

大槌湾および東北沿岸域における堆積物中の水銀の分布と挙動に関する研究

2016年 9月 海洋物質循環学分野 47-136799 陳 聡

指導教員 准教授 小畑 元

キーワード：水銀、沿岸域、大槌湾、重金属

1. はじめに

水銀は自然環境中で形態を変えながら循環している。水銀の主な供給源は、火山活動などの自然起源のものと、金採掘、工業活動による人為起源のものがある。

人為起源重金属元素による環境汚染の歴史は古く、特に産業廃棄物の不適切な処理に伴う公害が指摘されてきた。高度経済成長期に問題化したカドミウムによるイタイイタイ病、メチル水銀による熊本水俣病・新潟水俣病などがよく知られている。特にメチル水銀は「水俣病」の原因物質として知られており、環境汚染による食物連鎖によって水俣病を引き起こした、環境問題と工業発展のバランスが注目されるきっかけとなった。

水銀は大気からの降下、岩石の風化、人為的発生源を介して水圏環境に供給される。水圏環境における、水銀の蓄積および毒性は生態学にとって非常に重要である (Nurberg, 1984)。特にメチル水銀は食物連鎖によって連鎖の上位に位置する生物に次第に濃縮されていき、その濃縮は数千～数百万倍と言われている (Mason and Reinfelder, 1996)。そのため、水圏環境あるいは土壌環境中において低い濃度レベルの水銀の分布とその挙動を調べるのが重要になってくる。

一方、2011年3月、東北地方太平洋沖地震によって大規模な津波が引き起こされた。最大で海岸から6 km内陸まで浸水し、最大の遡上高は岩手県大船渡市の綾里湾において40.1mであったと報告されている。陸上の人工物が沿岸域に運ばれるとともに、過去に海底堆積物として堆積していた重金属元素も攪拌され、広域に拡散した可能性もある。

本研究では、大槌湾および三陸沿岸海域の海底堆積物の総水銀量を測定してその分布を解明し、水銀循環過程を検討することを目的とした。

2. 試料採取と分析法

海底堆積物は、学術研究船新青丸KS-14-19次研究航海（2014年10月9日～10月15日）、KS-15-12次研究航海（2015年9月29日～10月4日）の二つの航海においてマルチプルコアラーを用い採取した。また2013年07月、09月、11月、2014年01月、03月には、東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センター所有の研究船グランメーユにより大槌湾の3測点においてスミスマッキンタイヤ型採泥器で表層堆積物を採取した。採取したコアは表層から1cmずつにカットしてポリエチレン製の袋に入れて保存した。大槌湾の表層堆積物は採取した後、ポリエチレン製の袋に入れて保存した。全ての堆積物試料は凍結した状態で実験室に持ち帰り、その後の分析を行った。

水銀の分析には、日本インスツルメンツ社の水銀測定装置「マーキュリー/MA - 3000」を使用した。試料堆積物は解凍した後、装置の中に入れ、加熱気化法（固体試料）を利用して堆積物中の水銀を測定した。

3. 結果

大槌湾内における表層堆積物中の総水銀濃度は22.4-116 ppb（平均52.5 ppb）、三陸沿岸海域の表層堆積物中の総水銀濃度は14.8-60.8 ppb（平均32.0 ppb）となった。三陸沿岸海域における堆積物中の水銀濃度の鉛直分布は、表層で濃度が高く、10cm以深から深度とともに濃度が減少した。また、水銀濃度は陸上から離れるとともに人為影響が少なくなることが示唆された。大槌湾における表層水銀濃度は人為的な影響を大きく受けていること可能性がある。

本研究の結果、大槌湾および東北沿岸域における堆積物中の水銀は人為的影響を受けているが、他の海域に比べてその影響は少ないと考えられた。陸上に存在した人為起源の水銀が、津波の引き潮によって沖合まで輸送された痕跡は見られたが、すでに新しい堆積物粒子によって希釈され始めていると思われる。

引用文献

- Conaway, C. H., J. R.M. Ross, R. Looker, R. P. Mason, A. R. Flegal (2007): Decadal mercury trends in San Francisco Estuary sediments. *Environmental Research*, Volume 105, Issue 1, September 2007, Pages 53–66
- Fitzgerald, W. F., Lamborg, C. H., C. R. Hammerschmidt (2007): Marine Biogeochemical Cycling of Mercury. *Chem. Rev.*, 2007, 107 (2), pp 641–662
- Mason, R. P., A. L. Choi, W. F. Fitzgerald, C. R. Hammerschmidt, C. H. Lamborg, A. L. Soerensen, E. M. Sunderland (2012): Mercury biogeochemical cycling in the ocean and policy implications. *Environmental Research*, Volume 119, November 2012, Pages 101–117
- Mason, R. P., J. R. Reinfelder, and F. M. M. Morel (1996) : Uptake, Toxicity, and Trophic Transfer of Mercury in a Coastal Diatom, *Environ. Sci. Technol.*, 1996, 30 (6), pp 1835–1845
- H.W. Nurborg (1984): The voltametric approach in the trace metals chemistry of natural waters and atmospheric precipitation. *Anal. Chimacta*, 164, pp. 1–21
- 環境省 水俣病の教訓と日本の水銀対策, 2013.09
- 桜井弘 (1997) : 元素 1 1 1 の新知識. 講談社
- 小川 浩史, 佐野 有司, 小畑 元, 白井 厚太郎, 杉原 奈央子, 真塩 麻彩実, 穴澤 活郎, 高田 秀重, 水川 薫子, 南 秀樹 (2016): 陸域由来の環境汚染物質の流入実態の解明, 平成 27年度東北マリンサイエンス拠点形成事業成果報告書, pp.129-155

Distributions and behaviors of mercury in sediments of Tohoku coastal area and Otsuchi Bay, Japan

Sep. 2016 Marine Biogeochemical Cycles 47136799 CHEN CONG

Supervisor Associate Professor Hajime Obata

Keyword: Mercury, coastal area, Otsuchi Bay, heavy metal

I. Introduction

Mercury is a metal whose form is changed in the natural environments. In the natural environments, gaseous elemental mercury is naturally released from volcanic activity. Mercury is also anthropogenically released from gold mining, industrial activities, and so on. The released mercury is finally transported to the stable reservoir, like marine sediment.

Anthropogenic activities caused recognizable change in aquatic environments during several decades. Heavy metals were widely spread to aquatic environments as pollutants, which is originated from anthropogenic activities. In Japan, during the period of high economic growth, the released pollutants caused serious diseases such as Itai-Itai disease caused by cadmium, original Minamata disease and Niigata Minamata disease caused by mercury. Especially, mercury is known to cause Minamata disease, which is the first disease that was caused via the food chain by the environmental pollution. Since Minamata disease, the balance between environmental conservation and economic growth is considered to be important all over the world.

Mercury is introduced into aquatic environments by atmospheric deposition, weathering of rocks, and human activities and is also ecologically important because of its accumulation and toxicity (Nurberg, 1984). Mercury is “biomagnified” at all levels of aquatic food chains, where its bioaccumulation from water is more akin to that of hydrophobic organic compounds than inorganic metal ions. Mercury is concentrated roughly million times between water and piscivorous fish (Mason and Reinfelder, 1996). In aquatic environment, mercury normally exists at very low concentration levels, but can be toxic by biomagnification for aquatic organism. Therefore, it is important to investigate the distribution and the behavior of mercury even if its concentration levels in aquatic environment are low.

In this study, I investigated the distributions and behaviors of mercury in sediments of Tohoku coastal areas and Otsuchi Bay, where heavy metal might be brought via transportation from terrestrial areas and/or resuspension of the coastal sediments by tsunami in March 2011.

II. Sampling and Methods

Sediment samples were collected by R/V Shinsei Maru during KS-14-19 cruise (October 09-15 2014) and KS-15-12 cruise (September 29-October 04 2015). Moreover, surface sediments of Otsuchi Bay were collected using Smith-McIntyre bottom sampler onboard the research boat, Grand Maille in July 2013, September 2013, November 2013, January 2014, and March 2014. The collected sediment core was cut every 1 cm into even slices, then each sample was preserved in a polyethylene bag and frozen immediately. The collected surface sediments of Otsuchi Bay were also preserved in polyethylene bags, frozen and brought back to the laboratory.

Sediment samples were analyzed by using the mercury analyzer, Mercury/MA-3000 (Nippon

Instrument Corp). Each sample (100 – 200 mg) were placed into the ceramic sample boat after thawed. Concentrations of the mercury in the sediments were determined by using the heat-vaporization method.

III. Results and Discussion

Total mercury concentrations of surface sediments in Otsuchi Bay were ranged 22.4-116 ppb (mean, 52.5 ppb). Total mercury concentrations in the surface sediments of the Touhoku coastal area were in the range 14.8-60.8 ppb (mean, 32.0 ppb). Vertical distributions of total mercury were obtained at Touhoku coastal area, where the highest concentration of total mercury was found at the surface, and the concentrations were decreased with depth from 10 cm deep. Moreover, the mercury concentrations were decreased with distance from the land, which may indicate anthropogenic influence. The total mercury to aluminum ratios in surface sediments at Otsuchi Bay were higher than that crustal abundance.

From the results of this study, mercury concentrations of sediments in Touhoku coastal area and Otsuchi Bay are less affected by anthropogenic activities compared with those in other areas. In this study, some signatures of anthropogenic mercury, which is transported from land to the offshore by tsunami were found. However, it seemed that newly transported lithogenic particles could dilute the mercury concentration in the surface offshore sediments.

Reference

- Conaway, C. H., J. R.M. Ross, R. Looker, R. P. Mason, A. R. Flegal (2007): Decadal mercury trends in San Francisco Estuary sediments. *Environmental Research*, Volume 105, Issue 1, September 2007, Pages 53–66
- Fitzgerald, W. F., Lamborg, C. H., C. R. Hammerschmidt (2007): Marine Biogeochemical Cycling of Mercury. *Chem. Rev.*, 2007, 107 (2), pp 641–662
- Mason, R. P., A. L. Choi, W. F. Fitzgerald, C. R. Hammerschmidt, C. H. Lamborg, A. L. Soerensen, E. M. Sunderland (2012): Mercury biogeochemical cycling in the ocean and policy implications. *Environmental Research*, Volume 119, November 2012, Pages 101–117
- Mason, R. P., J. R. Reinfelder, and F. M. M. Morel (1996) : Uptake, Toxicity, and Trophic Transfer of Mercury in a Coastal Diatom, *Environ. Sci. Technol.*, 1996, 30 (6), pp 1835–1845
- H.W. Nurborg (1984): The voltametric approach in the trace metals chemistry of natural waters and atmospheric precipitation. *Anal. Chimacta*, 164, pp. 1–21
- 環境省 水俣病の教訓と日本の水銀対策, 2013.09
- 桜井弘 (1997) : 元素 1 1 1 の新知識. 講談社
- 小川 浩史, 佐野 有司, 小畑 元, 白井 厚太郎, 杉原 奈央子, 真塩 麻彩実, 穴澤 活郎, 高田 秀重, 水川 薫子, 南 秀樹 (2016) : 陸域由来の環境汚染物質の流入実態の解明, 平成 27年度東北マリンサイエンス拠点形成事業成果報告書, pp.129-155