



注目される清浄で栄養豊富な
冷たいエネルギー、海洋深層水

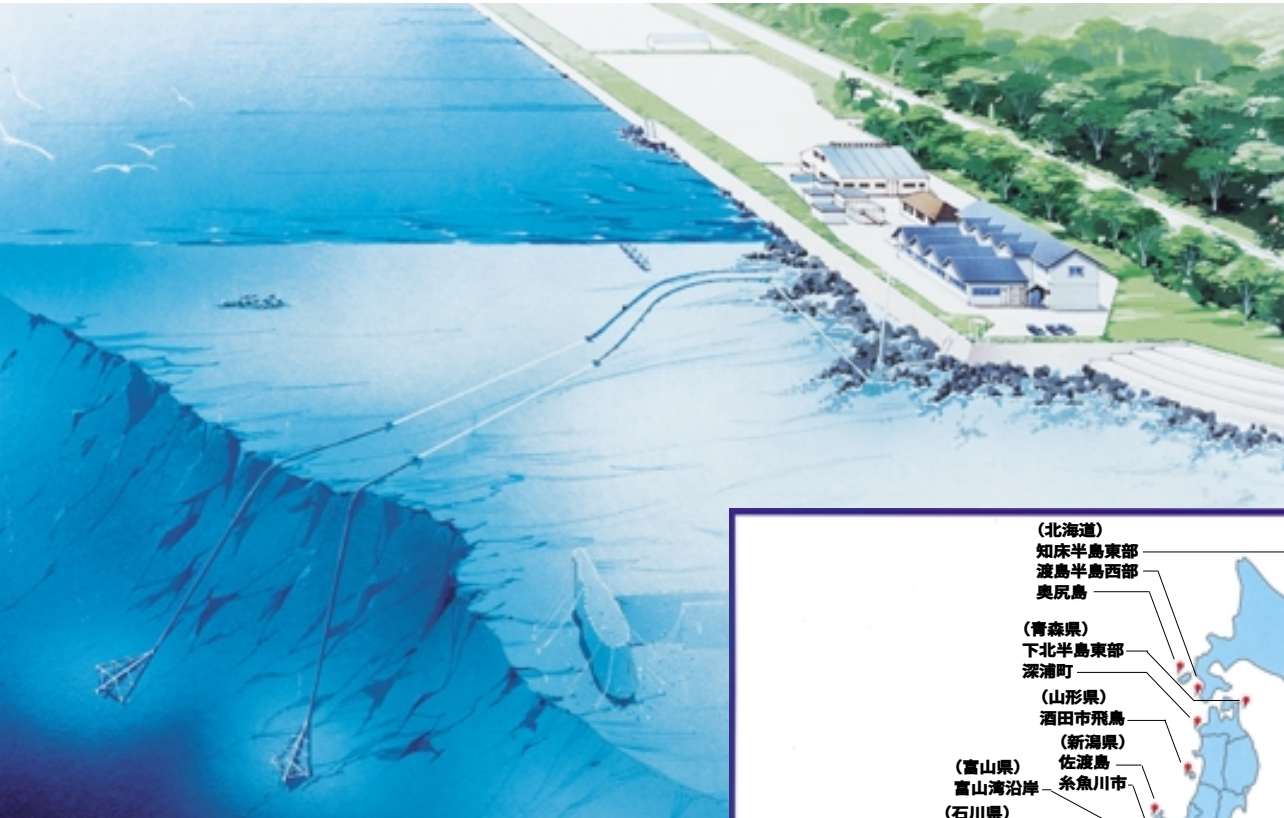
深海を流れる膨大な資源は
私たちに何をもたらしてくれるのか

急速に注目され始めた新たな資源「海洋深層水」。深い海の底からもたらされる恵みの水は、食品、化粧品、医療分野にまで利用され、ひとつのブームになっている。しかし、そこで語られている効能や有用性はその一部分に過ぎない。また、単に「深層水」の使用をうたって便乗する商品も出回り始めている。深層水の定義とは？ そして、科学者が注目する可能性とは何なのか？ 海洋科学が明らかにした深層水の真相について、研究の成果と現状を報告する。

深層水は、何が優れているのか

地球上の海には、様々な海流が存在している。そのうち表層の海流は、主に風によって流れているが、一方で数千メートルの深層の海流は、海水自体の温度と塩分濃度によって生じる圧力で流れている。北極海域では海水が冷やされ、さらに凍結により周辺の海水塩分濃度が高まり、重い海水となって海底に沈み込んでいく。それが2000年以上もの時間をかけ、ベーリング海峡あたりの水深の浅くなる地域で上層に湧昇し再び海面に現れる。この大きな循環が海洋ベルトコンベアモデルといわれる

もので、表層の海水と混じることなく独立した流れとして存在している。こうした深層海流は、日本近海では深度3,000mあたりに存在している。
しかし、現在、深層水利用技術で対象としている海水は、この深層海流の海水ではなく、「太陽光のとどかない、有光層の下の水」を指している。深度200m以深にあるこの深層水は、栄養塩が豊富で、低温かつ清浄であるなど、基本的にベルトコンベアモデルで流れている深層海流と同様の性質を備えている。
深層水の特性の第一は、その富栄養性にある。深層水



1989年、高知県室戸に整備されたわが国初の深層水研究施設。中央の2本の取水パイプで深層水を採取する

●表層水と深層水の性質比較（採水調査点／1976年 舞鶴沖合）

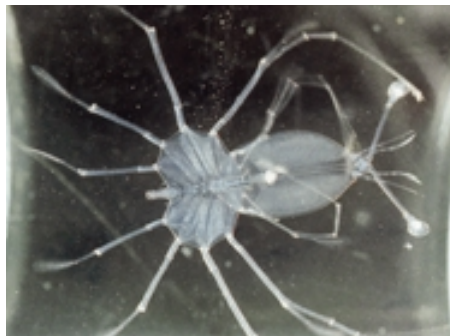
深度 (m)	0.5	500
現場水温 (°C)	20.4	0.3
塩分 (‰)	33.307	34.155
pH	8.2	7.7
溶存有機炭素量 (mgC/l)	1.5	0.6
無機栄養塩類 (μM)		
硝酸塩	0.3	25.0
磷酸塩	0.2	1.5
珪酸塩	7.7	122.0



わが国において深層水取水が可能な地域（海岸線より水平距離5km以内で、水深が200mに達する地域）



右が深層水で育てたカジメ。左の表層水で育てたものよりはるかに成長が早い



写真上から、イセエビの幼生、アカサング、メダイ。いずれも深層水で飼育に成功した

は表層海水と比べ硝酸塩、燐酸塩、珪酸塩といった無機栄養塩（肥料成分）が豊富であり、植物性プランクトンの生長に非常に有効に働く。このことは、世界の魚類生産の50%以上が、深層水が表層に湧き昇る湧昇海域からあがっている事実からも明らかである。海洋表層水中の栄養塩は植物性プランクトンが行う光合成によって取り込まれ、その後沈降して分解・無機化され深層水中に蓄積される。さらに深海底では太陽光が届かないため、光合成による海水中栄養分の消費も少なく、非常に富栄養化した海水が生成されるのだ。

低温性については、表層水に比べ低温で、しかも年間を通して水温変化がほとんどないことから“冷たいエネルギー源”として注目されている。しかも、このエネルギーには燃料が不要である。温度差を利用した発電については、通産省でも研究を進めている。また、深海層に生育する生物の研究、養殖などへの利用も考えられている。

清浄性については、いうまでもなく表層水に比べ格段に勝っている。大腸菌や化学物質など、私たち人間による人為的な海洋汚染の影響が少ないことが、その第一の理由だ。また、海洋生物の存在による餌の残りや排泄物、遺骸といった溶存有機物も、深度が深くなるにつれて少なくなり、それに伴って有機物を分解するバクテリアなどの存在も少なくなっている。

有用性の実証に向けて

深層水の利用については、早くから着目していた研究者もいる。温度差の利用に関しては、1930年代にフランスの科学者が実験を行っており、肥料成分の利用についても1970年代にアメリカで実験が行われた。しかし、深層水の汲み上げ技術やコストの問題から、実用化へは至らなかった。

海洋科学技術センターでは、1976年から深層水の研究が開始されている。水質特性に関する基礎研究を十分

に行った上で、実用化に向けて具体的な構想を作り上げた。利用技術に欠かせない取水プラントの研究・開発も同時に進め、それを受けて、1986年に科学技術庁のプロジェクトとして、我が国初の海洋深層水利用技術の実証研究がスタートした。

取水施設の設置には、高知県の室戸岬が選ばれた。沿岸に大陸棚が広がり、その先が急に深くなっている、取水には理想的な地形だ。3年間の工期を経て、水深320mの地点から1日あたり460m³の深層水を汲み上げる取水施設と実験棟が完成した。その後、民間企業も参加し、生物生産とエネルギー回収のふたつの分野で研究は進められている。

生物生産分野では、植物性プランクトンや海藻類の培養、冷水性生物や深海性動物の飼育、魚病のワクチン開発などの研究が行われた。海藻類ではマコンブの培養に成果をあげた他、カジメは表層水での培養に比べ非常に早い生長を示した。また、300mくらいの深層に生息するメダイの長期飼育にも成功し、卵の成熟を確認している。一方、深層水と同温に冷やした表層海水でも実験は行われたが、こちらでの飼育は失敗に終わっている。これは、水温以外の重要な要素が深層水に含まれていることを示唆しているが、はっきりとした理由についてはまだわかっていない。感染症が問題になっているイセエビの幼生飼育では生存率の向上が見られ、深層水の清浄性を実証することができた。いずれにしても、この結果から、本来深海や冷水域に生息している生物も、深層水を使えば各地で養殖できる可能性が実証されたわけである。

一方、エネルギー回収の分野では、冷房技術や淡水製造、水温制御技術の実験が行われている。水温12～14度の深層水で淡水を冷却し、それを循環ポンプで冷却パイプへ供給して室内温度を調整する。室温は3～5度程度下がり、いわゆる居住用の冷房や農業などへの応用が考えられる。淡水製造は表層水と深層水の温度差を利用した蒸発法と逆浸透膜法で行われ、ここで生成された淡水化深層水が、現在市場に出回っている商品群に実用化されている。

これからも必要な基礎研究

基礎研究、実証研究を経て、深層水の研究は次のステージに立ったといえる。高知県の施設は県に引き継がれ、「高知県海洋深層水研究所」としてさらに研究を進めるとともに、その応用利用について地域とともに取り組んでいる。富山、沖縄、静岡といった自治体も、センターとの共同研究などを経て、施設や研究所の設置を進めている。1998年には、水産庁が深層水供給施設の整備に



研究所内の淡水化試験装置。ここで深層水の塩分が抜かれる

対して補助制度を創設し、今後はさらに多くの地域で深層水の利用が検討されていくことだろう。最近の深層水ブームも、こうした流れのひとつの成果である。食品加工や健康食品、医療といったあらゆる方面で商品化は進んでおり、水産技術への応用も具体化している。しかし、より大規模な漁場創出、エネルギー利用といった応用には、さらに技術、コストなどの研究が必要である。

今後は、センターをはじめとする諸研究機関と自治体や民間が協力して、深層水の資源的な特性の理解を推進していかなくてはならないと考えられている。環境基準や食品基準レベル以下での微量な物質が、深層水にどのように含まれ作用しているかなど、環境や人体への影響も含めて科学的に解明されていない部分はまだ多い。一方で、深層水をより効率的に利用するためのシステムや、深層水人工湧昇システムの開発など、技術的な研究も不可欠である。

深層水の埋蔵量は全海洋の約95%近い膨大なものだ。しかも、上手に利用すればエネルギーコストも低く、自然の力で常に再生されている。資源が少ないわが国にとっては、水産利用も含めて期待が大きい。実用化の第一歩が踏み出されたからこそ、再び新たな基礎研究と技術開発を推進し、より利用価値の高い資源として活用されることが期待されている。