

アサマ NEWS パートナ

1992-5 NO. 28

食 品 衛 生 講 座

28. HACCP監視（管理）方式

ー最近世界的に注目されている自主衛生管理・監視方式ー

〔その2〕食品の危害分析

ー食品の微生物危害因子と危害の評価

前号ではHACCP方式の歴史とその国際的動向、およびHACCPの7つの原則について解説した。HACCP方式については筆者は、「食品の危害分析・重要管理点監視（管理）方式」と訳しているが、これは危害分析（HA）と重要管理点監視（CCP）の2つを組み合わせた食品衛生・品質管理方式である。食品の危害因子には病原微生物、腐敗・変敗微生物のほか、自然毒、残留農薬、環境汚染物質などいろいろある。HACCP方式はこれら有害物質の監視・管理に対しても適用できるが、ここでは食品工場の微生物危害を中心にしたHACCP方式について解説する。

1. 食品の危害分析（HA）

食品の危害分析（HA）とは、原材料の生育・飼育などの生産段階から始まり、製造・加工工程、製品の保存、流通を経て最終消費者の手に渡るまでの各段階において発生する恐れのある微生物による危害（hazard）を同定（推定）し、次いで対象とする食品について、これらの危害の危険性（risk）と重要度（severity）を評価することと定義されている。ここでいう微生物危害には、経口伝染病や食中毒起因菌（その毒素など有害代謝産物を含む）やカビ毒産生カビの他に、食品の腐敗・変敗およびそれによる経済上の損失も含めている。ここでいう危険性とは、1つの危害発生の恐れ（可能性）を意味している。

2. 食品の危害因子

食品に起因する健康障害の因子には、有害な微生物やその代謝産物（病原菌、毒素、カビ毒、生体アミン等）、フグ毒・キノコ毒などの自然毒、残留農薬、環境汚染物質、発がん物質等いろいろある。多くの食品工場では微生物危害の防除を目標にした衛生・品質管理を行っている

ことは周知の通りである。そして、制御対象となる微生物には、経口伝染病菌、食中毒起因菌のほかに、腐敗・変敗あるいは製品の保存性にかかわる微生物が含まれている。今までの米国のHACCP方式では、1969年にNAS（米国科学アカデミー）が提唱したサルモネラ食中毒の予防を中心とした食品の危害因子、およびそれに基づく食品の危害度分類が採用されてきた〔NAS, Pub. No. 1863 (1969)〕。しかし、すでに述べたように、1989年11月にNACMCF^{(*)1}から「HACCPー食品製造に対する原則」^{(*)2}が公表され、これにより従来のHACCP方式の概念は大幅に変更になったので、ここで新しい考え方による危害因子について紹介する。すなわち、食品の原材料の生産段階から最終消費に至るまでの各段階で発生する恐れのある微生物危害をAからFまでの6つのクラスに格付けする（従来の方式では3つの危害因子に分けていた）。そして、1つの危害因子を＋印で表し、＋の数により危険度を示そうとするものである。表1には食品の危害因子についてAからFまでのクラス別の定義とその具体的な食品例を示した。

表 1 食品の危害（特性）因子*

危害因子 (クラス)	危 害 特 性	食 品 例
A	特別なクラス。無殺菌の製品で、危害に感受性が高いもの。例えば乳幼児、高齢者、虚弱者または免疫力の低下した人のため作られた製品、その旨標示あり。	
B	微生物の増殖を支持する傷みやすい成分を含む製品。	生鮮魚介類、生鮮牛・豚・鶏肉等
C	製造工程には、有害な微生物を殺菌するような管理された殺菌工程は含まれていない。	すし類、調理パン、洋生菓子、生食用魚介類
D	その製品は、加工後包装までの段階で再汚染を受ける恐れがある。	折り詰め弁当、卵焼き、魚肉ねり製品
E	配送または消費者の取り扱い中に誤った取り扱いを受ける恐れが大。このような品物を食べれば、健康被害を受ける恐れがある。	洋生菓子、既製惣菜類、調理パン
F	包装以降または家庭で調理する際に最終的な加熱工程のないもの。	すし類、あえもの類、調理パン

注：*1989年11月米国食品の微生物基準諮問委員会の勧告に基づく

3. 危険度に基づいた食品の分類

従来のHACCP方式（1969年）における危険度に基づく食品の分類では、食品をIからVまでの5段階に分けていたが、今回の新しい分類では前記AからFまでの6つのクラスの危害因子に基づいて、次の表2に示したようなVIから0までの7段階のカテゴリーに分類している。表2にはそれらの定義と、具体的な食品例を示した。

表 2 微生物危害因子から見た加工食品の分類
(食中毒および腐敗・変敗発生の恐れ)

危険度分類 (カテゴリー)	食品の分類および危害特性	食 品 例
VI	6 この＋ 特別カテゴリー 微生物危害に敏感な者(乳幼児、 高齢者、虚 弱者または免疫不全 者)のための製品で、その旨表 示されたもの	乳児食 老人食 特定の 病人食
V	5 この＋ (B～Fまで)	刺し身 にぎり寿司 牛のたたき 洋生菓子 和生菓子 幕の内弁当 (含む刺し身) 生野菜サラダ
IV	4 この＋ (B～Fまで)	にぎり飯 シュークリーム卵焼 サラダ類 (マカロニ ポテト 卵 ポテト) 折り詰め弁当
III	3 この＋ (B～Fまで)	無包装かまぼこ類 ハム・ソーセ ージ類 調理パン
II	2 この＋ (B～Fまで)	スライスハム・ソーセージ、 つと納豆
I	1 この＋ (B～Fまで)	包装かまぼこ 乾めん 食パン
0	危害発生の恐れのない製品	ビスケット類 インスタントコー ヒー せんべい 乾のり

食品の危害分析をするに当たっては、自分が製造・加工し、あるいは取り扱っている食品について、実際にどのような微生物危害が発生しているか、またはその可能性があるかについて十分に知る必要がある。表 3 には、最近 8 年間 (昭和 58～平成 2 年) の細菌性食中毒の発生状況を示した。これから分かるように、病因物質の判明した食中毒事例の中で、細菌性食中毒は事件数で約 90%、患者数で 98% を占めている。そして、事件数では腸炎ビブリオ食中毒が全体の半数を占め、次いでブドウ球菌による事例が 23%、サルモネラが 14% などの順となっている。一方、患者数で見ると、第 1 位が腸炎ビブリオ (32%)、次いでサルモネラ (18%)、カンピロバクター (14%)、ブドウ球菌 (13%)、病原大腸菌 (12%) などの順で、事件数とはかなり様子が違っている。

表 3 わが国における細菌性食中毒の発生状況
(昭和 58～平成 2 年、8 か年間合計)

病因物質判明	件 数	患 者 数
食中毒総計	6,361 (件)	250,834 (人)
細菌性食中毒総計	5,581 (100%)	242,641 (100%)
サルモネラ	802 (14.4)	43,654 (18.0)
ブドウ球菌	1,258 (22.5)	32,271 (13.3)
ボツリヌス菌	11 (0.2)	56 (<0.1)
腸炎ビブリオ	2,765 (49.5)	77,745 (32.0)
病原大腸菌	199 (3.6)	29,789 (12.3)
ウェルシュ菌	135 (2.4)	19,311 (8.0)
セレウス菌	101 (1.8)	2,853 (1.2)
エルシニア・ エンテロコリチカ	2	35
カンピロバクター	281 (5.0)	33,561 (13.8)
ナグ・ビブリオ	9 (0.2)	228 (0.1)
その他	18 (0.3)	3,138 (1.3)

(厚生省食品保健課資料による)

表 4 には、わが国の食中毒事例から見た病因食品と主要食中毒起因菌をまとめて示した。なお、これには、原因食品別にその危害度による分類 (カテゴリー) と危害因子 (クラス) を付け加えておいた。但し、同一品目の製品であっても、製造方法や取り扱いによる二次汚染の発生状況、ことに汚染菌種や菌量が違ってくるし、また保存料の使用の有無、包装材料や方法、保存・流通条件などによって危害因子は変わってくる可能性がある。実際に食品の危害分析をするときは、これらの要素を十分に考慮する必要がある。

表 4 わが国の食中毒事例から見た原因食品と主要食中毒細菌

食 品 名	危 害 分 類	危害因子(クラス)	食 中 毒 原 因 菌
生食用魚介類	V	B C D E F	腸炎ビブリオ サルモネラ 病原大腸菌
弁当類	IV V (含刺し身)	B D E F B C D E F	ブドウ球菌 腸炎ビブリオ ウェルシュ菌 セレウス菌 病原大腸菌 カンピロバクター サルモネラ
にぎり飯	IVまたはV	B C D E F	ブドウ球菌 セレウス菌 サルモネラ
すし(にぎり)	IVまたはV	B C D E F	腸炎ビブリオ ブドウ球菌 サルモネラ
洋生菓子	IVまたはV	B C D E F	ブドウ球菌 サルモネラ
卵加工品(卵焼き)	IIIまたはIV	B D E F	サルモネラ ブドウ球菌 腸炎ビブリオ
調理パン	IIIまたはIV	B D E F	サルモネラ ブドウ球菌 腸炎ビブリオ ウェルシュ菌
生食用食肉 (牛たたきなど)	V	B C D E F	サルモネラ カンピロバクター
サラダ類	IVまたはV	B C D E F	ブドウ球菌 サルモネラ 病原大腸菌
いずし	V	B C D E F	ボツリヌス菌(E型)

4. 食品の危害分析 (HA) の基本的な考え方

生きている健康な家畜、家禽、魚類などの筋肉の内部は一応無菌であるといわれている。しかし、これら動物がと殺・解体あるいは漁獲されたあとには、取り扱い・処理中に二次的な微生物汚染が起こり、これら汚染菌は時間の経過とともに増殖し、自己消化作用も加わって、鮮度低下が始まり、やがて腐敗・変敗するようになる。これとは別に、極めて鮮度のいい食肉、食鳥肉やそれらの内臓、乳、卵、あるいは鮮魚介類からしばしば病原菌が検出されることがある。例えば、夏季沿岸で漁獲される魚介類からは、漁獲直後でもかなり高頻度で腸炎ビブリオが検出される。公設のと場でと殺・解体され、合格の検印の押された牛、豚などの枝肉の表面や内臓などからかなり高率にサルモネラが検出され、また市販の鶏肉は内臓を含めサルモネラやカンピロバクターが極めて高率に検出されている。この他、加工食品の原料等からしばしばブドウ球菌、セレウス菌、ウェルシュ菌等が検出されている。しかし、一般的に言って、新鮮な魚介類、食肉、食鳥肉などの食中毒菌の汚染菌量はそれほど多くはない。従って、食中毒菌が検出されたからといって、それが直ちに食用不適とか使用できないというものではない。多くの細菌性食中毒 (感染型、毒素型ともに) は、原因菌が飲食物中でおびただしく増殖し、これを食べることで発病するものであって、経口伝染病のようにごくわずかの菌量で感染・発病するものではない。しかし、初めの菌量ごくわずかでも、食中毒菌で汚染された原料は、もし食品工場や調理施設での取り扱いや保存条件が悪かったり、加熱調理が不十分で菌が生き残ったようなときには、時間の経過とともに食中毒菌はおびただしく増殖し、これを食べれば食中毒にかかるようになる。

現行のとめ方は、食肉などを介して伝播する人畜共通伝染病の予防を主眼としている。そして、病獣や病変部などの発見のためと畜検査員による生体、と殺・解体時の監視・検査が行われている。しかしながら現在のところ、食品衛生法では食肉や内臓などに対しては、サルモネラやカンピロバクターなど病原菌についての規格基準は設けられていない。仮に、と場から出荷前に、あるいは食品工場や調理施設で入荷時にサルモネラなどの食中毒細菌の検査をして、病原菌フリーの原料を供給し、ある

いは使用したくとも、検査に要する日数、労力、経費を考えると、まず実施は困難というより不可能なことである。

そこで、食品工場の自主衛生管理のためのHACCP方式では「生鮮魚介類には初めから腸炎ビブリオが付いている」、「食肉や鶏肉、それらの内臓、生卵、乾燥鶏卵、冷凍鶏卵などはアルモネラやカンピロバクターで汚染されている」という割り切った考え方をし、これら病原菌の殺滅や増殖抑制、あるいは原材料からの調理・加工済み食品や最終製品への相互（交差）汚染や二次汚染の防止対策を講じて、より安全で良い品質の製品を得るための衛生・品質管理を実施しようとするものである。表5には、加工食品の原料と、それを汚染する恐れのある食中毒細菌を取りまとめて示した。

表5 加工食品の原料とそれを汚染する恐れのある食中毒菌

原材料名	食中毒起因菌名
海産魚介類	腸炎ビブリオ サルモネラ E型ボツリヌス菌（いずし） 病原大腸菌（かき）
豚肉 牛肉	サルモネラ カンピロバクター エルシニア（ <i>Yersinia enterocolitica</i> ） ブルセラ ブドウ球菌 ウェルシュ菌 病原大腸菌（EHEC）
牛乳 パター チーズ	サルモネラ ブルセラ カンピロバクター リステリア（ <i>Listeria monocytogenes</i> ） ブドウ球菌
鶏肉 鶏卵	サルモネラ カンピロバクター 病原大腸菌
野菜類	セレウス菌 ウェルシュ菌 ボツリヌスA型菌*
穀類（米など）	セレウス菌 ウェルシュ菌
香辛料	ウェルシュ菌 セレウス菌

*缶詰食品等常温流通食品にとって問題になる

*1 : National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (NACMCF)

*2 : NACMCF : HACCP-Principles for Food Production (November, 1989)

(以下次号)

(河端俊治：国立予防衛生研究所食品衛生部客員研究員・農学博士)

油脂の酸化とその防止法 1

三大栄養素の1つである脂質は他の炭水化物、たん白質とは異なり、大気中に放置すると酸素と結合し、酸化的劣化が発生することはよく知られた事実である。加工食品に限らず脂質を含む食品は酸化が進行すると異臭が発生し、その商品価値を著しく低下させ、企業にとって思わぬダメージを受けることがある。しかし、それ以上に酸化脂質の有害性が問題になっている。一時期、即席めんによる食中毒が多発したが、これら即席めんの過酸化価物（POV）は140～960meq/kg、酸価（AV）は3以上の値を示していた。このような食中毒を起こすに至らないような酸化脂質でも、長期間、ラット、マウスなどの試験動物に与えると成長停止、脱毛、各種酵素の不活性化、ビタミンの破壊およびたん白質の不溶化などの

現象が認められている。さらに、近頃では酸化脂質と成人病、老化との関係が注目され、酸化脂質の有害性が改めてクローズアップされている。

上記のように酸化脂質の有害性が明らかになるとともに、厚生省は昭和52年、即席めんと菓子について規格基準を公布し、これら両食品の酸化度の規制に乗り出した。

1. 即席めんおよび菓子の規格基準

1-1 即席めんの規格基準

〔適用の範囲〕即席めん類であって、油脂で処理されたものを対象とする。

〔規格基準〕(1)成分規格 その食品に含まれる油脂のAVが3を超え、またはPOVが30を超えるものであってはならない。(2)保存基準 直射日光を避けて保存しなければならない。

1-2 菓子の規格基準

〔適用の範囲〕菓子であって油脂を粗脂肪として10%（重量%）以上を含むものを対象とする。

〔規格基準〕(1)成分規格 次の1)および2)に適合しなければならない。

1) その食品に含まれる油脂のAVが3を超え、かつPOVが30を超えるものであってはならない。

2) その食品に含まれる油脂のAVが5を超え、またはPOVが50を超えるものであってはならない。

(2)保存基準 直射日光を避けて保存しなければならない。

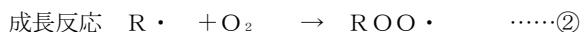
これらの規格基準は、即席めんが昭和52年2月食品衛生法施行規則の一部改正で実施されたのに対して、油菓子については昭和52年11月環境衛生局長名で通達を出して指導に当たった。当該製品のメーカーは油脂の酸化の程度が上記の範囲内の数値であることはもとよりであるが、これ以外の油脂食品についても基準値をクリアすることがぜひとも望まれる。

2. 油脂の酸敗

油脂は自動酸化、熱酸化、加水分解などの反応が関与して酸敗が進行する。

2-1 自動酸化

油脂の酸化反応の中で最も重要な反応は自動酸化反応である。自動酸化反応はラジカル連鎖反応であり、その反応過程は、開始反応、成長反応および停止反応に分かれる。RHを油脂とすると、その反応は、



開始反応では油脂（RH）から水素が引き抜かれて油脂ラジカル（R・）が生成する。このR・の生成の引き金となるものは何であるか、これまで多くの議論がなされ

ている。今のところ、銅、鉄などの金属イオン、光、熱などが影響しあって最初のR・が発生することが可能である。成長反応では油脂ラジカル(R・)は酸素と結合して油脂パーオキシドラジカル(ROO・)を生成し、このパーオキシドラジカルは、さらに油脂(RH)と反応してヒドロパーオキシド(ROOH)を生成する。成長反応において消費されたR・と同量のR・が生成されるのでラジカル連鎖反応が成立する。一方、ラジカルどうしの結合反応である停止反応が起こり、脂肪酸の重合化が進行し、油脂の高粘度化が進むと同時に有害物質なども生成する。

2-2 熱酸化

熱酸化とは空気の下、高温における激しい酸化反応である。反応のメカニズムは低温における自動酸化と同様にラジカル反応である。最初に酸素が結合する位置は不飽和脂肪酸では二重結合の付近であり、自動酸化とは異なり飽和脂肪酸もエステル結合に近い位置で酸化を受ける。熱酸化においても自動酸化と同様にROO・、ROOHなどの過酸化物が生成されるが、これらの過酸化物は熱に対して不安定で集積されることはない。従って熱酸化の発生が見られる揚げ油のPOVは10~20 meq/kgを超えることは少ない。

2-3 加水分解

油脂の加水分解的な酸敗は水分活性(A_w)の低い、低水分系の食品ではほとんど発生しないが、フライ、てんぷらなど揚げ油においては揚げ種に由来する水分と高温の油脂との接触によって加水分解反応が起こる。

3. 油脂の酸敗に影響する諸要因

上記したような油脂の酸敗は内的、外的な要因によって大きな影響を受ける。それらを列挙すると、①油脂の種類、②抗酸化物質、③酸素、④光線、⑤温度、⑥金属イオン、⑦水分などである。以下、これらの要因について概説する。

3-1 油脂の種類

油脂は脂肪酸とグリセリンとのエステルである。油脂を構成する脂肪酸は、それぞれの油脂で異なる。この脂肪酸の酸化速度は二重結合数の増加とともに著しい上昇を示す。

表1 各脂肪酸の酸化速度の比較

脂肪酸	Sterton (100℃)	Holman (37℃)	Gunstone (20℃)
ステアリン酸	0.6	—	—
オレイン酸	6	—	4
リノール酸	64	42	48
リノレン酸	100	100	100
アラキドン酸	—	199	—

表1は炭素数18個で二重結合数の異なるステアリン酸(二重結合なし)、オレイン酸(1個)、リノール酸

(2個)、およびリノレン酸(3個)の酸化速度比を示している。一般的にはステアリン酸の酸化速度を1とした場合、オレイン酸10、リノール酸100、リノレン酸150といわれており、表1に示したデータもこれとよく一致する。

表2 天然油脂の脂肪酸組成 ※微量ある (単位: %)

油脂	炭素数	飽和脂肪酸								不飽和脂肪酸				
		ステアリン酸	パルミチン酸	ミリスチン酸	ラウリン酸	カプリン酸	カプリン酸	カプロン酸	炭素数合計	不飽和脂肪酸合計	エイコセン酸	オレイン酸	リノール酸	その他の酸量
		18	16	14	12	10	8	6	4	20	18	18	18	
油	融点(℃)	66.3	62.6	53.8	43.6	31.1	16.5	-3.8	-7.9					
バター	31~36	10.5	31.0	10.9	2.5	2.3	0.5	2.0	3.6	37	20	13	9	9.7
豚脂	28~40	11.6	27.8	1.3	0.09					58~61	45.0	10.5	1.2	1.8
牛脂	35~50	19.0	31.1	4.2	0.7					231	28~32	38.0	1.6	0.5
綿実油	5~10	1.6	24.2	0.8						72	21.0	51.8		
コーン油	-10~18	2.2	11.5							85	26.6	58.7	0.8	
サフラワ油	-16~18	2.7	6.7	0.1							0.5	12.9	77.5	0.5
大豆油	-20~23	3.2	10.5	0.1							0.9	22.3	54.5	8.3
パーム油	30~40	2~7	32~65	0.5~6						50~60	28~32	5~11		
パーム核油	25~30	1~3	7~9	14~17	40~52	3~7	3~5	3~5	1.5			13~19	0.5~2	
ヤシ油	20~28	1~3	8~11	13~19	44~52	6~10	5~9	0~0.8				5~8	0~2.5	
カカオ脂	32~39	31	25									40	4	

表2に代表的な油脂の脂肪酸組成を示した。同じ植物油でありながら、サフラワ油、コーン油、大豆油、綿実油はリノール酸を50%以上も含むのに対して、パーム油、パーム核油、カカオ脂などはリノール酸10%以下となっている。一方、動物脂であるバター、豚脂、牛脂中のリノール酸は豚脂の10%を除いて1%台である。次いで、これらの油脂の種類と加熱に伴う粘度の変化との関係を図1に示す。

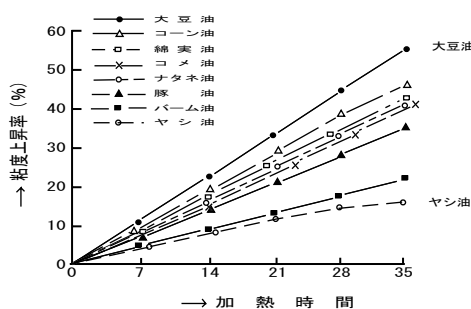


図-1 油脂の種類と加熱に伴う粘度の変化

油脂は酸化の進行とともに粘度が上昇するので、粘度の上昇率を測定することによって各油脂の酸化の程度を比較している。これによると表2で示したリノール酸を50%以上含有する大豆油、コーン油の酸化の速度は速く、一方、ヤシ油、パーム油のようにリノール酸含量が少ない油脂の酸化安定性の高いことはよく理解できる。

(つづく)

(山口直彦: 愛知学泉大学家政学部助教授・農学博士)

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20-3 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16-5 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 / 〒811-1311 福岡市南区横手2-32-11 TEL (092) 582-5295 FAX (092) 582-5304
・桜陽化成 / 〒006-1815 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011) 683-5052 FAX (011) 694-3061