

^{14}C 年代測定と環境変化解明の諸問題

中村 俊夫*・中井 信之**・志岐 常正***

Some problems in analyses of environmental changes using ^{14}C ages

Toshio NAKAMURA*, Nobuyuki NAKAI** and Tsunemasa SHIKI***

はじめに

海底や湖沼底の堆積物は、一般に、時間と共に連続的に形成されており、過去の環境の変遷や人類活動の記録が保存されている。これらの貴重な記録を読みとる手段として、物理学・化学・生物学を基礎とした種々の方法が開発されてきている。本報では、堆積物中に含まれている放射性核種を用いて、現在および過去の堆積過程を調べる方法 (KRISHNASWAMI and LAL, 1978) について概観する。すなわち、堆積物中の放射性核種濃度、さらにその鉛直分布から、①堆積物の堆積年代の推定、②元素や核種が周囲の環境から堆積物中へ移行するプロセス、③表層堆積物の生物攪乱や物理作用による上下混合、などに関する知見を得ることができる。

我々は、琵琶湖 (中村ほか, 1986; 中井ほか, 1986)、浜名湖 (中村ほか, 1988)、ネパールのティリツオ湖 (NAKAMURA *et al.*, 1989)、東京湾、駿河湾 (志岐ほか, 1989; 中村ほか, 1989) などの表層堆積物、あるいは沖積堆積物について、 ^{14}C 、 ^{137}Cs 、 ^{210}Pb など (第1表) の核種の濃度を測定し、上述の事項に関するデータを蓄積しつつある。以下に、これまでに得られた結果の概要を述べる。

堆積物の堆積年代の推定

堆積物の年代測定を行う場合、まず堆積物中に含ま

れる炭素を用いた ^{14}C 年代測定が挙げられる。堆積物中に貝化石 (海成堆積物の場合) や樹木・草本の小枝な

第1表. 放射性核種とその特徴および採用した測定法

核種	半減期	起源	測定法
^{14}C	5730年	宇宙線照射 核兵器実験	加速器質量分析 (Accelerator mass- spectrometry)
^{137}Cs	30.2年	核兵器実験	γ 線スペクトロメト リー
^{210}Pb	22.3年	^{222}Rn の放射壊変系 (ウラン系列)	γ 線スペクトロメト リー
^{214}Pb	26.8分	ウラン系列	γ 線スペクトロメト リー

どの植物片が見いだされる場合には、その ^{14}C 年代は堆積物の堆積年代を示す可能性が高い。しかし、それらの試料が見いだせない場合、堆積物中の有機態炭素を回収して年代測定に用いざるを得ないが、この場合には、予想される堆積年代よりかなり古い年代を得る事が多い。実際、上記湖沼の表層堆積物中の有機態炭素の ^{14}C 濃度を測定すると、それから算出される ^{14}C 年代値は、1,000~19,000 yBPとかなり古い年代値を示す。これは、堆積物中の有機態炭素がどこから来たかによる。有機態炭素は、堆積物中に混入したプランクトンの死骸や現生の植物細片が分解して生成されると共に、周囲の陸地に古い堆積岩があればそれが風化して、その中に含まれていた古い (^{14}C を含まない) 炭素が混入して形成される。後者の古い有機態炭素の混入量が多ければ、見かけ上の ^{14}C 年代値はより古くなる。もちろん、古い有機態炭素の混入があっても、その割合が過去において一定不変であったと仮定できれば、適切な補正を行って、より正しい堆積年代を推定できる可能性がある。しかし、この仮定が成立する可能性は低い。実際、この仮定が成立しているか否かを ^{14}C 年代値のみ

*名古屋大学アイソトープ総合センター, Radioisotope Center, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464, Japan

**名古屋大学理学部地球科学教室, Department of Earth Sciences, School of Science, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464, Japan

***京都大学理学部地質学鉱物学教室, Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto 606, Japan

で判断することは容易ではないと思われる。従って、堆積物中の有機炭素による ^{14}C 年代測定値は充分吟味して用いるべきである。

また、駿河湾舟状海盆底のタービダイト泥の ^{14}C 年代測定の研究から、堆積物中に含まれる種々の炭素のなかで、どの炭素成分が堆積年代を最もよく代表するかを、堆積物の種類や状態などから合理的に判断すべきである事が明かとなった。

堆積物について、現代から100年程度前までの年代測定では、 ^{210}Pb 法がよく用いられる。地中から放出されるガスである大気中のラドン(^{222}Rn , ウラン系列の天然放射性核種に由来する)から、数回の放射壊変を経て造られる ^{210}Pb が堆積物の表面へ供給される。100年以上にわたって、ラドン起源の ^{210}Pb が堆積物へ一定の割合で供給された場合、堆積物中の ^{210}Pb 濃度の鉛直分布から堆積物の堆積年代が推定できる。 ^{210}Pb の半減期は約22年であるから、 ^{210}Pb 濃度が表面の半分になる深さの箇所が約22年前に形成された堆積物となる。しかし、堆積物中の鉍物粒子は ^{238}U , ^{226}Ra を含むため、堆積物中には大気中のラドン起源以外の ^{210}Pb が含まれている。その量は、 ^{238}U , ^{226}Ra の濃度に依存するが、 ^{214}Pb 濃度から推定される。その量を、全 ^{210}Pb 濃度から差し引いて、大気中のラドン起源の ^{210}Pb は $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$ と表わされる。この $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$ 濃度の鉛直分布から堆積年代が推定される。

その他、核兵器実験起源の人工放射性核種 ^{137}Cs 濃度の堆積物中での鉛直分布を、地上で観測された ^{137}Cs フォールアウト濃度の経年変化と比較して、堆積年代を推定する方法もある。

放射性核種の堆積物への移行

^{210}Pb 法により堆積年代が推定された堆積物について、 ^{137}Cs 濃度の鉛直分布と ^{137}Cs フォールアウト濃度の経年変化を比較すると、両者の分布が著しく異なるという結果が琵琶湖や浜名湖の表層堆積物で得られている。この結果から、地表に降下した ^{137}Cs が陸上に比較的長期間とどまり、徐々に湖沼底や海底堆積物中へ移行する過程が示唆される。また、 ^{137}Cs や ^{210}Pb の地表単位面積当りの降下量と、単位底面積当りの堆積物柱内の存在量を比較する事により、これらの核種の堆積物への集積機構が考察できる。少ないデータに基づく推察で

はあるが、傾向として、 ^{210}Pb では降下量と存在量はほぼ等しく、降下したものがほぼその割合で堆積物へ直接移行するのに対し、 ^{137}Cs は道草して堆積物へ移行する様である。両核種の化学反応の違いや、水の影響によるものと考えられる。

表層堆積物の攪乱

浜名湖の水深12m地点の表層堆積物では、 $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$ の鉛直分布より、堆積物表面から深度約6 cmまでが攪拌され、堆積物がよく混合されていることが示された。また、深度7~12cmにわたって、洪水などのイベントにより他所にあった堆積物が運搬されて来て堆積した可能性があることが、 ^{14}C , ^{137}Cs , $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$, C, N含有量および含水率などの鉛直分布から示唆されることがわかった。一方、琵琶湖北湖の水深70m地点の表層堆積物には、攪乱の痕跡は見られなかった。

文 献

- KRISHNASWAMI, S. and LAL, D., 1978: Radionuclide limnology. In LERMAN, A., ed., *Lakes—chemistry, geology and physics*, Springer-Verlag, New York, 153-177; 放射性核種を利用した陸水年代学。奥田節夫・半田暢彦, 監訳, 1984: 湖沼の科学, 古今書院, 東京, 213-247.
- 中井信之・中村俊夫・木村雅也・大石昭二, 1986: 琵琶湖堆積物中の人間活動の記録。地球化学, **20**, 109-111.
- 中村俊夫・中井信之・木村雅也・小島貞男・前田広人, 1986: 琵琶湖堆積物中の放射性核種分布。堆積学研究会報, **25**, 1-14.
- 中村俊夫・中井信之・馬場直美, 1988: 内湾・湖沼の表層堆積物中の放射性核種分布。日本地球化学会年会講演要旨集, 148-149.
- NAKAMURA, T., NAKAI, N. and TERASHIMA, A., 1989: Geochemical studies on radionuclides in the bottom sediments of Lake Tilipto in Nepal. *Abstract of Annu. Symp. of Geochronology, Cosmochronology and Isotope Geology (1st Japan-China Joint Symposium)*, March 12-14, Hakone, Kanagawa, 40-1-40-2.
- 中村俊夫・志岐常正・中井信之, 1989: 駿河湾舟状海盆底コアの加速器 ^{14}C 年代測定。日本地球化学会年会講演要旨集, 91.
- 志岐常正・山田 治・中村俊夫・中井信之, 1989: タービダイト泥の ^{14}C 年代—駿河湾舟状海盆底柱状試料の例—。地質学会関西支部報, **108**, 9-10.