

アサマ NEWS

パートナ

2018-4 No.183

食品の微生物変敗と 防止技術

(22) 焼菓子の微生物変敗と制御

1. 焼菓子微生物変敗

焼き物は焼き方によって平鍋物、彫り型物、流し込型物、オープン物などに分類され種類が多い。一般的には火床を用いて開放状態で生地を焼き上げるものが平鍋物で、密閉式焙焼窯あるいはトンネル窯で焙焼するものをオープン物という。

平鍋物にはどら焼き、きんつば、茶通、今川焼、鯛焼、大判焼、ワッフルがあり、オープン物にはカステラ饅頭、栗饅頭、カステラがある。

焼き菓子の微生物汚染の目安とされる水分は10～20%、砂糖は35%～40%である。砂糖が高いのでカビの汚染が考えられる。カビの発生の条件は温度20～30℃、湿度70%以上、栄養分の3つである。カビ対策の一番は湿度を下げることである。代表的な焼菓子のカビによる変敗を表に示した。

表1 焼き菓子の変敗に関するカビ

焼き菓子	包装形態	変敗現象	原因微生物	防止対策
クッキー	缶入り	黒小斑点	<i>Aspergillus oryzae</i>	二次汚染防止
クッキー	缶入り	黒小斑点	<i>Saccharomycopsis capsularia</i>	二次汚染防止
焼きケーキ	真空包装	濃緑色斑点	<i>Cladosporium herbarum</i>	真空不良
焼きケーキ	真空包装	緑色斑点	<i>Eurotium sp.</i>	真空不良
マコロン	含気包装	黒色斑点	<i>Cladosporium sp.</i>	吸湿防止
ビスケット	含気包装	白色斑点	<i>Geotrichum sp.</i>	吸湿防止
せんべい	乾燥剤入包装	黒色斑点	<i>Aspergillus sp.</i>	吸湿防止
デセール	含気包装	茶色斑点	<i>Wallemia sebi</i>	原材料選択

焼き菓子に生育するカビの増殖を防止するためには、工場の湿度は50～60%ぐらいがよく、そのためには2カ所以上の窓を開けて風通りをよくすることが必要である。窓を開けられない焼き菓子工場の場合には、換気扇や扇風機、冷房の除湿器を活用する。

エアコンのフィルターは月一度掃除し、使い始めには30分ほど窓を開けたまま送風する。カビ対策に強い薬剤を使用するとこれらは毒性が強いので体調を崩す場合が多いので掃除することが重要である。

水を多く使用する材料調整室は、湿気が多く温度が高いためカビが生育しやすい。天井、壁、タイルの目地などの黒い斑点が発生する。これはカビの集落で *Cladosporium* (黒、ダークグリーン)、*Phoma* (灰色から赤色)、*Penicillium* (青黒色)、*Alermaria* (黒)、*Arthriniun* (黒)、*Aureobacidium* (黒) 等である。

このほか調理場からは酵母として *Rhodotorula* (赤黒色)、*Candida* (白色) が細菌としては *Micrococcus*、*Pediococcus*、*Staphylococcus* などの球菌が分離されている。また、調理場のタイルの目地、コンクリート部、シリコン樹脂の多くがアルカリ性であるので、ア

ルカリ耐性のカビである *Exophiala* (黒色) が検出される。

カビの胞子は空気中に飛散し、焼き菓子工場の空気を汚染する、空気中に浮遊している胞子はエアコンの吸入孔から空調装置の内部に入り、繁殖に適したプラスチック部分や塗装面、エアフィルターなどで繁殖する。そしてこれらの部分を通過する空気と共に胞子がダクトを通り室内の空気中に放出される。空気中に浮遊するカビの胞子が多くなると、カビに細菌等が付着して微生物汚染が拡大する。そして、床と壁の間にカビが繁殖すると、ダニがカビの匂いによる集まってきてエサとする。ダニや小動物のいるところはカビが必ず発生している。また観葉植物はカビの発生源でもある。繁殖する主なカビは *Alermaria*、*Cladosporium*、*Trichoderma*、*Aureobacidium* などである。

焼き菓子工場のカビの発生を防ぐには、室内のエアコンを掃除してカビのエサになるものを除去しておくことが必要である。室内がカビの発生しやすい条件 (60～70%の湿度、20～25℃の温度) を避けるように窓を開けて風を通すとよい。

2. 「栗饅頭」製造工程での微生物汚染と変敗

「栗饅頭」は多くは白あんが使われ、白あんにゆでた栗をつぶしたあんをまぜたもの、あるいはゆでた栗をそのまま入れたものなど多くの種類があるが、「栗饅頭」の多くは、卵黄を塗ることによって焦げ茶色の焼き色をつけている。栗の形をしたものは下の部分にヒナゲシの実をまぶすこともある。味は、栗と白あんを使用するため、そのままではかなり甘いものとなるのでカビや酵母が生育して変敗の原因となる。

一般的にボウルに卵を入れてほぐし、上白糖を加えてすり混ぜる。これを湯せんにかけて、砂糖の粒が消えるまでよく混ぜ、白あんも加えて混ぜる。砂糖と白あんが溶け込んだら、ボウルをいったん冷水に当てて冷やし、温度を下げる。この段階で低温性カビの *Penicillium*、*Cladosporium*、好糖性酵母の *Zygosaccharomyces*、*Candida* の汚染を受ける。

これに水で溶いた重曹を加え、混ぜ、小麦粉を加えて捏ねる。生地をさらにこね、成型する。成型後卵黄を塗り、180℃のオーブンで焼く。「栗饅頭」の製造工程と微生物の汚染は白餡、砂糖、水飴、液糖を混合時にカビ (*Cladosporium sp.*)、酵母 (*Candida sp.*) の汚染を受け、包栗工程で餡に栗を包む工程、乳酸菌 (*Enterococcus faecalis*) の汚染を受ける。しかし、180～200℃の焼成工程でこれらの微生物の大部分は死滅し、最終の冷却工程でカビの再汚染を受ける場合が多い。しかし、白あんが *Bacillus* に汚染されていると、ローブ現象が生成する。

使用する栗に酵母が付着して栗饅頭が変敗した場合がある。栗の貯蔵は、収穫直後二硫化炭素の燻蒸をした後、木屑中の埋没して0～2℃で貯蔵すれば長期にわたる品質及び外観とも良好である。また、低温性酵母 (*Candida curosa*) が増殖して白斑点を生成する。常温で貯蔵すれば付着細菌により腐敗する。使用する栗によって「栗饅頭」の品質は大きく左右される。

また、白あんに付着する *Bacillus* 等の細菌によりローブ現象と異臭が生成し、工場の二次汚染カビである *Cladosporium cladosporioides* の黒斑点、*Penicillium*、*Aspergillus* の緑斑点が生成することがある。

3. フォンダン利用菓子の製造工程での微生物汚染と変敗

フォンダンとは砂糖の再結晶で、「口中でとろけるような菓子」といわれ、各方面に利用されている。和菓子でも「すり密」ともいわれている。糖液を定められた温度に煮詰めてから、粗熱をとり、木じゃくか機械を用いて練ると、極細かい結晶となる。なめらかな乳白色で、溶けやすい性質をもっているため、フォンダン（溶けるような）と名付けられた。1830年にフランスのあめ菓子職人が、砂糖の中にクリームタータ（酒石酸）を少量加えることにより糖液が煮詰まるにつれて微妙な変化を生じることを発見し、初めてフォンダンを製造した。フォンダンはなめらかで溶けやすく、美しいので、菓子を飾るためには欠くことができない。フランス菓子はフォンダンの開発により大きく変化した。フォンダンは砂糖の細かい結晶状の粘濁液でアイシングに使用され、砂糖に水を加えて113℃～120℃にまで煮詰めたものを、すりこぎやミキサーで激しく撹拌しながら徐々に冷やし、純白に仕上げたものであるため多くの空気を抱き込んでいるので微生物は多い。

この激しい撹拌により工場空気を吸い込み、空気中の微生物の二次汚染を受け、フォンダンが変敗する。またパン用にもちいるフォンダンはパンの水分が35～38%であり、洋菓子の水分25～32%よりも多いので煮詰め温度を高くし、水分の少ないフォンダンを製造する必要があるため、このため添加する水あめの量を少なくして *Bacillus* の増殖を抑制する。

糖液を煮詰める工程では砂糖を撹拌せず、水でぬらした刷毛等で鍋壁に付いた砂糖液を絶えず拭いたり、これが結晶核となって、鍋中の砂糖を結晶させることを防ぐ必要があるため、この作業により *Bacillus* の汚染が拡大する。

一般に、45℃～50℃の高い温度で撹拌して結晶を作ると大きな結晶ができる。とろけるようなフォンダンを製造するには38℃～40℃の低温で撹拌して小さな結晶を作る必要があるため工場空気による微生物二次汚染がある。

フォンダンは、良質にするためと保存中の品質の劣化を防ぐために、卵白、レシチン、転化糖、クリームタータ等種々の添加物が加えられている。卵白を泡立て3～6%フォンダンの中に添加すると貯蔵中の結晶の生長を防止することができるが微生物汚染も多い。

レシチンも0.01%添加すると同様の効果がある。転化糖を5～6%添加すると柔軟性ができ、11%では10～13μmの細かいフォンダンができる。また果糖を7%添加によるさらに細かい製品ができる。しかし、添加量が多すぎて転化糖や果糖が20%以上になると、色が悪く、流動性がある水ばいフォンダンになるが添加原材料に付着した微生物が増殖して変敗することがある。

フォンダンを12～24時間放置しておくと、作った直後に比較して、湿っぽくなる。これは、フォンダンの結晶の角がとれて細かい結晶が溶けた結果、結晶が動けるようになったために起こる現象で、この熟成が微生物の増殖を促進する。

フォンダンを長期間保存しておくと、品質が低下するのは大小多数の砂糖の結晶が、シロップに囲まれた状態になっているため、溶解度の高い砂糖が温度が高くなると小さな結晶が溶けて大きな結晶となる微生物を付着しやすくなるためである。これは温度が下がれば、過飽和になるので、近くの結晶に過飽和分の糖が付着して、その結晶が大きくなるためである。こうして平衡を保ちながら、結晶は大きく生長し、品質が低下していく。

市販品は品質低下を防止するために、少し乾燥して水分を減らすようにしている。

中から濃厚なチョコレートが出てくるフォンダンショコラがある。フランス由来の中にチョコレートクリームが入った一種のチョコレートケーキのことでショコラフォンダンと呼ばれることもある。レンジで温めて食べればチョコレート生地と中のチョコレートの焼立だが、冷めても中の生チョコが楽しめる。フォンダンショコラは中のチョコレートの粘濁性を保持するため焼き加減がとても難しい。その種類は多く、半生に焼き、チョコレートソースを生地の中に入れて焼く方法がある。流通段階ではカビが発生するので脱酸素剤を用いることが多い。

フォンダンショコラの製造工程は撹拌工程が多く、冷蔵庫で固めるために低温性のカビによる二次汚染が多い。早く消費すればよいが、流通段階でカビが発生する。型に入れた生地の中

央にガナッシュを埋め込み、220℃で10分間焼成した後の冷却工程で *Penicillium*、*Cladosporium*、*Wallemia* の汚染を受ける（図1）。

チョコレート入りの焼き菓子であるフォンダンショコラの表面に緑色の斑点状や茶色の斑点状のカビが生育することがある。多くは包装袋にピンホール等で脱酸素剤の効果が十分でない場合、汚染カビが多い場合、貯蔵期間が長い場合にカビが発生する。カビの種類は緑色斑点は *Penicillium*、*Cladosporium*、茶色斑点は *Wallemia* が多い。

また、冷蔵庫中のカビは *Penicillium*、*Cladosporium* が多いことが知られている。

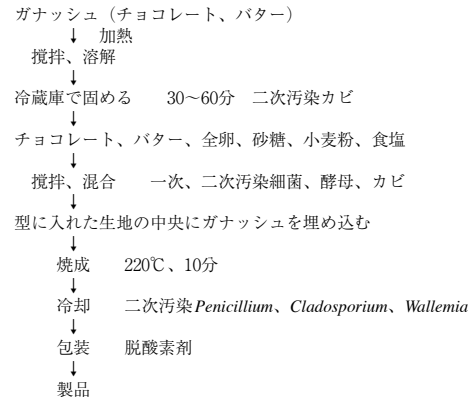


図1 フォンダンショコラの製造工程と微生物汚染

4. 焼菓子の微生物変敗防止

カビや酵母の真菌類は一般に熱感受性が高く、湿熱条件下では70℃、10分間の加熱処理により死滅する。このため加熱工程のある焼き菓子では原材料に由来する一次汚染性のカビは容易に殺菌されるので、加熱後は施設内の製造環境からの二次汚染を防止すればカビの汚染は起こらないと考えられてきた。しかし多くの焼き菓子工場においては二次汚染のみならず一次汚染によるカビの変敗事故が多発している。カステラ、バウムクーヘン、マロンケーキ、タマゴケーキ、フォンダンショコラ等は、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カビの生育による品質低下を招きやすい。

このため、包装したのち蒸気やマイクロ波殺菌、脱酸素剤使用包装、炭酸ガス置換包装、炭酸ガス窒素ガス混合置換包装、エチルアルコール製剤添加包装等種々の技術が採用され、保存性を高めている。最近、これらの技術が採用されているにもかかわらず、カビによる変敗が多発してきた。

蒸気やマイクロ波処理を行っているにもかかわらずカステラに生育するカビ、脱酸素剤を使用しているにもかかわらずカステラ、バウムクーヘン、フォンダンショコラに生育するカビ、炭酸ガスや炭酸ガスと窒素ガス混合置換包装をしているにもかかわらずカステラやバウムクーヘンに生育するカビ、エチルアルコールを噴霧又はエチルアルコール製剤使用包装をしているにもかかわらずマロンケーキに生育するカビが多発してきた。

焼き菓子に生育するカビの種類は食品工場の三大カビと言われる *Aspergillus*、*Penicillium* 及び *Cladosporium* が圧倒的に多い。焼き菓子に生育するカビの種類は、製品の種類、製品の水分活性、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。

カビは低温域によく生育し、食品を変敗させることは経験的に良く知られている。冷蔵庫等の低温環境や食品工場の浮遊菌として普通によく見られ、建物の天井、床、壁面に発生し、白色から黒褐色を呈する。食品において数多く発見され、変敗原因菌となっている場合があるが、その大部分は製造工場及び保存中における二次汚染菌である場合が多い。主変敗原因菌は *Penicillium*、*Mucor*、*Rhizopus*、*Cladosporium*、*Phoma* が圧倒的に多い。これらの菌は食品工場の空中浮遊菌として普通に見られる。焼き菓子、菓子パン、ピザパイ等のでん粉系食品は *Penicillium expansum* や *Penicillium islandicum* によって変敗する。また冷蔵庫に保存した焼き菓子は *Phoma glomera* により変敗することがある。

文献

- 内藤茂三：「食品の変敗微生物」、幸書房（2016）
 内藤茂三：「食品とオゾンの科学」、建帛社（2017）
 内藤茂三：「改訂増補食品の変敗微生物」、幸書房（2017）
 内藤茂三：小袋詰包装甘栗にみられる白色斑点の生成とその原因菌について、愛知食品工技年報、36,75-81（1994）
 内海寛子、山本尚美、新見治：家庭用冷蔵庫中の微生物について、広島文教食物栄養研究会誌、18,2-10（2000）
 西山邦隆、山田和歌子：冷蔵庫内のカビの発生について、保存野菜を主として、東北女子大学・東北女子短期大学紀要、51,4-21（2012）
 内藤茂三：食品工場の3大カビによる食品の変敗、かびと生活、7（2）、16-24（2014）
 内藤茂三：カビによる食品の変敗と防止技術、Sunatec メールマガジン、2009年4月（2009）

（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。

4. 食品の微生物学的劣化に関与する要因

食品には様々な微生物が存在し、保存方法の何らかの欠陥があると微生物が増殖し、結果として食品の劣化あるいは人に健康危害をもたらす。食品微生物の増殖は次のような要因によって左右される。従って、微生物制御はこれらのことを踏まえて行う必要がある。

- ①食品の性状：水分活性、酸度と緩衝能、酸化還元電位、天然抗菌物質、食品構造
- ②製造・加工・調理時の加熱処理等の物理的要因
- ③食品の保存環境条件：温度条件と空気環境
- ④汚染微生物間の相互作用

以下に、食品および食品加工等に関連する微生物制御に関連した要点について述べる。

1) 食品の性状

(1) 水分活性

細菌の発育・増殖にとって水分は必須であり、水分が一定量以下になると発育は停止する。全ての食品には水分が含まれているが、細菌はすべての水を利用できるものではない。食品中の水分は、食品成分に結合吸着した状態で存在する結合水と、食品成分を溶解した状態にある自由水とがあり、細菌が利用できる水は自由水である。従って、食品に何%水分があったとしても細菌の発育能を示すことはできない。このことから、細菌が利用できる水分は含有量としてではなく、水分活性 A_w 値として表示される。

水分活性とは、同一条件下における食品の水蒸気圧と純水の水蒸気圧の比をいう。たとえば、鮮肉を密封容器に保存すると、鮮肉中の水分が蒸発し容器内の空間に充滿して平衡状態に達する。この時の密封容器内の蒸気圧を P 、鮮肉を純水に置き換えて同様に処理した時の水蒸気圧を P_0 とすると、水分活性は次式で示される：水分活性 $A_w = P/P_0$ 。純水では自由水が100%であり、純水の A_w は1.00（ $= P/P_0$ ）であり、 A_w が1.00に近いほど自由水の割合が100%に近いことになる。

表2 食塩・蔗糖濃度と A_w 値

A_w 値	NaCl%	蔗糖%
0.995	0.9	8
0.99	1.7	15
0.98	3.5	26
0.96	7.0	40
0.94	10.0	48
0.92	13.0	54
0.9	16.0	58
0.88	19.0	
0.86	22.0	66

*Jay, 1970

表3 各温度下での水と氷の水蒸気圧と A_w 値

温度℃	水蒸気圧 mmHg		A_w 値
	液体の水	氷	
	Pice/Pwater		
0	4.579	4.579	1.00
-5	3.163	3.013	0.953
-10	2.149	1.950	0.907
-15	1.436	1.241	0.864
-20	0.943	0.776	0.823
-25	0.607	0.476	0.784
-30	0.383	0.286	0.70
-40	0.142	0.097	0.68

*Scott, 1962

A_w 値は、食品の浸透圧と反比例の関係にあり、食品の塩濃度や糖濃度が高くなると、 A_w 値は低下する（表2）。また、食品を凍結すると水分は氷結し、 A_w は低くなる（表3）。

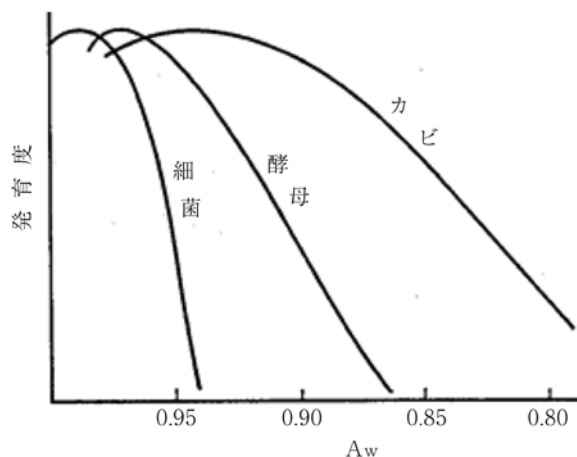
図2 細菌、酵母、カビの発育と A_w 値の関係（藤巻, 1979）

表4 代表的な食品の水分活性と増殖可能微生物

水分活性 A_w	増殖可能微生物	代表的食品例
1.00～0.95	グラム陰性桿菌： <i>E.coli</i> , <i>Pseudomonas</i> 、芽胞形成菌	食肉・食肉製品（ハム、ベーコン、ソーセージ等）、鮮魚、タマゴ、果実・野菜、パン等
0.95～0.91	グラム陰性菌：サルモネラ、腸炎ピブリオ、大部分の球菌、乳酸菌	半乾燥食肉製品（セミドライソーセージ等）、中程度熟成チーズ、果汁等
0.91～0.87	大部分の酵母	サラミソーセージ、長期熟成チーズ、シラス干し、塩鮭、スポンジケーキ等
0.87～0.80	大部分のカビ、黄色ブドウ球菌	小麦粉、コメ、豆類、フルーツケーキ、イカ塩辛等
0.80～0.75	好塩細菌	乾燥肉製品（ビーフジャーキー、ドライソーセージ等）、ジャム、マーマレード、蜂蜜、味噌、醤油等
0.75～0.65	耐乾性カビ	裂きイカ、干しエビ、ゼリー等
0.65～0.60	耐浸透圧性酵母	乾燥果実、キャンディー・キャラメル、煮干し等
0.5	微生物は増殖しない	麺類、クッキー・クラッカー、乾燥野菜、乾燥全卵、香辛料、チョコレート等

細菌、酵母、カビの発育に必要な A_w をモデル化すると、図2のようになる。また、主な微生物の増殖可能 A_w 値域を表4に示した。 A_w 値が1.00～0.98と高い範囲ではほとんど微生物はよく発育するが、この範囲では、細菌＞酵母＞カビの順に増殖し、ミクロフローラの中では細菌が急速に優勢となる。 A_w 値が0.95以下になるとグラム陰性桿菌の発育が停止し、耐浸透圧性の強いグラム陽性の球菌や乳酸菌等の細菌が優勢となり、0.88以下になると細菌と酵母発育は停止し、この範囲でみられるのはカビだけであるが、一部の酵母がみられることがある。また、食塩の濃度の高い食品中では、好塩細菌が優勢になることがある。カビも0.80以下になると多くは発育できなくなるが、*Xeromyces*のように耐乾性のカビは0.75以下でも発育可能である。

通常は、 A_w 値 0.70以下では、ほとんどの食品は微生物学的劣化現象をもたらさないが、この時の含水量は食品によって異なる。しかし、大気中の水蒸気圧が高くなると、包装貯蔵状態によっては乾燥食品といえども食品表面の A_w 値が上昇しやすくなる。

(2) 酸度と緩衝能

細菌の多くはpH6.5～7.6の間でよく発育する。大部分の食品のpHは中性付近にあるので、多くの細菌の発育に適している。乳酸菌やカビ・酵母等はpH 5程度の酸性食品で発育しやすく、

有機酸発酵するので、糖を多量に含む食品や果実類等で増殖しやすい。従って、pHの低い果実や漬物のような食品中では多くの細菌は発育できず、乳酸菌や酵母・カビが発育しやすい。また、細菌芽胞（*Bacillus*や*Clostridium*属）は酸性条件（pH4.5以下）では発芽・増殖できないので、酸度の高い缶詰食品に対してはそれほど強い加熱殺菌を必要としない。

また、野菜類は一般にpH緩衝能が弱く、乳酸菌等により乳酸発酵して漬物になりやすい。もし、野菜が緩衝能をもたねば、乳酸が発生したとしても、pHの低下は起こらず、他の細菌の発生をみることになる。

（3）酸化還元電位

微生物は、発育環境中の遊離酸素（酸素分圧）の必要度によって好気性、通性嫌気性あるいは嫌気性と分類され、言い換えると基質の酸化還元電位（Eh）の高低によって発育が異なる（表5）。

表5 酸素要求性による微生物の分類

	遊離酸素の 必要性	発育可能Eh域	代表的な菌属
偏性好気性菌	+	+200 mV以上	<i>Pseudomonas</i> , <i>Achromobacter</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Bacillus</i>
通性嫌気性菌	+, -	+200 ~ -200 mV	<i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Vibrio</i> , <i>Staphylococcus</i>
偏性嫌気性菌	-	-200 mV以下	<i>Clostridium</i>

*このほかには微好気性菌として分類することがある。

生物系における酸化還元電位は酸化の程度を示す指標となり、基質中の酸化および還元を受ける成分の相対比と、pHを酸化させようとする基質の性質に左右される。

従って、食品の酸化還元電位は次の要因によって影響を受ける：

①食品の化学的組成：pH、たんぱく質中のメルカプト基等の還元物質、アスコルビン酸、還元糖等

②保蔵中の酸素分圧

これらのことから、食品表面には好気性菌が、魚介や食肉はチオールやアスコルビン酸等を含んでおり、内部は還元状態にあることから嫌気性菌の発育が起こる。一方、カビは偏性好気性であり、高い酸化還元電位を必要とするので、食品の表面や割れ目などから次第に内部に侵入していく。

（4）栄養素

微生物も1個の生命体であり、生命を維持するためには栄養素を必要とすることから、大部分の食品は微生物の栄養源になりうる。食品成分は、微生物が持つ菌体外酵素によって減成されるが、各微生物がすべての酵素活性を有することはなく、食品の種類、成分により侵襲する微生物は異なる。

①炭水化物：単糖類のうちブドウ糖は、エネルギー源としてほとんどすべての微生物に利用されるが、他の単糖類、二糖類、三糖類や多糖類は限られた微生物のみしか利用できない。

例えば、乳糖は乳・乳成分にのみみられる糖であるが、これは特定の酵母や大腸菌などの腸内細菌科の菌によってのみ分解され、乳・乳製品中ではこれらの菌が優勢になりやすい。デンプン質はアミラーゼをもつ*Bacillus*属などの菌によってのみ分解され、セルロースやペクチン質はこれらの分解酵素を持った菌によって分解されるが、これらの菌は比較的少ないので新鮮な野菜類は劣化しにくい。

②タンパク質：微生物は、窒素源としてアミノ酸やペプトンを好む。しかし、複合タンパクは窒素源としては利用しにくく、微

生物の侵襲も稀である。しかし、コラゲナーゼを有する菌は一次的な食肉の腐敗に関与し、これによって食肉等に存在する高分子窒素化合物が分解されて産生された二次的窒素源をタンパク分解能の弱い菌や分解能を持たない菌を利用するようになるので、タンパク性食品の腐敗経過は複雑になる。また、微生物に利用されやすい糖質を5～10%ほど含んでいる食品では、先に糖が分解され、タンパクやアミノ酸の利用は遅れる。これは糖の分解により産生された酸によりpHが低下するためにタンパク分解菌が阻害（protein sparing effect）されることによる。

③脂肪：多くの微生物は脂肪分解酵素を有しており、食品中に脂肪含量が多いと、このタイプの菌が優勢になる。それによって脂質は微生物による減成を受け、特異な臭いや味をもった脂肪酸やケト酸を生じる。当然のことながら、食品脂質の脂肪酸組成や構造的特徴によって侵襲する微生物が異なり、生成産物も異なってくる。

④ビタミン類：多くの微生物は1種類以上のビタミンB群が存在しないと、他の要因が至適条件にあっても発育できない。ビタミン要求性は菌種・系統によって異なり、ビタミンB群が全体的に少ない果実類にはB群を合成できるカビや酵母が侵襲し、ビタミン含量の多い食肉・食肉製品などでは*Lactobacillus*のような栄養要求性の厳しい菌でも、他の群の菌と競合的に発育できる。

（5）天然抗菌物質

植物性食品や動物性食品は、いくつかの固有の抗菌物質を含んでいることがある。

①植物性食品：抗菌活性を有する代表的なものとして、精油成分essential oilがあり、このほかタンニンtannin、グリコシドglycosideのような非揮発性成分がある。

②動物性食品：抗微生物因子の多くは免疫タンパクimmuno proteinであり、ラクテニンlactenin、リゾチームlysozyme、コナルブミンconalbumin、オボムコイドovomucoidやアビジンavidin等の抗菌因子があるが、一般的には不安定である。

③天然物以外：食品の加工や保存中にある種の抗菌物質が自然的に形成されることがある。たとえば、食品中の脂質が自動酸化するさいに*Bacillus*芽胞の発芽を阻害し、保存中にシロップが褐変するとフルフラールfurfuralなどが形成され、これが酵母の発育を阻害し、またアミノ酸と糖が関与する褐変現象Maillard reactionにさいして形成されるメラノイジンも抗菌作用を有している。

（6）食品の構造

卵の卵殻や卵殻幕、種子の外皮、植物体のクチクラ層などの表面構造は、微生物の可食部位への侵入を妨害する作用がある。また、食肉では、傷のない枝肉等では筋肉は筋膜、筋原線維（筋肉細胞）は筋鞘内に存在しており、低温下で保存すれば筋膜表面のAw値が低下し、微生物の侵襲防御効果が助長され腐敗しにくい。しかし、裁断されるに従い天然の障壁が破壊され、微生物に対する防御効果を失い、腐敗しやすくなる。

次号に続く。

（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