

新規冷凍技術の科学的検証と地域社会における食の課題解決に向けた基礎的研究



目的 新規冷凍技術の一つと言われているOscillating Magnetic Fields (OMF) 冷凍を導入して、食材の鮮度や料理の美味しさ（味・触感・香り・色等風味）、栄養価と安全性を長く保ち、長期保存を可能にする冷凍・解凍技術の向上を目指す。OMF冷凍は食材の鮮度や料理のおいしさと栄養価を長く維持する技術として注目されており、一部でもされている。本研究では、一方で、この技術の適用は経験に頼る要素が強く、また、凍結メカニズムに関する確たる科学的根拠も得られていない。また、従来の冷凍技術と比較して有用性を検証した報告もなく、不明な点が多いのが現状である。そこで、本学関係者の頭脳と技術を結集し新規冷凍技術を科学的に究明して、真の可能性と限界を明示（見える化）するための基礎データの収集とエビデンスの構築を図る。OMF冷凍装置は、Cells Alive system (株) アビー社製を用いた。

実施体制

(学内)



新開 章司 (代表)
中村 強
片桐 義範
濱田 俊
太田 雅規
石川 洋哉
小林 弘司
南里 明子

研究統括 食品流通面から検討
栄養学的有用検証
臨床栄養面の検証
組織学的有用性検証
公衆衛生面総合評価
食品科学面の検証
食品安全面の検証
公衆栄養面から検討

梅木 陽子
庄山 茂子
豊貞 佳奈子
森田 理恵子
笠原 優子
丸石 優紀
生田 李緒
田中 佐登子

栄養教育面から検討
色彩面からの検討
LCA及び家庭調理への適応検証
研究実施・指導補助
研究実施・指導補助
研究実施・指導補助
研究実施・指導補助

成果

1. 細菌の生残性に及ぼすOscillating Magnetic Fields (OMF) 冷凍の影響について発表（令和2年度 食・健康学科卒論発表会 高居紗希、および食品科学工学会第68回大会で発表（予定）
2. CAS冷凍システムの家庭用調理への活用に関する官能評価について発表（令和2年度 環境科学科卒論発表会）

成果紹介：細菌の生存性に及ぼすOMF冷凍の影響（食・健康学科 令和2年度卒業論文発表 高居 紗希）

CAS冷凍の微生物学的な安全面の検証

【食品冷凍】

- 食品中の酵素の働きを抑える
- 空気による酸化を抑える
- 細菌の増殖を防ぐ

品質を保持したまま
長期保存が可能

緩慢冷凍（家庭用冷凍庫など）
最大氷結晶生成帯を通過する時間が長く、大きな氷結晶が生じる。
→ 細胞膜を壊す
→ 品質低下（解凍時のドロップなど）

急速冷凍
最大氷結晶生成帯を通過する時間が短く（30分以内）
小さな氷結晶が生じるので、細胞膜が傷つきにくい
→ より高品質に食品を保存する方法開発が望まれている。

1. OMF冷凍とは

Oscillating magnetic fields (振動磁場) の中で急速冷凍することで、水分子のクラスター化（寄り集まること）を防ぎ、生成する氷結晶を微小化し食品の細胞を傷つけにくくされている。

急速冷凍+新技術

通常の凍結では死滅する微生物も元気に生き残り、解凍後の食品の微生物学的安全性を損なう可能性は？

OMF冷凍と急速冷凍した細菌を長時間保存し、細菌の生残性に与える影響を評価

※本研究ではOMF冷凍装置として Cell Alive System (CAS) を使用

OMF強度①(文献より)
平均磁場 0.3 mT
平均コイル電流 1.05 A
周波数 16 Hz

2. 供試菌について

グラム陽性桿菌 *Listeria innocua*

欧米で、ブランチングされた野菜を原因とする食中毒事件を数多く引き起こしている。また、妊婦が感染すると流産を引き起こす *Listeria monocytogenes* の類縁種

グラム陰性桿菌 *Salmonella Enteritidis*

世界的に見ても一番多く食中毒を引き起こしている細菌。世界の年間死者数は数千人と見積もられている。

それぞれの菌体を緩衝液または液体培地に懸濁して冷凍

緩衝液 → 野菜表面など、栄養分の少ない食品のモデル
液体培地 → 栄養分の豊富な食品のモデル

1) <https://www.fukushima-ken.metro.tokyo.lg.jp/shokuhin/micro/listeria.html> 2021/04/28 DL
2) https://www.maff.go.jp/j/syusan/seisaku/foodpoisoning/if_encyclopedic/salmonella.html 2021/04/28 DL

3. 検討項目

Listeria innocua* または *Salmonella Enteritidis

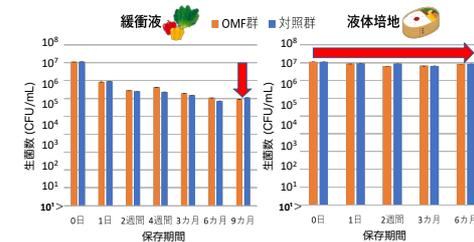
緩衝液懸濁 → OMF冷凍(OMF群)
液体培地懸濁 → 急速冷凍(対照群)

保存期間中の両菌の消長を種々の方法により評価

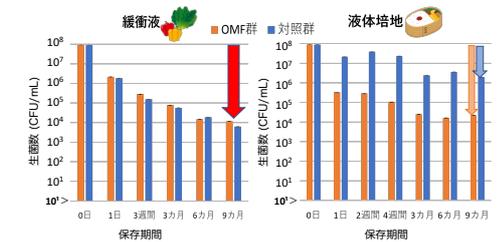
① 平板培養法
培地を用いてコロニーを測定

② 発育遅延解析
菌液のにごりによる吸光度を測定

4. *L. innocua* の生菌数の変化



5. *S. Enteritidis* の生菌数の変化



6. 平板培養法による評価 小活

***L. innocua* (グラム陽性菌)**

緩衝液	液体培地
OMF群: 100分の1の減少	減少無し
対照群: 100分の1の減少	減少無し

凍結方法による生菌数に有意差はなかった。従来通りの細菌検査で安全確認が可能。

***S. Enteritidis* (グラム陰性菌)**

緩衝液	液体培地
OMF群: 10000分の1の減少	10000分の1の減少
対照群: 10000分の1の減少	100分の1

栄養分豊富な食品中のグラム陰性菌に対するOMF冷凍は菌数を減少させる可能性がある？

→ 発育遅延解析による評価

7. 発育遅延解析による *S. Enteritidis* の生残性評価

液体培地中で9ヶ月保存した菌液

平板培養法: OMF群 2.0E+06, 対照群 2.2E+04

発育遅延解析: 吸光度 (OD₆₀₀) vs 時間 (0:00:00, 0:07:12, 0:14:24)

OMF群の生菌数は、対照群の1/100

一定の濃度になるまでに、1時間の遅延

健康菌における生菌数と濃度の関係: 10倍 → 1時間, 100倍 → 2時間

OMF群の生菌数は対照群の1/100にもかかわらず、遅延時間は1時間 → 平板培地のみでは、生菌数を過小評価している。

8. まとめ

急速冷凍とOMF冷凍 (CAS 冷凍) 処理が *L. innocua* および *S. Enteritidis* の消長に与える影響を検討

S. Enteritidis は、OMF処理により液体培地中でないと回復できない損傷を受ける。

OMF処理された食品の細菌検査においては、損傷菌を確実に回復させないと菌数を過小評価する恐れがある。

OMF処理された食品の細菌検査には、従来法を改良する必要がある。