

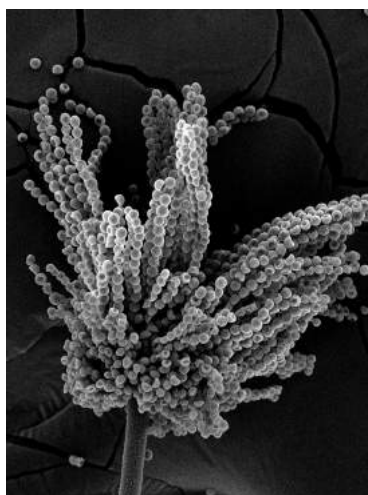
発酵と

醸造のいろは

伝統技法からデータに基づく製造技術まで





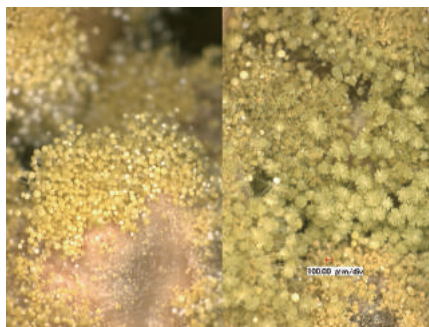


種麴の分生子（孢子）部分の電子顕微鏡写真（麴菌菌株の多様性の一例）(p.80)

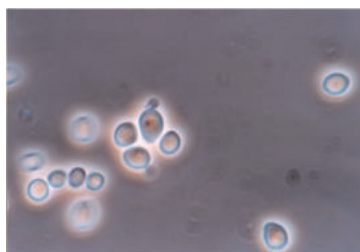
白い孢子着生（白色変異体）



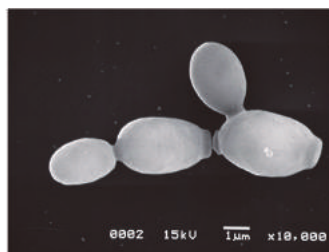
米培地上の種麴の様子



実体顕微鏡写真（p.81）



光学顕微鏡写真
($\times 1,800$)



電子顕微鏡写真
($\times 10,000$)

図2 海洋酵母 (Y-1095) の顕微鏡写真 (p.140)

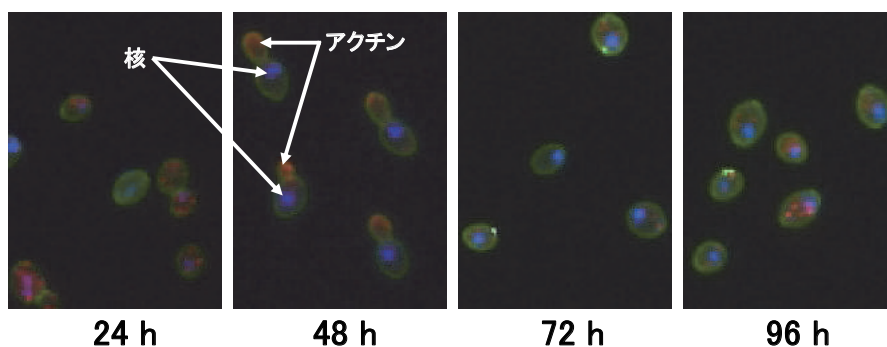


図6 発酵中の酵母細胞形態変化 (p.168)

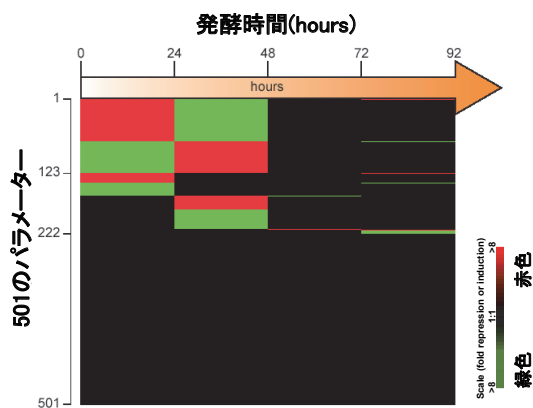


図7 酵母細胞形態に関する 501 パラメーターのクラスタ解析結果 (p.168)

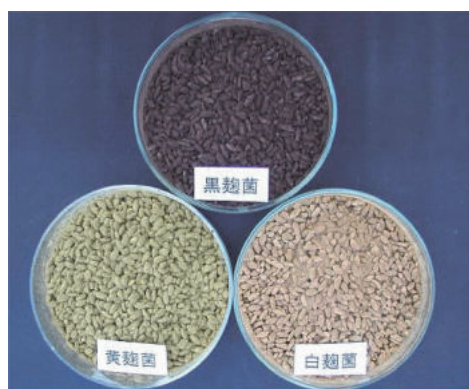
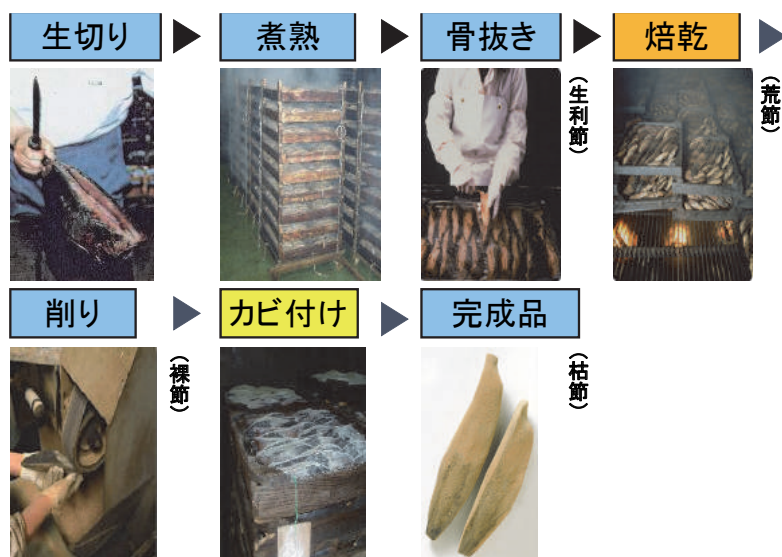


図3 各麹菌の種麹 (p.177)



文献2より引用 完成品(枯節): (-社) 日本鯉節協会提供

図1 鯉節製造工程 (p.356 上段)



鯉節(枯節)



鯉節(荒節)



鯉節(亀節、枯節)



鯉節(亀節、荒節)

(一社)日本鯉節協会提供

図 2 鯉節の種類 (p.357)



枯節(雌節)、荒節(雌節) 枯節(雄節)、荒節(雄節)

図 4 DART-MS 分析に用いた鯉節の検体 (p.364)

●●● 執筆者一覧 (掲載順) ●●●

宮尾 茂雄	東京家政大学家政学部/短期大学部 教授
大西 邦男	ひかり味噌株式会社 技術顧問/大西醗酵技術研究所 所長
石谷 孝佑	一般社団法人日本食品包装協会 理事長
森永 康	日本大学生物資源科学部 非常勤講師 (元教授)
数岡 孝幸	東京農業大学短期大学部 准教授
阪本真由子	佐賀大学大学院農学研究科
藤丸 裕貴	佐賀大学大学院農学研究科
北垣 浩志	佐賀大学農学部 教授
宮本 拓	くらしき作陽大学食文化学部 学部長/教授 岡山大学名誉教授
宮本 真理	雪印メグミルク株式会社品質保証部食品衛生研究所
外山 博英	琉球大学農学部 教授
小林 和也	新潟県農林水産部農業総務課 主任 元新潟県農業総合研究所食品研究センター 研究員
山下 秀行	株式会社樋口松之助商店研究室 取締役/研究室長
進藤 斉	東京農業大学応用生物科学部 准教授
根岸 晴夫	中部大学応用生物学部 教授
宮地 竜郎	静岡理工科大学理工学部 准教授 特定非営利活動法人 HACCP 実践研究会
長谷川弓子	聖徳大学短期大学部 講師
堤 浩子	月桂冠株式会社総合研究所 主任研究員
長谷川聡子	田端酒造株式会社 取締役
柳田 藤寿	山梨大学生命環境学部 学長補佐/教授
加藤 康江	有限会社ルナジャパン 代表取締役
安蔵 光弘	メルシャン株式会社シャトー・メルシャン製造部 部長/チーフ・ワインメーカー
安井 美裕	池田町ブドウ・ブドウ酒研究所 所長
善本 裕之	キリン株式会社R&D本部酒類技術研究所 主任研究員
端田 晶	サッポロビール株式会社エビスビール記念館 館長
高峯 和則	鹿児島大学農学部 教授
塚原 正俊	株式会社バイオジェット 代表取締役
渡久地洋平	有限会社神村酒造製造部 工場長
西田 淑男	東海学園大学健康栄養学部 教授
中台 忠信	元一般財団法人日本醤油技術センター

多山 賢二	広島修道大学健康科学部 教授
臼田 佳弘	味の素株式会社イノベーション研究所フロンティア研究所 先端微生物機能研究グループ グループ長
フルタニマサエ	マダムマーサクッキングスタジオ 代表/料理研究家
松永 進	全国納豆協同組合連合会 専務理事
野崎 信行	岡山県工業技術センター技術支援部 技師
吉田恵美子	小金屋食品株式会社 代表取締役
齋藤 忠夫	東北大学大学院農学研究科 教授
堀内 啓史	株式会社明治研究本部食品開発研究所発酵乳開発研究部 専任課長
山本 直之	アサヒグループホールディングス株式会社R&D センター 専任部長
加藤 祐司	有限会社ルナジャパン 取締役
藤井 建夫	東京家政大学大学院客員教授/東京海洋大学名誉教授
島 純	龍谷大学農学部 教授
中村 順行	静岡県立大学食品栄養環境科学研究院茶学総合研究センター センター長/特任教授
和田 俊	東京海洋大学名誉教授 公益財団法人日本食品油脂検査協会 専務理事
船木 良浩	一般社団法人日本鯉節協会 事務局長
眞鍋 久	会津大学短期大学部名誉教授

●●● 目 次 ●●●

序 論 食文化における発酵技術

宮尾 茂雄

第 1 編 発酵・醸造の基礎

第 1 章 発酵とは

第 1 節 発酵食品の歴史と醸造工業の変遷

大西 邦男

1. 発酵食品の歴史 9
2. 発酵食品の種類と多様性 10
3. 醸造工業の変遷 13

第 2 節 食品の発酵／腐敗と熟成

石谷 孝佑

1. 発酵と腐敗 17
2. 熟成とは 20
3. おわりに 24

第 3 節 伝統発酵食品における微生物の共存と共生

森永 康

1. はじめに 25
2. 伝統的発酵食品における微生物の共存と共生 25
3. 福山酢における微生物共生 30
4. おわりに 35

第 2 章 主な発酵微生物とその取扱い～性質，選別，育種，培養，利用など～

第 1 節 酵母菌

数岡 孝幸

1. 分 類 37
2. *S. cerevisiae* のゲノム情報 37
3. 酵母の分離 39
4. 培 養 41
5. 保 存 41

6. 育 種	41
第2節 麴 菌	阪本 真由子, 藤丸 裕貴, 北垣 浩志
1. はじめに	47
2. 麴菌の種類	47
3. 麴の化学組成	48
4. 麴の製造技術	48
5. 麴菌の育種	51
第3節 乳酸菌	宮本 拓, 宮本 真理
1. はじめに	53
2. 乳酸菌フローラの解析	53
3. 乳酸菌の利用可能な代謝様式	55
4. 乳酸菌の育種改造技術	60
5. 乳酸菌スターターの調製と利用技術	62
第4節 酢酸菌	外山 博英
1. はじめに	65
2. 分類について	66
3. 食酢発酵について	66
4. 酢酸耐性について	69
5. おわりに	69
第5節 納豆菌	小林 和也
1. はじめに	71
2. 分 類	71
3. 利用法	73
4. 新規納豆菌株	76
 コラム 1	山下 秀行
“もやし屋” という仕事	80

第3章 食品発酵でおこる化学反応

第1節 アルコール発酵	進藤 斉
1. アルコール発酵の概説	85
2. アルコール発酵の科学的基礎	85
3. 醸造産業におけるアルコール発酵と表示	87

4. アルコールの測定法	87
5. アルコール発酵の生産管理と出荷時の熱殺菌	88

第2節 乳酸発酵 (Lactic acid fermentation) 根岸 晴夫

1. はじめに	89
2. 乳糖発酵でおこる化学反応	90
3. 香気成分の生成	96

第3節 酢酸発酵と酸化発酵 外山 博英

1. はじめに	99
2. 酢酸発酵と酸化発酵の特徴	99
3. アルコール脱水素酵素 (ADH)	102
4. アルデヒド脱水素酵素 (ALDH)	103
5. 末端オキシダーゼ (ユビキノール・オキシダーゼ)	104
6. おわりに	105

第4章 食品工場への HACCP 導入と発酵食品の衛生管理 宮地 竜郎

1. はじめに	107
2. 食品工場における一般的衛生管理事項	107
3. HACCP システム	108
4. コーデックス HACCP や HACCP の考え方が導入されている法律	110
5. HACCP の任意認証	110
6. 発酵食品製造の衛生管理	112

コラム 2

長谷川 弓子

発酵調味料<味噌>を生かした調理法	117
-------------------------	-----

第2編 発酵・醸造食品製造における伝統技術と最新技術

第1章 日本酒

第1節 清酒醸造の歴史と製造技術 進藤 斉

1. 清酒の歴史	121
2. 清酒の定義と現代の統計	122
3. 清酒の製造原理	123

第2節 清酒の製造技術～少量生産から大量生産まで～

堤 浩子

1. はじめに	129
2. 酒造り工程と醸造機械	129
3. 液化仕込み（融米造り）	130
4. 火入れをしない生酒，生貯蔵酒	131
5. 糖質ゼロ清酒の開発	132
6. 酵母の開発と応用	132
7. おわりに	133

コラム3

長谷川 聡子

私と蔵仕事と子育て	134
-----------------	-----

第2章 ワイン

第1節 ワイン生産の歴史と製造技術

柳田 藤寿

1. 日本ワインの歴史	137
2. ブドウ	137
3. ワインの醸造	138
4. 醸造技術の向上	141
5. 筆者の開発したワイン	142

コラム4

加藤 康江

ハイッ チーズ！	144
----------------	-----

第2節 ブランド名のワインから，品種および産地表示のワインへ

安蔵 光弘

1. 日本のワイン市場	147
2. シャトー・メルシャンの歴史	148
3. シャトー・メルシャンの甲州	149
4. シャトー・メルシャンのメルロー	153

コラム5

安井 美裕

北国におけるブドウ栽培とワイン造り	157
-------------------------	-----

第3章 ビール生産の歴史と製造技術

善本 裕之

1. はじめに	161
2. ビール製造の歴史	161
3. 発酵設備変遷とそれに伴う制御	162

4. 酵母・発酵に関する技術開発	162
5. おわりに	169

コラム 6

端田 晶

世界のビールと味の違い	170
-------------------	-----

第4章 本格焼酎の歴史と製造技術

高峯 和則

1. 本格焼酎とは	173
2. 本格焼酎の歴史	174
3. 本格焼酎の製造技術	176
4. 本格焼酎の香味	185
5. 本格焼酎の機能性	187

第5章 泡盛の歴史と製造技術

塚原 正俊, 渡久地 洋平

1. はじめに	189
2. 泡盛とその歴史	189
3. 泡盛醸造の現場	191
4. おわりに	197

コラム 7

塚原 正俊

泡盛の世界によろこそ	198
------------------	-----

第6章 本みりんの歴史と製造技術

西田 淑男

1. みりんについて	201
2. みりんの歴史	203
3. みりんの製造方法	204

第7章 醤油の歴史と製造技術

中台 忠信

1. はじめに	213
2. 醤油の歴史	213
3. 伝承していくべき醤油の製造技術	213
4. おわりに	216

第8章 味噌製造技術の変遷

大西 邦男

1. 発酵食品の中での味噌の特異性	219
2. 味噌の歴史と味噌製造技術の変遷	222

第9章 食酢の歴史と製造技術

多山 賢二

1. 食酢製造の歴史的背景 227
2. 伝統技術としての静置発酵法 227
3. 業務用高酸度食酢の自動化・連続運転による大量生産 231

第10章 うま味調味料

第1節 グルタミン酸発酵生産の歴史と発酵機序

森永 康

1. うま味の発見とうま味調味料の発明 237
2. うま味調味料の市場拡大にともなう新製法へのニーズ 237
3. グルタミン酸生産菌の発見 238
4. グルタミン酸発酵の機序 239
5. グルタミン酸ナトリウムの工業的製法 242
6. グルタミン酸発酵の波及効果 242

第2節 グルタミン酸発酵生産技術の最近の進歩

白田 佳弘

1. 新規経路導入によるグルタミン酸発酵収率の向上 245
2. グルタミン酸晶析発酵技術の開発 246
3. 将来に向けて 248

第11章 漬物類の歴史と製造技術

宮尾 茂雄

1. 日本の漬物の歴史 251
2. 漬物の種類と製造技術 253

コラム 8

フルタニ マサエ

- 「ぬか漬け」美味しいひみつ 263

第12章 豆 類

第1節 納豆の歴史と製造技術について

松永 進

1. 納豆の歴史 265
2. 明治以前の納豆製造法 268
3. 現代の納豆製造法 270
4. 大豆から納豆へ（納豆菌の役割とその生活環） 273
5. おわりに 274

第2節 テンペの歴史と製造技術

野崎 信行

1. テンペの歴史 277
2. テンペの製造技術 279

コラム 9

吉田 恵美子

- 納豆の関西食文化の推移 287

第13章 乳製品／乳酸菌飲料

第1節 チーズの種類と製造技術

齋藤 忠夫

1. はじめに 289
2. 東洋型チーズと西欧型チーズ 289
3. チーズの定義 291
4. ナチュラルチーズの分類 292
5. ナチュラルチーズの基本製造方法 294
6. チーズの美味しさと健康機能 297
7. おわりに 298

第2節 ヨーグルトの歴史と製造技術

堀内 啓史

1. はじめに 299
2. 発酵乳とヨーグルトの歴史 299
3. ヨーグルトの製造技術 301
4. 脱酸素低温発酵法 303
5. おわりに 308

第3節 乳酸菌飲料の歴史と製造技術

山本 直之

1. 乳酸菌飲料とは 311
2. 代表的な乳製品乳酸菌飲料 312
3. 現在の乳製品乳酸菌飲料 313
4. 乳酸菌飲料市場と今後の展望 314
5. おわりに 315

コラム 10

加藤 祐司

- 乳酸菌・時代の流れ 316

第14章 水産発酵食品の起源と製造技術

藤井 建夫

1. 水産発酵食品の起源 319

2. 水産発酵食品の種類と特徴	320
3. くさや	321
4. 塩 辛	324
5. 魚醬油	327
6. 馴れずし (ふなずし)	330
7. 糠漬け	332

コラム 11

石谷 孝佑

中国の発酵食品	335
---------------	-----

第 15 章 その他発酵食品

第 1 節 製パンを支える発酵微生物とその機能開拓

島 純

1. はじめに	337
2. パンの歴史	337
3. パンの種類と製造プロセス	338
4. パン酵母	339
5. 乳酸菌	340
6. パン酵母および乳酸菌の機能開拓	340
7. おわりに	344

第 2 節 発酵茶の歴史と製造技術

中村 順行

1. 発酵茶とは	345
2. 紅茶 (発酵茶)	346
3. 微生物発酵茶 (後発酵茶)	349

第 3 節 鰹節の伝統的製造技術

和田 俊, 船木 良浩

1. はじめに	355
2. 鰹節の原料と品質	357
3. 鰹節の製造工程	357
4. 鰹節製造工程中の節の脂質成分変化	364
5. おわりに	365

コラム 12

眞鍋 久

発酵食品と健康のいい関係	367
--------------------	-----

※本書に記載されている会社名, 製品名, サービス名は各社の登録商標または商標です。なお, 本書に記載されている製品名, サービス名等には, 必ずしも商標表示 (®、TM) を付記していません。

序 論

食文化における発酵技術

東京家政大学 宮尾 茂雄





発酵によって食品が製造できることを知ったのは、はるか太古の時代に遡る。

狩猟生活をしていた古代人類が自然に発酵した果物や住居に持ち帰って貯蔵しておいた食べ物が発酵することでいままでと違って美味しく変化していることを見出したに違いない。また、発酵によって保存性の良い食品となることや飲み物ができること、さらには酢や醬などの調味料ができることを知るに至った。その後、世界中のほとんどの地域で様々な発酵食品が長い経験を経て作られてきた。

ブドウ酒、醸造酢、パン、発酵乳、チーズは、紀元前 5000 年以上前に、ビール、ウィスキー、醤油などは紀元前 3000 年以上前には作られていたと考えられている（表 1）。中国、北魏の賈思勰きょうが著した世界最古の農業書といわれる齊民要術せいみんようじゆつ（532～549 年）には、酒、醬油、漬物などを始め多くの発酵食品の製造法が書かれている¹⁾。1988 年、奈良市内にある長屋王邸宅跡から 10 万点にのぼる木簡が掘り出された。そのなかで、「加須津毛」(粕漬)の名が残されており、これが我が国最古の漬物の記録となっている²⁾。現在、極めて多種類の加工食品が市場に溢れているが、発酵食品ほど長い歴史を有しているものではなく、その多くが伝統食品として脈々と受け継がれてきた。しかし、ただ単に受け継がれてきただけでなく、その歩みのなかで、絶えることのない発酵技術の進歩と努力によって、品質の優れた発酵食品として発展してきた。しかし、発酵が微生物の作用によるものであることがわかったのは、長い発酵の歴史からみるとごく最近の出来事である。

顕微鏡の発明によって、世界で初めて微生物を発見した人物は、オランダのアントニ・ファン・レーウェンフック（1632～1723 年）で、1674 年のことであったが、この時点では、発酵が微生物によるものであることは、まだ知られていなかった。レーウェンフックは、微生物を歴史上、初めて発見したことから「微生物の父」と呼ばれている。その後、発酵が微生物の作用によることを発見したのは、フランスのルイ・パスツール（1822～1895 年）である。パスツールは、

表 1 発酵食品の発展の歴史

年 代	出 来 事
BC8000	小麦・大麦の栽培？
BC7000	稲作（インドあるいは中国・長江流域）、醸造酒（中国）
BC6000	ブドウ酒（グルジア）、パン
BC5000	発酵乳（メソポミア）、ビール（シュメール）、醸造酢（バビロニア）、チーズ（メソポタミア）
BC3000	ビール（古代エジプト）、ウィスキー、醬（中国）
BC2000	バター（インド）
BC1000	酒坑（日本）
BC500	製粉業（古代ローマ）
700	味噌（味噌）、醤油（日本）、日本酒
1674	アントニ・ファン・レーウェンフック（微生物の発見）「微生物学の父」
1804	ニコラ・アペール（びん詰の発明）
1810	ピーター・デュラン（缶詰の発明）
1837	シャルル・カニャール・ド・ラツールら（酵母）
1857	ルイ・パスツール（アルコール発酵の発見、乳酸発酵の発見）「発酵学の父」
1864	ルイ・パスツール（酢酸発酵の発見）

自然発生説を否定したことでよく知られている微生物学者であるが、アルコール発酵が酵母の作用によることや乳酸発酵、酢酸発酵がそれぞれ異なる微生物によって行われることも明らかにした。このような業績から、「発酵学の父」と呼ばれている。また、低温殺菌法のことをパスツールリゼーションと呼称されていることも良く知られている。パスツールが発酵は微生物の作用であることを発見して以降、発酵学は急速な進歩を遂げる。1900年代には、酵母によるグリセリン生産、アセトン・ブタノール発酵の技術開発、各種アミノ酸発酵など近代発酵工業へと発展し、今日の隆盛に繋がっている。

ブドウ酒、ビール、酢、パン、チーズ、ヨーグルトなどは、主に西欧で発展してきた発酵食品である。西欧の気候は、夏はそれほど暑くならず過ごしやすい。冬は暖流や偏西風の影響で緯度の割には気温が下がらず温和である。しかし、降雨量は温帯の中では比較的少なく、乾燥気味であるのが特徴である。そのような気候風土のもとでは、麦や牧草が生育しやすく、ブドウやリンゴなどの果樹栽培が盛んとなった。そのような背景のなかで、麦やブドウを利用したパンやビール、ブドウ酒が作られ、牧畜の発展により、ヨーグルトやチーズが生まれた。

一方、アジアは、モンスーン気候特有の温暖湿潤な気候であるため、米を主とした穀類、豆類の栽培が盛んに行われたことで、日本酒や味噌、醤油が作られるようになった。また、湿潤な気候はカビを利用した発酵食品を生み出した。中国では、紹興酒、白酒、醬、腐乳などが作られ、インドネシアでは無塩大豆発酵食品であるテンペが *Rhizopus oligosporus* を利用して製造された。我が国の発酵食品を語るうえで外せないのが麹菌である。麹菌は、酒、味噌、醤油、漬物など我が国を代表する発酵食品を製造するうえで欠かせない微生物である。そのこともあって、2006年、日本醸造学会では、「我々の先達が古来大切に育み利用してきた貴重な財産「麹菌 (*Aspergillus oryzae*)」を我が国の「国菌」として認定する」に至っている。このように、発酵食品の成立には、地域の気候風土が大きく影響している。例えば、西欧とアジアの醸造酒の製造方法を比べてみると酵母によってアルコールが生成される工程は同じであるが、デンプンを糖に酵素分解する糖化工程は大きく異なる。雨量の少ない西欧ではカビを利用することはなく、大麦を発芽させるときに作られる麦芽の酵素を利用した糖化法が用いられる。一方、温暖湿潤なアジアではカビの生育に都合が良い環境であることから、カビの糖化酵素を利用した糖化方法が発展した。中国では、ケカビ (*Mucor* 属) やクモノスカビ (*Rhizopus* 属) が利用され、我が国では、麹菌が使われている。

2013年、「和食：日本人の伝統的な食文化」がユネスコ無形文化遺産に登録された。和食の一汁三菜は「汁物」に一品の「主菜」と二品の「副菜」が添えられることをいうが、それに「飯」と「香の物（漬物）」が加わる。和食の調理には、醤油、味噌、酒、味噌、鰯節などが用いられるが、これらの調味料のいずれもが発酵食品であることから発酵食品と和食文化とは密接な関係にあることがわかる。また、2015年5月から開催された「ミラノ国際博覧会」の日本館では、日本食や日本食文化、麹菌を主とした発酵食品などが紹介され、大きな反響を呼んだ。

日本の発酵食品には、酒、醤油、味噌などの調味料のほかにも納豆や豆腐よう、魚醬、なれずしなど、数多くの食品があり、世界でも類を見ない発酵王国と言えよう。

納豆の起源は、中国の豆豉といわれており、塩を利用して発酵させた寺納豆は鹹豆豉、糸引き

納豆は無塩の淡鼓が起源と考えられている。寺納豆は、蒸煮大豆に麹菌を混ぜ塩水を加えて発酵させた後、乾燥させたもので、麹菌のほかに *Rhizopus* 菌や耐塩性の酵母や乳酸菌が関与することが知られている。糸引き納豆は、無塩大豆発酵食品で、蒸煮大豆に *Bacillus* 属の一つである納豆菌を接種し、発酵させたものである³⁾。

豆腐ようは、沖縄県で作られている豆腐の発酵食品である。起源は中国の腐乳で琉球王朝時代に伝来したものと考えられている。紅麹菌と泡盛の漬汁に漬け、発酵させたものである³⁾。

魚醤は、魚介類を高濃度の塩水につけ、数年間発酵・熟成させて作られる醤油に類似する調味料である。魚介類のたんぱく質が分解し、アミノ酸が生成されるので旨味の強い調味料となる。*Micorococcus* 属菌や *Tetragenococcus* 属菌など耐塩性のある微生物が関与するが、高塩分であることから微生物による発酵よりもむしろ自己消化による酵素分解による熟成のほうが生成に影響を及ぼしているものと考えられている。海外では、ベトナムのニョクナム、タイのナンプラ、フィリピンのパティスなどが良く知られているが、我が国では、ハタハタやイワシを使った秋田のしょつつる、イカやイワシを使った石川県能登半島のいしるなどがある³⁾。

すしのルーツといわれるなれずしの一種の鮒ずしは、琵琶湖で採れるニゴロブナやゲンゴロウブナを用い、2ヶ月以上塩漬けた後、冷ましたご飯に漬けこみ、重石をして半年から2年間、乳酸発酵したものである。同様のものに、岐阜の鮎ずし、秋田のハタハタずしや和歌山のサバナれずしなどが知られている³⁾。ふぐ卵巣ぬか漬は、主に石川県白山市で製造されている水産発酵食品で、卵巣を1~1.5年間、塩蔵した後、ぬかに漬けて2年半ほど発酵させたものである。卵巣には猛毒のテトロドトキシンが含有するが、発酵の過程を経るうちに毒性が減少する³⁾。

海外には、ミエンのように茶葉を発酵させた食品があるが、我が国にも高知県では碁石茶というカビと乳酸菌を利用して発酵させたものや徳島県には阿波晩茶という乳酸菌で発酵させた茶がある。

漬物では、ぬか漬、すぐき漬、しば漬、高菜漬、野沢菜漬、広島菜漬など乳酸発酵によって作られている発酵漬物が豊富に存在する。

このように我が国や世界には多彩な発酵食品が存在するが、それぞれの発酵食品の歴史や製造技術については、第1編~第3編で詳細に解説されている。

発酵食品は、言うまでもなく微生物の働きによって作られる食品である。カビが主役となる場合もあるし、酵母や乳酸菌などの細菌が主役となる場合もある。主な発酵食品とそれらの発酵に関与する微生物の一覧表を表2に示した。

紀元前4000年頃、古代エジプトでは、すでに発酵パンが作られていた。発酵パンを製造するには、酵母を小麦粉からできた生地に加えることが必要であるが、酵母を培養するのにエジプトでは、ナツメヤシやイチジクを培養基として利用していたものと考えられている。現在は、発酵パンに適した良質の酵母を糖蜜を主とした培養液で大量培養し、遠心分離によって得られた酵母をパン製造に利用している。

ブルーチーズとして知られているロックフォールチーズは、アオカビの一種である *Penicillium roqueforti* を使って製造されるが、このアオカビはロックフォール村の地下の洞窟にパンを置くことで、洞窟に生息している *P. roqueforti* を培養し、チーズの製造に利用してい

表 2 主な発酵食品と関連微生物

発酵食品名	主要原材料	主 な 関 連 微 生 物		
		カビ	酵 母	細 菌
ワイン	ブドウ		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
ビール	大麦, 麦芽		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
清酒	米, 米こうじ	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
焼酎	米, 麦, そば, サツマイモ, こうじ	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
みりん	米, アルコール	<i>Aspergillus oryzae</i>		
味噌	大豆, 麦, こうじ	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
醤油	大豆, 小麦	<i>Aspergillus oryzae</i> <i>Aspergillus sojae</i>	<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
旨味調味料	グルコース, 糖蜜など			<i>Corynebacterium glutamicum</i>
米酢	米	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Acetobacter aceti</i>
かつお節	カツオ	<i>Eurotium herbariorum</i>		
納豆	大豆			<i>Bacillus natto</i>
チーズ	牛乳	<i>Penicillium</i> 属カビ		乳酸菌
ヨーグルト	牛乳			乳酸菌
漬物	野菜	<i>Aspergillus oryzae</i>		乳酸菌
パン	小麦		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	

る。日本酒、ビール、ブドウ酒、醸造酢、納豆など発酵食品を製造するには目的に応じた微生物を純粋培養し、スターターとして原料に添加し、発酵させて作られるのが一般的である。発酵製造過程では、それぞれ関与する微生物が生育、活動に適した環境を整えることによって発酵を制御することが行われている。

日本酒の製造においては、現在では、純粋培養された麹菌や酵母が使用され、高度に製造環境を制御することにより製造が行われているが、微生物学が確立する以前は、発酵に関与する微生物の存在を知ることなく、経験の積み重ねによって製造環境を整えることによって発酵をコントロールしてきた。発酵漬物においても塩の濃度や重石、発酵温度を調整することによって、腐敗菌の増殖を抑制する一方で、乳酸菌などの有用菌を増殖させ、風味豊かな漬物を製造してきた。

発酵食品は、長い歴史と人類の絶え間のない努力と経験のもとで発展してきた。その後、微生物学の確立によって、飛躍的に発酵技術が進歩し、今日に至っている。これからも伝統的な発酵技術を基本に、新しい科学的な技法を駆使した発展を期待したい。

文 献

- 1) 田中静一ら編：斉民要術一現存する最古の料理書一, 77, 103, 232, 雄山閣 (1997)。
- 2) 宮尾茂雄：漬物入門 (改訂版), 2, 日本食糧新聞社 (2015)。
- 3) 日本伝統食品研究会編：日本の伝統食品事典, 朝倉書店 (2007)。

この先をご覧いただくには、パスワードが必要です。

制限つきPDFで全ページをご覧いただけます。
(制限内容：閲覧期間の設定、コピーやプリントの禁止など)

- ・ PDFの閲覧

「パスワード」と「専用のビューア」（無料）が必要です。
費用は一切かかりません。

※WindowsのPCでのみご覧いただけます。予めご了承ください。

- ・ パスワード ※電子試読ページよりお申込みください

<https://www.nts-book.com/ntsの電子試読>

ページ下部にお申込みフォームがあります。

右のQRコードからも
電子試読ページにアクセス
いただけます。



- ・ ビューアのダウンロード

PDFは、株式会社スカイコムの SkyPDF Viewer（無償のPDFビューア）をダウンロードしてご覧いただけます。

※Adobe Acrobat Readerなど他のPDF閲覧アプリケーションではご覧になれません。

SkyPDF Viewer 無償ダウンロード：

<https://www.skycom.jp/free/>