

冷凍食品技術研究

(Frozen Foods Technical Research)

NO. 70
2006年3月
発行

目 次

	頁
〈行政情報〉 東京都食品衛生自主管理認証制度をご存知ですか? 東京都福祉保健局健康安全室食品監視課……………	1
〈機械装置〉 毛髪検出装置 榊前川製作所 橋 爪 慎 治 (工博)……………	6
〈機械装置〉 マイクロ波等による加熱品の連続温度測定装置 安立計器株式会社 伊東 潤・川口雄一……………	18
〈商品開発〉 冷凍野菜 よもやま話 (6) <世界にブロッコリーを求めて> ……昭和55年頃から現在まで…… ライフフーズ株式会社 安 藤 幹 雄……………	22
〈原材料〉 カロテノイド色素の特性と利用 三栄源エフ・エフ・アイ株式会社 稲 田 徳 彦……………	31
〈文献紹介〉 『ここがポイントかな? 食品冷凍技術』 日本冷凍空調学会 副会長 白 石 真 人……………	40
〈日冷検情報〉 ALOPとFSO……………	51
〈日冷検情報〉 平成18年度 オープンセミナー開催のご案内……………	54
〈編集後記〉 ………………	55

東京都食品衛生自主管理認証制度をご存知ですか？

東京都福祉保健局健康安全室食品監視課

東京都は、「食の安全・安心確保」に向けた新たな仕組みの一つとして「東京都食品衛生自主管理認証制度」を平成15年8月に創設しました。

この制度は、食品関係施設が取り組んでいる自主的な衛生管理を積極的に評価するものです。衛生管理が一定の水準にあると認められる施設を、営業者の申請により認証し、これを広く都民に公表します。このことにより、食品営業施設全体の衛生管理水準を向上させ、より安全性の高い食品を消費者に提供することを目的としています。

制度の特徴

この制度には、次の4つの特徴があります。

- ① 「基本的な衛生管理を確実に行うことを認証する。」ことにより、衛生水準の向上を目指します。
- ② 飲食店や食品製造などの食品営業施設で、営業者が自ら定めマニュアル化した衛生管理の方法を、申請に基づき認証します。
- ③ 認証のための審査や認証書の交付は、東京都が指定した第三者機関（指定審査事業者）が行います。
- ④ 認証基準の作成や認証施設の公表などは、東京都が行います。

制度導入のメリット

都民の方々から見えにくい衛生管理への取組を積極的に評価し、公表することで、さまざまなメリットが期待されます（図1）。

- ① 衛生管理の向上に積極的に取り組んでいる施設を簡単に知ることができ、食品を購入したり、お店を選ぶ参考となります。
- ② それぞれの施設が衛生管理に積極的に取り組むことで、都内の施設全体の衛生水準が上がります。
- ③ 食中毒等の危害に遭うリスクを低減することができます。

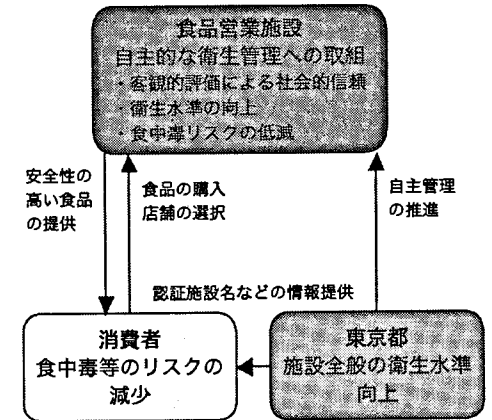


図1 制度導入のメリット

認証取得までの流れ

認証を受けようとする食品営業施設は、それぞれの施設に応じた衛生管理の具体的な方法を自ら定めて、衛生管理マニュアルを作成します。そのマニュアルを添えて、都が指定した指定審査事業者に申請します。申請を受けた指定審査事業者は、衛生管理マニュアルの内容が都の定めた認証基準に合致しているかどうかの審査（マニュアル審査）と衛生管理マニュアルに従った管理が正確に行われているかの確認（実地審査）をし、審査に合格した施設を認証します（図2、図3）。

その中で、東京都の主な役割は、指定審査事業者の指定や監督、認証基準の作成、認証を受けた施設の公表などで、制度の適正な運用と普及に努めています。（図2）。

＜指定審査事業者とは＞

指定審査事業者には、「公平、公正な認証業務を行い、審査の信頼性の確保に努める。」という責務が課せられています。食品衛生に関する業務実績がある法人で、認証業務を行う十分な能力が

あり、適正な運営ができるかどうかを厳しく審査した上で、平成15年度に18法人を指定しました。指定審査事業者の一覧は、食品監視課のホームページ「食品衛生の窓」に掲載しています。

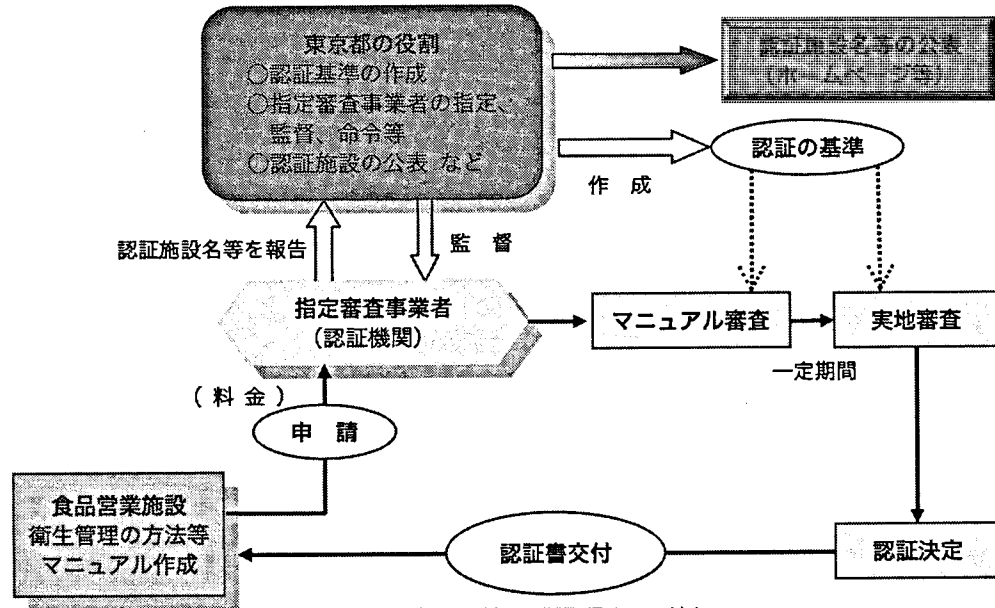


図2 東京都の役割と認証取得までの流れ

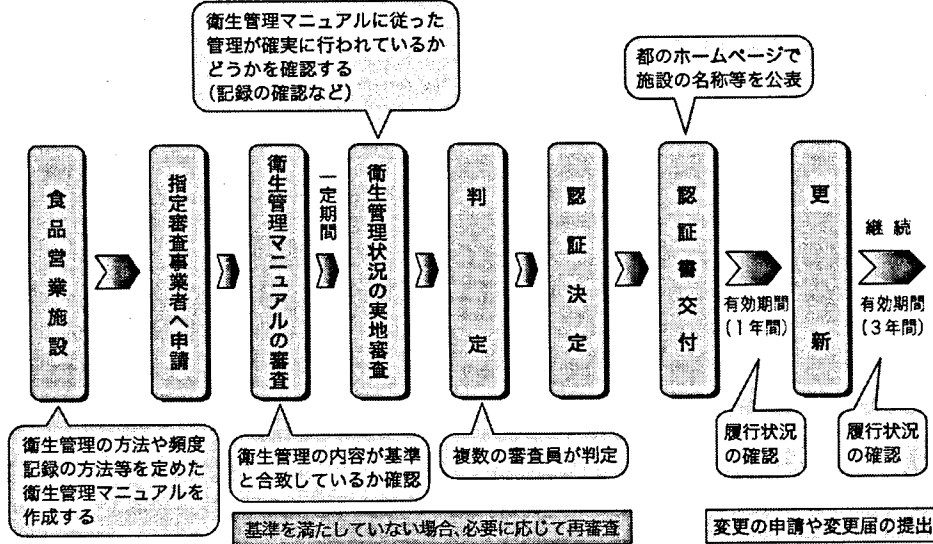


図3 認証の手順

表1 認証基準

共通基準	1 一般的な衛生管理に関する項目	カ ねずみ、昆虫の駆除
	ア 施設設備の衛生管理 イ 機械器具の衛生管理 ウ 食品等の衛生的な取扱い エ 使用水の衛生管理 オ 排水及び廃棄物等の衛生管理	キ 従事者の衛生教育 ク 従事者の衛生管理 ケ その他必要と認められる項目
特定基準	2 衛生管理体制に関する項目	
	ア 食中毒等事故発生時の製品回収等の対応方法	
	イ 衛生管理に係る重要管理項目に関する情報の公表	
	集団給食施設	加熱調理食品の加熱温度管理・調理後の食品の提供・検食の保存・調理体制について(献立表等) など
	豆腐製造施設	器具類(木綿豆腐用布)の衛生管理・原材料の検収(遺伝子組換えの有無)・豆腐の製造(加熱工程水さらし)・製品検査 など
	弁当製造施設(配送、卸売り)	加熱調理食品の冷却・弁当の調製(盛付けの衛生管理)・製品の管理・製品の配送・調理・製造に関する基本方針(最大製造数の把握) など
	そうざい製造施設	食品添加物の使用(使用手順、添加物一覧の作成)・製品の小分け・包装・表示製品検査(細菌検査、添加物の検査) など
	弁当、そうざい製造施設(店売り)	弁当の調製・製品の小分け・製品の管理・製品検査 など
	飲食店営業(すし)	ネタケースの管理・生食用鮮魚介類の取扱い、卵焼きの加熱条件 など
	洋生菓子製造施設	機械器具類の衛生管理(銅製器具類の使用、特定原材料の混入防止)・原材料の確認・製造工程の管理・製品の保存・表示 など
区分別基準	和生菓子製造施設	機械器具類の衛生管理(異物混入防止、特定原材料の混入防止)・食品添加物の使用・製造工程の管理・表示 など
	パン製造施設	機械器具類の衛生管理・原材料の確認・製造工程の管理・油脂の管理 など
	その他の菓子製造施設	異物混入防止・特定原材料の混入防止・油脂の管理 など
	食品販売施設(乳類販売)(食肉販売・食肉処理)(魚介類販売・魚介類加工)(食料品販売)(そうざい調理)	冷蔵・冷凍設備の衛生管理・保管、陳列、販売の衛生管理 など

認証基準とは

認証基準は、東京都が定めます。この基準は、基本的な衛生管理を確実にを行うことを目的としており、すべての食品営業施設で導入可能な基準として設定しています。基準のそれぞれの項目について、内容、頻度等、記録を要する事項が定められています。「内容」には、衛生管理として実施しなければならないことが、「頻度等」には、実施時期や実施回数、「記録を要する事項」には、その中で確実に記録しなければならない事項が定められています。

認証基準には、共通の基準(共通基準)と認証

区分別の基準(特定基準)があります(表1)。

特定基準の区分とは

共通基準は、すべての業種に共通の基準ですが、特定基準は、それぞれの業種の特性を踏まえ、個別に管理すべき項目として業種ごとに設定されています。この業種は、営業許可業種として定められていますが、営業許可業種だけで衛生管理の方法を分類することが難しい場合があります。そこで、対象となる業種において、施設ごとの業務形態(調理・製造の手順、販売方法等)に応じて、特定基準の区分を定めています(表2)。

表2 特定基準の区分と対象施設

区 分	対 象 施 設
集団給食施設	学校、病院、社会福祉施設、会社等で特定の人に、継続して食事を供給する施設
豆腐製造施設	豆腐製造施設
弁当製造施設（配送、卸売り）	いわゆる仕出し弁当・料理を調理し、配送している施設 工場形態で弁当を製造し、卸売り（コンビニ等の販売店に配送）する施設
そうざい製造施設	工場形態で煮物、焼物、揚物、蒸し物、和え物、サラダ等のそうざい（半製品を含む）を製造し、卸売り（コンビニ等の販売店に配送）する施設
弁当・そうざい製造施設（店売り）	店頭で注文に応じて弁当を調理・販売する施設 店舗内でそうざいを製造し、店頭で販売する施設
飲食店営業（すし）	寿司（生寿司、押し寿司等）を調理し、提供する施設
洋生菓子製造施設	洋菓子のうち、出来上がり直後において水分を40%以上含むもの（あん、クリーム、ジャム、寒天又はこれに類するものを用いたものであって、出来上がり直後において水分を30%以上含むもの）を製造する施設
和生菓子製造施設	和菓子のうち、出来上がり直後において水分を40%以上含むもの（あん、クリーム、ジャム、寒天又はこれに類するものを用いたものであって、出来上がり直後において水分を30%以上含むもの）を製造する施設
パン製造施設	パン（小麦粉を、イーストを用いて発酵させ焼いたもの及び油で揚げたもの）を製造する施設
その他の菓子製造施設	洋生菓子、和生菓子及びパン以外の菓子類を製造する施設
食品販売施設	乳類、食肉類、魚介類及び食料品を販売する施設

衛生管理マニュアルとは

同じ食品を作っている、調理や製造の作業手順、使用する機械器具類などは施設によってそれぞれ異なります。認証基準は、衛生管理マニュアルに記載する項目や内容（いつ、誰が、どのように、どのくらいの頻度で行うのか等）を定めたものですから、食品営業施設の方は、施設に応じた衛生管理の方法や頻度、記録の方法などを具体的に定めなければなりません。

重要なことは、実際の作業を考えて、継続して実施できる衛生管理の方法を決めることです。認証の審査では、衛生管理マニュアルに従った管理が確実に行われているかどうかを判定します。どんなに立派なマニュアルを作っても、実施できなければ認証を取得することはできません。

衛生管理マニュアル作成の考え方

この制度では、認証のための審査・判定は、第三者機関である指定審査事業者が行います。このため、指定審査事業者による客観的な評価が可能で、マニュアルを作成することが大切です。

マニュアル作成にあたっては、施設に応じた衛生管理の方法を「自ら定め（自主性）」、「その方法をマ

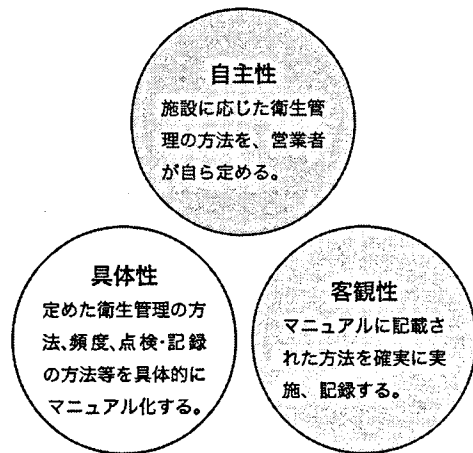


図4 衛生管理マニュアル作成の考え方

ニュアルにして（具体性）」、「確実に実施、記録する（客観性）」ことが大切です（図4）。衛生管理マニュアルを営業者自らが定めることにより、管理ポイントを把握し、効果的な方法を設定することができます。そして、マニュアル化することにより管理内容が明確化され、一定の衛生水準が保持されます。さらに、マニュアルに基づく点検記録の保管により、履行状況を確実に把握することができます。

衛生管理マニュアル作成の手順

認証を取得するためには、衛生管理マニュアルを作成することからスタートします。

1 施設の衛生管理状況を確認する

まず、施設における現在の衛生管理の状況を確認します。

- ・衛生管理の方法は今のままで良いか？
 - ・決められたことを確実に実行しているか？
 - ・利用者からの苦情はないか？
- 問題点がわかれば、改善しなければならぬことが明確になってきます。その中で重要な管理ポイントを見つけます。

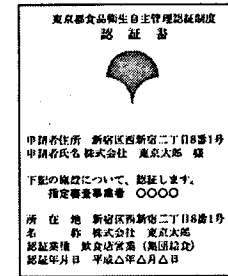
2 衛生管理の方法や頻度などを決める

次に、認証基準の項目ごとに、衛生管理の方法や頻度、記録の方法などを決めます。

- ・認証基準の内容の確認
認証基準には、衛生管理の内容と頻度等及び記録を要する事項が定められています。
- ・施設ごとに違う衛生管理の方法
衛生管理の方法や頻度は、施設や取扱う食品によって違います。そのため、各施設で衛生管理方法や頻度を定めた上で、衛生管理マニュアルを作らなければなりません。
- ・施設に見合った衛生管理マニュアルの作成
必要以上に立派なマニュアルを作っても、きちんと実施できなければ認証を取得することはできません。「施設に合った衛生管理マニュアルを自ら作成する。」ことが大切です。

認証施設の情報について

認証を取得した施設には、東京都のシンボルマークを印刷した「認証書」と「認証マーク」のステッカーが交付されます。この「認証書」や「認証マーク」を施設に掲示することで、認証施設であることがわかります。また、認証を取得した施設の情報は、食品監視課のホームページ「食品衛生の窓」に掲載しています。



東京都食品衛生自主管理認証制度

< 認証書 >

< 認証マーク >

なお、認証を取得した施設では、衛生管理の中で特に重要な管理事項を定めて、公表することになっています。これは、お店のセールスポイントのようなものです。お店に掲示する、メニューに書く等、施設の利用者に向けて宣言することで、衛生管理水準の向上を目指しています。

認証の対象業種について

平成16年度までに集団給食施設、豆腐製造施設、弁当・そうざい製造施設、飲食店営業（すし）及び菓子製造施設の対象業種に認証基準を設定しました。平成17年度は前期に食品販売施設を対象に認証基準を設定し、10月から認証の申請を開始しています。後期には、飲食店営業（旅館・ホテル）等について基準設定を行う予定です。

今後、平成21年度までに、認証の対象業種をすべての食品営業施設（食品衛生法に基づく営業許可施設、東京都の食品製造業等取締条例に基づく営業許可施設）について、計画的、段階的に拡大していく予定です。

福祉保健局健康安全室食品監視課

ホームページ「食品衛生の窓」

<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/shokuhin/index.html>

毛髪検出装置

㈱前川製作所

橋爪慎治（工博）

はじめに

消費者に提供する食品内に、存在して欲しくない物質が混在、混入する場合がある。食品が腐敗によって変質するなどの混在の場合を除けば、外部から混入する場合が大半である。

存在して欲しくない混入物の中で、別種の食品とか添加物のような物質を除いて、それらを食品異物と呼んでいる。食品異物の代表として、各種の虫、人間の毛髪、プラスチック類などがある。食品の種類、加工方法の違いによってその種類および発生率が異なるが、ほとんどの分野で虫が全体の30%程度、毛髪が16%程度であり、この2つの異物で全体の半分近くを占めている。

近年食品の安全、安心が大きな関心事になってきたことにあいまって、食品加工分野では食品異物を如何にして混入させないか、不幸にして混入してしまった食品異物を如何にして確実に発見して取り出すかに大きな努力が払われるようになった。

これまでの食品業界における技術的な経緯では、電磁波およびX線検査装置などによる金属、石、大きなプラスチック片などが検出できた。この装置のもう1つの利点は透過波によって、食品中の異物が検出できることである。また、画像を利用した装置による穀物粒子内の石、変形粒子などが検出できた。さらに、色彩選別機により、食品と色彩の異なる異物が検出できた。

しかし、それらの技術、装置でもなおかつ不完全であったのは、食品と同質な異物（例えば蛋白質の毛髪、虫など）の検出、および弁当に代表される多色系の食品に対して同色の異物の検出が極めて困難であったことである。

画像検出技術に関してもう少し厳密に言えば、現在では1000万画素以上のCCDカメラが一般に存在する。これを用いて食品上に存在する毛髪を映し出せば、目視によっても繊維状の物質が確認できる。CCDカメラメーカーは毛髪を実にうまく画面に映し出している。しかし、この物質が毛髪を含めた繊維状異物であるということ解析して、我々に知らせる解析速度が、従来では食品生産速度にほとんど追いつかなかった。これまで、こうした技術的なアンバランス状態が続いていた。画素数を増やせば、異物の形状

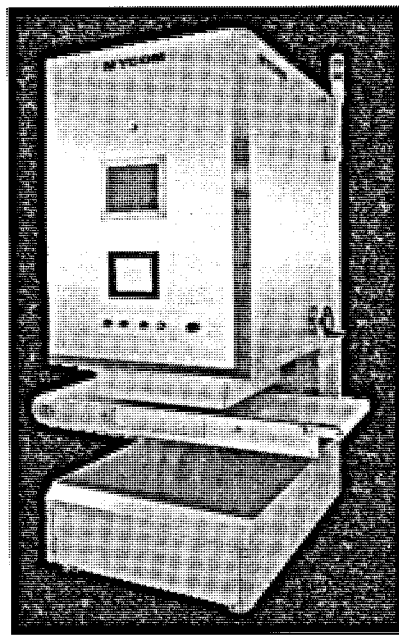


写真1 毛髪検出装置

はより明確になるが、解析時間が長くなるジレンマに陥っていた。今回紹介する毛髪に代表される異物検出装置は照明技術、画像取り込み技術、解析技術などの集大成技術によってなし得たものであり、食品異物を検出する速度、検出する確度を満足できるレベルに保つことができたことを特徴としている。

（写真1）に、第1段階の毛髪専門の検出装置を示す。および（写真2）に、詳細を後半で説明するが、第2段階における多種の食品異物を検出する装置を示す。後者は、異物の種類が多い場合であり、照明方法とカメラの組み合わせをいくつか持たねばならない場合である。

従来の技術の難易度において、不可能に近かった毛髪検出技術を実現して、昨年度から装置の販売を開始した。これを以下紹介するが、本装置によれば、毛髪を含む食品異物全般に関してそのほとんどの検出が可能である。ただし本技術は、画像解析技術であり、食品の上に載っている異物を検出できるが、一部の場合を除き、食品に入り込んだ異物を検出することができない。一部とは、透明に近い食品に関して、食品を透過して照明する場合であり、食品内に存在する毛髪を含む異物を検出できることが確認されている。

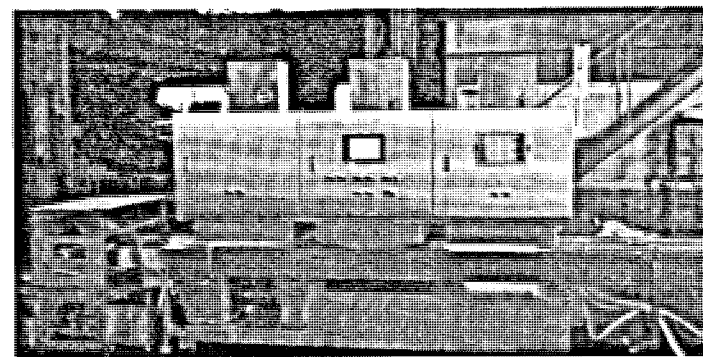


写真2 各種異物を検出する装置

1. 毛髪検出装置の基本技術

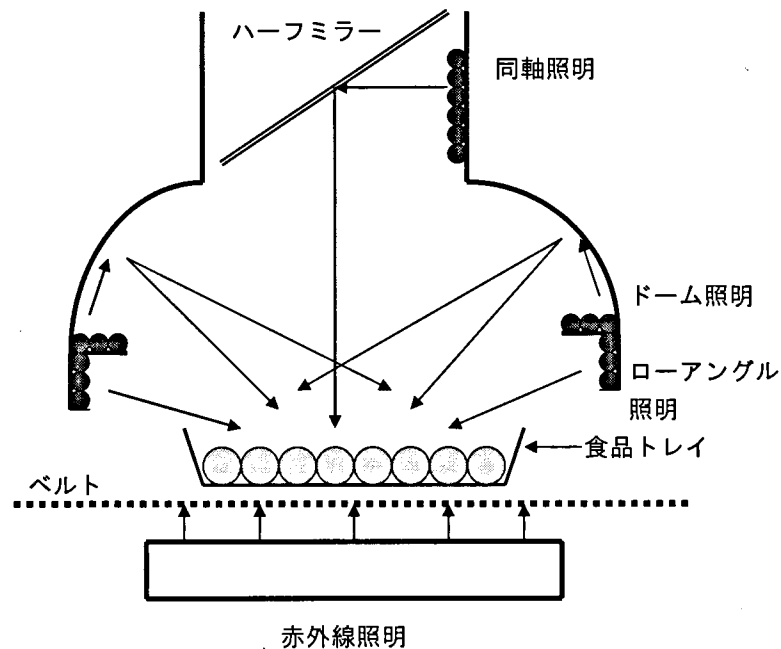
基本的な構成技術として、照明技術、画像取り込み技術、解析技術などがあって、これらの構成技術は、毛髪検出速度、検出確度を満足する技術でなければならない。食品異物として、毛髪を例にとり、以下基本技術の詳細を説明する。

(1) 特殊照明技術

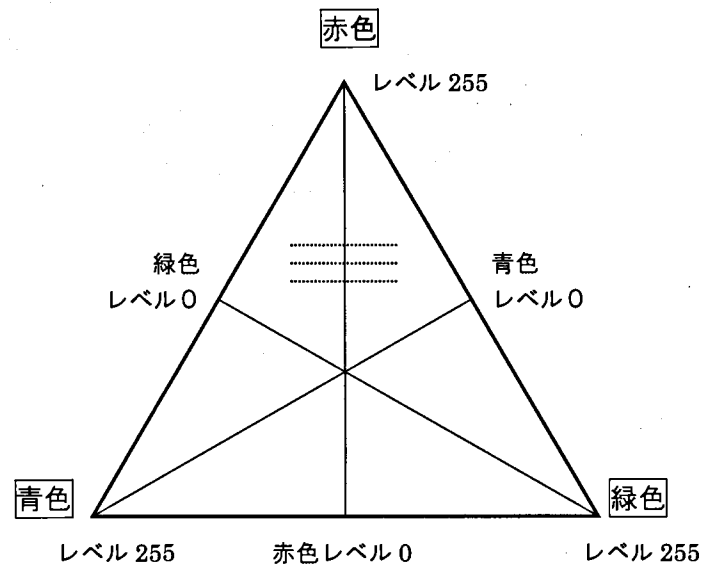
毛髪を浮き出させる照明技術として、（第1図）に示すように食品上部の3箇所（同軸、ドーム、ローアングルと呼ぶ）から可視光線を照らす。各々可視光線の3原色としての赤色、緑色、青色（一般にRGBと呼ばれる）のバランスおよび全体の光量が設定できる。光量の設定で重要なことは、カメラのシャッター速度を短くすると画像のぶれが少なくなって解析の確度が上がるが、取り込む光の量が少なくなる欠点が生じることがある。常に最適な光量が必要になる。

3色を同一レベルで照射する場合は白色となる。

3色を調整するこの効果は、画面の基調色となる食品の色に照明の色をあわせることによって、異なる色を持つ毛髪を識別できる条件をより良い状態に整える意味を持つ。（第2図(A)）



第1図 基本照明装置



第2図 (A) RGB平面の概念

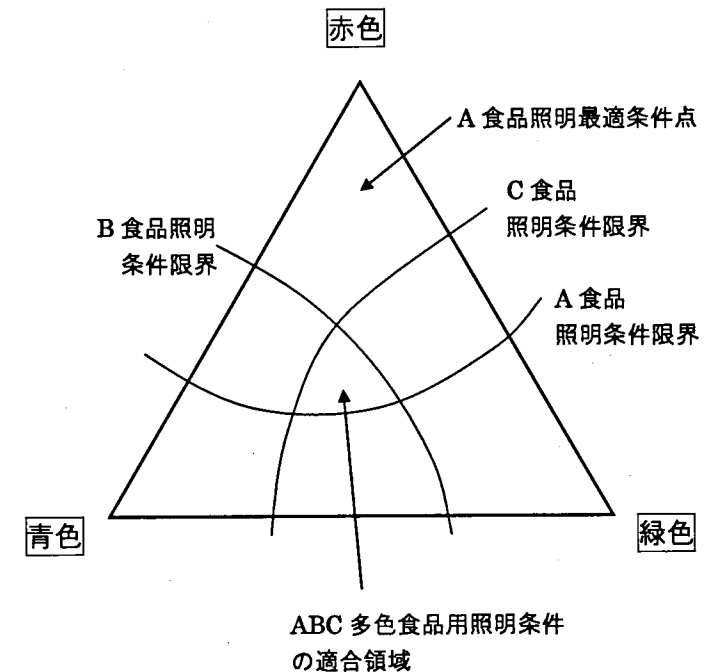
に、RGB平面を示す。照明条件はこの三角の領域内のいかなる点でも実現できる。ご飯、うどんのような1色系の食品の場合は、最適照明条件として、容易に1点の条件が決まる。しかし、多色系の食品の場合はそう簡単ではない。(第2図 (B)) に示すように、例えば3色からなる食品とする。各々の食品表面に存在する毛髪を識別できるRGB照明の範囲を円で示す時、この3つの円において1点でも共通領域が存在する場合、この照明条件を採用すれば

毛髪はその食品表面のどこに存在していても検出できることになる。勿論、多くの円が重なる条件が得られない多色系の食品では、1つの照明条件のままでは毛髪は検出できないことになる。

さらに(第1図)に示すように、食品の下部から赤外線照射する。赤外線は透過光となり食品内外にできる影を消す役目をなす。

一方、魚などの骨を検出するためには、可視光線の代わりに紫外線を上部分から照らす場合もある。蛍光色に光って識別が容易になる。食品の種類によって、可視光線、赤外線、紫外線のいずれかあるいはこれらを併設して用いる。こうした使用方法に関しては丁寧な事前実験が必要になる。

照明条件などの操作条件の設定は、前面のタッチパネルで行う。



第2図 (B) 3色系食品に応用する照明条件

(2) 画像取り込み技術

可視光線を用いてRGBのバランスで照明することは、すなわち無彩色(黒色から白色)の差の程度で異物を検出する原理を用いることになる。この技術は一般に2値化と言われる。本技術では、2値化のレベルを256段階にして認識する。1画素中での2値化のレベルは、画素内の平均色から決定され1水準である。

前述のように画素数が多過ぎると、解析時間が増大する欠点に繋がる。画素数が少な過ぎると、毛髪のように細い物体が1画素の1部分にしか入ってこなく、異物検出に対する解析が困難になる。50から100 μ mの毛髪の直径を、数画素内に取り込めなくては解析できない。したがって毛髪を検出するために最適なカメラの画素数が存在している。現在では、工業的に20万から1000万以上の画素数を有するCCDカメラが存在する。我々が用いる技術では、前

述の両問題点を解決する200万～400万画素のCCDカメラを用いている。一方、これ以上の画素数によるCCDカメラを用いると解析の確度は上がるが、解析時間が増大して実用性に乏しくなる。

本技術では、解析すべき1画面の実際の面積を最大300mm×300mmとして最大400万画素のCCDカメラを応用している。

(3) 高速画像解析技術

1画面に相当する400万画素各々に2値化レベルが取り込まれる。2値化の閾値以下（もしくは以上）の画素を抽出すべくスキニングする。そのデータを基にして、高速画像処理する2方法を適用する。

線形処理：画像処理における閾値を、前述の2値化レベルの閾値以外に、異物の形状に関係する値として設定する。①線の細さ、②線の長さ、③異物全体の異常画素面積の上限の3要素である。この閾値は、画素数で規定される。

①に関しては、毛髪と認識するための必要条件である繊維状異物の太さであり、毛髪を包括できる数画素数以上としないことの限界表示である。たとえば、ひじきを異物として捕らえない手段である。②に関しては、一般に、画面上でごく短い影が無数に取り込まれるのが通常であり、これをノイズとして振り落とす作用をする。③に関しては、②の正常作動のチェックとしての意味を持ち、②の閾値が正常でないとならぬと無数のノイズが取り込まれ、③に設定した閾値を越えて異常が発生する。

面積処理：画像処理における閾値を、①1異物の異常画素面積の下限、②異物全体の異常画素面積の上限の2要素を設定し、これを画素数で規定する。

①に関しては、最小の異物の大きさを規定する。②に関しては、①のノイズ発生に対する正常作動のチェックとしての意味を持つ。

300mm×300mmの1画面を取り込む400万画素において、閾値の設定によって多少異なるが、判定処理速度は前者で1.8秒であり、後者で0.6秒である。各々の処理方法を、単独でも併用でも使用できる。

以上の説明では各画素が持つ2値化のレベルの絶対値を、閾値と比較する方法によったが、毛髪の2値化レベルが閾値の近傍に存在するなどの場合には、この方法では中々毛髪が検出しにくい場合がある。このような場合、さらに高度な処理方法として、各画素が持つ2値化レベルの差を微分する方法が有効である。この微分値のマップが解析され、中でもより大きな値となる毛髪と食品境界面の微分値によって毛髪を検出する方法である。

2. 毛髪検出装置の実用化技術

1項に扱う異本技術だけでは実際に装置化する場合、実用性に乏しい。以下実用化に対処する部分技術を説明する。

(1) 焦点距離

カメラのレンズ点から平面状の食品までの距離において、画面中心に相当する食品表面までの距離と画面周辺に相当する食品表面までの距離が異なることはいがめない。この距離差の比を小さくするためにはレンズの焦点距離を大きくすることが望ましい。しかしこれにも

限度があって、本装置では焦点距離を830mmと大きくしている。

この焦点距離を大きくした技術は、また副次的な効果があり、例えばシュウマイなど厚みのある食品において、食品上部に存在する毛髪にも、トレイの底部に存在する毛髪にも焦点が合うことが確認されていて、食品の深さがおよそ30mmあっても毛髪の検出が可能であった。

(2) 検出面積

検出面積300mm×300mmに対して、400万画素のCCDカメラを応用し、解析時間が1.8秒となる条件を基本条件とする。トレイの面積が小さいなど、検出面積が小さくなる場合は、データ解析範囲を人為的に小さくすれば、処理時間は比例して少なくなる。

基本条件では、1画素は150μm×150μmの面積になるが、検出精度を上げる目的で焦点距離を小さくする場合もある。例えば検査面積を260mm×260mmにすれば、1画素面積が小さくなり、毛髪を見つけやすくなる。これらは、食品の大きさ（面積）および目的の検査精度で設定値を決定する必要がある。

(3) 画像取り込み時間(シャッター速度)と照明の関係

基本条件で解析時間が1.8秒の場合、画像解析数は時間当たり2000ショットとなる。ベルト上の食品が1解析で300mm進むので、ベルトコンベアのラインスピードは9.6m/minとなる。

この条件で、シャッター速度を1/1000秒とすれば、画面は160μmぶれることになる。この値は約1画素に相当する。静止した食品の画像を取り込む場合のように、ぶれが零の場合が理想的であるが、1画素ほどのぶれはそれほど問題にならない。こうした場合、シャッター速度をできるだけ小さくする方が有利であることは自明の理である。さらに、解析手法で出来るだけぶれの影響の出ない方法を採用している。

しかしここに問題が生じる。シャッター速度を小さくする場合、カメラに取り込める光量が不足する場合がある。可視光線のRGB、赤外線、紫外線などの光量を大きくするために光束密度の大きいLED照明を用いている。

(4) 処理量

基本条件において、線形処理に必要な1.8秒/400万画素の場合、処理量は2000ショット/時間となる。検出面積が300mm×300mmの場合であり、前述のようにトレイの幅が300mmより小さい場合のように、この面積を小さくすれば、その面積に比例して解析時間が短縮され、ショット数が増加する。

一方、これまで説明してきた内容は、「画像取り込み→画像解析」を1単位とする連続した繰り返し操作方法であったが、処理量を増す目的で、(第1表)に示すように、画像解析基盤を複数用いる方法がとられる。装置価格はやや上がるが、カメラ、レンズおよび照明装置が共用できるので、それほどの高額にはならない。2個の解析基盤を用いると画像解析時間は1.8秒を保ったまま、画像取り込み時間の間隔は0.9秒、ラインスピードは19.2m/minとなる。したがって処理量は4000ショット/時間となった。3個の解析基盤を用いると、同様にして、画像取り込み時間の間隔は0.6秒、ラインスピードは28.8m/minとなる。したがって6000ショット/時間となった。この高処理量化方法を直列複数基盤方法と呼んでいる。

しかし、直列複数基盤方法はコンベア速度も大きくなり、この作動では高速化に伴って画像取り込みのぶれが大きくなる。高速化、高処理量化に対しては毛髪が検出しやすいかどうかを考慮して、食品の種類によって直列複数化の個数限界を決定しなければならない。実績

では、3直列複数基盤方法まで実現していて、6000ショット/時間が可能となった。

第1表 高処理量目的の複数基盤方法の分類

名称	カメラ、基盤、照明の配置	解析の方法（取込時間と解析時間）	処理倍率
単列 基盤 方法	(照明) カメラ → 基盤		1倍
直列 複数 基盤 方法	(照明) カメラ → 基盤1 → 基盤2 → 基盤3		3倍
並列 複数 基盤 方法	(照明1) → 基盤1 カメラ → 基盤2 (照明2) → 基盤2		2系列 1倍
直列 並列 複数 基盤 方法	(照明1) → 基盤1 → 基盤2 → 基盤3 カメラ → 基盤4 (照明2) → 基盤5 → 基盤6		2系列 3倍

(5) 黒髪、白髪を同時に検出

以上では、取り込んだ画像の2値化処理によって、閾値を設定して黒髪を識別できることを説明した。この閾値は256段階のより黒色に近い水準が用いられ、毛髪の黒色がこの閾値より、より黒色部分に存在するようにした。この操作では、1つの照明の条件が設定される。次に白髪の場合は、前述と異なる2値化の閾値（256段階のより白色に近い）を用いる。この閾値は256段階のより白色に近い水準が用いられ、毛髪の白色がこの閾値より、より白色部分に存在するようにした。この場合、黒色の場合と異なる照明の条件が選定される。以上のように、2個のカメラによる2システムを別個の装置として設置し、食品を連続して流せば毛髪の黒色も白色も検出できる。なお、装置価格を下げる目的で、以下に示す1カメラ方式を実用化した。

この2検出方法を操作するためには、並列複数基盤方法を用いる。2並列複数基盤方法の場合は、半周期ずらして交互に1画像ずつを取り込むことによって黒髪も白髪も検出できた。黒髪白髪用交互に測定するため、照明も交互に変化する。実際に操作をしてみると、黒髪と白髪の間中に存在する茶髪は、閾値を最適値に設定することによって、黒髪の範疇で検出で

きることがわかった。

(6) 2閾値挟み込み技術

毛髪と限らない一般の異物に応用される場合が多いが、黒色と白色との中間色に異物の2値化レベルが存在し、かつこのレベルがある範囲に限られることが既知である場合、黒色側の閾値以上、白色側の閾値以下のみの領域を検出する、閾値挟み込み検出方法が有効な場合がある。この方法は、一般に3値化方法と呼ばれている。

3. 毛髪の検出操作

装置を動作させるには、照明のRGBおよび赤外線的光量バランス及び全体照度（光量）を設定する。次に、2値化レベルの閾値を設定する。

線形処理を行う場合は、細さ上限の閾値、最低長さの閾値、異常全体の最大面積の閾値を設定する。面積処理では最小面積の閾値および異常全体の最大面積の閾値を設定する。

そうした初期条件を設定した後、(写真1)に示す毛髪検出装置を用いて、トレイに詰められたシューマイが、透明質なプラスチック製のベルトコンベア上を、右から左に連続して供給された。(写真3(A))に示すように、毛髪を載せたシューマイが通過する。これは直接目視できる実態である。

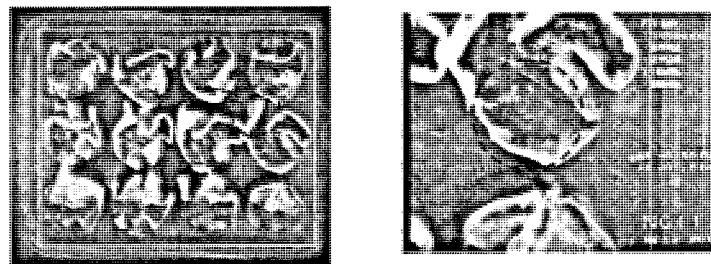


写真3 (A) 毛髪を載せたシューマイの目視写真

(A)に対応する画像が2値化レベルで解析され、その解析画像がモニター上に映し出される。(写真3(B))に示される。毛髪が存在する条件では、その部分に星印を付して、画面上にNG表示される。

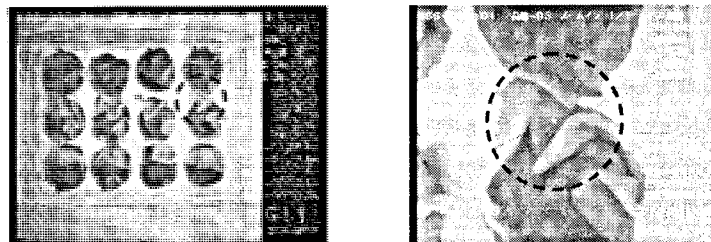


写真3 (B) 毛髪を載せたシューマイの検出画面

NG信号によって、(写真1)には映っていないが、下流に設置されるNG品取り出し装置によってNGトレイが除外される。最大で6000個の食品が異物検査される。

これまでに実働機を納入した、あるいは実験を通して、毛髪を検出できた食品として以下がある。食品が裸のままでも、透明なラップフィルムがかかっている場合でも、異物の検出が可能である。

- 中華食材（シューマイ、餃子など）
- 揚げ物前後（コロッケ、フライなど）
- 肉、ハムソー類（鶏、豚、牛肉、ハンバーグ、ハム、ソーセージなど）
- 主食類（ご飯、うどん、そば、パン、サンドイッチ、パイなど）
- 混合食品（サラダ、カレールー、弁当など）
- その他（魚切れ身、菓子、野菜、茸、果実、粉体、液体など）

ただし、画像処理技術であるので、カメラ位置から見て食品もしくはトレイの上部分に毛髪が存在しなくてはならず、食品の中に毛髪が混入している場合は検出できない。

実験を繰り返しても検出確度が良好に保たれない場合もあって、現在苦労している食品に、海苔、ひじきなど同様に黒色が強い食品、ある種の弁当のように色彩があまりに多くてRGB平面で、どの食品にも対応できる照明条件が存在しない場合などがある。ただし後者は、多色系をグループ化して並列複数基盤方法を用いるか、あるいはいくつかのカメラを用意する方法で、装置価格が問題でなければ可能となる。

(写真1、2)に示す装置ともに、照明のパターンを99形態まで記憶可能としていて、その日稼動する食品に対して照明のパターン番号をインプットするだけでその条件が復元する。装置の操作が容易に行え、条件設定の間違いを起こす頻度を減らす効果を持っている。

機構的には、運転終了時に上部の照明装置全体が制御部の空間領域内に収納でき、外部からシールされる。下部の赤外線照明装置は常時密閉されていて、空冷されている。こうした操作の後、ベルトコンベアより以下の部分を自由に洗浄することが可能である。

一方、制御領域、カメラボックス、赤外線照明の空間領域に、必要に応じて乾燥空気を吹き込む構造にしている。裸の水産食品、畜産食品の毛髪検出を行う分野では水を用いた洗浄が基本となるからである。

4. マテハンシステム化応用技術

食品の表裏を検査したい時、一般には、2台のカメラによる別装置を設置して、食品が流れるその間で、食品の表裏を変えろという発想は一般的な考え方であるが、以下に示すより効率の良い装置を検討した。300mm×300mmの検出面積を半分ずつにして各々逆方向に移動するベルトコンベアを設置した。そこに検査すべき食品を通して往復させた。この場合食品がリターンする際に表裏反対にする装置を付随した。

一方、食品の厚さが厚い場合、側面に附着する異物も無視できなくなった。そこで食品の側面を、両側面の外に設置された鏡を使って画面上に写して、上面および側面に存在する毛髪をも検出できるようにした。すなわち一度に3面を検査することができ、前述の表裏技術を併設することによって、6面すなわち食品の全表面の毛髪を検出することができた。

また、果実のような球体の食品の場合、移動方向に果実の回転を加えて果実の全表面を観察できるようにした。さらに、淡い色の液体および粉体に関しては、薄い平面状にして画面と直角方法に流動させ、毛髪を検出を行った。この場合、可視光線の反射光によってでは毛髪を検

出ができなく、カメラ側と逆側に設置した可視光線または赤外線の透過光によって毛髪を検出できた。

このように、食品異物としての毛髪を検出は、(写真1)に示す装置のみだけでは不十分な場合が多く、毛髪検出装置を良好に使いこなせるマテハンシステムが必要になる。

5. 一般の食品異物検出装置

以上は、毛髪検出技術であるが、食品異物には毛髪以外にも多くの種類が存在している。豚肉および豚脂を扱う場合に豚毛を検出除去したい。鮭の身のほぐし食品に混入する小骨を検出除去したい。これらは毛髪以外の食品異物の例であり、異物も1種類に限られる。しかし、検出除去したい異物が多様にわたる場合が多い。特に、もずく、芽株、しらす、わかめ、裁断くちりなどの水産物の加工工程では、ほとんど多様な異物を選別して除外することに費やされる。ことにテグスといわれる細いプラスチック繊維の混入には神経を使っている。当社はこれらの食品異物の検出技術及び装置の分野に大きく注力している。

第2表 もずくから除去したい異物と検出方法

カメラNo.	上部照明	下部照明	異物の種類	異物の色
1	赤色 LED	—	テグス	赤
			テグス	茶
			小エビ	赤
			海藻	緑
			海藻	赤
2	青色 LED	—	テグス	透明
			テグス	白
			テグス	水色
			テグス	緑
			樹脂片	白
			樹脂片	赤
3	—	赤外線	珊瑚	灰色
			ゴム片	白
			樹脂片	水色
			木片	黄土色
			小魚	銀色
			小枝	灰色
			黒色異物	黒
			海藻	白

(写真2)は、しらす内の異物を検出除去する装置であり、3つの計測システム(カメラ、照明、ベルトコンベアの色の組み合わせ)から構成されている。

こうした装置、検査システムの稼動を検討しようとする企業が現れた場合、事前の検討およ

び実験が重要になる。水産系の食品異物を検出する目的では、まず、数十種類の異物全てにわたりそれらを明確にする。それらの異物がいくつの検査システムで、異物全体を網羅して検出できるかを、事前実験によって検証する。例として、(第2表)に、もずくから除去したい異物の19種類を示している。もずくは、透明系の食品であり他の食品とやや異なっていて、3検査システムに集約された。それらは、

検査システム1：上部LED赤色照明、黒色ベルトコンベア

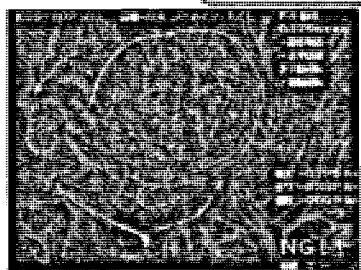
検査システム2：上部LED青色照明、黒色ベルトコンベア

検査システム3：下部赤外線照明、透明ベルトコンベア

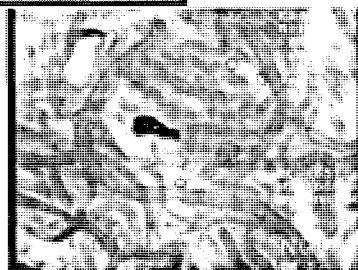
1例として、(写真4)に、検査システム3で採取したもずく内のテグスの例を示す。もずくは赤外線を透過するために透明な色調になっている。

この条件では、3カメラを用意すれば充分であるが、実際には装置価格を下げる目的で、検査システム1、2を半周期ずらして画像を取り込む並列複数基盤方法によって対処し1カメラで可能とした。したがって、もずく内異物検出装置としては、全体で2カメラ方法となった。前述のように、さらに直列基盤方式を付加して用いれば、生産量が倍加する。この装置は最終検査工程に設置されて稼働していて、何段階にも実施されている異物除去工程をすり抜けた残存異物を検出除去している。

検出画像…もずく



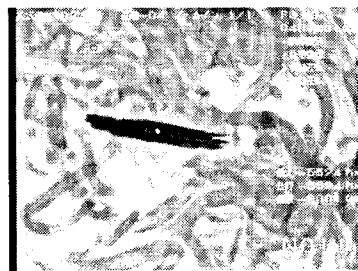
テグス(茶)太さ0.1mm程度



樹脂片(水色)3mm×7mm程度



ゴム片(白)太さ2mm程度



木片2mm×18mm程度

写真4 もずく内のテグスを検出している画像

水産系の食品の中には、さらに多種類の食品異物を除去したいものもあり、したがってもっと多くの検査システムが必要な場合もある。むやみに装置価格を高くするのではなく、充分検討するよう当社は顧客との対話を重要と考えており、食品異物に関する顧客の日ごろの悩みに対し、懇切に対応できるよう努力している。

おわりに

毛髪検出技術を用いた毛髪検出装置を実現し販売している。着々と販売実績が増加している。さらに、毛髪のみならず一般の食品異物を検出できる装置に展開してきた。この段階では、もはや装置と言うものではなく、システムというほうがふさわしいと思える。食品の安全、安心に対する今後大きな武器になると考えられる。今回は食品に絞って紹介したが、本技術は、化粧品、薬品およびその他の分野においても異物検出に応用できる。現実それらの引き合いが多くあり、実験段階では成功している例が多い。しかしまだ食品以外の分野で、実機として採用された段階には至っておらず、今後の進展を期待している。

以上

<機械装置>

マイクロ波等による加熱品の連続温度測定装置 ——蛍光式光ファイバー温度計による温度計測——

安立計器株式会社
伊東 潤・川口雄一

1. はじめに

温度を管理、制御することはあらゆる産業において必要不可欠なものであるが、温度計測する手段も多種多様にわたるため、目的に応じた計測手段を選定することが重要な要素となる。

温度を計測する一般的な手段としては、ガラス温度計、測温抵抗体、熱電対、サーミスタなどセンサを測温対象物に直接接触させて計測する接触式または放射温度計という測温対象物には直接接触させないで計測する非接触式とがある。それぞれの手段にメリット、デメリットがあるので、少しでも多くの特徴を知っておくことがより正確な温度管理、制御を行う上で有効である。

ここでは、接触式であり、電気式センサでは計測が困難な環境下での計測が可能である蛍光式光ファイバー温度計について紹介する。

2. 蛍光式光ファイバー温度計の特徴

現在、光ファイバー温度計と呼ばれるものには、①光ファイバーそのものがセンサになる分布型、②光ファイバーそのものは光の伝送路と使用し、先端に温度を検出するための蛍光物質や半導体素子を取り付けたもの、③光ファイバーを赤外線伝送路として使用する放射温度計、等がある。

ここで取り上げるのは、②に該当する蛍光物質を利用した蛍光式光ファイバー温度計である。

蛍光式光ファイバー温度計は、測温抵抗体、熱電対、サーミスタ等の電気信号を利用したセンサとは異なり、他の光ファイバー温度計と同様に光ファイバーを介して光学的信号を伝送しているため、電磁誘導ノイズの影響を受けない。さらに、比較的長距離の計測にも対応が可能である。そのため、測温抵抗体や熱電対など一般的に広く使用されている温度センサでは計測困難である、マイクロ波、高周波、高電圧、大電流、強磁界などの環境下での温度計測が可能である点が大きな特徴である。

また、センサは小型円盤状に成形された蛍光物質、光ファイバー、補強材、遮光用黒色PFA被覆材で構成されており、これらの材料は電気的に絶縁である。そのため、電気設備の高電圧部に直接接触させての温度計測が可能である。

さらに、センサの構成材料は化学的にも安定な物質であり、生物にもほとんど無害であるため、火薬や石油など爆発、引火の危険がある場所や生物・医療分野での使用にも適している。

3. 蛍光式光ファイバー温度計の計測原理とシステム構成

ここでは、弊社の製品である蛍光式光ファイバー温度計FL-2000とそのセンサを例に、蛍光式光ファイバー温度計の計測原理とシステム構成を説明する。

蛍光式光ファイバー温度計は温度を検出するセンサと計測器本体より構成されている(図-1)。

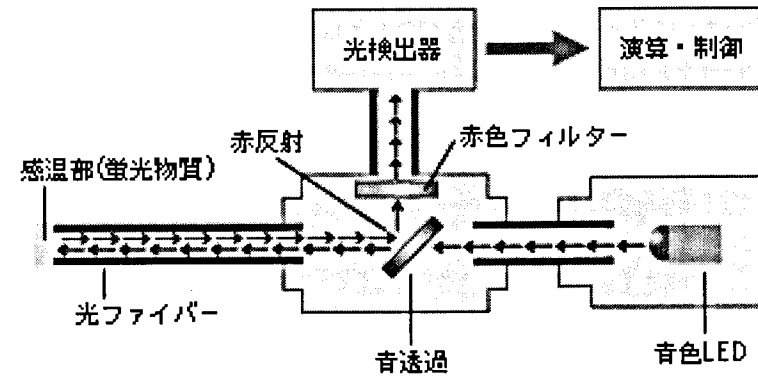


図-1 蛍光式光ファイバー温度計のシステム構成

FL-2000に使用する代表的なセンサでは、光ファイバーの先端に小型円盤状に成形された蛍光物質が接着されており、周囲は外光による影響を受けないように黒色のテフロン被覆が施されている(図-2)。

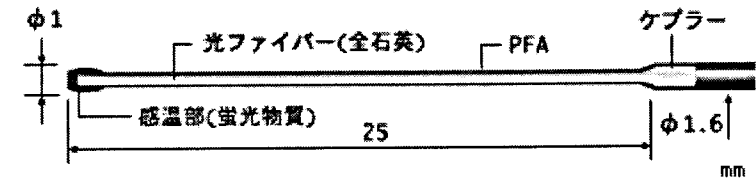


図-2 代表的なセンサの先端部の構造

この光ファイバー先端に位置する蛍光物質に、計測器本体の青色LEDより光ファイバーを介して励起光を照射すると、蛍光物質は異なる波長の放射光を発する。この蛍光物質の放射光の減衰する時間は温度に対して相関をもっており、これを検出器であるフォトダイオードで検出することにより温度を確定するわけである。この減衰時間により温度を確定する方法は、光ファイバーの曲げや中継ケーブル、光コネクタの使用による光信号の損失の影響をほとんど受けないため、信頼性の高い計測を可能としている。

4. 蛍光式光ファイバー温度計の応用例

蛍光式光ファイバー温度計はあらゆる産業分野で使用されているが、その主な使用方法は、以下の二通りに分けられる。

- ① 研究・実験や各種設備診断のためのデータ取得を目的とした温度計測への使用。
- ② 取得したデータを計測器本体の外部出力を利用して各種制御装置に伝送し、制御装置の出力制御、監視を行う用途への使用。

いずれの用途に対しても、従来では温度計測が困難であった場所への応用範囲が広がりつつあるのが現状である。

例えば、電子レンジを例にあげれば、ハードである電子レンジの開発はもちろんのこと、冷凍食品、レトルトパック食品などの電子レンジ調理食品を加熱調理する際の食材の加熱状態の確認や（写真-1）、食材を包装するレトルトパックやラップなどのパッケージ材料の開発にも使用されている。マイクロ波、高周波加熱装置においては冷凍肉などの食材を解凍するための装置の出力監視なども使用され、食材のジュール加熱による温度監視にも使用されている。

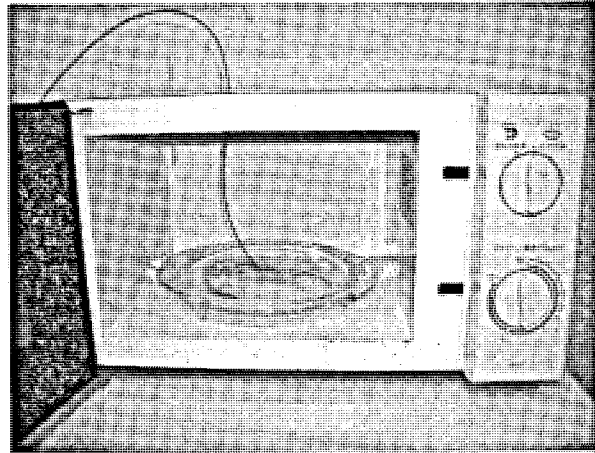


写真-1

5. おわりに

本稿では、光ファイバー温度計の一種である蛍光式光ファイバー温度計について、特徴と応用例について簡単に触れさせていただいた。温度を管理・制御されている現場の技術者の方々、あるいは研究開発で温度を計測されている方々に少しでも参考になっていただければ幸いである。

最後に、弊社製品である蛍光式光ファイバー温度計FL-2000を紹介する。

安立計器製 蛍光式光ファイバー温度計 FL-2000（写真-2）

定価 ¥600,000（センサ別売 ¥90,000～）

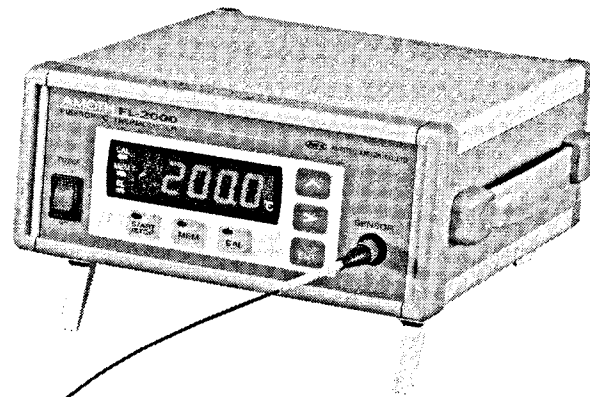


写真-2 蛍光式光ファイバー温度計“FL-2000”

お問い合わせ先

安立計器株式会社

〒153-0064

東京都目黒区下目黒2-4-5

TEL：03-3491-9181

FAX：03-3493-6729

<http://www.anritsu-meter.co.jp>

営業部 伊東 潤

<商品開発>

冷凍野菜 よもやま話(6) <世界にブロッコリーを求めて>

……昭和55年頃から現在まで……

ライフフーズ(株) 安藤 幹雄

ブロッコリーについて

洋野菜の中でも代表格であるブロッコリーは、特に私の好きな野菜でもあって、この約30年近くの間、台湾、オーストラリア、アメリカ、メキシコ、そしてグアテマラへと追いかけていった開発と導入の歴史を追ってみたい。

日本でブロッコリーがハナヤサイと呼ばれて大戦直後に登場したカリフラワーに遅れて、食卓に登場し始めるのは1980年代に入ってからである。

農水省の「野菜生産出荷統計」「作物統計」でも、1989年(平成元年)まではブロッコリーはカリフラワーに含まれていた。1990年(平成2年)にカリフラワーから統計上分離されたブロッコリーがカリフラワーの出荷量を超えるのは1987年になってからである。

ブロッコリーはカリフラワーとともにもともと同根であり、アブラナ科の代表的な野菜である。地中海沿岸地方に野生したキャベツの1種であり、約2,000年前にブロッコリーの原型ができたといわれる。16世紀になってイタリアやフランスで改良され、17世紀には中国へ、19世紀にアメリカへ、日本へは明治の初期に伝わってきたといわれている。

80年代の後半より、栄養バランスと健康維持の関係が食のあらゆる場面で論じられるようになると共に、ブロッコリーの保有する豊富なビタミンやミネラル、β-カロテンやカリウム等のスコアの高さが脚光を浴びはじめ、緑黄色野菜ブームの主役の1つとなっていった。ブロッコリー単体として作付統計や出荷量が農林統計の中に出てきたのが1990年である。以後、国産、輸入生鮮ブロッコリーの出荷量及び輸入量は毎年増えつづけて今日に至っている。冷凍ブロッコリーが冷凍野菜の「その他」から分離されて、輸入統計上の数字として独立したのは1995年(平成7年)である。

食材としての機能性

そうした日本の野菜食材としてのブロッコリーが注目を集めはじめた頃の1992年に雑誌「ベジタ」誌上で、フードジャーナリストの林ひろみさんがニューヨークから、アメリカのブロッコリー・ブームをさまざまな楽しい話題を交えて紹介している。1982年頃から1991年までの10年間で消費量は33%アップ。レストランの人気メニューはブロッコリー・ピザとチキン・ウィズ・ブロッコリー。缶詰はキャンベルのブロッコリー・クリームスープ。おまけに1992年3月にジョンズ・ホプキンス大学の研究者によって発表された「ブロッコリーに含まれるスルフォラファンに発ガン抑制作用がある」という研究成果もブロッコリー人気に拍車をかけている、と伝えている。とくに野菜とガンについての研究は90年代に入ってから、日本でも種々の研究が進められており、ブロッコリーを含めた野菜がバランスよく摂取されることにより、生活習慣病やガンの予防に効果的な機能を果たしていることが広く認識されるようになってきてい

る。とくに緑黄色野菜に含まれているカロテノイドはガン予防に効果的だといわれる。こうしたブロッコリーにまつわるエピソードやブロッコリーと健康に関する話は多いほど面白いし、ブロッコリー愛好者を増やしている。

次に冷凍ブロッコリーの輸入の歴史を生鮮ブロッコリーの輸入と対比しながら整理してみたいと思う。

冷凍ブロッコリー、アメリカと台湾

1970年代にはじまった日本の外食産業の発展過程にブロッコリーが登場するのは多分、1964年の東京オリンピックでの選手村の食事メニュー。そして、1970年の大阪万博でのレストラン・メニューではなかったろうか。70年代中盤以降になるとファミリー・レストランをはじめ、一流のホテル、レストランでも冷凍ブロッコリーの需要が次第に高まってきた。

1976年以降、日本での冷凍ブロッコリーの輸入相手国はアメリカと台湾であった。70年代のアメリカ・カリフォルニアには、R. A. SHOW社、OXNARD社、PATTERSON社などが代表的であり、ブランドとしては、グリーンジャイアントが有名であった。台湾では龍門食品、天一食品などがアメリカ輸出用にごくわずかに生産していた。製品の規格は主としてスピアと呼ばれる直径4~5cm、長さ8~9cmの花蕾のウェットパック(ブロック)タイプのものであった。同じ頃、アメリカでは家庭用、業務用とも、I. Q. F(バラ凍結)タイプのブロッコリー・カットやブロッコリー・カットとカリフラワー・カットをミックスした「ウインター・ミックス」、さらに、グリーンアスパラのチップ&カットとクリンクル・キャロットを加えた「サラダミックス」がポピュラーな商品として普及していた。

その後、台湾は亜熱帯気候に起因する品質グレード問題と害虫の混入多発等があつて、ほとんど生産されなくなった。一方、アメリカではブロッコリーの国内需要は増加し続けるものの、国内での生鮮品の需要増や円高を背景にした対日輸出量の増加によって、80年代後半には冷凍ブロッコリーはメキシコ、エクアドル、グアテマラ等の中南米諸国に新しい生産基地を求めることになる。アメリカの冷凍野菜の有力ブランドであるグリーンジャイアント、C&W、バーズアイ、キャンベルや大手スーパーのプライベート・ブランドは、1985年以降一斉に、冷凍ブロッコリーの生産拠点をメキシコを中心にした中南米に移し、投資活動も相当な規模で行ってきた。

冷凍ブロッコリー、メキシコ

筆者がブロッコリーの新しい生産協力工場を求めてメキシコの現地を訪問したのは1991年のことだった。アメリカ人の経営者夫妻とメキシコシティでレンタカーを借り、3泊4日でグアナファト州を中心に4つのブロッコリー工場を訪ねた。エクスポホルト社、マーブラン社、フォックス社等である。フォックス社は現メキシコ大統領ミスター・フォックスのファミリーが経営する会社であり、ファミリー挙げて歓待していただいたことも忘れられない。メキシコシティからブロッコリーの生産各社を見て回る当時の道路は、舗装されたところでもデコボコであり、舗装されていないところも各所にあつて、終着のグアナファトに着く頃にはお尻の骨がおかしくなるほどであった。

今日ではこの道路は立派になり、町も綺麗になった。80年代から90年代にかけてのメキシコ

のブロッコリー生産は、その豊かな原料と労働者、海拔1,000~1,500mの高地での栽培技術と加工技術のアメリカからの水平移行によって、素晴らしい発展を見せている。その生産量の80%以上を対アメリカ輸出し、同時に対日輸出も順調に伸びてきた。とくに、スキルの高い若年女性の労働力によって、I. Q. F対応のハンドメイドの各種規格の製品をつくり出してきた。しかし、近年の天候異変や労働賃金の上昇もあって、前述のエクアドル、グアテマラへの産地の多国籍化が進んだ。

冷凍ブロッコリー、最近の動向

さらに90年代に入ってから中国は、原料の品質向上と安価な労働力に支えられて、I. Q. Fブロッコリーの生産力を急速に高めてきている。日本向け輸出品として、ブロッコリー単品のみならず、カリフラワー、スライス・ニンジン、グリーンアスパラガス・カット等とミックスしたサラダミックスが大きく伸びてきている。とくに、価格競争力は対日輸出各国中で一番強く、品質的にも年々、そのレベルを上げてきている。地域的にも、生産工場は福建省、浙江省、江蘇省、山東省と広域にわたっており、そのほとんどでI. Q. Fのフローレット（花蕾部分のみ）タイプの生産が可能になってきた。近い将来、日本のみならず、世界の各国に輸出が可能な体制を整えつつあるといえる。冷凍品だけでなく、生鮮品の対日輸出も、2000年には20,000tを超えたが、02年の残留農薬問題で大きなダメージを受け、2年間の低迷を経て、04年より回復基調にある。

このように、アメリカからの輸入に始まった冷凍ブロッコリーは、「アメリカ・台湾時代」を70年代から80年代で終り、90年代にはメキシコ中心に中国が加わる時代を経験し、いま、新たにエクアドル、さらにグアテマラ等も加えて、新しい品質と価格ともに、競い合うかたちになっている。中国は距離的な近さから、また、コストでの優位性と品質の改善が進み、最も大きなシェアを持つに至っている。一方、生鮮品については当分、アメリカと中国の時代が続くと思われる。

産地における事前調査と指導

ここまで冷凍ブロッコリーの歴史と輸入動向を数字の上からも見て来たが、次にその育苗段階から生産に至るまでの過程をトレースし、今日的栽培、生産の実態と問題点に触れてみたいと思う。

今日、食品の安全性に対する消費者の関心は以前に増して高まっており、行政も法的規制を強めて消費者の要望に応じている。

冷凍野菜の品質問題は、種子・原料から製品まで、次の諸要因が大きく関与する。

- ① 天候と土壌・水
- ② 異物・夾雑物
- ③ 農薬散布と残留農薬
- ④ 微生物汚染

冷凍野菜の品質・安全性への関心・懸念は上記の諸要因のうち、異物の混入と残留農薬の2つにほぼ集約される。

消費者の懸念に応じて、業界では安全性確保の方策として、無農薬・有機栽培への道を模索

しているが、異物、とくに昆虫混入対策が難しい課題として残っている。

我が社ではブロッコリーのみならず、すべての冷凍野菜の輸入に際し、次のような事前調査と指導を行っている。

工場の新規選定に当たっては、チェックリストに基づき、品質管理の4M、すなわち、

- ① 好ましい原料が十分・潤沢に確保できるか、
- ② 適切に品質管理が遂行できる設備・構造・レイアウトを備えているか、
- ③ 満足できる技術ノウハウを保有しており、新製品にも十分対応できるか、
- ④ 経営者・幹部社員は、品質・生産管理に十分な経験・知識・学力を持っており、新製品・新技術にも十分対応でき、部下を確実に把握・指導できるか、等について事前調査を行い、これを確認の上、生産契約を結んでいる。また第5のMとして、設備・技術等の導入、品質保証のために応分の資金力も必要条件と考えている。

4Mが当初から完備している工場は希少なため、工場のレベルアップのために当社も以下のようなさまざまな技術協力・指導を行っている。

重点管理工場の設定と管理

品質管理上、信頼の置ける工場として、ブロッコリーに関しては、メキシコで3工場、グアテマラ1工場、中国では合弁会社を含めて4工場を当社の重点工場として緊密な連携を行っている。資本投下、資金援助、必要機械・設備の供与、品質管理のための長期駐在者の派遣、従業員教育等である。

また品質的にいくらかの問題のある工場は、重点監視工場として、社員の頻繁な短期駐在も含め、出張による製品・工程等のチェック・フォローを行っている。製品・工程等のチェックには、工場と合意の上、設定した規格・基準に基づいて行っている。

輸入後の検査／問題発生とフォロー

現地工場における自主検査結果は、輸入時点に入手できるようにしており、また通関後、問題を懸念される製品については、当社における検査と公的検査機関への依頼検査を随時行うことにしている。

微生物規格については、国の規格項目に加えて、ブドウ球菌・サルモネラもその都度検査し、国の規格該当項目も当社の目標規格として、より厳しいものを設定している。

クレーム等発生に対しては、迅速に工場に伝え、原因究明・改善を行わせ、当社社員出張の際、その改善結果の確認・フォローを行っているが、昨今ではインターネットを最大限に活用し、スピーディなクレーム内容のデータや映像の伝達を行い、トレースと問題解決にあたっている。

冷凍野菜にとって、昆虫の混入と残留農薬の問題はまさに“二律背反”である。安価で効果のある天然農薬・栽培技術が普及するまで継続する問題と思われる。

メキシコからの冷凍ブロッコリーの輸入

我が社がメキシコから冷凍ブロッコリーの輸入を始めたのは、80年代後半からである。それまでは、アメリカ・カリフォルニア産が主力であり、一部、台湾産を扱ってきた。

ブロッコリーの品質管理上、最もやっかいな異物は、コナガ (*Plutella xylostella* L.) の幼虫である。もちろん他の国に比べると混入率ははるかに少ないが、1995年に一時期、集中的に発生したコナガ問題は、同国の業界全体を動かし対策に英知を絞った。農薬とその散布量はEPA (米国環境保護局)、MAD (メキシコ農協連盟) の基準に準拠しているが、これだけでは効果が得られず、現在はコナガのライフサイクルに合わせたブロッコリーの栽培期間を定め、州政府農業部の指令を同州全農民が遵守する方法を採用し、今日、漸くその効果がみられるようになった。

工場は、メキシコ・グアナファト州の比較的冷涼な高原にあり、他の低地よりコナガの発生は少ないが、過去にしばしば当社の顧客からの苦情を受けてきた。

(1) 工場の原料受入れ管理

原料受入れ基準は、トラック1台分(約1,800~2,700kg)当たり4ヵ所から約20kgのサンプリングを行い、ブロッコリーの花蕾の中央を半截して検査し、異物が2個以上発見された場合は、我が社向け製品の生産を中止する。

異物が1個以下の場合、厳重なマニュアルに従って製造工程へ送られる。

製造・品質管理に携わる全従業員に対しては、異物発見ごとのボーナス制度を設けている。

(2) 前処理・急速凍結後の管理

トリミングされた原料は、洗浄・ブランチング・急速凍結等の工程を経て、品質管理担当者による微生物・異物・規格に基づく欠陥の評価を受ける。

抜取検査の量は、15分間に1ポンドの割合である。この時、異物が発見されれば、我が社向け製品として失格となる。

(3) 農場での栽培

使用品種は、在米日本種子業者(サカタ)のF1種、マラソン、グリーンベルト、パトリオット等である。種子は23.3℃に保持された部屋で48~50時間、発育を促進させ、その後グリーンハウスに移し、30日後に農場へ定植する。

グリーンハウスで最も注意を要する害虫はコナガ(Diamond back moth)とヨトウムシ類(Soldier worm)で、その害虫発生防止のため、週2回農薬が散布される。

収穫は品質良好なもののみを選んで行う。

(4) 農薬の種類、散布量と害虫発生時期

ブロッコリー栽培において使用される農薬と農薬散布量は、EPA(米国環境保護局)、カリフォルニア農薬協会、メキシコ農協連盟(MAD)によって定められた基準に従って行われる。

コナガは時期的には、晩春と初秋に発生し易いといわれている。コナガのライフサイクルは、約29日間で卵から幼虫、蛹を経て成虫(Diamond back moth)になる。

ブロッコリーの播種から収穫までの日数は、マラソンで約95日、グリーンベルトで約85日、パトリオットで約75日である。コナガが最も多発する時期(蛹になる直前の4齢幼虫の被害が最も多い)のライフサイクルに合わせて、ブロッコリーの栽培を調節することにより、コナガの被害を最少限度に抑えられることが分かった。同国同州農業部もこの事実に着目し、州政府指令として同州全農家に徹底させることになった。

メキシコにおけるブロッコリーの栽培から製品化まで

ブロッコリーの育苗から、冷凍野菜としての最終製品に至るまでの過程が最もオーソドックス、かつ優れていると思うので、紹介しておきたい。とくにメキシコのグアナファト州でのブロッコリー生産は農家にとっても極めて重要な作物であるため、州政府の支援・協力も力が入ったものとなっている。

ちなみに、現大統領のMr. FOXも前職はグアナファト州知事を務められていた。それもあって、ブロッコリーについては専門家なみにご造詣が深い。筆者も出席した1999年の、メキシコのプエルト・バルアルタでのテキサス・メキシコ冷凍食品会議では、メキシコを代表してご本人がスピーカーを務められたこともあった。

メキシコにおける、ブロッコリーの苗床づくりから製品までの過程は次のようになっている。

(1) グリーンハウス(温室)における播種~苗づくり

苗床の準備(土壌消毒・施肥)

播種(品種の選定、冷凍適性の良いもの)

発芽後の追肥

育苗管理・監視(農民と州農業検査官による病虫害等チェック)

農薬散布(散布量は、EPA、MAD等によって定められた基準順守)

苗の選択(品質良好な苗のみ使用)

(2) 農場(本圃)における定植~収穫

農場に苗を定植

農場でのブロッコリー栽培(追肥・中耕・除草・病虫害防除等)

収穫(規格に合致した頂花蕾、虫のいない高品質のものを選択)

(3) 工場における受入~製品化

農家からの受入れ(検査と評価)

冷蔵倉庫での一時保管(4~10°F、RH80~90%)

原料選別・トリミング(規格に合致、異物検査)

2段階ジェット洗浄(残留塩素5~12ppm)

ブランチング(ブランチャー使用、200°F以上、1~5分)

1次冷却(35~50°Fの清冷水でpre-chilling)

品質選別(ベルトコンベア、品質・異物検査)

2次冷却(35~50°Fの清冷水でchilling)

脱水(shakerで脱水、IQFトンネルへ)

急速凍結(IQFトンネル)

金属検出(金属検出機)

製品サイズ選別(size selective shaker、バラの花粒は排除)

最終製品選別(全量目視選別、規格合致)

包装(ポリ袋、計量器・heat sealer)

段ボール詰め(ロット番号記載)

製品コンテナ荷役(庫内は0~5°F以下保持)

製品冷凍保管

最近の中国ブロッコリー事情

すでに述べたように、生鮮・冷凍とも、中国におけるブロッコリーの生産意欲は非常に高く、生産量・輸出量とも急速に伸びてきている。

中国産輸入生鮮野菜からの残留農薬の検出がときどき話題にされており、我が社でも3年前から中国合弁工場を中心に、冷凍野菜生産について行政の協力を得て、自営農場化を進め、土壌から育苗・肥料・農薬の管理を行い、栽培・収穫・前処理を経て製品に至るまでの経歴がわかる冷凍野菜づくりを進めて来ている。雪印乳業事件以降とくに、こうしたルーツまでトレースできる仕組みについて、我が社の取引先からも大きな関心と評価を頂いてきていたところである。

しかし、2002年に突然発生した、冷凍ホウレンソウの残留農薬問題は業界に激震を与え、個別企業の利害を超えた連携のもとに産官学あげて、安心、安全の仕組みづくりに取り組んできている。2004年に誕生を見た、輸入冷凍野菜品質安全協議会（略称：凍菜協）を中心に、土壌管理から栽培・収穫までの農薬管理と検査体制の強化、充実を業界挙げて図らなければいけない。

我が社のトレーサビリティ・システムの概要

以下、我が社がとくに中国において実施して来ている、冷凍野菜のトレーサビリティ・システムについて、その概要を説明する。

(1) 産地

自営・契約農場とも、一定面積ごとに区分けし、それぞれに記号を付けて管理。管理者に「栽培管理記録表」の記録を義務付ける。

(2) 収穫と工場搬入

収穫には、工場原料部が発行する「原料収穫許可証」を必要とし、搬入者はその許可証に収穫日・収穫農場記号等を明記したものを携帯しなければならない。

工場への原料の同時集中を避けるため、計画に基づいた必要措置を講じる。

(3) 受入検査

計量を終えた搬入者に「計量表」を発行し、受入担当者が着荷状態を記録後、荷降ろし場所を指示・誘導。

受入検査規定に基づき品質管理担当者による抜取検査を行い、可否を判定。

(4) 1次前処理（選別～洗浄）

合格原料を農場ごとに分けて作業する。その際、作業者に原料経歴（病害虫発生情報等）が記された原料情報が提供される。

1次処理を終えた原料は、原料情報とともに次工程へ渡す。

(5) 2次前処理（剥皮・カット、洗浄～プランチング・冷却）

品質管理者による半製品抜取検査の際、検査記録に前記の原料情報も併記する。

(6) 急速凍結

凍結後の半製品バルク保管の際、規定の「明細票」に、農場記号・製品規格・凍結日時・作業班名を記載し、バルク保管函の指定された箇所に貼付する。

生産日報記録担当者は、製造記録に原料情報も併記する。

(7) 半製品バルク保管

保管担当者は、前記の「明細票」に基づき農場・凍結日ごとに管理する。

製造終了後、毎日、担当者はバルク品の入庫伝票を整理し、「バルク品保管数量変動表」により、農場・凍結日ごとの半製品保管量を記録・管理する。

(8) 包装、製品化

バルク品を出庫・製品化するに際し、同一農場由来の半製品を製品の同一ロットに使用できるようにすることを原則とする。

最終選別・計量包装担当者は、バルク品に記載されている「明細票」の記載内容が当日の使用に適切であるか否かに留意すること。

包装担当者は、製品ロット番号（賞味期限年月日）・ケース番号から、農場等がトレースできるように、「包装トレースリスト」に必要事項を記載し、保管する。日本側顧客の承認を得て、内袋および/または段ボールの賞味期限の近くに、賞味期限と紛らわしくないような管理番号を記載することがある。

(9) 記録管理

品質管理部は、コンテナごとに原料産地（農場名）から製品ロット番号（賞味期限年月日）までの必要事項を記録した「全面トレース分析表」を作成し、顧客からの要求等、万々に備える。

「全面トレース分析表」の作成・管理は品質管理部の総責任者がその責に当たる。

同表の保管期間は作成日より3年間とする。

現在、中国での冷凍ブロッコリー生産は、このような仕組みの中で行っているが、特に1995年より中国廈門如意集団と始めた種子育苗から実験農場、自営農場づくり、加工生産という一貫生産の仕組みづくりは、80年代後半にメキシコ・グアナフアト州での体験が大きな動機ともなっている。ルーツの見えるものづくり、今日的表現でいえば、トレーサビリティの仕組みづくりの原点ともいえるものである。安心して安全で健康的な冷凍野菜を、ユーザーや消費者にお届けし続ける我が社の挑戦は、果てしなく続く。

生鮮ブロッコリーの国別輸入量

（単位：トン、財務省「日本貿易月表」、1993年より「キャベツ等」から分離、独立）

	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
韓国	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	14
中国	201	—	90	68	1,216	2,266	10,113	20,385	10,609	6,354	15,167
台湾	40	7	—	—	1	—	12	—	10	—	—
ベトナム	—	1	10	28	29	19	—	—	—	10	—
アメリカ	69,922	73,309	72,066	70,404	72,575	87,603	68,186	62,904	68,331	58,586	55,213
メキシコ	—	—	298	370	330	462	209	386	124	36	35
オーストラリア	1,995	1,004	1,300	888	946	744	581	614	804	1,034	792
ニュージーランド	13	9	—	54	60	144	58	3	—	—	—
その他	1	0	3	0	1	1	18	5	0	0	0
合計	72,172	74,330	73,767	71,811	75,158	91,239	79,181	84,297	79,878	66,019	71,220

冷凍ブロッコリーの国別輸入量

(単位：トン、財務省「日本貿易月表」、1995年より「その他」から分離、独立)

	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
中国	1,770	2,352	2,723	4,074	4,622	4,938	7,260	9,170	9,116	12,771
台湾	72	58	43	44	46	25	25	—	—	17
ベトナム	—	—	22	8	—	4	—	—	2	—
タイ	10	8	—	—	—	—	—	—	—	—
オランダ	—	—	8	43	64	—	—	—	—	—
フランス	10	—	—	—	—	—	—	—	1	1
スペイン	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
ポルトガル	—	—	—	—	—	—	—	—	10	6
カナダ	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
アメリカ	986	853	954	1,144	786	648	231	54	52	49
メキシコ	6,876	7,360	8,098	8,408	6,864	6,271	5,313	3,848	3,593	2,503
グアテマラ	—	—	—	578	385	384	192	613	1,081	901
エクアドル	—	—	48	648	1,744	1,908	3,764	3,614	4,715	5,233
チリ	42	—	—	4	40	17	—	—	—	—
エジプト	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—
モロッコ	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
モザンビーク	—	16	17	—	—	—	—	—	—	—
南アフリカ	3	—	—	6	—	—	—	—	—	—
オーストラリア	3	—	—	5	—	—	—	—	—	871
グアム	—	—	—	—	—	—	—	—	16	—
合計	9,785	10,647	11,921	14,963	14,554	14,195	16,788	16,788	18,585	21,481

(四捨五入で合計値が合わない場合あり)

以上

<原材料>

カロテノイド色素の特性と利用 — 生体調節機能が注目される着色料 —

三栄源エフ・エフ・アイ株式会社
稲田 徳彦

はじめに

古来より私たちの祖先は経験や習慣に基づき、食べ物を美しく彩る目的で天然の着色料を利用してきた。奈良時代では、小豆餅(赤あずきもち)の記載があり、宮中などの一部では着色された加工食品があったものと推測されている。平安時代に入ると、宮中儀式の中で米や餅、粥などに大豆や小豆、ゴマ、粟などの植物で着色が行われていたとされる。

江戸時代前後からは、茶の湯とともに和菓子の発達もあり、食品加工技術が大いに進歩した。また、町民の生活向上に伴って、儀式的な着色だけでなく、加工された食品の色を楽しむ文化が生まれてきた。料理を美しく美味しく見せようとする努力は、もてなしの心を大切にしたい懐石料理にその真髄を見ることができる。食べることを躊躇させるほど美しく盛り付けられた色とりどりの料理を目で楽しみ、舌で味わうことの喜びは誰も経験したことがあるはずである。様々な食品への着色には、ベニバナ、クチナシ、シソ、大豆、小豆、ウコン、ブドウ、唐辛子、ヨモギ、黒ゴマなどが昔から用いられていたようである。

現在では、市場に流通する加工食品への着色は、天然系色素の使用が主流となっているが、それらの中には古くから食品の着色に使用されてきた上記のような天然物を原料として利用されているものも少なくない。

近年、人々の健康に対する意識は益々増加し、食品業界全般において食の安全性がより重要視されるようになってきた。加工食品にきれいな色を付与する目的で使用される食用色素は、人々の食生活に彩りを与えている。一方で、世の中の流れとして天然、自然志向が根強く存在することも確かである。そのような中で、食品における食用色素の中には、見る人の食欲を掻きたてる視覚的な効果以外に生体調節機能など何らかの付加価値が必要になりつつある。

本報では、冷凍食品に比較的使用されることの多いカロテノイド系色素の特徴と利用方法を中心に、注目されている機能性などについて紹介する。

1. カロテノイド色素

カロテノイドは黄～赤色を呈する脂溶性の色素成分で、自然界には約600種以上が存在すると言われている。現在食用色素として市場に流通している代表的なものとしてはニンジン色素(β-カロテン、α-カロテン)、トマト色素(リコピン)、マリーゴールド色素(ルテイン)、ヘマトコッカス藻色素(アスタキサンチン)、パプリカ色素(カプサンチン)、パーム油カロテン(α-カロテン、β-カロテン)などのカロテノイドを主成分とした天然色素群が挙げられる。いずれも脂溶性の成分であるため、一般的な食品(水性食品)にはこれらの色素を含む油脂を乳化分散させた乳化剤の使用が主流となっている。

カロテノイド色素乳化剤の特徴としてはpHによる色調の変化がないことや安定性が高いことが挙げられる。着色料は食品に色を付与するという目的を持つが故に、常に退色という問題が付きまとう。特に冷凍食品、加工食品の多くを占める中性領域では長期間の安定性を保つことのできる天然色素は比較的少なく、そのような理由からカロテノイド色素が用いられることも多い。図1に主なカロテノイド色素の主成分とその構造式を示した。いずれもポリエン構造を基本骨格に持ち、炭素と水素のみからなる炭化水素類と酸素を含むキサントフィル類に大別される。自然界では炭化水素類は結晶の形で、キサントフィル類は水酸基の一方または両方に脂肪酸がエステル結合した形で存在することが多い。

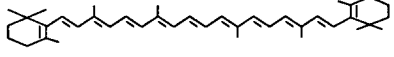
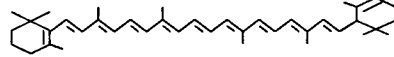
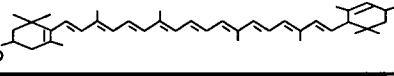
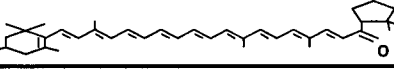
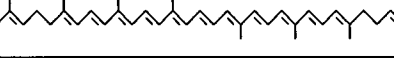

色素名	主成分	構造式
ニンジン色素他	β-カロテン	
パーム油カロテン他	α-カロテン	
マリーゴールド色素	ルテイン	
パプリカ色素	カプサンチン	
トマト色素	リコピン	
ヘマトコッカス藻色素	アスタキサンチン	

図1 主なカロテノイド色素の主成分と構造式

2. カロテノイド色素乳化剤

先にも述べたようにカロテノイド色素は親油性の物質であり、そのままでは水性食品には均一に混ぜることができない。そこで、乳化剤を使用し、カロテノイド色素を含む油脂の小さな粒を水性媒体に均一分散させた乳化剤が食品の着色に利用されている。

2-(1) 色調特性

食品用の着色料として製剤化した場合のカロテノイド色素の色調特性は、乳化粒子の光散乱効果により独特の濁りを併せ持つことにある。この濁りは例えばオレンジジュースなどの着色の場合には果汁感の演出に生かされることもある。最近では、乳化粒子の大きさを数十ナノメートルまで小さくすることにより、水に添加した際に透明になる乳化剤もある。各カロテノイド色素乳化剤の色調は、色素濃度や分散粒子の存在状態、大きさなどによっても異なるが、弊社製剤の場合、最も黄色いものがルテインを主成分とするマリーゴールド色素であり、最も赤いものがリコピンの結晶分散型製剤であるトマト色素製剤である。それぞれの色素製剤の水溶液を色差計にて測定した結果を図2に示す。

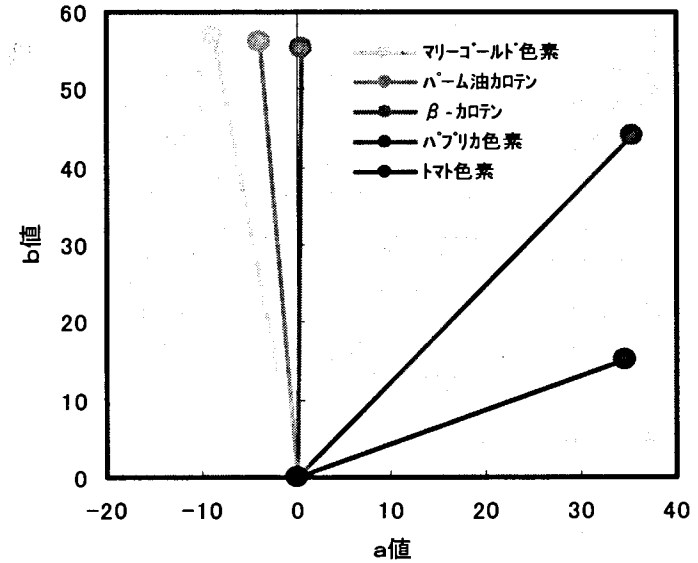


図2 カロテノイド色素製剤水溶液の色調比較 (色差計測定値)

2-(2) 安定性

食品の加工工程には殺菌などに伴う加熱が不可欠となる。当然のことながら着色料はこの加熱工程に耐えるものでなくてはならず、熱安定性の高いことが使用の条件の一つになる。また、加工食品は店頭で陳列される場合、蛍光灯の光に晒されることになる。従って、耐光性の高さも同時に要求される。カロテノイド色素の耐熱性は比較的高く、殆どの食品の製造工程に耐えることができる。また、カロテノイド色素は光に対してやや不安定であるが、ビタミンCを併用することにより耐光性は堅牢となる。主なカロテノイド色素乳化剤の耐熱性試験結果を図3に、耐光性試験結果を図4に示す。

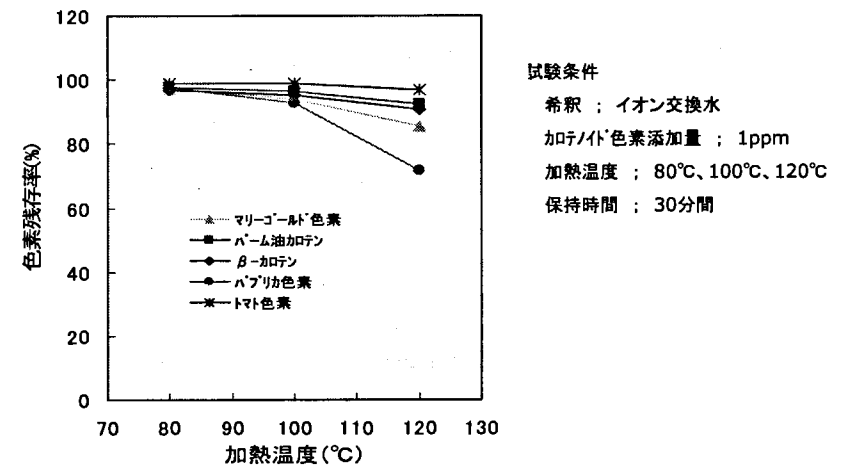


図3 カロテノイド色素乳化剤の耐熱性比較

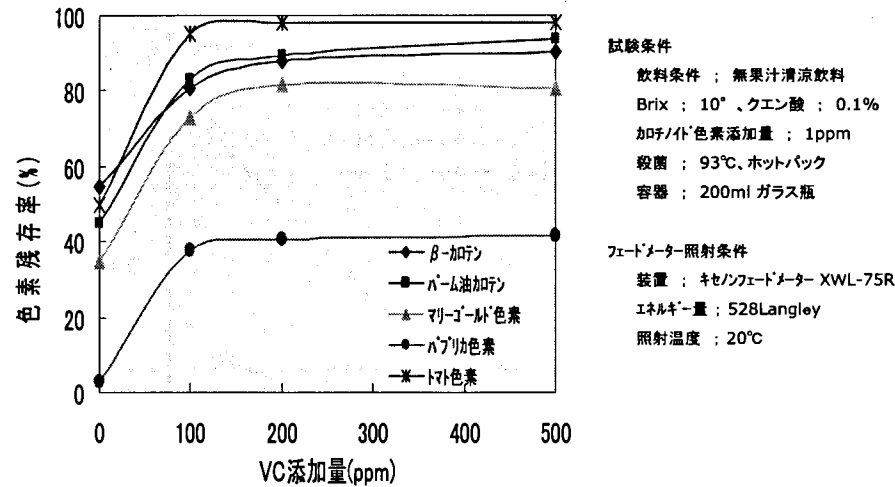


図4 カロテノイド色素乳化剤の耐光性比較

2-(3) 生体内抗酸化物質としてのカロテノイド

カロテノイドのうち、β-カロテンやα-カロテンは、体内に取り込まれると2つのビタミンA分子となり、それらが視覚機能の維持や感染症への抵抗力増強に関与するいわゆる「プロビタミンA効果」を有することは以前から知られていた。従ってこれらのカロテン類を主成分とする色素は、食品添加物の分類上、「着色料」以外に「強化剤」としても認められている。しかし、最近になってカロテノイド類は、体内に発生する有害な活性酸素の除去能力が極めて高いことが知られるようになった。

Mascioらは、カロテノイドを含む抗酸化物質について活性酸素（一重項酸素）の消去能を調査した結果、カロテノイド類が高い消去能を有していることを報告している¹⁾。その結果を図5に示す。

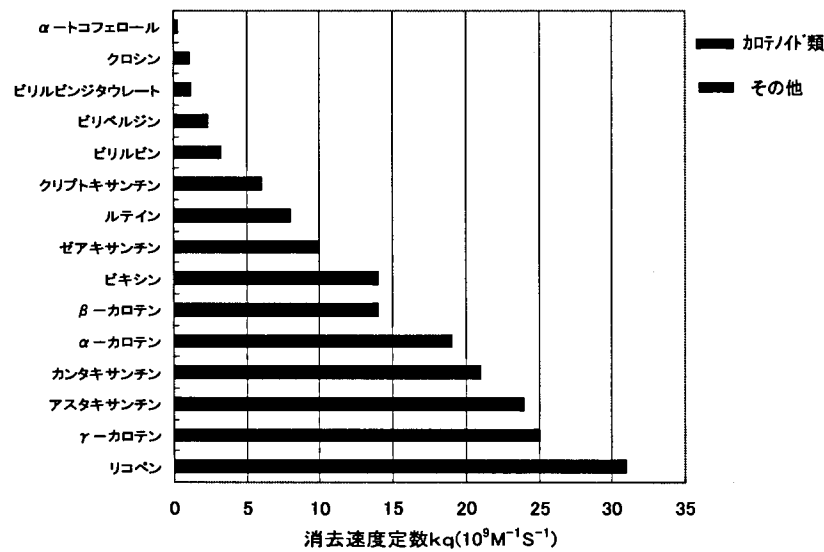


図5 カロテノイド及び抗酸化物質の一重項酸素消去能

2-(4) カロテノイドの抗癌作用

カロテノイドの抗癌作用は、癌細胞の発現（イニシエーション）及び促進（プロモーション）の過程で、フリーラジカルによる酸化の原因となる物質を捕え、細胞を酸化による損傷から守り、細胞間の主要なギャップ結合のタンパク質を暗号化している遺伝子連結を改善し、ギャップ結合の情報伝達を促進することによって考えられている²⁻⁵⁾。

成沢らは、ラットに発癌剤を投与した後、(1) 水、(2) 水に17ppmのリコピンを混ぜたもの、(3) 17ppmのリコピンを含むトマトジュースをそれぞれ35週間摂取させたところ、リコピン入りの水及びトマトジュース摂取群は水のみ摂取群に比べて有意に大腸癌の発生率が低かったと報告している⁶⁾。肝臓ガンを誘発するアフラトキシンB1を用いたラットの実験では、アスタキサンチンの混餌投与が、肝臓前癌状態細胞の塊の数と大きさを減少させることが報告されている⁷⁾。

疫学的調査では、Giovannucciらが米国で約4,800人の医師、歯科医、健康分野の専門家に対し、1年間に亘って食事調査を実施し、1992年までの6年間追跡調査を行った結果、131種の食品中、トマト、ピザ、トマトソース、トマトジュースなどトマトを含む食品が前立腺癌のリスクを低減させる結果が示され、この作用はトマト中のリコピンに起因するものであろうと報告している⁸⁾。1989年Helzlsouerらは、9ヶ所の癌について血清中のカロテノイド及びビタミンEレベルとの相関性について調べ、リコピンの低レベルが膀胱癌、膀胱癌の発生と相関性のあることを見いだした⁹⁾。また、ハワイ大学の癌センターが、フィジー諸島の肺がんの発生率が他の南太平洋諸島の国々より少ない原因について調査し、ルテイン、β-カロテン、α-カロテンの消費と血中濃度がその主な原因であり、フィジーの人々の食習慣が、カロテノイド類の豊富な野菜中心であることによると報告している¹⁰⁾。

2-(5) カロテノイドによる眼病予防効果

カロテノイドの中でルテイン（ゼアキサンチン）やアスタキサンチンは血液脳関門・血液網膜関門を通過できる数少ない抗酸化物質であり、脳内や眼の抗酸化に大きな役割を果たしていると考えられている。Chureepornらは、ヒト水晶体上皮細胞に2μM、10μMのアスタキサンチンを添加し、UV-Bを300J/m²照射した結果、無添加群に比較して有意に脂質の過酸化が抑えられたとしている。また、ストレスシグナルに関与するc-JUNアミノ末端キナーゼ（JNK）とp38のUV-B照射による活性化を半分以下に抑えることを確認している¹¹⁾。

米国の40歳以上の成人が視力を損失する主要因の一つに、加齢性黄斑変性症（Age-related Macular Degeneration: AMD）という眼病がある。現在、1,400万人もの米国人にAMDの症状が見られると言われているが、決め手となる治療法が発見されておらず、予防や進行遅延の研究が行われている。Seddonらは、AMD患者356人と健常者520人に対し疫学調査を実施し、緑黄色野菜などのルテイン及びゼアキサンチンを多く含む食べ物を摂取するグループは、摂取しないグループに比べてAMD発症のリスクを低下させ、特に1日6mgのルテイン摂取するグループはそれ以下のものに比べてAMD発症のリスクを43%低減させる結果を得ている¹²⁾。また、Hankinsonらは、白内障患者500人を含む約5万人の女性を対照として、8年間に渡り白内障形成の追跡調査を実施した。その結果、ルテインとゼアキサンチンの理想的供給源であるホウレンソウは、白内障予防に貢献していることが明らかにされた¹³⁾。

Snodderlyは、AMD発症のメカニズムの一つは、光による酸化であるとし、網膜の黄斑部に存在するルテインとゼアキサントフェンが光の吸収により引き起こされる酸化損傷を防止するとしている¹⁴⁾。

上記のように、ヒトの黄斑部に対するルテインやゼアキサントフェンの役割は、ルテインを特に多く含む緑黄植物中のそれと一致するものと思われる。緑色植物中のルテインが、過度の日光による暴露からクロロフィルを保護しているように、黄斑部に存在するルテインも、日光から黄斑の破壊を保護しているのである。

2-(6)カロテノイドのスキンプロテクション効果

カロテノイド類は、植物に色を与えるだけでなく、太陽光（紫外線）を浴びた際に発生する活性酸素から、植物を保護する重要な役割を果たしている。これと同じことが人の肌に対しても起こることが最近解ってきた。太陽光からの紫外線は人の肌に日焼けを生じさせる。過剰な紫外線の暴露は皮膚細胞の酸化を伴い、老化や皮膚癌の発症要因の一つとさえ言われている。このような紫外線の害には活性酸素が深く関わっている。紫外線は波長の長いものから順にUV-A、UV-B、UV-Cと呼ばれるものがあり、波長が短いものほど皮膚への影響は強くなる。波長の最も短いUV-CとUV-Bの一部はオゾン層で吸収されるため、地上に達するのはUV-AとUV-Bの一部である。Nicolらは、ヒト皮膚線維芽細胞(1BR-3)、ヒト黒色腫細胞(HEMAc)、ヒト小腸CaCo-2細胞を用いて、UV-Aにより引き起こされるDNAの損傷を、アスタキサントフェンの塗布により抑制することができたと報告している¹⁵⁾。

Gollnichらは、被験者20名に対し、β-カロテンもしくは偽薬を10週間にわたり摂取させた後、2週間太陽光に暴露した結果、β-カロテンを摂取したグループが、偽薬グループに比べ、明らかに肌の赤化が少なかったと報告している¹⁶⁾。

Ribaya-Mercadoらは、紫外線照射に対して皮膚組織中のリコピンがβ-カロテンよりも優先的に分解されることから、リコピンが紫外線によって生じるフリーラジカルから皮膚組織を保護する役割が大きいだらうと報告している¹⁷⁾。また、β-カロテンの積極的な摂取が、太陽光に過剰に敏感な遺伝性疾患であるEPP（プロトポルフェリン症）患者の安全で効果的な治療法であることも報告されている¹⁸⁾。さらに、亀井らは美白剤として知られるアルブチンがメラニン生成抑制効果を示す量を100%とした場合、β-カロテンを多く含むキャロットジュースは約66%、リコピンを多く含むトマトジュースは約62%、カプサンチンを多く含む赤ピーマンで約75%のメラニン生成抑制効果を示し、活性物質がカロテノイドであれば、アルブチンに比べて極めて少ない量で作用することを報告している¹⁹⁾。

このような保護効果のしくみは、カロテノイドが太陽光を散乱させることや、紫外線によって皮膚細胞に発生する活性酸素から、コラーゲン・エラスチンを保護することによると考えられており、シミ、ソバカスなどの肌の老化防止、UVによる皮膚障害などのスキんケア素材として着目されている。

3. トマト色素製剤の水産練り製品への利用

水産練り製品（カマボコ）は古来より日本人の食生活に馴染み深いものであり、古くは平安時代の記述に遡る。きめ細かで弾力性に富む独特の歯ごたえと魚肉の風味を備え、また見た目

にも鮮やかなカマボコは日本人の家庭料理や祝宴の席には欠かせない食品である。良質なタンパク質をバランス良く含み、低脂肪で栄養価の高いヘルシーフードとしてまさに現代のニーズにマッチした食品と言えよう。また、カニの足肉を模した「カニ風味カマボコ」は、海外でも高い評価を受け、もはやイミテーション物の域をはるかに超えて一つの食品としての地位を確立している。

このようなカマボコに使用される着色料もやはり時代の流れから、近年、天然でより安全性の高いものが好まれる傾向にある。しかし、高タンパク中性食品というカマボコの特性は、従来の赤色系天然色素の苦手とする領域であり、これといった決め手になる色素がなかったのが現状である。そのような中で、トマト色素製剤がこれらの問題の多くを解決する色素であることが解ってきた。

3-(1) トマト色素製剤（リコピンベース）

三栄源エフ・エフ・アイ株式会社のリコピンベースは、トマトの果実より抽出したリコピンを主成分とするトマト色素を水分散型に製剤化したものである。トマト色素は、リコピンを豊富に含むトマトの果実から酢酸エチルを用いて抽出し、溶媒を留去することにより得られる。この濃縮物に含まれるリコピンの含量は、原料とするトマト中のリコピン含量によって左右されるが、5～10%程度である。この段階のものは、トマト特有のにおいがあり、食品用色素としては更に精製・脱臭を行い使用される。トマト色素の主成分であるリコピンは水に不溶であるため、トマト中では細胞内のクロロプラスト中で生合成され、結晶の形でそのまま蓄えられる。リコピンベースは、このようなトマトの赤色を再現した形で製剤化され、水系の食品に幅広く利用することができる。

リコピンベース各品は、結晶の大きさを調整することにより、カマボコに着色した際にピンク色、赤、橙色と色調をコントロールすることが可能であり、板付けカマボコ、カニ風味カマボコの着色に単独で使用することができる。また、色素が結晶の形で分散している製剤であるため、水溶性の色素に比較して色流れの心配がないことや、冷凍・解凍のサイクルで生じる離水液にも色素が流れ出る心配がないのも特徴のひとつである。従って、細工ものなどの着色にも安心して使用できる。この色調はpHの変化により影響を受けることはなく、加熱や冷凍による変化もほとんどない。但し、リコピンは脂溶性の結晶であるため、油脂（油性香料を含む）を多量に含有する食品に使用した場合、油脂にリコピンの結晶が溶解し、色調変化することがある。色素の安定性に関しては、前述の安定性評価試験結果を見ても解かるように、光に対しても比較的安定であり、現在、カニ風味カマボコに主に使用されている紅麴色素に比較してはるかに強い耐光性を示す。この特徴を生かし、耐光性が問題となる商品形態において、紅麴色素の代替色素や補色用の色素としての応用が可能である。また、リコピンベースは食品への表示例として、「トマト色素」、「野菜色素」、「カロテノイド色素」、「着色料（トマトリコピン）」などの表示が可能であり、イメージとしても良い色素である。

3-(2) 安全性

トマト色素の安全性については、トマトに十分な食経験があることや、各種毒性試験が行われており、これらにより確かめられている。マウスを用いた経口投与及び腹腔内皮下注入での

LD₅₀は何れも3g/kg以上であった。²⁰⁾ また、ラット、イヌを用いた長期投餌テストでも毒性は認められなかった。²¹⁾

おわりに

健康ブームなどと言われて久しいが、人々の健康への関心は高まる一方である。マスメディアの発達により、身体に良いとされるものはどんどん人々に受け入れられ、あつと言う間にヒット商品となる。一方では、近年の食生活の欧米化、生活様式の多様化に伴って、糖尿病、肥満、高血圧症、高脂血症、癌といった生活習慣病は年々増加している。これらの疾患は長年の生活習慣の結果として起こるものと考えられており、また、いったん罹ると治りにくいという性質がある。体への負担、医療費抑制の面から考えてみても、疾病に罹ってから治すのではなく、日々の食事でそういった疾病を予防できれば好ましいことは間違いなく、このような考え方は予防医学という観点からだけでなく、内閣府が推進する食育基本法の概念にも通じるものと考えられる。欧米の研究では、癌の35%は食生活、30%は喫煙が原因といわれ、生活環境の改善によって癌の7割は防げると考えられており、生活環境、特に食生活の重要性が見直されてきている。そんな中でこれから求められる食品は糖質、脂質、タンパク質、ビタミン、ミネラルなど栄養面での機能（第一次機能）に加えて、味、香り、食感、色といった嗜好面での機能（第二次機能）、更に、病気などを予防する機能（第三次機能）を持ったものであろう。多くの機能性が解明されつつあるカロテノイド色素は、このようなニーズに応え得る食品素材の1つであろうと考える。

安全で確かな品質の食品原料を提供することで、日々の食卓に彩りを与え、人々の健康と快適な生活に少しでも貢献できれば、食品原料の製造販売に携わる者にとって、この上ない喜びである。

参考文献

- 1) P. Di Mascio, S. Kaiser and H. Sies, Arch. Biochem. Biophys., 274, 532-538 (1989).
- 2) L.-X. Zhang, R. V. Cooney and J. S. Bertram, Carcinogenesis, 12, 2109-2114 (1991).
- 3) C. Countryman, D. Bankson, S. Collins, B. Mar and W. Lin, Clin. Chem., 37, 1056 (1991).
- 4) J. S. Bertram, A. Pung, M. Churley, T. J. Kappock IV, L. R. Wilkins and R. V. Cooney, Carcinogenesis, 12, 674-678 (1991).
- 5) N. I. Krinsky, Annu. Rev. Nutr., 13, 561-587 (1993).
- 6) T. Narisawa, Y. Fukaura, M. Hasebe, S. Nomura, S. Oshima, H. Sakamoto, T. Inakuma, Y. Ishiguro, J. Takayasu and H. Nishino, Jpn. J. Cancer Res., 89, 1003-1008 (1998).
- 7) S. Gradelet, A. M. Le Bon, R. Berges, M. Suschetet and P. Astorg, Carcinogenesis, 19, 403-411 (1998).
- 8) E. Giovannucci, A. Ascherio, E. B. Rimm, M. J. Stampfer, G. A. Colditz and W. C.

Willett, J. Natl. Cancer Inst., 87, 1767-1776 (1995).

- 9) K. J. Helzlsouer, G. W. Comstok and J. S. Morris, Cancer Res., 49, 6144-6148 (1989).
- 10) L. L. Marchand et al., Int. J. Cancer, 63, 18-23 (1995).
- 11) C. Chureeporn et al., J. Nutr., 134(12), 3225-3232 (2004).
- 12) J. M. Seddon, U. A. Ajani, R. D. Sperduto, R. Hiller, N. Blair, T. C. Burton, M. D. Farber, E. S. Gragoudas, J. Haller, D. T. Miller, L. A. Yannuzzi and W. Willett, JAMA, 272, 1413-1420 (1994).
- 13) S. E. Hankinson, M. J. Stampfer, J. M. Seddon, G. A. Colditz, B. Rosner, F. E. Speizer and W. C. Willett, Brit. Med. J., 305, 335-339 (1992).
- 14) D. M. Snodderly, Am. J. Clin. Nutr., 62, 1448S-1461S (1995).
- 15) L. Nicol and Nora O'Brien, J. Dermatol. Sci., 30, 73-84 (2002).
- 16) H. P. M. Gollnick, W. Hopfenmuller, C. Hemmes, S. C. Chun, C. Schmid, K. Sundermeier and H. K. Biesalski, Eur. J. Dermatol., 6, 200-205 (1996).
- 17) J. D. Ribaya-Mercado, M. Garmyn, B. A. Gilchrest and R. M. Russell, J. Nutr., 125, 1854-1859 (1995).
- 18) M. M. Matthews-Roth et al., JAMA, 228, 1004-1008 (1974).
- 19) 大塚百合, 吉川恵理, 菅沼大行, 稲熊隆博, 亀井勇統, 日本農芸化学会2001年度大会講演要旨集.
- 20) Milani C., M. Maccari, P. Mosconi, Pharmacology, 4 : 334 (1970).
- 21) Zbinden G., A. Studer, Z. Lebensm. Unters. Forsch., 108 : 113 (1958).

『ここがポイントかな？ 食品冷凍技術』

新着文献情報 その10：平成18年1号(平成17年11月～平成18年1月)

日本冷凍空調学会 副会長 白石 真人

1. はじめに

米国冷凍食品協会(American Frozen Food Institute)のホームページに2005年7月4日の日付で「冷凍食品基金がコールドチェーンの完全化の向上を推進する」がでている。単純で危機感まで感じるメッセージは「0°F: Nothing Tastes Better.」である。4枚の簡潔なポスターにこの標語がすべて使われている。標語は比較的分かり易いと思われるが、日本人向けの「Nothing tastes better than an ice-cold glass of beer after a hot bath.」という作文例だと風呂上りのビールのうまさで感覚的に理解できるかもしれない。それぞれのポスターの訴求点は①「0°F: それは大きな約束事」、②潰れたトマトの絵と「誤った取り扱いによっておいしさが損なわれる」、③壊れた電球の絵となぜか文章は前項と同じ、④かつての米国映画をほうふつさせる右手を高く上げた男性の後ろ姿と「消費者に最高の品質を届けるためゼロの英雄(Zero Hero)であるべき」。いずれのポスターにも注意書きとしてアイスクリームやスナック類は-10°F以下での取り扱いが必要なことを付記している。栄養成分、基本的品質の保存性を定量化した1940年代米国のTTT研究から始まり日本でも科学技術庁のコールドチェーン報告から現在-18℃となっている冷凍食品の流通や(事情は少し異なるが冷凍魚介類、冷凍肉、アイスクリーム等の流通についても、米国冷凍食品協会のように原点を見直すか、都市化した狭い国土、技術の進歩やトレーサビリティなどIT時代の変化を先取りしたシステムを再構築するかが今の課題かもしれない。インターネットでは医薬品の低温流通についても話題が多い。どこでも、いつでも「急速凍結された冷凍食品のおいしさは-18℃を守ってこそ」が、とりあえず流通、販売、家庭でも品質の基本でしょう。

2. 冷凍保存鶏肉におけるCampylobacter jejuniの生存性とパルスフィールド・ゲル電気泳動法による分離菌株の遺伝子解析(文献 1)

Campylobacter食中毒(腸炎)の原因食品として鶏肉が特に重要視されているとのことであるが、筆者らの市販品の調査で49.0%が陽性でその内訳は、むね肉の52.5%(21/40)、もも肉の61.5%(24/39)、手羽先の19.0%(4/21)であり、分離されたCampylobacterのそのすべてがC. jejuniであった。本報は市販品の汚染調査が主な目的でなく、本菌による食中毒では、発症までの潜伏期間が長いことで原因食品の追跡が難しく、食品が凍結して残されているような場合でも凍結により菌数が減少することが知られているため、市販輸入鶏肉からの分離菌株の遺伝子解析、冷凍・解凍試験による鶏肉中の菌数の減少の状況等を報告している。C. jejuniは凍結・解凍を繰り返すと菌数が徐々に減少するが、同時に試験したSalmonella enteritidisではほとんど減少しなかった。本菌の検査では患者便から分離された菌株との対比が汚染源追跡のために重要であり、食品の冷凍保存中の菌の損傷を防ぐために保存法、解凍法などまだ問題

点が多いことなど重要な指摘がされている。O157:H7は2000年に凍結損傷に関する論文(宮本敬久らEscherichia coli O157:H7未洗浄菌および洗浄菌の凍結損傷に関する基礎研究、日本食品微生物学会雑誌、17(2), 127-133, 2000)がある。この菌の潜伏期間が平均4~8日と長いこと、同様に凍結保存された食品から菌を検出する必要がある。凍結損傷の程度が保存液や食品の塩濃度、pHなどによることから浸透圧変化が関係していると推定されている。大腸菌では浸透圧の変化によってosmCおよびosmE遺伝子の転写が誘導される。osmE遺伝子の発現の制御は定常期のシグマ因子で、osmEにコードされているタンパク質は分子量12kDaのリポタンパク質E前駆体で、アクチペーターの機能を持っていることが既に知られている。これらの働きによって凍結耐性が増大したという筋書きである。ところでO157のような病原細菌のゲノム解析は発症のメカニズムが新たな治療薬や予防薬の開発につながるということで爆発的なスピードで進んでいる。大腸菌O157ゲノムの基本骨格は4.1Mbで、O157特異領域は1.4Mbである(例えば林 哲也、ゲノム科学と社会、2006)。いずれにしても見方を変えて凍結耐性についても基本的な情報は既に手の届くところにきていると思われ、特許の問題などを考えると公的な立場のところで細菌の凍結耐性についてもゲノム情報を利用した遺伝子情報と凍結機能との解明に対する取り組みが進むことが期待される。

3. Saccharomyces cerevisiae の凍結耐性を決定している低温処理温度がHOG経路の活性化を低下させること(文献 3)

酵母が環境の寒冷シグナルを検知し、細胞内に伝える分子機構と低温環境に適応し、反応する生理学的な意義はまだ良く知られていない。種々の物理化学的ストレス(DNA損傷や高浸透圧等)によってMAPキナーゼ情報伝達系が活性化され、ある種の細胞機能を誘導することが研究されている。本報ではMAPK Hog1pが寒冷に反応して特異的に活性化されることを報告している(HOG: High Osmolarity Glycerol)。筋道は少し複雑であるが筆者らの結論を簡潔に示すと低温環境によって凍結耐性に必須とされるHog1p依存性のグリセロールの蓄積が引き起こされ、作業仮説と結果を結び付けている実験はどちらかという従来分子生化学的手法が主であり、第6図の野生株と遺伝子欠損株を30℃から-20℃に凍結処理するとほとんど同じで急速に生残率が減少し4日目まで20%ほどになる。この間に4℃で48時間低温処理して誘導すると野生株では4日目まで60%の生残率があったが、遺伝子を欠損した株は野生株より生残率が有意に半分ほどに低下する。凍結減少に関わる要因は複雑であり、この方法で凍結耐性の高いスーパー酵母が創出できるのかどうかは分からないが、ブレイクスルーがあれば酵母関連商品だけでなく一般の食品への応用も可能になるかもしれない。MAPK遺伝子は死海の耐塩性菌について農業への利用からの報告もある(文献 4)。

4. 電場付与が凍結豚肉の解凍時間に及ぼす影響(文献 5)

ほとんどの食肉は凍結状態で輸入されている(平成14年度の統計資料では約74%)。現在食肉工場で一般的に用いられている解凍法は低温空気解凍や流水解凍であるが、低温解凍は長時間を要することや解凍中の品質低下が問題になっているという。電気解凍や高圧解凍等も検討されているが、本報では5kVから12kVの出力電圧の電場を8g(20mm角)等の低温解凍中(8℃)の豚肉に付与した時、12kVでは30分と対照の86分と比べ解凍時間が短縮した。モデル

試験として純水から作った氷(10g)では10kVと12kV、30分処理でそれぞれ約25%、30%と対照と比べ解凍率(処理後の融解水/元の氷の重量)が高かった。この時融解水のpHは電圧の増加とともに低下した。この分野の研究は1982年に「電場付与による肉類の鮮度低下に関する基礎研究、第1報として豚肉の場合、その後第2報として魚肉(サバ)の農業機械学会抄録がある。どのような原理で解凍時間が短縮されるかについては特に考察されていないが、低温下で急速解凍の可能性があるのかもしれない。

冷凍誌12月号に冷凍機器メーカーサイドからも輸入凍結原料肉の解凍に関する報告があり、現在輸入凍結原料肉、例えば豚ロース原料肉の解凍はほとんどが水解凍であり、解凍中のドリップによる汚水の問題、解凍に半日以上かかるなどの点からやはり短時間で解凍が求められているということで、高周波解凍装置の開発を紹介している(文献26のp1045)。温度・風速コントロール可能な解凍庫中で6.7MHzでの凍結ロース肉(約560 x 90 x 55mm、約2.7kg/本の完全解凍試験を行っている。比較は低温高湿度、接触式(アルミ)、10℃の空気解凍である。解凍時間は1時間と最速であるが(10℃の空気解凍では14時間)、加熱ムラなどまだ実用化までには解決しなければならない問題も残されているようである。完全解凍するためには高周波出力は細かい段階制御が必要であり、解凍ムラには適正な庫内温度の設定が重要なことが分かったとしている。

新着の冷凍誌(1月号)最新食品工学講座29に「食品におけるジュール加熱技術の原理と実際」(1)原理について(p52)の論文がある。氷結晶に通電する話はでていないが、原理的には食品そのものを電気抵抗体とし、食品自体が自己発熱するため短時間で均一に加熱する事ができる。また食品内部で電気エネルギーがすべて熱エネルギーに変換されるので非常に効率が良いとのことである。近年安全対策や電極の腐食などの問題は格段に向上しているとのことである。蛇足をもう1つ「ジュール熱により冷凍食品を効率よく解凍する方法及び電極板」、特開2005-065690(三重大学TL0)。

5. ホタテガイ白干し中のATP関連物質含量に及ぼす製造工程の冷凍・解凍処理の影響

(文献 6)

ホタテガイ白干しの製造方法は明治時代に開発され現在でも原料貝として使用するホタテガイは生貝に限定されている。季節性のあるホタテガイ漁に依存しない年間生産を実現するため製造工程中での原料貝の冷凍処理が課題になっている。品質は主に白色化(褐変度)と身割れ(肉質)等であり、呈味成分などは考慮されていないという。冷凍貝柱の加工利用あるいは解凍過程におけるヌクレオチドの変化に関する技術情報は少ないということである。筆者らは貝柱の冷凍および解凍処理によるATP関連物質の変化を調べている。白干し製造工程の一番煮、水晒し、二番煮、焙焼の直後にそれぞれ冷凍処理し、1ヶ月冷凍保存した貝柱を緩慢解凍して白干しにした。この結果として、一番煮、水晒し後に冷凍したものにはATP、ADTが少なく、ほとんどがHxR、Hxであった。二番煮、焙焼後に冷凍処理した場合にはATP、ADP、AMPが多く、その中でもAMPがほとんどを占めた。Hxはほとんど検出されなかった。魚介類筋肉中のATPの分解にはカルシウムイオンなどで活性化されるMg-ATPaseが関与することが知られている。ホタテガイ生鮮貝柱でも-3℃や0℃のような低温でATPの分解に関与するといわれているが、HxR、Hxの増加は凍結中というよりは緩慢解凍中にAMPが分解することや、AMPの増加は開殻を目的と

した加熱が主な原因と考えられるということである。白干しの製造でAMPを減少させない方法として二番煮以降の工程で冷凍処理を工夫している。現場ではさまざまな冷凍の応用がまだあるのかもしれない。一方冷凍と酵素活性の問題もまだまだ未解決の問題が多いと思われる。

6. フレーバーから探る2006年食品トレンド(文献 7)

加工食品の市場拡大に伴い、食品の風味付けに欠かせないとされるフレーバーの需要は増加しているという。日本香料工業会の統計によると2004年の食品香料の国内生産量は56,133トン、生産額は約1,326億円である。食品への添加物使用の問題はいろいろと難しい点があるが、この記事の中に、「調理食品」の項目があり、まずフレーバーの重要な役割として、嗜好に応えること、食欲をそそることを挙げている。冷凍食品の生産量が伸びている商品コンセプトが個食化などで細分化、多様化していることを挙げた後新たなユーザー獲得による「味付けにこだわった」食卓市場の創造を目指している例として会社名とシリーズ名が紹介されている。少し気になるのはまとめがフレーバーサプライヤーは、特に調理感を引き立たせる加熱調理香の再現に注力しているとあることです。

7. 世界冷凍食品年鑑

手近の図書室で雑誌の本文は見られなかったがQuick Frozen Food Internationalの10月号がインターネットで閲覧できる。米国、欧州、日本の2003年と2004年の統計が出ている。日本の生産量の数値は比べた限り、日本冷凍食品協会の統計と同じであった(例えば種谷信一 缶詰時報、18(9)、915、2005)。表で説明のブランクになっているところが、「フライ類以外の調理食品」とか、幾つかある。米国の1942年から2004年までの統計表が出ている。図にしてみるとよく見かける日本の冷凍食品の生産量の成長曲線とよく似ているが、ここ数年の停滞もなく上り調子である。調理食品の項では2001年と1992年に一見不連続のところがある。平成16年の日本の国民1人当たりの冷凍食品の消費量は17.9kgとされているが、2004年の欧州ではスウェーデン46.9kg、英国45.5kg等となっている。統計上の問題ではあると思うが伸び率では57.1%(ブルガリア)というのものもある。見直してみるとその5(平成17年1号)でこの雑誌について同じようなことを紹介している。

8. 冷凍の特集の紹介(文献 7-26)

『冷凍』10月号は「冷凍空調が地球を救う(後) -食のグローバル化と冷凍空調-」特集(文献8)で、次のように冷凍空調学会の最大の特徴とも言える食品と冷凍のコラボレーションの視点から冷凍食品の加工技術について特集している。1. 食と冷凍のコラボレーション、2. 冷凍食品の加工技術、2.1 冷凍食品の生産。保管技術、2.2 全自動チキン脱骨システム、2.3 凍結乾燥の技術動向、2.4 野菜・果実ジュースの凍結濃縮技術、3. 食品輸出入の実態と流通・輸送上の技術、3.1 青果物輸入の動向と諸特徴、3.2 魚介類の生産・輸出入の実態と流通技術、3.3 中国における青果物流通の実態と鮮度保持技術のニーズ、3.4 航空輸送における青果物の鮮度保持技術、3.5 コンテナ船の冷凍システム、3.6 陸上輸送用冷凍車の冷凍技術、3.7 予冷装置と立体冷蔵庫、3.8 アイスクリームの温度管理活動について、3.9 冷凍食品の流通温度管理である。

11月号は小特集「国内外の法規制動向と海外の冷凍冷蔵倉庫施行例」、12月号は小特集「食品凍結技術の進化と未来」で、次のような内容である。1. 基本原理から新しい技術を探る、2. 新型凍結装置の性能評価、3. 洗浄操作と食品凍結装置、4. 食品凍結装置の源流と進化、5. 冷凍食品製造、エンジニアリングの立場から見た食品凍結装置の現状と動向、6. 全体最適から見た凍結・解凍、7. 冷凍食品と凍結装置である。

9. おわりに

今回は海外で入手できる新着論文が少なかったが、国内で注目すべき論文が幾つかありました。最近話題になることの多い近着のサイエンス誌に「凍結」、「アイスフロント」がキーワードとなる論文が出ています。「複雑な複合物をつくる手法としての冷凍の利用」Freezing as a Path to Build Complex Composites (2006. 311, Jan. 27, p515, p479) があります。食品ではなくセラミックなどの材料工学に関するもののようです。コピーが取ればゆっくり読んでみようと思います。

	著者	タイトル	雑誌名	巻, 号, ページ, (年)
文献1	小野一晃、安藤陽子、川森文彦、尾関由姫恵、柳川敬子	冷凍保存鶏肉におけるCampylobacter jejuniの生存性とパルスフィールド・ゲル電気泳動法による分離菌株の遺伝子解析	日本食品微生物学会誌	22(2), 59-65
文献2	Panadero J, Pallotti C, Rodriguez-Vargas S, Randez-Gil F, Prieto JA.	A downshift in temperature activates the HOG pathway, which determines freeze tolerance in Saccharomyces cerevisiae.	J Biol Chem.	Epub ahead of Print 1-18, 2005 Dec 21
文献3	Jin Y, Weining S, Nevo E	A MAPK gene from Dead Sea fungus confers stress tolerance to lithium salt and freezing-thawing: Prospects for saline agriculture	Proc Natl Acad Sci USA	102(52), 18992-18997
文献4	植村寿一、宮原晃義、松本力、伊藤敏敏、櫻井英敏	電場付与が凍結豚肉の解凍時間に及ぼす影響	日本食品科学工学会誌	52(7), 311-314
文献5	山崎雅夫、西岡不二男	ホタテガイ白干し中のATP関連物質含量に及ぼす製造工程の冷凍・解凍処理の影響	日本食品科学工学会誌	52(10), 435-440
文献6	編集部	フレーバーから探る2006年食品トレンド	食品と開発	40(11), 50-55
文献7	相良泰行	1. 食と冷凍のコラボレーション	冷凍	80(10), 843-846
		2. 冷凍食品の加工技術	冷凍	80(10), 847-866
文献8	高橋観二郎	2.1 冷凍食品の生産。保管技術	冷凍	80(10), 847-848
文献9	始関修一	2.2 全自動チキン脱骨システム	冷凍	80(10), 849-852
文献10	荒木徹也、上西浩史	2.3 凍結乾燥の技術動向	冷凍	80(10), 853-858
文献11	早川喜郎	2.4 野菜・果実ジュースの凍結濃縮技術	冷凍	80(10), 859-866
		3. 食品輸出入の実態と流通・輸送上の技術	冷凍	80(10), 867-909
文献12	藤島廣二	3.1 青果物輸入の動向と諸特徴	冷凍	80(10), 867-872
文献13	染谷昭、木村郁夫	3.2 魚介類の生産・輸出入の実態と流通技術	冷凍	80(10), 873-877

文献14	古在由春	3.3 中国における青果物流通の実態と鮮度保持技術のニーズ	冷凍	80(10), 878-882
文献15	秋永孝義	3.4 航空輸送における青果物の鮮度保持技術	冷凍	80(10), 883-887
文献16	林徹	3.5 コンテナ船の冷凍システム	冷凍	80(10), 888-893
文献17	菊池文男	3.6 陸上輸送用冷凍車の冷凍技術	冷凍	80(10), 894-899
文献18	山下孝	3.7 予冷装置と立体冷蔵庫	冷凍	80(10), 900-903
文献19	溝部政司	3.8 アイスクリームの温度管理活動について	冷凍	80(10), 904-906
文献20	高橋観二郎	3.9 冷凍食品の流通温度管理	冷凍	80(10), 907-909
		小特集：食品凍結技術の進化と未来	冷凍	
文献21	鈴木徹	1. 基本原理から新しい技術を探る	冷凍	80(12), 1013-1054
文献22	渡辺学	2. 新型凍結装置の性能評価	冷凍	80(12), 1014-1018
文献23	崎山高明	3. 洗浄操作と食品凍結装置	冷凍	80(12), 1019-1024
文献24	武藤文男	4. 食品凍結装置の源流と進化	冷凍	80(12), 1025-1030
文献25	今給黎宏和	5. 冷凍食品製造、エンジニアリングの立場から見た食品凍結装置の現状と動向	冷凍	80(12), 1037-1042
文献26	古賀信光	6. 全体最適から見た凍結・解凍	冷凍	80(12), 1043-1051
文献27	水谷順一	7. 冷凍食品と凍結装置	冷凍	80(12), 1052-1054
	Regand A and Goff HD	Freezing and Ice Recrystallization Properties of Sucrose Solutions Containing Ice Structuring Proteins from Cold-Acclimated Winter Wheat Grass Extract	J. Food Sci.	70(9), E552-556
	Alonso J, Tortosa ME, Canet W, and Rodriguez MT	Ultrastructural and Changes in Pectin Composition of Sweet Cherry from the Application of Prefreezing Treatments	J. Food Sci.	70(9), E526-530

	Panadero J., Ranz-Gil F., Prieto JA.	Heterologous expression of type I antifreeze peptide GS-5 in baker's yeast increases freeze tolerance and provides enhanced gas production in frozen dough	J Agric Food Chem	53(26), 9966-9970
	A. Elizabeth Solan	The newface of frozen	Food Technology	59(12), 1052-1054
	Sara Bover-Cid, M. Jesus Miguelez-Arrizado, L. Luz Latorre Moratalla, M. Carmen Vidal Carou	Freezing of meat raw materials affects tyramine and diamine accumulation in spontaneously fermented sausages	Meat Science	72(), 62-68, 2006
	Gu X, Suzuki T, Miyasaki O	Limiting partition coefficient in progressive freezing-concentration	J. Food Sci.	70(9), E546-E551
	Reg, Gott HP	Freezing and ice recrystallization properties of sucrose solutions containing ice structuring proteins from cold-acclimated winter wheat grass extract	J. Food Sci.	70(9), E552-E556
	Liyum Zheng, De-Wen Sun	Innovative applications of power ultrasound during food freezing process- a review	Trends in Food Science and Technology	17(1), 16-23, 2006
	Romdhane Karoui, Emilie Thomas and Eric Dufour	Utilisation of a rapid technique based on front-face fluorescence spectroscopy for differentiating between fresh and frozen/thawed fish fillets	Food Research International	Volume 39, Issue 3, April 2006, Pages 349-355
	Margit Mortensen, Henrik Jorgen Andersen, Soren Balling Engelsen and Hanne Christine Bertram	Effect of freezing temperature, thawing and cooking rate on water distribution in two pork qualities ?	Meat Science	Volume 72, Issue 1, January 2006, Pages 34-42
	Erlend. Kristiansen, Karl Erik Zachariassen	The mechanism by which fish antifreeze proteins cause thermal hysteresis	Cryobiology	51(), 262-280
	Franklin Georgsson, Asmundur E. Torkelsson, Margret Geirsdottir, Jarle Reiersen and Norman J. Stern	The influence of freezing and duration of storage on Campylobacter and indicator bacteria in broiler carcasses	Food Microbiology	Available online 27 December 2005,
	Congming Xiao and Meiling Yang	Controlled preparation of physical cross-linked starch-g-PVA hydrogel ? ARTICLE	Carbohydrate Polymers	Available online 5 December 2005,

Shuichiro Matsumoto, Michiaki Matsusita, Tsunehiko Morita, Hirofumi Kamachi, Shusaku Tsukiyama, Yoshinori	Effects of synthetic antifreeze glycoprotein analogue on islet cell survival and function during cryopreservation	Cryobiology	Available online 1 December 2005,
Young Hak Oh, Zhong Min Che, Jun Chul Hong, Eun Ju Lee, Seung Jong Lee and Jin Kim	Cryopreservation of human teeth for future organization of a tooth bank? A preliminary study ? ARTICLE	Cryobiology	Volume 51, Issue 3, December 2005, Pages 322-329
Johan D.M. Patring, Madelene S. Johansson, Elena Yazynina and Jelena A. Jastrebova	Evaluation of impact of different antioxidants on stability of dietary folates during food sample preparation and storage of extracts prior to analysis	Analytica Chimica Acta	Volume 553, Issues 1-2, 30 November 2005, Pages 36-42
G. Urrutia-Benet, T. Balogh, J. Schneider and D. Knorr	Metastable phases during high-pressure ? low-temperature processing of potatoes and their impact on quality-related parameters	Journal of Food Engineering	Available online 28 November 2005,
G. Urrutia Benet, N. Chapleau, M. Lille, A. Le Bail, K. Autio and D. Knorr	Quality related aspects of high pressure low temperature processed whole potatoes ? ARTICLE	Innovative Food Science & Emerging Technologies	Available online 21 November
M.D. Ayala, O. Lopez Albors, A. Blanco, A. Garcia Alcazar, E. Abellan, G. Ramirez Zarzosa and F. Gil	Structural and ultrastructural changes on muscle tissue of sea bass, <i>Dicentrarchus labrax</i> L., after cooking and freezing	Aquaculture	Volume 250, Issues 1-2, 14 November 2005, Pages 215-231
T. Lucas, A. Grenier, S. Quellec, A. Le Bail and A. Davenel	MRI quantification of ice gradients in dough during freezing or thawing processes ? ARTICLE	Journal of Food Engineering	Volume 71, Issue 1, November 2005, Pages 98-108
Mary L. Disis, Corazon dela Rosa, Vivian Goodell, Ling-Yu Kuan, Jennie C.C. Chang, Kristina Kuus-Reichel, Timothy M. Clay, H. Kim Lyerly, Sonny Bhatia, Smita A. Ghanekar et al.	Maximizing the retention of antigen specific lymphocyte function after cryopreservation ? ARTICLE	Journal of Immunological Methods	Available online 21 October 2005,

M.B. Sousa, W. Canet, M.D. Alvarez and C. Fernandez	Effect of processing on the texture and sensory attributes of raspberry (cv. Heritage) and blackberry (cv. Thornfree)	Journal of Food Engineering	Available online 14 October 2005,
E.L. Squires	Integration of future biotechnologies into the equine industry	Animal Reproduction Science	Volume 89, Issues 1-4, October 2005, Pages 187-198
Ching-Feng Mao and Jia-Chin Chen	Interchain association of locust bean gum in sucrose solutions: An interpretation based on thixotropic behavior	Food Hydrocolloids	Available online 9 September 2005,
W. Kowalczyk, C. Hartmann, C. Luscher, M. Pohl, A. Delgado and D. Knorr	Determination of thermophysical properties of foods under high hydrostatic pressure in combined experimental and theoretical approach	Innovative Food Science & Emerging Technologies	Volume 6, Issue 3, September 2005, Pages 318-326
A. Baier-Schenk, S. Handschin, M. von Schonau, A.G. Bittermann, T. Bachi and B. Conde-Petit	In situ observation of the freezing process in wheat dough by confocal laser scanning microscopy (CLSM): Formation of ice and changes in the gluten network	Journal of Cereal Science	Volume 42, Issue 2, September 2005, Pages 255-260
Joanna Szymońska and Krystyna Wodnicka	Effect of multiple freezing and thawing on the surface and functional properties of granular potato starch	Food Hydrocolloids	Volume 19, Issue 4, July 2005, Pages 753-760
Tatsuko Hatakeyema, Junko Uno, Chika Yamada, Akira Kishi and Hyoe Hatakeyama	Gel-sol transition of poly(vinyl alcohol) hydrogels formed by freezing and thawing	Thermochemica Acta	Volume 431, Issues 1-2, 15 June 2005, Pages 144-148
L. Otero, A. Ousegui, B. Guignon, A. Le Bail and P.D. Sanz	Evaluation of the thermophysical properties of tylose gel under pressure in the phase change domain ?	Food Hydrocolloids	Available online 1 June 2005,
Kentaro Sudo, Sadamitsu Asoh, Ikuroh Ohsawa, Daiya Ozaki, Kumi Yamagata, Hiromoto Ito and Shigeo Ohta	The anti-cell death FNK protein protects cells from death induced by freezing and thawing	Biochemical and Biophysical Research Communications	Volume 330, Issue 3, 13 May 2005, Pages 850-856

Laetitia Picart, Eliane Dumay, Joseph-Pierre Guiraud and Claude Cheftel	Combined high pressure/sub-zero temperature processing of smoked salmon mince: phase transition phenomena and inactivation of <i>Listeria innocua</i>	Journal of Food Engineering	Volume 68, Issue 1, May 2005, Pages 43-56
	2005 Global Frozen Foods Almanac	Quick Frozen Food International	October 2005

<日冷検情報>

ALOPとFSO

(コーデックスにおける微生物規格基準設定の考え方)

食品衛生学会誌 Vol. 46 No. 6 及び食品安全委員会第4回微生物専門調査会(平成17年3月9日)資料より抜粋。

コーデックスにおける最近の議論の中で、食品の微生物規格基準や衛生規範を定める場合には、それらが公衆衛生に与える影響すなわち消費者に起こりうる健康被害と関連づけつつ設定すべきである、という方向性が示されるようになった。

WTOによるSPS協定の中で、それはALOP (Appropriate Level of Protection: 適正保護水準) と定義されている。ALOPは、単位人口当たりの年間発症数など、疫学的な数値として表現される。実際には、現状の健康被害を何年後にどの程度まで減らすかという公衆衛生上の目標値として表現される。

ALOPの例 アメリカでは“The Healthy People 2010 Objective”において、「リステリア症の患者数を2010年までに10万人当たり0.25人までに減らす」という目標値が掲げられた。

↑

これは、調理済み食品100万食当たり、リステリア症発症者1人に相当

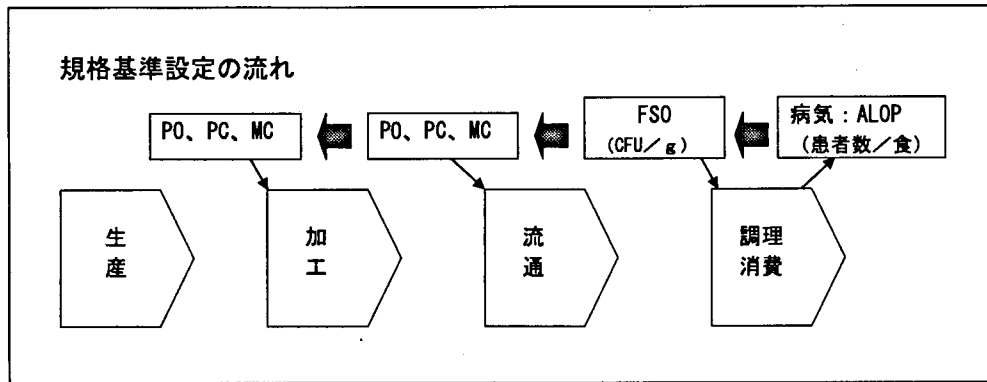
ALOPでは、その目標値を食品に適用する場合には、ALOPを満たす微生物学的規格基準やHACCPにおける汚染微生物の許容限界として、すなわち食品中の微生物の汚染率や濃度として表される必要がある。この2つの、単位の異なる概念を対応させるために考案されたのがFSO (Food Safety Objective: 消費時食品安全目標値) である。食品由来の健康被害は当然口に入る時点の食品の状況によるわけであるから、まず消費時点の食品の汚染状況を考えようという発想である。FSOは消費時点での食品の汚染状況の目標値を規定するもので、汚染頻度と汚染濃度から構成されている。

FSOの例 調理済み食品を摂食時、*L. monocytogenes*は100/gを超えないこと。

FSOは消費時点での食品の汚染状況の目標値を規定するものであるが、実際には、フードチェーンの消費以前の段階において、具体的な規格基準を設定することが多い。そのための用語の一つがPO (Performance Objective: 達成目標値) であり、更に具体的にPOを達成するためにPC (Performance Criterion: 達成基準) が設定される。

PCの例 ある食品の加熱段階で細菌数を6対数個減らすこと。

さらに、最終的にサンプルの重量法やサンプリングプラン、検査法までを包含した規格基準としてMC (Microbiological Criterion: 微生物規格基準) が設定される。



<用語の定義>

1 ALOP: Appropriate Level of sanitary or phytosanitary Protection

(健康および動植物衛生適正目標値 (仮訳))

The level of protection deemed appropriate by the Member [country] establishing a sanitary or phytosanitary measure to protect human, animal or plant life of health within its territory. (SPS Agreement)

(加盟国の国民、動物あるいは植物の生命あるいは健康を守るための衛生あるいは動植物衛生対策により達成され、その国により適正であると認められる保護レベル (WTO SPS協定第5条) (仮訳))

2 FSO: Food Safety Objective (摂食時食品安全目標値 (仮訳))

The maximum frequency and/or concentration of a hazard in a food at the time of consumption that provides or contributes to the appropriate level of protection (ALOP).

(摂食時点での食品中の危害要因の汚染頻度と濃度であって、その食品を摂食した結果としての健康被害がALOPを満たす最大値 (仮訳))

3 PO: Performance Objective (達成目標値 (仮訳))

The maximum frequency and/or concentration of a hazard in a food at a specified step in the food chain before the time of consumption that provides or contributes to an FSO or ALOP, as applicable.

(フードチェーンの特定の段階における食品中の危害要因の汚染頻度と濃度であって、FSOあるいは場合によってはALOPを満たす最大値)

4 PC: Performance Criterion (達成基準 (仮訳))

The effect in frequency and/or concentration of a hazard in a food that must be achieved by the application of one or more control measures to provide or contribute to a PO or an FSO

(POやFSOを満たすために、単一あるいは複数の手段によって達成される食品中の

危害要因の汚染頻度と濃度に対する効果)

5 MC: Microbiological Criterion (微生物規格基準 (仮訳))

A microbiological criterion for food defines the acceptability of a food lot, based on the absence or presence, or number of microorganisms including parasites, and/or quantity of their toxins/metabolites, per unit(s) of mass, volume, area of lot.

(一定量の食品中の微生物 (原虫を含む) の検出または検出数、あるいは毒素または代謝産物の検出量を基に、食品製品あるいはあるロットの合否を規定する規格基準)

<日冷検情報>

平成18年度 オープンセミナー開催のご案内

平成18年度のオープンセミナー開催についてご案内いたします。

平成18年度は表示セミナー、品質管理セミナー及びHACCPセミナーを実施しますが、各セミナー共にテーマを明確にし、より実践的な内容になっております。貴社における人材育成の環境として年間計画に予定され、是非多数ご参加いただきますようお願い申し上げます。

この他、新規企画としてご要望の多かった異物対策などのテーマ（分野）別に、内容をより深化させた特別セミナーの開催も予定しております。

◆開催スケジュール

8月までの開催スケジュールにつきましては、以下の通りとなっております。

※9月以降につきましては別途、ご案内申し上げます。

実施内容	4月		5月		6月		7月		8月	
	下旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬	上旬	下旬
表示セミナー (基礎コース) 1日コース	福岡 (4/18) 仙台 (4/25)	清水 (5/9)	神戸 (5/23) 東京 (5/30)	名古屋 (6/7) 札幌 (8/13)						
表示セミナー (エキスパートコース) 2日×2回コース					福岡1-① (6/15-16) 仙台1-① (6/27-28)	東京1-① (7/6-7) 神戸1-① (7/11-12)	福岡1-② (7/20-21) 仙台1-② (7/25-26)	東京1-② (8/3-4) 神戸1-② (8/8-9)		
品質管理セミナー 2日×2回コース			東京1-① (5/16-17)	神戸1-① (6/6-7)	東京1-② (6-20-21)	神戸1-② (7/4-5)		札幌1-① (8/1-2)	福岡1-① (8/24-25)	
異物混入対策セ ミナー 1日コース						東京 (未定)				
HACCPセミナー 3日コース										

※東京1-②は東京第1回開催の後半（2回目）の意味です。

※都合により、日程を変更する場合があります。

★当協会ホームページにも詳しい情報を掲載しておりますので、ご参照下さい。

ホームページのアドレス：<http://www.jffic.or.jp/>

【問合せ先（総合窓口）】

財団法人 日本冷凍食品検査協会 検査事業本部 企画開発部

東京都港区芝大門2-4-6 豊国ビル4階

Tel: 03-3438-1895 Fax: 03-3438-2747

担当: 竹内 陶二郎 E-mail: t_takeuchi@jffic.or.jp

吉田 一慶 E-mail: i_yoshida@jffic.or.jp

※問合せにつきましては、なるべくメールにてお願いいたします。

<編集後記>

世界的に心配されている鳥インフルエンザは、いっこうに衰えを見せていません。昨年前半、東南アジア諸国を相次いでおそい、夏にはロシアへ広がり、秋には、ヨーロッパでも確認され、最近になり、アフリカへと、渡り鳥の越冬ルートにそうように、拡大しています。ドイツでは、人や鳥ではなく猫への感染が、また日本でも症状は出なかったものの、約70名の人から、鳥からの感染の痕跡が確認されています。幸いにして、人から人への感染はまだありません。2月に農産品輸出国であるフランスで、この感染が広まり、日本はフォアグラの輸入を止めました。多くの国が鳥製品の輸入を止めたため、フランスは大きなダメージを受けました。これに対しフランスは、真っ先に輸入を止めた日本や、オーストラリア、アメリカ、ロシアなどからの関連食品の輸入停止を決めています。また日本でも新潟では、新型インフルエンザの出現、世界的な流行に備え、流行した国からの船舶の入港を拒否できる条例を制定すると聞いております。

このように各国が輸入に制限をすると、貿易が止まってしまう可能性があり、今後の展開次第では、食品業界への影響が懸念されます。このウイルスの活動のピークは1月から3月といわれており、この小誌が出版される頃には、落ち着いていることを願っております。

さて私たちの最大の関心事である「食品中に残留する農薬等のポジティブリスト制度」はまもなく施行されます。日本で栽培される野菜は、使用できる農薬が決められていますし、使用量や使用方法に基準があり、それをきちんと守っていれば、ポジティブリスト制度になりました。問題はないとされています。海外で栽培される場合は、日本で許可されていない農薬でも使用することができますので、それらの残留を確認し、国民の安全を守るためのポジティブリスト制度は、当然必要な法律だと思えます。ただ、一律基準値が0.01ppmと極めて低く、また日本の場合は、既に実施されている諸外国と違って、少しでも規準値を超えると即回収、廃棄となってしまうようですし、ましてや799種類の農薬等を分析するなどできません。野菜栽培時あるいは、魚の養殖時の農薬等の管理をしっかりとこなったものを原料として製造し、消費者に安全な冷凍食品を供給することが、我々の役目であると考えます。

(兼田)

