

食材の急速冷凍機「PROTON NEO (プロトンネオ)」の開発

Development of PROTON NEO rapid freezer for food material

氷結晶制御技術を用いた急速冷凍機

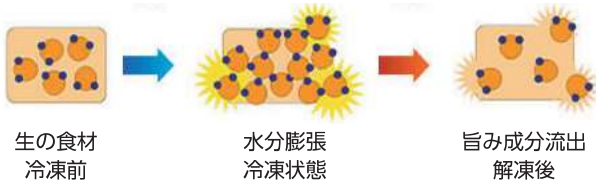
時間をかけて凍結した食材は、細胞内の水分が膨張することにより、細胞が破壊され、解凍の際に旨み成分が流出し品質が低下する。そこで冷凍庫内の循環冷風を高速化・整流化し、磁力を加えることで微細かつ整列した氷結晶を作り、細胞破壊を最小化し、高品質冷凍を可能にした急速冷凍機「PROTON NEO (プロトンネオ)」を株式会社菱豊フリーズシステムズと共同で開発した。

執筆者
先端技術応用研究所
先端技術ソリューショングループ
森 秀樹

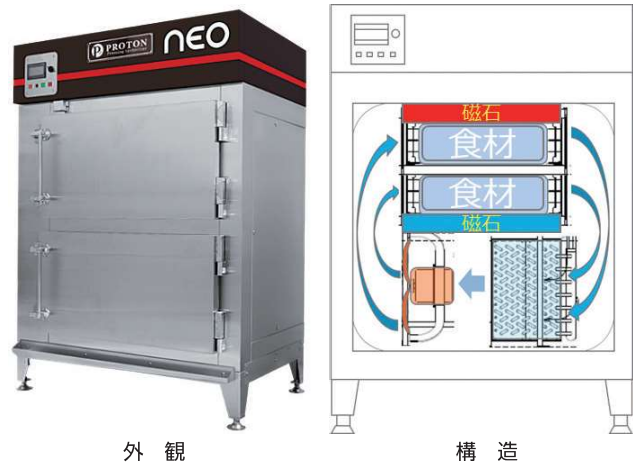


1 研究の目的・背景

食材の凍結は、保存添加物の低減、賞味期限の延長などのメリットがあり、フードロスの削減も期待されている。しかしながら、食材は、ゆっくり冷やして凍結すると細胞内の水分が膨張しながら凍るため、細胞にダメージを与え、解凍したときに旨み成分が流出し、食感を損なう（第1図参照）。短時間で凍結すれば、氷の結晶を小さくし、食材の細胞ダメージを和らげられる。そこで、更なる高品質な冷凍を求め、強力な磁界中で急速凍結する冷凍機を開発した。



第1図 細胞ダメージによる旨み成分の流出



第2図 開発機の外観・構造

第1表 開発機の仕様

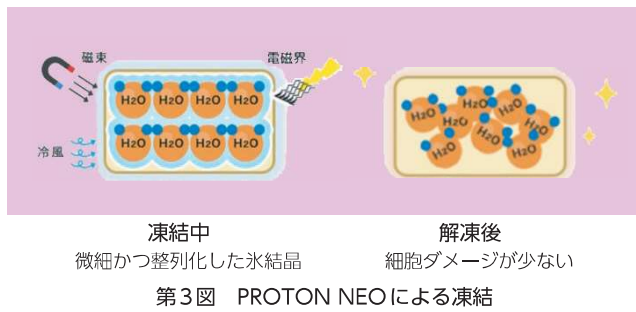
仕様	内容
形式番号	PF-15CE (PROTON NEO)
凍結能力	-35℃ 15kg/時間*
冷凍方式	冷気流循環方式 (最大10m/sec)
電源・最大電流	3φ3W-AC200V (60Hz/50Hz) 20A
冷凍庫寸法	W600mm×D400mm×H350mm
本体寸法	W1200mm×D870mm×H1700mm
*ラインナップ	生産量に応じた中型機、大型機の提案も可能

2 PROTON NEOの仕様と原理

PROTON NEO (開発機) は、冷風循環式の冷凍機に強力な磁力のある冷凍庫を備えるものとした。その外観と構造を第2図に示す。仕様を第1表に示す。食材は、ゆっくり冷やして凍結すると細胞内の水分が膨張

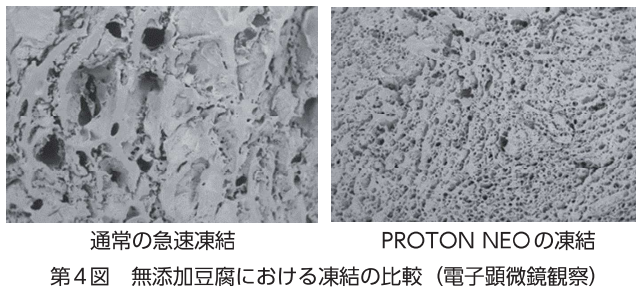
しながら凍るため、細胞膜や細胞壁を破壊し、細胞ダメージになる。そこで、細胞内の水が氷結晶として成長しない間に急速凍結することが重要とされる。PROTON NEOは、冷凍庫下部に設置した強力な循環ファンにより高速化・整流化した循環冷風を発生させ、冷凍庫内の食材を急速冷凍する。加えて、冷凍庫の上下にある強力な磁石により発生した磁力は、水分子の整列化を促し、食材内部で微細かつ整列化した氷結晶を作る。このようにして、凍結された食材は、細胞ダメージが少なく、解凍後に旨み成分の流出が少な

い、高品質な冷凍を実現する。PROTON NEOによる凍結のイメージを第3図に示す。



3 凍結品質の評価

凍結品質を確認するため、氷結晶が成長しやすい無添加豆腐を凍結し、通常の急速凍結と比較し電子顕微鏡観察した。第4図に通常の急速凍結とPROTON NEOによる凍結の電子顕微鏡写真を示す。通常の急速凍結に比べPROTON NEOの凍結は微細で整列した氷結晶になっていることがわかる。



4 PROTON NEOの特長

(1) 急速凍結

強力な循環ファンの採用により、高速化・整流化した循環冷風を発生させ冷凍庫内の食材を急速凍結する。

(2) 高品質な凍結

冷凍庫に設置した強力な磁石により、微細かつ整列した氷結晶を作り、細胞破壊のダメージを低減し高品質凍結を実現した。

(3) 省エネ性向上

急速凍結により、旧製品と比較して、冷凍時間を3割以上削減し、電力消費量約7割の省エネを実現した。

(4) 操作性の向上・HACCP**適合

簡単なタッチパネル操作で運転し、温度履歴の自動記録・食材の芯温測定・冷却トレンドグラフ表示など、トレーサビリティを担保し、2022年施行改正食品衛生法に適合するHACCP**に対応した。

5 凍結・解凍の一貫開発

本開発に先行して、2020年に高品質解凍機「Sassa」(サッサ) (第5図)を開発した。Sassaは、衛生的で拡散性の良い蒸気由来のミストを利用し、冷凍食材の解凍条件(ミスト気流の温度・風速)を最適化することによって品質を保持する短時間自動解凍機である。Sassa開発時の各種食材の解凍試験において、高品質な食材の提供には高品質な凍結の必要性を感じ、PROTON NEOの開発に至った。



第5図 高品質解凍機「Sassa」(サッサ)

6 今後の展開

PROTON NEOは、株式会社菱豊フリーズシステムズから2022年11月より 農業、漁業関係のお客さまや食品工場、食品スーパー等のお客さまを中心に販売を開始した。今後、発展が見込まれる食品のコールドチェーンに、凍結から解凍まで一貫して対応していく。付加価値の高い高品質な冷凍技術は、消費期限の短い地域特産物を国際ブランドに押し上げるまでのポテンシャルを有すが、未だ知名度が低いため、あらゆる機会をとらえてPR、販売促進を行う予定である。また、食品等凍結の適合試験(お試し試験)を実施しているので、お知り合いに食品関係者がみえれば、筆者もしくは先端技術応用研究所まで、ご一報いただければ幸いです。

**HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point)

食品等事業者が食中毒汚染や異物混入等の危害要因を把握し、原材料の入荷から製品の出荷に至る全工程の中で、それらの危害要因を除去又は低減させるために工程を管理し、製品の安全性を確保する衛生管理のことであり、厚生労働省は原則としてすべての食品等事業者がHACCPに沿った衛生管理を求めている。