

地球環境調和型漁場創生のための湧昇流海域抽出シミュレーションと漁港立地について

日大生産工 (PD) ○中澤 公伯 日大生産工 三井 和男
日大生産工 西 恭一 日大生産工 宮崎 隆昌

1. はじめに

近年、二酸化炭素の海洋隔離や人口湧昇流による漁場創生、海洋深層水の利用など、海洋資源の新しい活用が注目されている。この新しい海洋資源の活用に注目しながら、著者らは、セルオートマトン法を用いた漁場創生のための湧昇流シミュレーションの検討を行っている^{1) 2) 3)}。本報では、その計算結果（湧昇流海域の抽出）と漁場・漁港立地との関係から漁場創生を考えていく。

2. 海洋深層水の湧昇と漁場創生

M.Takahashi and T.Ikeya(2004)が指摘するように、巨大な栄養塩類をストックする海洋深層水は、海洋の生産を高める大きな可能性を秘めている。海洋深層水とは、厳密には地球の両極付近で冷えて重くなった海水が沈み込み、水深 500~1,000mの深海を這う地球規模の流れである海洋大循環によって形成された海水を指すが、一般には光合成が行える限界の深度、約 200m以深の海水と定義されている。この海洋深層水が海底地形と流れの作用により湧昇する海域で漁場が形成されているとされており、全海洋面積の 0.1%の湧昇流海域で、50%の魚類が生産されているともいわれている (Ryther (1969))。

漁港近傍の養殖場など、従来から水産庁を中心に「漁場創生」が模索されてきたが、最近では、この

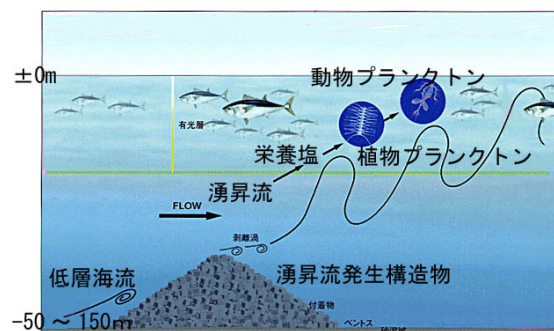


図1 マウンド漁場 (全国漁港漁場協会 (2003) : 水産庁監修、漁港・漁場の施設の設計の手引き 改)

海洋深層水を構造物により湧昇させて人工的に沖合漁場を創生する試みが行われている (M.Takahashi and T.Ikeya(2004)、全国漁港漁場協会 (2003) 社団法人マリノフォーラム 21 (2001)) (図1)。海底地形や流況との関係から適した立地を見出すことができ、構造物の建設費等の経済性を無視すれば無限に可能性は広がる。しかし逆に、広域的な沖合展開である以上、平山 (1996) が提唱するような天然資源の有効利用・漁場利用秩序・魚価維持・漁港立地との関係等を考慮した資源管理型漁業の枠組みへの組み込み、漁港と漁場の一体的な整備など、課題も多い。

3. 対象領域と海底地形データ

図2に示すように、東経 139° 45' ~141° 15'、北緯 34° ~36° の海域を対象とする。対象領域中には、北西から順に、鴨川海底谷、安房堆、勝浦海底谷、太東海底谷、片貝海底谷、銚子海脚、房総海底崖が含まれる。

研究対象領域に該当する日本海洋データセンター作成の 500m メッシュ水深データを、南北 480 メッシュ×東西 240 メッシュ=115,200 メッシュになるように補正して使用した。日本海用データセンターによると、水深は計測水深及び等深線と補間処理により

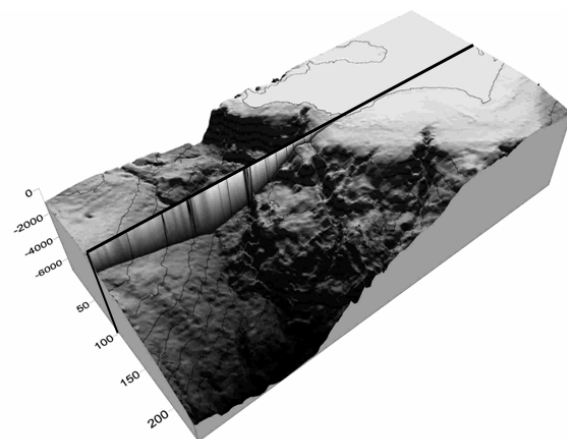
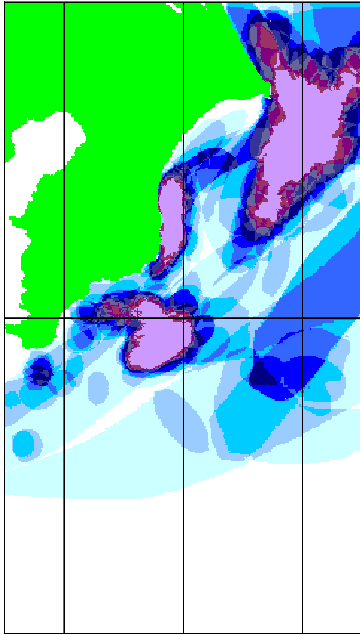


図2 千葉県沖海底地形観測図と鉛直断面の抽出



yearly (ave.:2.83)
図3 fpメッシュデータマップ

メッシュ化されているが、それでもデータ抜けがあったのでさらに周辺メッシュの平均化により補間処理をした。

後述の他の指標も、このメッシュデータをベースにしている。

4. 漁場、漁港位置データ

千葉県水産研究センター・千葉県水産情報通信センター作成の平成15年4月から平成16年3月まで1年間分の漁海況旬報掲載の36枚の漁場図をデジタル化(115,200メッシュデータマップ上にスケーリングの上打ち込み)し、重ね合わせてカテゴリ化した(1ヶ月3時期、計36時期)。図3は、1時期漁場となったメッシュを1ポイントとし、季節別に加算して色別化した漁場ポイント(以下fp)メッシュデータマップである。

房総半島太平洋岸に立地する特定第3種漁港1、第3種漁港6、第2種漁港8、第1種漁港22、第4種漁港2計39漁港が対象領域に含まれる(図4)

5. 格子ボルツマン法による湧昇流海域の抽出

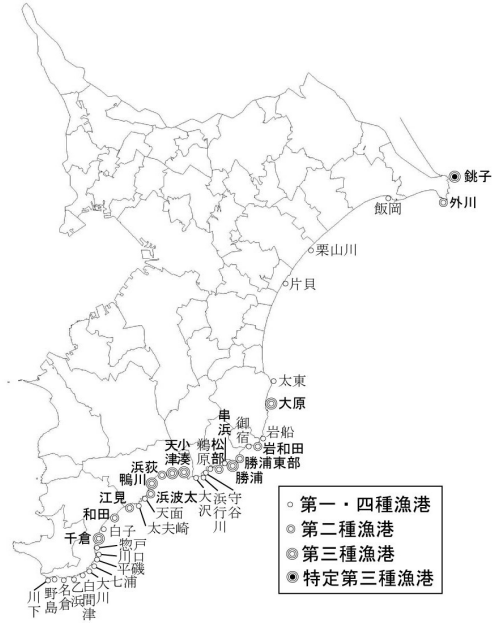


図4 漁港の位置

文献²⁾³⁾で、格子ボルツマン法によるシミュレーションシステム構築に関して述べた。本報告においても同様にして、以下の手順により対象領域48断面での湧昇流抽出シミュレーションを行っている。

- ①500mメッシュ海底地形データ作成(南北480メッシュ×東西240メッシュ)
- ②断面メッシュデータの作成(南北480メッシュ×円鉛直10,000m)(図2)
- ③メッシュデータの正六角計格子化(南北4,800格子×鉛直200格子)
- ④シミュレーション(格子ボルツマン法・2次元1-speedモデル)
- ⑤水深100mにおける鉛直方向流速成分の抽出(10格子ごとの平均鉛直速度成分×480メッシュ)

図4に示すように、海底地形と海域の断面をとって鉛直2次元空間を考え、水深データを50mごとの平滑化し、海域と海底地形の2値化鉛直断面データを作成した。水平方向については、1メッシュ当たり10格子とし、鉛直方向200格子、南北方向4,800格子、計960,000格子で計算を行うこととした。

格子ボルツマン法(非熱流体モデル)においては、

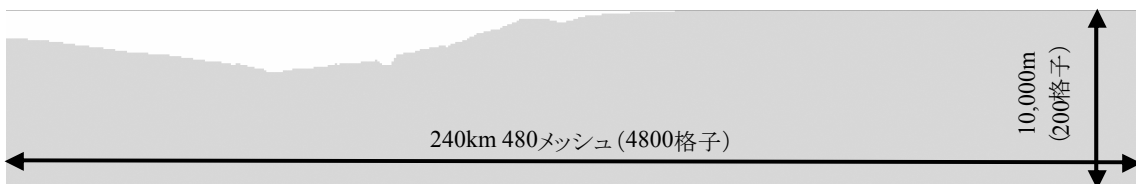


図5 海底地形断面の2値化(図2の位置)

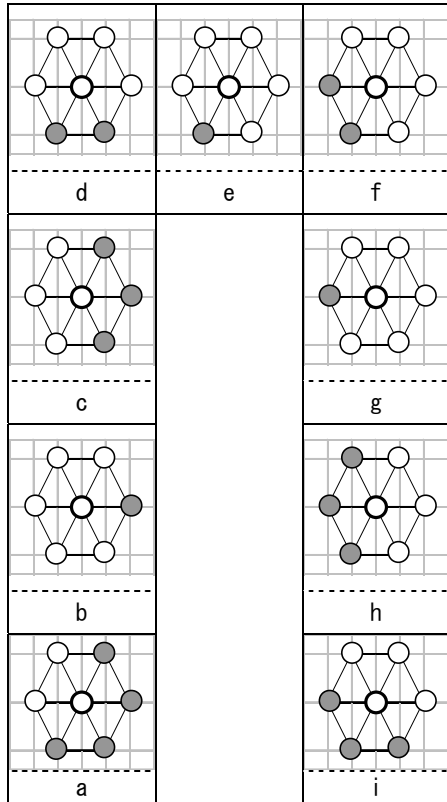


図6 境界格子パターン

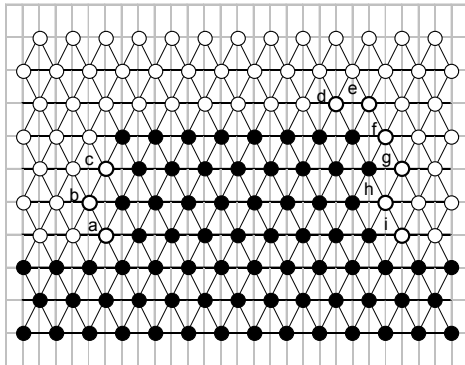


図7 境界格子パターン位置図

剛体壁との境界において局所的な粒子の分布状況・密度・速度から成る以下の局所平衡分布関数により質量、運動量が保存される。

$$f_i^{(0)} = F_i \frac{\rho}{6F + F_0} \left[1 + \frac{6F + F_0}{3Fc^2} c_{i\alpha} u_\alpha \right] + \frac{6F + F_0}{6Fc^2} \left(\frac{6F + F_0}{3Fc^2} c_{i\alpha} + \delta_{\alpha\beta} \right) u_\alpha u_\beta$$

F, F_0 : 格子ボルツマン法により得られる流れが Navier-Stokes 方程式に従うように決められる

パラメータ

c : 運動粒子の移動速度

δ : 図5のパターンによって決まる局所的な粒子密度

局所平衡分布関数を適用海底との境界は、シミュレーション格子が正六角形格子であること、海底地形を取り扱っていること等を考慮して、図5に示す9パターンとなる。潮流の流入・流出条件は、黒潮の北上を考慮して、南側:一様流入(0.1格子/time step)、北側:自由流出とした。

図8は、定常状態になるのに充分な30,000 time step後の水深100m(上から3格子目)での流速鉛直方向成分 V_z (以下 V_z) のメッシュごとの平均値(1メッシュ=10格子=500m)と、 fp の関係を示したものである(図2の断面)。グラフ左側が南側、右側が北側を示す。

湧昇海域の存在にあまり左右されない回遊魚の存在もあるので一概には言えないが、流速鉛直方向成分の値が大きな位置で漁場ポイントも高くなっているのが読み取れる。この位置は、海底勾配が大きくなっている海域でもある。

6. 漁港立地との関係

図8は、 fp 及び V_z と漁港隔離距離との空間的関係性を示したものである。 fp に着目すると、広域的で水揚量も多い第3種漁港が、第2種漁港、第1種漁港よりも高い fp を示す海域に近接していることがわかる。年間 fp の最大値は、第3種漁港隔離距離7.5~10kmで7.08、第2種漁港隔離距離12.5~15kmで7.38、第1種漁港隔離距離27.5~30kmで7.49となった。

一方 V_z と漁港隔離距離の関係に着目しても、第3種漁港が、第2種漁港、第1種漁港よりも高い V_z を示す海域に近接した。ただし、漁港隔離距離からみた V_z のピークは、 fp と比較して遠方の海域にみられている。

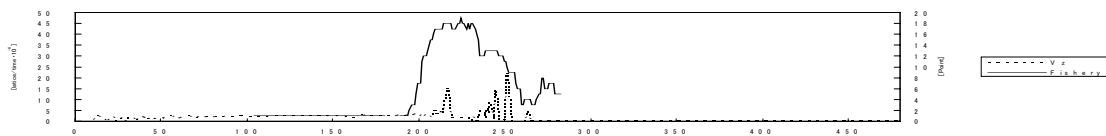
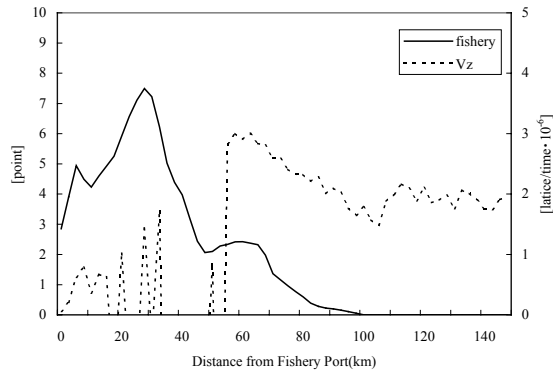
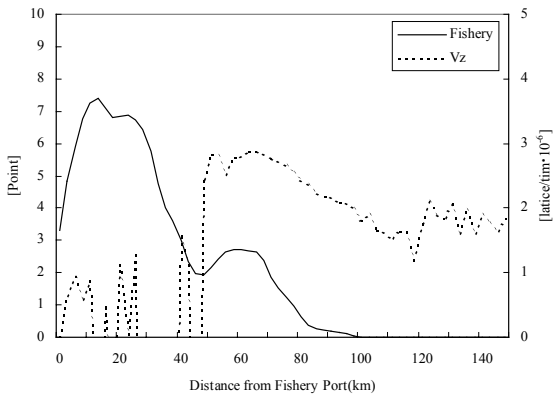


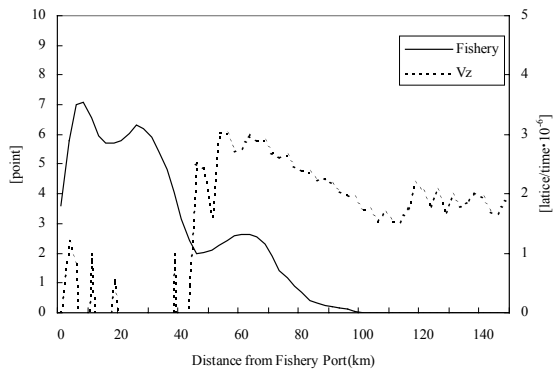
図7 漁場の位置と水深100mにおける鉛直速度成分(図2の位置)



第1種漁港



第2種漁港



第3種漁港

図8 fp 、 Vz と漁港からの距離

終わりに

以上、本稿では、研究対象領域のうち48断面を対象に湧昇流海域の抽出を考慮したモデル計算を行い、漁場、漁港の位置との関係を検証した。その結果、千葉県沖合い漁場においても、実測値との比較、入力パラメータの再検討の必要性があるものの、湧昇流海域と漁場にある程度の結びつきがあることが判明した。

漁場が創生される要因には他にもあるので一概にはいえないが、本稿の仮定と結果から判断すると、例えば Vz が高い海域に高層漁礁等を設置し漁場を

創生し、その近傍の漁港の整備（漁港整備、地域の整備）を重点的に行う等の施策が提案できる。

今回はテストケースとして48断面における水深100mの鉛直速度成分を抽出したが、鉛直断面による鉛直速度成分のマップ化、2次元多層モデル化、3次元化が今後の主要な課題である。

謝辞

本研究は、平成17年度学術フロンティア推進事業、『地球環境調和型新技術開発を目的とする水の高度利用に関する研究』シミュレーション研究グループの研究の一部である。漁場ポイントデータの作成に当たり、千葉県水産研究センター・千葉県水産情報通信センター関係各位から漁場図参照の許可を頂いた。

参考文献、資料

- 1) 中澤公伯、三井和男、西恭一：潮流シミュレーションによる地球環境調和型漁場創生の可能性について、第2回日本大学生産工学部学術フロンティア・リサーチ・センター研究発表講演会
- 2) 中澤公伯、三井和男、西恭一：地球環境調和型漁場創生のための潮流シミュレーション、第3回日本大学生産工学部学術フロンティア・リサーチ・センター研究発表講演会
- 3) 中澤公伯、三井和男、西恭一：格子ボルツマン法を用いた湧昇流海域抽出のための数値シミュレーション、第4回日本大学生産工学部学術フロンティア・リサーチ・センター研究発表講演会
- 4) M.Takahashi and T.Ikeya (2003): Ocean fertilization using deep ocean water, Japan Association of Deep Ocean Water Applications, *Deep Ocean Research*, 4 (2)、73-87
- 5) Ryther J. H : photosynthesis and fish production in the sea, *Science*, 166、pp.72-76、1966
- 6) 社団法人マリノフォーラム21水産増殖研究会：マウンド漁場造成事業に係わる技術資料、社団法人マリノフォーラム21、106p、2001
- 7) 平山信夫：資源管理型漁業、—その手法と考え方—、成山堂書店、244p、1996
- 8) 千葉県水産情報通信センター・千葉県水産研究センター：漁海況旬報ちば、No.12、Vol.1～6、2004
- 9) 千葉県水産情報通信センター・千葉県水産研究センター：漁海況旬報ちば、No.11、Vol.12～26、2003