

豚肉機能性表示食品「枝豚肉氷温熟成氷室豚」の開発[†]

薩 秀夫*, 栗原 守**

1 はじめに

食品は、一般に（１）栄養、（２）嗜好（おいしさ）、（３）生体調節、といった３つの機能を有することが知られている。中でも（３）の生体調節は、近年最も注目されている機能であり、実際に数多くの特定保健用食品（トクホ）や機能性表示食品が開発されている。

特定保健用食品は消費者庁にて審査され、含まれる機能性関与成分が科学的根拠に基づいて健康に有用な機能を示すことが期待されることを認め承認された食品であり、消費者庁許可のマークが表示されている。一方、機能性表示食品は 2015 年 4 月より開始された新しい制度であるが、事業者の責任において科学的根拠に基づいた特定の保健機能が期待できる旨を表示した食品であり、消費者庁への届出・受理が必要である。機能性表示食品はその数が近年急増しているが、機能性表示食品の特徴のひとつに食品の形態の多様性があり、サプリメントなどに加えて生鮮食品の届出も可能である。実際に野菜・果実類や魚、食肉などの機能性表示食品が、届出・受理されている。

そこで著者らは、前橋工科大学平成 30 年度「地域活性化事業」（氷温熟成豚肉（氷室豚））を使用した機能性食品の研究開発）を基盤として、氷温熟成豚肉の機能性表示食品としての申請検討を開始した。

2 氷温熟成豚肉とその機能性関与成分

2・1 氷温熟成豚肉とは

氷温熟成とは、0℃以下の温度域で食品が凍結するまでの温度帯で熟成をおこなう方法である^{1,2)}。0℃以下の温度域で熟成させることで、食品衛生法で管理される有害な微生物類の繁殖増加が抑制され腐敗に至るまでの期間を長期化させることが可能となる。一般的に、豚肉の熟成方法は 4℃で 3-5 日間程度などといったプラス温度域でおこなわれることが多く、このような観点からも氷温熟成製法は極めて独創性の高い熟成方法であると考えられる。

2・2 氷温熟成豚肉に含まれる機能性関与成分

氷温熟成豚肉の機能性表示食品申請に向けて、まず機能性関与成分の絞り込みを進めた。その中で、具体的にはα-リノレン酸及びイミダゾールジペプチドに注目し、予備検討としてその含有量を群馬県立産業技術センターにて測定した。その結果、血圧のサポートなどが知られるα-リノレン酸³⁾は 100g 中におよそ 100mg 程度しか含まれなかった⁴⁾。一方で、イミダゾールジペプチド⁵⁾は 100g 中におよそ 500mg 含まれることがわかり、氷温熟

成豚肉の現実的な 1 日の摂取量からも保健機能が期待できる量を摂取できることから、イミダゾールジペプチドに絞ってさらに詳細に解析することとした。

2・3 イミダゾールジペプチド

イミダゾールジペプチドとは、イミダゾール基を含むアミノ酸の一種であるヒスチジンが結合したジペプチドである（図 1）。その一つであるカルノシン（β-アラニル・ヒスチジン、図 1 (A)）は、β-アラニンとヒスチジンという二つのアミノ酸からなり、動物の脳や骨格筋、心筋に多く存在する遊離ジペプチドである。骨格筋や心筋、脊椎動物の神経組織における濃度は時に 50mM にも達する。カルノシンを多く含む食品としては鶏肉や豚肉などがあげられる。また、カルノシン構造にメチル基を一つ有するアンセリン（β-アラニル・メチル・ヒスチジン、図 1 (B)）は、カツオやマグロなどに含まれることが知られている。

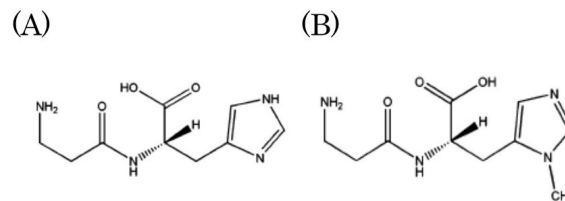


図 1 代表的なイミダゾールジペプチドの構造
(A) カルノシン (B) アンセリン

カルノシン・アンセリンはβ-アラニンという特殊なアミノ酸を含んでいるため、通常のパepsinによる分解を受けにくく小腸に到達すると考えられる。中でもカルノシンは、腸管上皮モデル Caco-2 細胞を用いた解析より腸管上皮にてペプチドトランスポーター1 を介して吸収されることが示唆されている⁶⁾。また、カルノシンは実際にアミノ酸に分解されることなく血液中に検出されることが、ヒト試験の結果として報告されている⁷⁾。

イミダゾールジペプチドは、抗酸化作用はじめ様々な生理機能が知られているが⁸⁾、近年のヒト試験の報告としては抗疲労効果⁸⁻⁹⁾や脳老化改善効果に関する報告がなされている¹⁰⁾。

3 氷温熟成豚肉の機能性表示食品としての届出

そこで、氷温熟成豚肉（氷室豚 14 日熟成）に含まれるイミダゾールジペプチド量を日本食品分析センターで測定したところ、100g 中におよそ 600mg 含まれること

[†] 原稿受理 令和 4 年 2 月 28 日 Received February 28, 2022

* 生物工学科 (Department of Biotechnology)

** 株式会社クリマ (Kurima Co., Ltd)

が明らかとなった(表1)。ヒト試験の結果より抗疲労効果が認められるイミダゾールジペプチド摂取量は200mgであることから、個体差などを考慮して500mg/100gと少なめに見積もっても、氷温熟成豚肉を40g摂取すれば抗疲労効果が期待できることとなる。同様に、記憶力の維持作用に対しては1000mgのイミダゾールジペプチド摂取が必要であることから、氷温熟成豚肉200gを食することで効果が期待できることとなる。

これらの分析結果をふまえて、氷温熟成豚肉の機能性表示食品としての第1回目の届出がなされた。その後消費者庁からの回答で、提出されたイミダゾールジペプチド含有値は生肉の分析であり実際に食する際には加熱調理することから、加熱調理した際のイミダゾールジペプチド量の測定が求められた。そこで加熱調理後の氷温熟成豚肉に含まれるイミダゾールジペプチド量を再度日本食品分析センターにて測定したところ、加熱調理によってもイミダゾールジペプチド量はほぼ変化しないことが示された(表1)。

氷室豚14日熟成肉中含量 (mg/100g)	生肉	加熱調理後
カルノシン	570	590
アンセリン	30	30
計	600	620

表1 氷室豚14日熟成肉中カルノシン・アンセリン含量

その結果をふまえて再度消費者庁へ届出をおこない、最終的に機能性表示食品として受理に至った(届出番号E433, 2019年9月28日)(図2)。



図2 枝豚肉氷温熟成氷室豚の機能性表示
(11)より引用)

本機能性表示食品は食肉加工品に分類されるが、食肉加工品の中で生鮮食肉の機能性表示食品としては、「はかた地どり」(胸肉)(届出番号E283)が第1号として届出・受理されており、「枝豚肉氷温熟成氷室豚14日熟成」は食肉生鮮としては第2号、豚肉では日本初の機能性表示食品となった。

現在ではさらに、イミダゾールジペプチドを機能性関与成分とする生鮮食肉品は7件届出・受理されている

(2022年2月現在)。なおこれらは、いずれも食品名称は鶏肉である¹¹⁾。一方豚肉の機能性表示食品としては、イペリコ豚が脂肪酸の一種であるオレイン酸を機能性関与成分として、血中の正常なコレステロールをサポートするといった保健機能で届出・受理されている¹¹⁾。

4 おわりに

本稿では、日本で初の豚肉機能性表示食品である「枝豚肉氷温熟成氷室豚14日熟成」の開発について、予備的検討から消費者庁への届出受理に至るまでの過程を紹介した。今回注目した機能性関与成分であるイミダゾールジペプチド(カルノシン・アンセリン)の生理機能については、抗疲労と記憶力維持の表示が可能である。しかしながら最近では、これらに加えてアンセリンは50mgの摂取で尿酸値が高めの方の尿酸値の上昇を抑える作用が報告されており¹²⁾、尿酸値が高めの方へ向けた機能性表示食品の機能性関与成分として注目されている。従って今後は生鮮食肉においても、抗疲労、記憶力の維持に加えて尿酸値の低下といった3つの保健機能を表示することも期待される。また本稿では氷温熟成豚肉に注目したが、群馬県は農産物県であり様々な機能性を有する農産物が数多く存在すると思われる。今後県内農産物発の機能性表示食品が増えることで、食による疾病予防・健康寿命の延伸につながることが期待される。

参考文献

- 1) 栗原守, 第34回氷温協会氷温研究全国大会特別講演抄録, 氷温ニュース, **217**, 9-12 (2018).
- 2) 栗原守, 第34回氷温協会氷温研究全国大会特別講演抄録, 氷温ニュース, **218**, 9-11 (2019).
- 3) 機能性表示食品データベース, (URL: <https://db.plusaid.jp/components/25>)
- 4) 薩秀夫, 栗原守, 「氷温熟成豚枝肉に含まれる機能性食品成分の解析」, 前橋工科大学研究紀要, **22**, 117-118 (2019).
- 5) J.H. Cararo et al., Carnosine and Related Peptides: Therapeutic Potential in Age-Related Disorders. *Aging Dis.*, **6**, 369-379 (2015).
- 6) 薩秀夫, 食品成分の腸管上皮吸収機構及びその生理機能, 食品加工技術, **29**, 16-26 (2009).
- 7) Y.J. Park et al., Quantitation of carnosine in humans plasma after dietary consumption of beef. *J. Agric. Food Chem.*, **53**, 4736-4739 (2005).
- 8) E. Yamano et al., Effect of chicken essence on recovery from mental fatigue in healthy males. *Med. Sci. Monit.*, **19**, 540-547 (2013).
- 9) H. Young et al., The effect of chicken extract on mood, cognition and heart rate variability. **7**, 887-904 (2015).
- 10) T. Hisatsune et al., Effect of Anserine/Carnosine Supplementation on Verbal Episodic Memory in Elderly People. *J. Alzheimer's Dis.*, **50**, 149-159 (2016).
- 11) 機能性表示食品データベース (plusaid.jp)
- 12) 久保村ら, アンセリンの健常者に対する継続投与時の血清尿酸値に及ぼす効果と安全性の検討, 応用薬理, **94**, 37-42 (2018).