

令和元年度伊藤光昌氏記念学術助成金(研究助成)成果報告書

研究課題番号	H31-R5
研究課題名	深海底堆積物における生物活性微量金属元素の動態解明
研究代表者	南 秀樹
所属・職 (または学年)	東海大学生物学部・教授

1. 研究目的および背景

国際 GEOTRACES 計画は世界の海洋研究者が協力して微量金属元素・同位体 (Trace Elements and Isotopes, TEIs) の全球的な分布を明らかにし、TEIs の分布を支配する過程、フラックスの評価、環境変化に対する TEIs の挙動を明らかにすることを目的としている。本研究はこの計画の一部を担っているため、海域によってどのような微量金属元素が海底堆積物中に分布し、海水-間隙水-堆積物間をどのように移動・循環しているのかを明らかにする必要がある。したがって、試料は GEOTRACES Japan の北部北太平洋研究航海において採取した堆積物を使用して研究を行った。この海域は生物生産が高く、深層水循環の最終場でもあり、海洋における物質循環に対しても影響が強い海域である。また、東部のファンデフーカ海嶺付近では活発な熱水活動が報告されている (Zheng *et al.*, 2017)。この海嶺は活動的な熱水域を対象とした科学的掘削調査が初めて行われた場所で、268℃の熱水を噴出する Dead Dog 熱水マウンドなどがあることが知られている。また、熱水に溶存する Zn, Pb, Cu などの重金属元素は硫化水素が共存していると温度低下や pH 増加によって溶解度が極めて小さくなり硫化鉱物の沈殿生成が進行し、濃集・蓄積するとの報告もある (石橋, 2017)。

海洋表層で生物に取り込まれ粒子化された生物活性微量金属元素 (Fe, Mn, Cu, Pb など) は、海水柱を沈降しながら溶解や吸着作用を受けて、海底に到達し埋没する。熱水から供給された金属

元素もこれに加わる。堆積物中では初期続成過程などの物理化学的作用を受けているが、この分布や詳細な移動・循環過程を明らかにすることは、この海域の古環境復元に対しても貴重な情報を得ることになる。したがって、本研究では、北部北太平洋において生物生産の指標となる親生物元素と生物活性微量金属元素の分布を明らかにして、深海底での生物活性微量金属元素の挙動について考察する。

2. 試料および分析方法

堆積物試料は 2012 年 8 月から 10 月に行われた学術研究船白鳳丸 KH-12-4 次航海と、2017 年 6 月から 7 月の KH-17-3 次航海において採取した (図 1)。生物起源ケイ素 (Biogenic-Si) は炭酸ナトリウムで抽出して定量した。全炭素 (TC) および全窒素 (TN) は CHN コーダを用いて測定した。炭酸カルシウム (CaCO₃) は高精度迅速ガス定量法により測定し、有機態炭素 (TOC) を算出した。金属元素は混酸により全溶解、酢酸および還元剤で抽出した画分を ICP 発光分光分析装置 (ICP-AES)、ICP 質量分析装置 (ICP-MS)、原子吸光光度計 (AAS) で分析した。

3. 結果および考察

表層堆積物中の有機物堆積指標となる TOC は、西側の日本沿岸から 160°E までと、135°W からカナダ沖までは高含有量 (0.7~1.8%) で、中央部は低い値 (0.3~0.6%) を示した (CL シリーズ試料の分析結果より東側中央部データが今回明らか

かとなった)。主にケイ藻種の堆積の指標となる Biogenic-Si は西側が比較的高含有量で、東側に行くにつれて徐々に低くなる傾向を示した (CL シリーズのデータを加えてもこの傾向にある)。また、円石藻や有孔虫の堆積の指標となる CaCO_3 は CL20 (62%), BD18 (45%) で高含有量を示した。したがって、この試料を除けば、有機物 (TOC) の堆積は、主にケイ藻種の発生と分解 (水柱の長さ = 水深) の影響によることが示唆された。これは間隙水中のケイ酸塩や硝酸塩の分布と、堆積物粒子の電子顕微鏡観察の結果と矛盾しない。本研究の試料は外洋域の深海底で採取したものであり、海底環境は全体的に亜酸化環境にある。海底における酸化還元環境の指標となる Mn は比較的高濃度で存在するが、Biogenic-Si と正の相関関係がみられた (熱水域以外)。なお、このよ

うな Mn と同様な水平分布を示した元素には Ni, Mo, Ba などがあった。熱水域の表層堆積物である BD20 で Mn は 71 g/kg, BD21 で 10 g/kg と極めて高含有量 (酸化形態の割合が多い) を示しており、生物起源粒子との関係は明確にはならなかったが、電子顕微鏡で観察してみると、生物起源粒子に吸着している高濃度の Mn を有する粒子も存在していた (図 2)。Fe もファンデフーカ海嶺付近で高い含有量を示すが、Mn の挙動とは一致せず CL20 で高い値を示した。上述したように CL20 においては CaCO_3 が高含有量を示しており、 CaCO_3 と共に鉄酸化物が堆積したと考えられる。このように北部北太平洋深海底において、微量元素の水平分布と生物起源粒子との関係、熱水活動の堆積物への影響について明らかとなった。

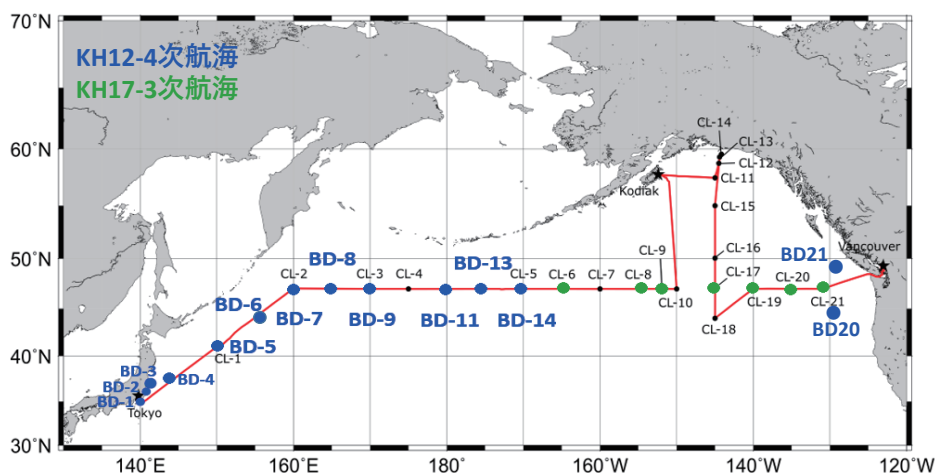
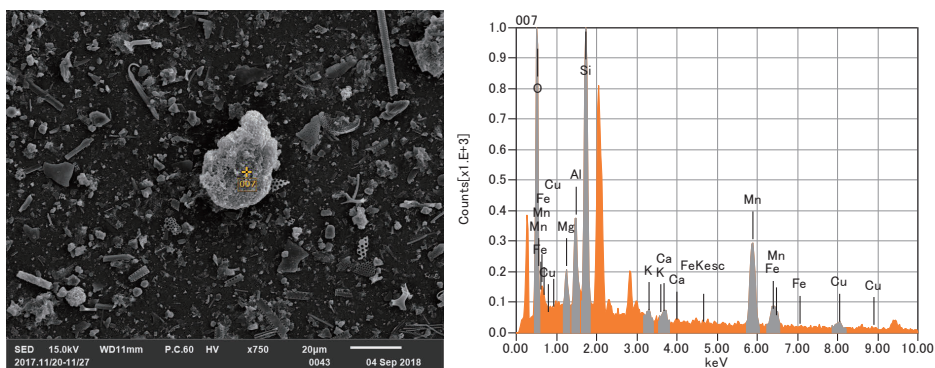


図 1. 白鳳丸による試料採取位置



Mg	Al	Si	K	Ca	Mn	Fe	Cu
3.65	7.08	25.23	1.43	1.75	43.20	9.28	8.38

(Wt %)

図 2. BD-21 における堆積物粒子画像と化学組成 (酸素を除く 8 元素のみの割合)