Wは水分減少量が多く、開口面積が大きくなることを先述した。実際の商品において



第6図 出力500Wと1600Wの蒸気穴の大きさ

は液体の内容物だけでなく、固体、固体+液体など多様な形態であり、その表面積はそれぞれ異なる。また商品の温まりやすさおよび各社狙いとする商品温度が異なり、電子レンジ調理指定時間においても多様である。従って、各商品の電子レンジ調理指定時間における水分減少量が開口面積に影響することが予想される。

そこで実際の商品が充填されたスマートスチーム®について、出力1600Wでの水分減少量と電子レンジ調理後の開口面積を評価した（第1表）。ここで電子レンジ調理時間は、各商品の指定時間とした。

また、水分減少量における開口面積をプロットした（第7図）。

その結果、水分減少量と開口面積は相関性が低いことが確認された。この結果は、各商品によって蒸気が大量に発生（沸騰）している時間が異な

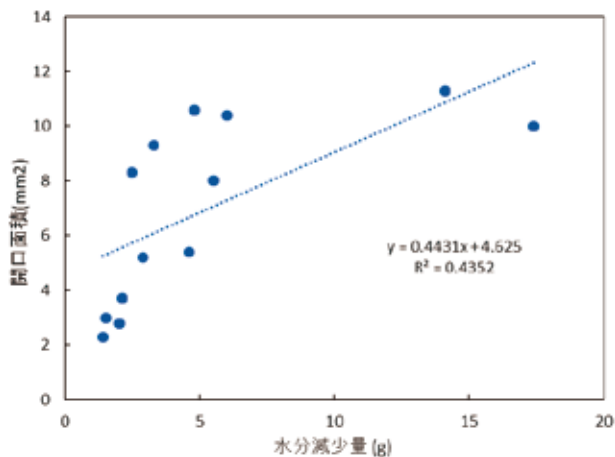
第1表 電子レンジ調理後の水分減少量と開口面積

	電子レンジ調理時間 (秒)	重量 (g)	水分減少量 (g)	開口面積 (mm ²)	
弁当	A	40	200	2.1	
	B			3.0	
	C			2.8	
	D			2.3	
	E	50	225	4.6	5.4
惣菜	A	30	195	0.2	0.5
	B	45	210	2.9	5.2
	C	50	200	5.5	8.0
水	50g	60	50	17.4	10.0
		30		6.0	10.4
		25		3.3	9.3
	100g	60	100	14.1	11.3
		40		4.8	10.6
		35		2.5	8.3

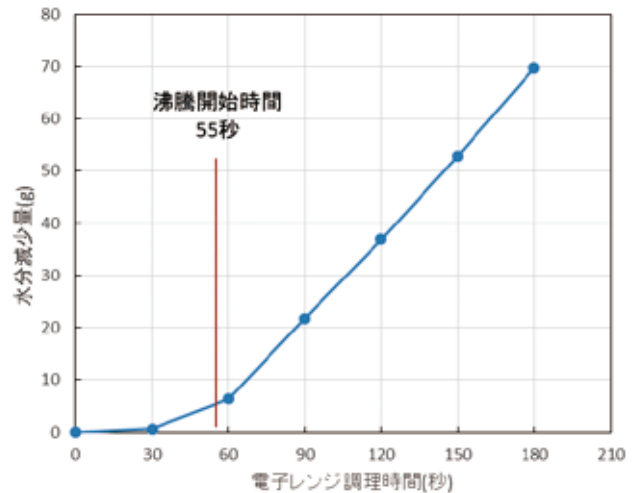
るためと考えられる。

また、水50gにおいて、電子レンジ調理時間30秒と60秒での水分減少量がそれぞれ6.0g、17.4gと異なるにも関わらず、各開口面積の大きさは、同等であることが確認された。この結果は、開口面積の大きさは、水分減少量の総量ではなく瞬間的な水分減少量が影響していると予測される。

そこで高出力電子レンジにおける水分減少量の傾向を確認するため、水温5℃の水150gを出力1600Wにて異なる時間で電子レンジ調理を行ったところ、沸騰後における水分減少量が電子レンジ調理時間に対して比例的に増加していることが確認された(第8図)。



第7図 水分減少量と開口面積の回帰分析



第8図 各調理時間における水分減少量

従って、各商品の沸騰後の水分減少量と電子レンジ調理時間がわかれば、瞬間的な最大水分減少量がわかることが予想される。

しかしながら、各商品は固体を含むため、どの状態が沸騰状態になったと判断することが難しい。そこで電子レンジ調理による十分な内圧上昇が起きていると考えられる蒸気穴が開いた時点を沸騰開始時間と設定すると、開口後1秒あたりの水分減少量(瞬間的水分減少量)は、

瞬間的水分減少量

$$= \text{水分減少量} / (\text{電子レンジ調理時間} - \text{蒸気穴開口時間})$$

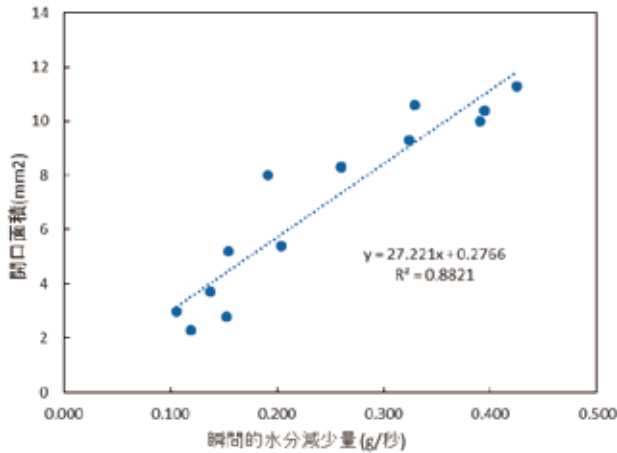
より算出し、開口面積と瞬間的水分減少量の関連性について確認を行った(第9図、第2表)。

その結果、瞬間的水分減少量と開口面積には強い相関性があることが確認された。

以上の結果より、開口面積を決める要因として、蒸気穴開口後から電子レンジ調理終了までに発生する瞬間的水分減少量が影響していることが確認された。

4. おわりに

業務用電子レンジの高出力条件では、発生する水分減少量が低出力条件に比べ多く、それに伴う内圧上昇も大きいため、より大きな爆発音や破裂時の衝撃が発生する。そのため、高出力条件においても包材が破裂しない蒸気抜きが必要であり、各商品で必要な開口面積が異なることから、開口



第9図 瞬間的水分減少量と開口面積の回帰分析

面積の大きさに影響する要因が瞬間的水分減少量であることが解明されたことは、我々の開発にとって、大きな前進である。

今回得られた知見を活かし、チルドや冷凍といった異なる保存方法、トレーの違いおよび内容物が異なるなど多種多様な商品形態に対応できるスマートスチーム®の開発を進めていく。

参考文献・出典

- 1) 引用文献1 岡山大学経済学会雑誌 54 (2), 2022, 1～13

第2表 瞬間的水分減少量と開口面積

	電子レンジ調理時間(秒)	蒸気穴開口時間(秒)	蒸気穴開口後の調理時間(秒)	瞬間的水分減少量(g/秒)	開口面積(mm²)	
弁当	40	A	24.7	15.3	0.14	3.7
		B	25.8	14.2	0.11	3.0
		C	26.9	13.1	0.15	2.8
		D	28.2	11.8	0.12	2.3
	E	50	27.4	22.6	0.20	5.4
惣菜	A	30	27.1	2.9	0.07	0.5
	B	45	26.2	18.8	0.15	5.2
	C	50	21.2	28.8	0.19	8.0
水	50g	60	15.4	44.6	0.39	10.0
		30	14.8	15.2	0.39	10.4
		25	14.8	10.2	0.32	9.3
	100g	60	26.8	33.2	0.42	11.3
		40	25.4	14.6	0.33	10.6
		35	25.4	9.6	0.26	8.3

2) 食品と容器 2020 Vol.61 No.8 482-485

※本稿に記載の技術データは全て測定例であり、規格値、保証値ではありません
本開発品に対するお問い合わせは大和製罐(株)ホームページ(<https://www.daiwa-can.co.jp/>)よりお願い致します。

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇ 『食品と容器』誌 オータムキャンペーンのご案内 ◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

☆**オータムキャンペーン ～新規ご契約の特典！～**
 ただいま、『食品と容器』誌の年間購読（2025年1月号～12月号）を新規に申し込まれた方には、年内4カ月分（2024年9月号～12月号）の『食品と容器』誌と『容器の事典』を無料で進呈いたします。

☆**年間購読会員の皆様に特典のお知らせ！**
 ・DVD「食品加工シリーズ」、「食品分析法入門シリーズ」の購入価格10%割引！
 ・別刷合本（別冊）の購入価格10%割引！

※お申し込みの方は『食品と容器』誌巻末にある一覧ページ・通信カードまたは当会ホームページをご利用ください。

缶詰技術研究会
 TEL：03-6551-2570 / FAX：03-6551-2577
 E-mail：kangiken@kangiken.net / URL：https://kangiken.net/