

完新統の分析に基づく自然起源重金属元素の濃尾平野における 地理的分布の変遷の復元と評価

2007 年度 3 月, 自然環境学専攻, 47-66738, 若林徹

須貝俊彦 教授

キーワード: 沖積層, 自然起源重金属元素, 地理的分布, 濃尾平野, 完新世

【背景】現在の重金属元素含有率の地理的分布は、伊勢湾底質堆積物中では、湾奥部で高く、湾口部で低い。一方、陸上堆積物中では、下流域で高く、上流域で低い(今井ほか 2004, Fig.1)。これらの分布は、自然起源および人為起源の重金属元素が付加された結果であると考えられる。人為起源の重金属元素の付加を正しく評価するためには、自然状態における元素の含有率分布およびその時間変動量を知ることが不可欠である。

【目的】濃尾平野で掘削された 5 本のボーリングコアを用いて、自然起源の重金属元素含有率の地理的分布の変遷の復元と評価を行うことを目的とする。

【試料および方法】本研究では日本を代表する沖積低地の一つである濃尾平野において掘削された 5 本のボーリングコア(上流側から AN, KM, NK, KZN, YM, Fig.2)を用いた。各コアから約 1m 間隔で、全 199 試料採取し、元素分析(Ti, Mn, Fe, As, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn)の 9 つの重金属元素および SiO₂, Al₂O₃ を XRF(ZSX Primus II, RIGAKU)、粒度分析をレーザー回折分散型粒度分析装置(SALD3000S, SHIMADZU)、鉱物組成分析を XRD(Multiflex, RIGAKU)により行った。

【分析の正確さ】日本原子力研究開発機構の ICP-MS(SPOQ9200, SII)により実試料 20 試料を分析し、XRF での分析値と比較することにより分析の正確さを検討した。As, Cu, Ni, Zn に関しては、上記の目的を達成するために、XRF でも十分な分析精度を得られることが確認できた。以下、これら 4 つの元素を対象として、XRF による分析値を用いて議論する。

【重金属の存在形態】各重金属元素の含有率(ppm)は、Al₂O₃含有率(%), 粘土鉱物の相対ピーク強度[粘土鉱物のピーク強度/(石英のピーク強度+粘土鉱物のピーク強度)], 堆積物中の泥含有率(%)との間に明瞭な正の相関が認められた。このことは、重金属元素はその多くが粘土鉱物に吸着されていることを強く示唆する。また、陸成層と海成層の間で、重金属元素含有率に差が認められないことから、地層堆積後に重金属元素のみが再移動することは考えにくい。この結果は、重金属汚染は蓄積性であるとする従来の知見(駒井 2007)と整合的である。

【自然供給量の変動】¹⁴C年代法に基づいた堆積曲線(Ogami et al., 2006)を用いて 5 本のコアの深度を時間に変換した。各コアの重金属元素含有率の変遷から(Fig.3), 約 1 万年前から 1, 000 年前までの間、全てのコアの含有率は As では 3~23 ppm, Cu では 0~51 ppm, Ni では 4~38 ppm, Zn では 64~113 ppm の変動幅に含まれている。この変動幅は、堆積物の粒径が地域ごとに様々であることから、自然状態で生じた地域差を反映していると考えられる。現在の重金属元素含有率は変動幅が As では 1~23 ppm と小さいが、Cu では 15~220 ppm, Ni では 8~138 ppm, Zn では 16~697 ppm と非常に大きく、自然供給量の変動内で説明のできない濃度を示す一部地域で人為汚染が示唆された。

【地理的分布】現在の重金属元素含有率の分布を、コアから復元した各元素含有率の変動幅で説明のできる範囲と、説明のできない範囲および、その中間的な範囲に区分した(Fig.4)。この結果、下

流域での人為汚染が河川を經由して伊勢湾の湾奥まで広がっていること、ただし、人為汚染は上流域や湾口までは及んでいないことが示唆された。

【引用文献】今井ほか(2004)日本の地球化学図，産業技術総合研究所地質調査総合センター，pp. 157-165，海上保安庁(2005)海洋汚染調査報告第33号，pp. 16-17，駒井(2007)地学雑誌 116(6)，pp. 853-863，Ogami et al. (2006)Abstract, 17th ISC, 143

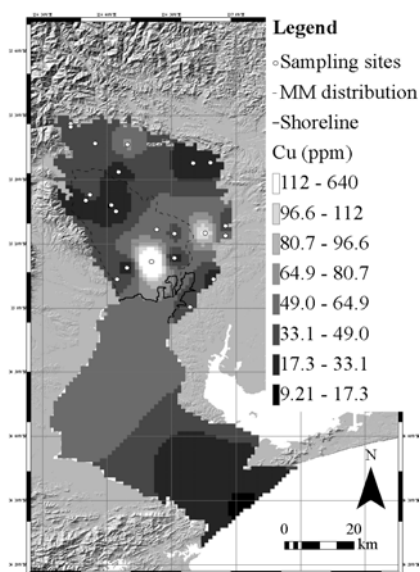


Fig.1 現河床および海底堆積物中の重金属元素の濃度分布 (Cu の例)

陸上は今井ほか (2004) を，内湾は海上保安庁 (2005) を用いた

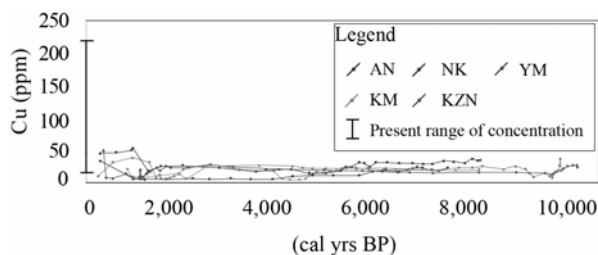


Fig.3 重金属含有率の時間変動 (Cu の例)

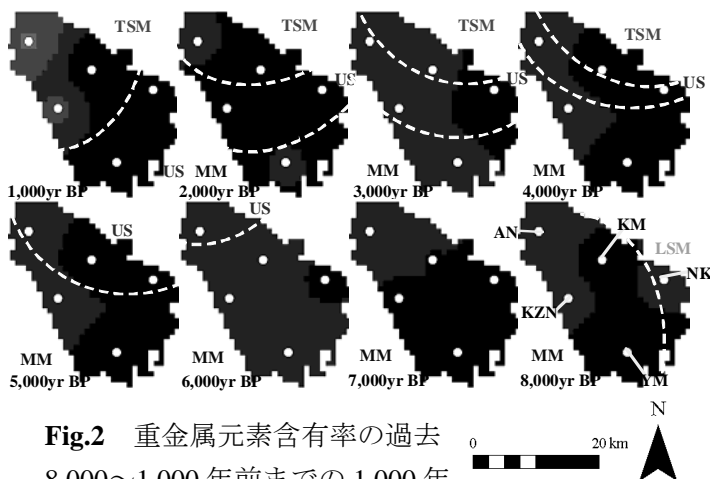


Fig.2 重金属元素含有率の過去 8,000～1,000 年前までの 1,000 年おきの地理的分布 (Cu の例)

海成完新統の分布範囲(7,000 年前前後の MM の堆積域)を対象とした。凡例の階級値は Fig.1 に同じ

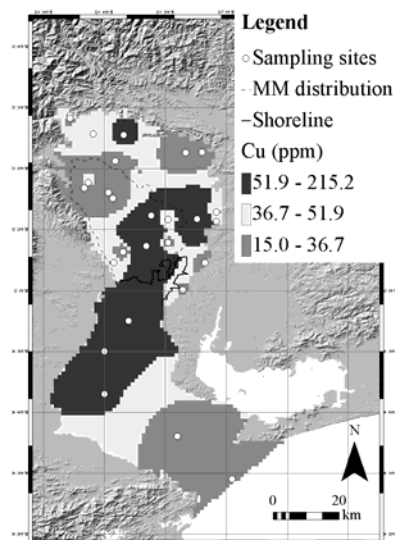


Fig.4 人為汚染重金属元素含有率の分布 (Cu の例)

Reconstruction and evaluation of geographical distribution changes of natural heavy metal elements for the last 10,000 years in the Nobi Plain revealed by Holocene sediment analysis

Mar. 2007, Department of Natural Environmental Studies, 47-66738, Toru WAKABAYASHI

Toshihiko SUGAI professor,

keywords : alluvial sediment, natural heavy metal elements, geographical distribution, Nobi plain, Holocene

【Background】 In present Ise bay, heavy metal content is low in the open sea area and high near the river mouth. For the terrestrial area, the content is low in the upstream area, and high in the downstream area (Imai et al., 2004, Fig.1). These distributions reflect the sum of artificial and natural amount of heavy metal elements. It is necessary to clarify the natural distribution of the elements and their changes for evaluating the artificial effects correctly.

【Purpose】 Purpose of this study is the reconstruction and evaluation of the geographical distribution changes of the natural heavy metal elements for the five boring core sediments obtained from the various area of the Nobi Plain by using XRF analysis.

【Materials and Methods】 Five boring cores named as AN, KM, NK, KZN, and YM (Fig.2) drilled in the Nobi Plain were used. Samples were collected at an interval of about 1m. The number of the samples is 199 in total. The element analysis (Ti, Mn, Fe, As, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, SiO₂ and Al₂O₃) by XRF (ZSX Primus2, RIGAKU), the grain size analysis by laser diffraction grain size analysis equipment (SALD3000S, SHIMADZU), and the mineral analysis by XRD (Multiflex, RIGAKU) were performed.

【Analytical Accuracy】 The analysis accuracy by XRF was examined by analyzing 20 samples with the ICP-MS (SPQ9200, SII) at JAEA. High correlations between the results of two different analytical methods above were obtained for As, Cu, Ni, and Zn.

【Existence Form】 The heavy metal contents above (ppm) show clear positive correlations with (1) Al₂O₃(%), (2) relative peak value of the clay minerals (defined as: peak strength of clay minerals / that of quartz + that of clay minerals), and (3) mud content (%). This suggests that the most of heavy metal contents have been adsorbed by the clay minerals. And after adsorption, heavy metal elements tend to rarely remove within sediments because there were no differences of their contents between terrestrial and marine sediments. This is concordant with the conventional insights (Komai, 2007) that the heavy metal pollution is accumulated.

【Changes of natural heavy metal content】 Depth in five cores was converted into ages by using sediment accumulation curve (Ogami et al., 2006) based on the ¹⁴C dating. The heavy metal content in the five boring core fluctuated between 3-23 ppm in As, 0-51 ppm in Cu, 4-38 ppm in Ni, and 64-113 ppm in Zn during the last 10,000 years (Fig.3). This fluctuation reflects regional differences such as the particle size distribution of the sediment. A present range of the heavy metal content is small in As with 1-23 ppm, but that is very large in Cu with 15-220 ppm, in Ni with 8-138 ppm, and in Zn with 16-697 ppm. Such wide range suggests the possibility of human pollution.

【Geographical Distribution】 By using the ranges of natural heavy metal content for the five boring core sediments, the present terrestrial and submarine sediments were able to divide into three areas, of artificially

contaminated, not contaminated, and area in those middle (Fig.4). Artificially polluted areas are observable around the downstream region, and the area has extended to the interior part of Ise Bay via river systems, however, human pollution does not extend to the upstream area nor the open sea area.

[References] Imai et al., (2004):Geochemical map of Japan, Geological Survey of Japan, AIST, pp.157-165, Japan coast guard (2005):Report of marine pollution surveys 33,pp.16-17, Komai (2007) Journal of Geography 116 (6), pp.853-863, Ogami et al.,(2006) Abstract, 17th ISC, 143

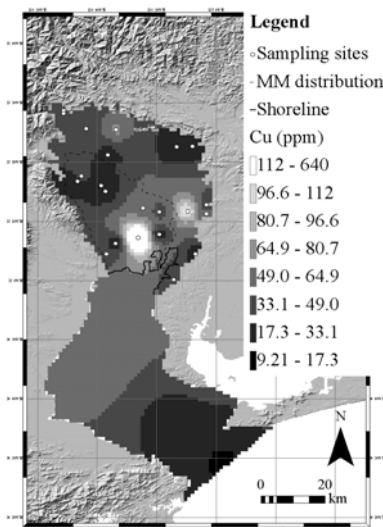


Fig.1 Present distribution of heavy metal elements in riverbed and in bottom of the sea sediment. Terrestrial used Imai et al. (2004) and the inner bay used Japan Coast Guard (2005) (Cu).

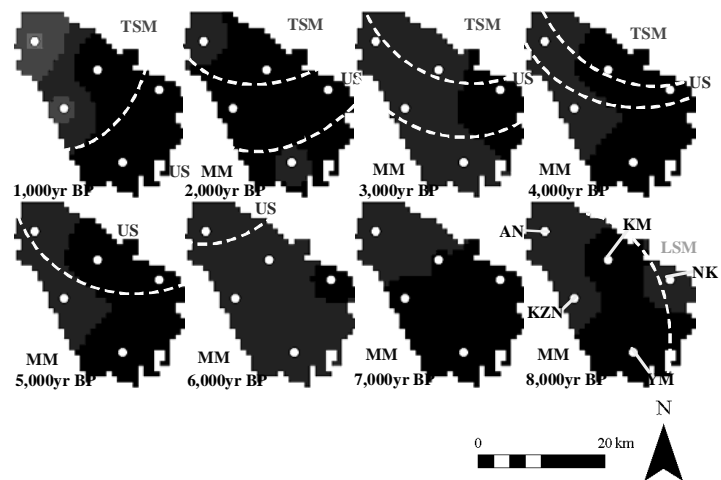


Fig.2 Regional distribution of heavy metal elements of putting for 1,000 years until 1,000 years in 8,000 years ago. (The range of distribution of marine sediment (7,000 yr BP) was targeted. The class value is the same as Fig.1.)

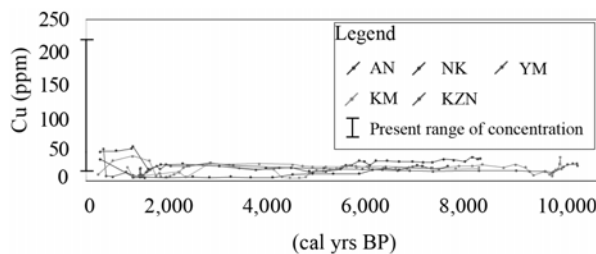


Fig.3 Changes of amount of natural heavy metal elements (Cu)

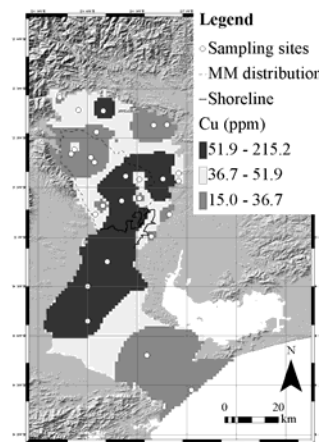


Fig.4 Distribution of heavy metal elements by human pollution (Cu).