

安全な食品のための環境技術

(公社) 日本技術士会 登録 食品産業関連技術懇話会
 遠山技術士事務所
 技術士(農業:農芸化学) 所長 遠山 茂雄



1、はじめに

本稿を書き出しているときは、関西のHホテルから始まった食材偽装事件が著名なデパート、レストランでもあったことが分かってから1ヶ月以上経過したところだがまだ余波が残っていた。

食材偽装はメニューと異なった食材を使用して料理を提供したもので、シャンパンと表示しながらスパークリングワインを提供、車エビとしながらブラックタイガーを提供した事件である。該当店舗は代金を返金しているけれども、イメージが大きく失墜している。

ところで、相変わらず食品自主回収報告が続いていて、本年度(25年度)は12月現在で380件になっている。報告件数は更に増えていくのでなかろうか。

農林水産消費安全技術センター(以下、FAMICと略す)が平成18年度から平成24年度までの年度別に食品回収報告数をまとめたものを表-1に記載した。併せて原因の定義を表-2に記載した。

また、「表示不適切」および「品質不良及び異物混入」についての内訳と件数を表-3、表-4に示す。

「表示不適切」は「表示間違い」が最も多く、平成24年度をみるに410件であり、全体の85%を占めている。このことは、食品企業・組織のCSR、品質管理システム、生産管理システムの弱点を示しているのではなかろうか。

「品質不良及び異物混入」は微生物に関するものと異物混入に関するものが多く、平成24年度では両者合わせて157件で、全体の82%ほど

表-1 年度別食品自主回収報告数

回収原因	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年	平成24年
表示不適切	130	373	350	341	401	382	482
規格基準不適合	67	110	129	92	53	270	140
品質不良	58	108	95	106	95	73	108
異物混入	46	87	76	50	75	45	84
その他	45	135	105	97	56	153	78
容器・包装不良	5	26	19	21	29	20	28
合計	351	839	774	707	709	943	920

出典： 農林水産消費安全技術センター HP

表－２ 回収原因の定義

原因名	定義
表示不適切	食品衛生法、J A S法等に基づく食品表示が不適切であったもの、告知者による偽装の場合も含む
規格・基準不適合	食品衛生法、J A S法の規格・基準等に違反した場合、及び自主基準に適合していない場合
品質不良	製品本来の品質・特性を維持していなかった場合
異物混入	硬質異物、軟質異物、生物由来異物等混入の場合
容器・包装不良	容器・包装に不良があった場合
その他	上記以外の理由による場合、賞味期限切れの原料・商品による場合、原料納入者による偽装が原因で結果的に不適切な表示となり、製造者等が告知した場合を含む

表－３ 表示不適切の内訳別件数

内容	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年	平成24年
期限表示間違い	194	209	197	225	206	256
アレルギー表示間違い	83	51	81	109	95	136
添加物表示間違い	75	24	20	27	12	18
その他の表示不適切	21	56	43	40	69	73
合計	373	350	341	401	382	482

表－４ 品質不良及び異物混入の内訳別件数

内容	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年	平成24年
異臭・異味	21	18	27	16	14	17
カビ・酵母・虫・髪の毛等混入	69	54	63	63	48	82
異物混入 (金属、ガラス、ゴム等)	78	70	40	63	33	58
その他	27	29	26	26	23	35
合計	195	171	156	168	118	192

になっている。

これは、食品を加工するところ、食品を提供するところが慢性的な取り組みでマンネリ化されていることを数字で表されたと考えられる。

食品の加工、食品を提供するとき事業者として考えねばならないことは、ゾーニングと動線を適正にすることではないか、つまり衛生的な環境をつくり、維持することが必要な要件になる。

この要件は「HACCPシステム」を支えるものであり、この要件が満たされないことには「HACCPシステム」で安全な食品をつくるのが難しくなる。

そこで、本論では、ゾーニング・動線、5 S、空間の清浄化について所見を述べ、「HACCPシステム」を支えて、安全な食品を消費者に食べてもらえるよう繋げたい。

まず、はじめに「空間の清浄化」から述べたい。

表-5 外気 1 m³あたりの個数

塵埃数	細菌数	真菌数	菌数合計
約10,030,000	約2,100	約2,300	約4,400

2、空間の清浄化

「品質不良及び異物混入」の件数のなかで「異臭、異味」、「カビ・酵母」が挙げられているが、これは加熱調理で熱を加えられ殺菌された食品が包装するまでの間に微生物によって汚染されたためと考えられる。

包装されるまでの間、清浄な空間に保管されず、清浄度の低い空間にあったなら空中の微生物に汚染される機会に遭遇する。

外気中には塵埃、細菌・カビ・酵母が浮遊しており、その数は次の数値が発表されている。

外気 1 m³あたり塵埃が約1,000万個、細菌が約2,000個、真菌が約2,000個ある。

当然、食品工場や店舗などで外気をそのまま取り入れている場合には、食品の加工・取り扱

う作業室の広さに比例した塵埃数や微生物数が存在する。

3、食品の加工室・取り扱い場所の空間清浄（空間殺菌）

食品を加工するところ、取り扱うところは外気から塵埃・微生物を取り込むが、そのほか場内から発生する特に微生物も作業室内の空中に存在する。

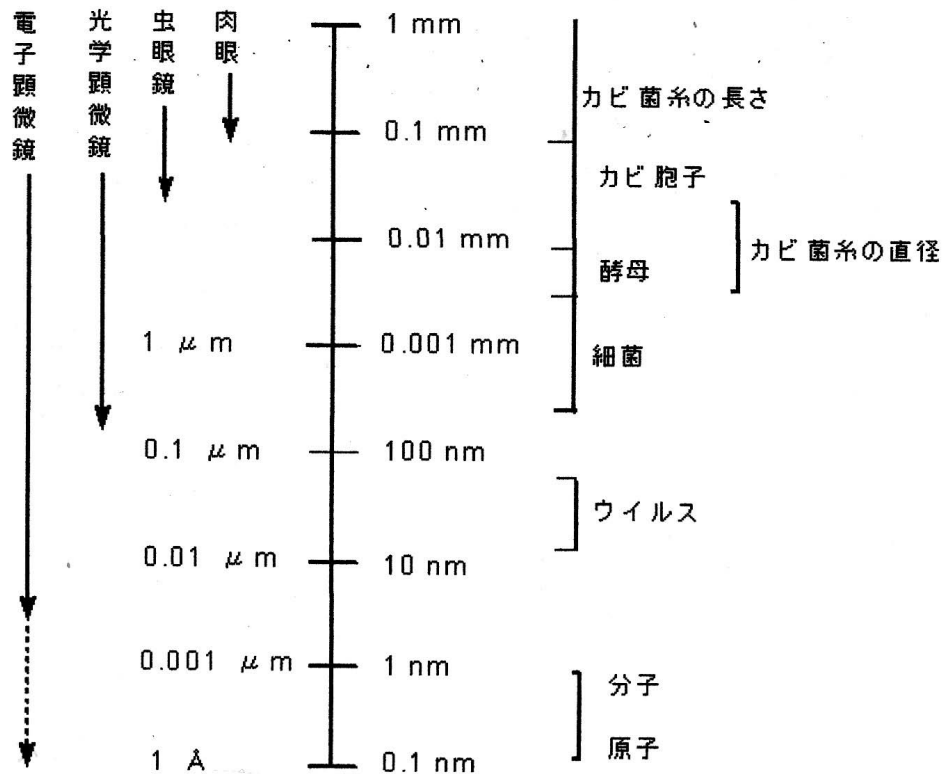
そのため、食品企業・組織の一部では空間の清浄化や空間殺菌を実施している。

空間の清浄化や殺菌法には、下記の方法がある。

(1) 薬剤散布法

a 過酸化水素の利用

表-6 カビなどの大きさ



出典：文部科学省、カビ対策

b オゾンの利用

c 過酢酸の利用

d 二酸化塩素

(2) 電解水（微酸性電解水、弱塩基性電解水）
の利用

(3) 紫外線照射法

(4) マイクロプラズマ法

(5) エアフィルタ方式

薬剤散布法や紫外線照射法、電解水利用法は作業中（食品加工中）実施できず作業終了後でなければ実施できない。それは人への健康を配慮するためである。

エアフィルタ方式は作業中でも空間を清浄化できる。

4、エアフィルタ方式法

ここでは、エアフィルタ方式を解説したい。

エアフィルタ方式は、空気中の微粒子、塵埃、細菌、カビをフィルタと呼称している「ろ材」で除去して清浄な空気をつくる方法である。「ろ材」には不織布、ガラスろ材、ガラスろ紙、織物、ガラスマットが使われる。

(1) 微生物の大きさ

フィルタで、塵埃、細菌、カビを除去する訳だが、それらの粒径がどのくらいなのか表-6に示す。

(2) 空気清浄度規格

エアフィルタで塵埃、細菌、カビを除去するときは、空気清浄度規格を達成しなければなら

表-7 ISO 14644-1 (JIS B9920 - 2002) : 現在使われている基準

等級表現	空中塵埃数/立方リットル		
	粒 径		
	0.1 μm	0.5 μm	5 μm
クラス 1	10	-	-
クラス 2	100	4	-
クラス 3	1,000	35	-
クラス 4	10,000	352	-
クラス 5	100,000	3,520	29
クラス 6	1,000,000	35,200	293
クラス 7	10×10^7	352,000	2,930
クラス 8	10×10^8	3,520,000	29,300

注釈：等級表現
1立方メートルの空間に粒径0.1 μm 以上の粒子が10個以下の場合を「クラス1」と表現している。

表-8 Fed-Std-209 (2001年11月に廃止されているが、稀に使用)

等級表現	空中塵埃数/立方フィート		
	粒 径		
	$\geq 0.1 \mu\text{m}$	$\geq 0.5 \mu\text{m}$	$\geq 5 \mu\text{m}$
クラス 1	35	1	0.007
クラス10	350	10	0.07
クラス100	3,500	100	0.7
クラス1,000	35,000	1,000	7
クラス10,000	350,000	10,000	70
クラス100,000	3,500,000	100,000	700

注釈：等級表現
1立方フィートの空間に粒径0.5 μm 以上の粒子が100個以下の場合を「クラス100」と表現している。

ない。現在、空気清浄度規格は、日本では「ISO14644-1 Cleanrooms and associated controlled environments-Part1」を準拠した「JIS B9920-2002 クリーンルームの空気清浄度の評価方法」が規格化されている。しかし、まだ、2001年11月に廃止された「米国連邦規格209 (Fed-Std 209)」で公表された、清浄度の等級を示す表現

「クラス100」とか、「クラス10,000」が今でも稀に使われている。

(3) エアフィルタの捕集概念

エアフィルタによる捕集はガラス繊維に粒子が付着することでおこなわれる。液体フィルタは「ろ材」のアミ目より大きい粒子を捕集する

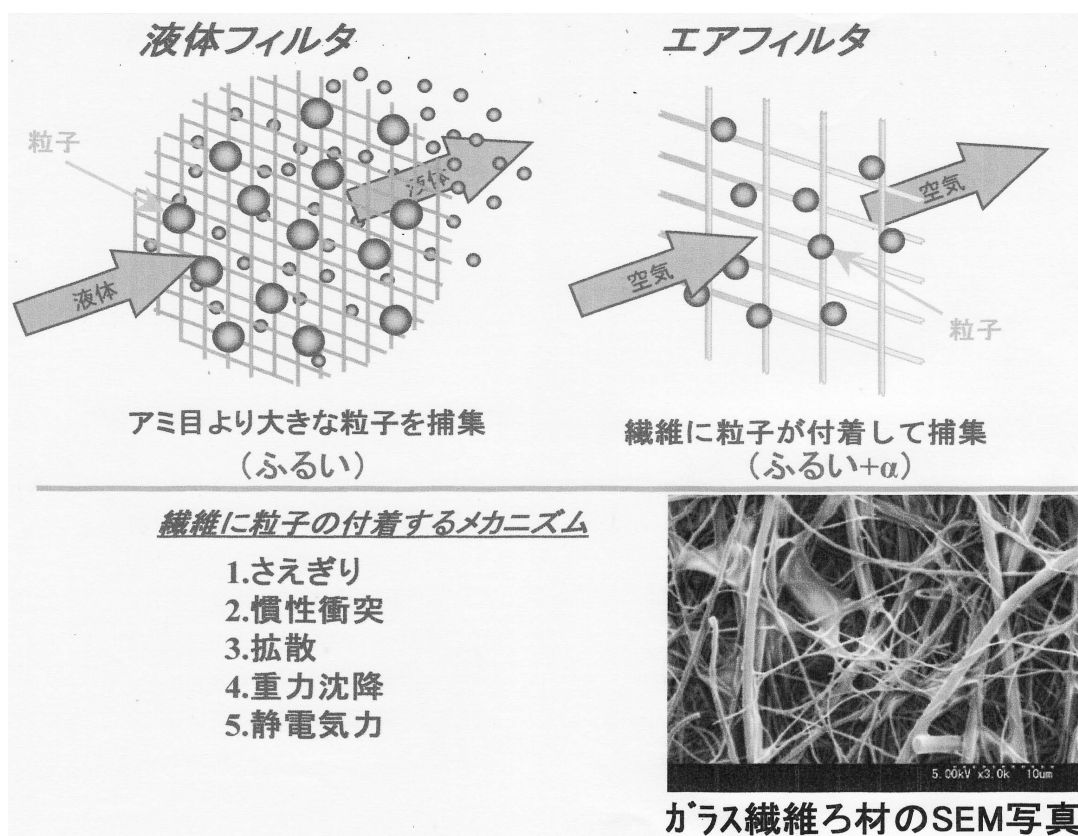


図1 微粒子の捕集概念図 出典：日本無機株式会社講演集

表-9 エアフィルタの種類

種類	定義
粗じん用エアフィルタ	主として粒径が5 μmより大きい粒子の除去に用いるエアフィルタ。プレフィルタとも云われる。
中性能エアフィルタ	主として粒径が5 μmより小さい粒子に対して中程度の粒子捕集率をもつエアフィルタ。
高性能フィルタ	
HEPAフィルタ	High Efficiency Particulate Air 定格流量で粒径0.3 μmの粒子に対して99.97%以上の粒子捕集率をもち、かつ初期圧力損失が245Pa以下の性能をもつエアフィルタ。
ULPAフィルタ	Ultra Low Penetration Air 定格流量で粒径0.15 μmの粒子に対して99.9995%以上の粒子捕集率をもち、かつ初期圧力損失が245Pa以下の性能をもつエアフィルタ。特に粒子捕集効率が99.9999%以上のものを超ULPAフィルタと呼ぶこともある。

出典：日本無機株式会社講演資料

ことで「ろ過」を行っている。

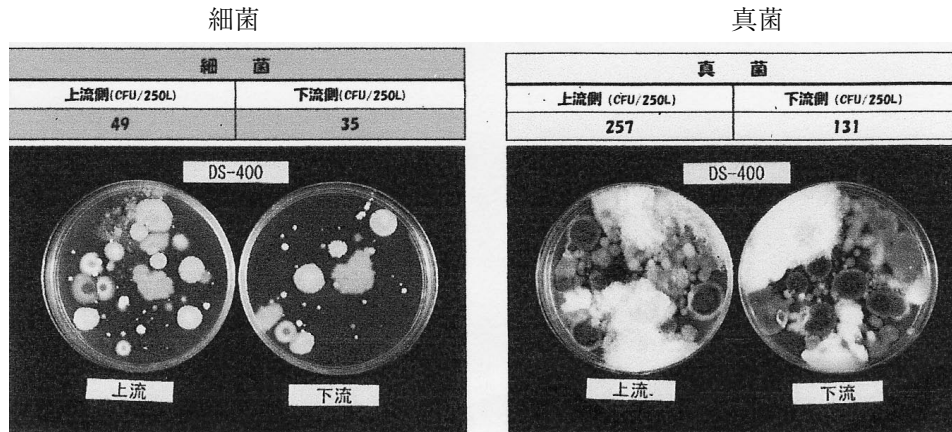
(4) エアフィルタの種類

エアフィルタには、粗塵フィルタ（プレフィルタ）、中性能フィルタ、高性能フィルタがある。

(表-9参照)

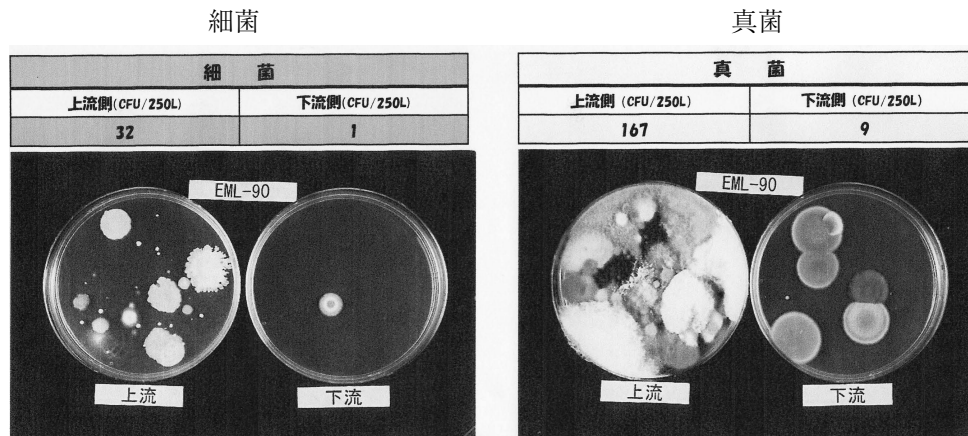
a、粗塵フィルタ

上流：「ろ過」される前の外気、下流：「ろ過」された後の清浄化空気



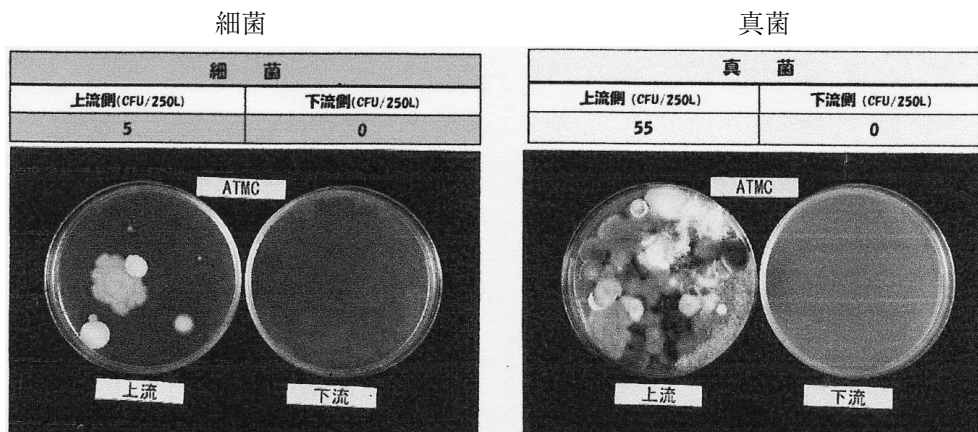
b、中性能フィルタ

上流：「ろ過」される前の外気、下流：「ろ過」された後の清浄化空気



c、HEPAフィルタ

上流：「ろ過」される前の外気、下流：「ろ過」された後の清浄化空気



出典：日本無機株式会社講演資料

フィルタに通す外気とフィルタを通った清浄化空気について結果をしめす。

各フィルタについて、清浄化された空気の細菌、カビの様子をみると、粗塵フィルタは塵埃を捕集するが、細菌やカビには効果がない。中性能フィルタは、かなり細菌とカビを除去している。また、HEPAフィルタは、細菌やカビを完全に除去している。

そしてHEPAフィルタは、飲料メーカー、無菌米飯工場、生ハム工場にとって欠かせないものになっている。

(6) フィルタの交換時期

フィルタの交換は、設置されたところ、使用時間、季節によって交換期間は定めにくいですが、図-2が一つの目安になるのではないかと。

5、ゾーニング

(1) ゾーニングの目的

ゾーニングは、住宅の間取りなど建築計画や公園設計でゾーン（Zone：区域）を決めることという言葉で、それを食品工場の設計に汚染防止・交差汚染を防止するために採用されたのではないと思われる。ゾーニングの設定が適正に決まっていないと食品が汚染されてしまう。

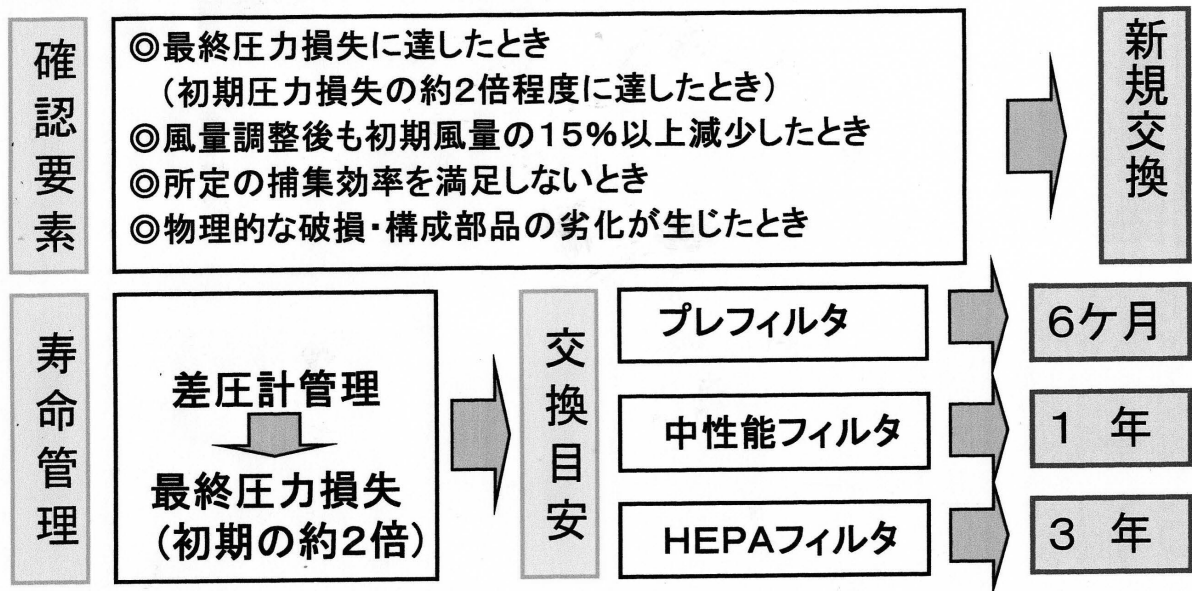
「品質不良の理由」に「細菌、カビ」が挙げられているのは、加熱されたあとの食品が不適切な環境において汚染されたからと推定される。

ゾーニングの区域は「表-10」のように分類されるので、各加工工程について適切なゾーニングを設定して管理することが必要である。

(2) ゾーニング区域

各工程（作業室）を生産外区域、汚染作業区域、準清潔作業区域、清潔作業区域に分けて交差汚染、や二次汚染が起きないように管理する。

フィルタの寿命は、設置場所や季節的変動・空気中の浮遊塵埃の物理的・化学的性質及びフィルタの設置組合せなどにより異なる



基本式：
$$T = K \frac{DHC \times 1000}{\eta \cdot Q \cdot C} \quad [h]$$

T:フィルタ寿命
Q:処理風量
 η :フィルタ効率
DHC:フィルタ集塵容量
C:処理空気塵埃濃度
K:係数

図-2 フィルタの交換時期
出典：日本無機株式会社講演資料

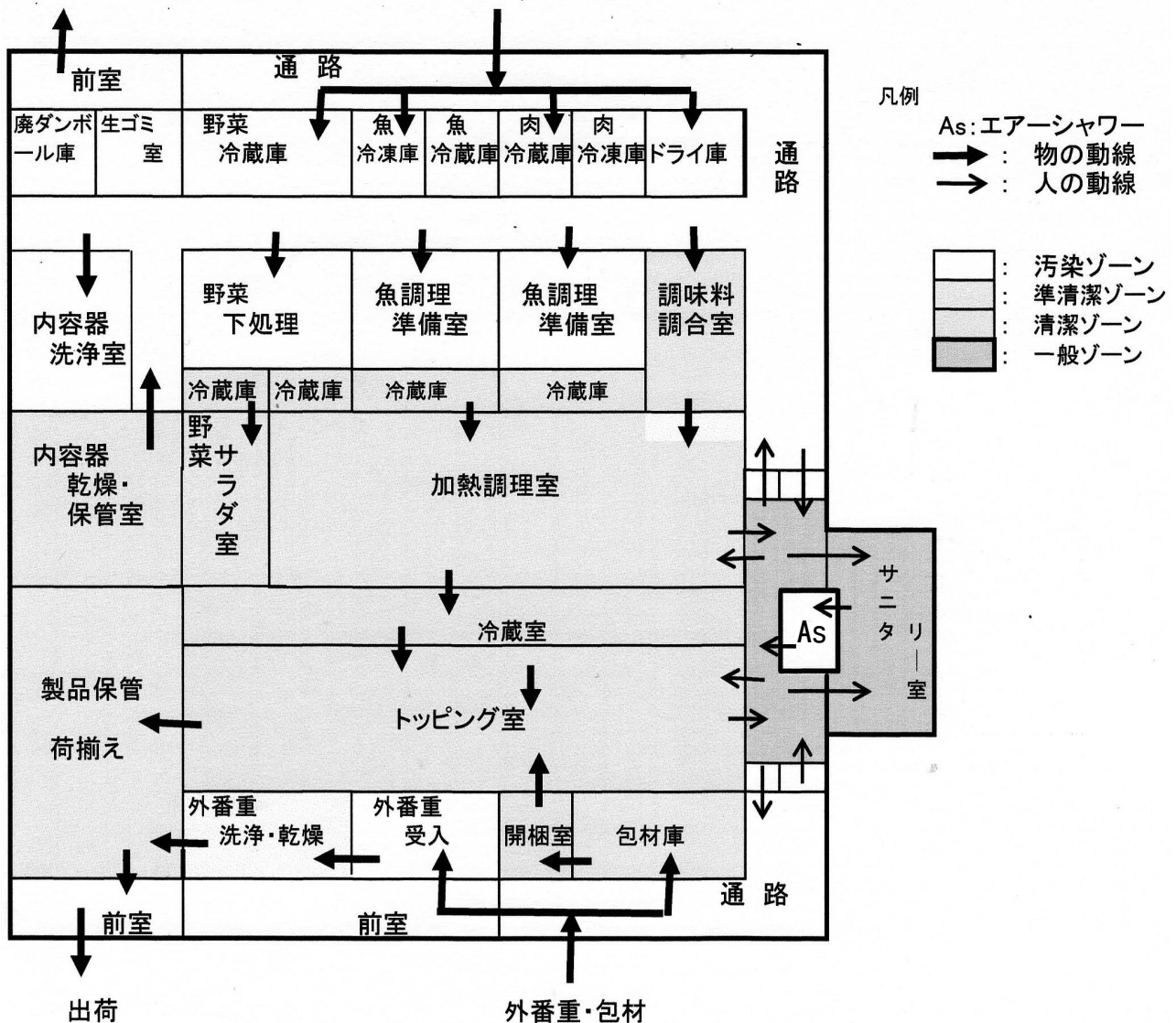
表-10 ゾーニングの区域と室名

区域	室名
生産外区域	生産に従事する人が専用使用する場所 更衣室、従業員用トイレ、従業員用休憩室、入退場室
汚染作業区域	原料・資材由来の危害が存在する場所 入荷検品室、原材料保管室、廃棄物保管庫、下処理室、梱包室、仕分け室
準清潔作業区域	原料、資材由来の危害を除去する場所、及び食材が包装・充填され二次汚染のない場所 調味料調合室、仕掛品保管庫（殺菌前）加熱調理室、製品保管庫
清潔作業区域	危害を除去した後で、その食材を包装する、充填前の場所 仕掛品保管庫（殺菌後）、包装室、盛付室、CCPが存在するところ

出典：株式会社 食品施設デザイン講演資料

参考として「惣菜工場のゾーニング例」を下記に載せる。

惣菜工場のゾーニングおよび動線（物と人）



6、動線

「動線」は、ゾーニングと同じように二次汚染・交差汚染を防止するため動き・移動・流れを規制するものである。「動線」は一方方向にして交わったり、戻ったりしない。

ゾーニングと動線が適切であれば細菌やカビなどによる品質不良は発生しないし、異物混入による製品回収も無くなる。

「動線」は、物の動線（原料、仕掛品、製品）、人の動線、空気の動線、廃棄物の動線などがある。

(1) 人の動線

「人の動線」は人が作業室に入室するとき、また作業室から出る時の移動方法を設定するもので、例えば清潔ゾーンに入ったら、準清潔ゾーンには移動できるが準清潔ゾーンから清潔ゾーンには戻れないなど、人の行動を規制するため「人の動線」を設定する。

(2) 物の動線

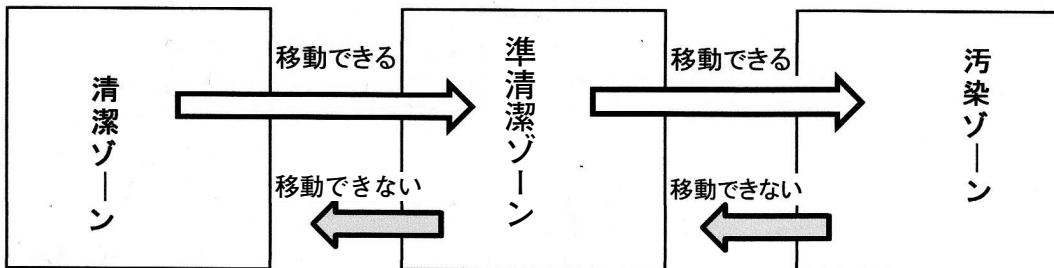
「物」の動線は、原材料が加工される段階で危害を防止したり、衛生的な取り扱いができるよう各ゾーニング区域に流れをつくることである。原料は初めに「汚染ゾーン」で処理され、次いで「準清潔ゾーン」、「清潔ゾーン」と移動し汚染しにくい状態にして出荷される流れに設定する。

(3) 空気

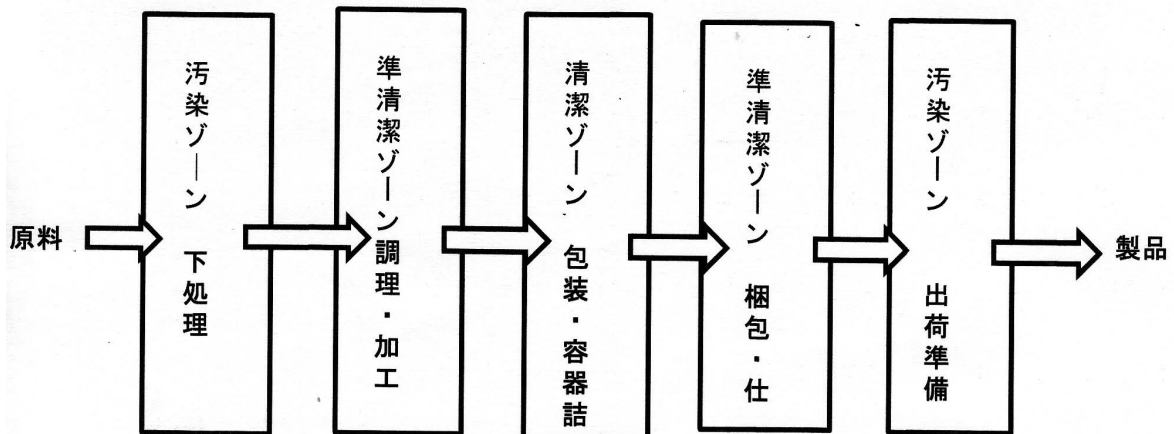
空気の動線は、清潔ゾーンから、準清潔ゾーンへと流し、次に汚染ゾーンへ流れるようにする。

逆に汚染ゾーンから空気が準清潔ゾーン、清潔ゾーンに流れると交差汚染が起きるので避けるべきである。また、「+」の記号は室内圧を示している。そして「+」の数が多いところほど室内の圧力が高くなっている。空気は最終的に屋外に排出されるのがよい。

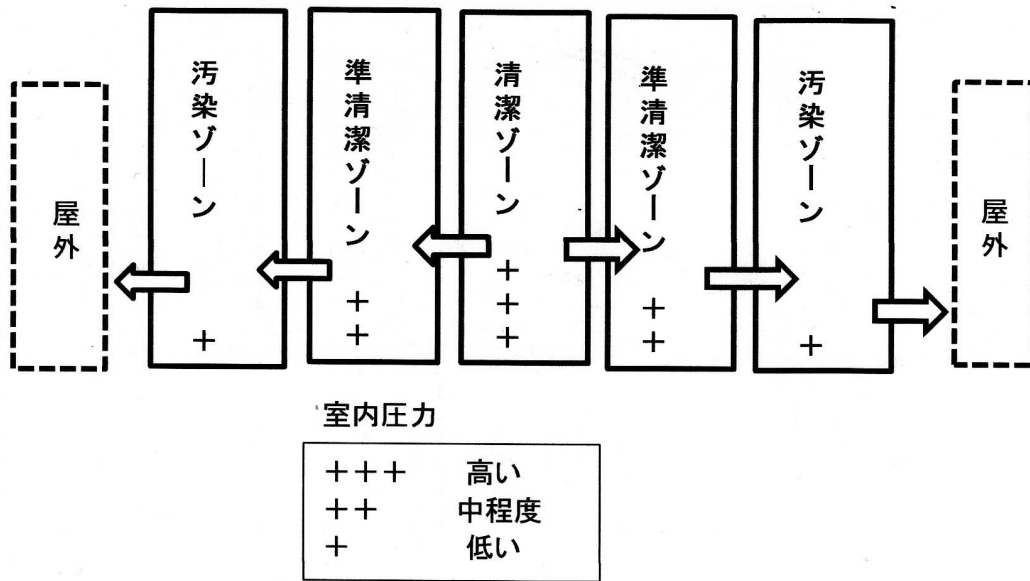
ゾーニングと人の移動



ゾーニングと物の移動



ゾーニングと空気の動線



7、5S

5Sについては、一般的に「整理・整頓・清潔・清掃・しつけ」の順序で云い表わしている。そのためか、5Sは整理から始まるものと思っ
ているところが多い。食品を扱う組織は先ず清潔
でなければならない。従って「清潔・清掃・整
理・整頓・しつけ」と活動することが望ましい。

それは、食品を扱うところは先ず清潔でな
ければならないので、清潔にするための清掃をキ

チンとする。清掃がやりにくいと汚れがたまり、
異物の原因になる。

やりにくい清掃を上手にするためには整理す
ることであり、整理ができれば整頓に取り掛か
る。

まずは、清潔にすることから始めたら如何で
あろうか。

掃除がやり易い例を下記に示す。

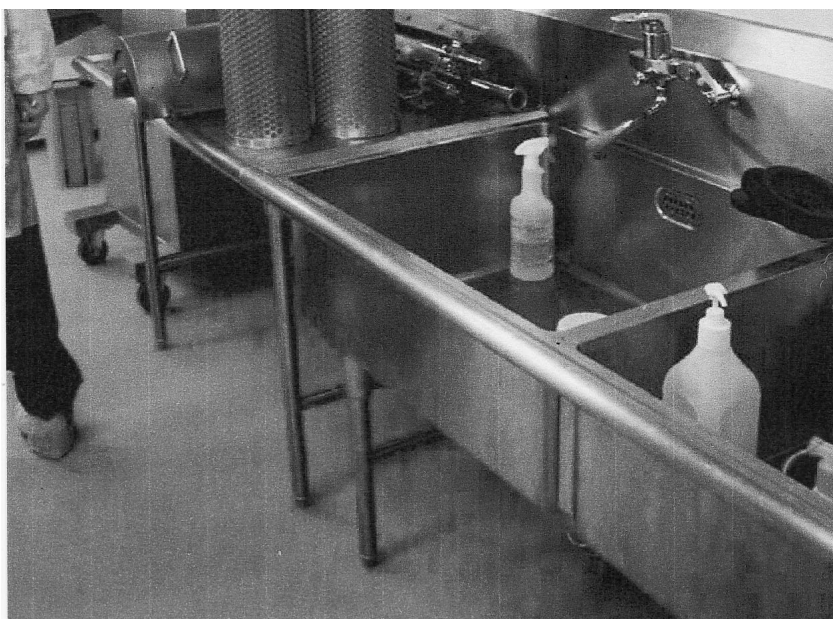


図-3 シンクの下を空け、掃除しやすくする



図-4 掃除用具を入り易くするため架台を設置。

出典：株式会社 食品施設デザイン講演資料

8、まとめ

本論は、食品を扱う組織（工場、店舗、レストラン）が安全な食品を提供するために食を扱

う場所を清潔にすることから行って、食中毒事件や製品回収を無くすことを望んだものである。