

レトルト殺菌に適した高齢者向け県産根菜素材の 前処理方法の開発

武春美*

高齢化が進む現代社会において、高齢者が手軽に利用できる多様なレトルト食品の需要が高まっている。これまでに、工業試験場では、食材の形状を保持したまま柔らかくする軟化食材の加工法の実現に取り組む、調味に影響しない簡便な軟化食材製造方法を確立した。しかし、この方法は、得られた軟化食材の保存性を高めるために加圧加熱殺菌(レトルト殺菌)を行うと、形状が維持できないという課題があった。そこで、地域産物のレトルト殺菌に前処理方法を組み込んだ簡便調理用レトルト食品の軟化食材加工法の実現に取り組んだ。その結果、源助大根および五郎島金時は、予備加熱温度を変化させることで、ユニバーサルデザインフードの区分1(容易にかめる)および区分2(歯ぐきでつぶせる)の硬さ基準の範囲に調整できることが示された。また、加賀れんこんは、加熱・凍結の試料調製後、酵素と塩化ナトリウムを含む処理液を使用することにより硬さ基準の範囲に調整可能であることが示された。

キーワード: 高齢者向け食品, 酵素処理, 塩化ナトリウム, ユニバーサルデザインフード

Development of a Pretreatment Method for Prefectural Root Vegetables Suitable for Retort Sterilization for the Elderly

Harumi TAKE

In aging societies, there is growing demand for easy-to-use pre-packaged foods for the elderly with weak chewing and swallowing abilities. So far, we have worked on the development of a processing method for soft food materials that retains shape, and established a simple method for producing soft food materials that does not affect seasoning. However, the method could not maintain the shape of the obtained soft food materials after pressurized heat sterilization (retort sterilization to improve shelf life). Therefore, we worked on the development of a softening processing method for an easy-to-cook retort food by incorporating the pretreatment method for retort sterilization of local products. As a result, by changing the preheating temperature, the softness of Gensuke Daikon (Japanese white radish) and Goroujima Kintoki (sweet potato) could be adjusted to within the hardness standard range of Universal Design Food category 1 (can be easily chewed) and category 2 (can be crushed with gums). Also, the softness of Kaga Renkon (lotus root) could be adjusted to within the standard range by using a treatment solution containing enzymes and sodium chloride after sample preparation by heating and freezing.

Keywords : foods for elderly, enzymatic treatment, sodium chloride, Universal Design Food

1. 緒 言

近年、高齢者世帯の増加に伴い、手軽に利用できる高齢者向けのレトルト食品の需要が高まっている¹⁾。一方、高齢者の健康維持は、多様な食品の摂取が有効で²⁾、高齢者に親しみのある郷土料理や地域産物を献立に取り入れることが、生活の質(quality of life : QOL)の向上に繋がると期待される。このような状況の中、県内で使用される高齢者向けレトルト食品は、大手企

業の製品が多く、地域産物の利用が進んでいない。また、地域の中小規模の事業者が高齢者向けのレトルト食品を製造するには、特殊な設備を使用しない製造技術の開発が必要とされている。

工業試験場では、これまでに食材の形状を保持したまま柔らかくすることが難しい根菜類について、軟化食材の加工法の実現に取り組む、調味に影響しない簡便な軟化食材製造方法を確立した^{3),4)}。この方法は中小規模の事業者でも活用可能であるものの、得られた軟化食材の保存性を高めるために加圧加熱殺菌(レトル

*化学食品部

ト殺菌)を行うと、形状が維持できないという課題があった。そこで、本研究では、レトルト殺菌前に、予備加熱や酵素処理を行うことで、レトルト殺菌後も食材の形状を変えず、食べる機能が低下した高齢者向け食品を製造できる技術の検討を試みた。

2. 実験方法

2.1 試料および調理方法

試料には、形状維持したまま軟化することが難しい根菜素材として、県産の源助大根、五郎島金時、加賀れんこんを用いた。これらの試料の硬さ調整工程を図1に示す。源助大根および五郎島金時は、両先端を切り落として厚さ10 mmに切り、直径30 mmの型抜き器でくり抜いた。また、加賀れんこんは皮を剥いた後、厚さ10 mmに切り分けた。その後の工程は、浸漬液に蒸留水を使用する場合を工程A、酵素または酵素および塩化ナトリウム(NaCl)を用いた処理液を使用する場合を工程Bとし、工程Aで得られたレトルト食品の軟化が不十分な場合、工程Bに従った。工程Aでは、切断した試料を蒸留水とともに耐熱用パウチに入れ、パック包装機(FVC-II・古川製作所(株))より真空包装した。続いて、包装品について、温度40、50、60、70、80、90℃で、90分の予備加熱を行った。その後、レトルト殺菌装置(RK3030型・アルプ(株))を用い、レトルト殺菌処理(120℃,10分)を行い、試作品を得た。一方、工程Bでは、切断後に加熱(煮沸15分)、冷凍(-20℃)・解凍を行い、処理液を加え包装し、4℃の冷蔵庫で16時間静置後、酵素の至適温度45℃で60分の予備加熱を行った。

2.2 酵素およびNaClを用いた処理液の作製

工程Bで使用した処理液は、酵素(マセロチームA・ヤクルト薬品工業(株))または酵素とNaClをそれぞれ蒸留水に溶解し、酵素濃度1%、NaCl濃度1%となるようにそれぞれ調製した。なお、処理液のpHは、6~7の中性領域であった。

2.3 軟化食材の硬さの評価

硬さの評価は、レオメーター(CR-500DX・(株)サン科学)を用いて、厚さ10 mmに調製した試料を直径20 mmのプランジャーで圧縮速度10 mm/sec、クリアランスを試料厚さ30%の3 mmとして測定した。また、測定はn=3で実施し、平均値および標準偏差を示した。得られた結果は、日本介護食品協議会が定める自主規格

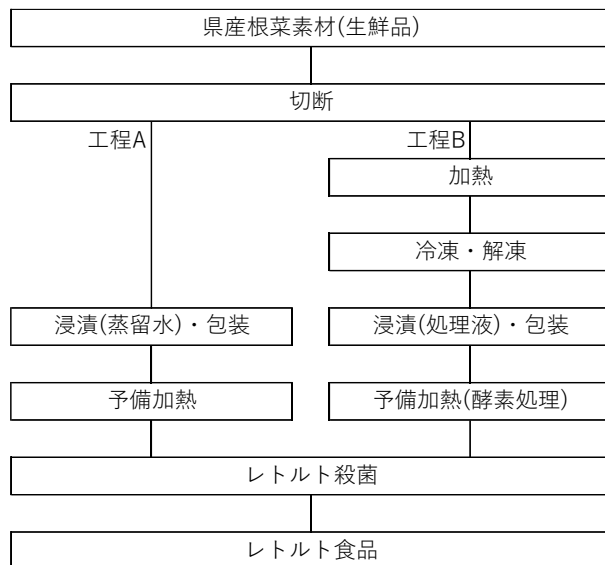


図1 県産根菜素材の硬さ調整工程

「ユニバーサルデザインフード(UDF)」⁵⁾の基準に従い、「容易にかめる」分類に該当する区分1(UDF1:硬さの上限値 5×10^5 N/m²以下)および「歯ぐきでつぶせる」分類に該当する区分2(UDF2:硬さの上限値 5×10^4 N/m²以下)を硬さの目標値とした。

3. 結果および考察

3.1 予備加熱による県産根菜素材の硬さ調整

県産根菜素材について、工程Aに従い得られたレトルト食品の硬さを図2に示す。

まず、図2(a)の源助大根は、工程Aの予備加熱を行わず(加熱時間0分)にレトルト殺菌のみ行った場合、硬さ 5.2×10^4 N/m²を示し、UDF1およびUDF2の境界付近であった。そこで、種々の温度条件でレトルト殺菌前の予備加熱を行った。その結果、予備加熱により硬さは変化し、50、60℃で硬化、80、90℃で軟化がみられた。具体的には、50、60℃では、加熱時間の経過とともに硬さが増し、50℃で $7.9 \times 10^4 \sim 1.5 \times 10^5$ N/m²、60℃で $9.0 \times 10^4 \sim 1.1 \times 10^5$ N/m²を推移し、UDF1の基準の範囲であった。また、70℃では、初めの15分で50、60℃と同様に硬さが増した後、緩やかに低下した。ここで、初期の硬さの増加は、60℃付近で活性が高いとされる内在性酵素ペクチンメチルエステラーゼ(PME)の働きによるもので、硬さの低下は、酵素活性の低下によるものと考えられる⁶⁾。一方、80、90℃では、加熱15分で硬

さ 3.9×10^4 N/m²まで大きく低下し、その後は大きな変化が見られなかった。硬さの範囲は、80℃で $2.6 \times 10^4 \sim 3.1 \times 10^4$ N/m²、90℃で $2.0 \times 10^4 \sim 2.6 \times 10^4$ N/m²を推移し、UDF2の基準の範囲であった。80、90℃で見られた硬さの低下は、加熱時の煮汁が中性領域であることから、ペクチン分子内の結合が、トランスエリミネーション(β-脱離)により切断されることで、組織の結束力が低下し、軟化が進んだものと考えられる⁷⁾。なお、40℃で加熱時間による硬さに大きな変化が見られなかったことは、内在性酵素の活性が低いことや加熱によるペクチンの分解が進まなかったためと考えられる⁶⁾。

次に、図2(b)の五郎島金時では、予備加熱0分の硬さは、 6.2×10^4 N/m²を示したのに対し、60℃で予備加熱した場合の硬さは、 $7.4 \sim 9.5 \times 10^4$ N/m²を示し、UDF1の基準の範囲内であった。また、70℃では、 $4.7 \sim 7.6 \times 10^4$ N/m²を示し、UDF1およびUDF2の境界域の硬さであった。一方、80、90℃では、硬さが大きく低下し、80℃で $8.0 \times 10^3 \sim 1.6 \times 10^4$ N/m²、90℃で $7.4 \times 10^3 \sim 1.8 \times 10^4$ N/m²を示し、UDF2の範囲内であった。以上の結果は、源助大根と同様の傾向であり、PMEの働きやペクチンの分解によるものと考えられる。さらに、五郎島金時などのサツマイモは、源助大根と異なり、デンプンが主成分である。したがって、加熱すると糊化が進み、内在性酵素β-アミラーゼによる加水分解反応によりマルトースが生成することから、加熱後のサツマイモの食感、デンプンの糊化温度やβ-アミラーゼ活性の影響も考えられ、これらの関係について今後の詳細な検討が必要である。

続いて、図2(c)の加賀れんこんでは、予備加熱0分の硬さは、 6.8×10^5 N/m²を示したのに対し、いずれの温度および時間においても、硬さ $4.6 \times 10^5 \sim 1.1 \times 10^6$ N/m²の範囲に留まり、大半がUDF1の基準を上回る硬さであった。レンコンは、メチルエステル化したペクチン質が多いため、加熱で軟化されにくいことが報告されている⁷⁾。本研究でも同様の理由で加熱軟化にしくかったものと考えられる。

以上の結果より、源助大根および五郎島金時については、予備加熱温度を変化させることで、UDF1およびUDF2の硬さ基準を満たすレトルト食品を得られることが示された。一方、加賀れんこんは、蒸留水を用いた予備加熱のみでは大半がUDF1の硬さ基準を満たさなかった。そこで、さらなる軟化促進を目的に、図1の工程Bに従い、加熱および凍結した後、蒸留水の代

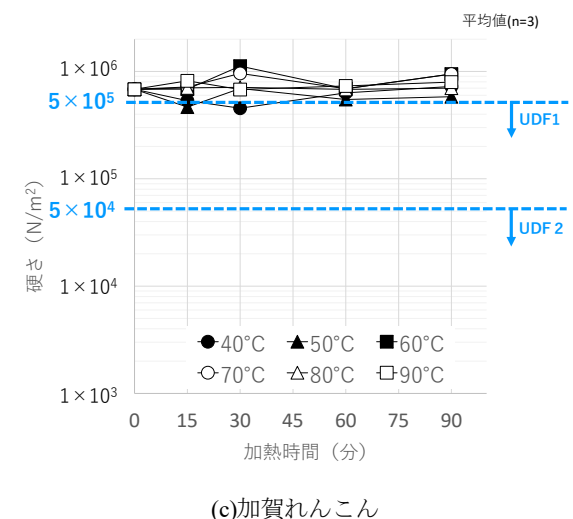
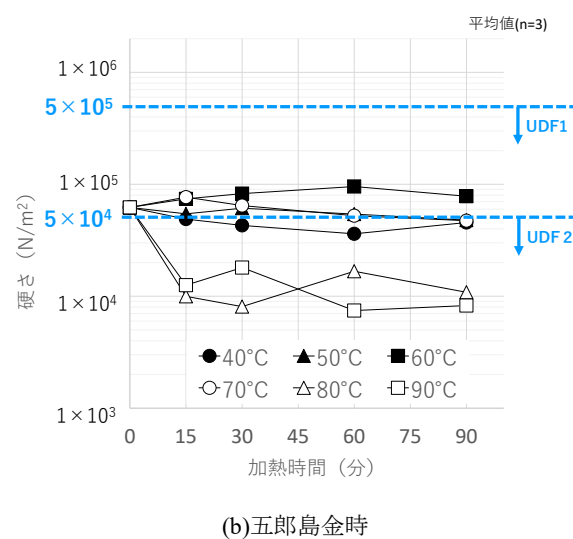
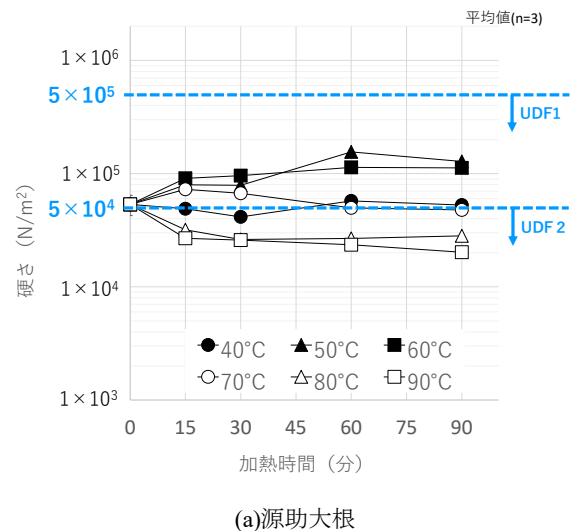


図2 県産根菜素材の軟化に及ぼす予備加熱処理温度と時間の影響

わりに酵素および塩化ナトリウムを用いた処理液の使用について検討した。

3. 2 酵素および塩化ナトリウムによる加賀れんこんの硬さ調整

工程Bに従い作製した加賀れんこんのレトルト食品について、硬さを評価した結果を図3に示す。レトルト殺菌のみの硬さは、加熱および冷凍・解凍工程を加えることで、 6.8×10^5 から 1.3×10^5 N/m²に低下し、UDF1の基準の範囲内となった。これは、加熱、凍結融解により、細胞組織が損傷したことが硬さの低下に繋がったものと考えられる^{8),9)}。次に、加熱・凍結処理した加賀れんこんを、酵素を含む処理液に浸漬し、酵素反応後にレトルト殺菌を行った。その結果、硬さは、 6.8×10^4 N/m²に低下した。さらに、酵素とNaClを併用した処理液を使用することで、硬さは 3.6×10^4 N/m²に低下し、UDF2の基準の範囲内となった。今回使用した酵素は、ペクチナーゼ活性を強く示し、れんこん組織のペクチンの分解を促進した。また、NaClのナトリウムイオンは、ペクチン分子同士を架橋しているカルシウムイオンと置換することで、ペクチンの結束性が低下したものと考えられる¹⁰⁾。以上の結果より、酵素およびNaClの利用は、加賀れんこんの軟化を促進し、UDF1および2の基準の硬さに調整できることが示された。

4. 結 言

本研究では、県産根菜素材3種類を用い、レトルト殺菌後も食材の形状を変えず、食べやすさに配慮した硬さに調整可能な簡便調理用の軟化食材加工法の開発に取り組むことで、以下の結果が得られた。

- (1)源助大根、五郎島金時は、レトルト殺菌前の予備加熱条件(温度と時間)を変えることで、硬さが変化し、UDF1,2の硬さ基準を満たすレトルト食品が得られた。
 - (2)加賀れんこんは、試料調製(加熱・冷凍)後、処理液(酵素または酵素およびNaClの併用)の使用により、UDF1,2の硬さ基準を満たすレトルト食品が得られた。
- 今後は、簡便調理用の軟化食材の種類を増やすために、他の食材の検討を行い、高齢者に向けた簡便調理用のレトルト食品の利用に繋げていく。

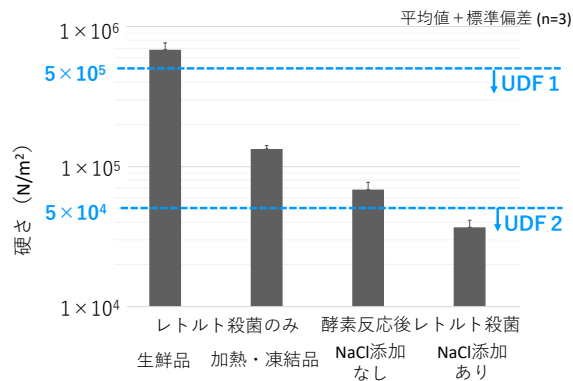


図3 酵素および塩化ナトリウムを添加した処理液の加賀れんこんの軟化効果

参考文献

- 1) 富士経済グループ. “高齢者向け食品の国内市場を調査”. <https://www.fuji-keizai.co.jp/press/detail.html?cid=20014>, (参照 2023-08-01).
- 2) 吉崎貴大, 横山友里, 大上安奈, 川口英夫. 地域在住高齢者における食品摂取の多様性と食事摂取量およびフレイルとの関連. 栄養学雑誌. 2019, vol. 77, no. 1, p. 19-28.
- 3) 武春美, 水木淳子, 小林晃, 池田雅和. 簡便な軟化食材製造方法の開発. 石川県工業試験場研究報告. 2012, vol. 70, p. 20-23.
- 4) 石川県, ヤクルト薬品工業(株). 外形が維持された軟質食品素材の製造方法. 特許7093088. 2022-6-29.
- 5) 日本介護食品協議会. ユニバーサルデザインフード自主規格 第2版. 日本介護食品協議会. 2011, p. 30.
- 6) 香西みどり. 野菜の硬化とその機構. 日本調理科学会誌. 2002, vol. 35, no. 4, p. 387-392.
- 7) 瀧上倫子. 野菜の加熱とペクチン質. 日本調理科学会誌. 2007, vol. 40, no. 1, p. 1-9.
- 8) Peter Albersheim, Hans Neukom, Hans Deuel. Splitting of pectin chain molecules in neutral solutions. Arch. Biochem. Biophys.. 1960, vol. 90, no. 1, p. 46-51.
- 9) 瀧上倫子. 冷凍処理による野菜の物性, ペクチン組成, 組織の変化. New Food Industry. 1995, vol. 37, p. 7-14.
- 10) 瀧上倫子. 調理・加工による食物物性の挙動と組織に関する総合的研究. 日本調理学会誌. 2013, vol. 46, no. 2, p. 65-74.