

乾麺の茹で過程における食塩の溶出と脂質の酸化について

大久 長範*, 草野 風穂¹

Salt Elution During Boiling Process and Lipid Oxidation of Dried Noodles

Naganori OHISA* and Kazaho KUSANO¹

Abstract

Salt elution was examined during boiling process of dried noodles (Number-one Hiyamugi, Shiroishi-ûmen, Ibonoito) in deionized water at 90°C. Plotting natural logarithm of $(\text{NaCl}_\infty - \text{NaCl})$ against boiling time for No.1 Hiyamugi and Shiroishi-ûmen each generated a straight line, suggesting salt elution to be a first-order reaction in these products. However, for Ibonoito and Shiroishi-ûmen treated with oil, salt elution pattern deviated from a first-order reaction. Ibonoito and oil-treated Shiroishi-ûmen showed about 3.8-fold increase in chemiluminescence, an indicator of lipid oxidation. It appears that the oxidized oils limited the rate of salt elution from Ibonoito.

(Received November 4, 2009 ; Accepted January 26, 2010)

Key words : dried noodles, salt elution, first-order reaction, chemiluminescence

キーワード : 乾麺、食塩溶出、一次反応、化学発光

緒 言

乾麺を製造する際に食用油を使用するものと使用しないものがある。「揖保の糸」は、ひも状の生地表面に綿実油を塗布しながら引き延ばしていく代表的な乾麺である。製品は木箱に詰めて保存し梅雨期を過ぎてから出荷される¹⁾。保存中に麺の質が変化し、茹で麺の物性が好ましいものになる²⁾。熟成期間中に脂質の加水分解が起こり、遊離した脂肪酸がグルテンと結合しグルテンと水の親和力に影響を与えることによるものである³⁻⁵⁾。麺をおいしく食べる最大のポイントは茹で方に関係していると指摘されているが⁶⁾、食用油も茹で過程に影響を与えると予想された。そこで、「揖保の糸」等の乾麺を一定の温度で茹で操作を行い、食塩の溶出パターンを追跡した。

実験材料及び方法

1) 試 料

揖保の糸 (兵庫県手延素麺協同組合, 上級品, 食塩含量5.6%, 断面1.11×0.99mm), 白石温麺 (松田製麺,

食塩含量3.8%, 断面1.23×1.15mm), ナンバーワンひやむぎ (日清フーズ, 食塩含量3.8%, 断面1.07×0.95mm) を使用した。

2) 白石温麺の食料油処理

1gのサラダ油 (日清オイリオグループ製) を20mlのヘキサンに溶解し, これを100gの白石温麺に均一に塗布し乾燥させた。この温麺を70°Cで2時間加熱処理した後, 室内で3ヶ月保存した。

3) 茹で処理と食塩の定量

前に報告した方法⁷⁾を修正し加熱処理した。すなわち脱イオン水1000mlを恒温水槽 (Buchi Heating Bath B-490) に加え, 水温を90°Cに設定した ($\pm 0.5^\circ\text{C}$)。この水槽に乾めん25gを投入し, 30秒毎にかき混ぜながら1分から2分間の間隔で茹で液4mlを取り出した。茹で液を室温まで冷却した後, 食品塩分計 (東興化学研究所製, TS-90型) で食塩濃度を測定した。120°Cで5分間オートクレーブ加熱した際に溶出される食塩をもって最大溶出量 (NaCl_∞) とした。

¹ セイシン企業株式会社

* Corresponding author (E-mail: oohisa@myu.ac.jp)

4) 極微弱発光の測定

乾麺の微弱発光は極微弱発光測定装置 (CLA-FS3, 東北電子産業株式会社製) を使用し測定した^{8,9)}。乾麺を約4cmに切断しステンレス製標準セル (直径30mm) に均一に並べ、70℃に設定した試料室に設置した。空気存在下で10分間、化学発光を追跡した。

実験結果および考察

ナンバーワンひやむぎの90℃における茹で処理に伴う茹で液中の食塩の溶出を追跡した。90℃の茹で処理により茹で液の食塩濃度は次第に増加し、10分後には茹で液の食塩濃度が0.06%となった。食塩の最終溶出濃度 (NaCl_∞) から各茹で時間の濃度 (NaCl) を減じたものの自然対数を、茹で時間に対して作図したところ、直線となった (Fig. 1)。乾めん中の食塩は、茹で処理により一次反動的に溶出されたと考えられた。ナンバーワンひやむぎの90℃における食塩溶出の半減期は2.0分と算出された。

揖保の糸の場合にも同様な茹で処理を行い、Ln (NaCl_∞-NaCl) と茹で時間の関係を調べた (Fig. 1)。揖保の糸の場合、2分間までは急速な食塩の溶出が認められたが、その後の溶出はナンバーワンひやむぎと同

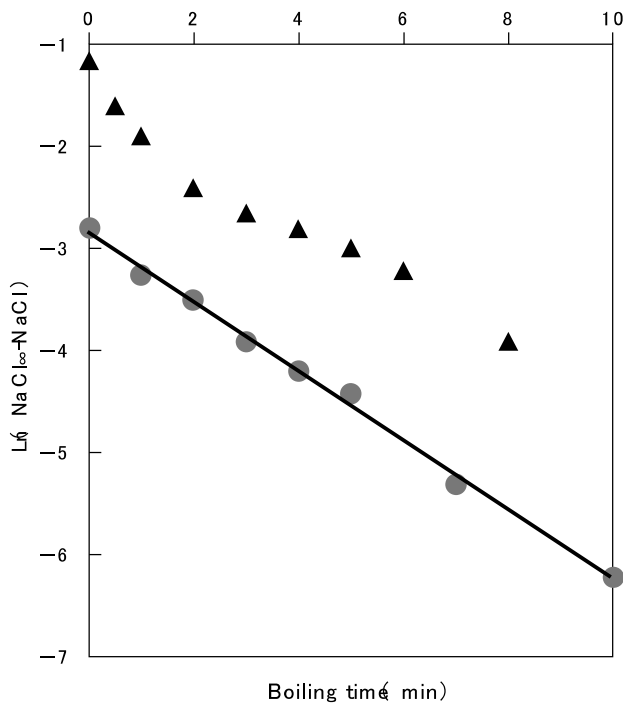


Fig.1 Natural logarithm of (NaCl_∞-NaCl) during boiling process of dry noodle at 90°C
▲: Ibonoito, ●: No1 hiyamugi

等またはそれ以下に減速するという傾向が認められた。

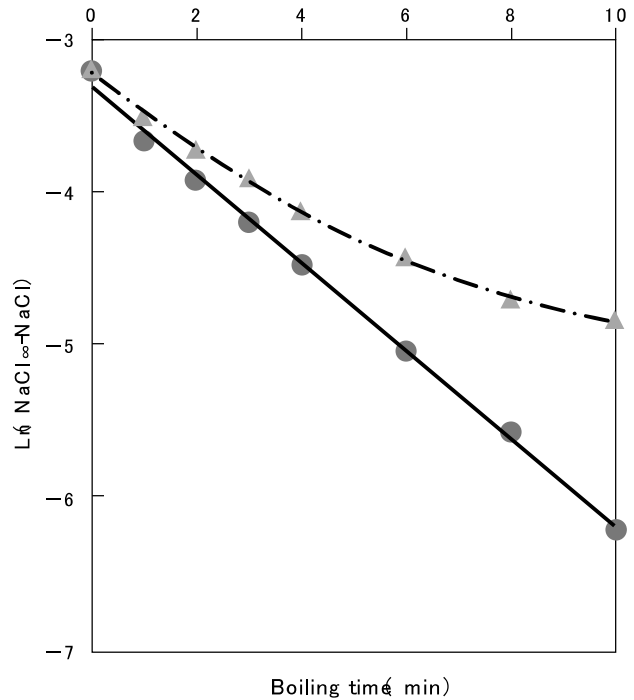


Fig.2 Natural logarithm of (NaCl_∞-NaCl) during boiling process of Shiroisi-ûmen at 90°C
▲: oil-treated, ●: control

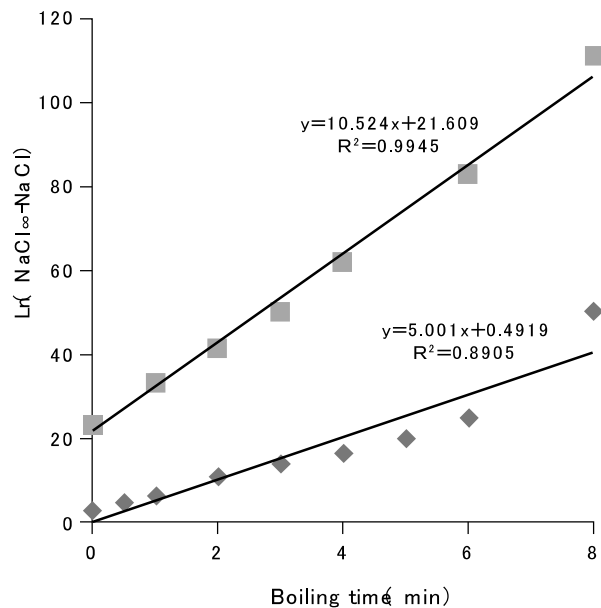


Fig.3 (NaCl_∞-NaCl)⁻¹ during boiling process of Shiroisi-ûmen (oil-treated) and Ibonoito
■: Shiroisi-ûmen (oil-treated), ◆: Ibonoito

白石温麺をサラダ油で処理のものと対照を、90℃で茹で処理し茹で時間と食塩濃度の変化を追跡した (Fig. 2)。対照はナンバーワンひやむぎと同様に一次反動的に食塩が溶出され、このときの食塩溶出の半減期は2.3分と算出された。白石温麺を食用油で処理した麺は、「揖保の糸」と同様に一本の直線とはならず、曲線で表現された (Fig. 2)。

食用油処理した白石温麺 (Fig. 2) と「揖保の糸」 (Fig. 1) の結果を見直した。すなわち、食塩濃度 (NaCl₀-NaCl) の逆数をとり作図し直したところ、白石温麺の場合はほぼ直線となり (Fig. 3)、二次反応に類似するものとみなされた。「揖保の糸」の場合には全体としてはほぼ直線となったが、詳細にみると0-2分、2-6分、6-8分の3成分に分割できそうである。食用油処理した乾めんからの食塩溶出は、一次反応より二次反応で近似できると思われた。

白石温麺等の化学発光量を調べた結果をFig. 4に示す。脂肪の酸化程度を示す化学発光量の時間経過は少し異なっていたので、10分間の総発光量を求めた。対照 (白石温麺、油未処理) の総発光量は 9.8×10^5 countsであった。食用油で処理した白石温麺と「揖保の糸」の総発光量は、ともに 3.7×10^6 countsになり、対照の約3.8倍に増加した。萩原らは、米の極微弱発光量と脂肪酸度に比例関係があり、微量の脂肪酸度でも測定が可能であることを示した⁹⁾。食用油で処理した白石温麺と「揖保の糸」は酸化が進行していると考えられた。

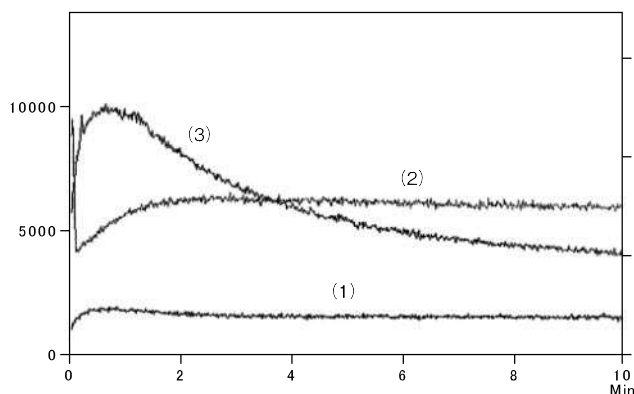


Fig.4 Chemiluminescence of dry noodle
(1): Shiroisi-umen (control)
(2): Shiroisi-umen (oil-treated)
(3): Iboito

「揖保の糸」などの手延べそうめんは、製造工程においてめん線に油脂を塗布すること、冬期に製造し乾

燥しためんを保存し高温多湿の梅雨期を越させる (厄) などの特徴を持ち、厄により手延べそうめんの特有の弾力ある口触りを生じる²⁻⁴⁾。熟成期間中に油脂の加水分解が起こり、遊離した脂肪酸がグルテンと結合し、めん hardness が增大することを島田らが報告している⁵⁾。油脂を使用しない乾めんでも、長期貯蔵により脂肪酸度が増加すること、茹でめんの引っ張り強度や引っ張りヤング率が増加し、茹で時の溶出損失 (溶出物) が20%前後減少することが認められた¹⁰⁾。

本研究で認められた油脂を使用した乾めん (「揖保の糸」等) の食塩溶出が、一次反応からずれる現象は以下のように推定している。油脂の酸化により生成した遊離脂肪酸がグルテン等と結合し、乾めんを硬化させる。乾めんを茹でる過程では、食塩濃度と脂肪酸-グルテン複合物の濃度が溶出速度に影響を与える。

「揖保の糸」の初発の食塩溶出 (Fig. 1の0-2分, Fig. 3) が速やかであったのは、乾めんの表面には脂肪酸グルテン複合物が少なく、3分以降 (Fig. 1, 3) はめんの内部に脂肪酸グルテン複合物が多く存在することにより食塩の溶出が抑制されていると考えられた。

摘 要

ナンバーワンひやむぎ、白石温麺、「揖保の糸」を90℃の一定温度で茹で食塩の溶出パターンを調べた。ナンバーワンひやむぎと白石温麺は一次反動的に食塩が溶出された。「揖保の糸」の場合には食塩の溶出が一次反応から逸脱する傾向が認められた。白石温麺を食用油で処理した麺は「揖保の糸」と同様な傾向が認められた。脂肪の酸化程度を示す化学発光量は、「揖保の糸」と油処理白石温麺で3.8倍に増加した。「揖保の糸」の場合、酸化した油が食塩の溶出を抑制していると考えられる。

謝 辞

極微弱発光の測定にご尽力いただいた東北電子産業株式会社の山田理恵社長と金森浩さんに深謝いたします。

引用文献

- 1) 安藤剛久, めんの食味・食感, 「乾めん入門」, (日本食糧新聞社, 東京), pp. 142-151 (1995).
- 2) 新原立子, 手延素麺の厄現象について, 「食品の物性」松本幸雄・山野善正編 (食品資材研究会, 東京), 10, pp. 119-138 (1984).

- 3) 新原立子, 米沢大造, 手延素麺の厄現象に関する研究－厄による素麺の脂質構成の変化とその影響－, 日本食品化学工学会誌, **37**, 779-785 (1990).
- 4) 安藤剛久, ゆで, 「乾めん入門」, (日本食糧新聞社, 東京), pp. 117-129 (1995).
- 5) 鬼頭誠, タンパク質と脂質の相互作用, 「食品成分の相互作用」, 並木満夫, 松下雪郎編著 (講談社, 東京), pp. 131-138 (1980).
- 6) 島田淳子, 矢沢悦子, 吉松藤子, 加藤博通, 藤巻正生, 手延素麺の厄における物性および化学成分の変化, 日本農芸化学会誌, **53**, 5-11 (1979).
- 7) 大久長範, 千葉紘子, 長谷川勇治, 高島聡, 秋山美展, 乾めんの形と内部気泡が食塩の溶出に及ぼす影響, 食品科学工学会誌 **49**, 547-550 (2002).
- 8) 大久長範, 金澤圭二, 山田理恵, 紫黒米と白色米の紫外線耐性比較, 宮城大学食産業学部紀要投稿中
- 9) 萩原昌司, 斎藤高弘, 志賀徹, 大谷敏郎, 米の極微弱発光現象の画像計測と脂肪酸度の推定, 食品科学工学会誌, **49**, 719-725 (2002).
- 10) 柴田茂久, 今井徹, 稲荷佐登美, 乾めんの貯蔵に関する研究 (第2報) 貯蔵中の乾めんの品質変化, **25**, 57-65 (1978).