

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24780185

研究課題名(和文) 気候変動と陸域影響をふまえた二枚貝養殖適地選定モデルの開発

研究課題名(英文) Development of suitable choice model for bivalve aquafarming site under the influence of global warming and changes in land use

研究代表者

小林 志保 (Kobayashi, Shiho)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・助教

研究者番号：60432340

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：日本近海の海面水温の長期的上昇，また集中豪雨の増加等に伴う陸域の水循環の変化によって，沿岸漁業は今後ますます大きな影響を受けることが予想される．本研究では，能登半島の東岸に位置する閉鎖性内湾である七尾湾において，物理化学環境の観測，沿岸部における二枚貝を用いた現地実験，および陸海統合モデルの作成を行ない，これらの変化が底生二枚貝に及ぼす影響を定量化した．またその結果に基づいて，二枚貝の生息適地を高解像度で予測するシステムを構築した．

研究成果の概要(英文)：Long-term rising trend in temperature in coastal sea and changes in terrestrial water dynamics induced by concentrated heavy rain may have impact on coastal fisheries ground. In this study, we quantified the impact of these climate changes on survival rate of bivalves using the results of field observations and experiences, and the coupling land-ocean model in Nanao Bay, a semi-enclosed bay located on the eastern coast of Noto Peninsula. The developed system used for the high resolution simulation of the habitat suitability of bivalves.

研究分野：沿岸海洋学

キーワード：気候変動 二枚貝養殖 養殖適地選択モデル 高解像度沿岸海洋モデル

1. 研究開始当初の背景

日本近海の海面水温は長期的に上昇傾向にあり、とりわけ日本海中南部における年平均水温の上昇率は+1.3~+1.7 /100 yearと世界全体の平均値に比べても大きい(気象庁ホームページ)。日本海中部に面する石川県能登半島東岸の閉鎖性内湾である七尾湾(図1)では、これまで豊かな漁場であった場所で近年になって養殖貝類(アカガイ・トリガイ)が死滅する問題が起きている。

底生二枚貝の死滅は海底環境を著しく悪化させ、その海域の底生生態系-浮遊生態系を連鎖的に崩壊させるおそれがあることから、変化しつつある周辺環境に適応した養殖方法を確立することが急務である。

底生二枚貝の死因には、貧酸素、高温、底質の泥化、低塩分、食害などが挙げられているが、中でも過剰な栄養塩や有機物の流入に伴って起きる貧酸素化は、二枚貝の生残率を大きく低下させることが知られており、高温との組み合わせによって二枚貝の生理状態への影響は増幅される。

閉鎖性が強い内湾における貧酸素化の抑制には長い年数がかかる。高温化の沿岸部への影響を高解像度で予測し、二枚貝の生息に適した海域を選定した上で養殖を行なうなどの短期的に可能な対策が必要である。

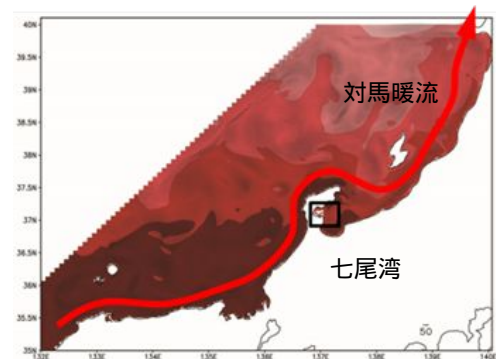


図1 七尾湾の位置

2. 研究の目的

本研究では日本近海の海面水温の長期的上昇、また下水道化の進展等の陸域環境の変化が、水深の浅い沿岸部の海域環境にどのような影響を及ぼすかを予測し、その情報を持続的な漁業の維持に役立てることを目的として、日本海中部に位置する七尾湾を対象とする二枚貝養殖適地選定モデルを作成した。

3. 研究の方法

七尾湾は日本海側の閉鎖性内湾としては最大の規模を有し、波の穏やかな環境を生かした二枚貝の養殖が盛んな海域である。一方、七尾湾の物理的・生物化学的環境に関する継続的な観測はこれまでに行なわれておらず、湾内の物理化学環境が生物に及ぼす影響についてもほとんど研究例がなかった。

本研究では、年間を通じて湾内の物理化学

環境および基礎生産構造を調べる観測を行なった。また湾外の環境および陸域の環境が湾内に及ぼす影響を、現地観測および新しく開発した数値シミュレーションシステムを用いて明らかにした。さらに物理化学環境が二枚貝に及ぼす影響を現場および水槽実験によって調べ、それらの結果に基づいて七尾湾における二枚貝養殖適地選定モデルを作成した。

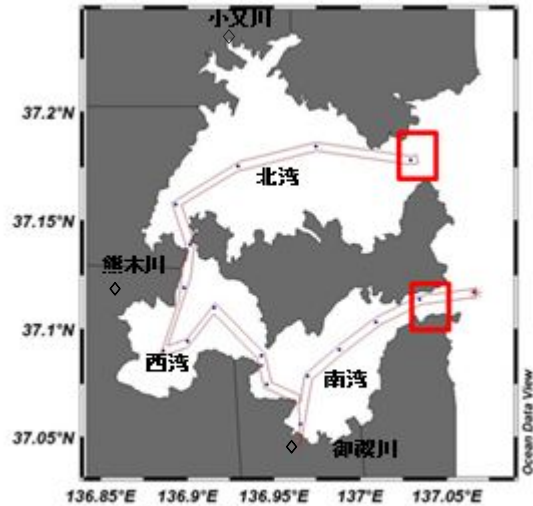


図2 観測点(CTDおよび採水、流速、河川採水)

4. 研究成果

2012年4月から2013年5月にかけて、毎月一度七尾湾全域に設定した定点(図2)において、CTDによる各項目(水温、塩分、DO濃度、クロロフィル蛍光値、濁度、光子量子)調査及び多層採水を行なった。また河川および湾外においても採水を行なった。

採水した水サンプルに関してはクロロフィルa濃度、栄養塩(NH₄、NO₃、NO₂、PO₄、SiO₂)およびTDN、TDP濃度の測定を行った。その結果、七尾湾の基礎生産を支える栄養塩供給源には河川だけでなく湾外水の流入があり、秋季から冬季には、湾外からの栄養塩流入量が全栄養塩流入量の6~8割を占めることが明らかになった(図3)。

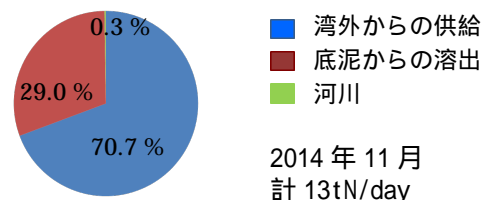


図3 栄養塩(DIN)の流入フラックスに対する各供給源の寄与率

湾外水の流入が湾内の物理化学環境に及ぼす影響を湾口における流動観測および数値モデルの結果を用いて調べた。その結果、

冬季に西風が強くなることにより低塩分の湾内上層水が湾外へ流出し、それを補うように湾内下層に比較的高温で塩分の高い湾外水が流入する流動構造が卓越すること、また春季には高温・高塩の湾外水が湾内に直接流入することが明らかになった(図4)。湾外水の流入は、湾内への水平的な熱フラックスの供給に大きく寄与していたことから、日本海の温暖化は七尾湾の高温化にも影響する可能性が示された。

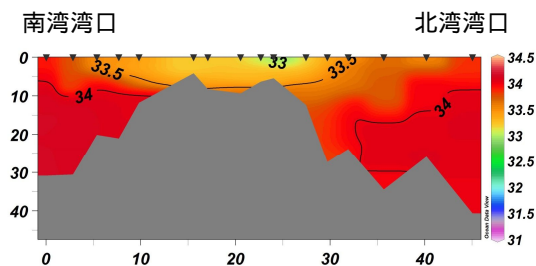


図4 2012年5月の塩分分布(観測値)。

七尾湾のような小規模内湾においては、河川経路以外の淡水流入が湾内の環境に与える影響が比較的大きいため、陸から海岸線全体への淡水フラックスを計算するモデルを作成した(図5)。モデルによって予測した沿岸部表層の塩分低下は、現地観測においても確認された。また沿岸部表層の塩分低下と底層における貧酸素水塊の発達には明瞭な関係が見出され、モデルは底生二枚貝が生息する沿岸部の海域における貧酸素化予測にも有用であることが明らかになった。

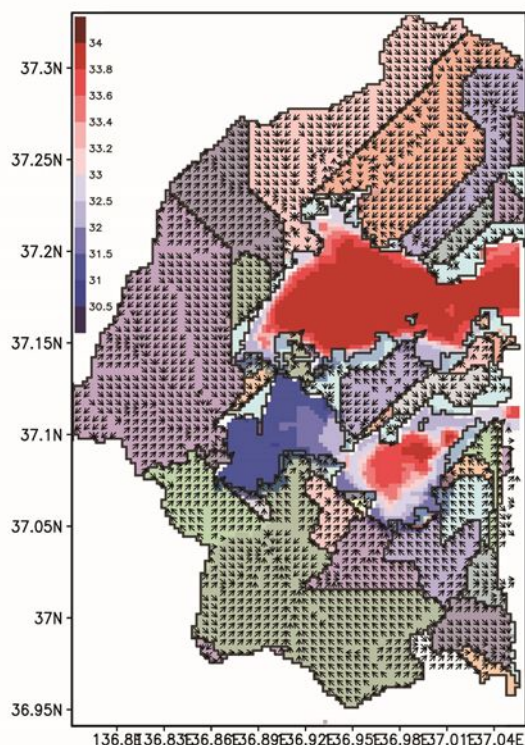


図5 陸からの淡水フラックス(モデル結果)。

湾内の海底に設置したカゴに入れた底生二枚貝の死亡率は、夏季の水温が高温(27以上)になる日数に比例して上昇することが明らかになった。また、底質および二枚貝を含む底生生物の多様度調査を湾全体に行なったところ、海底の含泥率は40年前の調査結果と比べて高くなっており、含泥率が特に高い場所では底生生物の多様度が低くなっていることが明らかになった。

七尾湾表層の年平均水温は過去30年間に線形的に上昇している(石川県水産試験場、未発表)。～の結果に基づいて、底質をあらかじめ入力したモデルに予測水温および淡水流入量を与え、底生二枚貝のHIS(生息適正指数)を場所ごとに求めるシステムを構築した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2件)

1. Takagi, S., Y. Shimizu, K. Kusaka, S. Kobayashi and T. Fujiwara. 2013. Evaluation of riverine DIN in the nori *Pyropia* cultivated in the coastal sea area using the nitrogen stable isotopes. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 79(6): 1002-1008 (査読有り)。
2. 小林 志保・藤原 建紀. 2014. 大阪湾における酸素消費有機物(COD)の生成・起源に関する研究: 同位体比からのアプローチ, *瀬戸内海*, 67, 62-64 (査読無し)。

[学会発表](計 10件)

1. Kobayashi, S., S. Nakada, K. Senbokuya, K. Harada and N. Okei, 2013. Estimation of the impact of terrestrial water dynamics on the coastal ecosystem: A case study in Noto Peninsula, *Japan Proceedings of 2013 International Symposium on Connectivity of Hills, Humans and Oceans (CoHHO)*, 107-108.
2. Honda H, Sugimoto R, Kobayashi S, Takao Y, Tahara D, Tominaga O, Taniguchi M, 2013. Submarine groundwater discharge in Obama Bay, Japan. *Proceedings of the Global Congress on ICM: Lessons Learned to Address New Challenges, EMECS 10-MEDCOAST 2013 Joint Conference*, 1169-1176.
3. Sugimoto R, Honda H, Kobayashi S, Takao Y, Tahara D, Tominaga O,

Taniguchi M, 2014. Temporal variation in submarine groundwater discharge and associated nutrient transport into Obama Bay, Japan. Proceedings of the 15th International Symposium on the Efficient Application and Preservation of Marine Biological Resources, 97-101.

4. Kobayashi,S., R. Sugimoto, H. Honda, M. Youji, O. Tominaga, D. Tahara, M. Taniguchi ,Influences of submarine ground water discharge (SGD) on biogeochemical properties in coastal sea, JpGU 2014, Yokohama, 2014.4.26-30 . .
5. 小林志保・中田聡史・高木秀蔵, グリーン関数による沿岸域の潮流モデルの最適化と河川プルームの再現, 日本海洋学会 2013 年度春季大会 ,東京 ,2013.3.26-30 .
6. 仙北屋圭, 大慶則之, 小林志保, 七尾湾の温暖化が アカガイのへい死に及ぼす影響 ,2013 年度水産海洋学会研究発表大会 ,京都 , 2013.11.14-17 .
7. 原田浩太郎, 小林志保, 仙北屋圭, 大慶則之, 七尾湾におけるクロロフィル分布の季節変化 陸域影響に着目して , 2013 年度水産海洋学会研究発表大会 ,京都 , 2013.11.14-17 .
8. 小林志保・原田浩太郎・中田聡史・仙北屋圭・大慶則之・広瀬直毅, 内湾の物理化学環境に湾外水の流入が及ぼす影響 日本海沿岸七尾湾の事例 , 日本海洋学会 2014 年度 春季大会 , 東京 , 2014.3.26-30 .
9. 小林志保,沿岸海域における生物生産の変動と環境要因,システム農学会, 京都, 2014. 10. 17.
10. 小林志保,七尾湾の栄養塩環境と基礎生産 ,水産学会中部支部大会 ,石川,2014. 11. 8.

〔図書〕(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究代表者

小林 志保 (Shiho Kobayashi)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・助教

研究者番号 : 60432340