

# 大水深海域での直立壁構造物による湧昇流

## UPWELLING CAUSED BY VERTICAL WALL STRUCTURES IN DEEP SEAS

木田英之<sup>1</sup>・井内国光<sup>2</sup>・中村孝幸<sup>3</sup>・出口一郎<sup>4</sup>

Hideyuki KIDA, Kunimitsu INOUCHI, Takayuki NAKAMURA and Ichirou DEGUCHI

<sup>1</sup>正会員 工修 新日鉄エンジニアリング(株) 若松工場 (〒808-0022 福岡県北九州市若松区大字安瀬64)

<sup>2</sup>正会員 博(工) 愛媛大学准教授 大学院理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)

<sup>3</sup>正会員 工博 愛媛大学准教授 大学院理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)

<sup>4</sup>正会員 工博 大阪大学教授 大学院工学研究科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

The purpose of this study is to find out the most effective seafloor mounted structure and its special arrangement for developing the upwelling current in comparatively deep seas, say 200m water depth. The magnitude of upwelling current, and resultant convective and mixing area about the upwelling structure have been examined by the 3-D numerical simulation method. The area about the upwelling structure realized in the calculation was 5904m long, 3312m wide and 200m deep. The finite differential method was applied for the discretion. The marker layer of 12m thick was placed on the bottom in order to visualize the upwelling current. In the numerical analysis, we have adopted various shapes of upwelling structure, typically I-shaped, V-shaped and X-shaped plates in the horizontal plane, and the performance on the V-shaped structure was examined in detail. The upwelling height of the bottom layer water by the V-shaped structure is hardly influenced by the Ambient flow velocity except for the condition of the velocity  $U=0.05\text{m/s}$  in a range of 0.1-0.7m/s, and is in the range of around 160-180m from the sea bed. In the realistic situation, economical structure body height is about 30m, because so large difference is not in the upwelling height, even if the body height is changed with 30m, 45m and 60m.

**Key Words :** *Upwelling, 3-D numerical simulation, artificial structure, deep sea, model experiment*

### 1. はじめに

海域の生産力の増強を目的として、海底に設置することで湧昇流を発生させ、海域の生産力を増強する種々の人工構造物が提案され、その有効性が議論されている。その結果、V字形構造物では構造物の後流域の剥離領域内に発生する収束上昇流が生じ、また剥離領域内から放出される馬蹄形状の組織渦の自己誘導速度の両者の効果が作用して有意な巻き上がりを示すことなどが指摘されている<sup>1), 2), 3), 4)</sup>。

近年、水産庁で推し進められているフロンティア漁場整備事業では、日本近海での漁場の開発を目的に、経済的かつ確実な湧昇流の発生が期待できる新規構造物が必要とされている。このような構造物は、人工海底山脈と称され、大陸棚(水深200m)海域での深層水を海面付近まで湧昇させることを目標としている。

本研究は、やはり水深200m程度の大陸棚を想定して、この海底にV字形構造物およびそれより派生す

る各種の構造物を設置することによる湧昇流の生成効果を数値シミュレーションにより検討する。この際、各種の主流速や構造物高さおよび堤幅等を用いて計算を行い、湧昇流の生成効果に及ぼす各諸元の影響などを定量的に明らかにする。また、1/600の縮尺スケールの水理模型実験を実施して、数値シミュレーション結果との比較から理論解析手法の有効性を確認すると同時に湧昇流の生成に効果的な3次元構造物の諸元を模索する。

### 2. 数値解析法

#### (1) 数値モデル

本研究では、DHIで開発されたMIKE3を用いて数値計算を行い、湧昇流の挙動を考察した。今回の使用モデルではBoussinesq近似を採用し、静水圧近似は使用していない。また乱流モデルはk-ε 2方程式乱流モデルを用い、この場合の各パラメータは一般

に用いられている値を採用した。離散化には空間、時間とも差分法を採用した。図-1に計算に用いた水平方向のメッシュ分割法を示す。この解析ではthe Nested Hydro-Dynamic moduleを用い、図-1に示すように4層で構成され、その水平方向のグリッド間隔は構造物設置付近で最小で2.667m、順次、8m、24m、72mとなっている。鉛直方向に同一で4mである。

解析領域は長さ5904m、幅3312m、水深200mの水路である。水路の中央部、 $x=750m$ 、 $y=1700m$ を中心とする位置に以下に示す構造物を設置した場合の流況場について数値実験を行った。時間ステップは1sである。

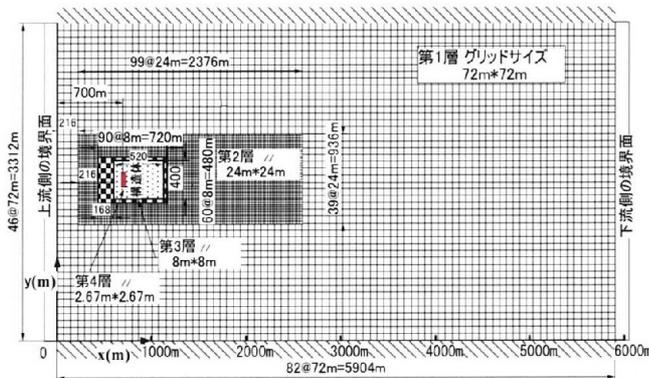


図-1 水平方向のメッシュ分割

## (2) 設置構造物の諸元

この研究では以下に示すように3種類の湧昇流を発生させる構造物を想定し、数値計算を行った。

### I字型構造物(Type I)

長さ150m、高さ30mのシンプルな構造物である。

### V字型構造物(Type V)

開口部の幅  $W=150m$ 、高さ30m、開口角度  $90^\circ$  を有するV字型構造物(TypeV90)を主として解析したが、開口部の幅が250mと大きい場合(TypeVW90)、また高さが15m、45m、60mの場合についても計算した。

### X字型構造物(Type X)

流れの上流側と下流側に対称の開口部を有するX字型構造物である。両開口部の幅は150m、高さ30mである。

### V字型複数配置構造物

V字型構造物を主体とし、複数配置した場合やそれらに補助直立壁を追加した場合である。

図-2にこれらの構造物の平面形状を示す。

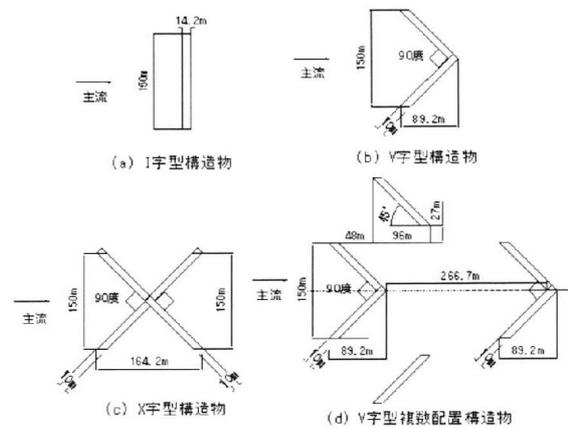


図-2 構造物の水平形状

## (3) 可視化法

湧昇流の発生状況を可視化するために水粒子と同じ動きをするトレーサー物質を海底付近に設置した。初期状態として、底面から厚さ12mの領域に無次元濃度1の物質を敷き詰め、左右の境界で同様の濃度値を解析時間中与えた。トレーサー物質の移動は移流項のみを考慮し、渦度拡散係数は0とした。この低層のトレーサー物質が巻き上がる様子から、湧昇流の規模が判断できる。

## (4) 境界条件および初期条件

構造物の左側境界が流入口であり、ここでは流速を指定した。右側境界の流出口では水位を指定し、解析期間中、一定水位を維持した。海底では nonslip 条件を設定し、海底摩擦を考慮して粗度長を  $0.05m$  とした。側面はスリップ条件、上面は自由水面となっている。流入口での流速はほとんどの場合、時間的に変動のない一定値として解析したが、潮流を想定して正弦波的に変動をする場合も解析した。なお、今回は一定流速の結果のみを示す。採用した主流の流速は主に  $0.3m/s$  であるが、 $0.7m/s$  と大きい場合、 $0.05m/s$  と小さい場合についても計算した。初期条件はすべての解析領域で流速が0の場合から出発するので、急激に流入口で流速を上げるとショック波が発生する。このことを避けるため、20分間はウォームアップ時間とし、線形的に流速を増加させた。

## 3. 模型実験

実験では、構造体への入力になる主流速の鉛直方向分布を知ると共にその時空間平均値を観測した。また、構造体まわりの大局的な流れの状況を把握するため、模型構造物の上流端から5cm上流側の水底位置に水槽幅方向に中央と左右に等間隔に3箇所ずつの計7箇所の染料投入口を規則的に配列し、そこからウラニン（フルオレインナトリウム）染料を投

入して流れの可視化を行い、構造体による湧昇流の発生状況などを観測した。実験に用いた長水路は長さ18m×高さ0.5m×幅0.5mの大きさの矩形断面の開水路である。このとき、模型の縮尺は、水槽幅および水槽高さなどを勘案して、 $S=1/600$ とした。そして、模型の相似則には、重力の効果を重視するフルードの相似則を用いた。

#### 4. 解析結果および考察

著者ら<sup>5)</sup>の研究や他者<sup>1), 2), 3), 4)</sup>のこれまでの実験などから、衝立V字型構造物が湧昇流の生成効果が大きいことが示されている。したがって今回の研究では主に衝立V字型構造物に焦点を当て、各種の主流速や構造物高さおよび横幅等を用いて計算を行い、湧昇流の生成効果に及ぼす各諸元の影響などを実験結果と合わせて定量的に明らかにする。まず底質巻き上がりの可視化結果を示し、次に、鉛直方向の濃度フラックス変動、抗力係数、巻き上がり高さ等を算出し、また、I字型構造物構造物との比較・検討も行う。さらに成層場での解析例も示す。

##### (1) I字型構造物とV字型構造物の性能比較

一番シンプルな直立壁構造物はI字型であろう。ここではI字型と比較することによってV字型構造物の性能を見る。

湧昇流生成構造物の性能評価については種々の評価法が考えられる。例えば次のようなものが指標として挙げられる。

- A. ある水平断面でのトレーサー物質濃度フラックスで評価する。この場合、評価する水平面的位置、その面積、また初期に存在する低層の厚さ等が問題となる。
- B. 鉛直流速値  $w$  で評価する。どの地点の流速値を採用するかが問題となる。その場合ある領域を決め、その中での最大値を採用する方法もある。
- C. トレーサー物質濃度分布から判断をする。例えば無次元濃度値  $c=0.1$  のコンタ線の最大位置で評価する。評価濃度値をいくらにするかは議論が分かれるところである。
- D. トレーサー物質濃度の分散を求め初期状態と比較する。この解析では初期は海底上12mにトレーサー物質を置き、濃度は海底から水面に向かって海底上12mの位置で1から0に階段状に変化するように与えているので、湧昇流によって拡散が生じると濃度の分散値は初期に比べて低下すると考えられる。この場合も分散を求める領域をどのように取るかが問題となる。

以下に上述の指標や流速場および濃度分布などを用いて両構造物から発生する湧昇流の違いを調べらる。

図-3 および図-4 に両者の3時間経過後の低層トレーサー物質の濃度分布を示す。このトレーサー物

質は水粒子と同じ物性を有し、海底上12mで濃度が1から0に階段状に変化するように与えているので、その分布の変化から巻き上がりの状態をみることができる。この図は  $x$  軸に平行な  $x-z$  軸断面 ( $y=1716m$ ) で切った鉛直断面図で示している。

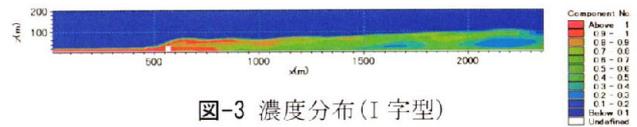


図-3 濃度分布 (I字型)

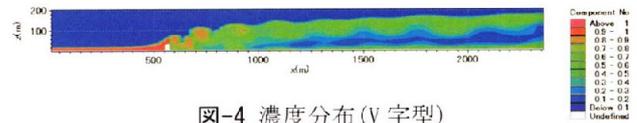


図-4 濃度分布 (V字型)

両図から明らかにV字型の巻き上げ性能は優秀である。また、V字型は周期的な濃度変動が顕著である。図-5 は、V字型構造物を設置した水槽実験での可視化による染料の巻き上がり状況の写真を示す。両結果において、底層に注入した染料は、構造体より下流側においてその上部境界が波状に変化しながら上昇する傾向が認められ、図-4 に示す数値計算結果との定性的な一致が確認される。

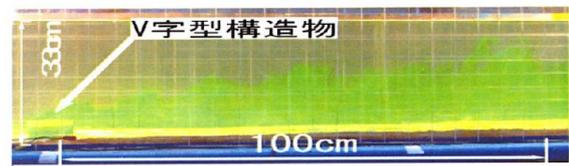


図-5 水槽実験 (V字型)

このような湧昇効果を計算結果において定量的に評価するため、一つの指標として、構造体より下流側へ  $6W$  (ここに  $W$  は構造体幅; 主に150m) の位置を検査面として、そこでの等濃度線  $c=0.1$  の海底面からの高さ  $z_h$  を巻き上げ高さ  $z_h$  と定義する。I字型およびV字型の  $z_h$  はそれぞれ95mと167mであり、V字型は1.7倍の上昇高さを示す。

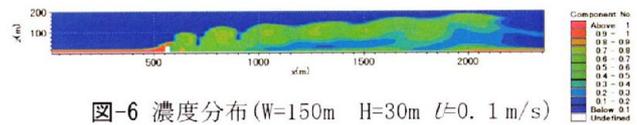


図-6 濃度分布 (W=150m H=30m  $l=0.1$  m/s)

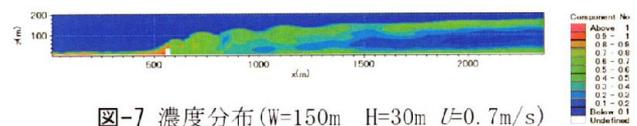


図-7 濃度分布 (W=150m H=30m  $l=0.7$  m/s)

##### (2) 主流速の違いによる比較

図-6, 7 に主流速の異なる場合の濃度分布を示す。濃度の濃淡の波長はどの主流速でも似かよった値 (230~250m) を示す。なお流速が大きくなるにしたがい、濃淡の規則的な周期性が崩れてくるよう

ある。

図-8 は、 $z_h$  と主流速  $U$  との関係を示す。V字型堤体の湧昇高さ  $z_h$  は、 $U=0.05\text{m/s}$  の条件を除き、 $0.1 \sim 0.7\text{m/s}$  の範囲において主流速にほとんど影響されず、海底

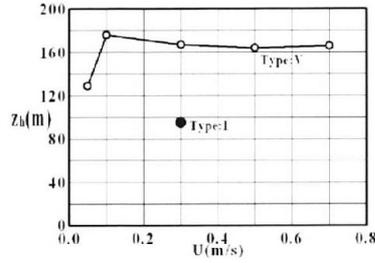


図-8  $z_h$  と主流速との関係(堤高  $H=30\text{m}$ , 横幅  $W=150\text{m}$ )

から  $160 \sim 180\text{m}$  程度になることが予測される。一方、図中の黒丸はI字型堤体の結果を示すが、上述のようにV字型の結果に比較して約半分程度と湧昇効果に劣ることが分かる。

### (3) V字型構造物における高さおよび開口幅の違いによる比較

#### a) 構造物高さの影響

構造物高さ  $H$  の違いが巻き上げ高さにどのように影響するかを次に示す。図-9, 10 に構造物高さが異なる場合の濃度分布を示す。

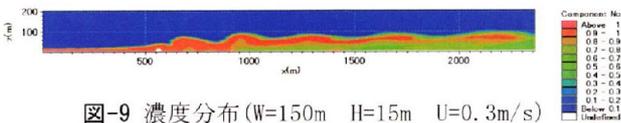


図-9 濃度分布 ( $W=150\text{m}$   $H=15\text{m}$   $U=0.3\text{m/s}$ )

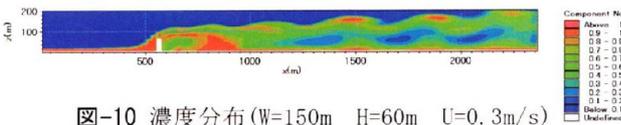


図-10 濃度分布 ( $W=150\text{m}$   $H=60\text{m}$   $U=0.3\text{m/s}$ )

図-11 は、やはり等濃度線  $c=0.1$  に着目した湧昇高さ  $z_h$  を各種の堤体高さ  $H$  との関係で示す。このとき、堤体の構造

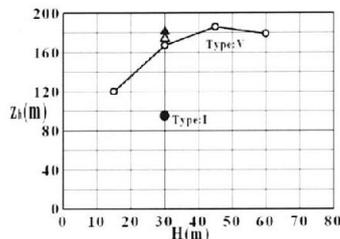


図-11  $z_h$  と  $H$  との関係

体幅  $W=150\text{m}$  と固定してある。この図より、湧昇高さは、堤体高さを  $30\text{m}$ ,  $45\text{m}$ ,  $60\text{m}$  としてもそれほど大きな差が見られず、経済的な側面も考えると  $30\text{m}$  程度の堤体高さでも有効と言えよう。同図の△は水槽実験における目視で得た値を現地スケールに換算したものであり、その場合、V字型堤体の構造体幅  $W=108\text{m}$  を想定している。このため、比較しやすいように、 $W=108\text{m}$  について計算した結果を▲で示す。これらの実験結果と計算結果を比較するとまずまずの一致が見られる。

#### b) 開口幅の影響

図-12 に開口幅  $W=250\text{m}$  での濃度分布を示す。 $W=250\text{m}$  では一見巻き上げ量が少なくなったように見受けられる。この断面図は中心軸で切っているのでV構造物の横幅が大きくなると中心軸上で必ずしも最大値を示すとは限らない。

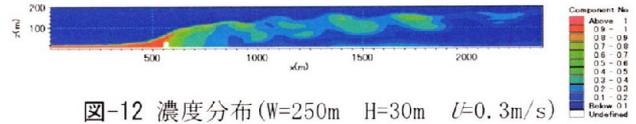


図-12 濃度分布 ( $W=250\text{m}$   $H=30\text{m}$   $U=0.3\text{m/s}$ )

図-13 に図-4, 12 に対応する開口幅  $W=150\text{m}$  および  $250\text{m}$  での  $z=100\text{m}$  における  $xy$  平面での濃度の広がり示す。水平広がり幅を鉛直断面と同様に  $0.1$  の等濃度線の領域と定義すれば、 $y$  方向については  $W=150\text{m}$  のケースで  $132\text{m}$ ,  $W=250\text{m}$  のケースで  $170\text{m}$  であり、開口部幅が  $1.667$  倍に広まった割には濃度の広がり  $1.29$  倍と小さい。主流速を  $1/3$  の  $0.1\text{m/s}$  とした場合でも  $131\text{m}$  であり、 $0.3\text{m/s}$  と同程度であった。

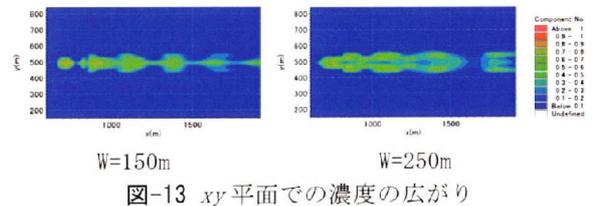


図-13  $xy$  平面での濃度の広がり

### (4) 濃度フラックスによる評価

底層水塊の湧昇量を検討するため、計算結果に基づき鉛直方向へのトレーサー物質の濃度フラックス  $F$  を求めた。検査断面の高さは水深方向の位置

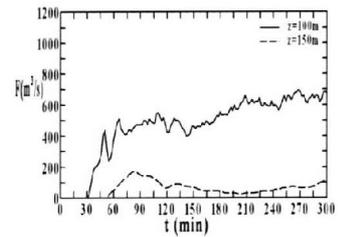


図-14 濃度フラックスの経時変化

$z=100\text{m}$ ,  $150\text{m}$  で、水平面は流下方向 ( $x$  方向) に構造物後端から  $8W$  の長さ、 $y$  方向には構造物中心から左右にそれぞれ  $W$  の幅の総面積  $S=16W^2$  の矩形領域である。結果は図-14 に示すように、V字型堤体の  $F$  値は渦の放出に対応した時間変動を示し、 $z=150\text{m}$  では  $z=100\text{m}$  に比べて  $1/8$  程度とかなり減少する傾向にある。

時間平均フラックス  $Fa$  を開口幅  $W$  で割った値  $Fa/W$  は巻き上げ量の効率を表す量であるが、その値は開口幅  $W=250\text{m}$  で  $2.72\text{m}^2/\text{s}$ ,  $W=150\text{m}$  で  $2.98\text{m}^2/\text{s}$ ,  $W=108\text{m}$  で  $2.30\text{m}^2/\text{s}$  であり、 $150\text{m}$  が最も良い結果となった。 $Fa/W$  と主流速  $U$  との関係を図-15 に示す。主流速に比例する形で  $Fa/W$  は増加している。

I字型に比べてV字型は非常に効率が良い、また開口幅  $W=250\text{m}$  よりも  $150\text{m}$  の方が若干効率が良いようであるので、非常に大きな横幅を有する構造物を一基作るよりも、同じ量の部材で複数個設置する方が良いと思われる。

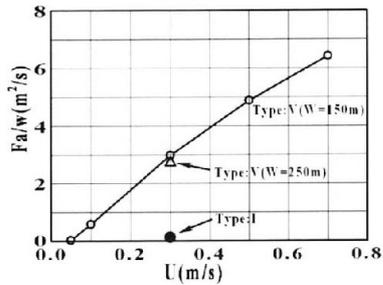


図-15  $Fa/W$  と主流速  $U$  との関係

### (5) 抗力係数

抗力係数の算出は今回のような直立壁構造物では摩擦抗力に比べて圧力抗力が卓越すると考えられるので構造物に架かる上流側と下流側の圧力差から求めた。図-16に抗力係数  $Cd$  の経時変動を示す。実線のV字型が破線のI字型に比べ変動が大きく平均値も大きい。

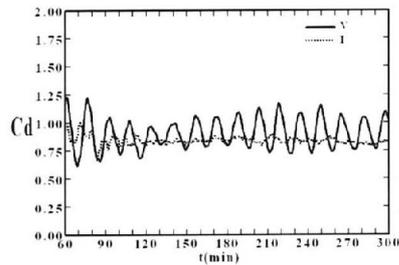


図-16 抗力係数  $Cd$  の経時変動

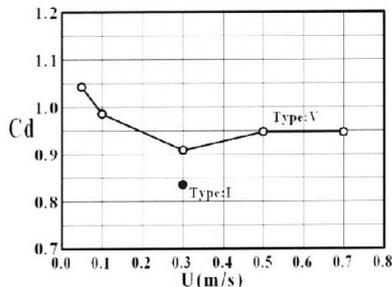


図-17 抗力係数  $Cd$  の平均値と主流速  $U$  との関係

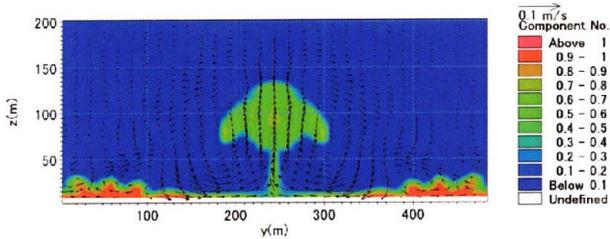


図-18 流速ベクトルおよび濃度分布 (構造物の後端から下流方向に  $320\text{m}$  下った  $y-z$  断面)

図-17に抗力係数  $Cd$  の1~5時間の平均値と主流速  $U$  との関係を示す。主流速が小さくなると若干大きくなる傾向が見られるが、 $0.91\sim 1.04$  の範囲である。図には●でI字型の値も示すが、V字型に比べて小さい。

### (6) 複数配置

巻き上げの様子を見ると、V字型の両先端に発生し、流れ方向に軸を持つ渦が低層水を周囲から中心部に集め、上方に押し上げている (図-18 参照)。

したがってV字構造物の側面に補助直立壁を設置し、横方向から低層水を送り込むことができれば、より湧昇の効果は上がるものと思われる。また流れ軸方向に複数設置することによっても効果は高まる。配列には多くの組み合わせが考えられ、今回は6通りについて計算を行った。一例として図-2(d)に示す様な複数配列(ここで示すものを TypeVAV と呼ぶ)の場合の濃度分布を図-19に、濃度フラックス経時変化を図-20に示す。 $z=100\text{m}$  断面の濃度フラックスの平均値は  $990.8\text{m}^3/\text{s}$  であり、単体の場合の2.2倍であり、 $z=150\text{m}$  断面においては  $365.2\text{m}^3/\text{s}$  となり、これは単体の場合の6.2倍である。また巻き上がり位置は  $198\text{m}$  とほぼ水面に近い。このように効果はあるが、この場合の必要部材は単体の3倍であり、単価当たりでは単体の方がよい。しかし、鉛直流速の最大値は  $0.203\text{m}/\text{s}$  であり、単体の  $0.132\text{m}/\text{s}$  に対して1.5倍の流速が出ている。大きな鉛直流速が必要な場合には、複数配列は有効である。

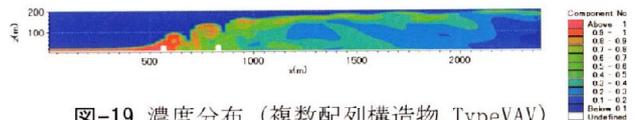


図-19 濃度分布 (複数配列構造物, TypeVAV)

### (7) 成層場での解析

現地では夏季に温度および塩分層が発達し、鉛直混合を妨げる大きな要因となっている。成層場での解析では現地夏季

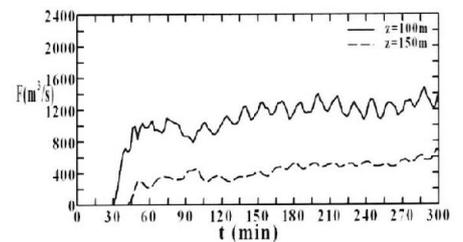


図-20 濃度フラックスの経時変化 (複数配列)

における温度、塩分の鉛直分布や種々の温度、塩分勾配を想定し、解析を行った。しかし非成層場のように上部まで巻き上げることはたやすくはない。間木<sup>6)</sup>は石灰灰を主成分とするアッシュコックリートブリックを沈積させた底面幅  $120\text{m}$ 、奥行き  $60\text{m}$ 、山頂幅  $65\text{m}$ 、高さ  $12\text{m}$  を有する人工海底山脈での現地観測で得られた流速分布や密度分布等から人工湧昇流の発生メカニズムをを検討し、下層の海水が湧き上がる「湧昇渦」が発生することは少なく、むしろ内部波の跳水、連行などで生ずる流速シアや乱流の発生により、鉛直混合が促進されると指摘している。

数値解析はI字型、V字型、X字型およびV字型を基本とし、補助直立壁を有する複数配列の構造物 (TypeVAV) について行った。図-21に図-2(d)の構造物について水面と海底の温度差  $2^\circ$  を想定した場合の濃度分布を示す。また図-22, 23にV字型およびI字型単体での結果を示す。これらの場合、非成層場ではほとんど水面付近までトレーサ物質は巻き上がる (図-4 および 19) が、成層場では巻き上が

りが非常に抑えられている。成層場における3者の比較では、非成層場と同様、図-21の補助直立壁を有する複数配列の構造体が巻き上がりが大きい。

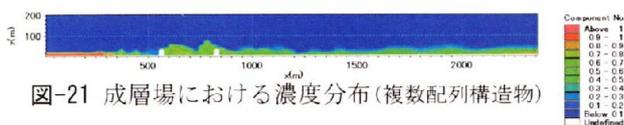


図-21 成層場における濃度分布(複数配列構造物)

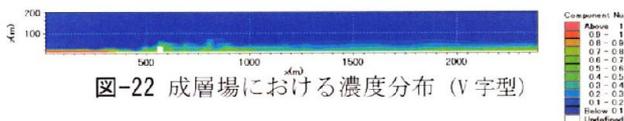


図-22 成層場における濃度分布(V字型)

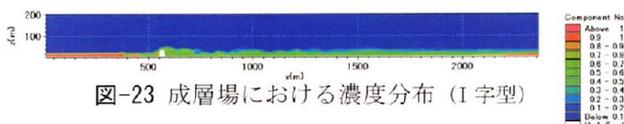


図-23 成層場における濃度分布(I字型)

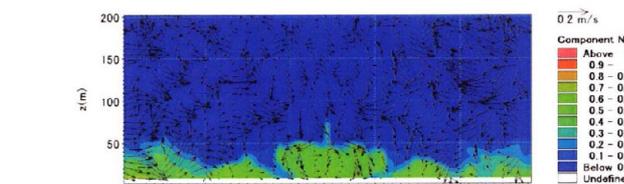


図-24 流速ベクトルおよび濃度分布(VAV字型,成層場)

図-24に成層場のTypeVAVにおけるy-z断面での流速ベクトルおよび濃度分布を示す。非成層に比べて巻き上がりは制限されている。

成層場において構造体により下層から水塊が上昇すれば密度成層が崩れ、鉛直混合が生ずる。図-25は複数配列構造体により温度成層が砕波している状況を示す。非成層場では湧昇流の渦により移流によって低層物質が上層に運ばれるが、成層場では上昇流が制限されるので、砕波による鉛直拡散によって低層物質が上層に輸送される効果の方が期待される。ここでは混合の度合いを評価するために

4.(1)の評価法Dで述べた濃度の分散値を求めた(図-26)。なお、分散値を求めた範囲は水平方向については濃度フラックスを求めた水平面と同じ領域、鉛直方向は海底から海面までの立方体である。

3者の分散値は時間の経過とともに拡散が進行し、

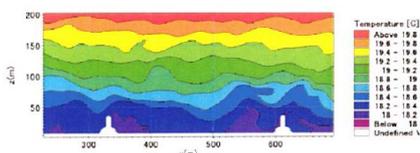


図-25 温度分布

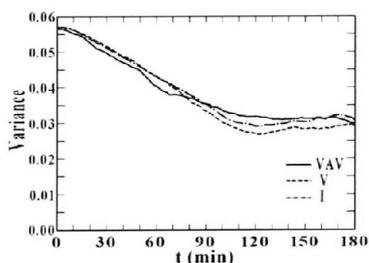


図-26 濃度分散値の変動

減少していることがわかる。構造体による相違は顕著ではないが、複数配列よりも単体のV字構造の方が若干良い結果となっている。

## 5. おわりに

以上、本研究は、水深200m程度の大層棚を想定して、この海底にV字型構造物およびそれより派生する各種の構造体を設置することによる湧昇流の生成効果を数値シミュレーションにより検討した。この際、各種の主流速や構造物高さおよび横幅等を用いて計算を行い、湧昇流の生成効果に及ぼす各諸元の影響などを定量的に明らかにした。さらに、成層場での解析例も示して、成層密度場での湧昇流構造物の有効性及び今後続く課題などを提示した。また、1/600の縮尺スケールの水理模型実験を実施して、数値シミュレーション結果との比較から手法の有効性を確認すると同時に湧昇流の生成に効果的な3次元構造体の諸元を模索した。その結果、V字形構造物による底層水の湧昇高さは、主流の流速 $U=0.05\text{m/s}$ の条件を除き、 $0.1\sim 0.7\text{m/s}$ の範囲において流速にほとんど影響されず、海底から160~180m程度の範囲にある。V字形構造物において底層水の湧昇高さと堤体高さとの関係を調べると、湧昇高さは、堤体高さを30m、45m、60mと変えてもそれほど大きな差が見られず、実際場においては経済的となる堤体高さ30mと設定してよい、等の知見を得た。しかし、密度成層を有する流れ場でのV字形構造物による湧昇効果は大幅に低下することが数値計算による結果から予測され、このような密度成層場においても有効に作用する湧昇流生成構造物の開発は、今後続く課題であり、模型実験による検討を含めてさらに強力に解決されるべき重要な課題と考えられる。

## 参考文献

- 1) 浅枝 隆, 其阿弥善嗣, 吉田一男: V字型構造物による鉛直循環流と成層中での効率, 海洋開発論文集, 7巻, pp.387-392, 1991.
- 2) 浅枝 隆, 中井正則, 玉井信行, 堀川清司: V字形構造物による上昇流, 土木学会論文集, 423/II-14号, pp.83-90, 1990.
- 3) 池田駿介, 武若 聡, 二瓶泰雄, 秋山信義: 各種構造物による湧昇流の発生に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 39巻, pp.896-900, 1992.
- 4) 有田正光: V字型構造物による上昇流の可視化, 可視化情報, Vol.18, pp.40-45, 1998.
- 5) 木田英之・井内国光・中村孝幸: 3次元数値シミュレーションに基づく大水深海域での湧昇流生成構造物の開発, 海洋開発論文集, 24巻, pp.399-404, 2008.
- 6) 間木道政: 人工湧昇流域における二酸化炭素吸収量の評価技術の開発, 海洋開発論文集, 23巻, pp.17-22, 2007.