B213 食品の断面内温度分布

原 利次[○] (日本工大)

松本欣和 (日本工大)

工藤祐督 (日本工大・学)

島岡孝徳 (日本工大・学)

Radial Temperature Distribution in a Heated Food

Toshitsugu HARA, Yoshikazu MATSUMOTO, Yusuke KUDO, Takanori SHIMAOKA

ABSTRACT

Radial temperature distribution in a heated food (baked sweet potato, roasted fish and a slice of bread) was visualized by an infrared camera. The temperature distribution in those heated foods were different from predicted value when the food was heated up above 65-70 degree C. The temperature distribution at the outer part of the food was steeper than the predicted value. Temperature distribution at the inner part of the food was flattened than the predicted value.

Keywords: heat conduction, food, thermograph, temperature distribution

1. はじめに

昨年度のやき芋の加熱の研究に加えて、生体細胞を持った食品の例として魚(アジ)と、細胞を持たず通気性のよい食品の例として食パンを取りあげ、この3種類について、加熱時の断面内温度分布を比較して、何故加熱後半に平坦な温度分布が現れるのか検討した。

2. 実験装置と測定方法

図1に魚を加熱したときの実験装置を示す。加熱前にあらかじめ2つに切断しておいた魚(アジ)を、切断面を再び元の状態に接触させ両端から専用に製作した魚固定器で圧力をかけて固定した。この状態の魚を、1対の平面ふく射パネルヒータの内側中央に設置し、両面から加熱した。図2には側面図と上部から見た平面図を示す。試料の魚は水平に位置される。前回の芋の場合と同じように、一定時間ごとに断面を手動ですばやく分割し、断面を赤外線カメラで撮影した。撮影後分割された試料の魚は再び組み合され、ふく射ヒータで加熱される。このため実験中同一の魚がくり返し使用される。

図2に食パンを加熱したときの実験装置を示す。魚の加熱の場合と同様に、食パンをスライスした1枚を1対のふく射パネルヒータで両側から加熱される。但しパンの場合は、スライスに垂直な断面を平面にするのが難しいため、芋や魚のように事前に分割して合せておくことが難しい。このためパンの場合は、測定の都度新しいパンを用いた。すなわちすべてのパンは加熱一定時間後切断されカメラで撮影され捨てられる。すべての実験後異なる時間経過のパンの撮影写真をつなげて、時間経過とした。このため複数のパンが使用された。

Fig.1 Experimental apparatus (fish)

Fig.2 Experimental apparatus (bread)

2. 実験結果と検討

図3に魚の場合の実験結果を示す. 図の(a)は加熱4分後の場合の断面内温度分布で, (b)は同様に加熱20分後の場合である. (a)では, 温度分布の等温線はほぼ断面中心を中心として等間隔で分布しており, 円柱の非定常熱伝導として計算される結果とよく似ている. これに対し(b)では, 周辺では等温線の間隔が狭く, 中心に近い大部分の範囲では等温線が見られない. これは半径方向の温度傾斜が小さく温度分布が平坦であることを示す意味している.

図4にパンの場合の温度分布を示す. 先と同様に, 図中(a)は加熱初期の20秒後の温度分布の結果であり, (b)は加熱後期の100秒後の温度分布の結果を示す. パンが変形してしまっているため厚さ方向の温度分布が見難いが, 図の下端の温度分布を見ると, (a)では温度分布がすり鉢上であり, (b)では中央が平坦で周辺が急峻である傾向がわかる. パンでも魚と同様な温度分布の変化が見られた.

温度分布の加熱時間の変化で纏めたものを, 魚について図5に, パンについて図6に示す. いずれも加熱後半に中央付近の温度分布が平坦になることがわかる.

この原因を加熱による組成の変性時のための変性熱と考え, 変性熱を見かけの比熱の上昇として, 温度分布の実験値から逆算したものを図7に示す. 比較の変性熱のデータの傾向と一致している.

Fig.3 Radial temperature distribution (horse mackerel, fish)

Fig.4 Radial temperature distribution (slice of bread)

3. 参考文献

- 1) 原ほか, やき芋の断面内温度分布, 可視化情報シンポジウム論文集 vol.20, no.1 (2000) pp.149-152.

Fig.5 Change of radial temperature distribution (horse mackerel, fish)

Fig.6 Change of radial temperature distribution (slice of bread)

Fig.7 effective specific heat of food calculated from measured data