

海洋深層水特性把握調査研究 I

渡辺 貢・土居 聡・谷口道子

要 旨

豊富な無機栄養塩類、清浄な海水、表層海水との温度差などの特性を持つ海洋深層水は、天然資源の乏しい我が国にとって極めて有用な資源としてその早急な利用技術開発が期待されている。このため、海洋深層水利活用の促進に必要な特性を明らかにするため専門家に分析を委託した。年齢推定に関しては数十年という値が得られ、ほぼ北太平洋中層水を主成分とする海水であることが判明した。物理的特性としては、少なくとも温度やpH、塩分濃度に依存する固有の170線幅を持っているものと考えられる結果が得られた。

1 はじめに

ここ数年で全国的に話題を集めている海洋深層水「以下、深層水」は、現在数県で取水され研究開発が進んでいるが、さらに各地でその取水が計画されている。

全国に先駆けて深層水の取水および分水を始めた高知県では、平成7年の試験分水を開始して以来、食品、化粧品、医薬品などの分野で利用されるようになり、その他の分野においても関心が大いに高まってきている。

これは、深層水の持つ清浄性、微量元素の豊富さとバランスの良さなどの性状が積極的に評価されたものと考えられる。

これまでに当研究所で取水している深層水が、2千年前の海水という誤解が一部で広まるなど、これまでに情報の混乱がしばしば見られている。今後、深層水の用途開発が進むにつれ、より正確な年齢測定、物理学的特性、混入物質などの性状に関する知見の把握が重要になってくるものと考えられるため、これらの点を明らかにすることが、原料としての深層水を提供する側の責務として求められてきている。

当研究所としても、従来開発されてきた利用方法への理解を深めるとともに、深層水の特徴を具体化し、さらに地域産業の育成や新規産業創出につながることを期待して、平成9年度より全国でも指折りの専門家の方々に分析を依頼し、深層水の特性把握研究を実施してきたので、これまでに得られた結果について報告する。

2 分析内容および分析依頼先

(1) 年齢推定

放射性炭素 ^{14}C による年齢推定：北海道大学
角皆静男教授

フロン溶存比による年齢推定：東海大学 深澤理郎教授（現JAMSTEC）

(2) 物理的特性

^{17}O -NMRスペクトルによる測定：高知大学 金哲史助教授

3 分析の方法

(1) 採水

上記の3課題の分析用試料である海洋深層水は、いずれも当研究所の取水ポンプピット内のポンプの前面で採取したもので、図1の①に当たる。

(2) 分析方法

分析依頼機関の定法によった。

なお、分析に際しての前処理については、次のように処理した。年齢測定では、プランクトンが多い亜寒帯海域における過去の知見から、プランクトン除去の有無が分析結果に及ぼす影響は分析精度以下であることが判っており、ろ過は行わなかった。

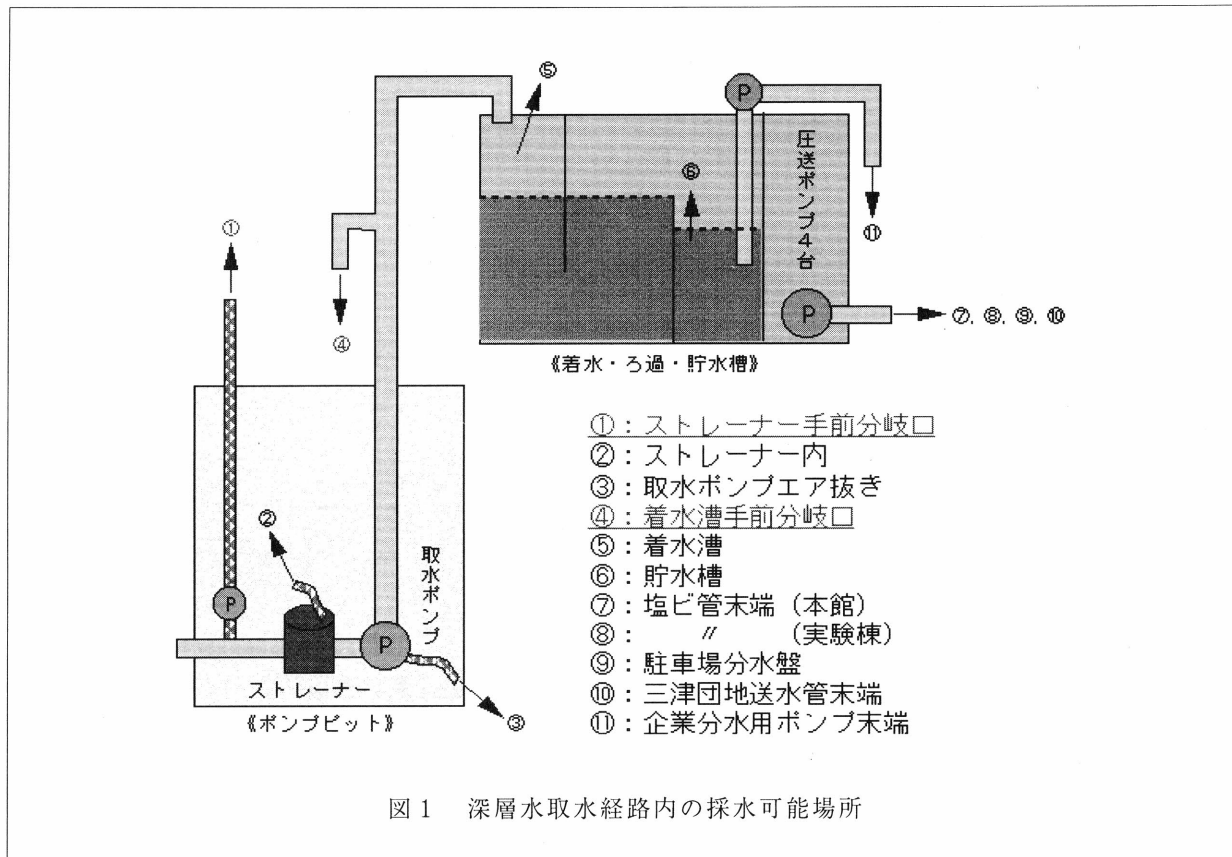


図1 深層水取水経路内の採水可能場所

4 結果ならびに考察

(1) 年齢推定

放射性炭素¹⁴Cによる年齢推定

これは、放射性炭素¹⁴Cによって海表面を離れてからの経過時間を知る目的で、平成9年と10年の2回実施した。

その結果、1950年代から1960年代に多量に供給された核実験の影響を確実に受けていることが判明した。つまり、分析に供した深層水は、1960年代以降に表面に存在していた海水が混ざっているということである。そして¹⁴Cを用いる手法ではこれ以上詳細な年代を算出することはできないという結果が得られたが、現時点において測定された値は、北太平洋北部の表層水の値より低く、塩分も多少低いことを考慮すると、年齢100年以内と言われている北太平洋中層水に起源を持つ海水が、一部混じっていたことは間違いないということが判った。

フロン溶存比による年齢推定

分析は、平成11年の2月と11月に当研究所で採

水した試料を用い、それぞれ1969±1、1970±1という結果が得られた。

このため、当研究所で汲み上げている海洋深層水は、海面から切り離されてほぼ30年程度を経過した海水であることが判った。

この値は、深澤教授が歴史的な海洋資料を元に計算した北太平洋での流動場を使って求めた北太平洋中層水の室戸沖到達時間とほぼ等しくなっており、そもそも深層水にフロンが含有されていることも併せて考えると、深層水はほぼ北太平洋中層水を主成分とする海水であることが示唆された。したがって、常に海底および海面から切り離された海水であることから、その清浄性については、少なくとも北太平洋中層水が形成される限りは維持されるものと考えられる。

このときに測定した各サンプルの結果について特筆すべき点は、そのバラツキが極めて小さいということであり、これは、分析装置の性能の高さもさることながら、海中にある取水口から当研究所内の地下に設置している取水ポンプまで、ほ

とんど外部空気との混合が生じていないということ、さらに採水から運搬に至る段階で外部の空気からのコンタミネーションが全くなかったことを示唆していた。

(2) 物理的特性

これは、これまでに当研究所で取水している深

層水がpHや各種イオン組成、イオン濃度等の点で表層水とは異なる性質を有していることが判っていたが、この違いがどのように¹⁷O-NMRスペクトルに反映されるのかを明らかにするため、平成10年2月にpHや塩分濃度を調整し¹⁷O-NMRスペクトルを測定した。

表1 試料の処理方法と測定条件

No.	由来	処理方法	pH(at20℃)	塩分濃度(%)	測定温度(℃)
1	深層水	なし	7.98	3.43~3.44	5,10,15,20
2	表層水	なし	8.83	3.37~3.48	5,10,15,20
3	表層水	HNO ₃ 添加	7.98	—	20
4	表層水	HNO ₃ 添加	6.64	—	20
5	深層水	純水希釈*	—	3.37	20
6	深層水	純水希釈**	—	—	20
7	深層水	マイクロ波照射***	7.98	3.43~3.44	20

- * 表層水塩分濃度に調整
(深層水の塩分濃度を3.435%と仮定し、表層水塩分濃度の最低濃度である3.37%に調整)
- ** 純水で50%に希釈
- *** 試料10ccに対し、家庭用電子レンジ(500W、周波数2.45GHz)で30秒間照射
- 未測定

当研究所で取水した深層水並びに表層水を測定に供するまで4℃で保存し、測定時に表1に示し

た処置を行った後に、¹⁷Oの線幅を測定した。

表2 線幅に対する温度の影響

		試料No.1(深層水)				
温度設定(℃)		5	10	15	20	5*
線幅 (Hz)		176	165	156	144	176
* 20℃に昇温後再度5℃に降温し測定						
		試料No.2(表層水)				
温度設定(℃)		5	10	15	20	
線幅 (Hz)		176	165	156	144	

その結果、表2に示したように、深層水、表層水とも温度が上昇するにつれて線幅は狭くなる傾向がみられたが、どの温度領域においても深層水のほうが表層水よりも幅広い線幅を持つことが判明した。試料を昇温した後、再度降温して測定した場合でも線幅に違いがみられないことから、温

度固有の線幅を持つものと考えられた。

次に、表層水は深層水に比べてpHが高いことから、pHを変えて測定を行った。深層水には硝酸イオンが多く含まれていることから、pH調整には硝酸を用いた。

表3 線幅に対する他のパラメータの影響

試験区	No. 2	No. 3	No. 4	No. 1	No. 5	No. 6	No. 7
試料原水	表層水			深層水			
処理の有無	処理なし (pH8.83)	HNO ₃ 添加 (pH7.98)	HNO ₃ 添加 (pH6.64)	処理なし (pH7.98)	DW希釈 (S3.37%)	DW希釈 (50%希釈)	マイクロ波 照射
測定温度(℃)	20	20	20	20	20	20	20
線幅(Hz)	114	122	141	144	128	112	144

表3に示したように、表層水のpHを深層水と同じpH7.98にしても、線幅は深層水のそれと一致せず、更に、硝酸を加えてpHが6.64の段階ではじめて深層水の線幅より小さくなった。この結果は、深層水の持つpHが線幅に影響を及ぼしているものの、これ以外の要因も関与している可能性を示唆していると考えられた。

次に、表層水は降水の影響を受けるため深層水に比べて塩分濃度が低いことが知られている。そこで、深層水を純水で希釈し、塩分濃度の影響についても調べてみた。表3に示したように、塩分濃度を3.37%になるように希釈しても、まだ希釈した深層水の線幅は表層水のそれより広く、深層水を50%に希釈した段階で表層水のそれとほぼ等しい線幅になった。

さらにもう一つ、試料が沸騰しないように注意しながらマイクロ波を照射して、その後室温で放置した後に測定を行い、その影響も調べた。表3の試料のNo.1とNo.7の測定値をみれば判るとおり、マイクロ波の照射前と後とで線幅に違いが見い出せなかったことから、この程度のマイクロ波の照

射では、試料の線幅に何ら影響を及ぼさないものと考えられた。

これらの結果から、深層水は少なくとも温度、pH、塩分濃度に依存する固有の¹⁷O線幅を持っているものと考えられ、溶存している塩類や有機物の濃度や種類が表層水とは異なると予想される結果が得られた。

なお、今回の測定でいくつかの課題が提起されたので、現在電子スピン共鳴装置を用いての測定や、重水素核磁気共鳴スペクトルや円偏光二色性スペクトルの測定を実施中である。

以上で、これまでに得られた研究結果の報告を終わるが、これら以外にも深層水の特性的把握に関する研究を続けており、次報で報告したい。

5 謝辞

本稿をまとめるに当たり、分析および測定をお願いした北海道大学の角皆静男教授、東海大学の深澤理郎教授、高知大学の金哲史助教授に深謝いたします。