

日本海表層における $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比の水平分布および季節変動

1. はじめに

今回は私(平成29年4月1日付入所)が大学学部、大学院修士課程と研究してきた内容についてご紹介いたします。

対馬暖流は東シナ海で大陸棚浅層海水と黒潮が混合し、対馬海峡を通過して本州沿岸を流れ津軽海峡や宗谷海峡から流出します。このことから対馬暖流は東シナ海からの物質輸送や日本海表層の物質循環に大きな影響を及ぼしています。本研究では東シナ海-日本海表層における物質循環を $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比と $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比から議論します。

2. ラジウム同位体

ラジウムは天然放射性核種であり、環境中には ^{226}Ra (半減期=1600年)、 ^{228}Ra (5.75年)、 ^{224}Ra (3.7日)および ^{223}Ra (11.4日)の4つの同位体が存在しています。主な供給源は沿岸の(1)河川水、(2)河川堆積物からの溶存、(3)陸成層の浸食による溶存、(4)海底湧出水および(5)外洋域です。海洋環境中では溶存性であるため、海水流動や鉛直混合の時間スケールと近い半減期の ^{226}Ra と ^{228}Ra は海水循環のトレーサーとして用いられています。東シナ海では大陸棚浅層海水の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比が約4と高く、黒潮の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比は0.1~0.4と低いためそれらが混合して対馬海峡から日本海に流入する対馬暖流の海水循環の指標として $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比が有効とされています(Nozaki et al., 1991)。

3. トリウム同位体

^{228}Th (1.91年)は ^{228}Ra の娘核種*であり、ラジウム同位体が一般的に溶存性であるのに対し、トリウム同位体は難溶性であり粒子反応性が高いため親核種である ^{228}Ra に比べ選択的に表層海水から粒子によって除去されます。そのため粒子濃度の高い水塊では $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比が低くなります。このことから ^{228}Th は海水中の粒子物質循環のトレーサーとして

用いられてきました。東シナ海表層では河川等を通じて陸起源の栄養塩が供給され生物生産性が比較的高く、土壌などの粒子状物質も供給されるため大陸棚浅層海水の粒子濃度は外洋に比べ高く、大陸棚浅層海水の寄与が大きくなると $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比が低く、外洋由来の黒潮の寄与が大きいと $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比は高くなる水平分布と季節変動が認められています(Inoue et al., 2012)。一方で、日本海表層における $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比の水平分布や季節変動は明らかではありません。

4. 東シナ海-日本海表層における6-7月の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比と $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比の水平分布

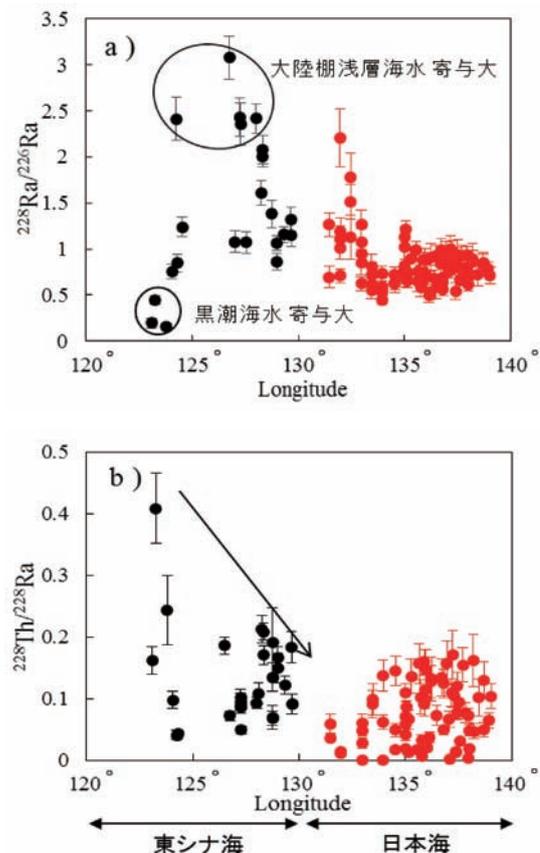


図1 a) 東シナ海-日本海表層における6-7月の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比の水平分布 b) 東シナ海-日本海表層における6-7月の $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比の水平分布

水平分布の海水試料は2008-2014年6-7月に東シナ海-日本海表層において約20L採取されました。

図1a, 1bにそれぞれ $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比と $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比の緯度ごとの分布を示します。東シナ海では $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比の高い大陸棚浅層海水と低い黒潮海水が日本海に近づくと混ざり放射能比は約1.0に近づきます。日本海表層は一部で $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比が高く大陸棚浅層海水の寄与が確認されていますが、ほとんどの地点ではほぼ同レベルであり、本州沿岸表層では均一な海水が対馬暖流として存在しています。東シナ海表層では ^{228}Th が粒子によって除去され $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比が減少することが確認できました。一方、日本海表層では $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比の変動幅は小さく、顕著な粒子による除去はみられません。しかし、 $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比の低い点もみられることから日本海表層でも粒子による除去が考えられます。

5. 日本海表層における $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比と $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比の季節変動

図2 a に示した2つの側線と1定点(隠岐の島沖)で2014年3月~2016年6月まで定期サンプリングによって観測した結果、日本海表層の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比は4~7月に上昇し、8~3月に減少する季節変動が認められ、これは東シナ海の季節変動と一致しています(Inoue et al., 2012)。 $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比の上昇する4~7月の日本海表層の $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比を $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比に対してプロットしたものを図2bに、減少する8~3月を図2cに示します。4~7月の $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比は東シナ海での大陸棚浅層海水の混合が増加するため粒子による除去を受け急激に減少する傾向がみられました。8~3月には $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比が低い大陸棚浅層海水に黒潮の寄与が徐々に大きくなっていくので $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比は徐々に上昇していく傾向がみられました。これらの $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比の傾向はInoue et al.(2012)で報告されている東シナ海表層の季節変動の傾向と一致していました。このことから日本海表層は東シナ海表層の $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比の季節変動を反映しているものと考えられます。

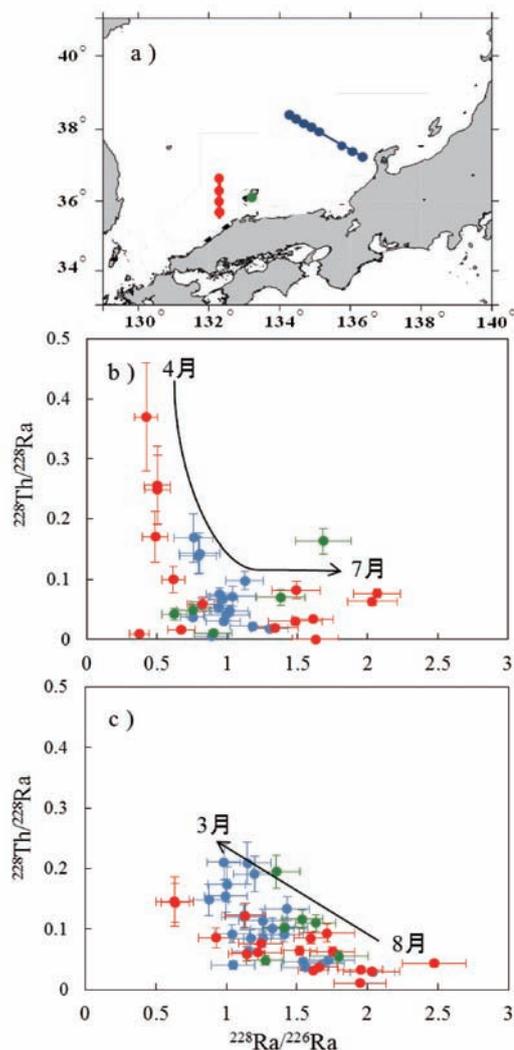


図2 a) 試料採取地点 b) 4~7月における $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比 vs. $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比 c) 8~3月における $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比 vs. $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比

引用文献

- Inoue, M. et al.(2012). *Geochemical Journal*, Vol. 46, 429-441.
 Nozaki, Y. et al. (1991). *Geochimica et Cosmochimica Acta* 55, 1265-1272.

(中央研究所 海洋環境グループ 城谷 勇陸)

※:放射性の核種が崩壊して生ずる、もとは異なる元素の核種。安定な核種になるまで、娘核種がさらに崩壊を繰り返すこともある(大辞林 第三版より)。