

食品衛生 講座

食品加工と微生物 その14 昔とは違ってきたイカ塩辛（1）

水産発酵食品の代表選手

「発酵食品」といわれて大抵の人があげるのは、味噌・醤油や納豆、清酒、漬け物、ヨーグルトなど、農産物や畜産物の発酵食品で、水産の発酵食品を思いつく人は少ないようである。

「水産の発酵食品は？」と聞かれて困る人もあるうが、少し考えてまず最初に思いつくのは塩辛ではなかろうか。塩辛はたしかに水産発酵食品として最もよく知られており、水産発酵食品の代表選手である。しかし、それでは塩辛がなぜ発酵食品なのかということ、実際のところ困ってしまう。味噌・醤油や納豆、清酒、漬け物、ヨーグルトなどは、製造過程における酵母やカビ、乳酸菌などの微生物の役割がよくわかっているの、自信を持って発酵食品と呼べる。それに対して、塩辛では、微生物の役割が実はあまりよくわかっていないのである。それでも、においや見かけから何となく発酵食品と呼んできたようである。

塩辛は魚介類の筋肉・内臓などに10数%の食塩を加えて、腐敗を防ぎながら原料を消化し、同時に特有の風味を醸成させたものである。イカの塩辛が最もよく知られているが、そのほか、カツオの塩辛（酒盗）、ウニの塩辛、アユの卵・精巢・内臓の塩辛（うるか）、ナマコの内臓の塩辛（このわた）、サケ内臓の塩辛（めふん）など多種類のものが各地で作られている。ここでは最も一般的で生産量も多いイカ塩辛を中心に述べる。

イカ塩辛の作り方

イカ塩辛は製品の色から、赤作り、白作り、黒作りの三つに大別される。赤作りというのはイカの切り身を剥皮せずにそのまま用いるもので、最も一般的で生産量も多い。白作りは剥皮したイカの胴肉を用いるもの、黒作りは富山の特产でイカのスキを加えて作られる。

イカ塩辛の原料には近海産のスルメイカ（マイカ）が用いられる。最近は原料不足のため外国産のスルメイカやマツイカなども用いられているが、その場合も肝臓はマイカのものをを用いている。

塩辛の作り方は比較的簡単で、細切りしたイカに肝臓と10～20%程度の食塩を加えて時々攪拌しながら漬け込んでおくのが伝統的な製造法である（図1）。

まず、墨袋を破らないようにして、内臓、くちばし、軟甲を除去、頭脚肉と胴肉を分離して水洗する。十分に水洗した後、細切りした胴肉および頭脚肉を大型の樽

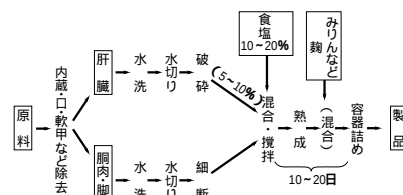


図1 伝統的な塩辛の製造法

に入れ、これに肝臓（皮を除いて破砕したもの）および食塩を加えて十分に攪拌・混合する。食塩はふつう肉量の10数%であるが、最近は減塩の傾向にある。肝臓の添加量は3～10%程度である。毎日充分に攪拌し、大体10～20日くらい経つと製品になる。

参考までに、表1に伝統的なイカ塩辛の一般成分を示しておく。

塩辛の熟成とは

表1 伝統的なイカ塩辛の一般成分

報告者 (年)	東ら (1959)	竹谷ら (1960)	飯田ら (1973)	宇野ら (1974)
pH	-	-	5.29～5.82	-
灰分(%)	11.4～67.3	-	-	10.4～18.2
水分(%)	60.5～67.3	62.5～66.4	61.6～70.1	53.3～69.1
食塩(%)	10.3～11.7	9.0～18.9	5.52～16.3	10.2～17.8
粗タンパク(%)	14.6～20.6	14.5～18.3	12.4～16.8	9.1～14.9
揮発性塩基窒素 mg/100g	-	84.4～255	26.0～79.7	-
糖質(%)	-	-	0.2～1.6	0.1～18.1
粗脂肪(%)	0.1～3.5	2.1～6.8	1.1～4.3	0.3～2.2

細切肉は仕込み後、だんだんと生臭みがなくなり、肉質も柔軟性を増し、元の肉とは違った塩辛い味や香りが増強されるようになる。このように食品の風味やテクスチャーなどが時間とともにできあがってくることを一般に熟成と呼んでいる。用塩量10%の塩辛の場合を例にとると、仕込み後、次第に熟成が進み、気温10℃では10～15日目ごろに、また気温25℃では5日目ごろに食用最適となる。

これは原料のタンパク質や核酸、糖質などの成分が時間とともに分解されて、多種類の呈味・香気成分に変化するためである。塩辛の遊離アミノ酸は、タウリン、グルタミン酸、ロイシン、アルギニン、プロリンなどが量的に多い。また、乳酸、コハク酸などのほか、主要な揮発性成分として酢酸、プロピオン酸、イソ酪酸、アンモニア、イソブチルアミンなどが検出される。

塩辛の旨味の生成には自己消化酵素の役割が大きい

イカの筋肉や肝臓の細胞には、体成分の合成や分解に関係するいろいろな酵素が含まれていて、イカが生きている間はそれらがバランスよく働いて生命活動を維持し

ている。イカが死ぬとエネルギーの供給が絶たれるので分解作用が進むことになる。そのため右に述べたように、原料のタンパク質や核酸、糖質などの成分が分解されて、アミノ酸や核酸関連物質、有機酸などに変化する。このような現象を自己消化といい、それに関する酵素を総称して自己消化酵素と呼んでいる。

タンパク質はそのままでは味を示さないが、分解を受けてアミノ酸やペプチドなどになるとそれぞれ独特の味を示すようになる。魚の代表的な旨味成分であるグルタミン酸もこうして作られてくるアミノ酸である。エネルギー物質のATPからは旨味成分であるイノシン酸が生成する。糖質も乳酸や他のいろいろな呈味成分に変化する。(図2)

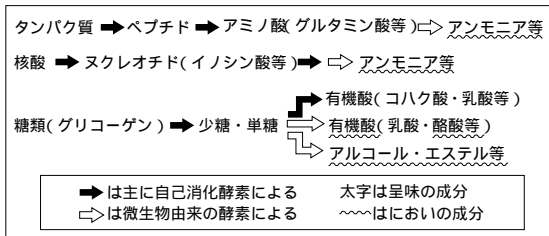
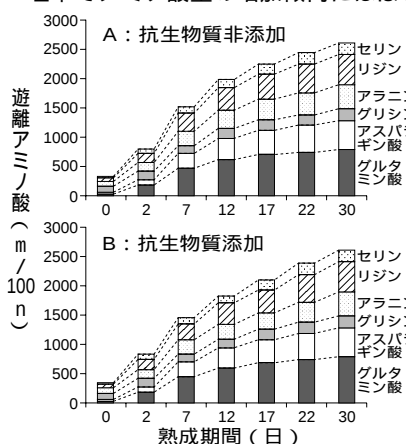


図2 塩辛の熟成中における呈味・におい成分の生成
酵素と微生物の醸し出す風味

塩辛の熟成中には*Staphylococcus*や*Micrococcus*などの細菌が1g当たり106~107に増加する。これらの微生物のなかにもタンパク質や核酸、糖質などを分解するものも多いので、塩辛中で自己消化酵素と同じ様な働きをしている可能性がある。

塩辛の熟成（とくにアミノ酸の生成）が自己消化酵素によるのか、細菌によるのかという問題については、古くから議論のあるところであるが、最近の教科書では少なくとも食塩10%程度の塩辛においては、自己消化酵素とともに細菌の関与が大きいとの考えをとっているものが多い。この説は正しいのだろうか。

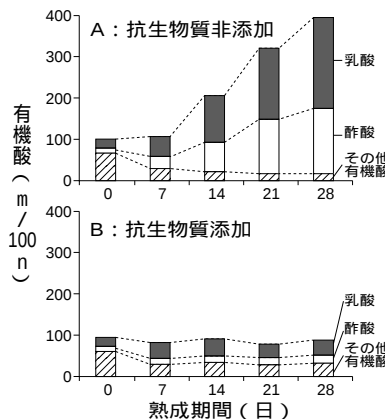
それを検証するために、抗生物質を添加して微生物の増殖を抑制した塩辛とふつうの塩辛を作って、熟成中のアミノ酸量を調べてみたところ、は図3のように、二つの塩辛でアミノ酸量の増加傾向にはほとんど差がみられな



両実験区で遊離アミノ酸量に差がないことから、その生成への微生物の関与は小さいと考えられる。
図3 熟成中の塩辛(食塩10%、20)における主な遊離アミノ酸量の変化

ではない。この実験で抗生物質添加の塩辛では塩辛臭がしないため、微生物はむしろ香気成分の生成に重要であろうと考えられる。実際に香気成分のうちもっとも重要な有機酸について、両方の塩辛でその変化を調べてみる

と、こんどは両者ではっきりと差がみられ、有機酸は微生物のいる塩辛でのみ増加することがわかった(図4)。またこれらの有機酸はおもに優勢菌種の*Staphylococcus*によるものであった。したがって、微生物は旨味の生成に



有機酸生成は微生物の存在するA区でのみ認められる。
図4 熟成中の塩辛(食塩10%、20)における主な有機酸量の変化

は関与しないが、有機酸などの風味の生成に欠かせないことがわかった。酢酸や乳酸などの有機酸は抗菌性を持っているので、塩辛中でこれらの有機酸が生成されると風味だけでなく、保存性の面でも効果が期待される。

塩辛が塩辛らしい風味を持つためには、このような自己消化酵素や細菌の働きが必要であるが、それらはどんどん進めばいいというわけではなく、有用な成分がバランスよく醸し出されることが必要であり、同時に腐敗を抑える必要もある。用塩量や熟成の温度・日数、攪拌の仕方などによって風味は変化するので、加工場や家庭ではさまざまに工夫をしてきたわけである。

塩辛は熟成期を過ぎるとやがて肉痩せが進み、遊離水も出やすくなり、アンモニア臭の混じった刺激臭が感じられるようになり、腐敗にいたる。塩辛の熟成と腐敗の境界を明瞭にすることは難しいが、この両者に微生物の面からどのような差異があるのか興味あるところである。

塩辛は熟成期を過ぎるとやがて肉痩せが進み、遊離水も出やすくなり、アンモニア臭の混じった刺激臭が感じられるようになり、腐敗にいたる。塩辛の熟成と腐敗の境界を明瞭にすることは難しいが、この両者に微生物の面からどのような差異があるのか興味あるところである。

経験的な知恵による微生物制御

世間では微生物はバイキンと呼ばれ嫌われ者であるので、塩辛中にたくさんの微生物がいるという気持ち悪く思う人が多いであろう。しかし、細菌や酵母などの微生物の中には有益なものも多いわけで、このことは、毎朝食べる納豆やヨーグルトがバイキンの固まりであることをいえばお分かり頂けるであろう。

微生物の中で有害なのは、食中毒や腐敗を引き起こす菌であるが、これらは塩辛の中では高い塩分のために増殖することができない。たとえば、イカや魚の刺身で食中毒を起こしやすい腸炎ビブリオは、好塩菌といって2~5%程度の食塩があるときによく生えるが、塩分が10%以上では増殖できない。その他の食中毒菌や腐敗細菌も塩辛のような高い塩分ではほとんど生えない。

興味あることに、塩辛中ではスタフィロコッカス属の細菌が多く存在するにもかかわらず、これと同属の食中毒菌である黄色ブドウ球菌は全く検出されない。この原因にはイカ肝臓成分やトリメチルアミンオキシドが関与していると考えられている。このようなことから従来、塩辛では防腐剤を加えたり、冷蔵をしなくても、常温で長期保存ができ、食中毒も起こらなかったと考えられる。

黒作りでは赤作りに比べて賞味期間が長い、この原因としてはイカ墨中の耐熱性成分に細菌抑制効果があることが知られている。先人たちはこのことに気づいて、あまり食欲をそそりそうにない墨をあえて用いて来たのであろうか。

(東京水産大学食品生産学科教授 藤井建夫)

微生物制御に関するトピックス

その39 原虫による下痢症は防ぐことができるか

1970年以降明らかにされた临床上重要な病原体として、ウイルス（11）、リケッチャ（4）、細菌（6）の外に原虫（2）があがっている。この原虫のうちクリプトスポリジウム（*Cryptosporidium parvum*）が世界的に下痢症の病原として注目されている。

1996年6月から7月にかけて、埼玉県越生町で、住民の6割に集団下痢が発生した。これは町営の公共水道によるこの原虫に起因するものであった。このことは既にアサマ化成Newsパートナー1997.9.No.60に故河端氏が詳しく解説している。

厚生省は1996年10月に「水道水におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」を作成し、1997年10月には「クリプトスポリジウム華原虫類総合対策」を制定し、水道水におけるこの原虫の防除対策として濾過法を提案している。

元来この原虫は水系の感染病原体であるが、動物の小腸内で有性生殖することから動物をはじめ人間の排泄物も汚染源となる。従って水系ばかりでなく、生物を通して伝播することとなる。

このクリプトスポリジウムの感染による下痢症は、世界的に開発途上国はもちろん、米国をはじめ発展途上国においても集団感染が多発している。

著者はこの原虫が水道水での塩素殺菌処理の無効なことからその対策として濾過法が推奨されているが、食料などの防除は如何にすべきか疑問に思い制御のための基礎となる資料を収集した。

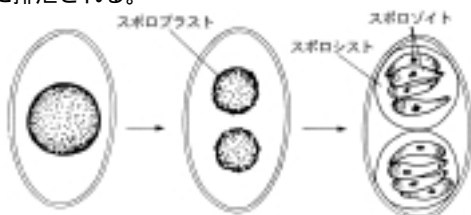
1. クリプトスポリジウムなど原虫とは

人体寄生性原虫は表-1のように分類されており、クリプトスポリジウムは晩生孢子虫綱のアイメリア亜目に分類されている。

表1 人体寄生性原虫の分類

1. 根足虫綱
アメーバ目
2. 動物鞭毛虫綱
シプロモナス目、レトルタモナス目、トリコモナス目、運動核目
3. 晩生孢子虫綱
アイメリア亜目
戦争イソスポーラ、トキソプラズマ、クリプトスポリジウム
住血孢子虫亜目
4. 織毛虫綱
5. 内孢子虫綱
6. ビロプラズマ綱
7. その他

図-1は同じ亜目に属するイソスポラのオーシストの生長過程を示しているが、クリプトスポリジウムは径5μmの球形の嚢子にクリプトスポリジウム1個を形成しその中に4個のスプロゾイドを含んでいる。水道水や食物などに存在するオーシストが人間の口より浸入すると、小腸粘膜上皮の微細毛内にスプロゾイドに寄生し、そこで増殖し、一部は有性生殖して再びオーシストを形成して便と共に体外に排泄される。



1. 糞便内出現時、単細胞
2. 2個のスプロロプラストに分裂
3. 成熟オーシスト、スプロロプラストはスプロロシストとなる。中に4個のスプロロゾイドを含む

図1 戦争イソスポラのオーシスト

2. クリプトスポリジウム汚染状況

河川水をはじめ家畜業についてこの原虫の汚染の状況が調査されている。表-2は牛、表-3には水系における世界各国での汚染調査の結果例である。

表2 諸外国における牛のクリプトスポリジウム汚染状況

国名	種類等	感染率	備考
米国	子牛	21.2%(20/95)	下痢
米国	子牛	1.9%(8/405)	健康
米国	新生牛	51.3%(142/277)	下痢
米国	子牛(ホルスタイン種)	51.5%(176/342)	7~12日分
米国	酪農牛(2州まとめ)	1.6%(767/48810)	健康
米国	酪農牛	68%(102/150)	下痢
旧チェコスロバキア	子牛(種苗生産用)	77.7%	
旧チェコスロバキア	緊急と殺子牛	35.9%(124/345)	
オランダ	肉用子牛	60%(27/45)	健康
英国	子牛(衰弱)	28.6%(6/21)	下痢
アルゼンチン	肉用牛の子牛	30.5%	健康
アルゼンチン	酪農牛の子牛	29.6%	下痢

表3 諸外国における水系でのクリプトスポリジウム状況

国名	クリプトスポリジウム存在量	陽性数/試料数	水域種別
米国	2~4400個/100r(平均43個/100r)	(陽性率%) 57/111(51%)	河川
	1~380個/100r(平均44個/100r)	39/70(56%)	湖
米国	0.15~63.5個/r	34/35(97%)	河川
米国	2~112個/r(平均14個/r)	11/11(100%)	河川
米国およびカナダ	7~48400個/r(平均270個/100r)	74/85(85%)	河川
米国	5300~5800個/r(平均5500個/r)	2/2(100%)	通河
米国	2290個/r(平均41個/r)	3/3(100%)	河川
	0.8個/r	1/1(100%)	小川
南アフリカ	0~25個/r(平均0.6個/r)		表流水
米国	850~13700個/r(平均2700個/r)	4/4(100%)	流入下水
	4~3960個/r(平均320個/r)	11/11(100%)	処理水(活性汚泥)
カナダ	0.6~74個/r(平均7個/r)	2/6(33%)	流入下水
	333個/r	1/3(33%)	処理水(ラグーン)
南アフリカ	0~50個/r(平均3個/r)		流入下水
	0~45個/r(平均3個/r)		処理水

わが国での汚染調査の例として表-4、5に家畜類と下水について、表-6は相模川水系での調査結果をまとめている。更に全国での水系での調査の集計が表-7、8である。また最近兵庫県全域での調査結果も発表されている。

この原虫の野菜などの食材での汚染についても調査されているが、その結果の変動は大きく、不検出の場合から数%、数10%の検出率が示されている。

表4 わが国における家畜類等のクリプトスポリジウム汚染調査

牛	感染率	備考
宮城県(食肉センター)	4.7%(24/512)	成牛 無症状
宮城県	5.6%(5/90)	種子牛 下痢症
北海道	29%(52/181)	子牛 下痢症
その他(野性動物を含む)		
東京都	3.8%(23/608)	ネコ
東京・神奈川	0.3%(1/295)	イヌ
東京・神奈川	3.1%(1/32)	ネコ
神戸市	1.4%(3/213)	イヌ
神戸市	3.9%(20/507)	ネコ
北海道	(1/1)	子馬 単発例
大阪市	9.6%(7/73)	ネズミ(クマネズミ、ドブネズミ)

表5 わが国の下水中のクリプトスポリジウム検出状況

	存在量(個/r)	陽性数/試料数	検出限界
都市部の9箇所の処理場			
流入下水	28	1/29	16個/r以下
最初沈澱池が出水	不検出	0/28	16個/r以下
	1~13(3)	5/9	1個/r以下
放流水	不検出	0/39	2~6個/r以下
全国67箇所の処理場			
流入下水	8~50	7/73	3~33個/r以下
処理水	0.05~1.60	9/74	0.04~0.50個/r以下

表6 相模川水系のクリプトスポリジウム検出(100r当り)

採水場所	調査日	推定値	確定値
相模川上野原	4/16/97	4	3
相模湖公園	11/11/96	<1	-
	4/16/97	<1	<1
相模川小倉橋	11/11/96	<1	-
相模川昭和橋	11/19/96	1	-
相模川金田	11/19/96	1	-
相模川宮山	11/16/96	5	-
	12/24/96	9	-
	5/14/97	15	13
	5/21/97	11	3
中津川半原	12/3/96	11	-
	5/14/97	<1	<1
中津川才戸橋	12/3/96	11	-
	12/24/96	12	-
	5/14/97	10	8
	5/21/97	15	5
中津川鮎津橋	11/25/96	3	-
荻野川中荻野	11/25/96	11	-
小鮎川片原橋	12/3/96	550	-
	12/24/96	2500	-
	5/14/97	1000	2600
小鮎川元町	5/21/97	7300	4500
	11/25/96	26	-
新玉川酒井	12/24/96	110	-
	11/19/96	13	-

- : 試験せず

表7 クリプトスポリジウム全国調査結果

	流入下水	処理水
調査都道府県数	19	19
総検体数(処理場数)	73検体(67)	74検体(67)
検出割合(陽性率)	9.6%(7/73)	12.2%(9/74)
平均回収率(%)	約14	約46
検出個数範囲(個/r)	8~50	0.05~1.60
検出限界値範囲(個/r)	3~33	0.04~0.50

表8 全国での水源種別における調査結果

水源種別	調査済水域数	検出された水域数
河川表流水	36	5
ダム直接	13	0
ダム放流水	25	1
湖沼放流水	1	0
湖沼直接	5	0
伏流水	14	0
計	94	6

3. クリプトスポリジウム制御のための基礎資料

水道水は水道法で定められた急速濾過法で99~99.7%、急速濾過法と塩素殺菌で99.99%以上の除去効果があるとされている。また孔径1μmの中空糸膜カートリッジによって100%除去することができる。

この原虫は、乾燥、4hで100%死滅するし、凍結 - 22℃、21hで67%、- 180℃で100h不活性化できる結果が得られている。

更に環境水などでの不活性化の例について次のようにまとめられている。すなわち

人間腰掛け	4	178日	41 ~ > 99%
牛 糞	5 ~ 10	176日	60 ~ 72%
水道水	5 ~ 10	"	96 ~ 99%
河川水	"	"	89 ~ 99%
蒸留水	60	1分	> 99.9%
脱イオン水	- 15	7日	> 99.99%
	- 20	8h	> 99.99%
	- 70	1h	> 99.99%
牛 乳	71.7	5秒	> 99.9999%
水	"	"	"

リングジュース(サイダー)について高温短時間殺菌法であるフラッシュパスツリゼーションにより表-9に示したように70℃、71℃で10秒の加熱処理により4.9log(99.999%)の死滅効果のあることが確かめられている。

表9 フラッシュ低温殺菌における不活性化(サイダー)

温度(℃)	処理時間(秒)	不活性化(log ₁₀)
70	5	3
	10	>4.9
	20	>4.9
	5	4.8
71	10	>4.9
	20	>4.9

オーシスト数30万/well

表-10は薬剤に対する原虫の抵抗性についてウイルスと比較した結果であって、腸内ウイルスに比べて著しく耐性であることが明らかである。その理由として考えられることは、薬剤が作用点に到達するのに対して原虫のオーシストの嚢膜が障壁となっているからであらう。

別の研究では90%の不活性化効果を得るために、オゾン1ppm、5分；二酸化塩素9.3ppm1h；塩素、モノクロアミン80ppm、90分という結果も得られている。これらの薬剤効果のパラッキについては、原虫自体の状態や環境諸条件の影響の大きいことが考えられる。薬剤によるこの原虫の制御について飲料水ではオゾン以外は期待できないという報告もある。

表10 各種処理法によるクリプトスポリジウムと腸内ウイルスとの比較(pH7.0, 5℃)

	紫外線 (mJ/cm ²)	Ct値			
		塩素	クロラミン	二酸化炭素	オゾン
クリプトスポリジウム	19*	7200	7200	78**	5~10
腸内ウイルス	20~35	4	857	6	0.6

*99.987%不活性化 **90%不活性化

Ct値 = 濃度 × 接触時間 (99%不活性化のための)

表-11に示したアンモニアによっても室温、24hで99.999%の不活性化ができるし、21~23℃、24hの処理条件でエチレンオキシド、メチルプロマイド処理により不活性化することができ、土壌、室内、建物、道具、装置での原虫除去に利用可能ともいわれている。食塩電解水の原虫に対する有効性の検討結果も発表されているが、数時間の処理で漸く99.99%の不活性化効果があるとするものである。

表11 アンモニアによる不活性化

NH ₃ 濃度(mol/r)	99.999%断不活性化の到達日数(24℃)
0.007	27
0.026	14.5
0.039	7.6
0.060	8.2
0.104	6.5
0.148	5.8
0.9	1.0

一方物理的な制御法としては、紫外線照射超高压処理が検討されている。表-12に示すように低圧紫外線ランプの照射により10mJ/m²で99.9%の不活性化効果があり、ジュースを5.5×10⁸Pa(80,000psi)の超高压処理30~60秒で99.99%以上の不活性化効果のあることが表-13で示されている。

表12 LPUV照射による不活性化

UV線量 (mJ/cm ²)	不活性化(log ₁₀)	
	細胞培養感力検定	マウス感力検定
2	1.7	1.5
5	> 2.7, > 3.2	> 2.7, > 3.9
10	> 2.7, > 3.2	> 2.6, > 4.3

対照としてのバクテリアフォージMS2...30mJ/cm²で2.0log低下

表13 果汁中での超高压処理効果(4℃)

超高压処理条件: 5.5×10⁸Pa(80,000psi)

果汁	超高压処理時間(秒)	不活性化(log ₁₀)
リン酸緩衝液 リングジュース	0	0
	0	0.6
	30	3.4
	45	3.3
	60	> 4.1
	90	> 4.1
オレンジジュース	120	> 3.8
	0	0.2
	30	> 4.1
	45	> 4.2
	60	> 4.2
	90	> 4.3
	120	> 4.3

4. むすび

クリプトスポリジウムの制御のため著者が収集した資料をまとめてみたが、先ず水道水などの水の処理は濾過法によらざるを得ないが、問題は食材への汚染に対する制御である。牛乳や果汁などのような加熱処理可能なものは70~80℃の低温処理で完全に排除することができる。しかし生食用食材(野菜、果実など)に対しては洗浄による除去の外に有効な方法があるであらうか。カット野菜などでの有害微生物の排除について近年広く検討されているが、

（大阪大学名誉教授 芝崎 勲）

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
大阪営業所 / 〒532-0011
東京アサマ化成 / 〒103-0001
中部アサマ化成 / 〒453-0063
九州アサマ化成 / 〒811-1311
桜陽化成 / 〒006-1815

東京都中央区日本橋小伝馬町20-3
大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル
東京都中央区日本橋小伝馬町16-5
名古屋市中村区東宿町2-28-1
福岡市南区横手2-32-11
札幌市手稲区前田五条9-8-18

TEL (03) 3661-6282
TEL (06) 6305-2854
TEL (03) 3666-5841
TEL (052) 413-4020
TEL (092) 582-5295
TEL (011) 683-5052

FAX (03) 3661-6285
FAX (06) 6305-2889
FAX (03) 3667-6854
FAX (052) 419-2830
FAX (092) 582-5304
FAX (011) 694-3061