

冷凍うどんの電子レンジによる均一加熱調理方法の検討

主任研究員 朝日 信吉

1 緒言

昨年（平成 28 年）の冷凍食品の品目別国内生産量は、冷凍うどんが冷凍コロッケに次いで多く、16.3 万トンであった[1]。冷凍うどんは、冷凍麺生産量 30.8 万トンのうち、半分以上を占めているメジャーな商品である。また、香川県は年間のうどん生産量が約 6 万トン（平成 21 年）と、都道府県別で 1 位の生産量である。

最近、電子レンジで調理する冷凍食品が数多く市販されている。電子レンジによる調理は簡便である反面、不均一に加熱され、加熱ムラが生じる課題があり、回転式テーブルなど電子レンジ装置において改良型の機種も見られるが解決には至っていない。

このため、製品そのものを改良することにより均一に加熱調理できる冷凍調理食品の開発支援を目的として、今回は冷凍うどんを対象に、包装材の有無と種類及びうどんの形状の違いによる電子レンジのマイクロ波加熱後の製品温度分布を測定し、加熱ムラ解消対策を検討した。

2 実験方法

2. 1 装置

(1) 電子レンジ

①家庭用電子レンジA：パナソニック(株)製 NE-EH228

出力 150～850W（切替レンジ：150W, 500W, 700W）

ターンテーブル方式

②家庭用電子レンジB：ツインバード工業(株)製 DR-D267

出力 100～600W（切替レンジ：100W, 200W, 500W, 600W）

キャビティ下部にあるアンテナが回転することで、マイクロ波の分散化を図る

③マイクロ加熱装置：マイルストーンゼネラル(株)製 Ethos MR

最大出力 1,000W

温度計付

マグネトロン 2 個で回転するディフューザーにより、マイクロ波の分散化

(2) 温度分布測定装置

赤外線サーモグラフィ：日本アビオニクス(株)製 InfReC G100EX

2. 2 試料

(1) 冷凍うどん

①市販冷凍うどん 1 玉 200g 入、ピロー包装

②香川県産業技術センター製麺設備、冷凍設備を使用して、形状を変えて製造した冷凍うどん

(2) 包装材

- ①市販冷凍うどん包装材（ピロー包装）
- ②県内A社製断熱発泡フィルム

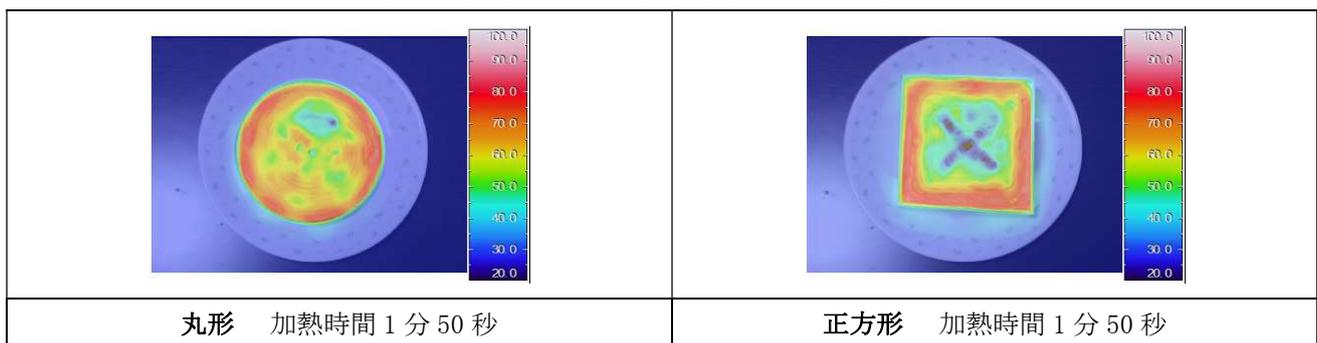
3 結果及び考察

3. 1 冷凍うどんのマイクロ波加熱実験（形状の違い）

市販冷凍うどん（1玉 200g）を流水解凍し、丸形ガラスシャーレ（直径 15cm）及び正方形プラスチック容器（一辺 13.6cm）に 100g を 1 層分敷き詰め、再度、 -20°C の冷凍庫で一晩、冷凍してサンプル調製した。この試料（ラップなし）について、電子レンジ（ツインバード工業製 DR-D267）を用いて、500W で加熱した。なお、冷凍うどんメーカー指定の温め時間は、200g の場合、500W で約 3 分 40 秒である。また、事前に、ガラスシャーレもプラスチック容器も、マイクロ波をほとんど吸収しないことを確認した。

加熱解凍後サンプルのサーモグラフィー結果を下図に示す。

図 1 形状の違いによる電子レンジ加熱実験



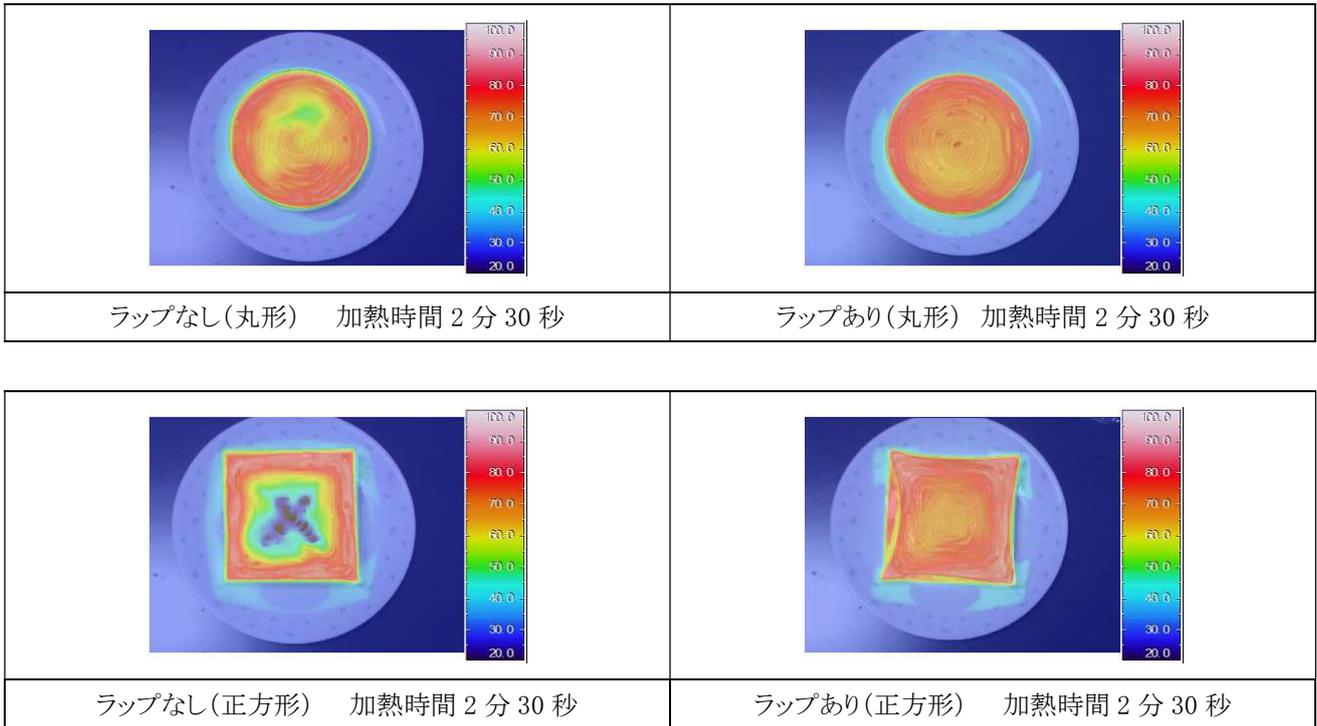
丸形サンプルは真ん中部分を中心に温度の少し低い状態が見られたものの加熱ムラは少なかった。これに対して正方形サンプルは中心の温度の低い部分が×の字の形なるなど、丸形に比べてかなり加熱ムラが大きかった。これはマイクロ波が主に横から当たっており、また、水分に対するマイクロ波の浸透深さが約 2cm と小さいことを反映した結果と考えられた。

3. 2 冷凍うどんのマイクロ波加熱実験（加熱時ラップの有無）

家庭で冷凍うどんをレンジ加熱解凍する場合、裸状態で行う場合と、袋に入れた状態で行う場合がある。そこで、冷凍うどんをラップなしで加熱した場合とラップして加熱したときの影響を実験した。

市販冷凍うどん（1玉 200g）を 3. 1 と同様にサンプル調製し、これらのサンプルについて、ラップ包装しない場合と市販のポリ塩化ビニリデン製ラップで包装してレンジ加熱した場合のレンジ加熱解凍後サンプルのサーモグラフィー測定結果を下図に示す。電子レンジはツインバード製 DR-D267 を用いて 500W で加熱した。

図2 包装の有無による電子レンジ加熱実験



使用した電子レンジはキャビティ下部にあるアンテナが回転することで、マイクロ波の分散化を図るタイプであるが、ラップなしでは中心部の加熱が不十分である。ラップをして加熱すると丸形、正方形とも加熱ムラが改善されている。これは、ラップすることにより加熱により発生した蒸気がラップ内に滞留し、均一加熱に寄与したものと考えられる。

3. 3 冷凍うどんのマイクロ波加熱実験 (加熱時の包装材の種類)

加熱解凍時にラップすることが加熱ムラ解消に効果があることがわかったので、次に、包装材の種類により、加熱ムラの違いがないかを検証した。

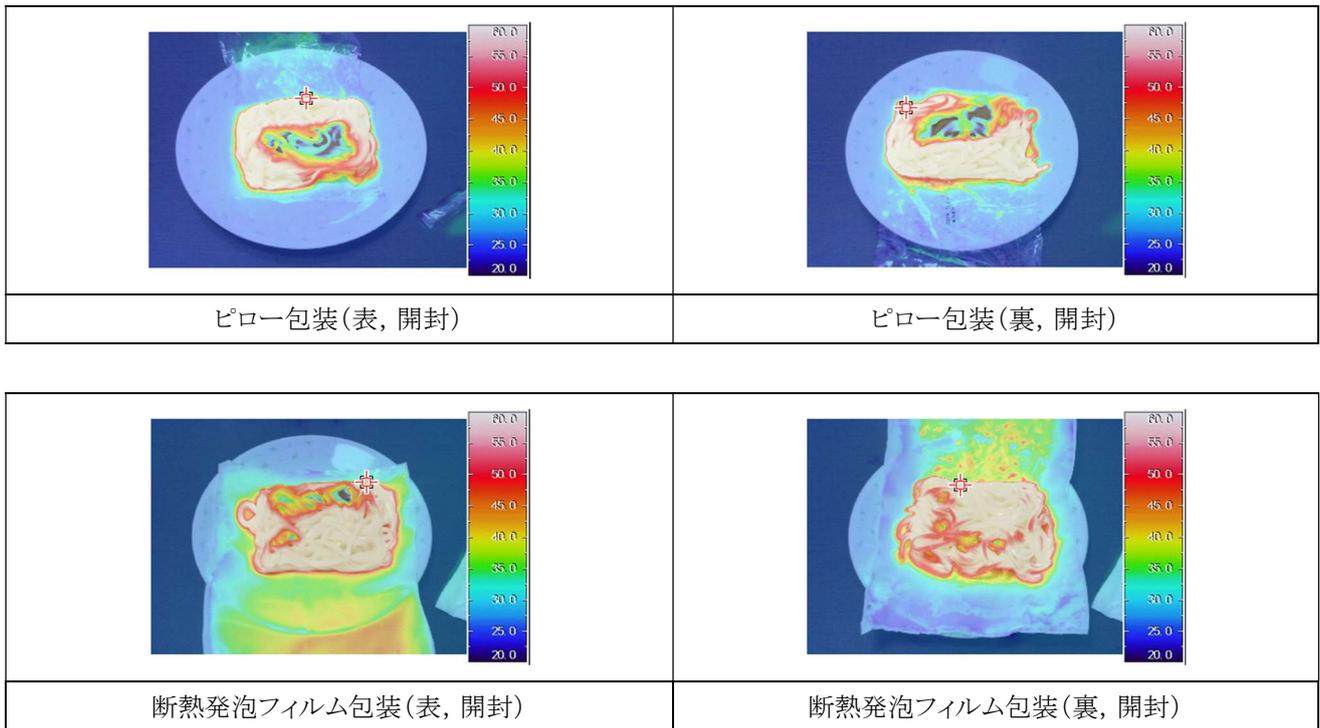
サンプルは市販の冷凍うどん (内容量 200g) で、電子レンジ 500W の場合の温め時間が約 3 分 40 秒に設定されており、商品はピロー包装され、ピロー包装のまま加熱解凍するものである。

包装材は 2 種類で実験した。1 つは、市販冷凍うどんオリジナルのピロー包装であり、もう 1 つは、ピロー包装から冷凍うどんを取り出して断熱発泡フィルムに再包装したものの 2 種類である。

電子レンジはパナソニック(株)製 NE-EH228 を用い、サンプルをターンテーブルの上にそのまま置き、メーカー所定の 3 分 40 秒でマイクロ波加熱を行った後、開封して撮影したサーモグラフィー測定結果を以下の図に示す。



図3 包装材の種類による電子レンジ加熱実験



ピロー包装のサンプルは3分20秒で包装材が破れて蒸気が放散された。一方、断熱発泡フィルムは一定圧力を超えると微小な穴から蒸気が抜けるが、一定の圧力は保持する機能を持った包装材であり、加熱解凍中に包装材が破れることはなかった。

ピロー包装のまま加熱した結果は、表裏とも、中心付近の温度が低い状態であった。これに対し、断熱発泡フィルムを用いた結果では、表側の上部に一部、温度の低いところが存在していたが、温度分布としてはおおむね良好な結果が得られた。また、食感も全領域に渡って悪くない感じであった。

マイクロ波加熱時には、マイクロ波照射によって発生する熱エネルギーと袋内から拡散（対流、伝導）する熱エネルギーがある。断熱発泡フィルムでは、破裂を防ぐ機能により、袋内に保持している熱がサーモグラフとして観察された。

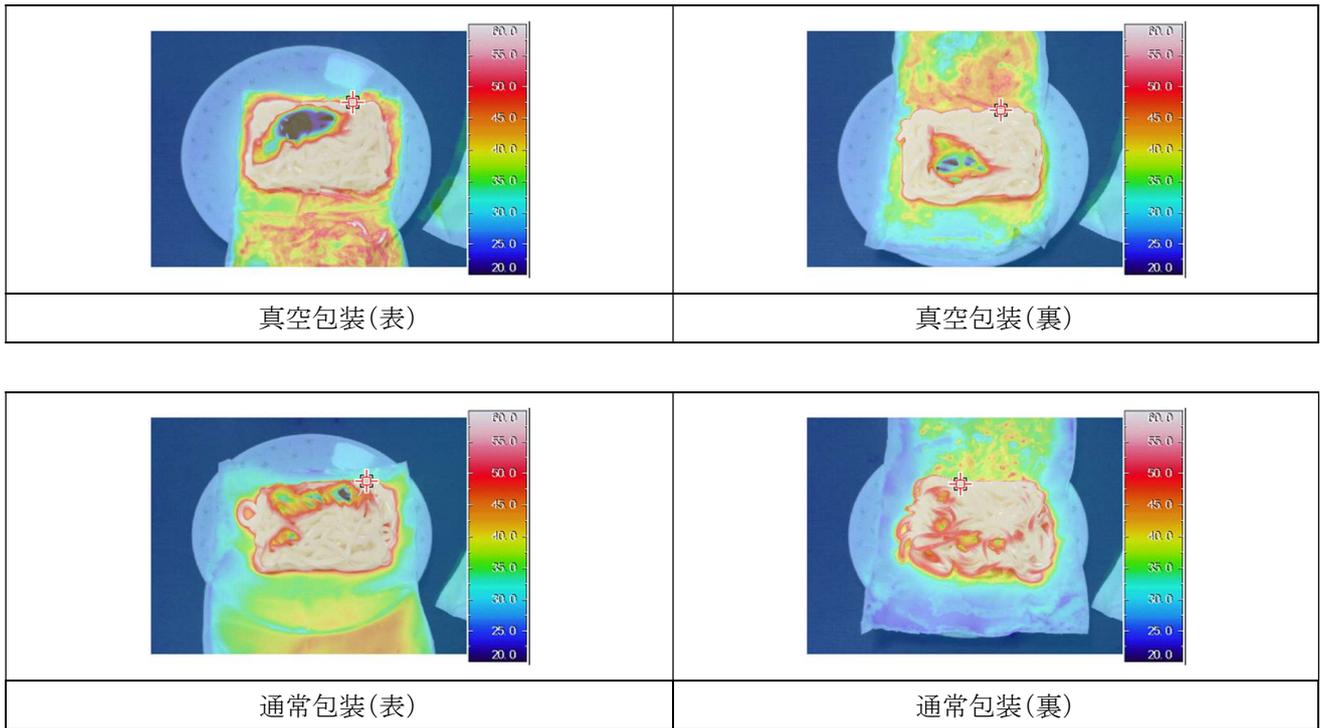
3.4 冷凍うどんのマイクロ波加熱実験（真空包装の有無）

加熱ムラ解消に効果のあった断熱発泡フィルムを使用して、加熱時のフィルム内蒸気の効果を確認するため、真空包装した場合と通常包装した場合の加熱実験を行った。

サンプルは市販の冷凍うどんで、メーカー所定の3分40秒でマイクロ波加熱を行った。

電子レンジはパナソニック製 NE-EH228 を使い、サンプルをターンテーブルの上にそのまま置き、加熱解凍後、開封して撮影したサーモグラフィ測定結果を以下の図に示す。

図4 真空包装の有無による電子レンジ加熱実験



真空包装した場合は、裏、表とも中央付近等に加熱されていない部分がかかなり残り、温度ムラのあることがわかる。これは、真空包装のため加熱後の蒸気圧が上がらず、蒸気による加温効果が少ないためと考えられる。

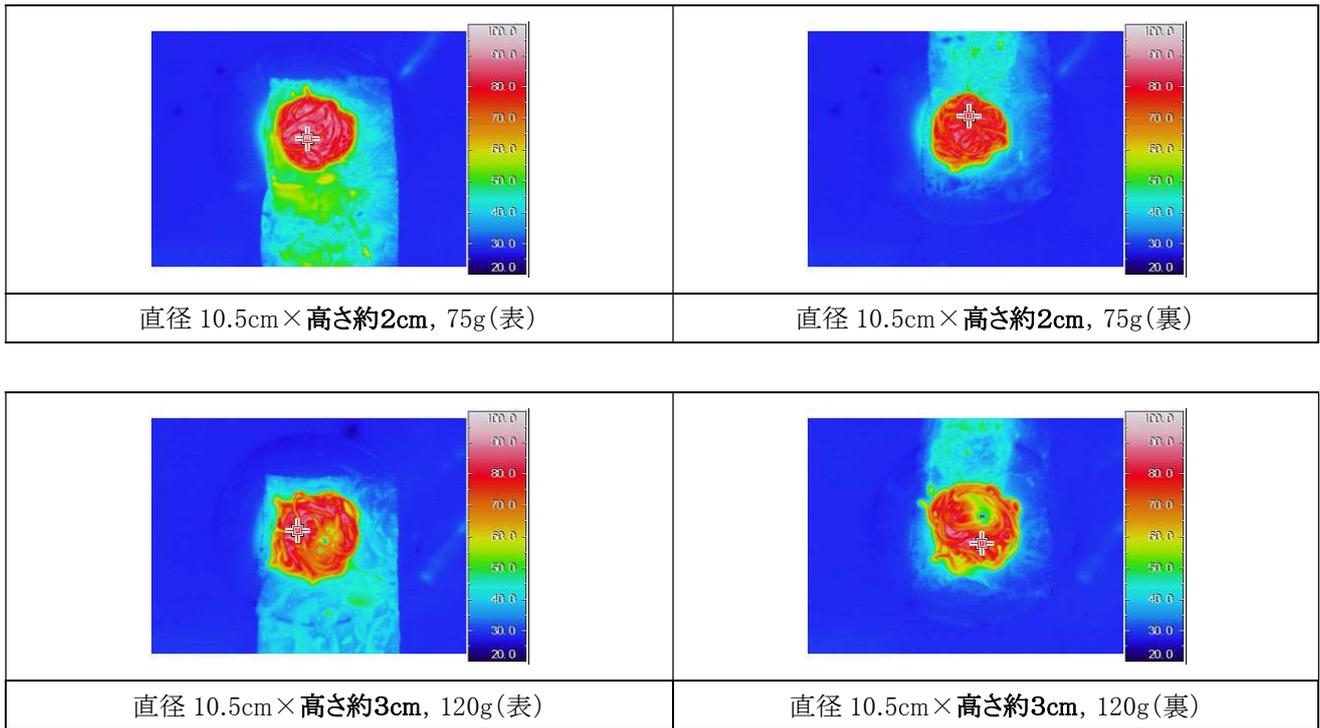
3. 5 冷凍うどんのマイクロ波加熱実験（厚形、薄形の違い）

冷凍うどんの製品の厚さ（重量）の違いによる、加熱ムラを調べた。製品の形状、包装材はこれまでの実験で加熱ムラの少なかった丸形、断熱発泡フィルムを使用した。

サンプルは香川県産業技術センターの設備を使用して、冷凍うどん2種類（①重量75g：直径10.5cm×高さ2cm、②重量120g：直径10.5cm×高さ3cm）を作製した。

電子レンジはパナソニック製 NE-EH228 を用い、サンプルをターンテーブルの上にそのまま置き、500W、2分30秒でマイクロ波加熱を行った後、開封して撮影したサーモグラフィ測定結果を以下の図に示す。

図5 厚さの違いによる電子レンジ加熱実験



高さが 2cm のものでは、温度分布が良好な結果が得られた。高さが 2cm から 3cm になると、真ん中の部分に温度の低い部分が現れた。厚みがあると、温度分布を生じやすい結果となった。

4 まとめ

冷凍うどんについて均一に加熱調理できる製品の形態（うどん形状、包装材）を検討した。

うどん形状については、丸形容器と正方形容器では、レンジ加熱後のサーモグラフに特徴的な違いが現れ、丸形の加熱ムラが少なかった。

レンジ加熱時のうどん包装の有無でレンジ加熱後の温度分布を比較したところ、ラップをしたサンプルの方が良好な温度分布結果となった。また、包装材の種類では一定の圧力を保つ機能のある断熱発泡フィルムが均一加熱に有効であるとともに、断熱発泡フィルムでも真空包装した場合は加熱ムラが見られた。これらの結果から、冷凍うどんを均一に電子レンジ加熱するには、袋内の蒸気の充満により熱が行きわたるよう工夫することが重要であると考えられる。

-
- [1] 「平成 28 年(1~12 月)冷凍食品の生産・消費について (速報)」, 一般社団法人日本冷凍食品協会調べ
 [2] 「日本食品工学会誌」, Vol. 11, No. 1, pp. 19 - 30, Mar. 2010