

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

### はじめに

本戦略研究では、道産粉粒体素材の高度活用技術開発を一つの大きなテーマに設定した。本章では子実用とうもろこしの食材化と道産小麦の高度利活用技術の開発の取り組みについて報告する。

#### 5.1 子実用とうもろこしの食材化技術開発とその社会実装

子実用とうもろこしは飼料用、工業用、食用として年間1,500～1,600万t程度が輸入されており、国産品はほとんど無い。北海道では、「サイレージ用」として広くとうもろこし（デント，プリント種）が作付けされているが，乾燥子実を収穫する子実用栽培は，昭和33年の15,400haをピークに減少し近年まで栽培されていなかった。

しかし，道央空知管内栗山町および由仁町を管内とするそらち南農業協同組合（以下JAそらち南）では，平成20年から，生産性が低下した水田転作畑の新規輪作作物として子実用とうもろこしの栽培を開始し，子実を飼料として販売するとともに，畑に残る茎葉を鋤込むことによる「土づくり」に活用し，大きな成果を上げてきた。

これらの成果を受けて，道央の水田転作畑を中心に子実用とうもろこしの導入が進み，令和元年度では全道で約350ha（北海道子実用コーン組合調べ）まで栽培面積が拡大している。

道産の子実用とうもろこしは，現在は主に飼料用として販売されているが，販売単価が安く収益性が低いことが課題となっている。しかし，これらの原料は一次加工（粉砕）することにより食用としても利用可能であることから，道内の食品加工実需者からは国産，特に道産とうもろこしに対する期待が高

く，食材利用のための技術開発要望が寄せられていた。

もしこれらの潜在的需要に対応し，生産地（地域JA）での加工・流通を実現できれば，加工コストを抑えられ，かつ大きな収益性の向上も見込まれることから，新たな道産食素材として大きな市場開拓につながる可能性も秘めている。

そこで本研究では，生産地域JA（JAそらち南），道内食品企業等と連携して，子実用とうもろこしの食材利用化を小課題テーマとして設定した。

本章では，技術開発研究とその事業化の経緯・概要について報告する。

#### 5.2 道産小麦粉の道内利用拡大に向けた技術開発

日本国内で消費される小麦の8割以上は輸入品であり，道産小麦は9.8%で，国産の7割は道産である。小麦粉は，消費者の口に入るまで多くの手間がかかる。それゆえに，小麦に携わる関連業界も多く，人と技術のネットワークが構築されている小麦粉の消費場面においては，小麦粉単品だけでなく他の道産原料とともに消費されることから，北海道食産業のハブ原料と位置づけられる。すなわち，小麦粉に代表される粉体素材は，人と技術と他の食材とを結びつける道産食品の基礎原料であり，粉体素材の基本価値を拡大することが，道産食品の基本価値を拡大することに直結すると考えられる。

本章では，道産初の薄力粉有望系統の品種化に向けた実需評価と道産小麦の高度利活用技術の開発に向けて取り組んだ成果の概要について報告する。



5.1 子実用とうもろこしの食材活用技術の開発とその社会実装

5.1.1 道産コーングリッツの開発と事業化支援

現在日本国内で流通販売されているコーングリッツ（乾燥とうもろこしの粉砕物）は、年間15万t程度と推定されているが、全て輸入とうもろこしを原料としており、国産原料のコーングリッツはほとんど流通していない。

道内の子実用とうもろこし生産地域からは、「輸入飼料との価格競合は厳しく、現状の飼料用出荷のみでは農家収益の向上に結びつけることは難しい。しかし、飼料に比較して高価格販売が期待できる食材用途流通が開拓できれば、農家収入は向上し、安定的な導入促進が期待できる」、との要望が上がっている。

一方、国産原料のコーングリッツを求める実需、消費者からの要望は以前から多く寄せられており、潜在的な市場ニーズがあるものと考えられた。

そこで、道総研と子実用とうもろこしの導入に取り組むJAそらち南は、平成27年度から、この子実を食素材として活用、流通させ、農業生産者の所得向上に寄与するために、各種の共同事業化プロジェクトに取り組んできた。

本項では、JAそらち南によるコーングリッツ製造・供給事業化に至るまでの、道総研の研究および技術支援概要について報告する。

○道産コーングリッツに対する加工実需者のニーズ調査背景

道産とうもろこしを原料としたコーングリッツ開発研究を開始するにあたり、国産原料製品に対する食品加工実需者の潜在的ニーズを探るとともに、具体的な用途・品質・価格等に関する要望を明らかにする必要がある。

目的

道産コーングリッツの使用が想定される食品加工実需者に対する聞き取り調査を実施し、現在の使用状況を明らかにするとともに、道産コーングリッツに求められる品質や価格の条件を把握する。

試験方法

- (1) 調査対象：製菓・製パン・製麺（卸，加工企業，リテール），レストラン 道内外21社（表5-1-1-1）
- (2) 調査方法：道総研で試作した道産コーングリッツサンプルを提示しての対面聞き取り調査
- (3) 調査項目

- ・現在の使用状況
- ・道産コーン使用の可能性
- ・使用する場合に求める特性
- ・商品化試験に対する協力の意思など

表5-1-1-1 実需者に対するコーングリッツに対するニーズ・要望調査（対照企業）

調査対象 (21事業所)	使用状況
<b>【業種】</b> ・製菓・製パン材料卸:2 ・製パンリテール:13 ・製パンメーカー:1 ・製菓リテール:2 ・製麺:1 ・レストラン:1 <b>【場所】</b> :道内10, 道外:11	<b>【使用実績】</b> ・有:11, 無:10 <b>【製造品目】</b> ・パン、バゲット、マフィン <b>【仕入先】</b> ・サニーメイズ、GABAN、ニップン <b>【価格】</b> ・200円台/kg

結果及び考察

- (1) 17の事業者が道産コーングリッツが流通した場合には使用の意向を示し、うち15業者は既存輸入製品の置き換え利用ではなく、新規製品開発の意向を示した（表5-1-1-2）。
- (2) 想定される用途はパン、サブレ、ケーキ、クッキー、麺、トッピングなど多様であり、必要とするグリッツ粒度も粗いタイプから細かなフラワータイプまで多岐に渡る希望が寄せられた（表5-1-1-2）。
- (3) 8件の事業者からは、コーングリッツ製品試作の希望が示された（表5-1-1-2）。

表5-1-1-2 実需者に対するコーングリッツに対するニーズ・要望調査（調査結果）

道産子実コーン使用の意向	道産子実コーンに対する希望
<b>【使用の意向】</b> ・既存製品の置き換えのみ:2 ・新規製品の開発:15 <b>【想定品目】</b> ・パン、サブレ、ケーキ、クッキー、麺、トッピング <b>【粒度】</b> :微粉～粗粒まで多様 <b>【試作希望】</b> :8	<b>【品質に対する要望】</b> ・輸入より高品質であること:12 ・輸入品と同等:3 <b>【重視する品質】</b> ・香り、おいしさ、発色、安全性、安心感 <b>【希望価格】</b> ・輸入より安く:2、同等:6、高くても良い:10 <b>【地域優位性】</b> ・北海道産:10、地域特産:4 <b>【研究協力への対応】</b> ・消極的:7、可能:10、積極的:4

まとめ

食品加工実需者からは新規の道産食素材として加工製品開発の意欲も高く、有望な試作品も見出されたことから、今後生産、加工、流通を含めた新規事業展開が期待できる。



○道産とうもろこしの粉粒体特性比較分析

背景

日本では、スイート種以外のとうもろこし食文化は浸透しておらず、米や小麦のように高度な加工利用研究が進んでいないため、品種や内部成分の違いが食味や加工品質の違いと結びつく特性として認識されていない。

しかし、子実用とうもろこしにおける「デント」、「フリント」など粒形状の違いや、品種間の違いによる、成分や粉体特性に関する特性変異は大きく、米や小麦で蓄積されている豊富な分析・評価手法を活用することにより、食味や加工品質と結びつく重要な特性項目を明らかにする事ができると考えられる。

目的

道産子実用とうもろこしの食品素材としての特徴と利用特性を明らかにし、食材利用を考慮した品種選択を行う際の指標を明らかにする。

試験方法

- (1) 供試品種：道央地域で導入可能な熟期の5品種および輸入（アメリカ産）コーン
- (2) 栽培試験：中央農試場内圃場にて慣行栽培，栽培形質，病害，養分吸収，子実収量調査
- (3) 子実比較分析  
原料特性：粒形状，粒・粉色，製粉特性，栄養成分，飼料分析  
加工利用特性：熱糊化特性（RVA），膨化性

結果及び考察

(1) 子実構造比較分析

道産品種は軟質胚乳（白い部分）が少なく，硬質胚乳（黄色い部分）の比率が高い特徴が認められた（図5-1-1-1）。

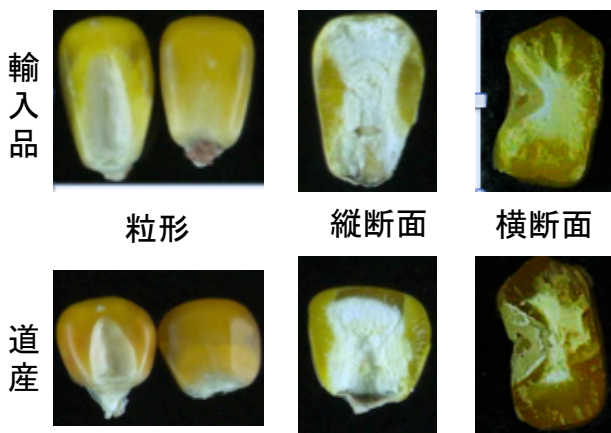


図5-1-1-1 とうもろこし粒形および内部構造の比較

(2) 粉砕特性の比較

コーングリッツ加工を前提とした粉砕性について検討したところ，道産とうもろこしは輸入品に比較して全般的にホミニー歩留りが3~6ポイント高く，コーングリッツ原料としての大きな優位性があるものと考えられる（図5-1-1-2）。

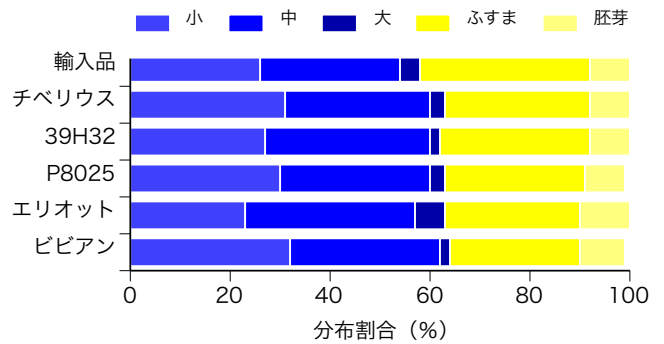
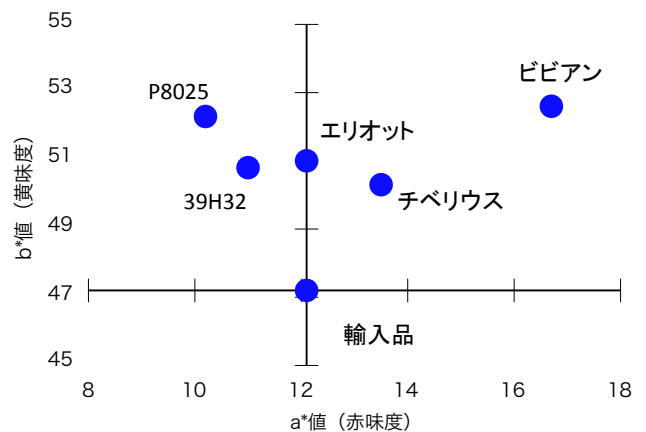


図5-1-1-2 輸入品と比較した道産子実とうもろこし品種の粉砕特性

(3) 粉色の比較

実需者に対するニーズ調査では，コーングリッツの色について，発色の濃いものを志向するコメントが見受けられた。そこで，カラーアナライザーによりコーングリッツの色彩を測定した結果，道産品種の粉色は輸入品に比較して，赤味，黄色味が強い特徴が認められた（図5-1-1-3）。



◎道産品種の粉色は赤味、黄味が濃い。

図5-1-1-3 道産コーングリッツの粉色の特徴  
(粒径1mm以上画分のグリッツ)

(4) 熱糊化特性の比較

熱糊化特性は、粉体食品にとって最も基本的な加工特性である。RVAによりコーングリッツの熱糊化特性を測定したところ輸入品と大きく異なり、糊化による粘度上昇が低く、冷却後ゲル粘度も低かった(図5-1-1-4)。現時点ではこれらの特性が、加工適性にどのような影響を及ぼすかについては不明であり、今後の検討が必要である。

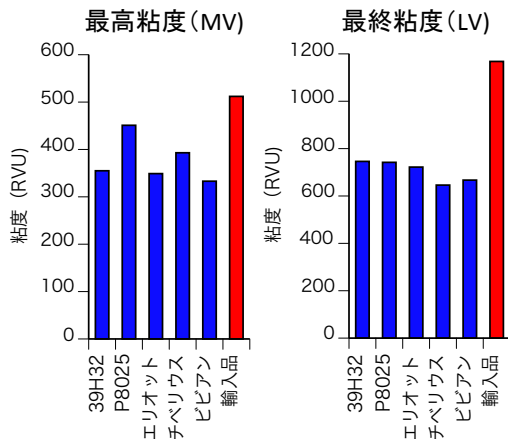


図5-1-1-4 RVAによる熱糊化性の比較  
(粒径0.25mm未満のグリッツ)

(6) 膨化性の比較

膨化性は、パフ製品を製造する際に最も重要な特性である。道産品種は輸入品に比較して概ね膨化性が高い傾向が認められた(図5-1-1-5)。

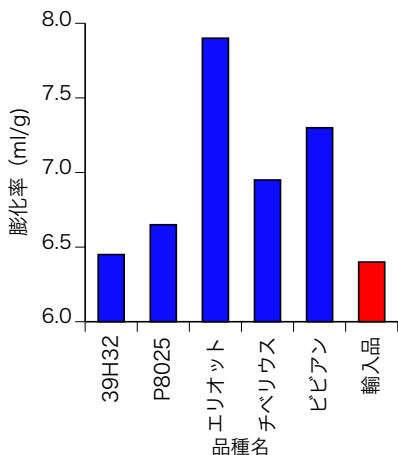


図5-1-1-5 道産コーングリッツの膨化性の比較  
(粒径3.3~4.7mm画分のグリッツ)

まとめ

道産子実用とうもろこしは、形態、粉色、熱糊化

特性などに輸入品と大きく異なる特徴が認められ、様々な加工製品の開発を進める上で貴重な知見が得られた。

また、輸入品より粉碎歩留りや膨化性が高く、これらの点については食品加工原料としての優位性が高い可能性が示された。

○食材用適品種の選定

背景

食品加工実需者へのニーズ調査から、食用で特に重視する項目は、粉色が鮮やかなこと、香りが良いことであるが、とうもろこし原料のみで製造する食品では、膨化性などの加工適性も重要である。

また、原料生産者側では、栽培特性や収量性を当然重視(既往品種と同等以上)しており、道産コーングリッツ原料には、生産・実需両者の要望に応えられるバランスの取れた品種選定が必要である。

目的

道央地域での栽培に適した複数品種の収量性および粉色、膨化性、香りを測定し、道産コーングリッツ原料として、総合的に食用に適した品種を選定することを目的とした。

試験方法

(1) 栽培試験

「チベリウス」(道央地域標準品種)、「39H32」(JA そらち南導入品種)、「P8025」(比較品種)、「ビビアン」(雪印種苗、食材用途候補品種)(いずれもサイレージ早晩性で85日タイプ)の4品種を、平成26~27年にA町内の各2圃場においてそれぞれ同一条件で栽培し、子実の収量調査を行った。

(2) 子実特性分析

図5-1-1-6に試験全体方法の概略を示した。

子実は荒砕きして胚芽を除去し、胚乳の粗碎物のうち粒径3.35~4.75mmをパフケーキマシン(アプテジャパン(株)製・SYP4506)により膨化製品(パフ)に加工し、パフの膨化性を油置換法で、香气成分を固相マイクロ抽出(SPME)法で測定した。また、胚乳を粉碎し、そのうち粒径1~2mmの粉色(L\*a\*b\*)を分光測色計で測定した。なお、対照として市販の輸入製品(バルク、丸粒)を供試した。

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

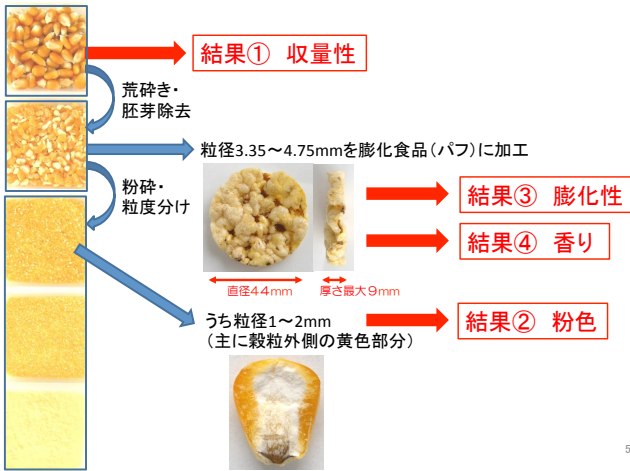


図5-1-1-6 試験方法の概略

### 結果及び考察

#### (1) 収量性の検討

図5-1-1-7に2カ年間の栽培試験での収量調査結果を示した。栽培期間中いずれの品種も栽培上の重要な問題は発生せず、子実の収穫に至った。

供試品種の子実収量に有意差は認められず、いずれの品種も1t/10aを超える高い収量性を示した。

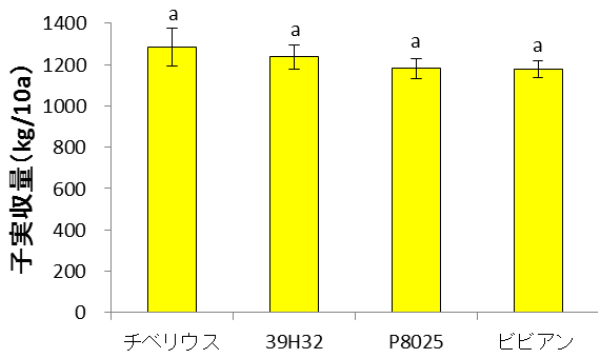


図5-1-1-7 供試品種の子実収量の比較

注) 子実水分14%換算、2カ年×2圃場の平均値。各品種間に有意差なし (Tukeyの多重検定による)。

穀粒の形状は品種ごとに特徴がみられ、デント種タイプに近い四角い形状のものから、フリント種タイプの丸みを帯びた形状まで様々であった。輸入品はデントタイプの特徴が強く、粒の形状がバラバラな傾向が認められることから、複数品種が混合した製品と推定された (図5-1-1-8)。

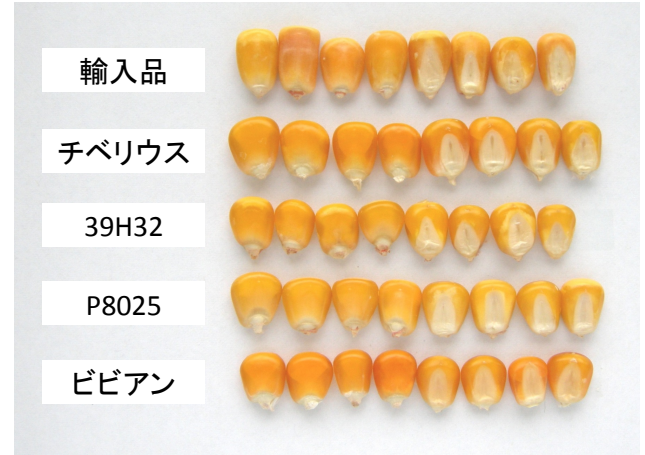


図5-1-1-8 供試品種の子実外観

#### (2) 粉色の検討

粉色測定の概要を図5-1-1-9に示した。

#### 【測定方法】

粒径1~2mmの粉3gを、30mm径ガラスシャーレに入れ、分光測色計(コニカミノルタ製・CM3500d)で測定(測定窓径12mm)。

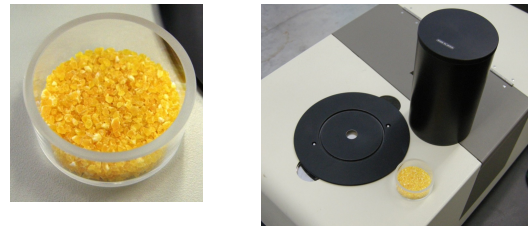


図5-1-1-9 粉色測定方法の概要

L\*値(明度)は供試品種の中では「ビビアン」が最も低く、色味が濃いと判断された。a\*値(赤味度)は「ビビアン」, 「チベリウス」, 輸入品, 「39H32」および「P8025」の順で高かった。b\*値(黄味度)はいずれの供試品種も輸入品に比べて高い傾向で、品種間で有意差は認められなかった (図5-1-1-10)。

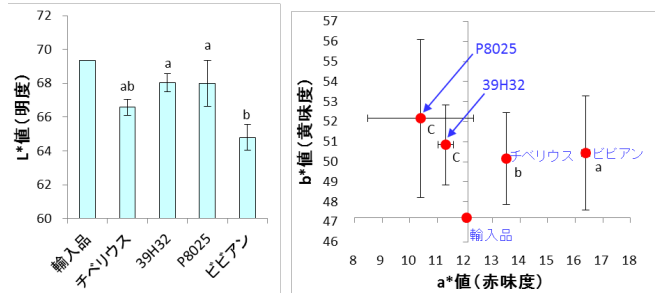


図5-1-1-10 供試品種の粉色の比較

注) 輸入品以外は2カ年×2圃場の平均値。

L\*値とa\*値について異なる英文字間には5%水準で有意差あり、b\*値は輸入品を除く各品種間に有意差なし (Tukeyの多重検定による)。



(3) 膨化性の検討

膨化性測定の概要を図5-1-1-11に示した。

【測定方法】

①粒径3.35～4.75mmの試料を、パフケーキマシン(アプテジャパン株式会社製・SYP4506)で膨化(パフ化)。  
膨化条件:温度260℃、圧力180bar、加圧時間4秒、原料供給量約1.05g/枚

②パフの容積を油置換法で測定  
(参考文献:大竹高尚,1995.食品製造工程中におけるリアルタイム計測の研究-米菓の堆積測定法-茨城県工業技術センター研究報告,第23号,25-27.)

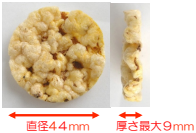


図5-1-1-11 膨化性測定方法の概要

膨化前の試料水分が多いほど、パフの膨化性が高まる傾向であった。膨化前の試料水分が同じ場合、供試品種の中では「ビビアン」の膨化性がやや高い傾向であった(図5-1-1-12)。

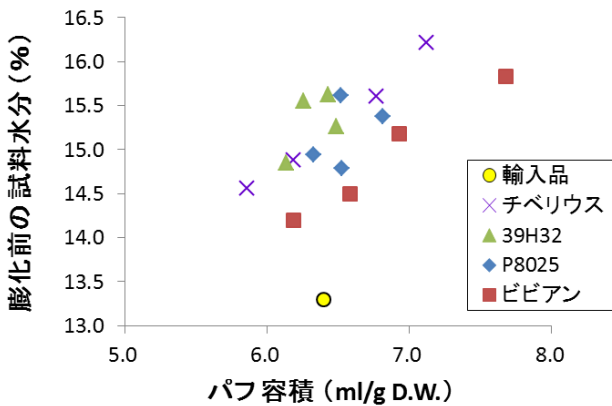


図5-1-1-12 供試品種の膨化性の比較  
注) 輸入品以外は2カ年×2圃場のデータ。試料水分測定方法は105℃24時間。

(4) パフ香りの検討

測定方法の概要を図5-1-1-13に、測定結果を図5-1-1-14に示した。

ポップコーンの代表的な香気成分でカラメル香を有するHDMF(ヒドロキシジメチルフラノン)のパフ中の含有量は、供試品種の中では「ビビアン」で有意に多く、その他の供試品種は輸入品と同程度であった。

【測定方法】

固相マイクロ抽出(SPME)法

- ① 粉砕したパフ0.5gに内部標準液(0.01%(v/v) 1-decanol) 3μlを添加し、80℃で10分間プレヒート
- ② ヘッドスペースをSPMEファイバー(注1)に80℃で40分間吸着
- ③ ガスクロマトグラフ質量分析計(GCMS)(注2)により分析

注1)ファイバー

50/30 μm DVB/CAR/PDMS

注2)GCMS条件

カラム: DB-WAX(φ0.25mm×30m, 0.25μm film)

カラム温度: 40℃1分間→160℃まで毎分2℃昇温→240℃まで毎分10℃昇温→240℃3分間

注入口およびインターフェース温度: 250℃

キャリアーガス: ヘリウム、流速2.0ml/min

図5-1-1-13 香り測定方法の概要

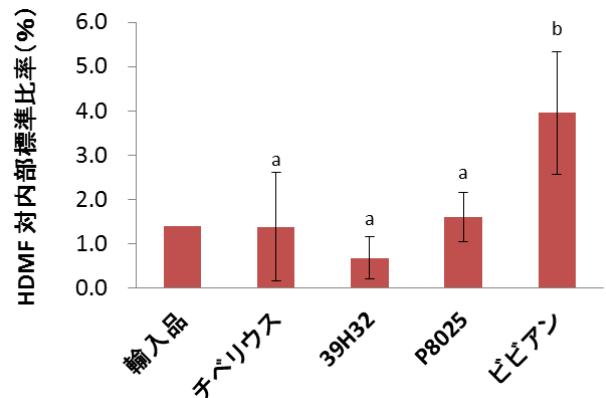


図5-1-1-14 供試品種の香りの比較

注) HDMF(ヒドロキシジメチルフラノン)は、香ばしい香りを構成するポップコーンの代表的な香気成分の一つ。カラメル香を有する。

注) 輸入品以外は2カ年×2圃場の平均値。

異なる英文字間には5%水準で有意差あり(Tukeyの多重検定による)。

まとめ

食材用途品種候補として検討した「ビビアン」は、粉色が濃いオレンジ色であり、供試品種の中では膨化性が比較的良好で、パフのカラメル香も多いことから、供試品種の中では最も食用に適した品種であると判断した。JAそらち南では、この結果から平成28年度より、「ビビアン」をコーングリッツ原料用品種として選定し、栽培を開始した。

### ○コーングリッツ製造プラントの設計と事業化支援 背景

道産コーングリッツを製造・流通するための製造プラントの設計・施工に関連する技術支援を行った。

国内で生産・流通しているコーングリッツは、特殊な装置を組み合わせた専用の大型ラインで製造されている。しかし、北海道内にはこのようなコーングリッツ製造ラインを備えた企業および施設は無い。

また、国内のコーングリッツメーカーでは、数t未満の小ロット製粉委託には対応できないという実態が明らかとなったため、JA そらち南と共同で、オリジナルのコーングリッツ製造ラインの設計・施工に着手することとなった。

### 目的

可能な限り、市販、既存の汎用装置を活用し、小ロット生産に対応し、かつ低コストなコーングリッツ製造ラインを設計・施工する。

また、製造したコーングリッツの流通を促進するための事業化支援をおこなう。

### 試験方法

#### (1) 製造ラインの設置

①原料精選、②脱皮・粗砕、③脱胚芽、④粉砕、⑤篩分、⑥製粉精選、⑦異物除去の工程からなる、道産コーングリッツの製造テストラインを設計し、それぞれの工程で使用する装置の選定や能力の検討をおこなった。各工程を組み合わせて製造事業者(JA そらち南)所有の屋内施設内にテストライン設置し、改良を加えた後に実製造ラインとした(一部装置機種等の詳細は事業者ノウハウのため秘す)。

#### (2) 製造ラインの能力および品質検証

テストラインを用い、製造歩留まりや製造されたコーングリッツの性状を検証するとともに、改良をおこなった。

#### (3) コーングリッツ事業化支援

コーングリッツ流通卸販売および加工製品開発に興味を持つ企業に、製品サンプルの提供、開発・販売についての事業化・技術提案をおこなった。

### 結果及び考察

#### (1) 各製造工程における装置導入の検討

##### 1) 原料精選工程

原料とうもろこし原粒は、水分14.0%に調整された状態で各生産者から受け入れることとしたが、農家によっては穂軸や茎葉残渣などの異物が混入しており、それらを取り除く原料精選工程が必要であった。

原料とうもろこし粒の精選には、小麦・大豆の精選にも使用される既存の比重選別装置が導入可能であった。この装置は風力と揺動を組み合わせ、とうもろこし粒より比重の小さい異物を分離除去するものである。ラインテストの結果、原料に混入している異物残渣および未成熟な原粒をうまく分離除去できることが確認できた。

##### 2) 脱皮・粗砕工程

原粒表面の種皮を除去するとともに、胚芽と胚乳を分離させる工程である。通常のコーングリッツ製造工程では、専用の大型脱胚芽装置(メイズデジャーマー)等を用いるが、小規模なラインに対応した既存の装置はないため、他の用途に用いられる機器の導入を考案した。機器の詳細は事業者ノウハウのため秘すが、この機器の導入により、原粒は荒砕きされ、種皮が概ね除去されたホミニー(粒径2~6mm程度の胚乳の荒砕き片)と原型を留めた胚芽に分離されることが確認できた。

##### 3) 脱胚芽工程の検討

前工程で得られた胚芽とホミニーの混合物から、胚芽を分離し、ホミニーのみを精選する工程である。胚芽と胚乳は、僅かに比重が異なることからこの精選工程にも比重選別装置を用いることとした。装置の運転条件の調整により、ホミニーのみを一定の効率で得られる条件を見出すことができた。

また、ホミニーと分離された胚芽および比重の小さな胚乳は高栄養の飼料あるいは新規の食材として活用できる可能性がある。

##### 4) 粉砕工程

通常の大型コーングリッツ製造工場では、この後の粉砕工程は、小麦の製粉ラインとはほぼ同様の装置が用いられているが、本製造ラインでは、ロットが小さいことと、コストを重視する観点からホミニーの粉砕には、市販の汎用小型穀物粉砕機を導入した。主に米粉の粉砕などを想定した粉砕機であるが、硬度が米よりも高いとうもろこしでも十分に粉砕可能で、装置の調整により粒径1mmから0.25mm区分の粉砕物をバランス良く得られることが確認できた。

##### 5) 篩分工程

ホミニー粉砕物をフルイにより粒径ごとに篩分する工程である。この工程には市販の小型シフターを導入し、本粉砕物に最適化させたフルイ材質および粉の通過を促進するための振動子等の検討を行った。その結果、各粒度毎に良好な粒径分布の粉粒体得られ、実用上問題のない速度で篩分できる工程が確立できた。

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

### 6) 製粉精選工程

粉碎・篩分の工程で発生するダストや残存種皮を除去する工程である。この工程には市販のアスピレーター（空気流により破碎整粒中の軽い夾雑物や微粉を除去する装置）を導入した。装置の導入により最終製品に僅かに残存する夾雑物や種皮が効率よく除去でき、製品の品質向上に有効であることが確認できた。

### 7) 金属異物除去工程

製造最終工程に、金属異物除去用マグネットを導入し、出荷製品の異物除去に備えることとした。

以上各工程での装置導入検討を経て、平成28年10月に、製造事業者施設内に各工程を連結したコーングリッツ製造テストラインを設置した（図5-1-1-15）。



図5-1-1-15 設置したコーングリッツ製造ラインの概観

### (2) 製造作業工程の検証

設置したテストラインによりコーングリッツを製造し、製造効率の改良や製品の品質等について検証をおこなった。

1) 原料精選は毎時600～700kg程度の原料処理が可能であったが、それに続く脱皮・粗砕工程は毎時51kgと全工程中最も効率が低く、この工程がライン全体の律速になることが明らかとなった。

続く脱胚芽工程は毎時500～600kgの効率であるため、脱皮・粗砕工程後の混合物を一時貯留し、ある程度のストックができた後に次の工程に移る作業スケジュールを組む必要がある。

粉碎工程は毎時53kg、篩分工程は毎時100kg程度の能力があることから、粉碎から篩分を直結するライン設計が可能であった。また、製粉精選および異物除去は篩分後に粒度別に手作業で実施する作業工

程とした。

以上のライン全体の製造フローとテストラインで計測した工程ごとの作業効率を図5-1-1-16に示した。

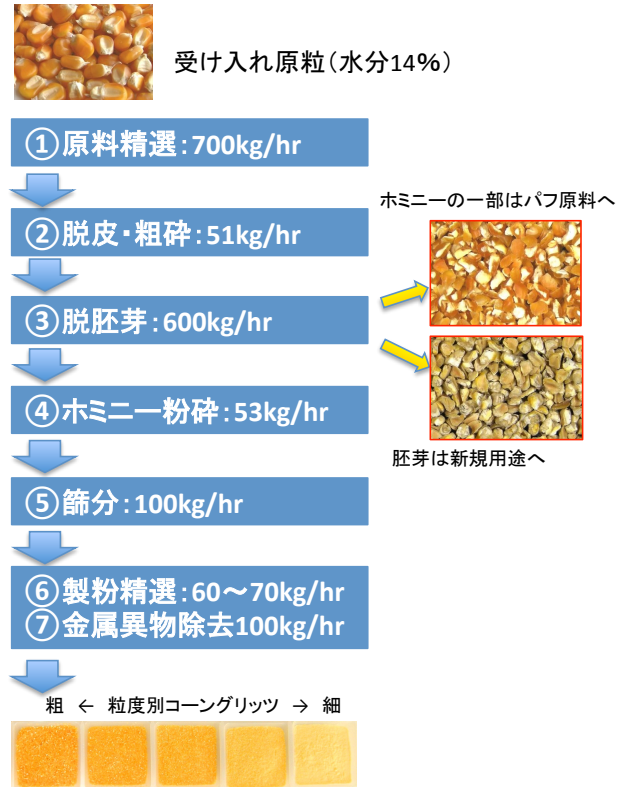


図5-1-1-16 コーングリッツ製造フローと各工程の作業効率(計測事例)

### 2) 製造製品の性状

テストラインにより製造されたコーングリッツについて、流通品質上の問題となる水分、粗脂肪含量、金属異物について検査した結果を表5-1-1-3に示した。

コーングリッツの品質について明確な基準はないが、ほぼ市販品と同程度の数値であり、流通に問題はないものと判断された。

表5-1-1-3 テストサンプルの品質分析

粒度区分	水分%	粗脂肪%	マグネット検査
グリッツ(粗) 0.5-1.0mm	14.0	0.70	付着なし
グリッツ(細) 0.25-0.5mm	14.3	0.85	付着なし

### (3) 道産コーングリッツの流通事業化支援

1) 製造事業者である JA そらち南では、コーングリ



## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

ツの製品粒度は①コーングリッツ(粗, 0.5mm-1.0mm, 細:0.25mm-0.5mm)の2区分とし, ホミニー, コーンフラワー(0.25mm未満) 等の区分については受注生産とすることを決定し, 平成28年11月からそれぞれの製品を集荷できる体制を整えた(図5-1-1-17)。

等により流通販売が始まり, 道内外の加工事業者向けに道産コーングリッツを常時供給できる流通体制ができた。

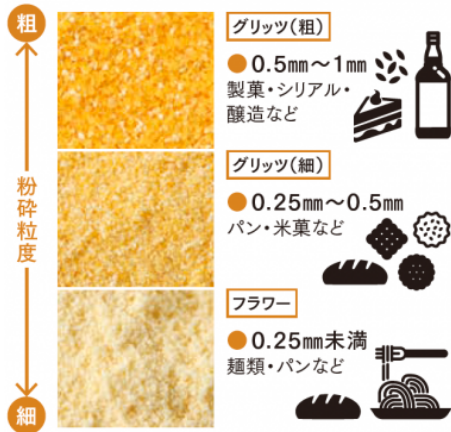


図5-1-1-17 製造される粉のラインナップ

2) 当チームからの提案により, 道内の流通・卸販売事業者が平成29年からコーングリッツの販売を開始した(アルナチュリア株式会社, 室蘭市)。

アルナチュリア社では, 粗・細のコーングリッツを, 200g, 800g および5kgのパッケージで, 主に全国の個人ユーザーを対象にインターネット通販するとともに, 業務用販売についても取り扱いを行っており, 道内の加工事業者向けに道産コーングリッツを常時供給できる流通体制ができた。



コーングリッツ 800g (送料無料)

コーングリッツ 200g

コーングリッツ 5kg

図5-1-1-18 アルナチュリア社の製品ラインナップ

※同社販売HPより引用

### まとめ

JA そらち南と共同で, 道産子実とうもろこしをコーングリッツに加工する技術開発を行い, 平成28年11月にJA施設内に実製造ラインを設置することができた。

このコーングリッツは, 平成29年より道内卸業者

### 5.1.2 道産コーングリッツの加工用途開発と商品化支援

前項では、子実とうもろこしを原料とした道産コーングリッツの製造技術開発について報告したが、本項では、道産コーングリッツの実流通に先駆けて、食品加工企業と連携してコーングリッツの新たな用途開発と加工製品開発にも並行して取り組んだ。

本項では、道総研内での試作も含めた、これら一連の検討について報告する。

### ○パフ化製品開発のための技術開発

#### 背景

パフ化（膨化）はコーンの代表的な加工方法の一つであるが、これまで道内には簡易な加工装置は普及していなかった。

本研究で導入したパフケーキマシン（アプテジャパン社SPY45）は、小型、簡易で安価なパフ菓子製造装置である。本装置で加工した道産コーングリッツのパフは風味や食感に優れるため、この加工装置を活用した新製品開発のための技術的検討を行った。

#### 目的

道産コーンパフの基本的な製造条件を検討するとともに、試作したコーンパフに対する消費者の評価を明らかにし、商品化のための資料とする。

#### 試験方法

コーンパフの最適製造条件について図のパフケーキマシン（図5-1-2-1）により検討した。

コーン原料はホミニー（3.35～4.75mm）を用い、原料重、加熱温度、加熱時間、パフ厚の4項目について設定を変え、表5-1-2-1に示した9条件でコーンパフを製造した。

それぞれの条件で製造したコーンパフについて、協力企業であり、商品化を検討するA社で食感、風味、印象について消費者評価を実施した。



- ・（株）アプテジャパン社製
- ・膨化温度、圧力、投入量可変
- ・45mmΦ6枚取り
- ・約60枚/分

図5-1-2-1 パフケーキマシンの外観

表5-1-2-1 コーンパフ製造条件の検討※

NO.	原料重 <sup>注)</sup> g/枚	温度 ℃	加熱時間 秒	パフ厚 1:薄~10:厚	製造効率 枚/分
1	約1.0	260	4	目盛4	約36
2	約1.0	260	4	目盛1	約36
3	約1.0	260	5.5	目盛4	約31
4	約1.0	260	3.5	目盛4	約38
5	約1.0	260	3	目盛4	約40
6	約1.0	260	3.5	目盛1	約38
7	約1.0	235	5.5	目盛4	約31
8	約1.8	235	10	目盛7	約22
9	約1.8	260	5.5	目盛7	約31

※サンプルはH26場内産ビビアン・水分約14%  
※赤字は基本の設定と異なる部分

#### 結果及び考察

(1) 図5-1-2-2に9条件で試作した、コーンパフの外観を示した。

協力企業A社で実施した消費者評価の結果、総合的な食味は条件No1が最も高く、次いで条件No3が高評価を得たことから、No1を基本的なパフ製造条件として設定することとした。

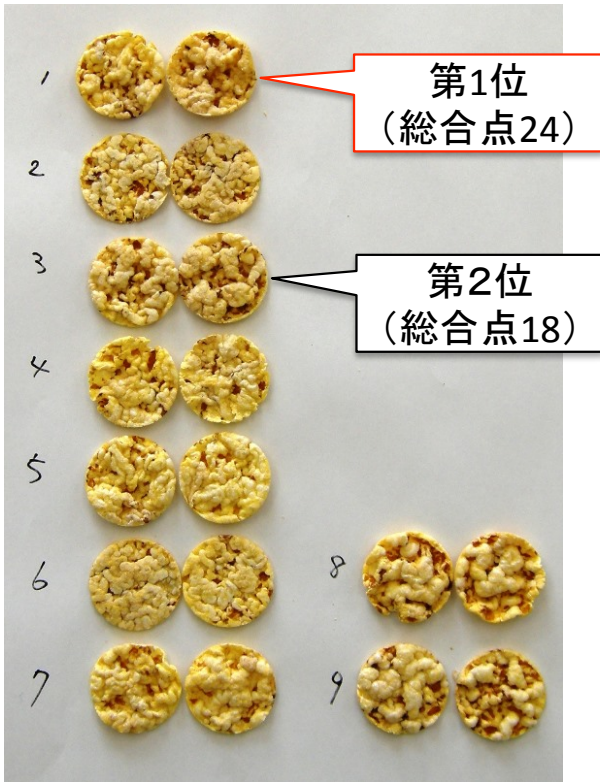


図5-1-2-2 コーンパフ製造条件の検討

(2) 表 5-1-2-2 には、各条件で製造したコーンパフ研究担当者の印象コメントを示した。

担当者の印象でも、一般消費者の評価と同様にNo1の条件が最も好ましいと評価されたが、製造条件の調整により外観だけではなく、風味や食感についても広いバリエーションを持たせることが可能であった。

表5-1-2-2 コーンパフ製造担当者の印象コメント

NO.	食べた印象など(中央農試・富沢)
1	膨化が良く、柔らかく、香ばしい。スイートコーンのような香りは弱い。
2	1の薄いもの。1よりやや硬い。
3	香ばしさは強いが、苦みがある。
4	硬いが後味は甘い。スイートコーンのような香りが強い。製造時のパフの欠けがやや多い(膨化が弱いためか)。
5	スイートコーンのような香りは強いが、食べた瞬間に生っぽい味を感じる。
6	4の薄いもの。4に比べてパフの欠けは少ない。
7	硬いが後味は甘い。スイートコーンのような香りが強い。膨化が弱く、パリパリしている。割れやすい。
8	パフのボリュームがあり見た目は良い。硬いが後味は甘い。食べた後に硬い部分が口の中に残る。製造効率が悪い。
9	8に類似するが、やや焦げが強い(加熱時間を短くすると8とほぼ同等になるかも)。

(2) 評価の高かった No1 のコーンパフを用いて食味や用途について消費者のアンケート調査を集計し、図5-1-2-3に示した。

味については54%が美味しいと回答し、不味いと回答したパネルはいなかった。また、商品イメージとしては「おやつ」と回答するパネルが多かったが、油を使用していないことから「健康食」との回答が多いことも注目される。調理方法のイメージとしてはお菓子の他に、「中華」との回答が多かったが、これは「中華おこげ」のイメージに近いと推察された。

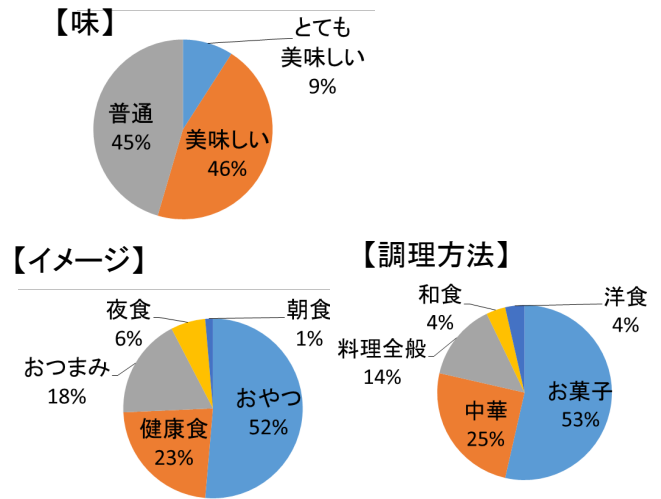


図5-1-2-3 コーンパフの消費者イメージ調査結果

まとめ

道産コーングリッツを原料として、簡易にパフ化成品を加工可能な装置を導入した。製造条件の調節により、特徴あるコーンパフが製造可能で、用途によって最適な製造条件を選択できることが明らかとなった。

本機種は比較的安価・コンパクトであり、特殊な設備も不要なことから、事業化のための導入実装置として有望であると考えられた。

また、アンケート調査から、コーンパフ製品について消費者が抱くイメージが明らかになり、商品化に当たり有益な情報を得ることができた。



○発酵製品開発のための技術開発

背景

道内では味噌、醤油メーカーや酒造業者などの発酵食品の製造企業も多く、新たな道産素材を求めるニーズがある。

目的

コーングリッツを発酵食品原料として活用することを想定し、酒、味噌、醤油について試作し、その基本的な利用特性と課題を把握する。

試験方法

(1) 醸造酒の試作

1) 原料の調整

コーングリッツはサタケテストミル (TM05) にて精白、割砕後比重選別により胚芽を除去した。また、とうもろこし麴はコーングリッツを蒸煮後定法にて製麴した。

2) 原料処理：コーングリッツを一晩水につけて浸漬、翌日 50 分間蒸きょうした。

3) 仕込み：下記配合表に従い粗粒グリッツ、細粒グリッツ 2 種類の醸造酒を製造した。

なお、酒造試験は、協力企業である小樽市の B 酒造にて実施した。

表5-1-2-3 とうもろこし酒小仕込み配合表

原料	1次仕込み	2次仕込み	合計
とうもろこし麴(g)	100		100
粗粒グリッツ(g)		400	400
細粒グリッツ(g)		400	400
水(ml)	120	560	680
酵素剤(g)		0.2	0.2
乳酸(ml)	0.6		0.6

(2) 味噌・醤油製品の試作

1) 原料処理

一晩水に浸漬後、50 分間蒸し、0.5mm 目のミートチョッパーでミンチ状にし、試験に用いた。

2) 仕込み

表5-1-2-4の配合で図5-1-2-4の製造フロー図に従い胚芽・大豆等量混合、コーングリッツ、胚芽のみの味噌を仕込み、30℃で11週間発酵した。な

お、3週間目に天地返し（樽内の味噌の上下を入れ替えること）を実施した。コーングリッツの製造過程で生じる胚芽には、ブラックレイヤー<sup>(\*)</sup>があるため、11週間の加温醸造期間終了後、裏ごし機を用いて漉し味噌とした。発酵後の味噌は、裏ごし機で漉して、漉し味噌とした。

味噌には味噌用主発酵酵母（ビオック）、醤油には醤油用主発酵酵母（ビオック）をそれぞれ 1×10<sup>6</sup>CFU/g 諸味になるよう添加した。また、米麴は市販品（福山醸造）に10%加水し、覆水したものの重量である。

表5-1-2-4 とうもろこし味噌および醤油小仕込み配合表

原料 (g)	試験区分			
	大豆 +胚芽	胚芽	胚乳	大豆
胚芽*	500	1,000	0	0
胚乳*	0	0	1,000	0
食塩	231	260	260	210
米麴	550	550	550	550
大豆	500	0	0	1,000

\*胚芽と胚乳はとうもろこし

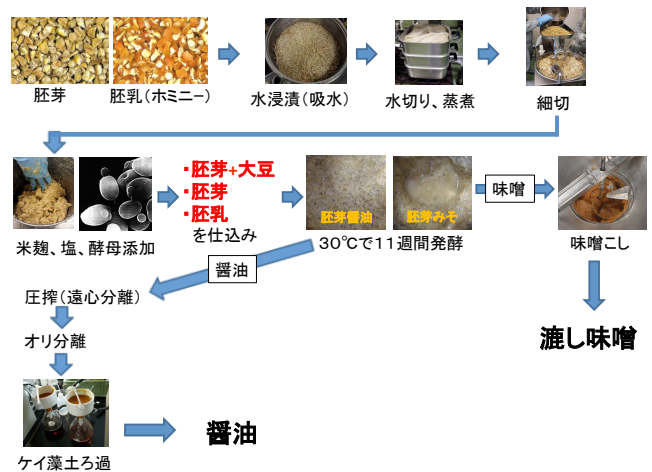


図5-1-2-4 味噌・醤油試作試験のフロー図

醤油は図 5-1-2-4 の製造フロー図に従い、表 5-1-2-4 の組み合わせで胚芽、胚乳、大豆を原料処

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

理し、蒸きょう後、米麴を加えて混合後、重量を測定し、重量の1.3倍の飽和食塩水を加えて再度混合し、30℃で11週間発酵した。発酵後に諸味を7000rpm60分間遠心分離し、上清を85℃30分間湯煎して火入れ後、オリ下げ処理を行い、珪藻土ろ過して試作品を得た。

※ブラックレイヤー：とうもろこしの実の完熟に伴い、粒の付け根の細胞が変色して形成する黒い層

### 結果及び考察

#### (1) コーングリッツ酒の試作

図5-1-2-5に試験醸造結果を示した。粗粒，細粒いずれも明るいクリーム色の醸造酒が得られ，発酵も順調に推移した。アルコール度数も十分高まることが確認できたことから，コーングリッツは酒造原料として十分活用可能と考えられた。

また，細粒の方が若干アルコール度数，日本酒度が高く，溶けが良い傾向であった。さらに，粗粒醸造酒は酒粕の沈殿が多く生成したため，乾燥したところ，鮮やかな黄色と芳香を放つ特徴的な粉末が得られた。

この酒粕についても新たな食素材として活用できる可能性が示唆された。

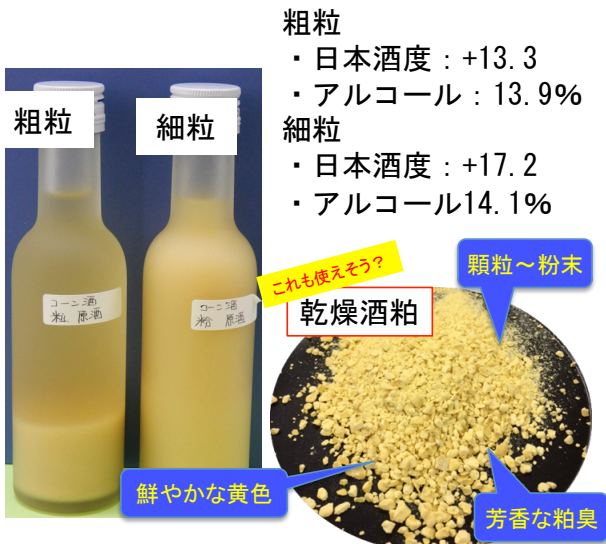


図5-1-2-5 試験醸造酒と酒粕の性状

#### (2) 味噌および醤油の試作

コーングリッツの製造過程で，副産物として胚芽

が発生するが，脂質が多く酸化しやすい。味噌や醤油は諸味の発酵過程でメイラード反応が起こり，それに伴い抗酸化作用を有するメラノイジンが生じる。そこで，胚芽の用途開発として，味噌および醤油の原料とすることを着想した。試作を行う前に道内味噌製造企業に，胚芽および胚乳を持ち込み，加工原料としての可能性について意見をいただいた。

その結果，消費者にとってブラックレイヤーは異物と誤解される可能性があり，工場で大量生産するタイプの味噌には使用できないが，以下の可能性があるとのことであった。

- ①産地で手作り味噌を販売する際の特徴ある原料として，ブラックレイヤーの説明を付せば使える
- ②味噌は黄色い色が好まれるため，とうもろこしの鮮やかな色合いが製品に活かされればよい特徴になる。
- ③ブラックレイヤーが問題にならない醤油であれば，利用可能性が広がる
- ④粉末にすることでブラックレイヤーの課題面が解決すれば利用可能

上記のアドバイスのうち，①～③を元に，試作を行った。

#### 1) 味噌の試作

図5-1-2-6に試作中の様子を示した。



図5-1-2-6 味噌・醤油試作の様子

図5-1-2-7には試作したとうもろこし味噌および醤油の外観を示した。胚乳で仕込んだ味噌は淡い黄色となったが，漉し味噌にしても，ところどころ

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

ろブラックレイヤーの混入が見られた。胚芽はさらにくすんだ色の仕上がりとなり、胚芽の外皮の影響と考えられた。

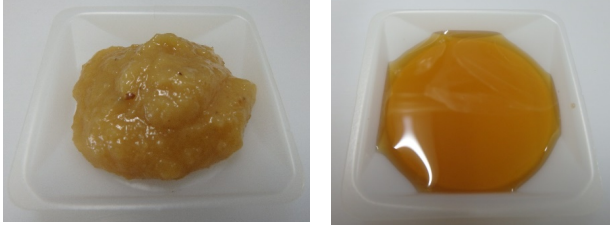


図5-1-2-7 とうもろこし味噌（左）と醤油（右）の外観

味噌の遊離アミノ酸組成を表5-1-2-5に示した。

表5-1-2-5 とうもろこし味噌の遊離アミノ酸組成

成分名	味噌 (mg/100 g)		
	胚芽+大豆	胚芽	胚乳
アスパラギン酸	298	87	251
スレオニン	86	31	76
セリン	122	43	108
アスパラギン	72	15	53
グルタミン酸	293	103	246
グルタミン	36	11	37
プロリン	134	70	101
グリシン	60	34	53
アラニン	146	79	118
バリン	122	53	107
メチオニン	28	15	24
イソロイシン	93	30	86
ロイシン	193	63	173
チロシン	99	37	89
フェニルアラニン	123	36	114
リジン	153	66	135
ヒスチジン	20	12	21
アルギニン	208	119	184
合計	2285	904	1978

胚芽を用いた味噌は遊離アミノ酸が少なく、外皮が硬いため十分タンパク質が分解していないと考えられた。一方、胚乳で試作した味噌は胚芽より遊離アミノ酸は多かったが、大豆味噌よりは遊離アミノ酸が少なかった。とうもろこしのタンパク質は消化性が悪いツェインが主体であることを反映したものと考えられた。また、大豆と胚芽を等

量混合して仕込んだものは遊離アミノ酸量が高く、大豆の風味が強かった。いずれのタイプも味は甘みが強く、西京味噌に代表される甘味噌のような風味であった。

### 2) 醤油の試作結果

図5-1-2-7の右に試作したとうもろこし醤油の外観を示した。醤油はいずれのタイプも大豆醤油より色が淡く、みたらし団子のタレのような甘く、若干とろみのある仕上がりとなった。

味噌と同様に大豆と胚芽を等量混合して仕込んだものは遊離アミノ酸量が高く（表5-1-2-6）、大豆の風味が強かった。

表5-1-2-6 とうもろこし醤油の遊離アミノ酸組成

	醤油 (mg/100 ml)		
	胚芽+大豆	胚芽	胚乳
アスパラギン酸	425	169	276
スレオニン	122	60	85
セリン	178	81	120
アスパラギン	60	19	35
グルタミン酸	375	161	245
グルタミン	22	8	26
プロリン	154	87	93
グリシン	92	57	67
アラニン	202	129	138
バリン	166	94	126
メチオニン	38	23	28
イソロイシン	129	53	98
ロイシン	248	106	174
チロシン	133	70	98
フェニルアラニン	164	73	118
リジン	192	88	132
ヒスチジン	33	19	29
アルギニン	273	166	205
合計	3006	1465	2095

### まとめ

今後の改良点としては、以下の点が考えられた。

- ①遊離アミノ酸量が低いので、さらに分解を進めるため、タンパク質分解酵素の利用や麴歩合を高める
- ②蒸きょう後の原料が乾き気味なので、水分を残す条件とする



## ○道内企業と連携した各種加工製品の商品化支援

### 背景

コーングリッツを新たな道産食素材として興味を持つ食品加工企業は多く、現状使用しているコーン製品に置き換え、あるいは全く新たな加工製品開発を希望する企業も多い。

本項では、主な共同開発製品の概要と開発に至った経緯について報告する。

### 目的

道産コーングリッツを新たな道産素材として食品企業に提供し、新規食品開発をすすめるとともに、コーングリッツの需要を拡大し、生産地域での作付け拡大にフィードバックする。

### 試験方法

広報活動や報道などを通じてコーングリッツ製品の商品化に打診のあった企業に試作用製品を提供し、共同で新商品開発の支援をおこなった。

### 結果及び考察

#### (1) 有限会社ほんだ菓子司「ポンタベール」の商品化支援

##### 1) 共同製品開発の経緯

有限会社本田菓子司は、砂川市に本店を構え、空知で7店舗を展開する菓子製造企業である。昭和23年より和洋菓子、生・焼き菓子などの製造販売を行っている道内老舗の菓子店であるが、特に北海道産の素材を使った菓子作りへの思いは強く、本研究開始当初から、これまでなかった道産コーングリッツを活用した新製品開発に興味を示し、共同開発の強い意向があった。

共同開発製品である「ポンタベール」は、平成28年に、本節(5.1.2項)で検討したコーンパフの試作品を同社に持参し、当チームからこれを活用した新製品の開発提案を行ったことに端を発する。

その後、同社社長および製造担当者との協議を進め、パフケーキマシーンの導入、パフの試作、シーズニングの選定、商品コンセプトの設定、パッケージデザインの検討など、商品化に向けた各ステップ毎に協議・支援を重ね、平成28年12月の商品化販売開始に至った。

##### 2) 共同開発製品の概要と特徴

図5-1-2-8に「ポンタベール」のパッケージ(図5-1-2-7)および製品(図5-1-2-9)の外観を示した。



図5-1-2-8 共同開発製品「ポンタベール」のパッケージ(発売当初ラインナップ)  
※左から、しお、だし、黒胡椒



図5-1-2-9 共同開発製品「ポンタベール」

製造販売事業者である本田菓子司では、「ポンタベール」の特徴をあらわす表現として、下記5項目の「他にありそうでない」特徴を掲げている。

①「想像できない不思議な食感」：かりかりでもさくさくでもない新しい食感、ポップコーンでもなくせんべいでもない。

②「添加物フリー」：お土産菓子は製造工程上・原価を抑えるために原材料の中に添加物が含まれているものが圧倒的に多い。ポンタベールは添加物が入っていない。

③「味付け」：だし味は日本人にとってはなじみ

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

やすく外国人にとっては新しい、そのまま食べればとうきびの香り、味付けをすれば他の素材も活かす受容力がある。

④「ポンスナック（膨化食品）」：伝統的な製法であるが新しい

⑤「実は日本初」：コーングリッツという素材自体が今までは輸入品しかなかった、日本初の商品化

「ポントバール」のパッケージや商品紹介 web ページなどでは、これらの特徴や「道産マルチコーン」の紹介とともに、道総研との共同開発の経緯が記載されており、消費者に製品の価値を伝えている。

「ポントバール」のシーズニングラインナップは進化を重ね、現在（令和2年3月）では、野菜だし味、甘エビ味、しお味の3種類となっているが、商品コンセプトは当初から変わらず、北海道産の素材にこだわり発売以来3年以上販売が継続されるヒット商品となっている。

この間、「ポントバール」は、平成29年度の北海道新技術・新製品開発「優秀賞」をJAそらち南と共同受賞（図5-1-2-10）するなど、技術・商品性としても高い評価を受けている。



図5-1-2-10 H29北海道新技術・新製品開発賞（優秀賞）授賞式

\*受賞名：道産とうもろこしで作った「コーングリッツ」で、新感覚のポンスナック「ポントバール」を作る

### 3) 普及拡大支援

本共同開発製品（ポントバール）について、普及

拡大のための展開方向を明らかにするため、東京都内駅ナカショッ（汐留シオサイト）において平成29年2月27日から3月8日にかけて購買動向調査を実施した（図5-1-2-11）。



図5-1-2-11 「ポントバール」のテストマーケティング

テスト期間の売上個数は100個と、それほど多くはなかったが、「だし味」43個、「しお」30個、「黒胡椒」35個と、ほぼ同数の販売実績であった。購入者の性別は、男女ほぼ同数で、男女ともに、近隣オフィスで勤務している客が中心で、会社や自宅で食べる自分用の需要が中心であったと考えられた。

売り場での客の行動を観察すると、周辺に配置した他の菓子類比較して商品を手に取り見る客が少ない傾向であったため、「ポントバール」の中味を箱から取り出し展示したところ、手に取る客も見受けられるようになった。

接客対応したバイヤーからの報告を総合すると、販売拡大に向けた改善点としては以下の2点が挙げられた。①客の目を引くようなインパクトの強い（目玉になるような）フレーバーについて検討すること、②箱パッケージは自分用の菓子としては手を伸ばしにくいので、内容物を展示して、可能であれば試食とともに販売することが挙げられた。

これらの調査結果は、この後のフレーバーの改良（甘エビ、野菜だし）に反映され、販売拡大に結びつ

いている。

## (2) 株式会社セルクル「シューセルクル」の商品化支援

### 1) 連携の経緯

株式会社セルクルは、札幌市にある菓子製造企業であり、店舗販売事業（スイーツセルクル）の他に、ネット通販および全国の催事（北海道物産展等）での展示販売、デパートギフト等を通じて、特に北海道産素材にこだわった洋菓子の製造販売を行っている事業者である。

共同開発製品（共同ノウハウ所有）である「セルクルクリーム」は、平成28年に同社の代表が、食品加工研究センターに持ち込んだ技術相談に端を発する。相談の内容は、開発を進めている新製品シュークリーム（商品名：シューセルクル）に使うカスタードクリームの原材料を全て北海道産にしたいが、どうしてもコーンスターチだけが道産品（国産品）がなく、何か代わりに使える素材はないだろうかとの内容であった。

そこで、本研究で開発を進めていたコーングリッツ試作品のうち、粒度が特に細かい画分（0.25mm未満：コーンフラワー）の使用を提案したところ、コーンスターチと同様の増粘作用が得られるだけでなく、風味も向上することが確認されたことから、共同でのクリーム製造技術開発がスタートした。

道総研では同社独自の脱水技術によるクリーム物性の高品位化と冷凍耐性付与のメカニズムについて解析し、改めてこのクリーム（セルクルクリーム）製造技術を道総研との共同ノウハウとして認定するとともに実施許諾契約を締結した。

このクリームの冷凍耐性や粘度の特徴については本節（5.2.2項）にその解析結果の一部を記載した。

### 2) 共同開発製品の概要と特徴

このクリームを使ったシュークリーム「シューセルクル」（図5-1-2-12）が、平成28年に商品化され販売が開始された。

## シューセルクル（株）スイーツセルクル



- ・北海道産原材料100%菓子
- ・無添加で冷凍・解凍可能な生洋菓子
- ・原材料産地完全公開
- ・クリームにコーンフラワーを使用

図5-1-2-12 「シューセルクル」の外観

本製品の商品コンセプトは以下の3点である。

①「独自の脱水技術」（共同ノウハウ技術）：洋生菓子であるにもかかわらず、3ヶ月長期冷凍保存が可能で、解凍後もクリームの劣化（離水、分離）がないこと（図5-1-2-13）。



図5-1-2-13 「セルクルクリーム」の特徴  
①「独自の脱水技術」

②「食材へのこだわり」：使用している原材料全てが北海道産であるだけでなく、原材料の産地生産者を全て公開（図5-1-2-14, 15）。



## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発



図5-1-2-14 「セルクルクリーム」の特徴  
③「食材へのこだわり」

<p><b>小麦粉</b></p> <p>北海道 横山製粉 「ゆきんこ」</p> <p>いろんな薄力粉を試すなか、ついに迫り着いた逸品。この粉に出会えば、シューセルクルもつくることはできなかつたはず。使用小麦はきほんのみです。</p>	<p><b>バター</b></p> <p>北海道 よつ葉乳業 「食塩不使用発酵バター」</p> <p>北海道産の生乳を乳酸発酵させてつくる贅沢なバターです。シューセルクルの濃厚な風味は、このバターを使っていることおもしろい。</p>	
<p><b>砂糖</b></p> <p>北海道 日本甜菜製糖 「グラニュー糖」</p> <p>北海道産の甜菜からつくられるお砂糖をセレクト。お菓子づくりをするうえで、シューセルクルもつくることにはこだわりました。</p>	<p><b>生クリーム</b></p> <p>北海道 よつ葉乳業 「47%クリーム」</p> <p>北海道産の良質な生乳100%でつくられる生クリーム。乳化剤、安定剤、香料は一切使用していない自然のままのまろやかさがあり、コクと奥の深い風味が魅力です。</p>	
<p><b>コーングリッツ</b></p> <p>北海道 JA そらち南 「コーングリッツ」</p> <p>日本初の「北海道産」「遺伝子組み換えではない」「ポストハーベスト（収穫後農薬）も一切不使用」のマルチコーンを100%使用したコーングリッツです。</p>	<p><b>塩</b></p> <p>北海道 岩内町 「星の塩」</p> <p>日本海・岩内沖の海洋深層水を使ってつくられた天然塩です。</p>	<p><b>米粉</b></p> <p>北海道 北竜町 「永井さんちの米粉」</p> <p>北竜産を使った珍しい米粉です。粘りが少なく加工が易く味が引き立つのが特徴です。また、小麦粉以上のコシが出ると言われています。</p>

図5-1-2-15 使用している副原料を含めて全て生産者を公開

③「食品添加物不使用」：原材料以外の添加物（保存料・酸化防止剤・pH調整剤・安定剤・着色料・甘味料・香料・乳化剤・化学調味料等）を不使用であること

本製品のような高品位な生洋菓子は、生クリームの品質を長時間維持することが困難なため、販売チャネルは当期限の店頭販売に限定されることが一般的であるが、本製品は独自のノウハウ技術

により長期冷凍保存・輸送が可能であるため、道外で開催される物産展等での販売チャネルが広がり、全国の北海道物産展（年間20回以上出展）では常に人気商品となっている。

また、冷凍輸送が可能なことから道内有名デパートのギフト商品としても多数採用されており、その特性を活かした販売拡大が続いており、将来的には、海外輸出の可能性も視野に入れている。

### 3) 普及拡大支援

本共同開発製品（シューセルクル）について、今後の普及拡大のための展開方向を明らかにするため、大消費地でのテストマーケットにおける消費者の購買動向を調査した（図5-1-2-16）。



図5-1-2-16 「シューセルクル」のテストマーケティング

調査は、平成29年3月15日～3月21日の一週間、東京都内、浅草松屋地下1階催事場（東京メトロ銀座線直）に出店し、販売数量、金額等統計数値、商品性に関する評価（デザイン、価格、食味、ストーリー性等）、購買者に関する調査（性別、年齢層、購買動機・用途等）を実施し、専門家のアドバイスを得た。

図5-1-2-17に期間中の販売額を示したが、百貨店バイヤーからは、「この場所（出店場所）でこんなに売れるのは久しぶりです。是非また催事を開催してください」との好評価を得た。

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

総売上金額：446,250円（税込）

日付	2月15日	2月16日	2月17日		
曜日	水曜日	木曜日	金曜日		
売上	84,930	51,427	56,250		
日付	2月18日	2月19日	2月20日	2月21日	合計
曜日	土曜日	日曜日	月曜日	火曜日	
売上	74,926	75,196	57,045	46,476	446,250

図5-1-2-17 テスト期間中の販売額

購買者層は仕事帰りの女性客が中心で、夕方以降、の販売は特に好調に推移し、2個入セットは売り切れる日も多く最も好評であった。

店に立ち寄った客の反応は、「原料が全て北海道産」、「北海道シュークリーム」、「東京初出店」、「添加物未使用」といったフレーズや販促物に興味を持つ客が多かった。また、試食品種類の、原材料による味の違いについては客・バイヤーからも非常に新鮮だった様子で、楽しみながら商品を選ぶ客が目立った。

今回の調査から、都内百貨店の客層は「試食」や「商品説明」を通し原材料に対するこだわりや、商品の違いに興味を持つ傾向が強いことが明らかとなった。

今後の展開方向に向けては、これらの違いをよりわかりやすく伝える事が重要であることから、改善のポイントとしては、販促物やわかりやすいパンフレットなど情報を伝える媒体の充実が効果的であるとまとめられた。

### (3) その他道内企業による新規商品開発事例

上記2例の共同開発製品以外にも、コーングリッツを活用した様々なジャンルの製品が開発され販売された。現在は販売が継続されていない商品も含めて用途の広がりを紹介する。

#### 1) パン類

**商品名：「コーンバゲット」、「コーンブレッド」**

販売事業者：プーランジェリーコロソ（パン店、札幌市）

商品概要：道産素材にこだわる同パン店のグランシェフ志賀勝栄氏にコーングリッツの活用を提案して、商品化が実現した。北海道産小麦粉とコーングリッツのコラボ商品で、コーングリッツを一度炊いてから生地練り込むなどの工夫でコーンらしさと甘みを残しながら、香りと色味の良さを

引き立てた（図5-1-2-18）。現在は終売。



図5-1-2-18 コーンバゲット（左）とコーンブレッド（右）

**商品名：「コーンクリームシチューパン」**

販売事業者：北海道ローソン（流通販売、札幌市）

概要：この商品は、北海道ローソンとHTB、そして北海道日本ハムファイターズ（西川選手、中島選手）とのコラボ企画で誕生したもので、製品の企画開発に当たって、とうもろこしを使ったパンを作りたいとの相談があり、道総研も協力して平成29年9月に期間限定で商品化が実現した。生地にコーングリッツが練りこまれており、鮮やかな黄色のパンに仕上がった（図5-1-2-19）。現在は終売。



図5-1-2-19 コーンクリームシチューパン

#### 2) 焼き菓子

**商品名「ガトーショコラ・クラシック」**

販売事業者：パティスリーアパレイユ（菓子店、札幌市）



## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

概要：道産素材の使用にこだわる同店の渡辺シェフパティシエールにコーングリッツの利用を提案して商品化が実現。小麦粉を使わず、北海道産のとうもろこしの粉を入れて、濃厚ながらもふんわりと焼き上げた焼き菓子。現在（令和2年3月）も販売継続中（図5-1-2-20）。



図5-1-2-20 ガトーショコラ・クラシック

商品名：「クリームチーズコーン」

販売事業者：スウィートレディージェーン（洋菓子店、札幌市）

概要：アメリカンスタイルの菓子店を営む同店馬越オーナーパティシエに、道産コーングリッツの使用を提案したところ、伝統的なアメリカの菓子であるコーンを使ったパイを製造販売しているが、どうしても道産のコーングリッツが欲しくて探していた、とのことで商品開発が進んだ。とうもろこしらしい、きれいな黄色が出て明るい雰囲気ケーキに仕上がったとの高評価を得た。前項の食材用品種選定において、輸入品より赤味の濃い品種を選定した効果が反映されたと考えられる。現在は使用を希望する粒度のコーングリッツが供給できないため販売休止中（図5-1-2-21）。



図5-1-2-21 クリームチーズコーン

### 3) パフ製品

商品名：「コーンパフ」、 「コーンシリアル」

販売事業者：合同会社新しのつフーズ（食品製造業、新篠津村）

概要：地域農産物を使用した製品開発に取り組む同企業の本間社長に、コーングリッツの利用を提案して商品化が実現。本研究で検討したものは別のタイプパフ化装置を用いて、ブロック状およびシリアル状のコーンパフを開発した。菓子としてだけではなく、ホテル、飲食店等の素材として、シリアル、クルトン、サラダトッピング等に活用を拡げている。現在（令和2年3月）も販売中（図5-1-2-22）。



図5-1-2-22 コーンパフ（左）とコーンシリアル



#### 4) 飲食店メニュー

商品名：「ポレンタ」、「フライドポレンタ」

販売事業者：イルピーノ（レストラン、札幌市）

概要：道産素材にこだわるイタリアンレストランイルピーノの川端オーナーシェフに道産コーングリッツを使ったメニュー開発を提案した。レストランにおいて、チーム員参加による試食会などを経て、ポレンタのメニュー化が実現した。輸入コーングリッツと異なり、道産は穀物臭が少なく、とうもろこしらしい良い香りとの評価であった。ポレンタを固めて揚げた「北海道産ポレンタと生ハムの前菜」メニューが現在（令和2年3月）もメニュー提供中（図5-1-2-23）。

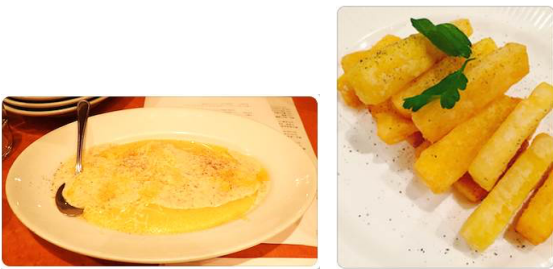


図5-1-2-23 ポレンタ（左）とフライドポレンタ（右）

#### 5) 酒類

商品名：とうきび焼酎「とうきみ100」

販売事業者：そらち南農業協同組合（農協、栗山町）

概要：本項で検討した醸造試験に端を発し、JA そらち南の尾崎技術アドバイザーの発案により商品化が実現した。使用原料は100%北海道産子実とうもろこしを使用しており、とうもろこし焼酎らしい深い香りとほのかに甘い味わいが特徴である。地元栗山町および由仁町のふるさと納税返礼品としても活用されている。現在（令和2年3月）も販売継続中。



図5-1-2-24 とうきび焼酎「とうきみ100」

#### まとめ

コーングリッツの加工用途開発を目指して、道内多数の食品加工企業と連携した商品開発をおこなった。

その結果、多数の商品が開発、市販され、様々な用途での利用が広がった。

5.1.3 マルチコーンの普及拡大を目指した広報活動

背景

本研究で開発した道産コーングリッツおよび企業と連携して進めた開発商品の一層の普及拡大を図るためには、道総研の広報チャンネルを活用した情報発信が必要である。

○道総研プレスリリースおよびマスコミ報道

目的

道総研の成果を公表し道産コーングリッツの普及を促進するため、マスコミ各社に対してプレスリリースを行う。

食戦略成果「道産とうもろこし粉（コーングリッツ、フラワー）」の情報をまとめた冊子「たべLABO Mini」の発行に関する内容を中心に道総研と取りまとめを記者発表する。

試験方法

日時：平成29年4月6日（木）13時30分

場所：道政記者クラブ記者室

対応者：食チームリーダー食品加工研究センター 柳原部長、共同開発者そらち南農業協同組合 尾崎アドバイザー、本部連携推進部長谷川主幹、山本主査、松下主事

結果及び考察

(1) マルチコーンの命名・コンセプト提案

図5-1-3-1にプレスリリース資料（表紙）を示した。

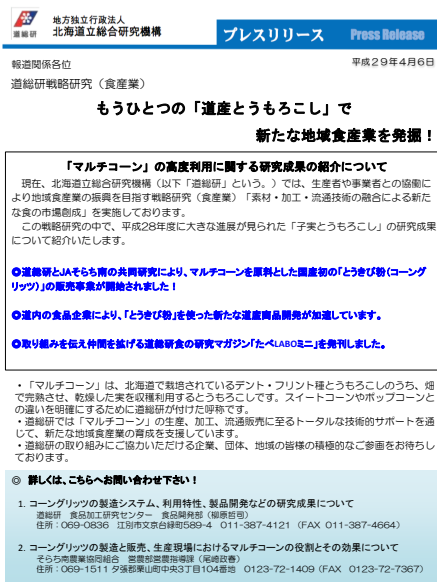


図5-1-3-1 道総研プレスリリース資料（表紙）

本プレスリリースの冒頭に、道総研内で検討した子実とうもろこしの新しい愛称「マルチコーン」

についての紹介を行った。

従来道総研（農業試験場）では、「子実とうもろこし」という呼称により、様々な試験研究を進めてきたが、農業関係以外の分野ではこの呼名に馴染みがなく、特に子実（しじつ）という読み方が通じない場合が多いため、本研究で食材化の検討を始めるに当たり、一般の消費者や食品事業者にも受け入れられやすい、新たな愛称を考案することとした。

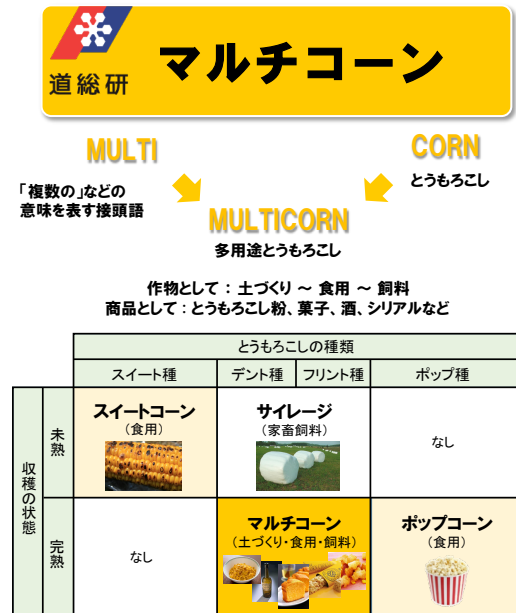


図5-1-3-2 マルチコーンのコンセプト（上）と品種・栽培上の位置付け（下）

図5-1-3-2 上に「マルチコーン」のコンセプトを示した。「複数の」を表すmultiと「とうもろこし」のcornを合わせた造語であるが、水田転作畑の土作り作物として、家畜飼料として、またさらに様々な用途の食用素材として、まさしく「マルチな」役割のとうもろこしとしてこの愛称を考案した。

図5-1-3-2 下に北海道で栽培されている他のとうもろこしと「マルチコーン」の関係を図示した。「マルチコーン」は、家畜の発酵粗飼料（サイレージ）として栽培されている種類のとうもろこしを、畑で完熟させ、その実だけを収穫した穀物である。北海道で食用として利用されている、スイートコーンとポップコーンに加えて、第3の道産とうもろこしとして、その位置づけを消費者に理解してもらうことを目論んだ。

図5-1-3-3に食品・流通関係の事業者マルチコーンの利用を提案する際に参考にできるパンフレットを示した。

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発



図5-1-3-3 事業者向けのパンフレット

今後、マスコミ各社が本研究について報道する場合には、一般消費者が理解しやすい「マルチコーン」という愛称をつかってもらえるよう提案をおこなった。

### (2) たべLABO Mini (とうきび粉) の発行

本研究の取り組みを事業者や一般消費者に伝える食シーズコミュニケーションツール(たべLABO Mini)の製作・配布について説明した。

#### 1) 表紙(図5-1-3-4)・導入(図5-1-3-5)

JA そらち南と道総研がコーングリッツ(とうきび粉)開発に取り組み始めた経緯について紹介。



図5-1-3-4 たべLABO Mini (表紙)



図5-1-3-5 たべLABO Mini (導入)

### 2) 利用者の紹介(図5-1-3-6)

取材先実需者は、イルピーノ(札幌市)、スイーツセルクル(札幌市)、スウィートレディージェーン(札幌市)、ほんだ菓子司(砂川市)、ブルーランジェリーコロソ(札幌市)。

それぞれの事業者のとうきび粉に対するコメントやコラボ開発商品について解説した。



図5-1-3-6 たべLABO Mini (利用者紹介)

### 3) とうきび粉レシピ紹介(図5-1-3-7)

天使大学4年生(当時)の料理研究家、金川綾華さんに、とうきび粉を使った家庭で簡単に作れるメニューの開発を依頼、紹介した。



図5-1-3-7 たべLABO Mini (レシピ)

### 4) とうきび粉誕生の秘話(図5-1-3-8)

JA そらち南が畑の土作り作物として、マルチコーンを導入した経緯から、道総研と連携してコーングリッツの開発に至るまでの開発秘話や思いを公開。



第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発



図5-1-3-8 たべLABO Mini (誕生秘話)

5) 研究への参画呼びかけ (図5-1-3-9)

とうきび粉を使った商品開発, とうきび粉の美味しい食べ方, どこで入手できるの?。一緒に研究を始めませんか! 道総研への相談と連携の呼びかけ。



図5-1-3-9 たべLABO Mini (呼びかけ)

以上たべLABO Mini の内容を紹介し, 冊子を配布した。

(3) その他関連マスコミ報道

1) 新聞・テレビ報道

- ・読売新聞: 国産でトウモロコシ粉 (2016. 11)
- ・北海道新聞トウモロコシで無添加ポン菓子 (2016. 12. 15)
- ・北海道新聞: 道産トウモロコシ粉販売 (2017. 4. 7) (図5-1-3-10)
- ・日本農業新聞: コーンスターチ挑戦国産ニーズ付加価値に (2017. 4. 7)
- ・読売新聞: トウモロコシ粉国産で新商品 (2017. 4. 9)
- ・毎日新聞: トウモロコシ粉国産初, 道総研が生産開始「道産ブランドに」 (2017. 4. 11)
- ・日本農業新聞: 新商品開発を支援 (2017. 5. 15)

(図5-1-3-11)

- ・朝日新聞: 安全・安心道産とうきび粉 (2017. 4. 12)
- (図5-1-3-12)
- ・HBC テレビアグリ王国北海道: マルチコーン「コーングリッツ」について (2018. 2. 24)
- ・北海道新聞: 子実トウモロコシ道内で増 (2019. 12. 25)



図5-1-3-10 北海道新聞 (2017. 4. 7)



図5-1-3-11 日本農業新聞 (2017. 5. 15)

2017. 4. 12朝日新聞



道総研などが開発した「道産とうきび粉」（右の二つの袋）。左は元となるトウモロコシ

パンやスイーツの原料に

道立総合研究機構の食品加工研究センター（江別市）は、JAそち南（南栗山町）と共同で、トウモロコシを原料とした「道産とうきび粉」を開発した。これまで輸入品に限られ、商業ベースの国産品は初めてという。豊かな香りとほろよい膨らみが特徴で、パンやスイーツなどの原料として普及を促す。ゆめたり、焼いりして食べる「スナック菓やコーンブレック」などに使える。トウモロコシ（マルチコーン）価格は1.980円/斗、輸

安全・安心 道産とうきび粉

道総研とJA共同開発

この粉は外国産が非常に安く、国内産は価格面で太刀打ちできなかった。しかし、収穫後に使われる農薬や、選別工程で入れ替わりの心配がない安心な道産品を求めている加工会社や消費者からの声があり、道総研は2013年、JAそち南と共同で研究を始めた。注目の「おトモ」ブランドという品種、食感をそのカサの柔らかい香りで、輸入品と比べ香りの成分の含有量は3倍ほどあった。ほろよい膨らみや食感が、パンやスイーツの原料として、普及を促す。ゆめたり、焼いりして食べる「スナック菓やコーンブレック」などに使える。トウモロコシ（マルチコーン）価格は1.980円/斗、輸

図5-1-3-12 朝日新聞 (2017. 4. 12)

2) 雑誌等での紹介

- ・ニューカントリー2017年2月号：ポンタベール 道産マルチコーンでつくる新感覚ポン菓子 (2017.2) : (図5-1-3-13左)
- ・ニューカントリー2017年6月号：飼料用を菓子やパンでおいしく「道産コーングリッツ」 (2017.6) : (図5-1-3-13右)
- ・JP01エリア2018年7月号：道産とうきび粉(2018.7) : (図5-1-3-14左)
- ・THE JR Hokkaido 10月号：“三方よし”のトウキビ革命 -土よし、食よし、景観よし(2018.10) : (図5-1-3-14右)

2017. 2 ニューカントリー



2017. 6 ニューカントリー



図5-1-3-13 ニューカントリー2017年2月号(左)と6月号(右)



図5-1-3-14 JP01エリア2018年7月号(左) The JR Hokkaido 10月号(右)

まとめ

道総研プレスリリース等、様々な情報発信により、新聞、テレビ、インターネット、雑誌などさまざまなメディアに取り上げられる機会も増え、マルチコーン開発の普及に大きく貢献した。



5.1.4 マルチコーン胚芽の機能性を活かした新規食材化に向けた検討

一般に穀物の胚芽は、種子にとって発芽に必要な栄養素や多くの酵素を含み、胚乳とは全く異なる成分組成を持つことから、健康食素材として考えた場合には極めて興味深い素材である。しかし、通常のコーングリッツ製造大型プラントでは、胚芽は種皮とともに製粉工程の中で不要な画分として研削除去され、主に家畜飼料として利用されているため、全粒分以外では単独の食材として流通している例は見当たらない。

しかし、前項(5.1.1)で開発した、道産コーングリッツ製造ラインでは、胚芽はほぼ原型を保った状態で胚乳から分離され、比重選別等により回収することが可能である。

そこで本項では、このコーン胚芽の食材としての特性、機能性などについて解析し、新たな食素材としての可能性を検討した。

○マルチコーン胚芽の食材特性評価

背景

マルチコーン胚芽は図5-1-4-1に示すように子実の基部で穂軸と結合する部位にあり、成熟が進むとブラックレイヤーと呼ばれる離層を形成し、穂軸から脱粒する。

形状は品種により多少異なるが、直径3~4mm程度の角塊状であり、子実全体の15%程度の重量を占める。米や小麦、大豆など主な穀物にも胚芽はあるが、とうもろこしのように巨大な胚芽を持つ作物は見当たらない。

食用としては、主にコーンスターチを製造する湿式製粉(ウェットミリング)の工程で得られ、食用油(コーン油)の原料として利用されている他には、食素材として活用されている事例は見当たらない。

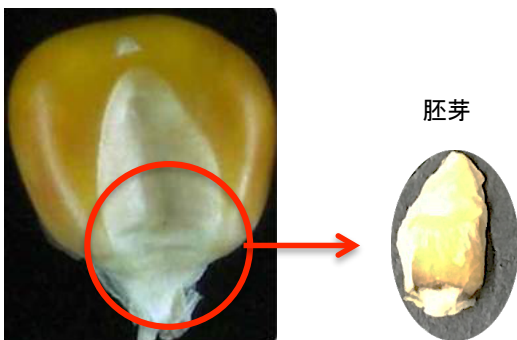


図5-1-4-1 マルチコーンの胚芽

目的

「胚芽」の食素材としての流通可能性を検証し、有効な活用方策と課題を見出すことにより、地域食産業振興策としてのマルチコーン事業の基盤強化を図る。

マルチコーン胚芽の調理用素材としての特性を評価し、食材としての流通可能性を検討するための基礎資料とする。

試験方法

(1) 食材安全性評価

胚芽を含むとうもろこしの全粒粉は、古くから食料として利用されていることから、人類には十分な胚芽の食経験があり、食材として利用することに特段のリスクはないと判断されるが、近代的な胚芽を除去する製粉技術が普及した今日では、胚芽だけを分離して食する経験はほとんどないことから、(株)日本食品分析センターに依頼しラットを用いた経口急性毒性試験を実施した。

(2) 食材胚芽の栄養成分分析

胚芽の栄養性、機能性を評価するための基礎知見として、一般成分に加え、ビタミン、ミネラル等について成分分析をおこなった(日本食品分析センターに委託)。

(3) 食材としての加工・利用特性評価

マルチコーン胚芽の食素材としての市場流通可能性を評価するため、製菓・製パン・飲食店実需者による加工・利用特性評価を実施した(試作評価はイタリアンレストランシェフに委託)。

1) 評価素材

- ・胚芽ホミニー(ホミニーと胚芽未分離素材)
- ・ピュア胚芽(胚芽のみ分離精選した資材)

2) 素材処理方法

- ・胚芽ホミニーレトルト処理(1.2倍加水後120℃, 30分処理)
- ・ピュア胚芽焙煎処理(180℃, 7分焙煎)

3) 試作調理品

- ・丸粒および胚芽ホミニー(レトルト加工素材)
  - ①そのまま、煮熟、揚げ加工、リゾット
- ・ピュア胚芽(焙煎素材)
  - ①サラダ(粒)：お湯で戻す、または茹で好みの硬さにする
  - ②グラノーラに混ぜる(粒)：押し麦で作ったグラノーラに混ぜた
  - ③グラノーラチョコ(粒)：胚芽入りグラノーラをチョコレートで固めた
  - ④胚芽ご飯(粒)：1合の米に対し5から10gの胚芽と和風だしまたはコンソメを入れ、炊飯する



## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

⑤胚芽茶（粒）：急須に胚芽とお湯を注ぐ

⑥胚芽クレープトルティーヤ（粉体）：クレープを作る際、小麦粉を2～3割を胚芽粉に変える。

### 4) 作業性・試食評価

・オーナーシェフおよびスタッフにより達観評価

### (3) 菓子・パン用加工素材として試作評価

胚芽の利用に興味を持つ道内ベーカリーおよび菓子製造企業に依頼し、胚芽を素材とした、パン、菓子製品の試作評価を業務委託した。

## 結果及び考察

### (1) 食材安全性評価

胚芽の食材としての安全性を検討するため 2,000 mg/kg の用量の検体を雌ラットに単回経口投与し、14日間観察を行った。その結果、観察期間中に異常及び死亡例は認められなかった。

以上のことから、ラットを用いる単回経口投与において、検体のLD50値は、雌では2,000 mg/kg を超えるものと判定され、食材としての急性毒性は実用上認められないものと評価した。

### (2) 食材胚芽の栄養成分分析

表5-1-4-1に分析結果を示した。

表5-1-4-1 胚芽に含まれる各種成分分析結果

区分	成分名	含有量・熱量	単位
一般成分	水分	10.1	g/100g
	たんぱく質	14.9	g/100g
	脂質	22.7	g/100g
	灰分	7.9	g/100g
	炭水化物	44.4	g/100g
	糖質	28.1	g/100g
	食物繊維	16.3	g/100g
	エネルギー	409	kcal/100g
	ナトリウム	検出せず	—
	食塩相当量	検出せず	—
ミネラル	リン	1920	mg/100g
	鉄	9.29	mg/100g
	カルシウム	7.9	mg/100g
	カリウム	1.88	g/100g
	マグネシウム	658	mg/100g
	銅	1.13	mg/100g
	亜鉛	12.2	mg/100g
	マンガン	3.05	mg/100g
	ビタミンA	3	μg/100g
ビタミン類	α-カロテン	検出せず	—
	β-カロテン	35	μg/100g
	ビタミンB1(チアミン)	2.16	mg/100g
	ビタミンB2(リボフラビン)	0.33	mg/100g
	ビタミンE(α-トコフェロール)	3.9	mg/100g
	葉酸	160	μg/100g
	パントテン酸	1.17	mg/100g
	イノシトール	2.07	g/100g

胚芽に含まれる一般成分の特徴は、胚乳部分に比較して炭水化物が少なく、他の成分が多いことである。特に脂質含有量が多く、コーンスターチ製造で回収される胚芽はコーン油の原料となっている。また、灰分、食物繊維など、胚乳にはほとんど含まれない成分も多く、健康食品素材としての活用も期待される。

含有量が多いミネラル成分では、リン、カリウム、マグネシウムが特に多く、これらは一般的な胚芽成分の特徴を表している。特に近年機能性の面から関心の高い亜鉛含有量が12.2mg/100と高く注目される。

栄養補助食品原料として使われている小麦胚芽と同様にビタミン類も多く含まれており、小麦胚芽に比較した場合、分離回収が容易で粒径が圧倒的に大きいことから、利用特性は高い可能性がある。また、生体調整機能の面からは、イノシトール含有量の高さが注目される。一般に穀物中のイノシトールは主にリン酸の貯蔵体として、フィチン酸の形態で存在すると考えられていることから、コーン胚芽についても同様と推測される。

これらイノシトール類は、生体に対する様々な影響が報告されているが、何らかの良好な機能性が見い出される可能性もあり、注目すべき成分と考えられた。

### (3) 食材としての加工・利用特性評価

#### 1) 丸粒および胚芽ホミニーの評価概要

表5-1-4-2に調理用素材として評価の一覧を示した。

レトルト加工した丸粒およびホミニーは、粒の食感が悪く、調理素材としての利用は難しい。再煮熟および揚げ加工によっても良好な食味に調理できなかった。また、独特の穀物臭も不快と感じられる。

#### 2) ピュア胚芽の評価概要

精選した焙煎胚芽はそのままあるいは加水加熱加工でも良好な調理素材として利用可能であった。特に、サラダ、グラノーラおよび胚芽ご飯は評価が高い。

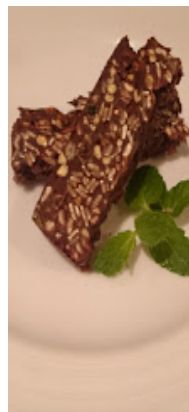
第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

表5-1-4-2 飲食店シェフによるコーン胚芽の調理・利用特性評価結果

活用の方法		素材の状態			調理・加工適性		食味評価		商品化の可能性	
試作品目	使い方	原料	処理	形態	適している点	適していない点	優れている点	劣っている点	総合評価	商品化の条件
全粒	レトルトパックをあげそのまま	ホミニー	レトルト	粒		このままで固く、味も独特の穀物臭があり、使い方が難しい				
全粒	レトルトパックをあげ、茹でた	ホミニー	レトルト	粒		茹でて固く、皮が残る				
全粒	レトルトパックをあげ、油で揚げた	ホミニー	レトルト	粒		揚げても固く、食味もあまりよくない				
①レトルトソット(写真は先日お渡したものが1つしかなく撮っていません)	玄米リゾットの食感が残る具材がほしく、少量を混ぜた	ホミニー胚芽	レトルト	粒		イメージする食感(イタリアのアルデンテ(歯ごたえがある))とは違い、固いガムのような食感になってしまった。				
②サラダ	お湯で戻す、または茹で好みの硬さにする	胚芽	焙煎	粒	食感がよく、サラダのアクセントになる	歯ごたえがかなりあるので、高齢者など歯の悪い方には好まれない	コーンのほのかな香りと甘さがありおいしい		有望	硬さをどの程度にするかが好みの分かれるところ
③グラノーラに混ぜる	押し麦で作ったグラノーラに混ぜた	胚芽	焙煎	粒	簡単に混ぜることができ、使いやすい		他のグラノーラと混ぜると、これ自体の食味は感じにくいですが、食感がよくなる		有望	焙煎状態の胚芽は、市販のグラノーラに簡単に混ぜることができ使い勝手がよい。焙煎時間を変えると風味が変わるのでどの程度焙煎するか検討が必要
④グラノーラチョコ	胚芽入り、グラノーラをチョコレートで固めた	胚芽	焙煎	粒	個人では難しい(チョコレートの扱いが)かもしれないが、製菓店では簡単に使える。		チョコレートとの相性がよい		有望	
⑤胚芽ご飯	1合の米に対し5から10gの胚芽と和風だしまたはコンソメを入れ、炊飯する	胚芽	焙煎	粒	簡単に胚芽を食べることができる	好みの食感にするために、調理方法を変える必要がある。下ゆでをするなど	ほんのりコーンの味も感じられおいしい。		有望	硬さをどの程度にするかが好みの分かれるところ
⑥胚芽茶	急須に胚芽とお湯を注ぐ	胚芽	焙煎	粒	簡単に使える		香りがよくおいしい		有望	
⑦胚芽クレープ?トルティーヤ	クレープを作る際、小麦粉を2~3割を胚芽粉に変える。	胚芽	焙煎	粉体	使いやすい		香りも食味もよい		有望	



グラノーラ



グラノーラチョコ



胚芽ご飯



胚芽クレープ



胚芽クレープ調理例

図5-1-4-2 調理素材試作製品の的外観

(2) 菓子・パンの試作評価

下記の菓子、パンについて試作し、加工適性およびその品質を評価した(図5-1-4-3, 4)。

- ①バター入りの餅もしくは求肥餅と合わせたバターとうきび餅、②タルト(アーモンドとの代替)、③胚芽入りおはぎ、④フィナンシェ風焼き菓子(アーモンドの代替)、⑤パイの上にグラニュー糖と一緒に振りかけて焼きあげたとうきびリーフパイ、⑥胚芽ブレッド(食パン)
- ⑦堅焼きライ麦パン

試作実需者による総評

- ・食感が他のナッツ類よりも硬く、皮が口残りする印象。これが改善されると使いやすい素材になる。
- ・焙煎胚芽は非常に香りが良いが、加熱加工品目では未焙煎胚芽の方が用途は広がる。
- ・とうきびの香りが強いのでメインの素材として使いやすい。バター、チョコレート、ナッツと相性が良く、焼き菓子に使うと香りが出やすくなる。
- ・パンへの使用は概ね問題なく可能である。焙煎粉末は用途が広いと感じる。

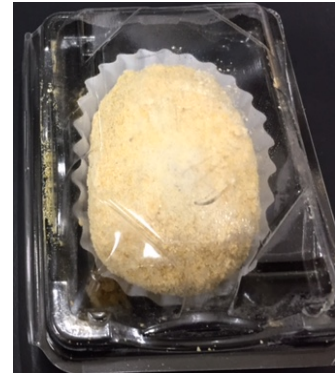
第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発



①コーンバター餅



②カップタルト



③胚芽おはぎ



④フィナンシェ



⑤リーフパイ

図5-1-4-3 菓子試作製品の的外観

⑥胚芽ブレッド



⑦堅焼きライ麦パン



図5-1-4-4 パン試作製品の的外観



○マルチコーン胚芽の核内受容体活性評価

背景

マルチコーン胚芽の成分組成は、先に示したように、胚乳とは大きく異なり、ビタミンやミネラルなどに富む特徴があることから、何らかの健康機能性が見いだされる可能性が高いことが期待された。

また、本プロジェクトで検討したコーングリッツ製造工程では、原型を留めた状態の胚芽が15%程度回収できることから、これを新たな食素材として流通することができれば、事業全体の収益性を大きく向上することが可能である。

目的

マルチコーン胚芽抽出物について、核内受容体レポーターアッセイ評価法を用いて、注目すべき機能性の有無についてクルードな探索を行う。

試験方法

1) 活性成分の抽出

分離精選したとうもろこし胚芽をミルサーで微粉砕し、表5-1-4-3に示した3種類（水、50%エタノール、100%エタノール）の抽出条件により試験サンプルを調整した。

活性抽出液の性状を図5-1-4-5に示した。

表5-1-4-3 サンプルの抽出，調整条件

	抽出容量	溶解溶媒	液量	濃度
100% EtOH抽出	50 mg/ml	DMSO	3ml	100mg/ml
50% EtOH抽出	50 mg/ml	DMSO	3ml	100mg/ml
水抽出	50 mg/ml			

試験サンプルは表5-1-4-4の試験濃度に従い、ルシフェラーゼレポーターアッセイ法により分析した。

表5-1-4-4 核内受容体アッセイ試験濃度

	100%, 50% EtOH抽出	水抽出
試験濃度 (mg/ml)	0.02 mg/ml	0.2 mg/ml
	0.05 mg/ml	0.5 mg/ml
	0.1 mg/ml	1 mg/ml
	0.25 mg/ml	2.5 mg/ml
	0.5 mg/ml	5 mg/ml

評価に用いた核内受容体は、PPAR ( $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\gamma$ ), RXR ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ), RAR $\alpha$ , ER ( $\alpha$ ,  $\beta$ ), LXR ( $\alpha$ ,  $\beta$ ), FXR, PXR, PR, VDRの15種類である。使用細胞は、CV-1細胞およびHep G2細胞を用いた。



図5-1-4-5 活性評価抽出液の性状

試験結果及び考察

表5-1-4-5に活性の有無についてまとめて整理した。

- (1) 100% EtOH抽出について活性は認められなかった。
- (2) 50% EtOH抽出について活性は認められなかった。
- (3) 水抽出については、PPAR $\alpha$ , PPAR $\delta$ , PPAR $\gamma$ , RXR $\beta$ に活性が認められた。特にPPAR $\alpha$ ,  $\gamma$ に著しく高い活性が認められた。また、RXR $\beta$ については弱い活性の為、再現性を得るのは難しい可能性がある。

表5-1-4-5 核内受容体活性値有無結果

抽出溶媒	PPAR $\alpha$	PPAR $\delta$	PPAR $\gamma$	RXR $\alpha$	RXR $\beta$	RXR $\gamma$	RAR $\alpha$
100% EtOH	x	x	x	x	x	x	x
50% EtOH	x	x	x	x	x	x	x
水	O	O	O	x	O	x	x

抽出溶媒	ER $\alpha$	ER $\beta$	VDR	PR
100% EtOH	x	x	x	x
50% EtOH	x	x	x	x
水	x	x	x	x

抽出溶媒	LXR $\alpha$	LXR $\beta$	FXR	PXR
100% EtOH	x	x	x	x
50% EtOH	x	x	x	x
水	x	x	x	x

活性が認められた水抽出成分について、それぞれ核内受容体毎の活性評価について図5-1-4-6~9に結果を示す。

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

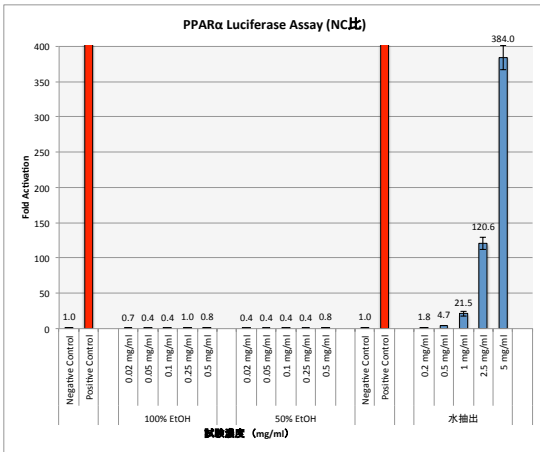


図5-1-4-6 PPARα（水抽出画分）の活性評価結果

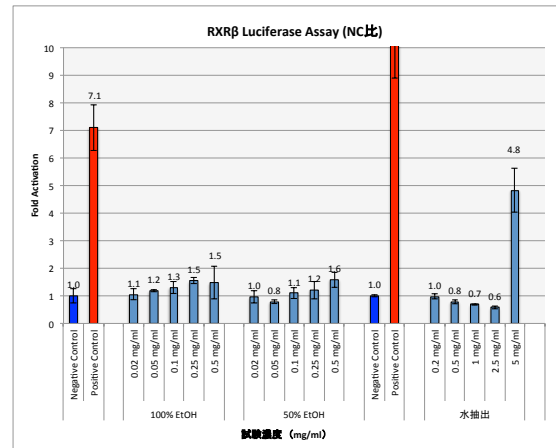


図5-1-4-9 RXRβ（水抽出画分）の活性評価結果

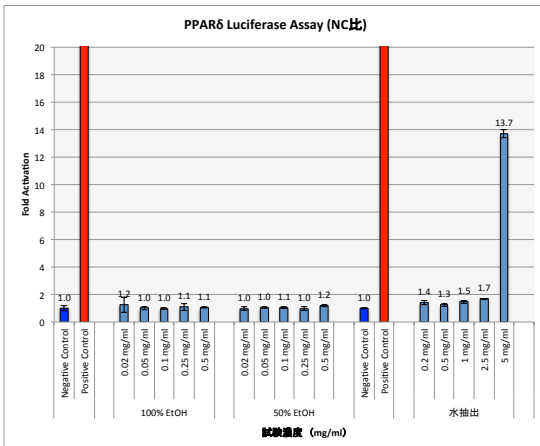


図5-1-4-7 PPARδ（水抽出画分）の活性評価結果

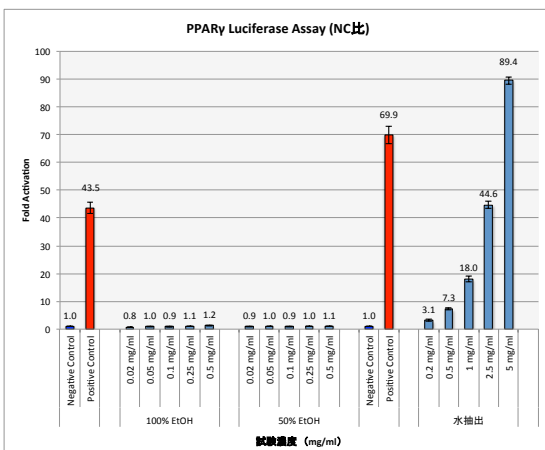


図5-1-4-8 PPARγ（水抽出画分）の活性評価結果

### まとめ

核内受容体活性評価により、マルチコーン胚芽の水抽出画分に、強い活性が認められた。

特に著しく活性が高かったPPARαおよびPPARγの反応から、脂質代謝に関する何らかの機能性（PPARα）および糖代謝あるいは免疫系に関する何らかの機能性（PPARγ）に関係するリガンドの存在が推測されるが、機能性の有無についてはさらに詳細な解析が必要である。

○胚芽抽出成分の機能性探索

背景

マルチコーン胚芽の水抽出物に、核内受容体アクセシ法により強い活性が認められたことから、何らかの機能性が存在する可能性が認められたが、さらに解析を進めるためにはリガンドとなっている成分の絞り込みが必要である。

目的

生胚芽及び焙煎胚芽の metabolome 分析を行い、metabolome 分析の結果から、それぞれのサンプルの機能性に関して探索を行った。特に、核内リセプター・PPAR-gammer リガンド活性成分について機能性成分探索の主な対象とした。

試験方法

(1) 成分分析

- 抽出：マルチコーン生胚芽および焙煎胚芽粉末を水で抽出し、その上清を成分分析に用いた。
- HPLC：Agilent 1200 Series 装置での TSK-ODS カラムを用いた逆相クロマトグラフィー (40° C, 0.1% -アセトニトリル溶出) で実施した。
- 精密質量分析：LTQ ORBITRAP XL (Thermo fisher scientific) 装置を用いた ESI ポジティブモードで展開し、化合物は Photo Diode Array (190-950nm) で検出した。
- 質量分析データの変換：Proteo Wizard を用いて LC-MS データをテキストファイルに変換した。

(2) 成分の機能性探索

- 主要成分の絞込：各被験物質の LC-MS 分析データファイルから、intensity が高く化合物名が同定された成分を選別し、委託者と協議してそれらの中から機能性探索候補として約 30 化合物を特定した。
- 機能性探索：特定した約 30 化合物について、PubMed 及びその他 NCBI 関連の論文・科学情報検索システムを活用したバイオインフォマティクスを実施して、機能、役割、効能及び用法など機能に関する情報を探索及び蓄積した。次いで、各化合物のバイオインフォマティクス情報を統合して被験物質の機能性を演繹した。

試験結果及び考察

(1) マルチコーン生胚芽及び焙煎胚芽の metabolome 分析概要

1) マルチコーン生胚芽の水抽出検体から 2,556 成分が分離検出され、図 5-1-4-10 (赤) に示す様に、peak intensity 毎の成分数では、intensity が 1,000,000 以上の成分は 12 成分 (0.5%)、intensity が 999,999 以下 100,000 以上の成分は 197 成分 (7.7%) であった。Intensity が 99,999 以下の成分は 2,347 で全成

分の 91.8 %を占めていた

2) また、マルチコーン胚芽焙煎検体から 1,480 成分 (分析施設の報告書では 1,722 peaks) が分離検出され、図 5-1-4-10 (青) に示す様に peak intensity 毎の成分数では、intensity が 1,000,000 以上の成分は 5 成分 (0.3%)、intensity が 999,999 以下 100,000 以上の成分は 66 成分 (3.8%) であった。Intensity が 99,999 以下の成分は 1,409 で全成分の 95.9%を占めていた。

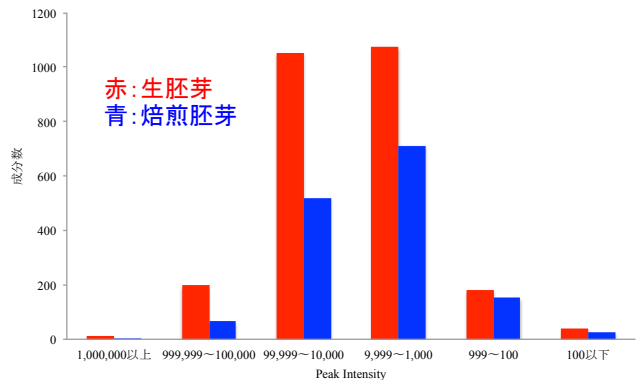


図5-1-4-10 マルチコーン胚芽のMetabolome 分析 (ピーク強度別成分数)

3) マルチコーンは生胚芽と比べ、焙煎胚芽では検出された peak の intensity 及び数が顕著に減少していた。特に図 5-1-4-10 に示す様に、生胚芽を焙煎する事で上位主要 75 成分の内 34 成分 (45.3%) の消失が認められ、半数弱の化合物に焙煎に伴う水溶性 (水抽出性) 性状の変質が起きている事が窺える。

(2) マルチコーン生胚芽の機能性成分の検索

1) 表 5-1-4-6 にマルチコーン生胚芽の上位主要 75 成分の化学式、分子量及び化合物名を示した。この内、unknown が 7 peak/成分見られ、化合物名不明が 26 peak/成分認められた。また、通常アミノ酸、ヌクレオシド、単糖及び/あるいはその関連化合物が 8 peak/成分存在していた。



第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

表5-1-4-6 マルチコーン生胚芽の上位主要75成分の化学式・化合物名

No.	Peak No	Formula	Mass	Name
1	2317	C44H80N1O8P1	781.562	PC/PE誘導体, 他58候補
2	1786	C20H43N9O12	601.303	化合物名不明
3	145	C12H22O11	342.116	Cellobiose, 他40
4	1350	C28H36N4O4	492.274	Mucronine B
5	2069	C18H30O3	294.219	13-HOTE, 他62
6	1514	C25H31N3O4	437.231	Lunarine
7	153	C18H32O16	504.169	Mannitriose, 他38
8	205	C5H9N1O2	115.063	Proline
9	627	C10H13N5O4	267.097	Adenosine
10	2080	C18H32O4	312.230	10-HpODE, 他58
11	418	C10H17N3O6S1	307.084	Glutathione
12	2018	C18H32O3	296.235	12-OxoOME, 他56
13	2527	C51H84O15	936.581	1,2-Di-(9Z,12Z,15Z-octadecatrienyl)-3-(Galactosyl-alpha-1-6-Galactosyl-beta-1)-glycerol
14	1867	C18H30O4	310.214	Sterebin A, 他29
15	37	Unknown Peak		
16	1612	C28H49N3O11S1	635.309	化合物名不明
17	91	C8H20N1O6P1	257.103	Glycerophosphocholine
18	1657	C24H28N2O6	440.195	Kopsinginine, 他12
19	569	C6H13N1O2	131.095	L-isoleucine
20	1614	C23H52N7O4P1S3	617.298	化合物名不明
21	1752	C18H30O3	294.219	9,10-EpODE, 他62
22	1755	Unknown Peak		
23	3154	C18H30O3	294.219	9,10-EpODE, 他62
24	3092	C39H68O6	632.502	化合物名不明
25	190	C17H31N1O13	457.180	化合物名不明
26	294	C12H22O11	342.116	Lactose, 他40
27	2890	C39H66O5	614.491	DG(14:0/22:5(7Z,10Z,13Z,16Z,19Z)/0:0), 他35
28	2822	C46H93N4O9P1S2	940.612	化合物名不明
29	774	C9H11N1O2	165.079	Phenylalanine
30	1911	C18H32O4	312.230	9,10-DIHODE, 他51
31	116	C17H31N1O15	489.169	化合物名不明
32	34	Unknown Peak		
33	2705	C51H86O15	938.597	化合物名不明
34	583	C9H11N1O3	181.074	Tyrosine
35	2128	C24H50N1O7P1	495.332	PC(O-14:0/2:0)/LysoPC(16:0)/PE(19:0/0:0)
36	68	C5H13N1O2	103.100	Neurine
37	1531	C26H33N3O5	467.242	化合物名不明
38	1760	C18H34O5	330.241	9,10,18-TriHOME(12), 他15
39	1745	C12H18O2	194.131	Carvyl acetate, 他36
40	993	C16H19N1O9	369.106	化合物名不明
41	57	C7H13N5O6S1	295.059	化合物名不明
42	3075	C37H66O5	590.491	DG(17:1(9Z)/17:2(9Z,12Z)/0:0), 他26:Diacylglycerol誘導体
43	1788	C24H46N9O5P1S1	603.308	化合物名不明
44	85	C5H9N1O4	147.053	Glutamic acid
45	3255	C44H83N1O9	769.607	GlcCer(d14:1(4E)/24:1(15Z)(2OH)), 他6
46	3162	C36H64O5	576.475	DG(15:0/0:0/18:3n3), 他12
47	1715	C31H53N3O11S1	675.340	化合物名不明
48	243	C7H7N1O2	137.048	Trigonelline=Methyl nicotinate, 他3
49	3062	C39H68O5	616.507	DG(18:1(9Z)/18:3(6Z,9Z,12Z)/0:0), 他39
50	3270	C37H68O6	608.502	Calamistrin A, 他9
51	2064	C18H28O2	276.209	3,7-octadecadienoic acid, 他64
52	1913	C18H30O3	294.219	13-OxoODE, 他62
53	144	C21H21N9S1	431.164	化合物名不明
54	1123	C36H44N8O6	684.338	化合物名不明
55	1163	C36H32N2O12	684.196	化合物名不明
56	2795	C36H64O6	592.470	Gigantriocin
57	142	C14H18N6O1S3	382.070	化合物名不明
58	1144	C22H48N6O14S2	684.267	化合物名不明
59	1742	C12H20O3	212.141	7-oxo-11-Dodecenoic acid, 他38: Traumatic acid (植物ホルモン) の中間体, 酸化体が oxilipin.
60	1134	C33H7N1O14S3	736.903	化合物名不明
61	1165	C33H7N1O14S3	736.903	化合物名不明
62	2150	C18H30O2	278.225	Linolenic acid, 他80; PUFAs/omega-3 fatty acid, 酸化体が oxilipin.
63	3261	C42H44N5O16P1	905.252	化合物名不明
64	1164	C44H78S1	638.582	化合物名不明
65	329	C17H33N1O13	459.195	化合物名不明
66	3110	C43H76O11	768.539	化合物名不明
67	1125	C25H57N7O9	599.422	化合物名不明
68	1238	Unknown Peak		
69	3184	Unknown Peak		
70	2779	C45H74O10	792.562	MGDG(18:3(9Z,12Z,15Z)/18:3(9Z,12Z,15Z))/monogalactosyl diacylglycerol誘導体
71	2141	C26H52N1O7P1	521.348	PC(18:1(6Z)/0:0), 他12
72	551	C9H8O3	164.047	
73	1135	Unknown Peak		
74	262	C19H44N7O15P1S1	673.235	化合物名不明
75	33	Unknown Peak		

2) 表 5-1-4-7 にマルチコーン生胚芽の上位主要 75 成分情報 (表 5-1-4-6) から抽出された 34 peak/成分の機能・特徴及び文献・参考情報番号を示した。

表5-1-4-7 マルチコーン生胚芽の上位主要34成分の機能・作用・効果の概要

Peak No	Formula	Name	Function(s)/Characteristics	Nuclear Receptor (possibility)	Reference
2317	C44H80N1O8P1	PC(18:1(9Z)/18:3(9Z,12Z,15Z)/PE(18:4(6Z,9Z,12Z,15Z)/21:0), 他58候補	phosphatidylethanolamine(PC)p phosphatidylethanolamine(P E)の long-chain polyunsaturated fatty acids(LCPUFAs) glyseride	LRH-1, SF-1	(1), (42), (43)
145	C12H22O11	Cellobiose, 他40	腸内環境改善, Prebiotics		(2)
1350	C28H36N4O4	Mucronine B	cyclopeptide alkaloid		(3), (4)
2069	C18H30O3	13-HOTE(13-Hydroxy-9Z,11E,15Z-octadecatrienoic acid), 他62	oxylipins (酸化脂肪酸など) biologically active lipid	PPAR	(5), (6), (7), (8), (9), (10)
1514	C25H31N3O4	Lunarine	熱帯性寄生虫症改善		(11)
153	C18H32O16	Mannitriose, 他38	triiose誘導体		(12)
2080	C18H32O4	10-HpODE(10-Hydroperoxy-8,12-octadecadienoic acid), 他58	LCPUFAs, oxylipins	PPAR	(13)
2018	C18H32O3	12-OxoOME(12-oxo-9-octadecenoic acid), 他56	oxylipins	PPAR	(14)
2527	C51H84O15	1,2-Di-(9Z,12Z,15Z-octadecatrienyl)-3-(Galactosyl-alpha-1-6-Galactosyl-beta-1)-glycerol	LCPUFA配糖体, oxylipins.	PPAR	(15)
1867	C18H30O4	Sterebin A, 他29	南米植物Stevia (Stevia rebaudiana) 由来成分: 甘味料, 血糖調節		(16), (17)
91	C8H20N1O6P1	Glycerophosphocholine	growth hormone分泌及び肝臓脂肪酸化促進		(18)
1657	C24H28N2O6	Kopsinginine, 他12	マレーシア産薬用植物・Kopsiaのアルカロイド成分		(19), (20)
1752	C18H30O3	9,10-EpODE (9(10)-Epoxy-12Z,15Z-octadecadienoate), 他62	oxylipins	PPAR	(21)
3154	C18H30O3	9,10-EpODE, 他62	oxylipins	PPAR	(21)
2890	C39H66O5	DG(14:0/22:5(7Z,10Z,13Z,16Z,19Z)/0:0)1-Myristoyl-2-docosapentaenyl-sn-glycerol), 他35	LCPUFAのdiglyceride, 食品添加剤		(22)
1911	C18H32O4	9,10-DiHODE(9,10-Dihydroxy-12,15-octadecadienoic acid), 他51	oxylipins	PPAR	(23)
2128	C24H50N1O7P1	PC(O-14:0/2:0)(1-tetradecyl-2-acetyl-sn-glycero-3-phosphocholine)	PCのLCPUFA glyseride/Platelet-activating factor(PAF)	LRH-1, SF-1	(39), (40)
68	C5H13N1O2	Neurine	アセチルコリン分解物; 神経毒・神経細胞障害・AD発症要因		(24), (25)
1760	C18H34O5	9,10,18-TriHOME(9,10,18-trihydroxy-12-octadecenoic acid), 他15	oxylipins; a trihydroxyoctadecenoic acid metabolite of linoleic acid,	PPAR	(26)
1745	C12H18O2	Carvyl acetate, 他36	Acalypha (エノキ草) 属薬用植物の成分		(27), (28)
3075	C37H66O5	DG(17:1(9Z)/17:2(9Z,12Z)/0:0)(1-(9Z-heptadecenyl)-2-(9Z,12Z-heptadecadienyl)-sn-glycerol), 他26	PUFAのdiglyceride, 食品添加剤		-
3255	C44H83N1O9	GlcCer(d14:1(4E)/24:1(15Z)(2OH)), 他6	glucosylceramide誘導体: 抗炎症		(29), (30)
3162	C36H64O5	DG(15:0/0:0/18:3n3), 他12	PUFAのdiglyceride, 食品添加剤		(31)
243	C7H7N1O2	Trigonelline=Methyl nicotinate, 他3	生coffeelに豊富, NAFLD改善, 焙煎で失われる		(32)
3062	C39H68O5	DG(18:1(9Z)/18:3(6Z,9Z,12Z)/0:0)(1-Vaccenyl-2-g-linolenyl-sn-glycerol), 他39	PUFAのdiglycerides, 食品添加剤.		(33)
3270	C37H68O6	Calamistrin A, 他9	acetobn誘導体,抗腫瘍, 抗マラリア, 肝機能改善, 糖尿改善		(34)
2064	C18H28O2	3,7-octadecadienoic acid, 他64	PUFA(Linoleic acid誘導体)		-
1913	C18H30O3	13-OxoODE, 他62	oxylipins	PPAR	(8), (9)
2795	C36H64O6	Gigantriocin	抗腫瘍, 伝統薬物成分		(35)
1742	C12H20O3	7-oxo-11-Dodecenoic acid, 他38:	oxylipins	PPAR	(36), (37)
2150	C18H30O2	Linolenic acid, 他80	PUFAs/omega-3 fatty acid, 酸化体が oxilipin.		
2779	C45H74O10	MGDG(18:3(9Z,12Z,15Z)/18:3(9Z,12Z,15Z))	PUFAのdiglyceride, がsん組織血管新生阻害→抗腫瘍作用		(38)
2141	C26H52N1O7P1	PC(18:1(6Z)/0:0)(1-(6Z-octadecenyl)-sn-glycero-3-phosphocholine), 他12	PCのLCPUFA glyseride	LRH-1, SF-1	(41)

34 peak/成分の内, 23 peak/成分については, 今回のLC/MS では数個~数十の関連化合物候補が推定されるものの, 特定化合物の同定まで至らなかった。そのため, 表5-1-4-7の機能性・特性の検討については文献・資料(1~41)から得られたinformatics 解析結果を各関連化合物の総合的な機能性・作用・効果として記載した。

表5-1-4-7の34 peak/成分の中で特徴的な化合物は長鎖不飽和脂肪酸(LCPUFA)が水酸化, 酸化及び/あるいはエポキシ化された酸化物・Oxylipin (8, 9, 42)で, 核受容体のPPAR-gamma リガンドとしてPPAR-gamma 関与の種々生体反応・代謝系をmodulateする。また, フリーあるいはglycerideタイプのLCPUFAs は生体内の酸化酵素(cyclooxygenase, lipoxygenases, cytochromeP450)によってOxylipinsに変換されるため(8, 42), 潜在的なPPAR-gamma リガンドと言える。マルチコーン生胚芽の上位主要34 peak/成分の50%に相当する17peak/成分が, PPARの直接あるいは潜在的リガンドである点は興味深い。

更にマルチコーン生胚芽の上位主要34 peak/成分中には, 他の核内受容体・Steroidogenic factor-1 (SF-1)及びLiver receptor homolog-1 (LRH-1) ((1), (42), (43))に対するリガンド活性が知られているリン脂質化合物のphosphatidylcholine(PC)/phosphatidylethanolamine(PE) LCPUFA-glycerideのリン脂質成分も認められた。

3) 表5-1-4-8にマルチコーン生胚芽の上位主要34 peak/成分の機能・作用・効果の概要を示した。

Oxylipin 類の1.PPAR-gamma アゴニスト及び(PC)/(PE)- LCPUFA-glyceride 類の2. LRH-1・SF-1アゴニストなど核受容体リガンド作用に加え, Cellobioseによる3. 腸内環境改善・Prebiotics機能が認められる。また, Neurineの4. 脳神経系作動機能, Sterbin /Trigonelline/Calamistrin Aの5. 血糖抑制/メタボ改善/肝機能改善効果及びLunarine, GlcCer(d14:1(4E)の6. 抗寄生虫, 抗炎症作用も見られる。更に, Calamistrin A, Gigantriocin 及びMGDG(18:3(9Z, 12Z, 15Z)の7. 抗腫瘍機能ならびにGlycerophosphocholineの8. 成長ホルモン分泌, 肝臓脂肪酸化促進機能も特徴的である。加えて, Mucronine, Sterbin A, Carvyl acetate 及びGigantriocinなどの9. 伝統薬用植物成分も構成成分になっている。

表5-1-4-8 マルチコーン生胚芽の水抽出物中の主要成分の機能性

1. PPAR-gammaアゴニスト機能 :
Oxylipin類
・直接的 ; #2069, #2080, #2018, #2527, #1752, #3154, #1911, #1760, #1913, #1742
・潜在的 ; #2890, #3075, #3062, #3062, #2064, #2150, #2779
2. LRH-1& SF-1アゴニスト機能 :
(PC)/(PE)- LCPUFA-glyceride類 ; #2317, #2128, #2141
3. 腸内環境改善・Prebiotics機能 :
Cellobiose (#145)
4. 脳神経系作動機能 :
Neurine (#68)
5. 血糖抑制/メタボ改善/肝機能改善効果 :
Sterbin A (#1867), Trigonelline (#243), Calamistrin A (#3270)
6. 抗寄生虫, 抗炎症作用 :
Lunarine(#1514), GlcCer (d14:1(4E)(#3255))
7. 抗腫瘍機能 :
Calamistrin A (#3270), Gigantriocin (#2795), MGDG(18:3(9Z,12Z,15Z) (#2779)
8. 成長ホルモン分泌, 肝臓脂肪酸化促進機能 :
Glycerophosphocholine (#91)
9. 伝統薬用植物成分 :
Mucronine B (#1350), Sterbin A (#1867), Carvyl acetate (#1745), Gigantriocin (#2795)

4) なお, 表5-1-4-7に示す様にこれら機能性有効成分の内, 15 peak/成分が焙煎によって消失するが, この焙煎処理でPPAR リガンド成分は2/10(20%), 一方, LRH-1及びSF-1 リガンド成分は2/3(67%)が失われた。また, Probiotics・Cellobiose, 成長ホルモン分泌促進因子・Glycerophosphocholine, 脳神経系作動成分・Neurine, NAFLD/肝機能改善物質・Trigonellineも焙煎で変質(分解, メイラード反応物, その他縮合物など)して水抽出物からは検出されなかった。

### (3) その他(被験物質の抽出条件)

今回のマルチコーン胚芽metabolome分析は水抽出物について実施したが, metabolome分析での被験物質の抽出はメタノール性溶媒が一般的で, 次いでエタノール性溶媒の選択も有るが, 水抽出のケースは少ない。以前実施した植物エキスの成分分析では, LC/MSでのpeak/成分数及びintensityはメタノール性溶媒>エタノール性溶媒の順で, 溶媒の極性とpeak/成分数及びintensityは逆相関していた。マルチコーン胚芽についてもメタノール性溶媒での抽出を試みると, 今回以上の機能性成分情報を得られる可能性が窺われる。

(4) 解析に供した文献・資料リスト

#2317

(1). Proc Natl Acad Sci U S A. 2005 May 24;102(21):7505-10. The crystal structures of human steroidogenic factor-1 and liver receptor homologue-1., Wang W.

(42) CELL METABOLISM : MARCH 2005, Vol 1: 153-155. Are those phospholipids in your pocket? Barry M F.

(43). Cancer Biol Ther. 2015 Jul; 16(7): 997-1004. Liver receptor homolog-1 (LRH-1): a potential therapeutic target for cancer, Christina N.

#145

(2). J Clin Biochem Nutr. 2010 Mar;46(2):105-10. Cellobiose Prevents the Development of Dextran Sulfate Sodium (DSS)-Induced Experimental Colitis. Nishimura T.

#1350

(3). EMBL-EBI , Last modified 28 July 2014. CHEBI:7013 - Mucronine B

(4) .Phytochemistry. 2015 Nov.19: 90-5. Jubanines F-J, cyclopeptide alkaloids from the roots of Ziziphus jujuba. Kang KB.

#2069

(5). HMDB Version 3.6, Showing metabocard for 13-HOTE (HMDB10203).

(6). J Nutr. 2001 Apr;131(4):1129-32. Polyunsaturated fatty acid regulation of gene transcription: a molecular mechanism to improve the metabolic syndrome. Clarke SD.

(7). Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids. 2016 Nov;114:28-34. Long-chain polyunsaturated fatty acids regulation of PPARs , signaling: Relationship to tissue development and aging. Echeverría F.

(8). Adv Nutr 2015;6:513 - 40, Advances in Our Understanding of Oxylipins Derived from Dietary PUFAs1,2, Melissa G.

(9). Waters, Application Note, 2015年6月, オキシリピン類 (酸化脂肪酸) のターゲットリポミクス, Katrin S.

(10). Biochimie. 2017 May;136:3-11. Control of adipogenesis by oxylipins, GPCRs and PPARs. Barquissau V.

#1514

(11). Bioorg Med Chem. 2006 Apr 1;14(7):2266-78.

Time-dependent inhibitors of trypanothione reductase: analogues of the spermidine alkaloid lunarine and related natural products. Hamilton CJ.

#153

(12). PubChem, Compound Summary for CID 3010288, Mannotriose & Mv1.

#2080

(13). PubChem, Compound Summary for CID 5282857, 10-Hpode.

#2018

(14). Lipid Map Lipidomics Gateway, Structure database (LMSD), 12-OxoOME (10E).

#2527

(15). UCSD Metabolomics Workbench, Metabolomics Structure Database, 1,2-Di-(9Z,12Z,15Z-octadecatrienoyl)-3-(Galactosyl-alpha-1-6-Galactosyl-beta-1)-glycerol.

#1867

(16). HMDB Version 3.6, Showing metabocard for Sterebin A (HMDB35337).

(17). Int J Food Sci Nutr. 2010 Feb;61(1):1-10. Stevia (Stevia rebaudiana) a bio-sweetener: a review. Goyal SK.

#91

(18). Nutrition. 2012 Nov-Dec;28(11-12):1122-6. Glycerophosphocholine enhances growth hormone secretion and fat oxidation in young adults. Kawamura T.

#1657

(19). PubChem, Compound Summary for CID 15286423, Kopsinginine.

(20). Phytochemistry, 1993 , 32: 5 , 1343.-134169, , ASPIDOFRACTININE ALKALOIDS FROM A NEW KOPSIA SPECIES. TOH-SEOK K.

#1752 & #3154

(21). HMDB Version 3.6, Showing metabocard for 9(10)-EpODE (HMDB10220).

#2890

(22). Lipid Map Lipidomics Gateway, Structure database (LMSD), DG(14:0/22:5(7Z, 10Z, 13Z, 16Z, 19Z)/0:0).

#1911

(23). EMBL-EBI, Last modified 2017. CHEBI:88440 - 9,10-DiHODE.

#2128



## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

- (39). Lipid Map Lipidomics Gateway, Structure database (LMSD), PC(0-14:0/2:0), PAF; Platelet-activating factor. #3270
- (40). Am J Pathol. 2015 Apr;185(4):888-96. The role of platelet-activating factor in mesangial pathophysiology. Reznichenko A. #2795
- #68
- (24). The Brit. Med. J, 1899, May 6, 1082-83. ON THE PHYSIOLOGICAL ACTION OF CHOLINE AND NEURINE. MOTT F W
- (25). J Alzheimers Dis. 2006 Sep;10(1):9-16. Neurine, an acetylcholine autolysis product, elevates secreted amyloid-beta protein precursor and amyloid-beta peptide levels, and lowers neuronal cell viability in culture: a role in Alzheimer's disease? Tweedie D. #1742
- #1760
- (26). HMDB Version 3.6, Showing metabocard for 9,12,13-TriHOME (HMDB04708).
- #1745
- (27). ChemSpider, 2015, ChemSpider ID7058, Carvyl acetate. (36). Lipids. 2015 Nov;50(11):1083-91. 9-Oxo-10(E),12(Z),15(Z)-Octadecatrienoic Acid Activates Peroxisome Proliferator-Activated Receptor  $\alpha$  in Hepatocytes. Takahashi H.
- (28). J Ethnopharmacol. 2015 Jan 15;159:137-57. Medicinal plants from the genus Acalypha (Euphorbiaceae)—a review of their ethnopharmacology and phytochemistry. Seebaluck R. (37). Lipids. 2016; 51(9): 1021-1035. Traumatic Acid Reduces Oxidative Stress and Enhances Collagen Biosynthesis in Cultured Human Skin Fibroblasts, Agata J.T.
- #3255
- (29). J Oleo Sci. 2015;64(7):737-42. Effects of Dietary Plant-Origin Glucosylceramide on Bowel Inflammation in DSS-Treated Mice. Arai K. #2779
- (30). Nutr Res. 2015 Mar;35(3):241-50. Glucosylceramide attenuates the inflammatory mediator expression in lipopolysaccharide-stimulated RAW264.7 cells. Yeom M. (38). Lipids. 2008 Aug;43(8):741-8. Anti-tumor effect of orally administered spinach glycolipid fraction on implanted cancer cells, colon-26, in mice. Maeda N.
- #3162
- (31). MetaNetX, Nov 23 2016, hmdb:HMDB56003, DG(15:0/0:0/18:3n3). #2141
- #243
- (32). Asian Pac J Trop Med. 2015 Aug;8(8):651-4. Protection effect of trigonelline on liver of rats with non-alcoholic fatty liver diseases. Zhang DF. (41). Lipid Map Lipidomics Gateway, Structure database (LMSD), PC(18:1(6Z)/0:0), 1-(6Z-octadecenoyl)-sn-glycero-3-phosphocholine.
- #3062
- (33). FooDB Version 1.0, DG(18:1(9Z)/18:3(6Z,9Z,12Z)/0:0) (FDB024413).

### まとめ

- (1) コーン胚芽水抽出物を検体としたメタボローム分析により 2,556 成分を分離検出し、ピーク強度が強い (含有量が多い) 上位 75 成分のうち、未同定および一般含有成分を除いた 34 成分を主要な機能性成分候補として特定した。
- (2) 特定 34 成分の機能性について各種論文・科学情報検索システムを活用したバイオインフォマティクスにより、その機能、役割、効能及び用法に関する情報を探索・統合して被験物質の機能性を演繹した。
- (3) 特定成分の内 17peak/成分 (50%) は、PPAR の直接あるいは潜在的リガンドである, Oxylinin およびその前駆体成分であることが明らかとなり、従前の核内受容体アッセイの分析結果の正当性を裏付けるとともに、コーン胚芽に含まれる主要な機能性成分であることが推定された。

(4) 核内受容体リガンド作用を持つ成分に加え、  
Cellobiose：腸内環境改善・Prebiotics 機能、  
Neurine：脳神経系作動機能、Sterbin  
/Trigonelline/Calamistrin A：血糖抑制/メタボ改  
善/肝機能改善効果、Lunarine、GlcCer(d14:1(4E)：  
抗寄生虫、抗炎症作用、Calamistrin A、Gigantriocin  
及び MGDG(18:3(9Z, 12Z, 15Z)：抗腫瘍機能、  
Glycerophosphocholine：成長ホルモン分泌、肝臓  
脂肪酸化促進機能、Mucronine、Sterbin A、Carvyl  
acetate 及びGigantriocin:伝統薬用植物成分など、  
機能性のエビデンスが報告されている数多くの成  
分が同定され、コーン胚芽は有望な機能性食品素材  
であることが明らかとなった。

○胚芽分離回収装置の開発

背景

本項では、マルチコーン胚芽の食素材としての活用の可能性について検討してきたが、現状のコーングリッツ製造ラインから回収される胚芽には、比重の軽い胚乳が多く混入しており、このままの状態では「コーン胚芽」として流通することは困難である。純粋な胚芽のみを得るためにはさらに高精度な分離選別が必要で、現在はラインから回収した胚芽混合物を飽和食塩水に分散させ、比重が軽い上層に浮遊する胚芽のみを手作業で回収している（図5-1-4-11）。

しかし、今後処理量が増加すれば手作業での分離は困難となることから、この飽和食塩水による比重選別の原理を応用した、実規模レベルの処理装置の開発が求められる。

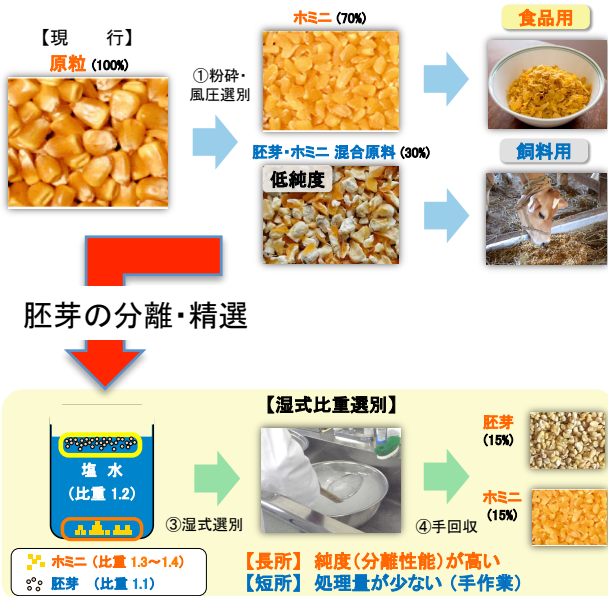


図5-1-4-11 手作業によるの胚芽分離スキーム

目的

コーングリッツ製造ラインから回収されるホミニ（胚乳）の混ざった胚芽混合物を、飽和食塩水による比重選別原理で分離し、胚芽とホミニを高純度で分離回収する装置を開発する。

試験方法

手作業で実施しているの塩水選別工程を再現するために、底部と上層部に排出口を持つ塩水槽と、小型の水中ポンプと組み合わせることにより、連続的に胚芽と胚乳を分離するフローを作成した（図5-1-4-12）。

【回収フロー】

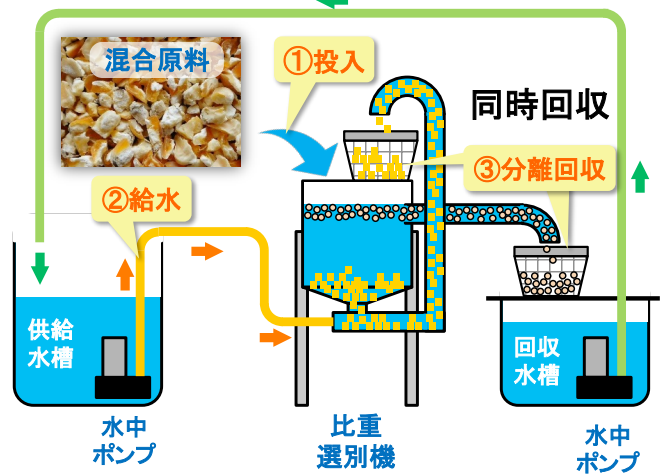


図5-1-4-12 開発装置の回収フロー

結果及び考察

(1) 市販のステンレス製容器を工作し、ホミニを飽和食塩水で沈殿させ、浮き上がった胚芽と分離する、胚芽分離回収装置を開発した（図5-1-4-13）。

【装置外観】



図5-1-4-13 開発した胚芽分離回収装置の外観

(2) 開発した装置で胚芽の分離試験を行ったところ、毎時 130kg 以上の処理能力が得られた。また、分離後の胚芽の純度を計測し、不純物 1%以下となる良好な分離能力を確認した（図5-1-4-14）。



目標処理量・不純物1%以下を達成

① 胚芽の純度

回収した胚芽画像から残存ホミニ(円内)を計測

純度 99.2 % (平均)

② 単位時間処理量

処理1回の原料量と処理時間から算出

処理量 130 kg/時 (処理期間 0.5ヶ月)

【回収した胚芽】



図5-1-4-1 開発装置の処理スペックと分離回収結果

まとめ

コーングリッツ製造ラインから回収される、ホミニ(胚乳)の混ざった胚芽混合物を、飽和食塩水による比重選別原理で分離し、胚芽とホミニを高純度で分離回収する装置を開発する事ができた。

この装置により毎時 130kg 以上の処理能力が得られ、分離後の胚芽の純度不純物 1%未満であった。

## 5.2 道産小麦粉の道内利用拡大に向けた技術開発

### 5.2.1 道産品種および有望系統の薄力用途適性評価

#### ○道内菓子企業における道産小麦の利用状況およびニーズに関する調査

##### 背景

道産小麦は国産小麦の生産量の約7割を占めており、北海道農業の基幹作物の一つである。近年、輸入小麦から道産小麦への利用転換を図る「麦チェン！」運動が進められており、道内生産者、流通・加工業者、消費者において道産小麦の関心が高まっている。

国内小麦のほとんどは日本めん用（中力粉）であり、最大シェアの道産「きたほなみ」の品質も最高レベルに向上している。パン・中華麺用（強力粉）小麦は、「ゆめちから」の作付増加にともない、他品種とのブレンドや100%粉によるパン・中華麺の製品開発が進んでいる。

しかし、菓子用（薄力粉）道産小麦は、専用品種が存在しておらず（平成31年以前）、ほとんどすべてが中力粉用「きたほなみ」小麦粉を転用したものが主流であり、道内菓子企業のニーズに十分に応えていないのが現状である。

##### 目的

菓子用道産小麦の開発に向けて、道内菓子企業におけるニーズ調査を行うとともに、菓子用途有望小麦系統「北見92号」の実需者評価を検討する。

##### 試験方法

#### (1) 道内菓子企業に対するアンケート調査

道内菓子企業（計201社）に対し、「道産小麦に関するアンケート」を実施した。設問は9項目とし、(1)道産小麦使用の有無、(2)道産小麦使用の菓子ジャンル、(3)道産を使う理由、(4)不使用の場合その経緯、(5)不使用の理由、(6)道産小麦の問題点、(7)道産小麦利用商品展開への興味、(8)道産小麦に改良を望む点(9)専用品種または粉の特性改良技術への関心を尋ねた。

#### (2) 菓子用途有望小麦系統「北見92号」の特性評価および実需者評価

1) 供試材料：平成25年および平成26年各農試産「きたほなみ」および「北見92号」のビューラーテストミル60%粉。

2) 理化学特性評価項目（食加研，北見農試）：タンパク（原粒および60%粉），デンプン中アミロース，糊化特性（RVA），SDS沈降価，フェリノグラム，

製粉性（B/M率，歩留），粒径分布

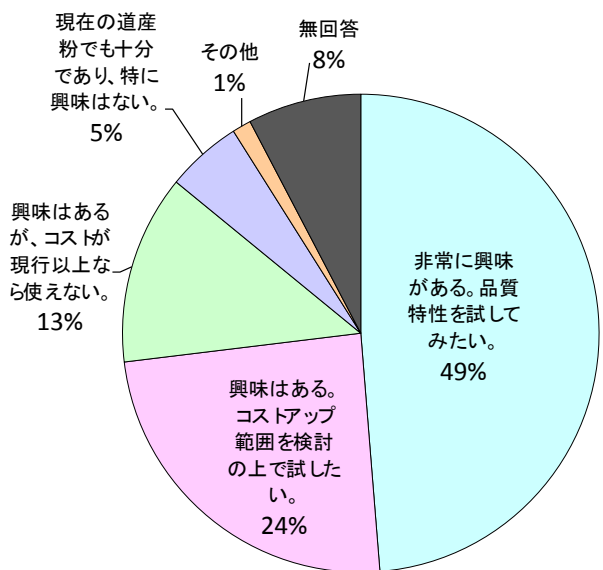
3) 菓子加工特性評価（食加研，北見農試）：各実施場所の方法にてスポンジケーキおよびクッキーを調製し，スポンジケーキは体積，内相，食感，クッキーは焼成面積，食感に関する項目をそれぞれ官能評価により比較した。

4) 菓子加工特性評価（実需者）：道内製粉3社，菓子企業1社により，上記2材料のほか輸入小麦原料粉も供試し，スポンジケーキまたはクッキーを試作して官能評価により比較した。

#### 結果及び考察

##### (1) 道内菓子企業に対するアンケート調査

ニーズ調査は，41%（82社）の回答を得た。道産薄力小麦粉新品種開発への期待・興味では，73%が興味があり試してみたいと回答した（図5-2-1-1）。また，使用する理由としては，「もともと合っている」と「工夫して品質上の問題をクリア」が拮抗し，「まずは道産品（地元産）であることを重視」も一定割合存在した。使わない理由は，「使いにくい」と判断したことによるものが最も多く，経験のない粉を使うことへの不安が続いた。



5-2-1-1 菓子用小麦粉の新品種、新技術開発への期待、興味

道産小麦の問題点としては「焼き上がりのボリューム」が最も多く、「生地操作性」「かたさ」「口どけ」が同程度挙げられた（図5-2-1-2）。道産小麦使用の製造品目も多岐に亘っていたが，少品目に絞り込んでいる回答者ほどスポンジケーキ類より焼き菓子類を優先的に選択する傾向であり，スポンジ

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

ケーキへの利用はより難しく認識されていることが示唆された。菓子用小麦粉の新品種や新技術開発に関しては無条件の興味・関心が最も多く、コスト面の条件付きも含めると概ね好意的な反応であった。

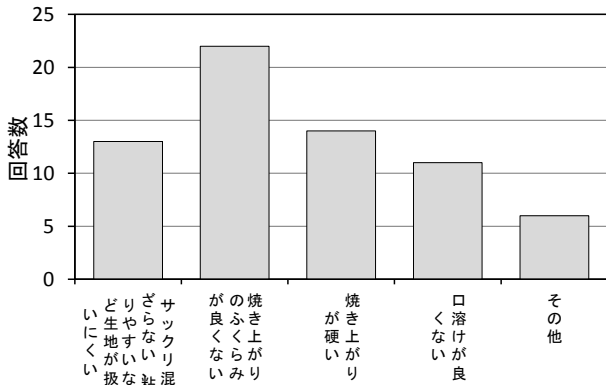


図5-2-1-2 道産小麦の問題点として感じる点 (複数回答)

### (2) 菓子用途有望小麦系統「北見92号」の特性評価および実需者評価

「北見92号」の特性は、「きたほなみ」と比較して次の①～④のように評価された(表5-2-1-1)。①

原粒タンパクは同程度だが粉への移行率がやや低く、粉タンパクは若干低い。②アミロースがやや高く、最高粘度はやや低い。③SDS沈降価が著しく低く、ファリノグラムも生地形成が早く弱化度が大きいなど、グルテン特性は弱い。④プレーキロール粉(B粉)の割合が高く、より粉状質で製粉歩留もやや低い。粉の粒径も細かい側に多く分布した。

また、スポンジケーキ、クッキー適性は性状、物性、官能いずれも優れた(表5-2-1-1)。実需者評価においては、スポンジケーキは概ねボリュームが出やすく、「内相のキメ」「口どけの良さ」が特に評価された一方、「しっとり感」は「きたほなみ」がやや優れた(表5-2-1-1, 図5-2-1-3)。クッキーは「きたほなみ」でも適性はあるが「北見92号」は食感がより軽く、問題となるような点は認められなかった(表5-2-1-2, 3)。

全般的に、「北見92号」は輸入小麦と「きたほなみ」の中間、やや輸入小麦寄りとの評価であった。ただし、比較する輸入小麦はいずれも市販粉であり、テストミル粉では粒度の粗さが影響することから、今後は粒度の再調整なども考慮する必要がある。

表5-2-1-1 「北見92号」成分特性および加工適性評価

	タンパク(%)		タンパク移行率(%)	アミロース(%)	最高粘度(BU)	SDS沈降価	ファリノグラム	
	原粒	60%粉					生地形成時間	弱化度
北見92号	10.3	8.7	84.0	24.6	639	3.3	1.7	150
きたほなみ	10.4	9.2	88.0	23.0	755	11.3	2.5	85
製粉性				粒径分布				
	B粉(%)	M粉(%)	B/M率(%)	歩留	平均( $\mu\text{m}$ )	中位径( $\mu\text{m}$ )	小粒割合	
北見92号	23.8	46.1	51.7	69.9	61.9	41.0	51.2	
きたほなみ	19.7	53	37.1	72.7	67.5	54.5	45.4	
スポンジケーキ試験(北見農試)				スポンジケーキ試験(道産小麦研究会)				
	推定体積( $\text{cm}^3$ )	内相きめ(5点法、「きたほなみ」各3点)	柔らかさ	口どけ	体積( $\text{cm}^3$ )	すだち(10点中)	口どけ(20点中)	合計(100点中)
北見92号	1266	3.1	3.3	3.5	1315	7.6	15.6	80.2
きたほなみ	1193	3.0	3.0	3.0	1225	7.2	14.8	77.8
スポンジケーキ試験(食加研)				クッキー試験(食加研)				
	推定体積(標準(輸入小麦市販粉)対比(%))	比容積	内相評点	食感評点	面積(標準比(%))	歯触り(5点法、標準(輸入小麦市販粉)各3点)	かたさ	口どけ
北見92号	100	98	70(**)	98(ns)	105(*)	3.3(ns)	3.4(ns)	3.7(**)
きたほなみ	94	86	49(**)	92(*)	102(ns)	3.4(ns)	2.7(ns)	3.4(ns)

† 食加研加工試験について、( )内は統計処理による標準との有意差を示す。ns: 有意差なし, \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$



第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

表5-2-1-2 「北見92号」製品試作による実需者評価（E製粉）

	北見92号	きたほなみ	きたほなみ (市販粉)	輸入小麦 (市販粉)
スポンジ	全体に均一にふくらむ 内相のキメが均一でWW に近い印象 生地の触感がやわらか い 食感はふんわり、口どけ 良い 口どけ良いがややパサつ き 口どけ順位②	ポリウム小さめ キメはやや粗い 触感重く、もちっとする 食感やや粗く、やや口ど け残る 口の中でややもたつく が、しっとり感あり 口どけ順位④	内相のキメやや不均一 キメやや粗い 口の中でややもたつく が、しっとり感あり 口どけ順位③	気泡の膜が薄く、色明る い 生地の触感は硬い 食感はふんわり 軽く歯切れ良い 口どけ順位①
クッキー	歯触りは一番サクサクし ている ひとかみ目でさっくりと砕 ける 食感が軽い もろさを感じる	食感重い 口どけあまり良くない ややしっとり感 味わい強い	食感やや重い ひとかみ目が硬い 口どけあまり良くない しっとり感強い 味わい最も良い(味が濃 い)	食感やや硬い ひとかみ目がやや硬い 口どけが良い 食感軽めでややしっとり 感 表面硬い、サクい食感、 口どけは良い

表5-2-1-3 「北見92号」製品試作による実需者評価（菓子R社）

	きたほなみ	北見92号	輸入小麦(WW) (市販品)
スポンジケーキ	「WW」に合わせた通常配合では釜落ち が大きい(以降のテスト品では調整) キメが粗く、ざらっとする	釜落ちはあったがそれほどでもない 「WW」ほどはキメは細かい	(釜落ちしない) 最もキメが細かい
クッキー	やや粗く、口どけも重めだが、焼き菓子 には比較的合うと思う	全く問題ない	スポンジ向け高級品ではキメが細かす ぎ、焼き菓子にはかえって不向き(よっ て通常品で比較)
総 評	-	「きたほなみ」よりは断然良く、違いは はっきりわかる 今回はテストミル粉だが、一般製粉並み に粒度が細かくなればかなり良いと思う	-

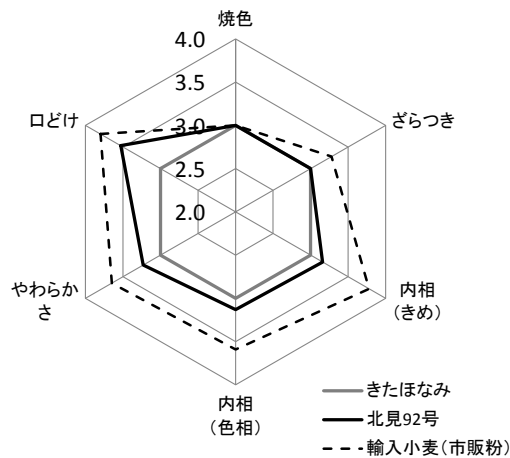


図5-2-1-3 「北見92号」製品試作による実需者評価（Y製粉）  
※5点評価法（パネル8名）。「きたほなみ」を3点とした相対比較。

○道産菓子用有望系統のブレンド特性評価

背景

道総研では北海道にはない菓子専用小麦品種の開発を進めており、通常アミロースであることや非常に弱い生地物性などから有望系統「北見92号」が選抜された。

「北見92号」のスポンジケーキの品質は「きたほなみ」より評価が高いが、輸入菓子用小麦銘柄ウエスタンホワイト (WW) には及ばないとされる。

「北見92号」のスポンジケーキの品質を改善するためには、①WWよりも弱い生地物性を少し強める方法と②澱粉の質を改変する方法が考えられる。

目的

「北見92号」のスポンジケーキの品質を改善する方法を検討するため、超強力小麦「ゆめちから」または市販小麦澱粉で一部を置換したブレンド粉を調製し、そのスポンジケーキ加工適性を評価する。

試験方法

(1) 粉材料：

「北見92号」1等粉をベースとして「ゆめちから」または小麦澱粉で5~20%置換したブレンド粉を調製した(表5-2-1-4, 5)。

表5-2-1-4 ブレンドに用いた粉材料

試料名(製造者)	製造者	タンパク質含有率 [%]
「北見92号」1等粉	江別製粉	9.7
「ゆめちから」ストレート粉	江別製粉	13.5
小麦澱粉	松谷化学工業	0.0

表5-2-1-5 「北見92号」をベースとしたブレンド粉

主材料	副材料	副材料割合 [%]	タンパク質含有率 [%]
「北見92号」		5	9.9
	「ゆめちから」	10	10.1
		15	10.3
小麦澱粉		20	10.5
	小麦澱粉	5	9.2
		10	8.7
		15	8.2
	20	7.8	

(2) 熱糊化特性の測定

粉の加熱糊化特性についてラピッドビスコアアナライザー (RVA) で以下の測定を行った。

- ・最高粘度 (PV)：糊液を攪拌しながら昇温した際のピーク粘度
- ・ホールディングストレングス (HS)：昇温によつ

て澱粉がブレイクダウンした際の負のピーク粘度

・最終粘度 (FV)：糊液を攪拌しながら降温した際のピーク粘度

・セットバック (FV-HS)

(3) スポンジケーキの品質評価

中央農試常法に従って調製した。すなわち、全材料をボウルに投入し、卓上ミキサーで5分間起泡することで生地(バター)を調製し、バター密度を測定した。

バターを180℃のオーブンで焼成・冷却後に重量と菜種置換法による体積を測定した。調製翌日に、クラム(ケーキの内部のスポンジ部分)の最大応力と回復性を、テクスチャーアナライザーを用いた2バイトテクスチャー試験 (TPA) で測定した。

・バター密度：起泡によってバターにどれだけ空気が含まれたかを示し、これが小さいほど、ケーキが膨らみやすく、やわらかくなりやすい。

・ケーキ比容積：ケーキの体積を重量で除した値で、大きいほど空気を多く含む膨らんでいる。

・クラムの最大応力：硬さを示す。小さいほど食感の評価が良い。

・クラムの回復性：圧縮、除重した際に復元する程度を数値化したもので、スポンジ性を示す。大きいほど、ふわふわした食感に感じられ評価が良い。

結果及び考察

(1) 粉材料の加熱糊化特性

ねらい：ブレンドに用いた粉材料ブレンド粉の加熱糊化特性を示し、スポンジケーキ試験の結果の解釈に役立てる。

最高粘度は「北見92号」と「ゆめちから」は同程度で、小麦澱粉が高かったため、小麦澱粉で置換する割合が多いほど、ブレンド粉の最高粘度が大きくなった(図5-2-1-4, 図5-2-1-6)。加熱時に糊液に粘度を与えるのは主に小麦澱粉であるため、単に小麦澱粉の割合に応じて最高粘度が高くなったと考えられた。

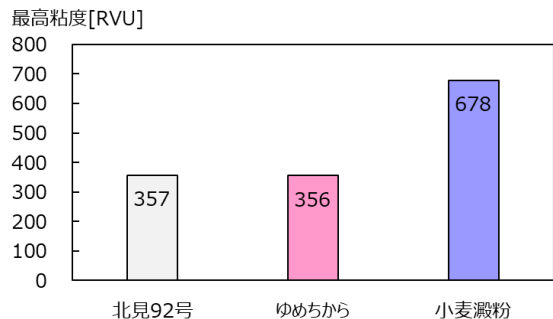


図5-2-1-4 ブレンドに用いた粉材料の加熱糊化時の最高粘度

セットバックは「ゆめちから」 < 「北見92号」 <

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

小麦澱粉の順に大きかったため、ブレンド粉のセットバックは、小麦澱粉で置換する割合が多いほど大きくなり、「ゆめちから」で置換する割合が多いほど小さくなった(図5-2-1-5, 5-2-1-7)。

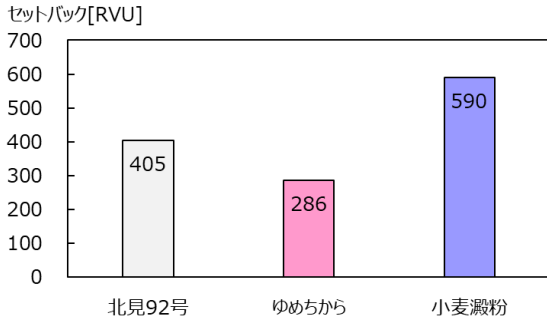


図5-2-1-5 ブレンドに用いた粉材料の糊液冷却時のセットバック

セットバックが大きいくほど、焼成後冷却したケーキの気泡構造が固まりやすく、体積を維持できると考えられるため、小麦澱粉で置換する割合が多いほどケーキの比容積が大きくなり、「ゆめちから」で置換すると小さくなると予想された。

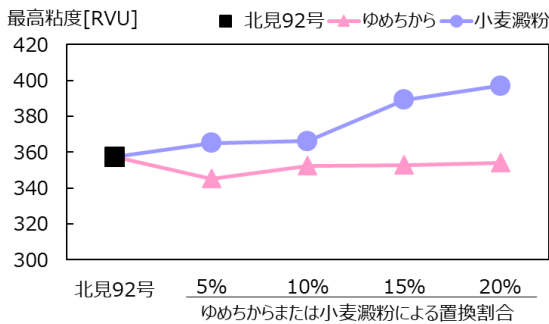


図5-2-1-6 ブレンド粉の加熱糊化時の最高粘度

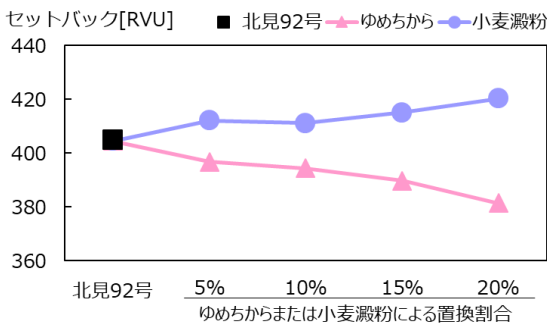


図5-2-1-7 ブレンド粉の糊液冷却時のセットバック

### (2) ブレンドに用いた粉材料のスポンジケーキ加工適性

ねらい：ブレンドに用いた粉材料単体でスポンジケーキを調製した場合の特性値を示し、ブレンド試験の結果の理解に役立てる。

「北見92号」と比べて、「ゆめちから」はバターに空気を取り込まれにくいため、ケーキの比容積が小さく、クラムが硬かった。また、回復性が小さいため、べちゃっとした食感が感じられると考えられる。小麦澱粉は、バターに空気を取り込まれやすく、ケーキの比容積が大きくなり、クラムが柔らかかった。また、回復性が大きいいため、軽い食感に感じられると考えられた(図5-2-1-8~11)。

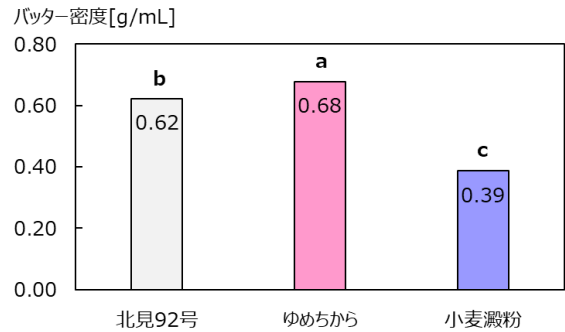


図5-2-1-8 ブレンドに用いた粉材料のスポンジケーキのバター密度

異なる英字を付した試料間に有意差あり。(p<0.05, Tukeyの多重比較検定)

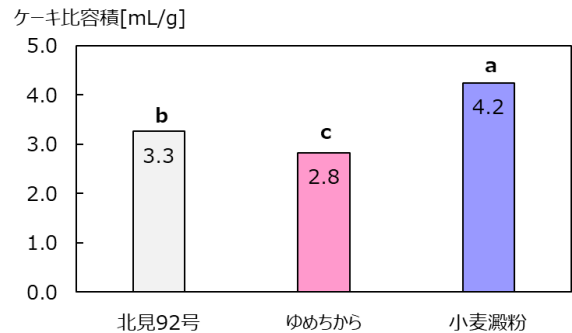


図5-2-1-9 ブレンドに用いた粉材料のスポンジケーキの比容積

異なる英字を付した試料間に有意差あり。(p<0.05, Tukeyの多重比較検定)



## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

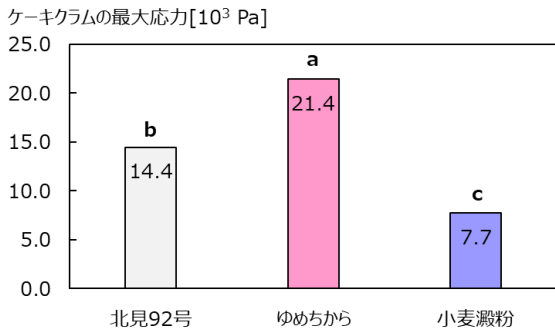


図5-2-1-10 ブレンドに用いた粉材料のスポンジケーキクラムの最大応力

異なる英字を付した試料間に有意差あり。(p<0.05, Tukeyの多重比較検定)

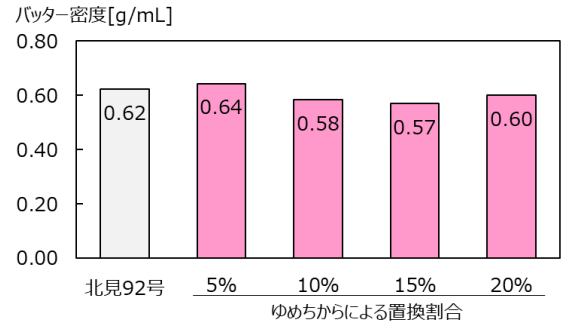


図5-2-1-12 「北見92号」-「ゆめちから」ブレンド粉のスポンジケーキのバター密度  
いずれの項目も試料間に有意差がなかった。(p<0.05, Dunetの多重比較検定)

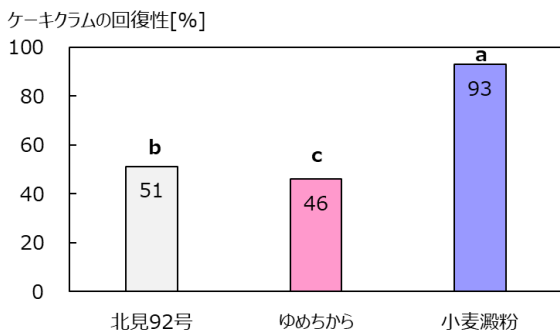


図5-2-1-11 ブレンドに用いた粉材料のスポンジケーキクラムの回復性

異なる英字を付した試料間に有意差あり。(p<0.05, Tukeyの多重比較検定)

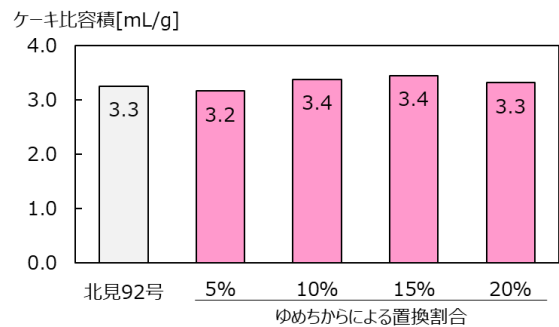


図5-2-1-13 「北見92号」-「ゆめちから」ブレンド粉のスポンジケーキの比容積  
いずれの項目も試料間に有意差がなかった。(p<0.05, Dunetの多重比較検定)

### (3) 「北見92号」-「ゆめちから」ブレンド粉のスポンジケーキ加工適性

ねらい：生地物性が非常に弱い「北見92号」に超強力な「ゆめちから」をブレンドすることで、スポンジケーキの特性値にどのような影響を及ぼすかを示す。

「北見92号」の一部を「ゆめちから」で置換する場合、いずれも統計的に有意な差はなかったが、置換割合10-15%ではバター密度が低く、ケーキ比容積がわずかに増加し、ケーキクラムの最大応力が低下した。また、ケーキクラムの回復性も「ゆめちから」で置換することでわずかに大きくなった(図5-2-1-12~15)。

「ゆめちから」単体では「北見92号」よりもスポンジケーキの品質が低いが、「北見92号」の10-15%程度を「ゆめちから」で置換することにより、菓子用粉に求められる品質に少し近づくと考えられた。

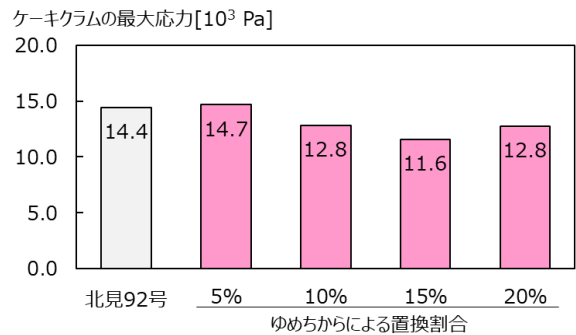


図5-2-1-14 「北見92号」-「ゆめちから」ブレンド粉のスポンジケーキクラムの最大応力  
いずれの項目も試料間に有意差がなかった。(p<0.05, Dunetの多重比較検定)

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

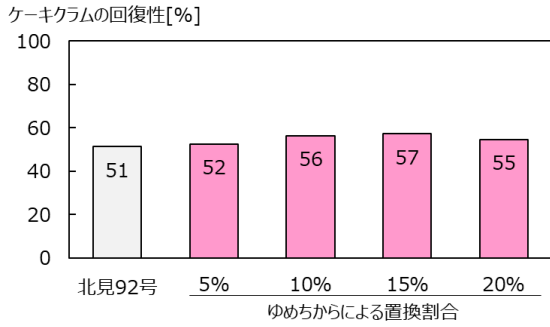


図5-2-1-15 「北見92号」-「ゆめちから」ブレンド粉のスポンジケーキクラムの回復性  
いずれの項目も試料間に有意差がなかった。(p<0.05, Dunetの多重比較検定)

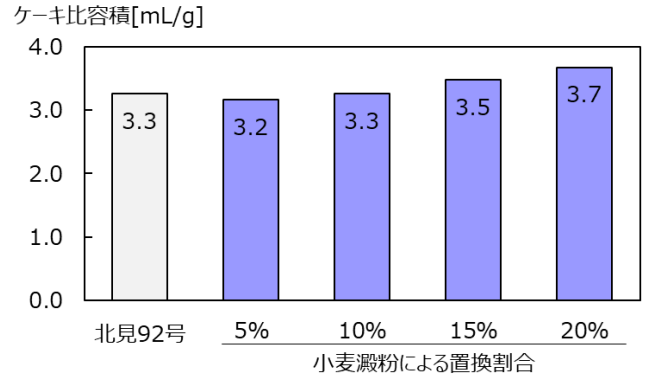


図5-2-1-17 「北見92号」-小麦澱粉ブレンド粉のスポンジケーキの比容積

### 4) 「北見92号」-小麦澱粉ブレンド粉のスポンジケーキ加工適性

ねらい：「北見92号」に対してよりスポンジケーキの品質が高い小麦澱粉をブレンドすることで、スポンジケーキの特性値にどのような影響を及ぼすかを示す。

「北見92号」の一部を小麦澱粉で置換する場合、置換割合が多いほど、バター密度が低下、ケーキ比容積が増加した。ケーキの膨らみが大きくなったことに伴い、ケーキクラムの硬さが低下した。また、ケーキクラムの回復性が大きくなった。ケーキ比容積以外の項目では、置換割合20%で「北見92号」と比べて統計的に有意な差があった。すなわち、「北見92号」の20%を小麦澱粉で置換することにより、スポンジケーキの品質が大きく改善されることが分かった(図5-2-1-16~19)。

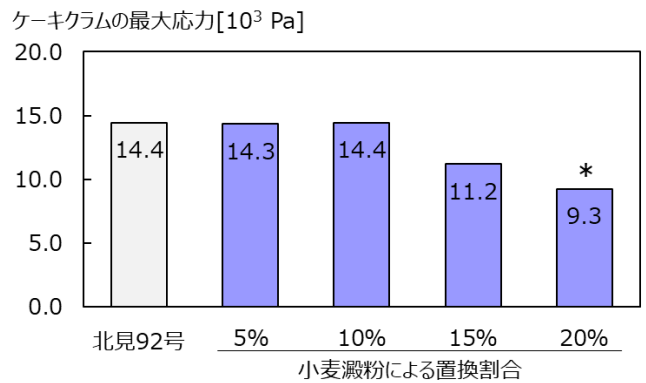


図5-2-1-18 「北見92号」-小麦澱粉ブレンド粉のスポンジケーキクラムの最大応力

\*印をつけた試料は「北見92号」との間に有意差あり。(p<0.05, Dunetの多重比較検定)

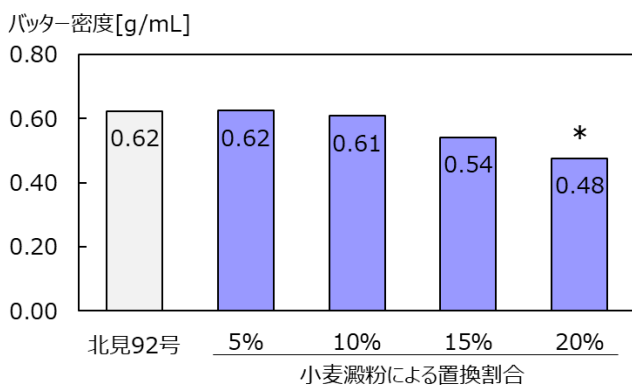


図5-2-1-16 「北見92号」-小麦澱粉ブレンド粉のスポンジケーキのバター密度

\*印をつけた試料は「北見92号」との間に有意差あり。(p<0.05, Dunetの多重比較検定)

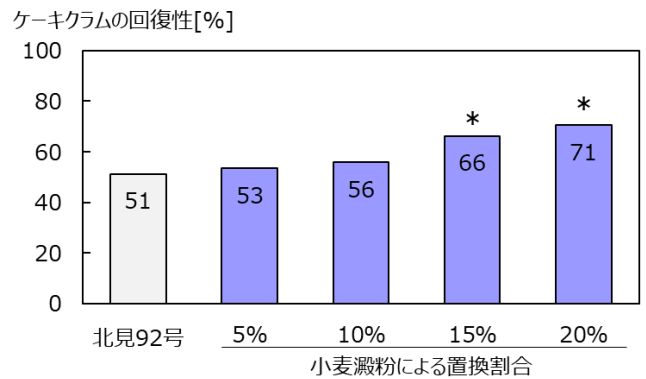


図5-2-1-19 「北見92号」-小麦澱粉ブレンド粉のスポンジケーキクラムの回復性

\*印をつけた試料は「北見92号」との間に有意差あり。(p<0.05, Dunetの多重比較検定)

### まとめ

「北見92号」の20%を小麦澱粉で置換すると、糊液を冷却した際の粘度上昇が大きくなり、ケーキの比容

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

積が大きく、クラムのテクスチャー（硬さと回復性）が改善した。「ゆめちから」で置換した場合は有意な影響が見られなかったことから、「北見 92 号」のスポンジケーキの品質を改善するためには、生地物性を強めるよりも、澱粉の質を改変することが有効だと考えられた。

成果の留意点として、「北見 92 号」は江別製粉の小規模製粉ライン「F-ship」で得られた 1 等粉を用いている。コマーシャルミルで得られる 1 等粉とは性状が異なることが予想されるため、別途検討が必要となる。



○「きたほなみ」小麦粉の再篩別による菓子加工適性向上技術の開発  
背景

菓子用（薄力粉）道産小麦は、専用品種が存在しておらず（平成31年以前）、ほとんどすべてが中力粉用「きたほなみ」小麦粉を転用したものが主流であり、道内菓子企業のニーズに十分に答えていないのが現状である。

このようななか、道内菓子企業における道産小麦に関するニーズを把握し、菓子用有望系統の品種開発や菓子用「きたほなみ」小麦粉の品質向上に関する研究開発を進める必要がある。

目的

薄力粉用途として市販されている「きたほなみ」小麦粉の、再篩別による菓子加工適性への影響を検討する。

試験方法

(1) 供試材料

「きたほなみ」を原料とする市販薄力粉（E製粉）

(2) 超音波振動ふるいによる小麦粉の再篩別条件の検討

超音波振動ふるい（株）ダルトン製）を用い、各メッシュによる篩別特性（粒径分布、篩別効率、篩下区分の理化学特性）を分析、測定した。メッシュサイズは54 $\mu\text{m}$ （理化学特性評価のみ）、49、63、75、90 $\mu\text{m}$ 。

(3) 再篩別小麦粉の菓子加工特性評価

各メッシュの再篩別粉からスポンジケーキを調製し、前項目と同様に官能評価を行い加工性を比較した。

結果及び考察

再篩別粉の成分、特性への影響を検討（篩目54 $\mu\text{m}$ ）したところ、タンパク含量は低下、アミロース含量は若干増加した。糊化特性やSRCはほとんど変化しなかった（表5-2-1-6）。

再篩別粉の粒径分布を解析したところ、無処理に比べ平均粒径、中位径は小さくなり、小粒画分の割合も90 $\mu\text{m}$ で6%、75 $\mu\text{m}$ で10%、63 $\mu\text{m}$ 、49 $\mu\text{m}$ では30%近く増加した（表5-2-1-7、図5-2-1-20）。

再篩別粉のスポンジケーキ特性を比較したところ、篩目が小さいほど体積、比容積、色相（L\*）の改善傾向がみられた（表5-2-1-8）。

官能評価では、食感の差異は小さかったものの、内相（気泡）の性状は49 $\mu\text{m}$ 篩別粉で特に優る傾向を示した（図5-2-1-21）。

メッシュ90 $\mu\text{m}$ での篩別歩留は約80%、75 $\mu\text{m}$ でも約70%と優ったが、49 $\mu\text{m}$ 篩別では目詰まりが発生して篩別歩留は約10%と大幅に低下し、加工品質改善効果を考慮しても実用的ではないと判断された。63 $\mu\text{m}$ では粒径分布において49 $\mu\text{m}$ と近似する一方、篩別歩留も50%程度と比較的高く、小粒画分の効率的な篩別にはこの前後のメッシュサイズが適切と考えられた。

表5-2-1-6 再篩別粉のタンパク含量および理化学特性

	タンパク (%)	アミロース (%)	糊化特性 (MVU)			SRC (%)			
			MV	BD	SB	水	ショ糖	炭酸Na	乳酸
無処理	10.3	21.5	322	140	108	52.9	99.1	71.1	117
54 $\mu\text{m}$ 下	8.6	22.7	317	144	116	53.5	99.5	73.8	111

供試小麦粉はE製粉菓子用道産小麦製品を用い、超音波ふるいメーカーD社において篩別した。

5-2-1-7 再篩別粉の粒径分布

	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	中位径 ( $\mu\text{m}$ )	大粒割合 (%)	小粒割合 (%)
無処理	43.0	28.0	34.7	62.4
90 $\mu\text{m}$ 下	36.2	25.4	28.0	68.6
75 $\mu\text{m}$ 下	33.0	24.3	23.7	72.8
63 $\mu\text{m}$ 下	23.3	20.5	7.7	88.3
49 $\mu\text{m}$ 下	21.6	19.5	4.4	91.4

大粒割合は粒径50 $\mu\text{m}$ 以上、小粒割合は50 $\mu\text{m}$ 未満の画分の体積割合を示す。

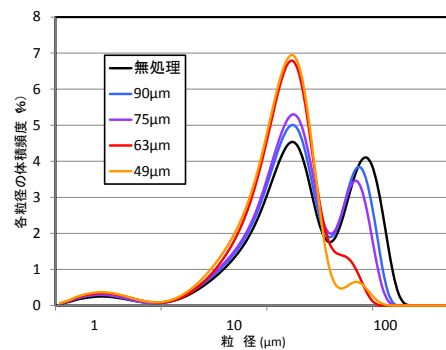


図5-2-1-20 再篩別粉の粒径分布比較  
※試料は市販の「きたほなみ」薄力粉

表5-2-1-8 再篩別粉のスポンジケーキ特性

供試材料	体積 (cm <sup>3</sup> )	比容積 (cm <sup>3</sup> /g)	内相硬さ (g/cm <sup>2</sup> )	内相明るさ (L*)
無処理	1234	4.36	1.44	85.22
90 μm下	1298	4.60	1.54	85.84
75 μm下	1266	4.48	1.40	85.52
49 μm下	1329	4.71	1.33	86.58

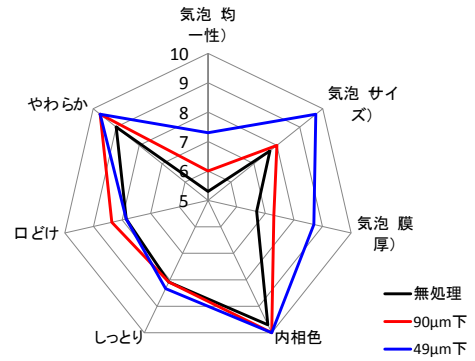
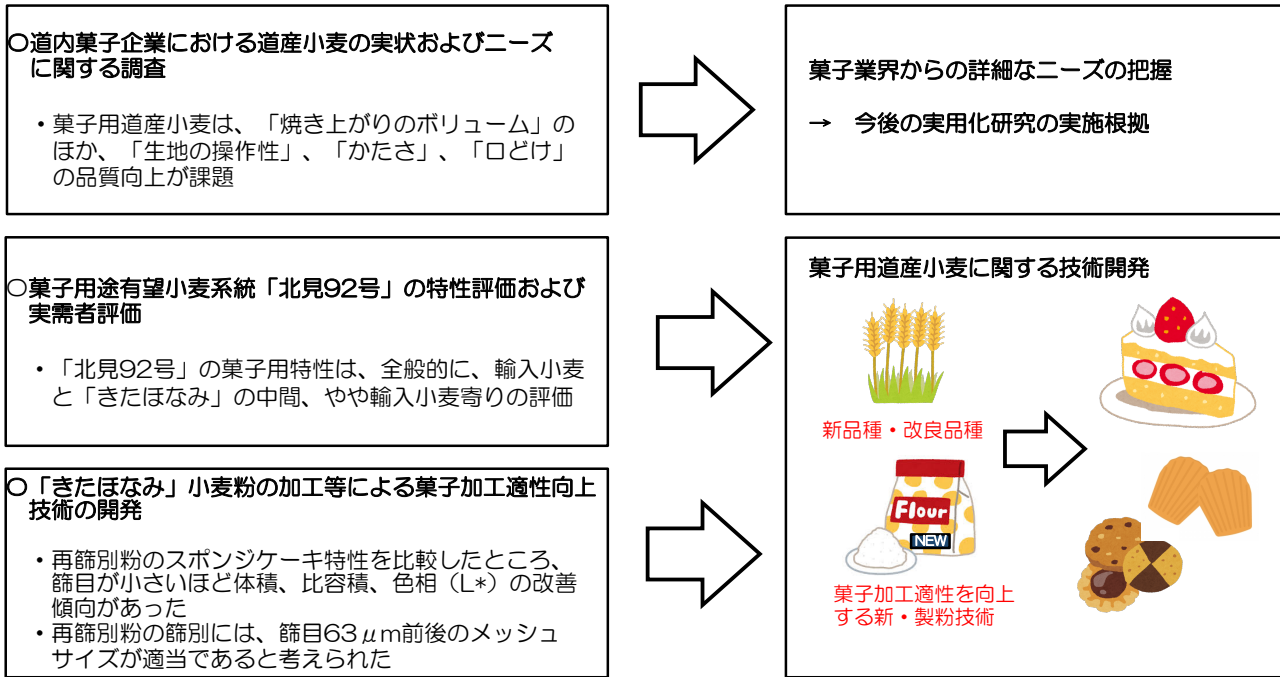


図5-2-1-21 再篩別粉のスポンジケーキ官能評価



まとめ図 道産菓子用小麦粉の開発に向けた現状整理と今後の展開

5.2.2 小麦粉製造・流通における品質管理技術の検討

○合理的賞味期限設定のための技術支援背景

国産小麦だけでなく、その他穀物粉や穀物粉が混合された粉の需要が高まっているが、製粉後の品質変動や適正な貯蔵方法について、明らかでない部分が多い。

目的

近年需要が高まっている全粒粉・その他穀物粉を含めた粉の特性を調査し、新たな商品開発と消費拡大を図るための情報を蓄積する。

試験方法

(1) 小麦全粒粉の貯蔵性評価指標の検討

材料・条件：表5-2-2-1のとおり。試料は製粉後2日以内のものを入手した。香麦，全粒粉（薄力），石臼挽全粒粉，細挽ライムギは2015年12月10日，その他は2016年1月14日を貯蔵0日とした。  
調査項目：水分，脂肪酸度，吸水率，RVA 特性値，色（湿色）

表5-2-2-1 調査した全粒粉およびライ麦粉と貯蔵条件

小麦粉アイテム	貯蔵温度	包材
対照：香麦)	20°C	紙袋
コムギ 全粒粉 薄力)		
全粒粉 強力)		
石臼全粒粉		
ライムギ 石臼挽きライ麦		
細挽きライ麦		
ライムギ全粒粉		

(2) 包材および保管条件が全粒粉の貯蔵性に及ぼす影響解析

材料・条件：表5-2-2-2のとおり。試料は製粉後2日以内のものを入手した。香麦は2015年12月10日，全粒粉は2016年1月14日を貯蔵0日とした。  
調査項目：水分，脂肪酸度，吸水率，RVA 特性値，色（湿色）

表5-2-2-2 貯蔵時の包材と貯蔵条件

小麦粉アイテム	貯蔵温度	包材
対照：香麦)	4°C	紙
全粒粉 強力)	20°C	透明
	30°C	ラミジップ
		ハイバリア

(3) ライ麦全粒粉のエージレス有無と脂肪酸度および色に関する調査

材料：ライムギ全粒粉に対し，エージレスの封入の有無について脂肪酸度の変化を調査した。貯蔵温度は20°Cおよび30°C，試料は6月20日製粉で，2016年6月27日を貯蔵0日とした。

調査項目：水分，脂肪酸度，色変化

結果及び考察

(1) 各穀物粉の貯蔵における成分と色調の変化

小麦全粒粉やライ麦の粉は，普通的小麦粉に比べて脂肪酸度が高い。また，小麦全粒粉では石臼引き>強力タイプ>薄力タイプのような傾向であった。

1) 脂肪酸度：貯蔵後120日までは，いずれの穀物粉とも脂肪酸度が増加傾向にあった。小麦全粒粉やライ麦の粉は，普通的小麦粉に比べて脂肪酸度が高かった（図5-2-2-1）。

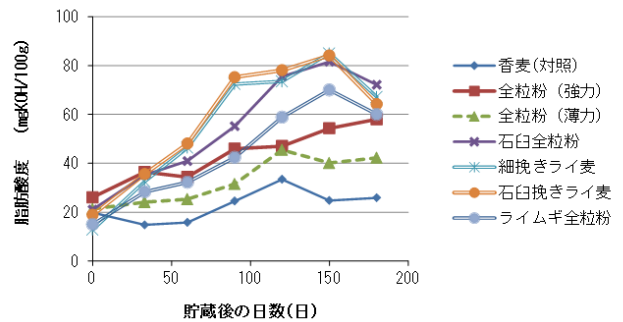


図5-2-2-1 脂肪酸度の変化 ※（20°C、紙袋）

2) 色調：全粒粉（強力）およびライ麦全粒粉各種で色差がやや大きい傾向にあった（表5-2-2-3）。



## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

表5-2-2-3 小麦粉および全粒粉の貯蔵前後の色調

種類	L*		a*		b*		ΔE*ab
	貯蔵前	貯蔵後	貯蔵前	貯蔵後	貯蔵前	貯蔵後	
対照: 香麦	75.2	76.0	0.01	-0.09	10.9	9.9	1.2
石臼全粒粉	66.3	67.1	2.94	2.83	14.2	13.4	1.1
全粒粉(強力)	67.6	62.5	2.30	2.50	11.3	12.2	5.3
全粒粉(薄力)	69.8	70.3	1.88	1.79	12.1	11.0	1.1
細挽きライ麦	57.1	62.0	1.32	2.12	13.0	11.9	5.0
石臼挽きライ麦	57.8	62.2	2.03	2.11	13.7	11.9	4.7
ライムギ全粒粉	55.3	57.5	1.86	1.59	14.0	13.2	2.4

3) 吸水率: 貯蔵後には吸水率(マイクロドウラボによる測定値)の低下が認められた。低下程度は香麦・石臼挽きライ麦で大きくその他は0.3~1.8ポイントであった(表5-2-2-4)。

表5-2-2-4 貯蔵後の吸水率変化

種類	吸水率(%)		
	初期値	貯蔵後*	差
対照: 香麦	66.0	63.0	3.1
全粒粉(強力)	66.5	64.7	1.8
全粒粉(薄力)	57.4	57.0	0.3
石臼全粒粉	66.0	65.3	0.7
細挽きライ麦	66.2	64.6	1.6
石臼挽きライ麦	75.6	70.0	5.7
ライムギ全粒粉	66.4	65.5	0.9

\*全粒粉(強力), 細挽きライ麦, 石臼挽きライ麦は150日後, その他は180日後の値

### (2) 包材・保管条件が貯蔵性に及ぼす影響

ねらい: 包材・保管条件の違いによる貯蔵性(劣化程度, 色調変化)の差を調査し, より良い貯蔵形態を示す。脂肪酸度の上昇を避けるには, 低温下で紙袋貯蔵するのが最も効果が高いと考えられる。

1) 脂肪酸度: 貯蔵90日頃までは, 脂肪酸度の上昇程度が大きく, 貯蔵温度が高いほど脂肪酸度の上昇が早い。また, 紙包装で脂肪酸度の上昇が小さい。30℃貯蔵のものでは, 油臭いにおいがする可能性がある(図5-2-2-2, 3)。

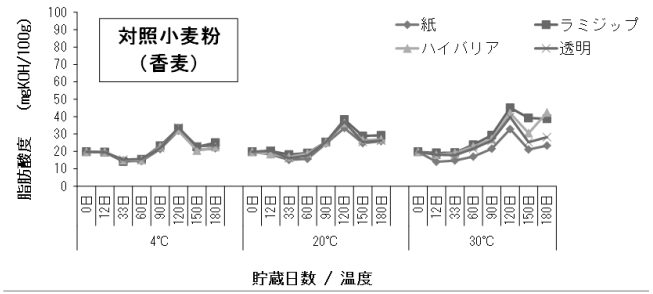


図5-2-2-3 包材種類と貯蔵温度別の脂肪酸度の変化(対照区)

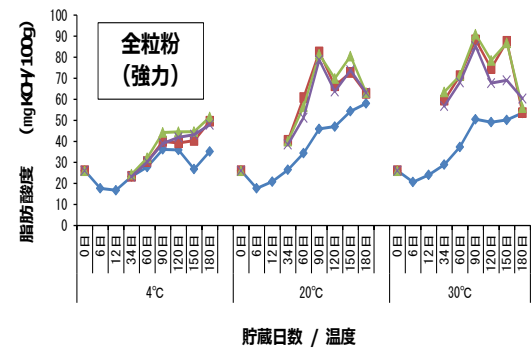


図5-2-2-4 包材種類と貯蔵温度別の脂肪酸度の変化(強力全粒粉)

2) 色調: 対照の香麦では全体の傾向として, 貯蔵後にL\*値上昇とb\*値の低下が認められる。a\*値も低下していることから考えて, 退色する傾向にあると考えられる。全粒粉では, 4℃ではいずれの包材でも初期値と大きな差は認められなかったが, 20℃と30℃では紙袋貯蔵でL\*値が低下した(表5-2-2-5)。

表5-2-2-5 各包材・温度下で貯蔵後の色調

種類	包材	貯蔵前			貯蔵後(4℃)			貯蔵後(20℃)			貯蔵後(30℃)		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
対照: 香麦	紙	75.2	0.01	10.9	76.1	0.01	10.4	76.0	-0.09	9.9	76.2	-0.05	9.4
	アルミ蒸着				76.3	0.04	10.6	76.0	-0.01	10.5	76.1	0.04	10.7
	ハイバリア				75.9	0.04	10.6	75.9	0.04	10.1	76.1	0.07	9.4
	透明				76.3	0.08	10.6	76.4	0.04	9.8	76.2	-0.04	9.4
全粒粉(強力)	紙	67.6	2.30	11.3	67.7	2.49	10.8	62.5	2.50	12.2	62.9	2.28	12.0
	アルミ蒸着				67.3	2.69	10.9	67.7	2.52	11.0	67.6	2.49	10.8
	ハイバリア				67.5	2.72	11.2	67.2	2.50	11.1	66.9	2.89	11.6
	透明				67.3	2.62	11.1	67.5	2.78	11.0	67.6	2.60	10.7

また, 貯蔵前後の色差(ΔE\*ab; 色の変化程度)を比べると, 全粒粉を20℃以上で紙袋貯蔵した場合に, 色の変化が大きいことが示された。

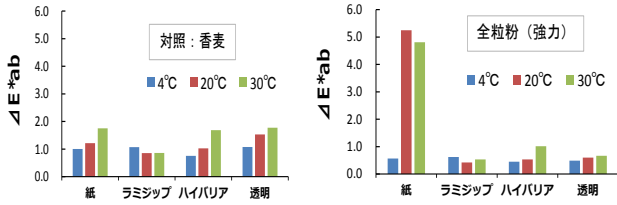


図5-2-2-5 各包材・温度下で貯蔵前後の色差

(3) 穀物粉への「エージレス」封入が脂肪酸度や色調変化に及ぼす影響

ねらい：「エージレス」封入の効果を明らかにする  
エージレスによる貯蔵性向上は確認できなかった。

- 1) 脂肪酸度：エージレスが入っていても脂肪の酸化は進んでおり、エージレスの有無よりも貯蔵温度の差の方が大きかった。
- 2) 20℃では脂肪酸度の変化とエージレスの有無はあまり関係しない。30℃ではエージレスなしの方が若干脂肪酸度が低めだが、最終的に同程度となった（図5-2-2-6）。

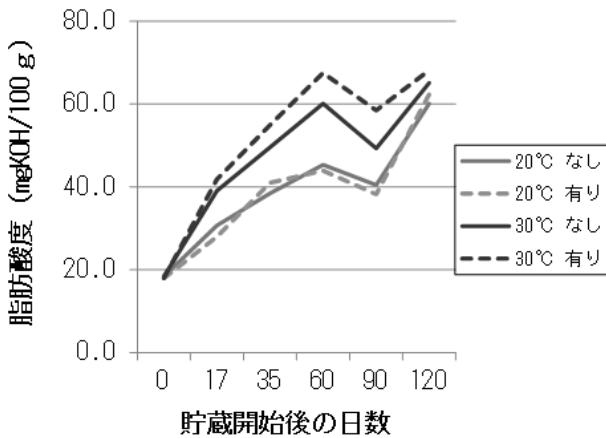


図5-2-2-6 エージレスの有無と脂肪酸度の変化

3) 貯蔵60日後の色変化については、 $\Delta E^*ab$  値はいずれも小さく、ほとんど認識できない範囲と思われた（表5-2-2-6）。

表 ライムギ貯蔵60日後の色変化

包材または処理	温度	初期値			貯蔵後			$\Delta E^*ab$
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	
エージレスなし	20℃	56.7	2.0	12.9	56.5	2.1	12.7	0.30
	30℃	56.7	2.0	12.9	57.3	2.1	13.1	0.59
エージレス有り	20℃	56.8	1.9	12.9	56.1	2.2	13.4	0.84
	30℃	56.8	1.9	12.9	56.9	2.2	13.5	0.67

○簡易カビ毒測定装置の導入支援  
背景

小麦から小麦粉への加工工程では、異物や食品衛生上の危害物質の混入が想定される。これまでも生産物受け入れや製粉工程において確認を行っているが、今後これらの予防的リスク管理はますます重要となると考えられ、簡易かつ確実な検査方法が求められる。

目的

生産物受け入れ・製粉工程における衛生管理について検討し、簡易測定機器の導入を検討する。

試験方法

Charm Science 社の Charm EZ-M System (図5-2-2-7)のマニュアルに沿って、カビ毒 (DON) の測定を行う。

結果及び考察

測定は簡易で特別な溶媒を使用せず、安全に測定することができることが確認できた。  
事業者は、現在のシステム (エライザ) からの置き換えは当面検討しないが、今後必要に応じて参考にする事とした。



図5-2-2-7 Charm Science 社の Charm EZ-M System

5.2.3 道産小麦の高度利用を目指した新たな用途開発

○レトルト麺帯の作成と活用法検討

背景

北海道で生産される小麦は、主に「うどん」用途の中力粉に加工されていたが、近年では品種開発が進み、「パン・中華麺用」の強力粉を生産するための品種が作付を伸ばしてきている。また、北海道で初となる「菓子用」薄力粉向け品種開発がすすめられ、近い将来北海道産小麦のフルラインナップが完成し、小麦を原料とするあらゆる製品に道産小麦を活用することが可能となる。また、健康志向やより新奇な商品開発を目的として、小麦以外の穀物粉を混合したオール北海道産仕様の商品開発も想定される。

目的

道産小麦をはじめとする食素材や、新たな加工技術を活用した新商品開発を行う。新たな加工形態として、麺帯をレトルト加工した食素材（レトルト麺帯：図5-2-3-1）の利用特性を検討する。



図5-2-3-1 レトルト麺帯の外観

試験方法

(1) レトルト麺帯作製のための条件検討

品種：はるきらり

麺帯作製：配合は、小麦粉 100 g に対し塩 2 g、水 38ml の割合とした。全量をホームベーカリーに投入し、ケーキモードで混合してそばろ状試料とした後、中央農試常法に従い麺帯を作製した。

麺帯厚さ：製麺機のロール幅を操作し、{薄, 中, 厚} の3種類を用意した。

レトルト処理：麺帯はレトルト用袋に入れ、真空包装した。真空程度は99.0%と99.9%の2種類を用意した。レトルト用袋に入れた麺帯は120°Cで処理し、レトルト時間は10分と20分の2段階で試験した。

水分および水分活性の測定：水分測定は、麺帯を細断して105°C24時間乾燥させて測定した。水分活性

は、水分活性測定装置（ノバシーナ, Lab Master-aw）により測定した。

テクスチャー測定：レトルト麺帯はパスタマシン（アトラス, ATL-150）で麺線とし、中央農試常法に従い茹で麺のテクスチャーを測定した。麺の茹で時間は3分とした。

(2) レトルト麺帯活用方法の探索

道産「食」シーズ活用促進事業においてレトルト麺帯を提供し、消費者の視点からメニューを検討してもらった。

結果及び考察

ねらい：比較的長期の保存ができ、各種調理に対応可能な新しい食素材を提案する

(1) レトルト麺帯の水分では、水分および水分活性には、大きな差は認められなかった（表5-2-3-1）。

また、茹で麺の厚さについては、製麺時の麺帯の調整が同じ場合には、真空程度やレトルト処理時間の影響は小さかった（表5-2-3-1）。

表5-2-3-1 各レトルト麺帯の水分含有率と水分活性

真空程度	製麺時の 麺帯厚さ	水分含有率%		水分活性 aw	
		レトルト処理時間		10分	20分
		10分	20分		
99.0%	厚	33.5	34.0	0.947	0.946
	中	33.3	33.6	0.946	0.947
	薄	33.2	33.4	0.941	0.945
99.9%	厚	33.3	33.4	0.945	0.948
	中	33.0	33.2	0.945	0.944
	薄	32.4	32.7	0.941	0.942

(2) 茹で麺が太いものでは最大荷重値も高くなった。茹で麺テクスチャーの最大荷重値は、レトルト処理時間が長いと低下し、反対にもちもち感を示す指数値は上昇した（表5-2-3-2, 図5-2-3-2）。

表5-2-3-2 レトルト麺帯の茹で麺のテクスチャー

真空程度	製麺時の 麺帯厚さ	茹で麺厚さ(mm)		最大荷重値(N)		もちもち感 指数)	
		レトルト処理時間		10分	20分	10分	20分
		10分	20分				
99.0%	厚	2.5	2.4	6.6	6.3	15.1	14.9
	中	2.4	2.5	6.5	5.8	15.4	14.4
	薄	1.7	1.7	4.9	4.6	14.8	14.6
99.9%	厚	2.5	2.5	7.0	6.6	15.3	14.2
	中	2.4	2.4	6.5	6.2	14.5	14.0
	薄	1.8	1.7	5.2	4.9	14.0	14.9



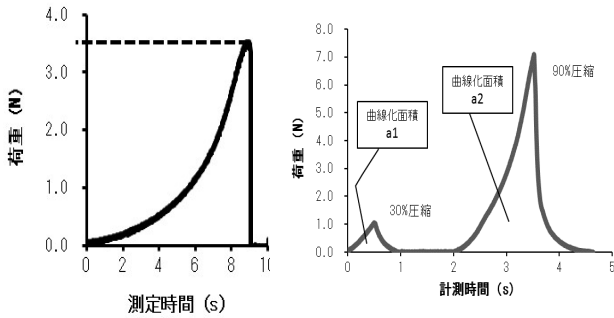


図5-2-3-2 茹で麺のテクスチャー測定概要

(3) 道産「食」シーズ活用促進事業において北ガスクッキングスクールとタイアップし、一般消費者（雑誌ポロコ読者）に活用方法を検討してもらった。レトルト麺帯はスープパスタ、ラザニア、揚げスナックの素材として使用された（図5-2-3-3）。



図5-2-3-3 道産「食」シーズ活用促進事業においてレトルト麺帯が使われたメニュー

(4) 活用方法の検討に参加した一般消費者の意見としては、レトルト包材が開けにくいことをはじめ、メニューとして使うときの問題点や感想等が寄せられた。  
 (5) 現在のところ、商品化の見込みは無い。包材の開けやすさや、麺帯の硬さ・厚さについては改良の余地がある。どのような改良を加えるかについては、具体的用途を基に検討するのが良いと考えられるため、使用の要望があれば再度検討する。

## ○災害・非常食需要を想定した“水に浸して食べられる”麺の開発

### 背景

災害時に、水戻しだけで喫食可能な新たな長期保存食品開発の要望がある。

### 目的

道産小麦を用いたフリーズドライ面を試作し、非常用食品としての特性を検証する。

### 試験方法

(1) 試作実証施設を使用したフリーズドライ条件検討  
 フリーズドライ工程のうち、(1) 茹で時間、(2) 凍結乾燥時間について、試作実証施設を使用して確認を行った。過去の経験値から、茹で時間は3分とし、その後茹で麺を180gずつに分け、凍結乾燥機に搬入した。

### (2) 添加物による水戻り改良実験

対照：「はるきらり」の小麦粉を使用、添加物なし  
 添加物：KC-ブロック（W-100Y），KC-ブロック（W-400Y），メンソフト

添加量：2%，4%

製麺・凍結乾燥：中央農試慣行法により、中華麺を作製した。中華麺は、3分間沸騰水で茹でたのち、凍結乾燥した。

テクスチャー測定：凍結乾燥後の麺を15分間水に浸した後、テクスチャーアナライザーで物性測定を行った。また、KC-ブロックW-400Yについてのみ、凍結乾燥麺を水(25℃)に浸し、3-60分までの重量変化を測定して麺の吸水状態を確認した。

### (3) 異なる品種の小麦粉を使用した麺のテクスチャーと食感調査

品種：きたほなみ，はるきらり，ゆめちから：きたほなみで3：7のブレンド粉

調査方法：上記小麦粉で中華麺を作製し、沸騰水で3分間茹で、茹で麺50gずつに分けて凍結乾燥させた。この凍結乾燥麺を水(25℃)に浸し、0-60分までの重量変化を測定した。浸漬開始15分後と30分後には、麺を食して食感を調べた。

### 結果及び考察

ねらい：道産小麦の特長を非常用食品に活かす。災害時の火が使えない状況において喫食可能な麺を開発する。

(1) 凍結乾燥麺を作製する際の茹で時間と乾燥時間の確認を行った。茹で時間は3分程度、凍結乾燥は48時間程度が適当と考えられた。

(2) 3種類の食感改良用添加物について、水浸漬時の麺の戻りを早める効果があるかどうかを調査した（表5-2-3-3）。

表5-2-3-3 テクスチャー測定と食感調査

添加物	添加量 %	麺の厚さ mm	最大荷重 N	最大荷重時 圧縮率 %	曲線化面積 N*s	対照と比較した食感
なし(対照)	0	2.52	4.14	98.5	14.5	
KC-ブロック W-100Y	2	2.39	3.67	98.9	15.4	ベチャつとする、芯が硬い
	4	2.47	3.76	98.9	15.5	ベチャつとする、芯が硬い
KC-ブロック W-400Y	2	2.37	3.87	98.9	15.1	ベチャつとする、芯が硬い
	4	2.23	3.39	96.2	13.8	ベチャつとする、芯が硬い
メンソフト	2	2.50	4.31	98.0	15.4	硬い
	4	2.21	4.56	96.8	14.2	対照とあまり変わらない

麺の厚さを比較すると、いずれの場合も、添加物が加わることにより麺が細くなった。最大荷重値では、KC-ブロック (W-100Y, W-400Y) において対象に比べ値が小さくなり、対照よりもやや軟らかいと考えられた。一方で、KC-ブロックでは曲線化面積が添加量 2%の時にいずれも対照に比べて高く、最大荷重時の圧縮率は対照より大きかった。このことから、麺は全体に軟らかくなっているものの切れにくい状態と考えられる。これに対しメンソフトでは、添加量の増加とともに最大荷重値が増加していることから、麺が硬くなったと考えられた。実際に食べた時の食感では、対照と比較して麺の戻りが良い傾向は認められず、KC-ブロックでは芯が残る感覚があり、メンソフトでは麺全体が硬い傾向にあった。

(3) KC-ブロック W-400Y について、水浸漬後の麺の重量変化を記録した(図 5-2-3-4)。

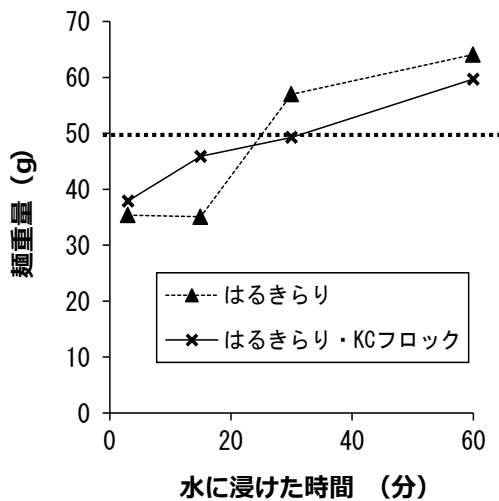


図5-2-3-4 凍結乾燥麺の水浸漬後の重量

水浸漬開始から 20 分くらいまでは、KC-ブロックで重量変化が大きく、吸水が早いものと考えられた。しかし、元の茹で麺の状態である 50g まで戻る時間

は対照と変わらないため、喫食までの時間短縮にはならないと考えられる。また、表 1 で示されたように芯が残る食感であることから、麺の戻りを早くする点においては、効果が小さいと考えられた。

(4) 異なる品種の小麦粉を使用した麺について、水浸漬後の重量変化を調査した。「きたほなみ」や「ゆめちから」のブレンド粉では、15 分後にほぼ茹で麺の状態 (50g) に戻ったが、「はるきらり」ではやや時間がかかり、30 分後に 50g を超えた(図 5-2-3-5)。

このことから、品種が異なることにより、ちょうど良い喫食条件となるための浸漬時間は、わずかながら違いを生じると考えられた。

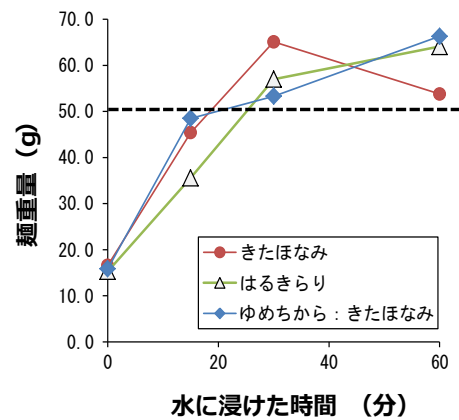


図5-2-3-5 製麺に使用した小麦粉の種類と凍結乾燥麺の水浸漬後の重量

(5) 「きたほなみ」は「なめらか」な食感であったのに対して、「はるきらり」や「ゆめちから」のブレンド粉では、スポンジのようなフカフカした感触が得られた(表 5-2-3-4)。これらは、品種の持つデンプンやグルテンの質の違いに依存していると考えられた。

表5-2-3-4 製麺に使用した小麦粉と麺の食感

小麦粉	食感	
	15分後	30分後
きたほなみ	戻りやや不十分。なめらか。少しのびている感じ。	のびている。
はるきらり	戻り不十分。スポンジの様。芯がある。	スポンジの様。
ゆめちから:きたほなみ	既に柔らかい。スポンジの様。	スポンジの様。

(6) 以上のような結果から、使用する小麦の品種を変えることで、凍結乾燥麺の喫食までの時間や食感に違いを生じると考えられる。実際の商品では、この

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

バランスを検討する必要がある、どのような商品を作るかによって調整を行う必要がある。

- (7) 麺については、この段階のデータを応用することで商品化が可能。長期間保存できるものを目標としていることから、付け合せのスープの形態(粉末、液体)が問題となる。

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

### ○新規道産粉粒体のブレンド特性評価

#### 背景

近い将来北海道産小麦のフルラインナップが完成し、小麦を原料とするあらゆる製品に道産小麦を活用することが可能となる。また、健康志向やより新奇な商品開発を目的として、小麦以外の穀物粉を混合したオール北海道産仕様の商品開発も想定される。

#### 目的

道産小麦をはじめとする食素材や、新たな加工技術を活用した新商品開発を行う。

#### 試験方法

道産小麦と他の穀物粉をブレンドし、基本特性の変化を調査する。

#### (1) 小麦粉の異なる品種間のブレンド

#### (2) 小麦粉と米粉(北瑞穂) のブレンド

#### (3) 小麦粉と子実とうもろこし粉のブレンド

コーングリッツ(細, 0.25mm以下), パフ粉

#### 結果及び考察

ねらい: 小麦粉をはじめとした穀物粉ブレンドにより生じる理化学特性の変化を明らかにする

小麦粉同士やその他穀物粉とのブレンドにより、熱糊化特性や吸水性・生地物性の変化が認められた。

(表5-2-3-5~7)

#### まとめ

小麦を使用した新たな商品開発について検討した。また、小麦粉やその他穀物粉のブレンドによる特性変化をデータ化した。

いずれも具体的な商品化には至っていないが、今後の商品開発において参考となる。

表5-2-3-5 ブレンドによるRVA特性値の変化

ベース粉×副材料	ベース粉	副材料 割合%	RVA特性値							
			Peak (RMU)	Trough (RMU)	Break down (RMU)	Set back (RMU)	Final Visc (RMU)	Peak Time (min)	BD/SB	
小麦粉	キタノカオリ		232	91	141	232	141	6.3	0.61	
	ゆめちから		377	157	220	324	167	6.3	0.68	
	はるきらり		328	143	185	288	144	6.3	0.64	
	春よ恋		345	118	227	324	206	6.5	0.70	
	きたほなみ		396	154	242	348	194	6.3	0.70	
小麦粉×コーン(細)	キタノカオリ	20	293	134	158	276	118	5.9	0.57	
		40	221	103	118	224	106	5.6	0.53	
		60	269	119	150	286	166	5.4	0.52	
		80	275	101	174	331	230	5.3	0.53	
	きたほなみ	20	322	159	162	281	122	5.8	0.58	
		40	273	137	136	251	114	5.6	0.54	
		60	270	129	141	270	141	5.3	0.52	
		80	284	113	171	326	155	5.2	0.52	
	はるきらり	20	324	162	161	280	118	5.9	0.58	
		40	284	148	136	256	108	5.5	0.53	
		60	268	127	141	266	140	5.4	0.53	
		80	276	109	167	319	210	5.1	0.52	
	ゆめちから	20	334	159	175	294	134	6.0	0.59	
		40	296	148	148	273	125	5.7	0.54	
		60	289	134	156	294	160	5.5	0.53	
		80	281	111	171	326	215	5.2	0.52	
	春よ恋	20	329	157	173	282	126	6.0	0.61	
		40	304	153	151	267	114	5.7	0.57	
		60	289	135	154	280	145	5.4	0.55	
		80	281	108	173	319	210	5.3	0.54	
	小麦粉×コーン(0.25mm以下)	キタノカオリ	20	341	169	172	311	142	6.0	0.55
			60	373	171	202	387	216	5.5	0.52
		きたほなみ	20	397	200	197	340	140	5.9	0.58
			60	373	188	184	362	173	5.3	0.51
はるきらり		20	354	181	173	305	124	5.9	0.57	
		60	398	191	207	391	200	5.3	0.53	
ゆめちから		20	302	147	155	272	125	6.1	0.57	
		60	381	179	202	387	208	5.5	0.52	
春よ恋		20	379	189	190	313	124	6.0	0.60	
		60	383	186	197	370	183	5.4	0.53	
小麦粉×米粉(北瑞穂)		キタノカオリ	5	368	164	205	340	176	6.2	0.60
			10	381	170	211	368	198	6.3	0.57
	20		366	155	211	390	235	6.3	0.54	
	40		419	149	270	507	358	6.4	0.53	
	ゆめちから	5	372	171	202	330	160	6.3	0.61	
		10	439	196	243	398	202	6.3	0.61	
		20	454	190	264	454	264	6.3	0.58	
		40	450	151	299	547	396	6.5	0.55	
	はるきらり	5	427	201	226	392	166	6.1	0.58	
		10	392	166	226	377	211	6.3	0.60	
		20	429	166	262	442	275	6.4	0.59	
		40	447	159	287	520	361	6.3	0.55	
	春よ恋	5	423	188	235	375	187	6.3	0.63	
		10	428	200	228	372	172	6.2	0.61	
		20	434	200	234	401	201	6.3	0.58	
		40	446	175	271	467	292	6.4	0.58	
	きたほなみ	5	415	174	242	369	195	6.3	0.65	
		10	444	203	241	384	181	6.3	0.63	
		20	414	182	232	379	196	6.3	0.61	
		40	496	159	338	590	431	6.3	0.57	



第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

表5-2-3-6 ブレンドによるマイクロウラボ特性値の変化

ベース粉×副材料	ベース粉	副材料 割合%	マイクロウラボ特性値							
			Ab (%)	Development time (min)	Stability (min)	Softening (10) (FU)	Peak Energy	Bandwidth at Peak (FU)	MTI (5) (FU)	
小麦粉	キタノカオリ	73	10.0	10.9	0	15	38	0		
	きたほなみ	54	2.1	4.4	66	3	82	87		
	はるきらり	64	7.2	10.6	0	11	55	0		
	ゆめちから	72	1.4	5.1	38	2	60	44		
小麦粉×コーン (細)	キタノカオリ	64	6.0	10.7	22	8	55	27		
		20	70	2.7	4.5	38	4	44	44	
		40	64	2.2	6.6	16	3	55	22	
		60	61	2.0	2.6	38	2	55	49	
		80	-	-	-	-	-	-	-	
	きたほなみ	20	52	3.0	7.7	22	3	55	27	
		40	52	4.2	10.6	22	6	66	33	
		60	-	-	-	-	-	-	-	
		80	-	-	-	-	-	-	-	
	はるきらり	20	60	6.5	8.2	44	9	49	49	
		40	58	1.5	11.1	6	2	82	22	
		60	57	5.5	7.0	27	6	38	44	
	80	-	-	-	-	-	-	-		
ゆめちから	20	67	2.3	10.8	33	3	49	33		
	40	62	1.8	10.8	11	2	55	16		
	60	59	6.0	10.2	11	9	49	11		
	80	52	9.0	1.3	0	5	22	0		
春よ恋	20	62	8.0	10.2	0	12	55	0		
	40	57	9.5	14.5	0	14	44	22		
	60	50	7.7	8.9	0	10	44	0		
	80	-	-	-	-	-	-	-		
小麦粉×コーン (0.25mm以下)	キタノカオリ	20	70	1.1	1.5	55	2	44	60	
		60	66	3.7	1.0	147	5	27	169	
	きたほなみ	20	56	1.3	4.0	49	2	87	76	
		60	64	6.4	0.9	235	7	27	251	
	はるきらり	20	64	1.4	7.8	6	2	76	16	
		60	63	5.6	1.3	104	7	44	126	
	ゆめちから	20	70	1.4	5.3	33	2	66	38	
		60	68	4.0	1.0	142	5	27	153	
	春よ恋	20	67	1.0	1.3	66	2	66	82	
		60	64	6.7	1.6	71	9	33	76	
	小麦粉×米粉(北瑞穂)	キタノカオリ	5	74	1.1	0.9	49	2	49	55
			10	74	0.9	0.9	55	1	22	60
		20	76	1.0	0.7	98	2	33	109	
		40	80	1.2	0.5	180	2	0	191	
きたほなみ		5	55	1.2	6.5	27	1	49	38	
		10	56	1.4	5.0	33	2	55	38	
		20	58	1.5	4.5	27	2	49	33	
		40	66	1.0	0.8	76	2	22	87	
はるきらり		5	65	2.1	11.2	6	3	66	11	
		10	66	5.7	8.8	38	9	60	49	
		20	69	1.2	8.5	27	2	55	33	
		40	73	1.0	0.6	126	2	-11	137	
ゆめちから		5	72	1.0	4.1	33	2	60	44	
		10	74	1.1	1.3	49	2	55	55	
		20	76	0.9	0.7	93	2	22	104	
		40	79	1.0	0.6	169	2	-6	186	
春よ恋		5	66	3.1	11.2	6	5	55	11	
		10	70	1.0	2.6	76	2	66	87	
		20	70	1.1	1.0	60	2	49	66	
		40	74	1.1	0.6	147	2	27	158	

表5-2-3-7 小麦粉とコーンパフ粉のブレンドによる物性変化

ベース粉	副材料 割合%	RVA特性値					マイクロウラボ特性値								
		Peak (RMU)	Trough (RMU)	Break down (RMU)	Setback (RMU)	Final Visc (RMU)	Peak Time (min)	BD/SB	Ab (%)	Development time (min)	Stability (min)	Softening (10) (FU)	Peak Energy	Bandwidth at Peak (FU)	MTI (5) (FU)
キタノカオリ	5	311	183	128	303	120	6.2	0.42	76	1.0	0.9	49	1.6	44	55
	10	282	171	111	283	112	6.2	0.39	77	0.9	0.7	66	1.5	16	76
	20	213	131	83	227	96	5.9	0.36	76	0.9	0.6	109	1.7	33	126
きたほなみ	5	364	212	152	326	114	6.2	0.47	55	5.0	10.4	16	5.9	44	27
	10	339	208	131	315	107	6.3	0.42	57	4.9	8.4	27	6.4	38	27
	20	257	169	88	279	109	6.1	0.31	61	4.2	3.7	71	5.8	38	76
はるきらり	5	369	197	172	322	125	6.2	0.53	68	1.1	11.3	6	1.5	55	11
	10	323	180	143	298	118	6.1	0.48	69	1.4	11.3	11	2.0	60	11
	20	240	146	94	249	103	6.0	0.38	72	1.1	4.7	27	1.6	55	33
ゆめちから	5	345	195	150	302	107	6.3	0.50	78	1.1	1.0	55	1.7	60	55
	10	334	191	144	306	115	6.3	0.47	78	0.9	0.7	76	1.5	16	82
	20	209	130	79	216	87	6.1	0.37	80	0.8	0.5	197	1.6	-33	218
春よ恋	5	370	219	152	326	107	6.3	0.46	71	1.0	8.9	22	1.6	66	22
	10	332	204	128	308	105	6.3	0.42	71	1.1	10.7	16	1.6	66	22
	20	264	165	100	255	91	6.2	0.39	73	1.0	0.8	33	1.6	49	38

○ディプロマットクリーム冷凍耐性評価法の検討

背景

道内の菓子加工実需者からは、業務用として流通させるディプロマットクリーム（カスタードクリームとホイップクリームを混和した生菓子）について、冷凍-解凍に伴う離水や食感などの品質変化が少ない製品を求めるニーズが寄せられている。

目的

ディプロマットクリームの冷凍-解凍に伴う離水や食感などの品質変化を客観的に評価する方法を提案する。

試験方法

(1) 材料

試料A: 一般的調理書に掲載されているレシピに従い調製した。すなわち、砂糖、卵黄、薄力粉、牛乳、植物油を混和し、加熱することでカスタードクリームを調製した。これを、7分立てに起泡したホイップクリームと混和したものをディプロマットクリームとした。

試料B: 試料Aの材料のうち、植物油を食品添加物(乳化性油脂)に置換し、試料Aと同様に調製した。

試料C: 協力企業から購入した。食品添加物は用いていないが、一般的なレシピよりも長時間煮熟することでカスタードクリームの水分を低く仕上げ、長時間起泡することで硬く仕上げたホイップクリームと混和することで、冷凍-解凍に伴う離水を抑えた製品である。

いずれの試料も、食品用フリーザーバッグに充填し、-20℃の冷凍庫（霜取り機能付き）で保管した。

(2) 実験方法

1) 長期冷凍中のディプロマットクリームの品質評価

冷凍-解凍に伴う品質変化を客観的に測定する手法を検討するため、最長360日まで保管した試料を経時的に分析した。離水は遠心離水率、食感変化は物性測定機器による最大応力と付着性によって測定した。また、色調の変化を分光測色計で測定した。

2) 冷凍耐性を短期間で評価するための加虐試験

ディプロマットクリームの冷凍-解凍に伴う品質変化は長期間冷凍することで明瞭になるが、より短期間で製品の冷凍耐性を評価できれば製品開発に利用しやすいと考え、冷凍-解凍を繰り返す加虐試験を試みた。試料を18時間冷凍後、流水で1時間解凍してから分析し、再度18時間冷凍した。これを3回まで繰り返した。

結果及び考察

(1) 長期間の冷凍に伴うディプロマットクリームの品質変化

1) 色調の評価

ねらい：長期冷凍中の色調変化を評価する。  
長期冷凍中の色調変化を評価するため、最長360日間まで冷凍を行ったところ、いずれの試料も明瞭な色調変化の傾向はみられなかった（図5-2-3-5）。

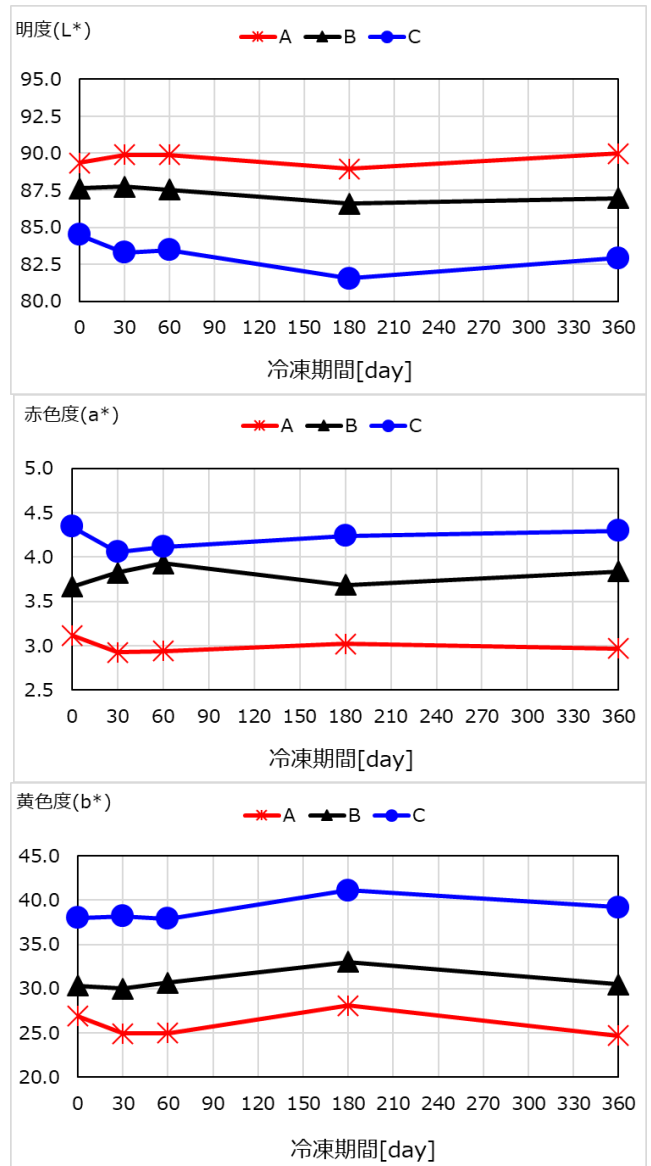


図5-2-3-5 長期間冷凍したディプロマットクリームの色調推移

※上：明度, 中：赤み度, 下：黄味度

2) テクスチャー評価

ねらい：長期冷凍中の物性変化を評価する。  
長期冷凍中の物性変化を評価するため最長360日間まで冷凍を行ったところ、試料Aのテクスチャー特性値（最大応力と付着性）は30日後に低下し、遠心離水率は30日後から180日後まで増加した。試料Bのテクスチャー特性値は、30日後に低下したが、

## 第5章 粉粒体素材の高度活用による食シーズの開発

30 日後以降は最大応力が冷凍前よりも高い値を示した。また、遠心離水率は30 日後に高い値を示した(図5-2-3-6)。

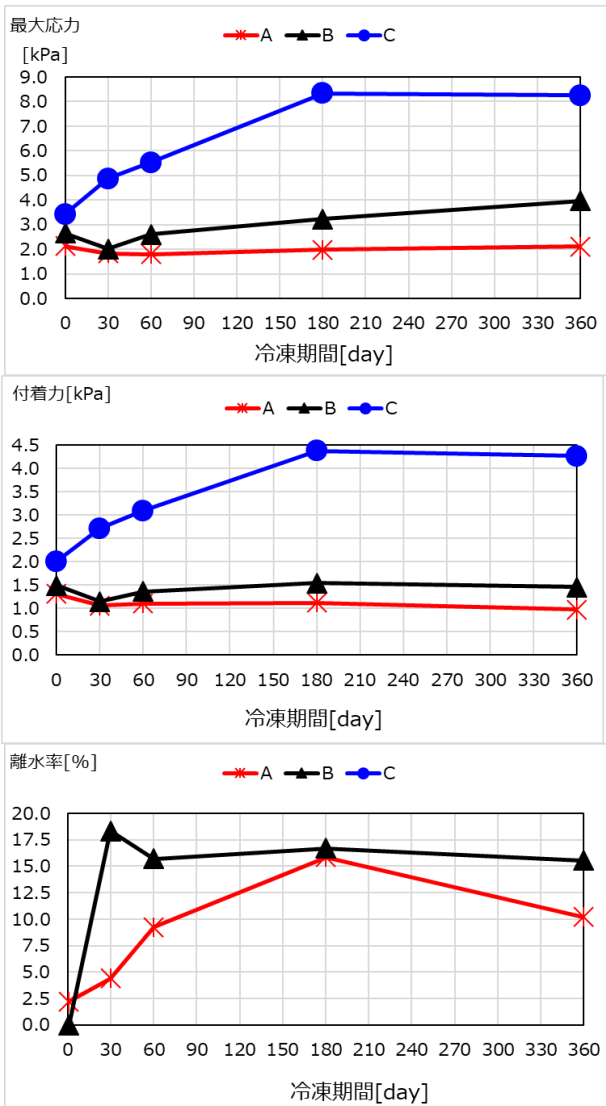


図5-2-3-6 長期間冷凍したディプロマッククリームの特キチャーと遠心離水率  
※上：最大応力, 中：付着力, 下：遠心離水率

試食したところ、試料A・Bともに30 日後からざらつくような好ましくない食感だった。一方、冷凍-解凍に伴う離水の少ないことが知られる試料Cは、冷凍360 日後まで離水が検出されなかった。テクスチャー特性値は低下することなく180 日後まで増加した。試食したところ、試料Cはざらつく食感は感じなかったが、180 日後から老化した澱粉質食品のようなもそもそとした食感だった。以上の結果から、遠心離水率やテクスチャー特性値によって、冷凍-解凍に伴う離水やテクスチャーの軟化などの品質変化をとらえられると考えられた。また、これらの値

が急激に変化した時期には試食で異常な食感を感じられたため、総合的な保存可能期間の決定にも参照できると考えられた。

### (2) 冷凍耐性を短期間で評価する加虐試験

#### 1) 色調の評価

ねらい：冷凍-解凍中の色調の変化を短期間で評価する。

冷凍-解凍中の色調変化を評価するため、冷凍-解凍を最大3 回繰り返す加虐試験を行ったところ、いずれの試料も色調に明瞭な変化はみられなかった(図5-2-3-7)。

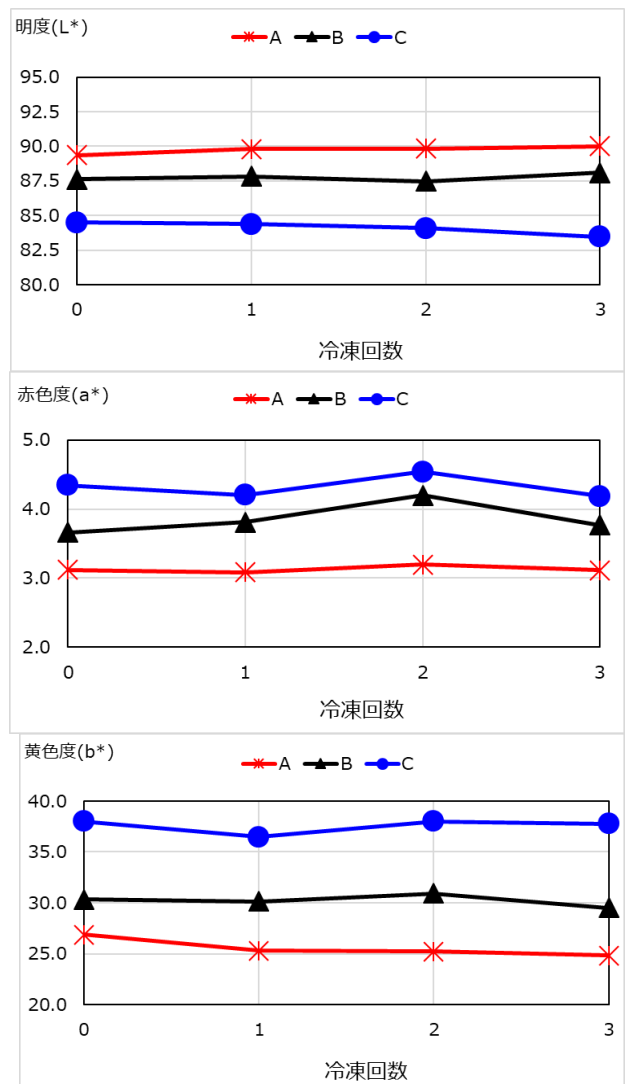


図5-2-3-7 冷凍-解凍を繰り返したディプロマッククリームの色調推移  
※上：明度, 中：赤み度, 下：黄味度

2) テクスチャー評価

ねらい：冷凍-解凍中のテクスチャーの変化を短期間で評価する。

冷凍-解凍を最大3回繰り返す加虐試験を行ったところ、試料AおよびBは冷凍-解凍2回目からテクスチャー特性値（最大応力と付着性）が低下し、遠心離水率が増加した。一方、試料Cは遠心分離による離水が検出されず、テクスチャー特性値は冷凍-解凍2回目から増加した。いずれの試料も、冷凍-解凍2回目～3回目のテクスチャー特性値は、30～60日間冷凍した際のテクスチャー特性値と比較的近い値を示した。遠心離水率ではそのような一致は見られなかったが、長期冷凍中に離水が見られなかった試料Cは加虐試験でも離水せず、試料AとBは加虐試験でも長期冷凍中でも遠心離水率が上昇していったことから、加虐試験によって試料間の冷凍耐性の強弱を評価できると考えられた（図5-2-3-8, 9）。

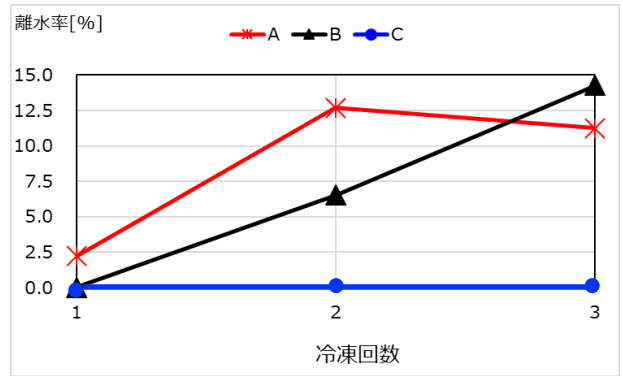


図5-2-3-9 冷凍-解凍を繰り返したディプロマットクリームの遠心離水率

まとめ

- (1) ディプロマットクリームの冷凍-解凍に伴う品質変化の評価には、遠心離水率および物性測定機器によるテクスチャー特性値（最大応力、付着性）が有効である。
- (2) 冷凍-解凍を連続して繰り返す加虐試験によって、試料間の冷凍耐性の強弱を短期間に評価できる。

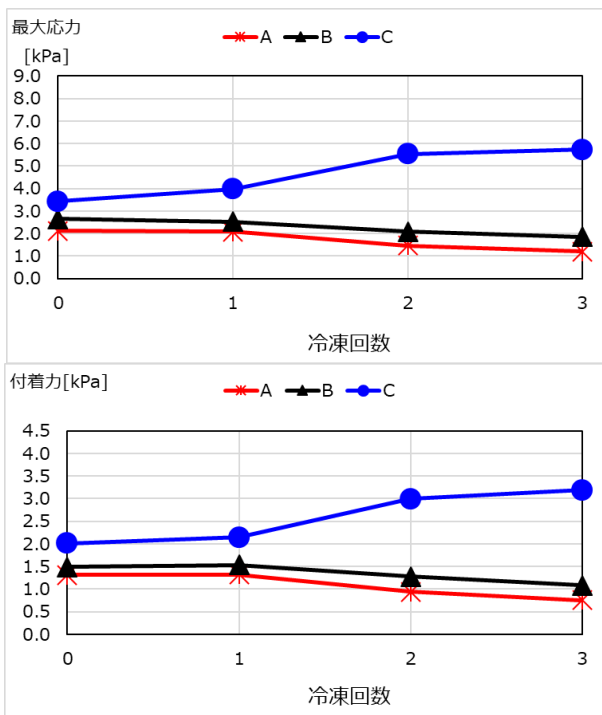


図5-2-3-8 冷凍-解凍を繰り返したディプロマットクリームのテクスチャーと離水率  
※上：最大応力, 下：付着力