

研究課題名 若狭湾における一次生産過程に関する研究

兼田 淳史 (福井県立大学)
高山 勝巳 (九州大学)
森本 昭彦 (愛媛大学)

1. 研究の経緯および目的

日本海沿岸域では一次生産過程に関する知見が不足している。本研究課題では日本海では代表的な大型湾の若狭湾をモデルケースとし、その一次生産過程の解明を目的として実施した。この課題は昨年度から取り組み、初年度の研究として福井県立大学が所有する調査船を利用した物理及び栄養塩、クロロフィルのデータ解析を中心として実施した。その結果、若狭湾には対馬暖流水、長江の影響を受けた海水、日本海固有水と呼ばれる低温水などが季節によって分布域を変化させながら存在していること、そして夏季には若狭湾底層で栄養塩濃度が比較的高い高塩分水が一時的に流入して一次生産を高めている可能性があること、さらに湾口付近の流れの解析から若狭湾の高塩分水（高栄養塩水）の波及には湾口付近の渦構造の通過が関わっている可能性を指摘した。

当海域に限らず、一般的に縁辺海やそれに隣接する内湾の一次生産過程では、底層に豊富にある栄養塩を有効層にくみ上げる渦が重要な役割を果たすことが多い。2年目にあたる今年度は若狭湾に形成される渦に着目し、その形成過程や移動、湾内の水温、塩分の分布変化との関連性について、係留観測のデータと高解像度沿岸海況モデルのシミュレーション結果を利用して検討した。

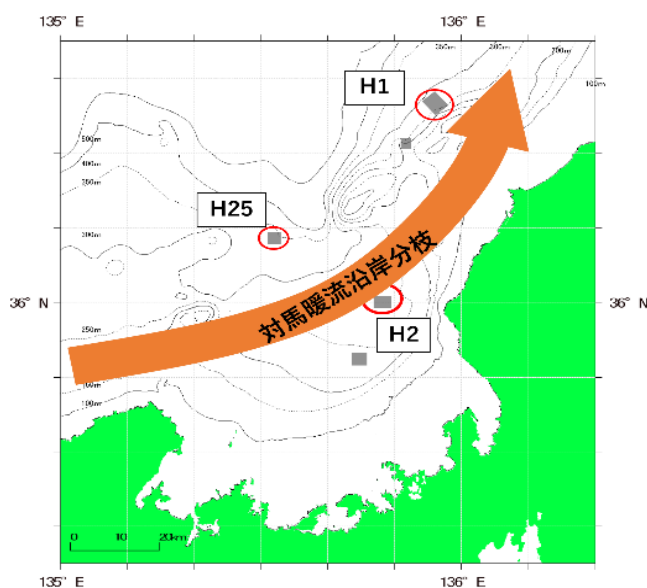


図1 若狭湾と観測地点

2. 研究内容

データおよび方法

若狭湾およびその縁辺海においては渦が形成されることが明らかになっているものの、その発生から消滅までの詳しい過程については十分な知見がない。今年度は以下に述べる湾口付近の係留観測のデータとシミュレーションの結果を利用し、渦の構造に着目して分析を進めた。

福井県水産試験場は若狭湾の湾口の3測点で海底設置型 ADCP (超音波多層流向流速計) を用いた係留観測を実施している。福井県水産試験場が所有する観測結果の資料を用い、流れの特徴を把握した(図2参照)。また、観測データのみでは局所的な流れしか把握できないため、九州大学応用力学研究所が日本海沿岸域を対象として開発した高解像度海況予報モデル(DREAMS_C)の計算結果を分析した(図3参照)。解析期間は2017年3月から2020年10月までとし、分析にあたりシミュレーション結果と観測結果を比較し、精度よく流れを再現していた期間のみを用いることにした。

3. 研究成果の概要

高解像度沿岸海況予報モデルのシミュレーション結果を利用して図3に示したような渦の発生時期を抽出し、それらの時空間変動や発生時期による特性の違いに注目して分析を行った。渦はもともと流れの不安定によ

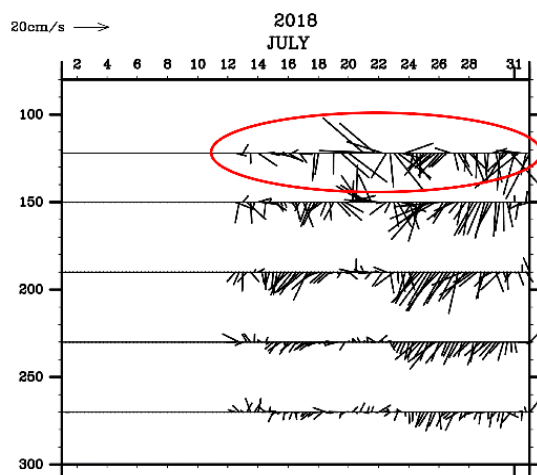


図2 観測データの例. 2018年7月の流速スティックダイアグラム(観測点: 越前沖、H2)

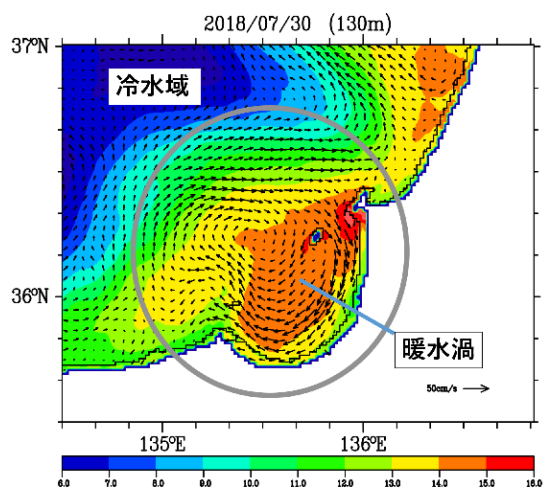
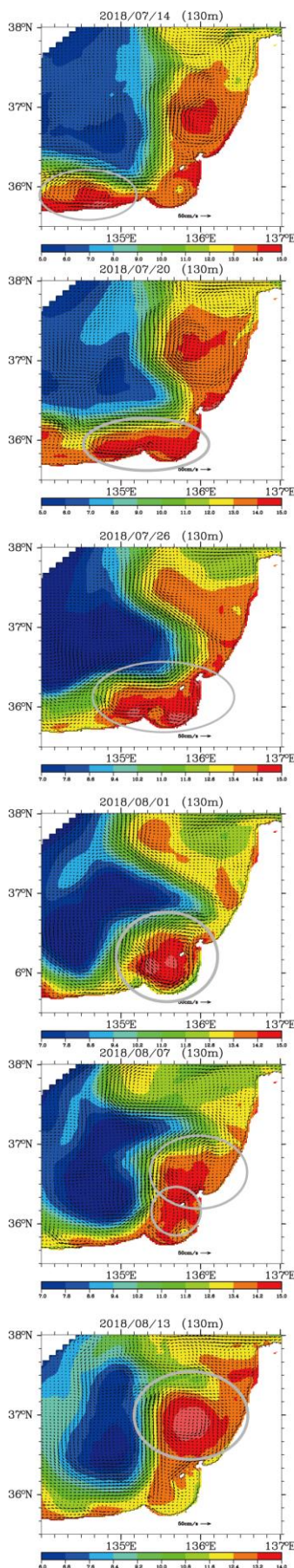


図3 DREAMS_Cによる流れの水平分布図の例(水深130m, 2018年7月30日)の計算結果).



って形成されることから、渦の時間変化は多岐にわたっていたが、山陰沖で形成された渦が東進することによって若狭湾に到達していた事例が多かった。

その一例として、図4には2018年7月中旬から約1ヶ月間にわたる流況の変化を6日おきに示した。暖水渦（周辺よりも暖かい時計回りの流れの渦、図2を参照）の動きに注目すると、7月14日に山陰沖に形成された暖水渦は日を追うごとに東進し、半月後の8月1日には若狭湾に到達して湾内では高温で反時計回りの流れが形成された。その後、渦は海底地形に沿うように北の方向へと進路を変え、8月中旬には能登半島西岸へと移動した。この1ヶ月間の若狭湾内の水温や流れに注目すると、暖水渦の移動に伴い湾内では水温や流れが大きく変化したことがわかる。また、図は省略するがこの期間の水温、塩分の鉛直断面図をみると、渦の移動にともない躍層面が上下に移動していたことから、この動きは若狭湾内の栄養塩輸送や一次生産に関係していた可能性は高い。また、このような移動パターンの他に、越前岬より北方から暖水渦の一部が南下することで発生するケースや若狭湾内や玄達瀬、越前岬の影響を受けて局所的に渦が発生していたケースも確認され、渦にも複数の発生、移動要因があることが示唆された。

渦の移動距離、移動速度、存在期間について調べたところ季節による違いがみられた。その概要を述べると、夏季（7-9月）の暖水渦は山陰沖ま

←図4. 2018年7月14日から8月13日まで6日おきのシミュレーション結果（海面下130m層）。図中の○は暖水渦の位置を示している。

たはそれ以西で発生することが多く、この時の移動速度は平均 5.9km/日であった。また、暖水渦の発生から消滅までの日数は、平均して 47.5 日と長期間に及んでいた。夏季以外の暖水渦は若狭湾内で発生・消滅する傾向がみられ、この時の移動速度は平均 1.6km/日と夏に比べて小さく、渦の存在期間も短い傾向であった。

若狭湾の沖合には冷水域が存在することが知られており、山陰若狭沖冷水と呼ばれている。その冷水域の形状や接岸状況は時期によって異なっており、その状況によって夏季の暖水渦の発生状況は変化していた。夏季のなかで最も冷水域が接岸していた 2018 年の場合、冷水域との境界域に強い流れが発生し（図 5 右）、その内側には渦が発生して下流方向へ移動するが多かった（例えば図 4）。それに対して、冷水域が若狭湾から離れていた 2017 年は比較的岸近くの流れが弱く、2018 年に比べ渦の規模や流れが小さくなっており、渦は能登半島に到達するまでに消滅していた。このような違いは流れのみならず、岸近くの一次生産にも影響を与えていると推察された。

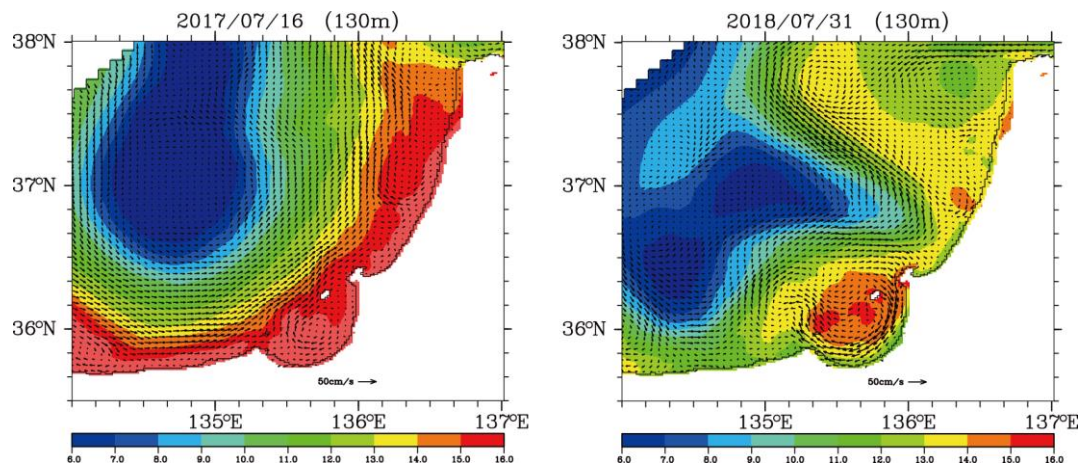


図 5. 冷水域が遠く離れた時期(2017 年 7 月)と冷水域が近い時期(2018 年 7 月)の海況の違い。

4. 今後の課題

低次生態系モデルを作成し、今回得られた渦の知見なども踏まえたうえで若狭湾の一次生産について定量的に評価する必要がある。