

凍結含浸法ガイドブック

(第6版)



監修：広島県立総合技術研究所
食品工業技術センター

凍結含浸法の世界によろこそ！

- 凍結含浸法は広島県の公設試験研究機関である広島県立総合技術研究所食品工業技術センターが平成14（2002）年に発明した特許技術です。
- 凍結含浸法は食材の中に酵素等の物質を急速にしみ込ませる技術で、食材の組織を分解する酵素をしみ込ませると、食材そのままの形を保ったまま、歯茎や舌で潰せるほど軟らかい食材を作ることができます。
- 少子高齢化の進展により高齢者・要介護者用のやわらか食ニーズが高まる中、凍結含浸法は革新的なやわらか食製造技術として実用化されています。これまでミキサー食やキザミ食が主流であった介護食の世界に大きなインパクトを与え、「食のバリアフリー」を実現する最新技術として、その利用が広がっています。
- 本ガイドブックでは、第1章で凍結含浸やわらか食（介護食編）について、第2章では凍結含浸法の新展開（技術編）について解説します。

目次

はじめに ー凍結含浸法とはー

凍結含浸法の概要	2
凍結含浸法の基本工程	4

第1章 凍結含浸やわらか食（介護食編）

凍結含浸法で作製した介護食の特徴

見た目はそのままでも柔らかい	8
加熱調理では実現できない柔らかさ	10
色や味や栄養素はそのままでも柔らかい	12
酵素分解されているから消化しやすい	14
臨床試験でも高評価	16

病院・介護施設への凍結含浸やわらか食の導入

凍結含浸やわらか食導入のメリット 18

凍結含浸やわらか食はどこで買える？ 20

食品企業への凍結含浸やわらか食製造技術の導入

製造に必要な装置と酵素 22

凍結含浸法の技術利用の流れ 24

凍結含浸についてもっと知りたい（Q&A編） 26

Q 酵素は食べても大丈夫ですか？

Q どんな食品でも軟らかくなりますか？

Q 家庭でも凍結含浸やわらか食を利用できますか？

Q 食のバリアフリーとは何ですか？

Q 凍結含浸やわらか食の利用は広がっていますか？

Q 凍結含浸法に関する情報はどこで入手できますか？

第2章 凍結含浸法の新たな展開（技術編）

凍結含浸関連技術の歩み

凍結含浸法の発明	32
食材を軟らかくする技術の開発	34
凍結含浸やわらか食の安全性の追求	36
常温流通できる凍結含浸やわらか食の開発	38
技術開発の歩み	40

食品加工ニーズにこたえる、これからの凍結含浸法！

凍結含浸法を用いた食品開発ニーズ	42
(1) 含浸方法の改良	
より速く物質を含浸する高温急速含浸法	44
より簡単に物質を含浸する常圧含浸法	46
酵素量を低減する物質保持基材の開発	48

(2) 新規食材の開発

酵素利用による機能性食品の開発	50
物質含浸による新しい食材の開発	52
新しい乾燥食品（新食感食品）の開発	54

M E M O

はじめに

－凍結含浸法とは－

凍結含浸法の概要と基本工程

凍結含浸法の概要

- 凍結含浸法は、食材に酵素等の物質を急速に導入する技術です。凍結・解凍と減圧の2つの処理を組合せる新たな発想により、食材を細断することなく、中心部へ短時間かつ均一に物質を導入できます。
- 通常、食材に調味液などの物質をしみ込ませる場合、漬物のように食材を調味液につけ込む、煮物のように調味液中で加熱する、あるいは圧力鍋を使って調味液とともに加圧するなどの方法が一般的です（右ページ）。
- しかし、熱に弱い栄養成分や酵素などのタンパク質をしみ込ませる場合、加熱処理は利用しにくいという問題があります。また、長時間の浸漬処理は、連続工程では生産性に欠けるという問題があります。凍結含浸法はこれらの問題を解決しました。

浸漬法



漬物

加熱法



煮物

加圧法



レトルト食品

身近にある物質を含浸した食品

凍結含浸法の基本工程

■凍結含浸法による食材への物質含浸工程は右ページのとおりです。

STEP ① 事前加熱

事前に食材を加熱して、食材内のアク成分を除去したり、褐変などの色調変化を防止します。

STEP ② 凍結・解凍

食材を凍結して食材内に氷結晶を生成させたあと解凍します。氷結晶の生成は食材の組織間を押し広げる効果があり、解凍すると含浸溶液の浸透経路となるわずかな隙間が生じます。

STEP ③ 減圧 (含浸)

解凍食材を含浸溶液に入れて減圧します。食材内の空気と食材外の含浸溶液を置換します。減圧時間は5～10分程度です。

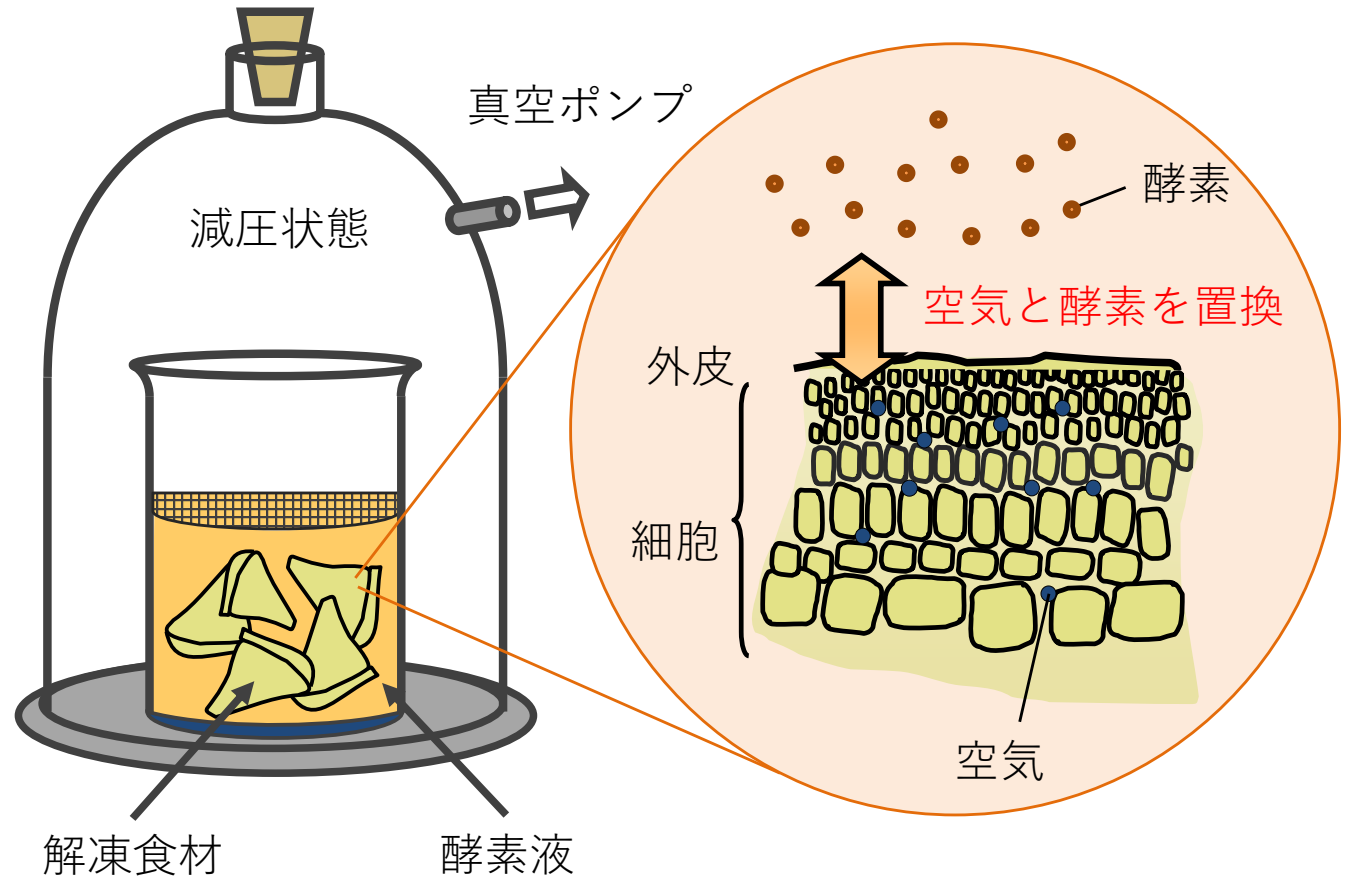
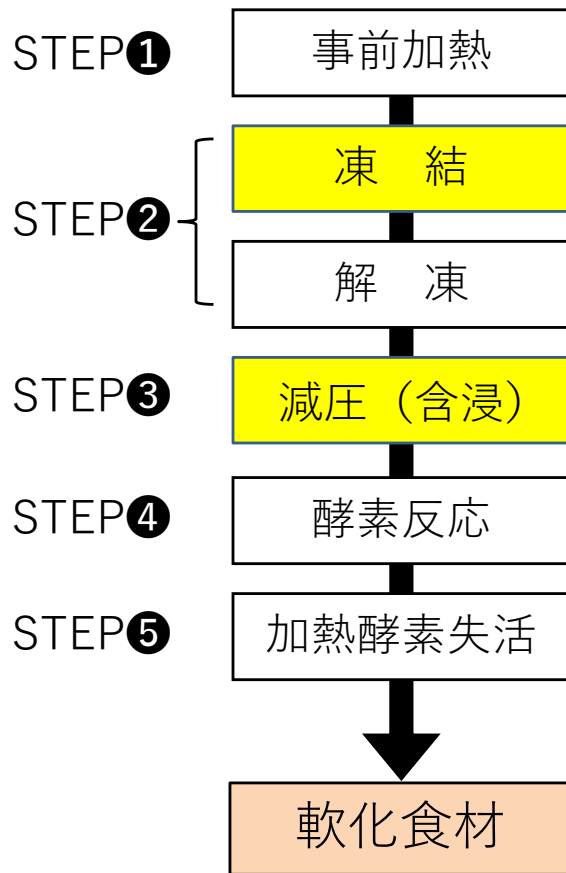
STEP ④ 酵素反応

やわらか食を作製する場合は、STEP③で酵素を含浸して酵素反応を行います。

STEP ⑤ 加熱酵素失活

最後に加熱して、酵素反応停止と殺菌を行います。

凍結含浸工程



はじめに

凍結含浸法の基本工程（やわらか食の作製）

M E M O

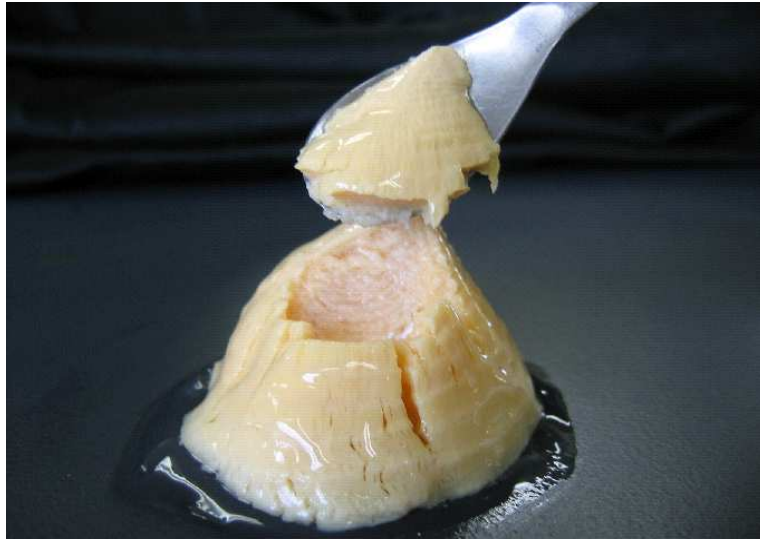
第1章

凍結含浸やわらか食（介護食編）

特徴と食事導入・技術導入について

見た目はそのまま軟らかい

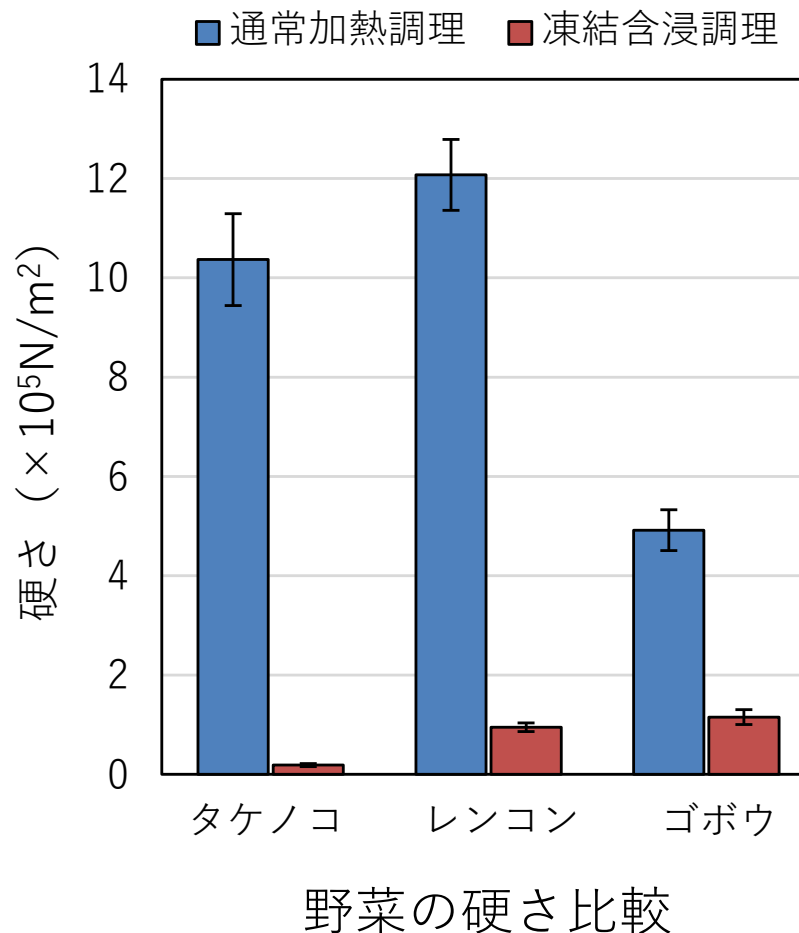
- 凍結含浸法で食材の組織を分解する軟化酵素を含浸すると、食材そのままの形を保った、料理の見た目も楽しめるやわらか食が作れます。これは果物が熟す原理を模倣しています。
- 果物には自己分解酵素が豊富に含まれており、酵素の働きで組織が軟らかくなります。しかし野菜や肉・魚などの食材には果物のような自己分解酵素がほとんど含まれていません。
- そこで凍結含浸法で軟化酵素を含浸します。すると果物と同様の作用が食材内で働き、煮込んでも硬いタケノコや、加熱すると硬くなる豚ステーキ肉も、果物が熟すように軟らかくなります。
- 食事のおいしさには、味や香りはもちろんのこと、形や色などの見た目も欠かせません。見た目の良さは食欲を刺激して口から食べる喜びとなり、栄養摂取による体力回復にもつながります。

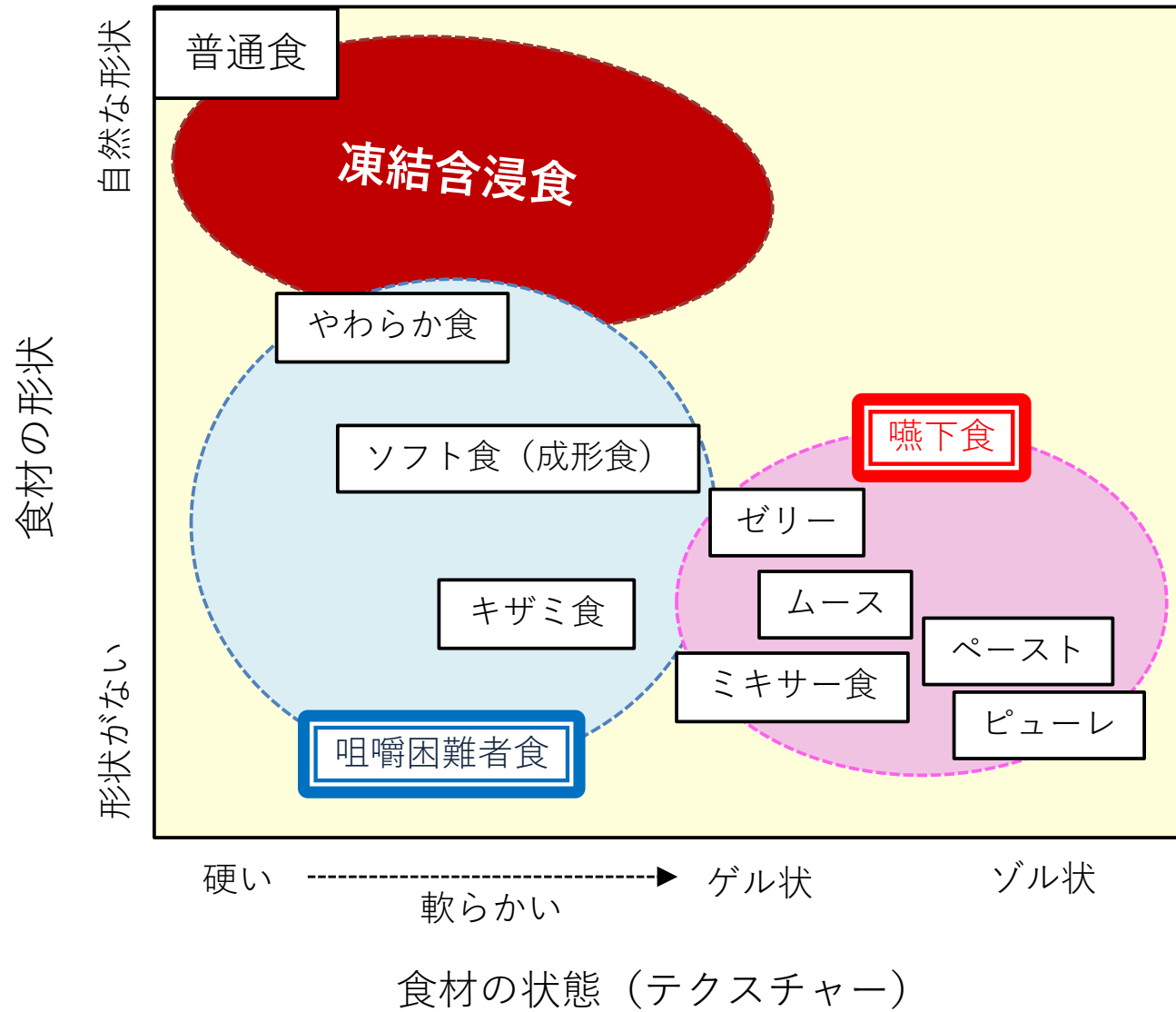


凍結含浸法で作製した見た目も楽しめるやわらか食

加熱調理では実現できない軟らかさ

- 凍結含浸法で調理したタケノコ、レンコン、ゴボウは、通常の加熱調理した時の硬さと比較して、それぞれ1/50、1/10、1/5まで軟化します（右図）。
- 凍結含浸法は、キザミ食やミキサー食が主流の介護食に新しい価値観「食のバリアフリー」を実現しました。普通の食事と同じ見た目のまま、食べる方の咀嚼（噛む）力に応じた軟らかさに調整でき、介護食の理想的な食形態として注目されています。

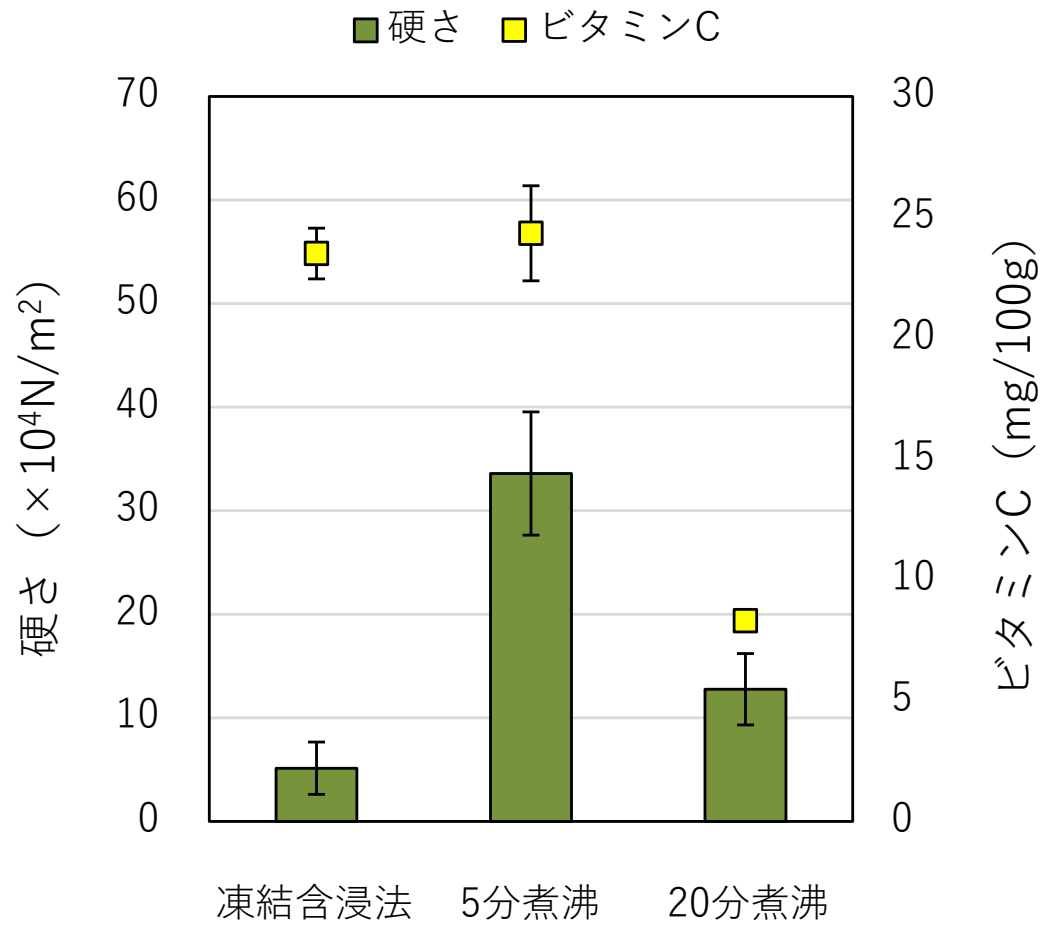




介護食の食形態イメージ

色や味や栄養素はそのまま軟らかい

- 凍結含浸法で用いる軟化酵素は、細胞と細胞をつなぐ接着物質を分解する酵素です。栄養成分の詰まった細胞自体の分解は抑えつつ、形状を保持したまま軟らかくするため、軟化後も食材中の栄養成分はそのまま保持されています。
- 凍結含浸法は加熱ではなく酵素分解により軟らかくするため、加熱で退色しやすい緑色野菜も、鮮やかな緑色を保持したまま軟化します。また加熱分解したり、煮汁に溶出しやすい栄養素も保持されます。
- 右ページの図は、凍結含浸法と長時間加熱後のブロッコリーの品質を比較したものです。凍結含浸ブロッコリーは軟らかく、色も良く、ビタミンCも多く保持されています。加熱法では20分煮ても歯茎で潰せず、色は退色し、ビタミンCの含有量は半分以下に低下します。



凍結含浸法



5分煮沸

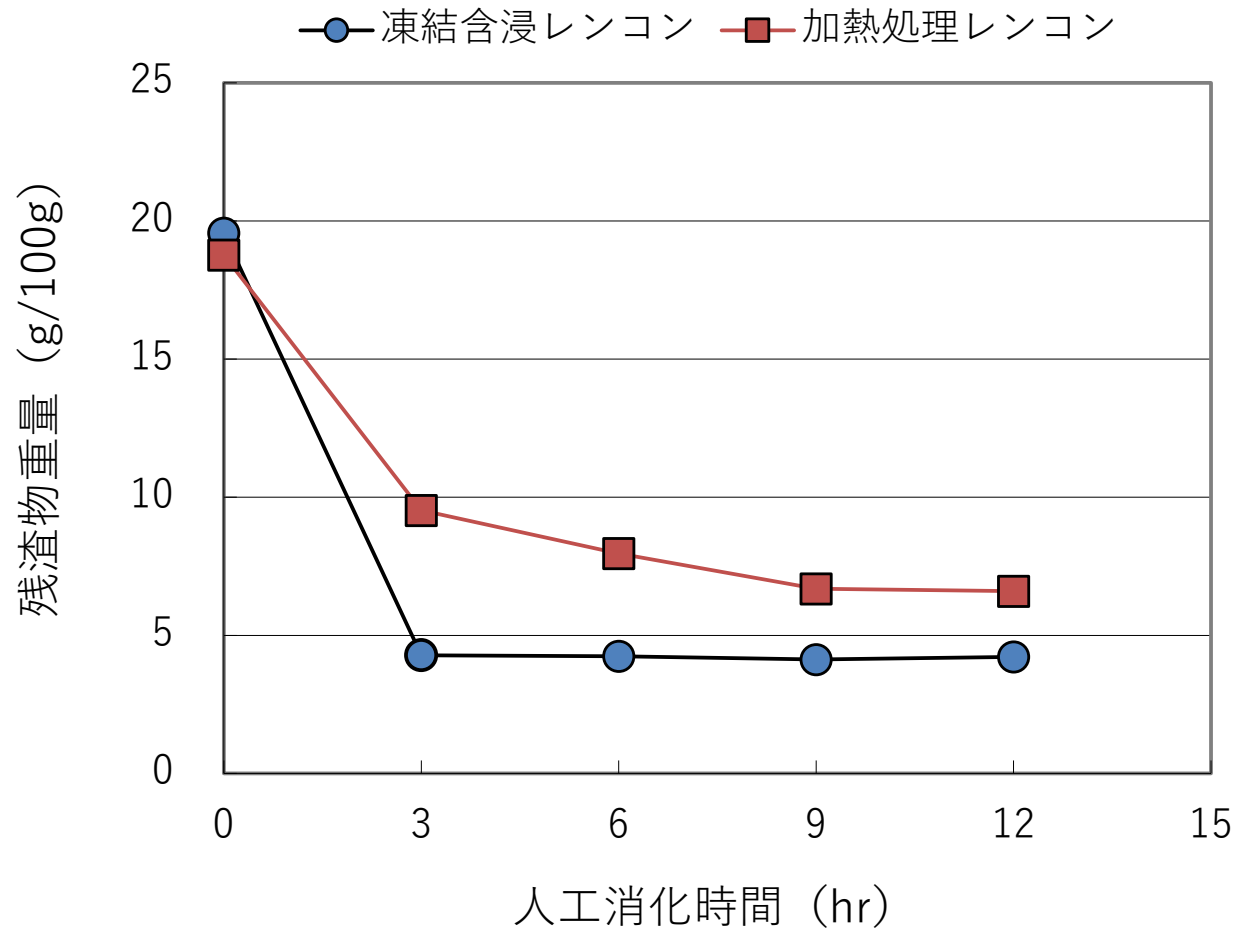


20分煮沸

凍結含浸法と加熱法で作製したブロッコリーの品質比較

酵素分解されているから消化しやすい

- 凍結含浸法で用いる酵素は、発酵食品の製造で用いられるカビや酵母などの有用な微生物や植物から抽出された酵素を使用しています。由来こそ違うものの、私たちの体内にある消化酵素と、食材を分解する働きは同じです。
- 凍結含浸法で軟らかくしたレンコンを人工消化液で消化したところ、右ページに示すように、凍結含浸処理していない通常のレンコンと比較して短時間で消化され、消化できなかった残渣物量も少ないことが分かりました。つまり、凍結含浸やわかか食は、食べる前にあらかじめ食材の一部が消化されているのと同じと言えます。
- 凍結含浸やわかか食は、消化器官の運動機能や消化酵素分泌機能が低下しがちな要介護者にとって、消化器官の負担軽減に役立つ食事と考えられます。



凍結含浸法で作製した軟化レンコンの消化試験

臨床試験でも高評価

- 浜松市リハビリテーション病院の藤島一郎院長のご協力のもと、凍結含浸やわか食の安全性、栄養状態及び嗜好性に係わる臨床試験を実施しました。病院で提供されている食事メニューをもとに、21種類のやわらか食（右ページ）を作製して昼食時に提供しました。
- 普段、ミキサー食やキザミ食などの「嚥下移行食（浜松市リハビリテーション病院の食事区分）」が提供されている20名に対して7日間のクロスオーバー試験を行った結果、凍結含浸やわか食群において「摂食量」及び「摂取栄養素量」が有意に増加しました。QOL（Quality of life：生活の質）調査では、「飲み込みやすい」「食事が楽しい」との評価が得られました。
- 飲み込みやすさは食事中的身体的負担の軽減につながることから、摂食量の増加や、栄養状態の改善につながると期待できます。

臨床試験用に作製した凍結合浸やわらか食

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
主菜	豚葛 おろし煮	鮭の タルタル ソース	肉団子 甘辛炒め煮	白身魚の カレーソース	肉団子 野菜餡かけ	クリーム シチュー	海老の チリソース
副菜1	冬瓜 蟹餡かけ	ナス炒り煮	カリフラワー 蟹淡雪餡	里芋と肉団子	大根炒め煮	里芋ゆず味噌	大根と海老 団子の煮物
副菜2	キャベツ サラダ	温野菜 サラダ	ホウレン草 白和え	キャベツ からし和え	ジャガイモ カレー和え	キャベツ 生姜醤油	ホウレン草の 鰹和え

6日目の
食事例

クリームシチュー



里芋ゆず味噌



キャベツ生姜醤油

※主菜1品、副菜2品に加えて、患者様に合わせたご飯（全粥、嚥下粥、ゼラチン粥、軟飯）の4品を食事メニューとしました。

※試験は、10名の2群に分け、7日ずつ食事を入れ替えるクロスオーバー試験としました。

凍結含浸やわらか食導入のメリット

- 凍結含浸やわらか食は食材の自然な形状を保ちながら、硬めから軟らかめまで硬さを調整した食事が提供できます。これまでミキサー食であった食事も、通常の食事と同じ見た目の状態で提供することができます。
- 凍結含浸やわらか食を食事提供している介護施設からの聞き取りでは、「入所者の食事時間が短くなった」「食べ残しもなくなり栄養状態が維持された」「胃ろうから経口摂取へ戻り、食べる喜びを感じていただけだ」などの報告が寄せられています。食事時間の短縮は介助者の負担軽減にもつながります。
- 凍結含浸やわらか食は、食事が困難になり食事への意欲を失った方々の生き甲斐回復に貢献しています。



ミキサー食



凍結含浸やわらか食

ミキサー食と凍結含浸やわらか食の見た目の違い

凍結含浸やわらか食はどこで買える？

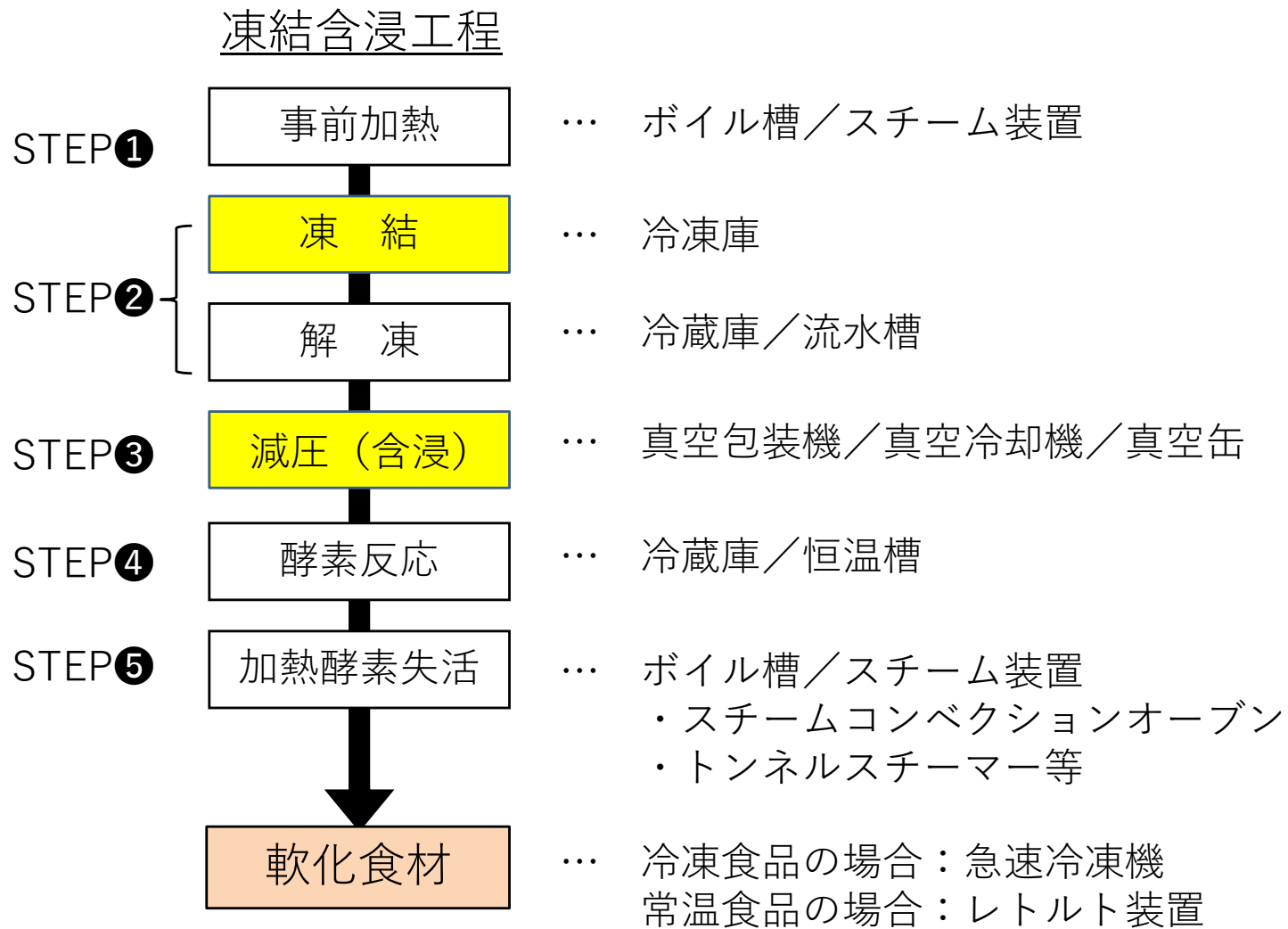
- 凍結含浸やわらか食は様々な食品企業から販売されています（右ページ）。軟らかさと形状を保つため、多くの商品は冷凍食品として販売されています。
- 病院や介護施設での食事として凍結含浸やわらか食を提供するには、業務用に販売されている凍結含浸やわらか食の素材タイプを利用すると便利です。冷凍のままお皿に盛り付け、病院や介護施設の厨房で調味を行います。最後に加熱して食事提供します。
- やわらか食の利用者が少人数であったり、厨房での調味の手間を減らしたい場合には、調理済みの惣菜タイプを購入することもできます。さらに、通信販売では在宅向けのやわらか冷凍弁当やレトルト食品も販売されています。

凍結含浸関連食品・調味料を販売している企業（公表済み企業）

企業名	商品名
Wismettacフーズ株式会社	食卓の名医 [®]
有限会社クリスターコーポレーション	凍結含浸専用調味料 とろん
株式会社北洋本多フーズ	やさしい食感シリーズ
マルハニチロ株式会社	New 素材 de ソフト
三島食品株式会社	りらく やわらか惣菜
株式会社宮崎商会	やわらか肉、惣菜
メディカルフードサービス株式会社	MFSやわらか食、MFSやわらか素材
株式会社メディア・グローブ	ソフミール [®]

製造に必要な装置と酵素

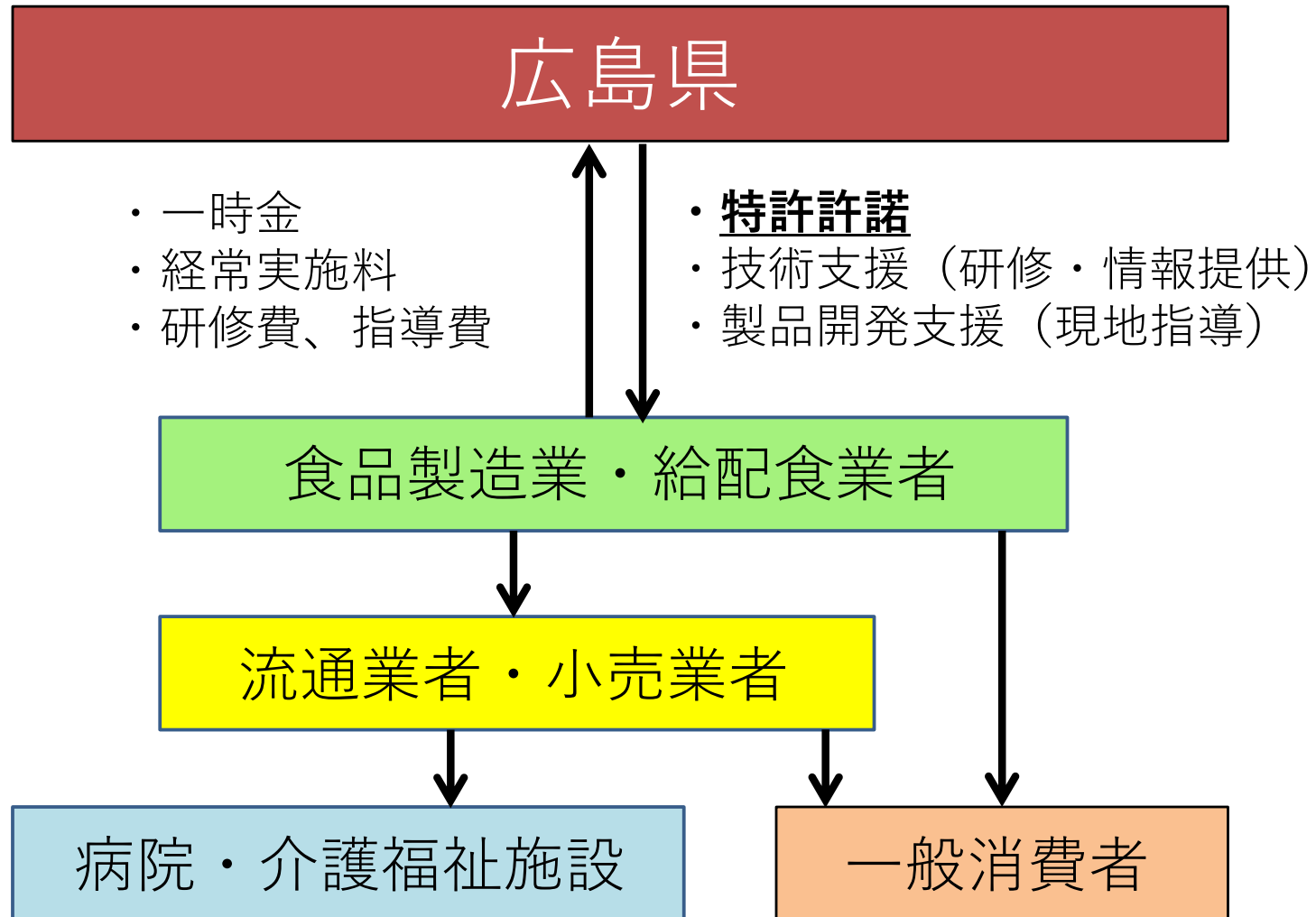
- 凍結含浸やわらか食の製造には、食品工場で使用される汎用の食品製造装置が利用できます。加熱装置、冷凍冷蔵装置、減圧装置が必須であり、最終商品の販売形態によっては、レトルト装置や乾燥装置も必要となります。
- 食材の軟化に使用する酵素の種類は食材ごとに異なります。いずれも酵素製剤メーカーから食品添加物として入手できます。酵素製剤メーカーは各社が特性の異なる製剤を複数販売しています。例えば、表記は同じペクチナーゼでも、各食材に対して分解に効果的なペクチナーゼとそうでないペクチナーゼが存在し、適宜選択して利用する必要があります。



凍結含浸やわらか食の製造に必要な装置

凍結含浸法の技術利用の流れ

- 凍結含浸法の導入・実施には、原則、広島県との特許の実施許諾（ライセンス）契約が必要です。契約時には一時金が、製造販売時には経常実施料の支払いが必要となります。
- 特許許諾契約締結後、希望する企業には技術の詳細について研修を実施しています。また、必要に応じて、製造現場に出向いて製造工程の指導、課題解決も実施しています。
- 病院や介護施設の厨房調理、あるいは給配食サービス事業者等が凍結含浸調理を行う場合は、有限会社クリスターコーポレーションが販売する凍結含浸専用調味料「とろん」を使用することもできます。この場合、広島県と特許実施許諾契約を締結する必要はありません。
- 詳細は、広島県立総合技術研究所 食品工業技術センターまでご相談ください（電話：082-251-7433）。



凍結含浸法の技術導入と製品販売の流れ

凍結含浸法でよくある質問

Q 酵素は食べても大丈夫ですか？

酵素は様々な化学反応を触媒するタンパク質で、生き物ではありません。食べても体内で消化されます。お酒、味噌などの発酵食品は、微生物が持つ酵素の働きを利用して製造しています。凍結含浸法で利用する酵素は微生物や植物から抽出された天然由来の酵素で、安全性が確認されています。

Q どんな食品でも軟らかくなりますか？

硬い外皮や脂肪のかたまりなどがある食材（例えばナッツなど）は、酵素液がしみ込みにくいので不向きな食材です。また、肉や魚などの骨は酵素では軟らかくなりません。

Q 家庭でも凍結含浸やわらか食を利用できますか？

凍結含浸法でやわらか食を作るには食材を軟らかくする酵素と、酵素をしみ込ませる減圧装置が必要です。現在のところ、家庭向けの酵素調味料や凍結含浸専用調理機器は販売されていません。在宅向けの凍結含浸やわらか食をご利用ください。

Q 食のバリアフリーとは何ですか？

食べる（噛む・飲み込む）ことが難しくなっても、周りの人と同じ見た目、今までどおりの見た目の食事が楽しめる、そういった「食のバリアフリー」を凍結含浸法が実現しました。

実際の食事では、用いられる食材も調理形態も多様性に富んでいます。同じ食事でも、食べられるかどうかは、食べる方の噛む力や飲み込む（嚥下）力、さらにその時の体調や食欲などによっても変わります。専門の医師や歯科医師の指導のもと、凍結含浸やわらか食をお楽しみください。

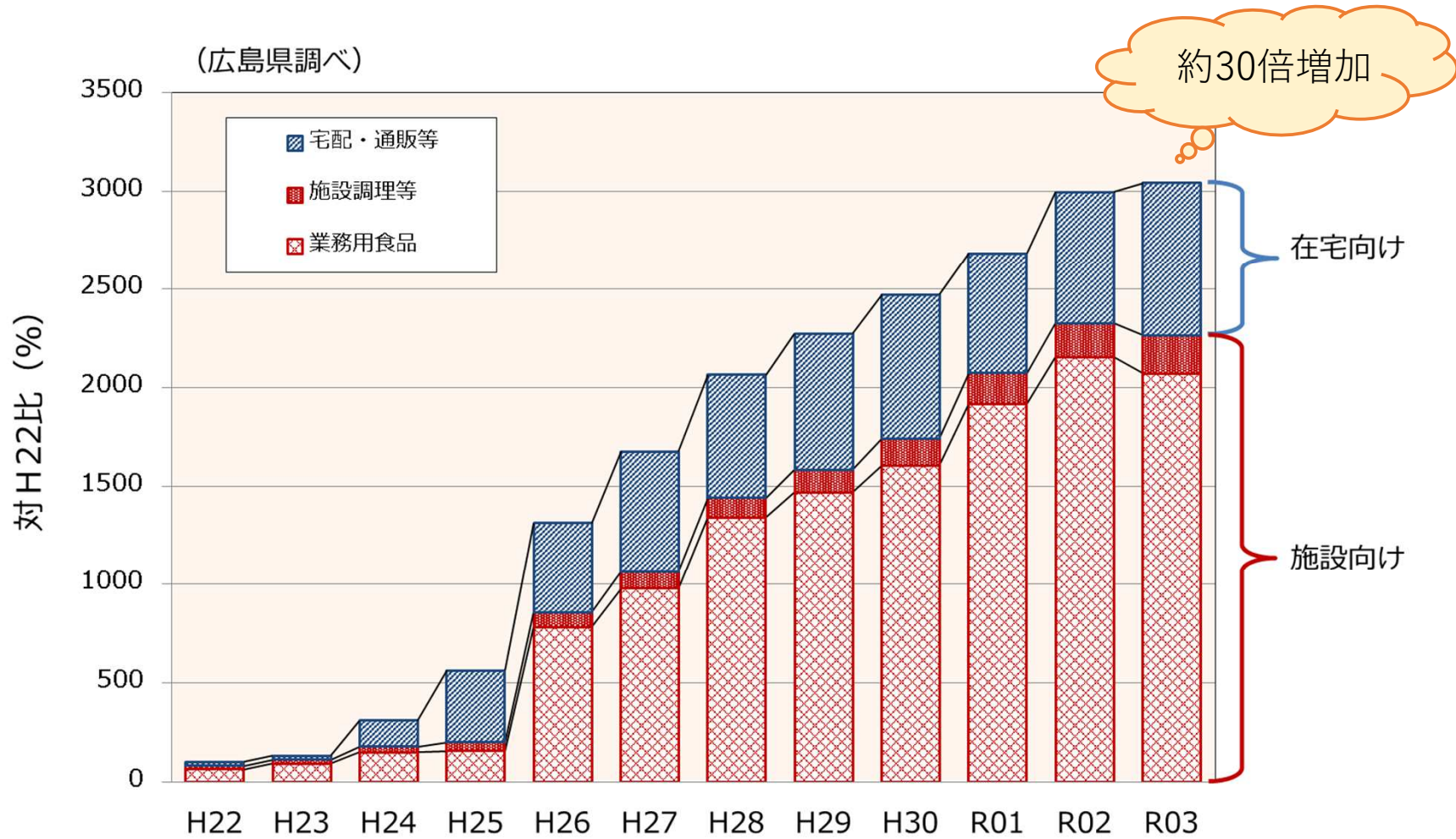
Q 凍結含浸やわかか食の利用は広がっていますか？

凍結含浸やわかか食は、食品企業から業務用冷凍食品や在宅向け冷凍食品として販売されています。令和3（2021）年度の特許許諾企業の凍結含浸食品販売額は、生産出荷額ベースで平成22（2010）年度の約30倍と拡大しており、商品の利用は年々広がっています（右ページ）。

Q 凍結含浸法に関する情報はどこで入手できますか？

広島県のホームページには、凍結含浸法の技術情報やこれまでの技術普及活動の報告が掲載されています。また、凍結含浸法を使った新製品開発技術についても情報発信しています。

凍結含浸法ホームページ <https://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/tg/>



凍結含浸商品等売上（生産額ベース）状況の推移

M E M O

第2章

凍結含浸法の新展開（技術編）

凍結含浸法開発の歩みと
これからの新技術展開へ

凍結含浸法の発明

- 凍結含浸法は植物素材の単細胞化技術の研究から派生した技術です。単細胞化とは、野菜などの食材の細胞を酵素を利用して1つずつバラバラにすることで、食材を粉砕することなく、色や栄養素を保ったままペースト化できることを期待していました。しかし、酵素溶液内での処理では細胞から栄養成分が抜け、得られたのは単細胞残渣でした。
- そこで、酵素溶液内で処理しない方法を検討し、食材の中に酵素をしみ込ませる技術「凍結含浸法」を発見しました。凍結含浸法では、酵素をしみ込ませる時以外は溶液につける必要がなく、色や香り、栄養成分が保たれた高品質な単細胞を得ることができました。
- 凍結含浸法で作った単細胞ペーストは、細胞構造が保たれているため、乾燥すると、色があざやかな高品質の粉末になります。



カボチャ



紅サツマイモ



ジャガイモ

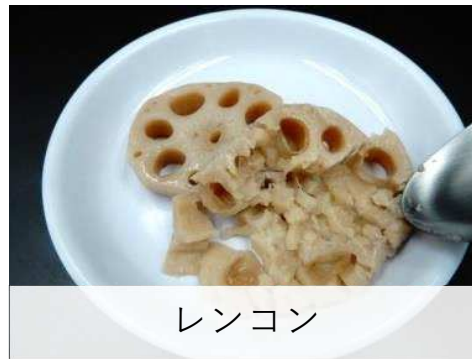
単細胞ペーストの凍結乾燥粉末

食材を軟らかくする技術の開発

- 凍結含浸法で軟化酵素を浸み込ませた食材は、酵素反応を行っても食材の形状が保たれるという特徴を利用して、介護食の分野での技術利用が進むこととなりました。
- 凍結含浸法を発明した平成14（2002）年にはすでに高齢社会となっており、日本介護食品協議会が設立され、ユニバーサルデザインフード（UDF）の自主規格も策定されました。硬さを制御できる凍結含浸法はまさにうってつけの技術でした。
- 当初、野菜類の軟化から始まった凍結含浸法でしたが、肉や魚介類、キノコなど、様々な食材を軟化できるようになりました。特許許諾企業から多種多様な業務用食品（素材タイプ、惣菜タイプ）が販売され、主菜から副菜まで食事メニューのバリエーションが増え、介護の現場での利用が飛躍的に広がりました。



タケノコ



レンコン



ゴボウ



ニンジン



ジャガイモ



ダイコン



ブロッコリー



エビ



鶏ムネ肉

凍結含浸法で軟らかくした食材

凍結含浸やわらか食の安全性の追求

- 介護食で重要なのは軟らかさだけではありません。凍結含浸やわらか食では、見た目の良さ、軟らかさ、栄養成分保持に加え、咀嚼嚥下時の食べやすさや飲み込みやすさを追求しました。
- 咀嚼時に食材内の水分が離水するのを防ぐ離水防止技術を開発しました。未糊化デンプンを分散させた酵素液を含浸し、加熱酵素失活時に食材内水分とともに糊化することで、食材内の水分にトロミが付き、食塊と一緒にまとまりやすくすることができました。
- また、凍結含浸やわらか食の食事提供にあたって、安全に飲み込めるかどうかを事前に検査できるように、酵素とともに造影剤を含浸した凍結含浸やわらか造影検査食も開発しました。造影検査（VF検査）で患者の咀嚼嚥下時の安全性を確認することができます。

比較内容

①軟化素材
(見た目)

↓
スプーン
で押す

②つぶす
(保水性)

↓
カップ
容器に
詰める

③容器から
取り出す
(まとまり易さ)

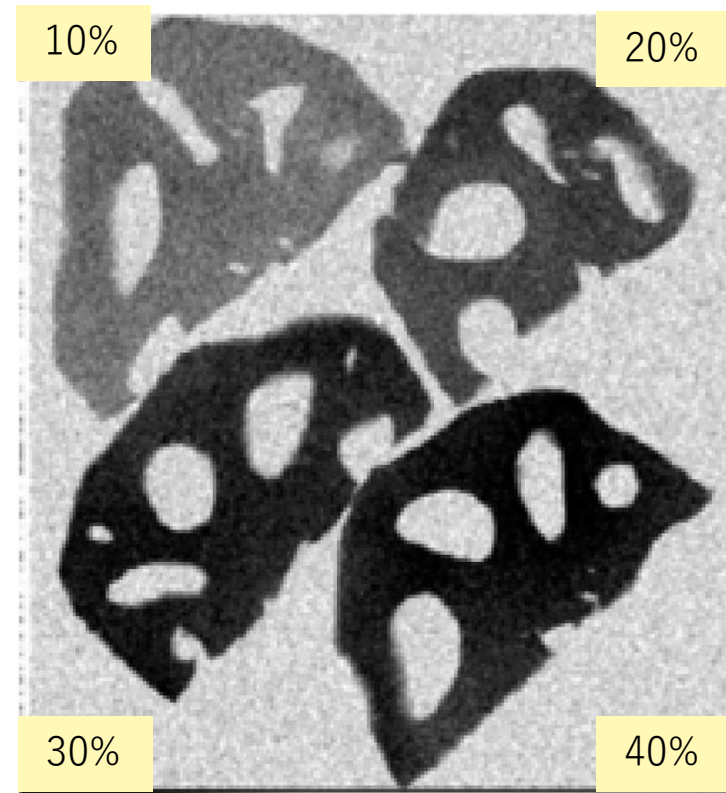
含浸した物質

酵素のみ

酵素・澱粉



造影剤を含浸したレンコンの
X線透過像



※ 数値 (%) は含浸溶液中の造影剤濃度

離水防止タケノコ (左) と造影検査用やわらかレンコン (右)

常温流通できる凍結含浸やわらか食の開発

- 凍結含浸やわらか食の病院・介護施設での利用は年々増加していますが、利用される業務用食品の多くは、形状保持の観点から冷凍食品として販売されています。冷凍食品は、保存の場所を取る、非常時に安定して提供できないなどの問題があります。近年、自然災害が多く発生しており、高齢者・要介護者向けのやわらか備蓄食の要望が増加しています。
- そこで、常温でも流通でき保存できる、レトルト加熱処理した凍結含浸やわらか食を開発しました。凍結含浸後にレトルト加熱した食材は非常に軟らかく輸送時の振動により壊れるため、適度な粘度に調整した粘性調味液で食材の型崩れを防止する方法を考案しました。
- 缶詰や樹脂カップなどの硬質容器に、事前に軟化した食材と粘性調味液を充填し、レトルト加熱することによって製造できます。



凍結含浸缶詰



常温流通未対策品

常温流通可能な凍結含浸やわらか食品

技術開発の歩み

H14年
(2002)

H17年

H18年

H19年

H21年

H23年

H24年

[やわらか食の製造方法の改良]

真空包装含浸 (特許4947630) 増粘剤含浸 (特許5424181)

■36ページ

軟化野菜の製造※
(特許4403210)

誘電加熱処理
(特許4753206)

[厨房調理向け 凍結含浸法専用調味料]

含浸用調味料※
(特許5435384)

基本技術開発
(特許3686912)

(権利消滅)

医療用検査食
(特許5552681)

■36ページ

[検査用
やわらか食]

肉類の軟化 (特許5093658) 魚介類の軟化 (特許4986188) 豆類の軟化 (特許5906560)

■34ページ

[やわらか食の適用食材拡大]

硬質容器詰め食品
[加圧含浸] ※
(特許5674178)

■38ページ

[常温流通やわらか食]

注) カッコ内の数字は特許番号。※がついた技術は、企業との共同出願。

H26年

H27年

H28年

H30年

R1年

R2年

[生産性向上・簡便化のための新しい含浸方法]

高温急速含浸法
(特許6218206)

物質保持基材使用含浸
(特許6448833)
(特許6580241)

常圧含浸法
(特許6920706)

▣44ページ

▣48ページ

▣46ページ

乾燥植物性食材※
(特許5751526)

乾燥動物性食材
(特許6120412)

▣54ページ

[常温流通乾燥食品]

型崩れ防止技術
(特許6304836)

[常温流通やわらか食
保形成向上]

軟化米飯の製造方法※
(特許6733893)

[やわらか米飯]

凍結含浸法を用いた食品開発ニーズ

- 凍結含浸法の開発の中で最初に寄せられた要望は、生産性を向上するため、より速く物質を含浸する方法や、より簡単に物質を含浸する方法への改良でした。
- 次に寄せられた要望は、凍結含浸法をやわらか食の製造技術としてではなく、新しい高付加価値食品の製造技術として利用できないか、との声でした。
- 右ページのとおり、健常者にとっても軟らかく食べやすい肉の加工や、タンパク質や多糖類の栄養成分を酵素分解して栄養機能や消化吸収性を高める加工、アレルギーなどの不要成分を酵素分解して有用成分に変える加工などとして、期待が高まっています。
- また、食品の加工中や保存中の退色や香り劣化は長年の課題となっており、それら色素や香気成分を安定させる手法として、凍結含浸法が利用できないか、との相談も増えています。

形状ある食材が対象



凍結含浸法を用いた様々な食品開発ニーズ

より速く物質を含浸する高温急速含浸法

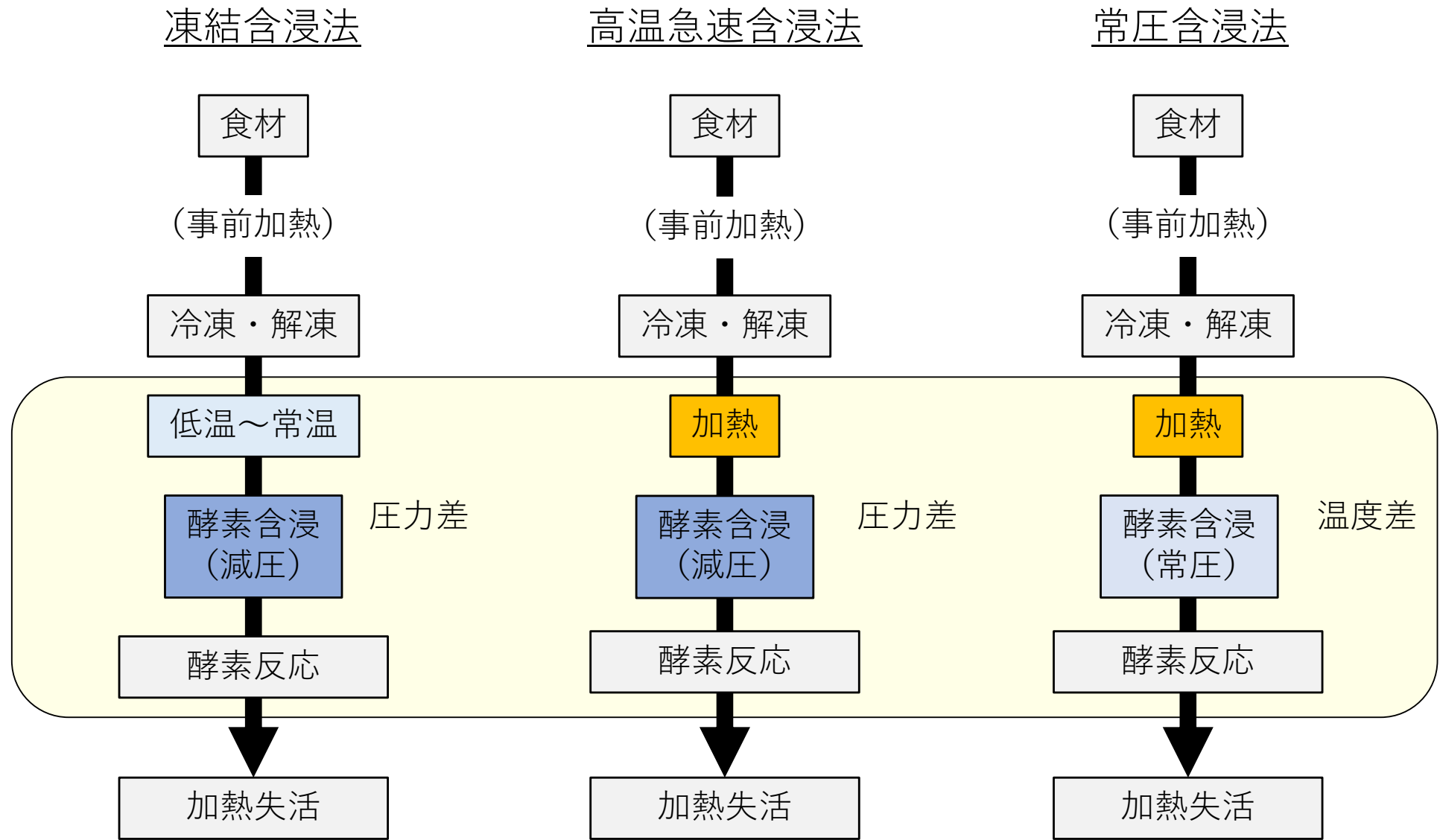
- 凍結含浸法を使えば、5～10分で食材内に物質を含浸できますが、製造現場からは生産性向上のために更に高速化できないかとの声が挙がっています。
- そこで、食材を50°C以上に加熱して減圧することで、従来の1/4以下の時間で含浸することができる「高温急速含浸法」を開発しました。
- 凍結含浸法では、減圧に伴う食材内の空気の膨張・収縮が、含浸溶液を食材に引き込む含浸駆動力を発生させます。一方、新しい高温急速含浸法では、減圧過程で食材内水分が沸騰し、空気に加えて水蒸気も膨張・収縮するため、強力な含浸駆動力を発生させることができます。
- これにより、短時間に多量の物質が含浸できます。例えば、鶏ムネ肉1枚のような大型食材にも均一に含浸することができます。



高温急速含浸法で軟らかくした鶏ムネ肉

より簡単に物質を含浸する常圧含浸法

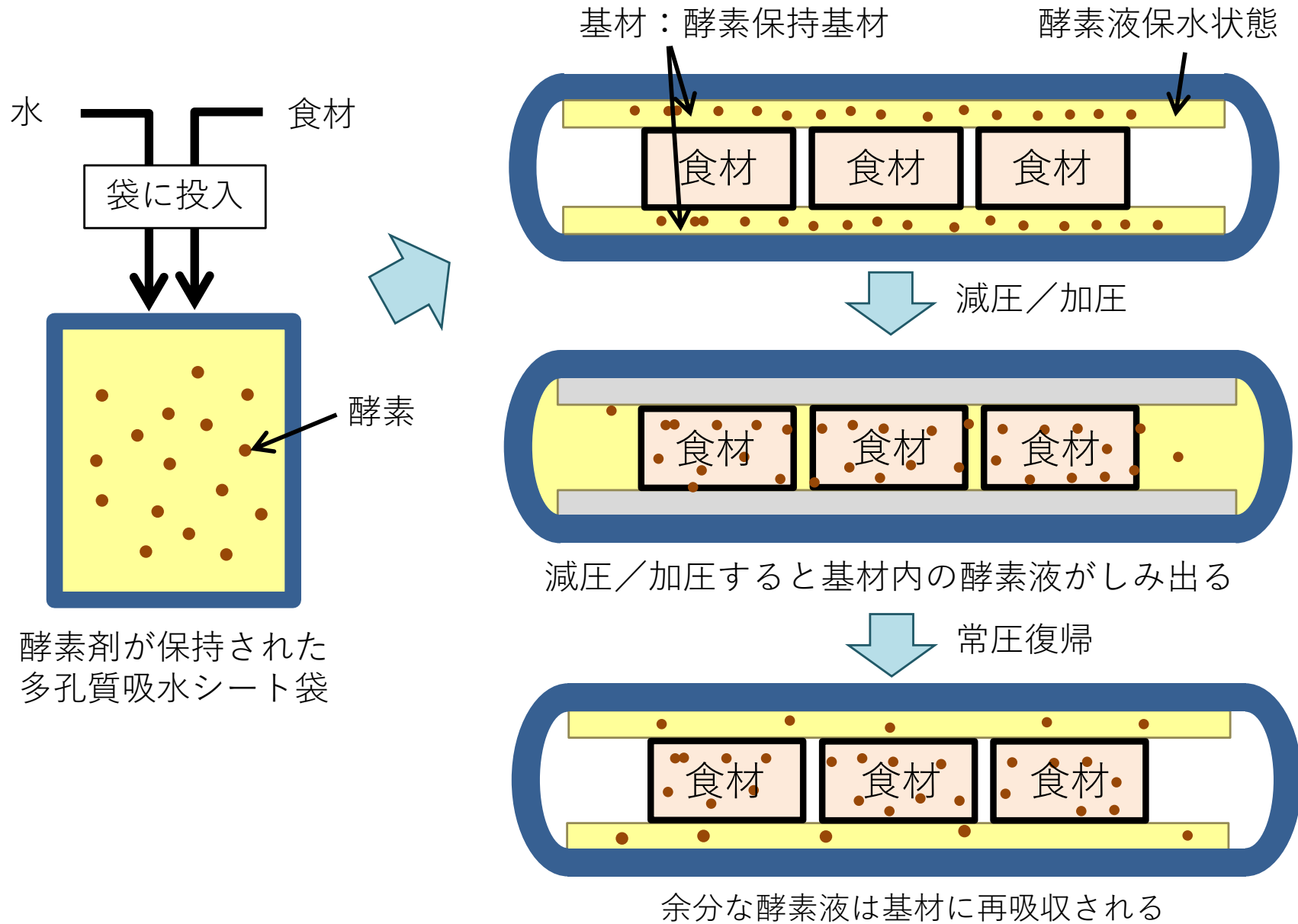
- 凍結含浸法では減圧処理を使用して物質を含浸しますが、製造現場からは、減圧処理をせずに簡単に含浸処理できないか、との声が挙がっています。
- そこで、食材を50℃以上に加熱して含浸溶液に浸漬することで、減圧装置などの装置を用いることなく含浸することができる「常圧含浸法」を開発しました。
- 凍結含浸法では、減圧に伴う食材内の空気の膨張・収縮が、含浸溶液を食材に引き込む含浸駆動力を発生させます。一方、新しい常圧含浸法では、加熱過程で食材内水分が沸騰し、空気や水蒸気が膨張するため、その後に冷たい溶液に浸漬するだけで、膨張空気及び水蒸気の収縮により、含浸駆動力が得られます。



凍結含浸法、高温急速含浸法、常圧含浸法の工程比較

酵素量を低減する物質保持基材の開発

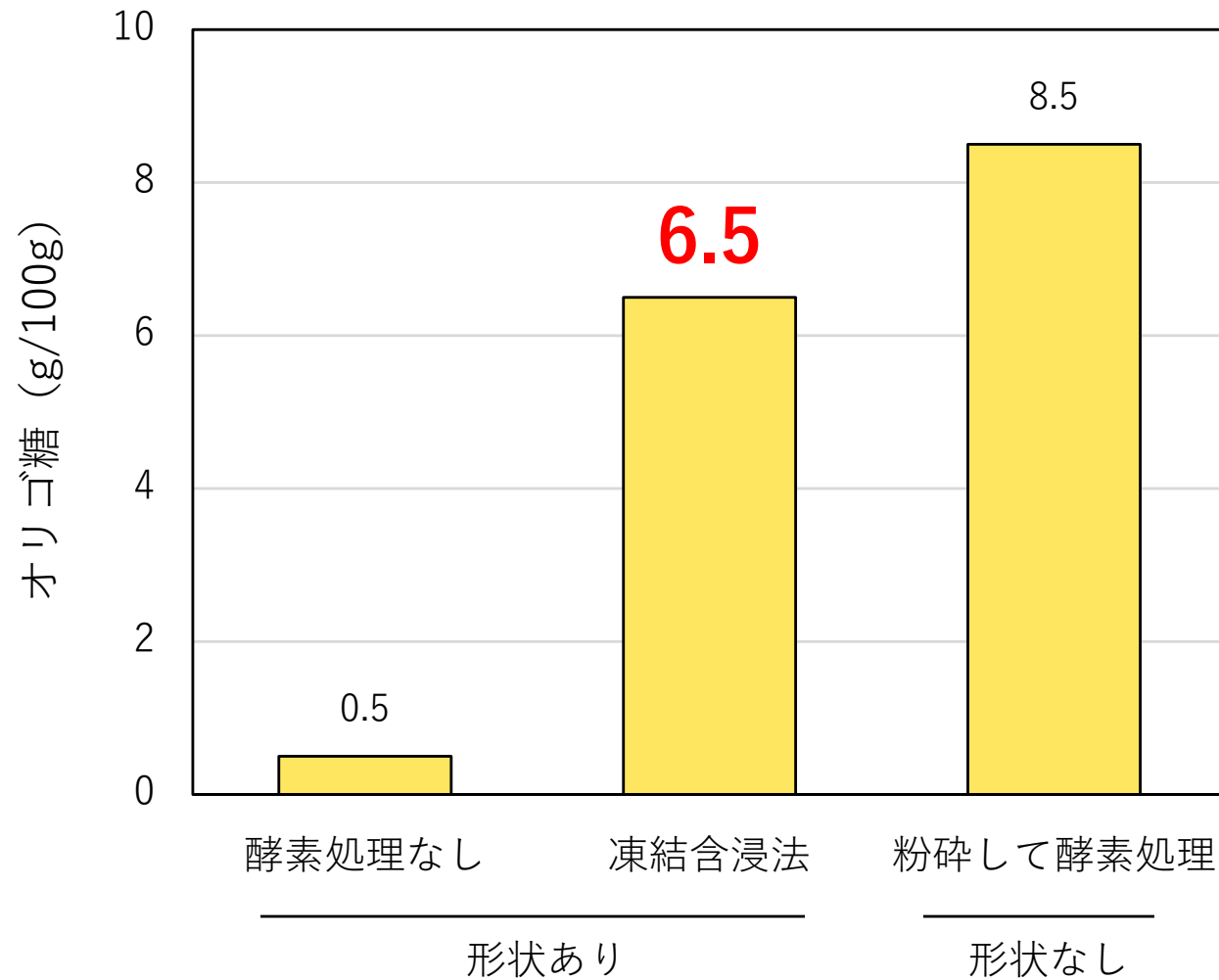
- 凍結含浸法での酵素含浸では、食材が十分量の酵素液につかった状態で減圧する必要があります。そのため、濃度の高い酵素液を使用する場合、酵素コストが高くなることがあります。その解決策として、酵素液を含んだ多孔質基材を食材に被せて減圧する物質保持基材含浸法を考案しました。
- 減圧開始時に食材は酵素液につかった状態ではありませんが、減圧時には多孔質基材に含まれていた酵素液がしみ出し、食材表層は酵素液で満たされます。
- すなわち、食材と柔軟な物質保持基材との隙間を満たすだけの少量の酵素液があれば、完全に食材がつかるとの十分量の酵素液を用意する必要がありません。これにより、使用する酵素液の量は半分以下に減らせます。



物質保持基材を用いた含浸法の模式図

酵素利用による機能性食品の開発

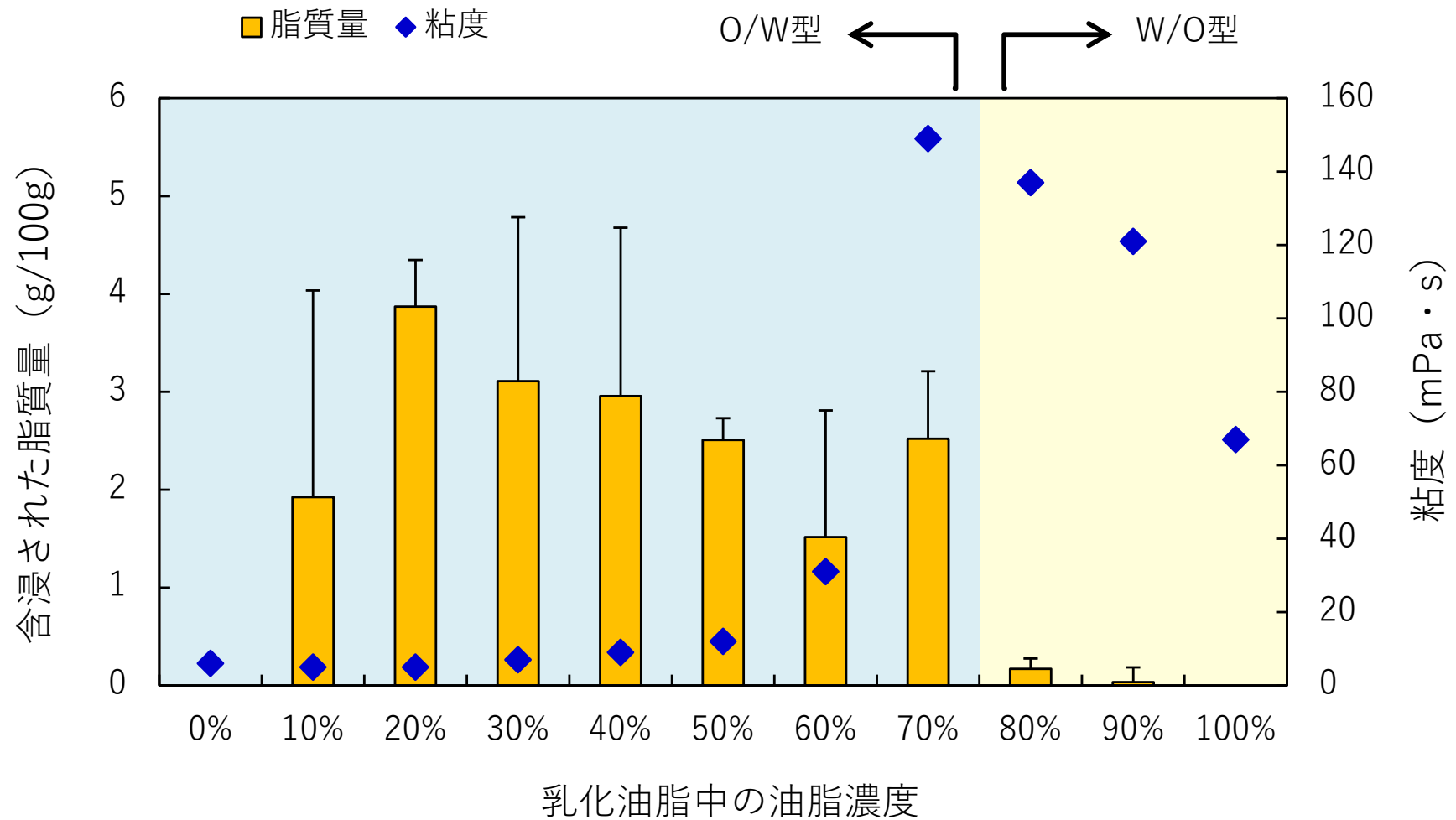
- 食品製造に利用される酵素は、様々な種類が販売されています。どの食材にどの酵素を含浸して酵素反応するかによって、酵素反応後の食材の持つ機能は変わります。
- ジャガイモにデンプン分解酵素を含浸すると、細胞内のデンプンが分解され、ジャガイモの見た目はそのままに、オリゴ糖豊富なジャガイモになります。元のジャガイモのオリゴ糖含有量が0.5g/100gなのに対し、凍結含浸ジャガイモは13倍量の6.5g/100gに増加します。
- また、大豆にタンパク質分解酵素を含浸すると、細胞内の大豆タンパク質が分解され、抗高血圧機能をもつジペプチドが豊富な大豆が製造できます。
- このように、食材と酵素の組合せにより、食材の形を保持したまま食材を高機能化し、高付加価値化することができます。



デンプン分解酵素によるジャガイモのオリゴ糖含量の増加

物質含浸による新しい食材の開発

- 凍結含浸法では、低分子物質であるビタミンやミネラルなどの栄養成分、砂糖や塩などの調味料、オリゴ糖やペプチドなどの機能性成分の含浸はもちろんのこと、デンプン、不溶性食物繊維などの不溶性成分、乳化油脂なども含浸できます。
- ジャガイモに乳化油脂（O/W型のエマルション）を含浸するとジャガイモの脂質量が増加します。油脂の含浸によってカロリー強化や加工特性の変化が期待できます。
- その他の含浸物質として発酵微生物も可能です。これまでは食材表面に発酵微生物を塗布して発酵させていますが、食材内部に含浸することにより、発酵時間が短縮できる、食材内に有用成分を産生できるなどの効果が期待できます。
- 何を含浸してどんな機能を付加するかはアイデア次第です。



乳化油脂含浸によるジャガイモの脂質含量の増加

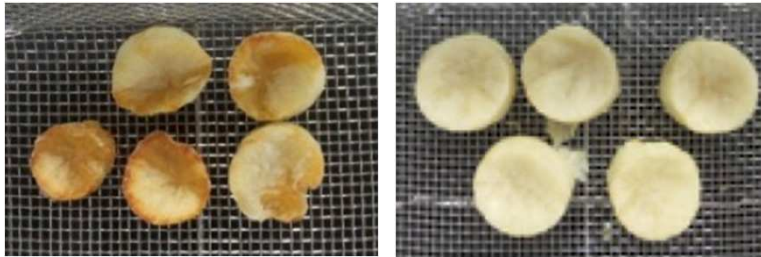
新しい乾燥食品（新食感食品）の開発

- 凍結含浸法による食材の軟化処理を、食材加工の前処理として利用することで、乾燥工程で食材が収縮しにくく、乾燥品の復水性も高いことが分かりました。水でもしっかり復水可能です。また、製造した乾燥品は、サクサクとした今までにない食感となり、スナック感覚でそのまま食べられます。
- 乾燥したジャガイモや豚ロース肉のX線CT画像を見ると（右ページ）、食材内には多くの空隙が見られ、かつ空隙体積が細かいことが分かりました。
- この方法は、野菜だけでなく、肉や魚でも利用でき、具材感のある乾燥食品が製造できます。やわらか乾燥品から、一般向け乾燥品まで製造できます。乾燥方法は凍結乾燥法（FD）だけでなく、低コストな熱風乾燥法（AD）でも良質な乾燥食品を製造できます。

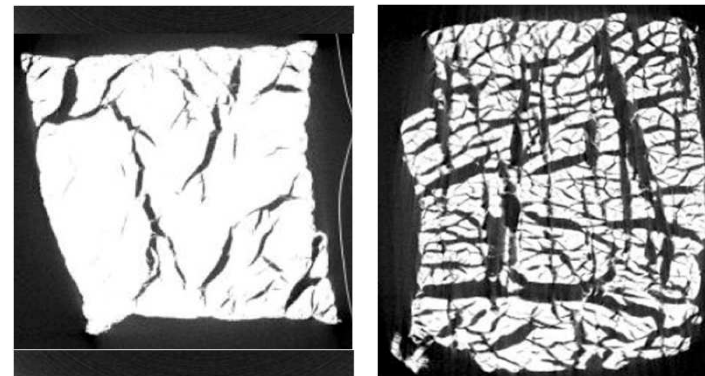
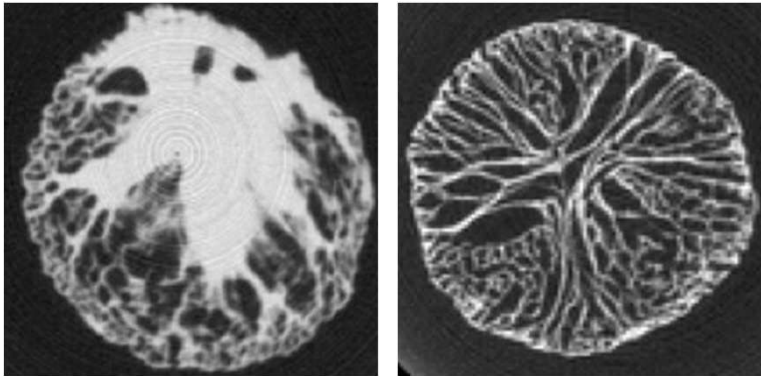
ジャガイモ

豚ロース肉

外観



食材
内部



酵素処理なし

酵素処理あり

酵素処理なし

酵素処理あり

凍結含浸処理 (酵素含浸) 後に熱風乾燥した食材

M E M O

- 本ガイドブックの全部または一部について、営利目的の無断複製・転載等を禁じます。
- 本ガイドブックの内容に関するお問い合わせ等は、下記までお願いします。

広島県立総合技術研究所 食品工業技術センター

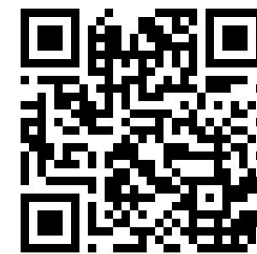
〒732-0816 広島市南区比治山本町12-70

TEL：082-251-7433 FAX：082-251-6087

mail：skcgijutsu@pref.hiroshima.lg.jp

web：https://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/tg/

(初版：平成26年1月発行 第6版：令和6年1月発行)



webサイトの
QRコードです