

シンポジウム「駿河湾深層水の海洋学*」のまとめ**

高橋 正征[†]・豊田 孝義^{††}・佐藤 義夫[#]

A Summary of Symposium on "Oceanography of Suruga-Bay Deep Ocean Water"

Masayuki Mac Takahashi, Takayoshi Toyota and Yoshio Sato

1. はじめに

最近、「海洋深層水（あるいは深層水）」が国内で一般の人々を含めて広く関心を持たれ、国の科学技術・学術審議会の海洋開発分科会でも前向きな議論の対象になっている。海洋深層水は、19世紀末にフランスで、海の表層の温水と深層の冷水の温度差を利用した発電用の資源として提案されたのが最初で、その後、1970年代始めの石油ショックで石油に代わるエネルギー資源の可能性が世界的に注目されるようになった。日本国内でもこの石油ショック以来、海洋深層水の発電利用が研究されてきた。1980年代半ばからは、海洋深層水の発電利用だけでなく、低温のその他の利用や、さらに海洋深層水のもつ富栄養、清浄性などの資源性も着目され、様々な利用の検討が始まり、1989年には高知県室戸市三津に水深320 mからの海洋深層水の汲み上げ施設をもった研究施設（高知県海洋深層水研究所）が完成した。こうして海洋深層水の資源利用の基礎研究と技術開発が進められた。高知県では地元の要望もあって、1995年から日量100トンを限度に海洋深層水を県内の民間企業などに分水して資源利用を工夫することが始まった。その結果、食品・化粧水・入浴剤などが製品化され、1996年には一部が試験的に市販され8社で年間1.8億円の売り上げになった。売上高は年々増え、2000年には74社で105億円に達した。さらに、2000年には海洋深層水の事業利用施設のアクアファームが高知県室戸市に完成して、日量2000ト

ン規模の海洋深層水の販売が始まり、また、すでに海洋深層水の取水施設が稼働していた富山県水産試験場や沖縄県海洋深層水研究所でも試験的な分水事業が始まった。神奈川県三浦市には民間第一号の取水施設が完成し、給水が始まった。2001年の海洋深層水製品の売上高は全国で年間数千億円に上っていると推定されている。今や、日本は海洋深層水の資源利用では、少なくとも利用面の幅広さと、売上高の多さでは世界一で、その影響は韓国や台湾などの近隣諸国、さらにはハワイやヨーロッパ諸国にも及んでいる。

こうした中、1996年11月20日には、海洋深層水に関する情報交換を目的として、関係者が海洋深層水利用研究会（Japan Association of Deep Ocean Water Applications）を設立した。2001年7月31日までの海洋深層水利用研究会の会員数は個人会員205（内、韓国4、台湾1）、団体（公的機関）会員33、団体（民間機関）会員72である。国際的にはInternational OTEC/DOWA Association（DOWAはDeep Ocean Water Applications, OTECはOcean Thermal Energy Conversionをそれぞれ意味する）が1990年から活動を開始していて、事務局が台湾の台北市におかれている。海洋深層水利用研究会では、ニュースレターを年2回と論文誌「海洋深層水研究」を年1回発行し、研究発表会を国内各地持ち回りで年1回、情報交換会を年2回、総会を東京で年1回、開催している。会員の多くは海洋深層水の資源利用を目的としているが、海洋に関する知識は必ずしも深い人たちばかりではない。特に、1998年に全国ネットのテレビ放映で海洋深層水が「健康によく」「アトピー性皮膚炎の治療補助効果がある」ことなどが取り上げられて一気に広まったために、多くの人々が気軽に身の回りの限られた情報をもとに創造力を膨らませて、様々な海洋深層水の利用を考え始めた。中には海洋深層水をあたかも「魔法の水」のように考えるケースも出てきた。また、脱塩した海洋深層水が飲料水として市販されているために、海洋深層水を真水と思っている人も非常にたくさんいるといった驚くべき事態も

* 本シンポジウムは、2001年9月22日、グランシップ（静岡コンベンションアーツセンター）で開催され、7講演と活発な総合討論が行われた。

** 2001年12月5日受領、2001年12月5日受理

[†] 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学系

^{††} 海洋科学技術センター

[#] 東海大学海洋学部

連絡先：高橋正征、東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学系

〒153-8902 東京都目黒区駒場3-8-1

E-mail: ctkmac@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

起こっている。

何はともあれ、多くの人たちが海洋深層水を通じて海に関心を持ってくれるようになったことは、海洋学界としては喜ばしいことである。と同時に、海洋深層水の資源利用を考えている人たちを含めて、より多くの人たちにすでに知られている海に関する知識を発信して理解を深めてもらう必要性を感じていた。このところ、日本学術会議に登録されている多くの学協会が次第に特化した専門分野に閉じこもり、社会から孤立して行く傾向が見えてき、境界領域を拡大して学会の活性化を図る必要性が感じられる。海洋学会にもその必要性が伺われる。海洋学会秋季大会が静岡市で開催されるに際し、丁度、静岡県が平成13年10月に同県で開催される「豊かな海づくり大会」にあわせて、駿河湾の水深397 mと687 mから海洋深層水を汲み上げる取水管を設置したこともあって、沿岸海洋研究部会の秋季シンポジウムのテーマとして「駿河湾深層水の海洋学」がとりあげられ、私どもに企画が依頼された。

そこで、この機会に海洋深層水を念頭において海洋学的知見をそれぞれの専門家に整理してもらうことを考えた。海洋学会としては初めての企画である。これを機会に海洋学の専門分野の人達と、海洋深層水の資源利用を考える人達の相互理解が深まり、それぞれの分野がより活発になることを期待する。海洋学会の関係者には海洋深層水の資源利用を進めている人々の存在の理解を深めていただき、必要に応じて相談にのったり、あるいは海洋学の知見をまとめて提供する機会などがより頻繁に生まれてくることを期待する。

以下では、シンポジウム開催に際して「海洋深層水」の概念を紹介し、あわせて国内外の状況を概説して、シンポジウム講演の前座とする。

2. 海洋深層水とは

海洋学には深層大循環などで深層水という科学的根拠のある概念が存在するが、ここでいう「海洋深層水」は資源利用の観点から生まれたもので、概念は極めて漠然としている。一応、海洋深層水は、水深が200 m程度以深にある資源として利用可能な海水で、現在知られている資源性としては、低温、富栄養（肥料）、清浄性で、この他にミネラルもしくは金属類、塩、淡水などがある（Table 1）。この他にもまだ私たちが知らない資源性の可能性は高い。以上の資源性の多くは水深が深くなるほど高くなる場合が多く、周年にわたって比較的安定していて、しかも、1～数千年の速さで回復する。また、海洋深層水という一つの物質が、複数の資源性を持っていることも、これまでの資源には見られない特徴である。

Table 1 現在知られている海洋深層水の資源性

資源性	表層水	海洋深層水（水深約200 m以深）
冷媒(エネルギー)	×	◎
肥料	×	◎
清浄性	×	◎
淡水	○	◎
金属類	○	◎
塩	○	◎
その他の有用物質	?	?

海洋の平均水深の約3800 mを考えると、単純計算で海水の約95%が海洋深層水となり、地球上でもっとも豊富な海水の95%近くを占める海洋深層水は、当然の事ながら地球上でもっとも豊富である。そして、海洋深層水は、現在、私たちが必要としているエネルギーと物質資源のほとんどを支える力を持っている。

これほど、多くの種類の資源性を持ち、量が莫大で、再生も速い海洋深層水であるが、弱点がある。それは、資源密度の薄さである（薄い資源）。資源密度が薄いと資源としての利用価値は小さくなるが、現在の私達は利用技術を磨いた。環境問題はゼロとはいえないが、従来の資源に比べると、同じ利益を受ける際の問題は海洋深層水のほうが小さいと考えられる。

大量生産・大量消費・大量廃棄といった大量の物質移動を伴う経済システムで特徴づけられる現在は、エネルギーと物質が大量に必要で、これまでは石油・石炭・各種鉱物資源などの地下資源によって支えられてきた。これら「濃い資源」は分布と量が限られていて、しかも再生に非常に長時間かかり、人間の利用の速さと比べると非再生である。したがって、利用が進むと資源は枯渇する（Table 2）。現在利用している多くの資源はこのまま使いつづけると21世紀中に次々と枯渇して行くことが予想されている。加えて、大量の地下資源の利用が地球環境を汚染し、変化をもたらすことも大問題である。

Table 2 これまでの資源とこれからの資源の特徴

これまでの資源（例：石油・石炭）		これからの資源（例：海洋深層水）	
濃い資源密度	○	薄い資源密度	×
少ない資源量	×	豊富な資源量	○
限られた資源価値	×	多くの資源価値	○
枯渇	×	再生循環	○
多くの環境問題	×	少ない環境問題	△

より積極的な方向として、資源の「使い捨て」から「循環型」へと新しいパラダイムへの転換が提案されている。現状の豊かさの維持、あるいはさらなる豊かさを追及しようとする、エネルギーと物質をどこから得るかが問題になる。循環型社会では利用する資源は再生速度

シンポジウム「駿河湾深層水の海洋学」のまとめ

Table 3 海洋深層水の取水施設

設置機関(場所) 設置年・月	取水量 ($\text{m}^3 \cdot \text{日}^{-1}$)	取水深度 (m)	取水管		備考
			内径 (cm)	長さ (m)	
陸上型					
米国コロンビア大学(カリブ海セントクロイ島)					
1972	360	870	7.5	1803	硬質ポリエチレン管3本
ハワイ州立自然エネルギー研究機構, NELHA(ハワイ島コナ)					
1981.12	6,000	215	30	1766	硬質ポリエチレン管
1987.6~12	5,000~12,000	~600	30~41	1800	同上
○1987.10	14,000	619	45	1884	同上
○1987.8	72,000	675	100	1816	同上
△2002	160,000	915	140	3124	
ベルゲン大学					
?1989	18,000	65	30		硬質ポリエチレン管
高知県海洋深層水研究所(高知県室戸市三津地区)					
○1989.4	460	320	12.5	2650	鉄線鎧装硬質ポリエチレン管
○1994.5	460	344	12.5	2650	同上
近畿大学水産研究所富山実験場(富山県高岡市)					
○1992	7,200	100	45	1500	硬質ポリエチレン管とゴム複合管
富山県水産試験場(富山県滑川市)					
○1995.3	3,000	321	25	2630	鉄線鎧装硬質ポリエチレン管
北海道羅臼町(北海道目梨郡羅臼町知円別漁港)					
○1999.12	60	218	5	2000	鉄線入り硬質ポリエチレン管
沖縄県久米島(沖縄県島尻郡仲里村真樹)					
○2000.6	13,000	612	28	2527	鉄線鎧装硬質ポリエチレン管2本
高知県室戸市高岡地区					
○2000.4	4,000	374	27	3125	鉄線鎧装硬質ポリエチレン管
神奈川県三浦市(三浦アイースダブリュ株式会社)					
○2000.6	1,000	330	14.8	5150	鋼帯鎧装ポリエチレン管
静岡県水産試験場(焼津市)					
○2001.8	2,000	397	20	3323	鉄線鎧装硬質ポリエチレン管
	2,000	687	22.5	7273	同上
富山県入善町					
△2001.12	2,400	384	25	3308	鉄線鎧装硬質ポリエチレン管
富山県滑川市					
△2002		300<	22.5/25	2690	新鉄線鎧装硬質ポリエチレン管/ 鋼帯鎧装硬質ポリエチレン管
北海道熊石町					
▲2002(予定)					
北海道岩内町					
▲2002(予定)					
洋上型					
富山湾氷見沖(水産庁日本海区水産研究所ほか)					
1989,1990(豊洋)	26,000	250	45	250	鉄管
沖縄本島糸満沖約30km(沖縄県海洋深層水開発協同組合)					
○1997.2(海やから1号)		600	5	600	鉄線入り硬質ポリエチレン管
(1999年に係留系破損により引き上げ,2000年7月に再設置)		1,400	5	1,400	同上
沖縄本島糸満沖約30km(勸業熱帯総合研究所)					
1999.7(海やから2000)		800	5	800	鉄線入り硬質ポリエチレン管
(2000年3月に実験を終了し,2001年に撤去)		2,000	5	2,000	同上

無印, 終了・撤去; ○, 現在稼働中; △, 設置中; ▲, 計画作業中; ?, 現状が不明

の速いものでなくてはならない (Table 2)。エネルギーとしては太陽光や風や波の利用が考えられ、一部で既に利用されている。物質資源としては海水、しかも、海洋深層水の利用が提案されている (高橋, 1991¹⁾)。次には国内外での海洋深層水の資源利用の現状を概括する (海洋出版, 2000²⁾)。

3. 海洋深層水の資源利用に関する海外の状況

海洋深層水の資源利用ではハワイが歴史も古く、規模が大きい。ハワイ州政府は、ハワイが海洋温度差発電の世界の限られた適地の一つであることから、1974年に州立自然エネルギー研究所 (Natural Energy Laboratory of Hawaii, NELHA) 構想を議会で承認し、ハワイ島コナ地区に130 haの研究所用地を確保した。1980年には研究棟・管理棟などを建設し、翌年には水深215 mから日量6000トンの海洋深層水の取水管 (内径30 cm) を敷設した (Table 3)。以来、海洋温度差発電を始めとして、海洋深層水の様々な資源利用の研究・技術開発が行われている。州政府は1984年に州の公共財産を利用した商業化を公認し、これによって科学・技術研究と事業利用とが一体となった新しいビジネス創生環境ができあがった。1985年には、事業利用をより広範に行うために、研究所に隣接してさらに222 haの土地が手当てされ、そこにハワイ海洋科学技術団地 (HOST Park, Hawaii Ocean Science and Technology Park)、いわゆる産業団地が造られた。1990年に、研究所と科学技術団地を合わせてハワイ自然エネルギー研究機構 (NELHA) に改組された。

以来、事業化が拡大し、1999年にはNELHAで活動している29企業などのうち、13が完全事業化、5は事業化に向けて準備中といった状態になっている (中原, 2000³⁾; 高橋, 2000⁴⁾)。最近の詳しい活動状況はホームページ (<http://www.nelha.org/>) に見られる。

NELHAでは現在、水深約6~700 mから直径1 mと45 cmの2本の取水管でそれぞれ日量72000トンと14000トンの海洋深層水 (水温約6℃) を揚水している (Table 3)。目下、直径140 cmの取水管を設置中で2002年には設置完了し、水深915 mから日量16万トン以上の海洋深層水 (水温約4℃) の取水が可能になる (Table 3)。ハワイの取水管はすべて硬質ポリエチレン管で、140 cm管は水深50 mまではトンネル内を通し、それ以深は浮遊させて錘で海底から引っ張って支える逆カタナリー工法が取られている。硬質ポリエチレン管は直径200 cmまで市販品があるので、そこまでは管の太さを大きくできる。

NELHAでは太い管を比較的容易に設置できるので、大量の海洋深層水が得られ、1トン当たり2セント程度

の安い値段で海洋深層水が供給されている。その上、NELHAの位置している所は、全米でもっとも日射量が多く、降水量が少なく、溶岩台地のために清浄で周辺水域も人為的影響のほとんどない「AA」レベルの水質で、水温も周年で24.5~27.5℃の高温の表層水が容易に得られる。周年にわたり表層水と深層水の温度差20℃以上が確保できる数少ない海洋温度差発電の適地である。NELHAは352 haという広大な敷地を持っていて、1エーカー (約4046 m²) が月額100ドルの低費用で借りられる。その他、コナ国際空港に隣接していて、アジアや米国本土との物流が極めて容易で、さらに、低緯度域としては地元の生活文化水準が高く、政情も安定している数少ない場所である。NELHAでは、単に海洋深層水の利用に限定せず、表層水やNELHAの施設の利用といった、NELHAの特徴を生かした研究・技術開発や企業活動を幅広く受け入れている。

NELHAで育った最大企業のサイアノテック社は、90エーカーの清浄で広大な敷地で暖かい気候と豊富な太陽光を利用して *Spirulina* や *Dunaliella* などの単細胞藻類を培養し、高品質の生物色素類 (アスタキサンチン、フィコピリンタンパク質など) の生産に成功している。年間40億円規模の売上がある。そこでは、海洋深層水は藻類の培養初期に培養池の灌水と、工場などの建物の冷房に利用されている。近い将来、培養池を現在の2倍にすることが計画されている。微細藻類の色素類の世界市場は年間5億ドルといわれている。

サイアノテック社以外は事業規模が小さく、その多くは海藻や水産魚介類の育成や蓄養である。その中から、アワビの陸上養殖をしていたビッグ・アイランド・アパロン社が、最近、画期的な養殖技術を開発し、養殖規模の大幅拡大に踏み切った。オゴノリなどのアワビの飼育用海藻類を工夫し、天然物に負けない品質のアワビの養殖が可能になった。そこでは、海洋深層水で海藻を培養し、それを表層水と深層水の混合で温度調節した環境中でアワビに食べさせて飼育する。世界のアワビ市場の10%を占めることが当面の目標だという。目下のネックは餌の海藻類の成長の速さだという。

NELHAで大規模展開が期待されている事業の3番目は、医薬用の高純度の寒天生産用に開発した海藻 (テングサの仲間?) をハワイで海洋深層水を利用して培養するというものである。カナダの会社が進めていて、ハワイでは海藻の培養を行い、生産した海藻をカナダに送ってそこで抽出する。この世界市場は年間10億ドル規模になる。

日本の飲料水メーカーも海水を脱塩し、飲料水製造事業を開始している。製品は今のところ日本向けである。

NELHA では研究所と事務所の建物は海洋深層水で冷房されていて、それによって冷房に使う電気が90%節約されている。現在、建設中の140 cmの取水管が設置されると、冷房用の冷水がNELHA 全域に張り巡らされることになっている。熱帯や亜熱帯では地域での消費電力の50%以上が冷房に利用されている。したがって海洋深層水で冷房することにより、消費電力を大幅に少なくすることができる。米国のコーネル大学は、2000年夏から大学近くのカユガ湖の深層水で夏の2ヶ月間キャンパス内の建物を冷房することを始めた (<http://www.utilities.cornell.edu/lsc/>)。カナダのトロントのダウンタウンや米国のロチェスターの産業団地でもオンタリオ湖の深層水による冷房が計画されている。

海洋温度差発電は、2000年の終わりに、インドのゴアで1000 Kwの洋上発電実験バージが建造されて進水した。バージ内には温度差発電装置の設置がほぼ完了し、取水管の設置段階に入っている。これには佐賀大学工学部の上原春男教授を中心として、佐賀大学と文部科学省が深く関与していて、今後の展開が期待されている (<http://www.niot.ernet.in>)。

ハワイ以外でも、様々な所で海洋深層水の資源利用が検討された。フランス、オランダ、ドイツなどである。しかし、それらはどれもこれまでのところ机上の計画までの感がある。その中で、米国コロンビア大学のローエル教授がカリブ海のセント・クロイ島で1970年代半ばから後半にかけて行った実験は異色である (高橋, 2000 b⁵⁾)。海洋深層水を陸上に汲み上げ、植物プランクトンを培養し、それを餌にしてアサリとカキを飼育し、飼育水で海藻を培養してそれでアワビやウニやイセエビを飼育するというシステムである (Table 3)。実験は極めて高いエネルギー効率で動物性タンパク質を生産することを明らかにし、事業的にも充分成り立つことを証明した。

1973年のエネルギー危機を契機に米国で起こったもう一つの海洋深層水の資源利用は、南北両大陸の西海岸沿いに群生するジャイアントケルプの海上養殖である。ジャイアントケルプの成長速度の速さと、大型で葉状体の中に気泡を持った浮きによって海上に浮遊するので収穫が容易ということで、成長したジャイアントケルプをメタン発酵の資源にするという計画である。陸から2000 kmほど離れた洋上に浮体を設置して、それにジャイアントケルプを種付けし、海洋深層水を汲み上げて施肥をし、ジャイアントケルプを養殖する。カリフォルニア沖で実際に養殖実験が試みられたが、荒天による施設の倒壊があったり、その後の石油価格の安定などがあって、計画は途中で止まっている (North *et al.*, 1981⁶⁾)。

ノルウエーでも海洋深層水が注目されたが、それは、フィヨルドでのサケなどの養殖の際に過密と給餌によってサケが病気になるために、その解決策として考えられた (Table 3) (高橋, 2000 c⁷⁾)。たしかに、水深30 m以深のフィヨルド深層水を利用するとケジラミなどのサケの寄生虫感染は避けられることがわかったが、フィヨルド深層水利用ではサケの養殖の費用が高くなるために実用には至らなかった。

最近では、台湾や韓国でも海洋深層水の資源利用の関心が急速に高まっている。韓国では日本海固有水を利用した様々な計画が各地で検討されている。

4. 海洋深層水の資源利用に関する国内のこれまでの状況

日本で普及している海洋深層水の取水管は鍍装ポリエチレン管で、硬質ポリエチレン管の回りを鉄線と鉄板で巻いて、その上をプラスチックで巻き固めた一本物である。既存工場で作るが、今のところ内径28 cm程度が限界である (Table 3)。この太さでは、日量5000トン止まりの揚水量である。しかも、この管一本の敷設費用は5~10億円かかり、揚水の電気代も年間に500~1000万円かかる。日本では台風襲来など海象が厳しく、沿岸域での底引き網など活発な漁業活動のために、ハワイでとられているような浮力のある硬質ポリエチレン管を浮遊させた工法がとれない。そのために、海洋深層水の国内での価格はトン当たり300~5000円の高さである。こうした取水管の規模や敷設と維持費、ならびに取水量を考えると、国内で事業的に利用できるものは少量の深層水で足りる付加価値の高いものに限られる。

以上のような状況のため、日本での海洋深層水の利用は、主として清浄性を利用した飲用・食料品・化粧水・アトピーなどの薬用などが主で、資源密度の低い低温や富栄養性の事業利用は難しい (吉田, 2000⁸⁾)。海洋深層水は、現在、地球表面で得られる最も清浄な水の一つで、飲用や食料品では高度の生物的・化学的清浄性の利用メリットが大きい。また、海水には醗酵促進効果が知られているし、カルシウムやマグネシウムの含有量やミネラルバランスで人の利用に適しているので、食品利用などの場合は、特に海洋深層水の持つ清浄性が大きなポイントになる。

5. 海洋深層水の資源利用に関する今後の展開

日本での海洋深層水の資源利用の高まりは、米国を始め台湾や韓国など海洋深層水の資源利用に関心を持った国々に、研究予算の獲得などで説明がしやすくなっているといった効果を生んでいる。ただ、国内の状況を冷静に見詰めると、一般の人達は海洋深層水に、アトピーの

治療などを始めとして、かなり具体的な効果を期待している観がある。しかし、多くの場合、そうした効果は必ずしも顕著ではない。その結果、時間がたつと海洋深層水のブームが去ってしまうことが心配される。問題は、ブームの間に、次々と海洋深層水の取水施設が建設されて行くことである。建設に巨額の費用がかかるだけでなく、汲み上げのためにも電力をはじめとした維持費用がかかる。少なくともそれらの費用を回収できる収入の道を確認しなければならない。そのためには、取水施設を造る努力と同じに、あるいはそれ以上に海洋深層水の利用用途を開発することが急務である。たとえば、汚染の著しくなった水道水に代わる安全な飲み水、ビール・清涼飲料など口に入るものはすべて安全な水を使うことを徹底し、そのための安全な水を海洋深層水から得る、といったような方向である。この場合には日本で開発された日量数1000トン規模の取水施設を国内の臨海部に配置していくことは現実的である。

第2は、海洋深層水の本格的なエネルギー利用である。海洋温度差発電の実用化に向けた技術開発努力を続けることは大いに意味がある。しかし、海洋温度差発電の事業化はまず熱帯で行うのが自然で、温帯の日本で利用できるようになるまではまだまだ時間がかかる。それまでは、たとえば夏の冷房を海洋深層水で行うとか、物流の冷蔵・冷凍施設を海洋深層水の得やすい島に建設するとか、といった利用が工夫できる。1999年度から資源エネルギー庁の研究費で、(社)日本海洋開発産業協会が発電所を海洋深層水で冷却する5年間の研究プロジェクト〔「エネルギー使用合理化海洋資源活用システム開発」〕が進められている。現在は表層水で発電所は冷却されているが、これを海洋深層水に切りかえると、低温のために発電効率が上がり燃料がその分少なくなり、冷却のための温度差（現在は7℃）が20℃位になるので冷却水の汲み上げ量が削減され、冷却システムの小型化と揚水ポンプの電力使用量の低減ができ、海洋深層水の清浄さのために生物の吸いこみや管内の生物付着が完全に解消される、といった効果が期待できる。さらに、肥料を多く含んだ海洋深層水を温めて海域に放流するので、適当な水深に放流することを工夫すれば海の生産性を高めることもできる。このためには、たとえば60万キロワットの発電所を想定すると、日量で100万トン程度の海洋深層水を汲み上げる必要がある。それには直径2mの取水管が2本必要になる。上記のプロジェクトでは、可能性と効果の判定と、必要な技術の開発が行われる。

第3は、海洋深層水の莫大な肥料を利用した海の肥沃化である。現状の海は、下層から上層への肥料の拡散が制限されているために、海のパロダクションが低く押さえられて

いる。人工的に下層水が上層に上がるようにすることによって、海のパロダクションが上がる。水産庁の予算で(社)マリノフォーラム21が2000年度から5ヵ年計画で海洋深層水を揚水して海を肥沃化する研究を開始した。そこでは日量10~20万トンの海洋深層水を汲み上げて海の表層に供給することが計画されている。

大規模に海洋深層水を取水するとすると、環境影響問題も真剣に検討する必要がある。しかし、その場合大事なことは、私達が地球上で生活していくために必要なエネルギーや物質を確保するために、最も環境影響の小さい方法を選んで選択して行くという基本姿勢である。確かに、海のエネルギー利用は今のところ発電所を表層水で冷却している程度であるが、海以外の所で様々な方法でエネルギーを得ている。それら既存のエネルギー獲得方法を吟味して、海洋深層水の利用のほうが問題が少ない場合には、海洋深層水を採用するのである。エネルギー以外の他の物質などについても同じである。

6. シンポジウムの提供話題

シンポジウムでは趣旨説明と海洋深層水の概要を含めて7件の話題が提供された。その内、趣旨説明を除いたはじめの4講演は海洋深層水に関する基本的な海洋学の知見のまとめである。第1は、海洋深層水の水塊の動きということで、シンポジウムの開かれた地元の「駿河湾の海洋深層水の動態」について東海大学海洋学部の安田訓啓氏と稲葉栄生氏に、第2にはミネラルの問題について「駿河湾と北太平洋における微量金属の動態」と題して京都大学化学研究所の宋林由樹氏にそれぞれご講演いただいた。次いで、駿河湾にこだわらないより海洋一般という視点で、第3に熊本県立大学環境共生学部の大和田紘一氏に「海洋微生物の生態—深層水との関連で—」と、第4に名古屋大学大学院環境研究科の田上英一郎氏に「溶存有機物の化学像・起源そして謎」と題してそれぞれ講演いただいた。海洋科学技術センターの豊田孝義氏は海洋深層水の資源利用のパイオニアの一人で、第5として「陸上施設からの海洋深層水放水による肥沃化について」という話題を、そして第6には医療法人安医会の安井昌之氏に「水から生まれた難病、ミネラルの神経・骨への影響？ 健康にとって美味しい水は名水か？」と題して飲料水のかかえているミネラル問題について話していただいた。

シンポジウムの参加者にとって、資源利用の意味での「海洋深層水」というこれまではあまり深く意識することのなかった、いわば新しい関心・視点で海洋現象を考えた1日であったのではないかと思う。海洋現象を従来とは違った視野から眺めることによって自分の研究して

シンポジウム「駿河湾深層水の海洋学」のまとめ

いる海洋現象を見る角度が変わり、より客観的に自身の学問の位置が捉えられたかもしれない。もしそうであれば、企画者として嬉しい限りである。シンポジウムには参加できなかった人たちには、本特集で是非シンポジウムの雰囲気を感じていただいて、自身の、そして学界、学会の幅の拡大と学問の深さの追求に役立てていただければ幸いである。最後に、シンポジウムを活発で盛り多くしていただいた講演者、座長、参加者の皆さんに心からお礼を申し上げる次第である。

参 考 文 献

- 1) 高橋正征 (2000) : 海にねむる資源 : 海洋深層水. あすなろ書房, 東京, pp. 189.
- 2) 海洋出版 (2000) : 海洋深層水—取水とその資源利用. No. 22, pp. 238.
- 3) 中原裕幸 (2000) : ハワイ・自然エネルギー研究機構 (NELHA) における海洋深層水の利用. 月刊海洋/号外 No. 22, 209-215.
- 4) 高橋正征 (2000 a) : ハワイ自然エネルギー研究機構 (NELHA) の概要. 海洋深層水利用研究会ニュース, 4, 2-5.
- 5) 高橋正征 (2000 b) : 海洋深層水による植物プランクトン・二枚貝・海藻などの多段生産. 月刊海洋/号外 No. 22, 85-90.
- 6) North, W., V. Gerard and R. McPeak (1981) : Experimental fertilizing of coastal *Macrocystis* beds. p. 613-618, *In*, Proc. Intl. Seaweed Symp. ed. T. Levring, 10.
- 7) 高橋正征 (2000 c) : ノルウエーにおける海洋深層水の資源利用. 月刊海洋/号外 No. 22, 216-219.
- 8) 吉田秀樹 (2000) : よくわかる海洋深層水. コスモトゥーワン, 東京, pp. 223.