
冷凍食品技術研究

(Frozen Foods Technical Research)

NO. 93
2011年12月
発行

目 次

	頁
〈講 演 要 旨〉 平成23年度第2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〉 「野菜・果実の冷凍によるテクスチャー変化のメカニズムの新知見と その抑制法の展望」 東京工科大学 安藤 寛子……………	2
〈講 演 要 旨〉 「分析方法（アレルゲン・PCR・放射性物質）とその原理」 財団法人日本冷凍食品検査協会……………	13
〈随 想〉 ミャンマー回想、食と文化 公益社団法人日本冷凍空調学会 参与 小泉 栄一郎……………	26
〈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……………	36
〈国 内 情 報〉 農林水産省の組織再編について 農林水産省HP……………	47
〈国 内 情 報〉 食料自給率の動向 農林水産省「農林水産業ひとロメモ」より……………	51
〈事 務 局 連 絡〉 親子工場見学会について（ご報告）……………	54
食品冷凍講習会（関東）のご案内……………	60
〈編 集 後 記〉 ……………	62

冷凍食品技術研究会

<講演要旨>

平成23年度第2回講演会について

冷凍食品技術研究会
事務局

今年度第2回の講演会を下記の内容で開催しました。
(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9月8日（木）14：00～17：10
- 2 会場：（財）日本冷凍食品検査協会 8階研修センター
- 3 講演テーマ：

講演Ⅰ 「野菜・果実の冷凍によるテクスチャー変化の
メカニズムの新知見とその抑制法の展望」

東京工科大学 応用生物学部

助手

安藤 寛子氏

講演Ⅱ 「分析方法（アレルギー・PCR・放射性物質）とその原理」

財団法人日本冷凍食品検査協会

横浜試験センター

下山 晃氏

横浜試験センター

山口 卓氏

東京検査所

廣田 雅光氏

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>

野菜・果実の冷凍によるテクスチャー変化の メカニズムの新知見とその抑制法の展望

東京工科大学

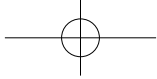
安藤 寛子

食糧確保が世界規模で問題とされる昨今、食品保存法として冷凍は、再度、科学的・産業的な注目を集めている。産業レベルにおいてマグロなど動物性食品の冷凍保存法が確立された現在においても、生鮮植物性食品、農産物の冷凍は、その解決の糸口さえ見出されていない。

1882年、植物生理学者J. Sachsによってホウレンソウ葉の冷凍・解凍処理後の著しい変質が報告されて以降、農産物の冷凍に関する飛躍な発見はないと言っても過言ではないだろう。すでに彼は、冷凍・解凍処理後に生じる組織ダメージの原因として「細胞外凍結」や「凍結濃縮」といった仮説を提案している。これらの仮説は、現在においても冷凍による変質の主たる原因としてとりあげられることが多い。20世紀に入ると凍結速度と組織軟化の関係が盛んに研究され、氷結晶サイズの制御を目的とした急速凍結法が提案された。その後、氷結晶サイズの粗大化抑制やガラス化の利用を目指して、浸透圧脱水凍結法、圧力移動凍結法などが検討されてきたものの、生鮮農産物の組織軟化を完全に抑制するには至っていない。

この様に生鮮農産物の凍結保存法が確立に至らなかった原因の1つには、その組織軟化ダメージのメカニズムが理解されていなかったためである。しかし、近年、組織軟化を説明する2つの仮説、細胞壁成分・構造の変化と細胞膜の水透過性の増大、が提案され、それらに対応する組織軟化の評価方法の改善が行われた。すなわち組織軟化の理解には、細胞壁と細胞膜の双方の力学的特性の評価が必要であることが示された。これら二つの部位の評価は、既存の冷凍保存法において問題とされてきたジューシーさ・水々しさという官能的嗜好の消失を力学的に把握し、組織軟化の主たる原因が細胞膜の水透過性の増大に由来していることを明らかにした。また、生鮮農産物の凍結保存法が進歩しなかったもう一つの原因には、動物性食品と類似の冷凍保存法を農産物に対して無理に適用してきたこともあげられる。そもそも農産物は、細胞性状が明らかに動物のそれと異なるばかりでなく、収穫後も一つの生命体として生命活動を続けている。食品としての保存においても、植物として農産物を理解することは、今後、その冷凍法確立に必要不可欠である。

農産物における凍結保存法の進展が望まれる中で、これらの事実を受け止め、それに適切な冷凍保存法を一步ずつ考察していく必要がある。数多くの著名な科学者が取り掛かって挫折した、農産物の完全なる冷凍保存を成し遂げるには、既存の冷凍学で確立された概念に縛られず、新しい学問としてその事象の解明に取り組むことができるか否かにかかっているのではないだろうか。



2011.09.08. 第2回 冷凍食品技術研究会

野菜・果実の冷凍による テクスチャー変化のメカニズムの 新知見とその抑制法の展望

東京工科大学
助手 安藤寛子

東京工科大学
Tokai University of Technology

- 日本工学院
- 八王子キャンパス
- 応用生物学 先端食品コース
- 高機能性食品研究室

SEM, TEM, DSC-Xray,
NMR, FT-IR, etc...

研究テーマ

1. おいしい冷凍食品の開発、食品機能性成分の吸収率の改善
2. 澱粉が食物繊維になる？ 難消化性澱粉の生成要因の解明と利用
3. 食品をガラス状態にする？ 結晶化・ガラス化技術を食品開発に利用
4. ラット精子の凍結保存、クマムシの永久休眠、酵素の常温安定化
5. 生体におけるNaイオン、Kイオン、水の役割



内 容

1. 農産物凍結の歴史
2. 細胞膜の水透過性と組織軟化
3. 組織軟化の“新”メカニズム
4. 農産物凍結法の未来

食品冷凍技術を取り巻く最近の状況

- コールドチェーン高度化普及協議会（農水省食料局） **フードロス削減**
- グルナビ 総研 冷凍技術の開発高度化
- 家庭における冷凍保存



冷凍保存の基本原理

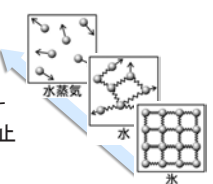
食品から熱を取り除き安定な状態にすること

$$T = mv^2k$$

T: 温度 m: 質量 v: 分子の併進運動速度 k: 定数

温度低下 → 分子運動の激しさ ↓

温度低下 → 食品の劣化を引き起こす化学的な反応の遅延・停止




冷凍のメリット・デメリット

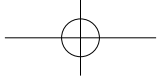
メリット

他の食品保存方法(缶、ビン、乾燥、...)の中でも
安全性；添加物不要
高品質；非加熱で飛躍的に長期保存可能時空を超える技術
賞味無期限化・ロス削減、資源の有効利用 エコ？

デメリット

氷結晶生成に伴う諸々のダメージ
特に、農産物においては生食として使用できない(食感の問題)



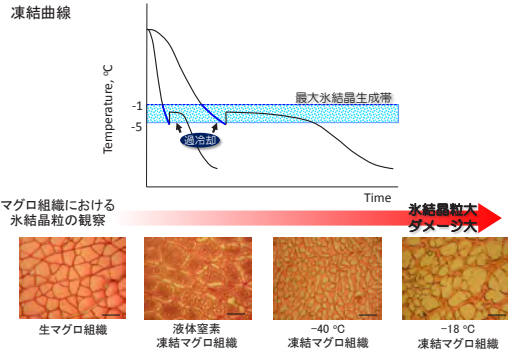


1. 農産物凍結の歴史

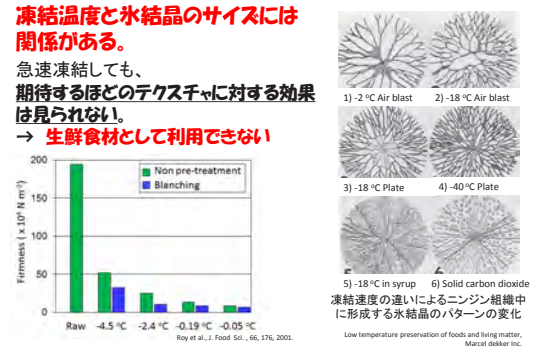
農産物凍結の歴史

- 1882年 ホウレンソウを用いた凍結に伴う水結晶の形成の観察。
仮説：細胞外に大きな水結晶が形成し、細胞が傷つくため、解凍処理後、組織は生鮮状態に還元されない。
- 1914年 第1次世界大戦による食糧危機によって、食品の凍結保存法に関する研究が積極的に行われ始める。
- 1950年代 大きなサイズの水結晶が形成すると細胞壁が破壊される。組織軟化の程度と関係する。
- 1990年代 植物茎頂の凍結保存に成功（ガラス化法）。
農産物の凍結保存においてもガラス化理論が取り入れられる。
凍結・解凍処理による細胞膜へのダメージについても論じられる。
- 2000年代 凍結保存に関する研究に進展がない。

凍結曲線と動物性食品の凍結



植物性食品の凍結



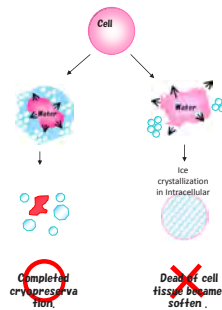
凍結法

● ガラス化法

日本発の技術
茎頂など細胞のサイズが小さいものは可
「植物超低温保存マニュアル」

成熟した野菜・果実のガラス化は困難。

- ・細胞サイズが大きい
- ・水分量が多い



凍結法

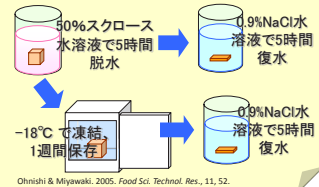
● 脱水凍結法

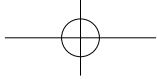
- ・熱風乾燥
- ・真空乾燥
- ・浸透圧を利用した脱水

“食感”の保持が可能
ジュースーさは損失

“明らかに異なる食感”

浸透圧脱水凍結法





凍結法

- **急速凍結法**
- **圧力移動凍結法**
水結晶粒サイズを極力、小さいものに制御する

**期待ほどの
テクスチャ保持
の効果はない**

Different high freezing processes represented over the phase diagram of pure water. P.P.Fernandez, Food Hydrocolloids, 20, 510.

組織軟化メカニズム

仮説1 細胞壁の破壊

1950年代から提案されている。

- ✓ 氷結晶の形成によって細胞が物理的に破壊される
- ✓ 細胞壁の剥離、構造の変化が起こる

組織軟化メカニズム

- 電子顕微鏡観察
- ペクチンの測定
- 破断強度の測定

**細胞壁の変化
水のサイズ
では著しい組織軟化の
説明には不十分**

Freezing speed	Raw	-4.5 °C	-2.4 °C	-0.19 °C	-0.05 °C
Non pre-treatment	~180	~50	~20	~10	~5
Blanching	~10	~10	~10	~10	~10

Roy et al., J. Food Sci., 66, 176, 2001.

農産物の凍結 — 着眼点の変化 —

なぜ生鮮農産物は著しく軟化するの？
組織軟化の理解に必要なことは何？
動物と明らかに違うところは？

農産物の特徴

- ・水分の量が多い (80~90%)
- ・細胞壁の存在
- ・細胞膜の性質 ...

組織軟化メカニズム

仮説2 細胞膜の変化

1980年代にガラス化法の普及によって提案された。

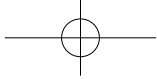
- ✓ 植物は細胞膜の水透過性がもともと低い
- ✓ 凍結に伴う細胞間における水移動
- ✓ 凍結・解凍後、細胞膜の水透過性に関する機能が変化

組織軟化メカニズム

- 電子顕微鏡観察
- 誘電率の測定
- 原形質分離の観察

組織軟化との関係は???

組織切片
プロトプラスト



2. 細胞膜の水透過性と組織軟化

凍結・解凍処理後の組織軟化の評価

最終目標

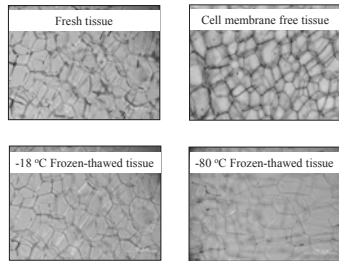
“組織”として凍結・解凍処理後の軟化を評価する

組織軟化

= 膜 + 壁

変化はある？ 評価法は？
破断強度の測定 評価可能

細胞構造(タマネギ組織)の変化



組織片の観察では細胞膜の変化は不明

組織として細胞膜の変化をとらえたい!

核磁気共鳴法 (NMR: Nuclear Magnetic Resonance)

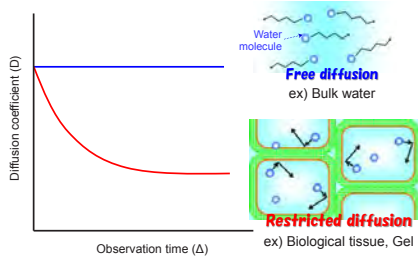
細胞膜の変化を定量的に捉える
→実際の冷凍食品の品質を評価

- 組織を非破壊で測定できる
- “水”の動的な情報を取得できる

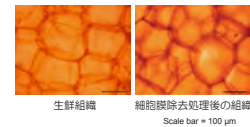
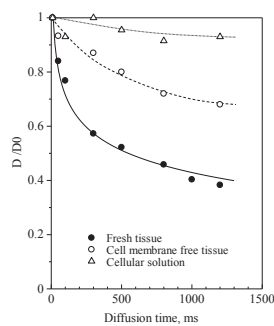


制限拡散 (Restricted diffusion)

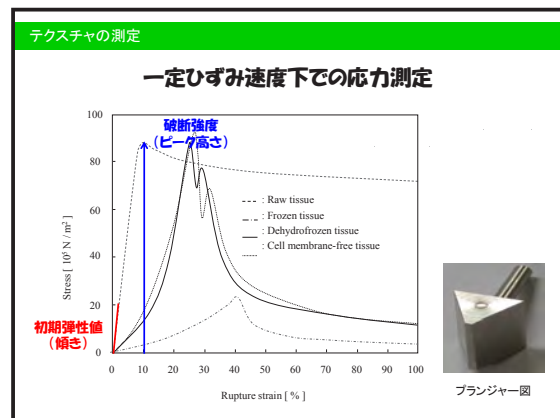
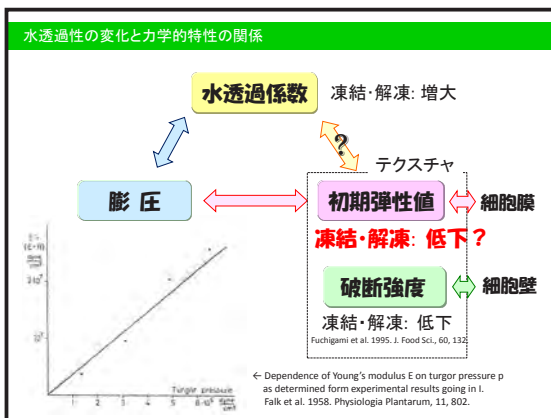
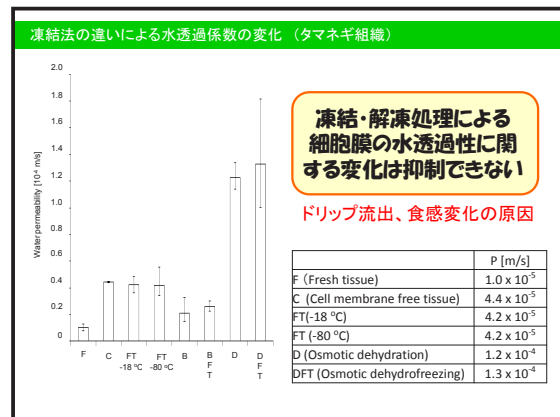
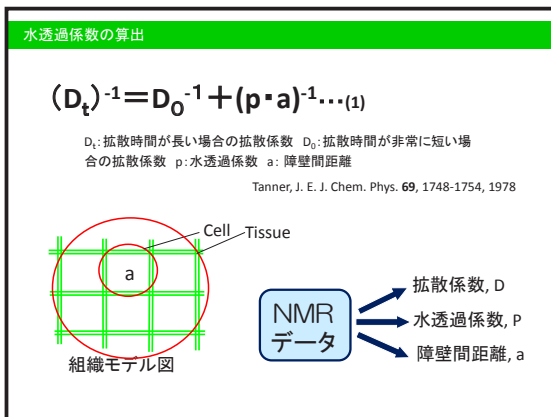
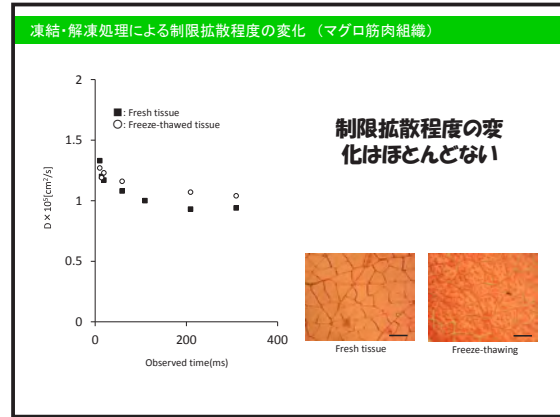
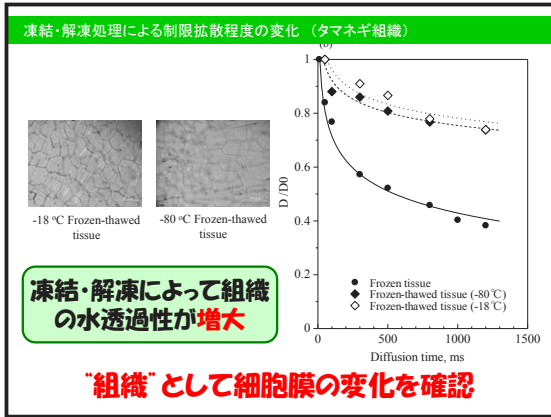
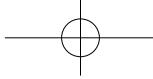
障壁によって水の自己拡散が制限された時
拡散観測時間の増加と共に見かけの拡散係数が減少する現象

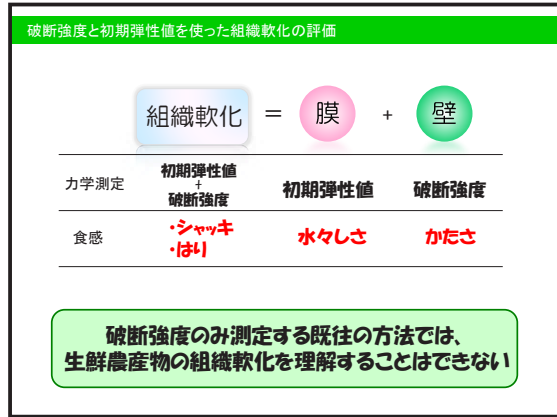
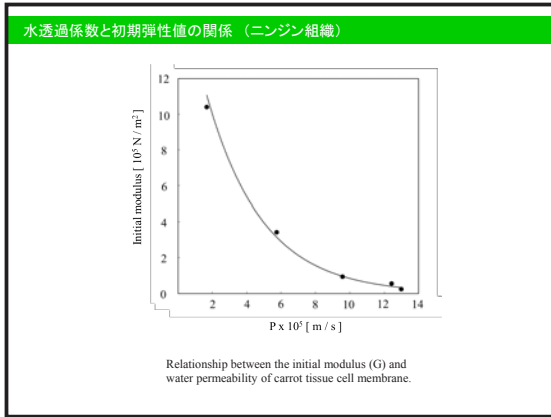
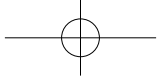


細胞膜の変化による制限拡散程度の変化 (タマネギ組織)

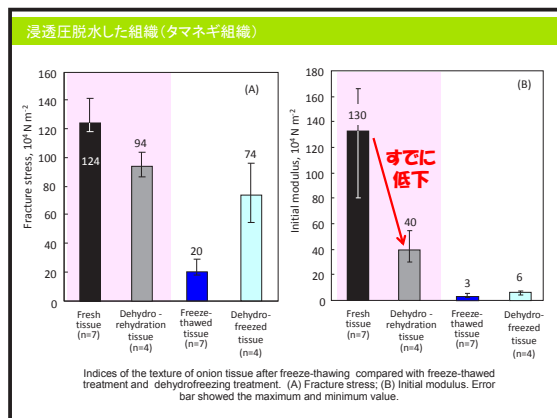
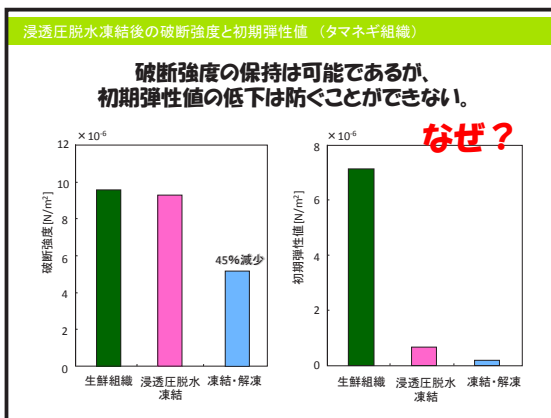
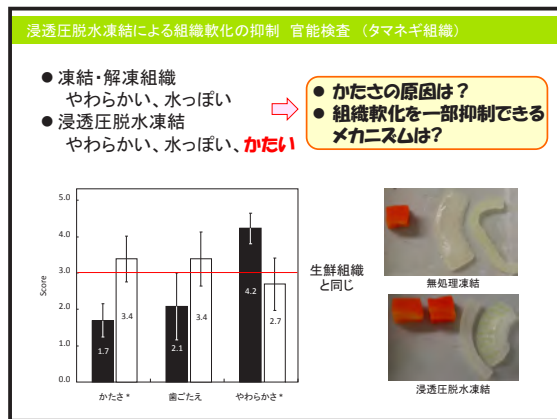


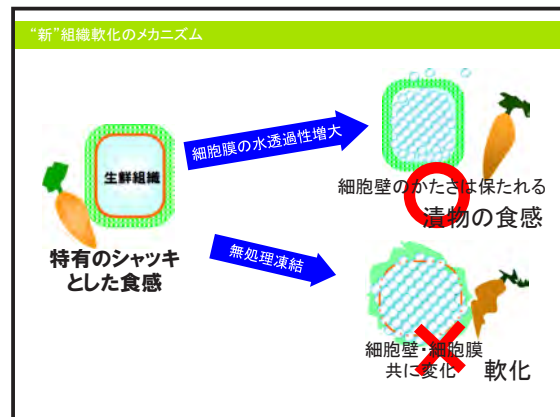
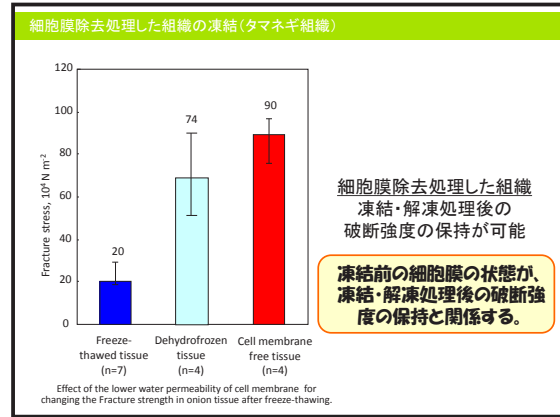
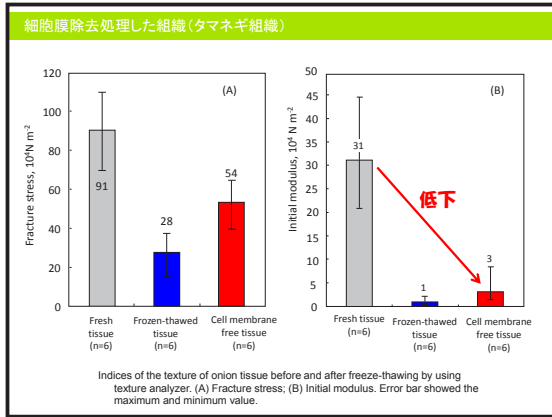
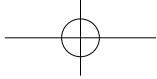
細胞膜の変化によって
組織の水透過性が
増大





3. 組織軟化の“新”メカニズム
浸透圧脱水凍結法の組織軟化防止の検証を通じて



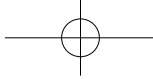


4. 農産物凍結法の未来

着眼点

“細胞膜への損傷を如何に抑えるか”

- ✓ 脱水
- ✓ 凍結・解凍
 - 浸透圧脱水凍結 水溶液の選定
 - “水”以外の水の結晶 ガスハイドレート



細胞膜に着目した脱水

高濃度の糖水溶液 ~50% + Caイオン

細胞壁のかたさを保つ
細胞膜の保護は？

Fig. 1. Changes of a plant cell as microstructural level during dehydration. Note the thick cell wall, the damaged and phospholipid-rich cell membrane and the cell wall rupture and cavity formation. Mayor J. J. Food Eng., 85, 326, 2008

http://www2.mcdaniel.edu/Biology/bot199/cell-structure/cell%20wall.html

Caイオンの細胞膜への影響 (イチゴ果実組織)

Caイオン
凍結・解凍処理後、細胞膜の水透過性に関する機能の変化を抑制することはできない。

細胞膜に着目した脱水

植物内溶液には多くの電解質が含まれている

液胞カン流液 (岡本心編、植物電気生理研究法、1983)

90mM	KCl
40mM	NaCl
15mM	CaCl ₂
10mM	MgCl ₂

● NaClの混合
● 原形質分離の様子が異なる
● 水移動を速めている可能性
● 浸透圧の上昇？

Fig. 5. Apple slices treated with sucrose (left) and this treatment in NaCl (right).
Fig. 6. Refrigerated apple cells after immersion in 50% sucrose plus 10% NaCl solution for 24 hours.

Monnerat S.M. et al., J. Food Eng. 100, 604, 2010.

電解質の脱水挙動への影響 (イチゴ果実組織)

塩化ナトリウム

塩化カリウム

電解質は脱水を速める
→ 塩類の混合による浸透圧の上昇？
水溶液の物理化学的な変化？

構造化した水・ガスハイドレート

水 構造化した水 ガスハイドレート

ガス 水素結合

5℃ 0.8MPa

Sloan & Koh. 2007. Clathrate hydrates of Natural gases, CRC press, London.

水に疎水性ガスを溶解させるとガス分子の周辺に水素結合ネットワークを発達させた水(構造化した水)が生成。その後、氷状結晶ガスハイドレートが形成。

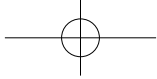
生物とガスハイドレート

✓ 医学
Pauling. 1961. Science, 124, 15.
Miller. 1961. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 47, 1515.
Xeなど
麻酔のメカニズムと示唆
Ewing & Maestasl.
1970. J. Phys. Chem., 74, 2341.
Xe
ミオグロビンに吸着
ガスハイドレートの形成を示唆

✓ 食品保存法への利用
Fennema et al.
酸化エチレン(EO)水溶液など
・タンパク質水溶液における形成の観察
Huang & Fenmma. 1965. Cryobiology, 2, 109.
・組織内での形成・成長挙動の観察
Hulle & Fennema. 1971. Cryobiology, 8, 91.
・アスコルビン酸の酸化を抑制
Thompson & Fennema. 1971. J. Agr. Food Chem., 19, 232.

Xeの利用
Xe雰囲気下における農産物保存の研究

問題点
E0水溶液に暴露した食品は安全性にかける



ガスハイドレートをを用いた保存法のメリット

- Xeハイドレートの量は、Xe分圧でコントロール可能。
- テクチャーの低下は、Xeハイドレートの形成割合を調整する抑制可能。タマネギ: 35%以下
- 食品の腐敗の原因である微生物の増殖を抑制できる。

保存期間に伴い成長

結果と考察 NMRを用いたXeハイドレートの形成割合とMRI測定で観察した組織内部構造の変化

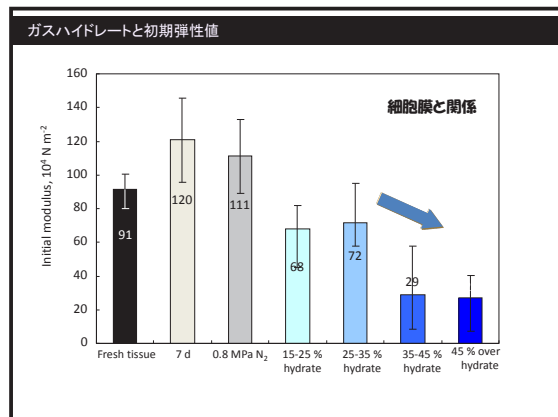
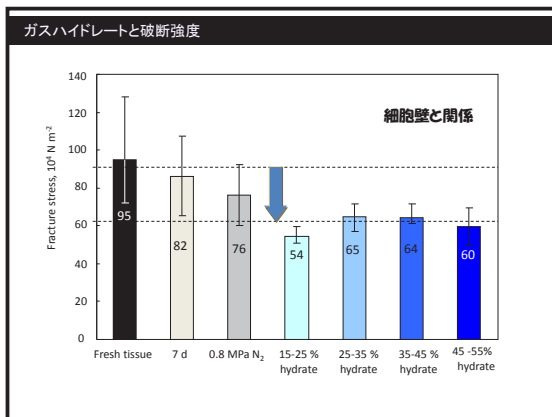
形成割合が約40%となると、細胞構造にダメージを与える

組織内でのE0ハイドレートの形成

- ・緩慢凍結時に見られる細胞外凍結と類似
- ・細胞外に形成・成長した大きな結晶は細胞構造をゆがめる原因

HULLE & FENNEMA, 1971, Cryobiology, 8, 91.

形成割合を調整し、組織内部の細胞構造に対するダメージを抑制する必要がある



外観変化と一般性菌数の増加

保存に伴う外観の変化と一般性菌数の増殖

大気圧で保存

- ・変色
- ・粘性を持った液体

Xeハイドレート保存

- ・組織の表面が透明

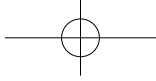
Condition	log CFU/g
Fresh tissue	3.8
Tissue preserved for 2 weeks	5.8
Tissue preserved using Xe hydrate for 2 weeks	4.1

まとめ

凍結・解凍処理後の農産物の組織軟化を理解、またその改善方法の検討には、..

1. 細胞壁に関する“かたさ”と共に
2. 細胞膜にかんする“水々しさ”についても

着目して検討する必要がある。



謝 辞

東京大学大学院農学生命科学研究科生物・環境工学専攻	北海道大学大学院工学研究科応用物理学専攻
大下謙一 教授	内田 努 准教授
牧野義雄 准教授	
川越義則 助教	産業総合研究所
	竹谷 敏 研究員
東京海洋大学海洋部学科食品生産学科	横浜市立大学総合理学研究科
鈴木 徹 教授	横山晴彦 教授
福岡美香 准教授	
松川真吾 准教授	東京工科大学応用生物学高機能性食品研究室
渡邊 学 准教授	梶原一人 教授
石川県立大学生物資源環境学部	日本学術振興会
宮脇長人教授	

<講演要旨>

分析方法（アレルギー・PCR・放射性物質）とその原理

財団法人日本冷凍食品検査協会

食品のアレルゲン試験

～ELISA法を用いた定量試験～
(財)日本冷凍食品検査協会
渡部 真実
廣田 雅光

財団法人 日本冷凍食品検査協会
JAPAN FROZEN FOODS INSPECTION CORPORATION

背景

- アレルゲンとは…
 - ✓ アレルギーの原因となる抗原物質
 - ✓ 食品アレルギーを惹起する食品のうち、症例数・重篤度を基に食品衛生法により表示が義務付けられた下記の食品7品目を特定原材料という

『卵、乳、小麦、そば、落花生、えび、かに』

症例数 多い 重篤度 大 症例数 多い

背景

○表示が推奨される18品目○
あわび、いか、いくら、オレンジ、キウイフルーツ、牛肉、くるみ、さけ、さば、大豆、鶏肉、バナナ、豚肉、まつたけ、もも、やまいも、りんご、ゼラチン

⇒ 過去に一定の頻度で発症件数が報告
これらについては、今後も見直しが行なわれる

背景

- 特定原材料の表示について
 - ✓ 「原材料として使用しているものはその旨を正しく表示し、使用していないものは表示してはならない」という基本概念が根底にある。
 - ✓ 「入っているかもしれません」などの可能性表示は、アレルギー患者の選択の幅を狭めるため禁止されている。

アレルゲン検査概略

- 出典
消費者庁次長通知
「アレルギー物質を含む食品の検査方法について」
(平成22年9月10日付 消費表第286号)

1. スクリーニング検査

- ✓ ELISA法による定量試験
- ✓ 通知で指定された測定キットのうち2種類使用

アレルゲン検査概略

卵、乳、小麦、そば、落花生

- ・森永生科学研究所(株)製『FASPEK特定原材料測定キット』
- ・日本ハム(株)製『特定原材料検査キット FASTKIT エライザ Ver. II』
- ・プリマハム(株)製『アレルゲンアイ ELISA』

えび・かに(甲殻類)

- ・日水製薬(株)製『FAテスト EIA-甲殻類「ニッスイ」』
- ・マルハニチロ食品(株)製『甲殻類キット「マルハ」』

アレルギー検査概略

2. 製造記録の確認

- ✓ スクリーニング検査の結果を「判断樹」に従い判定
- ✓ 製造記録を確認し、必要に応じて確認試験を実施

3. 確認検査

- ✓ ウエスタンブロット法又はPCR法による定性試験

6

アレルギー検査概略

卵、乳

・ウエスタンブロット法

試料中のタンパク質を電気泳動し、転写膜に転写後、特定原材料由来タンパク質に対する特異的抗体を用いて検出する方法

小麦、そば、落花生えび・かに(甲殻類)

・PCR法

試料から抽出したDNA 試料液を用いて定性PCRを行い、電気泳動にてDNA バンドの検出を行う方法

7

ELISA法

●ELISA法の原理

ELISA: Enzyme-Linked ImmunoSolvent Assay

免疫学的手法を用いて、特定の物質(抗原)を検出する方法

8

ELISA法

●試験法概略

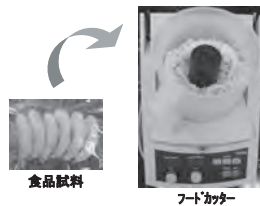
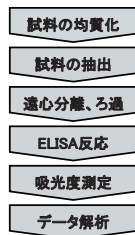


9

ELISA法

試料の均質化

フードカッター等を用いて食品試料を粉碎またはペースト状にする

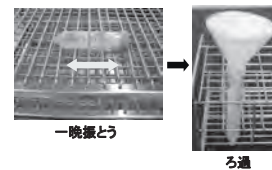
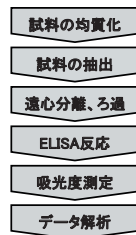


10

ELISA法

試料の抽出、遠心分離・ろ過

均質化試料 1g + 抽出溶液 19mL
⇒ 一晩(12時間以上)振とう
⇒ 遠心分離・ろ過



11

ELISA法

ELISA反応

試料の均質化

試料の抽出

遠心分離、ろ過

ELISA反応

吸光度測定

データ解析

食品試料溶液

ELISA反応プレート

12

ELISA法

ELISA反応

一次反応

試料溶液、標準溶液と固相化抗体との反応

試料の均質化

試料の抽出

遠心分離、ろ過

ELISA反応

吸光度測定

データ解析

食品試料溶液

標準溶液

13

ELISA法

ELISA反応

二次反応

抗体-アレルギー物質 複合体に酵素を標識した抗体を結合させる

試料の均質化

試料の抽出

遠心分離、ろ過

ELISA反応

吸光度測定

データ解析

14

ELISA法

ELISA反応、吸光度測定

酵素反応

標識した酵素と基質の反応 ⇒ 発色反応

吸光度測定

試料の均質化

試料の抽出

遠心分離、ろ過

ELISA反応

吸光度測定

データ解析

15

ELISA法

ELISA反応、吸光度測定

酵素反応

標識した酵素と基質の反応 ⇒ 発色反応

吸光度測定

試料の均質化

試料の抽出

遠心分離、ろ過

ELISA反応

吸光度測定

データ解析

16

ELISA法

データ解析

- ① 試料溶液と同時に8濃度の標準品の溶液を測定し、4パラメータロジスティック曲線にFitし、標準曲線を作成する。
- ② サンプル試料の吸光度を標準曲線にあてはめ、濃度を算定する。

17

ELISA法

データ解析

試料の均質化

試料の抽出

遠心分離、ろ過

ELISA反応

吸光度測定

データ解析

① 標準曲線から食品試料溶液のアレルギ物質濃度を求める

② 希釈率を乗じて食品試料中のアレルギ物質濃度を算出

□ 陽性判定基準: $10 \mu\text{g/g}$ 以上

⇒ $8 \sim 12 \mu\text{g/g}$ 検出

再検査を行い、再検査と初検査との結果を合わせて判定

18

ELISA法 注意点

1. キットによる抗体の違い

- ✓ 例)卵 測定キット: 森永製 ⇒ 抗 卵白アルブミン 抗体
日本/ハム製 ⇒ 抗 全卵 抗体
- ✓ エピトープが異なる(エピトープ:アミノ酸数個が連なったペプチド)
⇒ キット間で反応性に差が生じるため、結果が異なる場合がある

2. 擬陽性・偽陰性

- ✓ 目的タンパク以外でも反応し陽性となる食品がある(擬陽性)
- ✓ 上記例の場合、卵黄のみ使用の食品が森永製キットで偽陰性となる可能性がある
⇒ 実際は含まれていないが“陽性”、含まれているが“陰性”となる場合がある

19

PCR を用いた試験について



PCRとは...

ポリメラーゼ連鎖反応：
(Polymerase Chain Reaction)

開発者 Kary Banks Mullis
1986年 発表
1993年 ノーベル医学生理学賞受賞



<http://www.karymullis.com/>

1

DNAの構造

DNA(デオキシリボ核酸: Deoxyribo Nucleic Acid)

- アデニン(A)・グアニン(G)・シトシン(C)・チミン(T)の4種類の塩基によって構成されている
- DNAは2本のテープのような二重らせん構造
1953年 WatsonとCrick が発見
- AとT、GとCが相補的に水素結合



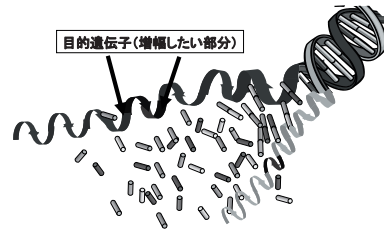
メモ：RNA(リボ核酸: Ribo Nucleic Acid)はアデニン(A)・グアニン(G)・シトシン(C)・ウラシル(U)で構成

2

PCRに必要なもの

鋳型 DNA (template DNA)

増幅したい部分を含むDNA分子
※ 理論上は、DNAが1分子あれば検出ができる



3

PCRに必要なもの

プライマー

DNA合成の基点となり、DNA増幅酵素はプライマーなしにDNAを伸長することはできない。

生体内でのDNA合成では主にRNA断片が用いられる。一方、PCRに使用されるものは、化学合成した短いオリゴヌクレオチドである。その長さは通常は20塩基程度であるが、目的によってより短いことも長いこともある。

増幅したい2本鎖DNAの両鎖それぞれと相補的な配列をプライマーとして用いる。



4

PCRに必要なもの

DNA増幅酵素 (DNAポリメラーゼ)

1本鎖の核酸を鋳型として、それに相補的な塩基配列を持つDNA鎖を合成する酵素の総称。ほぼすべての生物に幅広く存在する。

一般的にPCRに用いられるDNAポリメラーゼは耐熱性DNAポリメラーゼで、温泉や高温の環境に棲む耐熱性細菌より精製したものが多く、近年では組換え技術の応用で人工的に精製している。



5

PCRに必要なもの


dNTP Mixture (デオキシリボヌクレオチド三リン酸)

新しいDNAの材料

dATP dCTP
dGTP dTTP

(各2.5mM含む混合液として使用)

10XPCR Reaction Buffer
反応液のpH調整やイオンの供給



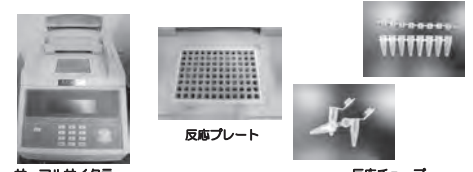
6

PCRに必要なもの

サーマルサイクラー (遺伝子増幅装置)

DNA断片を複製させるための機器

あらかじめ設定されていたプログラムの通りに反応液の温度を上下させることができる。



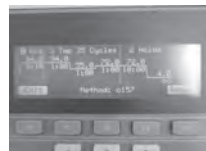
サーマルサイクラー 反応プレート 反応チューブ

7

PCR反応条件

PCR反応条件 (PCRサイクル)

あらかじめプログラムを設定する。

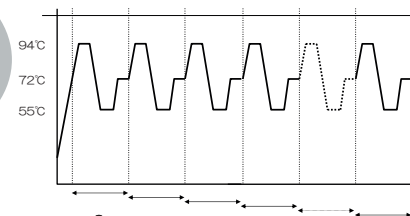


例：腸管出血性大腸菌のベロ毒素遺伝子検出のプログラム

94℃ 1分間 ⇒ 55℃ 1分間 ⇒ 72℃ 1分間 (35回繰り返す)
⇒ 72℃ 10分間 ⇒ 4℃

8

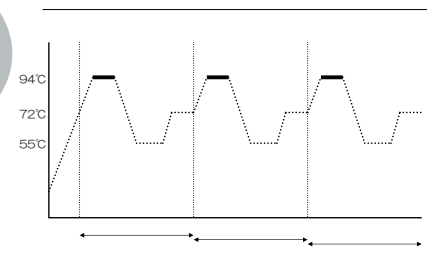
PCR反応条件



基本的にも上の3つのステップによってPCRは進行する。
それぞれのステップとは？

9

ステップ①

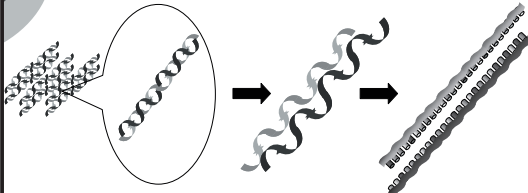


10

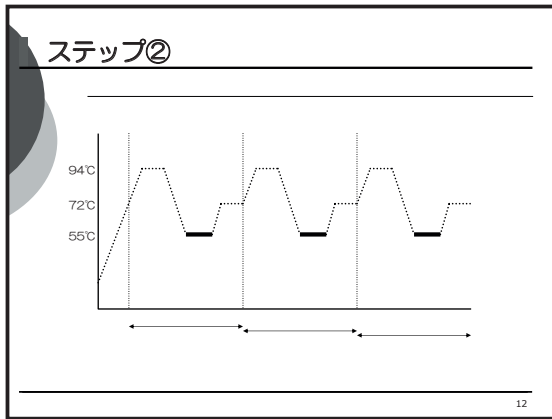
ステップ① 熱変性

(二重らせんをほぐす)

94℃前後まで加熱すると、熱により二本鎖のDNAが変性し一本鎖になる。



11



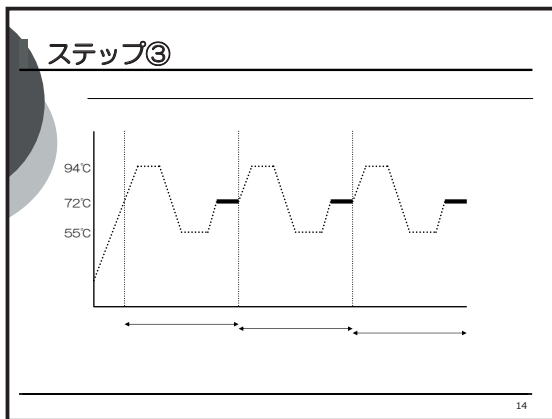
ステップ② アニールング

(プライマーをくっつける)

約45~60°C (プライマーによって異なる) に下げると熱変性した一本鎖DNAの相補的な塩基配列にプライマーが結合する。

アニールング温度は高いほど特異性(選択性)が高くなるが、使用するプライマーによって最適な温度がある。

13



ステップ③ 伸長反応

(人工DNAを合成する)

一般的に用いるTaq DNAポリメラーゼの場合、約72°Cにするとプライマーを開始点としてdNTPを使ってDNAを合成する。

15

ステップ①~③ 繰り返し

①~③のステップを25~40回繰り返すことによって目的のDNA断片を10万倍以上に増幅できる

16

工程のまとめ

17

遺伝子の検出

電気泳動

1~3%のアガロースゲルを用いてPCR反応が終わったPCR産物を電気泳動する

DNAは負(-)の電気を帯びているので、電圧をかけると正(+)側に移動する

DNAは質量の差によって移動するため移動距離が異なりバンドとして分画できる

写真撮影および可視化できる



サブマリン型電気泳動装置

18

遺伝子の検出

リアルタイムPCR

電気泳動を行わない検出方法



目的遺伝子と相補的な塩基のスクレオチド（プローブ）に蛍光物質をあらかじめ付けておき、PCR反応させる。PCR反応の伸長反応の過程で目的遺伝子にプローブが結合した際に蛍光物質が発光する。その発光物質をCCDカメラ等で蛍光強度として検出するため、PCRのサイクルが進むにつれ蛍光強度が上昇する。結果、反応過程での検出が可能である。

19

食品検査におけるPCRを用いた試験

- 微生物試験（食中毒原因遺伝子の検出）
腸管出血性大腸菌、コレラ菌、赤痢菌 等
- 食中毒原因ウイルスの検出
ノロウイルス、A型・E型肝炎ウイルス 等
- 遺伝子組み換え食品の検出
ダイズ、トウモロコシ、コム、パパイア 等
- 肉種・魚種判別
肉種判別、マグロ、ウナギ、アジ、サバ、タイ 等
- 産地判別
シジミ、アジ 等

20

微生物試験（食中毒原因遺伝子の検出）

コレラ菌の食中毒原因遺伝子の検出

目的遺伝子

コレラ毒素遺伝子 CT
O1血清型決定遺伝子 O1
O139血清型決定遺伝子 O139

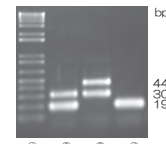
反応条件

94℃、5分間
→ 94℃、1分間
→ 55℃、1分間
→ 72℃、1分間
→ 72℃、7分間

35 回繰り返し

- ① 100bpサイズマーカー
- ② コレラ毒素 陰性 血清型O1
- ③ コレラ毒素 陰性 血清型O139
- ④ コレラ毒素 陰性 血清型O1

CT 特異バンド： 308 bp
O1 特異バンド： 192 bp
O139 特異バンド： 449 bp



※ 生きている菌だけでなく死んだ菌の遺伝子があれば反応してしまふ。

21

食中毒原因ウイルスの検出

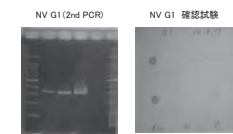
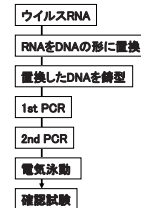
ノロウイルスの検出（RT-PCR）

目的遺伝子
NV Type G1遺伝子
NV Type G2遺伝子



ノロウイルス粒子の電子顕微鏡写真
(東京都感染症情報センターHPより)

試験の流れ



- ① 100bpサイズマーカー
- ② 検体
- ③ ネガティブコントロール
- ④ 検体
- ⑤ ネガティブコントロール
- ⑥ 100bpサイズマーカー
- ⑦ 陽性検体
- ⑧ ネガティブコントロール
- ⑨ ポジティブコントロール

22

遺伝子組換え食品の検出

遺伝子組換え大豆の検出（定性試験）



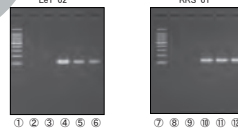
目的遺伝子

大豆内在性遺伝子 Le1-O2
組換え体大豆遺伝子 RRS-O1

反応条件

94℃、10分間
→ 94℃、30秒間
→ 60℃、30秒間
→ 72℃、30秒間
→ 72℃、7分間

40 回繰り返し



- ① 100bpサイズマーカー
- ② ノープライマーコントロール
- ③ ネガティブコントロール
- ④ ポジティブコントロール
- ⑤ 検体
- ⑥ 検体
- ⑦ 100bpサイズマーカー
- ⑧ ノープライマーコントロール
- ⑨ ネガティブコントロール
- ⑩ ポジティブコントロール
- ⑪ 検体
- ⑫ 検体


大豆内在性遺伝子（Le1-O2）の検出によりDNAの抽出を確認する。
⇒ 試験の整合性の担保

組換え体大豆遺伝子（RRS-O1）の検出により組換え体か、非組換え体かの判定を行う。

23

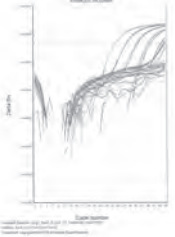
遺伝子組換え食品の検出

遺伝子組換え大豆の検出 (定量試験)



目的遺伝子
大豆内在性遺伝子 Le1-O2
組換え体大豆遺伝子 RFS-O1

大豆内在性遺伝子 (Le1-O2) と組換え体大豆遺伝子 (RFS-O1) の比により混入率を算出する。




$$\text{混入率} = \frac{\text{組換え体遺伝子 (RFS-O1) 数}}{\text{内在性遺伝子 (Le1-O2) 数}} \times \frac{1}{\text{内標比}} \times 100$$

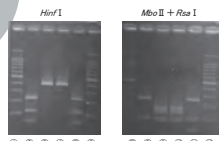
24

魚種判別

うなぎの品種判別 (PCR-RFLP)



PCR-RFLP (制限酵素断片長多型解析)
増幅した遺伝子を制限酵素で切断しパターンを組み合わせて品種を判別する



イメージ
制限酵素

PCRで増幅した遺伝子を制限酵素で切断した場合、断片の長さによってバンドのパターンが現れる。それぞれの制限酵素で現れたパターンを組み合わせることでタイプが決定される。

① 100bp サイズマーカー	⑦ 100bp サイズマーカー	タイプ A/B
② 換体 (タイプ A)	⑧ 換体 (タイプ B)	⇒ <i>Anguilla japonica</i> (日本ウナギ)
③ 換体 (タイプ a)	⑨ 換体 (タイプ b)	
④ 換体 (タイプ a)	⑩ 換体 (タイプ b)	タイプ a/b
⑤ 換体 (タイプ A)	⑪ 換体 (タイプ B)	⇒ <i>Anguilla anguilla</i> (ヨーロッパウナギ)
⑥ 100bp サイズマーカー	⑫ 100bp サイズマーカー	

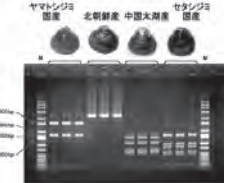
25

産地判別

シジミの産地判別 (PCR-RFLP)



PCR-RFLP (制限酵素断片長多型解析)
増幅した遺伝子を制限酵素で切断しパターンで産地を判別する



国内産と外国産のシジミ類の判別
外国から輸入されるシジミ類の約7割は、中国の淡水産シジミで、その他、朝鮮半島北中部、ロシアの汽水産シジミで占められています。これらのシジミ類はすべて互いに異なる種で、日本国内に生息する上記3種とも異なっています。したがって産地判別を行うことで産地の判別も可能となります。

ヤマトシジミ 国内産 北朝鮮産 中国大湖産 国内産 セタシジミ 国内産

農林水産省研究開発レポートNo.16 (2006) 農林水産省農林水産技術会議中24J
http://www.affrc.go.jp/docs/report/report16/1618_p2.htm

26

ご清聴ありがとうございました



27

食品の放射能試験

ゲルマニウム半導体検出器による
ガンマ線スペクトロメトリー

(財)日本冷凍食品検査協会 横浜試験センター
下山 晃

Japan Frozen Foods Inspection Corporation



はじめに

1. 放射性物質について
2. 食品の放射能試験 マニュアル等
3. ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーによる核種分析法 フロー (概要)
4. 試料調製(前処理)について
5. 容器及び測定用試料の作製
6. 標準線源
7. 装置(ゲルマニウム半導体検出器)
8. 測定例(スペクトル)
9. 精度管理
10. 放射能試験のトレーサビリティ
11. ISO/IEC 17025 放射能測定を行う試験所の認定

Japan Frozen Foods Inspection Corporation



1

放射性物質(ヨウ素、セシウム)

- ・「放射能」放射線を出す能力
- ・「放射性物質」放射線を出す能力を持つ物質
人工放射性物質、天然放射性物質
- ・ヨウ素 固体・気体(昇華性あり)
- ・セシウム 固体、環境中ではK(カリウム)と挙動が類似
- ・放射性物質の半減期

放射性物質	半減期
ヨウ素	I-131 8日
セシウム	Cs-134 2.07年
	Cs-137 30.1年
ストロンチウム	Sr-90 29.1年
カリウム(天然)	K-40 139年

出典) http://old.iapac.org/report/periodic_table/JIPAC_Periodic_Table-22Jun07b.pdf

Japan Frozen Foods Inspection Corporation



2

食品の放射能試験 マニュアル等

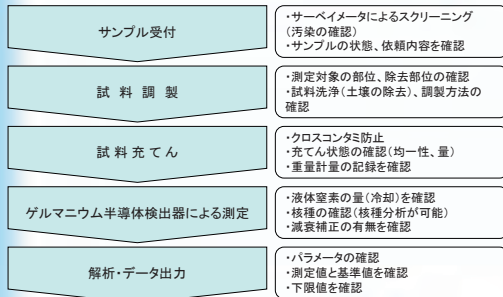
1. 「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」(平成14年5月9日付け事務連絡)、(平成14年3月、厚生労働省医薬局食品保健部監視安全課)
2. 「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」に基づく検査における留意事項について(平成23年4月20日付け事務連絡、厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課)
...試料洗浄(土壌除去)
3. 食品、添加物の規格基準(平成11年11月26日厚生省告示第239号)=厚生省告示370号(昭和34年12月28日)

Japan Frozen Foods Inspection Corporation



3

ゲルマニウム半導体検出器を用いた ガンマ線スペクトロメトリーによる核種分析法



Japan Frozen Foods Inspection Corporation



4

サンプル受付



ALOKA社製
Model: TCS-172B
γ線シンチレーションサーベイメータ



Japan Frozen Foods Inspection Corporation



5

試料調製

- 「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」に基づく検査における留意事項について(平成23年4月20日付け事務連絡、厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課)

農産物 洗浄により、土壌を取り除き、目視により食用若しくは調理に供する程度まで洗浄が十分に行われていることを確認する。

<手順1>
水道水の流水下で、20秒程度洗浄する。
付着する水をペーパータオルにより軽く拭き取る。

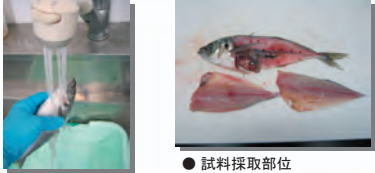
<手順2>
水道水をしみこませたペーパータオルで表面を軽く拭き取る。

Japan Frontier Food Inspection Corporation

試料調製(魚介類)

水産物 放射能分析の一般的な留意事項<抜粋>※利用形態(食べ方)に応じた前処理・測定を行う[洗うこと、可食部の測定をおこなうこと]

※出典「水産生物放射能分析技術研究会－試料の採取及び調製方法について」(平成23年4月15日 独立行政法人 水産総合研究センター)



● 試料採取部位
・全体又は可食部
・目的に応じて必要な部位


水で洗浄

Japan Frontier Food Inspection Corporation

試料調製(肉類)

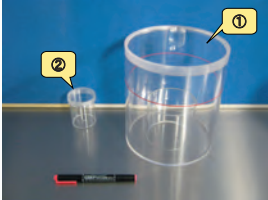
肉類 マリネリ容器を用いて測定するときは2kg以上、小型容器のときは100g以上の肉類(可食部)を用意し、包丁等で2~3cm程度に細切する。※

※出典)文部科学省 放射能測定シリーズ24「緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」



Japan Frontier Food Inspection Corporation

測定用容器の例



① 2Lマリネリ容器(文科省タイプ) アクリル樹脂製
…農産物、生・乾燥物、液体、水質 etc

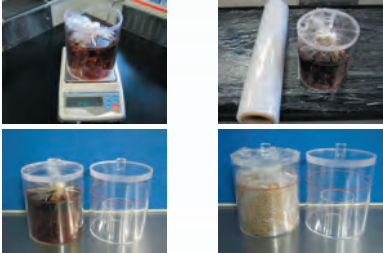
② U8タイプ容器(100mL)
ポリスチレンPS製又はポリプロピレンPP製
…土壌、底質、灰化試料
試料量が限られている(少量しかない)サンプル etc

Japan Frontier Food Inspection Corporation

測定用試料の作製(試料の充てん)

ポイント

- ・必用な場合、充てん前に試料を細かく切り調製する。
- ・良く混合、攪拌し、試料を均一化する。
- ・容器にできるだけ隙間(空隙)ができないように詰める。



Japan Frontier Food Inspection Corporation

標準線源(放射能標準ガンマ体積線源)



① MX033MRタイプ(2Lマリネリ)

② MX033U8PPタイプ(100mL、50mmΦ×H50mm)



2Lの赤い線
センサーが入るように中空

出典)日本アイソトープ協会
<http://www.jrias.or.jp/index.cfm?6,9849,110,151.html>

Japan Frontier Food Inspection Corporation

ガンマ核種を測定するための機器 — ゲルマニウム半導体検出器 —

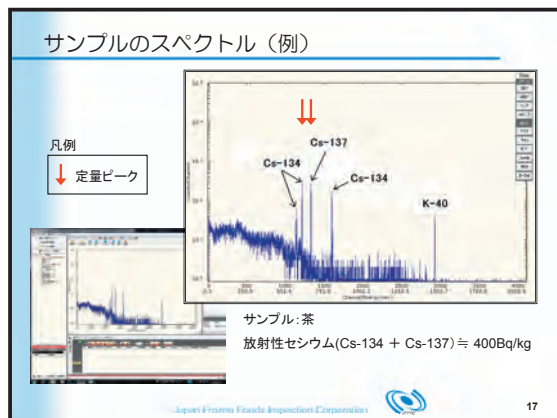
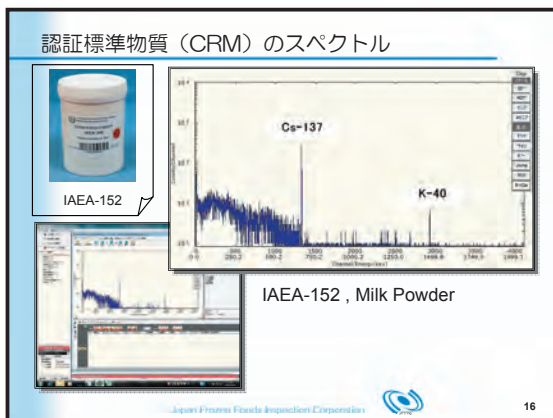
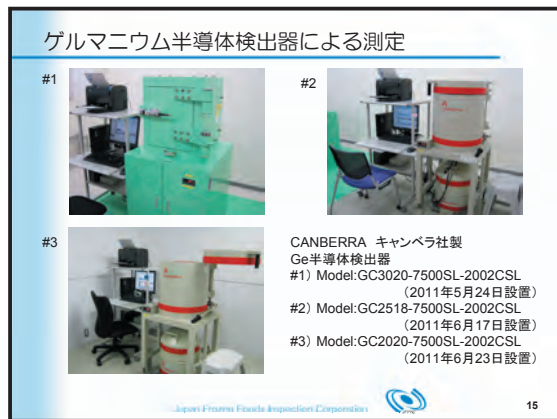
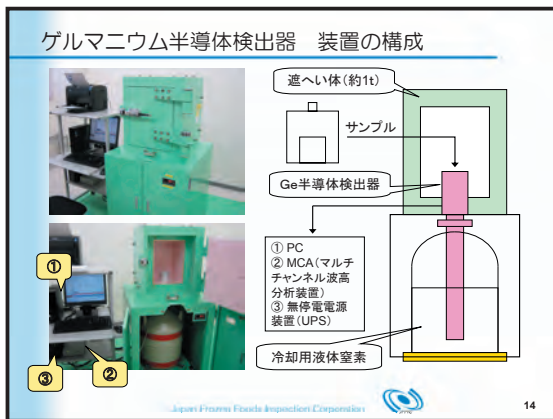
公的位置付け	厚労省の定める公定法に記載
測定結果	Bq/kg
測定所要時間	厚労省の公定法では30分程度以上/検体 放射活性が高い場合や感度が低くよい場合はより短時間でよい
暫定規制値との比較	精密分析が可能。 かなりの精度を持って分析可能(放射性セシウム、ヨウ素ほかガンマ核種)
価格	1500-2000万円程度+設置費用
重量	1.5-2t
測定の簡便さ	簡便だが、研修は必須。
設置場所	設置した場所で測定することを想定汚染されていない環境 汚染の影響を排除できる場所 ほこり、粉塵などのない場所 上記の重量に耐える構造(床の補強工事等が必要)

12

ガンマ核種を測定するための機器 — (参考) オートガンマカウンター —

公的位置付け	放射性ヨウ素及びセシウムは分離定量可能(134Csと137Csをきれいに分離することはできない) 「牛肉中の放射性セシウムスクリーニング法(厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課(平成23年7月29日付 事務連絡))の性能要件を満たす装置であれば、スクリーニング法として使用可。
測定結果	Bq/kg
測定所要時間	10分程度/検体 放射活性が高い場合や感度が低くよい場合はより短時間でよい。自動検査が可能、スクリーニング法に最適
暫定規制値との比較	ゲルマニウム半導体検出より精度は低いが、スクリーニングレベル(暫定規制値の1/2)との比較は可能。
価格	800万円程度
重量	300kg程度
測定の簡便さ	簡便だが、研修は必須。
設置場所	設置した場所で測定することを想定 汚染されていない環境汚染の影響を排除できる場所。

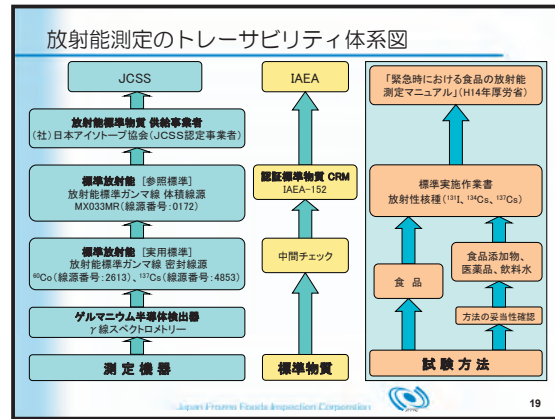
13



精度管理

- 内部精度管理
 - 認証標準物質 (CRM) による真度、精度の確認
 - バックグラウンドの確認
 - 空試験による二次汚染の有無の確認
 - ピークチャンネルチェック
- 外部精度管理
 - 技能試験 (PT)
 - JAB/PTP (Proficiency Test Program)
 - 公益財団法人 日本適合性認定協会 (JAB) による放射能測定 技能試験 に参加
 - 「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線測定法」

18



ISO/IEC 17025の認定拡大 (放射能測定を行う試験所の認定)

- 公益財団法人 日本適合性認定協会 (JAB)
 - <http://www.jab.or.jp/>
- 横浜試験センターの ISO17025の認定範囲: 微生物試験
冷凍食品の規格基準 生菌数、大腸菌群、E.coli

認定拡大範囲: 放射能試験

- 2011年6月 放射能測定を行う試験所の認定、技能試験 開始
- JABは、ILAC相互承認メンバー → 相互承認協定に基づくISO/IEC 17025 試験所認定制度
- ILAC (国際試験所・校正機関認定協力機構) ウェブサイト <http://www.ilac.org>

- 2011年6月14日 横浜試験センター 現地審査
- 2011年7月22日 第143回試験所認定委員会にて認定 (JABとして初認定)。
<http://www.jab.or.jp/news/2011/11072800.html>

20

ミャンマー回想、食と文化

公益社団法人 日本冷凍空調学会

参与 小泉栄一郎

ミャンマーの概要

日本からミャンマーへの直行便は今は無いが、1996年10月から2000年3月まで、関西空港からヤンゴン・ミンガラドン空港へ、ANA直行便が週3便（水、金、日、両空港発）、就航していた。14時25分関空発、ヤンゴン着は18時40分（時差2時間半、したがって日本時間は21時10分着）、帰路は19時45分発、バンコク経由、翌日6時15分に成田または関空に到着した。筆者はその頃、ミャンマー政府の要望を受けたJETRO（現、日本貿易振興機構）からの要請で、同国の冷凍野菜事業の構築を目的として出張した。

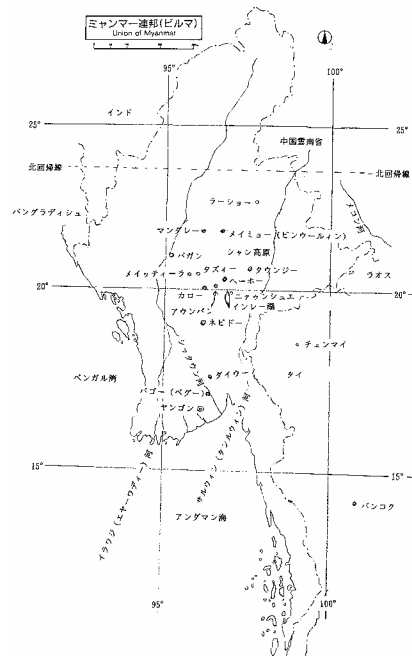
ミャンマーは11年3月に民政移管したが、当時は88年から続く（ビルマ連邦共和国時代の62年に軍事クーデターが起きたが、その後、民政に移管してビルマ社会主義連邦共和国と国号改称。88年9月に国軍が全権掌握した）、民情の鬱積した軍政時代であった。しかし最近の諸情報から、新政権が、政治、経済など幅広い分野で改革に努めていることがうかがえる。日本政府も中断していたODA（かつて日本が供与した大型ダムの補修、人材育成奨学計画など）再開を表明した。

筆者はインドネシアにおいて、国からの資金獲得により事業展開に成功した経験から、この国でも同様の展開を希望したが、当時のミャンマーの国情では政府資金の拠出を求めることは無理であった。しかし、最近の政情を見ていると、新たな展望が開けつつあるように思える。

空港に近いミンガラドン工業団地は、98年に三井物産が同国政府と合弁で設立した同国唯一の国際水準の工業団地である。筆者はこの団地で、進出直後に撤退した日本大手食品企業の、人が去って寂寥とした工場を見た。工場運営について政府関係者との調整がうまく行かなかったためと政府関係者から聞いた。当時、この団地の入居率は20%以上になることはなく、三井物産も03年に撤退した。しかし現在、予約を含めて64%が埋まったという（日本経済新聞11年10月3日）。

ミンガラドン国際空港は、ヤンゴン（旧ラングーン）市内の北部に位置し、ヤンゴン市街より約12km、車で約30分。大東亜戦争中は、ビルマの航空戦を激闘した、加藤建夫中佐率いる加藤隼戦闘隊の基地であった。着陸しターミナルビルに向か

ミャンマー連邦（ビルマ）地図
（首都ネピドーを除き）本稿に登場する地名のみ記載



う機体上で、整備不十分からか、滑走路は荒れて凸凹しているように感じた。

この国は、89年6月、対外的呼称をビルマからミャンマーに変更した。この地に棲む人々は、古くからこの国をミャンマーと呼んでいたという。「ジャパン」を「日本」に変えたようなものか。

国の面積は日本の約1.8倍。人口は約5,000万人である。民族構成はビルマ族が約70%、残りをシャン族の8.5%はじめ135民族が占める。少数民族は、主として7つの州に、ビルマ族は7管区に居住する。

国土は北緯10度から28度の熱帯、亜熱帯に位置し、南部はモンスーン地帯で雨季（5～10月）と乾季（11～4月）の区別がある。国のほぼ中央部を乾燥地帯が占める。多雨地域は年間降水量5,000mm以上（日本の平均1,800mm）、乾燥地域は600mm前後とその差は大きい。国土の約半分は森林で、農業用地は15%。農産物は穀類、とくに米はエヤーワディー（イラワジ）河デルタが主要産地である。野菜はシャン州、マンダレー管区など同国中部の台地が主要産地である。高原のシャンでは温帯野菜が広く栽培される。

ヤンゴン市内にて

ヤンゴン（旧、ラングーン。89年6月、軍事政権が、国名とあわせて改称）は、18世紀、ビルマ族の王がこの地を占領し、「ヤンゴン＝戦の終わり」と命名した。軍政は英植民地時代の名称を由緒ある旧名に復帰させた。エヤーワディー河の支流、ヤンゴン河の北岸に発達した街である。

筆者がミャンマーを訪問した99～00年頃、入国に際し、空港で300US\$を政府発行の外貨兌換券（F E C）に強制両替させられた（その後、強制額は200US\$に減額、03年8月に強制両替は停止された）。このF E Cは、外貨への再両替はできず、同国滞在中に使いきる必要がある。F E C制度は93年2月から実施されており、中国で80年から94年末まで使われたものとはほぼ同じで、デザインは異なるものの、裏面に記載されている注意事項の説明文は、大体同一である。

国内では商店もレストランも、われわれ外人に対し、F E Cや国内通貨（チャット、K）ではなく、米ドルでの支払いを求めた。中国の場合のように外人旅行者はF E Cによる決済が必要と決めた規則はなかった。筆者は強制両替分のF E Cはホテルの支払いに残し、旅行中は専ら米ドルだけで済ませた。強制両替のレートは、1 US\$ = 1 F E Cであるが、当時の公定レートは1 US\$ = 6 K、実勢レートは、1 US\$ = 1 F E C = 450 K、街の闇両替では1 US\$ = 1,000 Kと聞いた。その頃の公務員の平均給与は月に2,000 Kとも3,000 Kともいう。

多重為替相場制のミャンマーでこのF E Cは、その後も存続されており、J E T R Oの情報によると、11年1月の公定レートは、1 US\$ = 5.4155 K、1 US\$ = 1 F E C、公認市場レートは、実勢レート1 US\$ = 1 F E C = 860 K。F E Cは貿易実務などに使われているが、政府もこの多重為替相場制の問題を認識しており、外国投資法の改正に向け準備中という（日本経済新聞11年10月3日）。

筆者はヤンゴンでは毎回、ヤンゴン中央駅に近い、スーレー・パゴダ通りのトレーダーズ・ホテル（シャングリラ・ホテル系列）に宿泊した。市の中央にあるヤンゴン市街地のシンボル、スーレー・パゴダ（仏塔を英語でパゴダ、ビルマ語でパヤーという）はすぐそばに見える。07年9月に発生した暴動で、日本人カメラマンの長井氏が銃撃された地点は、ホテルの斜め前で

ある。

近くのボージョレー・アウンサン（アウンサン将軍）市場は、野菜、果実、魚介類から家具、宝石にいたるまで商われており、市民の生活の一端を垣間見ることができる。

この国を走る車は日本の中古車が多い。旧英国植民地でありながら、何故かこの国では車は右側通行である。右ハンドルそのまま日本車は走り、中古バスもドアの位置は左側のままで、停留所の位置を工夫して利用している。中古車のほとんどは、日本の旧所有者の名前を消さず、むしろ日本車であることを誇示するごとく、そのまま走っている。その会社、またはバス会社がこの国に進出しているのかとつい錯覚してしまう。しかし、日本語でタクシーと書かれていても、タクシーではなく、またスクールバス、会社の送迎バスであっても、ヤンゴンの市内バスであったりする。

外務省の発表による11年10月1日時点の、海外在留邦人の総数は143,357人であるが、ミャンマーには約550人と少ない。ヤンゴン日本人商工会議所の会員は53社（参考：隣国のバンコク日本人商工会議所は世界最大で、11年度1,327社）に過ぎない。かつて筆者は、東南アジアでは日本人が1万人以上居ない都市での日本料理店の経営はかなり困難と聞いたことがあるが、筆者のヤンゴン滞在中、毎晩の日本料理の店の選定に苦労はなかった。しかも店のレベルは高い。

ミャンマー国軍と日本軍歌

ミャンマー初訪に際し、巡り合わせを期待した関心事の1つは、深田祐介氏の「最新東洋事情』（文春文庫 1997年11月）の1節である。「3月27日の国軍記念日、全国から首都ヤンゴンに集まったミャンマー国軍の各方面軍は盛大なパレードを繰り広げるのですが、このパレードはいきなり日本の『軍艦マーチ』とともに始まるのです。ミャンマーの軍楽隊は続いて『歩兵の本領』、『愛馬進軍歌』など旧日本軍歌を次々と演奏して、勇壮な国軍のパレードが続きます」。この背景には、後に国軍となるビルマ独立義勇軍創設に尽力、支援した日本陸軍の南機関、戦後も親日家が占めたビルマ国軍幹部の存在がある。

キングレコードが、「軍艦マーチ」作曲の瀬戸口藤吉生誕130年記念として、98年4月に発売したCD「軍艦マーチのすべて」には、ミャンマー国軍の演奏によるものが収録されており、その解説には「ミャンマーでは現在も国軍の公式行進曲として演奏されており、ミヤワディテレビ（国軍所有）の朝の開始の音楽にも毎日のように軍艦マーチが使われているそうです。歌われている歌詞の大意は、“我ら栄光へのマーチ、我らが攻撃のマーチ、我ら不眠不休で敵を討つ、我ら意思を見せよう”（大田氏訳）」とある。

筆者はミャンマー滞在中に日本の軍歌を聞きたいと、いろいろ模索したがその願望は遂に果たせなかった。同国旅行中、かつて日本軍の病院で看護助手をしていたという老人に会った。昔話の後、彼から日本の軍歌集のCDが欲しいと所望され、次の訪緬時に3枚ほどのCDを手渡し、喜ばれた。



ヤンゴンのトレーダーズ・ホテルの窓から市内眺望、市街地の中央のスーレーパゴダの先は、ヤンゴン河、ヤンゴン港・漁港（ヤンゴン市）

シャン高原の野菜

シャン州は同国東部に位置し、国土の9.2%を占める大州である。シャン族は、タイ系諸族の1支族であり、シャン=シヤムと考えられる。

シャン高原への道は、同国第2の都市マンダレーから北東へ、4トン車までしか通れない山坂を上ると高原のメイミョーに至る。この道路をさらに東北へ、シャン州北部の盆地の街、ラーショーに至り、さらに中国雲南省昆明へ抜ける。この路は戦中、援蒋ルート（ビルマ公路）と呼ばれ、連合軍が重慶の蒋介石政府へ支援物資を運んだ。日本軍は緒戦にこの道路を圧さえ、ルートを遮断した。現在は中国から物資、金、人が流れ込む道路に変わっている。

もう1つの路は、マンダレーの南、メイッティーラ又はタズィーから東へアウンパン、カロー、ヘーホー、そして州都タウンジーへ抜ける幹線道路で、メイミョー経由と同様、この道路にもミャンマー国鉄が並走している。余談であるが、日本の鉄道各社の中古（廃）車両が、余生をこの地の各所で活躍している。自動車の場合とは異なり、この国の色に塗り直されているが、予期せぬ土地で見覚えのある型の鉄道車両に遭遇することになる。インドネシアもミャンマー以上に日本の中古車両が多く活用されている。



ヤンゴン～マンダレー幹線を走るミャンマー国鉄（バギー管区）

シャン州の州都タウンジーの市場で、草履履きの若い男達が遊ぶ、古代日本の蹴毬の原形と思われるものを見た。揚子江、メコン河（瀾滄江）及びサルウィン（タンルウィン）河（怒江）はともに中国雲南省の奥地を源流とするが、揚子江を下った集団が日本人の祖先となり、サルウィン河を下った人々がシャンに棲むようになったと言う伝承がある。怒江中流の雲南省には日本の源流を見るような風俗習慣が数多くあるといわれているが、シャン州も同様である。

中尾佐助氏の照葉樹林文化圏の北端は日本で、南端がシャンであり、「納豆の大三角形」の端に日本があり、他の端にシャンがある。

観光地、インレー湖への入り口にある、ニアウンシュエのホテルでは、豆腐、タカナの古漬、糸引き納豆など、形も味も日本的な料理が出された。

ホテルのすぐ前に大きな市場がある。このニアウンシュエの市場はかなりの広さがあり、野菜、肉類、川魚など生鮮食品、日用雑貨などさまざまな商品が売られている。シャンの食品は、発酵した（糸引き）納豆、もち米、^{なれずし}熟鮭、粽、堅めの豆腐などもかなり日本と共通する。ビルマ族の油と酸味の料理よりシャン族料理の方が日本人の好みに合う。

日本で普通に目にする温室野菜のほか、カイラン、ステムレタス（茎チンヤ）、カンクン（空心菜）、トカドヘチマ、乾燥タケノコ等の中国料理に多用される野菜、赤タマネギ、レモングラス、コリアンダーの若葉、バナナの花、タマリンドの実、タマリンドの莢皮、未成熟ココナツの実などタイ料理または東南アジア料理用の野菜が売られていた。その他、タカナ、トウガラシ、糸引き納豆、乾燥納豆、食用の茶葉などシャン料理に使われる野菜類が積まれていた。

ミャンマー全土で、中華料理からの影響か、グル曹が家庭料理によく利用されている。市場では、タイから持ち込まれた日本ブランドのグル曹がポリ袋に5g、10gと小分けされ販売さ

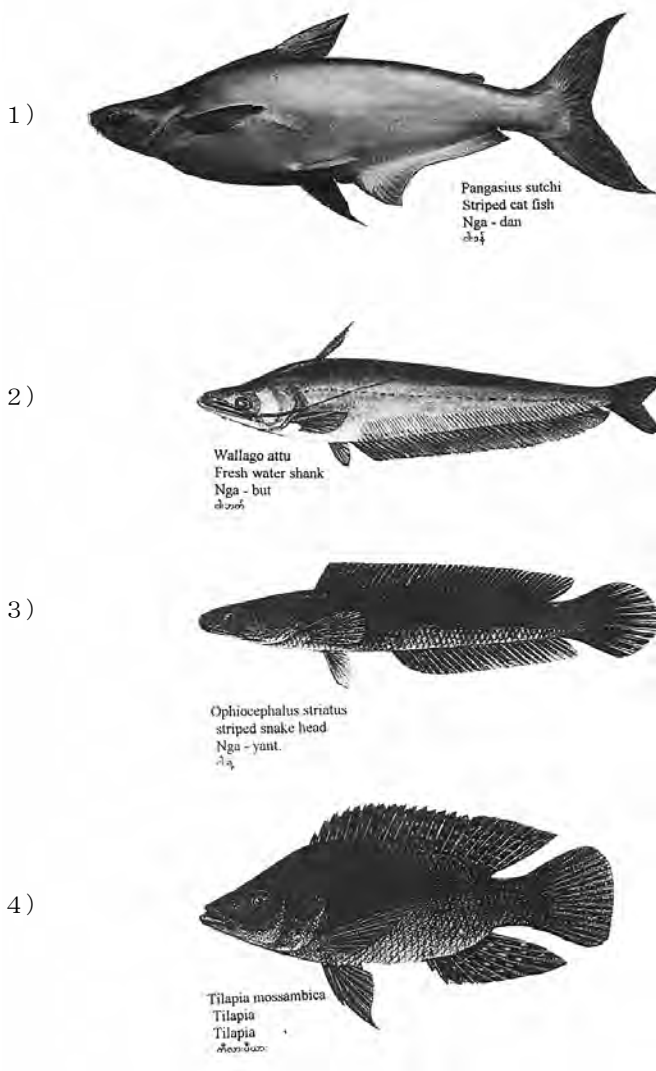
れていた。インドネシア市場でも同様であった。

この国では、海産魚介類より川魚が好まれるが、後者の方が鮮度が良いからでもある。70～80年代の中国も上海、北京など大都市の市場で鮮度の良い、時には生きている川魚が大きなスペースを占めており、人々も鮮度の悪い海産魚介類に見向きもしなかったが、冷凍技術の進歩・普及により、刺身を好む中国人が増加した。ミャンマーでも同じ道を進むことと思う。

ミャンマーの市場でよく見られる淡水魚介類は、インドナマズ等の大型ナマズ類 (River catfish, Common catfish, Scorpion catfish, etc.)、バターフィッシュ (日本ではシズ又はイボダイであるが、ここでは淡水性のナマズ目パンガシウス科の *Pangasius sutchi* 等、東南アジア各地の河川に多く見られる。筆者も比較的美味しい魚と思った)、コイ科魚類 (インドゴイ、ウグイ等)、ティラピア類、ウナギ類 (アンギラ属のインドウナギ等)、テナガエビ科 (オニテナガエビ等)、ライギョ (タイワンドジョウ) 科魚類等である。

筆者はシャン州ではアウンバン、カロー、ヘーホー、ニアウンシュエ、タウンジーなどを訪問した。時期は乾季の1～2月頃、この地はその季節、昼夜の寒暖の差が大きく、その差30度になることもある。例えば、標高1,300mのカローのホテルでは、前日18時の気温

ミャンマーの代表的な淡水魚 (同国魚類図鑑より)



- 1) *Pangasius sutchi*
パンガシウス科 Butter fish, Striped cat fish
- 2) *Wallago attu*
ナマズ科 Freshwater catfish, Freshwater sharkfish
インドナマズ
- 3) *Channa (Ophiocephalus) striatus*
ライギョ (タイワンドジョウ) 科 Striped snakehead ライギョ
- 4) *Tilapia mossambica (Tilapia nilotica)*
カワスズメ科 Tilapia ティラピア

は18℃、夜はさらに下がって、ボーイが室内の暖炉に火をいれてくれた。翌朝7時には8℃、日中は上昇して30℃にまでなった。カローは英植民地時代からの避暑地で、地図上では熱帯であるが、標高が上がるにつれて、植生も変わり、熱帯植物から温帯植物に代わる。カロー一帯の森林は松が多く、宿泊したホテル名はPine Hill Resortである。日本的な風景であるが、松は束生する針状葉が3本のミツバマツである。

したがって、シャン高原は温帯野菜の適地で、昼夜の気温差が野菜の甘味と旨味を高める。キャベツ、トマト、タカナ、アブラナ、エンドウ、インゲン、ソラマメ、ポテト等々。タイ経由で入る台湾の種子、ヤンゴンの日本種苗業者代理店の種子を使つての収穫は見事な品質である。種子代は高いが、それなりに野菜は高く売れるようである。筆者はその頃、日本の種苗業者のヤンゴン代理店設置に力を貸したことがある。

メイミョーの桜とラン

マンダレー（標高400m）から東、つづら折り急坂2車線の道を約68km、約2時間で高原の街、メイミョー（現名ピンウールイン）に着く。マンダレー管区東端に在り、標高1,100m。行政区劃は異なるが、シャン高原の街と考えてよい。メイミョーは植民地時代の旧名。泉谷達郎氏「ビルマに咲いた友情と信頼の花」（大東亜戦争終結50周年記念出版、1996年5月、日本ミャンマー歴史文化交流協会刊）によると、メイミョーは戦中、援蒋ルートを制圧し、後にインパール進攻作戦に参加した、ビルマ方面軍第15軍の軍司令部と飛行場が所在した。因みに泉谷氏は、陸軍中野学校卒業、41年に南機関、42年にビルマ派遣軍拝命、81年にビルマ政府より同国の独立に貢献したとして「オンサンタゴン」賞を授与している。

メイミョー市街の南部に1km²（240acres）の広大な植物園、国立カンドーチー植物園がある、第1次世界大戦の砲、英国が捕虜としたトルコ兵を使つて造園したもので、ロンドン郊外の著名なキュー植物園を模している。筆者がメイミョーを訪問した1月中旬、花色の濃いサクラが満開になっていた。F. キングドン・ウォード著「植物巡礼」（岩波文庫 99年9月刊）によると、ヒマラヤザクラ（*Cerasus cerasoides*）で、ネパールからアッサムにかけて、さらには雲南にまで広い分布をしている。日本のカンヒザクラ（寒緋桜、バラ科サクラ属サクラ亜属カンヒザクラ群）はこの変種である。緋とは深く明るい紅色のこと。伊豆の河津桜はこの群に属す。タイ北部のチェンマイにもこのヒマラヤザクラの群生があり、緋色の花を咲かせる。



メイミョーの国立カンドーチー植物園の満開のヒマラヤ桜（マンダレー管区）

熱帯地方原産のランは、高温・多湿を好む寄生植物であるが、この植物園のラン栽培舎の環境は日中30℃に上昇し、夜間5℃以下にさがる。湿度もかなり低いが、加温・加湿なしで綺麗な花を咲かせている。英国人が、英国の気候環境にランを馴化させる研究を行っていたためと聞いた。

メイミョー北東郊のモーゴーパーピット（Moegyopyit）村を訪れた。村民の構成は、シャン族、グルカ人、インド人それぞれ1/3づつを占める。Moegyopyitとは、シャン語で“落雷”を意味

する。雷雨の多い土地のようだ。各種野菜の生産地で、アブラナ科、ユリ科、セリ科、キク科野菜を中心に栽培している。マメ科野菜は、他の産地に譲っているが、土質はマメ科植物にも適している。消費地は、メイミョー、マンダレー（車で約2時間）、ヤンゴン（車で約20時間）等である。化学肥料は、尿素、リン酸配合を国産、輸入品（輸入相手国は以外にもサウジアラビア）で賄っている。キャベツは日本F1種及び台湾農友F1種をバンコク経由で使用、タカナは大葉の立派なものが収穫されていた。村でシャン族農業関係者の集会に出席したが、日本向け冷凍野菜の原料基地になりたいと希望を語っていた。最近この村で、外国観光客に農耕農業や農産物加工を体験をさせてくれるツアーが行われていると聞いた。



メイミョー（ピンウルイン）北東郊、モーチョーピツ村のシャン族農民の散水（マンダレー管区）

マンダレーと中央乾燥地帯

ミャンマー第2の大都市、マンダレーにはビルマ最後の王朝があった。1755年に成立したコンバウン王朝は、インドから侵入した英国にビルマ西部、イラワジ・デルタから追われ、1857年に、この地に王城を建設、遷都した。王城は正方形の煉瓦造りの城壁と堀で囲まれ、外周は8kmある。しかし1885年、終に第3次英緬戦争に破れ、英国の植民地となった。

筆者の宿泊ホテルは、王城の北側にそびえる聖地、マンダレー・ヒルの麓にあるノボテル（現、マンダレー・ヒル・リゾート・ホテル）。ホテルのロビーでビルマ族の衣装を着た乙女が奏でる豎琴を聞いた。聖地、マンダレー・ヒルにはいくつかのバゴダがある。市街やイラワジ河などの眺望もよい。大東亜戦争で戦没した日本軍兵士と敵方戦死者を鎮魂する慰霊碑がある。

シャン高原を西に約70～90km下った、マンダレー管区の乾燥地帯は、サバナ気候帯に属す。同国中央部の広大な乾燥地帯では、農業生産に灌漑事業が必須となる。日本の農林水産省に相当する同国の行政機関は、農業灌漑省である。日本政府は11年9月、ミャンマー政府に、中央乾燥地村落給水計画を実施するために必要な資金の贈与を行うことを決めた（「官報」11年10月11日号）。

この乾燥地帯（サボテンが車窓から見られる）では、メイッティーラ農業灌漑省直営ブドウ園、同省農産缶詰直営タズィー農場、マンダレー市営農場、民間のメロン専門農場、果樹農場、マンゴー農場を見学したが、井戸、



ビルマ最後の王朝、コンバウン王朝の王城は正方形の煉瓦造りの城壁と堀で囲まれ、外周は8kmある（マンダレー市）



マンダレー・ヒルの麓にあるノボテル・ホテルのロビーでビルマ族の衣装を着た乙女が奏でる豎琴（マンダレー市）

水路、スプリンクラー等灌漑設備の充実が課題のように見受けられた。ブドウ農園では、同じ乾燥地帯であるイスラエルの技術者を招聘して品質向上に努めていた。

メイッティーラは、ミャンマー中央の交通の要衝である。大東亜戦争末期の45年2月、第15軍はこの地で英印軍と遭遇し、激戦の末、大きな被害を被った。後にイラワジ会戦と呼ばれている。メイッティーラ湖畔に双方の戦死者を吊った世界平和パゴダ「ナガヨン・パヤー（パゴダ）」が建立されている。

インレー湖の風物

シャン高原にある南北22km（乾季は15km）、東西12km（同6km）の細長い淡水湖。ニアウンシュエの筆者が宿泊した、フーピン・ホテルに近い、運河に設けられた船乗り場からモーターボートに乗り、湖を目指す。フーピン・ホテルの主催するボート・ツアーである。湖の見所は、片足で器用に櫓（櫓）を操って小船を漕ぎ、籠網で漁をするインダー族の漁師、湖上に枯草等で造った浮き島上に建てた民家と野菜の水上栽培、湖上のマーケットなどである。浮き島は約80あるという。湖上のファウンドーウー・パゴダには、5体の仏像がある。信者が金箔を購入し、仏像に張り付けて祈願するので仏像は、長年に亘って張り付けた金箔により、ダルマのような太った体型になっている。

湖畔の水上マーケットは生鮮食料品から骨董品に至まで、多彩な商品が売られている。珍しいものでは、古い阿片吸引用パイプもあった。筆者は、大東亜戦争時の日本軍の軍票とシャンの少数民族の肉切りナイフを購入した。手に入れた比較的綺麗な軍票は、パゴダと椰子の図案に“THE JAPANESE GOVERNMENT大日本帝国政府”と記載された5ルピーと10ルピー（当時の通貨単位、インドと同じ）の紙幣である。

インダー族の漁法は、竹で編んだ上下が開いた円錐台形の漁具を水中に入れ、籠網中に入った魚を鉤で刺して獲る。鳥取県の伝統漁法、「うぐい突き漁」と同じであるが、網の編み方が若干異なり、円錐台の高さがインレー湖の方が長い。恐らく水深のせいであろう。ペルー・チチカカ湖の湖上生活部族は有名だが、インレー湖上の民家は、水面上に高床式木造の家をつくっている。チチカカ湖のようにイネ科の乾草を固めた浮島の上に、同じ乾草だけで家を造り、電気もガスもない生活ではなく、電気が来ている家と、発電機に頼っている家とがある。ボート上から見た、浮き島の野菜畑には、サトイモ、トマトが栽培されていたが、資料によるとこの他、ナス、キュウリ、トウガラシ、エンドウなどのマメ類も栽培している。ニアウンシュエ市街へ、多分、市場へ向かうボート上には、収穫されたトマトが満載されていた。

インレー湖は、この国の最も期待されている観光地である。筆者らはメイッティーラで1泊、車で東行し、タズィー、アウンバンを経てカラーで泊まり、ヘーホーからニアウンシュエへ出



インレー湖の漁師、片足で櫓（櫓）を漕ぎ、魚籠を操る（シャン州）
〈絵葉書〉



インレー湖上のファウンドーウー・パゴダ。信者が張り付けた金箔により、ダルマのような太った体型になった仏像（シャン州）

たが、一般には、ヤンゴンから空路ヘーホーで降り、インレー湖へ向かう。ヘーホーには農業灌漑省の支局があり、標高 1,100mの試験畑では、各国から取り寄せたソバや各種野菜の栽培試験を行っていた。戦争中、ヘーホー空港は日本陸軍航空隊の基地であった。

日焼け止め化粧品「タナカ」

ミャンマーの女性、子供の多くは、日焼け防止と称して頬、額に黄色味を帯びた白い化粧をしている。タナカという樹木の樹皮・材を搾り、細かい粉にし、水を加えてペースト状にした

ものである。乾燥した樹皮付きの原木のぶつ切り、平均的には直径5cm、長さ10cmのものを束にして、または粉末、ペースト状として市場で売っている。容器入りペーストは、他のフレーバー、例えば、ライム入りなど、付加価値を高めた商品もある。この植物は樹高12mにもなり柑橘の実をつける。同国中央部の乾燥地帯が主産地である。

枝には鋭い大きな刺があり、ミカンに似た苦みの強い小さな実をつける。この植物名について、多くの書物はミカン科ゲッキツ（月橘、*Murraya paniculata*）としているが、日本林学会関西支部長、日本熱帯農業学会評議員の渡辺弘之氏は、ゲッキツとは別の属の、*Cimonia*（また *Naringi*, *Hesperethusa*) *crenulata* (Roxb.) と述べている（「東南アジア樹木紀行」昭和堂 2005年7月刊）。田中耕次氏（観葉植物開発普及協会会長）もゲッキツに似たタナカ（*Naringi crenulata*）と書いている（「熱帯植物紀行」誠文堂新光社 08年9月刊）。筆者は興味半分、産地に近い早朝のメイティーラ（マンダレー管区）の市場で乾燥原木を1本購入、今も自宅居間に飾っている。

インレー湖上の市場で入手した、大東亜戦争時の日本軍の軍票。パゴダと椰子の図案に“THE JAPANESE GOVERNMENT 大日本帝国政府”と記載された5ルピーと10ルピーの紙幣



インレー湖上の民家、水面上に高床式木造の家をつくっている。電気が来ている家と、発電機に頼っている家とがある（シャン州）



インレー湖の浮き島の野菜畑、サトイモ、トマト等を栽培（シャン州）

ヤンゴン・バゴー・バガン、寺院とパゴダ

ヤンゴン市街地の北、シングッタヤの丘に建つ、金色のシュエダゴン・パゴダは、2500年以上の歴史があり、ミャンマーのシンボルといわれている。この仏塔の歴史は古く、紀元前6世紀の建立。現在のパゴダの原形は15世紀中葉に完成したという。

ヤンゴンの北東約70kmにあるバゴー（植民地時代はペグー）は、エヤーワディー（イラワジ）、シッタウン両河に挟まれた低平なデルタ（イラワジ・デルタ）地帯にあり、バゴー管区の州都である。筆者は農業灌漑省バゴー及びダイウーの両支局を訪問後、低湿地の稲作と野菜栽培を見た。この地域は、ミャンマー稲作の中心地である。戦後、国産米が不足した時期、「ビルマ米」が輸入され、日本人を飢餓から救った。ヤンゴンとバゴーの間地点には、JICAが稲作を指導している稲作研究所がある。熱帯モンスーン地帯であるこの地は、乾季でも気温・湿度高く、害虫の寄生が多い。日本の種子を使った野菜は、在来種より出来がよく、価格も高い。

バゴーの見所は、バゴー駅東側のシュエモード・パゴダ（仏塔）。ヤンゴンのシュエダゴン・パゴダよりも高い114m。また駅西側には、バゴー王朝（モン族）が994年に建立した有名なシュエターリャウン寝仏がある。この寝仏は映画「ビルマの豎琴」に登場する。1757年、ビルマ族（コンバウン王朝）のアウランパヤー王軍の攻撃により、バゴー王朝は滅亡、寝仏の存在は忘れ去られ、密林に深く覆われていたが、18世紀後半、英植民地時代に鉄道敷設の際、インド人技師により発見された。全長55m、高さ16mある。

マンダレー～ヤンゴン間の空路は、ときにバガン経由になる。エーヤワディー河中流域東岸のバガンには多数のパゴダと寺院があり、この一帯はアンコール（カンボジア）、ボロブドール（インドネシア）とともに東南アジアの3大仏教遺跡といわれている。11世紀、バガン王朝（地名はバガン、王朝はパガン）最盛期に多数のパゴダが造られた。王朝は13世紀、モンゴル軍の侵攻により滅亡した。バガン空港着陸直前に機窓に広がる2,200余の遺跡は圧巻である。かつては5,000もの遺跡があったという。

以上



“聖なる黄金の塔”シュエダゴン・パゴダ（ヤンゴン市）
<絵葉書>

『ここがポイントかな？ 食品冷凍技術』

新着文献情報 その33：平成23年4号（平成23年7月～平成23年9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. 極限pHと凍結が七面鳥胸肉タンパク質の生化学的性質に与える影響

Effect of ultimate pH and freezing on the biochemical properties of proteins in turkey breast meat Original Research Article, Jacky T.Y. Chan, Dileep A. Omana, Mirko Betti, Food Chemistry, 127(1), 109-117

豚肉産業において、肉質が異常な状態であるPSE肉（むれ肉）の発生が問題となっており、30年ほど研究が盛んに行われてきた。PSE肉とはPale（肉の色が悪い）、Soft（肉が軟弱）、Exudative（肉に滲出が起き肉汁の流出が多い）の略である。七面鳥産業においても同様に大きな問題になっており、PSE様の肉が年間2億ドル以上の損失をうんでいる。解決に向けての研究は10年程度しかされていない。本報では、PSE様鶏肉を分類する上で重要な基準であると考えられると殺後24時間での極限pHに注目した実験が報告された。極限pHによって鶏肉を3グループに分別し（低pH肉、正常（Normal）pH肉、高 pH肉）、表1にそれぞれの色差（Lab）pH、搾汁絞量（%）を示している。それぞれを冷蔵保存したもの（4℃で4日）と凍結保存後に解凍したもの（-30℃で3週間保存後、4℃で一晩解凍）について生化学的性質を測定し、比較した。

肉の保水性、Ca²⁺-ATPase活性、全タンパク質の溶解度、筋小胞体のタンパク質溶解度、筋小胞体タンパク質の表面疎水性、筋原線維タンパク質の表面疎水性、カルボニル含量、総スルフィドリル基含量の8項目が生化学的性質の指標として用いられた。結果、タンパク質溶解度が高いほどCa²⁺-ATPase活性も高い傾向が見られた。さらに、主成分分析の結果、と殺後24時間の極限pHと凍結保存が七面鳥胸肉タンパク質の生化学的および機能的性質に有意に影響を与えていることが分かった。低 pH肉と正常pH肉では冷蔵保存後のタンパク質変性度が類似していたのに対し、高h pH肉では全タンパク質/筋小胞体タンパク質溶解度が有意に高かったことから、良好な機能特性をもつと推察されている。本報で最も興味深いのは、低 pH肉、正常pH肉、高 pH肉についてタンパク質の生化学的性質が凍結保存後では全て類似するという結果である。また、極限pHに関係なく冷蔵保存後の肉より凍結保存後の肉のほうが有意にCa²⁺-ATPase活性が下がっている等、凍結保存によってタンパク質変性や酸化が生じていることを示唆する結果が得られている。すなわち肉の生化学的物質は凍結前の極限pHに依らず凍結保存によって一概に低下するのである。

本報では凍結・解凍条件の詳細が記されていないので凍結保存のみによる劣化と考えるのは些か浅はかなようにも思われるが（解凍時に生じる劣化については述べられていない）、凍結前後の肉タンパク質の変化についてこれほど丁寧に調べられた例は少ない。凍結・保存・解凍によって生じる肉の品質劣化抑制あるいは肉タンパク質の機能性低下防止のための戦略をたて

るうえで参考になるだろう。【小南友里】

2. 乳蛋白質、デキストラン及びその混合物と水の間の相互作用の作用としての相転移

Phase transitions of dairy proteins, dextrans and their mixtures as a function of water interactions, H. Gloria Hernandez, S. Livings, J.M. Aguilera, A. Chiralt
Food Hydrocoll 25 (5)、1311-1318 (2011.07)

多糖の相転移における乳タンパク質の効果は、食品の貯蔵と過程の間に起こる物理的及び化学的变化をコントロールする際に考慮すべき点である。多糖として、デキストラン (dextran6, $M_w \sim 6000 \text{ g mol}^{-1}$, dextran500, $M_w \sim 500000 \text{ g mol}^{-1}$)、マルトデキストリンを、乳タンパク質には、 β カゼイン、 β ラクトグロブリンを使用した。また、乳タンパク質-多糖混合溶液には、乳タンパク質濃度20、50、80%の混合溶液を使用した。これらのサンプルを -40°C で凍結し、フリーズドライした。水分吸着等温線の作成について、フリーズドライしたのち、酸化リン下で水分除去を行った。同一サンプルをLiCl, CH_3COOH , MgCl_2 , K_2CO_3 , NaBr, NaClをそれぞれに用いて、それらの水分活性を0.11 ; 0.22 ; 0.33 ; 0.44 ; 0.58 ; 0.75に調節した。それぞれの水分活性における重量を、水分を除去したサンプルの重量で割ることで、水分含量を求めた。また、Mettler DSC 820を使用し、ガラス転移温度 (T_g) を求めた。表1にそれぞれの水分含量ごとのdextran6とdextran500と各種タンパク質の混合試料の T_g の実測値がある。

乳タンパク質とデキストランの、混合溶液の成分の相分離は、水分吸着作用とガラス転移分析により推測した。混合溶液については、タンパク質含量が増えるほどに減少する傾向を示した。これは、タンパク質増加による疎水基の増加による。タンパク質と多糖の混合溶液中の相互作用の影響をみるため、純粋化合物の水分吸着等温線と乾燥試料の質量分率により水分吸着量の予測値それぞれの相対湿度における水分吸着量を求めたところ、予測値と測定値はほぼ一致していた。これより、タンパク質と多糖のあいだには、分散状態において相互関係はないことが考えられ、混合溶液の中で混ざっていないと推測される。ガラス転移温度からも、均一溶液と比べて乾燥後の分子分散状態では、純粋化合物のマイクロドメインを持った相分離溶液になっているといえる。一般的に、水分活性が上がると T_g は上昇し、この現象はどの試料にも見られた。また β カゼインの疎水性はデキストランへの水分移動を促進し、多糖の T_g を低下させたとみられる。しかし、デキストランの結晶化は混合溶液中におけるタンパク比の機能としての乳タンパク質の存在によって阻害された。同様に、乳タンパク質はデキストランの結晶化温度を上昇させ、エンタルピーを減少させた。この効果は β カゼインの存在化でのデキストラン分子の動きやすさが増加することを反映しているのではなく、立体障害のような他の要因によってマスクされることによると考えられた。これらの素材の物理的性状はメイラード反応速度にも重要である。【金尾嘉子】

3. 米国農務省肉質等級セレクト牛ストリップ・ロインステーキの肉質特性ni及ぼす急速解凍の効果

Effect of Rapid Thawing on the Meat Quality Attributes of USDA Select Beef Strip Loin Steaks

Janet S. Eastridge and Brian C. Bowker Journal of Food Science vol. 76(2), s156-s162,

(2011)

凍結速度や氷結晶の成長挙動、凍結貯蔵条件が食肉の品質に及ぼす影響は古くから数多く調べられているが、解凍速度の影響についての知見は少ない。

凍結条件に加えて、解凍条件もまた、食肉の品質に影響を与える重要な因子と見られている。一般的に食肉の軟らかさは、凍結、貯蔵、解凍の各過程で起こる氷結晶の成長、凝集に起因するダメージによって増大すると考えられている。しかしその一方で、凍結解凍による畜肉の軟らかさの増加は見られなかったという報告もある。

食肉の品質に対する凍結解凍の影響を理解するには、筋肉中の部位差による品質の違いを明らかにする必要がある。既存の研究ではテクスチャーと部位差の関係は調べられているが、解凍速度が肉の品質に及ぼす影響や筋肉内の肉質の違いによって影響を受けるかどうかについては調べられていない。

様々な解凍条件のなかで最も一般的な解凍方法は冷蔵温度での解凍法であり、その他に室温解凍、冷水解凍、水道水による流水解凍、温水やマイクロ波、ラジオ波など数多く存在する。このうち冷蔵温度での解凍、冷水解凍、マイクロ波解凍、また凍った状態から直接加熱調理する解凍法は、米国農務省によって安全な解凍法として定義されている。

米国食肉科学協会 (American meat science association) は 2℃から 5℃での解凍を奨励している。しかしこの解凍法は、冷蔵装置の性能や大きさ、周囲の温度などの数々の条件によって解凍時間が左右され、再現性は良くない。

一方、急速解凍法は実験条件を調整し易く、解凍時間をコントロール出来る。

そこで本研究では、食品安全ガイドラインに当てはまる 2 条件の急速解凍法について、牛ロイン切り身の品質に解凍法が及ぼす影響を調べると共に、解凍法の影響が切り身中の部位の差に影響を受けるか検証することを目的とした。

試料は死後 2 日から 9 日以内の 24 体の低セレクト (等級) の骨なし牛肉を 2 つの農場から購入し、各牛体の肋骨の後ろから 2.5cm の厚さの切り身を 1 - 2 切れ、直ちに切り出し、せん断力測定に用いた。残りの肉を真空パックし、-23℃にて凍結、6 ヶ月貯蔵した後、凍結解凍後のせん断力測定に供した。

切り出した後の残りの肉を、9 から 10 のロインの切り身にカットし、先と同様に凍結した。凍結した牛肉は、解凍後 2.5cm の厚さになるように 2.8cm に切り出した。ロインの細切り身を前面部 (腹側) (A; 切り身 1-3) と中間部 (M; 切り身 4-6) と後部 (背部) (P; 切り身 7-9) に分けた。これらの切り身の表面積、周囲長、表面積対体積比 (SV 値) をイメージソフトで解析し求めた。

その後個別に重量を測定し、真空パックした。解凍法を割り振った後、-20℃のフリーザー内に移し、使用まで少なくとも 1 週間保管した。

解凍方法は 3℃から 4℃の冷蔵装置中で 18 から 20 時間解凍を行う従来法 (C) とウォーターバスを用いた急速解凍法 2 種 (20℃、20min (F)、39℃、11min (V)) を採用した。各解凍法で 3 種の切り身 (A、M、P) をそれぞれ解凍した。

解凍度合いは目標解凍時間の 1 分前で評価し、必要に応じて (icy core detect) 30 秒の増加を認めた。また総解凍時間は実測値を使用した。

急速解凍肉は、解凍終了後ウォーターバスから取り出し、直ちに氷水中 (1 から 2℃) に 5 分間浸し、表面と中心の温度が急速に均一になるようにした。

牛肉は解凍後、真空パックから取り出し重量を再計量した。解凍前後の重量から解凍ロスを求めた。脂肪部分はすべて切り取った。

(色調の測定)：切り出した試料をラップで包み、15分間発色させ、その後色彩色差計(Minolta社、CR-200)を用いてL値、a値、b値を求めた。

(試料の加熱、加熱時の重量変化測定) 切り身を電気グリル(1600W)を用いて $270^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ で加熱調理した。表面温度が 39°C に達した時点で一度表面を返し、endpointが 71°C になるまで加熱した。各ステーキの温度はステーキ中心部に熱電対を挿入し、マイクロプロセッサ温度計(Omega Engineering、HH21)を用いてグリル中連続的に測定した。加熱調理前のステーキ内温度、調理時間、調理終了2分後の試料重量を測定した。

これらの試料はせん断力測定を行う前に、 $2^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$ まで冷やした。

(せん断力測定試験) ステーキの中心部(12mm - 20mmの厚さ部分)を筋繊維に対して平行に切り出し、1回の押し込み試験をテクスチャーメーター(Food technology社、TMS-90)を用いて行った。直径1.27cm円柱のプランジヤーを用い、押し込み速度3.8mm/s、にて、1.18mmの押し込みを行った。

この研究の目的は米国農務省のガイドラインに沿った、ウォーターバスでの急速解凍が食肉の品質に与える影響を調べることである。

表では次の記号を用いている。解凍法：F：超急速解凍法(39°C 、11分)、V：急速解凍法(20°C 、20分)、C：従来解凍法($3 - 4^{\circ}\text{C}$ 、18から20時間)

表1：畜肉の部位と解凍法の違いによる生物学的特性：試料重量(凍結後、解凍後、調理後)、表面積、周囲長、SV値。①各解凍方法間でステーキ肉の生化学的特長に違いは見られなかった、②この結果より、以後行われる解凍では、ステーキ肉のサイズや形が一定であるため、解凍法の違いによってのみ、解凍速度が変化するとみなす、③一方各部位間では重量や周囲長、SV値に違いがあった、これは表2。の結果の各部位の差による調理、解凍特性の違いに影響していると考えられる。

表2：畜肉の部位と解凍法の違いによる解凍後の特性と調理特性：

解凍速度と食肉の部位が解凍特性に及ぼす影響、①解凍ロスの各部位間の差は、0.5%を越えなかったが、ロスが少ない順に $A < M < P$ となった、②従来法の解凍と比較して急速に解凍を行ったほうが解凍ロスを抑えられた、(Khan, Lentz(1977)によると、サンプルサイズが150g以上あれば、解凍ロスの細かい違いを実証するに十分であるとしている)、③本研究ではサンプルサイズはすべて150g以上とし、SV値に応じて解凍ロス量に変化しているため、試料重量や表面積の影響は解凍ロスに現れていないものとみなせる。

(解凍の遅速と食肉の部位が調理特性に及ぼす影響)

①トータル水分ロス(解凍ロスと調理ロスの合計量)には、解凍法も畜肉の部位も影響した、②解凍法でトータルロスが最も低いのは、超急速解凍法を用いた試料であった、③、部位では $A < M < P$ の順にロスが少なかった。

表3：畜肉の部位と解凍法の違いによる色調およびテクスチャーへの影響、

(解凍の遅速と畜肉の部位が解凍後の色調に及ぼす影響) ①解凍法はL値、b値に影響を及ぼさなかったが、a値は急速解凍試料において、従来解凍法の試料と比較すると高い値になっていた、②解凍による色調の変化は小さく、知覚できるほどの差ではないと考えられる。

(解冻の遅速と畜肉の部位が解冻後のテクスチャーに及ぼす影響) ①解冻法の違いは試料肉の柔らかさに影響を与えなかった、②一方畜肉の部位間では、軟らかさに違いがあった、③肉質が硬いほうから $P>M=A$ となっていた。

表4：未凍結試料と凍結解冻試料の特性の比較；①解冻ロス、調理ロス、テクスチャーの比較をおこなった、②試験には腹側部分(A)の畜肉を用いた、③未凍結試料と凍結解冻試料を比較すると、未凍結試料は解冻試料と比較して、高い加熱率、低いトータルロス、同様の加熱時間を示した、④テクスチャーもまた未凍結試料と凍結解冻試料では違いが見られなかった。

今回行った急速解冻法は解冻条件の再現性が良く、解冻ロスも軽減できた。この方法を使用すると、凍結解冻後のステーキ肉のジューシーさを保つことが出来る。この解冻法は研究者だけでなく、消費者、冷凍食品を扱うフードサービスに従事する者にとって有益と考えられる。

【小林 りか】

4. 総説：食品凍結における水結晶形成の重要性

Water crystallization and its importance to freezing of foods: a review

Hossein Kiani, Da-Wen Sun

Trends in Food Science & Technology, 22(8), 407-426 (2011)

水結晶形成、結晶成長、結晶の特性は長年光学、電子顕微鏡を用いて調べられてきたが最近磁気共鳴イメージング、X線解析、赤外分光法などの新しい方法が使われている。これらの新しい手法は凍結中の氷結晶の改良、超音波凍結法 (ultrasound assisted freezing)、超高压凍結法、氷核形成タンパク質、氷核抑制タンパク質等の開発を進歩させた。これらの新しい手法の原理、氷結晶形成の仕組みとの関係を理解することは日常の凍結過程の改良にとっても重要である。本総説では凍結過程に関連した結晶化モデリングの理論的、実験的手法がまとめられている。凍結中および凍結後の結晶化現象と氷結晶特性を評価、可視化、モニタリングするのに役立つ手法のまとめである。凍結中の結晶化の制御を開発する新しい手法も記している。①結晶化現象、②結晶化モデリング、核形成、初期核形成、2次核形成、氷結晶成長、結晶サイズ、氷の形態などそれぞれの現象の速度式が導かれている (表1はその要約)。③凍結中の結晶の観察法、光学顕微鏡、電子顕微鏡、非侵襲的手法 (NMR, MRI等) (表2はその要約)。④結晶化制御に関連した新しい凍結方法、超音波法 (ultrasound assisted crystallization of water)、超高压法 (Crystallization of water during high-pressure freezing)、氷核形成タンパク質、氷結晶形成抑制など。

5. 冷凍の特集

冷凍7月号 Vol.86 No.1005

[特集：不凍タンパク質の新展開]

特集にあたって、白樫 了 2 (544)

1. 不凍タンパク質による氷の成長抑制：理論と計算科学研究、灘 浩樹 3 (545)
2. 不凍タンパク質の技術開発、西 宮佳志・津田 栄 9 (551)
3. 不凍タンパク質の種類と凍結抑制効果、近 藤英昌・津田 栄 15 (557)
4. 不凍タンパク質の再結晶化抑制の実際、萩原知明 20 (562)

5. 不凍タンパク質による氷の核生成抑制、稲 田孝明・小山寿恵 27 (569)
6. 大量精製が可能になった不凍タンパク質の応用 一食品一、井 上敏文・小泉雄史 34 (576)

冷凍8月号 Vol.86 No.1006

[特集：省エネルギー化を進める部品・デバイス技術]

[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27回 環境放射能と海産物の放射能検査、梅津武司 44 (650)、

冷凍9月号 Vol.86 No.1007

[特集：地球環境保護と冷媒管理に関する動向]

[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28回 ヨシキリザメの冷凍すり身について、保田悠貴 52 (732)

集1：

「外食・中食のための食品衛生ハンドブック：HACCP対応」、安藤洋次、小田切智美（エフビー）、2011.6

1章 日常生活でも安全に備えて注意しよう、2章 安全への心構えをし、危害とその対応を知ろう、3章 食品の安全確保のためにルールを守ろう、4章 科学的な安全管理をしよう、5章 HACCPシステムのポイントを学ぼう、6章 システム論的考え方を身につけよう、7章 放射性物質と食品安全の確保を考える。

集2：

「野菜の輸入動向（2011年5月）～冷凍ほうれんそうは、対前年比141%の4,647トンと増加～（需給動向3）、農畜産業振興機構野菜需給部；農畜産業振興機構調査情報部、14-17、野菜情報、農畜産業振興機構 / 農畜産業振興機構、2011.8

5月の「冷凍野菜」輸入量は前年同月比118%778,153トンであった。冷凍ほうれんそうは前月比で168%である。平成19年からの1月から12月の生鮮野菜の輸入量の推移、冷凍野菜の輸入量の推移のグラフがあるが、季節的な変動は似たような傾向で推移しているようにも見えるが3月は例年よりかなり多くなっている。

集3：特集 低温物流の最新事情

流通ネットワークキング、通号 256、2010.6、日本工業出版 / 流通ネットワークキング編集部編

①低温流通における食の安全安心、山崎 康夫、1～3、②サプライチェーン・ロジスティクスで低音流通改革、野口 英雄、4～8、③チェーンストアの冷蔵物流、田村 隆一郎、9～12、④クール宅配便システムの現状と課題、長谷川 雅行、13～20、⑤冷凍・冷蔵倉庫の冷却、物流システム動向、飯野 伸弘、21～24

上記のサプライチェーン・ロジスティクスで低温流通改革（野口 英雄）中の表1 温度帯別食

品出荷額の推移によると2006年では「冷凍」20,357億円(12.5%)、「チルド」90,728億円(55.9%)、「冷凍とチルドの分離不可」24,583億円(15.1%)この中で別に漁業品16,066億円(9.9%)、「チルドと常温の分離不可」10,652億円(6.6%)、合計162,386億円(100.0%)となっている。チョコレートのように夏場のみ低温というものもある。食品の流通ではコールドチェーンの複合チャンネル、複数温度一括物流などが進んでいるという。

集4 :

冷凍・冷蔵貨物の混載実証実験：農水省の交付金活用、「ドーコンが苫小牧港から香港向けに輸出」、北海道農水産物の輸出への弾み期待、荷主と輸送、2010. 10 (No. 432) , 25-27

低温輸送コンテナ(リーファコンテナ)は単一温度帯しか設定できないが、中小事業者では単一温度帯の輸出

集荷物をまとめられないことも多いのが実情で、コンテナ内に冷蔵・冷凍2種類の温度帯の区画に断熱材などでする混載輸出を可能にする方式で、ドーコンは北海道の建設コンサルタント会社である。10月の第1回試験では冷蔵スペースにはジャガイモ、ネギ等の野菜、メロン、ブドウなど合わせて12品目、冷凍スペースには鮭、サンマ、ホタテなど4種類を10日間保管している。果実、葉菜類の予冷、湿度、呼吸、エチレンなどの個別管理の必要性や移り香など制御技術が求められるかもしれないが、さまざまな規制などもこうした試みで緩和されるのかもしれない。

集5 :

データが語る消費の実態、「食品スーパーの冷凍食品」～高齢化の進展が「日常性」市場のチャンスを広げる～ 国際商業、2011. 10. 126-129

冷凍食品の使われ方は戦後の社会構造の変化に柔軟に対応して新市場・新製品を生み出してきたが、最近の高齢化、少子化、単身世帯などで簡便性が求められているといわれている。カスタマー・コミュニケーションズ(株) (<http://www.cust-communications.com/>)の全国スーパーの顧客ID付きのPOSデーター(主に2008年～2010年)を使って冷凍食品の年代別購買動向を調査している。ピザ・グラタン類ではチルドピザの進出で市場が奪われている。高齢者層の購買動向では麺類、農産素材等に特徴が出ている。ほぼ予想通りの結果が数字で裏付けられているということであるが、行きつけの量販店のカードでは清算の時に値引きがあるので使っているが、個人は特定されていないと思われる。ID付きのPOSデーターが消費者の販売動向をどのように反映しているか、新製品開発に役立つのかなど興味深い。

集6 :

「小売業の節電マニュアル」 商業界臨時増刊(2011年08月号臨時増刊)

第1部 15%削減の衝撃! 産業構造が転換し始めた、・なぜ15%削減が必要なのか? そのカラクリを解き明かします (田村洋三)、・節電意識の高まりを契機に、コスト意識を組織にビルトイン! (村井哲之)、・節電対策を既存店での少ない投資で実践しましょう (小林清泰)

第2部 節電はこう進める! 電気使用量削減A to Z

【I トータルシステム編】

・実践！節電プロジェクト（村井哲之）、・事例編 西友 店舗消費エネルギーの「見える化」を実現（岳深志）、岡村製作所 消費エネルギーの「見える化」を分かりやすく実現、ダイキン工業 空調機器の節電メニュー約30種類を提案

【II 各種取り組み編】

1 節電と売上げを両立させる冷暖房、適正温度の決め方（石川勝敏）、・空調編 実践！空調の節電マニュアル、2 正しく節電するためのアクションプラン（小林清泰）、・照明編 実践！照明の節電マニュアル、3 正しく節電するためのアクションプラン（田村洋三）、・冷蔵・冷凍ケース編 実践！冷蔵・冷凍ケースの節電マニュアル、・実践！チェックリストをつくろう

第3部 業態別・節電アクション拝見

・S・C・総合スーパー編 イオンリテール（藤平吉郎）、・スーパーマーケット編 マルエツ（藤平吉郎）、・ドラッグストア編 ウェルシア関東（岳深志）、・ホームセンター編 LIXILビバ（藤平吉郎）、・コンビニ編 セブン-イレブン・ジャパン（藤平吉郎）

【付録】困ったときは原点に戻る！ 節電に関連する資料集（山本明文）

集7：

「がんばろう東北、頑張ろう冷凍食品」東日本大震災特集、Frozen ビジネストピックス、冷凍食品新聞別冊、2011、1-7、「冷凍パンは定着するか、新カテゴリーで冷食売場を活性化」2011、14-15、「中国産冷凍野菜完全復活」、1月～4月の輸入量は過去最の28万t、17-18(集2に関連情報)、「冷凍食品業界に貢献する低温物流企業」最適物流で食品業界の発展に寄与；19-23.

集8：

「高齢化・食料品店の減少で買い物難民が増加」食品と開発、46(10)、2
農林水産省、農林水産政策研究所の「食料品アクセス問題」の現状分析である。

集9：

「おいしさと鮮度を追求した冷凍・解凍技術の最新ソリューション」サイエンスフォーラムセミナー、2011年10月27日；

「これからの冷凍技術に期待するもの」高井陸雄（東京工業大学）、「冷凍により食品は本当にダメージを受けるのか～これまでの誤解を解く～」鈴木徹（東京海洋大学）、「天使の海老—美味と品質を極めた新たな食ビジネスの創造」荒谷公彦（ゴダック）、「おいしさと鮮度を追求した技術開発の到達点、高周波誘電加熱による解凍装置」山本泰司（山本ビニター）、「光ヒーターシステムによる「凍ったままグリル」」河合祐（パナソニック）

集10：

Yield improvement in progressive freeze-concentration by partial melting of ice
Journal of Food Engineering, In Press, Corrected Proof, Available online 24

September 2011

Osato Miyawaki, Sho Kato, Kanako Watabe

Freeze-thaw stability of lecithin and modified starch-based nanoemulsions

Food Hydrocolloids, Volume 25, Issue 5, July 2011, Pages 1327-1336

Francesco Donsi, Yuwen Wang, Qingrong Huang

Freeze concentration of whey in a falling-film based pilot plant: Process and characterization

Journal of Food Engineering, Volume 103, Issue 2, March 2011, Pages 147-155

J. Sanchez, E. Hernandez, J.M. Auleda, M. Raventos

Effect of freeze-thaw cycles on physicochemical properties and color stability of beef semimembranosus muscle

Food Research International, In Press, Corrected Proof, Available online 14 September 2011

Jin-Yeon Jeong, Gap-Don Kim, Han-Sul Yang, Seon-Tea Joo

Freeze-thaw stability of oil-in-water emulsions prepared with native and thermally-denatured soybean isolates

Food Hydrocolloids, Volume 25, Issue 3, May 2011, Pages 398-409

Gonzalo G. Palazolo, Pablo A. Sobral, Jorge R. Wagner

Pasting behaviour, textural properties and freeze-thaw stability of wheat flour-crude malva nut (*Scaphium scaphigerum*) gum system

Journal of Food Engineering, Volume 105, Issue 3, August 2011, Pages 557-562

Yuthana Phimolsiripol, Ubonrat Siripatrawan, C. Jeya K. Henry

Purification and partial characterization of antifreeze proteins from leaves of *Ligustrum lucidum* Ait

Food and Bioproducts Processing, Volume 89, Issue 2, April 2011, Pages 98-102

Yujie Cai, Shang Liu, Xiangru Liao, Yanrui Ding, Jun Sun, Dabing Zhang

Freeze-thaw stability of mayonnaise type oil-in-water emulsions

Food Hydrocolloids, Volume 25, Issue 4, June 2011, Pages 707-715

Emma Magnusson, Christer Rosen, Lars Nilsson

Freeze-thaw stability of starches from different botanical sources: Correlation with structural features

Carbohydrate Polymers, In Press, Corrected Proof, Available online 9 September 2011
Sathaporn Srichuwong, Naoto Isono, Hongxin Jiang, Takashi Mishima, Makoto Hisamatsu

Calculation method for designing a multi-plate freeze-concentrator for concentration of fruit juices

Journal of Food Engineering, Volume 107, Issue 1, November 2011, Pages 27-35
J.M. Auleda, M. Raventos, E. Hernandez

AFP-Pred: A random forest approach for predicting antifreeze proteins from sequence-derived properties

Journal of Theoretical Biology, Volume 270, Issue 1, 7 February 2011, Pages 56-62
Krishna Kumar Kandaswamy, Kuo-Chen Chou, Thomas Martinetz, Steffen Moller, P.N. Suganthan, S. Sridharan, Ganesan Pugalenthii

Estimation of the freezing point of concentrated fruit juices for application in freeze concentration

Journal of Food Engineering, Volume 105, Issue 2, July 2011, Pages 289-294
J.M. Auleda, M. Raventos, J. Sanchez, E. Hernandez

The effect of osmotic dehydrofreezing on the role of the cell membrane in carrot texture softening after freeze-thawing

Journal of Food Engineering, In Press, Corrected Proof, Available online 5 September 2011

Hiroko Ando, Kazuhito Kajiwara, Seiichi Oshita, Toru Suzuki

Effect of saccharides on glass transition temperatures of frozen and freeze dried bovine plasma protein

Journal of Food Engineering, Volume 106, Issue 1, September 2011, Pages 74-79
Laura T. Rodriguez Furlan, Javier Lecot, Antonio Perez Padilla, Mercedes E. Campderros, Noemi Zaritzky

Rheological and textural studies of fresh and freeze-thawed native sago starch?sugar gels. I. Optimisation using response surface methodology

Food Hydrocolloids, Volume 25, Issue 6, August 2011, Pages 1530-1537
L.Y. Teng, N.L. Chin, Y.A. Yusof

Effect of several food ingredients on radiation inactivation of Escherichia coli and Listeria monocytogenes inoculated into ground pork

Radiation Physics and Chemistry, Volume 80, Issue 9, September 2011, Pages 994-997

Hyejeong Yun, Monique Lacroix, Samooel Jung, Keehyuk Kim, Ju Woon Lee, Cheorun Jo

Chilled or frozen? Decision strategies for sustainable food supply chains
International Journal of Production Economics, In Press, Corrected Proof, Available
online 11 May 2011

Simone Zanoni, Lucio Zavanella

以上

<国内情報>

農林水産省の組織再編について (平成23年9月1日実施)

農林水産省HPより

農林水産省は、農林水産施策を的確に遂行できる体制を整備するため、平成23年9月1日に農林水産省の本省及び地方農政局等の組織再編を行いました。

組織再編の概要は次のとおり。

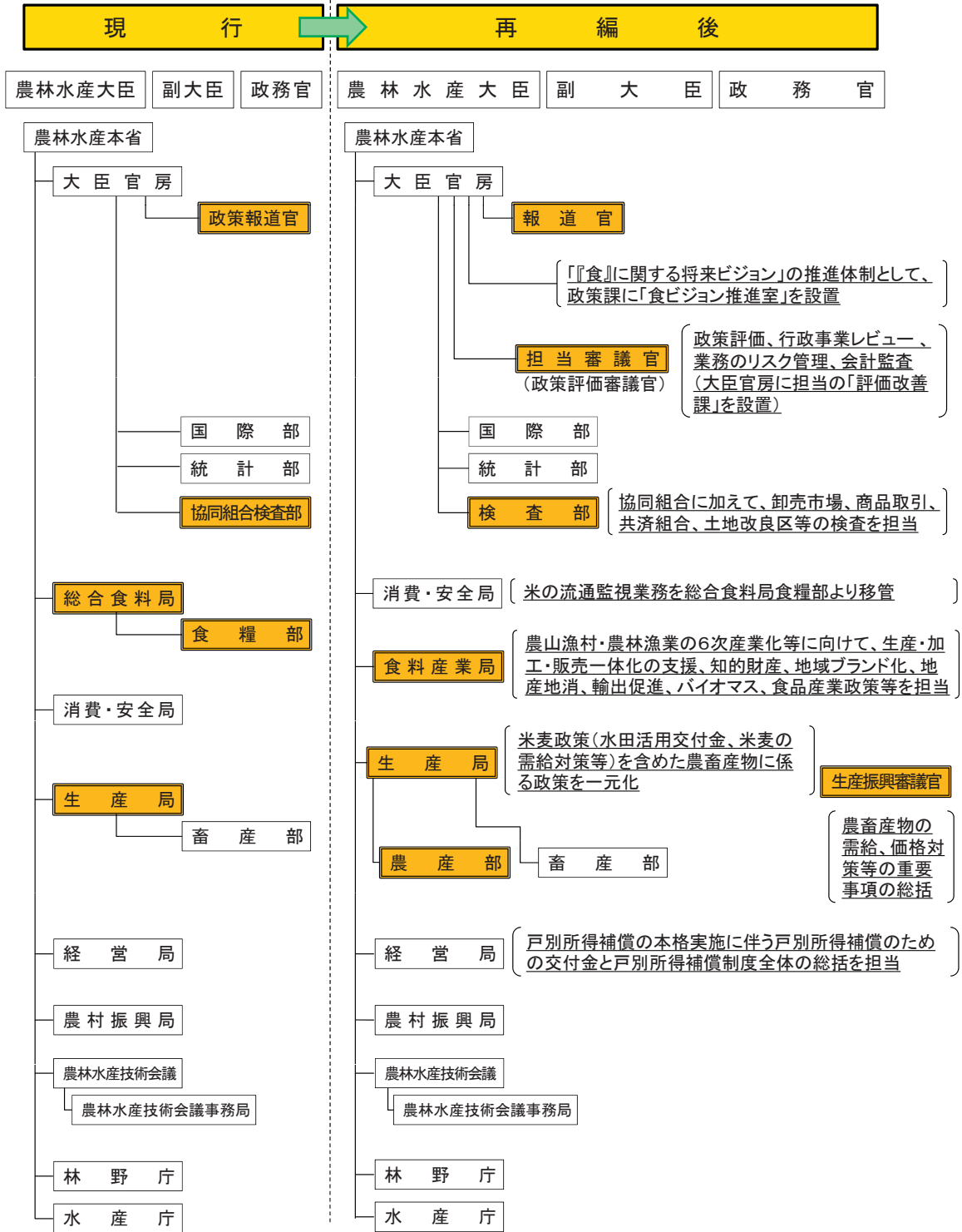
(農林水産省本省)

1. 農山漁村・農林漁業の6次産業化等を担当する食料産業局を設置。
2. 米麦製作を含めた農畜産物に係る政策を生産局が一元的に担当。新たに、「生産振興審議官」を設置。
3. 戸別所得補償の本格実施に伴う交付金と制度全体の総括を経営局が担当。
4. 政策評価、行政事業レビュー、業務のリスク管理等を推進する事務局体制の強化のため、担当の政策評価審議官―大臣官房評価改善課のラインを設定。

(農林水産省地方農政局等)

- 農業経営の安定や食品安全に関する業務等を国が的確に実施する体制を整備するため、地方農政事務所等を廃止し、地域センター（65ヵ所）及び支所（38ヵ所）を設置。

農林水産省本省の組織再編 I 〔本年9月1日実施〕



農林水産省本省の組織再編Ⅱ（局庁・部・課・室の一覧）

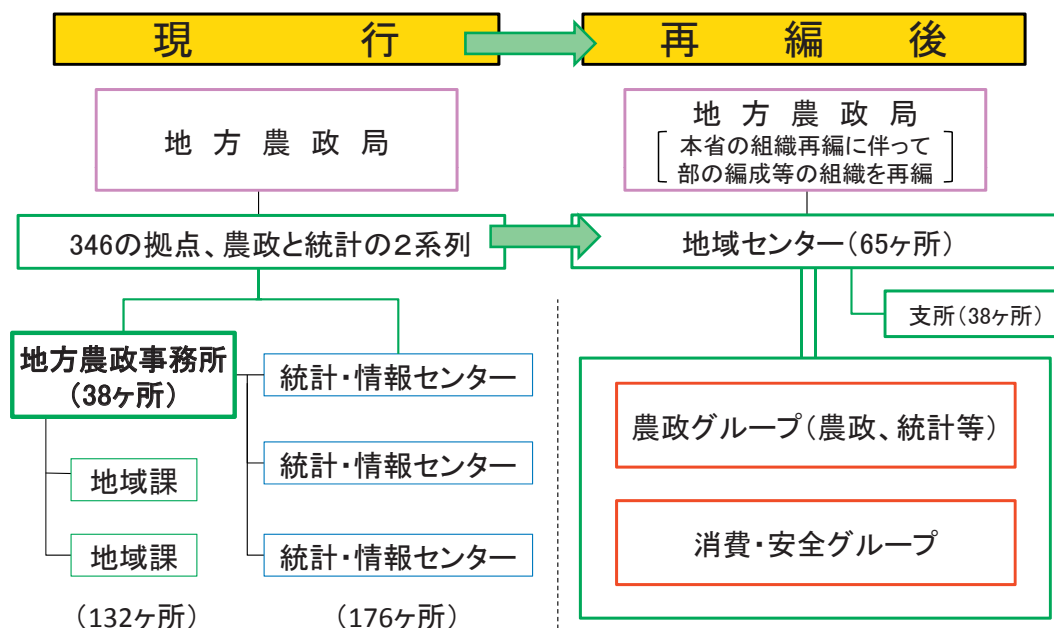


農林水産省地方農政局の組織再編の概要〔本年9月1日実施〕

農業経営の安定や食品安全に関する業務等を国が的確に実施する体制を整備するため、地方農政事務所等を廃止し、地域センターを設置する等の所要の措置を講じます。

組織再編の概要

- 小規模で分散、かつ、2系統（農政と統計）に分かれている現行の現場組織の拠点（346ヶ所）を集約化し、総合的なワンストップサービスを提供できる地域センター（65ヶ所）とその支所（38ヶ所）に再編します。



期待される効果

- ◎ 農業経営の安定対策等を担う**農政部門**、それに必要なデータを整備する**統計部門**、食品表示の適正化や新規需要米の横流れ防止等を担う**消費・安全部門**が**一体となって業務を遂行**。

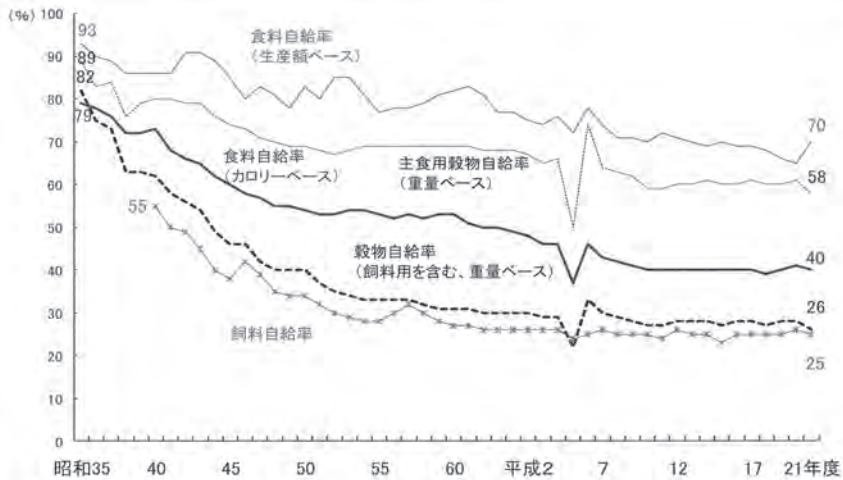
<国内情報>

「食料自給率の動向」

農林水産省発行

「農林水産業ひとロメモ」より抜粋

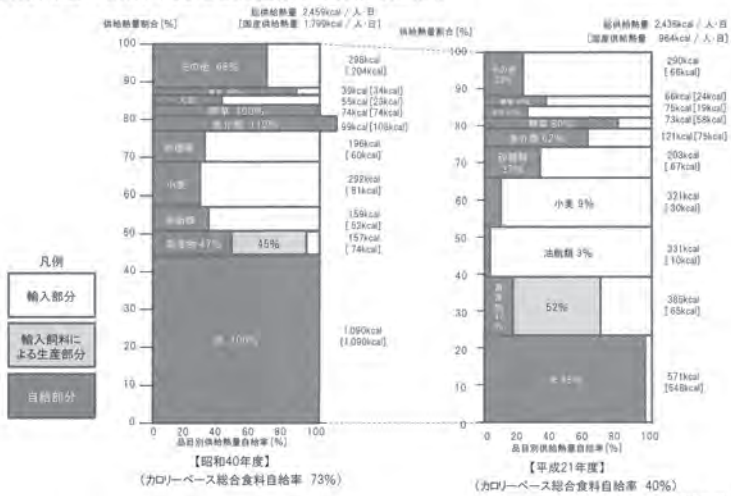
我が国の食料自給率は、長期的には低下傾向で推移しており、平成21年度にはカロリーベースで40%、生産額ベースで70%。



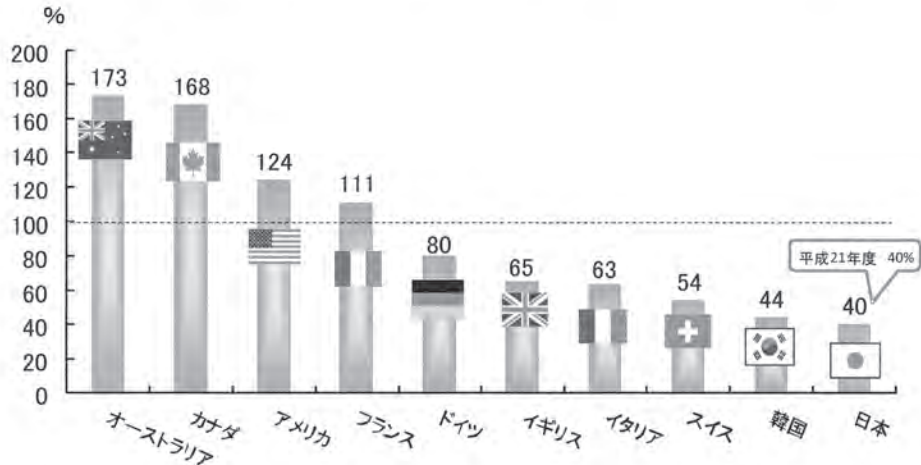
出典：農林水産省「食料需給表」
注：飼料自給率は、TDN（可消化養分総量）に換算した数量を用いて算出している。また、昭和35年度～39年度については、算出に必要なデータが欠損していることから、算出してない。

自給可能な米の消費が減少する一方、大部分を輸入に頼る飼料や油糧原料を必要とする畜産物や油脂類の消費が増大した結果、カロリーベース食料自給率は昭和40年度の73%から平成21年度の40%へと大きく低下。

○供給熱量の構成の変化と品目別供給熱量自給率

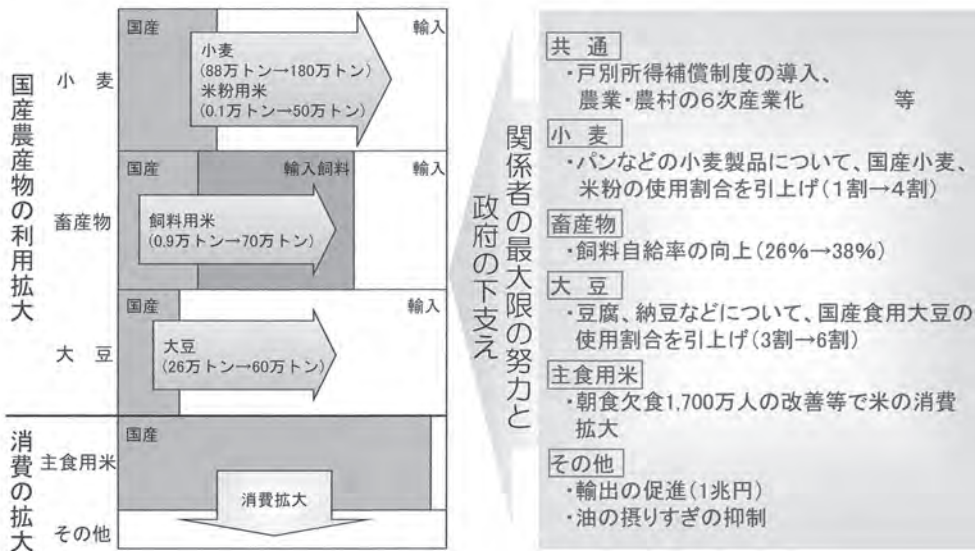


日本のカロリーベース食料自給率は諸外国と比べて低位。



資料：農林水産省「食料需給表」、FAO「Food Balance Sheets」等を基に農林水産省で試算した。(アルコール類は含まない。) ただし、スイスについてはスイス農業庁「農業年次報告書」、韓国については韓国農村経済研究院「食品需給表」による。
 注1：数値は、平成19年(ただし、日本は平成21年度)
 注2：カロリーベースの食料自給率は、総供給熱量に占める国産供給熱量の割合である。畜産物については、輸入飼料を考慮している。

水田をはじめとした生産資源の最大限の活用、国産農産物の利用拡大などの取組を通じ、食料自給率目標50%の達成を目指す。



食料自給率1%向上のためにできること。

ごはんを一食につきもう一口食べると食料自給率が1%向上



国産米粉パンを月に3つ食べると食料自給率が1%向上



国産大豆100%使用の豆腐を月にもう3丁食べると食料自給率が1%向上



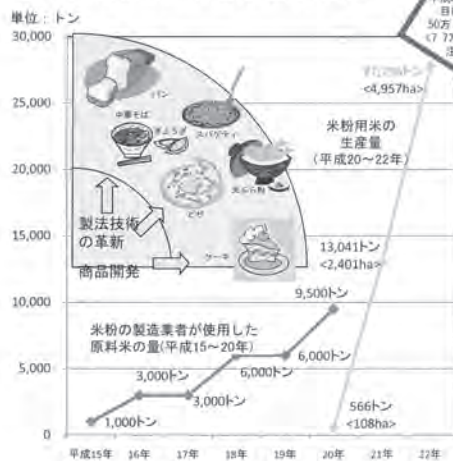
国産小麦100%使用のうどんを月にもう3杯食べると食料自給率が1%向上



資料：農林水産省「食料需給表」等により試算

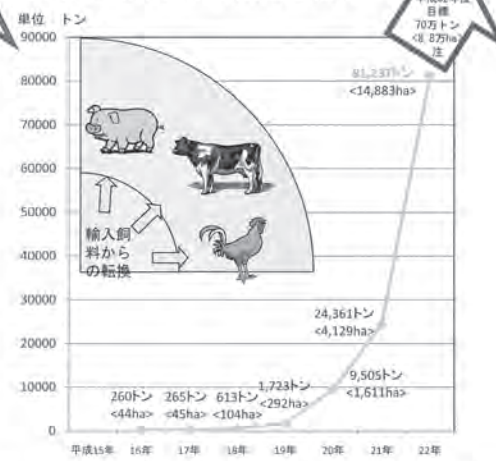
パン・麺用等について米粉の利用促進を図っており、これまでの地域・中小企業の実績に加え、大手企業も取り組みはじめたことから、米粉用米の生産量は平成22年度で約2万8千トンに増加。豚・鶏等について飼料用米給与の促進を図っており、飼料用米給与畜産物に対する畜産農家や消費者の理解も深まりつつあることから、飼料用米の生産量は平成22年度で約8万1千トンに増加。

○ 米粉用米の市場規模の推移



資料：地方農政事務所等による製粉業者等からの聞き取り(平成15~20年)
農林水産省調べ(新規需要米取組計画認定結果から抜粋)(平成20~22年)
注：食料・農業・農村基本計画(平成22年3月閣議決定)

○ 飼料用米の市場規模の推移



資料：農林水産省畜産振興課調べの作付面積に、単収590kg/10aを乗じて算出(平成18~21年)
農林水産省調べ(新規需要米取組計画認定結果から抜粋)(平成22年)
注：食料・農業・農村基本計画(平成22年3月閣議決定)

<事務局連絡>

親子工場見学会について（ご報告）

冷凍食品技術研究会
事務局

当研究会は、『冷凍食品の日』（10月18日）に関連して、昨年に引き続き親子工場見学会を開催した。

今年度は参加工場も倍となり、7地区9工場（昨年は3地区4工場）で開催され無事終了することができた。

開催日当日は生憎の雨にもかかわらず、大勢のご家族が参加され、皆楽しいひと時を過ごすことが出来たのではないかとアンケートの結果からも伺える。応募段階において、地域により応募者の数に差が生じたが、当初計画した全地区で見学会を開催できたことは各工場のご協力の賜物と改めて感謝を申し上げたい。下記に、概要を報告する。

1 開催日

平成23年10月15日（土）

2 見学実施工場

地区	工場名
北海道	株式会社アクリフーズ 夕張工場
八戸	株式会社ハチカン 本社冷食工場
群馬	味の素冷凍食品株式会社 関東工場 & 株式会社アクリフーズ 群馬工場
千葉	株式会社ニチレイフーズ 船橋工場
神奈川	株式会社宝幸 大和工場
新潟	(株)ニチロサンフーズ 南陽工場
	テーブルマーク株式会社 魚沼水の郷工場
大阪	株式会社ニチレイフーズ 関西工場

3 募集方法

募集方法は昨年同様、新聞掲載とし、各地区ごとに新聞社を選定し、記事掲載を依頼した。

記事掲載が無料の新聞社もあったが、大部分は有料であった。

なお、各新聞社により、掲載時期は9月中旬～10月初旬となった。

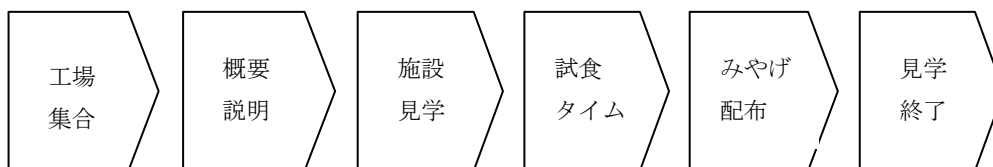
地区名	新聞名
北海道	北海道新聞
八戸	デーリー東北
群馬	上毛新聞
千葉	読売新聞千葉版
神奈川	神奈川新聞
新潟	新潟日報
大阪	朝日新聞大阪版

4 応募数及び参加家族数

申し込みは、電子メールのみで行った。

項目	平成23年度	平成22年度
応募総数	98家族	34家族
参加数	49家族	24家族

5 工場見学の基本スケジュール



6 まとめ（課題）

- ・ 募集方法について再検討必要
 - ①新聞に記事掲載する場合、かなりの費用が必要。
 - ②地域により応募数に大きな差があった。
- ・ 見学工場数の増加策

以上



見学会風景
場所 (株)ハチカン



<平成23年度 親子工場見学会 参加者アンケート結果>

アンケート回答数：57

1 冷凍食品をよく利用していますか。

利用回数	H23	H22
①月1～2	13	15
②週1～2	30	11
③毎日	10	3
④利用せず	3	0
無回答	1	0

(利用しない理由)

- ・食事は出来るだけ自分で作るようにしている。
- ・お弁当に入れるものという感覚があった。
- ・子供の頃、母の手作り料理が好きだったので、何となくすべて手作りしている。

(その他のコメント)

- ・子供の弁当のみで、通常の食卓ではほとんど利用しない。
- ・お弁当のおかずという位置づけで利用することが多く、現在は弁当を持たせる家族がおらず、あまり利用しない。
- ・手抜きと思われる。
- ・子供のお弁当に使用するのみ（通常は給食）。
- ・冷凍食品はあまり好きではない。子供のお弁当の時だけ少し買ってくる。

2 冷凍食品を購入する際、どのようなことを一番気にしていますか。(複数回答)

項目	H23	H22
①味・品質	22	10
②原産地（国産）	9	9
③値段	9	9
④メーカー・工場	8	—
⑤子供の好み	7	—
⑥手軽さ	7	3
⑦パッケージ	7	4
⑧いろどり	6	2
⑨安全性	4	4
⑩量	4	3
⑪日付	2	3
⑫温度管理	1	1
⑬カロリー	1	1
その他	4	—

(素材として、使いきれぬなど)

3 今回の見学会に参加していかがでしたか。(皆様からいただいたご意見・ご感想を下記に羅列)

近くで見る事ができて楽しかった。
中は良く出ていて、テレビではなく本当に見れて良かった。楽しかった。初めて工場に入り楽しかった。
テレビでしか見たことがなかったのでとても楽しかった。子供が喜んでいたのでそれが一番良かった。
工場見学が大好きなのでとても楽しかった。分からないことが分かったので良かった。試食も美味しかった。
衛生管理が予想以上に厳しくて驚いた。あんなに沢山つくっているのにビックリした。
予想外に美味しかったので、他のものもチャレンジしてみようと思いました。さけのすみの所に入ったところが「本当にやるんだ」とビックリした。さけがグルグル回っているのがすごかった。
生産している所を見せていただいて、衛生面にもとても気をつけていて勉強になりました。「さけの塩焼」「エビチリ」は初めて食べたのですがとても美味しかった。
衛生にとっても気を使っていることが良く分かった。鮮度も良いということが意外でした。冷食を使うと手抜きと思われると思っていましたが、お惣菜なんかよりよっぽど安心でどんどん使ってみたいと思った。
子供達は自分達の好きなグラタン、ピザ、ホットケーキの作られる所を見て、とても喜んでいました。ホットケーキは作り立てを試食させてもらいとても美味しかった。家族3人とても楽しい参加が出来てよかった。
なかなか見れないところを見れて安心しました。
衛生管理がしっかりしていたので、安心して食べられると思いました。普段、見れないところが見れて楽しかった。
グラタンやピザのにおいと機械がすごかった。
家族で楽しめた。子供達も喜んでいて。試食させていただき美味しくて驚いた。
一連の作業がわかり大変勉強になった。一つ一つ細かいチェックが人の目を通しされており、安全性の高さが伺えた。
楽しかった。勉強になりました。また来たいです。
子供達も飽きずに見学が出来たようです。普段見られない工場の裏側が見れて良かった。
細かいところまで見学させていただき、少人数のグループでとてもわかりやすく良かった。丁寧な説明もありがたく、従業員全員の対応が素晴らしくすごいと感じた。
とても楽しかった。特にパンケーキをひっくり返すところがとても面白かった。
とても詳しく説明していただき、分かりやすく興味深かった。
目の前で作っている工程が見れて良かった。品質管理もしっかりしているので安心して食べることが出来るとわかった。案内してくださった方も丁寧に分かりやすく楽しく見学が出来た。従業員の方も気持ちよく挨拶してくれるので素晴らしい。
普段手に取るパッケージされた商品なだけに製造過程を間近に拝見することが出来とても勉強になった。子供達も目を見開き声を上げて見入っていた。このような機会を設けていただき感謝します。
とてもつくとところが面白かった。
実際に作っているところに入ってみる工場見学は初めてでした。とてもドキドキしましたが、しっかり仕組みを聞いて良かった。有難うございます。
大変良かった。機械の仕組みが面白かった。
普段見れないような事がみれたり、入れたりしたのでとても良かった。

楽しかった。
とても勉強になりました。社員の皆様に親切にして頂いて、ありがたく、貴重な体験をさせていた だいた。
衛生面が徹底している事が驚きでしたが、食品を扱っているのが納得です。商品の良さを実感しまし た。安心、安全なので今後利用したい。
詳しく説明してあり謎がとけました。ローラー3回もやって疲れました。
生産ラインを実際に見せていただき、詳しく説明していただいたので、すごく良く分かりました。楽 しかったです。試食もとても美味しく、おなかいっぱいになりました。
色々なところに見学に行っていますが、あんなに近くで見たのが初めてだったので楽しかった。 -40℃体験も良かった。
ライン近くまで見学でき、ラインの仕組みが良く分かった。衛生面に気を配られていることに感心した。 試食でカツをアレンジしてだしていただいたのを参考にします。冷食のアレンジレシピがあれば欲しいです。
製造現場が見れて良かった。
細かいところまで見せていただいて楽しかった。（梱包の賞味期限の印字など）
思っていた以上に本当にシュウマイが美味しかった。子供がシュウマイが好きではなかったのです が、美味しいと絶賛でした。
衛生管理を徹底していて、安心して口にすることが出来ます。テレビで工場見学の番組を好んで見てい ますので、実際に見学が出来てよかった。テレビでは中国やタイの工場が多い中、国内生産の冷凍食 品が近くにあり嬉しく思います。これからも利用させていただきたい。
衛生管理にとっても気を使っていると思いました。多くの人達の手により様々な食品が出てきていること を知れ、もっと冷凍食品を活用してみたい
衛生面への対策が徹底されていて、品質チェックもしっかりされている様なので。今後も利用しても 安心できると思い、参加してよかった。
とても良かった。作る工程が間近で見られよかった。見た事が無い機械が一杯あった。
品質管理、トレーサビリティがしっかりしておられ、とてもために成ることばかりでした。各種機械 も見れて良かった。子供は試食も出て満足していた。またの機会を楽しみにしています。
子供達にとって製造現場の見学は初めてのことでした。特に長男は面白かったと言っていた。
とても良かった。
大きな機械がたくさんあって驚いた。思ったより働いている人が少ないように思われた。面白かった。
最近、テレビで良く見るので、興味深く拝見させていただいた。衛生に気を配り、従業員の方の誠意 を感じた。
実際の工程を見学することで、製品の見方が変わった。もっと利用したいと思う。
知らなかったことがたくさんあって、面白かった。
中にチーズが入っているハンバーグを作っているところがすごかった。
衛生管理についての苦労が伝わってきた。
ご飯がパレットで炊かれることにビックリした。
一つ一つ丁寧に作られて、一つ作るのに多くの人が作っているんだと思った。社員の人がとてもさわ やかで気持ちよかった。試食も美味しかった。
徹底した品質管理と衛生管理に驚いた。
初めて、冷凍食品を食べました。（給食や外食で食べていることも初めて知りました。）作られてい く工程が見れて面白かった。
楽しかった。見学中にすれ違った従業員の方々の礼儀がすごく良かったのに驚き、気持ちが良かった。
普段見る事ができない製造過程を見る事ができ、親子ともに勉強になった。箱詰め作業も面白かった。

冷凍食品の事が良く分かった。
待っている間、「ドーン」と何度も大きな音と地響きがした。「何をしているのだろうか」とすごく気になった。何度も異物、金属検査をされていてすごいなと思った。見た目が少し悪いだけで不良品となった品物はどうするのでしょうか。「ワケあり品」として安く売ってくれたら嬉しいのですが。
様々なチェック・テストをしているのがわかり安心できた。

4 冷凍食品の安心・安全に対する評価は変わりましたか。

評価	H23	H22
①評価が上がった	55	29
②変わらない	2	0
③評価が下がった	0	0

(この設問に対するいくつかのコメント)

- ・もともと、日本の企業は（製造技術の）精度が高いと思っていたから。
- ・目の前で作られているのを見て安心しましたし、管理が細かく行き届いていてすごいです。
- ・入念な異物除去のためのプロセスに驚きました。
- ・衛生面に気をつけていることを知り、今までより安心して食べられます。
- ・頭髪等のチェック、生産事故を出さないため等に工夫がすごかったのでびっくりしました。
- ・冷凍食品が安心・安全だと納得、実感できました。
- ・もっと手造りの味に近づけられたらと思う。
- ・異物が混じらないようにとの配慮がすごく感じられました。
- ・自分の目を見て、かなり印象は良かった。

5 このような見学会にまた参加したいと思えますか。

参加について	H23	H22
①是非参加したい	56	28
②どちらかというに参加したい	1	1
③参加したくない	0	0

(この設問に対するいくつかのコメント)

- ・とても有意義な時間を過ごせました。
- ・製造現場に入るまでの衛生管理を体験するだけでも、とても良い経験になりました。
- ・衛生面にとっても配慮している立派な会社だと思いました。地域還元にもなります。
- ・試食がとてもおいしかった。

<事務局連絡>

食品冷凍講習会（関東）のご案内

今年度も公益社団法人日本冷凍空調学会との共催により、食品冷凍講習会を開催することとなりましたのでお知らせします。

この講習会は、食品製造や食品冷凍装置に関わる技術者を対象に、理論・技術両面に主眼を置き、現場ですぐに役に立つ知識の習得を目的としています。また、社団法人日本冷凍空調学会の認定試験である食品冷凍技士試験の準備講習会ともなっています。

（食品冷凍技士試験は、平成23年2月26日（日）全国一斉に実施を予定しています。）

記

- 1 日程：平成24年1月18日（水）～19日（木） 2日間
- 2 場所：大田区産業プラザ 3階 特別会議室
（東京都大田区南蒲田1-20-20 京急蒲田駅そば）

月日	科目	講師	時間
1/18 （水）	食品冷凍の総論と物理 冷凍設備と解凍設備 畜産物の冷凍 水産物の冷凍	鈴木 徹（東京海洋大学）	10：00～12：00
		古川 博一（古川技術士事務所）	13：00～14：30
		坂田 亮一（麻布大学）	14：40～16：10
		岡崎恵美子（東京海洋大学）	16：20～17：50
1/19 （木）	食品冷凍の化学 調理冷凍食品の製造技術 食品冷凍の衛生学 冷凍食品の品質衛生管理・規格 農産物の冷凍	萩原 知明（東京海洋大学）	9：30～11：00
		進藤 博且（ニチレイフーズ）	11：10～12：40
		阿部 尚樹（東京農業大学）	13：40～15：10
		伊東 玄二（日本水産）	15：20～16：50
		椎名 武夫（食品総合研究所）	17：00～18：30

- 3 募集人数：80名（定員になり次第締め切ります）
- 4 参加費：会 員 25,000円（税込）（共催、協賛団体を含む）
非会員 30,000円
*なお、冷凍食品技術研究会（関東）の会員には、1社1名に限り、5,000円の補助を致しますので、20,000円となります。
- 5 テキスト『新版 食品冷凍技術』（平成21年9月発行）
受講者特価 5,500円（税込） 送料380円
- 6 申込先：公益社団法人日本冷凍空調学会 講習会係（FAX）03-5623-3229
〒103-0011 東京都中央区日本橋大伝馬町13-7 日本橋大富ビル5F

7 **申込方法**：現金書留または下記銀行口座へお振込下さい。(振込手数料を別途ご負担下さい。) 銀行振込の場合、振込受領書のコピーを添付の上、当学会へFAXまたは郵送にてお申し込み下さい。ご入金確認後、領収書・受講券・テキスト及び会場の案内図をお送りします。なお、払込み済み受講料の返却は致しません。

8 **振込銀行**：みずほ銀行 四谷支店 普通口座 NO.1843197
口座名義「公益社団法人 日本冷凍空調学会」

*詳細は、直接、公益社団法人日本冷凍空調学会にお問合せ下さい。

<編集後記>

この編集後記を書かせて頂くのは1年半振りになりますが、当時は独身であったため、冷凍グラタン、ピッツァ、パスタ等を良く使用していました。

さすがに結婚してからは冷凍食品を食べる機会は減りましたが、妻の仕事が忙しくて帰りが遅い時など食事を作るのが大変だと思い、私が冷凍グラタン・ドリア等を購入しておいて一緒に食べたところ、思っていた以上に美味しいということで、我が家の冷凍庫の常備品となりました。

ということで、こう言った冷凍食品をあまり食べたことがない人達への啓蒙活動がまだまだ必要なのだなぁと改めて感じております。

(間弓)

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 (財)日本冷凍食品検査協会内 (TEL)03-3438-1414 (FAX)2747