

凍結含浸法の調理特性および 作業手順に関する研究

県立広島大学 大学院

総合学術研究科

生命システム科学専攻

博士論文

平成 25 年 9 月

(2013 年)

渡部 佳美

目 次

第1章 緒論	1
第2章 凍結含浸法調理レシピの開発及び作業指示書作成	
2-1 はじめに	4
2-2 福祉施設で提供している給食の実態調査	
2-2-1 調査方法	4
2-2-2 結果	8
2-2-3 考察	11
2-3 凍結含浸法調理レシピの開発及び作業指示書作成	
2-3-1 方法	13
2-3-2 結果	14
2-3-3 考察	38
第3章 消費者庁の定めるえん下困難者食品の許可基準に基づく物性測定	
3-1 はじめに	39
3-2 実験方法	40
3-3 結果	40
3-4 考察	45
第4章 凍結含浸食の保存性と嗜好性	
4-1 はじめに	47
4-2 凍結含浸調理の保存性	

4-2-1	方法	47
4-2-2	結果	49
4-2-3	考察	50
4-3	高齢者を対象とした嗜好性調査	
4-3-1	調査方法	51
4-3-2	結果	56
4-3-3	考察	59
第5章	γ -アミノ酪酸（GABA）を目的物質とした、凍結含浸法を用いた機能性の付与	
5-1	はじめに	61
5-2	実験方法	61
5-3	結果	62
5-4	考察	68
第6章	総括	70
	謝辞	73
	参考文献	74

第1章 緒論

平成24年版高齢社会白書¹⁾によると、現在、高齢化率は上昇を続け、平成23年の65歳以上の人口の割合は23.3%である。高齢者では健康寿命への関心が高く、日常の食事を重要と考える人は多い。しかし、加齢に伴う唾液分泌量の減少²⁾や歯の喪失は栄養素の欠乏や低下を招き³⁾、さらに食物の嗜好にも影響を与える^{4,5)}。摂食・えん下障害は、脳神経障害や機能不全など様々な疾患で発症するが加齢も大きな要因の一つであり、高齢者は摂食・えん下障害の兆候を示す傾向が強い⁶⁾。現在、えん下困難者を対象とした高齢者・介護用食品の需要が高まっており、ソフト食、流動食、きざみ食、ゼリー食などの様々な形態の介護用食品が利用されているが、どれも安全性を重視したものが多い。そのため、介護用食品は、形状や彩りなどの外観が落ち、食欲低下を招く傾向にあると考えられる。高齢者にとって、食欲低下は栄養状態を低下させる一因となる。おいしさを構成する要素には、味、におい、テクスチャー、外観（形、色）などがある⁷⁾。そこで、食材の形状を保持したまま任意の硬さに調節する技術である凍結減圧酵素含浸法⁸⁾（以下、「凍結含浸法」という。）が開発されていることに着目した。

凍結含浸法とは、食物を凍結して組織細胞間の隙間を広げた後に解凍し、減圧装置の中で食材内部の空気と外部の物質を置換させる技術である（図1）。細胞間の接着物質（ペクチンなど）を分解する酵素を含浸させれば、ごぼう、れんこん、たけのこなどの食材の見た目はそのまま歯茎や舌でつぶせるほど軟らかくすることができ、きざみ食やミキサー食に替わる新しい介護食調理技術として注目されている。対象食品は野菜の他に、山菜、豆類、肉類、魚介類など豊富で応用範囲が広く、すでに病院食や検査用食品への利用が研究されている^{9)~15)}。この技術は広島県立総合技術研究所食品工業技術センターが開発し特許を取得している。

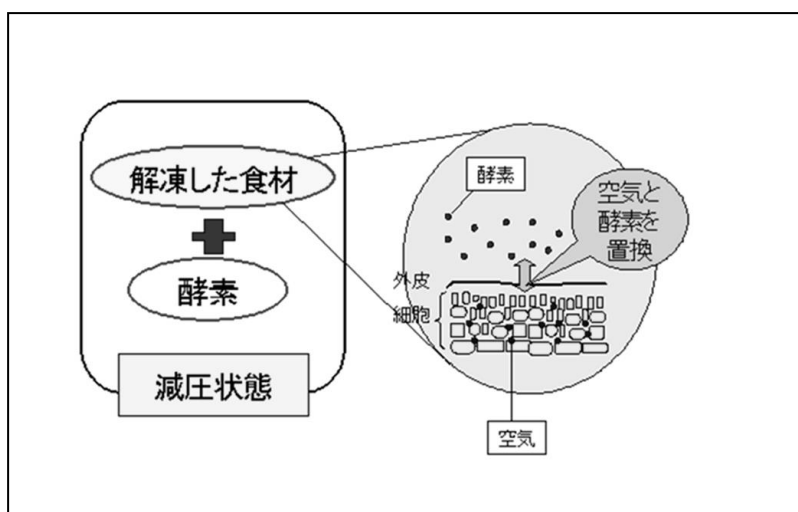


図1 凍結含浸法の概要

本研究では凍結含浸法を大量調理施設に普及することを目的として、福祉施設で提供している給食の実態を把握するとともに、特定給食施設で利用可能な凍結含浸法の料理レシピの開発を行った。あわせて、調理作業の標準化を図るために、作業指示書の作成を行った。作業指示書とは、調理作業の指示書であり、料理単位の食品の純使用量、調理手順、出来上がりの形態や重量を記載したものである¹⁶⁾が、これまで凍結含浸法を用いた作業指示書に関するものは確立されていない。野菜料理については、(有)クリスターコーポレーションから管理栄養士配置給食施設を対象に販売されている野菜用凍結含浸専用調味料 VgTORON (ベジとろん) type2 (以下、「VgTORON」という。)を用い、また、肉・魚介料理については、肉・魚介用凍結含浸専用調味料 MeTORON (ミーとろん) (以下、「MeTORON」という。)を用いることとした¹⁷⁾。これらの調味料は2012年8月から、誤嚥防止のため喫食者の状態を勘案した適切な調理および品質管理が行われ、必要に応じた食事指導や補助体制が整っている施設であれば管理栄養士がいなくても VgTORON、MeTORON が利用できるようになった¹⁸⁾。このことにより、多くの施設での利用が可能となったため、作業指示書の標準化がより一層必要となると考えられる。

さらに、開発した料理の物性を測定し、消費者庁の定める基準と比較検討を行い、作業指示書に基づく調理の標準化を保証することにつなげた。開発した料理については、「えん下困難者用食品たる表示の許可基準」¹⁹⁾ (以下、「特別用途食品」という。)の該当状況を確認した。また、凍結含浸法の保存性の検討のため、高齢者施設に提供することを想定し

て、凍結含浸食を用いて官能評価を行うこととした。イギリスのクックチルガイドラインによると、加熱温度を 70℃（中心温度）以上にして 2 分間持続すること、冷却は迅速に行い 90 分以内に 3℃以下（中心温度）にすること、冷蔵は 0～3℃を保ち、期間は調理開始日から 5 日以内に再加熱して提供するとなっている²⁰⁾。そこでクックチルガイドラインを参考に、凍結含浸法の調理品を酵素失活後 5 日以内保存した場合の嗜好性と物性の変化を調べ、保存性の検討を行った。

また現在、凍結含浸法を用いた機能性の付与の研究が進められている。機能性食品の作製法として、プロテアーゼを含浸し血圧抑制ペプチドを大豆内部に生成させる方法²¹⁾や、アミラーゼを含浸しオリゴ糖を高含有するジャガイモを作製する²²⁾ことなどが報告されている。また、酵素と同時にβ-カロテンを溶かした油脂の含浸も試みられている²³⁾。これまで凍結含浸法が応用されている知見の多くは、酵素を食材内部に含浸することで、食材の構成成分を分子変換して、食材に新たな機能性を付与する手法である。

そこで本研究では、食材が元来保有している酵素グルタミン酸デカルボキシラーゼを利用してγ-アミノ酪酸（GABA）を増量化し、機能性を付与する方法に着目した。この方法は酵素導入よりも安価な物質で機能性を付与できるため、製品化においても有利である。グルタミン酸デカルボキシラーゼ活性の高い野菜類が存在すること、調理においてグルタミン酸デカルボキシラーゼの基質であるグルタミン酸（MSG）がうまみ調味料として汎用されることに注目した。そこで、カボチャを実験材料として、MSG を添加し凍結含浸処理を行うことで、GABA 生成量を増加させる研究を試みた。GABA は高血圧症の改善^{24) ~27)}や精神安定作用^{28) ,29)}等の生理作用を有する機能性成分としても注目されている。食品分野では GABA を付加し、高血圧改善効果を有する乳酸菌飲料、粉末清涼飲料、錠菓などが特定保健用食品として認可されている³⁰⁾。本研究は高齢者の健康課題となっている、高血圧症、高齢期認知症等の疾患³¹⁾の予防や改善に利用展開の可能性を勘案すると、重要な意味を持つと考えられる。

第2章 凍結含浸法調理レシピの開発及び作業指示書作成

2-1 はじめに

本研究では福祉施設で働く管理栄養士や栄養士に対してアンケートを実施し、福祉施設の食事提供の現状を把握し、現場の意見を反映した凍結含浸法の普及方法を検討することとした。調査結果を受けて、大量調理施設で利用可能な凍結含浸法の料理レシピの拡大が必要であると考えられたため、凍結含浸法料理レシピの開発を行い、標準化を図るために、作業指示書の作成を行うこととした。作業指示書とは、調理作業の指示書であり、料理単位の食品の純使用量、調理手順、出来上がりの形態や重量を記載したものである¹⁶⁾。

2-2 福祉施設で提供している給食の実態調査

2-2-1 調査方法

2010年6月26日に広島県内の福祉施設に勤務する管理栄養士・栄養士を対象に実施した。調査対象人数は66人であり、有効回答数は52人（有効回答率79%）であった。

調査方法は自己記入式とし、調査項目とその内容は大別すると、施設の概要、えん下困難者用の食事の基準、食事形態、提供時の問題点、凍結含浸法の周知度、好まれている料理、えん下困難者用食として展開できない料理、えん下困難者用食として提供しにくい食材、えん下困難者用食として提供しにくい調理方法についてとした（図2-1～3）。また、アンケートの集計および分析については χ^2 検定を用いた。統計学的有意差基準は危険率5%未満とした。

施設で提供されている食事に関する調査

高齢者の食事の満足度をより高めることを目的とし、凍結含浸法について研究を行っています。このアンケート結果を今後の検討資料にさせていただきたいと考えておりますので、お手数ですがご協力をお願いいたします。

なお、ここで知り得た情報は、調査以外には活用いたしませんので、ご理解ご協力をよろしくお願いします。

1. 施設の概要について記入してください。

1) 施設の種類 当てはまるものに○をしてください。

[老人福祉施設 ・ 児童福祉施設 ・ その他施設 ()]

2) 給食業務 [直営 ・ 委託]

3) 調理従事者

常勤管理栄養士 _____ 名 委託管理栄養士 _____ 名
 常勤栄養士 _____ 名 委託栄養士 _____ 名
 調理員 _____ 名 委託調理員 _____ 名

4) 入所(居)者

人数: _____ 人 (男性 _____ 人, 女性 _____ 人)

平均年齢: _____ 歳 (男性 _____ 歳, 女性 _____ 歳)

5) 食事提供について

食事提供数 _____ 食

えん下困難者用の食事 _____ 食

2. えん下困難者用の食事についてどの基準を参考にして食事を提供されていますか。該当するものに○をしてください。

[ユニバーサルデザインフード ・ えん下食ピラミッド
 消費者庁(旧厚生労働省)で定められた基準 ・ その他 ()]

3. えん下困難者用の食事としてどのような食事形態で提供されていますか。

(例)

段階	名称	大きさ・硬さ・調理方法など	易 ↑ 難易度 ↓ 難	段階	名称	大きさ・硬さ・調理方法など
1	常食			1		
2	きざみ			2		
3	ミキサー			3		
4	ペースト	ミキサーにとろみをつける		4		
5			5			

*5段階までない場合は、提供されている段階までを書いておいてください。

図 2-1 管理栄養士・栄養士へのアンケート用紙

4. えん下困難者の食事を提供するにあたって、何か困っていることはありませんか。

5. 凍結含浸法についてお聞きします。該当するものに○をしてください。

1) 凍結含浸法を知っていますか。

[知っている ・ 聞いたことがある ・ 知らない]

2) 凍結含浸法を取り入れたいと思いますか。

[はい ・ すでに取り入れている ・ いいえ]

3) 2) ではいと答えた方にお聞きします。施設で凍結含浸法を実施するご予定はありますか。

②と③を選択された方はその理由を記入してください。

①はい

②検討中→理由： _____

③いいえ→理由： _____

高齢者施設以外に勤務されている方は以上で質問を終わります。ご協力ありがとうございました。

高齢者施設に勤務されている方はこの次のページもよろしくお願いします。

図 2-2 管理栄養士・栄養士へのアンケート用紙(続き)

以下の質問からは、高齢者施設に勤務されている方にお聞きします。

6. 高齢者施設において常食で好まれている食材別のメニューは何ですか。5つまでお書きください。また、えん下困難者用の食事に展開できないメニューについては、右端の四角にチェックをいれてください。

	1	2	3	4	5
肉	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
魚	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
野菜	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
いも類	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
豆類	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. えん下困難者用の食事で提供しにくい食材は何ですか。食材名を記入してください。

() () ()

また野菜については以下の項目から選択してください。(複数回答可)

キャベツ ・ はくさい ・ アスパラガス ・ ブロッコリー ・ ゴーヤ ・ かぼちゃ
 じゃがいも ・ さつまいも ・ なす ・ もやし ・ 大根 ・ 切干大根 ・ たまねぎ
 りんご ・ () ・ () ・ ()

8. えん下困難者用の食事で提供しにくい調理方法は何ですか。(複数回答可)

[煮る ・ 蒸す ・ 焼く ・ 炒める ・ 揚げる ・ 揚げ煮 ・ ()]

ご協力ありがとうございました。

図 2-3 管理栄養士・栄養士へのアンケート用紙(続き)

2-2-2 結果

有効回答者 52 名が勤務する施設の種類の種類は「老人福祉施設」が最も多く 84%であった。給食方式は「直営」48%、「委託」50%であった。調理従事者の配置状況について複数回答としたところ、「常勤管理栄養士」79%、「常勤栄養士」40%、「常勤調理員」54%、「委託管理栄養士」13%、「委託栄養士」38%、「委託調理員」50%であり、常勤管理栄養士が多かった。入所（居）者の人数は「0～50 人」22%、「51～100 人」60%、「101 人以上」18%であった。

えん下困難者用の食事について食事を提供するために参考にしてしている基準は、「基準なし」37%であり最も多かった。続いて、「えん下食ピラミッド」26%、「消費者庁で定められた基準」11%、「ユニバーサルデザインフード」9%、「その他」17%であり、項目間に有意な差が見られた (χ^2 検定 $p < 0.05$) (図 3)。

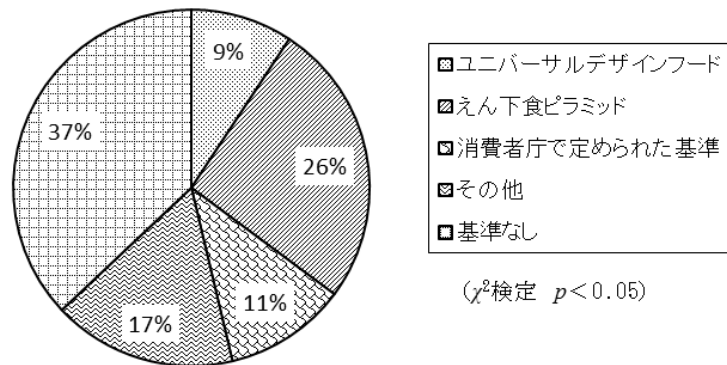


図 3 えん下困難者用の食事の基準

えん下困難者用の食事として提供している食事形態は、「きざみ食」77%、「ミキサー食」58%、「ペースト食」17%、「ソフト食」、「ゼリー食」各 8%、「ムース食」6%、「ミンチ食」4%の順に多かった。各施設で呼び名、名称が異なっており、「極きざみたたき食」、「マッシュ食」等があった。

えん下困難者用の食事提供の問題点について複数回答としたところ、「個人対応」23%、「見た目」13%、「かたさの統一」12%、「他職種の理解不足」8%、「メニュー不足」6%、「コスト」、「確実な診断ができない」、「嗜好」各 4%の順に多かった (図 4)。

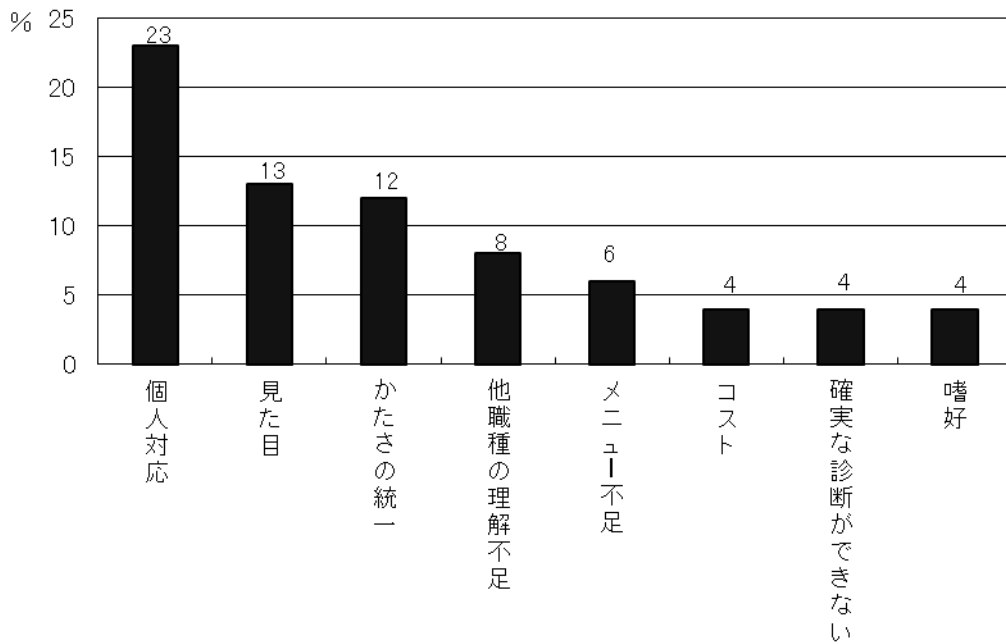


図4 提供時の問題点（複数回答）

凍結含浸法の認知は、「知っている」84%、「聞いたことがある」14%、「知らない」2%であり、項目間に有意な差がみられた (χ^2 検定 $p < 0.05$)。「凍結含浸法を取り入れたいと思いますか」の質問については、「はい」67%、「いいえ」31%、「すでに取り入れている」2%であり、項目間に有意な差がみられた (χ^2 検定 $p < 0.05$)。「はい」と回答した人の内、「施設で凍結含浸法を実施する予定はありますか」の質問については、「はい」4%、「検討中」22%、「いいえ」74%であり、項目間に有意な差がみられた (χ^2 検定 $p < 0.05$)。「実施予定がない」という質問の複数回答の理由としては、「金銭面」55%、「委託だから」25%、「機器・施設側の問題」、「調理技術・マニュアル」各20%、「他の介護食導入」10%、「どうしたらよいか分からない」、「使える範囲が限られている」、「経営陣の考え」各5%の順に多かった(図5)。

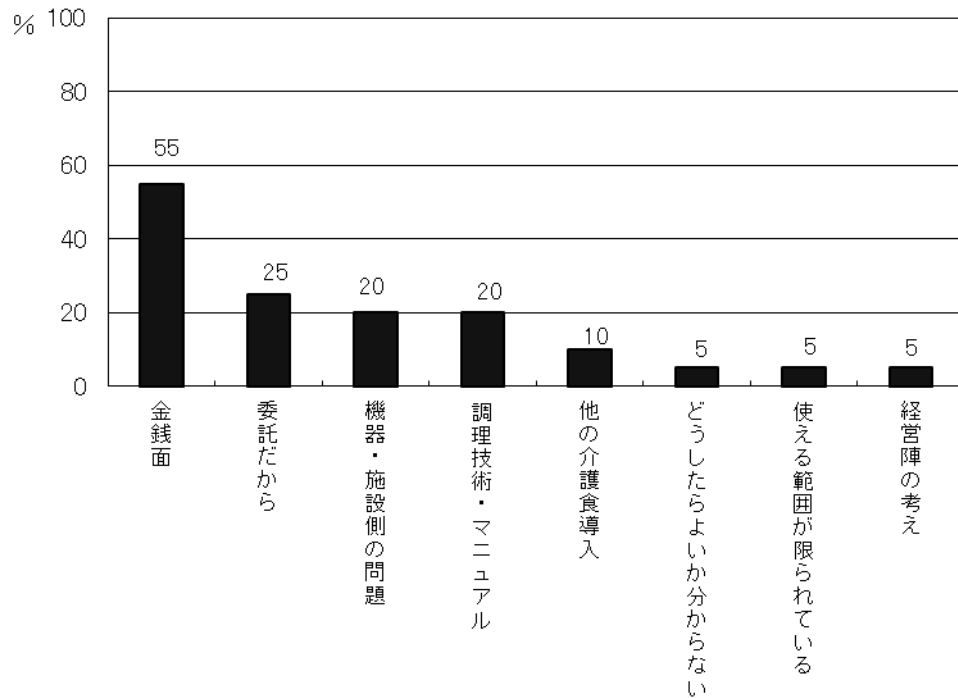


図5 凍結含浸法を導入予定がないと回答した理由(複数回答)

高齢者施設の常食で好まれている料理について、肉類、魚類、野菜類、いも類、豆類の食材別に自由記載とした。肉類は、「カレー」9施設、「ハンバーグ」6施設、「肉じゃが」、「しょうが焼き」、「から揚げ」各4施設、「焼肉」、「照り焼き」、「とんかつ」各3施設、「すき焼き風煮」、「煮豚」、「バンバンジー」、「ステーキ」各2施設であった。魚類は、「刺身」15施設、「煮魚」11施設、「天ぷら」6施設、「うなぎの蒲焼き」、「焼き魚」各5施設、「鮭の塩焼き」、「ぶりの照り焼き」、「南蛮漬け」各4施設、「さばの塩焼き」3施設、「フライ」、「蒸し魚」、「エビフライ」各2施設であった。野菜類は「酢の物」13施設、「サラダ」、「煮物」各6施設、「かぼちゃの甘煮」、「白和え」各4施設、「和え物」、「煮びたし」各3施設、「かぼちゃのいとし煮」、「胡麻和え」、「炊き合わせ」、「焼きなす」、「天ぷら」、「なすの揚げ浸し」各2施設であった。いも類は、「さつまいも煮」10施設、「肉じゃが」7施設、「ポテトサラダ」、「里芋の煮付け」各6施設、「甘煮」、「天ぷら」、「煮物」、「コロッケ」各4施設、「大学芋」、「そばろ煮」各2施設であった。豆類は、「煮豆」10施設、「冷奴」7施設、「五目煮」6施設、「金時豆煮」3施設、「うぐいす豆」、「麻婆豆腐」、「湯豆腐」各2施設で

あった。

そのうち、えん下困難者用の食事に展開できない料理は、肉類は「から揚げ」、魚類は「刺身」、「天ぷら」、野菜は「酢の物」、「サラダ」、豆類は「五目煮」であった。

えん下困難者用の食事で提供しにくい野菜について複数回答としたところ、「もやし」21施設、「アスパラガス」13施設、「ゴーヤ」、「切干大根」各7施設、「ブロッコリー」、「ごぼう」各5施設、「レタス」、「れんこん」、「青菜」各4施設、「きゃべつ」、「白菜」、「さつまいも」、「りんご」、「きゅうり」各3施設、「かぼちゃ」、「じゃがいも」、「大根」、「たまねぎ」、「きのこ」、「絹さや」、「たけのこ」各1施設であった(図6)。

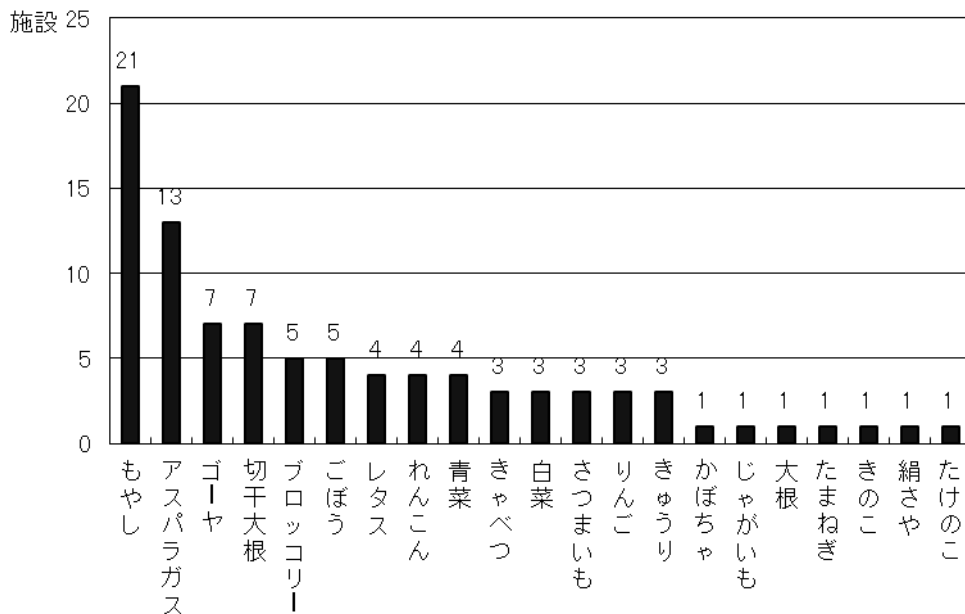


図6 提供しにくい野菜(複数回答)

えん下困難者用の食事で提供しにくい調理方法について複数回答としたところ、「揚げ」が29施設と最も多く、「焼く」11施設、「炒める」10施設、「和える」8施設、「煮る」、「蒸す」と回答した施設はなかった。

2-2-3 考察

本調査は、福祉施設の食事提供の現状を把握するとともに、現場の意見を反映した凍結含浸法を用いた料理開発を行うために調査を行った。

えん下困難者用の食事の基準については、基準を設けていない施設が多かった。これは、

各施設で個人の摂食・えん下機能に合わせて個人対応をしており、明確な基準を設定しにくい現状があることが推察される。

えん下困難者用の食事として提供している食事形態は、各施設で名称、内容が異なっていた。例えば、「きざみ食」という名称を用いている場合でも、フードプロセッサーで細かくきざむ形態や、包丁で「5 mm に刻む」、「2 cm に刻む」などを示しており、施設によって調理操作が異なっていた。摂食・えん下機能の低下した高齢者にとって重要な問題は、摂食機能に適合した適切な食事が施設や在宅を問わず、どこでも提供され得るかどうかということである。その形態や呼称などはまだ各施設で統一されていないのが現状である。今後は提供している食事形態を客観化し、あらゆる場で共通して用いられるように「共通言語化」することが必要である³¹⁾。

提供時の問題点については、「対象者それぞれの状態に合わせた食事の提供」と回答する施設が多かった。これは、老化による生理的な摂食機能の低下に加えて、各種の脳障害や神経筋の障害によって、「意識障害」、「食物の認知が悪い」、「口に取り込む動作の不全」、「えん下運動の障害」、「拒食」など、さまざまな摂食・えん下障害が生じることがある⁶⁾。これらの原因により、個々人で咀嚼やえん下の機能が異なるため、対象者それぞれの状態に合わせた食事提供に問題があると回答した者が多かったのではないかと推察される。

凍結含浸法の認知度については、施設の管理栄養士・栄養士は凍結含浸法については知っており、凍結含浸法を取り入れたいと回答する割合が高かったことから、凍結含浸法を取り入れたいという要望があるということが分かる。しかし、「凍結含浸法を取り入れる予定はありますか」という質問に対しては、「取り入れる予定はない」という施設の割合が多く、その理由として金銭面という回答が最も多い割合であった。凍結含浸法を実施するには、スチームコンベクションオーブン、ホテルパン、ブラストチラー、真空包装機、保管専用冷蔵庫等の機器が必要であり、全てを導入すると100食分の調理を想定し機器のみで最低でも500万円程度の予算が必要となるため、新たに全ての機器を導入することは金銭的には難しいと回答した割合が多かったと推察される(表1)。しかし、これらの機器は新調理システムを導入する際に必要な機器であり、今後、メニューの多様化を図るためにも導入が期待されるものである。

表1 凍結含浸食 100人分作成のために必要な機器想定

凍結含浸食100人分作成のために必要な機器(広島アイホー調理株式会社調べ)					
	型番	数量	定価	金額	掛け率
スチームコンベクションオープン (ガス式10段)	ACO-100 GS	1	2,531,000	2,531,000	60%
ホテルパン(穴あき)	SH-1902	10	7,850	78,500	60%
自動真空包装器(卓上型)	V-480	1	977,000	977,000	82%
冷蔵庫	HR-75XT	1	854,000	854,000	30%
プラスチックラージ&ショックフリーザー (たて12段)	QXF-012 SF5	1	3,200,000	3,200,000	70%
合計金額(消費税抜き)				¥7,640,500	¥4,863,040
* 給排水、ガス、蒸気給排気等配管接続、フードダクト等付属工事は別途					

高齢者施設の常食において好まれている野菜の料理は、「酢の物」が最も多い割合であったが、えん下困難者用の食事に展開できないという施設が多かった。これは、酢はむせの原因となりやすく誤えんの危険が高まると推察される。また「サラダ」についても展開できないという施設が多かった。これは、生野菜は食塊が形成しにくく、えん下困難者には不向きであるためと推察される。

野菜等で提供しにくい食材については、繊維の多い野菜が挙げられた。提供しにくい調理方法は「揚げる」が最も多い割合であった。これは、揚げることにより、天ぷらなどのように、サクサクとしたテクスチャーとなり口当たりがよくなるが食塊が形成しにくく咀嚼が難しいため、提供しにくい調理方法に挙げられたのではないかと考える。これらの提供しにくい料理・食材・調理方法について凍結含浸法を用いた調理および作業指示書の作成を試みた。

2-3 凍結含浸調理レシピの開発及び作業指示書作成

2-3-1 方法

2010年6月～2012年11月にかけて広島女学院大学の給食管理実習室において実施した。野菜料理については、(有)クリスターコーポレーションから管理栄養士配置給食施設を対象に販売されている野菜用凍結含浸専用調味料 VgTORON を用い、また、肉・魚料理については、肉・魚介用凍結含浸専用調味料 MeTORON を用いることとした。なお、これらの調味料は2012年8月から、誤嚥防止のため喫食者の状態を勘案した適切な調理および品質管理が行われ、必要に応じた食事指導や補助体制が整っている施設であれば管理栄養士が

いなくとも利用できるようになった¹⁷⁾。

調理に使用した機器は、ガスレンジ (CY - 1500, コメットカトウ, 愛知), 真空包装機 (V - 380G, 東静電気, 静岡), スチームコンベクションオーブン (CS2 - 100, コメットカトウ, 愛知), ブラストチラー (QXF - 006SF5, 福島工業, 大阪), 冷蔵庫 (HR - 75S, ホシザキ電機, 愛知) である。

作業指示書作成に当たっては、高齢者施設の給食で提供することを想定し、材料の選定、材料の切り方、加熱方法、調味料の割合、真空時間、酵素反応時間等の調整に留意し、材料および分量、所要時間、1食分栄養価、調理手順、調理の様子の写真などの各要素を作業指示書に盛り込むこととした。

2-3-2 結果

凍結含浸法の作業工程は、凍結、解凍、減圧、酵素反応・軟化、酵素失活(加熱)となる。レシピ開発にあたっては、材料を洗浄・切碎し、加熱工程は下茹で、炒め等の調理を行った。材料については、材料を切碎し、フライパンを用いて焼く、茹でる等の加熱調理操作を行った。また、衛生管理として、中心温度計にて 75℃ 1 分間 (二枚貝は 85℃ 1 分間) を確認した。凍結工程はブラストチラーを用いて、芯温を -3~-20℃ に到達させることにした。解凍工程は、凍結した食材を真空包装専用フィルムに調味料と酵素 (野菜料理は、VgTORON, 肉・魚介料理は MeTORON, 野菜および肉または魚介料理は VgTORON と MeTORON を併用) とともに入れ真空包装機を用いて真空包装した。真空度および時間を変更して軟化の状態、味の検討を行った。酵素反応工程は、冷蔵庫内温度を 3℃ に設定した。また、酵素反応時間については、冷蔵庫において、食材によって 24 時間から 48 時間冷蔵し軟化の検討を行った。酵素失活工程は、スチームコンベクションオーブンを用いて 90℃ 10~20 分間行った。真空包装機用のフィルムから食材を取り出し、残った調味液にとろみ剤を添加し、盛り付けて完成とした。とろみ剤はネオハイトロミールⅢ ((株) フードケア IFA, 神奈川) を用いた。また、十分なとろみのある料理については、とろみ剤の使用を検討した。

主にレシピを開発するにあたって検討した内容は、材料の選定、材料の切り方、加熱方法、下茹で剤の有無、調味料の割合、真空時間、酵素反応時間であった。その結果、野菜料理 11 品、肉料理 3 品、魚料理 3 品、肉または魚介および野菜混合料理 4 品 計 21 品の

開発を行うことができた。

開発されたすべてのレシピに対して、材料および分量、所要時間、1食分栄養価、調理手順および留意点を盛り込んだ作業指示書を作成した。なお、作業指示書としてよりわかりやすく、実用性を高めるために調理の様子や出来上がりの写真を掲載するなどの工夫も加えた（図 7-1～22）。

凍結含浸法 作業指示書 一覧

I 野菜料理 (11品)

- 1.野菜の煮物(図 7-2)
- 2.かぼちゃの煮物(図 7-3)
- 3.もやしのナムル(図 7-4)
- 4.アスパラガスの胡麻和え(図 7-5)
- 5.白和え(図 7-6)
- 6.紅白なます(図 7-7)
- 7.たくあん(図 7-8)
- 8.野菜炒め(図 7-9)
- 9.ゴーヤの炒め物(図 7-10)
- 10.野菜の天ぷら(図 7-11)
- 11.味噌汁(図 7-12)

II 肉料理 (3品)

- 1.豚肉のしょうが焼き(図 7-13)
- 2.ささみの梅ソースかけ(図 7-14)
- 3.牛もも焼肉(図 7-15)

III 魚介料理 (3品)

- 1.エビのチリソース煮(図 7-16)
- 2.ホタテ貝柱のバター焼き(図 7-17)
- 3.ホタテ貝柱のクリームソース煮(図 7-18)

IV 肉・魚介・野菜混合料理 (4品)

- 1.五目煮(図 7-19)
- 2.鶏肉と根菜の煮物(図 7-20)
- 3.カレールウ(図 7-21)
- 4.八宝菜(図 7-22)

図 7-1 凍結含浸法作業指示書一覧

野菜の煮物（6人分）

1.材料および分量(6人分)

さといも(Mサイズ):3個 れんこん(Sサイズ):3切れ 下茹で剤:1g にんじん:6切れ ごぼう 下茹で剤:3g 醤油:10g(材料の4%) 砂糖:8g(材料の3.2%) VgTORON:5g(材料の2%)	たけのこ:250g 砂糖:8g(材料の3.2%) 醤油:10g(材料の4%) VgTORON:5g(材料の2%) ところみ剤(ネオハイトロミールⅢ):1.2g(煮汁の2.4%)
--	--



2.所要時間:2日と2.5時間(50.5時間)

3.1食分栄養価(できあがり40g当たり)

エネルギー:31kcal たんぱく質:1.1g 脂質:0g 炭水化物:7.4g 食物繊維:1.5g 塩分:0.3g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	材料を250g準備(たけのこは別に250g) ・冷凍食品:さといも・れんこん ・生鮮品:にんじん・ごぼう ・水煮:たけのこ <切り方> にんじん:0.5~1cmの斜め切り ごぼう:隠し包丁をして、2~3mmの斜め切り たけのこ:大きめの乱切り		・さといも(Mサイズ)とれんこん(Sサイズ)輪切りは3切れずつ、にんじん6切れ、後はごぼうで250gに調節する。 ・たけのこのみ、18人分の分量。
2	・材料を茹で、さといもの中心温度が75℃1分を確認して5分間茹でる。その時点でさといも、にんじんを取り出す。 ごぼうについてはその後、下茹で剤を入れてさらに5分間茹でる。 ・さといもは半分に切る。 ・れんこんは75℃1分を確認して、90℃以上で30分間茹でる。その後、下茹で剤を入れた水で5分間茹でる。 ・たけのこは4回茹でこぼす。(1回目は75℃1分を確認して沸騰するまで茹でる。2、3回目は沸騰するまで茹でる。4回目は、沸騰して10分間、茹でる。)	60分	・材料は水1Lで茹でる。ごぼうは、下茹で剤を3g入れて茹でる。 ・れんこんは水2Lで30分間茹で、その後、水1Lに下茹で剤を1g入れて5分間茹でる。 ・たけのこは下茹で剤を入れず、それぞれ水2Lで茹でる。
3	・庫内設定温度-20℃で、さといもの芯温が-20℃になるまで冷凍する。(プラストチャー)	60分	
4	・調味料砂糖8g、醤油10g、VgTORON5g、合計50g(材料の20%)になるよう、水で調整する。 ・調味料と一緒に真空度90%、真空時間30秒で真空包装する。	20分	・真空包装は、大きめの真空包装専用フィルムを用い材料が重なり合わないようにして崩れを防止する。 ・たけのこは柔らかくなりやすいので、別に真空包装する。
5	・40℃10分間解凍する。(スチームコンベクションオープン:バイオ)		
6	・一度フィルムを開封して、真空度95%、真空時間180秒で真空包装する。ただし、たけのこは真空度95%、真空時間90秒で真空包装する。		
7	・48時間冷蔵する。ただし、たけのこは24時間とする。	48時間(24時間)	
8	・90℃10分間加熱する。 (スチームコンベクションオープン:バイオ)	10分	
9	・煮汁50ml(ところみ剤(ネオハイトロミールⅢ1.2g)を入れる。		・たけのこの煮汁は使用しない。
10	・器に40gを盛り合わせ、9の煮汁を8gかける。		・一皿に各材料を、一つずつ盛り合わせる。

図 7-2 野菜の煮物 凍結含浸法作業指示書

かぼちやの煮物（2人分）

1.材料および分量(2人分)

かぼちや: 90g	とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ): 0.6g(煮汁の2.4%)
醤油: 3.6g(材料の4%)	
砂糖: 2.9g(材料の3.2%)	
VgTORON: 1.8g(材料の2%)	



2.調理時間: 1日と2時間(26時間)

3.1食分栄養価(できあがり30g当たり)

エネルギー: 48kcal たんぱく質: 1.0g 脂質: 0.2g 炭水化物: 10.8g 食物繊維: 1.7g 塩分: 0.4g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	材料を90g準備 ・生鮮品: かぼちや <切り方> 2cmの角切り 皮を一部むく	20分	
2	・かぼちやを茹で、中心温度が75℃1分を確認してから10分間茹でる。		・材料は水1Lで茹でる。 
3	・庫内設定温度-20℃で、芯温が-20℃になるまで冷凍する。(プラスチック)	60分	 
4	・調味料砂糖2.9g、醤油3.6g、VgTRON1.8g、合計で18g(材料の20%)になるよう、水で調整する。 ・調味料と一緒に真空度90%、真空時間30秒で真空包装する。	20分	・真空包装は、大きめの真空包装専用フィルムを用い材料が重なり合わないようにして崩れを防止する。
5	・40℃10分間解凍する。(スチームコンベクションオープン: バイオ)		 
6	・一度フィルムを開封して、真空度95%、真空時間180秒で真空包装する。		
7	・24時間冷蔵する。	24時間	
8	・90℃10分間加熱する。 (スチームコンベクションオープン: バイオ)	10分	
9	・煮汁25mlにとろみ剤(ネオハイトロミールⅢ)0.6gを入れる		
10	・器に30g盛り、9の汁を6gかける。		

図 7-3 かぼちやの煮物 凍結含浸法作業指示書

もやしのナムル（2人分）

1.材料および分量(2人分)

もやし: 200g	とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ): 0.4g(汁の2%)
ごま油: 8g(材料の4%)	
食塩: 1g(材料の0.5%)	
VgTORON: 6g(材料の3%)	



2.所要時間: 1日と2時間(26時間)

3.1食分栄養価(できあがり55g当たり)

エネルギー: 61kcal たんぱく質: 3.7g 脂質: 4.0g 炭水化物: 2.4g 食物繊維: 2.4g 塩分: 0.6g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	材料200g準備 ・生鮮品: もやし 	10分	・材料は水1Lで茹でる。 
2	・もやしを茹で、中心温度75°C1分を確認して、取り出す。		
3	・庫内設定温度-20°Cで、芯温が-20°Cになるまで冷凍する。(プラスチック)	60分	 
4	・調味料ごま油8g, 塩1g, VgTORON6g, 合計40g(材料の20%)になるよう、水で調整する。 ・調味料と一緒に真空度90%, 真空時間30秒で真空包装する。	20分	・真空包装は、大きめの真空包装専用フィルムを用い材料が重なり合わないよう崩れを防止する。 
5	・40°C10分間解凍する。(スチームコンベクションオープン: バイオ)		
6	・一度フィルムを開封して、真空度95%, 真空時間180秒で真空包装する。		
7	・24時間冷蔵する。	24時間	
8	・90°C10分間加熱する。(スチームコンベクションオープン: バイオ)	10分	
9	・つけ汁20mlにとろみ剤(ネオハイトロミールⅢ)0.4gを入れる。		
10	・器に55gを盛り、9の汁を5gかける。 		

図 7-4 もやしのナムル 凍結含浸法作業指示書

アスパラガスの胡麻和え（2人分）

1.材料および分量(2人分)

アスパラガス:80g	練りゴマ:8g(材料の10%)
VgTORON:1.6g(材料の2%)	砂糖:4g(材料の5%)
	醤油:4g(材料の5%)
	とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ):0.4g(汁の0.1%)



2.所要時間:1日と2時間(26時間)

3.1食分栄養価(できあがり30g当たり)

エネルギー:43kcal たんぱく質:2.0g 脂質:2.3g 炭水化物:4.9g 食物繊維:1.4g 塩分:0.4g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	材料を80g準備 ・生鮮品:アスパラガス <切り方> 皮は全てむき,厚さ5mmの斜め切り 先は縦に半分に切る	15分	・皮が軟化しにくいいため,しっかりむく。
2	・アスパラガスを茹で,中心温度が75℃1分を確認してから5分間茹でる。		・材料は水1Lで茹でる。
3	・庫内設定温度-20℃で,芯温が-20℃になるまで冷凍する。(プラスチック)	60分	
4	・調味料VgTORON1.6g,合計16g(材料の20%)になるように水で調整する。 ・調味料と一緒に真空度90%,真空時間30秒で真空包装する。	20分	・真空包装は,大きめの真空包装専用フィルムを用い材料が重なり合わないようにして崩れを防止する。
5	・40℃10分間解凍する。(スチームコンベクションオープン:バイオ)		
6	・一度フィルムを開封して,真空度95%,真空時間180秒で真空包装する。		
7	・24時間冷蔵する。	24時間	
8	・90℃10分間加熱する。(スチームコンベクションオープン:バイオ)	10分	
9	・つけ汁4g,練りゴマ8g,砂糖4g,醤油4gにとろみ剤(ネオハイトロミールⅢ)0.4gを入れる。		
10	・器に30g盛り,9の汁を8gかける。		

図 7-5 アスパラガスの胡麻和え 凍結含浸法作業指示書

白和え（2人分）

1.材料および分量(2人分)

小松菜(茎): 50g	豆腐: 40g
いんげんまめ: 15g	だし汁: 12g(材料の30%)
VgTORON: 2g(材料の3%)	とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ): 0.3g(材料の0.7%)
にんじん: 50g	練りごま: 2.8g(材料の7%)
VgTORON: 1g(材料の2%)	砂糖: 2.8g(材料の7%)
	塩: 0.2g(材料の0.5%)
	小松菜(葉): 25g
	だし汁: 60g(材料の240%)
	とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ): 0.8g(材料の0.3%)



2.所要時間: にんじん18時間, 小松菜の茎・いんげんまめ1日と2時間(26時間)

3.1食分栄養価(できあがり60g当たり)

エネルギー: 23kcal たんぱく質: 1.4g 脂質: 0.5g 炭水化物: 3.5g 食物繊維: 1.4g 塩分: 0.2g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	<p>材料準備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生鮮品: 小松菜の葉(25g), 小松菜の茎(50g), にんじん(50g) ・冷凍食品: いんげんまめ(15g) ・加工食品: 豆腐(40g) <p><切り方></p> <ul style="list-style-type: none"> ・小松菜の茎: 4cmの長さに切る ・にんじん: 長さ4cm, 幅0.5cm, 厚さ0.1cmの拍子木切り 	20分	<ul style="list-style-type: none"> ・小松菜の茎が太い場合は縦半分切る。 
	<ul style="list-style-type: none"> ・小松菜の茎・いんげんまめを茹で, いんげんまめの中心温度75°C1分を確認して取り出す。 ・にんじんを茹で, 中心温度75°C1分を確認して取り出す。 		<ul style="list-style-type: none"> ・材料は水1Lでそれぞれ茹でる。 
3	<ul style="list-style-type: none"> ・庫内設定温度-20°Cで, いんげんまめの芯温が-20°Cになるまで冷凍する。(プラスチック) 	60分	
4	<ul style="list-style-type: none"> ・小松菜の茎といんげんまめは, 調味料VgTORON2g, 合計13g(材料の20%)になるよう, 水で調整する。 ・にんじんは調味料VgTORON1g, 合計10g(材料の20%)になるよう, 水で調整する。 ・調味料と一緒に真空度90%, 真空時間30秒で真空包装する。 	20分	<ul style="list-style-type: none"> ・真空包装は, 大きめの真空包装専用フィルムを用い材料が重なり合わないよう崩れを防止する。 ・にんじんは柔らかくなりやすいので, 別に真空包装する。 
5	<ul style="list-style-type: none"> ・40°C10分間解凍する。(スチームコンベクションオープン: バイオ) 		
6	<ul style="list-style-type: none"> ・一度フィルムを開封して, 真空度95%, 真空時間180秒で真空包装する。 		
7	<ul style="list-style-type: none"> ・24時間冷蔵する。ただしにんじんは16時間とする。 	24時間 (16時間)	
8	<ul style="list-style-type: none"> ・90°C10分間加熱する。(スチームコンベクションオープン: バイオ) 	10分	
9	<ul style="list-style-type: none"> ・豆腐は4cm角に切り中心温度が75°C1分になるまでゆで, 水気をきり, だし汁20g, とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ0.5g)を加えミキサーにかける。 ・ミキサーにかけた豆腐を取り出し, 練りごま2.8g, 砂糖2.8g, 塩0.2gを混ぜ, 豆腐ソースを作る。 ・小松菜の葉は中心温度が75°C1分になるまで茹で, だし汁60g, とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ0.8g)を加えミキサーにかける。 		
10	<ul style="list-style-type: none"> ・器に豆腐ソースを20g盛り, その上にいんげん5g, 小松菜の茎15g, 小松菜の葉のソースを2gかけ, 最後ににんじん20gを盛りつける。 		

図 7-6 白和え 凍結含浸法作業指示書

紅白なます (2人分)

1.材料および分量(2人分)

にんじん: 40g	切干大根(乾): 20g *戻し80g
酢: 3.2g(材料の8%)	酢: 6.4g(戻しの8%)
砂糖: 2.6g(材料の6.5%)	砂糖: 5.2g(戻しの6.5%)
塩: 0.1g(材料の0.2%)	塩: 0.2g(戻しの0.2%)
VgTORON: 0.8g(材料の2%)	VgTORON: 1.6g(戻しの2%)
	とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ): 0.4g(汁の2.7%)



2.所要時間: にんじん18時間, 切干大根1日と2時間(26時間)

3.1食分栄養価(できあがり55g当たり)

エネルギー: 48kcal たんぱく質: 0.7g 脂質: 0.1g 炭水化物: 11.5g 食物繊維: 2.6g 塩分: 0.3g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	材料を準備 ・生鮮品: にんじん(40g) ・乾物: 切干大根(20g) *戻しで80g <切り方> にんじん: 長さ4cm, 幅0.5cm, 厚さ0.1cmの拍子木切り	30分	
2	・にんじんを茹で, 中心温度75°C1分を確認して取り出す。 ・切干大根を茹で, 中心温度75°C1分を確認して取り出す。		・材料はそれぞれ水1Lで茹でる。
3	・庫内設定温度-20°Cで, 芯温が-20°Cになるまで冷凍する。 (プラスチック)	60分	
4	・にんじんは調味料砂糖2.6g, 塩0.1g, 酢3.2g, VgTORON0.8g, 合計8g(材料の20%)になるよう, 水で調整する。 ・切干大根は調味料砂糖5.2g, 塩0.2g, 酢6.4g, VgTORON1.6g, 合計16g(材料の20%)になるよう, 水で調整する。 ・調味料と一緒に真空度90%, 真空時間30秒で真空包装する。	20分	・真空包装は, 大きめの真空包装専用フィルムを用い材料が重なり合わないようにして崩れを防止する。 ・にんじんは柔らかくなりやすいので, 別に真空包装する。
5	・40°C10分間解凍する。(スチームコンベクションオープン: バイオ)		
6	・一度フィルムを開封して, 真空度95%, 真空時間180秒で真空包装する。		
7	・24時間冷蔵する。ただし, にんじんは16時間とする。	24時間 (16時間)	
8	・90°C10分間加熱する。 (スチームコンベクションオープン: バイオ)	10分	
9	・つけ汁15mlにとろみ剤(ネオハイトロミールⅢ0.4g)を入れる。		
10	・器に55gを盛り, 9の汁を5gかける。		

図 7-7 紅白なます 凍結含浸法作業指示書

たくあん（2人分）

1.材料および分量(2人分)

たくあん: 20g
 VgTORON: 0.4g(材料の2%)
 とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ): 0.1g(汁の2%)



2.所要時間: 1日と2時間(26時間)

3.1食分栄養価(できあがり10g当たり)

エネルギー: 3kcal たんぱく質: 0.2g 脂質: 0g 炭水化物: 0.6g 食物繊維: 0.4g 塩分: 0.3g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	材料20g準備 ・加工食品: たくあん漬 <切り方> 2~3mmの輪切り	10分	 ・材料は水1Lで茹でる。 
2	・たくあんで茹で、中心温度75℃1分を確認して、取り出す。		
3	・庫内設定温度-20℃で、たくあんの芯温が-20℃になるまで冷凍する。(プラスチック)	60分	
4	・調味料VgTORON0.4g(材料の2%), 合計4g(材料の20%)になるよう、水で調整する。 ・調味料と一緒に真空度90%, 真空時間30秒で真空包装する。	20分	・真空包装は材料が重なり合わないようにし、崩れを防止する。
5	・40℃10分間解凍する。(スチームコンベクションオープン: バイオ)		
6	・一度フィルムを開封して、真空度95%, 真空時間180秒で真空包装する。		
7	・24時間冷蔵する。	24時間	
8	・90℃10分間加熱する。 (スチームコンベクションオープン: バイオ)	10分	
9	・つけ汁5mlにとろみ剤(ネオハイトロミールⅢ0.1g)を入れる。		
10	・器に10gを盛り、9の汁を1.5gかける。		・一皿に2枚ずつ盛る。 

図 7-8 たくあん 凍結含浸法作業指示書

野菜炒め（2人分）

1.材料および分量(2人分)

にんじん: 80g	とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ): 0.6g(汁の2.4%)
きゃべつ: 80g	
油: 4g(材料の2.5%)	
塩: 0.8g(材料の0.5%)	
VgTORON: 3.2g(材料の2%)	
もやし: 40g	
油: 0.5g(材料の1.3%)	
塩: 0.2g(材料の0.5%)	
VgTORON: 1.2g(材料の3%)	



2.所要時間: 1日と1時間50分(25時間50分)

3.1食分栄養価(できあがり55g当たり)

エネルギー: 53kcal たんぱく質: 1.5g 脂質: 2.3g 炭水化物: 6.4g 食物繊維: 2.3g 塩分: 0.8g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点	
1	材料を準備 ・生鮮品: にんじん(80g), きゃべつ(80g), もやし(40g) ＜切り方＞ にんじん: 長さ4cm, 幅1cm, 厚さ0.3cm きゃべつ: 幅1cmの短冊切り			
2	・にんじん, きゃべつを油4gで炒める。にんじんの中心温度75℃1分を確認後塩0.8gで味付けをし, 全体が柔らかくなるまで炒める。 ・もやしを油0.5gで炒め, 75℃1分を確認後塩0.2gで味付けをする。	20分	・にんじんとキャベツ, もやしを別々に炒める。 	
3	・庫内設定温度-20℃で, にんじんの芯温が-20℃になるまで冷凍する。(プラスチック)	60分		
4	・にんじん, きゃべつは調味料VgTORON3.2g(材料の2%), 合計32g(材料の20%)になるよう, 水で調整する。 ・もやしは調味料VgTORON1.2g(材料の3%), 合計8g(材料の20%)になるよう, 水で調整する。 ・調味料と一緒に真空度90%, 真空時間30秒で真空包装する。	20分	・真空包装は, 大きめの真空包装専用フィルムを用い材料が重なり合わないよう崩れを防止する。 ・もやしは調味料が異なるため, 別に真空包装する。 	
5	・40℃10分間解凍する。(スチームコンベクションオープン: パイオ)			
6	・一度フィルムを開封して, 真空度95%, 真空時間180秒で真空包装する。			
7	・24時間冷蔵する。	24時間		
8	・90℃10分間加熱する。 (スチームコンベクションオープン: パイオ)	10分		
9	・つけ汁25gにとろみ剤(ネオハイトロミールⅢ0.6g)を入れる。			
10	・器に55gを盛り, 9の汁を10gかける。		・もやしを下に, にんじん, きゃべつを上盛る。 	

図 7-9 野菜炒め 凍結含浸法作業指示書

ゴーヤの炒め物（2人分）

1.材料および分量(2人分)

ゴーヤ: 80g	醤油: 9g (材料の11%)
食塩: 1g(材料の1.3%)	みりん: 9g(材料の11%)
油: 4g(材料の5%)	ごま油: 2g(材料の2.5%)
VgTORON: 1.6g(材料の2%)	とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ): 0.6g (調味料の3%)



2.所要時間: 18時間30分

3.1食分栄養価(できあがり25g当たり)

エネルギー: 54kcal たんぱく質: 0.8g 脂質: 3.6g 炭水化物: 4.2bg 食物繊維: 1.2g 塩分: 1.0g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	材料80g準備 ・生鮮品: ゴーヤ <切り方> 2cmの半月切り	50分	・切ったゴーヤは1gの塩でもみ20~30分おいて水で洗い流す。
2	・フライパンに油4g(材料の5%)をしき、弱火で中心温度75°C1分を確認するまで炒める。		
3	・庫内設定温度-20°Cで、芯温が-20°Cになるまで冷凍する。(プラスチック)	60分	
4	・調味料VgTORON1.6g、合計16g(材料の20%)になるよう、水で調整する。 ・調味料と一緒に真空度90%、真空時間30秒で真空包装する。	20分	・真空包装は、大きめの真空包装専用フィルムを用い材料が重なり合わないよう崩れを防止する。
5	・40°C10分間解凍する。(スチームコンベクションオープン: バイオ)		
6	・一度フィルムを開封して、真空度95%、真空時間90秒で真空包装する。		
7	・16時間冷蔵する。	16時間	
8	・90°C10分間加熱する。 (スチームコンベクションオープン: バイオ)	10分	
9	・醤油9g、みりん9g、ごま油2gにとろみ剤(ネオハイトロミールⅢ)0.6gを入れる。		
10	・器に20gを盛り、9の汁を5gかける。		

図 7-10 ゴーヤの炒め物 凍結含浸法作業指示書

野菜の天ぷら（2人分）

1.材料および分量(2人分)

かぼちゃ: 40g(2切れ)	天ぷら粉: 40g(材料の30%)
さつまいも: 40g(2切れ)	冷水: 50g(天ぷら粉の125%)
にんじん: 20g(2切れ)	
大根: 10g(2切れ)	だし汁: 300ml(材料の230%)
れんこん(Sサイズ): 20g(1切れ)	
下茹で剤: 1g	天つゆ: 100ml
VgTORON: 2.6g(材料の2%)	とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ): 2.2g(天つゆの2.2%)



2.所要時間: 1日と3時間(27時間)

3.1 食分栄養価(できあがり75g当たり)

エネルギー: 161kcal たんぱく質: 3.2g 脂質: 5.7g 炭水化物: 24.1g 食物繊維: 2.3g 塩分: 1.8g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	材料を準備 ・生鮮品: かぼちゃ(40g), さつまいも(40g), にんじん(20g), 大根(10g) ・冷凍食品: れんこん(20g) <切り方> かぼちゃ: 0.5~1cm幅 さつまいも: 皮をむき5mmの斜め切り にんじん: 5mmの斜め切り 大根: 2~3mmのいちよう切り	60分	・かぼちゃ, さつまいもにんじん, 大根は2切れずつ, れんこん(Sサイズ)輪切り1切れにする。 
2	・材料を茹で, かぼちゃの中心温度が75℃1分を確認した時点でだいこんを取り出す。 かぼちゃ, さつまいも, にんじんについてはさらに5分間茹でる。 ・れんこんは中心温度が75℃1分を確認して, 90℃以上で30分間茹でる。その後, 下茹で剤をいれた水で5分間茹でる。		・材料は1Lで茹でる。  ・れんこんは水2Lで30分間茹で, その後, 水1Lに下茹で剤を1g入れて5分間茹でる。
3	・庫内設定温度-20℃で, れんこんの芯温が-20℃になるまで冷凍する。(プラスチック)	60分	
4	・調味料VgTORON2.6g, 合計26g(材料の20%)になるよう, 水で調整する。 ・調味料と一緒に真空度90%, 真空時間30秒で真空包装する。	20分	
5	・40℃10分間解凍する。(スチームコンベクションオープン: バイオ)		
6	・一度フィルムを開封して, 真空度95%, 真空時間180秒で真空包装する。		
7	・24時間冷蔵する。	24時間	
8	・90℃10分間加熱する。 (スチームコンベクションオープン: バイオ)	10分	
9	・天ぷら粉40gと冷水50gを混ぜ合わせ衣を作る。 ・かぼちゃ, さつまいも, にんじん, れんこんに衣をつけて揚げる。	10分	
10	・9の衣が柔らかくなるまで約1分, 300mlのだしにつける。		
11	・めんつゆ100mlにとろみ剤(ネオハイトロミールⅢ2.2g)を入れる。		
12	・器に10を盛り合わせ, 大根を横に添える(75g)。 ・11を50g器に入れる。		・一皿に各材料を, 一つずつ盛り合わせる。 

図 7-11 野菜の天ぷら 凍結含浸法作業指示書

味噌汁（2人分）

1.材料および分量（2人分）

にんじん: 15g	だし汁: 180ml
たまねぎ: 25g	味噌: 11g(だし汁の6%)
VgTORON: 0.8g(材料の2%)	とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ): 2.7g(だし汁の1.5%)
じゃがいも: 25g	
VgTORON: 0.5g(材料の2%)	



2.所要時間: 1日と2時間(26時間)

3.1食分栄養価(できあがり110g当たり)

エネルギー: 34kcal たんぱく質: 1.2g 脂質: 0.3g 炭水化物: 7.1g 食物繊維: 1.5g 塩分: 0.8g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	<p>材料を準備</p> <p>・生鮮品: にんじん(15g), たまねぎ(25g), じゃがいも(25g)</p> <p><切り方></p> <p>にんじん: 長さ3cmの短冊切り</p> <p>たまねぎ: 3mmのくし切り</p> <p>じゃがいも: 1~1.5cmの角切り</p>	15分	
2	<p>・材料を茹でる。</p> <p>・にんじん, たまねぎを茹で, にんじんの中心温度75°C1分を確認後取り出す。</p> <p>・じゃがいもを茹で, 75°C1分を確認後5分間茹でる。</p>		<p>・材料は水1Lで茹でる。</p>
3	<p>・庫内設定温度-20°Cで, じゃがいもの芯温が-20°Cになるまで冷凍する。(プラスチック)</p>	60分	
4	<p>・にんじん, たまねぎは調味料VgTORON0.8g, 合計8gになるよう, 水で調整する。</p> <p>・じゃがいもは調味料VgTORON0.5g(材料の2%), 合計5g(材料の20%)になるよう, 水で調整する。</p> <p>・調味料と一緒に真空度90%, 真空時間30秒で真空包装する。</p>		<p>・真空包装は, 大きめの真空包装専用フィルムを用い材料が重なり合わないようにして崩れを防止する。</p> <p>・じゃがいもは柔らかくなりやすいので, 別に真空包装する。</p>
5	<p>・40°C10分間解凍する。(スチームコンベクションオープン: バイオ)</p>	20分	
6	<p>・一度フィルムを開封して, 真空度95%, 真空時間180秒で真空包装する。</p>		
7	<p>・24時間冷蔵する。ただし, じゃがいもは16時間とする。</p>	24時間(16時間)	
8	<p>・90°C10分間加熱する。(スチームコンベクションオープン: バイオ)</p>	10分	
9	<p>・だし汁180gに味噌11gを加え, とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ2.7g)を入れる。</p>		
10	<p>・器に9の汁を90g入れ, 具を20g上に盛る。</p>		

図 7-12 味噌汁 凍結含浸法作業指示書

豚肉のしょうが焼き（2人分）

1.材料および分量(2人分)

豚肉(国産ももブロック)：150g MeTORON：2.3g(材料の1.5%)	しょうが：4g(材料の2.7%) 酒：12g(材料の8%) みりん：7g(材料の4.7%) 醤油：6g(材料の4%) 砂糖：1g(材料の0.7%) とろみ剤(ネオホワイトミールⅢ)： 0.4g(出来上がり量(たれ)の1.3%)
--	---



2.所要時間：1日と7時間(30時間)

3.1食分栄養価(できあがり50g当たり)

エネルギー：131kcal たんぱく質：16.4g 脂質：4.5g 炭水化物：2.9g 食物繊維：0.1g 塩分：0.6g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	材料150g準備 ・食品：豚肉(ももブロック) <切り方> 1cmの薄切り	25分	
2	・すりおろしたしょうが、酒、みりんであれを作り、20分間漬ける。 ・熱したフライパンで豚肉の両面を中火で焼く。 中心温度75℃1分以上を確認する。		
3	・庫内設定温度-20℃で、豚肉の芯温が-3℃になるまで冷凍する。(プラスチック)	25分	
4	・調味料醤油6g、砂糖1g、合計75gになるよう、水で調整する。 MeTORON2.3g(材料の1.5%)を合わせる。 ・焼いた肉を調味料に1分間漬ける。 ・調味料と一緒に真空度95%、真空時間90秒で真空包装する。	5分	・真空包装は材料が重なり合わないようにし、崩れを防止する。
5	・30時間冷蔵(3℃)する。	30時間	
6	・90℃10分間加熱する。 (スチームコンベクションオープン：バイオ)	10分	
7	・つけ汁30gにとろみ剤(ネオホワイトミールⅢ：0.4g)を入れる。	15分	
8	・器に50gを盛り、7のたれを15gかける。		

図 7-13 豚肉のしょうが焼き 凍結含浸法作業指示書

ささ身の梅ソースがけ（2人分）

1.材料および分量(2人分)

鶏肉(国産ささ身): 150g	練り梅: 8g (材料の5.3%)
MeTORON: 2.3g (材料の1.5%)	みりん: 32g (材料の21.3%)
	水: 20g (材料の13.3%)
	とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ): 0.6g(出来上がり量(たれ)の1.7%)



2.所要時間: 1日と7時間(30時間)

3.1食分栄養価(できあがり55g当たり)

エネルギー: 126kcal たんぱく質: 17.3g 脂質: 0.6g 炭水化物: 8.8g 食物繊維: 0.1g 塩分: 0.4g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	材料150g準備 ・食品: 鶏肉(ささ身) <切り方> 1cmのそぎ切り	15分	
2	・熱したフライパンで鶏肉の両面を中火で焼く。 中心温度75°C1分以上を確認する。		
3	・庫内設定温度-20°Cで、鶏肉の芯温が-3°Cになるまで冷凍する。(プラスチック)	25分	
4	・調味料MeTORON2.3g(材料の1.5%)に水75gを合わせる。 ・焼いた肉を調味料に1分間漬ける。 ・調味料と一緒に真空度95%, 真空時間90秒で真空包装する。	5分	・真空包装は材料が重なり合わないようにし、崩れを防止する。 
5	・30時間(3°C)冷蔵する。	30時間	
6	・90°C10分間加熱する。 (スチームコンベクションオープン: バイオ)	10分	
7	・練り梅8g, みりん32g, 水20gを合わせる。 ・出来上がったソース36gにとろみ剤(ネオハイトロミールⅢ: 0.6g)を入れる。	15分	
8	・器に55gを盛り, 7のソース18gをかける。		

図 7-14 ささ身の梅ソースがけ 凍結含浸法作業指示書

牛もも焼肉（2人分）

1.材料および分量(2人分)

牛肉(オーストラリア産ももブロック):150g MeTORON:2.3g(材料の1.5%)	たまねぎ:25g(材料の16.7%) にんにく:0.5g(材料の0.3%) 醤油:12g(材料の8%) 酒:12g(材料の8%) みりん:12g(材料の8%) 砂糖:5g(材料の3.3%) とろみ剤0.4g(出来上がり量(たれ)の1.3%)
--	--



2.所要時間:1日と7時間(31時間)

3.1食分栄養価(できあがり50g当たり)

エネルギー:144kcal たんぱく質:34.7g 脂質:4.1g 炭水化物:6.7g 食物繊維:0.1g 塩分:1.1g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	材料150g準備 ・食品:牛肉(ももブロック) <切り方> 1cmの薄切り	15分	
2	・熱したフライパンで牛肉の両面を中火で焼く。 中心温度75℃1分以上を確認する。		
3	・庫内設定温度-20℃で、牛肉の芯温が-3℃になるまで冷凍する。(プラスチック)	25分	
4	・調味料MeTORON2.3g(材料の1.5%)に水75gを合わせる。 ・焼いた肉を調味料に1分間漬ける。 ・調味料と一緒に真空度95%, 真空時間90秒で真空包装する。	5分	・真空包装は材料が重なり合わないようにし、崩れを防止する。 
5	・30時間冷蔵する。	30時間	
6	・90℃10分間加熱する。 (スチームコンベクションオープン:バイオ)	10分	
7	・玉ねぎ、にんにくをすりおろし、あめ色になるまで炒める。 醤油 12g, 酒 12g, みりん 12g, 砂糖 5gを合わせる。 ・出来上がったたれ30gにとろみ剤(ネオハイトロミールⅢ:0.4g)を入れる。	15分	
8	・器に50gを盛り、7のたれ15gをかける。		

図 7-15 牛もも焼肉 凍結含浸法作業指示書

エビチリソース煮（2人分）

1.材料および分量(2人分)

冷凍むきえび(3Lサイズ):180g MeTORON:2.7g(材料の1.5%)	おろしにんにく:1.5g(材料の1.1%) おろししょうが:1.5g(材料の1.1%) サラダ油:2g(材料の1.7%) 豆板醤:2g(材料の3.3%) 顆粒鶏がらスープ:2g(材料の1.7%) トマトケチャップ:5g(材料の0.02%) とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ)0.5g(出来上がり量(たれ)の2.4%)
酒:10g(材料の6%) 片栗粉:10g(材料の6%) 塩:0.1g こしょう:0.05g	



2.所要時間:1日と2時間(24時間)

3.1食分栄養価(できあがり45g当たり)

エネルギー:39kcal たんぱく質:7.9g 脂質:0.7g 炭水化物:1.6g 食物繊維:0g 塩分:0.4g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	冷凍むきえび180gを冷蔵庫で解凍する。 酒に浸けて臭みを取る。 水気を取り、片栗粉をまぶす。		
2	・フライパンでむきえびを炒め、中心温度75℃1分を確認する。 塩・こしょうで味を調える。	15分	テフロン加工のフライパンを使用する。
3	・庫内設定温度-20℃で、むきえびの芯温が-3℃になるまでプラスチックで凍結する。	25分	
4	・MeTORON3.6g(材料の2%)に水23gを合わせ、真空包装専用フィルムに入れる。 焼いたむきえびを調味料に1分間漬ける。 真空度95%、真空時間270秒で真空包装する。	5分	・真空包装は材料が重なり合わないようにし、崩れを防止する。
5	・24時間冷蔵(3℃)する。	24時間	
6	・90℃20分間加熱する。 (スチームコンベクションオーブン:パイオ)	20分	スチームコンベクションオーブンはパイオを使用する。
7	・フライパンにサラダ油、にんにく、しょうが、豆板醤を入れてから火を付け、弱火で香りが出るまで炒める。水、鶏がらスープ、ケチャップを加え煮立たせる。		
8	・つけ汁20gにとろみ剤(ネオハイトロミールⅢ:0.5g)入れる。		
9	器に35gを盛り、8のたれを10gかける。		

図 7-16 エビのチリソース煮 凍結含浸法作業指示書

ホタテ貝柱のバター焼き（2人分）

1.材料および分量(2人分)

冷凍ホタテ貝柱: 150g(5個) MeTORON: 2.5g(材料の1.5%)	有塩バター: 10g(材料の6.7%) 醤油: 0.7g(材料の1.3%) 酒: 6g(材料の4%) とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ): 0.3g(出来上がり量(たれ)の2.4%)
---	--



2.所要時間: 1日と8時間(30時間)

3.1食分栄養価(できあがり60g当たり)

エネルギー: 101kcal たんぱく質: 13.5g 脂質: 2.8g 炭水化物: 3.8g 食物繊維: 0g 塩分: 0.3g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	冷凍ホタテの貝柱を150g準備する。 ホタテを冷蔵庫で解凍する。 ホタテが解凍したら水気を切って、酒を振りかける。		酒に浸けることで臭みを取る。
2	・フライパンにバターを入れて、溶かす。 バターが溶けたらホタテを入れて強火で両面に焼き色をつける。 酒を入れて弱火にし、ふたをして1分程度蒸し焼きにする。 蒸し焼きにしたら、中心温度85℃1分を確認する。	10分	
3	・庫内設定温度-20℃で、ホタテの芯温が-3℃になるまで冷凍する。(プラスチック)	25分	
4	・醤油0.7g, MeTORON2.3g(材料の1.5%)に水30g(材料の20%)を 合わせ、真空包装専用フィルムに入れる。 焼いたホタテを調味料に1分間漬ける。 真空度95%, 真空時間180秒で真空包装する。	5分	真空包装は材料が重なり合わないようにし、崩れを防止する。真空包装器0番(真空度95%, 真空時間90秒)を押す。
5	・24時間冷蔵(3℃)する。	30時間	
6	・90℃20分間加熱する。 (スチームコンベクションオープン: バイオ)	20分	スチームコンベクションオープンはバイオを使用する。
7	・つけ汁10gにとろみ剤(ネオハイトロミールⅢ: 0.3g)を入れる。		
8	・器に60gを盛り、7のたれを5gかける。		

図 7-17 ホタテの貝柱のバター焼き 凍結含浸法作業指示書

ホタテ貝柱のクリームソース煮 (3人分)

1.材料および分量(2人分)

ホタテ貝柱:6個	<クリームソース>
ほうれん草:150g	バター:5g
MeTORON:3.5g(材料の2.0%)	小麦粉:5g
VgTORON:3.5g(材料の2.0%)	牛乳:100g
	塩:0.2g
	こしょう:0.06g



2.所要時間:1日と2時間(24時間)

3.1食分栄養価(できあがり60g当たり)

エネルギー:106kcal たんぱく質:12.0g 脂質:3.1g 炭水化物:7.9g 食物繊維:2.2g 塩分:0.3g

4.調理手順

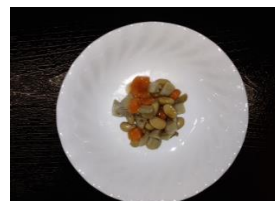
手順	調理工程	所要時間	留意点
1	ホタテ貝柱を冷蔵庫で解凍する。 水気を切り、酒につけておく。		
2	・ほうれん草はゆでて冷水にさらし、水気をきって5cmに切る。 ・フライパンに油をひき、ホタテを炒める。 中心温度85℃1分以上を確認する。	10分	
3	・庫内設定温度-20℃で、ホタテの芯温が-3℃になるまで冷凍する。(プラストチラー)	25分	プラストチラー
4	・ほうれん草、ホタテを真空包装専用のフィルムに入れ、VgTORON:3.5g(材料の2.0%)MeTORON:3.5g(材料の2.0%)を加え、合計3.5g(材料の20%)になるように水で調節する。 ・焼いた肉を調味料に1分間漬ける。 ・調味料と一緒に真空度95%、真空時間90秒で真空包装する。	5分	・真空包装は材料が重なり合わないようにし、崩れを防止する。
5	・24時間冷蔵(3℃)する。	24時間	
6	・90℃20分間加熱する。 (スチームコンベクションオープン:バイオ)	20分	
7	・フライパンにバターと小麦粉を入れて弱火にかけ、粉っぽさがなくなるまで炒める。 牛乳を加えよくかき混ぜる。煮汁を加え中火で煮込み、塩、こしょう、で味を整える。	10分	
8	・器に60gを盛り、7のソースを10gかける。		とろみ剤は使用しない。 

図 7-18 ホタテ貝柱のクリームソース煮 凍結含浸法作業指示書

五目煮（2人分）

1.材料および分量(2人分)

大豆(水煮)	100g	醤油	7.7g(材料の4%)
冷凍レンコン	60g	砂糖	6.2g(材料の3.2%)
にんじん	30g	VgTORON	3.8g(材料の2%)
ごぼう	30g	とろみ剤(ネオホワイトロミールⅢ)	0.7g(煮汁の2.4%)



2.所要時間:1日と2時間(24時間)

3.1食分栄養価(できあがり30g当たり)

エネルギー:41kcal たんぱく質:4.4g 脂質:1.1g 炭水化物:5.3g 食物繊維:1.8g 塩分:0.3g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	大豆, 冷凍レンコン, にんじん, ごぼうを準備する。 <切り方> レンコン, にんじんは1cm角のさいの目に切る。 ごぼうは, 小さめの乱切りにする。	20分	
2	・大豆, 冷凍レンコン, にんじん, ごぼうを茹でる。 レンコンの中心温度75℃1分を確認後, 10分間茹でる。		
3	・庫内設定温度-20℃で, 芯温が-20℃になるまでプラスチックで冷凍する。	60分	プラスチック
4	・調味料を計量する。 醤油7.7g(材料の4%), 砂糖6.2g(材料の3.2%)を真空包装フィルムに入れ, 合計で39g(材料の20%)になるように水で調節する。 VgTORON3.8g(材料の2%)を加える。 調味料と一緒に真空度90%, 真空時間30秒で真空包装する	20分	真空包装専用フィルム 真空包装機
5	・40℃10分で解凍する。		スチームコンベクションオープン バイオを使用する。
6	・一度フィルムを開封して, 真空度95%, 真空時間180秒で真空包装する。		真空包装専用フィルム 真空包装機
7	・24時間冷蔵(3℃)する。		スチームコンベクションオープン
8	・90℃20分間加熱する。		
9	煮汁30gにとろみ剤(ネオホワイトロミールⅢ)0.7gを入れる。		
10	器に30gを盛り, 9の汁を5gかける。		

図 7-19 五目煮 凍結含浸法作業指示書

鶏肉と根菜の煮物（2人分）

1.材料および分量(2人分)

鶏ささみ: 100g	醤油	9.8g(材料の4%)
れんこん: 4切れ	砂糖	7.8g(材料の3.2%)
さといも: 4個	VgTORON	4.9g(材料の2%)
にんじん: 6切れ	とろみ剤(ネオホワイトロミールⅢ)	0.5g(煮汁の2.4%)
きぬさや: 4枚		
} 250g		



2.所要時間: 1日と2時間(24時間)

3.1食分栄養価(できあがり80g当たり)

エネルギー: 133kcal たんぱく質: 14.2g 脂質: 0.4g 炭水化物: 18.4g 食物繊維: 2.3g 塩分: 0.8g

4.調理手順


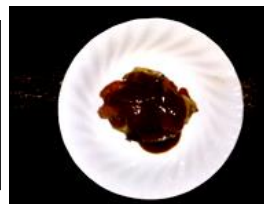
手順	調理工程	所要時間	留意点
1	鶏ささみ, れんこん, さといも, にんじんを用意する。 鶏ささみは一口大に切る。 れんこんSサイズ(冷凍): 1/2に切る } 合計で250g 里芋Sサイズ(冷凍) } にする。 にんじん: 0.5~1cmの乱切り	20分	ささみはむね肉でも代用可 
2	・ささみを茹で, 中心温度75℃1分を確認する。 れんこん, さといも, にんじん, きぬさやを茹で, さといもの中心温度75℃1分確認後, 5分間茹でる。		材料は水1Lで茹でる。
3	・庫内設定温度-20℃で, 芯温が-3℃になるまで冷凍する。 (プラストチャー)	60分	プラストチャー
4	調味料を計量する。 醤油9.8g(材料の4%) } 合計で50g 砂糖7.8g(材料の3.2%) } にする。 MeTORON3.6g(材料の1.5%) } VgTORON4.9g(材料の2%) } 冷凍した材料の20%になるように水で調節する。 調味料と一緒に真空度90%, 真空時間30秒で真空包装する。	10分	真空包装は材料が重なり合わないようにし, 崩れを防止する。
5	・40℃10分間解凍する。		スチームコンベクションオープンはバイオ
6	・一度フィルムを開封して, 真空度95%, 真空時間180秒で真空包装する。		フィルムの水気はふき取る。
7	・24時間冷蔵(3℃)する。	24時間	スチームコンベクションオープンはバイオ
8	・90℃20分間加熱する。	20分	
9	煮汁20gにとろみ剤(ネオホワイトロミールⅢ)0.5gを入れる。		
10	器に2切れずつ盛り, 9のたれを10gかける。		

図 7-20 鶏肉と根菜の煮物 凍結含浸法作業指示書

カレールウ（2人分）

1.材料および分量(2人分)

牛肉もも肉 100g	油 2g	<ルウ>
たまねぎ 100g	VgTORON 4.7g(材料の1%)	バター 20g(材料の4.2%)
にんじん 120g	MgTORON 6.3g(材料の1.3%)	小麦粉 16g(材料の3.3%)
じゃがいも 150g	水 63g(材料の13%)	カレー粉 0.3g(材料の0.1%)
		醤油 6g(材料の1.3%)
		ケチャップ 5g(材料の1%)



2.所要時間:1日と2時間(24時間)

3.1食分栄養価(できあがり100g当たり)

エネルギー:186kcal たんぱく質:10.0g 脂質:6.5g 炭水化物:21.6g 食物繊維:2.4g 塩分:1.2g

4.調理手順




手順	調理工程	所要時間	留意点
1	牛肉もも肉100g, たまねぎ100g, にんじん120g, じゃがいも150gを準備する。 <切り方> 牛肉もも肉:一口大に切る たまねぎ:すりおろす 人参:2.5~3cm程度の乱切り じゃがいも: 2.5~3cm程度の乱切り(1/8等分)	25分	
2	・フライパンに油を熱し, すりおろしたたまねぎ, 切ったにんじんとじゃがいもを炒め, 牛肉もも肉を炒める。 にんじんの中心温度75℃1分以上を確認し, 塩・こしょうで味付けし, 炒める。		テフロン加工のフライパン
3	・庫内設定温度-20℃で, 人参の芯温が-20℃になるまで冷凍する。(プラストチャー)	25分	プラストチャー
4	・冷凍したものを真空包装専用フィルムに入れ, 水70gを入れる。VgTORON4.7g(材料の1%)とMgTORON6.3g(材料の1.3%)を加える。真空度95%, 真空時間30秒で真空包装をする。	5分	・真空包装は材料が重なり合わないようにし, 崩れを防止する。
5	・40℃10分間解凍する。	10分	
6	・真空度95%, 真空時間90秒で真空包装する。		
7	・24時間冷蔵(3℃)する。	24時間	フィルムの水気はふき取る。
8	・90℃20分間加熱する。	20分	
9	カレールウを作る。なべに火をかけ, バターを入れて溶かす。小麦粉を入れてダマにならないように, サラサラになるまで炒める。少し火を強くしてすぐ弱め, ブラウンウにする。きつね色になったらカレー粉を加えて炒める。		
10	カレールウに煮汁を加えてのばす。		
11	器に100g(具は75g, ルウ25g)を盛る。		とろみ剤は使用しない。

図 7-21 カレールウ 凍結含浸法作業指示書

八宝菜 (2人分)

1.材料および分量(2人分)

冷凍むきえび:9尾 冷凍いか:9切れ にんじん:25g たけのこ:9切れ しいたけ:4枚 チンゲン菜:30g	全部で 250g	酒:15g(えび・いかの17%) おろししょうが:5g(えび・いかの5%) 片栗粉:12g(えび・いかの14%) ごま油:4g(材料の1.1%) 塩・こしょう:0.1g(材料の0.02%) 顆粒とりがらスープ:0.3g(材料の0.1%) オイスターソース:3g(材料の1.4%) 醤油:3g(材料の1.4%)	VgTORON:4.7g(材料の2%) MgTORON:6.3g(材料の2%) とろみ剤(ネオハイトロミールⅢ) :0.6g(煮汁の2.4%)
---	-------------	---	--



2.所要時間:1日と2時間(24時間)

3.1食分栄養価(できあがり60g当たり)

エネルギー:87kcal たんぱく質:13.6g 脂質:1.5g 炭水化物:5.9g 食物繊維:1.1g 塩分:0.6g

4.調理手順

手順	調理工程	所要時間	留意点
1	人参、たけのこ、しいたけ、チンゲン菜を準備する。 <切り方> たけのこ・にんじん:5mm短冊切り しいたけ:1cmの削ぎ切り(ひだの部分に隠し包丁を入れる) チンゲン菜:3cm幅のざく切り	25分	厚さを均等にする。しいたけは隠し包丁を入れる
2	たけのこを茹でこぼす(3回) えびといかを茹で、中心温度75℃1分以上を確認する。 フライパンにごま油を熱し、にんじん、しいたけ、チンゲン菜を炒める。塩・こしょうで味付けをする。 中心温度75℃1分を確認する。		テフロン加工のフライパン
3	庫内設定温度-20℃で、えびの芯温が-20℃なるまで冷凍する。	25分	プラストチャー
4	顆粒とりがらスープ0.3g(材料の0.1%)、オイスターソース3g(材料の1.4%)、醤油3g(材料の1.4%)を真空包装フィルムに入れ、合計75gになるように水で調整する。VgTORON4.7g(材料の2%) MgTORON6.3g(材料の2%)を加える。 真空度95%、真空時間30秒で真空包装する。	5分	真空包装は材料が重なり合わないようにし、崩れを阻止する。
5	40℃10分間解凍する。	10分	
6	再び袋を開けて、真空度95%、真空時間90秒で真空包装する。		フィルムの水気はふき取る。
7	24時間冷蔵(3℃)する。	24時間	
8	90℃20分間加熱する。	20分	
9	つけ汁30gにとろみ剤(ネオハイトロミールⅢ:0.4g)を入れる。		
10	器に50gを盛り、9のたれを10gかける。		



図 7-22 八宝菜 凍結含浸法作業指示書

2-3-3 考察

本研究では福祉施設で提供している給食の実態調査を基に調理上の諸要素と調理施設での実用性および作業の標準化を考慮した作業指示書の作成を試みた。作業指示書は各メニューの具体的な調理作業指示のマニュアルであり、食材の切り方、取り扱い方などの下処理の方法、調味パーセント、調理法別の加熱温度・加熱時間、保管管理、盛りつけ、配食・配膳方法等の作業を記載するものである³²⁾。今回新たに開発・確立した作業指示書においても、同様の内容を記載するとともに、凍結含浸法の調理方法として特徴のある酵素による軟化処理時間、凍結温度、真空度、真空時間の詳細な記載を行った。また、調理や出来上がりの写真を掲載することで、調理従事者がより具体的な作業がイメージできるように工夫した。あわせて、温度の管理基準等については、大量調理衛生管理マニュアル³³⁾の規定事項を遵守することが必須である³²⁾。中心温度の確認を明記することで、より衛生管理に留意した作業指示書の作成を行った。笹田ら³⁴⁾は特別養護老人ホームにおける調理システム導入による調理工程では、料理ごとの冷却時間・再加熱条件の標準化の必要性を報告している。凍結含浸法におけるメニューの研究開発を進め、各料理の標準化が図られるよう、今後に向けても作業指示書の作成を積み重ねる必要がある。

また、軟化の状態については、試食を行いながら、凍結含浸用調味料の分量、真空度、真空時間、軟化処理時間の調整を行い、最終的に物性測定を行うことで消費者庁の定めるえん下困難者用食品¹⁹⁾としての適合性を確認した。物性測定の結果については次章で述べる。

第3章 消費者庁の定めるえん下困難者食品の許可基準に基づく物性測定

3-1 はじめに

本研究では、作成した作業指示書に基づき調理した料理の安全性を確認するため、消費者庁の定める特別用途食品基準（表2）¹⁹⁾を用いて、物性測定を行った。基準に示されている項目は、物性を変形させるのに要する力である「硬さ」、食品の表面と他の物体の表面とが付着している引力に打ち勝つのに必要な力である「付着性」、形態を構成する内部的結合に要する力である「凝集性」³⁵⁾となっている。調理した後の状態で、常温及び喫食の目安となる温度のいずれの条件であっても規格基準の範囲内であることが必要である。許可基準Ⅰはゼリー状の食品等で均質なものであり、許可基準Ⅱはゼリー状または、ムース状等の食品で許可基準Ⅰを満たすものを除いたものの基準である。許可基準Ⅲは許可基準ⅠまたはⅡを満たすものを除き、不均質なものも含む。例としては、まとまりのよいおかゆややわらかいペースト状またはゼリー寄せ等の食品が挙げられている。

さらに肉料理に関しては、常食、常食をミキサーにかけてすりつぶした料理（以下、「ミキサー食」という）、凍結含浸食の三種の硬さ、付着性、凝集性について比較検討を試みた。

表2 えん下困難者用食品の許可基準

規格	許可基準Ⅰ	許可基準Ⅱ	許可基準Ⅲ
硬さ [N/m ²]	$2.5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^4$	$1.0 \times 10^3 \sim 1.5 \times 10^4$	$3.0 \times 10^2 \sim 2.0 \times 10^4$
付着性 [J/m ³]	4.0×10^2 以下	1.0×10^3 以下	1.5×10^3 以下
凝集性	0.2~0.6	0.2~0.9	—
備考	均質なもの	均質なもの ただし、許可基準Ⅰを満たすものを除く	不均質なものも含む ただし、許可基準Ⅰ又はⅡを満たすものを除く

*圧縮速度は10 mm/secで2回圧縮測定する。試料温度は、冷たくして食する又は常温で食する。食品は $10 \pm 2^\circ\text{C}$ 及び $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、温かくして食する食品は $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 及び $45 \pm 2^\circ\text{C}$ で行う。

**常温及び喫食の目安となる温度のいずれの条件であっても規格基準の範囲内であること。

3-2 実験方法

2011年6月～2012年11月にかけて広島女学院大学の給食管理実習室において実施した。

物性測定は、クリープメータ（レオナーRE-3305，山電（東京））を用いて測定した。

測定は、消費者庁が示した「えん下困難者用食品」の試験方法¹⁹⁾を用いて、試料を直径40 mmの容器に高さ15 mmに充填し、直径20 mm、高さ8 mmの樹脂性のプランジャーを使用した。測定方法は、クリアランス5 mmで2回の圧縮測定とした。また、結果について消費者庁が示した特別用途食品の許可基準と比較検討を行うこととした。測定回数は同一料理の試料について、5試料以上とし、温度設定についてはスチームコンベクションオーブン、ブラストチラーを使用し、冷たくして食するまたは常温で食する食品は中心温度 $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ および $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、温かくして食する食品は中心温度 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ および $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$ とした。

肉料理については①加熱調理して味付けをした肉である「常食」、②①を20秒間スピードカッターにかけた「ミキサー食」、③凍結含浸法を用いて調理した「凍結含浸食」の3試料について比較した。試料間の有意差は一元配置分散分析を用いて分析した。統計学的有意差基準は危険率5%未満とし、有意差が認められた場合、Tukey法により多重比較検定を行った。

測定項目は全ての試料で硬さ、付着性、凝集性として、クリープメータ解析を用いて検証を行った。

3-3 結果

野菜料理の物性測定結果を表3に示す。硬さについては、試料温度が低温の方が高値を示す傾向があった。れんこんについては硬さが高値を示したが、れんこんを除いて許可基準Ⅲ以内となった。付着性は全ての料理で許可基準Ⅲ以内であった。他の料理に比べてかぼちゃの煮物の付着性が高かった。凝集性は全ての料理において、許可基準Ⅱの範囲であった。

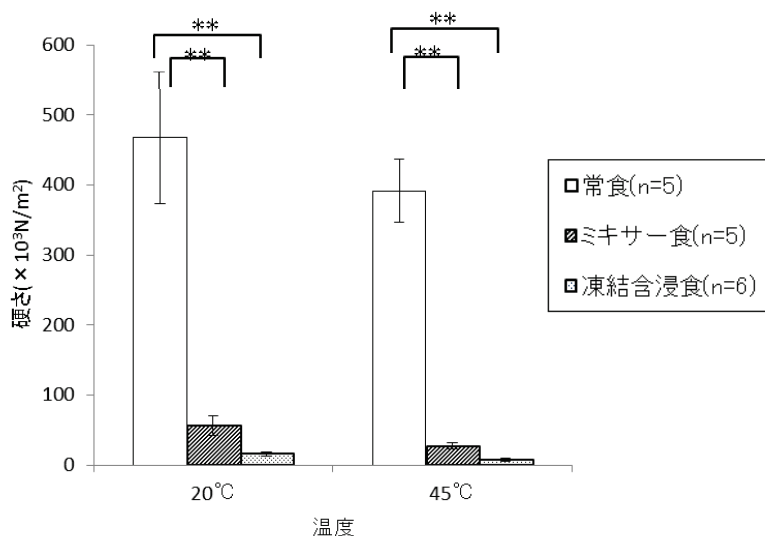
表3 野菜料理の物性測定結果

料理名	温度	n	硬さ [N/m ²]	付着性 [J/m ³]	凝集性	特別用途食品
			平均値 ±標準偏差	平均値 ±標準偏差	平均値 ±標準偏差	
野菜の煮物	れんこん	20℃	19479±6099	408±125	0.2±0.1	許可基準Ⅱ
		45℃	20290±4729	327±108	0.2±0.1	
	たけのこ	20℃	12105±11263	658±196	0.3±0.2	
		45℃	11816±6982	549±146	0.3±0.2	
	にんじん	20℃	3668±393	440±70	0.4±0.2	
		45℃	3325±539	410±70	0.4±0.2	
	さといも	20℃	5987±2424	838±277	0.5±0.2	
		45℃	4408±1315	599±157	0.5±0.2	
	ごぼう	20℃	9890±1393	517±99	0.2±0.2	
		45℃	8559±1569	417±125	0.3±0.1	
かぼちゃの煮物	20℃	7170±4700	1281±593	0.3±0.3	許可基準Ⅲ	
	45℃	4979±2394	1099±293	0.5±0.3		
もやしのナムル	10℃	5541±1449	493±100	0.3±0.2	許可基準Ⅱ	
	20℃	6668±2345	503±184	0.3±0.2		
アスパラガスの胡麻和え	10℃	3190±1016	509±80	0.6±0.1	許可基準Ⅱ	
	20℃	3072±1121	455±51	0.5±0.3		
白和え	10℃	1530±261	445±78	0.5±0.4	許可基準Ⅱ	
	20℃	1495±420	372±56	0.4±0.4		
紅白なます	10℃	5304±1331	750±122	0.5±0.2	許可基準Ⅱ	
	20℃	3818±508	614±124	0.3±0.3		
たくあん	10℃	2521±494	408±64	0.3±0.3	許可基準Ⅱ	
	20℃	3278±630	362±75	0.3±0.2		
野菜炒め	20℃	3587±923	381±143	0.3±0.2	許可基準Ⅰ	
	45℃	2903±429	320±66	0.3±0.2		
ゴーヤの炒め物	20℃	1049±299	246±62	0.6±0.3	許可基準Ⅱ	
	45℃	1093±418	214±62	0.5±0.3		
野菜の天ぷら	にんじん	20℃	6488±2728	432±146	0.2±0.3	許可基準Ⅱ
		45℃	5887±2404	627±33	0.5±0.3	
	れんこん	20℃	20875±9326	565±239	0.3±0.2	
		45℃	13589±9445	458±100	0.4±0.1	
	さつまいも	20℃	5170±1538	720±133	0.5±0.2	
		45℃	4455±983	676±189	0.5±0.2	
	かぼちゃ	20℃	6696±4562	640±265	0.5±0.1	
		45℃	5450±4252	611±280	0.4±0.2	
	大根	10℃	3008±400	291±51	0.2±0.2	
		20℃	2555±556	271±46	0.3±0.2	
味噌汁	20℃	474±38	110±25	0.9±0.1	許可基準Ⅲ	
	45℃	403±100	75±25	0.8±0.0		

肉料理の物性測定結果を表4に示す。なお、牛もも焼肉の常食、ミキサー食、凍結含浸食の比較は図8~10のとおりである。硬さについては、試料温度20℃、45℃いずれにおいても常食と比較してミキサー食および凍結含浸食は有意に低かった。一方、ミキサー食と凍結含浸食間では有意差が見られなかったものの、凍結含浸食がミキサー食より低い値であった。ミキサー食の付着性が、常食、凍結含浸食に比べて高値を示した。同じ試料温度での測定においてミキサー食と他の2試料間で有意差が見られた。特に、ささみの梅ソースかけの付着性が高値を示した。凝集性は全ての料理において、許可基準Ⅱの範囲であった。

表4 肉料理の物性測定結果

料理名		温度	n	硬さ [N/m ²]	付着性 [J/m ³]	凝集性	特別用途食品
				平均値 ±標準偏差	平均値 ±標準偏差	平均値 ±標準偏差	
豚肉しょうが焼き	常食	20℃	5	327020±79727	632±464	0.7±0.0	
		45℃	5	259900±132138	366±673	0.6±0.3	
	ミキサー食	20℃	5	38022±2706	10784±484	0.8±0.0	
		45℃	5	21288±2972	6048±953	0.9±0.2	
	凍結含浸食	20℃	5	10182±2952	1503±301	0.5±0.1	
		45℃	5	9647±6701	921±249	0.2±0.3	許可基準Ⅲ
ささみの梅ソースかけ	常食	20℃	5	256820±62797	573±455	0.6±0.0	
		45℃	5	205960±80894	534±493	0.5±0.1	
	ミキサー食	20℃	5	50756±3064	14533±3338	0.7±0.1	
		45℃	5	36024±6059	10735±1643	0.8±0.1	
	凍結含浸食	20℃	6	10801±1513	2156±452	0.6±0.1	
		45℃	6	6987±1025	1695±363	0.7±0.1	
牛もも焼肉	常食	20℃	5	467940±90305	294±434	0.6±0.0	
		45℃	5	391600±44878	254±329	0.7±0.0	
	ミキサー食	20℃	5	56442±13686	11734±1491	0.7±0.1	
		45℃	5	27346±4236	7264±1295	0.8±0.1	
	凍結含浸食	20℃	6	16327±2964	1735±375	0.4±0.1	
		45℃	6	7424±2254	1124±585	0.6±0.2	許可基準Ⅲ

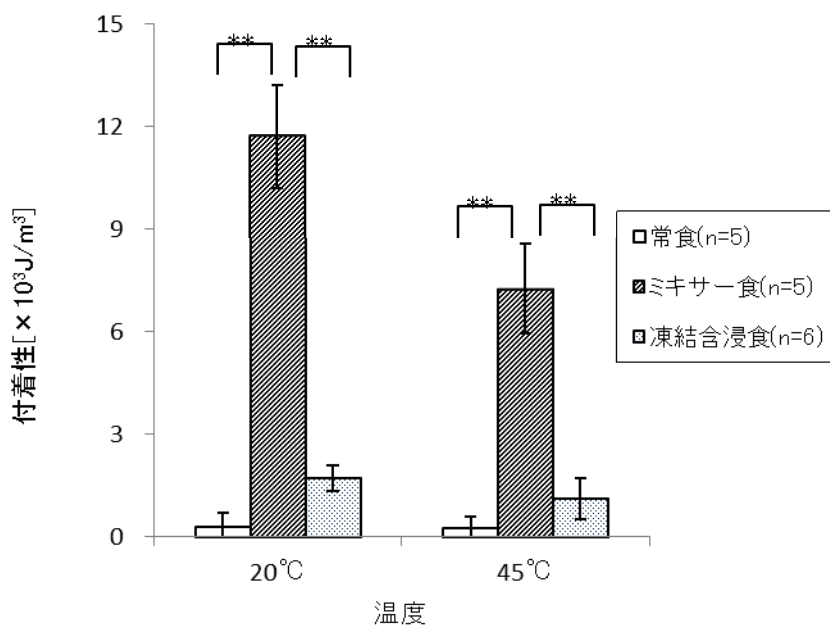


20°C：試料の中心温度が 20±2°Cの状態 で測定した

45°C：試料の中心温度が 45±2°Cの状態 で測定した

**：有意差あり ($p < 0.01$)

図8 牛もも焼肉 常食，ミキサー食，凍結含浸食の硬さの比較

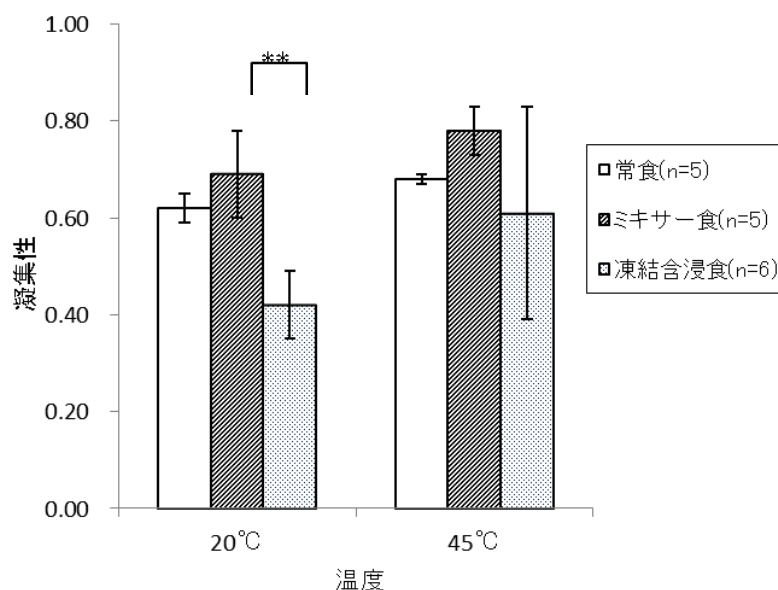


20°C：試料の中心温度が 20±2°Cの状態 で測定した

45°C：試料の中心温度が 45±2°Cの状態 で測定した

**：有意差あり ($p < 0.01$)

図9 牛もも焼肉 常食，ミキサー食，凍結含浸食の付着性の比較



20°C：試料の中心温度が 20±2°C の状態で測定した

45°C：試料の中心温度が 45±2°C の状態で測定した

**：有意差あり ($p < 0.01$)

図10 牛もも焼肉 常食, ミキサー食, 凍結含浸食の凝集性の比較

魚介料理の物性測定結果を表5に示す。硬さについては、試料温度が低温の方が高値を示した。すべての料理が許可基準Ⅲ以内となった。

表5 魚介料理の物性測定結果

料理名	温度	n	硬さ [N/m ²]	付着性 [J/m ³]	凝集性	特別用途食品
			平均値 ±標準偏差	平均値 ±標準偏差	平均値 ±標準偏差	
エビのチリソース煮	20°C	6	10608±3878	669±649	0.4±0.0	許可基準Ⅱ
	45°C	6	5858±2483	300±176	0.4±0.0	
ホタテ貝柱のバター焼き	20°C	6	17808±7518	505±268	0.3±0.2	許可基準Ⅲ
	45°C	6	10754±3866	291±278	0.4±0.0	
ホタテ貝柱のクリーム煮	20°C	5	17443±4398	498±452	0.4±0.0	許可基準Ⅱ
	45°C	5	6599±1689	356±247	0.3±0.2	

肉または魚介及び野菜混合料理の物性測定結果を表6に示す。硬さについては、試料温度が低温の方が高値を示した。五目豆を除き、許可基準Ⅲ以内となった。

表6 肉または魚介及び野菜混合料理の物性測定結果

料理名	温度	n	硬さ [N/m ²]	付着性 [J/m ³]	凝集性	特別用途食品
			平均値 ±標準偏差	平均値 ±標準偏差	平均値 ±標準偏差	
五目豆	20℃	6	22288±9644	278±153	0.2±0.2	
	45℃	6	20035±4086	346±134	0.3±0.2	
鶏肉と根菜の煮物	20℃	6	10062±3110	765±289	0.3±0.2	許可基準Ⅱ
	45℃	6	6524±3301	379±241	0.3±0.2	
カレールウ	20℃	6	12871±5867	960±481	0.4±0.2	許可基準Ⅲ
	45℃	6	18396±12830	769±288	0.4±0.0	
八宝菜	20℃	5	11306±2752	307±200	0.3±0.2	許可基準Ⅲ
	45℃	5	17350±9055	257±169	0.3±0.2	

3-4 考察

野菜料理で付着性が高値を示した食材として、かぼちゃが挙げられる。かぼちゃは野菜であるが、主成分はでん粉で、比較的粒子が大きく、その糊の粘度は高い³⁶⁾ため、付着性が高くなったと推察される。また、本実験を通して、調理方法の違いが、付着性に関するのではないかと考えた。例えば、かぼちゃの煮物と天ぷらを比較すると20℃の付着性の平均値が、かぼちゃの煮物では1281 J/m³、かぼちゃの天ぷらでは640 J/m³となった。45℃においても、天ぷらの方が付着性が低値を示している。そのため、調理方法が異なることによって試料間の差が生じたことがわかる。天ぷらにすることで食材の表面を衣で覆うため、かぼちゃ本来の付着性が抑えられたのではないかと考える。さらには、和え衣のとろみを増加させることで、付着性を低下させることができる。他に、付着性が高い食材については、さといもおよびさつまいもなどが挙げられるが、同様に、食材の周りに衣をつけたり、とろみ剤を増やしたりすることで、付着性を低下することが可能であると推察される。また、れんこんを用いた料理の硬さが一部では許可基準に該当していたにもかかわらず平均では該当しなかった。これは試料の硬さにばらつきがあったと推察されるため、さらに標準的な軟化が図られるよう、切碎方法や加熱時間を改善する必要がある。

肉料理については付着性が高値を示した。20℃と45℃を比較すると、45℃では許可基準内に該当したため、高温で提供することで提供が可能と推察される。さらに、肉類の中でも牛肉や豚肉に比べ、鶏肉の付着性が高値を示したため、食材それぞれに含まれる繊維や脂によっても、付着性に影響があると考えられる。

また、肉料理の開発を行うにあたり、常食およびミキサー食との物性の比較を行ったところ、ミキサー食よりも凍結含浸食の方が硬さ、付着性および凝集性すべてにおいて低値を示した。このことより、現在高齢者施設等で提供されているきざみ食、ミキサー食に比べて凍結含浸食は、外観だけでなく物性面においてもえん下困難者にとって適した調理方法であるといえる。

また、カレールウとホタテ貝柱のバター焼きについては付着性が高値を示した。カレールウには材料の加熱時およびカレールウの調理時に油を使用し、ホタテ貝柱のバター焼きは、カレールウと同様にバターを使用していた。水よりも油の方が、粘度が高いため油を使用した料理では付着性が高値を示したと考えられる。

ほとんどの料理で20℃に比べて45℃の方が硬さは低値を示した。一般に動物の脂肪は融点が高く、動物油脂の融点は30～50℃にある³⁷⁾。このため、45℃では食材内の脂肪が溶解していたが、20℃では溶解せず固まったため、45℃の方が低値を示したと推察される。また、五目煮、ホタテ貝柱のバター焼き、カレールウ、八宝菜やホタテ貝柱のクリーム煮については試料の硬さにばらつきがみられた。この原因としては、次の2つのことが考えられる。一つは、物性測定に用いるシャーレの入れ方によるものである。シャーレに料理を詰めて測定を行う際、今回の凍結含浸食の物性測定では、食事をする場面を想定して、とろみ剤を加えた煮汁を含め一口大の食材の形状を保持した状態で入れたものを充填し測定した。そのため、刻み食やペースト食を入れた際よりも、試料ごとにシャーレ内の食材の占める割合に差が生じたと考えられる。もう一つは、食材そのものの大きさの違いによるものである。ホタテ貝柱などでは、食材一つずつの大きさが異なり、そのため、試料によればばらつきがあったと考えられる。

開発した21品目の料理は、野菜料理についてはれんこんの軟化の改善を行い、肉料理については肉のみを食材とした料理では付着性に課題があるため肉・野菜混合食とすることで、えん下困難者用の食事として提供が可能であることが示唆された。

第4章 凍結含浸食の保存性と嗜好性

4-1 はじめに

本研究では、凍結含浸食の調理後の保存による嗜好性および物性の変化を確認するため、酵素失活後冷蔵で5日間、3日間保存したものと調理後すぐに提供した凍結含浸食を比較検討することとした。さらに、開発した凍結含浸食の作業指示書を用いた調理品について、高齢者を対象に嗜好性の検討を行うために、凍結含浸食と市販の介護用食品及びミキサー食を比べ調査を行うこととした。

4-2 凍結含浸調理の保存性

4-2-1 方法

嗜好性調査および物性測定は2012年9月25日、10月3日に広島女学院大学において実施した。調理品には、野菜料理はかぼちゃの煮物、肉料理は豚肉のしょうが焼きを用いることとした。調理工程は先行研究で作業の標準化を図ることができている作業工程表を用いて行った。凍結含浸食の調理過程である酵素失活を行った後冷蔵で5日間、3日間保存したものと調理後すぐに提供したもの3種類を試料とした。試料はかぼちゃ(国産)、豚肉(国産)を用いた。紙皿に試料A(3日前)、試料B(当日)、試料C(5日前)をのせて提供することとした。かぼちゃは各試料2×2×厚さ2cm程度、豚肉は1×3×厚さ1cm程度とした。

嗜好性調査の対象者は、同意の得られた広島女学院大学生生活科学部管理栄養学科の女子学生38名(かぼちゃの煮物)、33名(豚肉のしょうが焼き)とした。調査方法はカテゴリ一尺度法を用いて自己記入方式で実施した。調査項目の内容は、対象者の年齢、見た目、香り、硬さ、酸味、苦味、飲み込みやすさ、おいしさ、高齢者の食事への適応性についてとした(図11)。アンケートの集計および分析については χ^2 検定を用いた。統計学的有意差基準は危険率5%未満とした。なお、あらかじめ調査者に調査開始前に高齢者に提供することを想定するよう指示した。

1. 年齢を教えてください。 _____ 歳

2. 以下の質問に当てはまるものに○をしてください。

Aについてお答えください。

	思 う	と と も 思 う	思 う	あ ま り 思 わ な い	思 わ な い
①見た目は美しいですか。	-----	-----	-----	-----	-----
②香りは良いですか。	-----	-----	-----	-----	-----
③舌でつぶせる硬さですか。	-----	-----	-----	-----	-----
④酸味を感じますか。	-----	-----	-----	-----	-----
⑤苦味を感じますか。	-----	-----	-----	-----	-----
⑥飲み込みやすいですか。	-----	-----	-----	-----	-----
⑦味はおいしいですか。	-----	-----	-----	-----	-----
⑧高齢者の食事に 適していると思いますか。	-----	-----	-----	-----	-----

図 11 嗜好性調査アンケート用紙

嗜好性調査を行った同試料を用いて物性測定を実施した。測定にあたっては、クリープメータ（レオナーRE-305, 山電（東京））を用いて測定した。測定は、消費者庁が示した「えん下困難者用食品」の試験方法を準じて、試料を直径 3 mm, 高さ 20 mm の樹脂性のプランジャーを使用した。試料の温度設定は室温とした。測定方法は、クリアランス 5 mm で 2 回の圧縮測定とした。また、結果について消費者庁が定めた特別用途食品の許可基準と比較検討を行うこととした。物性測定結果は、一元配置分散分析を用いて分析した。なお、統計学的有意差基準は危険率 5%未満とした。

4-2-2 結果

かぼちゃの煮物の対象者属性は、女子大生 38 名（平均年齢 21.1±1.2 歳）であった。おいしさ、硬さ、香り、苦み、飲み込みやすさについては、保存日数間の有意差はみられなかった。酸味については、「あまり思わない」「思わない」と答えた者が当日の試料では約 6 割、3 日前の試料では約 7 割であった。しかし、5 日前では約 7 割が有意に酸味を感じていた（図 12）。

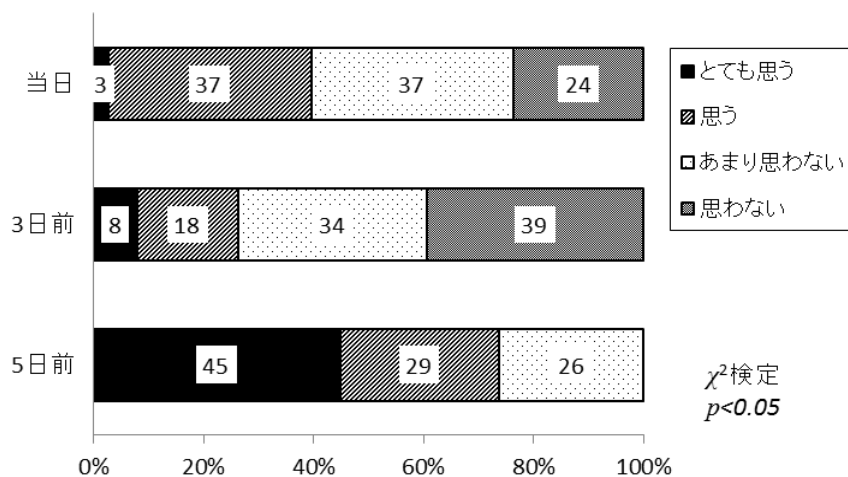


図 12 酸味の有無(かぼちゃ)

また、豚肉のしょうが焼きの対象者属性は女子大生 33 名（平均年齢 21.8±0.9 歳）であった。おいしさ（図 13）、見た目、香り、酸味、苦みについては、保存日数間の有意差はみられなかった。飲み込みやすさ、硬さで有意に当日と 5 日目の評価が高かった。

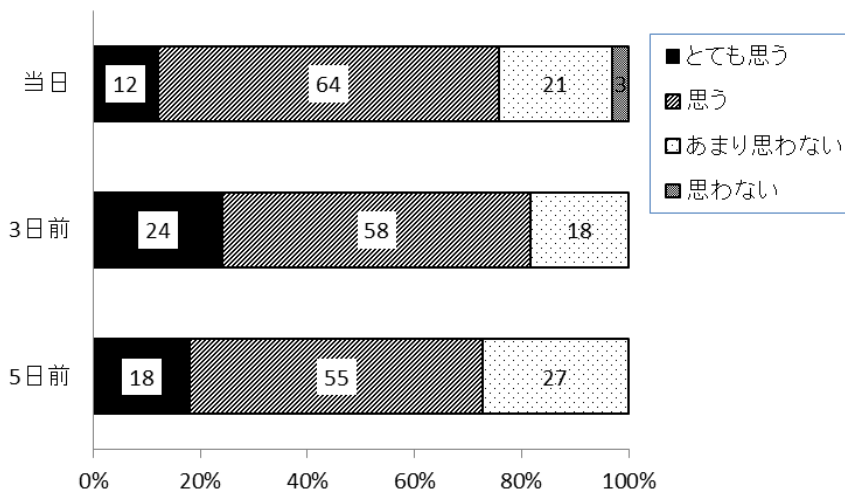


図 13 おいしさ (しょうが焼き)

物性測定結果は 3 試料の平均値±標準偏差とした。かぼちゃの煮物は、当日の硬さ 146 ±18 N/m²、3 日前日の硬さ 219±3 N/m²、5 日前の硬さ 198±173 N/m² であり、日数間の有意な差はみられなかった。豚肉のしょうが焼きは当日の硬さ 12674±10249 N/m²、3 日前日の硬さ 7252±2213 N/m²、5 日前の硬さ 7304±1710 N/m² であり、日数間の有意な差はみられなかった。

4-2-3 考察

本調査は、高齢者に提供することを想定し、広島女学院大学の女子学生を対象に、かぼちゃの煮物と豚肉のしょうが焼きについて酵素失活後冷蔵で 5 日間または 3 日間保存したものと調理後すぐの凍結含浸食を比べ評価させることで凍結含浸食の保存性とそれに伴う嗜好性の検討を行った。倉田ら³⁸⁾の研究によると、若い学生と高齢者の官能検査結果を比較するとほぼ同じ答えであることが報告されている。このことから、高齢者を対象として嗜好性調査を行った場合にも同様の結果が得られると考えられる。

かぼちゃの煮物については見た目、酸味、高齢者の食事への適応性の項目に関して有意差がみられた。見た目に関しては、3 日前の試料を美しいとあまり思わない人が多く、5 日前の試料では美しいと思う人が多かった。これはかぼちゃに個体差が生じたため、被験者によっては見た目が悪いと回答したと推測される。酸味に関しては、5 日前の試料で酸味を感じた人が多かった。そこで、調味液の pH (pH/COND METER D-54 (株)HORIBA) を測

定したところ、3日ともにpH 5.1であった。今野ら³⁹⁾のさといもの真空調理に関する研究によると時間の経過とともに調味液がさといものに浸透したと報告されている。また、おいしさについての項目では、影響がみられていないこと、広島女学院大学村上研究室の衛生検査結果が良好であることから、5日前の試料では当日と3日前と比較して酸性の調味液が浸透し、酸味を感じたと考えられる。高齢者の食事への適応性については、当日と5日前の試料では約8割が適していると回答していた。しかし、3日前に関しては、他と比べて適していると思う人が少なかった。これは、料理を判断する基準として人は外観や香りなど、口に入れる前に判断できる要素に重点を置く⁴⁰⁾ため、見た目でも3日前の試料を美しいとあまり思わない人が多かったためではないかと推察される。その他の項目については、有意差がみられなかったため、5日前までは嗜好性に差が無く、当日に調理したものと同様に提供することが可能である。

豚肉のしょうが焼きについてのアンケートでは、硬さ、飲み込みやすさ、高齢者の食事への適応性の項目に関して有意差がみられた。しかし、物性測定結果を、一元配置分散分析を用いて分析した結果、有意差はみられなかった。また、物性は特別用途食品許可基準Ⅲまでには該当する硬さと予想される。このことから、凍結含浸調理に対する意識に個人差が生じたのではないかと推察される。飲み込みやすさに関しては、硬いと感じた人が多かったため、飲み込みにくかったのではないかと考える。また、試料を室温で提供したため、物性測定でも述べたように温度による物性の変化がみられたためと考えられる。さらに、高齢者の食事への適応性に関しては、硬さおよび飲み込みにくさが高齢者にとって適さないと感じた人が多かったため、有意差がみられたのではないかと考えられる。

4-3 高齢者を対象とした嗜好性調査

4-3-1 調査方法

2010年9月にJ特別養護老人施設において実施した。J特別養護老人施設の入居者については、男性35人、女性99人、計134人の施設である。平均年齢は78.7歳であり、男性78.7歳、女性86.2歳、最少年齢65歳、最高年齢101歳である。入居者の介護度⁴¹⁾は支援・自立29人、要介護Ⅰ6人、要介護Ⅱ14人、要介護Ⅲ23人、要介護Ⅳ31人、要介護Ⅴ31人である。認知症高齢者の日常生活自立度判定基準⁴²⁾はランクⅠ34人、ランクⅡ22人、ランクⅡa8人、ランクⅡb18人、ランクⅢa15人、ランクⅣ28人、ランクⅤ9人

である。

調査対象者は、普通食、きざみ食、ミキサー食の給食提供者とし、野菜の煮物は33人、野菜の天ぷらは31人を対象とし、聞き取り法による調査を行った。

アンケートの回答者は、要介護度と認知症高齢者の日常生活自立度判定制度を確認し、施設の職員が、回答が可能と判断された者とした。また、本人のみの回答が困難な場合は、日頃対象者を担当している施設の職員に補助を依頼する、または、直接職員に回答させた。

調査内容はVgTORONを用いた野菜の煮物（ごぼう・れんこん・たけのこ・さといも・にんじん）と、比較として煮物と同様の食材が使用されている市販の介護用食品（里芋の煮物：筍おかか煮：筑前煮＝2：2：1の割合で混ぜ合わせたもの）40g、また、VgTORONを用いた野菜の天ぷら（れんこん、にんじん、かぼちゃ、さつまいも、大根）と、これらを20秒間スピードカッター（National（門真市）、型式MK-K3）にかけたもの75gを2点嗜好試験法により実施した(図14)。

調査項目の内容は次の通りとした。対象者の属性、義歯の有無、ユニバーサルデザインフードにおける噛む力・飲み込む力の現状、食事の形態、とろみ剤の使用の有無、および提供品の見た目、味、やわらかさ、飲み込みやすさ、食べやすさ、総合評価、完食度、食べることが難しかった食品についてとした（図15-1～3）。

また、アンケートの集計および分析については χ^2 検定を用いた。統計学的有意差基準は危険率5%未満とした。



「635」：ミキサー食
「810」：凍結含浸食

図14 野菜の天ぷら嗜好性調査に提供した料理写真

アンケート

食事の満足度をより高められるよう、食品をやわらかくする研究を行っております。嗜好を調査し、今後の検討資料にさせていただきたいと考えておりますので、お手数ですが以下のアンケートにご協力お願いいたします。

以下のそれぞれの質問に該当するものに、○をつけてください。

1. 氏名 _____

2. 性別 1) 男性 2) 女性

3. 年齢 () 歳

4. 義歯をつけておられますか。

1) はい 2) いいえ

5. 食べられているお食事の形態を、下表を参考にして選び、○をしてください。

(区分1・区分2・区分3・区分4)

区分	区分1	区分2	区分3	区分4
	容易にかめる	おなじくらい	舌でつぶせる	かまなくてよい
かむ力の 目安	硬いものや 大きいものは やや食べづらい	硬いものや 大きいものは 食べづらい	細かくまたは やわらかければ 食べられる	固形物は小さくて も食べづらい
飲み込む力 の目安	普通に飲み込める	ものによっては 飲み込みづらい ことがある	水やお茶が 飲み込みづらい ことがある	水やお茶が 飲み込みづらい

6. 今のお食事の形態を教えてください。

1) 普通食 2) きざみ食 3) ミキサー食 4) その他 ()

7. ご飯の形態を教えてください。

1) 並食 2) 軟食 3) 3分がゆ 4) 5分がゆ 5) 7分がゆ

6) 全粥 7) その他

8. とろみ剤を使用されていますか。

1) はい 2) いいえ

図 15-1 嗜好性調査用紙

9. 煮物についてお聞きします。

①810と635を食べて、以下のそれぞれの質問に該当するものに○をつけてください。

1. 回答者はどなたですか。 (ご本人・ご家族・施設の職員・その他_____)

2. 形がよいのはどちらですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)

3. 色がよいのはどちらですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)

4. おいしいのはどちらですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)

5. やわらかいのはどちらですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)

6. 飲み込みやすいのはどちらですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)

7. 味付けが濃いのはどちらですか (810・635・同じくらい・判別不可)

8. 食べやすいのはどちらですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)

9. 総合的にどちらがよいですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)

②810と635を食べられた量を選んでください。詳細は[]に記入してください。

810 (3分の1以下・半分・3分の2・完食)

[]

635 (3分の1以下・半分・3分の2・完食)

[]

③食べるものが難しかった食品があれば、○をつけてください。(複数回答可)

煮物 (ごぼう・れんこん・にんじん・さといも・たけのこ)

理由 _____

図 15-2 嗜好性調査用紙(続き)

10. 天ぷらについてお聞きします。

①810と635を食べて、以下のそれぞれの質問に該当するものに○をつけてください。

1. 回答者はどなたですか。 (ご本人・ご家族・施設の職員・その他_____)
2. 形がよいのはどちらですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)
3. 色がよいのはどちらですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)
4. おいしいのはどちらですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)
5. やわらかいのはどちらですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)
6. 飲み込みやすいのはどちらですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)
7. 味付けが濃いのはどちらですか (810・635・同じくらい・判別不可)
8. 食べやすいのはどちらですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)
9. 総合的にどちらがよいですか。 (810・635・同じくらい・判別不可)

②810と635を食べられた量を選んでください。詳細は_____に記入してください。

810 (3分の1以下・半分・3分の2・完食)

635 (3分の1以下・半分・3分の2・完食)

③食べるものが難しかった食品があれば、○をつけてください。(複数回答可)

天ぷら (かぼちゃ・さつまいも・れんこん・にんじん・だいこん)

理由_____

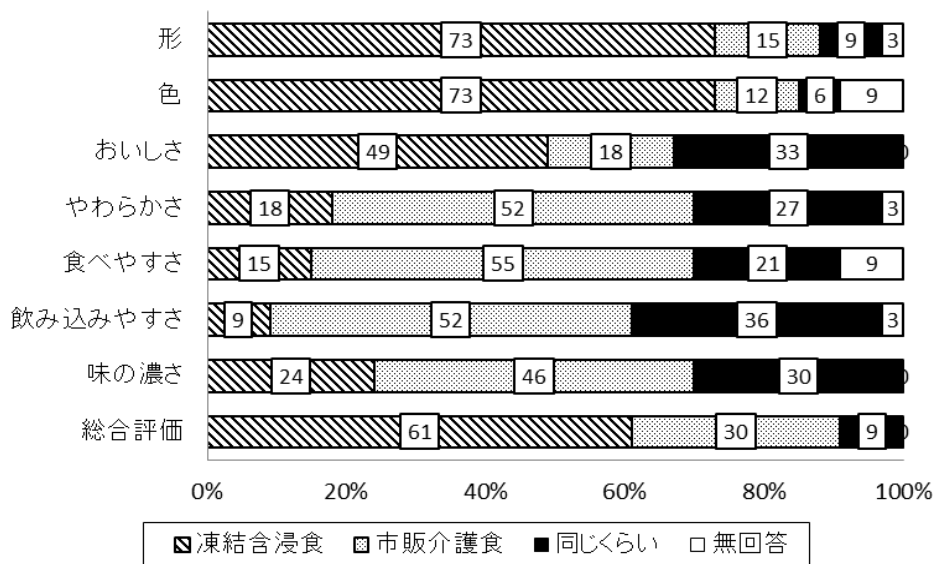
ご協力ありがとうございました。

図 15-3 嗜好性調査用紙(続き)

4-3-2 結果

野菜の煮物については、男性 12 人 (36%)、女性 21 人 (64%) の合計 33 人を対象とし、平均年齢は、83.9 (±8.3) 歳であった。義歯は、あり 26 人 (79%)、なし 7 人 (21%) であった。回答者は、本人 32 人、施設の職員 1 人であった。

形、色の見た目については、凍結含浸食の方がよいという回答が多かった。おいしさについては、凍結含浸食 49%、市販の介護用食品 18%、同じくらい 33%であった。やわらかさ、食べやすさ、飲み込みやすさについては、市販の介護用食品の方がよいという回答が多かった。味付けについては、凍結含浸食 24%、市販の介護用食品 46%、同じくらい 30%であった。総合評価は、凍結含浸食 61%、市販の介護用食品 30%、同じくらい 9%であった (図 16)。すべての項目間で有意な差がみられた (χ^2 検定 $p < 0.05$)。



* χ^2 検定 全項目 $p < 0.05$

図 16 野菜の煮物 嗜好性

野菜の煮物の嗜好性凍結含浸食の完食度は、完食摂取 37%、3分の2量 21%、半量 21%、3分の1量以下 21%であった。食べることが難しかった食品では、れんこんが 1 人であった。理由は軟らかくなかったためであった。また、市販の介護用食品の完食度は、完食摂取 33%、3分の2量 12%、半量 15%、3分の1量以下 40%であった (図 17)。凍結含浸食と市販の介護用食品の完食度に有意な差がみられた (χ^2 検定 $p < 0.05$)。

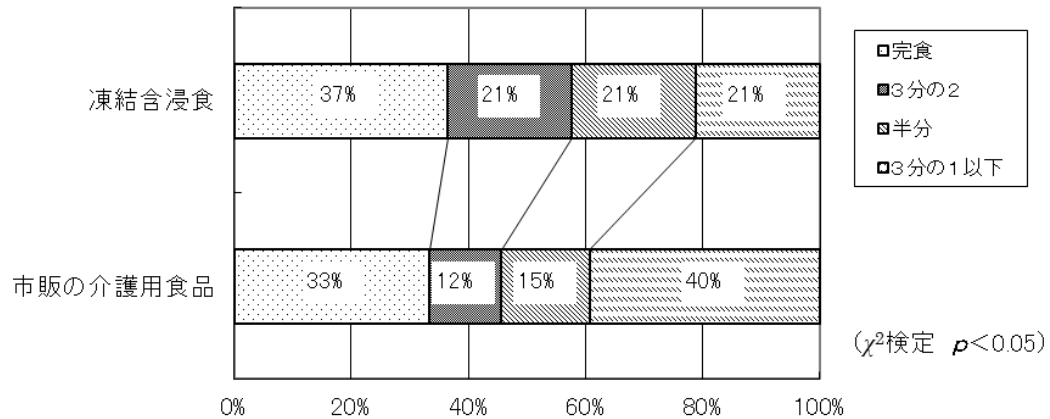
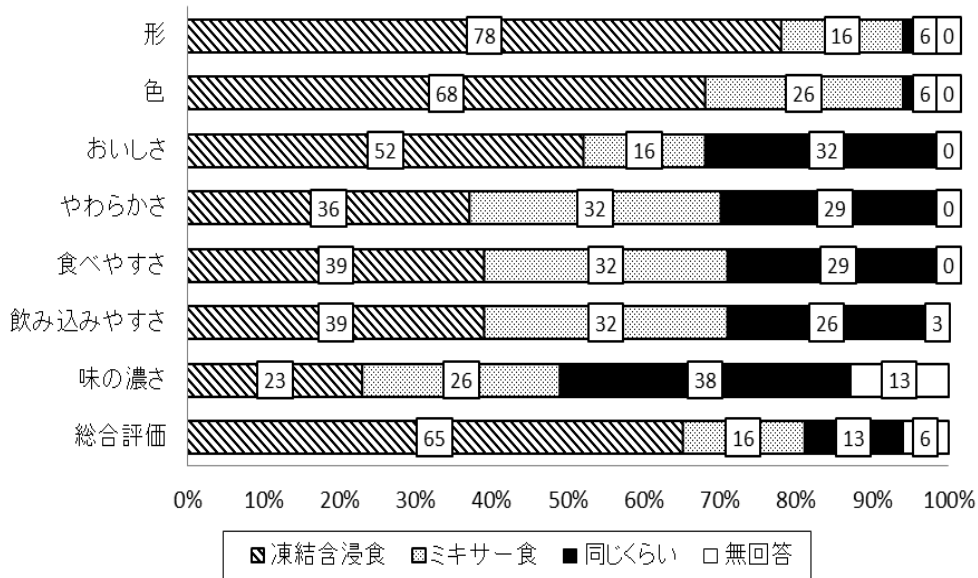


図17 野菜の煮物 完食度

野菜の天ぷらについては、男性 12 人 (39%)、女性 19 人 (61%) の合計 31 人を対象とし、平均年齢は、82.8 (±8.6) 歳であった。義歯は、あり 24 人 (77%)、なし 7 人 (23%) であった。回答者は、本人 31 人であった。

形、色の見た目については、凍結含浸食の方がよいという回答が多かった。おいしさについては、凍結含浸食 52%、ミキサー食 16%、同じくらい 32%であった。やわらかさ、食べやすさ、飲み込みやすさについても、凍結含浸食がよいという回答が多かった。味付けについては、凍結含浸食 23%、ミキサー食 26%、同じくらい 38%であった。総合評価は、凍結含浸食 65%、ミキサー食 16%、同じくらい 13%であった (図 18)。野菜の天ぷらでは、すべての項目で凍結含浸食が好評価であった。すべての項目間で有意な差がみられた (χ^2 検定 $p < 0.05$)。



* χ^2 検定 全項目 $p < 0.05$

図18 野菜の天ぷら 嗜好性

凍結含浸食の完食度は、完食摂取 42%、3分の2量 6%、半量 16%、3分の1量以下 36%であった。食べることが難しかった食品では、れんこんが1人であった。また、ミキサー食の完食度は、完食摂取 26%、3分の2量 6%、半量 19%、3分の1量以下 49%であった(図19)。凍結含浸食とミキサー食の完食度に有意な差がみられなかった。

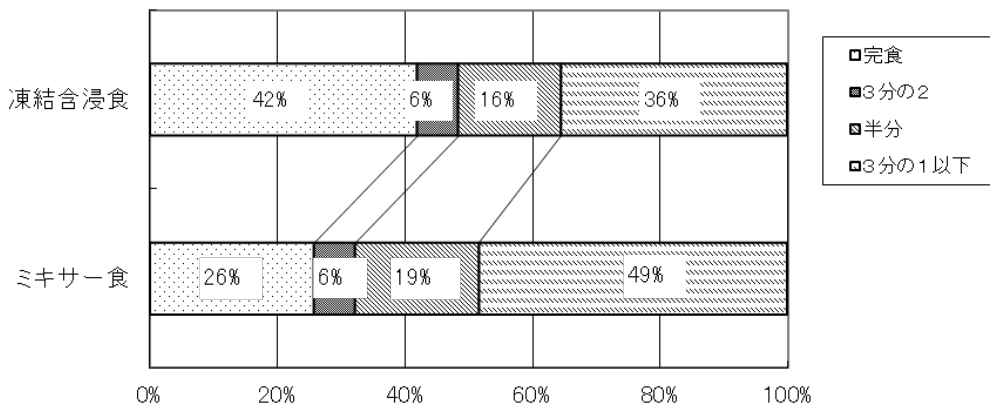


図19 野菜の天ぷら 完食度

4-3-3 考察

本調査は、普段、介護食を必要とする高齢者を対象に、凍結含浸食と市販の介護用食品及びミキサー食を食べ比べ、評価することで、凍結含浸法の嗜好性の検討を行った。

形や色については凍結含浸食の方が良いという結果が野菜の煮物、野菜の天ぷらともに得られた。料理を判断する基準として人は外観や香りなど、口に入れる前に判断できる要素に重点を置く⁴⁰⁾。凍結含浸食は食材の形が残っているため、それが何の食材かが判断しやすく、彩りが良い。さらに、おいしさについても凍結含浸食のほうが良いという結果が野菜の煮物、野菜の天ぷらともに得られた。料理のおいしさとは、人の特性（生理的特性、心理的特性、食体験、食嗜好）、環境（社会的環境、自然環境、人工的環境）、食物の化学的特性（味、香り）、食物の物理的特性（外観、テクスチャー、温度、音）などのさまざまな要因が複合的に影響しながら、総合評価として表現される⁴³⁾。凍結含浸食は介護食やミキサー食に比べて、個々の食材が独立しており、食材それぞれの味、香りを楽しむことができる。また、凍結含浸食は食材の化学的特性である味や香り、物理的特性である外観やテクスチャーが保たれている。このようなことから、凍結含浸食がおいしいという回答が多く得られ、完食度も高くなったのではないかと推察される。

しかし、野菜の煮物のやわらかさ、食べやすさ、飲み込みやすさについては市販の介護用食品の方が有意に良いという結果であった。凍結含浸食と市販の介護用食品の常温下の物性測定の結果から、硬さについては、市販の介護用食品の方が良いと推察されるため、嗜好性調査でも市販の介護用食品の方がやわらかいという結果が得られたと考えられる。付着性については、凍結含浸食と市販の介護用食品に有意な差はみられなかった。野菜の煮物に関しては、凍結含浸食では、ごぼうやれんこんなどの繊維が口に残り食塊が作りにくいことから、飲み込みにくいという回答が多く、市販の介護用食品の方が良いという結果が得られたと推察される。一方、野菜の天ぷらについては、凍結含浸食とミキサー食の常温下の物性測定の結果から、付着性、凝集性については、凍結含浸食の方が良好であり、ミキサー食よりも飲み込みやすいという回答が多かったのではないかと推察される。これらの結果から、凍結含浸食は見た目が良く喫食者の食欲を向上させる食事である一方で、市販の介護用食品と比較して飲み込みやすさに課題が残されているということが分かった。

なお、総合評価では凍結含浸食の方が有意に良いと答えた割合は、野菜の煮物、野菜の天ぷらともに約6割であった。しかし、市販の介護用食品・ミキサー食が良いと回答した

割合が野菜の煮物では3割、野菜の天ぷらでは約2割であり、同じくらいという回答は1割であった。これは普段きざみ食、ミキサー食の食事を摂取している者は、料理が形のない状態に慣れているため、形のないきざみ食、ミキサー食に抵抗感がないのではないかと推察される。

(株)イーエヌ大塚製薬から販売されている酵素均質法を用いた商品「あい〜と」とブレンダー食の摂取量及び満足度に関する調査では、摂取後の平均エネルギーとタンパク質の摂取量は軟化のために水の添加を必要としていない「あい〜と」の方が有意に高く、外観の面で高い満足度を示したと報告されている⁴⁴⁾。本研究の凍結含浸法も「あい〜と」と同様に、市販の介護用食品やミキサー食と比較して、摂取できる栄養量は高値であると推察される。そのため、えん下困難者食として凍結含浸法を早期に導入することで、高齢者の栄養改善の可能性が示唆された。

第5章 γ -アミノ酪酸 (GABA) を目的物質とした、凍結含浸法を用いた機能性の付与

5-1 はじめに

食材が元来保有している酵素に着目し、外部から基質を導入することによって新たな機能性を付与する方法について、 γ -アミノ酪酸 (GABA) をターゲットに検討することとした。

GABA は、動物、植物、微生物など自然界に広く分布し、哺乳類の小脳、脊髄、大脳などに多く存在する抑制性神経伝達物質⁴⁵⁾としての働きを示すが、高血圧症の改善^{24) ~27)}や精神安定作用^{28) ,29)}等の生理作用を有する機能性成分としても注目されている。食品分野では GABA を付加し、高血圧改善効果を有する乳酸菌飲料、粉末清涼飲料、錠菓などが特定保健用食品として認可されている³⁰⁾。またこれとは別に、GABA を富化させた農産物や食品素材も開発されており、これらはグルタミン酸デカルボキシラーゼによってグルタミン酸が GABA に変換される反応を利用して農作物に GABA を蓄積する試みである^{46,47)}。本研究では、グルタミン酸デカルボキシラーゼ活性の高い野菜類が存在すること、調理においてグルタミン酸デカルボキシラーゼの基質であるグルタミン酸がうまみ調味料として汎用されることに着目し、凍結含浸法を用いて、食材内に高濃度 GABA を生成させる方法について検討した。

5-2 実験方法

2012年5月～8月に広島市内の店頭で購入した国産の西洋カボチャを実験の原材料とした。そして、原材料を購入した当日、カボチャを約 20 mm角に切りそろえ、ブラストチラー (QXF - 006SF5, 福島工業, 大阪) を使用して -20°C に冷凍したものを試料とした。

L-グルタミン酸一ナトリウム (MSG, ナカライテスク, 京都) と GABA 生成量との関係を検討する実験において、凍結含浸処理群では、試料に MSG を所定濃度添加し、真空包装専用フィルムに入れた。これらを真空包装機 (V-380G, 東静電気(株), 静岡) にて、真空度 70%, 真空時間 30 秒で密封した後、スチームコンベクションオーブン (CS2-100, コメットカトウ, 愛知) で 40°C 、10 分間解凍した。解凍後、真空包装機で真空度 95%, 真空時間 90 秒で包装した後、 3°C の冷蔵庫 (HR-75S, ホシザキ電機, 愛知) において所定の時間、酵素反応をさせた。酵素反応後、スチームコンベクションオーブンで 90°C 、15 分間酵素失

活させた試料を粉碎し 5C 濾紙で濾過することにより、カボチャ水抽出物とした。一方、凍結含浸処理をしない群（以下、「対照群」という）の場合は、試料を解凍後に真空包装を実施せず、それ以外は凍結含浸処理群と同様の手順で行った。

他方、植物組織崩壊酵素の影響を検討する実験においては、酵素としてマセロチーム 2A（ヤクルト工業、東京）を使用し、水抽出物は上記と同様の手順で得たものを使用した。そして、凍結含浸処理群および対照群でマセロチーム 2A を所定濃度添加し、かつ 1%(w/w) MSG の有無において GABA 生成量を比較した。

上述の方法で得たカボチャ抽出液を 3 倍希釈したものを試料とし、この試料および 1 M Tris-HCl (pH 8.9)（ナカライテスク、京都）、0.1 M α -ケトグルタル酸（ナカライテスク、京都）、20 mM β -メルカプトエタノール（ナカライテスク、京都）、5 mM NADP⁺（ナカライテスク、京都）の各溶液からそれぞれ 10 μ l と蒸留水 40 μ l を混合し、これに 2.5 U/ml GABAse (SIGMA, St.Louis) を 10 μ l 加えて合計 100 μ l の酵素反応液を調製した。この酵素反応液を 27°C に設定したインキュベーター (MIR-154, SANYO, 大阪) 中で 40 分間反応させた後、蒸留水 400 μ l 加え、340 nm の吸光度を測定した。なお、ブランクには 2.5 U/ml GABAse の代わりに蒸留水 10 μ l 加えたものを用い、酵素反応液の吸光度からブランク値を引いた値および GABA 標品 (SIGMA) を用いて作成した検量線から試料中の GABA 含量を求めた。

その際、本実験に使用したカボチャ抽出液の抽出効率を 100% として、試料 100 g 当たりの GABA 含量(mg)を平均値 \pm 標準偏差で示した。

硬さの測定については、試料を 20 \pm 2°C に保温してクリープメータ（レオナー RE-3305, 山電、東京）の試料台に乗せ、直径 3 mm の樹脂性のプランジャーを用い、プランジャー速度 10 mm/sec, クリアランス 30% で得られた最大応力 (N/m²) を硬さとして測定した。

統計処理として有意差の検定には分散分析または *t* 検定を用い、いずれも *p* < 0.05 をもって有意差ありとした。

5-3 結果

MSG 濃度が GABA 生成量に及ぼす影響については、含浸液中の MSG 濃度を 0, 0.2, 0.5, 1, 2 および 3%(w/w) にそれぞれ設定し、含浸後 3°C, 48 時間酵素反応させた時の凍結含浸処理群と対照群の GABA 生成量を比較した(図 20)。その結果、対照群では真空処

理をしておらず、MSG の濃度を増加させることで、濃度とともに GABA 生成量は増加してはいるものの、見かけの増加であり有意に変化しなかったのに対し、凍結含浸処理群では MSG 濃度が 1%(w/w) までは MSG の濃度に伴って GABA 生成量が増加し、1%(w/w) MSG で 475 ± 190 mg/100g となった。しかし、それ以上 MSG を添加しても GABA 生成量の増加はみられなかった。MSG の各処理濃度での凍結含浸処理群と対照群間の有意差はみられなかったが、処理濃度 0% 対照群をコントロールとして *t* 検定を行ったところ、MSG 0.5%、1%、2% 濃度で有意差がみられた ($p < 0.05$)。各対照群との間に有意差が見られなかったのは、市販品のカボチャを用いたために個体差が生じたものと推察される。大野らは温州ミカンの GABA 生成原料としての貯蔵性を検討するため、搾汁残渣を冷蔵又は冷凍貯蔵したところ、冷凍では 6 ヶ月後でも貯蔵前の 85% 以上の GABA 生成能力を保持していたが、冷蔵温度域 14 日以上貯蔵をすると GABA 生成能がほとんどなくなったと報告している⁴⁸⁾。本実験において、実験試料の流通過程での保管状況は不明で、おそらく保管条件の違いが GABA 生成量の誤差を大きくした要因と考えられる。しかし、凍結含浸処理群と対照群における各濃度の MSG 添加で得られた GABA 生成量を分散分析により比較検定すると凍結含浸処理群の方が有意に高かった。これらの結果は、凍結含浸処理によって MSG がカボチャ内部に導入され、カボチャに含まれるグルタミン酸デカルボキシラーゼの作用を受け GABA が生成したことを示している。また、GABA 生成量は、MSG 濃度が 1%(w/w) の時、最大生成量に達した。本反応における酵素阻害の有無について不明であるが、凍結含浸法における酵素反応は、酵素液中でのそれと異なり、攪拌等の操作がないことから、基質と酵素との結合頻度は制限される。また、凍結含浸法では、MSG は細胞間隙に多く蓄積されるものと推察される。GABA 生成量を増加させるためには、グルタミン酸デカルボキシラーゼが失活しない程度の穏やかな加熱処理など細胞内への MSG の導入法を増やす処理が必要と思われる。

なお、本実験において、処理前の対照群の GABA 生成量は 115 ± 31 mg/100g で、この値は以前に生のカボチャで報告された 9.7 mg/100g⁴⁶⁾ よりも高かった。この主な理由は試料の冷凍処理の影響と考えられた。すなわち、松本らは冷凍処理により組織が一部損傷することでグルタミン酸とグルタミン酸デカルボキシラーゼとの反応が促進されるため、冷凍処理前に 9.7 mg/100g であった GABA 生成量が 207 mg/100g に増加したと報告している⁴⁹⁾。本実験でもカボチャを予め -20°C で冷凍したものを試料として用いたため、元来カボチャ

に含有されていたグルタミン酸とグルタミン酸デカルボキシラーゼの反応が生じ、0%MSGの時の対照群で高いGABA含量を示したものと推察された。凍結含浸処理は、凍結による組織の緩みが減圧含浸効果を劇的に高める原理を応用しており、凍結処理は必須である。したがって、GABA生成には、凍結とMSGの含浸の両方の処理条件が影響することから、今後それぞれの処理条件の最適化が求められる。

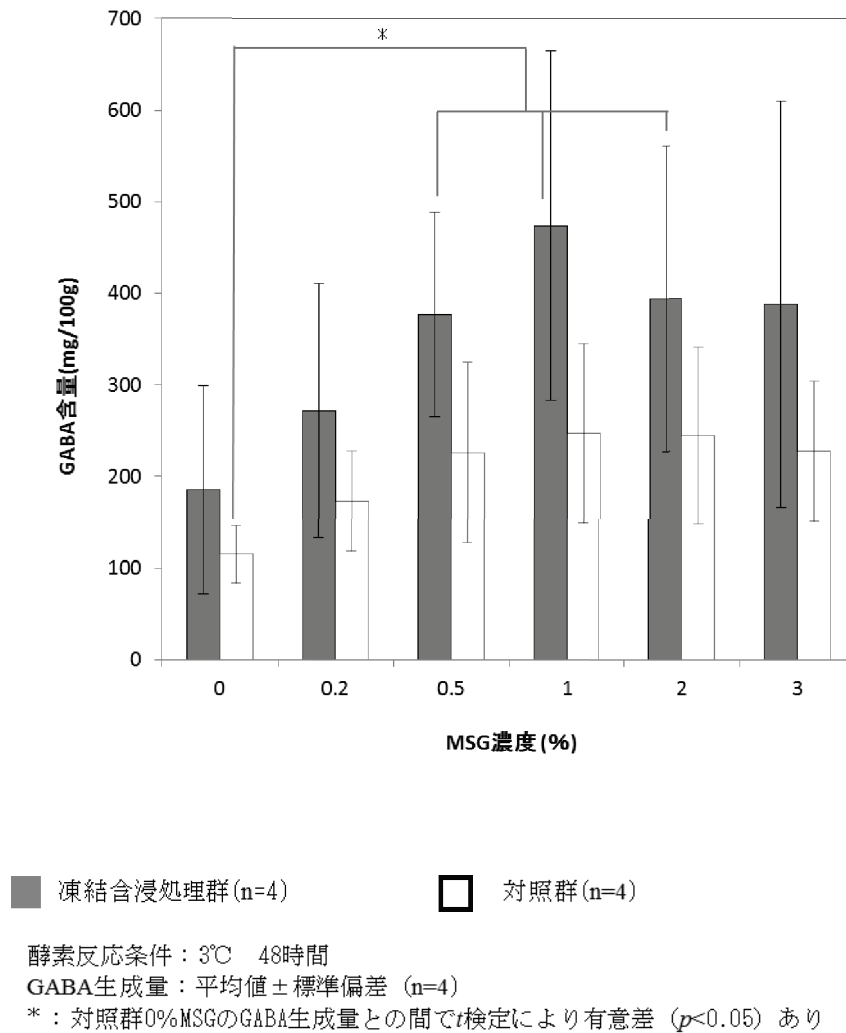
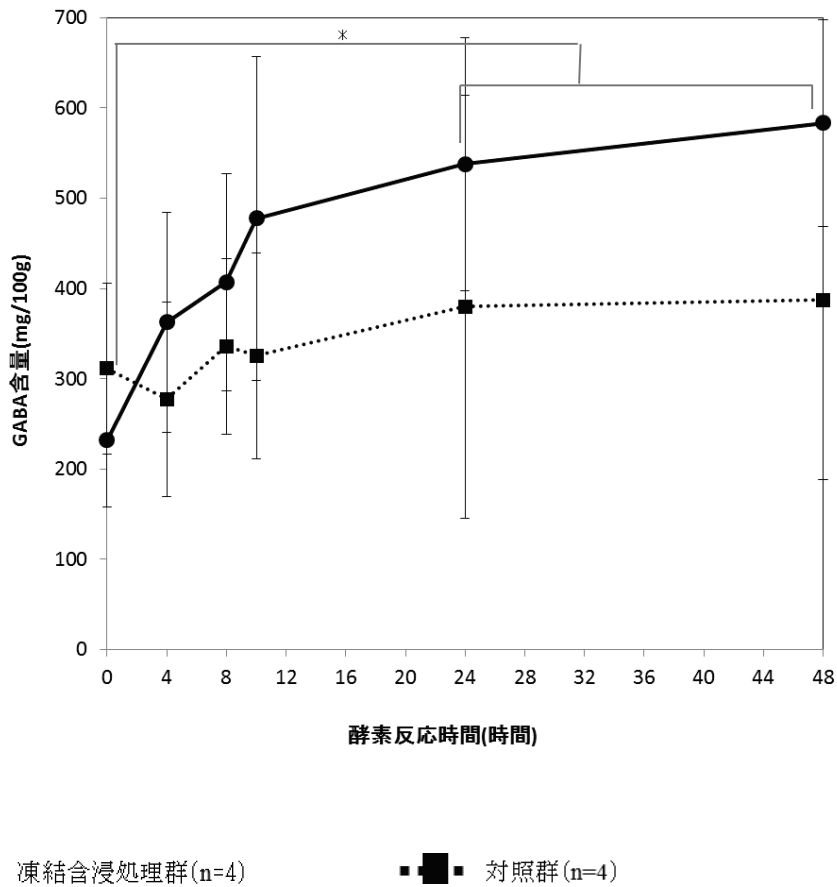


図 20 MSG濃度がGABA生成量に及ぼす影響

図 20 に示したように、カボチャを凍結含浸処理する際にMSGを添加するとGABA生成量が増加することが確認されたので、この点をさらに詳しく検討するために、1%MSGを添加した条件で凍結含浸処理群と対照群のGABA生成量の経時的変化を調べた(図 21)。そ

の結果、対照群では時間経過に伴う GABA 生成は、内在するグルタミン酸デカルボキシラーゼの反応によりわずかな増加が認められた。一方、凍結含浸処理群では時間の経過とともに GABA 生成量の増加がみられ、実験開始時に 232 ± 74 mg/100g であったのが、凍結含浸処理 48 時間後には 583 ± 114 mg/100g まで増加し、GABA 生成量は実験開始時の約 2.5 倍になった。また、この実験で凍結含浸処理群と対照群における GABA 生成量を分散分析により比較検討すると、凍結含浸処理群の方が対照群より有意に高かった。凍結含浸処理では、基質であるグルタミン酸とグルタミン酸デカルボキシラーゼの結合頻度はそれほど高くないことが推察されることから、3°Cでの酵素反応条件では、48 時間程度の反応でほぼ最大値に到達するものと思われる。

温度と時間が GABA 生成量に及ぼす影響については、大野らがナスを試料に用い 1%(w/w) MSG を添加した時、35°Cでは2時間、10°Cでは7~9時間、5°Cでは15時間で GABA 生成量が最大になったと報告している⁵⁰⁾。このように実験温度が高ければ、グルタミン酸デカルボキシラーゼの活性が上がり、短時間で GABA 生成量のピークが得られると考えられる。なお、グルタミン酸デカルボキシラーゼの至適温度で酵素反応を行なえば、より短時間で GABA 生成を行なわせることは可能であるが、30°C以上で酵素反応する場合、細菌の種類によっては1時間程度で菌数が1オーダー上がることもある。特に今回は未加熱の農産物を実験試料としたため、一次汚染による原材料段階での細菌数が高いと考えられ、その結果、腐敗・変敗などの品質劣化や健康危害発生のリスクも高まる。そこで、本実験では、実際の食品加工や調理現場での応用を念頭におき温度上昇による食材の品質低下を防ぐ目的で、新調理システムにおけるクックチルの保存温度を参考にして、3°Cの低温下で実験を行った。



1% (W/W)MSG存在下で3°Cで保存したときの各反応時間におけるGABA生成量を凍結含浸処理群と対照群とで比較した

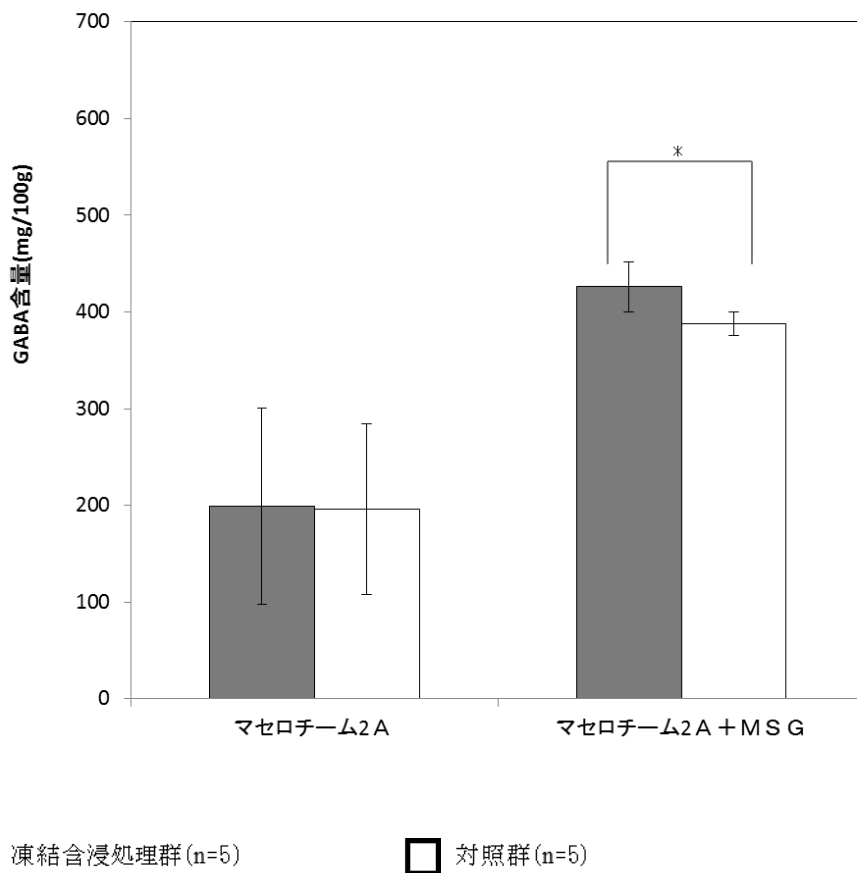
* : 対照群0時間のGABA生成量との間でt検定により有意差 ($p < 0.05$) あり

図 21 凍結含浸処理による MSG 存在下での GABA 生成量の経時変化

前述までに示した結果から、MSG を凍結含浸処理すると GABA 生成量が増加することが明らかとなった。凍結含浸法は物質を食品に効率よく取り込ませる技術であるが、現在、食品の組織を崩壊させる酵素を含浸させ、酵素反応させると食品の硬さも調節することができるため介護食、えん下食への展開が盛んに進められている。植物食材中での GABA 生成は、冷凍処理などの組織の損傷でも生じることから植物組織崩壊酵素 (マセロチーム 2A) の GABA 生成に及ぼす影響について調べた。マセロチーム 2A は植物組織のペクチン質などの細胞間物質に作用して単細胞化するため、果実、野菜類などの植物性食品を崩壊し、可溶化し、ペースト状、エキス状にする⁵¹⁾。

図 22 に、マセロチーム 2A を MSG と同時に凍結含浸処理した場合の GABA 生成量へ及ぼす影響について調べた結果を示した。2%(w/w)マセロチーム 2A のみを含浸させた場合、GABA 生成量は凍結含浸処理群で 199 ± 101 mg/100g, 対照群で 196 ± 88 mg/100g であり、両者の間で有意差はみられなかった (図 22 左) ことから、マセロチーム 2A の含浸はカボチャの GABA 生成に影響を与えないことが明らかになった。一方、2%(w/w) マセロチーム 2A と 1%(w/w) MSG を同時に含浸させた場合の GABA 生成量は、凍結含浸処理群で 426 ± 26 mg/100g, 対照群で 387 ± 12 mg/100g に増加した上、凍結含浸処理群の GABA 生成量の方が対照群よりさらに有意に高かった (図 22 右)。しかし、有意差は認められたものの、マセロチーム 2A 添加は GABA 生成量への影響を期待するほどの効果は認められなかった。

他方、マセロチーム 2A によるカボチャの硬さの変化をみると、2%(w/w) マセロチーム 2A と 1%(w/w) MSG を同時に含浸させ、48 時間酵素反応させた結果、マセロチーム無添加の硬さが $45.4 \pm 20.6 \times 10^3 \text{N/m}^2$ であったものが、 $22.3 \pm 7.0 \times 10^3 \text{N/m}^2$ となり、マセロチーム 2A 添加により軟化が認められた。



マセロチーム2AおよびMSGの濃度はそれぞれ、2% (W/W)と1% (w/w)で、酵素反応条件は3°C 48時間であった。

*: t 検定により有意差 ($p < 0.05$) あり

図 22 マセロチーム 2A と MSG の同時含浸が GABA 生成量に及ぼす影響

5-4 考察

本研究では、カボチャを実験材料として、MSG を添加し凍結含浸処理を行うことで、GABA 生成量を増加できることが示した。GABA には様々な生理作用が知られており、このうち GABA を含有する食品の摂取により健康改善に有効なものとしては、10~20 mg の GABA を含有する食品が血圧降下効果をもたらすとして特定保健用食品に認可されている例や、更年期障害、初老期精神障害に関する症例試験では、約 210 mg/日の GABA 含有飲料の継続摂取により、60%以上に改善効果がみられた事例が報告されている²⁸⁾。ここで、本研究結果を基に、凍結含浸法による調理で MSG を使用して GABA を富化したかぼちゃ

を食事摂取するケースを想定して試算すると、1回で喫食するカボチャの煮物を50gとした場合、100~200mgのGABAを摂取することになる。この量は上に例で示した食品からの摂取でGABAの生体への有用な作用の発現が期待できる量と考えてよい。MSGは旨味調味料として広く使用されるため、凍結含浸法による調理を行うことで結果的にGABA含量の高い食事が提供できる。なお、MSGの使用量については、JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)が食品添加物として適正に使用する場合は上限を設ける必要はないと評価している⁵²⁾ため、使用上の制約はない。ちなみに、本実験で検討した1% (w/w) MSGは、調理での使用量として重量に換算すると0.5g程度と考えられ、少量のため問題ないといえる。ただし、調理においてMSGを使用する時には、MSGが含有するナトリウムに関して留意する必要がある。MSGには重量に対して約12%のナトリウムが含まれているため、健康面に考慮して食品中のナトリウム含量を押えることが必要なケースなどでは、凍結含浸法で調理する方がより少ないMSG使用量で調理が可能のためナトリウム含量を押えるという点でも有効である。一方、硬さの調節について凍結含浸処理を行うことでカボチャの形状を維持したままで、軟化させることが可能であった。

以上のことから、MSGの凍結含浸により、GABAの富化に加え、硬さの調節という2つの付加価値をつけた機能性食品の製造が可能となった。元の食材形状を保持した状態で様々な食品加工に利用できる凍結含浸法の特徴を生かしつつ、より安価な方法で、新たな機能性食品の製造が可能であったことから、凍結含浸法の新たな応用展開が期待される。

第6章 総括

えん下困難者は刻みやペースト状の食事形態がとられる場合が多いが、このような場合、本来の食物のもつ視覚的情報やテクスチャーは著しく損なわれてしまう。食物のおいしさは、五感を通じて味わうものであり、固形食品のおいしさでは特にテクスチャーが支配的な要因である⁵³⁾ことを考えると、これらの食事は咀嚼困難者にとっておいしさ、食の満足感の喪失した食事となっていると考えられる⁵⁴⁾。凍結含浸食は見た目だけではなく、食材そのものの風味等も感じることができるため、食べる意欲が向上すると推察される。「食べる」ことは、生きていく上でなくてはならないものであり、喜びでもあるため、食事の質を高めることはQOL(Quality of Life)向上を図ることができる。さらに、市販の介護用食品やミキサー食と比較して、摂取できる栄養量は高値であると推察されたため、えん下困難者食として凍結含浸法を早期に導入することで、栄養状態の改善を図ることが可能である。本研究においては、高齢者に提供しにくい食材を用いて凍結含浸専用調味料を使用したレシピを開発したことにより、高齢者の嗜好性に合ったより多くの料理を提供できるようになり、施設で使用できる食材も増えたと考えられる。さらに、現在、高齢者施設等で提供されているきざみ食、ミキサー食に比べて凍結含浸食は、外観だけでなく物性においてもえん下困難者にとって適した調理方法であることを明らかにすることができた。

一方、凍結含浸食の提供には、通常の食事よりも切碎方法や隠し包丁を入れる等の調理の工夫、軟化促進のために材料の部位を考慮する等の工夫が必要であり、栄養士・管理栄養士および調理師などの意識統一が必要となる。凍結含浸調理の保存性の検討については、酵素失活後冷蔵で5日間までの保存では、嗜好性が良好な状態で提供できることが示唆された。このことにより、献立内容や調理従事者の作業量を勘案し、調理日を設定できる。また、一度に数日分の献立を調理することができ、それをクックサーブなどの他の調理工程を考慮しつつ、計画的に凍結含浸調理とそれ以外を併用することが可能となる。さらに、確保の困難な調理員等厨房要員の人数を一定程度抑えることが可能と推察され⁵⁵⁾、調理作業全体の効率化が図られる。これらにより、凍結含浸法の導入による利点が増えることとなる。

そして、凍結含浸法の普及のためには、さらなるレシピ開発やレシピの標準化、施設同士のレシピの共有化、情報交換の場を設けることが必要となる。また、VgTORON, MeTORON

は管理栄養士がいなくても利用できる¹⁸⁾ようになったことにより、凍結含浸法が普及しやすくなると考えられる。しかし、凍結含浸法には真空調理システムの導入が必要となる。真空調理システムの導入には施設経費面で大きな問題があるが、近年は、厨房に真空調理システムを導入する施設が増加しており¹¹⁾、凍結含浸法を取り入れやすい環境が整ってきたと推察される。高齢者の増加や在宅介護への政策シフトもあり、在宅介護市場は大きく伸びると思われる。また、病院・介護施設向けの総市場規模は、1兆5千億円前後という数字が、各調査機関により報告されている。このうち、咀嚼・えん下困難者用食品の市場規模は1000億円を超え、市場の伸びも毎年10%近くあり、新製品開発のターゲットとなっている¹⁵⁾。凍結含浸法が各施設に普及することで、高価な商品を購入することなく、各施設の喫食者に応じた食事の提供が可能となる。今後さらに、凍結含浸食が病院や高齢者施設のみで提供されるだけでなく、最終的には家庭でも調理可能な技術となるように、普及に努めたい。

また、グルタミン酸デカルボキシラーゼの活性の高い野菜類が存在すること、調理においてグルタミン酸デカルボキシラーゼの基質であるL-グルタミン酸ナトリウム塩(MSG)がうまみ調味料として汎用されることに着目し、凍結含浸法を用いて、食材内に高濃度のGABAを生成させる方法について検討した。国産のカボチャを実験試料とし、MSGとGABA生成量との関係を解析した。凍結含浸処理群では、試料にMSGを所定濃度添加し、真空包装した後、3°Cで所定の時間、酵素反応をさせた。酵素反応後、酵素失活させた試料を濾過することにより、カボチャ水抽出物とした。また、植物組織崩壊酵素の影響を検討する実験では、ペクチン分解酵素としてマセロチーム2Aを使用し、酵素を所定濃度添加して1%(w/w)MSGの添加の有無におけるGABA生成量を比較した。その結果、凍結含浸処理によってMSGがカボチャ内部に導入され、カボチャに含まれるグルタミン酸デカルボキシラーゼの作用を受け、高濃度のGABAを生成することが確認された。GABA生成量は3°Cでの酵素反応条件では、MSG濃度が1%(w/w)、酵素反応時間48時間の反応で最大生成量に達した。さらに、MSGとともに軟化酵素を添加して含浸を行うと高濃度にGABAを含有した軟化カボチャを調製することができた。MSGの凍結含浸により、GABAの富化に加え、硬さの調節という2つの付加価値をつけた機能性食品の製造が可能となった。GABAは、哺乳類の小脳、脊髄、大脳などに多く存在する抑制性神経伝達物質で、高血圧症の改善、精神安定作用等の生理作用を有する機能性成分であり、介護・医療分野における凍結

含浸法の新たな応用展開が示唆された。

以上の成果から、えん下困難者の QOL 向上の視点を加えたえん下食調理技術を確立し、作業の標準化を図る調理作業手順書を作成し、さらにはその手順の中で利用可能な新たな機能性付与の凍結含浸技術を開発することができた。大量調理施設で利用可能な凍結含浸法による食品調理システムとしての活用が期待される。

謝辞

本学位論文をまとめるにあたり，多大なるご指導を賜りました公立大学法人県立広島大学総合学術研究科生命システム科学専攻 武藤徳男教授に厚くお礼申し上げます。

また，大変お忙しい中，副査として本学位論文のご審査を賜りました公立大学法人県立広島大学総合学術研究科生命システム科学専攻 田井章博教授，小野武也教授，同人間文化学専攻 栢下淳教授に心より感謝いたします。

そして本研究の遂行に際し，多くのご支援・ご助言を頂きました広島女学院大学人間生活学部管理栄養学科 村上和保教授，広島県立総合技術研究所食品工業技術センター 次長 坂本宏司様をはじめ食品工業技術センターの皆様，試料をご提供いただいた福山機能食品研究会様に深く感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 内閣府: 平成 24 年版高齢社会白書
<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2012/zenbun/24pdf_index.html> (2012/12/4 アクセス)
- 2) 田村文誉: 食べる機能の加齢的变化, 臨床栄養, 111, 442-449 (2007)
- 3) 神山かおる, 早川文代: 固形状食品における力学物性と咀嚼挙動との関係, 日本咀嚼学会雑誌, 17, 35-44 (2007)
- 4) Kwok, T., Yu, C.N.F., Hui, H.W., Kwam, M. and Chan, V.: Association between Functional Dental State and Dietary Intake of Chinese Vegetarian Old Age Home Residents, *Gerodontology*, 21, 161-166 (2004)
- 5) Joshipura, K.J., Willett, W.C. and Douglass, C.W.: The impact of Edentulousness on Food and Nutrient Intake, *J. Am. Dent. Assoc.*, 127, 459-467 (1998)
- 6) 坂本宏司: 凍結含浸法による食品の硬さ制御, ジャパンフードサイエンス, p70-76 (2007)
- 7) 畑江敬子, 香西みどり: 調理学, 東京化学同人, p9-10 (2007)
- 8) 坂本宏司, 井上敦彦, 柴田賢哉: 植物組織への酵素急速導入法, 特許第 3686912 号 (2005.8.24)
- 9) 坂本宏司, 石原理子, 柴田賢哉, 井上敦彦: 凍結減圧酵素含浸による植物組織の軟化および単細胞化, 日本食品科学工学会誌, 51, 395-400 (2004)
- 10) Sakamoto, K., Shibata, K. and Ishihara, M.: Decreased Hardness of Dietary Fiber-rich Foods by the Enzyme-Infusion Method. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 70, 1564-1570 (2006)
- 11) 坂本宏司, 柴田賢哉, 石原理子, 中津沙弥香: 硬さ制御技術 (凍結含浸法) を用いた高齢者・介護用食品の開発, 日本食品科学工学会誌, 55, 522-528 (2008)
- 12) 中津沙弥香, 柴田賢哉, 石原理子, 坂本宏司: 真空包装機を用いた凍結減圧酵素含浸法による形状保持軟化食材の作成, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, 13, 120-127 (2009)
- 13) 中津沙弥香, 柴田賢哉, 坂本宏司: 凍結含浸法により軟化処理したレンコンの消化性, 日本食品科学工学会誌, 57, 434-440 (2010)

- 14) 中津沙弥香, 石原理子, 前西政恵, 柴田賢哉, 坂本宏司, 横山輝代: 凍結含浸法による軟化根菜類の高齢者による摂食評価, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, 14, 95-105 (2010)
- 15) 坂本宏司: 高齢者向け調理食材の開発, 調理食品と技術, 17, 29-37 (2011)
- 16) 鈴木久乃, 太田和枝, 原正俊, 中村丁次: 食用語辞典, 第一出版, p72 (2006)
- 17) 福山機能食品研究会: VgTORON type2, MeTORON1 取扱説明書
- 18) クリスタコーポレーション<<http://www.christar.jp/wp/>> (2012/11/25 アクセス)
- 19) 消費者庁: 特別用途食品の表示許可等について
<http://www.caa.go.jp/foods/pdf/syokuhin625_2.pdf> (2012/11/28 アクセス)
- 20) 廣瀬喜久子: 新調理システムークックチル入門, 日本食環境研究所, p97 (1998)
- 21) Kajihara, R., Shibata, K., Nakatsu, S. and Sakamoto, K.: Production of Angiotensin I-Converting Enzyme-Inhibitory Peptides in a Freeze-Thaw Infusion-Treated Soybean, *Food Sci. Technol. Res.*, 17, 561-565 (2011)
- 22) Shibata, K., Sakamoto, K., Nakatsu, S., Kajihara, R. and Shimoda, M.: Enzymatic Production of Malto-oligosaccharide in Potato by Freeze-Thaw Infusion, *Food Sci. Technol. Res.*, 16, 273-278 (2010)
- 23) 渡邊弥生, 石原理子, 中津沙弥香, 坂本宏司: 凍結含浸法によるじゃがいもへの油脂含浸, 日本食品科学工学学会誌, 58, 51-54 (2011)
- 24) 茅原紘, 杉浦友美: 近年の GABA 生理機能研究—脳機能改善作用, 高血圧作用を中心に—, 食品と開発, 36, 4-6 (2001)
- 25) 梶本修身, 上野裕文, 永田保夫, 藪根光時晴, 梶本佳孝: 「GABA 含有錠菓」の正常高値および軽症高血圧者に対する長期接種時の有効性および安全性試験, 薬理と治療, 32, 929-944 (2004)
- 26) 松原大, 上野裕文, 宗行哲, 只野健太郎, 陶山徹, 今泉記代子, 鈴木淑水, 曲田清彦, 菊地範昭, 中道昇, 熊谷裕生, 猿田享男: γ -アミノ酪酸 (GABA) 含有錠剤食品の血圧に及ぼす影響と安全性の評価, 薬理と治療, 30, 963-972 (2002)
- 27) 山元一弘: ギャバの機能特性と健康志向食品への展開, 食品加工技術, 26, 34-39 (2006)
- 28) 園田久泰: 乳酸菌発行由来 γ -アミノ酪酸の機能性—更年期障害及び初老期精神障害に対する効果—, *FOOD Style* 21, 5, 92-96 (2001)

- 29) 堀江健二, 東口伸二, 横越英彦: GABA の免疫および心の健康に及ぼす影響, *FOOD Style* 21, 7, 64-68 (2003)
- 30) 消費者庁: 特別保健用食品許可(承認)品目一覧<<http://www.caa.go.jp/foods/index4.html>> (2012/10/15 アクセス)
- 31) 手嶋登志子: 高齢者の QOL を高める食介護論 口から食べるしあわせ, 株式会社日本医療企画, p12-46 (2007)
- 32) 浅山清治, 井川聡子, 石井香代子, 岡村吉隆, 神戸美恵子, 金高有里, 小山洋子, 角谷勲, 田淵真愉美, 樽井雅彦, 福本恭子, 堀内理恵, 松月弘恵, 和田早苗: 給食の品質 給食経営と管理の科学, 井川聡子, 松月弘恵. 初版. (東京), 理工図書, p58-59 (2011)
- 33) 厚生労働省医薬食品局: 大量調理施設衛生管理マニュアル, 平成 9 年 3 月 24 日衛食第 85 号別添 (最終改正: 平成 25 年 2 月 1 日食安発 0201 第 2 号)
- 34) 笹田陽子, 工藤ルミ子, 重田公子, 村元美代, 佐藤ななえ, 阿部治雄, 西野洋一: 特別養護老人ホームにおけるクックチルシステム導入の有効性とその課題, 日本給食経営管理学会誌, 4, 107-120 (2010)
- 35) 森友彦, 川端晶子: 食品のテクスチャー評価の標準化, 株式会社光琳, p6 (1997)
- 36) 河野友美: 野菜改訂食品辞典 4, 真珠書院, p42 (1974)
- 37) 山崎清子, 島田キミエ, 渋川祥子, 下村道子, 市川朝子, 杉山久仁子: NEW 調理と理論, 株式会社同文書院, p12 (2012)
- 38) 倉田澄子, 荒井真由美, 小河原佳子: 高齢者の食事 (1) - 食品の切り方が食感および嗜好に及ぼす影響 -, 武蔵丘短期大学紀要, 10, 11-14 (2002)
- 39) 今野暁子, 大出京子, 佐藤玲子, 青柳公大: さといもの真空調理に関する研究, 尚絅学院大学紀要, 第 61・62 号合併号, 101-105 (2011)
- 40) 山田好秋: よくわかる摂食・嚥下のしくみ, 医師薬出版株式会社, p54 (1999)
- 41) 厚生労働省: 介護保険制度における要介護度認定の仕組み
<<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/kentou/15kourei/sankou3.html>> (2010/11/30 アクセス)
- 42) 厚生労働省: 認知症高齢者の日常生活自立度判定基準
<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/nintei/shinsa/dl/0908b_0040.pdf> (2010/11/30 アクセス)
- 43) 野口明德: 食品産業における今後の技術開発の方向とおいしさ, 日本味と匂学雑誌,

- 8, 203-208 (2001)
- 44) Higashiguchi, T.: Novel Diet for Patients with Impaired Mastication Evaluated by Consumption Rate, Nutrition Intake, and Questionnaire, *Nutrition*, 29 858-864 (2013)
- 45) 吉川敏一, 炭田康史: 医療従事者のためのサプリメント・機能性食品事典, 講談社, p 120-121 (2009)
- 46) 松本恭郎, 大野一仁, 平岡芳信: γ -アミノ酪酸を蓄積させた機能性食品素材の利用研究(第1報)ー野菜及び果実中のギャバとグルタミン酸の含量ー, 愛媛県工業系研究報告, 35, 97-100 (1997)
- 47) 大野一仁, 松長崇, 佐野和男: 野菜による γ -アミノ酪酸の蓄積, 愛媛県工業系研究報告, 45, 29-34 (2007)
- 48) 大野一仁, 首藤喬一, 串井光雄, 門家重治, 松本恭郎: 温州ミカンによる γ -アミノ酪酸の蓄積(第2報), 愛媛県工業系研究報告, 41, 14-20 (2003)
- 49) 松本恭郎, 大野一仁, 別所康守, 平岡芳信: γ -アミノ酪酸を蓄積させた機能性食品素材の利用研究(第2報)ー農作物の生理機能を活用した γ -アミノ酪酸の蓄積技術ー, 愛媛県工業系研究報告, 36, 73-77 (1998)
- 50) 大野一仁, 松長崇, 佐野和男: 野菜による γ -アミノ酪酸の蓄積(第2報), 愛媛県工業系研究報告, 46, 26-30, (2008)
- 51) ヤクルト薬品工業株式会社: マセロチーム A
<<http://www.yakult.co.jp/yipi/jp/pop-11.html>> (2012/1/13 アクセス)
- 52) Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Glutamic acid and its salts. Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants, WHO Food Additives Series (22: The 31st meeting of the joint FAO/WHO expert committee on food additives), World Health Organization, Geneva, (1988)
- 53) 山野善正: 新時代のフードデザイン, おいしさとは何か, 「食感創造ハンドブック」, 西成勝好, 大越ひろ, 神山かおる, 山本隆編, サイエンスフォーラム, 東京, p25-30 (2005)
- 54) 大山高裕, 阿久津智美, 伊藤和子, 渡邊恒夫, 山崎公位, 神山かおる: 皮を加工したたくあんの力学および咀嚼特性解析, 日本食品科学工学会誌, 57, 232-237 (2010)
- 55) 佐藤節子・及川梓: パックチル®システムによるクックチル生産の温度ー時間管理, 北

海道文教大学研究紀要, 34, 41-51 (2010)

