

冷蔵庫内のカビの発生について ～保存野菜を主として～

西山 邦隆*・山田和歌子*

Fungal Contamination in a Refrigerator
～ about Vegetables Storing ～

Kunitaka NISHIYAMA*・Wakako YAMADA*

Key words : 冷蔵庫	refrigerator
カビ	mold
予防対策	prevention control

はじめに

冷蔵・冷凍庫は食品を凍結状態、あるいは低温に保持して、食品を変質させる酵素の活性や微生物の発育を抑制し、ある程度の期間食品本来の衛生品質を保持する機能をもつ器具であり、調理施設はもちろん家庭においても必需品となっている。

冷凍・冷蔵庫はなによりも冷却能力、衛生的な構造が問題となるが、食品の詰め方、温度管理、さらに庫内の清潔保持などの取り扱い管理の仕方によってその保存性は大きく影響される。つまり、冷蔵食品では *Pseudomonas* などの低温菌・好冷菌が、また冷凍食品では、長期保存では *Cladosporium* などのカビ（カビは俗称で、細菌学上は真菌類に属するが、ここではカビという名称で呼ぶ）が増殖する可能性がある。カビは胞子を飛ばし、他の食品や庫内壁・床に付着し、増殖するので、庫内の食品や庫内壁・床のカビの発生は食品の衛生管理上の非常に重要な要素になる。

そこで、本調査では、冷蔵庫内のカビの発生状況、主に庫内に保存された野菜に発生したカビを測定し、種々の検討を加えて報告する。

I. 調査方法

1 調査・実験時期

平成 19 年～平成 21 年の期間

2 調査対象

6 つの家庭で使用している冷蔵庫（A, B, C, D, E, F）について調査をした。なお、各々の冷蔵庫の概要は、

- | | |
|------------------|----------|
| A : 日立冷凍冷蔵庫 | HITACHI |
| 平成 13 年 7 月から使用 | 抗菌処理無し |
| B : 東芝ノンフロン冷蔵庫 | TOSHIBA |
| 平成 16 年 7 月から使用 | 抗菌処理無し |
| C : 日立冷凍冷蔵庫 | HITACHI |
| 平成 6 年 2、3 月から使用 | 抗菌処理無し |
| D : 東芝冷凍冷蔵庫 | TOSHIBA |
| 平成 4 年 5 月から使用 | 抗菌処理無し |
| E : ナショナル冷凍冷蔵庫 | National |
| 平成 16 年 6 月から使用 | 抗菌処理有り |
| F : 東芝冷凍冷蔵庫 | TOSHIBA |
| 平成 16 年 4 月から使用 | 抗菌処理無し |
- である。

3 調査項目と評価方法

1) 庫内のカビの測定

上記各々の冷蔵庫について、図 1 に示す冷蔵庫の部位（①～⑩の 10カ所）を、以下の方法

* 東北女子大学

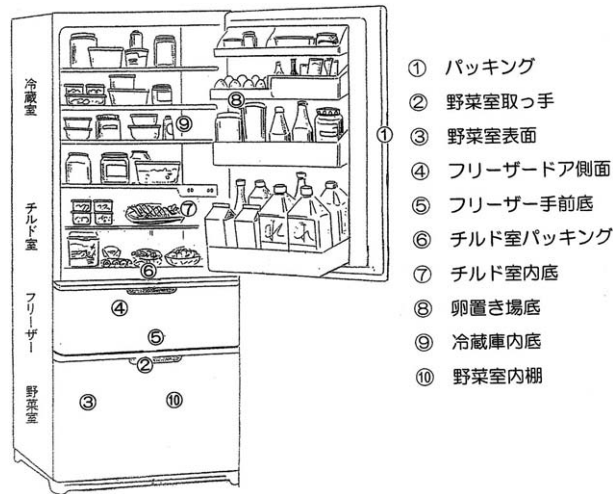


図 1 測定箇所

により測定した。

(1) カビの発生状態

フードスタンプ「ニッスイ」¹⁾のCP加ポテトデキストロース寒天培地(真菌用)を用いて、検査材料の表面に培地面を軽く押しつけ、孵卵器で25℃の培養温度で2～3日間培養し、表面に発育した真菌の集落数を測定した。

(2) 一般生菌の発生状況

同じくフードスタンプ「ニッスイ」の標準寒天培地(一般生菌数用)を用いて、35℃、一日間培養し、表面に発育した一般生菌の集落を測定した。これらより、表1の集落数による清潔度の判定基準(TenCateの評価方法)により清潔度を分類した。

表 1 Ten Cate の評価方法

集落数	判定基準	判定基準	評点
発育なし	清潔	—	0
0～9個	ごくわずかに汚染	±	1
10～29個	軽度に汚染	+	2
33～99個	中等度に汚染	++	3
100個以上	重度に汚染	+++	4

※本培地 1 枚 (10cm) あたりのコロニー数

2) 保存野菜のカビの発生について(保存方法によるカビ発生の差違の検討)

この論文の主目的が野菜のカビの測定である

ため、詳細に検討した。

(1) 野菜保存庫内カビの発生状態について

異なる3つの冷蔵庫: 上述のB (No.1とする)、E (No.2とする)、F (No.3とする)を対象として、各々の野菜室の4ヵ所の内側面(右側面、左側面、前側面、後側面)をふき取り法(「ニッスイ」ふき取りキット)により試料を採取し、培地によりカビを培養し、コロニーを観察した。

なお、使用培地について説明すると、パールコア ポテトデキストロース寒天培地(真菌の増殖・分離・菌数測定用)にクロラムフェニコール 50～100μg/ml(細菌類の生育を抑制する)とジクロラン 5μg/ml(*Mucor*, *Rhizopus*などの生育の早い接合菌類の生育を抑制する)を添加したものである。

その培地に試料を塗抹し、25℃で3～4日培養した。

なお、測定はカビの分離・培養と同定²⁾、食品衛生実験法^{3), 4)}、カビ検定マニュアルカラー図譜等^{5), 6), 7), 8)}を参考とした。

(2) 保存野菜のカビの発生状況について(保存方法によるカビの発生の差違の検討)

① 市販野菜(ホウレン草)の逐日のカビの発生状況について

表2 カビ・一般生菌の測定結果

		(10cm当りのコロニー数)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	カビ	3 (±)	12 (±)	0 (－)	0 (－)	6 (±)	0 (－)	0 (－)	2 (±)	2 (±)	6 (±)
	一般細菌	24 (+)	7 (±)	4 (±)	2 (±)	7 (±)	7 (±)	1 (±)	9 (±)	9 (±)	0 (－)
B	カビ	12 (+)	1 (±)	0 (－)	1 (±)	0 (－)	48 (++)	0 (－)	16 (+)	22 (+)	120 (+++)
	一般細菌	31 (++)	16 (+)	11 (+)	37 (++)	29 (+)	6 (±)	20 (++)	17 (+)	41 (++)	63 (++)
C	カビ	0 (－)	1 (±)	0 (－)	0 (－)	3 (±)	1 (±)	180 (+++)	2 (±)	5 (±)	150 (+++)
	一般細菌	15 (+)	15 (+)	4 (±)	2 (±)	78 (++)	7 (±)	150 (+++)	12 (±)	31 (++)	34 (++)
D	カビ	0 (－)	16 (+)	3 (±)	0 (－)	3 (±)	0 (－)	15 (+)	2 (±)	97 (++)	11 (+)
	一般細菌	14 (+)	13 (+)	64 (++)	0 (－)	26 (+)	31 (++)	12 (±)	40 (++)	67 (++)	79 (++)
E	カビ	9 (±)	8 (±)	0 (－)	6 (±)	0 (－)	0 (－)	0 (－)	3 (±)	0 (－)	10 (+)
	一般細菌	3 (±)	30 (++)	6 (±)	0 (－)	2 (±)	1 (±)	0 (－)	4 (±)	98 (++)	2 (±)
F	カビ	2 (±)	2 (±)	0 (－)	0 (－)	4 (±)	3 (±)	49 (++)	27 (++)	53 (++)	81 (++)
	一般細菌	0 (－)	11 (+)	13 (±)	1 (±)	24 (++)	8 (±)	8 (±)	6 (±)	8 (±)	39 (++)
判定合計点		5	7	1	2	4	5	9	9	10	16
カビ		10	11	10	6	11	10	10	10	14	13

() は判定記号 (－: 0, ±: 1, +: 2, ++: 3, +++: 4点とする)

1: バッキング 2: 野菜室取っ手 3: 野菜室表面 4: フリーザードア側面 5: フリーザー手前底 6: チルド室バッキング
7: チルド室内底 8: 卵置き場底 9: 冷蔵庫内底 10: 野菜室内棚

購入したハウレン草を試料として、それらを1. タッパー 2. ラップ 3. ビニール袋に保存し、1日目(購入時)、3日目、5日目、7日目と試料の一部(10g)を採取し逐日の変化を観察した。

試料の培養は、試料の表面を生理食塩水で良く洗い、それを上述の方法と同様に行った。

② 市販野菜(キュウリ)の逐日のカビの発生状況について

同じく購入したキュウリについて、1. 真空保存容器 2. タッパー 3. ビニール袋に保存し、①と同様に測定、観察した。

(3) 市販野菜の表面のカビの測定

市販野菜のトマト、ナス、ピーマン、キャベツの計4種について、表皮面のカビの汚染状況を知るため、各々の表面5cm平方をふき取り法(「ニッスイ」ふき取りキット¹⁾)により試料を採取し、以下、同じく上述の方法で測定した。

なお、保存庫内温度は、測定機器(TAKARA THERMISTOR)による連続24時間測定の結果、No.1(いわゆる冷凍冷蔵庫)で最大13.4℃、最小9.7℃で、時点毎での平均値は11.5℃、No.2(同様)で最大14.0℃、

最小9.0℃で、時点毎での平均値は11.5℃であった。No.3においても、同様であったので省略する。

(4) 発生したカビの鏡検

庫内や野菜に発生したカビを観察するため、5%グリセリンとメチレンブルー(試料を青色に染める)の混合液に試料を接種し、600倍倍率で観察し、必要に応じ写真撮影をした^{2), 4), 5), 6), 7), 8)}。

II. 調査結果

1 庫内のカビや一般生菌の発生状態の測定の結果について

上述した(1)、(2)の培養の結果、得られたサンプルからコロニーを計数した。

その結果を対象別、測定場所にカビ、一般生菌数を、そして判定基準による判定記号を－: 0点、±: 1点、+: 2点、++: 3点、+++ : 4点と評点し、6対象の1～10箇所の合計点を下に併せ表2に示した。なお、菌個数は値の差が大きすぎるので、個数平均は問題があり求めなかった。また、そのうち、カビについてのパターンを図2に示した。

これらより、6対象の個数については各々かなりの違いがあるので、カビについて評点の合計点

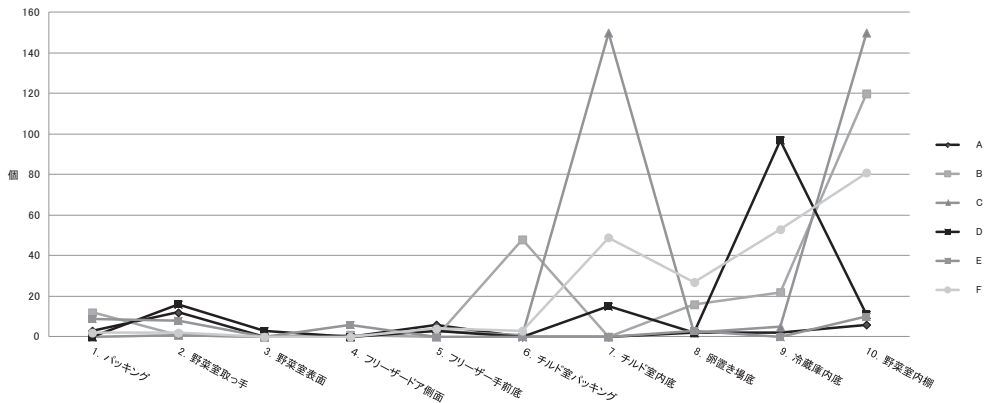


図2 カビの各測定箇所のコロニー数

表3 野菜保存庫内のカビの汚染状況

冷蔵庫	右側面	左側面	前側面	後側面
1	18×10^5	24×10^5	32×10^5	19×10^6
2	4×10^3	9×10^4	3×10^3	12×10^3
3	14×10^5	24×10^5	55×10^3	16×10^3

(10cm 平方当りのコロニー数)

表4 市販野菜(ほうれん草)の逐日のカビの増殖状況

	1日目	3日目	5日目	7日目
タッパー	25×10^5	53×10^6	65×10^6	57×10^6
ラップ	20×10^5	12×10^6	12×10^6	57×10^6
ビニール袋	93×10^4	44×10^6	38×10^7	15×10^7

(10g 当りのコロニー数)

でみると、10 (野菜室内棚)、9 (冷蔵庫内底)、8 (卵置き場底)、7 (チルド室内底)、2 (野菜室取っ手)、以下、6 (チルド室パッキング)、1 (パッキング)、5 (フリーザー手前底)、4 (フリーザードア側面)、3 (野菜室表面) の順となり、図2でもその傾向は良く分かるように、特に野菜室内棚、冷蔵庫内底、卵置き場底、チルド室内底等の汚染度が高いことが分かった。

なお、これを同表(表2)の一般生菌数の合計評点で同じくみると、冷蔵庫内底、野菜室内棚、フリーザー手前底、野菜室表面・フリーザー手前底、パッキング・チルド室内底・卵置き場底、チルド室パッキング、フリーザードア側面の順に汚染度が高かった。

2 野菜保存庫内カビの発生状態測定の結果について

1) 野菜保存庫内カビの発生状態について

表3に検出されたカビの個数を示した。対象としたすべての冷蔵庫 (No.1、No.2、No.3) か

表5 市販野菜(キュウリ)の逐日のカビの増殖状況

	1日目	3日目	5日目	7日目
真空保存容器	76×10^4	11×10^5	6×10^4	6×10^5
タッパー	40×10^4	3×10^4	23×10^5	67×10^4
ビニール袋	13×10^3	11×10^5	5×10^5	12×10^6

(10g 当りのコロニー数)

ら $10^3 \sim 10^6$ 個 (10cm平方当り) のカビが検出され、冷蔵庫No.1の後側面からは 19×10^6 個と最も多くのカビが検出された。

2) 保存野菜のカビの発生状況について (保存方法によるカビの発生の差の検討)

(1) 市販野菜 (ほうれん草) の逐日のカビの発生状況について

表4に検出されたカビとその個数を示した。1日目(購入時)はそれぞれに保存する野菜から $10^4 \sim 10^5$ 個のカビが検出され、タッパーに保存する野菜から 25×10^5 と最も多くのカビが検出された。3日目以降はそれぞれの野菜に $10^6 \sim 10^7$ 個とカビの増殖が見られ、

最終的に、カビの増殖が多く見られたものはビニール袋に保存した野菜であり、 15×10^7 個のカビが検出された。タッパーとラップに保存した野菜はどちらも 57×10^6 個となり、増殖の過程を見てもあまり大きな差はなかった。

(2) 市販野菜（キュウリ）の逐日のカビの発生状況について

表5に検出されたカビとその個数を示した。1日目（購入時）はそれぞれに保存する野菜から $10^3 \sim 10^4$ 個のカビが検出され、真空保存容器に保存する野菜から 76×10^4 個と最も多くのカビが検出された。しかし、5日目、7日目では最も少なく、またカビの増殖もあまり見られなかった。最終的にカビの増殖が多く見られたのは、実験2）、(2)、①同様ビニール袋に保存した野菜であり、 12×10^6 個のカビが検出された。次にタッパーに保存した野菜から 67×10^4 個、真空保存容器に保存した野菜から 6×10^5 個のカビが検出された。

3) 市販野菜の表面のカビの測定

表6に検出されたカビとその個数を示した。すべての野菜表面（5cm 平方当り）から $10^3 \sim 10^8$ 個のカビが検出された。ナスからは 20×10^8 個と最も多くのカビが検出され、次にキャベツ 133×10^5 個、トマト 63×10^5 個、ピーマン 66×10^3 個という順であった。

4) 発生したカビの鏡検

図3～9に、観察した菌類と、文献^{2), 4), 5), 6)}、

表6 種々野菜の表面のカビの汚染状況

トマト	63×10^5
ナス	20×10^8
ピーマン	66×10^3
キャベツ	133×10^5

(各々の野菜：5cm 平方当りのコロニー数)

^{7), 8)} の模式図を合わせて示した。これから、

- (1) 酵母類 (yeast) の *Rhodotorula* 属（コロニーは赤色ないし橙色で、楕円状の多数の栄養細胞が認められる）；図3参照
- (2) *Cladosporium* 属（黒色のコロニーで、俗に黒カビと言われる。暗色の分生子柄から生じ、長い分岐した連鎖となる）；図4参照
- (3) *Fusarium* 属（赤カビとも俗に言われる。無色の胞子（分生子）が側面からみると、カヌー形をしている。土壌、枯死した植物、または生きた植物に普通にみられる）；図5参照
- (4) *Chrysosporium* 属（コロニーは無色～黄色、胞子は壁が膨らむことによって栄養菌糸に沿って生じ、次いで隔壁により分離する。胞子は菌糸上に頂生するが、その長軸に沿って種々の位置に形成される。土壌、動物の糞、腐敗した植物性基質にみられる）；図6参照
- (5) *Aspergillus* 属 (*niger*)（コロニーは白、黄、緑そして黒色と変化。明確な胞子柄の先端が膨らみ頂のうとなり、フラスコ型のフィアラ

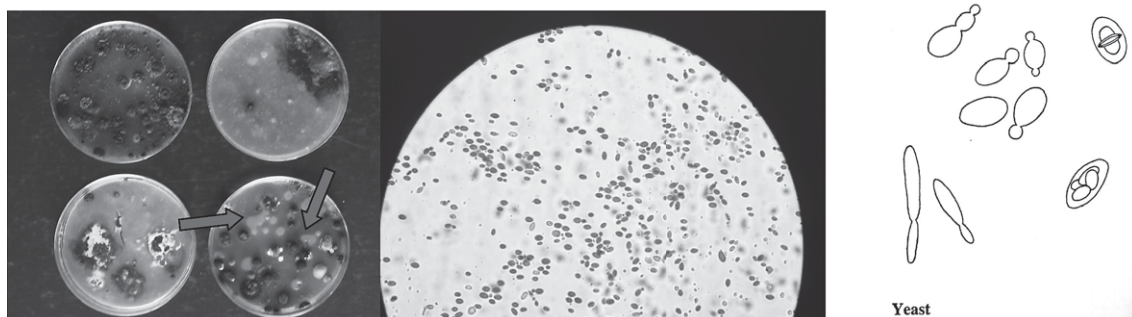


図3 *Rhodotorula* 属

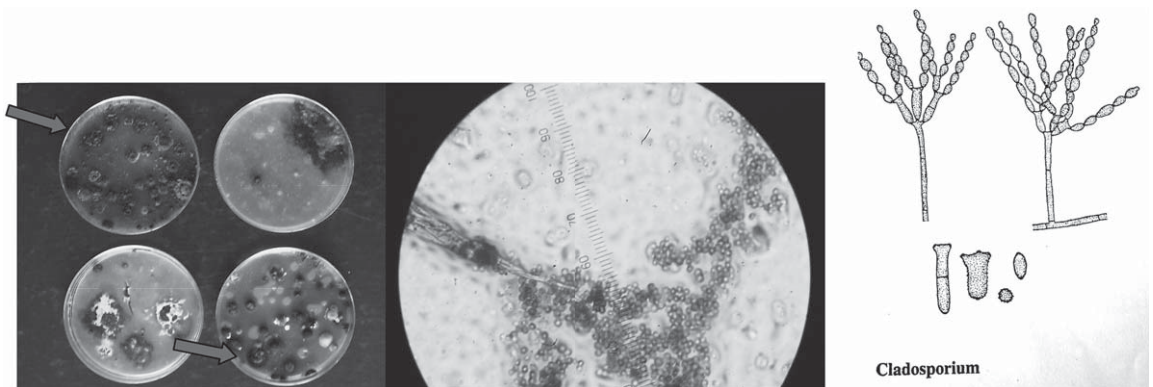


図4 *Cladosporium* 属

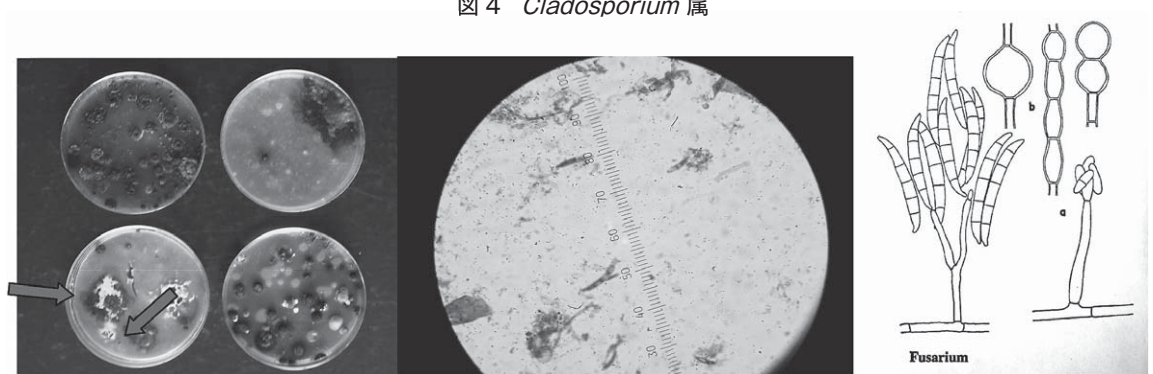


図5 *Fusarium* 属

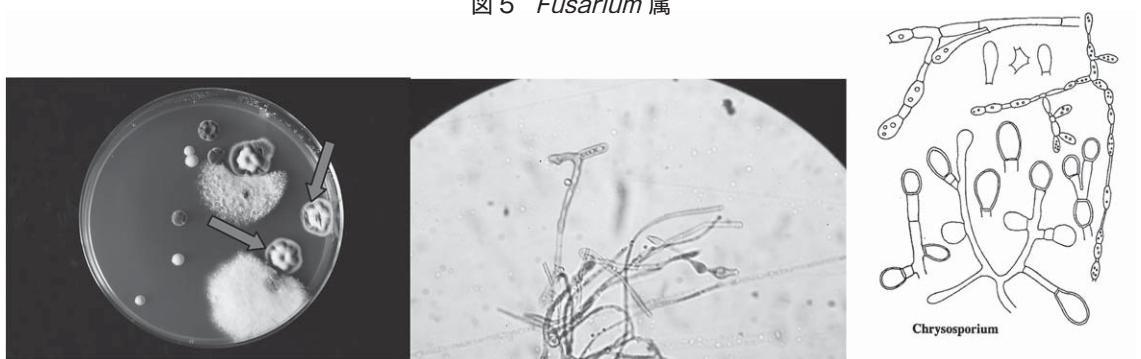


図6 *Chrysosporium* 属

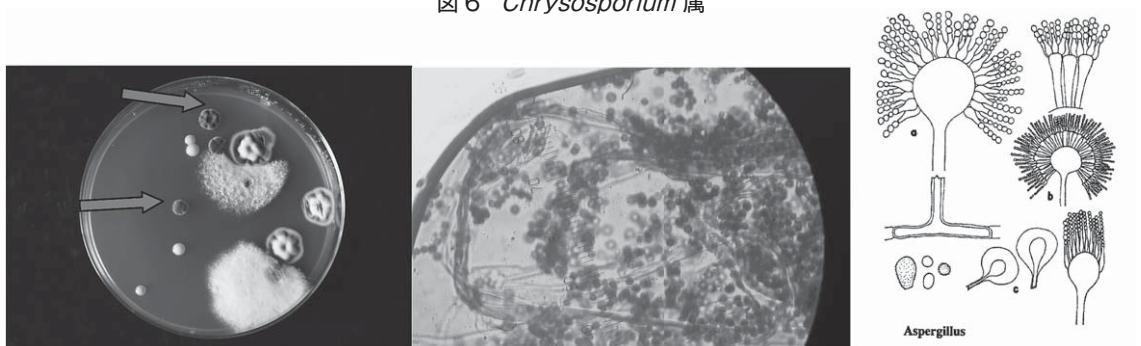
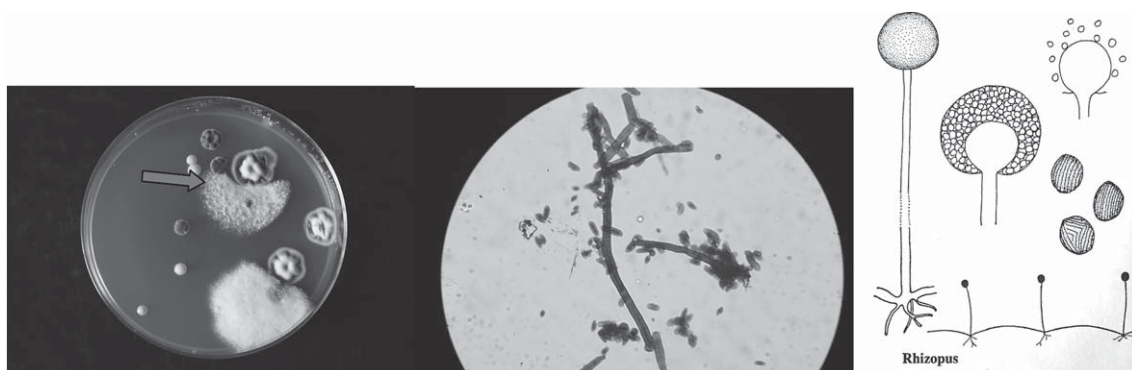
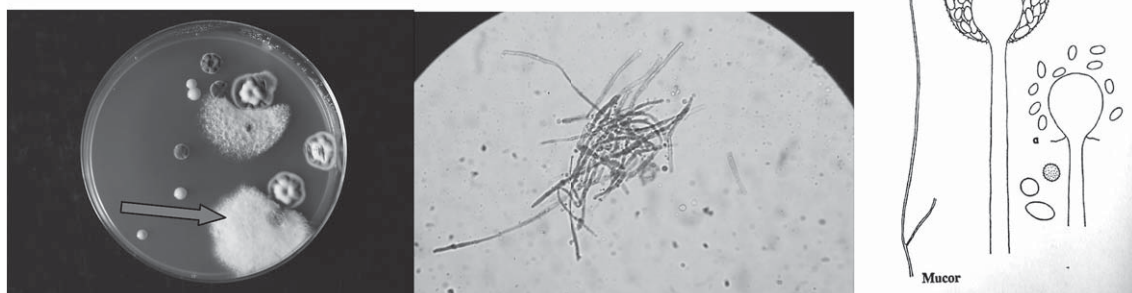


図7 *Aspergillus* 属

図8 *Rhizopus* 属図9 *Mucor* 属

イトが形成される。通常、土壌、植物屑、家の内部の塵埃から分離される)；図7参照

(6) *Rhizopus* 属 (俗にクモノスカビと呼ばれる)。コロニーはきわめ速やかに成長し、暗色～淡色の胞子と大型の柱軸を含む胞子のうが特徴。腐敗した果実、土壌、室内塵埃上に普通見いだせる)；図8参照

(7) *Mucor* 属 (俗にケカビと呼ばれる)。コロニーは速やかに育ち、白色～灰色、通常多数の向上向きの胞子のう柄を生じるため厚い。通常、ほとんど至る所にみられる)；図9参照
などが推定された。

Ⅲ. 考察

22軒の家庭用冷蔵庫を対象に、冷蔵庫内の空气中的微生物(カビ、細菌等)を調べた文献の調査結果を、図10、図11に示したが、6月、9月、12月とも微生物が検出されているが、やはり6

月の梅雨期に最も多く発生しており、全体的にみると、検出されているカビの種類は *Rhizopus* 属(クモノスカビ)、*Mucor* 属(ケカビ)、*Penicillium* 属(アオカビ)、*Neurospora* 属(アカパンカビ)、*Aspergillus niger* (クロコウジカビ) などであった。また、他の文献では、冷蔵庫の床、側壁、扉の取っ手等にカビが検出され、菌叢として、Yeast および Yeastlike Fungi で *Penicillium* 属、*Mucor* 属等の検出がされている。また、冷蔵庫の21箇所、

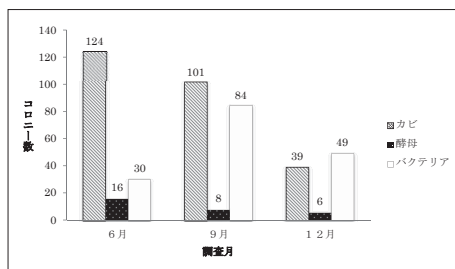


図10 月別微生物の数の変化

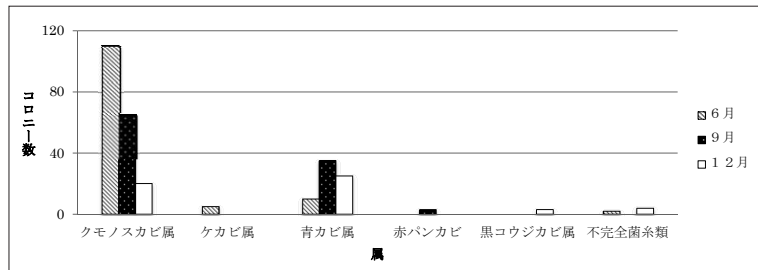


図 11 種類別に見たカビの発生数

台下冷蔵庫の 10 箇所についてファン部の真菌汚染の調査結果では、冷蔵庫全体として、カビ汚染率は 26.8%、酵母汚染率は 41.9%、真菌としての汚染率は冷蔵庫全体で 51.6% で、検出されたカビ属は *Penicillium* 属、*Cladosporium* 属のみと報告している。

家庭用冷蔵庫ではないが、枝肉冷蔵庫の真菌の汚染状態を報告したものをみると、表 7 と表 8 に結果を示したが、壁面スタンプおよび落下菌

は、A 冷蔵庫から 10 属 43 株、B 冷蔵庫より、13 属 112 株を得て（表 7）おり、落下菌は A 冷蔵庫より 3 属 11 株、B 冷蔵庫より 9 属 39 株（表 8）、計 9 属 50 株を得たとし、主なカビとして、*Cladosporium* 属、*Penicillium* 属、*Alternaria* 属、*Mucor* 属が高い頻度で検出されたとしている。

また、20 軒の冷蔵庫のカビを調査した他の研究結果をみると、図 12 に場所別カビの検出数（集落数の平均値）の結果を示したが、5 カ所の測定

表 7 壁面着生カビのフローラ

属名	A 冷蔵庫							B 冷蔵庫							総計	
	1	2	3	4	計	%		1	2	3	4	計	%		計	%
<i>Cladosporium</i>	1	4	3	3	11	25.6		4	9	8	9	30	26.8		41	26.5
<i>Penicillium</i>	1	7	5	3	16	37.2		4	5	7	5	21	18.7		37	23.9
<i>Mucor</i>									10	7	6	23	20.5		23	14.8
<i>Phoma</i>		2		3	5	11.6				4	6	10	8.9		15	9.7
<i>Alternaria</i>	1	1	1		3	7.0		5		2	3	10	8.9		13	8.4
<i>Arthrinium</i>								3	1		2	6	5.3		6	3.9
<i>Epicoccum</i>			1	1	2	4.7		2	1	1		4	3.6		6	3.9
<i>Chrysosporium</i>				1	1	2.3		1	1		1	3	2.7		4	2.6
<i>Acremonium</i>	1		1		2	4.7						1	0.9		2	1.3
<i>Phialocephala</i>			1		1	2.3				1		1	0.9		2	1.3
<i>Phialophora</i>				1	1	2.3					1	1	0.9		2	1.3
<i>Verticillium</i>										1		1	0.9		1	0.6
<i>Aureobasidium</i>				1	1	2.3									1	0.6
<i>Fusarium</i>								1				1	0.9		1	0.6
<i>Aspergillus</i>								1				1	0.9		1	0.6
計	4	14	12	13	43			21	27	31	33	112			155	

表 8 落下真菌のフローラ

属名	A 冷蔵庫					B 冷蔵庫					総計	
	1	2	3	4	計	%	1	2	3	4	計	%
<i>Cladosporium</i>	1	2		3	6	54.5	3	1		7	11	28.2
<i>Penicillium</i>		1		2	3	27.3	3	2	6	3	14	35.9
<i>Alternaria</i>	1	1			2	18.2	1	2	1		4	10.2
<i>Mucor</i>								3	1		4	10.2
<i>Phoma</i>							1	1			2	5.1
<i>Phialocephala</i>									1		1	2.6
<i>Verticillium</i>									1		1	2.6
<i>Graphium</i>									1		1	2.6
<i>Chrysosporium</i>										1	1	2.6
計	2	4	0	5	11		8	9	11	11	39	

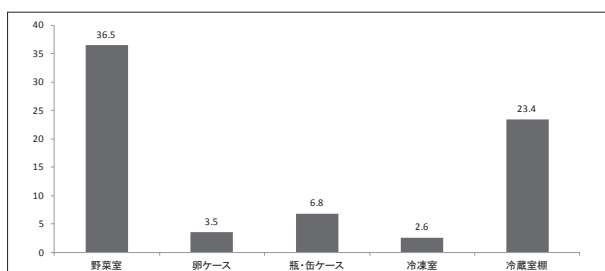


図 12 冷蔵庫の場所別カビ検出数 (集落数の平均値)

表 9 冷蔵庫のふき取り検査結果

採取場所	菌数(個)/9cm ²
①フリーザー取っ手	20
②チルド室取っ手	22
③冷蔵室取っ手	13
④野菜室取っ手	66
⑤チルド室表面	14
⑥冷蔵室表面	4
⑦野菜室表面	30
⑧フリーザードア側面	36
⑨フリーザーバックング	18
⑩フリーザー手前底	85
⑪フリーザー天井	1
⑫フリーザー内棚	8
⑬製水器内	20
⑭製水器置き場底	15
⑮チルド室バックング	26
⑯チルド室内底	24
⑰卵置き場底	50
⑱冷蔵室内底	83
⑲野菜室壁	21
⑳野菜室内棚	50

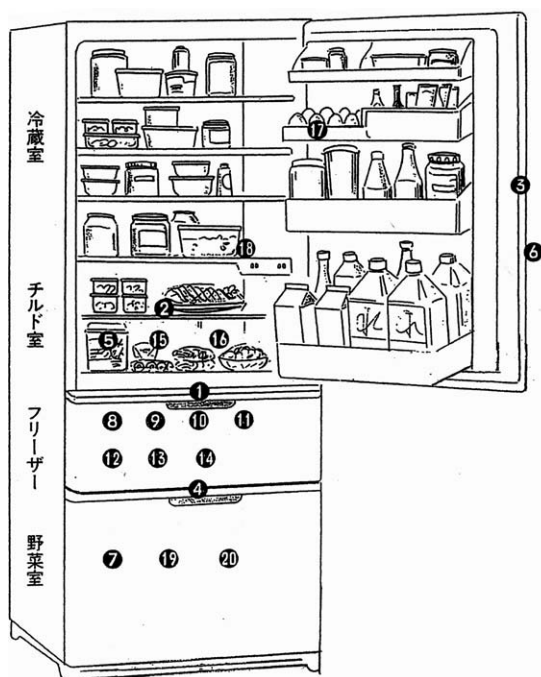


図 13 拭き取り場所

結果では「野菜室」「冷蔵室棚」が検出数が多く、以下「瓶・缶ケース」、「卵ケース」、「冷凍室」の順になっている。そして、調べた全ての冷蔵庫から4～6種類のカビ類・酵母類（カビ・酵母は同じ真菌類に属する）が検出され、合計22種類を数え、このうち、どの冷蔵庫からも高頻度で検出されたのは、合計集落数858を数えたピンク色・黄色・乳白色をした酵母類の *Rhodotorula* 属などで、カビとしては、*Penicillium* 属の8種

類385集落、*Cladosporium* 属の2種類139集落が高頻度で検出され、その他、*Aspergillus nige*、*Aureobasidium pullulans*、*Phoma* 属や、*Mucorales* 属、*Trichoderma* 属、*Mucor* 属も検出されたと報告している^{5), 9), 10), 11), 12), 13)}。

また、一般細菌について測定した研究では、冷蔵庫のふき取り検査結果を示したのが表9とその場所を表した図13¹²⁾、また表10の結果¹⁴⁾である。

この表9を見てみると、数の多い10位までの

表 10 冷蔵庫の拭き取り検査結果

		1 cm ² の細菌数	0～50	51～100	101～500	501～1000	1000 以上	大腸菌を検出したもの
拭き取り場所								
飲食店 (5 件)	取っ手		3		2			2
	ドア内側壁		3	1	1			2
	庫内の壁		4	1				1
	台の上		2				3	2
学校の牛乳 保冷库 (8 件)	取っ手		7		1			0
	ドア							
	内側の壁		8				4	0
	台の上		4					1
一般家庭 (9 件)	取っ手		3	3	2	1		2
	卵ケース		7		2			3
	庫内の壁		8		1			1
	野菜入れの中		1		2	2	4	3
	台の上		2	2	3		2	2

(1 cm²の細菌数で比較)

順で、フリーザー手前底、冷蔵室内底、野菜室取っ手、卵置き場底、野菜室内棚、フリーザードア側面、野菜室表面、チルド室パッキング、チルド室内底、チルド室取っ手、フリーザー取っ手で、一方、表 10 では、細菌数 0～50、…1000 以上について一点から 5 点を評価し、これらを合計して汚染度の高さとしたが、野菜入れの中 (35 点)、台の上 (25 点)、取っ手 (19 点)、庫内の壁 (11 点)、卵ケース (6 点) の順となっている。

今回の著者らの調査結果と比較すると、カビでは報告の例がすくないので、十分に比較検討出来ないが、野菜室 (本調査では野菜室内棚に該当)、冷蔵庫棚 (同じく冷蔵庫内底)、卵ケース (おなじく卵置き場底) などが検出数が多いのはほぼ一致している。

一方、細菌 (生菌) 数での汚染度では、今回の調査結果の冷蔵庫内底、野菜室内棚、フリーザー手前底、野菜室表面・フリーザー手前底、パッキング・チルド室内底・卵置き場底、チルド室パッキング、フリーザードア側面の順とやはりよく似た結果となっている。

この中で、圧倒的に高かった「野菜室」については、野菜の育成環境が野菜自体に細菌やカビの汚染度を高くしており、これらがやはり冷蔵庫も

汚染していると推察される。また、卵においても同様で、卵の表面の菌汚染による冷蔵庫内への影響と考えられ、カビが増殖する危険性も大いに考えられる。

そこで、今回の調査では、この汚染度の高い庫内に保存する野菜に注目し、保存法によるカビの発生状況の逐日の変化について調査を行った。保存法は、一般家庭で食品を保存する際に多く使用されるタッパー、ラップ、ビニール袋に加え、空気を抜き、容器内を真空状態にすることで食品を長期保存することが可能といわれている真空保存容器 (写真 1) を使用した。

初めに、タッパー、ラップ、ビニール袋を用い



写真 1 実験で使用した真空保存容器

て実験を行った。結果は、ビニール袋に保存した野菜にカビの増殖が多く見られ、タッパー、ラップにあまり大きな差は見られなかった。

次の実験では、真空保存容器と初めの実験でカビの増殖が多く見られたビニール袋、真空保存容器に形態の似ているタッパーを残し実験を行った。カビの増殖が多く見られたのは初めの実験同様、ビニール袋であり、次にタッパー、真空保存容器という順になった。4つの保存法を比較すると、カビの増殖を防ぐことができるのは、順に真空保存容器、タッパー、ラップ、ビニール袋となり、密閉度が高い順と考えられる。一部、カビが減少しているものは、カビを採取する際に同じ箇所から採取していないためと考える。

また、カビの種類は酵母類 (yeast) と *Rhodotorula* 属、*Cladosporium* 属、*Fusarium* 属、*Chrysosporium* 属、*Aspergillus* 属、*Rhizopus* 属、*Mucor* 属などの存在が推定された。他、*Phoma* 属、*Penicillium* 属なども一般的であることを文献で上述したが、ここでは十分に確認されなかった。

ここで、冷蔵庫の機能について述べると、原則として、0℃を境としてそれより低い温度域を冷凍、高い温度域を冷蔵と呼んでいる。さらに、保存温度が低下するにつれ、冷却、チルド、パーシャルフリージング、凍結、深温凍結と区分され、明確ではないが、冷却は10℃以下、チルドは5～-5℃、パーシャルフリージングは-2～-3℃、凍結は-15℃、深温凍結は-18℃あたりをいっている。一般に食品等を冷蔵保存する場合、0℃以上10℃以下となっているが、5℃以下が望ましい。今回測定に使用した冷蔵庫は、9.7℃～13.4℃とやや高めの温度域であった。カビは、低温菌・好冷菌の存在という問題によって、必ずしも長期保存できない食品などもあり、冷蔵保存には限度があるといえるが、更に詳しく述べると、微生物には低温菌、中温菌、高温菌があり、各々増殖下限温度があるので、下限以下の温度にすれば、その増殖を阻止できる。すなわち、冷却は中温菌の増殖が抑制でき、細菌性食中毒の防止に効果を発揮し、チルドは低温菌の増殖をかなり抑制

して、生鮮食品の保存期間を著しく延長できる。パーシャルフリージングは半凍結状態で低温菌の増殖を強力に抑制し、食品をかなり長期保存でき、凍結は微生物すべての増殖を長期にわたり抑制することができる。ただし、微生物を殺菌するわけではなく、凍結条件では、低温ほど微生物は長期間生存する。

食品を低温に保つと微生物の生育が阻止され、食品の内部で起こる酸素反応や化学反応が抑制されて変質、変敗を防ぐことができる。温度を1℃低くすると、1日以上変敗を遅らせることができるが、上述したように、冷蔵食品でも低温菌・好冷菌（低温菌は0℃以上であれば冷蔵庫内でも徐々に増殖し、低温菌のうち低温環境を好むような菌を、特に好冷菌という）が、また、冷凍食品でもある種のカビ（真菌類）が増殖する可能性がある。カビは10～50℃で発育し、20℃を超えると急速に活気づき、28℃付近が最適温度であるが、多くのものが10℃以下まで生育し、なかには氷点下でも生育できるものが知られている。表11に「食品で微生物の発育が認められる最低温度」を示したが、これからもかなり低温でのカビの発育が分かる^{15), 16), 17)}。

ここで、カビについて詳しく説明すると、生物界においては図14の様に分類^{9), 10)}されるが、カビは種類も多く、それぞれによってその形態が特徴的で、状態で呼び方も変わるため、非常に複雑な微生物である。カビのライフサイクルは図15

表 11 食品で微生物の発育が認められる最低温度

	食品	微生物	温度 (℃)
食肉	マトン	カビ、酵母、細菌	-1～-5
	牛肉	カビ、酵母、細菌	-1～-1.6
	豚肉	細菌	-4
肉製品	ソーセージ	細菌	5
	ハム	細菌	1～2
	ベーコン	細菌	-5～-10
魚介類		細菌	-4～-7
乳および乳製品	乳	細菌	0～-1
	アイスクリーム	細菌	-3～-10
果物	リンゴ	カビ	0
	イチゴ	カビ、酵母、細菌	-0.3～-6.5
	グレープジュース	酵母	0
	濃縮オレンジジュース	酵母	-10
野菜	エンドウ	カビ、細菌	-4～-6.7
	大豆	カビ	-6.7
	オクラ	カビ	-6.7

(Michener & Elliot)

表 12 カビ・酵母の汚染を起こしやすい食品

食品の種類	品目
生鮮農産物	野菜、果実、ジュース
貯蔵性農産物	穀類、穀類加工品（小麦粉、パン、めん、餅など）、豆類、いも類、ナッツ類、香辛料、コーヒード、食用油脂原料
食肉、食肉加工品	生肉、ソーセージなど
生鮮水産物	魚卵
乾物類	ひもの、にぼし、かつおぶし、わかめ、するめ、珍味、薫製、のり、しいたけ、茶、乾燥果実（レーズンなど）
乳製品	バター、チーズなど
発酵食品	漬け物、ピクルスなど
甘味料ほか	はちみつ、甘味菓子（ようかん、甘納豆、カステラ、バームクーヘンなど）、ジャム、ママレード、チョコレート
調味料ほか	ドレッシング、酢、マヨネーズ、みそ、醤油、練りわさび、練りからしなど
加工食品	冷蔵、冷凍食品一般

- ・風呂場、台所、洗面所等の水をよく使い、風通しの悪いところ
- ・押入、タンス等の衣類保管場所と衣類
- ・プラスチック製品の全て

となっているが、今回は、この食料と、プラスチック製品が関連する冷蔵庫について調査を行った。

冷蔵庫内のカビは上述のように庫内の空気中の胞子を飛散し、食品を汚染することになる。また、逆に食品に繁殖したカビの胞子が冷蔵庫内の壁・床を汚染する^{16), 18), 19)}。この密接な関係を絶つことが、カビの発生を防ぐ上で大切である。そこで、対策としては、まず、カビの増殖条件をよく知る。すなわち、次の4つの条件が必要となる^{6), 16), 20), 21)}。

1. 栄養源：でんぷん質や糖を含む食品を特に好む、貧栄養あるいは非常に少ない栄養分でも利用できる。
2. 水分：大部分のカビは水分活性 0.80 以上で発育する。しかし、0.65 でも発育する好乾カビもある。（例えば、小麦粉や煮干しなど）
3. 温度：先述したように、多くは 10～50℃で発育するが、最適温度は 20～25℃である。
4. 空気：カビは好気性であり、酸素がないと、発育できない。

その他、pH（水素イオン濃度）3～8 までの範囲で生息し、やや酸性（pH5 あたり）が最適であり、また、酸化還元電位：ORP:200mV 以上とされている。

これらのことより、予防対策として考えられるの

は^{16), 22), 23), 24), 25)}、

- ① 栄養分を除く、あるいは与えない。
- ② 低温で保存する。但し、低温でも発育が認められるカビが多いので注意が必要である。（表 11 に前掲）
- ③ 逆に保存温度を上げる（70℃以上）。
- ④ 水分活性を 0.6 以下に保つ。
- ⑤ pH を 3 以下に保つ。
- ⑥ 空気（酸素）を減らす、絶つ。
- ⑦ 酸化還元電位を低くする（還元状態にする）。

これらを、具体的に家庭で出来る方法を述べると、
1. こまめに掃除をする。

理想としては週に一回、無理なら一ヶ月に一回は庫内の食品を全て出して掃除する。掃除する際は、中性洗剤を浸した布で庫内をすみずみまで拭いた後、消毒剤（逆性石けん、消毒アルコールや次亜塩素酸など）で拭く。食品の汚れは、こびりついてしまうと意外と取りにくかったり、ドアパッキング等を痛めてしまう事がある。汚れたらすぐに拭き取るなど、常に早め早めの掃除を心がける。常に清潔を保つこと。特に、ドアパッキングは気がついた時点でふき取るようにする。

2. 冷蔵庫に食品を入れる時は、肉や魚はラップ類でつつむか蓋をして直接空気に触れないようにする。

今回の調査結果からも、真空状態で保存した食品はカビの増殖を抑えることができるということが分かっている。最近、冷蔵庫内の収納便利グッズ

ズがいろいろ売られているので利用する。

3. 冷蔵庫の扉の開閉回数を少なくし、庫内温度が上昇するのを防ぐ。また、冷気の対流を妨げるので、詰め過ぎない（せいぜい7割程度にする）ようにし、食品が熱い状態で格納しない。因みに、実験によると室温 18℃ の場合、10 秒開くと庫内温度は 5℃ 上昇し、室温 30℃ の場合は 10℃ も上昇し、再び元の庫内温度に戻るまでは 15～20 分かかるとされている²⁶⁾。

食品自体については、

4. 脱酸素剤を使用する。また、酸化還元電位を下げる（還元状態にする）ため、アスコルビン酸（VC）、還元糖（デオキシ糖）や含硫アミノ酸（シスチンなど）を含有させ、酸素を減少させる。

5. 酢などを使い、食品の pH を下げる。

6. 長く冷蔵庫に保存することは避け、早めに食べるように心がける。

7. 賞味期限がされている食品や、カビの生えた食品はおもいきって捨てる、などである。

今は改善されたようであるが、自動製氷機付き冷凍冷蔵庫で作った氷に関して「カビが発生した」、「異物が混入した」、「異臭がする」などの苦情が今から 10 年前頃に多発した²⁷⁾ ということもあり、最近、抗菌加工材料を使用した冷蔵庫も多く出回っているが、内壁などに汚れが付着していると、その抗菌性はほとんど効果がないので、過信しないほうが良いようである。

日本人はカビの発育しやすい環境の中で、昔から微生物を有効利用してきた歴史があるせいか、カビの害についてはわりに無頓着だといわれている。昔から食品の保存のためには、塩辛くしたり、糖濃度を高める方法が、さらに、食品添加物によりカビの発生を防ぐことなどが行われてきたが、最近の社会風潮は、塩分や糖分をなるべく減らす、添加物は使わない、などであり、これらは裏を返せばカビの生えやすい条件を作っていることになる。

いくら管理された環境であっても、全くの無菌状態をつくりだすことは難しいため、ほとんどの食品にはカビがついているといっても過言ではな

い。農作物は、収穫、貯蔵、輸送、保管のどの段階でもカビに汚染されている。今回の実験からも、購入した野菜すべてからカビが検出されている。カビが産生する代謝産物は有益なもの（ペニシリンなどの抗生物質など）もあるが、人や動物に対して有害に作用する化学物質のことを総称してカビ毒（mycotoxin）といい、現在確認されているものは 300 種類以上あるとされている。カビ毒の摂取によって引き起こされる疾病をカビ毒中毒症（真菌中毒症）と呼ぶ。有害なカビによって汚染された食物や試料の摂取はカビ毒中毒症の主要な原因となり、我々の健康にとって無視することのできない問題となる。わが国のカビ毒研究が盛んになったきっかけは、第二次世界大戦後東南アジア、エジプト、スペインなどから輸入した米から強い肝臓障害を引き起こすカビ毒産生菌が見つかった、いわゆる「黄変米」事件である。このような事件を契機に、今まで主として発酵や腐敗の面からのみとらえられてきた食品とカビについて、カビ毒が新たな問題として浮上してきた。

表 13 に主要なカビ毒を示したが、^{18), 24), 25), 28)} 其中でよく知られているものとして、

- ・ アフラトキシン（強い発ガン性をもつ：*Aspergillus flavus* や *Aspergillus parasiticus* が産生）
- ・ パツリン（神経障害を起こす：*Penicillium expansum* が産生）
- ・ オクラトキシン（肝障害、腎障害を起こす：*Aspergillus ochraceus* が産生）
- ・ ニバレノール（胃腸障害を起こす：*Fusarium graminearum* が産生）

などがあり、今回の調査においても、*Aspergillus*、*Fusarium* 属が検出されたが、今後も輸入食品の増加とともに、その危険性が指摘されている。カビ毒汚染の可能性が高い食品については、厚生労働省から輸入時の検査指令が通知されている。また、東京都健康安全研究センターでは、市販食品について検査を行っている。このように、カビ毒汚染食品が消費者の手に渡らないように対策が取られているため、今後も注意深く監視・検査の必

表 13 主要なカビ毒

名称	主要な産生菌	毒性	検出された主な食品例
アフラトキシン	<i>Aspergillus flavus</i>	肝臓障害、肝臓癌	ナッツ、穀類、香辛料
オクラトキシン	<i>A.ocharceus</i>	腎臓障害	穀類、豆類、果実
シトリニン	<i>Penicillium citrinum</i>	腎臓障害	穀類
デオキシニバレノール	<i>Fusarium graminearum</i>	消化器・免疫障害	穀類
ゼアレノン	<i>F.graminearum</i>	ホルモン異常	穀類、豆類
フモニシン	<i>F.moniliforme</i>	肝臓・腎臓障害	穀類（トウモロコシ）
バツリン	<i>P.expansum</i>	臓器出血	リンゴジュース

要があるといえる。

また、カビの胞子とカビに関連するダニ（今回の調査でも検出された。写真2参照）によるアレルギーの発症も問題となる²⁸⁾。

我々が日常口にしている食品はごく一部のものを除き、全く無菌であるというものはなく、如何なるものも常に微生物に汚染されていると考えてよい。多くの市販食品についてみると食品1gあたり1,000～10,000個の細菌が数えられている。だが、この程度の細菌では、食品の劣化（腐敗）は起こらず、また、一部の微生物を除いて食中毒、その他の感染症を起こすことはない。しかし、これらの食品も保存法が不適切であると、食品表面あるいは、内部の微生物は増殖して食品を腐敗させたり、時には食中毒の原因となる。カビは「生やさない」「増やさない」「殺す」ことがカビの被害から守る原則である。カビの生えた食品でも、かびている部分を取り除けば食べられるという考えを持っている人も少なくない。しかし、カビは菌糸と胞子から成り立ち、表面の胞子のみ取り除いても、菌糸は内部の奥深くまで根をはっているので、内部まで汚染されていると考えたほうがよい。また、カビ自体は熱によって破壊されるが、カビ毒は加熱しても破壊されず、その毒性を残すため、カビの生えた食品は食べないことである。食品は購入したら早く食べ、加熱や冷凍するなどして長期保存しないように心がける。そして、ふだんから、清潔な習慣を身につけておくことが肝要である。

ここで、今回の実験でも使用し、便利な収納グッ

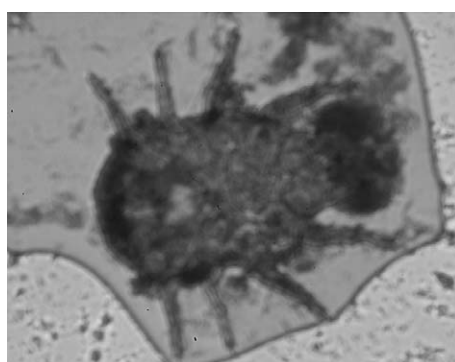


写真2 検出されたダニ

ズでも紹介した、真空保存容器について述べると、真空保存容器には容器のふたを押して脱気するものと、付属のポンプを使用して脱気するものがある。今回は前者を使用した。真空保存容器の特徴には、

1. 酸素・湿気を遮断し、酸化による変色と水分の発散を防止
 2. 細菌の繁殖を抑制し、腐食を止める
 3. 冷蔵・冷凍による乾燥と食品間の臭い移りを防止
 4. 冷凍やけがなく、解凍時のドリップが少ない
 5. 短時間での味付け、漬け込みが可能
- などがある。

ただし、容器内は70～80%の真空状態で、完全な真空状態とはいえない。

この真空保存は、上述したようなメリットばかりではない。昭和44年に熊本県で発生した「芥子れんこん」によるA型ボツリヌス中毒では、真

空パックの「芥子れんこん」を摂食した36名が発症し、うち11名が死亡するという大事件となった²⁹⁾。真空パックは、空気を遮断して内部を無酸素状態にするので多くの好気性菌の増殖を抑制し、食品の腐敗、変質を防ぐが、ボツリヌス菌のような嫌気性菌に汚染されていた場合は、逆に菌の繁殖を促進することになるので注意しなければならない。日本で発生する細菌性食中毒の多数を占めている腸炎ビブリオ菌とサルモネラ属菌も嫌気性菌である。インターネットやテレビの通販番組では、「食品が長持ちする」や「新鮮さ長持ち」というメリットしか述べていない。今回はカビのみに注目したので、結果としては一番優れている保存法となったが、食品を汚染し腐敗あるいは発酵、食品に由来する疾病の原因となる微生物はカビだけとは限らない。よって、微生物すべての面から考えると、決して安全な保存法とは言いきれない。

食品を低温に保つと微生物の生育が阻止され、食品の内部で起こる酵素反応や化学反応が抑制されて変敗、変質を防ぐことができる。また、温度を1℃低くすると1日以上変敗を遅らせることができるが、温度を低くすれば良いというわけではない。低温菌、好冷菌についても述べてきたが、微生物に汚染されている、いないに限らず、低温での保存に適さない食品もある。バナナ、さつまいも、かぼちゃ、トマトなどはある温度以下に下げると代謝以上を起こし品質低下が見られる。食品を買ってきたらとりあえず冷蔵庫に保存するという考えの人が多いと思うが、かならずしも食品が長持ちするとは限らない。食品の特徴を知り、適した場所に保存することも大切である。

カビは一般細菌の場合と同様、「生やさない」「増やさない」「殺す」ことがカビの被害から守る原則である。最初のうちは目には見えなくてもカビの発生が始まっている場合があるため、食品を購入したら早く食べたり、加熱や冷凍などをするなどして長期保存しないように心がける。そして、ふだんから、清潔な習慣を身につけておくことが肝要である^{17), 22), 29)}。

IV 結論

冷蔵・冷凍庫は食品を凍結状態、あるいは低温に保持して、食品を変質させる酵素の活性や微生物の発育を抑制し、ある程度の期間食品本来の衛生品質を保存する機能をもつ器具であり、調理施設はもちろん家庭においても必需品となっている。しかし、冷蔵食品では低温菌・好冷菌が、また冷凍食品では、長期保存ではカビが増殖する可能性がある。カビは孢子を飛ばし、他の食品や庫内壁・床に付着し、増殖するので、庫内の食品や庫内壁・床のカビの発生は食品の衛生管理上の非常に重要な要素になる。

そこで、本調査では、庫内の主にカビの発生状況について測定をした結果、対象別、測定場所にかビ、一般細菌数を、－：0点、±：1点、＋：2点、++：3点、+++：4点と評点し、合計点（汚染度が高い）で比較すると、

- ① 10（野菜室内棚）、9（冷凍庫内底）、8（卵置き場底）、7（チルド室内底）、2（野菜室取っ手）、他、6（チルド室パッキング）、1（パッキング）、5（フリーザー手前底）、4（フリーザードア側面）、3（野菜室表面）の順となり、特に野菜室内棚、冷凍庫内底、卵置き場底、チルド室内底等の汚染度が高いことが分かった。
- ② 一般細菌菌数の合計評点で同じくみると、冷凍庫内底、野菜室内棚、フリーザー手前底、野菜室表面・フリーザー手前底、パッキング・チルド室内底・卵置き場底、チルド室パッキング、フリーザードア側面の順に汚染度が高かった。そこで、本調査で庫内に保存された野菜の主にカビの発生状況について測定をした結果、
 - ・市販食品、特に野菜には大小は別として、カビが付着していると考えられる。
 - ・一般家庭で使用している食品を保存する冷蔵庫は、ほとんど保存食材や冷蔵庫内の汚れから、カビに汚染されており、特に野菜保存室の汚染が大きい。
 - ・野菜保存庫内および食品から、汚染しているカビ（真菌類）の種類は酵母類（yeast）の *Rhodotorula* 属、*Cladosporium* 属、

Chrysosporium 属、*Rhizopus* 属、*Mucor* 属、また *Fusarium* 属、*Aspergillus* 属などのカビ毒を生成するものの存在が推定された。

- ・庫内と保存食品とが互いにカビの発生に作用し合っていることがわかる。
- ・庫内の食品のカビの増殖を防ぐため、真空保存容器、タッパー、ラップ、ビニール袋の4つの保存法を比較した結果、最もカビの増殖を抑えることができたのは、真空保存容器であった。そこで、これらの対策としては、

1. 冷蔵庫に食品を入れる時はラップや蓋をして、直接空気に触れないようにする。(最近、冷蔵庫内の収納便利グッズがいろいろ売られているので利用する)
2. 脱酸素剤を使用する。また、酸化還元電位を下げる(還元状態にする)ため、アスコルビン酸(VC)、還元糖(デオキシ糖)や含硫アミノ酸(シスチンなど)を含有させ、酸素を減少させる。
3. カビ毒の生成を防ぐためにも、食品を長く冷蔵庫に保存することは避け、早めに食べるように心がける。また、賞味期限がきれている食品や、カビの生えた食品はおもいきって捨てる。
4. 冷蔵庫の扉の開閉回数を少なくし、庫内温度が上昇するのを防ぐ。また、冷気の対流を妨げるので、詰め過ぎはしない(せいぜい7割程度にする)ようにし、食品が熱い状態で格納しない。
5. こまめに掃除をする。理想としては週に一回、無理なら一ヶ月に一回は庫内の食品を全て出して掃除する。掃除する際は、中性洗剤を浸した布で庫内をすみずみまで拭いた後、消毒剤(逆性石けん、消毒アルコールや次亜塩素酸など)で拭く。汚れたらすぐに拭き取るなど、常に早め早めの掃除を心がけ、常に清潔を保つこと、などである。

これらのことによって、冷蔵庫内の食品のカビや細菌の発生・増殖が予防でき、安全に食品を保存することが出来るといえる。

参考・引用文献

- 1) フードスタンプ「ニッスイ」、日水製薬株式会社
- 2) David Malloch (宇田川俊一、室井哲夫訳)、カビの分類・培養と同定、医歯薬出版、(東京)、昭和58年
- 3) 山里一英、宇田川俊一、児玉 徹、森地敏樹；微生物の分類法、5 室内環境の菌類、405~417、R&D プランニング (東京)、平成13年7月
- 4) 廣田才之(代表)編；食品衛生実験、共立出版 (東京)、2006
- 5) 高鳥浩介監修；かび検査マニュアルカラー図譜、(株)テクノシステム (東京)、2009
- 6) 小笠原和夫；カビの科学、他人書籍 (東京)、1981
- 7) 今関六也、本郷次雄ら；標準原色図鑑全集／第14巻、保育社 (大阪)、昭和50年
- 8) 木村 光、河合 章ら編；微生物の種類と性質、食品微生物、42~55、培風館 (東京)、1988
- 9) 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、No.18、2~10、2000
- 10) 宮沢文雄、中村一成、小川益男、久井伸治、塩田 正、沢村嘉充、佐藤平吉、中野竜雄；食品冷蔵庫に関する衛生学的研究、Ⅲ. 食肉冷蔵庫および牛乳冷蔵庫の真菌叢について、第54回日本獣医学会記事、昭和37年10月
- 11) 久井伸治、須崎六生、塩田 正、中野竜雄、宮沢文雄；食品冷蔵庫に関する衛生学、水産冷蔵庫の真菌叢について、日本獣医学雑誌、24 (supple)、387、1962-12-25
- 12) ぐらし科学研究所；冷蔵庫内のファン部について真菌の分布状態を調査する、食の安全レポート、2012、05
- 13) 高橋治男、矢崎廣久、福永 俊、三井良雄；食品製造冷蔵庫におけるカビ汚染(Ⅱ) 枝肉貯蔵庫の真菌とその汚染防除、千葉衛研報告、第7号、12~15、1963
- 14) 上田成子；食中毒予防と冷蔵庫の整理術、栄養と料理、7月号、158~165、2002
- 15) 政木和子；カビの季節がやってきた！、社団法人 日本食品衛生協会 (東京)、1994
- 16) 好井久雄、金子安之、山口和夫；食品微生物、技報堂 (東京)、1974
- 17) 鈴木ヤエ；特集 冷蔵庫をフルにいかそう、食品衛生、5、16~36、1975
- 18) 一言広他；食品のカビとカビ毒、食衛誌、19(3)、

- 266、1978
- 19) 高見信治他：食品微生物学、17～18、建帛社（東京）、平成 11 年
- 20) 細谷憲政監修：健康情報シリーズ 62・5、食品とかびを考える 2 かびと人間、1～5、財団法人、健康・体力づくり事業財団（東京）、平成 4 年
- 21) 田端節子：食品を汚染するカビ毒、臨床栄養、107(1)、16、2005.7
- 22) 廣末トシ子：特集“食中毒を起こさない”食習慣を身につけよう 有用なかびもあれば有害なかびもある かびの Q&A、栄養と料理
- 23) 坂上吉一編：消毒・殺菌・抗菌バイブル、大泉書店（東京）、1998
- 24) 齋藤行夫：食品衛生研究、No 34、45、1984
- 25) 倉田 浩：カビ毒と食品、臨床栄養、39(1)、47～53、昭和 46 年 7 月
- 26) 西山邦隆、田中夏海：冷蔵庫内の温度測定～種々の条件による温度変化について～、東北女子大学・東北短期大学紀要、50、21～31、2011
- 27) 「冷凍冷蔵庫の氷にカビ」に注意：国民生活センター相談部、平成 10.5 月
- 28) 滝 龍雄：細菌と感染のはなし、日本実業出版社（東京）、2000
- 29) 谷村顕雄、豊川裕之編：食品衛生学（第 3 版）、84、南江堂（東京）、2005