

# 平成 30 年度日本海学研究グループ報告書

## 日本海における大気と海洋の物質循環

野口 忠輝 (富山大学大学院 理工学研究部 生物圏環境科学専攻)  
佐々木 睦月 (富山大学大学院 理工学研究部 生物圏環境科学専攻)

### 1. はじめに

日本海は半閉鎖的な縁辺海で、ウラジオストック沖で冬季季節風により表層海水が沈み込むことが知られている (Sudo, 1986)。地球温暖化が原因とされる 100 年間の海面水温の上昇率は北半球の平均では約  $0.5^{\circ}\text{C}$  に対し、日本海は約  $1.5^{\circ}\text{C}$  と非常に高いことが報告されている (気象庁)。表層海水温が上昇することによって表層海水の沈み込みが弱まり、日本海深層 (300m 以深) の溶存酸素が年々減少傾向にあると考えられている (Gamo, 2011)。一方、風によって運ばれる大陸由来のエアロゾル (黄砂など) が太平洋において海洋表層の生物生産を増加させる役割を持つことが確認されている。大気による物質輸送を考えた場合、日本海は大気由来物質の起源である中国大陸とその終点である太平洋の中継地点にあたる。太平洋では大気由来物質と海洋基礎生産の関係が明らかとなっている。日本海は中国大陸と日本列島に挟まれ、日本海に流入する物質は対馬海峡を經由する海水流入の他、大陸由来大気降下物質も無視できない。本研究では以下の 2 つの観点から日本海の物質循環を捉えることを目的とした。

①希土類元素を用いた日本海循環像の把握 (前年の研究事業継続)

②大気由来物質と海洋表層基礎生産に着目した大気と海洋との物質輸送と影響の評価

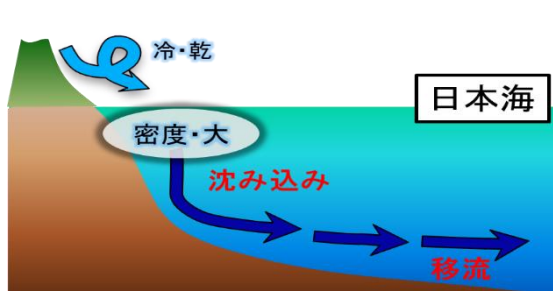


図 1. 沈み込みのメカニズム



図 2. 日本海の春層海流図と沈み込み

### 2. 航海情報と試料採集

・希土類元素

長崎丸航海 (NN4 2018 年 5 月 観測地点: PM5) によって得られた物理センサーデータ (水温、塩分、溶存酸素など) とニスギン採水器によって採取された海水試料を富山大学に持ち帰り、実験室にて溶存酸素、希土類元素を測定した。過去の観測 (2010 年白鳳丸航海 KH-10-02 観測地点: CR34,

CR41, CR47, CR58) で得られた海水試料についても同様に溶存酸素、希土類元素を測定した。

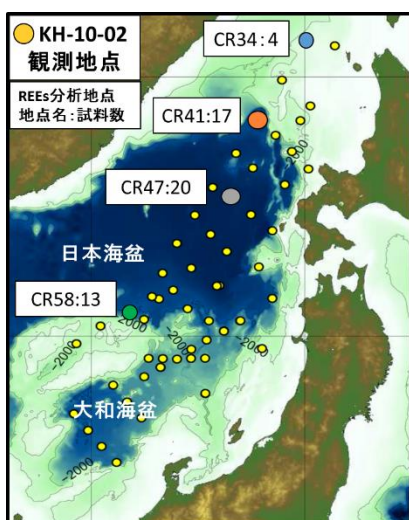


図 3. KH10-02 観測地点

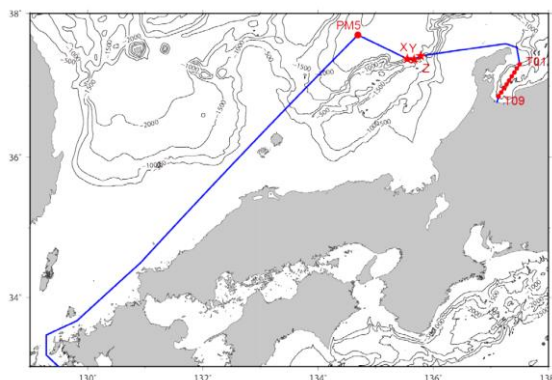


図 4. NN4 観測地点

#### ・ 大気試料、海洋生産

長崎丸航海 (NN4 2018 年 5 月) において航走中に一定の間隔で表層海水をポンプでくみ上げ、船上でろ過、抽出を行って海洋生物生産の指標となるクロロフィル試料とした。また、航走中にハイボリュームエアサンプラーを用いて空気を吸入し、フィルター上にエアロゾルを捕集した。

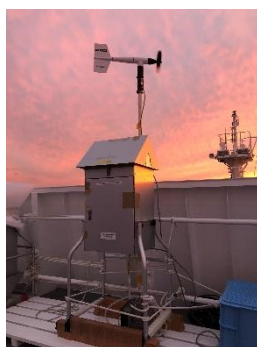


図 5. エアサンプラー



図 6. クロロフィル濾過

### 3. 方法および結果と考察

#### ・ 希土類元素を用いた循環詳細把握

希土類元素 (Rare Earth Element : REE) は周期表の第 3 族に属する La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu の 15 元素である。海水中の希土類元素の濃度パターンは水塊の違いによって大きく異なるため、水塊の起源やトレーサーとして非常に有用である。そこで本研究でも希土類元素パターンを作成し、日本海の循環像の評価を行った。

ウラジオストック沖の沈み込みによって日本海の深層にどのくらいの表層水が供給されているのか調べるために、希土類元素濃度を用いて表層水と日本海深層水の混合比を計算した。日本海の深層は水温や塩分の違いから、主に3つのタイプ「Ⅰ：水深200～400m, Ⅱ：600～1000m, Ⅲ：2000m～」に分類されるため（Hatta and Zhang, 2006）、これら3つのタイプの混合比を求めた。

大和海盆深層(2000m<sup>~</sup>)における沈み込み水（表層水）の割合はかなり少なく、日本海盆深層(2000m<sup>~</sup>)における沈み込み水割合より低いことが示唆された。溶存酸素濃度も、大和海盆深層は日本海盆深層よりも低く、溶存酸素を多く含む沈み込み水の割合が少ないという希土類元素濃度と同様の結果を示した。このことから、2018年において大和海盆深層には沈み込み水が流入していない可能性がある。これは地球温暖化による海洋の温度上昇によって沈み込み水が減少しており、その影響が日本海深層全体にあらわれている可能性が考えられた。

今年度は、大気による物資輸送を考えた場合の末端に当たる太平洋側の影響を先に調べた。太平洋上における大気由来栄養塩の沈降量と海洋表層クロロフィルa濃度に有意な正の相関をみることができ、両者の関係性が明らかとなった。日本海では航走中、連続的にエアロゾルを捕集したことによって、陸由来の影響を受けているものと、海塩の影響を受けているものの区別することができ、日本海においてもそれぞれの影響と表層海洋基礎生産との関連が明らかとなった。これにより、中国大陸を起点とする日本海から太平洋にかけての大気による物質輸送と海洋への影響を評価することができた。

#### 4. まとめ・今後の予定

本研究の結果と今後の展望を以下に示す。

大和海盆深層における沈み込み水（表層水）の割合はかなり少なく、日本海盆深層より低いことが示唆され、2018年において大和海盆深層に沈み込み水が流入していない可能性がある。これは日本海深層全体において沈み込み水供給の減少が起こっている可能性があり、今後は水産分野も視野に入れつつ大和海盆深層における表層水供給割合の経年変化やその影響などを調査していく。

縁辺海は外洋よりも大気による物質の流入が大きく、海洋の物質循環の観点からも無視できない。しかしながら観測の実績が少ないのが現状であり、これから観測体制を強化して経年変化や季節変化を捉えらえることを期待する。

## 5. 学会発表

佐々木睦月・張勁・堀川恵司, 希土類元素による西部北太平洋の水塊構造解析, 日本地球惑星科学連合 2018 年大会 (ポスター発表)

野口忠輝・張勁, Influence of Atmospheric Nutrient Deposition and Phytoplankton Species Composition in the Western North Pacific Subtropical Area in Winter, SOLAS Open Science Conference 2019 (ポスター発表)