

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)
本間 駿 (福井県立大学)
森本 昭彦 (愛媛大学)

1. 研究の目的および背景

日本海の沿岸では、季節によってさまざまな水塊がその分布域を変化させながら存在する。たとえば、黒潮の影響を受けた対馬暖流水や長江由来水の影響を強く受けた低塩分水の波及、日本の河川水の流量変動、日本海固有水と呼ばれる底層水の上昇および下降など、時期によってさまざまな水塊は分布域を変化させながら存在するのである。

このような複数の水塊が作り出す日本海特有の物理環境は、日本海の沿岸域の栄養塩輸送や生物生産の仕組みに関連している。例えば、夏期の日本海の塩分鉛直分布は亜表層に極大を持つ構造をとり (小川, 1974)、その高塩分水の海水は対馬海峡を通過して日本海へ流入していることや、その黒潮系水由来の高塩分水層付近では栄養塩濃度が高いことがあげられる (例えば Kodama et al., 2015; Shibano et al., 2019)。

このような既往の知見から、若狭湾の一次生産過程においては、高塩分層をはじめとする水塊構造や物理現象が関わっていると推察されるが詳しく調べられたことはない。本研究は日本海沿岸の若狭湾をモデルケースとして、福井県立大学が所有する同海域の物理、栄養塩、クロロフィルの観測データと、愛媛大学沿岸環境科学研究センター・九州大学応用力学研究所が進めてきた数値モデルの知見と経験を用いて、未解明な点の多い若狭湾の一次生産過程の解明を目的とする。

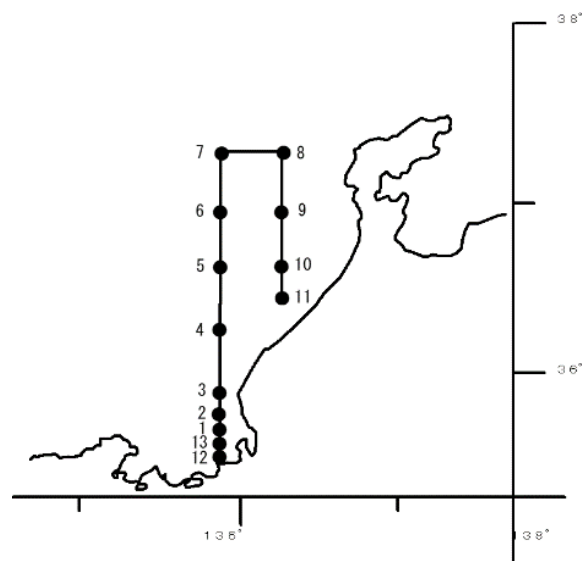


図1 若狭湾と観測点

2. 研究内容

データおよび方法

福井県水産試験場が毎月行っている定線観測 (Fig.1 参照) によって観測された 2001–2018 年の CTD とクロロフィル蛍光強度センサーのデータを用い (2001~2015 年は採水によるクロロフィル分析が行われていない)、若狭湾とその沖合海域の一次生産の季節変動を分析した。また、2016 年 6 月から 2018 年 11 月にかけて福井県立大学の研究グループは同じ観測地点で多層採水による観測を実施し、硝酸塩、亜硝酸塩、アンモニウム塩、リン酸塩、ケイ酸塩 (2017 年 8 月以降)、クロロフィル濃度のデータを得た。これらのデータも分析データに加えた。

観測データの分析結果に基づき、Hirose et al. (2016) によって作成された日本海沿岸域高解像度予報モデル DREAMS_C (以下 DR_C) によるシミュレーション結果を用い、若狭湾の栄養塩輸送および一次生産に関連性の強い物理現象について考察した。

3. 研究成果の概要

研究成果の一例として、夏期の分析結果の概要を示す。長年の観測データを整理したところ、夏期には若狭湾内底層に沖合から低温・高塩分水が進入している時期と進入していない時期があり、その違いが水温、塩分構造のみならず、栄養塩やクロロフィル濃度の分布にも大きな影響を与えていることがわかった。

図 2 には、図 1 の観測地点で 2017 年 7 月 31 日に実施した観測結果として、ポテンシャル水温、塩分、それぞれの 2001-2018 年の平均値との偏差、ケイ酸およびクロロフィル濃度の分布図を示している。この観測結果は、若狭湾に「低温・高塩分水が進入していた時期」の一例である。図 2 上段の水温と塩分の断面図を見ると、表層は高温低塩分水が存在するが、底層には低温で高塩分水の海水が存在していたことがわかる。また、図 2 中段には平年からの偏差を示しており、この時期は例年よりも若狭湾内の底層で低温、高塩化が進んでいたことを示している。次に、図 2 下段の栄養塩の鉛直分布をみると、高塩分水層の栄養塩濃度が高いという Kodama et al.

(2015)が指摘した日本海特有の構造を示し、若狭湾内では低温・高塩分水層の上でクロロフィル量が多くなっていた(図2下段)。この結果は、低温高塩分水の若狭湾への進入は若狭湾の夏期の一次生産を左右する現象であることを示唆している。

この観測データの分析結果を踏まえ、DR_Cのシミュレーション結果を用いて若狭湾内への低温・高塩分水の進入過程について検討した。検討結果の例として、上に示した観測日(2017年7月31日)頃に若狭湾内底層で水温が一時的に低下した時期のシミュレーション結果を示す。

図3(a)は、若狭湾湾奥の測点12(図1参照)における水温変動のシミュレーション結果で、7月末から若狭湾内の水温はゆるやかに低下していた

ことがわかる。そして、図3(b)、(c)には8月7日の海面下50mの水平分布図と図1と同じ経度の断面図を示している。若狭湾湾奥底層で低温高塩分化が進行したとき若狭湾の湾口付近では時計回りの渦が通過し(図3(b))、その時期に若狭湾内へ低温高塩分水が波及するような構造は強化されていた(図3(c))。詳細なプロセスや力学は今後の課題ではあるものの、若狭湾奥方向への低温高塩分水の波及には湾口付近の渦の通過が関

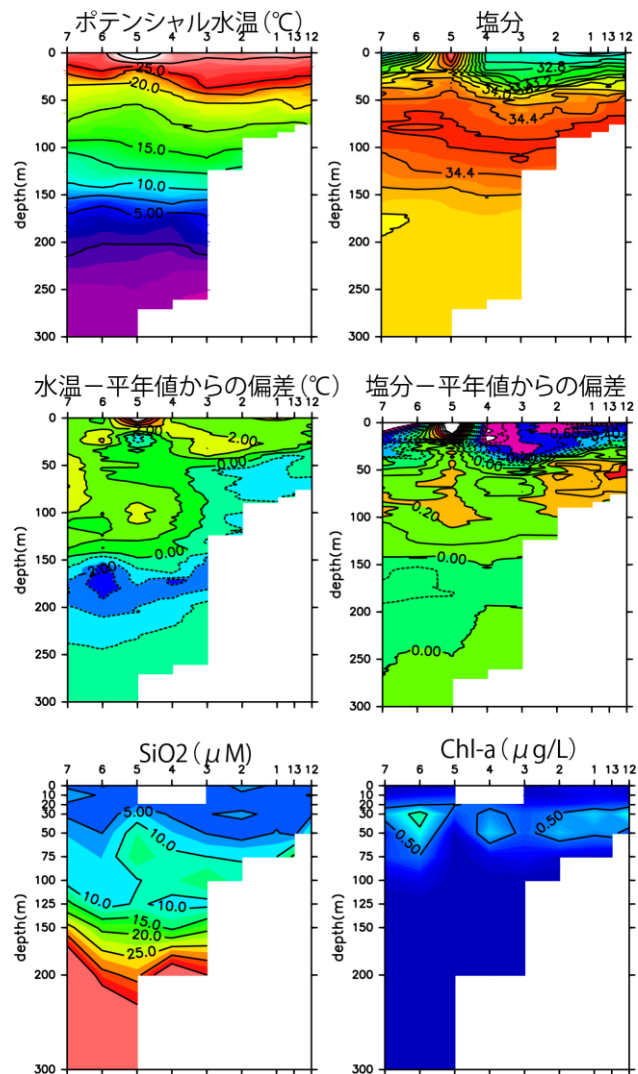


図2: 例年よりも若狭湾の底層が低温高塩分化していたときの観測結果の例

(観測日は2017年7月31日),

上段: ポテンシャル水温、塩分、
中段: 水温と塩分の平年値(2001-18年の平均値)からの偏差、
下段: ケイ酸、クロロフィル濃度.

係しているものと推察された。

今後は陸棚域での観測を充実させ、湾口から湾奥にかけての流れの実態を把握するとともに、生態系モデルなどを利用して定量的に生物生産のメカニズムを明らかにすることや、夏期以外の一次生産プロセスの検討も進めることが望まれる。

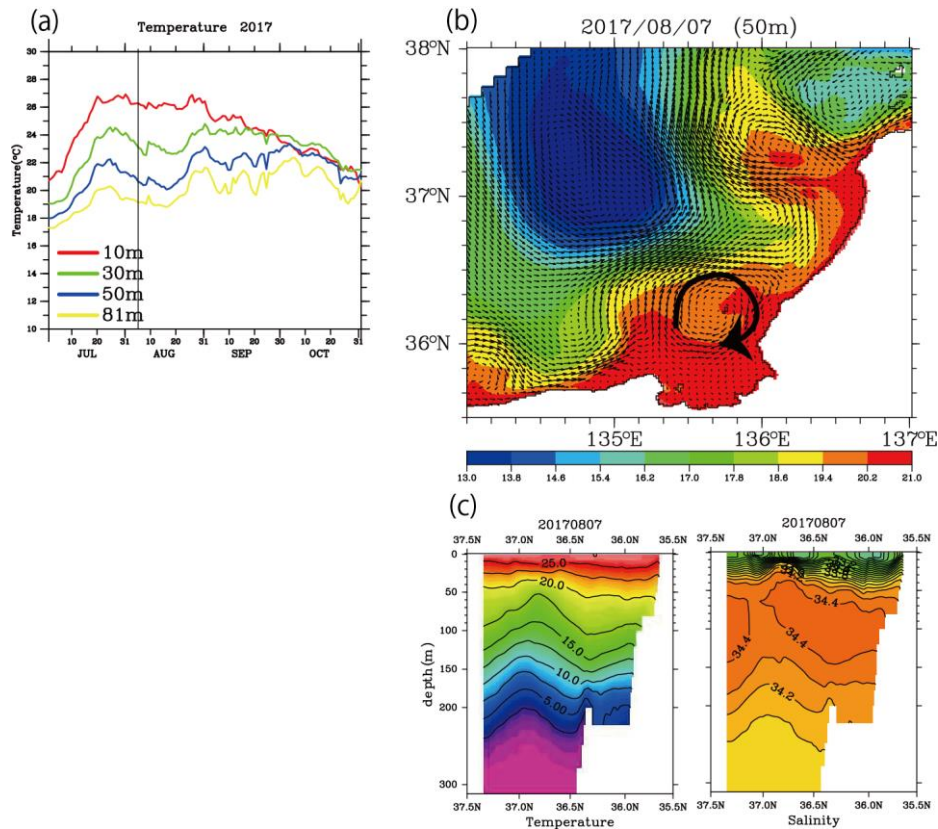


図 3：若狭湾およびその周辺の DR_C のシミュレーション結果，(a)若狭湾湾奥（図 1 の測点 12）における 2017 年 7～10 月の水温の時系列．7 月後半から 8 月中旬にかけて底層水温は次第に低下した。(b)水温が低下しつつある 8 月 7 日の海面下 50m 層の水平流況図と水温分布の結果と(c) 図 1 の観測ラインにおける水温と塩分の鉛直分布の結果。

4. 成果発表

若狭湾からその沖合域の高塩分水層の特性，本間駿・大西徹・兼田淳史・杉本亮・片岡剛，2020 年度水産海洋学会研究発表集会，