
冷凍食品技術研究

(Frozen Foods Technical Research)

NO. 94
2012年3月
発行

目 次

	頁
〈講演要旨〉 平成23年度第3回講演会について 冷凍食品技術研究会事務局……………	1
〈講演要旨〉 「冷凍食品のLCA（ライフサイクルアセスメント）」 東京海洋大学 食品生産科学科 食品冷凍学研究室 准教授 渡辺 学……………	2
〈講演要旨〉 「食と食品の本質から安全を考える」 東京農業大学 応用生物科学部 生物応用化学科 教授 高野 克己……………	5
〈随 想〉 「冷凍すりみ」事始め 技術士（水産部門） 小山 光 （元日魯漁業（株）勤務）……………	21
〈文献紹介〉 『ここがポイントかな？ 食品冷凍技術』 公益社団法人日本冷凍空調学会 参与 東京海洋大学 食品冷凍学研究室 白石 真人……………	31
〈国内情報〉 近年におけるコールドチェーンの調査動向 ハウス食品（株）ソマテックセンター チーフ研究員 宮尾 宗央……………	37
〈国内情報〉 食品中の放射性物質の新たな基準値について 厚生労働省HPより抜粋……………	42
〈編集後記〉 ………………	50

冷凍食品技術研究会

<講演要旨>

平成23年度第3回講演会について

冷凍食品技術研究会
事務局

今年度第3回の講演会は、下記の内容で開催しました。なお、その後、例年通り懇親会を行い、盛況のうちに終了しました。(講演内容の詳細は次ページ以降に掲載)

記

- 1 日時：平成23年12月1日(木) 14:00~17:20(終了後、17:30~懇親会)
- 2 会場：メルパルク東京 3階 牡丹(東京都港区芝公園2-5-20)
- 3 講演テーマ：

講演Ⅰ 「冷凍食品のLCA(ライフサイクルアセスメント)」

東京海洋大学 食品生産化学科

食品冷凍学研究室 准教授

渡辺 学氏

講演Ⅱ 「食と食品の本質から安全を考える」

東京農業大学 応用生物科学部

生物応用化学科 教授

高野 克己氏

以上

<事務局から>

本文中で、内容の判読、判別ができずお困りの方は、事務局までお問合せ下さい。
ご指定の箇所を拡大してお送りします。

お問合せ先：冷凍食品技術研究会事務局(担当：佐藤)

〒105-0012 東京都港区芝大門2-4-6((財)日本冷凍食品検査協会内)

TEL：03-3438-1414 FAX：03-3438-2747

E-mail：h_sato@jffic.or.jp

<講演要旨>

冷凍食品のLCA（ライフサイクルアセスメント）

東京海洋大学 食品生産科学科

食品冷凍学研究室 准教授 渡辺 学

1. はじめに

冷凍は、現在実用されている食品保存法の中で、原理的に最も優れた方法である。実際、水産物や畜肉類を生の状態でも長期保存できるのは冷凍だけである。反面、食品を常に低温に保つことが必須であり、そのためには冷凍機を運転するためにエネルギーを投入し続けなくてはならない。このため、冷凍はエネルギー多消費型の保存法であり、環境負荷低減のためには不利であるという認識が一般的と思われる。

確かに、冷凍でなく冷蔵で流通すれば、エネルギー消費量は低減するであろう。しかし、特に水産物のように計画的な供給が難しい食品の場合、市場価格の変動もあって、需給バランスを常に安定させることはまず不可能であり、シェルフライフが短い冷蔵保存ではある程度の廃棄量が避け難い。事実我が国では、全一次生産量の10～15%に相当する年間500～900万tもの食品廃棄物があるとされている。廃棄されれば、それまでの原料、製造、輸送等の工程で投入されたエネルギーとそれにより発生した環境負荷は全て無駄となる。このような、無駄に発生した環境負荷を低減させることができるならば、保存時のエネルギー消費量が大きい冷凍を用いても、総合的な環境負荷を低減させられる可能性がある。

このような「総合的」な評価を行うためには、LCA（ライフサイクルアセスメント）の考え方が不可欠であり、今後ますますその重要性は増してゆくものと考えられる。本稿では、LCAの基本的な考え方について述べ、それを冷凍食品に適用した研究例を紹介する。

2. LCA (Life Cycle Assessment)

LCAとは、ISO-14040によれば「製品システムのライフサイクルを通じた入力、出力及び潜在的な環境影響のまとめ及び評価」と定義されている。つまり、一つの製品〔生産財として一般にはサービス生産（活動）を含む〕に関して、資源の採掘、素材の製造、製品の生産、流通、使用されて廃棄されるまでのライフサイクル全体を見渡し、資源消費量やエネルギー消費量、排出物量などをすべて考慮して、総合的な環境影響を定量化、評価しようとする手法である。その活用法は様々であり、例えば消費者は、より環境負荷の少ない製品を選択できるようになる。現在我が国でも制度化が進められているCFP（Carbon Foot Print）は、この活用法の一例である。企業では、より環境負荷の少ない製造、流通方法の選択が容易になるし、また科学的根拠に基づいた政策立案にも有効であろう。

LCAは4つのステップ、すなわち、①目的と調査範囲の設定、②インベントリー分析、③環境影響評価、④解釈、から構成されるが、このうちのインベントリー分析（LCI: Life Cycle Inventory）までを行うことで十分に目的が達成されることも多い。本稿で紹介する我々の研究は全て、このLCIに基づくものである。

3. LCI手法を活用した研究の一例

我々の研究室ではLCIを用いて、冷凍流通とチルド流通の環境影響を定量的に比較する試みに継続的に取り組んでいる。以下に2つの研究例を紹介する。

3.1 オーストラリア産養殖ミナミマグロの流通工程での環境負荷¹⁾

マグロは日本における水産物消費量の上位に位置する魚種であり、その半分以上が国外からの輸入マグロで占められている。生食用マグロの輸送には、他ではまず使われることのない超低温（ -60°C 以下）が一般的に用いられている。特に養殖マグロのトロの場合、未凍結品が市場に高価格で受け入れられており、氷蔵での航空輸送という、非常にコストのかかる方法までもが実用されている。環境負荷という面でみれば、いかに超低温とはいえ、冷凍輸送の方が航空輸送よりは環境負荷が小さいと思われるが、これまでに定量的な比較は行われていない。そこで本研究では、オーストラリア南部のポートリンカーン沖で行われているミナミマグロの養殖事業を取り上げ、冷凍（冷凍+船舶）とチルド（氷蔵+航空機）で流通される場合の、それぞれの流通工程でのLC-CO2を計算した。

インベントリーデータは養殖事業者からのヒアリングによった。なお今回の解析は、冷凍とチルドという流通形態の違いによる環境負荷の違いを調べることが目的なので、システム領域は、マグロを取り揚げてポートリンカーン港まで輸送してきた時点を開始とし、日本まで輸送されて築地中央卸売市場に到着した時点を終了点とした。バックグラウンドデータは、環境省の資料²⁾ などから引用した。

計算結果をFig. 1に示す。工程を大きく3つに分けて示しており、それらは、①オーストラリア国内、②大陸間輸送、③日本国内、である。Fig. 1より、チルド流通の環境負荷はほとんどが航空機に由来していることがわかる。方や冷凍流通では、 -60°C という極低温にも関わらず船舶輸送に関わる環境負荷は小さく、むしろ国内流通分が大きい。これは、日本国内で3か月間保存するという設定によるもので、これを短縮すればより環境負荷は小さくなる。今回の計算の結果、航空機による氷蔵流通は、船舶輸送に比べて約4倍、環境負荷が大きいという結果になった。

3.2 チルドおよび冷凍で流通されるハンバーグの環境負荷³⁾

CFPは、製品1個当たりのCO2排出量として定量化されているが、これはその製品の全生産量分のライフサイクルのトータルで発生したLC-CO2を、全生産量で割って求められたものである。しかし、製品の一部が廃棄されてしまえば、その生産や流通によって発生した環境負荷は人間の効用に無関係となるため、これを分母とすることは合理的でない。生産量から廃棄量を減じて、実際に人間が消費した量を分母とすれば、単位消費量当たりの環境負荷は、冷凍品の方が小さくなり得ると考えられる。そこで、ハンバーグを対象としたLCIを行い、ロス率低減による環境負荷低減の可能性を実証することを試みた。

システム境界は、生産-輸送-販売-調理-消費・廃棄までとした。環境負荷の計算にはソフトウェアMilCAを用いた。生産工程に関しては、インベントリーデータが得られなかったため、味の素グループ作成のCO2排出量データベース⁴⁾を参考にした。しかしこのデータベースは金額ベースで算出されており、冷凍流通の方がかなり環境負荷が小さいという現実的でない

結果となったため、今回は生産工程の環境負荷は同じとした。生産工程で発生する食品ロス、産業廃棄物処理計画書とヒアリングより、どちらも1%と仮定した。輸送、販売は適当な仮定を用い、調理過程は津田ら⁵⁾の研究を参考にした。販売工程は、在庫数の変化を、半減期の式でモデル化して、賞味期限の1か月を過ぎて売れなかったものが廃棄されるとした。この時の廃棄率をパラメータとして、チルド流通の場合の、消費量当たり環境負荷を計算した。冷凍流通の廃棄率は1%とした。

計算結果はFig. 2に示す通りで、チルドの廃棄率が20%以上であれば、冷凍の方が環境負荷が小さくなることが示された。しかし、今回の計算は1次データがほとんど得られなかったため、信頼性に問題がある。今後は、より正確なインベントリーデータを収集して、結果の信頼性を向上させることが必要と考える。

参考文献

- 1) 酒井ほか2名, 冷空論, 24(3), 2007, p. 167.
- 2) 環境省, 平成14年度温室効果ガス排出量算定方法検討会, 2002.
- 3) 白井ほか4名, 第6回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, 東北大学, (2011), p. 390.
- 4) 味の素, 食品関連材料CO2 排出係数データベース, '90・'95・'00年版.
- 5) 津田ほか4名, 日本LCA学会研究発表会講演要旨集, 北九州国際会議場(2008), p. 175.

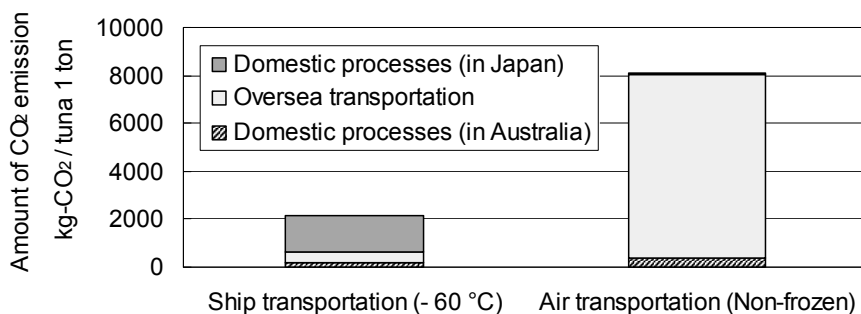


Fig. 1 チルド流通, 冷凍流通による養殖マグロの環境負荷

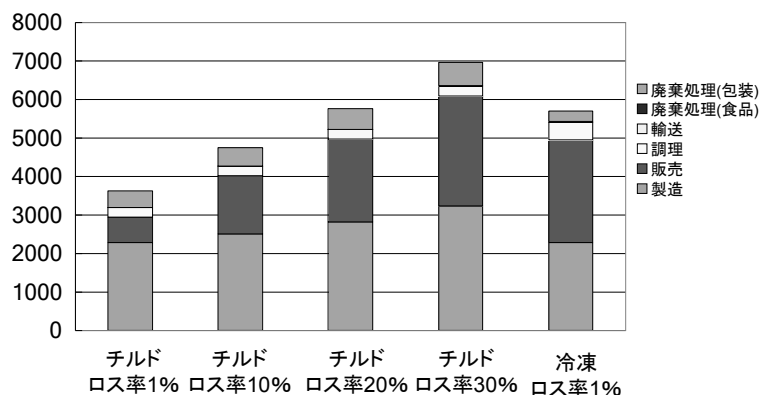


Fig. 2 チルド流通, 冷凍流通によるハンバーグの環境負荷

2011. 12. 01

メルパルク東京

冷凍食品技術研究会
第3回講演会

食と食品の本質から安全を考える

—人間が食品を安全にした—

東京農業大学 応用生物科学部
生物応用化学科 **高野 克己**

高野克己の自己紹介

1953年9月21日生まれ AB型
生物応用化学科食料資源理化学研究室

研究テーマ

DNAと酵素で探る食品のふしぎ
おいしいお米の秘密を解明

所属学会

日本食品保蔵科学会
日本食品科学工学会
日本農芸化学会
日本微生物資源学会
日本生物工学会
ほか

TV出演

- ・特命リサーチ200X
- ・鉄腕ダッシュ
- ・あるある大辞典
- ・所さんの目がテン
- ・伊藤家の食卓
- ・はなまるマーケット
- ・2時っチャオ
- ・世界一受けたい授業
- ・おもいっきりテレビ
- ・食彩の王国
- ・スパスパ人間学
- ・あったか生活! 秘伝!
カテイの魔法!
- ・驚きの嵐SP
- ・NHK など

共同研究

- ・興人
- ・とらや
- ・ニッスイ
- ・山崎製パン
- ・雪印乳業
- ・ミットヨフーズ
- ・食品総合研究所
- ・理化学研究所
- ・国立遺伝学研究所
- ・Russian Academy of
Science
- ・米国農務省機関
ほか

東京農業大学のあゆみ

創立 1891年	徳川育英会 育英校農業科
1893年	東京農学校
1925年	東京農業大学
1945年	世田谷キャンパス移転
1950年	短期大学併設
1953年	大学院農学研究科設置
1989年	生物産業学部設置
1991年	創立100周年
1998年	2研究科 6学部19学科体制
2001年	創立110周年
2006年	2研究科 6学部21学科体制
2011年	創立120周年

東京農大のルーツ

実学主義

榎本武揚



學は不足を知る

学びて後、足らざるを知る。

横井時敬



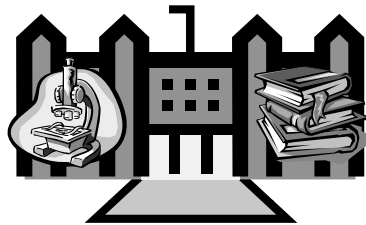
稲のことは稲に聞け、
農業のことは農民に聞け。
人を畑に還えす。

日本の私立大学の誕生

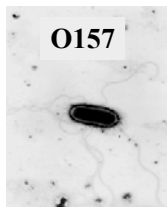
- 1858 慶應義塾大学
- 1874 立教大学
- 青山大学
- 1880 法政大学
- 1881 明治大学
- 1882 東京理科大学
- 早稲田大学
- 1885 中央大学
- 1886 東洋大学
- 1890 日本大学
- 1891 東京農業大学
- 1913 上智大学



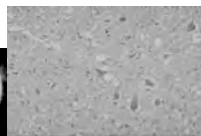
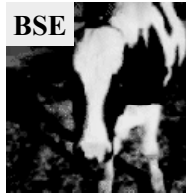
大正9～14年
専門学校→大学



食品の安全にかかわる 最近の話題



偽装表示 放射線
トリインフルエンザ
口蹄疫 食中毒
環境ホルモン



微生物毒素
アレルギー
遺伝子組み換え食品

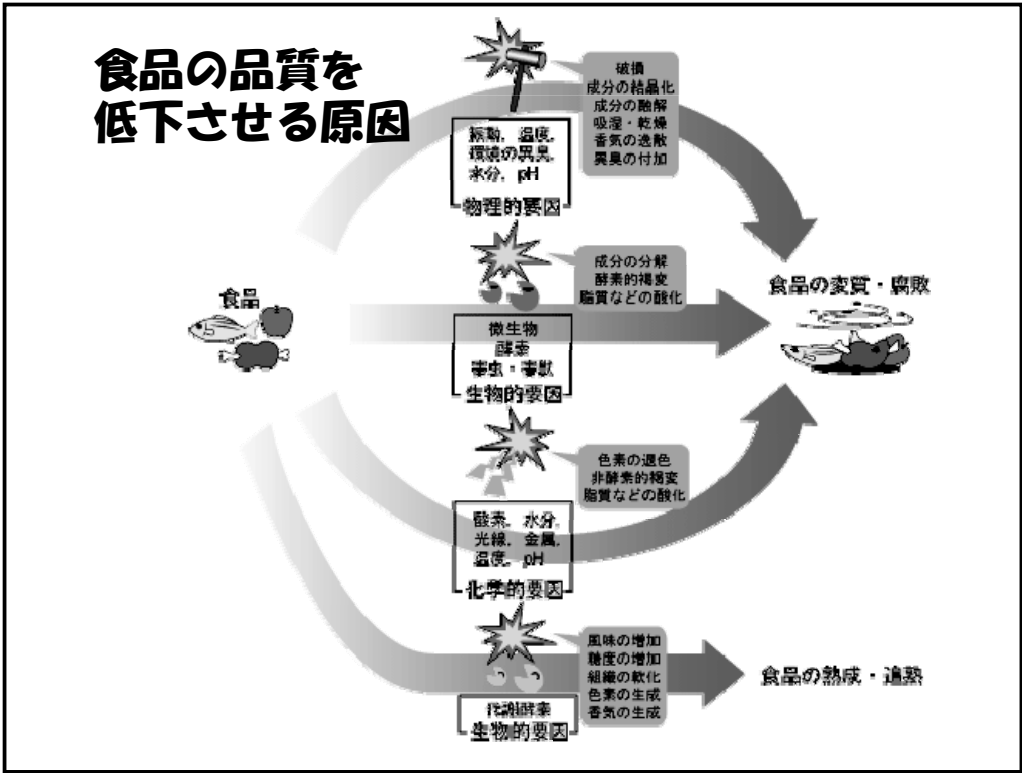
残留農薬



新型インフルエンザ
異物混入
不当表示
無許可添加物

ダイエット健康食品





食中毒、いろいろ

食中毒

分類	原因	
細菌性食中毒	感染型	サルモネラ菌・腸炎ヒブリオ菌など
	毒素型	ブドウ球菌・ボツリヌス菌など
自然毒食中毒	動物型	魚毒(フグ毒・シガテラ毒)・貝毒など
	植物型	きのこ毒・氰酸化合物・アルカロイドなど
化学性食中毒	有害化学物質	ヒスタミン、PCB [®] 、農薬など
	有害金属	水銀・カドミウムなど

食中毒の発生の推移

年	患者数 (万人)	事件数 (千件)
1989	36,749	907
1990	37,561	926
1991	39,745	784
1992	29,790	557
1993	25,702	557
1994	35,735	631
1995	26,325	394
1996	45,327	1,217
1997	30,980	1,360
1998	46,179	3,010
1999	34,070	2,635

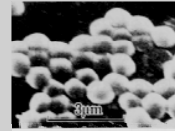
食中毒の発生と季節

月	総件数 (千件)	細菌性 (千件)	植物性 (千件)	動物性 (千件)	化学性 (千件)	原因不明 (千件)
1	100	50	10	10	10	20
2	100	50	10	10	10	20
3	100	50	10	10	10	20
4	100	50	10	10	10	20
5	200	100	20	20	20	40
6	400	200	40	40	40	80
7	800	400	80	80	80	160
8	1000	500	100	100	100	300
9	800	400	80	80	80	240
10	200	100	20	20	20	60
11	100	50	10	10	10	30
12	100	50	10	10	10	30

食中毒の原因となる細菌の特徴

	原因菌	症状	潜伏期間	予防のポイント(図24、25)
感染型	サルモネラ菌	発熱(38~40°C) 腹痛・下痢	12~36時間	食肉・卵などは十分加熱する。 卵はすぐに調理する。
	腸炎ビブリオ菌	おう吐・下痢、 激しい腹痛	6~36時間	魚介類は水でよく洗う。 短時間でも冷蔵庫で保管する。
	病原大腸菌	下痢・腹痛・ 血便・発熱	6~72時間	手指・調理用具の洗浄・消毒は 十分に行う。井戸水などを使用 する場合は水質検査を受ける。
毒素型	黄色ブドウ球菌	激しいおう吐、 下痢・腹痛	1~6時間	手指に傷のある者は調理しない。手指・ 調理用具の洗浄・消毒は十分に行う。
	ボツリヌス菌	おう吐・吐き気、 視力障害、言語障害	12~24時間	原材料の洗浄は十分に行う。真空パッ クや缶詰が膨張していたら食べない。

黄色ぶどう状球菌



ボツリヌス菌



腸管出血性大腸菌



細菌性食中毒の予防の三原則

O157の予防

洗う

食材 手指
調理器具

つけない!

生ものは冷蔵

ふやさない!

- 漂白剤に漬ける▶
- 熱湯をかける▶

加熱殺菌

やっつける!

食品の中心部分が1分以上、75°Cになるように

冷凍室は-15°C以下!
冷蔵室は10°C以下!

食と食品の本質を考える

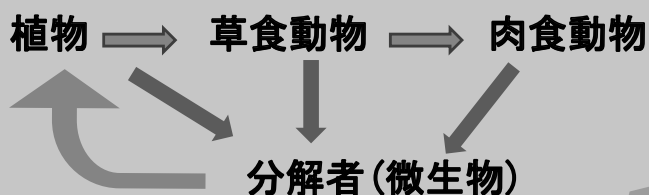
1. 食の本質を考える —なぜ 人は食べる?—
2. 食品の本質を考える —食品は生物の命—
3. 食を食らわば毒まで
4. 食品の安全と安心

—食品を安全にした人の知恵—

食の本質を考える —なぜ 人は食べる？—

1. 生物は外界から生きるため
必要な物質を取り入れる。
2. 人は生きるために食べる。

生物界の物質の循環



生物の本質？

1. 種の保存
2. 自己DNAの保存と継続

生物の戦略

1. 環境に適した繁殖法
2. 防御システム(危機管理)

身を守る

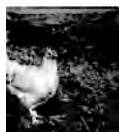
私たちが食べている動物たち - 鶏 -

肉用(ブロイラー)
白色プリマスロック



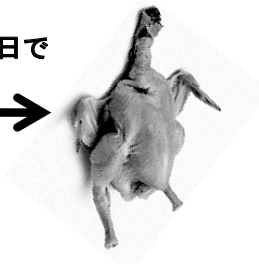
60日で

×



白色コーニッシュ

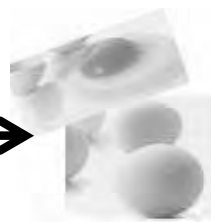
4~5kg



採卵
白色レグホーン



年間産卵数: 約280個
世界記録は365個



ニワトリの寿命 10-30年

私たちが食べている動物たち - 牛 -

牛の秘密

なぜ草だけで生きていける

牛は胃が4つ

牛と人の栄養摂取の違い

栄養をいっぱい
とらなくちゃ

微生物が固い草を
栄養にしてくれるんだぞ~

第一胃の中!

炭水化物
脂肪
蛋白質
ビタミン

ブドウ糖
たんぱく質
脂肪

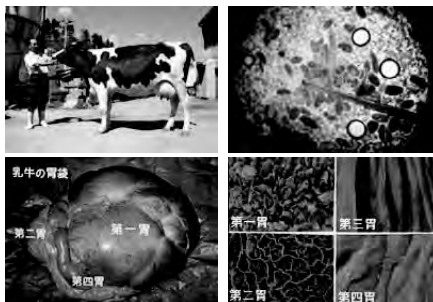
乳牛



牛の胃の構造



飼料の消化



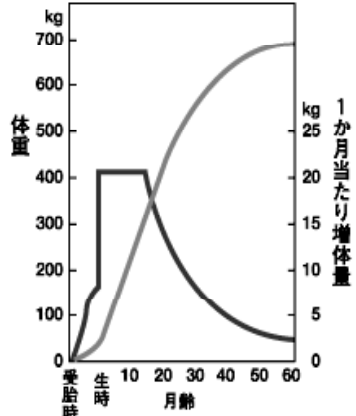
私たちが食べている動物たち 牛
 牛は大昔から家畜化されていた

ウシの寿命 5-40年

肉牛は20ヶ月



黒毛和種 雌牛の標準発育曲線



黒毛和牛



ヘレホード



注: 全国和牛登録協会(1975)、
 福原ら(未発表資料)などによる 畜産全書肉牛

私たちが食べている動物たち 一豚一 寿命約12年

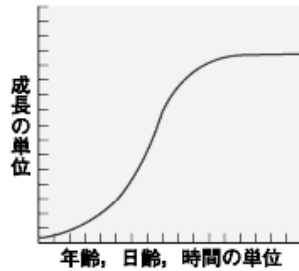
起源はイノシシ



改良され肉と脂身が多くなった



豚の典型的な成長曲線



6ヶ月目



食品の本質を考える

生物から食品へ

生物体・生物の生産物 → 食品



生物は身を守るために、様々な天然毒物をつくり出した。

キャベツには49種類に天然毒物が含まれている。

食を食らわば、毒まで

食品の機能

栄養機能：タンパク質・脂質・糖質
ミネラル・ビタミン

嗜好機能：色素・呈味物質・におい物質

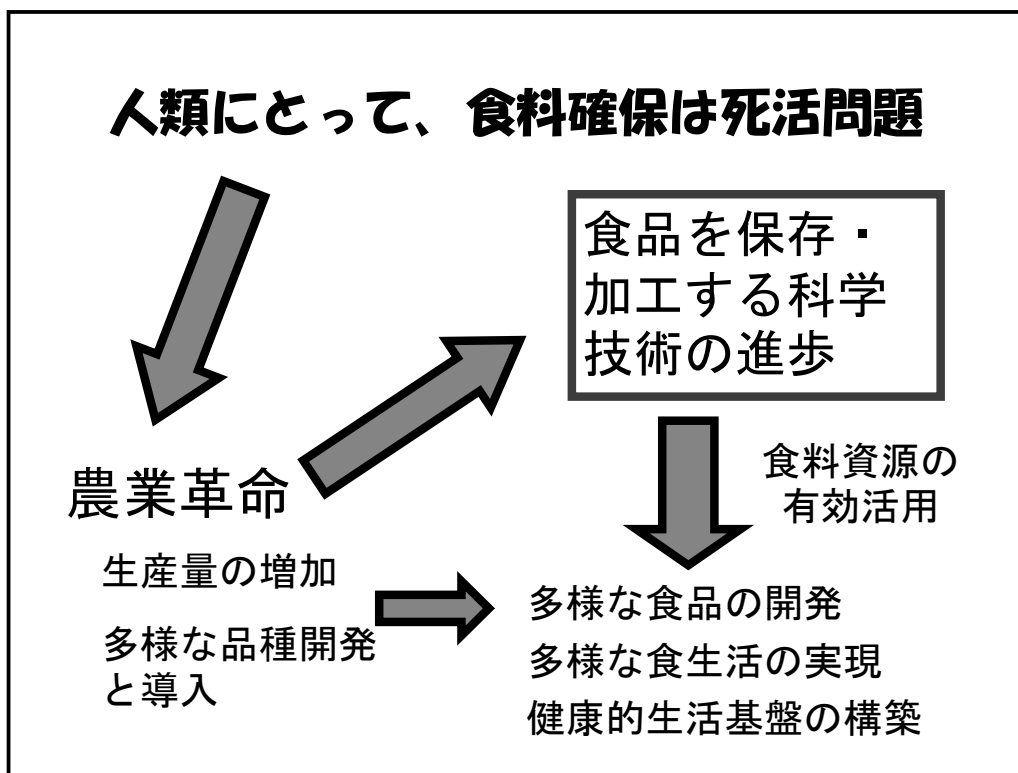
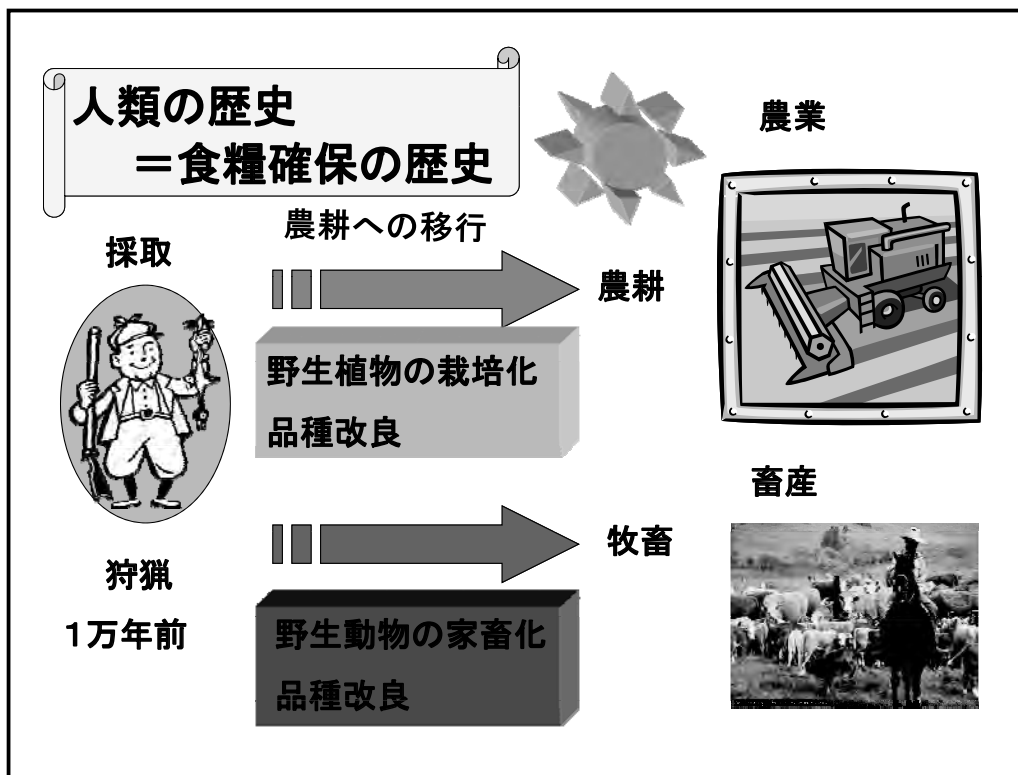
体調節機能：食物繊維・オリゴ糖
ポリフェノール*etc.*

食品の化学性

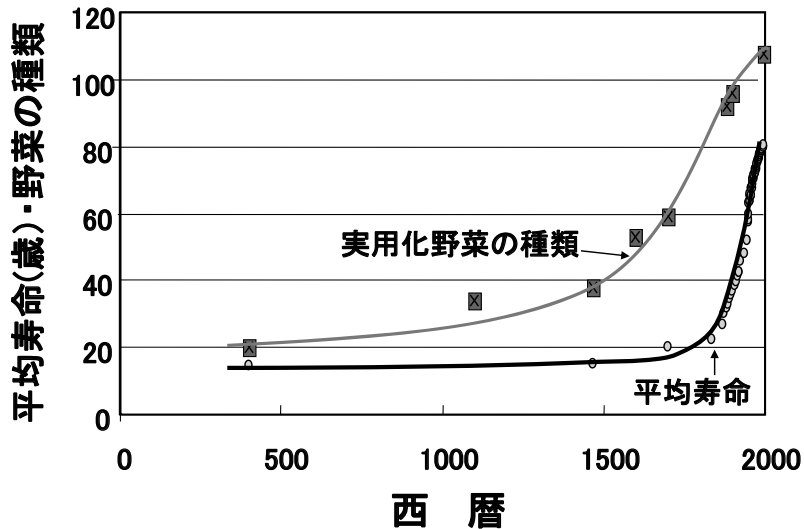
微量物質

天然毒物

Food



平均寿命と野菜の種類の変遷

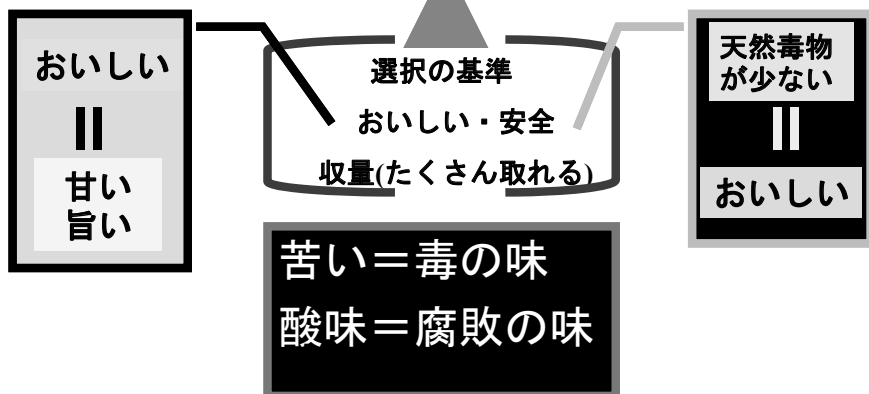


食品の安全と安心 —食品を安全にした人間の知恵—

食品の進化

植物：野生種→栽培化→育種→栽培種

動物：野生種→家畜化→育種→家畜種



生物レーダーのいろいろ

レーダー	情報の特性		距離
聴覚	音		遠
視覚	光	色素	↑ ↓
臭覚	におい	香気成分	
味覚	味	呈味成分	
触覚	組織	食感	

加工・調理によって食品が安全に！

- ・ 皮を剥く → 毒物の除去
皮は防御の最前線、皮に毒物が多い
- ・ 浸漬、水煮 → 毒物を除去
- ・ 加熱 → 毒物を破壊、殺菌

ふぐとふぐ毒の話し

ふぐ毒

テトロドトキシン

致死量 2 ~ 3 mg

ふぐの種類と 可食部(毒の分布)

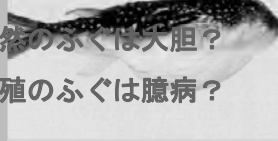
種類	皮	精巢	卵巣
ゴマフグ	×	○	×
コモンフグ	×	×	×
ヒガンフグ	×	×	×
ショウサイフグ	×	○	×
マフグ	×	○	×
トラフグ	○	○	×
カラス(ガトラ)	○	○	×
シロサバフグ	○	○	×
クサフグ	×	×	×
シマフグ	○	○	×

○印：可食部

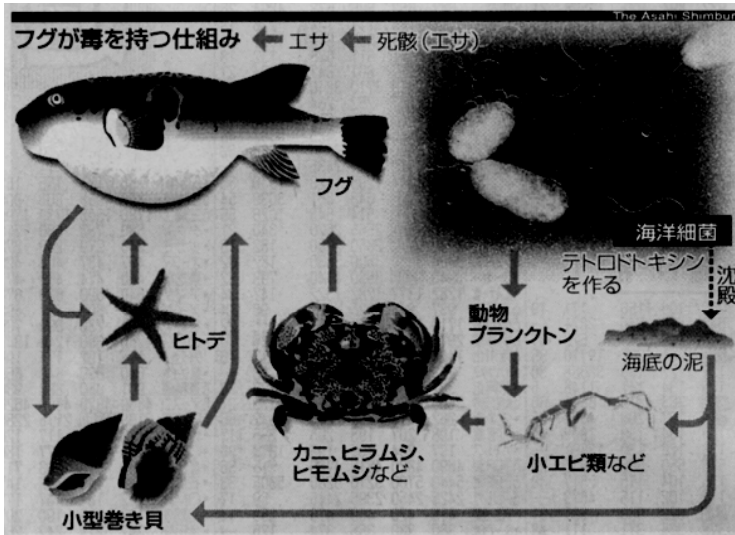
ふぐのふしぎ

1. ふぐとふぐ毒の関係

- ふぐはふぐ毒を作らない
- 天然のふぐは大胆?
- 養殖のふぐは臆病?

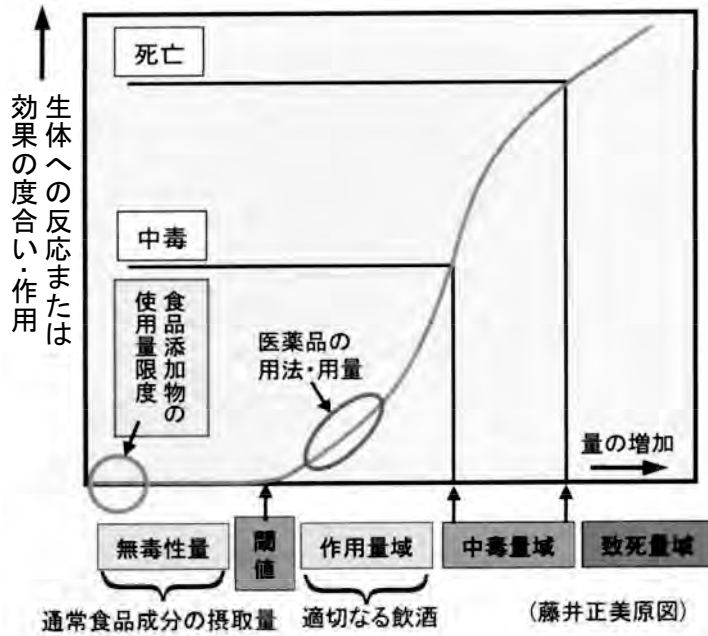


2. ふぐはふぐ毒に当たらない



フグは毒で健康増進
 無毒化成功！でも生存率低下

一般的な化学物質の投与量とその応答



安全な食品は何？

花の蜜



果物



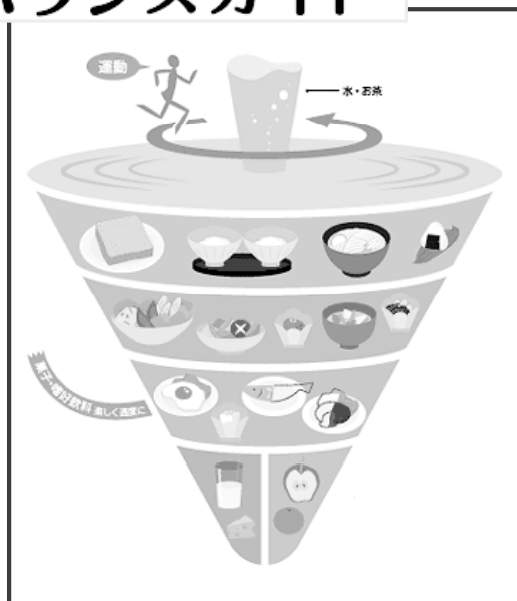
乳



まとめ

1. 生物は人間のために生きていない。
2. 植物は防御のため毒物を生産する。
3. ただし、食品として選抜された植物中の毒物量は少ない。
4. 食品中の毒物と上手に付き合うこと。
5. そのためには、いろいろな食品を少量食べ、多くの毒物を少量摂取する。
6. 食事のバランスを考える。

食事 バランスガイド



日本食は世界が羨む健康食

数多い食材 { 栄養のバランス
多様な天然毒物を少量摂取
炭水化物の比率が良い 低カロリー

米を中心とした食事

多様なおかずメニュー
日本食、洋食、フランス料理、イタリア料理、
スペイン料理、中華料理、朝鮮料理、エスニック料理

冷凍食品技術研究会第3回講演会に出席された方々へ —東京農大からのお得情報—

必見！東京農大のホームページ農
大の情報満載 <http://nodai.ac.jp>
農大のリアルタイムな情報が入手できる。

だれでも学べる農大情報

エクステンションセンター

多様なカレッジ講座・セミナー
TEL.03-5477-2562 FAX.03-5477-2643
E-mail: shougai@nodai.ac.jp

せたがやeカレッジ

インターネットで何時でも、
どこでも、手軽に、学習

<http://setagya-college.com/>

「冷凍すりみ」事始め

—魚肉ソーセージの躍進を支えた[すけそう鱈]の思い出—

技術士（水産部門） 小山 光
（元日魯漁業（株）勤務）

日本を愛し、昨年、日本に帰化した日本文学研究者ドナルド・キーンさんが、元日の朝日新聞の中で、間もなく90歳になる自分を振り返って「記憶とは不思議なものだ。歳をとるに従い、先ほどの出来事、昨日の出来事が次々と頭から消えていく。なのに思いがけない時に、過ぎた日の断面が突然、蘇る」と述べている。

私もお雑煮を食べながら、食卓の「蒲鉾」を見た途端、かつての記憶が鮮やかに蘇った。

現在、魚肉ソーセージを初め、練製品原料として欠くことの出来ない「冷凍すりみ」は、その製法が北海道で開発されてから丁度半世紀が過ぎ去った。それは私の五十年にわたるサラリーマン生活の中でも、印象的な思い出が心に残る食品加工原料である。

<魚肉ソーセージの歴史>

1. 魚肉ソーセージの始まり

ウィキペディア百科事典によれば「大正時代から日本各地の水産試験場で魚肉を使用したハム・ソーセージ風食品の開発が進められていたが、1949（昭和24）年、愛媛県八幡浜の西南開発工業協同組合が初めて試作に成功し、同組合は1951（昭和26）年、西南開発株式会社として創立し、アジ類を原料として「スモークミート」の名で商品化した。翌1952年（昭和27）年には、明治屋と契約し全国発売を開始した」とある。

また別の資料によれば「1935（昭和10）年頃、農林省水産講習所教授であった清水亘氏が、マグロ肉をプレスハム風にした「魚肉ハム」の開発に成功し、南興食品株式会社によって本格的に生産され、東京のデパートで販売されて人気を得た」とある。

しかし「日魯漁業経営史・第2巻」によれば、1923（昭和8）年、函館支社事業課勤務の北村可三が、試作から3年後に【鱈肉70%】【豚肉30%】という配合の魚肉ソーセージの開発に成功している。この製造法は、北海道水産試験場函館支場や北海道大学の注目するところとなり、品質保持などに改良が加えられた結果、1927（昭和12）年には新会社を設立し、日本で初めての魚肉ソーセージ工場を、大阪郊外の阪急沿線十三駅近くに建設した。製品は京阪中心に売り出され、各市場でも好評で順調に発展していった。しかし、この年7月に勃発した日中戦争の拡大につれて、日魯漁業から供給を受けていた冷凍マスの高騰や戦争に伴う状況の変化を受けて、翌1928（昭和13）年には事業中止のやむなきに至っている。豚肉を30%使用しているものの、日魯漁業のケースが魚肉ソーセージとしては嚆矢かも知れない。

2. 戦後に脚光を浴びた魚肉ソーセージ

戦後、魚肉ソーセージは、高価だった畜肉製品の代用品としての役割を果たす事になる。

1953（昭和28）年には225トンであった魚肉ハムソーセージの生産量は、1954（昭和29）年には4,081トン、1955（昭和30）年には11,978トンと飛躍的に伸び、1961（昭和36）年には100,000トンを突破している。（図1）

業界にとって幸いだった事は、国民の食生活が「食生活改善」の合い言葉と共に、欧米風の食生活を求めるようになったこと、水産練製品に合成殺菌料ニトロフラゾーンの添加が許可（1950年）になり、また通気性の少な

いケーシングとしてライフアン（塩酸ゴム製品）の登場によって、魚肉ソーセージの日持ちが非常に良くなり魚肉ソーセージ発展の基礎が整ったことであった。水産大手の魚肉ソーセージの発売はこの頃に始まり、日水が1952（昭和27）年、大洋漁業が1954（昭和29）年、日魯漁業が1955（昭和30）年に発売を始めている。使用原料には漁業会社の事情がよく反映されており、日水・大洋漁業はマグロを主体に鯨肉を適量配合したものであったが、日魯漁業の場合は鯨肉を全く使用せずに、サケ、マス肉を配合した。

魚肉ソーセージは、戦後、線香花火の商品が数多く発売された中で、驚くべき躍進を遂げた他に類のない食品であった。このような発展要因は一般的に下記の様にみられている。

- (1) 貯蔵性が非常に良く、一般の食料品店、魚屋などで手軽に扱える。
- (2) 食生活の洋風化にマッチしていた。
- (3) そのまま、すぐにも食べられ栄養が豊富で低廉なこと。

更に生産量が大幅に増えた原因として、水爆実験の影響が挙げられる。1952（昭和27）年、マッカーサーラインが撤廃されるのを待っていたかのようにマグロ漁船の大型化が進み、またソロモン、サモア、インド洋と次々に新漁場が開発されて、水揚げが増大すると空前のマグロブームが起こった。しかし、このブームも1954（昭和29）年3月にビキニ環礁で行われた水爆実験（15Mtの爆発力）で、日本の第五福竜丸を初め多数のマグロ漁船が放射性降下物（いわゆる「死の灰」）を浴び被爆したことによって幕を閉じる。

3. 魚肉ソーセージ原料として浮かび上がったマグロ

多量の放射能汚染マグロが水揚げされた事から消費者が忌避する事態となり、マグロの価格は暴落し中小の漁業者は経営難で廃業するものも続出した。原魚で売れないとなると、加工によって突破口を見出すより他無く、このため大手水産業者を初め中小蒲鉾業者までが冷凍マグロの加工利用方法について真剣に研究を始め、水産各社は余剰マグロを原料とした魚肉ソーセージの生産に力を入れるようになった。安価な魚肉ソーセージは、学校給食にも利用された。しかしその後、資源量の減少もあってマグロの価格は徐々に値上がりし、魚肉ソーセージの採算を圧迫するようになった為、マグロに代わる原料が検討されるようになった。

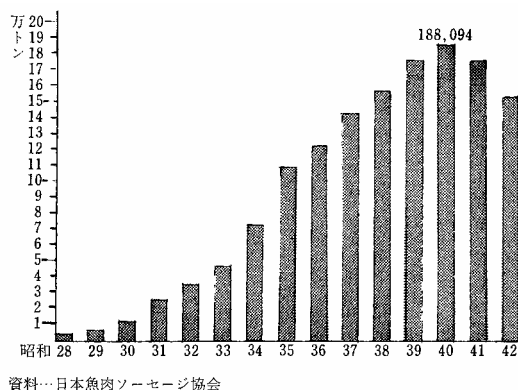


図1 魚肉ハム・ソーセージの伸長

<膨大な資源としての「すけそう鱈」>

マグロに代わる練製品原料としてクローズアップされたのは、北海道沿岸で大量に漁獲される「すけそう鱈」（通称、スケソ）であった。道産すけそう鱈の漁獲量は、1953（昭和28）年から1959（昭和34）年にかけての年間漁獲量は、200,000トンから310,000トンに上っている。（写真1）

北海道すけそう鱈漁業の始まりは1903（明治36）年と言われ、漁業統計は1910（明治43）年に始まる。戦前の1940（昭和15）年前後の漁獲量15万トン以内の頃は、製品は加工残滓の荒粕を除いては、殆どが食用、薬用（すけそう肝油）向けに処理されている。今思えば、国民学校（小学校）で強制的に嫌々ながら飲まされた臭いの強い肝油は、すけそう鱈を原料とするものであったらしい。元々、すけそう鱈は鮮度低下の早い魚なので、漁獲地周辺において家庭向けに生鮮消費された少量を除いては、ラウンドのままの出荷はなく、竹輪など練製品原料として無頭無内臓に処理したいわゆる「ガラ」が生鮮出荷されたに留まっている。戦時中配給統制品として、生すけそう鱈が家庭に配給され、今日に至っても東京都民に当時の悪評を残しているのは、処理形態として、例外に属することであった。

戦後は、輸出向品（明太魚、塩蔵すけそ、素干すけそ）は衰退し、反面、皮剥開すけそ、棒干し、塩蔵助子が中心製品となった。（写真2）



写真1 稚内港における北洋転底曳船の水揚げ

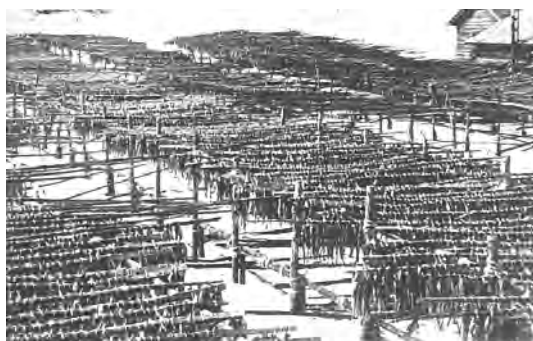


写真2 棒スケソ干場

<練製品原料としての「すけそう鱈」利用>

生鮮すけそう鱈（以下、スケソと呼ぶ）から良好な蒲鉾が出来る事は業界では知られており、新潟市の堀川蒲鉾工業の堀川氏は、戦時中、北海道噴火湾砂原村に居住していたが、蒲鉾製造に不可欠の澱粉の配給を絶たれた際に、スケソで無澱粉蒲鉾を研究、立派な製品をものにし、後にこの技術によって農林大臣賞を受賞している。

北海道水産試験場余市支場では、1952（昭和27）年以降、ホッケ、あるいはスケソを原料とするソーセージの製造試験が行われ、試験品は試売され好評を得た。その後、1956（昭和31）年には、ホッケ、スケソ単品の標準製法を決めている。1955（昭和30）年に、たまたま新潟市の堀川蒲鉾工業を見学した北海道水産試験場の西谷技師は、スケソのみで優秀な蒲鉾を作っていることを知り、スケソの今後の高度利用の方向は、蒲鉾製造技術の確立にあると痛感したと後に述べている。

しかし、スケソの練製品利用には大きな難関があった。スケソから作った練製品は弾力いわゆる「アシ」もあるが、一旦冷凍保管したものは急激に肉質が変化して、1ヶ月も経たぬうちに練製品原料としての価値を失ってしまう事であった。これは、練製品原料に必要な不可欠な「塩溶性蛋白質」が、冷凍によって急激に変性する為である。すなわち、ミオシン系蛋白質は、蒲鉾など練製品を作る際に食塩に溶解し、弾力を形成する蛋白質であるが、冷凍中に変性して食塩に不溶となり、結着性が失われ弾力形成能が低下する。

吉村、相馬ら（1951. 日水誌Vol. 17, No2.）がすけそう鱈をフィレー、落とし身として-25℃で凍結後、-10℃に貯蔵し日数経過によるミオシン系蛋白の変性と、蒲鉾の弾力を調べた。その結果は（図-2）に示すように、冷凍後20日でミオシン系蛋白は約1/3量と急激に減少し、50日目では生鮮時の1/4量に減少しており、冷凍によって殆どの肉蛋白が変性し、蒲鉾形成能も同様な傾向で低下していることを示している。また、徳永等（1961. 北水研報告, No23.）は、すけそう鱈をラウンド、フィレー、落とし身の形態別に処理し、冷凍条件を同様にした場合の蛋白変性について、処理過程で筋肉組織を壊すほど冷凍変性を受けやすく、ラウンド>フィレー>落とし身の順に品質が悪くなり、蒲鉾の弾力も同様に低下することを認めている。

従って、この蛋白変性を防止出来れば弾力形成能は保持される事になり、この為の研究が行われていた。

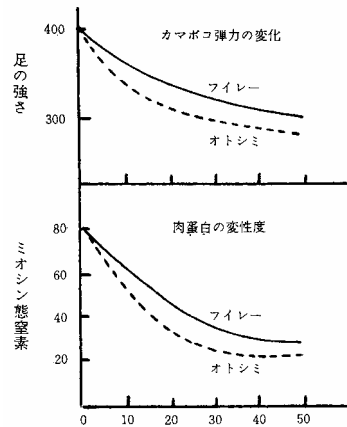


図2 凍結中の肉蛋白変性と
カマボコ弾力の変化（吉村）

1. スケソ有効利用の研究のあゆみ

日本水産（株）函館支社では、練製品原料は将来は不足する趨勢にある事を見越して、北海道で多獲されながら卵以外に特に有効利用の途がなく、価格的にも安かったスケソを活用する事が必要と考え、1958年（昭和33年）、冷凍すると蛋白質が変性して、練製品化出来ないという欠点を解決する研究に入っている。1959（昭和34）年の暮れから1960（昭和35）年の春にかけて、中央研究所の社員を道立水産試験場余市支場に派遣し、西谷技師と共同研究を行わせている。（写真3）

スケソには、冷凍による蛋白変性または変質に関与する物質が肉中に多く存在するので、これらの除去のため魚肉の水晒しが考えられた。実験の結果、水晒し回数を増す毎に「アクトミオン-N」の変性率は少なく、また無機塩、水溶性蛋白の残存率の少ないものほど変性率が低いことが判った。

また、偶然の結果として、練り肉への糖類添加が有効であることも判明し



写真3 網走技術研究所附属工場風景

た。西谷技師の後日談によれば「ある日、スケソから作った魚肉ソーセージの練り肉が余ったので、その分を凍結保管しておいて、後日、解凍してソーセージに加工したところ、冷凍練り肉であるに関わらず「アシ」が出ており、糖類が変性防止に有効であることに気づいた事による改良であった」と打ち明けている。

話はそれるが、同じ頃に関西で冷凍すり身に関する研究が偶然進んでいた。1959（昭和34）年、京都大学清水亘教授（前述）の下で学んでいた大学院生の池内常郎氏（現・京都、茨城屋4代目当主）が、ふとした事から「魚肉すり身は凍結貯蔵によって、そう容易に蛋白変性を起こすものではない」という事実をつかみ、やがて「加塩すり身」の製法確立へと進んでいるが、当手を振り返って「同じ頃に道水試で同様の研究が着々と進んでいるとは夢にも思わなかった」と述べている。池内氏を指導した清水教授は、「蒲鉾のすり身に砂糖を加えると坐らない」という現象を戦前に発見し、1943（昭和18）年の日本水産学会誌に発表しているが、研究室にいた池内氏が「すり身に砂糖を加えて冷凍貯蔵すれば、長期間にわたってアシを落とさないうで貯蔵できる」という事実を発見したと聞き、特許を出願するように勧めたが、池内氏は「もう少し実験を重ねてからにします」という事で数年が経過した。

一方、道水試は1960（昭和35）年に冷凍すり身製法を、西谷技師名で特許出願している。この出願に対し、特許庁から「拒絶理由通知書」が送られて来たが、折り返し「意見書」「出願内容訂正書」を提出。1962（昭和37）年には「出願公告」となり、翌年[多水性魚肉の蛋白変性防止法]として登録となった。公告を見て驚いたのは清水教授である。「西谷技師の方法と原理において根本的に相違しているから別の特許になる。それならこちらも出願しよう」という事になって、遅れ馳せながら申請した。しかし特許庁は「出願前に公表し公知の事実である」という理由で却下した。既に日本水産学会、練製品新聞に発表していたのである。清水氏は「砂糖の添加によって蛋白変性が防止出来た事はノーベル賞に値すると思う」と述べている。

<私の「冷凍すりみ」との関わり合い>

1. 北海道での魚肉ソーセージの生産

私が嘗て勤務した日魯漁業(株)は、1948（昭和23）年に久里浜支社で練製品の試験製造を行い、1950（昭和25）年に戦後の日魯漁業における魚肉ハムソーセージの嚆矢とも言うべき、「ハムニー」を都内デパートで試験販売している。この製品はマグロを主原料にした魚肉ハムで、味は良かったが日持ちの点で難点があり、また朝鮮戦争による軍需景気のため輸出マグロ缶詰、冷凍マグロの好況もあって原料が値上がりした為、短命に終わっている。その後、1955（昭和30）年に、マグロを主体にサケ、マスを配合した「サーモンソーセージ」の商品名で発売を始めた。当時、北海道で販売する「サーモンソーセージ」は久里浜支社から供給されていたが、需要の増大に対処すると同時に新鮮な製品を供給するため、消費地生産方式をとることに決定し、札幌に工場を建設する事になった。1960（昭和35）年、私は函館支社事業課に勤務していたが、新設工場の要員として道内各工場から集められた数名の社員と共に札幌支社勤務を命ぜられた。辞令交付の時に、函館支社長から命じられたのは、思いがけない以下の課題であった。

「魚肉ハムソーセージは、その原料の大半をマグロに依存しているが、やがては漁獲量が減って魚価もあがり、練製品原料としては使用出来なくなるだろうと思っている。その対応の為に、北海道の多獲魚であるスケソやホッケの利用を考えていかなければならない。これらの原

料魚を冷凍しても、アシが落ちないような加工方法はないものだろうか。出来れば今年の冬から操業を始める札幌工場で使用したい」。

当時の我々の常識として、スケソは生原料としてはともかく、冷凍保管すれば肉質がスポンジ化し、これをマグロなどに混ぜ合わせれば製品のアシを落とすことになるので、全く使用に耐えない代物であると考えられていた。支社長の言葉は、我々にとって途方もない難題に思われた。

2. 冷凍すりみ開発の取り組み

札幌工場操業開始迄に何としても目途をつけなければ…。我々は母校を訪ねて文献を漁ったり、手当たり次第にサンプル試作を重ねていった。勿論、失敗の連続である。多くの先輩が苦勞しながらも完成しえなかったものが、簡単に解決するはずもなかった。4月が過ぎ去り5月も無為に送られた。7月に入って、たまたま道水試の西谷技師グループの研究が成功に近づいているという話を偶然聞き込み、先輩と共に期待を込めて網走支場を訪れた。事務所で対応に出たI支場長にこれまでの経緯を説明し指導をお願いしたが、I支場長の対応は誠に冷やかなものであった。「どのような噂が流れているか知らないが、まだ研究途上であって教えるような状態ではない」。後になって判った事だが、道水試網走支場では、企業化のため3ヶ月前に、網走、余市の民間4工場（興浜産業、山田水産、阿部商店、鱗光冷蔵）を指定していたのであった。私共の突然の依頼を受けても、指導を受諾するのは無理な状況だったのである。

3. 地獄に仏の想い

一縷の希望を絶たれ、事務所からとぼとぼと駅に向かって歩いている私共に、後ろから呼び掛ける人がいた。自己紹介されて初めて判ったのだが、道水試の西谷技師であった。意外にも、西谷技師は「色々ご苦勞されている様ですね。我々の研究もまだ完成の段階ではなく、まだまだ改良の余地が残されている状態ですが、お役にたつような資料をお教えしますので、明日からでも支場に通ってみませんか？ I支場長には私から話をしておきます」との暖かい言葉をかけてくれた。まさに地獄に仏の心地であった。歴史に「もし」という言葉はないと言うが、

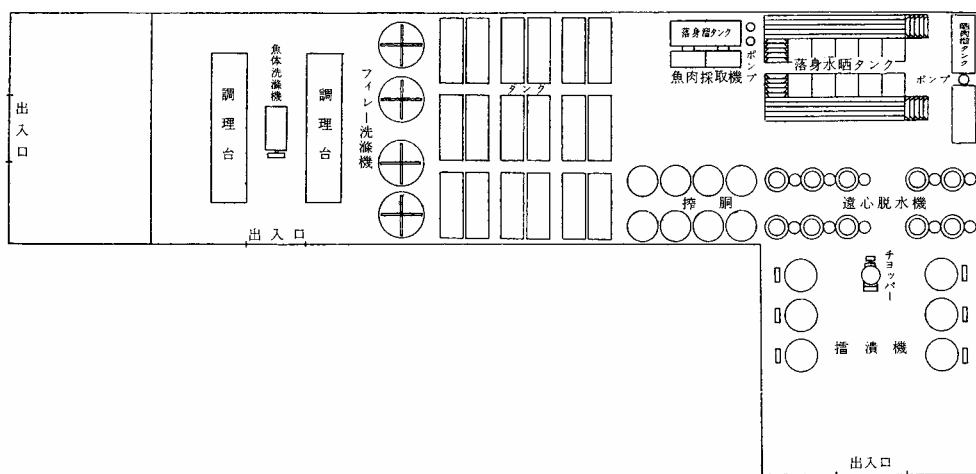


図3 平面図

もしこの一言がなかったならば、その後の札幌工場での「魚肉ソーセージ」の生産も私の会社における立場も、全く別のものになっていたことと思う。今以て、何故西谷技師があのような暖かい言葉をかけてくれたのか判らないが、とにかく、私の50年に亘るサラリーマン生活の中で、最大の恩人であることには間違いない。(図-③)

4. テストプラントの設置

私共は日魯漁業網走工場を寝泊まりの場とし、そこから支場に数日間通った。そこで資料と共に手にしたソーセージサンプルは、数ヶ月間冷凍保管したスケソ原料によるものとは信じがたいものだった。色の白さ、弾力ともに生原料を使用した製品に少しも劣らぬものだった。

更に日魯漁業稚内工場を試作の場とし、水晒シタンクの代わりに四斗樽を数個並べ、脱水用の締胴を数台、中古播潰機1台という実験室的規模で冷凍スケソすりみの試作を始めた。1日の生産は僅か数百kg.で、今から思えば誠にのんびりとした製造であった。原料は死後硬直直後間もない鮮度の良いもののみを使用した。サンプル数トンが、早速、久里浜支社へ送られ、[Kg. 80円]では安いくらいだという予想以上の好評を得た。これに力を得て量産化に踏み切る事になり、10月初旬、西谷技師指導のもとに日魯漁業網走工場内で休営していた竹輪加工場の一部50坪を改装し、油本式採肉機1台、佐野式遠心脱水機6台、チョッパー1台、播潰機3台の設備で、従業員25名による冷凍すり身日産2.5トンのテストプラントを完成させた。生産量は微々たるものであったものの、当時は一般的であったフィレー水晒シに代わる新設計の落身水晒シタンクを備え、ベルトコンベアーや送肉ポンプでライン化したモデル工場であった。

(図-④) それまでは水晒シ魚肉を袋に入れ締胴で時間をかけながら脱水していた工程を、西谷技師のアドバイスで佐野式遠心脱水機に置き換えたが、脱水肉を袋から剥ぎ取る時間が不要となり、大幅な作業時間の短縮に繋がった。

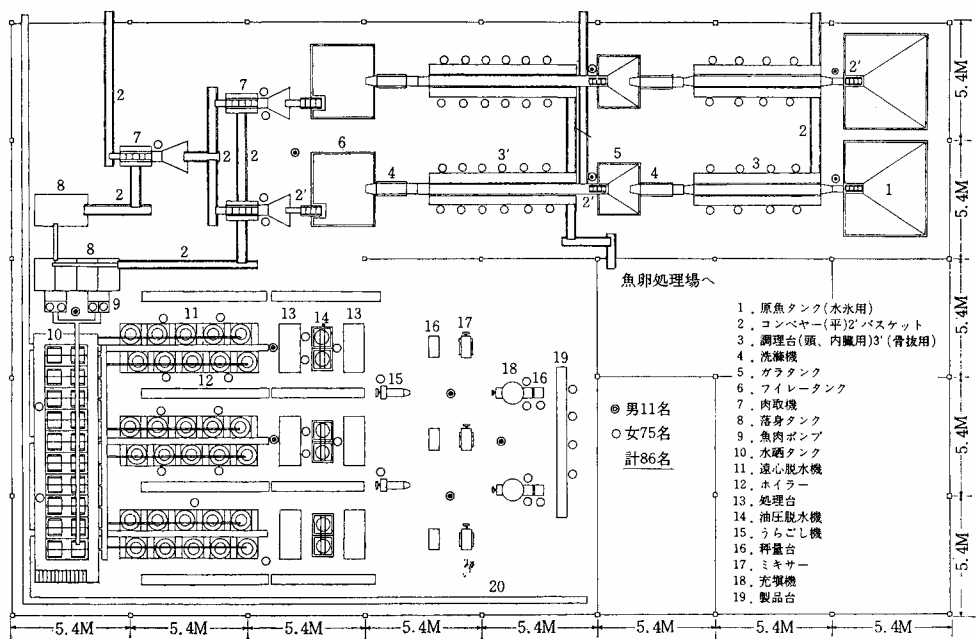


図4 すり身製造機械配置図(旧) 10~13Ton/D

なお、この指導を受けるに際して、西谷技師からは2項目の前提条件がつけられている。すなわち「これらの設備および操業状況は、道水試の許可を得た企業の誰にでも見学させる事」と、「操業に関する資料はすべて公開する事」であった。このため連日のように各企業から見学者が訪れて、工場は盛況を呈した。各企業はこれらの設備をもとに改良を加えて自社工場を建設したため、このモデル工場は1年もたたない内に最も陳腐化した工場となってしまった。その後、各工場の設備や工程改善は進み、1968（昭和43）年、昭和天皇の北海道行幸に際しては、皇后陛下とご一緒に稚内地区のすり身工場を見学戴くという光栄に浴している。（写真-④）

このテストプラントでは、10月～12月までは小ホッケの冷凍すりみ、4月～9月まではスケソすりみと原料の漁獲時期に合わせて操業し、1961（昭和36）年には約300トンの冷凍すりみを生産する事が出来た。



写真4 両陛下稚内地区スリミ工場ご視察（43. 9）

*あれから半世紀が過ぎ私も傘寿を超えてしまったが、懇切な指導を戴いた西谷技師も既に故人となり、当時この開発に関わった人々も多くは他界している。ついこの間の事のように感じられるがまさに月日の経つのは早いものである。

5. 札幌工場の操業開始

前述の札幌工場は、1960（昭和35）年12月15日に操業を開始しているが、この操業開始に間に合わせるべく、このテストプラントの他に稚内工場、紋別工場でも冷凍すりみの生産を開始し、休日返上の操業で冷凍すりみの在庫を増やしていった。この結果、ぎりぎりではあったが、札幌工場の操業開始時には何とか所定の在庫量を確保出来、函館支社長の念願であったスケソを主原料とする魚肉ソーセージの製造、販売に漕ぎ着けることが出来た。1年に満たない期間、綱渡りのような日程をこなしたが、所期の目的を達成出来たのは、全くラッキーな出来事の連続によるものであった。

久里浜工場の魚肉ソーセージ、ハムの生産能力は日産600,000本であったが、札幌工場は僅か50,000本であった。それでも当時の北海道内での販売量は、たかだか5,000本/日だったので、当初は過剰設備という印象が強かった。しかし、冷凍スケソすりみを主原料とした札幌工場製品は評判が良く、売上が予想以上に伸びたため、翌年10月には63,000本/日体制に設備拡充を行っている、

6. 技術士資格への挑戦

私は、その後、東京本社技術部へ転勤となった。1965（昭和40）年には、無晒冷凍すりみ試作試験のため大型トロール船に乗船し、6ヶ月間をベーリング海で過ごした。

乗船寸前には、その可能性を巡って部長、課長と喧嘩別れとなる激しい意見の衝突（その影

響もあって部長の役員昇任は見送りとなった) や、操業中の得難い面白い体験談もあったが、本題とはかけ離れるので、この間の思い出話については割愛したい。

その頃、直属上司が技術士試験に合格し「この資格はかなりの経験と学識がなければ合格出来ない権威ある資格だ」と飲む度に自慢するので発憤し、ダメモトと考えて1966(昭和41)年に科学技術庁の技術士試験(水産部門)を受験する事にした。受験票受付の担当官が私の経歴に目を通し「貴方の得意とする[冷凍すりみ]とは何か?」と訊ねた。当時は「冷凍すりみ」という言葉は現在ほど市民権を得ていなかった。そこで私はまず蒲鉾の製造について話し、更に原料の冷凍による蛋白変性について説明した。しかし、担当官は理解出来なかった上に「貴方は技術と技能を混同している。技能者としては適格かも知れないが、技術士試験には無理だ」と見当違いの説明を始めた。そのまま引き下がる訳にはいかないので、更に冷凍すり身開発の際に勉強した蛋白変性やトロール船上での試作試験について説明を重ねたところ、やっと納得がいったのかガラリーと態度を変え「よーく判った。貴方は試験に合格する。この私が言っているのだから間違いない」と妙な太鼓判を押して、受験票を受理してくれた。それから数ヶ月、会社の仕事が終わると悪友の誘いを断って真っ直ぐに帰宅し、自信が無かった共通科目の勉強に深夜まで取り組んだ。担当官の太鼓判が利いたのか、幸いに私は試験に合格し[技術士(水産部門)・第4562号]の資格を取得した。それ以後、上司と一緒に酒を飲んで、技術士の話題は避けるようになった。出来の悪い部下が同じ資格保持者となり、自分の権威が落ちたと感じたのかも知れない。

資格が取得出来たのも「冷凍すりみ」の企業化に携わったお陰であり、そのきっかけを作ってくれた当時の佐藤函館支社長と、北海道のスケソに感謝している。首都圏に住むようになってから、かつての様な鮮度の良い大型スケソを食べる機会が無くなったのは残念である。

7. 「あみだくじ」の人生

私事ではあるが、冷凍すり身に従事した年の9月に長女が生まれている。当時、私は稚内に長期出張中であつた。ある日、母から作業場に電話が来て、長女が生まれたからすぐ函館に帰って来る様にとの事だつた。「子供が生まれたからと言って仕事を中断して帰る訳にはいかない」と断つたが、電話の声の向こうに何か異様な雰囲気を感じられたので、私は函館行きの急行列車に飛び乗った。当時、稚内、函館間は急行列車でも12時間を要した。妻は出産後に子癇を発症し、病床で意識不明のまま生死の境を彷徨っていたが、私が病院に着いて間もなく意識だけは取り戻した。生まれた長女は僅か1,900gという未熟児で、保育器に収容したものの医師は匙を投げていた。数日後、襲って来た台風によって函館市街は長時間の停電となり、不運にも保育器の電源も切れた。酸素供給と体温補助手段の無い中で、娘は再び命の危険に曝された訳である。妻の機転でベッドに湯たんぽを入れて、ひたすら送電再開を待った。今思えば、担当医師の誤診による妊娠中毒症の見落としであった。その後、妻の体調も回復し、長女も小柄ながら順調な発育を遂げた。妻はその後大病する事もなく、一昨年には金婚式を迎える事が出来た。長女も50歳を越す年齢となり、孫は大学2年生となった。

前にも述べた「もし」を繰り返すが、あの時、もし母子共にこの世に別れを告げていたならば、私の人生も別の道を歩んでいた事だろう。或いは、蒲鉾を初め練製品と名のつくものは一切口にしようともしない人生を送っていたかも知れない。

人生とは「あみだくじ」のようなもので、分岐点の多い小径の連続である。何かの偶然でくじに横棒が一本入っただけで、辿る道はガラリと変わる。私は、良い横棒が何本か入った人生を送れているのではないかと思っている。

〔参考文献〕

- ・北海道冷凍魚肉協会：「冷凍すりみ・この十年」-企業化10周年記念紙- 1960～1968（昭和44年）
- ・日魯漁業株式会社：「日魯漁業経営史・第2巻」（平成7年）
- ・フリー百科事典「ウィキペディア」

<文献紹介>

『ここがポイントかな？ 食品冷凍技術』

新着文献情報 その34：平成24年1号（平成23年10月～平成24年1月）

公益社団法人日本冷凍空調学会 参与
東京海洋大学 食品冷凍学研究室
白石 真人

1. 解凍法の違いが食品中のビタミンB₆損失に与える影響、伊佐保香，上田えり，橋本香奈，三嶋智之，早川享志、岐阜女子大学紀要 第40号 89-94 (2011. 3.)

食品保存法には乾燥法、塩蔵法など様々な方法があり、なかでも冷凍法は生鮮状態で食品を保存できるというほかの方法には見られない特徴がある。冷凍食品の品質保持には凍結条件や前処理条件が重要であるが、ビタミン栄養の観点からみると凍結前の熱処理による水溶性ビタミンの損失、凍結保存時における酸化、解凍時に生じるドリップでの損失が考えられる。そこで、著者らは解凍時に損失するB₆量をより低く抑えるため、動物性食品及び植物性食品を用いて流水解凍、冷蔵庫内解凍、室温解凍の解凍条件の比較を行っている。試料のほうれん草は市販の冷凍食品を使用している。解凍による品質変化は、ロート上の試料からの流出によるドリップ量とAOAC法（ATCC9080によるバイオアッセイ）でビタミンB₆を定量している。

その結果、動物性食品（鶏肉）では、冷蔵庫内解凍が解凍時間はかかるもののドリップ流出量が少なく、損失を抑えることができたが、解凍時間の短縮を考慮すると流水解凍でも損失率は冷蔵庫内解凍と有意な差が見られないため有効な解凍手段であるとしている。植物性食品（ほうれん草）では、動物性食品と同様に冷蔵庫内解凍が最も損失率を抑えることができたとしているが、流水解凍では解凍時間が短縮できるものの損失率が有意に高いことより避けるべき解凍法であるとし、解凍時間の短縮、損失率の抑制を考慮すると室温解凍がより有効な解凍手段であるとしている。ビタミンB₆はその誘導體により生体利用率、整理作用などが異なっており、健康、栄養学的には食品素材ごとの有効な利用法についての検討がされ、冷凍の見直しも行われている。【上野翔世】

2. 冷凍条件に起因するパン生地の障害に関する研究（凍結速度の影響）、山田盛二、萩須昭雄、平岩隆夫、熱物性、25（3），121-128, 2011

冷凍条件に起因するパン生地の障害に関する研究（第2報、最低到達温度の影響）、山田盛二、萩須昭雄、平岩隆夫、熱物性25（3），129-135, 2011

パン生地に対する凍結速度の効果について、製パン後の気泡面積（内相）、比容積、硬さを測定し、実際の製品品質の向上のため、冷凍パン生地製造工程における凍結速度の分布を直接差分法を用いて数値解析した温度履歴から推測している。数値解析ではほとんどの物性値（比熱、潜熱等）が温度の影響を受けるが、ここでは生地が凍結する過程で凍結率は温度に依存しない、氷結晶の安定核が形成された後は常に凍結温度において状態変化が生じるものとして潜熱を取り扱っている。凍結速度は各部位の微小区間における生地が凍り始めてから凍り終わる

までの時間でその微小区間の代表長さを除した値（単位m/sec）である。図9に凍結速度と比容積の関係が図示されているが、横軸の凍結速度の逆数は30～300sec/mmの範囲である。緩やかな凍結速度では発酵工程で生成する炭酸ガスの保持性が低下し、ボリューム感やクラムの柔らかさが損なわれることが示されている。有効熱伝導度は実測値を用いている（山田盛二ら、熱物性、10（2,3）54-58,1996）。

第2報は凍結過程における生地内部の最低到達温度の分布の数値解析モデルから生地構造に及ぼす凍結到達温度と酵母の活性（失活）を調べている。

3. 総説 食品のスーパーチリング

Superchilling of food: A review, Lilian Daniel Kaale, Trygve Magne Eikevik, Turid Rustad, Kjell Kolsaker

Journal of Food Engineering 107 141-146 (2011)

「0℃近辺の争い」今月の視点、初谷誠一：食品流通技術17（4月号には0℃近辺の温度帯の利用について、氷温、パーシャルフリージング、寒温、適冷温、スーパーチルドを列記している。技術的に適切な評価の必要性についても示唆がある。本総説は59程の論文を参考している。日本と思われるのは1編でYamaneらのクルマエビの論文（2004年）であるが、温度は氷結晶が形成されない0℃以下として記述されている。ところで本総説のsuperchillingでは初期凍結点（initial freezing point）の下の1～2℃の間としている。利点としては食品の新鮮さの維持、高品質、有害な微生物等の増殖抑制の3点である。Superchillingの特徴、方法などをまとめ、課題として氷結晶成長、コンピューターシミュレーションが重要であることを力説している。本総説中の図は1ヶ所だけで温度（-40～0℃）と氷結晶含量（鮭フィレー）、温度（-20℃～10℃）と比エンタルピーの関係で、図中にsuperchillingはエンタルピーで0～-86ほどのところに矢印線が入っている（温度では-1.1～-2℃程度）。本総説で詳述されている技術が工業的レベルで実施されるようになれば世界的な食品に対する新鮮さ、健康性の要求に対して市販商品の付加価値を高めることになるということである。

冷凍の特集：

2011年10月号 Vol. 86 No. 1008

[小特集：空調負荷を軽減する技術]

[報告書 日本冷凍空調学会 調査・研究プロジェクト]「電磁場等を利用した凍結方法の評価」活動報告書、高井 皓 31 (791)

[新技術・新製品・新設備紹介] 自然冷媒装置による冷蔵倉庫の電力削減効果、浅野英世 49 (809)

[報告記] 八戸講演会・工場見学会、河野晋治 54 (814)

2011年11月号 Vol. 86 No. 1009

[特集：大型冷凍機運用機能向上のための技術]

[食品技術講座 5 食品の安全・環境技術に役立つ冷凍講座] 第29回 みやぎの魚「シイラ」の高付加価値化、長野昌子・安田広志・武田 博・黒木隆一・永友聖代 29 (873)

[最近気になる用語]、ハクレン、宮尾宗央 38 (882)

2011年12月号 Vol. 86 No. 1010

[報告記：第23回国際冷凍会議] 第23回国際冷凍会議、齋藤 潔 2 (896)

IIR総会・運営委員会・執行委員会

国際冷凍会議で講演をして、鈴木朋樹他、21 (915)

[食品技術講座5 食品の安全・環境技術に役立つ冷凍講座]、第30回 辛子明太子の製造と冷凍保管について、磯野隆尚・佐藤茂樹・篠原満寿美 23 (917)

[新技術・新製品・新設備紹介]、空冷式冷却器を使用した酒類の熟成システム、須藤 惇・須藤朗孝 33 (927)

第25回冷凍技術研修会 高風速 (20~30m/s) フリーザー実験設備、大石 聡 44 (938)

[最近気になる用語] 放射線量を表す単位、金子浩大 64 (958)

2012年1月号 Vol. 87 No. 1011

[特集：次世代へのコールドチェーン高度化技術開発の展望]

特集にあたって、白石真人、3 (3)

1. Farm to Tableの成果と低温環境制御の原理

1.1 消費者側のQOL (食生活の質) 向上をめざしたコールドチェーン、高井陸雄、4 (4)

1.2 生産側の食品の種類と特性の基礎原理、鈴木 徹、10 (10)

1.3 生産と流通における食品特性からみたコールドチェーン、篠崎 聡、20 (20)

2. コールドチェーンを深く考えるための事例

2.1 海外のコールドチェーン事情、荒木徹也、23 (23)

2.2 物流費用と環境負荷を考慮した水産物輸送の基礎的考察、兵藤哲朗、29 (29)

2.3 冷凍流通食品の流通実態と課題、春日文子、34 (34)

2.4 コールドチェーンの設備・機器の事例、高松邦夫、44 (44)

3. コールドチェーン高度化開発普及協議会の活動

3.1 コールドチェーン高度化開発普及協議会 ~その設立経緯と活動成果について~、宮尾宗央、52 (52)

3.2 コールドチェーン高度化の課題と次世代展望、鈴木 徹、57 (57)

[食品技術講座6 食品の安全・品質に関する技術講座] 第1回 凍結濃縮による食品および食品素材のガラス転移、川井清司、59 (59)

集 1 :

冷凍食品メーカー 秋の新商品、肉食需要を掴め、高品質なオリジナル商品で各カテゴリーを活性化：ミート・ジャーナル、48-532011, 9

東日本大震災の発生によって生活者の消費構造が大きく変化したという。省エネ、エコ意識が急速に高まり、自宅での食事が増えている。冷凍食品が家庭での食卓のおかずになる一方で業務用需要が沈んでいる。冷蔵メーカーの畜肉冷凍食品の新傾向が紹介されている。味の素冷凍食品、ケイエス冷凍食品、テーブルマーク、ニチレイフーズ、宝幸、マルハニチロ食品である。

集 2 :

冷凍米飯の保存試験、(社)日本精米工業会技術部、精米工業、49(7),50-53,2011
家庭用冷凍庫で凍結したご飯を食味試験(官能検査)で評価し1元配置分散分析で解析している。

集 3 :

「小鯛のささ漬け」の冷凍長期保存で成果(中間報告)、特集 ロングライフ食品と包装のこれから、アカデミック最前線、福井県立大学、表皮色調変化で酸素バリア包材の明らかな有効性を確認、食品包装、2011/9,30-33

集 4 :

冷凍倉庫温度変動による保管物品質低下量の評価法、平成23年度日本技術士会水産部会、研究発表会、杉本昌明、水産週報、2011.12.1号、20-21

集 5 :

水産加工品の品質保持と冷凍貯蔵の温度条件、若生 豊、伊藤 由加里、八戸工業大学エネルギー環境システム研究所紀要、9,15-21,2011-03

集 6 :

食肉・水産加工における冷凍・解凍装置の重要性の高まり(特集 食肉・水産加工技術の近況)、
鳥田 主基穂、ジャパンフードサイエンス 50(10),35-37,2011-10

集 7 :

癌の凍結切片組織のFT-IR顕微鏡観察による新バイオイメージング法の開発、三好憲雄、ぶんせき、2011-5、270-272

手術中の生検組織切片(10 μ m)の鮮度を保てる試料ホルダーを開発している。温度制御装置と100%窒素混合ガスを供給し、調湿(60%)しながら4 $^{\circ}$ Cで試料の鮮度の劣化を抑えている。鮮度の低下はATP量を測定している(25 $^{\circ}$ C)。顕微鏡の解像度、水のピークの処理法など詳細はまだ不明であるがタンパク質レベルの解析に応用を試みている。

集 8 :

ヨーロッパにおける冷凍食品の革新、伊藤るり、食品と容器、53(2),107-108 2012
Food Manufacture (UK),v11-7 p69 からの海外技術情報である。ロンドンで4日間開かれたn-ice (frozen food gourmet restaurant) <http://onlinenewsroom.co.uk/n-ice/> の記事もある。

集 9 :

冷凍・解凍が水産物に与える影響と各冷凍方式の特徴(特集 養殖魚の冷凍流通の可能性)、鈴木徹、養殖、2012.2,24-27

集10 :

冷凍水産物マーケットの現状と可能性 (特集 養殖魚の冷凍流通の可能性)、佐野雅昭、柏原正嗣、桜井健一、養殖、2012. 2, 28-31

集11 :

水産分野で活躍する冷凍技術 (特集 養殖魚の冷凍流通の可能性)、中山淳也、養殖、2012. 1. 2, 20-23

集12 :

Development of fish gelatin edible films using extrusion and compression molding
Murali Krishna, Caleb I. Nindo, Sea C. Min
Journal of Food Engineering 108 (2012) 337-344

集13 :

Artificial neural network model for prediction of cold spot temperature
in retort sterilization of starch-based foods
Yvan Antonio Llave, Tomoaki Hagiwara, Takaharu Sakiyama
Journal of Food Engineering 109 (2012) 553-560

集14 :

Influence of yeast and frozen storage on rheological, structural and microbial
quality of frozen sweet dough
Smail Meziani, Jordane Jasniewski, Pablo Ribotta, Elmira Arab-Tehrany, Jean-Marc
Muller, Mohamed Ghoul, Stephane Desobry
Journal of Food Engineering 109 (2012) 538-544

集15 :

Critical water activity and amorphous state for optimal preservation of lyophilised
lactic acid bacteria
Stephanie Passot ., Stephanie Cenard, Ines Douania, Ioan Cristian Trelea, Fernanda
Fonseca
Food Chemistry xxx (2011) xxx.xxx

集16 :

Temperature dependency of linear viscoelastic properties of a commercial
low-fat soft cheese after frozen storage
Barbara E. Meza, Roxana A. Verdini, Amelia C. Rubiolo
Journal of Food Engineering 109 (2012) 475-481

集17 :

Prediction of the diffusion coefficients in multicomponent liquid refrigerant solutions

Hector A. Tello Alonso, Amelia C. Rubiolo, Susana E. Zorrilla

Journal of Food Engineering 109 (2012) 490-495

集18 :

Mathematical modeling of the heat and mass transfer in a stationary potato sphere impinged by a single round liquid jet in a hydrofluidization system

Juan M. Peralta, Amelia C. Rubiolo, Susana E. Zorrilla

Journal of Food Engineering 109 (2012) 501-512

集19 :

Influences of storage time and temperature on the xanthophyll content of freeze-dried egg yolk

Michael Wenzel, Ingrid Seuss-Baum, Elmar Schlich

Food Chemistry, 124 (4) , 15 February 2011, 1343-1348

集20 :

Critical water activity and amorphous state for optimal preservation of lyophilised lactic acid bacteria

Stéphanie Passot, Stéphanie Cenard, Inés Douania, Ioan Cristian Tréléa, Fernanda Fonseca

Food Chemistry, In Press, Corrected Proof, Available online 15 June 2011

集21 :

Effect of harvesting stress and storage conditions on protein degradation in fillets of farmed gilthead seabream (*Sparus aurata*) : A differential scanning calorimetry study

Elisabete Matos, Tomé S. Silva, Teresa Tiago, Manuel Aureliano, Maria Teresa Dinis, Jorge Dias

Food Chemistry, 126 (1) , 1 May 2011, 270-276

以上

近年におけるコールドチェーンの調査動向

ハウス食品(株)ソマテックセンター

チーフ研究員 宮尾 宗央

1. 日本におけるコールドチェーン発展とコールドチェーン勧告

コールドチェーンの発展は1965年当時の科学技術庁資源調査会より出された「食生活の体系的改善に資する食糧流通体系の近代化に関する勧告」（いわゆるコールドチェーン勧告）によるものが大きい。この勧告を受けて科学技術庁は1965年から3年間にわたって、青果物・枝肉などの低温輸送試験・青果物の長期貯蔵試験・青果物の予冷試験などコールドチェーンにかかわる、さまざまな事例実験をおこない、関連業界に刺激をもたらした。

まずコールドチェーンを構成する設備・機器面で発展がみられた。たとえば野菜の予冷施設は1965年ごろより設置され、8年後の1973年には100施設を超える設置数となった。*1) また国鉄冷蔵コンテナ設備は1965年にはわずか47台だったが、5年後の1970年には1141台と大幅に増強された。

次にコールドチェーン全段階における取扱い基準を定め、システムとして確立させようとの動きがみられた。1971年には「冷凍食品の自主的取扱い基準」の形で、製造、貯蔵、輸送、配送、小売りとコールドチェーンの全段階における取扱いの基準を、もともと厳格な温度管理を要する冷凍食品について関係業界がとりまとめることとなった。*2)

これらのコールドチェーンの発展は、一般家庭における冷凍冷蔵庫の普及、東京オリンピック選手村食堂における冷凍食品の採用などの影響と相まって、冷凍食品産業の発展に寄与した。コールドチェーン勧告後の10年で、冷凍食品生産量は2.6万t（1965年）から35万t（1975年）へと飛躍的に伸びたのである。

2. 社会環境の変化とコールドチェーン高度化開発普及協議会設立

その後数十年の社会環境の変化により、廃棄物の削減・省エネが日本の食品産業界に求められる社会的要請となった。コールドチェーンは、低温保管による食品の日持ち向上による廃棄物削減という正の面と、流通・保管時にエネルギーコストを要するという負の面を合わせ持つ。そのため、コールドチェーンの将来を考える場合、生産・流通・消費の全段階において、低温保管による食品日持ち向上と使用エネルギーの削減の両立が必須となり、個々の事業者では解決が困難である。

この様な状況の元、東京海洋大学、東京大学、日本冷凍食品協会、日本冷凍空調学会、冷凍空調機器メーカーが産学共同で次世代のコールドチェーンの開発普及を目指す「コールドチェーン高度化開発普及協議会」が設立されたのである。その活動内容および成果は、調査報告書の形でまとめられ、冷凍空調学会HPで公開されているため興味あれば参照頂きたい。
(<http://www.jsrae.or.jp/cck/cck2011.html>)

3. 近年のコールドチェーン関連研究の動向

コールドチェーン高度化開発普及協議会の活動に当たり、さまざまな事前調査をおこなった。公的補助金によるコールドチェーン関連報告書類を調査したところ、コールドチェーン研究に役立つと思われるものが多かった。しかし、「コールドチェーン高度化開発普及協議会最終報告書」では、技術専門委員会での講演内容と議論を中心に記述する方針であったため、事前調査内容に関しては軽くふれる程度とせざるを得なかった。今回、「冷凍食品技術研究」においてそれらの事前調査内容を発表する機会が得られたので、今後のコールドチェーン研究に役立つと思われる報告書の内容紹介を行う。

3-1. 卸売市場における品質管理の高度化に向けた規範作成のためのマニュアル

(<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/sijyo/info/pdf/manual.pdf>)

平成18年度卸売市場整備基本方針実施状況実地調査委託事業として、食品総合研究所 流通工学ユニット長 椎名武夫等の学識経験者、青果、水産、畜産、花きの卸売・小売りにかかわる専門家で構成される委員会が2007年3月にまとめたものである。青果、水産、畜産、花きの4分野に渡るが、ここでは青果のみを取り上げる。

この報告書は単に卸売市場における規範作成に止まらず、農場から小売店までの青果物のコールドチェーンにおける特有の問題点にメスを入れた、興味深い内容となっている。

青果物のコールドチェーンを考える際の重要なポイントとして以下の3点が記載されている。

- ① 卸売市場でコールドチェーンが切れるケースが多いこと。多くの青果物流通での温度管理の実態として、産地での予冷温度として3℃～7℃、市場到着時の温度として10℃から20℃、真夏の卸売市場温度として20℃超え、量販店等の小売店では10℃以下での販売が示されており、卸売市場での低温保管が望まれる。
- ② 加工食品や畜産物・水産物と異なり、輸送中も青果物は呼吸している。呼吸作用による品質低下や温度上昇を考慮したコールドチェーンとすべきである。
- ③ 輸送温度以外に、湿度、エチレングスなどのガス濃度、衝撃・振動、土壌由来の病原微生物・寄生虫といった要素が品質に影響を与えることに留意すべきである。

3-2. 中国コールドチェーン実態調査報告書

(<http://www.shokusan-sien.jp/sys/upload/166pdf2.pdf>)

平成20年度農林水産省補助事業東アジア産学官ネットワーク構築支援事業として、東京農業大学 国際食料情報学部藤島廣二教授を委員長とする検討委員会、事務局の食品産業センター、日本冷凍食品協会が2009年3月にまとめたものである。

報告書によると、2009年段階で中国においては全国的なコールドチェーンは構築されておらず、ケンタッキーフライドチキンの様な外資系企業による線での構築に止まっており、その結果生鮮食品の20～30%が運送・保存の過程で損耗・浪費されている。また中国政府もその現状を認識しておりコールドチェーン物流網の構築にかかると共に、2008年より冷凍食品物流に関する国家標準作りを開始しているとのことであった。(2010年3月1日より、中国では「冷凍食品物流包装、表示、運輸および貯蔵 (GB/T 24617-2009)」と「冷蔵食品物流包装、表示、運輸および貯蔵 (GB/T 24616-2009)」の形で国家標準が施行されたことを付記しておく。)

この国家標準作成に当たり、①コーデックス委員会CAC/RCP 8-1976「急速冷凍食品の加工および取り扱いに関する国際実施規範」(1983年増補)、②国連欧州経済委員会内陸運送委員会「腐りやすい食品の国際運送公約」(Agreement for the International Carriage of Perishable Foodstuffs (2003年改定))(その後2011年再改定:ECE/TRANS/219)、③アメリカ冷凍食品円卓委員会「冷凍食品の運送と市場販売—推奨作業規範」(1999年改訂)、④世界食品物流機関(WFLO)「適切な冷蔵」、⑤日本冷凍食品協会「冷凍食品自主的取扱い基準」などの国際基準を取り入れ、先進的な内容となっている。冷凍食品の保存温度 -18°C 以下以外に、販売地点に運び込まれた際の製品温度上限、保管時の製品と壁との距離など細かく規定されているので興味ある方は参考にさせていただきたい

3-3. コールドチェーンの効率化の推進に関する調査 調査報告書

(<http://www.mlit.go.jp/common/000121913.pdf>)

平成21年度に、大日本水産会、日本冷蔵倉庫協会の協力のもと、国土交通省政策統括官付参事官(物流施設)室が実施した「コールドチェーンの効率化の推進に関する調査」の調査結果をとり2010年3月にまとめたものである。コールドチェーン(冷凍・冷蔵貨物の品質を保持するための低温物流)の効率化の中で、効率的なカートンケースの規格標準化に焦点をあてた調査である。

パレットサイズは、日本の場合、常温食品にT-11(1,100mm×1,100mm)、低温食品にT-12(1,200mm×1,000mm)が一般的であるが、世界的にみるとアメリカ等でT-12、韓国でT-11、ヨーロッパで1,200mm×800mm規格が使用されている。この調査報告書では日本・アメリカで良く使用されているT-11及びT-12パレットにカートンケースを積み付けた際にどちらでも底面利用率が良くなる(87%以上)ような規格を考案しパレット輸配送・保管時の効率向上を試みたものである

3-4. 冷凍食品の安全性確保に関する研究

平成19年～21年に厚生労働科学研究費補助金 食品の安心・安全確保推進研究事業として、国立医薬品食品衛生研究所春日文子が総括研究者として、日本冷凍食品協会など多くの協力研究機関の協力のもと行った研究である。コールドチェーン関連の内容としては、冷凍食品以外の冷凍流通食品の流通実態調査と微生物汚染実態調査を実施している。冷凍流通食品とは製造時には凍結されているが流通のさまざまな段階で温度変更される食品群のことである。便宜上、冷凍食品以外に凍結品(-15°C ～ -5°C)、フローズンチルド(-5°C ～ 10°C)、フローズンドライ(10°C 以上)と4分類されている。当初、食品群ごと、コールドチェーンの段階別で実態調査を試みたが、さまざまな理由で流通実態を定量的に把握するのは困難であることが示されている。

なお、本研究では食品衛生法における温度区切り・微生物制御面を考慮した便宜上の分類となっているが、一般的には、冷凍食品(-18°C 以下)、凍結品(冷凍食品以外で凍結状態のもの)、フローズンチルド(流通時は凍結状態で、販売時は解凍され、 10°C 以下の状態のもの)といった呼称が一般的である。

3-5. 食品産業技術ロードマップ集

(<http://web.staff.or.jp/tankoubon.shtml>)

「～2010年代前半を見通した、より活力のあるフードシステムの構築と持続可能な循環型社会実現への食品産業技術の貢献～」といった副題のついたこの報告書は、2011年3月に農林水産先端技術産業振興センターより刊行されたものである。この報告書自体は単にコールドチェーンだけでなく食品産業全体にかかわるものであるが、「コールドチェーン高度化開発普及協議会」の設立と深く関係するため、その由来・内容を以下に示す。

「食品産業ロードマップ集」の発端は農林水産省が2008年7月～9月に実施した食品技術開発の取組状況に関するヒアリング調査である。その結果などを参考にして「食品産業技術検討委員会」（座長：東京大学大学院 農学生命科学研究科 相良泰行教授）がフリーディスカッションを行い、2009年3月に「食品産業技術検討委員会―意見取りまとめ資料―」として、以下の5つの社会的要請領域の指摘と全国規模の食品技術ロードマップ作成の提言を行った。

(http://www.maff.go.jp/j/shokusan/sanki/food_tech/f_sien/pdf/matome.pdf)

- (1) 食の安全、品質管理の徹底、信頼性の確保
- (2) 健康の維持、増進
- (3) 資源の利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物縮減・リサイクル・省エネ・CO₂削減
- (4) 国産農畜産物の利活用の増進、自給率向上、地域活性化への対応
- (5) 生産性向上、国際競争力強化

また平成21年度は社会的要請領域1, 3, 4に関して、平成22年度は社会的要請領域2, 5に関して「食品産業技術ロードマップ策定委員会」（委員長：味の素(株)顧問山野井昭雄）が5年後の実用化を見据えて重点的に開発を進むべき技術内容、開発の方向性などを検討し「食品産業技術ロードマップ集」を完成させた。

コールドチェーンや冷凍とかかわりの深い課題としては「社会的要請領域3 資源の利用の効率化、コスト縮減、副産物利用、廃棄物縮減・リサイクル・省エネ・CO₂削減」における小テーマ「鮮度保持・日持ち向上による廃棄物削減（コールドチェーン技術の標準化）」がある。その中の技術検討課題として①凍結保存食品品質評価手法の確立、②食品凍結関連機器の性能評価法の確立が示されている。

また小テーマ「鮮度保持・日持ち向上による廃棄物削減（ネオフリージング技術によるコールドチェーンの再構築）」の技術検討課題として、①超低温コールドチェーン構築（地域特産物の高付加価値化、利用効率向上）、②チルド流通食品の冷凍保存流通へのシフト（凍結食品種の拡大、廃棄ロス削減）、③超低温凍結技術の高効率化、低コスト実用化、技術検討、④デハイドロフリージング、⑥凍結制御物質の利活用（不凍タンパク質等）」が示されている。

3-6. コールドチェーン高度化開発普及協議会

食品産業技術ロードマップ策定委員会委員長山野井昭雄は、「食」・「農」の分野で技術に焦点を合わせて、産学官のエキスパートが一堂に会し、各々の知見を交え議論を深めてロードマップ策定につなげた事例は、今回が初めてであり、このロードマップを机上の議論に終わらせるのではなく、実行し、あるべき姿を実現することが大事であると述べている。

その意向を受け、食品産業技術ロードマップ策定委員会委員としてロードマップ作成に貢献した東京海洋大学教授鈴木徹は、「鮮度保持・日持ち向上による廃棄物削減（コールドチェーン技術の標準化）」、「ネオフリージング技術によるコールドチェーンの再構築」を具現化するため、コールドチェーン高度化開発普及協議会を設立することとなったのである

4. 終わりに

今回は、近年のコールドチェーンに関するさまざまな報告書を紹介した。報告書の依頼元を見ても農林水産省、厚生労働省、国土交通省とバラエティに富み、さまざまな省庁がコールドチェーンに興味を持っていることが分かる。またそれらの中で、①青果物においては卸売市場においてコールドチェーンが途切れているため、品質の劣化が生じること、②中国では国際基準を取り入れた先進的な法的規制が2010年に公布されたが、日本はいまだ自主基準のみであること、またコールドチェーン全体にかかわる法的規制が無く、遅れを取りつつあること、③国ごとのパレットサイズの差異もあり、カートンサイズの規格標準化が道半ばであること、④コールドチェーンのいずれかの段階で保管温度変更が行われるケースもあること、などの課題も明らかになった。今後コールドチェーンの高度化に当たっては、これらの課題を考慮に入れながら、研究を進めていくことが重要である。

*1) 安生三雄：冷凍Vo160, N0698, P1258-1286 (1980)

*2) 長谷川良：冷凍Vo150, N0578, P1149-1153 (1975)

以上

食品中の放射性物質の新たな基準値について

厚生労働省HPより抜粋

食品中の放射性物質の 新たな基準値について

厚生労働省医薬食品局
食品安全部基準審査課

Ministry of Health, Labour and Welfare

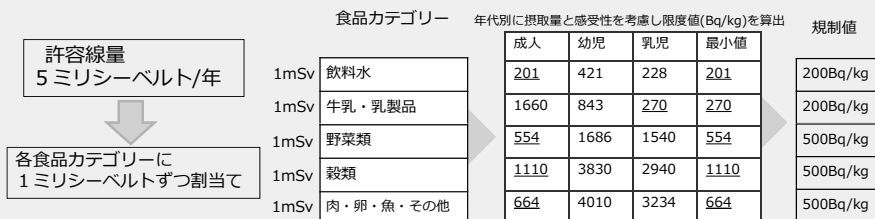
■ 食品の暫定規制値の考え方等について

○食品衛生法に基づく放射性物質に関する現行の暫定規制値については、原子力安全委員会が、原子力発電所事故等を想定した「原子力施設等の防災対策について」の中で示している「飲食物摂取制限に関する指標」に沿って、以下の考え方により設定されている。

- ①食品からの被ばくに対する年間の許容線量を放射性セシウムについては、5 mSvと設定し、食品カテゴリーごとに割当てを行う。
- ②汚染された食品を食べ続けた場合等の前提条件を置いた上で、設定した線量を超えないよう、食品カテゴリーごとの摂取量等をもとに、規制値（Bq/kg）を算出。

※成人、幼児、乳児それぞれの摂取量や感受性にも配慮し、年代別に得られた限度値の中で最も厳しい数値を全年齢に適用。

例) 現行の暫定規制値における、放射性セシウムに係る規制値の設定方法



■ 食品の新たな基準値の設定について

1. 見直しの考え方

- 現在の暫定規制値に適合している食品は、健康への影響はないと一般的に評価され、安全は確保されているが、より一層、食品の安全と安心を確保する観点から、現在の暫定規制値で許容している年間線量5ミリシーベルトから年間1ミリシーベルトに基づく基準値に引き下げる。
- 特別な配慮が必要と考えられる「飲料水」、「乳児用食品」、「牛乳」は区分を設け、それ以外の食品を「一般食品」とし、全体で4区分とする。

2. 基準値の見直しの内容

(新基準値は平成24年4月施行予定。一部品目については経過措置を適用。)

○放射性セシウムの暫定規制値※1

食品群	規制値
飲料水	200
牛乳・乳製品	200
野菜類	500
穀類	
肉・卵・魚・その他	

※1 放射性ストロンチウムを含めて規制値を設定

○放射性セシウムの新基準値※2

食品群	基準値
飲料水	10
牛乳	50
一般食品	100
乳児用食品	50

(単位:ベクレル/kg)

※2 放射性ストロンチウム、プルトニウム等を含めて基準値を設定



Ministry of Health, Labour and Welfare

2

■ 食品区分の範囲について

食品区分	設定理由	含まれる食品の範囲
飲料水	①すべての人が摂取し代替がきかず、摂取量が大きい ②WHOが飲料水中の放射性物質の指標値(10 Bq/kg)を提示 ③水道水中の放射性物質は厳格な管理が可能	○直接飲用する水、調理に使用する水及び水との代替関係が強い飲用茶
乳児用食品	○食品安全委員会が、「小児の期間については、感受性が成人より高い可能性」を指摘	○健康増進法(平成14年法律第103号)第26条第1項の規定に基づく特別用途表示食品のうち「乳児用」に適する旨の表示許可を受けたもの ○乳児の飲食に供することを目的として販売するもの
牛乳	①子どもの摂取量が特に多い ②食品安全委員会が、「小児の期間については、感受性が成人より高い可能性」を指摘	○乳及び乳製品の成分規格等に関する省令(昭和26年厚生省令第52号)の乳(牛乳、低脂肪乳、加工乳など)及び乳飲料
一般食品	以下の理由により、「一般食品」として一括して区分 ①個人の食習慣の違い(摂取する食品の偏り)の影響を最小限にすることが可能 ②国民にとって、分かりやすい規制 ③コーデックス委員会などの国際的な考え方と整合	○上記以外の食品



Ministry of Health, Labour and Welfare

3

■ 規制対象とする放射性核種の考え方について①

● 規制の対象とする核種

規制の対象は、福島原発事故により放出した放射性核種のうち、原子力安全・保安院がその放出量の試算値リストに掲載した核種で、半減期1年以上の放射性核種全体（セシウム134、セシウム137、ストロンチウム90、プルトニウム、ルテニウム106）とする。

※半減期が短く、既に検出が認められない放射性ヨウ素や、原発敷地内においても天然の存在レベルと変化のないウランについては、基準値は設定しない。

規制対象核種	(物理的)半減期
セシウム134	2.1年
セシウム137	30年
ストロンチウム90	29年
プルトニウム	14年～
ルテニウム106	367日

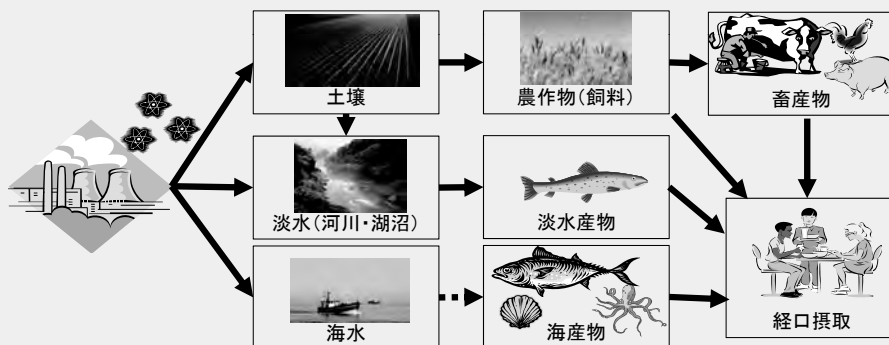


■ 規制対象とする放射性核種の考え方について②

● 規制値設定の考え方

放射性セシウム以外の核種（ストロンチウム90、プルトニウム、ルテニウム106）は、測定に時間がかかるため、移行経路ごとに各放射性核種の移行濃度を解析し、産物・年齢区分に応じた放射性セシウムの寄与率を算出し、合計して1mSvを超えないように放射性セシウムの基準値を設定する。

※放射性セシウム以外の核種の線量は、例えば19歳以上で約12%。



「一般食品」の基準値の考え方



＜「飲料水」の線量 = 飲料水の基準値(Bq/kg) × 年齢区分別の飲料水の摂取量 × 年齢区分別の線量係数＞

- 飲料水については、WHOが示している基準に沿って、基準値を10 Bq/kgとする。
- 一般食品に割り当てる線量は、介入線量レベル（1 mSv/年）から、「飲料水」の線量（約0.1 mSv/年）を差し引いた約0.9 mSv/年となる。
- この線量を年齢区分別の年間摂取量と換算係数で割ることにより、限度値を算出する（この際、流通する食品の50%が汚染されているとする）。
- すべての年齢区分における限度値のうち、最も厳しい（小さい）値から全年齢の基準値を決定することでどの年齢の方にとっても考慮された基準値とする。



Ministry of Health, Labour and Welfare

6

「乳児用食品」の範囲について

カテゴリー	含まれる食品の範囲
<p>● 健康増進法第26条第1項の規定に基づく特別用途表示食品のうち「乳児用」に適する旨の表示許可を受けたもの</p>	<p>■ 乳児用調製粉乳</p>
<p>● 乳児の飲食に供することを目的として販売するもの</p> <p>→消費者が表示内容等により乳児向けの食品であると認識する可能性が高いものを対象とする。</p>	<p>■ 乳幼児を対象とした調製粉乳</p> <p>フォローアップミルク等の粉ミルクを含む</p>
	<p>■ 乳幼児用食品</p> <p>おやつ等</p>
	<p>■ ベビーフード</p>
	<p>■ 乳幼児向け飲料</p> <p>飲用茶に該当する飲料は飲料水の基準を適用</p>
	<p>■ その他</p> <p>服薬補助ゼリー、栄養食品等</p>



Ministry of Health, Labour and Welfare

7

■ 「牛乳」の範囲及び「乳児用食品」「牛乳」の基準値について

<「牛乳」の区分に含める食品>

「牛乳」に含める食品は、乳及び乳飲料とする。

乳飲料は、乳等を主原料とした飲料であり、消費者から牛乳や加工乳等と同類の商品と認識されているものを含むため。

■ 「牛乳」の区分に含める食品

牛乳 低脂肪乳 加工乳等 乳飲料



乳等省令における「乳」

■ 「牛乳」の区分に含めない食品

乳酸菌飲料 発酵乳 チーズ



乳等省令における「乳製品」

- 「乳児用食品」及び「牛乳」については、子どもへの配慮の観点で設ける食品区分であるため、万が一、流通する食品のすべてが汚染されていたとしても影響のない値を基準値とする。

→ 新たな基準値における一般食品の100 Bq/kgの半分である

50 Bq/kgを基準値とする。



Ministry of Health, Labour and Welfare

8

■ 製造、加工食品の基準値適用の考え方

● 基本的な考え

製造食品、加工食品については、原材料だけでなく、製造、加工された状態でも一般食品の基準値を満たすことを原則とする。

ただし、以下の①、②の食品については、実際に食べる状態の安全を確保するため、実際に食べる状態を考慮して基準値を適用する。

① 乾燥きのご類、乾燥海藻類、乾燥魚介類、乾燥野菜など原材料を乾燥させ、水戻しを行い、食べる食品

→ 食用の実態を踏まえ、**原材料の状態と食べる状態（水戻しを行った状態）**で一般食品の基準値を適用する。

注) のり、煮干し、するめ、干しぶどうなど原材料を乾燥させ、そのまま食べる食品は、原材料の状態、製造、加工された状態（乾燥した状態）それぞれで一般食品の基準値を適用する。

② 茶、こめ油など原料から抽出して飲む、又は使用する食品

→ 原材料の状態と飲用、使用する状態で食品形態が大きく異なることから、**原材料の状態では基準値の適用対象としない。茶は、製造、加工後、飲む状態で飲料水の基準値を、米ぬかや菜種などを原料とする油は油で一般食品の基準値を適用する。**



Ministry of Health, Labour and Welfare

9

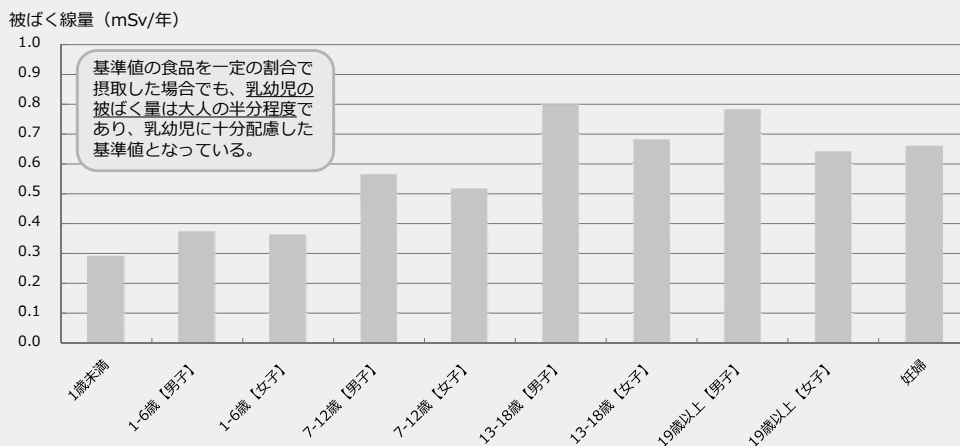
■ 経過措置の設定について

- 新たな基準値への移行に際しては、市場（流通）に混乱が起きないように、準備期間が必要な食品（米、牛肉、大豆）については一定の範囲で経過措置期間を設定する。



10

■ 基準値の食品を一定の割合で摂取した場合の被ばく線量



- 基準値上限の食品を摂取し続けることは想定し得ず、実際の被ばく線量はこれより相当程度小さい値になることが想定される。

※ 「飲料水」「乳児用食品」「牛乳」は汚染割合100%として、「一般食品」は汚染割合50%として算出

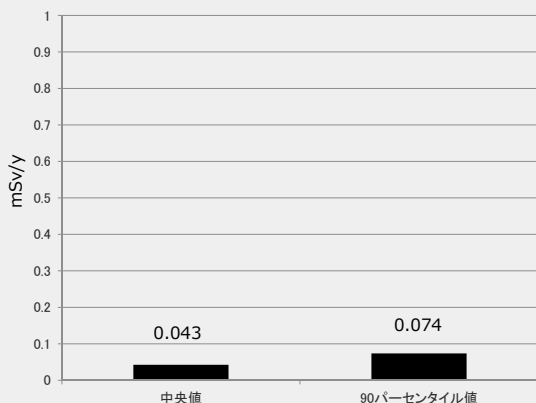


Ministry of Health, Labour and Welfare

11

■ 食品からの放射性物質の摂取量推計

○ 新しい基準値に基づく放射性セシウムからの被ばく線量の推計



○平成23年8月1日から平成23年11月16日に厚生労働省から公表された食品中の放射性物質のモニタリングデータを用いた推計

○新しい基準値の下での実際の被ばく線量は、中央値濃度もしくは、90パーセンタイル値濃度の食品を全年齢層における国民の平均摂取量で1年間摂取し続けたと仮定した場合、介入線量レベルの年間1ミリシーベルトに対し、小さな値になると推計される。

※推計では、不検出 (ND) のデータはCs-134, Cs-137とも検出限界として示されている値を集計に使用。示されていない場合は、放射性セシウムとして20 Bq/kgを超えた検出限界となっているものは20 Bq/kgを使用。また、WHOのGEMS/foodの考え方を参考に、食品群のうち、NDが60%以上80%未満であった食品群ではNDの半分の値、NDが80%以上であった食品群ではNDの4分の1の値を集計に使用。
※推計値は放射性セシウムからの被ばく線量のみであり、実際の被ばく線量としては、この他に、放射性セシウム以外の核種からの被ばく線量が加わる。



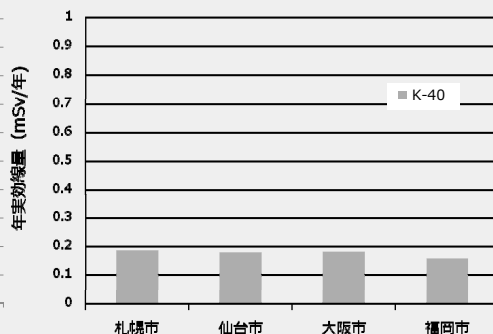
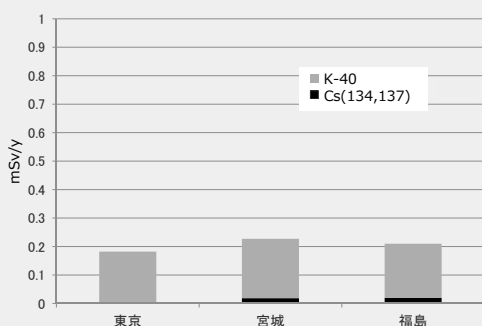
Ministry of Health, Labour and Welfare

12

■ 食品からの放射性物質の摂取量推計

○自然放射性物質であるK-40の摂取量に関しては、東京電力（株）福島第一原子力発電所事故以前の試料から得られている結果と同程度

○食品からの放射性物質の年間摂取量の推定について ○食品からの天然放射性核種による年実効線量（平成20年度）



○平成23年9月及び11月に東京都、宮城県及び福島県で食品を購入。なお、宮城県及び福島県のうち生鮮食品は可能な限り地元県産、あるいは近隣県産品を購入。

○購入した食品を平成19年度国民健康・栄養調査の食品別摂取量平均を踏まえて調製を行い、混合し均一化したもの及び飲料水を試料として、Ge半導体検出器を用いて放射性物質 (I-131、Cs-134、Cs-137及びK-40) を分析し、平均的な食生活における放射性物質の一年あたりの摂取量 (mSv/man/year) を計算。



Ministry of Health, Labour and Welfare

13

■ 食品中の放射性物質に関する規制値の見直しに係るスケジュール見込

- 厚生労働省から**食品中の放射性物質の暫定規制値を通知**(平成23年3月17日)
- 厚生労働大臣から、食品安全委員会に放射性物質の食品健康影響評価を要請(3月20日)
- **食品安全委員会の食品健康影響評価書**の厚生労働大臣への答申(10月27日)
- 小宮山厚生労働大臣が、閣僚懇談会で、**今後の基本的方針について発言**(10月28日)
- 厚生労働大臣から**厚生労働省の薬事・食品衛生審議会への諮問。薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会・放射性物質対策部会合同会議**において今後の論点を整理(10月31日)
- **放射性物質対策部会において、新しい基準値について議論**(11月24日)
- **放射性物質対策部会において、基準値案を作成**(12月22日)
- 厚生労働大臣から**放射線審議会(文部科学省)**への諮問・答申(12月27日諮問、現在審議中)
- パブリックコメントの実施(平成24年1月6日～2月4日)、WTOへの通報(1月17日～2月10日)、リスクコミュニケーションの実施(1月16日～2月28日)等
- **厚生労働省の薬事・食品衛生審議会からの答申**
- **基準値の告示の公布**(3月予定)
- **基準値の施行**(4月予定)



<編集後記>

中国福建省の冷凍野菜関係者の話によると、同省で冷凍野菜の対日輸出を始めて、今年で40年になる。もっとも上海市では福建省より2年早く、1970年から同市内の上海蔬菜加工一廠が製品の対日輸出を始めている。大蔵省(当時)の貿易統計に、中国からの冷凍野菜輸入量は、1965年(この年に3トン、66年に10トン、67年267トン、68年494トン、69年864トン)から僅かではあるが記録されている。しかし、福建省の関係者は上海以前に冷凍野菜の対日輸出実績はないという。

州都・福州の1970年代の輸出窓口、当時の中国糧油食品進出口公司福建省分公司の担当科長によると、福建省の対日輸出の嚆矢は福州外貿冷凍工廠である。福州工廠の1970年代の凍結装置は、1973年に東京丸一商事(現、豊通食料)経由で導入した木下工業のスパイラル式フリーザーであったが、生産効率改善のため、1980年代後半にフリゴスキャンディアのIQF装置に代えている。付言すると1970年代の上海工廠では、日魯漁業(現、マルハニチロ)経由で輸入した新大阪造機のスパイラルフリーザーであった。「冷凍野菜の凍結はIQF」という現在の常識は、1970年代の中国では普遍的なものではなかった。最初は中国でも試行錯誤の繰り返しであったようだ。

最近の中国の冷凍野菜工場は、衛生的で近代的設備に刮目すべきものがあるが、1970年代、中国の工場設備は、沸騰した鉄釜に竹籠で原料を投入、手で攪拌、時計を見ながら網で掬い取り、冷水槽に移すという方式が一般的で、品質的バラツキは不可避と考えられていた。

今日、中国の対日輸出冷凍野菜の生産基地は、山東省と福建省が双璧であるが、福建省の冷凍野菜の歴史は極めて激動の激動的であった。当初は輸出量で台湾に先行したがその後、品質問題で台湾の後塵を拝して1980年代は低迷する。同年代後半は、台湾企業の福建省への技術転移により復活、1990年代中葉には台湾を輸出量で凌駕する。2000年代にはまた一転、残留農薬問題で停滞する。中国福建の冷凍野菜を、1970年代から続けて見てきた筆者にとって、この40年間の漸進的变化に感慨を禁じ得ない。

* さて、本号に元日魯漁業(株)小山 光氏より回想記を頂いた。インスタント・ラーメンとともに、戦後日本が発明した加工食品の双璧といわれる「魚肉すりみ」を原料にして、水産練り製品の開発にかかわった体験記である。私にとっても思い出の多い半世紀前の語彙の数々。西南開発、清水亘氏、合成殺菌料ニトロフラゾーン(現在、合成抗菌剤ニトロフラゾン)、ライフアン、西谷喬助氏、等々。懐かしく拝読した。

<小泉>

編 集 委 員	小 泉 榮一郎(空調学会)
	西 岡 裕一郎(日本水産)
	石 村 和 男(極洋)
	間 弓 浩 司(明治)
	門 田 実(アクリフーズ)
	豊 嶋 敬 史(ニチレイフーズ)
発 行 所	冷凍食品技術研究会
	〒105-0012
	東京都港区芝大門2-4-6
	豊国ビル 4F
	(助)日本冷凍食品検査協会内 (TEL)03-3438-1414 (FAX)2747