

海洋肥沃化装置「拓海」の設計思想と実海域実験

正員 大内 一之* 大村 寿明**

Design Concept and Sea Experiment of Ocean Nutrient Enhancer "TAKUMI"

by Kazuyuki Ouchi, Member Hisaaki Ohmura

Key Words : Deep Ocean Water, Density Current, Primary Production, Floating Structure, Riser

1. はじめに

栄養塩が豊富な水深 200m 以上の海洋深層水(以下深層水と呼ぶ)を有光層まで汲み上げ、海洋の一次生産力を増大して新たな漁場を造成するための実海域実験が、水産庁の外郭団体(社)マリノフォーラム 21 によって相模湾にて行われている。

実海域での深層水汲上げによる漁場造成の試みは、世界的にも 1989 年に富山湾での「豊洋」による深層水 2.7 万 m³/日の実験があるのみだが、この実験では実海域計測において有意な効果を見出せないまま、荒天等によるライザー管の破損等のトラブルもあり、2 年を経ずに撤去となっており、世界的にもそれ以降の成功例はない。本プロジェクトではこれらに鑑み、最新の海洋工学・技術を駆使した実海域実験装置の開発を行い、安定した効率の良い深層水汲み上げによる海洋肥沃化装置のコンセプトを提案し、「拓海」と命名された実験機の設計・製作・設置を行った。Fig.1 に組立の完成した拓海の写真を示す。拓海は 2003 年 7 月 18 日より相模湾中央部にて水深 205m から約 10 万 m³/日の深層水の連続的な汲み上げを開始している。



Fig.1 TAKUMI at Final Dock

2. 拓海的设计思想と技術的特徴

海洋肥沃化装置「拓海」の設計思想と主な技術的特徴以下に述べる。Fig.2 に海洋肥沃化装置の作動概念図を示す。また、Table 2 に拓海の主要目を示す。また、Table 2 に拓海の主要目を示す。

* (株)大内海洋コンサルタント

** 芙蓉海洋開発(株)

原稿受付 平成 16 年 10 月 5 日

秋季講演会において講演 平成 16 年 11 月 25, 26 日

©日本造船学会

2.1 人工密度流発生技術の開発

汲み上げた深層水を有光層に栄養塩濃度に濃いまま滞留させる技術として、Fig.2 に示すように、ポンプで汲み上げた重い深層水の下降を防ぐため、軽い表層水をポンプにて混ぜ密度調整を行い、同密度層の約 20m 水深に放水する。放水した混合水は密度成層している有光層に密度流として濃度を保ったまま肥沃化水塊として水平に滞留することとなる。この肥沃化水塊では光合成が促進され一次生産力が高まり、それにより当該海域での食物連鎖が太くなり、魚類生産も高まる。

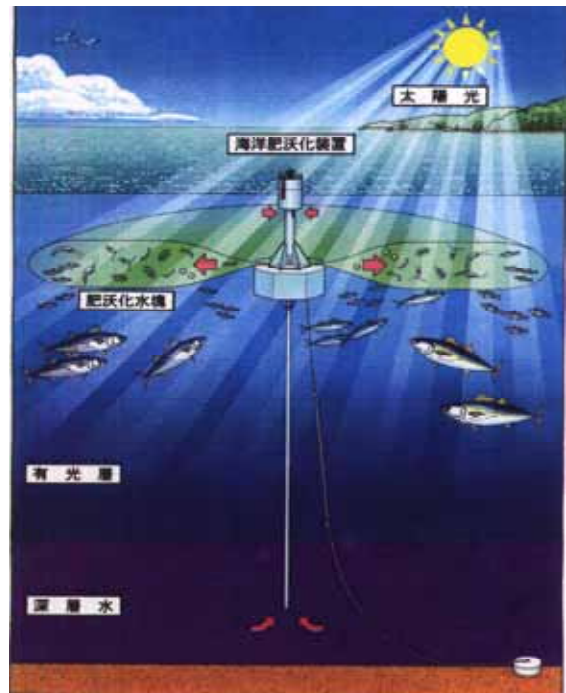


Fig.2 Concept of Ocean Nutrient Enhancer

Table1 Principal Particulars of TAKUMI

Total Height	213m
Maximum Breadth	16.8m
Draft	205m
Displacement	1,700t
Diameter x Length of Riser Pipe	1.0m x 175m
Mooring System	Single Point Catenary
Depth of Mooring	980m
Output of Diesel Generator (Max.)	115kw
DOW Rising Depth x Capacity	205m x 100,000m ³ /day
Surface Suction Depth x Capacity	5m x 200,000m ³ /day
Discharge Depth x Capacity	20m x 300,000m ³ /day

2.2 スパー型没水式浮体構造の開発

深層水取水のためには、外洋の厳しい海象条件に耐えるための運動の少ない浮体の開発が必要となる。具体的には Fig.2 に示すように、浮体形状を縦長構造として水線面積を極小化し波浪の影響を少なくし、また、浮体を没水させることにより水面上の風圧側面積も極小化し、風の影響も少なくし、しかも安定性のある没水型スパー方式の浮体形状を開発した。

2.3 ライザー管の設計・解析技術

深層水取水のためのライザー管は直径に対し長さが極端に長いため、外力による変位・モーメントが非常に大きくなり、設計上注意が必要である。具体的には、荒天時の最大強度、通常時の波浪による疲労強度及び共振の回避、設置時の Upending による曲げ強度等、多くの角度からの解析・検討が必要である。ここでは相模湾の設計条件として、風速 50m/s、有義波高 10m、波周期 14.9s、表層潮流 3.7 ノットとして、設計・解析を進めた。

2.4 Upending 工法

設置費用と工期を大幅に改善するために、ライザー管を陸上で一体で製作し、現地に曳航して一気に水中で 90° 自由落下させ建て上げる Upending 工法を開発を行い、世界初の実海域での実施に成功した。

2.5 設置海域

Fig.3 に示すように、相模湾平塚沖約 25km の三浦海丘付近の北緯 35° 05' 22"、東経 139° 25' 29"、水深約 980m の位置とし、相模湾にしばしば起きる反時計回りの還流中心に近く、汲み上げた栄養塩が濃度を保ったまま滞留し肥沃化効果の現れる可能性の高い海域を選定した。

3. 運転結果

拓海は現在、諸データを城ヶ島の神奈川県水産総合研究所へ無線で送信し、1 ヶ月に 1 回の通船によるディーゼルエンジン等の点検、3 ヶ月に 1 回の燃料油 (A 重油) の補給を受けながら、陸上でのデータ監視のもとで無人で運転されている。平成 15 年 8 月 9 日の台風 10 号の直撃にも問題なく、運転開始以来約 1 年間順調に連続稼働を続けている。

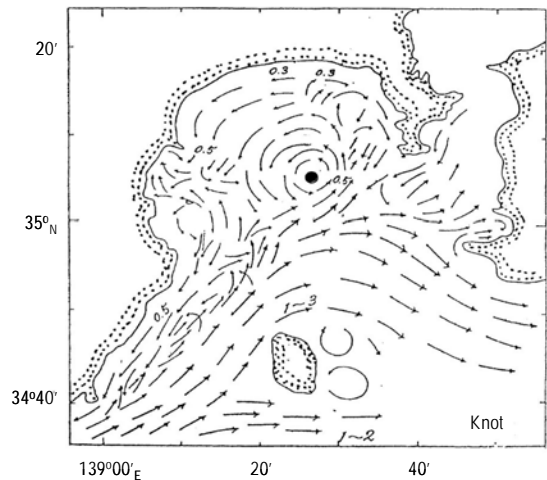


Fig.3 Rotational Flow in Sagami Bay

4. 海洋調査

平成 15 年 9 月 12 日、調査船により拓海の潮下 3km 以上にわたって水深方向の水温・塩分濃度計測結果を行った結果、水深 20~30m 層に拓海から放水された塩分の薄い密度流水塊 (拓海からの放流水は塩分の薄い表層水を 2/3 含んでいるため 20~30m 層海水の塩分濃度よりも薄い) が滞留しているのが観測された。Fig.4 に、この時の拓海の潮下における塩分濃度の鉛直分布の計測データを示す。

5. 今後の計画

深層水を含む水塊が水深 20~30m の有光層に滞留していることが確認されたことを受けて、今後、一次生産の増加を確認するために、これらの水塊における栄養塩濃度及び植物プランクトン濃度の時系列的変化の調査が必要となる。栄養塩が光合成により植物プランクトンに取り込まれる反応時間は、2 日~1 週間と見積もられ、その間の継続的な海洋調査の必要がある。マリノフォーラム 21 では平成 17 年から 3 年間引き続き拓海の連続運転を行い実海域肥沃化実験を継続し、定量的な一次生産及び魚類生産増加に関する調査研究を行う予定である。

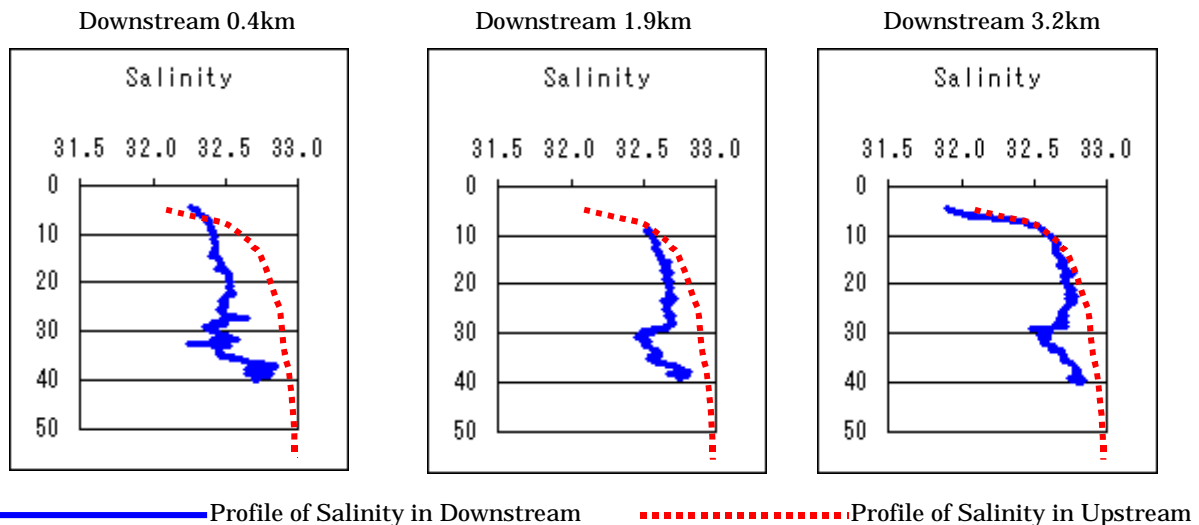


Fig.4 Density Current in the Downstream of TAKUMI