
生活環境検査

生活環境検査の実施状況

東京都予防医学協会検査研究センター

腸管系病原菌検査の実施状況

1963(昭和38)年に感染症および食中毒防止対策の一環として健康保菌者検査事業が開始され、2005(平成17)年までに延べ約900万人の健康保菌者検査を実施した。

サルモネラ属菌の陽性率は、開始当初から0.1%台を推移していたが、1993年に児童生徒の健康保菌者検査が廃止され、検査対象が食品取扱者だけとなった後は0.03~0.06%台を推移している。また、1996年から開始した腸管出血性大腸菌O157検査は、10年間で延べ36万人検査し、平均陽性率は0.01%であった。検出率は、一時期0.2%あったものが2005年度には0.003%にまで減少した(表1)。検出率の減少原因としては、O157感染防止対策が功を奏してきたこと、食品取扱者の衛生意識が向上したことがあげられる。腸管出血性大腸菌検査については現在はO157だけであるが、今後は発症例の多いO26が検査に組み入れられる可能性がある。

表2には、サルモネラ属菌・赤痢菌および腸管出血性大腸菌O157の2005年度検出状況を示した。サルモネラ属菌・赤痢菌検査数は58,288件で、サルモネラ属菌の陽性数は20件(陽性率0.03%)、赤痢菌は0件であった。月別にみると、食中毒多発シーズンである7

表1 サルモネラ属菌、赤痢菌および腸管出血性大腸菌O157の検出状況

年 度	(1963~2005年度)								
	サルモネラ属菌		サルモネラ属菌		赤 痢 菌		腸管出血性大腸菌 O157		
	赤痢菌	検査数	陽性数	%	陽性数	%	検査数	陽性数	%
1963~65		148,342			97	0.0654			
1966~70		1,258,806	1,337	0.11	170	0.0135			
1971~75		1,717,757	2,141	0.12	14	0.0008			
1976~80		1,632,829	3,044	0.19	8	0.0005			
1981~85		1,576,618	2,003	0.13	3	0.0002			
1986~90		1,307,209	1,275	0.10	1	0.0001			
1991~95		666,875	534	0.10	0				
1996		87,777	23	0.03	0		7,184	0	
1997		106,568	38	0.04	0		47,053	6	0.013
1998		115,234	68	0.06	0		52,108	11	0.021
1999		110,077	56	0.05	0		47,118	10	0.021
2000		115,360	36	0.03	0		48,563	6	0.012
2001		88,318	35	0.03	0		34,718	2	0.006
2002		82,039	30	0.04	0		35,218	7	0.020
2003		67,146	29	0.04	0		36,836	4	0.011
2004		60,861	20	0.03	0		30,261	3	0.010
2005		58,288	20	0.03	0		29,098	1	0.003
合 計		9,200,104 (9,051,702)	10,689	0.12	293	0.0032	368,157	50	0.010

()内は、サルモネラ属菌検査数
サルモネラ属菌の検査は、1966年より開始した。
腸管出血性大腸菌O157検査は、1996年より開始した。

表2 サルモネラ属菌・赤痢菌および腸管出血性大腸菌O157の月別検出状況

月	(2005年度)					
	サルモネラ属菌※			腸管出血性大腸菌 O157		
	検査数	陽性数	%	検査数	陽性数	%
4月	4,669	3	0.06	1,576	0	
5月	4,886	1	0.02	2,265	0	
6月	5,538	0	0.00	3,950	0	
7月	5,516	3	0.05	3,175	1	0.031
8月	6,046	4	0.07	4,049	0	
9月	5,307	3	0.06	3,175	0	
10月	4,851	1	0.02	2,065	0	
11月	4,298	0	0.00	1,743	0	
12月	4,735	2	0.04	2,082	0	
1月	3,889	2	0.05	1,604	0	
2月	4,255	1	0.02	1,615	0	
3月	4,298	0	0.00	1,799	0	
合 計	58,288	20	0.03	29,098	1	0.003

※赤痢菌は検出されなかった

月(0.05%), 8月(0.07%), 9月(0.06%)が他の月に比べ多い傾向が認められた。

水質検査の実施状況

[1] 登録更新

2005年6月東京都におけるビル管法(建築物衛生法施行規則)に基づく飲料水水質検査機関の再登録を申請した。書類審査および現場検査により登録機関としての適正性を検査され、受理された[建築物飲料水水質検査登録機関:東京都56水第318号]。なお、登録有効期間は6年である。

また、2005年12月水道水質検査機関のみなし登録からの登録更新の申請書類を提出した。登録基準適合の確認のための実地調査の有無および時期は未定である。なお、みなし登録の有効期限は2007年3月、登録有効期間は3年間である。

さらに、2006年1月簡易専用水道検査機関のみなし登録からの登録更新の申請書類を提出した。登録基準適合の確認のための実地調査の有無および時期は未定である。なお、みなし登録の有効期限は2007年3月。登録有効期間は3年間である。

[2] 水質検査成績

水質検査の実施状況を表3に示した。2005年度の

実施件数は、昨年とほぼ同様であった。(前年比:99%)

水道水の検査は、精密検査:135件、定期検査:5,144件、計:5,279件であった。定期検査の不適合件数は77件(1.5%)であり、不適合の主な要因は色度の基準値超過、一般生菌数の基準値超過および大腸菌の検出であった。

井戸水の飲料適否検査は196件、プール水の検査は626件であった。井戸水の飲料適否検査の不適合件数は63件(32.1%)であり、不適合の主な要因は水道水の定期検査と同様であった。

今年度は、12年ぶりの大幅な改正水質基準の施行から1年間の経過措置を経た2年目となる。東京都予防医学協会(以下「本会」)では水質基準の全面的な見直しを受け水道法に基づく適正な水質検査を実施するため、新規に以下の分析機器を整備し(表4)、あわせて精度管理体制の拡充を図ってきた。水質検査機関が指定制から登録制へと改正され新たな業者が参入するなか、一定の実績を保持できたことは、本会が水質検査の専門機関として高く評価されていることの現れと考える。

表3 年度別水質検査実施状況

年度	水道水		井戸水 (飲用適否)	プール水	水質検査 無判定	項目検査 定量	合計
	精密検査	定期検査					
1999	189	6,447	115	889	171	2,348	11,066
2000	164	6,635	85	937	62	2,764	11,661
2001	156	6,347	126	963	242	4,142	12,970
2002	149	6,098	143	834	300	6,587	15,295
2003	146	6,577	223	886	347	4,576	12,755
2004	141	5,508	185	671	296	4,234	11,035
2005	135	5,144	196	626	305	4,562	10,968

表4 新規整備分析機器および対象項目

機器名	対象となる水質基準項目
誘導結合プラズマ-質量分析装置	カドミウム、セレン、鉛、ヒ素、6価クロム、ホウ素、亜鉛、アルミニウム、銅、マンガン、アンチモン*、ウラン*、ニッケル*
ポストカラム-イオンクロマトグラフ	シアン化合物イオン及びシアン、臭素酸
全有機炭素計	有機物(全有機炭素の量)

*:水質管理目標設定項目

簡易専用水道検査実施状況

簡易専用水道検査の実施状況を表5に示した。2005年度の実施件数は1,592件であり(前年比:94%),昨年度に引き続いての減少となった。簡易専用水道検査機関が指定制から登録制へと改正され新たな業者が参入し価格競争が激化していることが一因と思われる。

検査施設のうち、水道法34条の対象である受水槽有効容量が10m³を超える施設の検査結果は表6のとおりであった。検査施設の69%で検査事項が判定基準を満たしておらず、受水槽の周囲の状態(41%),受水槽マンホールの状態(13%),高置水槽の周囲の状態(12%)および書類の整備保存の状態(27%)で不適となる施設が多かった。不適施設については建築物の構造上やむをえないケースもあり、十分留意して衛生管理を行い事故の発生を防ぐように助言している。

表5 簡易専用水道検査の実施状況

(1979~2005年度)				
年度	検査施設 総数	20m ³ 以上	20~10m ³	10m ³ 以下 (小規模)
1979	203			
1980	399			
1981	500			
1982	541			
1983	559			
1984	556			
1985	609			
1986	668			
1987	1,098			
1988	1,240			
1989	1,241			
1990	1,345			
1991	1,357			
1992	1,383			
1993	1,542			
1994	1,609	746	817	46
1995	1,611	717	850	44
1996	1,690	772	852	66
1997	1,696	755	865	76
1998	1,716	758	884	74
1999	1,731	771	880	80
2000	1,798	779	930	89
2001	1,829	806	929	94
2002	1,736	750	913	73
2003	1,782	793	889	100
2004	1,692	757	854	81
2005	1,592	751	795	46
合計	33,677	9,129	10,458	895

検査対象受水槽容量

1979~1985年:20m³以上

1996~1993年:10m³以上

1994~現在:20m³以上,20~10m³,10m³以下に分類

なお、特に衛生上問題があるため保健所に報告するよう本会から助言をした施設はなかった。

レジオネラ属菌検査の実施状況

[1] レジオネラ症防止対策の動向

厚生労働省は、2003年2月に地方自治法第245条の4第1項に基づく技術的助言として「公衆浴場における衛生等管理要領等の改正」を通知し、レジオネラ症防止対策の条例化を促した。これに伴い、各自治体では公衆浴場および旅館業における衛生管理要領を改正し、レジオネラ症発生防止対策の条例化を始めている。東京都では、公衆浴場および旅館業について、維持管理基準と構造設備基準を規定する条例改正を行い、2003年4月より施行した。その中で、循環式浴槽については、レジオネラ属菌検査を1年に1回以上実施することを義務づけた。

[2] レジオネラ属菌検査の実施状況

本会では、レジオネラ症発生防止対策の一環とし

表6 検査事項別不適件数

実施件数(小規模を除く)	1,546	
不適合件数	1,065	
受水槽	水槽の周囲の状態	629
	水槽本体の状態	98
	水槽上部の状態	183
	水槽内部の状態	160
	水槽マンホールの状態	205
	水槽オーバーホール管の状態	17
	水槽通気管の状態	34
	水槽水抜管の状態	0
高置水槽	水槽の周囲の状態	181
	水槽本体の状態	48
	水槽上部の状態	4
	水槽内部の状態	58
	水槽マンホールの状態	63
	水槽オーバーホール管の状態	23
	水槽通気管の状態	54
	水槽水抜管の状態	0
給水管の状態		12
水質検査	臭気	0
	味	0
	色	0
	色度	0
	濁度	0
	残留塩素	0
書類の整理および保存の状態		420
その他		23

て、1996年からレジオネラ属菌の検査を実施している。

表7は、各種生活環境水からのレジオネラ属菌の検出状況を年度別に示したものである。

10年間の総検査数は30,819件で検出率は19.7%であった。検出率を施設別にみると、冷却水が39.6%と最も高く、次いで温泉浴槽水の30.5%、浴槽水の16.3%の順であった。

浴槽水と冷却水の年次別検出率の推移についてみると、浴槽水は、2000年度に30%台であったものが2005年度には9.3%としっかりした減少傾向が認められた。また、冷却水についても昨年度当たりから減少傾向が認められ始めた。これは各自治体によるレジオネラ症防止対策の指導の徹底と当該事業施設に

おける責任体制の具体化が進んだ表れと思われる。

食品検査の実施状況

2003年の食品安全基本法の施行により、食品健康影響評価を行う食品安全委員会が設置された。また、同時に行われた食品衛生法改正では、残留農薬等のポジティブリスト制度や総合衛生管理製造過程認証制度における更新制度が導入された。これらは食の安全をより高レベルにするための施策であり、そのためにリスクを評価・予防し、安全を確認するなど具体的な手段として検査が重要なポジションを占めることは明らかである。今後は、検査機関に対する期待が益々高まるものと思われる。

表7 各種生活環境水からのレジオネラ属菌の検出状況

(1996～2005年度)									
	冷却水	浴槽水	温泉浴槽水	給湯水	水道水	プール水	井戸水	その他	合計
年度	検査数 (%)	検査数 (%)	検査数 (%)	検査数 (%)	検査数 (%)	検査数 (%)	検査数 (%)	検査数 (%)	検査数 (%)
1996	114 (51.8)	145 (80.7)		20 (0.0)	55 (1.8)	5 (40.0)	2	6 (50.0)	347 (52.4)
1997	209 (67.5)	126 (70.6)		156 (3.8)	20 (40.0)	3 (33.3)	5 (20.0)	4	523 (47.0)
1998	51 (11.8)	59 (28.8)		151 (1.3)	34 (8.8)	0	4	5	304 (9.2)
1999	101 (34.7)	112 (61.6)	1 (100.0)	178 (4.5)	13	124	4	9 (11.1)	542 (21.0)
2000	374 (36.9)	772 (32.0)	43 (32.6)	200 (2.0)	29 (3.4)	25 (20.0)	26 (7.7)	45 (4.4)	1,514 (27.3)
2001	427 (45.9)	1,512 (26.5)	136 (52.2)	223 (4.0)	49 (2.0)	58 (5.2)	9	53 (3.8)	2,467 (27.7)
2002	664 (44.3)	3,014 (20.9)	1,428 (35.2)	299 (5.7)	30 (3.3)	87 (4.6)	12	63 (20.6)	5,597 (26.1)
2003	909 (43.3)	5,176 (14.2)	513 (22.6)	364 (7.7)	69 (2.9)	156 (4.5)	29	58 (15.5)	7,274 (17.7)
2004	752 (33.4)	4,530 (11.4)	493 (25.6)	212 (2.4)	25 (4.0)	119 (4.2)	8	51 (21.6)	6,190 (14.8)
2005	868 (29.3)	4,392 (9.3)	312 (19.9)	207 (4.3)	24 (0.0)	173 (0.0)	5	80 (7.5)	6,061 (12.2)
合計	4,469 (39.6)	19,838 ()	2,926 (30.5)	2,010 (4.4)	348 (5.2)	750 (3.6)	104 (2.9)	374 (12.6)	30,819 (19.7)

()内は検出率%

表8 食品衛生自主検査実施状況

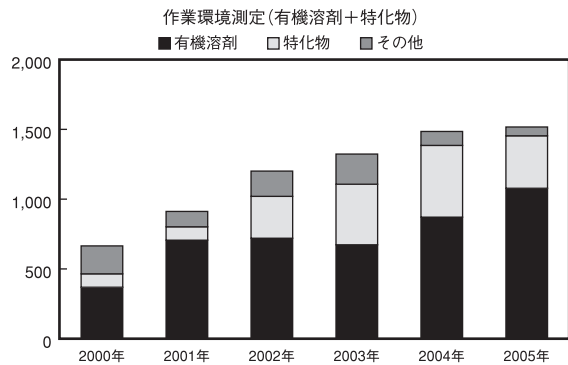
(2005年度)														
検査区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	
細菌検査	食品・食料	55	8	22	41	97	25	23	22	10	8	60	23	394
	環境(空中落下細菌)													0
	店舗衛生チェック			20										20
小計	55	8	42	41	97	25	23	22	10	8	60	23	414	
理化学検査	栄養分析	3			1	34	1			1		3		45
	食品添加物		6	1		34		2		1	6	4		54
	変質試験	2										2		4
	容器包装													0
	有害金属試験			1		34	1							36
	残留農薬分析							1		13	15	9	2	40
	残留抗生剤			1										1
その他			1					17	12				30	
小計	5	9	1	1	102	2	23	25	17	15	11	0	211	
総合計	60	17	43	42	199	27	46	47	27	23	71	23	625	

2005年度の食品衛生検査実施状況を表8に示した。

登録検査機関として命令検査等の製品検査実績はなかった。本会における食品衛生検査は、すべて食品製造業者等による依頼検査に分類される。内訳は、細菌検査が414件、理化学検査が211件で合計625件であった。食品検査実績数を前年、前々年と比べると、2005年度実績(816件)からは76.6%減少し、2004年度実績(1,702件)からは実に36.7%の激減であった。特に微生物学的検査において大幅な減少が認められた。検査数減少の原因としては、本会の事業方針や検査価格の低額化により同業他機関に対する競争力の低下等が挙げられる。

食品の安全性を問う声が増え強くなる中、食品衛生登録検査機関である本会としては、より高い検査精度をもって食品衛生向上のお手伝いをしていくことが社会のニーズに応えることと思われる。

図1 作業環境測定の実施状況



作業環境測定の実施状況

作業環境測定の検査区分毎の実施状況を図1に示した。2005年度の実施件数は1,517件であり(前年比:102%),引き続きの微増となった。昨年度本会では、成績書の書式を改定する等、なおざりにされがちな作業環境管理の重要性を事業者に認識していただく努力を重ねてきた。今後も作業環境測定を通して職場の健康管理に貢献していきたい。

(文責 市瀬 正之 世良 保美)

食品製造におけるカビ汚染防止対策

諸 角 聖

東京都予防医学協会学術委員

はじめに

食品製造施設において微生物汚染防止対策を考える場合、まずその食品に危害をおよぼす菌を特定し、次にその微生物の汚染原因についての調査を実施する。さらに、この調査結果に基づいて汚染原因・汚染個所を割り出し、適切な汚染防止処置を施す。また、中間製品や施設内の管理ポイントを定め、管理基準を設定する。それらの部分を的確な検査法によりチェックし、定期的に品質を確認するという手順をとるのが一般的な手段であろう。しかし、このようにして構築した汚染防止対策は、同じ種類の食品を製造している施設であってもそれぞれ違ったものになることが多い。その理由の第一は、同種の食品でも原料、製造環境、工程、作業員、包装材料などが異なり、それに伴って汚染原因が相違するため。第二に、製品の成分、水分、pHなどの影響で生育可能な菌種もそれぞれ異なるためである。

食品の安全性を確保し、微生物による危害を防止するには、汚染微生物のすべてを対象に対策を講じる必要がある。しかし、カビの生理活性や汚染経路は細菌と若干の相違がみられ、危害を受けやすい食品の種類や防除手段も細菌の場合とはやや異なる。ここでは、これまでの調査結果をもとに、食品製造環境においてカビ汚染防止と製品の品質を維持するために考慮すべき留意点を概説する。

1. 加工食品に危害をおよぼすカビの特定

カビの生育は肉眼で容易に識別可能であることか

ら、食品に生えた場合には苦情(クレーム)の原因になりやすい。しかし、カビの生育した製品や苦情品は食品製造業においては自社製品に危害をおよぼすカビを知るための絶好の試料となる。これら苦情品の調査と、製品の保存試験で生育してくるカビの種類とそれに伴って起こる食品の変化などを調べることが危害菌の特定に有効な方法といえる。

一方、実際に著者らが1987(昭和62)年から2002(平成14)年までの16年間に取り扱った苦情事例562事例の検査結果¹⁾では、食品の種類と原因菌との間にはある程度の相関性が認められている(表1)。たとえば、菓子類や惣菜・佃煮類などのやや水分活性の低い食品では*Eurotium*や*Wallemia*などの好乾菌(やや乾燥した環境条件を好む菌)および*Cladosporium*などのカビの発生が、清涼飲料水では*Penicillium*、*Cladosporium*および*Aureobasidium*の発生例が多い。このように、食品の種類ごとに危害をおよぼす菌をある程度推定することも可能である。

2. カビ汚染源と汚染経路

加工食品におけるカビ汚染経路の調査では、その食品の製造工程中の各サンプル、製造機器や作業員手指の拭き取り材料、作業場内の落下菌などが対象となる。

表2に示した著者らの加工食品を対象にしたカビ汚染源調査の結果²⁾では、カビの汚染原因は食品の種類毎である程度の共通性がみられ、①加熱工程の無い食品では原料の1次汚染がそのまま、あるいは加工

中の2次汚染によりさらに増幅されて製品に移行する場合と、②加工工程中の加熱工程で1次汚染菌は死滅し、加熱後に落下菌、作業員手指、副原料、機器などにより汚染される場合とに大別できた。

特に、カビ汚染レベルの高い小麦粉、香辛料などの原料の飛散が工場内の落下菌数の増加を招き、製品のカビ汚染原因となった例も少なくない。また、生鮮魚介類、野菜、ナチュラルチーズ、生アンなどの汚染が調理器具や作業員手指を介して汚染した例や菓子類に使用されるクリーム類や果実類などの副原料に由来する微生物が製品のカビ発生や臭気発生原因となった例も認められた。また、このほかに冷却水、ベルトコンベアー、裁断用カッターの刃の汚染などが製品の汚染源となっている。なお、コナダ

ニなどの食品害虫もカビを伝播し³⁾、汚染源となることが実験的に明らかにされている。

3. 食品取り扱い施設におけるカビ汚染防止対策

〔1〕製造施設における留意点

食品製造施設の構造面や管理面での基本的な留意点として①建築物内部に外部の汚染が侵入しない構造、②建築物内部で汚染が起こらないこと、③汚染が発生または持ち込まれた場合、それが建物内の他の部分に拡散しないこと、④それが速やかに排除されること、の4項目があげられる⁴⁾。

具体的には、原料を取り扱う汚染作業区域とそれ以外の区域を区画し、清浄区域を陽圧にする。内装は発塵性が少なく、塵埃や汚染が付着しにくいこと、

清掃が容易で防水、耐水性に富み、消毒しても劣化しにくいことなどが要求される。また、工場内の高温・過湿を招きカビ発生の原因となる熱源上へのフード付き局所排気装置の設置。エアコン・フィルターの定期的な洗浄・交換。製造機器および器具器材の除菌を兼ねた洗浄も必須となる⁵⁾。

表1 苦情食品の内訳と原因となったカビ・酵母(属名で記載)

大分類	事例数	小分類	事例数	主要起因菌(事例数)
菓子	184	和洋菓子	99	<i>Cladosporium</i> (37), <i>Wallemia</i> (32), <i>Penicillium</i> (27) <i>Cladosporium</i> (30), <i>Penicillium</i> (22), <i>Eurotium</i> (18)
嗜好飲料	144	茶飲料	53	<i>Cladosporium</i> (25), <i>Penicillium</i> (11), <i>Aspergillus</i> (3)
		ミネラルウォーター	35	<i>Penicillium</i> (10), <i>Acremonium</i> (4), <i>Cladosporium</i> (3)
		ジュース	27	<i>Penicillium</i> (10), <i>Cladosporium</i> (9), <i>Aureobasidium</i> (3)
		炭酸飲料	11	<i>Candida</i> (3), <i>Penicillium</i> (2), <i>Cladosporium</i> (1)
		その他	10	<i>Penicillium</i> (3), <i>Aureobasidium</i> (2), <i>Cladosporium</i> (1)
穀類	59	アルコール飲料	5	<i>Penicillium</i> (3), <i>Phoma</i> (1), <i>Cladosporium</i> (1)
		コーヒ	3	<i>Aspergillus</i> (1), <i>Cladosporium</i> (1), <i>Monilia</i> (1)
		米	20	<i>Penicillium</i> (9), <i>Eurotium</i> (7), <i>Aspergillus</i> (7)
		パン類	12	<i>Aspergillus</i> (7), <i>Penicillium</i> (3), <i>Pichia</i> (1)
		麺類	8	<i>Penicillium</i> (3), <i>Cladosporium</i> (2), <i>Arthrinium</i> (1)
水産物	40	米飯	7	<i>Penicillium</i> (3), 死菌(5: <i>Penicillium</i> , <i>Cladosporium</i>)
		モチ	7	<i>Cladosporium</i> (4), <i>Aspergillus</i> (2)
		寿司	5	<i>Hanseniaspora</i> (2), <i>Candida</i> (2), Other yeast (1)
		乾燥品	11	<i>Eurotium</i> (7), <i>Penicillium</i> (2), <i>Wallemia</i> (2)
		練り製品	10	<i>Penicillium</i> (6), <i>Cladosporium</i> (4), <i>Alternaria</i> (2)
野菜類	22	鮮魚	4	<i>Cladosporium</i> (1), <i>Eurotium</i> (1), <i>Mucor</i> (1), <i>Candida</i> (1)
		煮漬	3	<i>Penicillium</i> (1), <i>Eurotium</i> (1), <i>Pichia</i> (1)
		その他	3	<i>Candida</i> (2), <i>Aureobasidium</i> (1), <i>Phoma</i> (1)
		乾燥品	9	<i>Penicillium</i> (7), <i>Aspergillus</i> (1), <i>Pichia</i> (1)
		ジュース類	11	<i>Penicillium</i> (7), <i>Aspergillus</i> (1), <i>Alternaria</i> (1)
果物類	33	加工野菜	10	<i>Candida</i> (4), <i>Penicillium</i> (3), <i>Cladosporium</i> (1)
		野菜	1	<i>Alternaria</i> (1)
		乾燥品	15	<i>Penicillium</i> (6), <i>Aspergillus</i> (4), <i>Wallemia</i> (2)
		ジャム	11	<i>Aspergillus</i> (2), <i>Penicillium</i> (2), <i>Eurotium</i> (2)
		生のもの	5	<i>Penicillium</i> (2), <i>Fusarium</i> (1), <i>Botrytis</i> (1)
乳製品	19	シロップ漬	2	<i>Penicillium</i> (2)
		チーズ	11	<i>Penicillium</i> (5), <i>Cladosporium</i> (5), <i>Aspergillus</i> (1)
		ヨーグルト	8	<i>Penicillium</i> (3), <i>Cladosporium</i> (2), <i>Candida</i> (2)
		総菜類	8	<i>Penicillium</i> (3), <i>Cladosporium</i> (3), <i>Rhizopus</i> (2)
		パイ・トースト類	6	<i>Penicillium</i> (3), <i>Cladosporium</i> (3), <i>Wallemia</i> (1)
複合調理食品	18	スープ・その他	4	<i>Penicillium</i> (2), <i>Cladosporium</i> (2), <i>Alternaria</i> (1)
		煮豆	6	<i>Penicillium</i> (4), <i>Candida</i> (2)
		豆腐	5	<i>Cladosporium</i> (3), <i>Penicillium</i> (2), <i>Hanseniaspora</i> (1)
		スナック等	2	死菌(2: <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i>)
		味噌	1	<i>Issatchenkia</i> (1)
肉・卵	11	加工品	9	<i>Penicillium</i> (3), <i>Cladosporium</i> (2), <i>Rhodotorula</i> (1)
		肉	1	<i>Rhodotorula</i> (1)
		卵	1	<i>Cladosporium</i> (1)
		芋類	9	<i>Wallemia</i> (6), <i>Eurotium</i> (6), <i>Cladosporium</i> (5)
		調味料	8	<i>Penicillium</i> (4), Other fungi (2)
その他	1	キノコ抽出物	1	<i>Penicillium</i> (1)

表2 各種食品の製造工程におけるカビ汚染原因

食品名	汚染原因
加熱工程の存在する食品:	
チーズケーキ	落下菌
栗まんじゅう	落下菌
桃山	落下菌, 作業員手指
煮豆	落下菌, 作業員手指, 副原料
煎茶	配合時の落下菌, 機器の汚染
パウンドケーキ	落下菌, 作業台の汚染
ウインナーソーセージ	落下菌, 作業台の汚染
バウムクーヘン	落下菌, カッター刃
ドイツパン	作業員手指, スライサー刃
ロールカステラ	カッター刃
佃煮	器具, 作業員手指
ゆで麺	冷却用ボール, 計量用ボール
フルーツ砂糖煮	製造器具
生あん	さらし水
スポンジケーキ	クリームの汚染
冷凍ピラフ	作業員手指, 製造機器
加熱工程の無い食品:	
小麦粉	原料粒
ソバ粉	原料粒
冷凍ハンバーグ	原料
冷凍コロッケ*	原料
冷凍ピザ*	チーズカッター, トレー
ラムネ	分注機ノズル
サワー	分注機, 洗ビン不良

*: 副原料が非加熱の食品

施設内に発生するカビは落下菌の著しい増加を招く。壁面などに発生したカビを取り除くにはアルコールおよび次亜塩素酸の使用が一般的である。著者らもこれらについて殺菌効果を検討し、表面のカビには殺菌効果を示すが、その効果は深部にまで入り込んだカビには及ばないこと、カビ発生部分の殺菌に必要な次亜塩素酸濃度は漂白効果までを考慮しても1%程度で十分であることを確認した⁶⁾。

[2] 作業上の問題点

食品の微生物汚染を防止するには施設面と作業環境の衛生管理だけでなく、従業員による衛生的な作業をはじめ、原材料、半製品および製品の適切な取り扱いと品質チェックが不可欠である。作業員手指などを介した人為的な汚染を防止するには衛生教育が不可欠であり、作業員自身の健康管理にも注意を払わせる必要がある。また、製品や施設内の衛生状態を定期的にチェックし、記録を残しておくことも大事である。

[3] 殺菌処理

対象は製品に限らず、製品の微生物汚染の減少につながる原料や器具器材、包装容器などである。食品に付着したカビを殺す方法としては、湿熱、乾熱、マイクロ波、遠赤外線などによる加熱殺菌、放射線、紫外線などの冷殺菌、オゾンや次亜塩素酸などによる化学的殺菌など、多種多様な方法が知られている。食品への適用に際しては殺菌方法の特性と殺菌対象となる食品や器材の性質を十分考慮する必要がある。

加熱についてみた場合、カビの無性胞子は通常60℃以上の温度では数分で死滅する。しかし、カビの菌塊や菌核が混入した場合は通常の加熱調理後も生残する場合があるため注意が必要である⁷⁾ (表3)。また、食品成分も殺菌効果に影響し、タンパクや油分に富んだ食品中では微生物の耐熱性は高まる。したがって、製品の殺菌条件は実際に製品での殺菌効果を確認したうえで設定する必要がある。

4. 保管および流通時におけるカビ汚染防止対策

食品に付着したカビや細菌を増やさないためには、食品製造後から食べるまでに時間をおかないことである。しかし、大量生産された食品では消費されるまでの間の時間経過がつきものであり、その間の微生物の増殖防止対策が不可欠となる。カビの増殖は主に食品成分、水分活性、温度、酸素、pHなどの因子に影響されるため、カビの増殖を防止または抑制するには、この内のいずれかをカビの生育できない条件にしなければならない。以下に、各因子のカビへの作用を概説する。

食品成分：香辛料などの中にはその成分中に抗菌性物質を含み(表4)、カビなどの全く生育しないものも存在する⁸⁾。しかし、多くの食品はその成分中に様々な養分を含み、それが微生物の栄養源にな

表3 真菌胞子の耐熱性

菌種	胞子	熱死滅条件	
		温度(℃)	D値(分)
<i>Aspergillus niger</i> (アスペルギルス・ニガー)	分生子	50	4
〃	〃	47.4	60.3
<i>A.fumigatus</i> (アスペルギルス・フミガタス)	分生子	63	2.6
<i>Penicillium thomii</i> (ペニシリウム・トミー)	分生子	60	2.5
<i>A.flavus</i> (アスペルギルス・フラバス)	〃	55	3.1~28.8
<i>A.parasiticus</i> (アスペルギルス・パラシチカス)	〃	55	6.3~8.4
<i>Eurotium chevalieri</i> (ユーロチウム・セバリエリ)	子のう胞子	65	50
〃	〃	80	3.3
<i>A.fisheri</i> var. <i>glaber</i> (アスペルギルス・フィシエリ)	分生子	80	10*
〃	子のう胞子	100	10*
<i>Xeromyces bisporus</i> (ゼロミセス・ビスポルス)	〃	80	2.7~3.6
<i>Byssosclamyces fulva</i> (ビソクラミス・フルバ)	〃	88	4.8~11.3
〃	〃	93~100	1*
<i>B.nivea</i> (ビソクラミス・ニベア)	〃	90	4~47
<i>Humicola fuscoatra</i> (フミコラ・フスコアトラ)	厚膜胞子	80	108
<i>Catenularia</i> sp. (カテヌラリア)	分生子	60	5*
<i>Penicillium</i> sp. (ペニシリウム)	子のう胞子	82.2	9.7*
〃	菌核	82.2	1000*
<i>Fusarium solani</i> (フザリウム・ソラニ)	分生子	50	4.07

注 * 死滅時間

表4 抗菌物質を含む食品の特徴と有効成分

食品名	芳香	味			有効成分
		辛味	苦味	甘味	
オールスパイス	◎	○	○		精油 (オイゲノール)
アニス	◎				〃 (アネトール)
キャラウェイ	◎		○		〃
カルダモン	◎		○		〃
ガーリック	△	○			〃
クローブ	◎	○			〃 (オイゲノール)
コショウ	◎				〃 (ヒペリン, 揮発成分)
シナモン	◎	○		○	〃 (シンナムアルデヒド)
タイム	○		○		〃 (チモール)
マスタード	◎				〃 (イソチオシアン酸アリル)
オニオン	○	○		○	チオプロバノール
コーヒー					カフェイン
柑橘類	◎				テルペン, 精油(シトラール)

注 * 死滅時間

る。他方、各種保存料をはじめ、アルコール、有機酸、一定濃度以上の塩類や砂糖などの添加はカビの生育を遅らせ、日持ちを延長させる効果が期待できるが、生育を完全に阻止することは困難である。

水分活性：カビは細菌に比べ低い水分活性で生育可能であり、菌種によっては0.7レベルの低い水分活性(相対湿度70%に相当)まで生育する⁹⁾(表5)。生鮮食品など水分活性の高い食品では細菌が優勢となり、比較的乾燥した半生菓子や佃煮類にしばしばカビが発生するのはこのためである。しかし、0.65以下の水分活性の食品では微生物は生育できないため、乾燥は最も手軽で効果的な保存方法といえる。また、カビの生育できない水分活性の食品であっても周囲の温度変化にともなって結露が生じると、そこでカビが発生するため注意が必要である。

これまでに著者が扱った苦情食品の検査結果、各種食品のカビ汚染実態調査結果、および苦情例の多い半生菓子の保存試験結果(図1)からみて、カビの発生は汚染菌数より食品の水分活性に大きく影響されることがわかる。なお、カビの生育可能な水分活性の範囲は一定でなく、食品成分、温度、pH、酸素分圧に影響されるため、これらの条件を組み合わせることによりカビを抑制することも可能であろう。

温度：一般のカビの生育に適した温度は15から30℃で、菌種ごとで異なるが、それ以上あるいは以下の温度での増殖速度は急激に遅くなる。しかし、*Penicillium*や*Cladosporium*など食品から高頻度に検出されるカビの多くが、5℃で7日以内に識別可能な集落を形成する¹⁰⁾ことから、冷蔵条件のみでカビを制御することは困難である。

酸素：大部分のカビは好気的な条件でないと増殖することができない。この性格を利用した脱酸素剤、ガス置換法や真空包

装が効果的なカビ汚染防止法として活用されている。しかし、著者らの調査でも包材のピンホールや溶封不良、商品流通が長期に及んだことによる事故が多く認められたことから、事故防止には酸素透過性の低い包材の使用と厳重な工程管理が要求される。なお、酵母は微量の酸素量で生育可能なため、この方法での防止は難しい。

pH：カビや酵母の代謝活性は周囲のpH環境により直接影響される。カビの生育に最適なpHは4~6の範囲のものが多い。生育限界は一般にpH3.0から9.0の範囲であるが、*Moniliella*など、菌種によってはpH3程度の低い条件でも旺盛な生育を示し、ソース、マヨネーズ、食酢などの変質の原因になることが知られている¹¹⁾。

図1 25℃で7日間培養後の和・洋菓子におけるカビ集落発生状況

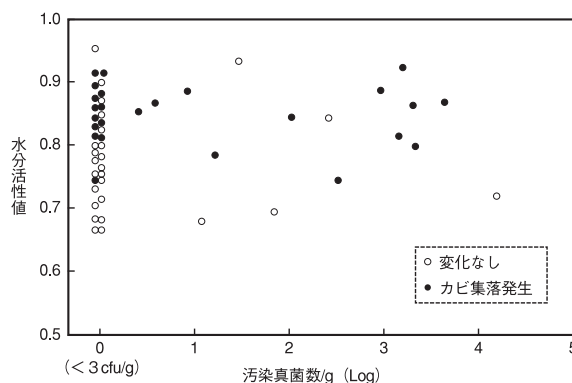


表5 食品の水分活性の一例と生育可能な微生物

水分活性(最低Aw)	食品	生育可能な微生物
0.95	40%の蔗糖または7%の食塩を含む食品 ハムなどの食肉製品、アジの開き、食パンの内部	↑ グラム陰性桿菌, ボツリヌス菌, リゾプス, ムコール
0.91	55%の蔗糖または12%の食塩を含む食品 塩たたらこ, ドライハム, チーズ, 塩サケ, スポンジケーキ	↑ 球菌, バチルス, 乳酸菌, クラドスポリウム, アルタナリア, 酵母
0.87	65%の蔗糖または15%の食塩を含む食品 シラス干し, 長期熟成チーズなど	
0.80	ジャム, ママレード, フルーツケーキ, 一部の穀粒, イカ塩辛など	↑ アスペルギルス, ペニシリウム
0.75	26%の食塩を含む食品, ジャム, 半生菓子	↑ フレミア セビ
0.70	穀粒, ハチミツなど	↑ ユーロチウムなどの好乾菌
0.65		↑ 好浸透圧酵母, 好乾菌
0.60	ドライフルーツ, キャラメル	微生物は成育できない

おわりに

加工食品は、その種類ごとで成分や製造方法が異なるため、製品の特性もそれぞれ異なることはいうまでもない。食品を汚染した微生物による危害を防止するための基本対策としては、「汚染防止」、「増殖防止」および「殺菌処理」、すなわち食中毒予防の3原則と言われるものがそのまま当てはまる。したがって、対象となる食品の特性を考慮し、この3つの方法のいずれか、あるいは相互に組み合わせることが適切な防除対策の構築につながる。

とはいえ、製品の味や食感などを考えた場合、一つの手段で食品を汚染している微生物を制御することには無理がある。温度、水分活性、pH、保存料および拮抗的な微生物など、微生物の生育に対して影響をおよぼす種々の要素を複合的に組み合わせ、それぞれの使用条件はできるだけ緩やかに抑えることにより、食品の保存効果を総合的に高め、食中毒などの発生を防止する手法が採用されるようになってきた。この方法は、ハードルテクノロジーとよばれ、栄養価や風味などを損なわずに、安定で高品質な食品を保証しようという目的で各国において応用されており、すでにその有効性が明らかにされている。しかし、汚染菌量が多く、しかも変質あるいは腐敗しやすい食品に対しては当然高いハードルが要求され、緩やかな抑制だけで微生物を制御する事は難しくなる。したがって、このような手法を応用した場合であっても、製造時の厳重な微生物汚染防止対策が求められることはいうまでもない。

参考文献

- 1) 藤川 浩, 和宇慶朝昭, 諸角 聖: 日本食品微生物学会雑誌, 22 (1), 24-28, 2005
- 2) 東京都衛生局: 各種食品におけるカビおよびカビ毒汚染防止対策に関する調査研究実施結果(資料編), 東京都衛生局, 1989
- 3) 諸角 聖, 吉川 翠, 和宇慶朝昭, 一言 広: 食品と微生物, 4, 133~141, 1987
- 4) 諸角 聖: 防菌防黴誌, 25, 355-361, 1997
- 5) 吉良泰成・今川昌裕: フードケミカル, '87-3, 46~56, 1987
- 6) 氏家昌行・長谷川 誓, 岡本 明, 諸角 聖, 一言 広: 防菌防黴, 17, 473~, 1989
- 7) 芝崎 勲: 防菌防黴誌, 13, 569-580, 1985
- 8) Morozumi, S., Wauke, T., Kudoh, Y. and Hitokoto, H.: Mycotoxins and Phycotoxins '88, (Natori, S., Hashimoto, K and Ueno, Y.) 155~160. Elsevier Science Publ., Amsterdam, 1989
- 9) Corry, E.J.: Food and Beverage Mycology, Beu-chat, L.R.ed., 45-82, 1978, Avi Publishing Co., Coneticut.
- 10) 諸角 聖: 食品のストレス環境と微生物, その挙動・制御と検出, サイエンスフォーラム, 東京, p.78-82, 2004
- 11) 栗生武良, 駒形和男, 光木浩司: 食衛誌, 12, 26-32, 1971