

項目 1 :

含水ゲル粉末の製造法と社会システムの設計

主たる実施者：古川 英光 (山形大学 教授)、苗代 慧 (一正蒲鉾株式会社 技術研究課長)、岡田 拓也 (有限会社
ワタミファーム 営農生産部長)、豊島 史征 (石油資源開発株式会社 計画グループ長)

キーワード： 社会システム、未利用農水産物、LNG冷熱、含水ゲル粉末、プラント

研究背景と達成目標

研究開発テーマの背景と必要性

未利用農水産物、ならびに未活用LNG冷熱の活用を通じたフードロス削減を実現するためには、低温凍結粉碎含水ゲル粉末（以下、含水ゲル粉末）の製造から流通までが経済的に成り立つ社会システムが必要です。

技術開発目標

小規模LNG拠点を想定した含水ゲル粉末の製造・保存環境を確立するため、未利用農産物等の含水ゲル粉末の試作と超低温保存を行います。また、低温凍結粉碎を社会実装するための社会システムを設計します。



社会システムの概略図

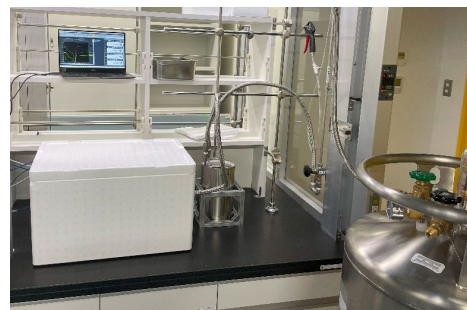
主な研究成果

- ① 法令順守やコストの課題を解決する新たな凍結粉碎方式を考案し、この方式に基づいた実験設備を整備、含水ゲル粉末の製造・保存環境を確立しました。
- ② 未利用農水産物の含水ゲル粉末を10種類以上試作することが出来ました。原材料の種類により物性が異なること、加熱後に粉碎することで香り、味が良く、利用性が高い粉末になることなどが確認できました。
- ③ 含水ゲル粉末の製造や超低温冷凍庫だけではなく、非食品分野の冷熱需要者も含めた冷熱の段階的な活用（カスケード利用）により、優れた環境性・経済性が確保されることを試算しました。

【具体的成果】

新冷却方式の実証

新冷却方式を考案し、本方式を実証するための実験設備を整備しました。実験の結果、基本設計通りに、含水ゲル粉末の製造と超低温保存が可能であることを確認しました。



【具体的成果】

未利用農水産物の収集方法の検討

未利用農産物の収集は、安定的な需要が見込める場合は、農家や農協からの収集が可能であることを確認しました。

含水ゲル粉末の試作を10種類以上で実施

コメなどの穀類やジャガイモなどの芋類、サクランボなどの果物類、イチゴやダイコンなどの野菜類、エソなどの魚類を含む10種類以上の品目について含水ゲル粉末を試作できました。

魚類では原材料によって含水ゲル粉末の物性が異なること、農産物の一部では、加熱後に凍結粉碎することでより使いやすく有用な含水ゲル粉末を作成できることが、確認できました。

含水ゲル粉末の運搬手法の確立

含水ゲル粉末を安価で運搬する方法を確立しました。運搬用高断熱発泡スチロールとドライアイスを活用することで、含水ゲル粉末の袋表面は12時間後も -70°C を維持し、一般的な冷凍宅配サービスでも、運搬できることが確認されました。

冷熱カスケード利用の優れた経済性を確認

含水ゲル粉末の製造や超低温冷凍庫だけではなく、非食品分野の冷熱需要者も含めた冷熱の段階的な活用（カスケード利用）により、大規模コールドチェーン事業の優れた環境性・経済性が確保されることを試算しました。

今後の研究の展開方向

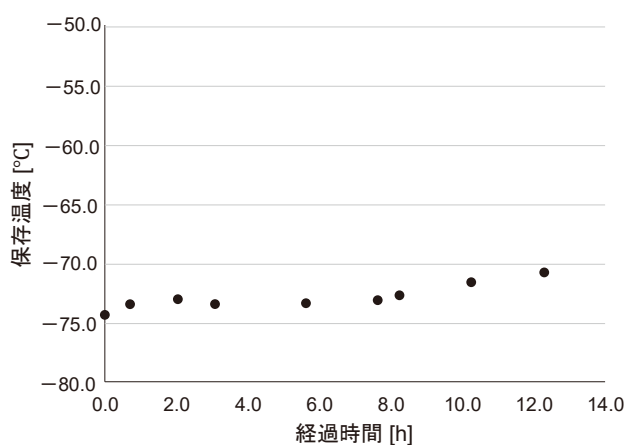
研究用プラントの設置に向けて設計を行います。モデル地域を念頭に、未利用農水産物の収集から含水ゲル粉末の製造・保管・流通までの収支を試算し、バリューチェーンが経済的に成立する条件を明確にします。

分担機関（太字は主たる実施者の機関）

(1)山形大学/ (2)宮城大学/ (3)**一正蒲鉾株式会社**/ (4)有限会社ワタミファーム/
(5)石油資源開発株式会社/ (6)**三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社**



試作した各種凍結含水ゲル粉末



含水ゲル粉末袋表面の温度

項目 2 :

含水ゲル粉末の評価法と長期保存法の設計

主たる実施者：古川 英光 (山形大学 教授)

キーワード：含水ゲル粉末、粉末特性、加工特性、国際標準化

研究背景と達成目標

研究開発テーマの背景と必要性

おいしくて安全な低温凍結粉碎含水ゲル粉末（以下、含水ゲル粉末）を製造・保管・加工するために、粉末や加工時の特性を明らかにする必要があります。このデータは含水ゲル粉末の国際標準規格にも必要です。

技術開発目標

製造した含水ゲル粉末の粒度分布等の基本的な粉末特性を評価します。長期保存の影響を調査し、粉末特性と合わせて、おいしくて安全な食品としての適性を探ることを目標とします。

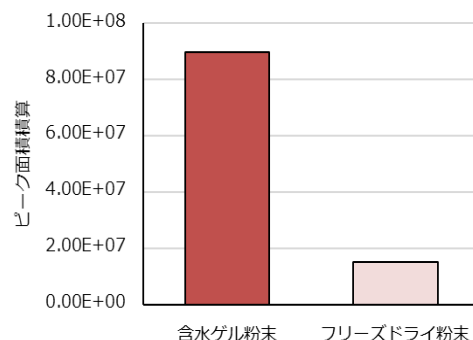
主な研究成果

- ① イチゴの含水ゲル粉末では、粒子径中央値が $29\mu\text{m}$ と非常に細かく粉碎できることがわかりました。またイチゴ本来の香り成分を、フリーズドライ粉末の約6倍保持していることがわかりました。
- ② コメの含水ゲル粉末では、従来のコメ粉よりも、吸水性や粘性が低く加工しやすいこと、焼成後も気泡の粒がそろった食感のよい菓子等にできることが確認されました。
- ③ 含水ゲル粉末は、保存温度と期間によって固まって凝集することがわかりました。含水ゲル粉末に含まれる糖分が高いことで、凍結が不十分になり、含水ゲル粉末が凝集する可能性があります。

【具体的成果】

含水ゲル粉末は食材本来の香りに強みがあることを確認

イチゴの含水ゲル粉末の香気成分を分析したところ、イチゴ特有の香りであるフラネオールが、フリーズドライ粉末の約6倍含まれていることがわかりました。



イチゴ関連香気成分の
ピーク積算値

【具体的成果】

料理人による含水ゲル粉末の加工特性の評価

プロの料理人に依頼し、含水ゲル粉末を用いて様々な料理を試作いただきました。コメの含水ゲル粉末では、食感が良くなり、コメ粉特有の匂いが抑えられました。コメの含水ゲル粉末を小麦粉代替とすることで、アレルギーに対応しつつ、料理の品質を高められる可能性があります。



試作された料理の一例

(左から①コメの含水ゲル粉末を用いたマドレーヌ；②ワインパミス（ワイン醸造後の皮などの残渣）の含水ゲル粉末を用いたフィナンシェ；③マッシュルームの含水ゲル粉末を用いたチョコレートの創作菓子；④イチゴの含水ゲル粉末をトッピングしたパスタ；⑤魚の含水ゲル粉末を用いたコロッケ)

含水ゲル粉末の凝集条件の検討

含水ゲル粉末は製造直後はサラサラとしており、口に入れると雪のように溶けます。しかし、保存中に温度が上昇すると、右図のように固まって凝集し、取扱いづらくなりました。凝集は、原材料に含まれる糖分と関係している可能性が示されたことから、イチゴなど糖度の高い原料の含水ゲル粉末は、保管温度に留意する必要があります。



凝集した含水ゲル粉末

今後の研究の展開方向

様々な原材料の含水ゲル粉末の特性を評価し、データを蓄積しながら、含水ゲル粉末の製造に関する作業手順書や技術解説書の作成を進めます。また、国際標準化やルール形成に関わる取り組みを開始します。

分担機関（太字は主たる実施者の機関）

(1)**山形大学**/ (2)宮城大学/ (3)一正蒲鉾株式会社/ (4)有限会社ワタミファーム/
(5)石油資源開発株式会社/ (6)三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

項目3：

含水ゲル粉末を用いた食品の設計

主たる実施者：古川 英光 (国立大学法人山形大学 教授)、石川 伸一 (公立大学法人 宮城大学 教授)

キーワード： 含水ゲル粉末、エシカル消費、社会受容性、薬味、介護食

研究背景と達成目標

研究開発テーマの背景と必要性

食料の倫理的（エシカル）消費を促しフードロス・ゼロを達成するためには、市場流通のアイデアを構想するとともに、低温凍結粉碎含水ゲル粉末（以下、含水ゲル粉末）をおいしく食べられるメニュー開発が必要です。

技術開発目標

業務用での社会実装を優先した含水ゲル粉末の食品メニューを開発し、食感や文化面を含む食品としての評価を行います。介護現場などの現場の評価と合わせて、エシカル消費を実現する課題を整理します。



含水ゲル粉末の利用可能性を展示会で説明

主な研究成果

- ① 含水ゲル粉末の官能評価や科学的評価を行ったところ、薬味として優れた特性を有することがわかりました。
- ② 消費者へのアンケート調査の結果から、含水ゲル粉末の導入時には、食への関心が高い層や、社会性意識の高い層に対してアピールしていくことが重要であると示唆されました。
- ③ 含水ゲル粉末を用いたゼリーやポタージュなどの介護食を試作し、国際福祉機器展などのイベントで高い評価を得ました。

【具体的成果】

香りの良さを活かし、少量で料理の質を高める薬味利用を提案

ダイコンやミカンは未利用となる収穫物が多い品目のひとつです。これらの含水ゲル粉末を試作し、官能評価や科学的評価を実施しました。その結果、ダイコンは辛みや香りが強くなることがわかりました。またミカンは苦みやえぐ味が抑えられ、薬味としての利用可能性が明らかになると同時に、新しい食体験を提供できる可能性が示されました。



ダイコンの含水ゲル粉末

【具体的成果】

消費者のタイプ分けとターゲット層の絞り込み

消費者の食品選択時における基準や優先事項などについてアンケート調査を行ないました。その結果をもとに、消費者を4つのタイプに分類しました。さらに、新しい食品に対する受容可能性を調べたところ、栄養や健康、産地、倫理性やおいしさを特に重視する傾向のある、2つのタイプ（下記①②）が含水ゲル粉末を受容する可能性があることがわかりました。これらの結果により、初めは、①「食への関心が高い層」や、②「社会性意識（環境問題や伝統文化の保護など）に興味を持ちやすい層」をターゲット層として食品開発を行うことが有効と考えられました。

含水ゲル粉末を用いた介護食の検討・試作

含水ゲル粉末は食品本来の風味を保持しながら長期保存できる点が特徴的です。3Dフードプリンターなどの最新機器と組み合わせれば、見た目や味としてもおいしい介護食を提供できる可能性があります。介護食製造企業の協力のもと、キュウリの含水ゲル粉末を用いたゼリー、米粉のみたらし団子、キュウリと米粉のかっぱ巻き、ジャガイモとマッシュルームのポターージュなど、複数の介護食を試作しました。これらは国際福祉機器展でも紹介・展示され、高い評価をいただきました。



米粉から作る
団子の料理2品 漬物代わりの
キュウリのゼリー



かっぱ巻き
キュウリと米粉



ポターージュ
ジャガイモとマッシュルーム

今後の研究の展開方向

含水ゲル粉末を用いたレシピやメニューの考案・公開を進めるとともに、詳細なアンケート調査を実施し、消費者のターゲットを明確化します。また、企業と協力して、含水ゲル粉末を用いた商品を試作します。

分担機関（太字は主たる実施者の機関）

(1)山形大学/ (2)宮城大学/ (3)一正蒲鉾株式会社/ (4)有限会社ワタミファーム/
(5)石油資源開発株式会社/ (6)三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社