

日本海及び常磐沖海底堆積物における鉛-210堆積年代と放射性セシウム
 中村祥平*・富岡裕*・本多照幸*・藤本賢**

Sedimentary age using lead-210 and radioactive cesium
 in marine sediments from the Sea of Japan and off the Joban
 Shohei Nakamura*, Hiroshi Tomioka*, Teruyuki Honda* and Ken Fujimoto**

* 東京都市大学大学院工学研究科, Graduate School of Engineering, Tokyo City University

** (独)水産総合研究センター中央水産研究所, National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency

はじめに

海底は河川や大気中を含め大気圏内に放出された物質が最終的に行き着く場所であり、海底堆積物にはそれらのすべてが詳らかに保存されている。特に、近海での海底堆積物では人間の生産活動によって排出された物質などもシステムティックに保存されるため、人間の活動が自然環境にもたらしている影響をもはかり知る事ができ、環境汚染などについても重要なファクターとなる。その中で2011年3月12日に発生した東京電力福島第一原子力発電所における事故によって、原子炉由来のセシウムであるセシウム-134(¹³⁴Cs)や核分裂生成物であるセシウム-137(¹³⁷Cs)が大気中に多量に放出され、それらの物質は言うまでもなく海底に堆積し、今後とも蓄積していくものと推測される。

そこで本研究では、日本近海の、大和海嶺(2010)(水深1171m)、大和海嶺(2012)(1200m)、常磐沖 i (703m)、常磐沖 ii (1738m)及び

常磐沖 iii(2092m)の計5点について、 γ 線スペクトロメトリを行い、鉛-210(²¹⁰Pb)放射能分布による堆積年代の算出及び、¹³⁴Cs及び¹³⁷Csインベントリーによる原発事故の影響について把握することを目的とした。

実験

海底堆積物試料は(独)水産総合研究センター所属の蒼鷹丸にて重力式採泥器で図1の5地点にて採取された。大和海嶺においては事故前の2010年試料についても考察に加えた。採取された試料は東京都市大学原子力研究所(神奈川県川崎市)において粉碎及び乾燥処理を行い、粉体化した試料をU-8容器に封入し高純度Ge半導体検出器(GMX15P)を用いて80,000秒測定を行った。解析についてはSEIKO EG&G製Spectrum Navigatorの環境分析プログラムを用いている。

結果と考察

²¹⁰Pb堆積年代測定

過去100年程度の堆積速度を考察する場合、²¹⁰Pb法が最も一般的に用いられる。この方法は²¹⁰Pb(T_{1/2}=22.3y)放射能の過剰部分(²¹⁰Pb_{ex})を

表1 各試料における堆積速度

試料	²¹⁰ Pb (cm / y)
大和海嶺(2010)	0.094
大和海嶺(2012)	0.087
常磐沖 i (2012)	0.081
常磐沖 ii (2012)	0.072
常磐沖 iii (2012)	0.069



図1 海底堆積物試料の採取地点。

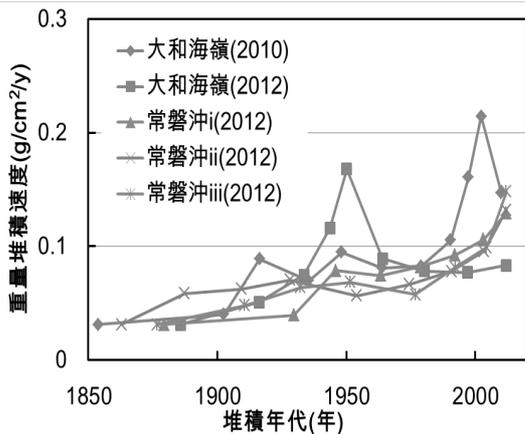


図2 各試料における堆積速度と堆積年代の関係。

算出し、積算重量に対する関係から堆積速度を求める方法である(本多ほか, 2000)。表1にその算出結果を示す。表1より、常磐沖では水深が深いほど堆積速度が速い事が確認され、また、水深703mの常磐沖 i に比べて水深1000m超の大和海嶺の方が堆積速度が速い事が確認できる。このことから、堆積速度は水深以上に地理的な要因に強く依存していることが推測される。

加えて、堆積速度の年代推移をみる方法として、CFLモデルがある(Xueqiang et. al., 2005)。この方法は全層における $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の放射能濃度に対する各層の持つ放射能濃度の比から、堆積速度を算出する方法である。算出された堆積速度と堆積年代の関係を図2に示す。全体的な傾向として堆積速度は上昇傾向にあることが確認でき、その要因として我が国や大陸の産業活動による堆積粒子の増加が考えられる。特に、1970年代以降からの急激な上昇は高度経済成長の影響を反映しているものと推測される。また、大和海嶺では2010年と2012年の試料で大きく異なる傾向を示していることが確認できる。これは、この期間に物理的な変動、滑り込み等があったと考えるの

表2 各試料の ^{137}Cs インベントリー

試料	インベントリー (Bq/m^2)
大和海嶺(2010)	49
大和海嶺(2012)	57
常磐沖 i (2012)	440
常磐沖 ii (2012)	150
常磐沖 iii (2012)	79

が妥当であり、2011年3月の大地震の影響が示唆される。

^{137}Cs インベントリー

人工放射性核種は多種存在するが、環境への影響を評価する場合に ^{137}Cs ($T_{1/2}=30.07\text{y}$)放射能濃度を用いるのが一般的である。 ^{137}Cs は主に、大気圏内核実験や原発事故によって環境中に放出される。そこで、各試料における ^{137}Cs の放射能濃度から算出された単位面積当たりの総堆積量(インベントリー)を表2に示す。表2より、常磐沖 i で極めて高い ^{137}Cs インベントリーが確認できる。この値は、日本近海でのインベントリーの値である $50\text{--}400\text{Bq}/\text{m}^2$ (IAEA TECDOC, 2005.)と比べても高い値であり、原発事故の影響が明らかである。また、大和海嶺においても2010年に比べて2012年の値が増加していることから、原発事故の影響が到達している可能性が高い。

^{134}Cs インベントリー

原発事故からの影響を評価する場合は ^{137}Cs よりも ^{134}Cs ($T_{1/2}=2.07\text{y}$)の方が用いられる。 ^{137}Cs が核分裂生成物(FP)であるのに対して、 ^{134}Cs はFPが放射化されることによって生成されるため、原子炉のような環境下でしか多量に生成されないからである。そこで、 ^{134}Cs の放射能濃度から算出されたインベントリーを表3に示す。表3には検出された試料のみ表記している。このことから、 ^{134}Cs の検出があった3地点では原発事故の影響が確定的であると推測される。常磐沖 i で極めて高い値が確認され、この傾向は ^{137}Cs とも一致している。このことから、常磐沖 i における原発事故の影響は極めて大きいと推測される。また、大和海嶺においても2012年試料でのみ ^{134}Cs が検出されていることから、原発事故の影響が日本海海底にも到達しているものと推測される。

加えて、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs におけるインベントリーの層ごとの推移を図3及び図4に示す。図3及

表3 各試料の ^{134}Cs インベントリー

試料	インベントリー (Bq/m^2)
大和海嶺(2012)	4.0
常磐沖 i (2012)	220
常磐沖 ii (2012)	67

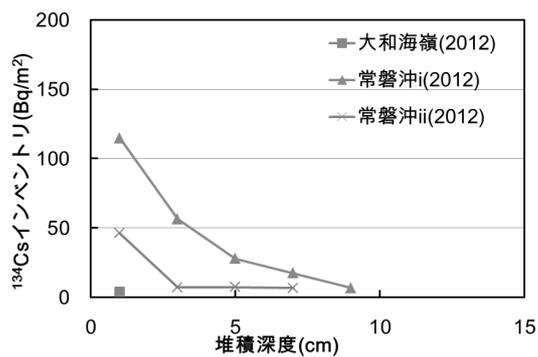


図3 ^{134}Cs インベントリーの深度に対する分布

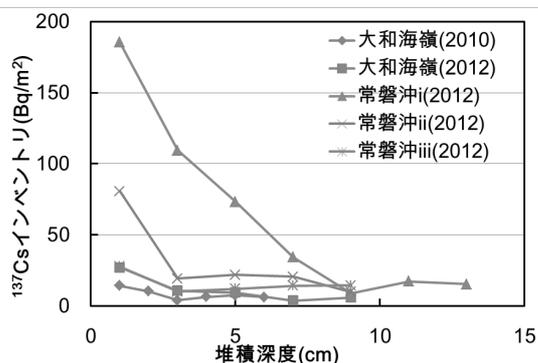


図4 ^{137}Cs インベントリーの深度に対する分布

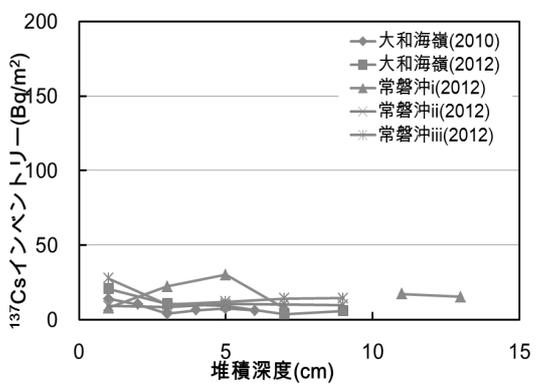


図5 ^{137}Cs の事故由来分を除いたインベントリー

び図4より、両Csのインベントリーは表層部から

下層に向かって減少傾向をとっていることから、表層部から間隙水を通して下部へと浸透している可能性が高い。

更に、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs が原子炉から放出された時点での割合は1:1であることが一般的に知られていることから、採取時点で存在する ^{134}Cs インベントリーから、事故由来の ^{137}Cs のインベントリーを算出することが可能である。そこで、事故由来の ^{137}Cs のインベントリーを算出し、それらの値を差し引いた場合における ^{137}Cs インベントリーの堆積深度に対する分布を図5に示す。図5より、事故前における ^{137}Cs インベントリーはすべての試料においておおよそ一定であることが確認され、上記の内容からも、今回の原発事故による海底、特に常磐沖への影響は極めて大きいものであったと示唆される。

結言

日本近海における堆積速度は上昇傾向にあり、産業発展の影響を受けているものと推測された。加えて、日本海側、大和海嶺において、地震の影響と推測される変動が確認された。

また、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs インベントリーから、常磐沖 i, ii, 及び大和海嶺(2012)試料で原発事故の影響が確認された。また、常磐沖 i におけるそれらの影響は極めて大きいと示唆され、表層から下部への間隙水による浸透も示唆された。

文献

- 本多照幸 他共著 2000. 過剰Pb-210法による海底堆積物の堆積年代測定についてフィッシュントラックニュースレター第13号 39-41
- Xueqiang Lu et.al. 2005. Recent sedimentation rates derived from Pb-210 and Cs-137 methods in Ise Bay, Japan. Estuarine coastal and shelf science 65, 83-93
- Worldwide marine radioactivity studies 2005. IAEA-TECDOC-1429 73-76