

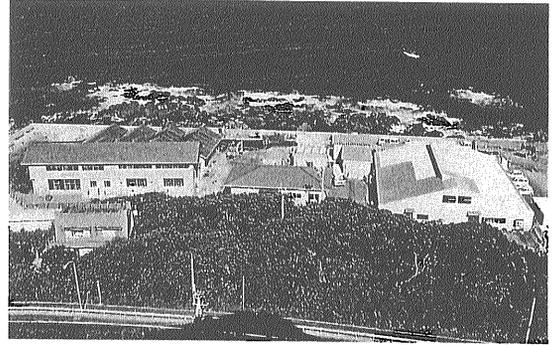
室戸海洋深層水とは？ —室戸海洋深層水の研究と利用の現状—

谷口道子¹⁾

1. 室戸海洋深層水について

海洋深層水にはいろいろありますが、深海すなわち陸棚外縁部で深（およそ水深200～300m以深）にある海水を総称しています。海洋深層水の代表格は北大西洋のベーリング海から潜り込み南極を回って太平洋を北上する海洋深層水が有名ですが、この海洋深層水を恒常的に汲み上げている施設はありません。

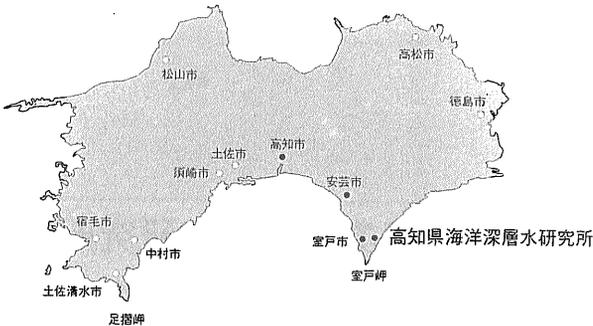
最近では日本各地で海洋深層水が汲み上げられ始めていますが、汲み上げる地域、水深によって起源や水質を異にしています。したがって、どこのどのような装置で汲み上げられている海洋深層水かということをも、明らかにする必要があります。室戸では陸上にポンプピットを設けて取水管を海底に設置するといういわゆる陸上型というシステムで取水しています。日本各地の海洋深層水取水施設で稼働中のものは殆どがこの陸上型です。沖縄県糸満市の沖合に設置されている「うみやから」のみが洋上型です。



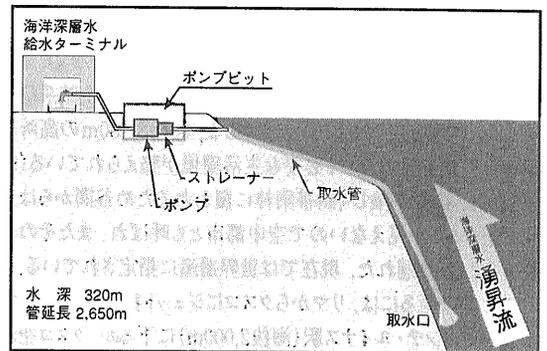
第2図 高知県海洋深層水研究所全景。

室戸海洋深層水は太平洋の北部（オホーツク、アラスカ付近）から潜り込み、北太平洋の中層（水深約1,000m）を時計回りにまわり、東経120度、北緯20度付近から日本へ向かって北上する北太平洋中層水と呼ばれる海水に起源があると考えられています。取水口の設置水深は320m、344m、378mの3本ですが、室戸岬東側には陸棚斜面を水深700～1,000mの深さから海水が湧昇しており、この湧昇流を汲み上げています。

位置図



第1図 高知県海洋深層水研究所位置図。



第3図 高知県海洋深層水取水施設概要図。

1) 高知県海洋深層水研究所長：
〒781-7101 高知県室戸市室戸岬町字丸山7156

キーワード：室戸、海洋深層水、北太平洋中層水、湧昇流、特性、利用、肥沃化

2. 室戸海洋深層水の特性

(1) 低温安定性

現場の水温は約9℃ですが、汲み上げてくる間に暖められ、10℃から12℃程度になっています。

(2) 無機富栄養塩性

これまでこの特徴は「富栄養性」と呼ばれていましたが、人にとって栄養があるような印象を与えますので、正しく理解していただくために「無機富栄養塩性」と呼ぶことにしています。これは、海の生産力にとって最も大切な硝酸態窒素やリン酸態磷、珪酸態珪素が豊富であるという意味です。無機栄養塩類は表層水の約5～10倍です。

(3) 清浄性

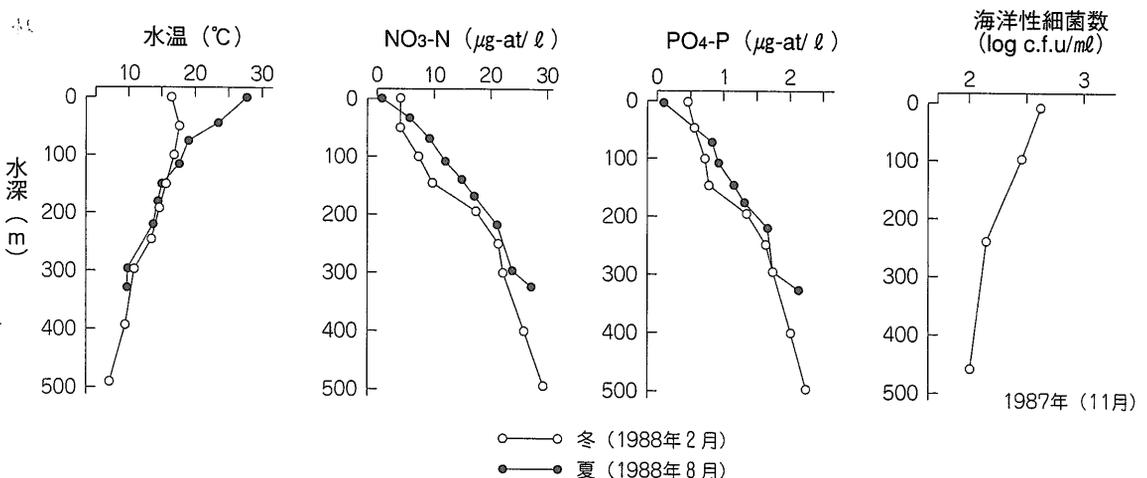
清浄性には物理的清浄性、化学的清浄性、生物学的清浄性がありますが、室戸海洋深層水はいずれの清浄性にも優れています。

まず、物理的清浄性についてですが、浮遊物、懸濁物が少ないことについての実用的価値も大変大きいです。深層水と表層水、それぞれの濾過槽を比べると、表層水の方は、1年近くで大掃除をしなければなりません。深層水の方はほとんど汚れません。また、海水を淡水化する逆浸透膜装置を使用する場合、表層水はすぐに目詰まりを起こすので、事業用として使用することは考えられませ

ん。事業用に表層水を淡水化する場合は淡水化装置の約3倍の前処理装置(薬注、凝集、沈殿、濾過装置など)が必要となっています。一方、深層水の場合には、簡単な膜濾過のみで直接機械へ通しても、1年間連続運転できます。海洋深層水のボトルドウォーターが多数商品化されるに至った要因の一つはこの物理的清浄性の賜物といえます。

次に生物学的清浄性についてですが、海水汲み上げ装置で最も問題になるのは付着生物の繁殖です。しかし、室戸海洋深層水は平成元年使用開始以来、平成13年まで約13年間連続使用してきましたが、その間迷入生物を除去する装置を追加する工事を行った他は故障、修理を行っていません。一般に海水取水装置においては取水管内に付着生物が繁殖し、管の抵抗が増し、取水不能に至るのが通例です。濾過槽の清掃や保守にも苦勞が耐えられません。当研究所における海洋深層水取水装置のように13年間ノーメンテナンス、ノートラブルの実績は特筆すべきことです。

プランクトンや微生物が少ないという意味での清浄性についても大きな意味があります。海産クロレラ、ワムシなど特別のプランクトンを培養する場合に純粋的、安定的に培養することができます。表層水を使っている場合に比べるとその差は雲泥の差です。病原性微生物が少ないことも重要です。沿岸海域全体の汚染が進み、病気による被害が後を絶ちません。深層水を使って育てた親や、その



第4図 水深による各成分の量及び季節による変化。

親から取った卵、また、深層水を使って培養したプランクトンを使って育てた稚魚は病原体に汚染される確率が低く、この面での深層水の重要性はますます高まると思われまます。

食中毒細菌等が少ないことは食品に使う場合に大変重要なことです。深層水について一般細菌のほか病原性大腸菌など10種類の細菌の検査をしましたがすべて陰性でした。また、人の病原性ウィルスの検査も行われましたが、陰性でした。

室戸海洋深層水の総生菌数は下表に示すように表層水の100分の1という結果が報告されていますが、海洋深層水には外海水に特有の細菌、通常の培養方法では増殖しない細菌がかなり多く存在しているという報告があり、生物学的に清浄ではあるが、無菌ではなく、室戸海洋深層水は生きている海水であります。

最後に化学的清浄性です。環境汚染物質に晒されている心配が少ないことという面での清浄性も重要性が増してきました。食品、アトピー性皮膚炎やアレルギー性鼻炎の治療、化粧品、タラソテラピー、いずれの分野で使用するにしろ、ある意味ではこの点に大きな期待が寄せられているともいえます。当研究所で取水している深層水についてはダイオキシンやPCB、有機塩素化合物、有機スズなどいわゆる環境汚染物質30物質以上について測定した値はすべて0.03ピコg/l以下に入り、さらに殆どの物質が0.005ピコg/l以下でした。

第1表 室戸海洋深層水と表層水の水質比較。

項目	深層水	表層水
水温 °C	8.1 ~ 9.8	16.2 ~ 24.9
塩分 ‰	34.3 ~ 34.4	33.7 ~ 34.8
溶存酸素量 ppm	4.1 ~ 4.8	6.4 ~ 9.5
pH	7.8 ~ 7.9	8.1 ~ 8.3
NO ₃ -N μM	12.1 ~ 26.0	0 ~ 5.4
PO ₄ -P μM	1.1 ~ 2.0	0 ~ 0.5
SiO ₂ -Si μM	33.9 ~ 56.8	1.6 ~ 10.1
Total-Fe μM	2.1 ~ 2.5	1.9 ~ 2.4
Total-Cu μM	0.38 ~ 0.48	0.39 ~ 0.51
TOC μM	170	348
クロロフィル a mg/m ³	痕跡	4.2 ~ 50.6
総生菌数 CUF・ml	1 ~ 10 ²	10 ³ ~ 10 ⁴

(4) ミネラル特性

海水は70種類を越える元素を含んでいます。海洋深層水も同様に多種多様な元素を含んでいます。そして、人にとって必要な主要元素は多く(％やmg/l)、必要ではあるが多量に接種すると害になる必須微量元素、銅、亜鉛のように人の健康に深い関わりがあるのはごく少量(マイクロg/l, ナノg/l)含まれているというバランスの良さが海水の特性と云うことが出来ます。しかし、その個々の濃度は表層水と海洋深層水で大差ありません。むしろ、海水は「液体の塩」という捉え方ができ、海水そのものを使うことの良さが再認識されているといえます。「液体の塩」としての海水は表層水を使用しても差し支えないのですが、安心して使える清浄な海水としては海洋深層水が最も優れている海水の一つと云うことが出来ます。

微量元素の分析については分析方法の改良が進み、新しい分析技術による分析結果が得られましたが、分析実施時期、分析機関によってかなり差がでている元素もあります。現在、得られた結果の解析中です。

ごく最近の研究成果ですが、室戸海洋深層水は常磁性金属イオンを多く含んでいること、クロムは深層水の方が荷電数の小さいイオンの比率が高い(表層水よりも還元作用のある物質が多く存在しているらしい)ことなどが明らかにされつつあります。このように、海洋深層水に含まれている元素の量よりも、元素の存在のあり方、元素の溶けている状態に特徴があるのではと考えられる結果も出始めており、これらの研究成果は室戸海洋深層水の機能にも関わる特性として注目されます。

(5) 熟成性

海洋深層水が長い年月をかけて熟成された海水であるという点にも科学の光が当てられつつあります。室戸海洋深層水の起源はオホーツク、アラスカ付近の北太平洋から潜り込みを開始し、北太平洋の中層を循環してきた北太平洋中層水であることがほぼ確かになり、潜り込みを開始してからの年数はフロンによる年齢測定によって約30年と計算されています。室戸海洋深層水は表層水に比較してpHが低いこと(pH7.8前後)、有機物が少ないこと、室戸海洋深層水は表層水から切り離されてから長

い年月が経過していることが明らかであり、熟成された海水と言えます。

3. 研究・利用の現状

昭和61年に科学技術庁アクアマリン計画モデル実証地域として室戸における海洋深層水の研究が始まって以来、14年が経過し、海洋深層水に関する研究は水産、医薬、化粧品、深層水利用食品、冷熱利用まで非常に幅広い分野へ展開を見せるに至っています。そして、その利用実績の中から新たな知見、たとえば、発酵食品分野では酵母が元気になる、発酵が終了した後も酵母が死滅しない、水産分野では生物を飼育しやすい熟成された海水、食品分野では素材の持ち味を引き出すことができる、減塩でしっかり味がつく、等々であります。

このような現象を説明し活用するために、海洋深層水のさらなる特性把握に関する研究が重要になってきています。

(1) エネルギー分野

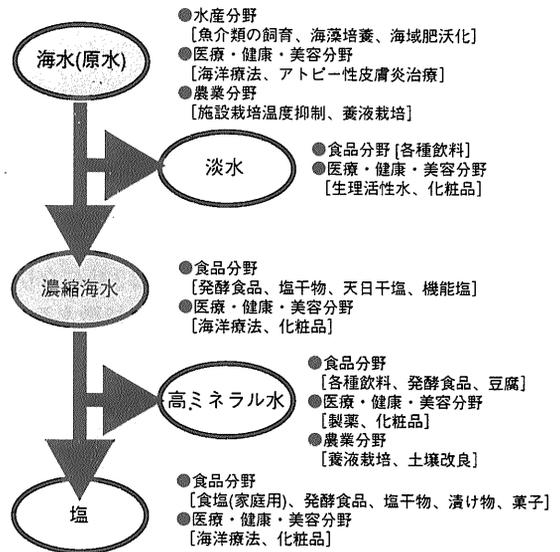
海洋深層水のクリーン、低温安定性を利用して、エネルギーの多段階、複合利用技術開発研究を進めています。平成11年度からは、資源エネルギー庁の「海洋深層水活用システム開発研究」が海洋深層水を対象に開始され、30を越える研究機関によって室戸での共同研究が進められつつあります。

(2) 生物分野

海洋深層水を用いると、低温安定性、無機富栄養性、清浄性によって、マコンブ、カジメ、アオサ、トゲキリンサイや微細藻類の陸上・清浄培養が容易になります。海洋深層水を用いて微細藻類を連続培養し、その微細藻類でカキ、アワビ類を飼育する試験も行われています。機能性食品、タラソテラピー、エステティック製品等の原料として、海洋深層水で培養した海藻の期待が高まっています。

海洋深層水中には通常外海域でよく見られる細菌類が検出されています。これらの中には、常温に置くと増殖し、VB12を産生する場合もありました。珪藻の増殖を促進する細菌や特殊な色素を産生する細菌もスクリーニングされています。

海洋深層水利用フローチャート



高知県 MDS (MUROTO DEEP SEAWATER), 2000 より

第5図 海洋深層水利用フローチャート。

魚貝類を飼育する場合、至適水温を調整しやすく、水量を豊富に与えることができ、通常よりも早い成長、成熟が得られます。ヒラメでは良質・病原性フリーの受精卵が得られ、栽培漁業放流種苗生産用として実用に供することができるまでになりました。

メダイ、トラフグ、キンメダイ等の飼育、成熟試験を実施していますが、温度管理が容易なことから魚類の成熟コントロールがやりやすく、この方面での利用価値も高まるものと期待されています。

(3) 漁場の肥沃化

研究所地先の周辺は全体的に磯焼け状態であるのに対し、研究所の排水が流れる放水地点周辺はテングサ、イギスを始め様々な海藻が繁茂し、ウニ、カニなどの生物も豊富であり、深層水による沿岸海域の肥沃化の可能性が見いだされています。放水された海洋深層水は、ある程度希釈拡散しつつも、海の底に沈み込み海底直上や岩礁のくぼみに滞留することが明らかにされました。また、潮流などの移送効果にもよりますが、日量900トンの放水量で、放水の効果が把握できる範囲は約1,500mにわたると考えられる結果が得られています。今後、

効果的な放水方法を検討することにより、深層水による安定的藻場造成・岩礁域の生産性向上が期待できると考えています。

(4) 工業分野での成果

塩は人の暮らしと密接に関係しています。特に海洋深層水は現代人が手に入れることが出来る塩(海水)の中でもっとも良質であるといえます。

海洋深層水天然塩を製造する企業は3社になり、それぞれの開発コンセプトにしたがって特徴ある新しい塩商品を開発し、販売しています。

味噌、醤油、酒、パン等発酵食品分野では、海洋深層水を用いると酵母が元気になるという知見が共通して得られており、風味豊かで、雑味のない製品が出来ると報告されています。

菓子、ジュース、清涼飲料水、だし、つゆ等の分野では、海洋深層水を使用すると、素材の持ち味が生かされ、後口がさっぱりした製品になると報告されています。

豆腐、漬けもの、干物、魚肉洗浄、練り製品、炊飯等に海水を使用することは、昭和40年代中頃までの海辺の生活では日常的に行われていたことです。しかし、いつしか近代化の流れの中で、海水を食材、調理材料として使用することは忘れ去られていました。海洋深層水を手中に収めることが出来るようになって、再び、伝統の食文化がよみがえったと言えます。

逆浸透膜装置を用いて海水を淡水化した場合、ごくわずかに海水成分を含む淡水が得られます。この水を原料に酒造り、ところてん、こんにゃく作り、水割り用や飲料水用の商品化、化粧品への利用が進んでいます。

一般常識では海水を体に付けたままにしておくとな肌荒れとされています。しかし、離島などの



第6図 地質標本館で展示した海洋深層水製品。

きれいな海で泳いだ後は真水で洗う必要がなく、むしろ、肌がきれいになるとも云われています。また、塩は美容、化粧品分野の重要なアイテムになっています。このような点に着目し、化粧品、入浴剤や保健衛生用品の商品が開発され事業化されています。

(5) 医療・健康増進分野

アトピー性皮膚炎の治療の一つに海水浴があります。海洋深層水は沿岸の海水に比較して格段に清浄です。現在、海洋深層水をペットボトルに詰め、患者宅へクール宅配便で送付する方法で治療試験が実施されています。まだ、研究段階ではありますが、治験例も数百を越え、基礎的研究も平行して行われております。アトピー性皮膚炎のみではなく、飲用、食用に使用して積極的に健康増進を図ろうという研究も進みつつあります。

TANIGUCHI Michico (2001) : The research and development of Muroto deep sea water.

<受付: 2001年8月17日>