

アサマ

NEWS
パートナ

2018-7 No.185

食品の微生物変敗と 防止技術

(24) 砂糖菓子の微生物変敗と制御

1 蒸菓子の微生物変敗

1.1 ういろう

現在市販されている「ういろう」に使用されている原料粉は、嗜好の多様化などにより米粉、小麦粉、小麦デンプンあるいはその他のデンプン、それらの組み合わせなどと非常に多様である。各種原料粉単独およびその組み合わせた原料粉が有する微生物菌数と、得られた「ういろう」との保存期間との関係について検討した結果、それぞれの原料粉のもつ微生物菌数が「ういろう」の保存期間に影響を及ぼしていることが認められた。

「小麦デンプンういろう」は「小麦粉ういろう」に比べて強度が大きく、この相違は両者の成分の比較から、小麦粉中のタンパク質の影響が大きく関与している。微生物の増殖による「ういろう」の変敗もたんぱく質含量に関係する。「ういろう」の微生物による変敗は、微生物が増殖するに伴いその代謝作用によって「ういろう」の成分が変化することをいう。表1に「ういろう」の代表的な微生物変敗現象、原因微生物、防止方法を示した。

表1 「ういろう」の微生物変敗と制御

変敗現象	原因微生物	防止方法
ネト	<i>Bacillus subtilis</i>	pH調整 (pH5.0~5.5)
粘り	<i>B. subtilis</i> <i>B. cereus</i>	pH調整 (pH5.0~5.5)
離水	<i>B. subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i>	pH調整 (pH5.0~5.5)
縮み	<i>G. stearothermophilus</i>	pH調整 (pH5.0~5.5)
青色斑点	<i>Penicillium</i> sp.	食品添加物
赤色斑点	<i>Botrytis</i> sp	食品添加物

B: *Bacillus*, G: *Geobacillus*

「ういろう」の平均粘度はBrix 48~50で、平均水分活性値は0.94~0.96であり、蒸し時間により「ういろう」のゲル強度が異なり、保存期間によるゲル強度の差異が認められた。

市販「ういろう」の保存試験を行った結果、変敗した「ういろう」から変敗原因菌として多くの *Bacillus* 属細菌が分離されている。「阿波ういろう」の蒸し工程前に接種した *B. cereus* の芽胞は、この工程 (100℃、70分) により、1/100~1/1000減少し、蒸し工程以後に接種した *B. cereus* の芽胞は、「ういろう」への0.5%のグリシンの添加により、30℃、7日間保存 (市販「ういろう」の賞味期限の平均日数: 7.3±4.6日) しても増殖せず、また、グリシン無添加保存3日間で 1.0×10^4 /gに達した。

「市販阿波ういろう」29品目の糖度は48.0~64.0%、水分活性は0.949~0.900で、食中毒原因微生物が容易に増殖可能な範囲に入っている。*Bacillus subtilis* 芽胞は100℃、70分蒸製後も生存し、残存芽胞は30℃に4日間おくと離水を引き起こす生菌数 (6 log/g以上) まで増殖する。

しかしこれに5.0mg/gのグリシンを添加することにより完全に増殖が抑制され、*B. cereus* は蒸し工程により死滅するが、蒸し工程以後に接種した菌も5.0mg/gのグリシン添加で完全に増殖は抑制される。

S. aureus は、グリシンによる増殖抑制効果はないが、蒸し工程で死滅する。官能検査の結果、5.0mg/gグリシン添加区は対照区と比較して、色調、味およびテクスチャーに有意な差は認められなかった。

「阿波ういろう」の離水を引き起こし、品質劣化の原因となる *Bacillus subtilis*、食中毒の原因となる *Staphylococcus aureus* および *B. cereus* について、試験室製造「阿波ういろう」中での生育の評価を行った。市販「阿波ういろう」の糖度、水分活性、水分は平均するとそれぞれ、56.7%、0.924、41.4%であり、いずれの菌も生育に適した範囲であった。

試験室製造の「阿波ういろう」で保存試験を行ったところ、耐熱性菌が30℃保存3日目で 1.0×10^5 /gに達し、離水率は7日目で28%に達した。蒸製前の「阿波ういろう」への接種試験を行ったところ、100℃、70分間の蒸し工程により、*S. aureus* および *B. cereus* は検出限界以下となったが、*B. subtilis* 芽胞は生存し、30℃保存3日目で、 1.0×10^6 /gを超えて増殖した。蒸し工程後の接種試験では、30℃保存で、*S. aureus* は2日目に 1.0×10^7 /gを超えて増殖し、*B. cereus* は3日目に 1.0×10^4 /gを超えて増殖した。

「阿波ういろう」への0.5%のグリシンの添加は、*B. subtilis* および *B. cereus* の生育を、30℃保存で7日間効果的に抑制したが、*S. aureus* の生育抑制には有効ではなかった。官能検査の結果、0.5%のグリシンの添加は、「阿波ういろう」の色、物性、味に影響をあたえなかった。したがって、蒸し工程前の0.5%のグリシンの添加が、「阿波ういろう」中の *B. subtilis* と *B. cereus* の増殖を抑制し、食中毒発生や、品質低下の危険性を減少させる。

「ういろう」の製造における加熱殺菌では、*Bacillus* 属細菌等の耐熱性芽胞が生存し、変敗の原因となることが多い。さらに、芽胞の発芽後の再殺菌の実施や、耐熱性芽胞も死滅させることの出来るレトルト殺菌は、コスト及び商品特性の劣化が伴うことから取り入れにくい方法である。しかし、耐熱性芽胞が生存していても、芽胞の発芽に対して効果を有する食品素材等の添加により、発芽及び増殖を抑制出来れば賞味期限の延長が可能となり、商業的目的を達成できる。そこで、耐熱芽胞を有する *Bacillus subtilis* 標準菌を用いてグリシン等による発芽抑制効果について検討によるとシヨ糖添加培地では、添加量が増えるに従って発芽率は抑制されたが、シヨ糖50%添加でも35%程度が発芽した。グリシン添加培地では、グリシン1%添加で殆ど発芽が抑

制され、ショ糖、グリシン添加培地では、グリシンを単独で添加した場合より、グリシンによる抑制効果の低下が認められた。「名古屋ういろう」の変敗品から *Bacillus* 属細菌が多く分離されるところから「名古屋ういろう」の変敗、特に離水が *Bacillus* 属細菌に起因する。主な菌種は *B. subtilis* である。

Bacillus 芽胞懸濁液に各種薬剤を添加して加熱試験を行った結果、L-アスコルビン酸を250ppm以上の添加、pHを5.5以下に調整し、エタノールを数%添加することにより芽胞の殺菌に有効である。「ういろう」の *Bacillus* 属細菌の殺菌には加熱により *Bacillus* 属細菌芽胞を損傷させる熱損傷促進物質の共存が有効である。

1.2 串団子

団子生地は生めんと同様、水分含有量が多く製造工程中に殺菌工程がないため、保存性が低く製造工程、流通工程での適切な管理がなされていないと変敗しやすい食品である。だんご生地としての衛生規範は無く、生めに準ずると「大腸菌・黄色ブドウ球菌－陰性、生菌数 $3.0 \times 10^6/\text{g}$ 以下」である。

団子の膨張現象が発生したので原因を検討した結果、原材料では、一般細菌数 $3.4 \times 10^3/\text{g}$ 及び $1.3 \times 10^3/\text{g}$ と顕著に高いものはなかった。保存温度別細菌数は、25℃恒温下で今回検討の菌種全てにおいて上昇が見られ、その中でも一般細菌数と乳酸菌数は約 $1.0 \times 10^9/\text{g}$ と高値を示した。

高値を示した乳酸菌をアピ50CHLで同定したところ *Leuconostoc mesenteroides* が約8割を占め、その他に *Lactobacillus* 属、*Lactococcus* 属も少数検出された。

これらの結果から、原材料の違いは膨張の原因ではないと考えられた。また、培養温度25℃で著明な菌の増殖を認めた。原因菌は乳酸菌によるものと考えられ、ヘテロ乳酸菌である *Leuconostoc* 属が糖質を代謝し乳酸とエタノール、二酸化炭素を生成したことが食品の膨張事例の原因と示唆された。

団子生地の膨張は乳酸菌の増殖によるものと考えられた。しかし、温度管理が10℃以下でなされていれば菌数も $10^6/\text{g}$ 以下を推移しており顕著な菌数増加はなかったことから製造後の温度管理が最も重要な要因であることが検証された。

白玉粉を用いて団子を製造した時、250メッシュ以下の細粒が多いほど団子の切断時間が短くなり、柔らかい団子となる。コシの強い団子を製造するには、舌感に影響を与えない程度に粗粒部を含む原料を用いる方が適正な団子となる。

基準となる150～250メッシュの区分に、他の粒度区分の原料を2割程度添加することにより団子の物性が大きく変化する。特に基準粒度よりも粗粒区分を混ぜることにより団子が硬くなる。平均メッシュが大きい、即ち細かいほど原料が同じでも捏ねる時の吸水率が多く、しかも団子の物理性の経時変化が少なく、いつまでも可食性がある。しかし、微生物的には早く変敗するいわゆる日もちの悪い団子となる。

団子はこめ粉に水を加えて形を整えやすい硬さ、水分55%前後に捏ね上げてから蒸し上げる。この蒸しの過程で温度が上がり、糊化が始まる時糊化温度の低い細粉から糊化が始まる。梗米の糊化温度は70～80℃であるので、糊化温度では耐熱性芽胞菌の芽胞は死滅しない。こめ粉の細粒は糊化後、糊化膨張を行い更に温度が上がっても膨潤するための水が少なくなるために粒形をとどめたまま団子中に残存する。団子中の粒度150～200メッシュの区分はほとんど膨潤するがこれよりも大きい粒度は膨潤が悪く、団子中に残存し粒形も加熱前とほとんど同じかわり小さくなっている。この団子の物理性が微生物の増殖性に大きく関係している。団子中に残存する *Bacillus* や乳酸菌はこの加熱後空隙に一部残存して増殖する。その粒度の大小の糊化性の

差異が団子の物理性－粘弾性に重要な役割を果たすと同時に残存微生物の増殖可能性を残している。

必要以上の微粉化は、粉の機械的な変性を引き起こし、団子の加工では生地の物理性の低下により食感が低下すると共に、微生物変敗が促進され日持ちが低下する。用途に応じて、あるいは二次加工の内容に応じて米粉の粒度は変更されている。米粉の粒度分布は、製粉時の原料精白米の水分含量により、変化して水分含量が高くなるほど細かい粒度となる。

1.3 笹団子

笹団子は梗米粉と糯米粉を混合し、煮沸よもぎを加えて熱湯又は水を加えて混合・攪拌して練って皮を調製し、中に加糖餡を包み、湯通した笹の葉数枚に包んで結束して30分間蒸熟して冷水にくぐらせたものである。笹団子を調製する際に梗米粉と糯米粉を混合した粉に添加する水量が出来た団子の粘弾性、及び食味とに影響する。梗米粉と糯米粉をそれぞれ50の割合で混合し、粉100gに対して加水量を75ml (50.76%)、80ml (52.13%)、85ml (53.43%) として団子を製造して粘弾性を測定した。

その結果、75ml添加では測定値が高く、食味が硬くて粘りがなかった。また85ml添加では、測定値が低く食味は柔らかく粘りが強く、80ml添加のものが一番適当であった。

団子の粘弾性は梗米粉と糯米粉との配合割合より、またその時間経過により影響された。梗米粉の多い団子ほど高い値を示し、糯米粉の多い団子ほど低い値を示した。いずれも時間の経過とともに高い値を示した。また測定値の時間経過の変化は梗米粉の多いものほど大きく、糯米粉の多いものほど小さかった。笹は、古くから食品の保存や盛りつけの飾り、演出・色取りに使われてきたが、これは笹の葉に含まれているビタミンKや安息香酸の抗菌、防腐効果による。また、同じく含まれているクロロフィル（葉緑素）が防腐剤の役目を果たし食物の保存に役立ってきた。食物の緑色を保存することは冷凍技術のなかった昔は難しいことであり、笹にずいぶん依存してきた。

しかし、最近では笹に含まれる成分によっては制御出来ない微生物により変敗が生成している。その中心となるのが、笹団子の餡に含まれる乳酸菌による変敗である。加糖餡に含まれる *Leuconostoc mesenteroides* によりエタノール臭や膨張現象が生じる。また皮からの工場乳酸菌の二次汚染菌による変敗が生じ、酸味、異臭変敗が生成する。この時の乳酸菌は *Lactobacillus fructivorans* が多い。本乳酸菌は、エタノール資化性であり、エタノールを多量に散布する工場において生成する。

防止対策としては乳酸菌に選択的な効果がある、オゾンが有効である。笹団子の包餡工程や笹包装工程に有効であるが、特に乳酸菌の二次汚染の多い冷却工程の環境殺菌に有効である。笹団子に入れるヨモギは古くから食用や薬草として知られ、また「万葉集」や「枕草子」などにも詠まれ、我々の生活に深いかかわりのあった植物である。しかし、ヨモギの葉には多くの微生物が付着しており、薬剤殺菌では殺菌することが出来ない微生物が存在しているので、丁寧に処理する必要がある。薬剤耐性菌の中心は乳酸菌であり、加熱殺菌を併用すると効果がある。

1.4 蒸し饅頭

蒸し饅頭類は、25～40%の水分を含む中間水分食品に属し、加熱工程があるにもかかわらず細菌及びカビや酵母の真菌の生育による品質低下を招きやすい。蒸し饅頭工場ではカビは *Aspergillus*、*Penicillium* 及び *Cladosporium* 属のカビが圧倒的に多く、酵母は *Saccharomyces*、*Candida*、*Pichia*、*Wickerhamomyces* 属酵母が多く、細菌は乳酸菌 (*Enterococcus faecalis*)、*Bacillus* 及び *Micrococcus* が多い。

これらの水分25～40%の蒸し饅頭類に生育する微生物の

種類は、蒸し饅頭の種類、水分活性、工場の浮遊菌や落下菌の種類、包装条件により著しく異なる。製菓工場で検出される微生物は耐糖性があり、薬剤に抵抗力がある菌株が多い。脱酸素剤を使用した蒸し饅頭のシェルフライフは30℃で1日であり、桜餅、田舎饅頭、大福餅、酒もと饅頭、大島饅頭は3日、上用饅頭、大島饅頭は5日であった。蒸し饅頭の代表的な変敗は膨張現象で原因菌の多くは乳酸菌による膨張 (*Lactobacillus plantarum*)、酸敗 (*Enterococcus faecalis*)、異臭 (*Lactobacillus* sp.) である。

カビや酵母の真菌は乳酸菌と共存して蒸し饅頭の変敗を増強する。蒸し饅頭類 (紅葉饅頭、田舎饅頭、大島饅頭、酒もと饅頭、上用饅頭) は脱酸素剤を封入しているが、表面にダークグリーンから黒色の斑点が生成することが多いが、これは *Cladosporium cladosporoides*、*Cladosporium herbarum*、*Cladosporium sphaerospermum* が原因の場合が多い。栗饅頭 (水分26%) の黒色斑点からは *Saccharomycopsis capsularia* *Enterococcus faecalis* が検出され、汚染源は製造工場からの二次汚染である。蒸し饅頭の微生物変敗を表2に示した。

表2 蒸し饅頭の種類と変敗微生物

種類	水分 (%)	炭水化物 (%)	砂糖 (%)	主変敗現象	主変敗微生物
小麦粉饅頭	29.8	59.8	33.1	緑色斑点	<i>Penicillium expansum</i>
田舎饅頭	32.3	51.8	29.8	軟化	<i>Bacillus subtilis</i>
利休饅頭	31.5	56.7	32.1	酸敗、異臭	<i>Lactobacillus brevis</i>
上用饅頭	41.5	53.2	31.0	酸敗、異臭	<i>Lactobacillus brevis</i>
そば饅頭	38.6	54.1	30.3	軟化	<i>Bacillus subtilis</i>
くず饅頭	45.0	51.4	32.2	軟化	<i>Bacillus subtilis</i>
かるかん	42.5	54.7	32.7	軟化	<i>Bacillus subtilis</i>

文献

- 1) 石田欽一：高水分穀粉ゲルの硬化抑制に対する酵素添加の影響、日食工誌、33、227-231 (1986)
- 2) 鬼頭幸男、間瀬雅子、長谷川摂、藤井正人：耐熱性芽胞菌による菓子変敗の防止に関する研究－芽胞の熱損傷促進物質の検索－、愛知県産業技術研究所研究報告、1、136-139 (2002)
- 3) Okahisa, N., Inatsu, Y., Juneja, V.K. and Kawamoto, S.: Evaluation and Control of the Risk of Foodborne Pathogens and Spoilage Bacteria Present in Awa-Uirou, a Sticky Rice Cake Containing Sweet Red Bean Paste Food borne Pathogens and Doseasef: 5, 351-359 (2008)
- 4) 橋詰和宗：天然抗菌物質による「ういろう」の微生物制御、技術の窓No1490 (2007)
- 5) 高田満郎、鈴木寿：和菓子の保存性向上に関する研究、岐阜県産業技術センター年報、平成18年度p.15 (2006)
- 6) 南場毅、伊藤元貞：薬剤共存下の加熱殺菌処理によるういろうの変敗防止、愛食工技年報、38、13-17 (1997)
- 7) 内藤茂三：生めんの乳酸菌による膨張とオゾンによる防止に関する研究、愛知県食品工業技術センター年報、38、36-43 (1997)
- 8) 杉谷和加奈、市丸優子、大澤恵美、前田浩江、飯富順子、中澤由美：だんご生地の膨張の検証について、熊本市環境総合センター年報、19、49-52 (2013)
- 9) 内藤茂三、志賀一三、酒井達也、岡田安司、小早川和也、工藤日出男：脱酸素剤の利用による包装食品の保存性向上に関する研究 (第1報)、生和菓子、小豆のかんこ及びミックスビザへの脱酸素剤の利用、包装研究、6、(2)、9-15 (1986)
- 10) 内藤茂三：『増補食品とオゾンの科学』、建帛社 (2018)
- 11) 内藤茂三：『改訂増補食品の変敗微生物』、幸書房 (2017)

(内藤茂三 食品・微生物研究所)

微生物による食品の劣化

前号からの続き。

(2) 保存時の湿度条件

開放容器や防湿処理されていない包装で食品を保存する場合は、空気と直接接触するので、空気中の水蒸気圧は食品のAw値に影響する。湿度の高い空气中に置かれた場合、食品は空気中の水蒸気圧と平衡になるまで吸湿する。従って、乾燥食品は湿度が高いと吸湿して表面からカビの発生をみる。また、冷蔵食品は、湿度が高く温度の高い空気に曝されると水分の凝縮が起こり、結果的にAw値の上昇をもたらす、細菌の増殖を招く。

また、食品の形状やAw勾配、放置時間によって空気中の水蒸気の影響を受ける。一般に粉末食品や顆粒状食品は空気中の水分含量と平衡状態に達するのが速い。食品が大きな塊の場合、水分の移動は表面部分にのみ起こり微生物の増殖もその個所に限定される。このように食品内部が影響を受けず表面だけ完全平衡に達した時は、表面部分と内部の菌叢が異なり、微生物学的劣化は複雑な様相を呈する。また、表面腐敗に限ってみても、例えば食肉の赤身部分と脂肪部分とでは吸湿度が異なり、それによって腐敗像が異なってくる。

比較的乾燥した包装食品では、運搬時や朝晩の温度変化に伴って食品内での水分の移動が起こり、同一食品のある部分に水分が集中してカビが発生したり、シロップなどは保存中に表層部の濃度が薄くなり、耐浸透圧性の酵母が発育したりすることがある。

(3) 空気条件：ガス環境

食品の酸素分圧は、酸化還元電位を左右する。食品の酸化還元電位は食品中で微生物が発育できるか否かを決定する要因ともなる。多くの新鮮食品はチオール基やアスコルビン酸のような還元性物質を含んでおり、好気的条件下でも嫌気性菌が発育する。食品の酸化還元電位は加工過程で影響を受ける。たとえばパン内部にロープが生じることがあるが、これはパンの焙焼時に小麦粉の自然の酸化還元系が破壊されることによってパン内部に酸素が拡散して酸化還元電位が高くなり、*B. subtilis* や *B. licheniformis* (ロープ菌) のような好気性菌増殖するからであり、このような現象は自然の酸化還元系を保持している生の食品では起こらない。

好気性微生物であるカビや *Bacillus* 属の菌は、空気が遮断されるように容器・包装された食品中では発育できないと考えがちであるが、これらの食品は完全な真空状態にあるのではなく、溶存酸素がみられる。果実やその他の農産物を劣化させるカビの中には酸素分圧が10～50mmHgで発育できるものもあり、また *Bacillus* 属のうち *B. cereus*、*B. coagulans* や *B. polymyxa* などは酸素分圧6mmHg以下でも発育できる。

また、炭酸ガスは特異な精動作用を有しており、包装食品に炭酸ガスを封入することがある。特に、果実類や野菜類、穀類は炭酸ガス分圧を高くすることによって食材の呼吸を浴せい売るとともに、カビなどの増殖を阻害し、保存性を高める (CA保存)。

(4) 微生物間の相互作用

i. 共生現象

ある微生物が、別の微生物にとって都合の良い発育環境を作り出す場合、これらの微生物間には共生関係があることになる。この現象には、次の食品固有因子が関係している。

① **栄養素の利用**：ある微生物は他の微生物が利用できない天然の炭水化物やタンパクを初期分解することによって、他の微生物の増殖を可能にする。たとえばチーズでは *Lactobacillus* は *Propionibacterium* の発育促進作用を有し、また乳酸菌は栄養要求性が厳しいが、栄養源の乏しい食品ではカビや酵母が先に増殖してビタミンB群を産生することによって乳酸菌の増殖を可能にする。

② **pHの変化**：食品のpHは酸の産生により低下し、タンパクの分解により上昇する。ある種の微生物は酸を資化し、pHを上昇させ、それによって通常では発育できない耐酸性の弱い菌が増殖できるようになり、タンパク分解のような二次的劣化現象をもたらす。

③ **酸化還元電位の変化**：細菌の増殖に際してアミノ酸からチオール化合物が産生されて局所的な酸素分圧の低下が起こることによって好気的条件下でも参加還元電位の低下が起こる。代表的な例として、室温下に置かれた食肉の深部腐敗過程であり、これは初めに *C. perfringens* が増殖し、その後より強い嫌気度を必要とする *Clostridium* 属菌が増殖す

ることによっておこる。

④Aw値変化：微生物の増殖・代謝により水が遊離されることによって局所的なAw値の上昇をもたらす。たとえば、乾燥食品に耐乾性のカビが発育すると、より耐乾性の弱い菌が発育可能となり劣化に関与するようになる。

⑤抗菌物質の資化：ある種の微生物は、他の微生物が感受性を示す抗菌物質を代謝分解することがあり、それによって食品の劣化をもたらす。たとえば保存料添加食品や燻製食品の腐敗はこのような現象によっている。

⑥生物学的構造の破壊：果実や野菜の表面構造は微生物に対する障壁・防御効果を持っているが、腐食性のカビ(*rotting fungi*)は、これらの表面構造を破壊し、酵母の内質部への侵入を許すことにより、酸が資化されpHの上昇を招き、耐酸性の弱い菌の増殖を可能にする。このような現象は食肉類についても同様にみられる。

ii. 拮抗現象

食品では、微生物間の拮抗作用がしばしばみられ、この現象も共生関係と同様の因子が関係している。

①栄養素の競合的利用：微生物間の増殖速度や代謝活性の相違は、ある微生物が他の微生物にとって不利となるように基質中の栄養素を消費してしまうことを可能にしている。このような現象は、分類上の遠近に関係なく認められている。

②pHの変化：乳酸菌による食品の乳酸発酵の結果として、当初優勢なグラム陰性桿菌等の発育が抑制されることはよく知られていることである。また、乳酸菌群に群別されている*Lactobacillus*と*Leuconostoc*間でも、同一食品中では拡散力の強い*Leuconostoc*が初めには優勢であるが、徐々に酸産生能の強い*Lactobacillus*に置き換わる。

③酸化還元電位の変化：嫌気性菌は好気性菌と比較して酸化還元電位低下能が強く、好気性菌の発育を阻害する。たとえば通性嫌気性菌である*staphylococci*は初期に優勢に発育することによって酸化還元電位の低下をもたらす、好気性菌である*micrococci*の発育を阻害する。

④抗菌物質の形成：微生物は抗微生物作用のある代謝産物を形成する。これらのうちのいくつかは構造的には簡単なものであり、その作用は非特異的である。すなわち、多くの微生物が産生するCO₂、H₂O₂、エタノール、ギ酸、酢酸、乳酸などは腐敗微生物の発育を阻害する作用を有している。

微生物間には様々な拮抗関係がみられるが、食品衛生上から重要な意義を持つことがある。特に食中毒細菌と普遍的にみられる食品微生物との拮抗関係であり、このような現象によって食中毒微生物の増殖が抑えられていると思われる。食中毒細菌と拮抗関係にある食品微生物の例を表10に示した。

表10 食中毒細菌と拮抗関係にある食品微生物

食中毒細菌	拮抗関係にある微生物
<i>Clostridium botulinum</i>	<i>B. cereus</i>
	<i>Brevibacterium lines</i>
	<i>C. sporogenes</i>
	グラム陽性球菌
	腸内細菌科
<i>Clostridium perfringens</i>	乳酸桿菌
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
	<i>Streptococcus lactis</i>
	腐敗菌叢
	<i>C. sporogenes</i>
<i>Salmonella</i>	乳酸桿菌
	腸球菌
	<i>E. coli</i>
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
	腐敗菌叢
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Aeromonas</i>
	<i>Bacillus</i>
	<i>Pseudomonas</i>
	<i>Acinetobacter</i>
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
	腸内細菌科
	乳酸桿菌
	腐敗菌叢

5. まとめ：食品微生物の特徴

食品微生物は様々な因子によって影響を受ける。一般的に食品微生物叢（フローラ）は次のような特徴がある。

①生の食材は動植物が生育していた環境中のフローラによって食品のフローラが構成される。

②加工食品では、原材料中の微生物、加熱処理に際して生残した耐熱性菌と、器物や空気からの二次汚染微生物によってフローラが形成される。

③食品のミクロフローラは、1～2菌種の微生物が優勢に推移するが、時間の経過とともに優勢菌種が変化し、ミクロフローラの遷移が起こることが多い。

④食品中のミクロフローラが完成すると、別の環境から小規模の二次汚染があってもフローラの構成に変化を起こすことは少ない。

⑤表面積の大きい食品、通気性のある食品では好気性菌により、内部に遊離酸素の少ない厚みのある食品では嫌気性菌によりフローラが構成される。

⑥含水量の多い食品では細菌が優先的に増殖し、乾燥食品や果実類等はカビが優先する。

⑦食品が低温に保持された環境では低温細菌が、高塩濃度環境では好塩細菌が、海水程度の塩濃度下では海水細菌が、含糖産生食品では乳酸菌、酵母、カビなどの特殊なフローラが形成される。

食品産業では、食品への微生物汚染を最小限にとどめ、それによって食品中の微生物数を減少させることも重要な課題である。これは結果的に、*Clostridium*や*Bacillus*のような抵抗力の強い菌を相対的に増加させたり、拮抗菌や大腸菌群のような汚染指標菌の極端な減少をもたらしたりする。さらに、食品加工に際して食品自体の防御機構が破壊されることによって生残した菌群や、加工後の取扱い中に二次汚染起こりこれらの菌が優先的に増殖することになる。また、食品の製造・加工・保存の各工程において種々の因子に対する抵抗力の強い微生物が出現する可能性がある。このようなことからどのような食品であり、加工・製造・流通・喫食に至る過程全体について十分な衛生監視のもとで取り扱わねばならない。

(完)

(女子栄養大学名誉教授 桑原 祥浩)

アサマ化成株式会社

E-mail : asm@asama-chemical.co.jp

<http://www.asama-chemical.co.jp>

●本社 / 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町20-6 TEL (03)3661-6282 FAX (03)3661-6285
 ●大阪営業所 / 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル TEL (06)6305-2854 FAX (06)6305-2889
 ●東京アサマ化成 / 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町16-20 TEL (03)3666-5841 FAX (03)3667-6854
 ●中部アサマ化成 / 〒453-0063 名古屋市市中村区東宿町2-28-1 TEL (052)413-4020 FAX (052)419-2830
 ●九州アサマ化成販売 / 〒815-0031 福岡県福岡市南区清水1-16-11 TEL (092)408-4114 FAX (092)408-4350
 ●桜陽化成 / 〒006-0815 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011)683-5052 FAX (011)694-3061