

戦略研究報告書

北海道の総合力を活かした付加価値向上による
食産業活性化の推進

(平成 22～26 年度)

平成 27 年 3 月



地方独立行政法人 北海道立総合研究機構

道総研

転載・複製について：本刊行物から転載・複製する場合は、北海道立総合研究機構の許可を得てください。
Reproduction of articles in this publication is not permitted without written consent
From Hokkaido Research Organization.

目次

はじめに	1
第1章 研究構成	2
第2章 機能性に優れた豆類選別技術と加工製品の開発	7
2.1 選別技術の開発と利活用	8
2.1.1 近赤外分析による大豆イソフラボン含量の簡易評価法の開発	
2.1.2 色彩選別機による小豆ポリフェノール含量選別とその利用	
2.2 高イソフラボン味噌の開発	13
2.2.1 高イソフラボン大豆「ゆきびりか」を原料とした味噌の開発	
2.2.2 イソフラボンアグリコンを高含有した味噌製造技術（四日麴製法）の開発	
2.2.3 乳酸菌 HOKKAIDO 株を用いた新たな味噌製造法（二段仕込み製法）の開発	
2.3 高イソフラボン大豆「ゆきびりか」を利用したスイーツ素材の開発	20
2.3.1 高イソフラボン大豆クリームの開発	
2.3.2 高イソフラボンきな粉の開発	
2.4 道産金時豆のサラダ豆用途適性の検討	25
第3章 加工適性に優れた馬鈴しょ選別技術と加工製品の開発	30
3.1 光センサーによる「スノーマーチ」のデンプン価非破壊選別技術	31
3.2 「スノーマーチ」のチルドポテト加工適性評価と製品化	35
3.3 「スノーマーチ」のポテトサラダサンドイッチの開発	41
3.4 冷凍コロッケの食感評価方法の開発	43
第4章 道産素材の特性を活かした小麦加工技術および加工製品の開発	47
4.1 道産小麦品種の特性把握と麺の「もちもち感」評価	48
4.1.1 道産小麦品種の糊化特性	
4.1.2 道産小麦パスタのテクスチャー評価法	
4.2 新しい食感のパスタ「北海道ピチ」の開発	53
4.2.1 道産小麦のパスタ試作	
4.2.2 試作パスタの評価と普及	
4.3 道産果実の無添加コンポート素材開発	57
4.4 過熱水蒸気による製パン技術開発	62
4.4.1 過熱水蒸気を用いた焼成時の昇温特性	
4.4.2 過熱水蒸気を用いた場合の焼成パンの外観と物性	
4.4.3 焼成パンの内層構造	
4.4.4 膨化効率	
4.4.5 道産小麦を使用した場合の特徴	
4.4.6 実用化にむけて	
第5章 道産ホッケの用途に応じた安全・高品質化技術の開発	67
5.1 寄生虫分布・動態調査	69
5.2 皮むき・血合肉除去機構を用いた魚臭低減技術の開発	73
5.3 道産ホッケの高品質なフィレ加工品の開発	78
5.3.1 ホッケフィレの凍結条件の検討	
5.3.2 魚臭低減フィッシュフライの開発	

5.4	一夜干しの品質安定化条件の把握	-----	83
5.5	新食感のかまぼこ開発のためのすり身物性改善技術の確立	-----	88
5.6	ホエイを活用したホッケのにおい低減技術の開発	-----	92
第6章 道総研フードイノベーション戦略			
6.1	食のイノベーションとは	-----	96
6.2	共通研究コンセプト&ストーリー「道総研フードイノベーション」	-----	97
6.3	本研究で取り組んだ「食のイノベーション」	-----	97
6.4	今後の食産業研究に向けた課題と展望	-----	101
6.4.1	マーケット・インの発想を徹底した技術導入戦略		
6.4.2	付加価値の向上から価値供給総量の増大へ		
6.4.3	「ものづくり」から「新たな市場創成」へのステップアップ		
6.4.4	今後の食産業研究の方向性について		
成果の公表			----- 104
付表1	編集・執筆者一覧	-----	106
付表2	用語集	-----	109
付表3	課題担当者一覧	-----	112

はじめに

北海道の農業産出額は1兆536億円(平成24年)で全国1位(全国の12.2%)であり、食料自給率も211%(平成20年:カロリーベース)で、国産供給熱量の2割以上を供給するなど、我が国における食料の安定供給に重要な役割を果たしている。品目別に見ても、小麦50.0万トン(国内シェア67.0%)、大豆6.0万トン(同27.4%)、小豆5.4万トン(同90.0%)、馬鈴しょ184.3万トン(同78.8%)の他、たまねぎ、かぼちゃ、にんじん、スイートコーン、アスパラガスなどの野菜、生乳、牛肉などの畜産物など、多くの農産物が都道府県別の生産量が全国一となっていて、北海道は我が国最大の食料の安定供給地域となっている。

水産物においても、北海道は生産額が2479億円(平成24年)で、全国1位(全国の26.6%)を占める国内最大の漁業生産地である。本道の主要魚種別生産額では、ホタテガイ(537億円)が最も多く、サケ(532億円)、コンブ(252億円)、イカ(179億円)と続く。主要魚種の全国シェアでは、ホッケ99%、コンブ88%、ホタテガイ84%などとなっており、道内での生産は極めて高い割合を占めている。

また、国内外における北海道のブランドイメージは高く、時に農水産物や食品は人気が高い。日経リサーチ地域ブランド戦略サーベイ2013による地域のブランド力では、北海道が都道府県で全国1位、JTBWebアンケート2012による一番好きな物産展・物産館でも北海道が1位である。北海道の地域と食品は、高いブランドイメージも持つ優位性を有する。

平成17年度産業連関表を基にした農水省の試算によると、我が国の飲食費の最終消費のうち、加工品は53.2%、外食は28.5%をあわせて81.6%を占める。しかし、北海道産の農水産物は、原料や未加工品としての移出が多くを占めるため、食品工業分野における付加価値率(概ね出荷額のうち付加価値額の割合)は低いのが現状で、全国平均の34.5%に対し、北海道では27.9%に過ぎず、都道府県別で全国45位である(平成23年)。

こうした中で、強いブランド力を有する北海道産の農水産物に対して、的確な市場ニーズ等の把握とより一層の高付加価値化により、新たな市場開拓や需要創出を図っていくことが、北海道の産業振興のために重要視されている。

そこで、本研究では、道産食品について首都圏などの道外の大消費地への販売促進や地域展開による普及を図り、道内の食産業の活性化と一層の競争力

向上を目指した。

そのために、豆類(大豆、小豆、いんげん豆)、馬鈴しょ、小麦、ホッケをターゲットの食材として、市場ニーズの把握、原料の適性に応じた選別技術の開発、新たな加工技術・品質評価技術・鮮度保持技術の開発によって、良食味、高機能性等の新たな特長を有する新規食品群を開発するとともに、商品化支援とブランドイメージの向上を図った。

また、単なる技術開発をゴールとせず、さらにその技術を応用し、道産食品の優れた品質や機能性を消費者に伝える「商品」として市場に流通させるために、道総研フードイノベーション戦略を提案した。

本研究では、情報発信にも力を入れており、一般向けの情報誌として道総研の食の研究マガジン「たべLABO」を刊行した。道総研における食品研究の取り組みを分かりやすく説明した冊子なので、本報告書とあわせて参照されたい。

なお、本研究は、道総研の戦略研究(道の重要施策に関し、道総研の総合力を発揮して産学官連携の下に実施する分野横断的な研究)として、平成22年度から26年度に実施したものである。



竹内 徹(中央農業試験場)

第1章 研究構成

(1) まえがき

平成22年度の試験開始当初は5つの中課題から構成されていたが、研究開発成果の事業化・実用化の観点から内容の一部を中止・統合した結果、平成23年度に4つの中課題に、24年度には3つの中課題となった(表1-1)。また、24年度以降の研究構成と責任体制(チームリーダーおよびサブリーダー)は表1-

2のとおりである。

なお、本研究の外部専門委員である北海道大学大学院 メディア・コミュニケーション研究院 伊藤直哉教授、北海道大学大学院 水産科学研究所 川合祐史教授、北海道大学大学院 農学研究所 川村周三教授には適切にご指導・ご助言をいただいた。ここに記して、感謝の意を表す。

表1-1 研究構成(中課題)の変遷

○平成22年度(試験開始当初)	
1. フードチェーンと国内外市場の動向に基づいた食関連技術開発戦略の策定	
2. センシング技術等による新規選別・評価技術の開発	
3. 加工適性や機能性に優れた農産物の選別技術の確立と高付加価値食品の製品化	
4. 道産魚貝類の高付加価値化技術の開発	
5. 食品情報科学に基づく食品の新たな評価手法と設計技術の確立	
○平成23年度	
1. フードチェーンと国内外市場の動向に基づいた食関連技術開発戦略の策定	
2. センシング技術等による新規選別・評価技術の開発	
3. 加工適性や機能性に優れた農産物の選別技術の確立と高付加価値食品の製品化	
4. 道産魚貝類の高付加価値化技術の開発	
○平成24年度以降	
1. 市場動向に基づいた食関連技術開発戦略の策定と技術開発成果を活用した商品化支援	
2. 加工適性や機能性に優れた農産物の選別技術の確立と高付加価値食品の製品化	
3. 道産魚貝類の高付加価値化技術の開発	

表1-2 平成24年度以降の研究構成と責任体制

中課題	小課題	研究項目
1. 市場動向に基づいた食関連技術開発戦略の策定と技術開発成果を活用した商品化支援	①市場ニーズの把握と食関連技術開発戦略の策定	A 市場ニーズの情報収集 B 食関連技術開発戦略の策定
	②食関連技術開発成果を活用した商品化支援	A 商品化ケーススタディ B 食ブランド事例調査
2. 加工適性や機能性に優れた農産物の選別技術の確立と高付加価値食品の製品化	①機能性に優れた豆類選別技術と加工製品の開発	A 機能性成分に基づく豆類選別技術の開発 B 機能性に優れた新規加工食品の開発
	②加工適性に優れた馬鈴しょ選別技術と加工製品の開発	A 調理・加工適性に基づく馬鈴しょ選別技術の開発 B 道産馬鈴しょを用いた高品質な加工食品の開発
	③道産素材の特性を活かした小麦加工技術および加工製品の開発	A 道産小麦を使用したパスタの開発とブレンドによる製品テクスチャーの改良技術 B 製パンにおける過熱水蒸気処理技術の開発
3. 道産魚貝類の高付加価値化技術の開発	①道産ホッケの用途に応じた安全・高品質化技術の開発	A 水産寄生虫の非破壊検出技術の開発 B 寄生虫分布・動態調査 C 皮むき・血合肉除去機構を用いた魚臭低減技術の開発 D 道産ホッケの高品質なフィレー加工品の開発 E 一夜干しの品質安定化条件の把握
	②ホッケすり身の物性改善、高次加工技術の開発	A 新食感のかまぼこ開発のためのすり身物性改善技術の確立 B 新たな高次加工製品の試作

○チームリーダー

農業研究本部	中央農業試験場	作物開発部長 竹内 徹
--------	---------	-------------

○サブリーダー

農業研究本部	北見農業試験場	研究部長 中津智史
水産研究本部	中央水産試験場	加工利用部研究主幹 蛸谷幸司
産業技術研究本部	工業試験場	情報システム部研究主幹 多田達実
産業技術研究本部	食品加工研究センター	食品開発部長 柿本雅史

(2) 研究構成

本研究で扱った4つの食材、①豆類、②馬鈴しょ、③小麦、④ホッケに関する研究結果については、それぞれ第2、3、4、5章に記載し、食関連技術開発戦略については第6章に記載した。

第2章 機能性に優れた豆類選別技術と加工製品の開発

北海道の大豆については、自給率向上のためさらなる増産が求められている。一方、小豆およびいんげん豆はとも長期的に栽培面積が減少しており、需要を維持・拡大するためには、他とは異なる特徴を活かした製品開発が重要である。そこで、以下の研究開発に取り組んだ。

2.1 選別技術の開発と利活用

道産豆類の機能性に着目し、大豆「ゆきぴりか」ではイソフラボン*含量の近赤外分析*による簡易評価法を開発した。当評価法では、大豆原粒80gからSEP41.2mg/100gの精度で、1日当たり120点の測定が可能であり、イソフラボン含量による加工原料の仕分けに活用できた。

また、小豆「きたるまん」では、色彩選別機によるポリフェノール*含量選別技術を開発した。すなわち、豆類色彩選別機BLC-300D5((株)安西製作所)を改良し、イエロー・イエロー(Y)光源を用いることで、ポリフェノール含量の高い小豆を選別が可能であった。また、道内菓子メーカーと共同で、本技術で選別した高ポリフェノールの小豆を用いた新製品を開発した。

2.2 高イソフラボン味噌の開発

大豆の加工用途の中でも特に味噌に注目し、高イソフラボン大豆「ゆきぴりか」を原料とした北海道独自の味噌製造技術の開発について検討した。

最初に、北海道味噌醤油工業協同組合の協力の下、「ゆきぴりか」を用いた味噌の商品化に取り組み、道内味噌メーカー2社では、イソフラボン高含有「ゆきぴりか」の特徴を活かした味噌を商品化した。

次に、イソフラボンアグリコン*を高含有した味噌を得るための発酵条件を検討し、3つのポイント(原料大豆の蒸煮温度を上げる、製麹時間の延長などによりβ-グルコシダーゼ活性*を上げる、塩分濃度を下げる)を改良した新たな高イソフラボンアグリコン味噌製造技術を開発した。

さらに、道総研が保有する特許菌株である乳酸菌HOKKAIDO株がもつβ-グルコシダーゼを顕著に高める培養法を見出し、これを用いた味噌の製造方法を開発した。

2.3 高イソフラボン大豆「ゆきぴりか」を利用したスイーツ素材の開発

高イソフラボン大豆「ゆきぴりか」の用途拡大に向け、食品加工研究センターで開発した滑らかな食感を有するペースト化技術を応用した大豆クリームを試作した。その結果、良好な評価が得られ、このクリームを使用した大福が商品化された。

「ゆきぴりか」を活用し、風味や食味に優れるだけでなく、高イソフラボンを特徴とした健康訴求力に溢れた北海道独自のきな粉の製品開発を行った。その結果、イソフラボンが損なわれない独自の焙煎*技術を企業と連携して開発し、商品化した。

2.4 道産金時豆のサラダ豆用途適性の検討

道産金時豆の新たな用途として、サラダや洋風煮込み料理に利用する用途(サラダ豆)が増えつつことから、鮮やかな色調を有する品種「新金時」に着目し、レトルトや冷凍加工による製品試作を行った。その結果、「新金時」のレトルトサラダ豆ミックス適性は、既存製品に比べ優れる点はあるものの、他の豆への色移りが多く、製品化は難しいと判断された。一方、「新金時」を用いた冷凍豆については、製法を検討することにより従来製品に比べ外観、食感、食味ともに改善され、さらに海外産レットキドニーに比べ食味で優位性がみられた。今後、道産いんげん豆を利用した製品展開が期待される。

第3章 加工適性に優れた馬鈴しょの選別技術と加工製品の開発

病害虫への抵抗性が強く、目が浅くて肉質が白い、煮くずれや調理後黒変が少ない、なめらかな食感などの優点を有する「スノーマーチ」(道総研北見農試育成)を対象として、食品加工メーカー等と連携した新製品開発を目指し、以下の研究に取り組んだ。

3.1 光センサー*による「スノーマーチ」のデンプン価非破壊選別技術

馬鈴しょのデンプン価は食味や加工適性に大きな影響を及ぼすが、同一品種でも個々の塊茎毎にデンプン価は異なることから、未選別で流通すると調理加工上の問題となる場合がある。「スノーマーチ」を対象に光センサーによるデンプン価非破壊選別技術を検討した結果、予測標準誤差は約1%と目標とした精度を達成できた。本技術はJAきたみらい馬鈴しょ選果施設に検量線が移設されており、今後デンプン価を揃えた「スノーマーチ」の高品質安定供給が期待される。

3.2 「スノーマーチ」のチルドポテト加工適性評価と製品化

馬鈴しょを剥皮、パウチ包装後、加熱加工したチルドポテトは利便性の高さから需要が拡大している。メーカーと連携し、「スノーマーチ」のチルドポテト加工適性として離水率の評価を行い、影響条件を検討した。その結果、原料品質では、デンプン価約14%未満の原料や貯蔵期間が長い原料において離水率は有意に高くなった。また、加工条件では、**ブランディング***および**セミレトルト**処理工程における加熱が弱い条件で離水率は有意に高くなった。一方で、貯蔵末期の5mm程度の萌芽は離水率に差を与えなかった。企業試作の結果、「スノーマーチ」は貯蔵末期の8月まで製品歩留、離水率ともに基準をクリアしており、チルドポテトの加工適性として良好な結果であった。現在、試作品がJA等で市販されている。

3.3 「スノーマーチ」のポテトサラダサンドイッチの開発

サンドイッチ専門店との連携により「スノーマーチ」のポテトサラダサンドイッチを開発した。「スノーマーチ」の目の浅さによる加工適性（歩留まり、剥皮・トリミング*の効率化）の優位性、甘味やなめらかさによる食味の良さが明らかとなった。将来にわたり当該製品販売を継続するための方策として、産地、流通、加工の連携強化による継続的な物量確保、貯蔵技術改善による供給期間の延長などの必要性が指摘された。

3.4 冷凍コロケの食感評価方法の開発

馬鈴しょの加工製品として、冷凍コロケは重要な位置付けを占めている。冷凍コロケのおいしさにおいてサク味（サクサク感）は重要な特性であるが、この評価はもっぱら官能評価によって行われている。本研究では、破断試験によるサク味の評価方法を検討し、くさび型プランジャーを用いた破断試験の破断歪率および微分曲線の変化の頻度がサク味を良好に反映し、官能評点とも高い関連性を示すことを確認した。本評価法は**油ちょう***後の経時変化、製品間の比較などの品質管理および製品開発へ活用可能である。

第4章 道産素材の特性を活かした小麦加工技術および加工製品の開発

小麦の国内自給率は11~12%に過ぎないが、特にパン・中華めん用途は2%程度と低いことから、これら用途（強力粉・準強力粉）向け小麦の生産増大が重要である。このためには、道産小麦の素材特性に基づく商品開発や製造技術の開発が求められる。

そこで、本章では以下の研究開発に取り組んだ。

4.1 道産小麦品種の特性把握と麺の「もちもち感」評価

道産小麦が有する「もちもち」した食感を活かした麺を開発するため、「もちもち感」に影響を及ぼすと考えられる糊化特性について、道産小麦を比較検討した結果、「はるきらり」、「ホロシリコムギ」、「キタノカオリ」が適すると考えられた。また、テクスチャーアナライザーを利用して茹で麺の食感を評価する方法を確立した。これにより、茹で麺の硬さや「もちもち感」を評価することができた。

4.2 新しい食感の Pasta「北海道ピチ*」の開発

試作と官能評価を繰り返した結果、原料小麦には「はるきらり」：「ホロシリコムギ」を1:1で配合して用いることとした。製めん会社およびレストラン等の協力を得て、新しい食感の Pasta「北海道ピチ」を開発した。飲食店における官能評価では、「もちもち感」の他に「風味が良い」、「味が濃い」、「小麦の味がする」等のコメントを得られ、メニューの一つとして定着しつつある。

4.3 道産果実の無添加コンポート*素材開発

Pastaの付け合わせ具材を想定し、道産果実を用いたコンポートの加工技術を検討してきたが、検討途中から単独あるいは製菓材料としてのニーズが掘り起こされ、これら用途への商品開発を検討した。レトルト加工の温度、時間としては100℃10分が概ね妥当と判断した。酸化による果肉の褐変が問題となるためパウチの性能としては酸素バリア性が必須と考えられた。真空パック後のレトルト加熱処理では表面が褐変した原料も使用できることが明らかとなった。りんご11品種、西洋なし6品種、日本なしおよび中国なし3品種、おうとう2品種、ブルーベリーおよびくり各1品種についてレトルト加工を行い、加工後の品質を調査した結果、りんご、なしではクリーム色または白色のきれいな仕上がりとなり、食味も概ね良好であった。製品化に向けて地域の民間企業との連携体制を構築し、現在、商談会等への出展、販売方向・商品開発などについて検討中である。

4.4 過熱水蒸気による製パン技術開発

通常、パンは電気やガスオーブンで焼成するが、ここでは「過熱水蒸気」と呼ばれる「水で焼く」技術を応用した。過熱水蒸気で焼いたパンは、焼成時間や熱の伝わり方が違うため、通常の焼き方では得られない食感を出すことができると考えられる。過熱水蒸気加熱によるパン生地焼成は、従来の電気オーブンと比較すると加熱速度が速く、短時間で焼

成が可能であった。山型パンでは、電気オーブン加熱と比較して、表面に光沢があり、外皮が薄く、パン内層部の気泡が小さい傾向があった。クロワッサンでは膨化*率が電気オーブンに比べて向上することが明らかとなった。この結果から、パイやスポンジ等の膨化が重要な種類のパンに応用可能と考えられる。また、製パン業者からは製造方法や出来上がりの品質に対する関心が高く、北海道産小麦の品質特性を引き立てるパンづくりへの活用が期待される。

第5章 道産ホッケの用途に応じた安全・高品質化技術の開発

ホッケは北海道周辺のほぼ全域で漁獲され、その生産量は全国生産量とほぼ一致(99%)し、北海道特有の魚であるといえる。ホッケの加工用途においては、依然、「すり身」と「冷凍加工(一夜干し原料等)」で全体の8~9割を占めているが、安全・高品質化技術の開発による刺身食材や高品質なフィレ加工品などの新たな製品開発が必要である。このため以下の研究開発に取り組んだ。

5.1 寄生虫分布・動態調査

水産物に寄生するアニサキス*やシュードテラノーバ*などの寄生虫は、刺身などの生食での健康危害だけでなく、加工品では異物混入として問題となる。この節ではホッケフィレ加工の安全供給を図るため、これまでほとんど知見のないホッケの寄生虫について、その分布と漁獲後の体内移動など動態について調査した。その結果、寄生率は全道海域で70~95%と高率で、海域による有意な差は認められなかった。寄生虫数は2.4~4.6隻/尾で、そのうち筋肉で0.3~0.7隻/尾、内臓が2.0~4.3隻/尾で、内臓がアニサキス、筋肉でシュードテラノーバが高い割合であった。アニサキスは漁獲後24時間以内臓から筋肉(特に内臓に近い腹須)に移動するが、これを抑制するためには、漁獲後、速やかに氷冷し、できるだけ早く内臓を除去するか、速やかに冷凍する必要がある。

5.2 皮むき・血合肉除去機構を用いた魚臭低減技術の開発

近年、国内では「魚離れ」が大きな問題となっている。「魚離れ」は、魚臭い、骨があるため食べにくいことなどが原因と考えられている。そこで、ホッケの食味改善や鮮度保持性を向上させるため、魚臭部が集中する皮と血合肉を効率的に除去する装置を開発した。開発にあたっては各種市販装置を比較検討し、設計・試作を行った。その結果、最終的に

除去処理成功率90%以上、歩留り70%以上で、効率よく良質な白身が得られることを確認した。

5.3 道産ホッケの高品質なフィレ加工品の開発

ホッケの高品質化を図る上で基礎技術となる凍結条件について検討した結果、凍結時鮮度(K値*)の異なるフィレを-20℃で3ヵ月保管し比較した結果、K値の高いものは、低いものに比べドリップ*量が多い傾向にあった。また、凍結保管温度をかえて12ヵ月保管したフィレでは、-10℃、-20℃保管区に比べ、-30、-40、-80℃保管区でドリップ量が少なく、Ca²⁺ATPase活性*の低下も少ないことが、明らかになった。次に、皮・血合肉除去フィレの品質変化を明らかにするとともに、魚臭低減フィッシュフライを試作開発した。魚臭低減フィレブロックは凍結保管中により総ドリップの増加が認められたが、魚臭成分の脂質酸化物の増加は少なかった。魚臭低減フィッシュフライは魚離れが顕著な若い世代に好評で、学校給食素材としての活用が期待された。

5.4 ホッケ一夜干しの品質安定化条件の把握

ホッケの加工仕向けでは、一夜干し原料等の「冷凍加工」が生産量全体の20~30%(2~3万トン)を占めている。そこで、ホッケ一夜干しの品質安定化のため、ハンディタイプ近赤外分光器を用いて、脂質含量の推定を検討した。その結果、生鮮ホッケでは予測標準誤差1.1%、ホッケ一夜干し製品では2.1%で推定可能であることを明らかにした。また、2点識別法*による脂質含量の官能評価の結果、3%と9%は識別可能であることが明らかになった。近赤外分析による選別は、ホッケ一夜干し製品の有効な品質保証の1つとなる可能性が示唆された。

5.5 新食感のかまぼこ開発のためのすり身物性改善技術の確立

ホッケすり身のゲル物性の改善による付加価値向上を目的に、原料の鮮度がゲル物性に与える影響について検討した。その結果、5℃保管中、K値の上昇は早かったが、Ca²⁺ATPase全活性は緩やかに低下し、ゲル物性の低下と一致していた。ホッケのゲル物性は漁獲当日が最も高い値であった。次に、通電加熱(ジュール加熱)*装置によるホッケ冷凍すり身の加熱条件について検討した結果、通電加熱によりゲル物性が、ボイルに比べて顕著に増加し、物性改善に有効であった。

5.6 ホエイを活用したホッケのにおい低減技術の開発

ホッケは独特なにおい(ホッケ臭)があることが知られ、消費者から敬遠される1つの要因になっており、ホッケ臭を除去(消去)あるいは低減する加

工技術の開発が求められている。そこで、チーズホエイのマスクングと脂質の酸化抑制機能を活用して、ホッケの特有なにおいを低減する加工法を開発を目指した。その結果、チーズホエイに浸漬することによって、脂質酸化により生成するアルデヒド類が低減し、チーズホエイ由来のケトン類は増加することが明らかになった。また、協力企業によるホエイ浸漬ホッケフィレの試作実証試験を行ったところ、実験室レベルでの試作品と同様にアルデヒド類の低減とケトン類の増加が認められ、風味を改善したホッケフィレ加工品の製品化が期待された。

第6章 道総研フードイノベーション戦略

戦略研究における技術や商品開発について、成果の受け手である実需者、消費者側からの視点に立ち、イノベーションとしての意義を総括した。

食の分野におけるイノベーションとは、食べる人や使う人など顧客から歓迎される本質的な価値を新たに生み出すとともに、それを活用した具体的な食品・サービスの普及により、ライフスタイルやビジネスのありようを大きく変革することである。

戦略研究における個々の研究テーマでは、道総研の強みである5つの技術（原料の安定供給技術、評価・選別技術、高品質加工技術、加工機械開発技術、ブランドづくり）を生かしたアプローチを徹底し、こだわりやイメージだけではなく科学的根拠を基本にした商品化やブランド力の向上を目指した。

さらに、個々の研究のコンセプトは①顧客価値を創造できる研究であるか、②科学的アプローチが徹底しているか、③事業化に結びつく研究であるかという視点から絶えずチェックし随時軌道修正を行った。そして、これら一連の研究開発活動を「道総研フードイノベーション」と呼ぶこととした。

本研究では、4つの研究対象項目（豆類、馬鈴しょ、小麦、ホッケ）の中で、それぞれの現状での流通消費量や価格、主用途の特徴、市場でのシェア競合構造などを総合的に勘案し、商品化戦略を設定し開発に取り組んだ。

この結果、8種類、11アイテムの新規食品が開発され商品化されるとともに、その開発過程においては、道総研技術シーズを基礎とした様々なイノベーションを生み出すことができた。

豆類においては、食味の向上や機能性付加などの商品コンセプトに適した原材料の選択を可能にするイノベーション、さらに、機能性成分の有効化率を高めたり、加工中の損失を低減させるイノベーシ

ョンを実現した。

馬鈴しょでは、選択品種の特性を加工作業上での優点と結びつけ、現状品に比較して大幅な製造コスト削減を可能にするイノベーションを実現した。

小麦では、道産小麦麵の食感の特徴を最大限活かす製品設計により、新しいジャンルの麵を開発するイノベーションが実現した。また、パスタの付け合わせ具材として検討した道産果実を用いたコンポートについては、果実の新規加工方法を発明し、無添加でりんご本来の風味と食感を維持し、常温流通も可能な素材を生み出すイノベーションを実現した。

ホッケでは、物理的、化学的2つの側面から魚臭さを低減した魚フィレの製造法というイノベーションを生み出した。

これらの成果は、商品あるいは技術開発の核となると同時に、将来的な道産食品の高付加価値化やブランド力強化の一助になるものと期待できる。

本研究では、従来の技術開発研究を一步進め、「具体的商品開発研究」を目標として取り組んだ。この結果、一定の成果は得られたが、次期に続く食産業戦略研究において、さらに大きな「道総研フードイノベーション」を加速・深化させるために必要な課題を整理した。

第1の課題は、マーケット・インの発想を徹底した技術導入戦略である。次期戦略研究では、商品化に向けたビジネスモデルの構築を先行させ、それに連動しながら技術シーズの選定や具体的な研究計画を策定することが必要である。さらに、「技術と商品のミスマッチ」を常にチェックしながら検討を進められるPDCAサイクル*の課題検討システム作りが課題となる。

第2の課題は、単なる製品付加価値の向上から価値供給総量を増大させるイノベーションの導入である。次期戦略研究では、「保鮮流通」、「貯蔵性向上」、「利便性向上パッケージ」など流通量の増大に配慮したイノベーションに重点を置き、社会に供給できる価値総量の増大を目標とした商品開発に取り組む事が期待される。

第3の課題は、「ものづくり」から「新たな市場創成」へのステップアップである。次期戦略研究では、フードチェーン全体の枠組みの中でのイノベーション導入を検討し、地域や業界全体を巻き込んだ「技術を軸にした新しい食産業連携モデル」を提示することが課題である。

中津智史（北見農業試験場）

第2章 機能性に優れた豆類選別技術と加工製品の開発

(1) まえがき

北海道における大豆の生産量^[1]は、61,400t (2013年産)で全国の31%を占めているが、自給率向上のためにはさらなる増産が求められている。小豆およびいんげん豆の生産量は63,700t および14,600t

(2013年産)で全国の94%および95%を占めるなど、国内最大の生産地である。しかしながら、両豆とも長期的に栽培面積が減少しており、その要因として、輸入品との競合の他、需要量そのものの低迷が影響している。したがって、道外産品と対抗しつつ、道産豆類に対する需要を維持・拡大するためには、他とは異なる特徴を活かした製品開発が重要である。このため、本章では以下の研究開発に取り組んだ。

(2) 本章の構成

2.1 選別技術の開発と利活用

北海道産の大豆や小豆には国産品種の中でも機能性に優れたポリフェノール*含有量の高い品種があり、これら機能性を活かした北海道独自の製品を開発するためには、農業現場で活用可能な豆類の選別技術や加工技術の開発が求められている。

すなわち、高イソフラボン*大豆品種「ゆきぴりか」^[2]については、そのイソフラボン含量は年次や産地、栽培条件によって変動することが報告されている。そこで、非破壊かつ簡易迅速な分析法である近赤外分光法*を用い、評価方法を開発するとともに現地での実証試験を行った。

道産小豆品種「きたろまん」^[3]のポリフェノール含量については、ベルト式色彩選別機を用い、同一ロット内における小豆の種皮色により分別することで、ポリフェノール含量の異なる小豆子実の非破壊選別技術を開発・実証を行った。さらに、選別された高ポリフェノール小豆については、道内菓子企業(株式会社もりもと)と連携して菓子用途への新たな製品開発を試みた。

2.2 高イソフラボン味噌の開発

大豆の加工用途の中でも特に味噌に注目し、高イソフラボン大豆「ゆきぴりか」を原料とした北海道独自の味噌製造技術の開発について検討した。

味噌は日本伝統の発酵調味料として近年世界的に注目され、輸出額も2000年以降倍増している。そこで、国内だけでなく世界に向けて北海道が発信できる食品として、食品加工研究センターが保有する乳酸菌(Hokkaido株)^[4]や独自の味噌用酵母などの発酵微生物を活用することで従来にない機能性等を付

与した高品質な「北海道味噌」製造技術の開発に取り組んだ。また、早期の実用展開を図るため、北海道味噌醤油工業組合と道総研とで研究会を設けて開発内容について協議を重ね、組合傘下企業数社と現場実証試験を実施するなど、技術開発を共同で展開し、さらに商品化に向けては工業試験場のデザイン・人間情報グループとも意見交換しながら開発を行った。

2.3 高イソフラボン大豆「ゆきぴりか」を利用したスイーツ素材の開発

大豆「ゆきぴりか」の需要を拡大するため、新たな用途に向けて高イソフラボンを訴求した菓子素材への製品開発について検討した。この開発では、技術シーズを活かしたクリーム様素材ときな粉の開発を道内企業と共同で取り組み、製造現場での実証試験、試験販売による市場調査を実施して商品化し、首都圏向けの高級商材への展開を試みた。

2.4 道産金時豆のサラダ豆用途適性の検討

道産金時豆はこれまで主として煮豆や甘納豆等に利用されていたが、食嗜好の変化に伴いその重要は低迷している。一方、サラダや洋風煮込み料理に利用する用途(サラダ豆)が増えつつあるが、主に輸入豆類の中でも煮熟後も赤紫色を呈する品種が使用されている。輸入品に代替し道産金時豆の消費拡大を図るためには、サラダ豆に求められる適性を明らかにする必要がある。さらに、古い品種で現在は栽培されていないが、鮮やかな色調を有する品種「新金時」に着目し、サラダ豆用途適性を明らかにするとともに、レトルトや冷凍加工による製品試作を行った。

(3) 引用文献

- [1]北海道農政課. “平成25年度 北海道農業・農村の動向”. 91-95 (2014).
- [2]北海道立十勝農業試験場 “だいず新品種候補「十育241号」”. (2006)
- [3]北海道立十勝農業試験場. “あずき新品種候補系統「十育147号」”. (2005)
- [4]中川良二, 藪内裕子, 八十川大輔, 長島浩二. “*Lactobacillus plantarum* HOKKAIDO を用いた豆乳ヨーグルトの製造およびその機能性”. 食科工. 53. 140-143 (2005)

太田智樹 (食品加工研究センター)

2.1 選別技術の開発と利活用

本節では、道産豆類の機能性に着目し、大豆「ゆきぴりか」についてはイソフラボン含量の近赤外分析による簡易評価法を開発した。また、小豆「きたろまん」については色彩選別機によるポリフェノール含量選別技術を確立するとともに、得られた原料を用いた商品開発を行った。

2.1.1 近赤外分析による大豆イソフラボン含量の簡易評価法の開発

(1) 目的

イソフラボンは生活習慣病予防効果などの多彩な健康機能が期待される大豆成分として知られており^[1]、イソフラボン含量が高い品種や高機能性食品の開発が期待されている。北海道では、高イソフラボン含量の特性を有する「ゆきぴりか」^[2]が優良品種として作付けされ（114ha 2012年）、味噌や大豆飲料などの原料として利用されている。道総研では2010年から、本戦略研究の中で、「ゆきぴりか」の機能性を活かした味噌の研究開発に取り組んできた。味噌中の機能性成分であるイソフラボンアグリコン*の含量を安定的に高めるためには、新たな発酵技術を開発・導入するとともに、「ゆきぴりか」の中でもイソフラボン含量の高い産物を原料として供給することが不可欠である。

大豆中のイソフラボン含量は、年次や産地などの環境条件によって変動し、低温環境下での登熟が含量を高めることが知られている^[3]。そのため、冷涼な北海道で生産される大豆は、府県で生産される大豆よりもイソフラボン含量が一般に多いが、北海道内でも産地によってイソフラボン含量がばらつくことが報告されている。そこで、ロット別にイソフラボン含量が測定できれば、イソフラボン含量の多い産物を仕分けすることが可能となるが、イソフラボン含量の実測は煩雑な作業を伴うことから、非破壊で簡便な評価法が開発が求められている。

近赤外分光法は、物質による近赤外光の吸収および散乱に基づく分光法であり、測定物質中の官能基に対応して特定の波長に吸収および散乱が生じ、その吸光度の変化に着目して定量分析をすることができる。近赤外分光法の特長として、非破壊分析が可能で多成分を同時に分析できることが挙げられる。大豆については、市販の検量線により水分、タンパク含量、全糖含量および脂肪含量の測定が可能である。さらに、道総研では「近赤外分光法による豆腐加工適性(豆腐硬さ)の非破壊評価法(平成24年研究参考)」を開発し、品種育成に活用しているところである。

そこで、本課題では、近赤外分光法により、大豆イソフラボン含量を簡便に評価する方法の開発を行った。

(2) 材料と方法

1) 供試材料

大豆 771 点を供試した。検量線の作成と評価には2009～2011年産サンプルを用いた。さらに、2012年産サンプルを用い、検量線の適合性の検討等を行った。

2) イソフラボン含量の実測評価

AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 法に準拠（一部改変）した手順によりイソフラボンを抽出した。すなわち、Retsch社の超遠心粉碎器(ZM200 0.5mmスクリーン)により得られた粉末試料0.5gに80%メタノールを25mL加え、65°Cで2時間抽出した液に2N NaOH水溶液を加えて鹼化を行い、エステル化配糖体を加水分解した。イソフラボン抽出液を高速液体クロマトグラフにより分析し、イソフラボンアグリコンおよび各種の配糖体を分別定量した。配糖体の重量を基本骨格のアグリコンの重量に換算し、換算重量およびアグリコン自体の重量の総和を総イソフラボン含有量（アグリコン当量）とした。

3) 近赤外分光分析装置によるスペクトルの取得

近赤外分光分析装置はFOSS社のInfratec1241を用いた。イソフラボン含量を測定した771点について、同装置のSample Transport Module（光路長29mm）に約80gの原粒大豆を充填し、850～1048nmの2nm間隔波長の透過光スペクトル*を取得した。

4) 検量線の作成および評価

2009～2011年産サンプル296点を検量線作成用の集団とした。検量線の作成には、FOSS社のWinISI IIを用い、Modified PLS 回帰分析*（改良・部分最小二乗）を行った。スペクトルの前処理には、散乱補正、微分、平滑化を検討した。この際、有色大豆（黒大豆、青大豆）のスペクトル値の多くが外れ値となり、スペクトル値が特異であると考えられたため、有色大豆については適用外とした。2009～2011年産サンプルのうち、検量線作成に用いていない321点を検量線評価用の集団とし、検量線標準誤差(SEC)、予測標準誤差(SEP)および相関係数(r)を算出し、スペクトルの前処理法を検討した。

5) 来歴の違いによる検量線の適合性検証

4)で得られた検量線について、2009～2012年産の産地や年次の異なるサンプル集団における検量線の適合性を検討した。

(3) 結果

1) 検量線の作成および精度の評価

検量線の作成および検量線の評価に用いたサンプル群のイソフラボン実測値は、検量線作成用サンプルと評価用サンプルはほぼ同様の分布を示すように区分した。異なる21種類のスペクトル前処理により得られた

検量線を比較したところ、SEP が最も小さく、SEC 及び因子数も小さかったのは二次微分および4波長の移動平均による平滑化処理を行った検量線であったことから、この検量線を採用した (SEC=37.4mg/100g, SEP=41.2mg/100g, 因子数 11)。検量線評価用サンプルにおける推定値と実測値の関係は図 2-1-1 のとおりで、SEP=41.2mg/100g, $r=0.81$ となり、評価用試料のイソフラボン含量は 94.5~466.4mg/100g の範囲に分布した。また、この検量線の精度を水野ら(1988)^[4]の定義した手法で判定すると、本検量線の実用性は高いものと判定された。これらのことから、近赤外スペクトルから精度良くイソフラボン含量を推定することが可能と判断された。

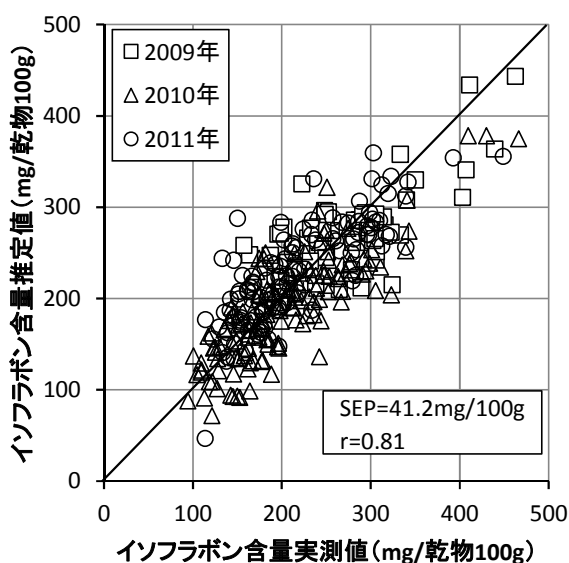


図 2-1-1 検量線評価用サンプルの推定値と実測値の関係

2) 試料来歴の違いによる検量線の適合性検討

大豆生産地の違いにより検量線の適合性が異ならないか確認するために、生産地（中央農試および十勝農試）別に検量線の適合性を検討した。予測標準誤差 (SEP) は 40.9~41.3mg/100g で、評価用サンプル全体の SEP とほぼ同等であり、産地による検量線の精度に大きな差は認められなかった。

次に、大豆生産年次の違いにより検量線の適合性が異ならないかを確認するため、生産年次（2009~2012年）別に検量線の適合性を検討した。予測標準誤差 (SEP) は 27.5~45.1mg/100g となり、年次による検量線の精度に大きな差は認められなかった。

さらに、2010 および 2011 年に複数の産地（栽培条件）で生産された「トヨコマチ」、「ゆきぴりか」、「ユキホマレ」、「とよみづき」について適合性を検討した

結果、検量線は概ね適合した。

(4) 考察

1) 当評価法の特徴

AOAC 準拠法では、サンプルを粉碎後、秤量、抽出、HPLC による分別定量を行う必要があり、処理可能点数は 18 点/日であるのに対し、当評価法は測定サンプルを破碎することなく測定でき非常に簡便であるため、120 点/日程度の調査が可能である。必要サンプル量は原粒 80g 程度と比較的少量であり、非破壊で測定可能なことから、育成系統などの貴重な試料にも適用可能である。

2) 近赤外分光法によるイソフラボン含量評価法の利用事例

2010~2012 年産「ゆきぴりか」のイソフラボン含量実測値と推定値の関係を図 2-1-2 に示した。相関係数は 0.90, SEP=24.7mg/100g と高精度に推定が可能である。イソフラボン含量は産地や登熟期間の気温等により変動することが知られており、一般にイソフラボン含量の多い大豆品種「ゆきぴりか」においても、他品種と同様に産地や年次によりイソフラボン含量の低い事例が認められる。そのような場合に当評価法を利用した仕分けが有効と考えられる。実際に、当評価法によって仕分けされた産物を使った味噌の製造が行われ、道内味噌メーカー 2 社で「ゆきぴりか北海道味噌」として販売されており、今後もイソフラボン含量の高い大豆加工品製造のための大豆仕分け技術として、当評価法の利用が期待される。

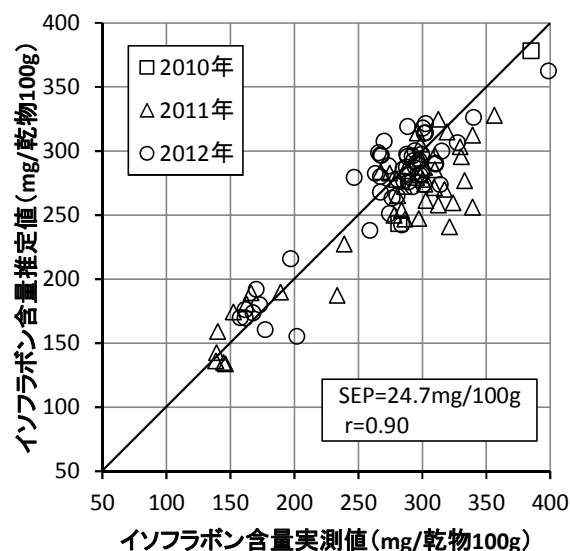


図 2-1-2 ゆきぴりかのイソフラボン含量推定値と実測値の関係

(5) 要約

近赤外分光分析を用いた大豆イソフラボン含量の簡易・迅速な非破壊評価法を開発した。当評価法では、大豆原粒 80g から高い精度で 1 日当たり 120 点の測定が可能であり、イソフラボン含量による加工原料の仕分けに活用できる。

(6) 引用文献

- [1] 関谷敬三 “大豆成分の健康機能性—特にイソフラボンについて—” 日本作物学会作四国支部会報 42. 60-65 (2005)
- [2] 北海道立十勝農業試験場 “だいつ新品種候補「十育 241 号」”. (2006)
<http://www.agri.hro.or.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h18gaiyo/f0/2006007.html>
- [3] 谷藤健, 三好智明, 鈴木千賀, 田中義則, 加藤淳, 白井滋久 “寒地におけるダイズ子実イソフラボンの含量・成分組成に及ぼす登熟気温の影響および品種間差”. 日本作物学会紀事 78(1). 74-82 (2009)
- [4] 水野和彦, 石栗敏機, 近藤恒夫, 加藤忠司 “近赤外線反射率測定法による乾草の成分および栄養価の推定. I 成分および栄養価の推定精度とその評価”. 草地試験場報告 38. 35-47. (1988)

中道浩司 (中央農業試験場)

2.1.2 色彩選別機による小豆ポリフェノール含量選別とその利用**(1) 目的**

小豆の国内生産は約 9 割を北海道で占めており、品質や食味の良さが実需者から評価されている。また、小豆には多量のポリフェノール*が含まれており、高い抗酸化活性*や血糖値上昇抑制効果などの効果を示すことが報告されている^[1]。北海道では、農業特性や品質が良く、従来の品種よりポリフェノールを多く含む新品種「きたろまん」が 2005 年に育成され^[2]、作付面積も年々増加している^[3]。

小豆の抗酸化活性は、栽培年や栽培地によって大きく異なり、登熟期間の日照条件の影響を受けることが報告されている。さらに、同一圃場で栽培された小豆であっても、開花時期の違いにより抗酸化活性は異なり、粒毎では大きなバラツキが存在する。一方、小豆の種皮色は、開花時期が遅いほど **b*値***は高くなり、開花時期の遅い(登熟日数の短い)小豆子実では抗酸化活性が高くなる傾向にある^[4]。そこで本研究では、ベルト式色彩選別機を用いて、同一ロット内における小豆を種皮色により分別することで、ポリフェノール含量の異なる小豆子実の非破壊選別について検討した。

(2) 材料と方法**1) 供試材料**

2009 年、2010 年および 2011 年において、北海道の池田町で生産された小豆(「きたろまん」および「エリモショウズ」)を、十勝池田町農業協同組合において調製したものを使用した。

2) 色彩選別機を用いた小豆の粒選別

小豆の選別試験には、ベルト式特殊 RGB フルカラー豆類色彩選別機 BLC-300D5 ((株)安西製作所)を用いて行った。光源として色調の異なる蛍光灯(イエロー・イエロー(YY)色およびオレンジ(OR)色)を用いた。選別は、同一ロット内において、種皮色(**b*値**)の高低により一定割合を選別するように調整して行った。

3) 小豆種皮色の測定

小豆の種皮色は、子実を直径 30mm のシャーレに入れ、分光測色計 CM-3500d (コニカミノルタ)で測定した(複粒法)。

4) ポリフェノール含量の測定

ポリフェノールの抽出は、小豆粉末に 80%エタノールを加えて混合し、25°C で 16 時間静置して行った。抽出液のポリフェノール濃度は Folin-Ciocalteu 法により測定し、(+)-カテキン相当量としてポリフェノール含量を算出した。

(3) 結果と考察**1) 色彩選別機の改良と小豆ポリフェノール含量**

選別技術の開発

小豆の種皮色は、開花時期が遅いほど b*値は高くなり、開花時期の遅い（登熟日数の短い）小豆子実ではポリフェノール含量が高くなる傾向にあることから、b*値の高い小豆ではポリフェノール含量も高い傾向にあると考えられた。そこで、豆類色彩選別機 BLC-300D5（株）安西製作所）を改良した選別試作機を開発し、色調の異なる光源（YY 色および OR 色）を用いて、同一ロットの小豆（2009 年、2010 年産）を色調に基づいて、b*値の高い粒を全体の 5-20%選別した。その結果、YY、OR 色光源ともに種皮色（b*値）に基づいて、高 b*値の小豆粒を選別できた（表 2-1-1）。また、登熟期間の気温が異なり、子実の色調に大きな差が見られる場合や品種が異なる場合も精度良く選別できた（データ省略）。選別された小豆のポリフェノール含量を測定した結果、ポリフェノール含量が 10~15%高い小豆を選別できることが示された。なお、OR 光源より YY 光源を用いた方が、より高いポリフェノールの選別効果が認められた（表 2-1-1）。

表 2-1-1 小豆粒選別の選別条件とポリフェノール含量および種皮色（2009 年産「きたろまん」）

	光源 (色調)	ポリフェノール		種皮色		
		(mg/100g DW)	比率(%)	L*	a*	b*
95%非選別粒	YY	320.7	100.0	27.3	18.5	12.0
5%選別粒	YY	369.6	115.2	29.4	19.9	13.9
90%非選別粒	YY	342.2	100.0	26.7	18.1	11.5
10%選別粒	YY	386.9	113.1	29.3	19.5	13.5
80%非選別粒	YY	294.3	100.0	27.0	17.7	11.2
20%選別粒	YY	334.5	113.6	28.7	18.9	12.8
95%非選別粒	OR	269.8	100.0	27.1	18.0	11.4
5%選別粒	OR	298.1	110.5	29.6	19.3	13.6
90%非選別粒	OR	276.1	100.0	27.2	18.1	11.6
10%選別粒	OR	303.6	110.0	29.2	19.5	13.3
80%非選別粒	OR	279.9	100.0	26.9	18.0	11.4
20%選別粒	OR	297.3	106.2	29.0	19.3	13.3

2) ポリフェノールに基づく小豆の選別技術の実証試験

実際の小豆調製ラインにおいて、開発した選別技術の実証試験を行った。十勝池田町農業協同組合の小豆調製施設では、豆類色彩選別機 BLC-300D5 を用いて色彩選別（異色粒、異物の除去）を行っている。この色彩選別機の光源を標準の赤色蛍光灯から YY 色蛍光灯に変更し、大ロットの小豆（60kg、2011 年産）から高 b*値粒を 10%程度選別する試験を行った。その結果、原料と比較して 15%程度ポリフェノールを多く含む小豆を選別できた。また、異なる品種でも同様の精度であった（表 2-1-2）。

以上のことから、色彩選別機を用いて、ポリフェノールを多く含む小豆を非破壊で粒選別できる技術を確認できたと判断した。なお、選別する割合は任意で設定でき、使用の目的や歩留まりに応じて変更が可能である。この技術を用いることで、より付加価値の高い小豆製品の開発が期待される。

表 2-1-2 ライン試験における小豆選別粒のポリフェノール含量および種皮色（2011 年産）

品種		ポリフェノール		種皮色		
		(mg/100g DW)	原料比(%)	L*	a*	b*
きた	原料	282.9	100.0	25.2	20.0	10.1
ろまん	90%非選別粒	282.6	99.9	26.0	19.3	9.9
	10%選別粒	335.7	118.7	26.5	20.3	10.7
エリモ	原料	226.4	100.0	25.7	17.7	9.2
ショウズ	90%非選別粒	225.9	99.8	25.3	17.6	9.2
	10%選別粒	256.4	113.2	26.4	18.5	10.2

3) 小豆の高ポリフェノール選別技術を活用した新製品の開発

2013 年に株式会社もりもとが、高ポリフェノール品種である「きたろまん」を用いた冷やしぜんざい（商品名「冷やしあずき きたろまん」）（写真 2-1-1）の製造・販売を開始した。2014 年も継続して販売することとなったが、原料品質の年次間差によって商品の特性が変動することを製造元が懸念していたため、原料品質の安定化を主目的とした本選別技術の活用について検討した。検討内容としては、選別粒の品質および調理加工特性を明らかにし、商品に加工した際の官能評価を行った。なお、官能評価は株式会社もりもとが実施した。



写真 2-1-1 「冷やしあずき きたろまん」

色彩選別機は BLC-600D5 型（光源 YY 色）を用い、原料の 2013 年十勝産「きたろまん」を b*値に基づき 18:64:18（高 b*値：中間：低 b*値、重量%）に選別した。以降、b*値が高い画分から順に淡色、中間、濃色と表現する。

選別粒の品質および調理加工特性を表 2-1-3 に示す。種皮色の b*値が高いほどポリフェノール含量が多く、

あん収率が高い傾向にあった。また、種皮色のb*値が低い画分である濃色で百粒重が大きい傾向であり、これは開花後の成熟期間が長いことによると推察された。

選別粒を冷やしぜんざいに加工し、官能評価を行った結果を表2-1-3に示す。評価基準は食べてみて良かったと思う順に1~3位の順位を付ける方法とした。その結果、b*値が低い画分である濃色の「味」、「食感」、「後味」、「総合」の評価が低い結果であった。また、株式会社もりもとの商品開発者の評価では、淡色は煮ただけでは青臭さが強いが、甘みを加えると独特の上品な香りになり、食味が向上するとの事であった。一方、濃色については土臭い香りがして、抽象的な表現ではあるが昔の小豆の味がするとの評価であった。

以上の結果を受けて、株式会社もりもとのでは2014年販売の商品名「冷やしあずき きたろまん」の原料に、色彩選別機でb*値の低い約2割(表2-1-4の濃色に相当)を除いた原料を用いることとなった。「冷やしあずき」は2014年「北海道新技術・新製品開発賞」の優秀賞を受賞するなど、販売は好調である。さらに、商品開発の第2弾として、商品名「北海道高級最中きたろまん」を2014年12月から販売している。こちらの原料は色彩選別機でb*値の低い約5割を除いており、より高ポリフェノールと良食味を追求した商品となっている。

表2-1-3 選別粒の官能評価(冷やしぜんざい)

見たい目	評価項目					総合
	味	食感	後味	香り		
淡色	2.3 b	1.8 a	2.0 b	1.7 a	1.8 a	1.8 a
中間	1.8 a	1.9 a	1.5 a	1.9 a	2.1 a	1.7 a
濃色	1.9 a	2.3 b	2.5 c	2.4 b	2.0 a	2.5 b

値は食べてみて良かったと思う順位(1~3位)を示す

n=64~67

同項目の異なる文字間で有意差あり(5%水準,Steel-Dwass検定)

表2-1-4 選別粒の品質および調理加工特性

選別時 重量比 (%)	種皮色 b*値	ポリフェノール (mg/100gDW)	水分 (%)	百粒重 (g/100粒)	煮熟 増加比	あん収 率 (%)	
淡色	17.6	11.2	444.7	13.7	11.4	2.95	67.1
中間	64.1	10.0	451.3	13.8	10.5	2.93	66.8
濃色	18.2	8.2	356.5	13.8	13.1	2.98	64.8
未選別	-	11.1	441.5	13.9	11.1	2.93	65.9

各2反復の平均値

煮熟増加比:乾物重量に対して、煮た後の重量の増加割合を示す

あん収率:煮た後の重量に対して、そこから取れるあんの重量の割合を示す

(4) 要約

豆類色彩選別機を改良した選別試作機を開発し、黄色蛍光灯光源を用いることで、ポリフェノール含量の高い小豆を選別が可能であった。このことから色彩選別機を用いて、ポリフェノールを多く含む小豆を非破壊で粒選別できる技術を確立した。また、本技術で選別した高ポリフェノールの小豆を用いた新製品が開発された。

(5) 引用文献

- [1] 北海道立中央農業試験場・北海道立十勝農業試験場・青森県立保健大学・帯広畜産大学. “小豆ポリフェノールの生理調節機能の解明とその変動要因”. (2010)
- [2] 北海道立十勝農業試験場. “あずき新品種候補系統「十育147号」”. (2005)
<http://www.agri.hro.or.jp/center/kenkyuseika/gaiyoshoh/h17gaiyo/f0/2005003.htm>
- [3] 北海道農政部生産振興局農産振興課. “麦類・豆類・雑穀便覧(豆類編)”. (2014)
- [4] 北海道立中央農業試験場・帯広畜産大学. “小豆の抗酸化活性の変動要因と簡易評価技術”. (2004)

富沢ゆい子(中央農業試験場)

齋藤優介(十勝農業試験場)

2.2 高イソフラボン味噌の開発

最初に、北海道味噌醤油工業協同組合の協力の下、「ゆきぴりか」を用いた味噌の商品化に取り組み、道内味噌メーカー2社では、イソフラボン高含有「ゆきぴりか」の特徴を活かした味噌を商品化した。次に、イソフラボンアグリコンを高含有した味噌を得るための発酵条件（四日麹製法）を検討した。さらに、道総研が保有する特許菌株である乳酸菌 HOKKAIDO 株がもつ β -グルコシダーゼ活性*を顕著に高める培養法を見出し、これを用いた味噌の製造方法を開発した。

2.2.1 高イソフラボン大豆「ゆきぴりか」を原料とした味噌の開発

(1) 目的

大豆のイソフラボンには化学構造の異なる 12 種類が存在するが、主にマロニル化配糖体として存在している^[1]。イソフラボンの機能性として女性ホルモン（エストロゲン）様活性が知られており、ガン細胞増殖の抑制^[2, 3]、循環器疾患の予防^[4, 5]、骨粗鬆症の予防^[6, 7]等が報告されている。しかし、大豆中のイソフラボンの主要構造である配糖体（アグリコン以外の 9 種類）の腸内吸収率はアグリコン（ダイゼイン、ゲニステインおよびグリシチン）に比べて非常に低いことが示されており^[8]、摂取された食品中のイソフラボン配糖体が体内で吸収されるためには、腸内フローラ*を構成する微生物によってアグリコンに加水分解される必要がある^[9]。

一方、大豆を主成分とする味噌などの発酵食品では、微生物の働きによりグルコース配糖体（ダイジン、ゲニステインおよびグリシチン）の β -グルコシド結合が加水分解されることが知られている^[10]。このようなアグリコンを多く含む発酵食品ではイソフラボンが腸内環境に影響されず、そのままの状態ですぐに腸管から体内で吸収される。優良大豆品種「ゆきぴりか」は国内品種で最も多くイソフラボンを含有する品種^[11]であり、味噌適性が示されていることからイソフラボン高含有味噌の製造が期待される。

そこで、本試験では味噌の開発を目的とし、北海道味噌醤油工業協同組合の協力の下、道内味噌メーカー3社において「ゆきぴりか」を用いた米味噌を仕込み、発酵熟成過程および味噌の賞味期限である6ヶ月保存期間におけるイソフラボンの経時変化を調べた。

(2) 材料と方法

1) 試料

味噌は道内味噌メーカー3社が試作した。大豆品種は「ゆきぴりか」の他、対照として北海道産大豆

「ユキホマレ」または「トヨホマレ」を使用した。麹歩合は10割、塩分は12%とし、最長で150日間の発酵熟成を行った。その他の条件等については、各社の製造方法に従ったが、大豆の蒸煮*法、種麹、製造工程等が異なっていたことから、3社で試作した味噌をそれぞれA、B、Cとして区別した。

2) イソフラボンの抽出

味噌の仕込み後、30日毎にサンプリングした味噌1gに70%エタノール10mLを加え、室温で24時間振とう抽出した。これを遠心分離(10,000rpm, 15分間)した後、上清を回収した。シリンジフィルター(ポアサイズ0.20 μ m, アドバンテック)で濾過後、HPLCに供した。

3) イソフラボンの HPLC 分析

HPLC分析はODS-100Vカラム(150mm \times 4.6mmI.D., 東ソー)を装備したHPLC(Prominence, 島津製作所)にて実施した。溶離液には0.1%酢酸を含む10%アセトニトリル(A液)と0.1%酢酸を含む35%アセトニトリル(B液)の混合液を用い、B液の0% \rightarrow 100%直線濃度勾配(50分間)で溶出し、その後、これを保持(10分間)させた。注入量は10 μ L、流速は1mL/分とし、イソフラボンを260nmの吸光度で検出した。各イソフラボン濃度は各標準品(和光純薬)のピーク面積と比較して算出し、アグリコン換算値で表した。

4) 麹由来 β -グルコシダーゼ活性

粗酵素液は麹に3倍量の蒸留水を加え、室温で3時間振とうし、遠心分離(10,000rpm, 10分間)後の上清を用いた。 β -グルコシダーゼ活性は10mM p-ニトロフェニル- β -D-グルコピラノシド(pNPG, Sigma) 80 μ L, 0.1M 酢酸緩衝液(pH 6.0) 80 μ L, 粗酵素液 40 μ Lの混合液を調製し、当該混合液を30 $^{\circ}$ Cで一定時間インキュベートした後、反応液に0.2M炭酸ナトリウム1.0mLを添加して酵素反応を停止させた。遊離のp-ニトロフェノール量は分光光度計(UV-1200, 島津製作所)を用い、400nmの吸光度を測定することにより求めた。検量線はp-ニトロフェノール(Sigma)を標準品として作成した。酵素活性の1Uは1分間に1 μ molのp-ニトロフェノールを生成する酵素量と定義した。

5) 味噌の保存試験

60日以上発酵させた試作味噌を室温(23 $^{\circ}$ C)で6ヶ月間保存し、30日毎にサンプリングし、上記に示した手順に従ってイソフラボン分析を行った。

(3) 結果と考察

1) 味噌発酵過程におけるイソフラボン変化

発酵熟成過程の味噌を30日毎にサンプリングし、

イソフラボンの分析を行った。発酵熟成前、「ゆきぴりか」を使用した味噌のイソフラボン量は対照品種に比べ 1.38~2.25 倍多かった。

既知^[1]のとおり、配糖体の含有量が多く、アグリコン割合は 8%以下と非常に少なかった。また、発酵熟成 30 日目には配糖体が減少し、アグリコン割合が著しく増加した。その後、アグリコン割合は緩やかに増加し続けた（表 2-2-1）。

試作味噌 B の発酵熟成過程におけるイソフラボン全 12 種類の含有量を表 2-2-2 に示した。発酵熟成前にはマロニルゲニスチン (25.57mg)、マロニルダイジン (19.13mg)、ゲニスチン (14.88mg)、ダイジン (10.77mg) の順に多かった。発酵熟成の経過とともにマロニルゲニスチンとマロニルダイジンが著しく減少した。対して、アグリコンのゲニスチンとダイゼインが増加した。

表 2-2-1 発酵過程におけるイソフラボンアグリコン量

サンプル	発酵日数	アグリコン割合 (%)	
		ゆきぴりか	対照大豆
A	0	7.59	10.00
	31	24.01	32.39
	59	25.96	27.37
	91	28.21	32.22
	119	29.79	36.04
	139	31.85	39.47
B	0	5.82	6.77
	30	44.31	42.53
	60	53.67	59.43
	150	62.52	68.82
C	0	5.59	17.24
	10	10.44	24.87
	30	14.85	32.63
	60	16.86	34.04
	90	22.13	40.18
	120	26.05	41.65

池田ら^[12]は豆味噌を仕込み、発酵熟成中のイソフラボン含有量の経時変化を調べ、アグリコンが発酵熟成の 12 日目まで増加したがその後は変化がなかったことを報告した。さらに、発酵熟成中の豆味噌中の β -グルコシダーゼ活性を測定し比較した結果、仕込み後 12 日目の豆味噌が最も強い活性を示し、アグリコンのダイゼインとゲニスチン量が最高に達する時期と一致したことを示した。本試験では 30 日目までの変化については調べられていないことから不明であるが、アグリコン割合は 30 日目には明らかに増加していた。それ以降、アグリコン割合の顕

表 2-2-2 発酵過程におけるイソフラボン組成

イソフラボン	発酵日数			
	0	30	60	150
マロニルダイジン	19.13	4.08	1.22	1.77
マロニルゲニスチン	25.57	5.39	1.76	2.24
マロニルグリシチン	1.55	0.00	0.00	0.00
アセチルダイジン	4.41	2.16	1.91	0.55
アセチルルゲニスチン	2.42	1.75	2.40	0.45
アセチルグリシチン	0.00	0.00	0.00	0.00
ダイジン	10.77	6.29	6.91	3.54
ゲニスチン	14.88	9.44	10.90	5.64
グリシチン	0.58	0.00	0.00	0.00
ダイゼイン	1.52	8.64	12.74	9.80
ゲニスチン	1.39	7.33	10.08	7.70
グリシチン	0.00	1.02	1.42	0.85

単位:mg/100g

著な増加は認められなかったが、試作味噌 C では配糖体の分解が遅く、長い時間を要し、アグリコン割合が 120 日目まで増加した。このように、試作味噌間での配糖体の分解速度の差は β -グルコシダーゼ活性が関係していると考えられる。

2) 麴の β -グルコシダーゼ活性

試作味噌で使用された麴の β -グルコシダーゼ活性を調べた。図 2-2-1 に示すように、酵素反応で生成する p-ニトロフェノール量 (mM) はインキュベーション時間とともに増加し、その生成量は麴 B > A > C の順であった。30 分間のインキュベーションにおける活性は、それぞれ A : 231.2 U/g, B : 421.2 U/g, C : 128.1 U/g であった。

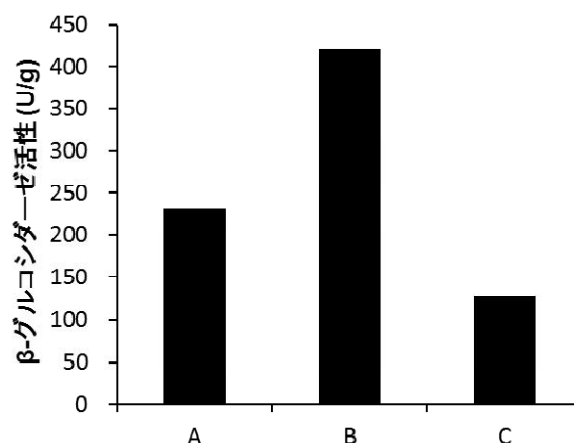


図 2-2-1 麴の β -グルコシダーゼ活性

味噌ではイソフラボンのグルコース配糖体が麴由来の β -グルコシダーゼにより加水分解されることが示されている^[13]。本試験では味噌発酵中のアグリコン割合は味噌 B > A > C であり、麴の β -グルコシダ

ーゼ活性も麴 B>A>C であった。したがって、麴由来の β -グルコシダーゼ活性とイソフラボンのアグリコン化速度の相関が推察される。

3) 味噌保存中のイソフラボン変化

通常、味噌の賞味期限は6ヶ月に設定されている。そこで、この期限内に味噌中のイソフラボン量がどのように変化するか調べた。

試作味噌A, B, Cともにイソフラボン総量にほとんど変化は見られなかったが、配糖体がやや減少し、アグリコンが増加する傾向が見られた（試作味噌Bの結果を図2-2-2に示す）。

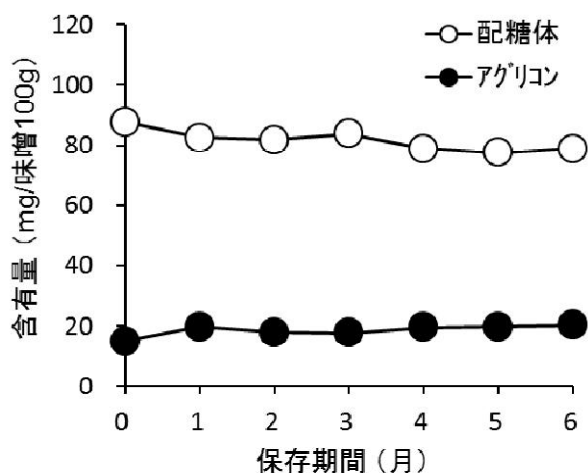


図2-2-2 試作味噌Bの保存試験

これらの試験結果に基づき、道内味噌メーカー2社では、イソフラボンが高含有であるという「ゆきぴりか」の特徴を活かした米味噌を製品化した（写真2-2-1）。



写真2-2-1 商品化された「ゆきぴりか」味噌
左：福山醸造(株)，右：岩田醸造(株)

(4) 要約

イソフラボンはアグリコンで体内吸収されるが、大豆中では非常に少ない。一方、味噌では発酵過程でイソフラボン配糖体の β -グルコシド結合が加水分解されアグリコンが生成される。そこで、北海道味噌醤油工業協同組合の協力の下、「ゆきぴりか」を

用いた味噌の商品化に取り組むと共に、高アグリコン味噌の製造方法を検討した。

味噌の試作結果から、発酵経過と共にアグリコンが増加し、その速度は β -グルコシダーゼ活性が関係していると考えられた。また、味噌の賞味期限である6ヵ月間ではイソフラボンの総量にほとんど変化は見られなかった。これらの試験結果等に基づき、道内味噌メーカー2社では、イソフラボン高含有であるという「ゆきぴりか」の特徴を活かした味噌を商品化した。

(5) 引用文献

- [1]西場洋一, 須田郁夫, 沖智之, 菅原晃美. “国内産大豆のイソフラボン, チアミン, リビフラビンおよびトコフェロール含量の変動”. 食科工. 54. 295-303 (2007)
- [2]Akiyama, T., Ishida, J., Nakagawa, S., Ogawara, H., Watanabe, S., Itoh, N., Shibuya, M. and Fukami, Y.. “Genistein, a specific inhibitor of tyrosine-specific protein kinases”. J. Biol. Chem.. 262. 5592-5595 (1987)
- [3]Peterson, G. and Barnes, S.. “Genistein inhibition of the growth of human breast cancer cells: independence from estrogen receptors and the multi-drug resistance gene”. Biochem. Biophys. Res. Commun.. 179. 661-667 (1991)
- [4]Balmir, F., Staack, R., Jeffrey, E., Jimenez, M. D., Wang, L. and Potter, S. M.. “An extract of soy flour influences serum cholesterol and thyroid hormones in rats and hamsters”. J. Nutr.. 126. 3046-3053 (1996)
- [5]Crouse, J. R. 3rd, Morgan, T., Terry, J. G., Ellis, J., Vitolins, M. and Burke, G.. “A randomized trial comparing the effect of casein with that of soy protein containing varying amounts of isoflavones on plasma concentrations of lipids and lipoproteins”. Arch. Intern. Med.. 159. 2070-2076 (1999)
- [6]Arjmandi, B. H., Alekel, L., Hollis, B. W., Amin, D.. “Stacewicz-Sapuntzakis, M., Guo, P. and Kukreja, S. C., Dietary soybean protein prevents bone loss in an ovariectomized rat model of osteoporosis”. J. Nutr.. 126. 161-167 (1996)
- [7]Ishida, H., Uesugi, T., Hirai, K., Toda, T., Nukaya, H., Yokotsuka, K. and Tsuji, K.. “Preventive effects of the plant isoflavones, daidzin and genistin, on bone loss

- in ovariectomized rats fed a calcium-deficient diets”. *Biol. Pharm. Bull.* 21. 62-66 (1998)
- [8] Izumi, T., Piskula, M. K., Osawa, S., Obata, A., Tobe, K., Saito, M., Kataoka, S., Kubota, Y. and Kiuchi, M. “Soy isoflavone aglycones are absorbed faster and in higher amounts than their glucosides in humans”. *J. Nutr.* 130. 1695-1699 (2000)
- [9] Rowland, I., Faughnan, M., Hoey, L., Wahala, K., Williamson, G. and Cassidy, A. “Bioavailability of phyto-estrogens”. *Br. J. Nutr.* 89. 45-58 (2003)
- [10] 戸田登志也. “大豆食品に含まれるイソフラボンとその摂取量”. 「大豆イソフラボン」. 幸書房. 130-142 (1994)
- [11] 谷藤健, 三好智明, 鈴木千賀, 田中義則, 加藤淳, 白井滋久. “寒地におけるダイズ子実イソフラボンの含量・成分組成に及ぼす登熟気温の影響および品種間差”. *日作紀*. 78. 74-82 (2009)
- [12] 池田稜子, 太田直一, 渡辺忠雄. “大豆発酵過程における抗酸化物質イソフラボンの変化”. *食科工*. 42. 322-327 (1995)
- [13] 渡辺隆幸, 尾張かおる, 高橋慶太郎, 菅原久春. “麴の β -グルコシダーゼと米味噌のイソフラボンアグリコン量”. *味噌の科学と技術*. 53, 388-393 (2005)

2.2.2 イソフラボンアグリコンを高含有した味噌製造技術（四日麴製法）の開発

(1) 目的

味噌では配糖体が腸内吸収性に優れるアグリコンに変換される。畑中ら^[1]は長期熟成させた味噌ではアグリコン割合が80%程度まで増加するが、アグリコン生成に関与する工程として麴の β -グルコシダーゼ以外に蒸し大豆の硬さなど他の要因も関与しているのではないかと考察している。渡辺ら^[2]は15点の市販味噌のアグリコンに変化している割合と用いた米麴の β -グルコシダーゼ活性の関連を調べた結果、両者に相関を認めなかったことを示し、その要因として食塩濃度の影響などをあげている。すなわち、食塩濃度が高い場合、 β -グルコシダーゼ活性が阻害され、アグリコン化が進まなくなることを示している。また、麴菌(*Aspergillus*)の β -グルコシダーゼはグルコース配糖体を基質としてアグリコンを生成するが、アセチル化配糖体やマロニル化配糖体に対する特異性は見出されていない。一方で、大豆に多く含まれるマロニル化配糖体は熱安定性が低く、マ

ロニル基が外れグルコース配糖体に変換されやすいことが知られている^[3]。

表 2-2-1 に示したように、「ゆきぴりか」を使ったメーカー試作味噌のアグリコン割合はメーカー間でバラツキがあるものの、それほど高くなかった（2月間の発酵で約 18~54%）。そこで、本試験ではイソフラボン構造に及ぼす大豆の蒸煮温度と時間の影響を調べると共に、 β -グルコシダーゼ活性および食塩濃度の異なる条件で米味噌を仕込み、腸内吸収性に優れるアグリコンを高含有した味噌を得る条件を検討した。

(2) 材料と方法

1) 大豆の蒸煮

大豆は北海道産「ゆきぴりか」を用い、これを 2.5 倍量の水に浸け、一晚、冷蔵庫中に置いた。水を替え、95℃で 60 分間、120 分間、180 分間またはオートクレーブを用いて 121℃で 20 分間の蒸煮処理後、イソフラボン分析および味噌の試作に供した。

2) 麴由来 β -グルコシダーゼ活性

麴は道内味噌メーカーより入手した。 β -グルコシダーゼ活性は上記 2.2.1-(2)-4) に記した手順で行った。

3) 味噌の試作

米麴および酵母は道内味噌メーカーより入手した。食塩は食品用グレードを用いた。麴歩合 10 割、塩分濃度 5%、10%または 15%とし、蒸煮大豆、麴、食塩および酵母を混合後、30℃で 30 日間の発酵を行った。

4) イソフラボンの抽出および分析

上記 2.2.1-(2)-2) および 3) に記した手順で行った。

(3) 結果と考察

1) 大豆の蒸煮条件とイソフラボン変化

大豆中のイソフラボン組成に及ぼす蒸煮条件の影響を検討した（図 2-2-3）。蒸煮温度 95℃（60 分間、120 分間、180 分間）では、蒸煮時間を長くすることでマロニル配糖体が減少（33.4%、16.4%、7.7%）し、グルコース配糖体が顕著に増加（56.0%、72.4%、80.4%）した。一方、121℃、20 分間の高温蒸煮により、マロニル配糖体が著しく減少（7.5%）し、多くはグルコース配糖体（74.1%）に変換された。このように、大豆を高温蒸煮することにより迅速に β -グルコシダーゼ基質であるグルコース配糖体の増加することが示された。

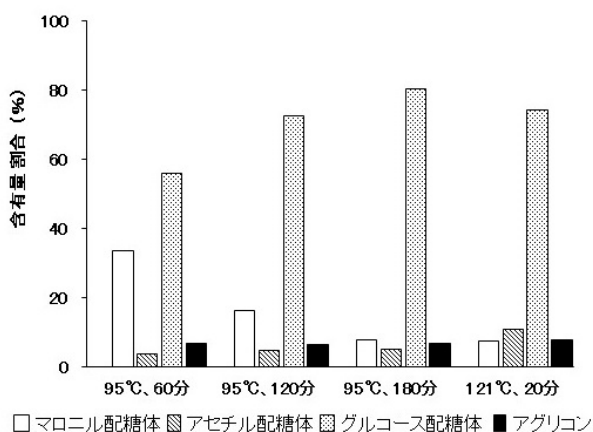


図2-2-3 大豆の蒸煮条件とイソフラボン変化

2) 試作味噌のイソフラボン分析

95°Cで1時間または121°Cで20分間の蒸煮大豆を用い、 β -グルコシダーゼ活性の異なる麴（46 U/g, 253 U/g または 890 U/g）および3段階の食塩濃度条件（5%, 10% または 15%）で味噌を試作（30日間）し、イソフラボン分析を行った。その結果（図2-2-4）、酵素活性が低い場合（46 U/g, 3日麴）には大豆の高温蒸煮は殆ど効果を示さなかったが、高酵素活性（253 U/g または 890 U/g, 4日麴）では顕著な効果が見られた。また、食塩濃度が高くなるに従いアグリコン化が抑制された。

渡辺ら^[2]は大豆麴の β -グルコシダーゼと経時変化を調べたところ、活性が製麴終了に近い時期（56時間頃）から急激に増加したことを明らかにし、製麴終了を判断する時期により大きな影響を受けることを示した。本研究の米麴を用いた試験においても、同種麴では3日麴よりも4日麴で高い酵素活性をもつことが示された。

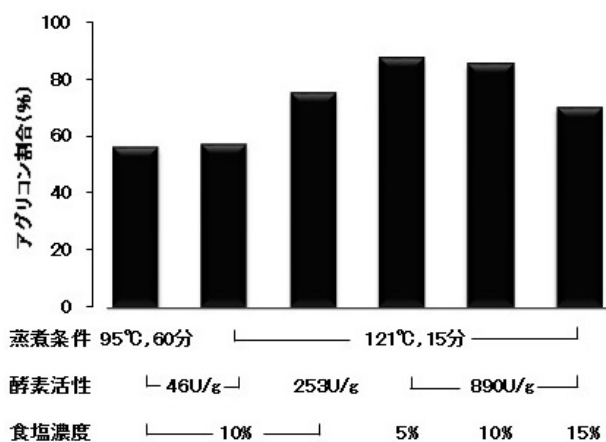


図2-2-4 試作味噌のイソフラボン分析

以上のことから、3つのポイント（原料大豆の蒸煮温度を上げる、製麴時間の延長などにより β -グルコシダーゼ活性を上げる、塩分濃度を下げる）を改良した新たな高イソフラボンアグリコン味噌製造技術を開発し、これを『四日麴製法』と名付けた。

なお、当該製法では高压蒸煮を可能とする高压釜などの設備導入が必要である。

(4) 要約

イソフラボンアグリコンを高含有した味噌を得るための発酵条件を検討し、3つのポイント（原料大豆の蒸煮温度を上げる、製麴時間の延長などにより β -グルコシダーゼ活性を上げる、塩分濃度を下げる）を改良した新たな高イソフラボンアグリコン味噌製造技術を開発した。

(5) 引用文献

- [1] 畑中咲子, 毛利哲, 鈴木康夫, 高橋清, 山田勝男. “仙台味噌に含まれるイソフラボンの調査”. 味噌の科学と技術. 53, 416-418 (2005)
- [2] 渡辺隆幸, 尾張かおる, 高橋慶太郎, 菅原久春. “麴の β -グルコシダーゼと米味噌のイソフラボンアグリコン量”. 味噌の科学と技術. 53, 388-393 (2005)
- [3] 春日敦子, 萩原英子, 青柳康夫, 木村廣子. “大豆のイソフラボン組成の加熱加工による変化”. 食科工. 53, 365-372 (2006)

2.2.3 乳酸菌 HOKKAIDO 株を用いた新たな味噌製造法（二段仕込み製法）の開発

(1) 目的

乳酸菌 HOKKAIDO 株は道総研が保有する特許菌株であり、消化液耐性を有し生きて腸まで到達でき、免疫機能調節作用を有することなどの機能性が示唆されるプロバイオティクス*である^[1, 2]。また、イソフラボンに基質特異性のある β -グルコシダーゼを産生することが示されている。

そこで、本試験では高压釜などの設備をもたない小規模メーカー等でも利用可能な製法として、HOKKAIDO 株の β -グルコシダーゼを用いた高イソフラボンアグリコン味噌の製造方法を検討すると共に、風味等の特徴を調べた。

(2) 材料と方法

1) 乳酸菌 HOKKAIDO 株の培養

MRS 液体培地 (Lactobacilli MRS broth, Difco) またはセロビオースを糖源とした MRS 改良液体培地に菌体を接種し、30°Cで24時間培養した。得られた菌体懸濁液を遠心分離 (8,000×g, 15分間) した後、菌体を回収し、さらに、生理食塩水で3度遠心洗浄

した。菌体懸濁液は、生理食塩水にて濁度（600nm）を7.4に調整した。

2) イソフラボン加水分解活性

HOKKAIDO株菌体の懸濁液（濁度：3.7，菌数： 2.5×10^9 /ml）または希釈した懸濁液2.1mL，70%エタノールに溶解したグルコース配糖体（ $200 \mu\text{g}/\text{mL}$ 濃度のゲニスチン，ダイジンまたはグリシチン，和光純薬）0.15 mLを混和し調製した。これらを35°Cで24時間インキュベートした後，反応液を遠心分離（ $8,000 \times g$ ，15分間）により固液分離し，上清をシリンジフィルター（ポアサイズ $0.20 \mu\text{m}$ ，アドバンテック）で濾過後，HPLCに供した。

3) 生菌数の測定

生菌数の測定は平板希釈法により，乳酸菌数はLactobacilli MRS寒天培地を用いて30°Cで48時間培養後，枯草菌数は一般生菌数測定用培地（日水製薬）を用いて45°Cで48時間培養後にそれぞれ計数した。

4) 味噌の試作

米麹および酵母は道内味噌メーカーより入手した。食塩は食品用グレードを用いた。麹歩合10割，塩分濃度5%，10%または15%とし，蒸煮大豆，麹，食塩および酵母を混合後，30°Cで30日間の発酵を行った。

5) イソフラボンの抽出および分析

上記2.2.1-(2)-2)および3)に記した手順で行った。

6) 有機酸分析

Shim pack SCR102H(300 mm×8 mmI.D, 島津製作所)を2本直列接続したHPLC有機酸分析システム(島津製作所)を用いて実施した。各サンプルは水で10倍希釈した後，8000rpm，5分間の遠心分離により固液分離し，上清をシリンジフィルター（ポアサイズ $0.45 \mu\text{m}$ ，アドバンテック）で濾過後，HPLCに供した。移動相には5 mmol/L p-トルエンスルホン酸水溶液を用い，検出試薬は5 mmol/L p-トルエンスルホン酸および $100 \mu\text{mol}/\text{L}$ EDTAを含む20 mmol/L Bis-tris水溶液とし，電気伝導度により検出した。注入量：10 μL ，流速：0.8 mL/分，カラム温度：40°Cの条件で行った。各有機酸濃度は，各標準品（和光純薬）のピーク面積と比較して算出した。

(3) 結果と考察

1) 高 β -グルコシダーゼ乳酸菌 Hokkaido 株の取得

MRS液体培地またはセロビオース糖源MRS液体培地で培養したHOKKAIDO株のイソフラボン加水分解活性を調べた(図2-2-5)。MRS培地の菌体懸濁液(菌

数： 4×10^9 CFU/mL)は，イソフラボン基質（グルコース配糖体）に対する分解活性が非常に低かったが，セロビオース糖源MRS培地では非常に高い分解活性を示し，100倍希釈懸濁液（菌数： 4×10^7 CFU/mL）ではアグリコン割合100%，1000倍希釈懸濁液（菌数： 4×10^6 CFU/mL）でも約50%であった^[3]。当該菌株『 β -グルコシダーゼ高活性化HOKKAIDO株』と名付けた。

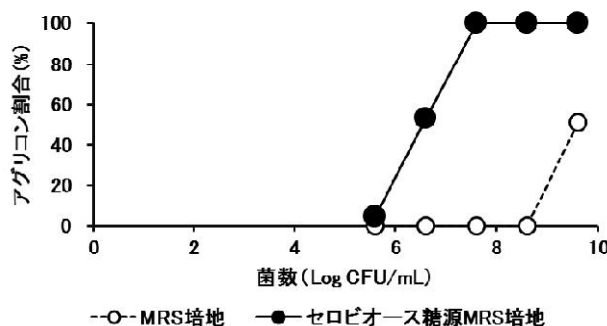


図2-2-5 試作味噌のイソフラボン分析

2) 高 β -グルコシダーゼ乳酸菌 HOKKAIDO 株をスターターとした製法

β -グルコシダーゼ高活性化HOKKAIDO株は高いイソフラボンアグリコン化能を有し，食塩存在下（～15%）でもある程度の活性を有していた^[2]が，食塩濃度依存的に活性が低下した。そこで，予め蒸煮後の大豆を β -グルコシダーゼ高活性化HOKKAIDO株で1日間発酵処理（1次発酵）を行い，これを大豆原料として本発酵（2次発酵）を行う味噌の製造法を検討した。この1次発酵段階で危惧されるのが，耐熱性の*Bacillus*属細菌の増殖である。

①耐熱性細菌の挙動

121°C，15分間の蒸煮処理を行った大豆に枯草菌（*Bacillus subtilis*）を添加し，さらにHOKKAIDO株を 1×10^6 CFU/mL加え，一次発酵を行った。枯草菌は対照区（乳酸菌未添加）で 2.9×10^6 CFU/mLにまで増加した。一方，試験区（乳酸菌添加）ではHOKKAIDO株が 8.1×10^8 CFU/mLにまで増加したが，枯草菌の増殖は見られなかった(図2-2-6)。この理由として，HOKKAIDO株の迅速な増殖により生成する乳酸などによる抗菌作用等が考えられる。したがって，1次発酵において耐熱性の*Bacillus*属細菌が増殖する可能性は非常に低いものと推察された。

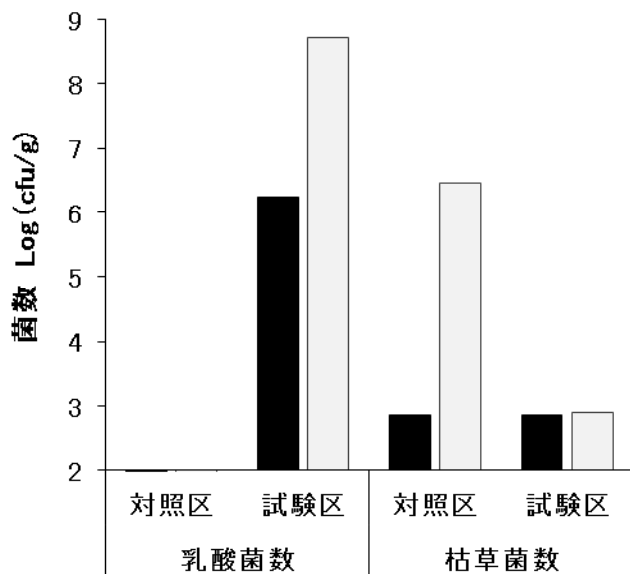


図 2-2-6 一次発酵における枯草菌添加試験
各区共に左：発酵前，右：発酵後

②一次発酵後のイソフラボン分析

一次発酵後のイソフラボン分析を行った。蒸煮条件 95℃, 60 分間ではアグリコン割合が対照区 13.9%, 乳酸菌添加区 34.2%, 蒸煮条件 121℃, 15 分間では対照区 13.3%, 乳酸菌添加区 36.5% となり, 一次発酵で約 20% のアグリコン増加が期待できた。さらに, 通常発酵過程では麴と HOKKAIDO 株の β -グルコシダーゼが働き, アグリコン割合が 80% 以上の味噌を製造することが可能となる。この乳酸菌 HOKKAIDO 株をスターターとした新たな味噌製造技術を『二段仕込み製法』と名付けた。

③試作味噌の pH および有機酸分析

試作味噌 (30℃, 30 日発酵) の有機酸分析を行った。図 2-2-7 に示したように, 主たる有機酸として乳酸と酢酸が検出された。特に, 対照区 (3mg/100g) に比べ, 高い乳酸濃度 (283mg/100g) を示した。pH は対照区で pH5.51, 試験区で pH5.16 であった。有機酸は味噌の香味を調和させる重要な成分で, 熟成とともに乳酸などが生成し, 塩なれ (塩辛味を感じなくなる) を促進することが示され, 官能評価では乳酸の多い味噌が一定の評価を得ている。また, 一般的に淡色味噌の pH は pH4.9~5.2 にあり, これらの範囲の味噌は発酵が順調に進んでいる指標にもなっている^[4]。したがって, 当該製法による味噌は短時間に質の高い味噌づくりを可能にする製法である

と考えられる。

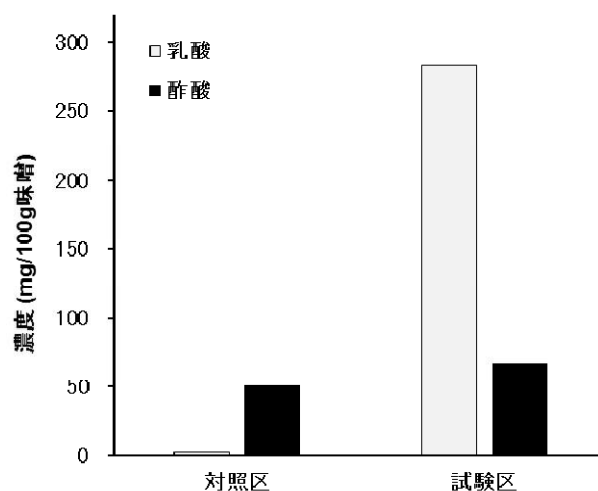


図 2-2-7 味噌の有機酸分析

また, 二段仕込み製法では乳酸菌 HOKKAIDO 株が非常に多く含有することから, 高い機能性を有するプロバイオティクスとして今後一層の高齢化や健康指向に対応した味噌として期待される。

(4) 要約

道総研が保有する特許菌株である乳酸菌 HOKKAIDO 株がもつ β -グルコシダーゼを顕著に高める培養法を見出し, これを用いた味噌の製造方法を開発した。当該製法による味噌は高アグリコンであることに加え, 高い機能性と特徴ある風味をもった質の高い味噌づくりを可能にする製法であると考えられた。

(5) 引用文献

- [1] 中川良二, 藪内裕子, 八十川大輔, 長島浩二. “*Lactobacillus plantarum* HOKKAIDO を用いた豆乳ヨーグルトの製造およびその機能性”. 食科工. 53. 140-143 (2005)
- [2] 中川良二. “植物性乳酸菌 (HOKKAIDO 株) を用いた機能性を有する食品の開発”. 食品工業. 52. 32-40 (2009)
- [3] 中川良二, 太田智樹, 長島浩二. “イソフラボンアグリコンを高含有する味噌およびその製造方法”. 特願 2012-180559
- [4] 財団法人日本醸造協会. “味噌の成分 (その 1)”. 味噌の科学と技術. 53. 145-161 (2004)

中川良二 (食品加工研究センター)

2.3 高イソフラボン大豆「ゆきぴりか」を利用したスイーツ素材の開発

高イソフラボン大豆「ゆきぴりか」を利用したスイーツ素材として、①微粉碎技術および酵素利用技術によりペースト素材を製造し、最適な油脂との配合により滑らかな食感のクリームを開発した。また、②きな粉への活用を目指して、イソフラボンの低減が少ない焙煎*条件等の確立、さらに企業と連携して現場での実証試験を繰り返し具体的な商品化を検討した。

2.3.1 高イソフラボン大豆クリームの開発

(1) 目的

道産大豆は、国産大豆の中でも甘く、美味しい大豆として広く利用されているが、健康の維持増進に役立つ「イソフラボン」も多く含まれている。道産大豆の中でも「ゆきぴりか」は最もイソフラボンを多く含む品種であり、この「ゆきぴりか」を使った美味しく、健康性豊かなスイーツ素材を道内企業と共同で開発に取り組んだ。

食品加工研究センターではこれまでの研究で大豆のペースト化に関する検討を行い、セルラーゼ等の酵素を利用することで滑らかな食感のペースト素材を開発している。今回の戦略研究ではこのペースト素材の製造技術を活用し、油脂との最適な配合により滑らかな食感の高品質なクリームの実用化を検討した。実用化に向けてはより高品質な製品化を目指すため、企業と連携し、原料とする大豆は气流粉碎機で数十ミクロン単位にまで粉碎した微細粉末を原料として使用した。この大豆微細粉末を使い、イソフラボンが豊富で美味しい菓子用途の素材として滑らかな食感のクリームを開発するとともにさらにはクリームを活用した和菓子の商品化についても検討した。

(2) 材料と方法

1) 「ゆきぴりか」を用いた大豆ペーストの調製とクリームの試作

「ゆきぴりか」の微細粉末（粒度：25～45 μ m）は（株）イソップアグリシステム（北見市）より入手した。

原料の微細粉末に対し、4倍量の蒸留水を添加して水浴中で15分間加熱した後、氷冷し、これに酵素（トランスグルコシダーゼ・アマノ、セルラーゼA）をそれぞれ0.1%添加して60℃、5時間反応を行った。反応終了後、沸騰水中で酵素を失活させ、ペーストとした。このペーストにショ糖10%、油脂30%をそれぞれ添加し、10,000rpmで4分間ホモジナイズして、クリームの試作品とした。また、添加した

油脂はペーストとの親和性を検討するため、綿実油、米糠油、ダイズ油、ナタネ油、ヒマワリ油、コーン油およびココナツ油を用いて比較検討した。なお、「ゆきぴりか」大豆クリームの性状を他の道産大豆で製造した場合および既存のクリーム製品と比較するため、道産大豆の「ユキホマレ」を使用して調製したクリーム、また、市販の動物性および植物性クリーム（いずれも雪印メグミルク製）を使用し、5%のスクロースを添加してダイズ粉と同様にホモジナイザーで処理したものと白度および粘度の比較を行った。

2) 白度および粘度の測定

白度の測定には色差計（JUKI JP7200F）を使用し、粘度の測定には粘度計（TOKIMEC DVL-B II）を用い、No.2のローターで測定した。

3) クリームの保存試験

試作したクリームの冷凍保存中の色および物性変化について検討を行った。試作したクリームをチャック付きビニールパックに入れ、-80℃の冷凍庫で一夜急速冷凍し、その後、-20℃の冷凍庫で6ヶ月間保存して経時的に白度および粘度を測定した。

4) 市場調査およびクリーム活用製品の実用化に向けた取り組み

「ゆきぴりか」大豆クリームを（株）イソップアグリシステム（北見市）に委託して試食品を製造し、平成25年度アグリビジネス創出フェアにおいて試食アンケートを実施して市場調査を行った。来場者104名（男性50名、女性54名）に同意を得た上で試食してもらい、本人の属性（性別、年齢帯）を含む7問からなるアンケートに回答してもらった。また、試作したクリームを活用した製品開発について、一休大福堂（旭川市）と連携し、和菓子等への活用を検討した。

(3) 結果および考察

「ゆきぴりか」大豆の微細粉末を使用し、さらに酵素処理することでより滑らかな食感のクリームを製造できることが明らかとなった。また、他の道産大豆（「ユキホマレ」）と同様にエグみや青臭みが抑えられ、若干ではあるが、「ユキホマレ」より風味が良いと感じられた。

添加する油脂を検討した結果、米糠油と大豆油が風味等の点から親和性が最も高いものと考えられ、実用化に当たっては大豆から得られる油を使用するのが適当と考えられた。

「ゆきぴりか」大豆から調製したクリームは、「ユキホマレ」から調製したクリームおよび植物性クリームと白度、粘度とも大きな差はなかったが、動物

性（乳）クリームと比較すると白度でやや劣り，粘度ではかなり高い値を示した（表 2-3-1）。

表 2-3-1 「ゆきぴりか」大豆クリームの白度および粘度

試料	白度(L*値)	粘度(mPa・s)
ゆきぴりか	88.0	498.5
ユキホマレ	87.1	498.5
動物性（乳）クリーム	90.6	135.8
植物性クリーム	88.8	497.4

保存試験では，当初白度で83の値を示し，6ヶ月間の保存期間中わずかに白度が低下する傾向が見られたものの大きな変化はなかった。また，粘度についても同様に保存期間中ほとんど変化は認められなかった。以上のことから，「ゆきぴりか」大豆クリームを-20℃で保存した際に色や物性の変化はほとんどなく，実用上半年間の保存が可能であることが分かった。

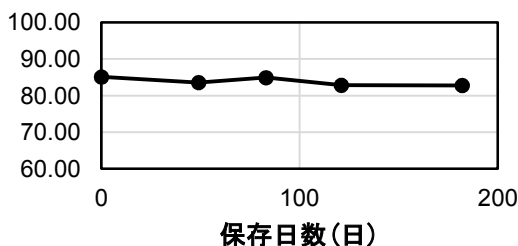


図 2-3-1 「ゆきぴりか」大豆クリームの長期冷凍試験における白度（L 値）の変化

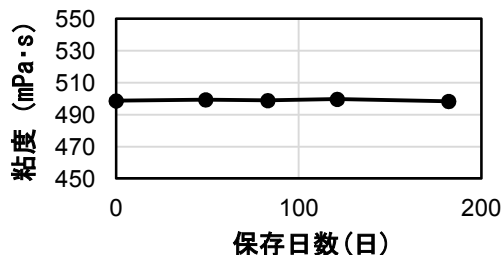
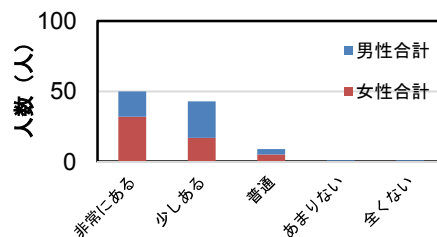
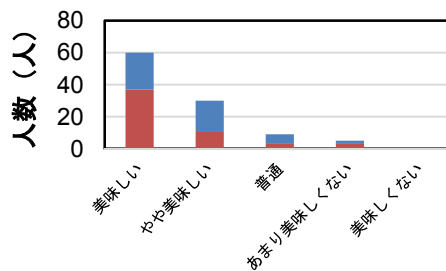


図 2-3-2 「ゆきぴりか」大豆クリームの長期冷凍試験における粘度の変化

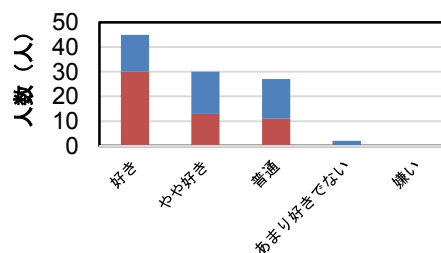
「ゆきぴりか」大豆クリームの試食アンケートの結果を図 2-3-3 に示した。大豆を使ったクリーム状食品に多くの人に関心を持っていることが明らかとなり，ヘルシー志向を反映している結果となった。美味しさに関しては好意的な意見が非常に多く寄せられ，9割以上の人から「美味しい」或いは「やや美味しい」との評価を得た。香りの評価でも「やや好き」以上の評価が7割を越し，好まない評価は極めて僅かだった。食感については，ざらつきを感じ



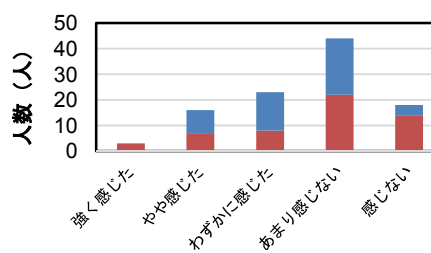
①「大豆を使ったクリーム状食品に興味はありますか」に対する回答



②「美味しいと感じましたか？」に対する回答



③「香りは好きですか」に対する回答



④「ざらつきは感じましたか」に対する回答

図 2-3-3 2013 アグリビジネス創出フェア in Hokkaido での「ゆきぴりか」大豆クリームの試食アンケート結果

る人と感じない人はほぼ拮抗しており，「あまり感じない」とする人が最多で，4割を越えていた。

以上のアンケート結果から，「ゆきぴりか」大豆クリームは消費者の関心が高く，食味の点でも好意的な意見が多いため市場性が十分期待できるものと考えられた。さらに，連携企業である一久大福堂（旭川市）がゆきぴりか大豆クリームを配合した大福を商品化し，2014年11月中旬より試験販売を行い，

良好な売れ行きとなっている（写真 2-3-1）。



写真 2-3-1 試験販売されている「ゆきぴりか」大豆クリーム大福（株）一久大福堂

(4) 要約

高イソフラボン大豆「ゆきぴりか」の用途拡大に向け、当センターで開発した滑らかな食感を有する大豆ペースト化技術を応用したクリームを試作した。試作したクリームは試食アンケートの結果から市場性の高い製品であることが期待できた。また、このクリームを使用した大福が商品化された。

富永一哉（食品加工研究センター）

2.3.2 高イソフラボンきな粉の開発

(1) 目的

この研究開発では高イソフラボン大豆品種「ゆきぴりか」を活用し、風味や食味に優れるだけでなく、高イソフラボンの特徴とした健康訴求力に溢れた北海道独自のきな粉の製品開発を行った。

一般的にきな粉は大豆を 160～220℃程度の温度で焙煎加工して製造される^[1]が、用途により求められる色合いや風味が異なり、それぞれの用途に最適な温度で加工処理されている。今回の開発で用いた「ゆきぴりか」は、国産大豆品種の中で最もイソフラボン含量が高い品種であり、この特性を活かし、健康性を訴求したきな粉を開発するためにはイソフラボンが損なわれない焙煎条件を検討する必要がある。そこでまず実験室レベルで最適な焙煎条件を明らかにするとともに、それらのデータを基礎として企業と連携し、実際の現場で実証試験を繰り返してイソフラボン低減が少ない実用的な焙煎条件を明らかにした。さらにイソフラボンの低減だけでなく、風味や食味などのきな粉本来の美味しさを損なわない条件を検討し、高イソフラボンきな粉を商品化した。

(2) 材料と方法

1) 試料

実験に供した大豆は十勝池田農協（池田町）より平成 23 年産 60kg を入手し、実験に供した。また、

現場実証試験で用いた大豆は(株)イソップアグリシステム（北見市）より平成 24 年産 600kg を入手して使用した。

2) 方法

①きな粉の調製

実験室レベルでの焙煎処理は大豆試料 100g をアルミバットに大豆同士が重ならない様に広げ、ドライオープン（東京理化製）で、110, 130, 150, 170, 190 および 210℃の温度設定で 30 分間加熱した。加熱後、試料を室温まで冷却後、コーヒーマルを用いて 30 秒間で 2 度破碎し、得られた粉末（平均粒度 179 μm）分析試料とした。

②イソフラボンの分析

イソフラボンの分析は粉末試料約 1g を採取し、70%エタノール 25mL を加えて 30 分間振とう抽出して、3,500rpm で 10 分間遠心分離して上清を得た。同様にさらに 2 回抽出分離操作を繰り返して得られた上清と合一して 100mL に定容した。定容した抽出液の一部を 0.45 μm でろ過して HPLC 分析に供した。なお、HPLC 分析は以下の条件で行った。

ア. カラム

東ソー TSKge10DS-100V, 5 μm, 4.6mmI. D. ×15.0cmL
イ. 移動相

A 液：8%アセトニトリル水溶液(0.1%酢酸)

B 液：38%アセトニトリル水溶液(0.1%酢酸)

ウ. 移動相のグラジエント

A:B=100:0 → 0:100 開始から 50 分直線勾配, 50～60 分で 0)

エ. カラム温度：40℃

オ. 流速：1.0mL/min

カ. 検出：UV260nm

③色調の測定

調製したきな粉の色調は分光色彩計（JUKI 製、JP7200）を用いて L（明度）、a（赤度）、b（黄度）を測定し、比較した。

(3) 結果および考察

1) きな粉の焙煎温度条件の検討

各焙煎温度におけるイソフラボン含量の変化を検討し、その結果を図 2-3-4 に示した。大豆中のイソフラボンは焙煎温度が高いほどその含量が減少し、110～130℃での焙煎処理では約 1 割、170℃での処理では 3 割、210℃では 4 割程度減少した。

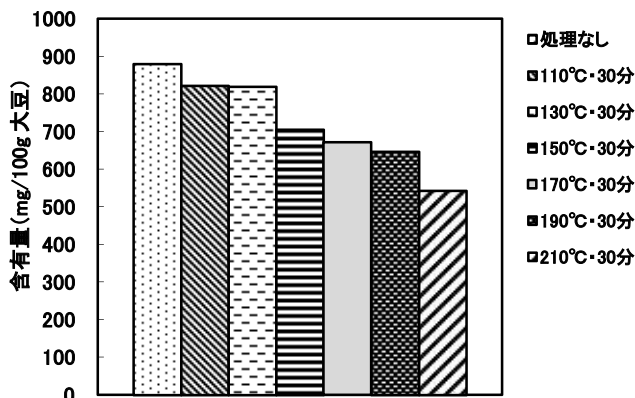


図 2-3-4 きな粉製造時におけるイソフラボン含量に及ぼす焙煎処理温度の影響

また、各焙煎温度におけるきな粉の色調の変化について検討した結果を図 2-3-5 に示した。焙煎温度が高いほど褐変化が進むため、L 値が低下する一方、a 値、b 値はそれぞれ上昇した。本実験結果と市販のきな粉（道内販売品）の色調を比較したところ、170°C・30 分で焙煎したものが同等の色調を示した。

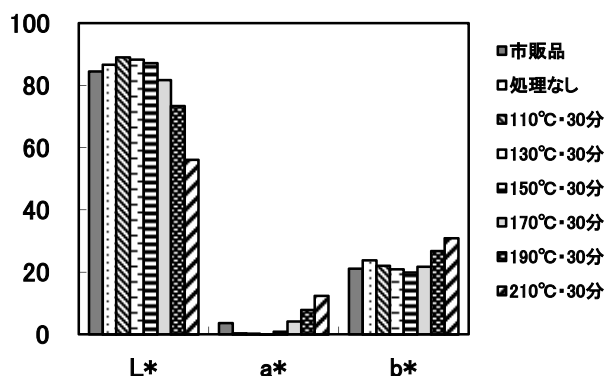


図 2-3-5 きな粉の色調に及ぼす焙煎温度の影響

2) 現場実証試験

「ゆきぴりか」を活用した高イソフラボンきな粉を開発するために、道内きな粉製造企業(株式会社坂口製粉所, 札幌市)と共同でイソフラボン成分の低減抑制可能な焙煎条件を検討するため、現場実証試験を実施した。実験室レベルで実施した各焙煎条件でのイソフラボン含量や色調の比較データを参考として、実際の生産現場での焙煎機を使ってきな粉を試作し、イソフラボン含量や色調の変化を測定するとともに社内での官能評価を実施して最適な焙煎条件を検討した。

実生産ラインでの試験は焙煎処理量1ロット90kgで、温度条件は140~162°Cの範囲で6点設定して実

施した。各焙煎温度で処理したきな粉のイソフラボン含量を測定し、その結果を焙煎処理によるイソフラボン残存率の変化として図 2-3-6 に示した。イソフラボンは焙煎温度が高いほど残存率が低下し、焙煎温度 140°Cでは 9%程度、焙煎温度 142~147°Cで 13~18%であったが、157°Cで約 65%、162°Cでは半分以下となった。したがって、実験室レベルでの結果と同様、より低温で焙煎することでイソフラボン含量の低減が抑制できることがわかった。

試作品の色調変化について図 2-3-7 に示した。色調の変化では明度 (L 値) で 147°C処理が従来製品と同等の値を示し、142°Cではやや高い値を示した。152°C以上では褐変化が進み、より暗い色調となった。赤色度 (a 値)、黄色度 (b 値) では 140 および 142°Cで市販製品と同等の値を示し、147°C以上ではいずれの値も高くなる傾向を示した。これらの結果から、従来品と比べて差のない色調は 140~142°Cで処理したものであり、それ以上の高温となると用途が異なる色調となった。味覚的には、140°C処理のきな粉は若干香ばしさが少なく、142°Cが丁度良い風味であり、147°Cでは味に深さが出たが、それ以上の温度では苦さが高まった。

以上の結果から、イソフラボン残存量が多く、色調や味覚的な観点からも 142°Cでの焙煎処理が最適であると考えられた。

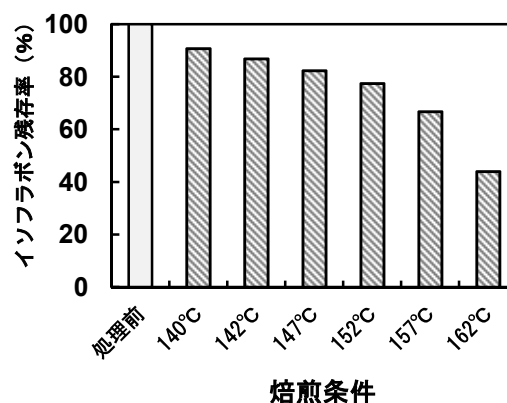


図 2-3-6 実生産焙煎処理温度におけるイソフラボン残存率の変化

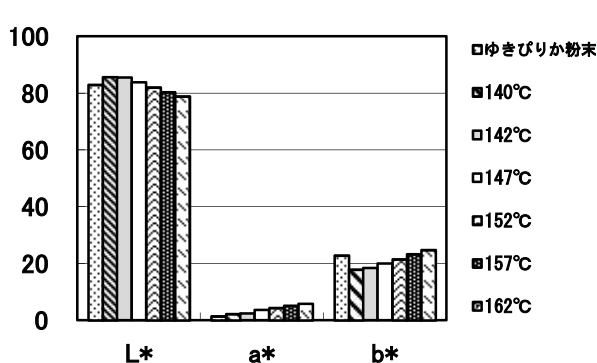


図 2-3-7 実生産焙煎処理による色調変化

(4) 要約

高イソフラボン大豆「ゆきぴりか」を活用し、風味や食味に優れるだけでなく、高イソフラボンを特徴とした健康訴求力に溢れた北海道独自のきな粉の製品開発を行った。その結果、イソフラボンが損なわれない独自の焙煎技術を企業と連携して開発し、商品化した。

(5) 引用文献

[1] 渡辺篤二, 海老根英雄, 太田輝夫 “その他の大豆食品”. 「大豆食品」. 光琳. 203-205 (1980)

太田智樹 (食品加工研究センター)

3) 高イソフラボンきな粉の商品化

現場実証試験の結果を踏まえ、商品化企業の従来製品と比較してイソフラボン含量の高い機能性に優れたきな粉を商品化した。商品は従来製品と差別化を図るため、パッケージを斬新なデザインとして訴求力を高めている (写真 2-3-2)。また、商品は主に首都圏向けに展開し、高価格設定 (税抜き販売価格 275 円) で販売している。



写真 2-3-2 商品化したイソフラボン高含有「ゆきぴりか」きな粉 (株式会社 坂口製粉所)

2.4 道産金時豆のサラダ豆用途適性の検討

(1) 目的

国産原料のほとんどを占める北海道産金時豆は、これまでその粒の大きさを活かした煮豆や甘納豆等への用途が多く、加工後の豆の食感が柔らかく、淡赤紫色の粒色が特徴として好まれてきた。最近サラダや洋風煮込み料理に利用する用途が着目されてきている（以後、サラダ豆とする）。しかし、原料のほとんどは、北米産赤系いんげん豆の中で**煮熟***後も濃い赤紫色を呈するレッドキドニービーン等が使用されている。道産金時豆は、皮が柔らかく皮切れが出やすく、浸漬・煮熟後に淡赤色となる特徴があり、これまでサラダ豆用途では利用が限られてきた。

道総研十勝農業試験場では、近年サラダ豆に適した道産金時豆品種の開発を目指しているが、これまで育成した古い品種や遺伝資源のサラダ豆適性を検討する中で、1960年代に一部で栽培され、現在は栽培されていない品種「新金時」^[1]が本用途にある程度適性があることを見出した。そこで、「新金時」を用い、最適な加工方法を再検討することで、これまで道産金時豆で問題となっていた色の鮮やかさを改善し、食味の優性を発揮することでサラダ豆市場において広く活用できる製品を開発し、道産豆類の新たな需要を喚起することを目指した。本研究では道産金時をもちいて既に製品化され、今後市場の拡大が期待できるレトルトサラダ豆ミックスおよび冷凍豆について、「新金時」を用いた製品の適性を検討した。

協力機関として、これまでこれら商品について道産金時の加工方法を工夫し、色止め加工工程を入れることである程度色落ちを抑えた製品を加工・販売してきためむろフーズ、その加工方法を担当してきたホクレン農業総合研究所とともに検討を行なった。

(2) 材料と方法

1) 成分分析および煮熟特性

供試材料：芽室町産「新金時」、「大正金時」、北米産「レッドキドニービーン」

分析項目：タンパク質、脂質、灰分、炭水化物、エネルギー、ポリフェノール

試験方法：

煮熟方法：オートクレーブで98℃、20分。

物性調査：テクスチャーアナライザーで煮熟粒20粒について種皮部と子葉部の硬さを貫入硬度で測定した。

調査項目：煮熟増加比、皮切れ粒・煮崩れ粒率

2) 品質特性評価

供試材料：「新金時」および対照品種「大正金時」

試験方法：

試作品：A社レトルトサラダ豆ミックス（新金時、大豆、青大豆、食塩）

対 照（製品）：A社レトルトサラダ豆ミックス（大正金時、以下同上）

比較1（製品）：B社レトルトサラダ豆ミックス（レッドキドニー、ひよこまめ、青えんどう、還元水あめ、食塩、クエン酸）

比較2：B社レトルトサラダ豆ミックス（道産豆：大正金時、青大豆、青えんどう、うずら豆、手亡、還元水あめ）

官能評価：パネル20名

3) 冷凍豆の製造条件設定

① バッチ試験

供試材料：「新金時」および対照品種「大正金時」

検討製法：従来加工法（色止め加工後、**蒸煮***－冷蔵）、新加工法（色止め加工無、蒸煮－冷凍）

検討項目：

官能評価：パネル20名

評価項目：色調、皮むけ、皮硬度、紛質感、甘味、豆の風味、総合評価（いずれも－2～2の5段階評価で、対照を0（標準）とした。）

物性調査：種皮部硬さ（テクスチャーアナライザー、20粒の種皮部貫入硬度）

② ライン試験

供試材料：芽室町産「新金時」

試験ライン：めむろフーズ

加工方法：新加工法＋浸漬時の水温を調整。

(3) 結果

1) 成分分析および煮熟特性

「新金時」は「大正金時」、「レッドキドニービーン」と比べ、炭水化物が多く、ポリフェノール含量は「大正金時」並で「レッドキドニービーン」よりやや多かった（表2-4-1）。煮熟特性としては、種皮部および子葉部ともに「大正金時」に比べやや硬く、皮切れ粒率、煮崩れ粒率は低かった（表2-4-2）。

表 2-4-1 「新金時」の成分分析

品 種 名	成分分析 (g/100gDW)				エネ ルギー (kcal/ 100gDW)	ポリ フェノール (mg/ 100gDW)
	タン パク質	脂質	灰分	炭水 化物		
新金時	18.9	2.6	4.2	74.3	400	142.5
大正金時	25.5	2.4	4.0	68.1	399	146.0
レッドキドニービーン	23.3	2.4	4.3	69.9	398	127.9

表 2-4-2 「新金時」の煮熟適性

品 種 名	百粒重 (g)	煮熟 増加 比	硬さ(g重)		皮切れ 粒率 (%)	煮崩れ 粒率 (%)
			種皮	子葉部		
新 金 時	68.5	2.37	651	455	14	0
大正金時	67.5	2.45	531	366	68	14

2) 品質特性評価

対照試料を「A社（大正金時）」とし、「A社（新金時）」、「B社（レッドキドニー）」、「B社（大正金時）」を比較試料とした。

外観評価を行った結果、「A社（新金時）」は対照と比較し、赤色豆の色調が強いと評価された（図 2-4-1, 写真 2-4-1）。しかし、他の豆への斑点状の色移りが多く見られた。一方、「B社（レッドキドニー）」は対照試料と比較し、赤色豆および緑色豆の色調が強くなり、総合的にも好まれる傾向が認められた。色移りはやや多いものの、各豆の発色が良くツヤもあったため、好まれる傾向であった。「B社（大正金時）」は対照試料と比較し、赤色豆の色調が弱い傾向であった。しかし、緑色豆の色調が強くなり、他の豆への色移りも少ない傾向であった。

官能評価の結果、「A社（新金時）」は対照試料に比べ有意に赤みが強く、皮むけが少ないと評価された（図 2-4-2）。なお、皮の硬さはやや硬い傾向が見られたが、粒全体の硬さや粉質感などの食感面に関する項目では大きな差は見られなかった。豆の風味はやや強い傾向が認められた。「B社（レッドキドニー）」は対照試料と比較し、有意に赤みが強く、皮むけも少ないと評価された。しかし、皮が有意に硬い傾向が認められ、甘味も弱いと評価された。以上の結果より、「A社（新金時）」は既存製品である「A社（大正金時）」に比べ、赤みが強く皮むけも少なく、外観面において優位性があった。海外産の赤いんげん豆である「レッドキドニー」よりも皮が軟らかく、口中に残りにくい傾向があることから、北海道産の金時豆としてレトルト加工品でも有望な品種と考えられた。但し、ミックス製品全体としては他の豆への色移りが多いことから、加工法による改善策が必要と判断された。

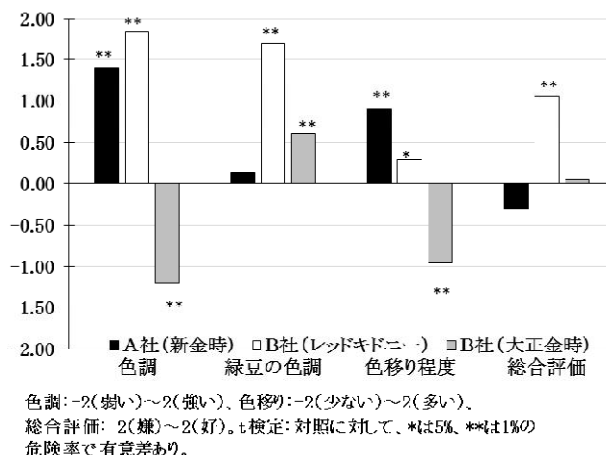


図 2-4-1 サラダ豆ミックスの外観評価

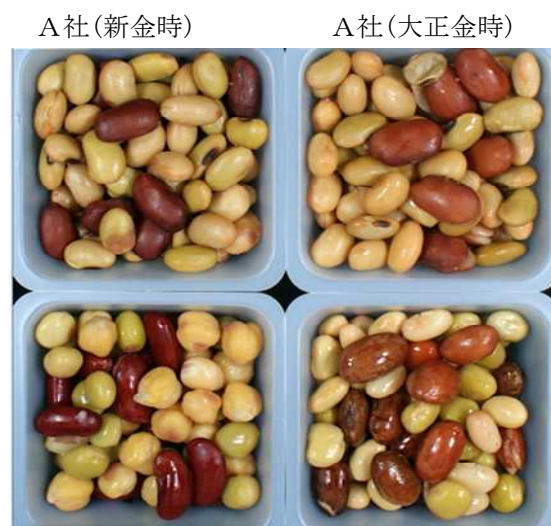


写真 2-4-1 供試試料の外観

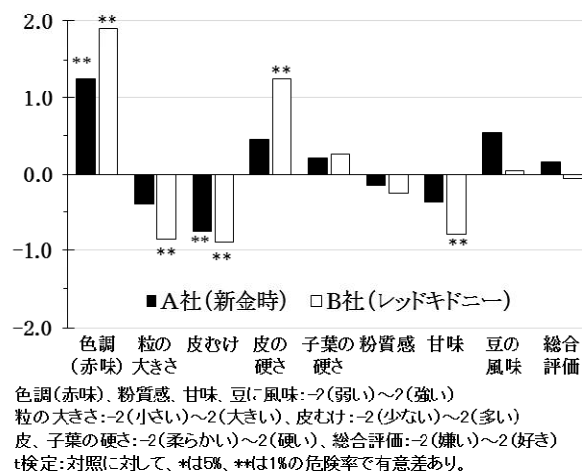


図 2-4-2 サラダ豆ミックスの官能評価試験

3) 冷凍豆の製造条件設定

①パッチ試験

いんげんまめに色止め加工を行った後に蒸煮する従来方法と色止め加工を行わず蒸煮する新加工法を検討した。従来法では、「新金時」は対照の「大正金時」に比べかなり煮熟後の粒色は濃く、十分鮮やかな赤紫色を呈していた。一方、新加工法では従来法に比べるとやや色は薄い、従来法の「大正金時」よりも色が濃く、鮮やかな赤紫色であった。食味の比較では従来法の「新金時」では豆全体が煮えていないような硬い食感であり、煮熟時間を検討する必要があった。そこで、従来法を用い、「新金時」の蒸煮時間を25分、30分、40分、50分とした製品における種皮部硬度を測定したところ、40～50分で硬度が低下し、食感が良好となった(図2-4-3)。40～50分蒸煮した「新金時」の外観は、色調は良好であるものの、種皮にシワや裂皮がみられ、外観が劣った。新加工法では色落ちも少なく、食感も良好であった。

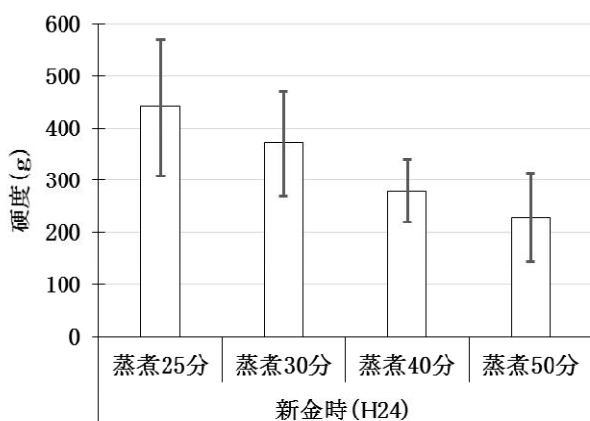


図 2-4-3 従来法による「新金時」の蒸煮後の種皮部硬度

蒸煮時間を一定にした従来法と新加工法では、従来法がやや硬めで、新加工法は対照の「大正金時」と同程度の食感でやや皮が硬め、粒色が濃く、鮮やかな赤紫色で外観品質は良好であった(図2-4-4)。

蒸煮時間20分では対照試料に比べ固めであったため蒸煮時間を40分として試作を行なった結果(写真2-4-2)、従来法、新加工法ともに対照試料並の種皮硬度となり(図2-4-5)、蒸煮時間を長くすることで対応可能と判断した。

官能評価では、対照の「大正金時」の従来法に比べ、「新金時」について従来法では、色調が良好で、「大正金時」並の皮むけがあり、総合評価では従来品に比べ優位性がみられなかった。一方、新加工法

では皮むけが少なく、やや皮が硬いと評価されたが、粉質感が少なく、豆の味がして総合評価が高かった(図2-4-6)。

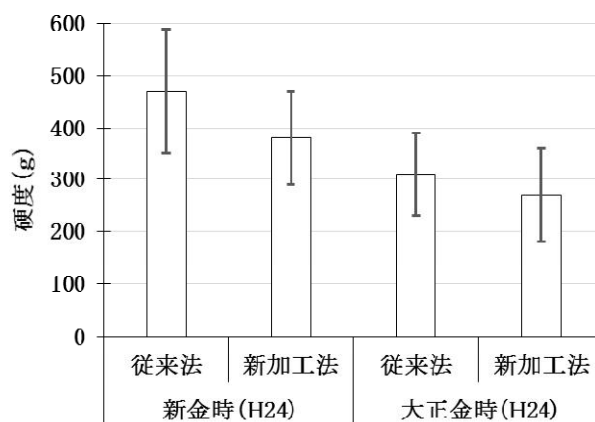


図 2-4-4 加工方法による「新金時」の蒸煮後種皮部硬度

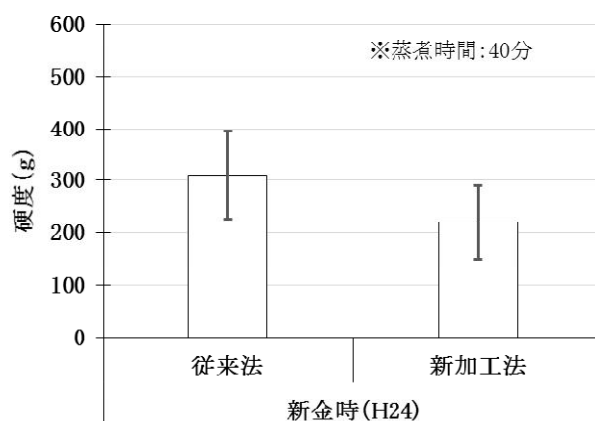
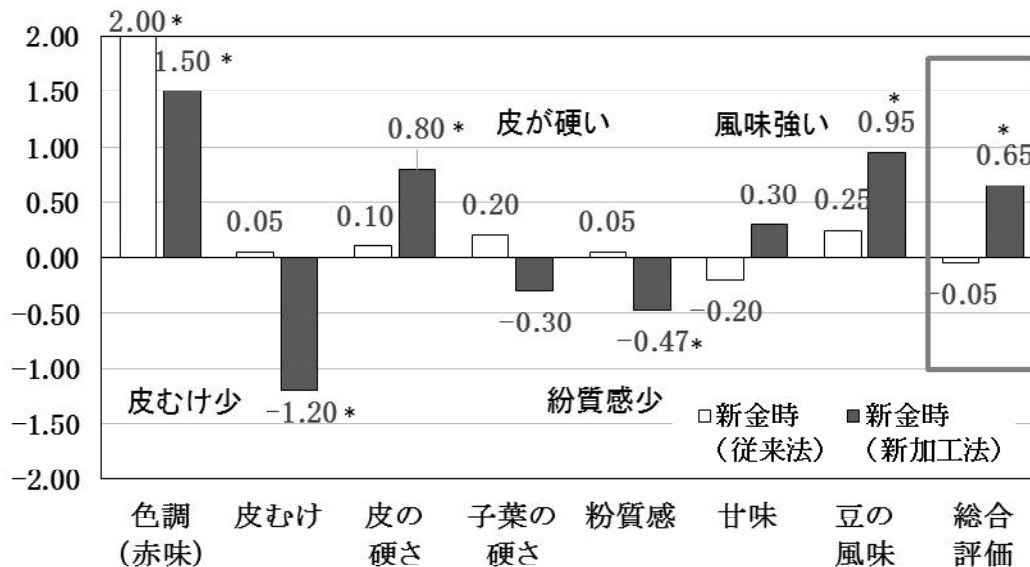


図 2-4-5 蒸煮時間を40分とした「新金時」の種皮部硬度



写真 2-4-2 加工法による「新金時」の外観



色調:-2(弱)⇔+2(強)、皮むけ:-2(少)⇔+2(多)、皮の硬さ、子葉の硬さ:-2(軟)⇔+2(硬)
 粉質感、甘味、豆の風味:-2(弱)⇔+2(強)、総合評価:-2(劣)⇔+2(優)
 Dunnet's Test: 対照に対して、*は5%の危険率で有意差あり。

図 2-4-6 従来製品 (大正金時) に対する「新金時」冷凍豆製品の官能評価

②ライン試験

バッチテストでは浸漬時の水温が低い場合、「新金時」は吸水が遅い傾向がみられたことから、ライン試験では水温を高く設定し、給水時間を長くすることで十分実が吸水した後に蒸煮を開始した。また、色止め加工は行わず、蒸煮時間を40分とした。

ライン試験の結果、「大正金時」を用いた従来法で加工した製品と比べると、「新金時」で新加工法を用いた最適条件では、種皮の硬さは従来品並みの硬さとなり、子葉部の硬さは柔らかくなった (図 2-4-7)。

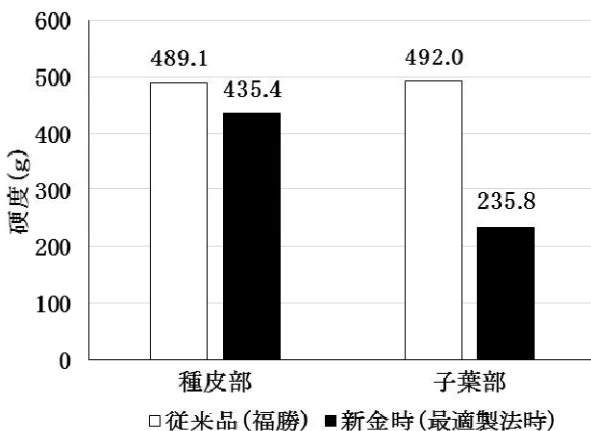


図 2-4-7 ライン試験製品の物性

(4) 考察

「新金時」を使用したレトルトサラダ豆ミックスの試作品について、既存製品である「大正金時」を使用した製品に比べ有意に赤みが強く、皮むけも少ない傾向が認められた。しかし、ミックス製品全体の評価においては、他の豆への色移りが多く見られ、総合的にやや好まれない傾向を示した。「新金時」単体では色調や形態面から優位性があるものの、ミックス製品に加工した場合には色移りが多いことから、品種特徴である色調や形態を保持しながらも色移りを低減させるような製法改善が必要と考えられた。

「新金時」を用いて冷凍豆の製品適性を検討した。従来製品は「福勝」を使用しているが、加工法を改良することで従来製品並の食感が得られ、従来製品で問題となっていた色の薄さを改善し、裂皮や割れ粒の発生を少なくすることができた。目標としていた「レッドキドニービーン」とは色素の組成が異なると推察されることから同様の色は得られなかったが、「レッドキドニービーン」は甘味が少なく、豆の風味が少ない特性に対し、「新金時」は優位性を発揮でき、道産いんげんまめ特性を活かした製品が期待できるものと判断できた (写真 2-4-3)。

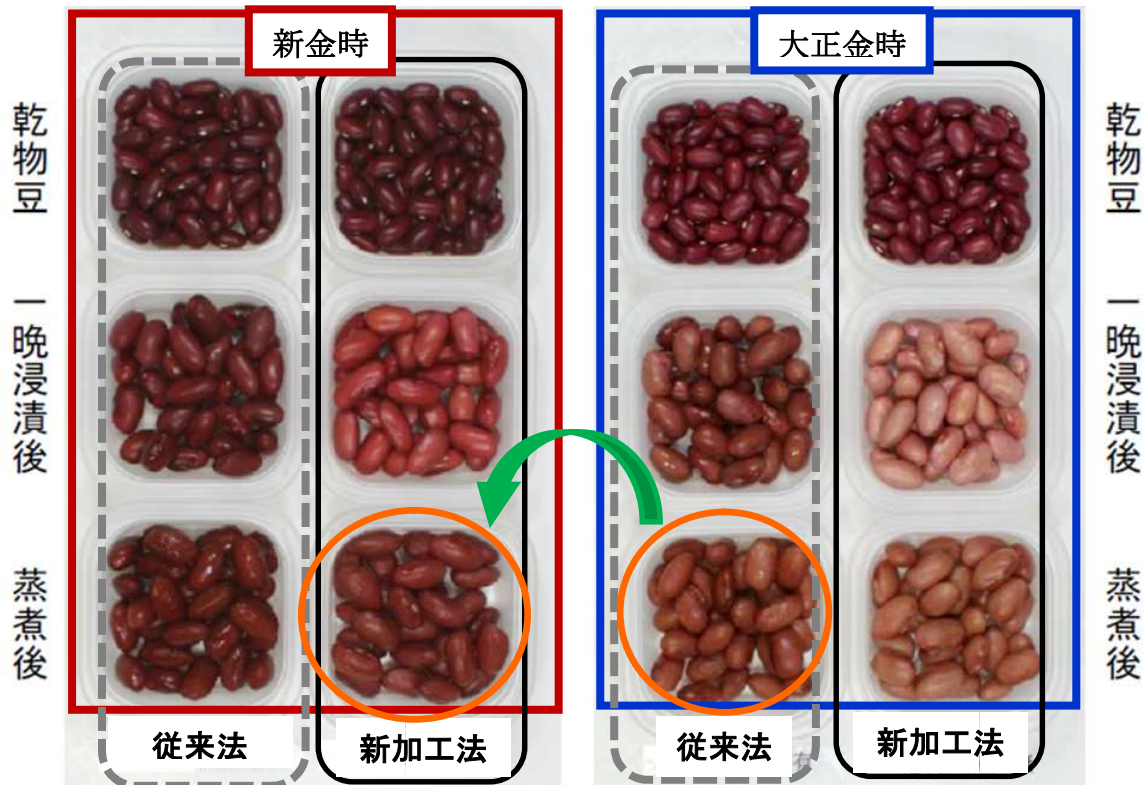


写真 2-4-3 「大正金時」（従来製品）に対する「新金時」の外観

また、これらの研究で明らかとなったサラダ豆に求められる適性（赤みが強いが色移りが少ないこと、裂皮や割れ粒が少ないこと、豆の風味があること）については、今後の品種改良の選抜に活用可能である。

(5) 要約

「新金時」のレトルトサラダ豆ミックス適性は、既存製品に比べ優れる点はあるものの、他の豆への色移りが多く、製品化は難しいと判断された。一方、「新金時」を用いた冷凍豆については、製法を検討することにより従来製品に比べ外観、食感、食味ともに改善され、さらに海外産レットキドニ

ーに比べ食味で優位性がみられた。ライン試験でも良好な結果が得られ、今後、この製品を利用した2次製品が販売されることで、道産いんげん豆を利用した製品の展開が期待される。

(6) 引用文献

- [1] 北海道立農業試験場十勝支場. “菜豆「十育 B1 号（新金時）」に関する試験成績”. (1964)
<http://www.agri.hro.or.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/s39giyou/finished/1963004.htm>

佐藤 仁（十勝農業試験場）

第3章 加工適性に優れた馬鈴しょの選別技術と加工製品の開発

(1) まえがき

北海道における馬鈴しょ生産量は、2012年産で約194万tと日本国内の78%を占め、馬鈴しょ流通の根幹を担っている^[1]。しかし、馬鈴しょの最重要害虫であるジャガイモシストセンチュウが各地に蔓延しつつあり、収量減や種いも生産可能な圃場の減少に伴う供給の不安定化が懸念されている。この対策として、ジャガイモシストセンチュウ抵抗性品種の作付けが推進されており、2022年の作付け比率目標は50%（でん粉原料用は100%）に設定されている^[2]。

道内の生食用馬鈴しょの品種別作付け比率を見ると、2012年産で「男爵薯」52%および「メークイン」27%の2品種が79%を占めており^[3]、いずれもジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有していない。ジャガイモシストセンチュウ抵抗性品種の作付け比率拡大のためには消費者および実需者の理解が必要で、優点をアピールして購買意欲を高める必要がある。

本研究の研究対象として、ジャガイモシストセンチュウ抵抗性で他の病害虫にも強く、多収で食味や加工適性に優れ、生産拡大の意向のある産地がある道総研育成品種の「スノーマーチ」を選定した^[4]。

「スノーマーチ」は、目が浅くて肉質が白く、煮ずれや調理後黒変が少ない、なめらかな食感等の優点があげられる。こうした特性を食品加工メーカー等と連携した新製品開発の取り組みの中でも解明・確認するとともに、生産、流通、加工、消費のサイクルの中でより良いものに作り上げていくことを目標に、以下の構成で研究を進めた。とりわけ、馬鈴しょ生産拡大のために重要な加工用規格の需要を喚起するために、チルドポテト（小玉Sサイズ）およびポテトサラダ（大玉2L～3Lサイズ）の製品開発を実施した。こうした取り組みを通じて、「スノーマーチ」を始めとしたジャガイモシストセンチュウ抵抗性品種に対する認識が深まり、その導入が進むことにより北海道における馬鈴しょの高品質安定供給の発展が期待される。

(2) 研究構成

3.1 光センサー*による「スノーマーチ」のデンプン価非破壊選別技術

馬鈴しょの特性上、個々の塊茎毎にデンプン価は異なる。デンプン価は食味や加工適性に大きな影響を及ぼすにも関わらず、現状は未選別で流通されており、調理加工上の問題となる場合がある。調理加工方法に適した原料供給を通じた高品質化に寄与するため、現地に広く導入されている中心空洞選別用

の光センサーを活用し、「スノーマーチ」のデンプン価を迅速に非破壊選別する技術を開発した。

3.2 「スノーマーチ」のチルドポテト加工適性評価と製品化

馬鈴しょを剥皮、パウチ包装後、加熱加工したチルドポテトは利便性の高さから需要が拡大している。チルドポテトメーカーと連携し、「スノーマーチ」の加工適性を評価しながら製品開発、テスト販売を実施するとともに、消費者・実需者の評価から今後の本格製造に向けた問題点や改善点を摘出した。

3.3 「スノーマーチ」のポテトサラダサンドイッチの開発

サンドイッチ専門店と連携し、「スノーマーチ」の特性である目の浅さ、食感のなめらかさを活かしたポテトサラダサンドイッチを開発し、季節限定の販売を実施した。食味の良さや流通上の改善点など「男爵薯」との違いを明らかにし、「スノーマーチ」のサンドイッチ利用促進を図るための知見を得た。

3.4 冷凍コロッケの食感評価方法の開発

馬鈴しょの加工製品として重要なコロッケを対象に、食感改善による高品質化を促進するため、機器分析による食感評価法を開発した。

(3) 引用文献

- [1] 農林水産省生産局地域作物課. “いも・でん粉に関する資料”.
<http://www.maff.go.jp/j/seisan/tokusan/imo/pdf/07.pdf> (2013)
- [2] 北海道産馬鈴しょの安定供給に関する検討会.
“ジャガイモシストセンチュウ抵抗性品種の普及拡大に向けて”.
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsk/grp/140515-sankou2.pdf> (2014)
- [3] 北海道産馬鈴しょの安定供給に関する検討会.
“平成24年産 馬鈴しょ品種別・用途別作付面積”.
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsk/grp/140515-2-3-sakutukemenseki.pdf> (2014)
- [4] 池谷聡, 藤田涼平, 入谷正樹, 伊藤武, 村上紀夫, 松永浩, 千田圭一, 関口建二, 大波正寿, 吉田俊幸, 兼平修. “バレイショ新品種「スノーマーチ」の育成”. 北海道立農試集報. 89. 13-24 (2005)

小宮山誠一（中央農業試験場）

3.1 光センサー*による「スノーマーチ」のデンプン価非破壊選別技術

(1) 目的

馬鈴しょにおけるデンプン価は、食味や調理加工適性に大きな影響を及ぼす重要な特性である。同一品種の馬鈴しょでは、デンプン価が低い塊茎は煮えにくく、ガリガリ感の残る食感となり、デンプン価が高い塊茎は煮熟後硬度が低く、煮くずれが多く、ホクホク感に富む傾向にある^[1-3]。官能検査において、デンプン価に2%の差がある試料間では外観や食感に違いが感知される事例が多く観察される^[3]。また、各種調理法別に適正なデンプン価は異なり、「男爵薯」の場合、粉ふきいもやふかしいもではデンプン価16%のものが、肉じゃがでは14%のものが、カレーでは12%のものが高評価となる^[3]。一方、馬鈴しょのデンプン価は同一品種、同一圃場内でも個々の塊茎毎に大きく変動し、慣行栽培された「男爵薯」で8.5~17.4%となる例が報告されている^[3]。このように、馬鈴しょはデンプン価の異なる塊茎が混在した状態で流通されていることから、ユーザーにとっての好適なデンプン価から大きく外れた場合には調理加工上の問題が生じ、クレームとなる事例がある。また、調理加工法別に好適なデンプン価の塊茎を使用することで製品品質の高位安定化が図られる。

光センサーによるデンプン価非破壊選別技術は、個々の塊茎毎のデンプン価をライン上でリアルタイムに測定し、瞬時に仕分けするものである。これにより、デンプン価の変動に伴う調理加工上のリスクを低減できるとともに、製品品質の安定化が可能となる。この技術は、生食用主要品種「男爵薯」、「メークイン」および「キタアカリ」では品種毎に検量線が確立されているが^[4]、その他の品種では未検討である。そこで本研究では、「スノーマーチ」を対象に光センサーによるデンプン価非破壊選別技術を開発した。

(2) 材料と方法

1) デンプン価と調理加工適性

馬鈴しょ試料は、2014年北見農試産の「スノーマーチ」を比重法によりデンプン価を実測し、仕分けした。デンプン価実測値14%台、16%台、18%台の塊茎を用いて、粉ふきいも調理およびカレー調理を行い、官能検査により調理加工適性および食味の評価を実施した。前処理として、各処理毎に剥皮して一片約30gに切りそろえた。粉ふきいも調理は、800mLの水に約600gの試料を加えて電気コンロで20分間煮熟した後、ゆで汁を捨て、再度加熱しながら鍋を数回振って粉をふかせた。カレー調理は、800mLの水に

約600gの試料を加えて電気コンロで17分間煮熟した後、市販のカレールーを割り入れて調味した。官能評価は中央農試職員8名（粉ふきいも）および9名（カレー）をパネルとし、かたさ、ホクホク感、甘味、香り、煮崩れおよび総合評価について、それぞれ1~7の評点で評価した。

2) 光センサーによるデンプン価の非破壊測定

① 供試試料

馬鈴しょ試料は、2010年および2011年に収穫され、測定時まで低温貯蔵された訓子府町産「スノーマーチ」を供試した。試料前処理として、選果ライン上で塊茎の付着土を除去した後、形状および重量選別した。重量選別は農協の出荷規格にあわせ、M（70g以上100g未満）、LM（100g以上120g未満）、L（120g以上190g未満）、2L（190g以上260g未満）の4区分とした。試料供試数はM394個、LM391個、L304個、2L101個とし、各規格毎に「検量線作成用」と「検量線評価用」にほぼ同数となるように2群に分けた（表3-1-1）。個々の塊茎を区別するため、表皮に油性マジックインキで番号をつけた。

② 分析機器とスペクトル*測定

光センサーは、JAきたみらい訓子府馬鈴しょ選果施設に設置されている株式会社エミネット（現、雑賀技術研究所）製「アグリセンサー」を用いた（図3-1-1）。試料は実際の選果時と同じ分速50mで稼働するコンベア上に置き、センサー内部へ連続的に供給した。センサー内部に入った試料の側面から100Wのハロゲンランプの光を照射し、試料内部を透過した光を対面の受光部で受け、グレーティングで分光された光を高感度CCDエリアイメージセンサーで測定した。測定波長範囲は730~930nmで、測定波長間隔は1nmとした。スペクトル測定時期は2010年産試料が2011年2月1日、2011年産試料が2012年1月23日に測定した。

③ デンプン価の実測値測定

スペクトル測定後の試料は水洗し、蒸留水中での重量（W：水中重）を測定した後、試料表面の水分を拭き取って重量（D：空中重）を測定し、次式によりデンプン価実測値（S）を算出した^[5]。

$$S (\%) = [D / (D - W) - 1.05] \times 214.5 + 7.5$$

④ スペクトル解析と検量線の作成

検量線作成用試料群の2次微分スペクトルデータとデンプン価実測値をもとに、PLS回帰分析法*を用

表3-1-1 供試試料の規格別個数とデンプン価分布範囲

重量規格	検量線作成用試料			検量線評価用試料				
	試料数(個)	デンプン価(%)		試料数(個)	デンプン価(%)			
		最低	平均	最高	最低	平均	最高	
M	199	13.1	17.8	22.7	195	12.8	18.2	22.7
LM	197	13.8	17.0	20.2	194	13.2	16.9	20.4
L	152	13.7	17.0	20.7	152	14.0	16.9	20.6
2L	51	13.2	16.1	18.2	50	13.7	16.0	18.5
全規格	599	13.1	17.2	22.7	591	12.8	17.2	22.7

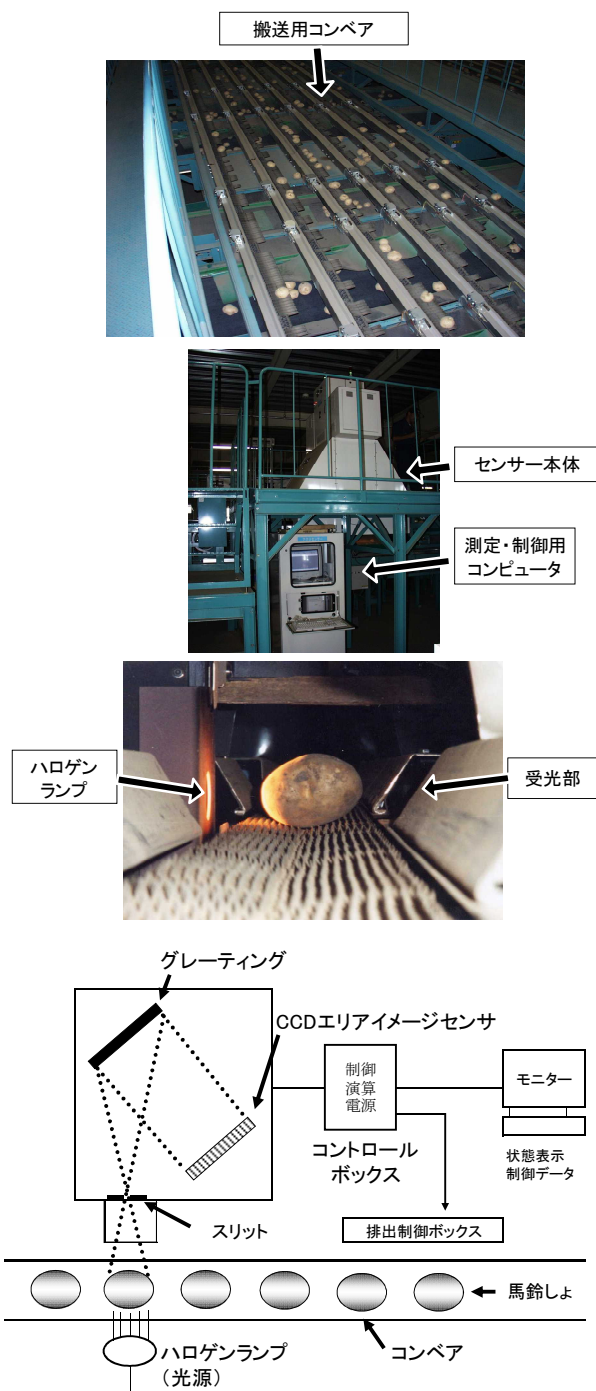


図3-1-1 測定装置の外観および内部構造模図

いてスペクトルからデンプン価を推定するための検量線を作成した。その検量線に検量線評価用試料群の2次微分スペクトルデータを当てはめ、デンプン価推定値を算出し、各試料のデンプン価推定値と実測値の残差の標準偏差(予測標準誤差SEP)から検量線の精度を評価した。

(3) 結果と考察

1) デンプン価と調理加工適性

「男爵薯」ではデンプン価による調理加工適性の違いが示されているが^[3]、「スノーマーチ」では不明であるため以下のとおり検討した。その結果、粉ふきいも調理ではデンプン価14%のものでホクホク感および食味総合評価の値が有意に低く、16%、18%のもので高かった(表3-1-2)。一方、カレー調理ではデンプン価が高いものほど軟らかく、煮崩れが多くなり、総合評価には有意な差が認められなかった。こうした傾向は「男爵薯」の見知^[3]とほぼ同様で、デンプン価が高いものほど煮熟時に細胞間結着力の低下および各細胞の分離が生じることで、やわらかさ、ホクホク感および煮崩れ程度が高まったと推察される。また、本章次節(3.2)でも検討しているチルドポテトにおいても、デンプン価と離水率およびかたさの関係が明らかにされている。

以上のように、調理加工法ごとに好適なデンプン価が存在することから、適正なデンプン価の馬鈴しょ原料の供給は製品品質の高位安定化のために重要と考えられる。

表3-1-2 デンプン価の違いが調理加工後の食味官能評価に及ぼす影響

調理法	デンプン価(%)	かたさ	ホクホク感	甘味	香り	総合評価
粉ふきいも	14	4.4	2.9 a	4.0	4.0	3.5 a
	16	4.0 ns	4.6 b	5.1 ns	4.8 ns	5.1 b
	18	3.8	5.1 b	4.0	4.0	4.6 b
カレー	14	4.3 a	3.8	3.7	2.9 a	3.4
	16	3.9 ab	4.4 ns	3.9 ns	4.3 ab	4.7 ns
	18	2.6 b	3.9	4.2	5.0 b	4.3

アルファベット異文字間に有意差あり(Tukey, $p < 0.05$)
 かたさ(非常に軟らかい1~普通4~非常に硬い7)
 ホクホク感、甘味、香り(非常に乏しい1~普通4~非常に富む7)
 煮崩れ(非常に少ない1~普通4~非常に多い7)
 総合評価(非常に劣る1~普通4~非常に優れる7)

2) 光センサーによるデンプン価の非破壊測定

本研究で用いた「アグリセンサー」は各種果実の内部障害や糖度を非破壊で測定する装置であり、近赤外分光法を応用している。馬鈴しょでは中心空洞および内部障害の検出用として、道内各地の選果施設に広く導入されている。本研究では、その装置を活用したことから、制御用コンピュータへの検量線の移設のみでデンプン価の測定が可能となる。前述の結果（表3-1-2）および既往の知見^[3]から、デンプン価が2%異なる場合に調理加工適性や食味の違いが感知されることから、ここでは測定精度を予測標準誤差SEP（実測値と光センサーによる推定値の残差の標準偏差）で概ね1%程度以下になることを目標に設定した。

表3-1-3 検量線作成用および評価用試料によるデンプン価の推定精度

重量規格	検量線作成用試料			検量線評価用試料		
	試料数 (個)	相関係数 R	検量線標準誤差 SEC	試料数 (個)	相関係数 R	予測標準誤差 SEP
M	199	0.738	1.17	195	0.763	1.16
LM	197	0.750	0.76	194	0.715	0.92
L	152	0.829	0.78	152	0.780	0.96
2L	51	0.899	0.48	50	0.801	0.75
全規格	599	0.724	1.04	591	0.773	1.07

2010年および2011年産の「スノーマーチ」試料を用いて（表3-1-1）、光センサーによるデンプン価推定のための検量線作成とその精度評価を行った。透過光スペクトルは2次微分処理した後、730～930nmにおける1nm毎の吸光度とデンプン価実測値をもとに、PLS回帰分析により検量線を作成した。なお、検量線は全規格こみで作成した。その結果、検量線作成用試料での標準誤差SECは、M規格で1.17%と最も大きく、規格が大きいものほどSECは小さくなる傾向が見られ、2L規格では0.48%となった（表3-1-3）。この検量線に検量線評価用試料のスペクトルを当てはめて推定値を求め、SEPを算出した結果、M, LM, L, 2Lおよび全規格平均でそれぞれ1.16%, 0.92%, 0.96%, 0.75%および1.07%であった（表3-1-3, 図3-1-2）。上記のように、光センサーによる「スノーマーチ」のデンプン価測定では目標としたSEP約1%の基準を達成できた。また、近赤外分光法による精度評価指標EI値 $=2 \times SEP \times 100 / \text{試料分布幅}^{[6]}$ を算出すると、全規格において21.6となり、これは実用性評価基準Bランク（実用性が高い）の評価区分に相当した。

本研究で開発した検量線は、JAきたみらい訓子府馬鈴しょ選果施設の「アグリセンサー」に移設を完了しており、選果ラインとの組み合わせでデンプン価による塊茎の選別が可能となっている。その際の

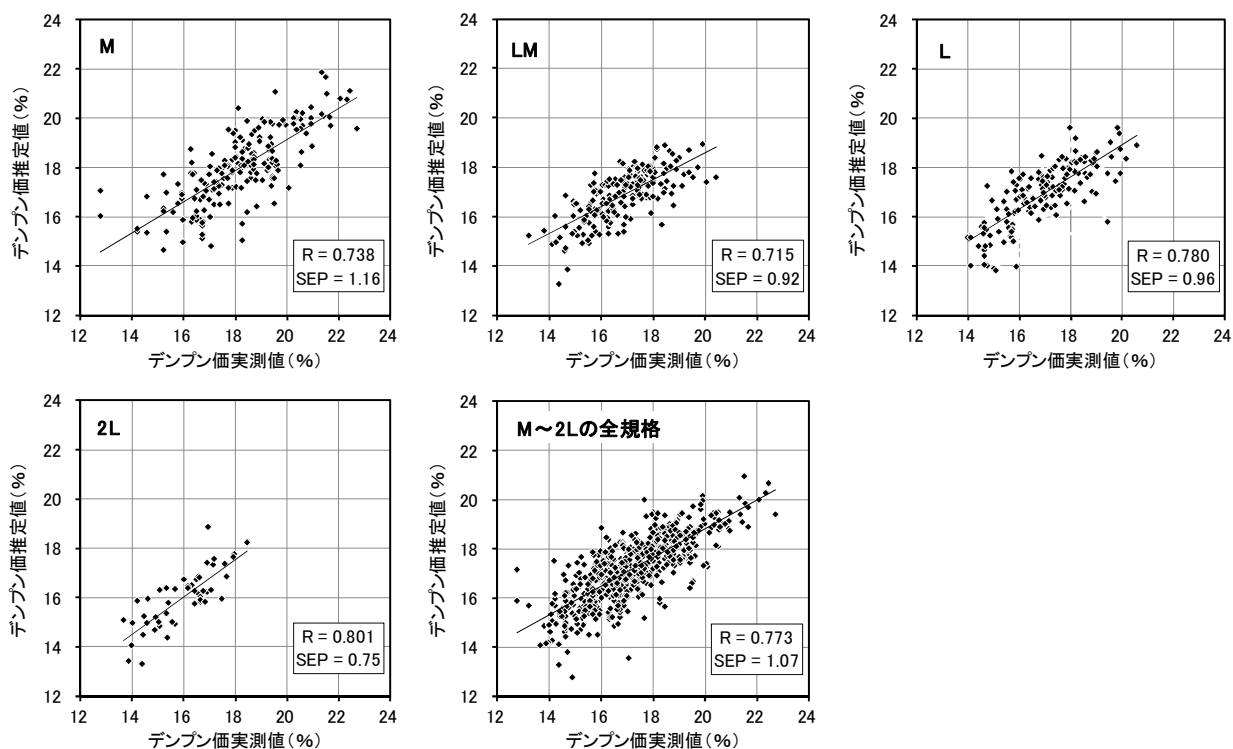


図3-1-2 「スノーマーチ」のデンプン価実測値と光センサーによるデンプン価推定値の関係

選果効率は、コンベア上の塊茎の間隔を25cmとした場合、毎秒3.3個の選別が可能である。なお、デンプン価による仕分けは各選別ライン毎に任意に設定できる。今後、デンプン価による選別が導入されることにより、デンプン価のばらつきによるクレームの減少、調理加工用途に応じた出荷による原料の高付加価値化および産地評価の向上などが期待されるとともに、「スノーマーチ」の製品品質の高位安定化が可能となる。

(4) 要約

馬鈴しょ「スノーマーチ」を対象に光センサーによるデンプン価非破壊選別技術を検討した。馬鈴しょ選果施設に設置された中心空洞選別のための光センサー「アグリセンサー」を用いて、実稼働時と同条件で測定した透過光スペクトルと比重法により求めたデンプン価実測値をもとに、PLS回帰分析により検量線を作成した。作成した検量線に評価用試料のスペクトルを当てはめてデンプン価の予測精度を検証した結果、予測標準誤差は約1%（デンプン価）と目標とした精度を達成できた。光センサーによる「スノーマーチ」のデンプン価は精度良く非破壊測定が可能であることから、JAきたみらい馬鈴しょ選果施設に検量線を移設した。これにより、デンプン価による塊茎の選別が選果ライン上ででき、「スノーマーチ」の高品質安定供給が期待される。

(5) 引用文献

- [1] 古館明洋, 目黒孝司. “水煮バレイショの硬さ測定法”. 北海道立農試集報. 73. 35-40 (1997)
- [2] 佐藤広頭, 高野克己, 光浦暢洋, 谷村和八郎, 鴨居郁三. “比重の異なるバレイショの物性について”. 日本食品工業学会誌. 38. 1134-1136 (1991)
- [3] 小宮山誠一, 目黒孝司, 加藤淳, 山本愛子, 山口敦子, 吉田真弓. “ジャガイモのデンプン含量が調理特性に及ぼす影響”. 日本調理科学会誌. 35(4). 336-342 (2002)
- [4] 小宮山誠一, 加藤淳, 本田博之, 松島克幸. “可視光および近赤外分光法によるジャガイモデンプン価の非破壊計測と選別技術への応用”. 日本食品科学工学会誌. 54(6). 304-309 (2007)
- [5] 永田利男. “馬鈴薯の話”. 北海道新聞社. 札幌. 169-171 (1956)
- [6] 水野和彦, 石栗敏機, 近藤恒夫, 加藤忠司. “近赤外反射率測定法による乾草の成分および栄養価の推定 I 成分および栄養価の推定精度とその評価”. 草地試験場研究報告. 38. 35-47 (1988)

小宮山誠一, 加藤 淳, 佐藤恵理
(中央農業試験場)

3.2 「スノーマーチ」のチルドポテト加工適性評価と製品化

(1) 目的

チルドポテトは馬鈴しょを剥皮し、**ブランチング***後に包装したものをボイル加熱またはセミレトルト処理（110℃前後の加圧加熱殺菌処理）により加熱殺菌した半調理品である。冷蔵での賞味期限が長く、調理の省力化や皮などの廃棄物の削減の面でメリットがあることから、業務用を中心に需要が増えている。また、料理に合わせてホール、カットおよびスライスなど様々な形態がある他、少量に包装された一般消費者向けの商品も展開されており、用途が拡大している。

「スノーマーチ」（北育7号）のチルドポテト加工適性評価は平成15年度のばれいしょ加工適性研究会において歩留68.9%、剥皮後褐変および水煮後黒変無しの良好な結果が示された^[1]。本研究の実施時に製造企業にヒアリングした際にも、「スノーマーチ」は目浅で加工歩留が高く、トリミング*作業の負担軽減が見込めるなどのメリットがあるが、製品については離水が多いことが懸念されるとの見解が示された。チルドポテトの離水とは、製品袋中に発生する馬鈴しょから分離した水のことであり、離水が目立って多い製品（離水率2～4%以上）では固形部が少ないなどとしてクレームが発生する。そのため製造企業では離水量は重要な品質項目の一つとして考えている。そこで、本研究では「スノーマーチ」のチルドポテトの加工適性として離水量を詳細に評価するとともに、原料品質および加工条件による離水への影響を明らかにすることを目的とした。

(2) 方法と材料

1) 原料品質による離水への影響

①貯蔵期間の異なる原料を用いたチルドポテトの離水評価

原料の2012年産「スノーマーチ」（北見産・Sサイズ）はJAきたみらいから購入し、比重を調整した塩水を用いて分別を行い、デンプン価高（16.4～19.3%）、デンプン価低（13.9～16.4%）の2水準を試験に供した。また、対照として「男爵薯」（北海道産・Sサイズ（平均デンプン価14.9%））を小売店から購入し、分別せずに用いた。

原料は2～3℃の冷蔵暗所で収穫年の12月から翌年の8月まで保管し、貯蔵初期、中期、後期の3回の試作を行った。貯蔵した原料を剥皮・トリミングの後にブランチングし、冷却後に約500gを真空包装してセミレトルト処理を行った。ブランチングは湯浴中で90℃、15分とし、セミレトルト処理は貯湯式レ

トルト殺菌機（株）日阪製作所）を用いて殺菌条件を115℃、15分とした。これらの工程を基本条件とし、工程および条件を図3-2-1に示した。

加工後はチルド（10℃以下）で保管し、2～4週間後に離水量を測定した。

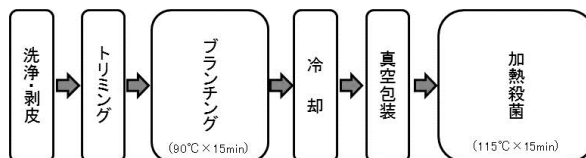


図3-2-1 チルドポテトの試作工程図

②萌芽した原料を用いたチルドポテトの離水評価

2012年産の「スノーマーチ」（デンプン価19.3%以上）を室温暗所で10日間保管し、萌芽を誘導した。試作条件は前項と同様とし、試作から3ヶ月後に離水量を測定した。

③デンプン価の異なる原料を用いたチルドポテトの離水評価

原料の2013年産「スノーマーチ」（北見産・Sサイズ）をJAきたみらいから、「男爵薯」（初山別産・Sサイズ）を生産者からそれぞれ購入した。原料は比重分別を行いデンプン価高（16.2%以上）、低（13.9～16.2%）、極低（13.9%未満）の3水準を試験に供した。対照として「男爵薯」（平均デンプン価15.7%）を比重分別せずに用いた。

原料は2～3℃の冷蔵暗所で保管し、5月下旬（貯蔵後期）に試作を行った。試作条件は前項と同様とし、試作から3ヶ月後に離水量および硬さを測定した。硬さの測定にはレオメーター（RE2-33005S, (株)山電）を用い、ストロンを中心にほぼ対称になるように塊茎を半分に切った試料の破断荷重を硬さとした（円柱型プランジャーφ5mm, 測定速度1mm/sec, データの取得速度10PPS）。

2) 加工条件による離水への影響

①ブランチング条件が離水に及ぼす影響評価

原料は2012年産の「スノーマーチ」のうちデンプン価の特に高いもの（19.3%以上）を用いた。ブランチング条件をそれぞれ1) 90℃、15分、2) 85℃、15分、3) 80℃、15分、4) 80℃、10分とし、その他は基本条件と同様とした。加工後はチルド（10℃以下）で保管し、3ヶ月後に離水量を測定した。

②セミレトルト処理条件が離水に及ぼす影響評価

原料は前項と同じく2012年産の「スノーマーチ」デンプン価の特に高いもの（19.3%以上）を用いた。

セミレトルト処理条件をそれぞれ1) 115℃, 15分, 2) 110℃, 15分, 3) 110℃, 10分とし, その他は基本条件と同様とした。加工後はチルド (10℃以下) で保管し, 3ヶ月後に離水量を測定した。

3) デンプン価とデンプン含量の比較

本研究においては原料品質についてデンプン価を指標として評価を行った。使用した原料のデンプン価 (比重) と実際のデンプン含量を比較するためにデンプン含量を定量することとした。

「スノーマーチ」および「男爵薯」のデンプン価を計測し (ポテトゲージ, 旭川計量機 (株)), デンプン価17%, 14%, 11%の塊茎を各3個ずつ選別した。それぞれの塊茎を凍結乾燥し, 酵素法によるデンプン含量の測定 (Total Starch Assay Kit, メガザイム社) に供した。

4) 製造企業による試作および評価

協力企業の北海道新進アグリフーズ株式会社において, 実製品の製造条件とほぼ同等の条件での試作を実施した。原料として2012年産の「スノーマーチ」を用い, 貯蔵の初期から末期にあたる, 1月, 6月, 8月に試作を行った。評価項目として, 製品保管後の離水量に加えて, 加工時のピーリング後歩留, トリミング後歩留および最終加工歩留についても評価した。

(3) 結果と考察

1) 原料品質による離水への影響

馬鈴しょは主に秋～初冬に収穫され, 約1年後の次の収穫まで貯蔵されるが, 貯蔵後期での減耗や萌芽などによる品質の低下が課題となっている。チルドポテトにおいても貯蔵後期の原料では離水が増える傾向にあることから。貯蔵初期～後期の原料, および貯蔵後期を想定した萌芽を誘導した原料について評価することとした。

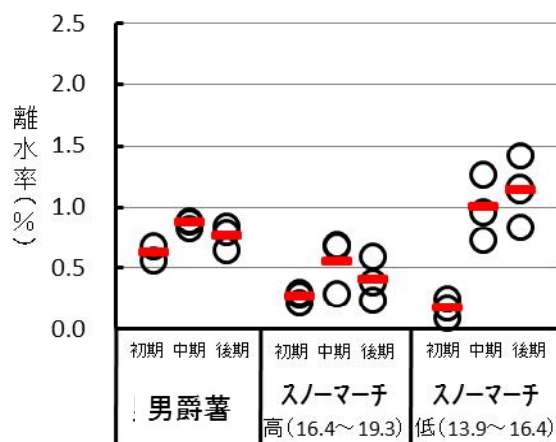
中野らが行った先行研究において^[2], 「男爵薯」, 「メイクイン」, 「トヨシロ」および「ホッカイコガネ」を用いたチルドポテトの試作の結果, デンプン価が低い原料では, 柔らかく水っぽい製品となったことから, 原料品質としてデンプン価の異なる「スノーマーチ」を用いて影響を評価することとした。

①貯蔵期間の異なる原料を用いたチルドポテトの離水評価

試作は「スノーマーチ」の出荷開始直後の12月を貯蔵初期, 3月を貯蔵中期, 5月を貯蔵後期として実施した。それぞれ測定日に開封し, 固形部と離水の各重量から固形部に対する離水率を算出した結果, いずれの試験区においても離水が2%を越えるものはなく, 良好であった (図3-2-2)。二元配置分散分

析 (貯蔵期間×原料の種類) の結果, 交互作用が認められた ($p < 0.01$) が, 要因については不明であった。各水準間について多重比較 (Tukey-Kramer) を行ったところ, 貯蔵期間については初期に比べて中期および後期で有意に高い結果となった ($p < 0.01$, $p < 0.01$)。原料の種類については「スノーマーチ」の高デンプン価が「男爵薯」および「スノーマーチ」の低デンプン価に比べて有意に低い結果となった ($p < 0.01$, $p < 0.01$)。それぞれの原料の種類のうちでは「男爵薯」では初期と中期の間に有意差 ($p < 0.05$) が認められ, 「スノーマーチ」の低デンプン価においても初期と中期および後期の間に有意差 ($p < 0.01$, $p < 0.01$) が認められたが, 「スノーマーチ」の高デンプン価においては有意な差は認められなかった。

したがって, 「スノーマーチ」においては低デンプン価では貯蔵期間が長い場合に離水率が高くなった一方で, 高デンプン価では貯蔵後期の5月まで離水率は変わらず品質が安定していた。また品種間の比較 (t-test) では「男爵薯」と「スノーマーチ」の間に有意な差は認められず ($p = 0.24$), 実施条件下において「スノーマーチ」と「男爵薯」の離水率は同等であった。



○: 実測データ —: 平均値
(n=3 (男爵薯の初期のみn=2))

図3-2-2 貯蔵期間の異なる原料を用いたチルドポテトの離水率

②萌芽した原料を用いたチルドポテトの離水評価

室温暗所においた「スノーマーチ」は10日後に5mm程度の萌芽が確認された。原料の写真を図3-2-3に, 対照の萌芽誘導未処理原料と萌芽処理をした原料を使用したチルドポテトの離水率を図3-2-4に示した。

試作実施時期は貯蔵末期の9月であったため, 離水が多くなる懸念されたが, いずれも離水率は

1%未満と十分に低い結果となった。2水準間に有意な差はなく (t-test, $p=0.63$) , 萌芽処理による離水への影響は認められなかった。

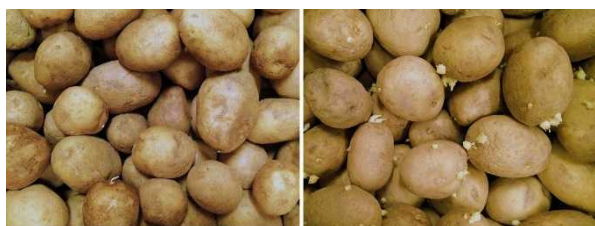
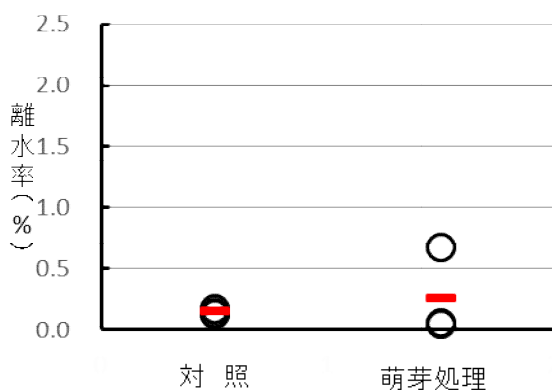


図3-2-3 萌芽誘導未処理のスノーマーチ (左) , 萌芽処理したスノーマーチ (右)



○ : 実測データ — : 平均値 (n=3)

図3-2-4 萌芽処理による離水率への影響

③デンプン価の異なる原料を用いたチルドポテトの離水評価

貯蔵期間による影響の検討の結果、「スノーマーチ」は低デンプン価の原料において高デンプン価に比べて有意に高い離水率を示したが、どちらも離水率は十分に低い値であった。そこで、デンプン価の影響について検討するためにさらに離水率が高いことが予想されるデンプン価の低い水準(極低)を加えて検討することとした。結果を図3-2-5に示した。

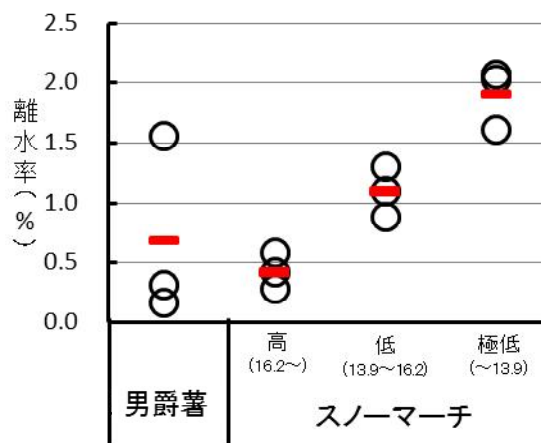
チルドポテトの試作は貯蔵後期にあたる5月に実施した。対照の「男爵薯」および「スノーマーチ」の高・低デンプン価では離水率は2%未満と良好であったが、極低デンプン価では2袋で2%を越える結果となった。多重比較 (Tukey-Kramer) の結果、「男爵薯」, 「スノーマーチ」の高デンプン価および低デンプン価の間に有意な差はなく、離水率はほぼ同等であった。「スノーマーチ」の極低デンプン価では「男爵薯」および「スノーマーチ」の高デンプン価とくらべて有意に高い離水率であった ($p<0.05$, $p<0.05$)。デンプン価の低い原料において離水率が高くなる要因としては、水分含量が高いこと、デンプン

含量が少なく、かつデンプンが膨潤しにくい^[3]のために水分保持能が低いことが挙げられる。低デンプン価原料では加熱による膨潤が抑制されているとすれば、低デンプン価の原料における最適処理条件はより強い加熱が求められると推測される。ただし、レトルト殺菌機を用いた過度の加熱は製品の色や風味および食感に影響を与えるため、各品質項目との調整が必要となる。

チルドポテトの固形部の破断試験による硬さを図3-2-6で比較した。破断応力は「スノーマーチ」の高デンプン価および低デンプン価で「男爵薯」と同等であった。「スノーマーチ」の極低デンプン価は「男爵薯」および「スノーマーチ」の高デンプン価に比べて有意に低い値 ($p<0.05$) を示した。極低デンプン価における品質の差は離水率だけではなく、固形部の硬さにも現れるものであった。また、この差は人の手で触れた際にも判別可能であった。

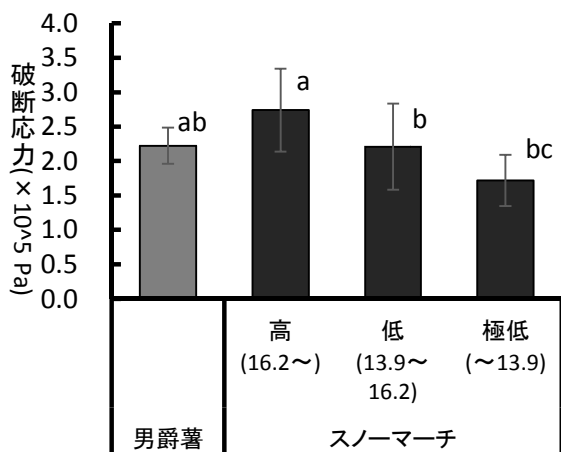
また、極低デンプン価においてまれにひどく軟化し、水っぽく崩れた塊茎がみられた。このような著しく品質を損なう要因については不明である。例数は少ないが、製造量が拡大した際には発生件数の増加が懸念される。

離水率や硬さに差はみられたものの、2013年産の「スノーマーチ」(Sサイズ)のデンプン価分布(図3-2-7)では約8割が高デンプン価および低デンプン価となっている。デンプン価分布による離水率の加重平均は1.07%であり、全体の離水率は十分に低いと言える。



○ : 実測データ — : 平均値 (n=3)

図3-2-5 デンプン価の異なる原料を用いたチルドポテトの離水率



異符号間に有意差あり (n=12, p<0.05)

図3-2-6 デンプン価の異なる原料を用いたチルドポテトの硬さ

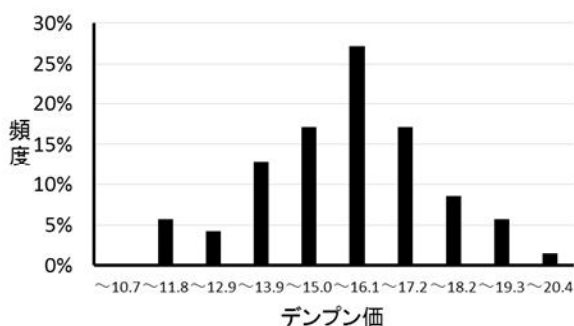


図3-2-7 2013年産スノーマーチ (Sサイズ) のデンプン価の分布 (ポテトゲージ, 旭川計量機 (株))

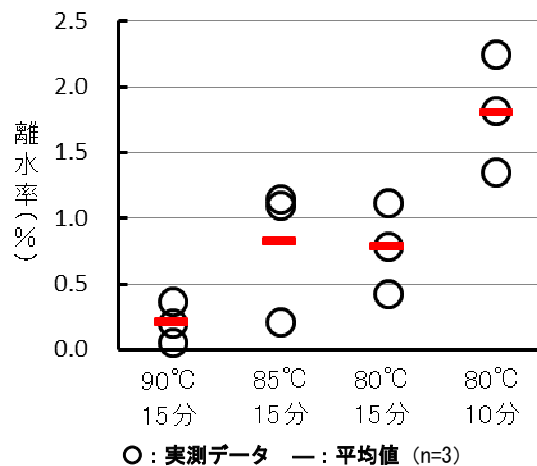
2) 加工条件による離水への影響

本研究においてはブランチング条件90℃, 15分, セミレトルト処理条件115℃, 15分を基本条件として実施した。「男爵薯」を用いた予備試験において, ブランチングなし, ボイル加熱90℃, 30分としたチルドポテトでは離水率が約4~5%と高い値を示したのに対して, 前述の基本条件では離水率が約1%であったことから, ブランチングおよび殺菌工程における加熱条件が離水量に影響を与えるとして, 「スノーマーチ」におけるブランチングおよびセミレトルト処理条件の影響を評価することとした。

①ブランチング条件が離水に及ぼす影響評価

ブランチング条件をそれぞれ1) 90℃, 15分, 2) 85℃, 15分, 3) 80℃, 15分, 4) 80℃, 10分とし, その他は基本条件 (図3-2-1) と同様にチルドポテトを試作し, 離水率を比較した (図3-2-8)。多重比較 (Tukey-Kramer) の結果, 離水率は80℃, 10分において, 90℃, 15分および80℃, 15分に比べて有意に高い値 (p<0.01, p<0.05) であった。用いた原料は19.3%以上の極高デンプン価の「スノーマーチ」であり,

基本条件では離水率は低かったが, 80℃, 10分のブランチングではクリームが懸念される離水率2%を超えるものが見られた。このことから, ブランチングにおける十分な加熱が離水の少ないチルドポテトの製造に必要であることが示唆された。

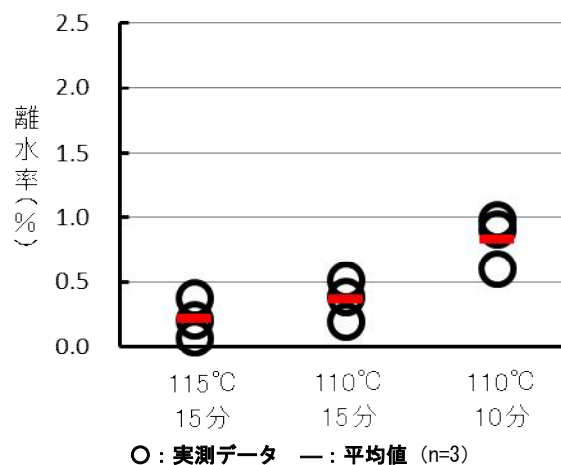


○: 実測データ —: 平均値 (n=3)

図3-2-8 ブランチング条件の比較

②セミレトルト処理条件が離水に及ぼす影響評価

セミレトルト処理条件をそれぞれ1) 115℃, 15分, 2) 110℃, 15分, 3) 110℃, 10分とし, その他の条件は基本条件と同様の条件として試作し, 離水率を比較した (図3-2-9)。離水率は110℃, 10分において115℃, 15分および110℃, 15分に比べて有意に高い値を示した (Tukey-Kramer, p<0.05)。ただし, いずれも平均値は1%未満であり, 極高デンプン価の「スノーマーチ」ではセミレトルト処理がやや弱い加熱条件であっても離水が十分に低いことが示された。



○: 実測データ —: 平均値 (n=3)

※基本条件 (115℃, 15分) は図4-10-8の再掲

図3-2-9 セミレトルト処理条件の比較

ブランチングとセミレトルト処理条件の関係を確認するために、各2水準の計4水準について表3-2-1に示した。二元配置分散分析の結果、ブランチング条件およびセミレトルト処理条件の間に交互作用は認められず、ブランチング条件間に有意な差が認められた。ブランチング条件およびセミレトルト処理条件の離水率への影響は相加的であり、設定した水準間においてはブランチング条件の影響がより強く、ブランチング時の加熱条件管理の重要性が示唆された。全処理水準について多重比較 (Tukey-Kramer) を行ったところ、ブランチング80℃、10分、セミレトルト処理110℃、10分において離水率が他の3水準に比べて有意に高い値であった ($p < 0.01$)。

表3-2-1 ブランチングおよびセミレトルト処理条件の組み合わせによる離水率への影響

		セミレトルト処理条件 (単位:%)		
		115℃, 15分	110℃, 10分	
ブ ラ ン チ ン グ 条 件	90℃, 15分	0.21 ± 0.16	0.82 ± 0.20	0.52 ± 0.37
	80℃, 10分	1.81 ± 0.45	2.19 ± 0.70	2.00 ± 0.57
		1.01 ± 0.93	1.51 ± 0.88	交互作用なし

各処理の効果を二元配置分散分析により検定した。

***:有意差あり($p < 0.01$)

3) デンプン価とデンプン含量の比較

デンプン価 (比重) およびデンプン含量 (酵素比色法) の結果を図3-2-10に分布図で示した。「男爵薯」, 「スノーマーチ」いずれにおいてもデンプン価とデンプン含量との間にはかなり強い相関が示された。デンプン価×デンプン含量の二元配置分散分析の結果、交互作用は認められなかった。「男爵薯」および「スノーマーチ」各全水準 (n=9) では有意差が認められ、「男爵薯」において「スノーマーチ」よりもデンプン含量が高かった ($p < 0.05$)。つまり、同じデンプン価で原料品質を比較した場合には、「スノーマーチ」のデンプン含量が低いために、デンプンによる水の保持量が少なく、見た目上は離水が多くなる可能性がある。本研究ではチルドポテトの離水に対する品種間の影響を明らかにできなかったが、品種の実際のデンプン含量の差異の影響は品質向上にむけて研究すべき方向性の一つとして今後の展開が望まれる。

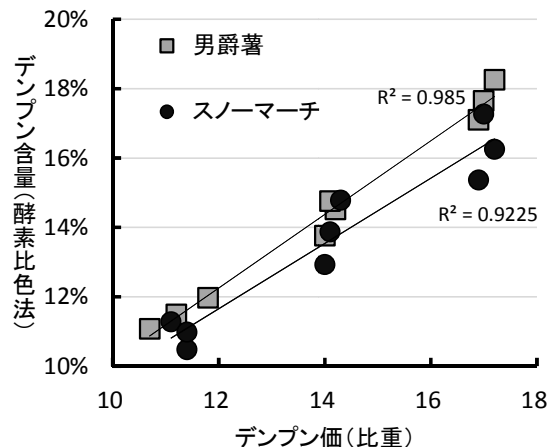


図3-2-10 デンプン含量の品種間比較

4) 製造企業による試作および評価

協力企業の北海道新進アグリフーズ株式会社において「スノーマーチ」の貯蔵初期, 後期, 末期の加工適性評価を行った。製品歩留および製品保管後1~3ヶ月における離水率を図3-2-11に示した。

製品の最終歩留は貯蔵末期においても70%近い高値を示した。芽や打ち傷が少なく、通常に良好とされる65%以上を保持していた。歩留の向上は原料コストだけでなく、トリミング作業の負担軽減につながるため、優れた品種特性と言える。離水率はいずれも平均で2%を下回り、十分に品質が保たれていることが示された。

馬鈴しょの通年供給は長年の課題となっており、特に北海道産馬鈴しょの在庫が僅少となる8月まで貯蔵可能であることは、重要な特性である。

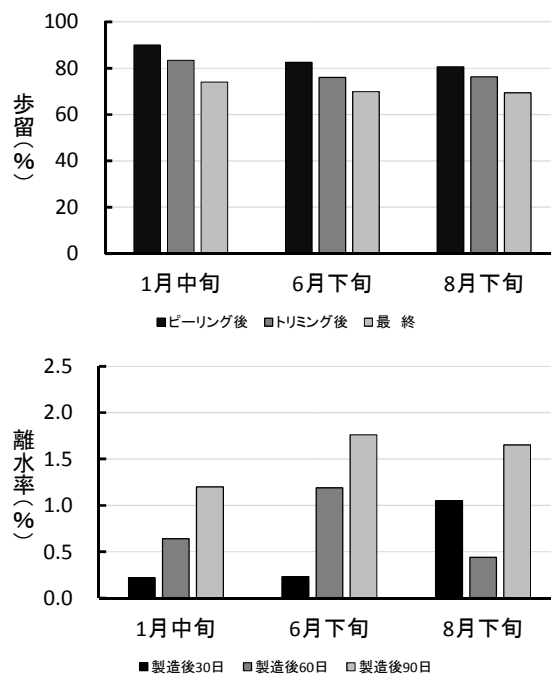


図3-2-11 各加工時期における歩留および離水率

5) 消費者および販売者による製品評価

2013年2月に「スノーマーチ」販売促進の一環として、飲食店経営者、バイヤー、消費者およびチルドポテト製造企業などからなる14名のパネルで試食会を行った。「スノーマーチ」のチルドポテトについては小規模飲食店では入り数が大きく扱い難いが、大規模な飲食店では活用が見込めるとする業者者の意見や、味や利便性と価格が釣り合うなら購入につながるとした消費者からの意見も得られた。

2014年8～9月に協力機関であるJAきたみらいによる「スノーマーチ」のチルドポテトのテスト販売（250g入り、270円）および小売店を対象としたサンプル頒布が行われた（写真：図3-2-12）。テスト販売はくるるの杜（北広島市）で行われ、「スノーマーチ」の食味が好評である一方で価格については割高であるとの意見が得られた。また、小売店側からは食味と量目および価格についてはテスト販売と同様の意見であり、売り方について品種や喫食方法の説明が欲しいといった要望が寄せられた。チルドポテトは一般消費者の認知度がそれほど高くないことから今後の販売時には販売店および消費者に向けた情報提供が必要な比較的新しい商材である。量目や価格についてはSサイズ原料を使用することで単価を下げ、数を多く見せる工夫や製造量の増大によるコスト低減などが今後の改善課題になると考えられる。



図3-2-12 テスト販売品の外観

6) 「スノーマーチ」加工品への原料供給

北見における「スノーマーチ」の生産は青果向けを主としているが、原料の生産現場としては、青果としての認知度を上げると同時に、規格外品の仕向け確保が重要な課題である。その一方で、馬鈴しょ加工品の製造メーカーは規格外品にコストメリットを感じてはいるものの、新品種は供給量が少ないため大量生産に見合う原料確保が困難であるという認識がある。本研究を通して、「スノーマーチ」のチルドポテト加工適性が確認され、有望な加工品種で

あることについて生産者および製造関係者に理解を得られた。今後、青果向けの生産の拡大とともに本格的なチルドポテト加工用途として十分な量の供給が行われ、農業と加工業が協調して強い産業として成長していくことが期待できる。

(4) 要約

「スノーマーチ」のチルドポテトにおける加工適性として離水率の評価を行い、離水に影響を与える条件を検討した。その結果、原料品質としては、デンプン価約14%未満の原料のみを使用した場合や貯蔵期間が長い原料において離水率は有意に高くなった。また、加工条件では、ブラッシングおよびセミレトルト処理工程における加熱が弱い条件で離水率は有意に高くなった。一方で、貯蔵末期の5mm程度の萌芽は離水率に差を与えなかった。

企業試作の結果、「スノーマーチ」は貯蔵末期の8月まで製品歩留、離水率ともに基準をクリアしており、チルドポテトの加工適性として良好な結果であった。

(5) 引用文献

- [1] ばれいしょ加工適性研究会. “加工適性評価報告書”. 農林水産省生産局特産振興課. 95 (2004)
- [2] 中野敦博, 山木一史, 田中彰, 岩下敦子, 楨賢治. “レトルト殺菌機で加工されたジャガイモの硬さに対する品種間差”. 北海道立食品加工センター報告. 5. 43-45 (2002)
- [3] 佐藤広頭, 山崎雅夫, 高野克己. “低比重および高比重バレイショにおける細胞壁多糖の組成および熱挙動の比較解析”. 日本食品保蔵科学会誌. 31. 151-154 (2005)

梅田智里, 中野敦博 (食品加工研究センター)
小宮山誠一 (中央農業試験場)

3.3「スノーマーチ」のポテトサラダサンドイッチの開発

(1) 目的

生食用馬鈴しょの流通において、M～Lサイズは高単価で販売されるが、小玉Sサイズおよび大玉2L～3Lサイズは需要が少なく、加工用規格となることから単価が低下する。とりわけ、流通量の少ない新品種では、加工用規格の需要が見込めない場合は作付け拡大の制限要因となる。反対に言えば、加工用途の開発により需要が喚起されると単価の底上げが期待され、生産の増大にもつながる。

本研究では、「スノーマーチ」^[1]の新規加工用途の一つとしてサンドイッチを対象に検討した。すなわち、サンドイッチ専門店と連携して「スノーマーチ」を原料に使用したポテトサラダサンドイッチを開発し、その食味や加工適性について評価した。さらに、サンドイッチ用に使用するにあたっての流通上の問題点などを抽出し、「スノーマーチ」のサンドイッチ利用促進を図るための知見を得た。

(2) 材料と方法

1) ポテトサラダサンドイッチの開発

試料は2012、2013年の北見農試産およびJAきたみらい共選品の「スノーマーチ」を供試した。ポテトサラダサンドイッチの製造は、実需（札幌市内のサンドイッチ専門店「サンドリア」）慣行法による。

2) 加工適性評価

実需による「スノーマーチ」の加工適性評価は、歩留まり、作業効率および食味について実施した。歩留まりは剥皮・トリミング前後の重量測定法により、作業効率および食味については加工担当者からの聞き取り調査を行った。

3) ポテトサラダサンドイッチの官能評価

「スノーマーチ」および対象品種として「男爵薯」を原料に、実需慣行法によりポテトサラダサンドイッチを製造した。製造したサンドイッチは同日中に中央農試において食味官能評価を実施した。評価項目はホクホク感、なめらかさ、甘味および食味総合の4項目とし、各項目について7段階の評点法により評価を実施した。パネルは中央農試職員27名。

(3) 結果と考察

1) ポテトサラダサンドイッチの開発と加工適性評価

実需において通常ポテトサラダサンドイッチに使用している馬鈴しょ品種は「男爵薯」であり、これと同様の方法で「スノーマーチ」を原料にサンドイッチを製造した。この際の実需による「スノーマー

チ」の加工適性評価では「男爵薯」に対して劣る点は見いだされず、むしろ優点として下記の点が明らかとなった。すなわち、「男爵薯」の剥皮・トリミング後の平均的な歩留まりは約80%であるのに対して、「スノーマーチ」では $87.6 \pm 0.6\%$ （3反復平均値±標準偏差）と高かった。また、剥皮・トリミングの作業性が非常に良好であることが指摘された。これは、「スノーマーチ」の塊茎が倒卵形^[1]で凹凸が少ないために剥皮しやすく、目が浅いためにトリミング回数が減少することによる（図3-3-1）。さらに、ポテトサラダ加工後の食感が「男爵薯」に比べてなめらかで、やや粘りのある点で評価が高かった。

次に、重量規格の違いによる作業効率を加工用規格の「S～M」サイズのもの、「2L～3L」サイズのもので比較したところ、明らかに「2L～3L」の効率が高かった。これは、単位重量あたりの剥皮・トリミング個数が「2L～3L」では少なくなるためであった。食味については、サイズの違いによる差は認められなかった。以上のことから、「スノーマーチ」はポテトサラダサンドイッチ加工用途として、食味や加工適性の面から優れた品種であり、特に大玉「2L～3L」サイズのものが最適であると判断された。

これらの知見をもとに、2013年3月27日から「スノーマーチ」のポテトサラダサンドイッチの販売が始まり、2014年および2015年についてもJAきたみらいからの「スノーマーチ」原料の出荷期間限定で販売が継続されている（図3-3-2）。

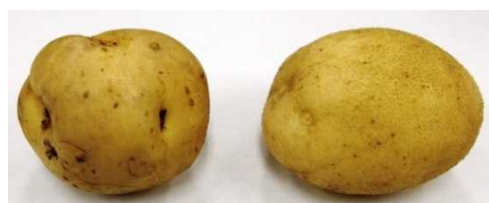
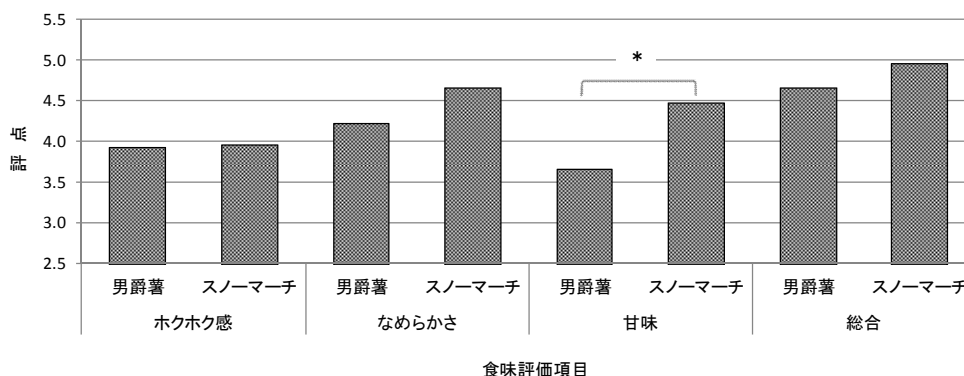


図3-3-1 「男爵薯」（左）と「スノーマーチ」（右）の外観



図3-3-2 「スノーマーチ」ポテトサラダサンドイッチ

3.3 「スノーマーチ」のポテトサラダサンドイッチの開発



試験実施日: 2014年2月14日 パネル数: 27名 *: p<0.05, t-検定
 ホクホク感、なめらかさ、甘味の評点: 非常に乏しい1~普通4~非常に富む7)
 食味総合の評点: 非常にまずい1~普通4~非常においしい7

図3-3-3 ポテトサラダサンドイッチにおける食味官能評価の品種間差異

2) ポテトサラダサンドイッチの官能評価

「スノーマーチ」のポテトサラダサンドイッチについて、「男爵薯」を使用した通常製品を対象に、中央農試パネルによる食味官能検査を実施した。その結果、甘味について「スノーマーチ」が有意に甘味に富む評価となった(図3-3-3)。また、有意差は認められなかったが、なめらかさおよび食味総合の評価値について「スノーマーチ」がやや高い傾向が見られた。

以上のように、「スノーマーチ」のポテトサラダサンドイッチ適性が明らかとなり、販売が継続されているが、今後とも「スノーマーチ」のサンドイッチ利用を継続するにあたって実需から指摘のあった問題点と改善策について以下のとおり考察する。

まず原料調達面と価格について、産地が遠いこと、栽培面積が少なく、サンドイッチ用に最適な「2L~3L」規格の流通も少ないことから、当初は宅配便による小口配送以外の原料供給は困難とされた。しかしながら、産地(JA)、市場関係者(卸、仲卸業者)、店舗、製パン業者の協議・連携により、2週間で10ケースの市場流通による物量が確保できた。

また、価格についても市場流通が可能になったことから加工用原料価格の適用、配送コストの低減によりポテトサラダサンドイッチに見合う価格が実現できた。引き続き、生産、流通、加工の連携強化で継続的な物流確保が必要である。

さらに、「スノーマーチ」の供給期間が短いことが問題となる。すなわち、現状の供給期間(12月~翌年5月)では季節限定商品にならざるを得ず、「スノーマーチ」の加工適性の良さが発揮しきれない。今後は早期低温処理による糖化促進での出荷時期の前倒し、エチレン雰囲気貯蔵*による供給期間の延長^[2]などの方策により、周年供給体制の構築が重要

と考えられる。

(4) 要約

サンドイッチ専門店との連携により「スノーマーチ」のポテトサラダサンドイッチが開発された。「スノーマーチ」の目の浅さによる加工適性(歩留まり、剥皮・トリミングの効率化)の優位性、甘味やなめらかさによる食味の良さが明らかとなった。将来にわたり当該製品販売を継続するための方策として、産地、流通、加工の連携強化による継続的な物量確保、貯蔵技術改善による供給期間の延長などの必要性が指摘された。

(5) 引用文献

- [1] 池谷聡, 藤田涼平, 入谷正樹, 伊藤武, 村上紀夫, 松永浩, 千田圭一, 関口建二, 大波正寿, 吉田俊幸, 兼平修. “バレイショ新品種「スノーマーチ」の育成”. 北海道立農試集報. 89. 13-24 (2005)
- [2] 十勝農試研究部地域技術グループ, 中央農試作物開発部農産品質グループ. “エチレン処理による生食用馬鈴しょの長期貯蔵技術”. 平成26年指導参考事項. 北海道農政部 (2014)

小宮山誠一 (中央農業試験場)

3.4 冷凍コロケの食感評価方法の開発

(1) 目的

北海道では馬鈴しょを使用した冷凍コロケの製造が盛んであり、国内製造量の約5割が北海道で製造されている。冷凍コロケでは馬鈴しょを蒸煮後にマッシュして使用するため、原料の大きさや形を揃える必要がなく、トリミングして用いることが可能であるため、生食ではニーズが低い原料の用途としても重要な製品であると考えられる。

食感は食品の「おいしさ」において重要な項目であり^{[1], [2]}、冷凍コロケの「おいしさ」にはサク味（サクサク感）の影響が大きいことから、通常、フライ食品の製品開発では食感評価が繰り返し行われている。食感は主に官能試験によって評価されるが、繰り返しの官能試験はパネルへの負担が大きく、試験精度の維持が難しい場合もあることから、これらを補完する客観的評価技術が求められている。

食感の客観的評価技術として、**多孔質食品のクリスプネス***を測定する際には破断試験を用いるものが多いが、測定にあたっては個々の食品に適した測定条件や数値評価が必要となる。本研究では、冷凍コロケの食感（サク味）の測定条件および評価項目を抽出し、これらを用いた食感評価法を検討することとした。

(2) 方法と材料

1) 破断試験の条件および評価項目の検討

油ちょう*後に時間をおいたフライ食品では、衣層に水分が移行し、吸着するによって、衣層のサク味が低下することが知られている^{[3], [4]}。経時的な食感の変化を評価するため、油ちょう10分後、120分後、180分後、240分後の試料について破断試験を行い、測定条件および評価項目を検討した。

破断試験はレオメータ (RE2-33005S, (株)山電) を用いて行った。測定条件はくさび型プランジャー (W10mm, 先端幅1mm) または円柱型プランジャー (φ5mm) を用い、速度1mm/sec, 圧縮率80%, データの取得速度10PPSとして、得られた破断曲線および微分曲線 (微分値は連続する2点間の荷重変化を歪率で微分して算出した) を解析した (図3-4-1)。

測定条件の検討および官能評価との比較では試料に市販の冷凍コロケを用いた。冷凍コロケを業務用の電気フライヤー (FL-13TB, ホシザキ電機(株)) を用いて冷凍コロケ製造企業が推奨する調理方法 (温度, 時間) で油ちょうし、測定まで常温で保管した。



図3-4-1 破断試験に用いたレオメータおよびプランジャー (図中右上)

2) 官能評価

直感的に感じる食感の程度を定量的に評価するため、QDA法 (定量的記述分析法) に準じ、サク味をスケール上で評価した。スケールは左端, 右端をそれぞれ「サクサク感を全く感じない」, 「これ以上ないほどサクサクしている」とした。スコアは10点満点とし、スケールの左端からの距離を数値化した。訓練したパネルによる反復試験を行い、延べ10回の評価結果から平均スコアを算出した。

3) デンプン価の異なる原料を使用した冷凍コロケの試作

冷凍コロケ製造企業に依頼し、馬鈴しょ主体の冷凍コロケ (プレーン味) を試作した。「スノーマーチ」を各種濃度に調整した食塩水を用いて比重分別し、デンプン価14.0~16.4% (低デンプン価) および16.4~19.3% (高デンプン価) に分け、それぞれを用いて冷凍コロケを調製した (保管温度-25℃)。これらを前述の電気フライヤーを用いて180℃で6分間油ちょうし、破断試験に供した。

(3) 結果と考察

1) 破断試験の条件および評価項目の検討

①破断曲線の解析

くさび型および円柱型のいずれのプランジャーを用いた場合にも破断曲線は歪率10~20%前後でピークを示し、その後低下した。荷重がピーク (「破断荷重」) に達し、衣層全体が破断した時点の歪率を「破断歪率」、その後下がりきり (「もろさ荷重」), 荷重がコロケ生地に移行した点までを「もろさ歪率」とした。また、破断曲線はなめからではなく、細かいピークをいくつも有しており、これらは衣層のパン粉の部分破壊によるものと推察されたことから、破断曲線を微分することでこれらの特性を解析した (図3-4-2)。

②評価項目

破断曲線の解析値を用い、コロケのサク味を衣層全体とパン粉に分けて評価を試みた。すなわち、衣層の全体破壊に関わる項目として破断荷重、破断歪率、もろさ荷重、もろさ歪率を、パン粉の破壊に関わる項目として微分曲線の変化の「回数」および「頻度」を検討した。微分曲線の解析は測定開始からもろさの点までを解析対象とし、以下の通りに算出した。

変化の回数(回) : 微分曲線の谷の数

変化の頻度(回/%): 変化の回数を歪率(破断歪率およびもろさ歪率の和)で除した値

くさび型(表3-4-1)では破断荷重、破断歪率および微分曲線の変化の頻度で、円柱型(表3-4-2)では破断荷重、破断歪率、もろさ荷重および微分曲線の変化の頻度で油ちよう後時間の間に有意差が認められた。

破断歪率は油ちよう後の時間経過により大きくなった。これは油ちよう後の食感変化のうち水分移行によって衣層の歯切れのよさが低下したことを示すと考えられる一方で、破断荷重およびもろさ荷重の経時変化については処理間の傾向が明らかではなかった。異なる市販製品を用いた比較においては、これらの項目はコロケ生地性状の差異による影響も大きいと考えられ、衣層の食感の評価には適さなかった。

微分曲線の変化の頻度は経時的に低下した。微分曲線の変化の頻度はパン粉の微小な重なり構造の破壊の検出頻度であり、咀嚼時にはサクサクとした繰り返し刺激による食感に寄与すると考えられる。つまり、この値の低下は油ちよう後に時間がたったコロケではパン粉の食感を感じにくくなることと一致する。

以上から、衣層の全体破壊の早さ(歯切れの良さ)の指標となる破断歪率、およびパン粉の部分破壊の指標となる微分曲線の変化の頻度の2項目がサク味の評価に有効であることが示唆された。

③プランジャーの比較

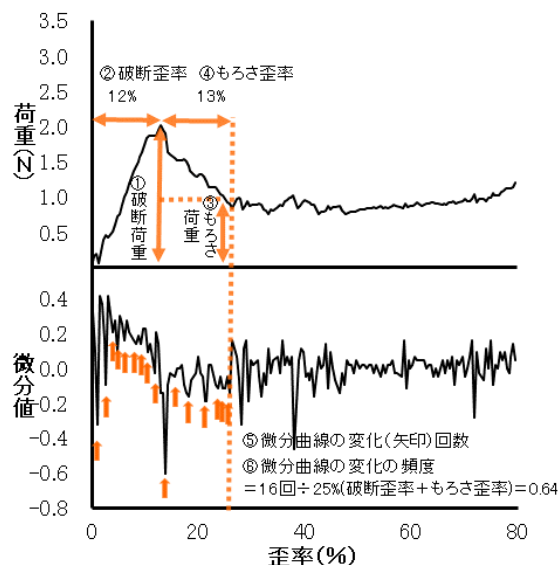
サク味に寄与すると考えられた評価項目のうち、破断歪率は円柱型に比べてくさび型では高い値を示した(プランジャーの形状×時間の二元配置分散分析において有意差有り($p < 0.01$))。細い円柱型の先端はくさび型に比べて負荷が集中する形状であり、衣層を貫きやすいことによると考えられた。

微分曲線の変化の頻度は円柱型とくさび型で値に差はみられなかったが、変化の回数としては円柱型

よりくさび型が多かった(プランジャーの形状×時間の二元配置分散分析において有意差有り

($p < 0.01$))。上記の形状的な理由から、もろさ歪率はくさび型の方が大きかったことによるもので、パン粉の構造の部分破壊をより多く検出できることを示している。以上から、プランジャー形状はくさび型がより適していると判断した。

くさび型プランジャー



円柱型プランジャー

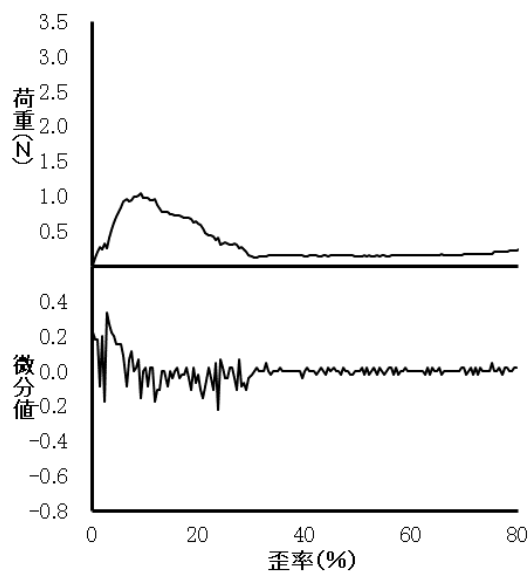


図3-4-2 冷凍コロケの破断曲線および微分曲線

表3-4-1 くさび型プランジャーを用いた破断試験の測定値および解析値

油ちょう後経過時間	破断荷重 ($\times 10^5$ N/m ²)	破断歪率 (%)	もろさ荷重 ($\times 10^5$ N/m ²)	もろさ歪率 (%)	微分曲線の変化の回数	微分曲線の変化の頻度
10分 (n=11)	1.67 ± 0.44 c	13.9 ± 4.7 b	0.93 ± 0.46	19.5 ± 8.3	22.9 ± 5.5	0.68 ± 0.06 a
120分 (n=12)	2.16 ± 0.39 b	21.6 ± 4.1 a	0.83 ± 0.28	14.0 ± 5.1	22.8 ± 5.4	0.63 ± 0.06 ab
180分 (n=12)	2.68 ± 0.39 a	23.8 ± 4.2 a	1.14 ± 0.33	16.8 ± 5.8	24.6 ± 5.9	0.60 ± 0.06 b
240分 (n= 4)	2.58 ± 0.33 ab	23.3 ± 2.3 a	0.91 ± 0.32	16.4 ± 6.2	21.5 ± 5.5	0.54 ± 0.09 b

各油ちょう後時間における測定値について多重比較(Tukey-Kramer)を行った。異符号間に有意差あり($p < 0.05$)。

表3-4-2 円柱型プランジャーを用いた破断試験の測定値および解析値

油ちょう後経過時間	破断荷重 ($\times 10^5$ N/m ²)	破断歪率 (%)	もろさ荷重 ($\times 10^5$ N/m ²)	もろさ歪率 (%)	微分曲線の変化の回数	微分曲線の変化の頻度
10分 (n=11)	1.89 ± 0.34 b	10.7 ± 3.9 b	1.43 ± 0.43 ab	15.1 ± 4.4	17.8 ± 4.1	0.69 ± 0.08 a
120分 (n=12)	2.42 ± 0.68 ab	17.0 ± 2.4 a	1.76 ± 0.62 a	14.7 ± 4.3	18.5 ± 2.5	0.59 ± 0.07 b
180分 (n=12)	2.57 ± 0.51 a	19.9 ± 5.0 a	1.76 ± 0.51 a	13.7 ± 4.1	18.9 ± 4.2	0.56 ± 0.10 b
240分 (n= 4)	1.66 ± 0.40 b	22.6 ± 1.5 a	0.85 ± 0.36 b	13.1 ± 5.0	19.0 ± 2.9	0.53 ± 0.05 b

各油ちょう後時間における測定値について多重比較(Tukey-Kramer)を行った。異符号間に有意差あり($p < 0.05$)。

2) 官能評価との比較

破断試験の解析値と官能評価との対応を検討するために、市販の冷凍コロケを用いて各製品間の比較を行った。4製品を試料とし、油ちょう10分後の評価を行った。4製品の内訳は製品A、道内製チルド品(単価150円)、製品BおよびC、道内製冷凍品(単価30円)2点、製品D、道外製冷凍品(単価20円)であった。製品CおよびDについては、油ちょう180分後も評価を行い、計6点の物性評価および官能評価を実施した(図3-4-3)。

破断歪率および微分曲線の変化の頻度はそれぞれ官能評価点数と高い相関関係にあった。また、破断歪率および微分曲線の変化の頻度を説明変数、官能評価点数を目的変数とした重回帰分析の決定係数 $R=0.984$ ときわめて高かった。実施点数は6点のみであり、官能評価パネルも限定的であることから、冷凍コロケ全般に適用する予測式として推定することはできないと考えられるが、本評価法は官能評価の傾向と概ね一致し、「破断歪率が小さく」、「微分曲線の変化の頻度が大きなもの」ほどサク味は高いことが示唆された。

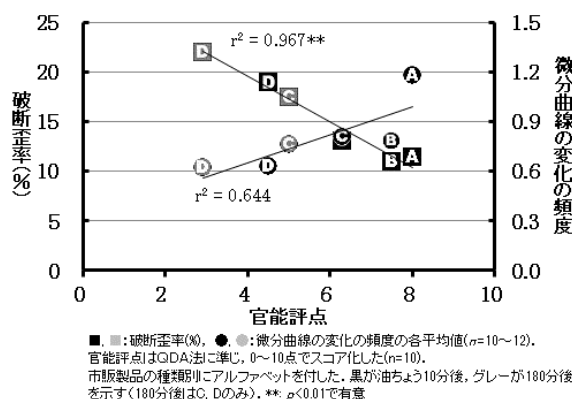


図3-4-3 市販品の破断試験による客観的評価および官能評価の比較

3) 原料品質(デンプン価)が異なる冷凍コロケの評価

本評価法を製品開発に活用することを想定し、一例として、原料品質の影響を検討した(表3-4-3)。微分曲線の変化の頻度に有意差はなかったものの、油ちょう10分後と180分後の評価値の差は、どちらの原料も表3-4-1と概ね同様の傾向を示した。しかしながら、180分後では低デンプン価において、高デンプン価に比べて破断歪率が大きい傾向が見られた。油ちょう後経過時間とデンプン価の交互作用は有意ではなかったが、油ちょう後のコロケ生地水分は低デンプン価で76.2%、高デンプン価で74.2%であり、こうした差がコロケ生地からの水分移行、延いては長時間経過後の食感に影響する可能性も考えられ、今後検討が必要である。

以上から、くさび型プランジャーを使用した破断試験の破断歪率および微分曲線の変化の頻度によって冷凍コロッケのサク味（サクサク感）を評価できることが示された。また本評価方法は、経時変化の把握、製品間の比較、および製品開発時などの評価に活用可能であると考えられた。

表3-4-3 デンプン価が異なる原料を使用した冷凍コロッケの評価

処 理	破断歪率 (%)	微分曲線の変化の頻度
油ちょう10分後	低デンプン価	11.2 ± 4.3 b
	高デンプン価	11.9 ± 3.3 b
油ちょう180分後	低デンプン価	22.8 ± 3.4 a
	高デンプン価	20.1 ± 2.4 a
各物性項目への効果	油ちょう後時間	**
	デンプン価	n.s.
	交互作用	n.s.

各処理水準の n=11 (油ちょう10分後・高デンプン価のみ n=12)。全処理、水準間で多重比較検定 (Tukey-Kramer) を行った。異符号間に有意差あり ($p < 0.05$)。各処理の効果は二元配置分散分析により検定した。*: 有意な効果あり ($p < 0.01$)。n.s.: 有意な効果なし

本研究で得られた知見は一般社団法人北海道冷凍食品協会主催の冷凍食品技術研究会および食品加工研究センター主催の講習会および成果発表会において広く技術普及を図り、北海道内の冷凍食品製造メーカー5社を訪問し、社内勉強会などを通して説明を行った。いずれの企業においても食感を客観的に数値評価する方法への関心は高く、特に希望のあった3社の製品または試作品の測定を行った。今後も要望に応じて食品加工研究センターの設備使用などを通じた業界への技術支援を行い、品質管理技術の向上に役立てたい。

本研究を行うにあたって、冷凍コロッケの製品試作等にご協力頂いた一般社団法人北海道冷凍食品協会に心から御礼申し上げます。

(4) 要約

冷凍コロッケのおいしさにおいてサク味（サクサク感）は重要な特性であるが、この評価はもっぱら官能評価によって行われている。本研究では、破断試験によるサク味の評価方法を検討し、くさび型プランジャーを用いた破断試験の破断歪率および微分曲線の変化の頻度がサク味を良好に反映し、官能評点とも高い関連性を示すことを確認した。本評価法は油ちょう後の経時変化、製品間の比較などの品質管理および製品開発へ活用可能である。

(5) 引用文献

- [1] 早川文代, 井奥加奈, 阿久澤さゆり, 齋藤昌義, 西成勝好, 山野善正, 神山かおる. “日本語テクスチャー用語の収集”. 日本食品科学工学会誌. 52. 337-346 (2005)
- [2] 大橋正房+シズル研究会編著. “おいしいを感じる言葉” 「「おいしい」感覚と言葉」. 大橋正房. 16-17 (2010).
- [3] 鈴木徹. “フライ調理における食品の状態の変化と油吸収”. オレオサイエンス. 9. 43-49 (2009).
- [4] 古橋敏昭. “北海道栗かぼちゃコロッケの開発”. 日本食品工学会第13回 (2012年度) 年次大会講演要旨集. 日本食品工学会. 25 (2012).

梅田智里, 中野敦博 (食品加工研究センター)

第4章 道産素材の特性を活かした小麦加工技術および加工製品の開発

(1) まえがき

小麦は水稻やトウモロコシと並ぶ世界三大作物のひとつで、古くから人類の食糧として利用されている。我が国でも一人当たり年間 32kg 程度が消費され、国内需要量は 620~670 万トンとなっている^[1]。しかしながら国内生産量は 85.8 万トンで、自給率は 11~12%に過ぎず、多くはアメリカ・カナダ・オーストラリア等から輸入されている。

北海道における栽培の最古の記録は 1784 年の「東遊記」に見ることができるが^[2]、本格的な栽培は、1871 年に開拓使御雇外国人となった、ホーレス・ケブロンが小麦生産を推奨し、アメリカ合衆国から種子を導入したことにより始まった。現在では、道内生産面積は 12.2 万 ha、生産量は 53.2 万 t(平成 25 年産)で、国内生産の約 6 割を占める全国一の生産地となっている。

小麦の一次加工品である小麦粉は、粉タンパクの量と質により薄力、中力、準強力、強力に分けられ、それぞれの主たる加工用途は菓子、日本麺(うどん)、中華麺、パンとなっている^[3]。小麦全体の需要に占める日本麺用途の割合は 12%程度であるが、パン用途は約 30%と試算され、加工用途の中では最も需要が高い^[4]。一方、国産の自給率では、日本麺用途が 60%であるのに対し、パン・中華麺用途をまとめても 2%程度と低く、原料の多くを外国産小麦に依存している。

前述のような需給のアンバランスを解消し、パン・中華麺用途の小麦粉を国内産に置き換えていく取り組みとして、北海道では道産小麦転換推進事業(「麦チェン」事業および新「麦チェン事業」、2009 年~)等を通じ、強力粉・準強力粉用途の小麦生産増を推進している。近年では病気に強く、収量・品質に優れる品種の育成が進み、道産小麦で菓子からパンまでのさまざまな製品加工が可能となりつつある。

これまで道総研では、小麦品種の開発・普及や、加工技術の向上にむけた情報提供、技術支援などの取り組みを行ってきた。今後も道産小麦の利用を拡大していくためには、素材の特性に基づく商品設計を関係企業と連携して取り組むことが求められる。そこで、本章では以下の研究開発に取り組んだ。

(2) 研究構成

4.1 道産小麦品種の特性把握と麺の「もちもち感」評価

北海道の小麦は、「もちもち」とした食感や風味の良さが特徴とされている。そこで、今回の小麦を用いた加工製品の開発では、この「もちもち」した独特の食感に着目し、新しいジャンルの麺の開発に取り組んだ。本節では、製品開発に先立ち、「もちもち感」に影響を及ぼすと考えられる糊化特性について、道産小麦品種の特徴を比較検討するとともに、麺の

「もちもち感」について、機器分析による評価を試みた。

4.2 新しい食感の Pasta「北海道ピチ*」の開発

道産小麦が作る「もちもち」した食感は、和食のうどんに適しているものの、「アルデンテ」を特徴とする本格的な Pasta には向いていないという評価が一般的で、あまり積極的に利用されてこなかった。しかし今回は、製麺会社およびレストラン等の協力を得て、近年開発された品種を使用し、道産小麦らしい食感を活かした新しいタイプの Pasta「北海道ピチ」の開発および商品化を行った。

4.3 道産果実の無添加コンポート素材開発

Pasta の付け合わせ具材を想定し、道産果実を用いたコンポート*の加工条件や材料特性について検討してきたが、検討途中から単独あるいは製菓材料としてのニーズが掘り起こされ、これら用途への商品開発が進められている。なお、コンポートとは、元来果物をシロップやワインで煮こんだ菓子のことであるが、ここでは砂糖などを添加せず、素材の甘さを活かしたのが大きな特徴である。

4.4 過熱水蒸気による製パン技術開発

通常、パンは電気やガスオーブンで焼成するが、ここでは「過熱水蒸気」と呼ばれる「水で焼く」技術を応用した。過熱水蒸気で焼いたパンは、焼成時間や熱の伝わり方が違うため、通常の焼き方では得られない食感を出すことができると考えられる。そこで本節では、従来の電気オーブンと比較した昇温特性などの基礎的知見を得るとともに、得られたパンの品質評価を行い、新たな製パン技術としての可能性について検討を行った。

(3) 引用文献

- [1] 北海道農政課. “平成 25 年度 北海道農業・農村の動向”. 88-91 (2014).
- [2] 仁平尊明. “北海道における小麦生産の発展”. 地理学論集. 87(1). 1-13(2012)
- [3] 長尾精一. “小麦粉の種類と製粉”. 「シリーズ<食品の科学>小麦の科学」. 朝倉書店. 62-76 (1995).
- [4] 吉田行郷. 小麦の需要変化や国際価格高騰の影響を踏まえた国産小麦の需要拡大の可能性. 農林水産政策研究. 17. 59-72 (2010).

阿部珠代 (中央農業試験場)

4.1 道産小麦品種の特性把握と麵の「もちもち感」評価

「もちもち感」をはじめ麵の食感には、原料小麦粉の糊化特性が大きく影響すると考えられる。そこで、道産小麦品種と市販品で糊化特性の比較検討を行い、パスタ用途向け品種を選定した。また、麵の「もちもち感」について、機器分析と官能評価との関係解析により評価手法を確立した。

4.1.1 道産小麦品種の糊化特性

(1) 目的

道産小麦の糊化特性を明らかにする。また、他のでん粉素材を加えた時の特性変化を把握し、麵の食感に対する影響を考察する。

(2) 材料と方法

1) 材料

道産小麦の市販小麦粉（ハオラー北海道，ラーメン専科北-21，ドルチェ，「きたほなみ」100%，「はるきらり」100%，「ホロシリコムギ」100%），輸入小麦主体の市販小麦粉（スーパーカメリヤ，特飛龍，特ナンバーワン，すずらん，雪，フラワー），道産小麦（「ホクシン」，「きたほなみ」，「ゆめちから」，「つるきち」，「キタノカオリ」，「ホロシリコムギ」，「春よ恋」，「はるきらり」，「ハルユタカ」）のビューラー60%粉，デュラムセモリナ粉（パイオニア企画），デュラム強力粉（ママパン）

2) 使用機器

ラピッドビスコアライザー*（RVA），測定は試料4gに純水25mlを加え，時間（2分-12分-5分-12分-4分）に対し温度設定（34℃-94℃まで昇温-94℃で保持-34℃まで降温-34℃で保持）とした。

3) 調査項目

RVA特性値は図4-1-1に示す通り。

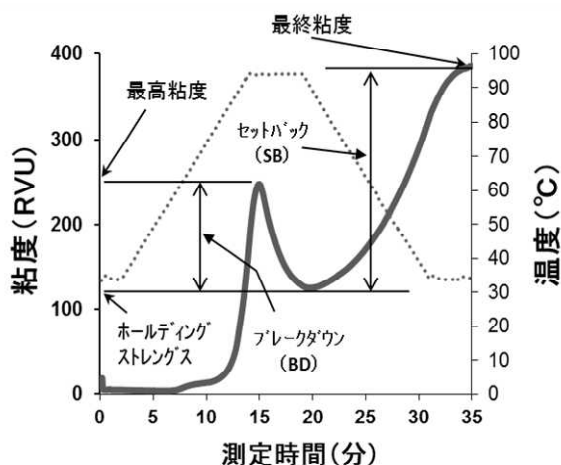


図4-1-1 RVAの測定データと定義
破線は温度設定，実線は粘度

(3) 結果

1) 市販小麦粉の比較

デュラム小麦を含めた市販の小麦粉について、RVA特性値を比較した(表4-1-1)。RVA最高粘度は237~434RVUの範囲で、道産小麦使用の市販粉は輸入小麦主体の市販粉に比べて全体に高い傾向があった。ブレイクダウンとセットバックの比(BD/SB)は、輸入小麦がベースとなっている「すずらん」以外の市販小麦粉で低く、道産小麦主体のものでは高い傾向にあった。スパゲティの原料として使用されるデュラムセモリナ粉を同様に測定すると、最高粘度はきわめて低く、BD/SBは低かった。同じくデュラム小麦を原料としたパン用強力粉でも、最高粘度とBD/SBが低く、他の小麦粉の糊化特性とは大きく異なった。

2) 道産小麦品種の比較

ビューラー60%粉の糊化特性は、品種により異なった(表4-1-2)。主に中力粉用途である「ホクシン」，「きたほなみ」では最高粘度が高く、BD/SBも高かった。強力粉・準強力粉用途のうち、「ゆめちから」，「つるきち」，「春よ恋」は中力粉用途と同様に最高粘度とBD/SBが高かったが、「キタノカオリ」，「はるきらり」ではこれらの値がやや低く、「ホロシリコムギ」では低かった。

(4) 考察

RVA特性値は、加熱-冷却の過程における粘度曲線からその特性を表したものであり、試料の理化学特性やでん粉の組成に影響される。官能評価や物性との関係では、さぬきうどんの麵の「なめらかさ」がブレイクダウンと相関がある^[1]という報告や、いろいろの原料粉のセットバックと完成品の破断強度との相関がある^[2]との報告があり、RVA特性値を解析することで、製品の食感に関係した情報を得ることができる。

今回の試験では、道産小麦品種やそれらをベースとした市販小麦粉は最高粘度、BD/SBがともに高い特徴を示した。うどん用途では食感に適度な粘弾性が求められ、この性質はアミロース*含量やそれに関わるでん粉の特性と関係が深いことが知られている^[3]。これまでの道産小麦育種では、アミロース含量を支配する3遺伝子座のうち、*Wx-B1*遺伝子座が欠失し、ワイルドタイプに比べてアミロース含量が低い“やや低アミロース”タイプが選抜されてきた^{[4][5][6]}。今回使用した道産小麦品種のうち、「ホロシリコムギ」以外は*Wx-B1*欠失型であり、最高粘度とBD/SBの高さはこのような遺伝子タイプの違いが影響していると考えられる。

4.1 道産小麦品種の特性把握と麺の「もちもち感」評価

一方、乾燥スパゲティの原料であるデュラム小麦は、「きたほなみ」のようなうどんに向く品種とは反対に、最高粘度とBD/SBが低い特徴が認められた。このことから、最高粘度とBD/SBが低い素材の導入により、麺の食感はパスタに近づくと予想される。RVA特性値により道産小麦品種を比較すると、「きたほなみ」に近いグループと、「ホロシリコムギ」、「キタノカオリ」、「はるきらり」のようにデュラム小麦に近

いグループに大別できた(図4-1-2)。「キタノカオリ」、「はるきらり」はWx-B1欠失型であるが、RVA特性値の区分からは「きたほなみ」などに比べるとパスタに近い硬めの食感を併せ持つことが期待される。これらの品種を用いることで、道産小麦の特徴である「もちもちした食感」と、パスタに近い食感を併せ持つ新しいタイプの麺を作ることができると考えられた。

表 4-1-1 市販小麦粉 RVA 特性値

商品名・品種名	主な原料	加工元	最高粘度 (RVU)	ホールディング ストレングス (RVU)	ブレイク ダウン <BD> (RVU)	最終粘度 (RVU)	セット バック <SB> (RVU)	曲線下 面積 (RVU×min)	BD/SB
きたほなみ	きたほなみ	日本製粉	397	159	238	448	289	5912	0.82
はるきらり100%	はるきらり	江別製粉	320	131	189	409	278	5030	0.68
春よ恋100%	春よ恋	江別製粉	401	152	249	405	253	5623	0.99
ホロシリコムギ	ホロシリコムギ	江別製粉	253	135	118	444	309	4996	0.38
ドルチェ	きたほなみ	江別製粉	361	139	222	422	283	5366	0.78
ハオラー北海道	春よ恋・きたほなみ	江別製粉	252	111	141	320	209	3991	0.67
ラーメン専科 北-21	春よ恋・きたほなみ	江別製粉	353	141	212	408	267	5260	0.79
スーパーカメラヤ	輸入小麦	日清製粉	269	127	142	396	269	4704	0.53
特飛龍	輸入小麦	日清製粉	319	180	139	516	336	6346	0.41
特ナンバーワン	輸入小麦	日清製粉	315	165	150	484	320	5975	0.47
すずらん	輸入小麦	日清製粉	434	173	261	422	249	5949	1.05
雪	輸入小麦	日清製粉	267	114	153	371	257	4389	0.59
フラワー	輸入小麦	日清製粉	325	160	165	484	323	5813	0.51
デュラムセモリナ粉	デュラム小麦	バイオニア企画	237	201	36	634	433	6988	0.08
パン用デュラム小麦粉デュエリオ	デュラム小麦	mamapan	302	154	148	504	351	5853	0.42

表 4-1-2 品種別の RVA 特性値

品種	最高粘度 (RVU)	ホールディング ストレングス (RVU)	ブレイクダウン <BD> (RVU)	最終粘度 (RVU)	セットバック <SB> (RVU)	曲線下 面積 (RVU×min)	BD/SB
ホクシン	427	172	255	432	260	5980	0.98
きたほなみ	355	138	217	395	257	5182	0.84
ゆめちから	379	157	222	413	257	5583	0.87
つるきち	343	122	222	352	230	4648	0.96
キタノカオリ	280	113	167	351	238	4367	0.70
ホロシリコムギ	184	93	91	342	249	3704	0.36
春よ恋	432	165	267	433	268	5952	1.00
はるきらり	296	119	177	399	280	4695	0.63
ハルユタカ	371	147	224	441	294	5592	0.76

ビューラーテストミル 60%粉を使用。

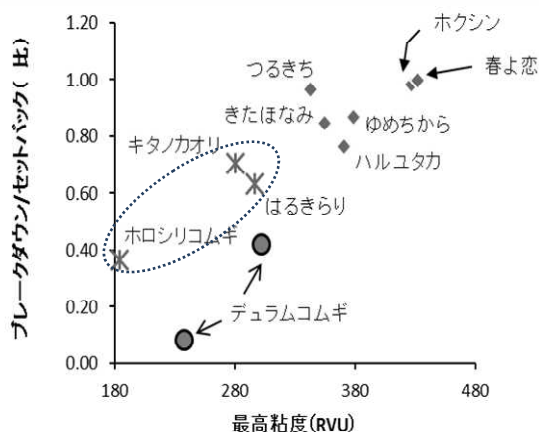


図 4-1-2 最高粘度とブレイクダウン/セットバック比

破線で囲んだ品種は、デュラムコムギにやや近い特性と考えられる。

(5) 要約

小麦粉の糊化特性から、小麦品種「はるきらり」、「ホロシリコムギ」、「キタノカオリ」を使うことにより、「もちもちした食感」と、パスタらしい食感を持つ麺の開発が可能と考えられた。

4.1.2 道産小麦パスタのテクスチャー評価法

(1) 目的

麺類の食感を客観的に評価するための手法を確立する。

(2) 材料と方法

1) 材料

市販小麦粉、副材料（タピオカ粉、コーンフラワー、グルテン*パウダー）

2) 測定試料の調製

材料の小麦粉、または副材料を混合したブレンド粉を調整し、製麺してゆで麺のテクスチャー測定を行った。テクスチャー測定用試料は、測定を行う前日に調製した。製麺時の配合は小麦粉およびブレンド粉 100g あたり食塩 2g、イオン交換水 28ml とした。材料を混合して農試慣行法に従い製麺機で荒延 1 回、複合 2 回、圧延 3 回を行って麺帯とした後、翌日まで低温で保管した。麺帯はパスタマシン（SP150、インペリア）で幅 1.5 mm の麺線とした。

3) テクスチャー測定条件

テクスチャーの測定には、テクスチャーアナライザー（TA-XT2i, Stable Micro System）を使用し、プローブには軽量ナイフブレード（1mm×40mm）を用いた。麺線は約 10 倍量のイオン交換水で所定時間茹で、冷水で 30 秒程度冷却後に試料台に 5 本を並べて

測定した。テクスチャーの測定は、以下の 2 通りの方法で行った。

① 破断試験

プローブが荷重 5g を感知した位置を試料厚とし、試料厚の 98% まで 0.2mm/秒で押し込み、荷重を測定した（図 4-1-3）。

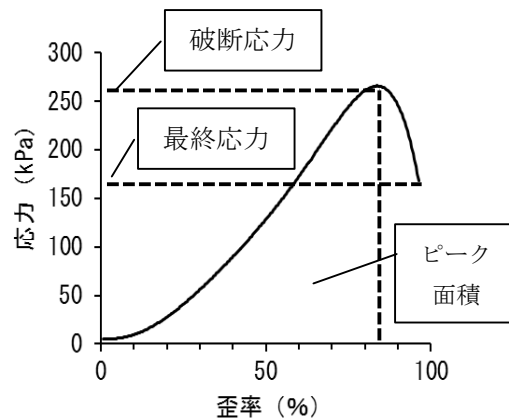


図 4-1-3 破断試験のチャート及び測定値

② 二回圧縮試験

プローブが荷重 5g を感知した位置を試料厚とし、一回目は試料厚の 30% まで 1.0mm/秒で押し込み、二回目は試料厚の 90% まで 1.0mm/秒で押し込み、荷重を測定した（図 4-1-4）。

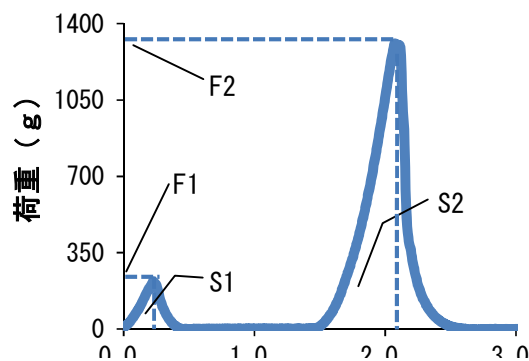


図 4-1-4 二回圧縮試験のチャート及び測定値

4) 官能評価方法

麺帯をパスタマシンで麺線としたのち、電気ゆでめん機（マルゼン）にて所定時間茹で、冷水で 45 秒程度冷却した。試料毎に大皿に盛り、官能評価に供した。また、評価する際はつけ汁を用いずに麺のみを食べて評価した。

(3) 結果

1) 副材料の混合によるテクスチャー変化

「きたほなみ」に副材料を混合し、製麺して茹で麺のテクスチャーを比較した（図 4-1-5）。副材料の種類により、麺のテクスチャー変化は異なった。

副材料のうち、グルテンパウダーでは、添加量の増加に伴い茹で麺の破断応力が高まった。その他の混合麺では、大きな差は認められなかった。破断歪率は、タピオカ粉およびグルテンパウダーでは添加量の増加とともにやや高まる傾向であったが、コーンフラワーでは添加量の増加とともに破断歪率が低下した。破断後の応力低下程度（応力低下率）の数値は、タピオカ粉およびグルテンパウダーでは添加量の増加とともに低下し、コーンフラワーでは添加量の増加とともに高まった。

二回圧縮時の面積比（S2/S1）についてみると、タピオカ粉とグルテンパウダーの添加では、添加量による変化は認められなかった。コーンフラワーでは、添加量が増すとともにS2/S1が低下した。

2) 小麦粉の種類別テクスチャー特性値

品種別に茹で麺のテクスチャー特性値を示した（表4-1-3）。破断応力は「フラワー」が最小で、「ゆめちから」が最も高かった。破断歪率、ピーク面積についても同様であった。破断後の応力低下程度（応力低下率）は、「きたほなみ」が顕著に小さく28%であった一方で、「春よ恋」、「はるきらり」、「フラワー」および「雪」は50%台、「ゆめちから」および「スーパーカメラヤ」は60%台であった。二回圧縮試験においては、面積比（S2/S1）が道産小麦で26程度であるのに対し、市販小麦粉は22~24となり、道産小麦が高い値を示した。

3) 官能評価とテクスチャー測定値との関係

小麦粉「きたほなみ」、「雪」に対し副材料を加えてそれぞれ製麺し、茹で麺についての官能評価を行った（表4-1-4、表4-1-5）。官能評価の「硬さ」は、コーンフラワー、グルテンパウダーを添加した麺で高まる傾向にあった。「弾力」と「もちもち感」はタピオカ粉を添加した麺で高かった。またコーンフラワーの添加により「歯切れ」の評点は低くなった。これらの項目とテクスチャー特性値との関係では、「硬さ」は破断応力、「弾力」と「歯切れ」は破断歪率および面積比、「もちもち感」は破断歪率、応力低下率および面積比との相関が高かった（表4-1-6）。

(4) 考察

小麦粉に副材料を添加することにより、テクスチャー特性値の異なる麺を作製することができた。それぞれの副材料が麺の食感及ぼした効果をデータから読み取ると、タピオカ粉では「硬さ」に変化はないものの、破断歪率の上昇や応力低下率の低下が示すように麺が切れにくく、可塑性が増したものと考えられる。コーンフラワーでも「硬さ」はほぼ変化しないが、破断歪率の低下と応力低下率の上昇が示

すように、タピオカ粉とは反対に麺がもろく、切れやすくなると考えられる。また、グルテンパウダーでは「硬さ」が顕著に増すとともに、タピオカ粉と同様に破断歪率の上昇・応力低下率の低下が認められ、可塑性が増したと考えられた。

官能評価結果とテクスチャー測定値との関係から、麺の「硬さ」については破断応力、「弾力」や「歯切れ」、「もちもち感」については破断歪率・応力低下率および二回圧縮試験の面積比で評価が可能と考えられる。小麦粉の種類・品種別に上記の特性値に着目してみると、破断歪率や二回圧縮試験の面積比は道産小麦で高く、輸入小麦をベースとしたものより「もちもち感」に富むことが推測される。

以上のようにテクスチャーアナライザーを利用した物性評価から、麺の硬さやもちもち感の評価が可能と考えられた。またこの評価法は、RVA特性の他、タンパク含量、吸水率などの情報とともに活用することで、今後の製品開発において活用できると考えられる。

(5) 要約

テクスチャーアナライザーを利用して茹で麺の食感を評価する方法を確立した。これにより、茹で麺の硬さや「もちもち感」を評価することができる。

(6) 引用文献

- [1] 本田雄一, 太田尊士, 多田伸司. “さぬきうどん用小麦選抜におけるラピッドビスコアアナライザーの利用”. 香川県農業試験場研究報告 52. 15-21 (2000)
- [2] 佐藤生一, 中島千枝, 山澤正勝. “ういろうの物性に及ぼす各種原料粉配合比の影響”. 名古屋文理大学紀要. 10. 7-13 (2010)
- [3] 平春枝, 田中弘美, 斎藤昌義. “国産小麦の品質”. 日作紀. 58(1). 24-34 (1989)
- [4] 桑原達雄. “小麦を巡る最近の情勢と生産技術の動向”. 北農. 76(1). 41-44 (2009)
- [5] 柳沢朗. “北海道小麦品種の高品質育種について”. 北農. 76(4). 448-455 (2009)
- [6] 吉村康弘. “「きたほなみ」「はるきらり」の育成と今後の小麦育種について”. 北農. 77(1). 56-67 (2010)

阿部珠代（中央農業試験場）

4.1 道産小麦品種の特性把握と麵の「もちもち感」評価

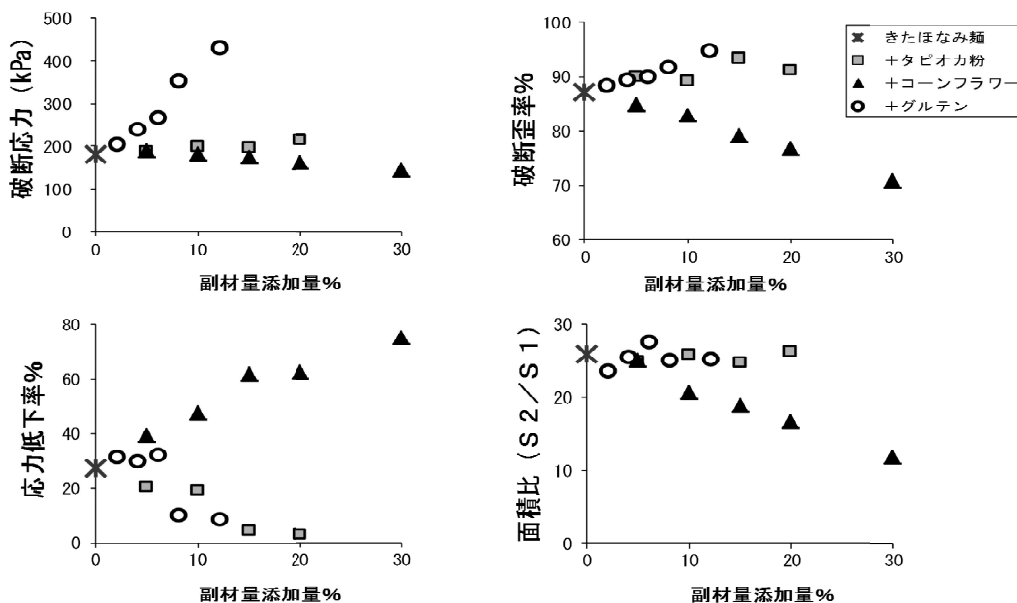


図 4-1-5 「きたほなみ」に対する副材料の添加量とテクスチャー特性値の変化

表 4-1-3 小麦粉の種類・品種別テクスチャー特性値

供試試料	タンパク (%)	破断試験				二回圧縮
		破断応力 (kPa)	破断歪率 (%)	ピーク面積 (N・mm)	応力低下率 (%)	面積比 (S2/S1)
きたほなみ	9.8	180	87.1	4.3	27.5	26.0
ゆめちから	13.3	299	88.6	8.5	62.3	26.7
春よ恋	11.4	201	86.5	5.5	49.3	25.9
はるきらり	11.8	212	84.5	5.9	54.9	26.8
スーパーカメラヤ	11.3	197	86.3	5.7	64.5	24.2
雪	10.9	190	85.6	4.5	57.6	22.2
フラワー	9.3	166	82.3	4.3	56.3	24.2

表 4-1-4 「きたほなみ」ブレンドの官能評価結果

供試試料	評価項目			
	硬さ	弾力	歯切れ	もちもち感
きたほなみ	4.0	4.0	4.0	4.0
15% タピオカブレンド	4.0	4.1	4.0	4.5
15% コーンブレンド	4.5	3.7	3.3	3.2
4% グルテンブレンド	5.1*	4.6	4.4	4.4

Dunnett の検定, * は 95 % 水準で有意(n=11)

表 4-1-5 「雪」ブレンドの官能評価結果

供試試料	評価項目			
	硬さ	弾力	歯切れ	もちもち感
雪	4.0	4.0	4.0	4.0
15% タピオカブレンド	3.8	4.4	4.1	4.6
15% コーンブレンド	4.8*	2.9*	2.7*	2.6*
4% グルテンブレンド	5.2*	4.7	3.9	3.6

Dunnett の検定, * は 95 % 水準で有意(n=14)

官能評価: 表 4-1-4 は「きたほなみ」, 表 4-1-5 は「雪」を基準 (4 点) とした評点法で行った。

- 硬さ: 軟らかい (1)~同じ (4)~硬い (7)
- 弾力: 弱い (1)~同じ (4)~強い (7)
- 歯切れ: 切れやすい (1)~同じ (4)~切れにくい (7)
- もちもち感: 乏しい (1)~同じ (4)~富む (7)

表 4-1-6 官能評価値とテクスチャー測定値の相関係数

ベースとした小麦粉	テクスチャー項目	官能評価項目			
		硬さ	弾力	歯切れ	もちもち感
「きたほなみ」	破断応力	0.884	0.894	0.658	0.459
	破断歪率	0.266	0.901	0.919	0.957
	ピーク面積	0.948	0.809	0.528	0.307
	応力低下率	-0.314	-0.823	-0.770	-0.873
	面積比	0.056	0.814	0.915	0.997
「雪」	破断応力	0.577	0.726	0.455	0.117
	破断歪率	-0.260	0.982	0.967	0.860
	ピーク面積	0.607	0.688	0.416	0.069
	応力低下率	0.483	-0.714	-0.718	-0.856
	面積比	-0.224	0.964	0.893	0.841

4.2 新しい食感のパスタ「北海道ピチ*」の開発

道産小麦の食感は「もちもち」していることが特徴とされている。うどん用途ではこの特徴が良い点として認識されるが、パスタでは軟らかすぎ、茹で伸びたような食感になると考えられる。このことから、製麺を担当する株式会社サッポロ麺匠と道総研中央農試で製品開発のコンセプトについて検討した結果、道産小麦の良さでありスパゲティにはない「もちもち」した食感を活かしたパスタの開発を目標とした(図 4-2-1)。このため、以下で原料の配合を変えた試作品の開発および実需者による評価と普及を行った。

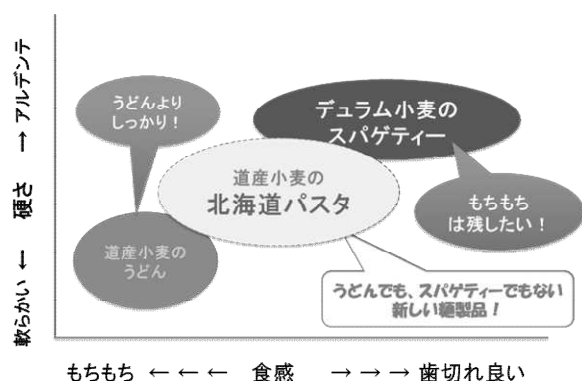


図 4-2-1 新しいパスタのコンセプト

4.2.1 道産小麦のパスタ試作

(1) 目的

道産小麦を使用し、新しい食感を持つパスタ商品を開発する。

(2) 材料と方法

1) 材料: 「はるきらり」, 「ホロシリコムギ」

表 4-2-1 パスタ試作用小麦粉の配合

小麦粉	配合割合 (%)		タンパク (%)
	はるきらり	ホロシリコムギ	
A	100	0	11.6
B	80	20	10.9
C	60	40	11.1
D	40	60	10.9
E	20	80	10.7
F	0	100	10.4

2) 製麺: 株式会社サッポロ麺匠で行った。

3) 麺の性状: イタリアのパスタ“ピチ”をイメージし、太麺とした。

(3) 結果および考察

RVA 特性値の結果から食感に特徴があると考えられた「はるきらり」および「ホロシリコムギ」を使用した。生パスタを5分間茹で、オリーブオイルと塩を主体としたソースに絡めて試食した。A~Fそ

れぞれについて、硬さ、弾力性、滑らかさ、総合評価を評価した(表 4-2-2)。A・F以外の試料では、各項目とも評価点の差が小さく、パネルの感想でも小麦粉の違いがはっきりわからないという意見が多かった。弾力性と総合評価は、B, C, Dで高く、Dでは硬さの評価が最も高かった。また弾力性や硬さはB, C, Dのいずれでも十分であり、「はるきらり」と「ホロシリコムギ」を4:6~8:2の間で配合した場合には、官能評価の結果にほとんど影響がないものと考えられる。このことから、以後の試作麺では「はるきらり」:「ホロシリコムギ」を1:1で配合し、新しいタイプのパスタ“ピチ”とした。

表 4-2-2 試作パスタの評価結果

小麦粉	硬さ	弾力性	滑らかさ	総合評価
A	2.0	1.8	2.0	2.2
B	2.2	2.3	2.6	2.6
C	2.0	2.3	2.2	2.4
D	2.5	2.7	2.6	2.4
E	2.2	2.2	2.4	2.2
F	2.2	1.7	2.6	2.2

※パネル5名による評価の平均値。

硬さ:	1. 軟らかい	2. ふつう	3. 硬い
弾力性:	1. 欠く	2. ふつう	3. 富む
なめらかさ:	1. 粗い	2. ふつう	3. なめらか
総合評価:	1. 悪い	2. ふつう	3. 良い

(4) 要約

糊化特性の調査結果から、食感に特徴があると考えられた「はるきらり」と「ホロシリコムギ」を使用してパスタの試作を行った。官能評価の結果をもとに、新しいパスタ“ピチ”では、「はるきらり」:「ホロシリコムギ」を1:1で配合することとした。

4.2.2 試作パスタの評価と普及

(1) 目的

道産小麦の特徴であるもちもち感と豊かな風味を持つパスタ商品を開発する。

(2) 材料と方法

1) テクスチャー測定

小麦粉を原料とした麺類(市販乾燥パスタ、うどん、ピチ)について9分間茹で、テクスチャーアナライザーで破断応力と二回圧縮時の面積比を測定した。測定台には麺線を3本並べた。

2) 官能評価方法

小麦粉を原料とした麺類(市販乾燥パスタ、うどん、ピチ)について、調理後に評点法により実施した。評点は-3~0~+3の7段階とし、パネルは天使大学看護栄養学部栄養学科の学生(女性)で、20名とした。

3) 試料調整

麺を約 10 倍量の湯で茹で、1 分間水冷後に供試試料とした。茹で時間は表 4-2-3 の通り。

表 4-2-3 各試料のゆで時間及び塩の添加量

実施日	サンプル	ゆで時間	茹で湯に対する塩添加量
9月2日	市販ゆでうどん	1分	なし
	市販乾燥パスタ	7分	1%
	ピチ	11分	1%
9月4日	市販半生うどん	15分	なし
	市販乾燥パスタ	13分	0.70%
	ピチ	13分	0.70%

4) 道産小麦パスタの普及

ピチの試作品を飲食店に持ち込み、意見交換を行った。また、可能な場合は店舗での提供を依頼した。

(3) 結果

1) ピチのテクスチャー

市販パスタ、ゆでうどん、ピチについて、茹で時間一定の条件でテクスチャー特性値を比較した(図 4-2-1)。茹で麺の厚さは麺の種類により異なり、うどん(ゆでうどん、半生うどん)では太く、次いでピチ、乾燥パスタ(1.7 mm, 1.6 mm)の順であった。破断応力はピチが最も高く、次いで乾燥パスタ、うどんの順であった。もちもち感や弾力と関係すると考えられる、二回圧縮時の面積比はピチが最も高く、次いで半生うどん、ゆでうどん、乾燥パスタの順となった。

2) 官能評価

1 回目(9月2日)の調査においては、各試料について標準と考えられる茹で時間で試料調製を行った。市販ゆでうどんは「なめらかさ」、「もちもち感」の評価が高く、「硬さ」、「風味の強さ」、「コシの強さ」では評点が低かった。スパゲティは「硬さ」、「コシの強さ」、「風味の強さ」でゆでうどんより評点が高く、「なめらかさ」と「もちもち感」はゆでうどんより低かった。ピチにおいては、「なめらかさ」以外の項目はいずれも 3 種類のうち最も評点が高かった(表 4-2-4)。全体のバランスでは、ピチはスパゲティに近いが、「もちもち感」がうどんと同程度に高かった(図 4-2-2)。

2 回目の評価は、1 回目とは異なる試料を用い、ゆで時間を長く設定した。半生うどんは「もちもち感」、「なめらかさ」、「風味の強さ」の評価が高く、「硬さ」、

「コシの強さ」では評点が低かった。スパゲティでは「硬さ」の評点が高く、「もちもち感」は半生うどんより低かった。ピチにおいては、「なめらかさ」以外の項目はいずれも 3 種類のうち最も評点が高かった(表 4-2-5)。全体のバランスでは、前回の試験と同様ピチはスパゲティに近く、「もちもち感」はうどんと同程度に高かった。また、今回はコシの強さの部分で他よりも評点が高かった(図 4-2-2)。

2 回の官能評価結果から、ピチはしっかりした硬さと「もちもち」した食感を併せ持つことが明らかとなった。

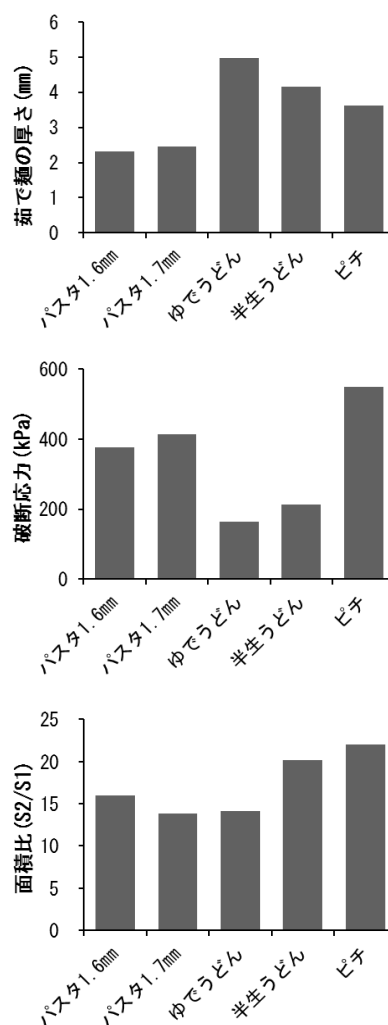


図 4-2-1 各試料のテクスチャー測定値比較

上：麺の厚さ

中：破断応力

下：二回圧縮時の面積比

表 4-2-4 麺類の官能評価結果(1回目, 9月2日)

麺の種類	硬さ	コシの強さ	もちもち感	なめらかさ	風味の強さ
スパゲティ	0.4 ^a	-0.3 ^a	-0.6 ^a	0.6	0.3 ^a
半生うどん	-1.4 ^b	0.1 ^a	1.0 ^b	1.5	1.0 ^a
ピチ	1.0 ^a	1.8 ^b	1.3 ^b	1.0	1.5 ^b

異なるアルファベット間には, 有意な差があることを示す (Tukey, p<0.05)

表 4-2-5 麺類の官能評価結果(2回目, 9月4日)

麺の種類	硬さ	コシの強さ	もちもち感	なめらかさ	風味の強さ
スパゲティ	0.8 ^a	0.6 ^a	-0.3	0.3 ^a	0.5 ^a
ゆでうどん	-1.5 ^b	-1.3 ^b	0.8	1.6 ^b	-1.0 ^b
ピチ	1.4 ^a	1.9 ^c	1.0	0.8 ^{ab}	1.3 ^a

異なるアルファベット間には, 有意な差があることを示す (Tukey, p<0.05)

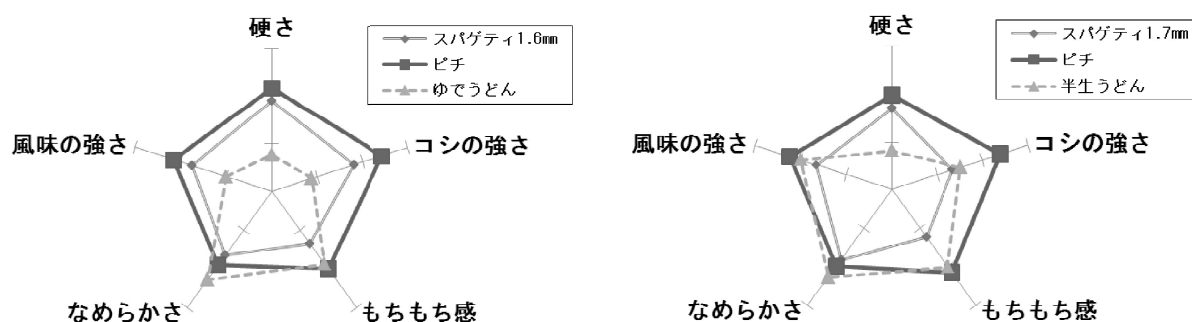


図 4-2-2 官能評価における評価項目のバランス(左:1回目, 右:2回目)

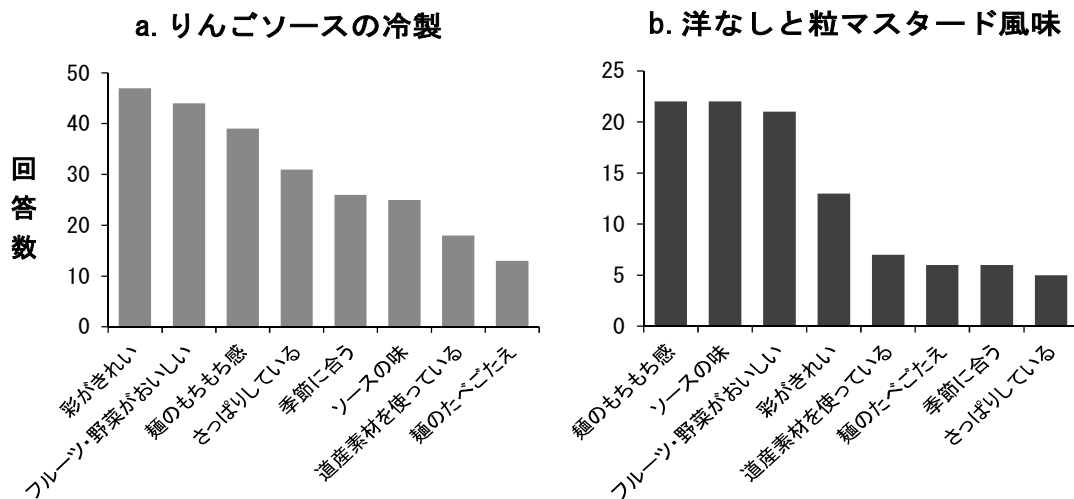


図 4-2-3 生パスタ・ピチを食べて良いと感じた点 (ファームレストラン「ハーベスト」)
 (「リンゴソースの冷製」70食、「洋梨と粒マスタード風味」36食が提供された。)

3) 飲食店におけるピチの評価

①ファームレストラン「ハーベスト」

ピチに合わせて2通りのパスタメニューを提供し, アンケート形式で回答を得た。どちらのメニューにおいても, 良い点として「麺のもちもち感」が上位に位置づけられた(図 4-2-3)。一方, レストラン側の意見では, 茹で汁が白く濁りやすくすぐに使えな

くなる, 茹で時間が長い, など使い勝手の悪さが挙げられた。また, 道産野菜を練りこみ, 色を付けたものが良いとの感想や, 冷凍麺で茹で時間が短く済むことが使い続けるために重要である, との意見を聞くことができた。メニューに使う麺に対しては, 食感に対する細かいこだわりよりも, 調理の手軽さにより重点が置かれている印象であった。

②レストラン「ピッツァリア・ダルセーニョ」

シェフによる試食の結果、練りこみが良くされている、一本一本がしっかりしており硬さ・コシがよく出ている、肉系のソースに合う、ソースとのからみが良い、味がしみ込みやすいなどの評価が得られた。茹で時間や使い勝手については、問題がなく、実際に店舗のメニューとして使用することとした。

(4) 考察

1) 道産小麦のパスタ“ピチ”

道産小麦を使用して、新しい食感を持つ麺(ピチ)を試作した。テクスチャーアナライザーの測定値からは、破断応力や面積比 S2/S1 の値が大きく、うどんに比べて硬めであり、「もちもち感」に富むと考えられる。このことは官能評価の結果からも支持され、道産小麦から作られたピチは、パスタらしさを表現しながらも、うどんが持つ「もちもち」とした食感を有する新しい食感であることが確認された。

道産小麦の特徴については、「もちもち感」の他に「風味が良い」、「味が濃い」、「小麦の味がする」等のコメントを得ることが多い。今回の試験においてもパネルから同様のコメントが多く寄せられており、「風味の強さ」については2回とも他より評点が高かった。要因のひとつとしては、麺が太めでコシが強く、飲み込むまでによく咀嚼されるため、口腔内に留まる時間が長いことが考えられる。

以上のように、道産小麦を使用した新しい麺を開発することができた。

2) 道産小麦を使用した商品開発

道産小麦で作る麺は、主としてうどんである。北海道で生産される小麦のほとんどがうどん用であり、中華麺・パスタに向くと考えられる硬質小麦の生産が少なく品質が安定しない^[1]ことや、輸入小麦に比べて品質が劣ることなどが要因と考えられる。

“ピチ”の開発では、北海道産小麦の「もちもち」とした粘弾性を活かしながら、新しい食感を持たせることを目標とし、素材の選択と評価方法を検討してきた。官能評価や店舗での提供の結果、概ね目標の食感を持たせることができたと考えられる。しかし、協力が得られた2つの飲食店では、食感に対するこだわりや使い勝手に対する考え方の違いから、商品を使い続けるかどうかの判断が異なった。もともとイタリア料理を提供しているダルセーニョにおいては、パスタは日常的に使われている食材であり、導入や調理に際して特別な配慮を必要としない。一方、ハーベストで提供されるメニューは多岐にわた

り、調理に時間がかかる生パスタを新たに導入するには、数段階の工夫と手間が必要である。このように、新しい商品の導入には、その性質の良し悪しだけでなく、提供する飲食店でのスタイルに沿うことが重要であると改めて認識された。

道産素材の活用という点からみると、品種育成が進み、生産側では供給の体制が整いつつある。2009年に優良品種となった「ゆめちから」は、中力粉とのブレンドにより、強力粉に相当する小麦粉が調製できるとされ^{[2][3]}、タンパクの量や質で劣る道産小麦の利用拡大への貢献が期待されている。このような品種を活用することで、食感改良や加工上の様々な特性改善の可能性が広がり、これまでよりも多くの加工用途で道産小麦の利用が可能になると考えられる。ピチの普及過程で明らかになったように、商品の継続的な利用を促すためには、どのようなシーンで使用されるものかを想定して開発を行う必要がある。流通や販売において求められる特性については、関連企業との連携を強化し、実需により近い視点からの情報を得ることが重要である。

(5) 要約

道産小麦を用いて開発された新しい食感のパスタ“ピチ”は、飲食店における官能評価の結果からも支持され、メニューの一つとして定着しつつある。道産小麦製品のさらなる需要の拡大が期待されるが、今後の商品開発においては、研究と実需とのより一層の連携強化が重要と考えられた。

(6) 引用文献

- [1]佐藤三佳子. “春まきパン用コムギ品種の栽培法による収量・品質安定化に関する研究”. 北海道立総合研究機構農業試験場報告. 131. 1-58(2012).
- [2]田引正, 西尾善太, 伊藤美和子, 山内宏昭, 高田兼則, 桑原達雄, 入来規雄, 谷尾昌彦, 池田達也, 船附稚子. 超強力秋まき小麦新品種「ゆめちから」の育成. 北海道農研研報. 195. 1-12(2011).
- [3] Yamauchi, H., Nishio, Z., Takata, K., Oda, Y., Yamaki, K., Ishida, N. and Miura, H. The bread-making quality of a domestic flour blended with an extra strong flour, and staling of the bread making from the blended flour. Food Sci. Technol. Res. 7(2). 120-125(2001).

阿部珠代 (中央農業試験場)

4.3 道産果実の無添加コンポート*素材開発

(1) 目的

北海道における果樹産出額が本道農業に占める割合は 0.6%程度と少ないが、全国で見ると、おうとう、ぶどう、りんご、西洋なしなど、いくつもの品目で栽培面積が 10 位以内に入っている。北海道の果樹産地では府県に比べ多くの品種が栽培されており、中には府県でほとんど栽培されていないが、酸味、着色、香り、肉質、蜜入りなど特徴のある品種がある。こうした品種を使うことで、これまでにない特色のある加工品を作ることが可能と考えられる。果実加工品では食味の濃厚さを出すため適度な酸味が求められる。北海道産の果実は府県産に比べ酸が多く、加工原料に適していると思われる。

2013 年に農林水産省が発表した“果樹をめぐる情勢”によると、国内の果実需要は生食用 55%、加工用 45%で、生鮮果実の購入は減少する一方、加工品が増加しており、特に若い世代は果実加工品を好む傾向がある。こうした情勢を受けて国の果樹農業振興基本方針で“果実の需要を掘り起こすには、消費者ニーズに適した果実加工品の開発が必要”として、国産果実を使った加工品開発を果樹農業振興の柱の一つとしている。

果実に限らず、道内の菓子メーカーや食品加工業者、料理店には道産素材を使いたいという需要がある。しかし、道産果実が出回る時期は短いため、通年の需要に応えるためには、長期保存可能な一次加工品の開発が必要である。

2011 年に後志地域農業技術支援会議プロジェクト課題および（財）中央果実基金（現（公財）中央果実協会）の公募事業として、マイクロ波*（電子レンジ）による無添加西洋なしコンポートの製法を開発した。道内外で試食評価を行い、消費者や関係業者から、外観では色のきれいさ、食味ではすっきりとした甘さや西洋なし特有の溶質の食感、また水も砂糖も使わない完全無添加である点等が評価された。一方、製品販売のためには製造工程の省力化やコスト低減が課題として残された。これらの課題を解決し、道産果実の新たな利用価値を開拓するため、レトルト加工によるコンポート素材の開発について検討した。

(2) 材料と方法

1) レトルト加工条件等

①レトルト加熱温度、加熱時間

りんご「きたろう」を供試し、剥皮除芯後 1/8 にカットした果実を、由仁町喜井ファームで透明の

レトルトパウチに入れ真空パックした後、熱水噴射式レトルト釜で加熱温度 100℃、加熱時間 10 分で加圧加熱加工し、加工後の果実の状態を調査した。

②レトルトパウチの種類

酸素バリア性パウチ（IB フィルム（DNP 製））、脱酸素性パウチ（エージレスオーマック（三菱ガス化学製））、一般的なパウチ（酸素バリア性、脱酸素性なし）を供試し、レトルトパウチの酸素バリア性の有無、脱酸素性の有無について検討した。果実の種類としては、りんご、西洋なしおよびおうとう果実を供試した。原料果実の調整、レトルト加工条件は①のア. と同様とした（以下の試験も同様）。

③レトルト処理前の果肉褐変

剥皮したりんごやなしの加工で問題となる果肉の褐変について、剥皮後からレトルト加工後までの状態を調査した。

2) 原料果実の品質および貯蔵条件

①果実および品種によるレトルト加工後の品質

6 種類の果実、計 24 品種についてレトルト加工を行い、加工後の品質を調査した。供試した果実の種類、品種は以下の通りである。

ア. りんご

「マオイ」「さんさ」「つがる」「旭」「ブルムリーシードリングス」「昂林」「ひめかみ」「ハックナイン」「きたろう」「ほおずり」「ぐんま名月」
イ. 西洋なし

「バートレット」「オーロラ」「ブランディワイン」「マグネス」「マートンプライド」「グランドチャンピオン」

ウ. 日本なし、中国なし

「幸水」「北新」「不身知」

エ. おうとう

「ジューンブライト」「佐藤錦」

オ. プルーン

「サンプルーン」

カ. くり

「オータムポロン」

②西洋なしにおける原料果実の追熟期間

西洋なし「バートレット」「オーロラ」「ブランディワイン」を供試し、原料果実の追熟期間と加工後の果実品質について調査した。

③原料果実の貯蔵方法

りんご、なしの原料果実の貯蔵方法として、冷蔵および冷凍貯蔵と加工後の果実品質について調査した。

(3) 結果と考察

1) レトルト加工条件等

①レトルト加熱温度、加熱時間

剥皮カット後、真空パックしたりんご「きたろう」果実を、砂糖、水、酸化防止剤等無添加で 100℃10 分間加熱処理することにより、外観、食感、味、香りとも、2011 年に開発したマイクロ波による製法と同等の品質を得ることができた（写真 4-3-1, 2）。外観は褐変等がなくきれいなクリーム色で、果肉は崩れることなく、やや歯触りが残る程度の柔らかい食感となった。食味については、マイクロ波による製法と同様、果実の自然な甘さ、香りであった。加熱温度、時間については更に検討する余地はあるが、2011 年にオートクレーブ*で試作した際に、105℃10 分間の加熱処理で褐変はひどかったものの食感としてはマイクロ波と同等であったこと、マイクロ波による製法では常圧で加熱する際、沸騰が不十分だとその後の減圧沸騰中に果肉に熱が通らず食感が硬いまま残ってしまったことなどを合わせて考えると、レトルト加工の温度、時間としては 100℃10 分が概ね妥当と判断した。



写真 4-3-1 使用したレトルト釜
(由仁町 喜井ファーム)



加工前 加工後
写真 4-3-2 レトルト加工前後の外観

②レトルトパウチの種類

酸素バリア性のないパウチでは加工後、日数の経過とともに果肉が褐変し、パウチフィルムを透過した酸素による酸化と考えられた（写真 4-3-3）。



常温保存 常温保存 冷蔵保存
酸素バリア性 酸素バリア性なし
写真 4-3-3 パウチの酸素バリア性の有無による
果肉の褐変程度の違い
(りんご「きたろう」, 加工3ヶ月後)

酸素バリア性のパウチでは果肉の褐変はほとんどなく、色調が若干くすんだ様に見える程度の変化であった。酸化による果肉の褐変が問題となるりんごやなしでは、パウチの酸素バリア性が必須と考えられた。酸素バリア性と脱酸素性を併せ持つパウチでは、さらに色調のくすみが少なくなることが期待されるが、この点については調査継続中である（写真 4-3-4）。



エージレスオーマック I B フィルム
(酸素バリア+脱酸素) (酸素バリア)
写真 4-3-4 酸素バリア性および脱酸素性パウチ

③レトルト処理前の果肉褐変

原料果実の調整作業中、剥皮後果肉表面が褐変した。しかし、そのまま真空パックしレトルト加工することによってこの褐変は消え、きれいなクリーム色の果肉となった（写真 4-3-5）。また、剥皮後ポリ袋に入れた状態で冷蔵1週間後にレトルト加工した場合も、加工後は褐変が消失し、きれいなクリーム色の果肉となった。一般に果実加工では、剥皮後の果肉褐変を防ぐため、表面への高温蒸気の噴霧や

ごく短時間の熱水浸漬，酸化防止剤の添加などが行われる。また，一旦褐変したものは原料として使えないとされているが，真空パック後のレトルト加熱処理では表面が褐変した原料も使用できることが明らかとなった。なお，この機作については調査継続中である。



加工前 (前日剥皮) 加工後
写真 4-3-5 剥皮後の果肉褐変と加工後褐変消失
(りんご「きたろう」)

2) 原料果実の品質および貯蔵条件

①果実および品種によるレトルト加工後の品質

りんご 11 品種，西洋なし 6 品種，日本なしおよび中国なし 3 品種，おうとう 2 品種，プルーンおよびくり各 1 品種についてレトルト加工を行い，加工後の品質を調査した。

ア. りんご

「マオイ」「さんさ」「つがる」「旭」「ブルムリーシードリングス」「昂林」「ひめかみ」「ハックナイン」「きたろう」「ほおずり」「ぐんま名月」の 11 品種を供試した。加工後の果肉色はいずれの品種もきれいなクリーム色に仕上がった。食感としては「マオイ」は非常に崩れ易く，パックを揉むだけで簡単にペースト状になるくらいであった。「ほおずり」もやや崩れ易かった。もっと果肉が硬く，しっかりとした歯触りが残っていたのは「きたろう」で「ひめかみ」がこれに次いだ (写真 4-3-6)。

加工用の原料として重視される酸味については「ブルムリーシードリングス」「ほおずり」「マオイ」「旭」が特に強く，「ハックナイン」「ひめかみ」がやや強く，「つがる」「ぐんま名月」は酸味をあまり感じなかった。酸味の特に強かった 3 品種について，札幌市内の菓子業者に試食をしてもらい，菓子用の材料として有望とのコメントが得られた。また，同じ業者に，菓子材料として果肉の崩れ易さ

について聞いたところ，用途によって使い分けができるので果肉が崩れ易い品種でも，酸味や風味などで特徴があれば使いたいとのことであった。

果皮を付けた状態で加工したところ，加工直後は果皮直下の果肉が紅色となったが数日後には果皮の色素が果肉に含浸して全体に薄い紅色となった (写真 4-3-7)。

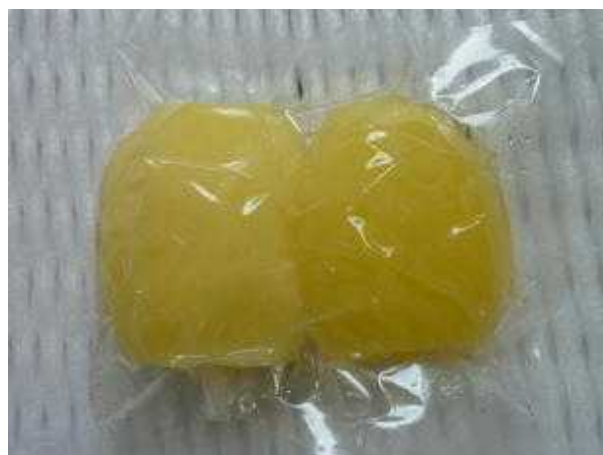


写真 4-3-6 りんご「ひめかみ」の
コンポートパック



加工直後 加工 4 日後
写真 4-3-7 皮付きで加工した場合の果皮色素の
果肉への含浸 (りんご「つがる」)

イ. 西洋なし

「パートレット」「オーロラ」「ブランディワイン」「マグネス」「マートンプライド」「グランドチャンピオン」の 6 品種を供試した。加工後の果肉色はいずれの品種もきれいなクリーム色に仕上がった (写真 4-3-8)。果実加工の業界では，西洋なしは果肉が特に褐変し易く，加工が難しいとされているが，レトルト加工により供試した 6 品種とも褐変は問題とならなかった。追熟期間は後述のとおり，概ね生食用の半分程度とすることで，いずれの品種も加工後に品種固有の食味，風味が得られた。食味については，「マートンプライド」「グランドチャンピオン」は酸味があり，「パートレット」がこれ

に次いだ。「オーロラ」「ブランディワイン」は酸味が少なかった。



写真 4-3-8 西洋なし「ブランディワイン」の大型パック（業務用途を想定）

ウ. 日本なし, 中国なし

「幸水」「北新」「不身知」の3品種を供試した。加工後の果肉色はいずれの品種もきれいな白色に仕上がった。食感は加工前に比べ柔らかくなるものの歯触りは残っていた。食味は、加工前に比べ甘みがやや増したように感じられた（写真 4-3-9）。



写真 4-3-9 日本なしおよび中国なしのコンポートパック

エ. おうとう

「ジュンブライト」「佐藤錦」の2品種を供試した。外観は、加工直後は紅色が残っていたが、数日後には色素が溶出しクリーム色となった（写真 4-3-10）。肉質は加工前に比べかなり柔らかくなった。

オ. プルーン

「サンプルーン」を供試した。外観は、色素が溶出し果皮色がやや薄くなった（写真 4-3-11）。肉質は加工前に比べかなり柔らかくなった。

カ. くり

「オータムポロン」を供試した。外観に特に変化はなかった（写真 4-3-11）。可食部には充分熱が通り、茹でた場合と程同等の食味であった。



加工直後 加工4日後
写真 4-3-10 おうとう果皮の脱色（「佐藤錦」）



プルーン「サンプルーン」 くり「オータムポロン」
写真 4-3-11 プルーンおよびくりのコンポートパック

②西洋なしにおける追熟期間の影響

西洋なしは生食の場合、追熟が必要である。マイクロ波による加工の場合、生食の場合の半分以下の期間追熟させれば、加工後は生食とほぼ同じ溶質の肉質と香りが得られる。100℃10分のレトルト加工で、原料果実の追熟期間について検討した結果、品種によって多少差はあるものの、生食の場合の半分以下の追熟期間でよく、「オーロラ」で3日、「パートレット」で4日、「ブランディワイン」で5日が適当と考えられた。これより短い追熟期間では、肉質が溶質にならず、香りが弱く食味が悪かった。

③原料果実を冷凍貯蔵した場合のレトルト加工後の品質

1℃前後の冷蔵でりんごおよび西洋なしの原料果実を貯蔵した場合、生食用と同じ貯蔵期間内では、加工後の品質に問題はなく、レトルト加工用としても貯蔵可能であった。生食用として貯蔵期間を過ぎた果実をレトルト加工した場合の品質については未検討であるが、もしレトルト加工用としてさらに貯蔵期間を延長できるのであれば、製造期間の延長につながり原料果実確保の点で有利となるため、今後検討する必要があると考えられる。

原料果実の冷凍貯蔵についてりんごと西洋なしを検討した。外観については冷蔵貯蔵と差はなかったが、肉質が柔らかく崩れ易くなることから、ジャムやペースト用途以外では難しいと思われた。

④製品化に向けた地域フレームの立ち上げ

製法の開発とともに、将来の製品化に向けて南南空知地域3社による地域フレームの立ち上げをコーディネートした。レトルト加工によるこれまでにない果実加工品ということで、事業を軌道に乗せるためには、最初は小規模で製品企画から原料生産、加工製造、販売までを地域内で一括事業化するのがよいと考えたことから、南南空知3社による地域フレームを立ち上げた(図4-3-1)。構成メンバーの3社は仲野農園(長沼町;原料生産、販売)、喜井ファーム(由仁町;加工製造、販売)、サッポロ麵匠(南幌町;商品企画、販売)である。3社および道総研の構成メンバーにより、2013年10月から打合せを重ね、製品内容(品目、品種、内容量等)の検討、試作品の試食と評価、商談会等でのバイヤーからの反応評価、将来的な販売方向、コンポートを利用した商品開発などについて検討した。3社および道総研の構成メンバーによる試食の結果、一般および業者等への試食、反応評価については、りんご「ハックナイン」「ひめかみ」、西洋なし「オーロラ」「ブランディワイン」を供試することとした。3社それぞれの取引先、商談会に試作品を提供し、食味、外観について良好な評価を得た他、道総研としてアグリビジネスフェアに出展し試食を行い好評を得た。

また、札幌市内の製菓業者「べんべや」でりんご「ハックナイン」のコンポートを原材料に使用したアップルパイを試作してもらい、通年で使いたいとの評価を得た。以上のように、量産する場合の原料確保や加工時期、場所、食品衛生など各種規制への対応、当面の販売計画等、実際に事業化して販売を軌道に乗せるには多くの課題はあるが、りんごおよび西洋なしのレトルト加工コンポートは、一般小売

りや特に業務用途として製品化して販売できる可能性があると考えられた。

なお、今回のレトルト加工によるコンポートについては、“果実を含む常温保存が可能な真空包装体及びその製造方法”として2014年10月30日に特許出願された。

(4) 要約

- ①道産果実の新たな利用価値を開拓するため、レトルト加工によるコンポート素材の開発について検討した。
- ②レトルト加工の温度、時間としては100℃10分が概ね妥当と判断した。
- ③酸化による果肉の褐変が問題となるためパウチの性能としては酸素バリア性が必須と考えられた。
- ④真空パック後のレトルト加熱処理では表面が褐変した原料も使用できることが明らかとなった。
- ⑤りんご11品種、西洋なし6品種、日本なしおよび中国なし3品種、おうとう2品種、プルーンおよびくり各1品種についてレトルト加工を行い、加工後の品質を調査した。りんご、なしではクリーム色または白色のきれいな仕上がりとなり、食味も概ね良好であった。
- ⑥製法の開発とともに、将来の製品化に向けて南南空知地域3社による地域フレームの立ち上げをコーディネートした。
- ⑦製品内容の検討、試作品の試食と評価、商談会等でのバイヤーからの反応評価将来的な販売方向、コンポートを利用した商品開発などについて検討した。
- ⑧各種試食評価、菓子業者での製品試作において概ね高い評価を得た。

稲川 裕 (上川農業試験場)

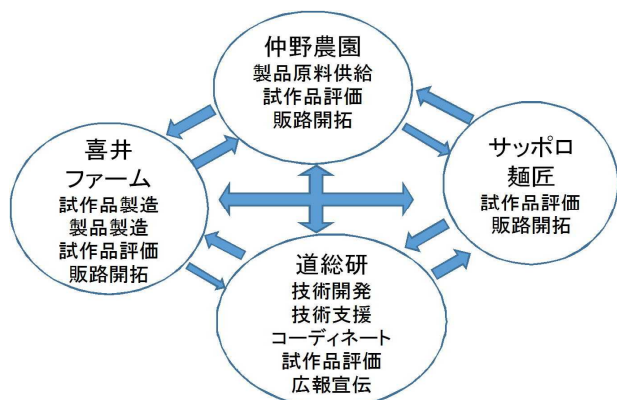


図 4-3-1 製品化に向けた南南空知地域フレーム

4.4 過熱水蒸気による製パン技術開発

過熱水蒸気は、100℃以上に加熱した高温水蒸気で、同じ温度の高温空気の約8倍の熱量を持ち、高温の空気と同じように、食品の焼成も可能である。また、過熱水蒸気処理では処理庫内が過熱水蒸気で満たされるために無酸素状態での加熱が可能になるという特徴も有している。本研究では、北海道産小麦の品質特性に適応した新たな利用方法や付加価値を付与する加工技術の一つとして、これらの特徴を有する過熱水蒸気を、製パンの焼成工程に用いることを試みた。すなわち、①従来の電気オーブンと比較した昇温特性などの基礎的知見を得る、②得られたパンの外観と物性、③内層構造、④膨化*効率について検討した。さらに、⑤道産小麦を使用した場合の特徴を明らかにするとともに、新たな製パン技術としての可能性について検討を行った。

4.4.1 過熱水蒸気を用いた焼成時の昇温特性

(1) 目的

従来の電気オーブンを対照として、過熱水蒸気処理条件を変化させた場合のパン生地の昇温特性を取得し、過熱水蒸気を用いた焼成の特徴を明らかにする。

(2) 材料と方法

試験に供したパン生地は、表 4-4-1 の配合、図 4-4-1 のフローで調製し、1斤を角型パン用の型に入れて、焼成試験に供した。

表 4-4-1 パンの配合比

小麦粉 (強力)	砂糖	食塩	スキムミルク	ショートニング	イースト (ドライ)	水
100	6	2	2	6	1.2	67

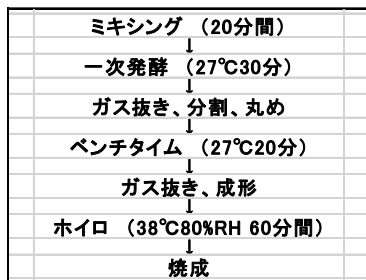


図 4-4-1 パン生地調製フロー

対照のコンベクションオーブン*は、210℃に設定した電気オーブンをを用いた。過熱水蒸気は、蒸気ボイラから供給される蒸気をスーパーヒーター（三浦工業製 MSH-200G）でさらに所定温度まで加熱することで過熱水蒸気として、図 4-4-2 に示した処理装置内部へ供給した。過熱水蒸気温度は 120℃、

150℃、180℃、210℃、240℃とし、2.8kgf/cm² の蒸気圧で供給した。パン生地の温度は、中心部や表面部を熱電対で測定し、ロガー（CHINO 製 CR1160）で記録した。



図 4-4-2 過熱水蒸気処理装置外観

(3) 結果と考察

180℃と240℃の過熱水蒸気加熱は、90℃到達時間を比較すると電気オーブンに比べて約半分の時間となった。180℃以上の過熱水蒸気では食パン中心部の時間当たりの温度上昇の程度は変化しなくなった（図 4-4-3）。電気オーブンの場合や150℃以下の過熱水蒸気の場合は、パンの表面部は100℃以下の上昇であったが、180℃以上の過熱水蒸気では、温度は100℃以上の温度となった（図示なし）。過熱水蒸気による焼成は、過熱水蒸気の加熱能力が高い特徴が顕著に現れ、蒸気の温度設定によって従来の加熱機器とは全く異なった焼成が可能になることが示唆された。

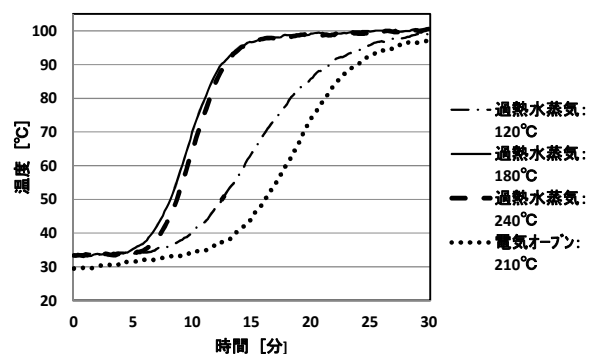


図 4-4-3 焼成中のパン生地の温度変化（角型パン）中心部

(4) 要約

過熱水蒸気加熱によるパン生地の焼成は、従来の電気オーブンと比較すると加熱速度が速く、短時間で焼成が可能であった。パン生地内部の昇温速度や温度も異なっており、従来の焼成方法とは品質の異なる焼成の可能性が示唆された。

4.4.2 過熱水蒸気を用いた場合の焼成パンの外観と物性

(1) 目的

従来の電気オーブンを対照として、焼成後のパン生地の状態について調べ、過熱水蒸気を用いた焼成の特徴を明らかにする。

(2) 材料と方法

焼成試験に用いたパン生地は、前述の方法で調製し、0.5斤を山型パン用の型に入れて、前述と同様に焼成した。焼成したパンは、物性測定、比容積、焼減率を測定した。比容積は、菜種置換法で体積を測定した。物性評価は、クリープメーター（山電製 RE2-33005S）を用いて、かたさ応力、弾性率を測定した。測定試料には、山型パンを2.5cm厚でスライスカットした内層中央部を使用した。焼減率は、パン生地の焼成前後の重量から算出した。

(3) 結果と考察

図 4-4-4~7 に、焼成したパンの外観を示した。目視観察から、電気オーブン加熱に比べて、過熱水蒸気加熱の場合は、山型パンは表面に光沢があり、外皮（クラスト）が薄く、パン内層（クラム）の気泡が小さい傾向があった。

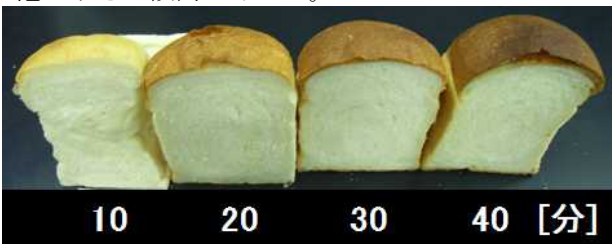


図 4-4-4 焼成時間による外観変化
220°C電気オーブン加熱（山型パン）

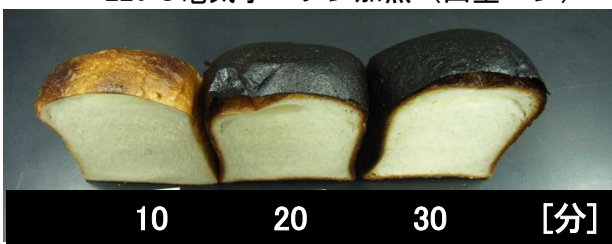


図 4-4-5 焼成時間による外観変化
240°C過熱水蒸気加熱（山型パン）

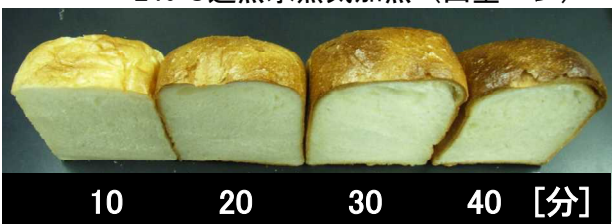


図 4-4-6 焼成時間による外観変化
180°C過熱水蒸気加熱（山型パン）

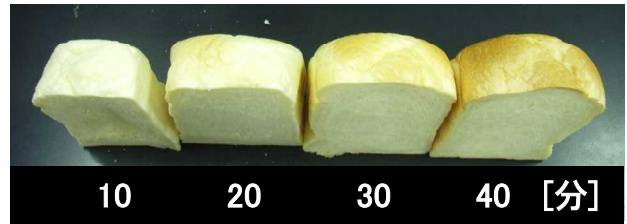


図 4-4-7 焼成時間による外観変化
120°C過熱水蒸気加熱（山型パン）

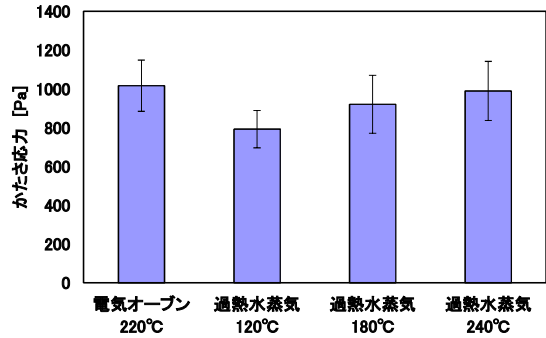


図 4-4-8 焼成山型パン内層のかたさ応力

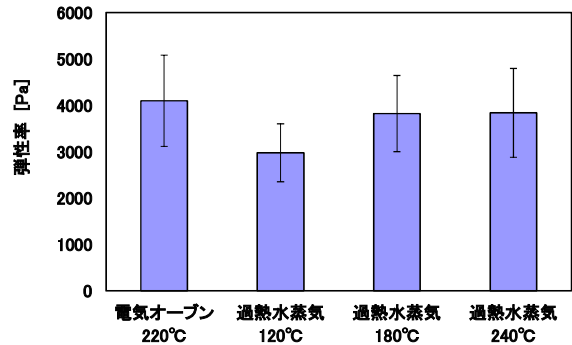


図 4-4-9 焼成山型パン内層の弾性率

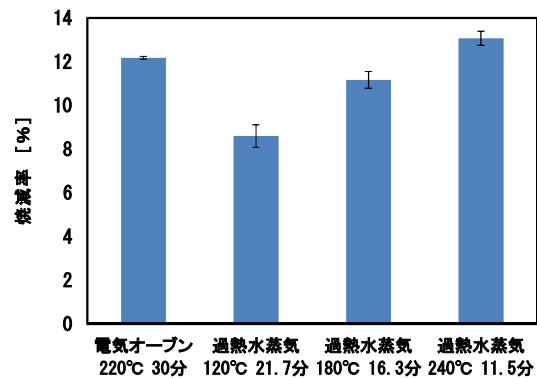


図 4-4-10 焼成山型パンの焼減率

物性測定の結果を図 4-4-8~9 に示した。過熱水蒸気加熱の場合、温度が高くなるに従ってかたさ応力および弾性率が大きくなる傾向が見られた。食味の結果では、柔らかくしっとりとした印象のパンになった。焼減率は、過熱水蒸気の温度が高くなるに従って大きくなり、240°Cでは、電気オーブン加熱と同等の数値となった（図 4-4-10）。過熱水蒸気では、高温になるに従い、パン生地表面からの水分蒸発が大きくなるのが要因と考えられた。

(4) 要約

過熱水蒸気加熱による山型パンは、電気オープン加熱と比較して、表面に光沢があり、外皮が薄く、パン内層部の気泡が小さい傾向があった。また、物性評価の結果から、かたさ応力および弾性率が小さい傾向が見られた。食味の結果、柔らかくしっとりとした印象のパンになっていた。

4.4.3 焼成パンの内層構造

(1) 目的

従来の電気オープンを対照として、焼成後のパン生地の内層状態について調べ、過熱水蒸気を用いた焼成の特徴を明らかにする。

(2) 材料と方法

焼成に用いたパン生地は、冷凍生地（カンパーニュ社製）を使用した。冷蔵庫で一晩解凍した後、ビニル袋に入れた状態で生地温度が 20℃になるまで 25℃に設定したホットストッカー内に静置した後、モルダー成形し、3斤用の型に入れて設定温湿度 38℃75%RH のホイロで 50 分間発酵させ、焼成した。過熱水蒸気と電気オープンで焼成したパンの内層について画像解析プログラム Image J を用いた 2 値化による画像解析を実施した。画像解析は、角型パンを 25mm 厚にスライスカットし、スキャナーを用いて、図 4-4-11 に示したフローで画像の取り込み処理を行った。2 値化した画像から気泡数、気泡面積、気泡直径、気泡総面積を求めた。

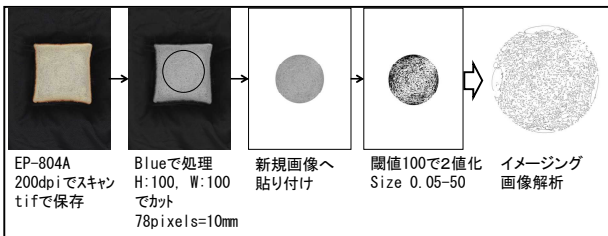


図 4-4-11 画像取り込みフロー

(3) 結果と考察

電気オープンの焼成条件 220℃40 分、過熱水蒸気の焼成条件 180℃20 分で焼成したパン内層の画像解析結果を表 4-4-2 に示した。

表 4-4-2 パン内層の画像解析結果

	気泡数 (個)		気泡サイズ (mm ²)		気泡直径 (mm)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
電気オープン	2167	236	0.955	0.136	4.418	0.397
過熱水蒸気	2413	156	0.83	0.138	4.037	0.437
P=	0.00001303		0.00080147		0.00080560	

過熱水蒸気による焼成は、電気オープン焼成と比較して気泡数が 10%多く、気泡サイズが 13%小さく、気泡直径が 9%小さかった (P<0.001 で有意差あり)。

これらのことから、過熱水蒸気で焼成した角型パンは、組織が緻密になっていることがわかった。

(4) 要約

過熱水蒸気による焼成は、オープン焼成と比較して気泡数が 10%多く、気泡サイズが 13%小さく、気泡直径が 9%小さかったことから、緻密な内層構造であることがわかった。

4.4.4 膨化効率

(1) 目的

従来の電気オープンを対照として、焼成後のパンの膨化の違いについて調べ、過熱水蒸気を用いた焼成の特徴を明らかにする。

(2) 材料と方法

焼成に用いたパン生地は、クロワッサンの冷凍生地（カンパーニュ社製）を使用した。冷凍生地は、ビニル袋に入れた状態で生地温度が 20℃になるまで、25℃に設定したホットストッカー内に静置し、ホイロで 50 分間発酵させた後、焼成した。同程度の焼き上がり品を比較するために、オープン焼成時の色調（赤色：a*=12.4）を目標に、各過熱水蒸気温度で焼成時間を調整して色調を合わせた (a*=10.8~12.8) サンプルについて測定を行った。

(3) 結果と考察

オープンで焼成したクロワッサンの焼き上がりの色調を考慮し、過熱水蒸気条件は 120℃40 分間、150℃18 分間、180℃11 分間、210℃6 分とした (図 4-4-12)。このうち、120℃焼成では焦げ目が見えなかったことから、測定対象から除外した。

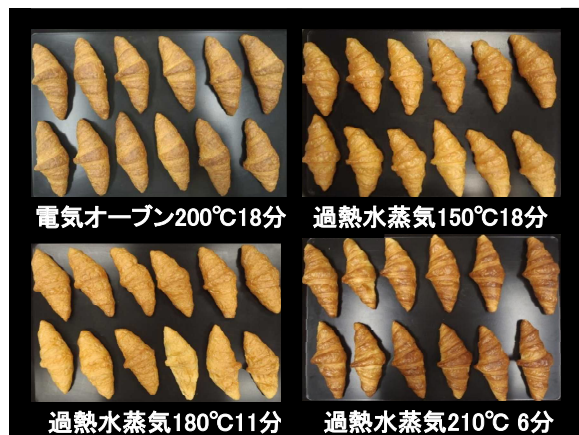


図 4-4-12 焼成クロワッサンの外観

過熱水蒸気温度が高温になるほど焼成時間が短時間化し、焼減率や最大荷重が小さくなった。気泡数は減少し、気泡サイズは大きくなった (表 4-4-3)。低温の場合、生地の硬化が遅いため膨化率は低下し、高温の場合、膨化する前に生地が硬化し、膨化率が低下した。膨化と

生地硬化のバランスが一致する時に最大の膨化率になると考えられた。

表 4-4-3 パン内層の画像解析結果

	焼成時間 (分)	焼減率 (%)	体積 (cm ³)	比容積 (体積/重量)	最大荷重 (N)	かたさ 面積 (mm ²)	高さ (mm)	幅 (mm)	気泡数 (個)	気泡サイズ (mm ²)	
電気オープン200℃	18	17.51	174.2	4.84	2.489	2398	49.2	82.0	220	5.98	
過熱水蒸気120℃	40	焼成により焦げ色がなくなり、大きく膨らんでしぼんだため分析せず									
過熱水蒸気150℃	18	14.61	178.8	4.92	1.502	2645	48.4	69.6	216	6.58	
過熱水蒸気180℃	11	14.02	185.0	4.43	1.376	2726	50.0	69.5	200	8.37	
過熱水蒸気210℃	6	12.35	146.3	3.77	1.286	2498	50.0	68.0	165	9.15	

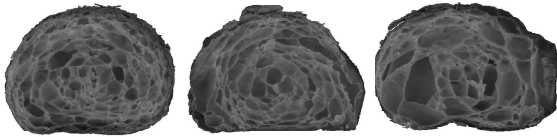


図 4-4-13 クロワッサンの断面の様子
(写真は実際のサイズを反映していない)

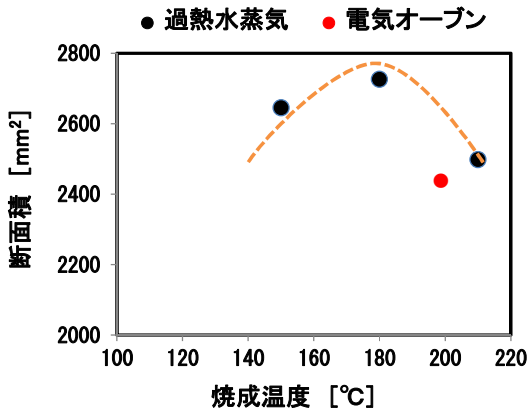


図 4-4-14 焼成パン断面積と焼成温度の関係 (クロワッサン)

電気オープン加熱と比較して過熱水蒸気加熱は表面に光沢があり、表皮は柔らかく、180℃11分間の焼成条件が従来の電気オープンと比較して、膨化率が高い結果となった。また、過熱水蒸気によるパンの膨化は、本試験から180℃11分処理で最大値を有することがわかった (図 4-4-14)。

(4) 要約

過熱水蒸気焼成により、クロワッサンの膨化率が電気オープンに比べて向上することが明らかとなった。この結果は、パイやスポンジ等の膨化が重要な種類のパンに応用可能と考えられる。但し、単純に過熱水蒸気温度が高いことが良いわけではなく、生地の配合、比熱、形状などの条件が異なるため、個々に検討する必要があると考えられる。

4.4.5 道産小麦を使用した場合の特徴

(1) 目的

道産小麦を使用した小型パンを焼成し、従来の電気オープンや輸入小麦を対照として、その特徴について検討を行う。

(2) 材料と方法

小型パンとして、ベーグルを焼成した。試験に供したパン生地は、表 4-4-4 の配合と図 4-4-15 に示したフローで調製し、焼成試験に供した。輸入小麦にはカメラ、道産小麦には「春よ恋」、「ゆめちから」ブレンド品を使用した。対照の電気オープンによる焼成は、220℃16分とし、過熱水蒸気条件は、対照と同程度の焼き色になる様に設定した。クリープメーターを用いて、物性値を測定するとともに表面の色調など外観を評価した。

表 4-4-4 パンの配合比 (ベーグル)

小麦粉 (強力)	砂糖	食塩	イースト (ドライ)	水
100	4	2	0.8	63.33

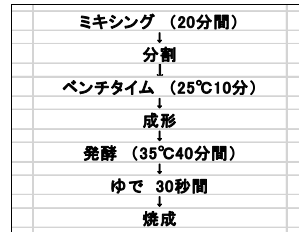


図 4-4-15 パン生地調製フロー

(3) 結果と考察

焼成後の色調 a*が対照と同程度になる条件を調べた結果、過熱水蒸気条件は、180℃8分であった (図示なし)。電気オープンの場合、道産小麦は、輸入小麦よりも硬く (かたさ応力大)、弾性 (弾性率大) が有り、もろい傾向 (凝集性大) を示した (図 4-4-16~18)。過熱水蒸気焼成の場合、柔らかく (かたさ応力小)、口腔内でまとまりやすい (凝集性小)、もちり (弾性率小) という食感を示していた。輸入小麦を用いて電気オープンで焼成したパンより、道産小麦を用いて過熱水蒸気で焼成したパンの方が、柔らかくてもちりする結果となった。

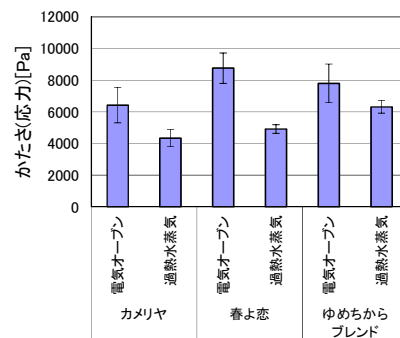


図 4-4-16 焼成ベーグル内層のかたさ応力

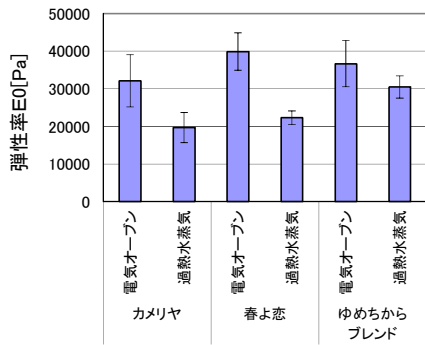


図 4-4-17 焼成ベーグル内層の弾性率

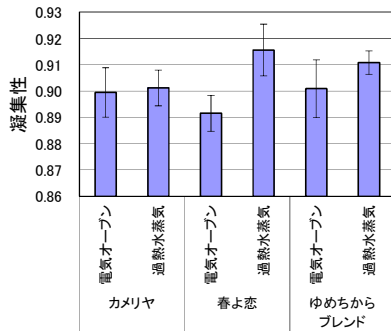


図 4-4-18 焼成ベーグル内層の凝集性

(4) 要約

道産小麦を用いて過熱水蒸気焼成を行ったパンは、輸入小麦を用いて電気オーブンで焼成したパンより、柔らかく、口腔内でまとまりやすい、もっちりとした食感の数値となった。道産小麦と過熱水蒸気技術は道産小麦の特徴をより引き立てるパンをつくることができると考えられた。

4.4.6 実用化にむけて

(1) 目的

過熱水蒸気により焼成する新たなパンの製法やその品質について、製パン会社等の専門家による評価を行い、将来性や改善点などの調査を行う。また、過熱水蒸気による焼成パンと市販パンとの比較を行い、品質特徴を確認する。

(2) 材料と方法

- ①製パン会社による試作： 企業が調製したパン生地を使用した焼成と食味評価を行った。この製法と焼成パンについて、道産小麦を用いた過熱水蒸気焼成パンの流通の可能性について実需者側の感想や意見を集めた。
- ②市販パンとの比較： 小型パンのクロワッサンについて、4種類の市販製品とクロワッサン冷凍生地（カンパーニュ社製）を使用した過熱水蒸気焼成パンの品質比較（色、硬さ）を行い、過熱水蒸気焼成パンの特徴を確認した。
- ③食品製造企業が所有する実用装置による試作： 本研究に使用した食品加工研究センターの研究用

装置以外の機器でもパンが焼成出来ることを確認するため、過水蒸気機器を所有する食品製造企業の協力を得て小型パン8種の焼成試験を実施した。

(3) 結果と考察

- ①製パン会社による試作： 道内パン会社や本州油脂会社による評価をまとめた（表 4-4-5）。焼成時間の短縮と食感、外観の違い等の特徴に、強い関心があり、将来性や市場性を感じるとの意見があった。
- ②市販パンとの比較： 市販製品のクロワッサン4種について調査した。色は、市販品によって大きく異なっており、色のLab値には、広がりがあった。過熱パンは、その範囲の中に含まれており、市販品と同様の色をもつことが明らかとなった。硬さは、4種類の市販品の中で一番柔らかい製品に近い値を有していた。過熱パンの硬さは、市販品と大きな相違はなく、柔らかい部類であることがわかった。
- ③食品製造企業が所有する実用装置による試作： 市販冷凍生地を使用し、クロワッサン、あんぱん等8種類を焼成した。企業が所有する実用装置でも本研究に使用した研究用装置と同様に焼成出来ることを確認した。

表 4-4-5 企業の過熱水蒸気による製パン技術に対する意見

<p>■ベーカリーA社(札幌)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食感がしっとりしている ・表面の光沢が良い ・早く焼成できることは良いこと ・消費者ニーズは確実にあると思う ・機械ができれば試験販売をしたい ・機械の価格が気がかり
<p>■製パンB社(札幌)、油脂メーカーC社(東京)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・この焼成技術の特徴は様々な可能性がある ・焼成時間の短縮化は機器の小型化に繋がる ・しっとりもっちり日本人のニーズにあっている ・道産小麦や米粉の併用も試したい ・PR戦略や消費者ニーズの強さを検討したい ・適切な添加物の種類や量など技術開発を行う必要性がある

(4) 要約

製パン業者は、製造方法や出来上がり品質に対する関心が高く、将来性を感じるとの意見があった。焼成したパンは、色や硬さの点で市販パンがもつメーカーや店舗の違いによるバラツキの範囲に入っており、大きな相違がないことが確認された。研究用装置以外の実用装置でも焼成できることを確認した。

以上のように、過熱水蒸気を使用して特徴ある製パンが可能であること、また、本技術は、北海道産小麦の品質特性を引き立てるパンづくりに活かすことができる加工技術の一つであることがわかった。

熊林義晃（食品加工研究センター）

第5章 道産ホッケの用途に応じた安全・高品質化技術の開発

(1) まえがき

北海道の2013年の漁業生産量は1,234千トンで、全国の26%を占めているが、生産額は2,900億円で全国の17%程度に止まっている^[1]。このため、水産物の競争力の強化と安全かつ良質な水産物の安定的供給に加え、高付加価値化への取り組みが必要とされている。

ホッケは北海道周辺のほぼ全域で漁獲され、その生産量は全国生産量とほぼ一致(同上99%)し、北海道特有の魚であるといえる。

ホッケの生産量は1998年に過去最高の235千トンに達し、その後は2008年まで115千トンから173千トンの間を増減しながら推移してきた。しかし、2009年以降、生産量は大きく減少し、2013年には、2008年のおよそ3分の1の52千トン(生産額51億円)まで急減した。このため、道内各地域ではホッケ資源の早期回復に向けた自主的漁獲規制などが行われている現状である。

一方、ホッケの加工仕向け(原料処理配分^[2])においては、依然、「すり身」と「冷凍加工(一夜干し原料等)」で全体の8~9割を占めているが、ホッケ資源が低迷する中、魚価は年々上昇し、特に、低価格と大量供給がセールスポイントであったすり身の生産は厳しい状況となっている。このような中、ホッケの利用加工については、これまでの「すり身」主体の利用から、刺身商材や高品質なフィレ加工品による新たな用途の転換を目指した、安全・高品質化技術の開発が必要であり、ホッケ資源の持続的な活用を図る観点からも重要と考えられる。このため、本章では以下の研究開発に取り組んだ。

(2) 研究構成

5.1 寄生虫分布・動態調査

水産物に寄生するアニサキス*やシュードテラノバ*などの寄生虫は、刺身などの生食での健康危害だけでなく、加工品では異物混入として問題となる。この節ではホッケフィレ加工の安全供給を図るため、これまでほとんど知見のないホッケの寄生虫について、その分布と漁獲後の体内移動など動態について調査した。

5.2 皮むき・血合肉除去機構を用いた魚臭低減技術の開発

近年、国内では「魚離れ」が大きな問題となっている。「魚離れ」は、魚臭い、骨があるため食べにくいことなどが原因と考えられており^[3]、水産庁で

は「ファストフィッシュ(手軽・気軽においしく、水産物を食べること及びそれを可能にする商品や食べ方)」を主唱し、様々な加工品が製造販売されるに至っている。

魚の皮や血合肉には、魚臭成分のもとになるトリメチルアミノオキシド*が多く含まれることが知られており^[4]、「魚臭低減」、「食べやすさ向上」などの魚離れ対策を念頭においたフィレ加工品の開発を行う上では、これら部位を効率的に除去することが重要と考えられる。そこで、この節ではホッケフィレから皮と同時に血合肉を同時に除去する装置の開発を行った。

5.3 道産ホッケの高品質なフィレ加工品の開発

水産物は、畜肉などに比べて、品質低下が早く、腐敗しやすい。このため、水産物本来の特徴を維持するためには冷蔵や凍結による温度管理が必要であり^[4]、魚種による原料性状や凍結耐性などの特性を把握することが重要である。このため、この節では、ホッケの高品質化を図る上で基礎技術となる凍結条件について検討した。また、前節5.2で開発した皮・血合肉同時除去装置で処理した皮・血合肉除去フィレ(以下魚臭低減フィレ)の品質変化を明らかにするとともに、魚臭低減フィレを活用した魚臭低減フィッシュフライを試作開発した。

5.4 一夜干しの品質安定化条件の把握

ホッケの加工仕向けでは、一夜干し原料等の「冷凍加工」が生産量全体の20~30%(2~3万トン)を占めている。一夜干しは品質指標が明らかでないため、選別は主に原料産地と製品重量のみで行われているのが現状である。この節では、生鮮ホッケや一夜干し製品の品質指標を明らかにするとともに、近赤外分析による脂質含量での非破壊選別について検討した。

5.5 新食感のかまぼこ開発のためのすり身物性改善技術の確立

ホッケすり身は、スケトウダラすり身に比べて、ゲル物性や色調などの品質が劣るため、魚肉ソーセージや揚げかまぼこなどの低級かまぼこへの利用が主体となっている。この節では、ホッケすり身のゲル物性の改善による付加価値向上を目的に、原料の鮮度がゲル物性に与える影響について検討した。また、通電加熱(ジュール加熱)*装置によるホッケ冷凍すり身の加熱条件について検討した。

5.6 ホエイを活用したホッケのにおい低減技術の開発

ホッケは独特なにおい（ホッケ臭）があることが知られ、消費者から敬遠される1つの要因になっており、ホッケ臭を除去（消去）あるいは低減する加工技術の開発が求められている。この節では、チーズホエイのマスキングと脂質の酸化抑制機能を活用して、ホッケの特有なにおいを低減する加工法を開発することを検討した。

(3) 引用文献

- [1] 道水産林務部. 「北海道水産業・漁村のすがた 2014」. 北海道. 23 (2014)
- [2] 北海道ぎょれん. 「平成26年度版 北海道水産の生産・流通動向」. 20 (2014)
- [3] 大日本水産会. 水産物を中心とした消費に関する調査. 大日本水産会. 115 (2008)
- [4] 徳永俊夫. ”魚類血合肉中のトリメチルアミノオキシドならびにその分解 I”. 日本水産学会誌. 36 (5) . 502 (1970)
- [5] 竹内俊郎ら. 水産海洋ハンドブック. 生物研究社. 466 (2011)

蛸谷幸司（中央水産試験場）

5.1 寄生虫分布・動態調査

(1) 目的

アニサキス*は、イワシ、アジ、サケ、サバなどの筋肉に寄生し、人が寄生した魚を生食した場合にアニサキス症に感染する恐れがある。この症例は、年に全国で2,000件以上発生すると推定されている。^[1]また、フライなどの原材料とするフィレにアニサキスが混入した場合、異物として問題となるほか、アニサキスによるアレルギー発症^[2]が危惧される。このことから、食用とする魚に寄生したアニサキスの対策は、食品衛生上重要な問題である。本研究で対象とするホッケについて、そのフィレ製品の需要拡大を図るうえで、アニサキス対策は重要な課題の一つである。しかし、道産ホッケのアニサキスに関する情報はほとんどない現状にある。そこで、ホッケの漁獲海域別の寄生状況、体内分布、内臓から筋肉への移動の有無など、製品への混入リスク低減につながる基礎的なデータの取得し、フィレ部位の加工法や漁獲後の取り扱いの注意点などを提案する。

(2) 方法

1) 寄生虫分布調査

① 試料

北海道周辺の7つの漁獲海域(図5-1-1)において、春及び秋の漁期に、ホッケ試料1ロットあたり50-60尾を採取した。同漁獲海域において4-5回、合計32回の試料採取を行った。漁獲後、速やかに氷冷し、概ね24h以内に寄生虫の検出作業を実施した。なお、24h以内の検出作業が困難な場合は、漁獲後速やかにラウンドで冷凍するか、内臓と筋肉を分離して冷凍保管した。



図5-1-1 ホッケ試料採取地点

寄生虫の発生状況が採取地点で特定できないように左図に地点を識別する番号を示さない。

② 寄生虫検出

個体毎に識別番号を付し、生物測定（全長および体重）後、内臓を採取し、魚体は三枚に卸して、フィレ2枚と中骨を含む部位を得た。

フィレは、剥皮後、筋肉を薄片に切り出した後、ライトで透過しながら拡大鏡下で寄生虫を目視検出（写真1）し、フィレの検出部位（背肉部、腹須部、尾上部、尾下部）を記録した。内臓は、胃、腸、幽

門水、生殖巣について、拡大鏡下で寄生虫を目視検出した（写真5-1-2）。寄生虫は、アニサキスおよびシュードテラノーバ*を検出対象とし（写真5-1-3）、形態学的な特徴から判別した。^[3]

③ 統計学的検定

各試験区間の有意差検定は、エクセル統計2012（社会情報サービス）を用い、クラスカル・ウォリス検定とスティール・ドワス法による多重検定を行った。

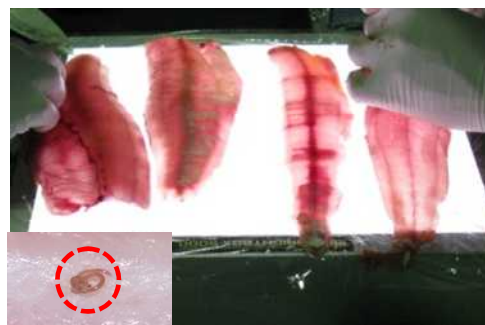


写真5-1-1 フィレーでの寄生虫検出

フィレーの下方から光を当て、身肉を透過して寄生虫を目視検出。左下の赤色点線内は、シュードテラノーバ。

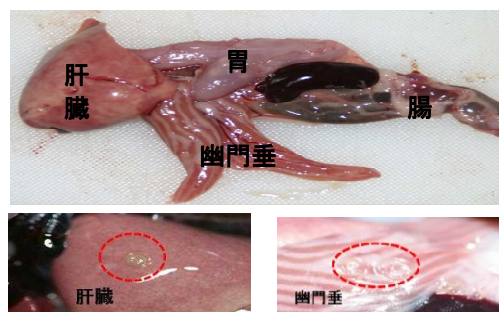


写真5-1-2 内臓部位とアニサキス寄生事例

左下及び右下の赤色点線内は、肝臓及び幽門垂に寄生したアニサキスで、渦巻状に丸まっている。



写真5-1-3 アニサキス(左)とシュードテラノーバ(右)

2) 寄生虫動態調査

寄生虫は餌となる生物を介して、ホッケに寄生する。魚体内では、内臓に存在するほか、一部は身肉に潜入することがマサバで調べられている。^[4]そこ

で、ホッケの魚体中の動態について調査した。

①試料

漁獲直後のホッケを、①直ちに内臓と身肉に分けた群、②氷冷下で24h保存後に内臓と身肉に分けた群、③20℃で24h保存後に内臓と身肉に分けた群について、内臓と身肉の寄生虫を検出した。各群の個体数は、100尾とした。

②寄生虫検出

寄生虫の検出は、1) -②と同様の方法で行った。

(3) 結果と考察

1) 寄生虫分布調査

①漁獲海域別の寄生率

寄生率は、各試料1ロットあたり50～60尾を調査し、内臓及び筋肉に寄生虫が存在した尾数を調査尾数で除して算出した。各漁獲海域とも、複数回の調査結果を平均し、図5-1-2に示した。その結果、漁獲海域別の寄生率は、70%～95%と高い値であった。これは、国産サケ・マス類の寄生率と同様に高い値であった。^[5]なお、各漁獲海域による有意な差は認められなかった。

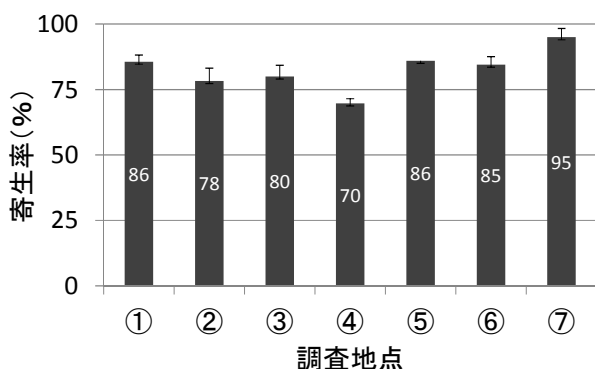


図5-1-2 漁獲海域別の寄生率

棒の数字は、各調査地点 n 数の平均値を示す。各調査地点の n 数は、

①: $n = 3$, ②: $n = 7$, ③: $n = 7$, ④: $n = 4$, ⑤: $n = 2$, ⑥: $n = 4$,

⑦: $n = 5$

②漁獲海域別の寄生虫数

寄生虫数は、各試料1ロットあたり50～60尾を調査し、内臓及び筋肉にて検出されたアニサキス及びシールドテラノーバの総数を調査尾数で除して算出した。各漁獲海域とも、複数回の調査結果を平均し、図5-1-3に示した。各漁獲海域における1尾あたりの寄生虫数は、2.4隻～4.6隻検出された。これは、北海道や東北で漁獲された秋サケの寄生虫数5隻～33隻/尾に比べて、低い値であった。^[6]なお、各漁獲海域による有意な差は認められなかった。

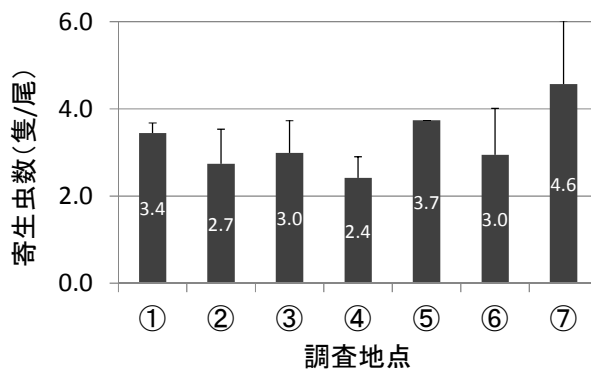


図5-1-3 漁獲海域別の寄生数

棒の数字は、各調査地点 n 数の平均値を示す。各調査地点の n 数は

①: $n = 3$, ②: $n = 7$, ③: $n = 7$, ④: $n = 4$, ⑤: $n = 2$, ⑥: $n = 4$,

⑦: $n = 5$

③漁獲海域別の部位別寄生虫数

イで示した寄生虫数について、部位別（内臓及び筋肉）に図示した（図5-1-4）。部位別の寄生虫数では、内臓が2.0隻～4.3隻/尾であったのに対して、筋肉で0.3隻～0.6隻/尾と、1隻未満の値であった。国産シロサケでは、寄生虫数の80%～90%が食用となる筋肉（主に腹須部）に寄生するとされ、^[5]それと比べホッケでは筋肉への寄生率が低いことが明らかになった。

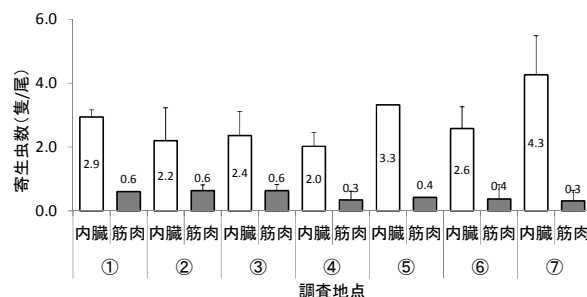


図5-1-4 漁獲海域別の部位別寄生数

棒の数字は、各調査地点 n 数の平均値を示す。各調査地点の n 数は

①: $n = 3$, ②: $n = 7$, ③: $n = 7$, ④: $n = 4$, ⑤: $n = 2$, ⑥: $n = 4$,

⑦: $n = 5$

④内臓及び筋肉の寄生虫種割合

内臓及び筋肉に寄生するアニサキス及びシールドテラノーバの割合を図5-1-5に示した。内臓では、ほぼ100%の高率でアニサキスが検出され、シールドテラノーバはほとんど認められなかった。一方、筋肉では調査地点①を除き、58%～79%の割合でシールドテラノーバが検出された。アニサキスが主に内臓の表面に寄生するのに対し、シールドテラノーバが筋肉への寄生率が高いとされる知見と一致した結果であった。^[3]

5.1 寄生虫分布・動態調査

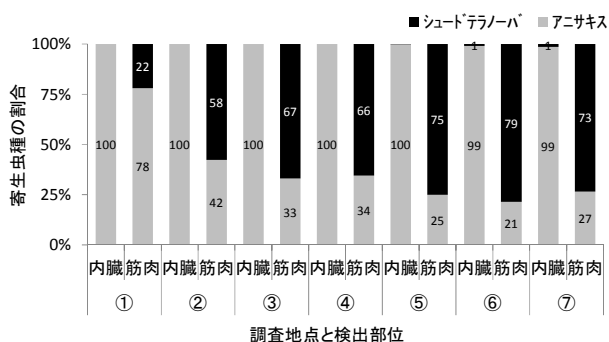


図5-1-5 漁獲海域別，部位別の寄生虫種の割合

棒の数字は，各調査地点 n 数の平均値を示す。

各調査地点の n 数は①： $n = 3$ ，②： $n = 7$ ，③： $n = 7$ ，④： $n = 4$ ，⑤： $n = 2$ ，⑥： $n = 4$ ，⑦： $n = 5$

⑤筋肉の寄生虫分布

筋肉への寄生が認められた個体について，筋肉部位（背肉，腹須，尾上部，尾下部）における寄生虫の分布と寄生虫種の割合を写真5-1-4に示した。その結果，筋肉の寄生虫分布では腹須部が50%を占め，次いで背肉部，尾下部，尾上部の順で検出割合が高かった。寄生虫種ではアニサキスが，腹須部に70%存在し，シュードテラノーバは腹須部及び背肉部で，各々36%及び35%と高い割合を示した。

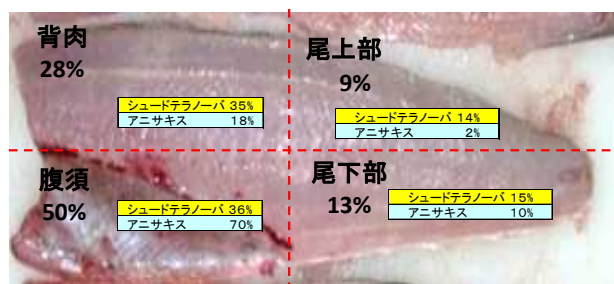


写真5-1-4 筋肉部位別の寄生虫種検出割合

以上，寄生虫の分布調査では，北海道周辺海域での寄生率，1尾あたりの寄生虫数および食用となる筋肉部位の寄生虫数が明らかになった。これらの情報は，漁業および加工関係者がホッケの寄生虫に対して共通の認識を持つ上で重要である。また，筋肉部位での寄生虫種および分布は，寄生リスクが高い腹須部の除去や背肉部に注力して検出作業を行うなど，加工時の寄生虫検出・除去の効率化につながるデータとなる。

2) 寄生虫動態調査

①漁獲後の保存温度とアニサキスの動態

アニサキスが漁獲後に内臓から筋肉に移動する可能性について，氷冷及び20℃で24時間保存後の寄生部位を調べた。アニサキスは，漁獲直後の筋肉で10隻

検出されたが，氷冷保存後で19隻，20℃保存後では26隻検出され，保存温度が高いほど，筋肉で多く検出された。

また，検出されたアニサキスの存在形態を観察し，とぐろを巻いて被囊（宿主の免疫作用による生体膜に覆われた状態）した個体数は，漁獲直後と氷冷下および20℃保存後で変化がなかったが，非被囊の個体は氷冷下および20℃保存後に増加した（図5-1-7）。これは，アニサキスがホッケの死後，筋肉に移動した可能性を示唆する。また，非被囊のアニサキスは，内臓に近い腹須部で検出された。

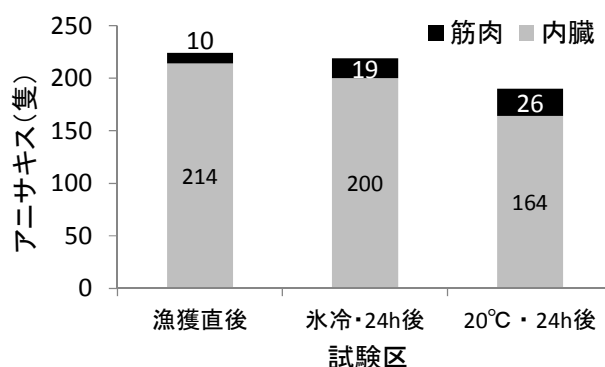


図5-1-6 漁獲後の保存温度とアニサキスの動態

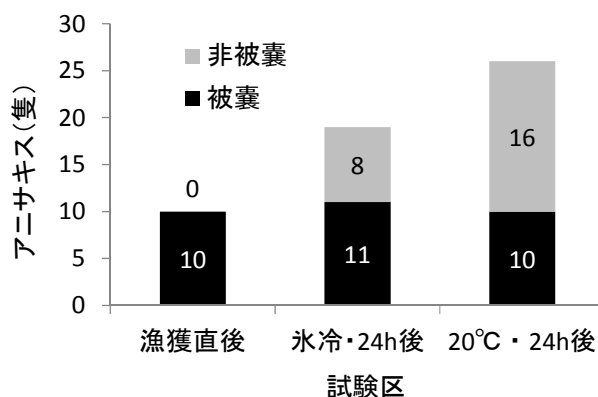


図5-1-7 漁獲後の保存温度とアニサキスの形態

以上，アニサキスの内臓から筋肉への移動を抑制するためには，漁獲後，速やかに氷冷し，できるだけ早く内臓を除去するか，ラウンドで速やかに冷凍する必要がある。

(4) 要約

寄生虫分布調査の結果，寄生率は全道海域で70～95%と高率で，海域による有意な差は認められなかった。寄生虫数は2.4～4.6隻/尾で，そのうち筋肉で0.3～0.7隻/尾，内臓が2.0～4.3隻/尾で，その寄生虫種は，内臓がアニサキス，筋肉でシュードテラノーバが高い割合であった。筋肉への寄生中分布で

は、腹須部に50%、次いで背肉、尾部で高かった。

寄生虫動態調査の結果、アニサキスは漁獲後24時間で内臓から筋肉（特に内臓に近い腹須）に移動するが、氷冷に比べ20℃で移動が増加する。したがって、アニサキスの内臓から筋肉への移動を抑制するためには、漁獲後、速やかに氷冷し、できるだけ早く内臓を除去するか、速やかに冷凍する必要がある。

(5) 引用文献

- [1] 国立感染症研究所. 病原微生物検出情報. 25(5) . 114-115(2004)
- [2] 鈴木 淳. 村田理恵.” わが国におけるアニサキス症とアニサキス属幼線虫”. 東京健安研七年报 Ann. 62. 13-24. (2011)
- [3] 日本水産学会. 「魚類とアニサキス」. 恒星社厚閣. 26. 109
- [4] 倉持芳子. “マサバにおけるアニサキスの種別と食中毒リスクに関する一考察”. 食品衛生研究. 61. 43-48 (2011) p
- [5] 鈴木 淳他.” 東京衛研年報 “. Ann. Rep. Tokyo Metr. Res. Lab. P.H., 52, 26-30, 2001

武田忠明 (中央水産試験場)

5.2 皮むき・血合肉除去機構を用いた魚臭低減技術の開発

(1) 目的

道産ホッケの加工仕向けの改善や用途拡大などによる高付加価値化に向けては、食味の向上と鮮度保持の観点から、特有の魚臭を発生する皮や血合肉を除去することが有効と考えられる。そこで本研究では、これらを効率的に除去する装置の開発を行った。

(2) 方法

1) ホッケの魚臭集中部位と装置要求仕様

ホッケの構造を図 5-2-1 に示す。図のうち、皮・皮下脂肪・血合肉は、臭い成分が多く、鮮度を表す指標である **K 値*** の時間経過に伴う上昇も早い。以下、皮・皮下脂肪・血合肉を「魚臭集中部位」と称す。魚臭集中部位を除去する装置の開発に当たって、関連する装置の性能やホッケの解剖調査結果から開発装置の除去率や処理速度などの要求仕様を検討した(表 5-2-1)。なお、開発装置に原料として投入されるのは、3 枚おろし処理後のホッケフィレ(図 5-2-2)となる。

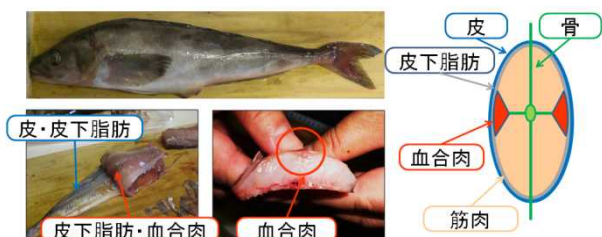


図 5-2-1 ホッケの魚臭集中部位



図 5-2-2 3 枚おろし後のホッケフィレ

表 5-2-1 皮むき・血合肉除去装置の要求仕様

	要求仕様
皮むき機能	皮と皮下脂肪を同時除去、1~2mm厚さ
血合肉除去	深さ6mm程度
処理の流れ	皮むきと血合肉除去の連動性
処理速度	前処理を行う3枚おろし機とのバランスを考慮
可搬性	小型、軽量
衛生・安全	掃除容易性、危険部のカバー

2) 市販装置の調査

魚臭集中部位除去装置の要求仕様を実現するため、市販の皮むき機や先進のカット技術などの応用可能性を検討した。また、血合肉除去処理について、機械処理と手作業の併用による可能性を試験により検討した。その結果を以下に述べる。

①皮むき機 (スキナー)

水産現場で一般的に魚の皮むきに使われている皮むき機を使用してホッケの皮むき試験を行った(図 5-2-3)。皮むき機は皮を引っ張りながら身と皮を分離する装置であり、歩留まりは良いが身の方に血合肉が残ることと、原理上皮むきの厚さに制限があることが分かった。また、冷凍・解凍後のホッケの処理に対しては、身が柔らかく崩れ易い場合、良好な皮と身の分離ができないことが分かった。

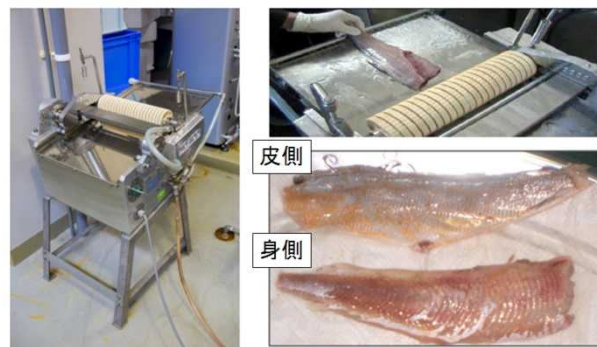


図 5-2-3 皮むき機による処理試験

②皮すき機

魚などの表面を薄くすき取る装置に皮すき機がある。本装置は、イカそうめん用の薄いシート状のイカを製造することにも使われている。前述の皮むき機におけるむき厚さの制限を克服する機構として、ホッケの皮むきへの応用を検討した(図 5-2-4)。試験の結果、皮すき機は上下一対のベルトに魚を挟み込んで連続回転するベルト刃に押し込むことで一定厚さですき取る装置であり、むき厚さに制限がなく処理が可能な構造であることが分かった。しかし、本装置により皮と血合肉を同時に除去する場合は、すき厚さを厚くする必要があり皮側に血合肉と一緒に身が残り、歩留まりが悪化することが分かった。

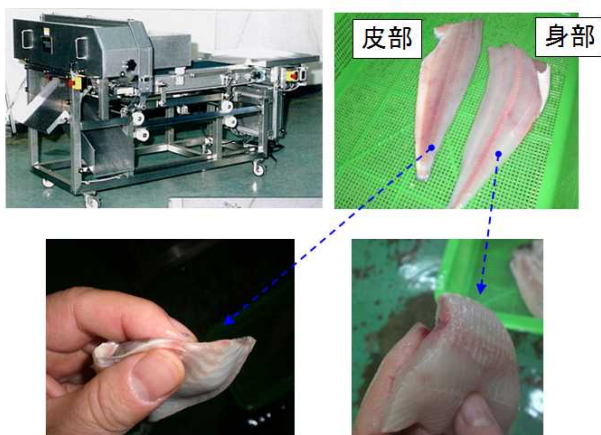


図 5-2-4 皮すき機による処理試験

③皮すき機＋手作業

前述の皮すき機を皮と皮下脂肪を除去する手段として使い、その後手作業で血合肉の除去を行う方法を検討した(図 5-2-5)。その結果、包丁を用いて血合肉部をV字カットすることで除去が可能であることが分かったが、作業に時間がかかり実用的ではないと判断した。



図 5-2-5 皮すき機と手作業による魚臭集中部位除去試験

④トリマー

アメリカで開発・販売され肉や魚の不要部のトリミングに使われているトリマー(図 5-2-6)の応用可能性について検討した。トリマーはリング状の刃物が回転するハンディな道具であることから、トリミングする部位が不定であるような対象に対して人がその位置を確認しながら使う場合には有効である。ホッケの処理に対しては、血合肉の除去に応用できると考えられたが、装置へのホッケの挿入状態により血合肉の位置が特定できることと、比較的多量の処理を効率的に行わなければならないことから、トリマーは適していないと判断した。

3) ホッケの魚臭集中部位除去装置

前述の市販装置の調査結果を踏まえ、魚臭集中部位を効率的に除去する装置の基本構造を検討した(図 5-2-7)。本装置は、皮むきと血合肉除去を連続的に行うものであり、上下のコンベヤで3枚おろし処理後のホッケを挟み込み移動させながら、前段では薄い刃物を往復運動させて皮と皮下脂肪をすき取り(皮むき機構)、後段でV字型に配置した回転刃で血合肉除去(血合肉除去機構)を行う。なお、ホッケ魚臭集中部位除去装置の開発においては、皮むき機構と血合肉除去機構に分け段階的に開発することとした。



図 5-2-6 トリマーの利用検討

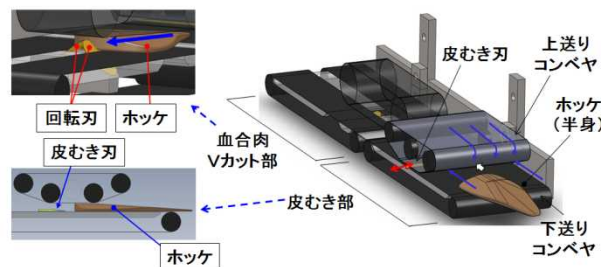


図 5-2-7 開発当初の皮むき・血合肉除去装置の構造

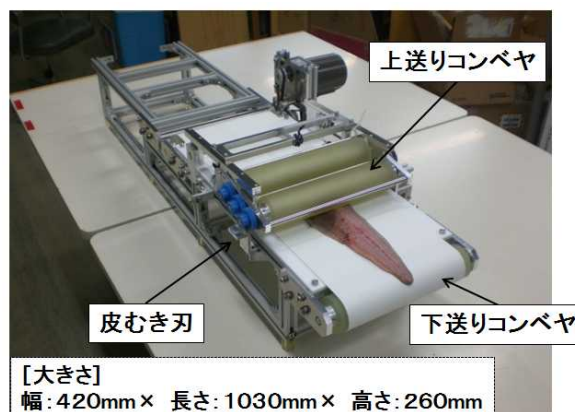


図 5-2-8 試作皮むき機構

4) 皮むき機構の開発

前述の装置構想を踏まえ、皮部を効率的に除去する機構を設計・試作した(図 5-2-8)。本機構では、図 5-2-9 に示す皮むき刃を電動モータで駆動される機構により往復運動させ、そこに上下コンベヤに挟み込まれたホッケフィレを押し込むことで、刃物と下コンベヤとの隙間で規定される厚さで皮むきを行う。試験の結果、皮を1~2mmの厚さでむくことが可能であることを確認した(図 5-2-10)。

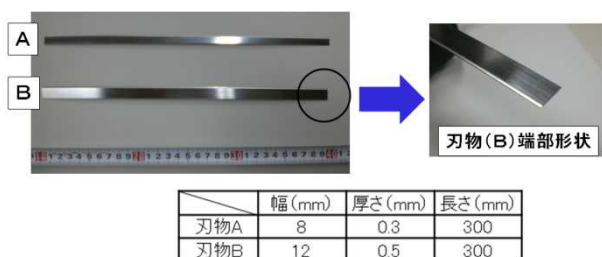


図 5-2-9 皮むき刃

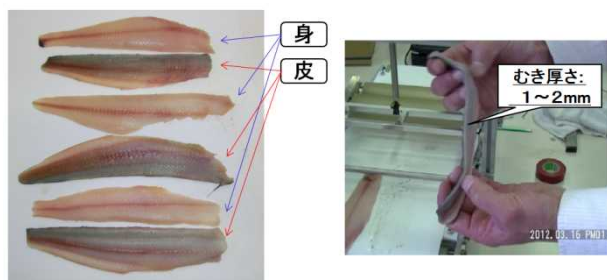


図 5-2-10 試作皮むき機による試験

5) 血合肉除去機構の開発

前述の装置構想を踏まえ、血合肉部を効率的に除去する機構を検討した。当初、血合肉の除去は皮むきの後段でV字型に配置した回転刃で行うことを検討していたが、処理効率を向上させるため皮と血合肉を同時に除去する方法を考案し開発を進めた。以下にその原理を述べる。

〔皮・血合肉同時除去の原理〕

本方法は、既存の皮すき機を参考とした方法で、ホッケフィレ搬送用のコンベヤ部に溝を設け、血合肉部を溝へ押し込んだ状態で皮・皮下脂肪を含む部位をコンベヤ面に平行にカットすることで、魚臭集中部位を除いた白身を得ることが可能となる(図 5-2-11)。

6) 皮・血合肉同時除去装置の開発

前述の原理により皮と血合肉を同時に除去する装置(試作1号機, 図 5-2-12)を試作し、試験を行った。その結果、送りコンベヤによるホッケの押し

込み力が十分でなく、皮のむき残しが発生した(図 5-2-13)。そのため、基本構造は試作1号機と同一とし、上側の送り込みコンベヤを幅が狭い3本のベルトに置き換え、それぞれが独立にホッケ形状に追従することができる機構を追加した装置(試作2号機)を開発した。試作2号機の構造図を図 5-2-14 に、設計段階で行ったシミュレーション結果を図 5-2-15 に、外観写真を図 5-2-16 に示す。

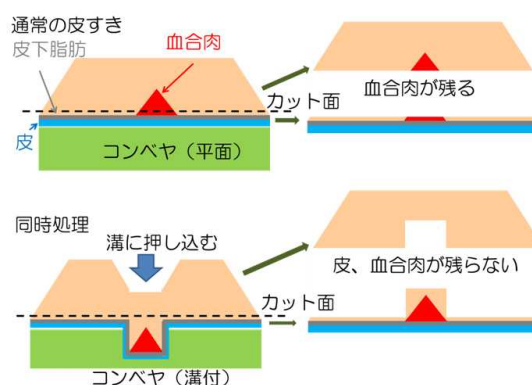


図 5-2-11 皮・血合肉同時除去原理

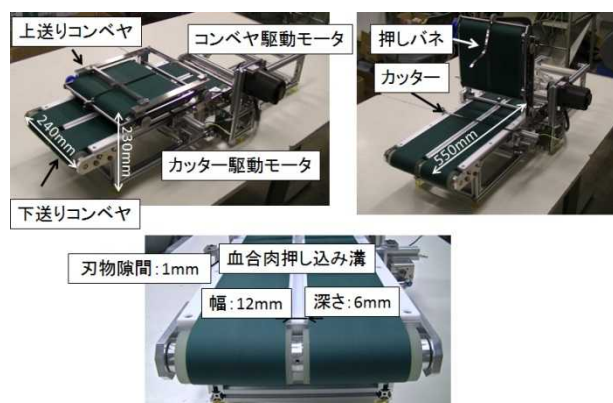


図 5-2-12 皮・血合肉同時除去装置(試作1号機)



図 5-2-13 皮・血合肉同時除去装置(試作1号機)による除去試験結果

5.2 皮むき・血合肉除去機構を用いた魚臭低減技術の開発

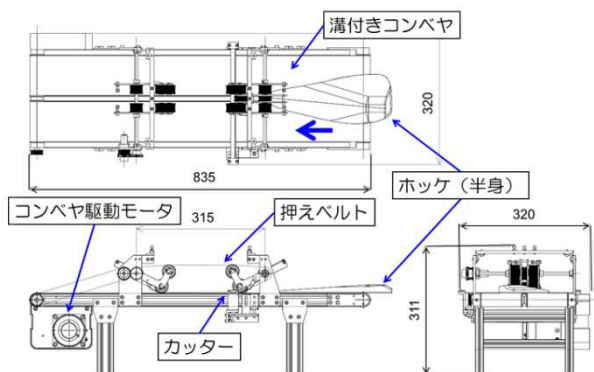


図 5-2-14 皮・血合肉同時除去装置(試作 2 号機)設計



図 5-2-17 皮・血合肉同時除去装置(試作 2 号機)の試験の様子

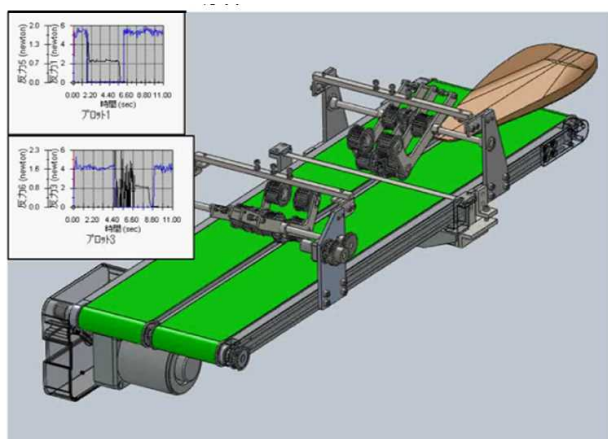


図 5-2-15 皮・血合肉同時除去装置(試作 2 号機)動作シミュレーション

表 5-2-2 皮・血合肉同時除去装置性能試験結果

	装置	ホッケ	成功率 (%)	歩留まり (%)	処理能力 (秒/枚)
H25/ 6/24	1号機	生	46	68	18
H25/ 9/ 2	1号機	解凍	38	—	↑
H25/11/ 8	2号機	生	81	73	11
H25/12/ 5	2号機	生	92~95	69~71	↑

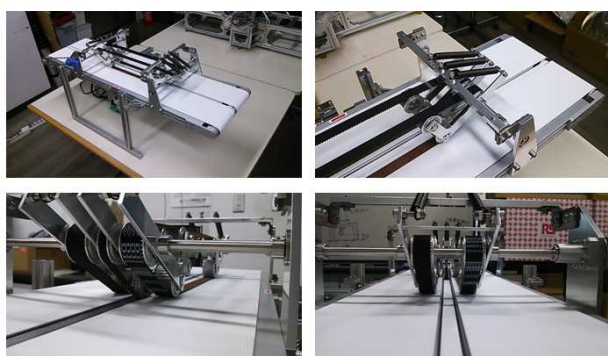


図 5-2-16 皮・血合肉同時除去装置(試作 2 号機)外観

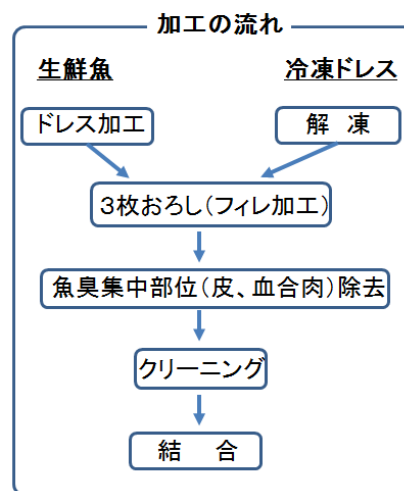


図 5-2-18 フィッシュブロック加工工程

(3) 結果と考察

1) 除去性能試験

皮・血合肉同時除去装置(試作 2 号機)による試験の様子を図 5-2-17 に、試験結果を表 5-2-2 に示す。試験の結果、最終的に除去処理成功率 90%以上、歩留り 70%以上で、効率よく良質な白身が得られることを確認した。

2) フッシュブロック加工

本装置で加工したホッケフィレを用いた加工食品の実用性を評価するため、定型・定量での活用を想定したフィッシュブロックとして生鮮魚および凍結処理した素材を成形し、フライ製品の試作を行った(図 5-2-18, 図 5-2-19)。本製品の試食による官能調査を行ったところ、年代により傾向の違いが見られたものの、概ね好評価が得られた。

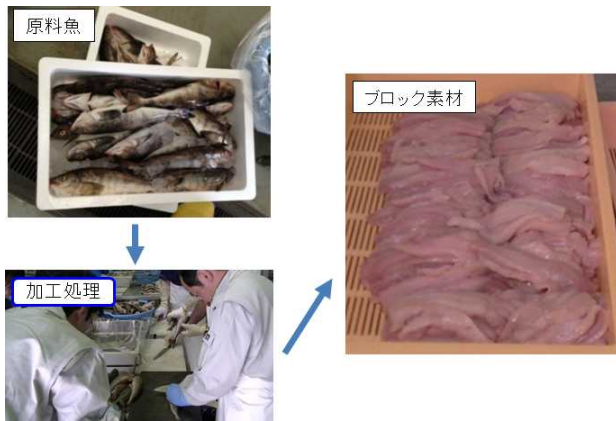


図 5-2-19 フィッシュブロック加工作業

(4) 要約

魚臭成分のもとになるトリメチルアミンオキシドや脂質が多く含まれる魚皮と血合肉を効率的に除去する装置を開発した。本装置による皮・血合肉除去の成功率は90%以上で、1分間当たり約5.5枚のフィレを処理することができた。なお、歩留まりは約70%であった。今後は、得られた知見に基づき、ホッケ加工品のさらなる高品質化を図るとともに、他魚種への適用も考慮しながら装置の実用化に向けた取組を進める。

(5) 引用文献

- [1] 浦池隆文, 多田達実, 鈴木慎一 “ホッケの魚臭集中部位除去装置の開発”. 工業試験場成果発表会 要旨集.7 (2014)

多田達実 (工業試験場)

5.3 道産ホッケの高品質なフィレ加工品の開発

ホッケの刺身食材や高品質なフィレ加工品など、新たな用途の転換を目指した製品開発を目的に、はじめに高品質化を図る上で基礎技術となる凍結条件について検討した。次に、ホッケの原料特性と前節5.2で開発した皮・血合肉同時除去装置で処理した皮・血合肉除去フィレ（以下魚臭低減フィレ）の凍結保管中の品質変化を明らかにするとともに、魚臭低減フィレを活用した魚臭低減フィッシュフライを試作開発した。

5.3.1. ホッケフィレの凍結条件の検討

(1) 目的

原料の鮮度やホッケフィレの凍結保管温度の違いが品質に及ぼす影響について検討した。

(2) 方法

1) 凍結時鮮度の試験

2012年12月18日北海道羅臼沖で漁獲されたホッケ (*Pleurogrammus azonus*) を用いた。試験に供したホッケの体長は、 32.6 ± 0.8 cm, 体重は、 583.5 ± 42.8 gであった。漁獲当日の試料および2日間5°Cに保管した試料をそれぞれ剥皮フィレとし、真空包装後、剥皮フィレの一方を-30°Cでエアブラスト凍結^{*}、もう一方を-30°Cでエタノールブライン凍結^{*}し、凍結までの温度を測定し、-20°Cで3ヵ月保管後、解凍ドリップ^{*}および圧出ドリップを測定した。なお、凍結前に試料の背肉部の一部をK値分析用として使用した (n=5)。フィレ凍結温度は、フィレの中心に、サーモセンサー（おんどとり Jr, TR5101, T&D社）を刺し込み、エアブラスト凍結とブライン凍結時のそれぞれの中心温度を経時的に測定した。

解凍は、10°Cの恒温水槽で行い、解凍ドリップを測定した。圧出ドリップは、解凍ドリップ測定後の試料を1cm四角の肉片とし、底面積10cm²の円柱状のドリップ測定器具を用い、肉片に1kgの加重を20min行い測定した。

2) 凍結保管温度の試験

2013年6月4日北海道羅臼沖で漁獲されたホッケを用いた。試験に供したホッケの体長は、 31.8 ± 1.0 cm, 体重は、 561.7 ± 56.3 gであった。漁獲後、1夜氷蔵した試料を剥皮フィレとし、真空包装後、エアブラスト凍結し、-10, -20, -30, -40, -80°Cの冷凍庫に凍結保管し、0, 1, 3, 6, 12ヶ月後に背肉部の解凍・圧出ドリップ、Ca²⁺ATPase活性^{*}および物性をそれぞれ測定した (n=5)。

K値は、氷冷したホッケ背肉部を細切し、冷6%過塩素酸で抽出した液を中和後、永峰らの方法^[1]に準じて、核酸関連化合物をHPLCで定量して算出した。

Ca²⁺ATPase活性のための筋原繊維懸濁液は、半解凍のホッケ背肉部を細切し、冷却した0.05M-NaCl, 20mM Tris-maleate緩衝液 (pH7.0) を加え攪拌洗浄した後に、同液を加えホモジナイズして調製した。

Ca²⁺ATPase活性の測定は、筋原繊維懸濁液に0.5M KCl, 5mM CaCl₂, 1mM ATP, 25mM Tris-maleate緩衝液 (pH7.0) の反応混液を加え、25°Cで反応させ生成する無機リン酸を定量して比活性を測定した。なお、漁獲日の分析値を100%とした。

物性（破断強度）は、ホッケ背肉部を脊椎骨に平行に、1cm×1cm×3cmの直方体に切り出し、レオメーター（サン科学CR-500DX）で、カミソリ刃プランジヤーを用い、試料台スピード6cm/minに設定し、筋繊維に垂直に破断したときの最大強度として求めた。

(3) 結果と考察

1) 凍結時鮮度の試験

異なる凍結方法（エアブラスト凍結、エタノールブライン凍結）により凍結したホッケフィレの凍結曲線を図5-3-1に示した。これより求めた最大氷結晶生成帯通過時間（-1~-5°C）は、エアブラスト凍結で19.5分、エタノールブライン凍結で8.5分であった。

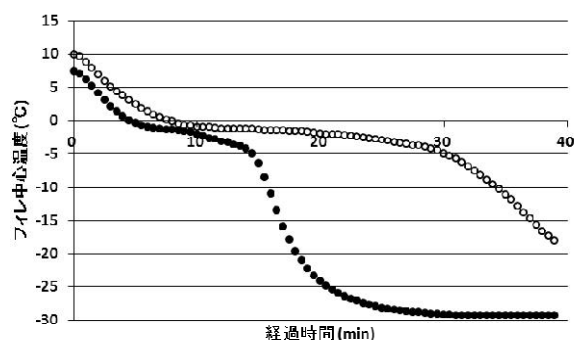


図5-3-1 ホッケフィレの凍結曲線

エアブラスト凍結 (○), エタノールブライン凍結 (●)

凍結したフィレを-20°Cで3ヵ月凍結保管後の解凍ドリップと圧出ドリップの変化を図5-3-2に示した。ホッケフィレのK値は、漁獲日 (0日) で33, 5°C保存2日後 (2日) で89となった。これらのフィレを-20°Cで3ヵ月間凍結保管した後の解凍ドリップは、エアブラスト凍結0日で0.4%, エタノールブライン凍結0日で0.5%, 2日でそれぞれ0.7%であった。一方、圧出ドリップは、エアブラスト凍結0日で9.0%, エタノールブライン凍結0日で8.4%, 2日でそれぞれ13.2%, 13.3%であった。これより、異なる凍結方法（エアブラスト凍結、エタノールブライン凍結）でのドリップ量に違いはみられないが、K値が高いフィレを凍結保管すると、K値が低いものと比較してドリップ量が増加することが明らかになった。

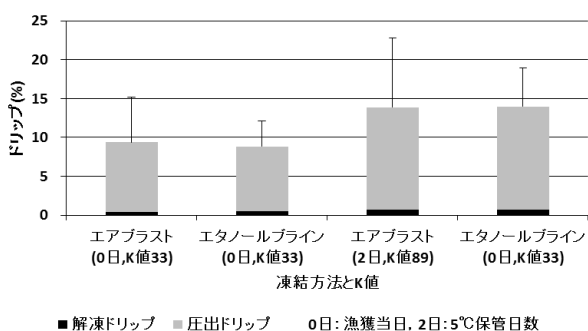


図5-3-2 凍結方法とK値の違いによるホッケフィレのドリップ量の変化

2) 凍結保管温度の試験

異なる温度で凍結保管したホッケフィレのドリップ量（解凍ドリップ+圧出ドリップ）の変化を図5-3-3に示した。凍結保管1~12月間のドリップ量は、-10℃保管で26.5~35.8%，-20℃で21.6~26.8%，-30℃で11.0~16.0%，-40℃で13.6~16.2%，-80℃で13.2~16.7%であり、-10℃と-20℃保管と比較して、-30℃以下の保管では、ドリップ量が少ない傾向にあった。

異なる温度で凍結保管したホッケフィレのCa²⁺ATPase活性の変化を図5-3-4に示した。凍結保管1~12ヵ月間のCa²⁺ATPase活性は、凍結前を100%とすると、-10℃保管では、32.2~15.3%，-20℃で54.1~34.7%，-30℃で71.8~56.9%，-40℃で72.8~67.3%，-80℃で91.6~80.5%であり、凍結保管温度が高いほどCa²⁺ATPase活性が減少する傾向にあり、-10℃および-20℃保管では、6ヵ月目で40%以下になった。

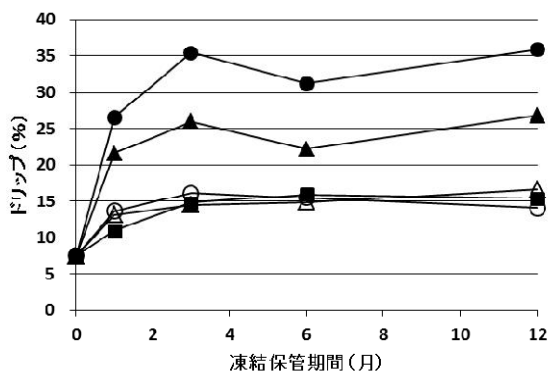


図5-3-3 異なる温度で凍結保管したホッケフィレの総ドリップ量の変化

-10℃ (●), -20℃ (▲), -30℃ (■),
-40℃ (○), -80℃ (△)

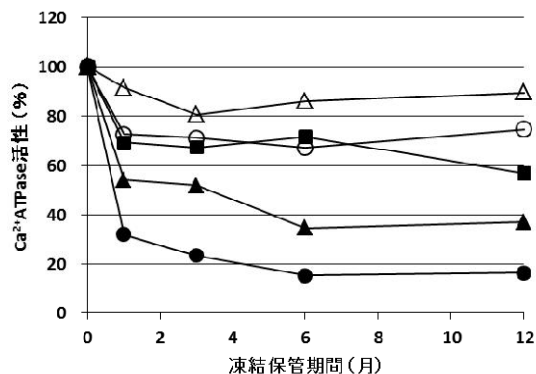


図5-3-4 異なる温度で凍結保管したホッケフィレのCa²⁺ATPase活性の変化

-10℃ (●), -20℃ (▲), -30℃ (■),
-40℃ (○), -80℃ (△)

異なる温度で凍結保管したホッケフィレの物性（破断強度）の変化を図5-3-5に示した。凍結保管1~12ヵ月間の物性は、-10℃保管では、402~557g，-20℃で248~446g，-30℃で185~243g，-40℃で163~208g，-80℃で165~194gであり、凍結前の214gと比較して、-10℃および-20℃保管では、破断強度が大きくなる傾向にあった。

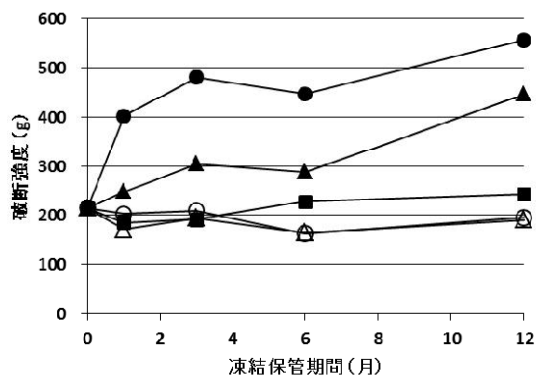


図5-3-5 異なる温度で凍結保管したホッケフィレの破断強度の変化

-10℃ (●), -20℃ (▲), -30℃ (■),
-40℃ (○), -80℃ (△)

魚肉の凍結変性に関する福田の総説^[2]では、-20℃保管におけるCa²⁺ATPase活性が大きく減少するとしている。本研究での保管温度別のCa²⁺ATPase活性の変化についても、同様の結果が得られた。また、ドリップ量および破断強度の結果からも、凍結変性を少なくするためには、ホッケフィレの凍結保管温度を、-30℃以下にすることが望ましいと考えられた。

(4) 要約

冷凍ホッケフィレの品質に及ぼす凍結時鮮度と凍結保管温度の影響を検討した。凍結時鮮度(K値)の異なるフィレを -20°C で3ヵ月保管し比較した結果、K値の高いものは、低いものに比べドリップ量が多い傾向にあった。また、凍結保管温度をかえて12ヵ月保管したフィレでは、 -10°C 、 -20°C 保管区に比べ、 -30 、 -40 、 -80°C 保管区でドリップ量が少なく $\text{Ca}^{2+}\text{ATPase}$ 活性の低下も少ないことが、明らかになった。

(5) 引用文献

- [1] 永峰文洋, 福田裕, 石川哲. "高速液体クロマトグラフィーによるK値の測定" 青森県水産物加工研究所報告. 111 (1986)
- [2] 福田裕. "魚肉タンパク質の凍結変性". 中央水産研究所研究報告. 8. 77 (1996)

麻生真悟, 秋野雅樹 (釧路水産試験場)

5.3.2 魚臭低減フィッシュフライの開発

(1) 目的

魚臭低減フィレの凍結保管温度の違いが品質に及ぼす影響について検討した。また、魚臭低減フィレを原料に魚臭低減フィッシュフライを試作開発するとともに、魚臭に対する消費者嗜好を試食アンケート調査した。

(2) 方法

1) 原料特性調査

2012年10月北海道後志管内で漁獲されたホッケ (*Pleurogrammus azonus*) を用いた。試験に供したホッケの体長は、 $25.8 \pm 1.8\text{cm}$ 、体重は、 $300.8 \pm 11.0\text{g}$ であった。ホッケは剥皮フィレとした後、包丁で普通肉と血合肉(皮下脂肪を含む)を分離してそれぞれ試料とした。血合肉の割合は、均等に4分割した部位毎に剥皮フィレに占める血合肉重量を測定して算出した。

普通肉と血合肉の栄養成分は定法により、トリメチルアミンオキシド* (以下TMAO) とトリメチルアミン* (以下TMA) は徳永らの方法^[1]によりそれぞれ測定した。

また、冷蔵保管温度(0°C 、 5°C 、 10°C)における普通肉と血合肉の鮮度変化と魚臭成分の消長を調べるため、普通肉と血合肉をそれぞれラップで包み、経目的にK値とTMAを測定した。普通肉については $\text{Ca}^{2+}\text{ATPase}$ 活性を測定した。なお、K値及び $\text{Ca}^{2+}\text{ATPase}$ 活性は前述の5.3.1と同様に測定した。

2) 魚臭低減フィレブロック肉の凍結保管試験

2013年12月、北海道日本海沿岸の底曳き網漁で漁獲されたホッケを用いた。試験に供したホッケの体長は、 $23.0 \pm 0.9\text{cm}$ 、体重は、 $139.3 \pm 13.4\text{g}$ であった。

魚臭低減フィレは、前節5.2で開発した皮・血合肉同時除去装置で処理して調製した。凍結保管試験は、魚臭低減フィレをステンレス製容器($265 \times 185 \times 20\text{mm}$)に積層状に詰めた後、上から加圧しながら、約1時間エアブラスト凍結した魚臭低減フィレブロック肉(以下ブロック肉)を用いた。このブロック肉を -10°C 、 -20°C の冷凍庫で凍結保管し、0, 1, 3, 6ヶ月後に、解凍ドリップ、 $\text{Ca}^{2+}\text{ATPase}$ 活性、脂質酸化物をそれぞれ測定した。なお、解凍は、 5°C 保管庫で16時間放置後、前述5.3.1と同様に解凍ドリップと圧出ドリップを測定した。また、チオバルビツール酸反応生成物* (TBARS) 量を脂質酸化物として算出した^[2]。

3) 魚臭低減フィッシュフライの試作実証試験

2013年11月、北海道日本海沿岸の底曳き網漁で漁獲されたホッケを用い、皮・血合肉同時除去装置により魚臭低減フィレを調製した。魚臭低減フィッシュフライの試作実証試験は(有)丸藤水産(小樽市)の工場で行った。フィッシュフライ製造工程の概要を写真5-3-1に示した。前述2)と同様、魚臭低減フィレをステンレス製容器($150 \times 200 \times 3\text{mm}$)に重ね詰めて、一夜凍結保管して①魚臭低減フィレブロック肉を調製した。このブロック肉を、②カット成形(35~40g)し、③バター漬けを行い、④魚臭低減フィッシュフライを試作した。



写真5-3-1 魚臭低減フィッシュフライの製造工程

試作した魚臭低減フィッシュフライは、「2013アグリビジネス創出フェア」（主催：NPO法人グリーンテクノパーク，農林水産省，日時：2013年11月29～30日，場所：札幌ファクトリー）において，市販ホッケフライを対照に，2日間に来場した292名に対して試食アンケート調査を実施した。

(3) 結果と考察

1) 原料特性調査

ホッケフィレに含まれる血合肉の分布を写真5-3-2に示した。血合肉はフィレ全重量の約7% (w/w)を占めた。また，血合肉の分布は部位による違いがみられ，中央から頭部側の部位①，②では5%程度であったが，尾肉側の部位④では約3倍の15%であった。

ホッケの血合肉と普通肉の栄養成分を図5-3-6に示した。血合肉は，普通肉に比べて，水分と粗蛋白質が低く，逆に粗脂肪が顕著に高い値であった。また，魚類の浸透圧調整物質と考えられているTMAOは，微生物分解等により臭い成分のTMAを生成することが知られている。ホッケ血合肉にはTMAOが普通肉の約2倍の74.2mg/100g含まれていた。

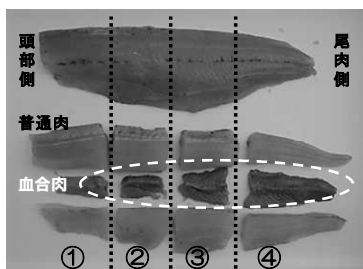


写真5-3-2 ホッケフィレの血合肉の分布

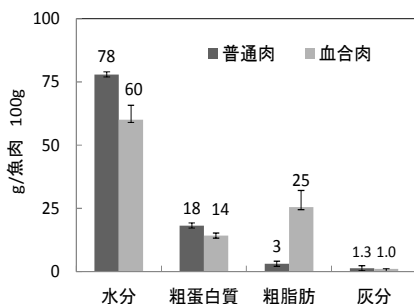


図5-3-6 ホッケ血合肉と普通肉の栄養成分

冷蔵保管温度の違いによるホッケの血合肉と普通肉のK値とCa²⁺ATPase活性の変化を図5-3-7と図5-3-8にそれぞれ示した。冷蔵保管開始時，血合肉のK値(44.5%)は，普通肉に比べて，約2倍高い値であった。冷蔵保管中，血合肉と普通肉のK値は，貯蔵温度

が高くなるほど(0℃<5℃<10℃)，K値の上昇が早く進行し，その傾向は普通肉に比べて，血合肉が顕著であった。一方，魚肉たんぱく質の変性指標であるCa²⁺ATPase活性(普通肉のみ)では，K値と同様，保管温度が高いほどその活性は低下したが，その進行は非常に緩やかで，10℃においても7日目で約70%が残存した。

冷蔵保管温度の違いによるホッケの血合肉と普通肉のTMAの変化を図5-3-9に示した。0℃と5℃では，TMAは保管中に緩やかに増加したが，普通肉と血合肉で大きな差はみられなかった。しかし，10℃では，血合肉は3日目に顕著に増加し，普通肉の約2倍になり，5日目には100mg/100g以上の高い値となった。

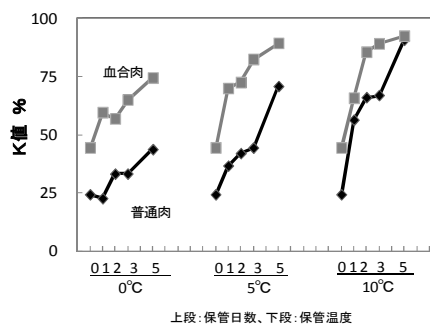


図5-3-7 保管温度の違いによるホッケの血合肉と普通肉のK値の変化

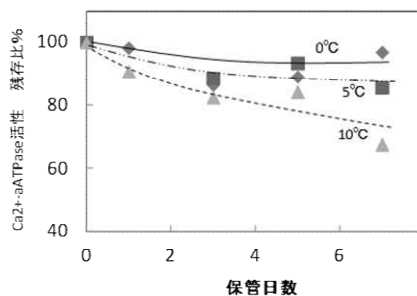


図5-3-8 保管温度の違いによるホッケ普通肉のCa²⁺ATPase活性の変化

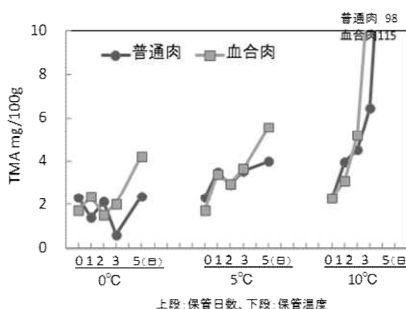


図5-3-9 保管温度の違いによるホッケの血合肉と普通肉のTMAの変化

2) 魚臭低減フィレの凍結保管試験

異なる温度で凍結保管したブロック肉の総ドリップ量（解凍ドリップ+圧出ドリップ）と脂質酸化物の変化を図5-3-10、図5-3-11に示した。

ブロック肉の総ドリップ量は、 -10°C 、 -20°C 共に、保管1ヶ月目には約30%に達し、保管温度の違いによる差はなかった。対照の血合肉含むブロック肉は保管1ヶ月目ではブロック肉より総ドリップ量が約10%低い値であったが、保管6ヶ月目にはブロック肉とほぼ同じ値となった。

一方、脂質酸化物は、 -10°C は保管中に顕著に増加したが、 -20°C は大きな変化が認められず、脂質酸化による魚臭成分の発生が少ないことが明らかとなった。また、対照としたスキンレスフィレブロックは保管3ヶ月目には -10°C とほぼ同じ値まで増加したが、保管6ヶ月目は値が低く、個体差によるものと考えられた。

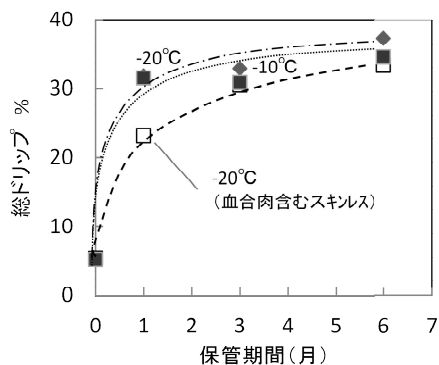


図5-3-10 魚臭低減フィレブロック肉の総ドリップ量の変化

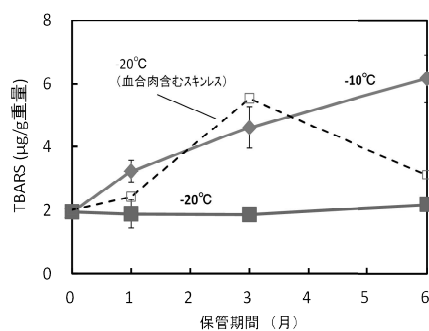


図5-3-11 魚臭低減フィレブロックの脂質酸化物の変化

3) 魚臭低減フィッシュフライの試作実証試験

魚臭低減フィッシュフライの試食アンケート調査結果を図5-3-12に示した。0～50歳までの回答者から

は、対照の市販ホッケフライに比べ、魚臭さが少なく好ましいという評価が得られ、特に0～30歳までの若年層にその傾向が顕著であった。一方、51歳以上の回答者では、魚臭がなく物足りないといった評価もあった。これらの結果から、血合肉除去による魚臭低減は、特に若い年齢層への水産物の消費に有効であると考えられた。

これら試食アンケート調査結果を踏まえ、学校給食用素材としての活用を検証するため、余市町の小学校に試験販売（1000食）を実施した。その結果、魚臭低減フライは小学生にも好評であった。

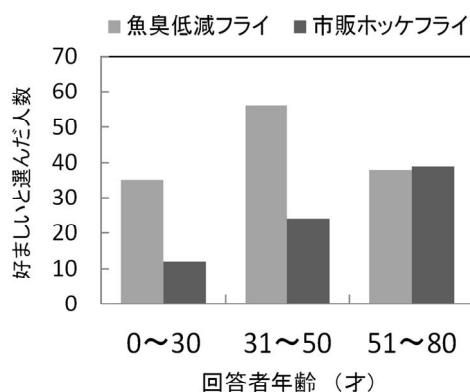


図5-3-12 魚臭低減フィッシュフライの試食アンケート結果

(4) 要約

ホッケ血合肉はフィレの約7% (w/w) を占め、普通肉に比べて、脂質含量とTMAOが多く含まれていた。

皮・血合肉を除去した魚臭低減フィレから調製したブロック肉は、凍結保管中により総ドリップの増加が認められたが、魚臭成分の脂質酸化物の増加は少なかった。魚臭低減フィッシュフライは魚離れが顕著な若い世代に好評で、学校給食素材としての活用が可能であった。

(5) 引用文献

- [1] 徳永俊夫.” 魚類血合肉中のトリメチルアミノキサイドならびにその分解”. 日本水産学会誌, 36 (5), (1970)
- [2] R. E. McDonald and H. O. Hultin, Some Characteristics of the Enzymatic Lipid Peroxidation System in the Microsomal Fraction of Flounder Skeletal Muscle., *J. Food Sci.*, **52**, 15-21 (1987)

蛭谷幸司（中央水産試験場）

5.4 一夜干しの品質安定化条件の把握

(1) 目的

道産ホッケの約 30%は一夜干しに加工されているが、その品質は重量による選別が行われているに過ぎないのが現状である。本研究では、生鮮ホッケや一夜干し製品の品質指標を明らかにするとともに、脂質含量を非破壊分析（近赤外分析）で測定し、脂質含量による選別で道産ホッケの品質安定化を図ることを目的とした。

(2) 材料と方法

1) ホッケ一夜干しに関するアンケート調査

工業試験場・食品加工研究センター・中央水産試験場・釧路水産試験場・網走水産試験場の職員およびその家族延べ 135 名の協力を得て、ホッケ一夜干しの美味しさの決め手に関するアンケート調査を行った。

2) 生鮮ホッケの脂質含量

①分析部位の検討

2011 年 5 月の紋別産ホッケ 12 尾をフィレにし、頭部 (A)、中央部 (B)、尾部 (C) に分け、各部位の重量割合と脂質含量から可食部全体の脂質含量を求め、各部位と比較した (図 5-4-1)。なお、脂質はジエチルエーテルを用いたソックスレー抽出法により定量した。

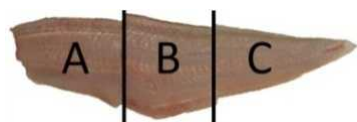


図 5-4-1 ホッケの脂質含量分析部位
A:頭部 B:中央部 C:尾部

②試料の調製

2011 年 5, 6, 12 月および 2013 年 5 月に底建網で漁獲された紋別産ホッケ合計 286 尾の生物測定を行い、二枚卸にし、骨のない側の中央部 (B) の脂質を定量した (図 5-4-1)。残りの骨付きフィレは官能評価用として、一夜干し調製まで -25°C で凍結保管した。

③近赤外分析の検討

ハンディタイプ近赤外分光器 (FQA-NIRGUN: シブヤ精機 (株) 製, 図 5-4-2) を用いて、2013 年 5 月産の生鮮ホッケ 88 尾のスペクトルを測定し、脂質含量推定検量線の作成および評価を行った。スペクトルの測定は魚体中央の背側上部 (D)、背側中央部 (E) および尾部 (F) の 3 カ所で行った (図 5-4-3)。検量線の作成および評価は本体付属のソフト Ca-Maker によって行った。



図 5-4-2 ハンディタイプ近赤外分光器

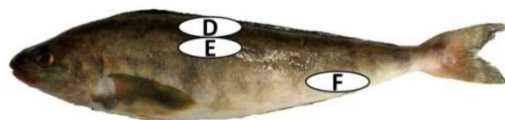


図 5-4-3 生鮮ホッケの近赤外分析部位
D:背側上部 E:背側中央部 F:尾部

3) ホッケ一夜干し製品の脂質含量

①試料の調製

稚内市内の一夜干し製造業者 A 社から重量で選別された製品を銘柄別 (150g, 200g, 250g, 300g, 350g, 400g, 475g, 550g 以上) に 12 枚ずつ購入し、合計 96 枚を試料とした。試料は重量測定後、骨のない側の中央部 (G) を切り取り、剥皮後、サンプルミルで粉砕し、脂質を定量した (図 5-4-4)。

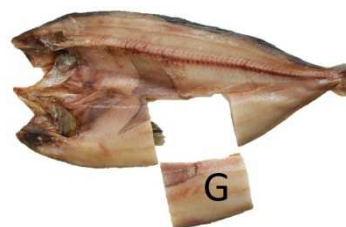


図 5-4-4 ホッケ一夜干し分析部位
G:骨のない側中央部

②近赤外分析の検討

ハンディタイプ近赤外分光器を用いて、一夜干しの骨のない側の中央部の腹側 (H) と背側 (I) の 2 カ所のスペクトルを測定し、Ca-Maker によって検量線の作成と評価を行った (図 5-4-5)。

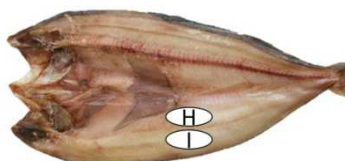


図 5-4-5 ホッケ一夜干し近赤外分析部位
H:腹側 I:背側

4) 官能評価

①脂質含量別識別試験

上記2)②の脂質含量分析済み試料を用いて、一夜干し(3, 6, 9, 12%区分)を調製した(表5-4-1)。一夜干しは、凍結解凍フィレを10%食塩水に10分間浸漬後、20℃の冷風乾燥機で6時間乾燥し、官能評価まで-25℃で凍結保管した。官能評価は中央水産試験場、網走西部地区水産技術普及指導所、網走水産試験場職員延べ61名の協力を得て、脂質含量の多寡について2点識別法*で行った。

表 5-4-1 官能評価用試料の脂質含量実測値

区分	脂質含量実測値(%)
3%	2.5~3.9
6%	5.7~7.0
9%	8.2~9.8
12%	10.8~12.7

②近赤外分析による選別と識別試験

重量選別された市販のホッケー一夜干し250枚を購入し、ハンディタイプ近赤外分光器を用いて、上記3)②で作成した一夜干しの脂質含量検量線による選別を行った。脂質含量9%以下と12%以上の試料各60枚を官能評価試料とし、2点識別法で、上記1)のアンケート回答者135名による官能評価を行った。

(3) 結果と考察

1) ホッケー一夜干しに関するアンケート調査

ホッケー一夜干し官能評価参加者延べ135名中、「美味しさの決め手」についての回答者は128名で、最も多い回答は脂の乗りが77名(60%)、次いで塩分と歯応えが42名(33%)であり、ホッケー一夜干しの美味しさは脂の乗りが、最も重要視されていた(図5-4-6)。

また、一夜干し製造企業へのアンケート調査の結果^[1]から、ホッケー一夜干しの品質の判断基準は、脂の乗りという回答が多かったことから、ホッケー一夜干しの脂質含量は消費者も企業も重要視していることが明らかになった。

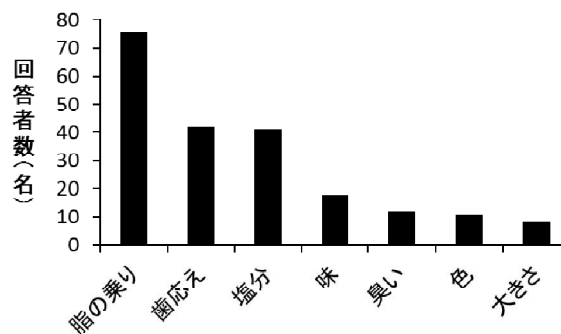


図 5-4-6 ホッケー一夜干しの美味しさの決め手に関するアンケート調査結果
n=128, 複数回答有り

2) 生鮮ホッケの脂質含量

①分析部位の検討

試験試料の生物測定値(平均±標準偏差, 以下同様)は、体長 328 ± 17 mm, 体重 569 ± 110 gであった。可食部全体の脂質含量は尾部とは有意に差があるが、頭部, 中央部とは有意差はなく, 今後の試験には可食部の代表値として中央部の分析値を使用することにした(図5-4-7)。

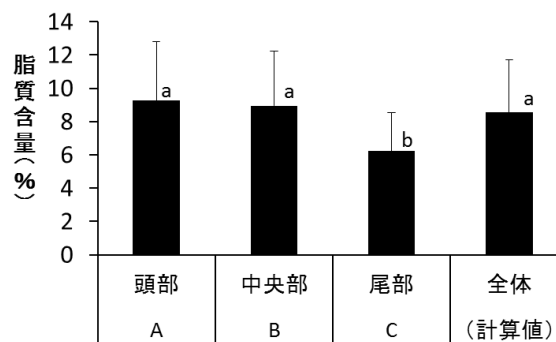


図 5-4-7 ホッケの部位別脂質含量

②試料の性状

試験試料286尾の体長は 286 ± 13 mm, 体重は 417 ± 61 g, 脂質含量は 7.1 ± 2.8 %であった。脂質含量はいずれの時期, 年によっても個体差が大きく, 10%以上の分布幅があった(図5-4-8)。また, 脂質含量と体長には相関はみられなかった($r=0.019, p>0.05$)が, 体重および肥満度とは相関が認められた($r=0.259, p<0.01$ および $r=0.412, p<0.01$, 図5-4-9)。しかし, 同じ肥満度でも10%以上の脂質含量の違いがみられるなど, 実用上, 脂質含量を予測できる精度ではなかった。

したがって, ホッケの脂質含量は漁獲時期やサイズ・外観から予測することは難しいことが明らかになった。

5.4 一夜干しの品質安定化条件の把握

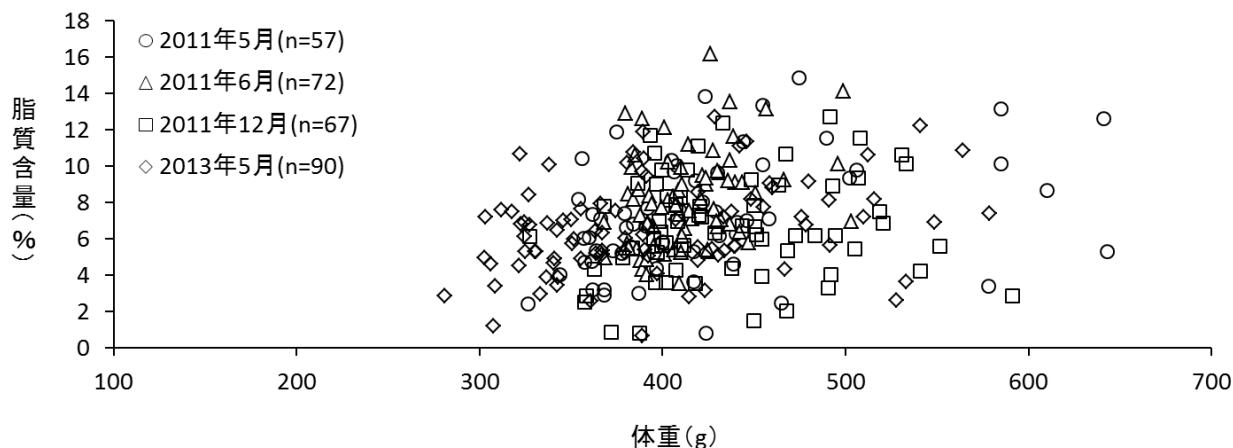
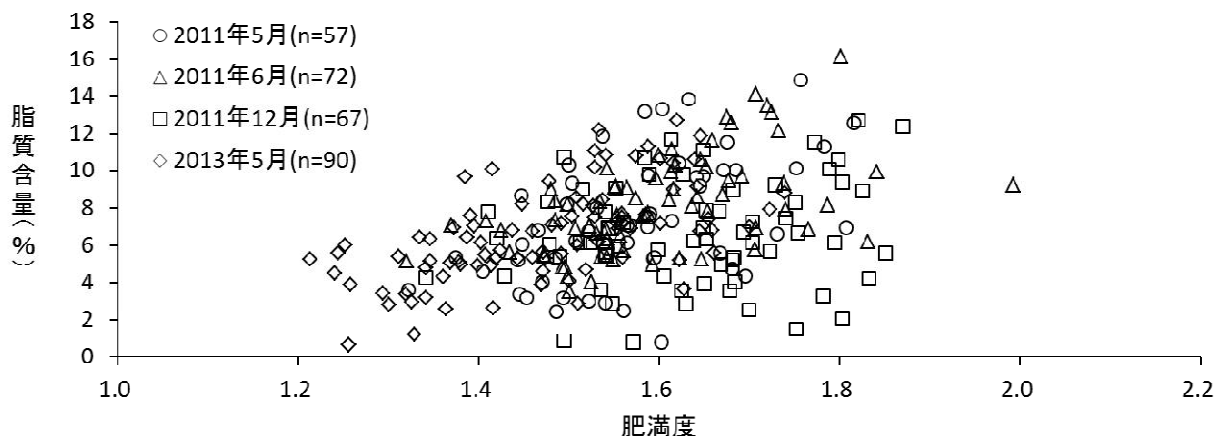


図 5-4-8 ホッケの体重と脂質含量分布 ($r=0.259$, $p<0.01$)



③近赤外分析の検討

近赤外分析に用いた試料の脂質含量は、検量線作成用は0.7~12.7%、評価用は1.2~10.7%であった(表5-4-2)。得られた検量線を評価した結果、近赤外分析による予測標準誤差(SEP)は背側中央部(E)が1.1%と最も少なく、測定部位は背側中央部が適していた(表5-4-3)。検量線の選択波長926nmは脂質由来の波長^[2]と考えられた。近赤外分析による脂質含量予測値とソックスレー抽出法による実測値の差は-2.0~2.5%であり、近赤外分析での脂質含量の選別により、ホッケの品質の安定化は可能であると考えられた(図5-4-10)。マアジの近赤外分析による脂質含量のSEPも1.1%であり、島根県では脂質含量での選別によるブランド化を行っている^[3]ことから、ホッケのブランド化にも有効であることが示唆された。

表 5-4-2 近赤外分析用生鮮ホッケの脂質含量

	検量線作成用	検量線評価用
試料数	45	43
分析値範囲(%)	0.7-12.7	1.2-10.7
平均値(%)	7.2	5.9
標準偏差(%)	2.8	2.1

表 5-4-3 近赤外分析による生鮮ホッケの脂質含量検量線と評価

	選択波長(nm)			R	SEC(%)	SEP(%)	Bias(%)
	λ_1	λ_2	λ_3				
背側上部	966			0.71	2.0	1.7	-0.1
	978	1050		0.75	1.9	1.7	-0.5
D	978	1010	1050	0.77	1.8	1.7	-0.4
背側中央部	866			0.71	2.0	1.6	0.9
	870	926		0.80	1.7	1.1	0.1
E	698	870	934	0.83	1.6	1.7	-0.2
尾部	926			0.75	1.9	1.2	-0.4
F	926	974		0.79	1.7	1.2	-0.2

R: 重相関係数 SEC: 検量線標準誤差 SEP: 予測標準誤差
Bias: 近赤外分析による予測値と化学分析値との差の平均値

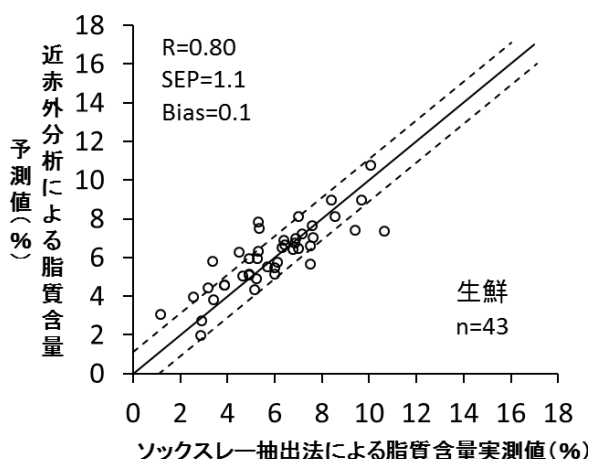


図 5-4-10 近赤外分析による脂質含量予測値とソックスレー抽出法による実測値
 ……予測標準誤差範囲

3) ホッケー夜干し製品の脂質含量

①試料の性状

一夜干し製品の脂質含量は $8.0 \pm 3.5\%$ であったが、同じ銘柄（重量区分）でも脂質含量のパラツキは極めて大きく、製品の銘柄から脂質含量を推定することは困難であった（図 5-4-11）。

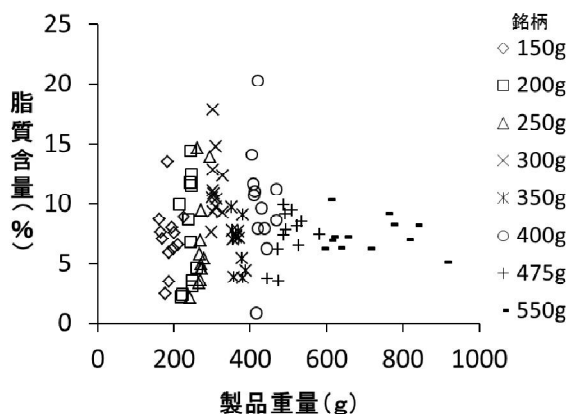


図 5-4-11 ホッケー夜干し市販品の製品重量と脂質含量

②近赤外分析の検討

近赤外分析に用いた試料の脂質含量は、検量線作成用は 0.9~20.3%、評価用は 2.2~17.9%であった（表 5-4-4）。近赤外分析による予測標準誤差（SEP）は背側（I）の 3.3%に対して、腹側（H）は 2.1%と誤差が少なく、測定部位は腹側の方が適していた（表 5-4-5）。近赤外分析による脂質含量予測値とソックス

レー抽出法による実測値とは、 $-5.4 \sim 4.9\%$ の誤差があることから、近赤外分析によって一夜干しの脂質含量を正確に定量することは難しいと考えられた。しかし、脂質含量の大まかな選別には使用可能と思われた（図 5-4-12）。

したがって、近赤外分析による脂質含量での選別は、生鮮時に行うことが望ましく、脂質含量によって加工用途を選択したり、一夜干しの品質を安定化し、高品質化することが可能であることが示唆された。

表 5-4-4 近赤外分析に用いたホッケー夜干し市販品の脂質含量

	検量線作成用	検量線評価用
試料数	48	47
分析値範囲 (%)	0.9-20.3	2.2-17.9
平均値 (%)	7.6	8.3
標準偏差 (%)	3.7	3.2

表 5-4-5 近赤外分析によるホッケー夜干しの脂質含量検量線と評価

	選択波長(nm)			R	SEC(%)	SEP(%)	Bias(%)
	λ_1	λ_2	λ_3				
腹側	852	928		0.70	2.7	2.6	0.2
H	640	844	928	0.82	2.2	2.5	-0.9
背側	848			0.66	2.8	3.6	0.7
I	772	924		0.75	2.5	3.3	-0.4
I	684	772	924	0.79	2.3	3.4	-0.3

R: 重相関係数 SEC: 検量線標準誤差 SEP: 予測標準誤差
 Bias: 近赤外分析による予測値と化学分析値との差の平均値

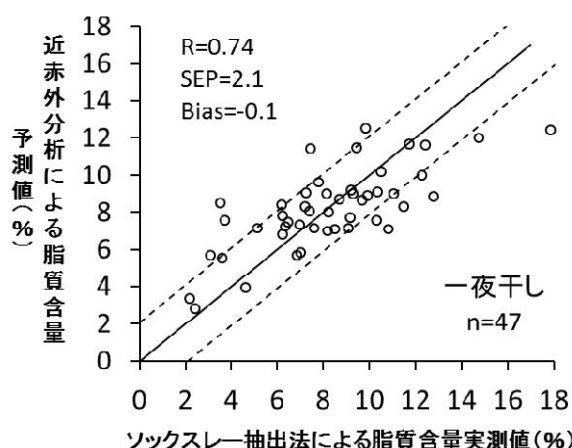


図 5-4-12 近赤外分析による脂質含量予測値とソックスレー抽出法による実測値
 ……予測標準誤差範囲

4) 官能評価

①脂質含量別識別試験

脂質含量 3%と 9%の一夜干しは官能的に識別可能であったが、脂質含量の差が 3%程度の一夜干し同士や脂質含量が 6%以上の一夜干し同士を官能的に識別することは困難であった (図 5-4-13)。

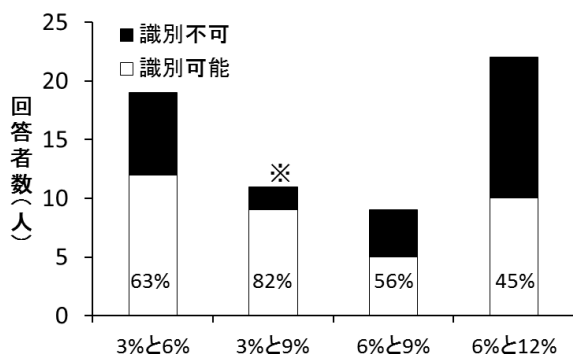


図 5-4-13 脂質含量の異なるホッケー一夜干しの官能評価による識別結果
※は有意差有り $p < 0.05$ 片側検定

②近赤外分析による選別と識別試験

市販の一夜干し製品の近赤外分析による脂質含量は、 $10.9 \pm 2.9\%$ であった。これらから脂質含量が 9%以下の製品 ($7.6 \pm 1.3\%$) と 12%以上の製品 ($14.5 \pm 1.8\%$) をそれぞれ 60 枚選別して、脂質含量の多寡を識別する官能試験に供した (表 5-4-6)。官能試験の結果では、全回答者 135 名中、近赤外分析による脂質含量の選別と官能による識別が一致したのは 76 名 (56%) であった。一方、美味しさの決め手を脂の乗りとした回答者 77 名で一致したのは 55 名 (71%) であり、近赤外分析での選別と官能による識別の一致は有意であった (図 5-4-14)。したがって、近赤外分析による選別は、ホッケー一夜干し製品の有効な品質保証の 1 つとなる可能性が示唆された。

表 5-4-6 近赤外分析によるホッケーの一夜干し官能評価試料の脂質含量

	試料数	平均脂質含量(%)	標準偏差(%)
近赤外分析試料	250	10.9	2.9
官能評価試料(9%以下)	60	7.6	1.3
官能評価試料(12%以上)	60	14.5	1.8

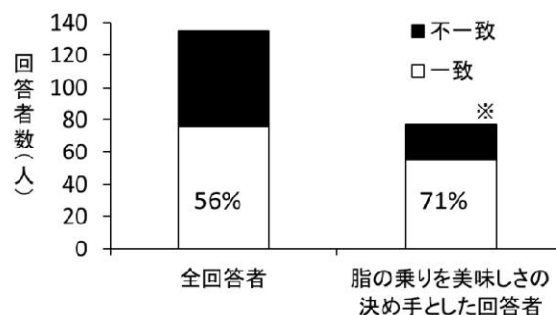


図 5-4-14 近赤外分析と官能によるホッケー一夜干しの脂質含量の多寡の一致割合
※は有意差有り $p < 0.01$ 片側検定

(4) 要約

ホッケー一夜干しの品質安定化のため、ハンディタイプ近赤外分光器を用いて、脂質含量の推定を検討した。その結果、生鮮ホッケでは予測標準誤差 1.1%、ホッケー一夜干し製品では 2.1% で推定可能であることを明らかにした。また、2 点識別法による脂質含量の官能評価の結果、3%と 9%は識別可能であることが明らかになった。

(5) 引用文献

- [1] 釧路水産試験場. 「一夜干し製造マニュアル Q&A (ホッケとシシャモ)」。10 (2010)
<http://www.fishexp.hro.or.jp/cont/kushiro/section/kakou/aqed1r00000002hw.html>
- [2] 岩本陸夫. 河野澄夫. 魚住純. 「近赤外分光法入門」。幸書房. 47 (1994)
- [3] 清川智之, 井岡久. “ポータブル型近赤外分光分析装置によるマアジ, アカムツ脂質含量の非破壊測定とその活用事例”. 島根水技セ研報. 1. 11-17 (2007)

宮崎亜希子 (網走水産試験場)

5.5 新食感のかまぼこ開発のためのすり身物性改善技術の確立

(1) 目的

ホッケすり身は、スケトウダラすり身に比べて、ゲル物性や色調などの品質が劣るため、魚肉ソーセージや揚げかまぼこなどの低級かまぼこへの利用が主体となっている。本研究では、ホッケすり身のゲル物性の改善による付加価値向上を目的に、道内で製造されているホッケ冷凍すり身の品質調査を実施した。ゲル物性改善では、原料の鮮度がゲル物性に与える影響について検討した。また、**通電加熱（ジュール加熱）***装置によるホッケ冷凍すり身の加熱条件について検討した。

(2) 方法

1) ホッケすり身の品質調査

北海道内の冷凍すり身工場で製造されたホッケ冷凍すり身（平成23～24年製造）を試料にして、加熱ゲル物性を冷凍すり身品質検査基準（水産庁）に準じて調べた。試料は-3℃保温庫で一晩保管して使用した。肉糊の調製は、スピードカッター（ナショナルMK-K75）を用いて、試料を5分間空すり後、すり身総重量に対して3%の食塩を添加し、塩ずりを2分間（すり上がり温度10℃以下）行った。なお、肉糊のたんぱく質濃度は加水により13%に調整した。

得られた肉糊は、折り径φ48mmのポリ塩化ビニリデンフィルムチューブに充填し、一部を90℃で30分間加熱して直加熱ゲルとした。また、残りを25℃恒温水槽中で6時間加温（坐り）後、90℃で30分間加熱して2段加熱ゲルとした。直加熱ゲル及び2段加熱ゲルはレオメーター（レオテック社製T2010J-CW）により、破断応力と破断凹みをそれぞれ測定した。

2) 原料鮮度によるゲル物性改善試験

2013年8月、北海道日本海沿岸の刺し網漁で漁獲されたホッケを試料として用いた。試験に供したホッケの体長は、29.5±0.4cm、体重は、405.5±21.4gであった。

試料はラウンドのまま5℃冷蔵庫で保管し、0, 1, 2, 3, 6日目に、4～6尾を無作為に選び、普通肉を採取した。普通肉はミートチョッパーで粉碎後、K値、Ca²⁺ATPase活性を測定した。また、3倍量の0.1M NaCl 20mMTris-HCl (pH7.5)を加え、3分間洗浄（水晒し）した後、遠心分離（コクサンH-122）を3000rpmで20分間行い、固液分離した肉に6% (w/w) ソルビトールと0.3% (w/w) ポリリン酸を加えてすり身を調製した。なお、すり身のたんぱく質濃度を170mg/g（ビューレット法測定）に加水して調整した。すり身は-25℃エアブラスト凍結後、真空包装して1週間程度

-25℃保管した後、加熱ゲル物性とたんぱく質組成を測定した。

K値は冷6%過塩素酸抽出液を中和後、永峰らの方法^[1]に準じて、核酸関連化合物をHPLCで定量して算出した。Ca²⁺ATPase活性の測定^[2]は、筋原繊維懸濁液を調製後、懸濁液に0.5M KCl, 5mM CaCl₂, 1mM ATP, 25mM Tris-maleate緩衝液 (pH7.0) の反応混液を加え、25℃で反応させ生成する無機リン酸を定量して比活性を測定した。

加熱ゲル物性の測定は、前述1)と同様に、-3℃保温庫で一晩保管したすり身を用い、直加熱ゲルと2段加熱ゲルをそれぞれ調製した後、破断応力と破断凹みを測定した。また、たんぱく質組成は、25℃加温中の肉糊の一部を採取し、8M尿素-2%メルカプトエタノール-2%SDS-20mMTrisHCl液 (pH7.5) で可溶化した後、3%ポリアクリルアミド/0.5%アガロースを支持体とするミニスラブゲルによる電気泳動により分析した。たんぱく質成分はCoomassie Brilliant Blue R250で染色して検出した。

3) 通電加熱によるゲル物性改善試験

試料は後志管内で製造されたホッケ冷凍すり身を用い、前述1)と同様に肉糊を調製した。なお、肉糊のたんぱく質濃度が14.5%と12%になるようにそれぞれ加水した。各肉糊は専用セロハンチューブ（折り径φ25mm）に充填後、通電加熱装置（株）フロンティアエンジニアリング社製、写真5-1-1)により、電圧140Vで通電加熱して加熱ゲルを調製した。通電加熱時間は、肉糊の中心温度が90℃に達してから3分間行った。なお、90℃で30分間ボイル加熱した加熱ゲルを対照とした。得られた加熱ゲルの破断応力と破断凹みをそれぞれ測定した。



写真5-5-1 通電加熱（ジュール加熱）装置

(3) 結果と考察

1) 市販ホッケ冷凍すり身の物性調査

北海道内で製造されているホッケ冷凍すり身の加

熱ゲルの破断応力と破断凹みを図5-5-1に示した。

破断応力は、直加熱ゲルでは148g~170g（平均値162g）であったが、2段加熱ゲルでは108g~161g（平均値130g）で、25°C加温（坐り）により破断応力は低下した。また、破断凹みについても、直加熱ゲルでは0.9cm~1.0cm（平均値0.9cm）であったが、2段加熱ゲルでは0.5cm~0.8cm（平均値0.7cm）に低下した。

これらの結果から、道内の冷凍すり身工場で生産されているホッケすり身には、ゲル物性に大きな差がないと思われた。また、スケトウダラすり身のような坐り効果*によるゲル物性の改善は期待できないと考えられた。

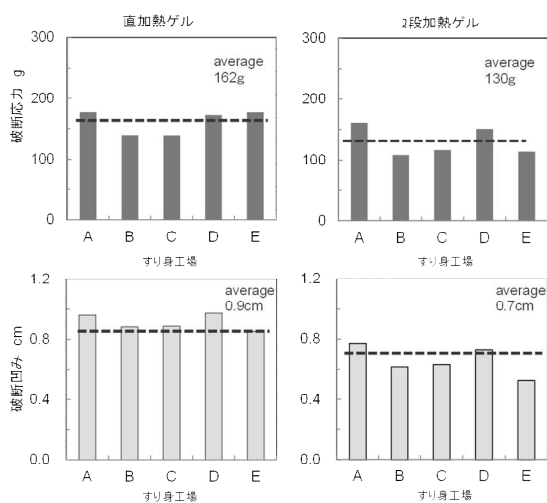


図5-5-1 ホッケすり身の破断応力と破断凹み

2) 原料鮮度によるゲル物性改善試験

ホッケの5°C保管によるK値の変化を図5-5-2に、核酸関連物質の変化を図5-5-3にそれぞれ示した。

5°C保管開始時のホッケのK値(n=3)は30%であったが、保管中に上昇し、3日目70%、6日目には78%にまで達した。K値は魚の鮮度指標として、刺身用は10~20%以下、すり身などの加工原料用では60%以下が目安とされているが、ホッケの場合、5°C保管では3日間程度が適切と考えられた。

5°C保管中のホッケの核酸関連物質の変化では、貯蔵開始時、すでにATPは1μmol/g以下まで減少し、IMPが25.3μmol/gで全体の61%を占めていた。IMPは5°C保管中に徐々に減少し、6日目には8.0μmol/g（全体の20.5%）となり、イノシン（HxR）が24.6μmol/g（同63%）を占めた。

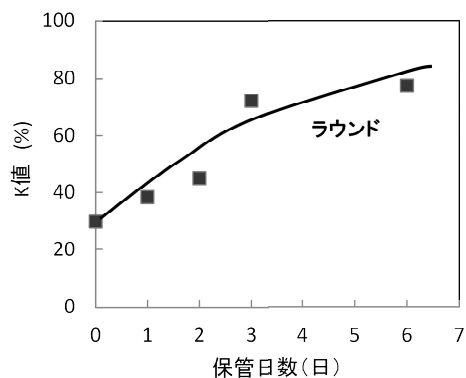


図5-5-2 5°C保管によるホッケのK値の変化

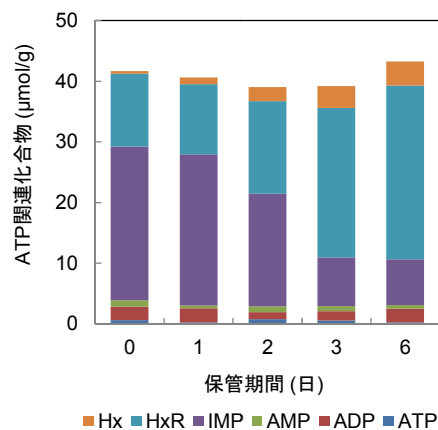


図5-5-3 5°C保管によるホッケの核酸関連物質の変化

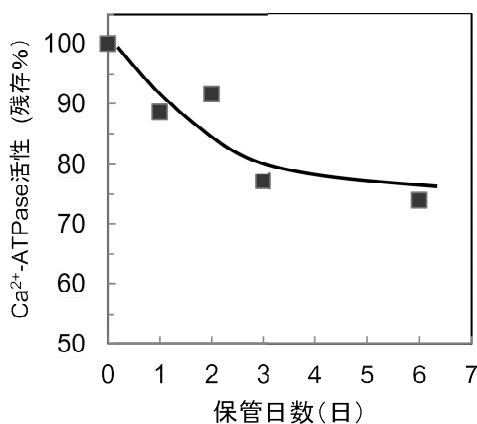


図5-5-4 5°C貯蔵中のホッケのCa²⁺-ATPase全活性（残存率）

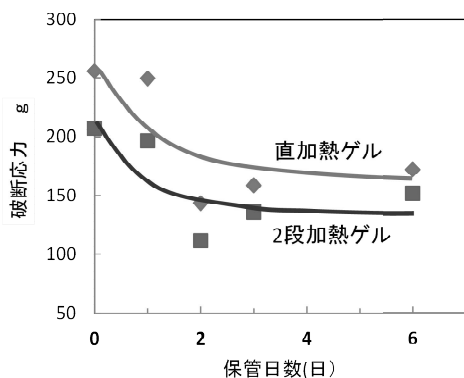


図5-5-5 5°C保管によるホッケすり身の破断応力の変化

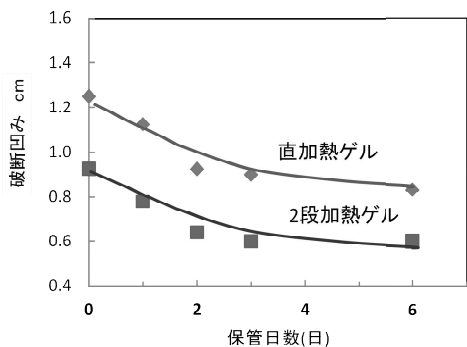


図5-5-6 5°C保管によるホッケすり身の破断凹みの変化

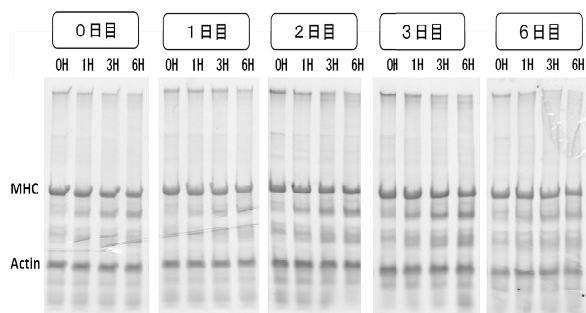


図5-5-7 5°C保管による25°C加温中の肉糊のたんぱく質組成の変化

5°C保管によるホッケのCa²⁺ATPase全活性(残存率)の変化を図5-5-4に示した。Ca²⁺ATPase全活性は、筋

原繊維たんぱく質の変性指標の1つとして、すり身の品質評価に活用されている。5°C保管開始時のCa²⁺ATPase全活性の値を100%とすると、その値は3日目には約80%まで減少したが、その後は緩やかに低下し、6日目においても開始時の約70%が残存していた。通常、魚肉中のたんぱく質成分は、K値の変化に比べて、比較的緩やかに変性が進行することが報告^[3]されており、ホッケについても同様の結果であった。

ホッケの5°C保管による加熱ゲルの破断応力と破断凹みの変化を図5-5-5、図5-5-6にそれぞれ示した。

漁獲当日の鮮度良好なホッケから調製したすり身の破断応力は、直加熱ゲルが250g、2段加熱ゲルが207gで、ホッケ冷凍すり身と同様に、坐り効果は認められなかった。

5°C保管中のホッケから調製したすり身の破断応力は、保管3日目までに直加熱ゲル及び2段加熱ゲル共に、保管開始時の約70%まで減少したが、その後は緩やかに低下した。これら加熱ゲル物性の変化は、Ca²⁺ATPase全活性(残存率)の変化とほぼ一致していた。また、破断凹みの変化についても、破断応力と同様な傾向であり、直加熱ゲルの破断凹みは、2段加熱ゲルに比べて、0.4cm~0.2cm高い値であった。

25°C加温中の肉糊のたんぱく質組成の変化を図5-5-7に示した。漁獲当日のすり身から調製した肉糊のたんぱく質組成は、加温0時間ではミオシン重鎖(MHC)とアクチン(Actin)の2つの大きなバンドが検出されたが、加温中にMHCバンドの下に、その分解物と考えられる新たなバンドが検出された。ホッケの5°C保管において、これら25°C加温による肉糊のたんぱく質組成に大きな変化は認められなかった。

これらの結果から、ホッケの原料鮮度はすり身のゲル物性に大きく影響することが明らかとなった。

3) 通電加熱によるゲル物性改善試験

ホッケ冷凍すり身の通電加熱による破断応力と破断凹みを図5-5-8、図5-5-9にそれぞれ示した。

通電加熱による加熱ゲル(たんぱく質濃度14.5%、以下Pro. 14.5%)の破断応力は364gで、ボイルに比べて、約1.5倍高い値であった。また、Pro. 12%の加熱ゲルにおいても通電加熱が約1.5倍高い値であった。なお、ホッケと同様、ゲル物性が低いオオナゴ冷凍すり身では、ボイルに比べて、破断応力が約2倍となり、魚種により通電加熱による物性改善効果に違いがあることが示唆された。また、破断凹みについても、破断応力と同様に、ボイルに比べて、通電加熱は高い値であった。

通電加熱は物質に直接電流を流すことで内部に発生する熱により加熱方法であり、かまぼこの製造では、通常のボイルに比べて、品温上昇が速く、すり身に含まれるたんぱく質分解酵素の失活も速いため、かまぼこの物性改善に有効であることが報告されている^[4]。ホッケすり身についても、通電加熱はゲル物性改善に有効であることがわかった。

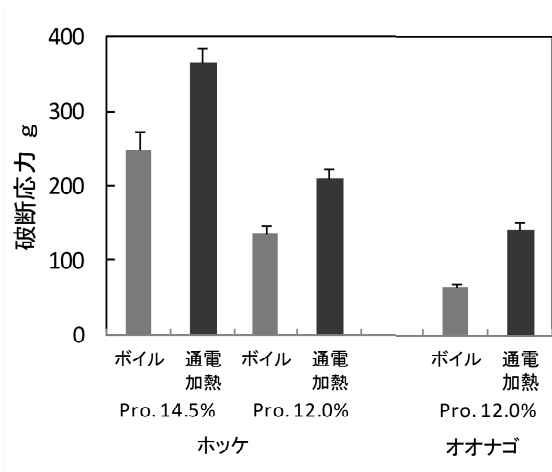


図5-5-8 ホッケすり身の通電加熱による破断応力

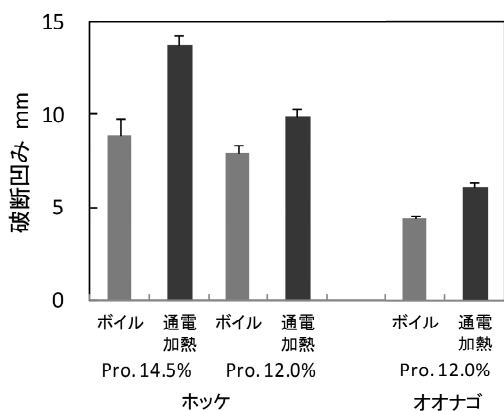


図5-5-9 ホッケすり身の通電加熱による破断凹み

(4) 要約

道内で製造されるホッケ冷凍すり身のゲル物性には大きな差がなく、坐り効果は認められなかった。

原料鮮度はホッケすり身のゲル物性に大きく影響し、漁獲当日のホッケから調製したすり身はゲル物性が最も高いことがわかった。また、通電加熱はボイル加熱に比べて、加熱ゲルの破断応力が約1.5倍に増加し、ホッケすり身の物性改善に有効であった。

(5) 引用文献

- [1] 永峰文洋, 福田裕, 石川哲. "高速液体クロマトグラフィーによるK値の測定" 青森県水産物加工研究所報告. 111 (1986)
- [2] 今野久仁彦, 上田陽一. "加熱に伴うコイ筋原繊維Mg-ATPase活性の上昇" 日本水産学会誌. 55(8), 1457 (1989)
- [3] 小関聡美ら. "魚介類の死後硬直と鮮度 (K値) の変化" 東海大学紀要海洋学部. 4(2)31 (2006)
- [4] 山澤正勝, 関伸夫, 福田裕. 「かまぼこ」. 恒星社厚生閣. 211 (2003)

菅原玲, 蛭谷幸司 (中央水産試験場)

5.6 ホエイを活用したホッケのにおい低減技術の開発

(1) 目的

ホッケは独特なにおい（ホッケ臭）があることが知られ、消費者から敬遠される1つの要因になっており、ホッケ臭を除去（消去）あるいは低減する加工技術の開発が求められている。

水産物のにおい成分の分析は主に人の官能的評価に頼って来たが、固相微量抽出（SPME）法がにおい成分の抽出・濃縮法として普及したことにより、SPMEとガスクロマトグラフ/質量分析（GC/MS）の併用による分析がサケ、イワシ、サンマ等の水産物のにおい（揮発性）成分においても行われるようになった^{[1][2]}。

北海道内には小規模なチーズ工房が100程度存在し、それぞれ独自のチーズを生産している。チーズの製造過程で生じるチーズホエイはタンパク質に富み、乳酸菌も生きていることから変敗しやすい。しかし、ホエイにはラクトースやβ-ラクトグロブリン、α-ラクトアルブミンなどが豊富に含まれており、におい成分のマスクングや脂質の酸化抑制^{[3][4]}などの機能が期待される。

本研究ではチーズホエイのマスクングと脂質の酸化抑制機能を活用して、ホッケの特有なにおいを低減する加工法を開発することを目的として、ホエイ浸漬ホッケフィレの試作と試作品の化学分析、GC/MS分析および官能評価を行い、チーズホエイのにおい低減メカニズムの解明とその至適な加工条件を検討した。

(2) 材料と方法

1) チーズホエイ浸漬ホッケフィレの調製

ホッケは2013年6月24日に古平町で水揚げされたホッケ（体長28.8±1.0cm、体重385±15g）の鱗を取り除き3枚卸しを行い、皮付きフィレを調製した。チーズホエイを添加した5%塩水に皮付きフィレを4℃で24時間浸漬した後、除湿乾燥機で18℃、3時間乾燥し、ホエイ浸漬ホッケフィレを試作し、各種分析の試料とした。

2) ホッケフィレの揮発性成分の分析

ホッケフィレ筋肉をナイフで細切し、スクリュウキャップ付きバイアルに3gを入れ、内部標準であるシクロヘキサノール(101μg/mL)溶液50μLを添加し、窒素ガスで30秒間置換した。試料を封入したバイアルを40℃で20分間予備加温した後に固相マイクロ抽出ファイバー（SPMEファイバー：85μm CarboxenTM/PDMS）で、揮発性成分を40℃で30分間抽出し、GC/MSに供して分析を行った。GC/MS分析は

GCMS-QP2010（島津製作所、京都）で行った。カラムはDB-WAX(30m×0.25mm I.D., 膜厚0.25μm, J&W Scientific)を用い、注入口温度は250℃、カラム温度は40℃を5分間保持し、その後200℃まで3℃/minで昇温して分析を行った。検出された各成分はマススペクトルデータベース（NIST）との比較により同定した。

3) ホッケフィレの脂質酸化物の測定

ホッケフィレに含まれる脂質酸化物はチオバルビツール酸（TBA）法^[5]で行った。すなわち、ホッケフィレ筋肉2gに蒸留水8mLを加え、ポリトロン(10,000rpm, 1分間)でホモジナイズし、蒸留水で20mLにメスアップした。メスアップしたホモジネート1mLにTBA溶液2mL加え、100℃で15分間加熱し、冷却後に遠心分離を行って上清の吸光値(532nm)を測定して、チオバルビツール酸反応生成物(TBARS)量を脂質酸化物量として算出した。

4) ホッケフィレの遊離アミノ酸組成の分析

ホッケフィレの遊離アミノ酸は日立アミノ酸自動分析計L-8900により、日立カスタマイオン交換樹脂(4.6mm I.D.×60mm)を用い、生体成分分析法に準じて測定した。

5) チーズホエイ浸漬ホッケフィレ製造の試作実証試験

チーズホエイ浸漬ホッケフィレの試作実証試験を(有)釧路フィッシュ(釧路市)の工場で行った。余市町で2014年10月13日に水揚げされたホッケ(体長28.1±1.0cm, 体重364±29g)を氷の敷いた発泡スチロールに入れ、釧路市に輸送し、氷温保存した後、鱗を取り除き3枚卸しを行い、皮付きフィレを調製した。チーズホエイを添加した4%塩水に皮付きフィレを冷蔵で24時間浸漬した後、除湿乾燥機で25℃、4時間乾燥し、ホエイ浸漬ホッケフィレを試作した。

(3) 結果と考察

1) ホッケフィレの揮発性成分の分析

揮発性成分のGC/MSによる分析結果を図5-6-1および表5-6-1に示す。塩水およびホエイに浸漬したホッケには揮発性成分であるアルデヒド類(ヘキサナールなど7成分)、アルコール類(1-ペンテン-3-オールなど4成分)、ケトン類(2-プロパノンなど5成分)、含硫化合物(二硫化炭素、ジメチルスルフィド)、2,6,10,14-テトラメチルヘキサデカンが含まれていた。このうち、ケトン類の2-ブタノン、2,3-ブタンジオン、3-ヒドロキシ-2-ブタノンは、ホエイ浸漬ホッケで顕著に大きなピークとして検出された。この3種類のケトン類はチーズホエイの主要な揮発

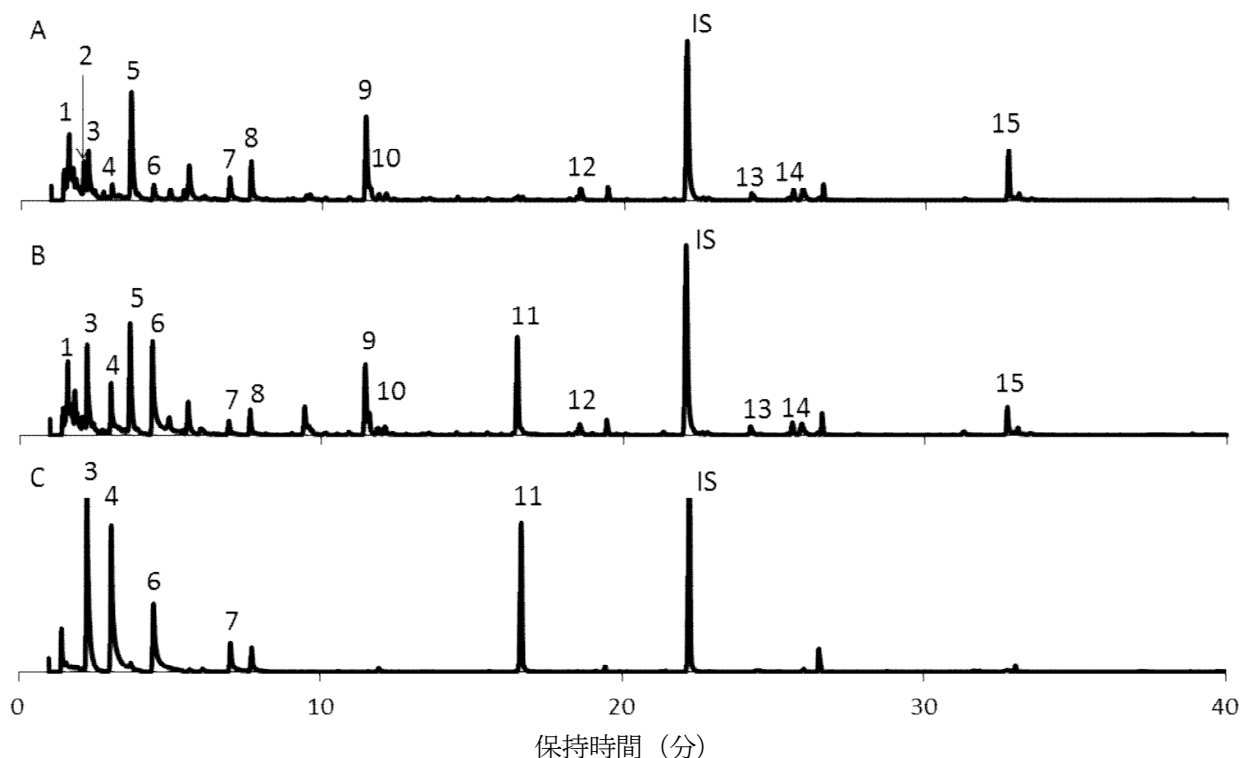


図5-6-1 揮発性成分のトータルイオンカレント (TIC) クロマトグラム

A: 塩水浸漬ホッケ B: ホエイ浸漬ホッケ C: チーズホエイ

表 5-6-1 試作したホッケの主な揮発性成分

化合物名	ピーク番号	保持時間 (分)
アルデヒド		
プロパナール	2	2.09
ヘキサナール	8	7.63
ヘプタナール	10	11.87
アルコール		
エタノール	5	3.66
1-ペンテン-3-オール	9	11.44
2-ペンテン-1-オール	12	18.54
1-オクテン-3-オール	13	24.21
5z-オクタ-1,5-ジエン-3-オール	14	25.59
ケトン		
2-プロパノン	3	2.24
2-ブタンオン	4	3.02
2,3-ブタンジオン	6	4.40
2,3-ペンタンジオン	7	6.92
3-ヒドロキシ-2-ブタンオン	11	16.46
その他		
二硫化炭素	1	1.83
2,6,10,14-テトラメチル-ヘプタデカン	15	32.72

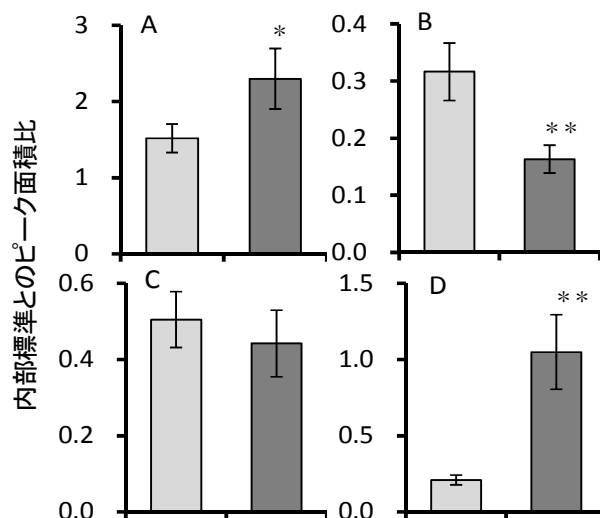


図 5-6-2 ホッケフィレの各揮発性成分量の比較

□ 塩水浸漬ホッケ ■ ホエイ浸漬ホッケ

A: 全揮発性成分

B: 全アルデヒド類

C: 全アルコール類

D: 全ケトン類

*: $P < 0.05$ で有意差あり **: $P < 0.01$ で有意差あり

性成分であり、チーズホエイに由来するものと考えられた。

GC/MS 分析のトータルイオンカレントから定量的に揮発性成分量を比較した結果を図 5-6-2 に示す。全揮発成分量は、ホエイ浸漬ホッケが塩水浸漬ホッケよりも高い値を示した。各成分別に比較すると、

アルデヒド類では、ホエイ浸漬ホッケが塩水浸漬ホッケの約 1/2 と有意に低い値を示した。アルデヒド類の主成分であったプロパナールやヘキサナールも同様に低い値を示した。アルコール類はホエイ浸漬ホッケが塩水浸漬ホッケよりもやや低い値を示したが有意差は認められなかった。アルコール類の主成

分の1-ペンテン-3-オールも同様の結果であった。

ケトン類ではホエイ浸漬ホッケは塩水浸漬ホッケの約5倍の高い値を示した。ホエイ浸漬ホッケのケトン類の主成分は、2,3-ブタジオン、3-ヒドロキシ-2-ブタノンであるが、塩水浸漬ホッケにはほとんど含まれていなかった。その他の成分では、2,6,10,14-テトラメチルヘプタデカンが、ホエイ浸漬ホッケでは塩水浸漬ホッケより低い値を示したが、含硫化合物の二硫化炭素、ジメチルスルフィドではほとんど違いが見られなかった。

2) ホッケフィレの脂質酸化物 (TBARS) 量

ホッケ筋肉中に含まれる TBARS 量を測定した結果を図 5-6-3 に示す。ホエイ浸漬ホッケの TBARS 量は塩水浸漬ホッケよりも有意に低い値を示した。

水産物に含まれる揮発性成分には、アミン類やアルデヒド類、アルコール類、含硫化合物など様々な成分が混在している^[6]。特にアルデヒド類はイワシやサバなどの不快な成分であり、魚に含まれる不飽和脂肪酸の酸化により生成すると報告されている^{[7][8][9]}。一方、チーズホエイに含まれている乳由来のタンパク質には、抗酸化作用を持つことや脂質酸化を促進する鉄イオンと結合する作用があることが知られている^[10]。チーズホエイのリノール酸に対する抗酸化作用を調べたところ、アスコルビン酸やトコフェロールと同等の抗酸化作用を示した (データ未掲載)。また、試作したホッケ筋肉の TBARS 量は塩水浸漬ホッケよりホエイ浸漬ホッケの方が少なかった。TBARS 量は脂質酸化の最終過程で生じるアルデヒドの量を表しており、酸化の程度を示す指標とされている。チーズホエイに浸漬することによってホッケの脂質酸化を抑制し、アルデヒド類の生成が抑えられることが明らかになった。

また、ホエイ浸漬ホッケには、チーズホエイ由来のケトン類である 2,3-ブタンジオンや 3-ヒドロキシ-2-ブタノンなどの成分が含まれていた。これらの

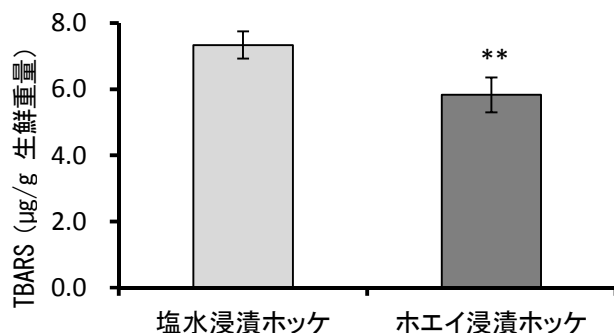


図 5-6-3 ホッケ筋肉中のチオバルビツール酸反応生成物 (TBARS) 量

** : $P < 0.01$ で有意差あり

成分はバター臭やチーズ臭など乳製品特有のにおいを持つことから、これらの成分が加わるにより、ホッケの持つにおい成分が相対的に希釈されて隠蔽 (マスキング) され、ホッケ特有のにおいが感じられなくなると考えられた。

3) ホッケフィレの遊離アミノ酸組成

ホッケ筋肉中の遊離アミノ酸含有量を図 5-6-4 に示す。総遊離アミノ酸含有量は、塩水浸漬ホッケで生鮮重量 1g あたり 4.27 mg に対して、ホエイ浸漬ホッケでは 5.00 mg とやや多かった。味覚に關与するアミノ酸を比較すると、甘みを示すアミノ酸では、アラニンが少なく、グリシンが多く、旨みを示すアミノ酸では、グルタミン酸が多く、アスパラギン酸が少く、一定の傾向は認められなかった。ホエイ浸漬によって、遊離アミノ酸含有量を増減させる効果は認められなかった。

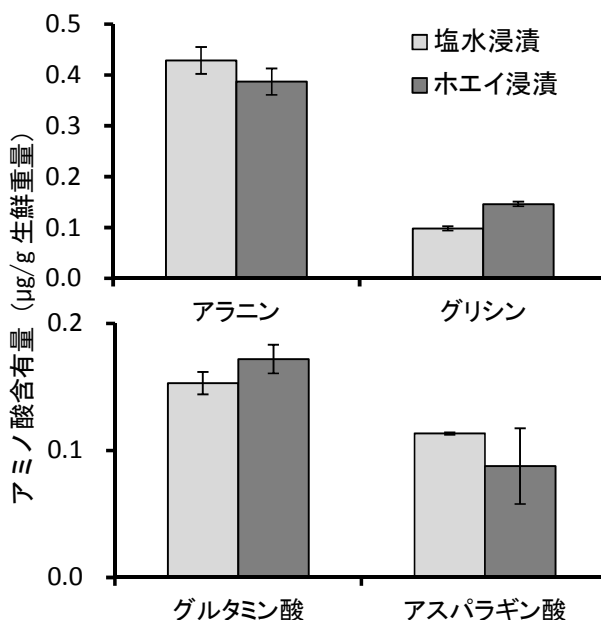


図 5-6-4 ホッケフィレの遊離アミノ酸量

4) チーズホエイ浸漬ホッケフィレ製造の試作実証試験

ホエイ浸漬ホッケフィレの製品化を想定し、(有)鉾路フィッシュの工場にて試作実証試験を行った。試作したチーズホエイ浸漬ホッケの外観は塩水浸漬ホッケとの違いは見られなかった (写真 5-6-1)。試作したホッケの揮発性成分を GC/MS 分析を行い定量的に比較した結果を図 5-6-5 に示す。ホエイ浸漬ホッケは、塩水浸漬ホッケに比べ、ケトン類が有意に多い値を示した。また、有意差は認められなかったが、全におい成分が多く、アルデヒド量は少ない傾向を示し、実験室での試作品の分析結果と同じ傾向であった。



写真 5-6-1 試作実証試験で試作したホッケ
A: 塩水浸漬ホッケ B: ホエイ浸漬ホッケ

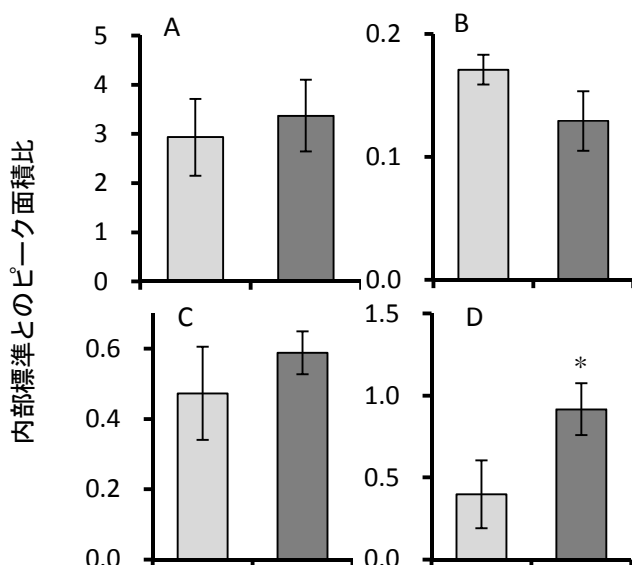


図 5-6-5 試作実証試験で試作したホッケの各揮発性成分量の比較

□ 塩水浸漬ホッケ ■ ホエイ浸漬ホッケ
A: 全揮発性成分 B: 全アルデヒド類
C: 全アルコール類 D: 全ケトン類

*: $P < 0.05$ で有意差あり

総遊離アミノ酸含有量は塩水浸漬ホッケが 3.63 mg/g に対して、ホエイ浸漬ホッケが 2.98 mg/g とやや少なかったが、有意な差は認められなかった。

(有) 釧路フィッシュでの試作実証試験においても、チーズホエイ浸漬ホッケは塩水浸漬ホッケとは異なる風味を持つことが示され、協力企業である(有) 釧路フィッシュでは製品化を検討中である。

(4) 要約

チーズホエイのマス킹と脂質の酸化抑制機能を活用して、ホッケの特有なにおいを低減する加工法を開発することを目的として、チーズホエイのにおい低減メカニズムの解明とその至適な加工条件を検討した。その結果、チーズホエイに浸漬すること

によって、脂質酸化により生成するアルデヒド類が減少し、チーズホエイ由来のケトン類は増加することが明らかになった。また、協力企業によるホエイ浸漬ホッケフィレの試作実証試験を行ったところ、実験室レベルでの試作品と同様にアルデヒド類の減少とケトン類の増加が認められ、風味を改善したホッケフィレ加工品の製品化が期待された。

(5) 引用文献

- [1] M. A. Mansur, A. Bhadra, H. Takamura and T. Matoba. "Volatile flavor compounds of some sea fish and prawn species". Fisheries Science. 69. 864-866 (2003)
- [2] N. Ganeko, M. Shoda, L. Hirohata, A. Bhadra, T. Ishida, H. Matsuda, H. Takamura and T. Matoba. "Analysis of volatile flavor compounds of sardine (*sardinops melanostica*) by solid phase microextraction". J. Food Sci. 73. 83-88 (2008)
- [3] L. M. Tong, S. Sasaki, D. J. McClements and E. A. Decker. "Mechanisms of the antioxidant activity of a high molecular weight fraction of whey". J. Agric. Food Chem. 48. 1473-1478 (2000)
- [4] L. M. Tong, S. Sasaki, D. J. McClements and E. A. Decker. "Antioxidant activity of whey in a salmon oil emulsion". J. Food Chem. 65. 1325-1329 (2000)
- [5] R. E. McDonald and H. O. Hultin. "Some Characteristics of the Enzymatic Lipid Peroxidation System in the Microsomal Fraction of Flounder Skeletal Muscle". J. Food Sci. 52. 15-21 (1987)
- [6] 大島敏明. "水産物のにおい". 「最新 水産ハンドブック」. 講談社. 391-395 (2012)
- [7] 野中道夫, 平田史生, 佐伯宏樹, 中村誠, 笹本泰彦. "マイワシから製造した高栄養魚肉食品素材より発生する揮発性カルボニル化合物". 日水誌. 56. 1. 67-72 (1990)
- [8] 徳永俊夫, 飯田遥, 中村弘二, 太田佳子. "氷蔵および水氷貯蔵中のサバ肉揮発性成分の変化". 東海水研報. 104. 67-75 (1981)
- [9] 平塚聖一, 青島秀治, 小泉鏡子, 加藤登. "カツオ血合肉の貯蔵中における揮発性成分の変化". 日水誌. 77. 6. 1089-1094 (2011)
- [10] 今井哲哉. "ホエータンパク質の健康機能と利用". Milk Science. 55. 4. 227-235 (2007)

佐々木茂文, 田中彰 (食品加工研究センター)

第6章 道総研フードイノベーション戦略

本章では、これまで各章で論じられてきた技術や商品の開発が、本道食産業にとってどのような貢献となり、また、今後どのような役割を担い発展させていくべきかについて技術開発側の視点ではなく、成果の受け手である実需者、消費者側からの視点に立って、本研究での商品、技術開発研究の成果を総括することを試みた。

6.1 食のイノベーションとは

本戦略研究では、単なる食品製造のための技術開発をゴールとせず、さらにその技術を応用し、道産食品の優れた品質や機能性を消費者に伝える「商品」として市場に流通させることを重要な目的とした。

そのため本研究では、導入しようとする技術を実社会の食品製造・流通の中に矛盾なく取り込み、しっかりと機能させることが求められる。

このことは、道総研と企業のコラボレーションにより、既存のフードチェーン上で何らかのイノベーションを実現することに他ならない。

経済学者シュムペーター^[1]によれば、経済におけるイノベーションとは、生産物や生産方法等の新たな結合により次の5つの現象—①消費者の間でまだ知られていない製品・サービス等の生産、②新しい生産方法の導入、③新しい販路の開拓、④原料等の新しい供給源の獲得、⑤新組織の実現による独占的

地位の形成あるいは打破—のいずれかを起こすこととされている。また、消費者の要望に合わせて製品等が生み出されるのではなく、新しい欲望が生産の側から消費者側に教え込まれる形を取る点がイノベーションの特徴の一つとされている

食の分野においても、原料生産から加工・製品化、流通・販売といったフードチェーン上のあらゆる段階で、さまざまなイノベーションがこれまでに実践されてきた。例えば原料生産の段階では、大幅な食味向上を実現した米の新品種「ゆめぴりか」の開発^[2]や、季節や天候に左右されずに農産物を計画的かつ安定的に生産・供給できる新たな食料生産システムである植物工場^[3]などがある。加工・製品化段階のイノベーションとしては、古くは板海苔のように成形・乾燥させることで味・香り・色艶・食感を高め、寿司・おにぎり等に欠かすことのできない身近な食材となった例^[4]や、サプリメントに代表される健康食品のように、不足した栄養成分を補給したり健康を維持したりする目的で手軽に摂取できる食品の例^[5]などがある。流通・販売段階では、冷凍・冷蔵技術を生かした生鮮食品の宅配サービスの登場により、日本中のあらゆる食品を誰もが容易に入手できるようになった例などがある^[6]。

こうした食のイノベーションの例を整理したものを図6-1-1に示す。いずれのイノベーションも、最



図6-1-1 食のイノベーションの例

最終的には食べる人や使う人に歓迎される、新しい本質的な価値を提供できる食品やサービスを生み出すことで、新市場の創出や既存市場におけるシェア獲得を実現し、結果として少くない所得や雇用の創出につながったものと推測される。

戦略研究における個々の研究テーマでは、単なる研究成果の導出にとどまらず、道内の食関連企業等における、それらの成果を活用した食品・サービスの開発および事業化までを積極的に支援することで、食のイノベーション実現を目指す。

6.2 共通研究コンセプト&ストーリー「道総研フードイノベーション」

これまでの当機構における研究開発では、例えば「生産性の向上」や「機能性の向上」などのように、既存の価値軸上に目標を定め、それを実現するための新たな技術シーズの開発等を先行して行い、成果導出の目処が付いた段階で、具体的にどのような企業におけるどのような事業化に貢献できるかといった成果移転方法を検討し始めるケースも多くあった。しかし、今回の戦略研究ではそうした従来型の研究開発ではなく、新しい本質的な顧客価値の創出を起

こだわりやイメージだけではなく科学的根拠を基本にしたブランド力の向上を目指した。そして、これら一連の研究開発活動を「道総研フードイノベーション」と呼ぶこととした。

また、個々の研究のコンセプトは図 6-2-1 に示す三つの視点で絶えずチェックし、食のイノベーション実現に向けて随時軌道修正を行った。

①顧客価値創造：

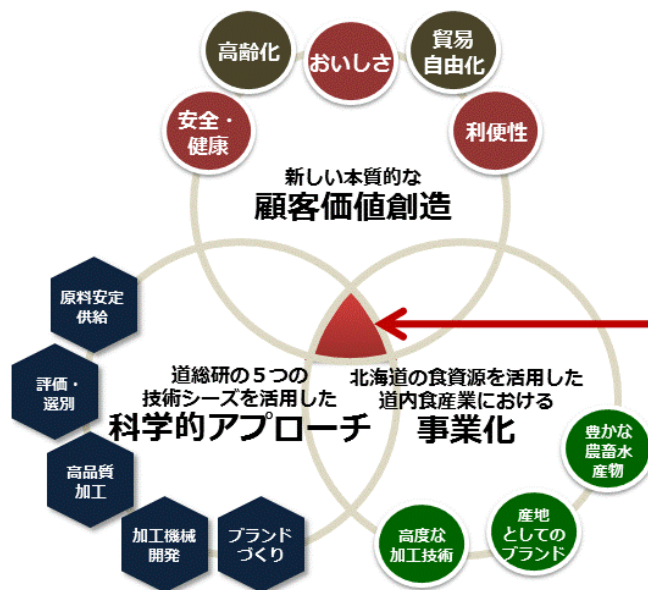
高齢化などのトレンド（今後必ず来る波）を捉えており、安全・健康・おいしさ・便利さなど、食べる人や使う人にとって新しい本質的な価値を生み出せる研究であるか。

②科学的アプローチ：

道総研が持つ5つの主要な技術シーズを効果的に組み合わせた科学的アプローチの徹底により、道産食資源の価値を大きく拡大させる研究であるか。

③事業化：

道内企業等における道産食資源を活用した製品開発など、具体的な事業化に結びつく研究であり、新市場の創造や既存市場のシェア獲得が期待できるか。



【道総研フードイノベーション】
道総研の持つ5つの技術シーズを活用した科学的アプローチにより、新しい本質的な顧客価値を創造し、道内食産業における事業化を通じて、道産原料の価値を最大化する研究・開発活動。

図 6-2-1 道総研フードイノベーション研究

点として、研究成果を活用した食品・サービスの開発および事業化の支援まで行うことで、道産原料を始めとする食資源の価値を最大化するための研究開発に取り組んだ。また、その中では道総研の強みである5つの技術（原料の安定供給技術、評価・選別技術、高品質加工技術、加工機械開発技術、ブランドづくり）を生かした科学的アプローチを徹底し、

6.3 本研究で取り組んだ「食のイノベーション」

本研究では、当初に設定した4つの小課題（豆類関係、馬鈴しょ関係、小麦関係、ホッケ関係）の中で、7種類の原料素材について、協力企業と連携しながら13の品目について商品化に向けた検討を行った（図 6-3-1）。

また、商品設計、品種や導入する技術の選択に当たっては、それぞれの原料品目について、現状での流通消費量や価格、主用途の特徴、市場でのシェア競合構造などを総合的に勘案し、表 6-3-1 に示した4つの商品化戦略を設定し、これらに対応した商品開発に取り組んだ。

この結果、8種類、11アイテムの新規食品が開発され商品化されるとともに、その開発過程においては、道総研技術シーズを実際のフードチェーンに適用した様々なイノベーションを産み出すことができた。

本節では商品化に至った原料品目毎に、その開発過程で実現したイノベーションの内容について概括する。

【大豆】

大豆の国内消費量は932万t(製油用は除く食用、H24)であるが、国産シェアは約25%(道産シェアは6.4ポイント)に留まっていることから、主な商品化戦略としては、①シェア拡大(輸入、府県製品との差別化)をターゲットとした製品開発に取り組んだ。

まず原料生産段階では、道総研が開発した高イソフラボン品種「ゆきぴりか」を選択するとともに、原料大豆のイソフラボン含量を非破壊評価し、ロット選別できる技術の開発により、「従来にない高イソフラボン含量の大豆供給を可能にするイノベーション」が実現できた。

次に加工・製品化段階では、大豆に含まれるイソフラボンの消化吸収率を、従来よりも効率的に高める味噌製造技術や、製造工程で分解するイソフラボンを最小限に抑えるきな粉焙煎技術を開発し、従来品に比較して、「イソフラボンが豊富な加工製品を製

造可能にするイノベーション」を実現した。

最終的に上記のイノベーションを活用し、類似製品との明確な差別化と北海道産の優位性を活かし、市場でのシェア拡大が期待できる味噌2アイテムときな粉1アイテムが商品化された。

【小豆】

国内産小豆の消費量は9~12万tといわれ、多くが餡原料として消費されている。この内北海道産は、4~6割を占め、国内では絶対的なブランドが確立されている。しかし、近年は餡の消費が減少するとともに、価格の安い輸入加糖餡が増加し、北海道産小豆の需要が減少傾向である。そこで、本研究における商品化戦略としては、道産小豆を活用した新たな商品展開による②ブランド力強化をターゲット戦略として製品開発に望んだ。

原料生産段階で、道総研が開発した大粒小豆品種「きたろまん」を選択するとともに、原料小豆を電光選別装置を用い、風味・食感やポリフェノール含量の異なる原料を選別可能な技術を開発することにより、「商品コンセプトに合わせて最適な原料選別・供給を可能にするイノベーション」が実現できた。

加工・製品化段階では、連携企業と共同で、選別された小豆原料による試作品の食味評価を繰り返し、「きたろまん」の特徴的な粒感を全面的に活かした、新しいタイプの小豆スイーツを製品化することができた。

この結果、従来の餡製品とは異なる新しいタイプの小豆スイーツ2アイテムが商品化され、従来の北海道産小豆のブランドを新たな方向に拡大するとともに、輸入餡製品との明確な差別化によるシェア拡大も期待される。

表 6-3-1 原料品目の流通状況に対応した4つの商品化戦略

商品化戦略分類	内 容
①シェア拡大	市場流通量が多く、現状北海道産シェアの低い食材を対象とし、輸入や府県産品に対する優位性や区別性を打ち出すことにより既存市場でのシェアの拡大を目指す戦略
②ブランド強化	既に市場で「北海道産」のブランドが確立している品目を対象とし、新たな消費場面展開による流通量の拡大を図る戦略
③流通改革	加工度の低い原料移出の比率が高いボリューム品目を対象として、流通形態変換、加工度向上により付加価値率向上と流通時空間の拡大を図る戦略
④新規価値提案	新規導入作物や新ジャンルの開発製品、価値基準の再提案により新たな市場創造を図る戦略

6. 道総研フードイノベーション戦略

小課題	原料品目	開発製品	フードチェーンにおけるイノベーション			商品名	商品化戦略
			原料生産	加工・製品化	流通・販売		
豆類	大豆	味噌	ゆきびりか+近赤外評価 (高イソフラボン)	アグリコン化率向上 (機能性向上)		 misoピリカ： 福山醸造（株）	①シェア拡大 (差別化)
		きな粉		イソフラボン残存製法 (機能性向上)		 ゆきびりかきな粉：（株）坂口製粉所	①シェア拡大 (差別化)
		大豆クリーム					
	小豆	スイーツ	きたろまん+光選別 (食感に合わせた原料選別)			 冷やしあずき きたろまん ：（株）もりもと	①シェア拡大 (差別化) ②ブランド力強化 (品目拡大)
蚕豆	サラダ豆	新金時 (難色落ち・皮切れ)					
馬鈴しょ	馬鈴しょ	チルドポテト	スノーマーチ (耐腐、浅い芽)	品種選択による低コスト・高歩留り加工 (生産性向上)		 スノーマーチのチルドポテト：JAきたみらい	①シェア拡大 (利便性向上) ③流通改革 (加工度向上)
		サンドイッチ				 スノーマーチポテトサラダサンド ：（株）サンドイッチ工房サンドリア札幌	①シェア拡大 (食味向上)
		コロッケ			サクサク感評価 (食味向上)		
小麦	小麦	パスタ	はるきらり	食感デザインのためのブレンド (食味向上)		 生パスタHokkaidoピチ：（株）サツポ口麺匠	①シェア拡大 (食味向上) ④新規価値提案 (新ジャンル)
		過熱水蒸気パン		短時間焼成 (生産性向上)			
	りんご	レトルトパウチ	ハックナイン	無添加加熱殺菌法 (食味向上)	生鮮品質を維持して常温流通 (利便性向上)	 素のままりんごコンポート	①シェア拡大 (差別化・食味向上) ③流通改革 (加工度・保鮮向上) ④新規価値提案 (新ジャンル)
ホッケ	ホッケ	フィレ		血合い除去装置 (食味向上)		 ホッケフライ：（有）丸藤水産	②ブランド力強化 (消費拡大)
				ホエー漬け臭み除去 (食味向上)		ホエーホッケ：	
		一夜干し			脂のり非破壊評価 (食味向上)		

図 6-3-1 戦略研究による「食のイノベーション」

【馬鈴しょ】

馬鈴しょの国内消費量は約 232 万 t (粗食料用) で、北海道産は 83% のシェアを独占している。しかし、生食用馬鈴しょのほとんどは、生いもの形態で道外移出されており、大きな流通量を確保しているにも拘らず、道内付加価値率が低い品目の一つである。そこで、本研究における商品化戦略としては、流通段階での加工度を上げ、付加価値率を高めた形態での移出を拡大するための③流通改革をターゲット戦略とした製品開発に望んだ。

原料生産段階では、現行主力品種であるが病害(ジャガイモシストセンチュウ)に抵抗性がなく、今後の継続的な安定生産が危惧されている「男爵薯」に代えて、道総研が開発したセンチュウ抵抗性新品種「スノーマーチ」を選択することとした。「スノーマーチ」は病害に強いだけでなく、芽が浅いため加工適性に優れ、水煮による黒変も少なく色が良い特徴を有するため、これらの優位性を活かした流通加工形態としてチルドポテト(皮むき、芽取りした馬鈴しょの半加熱調理済み真空パック製品)を選択した。

チルドポテトの加工・製品化段階では、既存品種をスノーマーチに変更することにより皮むき、芽取り工程で大幅な省力と歩留りの向上が期待できる結果が示され、連携企業に対して「加工に適した品種を選択することにより、製造コストの大きな削減を可能にするイノベーション」を提示することができた。

この結果、「スノーマーチ」を原料としたチルドポテトが商品化されることとなり、原料移出に比較して、加工度と利便性を大きく向上させた流通形態の普及拡大に寄与することが期待される。

【小麦】

小麦の国内消費量は 600 万 t 以上であるが、国産シェアは 14% 程度である。特に、パン、中華麵等の強力粉用途では、自給率がわずかに 2% 程度と極めて低い状況であることから、本研究では道産硬質(強力粉用)小麦の特徴を活かし、既存市場での①シェア拡大(輸入品との差別化)をターゲット戦略とした製品開発に取り組んだ。

まず原料生産段階では、道総研が開発した、生産安定性に優れる小麦品種「はるきりり」を選択し、国産小麦での商品化事例が少ないパスタ製品の開発に取り組んだ。

次に加工・製品化段階では、道産小麦の独特の食感である「もちもち感」と「小麦の風味」を活かす

ことを目標コンセプトとして、ブレンド技術と連携企業独自の製法を組み合わせることにより「うどんでもない、スパゲティーでもない、道産小麦ならではの新しいジャンルのパスタ」を開発することができた。

この麺は、札幌市内のイタリアンレストラン(2店舗)で定番メニュー化されている。他のレストランでもその特性が高く評価され、今後輸入パスタに対する区別性でシェア拡大することが期待されるが、さらに、新しいジャンルの麺類として新たな食シーンへの拡大も期待できる。

【りんご】

全国のりんご生産量は約 65 万 t、北海道は全国第 8 位の生産地域であるにもかかわらずシェアはわずか 1.1% に過ぎない。全国的なブランド力もなく、大きなロットでの原料移出も難しいため、これまでには観光農園や生産地域周辺での旬の時期に合わせた生食出荷流通と、りんごジュースなど、あまり高単価が期待できない小規模加工品製造によりその生産を支えている現状にある。

そこで本研究では、高単価での出荷と通年流通が期待できる新規加工品による③流通改革をターゲット戦略とした製品開発に取り組んだ。

原料生産段階では、北海道産りんごの特徴である酸味の強さを差別化の特徴とするために、「ハックナイン」(道総研開発)と「ひめかみ」を選択し、品種本来の特性を全面的に活かした一次加工品の開発に取り組んだ。

加工・製品化段階では、果実の無添加レトルトパウチ製造技術の開発に取り組んだ。この結果、無添加でりんご本来の風味と食感を維持し、常温流通も可能な従来にない全く新しいタイプのりんご加工製品(呼称:「レアフル」)とその製造方法の発明発明に至った(果実を含む常温保存が可能な真空包装体及びその製造方法、特願 2014-221856)。

このイノベーションを活用し、3 社の連携企業が業務用アイテムを商品化した。また、「レアフル」を素材として、ケーキ、菓子類の商品化も広がっている。この新規加工製品は、③流通改革戦略に沿って加工度と保鮮性の向上を果たしたのみならず、その利便性や食味の良さが評価され、既存の缶詰市場(ほとんどが府県産)でも①シェアの拡大が期待できる。さらに、生食とも缶詰とも異なる独特の食感から、この加工品に合わせた新規の二次加工製品も生まれており、④新規価値提案戦略として新たな市場を創造に結びつくことも期待される。

【ホッケ】

ホッケの漁獲量は近年激減しているが、北海道を代表するブランド魚種の一つであることは間違いがない。しかし、近年魚自体の消費量が減少しており、それがホッケの消費減少とも密接であることから、本研究では、②ブランド力の強化として、既存の北海道ブランド力を維持したまま、食味や嗜好性の向上により流通量を拡大する戦略に取り組んだ。

加工・製品化段階において、特に若年世代の魚離れの原因といわれている「魚臭」を除去するために、「血合い除去装置の開発」と「ホエイ浸漬」という2方向からの技術開発に取り組み、「魚臭さを低減した魚フィレの製造法」というイノベーションを生み出した。

このイノベーションはホッケフライの商品化に応用され、学校給食食材で魚嫌いの小学生に大絶賛を受けた。今後同様の技術を他の魚種や他の製品に拡大することにより、魚消費全体の底上げを通じて北海道産魚種のブランド力強化に貢献することが期待される。

以上のように本節では、商品開発の過程で導入された技術・知見の効果が、既存のフードチェーン上に新たに加えた価値を「イノベーション」として捉え、俯瞰したが、本研究におけるこれらの成果は、今後「商品」あるいは「技術支援」の中に活かされ、道産食品の基本価値を社会に広げる一助になるものと期待できる。

6.4 今後の食産業研究に向けた課題と展望

本研究では、「研究は技術開発まで」という従来のスタンスを一步進め、「開発技術を活かした具体的商品開発まで」を目標として取り組んだ。

このような本格的な商品化研究は、道総研として初めての試みであったが、連携企業の協力の元、幸いにも複数の開発製品が商品化に至り、目標とした最初のステップを上がることはできたと考えている。

しかし、現状北海道の食産業、あるいはその基盤となる農林水産業が置かれている厳しい状況を鑑みると、本研究での成果は決して十分なものではなく、今後さらに大きな「道総研フードイノベーション」を加速・深化させ、北海道食産業の発展に貢献できる研究活動を展開することが求められている。

本節では、第1期で得られた成果の到達点を総括するとともに、研究を実践する中で明らかになった問題点を整理し、次期に続く食産業戦略研究に向けて考慮すべき課題を提示した。

6.4.1 マーケット・インの発想を徹底した技術導入戦略

第1期では、道総研が事前に設定した研究テーマ（選別技術など）の技術確立と、企業との共同製品開発を同時進行したが、個別製品の商品化の段階で、技術導入に伴う製造コストの上昇や商品コンセプトとの不一致が顕在化し、最終的な商品への技術導入が見送られる事例を経験した。

これは、食品製造現場の実態や開発品目の市場ニーズの把握が不十分な段階で、研究者サイドのシーズを優先して技術開発を進めたことに起因するミスマッチである。商品化研究においては、導入すべき技術の選択と開発のタイミングに留意する必要があることを教訓として学んだ。すなわち、技術導入に関しても「プロダクト・アウトからマーケット・イン*」への発想転換が求められる。

次期戦略研究では、商品化に向けたコンセプトづくり、連携企業の技術スキルや想定されるコスト構造、市場ニーズの分析などのビジネスモデルの構築を先行させ、それに連動しながら技術シーズの選定や具体的な研究計画を策定することが必要である。また、「技術と商品のミスマッチ」を常にチェックしながら検討を進められるPDCAサイクル*の課題検討システム作りが重要な課題である。

6.4.2 付加価値の向上から価値供給総量の増大へ

第1期で商品化を実現した12アイテムは、前節で整理したように、主に「原料生産段階」および「加工・製品化段階」でイノベーション技術が導入された結果、選択した道産原料の特徴が活かされるとともに、食味や機能性などの付加価値を高めた製品づくりに成功したと評価できる。そのため、他府県や輸入製品に対する競争優位性を発揮でき、既存市場でのシェア拡大効果が期待できる。

しかし、個別商品開発によるシェア拡大を、原料品目の増産や関連産業の活性化にまで発展させようとするのであれば、限定された市場内でのシェア拡大を超えて、市場規模自体を拡大する商品力が求められる。このためには、製品の付加価値向上（強度因子）による比較優位性の強化だけでは不十分であり、流通量の増大（容量因子）に視点を置いた技術イノベーションの導入が不可欠となる。前節で整理したように「流通・販売段階」に該当するこれらイノベーションの導入は、第1期には十分達成できなかった点の一つであり、今後に残された課題である。

次期戦略研究では、これら市場流通量の拡大につ

ながる要素技術である「保鮮流通」、「貯蔵性向上」、「利便性向上パッケージ」などに重点を置き、製品価値の向上に加え、さらに流通量の増大に配慮したイノベーションを意識することにより、社会に供給できる価値総量の増大を目標とした商品開発に取り組む事が期待される。

6.4.3 「ものづくり」から「新たな市場創成」へのステップアップ

第1期で商品開発のために連携した企業は、全てが食品加工企業であり、フードチェーンの前後に位置する原料生産者や流通販売企業との直接の連携を十分に進める事はできなかった。

前項で述べたように、製品価値の向上だけではなく、流通量の増大も組み合わせて、新たな市場拡大を目指すためには、生産から流通販売まで含めたフードチェーン全体の連携と、フードチェーン内での既存の収益構造をブレークスルーするためのイノベーションの導入が不可欠である。

次期戦略研究では、単に食品加工企業と連携した枠組み内での新規食品開発ではなく、原料生産地域・団体や商品流通・販売企業を含めた、フードチェーン全体の枠組みの中で、全てのプレイヤーがベネフィットを得られるようなしくみ、すなわち「技術を軸にした新しい食産業連携モデル」の提示を目標に据える必要がある。

そのためには、道総研内部の一般研究課題で実施している、農水産物の生産性向上研究や、道・地域自治体行政組織の経済的な事業課題などとも密接に連携しながら事業化のための連携体を形成できる仕組みづくりが課題である。

6.4.4 今後の食産業研究の方向性について

以上前項までに、次期戦略研究に向けた課題を3点にまとめて提示したが、さらにその先も含め、食産業戦略研究が目指すべき方向性について展望した。

北海道の食産業研究の方向性を検討する場合に、最も考慮すべき点は、他府県と比較して、特に結びつきが密接な農水産業との関係である。

竹林^[7]は、北海道農業の将来方向として、4つの課題を示している。第1は農業の持つ三つの価値(基本価値(生産力)、付加価値(競争力)、多面的価値(地域力))を最大限に発揮することによる「食料自給力の向上と食の総合産業の形成」である。第2は「食のバリューチェーンの強化」、第3は「農家戸数減少に対応した新しい地域営農システムの形成」、第4に「科学的根拠を基本にしたブランド力の向上」である。

また、山崎^[8]は北海道漁業における課題と対策として、経営対策、資源対策、国内消費対策、高齢者対策を上げている。

上記で述べられているように、北海道の一次産業

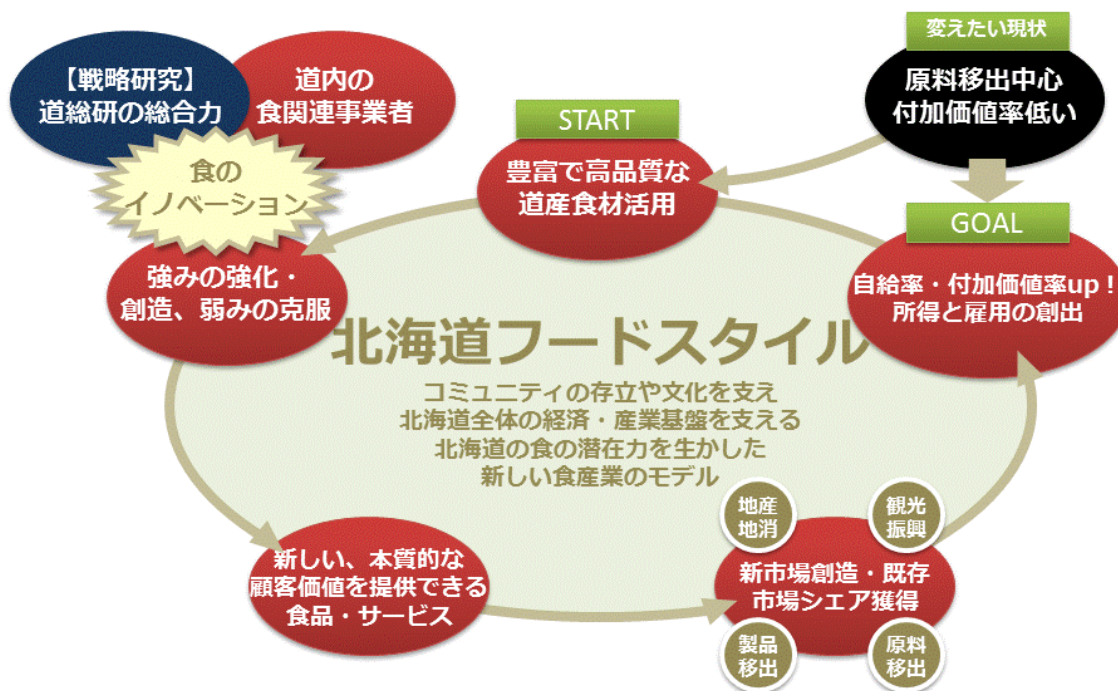


図 6-4-1 北海道フードスタイル

はそのまま地域コミュニティの存立と直結しており、一次産業と結びついた北海道食産業の衰退は直接的に地域の崩壊を意味する。そのため、道内各地域の食産業のあるべき形態は、単に経済効率性の議論のみから論じられるべきものではなく、地域ごとの一次産業の特性や社会的環境を考慮しながら議論されるべきものである。

広い地域に多様な一次産品が散在する北海道の地域生産構造は、例えば観光資源として、その食材の豊かさを強調する場合には有利かも知れないが、食料移出を中心とした経済合理性からみた場合には、食品関連工業の集積率は高まり難しく、物流の経済効率も低い不利な地域構造である。北海道の食品工業の付加価値率が低迷している背景には、これら北海道ならではの地域生産構造の影響も大きいと考えられる。

そのため、北海道全体として一つの食産業振興戦略に特化することは困難であり、前節で示した4つの商品化戦略と、食品販売の主な出口区分である①地産地消、②観光振興、③原料移出、④加工製品移出を自在に組み合わせながら、道内各地域の特性に合わせた食産業の振興戦略を選択する必要がある。

道総研の実施する戦略研究をこのような構図の中に組み込みこんだ考え方を「北海道フードスタイル」と名付けその位置づけを図6-4-1に示した。

このサイクルを循環させるための強力な原動力として描かれている商品、サービス、イノベーションを具体的に開発し続ける仕組みが戦略研究と道総研フードイノベーションである。

北海道食産業の将来像を正確に予測することは難しいが、現在の北海道の姿を前提とするのであれば、地産地消と観光振興を中心とする「多様な地域分散型食産業」と、原料および製品移出を中心とする「集約的大規模移出食産業」がそれぞれの地域において、明確な生き残り戦略として選択され、高度化・発展しながら、矛盾なく共存している姿がわれわれの目指す姿であり、道総研の食産業研究は常にその実現を支える存在であり続けること志向するものである。

引用文献

- [1] J. A. シュムペーター. 「経済発展の理論—企業者利潤・資本・信用・利子および景気の回転に関する一研究〈上〉」. 岩波文庫. 180-183. (1977)
- [2] 尾崎洋人. “平成20年に普及に移される新品種. 水稻新品種「上育453号」”. 北農75-2. 41 (2007)
- [3] 経済産業省・農林水産省 農商工連携研究会 植物工場ワーキンググループ. 「農商工連携研究会 植物工場ワーキンググループ報告書」. 1. (2009)
- [4] 公益財団法人日本栄養・健康食品協会ホームページ. 「健康な食生活のために」. <http://www.jhnfa.org/jhnfa2-0.html>
- [5] 全国海苔貝類漁業協同組合連合会ホームページ. 会長挨拶. <http://www.zennori.or.jp/greet.html>
- [6] ヤマト運輸(株) ホームページ. クール宅急便. <http://www.kuronekoyamato.co.jp/cool/cool.html>
- [7] 竹林孝. “北海道農業の現状と課題”. 「世界の食料事情と北海道の食産業について」. 公益財団法人はまなす財団. 62-71 (2014)
- [8] 山崎峰男. “北海道漁業の強みと弱み”. 「世界の食料事情と北海道の食産業について」. 公益財団法人はまなす財団. 72-87 (2014)

柳原哲司 (中央農業試験場)
日高青志 (工業試験場)

成果の公表

1. 全体に関わる成果

○口頭発表

- [1]中津智史, 中川良二, 小宮山誠一, 柳原哲司, 蛭谷幸司, 竹内 徹. “北海道の優れた食材を活かした食産業の活性化 成果発表”. 第2回 道総研オープンフォーラム. 講演資料集. 45-73 (2014. 11. 27) (内訳, ①戦略研究の紹介: 中津智史, ②道産豆類の機能性や特長を活かした食品開発: 中川良二, ③期待の馬鈴しょ品種「スノーマーチ」を活用した食品開発: 小宮山誠一, ④道産小麦が生み出す食感を活かした新たな食品開発: 柳原哲司, ⑤道産ホッケの美味しさ食べやすさを活かす食品開発: 蛭谷幸司, ⑥道総研フードイノベーション戦略: 竹内 徹)

○雑誌発行

- [1]北海道立総合研究機構. “たべ LABO”. 道総研の食のマガジン. 1-42 (2015)

2. 機能性に優れた豆類選別技術と加工製品の開発

○口頭発表

- [1]加藤 淳, 齋藤優介, 大橋 浩. “色彩選別機を用いたポリフェノール含量の異なるアズキの非破壊選別”. 日本食品科学工学会・第58回大会講演集. 51p (2011. 9. 9~9. 11)
- [2]小谷野茂和, 中道浩司, 中川良二, 黒崎英樹, 小宮山誠一, 柳原哲司, 加藤 淳. “近赤外分光法による大豆イソフラボンの非破壊評価法”. 日本食品科学工学会・2014年北海道支部会講演要旨集. 14p (2014. 3. 9)
- [3] 富沢ゆい子, 加藤 淳, 小宮山誠一, 森本吉徳, 松原範宜, 大橋 浩, 鎌田善樹. “色彩選別機により粒選別したアズキのポリフェノール含量と調理加工特性”. 日本食品科学工学会・第61回大会講演集. 77p (2014. 8. 28~8. 30)

○北海道農業試験会議

- [1]道総研中央農業試験場, 食品加工研究センター. “近赤外分光法による大豆イソフラボン含量の非破壊評価法”. 北海道農業試験会議資料. 1-11 (2014. 1)

○雑誌掲載

- [1]齋藤優介. “新規利用向け菜豆(赤インゲンマメ)の品質評価に関する研究”. 豆類時報 No. 72. 公益財団法人日本豆類協会. 9-15 (2013)

3. 加工適性に優れた馬鈴しょ選別技術と加工製品の開発

○口頭発表

- [1]梅田智里. “物理特性によるコロッケの食感評価”. 第48回冷凍食品技術研究会 (2014. 2. 4).
- [2]佐藤恵理, 小宮山誠一. “携帯型近赤外分光器による馬鈴しょ「スノーマーチ」のデンプン価非破壊評価法”. 日本食品科学工学会 2015年北海道支部大会. 講演要旨集 (2015. 2. 28)
- [3]梅田智里. “コロッケの『サクサク感』を客観的に評価する”. 平成26年食品加工研究センター研究成果発表会 (2014. 5. 15)

4. 道産素材の特性を活かした小麦加工技術および加工製品の開発

○口頭発表

- [1]阿部茂・山木一 史・田村吉史・阿部珠代・柳原哲司, “製パンの焼成工程における過熱水蒸気技術の応用”, 日本食品科学工学会第59回大会, 第59回大会要旨集, 127 (2012. 8. 29)
- [2]阿部茂・山木一 史・田村吉史・阿部珠代・柳原哲司, “製パンの焼成工程における過熱水蒸気技術の応用”, 平成23年度日本食品科学工学会北海道支部大会 (2013. 2. 18)
- [3]阿部茂・山木一史・田村吉史, “過熱水蒸気技術の製菓製パンへの応用~過熱水蒸気で食パンを焼いてみた~”, 2012国際食品工業展アカデミックプラザ2012, 研究発表要旨集 Vol. 19, 82-85 (2012. 6. 5)
- [4]小宮山誠一. “おいしさをとじ込めた常温長期保管可能なパウチ果実加工品”. 特許シーズ活用ビジネス交流会 2015. 2. 12. 札幌 (2015)

○雑誌掲載

- [1]阿部茂. “過熱水蒸気技術の製菓製パンへの応用”. 日本パン菓子新聞, (株)日本パン菓子新聞社, 第1763号, 34-35 (2012)

○特許

- [1]柳原哲司, 稲川裕, 小宮山誠一, 池永充伸. “果実を含む常温保存が可能な真空包装体及びその製造方法”. 特願 2014-221856 号 (2014)

5. 道産ホッケの用途に応じた安全・高品質化技術の開発

○論文

[1] 蛭谷幸司. “道産ホッケの高付加価値化について”. 北水試だより. 90. (投稿中). (2015)

○口頭発表

[1] 蛭谷幸司, 小玉裕幸, 北川雅彦, 今野久仁彦 (北大院水). “ホッケ筋原繊維の種々温度貯蔵中のミオシン, アクチン変性”. 平成 25 年度日本水産学会春季大会. 講演要旨集. 112 (2013)

[2] 蛭谷幸司, 菅原玲, 飯田訓之, 今野久仁彦 (北大院水). “ホッケ落とし身保存中のミオシン変性と架橋反応特性の変化”. 平成 25 年度日本水産学会秋季大会. 講演要旨集. 59 (2013)

[3] 蛭谷幸司, 菅原玲, 飯田訓之, 今野久仁彦 (北大院水). “道産ホッケの架橋反応特性に関する研究”. 平成 26 年度日本水産学会春季大会. 講演要旨集. 131 (2014)

[4] Kohji Ebitani, Akira Sugawara, Toshiyuki Iida and Kunihiko Konno. “ Myosin cross-linking reaction for Arabesque Greenling meat affected by freshness”. The 2nd EAFTA (East Asian Fish Technologist Association) shanghai . Abstract. 18 (2014)

[5] 麻生 真悟, 秋野 雅樹, 信太 茂春, 福士 暁彦, 木村 稔. “冷凍ホッケフィレの品質に及ぼす凍結時鮮度と凍結保管温度の影響” 2014 年度日本冷凍空調学会年次大会講演論文集. D141-1-3 (2014)

[6] 麻生 真悟, 秋野 雅樹, 信太 茂春, 福士 暁彦, 木村 稔. “冷凍ホッケフィレの品質に及ぼす凍結時鮮度と凍結保管温度の影響” 平成 26 年度水産利用関係研究開発推進会議利用加工技術部会研究会資料. 20-21 (2014)

[7] 浦池隆文, 多田達実, 鈴木慎一 ” ホッケの魚臭集中部位除去装置の開発”. 工業試験場成果発表会要旨集. 7 (2014)

[8] 田中彰, 佐々木茂文. “意外な食品素材が焼魚の魚臭さを抑える”. 平成 26 年食品加工研究センター研究成果発表会. (2014. 5. 15)

付表1 編集・執筆者一覧（所属・職名は平成27年3月現在）

プロジェクトリーダー

■竹内 徹(たけうちとおる)

農業研究本部 中央農業試験場
作物開発部長

【執筆項目】

はじめに

サブリーダー（編集担当者）

■中津智史(なかつさとし)

農業研究本部 北見農業試験場
研究部長

【執筆項目】

1. 研究構成

【編集項目】

成果の公表

付表1 編集・執筆者一覧

付表2 用語集

付表3 課題担当者一覧

サブリーダー

■蛭谷幸司(えびたにこうじ)

水産研究本部 中央水産試験場
加工利用部 加工利用G 研究主幹

【執筆項目】

5. まえがき・構成

5.3 道産ホッケの高品質なフィレ加工品の開発

5.5 新食感のかまぼこ開発のためのすり身物性改善
技術の確立

サブリーダー

■多田達実(ただたつみ)

産業技術研究本部 工業試験場
情報システム部 電子・機械システムG 研究主幹

【執筆項目】

5.2 皮むき・血合肉除去機構を用いた魚臭低減技術
の開発

■柳原哲司(やなぎはらてつじ)

農業研究本部 中央農業試験場
作物開発部 農産品質G 研究主幹

【執筆項目】

6. 北海道フードイノベーション戦略

■小宮山誠一(こみやませいいち)

農業研究本部 中央農業試験場
作物開発部 農産品質G 主査

【執筆項目】

3. まえがき・構成

3.1 光センサーによる「スノーマーチ」のデンプン
価非破壊選別技術3.2 「スノーマーチ」のチルドポテト加工適性評価
と製品化3.3 「スノーマーチ」のポテトサラダサンドイッチ
の開発

■阿部珠代(あべたまよ)

農業研究本部 中央農業試験場
作物開発部 農産品質G 研究主任

【執筆項目】

4. まえがき・構成

4.1 道産小麦品種の特性把握と麺の「もちもち感」
評価

4.2 新しい食感のパスタ「北海道ピチ」の開発

■中道浩司(なかみちこうじ)

農業研究本部 中央農業試験場
作物開発部 農産品質G 研究主任

【執筆項目】

2.1 選別技術の開発と利活用

■富沢ゆい子(とみざわゆいこ)

農業研究本部 中央農業試験場
作物開発部 農産品質G 研究主任

【執筆項目】

2.1 選別技術の開発と利活用

■佐藤恵理(さとうえり)

農業研究本部 中央農業試験場
作物開発部 農産品質G 研究職員

【執筆項目】

3.1 光センサーによる「スノーマーチ」のデンプン
価非破壊選別技術

■加藤淳(かとうじゅん)

農業研究本部 中央農業試験場
農業環境部長

【執筆項目】

3.1 光センサーによる「スノーマーチ」のデンプン
価非破壊選別技術

■稲川裕(いながわゆたか)

農業研究本部 上川農業試験場
研究部 地域技術G 研究主幹

【執筆項目】

4.3 道産果実の無添加コンポート素材開発

■佐藤仁(さとうひとし)

農業研究本部 十勝農業試験場
研究部 豆類G 主査

【執筆項目】

2.4 道産金時豆のサラダ豆用途適性の検討

■齋藤優介(さいとうゆうすけ)

農業研究本部 十勝農業試験場
研究部 豆類G 研究職員

【執筆項目】

2.1 選別技術の開発と利活用

■菅原玲(すがわらあきら)

水産研究本部 中央水産試験場
加工利用部 加工利用G 主査

【執筆項目】

5.5 新食感のかまぼこ開発のためのすり身物性改善
技術の確立

■武田忠明(たけただあき)

水産研究本部 中央水産試験場
加工利用部 加工利用G 主査

【執筆項目】

5.1 寄生虫分布・動態調査

■麻生真悟(あそうしんご)

水産研究本部 釧路水産試験場
加工利用部 加工利用G 研究主幹

【執筆項目】

5.3 道産ホッケの高品質なフィレ加工品の開発

■秋野雅樹(あきのまさき)

水産研究本部 釧路水産試験場
加工利用部 加工利用G 主査

【執筆項目】

5.3 道産ホッケの高品質なフィレ加工品の開発

■宮崎亜希子(みやざきあきこ)

水産研究本部 網走水産試験場
加工利用部 加工利用G 主査

【執筆項目】

5.4 一夜干しの品質安定化条件の把握

■日高青志(ひだかせいじ)

産業技術研究本部 工業試験場
製品技術部 デザイン・人間情報G 主査

【執筆項目】

6. 北海道フードイノベーション戦略

■太田智樹(おおたともし)

産業技術研究本部 食品加工研究センター
食関連研究推進室 食関連調整G 研究主幹

【執筆項目】

2. まえがき・構成

2.3 高イソフラボン大豆「ゆきぴりか」を利用した
スイーツ素材の開発

■佐々木茂文(ささきしげふみ)

産業技術研究本部 食品加工研究センター
食品開発部 食品開発G 主査

【執筆項目】

5.6 ホエイを活用したホッケのにおい低減技術の
開発

■田中 彰(たなかあきら)

産業技術研究本部 食品加工研究センター
食品バイオ部 食品バイオG 研究主査

【執筆項目】

5.6 ホエイを活用したホッケのにおい低減技術の
開発

■中野敦博(なかのあつひろ)

産業技術研究本部 食品加工研究センター
食品開発部 食品開発G 主査

【執筆項目】

3.2 「スノーマーチ」のチルドポテト加工適性評価
と製品化

3.4 冷凍コロッケの食感評価方法の開発

■梅田智里(うめだちさと)

産業技術研究本部 食品加工研究センター
食品開発部 食品開発G 研究職員

【執筆項目】

- 3.2 「スノーマーチ」のチルドポテト加工適性評価と製品化
- 3.4 冷凍コロケの食感評価方法の開発

■富永一哉(とみながかずや)

産業技術研究本部 食品加工研究センター
食品バイオ部 食品バイオG 主任研究員

【執筆項目】

- 2.3 高イソフラボン大豆「ゆきびりか」を利用したスイーツ素材の開発

■中川良二(なかがわりょうじ)

産業技術研究本部 食品加工研究センター
食品バイオ部 食品バイオG 主査

【執筆項目】

- 2.2 高イソフラボン味噌の開発

■熊林義晃(くまばやしよしてる)

産業技術研究本部 食品加工研究センター
食品工学部 食品工学G 研究主幹

【執筆項目】

- 4.4 過熱水蒸気による製パン技術開発

付表2 用語集

あ

アグリコン (Aglycone)

配糖体のグリコシル基が水素原子に置換された後に残る非糖部分のこと。イソフラボンは一アグリコン型になってから人体に吸収される。

アニサキス (学名 Anisakis)

海産動物に寄生する寄生虫。クジラ、イルカなどの腎臓や胃に寄生するが、幼虫はイカ、アジ、ホッケなどに寄生する。刺身による経口摂取によりアニサキス症を発症させる。

アミロース (amylose)

多数の α -グルコース分子が直鎖状に結合した高分子。アミロペクチンと同じくデンプン分子であるが、分子量や熱水への溶解性が異なる。

イソフラボン (isoflavone)

大豆、特に大豆胚芽に多く含まれるフラボノイドの一種。女性ホルモン(エストロゲン)と化学構造が似ていることから、植物性エストロゲンとも呼ばれる。

エアブラスト凍結 (送風凍結法)

凍結室の上部または側面に空気冷却機を設置し、 $-40\sim-55^{\circ}\text{C}$ に冷却した空気を送風機で凍結室の一方から送風し、食品等を凍結する方法。

エチレン雰囲気貯蔵

植物ホルモンの一種であるエチレンを低濃度に保持した雰囲気の中で農産物を貯蔵することで、品質を保持、向上する技術。馬鈴しょの萌芽抑制、糖化促進や果物の追熟促進などの効果がある。

オートクレーブ (autoclave)

圧力釜。高圧・高温により短時間での調理、滅菌が可能となる。

か

Ca²⁺ATPase 活性 (カルシウム-ATPase活性)

魚肉たんぱく質の変性指標。魚肉たんぱく質(ミオシン、アクチン)がCa²⁺で活性化されてATPを分

解する活性。

近赤外分光法

測定対象に近赤外線を照射し、物質中の官能基に対応した特定の波長光に対する吸光度の変化に着目して定量分析をする間接測定法。事前に検量線と呼ばれる、成分値と吸光度を関連付けた計算式の作成を必要とする。

グルテン (gluten)

小麦粉に水を加えて捏ねると形成される、弾力と粘りを持つタンパク質の一種。小麦に含まれるグルテニンとグリアジンというタンパク質から成る。

K値 (ケー値)

アデノシン三リン酸(ATP)関連化合物(核酸関連物質)全体に占めるイノシン(HxR)とヒポキサンチン(Hx)の割合を示した魚類の鮮度指標。魚肉のATPは死後ATP→ADP→AMP→IMP→HxR→Hxの経路で分解するので、HxRやHxの量が少ないほどK値は低く、魚の鮮度が良いことを示す。

抗酸化活性 (こうさんかかっせい)

酸素(活性酸素)による有害な反応を抑制または除去する作用のこと。抗酸化活性を示す物質の代表例として、アスコルビン酸(ビタミンC)や α -トコフェロール(ビタミンE)がある。

コンベクションオーブン (convection oven)

庫内にファンが備わっていて、対流により熱を循環させ、食材を短時間で均一に加熱できるオーブン。

コンポート (compote)

果物をシロップやワインで煮こんだ菓子。そのまま食べたり、ヨーグルトやケーキなど、他の食材の添え物として使用される。

さ

煮熟 (しゃじゆく)

煮ること。

シュードテラノーバ (学名 Pseudoterranova)

海産動物に寄生する寄生虫。アニサキスと同様に、刺身による経口摂取によりアニサキス症を発症させる。

蒸煮（じょうしゃ）

蒸気で加熱調理すること。

スペクトル（spectrum）

光など電磁波の波長ごとの強度の分布を（分光）スペクトルという。

坐り効果

肉糊を40℃以下の低温で加熱するとタンパク質が網目状に絡み合い、網目内に水を封じ込めた構造状態となり、比較的しなやかなゲルが形成される現象。

た**多孔質食品のクリスプネス**（crispness）

ビスケットやクッキーのような空隙を多数有する構造の食品に特徴的な食感。パリパリ、サクサク、ザクザクなどの擬音語で表現される。

チオバルビツール酸反応生成物（TBARS）

脂質が酸化して生成するアルデヒドなどが、チオバルビツール酸と反応して生成した物質。

腸内フローラ

ヒトの腸内には多くの細菌が存在し、これらを腸内細菌といい、種類は数百種類、その数は約100兆個にもなる。これら多種多様な細菌の集団を腸内フローラという。

通電加熱（ジュール加熱ともいう）

食品（水産物）に電気を直接通電して加熱する方法。カマボコなどの均質な食品であれば食品の自己発熱にて迅速に均一加熱が可能。

ドリップ（drip）

冷凍した食品（水産物など）を解凍するとき、しみ出る液。

トリミング（trimming）

加工の用途や工程に合わせて原料の形を整えること。チルドポテトの加工では剥皮後に馬鈴しょの芽や褐変部分を除去する工程を指す。

トリメチルアミン（TMA）

刺激性の魚臭をもつ気体。化学式（ $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ ）。動植物界に広く分布する。

トリメチルアミンオキシド（TMAO）

海水魚、サメ、エイ、軟体動物および甲殻類の浸透圧調節物質として存在。微生物分解などにより臭い成分のトリメチルアミンを生成する。

な**2点識別法**

官能評価方法の一つ。ユーザーや消費者がAとBを識別する能力を持つか、またAとBの間に有意な差があるかをテストする場合など、幅広く適用される。

は**焙煎**（ばいせん）

容器に食品を入れ、水分は加えず、容器の外から加熱すること。これにより、水分の低下や香ばしい風味を付けることが期待される。

光センサー

ハロゲンランプ等の光を対象物に照射し、反射あるいは透過した光の強度を波長毎に測定する装置。原理は近赤外分光法と同じだが、測定波長は近赤外に加え可視領域の光も使用する。光センサーを活用して、果実の糖度選別技術などの導入が進んでいる。

PLS 回帰分析（ピーエルエスかいきぶんせき）

複数の測定値から目的とする値を推定するための統計学的手法。たとえば、透過光スペクトルから農産物の各種品質項目を推定する光センサー等に応用されている。

PDCA サイクル（ピーディーシーエー サイクル）

Plan（計画）→ Do（実行）→ Check（評価）→ Act（改善）の4段階を繰り返すことによって、管理業務を継続的に改善するシステム。元は品質管理業務システムとして構築されたが、ここでは研究進行管理業務への適用を意味する。

ピチ：

イタリアのトスカーナ州シエナーで作られている手延べの太いパスタ。「ピンチ」、「ピーチ」とも言う。

b*値（ビーち）

CIE表色系（L*a*b*表色系）において、明度（L*値）と赤色（a*値）とともに黄色を示す値のこと。

プラス方向は黄、マイナス方向は青方向を示す。

ブライン凍結

エチルアルコール、塩化カリウムなどの濃厚溶液（ブライン）を $-17\sim-40^{\circ}\text{C}$ に冷却し、食品を漬け込んで凍結する方法。

ブランチング (blanching)

前処理における加熱工程を指す。原料の酵素失活（変色防止）や物性制御等を目的として行われることが多い。

プロダクト・アウトとマーケット・イン

プロダクト・アウトは、コア技術として選択した独自の技術の利用を優先し、その独自技術に合わせた商品を作り出す考え方。一方、マーケット・インとは、顕著化している顧客ニーズへの適合を優先し、そのニーズに答えるための技術開発を行う考え方。

プロバイオティクス (Probiotics)

腸内フローラのバランスを改善することによりヒトに有益な作用をもたらす微生物、またはそれらを含む食品のこと。

β -グルコシダーゼ活性

グルコース（ブドウ糖）と他の有機化合物が結びついた β -グルコシド結合を加水分解する酵素の働きのこと。

膨化 (ぼうか)

加熱などの手段によって食品内部に水蒸気等の気体が発生し、それを内部構造として取り込むことによって体積が増加することをいう。膨化した食品の形態は、スポンジ状、空洞状、層状などの種類があり、それぞれ特徴のある内部構造を持っている。

ポリフェノール (polyphenol)

分子内にフェノール性ヒドロキシル基を持つ物質の総称。小豆においては、カテキン類およびその配糖体・重合体が存在することが報告されている。

ま

マイクロ波

周波数 300MHz から 3THz の電波（電磁波）で、電子レンジの加熱調理でも用いられる。

ら

ラピッドビスコアナライザー (rapid visco-analyzer)

デンプンに水を加えて攪拌しながら熱を加えると、デンプン粒が膨らみ糊状となって粘り具合（粘度）が増す。さらに攪拌を続けると、あるところでデンプン粒が壊れて粘度が急激に低下し、これを冷却すると再び粘度が上昇する様子が観察される。本機はこの一連の過程を記録する機器で、小麦粉や米粉などのデンプンの調査に使用されることが多い。加熱中に最も粘度が高くなったところを最高粘度（MV）、急激に粘度が下がり一番低くなったところをホールディングストレングス（HS）、冷却後に最も高くなったところを最終粘度（FV）と呼び、MV と HS の差をブレイクダウン、FV と HS の差をセットバックという。

や

油ちょう

高温の油脂を用いる加熱調理。分野によって揚物、揚げ加工、フライなどの呼び方がある。

付表3 課題担当者一覧

氏名	平成27年3月現在の所属			参画時の 所属機関名	参画年度				
	機関名	部名	職名		H22	H23	H24	H25	H26
竹内 徹	中央農業試験場	作物開発部	部長	同左					
池永充伸	中央農業試験場	作物開発部	研究主任	同左					
加藤 淳	中央農業試験場	農業環境部	部長	中央農試作物開発部					
柳原哲司	中央農業試験場	作物開発部	研究主幹	同左					
小宮山誠一	中央農業試験場	作物開発部	主査	同左					
阿部珠代	中央農業試験場	作物開発部	研究主任	同左					
中道浩司	中央農業試験場	作物開発部	研究主任	同左					
小谷野茂和	原子力環境センター	農業研究科	研究職員	中央農試作物開発部					
富沢ゆい子	中央農業試験場	作物開発部	研究主任	同左					
佐藤恵理	中央農業試験場	作物開発部	研究職員	同左					
奥村正敏	中央農業試験場	生産研究部	部長	十勝農試研究部					
高宮泰宏	十勝農業試験場	研究部	部長	同左					
三好智明	十勝農業試験場	研究部	主査	同左					
佐藤 仁	十勝農業試験場	研究部	主査	同左					
江部成彦	十勝農業試験場	研究部	研究主幹	北見農試研究部					
齋藤優介	十勝農業試験場	研究部	研究職員	中央農試作物開発部					
稲川 裕	上川農業試験場	研究部	研究主幹	農研本部企画調整部					
中津智史	北見農業試験場	研究部	部長	同左					
来嶋正朋	北見農業試験場	研究部	研究主任	同左					
大波正寿	北見農業試験場	研究部	主査	同左					
藤田涼平	北見農業試験場	研究部	研究主任	同左					
奥山昌隆	北見農業試験場	研究部	主査	十勝農試研究部					
蛭谷幸司	中央水産試験場	加工利用部	研究主幹	同左					
菅原 玲	中央水産試験場	加工利用部	主査	同左					
武田忠明	中央水産試験場	加工利用部	主査	同左					
麻生真悟	釧路水産試験場	加工利用部	研究主幹	同左					
福土暁彦	釧路水産試験場	加工利用部	主査	同左					
信太茂春	釧路水産試験場	加工利用部	主査	同左					
秋野雅樹	釧路水産試験場	加工利用部	主査	同左					
成田正直	網走水産試験場	加工利用部	主任研究員	同左					
宮崎亜希子	網走水産試験場	加工利用部	主査	同左					
佐藤暁之	網走水産試験場	加工利用部	研究主任	同左					
清水茂雅	網走水産試験場	加工利用部	研究職員	同左					
多田達実	工業試験場	情報システム部	研究主幹	同左					
鈴木慎一	工業試験場	情報システム部	主査	同左					
浦池隆文	工業試験場	情報システム部	研究主任	同左					
日高青志	工業試験場	製品技術部	主査	同左					
万城目聡	工業試験場	製品技術部	研究主査	同左					
印南小冬	工業試験場	製品技術部	研究職員	同左					
太田智樹	食品加工研究センター	食関連研究推進室	研究主幹	同左					
渡邊 治	食品加工研究センター	食品技術支援部	主査	同左					
柿本雅史	食品加工研究センター	食品開発部	部長	同左					
中野敦博	食品加工研究センター	食品開発部	主査	同左					
佐々木茂文	食品加工研究センター	食品開発部	主査	同左					
梅田智里	食品加工研究センター	食品開発部	研究職員	同左					
富永一哉	食品加工研究センター	食品バイオ部	主任研究員	同左					
中川良二	食品加工研究センター	食品バイオ部	主査	同左					
田中 彰	食品加工研究センター	食品バイオ部	研究主査	同左					
錦織孝史	食品加工研究センター	食品工学部	部長	同左					
熊林義晃	食品加工研究センター	食品工学部	研究主幹	同左					
佐藤理奈	食品加工研究センター	食品工学部	研究主任	同左					
阿部 茂	酪農学園大学	農食環境学群	教授	食品加工研究センター					

付表3 課題担当者一覧

○外部専門委員

氏名	平成27年3月現在の所属	職名	就任期間
伊藤直哉	北海道大学大学院 メディア・コミュニケーション研究院	教授	H22-26年度
川合祐史	北海道大学大学院 水産科学研究院	教授	H22-26年度
川村周三	北海道大学大学院 農学研究院	教授	H22-26年度

○本部事務局

氏名	平成27年3月現在の所属		職名	担当期間
木村 稔	釧路水産試験場	加工利用部	部長	H22-24年度
筒井大輔	水産庁	増殖推進部	主査	H22-24年度
山口幹人	法人本部	研究企画部	主幹	H25-26年度
白幡康治	法人本部	連携推進部	主査	H25-26年度

戦略研究報告書

北海道の総合力を活かした付加価値向上による食産業活性化の推進

【発行】 2015年3月

【編集・製作】 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構

〒060-0819

札幌市北区北19条西11丁目北海道総合研究プラザ内

電話 011-747-0200（代表）

背表紙

戦略研究報告書

北海道の総合力を活かした付加価値向上による食産業活性化の推進

平成25年3月 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構

「27」は半角縦にしてください。