

碧 水

第 110 号

平成 17 年(2005 年) 4 月

静岡県水産試験場

〒425-0033 焼津市小川汐入 3690

T E L (054)627-1815

F A X (054)627-3084

新 任 の 挨 拶

場 長 大 石 恒 治

このたび村松高明場長の後を受け、水産試験場長に就任いたしました。微力ではありますが全力を尽くすつもりですので、皆様方の御指導と御支援を賜りますよう、心からお願い申し上げます。

さて、近年の県内漁業情勢は既に皆様にご御存知のとおり、漁業生産量の減少、魚価の低迷、それらによる漁協経営の悪化が進行しております。特に昨年は、沿岸の主幹漁業であるシラス船曳網漁業がかつてない程の不漁に陥ったほか、沿岸漁場も磯焼けの進行、遠洋カツオ・マグロ漁業も経営環境の悪化など、漁業を取り巻く状況は厳しさを増しております。また、消費者の食の安全・安心に対する関心の高まりから、水産物・加工食品の産地表示、トレーサビリティなど、新たな対応も必要になってきました。

水産総室では、昨年度、静岡県水産基本政策プログラムを策定し、本県の水産業のあるべき姿を見据え、「消費者が求める水産物の生産・供給」、「海の恵みの持続的利用」、「魅力ある漁村づくりを目指した豊かで活力ある浜づくり」を視点に、各種施策を積極的に展開しているところであります。

こうした中で、水産業振興の技術的支援を担

う水産試験場の役割は一層重要となり、その実力も厳しく問われることになってまいりました。

駿河湾深層水水産利用施設におけるサガラメの種苗生産研究、遠洋沖合漁業におけるリモートセンシング技術を活用した漁場探索技術の確立、沿岸漁業ではシラス漁業における黒潮大蛇行の影響調査、枯渇が叫ばれているアマダイ類の資源回復など、重要な課題も山積しております。

しかし、予算と人員は年々減少の一途にあります。そこで、17年度には、選択と集中により限られた人的・財政的資源を戦略的に投入し、県民にとって真に役に立つと同時に開かれた試験研究機関として進化を遂げるため、研究について基本方針からの大規模な見直しを行うこととしております。

このように大変な時代に入りますが、水産試験場が水産県静岡の発展に欠かせない大きな存在として県民にアピール出来るよう、職員一丸となって取り組んで行きたいと思っております。



退任の挨拶

前場長 村 松 高 明

この3月末をもちまして水産試験場を最後に静岡県を退くこととなりました。昭和43年に水産試験場浜名湖分場に奉職して以来、水産技師として水産試験場と行政を行ったり来たりしながらの37年間であります。

この間、優れた上司、同僚、素晴らしい後輩に恵まれ、水産業界の皆様方や他研究機関の皆様方の指導、協力を得て、ともあれ職務を果たすことが出来ました。心から厚くお礼申し上げます。

少しでも水産業界発展のお役に立ちたいという意気込みだけは有りましたが、これといったことも出来ず空回りしていたことを思うと残念であり心苦しくもあります。

昨年は、水産試験場100年や付属施設となる駿河湾深層水水産利用施設の開所など水産試験場にとっても新たな歴史を刻む節目の年となりました。そう言った巡り合せの中を在職できたことは、この上ない幸運を感じております。その折、業界の皆様や諸先輩から励ましの言葉をいただいたことは、私にとっても大きな財産となっております。

県は、ここ2年ほどかけ県内13全ての研究機関の“あり方”について検討してきました。その結果13の研究機関を5つの分野に組織換えし、新たな体制スタートを19年4月とすることが示されました。水産試験場は他の組織との統合はなく、単独分野の研究機関として存続していくこととなりましたので、水産試験場の価値をますます高めていく必要があります。

県に奉職した昭和43年ごろの漁業は、右肩上がりの時代でありましたが、今は、海の恵みの持続的利用を図りつつ、消費者の求める水産物を安定して生産・供給することが課題となっております。そのためには、漁業界の皆様、行政、試験研究機関が一体となって対応していかなければなりません。水産試験場には新任の大石場長をはじめ優秀な職員が揃っておりますので、更なる努力で皆様方のお役に立てる成果が上がっていくものと確信しております。

本県水産業のますますの発展と皆様のご健勝をお祈りして、退任のご挨拶とさせていただきます。

深層水プロジェクト研究3年間のまとめ

はじめに（研究課題の設定）

静岡県には工業、農業など13の研究機関がありますが、それら研究機関が協力して県政の重要な課題を研究するため、平成12年度にプロジェクト研究制度が創設されました。

この最初の研究課題の一つに深層水の利用促進のための研究が採択され、平成12、13年度と平成14～16年度の2期にわたり研究を行いました。

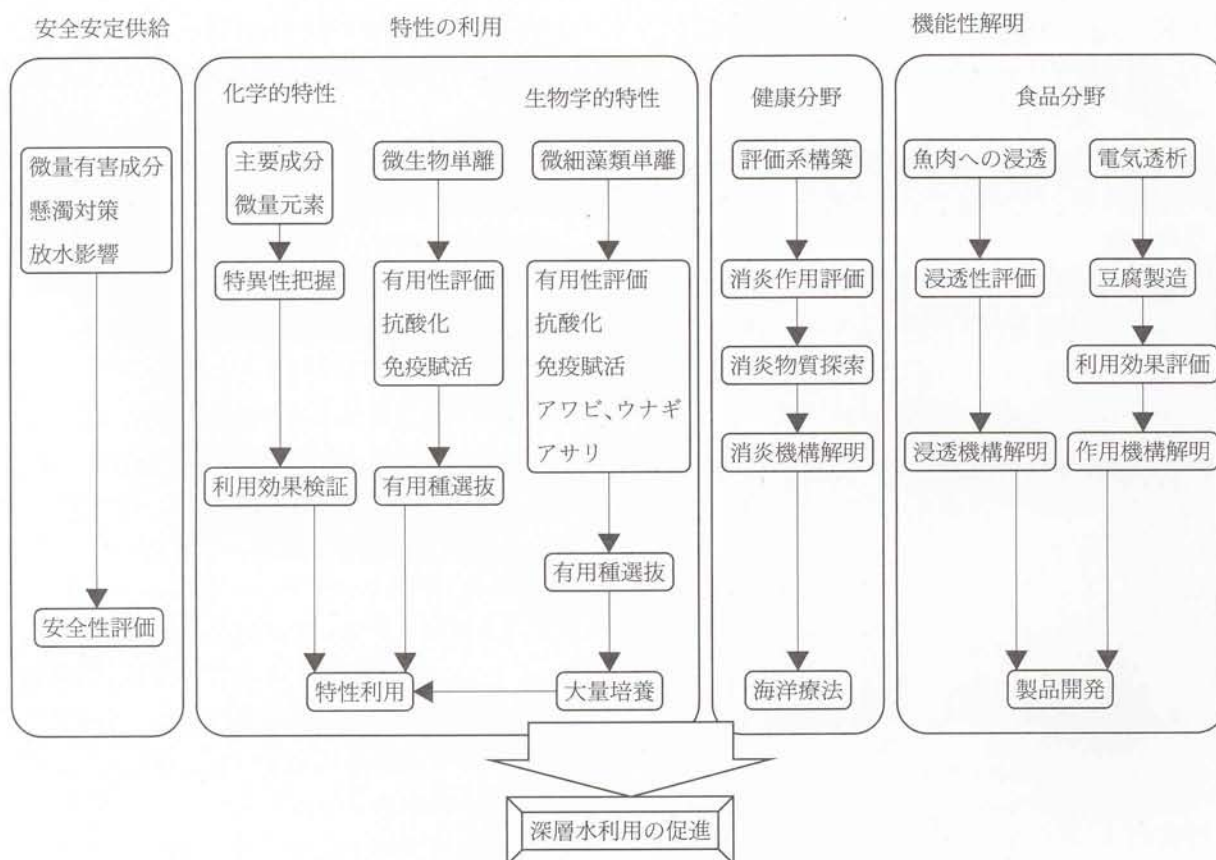
第1期目は未だ駿河湾深層水を船で取水していたため深層水の量も限られており、「駿河湾深層水の利用方途の開発」と題し、駿河湾の海洋構造や塩分、栄養塩、プランクトン組成等を調査する基礎研究と深層水を水産生物や食品、健康分野へ活用するための幅広い応用研究を実施しました。

第2期目は第1期の研究を基に「駿河湾深層水の特性と機能性及び安全性の研究」と題し、駿河湾深層水の特性の把握とそれを活用するための技術開発、深層水の健康や食品分野での利用効果の検証と作用機構の解明及び深層水を利用する上での安全性の確認を行いました。

現在、深層水取水施設は全国の10都道県17箇所に整備され、深層水も一時期の新規性が薄れ商品の需要も低迷していることから各地の特性を生かした利用法の開発が重要とされています。また、商品開発が先行し科学的検証や作用機構の解明が遅れていることから、2期目はこうした問題点を主体に課題を設定しました。

このたび、第2期3年間の研究の終了を機に研究成果をご紹介します。

（プロジェクトリーダー 五十嵐保正）



1. 駿河湾深層水の化学的特性と安全性の解明

深層水に関する問い合わせで最も多いのがカルシウムやマグネシウムなどの溶存成分の濃度や安全性に関するものです。駿河湾深層水の特徴を生かした使用法を考える上ではこうした溶存成分の多くを知ることが重要です。また、深層水は食品に多く利用されることから、食品基準項目は調べられていますが、ダイオキシンや有害金属等の微量な有害物に関する問い合わせも増えています。

そこで、取水している駿河湾深層水に含まれる溶存成分や微量な有害物質を調査しました。

(1) 主要成分

水温は687m深層水が約7℃、397m深層水が約10℃で687mは安定していましたが397mは約2℃の変動がありました。塩分は3層とも差が無く(平均34.3)、特に二層の深層水は34.3～34.4の範囲で非常に安定していました。また、塩分を構成する主要元素であるナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム等は塩分同様3層の差が少なく、周年安定していました。pHは2層の深層水がいずれも7.8で表層水の8.2を下回り、変動幅も397m深層水は7.8～7.9、687m深層水は7.7～7.8で周年安定していました。

植物の栄養となる硝酸、リン酸等の栄養塩類は表層>397m深層水>687m深層水の順に濃度が高く、表層に比べて深層では5～10倍の濃度です。

(2) 微量元素

海水には100種類以上の元素が含まれていますが、表1でナトリウム～カリウムまでは多く含まれており主要元素と呼ばれます。次いで、臭素～バリウムまでは比較的多い元素です。これに対し鉄や亜鉛などは非常に少ないため微量元素と呼ばれます。

表1 取水深層水及び表層水中の主要元素等調査結果

	項目	表層水	397m深層水	687m深層水
一 般 項 目	水温(℃)	20	9.7	6.8
	pH	8.2	7.8	7.8
	塩分	34.3	34.28	34.3
	懸濁物(mg/l)	1.1	0.8	0.5
主 要 元 素	塩素(mg/l)	19,000	19,000	19,000
	硫酸(mg/l)	2,610	2,630	2,690
	ナトリウム(mg/l)	10,700	10,700	10,900
	カリウム(mg/l)	410	404	417
	マグネシウム(mg/l)	1,290	1,280	1,300
	カルシウム(mg/l)	417	412	422
比 較 的 多 い 元 素	臭素(mg/l)	76.3	70.0	73.5
	ホウ素(mg/l)	4.3	4.4	4.6
	フッ素(mg/l)	1.23	1.23	1.28
	ストロンチウム(mg/l)	7.4	7.4	7.5
栄 養 塩 類	バリウム(mg/l)	0.005	0.007	0.010
	硝酸(mg/l)	0.07	0.44	0.56
	リン酸(mg/l)	0.013	0.062	0.081
	珪酸(mg/l)	0.19	1.88	3.05

また、二層の深層水を比較すると687m深層水は397m深層水の1.5～2倍の濃度で、硝酸、リン酸、珪酸は月により1.5倍程度の変動がみられました。

フッ素、ホウ素、臭素等は海水中に比較的多い元素で、通常の海域の調査結果と比較しても差異は有りませんでした。

表2の鉄～ヨウ素はヒトの必須微量元素ですが、各項目ともは397m深層水と687m深層水で同レベルでした。

カドミウム～アンチモンは水道水の水質基準に規定された有害微量元素ですが、これらも397mと687m深層水で同レベルであり、いずれも水道水の水質基準値等を大きく下回りました。

表2 微量元素調査結果

	24m	397m	687m
鉄($\mu\text{g/l}$)	—	2.8	3.4
亜鉛($\mu\text{g/l}$)	—	0.5	0.6
銅($\mu\text{g/l}$)	—	0.03	0.01
クロム($\mu\text{g/l}$)	<1	<1	<1
マンガン($\mu\text{g/l}$)	—	0.10	0.05
モリブデン($\mu\text{g/l}$)	11	11	10
セレン($\mu\text{g/l}$)	<0.2	<0.2	<0.2
ヨウ素($\mu\text{g/l}$)	59	65	65
カドミウム($\mu\text{g/l}$)	—	0.06	0.08
シアン($\mu\text{g/l}$)	<5	<5	<5
鉛($\mu\text{g/l}$)	—	0.06	0.02
ヒ素($\mu\text{g/l}$)	1.5	1.0	1.8
総水銀($\mu\text{g/l}$)	<0.025	<0.025	<0.025
ニッケル($\mu\text{g/l}$)	—	0.25	0.41
アンチモン($\mu\text{g/l}$)	0.1	0.1	0.1

(3) 微量有害物質調査

深層水中の有害物質については、食品、添加物等の規格基準に定める「食品の製造等に用いられる水の基準」における26項目は県で定期的に調査しています。今回はそれ以外の微量な有害物質として環境省が1998年に「スピード98」

で示した環境ホルモン67種を調査しましたが、いずれの項目も検出下限以下でした。

(4) 取水深層水と海域との水質比較

駿河湾の取水口付近の海域で鉛直採水し、陸上取水深層水及び表層水を同時期に採水して水質を比較しました。

駿河湾取水口付近の水質の鉛直分布をみると、塩分は0mで低く、50m以深では同レベルで推移しています。栄養塩類は表層で少なく深層にかけて漸増しており、SS（懸濁物質）は表層で高く中層で低下し、海底付近で再び増加しています。陸上取水深層水の水質をこの濃度変化と比較しますと、397m、687m深層水の塩分及び栄養塩類は同深度前後の水質とほとんど同じですが、397mのSSは水深400mのSSに比べて高くなっています。この原因として、水深400mは駿河湾では中層からの採水になりますが、397m深層水は海底直上7mに取水口があるため底泥の巻き上げなどの可能性が考えられます。なお、取水した水深24mの水質が駿河湾の0、50mと異なりますが、24mの取水口が今回の鉛直調査地点より岸寄りのため沿岸水等の影響を受けているものと考えられます。

(五十嵐保正)

2. 深層水の水産加工品への利用効果の検証

駿河湾深層水は現在、食品加工を中心に利用が活発に行なわれており、なかでも水産加工品に多く使われています。特に、干物やシラス、サクラエビの煮熟に多く使用されており、深層水に漬け込んだり、煮熟することで風味が向上したり、物性が変わるなど品質が向上すると言われています。その効果は、深層水に含まれるミネラルも一つの要因と考えられます。

そこで、深層水に含まれる食塩やカルシウム、マグネシウムなどのミネラルの魚肉への浸透性、魚肉タンパク質への影響を調べ、深層水の効果を検証しました。

実験の方法を簡単に説明します。マグロ普通肉をタテヨコ2cm、高さ3cmの直方体に切り出して、2cm×2cmの切断面を深層水などの塩漬液と接触させて、魚肉中への食塩(NaCl)、マグ

ネシウム(Mg)やカルシウム(Ca)の浸透速度を調べました。また、魚肉タンパク質の変性、タンパク質の塩漬液への溶出量を調べました。

NaCl、MgとCaの魚肉内への浸透の程度を図1、2、3に示しました。図の横軸は、深層水などの浸漬液からの距離で、30時間浸透した魚

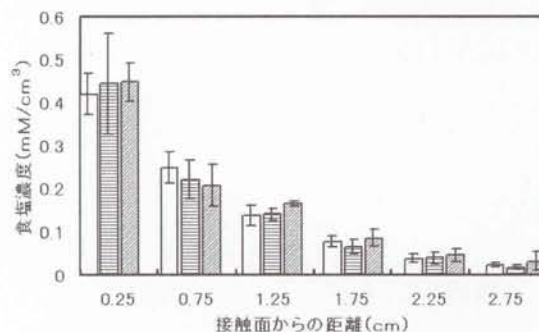


図1 食塩濃度分布（浸透30時間）

棒グラフは左側から深層水、表層水、3.2%食塩水

肉では接触面から2.75cmの高さまでわずかに浸透が認められ、深層水、表層水、食塩水とも同じパターンの濃度分布を示しました。濃度分布を基にNaClの浸透速度を計算したところ、食塩水 ($0.62 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{秒}$) が最も高く、次いで深層水 ($0.42 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{秒}$)、表層水 ($0.37 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{秒}$) の順となりました。

Mg、Caの魚肉内の浸透性はNaClに比べて低く、魚肉内部への浸透量は極めて少ない結果となっています。

深層水による魚肉タンパク質の性状変化について、タンパク質の変性ということで調べてみました。深層水、表層水、3.2%と6.4%食塩水にマグロ普通肉を漬け込み、筋原繊維タンパク質のATPase活性の変化で変性速度を検討しました。結果を図4に示しました。

無処理の筋原繊維タンパク質ATPase酵素活性の値を100として、処理した魚肉の活性を示しました。深層水で処理した魚肉は、表層水や3.2%食塩水、6.4%食塩水で処理した魚肉よりも酵素活性は低く、タンパク質の変性が大きいことがわかりました。深層水の変性速度が速い原因は、単に浸透性だけで説明ができず、詳細はまだ不明です。

魚肉中から浸漬液に溶出するタンパク質の量を測ってみますと、図5に示すように、深層水で最も少なく、次いで表層水、食塩水の順となりました。

深層水で変性速度が速いことは、魚肉表面のタンパク質がすばやく変性し、表面に皮膜様のバリアーが形成され、肉内部の旨味や水分が閉じ込められることが想像されます。その結果として、風味の良いおいしい製品ができると考えられます。

(プロジェクトスタッフ 鈴木敏博)

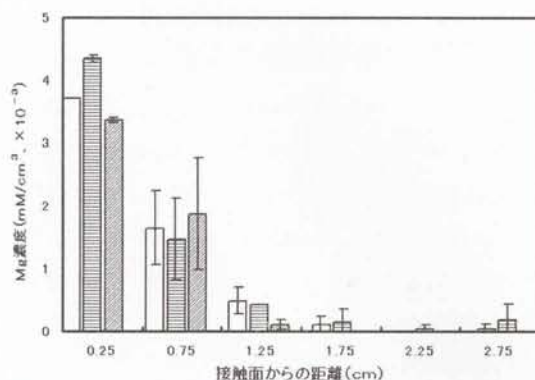


図2 Mg濃度分布 (浸透30時間)
棒グラフは左側から深層水、表層水、硫酸マグネシウム

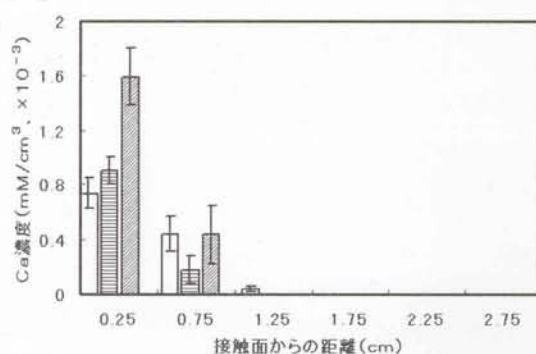


図3 Caの濃度分布 (浸透30時間)
棒グラフは左側から深層水、表層水、塩化カルシウム

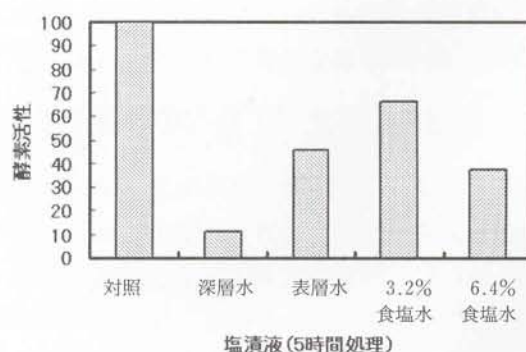


図4 塩漬処理によるMf Ca-ATPase活性の変化

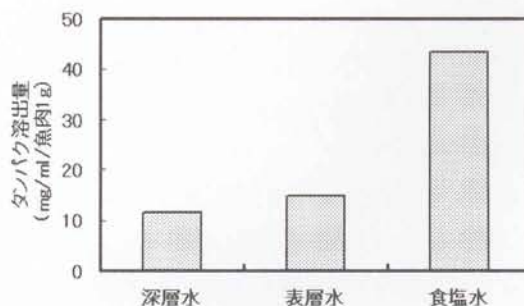


図5 タンパク質溶出量の比較

3. 深層水の水質変化

海洋深層水の特長というのは、深海にあるために発生します。それは、光が届かない、酸素が少ない、温度が低い、圧力が高い…といったものです。しかし、汲み上げられたとたん、このような特異な環境はなくなってしまいます。実際の海でも湧昇した深層水は表層水に戻ります。では、取水施設で汲み上げられた深層水はどの様に変化するのでしょうか。水質の変化を調べてみました。

(1) 酸素量

深層水の3大特性として清浄性、高栄養、低温安定性が知られていますが、溶けている酸素量(DO)が少ないことも大きな特徴です。これは、深海には植物がないために酸素は消費されるだけで生産されていないからですが、日本海側の日本海固有水と違い、駿河湾深層水は亜寒帯系中層水などの年代の古い水であるために、

より低酸素となっています。深海は温度が低く、圧力が高いために酸素などのガスは表層よりも溶けやすいのですが、酸素は少なく、窒素や炭酸ガスが多い状態になっています。

まず、深層水の取水施設におけるDOについて測定してみました。深層水の取水施設の構造は図1のようになっており、これは他県でもほぼ同じです。

汲み上げられた深層水は、受水槽で空気に触れるまではDOがほとんど変化しないことを確認しました。しかし、受水槽に入ってから急激にDOが上昇し、短時間で飽和量に達していました。

深層水は、冷暗所で保存すれば細菌類がほとんど増殖しないことがわかっていますが、汲み上げられた深層水には酸素が多く溶けているので、温度が上がれば細菌の増殖が起きる可能性があります。

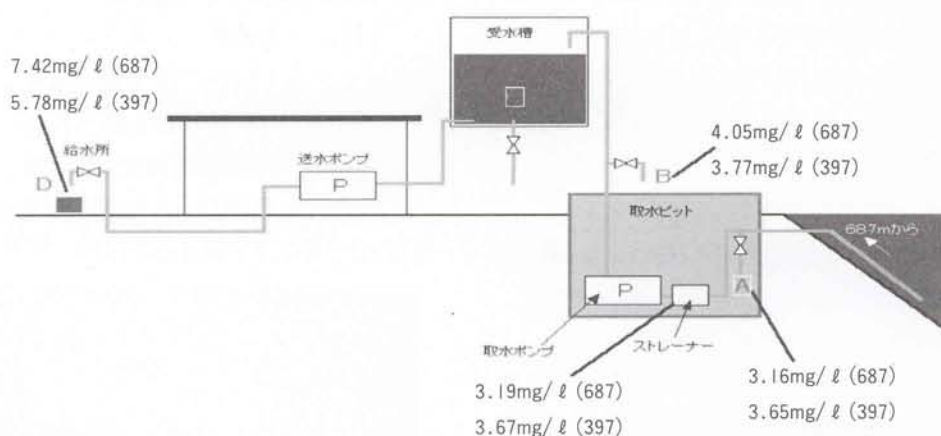


図1 深層水取水施設の管路と酸素量

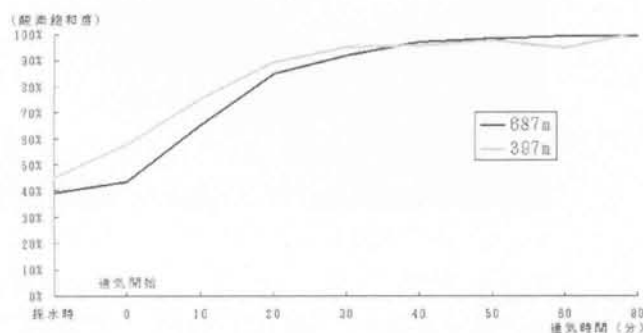


図2 取水後の深層水の溶存酸素量変化
(20リットルタンクにて通気した場合)

(2) 還元性

深層水の還元性はアトピー性皮膚炎に対する効果要因の一つとされています。これは活性酸素の働きを還元性の物質が抑制するからです。前述のように深層水のDOは汲み上げ後急激に上昇しますが、還元と酸化は逆の関係にあるので、酸素が増えることにより深層水の還元性も低下することが予想されます。

深層水の持つ還元性について、遊離塩素（カルキ）の消去能力を指標にして測定しました。すると、図3に示したように、深層水の還元性は表層水よりも強いことがわかりました。しかし、この還元力はビタミンCなどの強力な還元作用をもつ物質に比べるとはるかに微弱であり、実際に生体内でどのような働きをしているかが今後の課題です。また、その働きは約2日間程度

で消滅することがわかりましたので、深層水をアトピー治療等のために利用する際は、なるべく取水後2日以内のフレッシュなものを使うことが望ましいと思われます。

（プロジェクトスタッフ 青木一永）

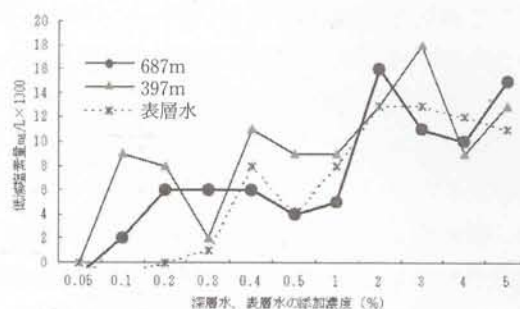


図3 採水直後の深層水、表層水における塩素消去（低減）能力
（塩素原液（0.5ng/L）へ、深層水、表層水を0.05～5%添加）

4. 深層水の食品への利用

(1) ミネラルなまり節

深層水を取水している焼津漁港はカツオの水揚げが日本一で、鰹節などの加工業も盛んです。ゆでたカツオ肉を乾燥、燻煙、カビ付けなどを行って鰹節を作りますが、ゆでただけのカツオ肉を「なまり節」と言います。カツオ肉はゆでることにより収縮するために、水分が減少し、保存性が向上します。冷蔵保存が普及する以前は、簡易な保存法としてなまり節が盛んに作られました。

身近な水産加工品に深層水を活用するため、深層水を使ったなまり節について検討してみました。ゆでるときの水に脱塩水などを使うとコストがかかるため、前処理として深層水につけ込んでみました。深層水原水、電気透析脱塩水、食塩水などにつけ込んで比較しましたが、ほとんど違いはありませんでした。ところが電気透析脱塩水を逆浸透膜で約5倍に濃縮した高ミネラル液につけ込んだ後、80℃のやや低い温度で煮熟したところ、カツオのエキス分が溶出せず

に、プリプリした感じの風味の優れたなまり節となりました。

これは、高濃度のミネラルによりカツオ肉の表面タンパク質が変性することにより、エキスの溶出を防いだためと思われます。しかも、ミネラルの主成分であるマグネシウムの苦味も感じられず、おいしいなまり節となりました。



クリーミー豆腐

(2) クリーミー豆腐

深層水のミネラルを利用した食品についても一つ紹介します。すでに市販されているクリー

ミー豆腐です。一般に豆腐製造に使われる苦汁（にがり）は海水を煮詰めて、塩から分離したものです。クリーミー豆腐は前述のなまり

節でも使用した電気透析による脱塩深層水を濃縮せずに使って豆腐を固めています。凝固反応に使われる脱塩水のミネラルは苦汁の1/50くらいです。このため豆腐を安定して生産するためには工夫が必要です。しかし、この固まりにくさから繊細な組織構造を持つ柔らかくて（従来の絹ごし豆腐に比べ約5倍）、水分保持力に優れた（絹ごし豆腐の約2倍）ヨーグルトのような食感の豆腐を作ることができるようになりました。豆腐特有の苦味もなく、濃厚な風味が好評

です。深層水を利用した豆腐はすでに市販されていますが、既出の特許に抵触しない技術の開発（特願2003-87041）により、新しい食感の豆腐が製造可能となりました。

クリーミーの柔らかくて水分保持が良い特性により、嚥下（食べ物の飲み込み）障害者にも食べやすく、乳幼児から高齢者まで利用しやすい豆腐となりました。

（プロジェクトスタッフ 青木一永）

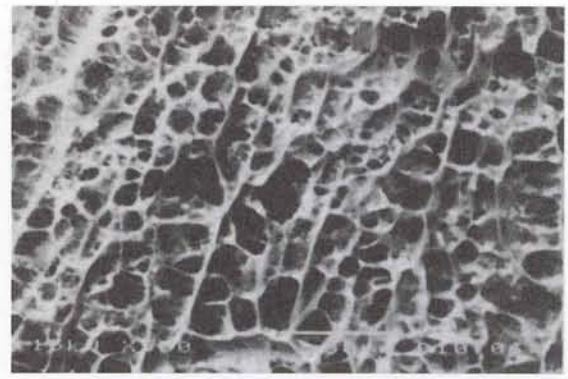
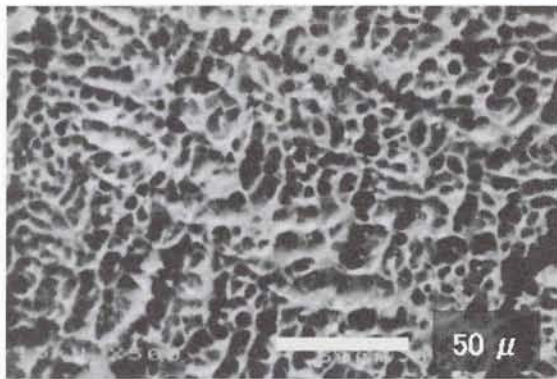


図1 走査型電子顕微鏡による表面構造写真（左：深層水利用 右：市販絹ごし）

5. 駿河湾深層水を用いた有用微細藻類の大量培養水槽の開発

(1) 駿河湾深層水から有用微細藻類の発見相次ぐ

駿河湾深層水の中には、量はごく僅かですが多種多様な微細藻類が見つっています。この中から、深層水中で繁殖する能力に優れた有用種を選抜することに成功しています（写真1）。しかし、どんなに有用であっても量が少ないのでは使い道はほとんどありません。なんとかして大量に培養する必要があるのです。このとき、深層水を利用することがキーポイントです。

(2) 深層水で培養させるといいことがあるの？

— 深層水培養にこだわる理由 —

微細藻類を培養させるときには大量の窒素やリンなどの栄養塩が必要です。通常は化学合成されたものを投与します。しかし、この方法では、培養した微細藻類の安全性に問題が生じる場合があります、特に人間への食品や医薬品原材料

としての用途を考えると、不安になります。

一方、深層水の特徴として、有害物質がほとんど含まれてないことが上げられています。したがって、深層水で培養した微細藻類は非常に安全性が高く、さまざまな用途に利用することができるのです。

(3) 深層水を利用した培養水槽の開発

深層水に豊富に含まれる栄養分も、微細藻類の繁殖に伴い徐々に枯渇してきます。この時、不足する栄養分を投与する目的で駿河湾深層水を注水します。ただし、培養水槽に深層水を入れると、入れた分だけ水槽から海水が流れ出し、せっかく培養した微細藻類も一緒に流れ去ってしまいます。そこで、微細藻類と海水を分離して、使い終わった海水のみを排水できる水槽を開発しました。



写真1 駿河湾深層水由来の有用微細藻類
(左からアワビ初期餌料、抗酸化物質産出、免疫賦活性物質産出有用種)

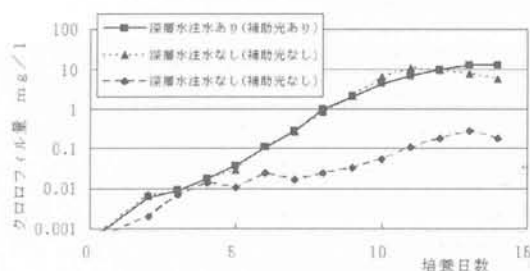


図1 培養実験結果

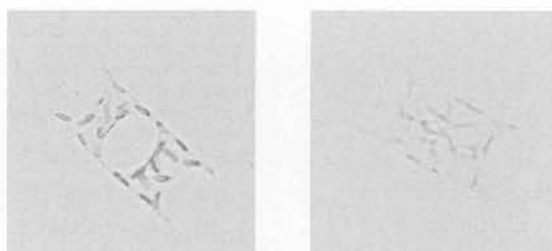


写真2 細胞の状態 (左: 深層水注水あり、右: なし)

(4) 培養水槽の実力は如何に

抗酸化物質を産出することがわかっている駿河湾深層水由来の微細藻類（登録番号397PL-8）を深層水添加及び補助光の条件を変えて繁殖させる実験を行いました（図1）。

光は太陽光に依存しましたが、太陽光が不足する場合は補助光を点灯しました。補助光があったほうが増殖量は10倍以上にもなりました。また、深層水の注水は培養9日目から始めましたが、深層水の添加により細胞密度が高い状態を長期間維持できるようです。さらに、細胞の外観も良いこともわかりました（写真2）。

(5) 今後の課題と展望

—新しい産業創出を目指して—

微細藻類含有物質などは周囲の水質や光条件で時間とともに変化していきます。リアルタイムでコンディションを把握し、培養条件の最適化はもちろん、回収のタイミングを間違えないことが重要になります。今後も大学や企業と共同で研究を進め、新しい食品や医薬品資源の供給源にしていきたいと思ひます。

(プロジェクトスタッフ 花井孝之)

6. 駿河湾深層水中の微生物

駿河湾深層水中にはごくわずかですが微生物が棲息しています。光の届かない領域にも関わらず、植物である微細藻類も生存しています。この小さな生物に、現在、新産業への期待が持たれています。ここでは、その話に触れてみたいと思ひます。微生物を使った産業といっても聞き慣れない方もいるかもしれませんが、発酵食品や汚物処理、医薬品や食品添加物の供給源などその応用範囲は広く、これまでも様々な

恩恵を我々にもたらしています。それだけ有用微生物の発見は重要な意味を持ちます。

(1) 深層水には特有の細菌

駿河湾深層水の三大特性の一つに清浄性が挙げられます。これは、微生物数が表層水の1/10~1/100と少ないことに由来します。深層水中でも表層水中でも微生物の中では細菌類(バクテリア)が多く存在しています。では、その種類についてはどうでしょうか？現在、細菌類は特定の遺

伝子 (16SrDNA) を解析することにより同定されています。図1は表層水 (0 m、24m) と深層水 (397m、687m) 中の細菌類由来の16SrDNAを比較したものです。水平の明るい帯状の部分「バンド」と呼びます。ここに見える各バンドそれぞれ異なる種類の細菌の16SrDNAを示し、明るい帯は同じ種類細菌が多いこと、つまりが細菌類の優占種を示していると考えてください。表層水中と深層水中とで細菌類の種類(バンドのパターン) が大きく異なっていることがわかります。未知の領域、深層水中に棲息する細菌類の種類が表層水中のそれと異なるということは、新種微生物の宝庫である可能性が非常に高いと考えられ、駿河湾深層水が細菌類供給源として魅力的なものであると思われました。

図1のバンドについてさらに詳細に調べてみました。バンドの中で特に濃いもの(各海水中で多く棲息している細菌)を切り出して検討した結果、深層水中には表層水中とは異なり、グラム陽性菌がこの中に含まれていました。グラム陽性菌は医薬資源として期待の持たれる細菌類です。グラム陽性菌が特に高い優占率で生存しているということは、駿河湾深層水中には有用性の高いグラム陽性菌の近縁種も多く棲息しているものと考えられ、医薬資源としての応用に期待が持たれました。以上の結果に基づき、駿河湾深層水中に棲息する細菌類の単離培養を行い、個々の細菌類にどのような生理活性があるのかを調べることにしました。

培養は大気圧下で行ないました。397m、687mの深度では圧力は約40気圧、70気圧と高いものになります。大気圧とは大きく異なりますが、細菌類の中にはこの程度の圧力差を問題にしないものが存在します。大気圧下で培養できる細菌類の存在は今後の発展性を考えると非常にありがたい存在です。今回の培養法で2層の深層水から100種類近くの細菌類を培養することができました。今回得られた細菌類のほとんどが新種の微生物でした。中には北極の海や太平洋沖の深海で採取された細菌によく似たものもありました(図2)。また、細菌類の分類学的にも珍しいものも発見されました。駿河湾深層水の新種細菌類供給源という見解は正しかったように思

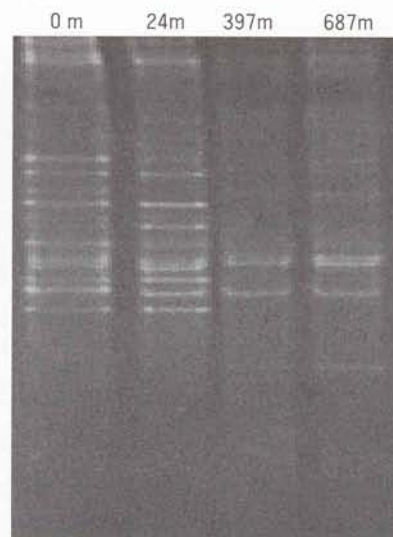


図1 各海水中細菌類優占種の16SrDNA

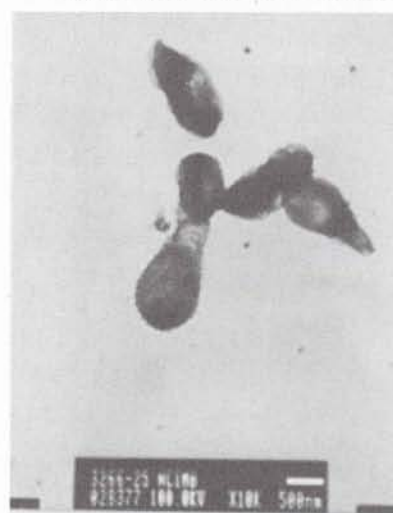


図2 駿河湾深層水中から採取された北極海生息細菌の近種

われます。

(2)細菌の持つ特性

続いて生理活性について調べました。まず、多くの細菌類が持つと言われている抗菌性について調べてみました。細菌類は自分が生きていくために同じ生活圏内にいる他の微生物を死滅させなければなりません。そのため、抗菌性を示します。この性質を利用した薬が抗生物質です。しかしながら、今回得られた細菌類には顕著な抗菌性はみられませんでした。これは、深層水中の細菌類の数が少なく他の細菌類が自分の生活の邪魔にならないため、抗菌性を持つ必要性が無いからだと考えられました。そこで他の活性試験を行なうことにしました。多くの疾患の治療や予防に期待される抗酸化性と免疫賦

活性について調べました。抗酸化性は体の中に存在する過度の活性酸素を抑える効果で、活性酸素が原因で起こる炎症、発癌、老化などの予防および治療に期待が持たれます。免疫賦活は免疫を高める効果で、各種疾患に対する抵抗力を上げ予防や治療につながります。対照実験として環境中の代表的な細菌である大腸菌の活性試験も行い、抗酸化性、免疫賦活において大腸菌より活性の強い種が多く見つかりました。特に687m深層水から見つかった *Pseudomonas denitrificans* の近縁種の抗酸化性は18.9%と非常に高く、その活性発現に関与する化合物に興味が持たれました。この研究により駿河湾深層水中細菌類の応用に抗酸化性、免疫賦活性の利用という方向性を示すことができました。これらの効果を利用した医薬品や化粧品の開発に期待が持たれます。

③微細海藻

続いて微細藻類についてです。微細藻類の中には深層水を栄養源として効率的に培養できるものがあります。駿河湾深層水中に生存している微細藻類はその代表例になります。深層水を用いて培養した微細藻類約70種についても抗酸化性、免疫賦活性を調べました。微細藻類はその

水溶性成分に顕著な免疫賦活性を示すものが多いことがわかりました。水溶性ですので、医薬品や化粧品の他に入浴剤や入浴施設での利用など応用例が広がり、平成18年に焼津市に完成するタラソセラピー施設への導入が期待されるようになりました。導入までには解決しなければならないハードルがいくつかありますが、実現すればタラソセラピーが駿河湾深層水からの恵みをより多く体験できる健康施設になると思われます。

駿河湾深層水の新しい利用法として、そこに生存する細菌類や微細藻類に着目して研究をしてきました。そして、抗酸化性、免疫賦活性という性質を明らかにすることにより、産業への期待が持たれるようになりました。今までに述べたとおり、駿河湾深層水は新しい細菌類や深層水環境に適した微細藻類の宝庫です。この小さな生物の性質をさらに調べることにより、その利用法は広がっていくものと考えられます。駿河湾深層水をこれらの小さな生物の魅力的な供給源と捉え、様々な種類の産業へと展開していくことを期待します。

(プロジェクトスタッフ 伴野安彦)

サクラエビ産卵量調査頻度についての検討

サクラエビは、静岡県の方にとって非常に馴染みのあるエビだと思いますが、一方で、国内でサクラエビ漁が行われているのは静岡県だけであり、貴重なエビでもあります。

サクラエビ漁は、産卵親魚を保護するため6月11日～9月30日の間は、静岡県漁業調整規則で禁漁となっていますので、それを挟むような形で、3月下旬から6月上旬まで行われる春漁と、10月下旬から12月下旬まで行われる秋漁の年2回に別れています。

サクラエビの産卵は、前述の禁漁期間が示すとおり、主に夏が最盛期となりますが、早い年には5月頃から始まり、11月まで続くときもあります。サクラエビの産卵量は、その後の漁獲量を占う上で重要な要素となるため、水産試験場では駿河湾内の8測点（図）で産卵量調査を実施してきました。

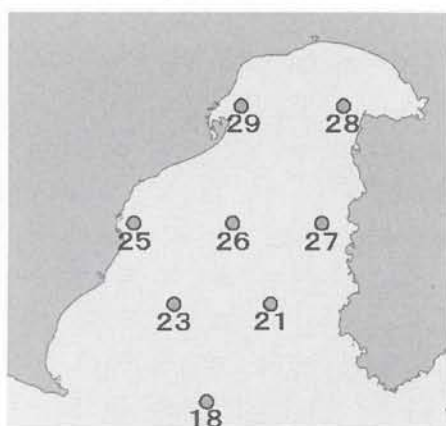


図 産卵量調査地点

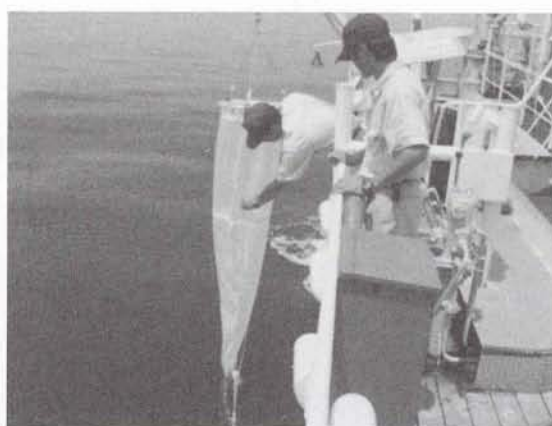


写真 調査船「駿河丸」による産卵量調査風景

産卵量調査は、毎月上旬に行われる海洋観測時に実施しています。方法は、プランクトンネットと呼ばれる目合約0.1mmの網を各測点水深50mまで沈めた後引き上げ（写真）、その中にサクラエビの卵が何個入っていたかを数え、海水1立方メートルあたりに含まれる卵の数を算出します。この調査は、6月～11月の間月1回、計6回行われ、そのうち7月と8月の調査結果を元に秋漁の漁況予測をしています。しかし、サクラエビの卵は1日半（約30時間）でふ化してしまうため、月に1回の調査ではその月の産卵量を適正に評価しているかどうか分かりません。そこで、同じ調査を月に複数回行うことによって、調査結果がどれだけ異なるのかを調べました。

平成15年の結果を表1に示しました。表の中の数値は、海水1立方メートルあたりに含まれるサ

表1 海水1立方メートルあたりの卵の出現数（平成15年）

月日	調査地点								平均	
	ST.18	ST.21	ST.23	ST.25	ST.26	ST.27	ST.28	ST.29	ST.18-29	ST.25-29
7月2日	0.6	4.4	1.0	10.1	478.5	64.3	0.6	欠測	79.9	138.4
7月14日	0.0	1.2	5.5	60.4	1.8	6.3	12.9	3.1	11.4	16.0
7月25日	0.0	1.0	2.0	223.4	160.0	16.1	38.8	40.6	60.2	89.9
8月5日	0.0	0.3	89.7	60.3	91.6	51.5	3.3	35.7	41.6	47.3
8月22日	0.0	1.1	49.6	75.9	31.0	1.1	9.7	336.1	63.1	86.1

クラエビの卵の数を表し、ST.18～29の8測点の平均出現数と、産卵量の多い湾奥のST.25～29の5測点の平均出現数も示しました。また、網掛けの部分（7月2日と8月5日）は海洋観測時の調査結果を示しています。この表から、7月2日の調査における湾内8測点（ST.29は欠測）の海水1立方メートルあたりの平均出現数は79.9個となり、同様に8月5日の平均出現数は41.

6個となります。従来は、この2回の調査結果からその年の産卵量の多寡を判断していました。ところが、7月14日の調査結果を見てみると、平均出現数は11.4個と7月2日の約7分の1となり、また出現数の多い湾奥5測点で比較してみても、7月14日の結果は16.0個と、7月2日の138.4個の約9分の1という結果となりました。

表2 海水1立方メートルあたりの卵の出現数（平成16年）

月日	調査地点								平均	
	ST.18	ST.21	ST.23	ST.25	ST.26	ST.27	ST.28	ST.29	ST.18-29	ST.25-29
7月8日				13.7	67.1	5.9	14.8	100.6		40.4
7月12日	0	0.3	2.3	166.5	89.4	35.6	153.4	260.2	88.5	141.0
7月20日				4.6	23.1	4.4	3.7	50.1		17.2
7月21日				19.0	2.5	1.5	82.8	65.0		34.2
7月22日				4.8	7.2	519.5	190.8	143.5		173.2
7月23日				24.6	25.7	15.7	74.9	51.0		38.4
8月4日	0	0	0	6.1	7.3	13.5	4.4	93.0	15.5	24.8
8月5日				2.0	17.4	40.7	35.9	17.9		22.8
8月18日				133.5	15.4	4.9	0.8	2.1		31.4

次に平成16年の結果を表2に示しました。見方は表1と同じです。平成16年は、出現数の多い湾奥5測点を中心に調査しています。また、7月20日～23日までは4日連続で調査を行いました。7月12日の海洋観測時の調査では、湾奥5測点の平均出現数は141.0個となりましたが、7月20日の調査では17.2個と約8分の1となりました。また、その2日後の7月22日には173.2個となり、2日の違いで平均出現数は約10倍となりました。これらの結果から、サクラエビの卵の出現数は、数日違うだけでかなり変わってきてしまうことが分かります。それでは、一体何日ごとに調査をすればよいのでしょうか？勿論その答は、「できるだけ多く」ということになっ

てしまいます。しかし、広い駿河湾を毎日広範囲に調査することはとても無理ですし、今回調査に用いた水産試験場調査船「駿河丸」は、他の調査もたくさん抱えています。ただ、月に1回の調査では、その年の産卵量を過大もしくは過小評価してしまう可能性は大きく、産卵量を漁況予測のデータとして用いるのであれば、やはり月に数回は調査を実施する必要があると思われます。

水産試験場では、今後も月に複数回の産卵量調査を実施し、適正な産卵量の把握に勤めていく予定です。

（漁業開発部 田中寿臣）

第37回水産加工技術セミナー講演要旨

I 「水産物利用の知恵」

京都大学大学院農学研究科 助教授 豊原 治彦 先生

1. 過去の知恵(水産伝統食品に秘められた知恵)

(1) 農産伝統食品と水産伝統食品の違い

農産伝統食品は、あくを取って食べやすくすることが目的。漬物は保存性向上も兼ねる。

水産伝統食品は、保存が主目的。干す、塩漬ける(水分活性を減らして持ちを良くする)の2つが原点。例外は、みりん干し、蒲鉾(グルメ食品の走り)など。

(2) 加工目的による水産伝統食品の分類

①保存性

水抜き(塩、煮て、焼いて、凍らせてから干す)
塩漬け(保存性を考慮し30~50%位の塩分濃度)

→塩抜き(漬物の形で脱塩)

→塩抜きなし(塩辛、魚しょう)

②保存・調理(佃煮)

③調理(焼き・蒸し・揚げでおいしく食べる、蒲鉾)

④精製(寒天)

(3) 水産物の特徴

①腐りやすい

②農産物に比べ品種改良が無く品質が不安定

③ひとつの食品でも物性や形状が多彩

④バリエーションが多い

⑤丸ごと加工する(出来るだけロスを少なくする)

(4) 水産加工品の特徴による分類

①原料(このわた(なまこの腸管を使った塩辛)、皮ちくわ、じゃこ天など)

②形状(シート状(タタミイワシ)、木の葉状(笹かまぼこ、仙台)、フレーク状(愛媛県でつくられるエソの削り蒲鉾)、棒状(身欠きにしん)、液状(しょつつる、いしる))

③色(黒(ほたるいかの黒作り)、ピンク(かつ

お節)、鮮緑色(灰干わかめ))

④におい(悪臭(くさや)、芳香(かつお節))

⑤テクスチャー(歯ごたえ・歯切れ(でべら(タマガンゾウヒラメの素干し)、灰干ワカメ)、ゴム状(皮ちくわ)、スポンジ状(はんぺん)、強い弾力(萩式焼き抜きかまぼこ(低温でじっくり加熱して座りがかかり強い歯ごたえ))

⑥副素材(豆腐を混ぜたもの(豆腐ちくわ、つけあげ)、山芋を混ぜたもの(はんぺん)、イカ墨(黒作り))

(5) 日本の代表的な伝統的水産加工品の知恵

①煮干イワシ

素干しにするとホスファターゼが残っており、イノシン酸を分解してしまう。このため、加熱してホスファターゼを失活させる。こうすることでイノシン酸とグルタミン酸が少量ずつ残り、結果として煮た方が旨味が残る。

②かつお節

乾燥食品の製造条件として、魚体が小型かつ薄くさらに脂が少ないものであることが必要である。しかしかつお節では、焙乾処理のときに一度に焙乾せず、繰り返すことで徐々に水分を取り、更にカビ付けで水を抜いている。間欠焙乾は一石三鳥で価値を高めている(乾燥促進、酸化防止、芳香付与)。

③鮎ずし、なれずし

大型魚を30~50%の食塩に付けると、タンパク源として摂取するためには脱塩工程が必要である。冬の間に塩漬けし、夏場に脱塩、ご飯と共に本漬けすると、ご飯が乳酸発酵しpHが4くらいに下がる。乳酸菌の持ついろいろな働きで抗菌性物質が生成され、腐敗を防ぐ。

④佃煮(くぎ煮)

濃い煮熟液（醬油や砂糖）で煮詰めると魚体がピンとなる。浸透圧が高くなるとともに、沸点が上昇（104～120℃）し、殺菌効果が高まる。水分活性も低くなる。鍋さえあれば、天候によらず小魚の長期保存が可能になる（液中乾燥法）。

⑤かまぼこ

筋肉タンパク質がゾル化し、塩析反応で溶出したものを加熱するとゲル化する現象を利用したもの。塩ずりした後に加熱することで、魚とは大きく異なるものができる。長期保存性などは重要視されていない、グルメ食の走りで、物性変化食品として位置付けられる。

2. 現代の水産食品の知恵

農水省が掲げる農水産業のターゲットとして、消費者の健康志向、高品質化、簡便化、地域産業の活性化等が挙げられている。これらに準じた開発が行われている。

(1) 魚肉の健康性機能性成分の保持

①凍結粉碎、②水中粉碎、③真空晒し、④レトルト、油ちょう、⑤DHA、EPA等。

(2) 水産加工廃棄物の利用技術

煮汁、水晒しの廃液から、フィッシュソリュブル、ゼラチン、アミノ酸の回収。
精巢からプロタミンを抽出し、静菌剤として利用する。

(3) 新しい加熱・成型技術

ジュール熱（かまぼこに変わった物性を与える）、エクストルージョンクッキング、乳化・発泡技術、シート・繊維化技術、粉末化技術、高圧処理等が開発されている。

(4) 加工残滓を出さないゼロエミッション技術

例：北海道では養殖ホタテガイの養殖が盛んであるが、ホタテの中腸腺（ウロ）はカドミウ

ム（Cd）が蓄積し、産業廃棄物として焼却され使い道が無かった。そこでホタテ未利用資源リサイクル施設では、これを電気分解し脱Cd処理を行っている。年間2000トンのウロが持ちこまれ、1kgのCdが回収されるという。脱Cdした部分はミール化して、再利用される。また、貝殻部分は白線の材料になる。人工魚礁の材料にするとワカメの生えが良好である。

(5) 臨界水処理技術

水に22気圧の圧力をかけると、沸点が340℃まで上がる。水の分解力により糖や多糖タンパク質などを分解する。特に、利用できない多糖を分解する。

3. 未来に向けた技術

①遺伝子組換え技術

魚は腐りやすく、肉質の軟化が問題となる。死後の肉質変化はタンパク質分解酵素が働くために起こるが、酵素を押さえるような魚自身を持っている阻害因子を導入してやることでそれを押さえることが出来る等。このような魚は天然のものと交雑を防ぐため、隔離飼育することが必要。

②染色体操作

カキは夏場に成熟し、グリコーゲンが減耗するので不味になる。そこで染色体操作をし、カキの3倍体をつくってやるとグリコーゲンの減耗を押さえることができ、夏場でも食することが出来る。ただし海産魚では3倍体化しても成熟するので適用できない。サケ科魚類では実用化されている。

③クローン技術

性の統御、耐病性の獲得など。

（平成16年6月21日 第37回水産加工技術セミナーより 利用普及部 鈴木進二）

II 「流通企業に求められている食の安全性について」

ニラックス(株) 仕入れ開発グループ 見崎 福司 先生

トレーサビリティ（Trace（追跡）+Ability（可能））システムとは、食品の生産・製造方法

等の履歴情報を「数値&記号」等を使って食品とともに流通させ、食中毒等が発生した場合の原因

の究明を容易にするとともに消費者がニーズに応じて商品情報を引き出せるシステムのことであり、消費者に安心・安全な情報を提供するものです。

愛媛県内のマダイの養殖業者が共同でトレーサビリティを実現している事例があります。出荷に際して市場を通さずに直接販売を行うことにより、生産から流通まで履歴を完全に把握することが可能となります。ここでは、養殖魚の生産における沖出し、発症履歴、餌料の種類、投薬履歴を管理しており、さらに流通過程を把握することにより実現することができました。さらに、養殖魚の飼育環境などの分析チェックも行っています。そして、これらのデータは、提供可能な情報としてパソコンに入力されており、必要に応じて開示できるシステムとなっています。なお、養殖魚の管理にはHACCPを導入しており、危害分析等も十分に検討されています。

ニラックス㈱では国外の水産物を扱うこともあり、この場合では生産履歴が不明になりやすいことが問題でした。トレーサビリティを実現するために、ニラックス㈱が輸入魚自身の成分分析を行うだけでなく、漁獲海域もしくは養殖池の水質分析や該当する池の泥を入手して分析を行い、生産履歴データに追加することを行っています。

JAS法などにより、最近では生鮮食品や加工食

品の表示が義務付けられており、徐々に定着しつつありますが、外食産業では賞味期限、添加物、原材料の種類などの表示がほとんど行われていません。しかし、まもなく外食産業でもこれらの表示を求める声が消費者から出てくると考えています。ニラックス㈱では、外食産業向けの調理用素材にも魚種名や原産地、素材の賞味期限などを添付して、店頭において消費者からの問い合わせに対応できるように心がけています。

最近ではカルシウム不足の子供たちが増えているように見受けられます。加工食品への添加物として、リン酸塩が使用されることが多くあります。リン酸塩は、結着剤、安定剤などとして広く利用されているが、短所としてリンの過剰摂取によりカルシウムの吸収阻害が起こります。また、学校給食などでは安全性の点から魚の骨を極力取り除いています。これらのことが影響して、カルシウム不足が起こっていると思われます。カルシウムはサプリメントなどで容易に摂取することもできますが、やはり食品から摂取することが自然であり、なかでも水産物から摂取することを薦めたいと思います。特に、ちりめんはカルシウムが豊富に含まれており効果的です。

(平成16年6月21日 第37回水産加工技術セミナーより 利用普及部 山内 悟)

人事異動

(退職)

村松 高明 (場長)

下野 勝雄 (管理部長)

幡谷 雅之 (漁業開発部長)

伴野 安彦 (深層水プロジェクト技師)

(転出)

福與 寿彦 (管理部主任→県立総合病院主任)

大坪 孝生 (管理部主事→病院管理室主事)

長谷川 薫 (利用普及部長→水産資源室長)

平井 一行 (漁業開発部主任研究員→水産振興室主査)

海野 幸雄 (漁業開発部主任研究員→水産資源室主査)

増元 英人 (利用普及部主任研究員→環境衛生科学研究所主査)

鈴木 敏博 (深層水プロジェクト研究主幹→工業技術センター研究主幹)

青木 一永 (深層水プロジェクト主任研究員→水産資源室主査)

小島 賢治 (富士丸一等航海士→漁業取締船あまぎ船長)

(転入)

大石 恒治 (水産振興室長→場長)

河合 太吉 (志太様原健康福祉センター副所長→管理部長)

加藤 成代 (会計指導室主査→管理部主任)

峠坂 吉孝 (御前崎土木事務所主任→管理部主任)

杉本 泰司 (漁業取締船あまぎ船長→管理部主任)

川嶋 尚正 (栽培漁業センター研究主幹→多様性プロジェクト研究主幹)

阿久津 哲也 (栽培漁業センター主任研究員→多様性プロジェクト主任研究員)

森 訓由 (水産資源室主査→漁業開発部主任研究員)

萩原 快次 (水産流通室主査→漁業開発部主任研究員)

渥美 敏 (水産資源室主幹→利用普及部研究主幹)

高木 毅 (マーケティング室主査→利用普及部主任研究員)

鈴木 基生 (栽培漁業センター副主任→沼津分室副主任)

今中 園実 (栽培漁業センター技師→沼津分室副主任)

(場内異動)

上村 信夫 (浜名湖分場研究主幹→漁業開発部長)

安井 港 (富士養鱒場長→利用普及部長)

近藤 誠 (管理部主任→富士丸一等航海士)

五十嵐 保正 (深層水プロジェクト研究主幹→富士養鱒場長)

花井 孝之 (深層水プロジェクト主任研究員→利用普及部主任研究員)

藤田 信一 (漁業開発部研究主幹→沼津分室研究主幹)

霜村 胤日人 (伊豆分場技師→多様性プロジェクト技師)

調査船の動き

(平成17年1月～3月)

船名	調査内容	期間
富士丸	南方カツオ調査	1月17日～2月12日
	定期検査修理工事	2月28日～3月28日
駿河丸	地先観測	1月5日～7日
	サクラエビ調査	13日～14日
	マリンロボ調査	18日～19日
	マリンロボ調査	24日
	トラフグ調査、シラス調査	27日～28日
	地先観測	2月3日～4日
	サクラエビ調査	7日～8日
	地先観測	9日～10日
	サバ漁場調査	14日～15日
	トラフグ調査	17日～18日
	深層水調査	22日～23日
	地先観測	3月12日～2日
丸	サクラエビ調査	7日～8日
	ドック回航、ペンドック修理工事	9日～27日
	ドックより回航	28日

日誌

(平成17年1月～3月)

月 日	事 柄
1. 4	仕事始め
11	監査
12	全国水産試験場長会 (東京)
13～14	中央ブロック水産関係試験研究推進会議 (横浜)
15	水産海洋学会地域研究集会 (静岡市、東海大学)
21	志太地区校長会視察来場
25	全国内水面場長会 (横浜)
26～27	カツオ・ビンナガSG推進検討会 (茨城県)
27～28	東海ブロックトラフグ栽培漁業検討会 (三重県)
31	研究調整会議幹事会
2. 3	海洋深層水産業利用全国自治体協議会
9	研究報告編集委員会
10	技術連絡協議会 (浜名湖分場)
	水産シンポジウム (静岡)
15	全国遠洋鯉漁労通信連絡会 (名古屋)
17～18	トラフグ栽培事業全国検討会 (静岡)
18	県漁協青壮年部連合会総会
22～24	高度回遊性魚類委託事業報告会 (静岡)
23～24	国際漁業資源調査等推進対策事業報告会 (東京)
24	水産加工技術セミナー
25	桜えび組合通常総会
3. 1	普及職員一般研修
7	試験研究調整会議水産・栽培漁業専門部会
8	栽培漁業推進協議会 (静岡)
9	シラス漁況予報研修会 (浜名・福田)
10	シラス漁況予報研修会 (吉田・静岡)
14	温水利用研究センター運営協議会、新施設開所式
16～17	サンマ等小型浮魚資源研究会 (八戸)
17	水産振興審議会
23	魚病対策委員会
31	日本水産学会 (～4月4日、東京海洋大学)