



九州国際大学附属高等学校（福岡県）

中村優花, 上田留梨子, 河村美奈（顧問：二宮純子）

糠床と食中毒菌 抑制のメカニズム

本研究は、平成 20(2008) 年度日本農芸化学会大会（開催地名古屋）において開催された高校生による第 4 回「ジュニア農芸化学会」で“優秀賞”を受賞した。多くの伝統的な発酵食品は、乳酸菌と酵母を核とした多種多様な微生物が複雑に相互作用した環境の中で生み出される。糠床を利用した糠漬けも、その例に漏れない。本研究は、糠床のもつ抗菌機能に焦点を当て、糠床の特性解明とその文化的背景の理解を内容としている。



本研究の目的、方法および結果（講演要旨を部分的に圧縮改変して転載。写真 1, 2 および図 1 はポスターから転載）

【背景と目的】日本は世界有数の発酵食品大国であり、中でも「糠漬け」は幅広い年齢層の人々に親しまれている。「糠漬け」をつくる上で欠かせないのが糠床である。糠床は、米糠に塩水を入れ発酵させたもので、そこに野菜を漬け込むことで微生物の代謝物や栄養分などが浸透した「糠漬け」がつけられる。一方、北九州を代表する郷土料理である「じんだ煮（鯖の糠味噌炊き）」（写真 1）

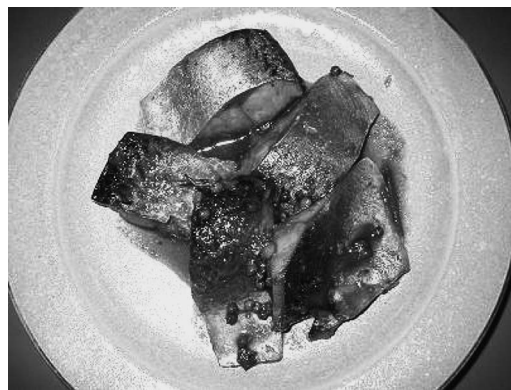


写真 1 ■ 本研究でつくった「じんだ煮」

は、食中毒感染源となりやすい魚を糠床や味噌などと一緒に加熱することによってつくられる保存食である。糠床は、昔から食料保存手段として用いられてきた。食料を腐敗させずに長期間保存できるということは、糠床に何らかの抗菌作用があることを意味している。そこで、糠床と郷土料理「じんだ煮」の抗菌作用を明らかにする研究を行なった。

【糠床に定着している微生物】

〈方法〉糠床は、家庭によって入れるものも管理の仕方も様々だが、必ず糠床の機能の中心になる微生物がいるはずである。そこで、年代（約 100 年、約 80 年、10 ヶ月、3 ヶ月の糠床）と材料に違いのある 4 種類の糠床に定着している微生物の種類とその季節的变化を調べる。

〈結果と考察〉4 種類のどの糠床にも、レモン型の菌と桿菌が見られた（写真 2）。小さな球菌も見られたが、桿菌やレモン型の菌ほど優勢ではなかった。この結果から、糠床には、レモン型の菌（酵母と思われる）と桿菌（乳酸菌と思われる）が定着しており、この 2 種類の菌が中心になって糠床が機能していると思われる。また、夏

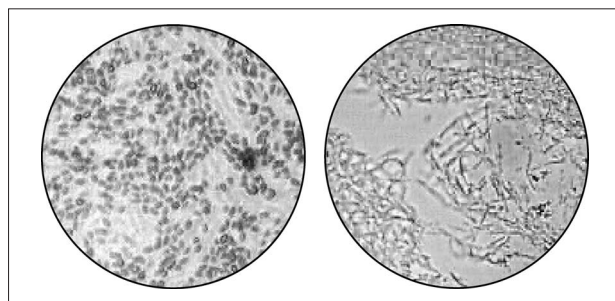


写真 2 ■ すべての糠床に見られるレモン型菌（左）と桿菌（右）

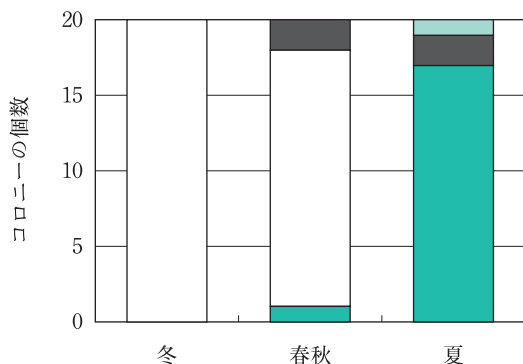


図1 ■ 糠床の菌叢交代
□：レモン型菌，■：桿菌，■：連鎖桿菌，■：球菌（小）

と冬では、糠床の菌叢が交代することも見いだした（図1）。

【腸炎ビブリオ菌の抑制】

〈方法〉糠床と「じんだ煮」について、その腐敗菌や食中毒菌の抑制効果を魚に付着している食中毒菌や腸炎ビブリオ菌を用いて調べた。対照として、酵母処理の効果、およびヨーグルトと酢による酸処理の効果なども調べた。（詳細な実験条件が記述されているが、本稿では省略）

〈結果と考察〉「じんだ煮」、古い（100年もの）糠床、および酸処理（ヨーグルト、酢）に、腸炎ビブリオ菌の増殖抑制機能があることを確認した。一方で、若い（10ヵ月もの）糠床や酵母処理には、このような機能は認められなかった。若い糠床では、レモン型菌（酵母）が多かったことなどから、桿菌（乳酸菌）の多い環境のほうが、レモン型菌が多い環境よりも抗菌力が強いことがわかった。また、冬場の糠床にはレモン型菌が多い（図1）ことから、糠床の抗菌力が下がる冬場に塩を盛って「床休み」させる意義が理解できた。

研究の意義と展望

糠床は、米糠に塩水を入れ、微生物の作用で自然発酵させたものである。ここに野菜を漬け込むことにより、香味豊かで栄養価の高い漬物生まれる。日本独特の風土に根ざしたスローフードであり、その手軽さゆえに、糠床を利用した発酵食品（糠漬け）の生産法が各家庭で綿々と受け継がれてきた。固有の酒をもたない民族がないように、伝統的な発酵食品にも、民族固有の、あるいは地域固有のものがあるのであろう。

本研究は、「じんだ煮（鯖の味噌噌炊き）」という伝統的な郷土料理（保存食）（写真1）に着目し、食中毒感染の主たる食材である魚を糠床と煮るだけで保存食に変え



写真3 ■ 優秀賞ポスターの発表風景

る（腐敗させなくする）、この優れた糠床の機能の解明を試みている。その結果、「じんだ煮」に使用される糠床には、腐敗菌や食中毒菌（腸炎ビブリオ菌）の増殖を抑制する機能があることを確認し、先人の知恵の素晴らしさと糠床の潜在的な機能の一端を明らかにした。研究の動機も明確であり、実験も詳細にデザインされていて感心させられる。自信に満ちた発表になったであろう（写真3）。指導された先生のご努力にも敬意を表したい。

糠床を腐敗から防御している機構、糠床がもつ発酵システム、ならびにそれによって生み出される食品は、応用微生物学の観点からも興味深い。本研究でも観察されているように（写真2）、糠床では酵母と乳酸菌が優占種となっているようである。その場合、乳酸菌は多量の酸（乳酸）を生成して変敗の原因となる微生物の増殖を抑える一方、多様な抗菌性物質^{*1}を生産し、バイオプリザバティブ^{*2}としての役割を演じているのであろう。このような抗菌性物質は、一般的に抗菌スペクトルが特異的であり、それを食品に添加することにより特定の有害菌の増殖を抑制することが可能となる。魚を糠床と煮ることによって、魚が腐敗し難い保存食（「じんだ煮」）となるのも、加熱処理による殺菌効果に加えて、一部には乳酸菌の産生した乳酸によるpHの低下や糠床の中に含まれていた耐熱性抗菌物質の効果と考えることもできよう。

糠床には、酵母と乳酸菌に加えて、多種類の微生物の存在が確認されており、その中には難培養性微生物^{*3}の存在を指摘した報告もある。こうした多くの微生物の相

*1バクテリオシンという抗菌性ペプチド。その多くは、耐熱性・耐酸性に優れ、無味無臭で食品のフレーバーに影響を与えない。ヒトの腸管内で容易に分解されるなどの優れた物性を示す。

*2生物由来の食品保存剤

*3存在は確認できるが、通常の微生物の培養法では増殖しない微生物群の総称

相互作用によって、糠床の腐敗が阻止され、かつその品質の長期保持が可能になっていると考えられる。しかし、糠床のシーズンは夏であり、冬は塩を盛って寝かせておく（床休み）ことが一般的に行なわれるため、このような菌叢が一定に保たれているわけではないであろう。事実、春/秋、夏、冬の糠床の菌叢を調べ、冬はレモン型菌がほぼ100%を占めるが、夏にはレモン型菌は減少し、代わって桿菌が85%程度を占めることが明らかにされた（図1）。レモン型菌（酵母菌）が多いと糠床の抗菌力が低下する結果も考え併せると、レモン型菌が多い冬場の糠床は食品の保蔵に適さないことになる。それゆえ、冬場に塩を盛って「床休み」をさせる昔からの営みは、科学的な合理性に裏打ちされた生活の知恵といえるであろう。今後、糠床に含まれる菌叢を制御することで、より保存性の高いものに改善できると考えられる。しかし、糠床の優占種である酵母と乳酸菌が、糠床の中で

のように棲み分けて生存しているのか、また乳酸菌と酵母の優占化を促す要因は何なのかは、未だ明らかではない。応用微生物学の今後の課題である。

日本農芸化学会の設立（大正13(1924)年）に奔走し、かつビタミンB₁の発見にまで辿り着いた東京大学農学部教授 鈴木梅太郎（日本農芸化学会初代会長）の研究の原点にも糠があった。曰く、「西欧の真似をしても直ぐに負かされる。日本独自の現象の中に研究の原点を求めべきだ……」。目に見えない微生物が関わる身近な現象の中にも、多くの新しい科学と文化があることを生徒たちが理解してくれば大きな成果である。糠床というマイクロコスモスの中に秘められている微生物集団と発酵科学的なシステムを解析することにより、新たな応用微生物学の基礎と食料科学の発展がもたらされるであろう。

（文責「化学と生物」編集委員会）

プロフィール

熊谷 博道 (Hiromichi Kumagai) <略歴> 1978年東京大学理学部生物化学科卒業/1983年同大学大学院理学系研究科生物化学専攻博士課程修了(理博)/同年国立精神神経センター神経研究所代謝研究部研究員/1986年旭硝子(株)、現在にいたる<研究テーマと抱負> バイオ医薬品製造事業の拡大、バイオプロセスを用いた革新的製造技術の開発に興味

郷 慎司 (Shinji Go) <略歴> 2001年名古屋大学農学部応用生命科学科卒業/2003年同大学大学院生命農学研究科応用分子生命化学専攻博士課程(前期課程)修了/2007年同研究科生物情報制御専攻博士課程(後期課程)修了/同年東北薬科大学学術フロンティア博士研究員、現在にいたる。2003年日本学術振興会特別研究員(～現在)<研究テーマと抱負> 新たな糖鎖機能の追求<趣味> ビリヤード

河内 宏 (Hiroshi Kouchi) <略歴> 1977年東京大学大学院農学系研究科博士課程修了(農博)/同年農業技術研究所化学部作物栄養科研究員/1983年農業生物資源研究所(現独立行政法人)主任研究員、同所窒素固定研究チーム長、植物・微生物間相互作用研究ユニット上級研究員、2008年

同所定年退職を経て、同所特任上級研究員(～2010年)、現在、同居候<研究テーマと抱負> マメ科植物-根粒菌による窒素固定共生の分子機構<趣味> 何もせずぼんやり時間を過ごすこと

齋藤洋太郎 (Yohtarō Saito) <略歴> 2008年奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科博士後期課程修了/同年(財)地球環境産業技術研究機構(RITE)研究員、現在にいたる<研究テーマと抱負> コリネ型細菌を用いたバイオマス資源からの有用物質生産<趣味> 横笛の収集、将棋

清水 誠 (Makoto Shimizu) <略歴> 1977年東京大学大学院農学系研究科農芸化学専門課程博士課程修了(農博)後、日本学術振興会奨励研究員、東京大学農学部助手、カナダ・プリティッシュコロンビア大学リサーチアソシエイト、静岡県立大学食品栄養科学部助教授、東京大学農学部助教授を経て、1996年同大学大学院農学生命科学研究科教授、現在にいたる<研究テーマと抱負> 腸管上皮細胞と食品成分の相互作用。乳をはじめとした食品の栄養学的、生理学的意味の探索。大学や社会での教育・啓蒙活動にもそろそろ力を入れたい<趣

味> バードウォッチング、ピアノ演奏(下手なショパンを弾くこと)

菅沼 教生 (Norio Suganuma) <略歴> 1980年名古屋大学農学部農学科卒業/1982年同大学大学院農学研究科博士課程(前期課程)修了/1985年同博士課程(後期課程)修了/同年愛知教育大学教育学部助手、同助教授を経て、2003年同教授、現在にいたる。この間、1986～88年米国コーネル大学 Boyce Thompson 研究所客員研究員。1986年農博(名古屋大学)<研究テーマと抱負> マメ科植物と根粒菌の共生窒素固定機構の解明<趣味> DVD鑑賞

千畑 一郎 (Ichiro Chibata) Vol. 46, No. 2, p. 145 参照

中島 誠 (Makoto Nakashima) <略歴> 1988年筑波大学第一学群自然科学類地球科学専攻卒業/1988年アジア航測(株)/1997年国際航業(株)/2008年国際環境ソリューションズ(株)、現在にいたる。2003年工博(岡山大学)<研究テーマと抱負> 土壌・地下水汚染の調査・対策・リスク評価