

New Food Industry

食品加工および資材の新知識

New food indust. 59 (4) : 2017.

4

解 説

- 浮遊糸状菌類の分布調査を寒冷地農業に生かす試み その1
灰色カビに注目したバイオバーデンと施設栽培

論 説

- 小麦ふすまペプチドによる非アルコール性脂肪肝炎の改善効果
Wheat-Bran Autolytic Peptides Improve Non-alcoholic Steatohepatitis
- ツブ貝の毒
- 卵焼きロスを利用した新規発酵調味料の開発
特に味噌製造時の麴の基質としての再利用について
- 異なる水温で飼育したヒメマスの成長と体成分

随 感

- 減圧フライ覚え書き

特別寄稿

- 進化する南国酒家 ー新しいメニューをめざしてー
From “Shark’s fin with crab egg” to “Happy abalone”
ーSearching for Next hit menuー

連 載

- 野山の花 ー身近な山野草の食効・薬効
ーイカリソウ *Epimedium grandiflorum* Morr. var. *thunbergianum* Nakai (メギ科 Berberidaceae)
- デンマーク通信 デンマークのオーガニック食品
- 酒たちの来た道 酒造りの文明史⑧

エッセイ

- 「食」で世界交流

製品解説 株式会社カーギルジャパン

- 難消化性タピオカ澱粉 ActiStar RT 75330 (アクチスター・アールティー 75330) について
Resistant tapioca starch, ActiStar RT 75330



解 説

- 浮遊糸状菌類の分布調査を寒冷地農業に生かす試み その1
灰色カビに注目したバイオバーデンと施設栽培
..... 富樫 巖, 寄谷 明香, 菅野 良平, 山本 将平, 後藤 静香, 藤原 彩 1

論 説

- 小麦ふすまペプチドによる非アルコール性脂肪肝炎の改善効果
Wheat-Bran Autolytic Peptides Improve Non-alcoholic Steatohepatitis
..... 川口 巧, 上野 隆登, 野方 洋一, 古賀 浩徳, 鳥村 拓司 13
- ツブ貝の毒
..... 村上りつ子, 野口 玉雄 17
- 卵焼きロスを利用した新規発酵調味料の開発
特に味噌製造時の麴の基質としての再利用について
..... 山崎 聡子, 濱岡 直裕, 佐藤 理紗子, 石下 真人, 船津 保浩 25
- 異なる水温で飼育したヒメマス成長と体成分
..... 酒本 秀一, 佐藤 達朗 30

随 感

- 減圧フライ覚え書き
..... 小谷 明司 45

特別寄稿

- 進化する南国酒家 ー新しいメニューをめざしてー
From “Shark’s fin with crab egg” to “Happy abalone”
ーSearching for Next hit menuー
..... 宮田 順次, (Translated into English by Hiroshi Sakagami) 53

Contents

2017 年 4 月号

連 載

□ 野山の花 — 身近な山野草の食効・薬効 —

イカリソウ *Epimedium grandiflorum* Morr. var. *thunbergianum* Nakai

(メギ科 Berberidaceae)

..... 白瀧 義明 60

□ デンマーク通信 デンマークのオーガニック食品

..... Naoko Ryde Nishioka 62

□ 酒たちの来た道 酒造りの文明史⑧

..... 古賀 邦正 65

エッセイ

□ 「食」で世界交流

..... 服部 津貴子 82

会 告

□ 第 21 回腸内細菌学会プログラム 86

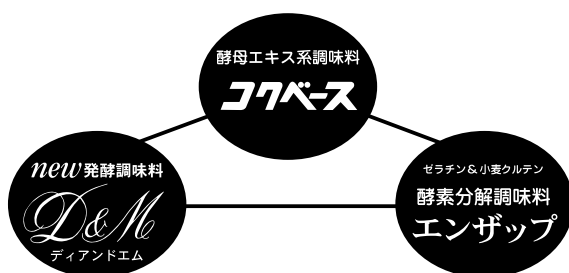
製品解説 株式会社カーギルジャパン

□ 難消化性タピオカ澱粉 ActiStar RT 75330 (アクチスター・アールティー 75330)
について Resistant tapioca starch, ActiStar RT 75330

..... 東川 浩 前付 4

おいしさと健康に真剣です。

酵素分解調味料なら
大日本明治製糖へ



(新発売!) 乳製品にベストマッチな調味料

コクベース
ラクティックイーストエキス

乳加工品・製パン・製菓・チーズ・バターへの
コクづけ、味や風味の底上げなど、ユニークな
特長がある乳糖酵母エキスです。



大日本明治製糖株式会社

食品事業部

〒103-0027 東京都中央区日本橋1-5-3 日本橋西川ビル7F TEL (03) 3271-0755

浮遊糸状菌類の分布調査を 寒冷地農業に生かす試み その1

灰色カビに注目したバイオバーデンと施設栽培

富樫 巖 (TOGASHI Iwao) 寄谷 明香 (YOSETANI Sayaka) 菅野 良平 (KANNO Ryohei)
山本 将平 (YAMAMOTO Syohei) 後藤 静香 (GOTOH Shizuka) 藤原 彩 (FUJIWARA Aya)

旭川工業高等専門学校

Key Words : 簡易ハウス 周年栽培 灰色かび病 農業用殺菌剤

はじめに

著者らは、食用キノコ栽培施設における環境微生物の把握や薬剤耐性菌（糸状菌類）防除に取り組んできた¹⁻⁷⁾。キノコ栽培に注目すると、原木を用いたシイタケの露地栽培を除けば冷暖房設備を有する施設栽培が主流である。閉鎖空間ではほぼ単一作物を栽培することから、栽培施設内の微生物汚染状況の確認や環境殺菌などキノコ生産に悪影響を及ぼす害菌・雑菌への対応が求められる。

一方、簡易ハウスを用いる野菜類の周年栽培においては、圃場栽培がベースになっているためか、または夏季にハウスの側面などを一部開放するためか、栽培環境中の微生物分布に配慮する発想や環境殺菌による微生物制御の取り組みがみられない。旭川市郊外の田園地帯には、暖房設備を有する簡易ハウスで葉物野菜の周年栽培を行なう幾つかの事業所がある。その事業主の中には農業専従者に加えて2次産業（工業分野）の兼業者もあり、旭川高専として情報交換や連携の場があった。そこで、野菜類の施設栽培農業にキノコ栽培の施設管理の考え方を導入することができれば、栽培作物の安定生産へ寄与する可能性があることを提案した。

植物病原菌の7～8割は菌類（カビ類など）

とされる⁸⁾。施設栽培であれば、低温期に発現し易いとされる灰色かび病菌（灰色カビ：*Botrytis cinerea* Pres.）の挙動が注目される。北海道では、寒冷地の特性を生かして化学肥料や化学合成農薬の使用量を削減する環境保全型の「クリーン農業」を推進している⁹⁾。有機農産物の生産とは異なり化学合成農薬にある程度は頼ることになるが、施設栽培において灰色かび病対策に使用する農薬（農業用殺菌剤）の選定に際し、合理的な判断ができるかを問うた場合



図1 葉物野菜上のボトリチス属菌（灰色カビ）の実体顕微鏡写真

注：褐色の分生子柄（菌糸の一種）と灰色の分生胞子が特徴である。

に明確な答えを出せない。そこで著者らは、その判断手法の一つとして農業地帯の環境微生物負荷（広義のバイオバーデン）をベースにすることを思い立ち、旭川市郊外の田園地帯における浮遊糸状菌類の分布状況把握や分離したボトリチス属菌（図1）の薬剤耐性把握を試みることにした。調査対象は、葉物野菜の栽培施設3棟（メインの1棟とサブの2棟）とそれらの施設がある屋外環境（田園地帯）である。本稿では、予備調査を含めた施設内部の2年間の調査（2006～2007年度）、屋外環境の1年間の調査（2008年度）の合計3年間の研究成果を解説する。本取り組みの紹介が、寒冷地農業における施設栽培に対して間接的にでも貢献できることを期待したい。

1. 田園地帯における施設内と屋外における浮遊糸状菌調査

1.1. 施設内および屋外のサンプリング方法および菌数・菌相の調査方法

旭川市郊外の田園地帯の葉物野菜栽培施設において、2007年2月から2008年3月の期間に毎月1回程度の頻度で施設内の浮遊糸状菌類を採取した。サンプリング方法としては、直径90 mmのシャーレ（以下、同様）とポテトデキストロース寒天（日水製薬製、以下PDAと略す）を用いて作成したPDA平板培地、高圧蒸気殺菌したPDA培地に濃度0.1%（w/v）になるように市販の農業用殺菌剤であるTM水和剤（主成分：チオファネートメチル70.0%含有）を添加した平板培地（TM平板培地）、同じく0.1%（w/v）になるようにRo水和剤（主成分：イプロジオン50.0%含有）を添加した平板培地（Ro平板培地）を供試し、図2に示すようエアースAMPLER（MERCK製、MAS100）を用いて地面から約1mの高さで100Lの空気を1分間で吸引した^{10, 11)}。各平板培地の供試数はサンプリング箇所あたり各2枚とした。

また、両栽培施設から200～300m離れた屋外2地点（メインとサブの栽培施設、サブの2棟はほぼ隣接している）、およびメインとサブ



図2 エアースAMPLER・MAS100による浮遊糸状菌のサンプリングの様子（左：栽培施設内、右：屋外）

の栽培施設の中間点（いずれから約3500m離れた屋外地点）の合計3か所にて、2008年5月から2009年1月の期間に毎月1回程度の頻度で上述と同様に浮遊糸状菌類を採取した。

浮遊糸状菌類を採取したPDA、TM、およびRoの各平板培地を温度25℃で最大7日間培養し、平板培地に発現した糸状菌類のコロニー数を生菌数（CFU/plate）とした。さらに各コロニーについては、目視による観察と顕微鏡観察（実体顕微鏡と生物顕微鏡）による菌糸、分生子柄、および分生胞子の形態などの確認を行い、種々の文献¹²⁻¹⁵⁾を参考にして属レベルの同定を行った。

1.2. 栽培施設内部における菌数と菌相

メインの施設（2005年度から稼働した床面積約680m²×1棟）の栽培施設内における浮遊糸状菌類の生菌数変化を図3に示す。2007年6～9月にPDA平板培地の生菌数が150 CFU/plateを超えた。一方、2007年3月および11月～2008年3月の生菌数は50 CFU/plate未満であった。TMとRo平板培地の生菌数はPDA平板培地よりも少ない傾向を示したが、同様の変動がみられた。調査時の施設内温度範囲は7.5～30.0℃（冬季～夏期）であった。

この結果から、浮遊糸状菌類の生菌数は夏季に増加して冬季には減少する傾向があり、季節変化と共に変動を繰り返すことが推察され

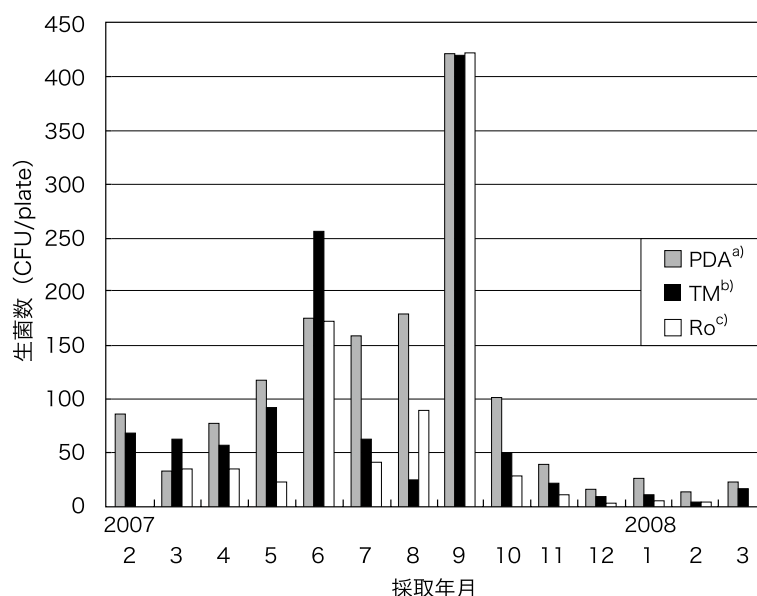


図3 メインの栽培施設内（約680㎡）における各供試培地での浮遊糸状菌の生菌数

^{a)}PDA 平板培地での生菌数, ^{b)}0.1%(w/v) TM 添加 PDA 平板培地での生菌数, ^{c)}0.1%(w/v) Ro 添加 PDA 平板培地での生菌数。

注：100 L の空気を吸引採取して 25℃ で最大 7 日間培養した；生菌数は各平板培地の繰り返し 2 枚の平均値；2007 年 2 月と 2008 年 3 月には Ro 添加 PDA 平板培地の採取は行わず。

表1 メインの栽培施設内（約680㎡）設内における各供試培地での浮遊糸状菌・生菌数におけるクラドスポリウム属菌とボトリチス属菌の占有率（%）

サンプリング年月		PDA ^{a)}		TM ^{b)}		Ro ^{c)}	
年	月	クラドスポリウム属	ボトリチス属	クラドスポリウム属	ボトリチス属	クラドスポリウム属	ボトリチス属
2007	2	95.4	0.0	99.3	0.0	-	-
	3	86.6	0.0	99.2	0.0	93.0	0.0
	4	90.2	0.7	96.6	0.0	81.4	0.0
	5	94.9	0.4	98.9	0.0	84.8	0.0
	6	92.0	0.0	96.1	0.2	96.0	0.0
	7	95.0	0.6	89.8	0.0	90.2	0.0
	8	96.3	0.0	88.0	0.0	96.6	0.0
	9	97.4	0.1	95.5	0.2	96.0	0.0
	10	62.4	0.5	72.3	0.0	63.2	0.0
	11	83.5	0.0	97.7	0.0	95.7	0.0
	12	51.5	0.0	84.2	0.0	66.7	0.0
2008	1	27.5	0.0	54.5	0.0	63.6	0.0
	2	18.5	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0
	3	57.4	0.0	54.3	0.0	-	-
各培地でのトータル生菌数中の占有率		89.5	0.2	93.6	0.1	93.0	0

^{a)}PDA 平板培地での生菌数, ^{b)}0.1%(w/v) TM 添加 PDA 平板培地での生菌数, ^{c)}0.1%(w/v) Ro 添加 PDA 平板培地での生菌数。

注：100 L の空気を吸引採取して 25℃ で最大 7 日間培養した；生菌数は各平板培地の繰り返し 2 枚の平均値；2007 年 2 月と 2008 年 3 月には Ro 添加 PDA 平板培地の採取は行わず。

た。本調査に先立ち2006年1～12月に実施した、5分間PDA平板培地を開放することで測定した落下糸状菌数測定（予備調査）でも同様の傾向が確認されていた。夏季には日射による施設内の温度上昇を避ける目的で施設の側面解放を行うため、屋外の浮遊糸状菌が土埃と共に入り込む。冬季には施設の部分解放を行うことはなく、かつ積雪により屋外の地面全体が覆われて土埃が生じ難いことで、浮遊糸状菌数が減少すると解釈できる。なお、サブの調査対象（床面積約400m²×2棟）の栽培施設の測定結果も同様の傾向を示した。

PDA平板培地における14か月分をまとめた浮遊糸状菌類の菌相としては、占有率の高いものから、クラドスポリウム属菌、菌糸型不完全菌類、ペニシリウム属菌、アクレモニウム属菌、アスペルギルス属菌、ボトリチス属菌、アルタナリア属菌、ウロクラディウム属菌、フザリウム属菌、アリスリニウム属菌となり、他にリゾース属菌、ムコール属菌、フィアロフォーラ属菌などであった。そして、調査対象3棟の栽培施設における優占種はいずれもクラドスポリウム属菌であった。表1には、メインの栽培施設内のクラドスポリウム属菌、そして植物病原菌として注目したボトリチス属菌の占有率（調査時毎に検出された全カビ数を100とした）を培地別に示す。全調査を取りまとめたトータルの生菌数におけるクラドスポリウム属菌の占有

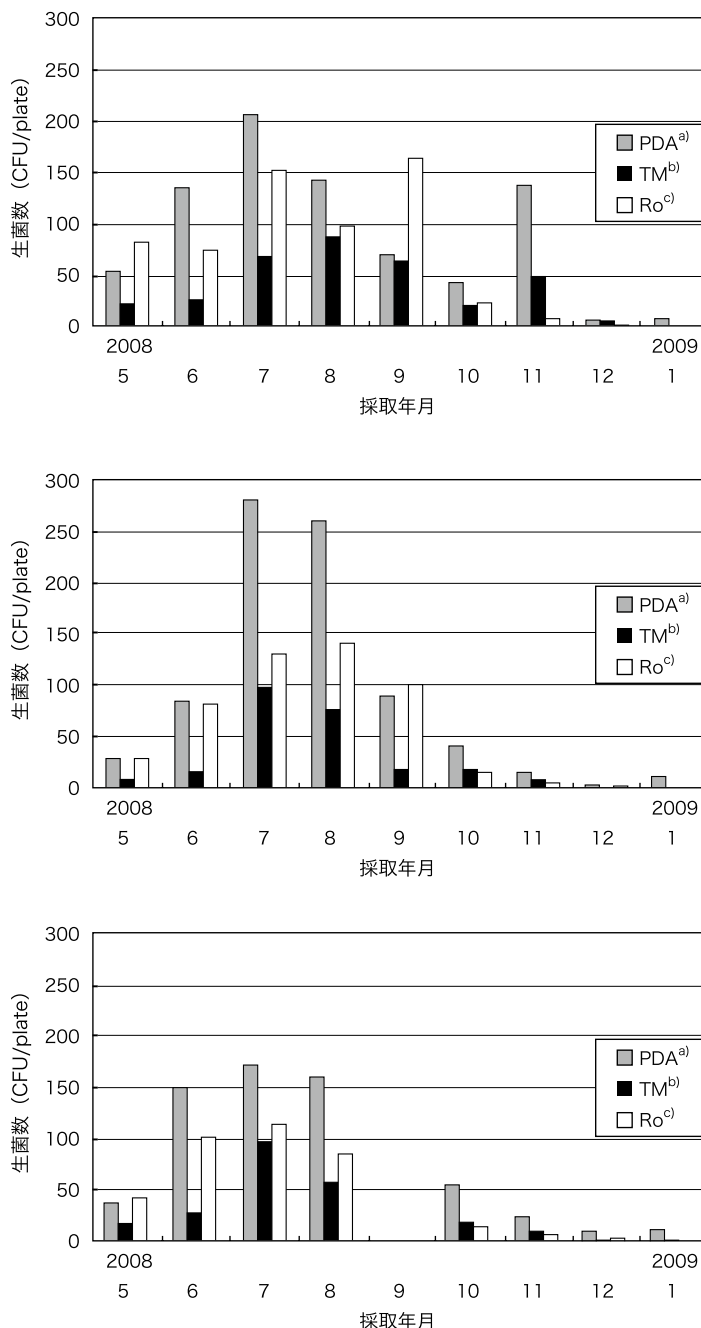


図4 メインの栽培施設の屋外地点（上）、サブの栽培施設の屋外地点（中）、両者の中間屋外地点（下）における各供試培地での浮遊糸状菌の生菌数

^a)PDA平板培地での生菌数、^b)0.1%(w/v) TM添加PDA平板培地での生菌数、^c)0.1%(w/v) Ro添加PDA平板培地での生菌数。

注：100 Lの空気を吸引採取して25℃で最大7日間培養した；生菌数は各平板培地の繰り返し2枚の平均値；メインとサブの栽培施設の中間屋外地点では2008年9月に採取は行わず。

率は PDA 平板培地で約 90% であった。一方、トータルの生菌数に対するボトリチス属菌の生菌数の占有率は PDA 平板培地 0.2%, TM 平板培地 0.1%, Ro 平板培地 0% であった。このようにトータルの生菌数に対するボトリチス属菌の占有率は低いが、サンプリング時にボトリチス属菌が検出される頻度は 12 回中 6 回であり、必ずしも低いとはいえない。なお、サブの 2 棟におけるトータルの生菌数に対するボトリチス属菌の占有率は PDA 平板培地で 0.3% と 0.9%, TM 平板培地で 0% と 0.4%, Ro 平板培地では検出されなかった。

1.3. 屋外における菌数と菌相

メインの栽培施設とサブの栽培施設から各 200~300m 離れた道路沿いの 2 地点（いずれも水田横）、および両者の中間地点（河川沿い）の浮遊糸状菌類の生菌数の調査結果を図 4 に示す。メインの栽培施設の屋外地点においては 2008 年 7 月に PDA 平板培地で 200 CFU/plate を超え、積雪状態となった 2008 年 12 月と 2009 年 1 月は 10 CFU/plate 未満であった。栽培施設内の場合と同様で、浮遊糸状菌類の生菌数は夏季に増加して冬季には減少する季節変動がみら

れた。TM と Ro 平板培地の生菌数は PDA 平板培地よりも少ないが、調査時期により Ro 平板培地の値が PDA 平板培地の値を超えることもあった。サブの栽培施設の屋外地点においてもほぼ同様の傾向を示し、同じく Ro 平板培地の生菌数が TM 平板培地より多かった。

中間地点の浮遊糸状菌類の生菌数も同様の季節変動を示し、2008 年 6 ~ 8 月において PDA 平板培地で 150 CFU/plate を超えた。TM と Ro 平板培地の生菌数は PDA 平板培地よりも常に少なかったが、Ro 平板培地の生菌数は TM 平板培地より多かった。屋外で浮遊糸状菌類の生菌数が夏季に増加して冬季に減少する季節変動を生じる原因としては、上述のように夏季には糸状菌類が土埃の飛散と共に多数浮遊し、冬季には積雪により地面全体が覆われて土埃が舞うことが少ないため、糸状菌数が浮遊し難いと考えられる。

表 2 ~ 4 には屋外 3 地点の浮遊糸状菌類の菌相として優勢種のクラドスポリウム属菌、およびボトリチス属菌の占有率を培地別に示す。クラドスポリウム属菌の全平板培地でのトータルの生菌数における占有率は 52 ~ 85%, ボトリチス属菌のトータルの生菌数における占有率

表 2 メインの栽培施設から 200 ~ 300m の屋外地点における各供試培地での浮遊糸状菌・生菌数におけるクラドスポリウム属菌とボトリチス属菌の占有率 (%)

サンプリング年月		PDA ^{a)}		TM ^{b)}		Ro ^{c)}	
年	月	クラドスポリウム属	ボトリチス属	クラドスポリウム属	ボトリチス属	クラドスポリウム属	ボトリチス属
2008	5	74.1	2.7	37.8	0.0	74.7	0.0
	6	89.3	2.2	61.8	1.8	80.9	0.0
	7	94.9	0.5	40.6	0.0	45.2	0.0
	8	92.6	0.4	76.6	0.6	92.2	0.5
	9	71.8	0.7	73.3	0.8	70.6	0.0
	10	46.5	1.2	36.6	0.0	57.8	0.0
	11	26.0	0.4	7.4	0.0	86.7	0.0
	12	22.2	0.0	0.0	0.0	66.7	0.0
2009	1	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
各培地でのトータル生菌数中の占有率		74.7	0.9	52.1	0.4	69.1	0.1

^{a)}PDA 平板培地での生菌数, ^{b)}0.1%(w/v) TM 添加 PDA 平板培地での生菌数, ^{c)}0.1%(w/v) Ro 添加 PDA 平板培地での生菌数。

注: 100 L の空気を吸引採取して 25℃ で最大 7 日間培養した; 生菌数は各平板培地の繰り返し 2 枚の平均値。

表3 サブの栽培施設から200～300mの屋外地点における各供試培地での浮遊糸状菌・生菌数におけるクラドスポリウム属菌とボトリチス属菌の占有率(%)

サンプリング年月		PDA ^{a)}		TM ^{b)}		Ro ^{c)}	
年	月	クラドスポリウム属	ボトリチス属	クラドスポリウム属	ボトリチス属	クラドスポリウム属	ボトリチス属
2008	5	51.8	5.4	64.3	7.1	44.8	0.0
	6	82.5	1.8	71.0	0.0	77.8	0.0
	7	97.5	0.5	91.2	0.5	86.3	0.0
	8	97.3	0.0	73.7	1.3	90.0	0.0
	9	71.9	0.0	50.0	0.0	44.2	0.5
	10	37.5	0.0	11.4	0.0	29.0	0.0
	11	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	12	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2009	1	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
各培地でのトータル生菌数中の占有率		85.4	0.6	71.6	0.8	72.5	0.1

^{a)}PDA 平板培地での生菌数, ^{b)}0.1%(w/v) TM 添加 PDA 平板培地での生菌数, ^{c)}0.1%(w/v) Ro 添加 PDA 平板培地での生菌数。

注: 100 L の空気を吸引採取して 25℃ で最大 7 日間培養した; 生菌数は各平板培地の繰り返し 2 枚の平均値。

表4 メインとサブの栽培施設の間屋外地点における各供試培地での浮遊糸状菌・生菌数におけるクラドスポリウム属菌とボトリチス属菌の占有率(%)

サンプリング年月		PDA ^{a)}		TM ^{b)}		Ro ^{c)}	
年	月	クラドスポリウム属	ボトリチス属	クラドスポリウム属	ボトリチス属	クラドスポリウム属	ボトリチス属
2008	5	61.1	1.4	63.6	0.0	36.6	0.0
	6	87.3	2.3	75.9	0.0	62.2	0.0
	7	95.4	0.6	50.0	0.0	59.3	0.0
	8	91.9	0.0	84.2	1.8	91.7	0.6
	9	-	-	-	-	-	-
	10	68.8	0.9	37.1	0.0	44.8	0.0
	11	6.4	0.0	5.9	0.0	16.7	0.0
	12	18.8	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0
2009	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
各培地でのトータル生菌数中の占有率		82.1	0.9	59.6	0.4	63.4	0.1

^{a)}PDA 平板培地での生菌数, ^{b)}0.1%(w/v) TM 添加 PDA 平板培地での生菌数, ^{c)}0.1%(w/v) Ro 添加 PDA 平板培地での生菌数。

注: 100 L の空気を吸引採取して 25℃ で最大 7 日間培養した; 生菌数は各平板培地の繰り返し 2 枚の平均値; メインとサブの栽培施設の間屋外地点では 2008 年 9 月に採取は行わず。

は PDA 平板培地 0.6～0.9%, TM 平板培地 0.4～0.8%, Ro 平板培地では 0.1% であった。クラドスポリウム属菌とボトリチス属菌以外の浮遊糸状菌類の菌相としては, メインの調査対象とした施設内の菌相とほぼ同様であった。なお, 調査時の 3 地点の気温範囲は -14.5～25.1℃(冬季～夏季) であった。

本調査に先立って実施した栽培施設内の落下

糸状菌数測定(上述の予備調査)で PDA 平板培地などからランダムに分離・選択したクラドスポリウム属菌 10 菌株, および *Cladosporium cladosporioides* NBRC 6348 を 0.05% (w/v) TM または 0.05% (w/v) Ro の各水和剤添加グルコース・ペプトン (GP) 液状培地¹⁶⁾で, 25℃・5 日間静置培養を行い, 乾燥菌体量を測定した。その結果, NBRC 6348 と比較して半数の 5 菌

株が TM 添加培地での成長に優れ（コントロールの GP 培地と同程度の菌体量生成）、同様に 7 菌株が Ro 添加培地で成長に優れた（コントロールの GP 培地と同程度の菌体量生成）。TM と Ro の両者に耐性を示したものは 3 菌株、両者に耐性を示さなかったものは 1 菌株であった。以上から、図 4 において 0.1% (w/v) Ro 平板培地で発現した浮遊糸状菌類の生菌数が 0.1% (w/v) TM 平板培地より多かった要因として、調査地域に TM よりも Ro に耐性を示すクラドスポリウム属菌などが多数分布していたことが寄与したと考えられる。

本調査の浮遊糸状菌類のサンプリングにおいて PDA 平板培地に加え、TM および Ro 平板培地を供試したのは、2006 年 1 ～ 12 月に実施した栽培施設内の予備調査から TM および Ro に耐性を持つ落下糸状菌類や浮遊糸状菌類の存在把握ができることを確認したためである。そして、0.1% (w/v) の TM および Ro 平板培地に発現する糸状菌類のコロニーから分離した菌株は 100% の確率で TM や Ro に耐性を有していた。

2. 灰色カビの農業用殺菌剤に対する感受性

2.1. 灰色カビの農業用殺菌剤（TM 水和剤，Ro 水和剤）に対する感受性評価

供試菌株には、予備調査（落下菌）と本調査（浮遊菌）で各平板培地より分離したボトリチス属菌の ANCT 株 73 菌株（旭川高専保存菌株）、そして *B. cinerea* の NBRC の 3 菌株（9760, 30915, 33008）を用いた。温度 7℃ で継代培養保存していたこれらの合計 76 菌株を PDA 平板培地に接種して 25℃ で 4 ～ 7 日間前培養し、成育した菌叢から培地ごと打ち抜いた直径 5mm の各菌体円盤を接種源とした。

0.05% (w/v) の TM または Ro の水和剤を添加した PDA 平板培地の中央に各供試菌株の菌体円盤 1 個を接種し、25℃ で 10 日間培養して経時的に菌糸成長を測定した。なお、農業用殺菌剤を添加していない PDA 平板培地をコントロールとして用いた。繰り返し数はいずれも 3

とし、菌糸成長の挙動から (1) TM または Ro 平板培地でコントロール程度の菌糸成長が観察されたボトリチス属菌（薬剤耐性、判定表記：+）、(2) TM または Ro 平板培地で菌糸成長が観察されない、または活着程度しか観察されないボトリチス属菌（薬剤感受性、判定表記：-）に区分けを行った。

2.2. 灰色カビの農業用殺菌剤（TM 水和剤，Ro 水和剤）に対する感受性

以上の 76 菌株について、TM 水和剤と Ro 水和剤に対する感受性の評価結果を表 5 に示す。その結果、ANCT 株 73 菌株の 35.6% にあたる 26 菌株に薬剤耐性が確認された。このうち TM と Ro の両者に耐性を示す菌株が 15 菌株で、その内訳は栽培施設内 10 菌株、屋外 5 菌株であった。メインの栽培施設では TM と Ro が使用されており、TM のみに耐性を示したものの 1 菌株に対して両者に耐性を示したものの 8 菌株であった。サブの栽培施設では TM のみの使用であり、TM のみに耐性を示したものの 1 菌株に対して両者に耐性を示したものの 2 菌株であった。屋外では TM のみに耐性を示したものの 5 菌株、Ro のみに耐性を示したものの 4 菌株、両者に耐性を示したものの 5 菌株であった。

表 6 に示すように、ANCT 株 73 菌株の TM と Ro に対する感受性を栽培施設内で採取した菌株と屋外で採取した菌株に分けて比較すると、TM/Ro（TM or Ro および TM and Ro）の耐性菌株は栽培施設内 28.6%（42 菌株中 12 菌株）、屋外 45.2%（31 菌株中 14 菌株）で後者の比率が高かった。TM and Ro の耐性菌株は栽培施設 23.8%（42 菌株中 10 菌株）、屋外 16.1%（31 菌株中 5 菌株）で前者の比率が高かった。調査した栽培施設ごとの TM/Ro 耐菌株は、メインの栽培施設内 29.0%（31 菌株中 9 菌株）、サブの栽培施設内 27.3%（11 菌株中 3 菌株）で同程度の割合であった。以上から、屋外で TM/Ro の耐性菌株の比率が高く、栽培施設内で TM and Ro の耐性菌株の比率が高い傾向を示したことになる（図 5）。調査地域に分布するボトリチ

ス属菌は TM/Ro の耐性を有するものが多く、これらが薬物野菜の栽培施設内に侵入することで TM and Ro の耐性を高める刺激を受けたことが推察される。

表 5 に示したように NBRC の 3 菌株 (9760: 茄子から分離, 30915: ヤマグワ苗木から分離, 33008: 菜種から分離) はいずれも TM/Ro の耐性を示さなかった。分離した地域では, TM や Ro の接触がないか, 接触が少なかったことで感受性菌株が淘汰される確立が低かった可能性もある。それに対して ANCT 株は, 種々の作物の栽培のために用いられる TM や Ro などの農業用殺菌剤と接触している地域から採取されたものであり, 薬剤耐性を持つ菌株が分離される確率が高かった可能性が考えられる。聞き取り調査によると, メインの栽培施設では TM 水和剤が効果的との資材業者情報によって同薬

表 5 農業用殺菌剤に対するボトリチス属菌 (76 菌株) の薬剤感受性

菌株番号	TM	Ro	菌株番号	TM	Ro	菌株番号	TM	Ro
ANCT-06001	+	+	ANCT-07032	-	-	ANCT-08013	-	-
ANCT-06015	+	+	ANCT-07033	-	-	ANCT-08014	-	+
ANCT-06016	+	+	ANCT-07034	-	-	ANCT-08015	-	-
ANCT-06021	+	+	ANCT-07035	-	-	ANCT-08016	-	-
ANCT-06022	-	-	ANCT-07042	-	-	ANCT-08017	-	-
ANCT-06027	+	+	ANCT-07043	-	-	ANCT-08018	-	-
ANCT-06035	-	-	ANCT-07044	+	-	ANCT-08019	+	-
ANCT-06036	-	-	ANCT-07045	+	+	ANCT-08020	-	-
ANCT-06037	-	-	ANCT-07046	-	-	ANCT-08021	-	-
ANCT-06038	-	-	ANCT-07047	+	+	ANCT-08022	+	+
ANCT-06047	-	-	ANCT-07048	-	-	ANCT-08023	+	-
ANCT-06048	-	-	ANCT-07049	-	-	ANCT-08024	+	+
ANCT-06049	-	-	ANCT-07050	-	-	ANCT-08025	-	-
ANCT-06050	-	-	ANCT-07051	-	-	ANCT-08026	+	-
ANCT-07006	-	-	ANCT-07052	-	-	ANCT-08027	+	+
ANCT-07007	-	-	ANCT-07053	-	-	ANCT-08028	-	-
ANCT-07008	-	-	ANCT-07059	+	+	ANCT-08029	+	+
ANCT-07019	+	+	ANCT-08004	-	-	ANCT-08030	+	-
ANCT-07020	-	-	ANCT-08005	-	-	ANCT-08031	-	+
ANCT-07021	+	-	ANCT-08006	-	-	ANCT-08032	-	+
ANCT-07027	-	-	ANCT-08008	+	+	ANCT-08033	-	-
ANCT-07028	-	-	ANCT-08009	-	-	ANCT-08034	-	-
ANCT-07029	-	-	ANCT-08010	-	-	ANCT-08035	-	+
ANCT-07030	-	-	ANCT-08011	-	-	NBRC 9760	-	-
ANCT-07031	+	+	ANCT-08012	+	-	NBRC 30915	-	-
						NBRC 33008	-	-

注: ANCT 株の分離源: 無地: メイン の栽培施設内, グレー枠: サブの栽培施設内 (2 棟), 白抜き文字: 屋外 (3 箇所); TM: TM 水和 0.05%(w/v) 添加 PDA 平板培地, Ro: Ro 水和剤 0.05%(w/v) 添加 PDA 平板培地; 農業用殺菌剤に対する感受性区分け: 薬剤耐性 +, 薬剤感受性 -。

表 6 農業用殺菌剤に対するボトリチス属菌 (ANCT 株 73 菌株) の薬剤感受性

分離源		分離菌株数 各耐性菌株数 (各耐性菌株率)			
		TM のみ耐性あり	Ro のみ耐性あり	TM と Ro に耐性あり	合計
施設内	42	2 (4.8%)	0 (0%)	10 (23.8%)	12 (28.6%)
屋 外	31	5 (16.1%)	4 (12.9%)	5 (16.1%)	14 (45.2%)
合 計	73	7 (9.6%)	4 (5.5%)	15 (20.5%)	26 (35.6%)

注: TM: TM 水和剤, Ro: Ro 水和剤。

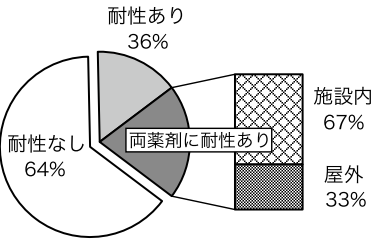


図 5 農業用殺菌剤の TM 水和剤と Ro 水和剤に対するボトリチス属菌 (ANCT 株 73 菌株) の薬剤耐性
注: 「耐性あり 36%」は TM 水和剤と Ro 水和剤の両者, 若しくは一方に耐性があるものを意味する。

剤の利用を決め、約1年後にRo水和剤との交互利用とした。しかし、栽培施設の屋外に分布するボトリチス属菌のバイオバーデン的視点（環境中の微生物負荷：農業用殺菌剤の対する植物病原菌の感受性）から考えると、効果的な選択とは思われない。

微生物の存在は肉眼では確認できず、かつその薬剤耐性については勘や経験では分からない。農業用殺菌剤の効果や特性のみに注目した選択から、環境中の微生物負荷に注目した薬剤選択に切り替えるべきと考える。

2.3. 環境中の微生物負荷を考慮した灰色かび病対策のための農業用殺菌剤の選定の試み

高圧蒸気殺菌したPDA培地に濃度が0.05と0.10% (w/v) になるように市販の農業用殺菌剤であるTM, Ro, Be (主成分：ペノミル 50.0% 含有), Bc (主成分：イミノクタジンアルベシル酸塩 40.0% 含有), およびGe (主成分：ジエトフェノンカルブ 12.5% + チオファネートメチル 52.5% 含有) の各水和剤をそれぞれ添加した平板培地を作成した。農業用殺菌剤を添加していないPDA平板培地をコントロールとした。

各平板培地にANCT-06001 (メインの栽培施設内の浮遊菌), 同06015 (同落下菌), 同06022 (サブの栽培施設の葉物野菜より分離), および同06035 (メインの栽培施設内の落下菌) を供試し、2.1と同様に供試菌株の菌体円盤を接種して温度25℃で10日間培養し、経時的に菌糸成長量を測定した。繰り返し数はいずれも3とした。得られた結果を菌株ごとに図6～9に示す。ANCT-06001と同06015はTMに対して耐性を有していることが分かる。さらに、両菌株共にBeに対しても耐性を示した。同栽培施設ではBeを使用していないが、両菌株はベンズイミダゾール系薬剤 (TMのチオファネートメチル, Beのペノミル) に交叉耐性を有していた^{2,3)}。また、ANCT-06001と同06015はRoとBcに対しても添加濃度に関係なく一定の菌糸成長を示した。ANCT-06022と同06035はBcに対して添加濃度に関係なく一定の菌糸成長を示したが、それ以外の水和剤に対しては感受性を示した。一方、供試した4菌株に対してGeが高い菌糸成長阻害効果を示した。Geの主成分はジエトフェノンカルブとチオファネートメチルであり、ANCT-06001と同06015は後者の成分に対して耐性を示す。しかし、前者の成分が後者

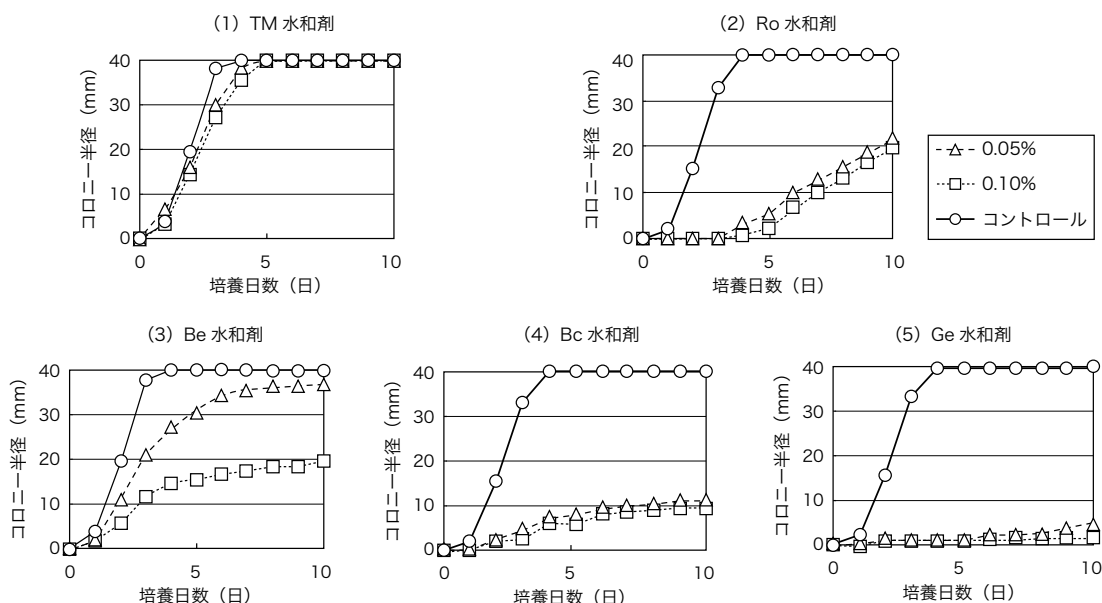


図6 ANCT-06001の菌糸成長に対する各種農業用殺菌剤の影響 (温度25℃) 注：繰り返し数は3とした。

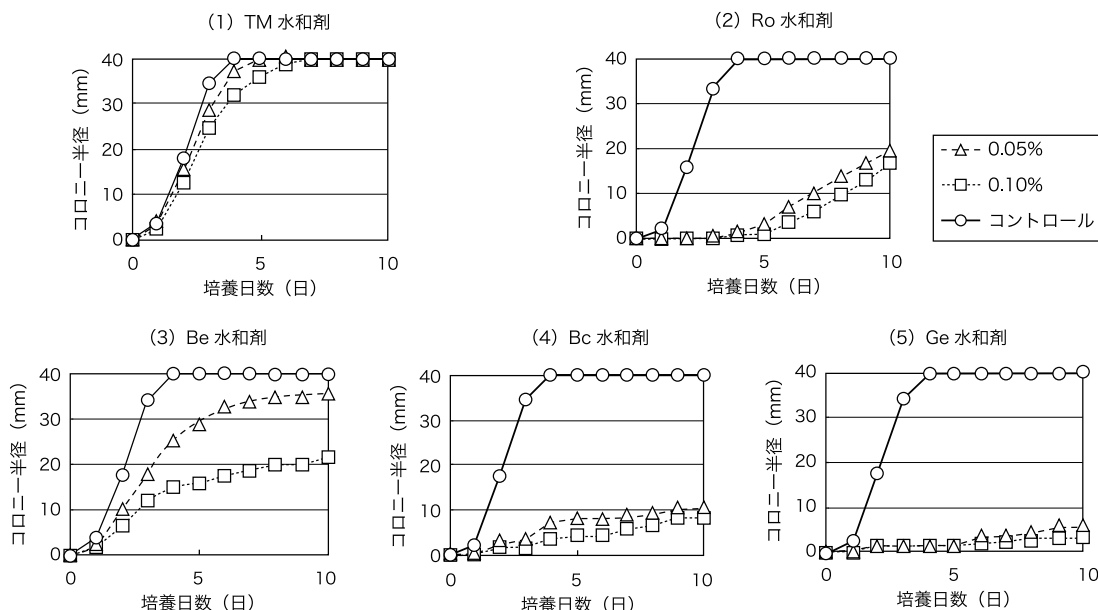


図7 ANCT-06015の菌系成長に対する各種農業用殺菌剤の影響（温度25℃） 注：図6と同じ。

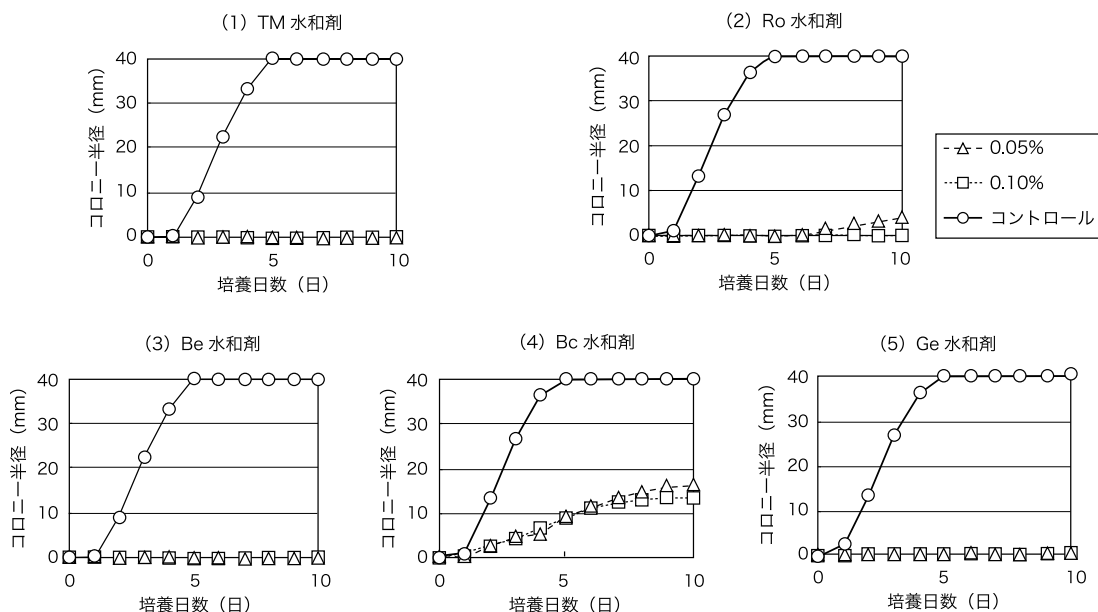


図8 ANCT-06022の菌系成長に対する各種農業用殺菌剤の影響（温度25℃） 注：図6と同じ。

の成分に対して負の交叉耐性を発揮することから¹⁷⁾，前者の性能が勝ったものと考えられる。

以上の結果から，ANCT-06001 や同 06015 の特性を持つボトリチス属菌による灰色かび病が顕在化した場合にはGeが効果的となる。しかし，Geのみの利用を継続した場合の影響も考

慮する必要もある。一般的に農業用殺菌剤のローテーション利用が推奨されており¹⁸⁾，本研究で供試していない他の薬剤効果の検証が必要である。灰色かび病を中心とした一部の病害対策に特化するのであれば，バチルス・ズブチリスを主成分とする水和剤（微生物農薬）の利

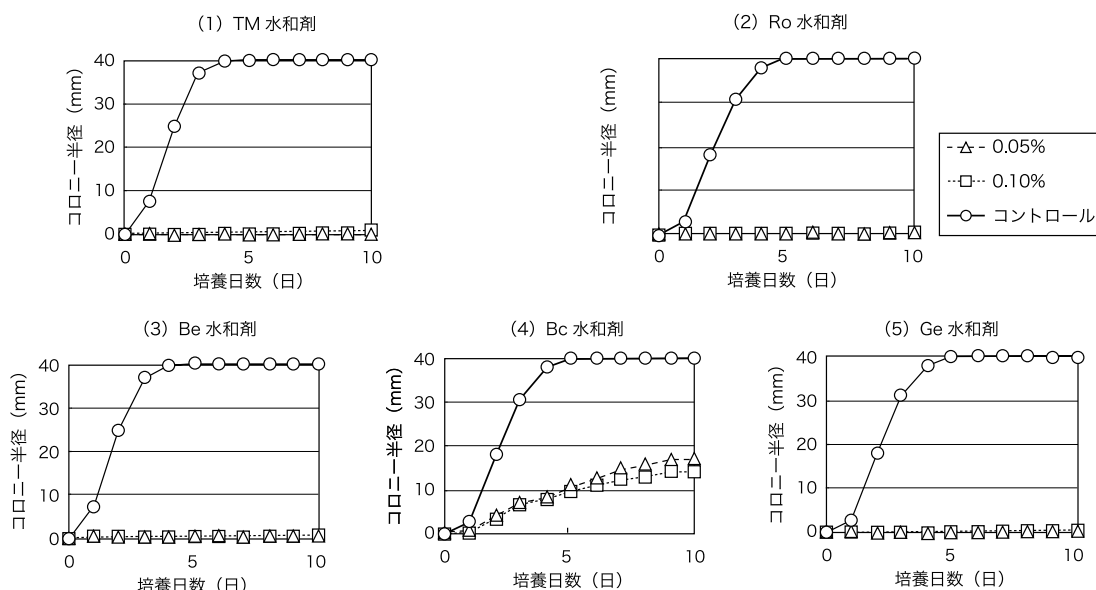


図9 ANCT-06035 の菌糸成長に対する各種農業用殺菌剤の影響 (温度 25℃) 注: 図 6 と同じ。

用も考えられる。実際に、本調査対象のメインの栽培施設においても Ro 水和剤の利用に続いて微生物農薬の利用を始めた。

まとめ

旭川市郊外の田園地帯の一部を調査対象とし、環境中の微生物負荷と農業用殺菌剤の関係を調査・分析した。本調査中に薬物野菜の病気が蔓延したことはなく、薬剤耐性を有す植物病原菌 (灰色カビ) が分布していることと病気 (灰色かび病) が顕在化・蔓延化することは必ずしも直結しなかった。栽培施設内では空気の流れを作る設備的な工夫がなされていたことで、植物病原菌 (灰色カビなど) の生育や分布濃度が抑えられた可能性もある。

一方、当該地域の微生物負荷を把握していたならば、本調査対象のメインの栽培施設において TM の次に使用する農業用殺菌剤として Ro を選定するには至らなかった可能性が高い。わが国では農業用殺菌剤の耐性菌の研究成果が多数ある¹⁹⁾が、本調査研究では薬物野菜の栽培

現場での病気対策に注目し、より実務的な予防技術の確立を目指した。再度報告の機会が許されるのであれば、ボトリチス属菌の分布状況に軸足を置きながら調査地域を旭川近郊から海岸地帯の留萌・増毛地域まで拡大し、農業用殺菌剤と農業用以外の殺菌剤に対する微生物負荷の調査を行った結果をまとめてみたい。

近年、高等教育機関として大学と差別化するために地域に貢献する高専が求められ、「農工連携」や「医工連携」など地域密着型の複合領域・学際領域の研究が叫ばれている。その取り組みの一つとして著者らが持っているノウハウを生かし、栽培環境中の微生物分布調査を試みた。農業用殺菌剤というキーワードは、食糧生産を支える重要な要素技術でありながら一般消費者に対する話題としてはマイナスのイメージが付きまとう。著者らとしては、栽培施設の調査を許可した事業主の英断に心から感謝すると共に農業活動を支える農業用殺菌剤の必要性、その効果的な利用に関心を持つ一般消費者が増えることを期待する。

引用文献

1. 富樫 巖, 伊藤 清, 宜寿次盛生, 原田 陽: 北海道における菌床シイタケ発生施設の糸状菌汚染状況と *Trichoderma* spp. 分離菌株に対するペノミル水和剤の影響. 木材学会誌, **42** (12): 1258-1263, 1996.
2. 富樫 巖, 宜寿次盛生, 原田 陽: ペンズイミダゾール系薬剤に耐性を持った *Penicillium* spp. に対するグルコン酸クロルヘキシジンとグルタルアルデヒドの防除効果. 木材学会誌, **44** (9): 375-379, 1998.
3. Togashi I, Gisusi S, Harada A: Antifungal activity of commercial Disinfectants against a benomyl-tolerant strain of *Trichoderma harzianum*. *Journal of Wood Science*, **44** (5): 414-416, 1998.
4. 富樫 巖: 北海道の菌床シイタケ栽培施設で分離されたトリコデルマ属菌の培養特性. 北方林業, **50** (12): 273-275, 1998.
5. 富樫 巖: 北海道の菌床シイタケ栽培施設で分離されたトリコデルマ属菌の培養特性(その2). 北方林業, **51** (6): 145-148, 1999.
6. 富樫 巖: 北海道のキノコ栽培施設で分離されたペンズイミダゾール系薬剤耐性 *Penicillium crustosum*. 日本菌学会会報, **40** (1): 11-13, 1999.
7. 富樫 巖, 大谷奈緒, 芳賀 仁, 宮崎貞之: 原木シイタケ栽培施設に分布するトリコデルマ属菌の特性把握の試み, 第56回日本木材学会大会研究発表要旨集(秋田市): 127, 2006
8. 米山伸吾, 安東和彦, 都築司幸: 第2編 2 殺菌作用のメカニズム. 病気・害虫の出方と農薬選び. 米山伸吾編, 東京, 農山漁村文化協会, 71-77, 2006.
9. 北海道ホームページ: <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/shs/clean/> (取得年月日: 2016/8/17)
10. 鈴木宏美: メルク・エアーサンプラー MAS100 について. 製剤機会技術研究誌, **9** (1): 26-32, 2000.
11. 鈴木宏美: 環境菌あるいは空中浮遊菌回収並びに生育培地の選択. 防菌防黴, **29** (6): 417-423, 2001.
12. Malloch D (宇田川俊一, 室井哲夫 訳): カビの分離・培養と同定, 東京, 医歯薬出版, 100, 1984.
13. 渡邊恒雄: 土壤糸状菌-培養株の検索と形態, 東京, ソフトサイエンス社, 393, 1993.
14. 山崎省二: 環境微生物, 東京, オーム社, 154, 2002.
15. 宮道慎二: 微生物の世界, つくば, 筑波出版会, 211, 2006.
16. 高鳥浩介, 佐々木 輝, 太田利子: 第2章 カビの検査法. 一目でわかる図説かび検査・操作マニュアル, 高鳥浩介編, 東京, テクノシステム, 40-123, 1991.
17. (独) 農林水産消費安全技術センターホームページ住友化学: <http://www.acis.famic.go.jp/syouroku/diethofencarb/index.htm> (取得年月日: 2016/12/27)
18. 長野県ホームページ: www.pref.nagano.lg.jp/bojo/yaku/documents/28-03ipm.pdf (取得年月日: 2016/12/27)
19. 田辺憲太郎: 殺菌剤の耐性菌発生リスク評価, 農薬時代, **195**: 18-24, 2013; 日本植物防疫協会ホームページ: www.jppa.or.jp/symposium/data/S240912.pdf (取得年月日: 2016/12/27)

小麦ふすまペプチドによる 非アルコール性脂肪肝炎の改善効果

Wheat-Bran Autolytic Peptides Improve Non-alcoholic Steatohepatitis

川口 巧 (KAWAGUCHI Takumi)¹ 上野 隆登 (UENO Takato)^{2, 3} 野方 洋一 (NOGATA Yoichi)⁴
古賀 浩徳 (KOGA Hironori)^{1, 3} 鳥村 拓司 (TORIMURA Takuji)^{1, 3}

¹ 久留米大学医学部内科学講座 消化器内科部門, ² 朝倉医師会病院, ³ 久留米大学 先端癌治療研究センター 肝臓部門, ⁴ 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 近畿中国四国農業研究センター

Key Words: 小麦 ふすま 非アルコール性脂肪肝炎 酸化ストレス インスリン抵抗性
wheat, bran, non-alcoholic steatohepatitis, oxidative stress, insulin resistance

要旨

非アルコール性脂肪肝炎 (non-alcoholic steatohepatitis; NASH) はメタボリック症候群における肝臓の表現型である。NASH は高率に肝硬変や肝がんへと進展しうするため、NASH に対する有効成分の開発は急務である。これまでに、小麦の摂取はメタボリック症候群のリスクを低下させることが疫学的研究より明らかとなっている。また、近年、我々は、小麦ふすま自己消化物より抽出した2種類のペプチド (leucine-arginine-proline [LRP], leucine-glutamine-proline [LQP]) が生物学的活性を有することを明らかにした。今回、我々はこれら2種類のふすまペプチドをNASH マウスモデルに投与し、その有効性を検討した。解析の結果、いずれのペプチドにおいても non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) activity score の有意な改善を認めた。NASH 改善のメカニズムを検討したところ、LRP 投与群では酸化ストレスの軽減に関わる還元能が亢進していた。他方、LQP 投与群では細胞内インスリンシグナルを調節する AMP-activated protein kinase (AMPK) の活性化が認められた。以上より、小麦ふすまより抽出した LRP と LQP は、酸化ストレスとインスリン抵抗性の軽減を介して NASH を改善したと考えられる。

1. NASH 治療の問題点

生活習慣の変化にともない NAFLD の患者数が急激に増加している。現在、本邦における NAFLD の有病率は人口の約 30% に達すると報告されており、最も罹患率が高い肝疾患である^{1, 2)}。また、NAFLD 患者の一部は NASH と呼ばれ、高率に肝硬変や肝がん、心血管病変を発症しうることから治療を要する^{3, 4)}。

生活習慣の是正は NASH の基本治療である。摂食エネルギーの適正化と身体活動の増加により NASH は改善しうが、その長期アドヒアランスは低いことが問題点である⁵⁾。未だ NAFLD/NASH に適応症を持つ薬剤は存在しな

いが、インスリン抵抗性改善薬であるピオグリタゾン⁶⁾は、NASH 患者の肝線維化を改善することが報告されている⁶⁾。しかし、ピオグリタゾンは糖尿病治療薬であることから、糖尿病を合併する NASH 患者のみがその適応となる。また、ピオグリタゾンは肝臓で代謝される薬剤であり、重篤な肝疾患患者はピオグリタゾンが体内に蓄積する恐れがあるため禁忌となっている。ビタミン E も NASH 患者の肝炎と肝線維化を改善することが報告されている⁷⁾。しかし、ビタミン E の長期摂取により死亡率が上昇するといった報告もあり⁸⁾、長期服薬の安全性については未だ明らかではない。前述の理由から、

NAFLD/NASH に対する治療には、1) 安価、2) 肝障害を有する者でも投与可能、3) 長期の安全性が示されていることが必要と考えられる。

2. 小麦ふすま自己消化物抽出ペプチド

小麦の摂取により肥満、糖尿病や心血管疾患のリスクが軽減することが報告されている⁹⁾。また、小麦粒の表皮部分にあたる「ふすま」を摂取することで耐糖能異常が改善することも報告されている¹⁰⁾。ふすまは小麦から小麦粉を製造する際に発生する副産物であり、安価に入手可能である。

近年、我々は小麦ふすまの自己消化物からペプチドを抽出する方法を開発し、生物学的活性を有する2種類のペプチド LRP と LQP を同定した(図1)¹¹⁾。これらのペプチドはアンギオテンシン I 変換酵素 (ACE) の阻害活性を有する^{12, 13)}。また、これらのペプチドはインスリン感受性に関与するロイシンを含有する¹⁴⁾。NASH の病態形成には ACE の活性化を介した酸化ストレスやインスリン抵抗性が深く関わることから、LRP と LQP は NASH の改善に有用と考えられる。

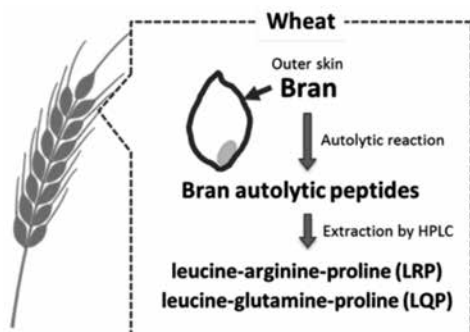


図1 小麦ふすまの自己消化物から抽出したペプチド (LRP, LQP) 文献 15 より許可を得て転載

3. LRP と LQP が NASH マウスモデルにおよぼす効果

1) 体重と肝組織の変化

我々は7週齢の C57Bl/6 マウスを高脂肪食で10週間飼育する NASH マウスモデルを作成した。7週齢より、蒸留水に溶解したふすま

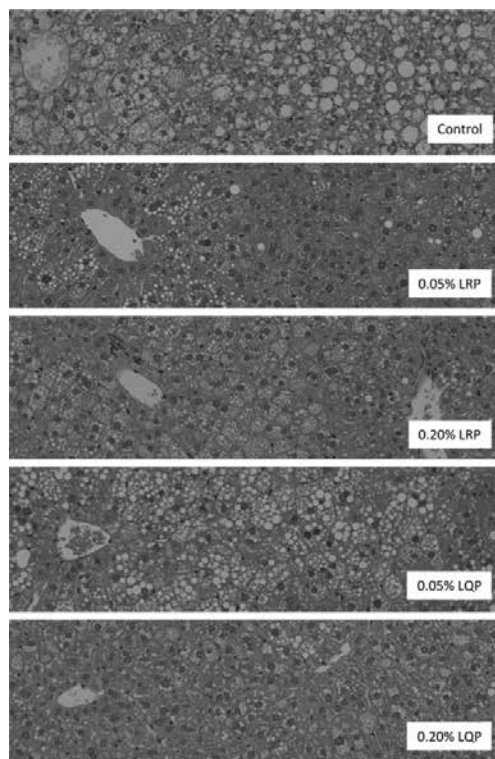


図2 LRP と LQP が NASH におよぼす影響
文献 15 より許可を得て転載

ペプチド (0.05%, 0.20% LRP もしくは 0.05%, 0.20% LQP) を自由飲水により投与し、NASH マウスモデルにおよぼす効果を蒸留水投与群 (Control) と比較検討した¹⁵⁾。

0.05% LQP 群の体重は Control 群と比較して有意に低値であった (46.0 ± 3.0 vs. 38.0 ± 3.3 g/body, $P=0.02$)。しかし、0.05% LRP, 0.20% LRP, 0.20% LQP 群の体重は Control 群と比較して有意な変化は認めなかった。Control 群の肝細胞には著明な大脂肪滴の沈着を認めた(図2)。0.05% LRP, 0.20% LRP, 0.20% LQP 群では肝細胞への脂肪滴沈着が改善していた。小葉内炎症と肝細胞風船様腫大は全ての LRP/LQP 群で改善しており(図2)、NAFLD activity score は全 LRP/LQP 群で低下していた。

NASH の形成には体脂肪の過剰蓄積が関与している場合が多く、一般的に7～10%の体重減少により NASH が改善すると報告されている¹⁶⁾。しかし、我々の研究では体重減少と肝

組織の変化は一致しておらず、ふすまペプチドは体重減少と異なる機序でNASHを改善した可能性が示唆される。

2) 酸化ストレスの変化

酸化ストレスの増加はNASHの重要な病態である¹⁷⁾。近年、Niらは、西洋ハーブであるオオアザミの種子から抽出したシリマリンをNASHマウスモデルに投与したところ、体重減少は認めなかったが、肝細胞での抗酸化物質を誘導しNASHが改善したことを報告している¹⁸⁾。そのため、本研究においても各群の血清を用い、酸化度と還元度をdiacron reactive oxygen metabolites test (d-ROM) と biological anti-oxidant potential test (BAP) にて評価した (FREE Carpe Diem, Wismerll Company Ltd., Tokyo, Japan)。その結果、0.20% LRP 群の血清 d-ROM 値はControl群と比較して有意に低下した。しかし、0.05% LRP, 0.05% LQP と 0.20% LQP 群の d-ROM 値はControl群と比較して有意な変化は認めなかった (図3)。また、0.05% LRP 群と 0.20% LRP 群の血清 BAP 値はControl

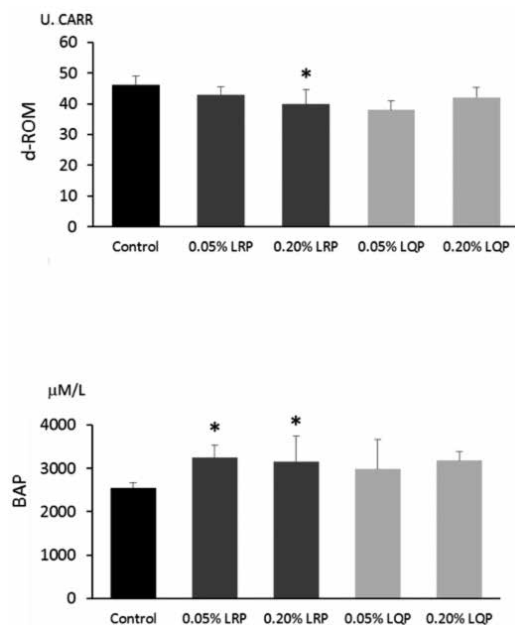


図3 LRP と LQP が酸化ストレスにおよぼす影響
文献 15 より許可を得て転載

群と比較して有意に高値であったが、0.05% LQP 群と 0.20% LQP 群の BAP 値はControl群と比較して有意な変化は認めなかった (図3)。このように LRP は酸化ストレスの制御、特に還元能の亢進を介してNASHを改善したと考えられる。LRP による抗酸化能亢進のメカニズムは明らかでないが、我々はこれまでに LRP がACE活性を阻害することを報告してきた¹¹⁾。ACE活性の阻害により nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADPH) oxidase の活性化とラジカル産生の抑制が起こることが報告されている¹³⁾。一方、LQP 群では酸化ストレスの軽減効果は認められず、NASH改善にはその他のメカニズムが関与すると考えられる。

3) AMPK シグナルの変化

LQP に含まれるロイシンはAMPKのリン酸化を介してインスリン感受性を亢進させることが報告されている¹⁴⁾。インスリン抵抗性の増大はNASHの重要な病態であり、我々は、肝組織のリン酸化AMPKを免疫ブロット法にて評価した。その結果、0.20% LQP 群のリン酸化AMPKの発現はControl群と比較して亢進していた。また、同群におけるAMPKの下流に位置する acetyl-CoA carboxylase (ACC) のリン酸化は抑制されていた。これらの研究結果より、0.20% LQP はAMPK/ACCシグナル系を活性化し、脂肪のデノボ合成を抑制したと考えられる。近年、ロイシンはメトホルミンやホスホジエステラーゼ5阻害薬と共に投与することで、

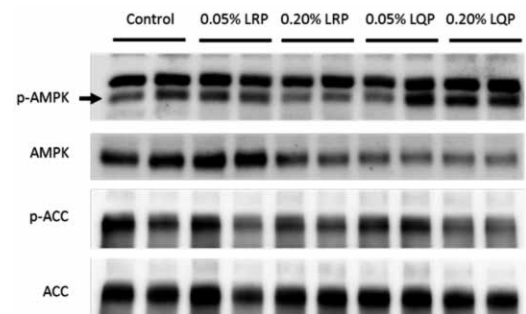


図4 LRP と LQP が AMPK/ACC シグナルにおよぼす影響
文献 15 より許可を得て転載

AMPK の活性化を介して肝細胞の脂肪沈着やインスリン抵抗性を改善することが報告されている^{19, 20)}。これらの研究結果は、我々の仮説を支持すると考えられる。

おわりに

ふすまペプチドである LRP と LQP による NASH 改善効果について概説した。ふすまは小

麦から小麦粉を製造する際に生じる副産物であり、安価かつ安全性の面から広く臨床応用しうると考えられる。また、酸化ストレスの亢進とインスリン抵抗性の増大は NASH の基本病態であり、それらに対して軽減効果のあるふすまペプチドは NASH の病態に則した治療法となることが期待される。

参考文献

1. Eguchi Y, Hyogo H, Ono M, *et al.*: Prevalence and associated metabolic factors of nonalcoholic fatty liver disease in the general population from 2009 to 2010 in Japan: a multicenter large retrospective study. *J Gastroenterol.* **47**: 586-595. 2012.
2. Wree A, Broderick L, Canbay A, *et al.* From NAFLD to NASH to cirrhosis-new insights into disease mechanisms. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* **10**: 627-636. 2013.
3. Tokushige K, Hashimoto E, Kodama K: Hepatocarcinogenesis in non-alcoholic fatty liver disease in Japan. *J Gastroenterol Hepatol.* **28** Suppl 4: 88-92. 2013.
4. Baffy G, Brunt EM, Caldwell SH: Hepatocellular carcinoma in non-alcoholic fatty liver disease: an emerging menace. *J Hepatol.* **56**:1384-1391. 2012.
5. Oza N, Eguchi Y, Mizuta T, *et al.*: A pilot trial of body weight reduction for nonalcoholic fatty liver disease with a home-based lifestyle modification intervention delivered in collaboration with interdisciplinary medical staff. *J Gastroenterol.* **44**:1203-1208. 2009.
6. Belfort R, Harrison SA, Brown K, *et al.*: A placebo-controlled trial of pioglitazone in subjects with nonalcoholic steatohepatitis. *N Engl J Med.* **355**:2297-2307. 2006.
7. Sanyal AJ, Chalasani N, Kowdley KV, *et al.*: Pioglitazone, vitamin E, or placebo for nonalcoholic steatohepatitis. *N Engl J Med.* **362**:1675-1685. 2010.
8. Miller ER, 3rd, Pastor-Barriuso R, Dalal D, *et al.*: Meta-analysis: high-dosage vitamin E supplementation may increase all-cause mortality. *Ann Intern Med.* **142**:37-46. 2005.
9. Vetrani C, Costabile G, Luongo D, *et al.*: Effects of whole-grain cereal foods on plasma short chain fatty acid concentrations in individuals with the metabolic syndrome. *Nutrition.* **32**:217-21. 2016.
10. Bosello O, Ostuzzi R, Armellini F, *et al.*: Glucose tolerance and blood lipids in bran-fed patients with impaired glucose tolerance. *Diabetes Care.* **3**:46-49. 1980.
11. Nogata Y, Nagamine T, Yanaka M, *et al.*: Angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides produced by autolysis reactions from wheat bran. *J Agric Food Chem.* **57**:6618-6622. 2009.
12. Fiordaliso F, Cuccovillo I, Bianchi R, *et al.*: Cardiovascular oxidative stress is reduced by an ACE inhibitor in a rat model of streptozotocin-induced diabetes. *Life Sci.* **79**:121-129. 2006.
13. Privratsky JR, Wold LE, Sowers JR, *et al.*: AT1 blockade prevents glucose-induced cardiac dysfunction in ventricular myocytes: role of the AT1 receptor and NADPH oxidase. *Hypertension.* **42**:206-212. 2003.
14. Zarfeshani A, Ngo S, Sheppard AM: Leucine alters hepatic glucose/lipid homeostasis via the myostatin-AMP-activated protein kinase pathway - potential implications for nonalcoholic fatty liver disease. *Clin Epigenetics.* **6**:27. 2014.
15. Kawaguchi T, Ueno T, Nogata Y, *et al.*: Wheat-bran autolytic peptides containing a branched-chain amino acid attenuate non-alcoholic steatohepatitis via the suppression of oxidative stress and the upregulation of AMPK/ACC in high-fat diet-fed mice. *Int J Mol Med.* 2016.
16. Marchesini G, Petta S, Dalle Grave R: Diet, weight loss, and liver health in nonalcoholic fatty liver disease: Pathophysiology, evidence, and practice. *Hepatology.* **63**:2032-2043. 2016.
17. Albano E, Mottaran E, Occhino G, *et al.*: Review article: role of oxidative stress in the progression of non-alcoholic steatosis. *Aliment Pharmacol Ther.* **22** Suppl 2:71-73. 2005.
18. Ni X, Wang H: Silymarin attenuated hepatic steatosis through regulation of lipid metabolism and oxidative stress in a mouse model of nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD). *Am J Transl Res.* **8**:1073-1081. 2016.
19. Fu L, Bruckbauer A, Li F, *et al.*: Interaction between metformin and leucine in reducing hyperlipidemia and hepatic lipid accumulation in diet-induced obese mice. *Metabolism.* **64**:1426-1434. 2015.
20. Fu L, Li F, Bruckbauer A, *et al.*: Interaction between leucine and phosphodiesterase 5 inhibition in modulating insulin sensitivity and lipid metabolism. *Diabetes Metab Syndr Obes.* **8**:227-239. 2015.

ツブ貝の毒

村上りつ子 (MURAKAMI Ritsuko) *¹ 野口 玉雄 (NOGUCHI Tamao) *²

*¹ 茨城キリスト教大学, *² 東京医療保健大学

Key Words：貝毒 テトラミン ツブ貝 食中毒

はじめに

貝類は美味で栄養価も高く、四方海に囲まれているわが国では、古来より好んで食されてきているものであるが、時に毒をもつものもあり、時折食中毒を引き起こす。

貝が持つ毒には、餌となるプランクトンが産生する麻痺性貝毒や、下痢性貝毒などがあり、これらを貝が外因的な食物連鎖で体内に蓄積したものをヒトが食し、中毒が発生する場合があるが、もともと貝が生合成して保有すると思われる内因性の毒もある。そのひとつがツブ貝などの肉食性巻貝が保有するテトラミンである。麻痺性貝毒や、下痢性貝毒による貝の毒化については、最近では、貝の生産地などでの毒のモニタリング調査により貝の毒化の情報が得られるようになり、食中毒の発生はあまり見られなくなったが、ツブ貝によるテトラミン食中毒はしばしば発生している。

ツブ貝は寿司ネタや酒の肴などに珍重され、特に好まれる食材の一つであることから、ここでは、ツブ貝が持つ毒「テトラミン」による食中毒について述べてみたい。

1. ツブ貝とは

ツブ貝は、正式な貝の名称ではなく、巻貝（軟体動物門腹足綱）のうち、主にエゾバイ科（Buccinidae）のエゾボラ属 *Neptunea* やエゾバ

イ属 *Buccinum* などの食用貝類の総称で、ツブ、つぶ貝などとも言われる。「ツブ」は「螺」で巻貝形がツボ形であることから転じたともいわれる。

一般的にツブ貝と呼ばれる貝には、多くの地方名があり、産地により名称が異なったり、俗称があるなどして、流通販売過程では混同や混称がみられている。

例えば、エゾバイ科の主要なツブ貝のひとつであるヒメエゾボラ (*Neptunea arthritica*) は「青ツブ」や「ネムリツブ」と通称されるほか、エゾボラ (*Neptunea polycostata*) は「マツブ」、細長くて螺状の筋が明瞭な貝シライトマキバイ (*Buccinum isaotakii*) などはその形から「灯台ツブ」、などとよばれる。また、ヒメエゾボラは、「青ツブ」や「ネムリツブ」のほかに、エゾバイ (*Buccinum middendorffi*)、コエゾバイ (*Buccinum mirandum*) などと同様に「磯ツブ」と呼ばれることもある。ほかに、地方市場によって適宜に名がつけられ、エゾバイ科の食用貝のカラフトエゾボラ (*Neptunea eulimata*) は「シオツブ」、モスソガイ (*Volutharpa perryi*) は「アワビツブ」などとよばれたりしている。さらに、エゾバイ科ではないものでも、殻型が似ているフジツガイ科 (*Ranellidae*) のアヤボラ (*Fusitriton oregonensis*) は、表面に毛が多いことから「毛ツブ」の名で売られたりし

ている。

一方、食用とされるエゾバイ科の巻貝の総称として「ツブ」の他に「バイ」の語も用いられ、日本海側ではエッチュウバイ (*Buccinum striatissimum*)、オオエッチュウバイ (*Buccinum tenuissimum*)、ツバイ (*Buccinum tsubai*) などバイと総称される。また、ツブやマツブともいわれるチヂミエゾボラ (*Neptunea constricta*) は、日本海周辺ではバイと呼ばれる。さらに、地域によっては、エッチュウバイは「シロバイ」、エゾボラモドキ (*Neptunea intersculpta*) は「赤バイ」などとも呼ばれている。一方、エゾバイ属ではなく、バイ属であるバイ貝 (*Babylonia japonica*) も「バイ」、「クロバイ」といわれたりする。

このように「バイ」という語は、ツブとほとんど同義的に使われたり、混称されたりすることが多い。いずれにしろ、バイ、ツブ、どちらも正式な名称ではなく、主にエゾバイ科のエゾボラ属およびエゾバイ属の巻貝をさすことが多いが、エゾバイ科の貝は、種類が多く、市場に流通しているものは数十種を超えといわれており、区別は曖昧にされていることが多い。

2. ツブ貝の唾液腺には毒が含まれる

ツブ貝と呼ばれる巻貝は唾液腺に毒成分が含まれ、しばしば食中毒の原因となる。毒成分は「テトラミン」という物質で貝によっては高濃度 (数mg/g) に含まれている。ツブ貝などの唾液腺とは巻貝 (腹足類) の消化器官の一部で、通常口球の後側に1対ある。すなわち、唾液腺

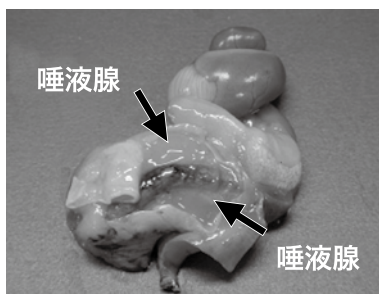


図1 ヒメエゾボラ唾液腺*

*厚生労働省自然毒リスクプロファイル「唾液腺毒」より引用

は外套膜の下、消化管の両側に位置しており、身の中にあるほかの部分よりも黄色いアズキ粒のような部分で、脂肪のように見えるため、俗にアブラともいわれ、ツブ貝の産地などでは、「ツブのアブラを食べると酔う」ともいわれている。

3. テトラミンとは

テトラミンは低分子の化学物質で、最も構造が単純な第4級アンモニウムのテトラメチルアンモニウムで (図2)、試薬や工業用原材料として、水酸化テトラメチルアンモニウム ($C_4H_{13}NO$ 分子量 91.15) や塩化テトラメチルアンモニウム ($C_4H_{12}NCl$ 分子量 109.6) の形で、広範な分野で利用されている化学物質である。

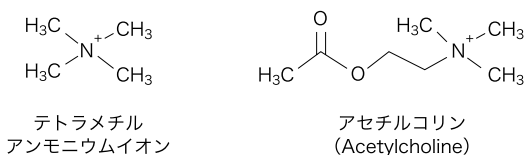


図2 テトラメチルアンモニウム (左) とアセチルコリン (右) の構造式

テトラミンの構造は、図2に示すように、神経伝達物質であるアセチルコリンと類似していることから、中毒を引き起こす原因になると考えられている。すなわち、アセチルコリンは、以下のようなコリン作動性神経といわれる、副交感神経はじめ、運動神経や交感神経の神経に神経伝達物質として作用するが、テトラミンはアセチルコリンの代わりに、このようなコリン作動性神経に作用し、神経細胞の表面にあるアセチルコリン受容体タンパク質に作用 (ニコチン性アセチルコリン受容体を活性化) し、筋肉の麻痺や呼吸困難を起こすと考えられる。また、摂取量が多い場合は死に至る場合もあるといわれる¹⁾。

コリン作動性神経：

- ・副交感神経の節前線維終端、および節後線維終端。

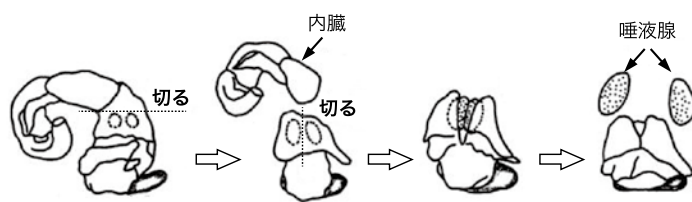


図3 唾液腺の除去法

- ・交感神経の節前線維終端。
- ・一部の交感神経（汗腺を支配する交感神経など）の節後線維。
- ・運動神経の骨格筋との接合部である神経筋接合部。

ツブ貝の唾液腺にこのような毒が含まれることは1950年代にはすでに明らかにされており²⁾、アイルランド産のエゾボラ属 (*Neptunea* sp.) のムカシエゾボラ (*Neptunea antiqua*) に、アセチルコリンに類似した唾液腺毒としてテトラミンが含まれることが報告されている³⁾。

テトラミンは、水に溶けやすく、加熱しても分解されずに筋肉や内臓、煮汁に一部移行したり、凍結融解によって唾液腺のテトラミンが筋肉に移行するともいわれており、調理前に唾液腺を除去することが有効な食中毒予防対策となる。

このことから、大手水産会社では、カムチャッカ沖で採れる“バイ”から唾液腺を除去して、焼バイとして加工処理している。一方、これらの貝の主な産地である北海道では、テトラミンがバイの唾液腺に存在し、それを食べると中毒することはよく知られているものの、テトラミンがあることで酒が2倍酔えるというところで、唾液腺を除去せず販売しているそうである⁴⁾。図3にツブ貝の唾液腺除去法を示す。

4. テトラミン中毒症状

潜伏期間は約30分で、主な症状は、頭痛、物が二重に見えるなどの視覚異常、めまい、船酔い感、足のふらつきなどの酩酊感、眼底の痛み、目のちらつき、吐き気などで、じん麻疹がでることもある。通常2～3時間で回復し、こ

れまで死亡例はないが、人によっては症状が重くなるので、ツブ貝を調理するには十分に注意する必要がある。ヒトの中毒量は数十mgと推定されているが、約10mgという少量でも発症することを示唆する報告もある⁵⁾。

以前に、著者の野口らが究明したチジミエゾボラによるテトラミン中毒事例では、中毒症状は以下のようなものであった。

すなわち、1993年3月に夕食に“バイ”を食べたという6名が、食後15～30分で、めまい、口渇、手足のつっぱり感、全身筋肉痛、顔の熱感、視力低下、腹痛、膨満感などの症状を呈し、検体が長崎大学（野口の当時の勤務先）に搬入された。

この事例では、後の鑑定の結果、患者が食べた“バイ”はチジミエゾボラであったことがわかり、さらに検体から中毒量となるテトラミンが検出されたことから、チジミエゾボラによるテトラミン中毒であることが判明した。

また、以下に、実際にテトラミン中毒患者を診察した事例を医師が学会発表（2015年10月日本内科学会）した要旨を示した。

酩酊感、嘔気を主訴に姉妹で受診したツブ貝によるテトラミン中毒の一例

石巻赤十字病院初期臨床研修医¹⁾

石巻赤十字病院内科²⁾

○阿部都萌¹、長澤 将²

【症 例】23歳女性 / 28歳女性

【主 訴】酩酊感、嘔気、心窩部不快感

【既往歴】特記事項なし【内服薬】なし

【現病歴】平成〇年12月、家族で夕食後30分経過した頃より、姉妹揃って急激な嘔気、目が眩む、心窩部不快感といった症状を自覚し、症状が改善しないため当院救急外来を受診した。

【臨床経過】来院時、ふらつき、複視（酩酊感に似た感じ）等の神経症状と嘔気、心窩部不快感を訴えていたが、神経学的所見に異常はなく、採血上も特記所見はなかった。食中毒を疑問診すると、家族内で患者姉妹のみがツブ貝（市販の生貝を自宅で塩ゆで調理）を摂取したことが判明した。臨床経過よりツブ貝によるテトラミン中毒と診断し、補液の上経過観察をし、数時間内で症状消失したため帰宅とした。

【考 察】テトラミンはツブ貝の唾液腺に含まれる神経毒の一種である。中毒症状は複視などの視覚異常や酩酊感（ふらつき、めまい等）、嘔気、頭痛、下痢など比較的軽度で、死亡例は報告されていない。ツブ貝は一般に流通する食用貝であり、不要な検査・投薬を避けるためにも、症例報告を知り、問診を取ることが肝要であると考えられた。

【結 語】ツブ貝によるテトラミン中毒の一例を経験した。

5. テトラミンを含むツブ貝の種類と含量

ツブ貝に蓄積しているテトラミンの量は、貝の種類や個体によって異なるが、現在、食用として国内市場にツブとかツブ貝という俗称で流通しているエゾバイ科エゾボラ属の以下の肉食性巻貝でテトラミンの含有が確認されている⁶⁾。ヒメエゾボラ (*Neptunea arthritica*)、エゾボラモドキ (*N. intersculpta*)、エゾボラ (*N. polycostata*)、チヂミエゾボラ (*N. constricta*)、クリイロエゾボラ (*N. lamellose*)、ヒメエゾボラモドキ (*N. kuroshio*)、ムカシエゾボラ (*N. antiqua*)、チョウセンボラ (*N. cumingii*)、アツエゾボラ (*N. bulbacea*)、ウネエゾボラ (*N. lyrata*)、フジイロエゾボラ (*N. vinosa*) など。

また、エゾバイ科エゾボラ属巻貝の他にも、エゾバイ科エゾバイ属のスルガバイ (*Buccinum leucostoma*)、フジツガイ科のアヤボラ、テングニシ科のテングニシ (*Hemifusus ternatanus*) の唾液腺にも高濃度のテトラミンが検出されている⁶⁾。

これらツブ貝に含まれるテトラミンの量に



図4 エゾボラモドキ（左）、ヒメエゾボラ（右）＊
＊「有毒魚介類携帯図鑑（緑書房）」より引用

については、ヒメエゾボラで 17mg、エゾボラモドキで 44mg、チヂミエゾボラで 13 ～ 39mgであったとの報告がある⁴⁾。唾液腺中のテトラミン量としては、通常、ヒメエゾボラの場合、1 個体の唾液腺重量は 1-2g であるので、含まれるテトラミン含量は数 mg-10 mg/g であるといわれ⁶⁾、1 個分の唾液腺でも食中毒を起こす恐れがある。

これらの中で、中毒原因となる主な貝は、ヒメエゾボラ、エゾボラモドキおよびチヂミエゾボラの 3 種で、東北地方や北海道、日本海などの寒海に生息する。ヨーロッパやカナダでも中毒が発生している⁴⁾。肉食性巻貝であるツブ貝は、捕食の際に餌動物を麻痺させるために唾液腺のテトラミンを利用していると考えられている⁷⁾。一方、腐肉を食べる巻貝でも高濃度のテトラミンを含むものもあり、これは、テトラミンを海水中に放出することで天敵を避けているのではないかという推測もあるが、詳しいことはわかっていない。

6. 映画で取り上げられた「ツブ貝の毒」

ここまで、ツブ貝が持つテトラミンについて述べてきたが、ここで「ツブ貝による中毒」がテーマの一つになっている映画「武士の一分」について触れたい。この映画は、藤沢周平原作で、山田洋次監督により平成 18 年に松竹により映画化（木村拓哉主演）された。

この映画化の際、松竹のプロデューサーの方から著者らに「貝の毒で、このようなことが起こり得るのか」との問い合わせがあった。映画は、『幕末時代の山形県庄内地方に実在した庄内藩をモデルにした海坂藩が舞台で、藩主の毒見役である、三十石の下級武士・三村新之丞（木村拓哉）は、ある日、藩主の昼食に供された「つぶ貝」を毒見したところ倒れてしまう。この貝は「赤つぶ貝」で、新之丞は数日高熱の中、生死をさまよったが九死に一生を得、意識は回復したが、眼が見えなくなってしまった。』というものである。

以下は作中のセリフの一部である。

○海坂藩近習組の番頭：

「三村新之丞（お毒見役）が口にしたのは、この赤つぶ貝の刺身であったが、この肉は季節によっては猛毒を含むそうだ。めまい、吐き気、激しい頭痛、高熱、時としては命の危険すらある。この貝を調理するに当たっては、ふぐ同様、慎重な包丁捌きが必要だそうなの。・・・したがって、調理の不手際によって起きた中毒ではあるが、責めを追うべきは調理人ではなく、もともと、このような危険な食材を今の時期に選んだことが間違いである。・・・と、言うのが大目付のご意見である。」

○玄斎先生（大地康雄）医者：

「ご主人の目のことだが、実は赤つぶ貝の毒は眼に来て失明の恐れがある。医術の本で読んでいたが、ご主人の目はまさにそれだ。・・・よいか、ご新造。・・・これ以上手当てをしても無駄だと思う。・・・諦めるしかない。まことにお気の毒だが、後は神仏に頼るしかない」と言って立ち去った。

ということで、この映画では、「赤つぶ貝」の神経毒に視神経が侵され、主人公は失明している。

このことについて考えてみると、前述したようにツブ貝の唾液腺に含まれるテトラミンは神経毒であり、唾液腺の除去を怠った場合（作中の表現では「・・・ふぐ同様、慎重な包丁捌きが必要・・・」）、視神経を含む神経障害が起こる可能性

は十分にあると考えられる。

一方、作中では、この「赤つぶ貝は、季節によっては猛毒を含むそうだ」とあるが、ツブ貝の持つテトラミンについては、季節性があるのだろうか？

一般にテトラミンはツブ貝自身が持つ成分（内因性）であるため、季節による毒量の変動はないといわれているが、一方、ツブ貝におけるテトラミンの蓄積には季節差があるとの報告もあり、Asano M ら⁸⁾ はヒメエゾボラの毒性は捕獲時期によって変動することを認めており、Power AJ ら⁷⁾ はアイルランド海産のムカシエゾボラで調べた結果、顕著な差を認め、秋から冬にかけてはとくに濃度が高く、季節によっては最大で湿重量 1g あたり約 2～9mg に達するなど報告している。また、エゾバイ科の巻貝ではないが、テトラミンを保有することが知られているテングニシ科のテングニシについても、季節によりテトラミンの量の変動することを示唆する報告もある⁹⁾。

したがって、「赤つぶ貝は、季節によっては猛毒を含む」というのは、ツブ貝中のテトラミンに対するこれらの知見と全く矛盾しているとも言えないのではないと思われる。

ところで、この映画では海坂藩近習組の番頭の島田藤弥が料理人に「赤つぶ貝の毒とふぐの毒は気をつけなければいけない」というセリフを言う場面がある。この番頭島田藤弥の役は十代目坂東三津五郎が演じているが、皮肉にも、八代目坂東三津五郎は、フグの毒にあたって急逝している。

7. テトラミン中毒発生状況

表 1 に平成 14（2002）年から 27（2015）年までのわが国でのテトラミン食中毒発生状況を記した。

この期間の総発生件数は 44 件であり、平成 23 年および 26 年を除いて毎年 1～12 件発生している。また、表には示していないが、平成 28 年では 11 月現在 4 件の発生報告がある。発生地域を見ると、主なツブ貝は寒海性の貝であ

表1 テトラミンによると思われる食中毒発生事例（平成14～27年）

発生年	都道府県名等	発生月日	発生場所	原因食品	原因施設	摂食者数	患者数	死者数
平成14	高松市	10/18	香川県	バイ貝（エゾバイ科）の塩ゆで	家庭	5	5	0
	大阪府	12/16	大阪府	ほら貝（チヂミエゾボラ）	家庭	5	4	0
平成15	名古屋市	5/22	愛知県	エゾボラモドキ	家庭	3	3	0
平成16	埼玉県	4/22	埼玉県	エゾボラ（マツブ）	家庭	4	4	0
	仙台市	8/7	宮城県	エゾバイ科の巻き貝（推定）	家庭	8	2	0
	滋賀県	11/17	滋賀県	バイ貝（刺身、煮物）	家庭	6	2	0
	広島市	12/3	広島県	エゾボラモドキ	家庭	不明	2	0
平成17	東京都	4/17	東京都	エゾボラモドキ（ツブ貝）	家庭	1	1	0
	大阪府	5/21	大阪府	エゾボラモドキ	家庭	4	3	0
	北海道	6/2	北海道	つぶ貝	家庭	4	1	0
	愛知県	6/10	愛知県	ヒメエゾボラ	家庭	2	2	0
	神戸市	12/3	兵庫県	バイ貝（エゾボラモドキ）の煮付け	家庭	4	3	0
平成18	名古屋市	1/16	愛知県	エゾバイ科の巻貝（チヂミエゾボラ）	家庭	2	2	0
	神戸市	1/30	兵庫県	ツブ貝の刺身および煮付け	家庭	2	2	0
	山口県	5/16	山口県	チヂミエゾボラ若しくはマルエゾボラ	家庭	1	1	0
	京都府	11/21	京都府	巻き貝の塩ゆで	家庭	1	1	0
平成19	岩手県	4/20	岩手県	アヤボラ	家庭	3	1	0
	京都市	11/13	京都府	エゾボラモドキ	家庭	1	1	0
平成20	茨城県	1/24	茨城県	白ツブ貝（チヂミエゾボラ）刺身	家庭	3	2	0
	神戸市	4/24	兵庫県	ツブ貝（推定エゾボラ）	家庭	5	5	0
	札幌市	5/17	北海道	クリイロエゾボラ	家庭	4	1	0
	札幌市	5/17	北海道	アツエゾボラ	家庭	2	2	0
	宮城県	6/18	宮城県	エゾボラモドキ	家庭	3	2	0
	宇都宮市	6/24	栃木県	ヒメエゾボラ	家庭	1	1	0
	横浜市	9/19	神奈川県	ヒメエゾボラ	販売店	2	2	0
	宮城県	10/9	宮城県	ヒメエゾボラ	家庭	2	2	0
	石川県	11/13	石川県	エゾボラモドキ	家庭	4	3	0
	岐阜県	11/18	岐阜県	ツブ貝	家庭	1	1	0
	宮城県	11/28	宮城県	ツブ貝（種不明）	家庭	1	1	0
平成21	仙台市	12/21	宮城県	ヒメエゾボラ	家庭	4	2	0
	岡山県	1/18	岡山県	エゾボラモドキ（赤バイ）	家庭	6	4	0
	千葉市	3/16	千葉県	エゾボラモドキ	家庭	2	2	0
	金沢市	6/10	石川県	エゾボラ属の煮物	家庭	3	1	0
	仙台市	8/5	宮城県	ヒメエゾボラ	家庭	1	1	0
	東京都港区	12/4	東京都	赤バイ貝ステーキ	飲食店	2	2	0
	富山市	12/5	富山県	バイ貝（種類不明）	家庭	2	2	0
平成22	高知市	1/30	高知県	エゾバイ貝	家庭	不明	2	0
平成24	北海道	3/28	北海道	ツブ	家庭	2	1	0
	鳥取県	7/16	鳥取県	エゾボラモドキ	家庭	4	2	0
	大阪府	11/19	大阪府	白バイ貝	家庭	1	1	0
	滋賀県	11/28	滋賀県	バイ貝	家庭	2	2	0
平成25	青森県	8/27	青森県	ヒメエゾボラ	家庭	2	2	0
	宮城県	9/21	宮城県	ツブ貝（ヒメエゾボラ）	家庭	3	1	0
平成27	鳥取県	11/17	鳥取県	エゾボラモドキの煮付け	家庭	2	2	0

厚生労働省食中毒統計より

り、産地は北海道や東北地方であるため、以前は北海道や東北地方での発生が多かった。しかし、平成 14 年から 27 年までの期間では、宮城県が 7 件と最も多く発生しているものの、東北・北海道を合わせて 13 件（宮城県 7 件、北海道 4 件、岩手県、青森県各 1 件）で、全体の 3 割に満たず、食品流通の広域化のためか、九州を除いて全国的に中毒がみられている。

原因となった貝は、平成 14（2002）年から 27（2015）年までで、判明しているものの中ではエゾボラモドキが最も多く 13 件、次いでヒメエゾボラ、チジミエゾボラなどが続き、この 3 種がやはり主な中毒原因貝となっている。

摂食者数、患者数は、ともに数名の事例が多く、また、発生場所は家庭がほとんど（全体の 95.5%）で、家庭以外では販売店 1 件、飲食店 1 件の合計 2 件のみである。発生場所の「家庭」には、「販売店」で購入して「家庭」で食べて発生した例が多いと思われるが、実際、「販売店」として報告された平成 20 年の横浜市の事例では、魚介類販売店で貝を購入し、家庭で調理して食べて、目のかすみ、めまい等の症状が出たとの消費者からの訴えがあり、保健所で調査したところ、購入した貝は「ヒメエゾボラ」であったことが判明している。一方、「飲食店」で発生した 1 事例の概要¹⁰⁾は以下のである。

平成 21 年 12 月 5 日、飲食店で赤バイ貝のステーキを喫食した 2 名が、頭痛、頭のぼせ、めまい、視力障害などの症状を呈し、医療機関を受診した。症状、および赤バイを喫食していることから、原因物質としてテトラミンが疑われ、赤バイ貝ステーキ（残品）1 検体、赤バイ貝（残品）1 検体、計 2 検体についてテトラミンの検査が行われた。

検査の結果、赤バイ貝ステーキ（残品）の筋肉部全体から 0.4 mg/g、赤バイ貝（残品）の唾液腺から 2.7 mg/g のテトラミンが検出された。残品の赤バイ貝は 60 g 程度であることから、赤バイステーキ 1 個あたりのテトラミン量は中毒量を引き起こしうる 24 mg 程度と推定され、テトラミンによる食中毒と断定された。

なお、このときは、「赤バイ貝」として供された貝の殻は残っていなかったため、種の同定はできなかったということである。

おわりに

ツブ貝と呼ばれる巻貝に含まれるテトラミン中毒について述べてきた。

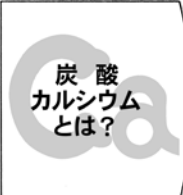
わが国では、毎年のように数件程度発生しているが、幸い死者は出ていない。中毒しても、テトラミンは排泄が速く、数時間で回復する例が多いと思われる。しかし、テトラミンは神経毒であり、重篤になる可能性も否定できない。加熱調理しても分解しにくいといわれており、唾液腺の除去がテトラミン中毒の予防として最も効果的であると思われる。

最近では、食の広域流通化が進み、ツブ貝の主な産地の東北、北海道だけでなく、全国で中毒が発生するようになってきている。産地ではよく知られているツブ貝の唾液腺毒であるが、産地以外では十分には知られていないこともあると思われる。また、ツブ貝として総称されて販売されているものにも多くの種類があり、貝の種類や個体によって含まれるテトラミンの量が異なることも認識する必要があり、唾液腺毒に対する一層の知識の普及が必要と思われる。

一方、バイ（貝）として販売されることの多いバイ属の小型巻貝バイ（*Babylonia japonica*）の内臓（中腸腺）には、テトラミンとは別に、口渴、視力減退、瞳孔散大、言語障害などを引き起こすネオスルガトキシシン、プロスルガトキシシン等の毒素が蓄積することがあり、また、フグ毒をもつこともある。過去に中毒例もあり、1965 年には、静岡県沼津産のバイを食べて視力減退、瞳孔拡大、言語障害、口渴などの症状の中毒が発生し、原因物質はネオスルガトキシシン、プロスルガトキシシンとされた。また、1957 年には新潟県寺泊、1980 年には福井県でフグ毒テトロドトキシシンによる中毒などがあった。ツブ貝やバイ貝などを安全に食するためには、唾液腺や内臓の除去など適切な処理などの対策の普及が望まれる。

参考文献

1. U. Anthoni, *et al.*: "Tetramine: Occurrence in marine organisms and pharmacology." *Toxicon*, 27, 707-716, 1989.
2. ASANO, M.: Studies on the toxic substances contained in animals. 1. Locality of the poison of *Neptunea (Barbitonia) arthritica Bernardi*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 17, 283-287, 1952.
3. FANGE, R.: "An acetylcholine-like salivary poison in the marine gastropod *Neptunea antiqua*", *Nature* 180, 196-197, 1957.
4. 野口玉雄, 村上りつ子: 貝毒の謎, pp.88-89, 成山堂, 2004.
5. 新藤哲也, 他: イオンクロマトグラフィーによる巻貝(軟体動物)中テトラミンの分析および調理による消長. 食衛誌, 41, 11-16, 2000.
6. 厚生労働省「自然毒のリスクプロファイル」: http://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/poison/animal_14.html
7. Power, A. *et al.*: The seasonality and role of the neurotoxin tetramine in the salivary glands of the red whelk *Neptunea antiqua* (L.). *Toxicon*, 40, 419-425, 2002.
8. Asano M, Ito M: Salivary poison of a marine gastropod *Neptunea arthritica Bernardi* and the seasonal variation of its toxicity. *Ann NY Acad Sci*, 90, 674-688, 1960.
9. 長谷川祐介他: テングニシ唾液腺中のテトラミン含有量調査および食中毒防止への取り組み, 平成23年度福岡市保健福祉局生活衛生部食品衛生検査所業務概要, 43-46.
10. 下井 俊子他: 赤バイ貝による食中毒, 化学物質および自然毒による食中毒等事件例(平成21年), 東京健安研七報, 61, 268-269, 2010.

白石カルシウムの炭酸カルシウム	
	古くから食品に使用されている 安全性・吸収性に優れたカル シウム源です。 用途も栄養強化はもちろんの こと、練製品の弾力増強など の品質改良、粉体の流動性 向上・固結防止といった加工 助剤などその目的は多彩です。
分散性・混合性に優れたものや、飲料用として 沈澱を抑制したタイプ等、品揃えております。 一般の栄養強化には、「ホワイトン」 機能を求めるならば、「コロカルソ」 飲料用には、スラリー状の「カルエッセン」 詳細につきましては、弊社営業担当に お気軽にお尋ね下さい。	
 白石カルシウム株式会社 食品部：東京都千代田区岩本町 1-1-8 TEL 03-3863-8913 本 社：大阪 市 北 区 同 心 2-10-5 TEL 06-6358-1181	

卵焼きロスを利用した新規発酵調味料の開発 特に味噌製造時の麴の基質としての再利用について

山崎 聡子 (YAMAZAKI Akiko)*¹ 濱岡 直裕 (HAMAOKA Naohiro)*² 佐藤 理紗子 (SATO Risako)*³
石下 真人 (ISHIOROSHI Makoto)*³ 船津 保浩 (FUNATSU Yasuhiro)*³

*¹ 酪農学園大学酪農学部食品科学科, *² (地独) 北海道立総合研究機構食品加工研究センター,

*³ 酪農学園大学農食環境学群食と健康学類

Key Words : 卵焼きロス 味噌 麴 発酵調味料 再利用

はじめに

日本では、年間約 1,700 万トンの食品廃棄物が排出されているが、本来食べられるのに廃棄されているもの、いわゆる食品ロスは、年間約 500 ～ 800 万トン含まれていると推計されている¹⁾。日本の総合食料自給率は約 39% と先進国の中では最も低く、米やサツマイモを除きほとんどの食材を諸外国からの輸入に頼っている。また、世界の人口は現在約 66 億人から今世紀中に 100 億人を突破するといわれ、慢性的な食料不足が懸念されている。このような背景から、食品ロスの削減は日本だけでなく世界的に急務な課題である²⁾。

日本の食品関連事業者から食品ロスが出る理由としては新商品販売や規格変更に合わせた店頭からの撤去（定番カット食品）や製造過程での印刷ミス、流通過程での汚損・破損などによる規格外品の発生等があげられる¹⁾。

これまでに船津ら³⁾ はかまぼこ（赤巻き・昆布巻き等）製造中に発生するロス（規格外品）を発酵調味料の原料としてとらえ、ロスを魚肉と混合後、麴と醤油用乳酸菌を用いて魚醤油を製造した。その結果、約 80% が液化し、呈味成分も従来の魚醤のみを用いた魚醤油よりやや少ないが、うま味成分は同等であ

ること、かまぼこへの再利用も可能であることを明らかにしている。食品ロスは上記のかまぼこの規格外品以外にも様々な種類があるが、卵焼き製造工程でも焼き加減等の相違によりロスが発生している。しかし、その再利用に関する研究例は少ない。本稿では卵焼き製造工程で発生したロス（卵焼きロス）を原料として捉え、味噌を製造する際の麴の基質としての再利用について紹介する。

1. 実験材料

味噌様の新しい調味料の製造では、大豆は乾燥大豆 1kg を約 5 倍の水に浸漬後、鍋で約 4 時間煮たものを潰して使用し、麴は、対照として味噌の製造に用いられる市販の米麴および秋田今野商店で製麴した卵焼き麴の 2 種類を用いた。なお、これらの麴はそれぞれ米、卵焼き製造ロスを基質として *Aspergillus oryzae* を接種して製造された味噌用のものである。また、味噌用酵母 5 号 *Zygosaccharomyces rouxii*（秋田今野商店）を仕込み時に添加した。なお卵焼き麴は、卵焼きをボイルし、1.5 ～ 2 cm 間隔でカットしたものに *Aspergillus oryzae* を接種後、プラスチックバットにて 25℃ で 20 時間培養し、さらに 22℃ で 48 時間培養して調製した。

2. 実験方法

(1) 各種味噌の製造

No.1 は N 社（白こし）市販品を対照として使用した。No.2 と No.3 は表 1 に示すように調製し、2.5L 容のプラスチック容器にポリ袋を敷いたものに空気が入らないよう詰めた後、ふたをして重石をのせて常温で約 6 ヶ月間発酵させた。

表 1 各種味噌の配合 (g)

	No.1	No.2	No.3
大豆	-	1000	1000
米麴	-	1000	
卵焼き麴	-		1000
食塩	-	500	500
合計	-	2500	2500

No.1 は市販製品（白こし, N 社）を使用した。
味噌用は No.2 と 3 に仕込み時に 5mL 添加した。

(2) 分析試料

発酵 6 ヶ月後のものを最終製品とし、そのまま採取して分析試料とした。

(3) 一般成分

水分は常圧 105℃乾燥法⁴⁾で測定した。灰分は、550℃灰化法⁵⁾で測定した。たんぱく質は改良ケルダール法⁶⁾を用いて窒素分を測定し、その値に窒素－たんぱく係数 6.25 をかけて算出した。脂質は、酸分解法⁷⁾を用いて測定した。炭水化物は差し引き法⁸⁾により算出した。

(4) pH

分析試料を 10 倍量の蒸留水で攪拌し、ペンコットでろ過後のろ液をガラス電極式の pH メーター（HM-20P, 東亜ディーケーケー）を用いて常温で測定した。

(5) 色調

各種試料の色調は色差計（ミノルタ彩色色差計 CR-300, コニカミノルタ）を用いて反射法にて、L*, a* および b* を測定した。

(6) 塩分、遊離アミノ酸および有機酸

塩分は（4）のろ液につき塩分計（PAL-ES1, ATAGO）を用いて測定した。遊離アミノ酸は試料を蒸留水で攪拌・溶解し、トリクロロ酢酸の添加により除タンパクした後、定容し、自動

アミノ酸分析計（L-8900, 日立製作所）を用いて測定した。有機酸は試料を蒸留水で 10 倍に攪拌・溶解後、定容した試料を 4 μm のセルロースアセテートフィルターでろ過し、島津 HPLC 分析システム（島津製作所）に供した。分析に用いたカラムは Shim-pack SCR-102H（8mmI. D. × 300mmL.），移動相は 5mM p- トルエンシルホン酸，液量は 0.8 mL/min，カラム温度は 40℃とした。

(7) 味覚分析

試料約 30 g を 10 倍量の蒸留水で攪拌し、ペンコットでろ過後のろ液を、味覚センサー（味認識装置 TS-5000Z, Insent）を用いて分析した。

(8) 官能評価

訓練した酪農学園大学学生 10 名（男性 4 名，女性 6 名，20 ～ 21 歳）のパネルにより各分析試料をお湯で 10 倍に希釈したものについて，香り，外観，味（甘味・塩味）および全体的な品質の 5 項目について線尺度法⁹⁾で評価した。香りと味は強く感じられれば「非常に強い方に」、弱く感じられれば「非常に弱い方に」評価点をつけた。また，外観は濃くみられれば非常に濃い方に，薄く感じられれば非常に薄い方に評価点をつけた。さらに，全体的な品質は良く感じられれば「非常に良い方に」，悪く感じられれば「非常に悪い方に」評価点をつけた。得られたデータは 0 から 6 の 7 段階で評価した。

(9) 統計解析

官能評価で得られたデータは統計解析ソフト（センスコレクト，感覚測量研究所）を用いて分散分析を行い，有意差（ $p < 0.05$ ）を検定した。

3. 各種味噌の品質の比較

色調について分析した結果を表 2 に示す。No.1（味噌市販品）と No.3（試作卵焼き麴味噌）では類似した色調であり，No.2（試作米麴味噌）はこれらに比べ明るさと黄色味が弱く，赤味が強いことが分かった。前 2 者の色調が褐色を呈さなかったのは，No.1 は白味噌のため発酵期間が短く，No.3 は原材料に含まれる糖が No.2 より少ないことにより，発酵中にアミノ

表2 各種味噌の色調と一般成分

	No.1	No.2	No.3
色調			
L*	56.43	44.13	58.66
a*	7.57	8.73	5.56
b*	32.96	19.93	32.87
pH	5.5	5.4	5.6
塩分 (%)	1.2	1.4	1.1
水分 (%)	51.0	53.0	59.0
灰分 (%)	0.6	0.6	0.7
たんぱく質 (%)	10.2	10.8	11.9
脂質 (%)	2.4	3.2	5.9
炭水化物 (%)	35.8	32.4	22.5

炭水化物は差し引き法⁸⁾により算出した。

酸と糖によるメイラード反応が起こりにくかったことが原因の1つと考えられた。次に、一般成分については試料間で違いがみられた。No.1とNo.2が類似した結果であったが、No.3はこれらの試料に比べ、水分、灰分、たんぱく質および脂質が高値であった。一方、炭水化物は10%程低値であった。これらの結果から、味噌の色調および一般成分は製造に使用した麴の基質が著しく影響することが明らかとなった。なお、いずれの試料もpHと塩分はそれぞれ5.4～5.6および1.1～1.4%の範囲であった。

一般に米味噌の遊離アミノ酸はGlu, Arg, Lys, LeuおよびAspが多いと報じられている¹⁰⁾。本研究でもいずれの試料もこれら5つの遊離アミノ酸量が多かった(表3)。また、No.3の遊離アミノ酸総量は多く、その他の2試料の約1.5～2倍であった。特に、Glu量がその他の試料のそれに比べて多かった。したがって、No.3は他の2試料に比べてうま味の強い味噌(後述する味覚分析ではコクの強い味噌)であると考えられた。一方、有機酸組成は試料間で違いがみられた(表4)。一般に米味噌の主な有機酸はピログルタミン酸、乳酸、酢酸、クエン酸、リンゴ酸およびコハク酸である¹⁰⁾。本研究での分析ではこれら全ての有機酸が検出された試料はなかった。これは、発酵温度や主原料などの製造方法の違いによるものと考えられた。総量はNo.1が多かったが、検出されたのはクエン酸のみであった。この理由は市販品は出荷前

表3 各種味噌の遊離アミノ酸組成 (mg/100g)

	No.1	No.2	No.3
Tau	29.9	27.7	10.3
Asp	410.6	358.5	586.3
Thr	123.1	120.8	266.3
Ser	184.5	172.7	389.3
Asn	82.6	86.9	40.5
Glu	437.1	357.9	751.6
Gln	97.1	31.9	27.7
Gly	93.6	85.5	201.0
Ala	180.0	163.1	307.8
Val	205.3	172.4	339.3
Cys	ND	ND	62.6
Met	62.6	25.7	106.2
Arg	304.2	211.2	530.0
Lys	237.8	176.0	427.2
His	33.8	20.4	120.8
Ile	168.0	113.3	324.2
Leu	288.9	212.1	483.5
Tyr	158.6	117.1	319.4
Phe	185.9	141.1	342.3
Trp	ND	ND	32.9
Orn	ND	4.6	1.6
総量	3283.6	2598.9	5670.8

ND: 検出されず。

表4 各種味噌の有機酸組成 (mg/100g)

	No.1	No.2	No.3
クエン酸	390.1	165.6	256.4
リンゴ酸	ND	33.1	ND
コハク酸	ND	10.8	36.1
乳酸	ND	ND	ND
ギ酸	ND	7.1	ND
酢酸	ND	48.1	ND
総量	390.1	264.7	292.5

ND: 検出されず。

に加熱処理されているため、揮発性の有機酸は散逸した等の理由が考えられるが、詳細は目下検討中である。No.2およびNo.3ではそれらに加えコハク酸も検出された。No.3は他の2試料に比べてコハク酸が多いのが特徴であった。コハク酸は乳酸菌や酵母が生成することが知られている¹⁰⁾。したがって、これらの微生物のエネルギー源となる炭水化物を多く含む卵焼き製造ロスが基質となって製造されたNo.3では有機酸総量が高値であったと考えられる。また、

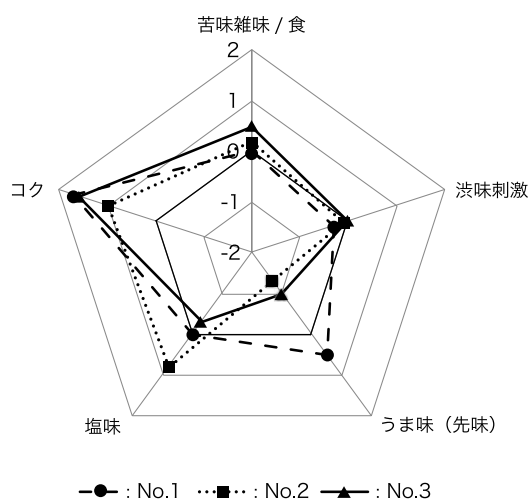


図1 各種味噌の味のバランス
市販の10種類の味噌の平均値をゼロとした。

表5 各種味噌の官能評価

	香り	外観	甘味	塩味	全体的な品質
No.1	4.10 ^a	3.10 ^b	3.30 ^a	3.70 ^a	3.3 ^a
No.2	3.20 ^a	3.50 ^{ab}	2.90 ^a	3.70 ^a	3.2 ^a
No.3	3.40 ^a	4.10 ^a	3.70 ^a	3.00 ^a	3.1 ^a

記号の違いは有意差 ($p < 0.05$) を示す。

No.2は他の試料では検出限界以下であったリンゴ酸、ギ酸、酢酸も検出された。したがって、製造に使用する麴の基質が発酵に影響し、製品の遊離アミノ酸および有機酸組成に影響をもたらすことが明らかとなった。

最終製品の味覚分析で得られたデータより割り出した味のバランスをみると、いずれの試料も渋味刺激に大きな違いはみられなかった(図1)。しかし、塩味についてはNo.1とNo.3が、うま味についてはNo.2およびNo.3が類似していた。うま味の後味(コク)についてはNo.1とNo.3が類似しており、その値は市販品10商品の平均値(0)より比較的高値(1.6~1.7)であった。また、苦味雑味/食もNo.3がNo.1と2に比べてやや強い傾向が見られた。このことから、No.3は市販品10商品(F社あわせみそ; N, F社あわせみそ; O, A社Y; K社J; S社A; S社H; N社M;

S社R; S社NおよびM社A)に比べてコクが強い味噌であることが分かった。

官能評価では、外観に試料間で有意差が見られたが、それ以外の項目では全ての試料で有意差はみられなかった(表5)。No.3の全体的な品質がNo.1やNo.2のそれと同じであることから前者は味噌汁としての利用が可能と思われる。しかし、官能評価ではパネルのコメントから塩味が強いという意見が多かったため、今後は仕込み時に使用する食塩や麴の量、発酵期間および温度などの検討が必要である。

おわりに

本稿では食品製造工場で卵焼きを製造する際に発生したロスを麴の基質として利用し、ロスに *Aspergillus oryzae* を接種して麴を製造した。次に、米麴および卵焼き麴の2種類の麴を用いて味噌様の発酵調味料を製造し、これらの品質について市販品の味噌(白こし)と比較検討した。その結果、卵焼き製造ロスをもとに製造した新しい味噌は、味噌汁としての利用も可能と思われるコクが強い調味料になることが明らかになった。

日本のだしにおいては、食嗜好の地域性があることが知られている¹¹⁾。たとえば、食塩の摂取量は東北・関東地区で高く、関東以西で低い。一方、甘味は、九州地域、とくに鹿児島県や宮崎県で強い傾向がある。味噌も同様に地域性があり、北海道で広く使用されているのが、米味噌で甘口タイプが多い。本研究では卵焼き麴を使用したのが、色調は白こし米味噌に近い試作品が製造できた。また、官能評価でも市販米味噌と全体的な品質が同じで、味覚分析ではコクは同じだが、塩味が少ない。したがって、健康面からも本研究で得られた味噌様発酵調味料は、日本人型食生活への導入が期待される。さらに、卵焼き製造ロスは麴の基質としての利用が可能であることから醤油等の様々な発酵食品への応用も今後、進展するであろう。

謝辞

本研究を遂行するにあたり卵焼きロス麴の調製にご協力いただいた(株)秋田今野商店 佐藤勉氏に深く感謝します。また、味覚センサーによる味の解析にご助言いただいた(株)味香り戦略研究所研究開発部 早坂浩史氏に厚く感謝します。

参考文献

1. 農林水産省 食糧産業局 バイオマス循環資源課 食品産業環境対策室：食品ロス削減に向けて～「もったいない」を取り戻そう！～. http://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syoku_loss/
2. 久保田紀久枝, 森光康次郎編著:新スタンダード 栄養・食物シリーズ5 食品学—食品成分と機能性. (株)東京化学同人, 東京, 2016.
3. 船津保浩, 里見正隆, 原田恭行：蒲鉾製造ロスの再利用を目的とした循環型食品加工技術の開発. 食品と容器, **53** (2): 120-126, 2012.
4. 社団法人資源協会編：「五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説」, 社団法人資源協会, p.1, 1997.
5. 社団法人資源協会編：「五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説」, 社団法人資源協会, p.42, 1997.
6. 社団法人資源協会編：「五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説」, 社団法人資源協会, p.13, 1997.
7. 社団法人資源協会編：「五訂日本食品標準成分表分析マニュアルの解説」, 社団法人資源協会, p.18, 1997.
8. 香川芳子監修：食品成分表 2013 資料編. 女子栄養大学出版部, 東京, 2013.
9. 相島鐵郎 (訳)：食品ラボにおける官能評価 (3). 食科工, **48**(6): 453-466, 2001.
10. 今井誠一, 松本伊左尾 (新潟県食品研究所)：新潟県味噌業協同組合連合会 新潟県味噌技術会. 味噌技術読本, pp.162-170, 1990.
11. 熊倉功夫, 伏木亨：だしとは何か. 株式会社アイ・ケイ コーポレーション, 2012.

異なる水温で飼育したヒメマスの成長と体成分

酒本 秀一 (SAKAMOTO Shuichi) 佐藤 達朗 (SATO Tatsuro)¹

¹ (元) 中禅寺湖漁業協同組合

Key Words : ヒメマス 水温 成長 成熟 生殖腺体重比 体成分

ベニザケは幼魚時代に河川から湖に下り、湖で一定期間暮らした後海に下る二段階の特殊な降海行動を行う魚として知られている。このベニザケの陸封型が一般にヒメマスやチップと呼ばれる魚である。ヒメマスは姿形も良くて光り輝く様な銀白色を呈し、しかも美味しいので、中禅寺湖他幾つかの湖では釣りの対象魚として珍重されている。また、天然魚のみでは需要に対する供給量が不足しているので、養殖魚としても重要視されている。

一般にヒメマスは低水温性の魚であるといわれているが、養殖特性には未だ不明な点が多い。そこで本試験では水温が異なる2カ所の養殖場でヒメマスを卵から成熟するまで飼育し、その間定期的に魚をサンプリングして成長状態と魚体成分の変化を調べた。

方法

1. 供試魚

中禅寺湖産天然ヒメマス親魚より採卵、採精して人工授精した魚を用いた。但し、この親魚は自然の河川で産卵され、中禅寺湖で成長、成熟した魚ではなく、中禅寺湖漁業協同組合（以下中禅寺湖漁協と略記）から放流された幼魚が中禅寺湖で天然の餌を食べて成長、成熟した魚である事が標識放流（放流時に鰭

を切り取ることによって標識とする）によって確認されている。

2. 試験場所と飼育条件

水温が異なる富士宮と中禅寺湖漁協の2カ所の養殖場で飼育した。

富士宮：静岡県富士宮市にあるニジマス養殖場である。用水は地下水なので水温は年間を通じて14℃で、最大±1℃の変動しかない。11月14日に中禅寺湖漁協から運んだ発眼卵（受精した卵の発育が進んで外部から目が見える状態になった卵。振動等の衝撃に強いので、発眼卵の時期に輸送他色々な作業を行う。受入時の発眼卵の直径は5.28mm、重さは93.4mgで、卵が真の球形であったとすると比重は1.497であった。なお、人工授精は9月26日に中禅寺湖漁協で行い、水温9℃で卵管理して10月18日に発眼した卵である。）を小型の孵化槽に収容し、孵化させた。孵化直後の魚は水槽底に沈んでいるが、発育が進んで摂餌出来るようになると水面に浮上する。殆どの魚が浮上した段階でエポライトハウス内に設置された八角形のコンクリート池に移した。池の水量は5KLで、常時適切な量の通水と通気を行った。また、池の上部には照度調整のために遮光幕を設置した。

この富士宮での飼育試験を高水温下での試験

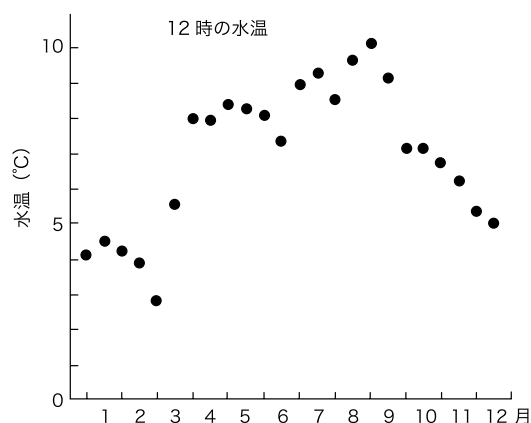


図1 中禅寺湖漁協飼育水温の年変化

とする。

中禅寺湖漁協：中禅寺湖畔にある中禅寺湖漁協のヒメマス養殖場で飼育した。用水は河川水なので、図1に示す様に年間を通じての水温変動が著しい。標高が高くて雪の深い地域なので、積雪期である11月下旬から3月上旬にかけて水温は4～5℃、特に融雪期である3月上旬には2～3℃まで低下する。その後4月まで急上昇して約8℃になり、梅雨時に約1℃低下した後再び上昇し、8月下旬から9月上旬にかけて約10℃の最高水温になり、以降秋から冬に向かって急速に低下する。

孵化槽で孵化した魚は5月中旬まで室内の小型水槽で飼育し、以後屋外の長方形コンクリート池に移した。池の一部には遮光して魚を落着かせるために寒冷紗の覆いを設けた。

中禅寺湖漁協での飼育試験を低水温下での試

験とする。

3. 飼料体系

両試験共表1に示す飼料体系を採った。飼料への油添加は行わなかったため、各サイズの飼料の分析値は略表中の数字通りであったと思われる。表中のCはハードペレットクランプル、Pはハードペレットである事を示す。それぞれの飼料の特徴や製造法については北村¹⁾が詳細に説明しているので、そちらを参照していただきたい。ニジマス等他の鮭鱒類に比べてヒメマスでは体サイズに対して与える飼料のサイズが著しく小さい。この体系は中禅寺湖漁協の経験によって作られたもので、他の鮭鱒類と同様の飼料体系では消化不良を起こしてトラブルの原因になることから、この様な体系になっている。ヒメマスで体サイズに対して小型の餌を必要とするのは、湖で主として動物プランクトン等の小型の餌を食べている特殊な食性を反映しているのであろう。

ヒメマスの栄養要求の全体像が未だ明らかにされていないので、ニジマス用飼料を参考にして配合飼料の組成を決めた。但し、ヒメマスはニジマスに比べて藻類を食べる習性が弱い様なので、クランプルにはビタミン類、特にビタミンCが強化してある。給餌率はライトリッツの給餌率の0.8倍とした。

4. 飼育経過

一定の飼育環境下で、より詳細な観察と測定を行った富士宮での飼育経過の概要を表2に示す。

発眼卵を収容した年を初年度とし、次の年を1年目、翌年を2年目とする。表中に記した日にそれぞれのサイズの飼料を与え始めた。なお、各サイズの飼料を与え始めた日は平均体重が表1に示す適用魚サイズの小さい方の値をやや上回った時である。右側の欄には、その時々

表1 飼料体系

形状	粒径 (mm)	分析値 (%)					適用魚 (g)
		水分	タンパク質	脂質	炭水化物	灰分	
C1	0.32-0.47	9	51	8	18	12	0-1
C2	0.47-1.00						1-2
C3	0.65-1.46	9	50	7	20	11	2-4
C4	1.00-1.92						4-10
P1	2.00	9	49	7	22	11	10-30
P2	2.40						30-50
P3	2.40	9	46	7	23	9	50-60
P4	3.20						60-200
P5	4.50						200以上

(注) C：クランプル、P：ハードペレット

表2 飼育経過の概要（富士宮）

年度・月・日	飼料	処理, 魚の状態, 他
初年度		
11月14日		発眼卵 20000 粒孵化槽に収容
11月27日 ～12月1日		孵化, ニジマスより孵化終了までの期間が長い
12月21日		魚を飼育水槽へ移す
12月22日	C1	給餌開始, 手撒き
1年目		
2月2日	C2	
2月17日		自動給餌機使用開始, 4回給餌/日
2月25日	C3	
3月6日		ビブリオ病ワクチン処理
3月14日	C4	
3月18日 ～24日		異常遊泳, 摂餌不良, 斃死無し
3月25日		遊泳状態, 摂餌状態正常に戻る
4月8日	P1	
4月15日	C4	ピンヘッド魚多数出現の為, C4に戻す
5月1日		銀化, 給餌時に鱗多数剥離
5月29日 ～6月上旬		ツマ黒化進行, 摂餌不良 6月上旬まで摂餌不良続く
6月12日		飼育槽に 21kg の魚を残し, 飼育継続
7月3日	P1	
9月2日	P2	
10月20日	P3	
11月20日	P4	
2年目		
2月20日		飼育槽に 45.6kg の魚を残し, 飼育継続
4月20日	P5	
6月30日		性比調査
8月11日		肉眼観察で成熟魚目立ち始める
9月3日		飼育試験終了
9月4日		残りの魚全て解剖調査

行った処置や観察された出来事が記してある。詳細は結果の項で説明する。

中禅寺湖漁協では水温, 水槽, 魚の収容密度等の飼育環境が富士宮とは大きく異なっていたが, それぞれの大きさの魚に与えた飼料のサイズは同じであった。

富士宮での飼育期間は2年弱であったが, 中禅寺湖漁協では魚の成長が遅く, 成熟も富士宮より1年遅かったので3年弱の調査になった。また, 中禅寺湖漁協では2年目の9月から同じ年齢である別の水槽の魚も調査に加えた。

5. 魚体測定と分析

原則として両試験共発眼卵から成熟するまで月に1回魚をサンプリングして魚体測定と全魚体の一般成分(水分, タンパク質, 脂質, 灰分)の分析を行った。但し, 富士宮の初年度12月には孵化直後と摂餌直前の魚の違いを調べるため, 2回調査した。

発眼卵はペーパータオル上で水を切り, 卵径をノギスで, 卵重を電子天秤で測定した。さらに, 卵を真の球形と仮定して比重を求めた。

孵化後の魚はFA100(オイゲノール)で麻酔し, 体重と尾叉長を測定して肥満度(体重×100/尾叉長³)を求めた。魚体測定後の魚はそのまま凍結して実験室に持ち帰り, 全魚体の一般成分分析に供した。実験室に持ち帰った魚は, 魚体が小さいうちはそのまま解凍してドリップも一緒に直接ホモジナイズし, 分析サンプルとした。魚体が大きくなってからは冷蔵庫内で包丁の刃が入る程度まで半解凍した後適当な大きさに切り分け, 全量と一緒にミートチョッパーに3回通した。さらに, フードプロセッサを用いて均質な肉塊とし, この肉塊の数か所から等量ずつサンプリングして一緒にし, ホモジナイズして分析サンプルとした。

水分は常圧加熱乾燥法, タンパク質はケルダール法, 脂質はソックスレー法, 灰分は直接灰化法によって求めた。

また, 富士宮の発眼卵, 孵化直後と摂餌直前の魚体は脂質クラスと脂肪酸組成も調べた。脂質の抽出はFolch法で行い, 脂質クラスはイヤトロスキャン, 脂肪酸組成は脂質をメチルエステル化した後キャピラリーカラムを付したガスクロマトグラフによって分析した。

各測定日毎のサンプリング尾数は, 富士宮では初年度から1年目の1月までは100尾, 2月

から8月は20尾、9月から2年目の2月までは10尾、それ以降7月までは5尾であった。その後外見的に成熟した魚が目立ち始めた8月と9月は成熟魚3尾、未成熟魚3尾の計6尾をサンプリングした。

中禅寺湖漁協では各回の測定尾数は10尾とし、魚が小さいうちは一般成分の分析に最低限必要な量の魚を追加して採取した。

結果

1. 成長

両所で飼育した魚の体重と尾叉長の変化を図2, 3に示す。雌雄のマークが付してあるのは肉眼観察で成熟が進行していると判断した魚の値である。中禅寺湖漁協で2年目の9月以降2種類のシンボルがあるのは、調査した水槽の違いを表している。

富士宮と中禅寺湖漁協で成長に著しい違いが認められ、養殖ヒメマスの出荷サイズである150～200gになるまでに中禅寺湖漁協の魚は富士宮の魚より約1年間の遅れが認められた。両所で飼育条件が可也違っていたので、この成長の違いが水温の違いのみによっていたとは断言出来ないが、主な原因は水温の違いによるものと考え。ヒメマスを飼育した経験のある養殖業者によると、15.5℃の水温で飼育すると14℃よりさらに成長が速いとのことなので、低水温性であるとされているヒメマスでも成長を指標にすれば、可也高い水温の方が適しているといえる。但し、養殖魚の場合にはただ単に成長が速く、飼料の効率が高ければ良い訳ではなく、肉質や味等の品質に関する要因も重要なので、これらの点にも注意を払って判断を下す必要がある。

横軸を尾叉長、縦軸を体重の対数として尾叉

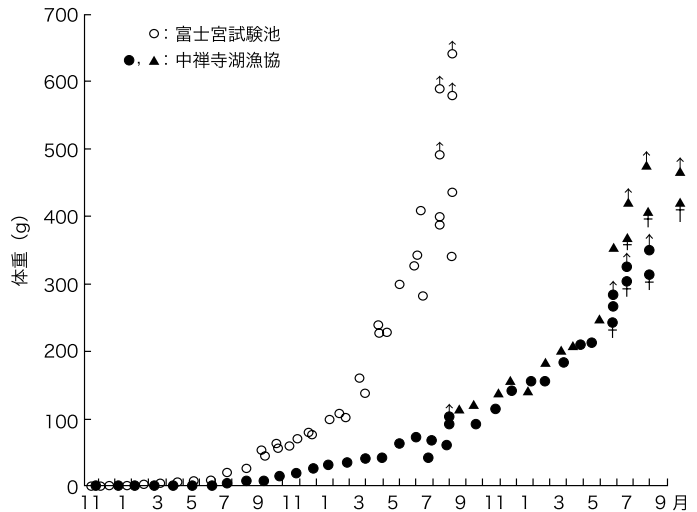


図2 体重の変化

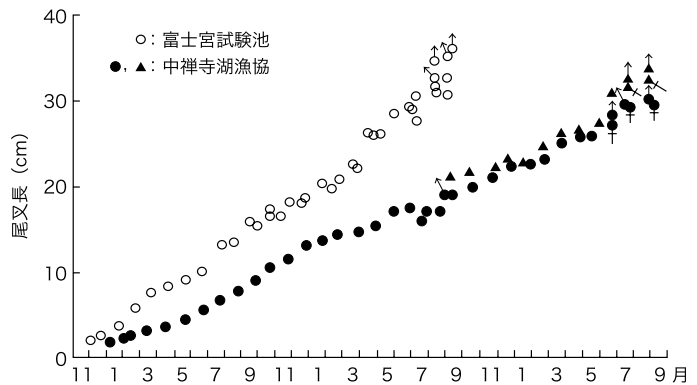


図3 尾叉長の変化

長と体重の関係を調べると、富士宮の魚では約5.5cm, 14cm, 24cmの3点に変曲点が認められたのに対し、中禅寺湖漁協の魚では約4.5cmと9cmの2点であった。この違いは時間に関係した発育段階と両所での成長差に関係しているのであろう。

肉眼観察では中禅寺湖漁協の魚の体高が低くて胴体が丸く見えるのに対し、富士宮の魚は体高が高くてやや平たい感じを受けた。魚の由来は両所共中禅寺湖産天然親魚なので、飼育水温他の飼育環境の違いが魚の体型にも影響を及ぼしている可能性が高い。

中禅寺湖漁協での試験は実際の養殖場だったので、その時々によって飼育環境が大きく異なっていた。よって、飼育環境の変動が殆ど無

く、より頻度高く正確に測定を行った富士宮の試験で得られた値を用いて以下の検討を行うことにした。中禅寺湖漁協で得られた値は必要に応じて説明する。

富士宮の測定値を用いて尾叉長と体重の関係を調べたのが図4である。両者の間には $y=0.0064x^{3.209}$, x : 尾叉長 (cm), y : 体重 (g), 相関係数 $R^2=0.9974$ の累乗近似が認められた。

孵化時から10g程度になるまでの成長初期の肥満度変化を調べたのが図5である。孵化直後から摂餌直前まで肥満度は減少し、摂餌を始めると少しずつ高くなって行く。孵化直後の魚には未だ大きな卵黄が残っているため腹部が突出しており、体は凸型に曲がっている。発育が進んで卵黄がエネルギー源として消費されるに従って腹部の突出は少なくなり、体も真っ直ぐになって行く。これが孵化直後に肥満度が高く、摂餌直前まで肥満度が低くなって行く理由であろう。餌を食べ始めると外部から栄養成分が得られるようになり、体内に成分の蓄積が起こるので魚は成長し、肥満度も次第に高くなる。

孵化から試験終了時までの体重 (x) と肥満度 (y) の関係を調べたのが図6である。バラツキはあるものの両者の間には $y=0.694\ln(x) + 8.9336$, $R^2=0.6843$ の指数近似が認められた。また、体重が約150g以上になると肥満度は略一定の値を示していた。但し、肥満度は同じ魚種でも飼料の栄養成分含量、特に脂質含量によって変化することがニジマス他多くの魚種²⁻⁴⁾で証明されているので、この体重と肥満度の関係式は本試験条件下に限って成り立つものである。

成長との関係か、成熟時期も富士

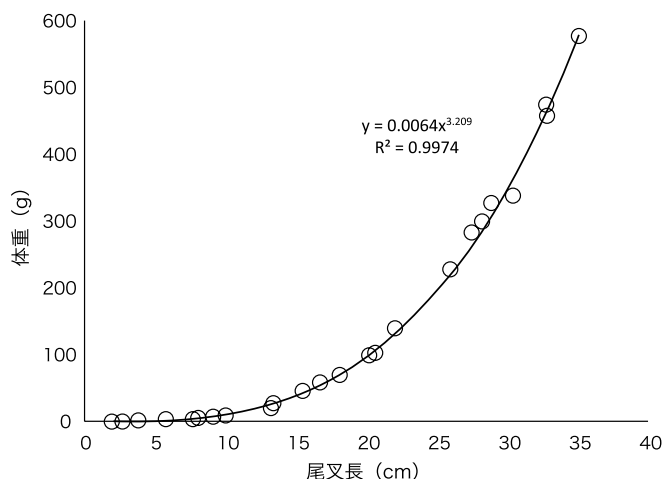


図4 尾叉長と体重の関係

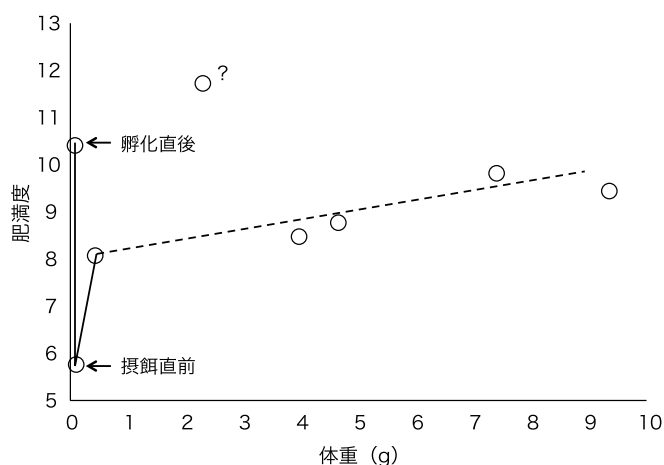


図5 成長初期の肥満度変化

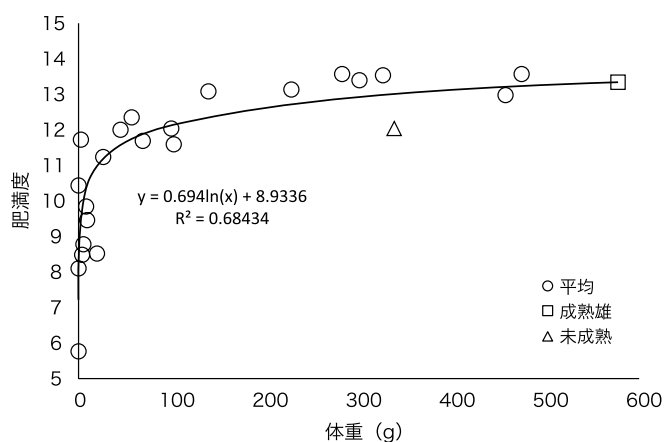


図6 体重と肥満度

宮と中禅寺湖漁協で明らかな違いが認められた。最初に成熟雄が出現したのは両所共同じ年齢の魚で、同じ時期であったが、出現率は大きく違っていた。富士宮では2年目の8月から9月にかけて雄は可也高率（約44%）で成熟したのに対し、中禅寺湖漁協では雄の一部（約1/3程度）が成熟したにすぎなかった。中禅寺湖漁協で雄の大部分が成熟したのは3年目であった。一方、雌は富士宮では2年目の9月に極一部が成熟したが、中禅寺湖漁協の雌が成熟したのは3年目であった。ヒメマスの成熟は前年の特定の時期に一定以上の大きさになっているか否かによって決まると報告されている⁵⁾。富士宮と中禅寺湖漁協の魚の成長差が成熟年齢に影響しているのかも知れない。但し、結果の8（その他特記事項の性比）で述べるように、富士宮の試験では2年目の2月20日以降大型魚を試験池に残した可能性が高い。そうであれば富士宮の雄の成熟割合が中禅寺湖漁協より高くなって当然であり、成熟年齢と成熟割合は両所で大きな違いは無いのかも知れない。とすると成熟するか否かを決めている大きさが飼育環境によって異なる事になる。成熟するか否かは年齢、成長、飼育環境等の複数の要因が関与して決まっている可能性があり、かなり複雑な事になる。これらの点については今後明らかにしておく必要がある。

2. 生残率と飼料効率

中禅寺湖漁協では養殖現場での飼育試験だったので、発眼卵から成熟までの間の正確な死亡魚数が記録して無く、時期別の給餌量も記録されていなかった。富士宮試験での時期別生残率と飼料効率（増重量×100/給餌量）を調べた結果が図7である。折れ線グラフが生残率、棒グラフが飼料効率を表している。発眼卵から試験終了時までの生残率は約60%であったが、斃死の可也の部分は孵化仔魚を飼育水槽に移すまでに生じていた。これは飼育担当者の正月休みの都合上、まだ孵化槽から飼育水槽に移すのは早すぎると思われる状態の魚を無理に移動さ

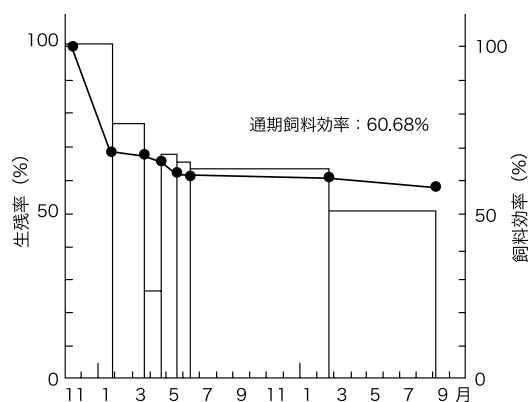


図7 生残率と飼料効率

せたことによる斃死が主で、初期の飼育管理を適切に行なえば生残率はもっと高くなるのではないかと推測している。ちなみに中禅寺湖漁協での年間の生残率は約75%との事である。魚を飼育水槽に移して以降の斃死は、魚が銀化した時の取り扱いによる鱗の剥離が原因で少数の魚が死亡した程度であった。

飼料効率は飼育初期に高く、魚が成長するに従って低くなるのは他の魚と同様で、通期では約61%であった。油無添加飼料を与えて得られた数値としてはニジマスと略同様であった。1年目の3月21日から4月21日の間の飼料効率が異常に低い値を示しているが、これは3月18日から約1週間異常遊泳を示し、全く摂餌しない状態が続いたことと、この状態が回復したと思ったら飼料の形状あるいはサイズの不適合を起こして魚がピンヘッド状態になるなど、色々とゴタゴタが重なったことによる。

飼育期間中特に問題になる魚病の発生はなかった。ヒメマスはIHN（伝染性造血器壊死症）に弱い魚であるといわれている。ところが1年目の6月12日に80.5kgを外池に移して飼育していた魚は、隣の池でニジマスがIHNに感染して大量死していたにも係わらず発症せず、出荷サイズになるまで問題無く飼育出来た。近隣の業者でも同様で、ヒメマスが特にIHNに弱い魚種であるとは思えない結果であった。生残率と飼料効率の結果と併せ考えると、必要な時に必要な注意を払って飼育すれば、ヒメマスは

いわれている程飼育するのが難しい魚では無い様に思える。

3. 発眼卵から摂餌開始直前までの体成分変化

発眼卵から摂餌直前まで、未だ与える飼料の影響を受ける前の魚体成分の変化を表3に示す。湿物では発眼卵から孵化、摂餌直前と発育が進むに従って水分は増加し、タンパク質、脂質、灰分は減少していた。乾物ではタンパク質と灰分の占める割合が増加傾向で、脂質に大きな変化は認められなかった。

魚体において成長に伴う真の体成分含量の変化を知るには、単位尾数当りの成分含量の変化を調べなければならない。表3の値を魚100尾当りの成分含量に計算し直したのが表4である。発眼卵が孵化することによって体重、水分および脂質が減少していたが、これは孵化によって卵膜が無くなることと関係しているのであろう。タンパク質と灰分も恐らく減少していたのであろうが、発眼卵の分析値が無いので不明である。孵化直後から摂餌を開始する直前までの間に体重、水分、タンパク質、脂質、灰分の何れもが増加していた。この間に外界から水と水に含まれる無機質を体内に取り込むことによって体重と水分および灰分が増えるのは理解出来るが、外界から栄養成分の供給が無いのにタンパク質と脂質が増えるのは何故であろうか。魚は摂餌開始直前まで孵化槽で飼育していたので、孵化後に残った卵膜と共存していた。卵膜やそれに付着していたであろう微生物を孵化魚が食べていたのであろうか。もしそうであ

れば卵膜は魚に取って最初の栄養源として非常に重要な役割を担っている事になる。食べていなかったとすれば分析誤差の問題であろうか。生体成分の分析で、しかもタンパク質以外は重量法による測定なので、多少の誤差があるのは仕方がない事である。但し、測定誤差が原因であるとすれば全ての成分が増えている事が気になる。成分によってバラツキがあって当然ではないかと思える。今後この点について同様の孵化処理を行っている他の鮭鱒類も含めてキチンとした調査を行う必要がある。

脂質クラスの分析値を表5に示す。発眼卵

表4 魚100尾当りの成分含量

	発眼卵	稚魚	
	11月14日	孵化直後 (12/3)	摂餌直前 (12/21)
体重 (mg/尾)	93.4	83.3	107
水分 (g/100尾)	6.88	6.28	8.38
タンパク質		1.27	1.55
脂質	0.66	0.56	0.64
灰分		0.13	0.16

表5 発眼卵と稚魚の脂質クラス

	発眼卵	稚魚	
	11月14日	孵化直後 (12/3)	摂餌直前 (12/21)
NL (%)	78.5	80.2	88.8
PL	21.5	19.8	11.2
NL			
SE (%)	Tr	0.5	Tr
TG	73.5	58.7	85.6
FFA	Tr	Tr	Tr
DG+FS	5.0	21.0	3.2
PL			
PEA (%)	1.5	1.2	1.6
PI	Tr	Tr	Tr
PS	Tr	Tr	Tr
PC	20.0	18.6	9.6
SM+LPC	Tr	Tr	Tr

(注) NL：非極性脂質、PL：極性脂質
SE：ステリールエステル、TG：トリグリセライド、
FFA：遊離脂肪酸、DG：ディグリセライド、FS：
遊離ステロール、PEA：フォスファチジルエタ
ノールアミン、PI：P-イノシトール、PS：P-セリン、
PC：P-コリン、SM：スフィンゴメリン、LPC：リ
ゾフォスファチジルコリン

表3 発眼卵と稚魚の一般成分

	発眼卵	稚魚	
	11月14日	孵化直後 (12/3)	摂餌直前 (12/21)
水分 (%)	73.61	75.36	78.29
タンパク質		15.30	14.48
脂質	7.03	6.76	5.94
灰分		1.57	1.45
タンパク質(%乾物)		62.09	66.70
脂質	26.64	27.44	27.36
灰分		6.37	6.68

から孵化直後、摂餌直前へと発育が進むに従って非極性脂質（中性脂質）の占める割合が増え、極性脂質（リン脂質）の占める割合が減少していた。特に孵化直後から摂餌を行うまでの変化が大きかった。非極性脂質の大部分はTGであった。孵化直後の魚では発眼卵に比較してTGの占める割合が少なく、DG+SEの占める割合が多くなっていた。この時期にはTGがDG、FFAへと分解されてエネルギー源として利用されているのかも知れない。表4で孵化直後から摂餌を開始するまでの間に魚100尾当りの脂質含量がやや増えている事を示したが、これはTGの増加によるものではないかと推測する。

極性脂質の主体はPC（所謂レシチン）で、このPCが魚の発育に従って減少し、特に孵化直後から摂餌を開始するまでの間の減少が大きかった。PCは生体膜の主要な脂質で、重要な生理作用を持つとされている^{6,7)}。孵化直後の魚では発眼卵に比較してPCの占める割合が少なかったが、孵化に伴って卵膜が失われているので、これが原因の変化かも知れない。孵化直後から摂餌を開始するまでの間に極性脂質の占める割合が著しく減少していた。受精卵から孵化、浮上して摂餌を始めるまでの間の主たるエネルギー源は魚体内に残存している油球や卵黄であるとされている。摂餌を始めるまでの間は油球や卵黄に含まれる極性脂質が主たるエネルギー源として消費されているのかも知れない。また、発眼卵から孵化までの減少よりも孵化から摂餌を開始するまでの間の減少が大きかったのは、孵化してからの方が魚の運動量が多く、エネルギーの必要量も大きいためではないかと推測する。

脂肪酸組成の変化を表6に示す。発眼卵と孵化直後の魚では脂肪酸組成に殆ど違いは認められなかった。孵化から摂餌を開始するまでの間に、魚類においても生理的に重要な役割を担うとされているEPAやDHA等の炭素数20以上のn3系高度不飽和脂肪酸（ $\Sigma n3HUFA$ ）やアラキドン酸（20:4n6）⁸⁾の占める割合がやや減少し、逆にエネルギー源として効率良く利

表6 発眼卵と稚魚の脂肪酸組成

	発眼卵	稚魚	
	11月14日	孵化直後 (12/3)	摂餌直前 (12/21)
14:0 (%)	3.6	3.6	4.3
16:0	13.4	13.6	15.4
1n7	14.9	15.1	16.5
18:0	4.1	4.0	4.0
1n9	14.4	14.2	15.2
2n6	4.7	4.6	4.8
3n6	0.4	0.4	-
3n3	6.0	6.2	6.2
4n3	4.3	4.4	4.2
20:4n6	4.7	4.7	4.4
4n3	3.6	3.6	3.5
5n3	10.6	10.7	9.5
22:5n3	3.5	3.4	3.2
6n3	9.1	8.7	8.9
$\Sigma n3HUFA$	27.2	26.4	24.9
$\Sigma n3$	37.1	37.0	35.5
$\Sigma n6$	9.8	9.7	9.2
$\Sigma n3/\Sigma n6$	3.79	3.81	3.86
Σ 飽和酸	21.1	21.2	23.7
Σ モノエン酸	29.3	29.3	31.7

用されるといわれている飽和酸やモノエン酸の占める割合がやや増加していた。 $\Sigma n3HUFA$ は極性脂質中に多く含まれている事はよく知られている。

魚が摂餌を開始するまでの一般成分、脂質クラスおよび脂肪酸組成の変化から、発育初期にも脂質がエネルギー源として重要である事と、発育初期には非極性脂質より極性脂質の方がエネルギー源として重要である事が推測出来る。

4. 孵化後成長初期の体成分変化

孵化後体重が10～30g程度になるまでの成長初期の体成分変化を説明する。水分は孵化から摂餌を開始するまでの間増加していたが、さらに、摂餌開始後も1カ月程度増加を継続していた。その後減少に転じ、体重が4g程度になるまで急速に減少し、その後は穏やかに減少した（図8）。タンパク質は水分と逆で、孵化から摂餌開始後1カ月まで減少した後体重が7g程度になるまで急激に増加し、その後も穏やかに増加を続けた（図9）。脂質もタンパク質と

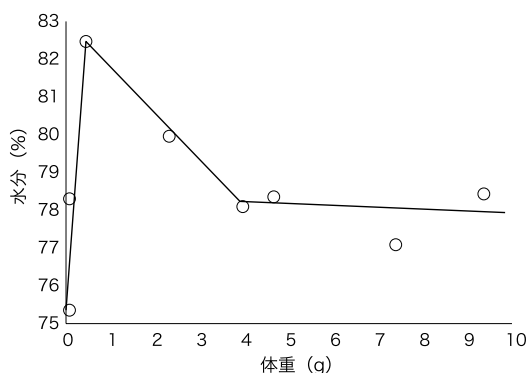


図8 成長初期の体重と水分含量の関係

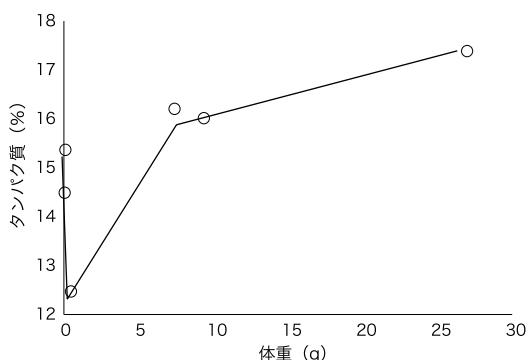


図9 成長初期の体重とタンパク質含量の関係

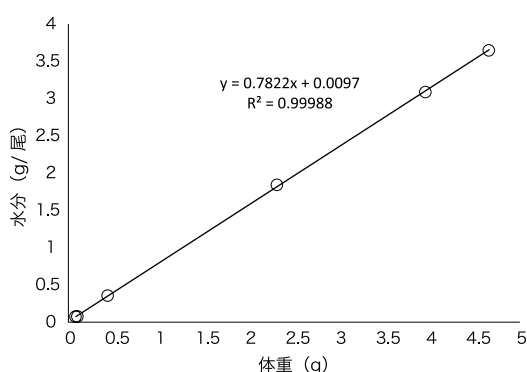


図10 成長初期の魚1尾当たり水分含量の変化

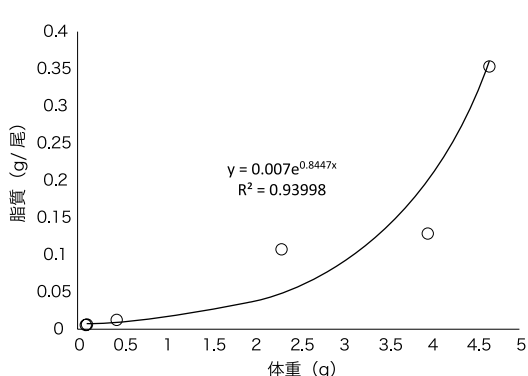


図11 成長初期の魚1尾当たり脂質含量の変化

同様に、摂餌開始後1カ月まで減少した後増加に転じた。但し、急速な増加が約27gになるまで継続した点はタンパク質とは異なっていた。灰分は孵化から摂餌直前まで減少していたが、摂餌を始めると増加に転じ、約10gで最高値を示した後減少に転じた。この様にタンパク質、脂質、灰分等の成分含量は水分含量の影響を強く受けていた事が分かる。

魚1尾当りの各成分含量の変化に計算し直してみると、水分、タンパク質および灰分含量は体重が増すに従って直線的に増加していた。xを体重(g)、yを水分、タンパク質あるいは灰分(g/尾)とすると、水分では $y=0.7822x+0.0097$, $R^2=0.9999$, タンパク質では $y=0.1699x-0.0106$, $R^2=0.9968$, 灰分では $y=0.0232x-0.0013$, $R^2=0.9939$ の近似式が成り立っていた。代表として水分のみを図10に示しておく。脂質は体重の増加に比例して

直線的に増えるのではなく、体重との間に $y=0.007e^{0.8447x}$, $R^2=0.94$ の対数相関が成り立っていた(図11)。

以上の結果から、水分、タンパク質および灰分は魚の成長に従って略直線的に含量が増えて行くが、脂質は魚が餌を食べるようになると急速に魚体に蓄積される事が分かった。これは上述した体重に対する各成分含量の変化様式とは大きく異なっていた。魚の成長に伴う体成分含量の変化を論ずる場合には、実際の分析値は相対値なので、この値を単位尾数当りに換算して比較しなければならない。

5. 孵化から成熟するまでの体成分変化

魚が孵化してから成熟するまでの間に体成分が如何に変化したかを説明する。水分は体重が約100gに達するまで急速に減少し、その後も成長するに従って穏やかに減少を続けた。但し、

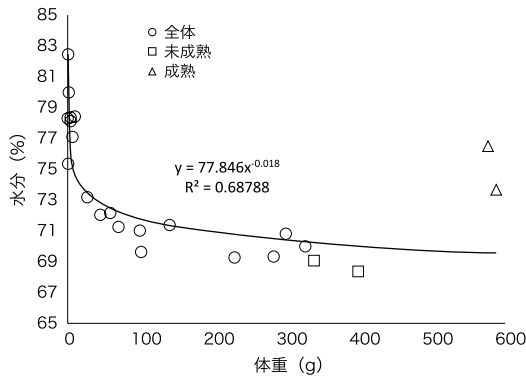


図 12 体重と水分含量の関係

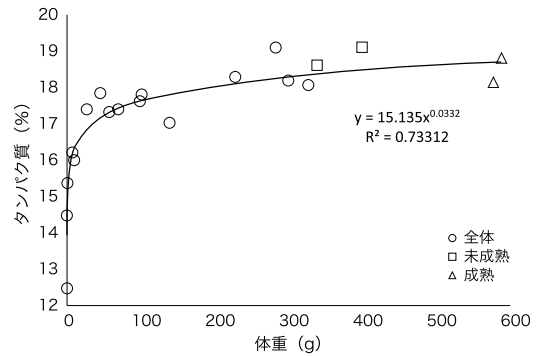


図 13 体重とタンパク質含量の関係

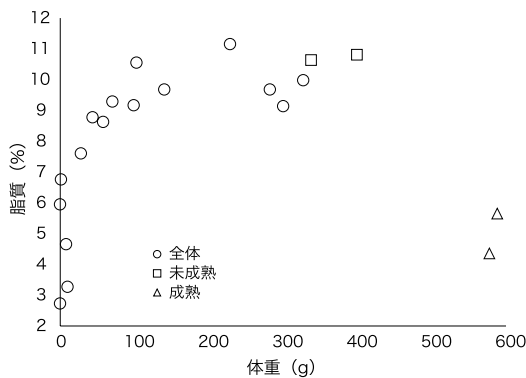


図 14 体重と脂質含量の関係

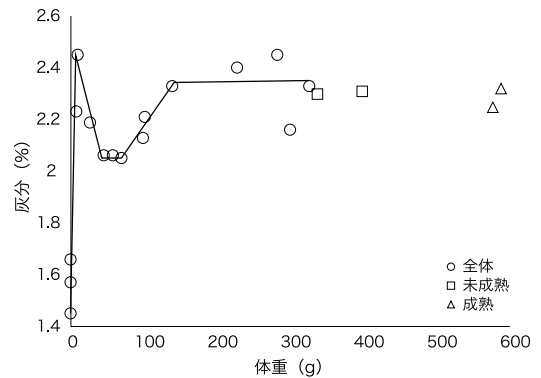


図 15 体重と灰分含量の関係

成熟が進行すると水分は増加した（図 12）。タンパク質は約 50 ～ 100g になるまで急速に増加するが、それ以降の増加は少なく、成熟が始まってから殆ど変化しなかった（図 13）。脂質は約 100g になるまで急速に増加し、その後約 400g になるまで略同じ値を維持し、成熟が始まると急減した（図 14）。この脂質含量の変化は水分含量の変化と逆であった。灰分は他の成分とは全く違う複雑な動きを示した。約 10g になるまで急速に増加した後約 50g になるまで減少し、70g 位まで略同じ値を維持した後増加に転じ、約 140g 以上になると略一定の値を示した（図 15）。成熟の影響は少ない様である。灰分含量がこの様に複雑な動きを示すのは、他成分含量の変動の影響を強く受けるためであろう。また、成長過程で骨格形成が特に活発になる時期があるのかも知れない。

水分と脂質含量は成熟の影響を強く受けて

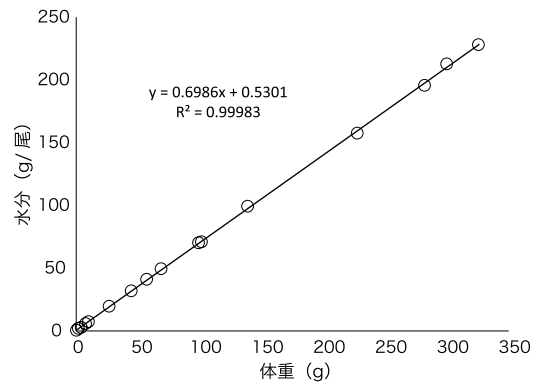


図 16 魚 1 尾当たり水分含量の経時変化

いたので、成熟の影響を殆ど受けていないと思われる 250 ～ 350g 以下の大きさの魚で、体重と魚 1 尾当りの各成分含量との関係を調べた。水分（図 16）、タンパク質（図 17）、脂質（図 18）、灰分（図 19）のいずれも体重との間に相関係数（ R^2 ）が 0.99 以上の非常に強い正の直線関係が認められた。水分、タンパク質お

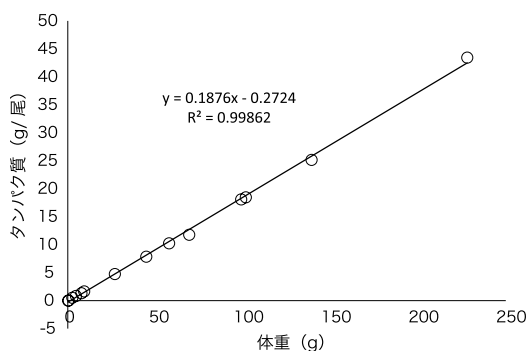


図 17 魚 1 尾当たりタンパク質含量の経時変化

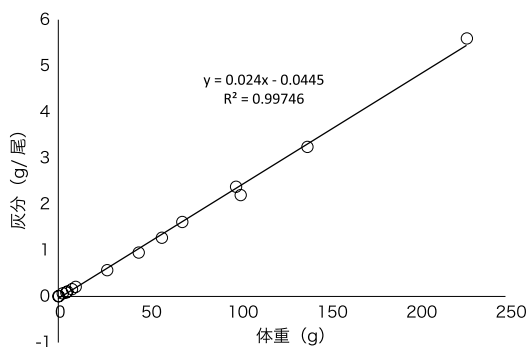


図 19 魚 1 尾当たり灰分含量の経時変化

よび灰分含量は成長初期（前項4）にも体重との間に正の直線関係が認められ、しかもそれぞれの直線の傾きは本項の値と近似していた。これらの成分は孵化後成熟が進み始めるまで成長に従って略同じ割合で増加して行くことが分かる。一方、成長初期における体重と脂質含量の関係は直線ではなく、対数の関係であった。魚体の脂質蓄積様式は成長の途中で変化している可能性がある。

図 16～19 で求めた体重に対する魚 1 尾当りの各成分含量の直線の傾きは水分 >> タンパク質 > 脂質 >> 灰分の順に大きく、魚の成長に従って魚体に蓄積される各成分の量もこの順に多いことになる。灰分を 1 として各成分の傾きを求めると、水分：タンパク質：脂質：灰分 = 29 : 7.8 : 4.1 : 1.0 となる。同様に表 1 の飼料の分析値から単純に各成分の含量を平均して求めると、0.82 : 4.5 : 0.64 : 1.0 となる。魚体成分の比を飼料成分の比で割ると、水分：タンパク質：

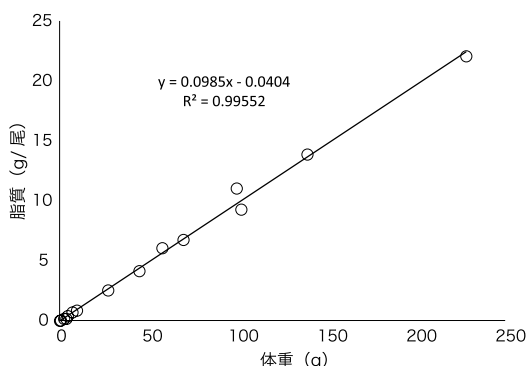


図 18 魚 1 尾当たり脂質含量の経時変化

脂質：灰分 = 35 : 1.7 : 6.4 : 1.0 となり、水分は別として、飼料成分の魚体への蓄積割合は脂質 > タンパク質 > 灰分の順に多いことになる。魚体内でタンパク質や炭水化物からも脂質へ転換されるので、単純に蓄積割合がこの順であるとは断言できないが、脂質に転換される量はそれ程多くないと考えられるので、飼料由来の脂質が魚体に蓄積される率は高いのではないかと推測する。

6. 魚体成分間の相関

試験全期間で求めた全魚体の分析値を用いて各成分間の相関を調べた。水分と脂質、タンパク質、灰分との間にはそれぞれ直線の負の相関が認められたが、図 20 に示す様に相関は脂質が最も強く ($R^2=0.6808$)、灰分は弱かった ($R^2=0.2486$)。タンパク質は脂質に近かった ($R^2=0.5773$)。これとは逆にタンパク質と脂質および灰分との間、脂質と灰分の間には正の直

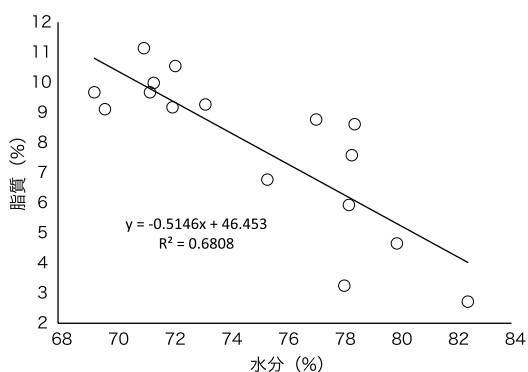


図 20 水分と脂質の相関

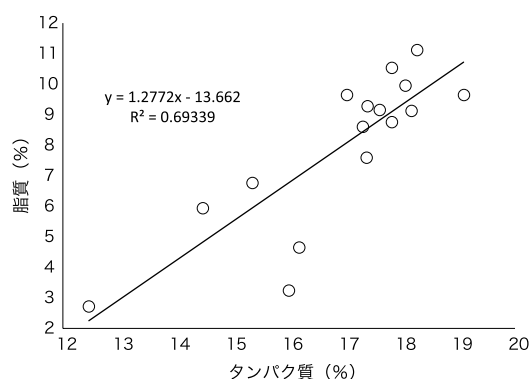


図 21 タンパク質と脂質の相関

線の相関が認められ、図 21 に示す様にタンパク質と脂質の相関が最も強く ($R^2=0.6934$)、脂質と灰分の相関は弱かった ($R^2=0.1699$)。タンパク質と灰分の相関はタンパク質と脂質の相関に近かった ($R^2=0.5371$)。

中禅寺湖漁協の魚でもほぼ同様の相関が認められた。

7. 成熟に伴う外観と体成分の変化

2年目の8月11日の調査日には成熟が進ん

表 7 成熟による体成分の変化

	湿物 (%)		乾物 (% 乾物)	
	未成熟魚*	成熟魚	未成熟魚*	成熟魚
水分				
6月26日	60.4			
7月9日	69.4			
8月11日	68.4	73.7		
9月3日	69.1	76.5		
タンパク質				
6月26日	25.8		65.2	
7月9日	19.1		62.4	
8月11日	19.1	18.8	60.4	71.5
9月3日	18.6	18.2	60.2	77.4
脂質				
6月26日	9.2		23.2	
7月9日	9.7		31.4	
8月11日	10.8	5.7	34.2	21.7
9月3日	10.6	4.3	34.3	18.3
灰分				
6月26日	2.2		5.6	
7月9日	2.5		8.2	
8月11日	2.3	2.3	7.3	8.7
9月3日	2.3	2.3	7.4	9.8

(注) *: 二次性徴が表れていない魚

で外見的に第二次性徴が表れていると判断出来る魚が可也の数出現していた。よって、8月11日と試験終了日である9月3日に詳細な外観観察を行なうと共に成熟魚と未成熟魚（外見的に第二次性徴が表れていない魚）に分けて一般成分の分析を行ない、両者の違いを比較した。

成熟が進行した魚は体色が黒化し、未成熟魚の銀白色とは明らかに異なっていた。また、個体差はあるものの多くの魚は背部が突き出して体高が高くなる所謂セッパリ状態を呈し、頭部が大きくなって口部（吻）が伸びて曲がる鼻曲りに近い形になっていた。さらに、成熟が進んだ魚では体表の粘液が多くなり、鱗の存在が不明確になり、体表が肥厚して硬くなっていた。体表に皺のある個体も認められた。これらの症状の大部分は鮭鱒類の雄が成熟した時に示す変化であることから、成熟魚の大部分は雄であったと考える。未成熟魚にはこれらの症状は認められず、体表は銀白色で綺麗であった。

外見的に成熟魚が認められる以前の6月26日以降の分析結果を表7に示す。成熟によって水分が著しく増加し、反対に脂質が大きく減少している点に特徴があった。タンパク質はやや減少傾向であったが、未成熟魚との違いは小さかった。灰分含量には両者で違いは認められなかった。乾物換算値で比較すると、脂質の占める割合が著しく減少し、タンパク質の占める割合が大きく増加していた。灰分はやや増加している程度であった。

以上の結果から、成熟時には魚体成分のうち脂質が最も大きく減少し、代わりに水分が著しく増加することが分かった。成熟に伴って最初に脂質が大きく減少することはニジマスでも確認されている⁹⁻¹¹⁾。

8. その他特記事項

孵化：11月27日に孵化し始め、丸4日を要して12月1日に孵化が終了した。同じ水温でもヒメマスが孵化するのに要する日数はニジマスより長かった。

異常遊泳：魚体重が3～4gになった3

月 18 日から略全ての魚が水面に浮き、口を開けて一定方向に向かってザーと波を立てる様な感じで泳ぎ、殆ど摂餌しなかった。約 1 週間で正常な遊泳と摂餌の状態に戻り、この間斃死は殆ど認められなかった。この異常遊泳の原因として最初は溶存酸素 (DO) の不足を疑ったが、DO は十分量存在し、魚の動きも DO 不足の時とは異なり、斃死も無かったので、DO 不足による異常遊泳ではないと判断した。原因は未だ解明出来ていないが、ヒメマスを飼育した経験のある友人の話によると、幼魚が湖に下る前に示す動きに似ているとの事であった。

飼料サイズの不適合：平均体重が約 4g になったので 4 月 8 日に飼料をクランブルの C4 からペレットの P1 に変更した。そうすると 5 日後の 4 月 13 日にはピンヘッドの魚が多数出現するに至った。飼料の形態あるいはサイズの不適合による摂餌不良あるいは消化不良を起こしたものと判断し、4 月 15 日に飼料を C4 に戻したところ 2 週間程度で正常な状態に回復した。ニジマスであれば全く問題無く飼料の変更が出来るのであるが、ヒメマスの場合には飼料の形態やサイズには十分な注意が必要で、特に飼料の切り替え時には十分な配慮が必要である事を痛感した。

銀化、ツマ黒：体重が 7～8g になった 1 年目の 5 月上旬から体表が銀白色化し、給餌時に鱗の剥離が目立つようになった。さらに、同月の下旬には背鰭や尾鰭の先端が黒くなる所謂ツマ黒状態の魚が急激に増えた。また、6 月上旬まで摂餌状態も不良であった。銀化、ツマ黒は鮭鱒類が海に下る時に示す変化なので、前述の異常遊泳現象と考え合わせると、中禅寺湖産ヒメマスは 3 月下旬から降河する準備を始め、5 月から 6 月にかけて中禅寺湖に下るのかも知れない。なお、中禅寺湖では 5 月から 6 月にかけて銀化したヒメマスの 2 年魚が降海するために華厳の滝に続く川の入りに集中する^{12, 13)}が、この現象と時期的に一致していた。

性比：魚がある程度大きくなって解剖処

理が可能になった 1 年目の 8 月から全魚体の分析サンプルとは別に毎月 10 尾ずつ魚を取上げて解剖し、性比、各臓器の体重比、背肉や肝臓の成分組成等を調べた。詳細は別報にする予定なので、ここでは性比以外説明しない。性比は 2 年目の 2 月まで雌雄略 1:1 であったのに、3 月以降雄の割合が 80～90% と異常に高くなっていた。よって、6 月 30 日に 100 尾を取上げて解剖し、雌雄の割合を確認すると共に生殖腺体重比を調べた。その結果、雌 10 尾、雄 90 尾で、やはり雄の占める割合が異常に高くなっている事が分かった。この原因を調べてみると、2 月 20 日に 45.6kg の魚を飼育池に残し、205.7kg の魚を外の養殖池に移したことによっていた。この時に試験魚の大きさを揃えるため、選別かごを用いて一定の体幅以上の魚を飼育池に残していた。つまり、同じグループの中の大型の魚のみを残した事になる。鮭鱒類は同じグループの魚を体重によって 3 グループに分けると、最も大きいグループは雄が多く、中間グループは雌雄略同数で、最も小さいグループは雌が多いことが知られている。この様に大型の魚のみを残したために雌の大部分が外池に出されてしまい、飼育池では雄の占める割合が高くなったものと推測した。よって、2 年目の 3 月以降の全魚体の分析値は雄が主体の分析値であるといえる。

性比調査時の体重と生殖腺体重比の関係を示したのが図 22 である。雌は例外的に大きかつ

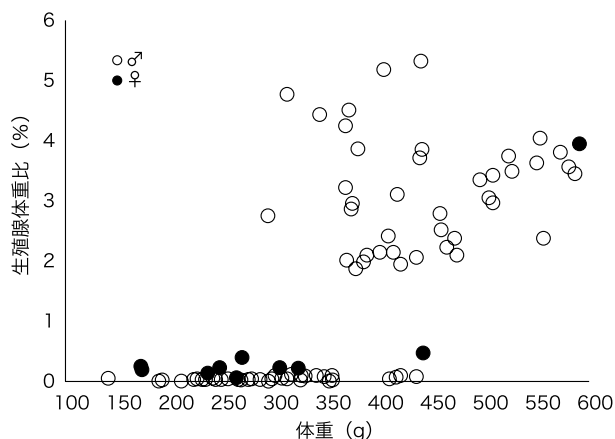


図 22 体重と生殖腺体重比 (6 月 30 日)

た1個体(591g)のみ卵巣が発達を始めており、卵巣体重比は約4%であった。一方、雄は300g以上の個体の多くが精巣の発達を示しており、精巣体重比は約2～5%であった。この様に2年目の6月30日に300g以上になっていた雄と例外的に大きな雌のみが成熟を始めていたことが分かった。加藤⁵⁾によると、ヒメマスがその年に成熟するか否かは前年の特定の時期に一定以上の大きさ(体長)になっているか否かによって決まり、一定の大きさ以上になっていた個体が成熟するとの事である。本試験の結果からも、成熟と魚の大きさには密接な関係があることが推測出来る。

飼育試験終了時の魚：9月3日に飼育試験を終了し、9月4日に残りの魚を全て取上げて外観観察と魚体測定を行うと共に解剖し、各臓器の体重比を調べた。肉眼による観察では未成熟魚、成熟雄、成熟雌に以下の違いが認められた。

未成熟魚・・・天然魚より光沢は弱かったが、体表は銀白色で、体型は普通であった。

成熟雄・・・前項7で記述した通り。

成熟雌・・・体表の色は成熟雄に近く、焦げ茶色～黒色であったが、体型は腹部が大きい以外に特に変化は認められなかった。

9月4日には147尾の魚が残っており、未成熟魚91尾、成熟雄52尾、成熟雌4尾であった。未成熟魚91尾中25尾が雌で、卵巣体重比は全て0.5%以下であった。一方、雄の精巣は未だ糸状で全く発達しておらず、精巣体重比は0.1%以下であった。成熟雄の精巣体重比は2.62～5.60%で、完全に白色化し、完熟状態であった。成熟雌の卵巣体重比は17.29%、13.63%、9.37%および8.08%で、9.37%の個体は既に排卵していた。17.29%と13.63%の個体は排卵直前で、8.08%の個体の体表は未だ銀白色に近く、完熟して排卵するまでもう少し時間を要するであろうと思われる。排卵個体の卵巣体重比が排卵直前の個体より小さいのは、魚の取上げ作業時の腹部圧迫によって卵が

表8 魚体測定の結果(9月4日)

	体重 (g)	尾叉長 (cm)	肥満度
未成熟魚			
♂(66尾)			
平均値	373	30.1	1.34
最小値	202	24.5	1.20
最大値	544	34.3	1.54
♀(25尾)			
平均値	356	29.8	1.33
最小値	216	26.3	1.17
最大値	597	35.4	1.48
成熟魚			
♂(52尾)			
平均値	599	34.3	1.47
最小値	236	26.7	1.18
最大値	944	40.0	1.68
♀(4尾)			
平均値	428	30.1	1.53
最小値	248	25.5	1.38
最大値	549	33.5	1.80

体外に放出されてしまったことによる。

魚体測定によって得られた体重、尾叉長および肥満度を表8に示す。平均値で見ると雌雄共に体重、尾叉長、肥満度の何れもが未成熟魚は小さかった。特に雄での違いが顕著であった。雌雄共に大型魚が成熟していたといえよう。また、成熟魚の肥満度が未成熟魚より大きかったのは、雄では前述の体型変化、雌では卵巣の肥大による影響が大きかった。

体重と生殖腺体重比の関係を図23に示す。雄では約400g以上の大きさの魚の可也の部分

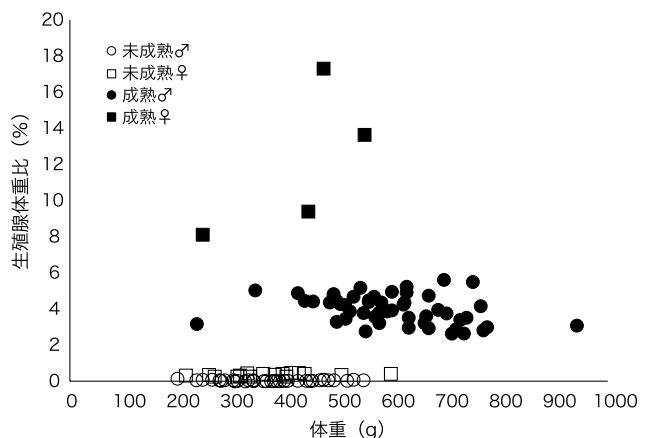


図23 体重と生殖腺体重比(9月4日)

が成熟し、特に約 600g 以上の魚は全てが成熟していた。大型の雄が成熟するのは間違いないと思われる。一方、雌は約 400g では半数の魚が成熟しておらず、しかも約 600g の最大個体も成熟していなかった。雌の成熟個体は 4 尾しか居なかった事もあり、この結果のみでは単に大型個体が成熟するとは断言出来ない様であ

る。富士宮の 2 年魚では性比調査の例を加えても雌の成熟個体は 5 尾しか出現しなかった事や、中禅寺湖漁協においても 2 年目に成熟する雌個体は殆ど無く、3 年目に多くの雌が成熟する事等を考えると、雌では魚の大きさのみでなく、時間（年齢）の要因も大きく関係しているのかも知れない。

参考文献

1. 北村佐三郎：飼料・魚類の栄養と飼料（新水産学全集 No.14, 荻野珍吉編），恒星社厚生閣，東京，247-306, 1980.
2. 酒本秀一：アマゴ用飼料-1. 成長段階別至適カロリー/タンパク質比(CP 比). *New Food Industry*, **54** (11):56-66, 2012.
3. 大橋勝彦，酒本秀一：シロザケ飼料の魚油添加効果 -4. *New Food Industry*, **56** (1): 71-86, 2014.
4. 酒本秀一：ニジマス用飼料の魚体重別至適カロリー含量とカロリー/タンパク質比. *New Food Industry*, 投稿中
5. 加藤禎一：成長の良くない魚が大型の親魚になるヒメマスの話. 第 23 回全国養鱒技術協議会資料. 1-8, 1998.
6. 高橋是太郎：酵素による高度不飽和脂肪酸含有脂質の合成. AA, EPA, DHA- 高度不飽和脂肪酸（鹿山光編），恒星社厚生閣，東京，186-206, 1995.
7. 井上良計，鹿山光：高度不飽和脂肪酸の脳機能への脂質栄養. AA, EPA, DHA- 高度不飽和脂肪酸（鹿山光編），恒星社厚生閣，東京，225-237, 1995.
8. 竹内俊郎：魚類の栄養と栄養素に対する要求 3. 脂質. 改定魚類の栄養と飼料（渡邊武編），恒星社厚生閣，東京，115-135, 2009.
9. 酒本秀一：成熟がニジマスの臓器や体成分に及ぼす影響 -1. 成熟開始時. *New Food Industry*, 投稿中
10. 酒本秀一：成熟がニジマスの臓器や体成分に及ぼす影響 -2. 発達，完熟，過熟. *New Food Industry*, 投稿中
11. 酒本秀一：成熟がニジマスの臓器や体成分に及ぼす影響 -3. 発達，完熟，過熟. *New Food Industry*, 投稿中
12. 生田和正：中禅寺湖のヒメマスは何故「華厳の滝」で投身自殺するのか？. 養殖研ニュース，**21**, 36-39, 1991.
13. 伴真俊，東照雄：支笏湖と中禅寺湖に分布するヒメマスのスモルト化. さけ・ます資源管理センター技術情報，No.170, 9-15, 2004.

減圧フライ覚え書き

小谷 明司 (KOTANI Akeshi) *

* こだま食品株式会社技術顧問 / 技術士・水産部門

Key Words : NK 細胞 グランザイム B コーヒーゲルペン 柑橘類 ノビレチン タンゲレチン

はじめに

筆者は1970年代半ばから食品加工業界で40年間余りを過ごし、いくつかの加工技術の実用化を見聞した。その一つに減圧フライがある。導入期にはマスコミに華々しく取り上げられた。昨今は忘れられた感があるが、食品加工分野で一定の地歩を築いた。技術の陳腐化とともに歪曲された開発譚が流布することがある。減圧フライにもその向きがあるようだ¹⁾。以下に筆者の見聞を書き留めておきたい。

1. 減圧フライとは

減圧フライは真空フライ、バキュームフライ、ときにVFの略称で呼ばれる（以下、VFと略称する）。減圧下、加熱した食油中で食品素材を脱水する方法でフライ乾燥法の発展形である。一般のフライ乾燥法は即席麺やポテトチップの製造で汎用され常圧下180～200℃の高温でフライする。VFは減圧下70～100℃程度の油温度でフライするので焦げず、原料の色彩がよく保持される。肉厚の原料も焦がさず完全脱水できる²⁾。

2. 幻のフライ製品

筆者は1976年（昭和51年）末に広島県福山市に転居した。前職は製薬メーカーの有機化学合成技術者であった。半年間は失業保険で暮ら

し、翌年初夏に福山市内の(株)藤亀に応募した。同社はポテトチップ他のフライ菓子を製造し年商5億円程度の企業であったと記憶する。当時、藤井昭男専務（後、社長）の面接を受け、体よく断られた。専務の御好意で経営顧問の藤井宗一氏を紹介していただき、その仲介で8月に蒲鉾メーカーに就職した。

その縁でときどき藤亀に遊びに行った。ある日、藤井専務が幻のフライ菓子の話をされた。一つは丸く大きく膨れたレーズン製品、もう一つはパイナップルチップである。前者は国内の著名な飴メーカーが試作し、後者は台湾の物産展に展示されていたという。その製造方法のコメントを求められたが返答のしようがなかった。

1970年代が終わる頃、大手スナック菓子メーカーのCB社による北海道での大規模なジャガイモ栽培の情報が流れた。藤亀はCB社がポテトチップの市場になだれ込む意図と分析した。今でこそポテトチップ市場は大手メーカーの寡占だが、当時は中小メーカーが各地方で製造販売していた。CB社は中小メーカーを駆逐してしまうだろう。かくして、藤亀はポテトチップに代わる主力製品を開発する必要に迫られた。

1980年（昭和55年）前後だったと記憶するが、藤井専務はパイナップルチップの台湾メーカーを探り当て社長を日本に招聘された。台湾

スナック社の黎 維槍（レイ イソウ）社長であった。黎氏は日本統治時代に上級官吏を歴任し日本語は達者であった。藤井専務に陪席して黎氏と対面した。バナナとパイナップルのチップを見せられた。一見してフライ品と判った。鮮黄色に完全脱水されていた。藤井専務が「この製造方法が判るか？」と筆者に訊ねられたので「減圧下にフライしたのでしょうか。」と答えた。黎氏はオヤッといったような表情をしたが、無言であった。対面は短時間で終わった。減圧でのフライと直感したのは、前職の製菓メーカーでの真空蒸留の経験からである。常圧蒸留不可能な高沸点化合物でも真空下で沸点を下げれば蒸留・精製できる場合が多い。「焦げなし、変色なし」から「低温での脱水」と連想すれば「減圧下のフライによる水の蒸発・除去」と考えが及ぶ。

3. 技術導入交渉

藤亀と黎氏との間でVF技術導入の基本合意がなされた。本格交渉のため藤井専務と藤井顧問が頻回に渡台され、1981年（昭和56年）に筆者も藤井専務のお供で渡台した。蒲鉾メーカーに在籍していたが、社長は大らかな方で快く休暇を下さった。筆者の初めての海外渡航であった。工場は地方都市の斗六にあった。

工場は雑然としていたが、減圧フライヤーは肉厚総ステンレス製で立派であった。技術的質問は受けないと約束でプラント・製造法の詳細は不明であった。帰途、台中に寄り台湾の特許局で黎氏の特許を確認した³⁾。秋に単身渡台しバナナチップとパイナップルチップの製造風景の見学を許された。1982年（昭和57年）前後に黎氏が福山に長期滞在され交渉が詰められた。黎氏と議論する機会を度々得た。初対面で筆者が「減圧でのフライ」と言ったことにびっくりしたと言われた。「多数の人にサンプルを見せたが、減圧フライと見破ったのは君だけだ。」と言われ少々得意な気分であった。

一方でVFに関する広範な特許文献調査を行った。かなり以前に明治製菓（株）が特許出

願していた。フィリピンのダバオにプラントを設置してバナナとパイナップルのチップを製造したが、販売が思わしくなく撤退したと藤井専務から聞いた。黎氏も既に日本に特許出願し拒絶査定が確定したことを知った。技術の骨子は日本では既に公知になっていた⁴⁾。

4. 技術導入

投資資金問題が浮上し、一社では不足の見通しとなった。藤井顧問が調整役を務められ2社が共同出資予定者に加わった。日用化学品大手メーカーLN社と神奈川県天然木蠟のメーカーNW社（現在は名称変更しCN社）である。当時、LN社には食品事業部があった。NW社は台湾から野菜加工品を輸入していた。輸入担当者は技術者であったが営業担当の肩書きで台湾に赴任し黎氏と懇意になった。黎氏は営業専従者と認識して工場見学を許したが、専門的な質問をされたのにびっくりしたという。技術の拡散を危惧して担当者として丁重に付き合うことになったという。

3社共同プロジェクトになったと聞き複雑化を危ぶんで身を引いた。半年後に藤亀から「提携は御破算とし我が社だけで計画を進める。他の二社も各々独自に商品化を目指す。VFのことは忘れて下さい。」と言い渡された。藤井顧問も藤亀から離れられた。

在職していた蒲鉾メーカーの業績は鰻登りであったが、担当業務の品質管理、新製品のサンプル試作等のルーティン業務に飽きが来ていた。新しい技術課題に挑戦したいと思い始めていた。

5. VFプラント開発

筆者は京都大学農学部の水産学科を卒業した。OB名簿で福山市の天野実業（株）の天野肇社長が先輩であることを知り蒲鉾メーカーへの就職前に表敬訪問していた。同社はカラメル色素製造から出発し、霧噴乾燥、凍結乾燥等の乾燥食品分野に進出し即席麺周りの食材メーカーとして著名であった。筆者は黎氏との議論

で、VF は単なる菓子製造技術ではなく食品乾燥技術に位置づけるべきと思うに至った。「VF は食品乾燥技術」のアピールが利いたのか天野実業（株）での VF 実用化開発の話がまとまり 1983 年（昭和 58 年）5 月に開発部に移籍した。

在籍していた蒲鉾メーカーの営業部長として活躍した久保 隆徳（タカノリ）氏が一年後に VF 製品の販売ルート開拓のため天野実業に移籍した。5kg 仕込みの実験プラントを設置し本プラント設計のためのデータ採取と販促用サンプルの試作を行なった。

藤亀は既に VF 製品を「彩果」ブランドで高級菓子として販売していた。同社の従来製品であった蓮根チップ、クワイチップ（常圧フライ製品）も菓果品目に加え旧来の販売先への販売を絶った。諸方面から天野実業に蓮根チップ、クワイチップを供給して欲しいとの要請があり、福山市内の徳永製菓（株）で委託製造し天野実業で品質保証して販売した。減反政策により岡山県水島地区で干拓農地の蓮根栽培への転

用が始まり、良質の蓮根が安価・豊富に入手できた。蓮根チップはよく稼いでくれた。

余談ながら、平成天皇（当時、皇太子）は蓮根チップの愛好者で手土産に用いられることがあったと聞いていたが、東京の高級菓子店から天野実業の蓮根チップが宮内庁に納入されたとの連絡があり天野社長以下驚いたことがあった。佐久間製作所（株）が VF プラントを発売していた。高価と聞き、設置・稼働実績も不明で考慮外とした。筆者が見た黎氏のプラントは 10 年以上前に製作され種々改良すべき点があったはずで、特に製品の油切れのばらつきに不満があった。

1985 年（昭和 60 年）に本プラントの設計に入った。フライヤー部分は福山市の熱風乾燥機メーカーの黒田工業（株）に、真空排気装置・蒸気トラップは茨城県岩井市（後に千葉県流山市に移転）の凍結乾燥装置メーカー、東洋技研（株）に発注し、制作統括は天野実業製造部工務課の藤田 行治（ユキハル）係長（後、役員）

表 1 VF プラント設計の課題と対応策

技術課題	対応手段・対応方法
サクサクした食感の実現 ※サクサクした食感はフライ初期の原料内部から急激な水分蒸発による原料組成の膨化（多孔質化）により実現できる。	・大容量のフライ油への熱伝導→伝熱面積の大きな加熱手段→多数のスチーム管で構成される加熱手段 ・減圧度の維持 ○真空ポンプにブースターを付加 ○スチームトラップに銅フィンパイプを採用（冷却水（5℃）で冷却） ○フライヤーとスチームトラップを大口径の排気管で接続 ・原料（特に野菜）前処理で加熱後に冷凍し組織を多孔質化（氷晶生成による組織破壊）
減率乾燥期の湯温のオーバーシュートの防止（フライ中の変色防止）。	・加熱手段から残留スチームを急速に排出するバルブを付設 ・フライ油の水冷手段を付設（随時の油の冷却）
製品の安定した油切れの実現	・フライ後減圧下でフライヤーから油を排出して一定時間静置（残留水分の蒸発による油分の押し出し・除去）+ フライヤーから取出し熱風吹込み雰囲気化に遠心分離脱油
フライ反覆による油の混濁・着色の解消（製品の青色・色彩不良の防止）	・フライ油に水を散布して水洗→静置して水層を分液・除去→減圧下に油を加熱して残留水分を蒸発・除去 ・活性白土を充填したタンクにフライ油を循環させて着色成分を吸着・除去
フライ油の過酸化物質（POV）の上昇の防止	フライ油を減圧中で高温（120℃～140℃）に保持して過酸化物を分解 ※この処理で POV は下がるが酸価（AV）は上昇（過酸化物質→カルボニル化合物→カルボン酸/酸性物質（AV）に転化）
フライ油の酸価（AV）の上昇の防止	AV の管理限界値を定め限界値に達すれば廃油として新油と交換 ※当時の管理限界値は AV2.0

が所管した。黒田工業開発部の大西 哲也（テツヤ）氏（後、天野実業製造部次長）と頻回に面談してフライヤーの設計を詰めた。テストプラント試作からいくつかの技術課題が明らかとなっていた。これらの対策を表1にまとめた。

フライ初期の急速な水分蒸発を実現するためフライヤー下部に多数の蒸気加熱細管を密集させた加熱手段が必要と計算された。精巧な加熱手段の溶接加工費は予想外に高かった。油浄化のためのシャワー水洗や活性白土処理は、有機合成での分液抽出や吸着剤による脱色精製の経験に基づく。デンプンを含まない原料のフライ製品は乾燥瘦せし食感も頼りないので糖液浸漬してフライするが、使用後の糖液は原料からの水分の移行で希釈され再利用には濃縮の必要がある。夜間にVFフライヤーを真空濃縮装置に転用することにした。

製作したプラントの性能は80℃の油温下に60Kgの水を一挙に注入し、計算通りの油温と減圧度の推移を示すことで確認した。プラント製作に約7000万円を投じた。開発に熱中していたとき、藤井宗一氏から、黎氏の奥様が訪ねて来られ、筆者の開発を止めるように要求されたと聞いた。黎氏が複数の日本の食品メーカーと食品機械メーカーに技術の売り込みをしており筆者の動きが邪魔であるという。黎氏の来日以前に特許文献で公知になった技術は公用が許されるし、黎氏のプラントの外観は見たが内部仕様は全く知らされておらず、独自にデータ採取して設計しているので、訴訟になったとしても黎氏に勝ち目はなかならうと判断し黙殺した。

藤亀との接触を断って以後、黎氏とは音信不通であったが、2010年頃、不意に黎氏から電話があり当時のことを懐かしく語り合った。既に解散した藤亀の消息を何回も訊ねられた。余程の思い入れがあったのだろう。

6. VF 製品の開発と市場導入

本プラントの稼働が始まると筆者は投資費用の回収と売上げ確保の責任を負うことになった。高級菓子ルート開拓は久保氏が担当し価格

面で苦戦した。海外生産によるコストダウン必要性の予測はしていたが、早くも現実的要請となった。

黎氏の会社の工場長をしていた邱 耀瑞（チュウ ヨウズイ）氏が独立し中国実味企業社を興したのを知りバナナ、パイナップル、マンゴー、パパイア、人参、カボチャ等のチップを輸入した。幕張の展示会ではマレーシアのグリーンフィールド社のマイケル リム社長と知り合いバナナとパイナップルのチップを輸入した。このメーカーの装置は邱氏から購入したものであった。プラントの簡素な仕様に驚いた。中国実味企業社では機密保持の一点張りでプラントは見せてもらえなかったが、マレーシアで念願を果たせた。間もなくフィリピンから常圧フライのバナナチップが安価に輸入されるようになりVFバナナチップは市場から駆逐された。VFチップの方が食感も味もはるかに優れているが価格優先とされたのは残念である。現在もバナナチップはフィリピン製品が市場を制圧している。

菓子分野の製品バルク輸入に目処が付くと自社独自の製品開発が急務となった。一つにリングチップがあった。テストプラント試作品は絶賛されたが、本プラントの製品は色彩が悪く割れの多発に泣かされた。2年間の苦闘の末、深く反省してみると、試作品は秋に店頭で購入したリングを用いたことを思い出した。製造は数十トンもの多量のリングを扱うため量の出回る年末頃に入手し、人員の遣り繰り都合もあって冷蔵したリングを春に加工した。3年目は秋早くにリングを買い付け年末までに加工した。品質・歩留まりとも格段に向上した。生鮮のリングが日々劣化することに頭が回っていなかった。

やがて、リングチップも価格競争が厳しく購入品に切り替えざるをえなくなり、青森県弘前市の陸奥製菓（株）から一部を仕入れるようになった。訪問すると佐久間製作所製のプラントが数台設置されていて、相当額の投資と知った。後に陸奥製菓は清算となった。筆者が天野実業

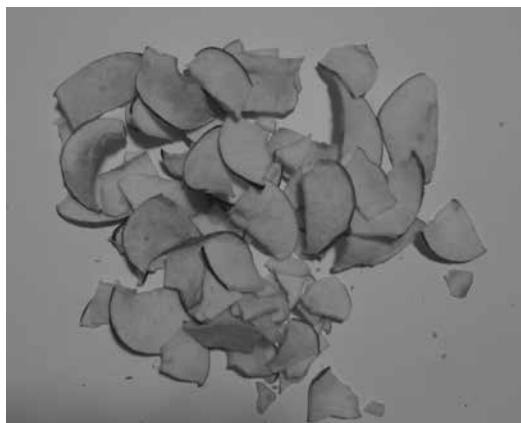


写真1 青森名産のリンゴチップ

を退職後かなりの年数が経って知人からリンゴチップのサンプル入手を依頼された。インターネットでアップルスナック（株）を見つけ電話したら応対に出た声に聞き覚えがあった。「以前の陸奥製菓の方ですか？」と訊ねたら「そうです。」との返事。弘前の桜祭りにリンゴチップはなくてはならぬ土産物として定着し地元の支援で再出発したとの話であった（写真1）⁵⁾。

天野実業に転職当初は筆者一人のVF専門課であったが、いつの間にか課員が増え凍結乾燥を含む新商品開発に業務拡大し管理業務の比重が高まった。VF関係は入社間もない伊東 平（タイラ）氏（現、（株）アルファ 経営企画室次長）に振り当てた。伊東氏は特異な開発センスで有力製品候補を探り当てた。VFとイモ類との相性の良さも明らかになった。イモ類は蒸煮してデンプンを糊化させ、凍結してからVFするとサクッとした食感の美味な製品となる。チップ状の製品は蒸煮時の相互のくっつきと割れが多く収率が極端に下がるが、ダイスやスティックはさほどでもない。

ポテトダイスは開発部の小早川課長（後、取締役）の販促で大手即席麺メーカーのNS社のカップ麺の具材に採用された（写真2）。凍結乾燥品よりもVF品の方が美味との評価であった。肉厚のサツマイモチップは特に美味で有力視された。種々の改良を行なったが、歩留まりの悪さを克服できず断念した。後に大手菓子

写真2 即席カップ麺に配合されたポテトダイス
（上部に摘出）

写真3 市販のポテトスティックスナック製品

メーカーから中厚のチップが販売されヒット商品となったが、短期間で終売となった。委託製造をしていた宮崎県の農協系企業からプラント売却の話があった。佐久間製作所製のプラントが多数設置され、投資規模の大きさに驚いた。ほどなくスクラップ化されたと聞いている。過大な初期投資と、低歩留まりの採算割れ操業で行き詰まったのであろう。フレンチポテトフライ乾燥品は菓子として販売したが、ヒットしなかった。後に、大手スナック菓子メーカーのCB社が調味ポテトスティックを商品化し大ヒットした（写真3）。

サヤインゲンとは形状と緑色が美しく野菜チップ製品の不可欠のアイテムとして市場に定着した（写真4）。納豆は美味な乾燥品となり、大手酒メーカーのST社より販促ツマミ用として購入の打診があったが、納豆菌は名にし負う耐



写真4 市販の野菜・果実フライミックス製品に配合されたVF製品

左からカボチャチップ、人参チップ、ポテトスティックフライ、サイニングフライ

熱芽胞生成菌で衛生管理上の理由で製造部が断った。乾燥納豆については後に専業メーカーができたがVFでなく凍結乾燥を採用したようだ。VFモヤシが時に即席麺の具材として製造された。膨れた状態で乾燥して色彩も美しくボリューム感があり食感もしっかりしていて好評だったが、価格面に難があった。

天野実業は即席麺周りの食材バルク供給が本業であり、末端商品の販売は不得手であったため、ほどなく菓子製品販売権は徳永製菓に売却し、即席麺用の具材に特化することになった。長らくビジネスメイトであった久保氏は退職し呉市の牡蠣の冷凍輸送会社に転職した。同社は久保氏の奮闘でチルド食品のロジスティックビジネスに転進し大躍進を遂げた。

VF製品の輸入他の海外業務が増え1990年(平成2年)4月に海外業務室が新設され移籍になった。前後して奈良県の(株)品川工業所から、中国へのVFプラント輸出に付随する製造技術供与の要請があり、海外調達先開拓のメリットもあるものと考慮し協力契約を結んだ。同社のプラントは真空ポンプではなくスチームエジェクターを用い、フライ槽に遠心分離槽の機能を兼用させ、フライ完了後にフライ槽から排油して減圧下に遠心分離する方式を採用する。この方式だと脱油制御は容易である。天野実業からは余剰スチーム急速排気による油温のオーバーシュート防止、フライ油のシャワー洗浄・活性白土処理と糖液濃縮のノウハウを提供

した。品川工業所は糖液濃縮については真空濃縮装置を併売するようになった。

中国ビジネスが一応の軌道に乗ったことを区切りとし、九州ペットフード(株)の製造部長として1996年(平成8年)9月に転職した。九州ペットフード(株)の岩田 澄博社長は前職(NH食品(株)の関連企業)でVF製品の販売を担当されていて知己となった。同社は明治製菓と技術提携していた。

思えば福山市に転居以後、藤亀の手伝い、天野実業と九州ペットフードへの転職等、VFを機縁とした職業遍歴であった。

7. VF 余聞

天野実業在籍時、あるセミナーで愛媛県工業技術センターの岡 弘康氏と名刺交換した。「半乾燥した小魚をVFすると肌が実に美しい乾燥品になる。」と聞かせていただいた。

中国、東南アジアでの海外業務の合間にVFプラントがあると聞けば視察に行ったが全て邱氏の販売したものであった。邱氏の来日時、天野実業のVFプラントを見せた。邱氏は熱風吹き込み式遠心分離に興味を惹かれたようであった。邱氏の改良バージョンには熱風吹き込み式遠心分離装置が採用された。コンサルタントとして独立後、渡台時に邱氏を数回訪問した。邱氏は台湾実業界の成功者として有名で、応接室には邱氏と李 登輝総統とが並んだ大きな写真が飾られていた。食品加工の他に農園経営、農産物流通等を手広く経営されている。台湾スナックは経営者の世代交代が行なわれ今も健在である。

天野実業のプラント制作は技術秘匿の必要から各パーツを複数の企業に分割発注したが、フライ槽の心臓部である加熱手段の製作現場を水産加工食品機械メーカーの(株)備文のスタッフが見学したとの情報が入った。同社はほどなくマイクロ波加熱を加味したVFプラントの販売を始めた。福山市の中堅造船企業のTN社の関連企業がVFに参入したが、この方式を採用していた。

藤亀に包装・梱包資材を供給した岩瀬産業(株)も岡山県笠岡市でVF製造を開始し備後地方は4社のVFメーカーが乱立するという奇態を呈した。藤亀は(株)菜果と改称し急成長して世間の耳目を集めたが、後に清算になった。同時期にVFを始めたLN社、NW社はVFから撤退した。

備後地方ではTN社の関連企業もほどなくVFから撤退した。筆者の退職後、天野実業のVFプラントは耐用年数を迎え、同社の経営規模ではマイナーと評価され撤退した。岩瀬産業は本邦初の連続式減圧フライ装置を開発・導入したが、これも清算となった。その後、経営陣を刷新してブイエフアンドティ(株)として再出発した。岩瀬産業から分派した(有)バルコの後を継いだ(株)旬香(シュンカ)が福山市でVF製品の製造を続けている。思えばVFを巡って多くの企業の盛衰があった。

現在、野菜チップ製品は中国から輸入され、特殊製品のみ国内生産されている。青森県のリンゴチップについては前述したが、山形県でもリンゴチップは名産品化された⁷⁾。

筆者がプラント設計に没頭していた時期に、九州では中園 修三氏が油温脱水法の独自の名称で普及に努められた⁸⁾。食品加工以外での応用にも挑まれ一例として廃油でヘドロや活性汚泥を減圧フライ・乾燥して減容処理するという

のがあった。斬新なアイデアで興味深く拝読した。

最近になって特許庁の電子資料には検索遡及年限が設定されていることを知ったが、以前は明治時代の特許資料までオンラインで自由に閲覧できた。VFの基本原理解である「減圧下でのフライ」は既に1947年(昭和22年)の特許に記述されていた。筆者の生年が昭和22年なので、よほどVFとは因縁が深いのだと苦笑した。この特許出願はアイデアだけで具体的な技術条件の設定には触れていなかった。

おわりに

日本のVFにはいくつかの源泉があったが、今日の普及は黎 維槍氏と藤井 昭男氏の両氏を抜きには語れない。1980年代後半、高級菓子「菜果」の急成長が世間の耳目を集め、各社の参入に火を点けたと回想される。

天野実業在籍時、菓子ルートの販売で徳永製菓(株)の徳永 隆茂社長、ボン食品(株)の田中 靖人社長に多大の御協力をいただいた。VF技術の中国への普及・指導は天野実業在籍中、および退職後も品川工業所に度々お世話いただいた。残念ながら徳永 隆茂社長、品川 士郎社長は既に鬼籍に入られた。ここに謹んで御冥福をお祈り申し上げます。

引用文献

1. 野村進：千年、働いてきました / 老舗企業大国ニッポン5版、角川グループパブリッシング、p.103, 2007.
2. 小谷明司：新しい食品加工Ⅰ、第5章 減圧フライ法、工業技術会、p.154-180, 昭和61年
3. 中華民国特許 第6410632号
4. 特許公開昭和52年848号審査包袋書類
5. <http://www.net24.ne.jp/~applesnack/>
6. 小谷明司：フードケミカル、5, 72-78, 1987.
7. <http://www.mominoki.gr.jp/outline.html>
8. 特許公告昭和54年27890号

好評発売中

定価：(本体3,200円+税)
判型：A5版
頁数：215頁

酵母との対話

偶然の機会から、酵母菌を研究材料にすることになった。これはどんな生き物だろうかという素朴な疑問から始まり、どのように解析技術を工夫をしたら自分が知りたい内容に近づけるだろうか、という試行錯誤の連続。こちら相手も生き物だから、素直な対話で相手を理解しようという姿勢から、生理学、生化学、分類学、生態学等の成果が生まれた。それらの成果を応用し、実用技術が企業を支えるまでになった。



内容紹介

- 序章 油脂を蓄積する酵母との出会い
- 第1章 教育・研究環境を整備する
- 第2章 合成培地で培養する：生理学実験の出発点
- 第3章 感覚的に把握できる内容を客観的な数値へ導く
- 第4章 培地中の無機栄養源の増減がもたらす効果
- 第5章 油脂を蓄積する生化学的機構の解析
- 第6章 アルコール発酵をする酵母との対話
- 第7章 新しい孢子形成用培地を作る
- 第8章 Lipomyces属酵母を新しく分離し分類する
- 第9章 分子生物学を門の前から覗く
- 第10章 生態系で果たすLipomyces酵母の役割
- 第11章 社会ですぐに役立つ工学への参加

著者プロフィール

著者／兎束 保之 (うづか やすゆき)

農学博士。東北大学農学部、同大学院を経て昭和41年に第一製薬株式会社へ入社。

1968年 山梨大学工学部発酵生産科助教授。

1988年 山梨大学工学部発酵生産科教授

2002年 山梨大学退官。名誉教授

2002年 放送大学山梨学習センター所長。

2007年 放送大学山梨学習センター退官。

<受賞>

日本醸造協会技術賞

お申し込み・お問い合わせは、
FAX・お電話・WEBにて

電話：03-3254-9191 FAX：03-3256-9559
<http://www.newfoodindustry.com/>

株式会社 食品資材研究会
〒101-0038
東京都千代田区神田美倉町10 (共同ビル新神田)

進化する南国酒家 — 新しいメニューをめざして —

From “Shark’s fin with crab egg” to “Happy abalone”
— Searching for Next hit menu —

宮田 順次 (MIYATA Junji)

株式会社 南国酒家 代表取締役社長

(Translated into English by Hiroshi Sakagami)



連絡先

〒 150-0001 東京都渋谷区 神宮前 6-35-3
コープオリンピア内 南国酒家
Tel: 03-5485-5605 FAX: 03-5485-6130
e-mail: j-miyata@nangokusyuka.co.jp

Abstract

Nangokusyuka creates new dishes with plenty of food stuffs harvested at every seasons, tying up with prefectures nationwide, and offers delicious Chinese cuisines that suit Japan.

南国酒家は、全国の県と提携した様々な食材、また四季折々の食材をふんだんに取り入れた新しい料理を創造し、日本に合う、美味しい中国料理を提供する。

1. 5代目社長を引き継いで

祖父の宮田慶三郎は、日本におけるマンション第1号となった「渋谷コープ」を建設し、1961年（昭和36年）、中国料理レストラン「南国酒家」渋谷桜丘店を開店させた。東京オリンピック（1964年）の翌年、コープオリンピアの地下に南国酒家原宿店を開店させた（オリンピックという名前は東京オリンピックに由来する）。原宿店は、客席500席を持つ、当時国内最大級の中国料理店であった¹⁾。しかし、バブル崩壊（1991～1993年）後の不況の影響で、売り上げが落ち込んでしまった。私は、1995年に入社し、南国酒家の再興に努力した。お客様の要求が徐々に変化しつつあると感じていたので、南国酒家の料理を進化させることに注力し、その甲斐があつてか、売り上げを立て直すことができた。1999年より、総司厨長に久保寺貞男が抜擢され、食材の仕入れ先の総点検が行われた。「酢豚」に入っている大ぶりに

1. Taking over the fifth president

My grandfather's Keisaburo Miyata built "Shibuya Corp" which became the first condominium in Japan, and in 1961 opened the Shibuya Sakuragaoka branch of the Chinese restaurant "Nangoku Sake Brewery (Nangokusyuka)". The following year of the Tokyo Olympic Games (1964), Keisaburo opened a Harajuku branch of Nangokusyuka in the basement of Corp Olympia (named after the Tokyo Olympic).

The Harajuku branch was one of the largest Chinese restaurants in the country, with 500 seats for the customers at that time. However, due to the recession after the collapse of the bubble (1991 - 1993), the amount of sales has plummeted. I joined the company in 1995 and tried my best to rebuild the Nangokusyuka. Feeling that customer's demand is gradually changing, I made an effort to evolve the dishes of Nangokusyuka, and then I have successfully rebuilt the sales of the company. Since 1999, Mr. Sadao Kubodera has been appointed as the general cooking manager, who thoroughly

表1 国内における南国酒家の店舗

	直営店	フランチャイズ店	カテゴリー
北海道	札幌店		C
本 州		富山店 香林坊店	
	新潟店		B
	浦和店		B
		Pasar 守谷下り店 南包子 Pasar 守谷下り店	
	原宿本店（本館・迎賓館）		A
	町田店		A
	飯田橋店		A
	羽田空港店		C
	目白店		C
	京王新宿店		B
	VEGE CHINA 新宿店		B
	広東炒麵東京駅店		C
	広東麵飯房東京ソラマチ店		C
	南琳華（プロデュース）		
	横浜店		B
	ラゾーナ川崎店		C
	港南台店		B
	相模原店		
	港北 TOKYUS.C. 店		C
	つゆそば専門店ららぽーと横浜店		C
	広東炒麵武蔵小杉店		C
	名古屋店		A
九 州		小倉店 博多店 大分店	

A 路面・ホテル系店舗

B デパート系店舗

C 交通機関係・ショッピングセンター・フードコート系店舗

カットされた長ネギや、塩や醤油などの調味料も全国各地から取り寄せて、味の比較検討が行われた。私は、父の宮田了（第4代社長、1976～2010）の後継として、2010年より、兄の佳明（第3代会長）から協力をいただき、第5代社長として南国酒家の実務を行うことになった。そして、日本の新しい食材探しを開始した。

現在、南国酒家は、北は北海道から南は北九州まで進出し、レギュラーチェーン店（直営店）21店舗、業務指導をしているフランチャイズ加盟店7店舗、合計28店舗まで拡張している（表1）。それぞれの店舗では、地域原産の食材を用いたオリジナルな中国料理を提供している。接待、宴会、婚礼、法事にも御利用いただいでい

inspected the suppliers of food stuffs. He ordered the onion for the "sweet and sour pork" and seasonings such as salt and soy sauce from all over the country, and compared their tastes. As a successor to my father Satoru Miyata (4th president, 1976-2010), I became the fifth president of Nangokusyuka, with a help of my elder brother Yoshiaki (3rd chairman) from 2010. I started searching for new foodstuffs in Japan.

Nangokusyuka has advanced from Hokkaido in the north to Kitakyushu in the south, and has 28 branches of restaurants totaling 21 regular chains (managed directly) and 7 franchises (receiving the business guidance) (Table 1). Each branch offers original Chinese cuisine using locally harvested food materials. We have created a variety of rich

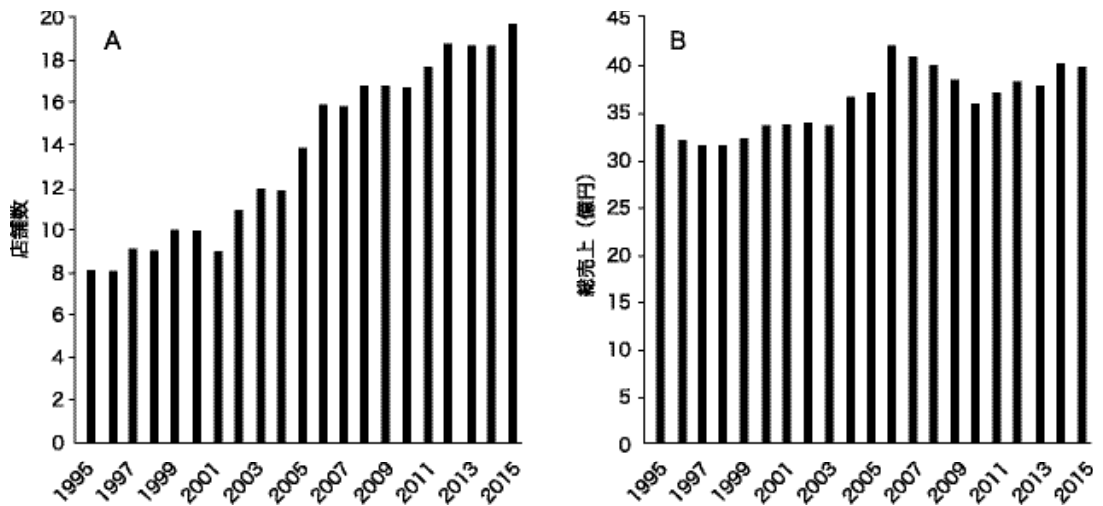


図1 過去20年間における南国酒家の店舗数(A)と売上高(円)(B)の推移

る路面・ホテル系店舗(A)、女性向けのデパート系店舗(B)、ビジネスマン、OL層、家族連れを対象とした店舗(C)などバラエティに富んだ個性的な空間を作り上げてきた(表1)。この20年間で、店舗数は8店舗から20店舗へと、2.5倍伸びた(図1A)。それに伴い、売上率も微増している(図1B)

2. 組織の活性化と人材の育成

企業は「人」によって支えられている。企業実績を伸ばすためには、社員のモチベーションの向上は欠かせない。そのための第一歩として、風通しの良い、コミュニケーションが円滑にとれる環境作りから始めた。年1回の200人規模の、情報交換会を行っている。また、月に1回、各店舗の料理長ミーティング(レシピや調理工程の見直し)、店長ミーティング(おもてなしの具現化)、女子メンバーが集まって行う女子ミーティングなど、スタッフ同士が直接会って話し合う機会を設けた。年に5回位は、各店舗に出張し、営業推進部の方や、副部長と直接会って、人事や食材のチェックなどを行う。さらに、親睦を図る企画として、ビール工場見学&研修、ボーリング大会、バーベキューなどを行っている。不定期に刊行している南国通信(社内報)は、企業の取り組み、社内イベント、スタッフ

and unique spaces for the entertainment, banquets, weddings and legal matters in a roadside / hotel restaurants (A), for women visiting department stores (B) and for businessman, office ladies and families (C) (Table 1). Over the past twenty years, the number of restaurants increased by 2.5 times from 8 to 20 (Figure 1A). Accordingly, the sales rate has also increased slightly (Figure 1B).

2. How to revitalize organization and nurture human resources

Companies are supported by "people". To raise corporate performance, it is essential to improve employee motivation. As a first step for that, we began with creating an environment that makes communication smooth. We hold an information exchange meeting on a scale of 200 people each year. We have set up monthly chef's meeting (reviewing the recipe and cooking process), manager's meeting (how to embody the hospitality) and girls' meeting. I also travel to each branch for about 5 times a year, visiting the sales promotion department, meeting the deputy manager in person, checking personnel affairs and food stuffs. In addition, as a plan to foster friendships, we are doing beer factory tours and training, bowling competitions, barbecue and so on. Nankoku communications (company newsletter) published irregularly, provides up-to-date information

紹介、店舗間の連携などの最新情報を提供している。2014年には、イベント推進課を新設し、「紹興酒の夕べ」（競合メーカーの紹興酒の飲み比べ、専門家による講習を含む）や「料理教室」などのイベントを開催している。

3. 「日本の、美味しい中国料理の提供」をめざして

南国酒家は、創業以来、「良質の食材を使用した日本人の味覚に合う、美味しい中国料理」を目指してきた。中国の料理に迎合せず、日本各地の素材をどう生かすかを真剣に考えてきた。酢豚にパイナップルを入れたり、炒飯にたらば蟹と半生状態のレタスを入れたりしたのは、南国酒家が発祥である。「かにの王子入りふかのひれ」(A)や「五目あんかけやきそば」(B)(図2)は定番料理である。オリジナルレシピである「海老、竹の子入り肉まん」(図2C)には、海老が4割も入っており、コクがありながらも、さっぱりとした味わいに仕上がっている。この特製肉まんの「うま味」は、肉と海鮮の相乗効果で生まれる。

2008年、県ごとにまだ全国に流通していない食材を使ったコース料理を提供する「美味しいもの日本」フェアを開始した。まず、注目したものが中国の人々がフカヒレ、ツバメの巣とともに「三大高級食材」として珍重するアワビであった。蝦夷アワビは、青森県、宮城県、北海道、一部千葉県で棲息しており、国内アワビの全漁獲量の約10%を占める。3カ月かけて天日干しにすると、旨み(アミノ酸)がしっかりと濃縮して閉じ込められ、また、保管コストもかからない。これまで、大きいアワビの大半は中国に輸出されていたが、標準サイズあるいは小型サイズのアワビは、干しアワビに利用されていなかった。そこで、青森県の漁業組合より、輸出に向かない小さい標準サイズ(100~150g)のアワビを仕入れ、黄金色の小判のような干しアワビを利用した料理の共同開発を企画した。この南国酒家の「干しアワビ」の活用は、農林水産省と経済産業省から継続的に支援

such as corporate efforts, in-house events, staff introductions and cooperation among branches. In 2014, the Event Promotion Division was newly established to hold events such as "Shaoxing wine evening" (including all-you-can-drink Shaoxing wine for competing company and expert lectures) and "Cooking classroom".

3. Aiming for "Delivering delicious Chinese food in Japan"

Since its establishment, the Nankokusyuka has been aiming for "delicious Chinese cuisine that meets the Japanese taste using high quality food stuffs". It has seriously considered how to make use of Japanese materials without complying with Chinese cuisine. We are proud that Nankokusyuka firstly created the idea of putting pineapple into sweet and sour pork, and cooking the fried rice with king crab and half-raw lettuce. "Shark fin with crab's eggs" (A) and "Fried noodle rich in vegetables and sea foods" (B) (Figure 2) are classic dishes. Our original menu "Meat bun with shrimp and bamboo shoot" (Figure 2C) contains 40% of shrimp, tasting rich and refreshing. "Umami" of this special meat bun is born by the synergistic effect of meat and seafood.

In 2008, we launched a "delicious Japan" fair that provides course menus using food stuffs that have not been circulated throughout Japan. We first paid attention to the abalone which Chinese people prizes as "three major luxury foods" along with shark's fin and swallow's nest. Ezo abalone inhabits in Aomori Prefecture, Miyagi prefecture, Hokkaido and partly in Chiba prefecture, accounting for about 10% of the total catch of domestic abalone. When it is sun dried for 3 months, the umami (amino acid) is firmly concentrated and confined, while storage costs are not charged. We found that the majority of large abalones were exported to China, while abalones in smaller standard size (10~150 g) were not used for preparation of dried abalones. This finding urged us to purchase the abalones of small standard size that are not suitable for export, from Shiriya fishery cooperative of Aomori Prefecture, and set up the cooperative production of a new menu with dried golden oval abalone. Utilization of "dried abalone" was approved as "Agriculture, Commerce and Industry collaborative business



図2 南国酒家の人気メニュー

する「農工商等連携事業計画」の認定を受けることになり、「ふく（福）あわび」というブランドで、普及事業を推進することになった（図2D）。「ふくあわび」は、「ふくあわびの海鮮仕立てシュウマイ」や「ふくあわび（干しあわび）姿のやわから煮込みホワイトアスパラバス」などのメニューに取り入れられている。この食材は、中華料理だけではなく、和食や洋食などにも使用されれば、青森県の地場産業の活性化や、外食産業の活性化にも繋がることだろう²⁾。

他の注目すべき食材として東京都伊豆七島でとれる伊勢海老がある。単価が高いが、東京をアピールするためにも、是非とも、新しい食材としての可能性を追求したい。付け合わせの野菜は、鮮度の良いものを使用している。油の使

plan" by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries and the Ministry of Economy, Trade and Industry. This promoted our extension project with a brand name of "Fuku (happy) abalone" (Figure 2D). "Happy abalone" is included in the menus of "Chinese steamed dumplings with sea foods" and "boiled white asparagus". If this happy abalone were used not only in Chinese but also in Japanese and western cuisines, it would surely revitalize not only the local industry in Aomori Prefecture but also the food service industry²⁾.

Ise shrimp, that can be harvested in Tokyo Izu Seven Islands is another target of us. The use of this expensive seafood would surely appeal Tokyo. We garnish only fresh vegetables. Amount of oil uses

用量は、中国の約 1/3 に抑えている。天婦羅では、油が残ると、こしがなくなるので油を捨てている。ブロッコリでは、隙間に残る油を湯通しし、十分洗い去っている。上海蟹については、採集先が不明であるため、最近は仕入れていない。ニンニク、シイタケについては、中国の工場を調べ安心できるもののみを、中国からも取り寄せている。

4. 南国酒家のコース料理

四季の食材をふんだんに取り入れた、中国料理でありながら季節感が味わえる料理を創造する。「冬」には、8 品のコースが含まれている。①料理長おまかせ いろいろ冷菜の盛り合わせ、②南国酒家 かにの玉子入りふかのひれ、③北京ダックと、岩手県産 いわい鶏手羽先の山椒紹興酒風味揚げ、④殻付き大海老のソテー八味スパイシー風味、ホワイトセロリ、生きくらげと共に、⑤黒毛和牛と鹿児島県奄美大島産 安納芋、霜降りひらたけ、青森県産 赤〜いりんごの XO 醬ソース炒め、⑥青森県産 肉厚平目のネギ・ショウガ香り蒸し、ピリ辛トウチソース仕立て、⑦佐賀県産 伊万里香ねぎとガーリック入りチャーハン、⑧高知県北川村産 ゆず茶のゼリー寄せ (図 2E)

全国の県とタイアップした様々な食材の活用：2017 年 1 月 13 日 (金) からは「福岡県」に着目したコースメニュー「おいしいもの福岡」を提供している。以下の 8 点が含まれている。①福岡県味めぐりいろいろ冷菜の盛り合わせ、スイゼンノリ 福岡県産 柚子ビネガー風味、有明海のピゼンクラゲと博多もずくの和え物、シマフグの炙り刺身 古賀市青柳醤油の特製“焦がしょうゆ”ドレッシング、はかた地どりの焼き物、玄海ポークの煮チャーシュー 福岡県産“青柳醤油”仕立て、博多かぶの甘酢漬、②ふかのひれ、はかた地どりとふぐのコラーゲン入りとろみスープ、③福岡県宗像市鐘崎産 シロサバフグのスパイシー揚げ、福岡県豊前海産 赤海老のすり身 辛子明太子風味 花巻トースト揚げ、福岡県宗像市鐘崎産 穴子の山椒風味揚げ、

is reduced to approximately 1/3 of that in China. In Tempura, all the oil is thrown away to keep the firm texture. Oil in the gap of broccoli is also thoroughly washed away. The purchase of Shanghai crab has been stopped, due to the ambiguity of its harvest areas. We purchase only guaranteed garlic and shiitake mushrooms from China, after rigorous checking their safety.

4. Course menu of Nangokusyuka

We create Chinese cuisines with the abundant food stuffs of the four seasons and provide seasonal feeling to customers. Course menu "Winter" includes the following 8 sets of menus: (i) Chef's selection of cold vegetable assortment, (ii) Nangokusyuka shark fin with crab egg, (iii) Beijing duck, and fried chicken wings (from Iwate Prefecture), flavored with Japanese pepper and Shaoxing wine, (iv) Saute of spicy flavored large shrimp with a shell, together with white celery and live jellyfish, (v) Black hair Wagyu beef, and XO sauce stir-fried Anno potato (from Amamioshima, Kagoshima Prefecture) and Hiratake mushroom and red apple (from Aomori Prefecture), (vi) Steamed thick flounder (from Aomori Prefecture) flavored with green onion and ginger, and tailored with spicy pepper sauce, (vii) Fried rice with green onion (from Imari, Saga Prefecture) and garlic, and (viii) Yuzu tea jelly (from Kitagawa village, Kochi Prefecture) (Figure 2E).

Utilization of various food stuffs tied up with prefectures nationwide: From January 13, 2017, we have started the course menu "Delicious Fukuoka", with the food stuffs from Fukuoka Prefecture. This special menu includes the following 8 dishes: (i) Cold vegetable assortment, seaweed, Yuzu vinegar flavor, Bizen jellyfish and Hakata Mozuku mixed with Japanese dressing, broiled sashimi of puffer fish with burned soy sauce dressing, locally-raised grilled chicken, roasted Genkai pork fillet, simmered with Aoyagi soy sauce, (ii) Thick soup with Shark's fin, locally-raised Hakata chicken and collagen of puffer fish, (iii) Deep fried spicy puffer fish, fried toast with surimi of red shrimp flavored with Karashi Mentaiko, conger eel flavored with Japanese pepper,

④豊前海一粒かき、剣先イカと博多蓴菜、かつお菜の XO 醬ソース炒め、⑤博多和牛のソテー 福岡県有明海産 湯がきお刺身海苔と有機玄米くろ酢のソース仕立て、⑥福岡県宗像市鐘崎産 ダルマ(メダイ)の紹興酒香り蒸し「えぞ醬」ソース 若松潮風キャベツ添え、⑦福岡県糸島市産 つまんでご卵とハマグリ入り元気つくし米のチャーハン、⑧福岡県糸島市産 牛乳伊都物語ととろ〜り濃厚飲むヨーグルト あまおうのムース仕立て (図 2F)。

有能な人材の育成：調理師学校の在学を対象としたインターンシップ、社員・新入社員研修制度を取り入れている。インターン時には、国籍が日本、日本に馴染んでいる外人に限り、東京都内に3カ所ある宿泊施設(南国寮)を提供する。

社員および顧客層も若年層にシフトしつつある現状に合わせ、プレミアム、会員カード、スマホ(顧客データ、メールアドレス)をもって顧客を対象とするカジュアルな企画、ワインの会も企画している。

他企業との連携の可能性：新しい食産業を創造するために、目標を同じくする食品会社との連携も視野にいれる。

5. 私の信条

「日本の伝統」が融合した新しい味を追及して行く。独自の感性で磨いた中国料理を創造し、全ての顧客に楽しんでもらう。

(iv) XO sauce stir fry of oyster, skeleton squid、Hakata Tsubomina and Katsuona, (v) Saute of Hakata Wagyu, tailoring of sashimi of boiled oyster with seaweed and organic brown rice black vinegar sauce, (vi) Ovine steamed with Shaoxing wine, flavored with soy sauce and cabbage, (vii) Fried rice with egg and clam and (viii) mousse tailoring with milk and yogurt (Figure 2F).

Training capable talent: We adopt the Internship for the students of the cooking school, and the employee/new employee training system. During the internship, we provide foreigners the accommodation facilities (named Nangoku dormitory, located at 3 different places in Tokyo), under the condition that they have Japanese nationality and are familiar with Japan.

We are also planning casual projects and wine society etc for the customers who have premier, membership cards, smartphones (customer data, mail address), adjusting to the current trend that employees and customers are shifting to young population.

Future collaboration: In order to further extend our creating area of new food industry, we are considering the collaboration with the food company that has similar goal with ours.

5. My creed

We pursue the new flavor that matches well with the "tradition of Japan". We create Chinese cuisine polished with our own sensibilities, so as to make all customers enjoy our creation.

引用文献

1. 宮田了, 中国料理に魅せられて—南国酒家の創業に至るまでの道程, *New Food Industry*, **59** (3): 71-74, 2017.
2. 宮田順次, 「日本の, 美味しい中国料理の提供」を掲げ埋もれた食材探しに尽力, 近代食堂 **6**, p90-93. 2016.

野山の花

— 身近な山野草の食効・薬効 —

城西大学薬学部 白瀧 義明 (SHIRATAKI Yoshiaki)

イカリソウ *Epimedium grandiflorum* Morr. var. *thunbergianum* Nakai (メギ科 Berberidaceae)

4月、木々が芽吹き、山々が緑に染まる頃、山歩きをすると淡い赤紫色で船の錨に似た花を付けた草本を見かけます。これがイカリソウです。本植物は主に本州の太平洋側から四国にかけての丘陵や山裾の雑木林などに自生する多年草で、高さ20～40cm、茎は数本そう生し、葉は紙質で裏面に毛があります。葉は長い柄をもち、3つに枝分かれした先に3枚の小葉のある1～3回三出複葉をつけ、小葉は側方と中央でやや形の異なる柄を持ち、卵状皮針形、辺縁には刺毛状の小さき歯があります。4～5月ごろ、茎の途中から長い花柄を出し総状花序をつけ、花は淡紫紅色のものが多く白または淡黄色のこともあります。4枚の花弁には長さ2cmに及ぶ長い距(きょ：細く突き出した部分)があり、花は細い花茎の先に短い穂になって咲き下に垂れます。花茎は葉群の上に出るものと下になるものがあり個体差や地域差が見られます。イカリソウの仲間はいくつかの種があり、これらの茎と葉をインヨウカク(淫羊藿、別名：仙霊脾、*Epimedium* Herba)とよび精力剤として有名です。本来の淫羊藿は中国原産の同属のホザキイカリソウ *E. sagittatum*



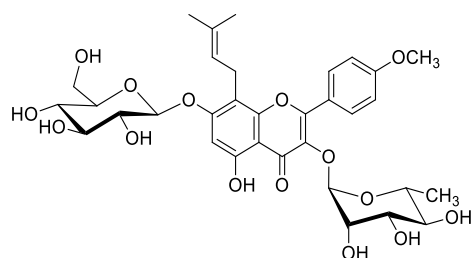
写真1 イカリソウ (花)



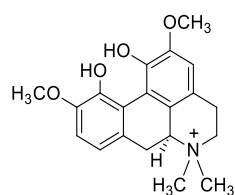
写真2 キバナイカリソウ (花))



写真3 バイカイイカリソウ (花)



icariin

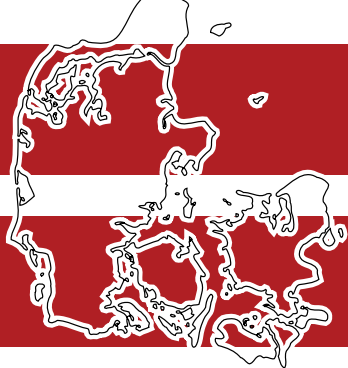


magnoflorine

図1 成分の構造式

で淫羊藿の名はヒツジがこれを食べて精力絶倫になったという伝説によります。また、ホザキイカリソウは別名を「三枝九葉草」といいますが、小さな花が穂状にたくさん咲き、花穂がたれ下らず、多数の小花をつけ外側のがく片は紫色、内側は白色、花弁は黄色で距はほとんどなく、日本には江戸時代に入ってきたそうです。漢方では補精、強壯薬とし陰痿などに用い、二仙湯^{にせんとう}などに配剤されます。イカリソウなどの成分としてはフラボノール配糖体の icariin（イカリイン）やアルカロイドの magnoflorine（マグノフロリン）が報告され、ホザキイカリソウの淫羊藿に対して、イカリソウを和淫羊藿とすることもあります。

日本に自生するイカリソウの仲間は 5~6 種類あり、イカリソウ（錨草）*E. grandiflorum* は本州太平洋側の落葉広葉樹の森の木陰などに自生し、花は淡紫、紫、白などです。トキワイカリソウ（常磐錨草）*E. sempervirens* は北陸から山陰にかけての特に雪の多い地域に分布し、葉は常緑、花は白、紅紫色です。キバナイカリソウ（黄花錨草）*E. koreanum* は北海道、北陸、東北の日本海側に自生、中国や朝鮮半島にも分布するイカリソウの変種と考えられ、淡い黄色の花を咲かせます。バイカイカリソウ（梅花錨草）*E. diphyllum* は本州の中国地方、四国、九州に自生し、花びらの先端がとがらず萼が花びらのようになり、花は径 1cm ほどと小さく、形が梅の花に似ていて花は白です。イカリソウの仲間は、山野草として人気が高く、乱獲が危惧されます。



デンマークのオーガニック食品

今回はデンマークのオーガニック食品（有機食品）にまつわる話を紹介したいと思います。

日本食といえば、2013年に「和食」がユネスコ無形文化遺産に登録されるなど、世界中から日本の食文化への注目が増えています。その背景の一つには、日本食は、健康的＝ヘルシー、というイメージが後押ししているのではないのでしょうか。一方で、日本人から見たヨーロッパの食事というと、フレンチやイタリアンなどは日本でも人気ですし、ドイツのソーセージや、スペインのハムなど、肉料理を中心とした、どちらかというとがっつり重い食事のイメージが強いのではないのでしょうか。

ヨーロッパの北の一国、デンマークも、元々は、豚肉とジャガイモを中心とする、高脂肪の食事が中心でしたが、近年は健康に対する関心が高まり、人々は健康な生活を送るために、様々な方法で健康ライフを心がけています。そしてその波に乗ってか、オーガニック食品がデンマークで急速に広まっています。



店内のオーガニックコーナー、冠のマークは、オーガニックの認定マーク



店頭に並ぶオーガニックと非オーガニックジャガイモ

デンマークのオーガニック食品は、食品省（日本の厚生労働省のようなもの）の規格に基づき、認定された農場で生産される原料で製造された食品で、消費者は、商品パッケージに表記されてるオーガニックのマークを見て、その製品が基準に基づいて生産された商品であることを確認することができます。オーガニックは、デンマーク語で、「økologisk（オコロジスク）」と表記され、通常のスーパーで入手が可能です。例えば、町のスーパーに行くと、ほとんどの店が、非オーガニック製品と、オーガニック製品の両方を品揃えており、オーガニックコーナーを特別に設けている小売店もあ

れば、オーガニックと非オーガニックを並べて陳列し、販売している小売店もあります。

また、オーガニック製品の種類も大変豊富で、野菜や肉はもちろんのこと、オートミール（デンマーク人が毎朝食べるオーツ麦）やパン、牛乳、トマトの缶詰、コーヒー、パスタ、ワインなどに至る様々な食品のオーガニック商品が販売されています。オーガニック製品がこれだけ普及している背景には、「オーガニックなのに手頃な価格」が役買っているようです。例えば、オーガニックの牛乳が140円なのに対し、非オーガニックの牛乳は、110円と、その差があまり大きくないため、消費者に広く受け入れられているのではないのでしょうか。



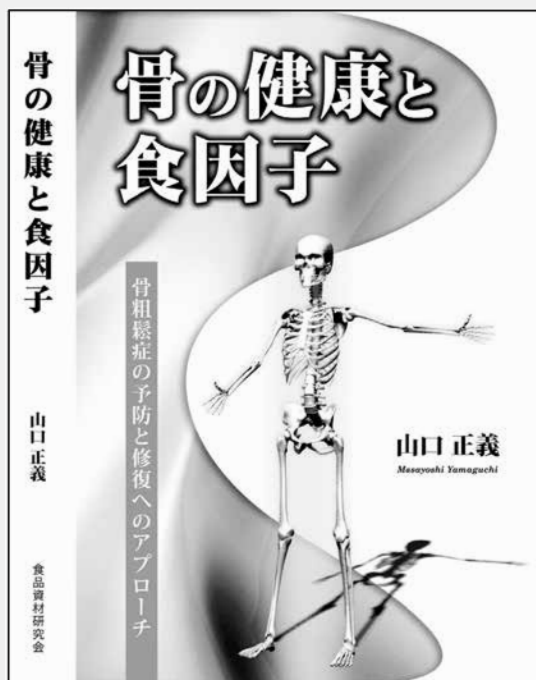
店内のオーガニックコーナーに並ぶ有機野菜

小売店でのオーガニック食品もさることながら、外食業界でもオーガニックは、一つの「売り」として訴求ポイントになっていることがしばしばあります。例えば、パン屋兼カフェのベーカリー（おしゃれに良い品物を陳列し、ちょっとした軽食を店内で食べられるようになってきているところ）は、デンマークの街のあちこちで見かけられますが、大手チェーンのベーカリーは、オーガニックのパンを販売していることをアピールし、高価ではありますが、美味しくて、オーガニックなパンを販売しています。そして高価であるにも関わらず、多くの人で賑わっています。

オーガニック食品の広まりは、デンマークの人々のヘルシー志向の高まりが反映されたものであるようですが、このヘルシー志向をデンマークの社会構造と一緒に分析すると、「高学歴であるほど、ヘルシー志向が強い」という研究結果があるとのこと。高学歴であると、高収入になる確率が高く、高収入だと、生活に余裕があり、健康に対する関心も高まる、という構図なのだそうです。また、最近では、ベジタリアンの他にも、ヴィーガン（動物性の卵や牛乳なども食べない）も小さなブームになっており、ヴィーガン用の定期宅配サービスなども一部人気を集めているようです。日本でも健康に対する関心は非常に高いですが、ここデンマークでも今後さらに拡大していく傾向にあります。

骨代謝研究の第一人者の渾身の一冊

好評発売中



国内はもちろん海外からも高い評価を受け、数多く賞を受け、国際人名録に登録されてきた著者が、長年研究を続けてきた骨粗鬆症の予防と修復における食因子の役割についてまとめあげた、食品研究における貴重な一冊

骨粗鬆症の予防と修復へのアプローチ

骨の健康と食因子

■A5版 ■定価：(本体 3,000 円 + 税)
■発行：食品資材研究会

- 生体機能はホルモン（内分泌因子）によってダイナミックに調節されている
- カルシウム代謝および骨代謝のホルモン調節のしくみ
- 骨代謝調節機能を発揮して、骨粗鬆症の予防と修復に役立つ食因子の知見とその周辺

亜鉛、大豆成分イソフラボンのゲニステイン、納豆に高濃度に存在しているビタミン K2（メナキノール-7）、温州ミカンに高濃度に含有されているβ-クリプトキサンチン、植物成分の各種フラボノイドおよびカロテンの中で p-ヒドロキシケイ皮酸、アカモクの成分、ワサビの葉柄成分、ミツバチ花粉など。

■著者／山口 正義（やまぐち まさよし）

◆薬学博士。米国エモリー大学医学部内分泌代謝学部門客員教授（任用）。静岡県立静岡薬科大学助手、講師、静岡県立大学薬学部講師を経て、1991 年より静岡県立大学大学院生活健康科学研究科助教授、1993 年から同教授。この間に、米国ペンシルベニア大学、テキサス大学およびテキサス大学の各医学部で在外研究に従事。2007 年から現職。
現在、New York Academy of Sciences, American Society for Bone and Mineral Research, American Society of Biochemistry and Molecular Biology の会員、日本生化学会評議員、International Journal of Molecular Medicine, Journal of Osteoporosis など国際誌 10 誌の編集委員。

お申し込み・お問い合わせは、
FAX・お電話・WEB にて

電話：03-3254-9191 FAX：03-3256-9559
<http://www.newfoodindustry.com/cheese.html>

株式会社 食品資材研究会
〒101-0038
東京都千代田区神田美倉町 10（共同ビル新神田）



酒造りの文明史⑧

古賀 邦正 (KOGA Kunimasa)

(一財) 自然環境研究センター

8. ワインとビール：近代後期の欧米日などの動きとワイン・ビールの変遷

前回は 18 世紀後半の産業革命以降、19 世紀末までの主にヨーロッパの動きとワイン・ビールの変遷について述べた。産業革命によって大量に作られたモノ中心の経済（資本主義経済）は利潤と市場を求めて世界を相手に一人歩きを始めたのが近代前期だった。

今回は 19 世紀末から第一次世界大戦の終わりまでの近代後期についての世界の動きとワイン・ビールの変遷を概括したい。20 世紀前半は戦争の世紀と言われるが、利潤と市場を求めて列強が互いに競い合った結果、2 度の世界大戦へと突き進んだ。この激動の時代のなかでワイン・ビールはどう変遷していったのだろうか？

5-21. パスツールに見る“19 世紀後半は科学の変極点”

◆パスツールの業績とその時代

19 世紀以降の科学技術の進歩は目を見張るものがある。人類は“神の目”ではなく、“人の目”で自然の諸現象・諸物質を客観的に見ることを身につけ、大量に効率的にモノを作り出し、モノを通して世界をコントロールすることを知った。科学技術の発展が国を豊かにすることに気づいたのだ。19 世紀後半は科学が大きく変貌を遂げた時代であったが、科学の劇的な変貌ぶりの象徴がパスツール（1822-95）だったと私は思う。彼は好奇心旺盛で自己顕示欲の強い科学者であると同時に愛国者だった。自然の真の姿を明らかにしたい、そして明らかにしたのは自分である事を知って貰いたいという欲求と明らかにした事を利用して人の役に立ちたいという欲求を併せ持っていた。前回も、パスツールのワイン・ビール醸造への貢献を述べたが、彼の研究成果についてさらに詳しく列記することによって、この時代の科学の変貌ぶりを見てみたい。

酒石酸の結晶形：パスツールの最初の研究成果はワインの澱中の酒石酸の結晶の偏光性に注目して、酒石酸の結晶は 2 種類あり、互いに鏡像関係にあることを明らかにした。彼はこの結晶形の違いはワインの美味しさに関係していると考えたが、この考えは立証されることはなかった。

アルコール発酵と腐敗：1854 年にリールの理科大学の主任に任命され、甜菜糖からのアルコール製造について相談を受けて発酵への興味に目覚め、アルコール発酵だけではなく乳酸発酵・酪酸発酵・酒石酸発酵などの現象解明にも精力的に取り組んだという。正常なアルコール発酵には酵母しか認められないのに異常発酵の場合には酵母以外に多数の細菌が存在している事を指摘する。

低温加熱殺菌法：1863 年、フランスから輸出したワイン 520 万 KL が腐敗するという事件がおきた。これはフランスワインの名声を高めるためパリ万博でも大いに力を注いだナポレオン 3 世（位 1852-70）にとっても大変ショックであり、彼はパスツールにワイン腐敗防止の研究を依頼した。パスツールは腐敗に関与する細菌の発育を抑制すればワインの腐敗を防ぐことができると考えた。低 pH でアルコール濃度約 10% のワインの場合、55℃に一定時間保てば充分殺菌でき、

ワインの風味を損なわず品質も安定化することを示した。この低温殺菌法は“パスツリゼーション”と呼ばれて、ワイン、ビール、牛乳などの長期保存を可能にし、大量生産への道を拓いた。

酵母増殖・発酵への酸素の影響：酵母は酸素があるとさかんに増殖し、酸素がないと増殖が抑えられてアルコール発酵を行なうが、この性質を見つけたのがパスツール。この現象はパスツール効果と呼ばれている。生物の代謝反応研究への緒になる発見だった。

生命の自然発生説の否定：微生物の存在や役割が明らかにされても、その誕生に関する論争は続いていた。肉汁スープを置いておくくと微生物が湧いてくる現象を例にして、これは神によって精気が与えられたためという意見と微生物とはいえ人間と同じように親がいてその混入によるという意見の争いだった。論争はレーヴェンフックが微生物を見つけた17世紀以来、19世紀後半の時代まで延々と行われていたのだが、その論争に終止符を打ったのがパスツールだった。彼は、空気中からの落下菌が肉汁スープ腐敗の原因と考え、気体は自由に出入りし落下菌が混入しない容器を考えた(図5-50)。初めに首が真っ直ぐのフラスコに肉汁を入れた後、フラスコの首を曲げる。肉汁を煮沸沸騰して容器内を殺菌した後、静置して大気が自由に出入りできる状態に長い間保っても肉汁が腐敗しないことを示したのだ。この簡単明瞭な実験で微生物の誕生は神による精気付与とした守旧派の意見は見事に否定され、長い論争に終止符を打ったのだ。

微生物ワクチン：さらに、あくことを知らない彼の興味は病原菌へと向かった。パスツールは病気の原因は微生物であり、その病原菌を弱めた微生物ワクチンを予め接種すればその病を防ぐことができると考えて、実際に弱毒化した炭疽菌をヒツジに接種してヒツジが炭疽菌によって冒されないこと、弱められた恐水病菌を注射して、狂犬に噛まれた少年を狂犬病から守ったことで彼の考えの正しいことを証明した。

このように彼の研究成果の幅広さには目を見張るものがある。微生物の生命がどこから来たかも分からず、その役割も分らない状況から微生物にも親があり、腐敗や発酵や病気に関与していることを明らかにした。さらには、発酵がうまく進行する方法や弱毒病原菌のワクチンを開発して病を予防する方法を開発したのだ。このことは彼の時代の科学技術とそれを取り巻く情勢が大きく変化していた時代であったことを示していると思う。そして、パスツールの時代を過ぎると、本当の意味での科学の時代に突入してゆくのだ。

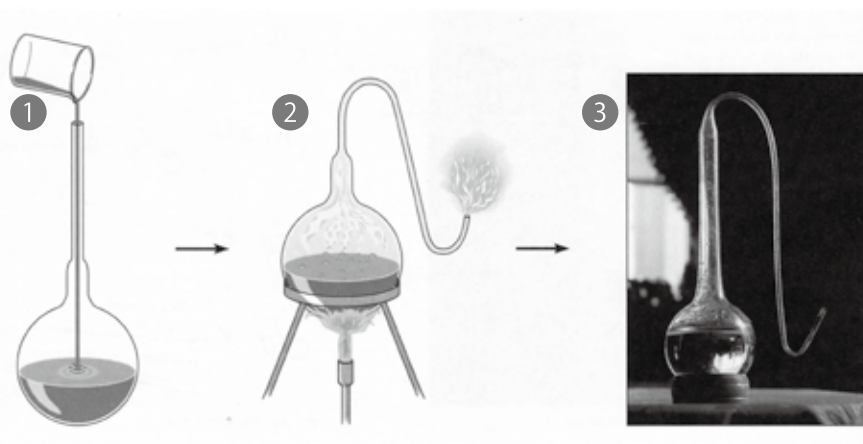


図 5-50 自然発生説を否定したパスツールの実験(「Microbiology」より)

①首の長いフラスコに肉汁を注ぐ。②首の部分熱してS字型に曲げ、数分間、肉汁を沸騰させる。③冷却した肉汁を長期間、置いておいても菌は出現しない。

◆パスツール時代のビール醸造の実際

19世紀後半から世界の大勢はピルスナータイプのラガービールに向かっていったが、醸造技術に磨きがかかって上面発酵のビールの品質も向上した。イギリスのエール、ドイツ・バイエルンのヴァイツェン、デュッセルドルフのアルト、ケルンのケルシュなどがとくにこの時代から知られている。

パスツールの「ビールの研究」では19世紀後半に行われていた上面発酵および下面発酵のビール造りの手順が詳細に述べられているので、以下に紹介したい。

上面発酵：開放式の槽内の一定温度の湯に粉末にした麦芽を入れて攪拌、糖化してビール麦汁を得る。ビール麦汁は約20℃まで冷却された後、酒母が添加される。発酵が進み、液の表面に軽い白い泡の形成が認められる時点でこの発酵液を樽（50L～100L、通常は75L）に分注する。この樽を18℃から20℃の地下の穴ぐらの貯蔵発酵室に入れる。発酵が進んで泡の形成が著しくなると、酵母は泡と一緒に樽の注ぎ口の穴から溢れ出し、樽の傾斜面に沿って流れ落ちて樽の下に設けられた共同溝に集まる。これは次回の発酵のための酒母として使われる。発酵の期間は3日から4日。酵母が流れ出て発酵液が透明になった時点で発酵は終了。樽に栓を打ち、小売店や消費者に向けて直送する。発酵温度は19℃～20℃で開始し、発酵熱の影響で最盛期には20℃～21℃になる。溢れ出る発酵液中に酵母がいるかいないかが発酵終了の目安となっており、この様式であれば酵母は発酵中に液面に浮く上面発酵酵母であることが必須である事がよく理解される。

下面（低温）発酵：麦芽粉末を低温の水に少しずつ加えて、徐々に温度を上昇させて糖化してビール麦汁を得る。ビール麦汁は冷却の後、開放式の木樽に注ぎ分けられる。この冷却作業は6℃～8℃で行われ、外気温の影響を受けて温度が高くなると倒立円錐形や円筒形のナジュールという浮きに氷をいれたものを発酵槽に入れて低温に維持しておく。発酵期間は10日～15日、時には20日に及び、酵母生成量は上面発酵に比べて少ないがビールを移した後に槽の底から採取して、次回の発酵に用いる。できたビールは低温下で貯蔵しておくため、1hLのビールの場合、はじめの麦汁の冷却工程から販売に供するまでには、最小限に見積もっても100kgの氷を必要とするという事だ。

パスツールの時代には、まだ、工程で用いる容器は開放系の木製、糖化工程と発酵工程が明確に分かれておらず、できたビールはなまものでそのまま消費者に届けられる。この頃、瓶ビールも世に登場していたが、彼の報告には記載されていない。フランスにいたため当時のビール造りの最新情報が得られにくかったのかも知れないが、産業革命を終えた時期とはいえ、現代のビールの醸造工程とは相当隔たりがある。

1880年、ロンドンの学者が当時のイギリスエールビールとドイツラガービールの品質の違いについて次のように指摘しているという。「ラガービールの原麦汁濃度はエールビールより低く、英国エールビールは発酵度が高く、アルコール含量が高く、キレがいい。一方、ドイツラガービールは発酵度が低く、残エキス分が多く、甘味を感じる。主発酵の最盛期には沸騰するほどの激しい上面発酵法では、よく糖を食い切りドライなビールが醸成されるのに対して、低温で穏やかに発酵する下面発酵では、発酵度が低下して、糖が残って甘みのあるビールが仕上がる。（『麦酒伝来』）低温発酵は、まだ、発酵をしきっておらず糖が残っている場合が多かったようで、発酵技術そのものも現代とは開きがある。しかし、この頃にはエールビールからラガービールへの切り替えがヨーロッパのあちこちで起こっていた。

5-22. 近代化に間に合った国々（独・伊・日・米など）の動きとワイン・ビール

◆「諸国民の春」に目覚めた国々

フランス二月革命（1848年）に多くの国々が影響を受けた。統一が遅れていたドイツ領邦のオー

ストリア・プロイセン、イタリアなどでは自由主義・民族主義運動が盛り上がった。一挙にヨーロッパ中の市民的自由と民族の独立が実現するという事はなかったが、ウィーン体制は過去のものとなって歴史は一步前に進んだ事は確かだった。とくに、神聖ローマ帝国の影響下のもとなかなか統一ができなかったイタリア・ドイツが、これを契機に国家統一を果たすに至った。

○イタリアの統一とワイン事情

中世以来、神聖ローマ帝国の影響下にあったイタリアは19世紀になってもヴェネツィアやミラノなどにオーストリア軍が駐屯して統一しにくい状況ではあったが、統一運動は穏和な自由派と急進的な共和派に分かれて各地で地道に続けられていた。1848年以降は自由派のサルデーニャ王国(1720～1861)が統一運動の中心となり、イタリアからのオーストリア軍排除の目的でフランスと密約を結んでオーストリアに宣戦(イタリア統一戦争、1859年)してこれを破り、1860年に中部イタリアを併合。さらに、南部の統一を目指していた赤シャツ隊の貢献によってシチリア・ナポリを手に入れ、1861年にイタリア王国(1861～1946)が成立した(図5-51)。

もともとワイン王国だったローマ帝国が滅亡した後、長い間、統一されることのなかったイタリアには各地でたくさんの土着のブドウ品種が栽培されていたが、いずれも地酒ワインの域を出ることはなかった。しかし、統一後、1873年のウィーン万博にイタリアワインを出品して、国際的にも徐々に認められるようになっていった。イタリアで最もよく知られているワインの産地はイタリア中部のトスカーナの大部分をカバーする丘陵地帯(標高500～650m)で、「キャンティ・ク



図5-51 イタリア・ドイツ統一時(1870年頃)のヨーロッパ(「世界史図録」より)

ラシコ」を産する地域を取り囲むような形で広大に広がっている。また、北西部のピエモンテ州も「王様のワイン」と称せられるバローロなどの赤ワインの産地として古くから知られている。古い歴史を持つ土着のワインは観光資源としても人気を博するようになっていったのだ。

○ドイツの統一とビール事情

ウィーン体制後のドイツはプロイセン・オーストリアを含む 35 の君主国と 4 つの自由市からなるドイツ連邦だったが統一国家ではなかった。しかし、二月革命の影響を受けて統一への動きが強まり(三月革命)、プロイセン国王ウィルヘルム 1 世(位 1861～72)に託された首相ビスマルク(任 1867～90)は統一への障害を除くために軍備増強を行った(鉄血政策；鉄は兵器・血は兵士)。

当時、オーストリア帝国はドイツ以外の地(ハンガリー・ボヘミアなど)を支配しているにも拘らずドイツ連邦を構成していて、ドイツ統一への最大の障害だった。ビスマルクはプロイセン・オーストリア戦争でオーストリアを破ってオーストリアを排除した北ドイツ連邦(1867～91)を結成した。続いて南部諸国の連邦への参加を妨げるフランスをプロイセン・フランス戦争(1870～1871)で破り、ドイツ帝国(1871～1918；皇帝はウィルヘルム 1 世(位 1871～88))を建設、統一を成し遂げた(図 5-51)。統一後のドイツの発展は著しかった。ビスマルクは国内のカトリック教徒や社会主義運動を弾圧する一方、政府主導による社会政策を進めてドイツ帝国をイギリス・フランスに続くヨーロッパの大国に発展させた。また、1882 年にはオーストリア・イタリアと三国同盟を結ぶとともに、ロシアとの親善関係を進めるなど、巧みな外交戦略でロシアの南下政策を挫折させた。

オーストリアは、オーストリア・ハンガリー帝国(1867～1918)に国家を再編成した。オーストリアにはマジャール人のハンガリー以外にもチェコやスロヴァキアなどスラヴ系民族の地域があり、彼らも自治権要求を活発化し、これをパン＝スラヴ主義の立場からロシアが支援したためオーストリアとロシアの対立は徐々に激しくなった。

もともとはビールもワインもというお国柄だったドイツだが、19 世紀後半にはラガービールが大きく花開いた。当時のミュンヘン市民のビールの飲みっぷりは大したもの、1899 年の統計ではミュンヘン市民一人当たり 511L/年だったという。これには子供も乳幼児も含まれるので、成年男子だと 4～5L/人・日ということになり、摂取カロリーの 3 分の 1 をビールから摂っていたことになる。(『麦酒伝来』) 1901 年にドイツ全体で 490 のビール醸造所が株式会社となり、資本合計は 8600 万マルクだったが、1910 年には 619 を数えて 1 億 6000 マルク、1914 年になるとドイツビール界の投下資本 10 億マルクで、ビール工場数(製麦工場含む)は 10365 だったという。(『ビール礼賛』) 統一以降のドイツの産業発展ぶりがビール造りを通してよく分かる。

◆アメリカの独立・発展とワイン・ビール事情

○アメリカの独立革命とその後の発展

アメリカ大陸に遅れてやってきたフランスとイギリスが領有したのは北米大陸東部の地域だった。活発な植民活動を行ったイギリスは 18 世紀前半までに東部海岸に 13 の植民地を建設。財政難を切り抜けるため植民地に課税を強めようとしたイギリス本国と植民地との対立が強まり、1775 年にボストンで武力衝突が起こった(ボストン茶会事件)。翌年には基本的人権、平等、生命・自由・幸福追求の権利などを謳った独立宣言がジェファークソン(1743-1826)によって発表された。フランスなどの列国がアメリカを支援したため、イギリス本国は 13 の植民地の独立(アメリカ合衆国)を承認し、ミシシッピ川以東の地を割譲した。1787 年に三権分立に基づく連邦政府が生まれ、

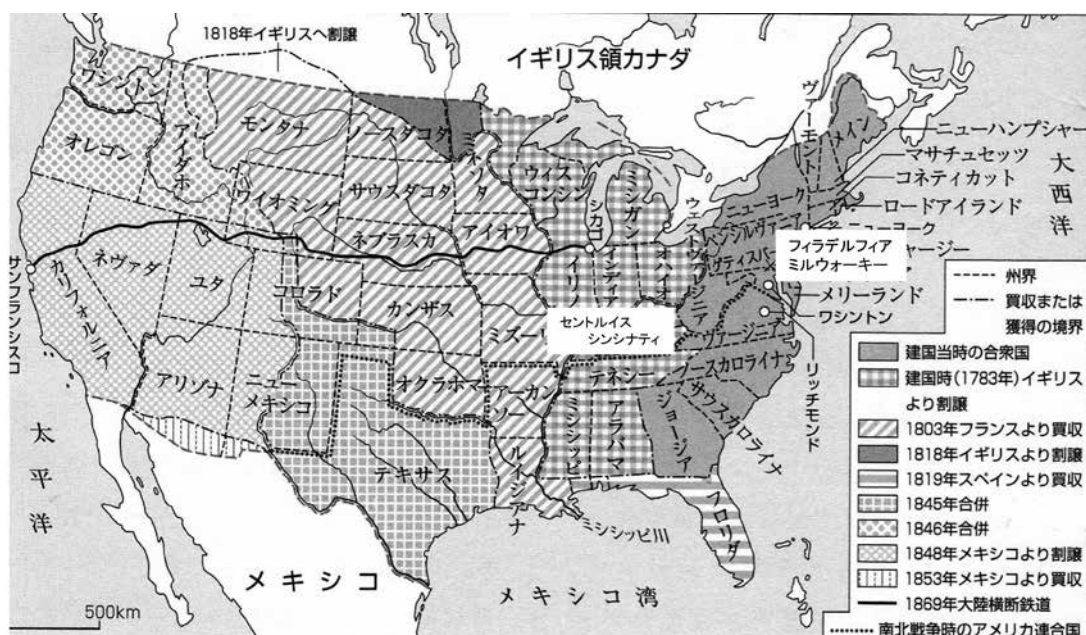


図 5-52 アメリカ合衆国の発展（「もう一度読む世界史」より）

アメリカはイギリスからの割譲、フランス・スペインからの買収、メキシコからの割譲・買収によって領土を拡大した。

独立戦争で活躍したワシントン（任 1789～1797）が初代大統領に選ばれて近代国家への道を歩み始めたが、黒人奴隷や先住民の権利は認められなかった。第 5 代大統領のモンロー（任 1817-25）はウィーン体制下のヨーロッパ諸国のアメリカ大陸への干渉を排除し、独自の発展をたどる道を選んだ。領土を西方に次々と拡大し、19 世紀の半ばには太平洋岸に達したが、フロンティア（辺境）が西に移動するにつれて開拓された新しい領土が豊かな国内市場を産んで、アメリカ産業は発展の一途をたどった（図 5-52）。一方、先住のアメリカインディアンは圧迫されて絶望的な反攻を繰り返したが、その人口を大きく減少させることになった。

合衆国南部では黒人奴隷による大農場での綿花・タバコの生産が行なわれ、イギリス本国などに輸出していた。そのため、南部は奴隷制の維持と自由貿易論が強く、工業地帯の北部は自由な労働力確保のため奴隷廃止と保護関税論が強いため南北地域の利害対立は深刻化した。1860 年に北部出身のリンカン（任 1861～65）が大統領に選ばれると南部は連邦を脱退したため南北戦争（1861～65）がおこったが、リンカンは世論を味方につけて勝利をおさめた。南部を経済的に支配した北部は大陸横断鉄道の完成（1869 年）による西部の市場の取り込みもあって飛躍的な発展を遂げた。

西部フロンティアを開拓したアメリカは、1889 年にパン・アメリカ会議を主催し、ラテンアメリカでの影響力も強めていた。そして、1880 年代に独占資本の形成が進み、19 世紀末までにはイギリスを抜いて工業生産で世界一となった。対外的にも 1898 年の米西戦争に勝利した結果、フィリピンなど太平洋に植民地を領有、1899 年に中国に対する「門戸開放宣言」や「主権尊重」を発表して、中国大陆にも影響力を示した。20 世紀に入っても、ルーズヴェルト（任 1901-09）、ウィルソン（任 1913-21）大統領のもと、国内政治では革新主義政策を進めながら、国外では海外市場の拡大につとめた。

○アメリカ独立当時のワイン・ビール事情

カリフォルニアワイン：現在、カリフォルニアのワインはよく知られているが、16世紀にスペイン人によってメキシコで始められたワイン造りは18世紀にメキシコ領だったカリフォルニアに伝わった。1848年の米墨戦争でカリフォルニアがアメリカ領となったのを契機にワインの品質が向上し、大陸横断鉄道が開通してカリフォルニアワインは東部にも知られるようになって、着実に発展した。

アメリカビールの誕生：北米で初めてビールが製造販売されたのは今のニューヨークで1623年のこと。当初は原料が雑多でグルートタイプだったが、やがて大麦とホップを用いた本格的なビールも造られるようになった。ワシントン大統領は創成期のビール醸造の貢献者で、ポトマック川沿いの醸造所で品質の良いビールを生産していた。

また、ルイ14世(位1643-1715)がライン川流域を侵略した時、難を逃れたドイツ系移民(5～6.5万人)が18世紀中頃にペンシルバニア州フィラデルフィアでビールを造り始めた。

○アメリカビール、世界一への道

アメリカでのビール造りは順調に発展、1810年にはペンシルバニア州内48醸造所で7万バレル(8363kl)のビールが造られていたという。この年のアメリカの人口は700万人を超えていたが、国全体では132ヶ所の醸造所、18万5000バレル。まだ、ロンドンの1醸造所ぐらいの規模だった。しかし、1848年、統一前のドイツの国情が不安定なために、再度、セントルイス、ミルウォーキー、シンシナティに多数のドイツ人が移民してビール造りを始めた。セントルイスのアンホイザー・ブッシュ、ミルウォーキーのシュリッツなど、いずれも現在、有力な銘柄を持つビール名産地となっている。1850年、全米で431の醸造所が50万バレルのビールを造っていたが、10年後には1269の醸造所が100万バレルを造るようになった。アメリカの人口は1850年；2300万人、1860年；3000万人、さらに1880年から1910年にかけて2倍近く増加している。アメリカ全体のビール製造量は1880年に1300万バレルだったのが、1910年には5350万バレルになった。税制で優遇措置がとられたこともあって、このアメリカのビール醸造の急速な発展の結果、ドイツを抜いて世界一のビール生産国となってゆく。(『ビール礼賛』)

アメリカも1850年代まではエールの時代であったが、1850年代の半ば過ぎからラガーがエールを凌駕し始めた。1880年代になると純粋酵母でのビール造りも始まり品質もさらに向上した。また、19-20世紀の境目の頃、濾過とアーティフィシャル・カーボネーション(人工的に炭酸ガスを吹き込む)が標準的に行われるようになっていたという。また、この頃になると400人から1200人収容のビア・ガーデンができ、ドイツ人の好む音楽を聴かせ、ドイツ移民たちは家族連れで楽しんだ。

アメリカでのビールの発展の一つに瓶詰めビールの普及があげられる。独立戦争後にアメリカの硝子工業は軌道に乗り、1766年5月のヴァージニア新聞に「空き瓶とコルクを送付される顧客にはポーターなら6シリング、エールなら4シリングで1ダースを丁寧に詰め、コルクで栓をして差し上げます」という広告がでたという。

1877年には瓶詰めの際には蒸気殺菌を行っている。初めはビールを詰めコルクの栓で密閉した瓶をバスケットに入れて水層に沈め、それをスチームで熱していた。瓶詰めビールの需要が高まった1880年代と90年代には瓶詰めビールを入れた大型のバスケットをクサリで引っ張って多数の噴出口から蒸気を噴出させた通路を通過させる連続作業に変わり、さらに瓶をコンベヤーで蒸気の通路に絶え間なく送り込む流れ作業に進歩した(1895年、バプスト醸造所報告書)。また、1892

年、ウィリアム・ペインターによって瓶の王冠キャップが発明され、機械で瓶にキャップできるようになって、さらに効率化が進んだ。

1880年代から90年代にかけて瓶詰め需要が急激に増加した。例えば、ミルウォーキーでは、1870年には10万8000バレルだった瓶詰めビールの生産量が1890年には180万9000バレルに達したという。瓶詰め殺菌法が一般化したこと、醸造所が清潔になったこと、そして製造技術の進歩の結果、アメリカはヨーロッパより瓶詰めビールが圧倒的に多くなった。当然、製瓶技術も大きく進歩し、大量に殺菌に耐えるビール瓶を作れるようになった。1900年にはアメリカで販売されるビールの20%が瓶詰め、10年にはドイツで販売されるビールの33%が瓶詰めということだから、瓶詰めビールは世界的に普及したのだ。

(図5-53)



図5-53 バドワイザーを載せたお盆を持つウェ이터（19世紀終わり）
（ビールの歴史（原書房）より）

結局、19世紀後半にアメリカでビール需要が増えて世界一になった理由は、①急激な人口増加、②高品質（瓶詰め）ラガービールの大量生産、③肉食生活にタンパク質の少ない（トウモロコシ、コメ添加）ラガービールがマッチ ③蒸留酒からの乗り換え（禁酒運動、健康指向）などが考えられる。（『ビールの文化史2』）

◆列強の積極的なアジア進出

欧米列強が積極的なアジア進出を展開した19世紀には、近代化の荒波が否応なしにアジア諸民族を襲うことになる。産業革命までのヨーロッパ人の商業活動はアジアの特産物を購入するだけの“片貿易”にとどまっていたが、産業革命以降はヨーロッパ本国の製品販売市場および原料供給地として資本主義経済圏に取り込まれた結果、アジア各地域の古くからの社会構造・政治体制が大きく揺らぐことになった。機械生産製品の流入のために多くのアジア諸地域の手工業は衰退した。また、列強への原料供給のために綿花などの単一作物栽培が行われ、自給自足の農村経済はくずれ、農民の貧しさはさらに進んだ。欧米列強の商業活動は領土支配の植民地体制へと発展して、多くのアジア諸国は主権を失い、武力を背景とした開港要求のもと不平等な経済関係を強制されることとなった。

列強のうちアジア進出が最も顕著だったのがイギリス。強大な工業力と海軍力のもと、インドを中心に東はミャンマー（ビルマ）・マレー半島から西はペルシア湾にいたる広大な地域を支配し、また、中国市場進出の中心勢力となった。一方、フランスは北アフリカから西アジア方面に進出を試み、東アジアのインドシナを植民地化した。ロシアは中国の清王朝（1616-1912）がイギリスとの戦争（アヘン戦争・アロー戦争）や太平天国の乱で混乱している時、清の領土獲得を目的に積極的な進出政策をとった。ウラジオストク港はこのとき開かれ、また中央アジアへも領土を拡大した。

◆日本の明治維新とワインとビール

○明治維新と日本の動き

17世紀のなかば以来、鎖国を続けてきた日本は最後に辛うじて列強の仲間入りすることとなっ

た。1853年アメリカのペリーが来航して開港を要求すると、江戸幕府は日米和親条約・日米修好通商条約を結び（オランダ・ロシア・イギリス・フランスとも締結）、開国した。結局、江戸幕府は大政奉還して1868年明治政府が成立（明治維新）。この大変革には、いろいろな思いが交錯しただろうし、実際に混乱もあったが、比較的スムーズに政権移譲がなされた。19世紀中に産業革命・近代化を達成しなかった国は、その後、列強によって植民地化されたことを思えば賢明な選択がなされたことになる。

明治政府は積極的に欧米文化を導入、近代国家建設を進めたが、一方で、近代化が遅れて植民地化が進んでいた東アジアの近隣諸国とは距離ができたことも否めない。1879年、江戸時代から薩摩藩を通して支配していた琉球を沖縄県とし（琉球処分）、日本の領土であることを明確にした。また、鎖国を続けていた朝鮮に対して、1875年、軍事力を背景に日朝修好条規を結んで釜山などの3港を開かせたが、琉球・朝鮮の宗主権を主張していた清との間の緊張感が高まった。1894年、朝鮮に甲午農民戦争が起こると、日本・中国ともにこれの鎮圧を目的に出兵し、日清戦争（1894-5）が起こった。この戦いに日本が勝利した結果、清は日本に対して朝鮮独立を認め、賠償金を支払い、遼東半島・台湾・澎湖諸島を割譲、開港場での起業を承認した。また、中国に対して南からイギリス・フランス、東から日本、北からロシアの帝国主義的進出が加速され、古くから続いてきた中国による東アジアの国際秩序は崩壊し始めた。そして、中国東北から朝鮮への支配を広げようとするロシアとこれに脅威を覚えた日本との戦いが起こった（日露戦争、1904-5）。日本はこの戦いに勝利し、中国大陆への進出を加速させることになった。

○日本の産業革命

明治政府樹立後、政府は「殖産興業・富国強兵」のスローガンのもと国の近代化に急ぎ、1886年頃から綿糸紡績や生糸製糸を中心に資本主義が発展成長した。紡績業は人力から機械紡績となり、原動力も水力から蒸気機関へと代わった。大規模な機械工場は順調な発展を遂げ、1891年には製糸の国内生産高は輸入高を超え、国内需要の72%を満たし、中国への輸出も開始した。蒸気機関の発展に伴って石炭産出量も増大したが、鉄鋼の多くはまだ輸入に依存していた。しかし、日清戦争後、さらに日本の経済はめざましい発展を遂げた。1897年に官営八幡製鉄所が創設され、1901年以降、本格操業が開始、重工業発展の基礎を築いた。

交通運輸も発達した。1872年、新橋-横浜間が開設された後、鉄道の営業距離数も順調に伸びた。海運では、1885年に日本郵船会社が成立、1893年にはインドのボンベイ航路、1896年にはヨーロッパ・アメリカ・オーストラリア航路が開設された。

日露戦争後、大陸市場への進出によって日本資本主義はさらに飛躍的に発展を遂げた。その特徴は、重工業の発展が目覚しく、資本の集中が進み独占が形成されてきたことだ。満州の鉄・石炭資源が確保され、製鉄・車両・造船・機械などが発展した。1901年に操業を開始した八幡製鉄所が1906年拡張され、銑鉄の国内生産額の70%を占めるようになった。八幡製鉄所の生産は、1901年からの15年間に銑鉄が3万トンから24.7万トン、鋼材が0.3トンから26.5トンに激増。民業も、日本製鋼所、釜石製鉄所、住友寿綱書、日本鋼管などが設立された。造船業も1897年から著しく発展した。トン数による生産数量は、1894年を100とすると、1897年に321、1902年に402、1907年に745、1912年に1245となる。とくに、日露戦争後は国内自給率が50%を越え、長崎・川崎の造船所のほか、横須賀・呉の海軍工廠で優秀な軍艦を建造した。また、電気・ガスなども発達を遂げ、紡績業・製糸業なども一段と発展した。（『いっきに学び直す日本史』）

○日本のワイン造り・ビール造り，ことはじめ
ワイン造り，ことはじめ：ワインもビールも
 馴染みのある酒として日本に定着するのは明治
 維新以降のこと。しかし，約 5000 年前の縄文
 中期の遺跡（長野県井戸遺跡，山梨県釈迦堂遺
 跡）から出土した有孔罎付土器（図 5-54）に
 ワイン造りの形跡が見られる。この土器のフタ
 には穴があいており，中にヤマブドウの種子が
 残っていたことから，ヤマブドウを発酵させて
 ワインを造るのに用いられたものと推定されて
 いる。



図 5-54 半人半蛙文有孔罎付樽
 （井戸尻考古館 HP より）

1695 年の本朝食鑑は江戸時代の食べ物百科
 だが，これにワインの造り方が記載されている。そして，明治の文明開化と共に産業としてのワイ
 ン造りが日本でも始まった。「日本ワインぶどうの父」と称せられているのは川上善兵衛氏。新潟
 県高田（現上越市）の大地主の家に生まれた善兵衛は，農民救済のため新しい産業としてワイン醸
 造に着目したという。交流のあった勝海舟からも「欧米の食生活に不可欠なワインがやがて日本に
 も普及するだろう」という話を聞いて，一層その思いを強くしたということだ。1890 年（明治
 23 年）に自宅の庭園に鋤を入れてぶどう園を作り，1893 年には自ら収穫したぶどうを用いて初
 めてワイン造りを行なった。善兵衛は岩の原葡萄園を設立し，ワイン造りに励んだが，その間，越
 後の気候風土に適したブドウを求めての品種改良に没頭し，約 1 万種の品種交雑の中からマスカッ
 ト・ベリー A をはじめ，22 品種の優良種を世に送り出した。また，発酵でもいろいろ知恵を絞る，
 発酵温度のコントロールや夏場のワイン貯蔵庫の温度管理に越後名物の雪を利用したという。ヨー
 ロッパでワインやビールの発酵に温度計や糖度計利用が一般化したのが 19 世紀初めだから，この
 発酵管理技術を取り込んでいたことになる。しかし，リンデが電気冷却機を発明したのは 1873
 年だが，この技術は，まだ，日本のワイン造りには応用されてはいなかった。川上善兵衛の岩の原
 葡萄園は現在も健在であるが，その後，日本でも多くのワインメーカーがワイン造りに励み，今や
 200 を超すワイナリーが日本にあり（その過半は関東甲信越地域），良質のワインを市場に出すに
 いたっている。

日本のビール造り，ことはじめ：江戸時代の初めはヨーロッパの大航海時代に当たる。スペイン・
 ポルトガルに続いて海洋に乗り出したのがオランダ・イギリス。そのオランダ船が豊後の国（今の
 大分県）に難破したのが機縁となって鎖国の江戸時代も平戸に限って通商が認められていた。その
 オランダ人がビールを初めて日本に持ち込んだという。ついで日本に持ち込んだのは，幕末（1853
 年），黒船でやってきたペリー。一方，日本人で初めてビール醸造を行なったのは蘭学者・川本幸民。
 明治元年（1868 年）にドイツ系の米国醸造家ウィリアム・コーブランドが日本で初めてのビール
 会社（スプリング・バレー・ブルワリー）を横浜で開業した。「天沼のピアザケ」として親しまれ
 たという。1871 年に明治政府は岩倉具視を団長とする欧米視察団を派遣した。視察団は 2 年に渡っ
 て，産業革命による進展著しい欧米を精力的に視察して周った。産業革命の成果が大きく取り込ま
 れたビール製造も調査対象の一つであった。帰国後，官営の札幌醸造所が「札幌冷製麦酒」を製造
 販売する。これは「冷製麦酒」だから低温発酵によるラガータイプのビールだ。1889 年には，札
 幌麦酒株式会社になり，さらに大日本麦酒を経て，現在のサッポロビールとなった。「天沼のピア
 ザケ」は本格的ドイツビールだったが，1885 年にジャパンプルワリーに引き継がれて，1888 年

に「麒麟ビール」というブランド名で明治屋から販売される。1889 年、大阪財界も大阪麦酒株式会社を設立、1892 年にアサヒビールというブランド名で販売開始。1906 年、札幌と大阪のビール会社が統合されて大日本麦酒株式会社となる。また、翌年には三菱財閥傘下の麒麟麦酒株式会社が設立され、ビールは着実に国民生活に溶け込んでいった。なお、現在の主要ビール企業は上述の 3 社にサントリービールを加えた 4 社であるが、こちらの方は 1963 年の参入となる。

明治維新以降、日本がいかに急激に近代テクノロジーと欧風文化の取り込みに注力したかは、ワイン造り・ビール造りの面からもよく理解される。そして、これは単に酒造りを取り込んだということではなく、ビール造りを通して周辺の科学技術・製造技術や物流システムなどを取り込んだということだ。同様の動きが、生活の周辺で幅広く、急激におこり、結果として社会が資本主義体制に移行してゆくことになる。

5-23. 第一次世界大戦と世界の動き

英・仏に続いて新たに国づくりを終えたドイツ・イタリア・アメリカ・ロシア・日本など、19 世紀末までに近代化を終えた列強は独占資本主義段階に移り、世界中に植民地や勢力圏を求めて進出した。世界の諸国は互いに緊密な関係ではあったが、その姿は列強本国と従属地域（植民地）の関係だった。あわせて 10 カ国にも満たない帝国主義列強は、その勢力圏の拡大と再配分をめぐって競い合い、互いにブロックをつくって対抗したため、ついに第一次世界大戦を引き起こすことになった。

◆第一次世界大戦への道

○帝国主義の成立と列強の動き

19 世紀末に石油と電気を中心とする技術革新がおこった欧米諸国は重化学工業を中心に飛躍的に発展した（第 2 次産業革命）。現代生活で当たりまえのように身の回りにある化学繊維・プラスチック・電話・電灯・自動車などは、殆どこの時代に発明されたものだ。産業革命を終えた先進諸国のうちドイツ・アメリカ・日本などの後発資本主義国は保護政策によって国内市場を守る一方で、独占資本と国家が提携しながら軍勢力を背景に対外進出をはかった。その結果、米国やドイツの工業生産はイギリスを凌ぐようになり、列強の植民地獲得競争（分割と再分割）は激化の一途をたどった。

一方、資本家だけでなく労働者も含めた幅広い階層が海外進出で得た富を享受する大衆社会が誕生した。しかし、大きな目で見れば、世界は富を享受する人々と略奪される人々に鮮明に分かれていったのだ。列強政府は国政の安定化、海外進出のために国民の協力が必要だったので、義務教育の普及や選挙権の拡大などを行って中間層や労働者を取り込みつつ「国民」としての統合を進めたが、一方で偏狭なナショナリズムや人種差別が助長された。

イギリスは「世界の工場」の地位を失ったとはいえ、世界最大の植民地国であり、その帝国主義政策は 1890 年代後半に最高潮に達した。第三共和政下にあったフランスはロシアなどへの海外投資や植民地拡大政策によって 20 世紀に入ると安定していった。ヴィルヘルム 2 世（位 1888～1918）治下のドイツでは鉄鋼・電気・化学工業を中心に著しく経済が発展した。そして、国家・独占資本・軍部が結びついて世界進出を目的に政策を展開、国民に対しては愛国心を高めて軍国的な国民統合をはかった。米国は 19 世紀末までにイギリスを抜いて世界一の工業生産国になり、ラテンアメリカ、太平洋、中国大陸への進出を企てた。

表 5-4 列強のアフリカ大陸・太平洋諸島への進出（19 世紀後半）

列強諸国	アフリカ大陸	太平洋諸島
イギリス	1882 年、エジプトを保護国 3C 政策（カイロ・ケープタウン・カルカッタ）推進	北ボルネオ諸島・東部ニューギニアへ進出
フランス	チュニジアを保護国とし、サハラから東南方に進出	
ドイツ	大陸南部・中部に植民地獲得	南太平洋諸島・東部ニューギニアへ進出
イタリア	マリニランド、トリポリ獲得	
アメリカ		スペインよりフィリピン・グアム割譲 ハワイ併合

○植民地支配の拡大と列強の対立激化

列強による植民地開発競争は拍車がかかった。アフリカ大陸では、1870 年代から植民地分割が内部にまで及び、イギリスはじめフランス、ドイツ、イタリアが進出した。1880 年代、太平洋の島々にもイギリス、ドイツ、アメリカなどの列強が競って進出した（表 5-4）。

帝国主義列強による分割競争は中国でも激しかった。ロシア、イギリス、フランスと日本が中国国内に自己勢力圏をもうけ、鉄道敷設権・鉱業権・関税特権などを得て、それぞれの地域に独占的地位を占めた。アメリカは「門戸開放」「機会均等」などの原則をかかげて、自らも中国進出をはかった。そして、前述したように中国東北から朝鮮への支配を広げようとしたロシアとこれに脅威を覚えた日本との間で戦いが起こった（日露戦争、1904-5）。日本は中国東北部での戦いに勝ち、ついで日本海海戦でロシア艦隊を破った。この結果、日本は南樺太を領有し、朝鮮や遼東半島南部を勢力圏とし、1910 年には韓国を併合。日本の勝利は、日本が列強の一員となったことを示すものであった。

○第一次世界大戦

日露戦争後、世界市場ですでに卓越した地位を占める英・仏などの植民地帝国と独・伊などの出遅れた新興の帝国主義国の対立が浮かび上がった。ドイツが対外進出の重点を中東に移した結果、バルカン半島でのスラヴ系民族（セルビア、ヘルツェゴビナ、ボスニアなど）の結集をはかるロシアは英・仏の支持を獲得、汎ゲルマン主義を唱えるオーストリアはドイツの支持を得て、両者の対立が激化した。

このような国際緊張が続いていた 1914 年 6 月、ボスニアのサラエヴォでオーストリア帝位継承者夫妻がセルビアの青年によって暗殺され、7 月、オーストリアはセルビアに宣戦し、ヨーロッパ諸国は同盟国（オーストリア・ドイツなど）と連合国（セルビア、ロシア、英・仏など）のいずれかにつき、大戦争に突入した。

ドイツは開戦直後、ベルギー・北フランスに侵入、また東部でもロシア軍を撃破したが、決定的な勝利は得られず、戦線は膠着した。この間に、日本・オスマン帝国・イタリアが参戦。同盟国側は東欧とバルカンで占領地を拡大したが、海上はイギリスによって完全に抑えられた。この苦境を打開するため、ドイツは西部戦線を攻略するも英・仏はこれを防ぎ、双方とも毒ガス・戦車・飛行機などの新兵器を繰り出しての死闘を展開した。

戦が長引くにつれて植民地や海外市場を失った同盟国側では、物資の不足・国民生活の窮乏が激しくなったが、英仏両国は植民地から原料や労働力を導入して国民の負担を軽くすることができた。大戦の最終段階を迎えたドイツはイギリスを逆封鎖する無制限潜水艦戦に打って出たが、これはアメリカの参戦を招くことになった（17 年 4 月）。

政治・経済体制の遅れから軍需品・食糧不足に悩んでいたロシアでは 3 月に革命が起こり、11

月ソヴィエト政権が成立した。この結果、ロシアは戦線を離脱、翌18年3月ドイツと単独講和を結んだ。ドイツは3月から西部戦線で最後の大攻勢に出たが力尽き、11月に降伏と同時に国内で革命が起こった（ドイツ革命）。こうして第一次世界大戦は、二つの革命を引き起こし、同盟側の敗北で終わった。

○ヴェルサイユ体制の成立

第一次世界大戦後のヨーロッパの体制はヴェルサイユ体制と呼ばれるが、これはドイツの力を弱め、オーストリアやオスマン帝国などの旧帝国を解体し、ソ連を封じ込めて革命の影響がヨーロッパに及ぶのを防ごうとするものだった。ドイツは海外植民地をすべて失い、アルザス・ロレーヌなどをフランスに返還し、軍備も極端に制限された。また、英・仏の植民地を維持するため、民族自決の原則は東欧・バルカンのみで認められて多くの国家が誕生したが（図5-55）、アジア・アフリカの民衆の声はまったく無視された。

また、個々の国家間の条約や軍事同盟に関わる平和維持機構として国際連盟が設立された。構想は画期的だったが、アメリカが参加せず、ドイツ・ソ連も締め出されていたうえ、イギリスやフランスは過度に自国の利益本位に運営したため連盟本来の目的を達成することはできなかった。

アルザス・ロレーヌ：ドイツ・フランス国境のアルザス・ローレーヌは永年にわたって両国の争奪の場となってきた。1871年の普仏戦争でフランスが敗れてドイツに割譲されるが、第一次大戦

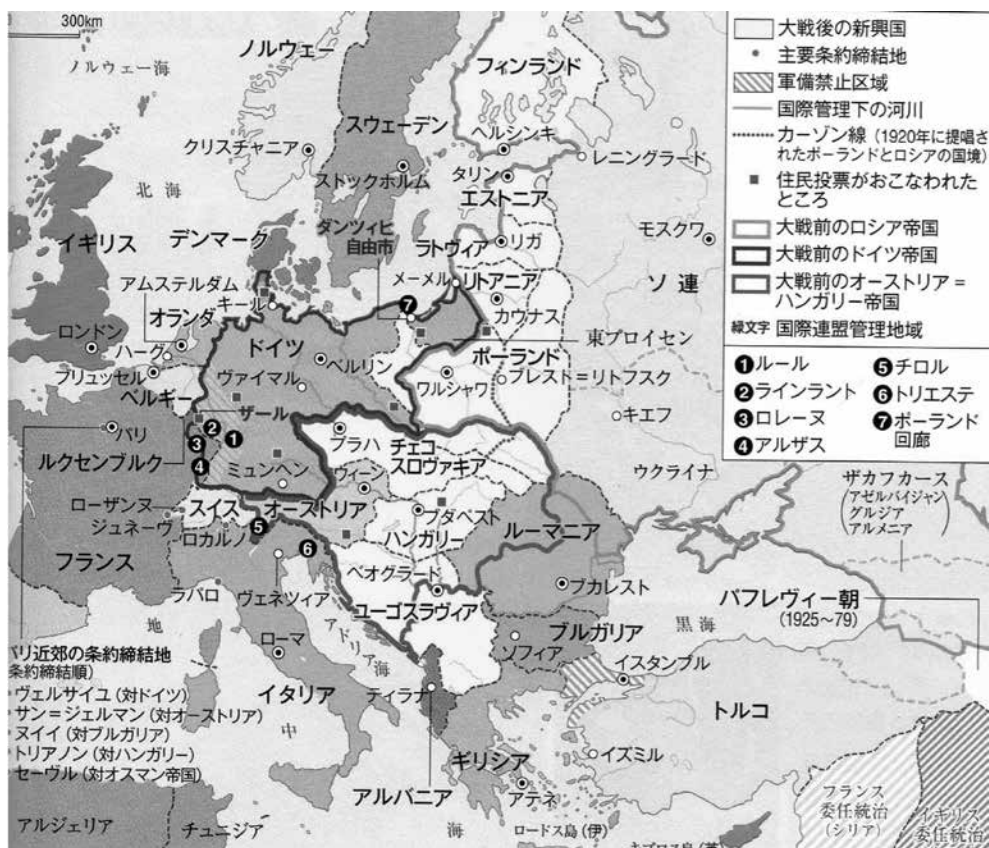


図 5-55 ヴェルサイユ体制下のヨーロッパ（「詳説世界史図録」より）

でフランスに戻る。

1913年にギヨーム・アポリネールの詩集「アルコール」の中に次の句がある。

秋の宵に
酒樽を抜けば
古の日々が蘇る
アルザスの白ワインを飲めば
民族の歌が唇にのぼる
フランス語で—————永久に

この詩が作られた時は、この地は、まだ、フランスに戻ってはいないが、人々がこの地のワインに思いを寄せていることがよく理解できる。陶然と流れるライン川に姿を映す葡萄畑は、大戦が終わると再びフランスのものになり、アルザス人は、ワイン酒場で「白の新酒」を楽しめるようになったのだ。（『ワインの文化史』）

○第一次世界大戦と飲酒

戦時下では酒への向き合い方が平時以上に敏感になる。ドイツの皇帝は1910年11月に海軍兵学校の開校式で、「余は酒を愛することが、ドイツの古い伝統であることをよく知っている。それゆえに、我々は自己訓練によって、この害悪から、我々を自由にせねばならない。来るべき戦争、来るべき海戦は諸君の健全な神経を必要とする。---- 最も少なくアルコールを飲用する国民が勝利を得る」と警告したと伝えられている。ところがドイツの軍隊は皇帝の忠告にまったく注意を払わず、ドイツ軍がベルギーやフランスに侵入しておそろしい暴行を行ったのは、非常な量の酒に酔った結果だとみられている。

一般に、戦時下では酒の飲みにくい状況になるが、イギリスでは開戦と同時にビール製造業と居酒屋に重税を課した結果、ビールの売り上げが減少した。また、酒類の小売に対して販売時間の制限などのような思い切った統制がとられ、いわゆる接待なども禁止された。一見、暗いイメージが思いを巡らす、大戦後、戦前のように長時間にわたって営業する酒場はなくなり、パブは女性のお客が出入りしやすくなるようになったという。戦時中の統制の結果、酔っぱらいが減り、パブは酔っぱらいの巣でなくなったこと、女性解放で女性にも魅力的な場所ではなくなること、非アルコール飲料と料理も供することができるようになったこと等がその理由ということで、悪いことばかりではなかったようだ。（『ビールの文化史2』）

5-24. 近代後期の科学の進展とワイン・ビール醸造

◆コッホと微生物学

パスツールの20年後に登場したのがローベルト・コッホ（1843-1910）。二人とも微生物に関して素晴らしい業績を残したために並び称せられるが、研究へのアプローチの仕方には大きな違いがある。二人の気質の違いによるところもあるが、科学に対する社会的背景がこの20年で大きく変わったせいもある。

コッホは精密な考え方と手法とで研究を進めて微生物学を真の意味で科学にした。固体培地に菌を接種すると、その場で菌は増殖してコロニーを形成することに気づいて、共存している微生物の希釈液を固体培地に撒いて細胞ごとにはばばらに生育させてそれぞれの単一クローンのコロニーを

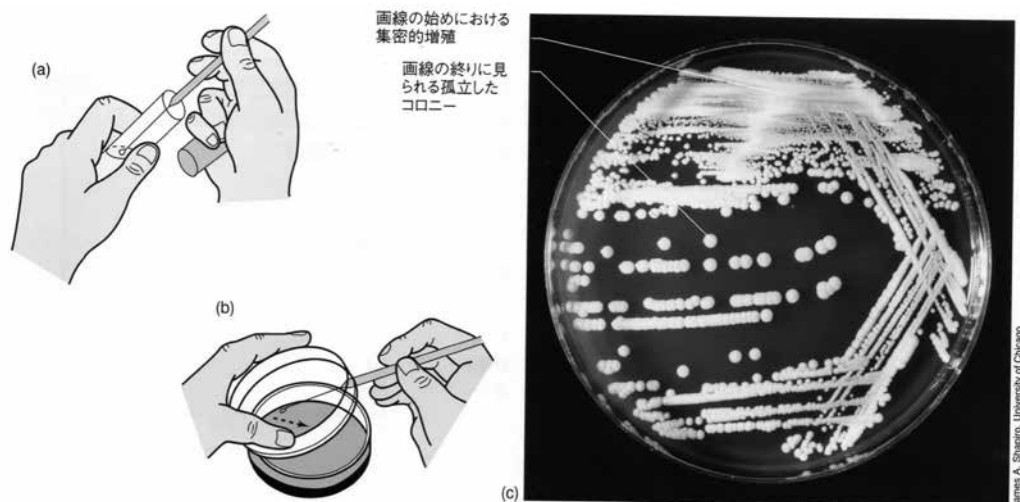


図 5-56 固体培地での培養による純粋菌の分離法（「微生物学」より）

(a) 滅菌した白金耳で試験管から菌を取り出す (b) 菌を広げるために、滅菌寒天（固体）培地上を線を描くようになる。最初の画線操作の後、角度を変えて次の画線操作を行なう。(c) プレーットの培養後の様子。画線操作を繰り返すことによって、菌が分離されて、そのコロニーが得られる。できたコロニーは分離菌の単一クローン。

形成せしめて菌を分離、取得する方法を開発した（図 5-56）。パスツールが開発した炭疽菌ワクチンが時に意に反する結果を示したが、それは菌が純化されていなかったためである事をコッホは指摘した。さらに、結核菌・コレラ菌の発見、ツベルクリンの発明、牛痘、マラリアの研究などを行い、1905 年にノーベル賞を受賞した。因みにノーベル賞は 1901 年に創設されたが、パスツールも生きていれば、受賞していただろう。コッホ以降は微生物学が科学として歩みだしたのだが、それは菌を純粋に分離同定する技術が確立したためであり、限りなく純化したモノを対象に真実を見つけ出そうとする科学のスタンスが 20 世紀以降、明確になったのだ。

◆近代後期の科学

発明王エジソン（図 5-57）の登場は 20 世紀以降の科学の発達とその実用面での貢献を予兆させるものだった（表 5-5）。いいにつけ、悪いにつけ“科学は役立つもの”という認識が世間に根付いたのは彼によるところが大きかった。

科学の進展は、とくに、近代物理学において目を見張るものがあった。1895 年、レントゲン（図 5-57）が真空管の陽極から紙や板を透過する光線；X線を発見。続いて、1902 年キューリー夫人（図 5-57）が放射性物質の原子核から放出される α 線、 β 線を発見し、 α 線はヘリウム原子核、 β 線は電子であることが明らかにされた。さらに、これらの放射線と呼ばれる電磁波が高エネルギーを持つことが明らかになり、原子爆弾の開発・使用までにわずか 50 年しかかからなかった事を思うと、科学の進展のすごさと恐ろしさを感じざるを得ない。

比較的馴染みのある分野では 19 世紀にメンデルやダーウィンらによって集団遺伝学が発達。生命の基本的情報単

表 5-5 エジソンの主な発明

1864 年	電信用自動中継器
1868 年	電気投票記録機
1869 年	株式相場表示機
1871 年	タイプライター
1875 年	謄写版
1877 年	蓄音機
1879 年	白熱電球
1883 年	真空管エジソン効果の発見
1891 年	映画技術
1900 年	アルカリ電池



T. エジソン(米)
(1847-1931)



W. C. レントゲン(独)
(1845-1923)



M. キュリー(ポーランド)
(1867-1934)



E. ブフナー(独)
(1860-1917)



W. ライト(兄, 米)
(1867-1912)



O. ライト(弟, 米)
(1871-1948)

図 5-57 近代後期に活躍した科学者たち

位として遺伝子、そしてその本体 DNA がクローズアップされた。また、ラバアジェの発見に基づいて発酵とは糖がアルコールと二酸化炭素へ変化すること、この発酵には酵母が関与していること、さらに 1897 年、ブフナー（図 5-57）によって酵母菌体内の数種の酵素（チマーゼ）がアルコール発酵に関与していることを発見し、アルコール発酵のメカニズムが明らかにされた。ブフナーは、この成果によって 1907 年にノーベル賞を授与された。この発見から代謝研究が深化してゆくのだが、それには 1928 年の高エネルギー物質の ATP が発見を待たねばならない。

また、パスツール／コッホによって微生物の姿が明確にされた成果に基づいて、1910 年に梅毒スピロヘータに対する化学療法剤サルヴァルサンが開発された。同時に、多くの感染症の病原菌が明らかにされた結果、その感染防御法も開発され、感染症にかかる人の数は劇的に減少した。

◆戦争が進展させた科学技術

兵器に使われたダイナマイトの発明者、ノーベル（1833-96）が自分の研究で得た財産を資金にしてノーベル賞を創設、人類の平和に資する研究の発展を願ったことはよく知られている。しかし、皮肉なことに戦争は科学技術の発展につながる。第一次世界大戦時、電波によって情報伝達する無線化技術が大いに発展した。明治政府がいち早く欧米の情報伝達技術を取り入れたことが 1894 年の日清戦争、1904 年の日露戦争勝利を生んだとも言われている。そして、ラジオ・テレビの実用化にもつながった。1903 年にライト兄弟（図 5-57）によるプロペラ機の初飛行で始まった航空機の進歩も戦争によるところが大きい。エンジンの機能が大きく進展したのに加えて、ジュラルミンなどの軽量合金が開発された結果、機体の軽量化が進んだのだ。さらに、軍用飛行機の改良に科学力を集結させた結果、新しい軽量合金、新型エンジンが開発されることになった。

◆近代醸造技術分野における四大発明

醸造技術については近代後期も前期に続いて着実に発展したということであり、殊更、分けて述べる必要はない。近代の醸造科学分野に影響を及ぼした四大成果をあげると、1. パスツールによる低温殺菌法の開発、2. コッホによる微生物の純粋分離技術の確立、3. リンデによる冷凍機の発明と利用、4. ブフナーによる細胞内酵素の発見、だろう。1によってワイン・ビール製品は腐ることなく、その品質は大いに安定した。2によって優良酵母の選抜と微生物管理が可能となった。3によって、低温での四季醸造や発酵の温度コントロールが可能となった。4によって酵母の中に酒造りのプロセスが存在していることが示唆された。次の近現代には、そのプロセスが解明され、酒造りに活かされてゆく時代となる。

これらの科学技術は近現代に引き継がれ、多くの成果を生むことになる。しかし、この時代には、まだ発酵容器は樽や桶が主流であり、発酵容器の材質革命は近現代を待たねばならない。

参考文献

1. 世界の歴史編集委員会：もういちど読む山川世界史。山川出版、2009.
2. 浅野 典夫：「なぜ？」がわかる世界史、前近代。学研教育出版、2012.
3. 橋本 浩：早わかり科学史。(株)日本実業出版社、2004.
4. 木村 靖二、岸本 美緒、小松 久男(監修)：詳説世界史図鑑。山川出版、2014.
5. 村上 満：麦酒伝来。創元社、2006.
6. 山本 幸雄：ビール礼賛。東京書房、1973.
7. ポール・ド・クライフ(秋元寿恵夫・訳)：微生物の狩人(上)。岩波文庫、1980.
8. パストゥール(斎藤日向(監修)、竹田正一郎・北畠克顕(訳))：ビールの研究。大阪大学出版会、1995.
9. 清水 健一：ワインの科学。講談社、1999.
10. 吉澤 淑(編)：酒の科学。朝倉書店、1995.
11. 浅井 昭吾：酔っぱらいの社会史ノート(「酒の社会史」3巻)。(社)アルコール健康医学協会、1997.
12. 山本 博：ワインの歴史。河出書房、2010.
13. 安達 達朗：いっきに学び直す日本史。東洋経済新聞社、2016.
14. G.J.Tortora, B.R.Funke, C.L.Case: Microbiology (Benjamin/Cummings Publishing Com.Inc. 1995)
15. 春山 行夫：ビール文化史2。東京書房、昭47.
16. 岩の原葡萄園HP：<http://www.iwanohara.sgn.ne.jp/about/index.html>
17. マディガン、マリニコ、パーカー(室伏きみ子・関啓子(監訳))：ブロック微生物学。オーム社、平15.
18. 宮崎 正勝：知っておきたい「酒」の世界史。(株)角川学芸出版、平19.
19. ワイン学編集委員会(編)：横塚 弘毅；ブドウの処理、ワイン学。産調出版、1991.
20. ジルベール・ガリエ(八木尚子(訳))：ワインの文化史。筑摩書房、2004.
21. フランソワ・ゴージェ(八木 尚子訳)：ワインの文化史。白水社、1998.
22. ヒュー・ジョンソン(小林章夫(訳))：ワイン物語。日本放送出版協会、1990.
23. キャビン・D・スミス(大間知 知子訳)：ビールの歴史。原書房、2014.
24. マルク・ミロン(竹田円・訳)：ワインの歴史。原書房、2015.
25. 渡 淳二(監)：ビールの科学。(株)講談社、2009.

服部 津貴子

(服部栄養料理研究会 会長)

1. ギリシャ食大使

諸外国との国際交流の中、出会ったのがギリシャのマスティハです。

2007年にギリシャで「ギリシャの食に関する国際会議」が開催され、日本の食と地中海食についてのプレゼンテーションを行いました。国際会議は世界15カ国の食の関係者やジャーナリストらにギリシャのオリーブオイルやワイン他の食材を紹介する、国を挙げての一大イベントだったのですが、そこにマスティハも登場していました。マスティハは、日本ではほとんど知られていない食材でしたので、とても興味を惹かれました。

マスティハは学名「ピスタチア・レンティスカス」という樹から採取する樹液で、ギリシャにおいてもヒオス島の南部でしか採取されない神秘的な宝なのです。抗菌作用やピロリ菌の殺菌作用など健康効果が高いのですが、最も注目されているのが、口腔衛生についての効果なのです。粘着性の透明な樹液は時間が経つと薄いレモン色の美しい粒になり、紀元前から口臭を消し、歯を美しく保つために天然のチューインガムとして重宝されてきました。マスティハ・ガムを噛むと酸化防止効果が高く、その防止作用はビタミンEをも上回るほどだそうです。

マスティハと口内環境に関する研究は最も盛んに行われているもののひとつで、05年にトルコの3大学の研究者が「口腔生物学アーカイブ」誌に、ミュータンス連鎖球菌系の病原菌に対する抗菌作用を発表しました。マスティハはミュータンス連鎖球菌に対し、抗生物質に匹敵するほどの抗菌作用を示したことが明らかになったのです。同研究チームは「歯磨きとあわせてマスティハを噛むことにより口腔衛生が大幅に改善される」と結論づけています。マスティハをはじめ、ギリシャ食材を日本でPRしたことが認められて、うれしいことに2009年には「ギリシャ食大使」を拝命いたしました。

2. ルナラパンで、大使夫人たちとの食交流

食育活動及び「食」を通じての国際交流の一環として、一般の方々に向けての「HATTORI キュイジーヌクラブ ルナラパン」という料理教室も運営しています。

「日本料理クラブ」「西洋料理クラブ」「お菓子クラブ」は有名料理人を講師に招き、料理の真髄を学べるコースです。「フード＆ヨガ」という新しいコースも一昨年からスタートし、ヨガの後にヘルシーなランチを頂くというコースで徐々に参加者の方々が増えております。「世界の食文化と食育」では、様々な国の大使や大使夫人をお招きして、それぞれの国の食文化をプレゼンテーションしていただいています。2016年はペルー、韓国、アイスランド、ポルトガル、ラトビアの食文化とお料理を紹介しました。これまでもエルサルバドル、モロッコ、パレスチナ、メキシコ、ブラジルなど中南米、ヨーロッパ、アフリカ、中東、中央アジアの全世界にまたがり食文化にスポットをあててまいりました。

日本人が海外の食文化を学ぶだけでなく「日本料理クラブ」には様々な国の大使夫人の方々が日本料理を学びにいらしています。みなさんとともに熱心に質問され、参加者の皆さんと一緒に調理実習か

ら片付けまで楽しく参加いただいています。地道な交流ではありますが、少しでも平和な世界への手助けが出来ればいいなと思っています。

3. 食育活動の拠点として

皆さんご存知かと思いますが、私どもの学校は「食育」の拠点として活動しています。30 年程前から「食育」を訴え続けてきていましたが、その活動は 2006 年に国が「食育基本法」を施行したことで大きく飛躍しました。ライフワークとして力を注いできた「食育」の重要さを多くの方々にご理解いただけるようになったのはとても嬉しいことです。

「食育」の基本の三本柱は、①**選食能力** ②**食のマナー** ③**環境問題**

中でも今は、環境問題・エコロジーへの関心が高いのではないのでしょうか。

このテーマを語る時に私の背中を押してくれているものは、料理の勉強をするために留学していたフランスでの体験でした。もう何十年も前のことです。当時、日本は高度経済成長期で、物があふれ、電気も水もほとんど無料の感覚。使い捨てや無駄遣いが美德とされていた時代でした。私は留学先の学校関係者のお宅にホームステイしていたのですが、人生の中でこれほど叱られたことはないのではないかと思うくらいにステイ先のマダムに叱られたのです。歯を磨いている時に水を出しっぱなしにしてはいけません。洗濯をするときも、すぐに蛇口に手をかけられ、水を止めなさい。食器は流水で洗うのではなく、桶に水をためて、すすぎも軽く流すだけにしなさい。

水だけではありません。階段を上り下りする際の照明は、つけるのは自分でつけますが、消えるのは自動になっていて、まだ登りきらないうちにさっさと消えてしまいます。トイレの電気さえ、用が済む前に勝手に消えるという徹底さ。トイレットペーパーやティッシュなども決して無駄に使うことは許されません。私はすっかり節約・倹約体質になってしまいました。私達は東日本大震災という未曾有の災害を経験しました。原発の事故により節電、節電と声高に叫ばれたこともあります。フランスの生活ではことさら環境・エコロジーの意識もなく、節約・倹約は全くあたりまえのことだったのです。



留学を終え、日本に帰ってきてからは料理の仕事や食に関する講演活動をしていました。ある講演で節水・俵約を推奨する発言をしたら、ご担当の方から「節約なんてことを言われると、うちの商品が売れなくなりますから困ります」と今度は反対の意味で怒られてしまい、一人苦笑いしたこともあります。最近では節約・俵約の意識が高まっていることを嬉しく思っています。

環境問題に関しては未だ難題だらけで途方にくれることもありますが、そんな時にふと思い出すのがフランスでお世話になったマダムの顔。厳しい方でしたがそれは自然や資源を大切に思っているからこその愛情です。マダムに教わったことで私は節約・俵約を自信を持って推奨することができました。今後私を支えてくれる経験であることは間違いありません。

連絡先

〒151-0051

東京都渋谷区千駄ヶ谷 5-25-4

学校法人 服部学園

服部栄養料理研究会 会長

服部 津貴子

Tel: 03-3354-4368

Fax: 03-3354-4396

e-mail: info@hattori.ac.jp

服部学園は1939年に栄養士養成施設校として開校し、1959年には調理師法による調理師養成施設校の第一号校として認定を受け、栄養士・調理師の総合学園となりました。1977年に母の服部記代子から学校長を兄の幸應が、服部流割烹の家元を私が引き継ぎ、以来フランス、イタリア、スペイン、ベルギー、中国、韓国などと技術提携を結び、各国の政府機関指定講習会を行うなど世界にもHATTORIネットワークを広げています。

研究の成果をまとめた論文集

ゼミや講演などのテキスト

研究会や学会などの抄録

行事などの記念出版

人生の節目の記録

還暦や退官などの記念出版

会報・グループ研究誌

随筆・作品集

あなたの思いや、
研究の成果、人生史を
カタチにしてみませんか？

あなたの思いや、研究の成果などを、
伝え残すため、また、情報発信として、
本をしたためてみては如何でしょうか。
今年創刊から 53 年の、
「NEW FOOD INDUSTRY」の編集スタッフが
長年のノウハウを活かし、お手伝いいたします。
出版しました本を、
全国の一般書店で販売することも可能です。

出版についての経費や納期につきましてはご相談の上お見積もり、スケジュール作成させていただきます。書店流通につきましては相談の上、対応可能かどうか判断させていただきます。

共同出版・自費出版の
お手伝いをいたします。

お申し込み・お問い合わせは、
FAX・お電話・メールにて

電話：03-3254-9191 FAX：03-3256-9559
eMAIL：info@newfoodindustry.com

株式会社 食品資材研究会
〒101-0038
東京都千代田区神田美倉町 10 (共同ビル新神田)

会 告

第 21 回腸内細菌学会プログラム

腸内細菌の機能研究とオミックス研究の融合 —Host-microbiota relationship の解明—

会 期：2017 年 6 月 15 日（木）～ 16 日（金）

会 場：神戸市産業振興センター「ハーバーホール」（神戸市中央区東川崎町 1-8-4）

大会長：山村秀樹（ビオフェルミン製薬）

参加費：会員 6,000 円 一般 8,000 円 学生 1,500 円（事前登録）

会員 8,000 円 一般 10,000 円 学生 2,000 円（当日登録）

参加事前登録：平成 29 年 3 月 1 日（水）～ 5 月 12 日（金）

大 会 U R L：<http://bifidus-fund.jp/meeting/index.shtml>

お 問 合 せ：公益財団法人日本ビフィズス菌センター事務局

〒 170-0002 東京都豊島区巣鴨 1-24-12

TEL：03-5319-2669 FAX：03-5978-4068 e-mail：jbf@ipec-pub.co.jp

<学会プログラム> ※ プログラムは変更になる場合がございます。

6 月 15 日（木）9:50 – 18:00

午 前

●一般演題 A 発表

午 後

●海外特別講演

「The complex impact of intestinal microbiota in cancer」

..... Christian Jobin (Professor of Medicine, University of Florida, USA)

●シンポジウム 1 『マイクロバイオーームと宿主の恒常性』

①「腸内細菌叢由来代謝物質がもたらす宿主恒常性」..... 福田 真嗣（慶應義塾大学）

②「消化器の摂食応答とマイクロバイオーーム」

..... 土肥 多恵子（国立国際医療研究センター研究所）

③「乳幼児期における Clostridiales 目細菌の獲得は腸管病原菌の定着抵抗性を制御する」

..... 金 倫基（慶應義塾大学）

④「皮膚マイクロバイオーームの恒常性」..... 富田 秀太（岡山大学）

⑤「乳児腸内フローラの形成に影響を与えるビフィズス菌の遺伝特性」

..... 松木 隆広（(株)ヤクルト本社中央研究所）

●一般演題 A ポスター発表 (8F)

●情報広報会 (10F レセプションルーム)

6月16日 (金) 9:20 – 17:40

午 前

●一般演題 B 発表

●招請講演

「生菌製剤百年をふり返る」・・・・・・・・・・藤本 孝明 (日本生菌製剤協会 会長)

午 後

●特別講演

「極限環境微生物から見える生命の限界と起源、そして地球外生命の存在」
・・・・・・・・・・・・・・・・・・高井 研 (海洋研究開発機構)

●ビフィズス菌センター研究奨励賞授賞式・受賞講演

●シンポジウム 2 『マイクロバイオーームと病態』

- ①「過敏性腸症候群とマイクロバイオーーム」奥村 利勝 (旭川医科大学)
- ②「薬剤性小腸傷害とマイクロバイオーーム」渡辺 俊雄 (大阪市立大学)
- ③「非アルコール性脂肪肝 NASH・NAFLD における腸内細菌と腸内メタボローム解析」
・・・・・・・・・・・・・・・・・・中島 淳 (横浜市立大学)
- ④「腸内細菌叢コントロールによる腎不全治療」・・・・・・・・・・阿部 高明 (東北大学)
- ⑤「腸内細菌と循環器疾患」・・・・・・・・・・山下 智也 (神戸大学)

New Food Industry のアドバイザリーボードについて

月刊 New Food Industry は、「アドバイザリーボード」を設置しております。本「アドバイザリーボード」は、弊誌の学術業界誌としてふさわしい論文・解説記事の掲載等、社外の有識者の意見を得ることを目的として設置しているものです。今後の編集課題を踏まえた、研究者のご紹介など有意義なご指導・ご助言をいただき、編集委員会として貢献していただいているものです。

■ボードメンバー（敬称略 / 五十音順）	
氏 名	所 属
大石 隆介 氏	（明海大学 経済学部経済学科）
大谷 元 氏	（信州大学名誉教授）
岡 希太郎 氏	（東京薬科大学名誉教授）
坂上 宏 氏	（明海大学大学院教授）
宮尾 茂雄 氏	（東京家政大学教授）
山口 正義 氏	（エモリー大学 医学部）

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

ニューフードインダストリー 第59巻 第4号

印刷 平成 29 年 3 月 20 日
発行 平成 29 年 4 月 1 日
発行人 平井 朋美
編集人 今西 和政
発行所 株式会社食品資材研究会
 〒101-0038 東京都千代田区神田美倉町10(共同ビル新神田)
 T E L : 03-3254-9191(代表)
 F A X : 03-3256-9559
 振込先: 三菱東京UFJ銀行 京橋支店(普通)0070318
 三井住友銀行 日本橋支店(当座)6551432

印刷所 株式会社メイク
定 価 本体2,000円 + 税 (送料100円)

e-mail: newfood@newfoodindustry.com