



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	低温増殖性芽胞形成菌の性状と要冷蔵加工食品の保存性を向上させる加熱殺菌条件に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	小林, 哲也
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第15709号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/92459">https://hdl.handle.net/2115/92459</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	doctoral thesis
File Information	Tetsuya_Kobayashi_review.pdf, 審査の要旨



# 学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：小林 哲也

	主査 教授	栗原秀幸
審査委員	副査 教授	山崎浩司
	副査 助教	山木将悟

## 学位論文題目

低温増殖性芽胞形成菌の性状と要冷蔵加工食品の保存性を向上させる  
加熱殺菌条件に関する研究

加熱済み要冷蔵加工食品の保存性の向上には、低温増殖性芽胞形成菌の制御が肝要である。食中毒の発生に関連する低温増殖性芽胞形成細菌の増殖条件や芽胞耐熱特性などの知見は豊富であるが、腐敗に関与する細菌の知見は乏しい。食品腐敗原因微生物の制御は食品製造企業にとって極めて重要である。したがって、低温増殖性芽胞形成腐敗細菌の増殖条件や芽胞耐熱特性などを明らかにすることは、要冷蔵加工食品の微生物制御方法を構築する上で重要である。

本論文では、低温増殖性芽胞形成菌の性状や制御条件、加工食品の加熱殺菌条件と保存性ならびに品質変化の関係を明らかにしている。

第1章では、ホワイトアスパラガス水煮製品に生残する *Paenibacillus* 属細菌が冷蔵保管中に発芽・増殖して腐敗に関与すること、*Paenibacillus* 属細菌分離株の増殖温度や芽胞耐熱性を明らかにした。*Bacillus* 属と *Paenibacillus* 属細菌の芽胞耐熱性と冷蔵温度帯での増殖能力を比較し、両属の芽胞耐熱性分布は同様であるが、冷蔵温度帯での増殖能力に大きな差異のあることを見出した。*Bacillus* 属と *Paenibacillus* 属細菌の芽胞のポリエチレンテレフタレート (PET) およびステンレス鋼 (SS) 表面への付着性を検討し、*Paenibacillus* 属細菌の中にも *Bacillus* 属細菌と同様に表面疎水性の高い芽胞を形成する菌株が存在し、PET や SS の表面によく付着することを明らかにした。*Bacillus* 属と *Paenibacillus* 属細菌の 10 °C での増殖に及ぼすガス組成の影響を調べ、*Paenibacillus* 属細菌は *Bacillus* 属細菌と比べ CO<sub>2</sub> 混合比率が高まってもコロニー形成への影響が小さいことを示した。以上より、*Paenibacillus* 属細菌は、加熱処理後の加工食品に生残すると、冷蔵保管中に増殖して腐敗を

招く要因となる可能性があるため、要冷蔵加工食品の制御対象菌とする必要があると判断した。

第2章では、ポテトペーストに接種した *P. terrae* No.9 芽胞の制御を検討した。有機酸未添加ポテトペースト (pH 5.7) では、*P. terrae* 芽胞の発芽・増殖を 10 °C, 28 日間抑制するには、92.5 °C, 45 分間の加熱処理が必要であるが、乳酸やクエン酸で pH 5.4 に調整すると、同等の効果を得るために必要な加熱時間は 1/2 前後に短縮されることを示した。遊離有効塩素濃度を調整した pH の異なる次亜塩素酸ナトリウム (NaClO) 溶液 (pH 6.0, 8.0, 10.0) で処理した *Paenibacillus* sp. No.1 芽胞の耐熱性が酸性かつ高濃度の NaClO 溶液で処理した時に大きく低下することを示し、この作用が次亜塩素酸によることを推察した。

第3章では、芽胞の生残確率や増殖確率に着目した加熱殺菌条件の新たな設定方法を検討した。*Paenibacillus* sp. JCM13343 の芽胞を接種した緩衝液をレトルト殺菌機で 100 °C 加熱し、処理した試料の全数 (3 条件, 計 180 袋), 全容量 (100 mL) 中の生残芽胞数の実測値分布がポアソン分布に従う可能性を示した。各条件の接種菌株の増殖/非増殖検体数の結果、加熱生残曲線からの当該条件の生残芽胞数の算出およびばらつきの確率分布累積値と非増殖検体の比率の比較から、保存期間内に腐敗する検体の加熱処理後の生残芽胞数を推定し、その水準が検証用接種試験において同様の方法で推定した生残芽胞数と概ね一致することを示した。9 種類の未殺菌カレー等から冷蔵品を試作 (36 条件) し、加熱殺菌条件と保存性の関係を調べ、30 °C, 5 日間保蔵を達成した加熱殺菌条件は、10 °C で 12 週間保蔵達成のための十分条件であることを示した。さらに、ロジスティック回帰分析により、pH, 食塩濃度、加熱殺菌前の耐熱性芽胞数および  $P_{100\text{ °C}}$  から腐敗確率を予測するモデル式を考案し、本モデル式が十分な予測精度を持つことを示した。

第4章では、魚肉練り製品を 90–117 °C で加熱し、10 °C, 12 週間および 30 °C, 5 日間保存し加熱殺菌条件と保存性ならびに品質変化との関係を調べ、魚肉練り製品では最も穏和な加熱処理条件 (90 °C, 45 分間) でも腐敗しないことを示した。

申請者の成果は、冷蔵温度帯で長期間保存する加工食品の微生物制御に必要な基礎的な知見と実用性の高い加熱殺菌条件を設定のための科学的根拠を示し、水産加工食品を含む食品の品質保持に貢献するものと高く評価される。よって審査員一同は、申請者が博士(水産科学)の学位を授与される資格のあるものと判定した。