

複数の放射性核種を用いた日本海における物質循環解明

中野佑介¹・井上睦夫¹・皆川昌幸²・濱島靖典¹・山本政儀¹

¹〒923-1224 石川県能美市 金沢大学 LLRL, K-INET

²〒236-8648 神奈川県横浜市 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所

Y. Nakano, M. Inoue, M. Minakawa, Y. Hamajima and M. Yamamoto: Implications for geochemical cycles within the Sea of Japan using multiple radionuclide

<はじめに>

¹³⁷Cs (30 年), ²²⁶Ra (1600 年), ²²⁸Ra (5.75 年) および ²²⁸Th (1.91 年) といった海水中に微量に存在する天然および人工放射性核種は、古くから海洋化学の分野で重要な役割を果たしてきた。ラジウム同位体は主に沿岸堆積物からの溶出によりもたらされる。²²⁶Ra は水塊の水平輸送あるいは深層水の流動トレーサーとして、²²⁸Ra は沿岸堆積物もしくは大陸棚浅層水の影響を見積もるトレーサーとして利用されてきた。¹³⁷Cs は核実験由来のフォールアウト核種であり、溶存核種であることから、水塊の移動を探るトレーサーとして利用される。²²⁸Ra の娘核種である ²²⁸Th は溶存性であるラジウム同位体とは異なり、粒子と強く反応する性質をもち、沈降粒子と共に深層水にもたらされる。そのため、²²⁸Th は海水中における粒子物質の挙動を見積もるトレーサーとしての利用が期待される。しかし、これらの核種はその有用性にもかかわらず、非常に低濃度であることから、通常のγ線測定では 500-1000 L もの海水試料を必要とする。そのため、海洋における、これらの核種の時間的にも空間的にも十分なデータの蓄積は無い。当研究室では、ラジウム同位体、¹³⁷Cs については尾小屋地下測定施設を利用した低バックグラウンドγ線測定法を採用し、少量 (~20 L) の海水試料を用いた測定が可能である。

本研究では、これまでの測定法を改良し、トリウム同位体の測定も同時に行なう。この測定法を日本海海水試料に適用し、これらの核種がもたらす水塊の移動あるいは粒子物質輸送のメカニズムに関する知見を得ることを目的とした。

<海水試料採取および実験>

ラジウム同位体から黒潮・東シナ海大陸棚水混合の季節変動のメカニズムを明らかにするために、対馬東水道 (TE) および九州西岸沖の 3 地点 (YK1; N 30°30' E 126°, YK2; N 31°45' E 127°15', YK3; N 31°45' E 128°45') で表層海水を各 20 L 採取した (Fig. 1)。採取は、TE で 2008 年の 1 ヶ月毎に、YK では 2, 4, 7, 10 月におこなった。また、日本海の代表的海域での ²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ¹³⁷Cs および ²²⁸Th の鉛直分布を求めるため、日本海盆 (YR1; N40°50', E138°00'; 3685 m depth, SY07; N41°02', E138°10'; 3700 m depth)、大和海盆 (YR5; N39°22', E136°30'; 2610 m depth)、大和堆 (SY06 および SY08A; N39°25', E135°40'; 367 m depth) および対馬海盆 (SY08B; N36°11', E132°20'; 1161 m depth) で海水 50-60 L を採取した。さらに、日本列島沿岸域 (HK, NI, IS, FKE, FKW, SM, SG; 65-475 m depth) において、表層海水と海底直上水で 30 試料 (各 20 L) 採取した。採取期間は 2005-2008 年の 7-8 月である。

採取した海水試料を濃硝酸で pH 1 に調製した後、リンモリブデン酸アンモニウム (AMP) を加え、¹³⁷Cs を AMP に吸着させた。これを回収、乾燥し、γ線測定用試料とした。次にバリウム担体を加え、BaSO₄ を生成させ、ラジウム同位体を共沈回収した。その後、鉄担体を加え、アンモニア水で pH 7 に調製し、Fe(OH)₃ を生成させ、トリウム同位体を共沈回収した。生成した BaSO₄, Fe(OH)₃ 沈殿を回収し、測定用試料とした。γ線測定は尾小屋地下測定施設の Ge 検出器を用いて行なった。核種回収後の海水試料の上澄み液にもう一度同様の

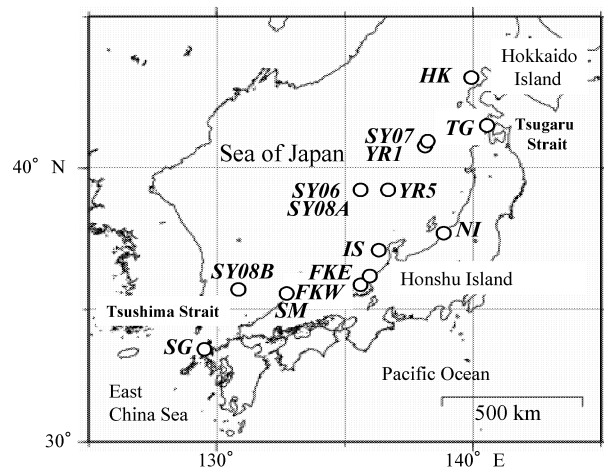


Fig. 1 Locations of sampling sites for seawater samples within the Sea of Japan

実験操作を行なう方法と、BaSO₄ と Fe₂O₃ の回収率を測定する方法で、目的核種の回収率を補正した(Ra: 77-91%, Th: 89-92%, ¹³⁷Cs: 97%)。

<結果>

東シナ海大陸側海水は、黒潮と比べ、著しく高い ²²⁸Ra 濃度を示すことが知られている。東シナ海では、九州から離れるにつれ、²²⁸Ra/²²⁶Ra 比が高く (YK1)、同一地点においては夏期ほど ²²⁸Ra/²²⁶Ra 比が高いという顕著な特徴がみられた。7月に²²⁸Raに富む大陸側海水が九州側 (YK2, YK3) に張り出す一方、2、4、10月には大陸側の (YK2以西の)²²⁸Raに富む海水が対馬海峡にもたらされると推測される。当施設の先の研究で日本海沿岸分枝の²²⁸Ra/²²⁶Ra比が初夏に最小、秋から冬に最大を示すことが報告されたが、これは各季節における大陸側海水の黒潮に対する混合比を反映していることが、明らかになった。

対馬海盆、大和堆、大和海盆、日本海盆における²²⁶Ra、²²⁸Ra、¹³⁷Csおよび²²⁸Th濃度の鉛直分布をFig. 2に示した。²²⁶Ra、²²⁸Ra濃度の鉛直分布は、各地点で類似した傾向がみられたが、例外的に対馬海盆の混合層において、²²⁸Ra濃度が他の海域よりも非常に高い値(約4 mBq/L)を示した。海水試料が採取された夏に²²⁸Ra濃度が非常に高い東シナ海大陸棚水が対馬海峡を通して対馬海盆表層に流れ込むためである。下部固有水におよぶ²²⁸Raの存在は海水の鉛直混合による直接的な輸送あるいは沈降粒子を介在させた輸送メカニズムを反映する。

下部固有水における¹³⁷Cs濃度の鉛直分布は混合層と同様に各海域ごとに大きな変動をみせた。これは海表面にもたらされてから約50年経過した現在でも、¹³⁷Csが水平、鉛直ともに均質化された状態には至っていないということである。

日本海南部(大和海盆、対馬海盆)の混合層海水における²²⁸Th濃度は日本海北部(日本海盆、大和堆)と比較すると低い値となった。これら日本海南部混合層は、北部に比べスカベンジの寄与が大きい、または非常に高い粒子フラックスをもつ東シナ海大陸棚浅層水を起源とする対馬沿岸分枝によって大部分が占められているためと考えられる。

本研究の一部は笹川科学研究助成によっておこなわれた。

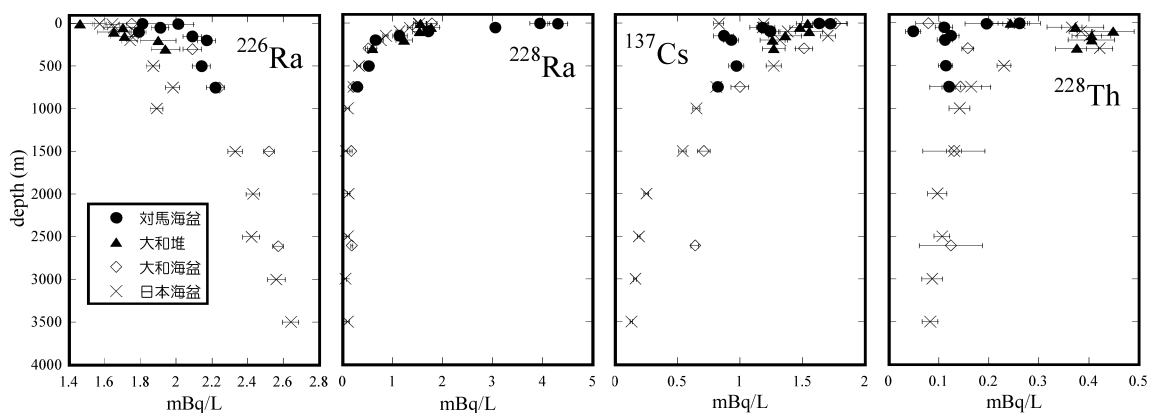


Fig. 2 Vertical profiles of ²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ¹³⁷Cs and ²²⁸Th activities of the Tsushima, Yamato and Japan Basin and Yamato Rise