

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月10日現在

機関番号：23401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22740315

研究課題名（和文） 日本海沿岸域における底部冷水層の変動特性と海洋環境への影響に関する研究

研究課題名（英文） Study on characteristics of the bottom cold water and its influences on ocean environment in coastal waters of Japan Sea

研究代表者

兼田 淳史（KANEDA ATSUSHI）

福井県立大学・海洋生物資源学部・准教授

研究者番号：70304649

研究成果の概要（和文）：

若狭湾の底部冷水層の基本特性を明らかにするために、現地観測およびデータ解析を実施した。現地観測の結果から、成層期に若狭湾の底部で冷水の波及があることを明らかにした。また、長年にわたって取得された海洋データを収集し、解析した結果においても、若狭湾底層付近では多くの年で冷水層が形成されていることを示した。底部冷水層の影響は陸棚斜面域のみではなく岸近くにまで及び、水温成層の形成や漁場環境に大きな影響を与えていることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：

In order to reveal characteristics of a bottom cold layer developing in coastal waters of Japan Sea, observations and data analyses were conducted. The result of the observations which conducted in Wakasa Bay showed that cold water intruded intermittently in the bottom layer during the stratification period. The results of the data analyses with historical data collecting in coastal waters of Japan Sea indicated that the bottom cold layer developed from the shelf slope region to the inner part of the Wakasa Bay in many years, and it revealed that the bottom cold layer affected the stratification process in water temperature and environment in fishing grounds.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学、気象・海洋物理・陸水学

キーワード：海洋物理・陸水学、海洋科学、自然現象・予測

1. 研究開始当初の背景

日本海の陸棚斜面域および沿岸域における研究は、日本海海況モデルの運用や観測体制の確立などにより、急速に進展しつつある。最近、日本海海況モデルの結果から、日本海の山陰沖、若狭湾沖、能登半島沖の陸棚斜面上では、表層で対馬暖流水が流れているだけ

でなく、底層では夏季になると湧昇が発生していることが明らかにされた。しかしながら、日本海海況モデルは対馬暖流の擾乱によって生じる沿岸域の細かい現象まで捉えることが難しい。また、陸棚斜面域から沿岸域の底層に着目した現地観測は少なかった。そのため、陸棚域で発生する湧昇水の到達範囲や

詳細な発生時期、沿岸域に与える影響など十分にわかっていない。

一方で、太平洋側の陸棚斜面域の研究は、日本海側と比べると先行して進められてきた。陸棚域で発生する湧昇によって上層に及んだ海水は沿岸域まで到達し、栄養塩環境や生物生産に大きな影響を与えていることが明らかにされている。例えば、豊後水道、紀伊水道では陸棚域起源の冷水が進入し、夏季には底部に冷水層が形成されることが知られている。また、深層の海水には栄養塩が豊富に含まれており、陸棚斜面底層由来の海水が沿岸域に及ぶ現象は、陸棚斜面域のみならず、沿岸域の栄養塩環境や低次生物生産に対しても重要であることが明らかにされている。

日本海の陸棚斜面域で湧昇が発生するという知見、そして太平洋側の陸棚域における底部冷水層の知見から考えると、日本海の陸棚域から沿岸域における底部冷水層の基本特性および沿岸環境へ与える影響について理解を深めることは物理環境の理解への寄与のみならず、栄養塩や生物環境への理解にも貢献できる可能性がある。申請者は先行して実施された太平洋側の陸棚斜面域の研究に関わったことがあり、そこで得た経験と成果に基づき、日本海の陸棚斜面域から沿岸域にかけての環境の解明という視点で本研究課題に取り組むことを企図した。

2. 研究の目的

本研究では、日本海の陸棚斜面域から沿岸域にかけての底部冷水層に着目し、底部冷水層の基本的特性と沿岸域の環境へ与える影響について解明することを第一の目的とした。底層の現象を理解することができる既得データが少ないため、最近の研究で湧昇流が発生する海域の一つとして示された若狭湾を対象海域として現地観測を実施し、取得したデータおよび同海域で他の機関が実施したデータも収集してデータ解析を行い、底部冷水層の変動特性を解明する。

底部冷水層の形成が沿岸海域の環境に与える影響の解明を第二の目的とした。本研究で収集したデータを利用して熱収支モデルを構築し、底部冷水層が沿岸域の成層構造の形成に与える影響や、これらの成層構造の形成が沿岸域の漁場環境や低次生態系に与える影響について明らかにする。

3. 研究の方法

日本海およびその沿岸域では調査船を用いて定期的に流れや、海面付近から海底付近までの水温、塩分のデータが取得されている

が、観測頻度は1ヶ月から数ヶ月に1回のものが多く、これらのデータを時系列的にみても底部冷水層の細かい時間変動について十分に理解することはできない。そこで、本研究では日本海の陸棚斜面域のなかで湧昇が発生する海域の一つである若狭湾において現地観測を実施した。調査地点は若狭湾内の岸近くでも比較的深い半島の先端付近で、福井県水産試験場にも協力して頂き、計7測点で実施することにした(図1)。各観測地点では、海面から海底付近までの10mおきに小型水温計を設置し、水温の連続データを測定した。観測期間は5月頃から10月頃までとし、冬季は比較的条件のよい2測点でのみ観測を実施した。

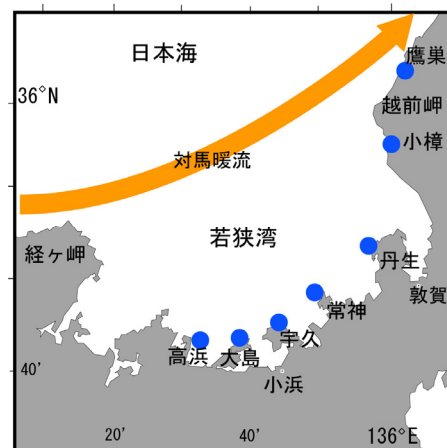


図1：若狭湾および観測地点

この観測によって取得したデータ、同時期に福井県水産試験場が実施した調査船による観測データを解析し、底部冷水層の形成時期、年による違い、周期性など、底部冷水層の基本的特性の検討を行った。また、流速データを収集、そのデータを解析することにより、底部冷水層が形成されている時期の流動構造についても調べた。

また、データやモデルの解析といった数値解析的手法を用いて、底部冷水層の基本特性の解明を進めた。既得の海洋データ、気象データを収集し、平均的な湾内の成層構造の季節変化や、底部冷水層の形成時期を明らかにするとともに、これらのデータを利用して湾内の熱収支モデルを用いて湾内の熱の出入りを評価し、湾外からの冷水の流入時期や湾内の成層形成過程に与える影響について検討した。

底部冷水層が沿岸域の海洋環境に与える影響については、上記の現地観測データの解析を中心に進めることにした。観測地点は、定置網近傍であることから、定置網漁場の底層における底部冷水層の形成の有無について確認し、漁場環境に与える影響について考察した。

4. 研究成果

現地観測は初年度から実施し、不足していた底層水温の連続データを取得した。船舶調査のみではわかりにくい底層水温の時間変化に着目した解析を行い、6月頃から10月頃にかけて一時的に底層水温が低下する現象が生じることを明らかにした。海面は加熱される時期であることから、この底層における一時的な水温低下は沖合の底部冷水が沿岸域に波及したことを示唆している。また、この一時的な底部水温の低温化の期間は数日で終わる短いものもあれば、1ヶ月程度続くときもあること、また更に長期間のデータを用いて検討する必要はあるが取得した期間内では周期性は認められなかった(図2a)。また、図2a、bに示した2011年と2012年の水温時系列を比較すると2011年は底層で頻繁に水温の一時的な低下が発生しているのに対して、2012年は2011年ほど大きな一時的な水温低下が発生していない。底層における岸近くへの低温水の波及は、年によって大きな違いがあることが明らかになった。

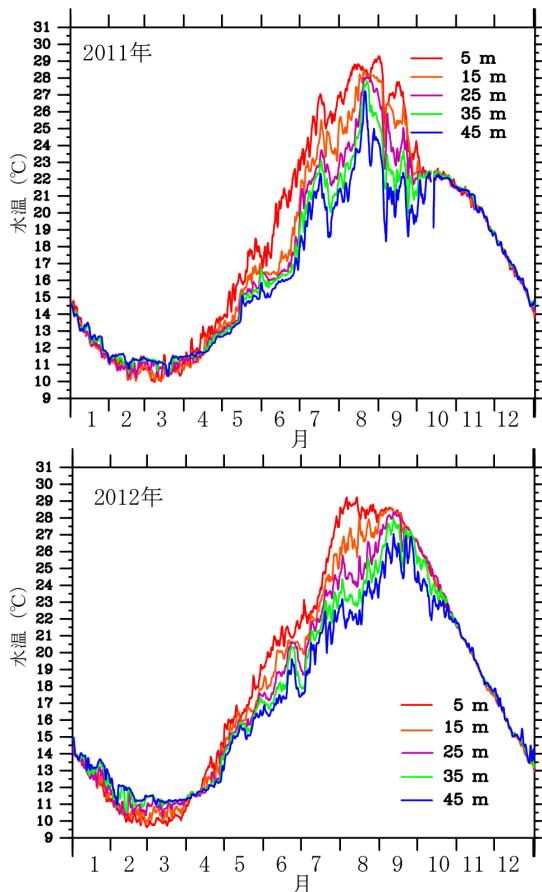


図2 (a: 上) 2011年の水温時系列、(b: 下)2012年の水温時系列. 共に観測地点は高浜である。

長年にわたって若狭湾で実施されてきた

海洋観測データを収集・解析し、平年的な陸棚斜面付近の水温構造の季節変動を調べた。陸棚斜面域の成層期の平均水温の構造は、表層付近に対馬暖流の影響を受けた暖水が存在し、その下層には季節によって水温構造が大きく変化する層があり、そしてさらに深い層には年間を通して冷たい日本海固有水が存在していた。陸棚斜面底層の平均水温構造の季節変動に着目して特徴を詳しく調べたところ、春先に海面下180m程度付近に形成されていた水温躍層は夏から秋にかけて緩やかに30m程度上昇する傾向があった。陸棚斜面域のこの変化は、その内側にあたる若狭湾内の海洋環境にも影響を与えている可能性があった。そこで、若狭湾の観測データを調べたところ、湾内の平均水温構造は大きく季節変化しており、陸棚斜面付近と同様に、底層水温には興味ぶかい特徴を見いだした(図3)。表層の水温は冬季から春先にかけて次第に高温になり、8—9月頃に最高水温を迎えた後、緩やかに低下していた。一方、底層の水温は、4月頃に10℃程度になった後、ゆるやかに水温は低くなり、その傾向は11月頃まで継続していた。その間、海面下150—170m付近には底部冷水層が形成されていた。若狭湾から沖合にかけての水温構造を調べると、この冷水層の起源は陸棚斜面付近であると考えられることから、陸棚斜面由来の冷水は若狭湾内の底部水温や成層構造の形成に影響を与えていると推察された。

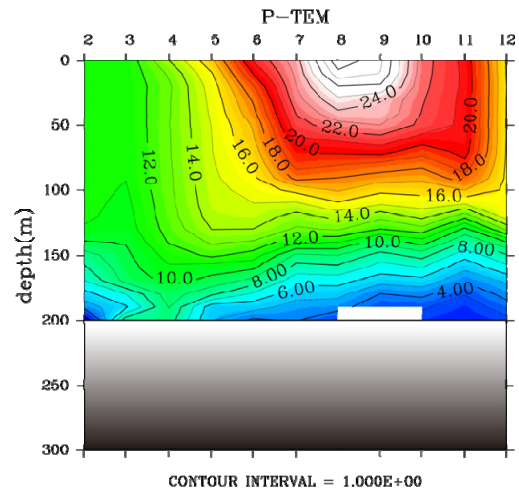


図3 若狭湾中央付近の平均水温(ポテンシャル水温)のイソプレット(横軸は月で、月ごとの水温構造の変化を示している)若狭湾内の底層でも、成層期に底層水温は低下していた。

さらに、湾内の熱収支を計算するモデルを作成し、若狭湾の成層形成過程について解析した。若狭湾の海面から海底までの平均水温は3月頃からゆるやかに上昇し、8月頃に最

大値を迎える。その頃、図3をみてわかるように、成層構造は最も発達する時期を迎える。その頃の熱収支は（図4に計算結果の一例を示す）、上層での暖水波及による水平的な加熱と下層での冷水波及による冷却の効果が重なることによって全層平均の水平的な熱輸送量は小さくなることを示した。また、秋頃の水温低下時に海面からの冷却だけではなく、水平的な冷水の波及によって平均水温が低下している時期があることがわかった。これらの結果から、若狭湾の成層構造の形成には海面を通しての熱輸送だけではなく、表層付近の対馬暖流由来の暖水波及による加熱の強さや、下層からの冷水の波及による冷却の大きさも重要な影響を果たしていることが示唆された。

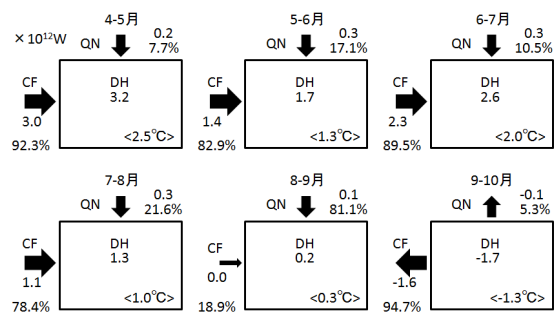


図4 若狭湾の熱収支モデルの計算結果の例

現地観測は定置網近傍で行われていた。したがって、定置網漁場においても上層で暖水波及があるだけでなく、下層では冷水の波及があることが明らかになった。漁業者は、ときおり上層は穏やかなのに、下層の流れが強く、網を引き上げることができないことがあることを経験的に知っている。このことは、上層と下層では異なった海水や流れが発生することを示唆しており、上層のみならず下層の環境が漁業の操業に対しても影響を与えていることが推察された。また、魚種によっては上層の水温ではなく、下層の水温の応答するように漁獲されるものがあることから、下層の海況変化は生態系にも影響を与えているのかもしれない。また、調査船や観測地点で採取した栄養塩濃度や微生物データは、大きく場所や時間によって変化しており、陸棚域から岸近くにかけての水塊構造の時間空間変化は沿岸域の物理環境のみならず、栄養塩や生態系にも影響を与えている可能性が示唆された。水塊構造の変化と栄養塩、生態系の関わりについては、今回の結果を契機にして更に詳しく調べる必要がある。

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 1 件)

- ① Takahashi R., Kaneda A., Heat budget of Wakasa Bay, Proceedings of 14th International Symposium on the Efficient Application and Preservation of Marine Biological Resources, 査読無, 2013, 42-43.

〔学会発表〕(計 5 件)

- ① 兼田淳史・藤田峻輔・瀬戸久武、若狭湾およびその周辺海域における水温、塩分構造の季節変動特性、日本海洋学会春季大会、2011年3月24日、東京
- ② 兼田淳史・鮎川航太、2010年9月に若狭湾東部で発生した定置漁業被害時の海況、日本海洋学会秋季大会、2011年9月28日、福岡
- ③ 兼田淳史・高橋竜太・都築純・鮎川航太、若狭湾の渦流の基本特性と定置網漁場に与える影響、日本海研究集会、2012年3月21日、福井
- ④ 高橋竜太・兼田淳史・高尾祥丈・北川雅士・稲垣雅衣、日本海におけるラビリントチュラ類の分布、日本海洋学会春季大会、2012年3月27日、茨城
- ⑤ 高橋竜太・兼田淳史・鮎川航太、若狭湾の熱収支(Ⅱ)、日本海洋学会秋季大会、2012年9月15日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

兼田 淳史 (KANEDA ATSUSHI)
福井県立大学・海洋生物資源学部・准教授
研究者番号：70304649

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし