

異物検査事例集

(第8改訂版)

2024. 6

(株) 静環検査センター

«目 次»

I. はじめに	1
II. 混入異物とその検査法	1
III. 弊社における異物等の受託検査実績（2018 年度～2022 年度）	2
IV. 混入異物の検査事例	3
1. 無機物編	3
（1）歯科用金属冠	
（2）ステンレス製針金	
（3）ステンレス鋼末	
（4）金たわし片	
（5）ステープラ（ホッチキス）の針	
（6）ガラス片	
（7）陶磁器片	
（8）鉱物	
2. 有機物編	6
（1）ポリエチレンフィルム	
（2）塩化ビニル樹脂片	
（3）赤色塗料片(1)	
（4）赤色塗料片(2)	
（5）椰子の実タワシの繊維	
（6）PET 繊維物	
（7）再生紙片	
（8）磁性機能付加樹脂	
（9）金属表面付着物	
3. 生物編	10
（1）毛髪	
（2）野菜の繊維物質	
（3）ニンジンの木質化組織	
（4）植物成分	
（5）鱗（うろこ）	
（6）血液の塊	

(7) 骨片及び貝殻片	
(8) 歯の欠片	
4. 寄生虫・昆虫編	14
(1) クドア (粘液胞子虫類)	
(2) ウオノエ	
(3) ユスリカ	
(4) ヒメマルカツオブシムシ	
(5) タバコシバンムシ	
(6) クサギカメムシ	
5. その他編	17
(1) 真菌 (酵母) の塊	
(2) 医薬品等の成分	
(3) 鳥の排泄物	
(4) 鉄に付着した接着剤	
(5) 細菌増殖による米飯の変色	
V. おわりに	19
VI. 主な参考資料	20

I. はじめに

近年、食品製造・販売に携わる者にとって、「食品の安全・安心」は日常の業務管理において最大のキーワードとなっている。特に、食品への「異物混入」を発生させると消費者の食品への安全性の不信感を助長させ、当該銘柄ばかりか、その製造業者の製造・販売する全銘柄に対してもマイナスのイメージを与える可能性を秘めている。

今日では、常に不安感を持って喫食する消費者も少なくなく、神経質なまでにも、「いつもと違うぞ！ おかしいぞ？ 大丈夫か？」との観察から、異物混入等に対する苦情へと発展してしまうこととなる。

これまで、腐敗した商品の販売や有害物によって健康被害を起こさせない限り不問とされてきた。しかし、今では気にかかることがあれば、取りあえず製造者や販売者に申し出ようと考える消費者が増加したことで、異物混入等の苦情件数の増加につながってきたと考えられる。

その苦情内容は、凝視しなくては発見できない程の微細な物体や再現性に乏しい異臭味の事例も数多く、受託検査機関にとっても多種多様な専門的知識や技術が要求されている。

弊社では、検査依頼を受けた食品中に見出された異物等の検査事例について集約し、2013年に初版「異物検査事例集」を作成したが、今般、内容の一部を見直すとともに検査事例を追加し第8改訂版としたので、引き続き食品製造の現場において異物混入防止策の一助として活用されれば幸いである。

II. 混入異物の種類とその検査法

食品中に頻度高く見出される異物を分類し、これらの主な検査方法とともに表1に示した。一般に異物の同定検査には、走査型電子顕微鏡－エネルギー分散型X線分光法(SEM-EDS)、又はフーリエ変換型－赤外分光光度法(FT-IR)が主に用いられる。試料が無機物であると判断できる場合には前者を、また有機物であると判断できる場合には後者を、更にどちらか判断できない、又はこれら混合物の場合には両者を併用することが基本となっている。

このほか、動物、植物、また細菌類(真菌を含む)などの生物試料においては、電子顕微鏡や光学顕微鏡などを使用し、細胞やその構造を詳細に観察することとなる。また、細菌や真菌の同定や毛髪の動物種の同定に遺伝子検査も実施し、依頼者の要望に応えている。

表1 異物の分類とその検査法

大分類	小分類	主な検査方法
無機物	金属類	SEM-EDS
	ガラス	SEM-EDS
	鉱物(岩石、土)	SEM-EDS
	骨、貝殻、卵殻	SEM-EDS、化学反応、光学顕微鏡
有機物	食品成分(糖質、タンパク質、脂質)	FT-IR
	木片、紙片	FT-IR、光学顕微鏡
	血液	FT-IR、化学反応
	プラスチック類	FT-IR
	繊維(植物性繊維、合成繊維)	FT-IR、光学顕微鏡
生物	毛髪(人毛、獸毛)	電子顕微鏡、光学顕微鏡
	昆虫類、クモ類	目視鑑定
	寄生虫	目視、光学顕微鏡
	植物組織	光学顕微鏡
	細菌類(真菌を含む)	光学顕微鏡、培養法、遺伝子検査
その他	塗料片	FT-IR、SEM-EDS

(注1) SEM-EDS: 走査型電子顕微鏡－エネルギー分散型X線分光法

(注2) FT-IR: フーリエ変換型－赤外分光光度法

III. 弊社における異物等の受託検査実績（2018年度～2022年度）

1. 食品の種類とその割合

食品に係る品質問題で、2018年度（平成30年度）からの5年間に製造者や販売者等の顧客から相談を受け、実際に検査を受託した食品の種類とその割合を表2に示した。この品質に係る問題としては、その約8割が異物混入の問題であるが、その他、異臭・異味、カビ発生、変色・変質、腐敗・変敗などにも対応している。また、その相談者の大部分は食品製造業者であるが、スーパーマーケットなどの販売店のほか、消費者の場合もある。

検査対象となった食品の種類は、地域性の高い魚練りやマグロ等の水産加工品、ミネラルウォーター等の飲料のほか、スーパーで販売されるそう菜類があり、それらの年度ごとの受託割合の傾向はあまり変動していない。

表2 受託した異物等の食品の種類とその割合 (単位: %)

種類 年度	水産・ 加工食品	畜産・ 加工食品	農産・ 加工食品	そう菜類	パン類・ 菓子類	飲料	その他
2018	16.5	4.5	4.6	15.8	9.8	18.2	30.6
2019	21.4	5.8	10.4	21.4	10.2	23.8	7.0
2020	21.6	5.2	6.8	17.8	9.0	20.7	18.9
2021	14.9	3.2	7.2	21.1	15.4	15.9	22.3
2022	14.2	1.5	9.3	19.8	12.7	18.1	24.4
平均	17.7	4.0	7.7	19.2	11.4	19.3	20.6

(注) その他: 複合した食品、食品から取り出された状態の試料（異物）などである

2. 異物の種類とその割合

受託検査した異物を種別に分類し、それらの割合とともに表3に示した。最も割合が多いのは合成樹脂類（プラスチック）で、その大部分は包装資材、製造器具の部材、手袋などの一部切れ端が製造時に混入したものと推察される。どこで混入したのか、釣り糸（テグス）の切片がマグロ製品から見出される事例も多い。こうしたことは、合成樹脂類が今日の食品製造や食生活と切り離せないことを裏付けている。

また、金属・鉱物であるが、これにはステンレス、鉄、アルミニウム、銅などの金属類のほか、ガラス、陶磁器、小石などがある。ステンレス製品の切片やその部品の混入事例が多いが、これは食品製造の衛生管理の観点から、製造設備、器具部材にステンレス製品が多用されていることに起因していると考えられる。小石、砂等の混入は、圃場での野菜類の生産の場合には避けられないことである。

さらに、食生活が動物や植物を食材とする以上、これら食材に付随した動物由来の骨、獣毛、貝殻、魚皮、うろこなどのほか、植物由来の種子や果皮、木質化した食材、繊維などの混入事例も多く、多種多様である。作業者の人毛の事例も多くある。そのほか、ハエ、ゴキブリなどの衛生害虫のほか、カメムシなどの農業害虫、圃場や野原に生息するチョウ、ハチ、バッタ、クモなども確認されたが、これらは成虫ばかりでなく、幼虫の場合も多い。

表3 受託した異物の種類とその割合（2018年度～2022年度） (単位: %)

異物の種類	年度				
	2018	2019	2020	2021	2022
鉱物性異物（鉄、ステンレス、ガラス、石、など）	23	21	27	19	25
動物性異物（人毛、獣毛、爪、骨など）	15	12	10	10	13
合成樹脂類（ポリエチレン、PET、ナイロンなど）	17	18	16	20	16
植物性異物（野菜の切れ端、種、木片など）	12	10	9	9	9
微生物（カビ、細菌など）	14	14	10	21	20
食品の一部（焦げ、硬化物など）	5	5	16	9	8
その他	14	19	14	12	9

IV. 混入異物の検査事例

1. 無機物編

(1) 歯科用金属冠

食肉加工品を食べていたら「硬いものが歯に当たった」と異物(写真 1-1 上)を持参し、スーパーに申し出があつた。これは銀色を呈する硬い 1 cm 程度の金属片であった。そこで、SEM-EDS により含有される元素の種類を分析したところ、その元素組成は銀を主要成分とし、その他、銅、パラジウム及び金であった(図 1)。これら検出元素の種類及びその質量配分比の結果から、歯科治療用の合金で金属冠(詰め物)と判断された。

このように歯科治療用合金には主成分として銀が用いられ、その他、銅、パラジウム、金、インジウム、アルミニウム、亜鉛などの元素で構成されている場合が多い(表 4)。これら金属冠は元素組成のほか、外観を観察すると歯との接着面は凹凸状であるが、もう片面は研磨された滑らかな面であることからも容易に解明することができる(写真 1-1 下)。

この金属冠に係る事例は意外と多く、消費者にとって歯内であるが故、自らの歯の治療に使用された金属冠を色調はともかく、形も見たことがないため、吃驚するとともに不快感で「異物だ」と即刻申告するものと思われる。



写真 1-1 金属性物質(上、下)

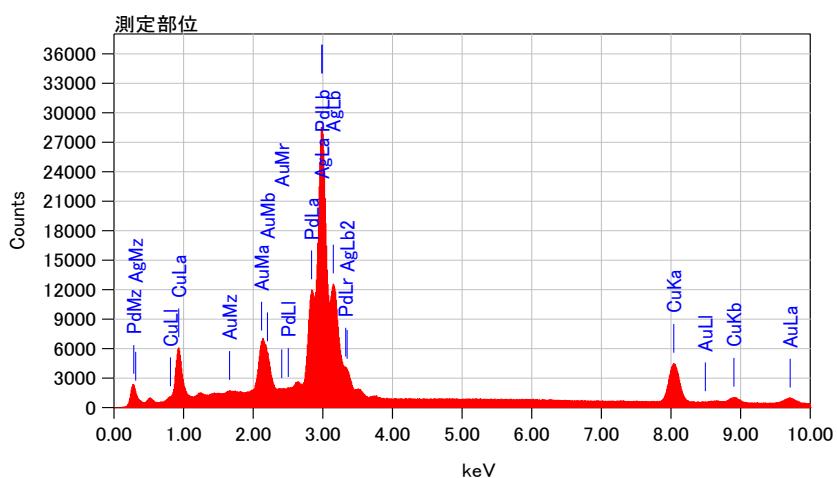


図 1 金属性物質の EDS チャート

表 4 歯科用金属冠(詰め物)の元素組成例

検出元素 事例	金	銀	銅	アルミニウム	インジウム	亜鉛	パラジウム
1	—	77.8	—	0.6	13.0	8.7	—
2	—	75.3	—	—	24.7	—	—
3	14.1	59.9	6.8	—	—	—	19.3
4	13.3	47.4	15.5	—	—	1.3	22.6
5	13.4	50.4	15.4	—	—	—	20.8

※単位: 質量%

(2) ステンレス製の針金

試料はレトルト野菜の具中で発見された銀色を呈する太さ 0.3 mm 程度の針金様な物であるが、その形状は波型に曲がっており、その曲がっている山から山の長さは約 5 mm の一定間隔であった(写真 1-2)。

先ず、SEM-EDS により含有される元素の種類を分析したところ、表 5 に示したとおりクロム、鉄、ニッケルが検出され、ステンレス鋼製の金属線であることが推測された。また、この金属線が、波型のステンレス鋼製であることから、工場内で使用されるステンレス製の網カゴ(比較品)であることが予測された。比較品を確認するため、この

元素組成を分析したところ、表5で示したとおりマンガン及び銅を含有していない金属素材であった。試料と工場内で使用するステンレス製網カゴ(比較品)の含有元素とは異なるステンレス素材であることが判り、混入は当該工場外である可能性が示唆された。

なお、日本工業規格 JIS G 4308 には、ステンレス鋼種とその化学成分(%)との関係が明示されており、素材であるステンレス鋼種の種類を把握できるので参考されたい。

工場内等で使用する製造装置や調理機材に由来する金属は、異物として申し出される苦情数も比較的に多い。多くの食品製造の現場では、金属探知機や高磁力マグネットによる金属除去の措置が施されている。しかし、器具機材の不具合や故障等アクシデントのあった当該製造ロットにおいては、特に異物混入を警戒しなくてはならない。また、製造・調理現場で使用する器具機材とともにその素材をあらかじめ確認し、記録等しておけば、不測の事態が生じた場合には、混入工程の特定などの原因究明に有益な情報として活用できる。

表5 試料及び比較品の元素分析結果

検出元素	クロム	マンガン	鉄	ニッケル	銅
試 料	18.9	2.6	69.3	7.7	1.5
比較品	15.3	—	75.6	9.1	—

※単位：質量%

(3)ステンレス鋼の微粉

試料は牛乳中で発見された黒色の残渣物(写真1-3の囲み内部)で、顕微鏡観察にて黒色で、光を透過しない細かな結晶様の粒であった。

試料の元素組成分析したところ、表6で示したとおりクロム、鉄及びニッケルの元素組成が確認され、ステンレス鋼の微粉であると推察された。

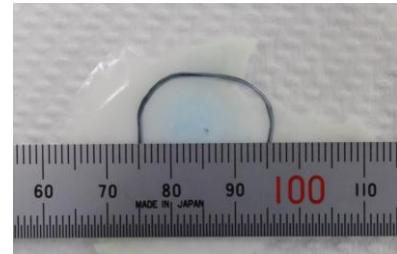


写真1-3 牛乳中の残渣物

表6 牛乳中黒色微粉末の元素分析結果

検出元素	炭素	酸素	ケイ素	クロム	鉄	ニッケル
試 料	16.1	13.4	0.5	14.0	50.5	5.5

※単位：質量%

(4) 金タワシ片

食品製造工場における、洗浄・清掃器具の老化により一部欠損した部位が異物として混入する頻度は高く、タワシ類の混入がその例である。その材質はヤシの実、シロ、ヘチマの植物繊維、ウレタンやナイロンの合成樹脂の他、ステンレスの場合もある。

ステンレス製の金タワシの場合、口腔内の損傷を招く危害因子であるため、多くの食品事業者は、金タワシの使用を禁止している。しかし、焦げ付いた汚れ等に対する金タワシの洗浄除去能力の高さから未だ使用されている。洋菓子から見つかった金属片(幅：0.3 mm、長さ：12 mm)の例を写真1-4に示した。



写真1-4 洋菓子中の金属片

表7 魚介製品から発見された金属の元素分析結果

検出元素	クロム	マンガン	鉄	ニッケル
試 料	19.9	2.1	69.4	8.6

※単位：質量%

なお、金タワシに使用される素材には、鉄とクロムの安価なステンレス（SUS430）が多いが、表7に示したようにSUS304と推測される素材例もある。

（5）ステープラ（ホッチキス）の針

魚肉加工品から発見された銀色を呈する曲がった針金状の長さ約18mmの異物で、磁石に吸引される物質（写真1-5）であった。また、この元素組成は亜鉛、鉄を主体とするもので、その両端が山型に切断されていた。これらから、異物はステープラ（ホッチキス）の針と判断された。

食品原料の包装体の開封時、封じるために使用されていたテープ、糸、ステープラ等の混入事例が多いことから、これらの開封時の処理手順を明確にしておくことが求められる。



写真1-5 金属小片(左)及びその山形の先端拡大(右)

（6）ガラス片

ガラスには、炭酸ナトリウム等を加えた「ソーダ石灰ガラス」、ホウ酸を加えた「ホウケイ酸ガラス」、石英純度の高い「石英ガラス」、酸化鉛を加えた「クリスタルガラス」などがある。先ず、ソーダ石灰ガラスは、溶融、成形の点で加工が容易であることから実用ガラスの生産量の大部分を占め、板ガラス、瓶ガラス、電球ガラス、食卓用ガラスの用途で現在最も広く利用されている。また、ホウケイ酸ガラスは、耐熱性、耐薬品性、電気絶縁性などに優れた特性を併せ持つ材質である。そのため、これは加熱頻度の高い台所用品や理化学機器・器具に汎用されている。さらに、石英ガラスは、特に高い透明性、耐熱性、薬品性などが要求され水銀灯や赤外線ランプのほか、半導体製造関係の器具機材などにも用いられる（写真1-6）。

ガラス片の食品への混入も多く遭遇する事例であるが、時には口腔内を損傷する比較的高リスクの異物となっている。ガラス片の判別は、プラスチック片やうろこなどと視覚的には難しいが、多くの場合には試料表面に筋状、又は貝殻状の模様が顕微鏡で観察される（写真1-7）。またSEM-EDSにより含有される元素組成を分析すれば、ガラス片であると確定できる。さらに、その分析結果から得られる特徴的な元素組成によって、ガラスの種類が判別され（表8）、また、その破片に由来する器具・機材等を推察することもできる。



写真1-6 魚肉加工品から発見された石英ガラス



写真1-7 ガラス片の筋状模様

表8 ガラス片の元素組成の分析例

検出元素	炭素	酸素	ナトリウム	マグネシウム	アルミニウム	ケイ素	カルシウム
ソーダ石灰ガラス	9.1	52.2	6.8	—	0.7	26.4	4.8
	14.2	50.5	7.6	1.7	—	22.0	4.0
	9.3	54.0	6.6	1.7	0.9	23.4	3.5
石英ガラス	29.9	44.6	—	—	—	25.5	—

※単位：重量%

(7) 陶磁器片

消費者によってレトルト食品から発見されたものであるが、大きさ約13 mm×6 mmの固くて白色を呈する小片であった(写真1-8)。これには凹凸な面のある部分、また平滑な面、さらには鋭角に尖った部分も認められた。これの元素分析を行ったところ、炭素、酸素の他、ナトリウム(1%)、アルミニウム(7%)、ケイ素(19%)及びカリウム(1%)の元素が確認された。これらのことから、この白色の小片は陶磁器の破片と判断された。

ガラスや陶磁器の破片に係る異物は、消費者からスーパーなどの販売店に異物混入の申し出のある例が多い。その多くは、恐らく消費者が食器類を配膳や喫食の際にぶつけたりして破損し、その小破片を混入させたものと推測される。



写真1-8 固く白色の小片

(8) 鉱物

試料は褐色を呈する硬い塊(長軸:最大4 mm)で、ジャガイモの中に食い込んだ状態で発見された(写真1-9)。

試料をジャガイモから取り出し、これに含有される元素組成をSEM-EDSにより分析したところ、炭素、酸素の他、アルミニウム(7%)、ケイ素(5%)、リン(1%)及び鉄(9%)の元素が確認された。この元素組成から、試料は鉄及びアルミニウムを多く含む鉱物と考えられた。



写真1-9 褐色の硬い塊

今回の事例は、ジャガイモの表面には芽の出る位置に大小のくぼみが多数あるが、深いくぼみであったためか、皮むきの際に完全に土壤等を除去しきれなかったものと考えられた。

2. 有機物編

(1) ポリエチレンフィルム

試料は、野菜ペースト中から発見された微褐色の透明性のあるフィルム状物質(長さ:約4 cm、厚さ:0.02 mm)であった(写真2-1)。

赤外吸収スペクトルを測定したところ、そのスペクトルのポリエチレンとの類似度は0.981(通常、類似度0.9以上で同じ物質と判定する。)で、その類似性は極めて高く、ポリエチレン製のフィルムと判断された(図2)。

わが国で生産されるポリエチレンの半分以上は密度の低い低密度ポリエチレン(0.90~0.93 g/cm²)である。その用途には、ラップフィルム、ポリ袋、容器のふた、牛乳パック(加工紙)、マヨネーズチューブ、医薬品包装等がある。一方、高密度ポリエチレン(密度0.942 g/cm²以上)は、ラミネート包装の内面、食用油等のボトルや容器、またレジ袋に利用される。

ラップ類の混入事例は多いが、これは食材を包み冷凍・冷蔵保存したのち、使用時にラップ類を完全に除去できることを十分に確認しないまま、食材を次の製造・調理工程に回してしまい、混入させてしまったものと思われる。



写真2-1 フィルム状物質

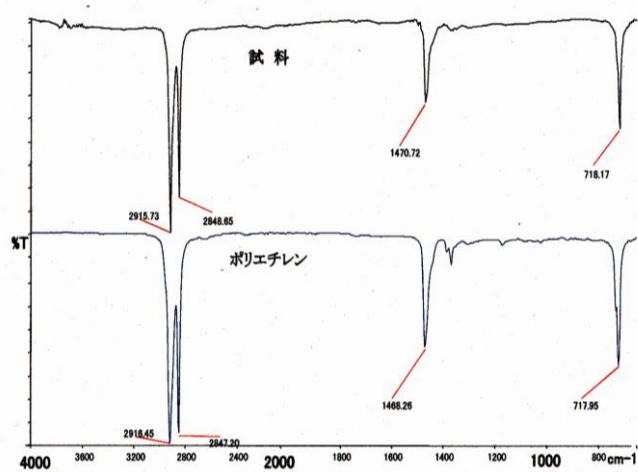


図2 試料等の赤外吸収スペクトル

(2) 塩化ビニル樹脂片

魚練り製品である「はんぺん」中に赤色を呈する 1.5 mm 程度の小片が発見されたという苦情であった(写真 2-2)。

赤外吸収スペクトルを測定したところ、そのスペクトルはポリ塩化ビニルとの類似性が高く、その素材を利用した器具の破片ではないかと推察された。試料の色調から「へら」(写真 2-3)に由来すると考え、このプラスチック部分のスペクトルを測定したところ、試料と良く一致し、原因を特定することができた。

塩化ビニルの他、ポリエチレン、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリプロピレン、ナイロン、アクリル、ポリウレタン、テフロン、シリコンなどのプラスチック(樹脂)は、容器包装材、製造器具・機材、繊維製品などの原材料として幅広く利用されている。そのため、器具ばかりでなく、着衣繊維、包装材、製造装置部品などに使用される各種プラスチック(樹脂)が、異物として混入し、検出される頻度は高い。



写真 2-2 赤色物質



写真 2-3 プラスチック製のへら

なお、弊社の検査実績(2022 年度)で、異物として判明した主なプラスチック素材とその検出割合を図 3 に示した。これによると素材別の異物の検出割合は、それぞれのプラスチック類の出荷量に凡そ相応した割合である。

目覚ましい技術の進歩により、従来は存在しなかった素材も開発・製品化されている。しかし、赤外吸収スペクトル法はプラスチックの判別法として、非常に有効な手段である。特に、蓄積したデータベースライブラリーの活用によって、特殊なものでない限り、同定・判別が容易である。あらかじめ製造・調理現場で使用するプラスチック製品等を対照(比較品)として検査しておくことで、異物の混入原因の究明や対策をより迅速に行うことができる。

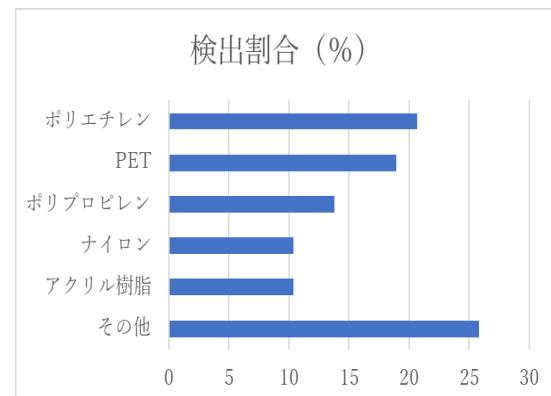


図 3 プラスチックの素材別異物の検出割合

(3) 赤色塗料片(1)

洋菓子上にトッピングされたフルーツに付着した赤色を呈する碎けやすい約 1.5 mm 程度の小片(写真 2-4)の同定検査の依頼を受けた。

試料は、形状及び色調から塗装片が想定されたため、赤外吸収スペクトルを測定し、これをデータベース中の物質から検索したところ、フタル酸エステルとの類似性が認められた(図 4)。このことからフタル酸骨格のある成分を主体とするフタル酸樹脂塗料の破片であることが強く示唆された。

このフルーツは缶詰製品であるため、菓子工場内で使用された同じ色調の缶切りを探し、この塗料片の赤外吸収スペクトルを測定したところ、そのスペクトルは試料のものと極めて高い類似性(類似度: 0.952)を示した。

以上の結果から、この赤色塗料様物は、缶詰の開缶の際に、缶切りの塗装が剥がれて内部の食材に付着混入したものと推測された。

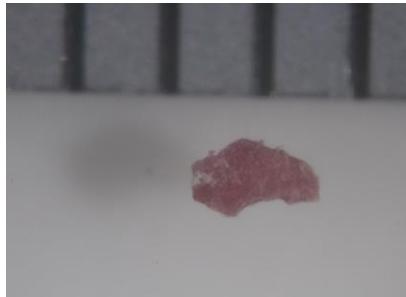


写真 2-4 赤色の塗料片

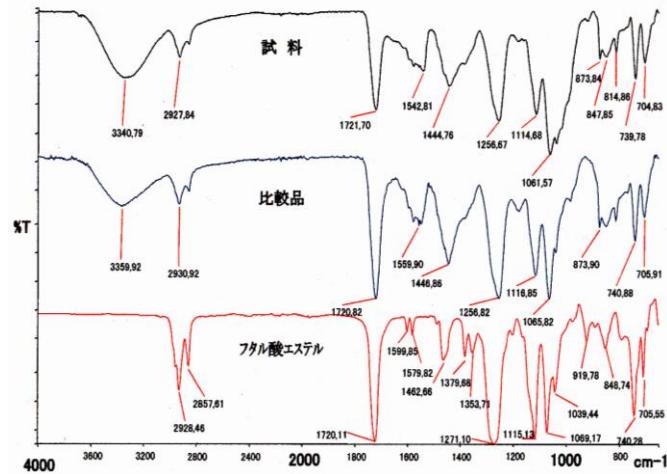
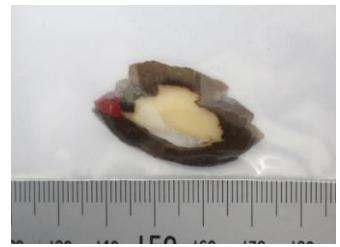


図 4 試料等の赤外線吸収スペクトル

(4) 赤色塗料片(2)

乾燥椎茸に付着した大きさ約 10 mm の赤色物(写真 2-5)の同定検査の依頼である。この付着物は赤色で縁が滑らかな薄片状の物であることが観察された。これの赤外吸収スペクトルを測定したところ、ポリジアリルフタレートとの類似性が認められるものであった。ポリジアリルフタレートは、成形材料、化粧板、UV 硬化インキ、ホットスタンピング、塗料などに利用されるが、これはラジカル重合によって硬化し、揮発性物質を発生しない熱硬化性樹脂(プラスチック)である。

これらのことから、塗料等の液状物が付着して固化したものであると推測された。



(5) 椰子の実タワシの繊維

ケーキに付着した淡褐色の繊維状物質(長さ: 約 10 mm、太さ: 約 0.2 mm)の同定検査の依頼である(写真 2-6)。

写真 2-5 乾燥椎茸の赤色付着物

この試料を顕微鏡観察した結果、細胞壁様や筋状の構造が認められた(写真 2-7)。また、これについて赤外吸収スペクトルを測定したところ、そのスペクトルにはセルロースに特徴的な 1000 cm⁻¹ 付近の極大吸収が確認でき、またそのスペクトルと椰子の実タワシのものと高い類似度が得られた。これらの結果から、この繊維状物質は、いわゆる“亀の子タワシ”(写真 2-8)に由来する素材である可能性が考えられた。

タワシの素材には、椰子の実タワシの他、ナイロンタワシ、スポンジタワシ、アクリルタワシ、金タワシなどと多種多様であるが、これらの素材が離脱し、食品に混入する事例は少なくない。その原因是、タワシの長期間使用により、その素材が劣化・離脱すると考えられる。

以上のことから、定期的に劣化前に新品と交換する仕組み作りが必要である。また、使用するタワシを作業工程ごとに銘柄等をあらかじめ特定しておき、どの工程で混入したかを評価・是正できるようにしておくことも必要である。



写真 2-6 繊維状物質



写真 2-7 細胞構造の顕微鏡観察



写真 2-8 いわゆる亀の子タワシ

(6) PET 繊維物

調理済み麺に混入していた長さ 50 cm を超える茶色の繊維状物である(写真 2-9)。その繊維の太さは約 0.1~0.2 mm 程度で、拡大観察すると細い複数の糸が撚られた状態のものであった。

これの赤外吸収スペクトルを測定したところ、2900 cm⁻¹(脂肪酸の C-H)、1715 cm⁻¹(エステル結合の C=O)、1100 cm⁻¹(エステル結合の C-O)、720 cm⁻¹(芳香族の CH)などの付近に極大吸収のある PET に特徴的なスペクトルが得られた。当該異物の検査に鑑み、明らかに誰でも発見できる大きさであることから消費者の手に渡る前に除去する機会はなかったのか、またこの異物はいわゆる繊維くずであることから、特別の事情のない限り、健康を損ね、また危害性を有するものではないか、と余分なことを考えてしまう。

PET はボトルやフィルムなどの非繊維分野での利用がよく知られているが、当初は繊維として開発されたものである。今日では、ケミカルリサイクル技術の進展に伴い、回収された PET ボトルから再生した PET フレークスを用いた再生ポリエステル繊維が生産されるようになった。



写真 2-9 調理済み麺から発見された PET 繊維 (右: 拡大図)

(7) 再生紙片

魚介加工品から発見された異物は、淡褐色を呈する大きさ約 6 mm の薄片状物(写真 2-10)であった。これを顕微鏡観察すると繊維状物の他、赤色や青色の粒状物の混入が認められた。また、これについて赤外吸収スペクトルを測定したところ、そのスペクトルはセルロースとの類似性が認められ、その類似度は 0.953 であった。これらのことから、異物はボール紙や段ボールなどの再生紙に由来する物質であると推測された。

再生紙が異物として混入する事例は少な
くない。製造工程における食品原料の投入
時、包装材である段ボール等を取り除く確
認行為が不十分であったために、包装材の
切れ端などを混入させ、原材料と混合され
てしまった可能性が考えられた。



写真 2-10 再生紙片の顕微鏡観察 (右: 拡大図)

(8) 磁性機能付加樹脂

乾燥野菜に混入していた長さ約 1 cm の黒色を呈する棒状物質(写真 2-11)の検査依頼があった。依頼者から「製造工程において金属探知機によって発見され、外観からプラスチックと思われるが、検査して欲しい」との依頼であった。

この物質の形状は、両端が斜めに平滑に切断された状態もので、また磁石を近づけると引き寄せられることが確認された。また、これの赤外吸収スペクトルを測定したところ、このスペクトルはポリブチレンテレフタレートと高い類似性(類似度: 0.937)が認められた。この物質は、鉄等の磁性を有する金属を含むポリブチレンテレフタレート樹脂であると推定された。

これまでゴムやプラスチック製品は、破損して食品等に異物混入しても金属検知機等では検知できなかった。しかし、近年、プラスチックに磁性コンパウンドを添加させ、金属検知器、X線異物検知器、又は磁力選別機に反応



写真 2-11 磁性を有する物質

できるように設計された製品が開発され、食品製造機械や設備用品ではパッキンやOリングなどが、また製造現場用品ではヘラ、ブラシ、手袋などが商品として販売されている。

今回の検査物質はブラシの破損片と推察されたが、金属検出機能が付加された商品を利用することによって、異物混入した食品の出荷の低減化が期待される。

白色の付着物

(9) 金属板表面付着物

金属板表面（写真2-12）をブラシでこすった際の付着物の調査依頼であった。ブラシを使わない製品にはブラックライトをかざしても確認できず、ブラッシングしたものについてはブラックライトをかざすと白く光るため、ブラシの成分なのか他の何かが付着しているのかを検査したいとの依頼であった。



写真 2-12 ブラッシングした金属板

拡大観察にて金属板表面に白色の付着物が確認できたが、非常に微小であったため、顕微システム搭載の装置で赤外吸収スペクトルを測定したところ、金属部分からは極大吸収が得られず、付着物はポリブチレンテレフタレートと類似性が認められた。このことから金属板表面をブラッシングするとブラシの成分であるポリブチレンテレフタレートが付着し、ブラッシング痕が残ることが示唆された。

3. 生物編

(1) 毛髪

先ず、「人毛」の事例であるが、試料は褐色を呈するが、毛根側は白色の毛（長さ：8 mm、太さ：0.12 mm）で、また、毛先状態の観察では毛先はつぶれた様に切断され、また、もう一方に毛根の構造が認められた。次に、毛小皮紋理の電子顕微鏡による観察では、ヒトや豚の毛に認められる横行波状の形状が認められた（写真3-1）。また、毛髄質は毛幹の幅の約1/4で、ヒトの毛の特徴である髄指数30以下であった（写真3-2）。これらのことから、人毛と特定された。なお、ヒト個人を特定する場合には人毛の遺伝子検査が必要となるが、倫理的な側面もあり、実施には慎重さが求められる。

次に、「ヒト以外の毛」の事例であるが、試料は白色の細長い物質（長軸：26 mm、幅：20～30 μm）であった。

光学顕微鏡による観察の結果、試料の毛髄質は連続状で太さは毛幹幅の2/3以上を占め、扁平な空胞が層状に配列された構造になっていた。これらの特徴から、試料はヒト以外の動物の毛で、リス、ヤマアラシ、ネズミ等の小型の齧歯（げっし）類のものに似ていると考えられた。

動物毛の種判別を希望する場合、従来の顕微鏡などによる形態的な観察の他、試料からのDNA抽出とPCRを組み合わせた遺伝子検査法が広く採用されている。この方法によれば、家畜（牛、豚、鶏、馬、羊）の他、犬、猫などのペット類の毛も検出が可能となる。

なお、毛髪や昆虫類の異物混入では、カタラーゼ活性の確認試験が行われる場合がある。カタラーゼ試験とは、生物（肉、魚、爬虫類、両生類、昆虫、カビ、酵母、細菌など）が加熱工程を経ているか否かを調べるための簡易的な方法である。多くの生物にはカタラーゼという酵素があり、過酸化水素を酸素と水に分解する役割を果たしているが、この酵素は熱に不安定なタンパク質であるため、加熱工程により変質し、酵素としての活性を失う。

そこで、生物組織を3%過酸化水素水に接触させ、酸素の発生状況を観察するものである（写真3-3）。もし、カタラーゼ活性が存在し、酸素を発生させれば、加熱工程以後に混入した可能性が推察される。しかし、加熱を受けていない場合でも、試料の長時間経過によって酵素活性が徐々に減少し、最終的には失活することもある。また、加熱を受けている場合でも時間経過とともに腐敗し、微生物が増殖することで活性を示すこともある。そのため、試験結果は参考情報程度で取り扱いに注意が必要な場合も多い。

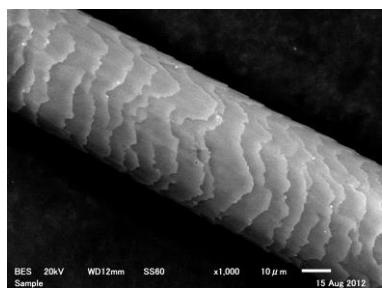


写真 3-1 毛小皮紋理の電顕観察

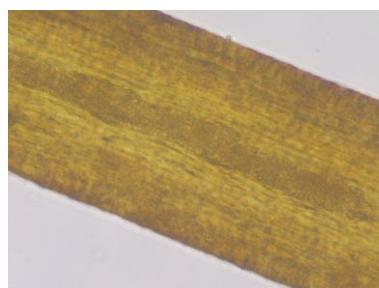


写真 3-2 毛髓質の顕微鏡観察

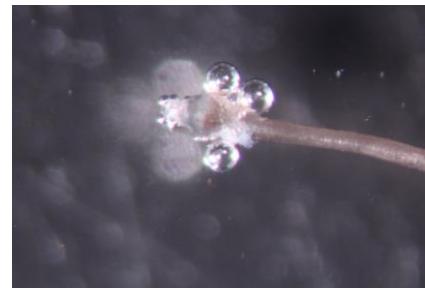


写真 3-3 カタラーゼ試験（陽性）

(2) 野菜の繊維物質

惣菜に、昆虫の脚のような褐色を呈する長さ 5 mm 程度の物質(写真 3-4)が入っているとの苦情相談である。

顕微鏡観察した結果、この試料には植物の細胞壁様の構造が認められた(写真 3-5)。これについて赤外吸収スペクトルを測定したところ、そのスペクトルには、糖質(炭水化物)由来と思われる吸収ピーク(3300 cm^{-1} を中心とした水酸基の吸収、 $1200\text{--}900\text{ cm}^{-1}$ のエーテル結合の吸収)が確認できた(図 5)。

また、この惣菜は野菜ばかりを味付けしたものであることから、一見、異物が昆虫類の脚のようにも見えたが、野菜類に由来する植物組織の一部と推察された。



写真 3-4 昆虫の脚様物質



写真 3-5 顕微鏡観察 ($\times 400$)

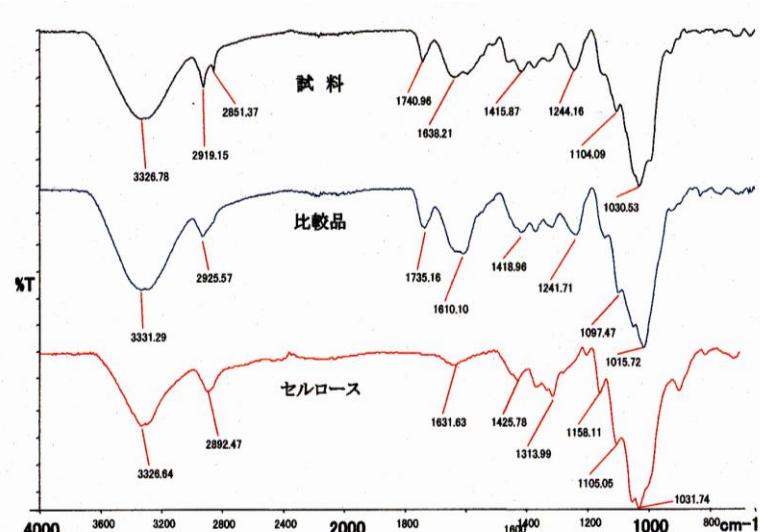


図 5 試料等の赤外吸収スペクトル

(3) ニンジンの木質化組織

煮物に硬く噛みきれない物質が混入しているとの苦情相談である。

一般に木片を顕微鏡観察すると年輪に対し垂直方向、いわゆる放射状に走る「放射組織」という特徴的な組織が確認される。

しかし、この試料には放射組織は観察されないことから、煮物の材料であるニンジン組織の一部が木質化したものと推察された。この様な事象は、ニンジンの他、ゴボウやキャベツの芯でもみられる。これらの野菜は、一定の大きさに成長してから低温に一定期間遭遇すると、花芽が形成されて『とう立ち』し、維管束部の木質化が起こると考えられている(写真 3-6)。



写真 3-6 ニンジンの木質化組織

(4) 植物成分

輸入された冷凍ほうれん草から検出された主に灰色を呈する大きさ 1 cm 程度の物質で、これの表裏両面の色調及び形状は異なっていた（写真 3-7）。

この物質について赤外吸収スペクトルを測定し、データベース中の物質と比較したところ、シュウ酸カルシウム・一水和物との類似性が高く認められ、シュウ酸のカルシウム塩が固化したものと判断された。

ほうれん草やタケノコなどは一般に、「アク成分」となるシュウ酸が多く含まれるため、シュウ酸を減少させることを目的に調理前に下茹でされる。このシュウ酸は尿路結石の原因物質とも言われる。またシュウ酸カルシウムを含有するアロエを民間薬的に外用薬として使用すると、たまに針状結晶になったシュウ酸カルシウムが皮膚に刺さり、チクチク、又はヒリヒリ感じたりすることがあり、この事例の相談を受けることもある。

その他、茹でたタケノコに付着する白色の物質についての検査依頼もある。タケノコにはアミノ酸が豊富で、このうち芳香族アミノ酸に分類されるチロシン（図 6）が異物として検査依頼される。白色物質はチロシンの塊であったが、これは水に溶けにくい性質（水への溶解度：0.45 g/L、25 °C）である。茹でた際にタケノコから溶出したチロシンが、放冷による温度変化によって溶解度が低下し、析出したものと考えられる。消費者は、析出したチロシンを異物の混入と誤解したものと推察される。野菜煮物（食材：タケノコやキノコなど）から異物として見つかったチロシンの塊を写真 3-8 に示した。

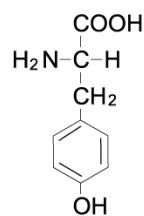


図 6 構造式

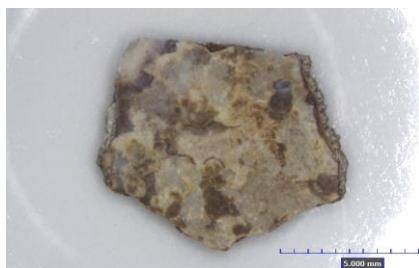


写真 3-7 ほうれん草中の異物



写真 3-8 野菜の煮物中異物

(5) 鱗（うろこ）

刺身中に見出された淡褐色を呈する平たい形状の約 1 cm の小片（写真 3-9）が、プラスチックではないかとの検査の依頼を受けた。

まず、顕微鏡で観察したところ、試料の一部に年輪様の縞状構造が認められた（写真 3-10）。次に、SEM-EDS により元素組成を分析したところ、炭素、酸素の他、マグネシウム、リン及びカルシウムが検出された（図 7）。この結果から、試料はプラスチックではなく、魚の鱗と判断された。

このように、魚を素材とした魚練り製品などには往々にして硬い物質の混入があり、これに対しプラスチックではないかという申告が多数ある。これらは魚の骨、若しくは鱗である場合が多い。

今日の食生活では、刺身や骨のない切り身、また練り製品等の加工品の利用が多く、頭、骨、皮などのついた魚全体の姿を知らない消費者も多いため、こうした問題が発生しているかもしれない。

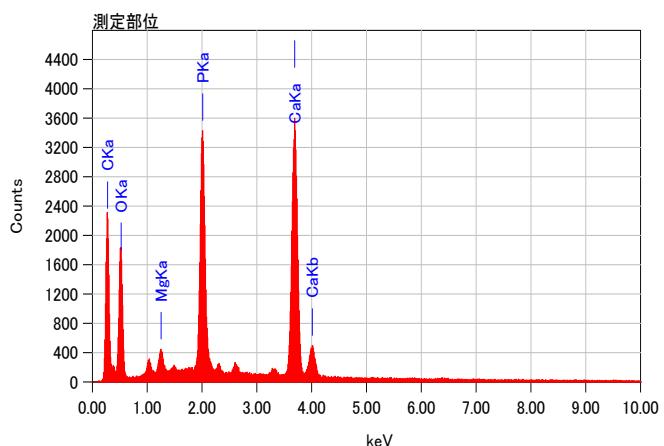


図 7 試料の EDS チャート

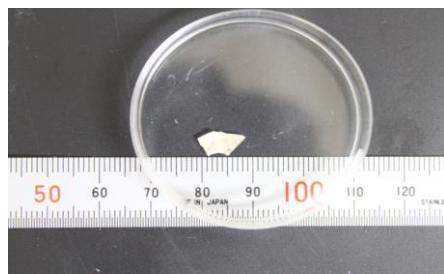


写真 3-9 プラスチック様物質

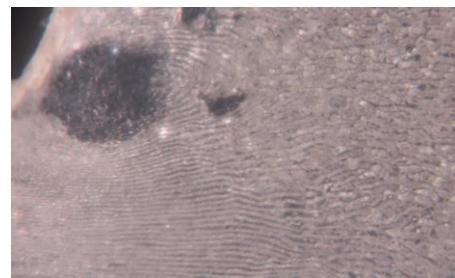


写真 3-10 縞状構造の観察 (×400)

(6) 血液の塊

ネギトロ中に見いだされた試料は、黒く軟らかい塊状の物質（長軸：1 cm程度）で、これを乾燥すると硬くなつた（写真 3-11）。顕微鏡で観察したところ、カビの菌糸やそのほか微生物のものと思われる特徴的な組織は認められず、筋肉組織等の特異的な構造も確認できなかつた（写真 3-12）。

次に、赤外吸収スペクトルを測定したところ、データベースからは類似性の高い物質を検索できなかつたが、タンパク質由来と考えられる位置に吸収ピーク（1630 及び 1540 cm^{-1} 付近）が認められた。さらに、ルミノール試験を行つたところ、試料は青い蛍光を呈した（写真 3-13）。

これらのことから、試料は凝固した血液を含む塊であると推察された。



写真 3-11 黒い塊状の物質

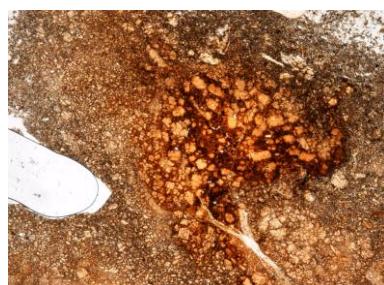


写真 3-12 塊状物質の観察 (×400)

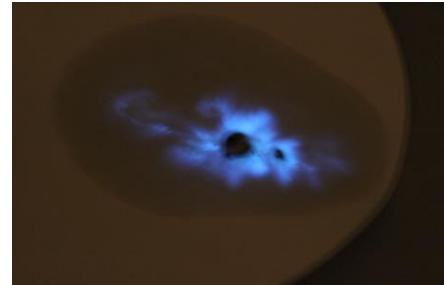


写真 3-13 ルミノール反応

(7) 骨片及び貝殻片

魚介類や肉を食材とした料理で、消費者から「硬いプラスチックのような物があった」と苦情が呈される例は少なくない。プラスチックの小片と同定される場合もあるが、多くは食材に由來した分析結果となる。試料について、先ず顕微鏡等による組織・構造の外観観察で食材由來と推測された場合には 1 M 塩酸による浸漬を行い、発泡の有無（写真 3-14）を確認し、骨片又は貝殻片であると推察する。

次に、試料に含有される元素組成を SEM-EDS により分析し、試料中のリン（P）及びカルシウム（Ca）の元素を確認する（表 9）。この測定結果において、リン元素が確認されれば骨片、またリン元素が確認されなければ貝殻片であると判断される。

なお、SEM-EDS によるカルシウムの含有と塩酸による発泡の分析結果は、骨及び貝殻の構成物質の一つである炭酸カルシウムの存在を明確にすることができます。



写真 3-14 1 M 塩酸による発泡

表9 料理に混入した骨片及び貝殻片の元素分析結果

料理(混入物)	炭素	酸素	ナトリウム	リン	カルシウム
牛ハンバーグ(骨片)	33.3	39.7	0.6	9.2	17.2
チキンマサラ(骨片)	44.3	34.7	—	7.9	13.1
カジキマグロ刺身(骨片)	44.8	36.0	—	6.3	12.9
ホタテ刺身(貝殻片)	58.3	37.9	—	—	3.8

※単位：質量%

(8) 歯の欠片

豆菓子を食べている際、豆とは違う硬さの物が歯に当たったとの申し出である。このものは、硬く、白色又は微褐色を呈する約3 mmの小片であった。

試料を観察すると、微細で密な柱状構造を有する部位と骨の様な細かな穴のある構造の部位が認められた。そこで、試料に含有される元素組成をSEM-EDSにより分析し、その結果を表10に示した。測定したどの部位からもリン及びカルシウムが確認された。硬さ、色調、外観など、また検出された元素の結果から、破損した歯の一部であると推察された。

歯の詰め物が異物として検査対象となることは多いが、歯そのものが異物とされることはない。恐らく、ひび割れなどし、治療を要していた歯が、硬い豆菓子を食べた際に破損・欠落したものと考えられた。

表10 試料の元素分析結果

試料の部位	炭素	酸素	リン	カルシウム
柱状構造 A	17.4	50.5	12.6	19.7
柱状構造 B	49.7	38.2	1.8	10.3
多穴のある部位	54.1	30.3	5.4	10.1

※単位：質量%

(9) 羽毛

煎茶の茶葉中から見いだされた茶褐色を呈する大きさ15 mm程の羽状のものであった。これを顕微鏡による拡大して観察したところ、羽毛を構成する羽軸及び羽枝の存在が認められた。また茶葉の摘採時に茶挟みによって切断されたと推察される切断面の形状も認められた（写真3-15）。

食品への羽毛の混入例には、野外で生産される農産物を食材とするもの、また鶏肉・鶏卵を食材とするものがある。この例のように外観・形状から羽毛であると容易に判断できる場合は多くない。

検査の依頼者から、異物は糸状物質、又は繊維状物質であるとの申

し出される場合が多く、小羽枝以下の微小なもので形態的観察だけでは判断のつかないこともある。そのため、試料の赤外吸収スペクトル測定により、異物の構成成分がタンパク質であることを補足確認する場合もある。

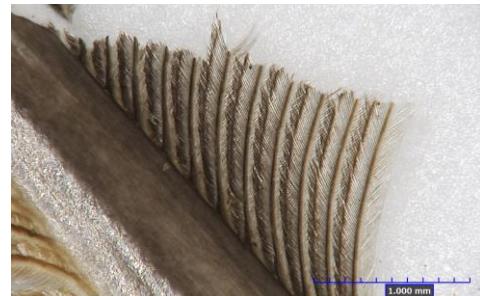


写真3-15 緑茶から見つかった羽毛

4. 寄生虫・昆虫編

(1) クドア（粘液胞子虫類）

魚のたたき中にコメ粒程度の大きさの白色粒子が認められたため、その物質の調査依頼を受けた（写真4-1）。

このたたきを顕微鏡で観察したところ、魚肉筋肉組織中に多数の白い粒子が認められた。さらに、詳細に観察したところ、魚類の寄生虫として知られる粘液胞子虫類のクドア（*Kudoa*）属（写真4-2）であることが判明した。この寄生

虫は、ブリなど魚類の筋肉に寄生するため、魚肉の見た目を損ない、時には消費者からの苦情原因となる。そのため、以前から水産業界では食品価値を損なうと問題視されていたが、クドア属はヒトには寄生せず、肉眼的に判別できることから、特に食品衛生上に問題はないと考えられてきた。

しかし、養殖ヒラメ等に寄生するクドア セプテンブンクタータ (*Kudoa septempunctata*) は肉眼的に観察できず、生での喫食で食中毒を起こすことが判明し、2011年に厚生労働省はこのクドアを、下痢症状を引き起こす食中毒の原因微生物として指定した。同時に馬刺しに見られるザルコシスティス フェアリー (*Sarcocystis fayeri*) も指定した。



写真 4-1 魚肉中の白色粒子

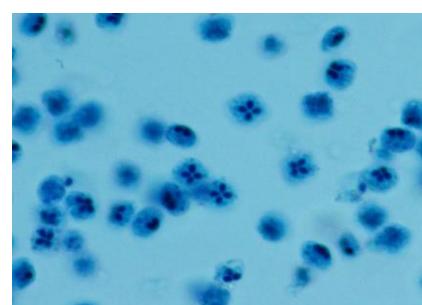


写真 4-2 検出された粘液胞子虫類のクドア

(2) ウオノエ

スーパーで売られていた魚の口内から見出された大きさ約30mmで、白色から淡黄色を呈する虫で、周囲全体に脚が認められ、腹部は丸く膨らんだものであった。これを目にすれば、誰もが食欲減退を催してしまう程の外観（写真4-3）が観察され、ウオノエと判断された。

このウオノエは、アジ・タイ・サヨリなどの魚類の口内やえら、体表面にへばりつき、体液を吸い、魚体に貧血・栄養障害・発育阻害などを引き起こすとされ、漁業被害の要因ともなっている。

しかし、魚類への寄生はするものの、ヒトへの有害性は報告されていない。



写真 4-3 魚口から発見されたウオノエ

(3) ユスリカ

試料は麵つゆに浮遊した状態で発見された。これは体長約2mm、胸部を除く全体が右側面から圧迫され、頭部は潰れていた（写真4-4）。しかし、左右の複眼が認められ、触角は左右ともわずかに残っていた。また胸部は前胸背板と縮れた右翅が認められた。脚、腹部もほとんど潰れ、腹部はやや細長くなっていた。試料の複眼、触角、胸部の形態から、昆虫綱 ハエ目 ユスリカ科の一種と同定されたが、状態が悪いため亜科までの同定はできなかった。

ユスリカの仲間（図8）は、幼虫が水中で成長して、成虫になると水辺を中心に生活をしている。また、このグループは世界には約5,000種、日本だけでも1,000種が存在する。なかでも北半球に広く分布するセスジユスリカが、衛生害虫として最も一般的なユスリカ類として挙げられる。このセスジユスリカは食品の異物混入だけでなく、都市河川、水路、人工池などでもよく見いだされる。

なお、ユスリカ類は灯火によく集まるため、屋内などに侵入して、糞でまわりを汚して害虫とされることがある。ユスリカ類は特に毒を有していないが、ある種では死骸などが喘息のアレルゲンとなることが知られている。



写真 4-4 発見された昆虫死骸

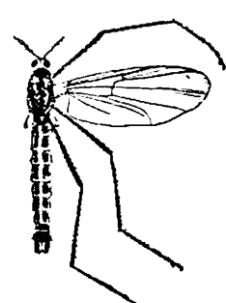


図8 ユスリカの仲間 (概念図)

(4) ヒメマルカツオブシムシ

カナダ産魚乾物中で発見された試料は、約 3 mm の大きさで、背腹方向から潰された成虫で、体毛がかなり剥がれ落ち、左右の前翅と左後翅が外れた状態であった(写真 4-5)。この試料は潰された状態であったが、頭部、前胸背板などの体毛やその形態からヒメマルカツオブシムシと同定された(写真 4-6、引用：東京都 HP)。

ヒメマルカツオブシムシの特徴は、日本を含む世界の温帯に分布する虫であり、国内においても普通にみられる種である。この幼虫は、太ったウジ状で、濃褐色の毛をもち、成熟すると体長 5 mm くらいになり、活発に動く衣類害虫として有名である。屋内では羊毛のカーペット、衣類、乾魚、絹織物、漢方生薬、穀類などの乾燥した広範囲の動植物由来のものを食害する。一方、野外ではスズメ等の鳥の巣や蜂の巣などにも生息する。本種の生活史は年 1 世代で、幼虫は脱皮を繰り返して、春から初夏に成虫となり、幼虫の食物やその近くに 30~60 個ほどを産卵する。また、成虫は産卵後に野外で花に集まり花蜜を食べる。

なお、ヒメマルカツオブシムシは、世界の温帯域に分布するので、カナダと日本のいずれの場所で食品に混入したかは不明であった。日本においては 4 月下旬から 8 月上旬にかけて成虫の出現期であるため、この期間に混入した可能性も考えられた。



写真 4-5 発見された昆虫死骸



写真 4-6 ヒメマルカツオブシムシ

(5) タバコシバンムシ

試料はアルミラミネート袋に入った乾物である「脱メタボ茶」中で発見された。これは体長約 3 mm の成虫の死骸及び体長約 4 mm のウジ状老齢幼虫の生体(写真 4-7)の各 1 個体が確認された。

成虫は、体が赤褐色、卵形、体背面には顕著な隆起部や条線を有さず、頭部は後方を向き、触角は先端 9 節が鋸歯状、前胸背板は半円状であった。一方、幼虫は胸脚を有し、付節は 1 節、腹脚は末端節のみ、頭部は明瞭、外形はガの幼虫に似ていないことからコウチュウ目と判った。さらに、尾端は丸く、突起がなく、大顎の先端は 2 歯(シバンムシ科)、胸・腹部背面に小棘を欠き、体は全面に淡黄色の細長い繊毛で密に覆われていた。これらの形態的な特徴から、成虫及び幼虫は昆虫綱 コウチュウ目 シバンムシ科 タバコシバンムシ(写真 4-8、引用：東京都 HP)と同定された。

タバコシバンムシは世界各地、我国では本州以南に分布し、幼虫はタバコのみならず、多くの乾燥した動植物由来のものを食害する。本種はわずかな餌でも発生することから、発生源の特定が容易ではなく、気付かぬうちに乾燥食品(穀粉、乾めん、菓子、茶、干魚など)への侵入を引き起こす種である。



写真 4-7 発見された幼虫



写真 4-8 タバコシバンムシ

タバコシバンムシの生活史は、成虫では通常5、6月から10、11月の間に現れるが、暖かい地方や保湿性の良い部屋では4月から12月初旬まで発生が続き、さらに温度条件が満たされれば真冬でも成虫が見られる。成虫の寿命は蛹室から脱出後13～136日間で、この間、食物は一切取らず、もっぱら生殖活動に費やすとされる。

ただし、幼虫期に関しては気温条件(20～30℃)とエサの種類によって48～197日程度とかなり差があり、これが混入時期の推定を難しくしている。卵は10～60個、多い場合には約100個をも産む。

なお、万が一、タバコシバンムシを口にしても無毒で害ないとされている。

(6) クサギカメムシ

ハンバーグ弁当中に発見された試料は、長さ約8.5mm、幅約7mmの昆虫死骸の一部であった(写真4-9)。顕微鏡観察した結果、試料はカメムシ目カメムシ科に特徴的な、腹部の第2～7節背板、1対の第7結合板、生殖節の背板から成っていた。これらの特徴や検体のサイズと形態、及び結合板と生殖節の斑紋から、昆虫綱 カメムシ目カメムシ科 クサギカメムシ雌の成虫と同定された(写真4-10、引用：広島県農林水産局資料)。

また、当該試料と弁当製造所在地近くで採取したクサギカメムシ雌個体標本と比較したところ、形態的特徴が良く一致していた。



写真4-9 昆虫死骸の一部



写真4-10 クサギカメムシ

なお、クサギカメムシの結合板は暗褐色の地に黄褐色紋があるが、試料では黄褐色紋が淡赤色を呈していたので、その染色原因を検討した。試料の染色された部分を1M-水酸化ナトリウム溶液に浸したところ、梅干しと同様に脱色が認められ、着色は梅干しに由来する可能性が考えられた。

クサギカメムシは、日本全土で最も普通に見られるカメムシで、各種の植物に広く寄生し、林のクワやクサギの他、ミカン・モモ・ナシ・リンゴ・梅等の果実からも吸汁して被害を与える農業害虫である。また、越冬のため屋内に侵入する衛生害虫でもある。

5. その他編

(1) 真菌(酵母)の塊

瓶入り麺つゆから発見された複数の褐色を呈する軟らかい塊状物で、大きさは7cm程度のものであった(写真5-1)。これを生物顕微鏡で観察すると、纖維状の菌糸(写真5-2)からなるもので、真菌(酵母)の塊と判断された。醤油を開封し暫く経過した時点で、多くの方々が白色浮遊物の観察を経験すると思われる。この浮遊物は無害ではあるが、これを速やかに取り除くことによって、醤油の品質低下を最小限に抑えることが可能であるといわれている。

経験したことがあれば、驚きはしないが、本来の食品にないものを初めて発見する消費者の場合、異物として製造者等に申告する事例は少なくはない。

このように真菌ばかりでなく菌の集合体の場合もあるが、その発見は醤油、ミネラルウォーター、魚練り加工食品、農産加工品などと幅広い食品が対象となっている。その異物検査の対象になったものは、消費者側で既に開封されたもの、販売店の段階で発見されたもの、消費期限の過ぎたものなど様々である。特に、魚練り加工食品においては、消費期限前後の食品が検査対象として搬入され、検査の結果によりカビ(黴)であると判断される例が多い。



写真 5-1 麺つゆからの異物

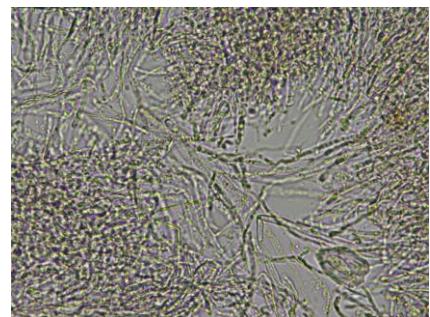


写真 5-2 生物顕微鏡による観察

(2) 医薬品等の成分

開封済みの 2 L ペットボトルの底付近に沈降した不溶物(写真 5-3)で、このボトル内容液は微褐色を呈していた。

不溶物は、目視観察では淡黒色、また拡大観察においては白色で、また一部褐色を呈する脆い小さな塊が確認され、さらに、顕微鏡観察においては、この不溶物は結晶様の物質として認められるものであった(写真 5-4)。

そこで、不溶物について、白色部分と褐色部分に分けて、SEM-EDS により含有される元素の種類を分析したところ、表 11 に示すように、炭素、酸素の他、マグネシウム、ケイ素、カルシウム及びチタンの各元素が確認された。この不溶物は、結晶様の細かな粉の集まりで、塊が極めて脆いものであること、また、この塊に含有されるマグネシウム、ケイ素、カルシウム及びチタンの元素が存在することから、医薬品やサプリメント等が混入したものと推察された。

本事例のように、胃腸薬などの医薬品成分やウコンなどのサプリメント、さらには食品の微碎片などが 2 L ペットボトル容器中のミネラルウォーターから検出される事例によく遭遇する。こうした事例の原因として、飲食後、特に酒を飲んだ後に暗い所で、冷蔵庫から取り出した 2 L ペットボトルを、いわゆるラッパ飲みをすることで、容器内部が陰圧状態となるため、口腔内の物質が容器内に入り込む、いわゆる逆流現象により異物混入を招いたものと推測される。その時点では、暗闇のため気付かないが、明るくなった翌朝、酔いもさめて容器内の着色、浮遊物の異変に気付き、異物として申告するものと推察される。



写真 5-3 沈降した不溶物



写真 5-4 取り出した不溶物

表 11 試料の元素分析結果

検出元素	炭素	酸素	マグネシウム	ケイ素	カルシウム	チタン
白色不溶物	33	48	5	8	4	5
褐色不溶物	42	39	3	4	8	5

※単位：質量%

(3) 鳥の排泄物（糞）

試料は弁当箱に付着した黒色の塊状物を含む白色の付着物（長軸：4.5 cm）であった（写真 5-5）。

先ず、暗所で試料に紫外線（365 nm）を照射したところ、付着物から青白色の蛍光が認められた。また、生物顕微鏡による観察で、白色部分からは結晶様の物質が、また黒色部分（写真 5-6）からは毛先の尖った生体由来と推察される纖維が多数認められた。



写真 5-5 弁当箱の付着物

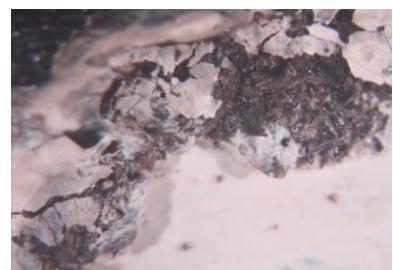


写真 5-6 拡大した付着物

(4) 鉄に付着した接着剤

試料はチップ状の乾燥野菜に混入していたものであるが、これは比較的に堅く黒色物質に茶色物質が絡み合った不定形かつ不均質なものであった。

先ず、試料は磁性を有していたので、元素組成を SEM-EDS により分析したところ、酸化鉄を主体とした金属が含まれているものと確認された。

次に、赤外線吸収スペクトルを測定したところ、この吸収スペクトルはデータベース中のアロンアルファのものとの類似度が高かった。事実、市販の接着剤（主成分；2-シアノアクリレート）の固化物の吸収スペクトルと比較したところ、その類似度は 0.961 と極めて高く、2-シアノアクリレートと同一の物質と同定された。

以上のことから、異物は微小鉄片に 2-シアノアクリレートを主成分とする接着剤が付着し、茶色に変色したものと推察された。

(5) 細菌増殖による米飯の変色

レトルトご飯がポツンポツンと茶褐色に変色しているとの苦情相談である。

この試料を観察すると、一見、コゲや醤油等による着色ではないかとも思われるが、そうではなく、希に起こる *Bacillus subtilis* 変種菌、いわゆるエクアドル茶米菌汚染の可能性が考えられた。この菌は増殖過程でスプテノリンという黄色色素を产生し、この產生された色素が加熱などにより褐色化するとされる。

また、この菌は土壤由来菌で稻の倒伏などで穀を汚染し、精米過程でお米に付着してくると言われている。そのため、洗米後、高温多湿の状態で放置すると菌が繁殖し色素が产生され、十分に洗米されないと色素が残留して炊飯によって酸化され、褐色化することとなる。

なお、今回のレトルト食品の場合は、細菌検査では *Bacillus subtilis* 変種菌は検出されなかった。その理由は、レトルト食品が加圧加熱殺菌(120 °C、4 分以上)によって製造されるため、耐熱性菌も死滅し、製品はほぼ無菌状態になっていたためと考えられた。

ところで、このご飯の褐変化は希に発生するものであるが、一般的な製造・炊飯時の対策としては、①浸漬前に、白米は「十分な研ぎ」を行うこと、②高温の場所での洗米作業を避け、洗米後は暖かい場所に放置しないこと、③水切りは長い時間かけないこと、④水切り等に使用する容器は、あらかじめ水洗や熱湯消毒をしておくことなどの点に注意を払うと良い。

しかし、消費段階での防止対策はないが、誤って食したとしても健康上に支障はないと言われている。

V. おわりに

食品に携わる事業者は、食品衛生法第 6 条 4 項で「不潔、異物の混入又は添加その他の事由により、人の健康を損なうおそれがあるもの」を製造販売してはならず、これに従うことは当然である。しかし、今日、健康を損ねる恐れのない異物などの事象に対しても、消費者から苦情が申告され、またマスコミでも大きく取り上げられている。また、この異物混入については、規制当局である厚生労働省も通知を発出し指導に乗り出している。食品に関する安全性は、今や製造販売者側における安全に対する概念で考える時代ではなく、消費者目線での安全対策を社会全体が求めるようになってきたことが伺える。

例えば、ハエやゴキブリなどの衛生害虫が食品に混入していた場合は、一般にそのような衛生害虫の侵入を許す恐れ

のある環境で製造販売されたと考えられる。しかし、これら衛生害虫の混入した食品が直ちに「人の健康に悪影響を与える」とは必ずしも言い難いが、誰しもが「気持ちが悪い」「食べる気がしない」等と少なくとも不快に満ちた感情を抱くことと思われる。極端な場合かもしれないが、食品への異物混入が衝撃的な体験となって、当該食品の摂取ができず、健康維持を損ねることも考えられる。

多くの事業者は、衛生害虫の侵入防止の他、金属の探知が可能なプラスチック器具や識別可能な色付き資材の導入などによる異物混入防止や施設の衛生管理対策に積極的に取り組んでいる。しかし、その混入頻度は減らしても限界があり、根絶は不可能とされている。近年、異物対策として学校給食用のパン1枚1枚の目視点検が手作業で行われるようになって、ノロウイルス対策が手薄となったとは思わないが、大規模な食中毒事件を発生させた事例さえもある。

消費者からの苦情申告が、明らかに危害要因ではなく、健康を損ねないと思われる事例も多数あるが、この申告が事業者にとって製造管理の点ばかりでなく、商品全般に係る貴重かつ重要な情報源となる場合も少なくない。

この異物混入の根絶は極めて難しいが、減らすことは可能であると考えられている。そのためには、消費者等からの苦情申告を真摯に受け止め、混入した異物の検査に始まり、異物の特定(同定)、混入原因の追及・解明を図り、そのうえで混入防止策の再構築、製造工程の見直しなどが求められる。

ところで、近年、食品ロス削減について、多くの分野で議論が展開されている。環境省によると、日本では平成28年度に約643万トンの食べ物が、食べられるにもかかわらず捨てられていると推計され、これは、世界食糧基金による世界全体の食料援助量の約2倍に相当するとされている。コンビニエンスストアー各社でも消費期限が迫った弁当やおにぎりなどについて食品ロス削減に向けた取り組みが開始された。異物混入問題でも、食品ロス削減の観点から消費者等とのコンセンサスを得て、健康を損ねる恐れのない事象に対しては過大な回収等の対応することなく、食べられる食品・食材を市場から廃棄物処分としない仕組みづくりの構築を期待する。

VII. 主な参考資料

1. 厚生労働省 監修：「食品衛生検査指針、理化学編」、(社)日本食品衛生協会 (2003年5月3月発行)
2. 佐藤 元 著：「混入毛髪鑑別法」、(株)サイエンスフォーラム (2000年11月発行)
3. 緒方一喜、光楽昭雄 編集：「最新異物混入防止技術」、(株)フジ・テクノシステム (2000年3月発行)
4. 厚生労働省：食品安全部監視安全課長通知「食品への異物の混入防止について」(食安監発0109第1号、平成27年1月9日)
5. 高橋明也 監修：「最新の異物混入防止・有害生物対策技術」(2019年3月10日発行)
6. (株)静環検査センターHP：「ヒラメに寄生するクドアとは?」、生活衛生ニュース、2(3)、2015

(第8版、2024.6.30改訂)

＜改訂履歴＞

1. 初版 2013. 6.28
2. 第2版 2015. 1.31
3. 第3版 2016. 1.18
4. 第4版 2017. 9.27
5. 第5版 2017. 10.24
6. 第6版 2018. 6.12
7. 第7版 2019. 8.21

(発行元)

〒426-0041 静岡県藤枝市高柳 2310 番地

(株)静環検査センター

環境部 特殊分析課

TEL : 054-634-1000(代)

FAX : 054-634-1010(代)