

溶存酸素と希土類元素からみた日本海の水塊構造とその変動 ～ 新生底層水と日本海深層循環 ～

八田真理子

はじめに

日本海は、独自の深層循環を持つため、世界海洋大循環のミニチュア版として考えることができる。それに関連する研究は、海洋大循環の変動を予測する上で極めて重要である。1998 年の日本海観測において、近年の地球温暖化の影響を受け、表層海水の沈み込みによる移流深度が浅くなる傾向が見られた(藤原,1999)。しかし、2001 年 1 月下旬～2 月上旬に、急激な気温低下により、ウラジオストック沖に大規模な新生底層水(NBW: New Bottom Water)形成(Fig.1)が報告された(Senju et al.,2002)。そこで、本研究では、水塊構造を明らかにする上で有力なトレーサーである溶存酸素と希土類元素濃度を用いて、この新生底層水の分布・移流状況を把握するための観測を行った。

試料の採取および分析

海水試料は、2001 年 9 月 27 日から 10 月 3 日に東京大学海洋研究所研究船「淡青丸」KT01-15 次航海において、CTD ロゼットニスキン採水器を用いて採取した。溶存酸素は船上においてウィンクラー法で分析した。また、希土類元素測定用海水試料は、孔径 $0.1\mu\text{m}$ のメンブランフィルターを用いて濾過し、pH を 2 以下に調整して研究室に持ち帰った。希土類元素とイットリウムは、クリーンルーム内において、溶媒抽出-逆抽出法で濃縮分離し、高周波誘導結合プラズマ質量分析計(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer, ICP-MS)を用いて測定した。また、栄養塩($\text{SiO}_2 \cdot \text{PO}_4 \cdot \text{NO}_2 \cdot \text{NO}_3$)をオートアナライザーにより測定し、CTD データを補正するために、塩分を AOTOSAL によって測定した。

結果及び考察

観測(Fig.1)は、日本海盆において Stn.2・Stn.3・Stn.4 の 3 地点(2001 年)、CM18・CM12 の 2 地点(1998)、日本海盆北部 1 地点(CM10, 1998)、さらに大和海盆において 1 地点

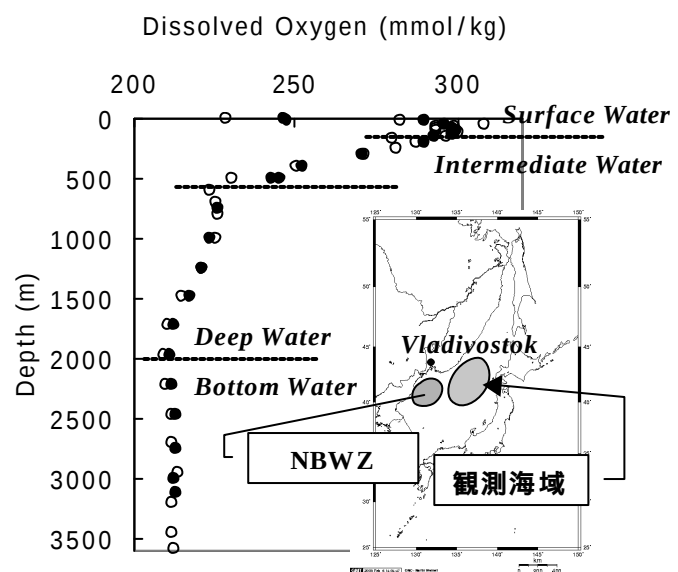


Fig.1 観測海域と溶存酸素鉛直分布図

● 2001 年 ○ 1998 年 NBWZ: New Bottom Water Zone

(CM20, 1998)で行われた。このうち、1998 年のデータは、白鳳丸 KH98-3 次航海における観測結果である。

まず、Fig. 1 は 2001 年の日本海盆における溶存酸素の鉛直分布を現し、日本海盆の水塊構造は、表層水・中層水・深層水・底層水に分けることができた。2001 年と 1998 年の底層水溶存酸素の濃度を比較してみると、その変動はほとんどないことが分かった。つまり、溶存酸素濃度を用いて短期間における底層水の微少な変化を評価することは

困難である。そこで、より微細な変動を知ることのできる海水中希土類元素濃度を用いた。一般的に希土類元素は表層で濃度が低く、深層になるにつれて濃度が増加する。しかし、Stn.3(日本海盆中央)では、水深 2500m 以深において希土類元素濃度の急激な減少が確認された。つまり、深層に希土類元素濃度の低い水塊の混入が示唆された。また、希土類元素は化学的性質が類似しており、自然界における地球化学的挙動は原子番号によって規則的に変化する。さらにイオン半径の類似した希土類元素濃度比は、それぞれの水塊を特徴づけるトレーサーとして用いることができる。Fig.2 は、イットリウム Y(イオン半径 0.900)とホルミウム Ho(イオン半径 0.901)の濃度比の鉛直分布を示した。Y/Ho 比は深度によって値が異なり、Stn.3 に存在する 2500m 以深の水塊は、明らかにそれ以浅のものとは異なることが分かった。また、Stn.2(Stn.3 の北部)の Y/Ho 比は 1998 年と類似するが、Stn.3 と異なることから、Stn.2 の 2500m 以深の水塊は Stn.3 とは違うものであると考えられる。そこで、日本海に存在する底層流と日本海盆中央が窪地の地形をしていることを考慮すると、ウラジオストック沖で形成された新生底層水の移流は、Stn.3 のみと考えられる。

結果として、2001 年 4 月に観測された新生底層水は、ウラジオストック沖において、日本海盆に移流していると推測できた。しかし、その混合割合は、Kim(2002)のものと類似していることから、過去(1950 年以前)に日本海に沈みこむ表層水量のわずか 0.03%であることが分かった。つまり、日本海底層水は、沈み込みによる新生底層水移流量の低下に伴い、停滞していることが示唆される。これは、溶存酸素の減少を招き、さらに日本海底層水は、地殻熱流量の影響を、より敏感に受けると考えられる。そこで、日本海底層水は、今後、溶存酸素が低くなり、深層水と混合することによってかなり短時間で無酸素状態になるだろう。

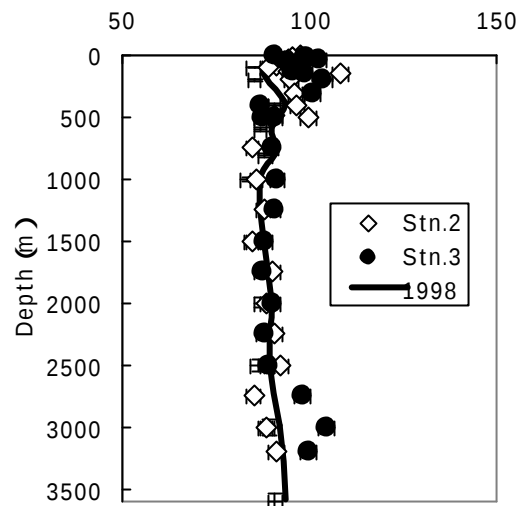


Fig.2 Y/Ho モル濃度比の鉛直分布