

鹿児島湾並びに島原湾海底堆積物における鉛 210 および  
 ウラン, トリウム等微量元素の分布と特徴  
 本多照幸\*・佐藤裕介\*\*

Distributions and characteristics of lead-210, thorium, uranium and other  
 trace elements in Kagoshima Bay and Shimabara Bay marine sediments  
 Teruyuki Honda\* and Yusuke Sato\*\*

\* 武蔵工業大学原子力研究所, Atomic Energy Research Laboratory, Musashi Institute of Technology  
 \*\*武蔵工業大学工学部, Faculty of Engineering, Musashi Institute of Technology

1. 緒言

沿岸海底堆積物は、河川、火山活動、大陸からの風送など様々な要因が反映されており、地球環境問題を考える上で極めて重要なものである。

本研究では、鹿児島湾および島原湾海底堆積物試料の含有元素並びに放射性核種を中性子放射化分析法等により定量し、それら元素、核種の深度分布等を求め、両海底堆積物における酸化還元環境や堆積起源などの堆積環境について解明することを目的とする。

2. 実験

2-1 試料

鹿児島湾および島原湾における海底堆積物コア試料は、水産庁中央水産研究所が重力式柱状採泥器を用いて採取したものであり、採取後、液体窒素で冷凍し、2cm ごとにスライスした。その後、室温で解凍し、沸騰しないようにしながら 105℃で乾燥させ、メノウ乳鉢で粉碎し、均一に混合したものを分析試料とした。試料採取データを表 1 に示す。

表 1 試料採取データ

試料採取地点	採取年月日	水深	層(1層:2cm)
鹿児島湾 31°27' N, 130°38' E	1991.7.15	221m	16
島原湾 32°41' N, 130°30' E	1988.1.28	33m	22

2-2 照射試料

超音波洗浄した試料をそれぞれ 10mg (PN30 秒照射用) と 30mg (TB20 分照射用) 秤り取り、ポリエチレン袋で二重に密封した。次に、各元素について原子吸光用の標準溶液を一定量マイクロピペットで計り取り、ろ紙に染み込ませてポリエチレン袋で二重に密封し、これを標準試料とした。また分析の精度・正確さを確認するために、日本地質調査所で作製された標準堆積物試料 (JLK - 1) を非破壊のまま一定量ポリエチレン袋に入れ、二重に密封した。

2-3 中性子照射

作製した照射試料、標準試料、標準堆積物試料を照射用のカプセルに入れ、日本原子力研究所の JRR - 4 にて、気送管および T パイプ (TB) による二通りの中性子照射を行った。表 2 に本研究で用いた中性子照射条件を示す。

2-4 γ線の測定

γ線の測定には、高純度 Ge 半導体検出器 (相

表 2 本研究における中性子照射条件およびγ線の測定条件

照射モード	原子炉出力	照射場所	照射時間	試料封入量	熱中性子束密度 [n/cm <sup>2</sup> ・sec]	冷却時間	測定時間	定量目的元素
TB20m	3.5MW	Tパイプ(TB)	20min	30mg	4.3 × 10 <sup>13</sup>	1week	1000sec	Na,Er,Sb,La,Nd,Sm,Tm,Yb,Lu,U Sc,Fe,Zn,Sb,Ce,Eu,Tb,Tm,Yb,Hf,Ta,Th
						1month	5000sec	
PN30s	350kW	気送管	30sec	10mg	3.2 × 10 <sup>12</sup>	6~7min	200sec	Al,Cl,Ti,V,Mn,Cu,Mo,Dy
						5hours	600sec	

対計数効率：19.8%，半値幅：1.332MeV において 1.79keV) および多チャンネル波高分析器 (SEIKO EG&G . MCA7700) を用いた。測定条件を表 2 に示す。

### 3. 結果

島原湾および鹿児島湾海底堆積物の鉛 210 堆積速度は、各々0.408，0.208 g/cm<sup>2</sup>/y であった。

また、中性子放射化分析により、sub ppm～%レベルの Sc, Mn, Fe, ランタノイド, Th, U 等を鹿児島湾試料で 22～24，島原湾試料で 18～22 元素定量することができた。

### 4. 考察

#### 4-1 鉛 210 堆積速度について

島原湾および鹿児島湾における鉛 210 堆積速度 (各々0.408，0.208 g/cm<sup>2</sup>/y) は、太平洋沿岸部の平均的な速度範囲 0.361 (0.047 - 0.702 g/cm<sup>2</sup>/y, n=15) にあり、日本海沿岸部 (0.091 (0.049 - 0.140) g/cm<sup>2</sup>/y, n=12) より高いことが確認された。

#### 4-2 Mn, Fe および Sb について

Mn および Fe は海底堆積物中の主要元素であり、酸化還元に敏感で、堆積環境を考える上で重

要な元素である。図 1 は各試料について、表層部の濃度に対する各層の濃度の比をとったものである。還元環境下において、Mn は+4 価、Fe は+3 価から、ともに海水に溶けやすい+2 価に還元される。還元された Mn 及び Fe は堆積物から間隙水に溶出し濃度が減少、酸化された場合は濃度が上昇することになる。

図 1 より、鹿児島湾試料では 1～2 層目にかけて Mn のみ比が大きく減少している。これは、Mn と Fe の標準電極電位の差による還元されやすさの違いから、Fe が還元されるには至らない比較的弱い還元環境にあったと考えられる。また、3 層目以降は両元素とも同様の挙動であり、酸化還元に対して同様の挙動を示しているものと思われる。一方、島原湾試料では挙動がほぼ同じであり、2，3 層目で表層との比が高く、強い酸化環境にあることが考えられる。しかし、4 層目では比が表層付近の値に近く、強い酸化環境は解消されたものと思われる。

鹿児島湾周辺には、桜島や開聞岳、韓国岳等、多数の火山が存在しており、特に桜島は、現在でも断続的に山頂噴火を起こしている。また、湾内には海底火山があり、タギリと呼ばれる激しい噴気活動が現在も続いている。Mn は火山灰の降下により堆積物の表層に濃集、固定されていくことや、Mn, Sb 等が熱水 (噴気) 活動によって供給されることがあると報告されている。鹿児島

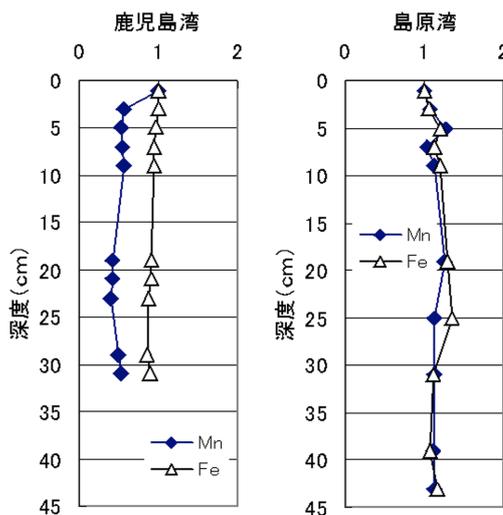


図 1 鹿児島湾および島原湾試料に含まれる Mn, Fe 含有量の表層との比 (表層=1.0)

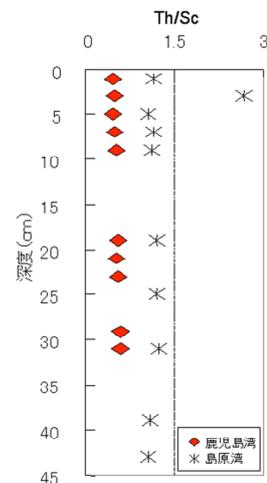


図 2 鹿児島湾および島原湾試料における Th/Sc 比

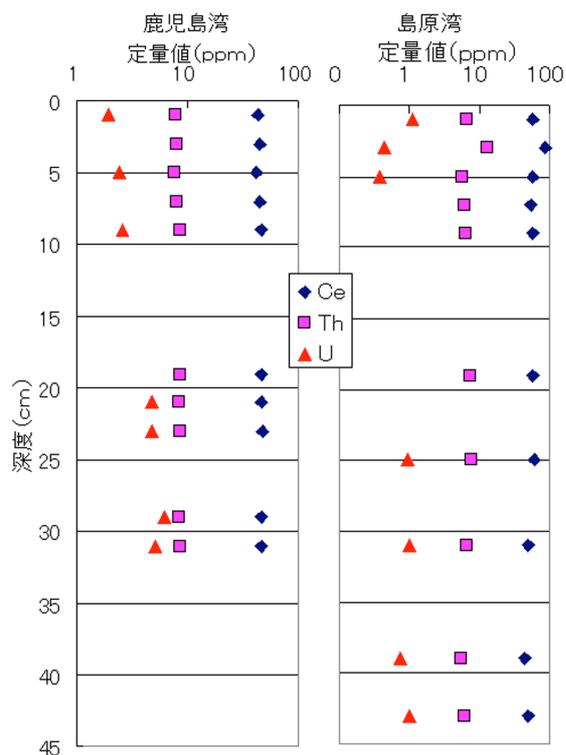


図3 鹿児島湾および島原湾試料における Ce, Th, U の深度分布

湾試料は島原湾試料に比べ、Mn 濃度が 3 ~ 9 倍、Sb 濃度が 3 ~ 5 倍高く、これら桜島の火山活動、海底の噴気活動のどちらか、あるいは両方と関係している可能性が高い。

#### 4-3 Th/Sc 比について

Th は一般に大陸の地殻を構成している花崗岩などに多く、日本のような島弧の地殻を構成する安山岩、玄武岩などでは少ない。それに対し、Sc は玄武岩などに多く含まれる。従って、Th/Sc 比は堆積物の起源が大陸なのか日本列島のような島弧なのかの指標となると考えられている。図 2 に、鹿児島湾および島原湾試料における Th/Sc 比を示す。図 2 より、鹿児島湾では 0.5 前後と、一般の日本沿岸部の堆積物といえるが、島原湾は 2 層目を除いて 1.1 ~ 1.2 に分布している。これは、熊本県北部に分布する花崗岩の風化物等が河川から流入し、高い値を示しているものと思われる。

#### 4-4 Th/U 比 - Ce/U 比の相関について

図 3 に各試料における Ce, Th, U の深度分布を示す。鹿児島湾の U は下層ほど濃度が上昇する傾向にある。U は +6 価から +4 価に還元されると間隙水に対する溶解度が低くなるため、堆積物中が還元環境下であることがわかる。また島原湾では 2, 3 層目に大きな変化が見られ、Ce と Th が同様の挙動をしているのに対し、U は、Ce と Th とは逆の挙動を示している。

これらをより定量的に見るため、Th/U 比と

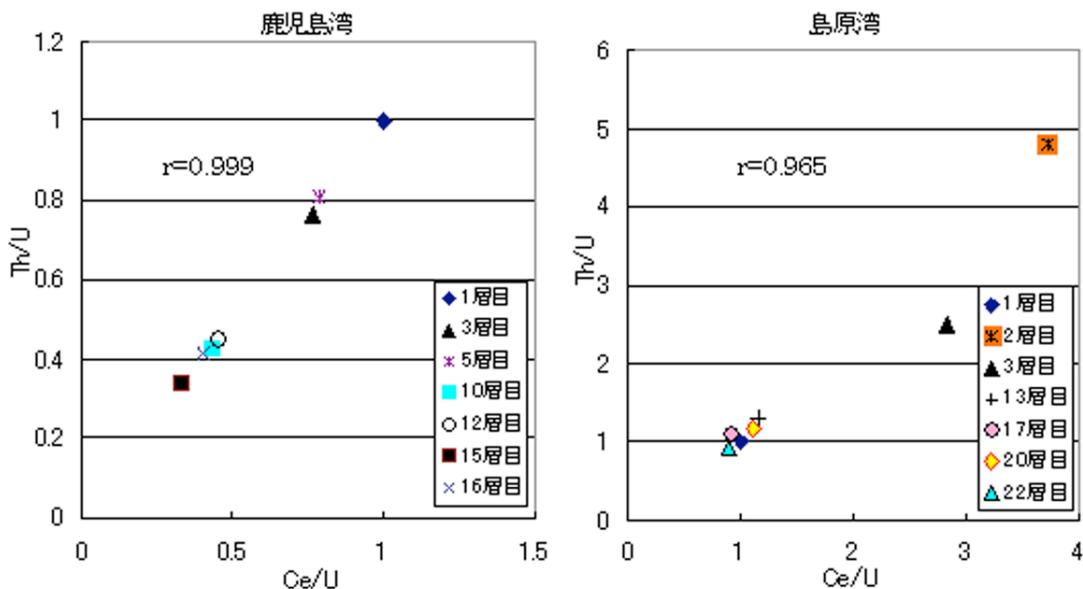


図4 鹿児島湾および島原湾における Th/U 比と Ce/U 比の関係

Ce/U 比の相関関係を表層部を 1 として図 4 に示す。Ceは+4価に比べ+3価の方が溶けやすく、Th は+4 価で安定だが、その化学種は Ce と同様の挙動を示す。従って、Th/U 比、Ce/U 比はともに還元環境下で減少し、酸化環境下では増加することになる。

鹿児島湾試料では Th/U 比、Ce/U 比がすべて表層部の 1 よりも低く、しかも下層の方がより低くなっている。従って、表層に比べ、2 層目以降は還元環境にあり、特に下層部では表層部より強い還元環境にあるものと思われる。一方、島原湾では、特に2層目 (Th/U 比：4.8, Ce/U 比：3.7), 3層目 (Th/U 比：2.5, Ce/U 比：2.8) が高い値を示しており、このことから 2 ,

3 層目は強い酸化環境にあると考えられる。

## 文献

- 本多照幸, 木村賢一郎, 2003, 東京湾, 陸奥湾および噴火湾海底堆積物における主要並びに微量元素の分布と挙動, 日本海水学会誌, 第 57 巻第 3 号, 166-180
- 角皆静男, 乗木新一郎, 1983, 海洋化学—化学で海を解く, 産業図書, p.173-p.182
- 日本の地質「九州地方」編集委員会, 1992, 日本の地質 9 九州地方, 共立出版
- 野崎義行, 1992, 海水中の微量元素: 平均濃度と北太平洋における鉛直分布, 地球化学, 第 26 巻, 25-39