

船上搭載型深層水取水装置による 三陸沖海洋深層水の取水について

Sampling of Deep Seawater by a Movable Type Pumping Device on Board

大坂 文人¹・佐田国健治²

Fumito OSAKA and Kenji SADAKUNI

Abstract

For the purpose of sampling of deep sea water (DSW), a movable type pumping device easily installed on board such as tug boat, was developed, and pumped up DSW at 35 km Miyako, Iwate in Sanriku. The device and the characteristics of DSW obtained were described. Considering the temperature, DSW should be pumped at least from the depth of 550 m or below off Sanriku.

Key Words: Deep sea water, pumping device, off Sanriku

要　旨

宮古市では全国屈指の水産漁獲高を誇る岩手県宮古漁協の協力を得て民間企業ベースで平成10(1998)年より三陸沖海洋深層水の取水及び利用研究を行ってきた。

深層水取水方式には陸上設置型、海上設置型、船上搭載型等があり、夫々についてすでに実施例が紹介されている。本研究では三陸沖からの深層水取水に適した方法として作業船(引船)に簡単に搭載・撤去ができる船上搭載型取水装置を開発し、平成13(2001)年4月6日宮古港東方約35km、水深700mの海域において深度625mから海洋深層水を取水した。この海洋深層水取水結果から得られた知見によれば、海水温度の低温安定性(3~3.4°C)からみると三陸沖における深層水取水深度は550m以深、離岸距離30km以上の海域にあり取水管を海底敷設する海上設置型による取水は不適当である。従って、離岸距離の長いこの海域における深層水取水は船上搭載型方式によるのが適当であることがわかった。

キーワード：海洋深層水、深層水取水装置、三陸沖

1. はじめに

国内各地域において深層水利用が広がりをみせて いるなか、世界的に有名な三陸沖漁場を有する岩手 県では全国屈指の水産漁獲高を誇る宮古漁協の全 面 協力を得て、宮古市の民間企業が付加価値の高い鮮 魚(サンマ、サケなど)の鮮度保持を主な目的とし て平成10(1998)年より三陸沖深層水の取水なら びに利用研究を行って来た。

深層水取水方式には陸上設置型、海上設置型、船 上搭載型等があり夫々の実施例が知られている。大 陸棚が広く広範な漁場を有する三陸沖の場合取水海 域は陸地から離れているために船上搭載型取水装置 を使用して深層水取水を進めて来た。船上搭載型取 水装置については、これまでに2例の簡易型連続 取水装置が紹介^{1) 5)}されており、必要な時に必要な 深度から必要量だけ深層水を取水する方式として船 上搭載型取水装置の有用性が示される一方で、取水

¹大坂建設株式会社 (〒027-0052 岩手県宮古市宮町一丁目3番43号)

²西菱エンジニアリング株式会社 (〒652-0863 神戸市兵庫区和田宮通七丁目1番14号)

深度及び取水量の増加に伴い装置の大型化と取扱上の面倒さが増すと指摘されている。今回開発した船上搭載型取水装置は引船を改造した取水船に隨時搭載・撤去が可能な方式でこれまで取扱上の面倒さが指摘されている大深度（深度 625 m）から深層水を取水することを可能とした。

国内における船上搭載型取水装置を用いた深層水取水は、1994年9月に沖縄県糸満南方 20 km、水深 600 m の海域において深度 400 m から取水した実施例がある⁵⁾。その後、1999年8月に富山湾で水深 500 m の海域において深度 200 m から深層水を船上搭載型深層水簡易取水方式によって取水したのを機に「洋上簡易連続取水」の有用性と問題点があらためて提起されている¹⁾。これらは共に船上搭載型深層水取水装置の特色として次の点を指摘している。

①陸地から深層水取水海域までの距離が遠く海域を特定しない場所でも取水が可能である。②小規模、継続的な利用目的に適している。③取水深度を色々変えた利用試験が行える。④常設施設設でないことから、漁業関係先の理解と協力が得られやすい。⑤装置が安価、保守性有利、経済的である。

2. 深層水取水方法

2.1 船上搭載型深層水取水装置

国内で小規模深層水取水装置の実施例の①陸上設置型²⁾、②洋上設置型³⁾及び③船上搭載型⁵⁾夫々の概

表-1 小規模取水装置の実施例

取水形態	①陸上設置型	②洋上設置型	③船上搭載型
取水海域	北海道糸満沖	沖縄県糸満沖	沖縄県糸満沖
取水深度	218 m	1400 m	400 m
離岸距離	1.4 km	約 30 km	約 20 km
取水方式	連続取水	バッチ取水	バッチ取水
取水ホース 内 径 長 さ 材 質	50 mm 約 1500 m PVC	50 mm 1560 m PVC	50 mm 600 m PVC
取水流量	約毎分 40 l/s	約毎分 45 l/s	—
取水時期	1999.12	1997.2	1994.9
実 施 例	1 例	2 例以上	3 例以上
記 事	取水地点・ 深度固定	取水地点・ 深度固定	取水地点・ 深度可変
参考文献	2)	3)	5)

要を表-1 に示す。

三陸沖の場合、宮古港沖で実施した予備調査に基づき、深層水取水深度は約 600 m で取水候補地は離岸距離約 30 km の海域となる。図-1 は岩手県鮎ヶ崎真東方向の離岸距離に対する水深変化のプロファイルを海図を用いて示しており、取水深度 600 m の取水海域は水深 700 m、離岸距離 30 km 以上であることが分かる。図-2 は第一回取水点（北緯 39°35'、東経 142°21'）を示しているように陸地から取水点までの距離が遠くなると①陸上設置型取水装置は取水管敷設距離が過大となり技術的にも費用的にも実現は困難である。②洋上設置型（ブイ方式）の場合、取水適地が冲合底引き漁場の海域内にあって取水装置が海底に恒常に係留され固定される場合には操業の妨げにならないよう漁業者との調整

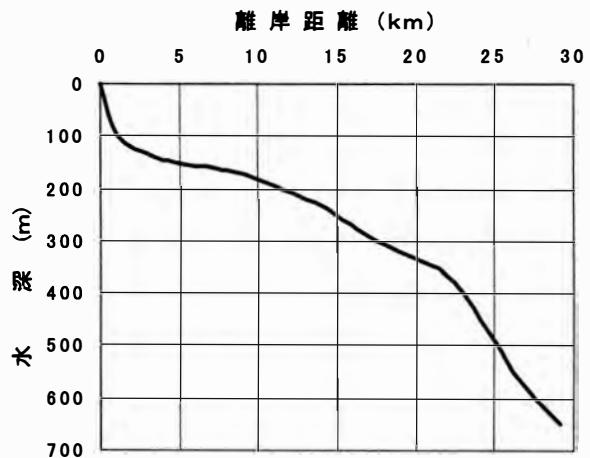


図-1 岩手県三陸沖の水深変化



図-2 第一回深層水取水海域

が進められたが漁業の障害となる可能性を回避することが出来ず実現に至らなかった。

船上搭載型は、取水海域離岸距離及び漁業者対策という基本的な課題を解決するのに適しているため、三陸沖の深層水取水用として船上搭載型取水装置を選定した。

この取水装置の特色は、①取り外し式、②取水ホースシステムの絡まり防止対策組み込み、③1.3トン型可搬式深層水タンクを甲板上に搭載（本来はバラストタンクに適正な塗装をして使えるようにすることが望ましい）、④実用船上搭載型取水装置で、深層水取水・運搬船としての改造に際して、国土交通省海事局の指導に基づいた適合検査を満足している等が挙げられる。図-3に作業船を改造した深層水取水船・運搬船の配置図を示す。

この深層水取水装置の主要目を表-2に、概要図を図-4に示す。引船を船上搭載型深層水取水・運

搬船として使用する場合に、国土交通省東北海運局より次の事項が要求されている。①取水した深層水を甲板上の仮置きタンクで運搬する場合、乾舷標をとりつけること（一般に引船には特例で設けていない）、②十分な復原性が確保されていること、③タンクは移動しないように固縛のこと、④安全な電気設備とすること等である。このように船上搭載型深層水取水装置を実現するためには、先ず装置を搭載して深層水を取水し、運搬するための船舶として安全性が確保されていることを監督官庁が承認したものでなければならない。

特に、離岸距離の長い外海での取水作業は天候の急変に遭遇することを考慮して船舶の安全には万全を期すことが重要である。また、深層水を海上運搬する場合には、認可されている船舶以外をこれに当てることが出来ないとする海上運送法の規制を考慮する必要がある。

深層水取水船に搭載する船上搭載型取水装置は取り外し可能で、引船として使用する場合にはシーアンカーロープウインチ（本船設備と兼用）以外は全て陸揚げして保管する。

この船上搭載型深層水取水装置は、平成12

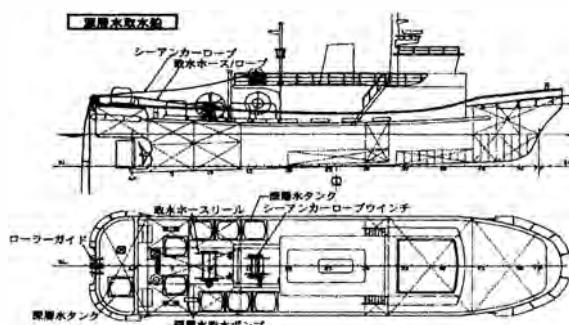


図-3 深層水取水・運搬船配置図

表-2 船上搭載型深層水取水装置主要目

取水深度	約 650 m (延長可能)
取水能力	約 5 t/h
取水量	約 10 t/h
取水船 総トン数	引船兼深層水取水運搬船（改造） 110 t
速力	12 ノット
長さ	30 m
幅	7.2 m
取水装置	<ul style="list-style-type: none"> • 取水ホース PVC、内径 50 mm × 650 m • 取水ホースガイドロープ クレモナロープ 700 m • シーアンカーロープ クレモナロープ 700 m • 取水ホースリール（電動） 1基 • シーアンカーロープウインチ 1基 • シーアンカー 空中重量 400 kg • 取水ポンプ 200 v, 2.2 kw, 5 m³/h

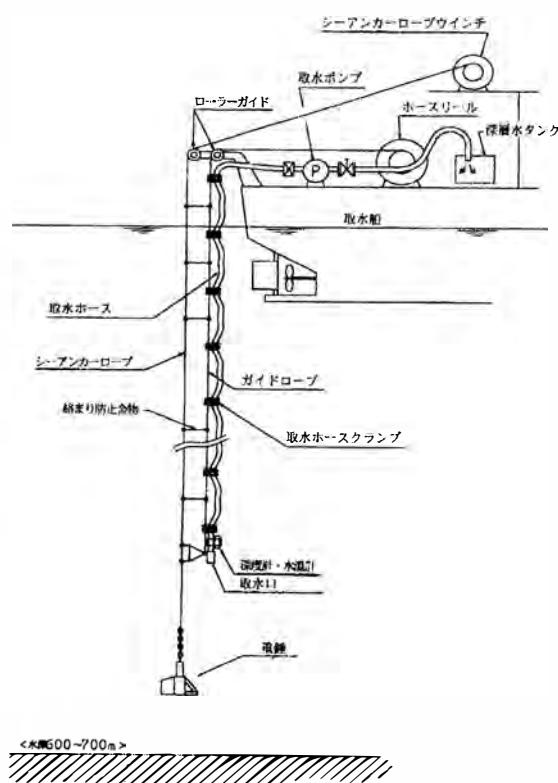


図-4 船上搭載型深層水取水装置概要図

(2000) 年 12 月計画に着手し平成 13 (2001) 年 3 月中旬に作業船に搭載して 4 月 6 日に第一回取水が行われた。

2.2 観測結果

第一回取水作業は、岩手県宮古市の宮古港東方約 35 km、水深約 700 m の海域において深度 625 m より取水した。

作業時間の実績は、出航準備から取水海域までの移動に 3.5 時間、取水ホース繰出しに 1 時間、ホース内部洗浄海水置換 0.6 時間、深層水タンク洗浄、10 t 取水に 3.5 時間、ホース回収 1 時間、ホース洗浄 0.4 時間及び帰路航海時間 2 時間であった。従って 10 t を取水する場合の総時間は作業人員 5 名で約 12 時間を要した。

宮古港沖の深層水の低温安定性を確認するために取水ホース下端に深度・温度記録装置を装着してホース繰出しから回収までの温度変化を連続計測した結果、図-5 に示すとおり水深 550 m 以深になると水温が 3~3.4°C で安定していることが分かった。

この海域は黒潮・親潮が流れ込み、図-5、図-6 にみられるように水温変化が極めて激しいところであるが、季節を問わず 550 m 以深では水温変化はごく僅かで安定しているとみなせる。さらに図-

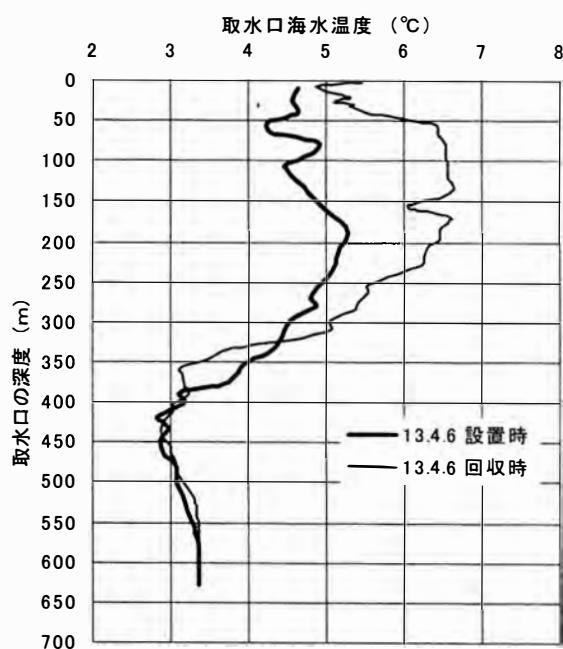


図-5 三陸沖 水温鉛直分布

6 に示すように北太平洋海域 (31.4°N , 150.0°W) の深度 1000 m までの水温データ⁴⁾と比較すると深度 600 m 以深の水温変化範囲は 3~4°C であることがわかる。海水温度の観点からみれば三陸沖における深層水取水深度は 550 m 以深が対象となる。

次に、三陸沖深度 625 m 付近の海水の栄養塩類濃度の測定結果を表-3 に示す。測定は社団法人岩手県薬剤師会会営岩手県医薬品・衛生環境センターにおいて JISK-102 に規定している試験方法に従って行った。

栄養塩類の分布からみれば表-3 に示すとおり三陸沖の深層水は、高知沖、富山沖の深層水にくらべて深度が深い分、栄養塩類の濃度は高めであるとみられる。栄養塩類の鉛直分布を室戸沖、富山沖、沖縄県糸満沖と比較して図-7, 8, 9 に示す。図によればバンドーン採水器による 600 m 以深の調査結果からば栄養塩類の濃度増加も少なくなることが分かり、三陸沖海域は深層水取水適地と判断できる。

3. 結 語

比較的取組み易い船上搭載型海洋深層水取水装置は今後の展開が期待されるが、洋上で取水作業を行うこの方式は取水効率が海象条件に大きく支配される点は避け難い課題である。船上搭載型が陸上設置型と基本的に異なる点は洋上作業における安全確保を第一に考えることであり、安全性の確認されている船舶、装置、作業方法により取水することとし、

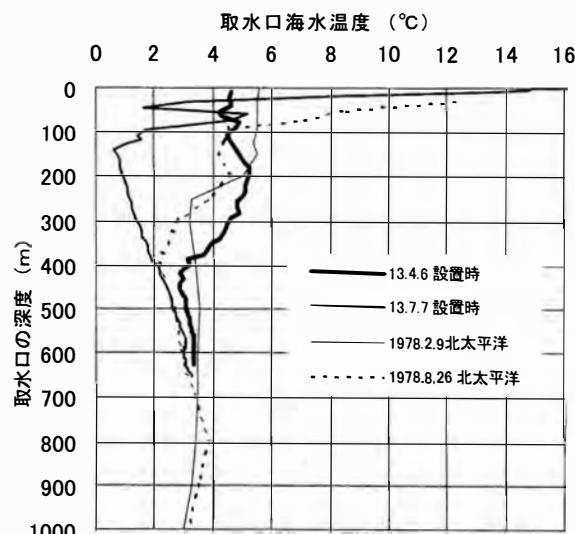


図-6 三陸沖と北太平洋海域⁴⁾の水温変化比較

表-3 深層水特性比較

項目	三陸沖深層水	高知沖深層水	富山沖深層水	北太平洋 31.4N, 150W
深度 m	625~670	320	300	650 付近
水温 °C	3.35	8.1~9.8	0.9~1.4	3.35 *
塩分 ‰	33.5~34.5	34.3~34.4	34.0~34.1	34.2~34.3 *
溶存酸素 μM		128~150	230~233	2 ml/kg
pH	7.5~7.7	7.8~7.9		
硝酸塩 μM	30~40	12.1~26	14~26	38 μg at/kg
磷酸塩 μM	2.3~2.7	1.1~2.0	1.2~1.8	2.5 μg at/kg
珪酸塩 μM	50~65	33.9~56.8	30~38	80 μg at/kg

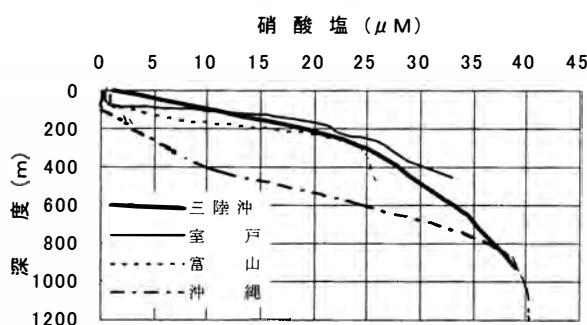
* 50.268°N, 176.35°W⁴⁾

図-7 硝酸塩鉛直分布

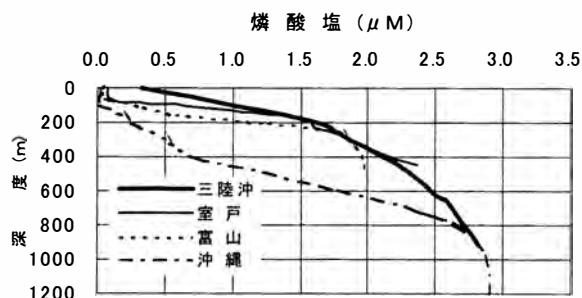


図-8 磷酸塩鉛直分布

安易で無理な取水作業にならないような取り組みが大切である。

岩手県宮古における三陸沖深層水の取り組みは緒についたばかりである。深層水の利用については、さんま、鮭などの鮮度保持に実際に用いられており、又イクラ・ウニ、水産加工品、酒、パン、麺類、化粧品、漬物などにも利用研究を実施中である。今後、多くの取水を通じて三陸沖の深層水の特性調査を継続していきたい。

謝 辞

本研究を行うにあたり東京大学大学院総合文化研

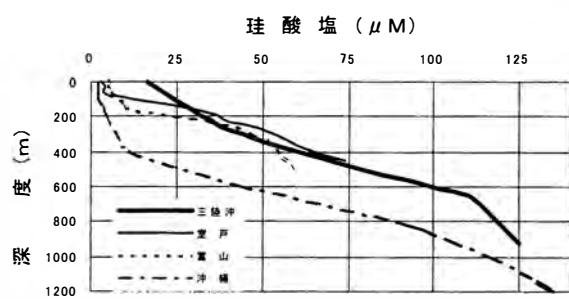


図-9 硅酸塩鉛直分布

究科広域システム科学系高橋正征教授に多大なご教示を頂きましたことに厚くお礼申し上げます。又、岩手県庁及び宮古市役所の関係職員の皆様、岩手県水産技術センター、岩手県薬剤師会会員岩手県医薬品・衛生環境センターの皆様、岩手県水産高等学校の先生方、宮古漁業協同組合の糸川正彦参事様はじめご指導、ご協力を頂いた方々に対しまして感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 藤田大介 (2000) : 船舶とソフトパイプの利用による海洋深層水の洋上簡易連続取水, 月刊海洋, 号外, No 22, 16-19 頁
- 2) 伊藤 聰 (2000) : 海洋深層水の陸上への簡易取水, 月刊海洋, 号外, No 22, 20-23 頁
- 3) 沖縄県海洋深層水開発協同組合 (1997) : 洋上設置型海洋深層水取水実験装置平成 8 年度融合化開発促進事業報告書, 45-48 頁。
- 4) 角皆静雄, 乗木新一郎 (1982) : 海洋化学 - 化学で海を解く, 産業図書, 102-106 頁。
- 5) 沖縄県企画開発部委託調査 (1995) : 海洋深層水研究拠点立地条件等調査報告書, 66-73 頁