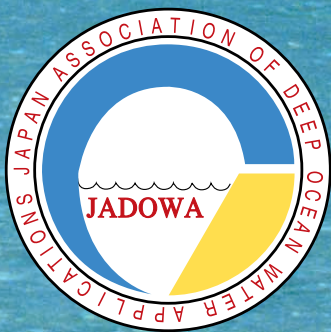




JADOWA

JAPAN ASSOCIATION OF DEEP OCEAN WATER APPLICATIONS

VOL. 1
NO. 2
December, 1997

NEWS



深層水利用で養成したサクラマス親魚の採卵用選別：1年半の飼育で平均体重1kg以上に成長し、平均1600粒/尾の卵を得た。
(特集参照)

海洋深層水利用研究会ニュース、第1巻、第2号、1997年

■目次

特集 「富山県における海洋深層水利用研究」	2～4
富山県水産試験場 次長	奈倉 昇
研究報告 「海洋深層水を利用した高付加価値製品（色素）の製造に関する研究」	5～8
工業技術院 中国工業技術研究所	山岡 到保
情報コーナー	9
高知県における深層水利用研究の取り組み	高知県海洋局海洋深層水対策室 主幹 宮本 猛
室戸市での海洋深層水事業への取り組み	室戸市企画商工観光課 課長 浜口 太作
団体会員の紹介	10
日本水産株式会社中央研究所	水産研究室 井上 広滋
日本郵船株式会社一郵船と深層水一	(株)NYK輸送技術研究所 藤田 恒美
会員からのお便り	11
四国環境・バイオサロンでの深層水講演会について	高知大学農学部 深見 公雄
高知県における海洋深層水の食品利用の現状	高知県工業技術センター 久武 陸夫
お知らせ	12
海洋深層水'97ー富山シンポジウムの報告	
幹事会報告	
編集後記	12

富山県における海洋深層水利用研究

奈倉 昇 富山県水産試験場

富山県では、1995年3月に富山県滑川市に位置する富山県水産試験場(以下水試)内に、距岸2650m、水深321mから日量3500トンの日本海固有水と言われる深層水(水温1～2℃、塩分34.0～34.1、以下深層水)を汲み上げ、深層水利用研究施設を整備しました。水産増養殖研究をはじめとする水産分野での有効利用研究がスタートしてから、2年半、非水産分野での利用研究は1年半になります。水産分野については、これまでに、研究施設をはじめ、基本的な研究方針、研究内容等について、「さいばい」72号(日栽協, 1994. 10)、「富水試だより」62号(富山水試, 1995. 2)及び「MF21」35号(マリノフォーラム21, 1995. 4)に、それぞれ紹介していますので、これらの報告と一部重複することをお断りして、現在、富山県が取り組んでいる水産・非水産分野の主な研究の概要と成果の一部を紹介します。

1. 水産分野における利用研究

1.1 飼育設備の機能

深層水利用による水産分野での研究のなかで、富山県が現在取り組んでいる研究対象種は、トヤマエビ、サクラマスをはじめ全部で9種にわたっていますが、研究の柱はサクラマスの親魚養成とトヤマエビの種苗量産化の技術開発です。従って施設の飼育機能は主にこれらを目的としたものになっています。表1、2にその概要を示しました。

その特徴は、まず、深層水の特性である清浄性を生かすために、飼育水は深層水又は淡水(地下水)(以下淡水)に限定し、表層海水は深層水の水温制御の熱源以外は使用していないことです。

次に、深層水及び淡水の水温制御方法は、取水した深層水を加温する場合は表層海水(10～25℃)又は淡水(18℃)を熱源とし、3℃以下に冷却する場合はブラインチラーを熱源にしています。当初の計画段階では深層水の取水水温は5℃を予想していましたが、実際は2～4℃(平均3℃)の範囲で取水できることが実証されましたので、深海性生物のほとんどは冷却コストの高いブラインチラーで水温制御しなくても深層水のみで良好な飼育実験ができると考えています。

表1 深層水の取水設備と機能

項 目	機 能 内 容
深層水取水パイプ	口径250mm, 海中部2650m, 陸上部400m
深層水取水口水深	深度321m
深層水取水量	日量最大3500m ³ (150m ³ /hr)
深層水取水水温	2.0～4.0℃(平均3℃)

表2 深層水利用による生物飼育のための水温制御機能

飼育生物	供給水	飼育水温 (℃)	給水量 (m ³ /hr)	水温制御方法
トヤマエビ 幼生・稚エビ	深層水	9～13	2	表層水を熱源とする プレート熱交換
親エビ	"	3～4	3	ブラインチラーを熱源とする プレート熱交換
ホタルイカ	"	3～4	1	"
ベニズワイ	"	1.5～0.5	4	"
バイ類	"	1.5～0.5	2	"
サクラマス	深層水	10～15	90	地下水と深層水との プレート熱交換
	淡水 (地下水)	10～15	90	

1.2 研究内容

現在、水試で行われている研究は次のとおりです。

1) 深海性生物の種苗量産技術の開発

1995年～1999年

- ・トヤマエビの種苗量産化技術の開発
- ・トヤマエビの中間育成技術並びに放流技術の開発(共同:日栽協小浜事業場)

2) 深海性有用生物の生態学的研究

1995年～1999年

- ・ベニズワイの基礎的な生物学的特性の研究
- ・エゾバイ類の生態学的研究
- ・アンコウの基礎的な生態学的研究

3) 冷水性生物の親魚養成技術の開発

1995年～1999年

- ・サクラマス優良親魚養成技術の開発
- ・マダラの優良親魚養成技術の開発
(共同:日栽協能登島事業場)

1997年～

- ・人工種苗ハタハタの親魚養成技術の開発
(共同:日栽協能登島事業場)

4)その他の利用技術開発

1995 年～

- ・冷水性大型海藻類の培養技術の開発
- ・活魚への利用研究

1.3 研究成果

1) サクラマス優良親魚養成技術の開発

サクラマスは富山県の水産業において重要な魚種ですが、「ます寿司」で代表されるように、県の食文化の中で、特別な想いを抱かせる「伝統の魚」でもあります。富山県のサクラマスの漁獲量は平成8年は6トン(河川2.2トン、沿岸3.8トン)ほどで、とくに、県内河川にそ上する親魚は極めて少なく、種卵を安定的かつ大量に確保することが難しく、近年ではサクラマス増殖事業に支障をきたす状況にあります。

この研究では、サクラマス資源の増大に資することを目的に、飼育水に低温である深層水を用いることによって、サクラマスの生活史に沿った親魚養成を行い、採卵の可否について検討しています。第1回目の試験では、深層水飼育開始時の1995年4月に体重57gであったサクラマス幼魚を1年半飼育をした結果、1996年10月には平均体重717gに成長し、251尾の雌親魚から約33万粒の種卵を得ました。1尾当たりの平均孕卵数は1300粒、種卵の発眼率は92.6%、ふ化率は99%で、養成親魚の成長・孕卵数は、天然親魚のそれには及ばなかったものの、発眼率・ふ化率ではほぼ同等の結果が得られたことから、深層水を用いたサクラマスの飼育は、種卵の安定生産に有効な手段であると考えられます。今後、さらに大型の親魚を養成するためには、選別飼育や、給餌方法の改善が課題です。

2) トヤマエビの種苗量産化技術の開発

トヤマエビ(通称ボタンエビとも呼ばれている)は、富山湾に生息する深海性生物のなかで、種苗量産化技術がある程度のレベルに達している唯一の種です。このエビは富山湾では水深250～350mの海底の急斜面に分布し、主にエビかご漁業によって漁獲されています。昭和30年代後半には100トンを上回る漁獲がありましたが、乱獲がたたり近年は10トン前後まで落ち込み、資源の枯渇が心配されています。研究の当初の目標は、全長15mmの稚エビを20万尾生産し、中間育成を行って全長30mm稚エビ5万尾の放

流を目指していましたが、1995年から飼育していた天然親エビを使って1996年3月に採苗し、6月には30mmサイズの稚エビ16万尾を富山湾に放流しました。このエビの種苗生産技術については大きな問題はありませんが、15mmから30mmまでの中間育成期間は10℃以下、100mmから親エビまでの養成期間は5℃以下の飼育水の安定的確保が必要であり、深層水の利用が有効であることが実証されました。今後は種苗生産用の親エビの確保のために、1～3才エビから成熟親エビ(4才以上)までの養成技術の開発が中心になると考えています。

3)その他の技術開発

・ベニズワイの生物学的特性の研究

この研究は資源管理のための基礎的知見の集積とそれをもとに栽培漁業化に結びつけることを目的に、現在は富山湾で採捕した未成体、成体のベニズワイを水温1℃前後の調温深層水で飼育し、交尾・産卵行動などの観察試験を行っています。経産雌であっても交尾を行い、産卵することを確認し、従来の説と違った知見も得られています。当面、生態観察の他に個体別飼育方法の検討、脱皮の間隔と期間及びふ出幼生について研究を進めます。

・エゾバイ類の生態学的研究

富山湾にはエゾボラモドキ、カガバイ、ツバイ、オオエッチュウバイの4種が漁獲の対象ですが、前者の3種を水温1℃前後の調温深層水で飼育し、種苗生産、資源管理に必要な基礎的な生物学的知見を得るための試験を行っています。エゾボラモドキ、カガバイは、すでに、ふ出稚貝から10mm程度の稚貝までの成長を確認し、今後の深海性の有望な種苗生産対象種として期待しています。

・マダラの優良親魚養成技術の開発

良質卵の安定確保を目的に、1995年6月から深層水の余剰水(水温3.0℃～7.0℃)を使用して、人工種苗と天然親魚の周年にわたる飼育試験を行っています。2～3才魚の雌雄の成熟は認められましたが、人工受精による稚魚生産までには至っていません。成熟から産卵に至るまでの機構、過熟の原因、眼球異常の原因解明などの課題が残されています。

・冷水性大型藻類の培養技術の開発

この研究は冷水性大型藻類の培養技術を確立し、医薬品や食品原料、栽培用のアワビ、サザエの餌料に供するとともに、深層水培養コンブの新素材の可能性の検討等を目的に進めています。現在のところ天然コンブ(函館産)では1年間の室内培養で全長250cmを超える成長があったものの、本来の成熟期(秋)を過ぎ3月になっても成熟は確認されませんでした。屋外水槽での培養では、一年間で全長250cm、幅15cmを超える成長が認められました。11月以降には成熟していますが、葉体に付着珪藻類の繁茂が著しく、品質面で問題がありました。今後、深層水の2、3次利用のなかで、豊富な栄養塩を利用する藻類培養研究は重要なテーマになると予測しています。

2. 非水産分野における利用研究

1994年度に行った「非水産分野における深層水利用の具体化に関する調査」の結果をもとに、実用化の可能性、経済効果、研究の推進体制等を整理して、7課題の深層水利用研究を1996年度からスタートしました。まだ研究が始まったばかりですが、以下、主な研究の目的と内容の概要を紹介します。

2.1 鮮魚保存への利用

深層水の低温性、清浄性及び海水としての特性(氷結点 -2°C)を生かした海水氷を利用することにより、魚介類の鮮度低下を低減することを目的に、深層水氷製造法の検討、深層水氷を使用したイカ類・魚類等の鮮度試験、グレーズ処理の検討などを行っています。すでに、水試内に日産1000kgの深層水製氷装置が完成して、これらの試験が行われています。

2.2 深層水の成分分析・清浄性の評価

経口水分補給剤、健康飲料、入浴剤、海洋療法などの原料としての利用を目的に、富山湾の深層水の成分・清浄性の評価をしています。3回の調査では、各成分含有量が季節的に変化するのか、年間を通じて安定しているかの判定は困難であり、1～2年間の継続調査が必要です。

2.3 有用物質の抽出・生産

微細藻類の培養により生産された珪藻からの抽出物の生理活性を検索し、活性物質の単離・構造決定

及び有用成分を検索するための栄養成分の分析等を行っています。また、深層水及び富山湾海底土壌由来の微生物を分離し、得られた微生物の生産する2次代謝産物から新規生理活性物質あるいは有用生物活性を有する既知生理活性物質を探索し、医・農薬品のリード化合物として応用するための研究も進めています。

2.4 深層水の性状

この研究は1997年度から海洋科学技術センターとの共同研究としてスタートしたばかりですが、深層水の微量成分(特に物理・化学的測定が困難な必須微量元素、キレート物質など)、溶存有機物、栄養元素組成比、潜在的基礎生産力などの特性を明らかにして、日本海の深層水と太平洋側海域の深層水との性状を比較して、その特異性について検討します。この研究成果により深層水の効果的な利用あるいは事業的な利用への展開が期待されます。

3. 今後の深層水利用の研究方向

富山湾の深層水の特性を利用して、深海性、冷水性魚介類の増養殖研究をスタートしてから2年半が経過しましたが、この間、水産以外の分野でも研究がスタートするなど、高知県と同様に利用研究は幅広い展開を見せています。水産分野では、低温性、清浄性などの深層水の有利な特性を利用して深海性、冷水性魚介類をはじめ暖海性魚種をも含めて、今後とも画期的な増養殖の技術開発が期待できます。今後の試験研究の方向として次のように整理しています。

- ・課題の重要性、緊急性、将来性の把握による基礎研究と事業化の仕分け。
- ・富山湾の深層水の動態と水質特性の解明及び富栄養特性の有効利用。
- ・基礎研究の推進と共同研究の検討。
- ・2次、3次利用を含めた深層水の多目的利用施設の整備。

また、非水産分野では今後多岐にわたる利用の可能性が考えられますが、本ニュース1号の谷口所長(高知県)の報告と同様に、深層水を利用する業界側からみて、富山湾の深層水(とくに取水している)の詳細な性状特性の把握が緊急課題と考えます。

海洋深層水を利用した高付加価値製品（色素）の製造に関する研究

山岡到保 工業技術院 中国工業技術研究所

1. はじめに

海洋において物質循環を考える場合、光があたる表層水と補償深度（植物プランクトンが増殖できる光の届く深度）以下の深い海水で光のあたらない深層水に分けられる。深層水は北海で沈みこみ数世紀を経て日本近海に到着する資源であるといわれている。これまでに得られた知見から深層水は表層水に比べて、プランクトンや細菌数が少なく、汚染のない清浄な海水であり、窒素、リン等の栄養物質に富み、窒素だけでも1,000億トンに達するといわれている。また、海水の再生速度は約3,000年と見積られており、将来に、わたり枯渇しない限度で使用すると440兆トンと言われている¹⁾。著者らは、この希薄な貴重な資源を微細藻類に効率よく変換させて高付加価値製品（色素など）を製造する技術について検討しており、現在得られている知見について一部報告する。

2. 実験

2.1 微細藻類用光バイオリアクター

微細藻類用光バイオリアクターに基本的に要求される技術要素は、光、炭酸ガスの効率的な供給である。

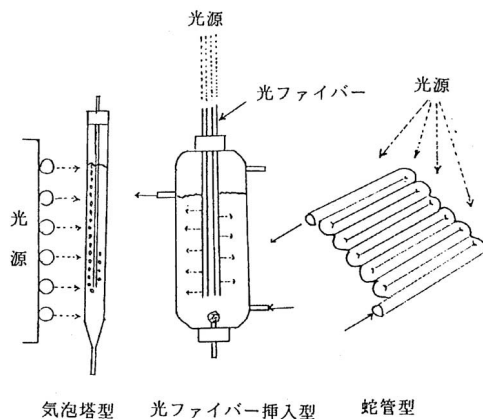


図1 光バイオリアクターの模式図²⁾

さらに、培養温度、pH制御や細胞の沈降を防ぐのに攪拌を考慮する必要がある。本実験においてドナリエラを深層水中で培養するために使用した3種類の光バイオリアクターの模式図を図1に示した。ドナリエラの各増殖期に培養液を採取し、遠心分離機(2,000r.p.m)で藻体と培養液に分別し、藻体中の β -カロテンを分析した。また、増殖量は比濁度および

藻体の乾燥試料の重量を測定することで求めた。

2.2 供試藻類ドナリエラの種類と性質

本実験は、表2に示した9種類のドナリエラ株を用いて行った。一般にドナリエラ株は、10%以上の食塩を含む塩水域に広く分布し、飽和食塩水に近い条件

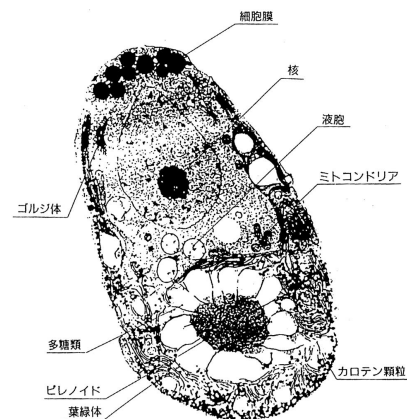


写真1 ドナリエラ サリナの電子顕微鏡写真³⁾

でも生育し、2本の鞭毛を持ち、細胞壁を持たない単細胞の緑藻である。とくに β -カロテンを大量に生産できるのはドナリエラ サリナ(写真1)とドナリエラバーダウイルだけで、他の藻は β -カロテン生合成能を欠いている。この2種類の藻類は普通の生育条件では、0.3%しか β -カロテンを含んでいないが、高塩分環境下で生育させると β -カロテンを数%蓄積することが知られている。

2.3 β -カロテンの分析

藻体中の β -カロテンは、80%アセトン-水(v/v)溶液(2ml)で抽出し、さらにアセトン(2ml)で3回繰り返して抽出した。抽出溶液は、併せて10mlになるようにアセトンで調整した。アセトン抽出液は、HPLC分析に供する前にミリポアフィルター(口径0.45 μ m)で濾過し夾雑物を除いた。高速液体クロマトグラムは、日本分光工業製のTRIROTAR SR-2型HPLC分析計を使用した。分離カラムには、和光純薬(株)製Wakogel WS5C18(ϕ 4.6x250mm)を用い、カラム温度30℃に設定した。流量は、1.0ml/minで溶離液にメタノール:アセトニトリル:水(90:9.5:0.5v/v)を用い、UV検出器(日本分光UVIDEC-100 IV型)で検出

した。波長 430nm における吸光度を測定することで、クロロフィル a、b、ルテインと β -カロテンを定量した。

3. 結果と考察

3.1 深層水中での各種ドナリエラの増殖

本実験に使用した深層水は表 1 に示した。濾過した深層水に直接 9 種類のドナリエラを添加して増殖曲線を求めた結果を図.2 に示した。増殖曲線から得ら

表 1 底層水および深層水の性質

	底層水	深層水
SiO ₂ -Si ($\mu\text{g} \cdot \text{at/l}$)	13.6	78.6
NO ₃ -N ($\mu\text{g} \cdot \text{at/l}$)	5.4	26.5
PO ₄ -P ($\mu\text{g} \cdot \text{at/l}$)	0.7	1.9
TOC (mg/l)	-	0.96
S·S (mg/l)	12.8	-
細菌数(cells/ml)	10 ⁵	10

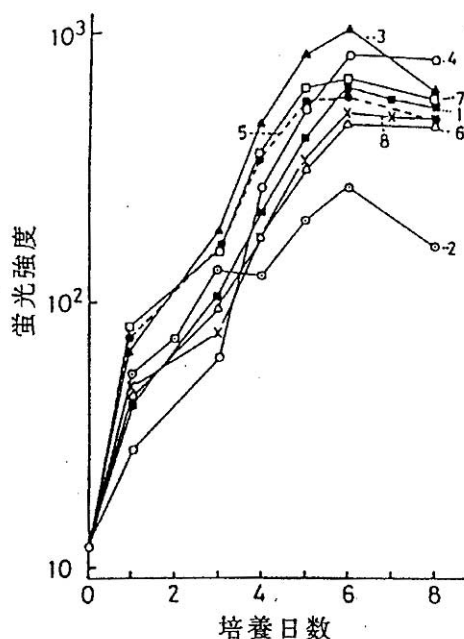


図.2 深層水中でのドナリエラの増殖曲線

1. *Dunaliella bioculata* UTEX LB199,
2. *Dunaliella parva* UTEX LB1983,
3. *Dunaliella primolecta* UTEX1600,
4. *Dunaliella primolecta* UTEX L2355,
5. *Dunaliella tertiolecta* UTEX LB999,
6. *Dunaliella* sp. Pennik Tsukuba U,
7. *Dunaliella* sp. England Tsukuba U,
8. *Dunaliella* sp.

れたドナリエラの増殖特性は、一般の植物プランクトンに比べて誘導期がなく、3-5 日間対数増殖期が続き定常期に達する。また、深層水での平均世代時間は、11.9 時間と速い速度を示し、定常期は 2-3 週間と長く続くが、その期間中生きた細胞が約 80% と大部分を占めた。逆に、夏季の内湾の底層水を用いると定常期が 4-5 日でなくなった。これは深層水の無菌性によると考えられる。種別に考察すると定常期の始めで比較するとドナリエラ プリモレクタ LB > ドナリエラ プリモレクタ L > ドナリエラ sp. England > ドナリエラ バイオクレタ > ドナリエラ タシヤノレクタ > ドナリエラ Sp > ドナリエラ sp. pennik > ドナリエラ パルバの順であった。定常期 8 日目のドナリエ

表 2 海洋深層水中で生育したドナリエラの生物量

微細藻類	最終細胞収量 (mg乾燥藻体 /L)
<i>Dunaliella bioculata</i> UTEX LB199	22.7
<i>Dunaliella parva</i> UTEX 1983	7.1
<i>Dunaliella primolecta</i> UTEX LB1600	21.2
<i>Dunaliella primolecta</i> UTEX L2355	26.5
<i>Dunaliella tertiolecta</i> UTEX LB999	25.6
<i>Dunaliella</i> sp. Pennik Tsukuba U	12.1
<i>Dunaliella</i> sp. England Tsukuba U	27.2
<i>Dunaliella</i> sp.	17.7
<i>Dunaliella salina</i> 19/30	21.1

ラの藻体収量を表 2 に示した。乾燥藻体で 7-27mg・L の値が得られた。深層水から生物体に変換される藻体量は、ドナリエラの種により大きく違うことが見いだされた。使用した深層水中の窒素とリンは、5 日後に枯渇した。ドナリエラはリン酸を生体内にポリリン酸の形で蓄積しやすく、プランクトン示性式 (CH₂O)₁₀₆ (NH₃)₁₆ H₃PO₄ から計算されるプランクトン全体に占めるリンの割合は全量の 0.87% であるが、定常期には 3.09% を占めた。

3.2 深層水の原水と濾過水での培養

深層水を濾過しない海水と深層水中にわずかであるが存在する細菌やプランクトンのシストを除くためミリポアフィルタ (0.45 μm) で濾過した深層水にドナリエラを添加して培養した。濾過しても濾過しなくても増殖には影響が見られなかった⁴⁾。底層水でのドナリエラの増殖は、しばしば途中でケイ藻類のスケルトネマ コスタムや繊毛虫の大発生による捕食に影響を受け、培養することが不可能である。しかし、深層水中ではドナ

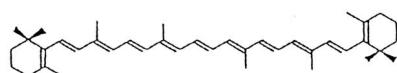
リエラの増殖が正常に行われることは、深層水に繊毛虫や細菌が少なく、無生物に近い状態であるためと考えられる。

3.3 深層水への鉄や有機物添加によるドナリエラの増殖

海洋深層水をより効率的に使用するために深層水に鉄や有機物を添加して増殖への影響を調べた。微細藻類の増殖にはキレート物質が必要とされており、海洋の表層にはこれらの物質が比較的多く存在している。一般に海洋深層水には少ないことが認められている。深層水にキレート物質である EDTA を添加するとドナリエラのバイオマス量は、添加量とともに増加した⁴⁾。中島ら⁶⁾によると深層水に EDTA を添加するとスケルトネマの増殖遅延の減少に効果があることを認め、深層水中にキレート物質の不足を指摘している。ドナリエラではスケルトネマのような増殖の遅延短縮は認められなかった。また、ドナリエラ自身が有している有機物による増殖への影響を調べると藻体内より藻体外に分泌した培養液に効果が認められた。

3.4 ドナリエラ サリナが生産するβ-カロテン

深層水で培養したドナリエラ サリナの色素を HPLC 分析すると、クロロフィル a、b、ネオキサンチン、ビオラキサンチン、ゼアキサンチン、ルテイン、β-カロテンからなっていた。β-カロテン(図.3)は2つの異性体、結晶しやすいオールトランス型と溶解性の9-シス型のほぼ等量から成っていた。また、光の強度が増すにつれて、生理活性の強い9-シス型の割合が増えた。こ



オールトランス (all-trans) 型

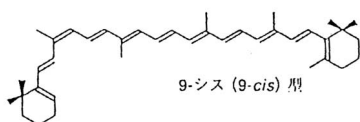


図.3 β-カロテンの異性体

れは多くの植物にみられる現象と類似していた。深層水中で生育したドナリエラ サリナのβ-カロテン含有量を表3に示した。ドナリエラ サリナのβ-カロテンは、写真1に示すような葉緑素体のチラコイド間腔の油状球体内に藻体乾燥重量の約8%までも蓄積されていることを示している。

この蓄積量は、他の植物や他の微生物の中でも最も

高い値であった。

表3 主な植物中のβ-カロテン濃度⁵⁾

β-カロテン μg/湿重量100g	
ドナリエラ サリナ*	80,000
あおのり	25,000
わかめ	8,700
青じその葉	8,700
にんじん	7,300
もずく	3,700
春菊	3,400
ほうれん草	3,100
大根の葉	2,600
かぼちゃ	730
トマト	390
ピーマン	270

* 深層水での培養結果

3.5 高効率的なβ-カロテン生産のための培養条件

3.5.1 光の影響

ドナリエラの色は、照度 900Lux のとき緑色で、β-カロテンは 5 μg/mg 乾燥重量を示すが、照度が強くなるにつれて増加し、5,000 から 8,000Lux の間で緑から赤色に変わり、15,000Lux では 120 μg/mg 乾燥重量まで増加した。照度が 35,000Lux では急激に減少した。また、光の種類として赤色、緑色、青色のランプを照射すると、赤色>緑色>青色の順に生物量とβ-カロテンが多く生産された。また、明-暗サイクルによる増殖への影響は、24、18、16、12、8、6 時間培養槽に光照射を繰り返すことで検討した。その結果、24 時間の連続照射が増殖量及びβ-カロテン量ともに良いことが認められた。以上からドナリエラ サリナは、光依存性によりβ-カロテン蓄積がされるものと考えられる。

3.5.2 温度の影響

β-カロテン含有量への温度変化の影響は、表4に示した。ドナリエラ サリナの最適増殖温度である 20 から 25℃でβ-カロテン含有量が最も高く、それより低温か高温になると減少した。

表4 ドナリエラ サリナのβ-カロテン含有量への温度の影響

温度 ℃	クロロフィルa (mg/g乾燥藻体)	ルテイン (mg/g乾燥藻体)	β-カロテン (mg/g乾燥藻体g)
17	8.1	11.2	51.1
20	5.5	7.1	78.6
23	5.6	15.3	112.3
25	7.2	16.2	120.4
29	13.1	18.4	40.8

3.5.3 鉄、マンガンおよび炭酸ガスの影響

ドナリエラ サリナの β -カロテン含有量に鉄、マンガンの及ぼす影響について検討した。その結果を表5に示した。深層水にFe-EDTA、FeCl₃、クエン酸鉄とマンガンを追加すると、Fe-EDTA、FeCl₃は海水中での濃度が1mg/Lまで β -カロテン含有量が20から30%の増加が見られた。クエン酸鉄やマンガンでは効果

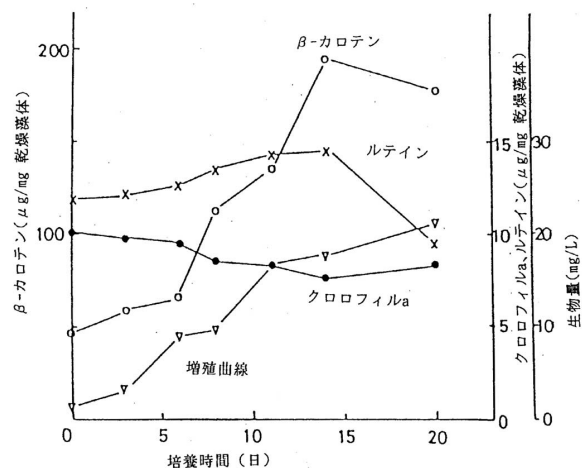
表5 β -カロテン生産への鉄、マンガンの影響

		β -カロテン濃度 (μ g/mg 乾燥藻体)				
Fe, Mn 濃度 (μ M)		0	0.5	1	10	20
		0	0.5	1	10	20
FeCl ₃	75	120	100	75	40	
Fe-EDTA	75	100	103	95	60	
Citrate-Fe	75	76	70	60	32	
MnCl ₂	75	60	37	32	24	
Mn-EDTA	75	57	30	20	18	

が顕著に見られず、負の影響が見られた。したがって、 β -カロテンを多量に生産するには、ドナリエラ サリナが取り込みやすい鉄分子を約1mg/L供給する必要がある。一方、ドナリエラの増殖量は深層水に10mMの炭酸塩を追加すると増えるが、 β -カロテン含有量は減少した。この現象は、Ben-Amotz³⁾も類似した結果を得ている。深層水への過剰な炭酸塩の供給は、 β -カロテン生産には向かないと考えられる。

3.5.4 培養過程での β -カロテン量の変化

上記に検討した培養条件を最適化して、各々の増殖期による β -カロテン含有量の変化について調べた。その結果を図4に示した。ドナリエラ サリナの増殖誘導期には、 β -カロテン含有量が68.5 μ g/mg乾燥重量を示すが、対数増殖期にかけて増加し、定

図4 ドナリエラ サリナの β -カロテン生産

常期なると195 μ g/mg乾燥重量に達した。一方、クロロフィルaは、8から10 μ g/mg乾燥重量と大きな変化が見られなかった。このことは、定常期の細胞に深層水を供給すると絶えず高 β -カロテン含有の細胞を得ることが出来ることを示唆している。

3.6 太陽光を用いた半連続培養による β -カロテン生産

β -カロテン生産のコストの点から、図1の装置に太陽光の利用を検討した。まず、太陽光をミラーで集光し、光ファイバケーブルで伝送し、発光担体を介して照射する方式である。しかしながら、雨天や夜間の光がない時間は、蛍光灯の光を導入する必要が生じた。実験は、連続光照射の下で6日間回分培養を行い、ドナリエラの密度が100mg/Lになった頃から半連続培養を開始した。3日毎に深層水を1/3換えると β -カロテン含量を約8%に保持し、生物量もおちなかった。このように予め藻体を濃縮して深層水を徐々に添加して栄養塩を生物体に変換して行く方式でないと深層水中の栄養濃度が低く、大変管理が難しく思われた。また、太陽光では夜間の問題があり、さらに検討を要する。

文献

- 1) 高橋正征、海にねむる資源が地球を救う、あすなろ書房 (1991)
- 2) 宮本和久、炭酸ガス固定・有効利用のためのバイオリクター、ケミカル・エンジニアリング、p.50 (1991)
- 3) A. Ben-Amotz, M. Avron, TIBTECH, 8, 121 (1990)
- 4) 山岡到保、上村一雄、滝村 修、布施博之、中工技報、38、57 (1992)
- 5) 平山雄、カロチンの秘密、ごま書房、p. 163 (1990)
- 6) 中島敏光、豊田孝義、海洋深層水が海産植物プランクトン、Skeletonema costatumの増殖に及ぼす影響、海洋科学技術センター試験研究報告、19、p. 87 (1988)

謝辞

本研究に際して、多大の援助をいただいた、海洋科学技術センター中島敏光、豊田孝義両氏及び高知県海洋深層水研究所に感謝の意を表す。

高知県における深層水利用研究の取り組み

高知県海洋局海洋深層水対策室 主幹 宮本 猛

高知県は、平成元年度、海洋科学技術センターの協力を得て、我が国で初めて海洋深層水の取水を開始しました。平成6年度には2本目の取水管を設置し、現在、日量 920 トンの深層水を使って、水産分野を始め様々な分野での利活用研究に取り組んでいます。

水産分野では、取水開始当初から深層水の特性を利用した魚介類の飼育試験を行っていますが、本県海域の表層水では水温が高いために飼育が難しいコンブやヒラメ親魚の飼育に成功しました。特にヒラメでは、本県で放流されているヒラメ種苗の受精卵は全て深層水研究所が供給しています。また、深海性魚類であるメダイの水槽内産卵に世界で初めて成功しました。

一方、平成7年10月から開始した民間への分水によって、飲料、食品、化粧品などの様々な分野で利用研究や商品開発が行われております。既に、一部の商品では市場調査が行われており、県内の量販店に深層水を使った商品が並んでいます。また、世界的な化粧品メーカーが室戸市に深層水を使った化粧品の

製造工場を建設することとなっています。

このような事業化気運の高まりを受け、現在、新しい事業用の取水施設の整備について検討しています。さらに、この新規取水施設を核として、本県東部地域の新しい交流の場・雇用の場を創出するため、健康増進施設、魚介類飼育施設、農業プラントなど関連施設の計画的な整備についても検討を進めています。

このように深層水への期待は高まる一方ですが、これを具体的な事業化に結びつけていくためには、機能解明などの「基礎研究」や実用化を目指した「応用研究」が不可欠です。現在、海洋深層水研究所を中心に県の公設試験機関や大学、民間企業などと連携して、深層水に関する試験研究に精力的に取り組んでいます。

室戸市での海洋深層水事業への取り組み

室戸市企画商工観光課 課長 浜口太作

室戸市は高知県の東南端に位置し、室戸阿南海岸国定公園の中核である室戸岬を逆三角形の頂点としたV字形であり、室戸岬東海岸は大陸棚より水深が急激に深くなり、海洋深層水の取水に適した地形となっております。

平成元年、国内としては最初に本市に高知県海洋深層水研究所が開設、取水が開始されましたが、この海洋深層水を地域振興、まちおこしの起爆剤として高知県の指導、協力を受けながら利活用に取り組んでいます。

現在、本市での取り組みといたしましては、海洋深層水を使った地場産品の育成・創出であり、県により平成7年10月より開始された日量 100 トンの分水により、塩乾物への利用のほか JA 吉良川婦人部による「漁り火みそ」や逆浸透膜装置による脱塩水を使った（有）浅川自然食品工業の「マリンゴールド」、地元有志により結成された室戸深層水活性化協議会

が県の特許を使い、平成8年度高知・おみやげ品づくりコンクールで最優秀賞を受賞した深層水入りドリンク「M-320」等が製品化され試験販売を行った結果、幸いにも好評を得ております。

その他、清酒、醤油、漬物、豆腐、コンニャク等の食品分野で研究・開発が活発に行われて、続々と製品化されております。

また、本市では海洋深層水を使い、タラソセラピーを特色とした健康増進・宿泊施設の整備を計画しており、その早期実現に向けた取り組みとともに海洋深層水を原料とした化粧品メーカー等の企業誘致のため工場用地の造成にも取り組まっております。

今後の課題としましては、事業ベースのための新規取水管の敷設が必要となっておりますが、県と協力して早期に実現したいと考えております。

本市の地域振興・まちおこしは海洋深層水なくしては出来得ないと確信しております。

団体会員紹介

日本水産株式会社中央研究所

水産研究室副主任研究員 井上広滋

日本水産(株)中央研究所は、我が国で初めての民間水産研究機関として大正9年に下関に設立された早稲水産研究会を起源としています。昭和10年からは独立採算制の日産水産研究所となり、さらに昭和14年に、日水に合併した日本食料工業などの研究室と統合して、日本水産研究所となりました。昭和32年世田谷区の桜上水に移転、昭和35年に中央研究所となりました。昭和42年には八王子市に移転し、現在に至っています。

現在の中央研究所は、水産研究室、食品科学研究室、医薬研究室、油脂研究室、分析研究室の5研究室と特許情報課、研究推進課、および平成6年に竣工した大分海洋研究センター(大分県南海部郡鶴見町)とで構成され、研究所員は約80名となっています。各研究室の主要担当分野は以下の通りです。

■水産研究室: 水産物の品質、鮮度保持、新規加工法、養殖魚の品質改善、養魚飼料

■食品科学研究室: 食品の新規加工法、物性コン

トロール、栄養・官能評価

■医薬研究室: 海洋生物を素材とした生理活性物質、医薬品の開発、バイオテクノロジー

■油脂研究室: 魚油の抽出・精製技術、高度利用技術

■分析研究室: 各種食品の成分分析、新規分析法、食品衛生

■大分海洋研究センター: 種苗生産・育成技術、飼料開発、魚病

海洋深層水に関連する研究は、水産研究室および大分海洋研究センターが担当し、海洋科学技術センターとの共同研究として、平成元年より高知県海洋深層水研究所において実施してきました。冷水性魚種であるサケ類(ベニザケ、ギンザケ、太平洋サケ等)の育成試験および親魚養成試験、ヒラメの種苗生産試験および越冬試験、マダイ、ヒラメの肉質改善試験等、海洋深層水の水産養殖分野での活用を目指して研究を進めています。

日本郵船株式会社 一郵船と深層水一

(株)NYK輸送技術研究所 藤田恒美

1. 深層水との出会い

当社は、海運業を主とする総合物流会社です。船会社がなぜ深層水を研究するのかと疑問を持たれると思いますが、深層水との出会いは、社内の「海洋科学技術導入プロジェクト」(1987年)に端を発します。本プロジェクトは、それまで船舶輸送の場としか捉えていなかった海洋をさらに利活用すべく、当社保有の船舶関連技術やノウハウに海洋科学技術を付加することにより、資源、エネルギー、レジャーなどの新規海洋関連産業への参入と新技術の開発を目的に行いました。その中の一つが未知のポテンシャルを秘めた深層水利用技術だったのです。

2. 深層水の取り組み

当社が本格的に深層水研究に着手したのは、科学技術庁予算による「海洋深層資源の有効利用技術の開発に関する研究」で高知県に我が国初の深層水取水設備が設置された1988年後半からです。若手研究員を海洋科学技術センターに派遣し、同センターとの共同研究「深層水の冷熱エネルギーを利用し

た淡水化技術の研究」を開始したのです。その後、共同研究は深層水の清浄性を利用した膜式淡水化技術、淡水化の副産物であるブライン(濃縮深層水)の利用研究と発展していきました。この間に得られた知見は、海洋科学技術センターの共同研究成果報告会や本研究会主催の富山シンポジウムなどで報告しております。

3. おわりに

深層水は私たちが直面している環境、エネルギーそして食糧問題をブレークスルーする資源であり、地域活性化剤的なローカルな問題から地球規模の環境問題まで対応できる研究領域の広い資源です。我が国でも深層水研究が成熟しつつあり、本研究会の役割は重大ですが、当社は設立会員として参画させて頂き、微力ながら当研究会および深層水研究の発展には寄与していきたいと考えています。

なお、日本郵船の研究部門の分社により、1997年6月に設立された(株)NYK輸送技術研究所が深層水研究の実務と窓口業務を代行しております。

四国環境・バイオサロンでの深層水講演会について

高知大学農学部 深見公雄

さる10月16日(木)に高知県海洋深層水研究所で、平成9年度第3回四国環境・バイオサロンと題して、海洋深層水に関する勉強会が開かれ、約20名の参加者がありました。本勉強会は(財)四国産業・技術振興センターが四国地方の人的ネットワーク構築と先端技術や産業の情報収集あるいは研究・交流等を目的に主催されているものであり、年に数回の勉強会を開催しています。今回のテーマは海洋深層水ということで、4名の講演者による話題提供がありました。講演者の名前(敬称略)とその講演題目は以下のとおりです。

- 1.「海洋深層水の水産利用—餌料性微細藻類の安定培養」
高知大学農学部 深見公雄
- 2.「海洋深層水と海洋・水産業」
高知県海洋深層水研究所所長 谷口道子
- 3.「海洋深層水の食品利用の現状と今後」
高知県工業技術センター技術第2部長 久武睦夫
- 4.「海洋深層水の医療分野への利用」
高知医科大学教授 倉繁隆信

まず、深見が海洋深層水の定義やその特性について簡単に説明した後、海洋深層水の富栄養性を利用した餌料性の浮遊および付着珪藻の安定培養に対する有効性について講演しました。そのなかで、深層水の微細藻類に対する増殖

ポテンシャルには比較的大きな季節変動が見られますが、その原因は今のところ不明であることなどが報告されました。

次に講演された谷口氏は、まず、これまでに高知県で行われた深層水研究の歴史とその流れについて説明した後、太平洋の表層および深層の海水がどのような起源のものであるか、高知県深層水研究所で得られる深層水は地球規模で見た場合どのような海水なのかについて説明されました。

三人目の講演者は、同じく高知県の久武氏で、これまで高知県で製品化が試みられている、深層水を原材料の一部に用いた清酒・味噌・豆腐・清涼飲料水・塩・菓子・干物などの紹介がありました。

最後に講演された高知医科大学の倉繁氏は、深層水を子供のアトピー治療に用いた場合の具体的な症例やその効果について報告されました。また、講演後の質疑の時間に、清浄な表層水と深層水とではアトピー治療への効果に違いがあるのかとの質問がだされ、確かに深層水において効果がより顕著であるとの回答がなされました。

本勉強会に参加して筆者が感じたことは、海洋深層水が何にでも効果のあるいわば「魔法の水」のような印象を一般の人達に与えるのではなく、その効果を科学的に解明することが、今後重要であり、もう一度、深層水とはいったいどのような水質特性の水なのかについてあらためて解析しなければならない時期に来ているような気がしました。

高知県における海洋深層水の食品利用の現状

高知県工業技術センター 技術第2部長 久武睦夫

1989年に、わが国ではじめて水深320mの海底から海洋深層水が取水できる陸上施設として高知県海洋深層水研究所が高知県室戸岬町に設立され、その利用研究が本格化しました。以来今日まで水産、食品、医療の各分野で試験研究が進められ、その有用性が明らかにされ、実用化もされています。高知県では海洋深層水を利用した食品が数多く製造、販売されていますので、その現状について述べたいと思います。

〈海洋深層水の食品利用上の利点〉

御承知のように、海洋深層水は「低温安定性」、「富栄養」、「清浄性」の3つの特性を持っており、このような特性を持つ海洋深層水を食品に利用した場合、次の利点が考えられます。

味がまろやかになる:一般の市販塩は精製され過ぎており、にがり成分が少なく、味覚的には塩辛さが強く感じられますが、多少にがり成分が含まれると、味がまろやかになるといわれています。深層水はにがり成分が多く、味がまろやかです。

発酵が促進される:にがり成分によって発酵が促進されるといわれています。実際、海洋深層水で醤油や味噌を醸造しますと、通常、熟成に1年かかるところ、9ヶ月から10ヶ月で完了するようです。

ミネラルバランスがよい:海水は生物の起源であり、太古の海水の塩類組成は人間の体液組成と極めて類似しており、海水の微量ミネラルを摂取することを薦める学者もいます。

〈高知県における食品利用の現状〉

現在、高知県内では深層水を利用した食品が数多く製造、販売されていますが、そのうち、主なものを紹介します。

清涼飲料水:高知県特産のユズと海洋深層水、糖類等を利用した地域特性のある清涼飲料水です。

清酒:深層水を清酒醸造の仕込み水に若干添加しますと、雑味の少ない、すっきりした、芳香豊かな清酒になることがわかり、高知県内の酒造メーカー2社が深層水で実地醸造を行い、市販しています。

醤油:深層水を醤油製造に用いますと、発酵が速く進み、まろやかで、こくのある醤油になり、高知県内の醤油業者2社が深層水で醤油醸造を行い、製品化しています。

豆腐:高知市内の豆腐製造業者が0深層水と無農薬栽

(次ページに続く)

培大豆を用いて、ソフトな風味の良い豆腐を製造、販売しています。

ミネラルウォーター：高知県室戸市内の食品加工業者が海洋深層水を逆浸透膜濾過装置で濾過し、その脱塩水を容器充填し、ミネラルウォーターとして販売しています。

この他、パン、味噌、漬物、水ようかん、アイスクリーム、塩干物等各種の食品に利用されています。

現在、海洋深層水は水産、食品、医療の各分野で幅広く利用研究が進められています。

海洋深層水は豊富で、貴重な海洋資源であり、地域産業に大いに利用すべきですが、現在の食品利用の現状を見ると、どちらかといえば、海洋深層水の神秘的なイメージをアピールし、他社製品との「差別化」や自社製品の「特徴付け」に使われているように思われます。

海洋深層水は時として「魔法の水」「夢の水」と宣伝されることがありますが、このような発想で漠然と利用し、宣伝、販売するのは問題があると思っています。

今後は、より一層科学的な根拠に基づき、真に海洋深層水の特徴を活かした、地についた用途開発がなされ、地域産業の振興、地域の活性化に役立てられんことを願っています。



■高知県内で市販されている深層水を利用した食品

お知らせ

■海洋深層水'97－富山シンポジウムの報告(ニュースレター編集委員会)

海洋深層水利用研究会の第1回大会(共催:富山県、後援:科学技術庁・水産庁・海洋科学技術センター)は、10月29日～30日、ボルファートとやま(富山市奥田新町)で「海洋深層水'97－富山シンポジウム」と題して開催されました。29日は酒匂敏次会長、中沖豊富山県知事の挨拶で始まり、基調講演、シンポジウム「21世紀の資源－海洋深層水」の講演(7題)及び一般講演(10題)が行われました。30日は、一般講演(12題)が行われ、海洋科学技術センター伊藤秀樹部長の挨拶で閉会しました。大会には北は北海道、南は沖縄から多数の参加者(約300名)があり、全講演がほぼ満席となり、熱心な討議が行われ、懇親会も盛況でした。期間中、別室では高知県の深層水利用製品や富山県の利用状況を紹介したパネルが展示されました。また、見学会では、希望者約80名が富山県水産試験場(滑川市)にある深層水利用研究施設を視察しました。

■第3回幹事会報告(事務局)

1997年7月4日、海洋科学技術センター東京連絡所において、

■入会案内

本研究会へ入会をご希望の方は、研究会事務局までご連絡ください。

■編集後記

JADOWA ニュースの第2号から、新たに「研究報告」、「団体会員の紹介」および「会員からのお便り」の欄を設けました。会員の皆様からの原稿を募集しております。お問い合わせは、編集委員または研究会事務局までお願いします。

■編集委員

委員長	高橋 正征	東京大学教養学部
委員	早乙女 浩一	(社)日本栽培漁業協会
	田村 光政	高知県工業技術センター
	豊田 孝義	海洋科学技術センター
	深見 公雄	高知大学農学部
	藤田 大介	富山県水産試験場
	宮野 春雄	(株)エヌワイケイ輸送技術研究所
	森野 仁夫	新エネルギー・産業技術総合開発機構
	山岡 到保	通産省工業技術院中国工業技術研究所

■発行

海洋深層水利用研究会ニュース 第1巻、第2号、1997年
発行日 : 1997年12月10日
発行所 : 海洋深層水利用研究会
編集 : ニュースレター編集委員会
研究会事務局 : 〒237 神奈川県横浜須賀町夏島町2-15
海洋科学技術センター 海域開発・利用研究部内
Tel. 0468-67-5529. Fax 0468-66-5746.