

低バックグラウンド放射能測定システムによる長野県諏訪湖底質の 放射能測定と堆積速度の見積り

金井 豊* 井内美郎** 片山 肇*** 斎藤文紀***

KANAI Yutaka, INOUCHI Yoshio, KATAYAMA Hajime and SAITO Yoshiki (1997) Radioactivity measurements in bottom sediments from Lake Suwa, Nagano Prefecture, using a new low background system to estimate sedimentation rates. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 48(5), p. 277-295, 17figs., 15tables.

Abstract: A new system was established to determine the radioactivity in a small amount of lake sediments. The activities of Pb-210 and Cs-137 were determined in order to estimate the sedimentation rates in Lake Suwa in Nagano Prefecture.

In this study, a well-type Ge semi-conductor detector with a J-type cryostat was installed in a lead shield. Detection limits were determined to be 0.014 Bq/g for Pb-210 and K-40, 0.002 Bq/g for Pb-214, and 0.001 Bq/g for Cs-137. These are almost half the detection limits in the old system using a vertical cryostat (Kanai *et al.*, 1995).

The characteristics of Pb-210 and Cs-137 in eight core samples from Lake Suwa were measured using the new system. The fluxes and inventories of Pb-210 and Cs-137 were low in several cores, suggesting that sedimentation was disturbed by dredging.

Estimated sedimentation rates were about 1cm/yr, although variable in different locations. Lake Suwa appears to have a larger sedimentation rate than other lakes in Japan. Since sedimentation rate in the lake is different in various locations, several cores should be studied to better understand the sedimentation rate in the lake.

要 旨

少量試料を用いる新たな放射能測定システムを導入し、その基礎的な検討をふまえて、長野県諏訪湖において採取された数本の底質コア中の放射能を計測した。新たなシステムでは、遮蔽体内にJ型に配置された井戸型Ge半導体検出器を使用しており、0.014Bq/g(Pb-210, K-40), 0.002Bq/g(Pb-214), 0.001Bq/g(Cs-137)の検出下限を得ることができ、これらは縦型の検出器遮蔽体を用いた地質調査所のシステム(金井ほか, 1995)と比べておおよそ半分の検出下限であった。

本システムを用いて諏訪湖底質の8本のコアの放射能を測定したところ、数カ所で浚渫の影響が認められた。そこでは放射性核種のインベントリーやフラックスに大きな違いが認められた。諏訪湖での堆積速度は地点による相違は大きい約1cm/y前後で、他の日本の湖の堆積速度よりも幾分大きい傾向が認められた。場所による相

違が大きいので、一つの湖でも複数箇所の底質コアを検討することが必要と考えられた。

1. はじめに

著者らは長野県のほぼ中央に位置する諏訪盆地にある諏訪湖底質の調査を行ってきた(井内ほか, 1991; 斎藤ほか, 1992; 石原ほか, 1993; 松永ほか, 1994; 井内ほか, 1995)。そしてその底質堆積速度を算出するために、半減期22.3年の鉛-210 (Pb-210, ²¹⁰Pb) および半減期30.17年のセシウム-137 (Cs-137, ¹³⁷Cs) の2放射性核種を使用して堆積コア中の放射能測定を行い、堆積速度を報告してきた(金井ほか, 1995)。その結果、湖の2ヶ所で約1.3-1.4cm/年、出口に近いところで約0.7cm/年という異なる平均堆積速度が得られた。従来、諏訪湖底質の堆積速度については幾つか報告があり、0.39cm/y, 1.5cm/yという大きく異なる値が報告されていたし(Megumi, 1978; Nishimura, 1978), 最近報告された寺島ほか(1992)によるコアの金属含有量変化から平均1.2cm/yという値もある。さらに、洪水堆積物を指標と

* 地殻化学部 (Geochemistry Department, GSJ)

** 愛媛大学理学部生物地球圏科学教室 (Department of Earth Sciences, Faculty of Science Ehime University, Bunkyo-cho 2-5, Matsuyama 790, Japan)

*** 海洋地質部 (Marine Geology Department, GSJ)

Keywords : radioactivity measurement, low background, sedimentation rate, Lake Suwa, Nagano Prefecture, lead-210, cesium-137.

して算出したり、湖底地形の変遷から堆積速度を求めることもなされた(安田ほか, 1995)。これらの結果から、諏訪湖底質の堆積環境はかなり地域的な相違が存在しており、堆積速度に関してもかなりバラエティーに富んでいるものと推定される。このため、様々な地点での堆積速度を求めることが急務となっていた。

著者らは1991年の調査に引き続いて1992年と1993年にも諏訪湖の底質調査を行い、前回とは異なる数ヶ所の地点の底質コアを採取した。また、今回新たな井戸型ゲルマニウム(Ge)半導体検出器を用いる放射能測定システムも研究に使用したので、本報告ではその測定結果について報告すると共に、新測定システムと前測定システムとの相違点についても触れる。

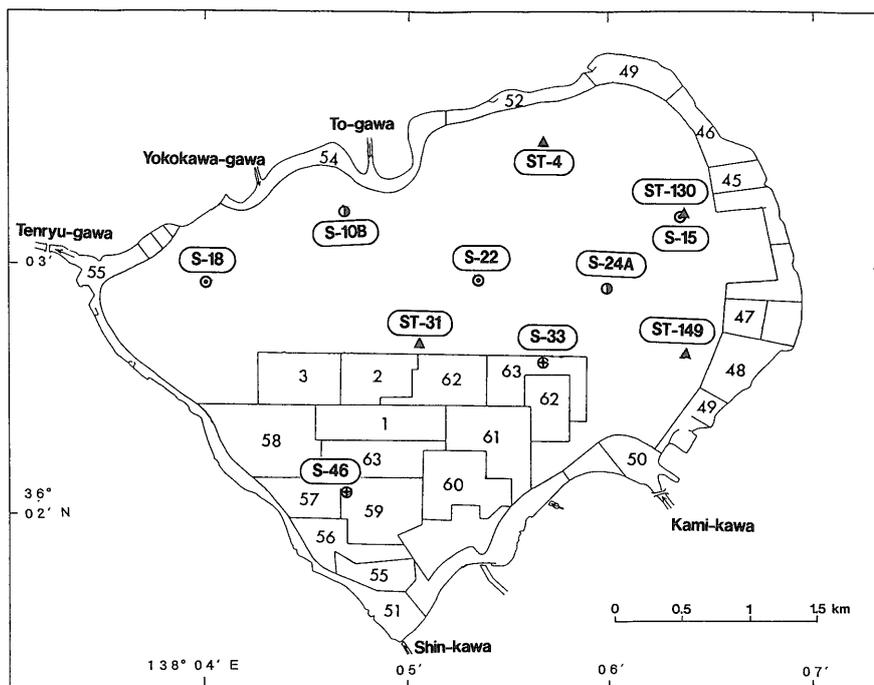
なお、本研究を遂行するに当たり試料採取において現地調査に携わった方々の多大な御援助をいただいた。また、新システムにおける遮蔽体に関しては松本英二氏(現名古屋大学)によるところが大きい。ここに記して、関係者に厚く感謝申し上げる。

2. 試料および分析方法

諏訪湖は長野県のほぼ中央、諏訪盆地の北西に位置し、周囲は約16km、面積約14.1km²、最大水深6.8mの湖である。湖面の標高は759mで、北岸から砥川・横河川、東南岸から上川・宮川などが流入しており、西岸から天

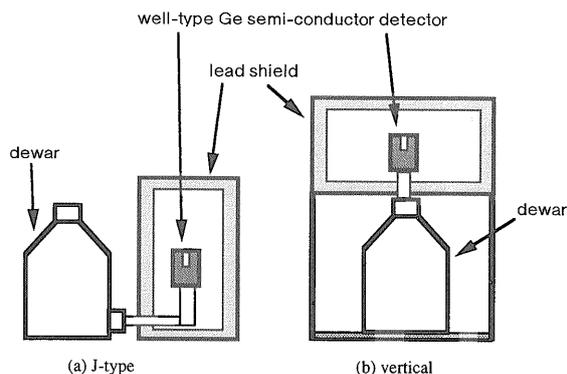
竜川となって流出している(第1図)。最近、水質浄化のための浚渫が浅瀬縁辺部および南西部で実施されており(斎藤ほか, 1992)、第1図で大きな数字で区画されたところが浚渫計画となつたところである。

本研究に用いたコアは、1991年11月に行われた諏訪湖の底質調査において採取されたS-10B, S-24Aの2地点のコア、1992年11月に採取されたS-33, S-46の2地点のコア、および1993年10月に採取されたST-4, ST-31, ST-130, ST-149の4地点のコアの合計8地点のコアである。それぞれ水深4.3m, 5.6m, 5.5m, 5.7m, 4.6m, 6.2m, 3.2m, 3.0mの湖底で採取されたものである。全長50cm(S-10B), 80cm(S-24A), 81cm(S-33), 90cm(S-46), 50cm(ST-4), 54cm(ST-31), 74cm(ST-130), 81cm(ST-149)のコアは、1991年のコアは1-5cm間隔、その他は1-2cm間隔に分割され、80℃12時間乾燥した後微粉碎した。分割された各試料約0.7-4gをナルゲン社製スクリュウキャップ付き遠沈管に封入した。これを約1ヶ月間密封静置してRa-226, Rn-222, Pb-214間で放射平衡になるのを待ち、放射能測定システムでPb-210, Pb-214, Cs-137, K-40等の放射能を測定した。放射能の測定システムは根本的には金井ほか(1995)と同様で、低バックグラウンド仕様の米国ORTEC社製井戸型ゲルマニウム半導体検出器(GWL-140230-S及びGWL-120230-S)を検出器として用い、コンピュータ制御されたSEIKO



第1図 諏訪湖における底質試料採取地点 (○, ⊙: 91年, ⊕: 92年, ▲: 93年採取) 大きな数字と区画は浚渫計画を示す(斎藤ほか, 1992)

Fig. 1 Sampling locations at Lake Suwa (taken in '91 ⊙, ⊙, '92 ⊕, and '93▲) Plan of dredging is also shown (Saito et al, 1992)



第2図 本研究に用いた新しい井戸型Ge半導体検出器 (GWL-120230-S)の遮蔽体内におけるJ型の配置図(a)及び鉛直型(b)の概念図

Fig. 2 Outline of new J-type(a) and vertical(b) cryostats for well-type Ge semi-conductors installed in a lead shield

EG&G社製スペクトラムマスター92Xでデータ収集を行った。新たに導入されたシステムで大きく異なるものは、半導体検出器の接続形状とその検出器をいれる遮蔽体部分で、前のシステムが鉛100mm・カドミウム1.5mm・無酸素銅6mm・アクリル5mmに更に鉛50mm・無酸素銅5mmで順次内張りされた遮蔽体内に検出器が縦型に入っているのに対し、今回のシステムでは鉛115mm・鉄材(陸奥鉄)48mm・カドミウム2mm・無酸素銅20mm・アクリル5mmで順次内張りされた遮蔽体内にJ字型検出器が横に設置されている(第2図)。

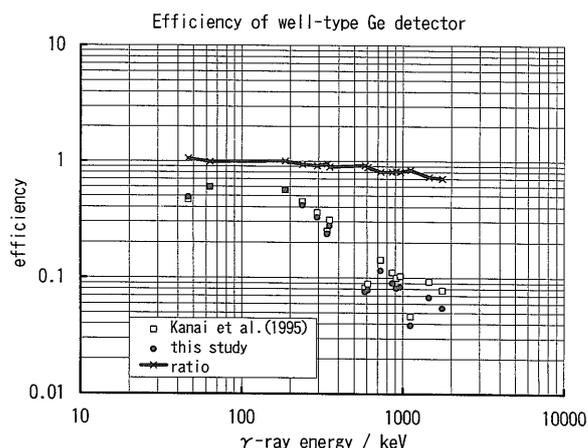
測定時間は試料によって異なるがおおよそ2-5日間である。各核種の放射能強度の算出には、46.5keV (Pb-210), 352keV (Pb-214), 661.6keV (Cs-137), 1461keV (K-40)のγ線を使用した。試料の形状によって各ピークの検出効率が変化するので、それぞれのピークに試料厚みによる補正係数をシステムごとに求めて補正した(金井, 1993)。

3. 結果と考察

3.1 J型検出器遮蔽体システムの特徴

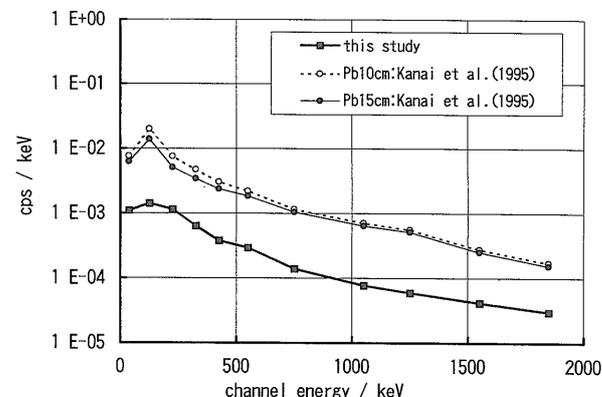
井戸型検出器の検出効率が極めて高いことは、前報(金井ほか, 1995)において同軸型の検出器との比較で一桁以上効率が低いと報告している。今回導入されたシステムにおける検出効率を、参考までに第3図に示した。今回のシステムでは、Ge結晶の大きさが120ccと前システムよりも幾分小さいが(前システムでは140cc)、高エネルギー側で検出効率にわずかな低下がみられる程度である。これは、高エネルギーγ線では検出器を突き抜けてしまう割合が増大するためである。

今回導入されたJ型検出器遮蔽体で注目すべき点は、バックグラウンドの低減である。第4図は連続スペクトルとなるバックグラウンド部分の変化を示したが、縦型



第3図 ゲルマニウム半導体検出器の効率の比較
□井戸型(GWL-140230-S)金井ほか(1995)
●井戸型(GWL-120230-S)本研究

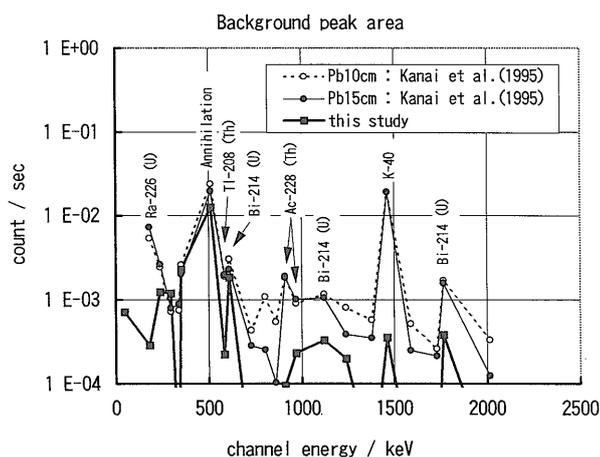
Fig. 3 Comparison of efficiencies of well-type Ge detectors used in the old system (□) and in the new system (●)



第4図 井戸型Ge半導体検出器のJ型と鉛直型クライオスタットにおけるバックグラウンドの変化

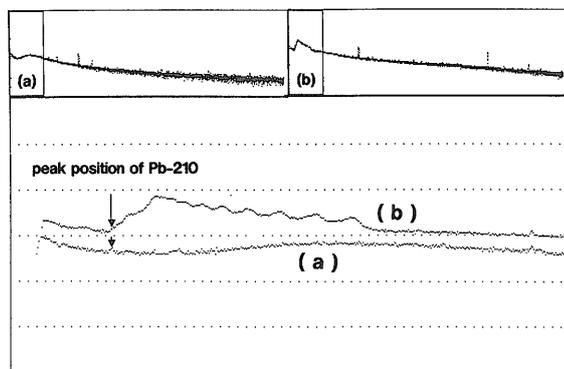
Fig. 4 Background values of J-type and vertical cryostats for well-type Ge semi-conductor

の検出器遮蔽体の時と比べて1桁程度下がっていることが分かる。また、第5図にはバックグラウンドピークとして測定されたウラン・トリウム系列核種の計数率を示したが、これも多くのピークで低くなっている。第5図に示されたピークは、遮蔽体を構成する材質中の不純物にも関係するが、遮蔽体の材質や厚みの効果よりも、遮蔽体の形、すなわち大地を含む外部からの放射線に対する遮蔽が十分に行われているか否かが重要であることを示している。縦型の検出器遮蔽体では、液体窒素容器の下に鉛板を敷いて下方からの放射線を遮蔽しているが、首の部分の遮蔽効果が十分ではない。J字型遮蔽体では下方が完全な面で遮蔽されているため、縦型よりも遮蔽



第5図 新しい測定システムにおけるバックグラウンドピーク

Fig. 5 Background peaks observed in this study (J-type)



第6図 井戸型Ge半導体検出器のJ型(a)と鉛直型(b)クライオスタットにおけるバックグラウンドスペクトル (測定時間: 約46万秒)

Fig. 6 Background spectra of J-type(a) and vertical(b) cryostats for well-type Ge semi-conductor (measurement time: about 4.6×10^5 sec.)

効果が高いといえる。

また、今回のJ型検出器遮蔽体では、検出器と遮蔽体との距離が大きくとられているため後方散乱γ線による低エネルギーのバックグラウンドが低くなっており (第6図)、特に鉛-210(46.5keV)の検出においては良好なシステムとなっている。第1表に新システムにおける検出限界を示したが、バックグラウンドが低減したために同じ測定時間でも検出下限が金井ほか(1995)のシステムの約半分程度に小さくなっているのが分かる。

3.2 Pb-210法及びCs-137法による諏訪湖底質の堆積速度

今回測定したコア試料におけるPb-210放射能強度、Pb-214放射能強度、K濃度、過剰鉛-210放射能強度(Pb-210ex)、セシウム-137放射能強度の変化を第7図-

第1表 本研究に用いた新しい井戸型Ge半導体検出器(GWL-120230-S)の検出下限の比較 (バックグラウンド測定: 約50万秒 試料測定: 約25万秒)

Table 1 Detection limits of well-type Ge semiconductor detector (GWL-140230-S) used in this study; measurement time = 2.5×10^5 sec. and background measurement time = 5×10^5 sec.

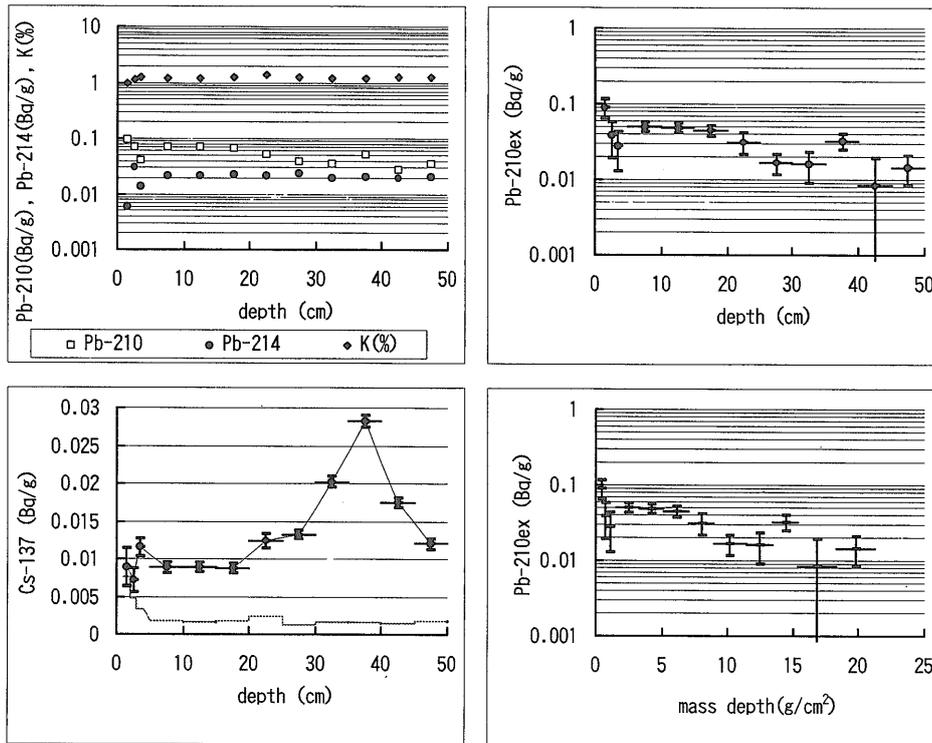
nuclide	series	energy keV	detection limit (Bq/g)	
			Kanai <i>et al.</i> (1995)**	this study***
Cs-137 *	(Cs)	661.6	0.002	0.001
K-40 *	(K)	1460.8	0.031	0.012
Pb-212	Th	238.6	0.004	0.002
Ac-228	Th	338.7	0.013	0.007
Tl-208	Th	583.1	0.012	0.005
Bi-212	Th	727.3	0.022	0.015
Tl-208	Th	860.4	0.039	0.026
Ac-228	Th	911.2	0.009	0.005
Ac-228	Th	968.8	0.012	0.008
Pb-210 *	U	46.5	0.032	0.014
Th-234	U	63.3	0.035	0.011
Ra-226	U	186.2	0.016	0.009
Pb-214	U	295.2	0.006	0.004
Pb-214 *	U	352.0	0.004	0.002
Bi-214	U	609.3	0.007	0.004
Bi-214	U	1120.3	0.030	0.014
Bi-214	U	1764.5	0.012	0.008

*: nuclide used in this study **:GWL-140230-S ***:GWL-120230-S

第14図及び付表1-付表11に示した。幾つかの試料では含水比も測定されており、その結果を第15図に示した。この結果と固相の実効密度を2.45と仮定してコアの深さを質量換算し、第7図-第10図では積算質量でも示してある。

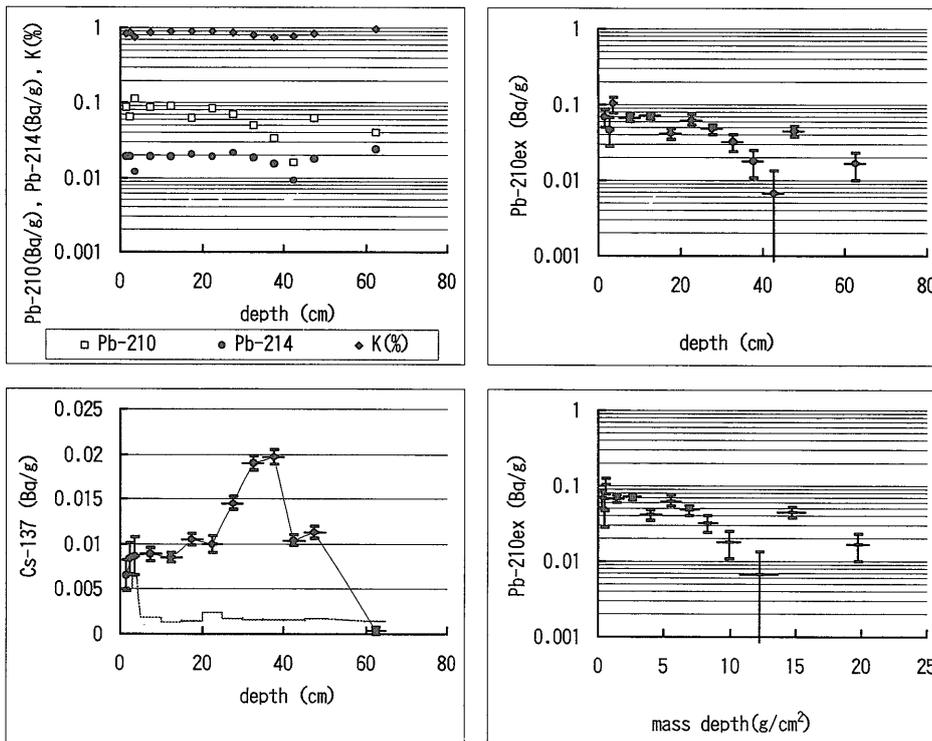
諏訪湖では昭和45年度より沿岸部および南西部域で浚渫が行われており、今回のST-31, S-33, S-46では浚渫地区の境界もしくは区域内で採取された試料である。こうした試料では表層部のはぎ取りや混合作用のため、放射性核種の分布は影響を受けていると考えられる。過剰鉛-210放射能強度を見ると、ST-31では約20cmまで、S-33では約40cmまで、S-46では約10cmあたりまでほぼ均質な濃度となっており、混合が行われたことを示唆している。このほかにST-149でも鉛-210の分布に関して指数関数的な分布になっておらず、何らかの擾乱があった可能性が高い。

毎年の過剰鉛-210の降下量を示すフラックスについても検討してみる (第2表)。金井ほか(1995)によると、S-15, S-18およびS-22地点では0.03-0.07Bq/cm²/yの範囲であった。今回計算できた地点でのフラックスは0.014-0.044Bq/cm²/yの範囲であり、それよりも低めである。また、今までの蓄積量を示すインベントリーも、金井ほか(1995)では1.0-1.7Bq/cm²であったが、今回は0.37-0.75Bq/cm²と低めであった。セシウム-137のインベントリーに関しては、S-10BおよびS-24Aでは



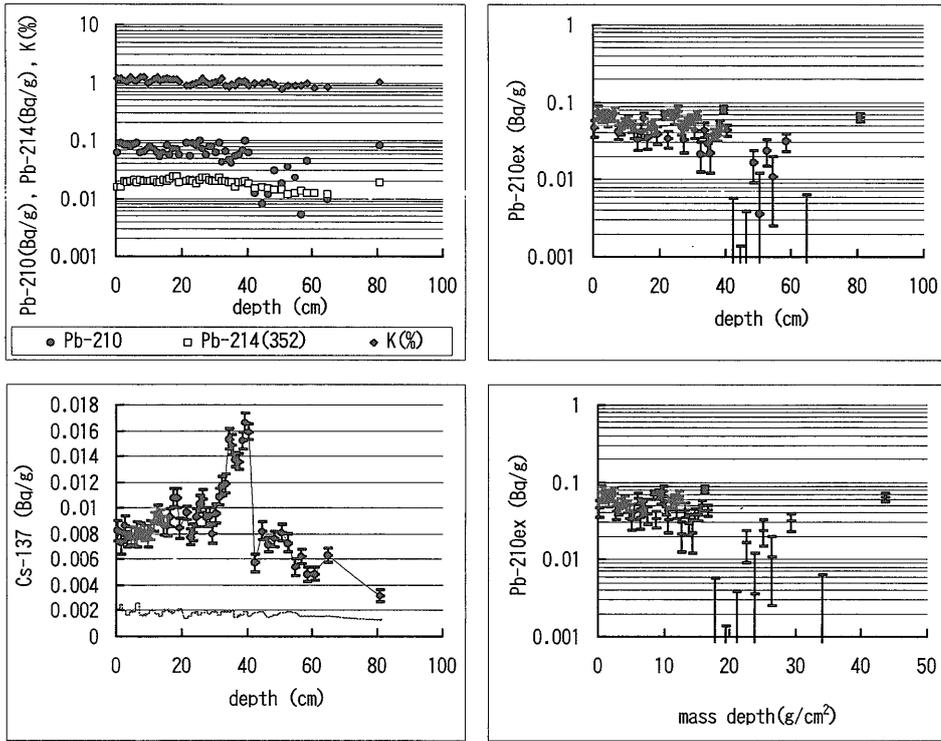
第7図 S-10B コアにおける Pb-210, Pb-214, Pb-210ex, Cs-137放射能強度およびK 濃度変化 (縦棒は 1σ 計数誤差を示す: 以下同じ)

Fig. 7 Pb-210, Pb-214, Pb-210ex and Cs-137 radioactive levels and K contents in core S-10B (vertical line indicates 1σ counting error)



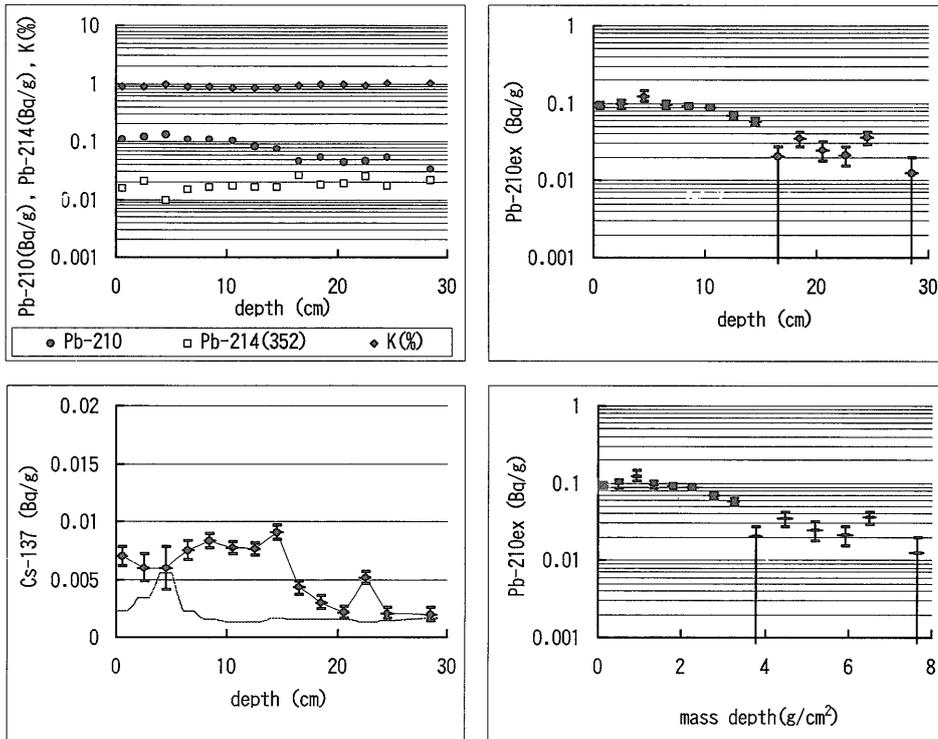
第8図 S-24A コアにおける Pb-210, Pb-214, Pb-210ex, Cs-137放射能強度およびK 濃度変化

Fig. 8 Pb-210, Pb-214, Pb-210ex, and Cs-137 radioactive levels and K contents in core S-24A



第9図 S-33コアにおける Pb-210, Pb-214, Pb-210ex, Cs-137放射能強度およびK濃度変化

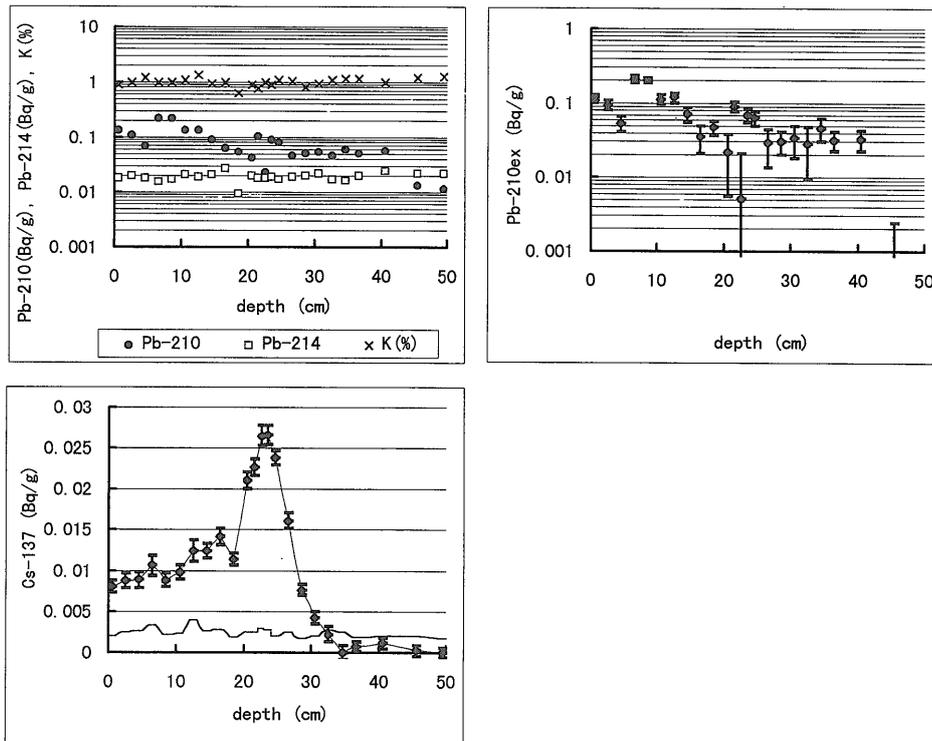
Fig. 9 Pb-210, Pb-214, Pb-210ex and Cs-137 radioactive levels and K contents in core S-33



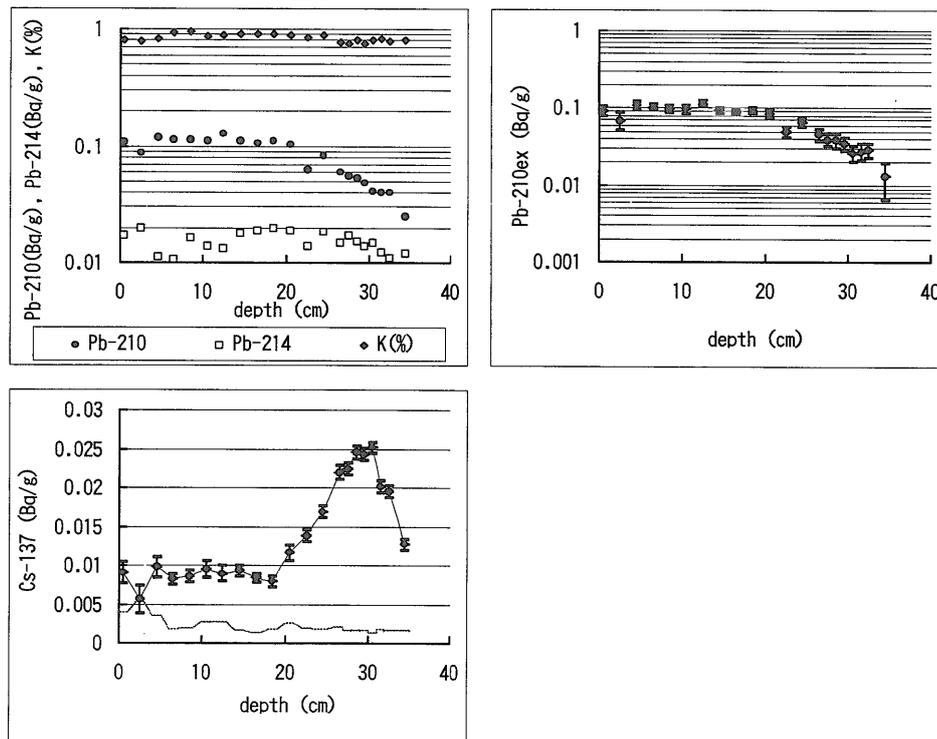
第10図 S-46コアにおける Pb-210, Pb-214, Pb-210ex, Cs-137放射能強度およびK濃度変化

Fig. 10 Pb-210, Pb-214, Pb-210ex and Cs-137 radioactive levels and K contents in core S-46

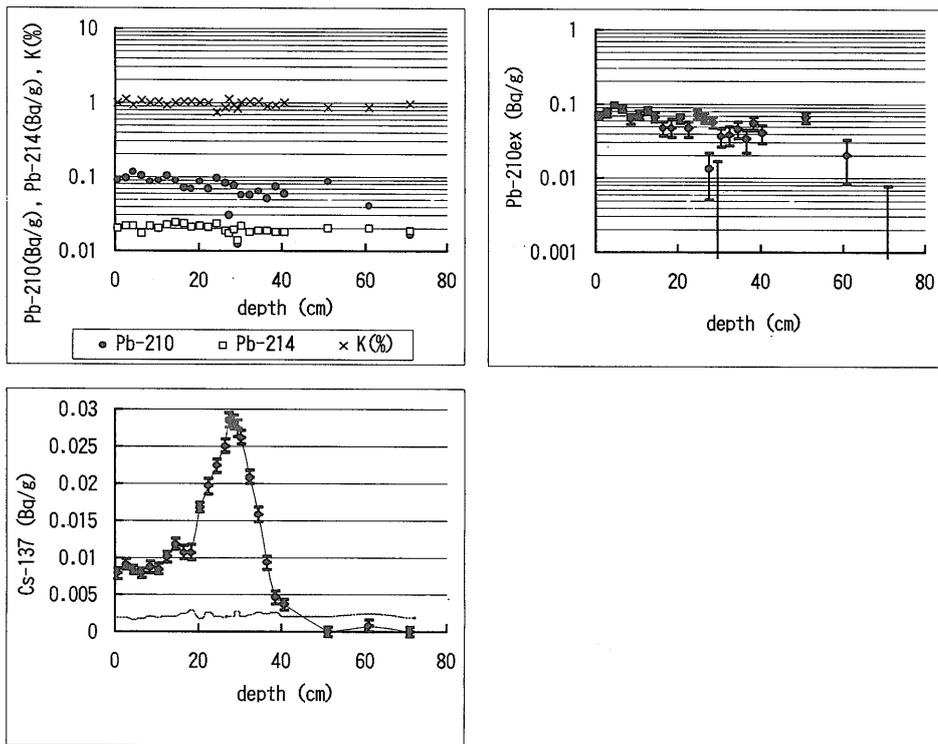
低バックグラウンドシステムによる諏訪湖底質の放射能測定 (金井 ほか)



第11図 ST-4コアにおける Pb-210, Pb-214, Pb-210ex, Cs-137放射能強度および K 濃度変化
Fig. 11 Pb-210, Pb-214, Pb-210ex and Cs-137 radioactive levels and K contents in core ST-4

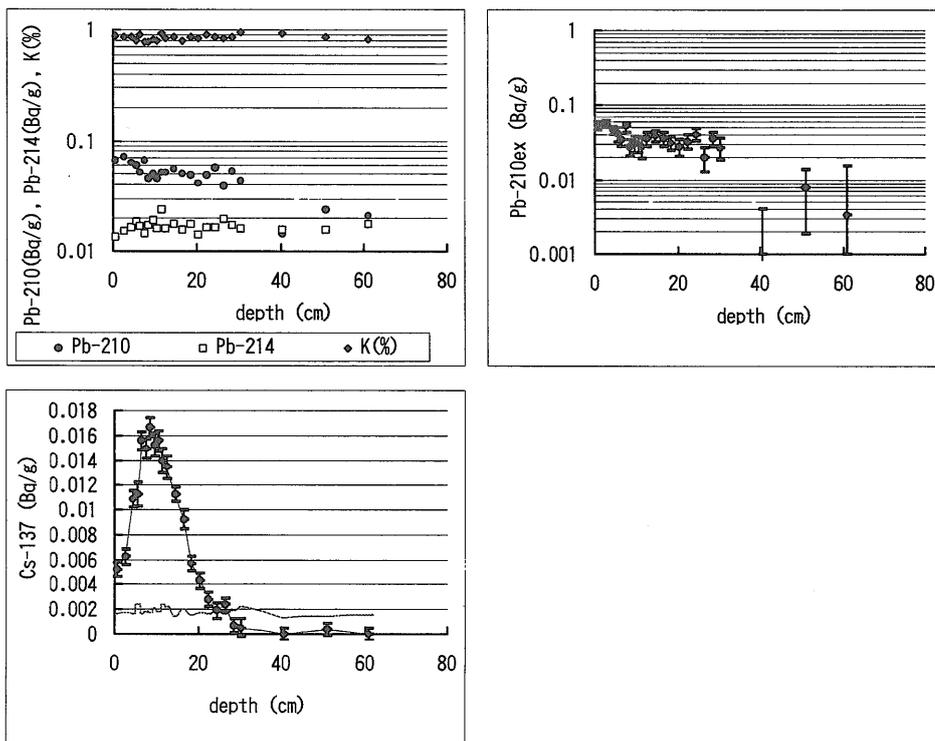


第12図 ST-31コアにおける Pb-210, Pb-214, Pb-210ex, Cs-137放射能強度および K 濃度変化
Fig. 12 Pb-210, Pb-214, Pb-210ex and Cs-137 radioactive levels and K contents in core ST-31



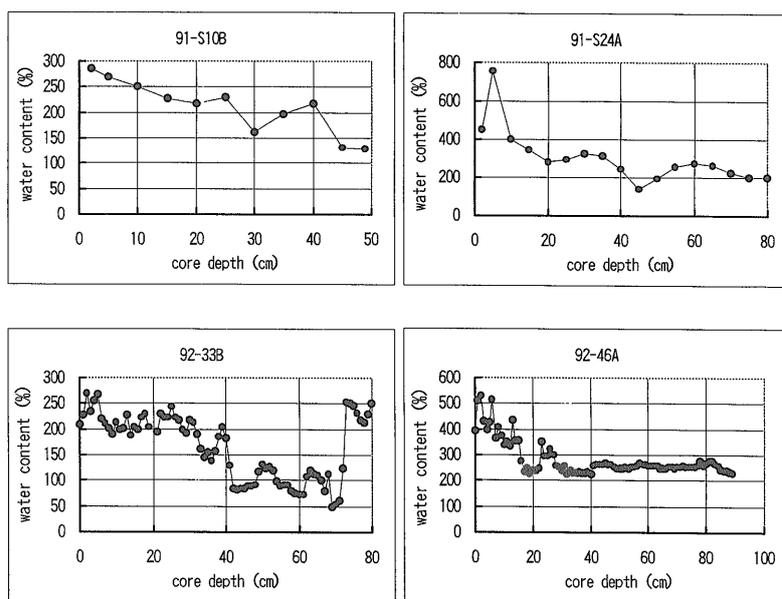
第13図 ST-130コアにおけるPb-210, Pb-214, Pb-210ex, Cs-137放射能強度およびK濃度変化

Fig. 13 Pb-210, Pb-214, Pb-210ex and Cs-137 radioactive levels and K contents in core ST-130



第14図 ST-149コアにおけるPb-210, Pb-214, Pb-210ex, Cs-137放射能強度およびK濃度変化

Fig. 14 Pb-210, Pb-214, Pb-210ex and Cs-137 radioactive levels and K contents in core ST-149



第15図 いくつかのコア試料における含水比の深度変化

Fig. 15 Variation in water contents with depth in selected samples

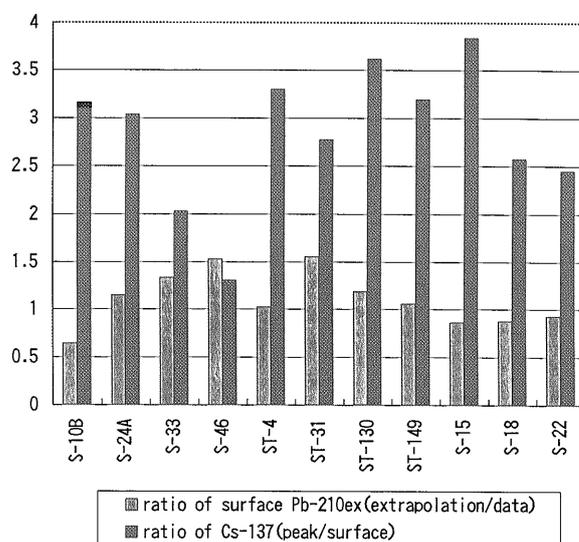
第2表 諏訪湖における過剰鉛-210のフラックスおよび過剰鉛-210, セシウム-137のインベントリー

Table 2 Fluxes of excess Pb-210, and inventories of excess Pb-210 and Cs-137 in Lake Suwa

location	(Pb-210ex)flux (Bq/cm ² /y)	inventory(Bq/cm ²)		comments
		Pb-210	Cs-137	
S-10B 1991	0.022	0.58 ± 0.06	0.299 ± 0.005	this study
S-24A 1991	0.025	0.75 ± 0.05	0.211 ± 0.004	this study
S-33 1992	0.044	0.37 ± 0.02	0.059 ± 0.001	this study
S-46 1992	0.014	0.42 ± 0.02	0.039 ± 0.001	this study
S-15 1991	0.071	1.71 ± 0.08	0.266 ± 0.006	Kanai et al.(1995)
S-18 1991	0.032	1.04 ± 0.07	0.229 ± 0.005	Kanai et al.(1995)
S-22 1991	0.060	1.69 ± 0.07	0.216 ± 0.005	Kanai et al.(1995)

0.21-0.30Bq/cm²で金井ほか(1995)の0.22-0.27Bq/cm²と類似する値であったが, S-33およびS-46では0.04-0.06Bq/cm²と1/5程度であった. このようにS-33およびS-46でインベントリーが小さいのは, 表層部に堆積した過剰鉛-210やセシウム-137が浚渫のために除かれたためと考えられる.

このような浚渫の影響として, 表層の過剰鉛-210の値が外挿値と食い違うことや, 表層とピーク位置のセシウム-137の強度比が異なることが期待される. 第16図にその結果を示した. 表層の過剰鉛-210の外挿値の実測値に対する比は0.6-1.5の範囲にあり, S-33, S-46, ST-31等ではこの比が他よりも幾分大きい傾向がある. 一方, 表層とピーク位置のセシウム-137の強度比は多くが3前後であるが, S-33とS-46では小さい. これらのことから, S-33やS-46ではセシウム-137強度がピークとなる1963



第16図 表層のPb-210ex放射能強度と外挿値との比およびCs-137放射能強度のピークと表層との比

Fig. 16 Ratio of extrapolated Pb-210ex activity with data from the surface, and the ratio of peak to surface for Cs-137 activity

年以降の比較的早い時期に浚渫がなされ, 当時の高濃度堆積物が除去された可能性が高い. このような過剰鉛-210やセシウム-137の比は, 当時の堆積状況を探る手がかりとなる可能性がこの結果から示される.

このようなことを考慮し, 一様な堆積環境を仮定する鉛-210法およびセシウム-137法を用いて平均堆積速度を算出した. その結果をまとめて第3表に示した. 一部の

第3表 諏訪湖底質のPb-210法およびCs-137法による平均堆積速度

Table 3 Average sedimentation rates in Lake Suwa determined by Pb-210 and Cs-137.

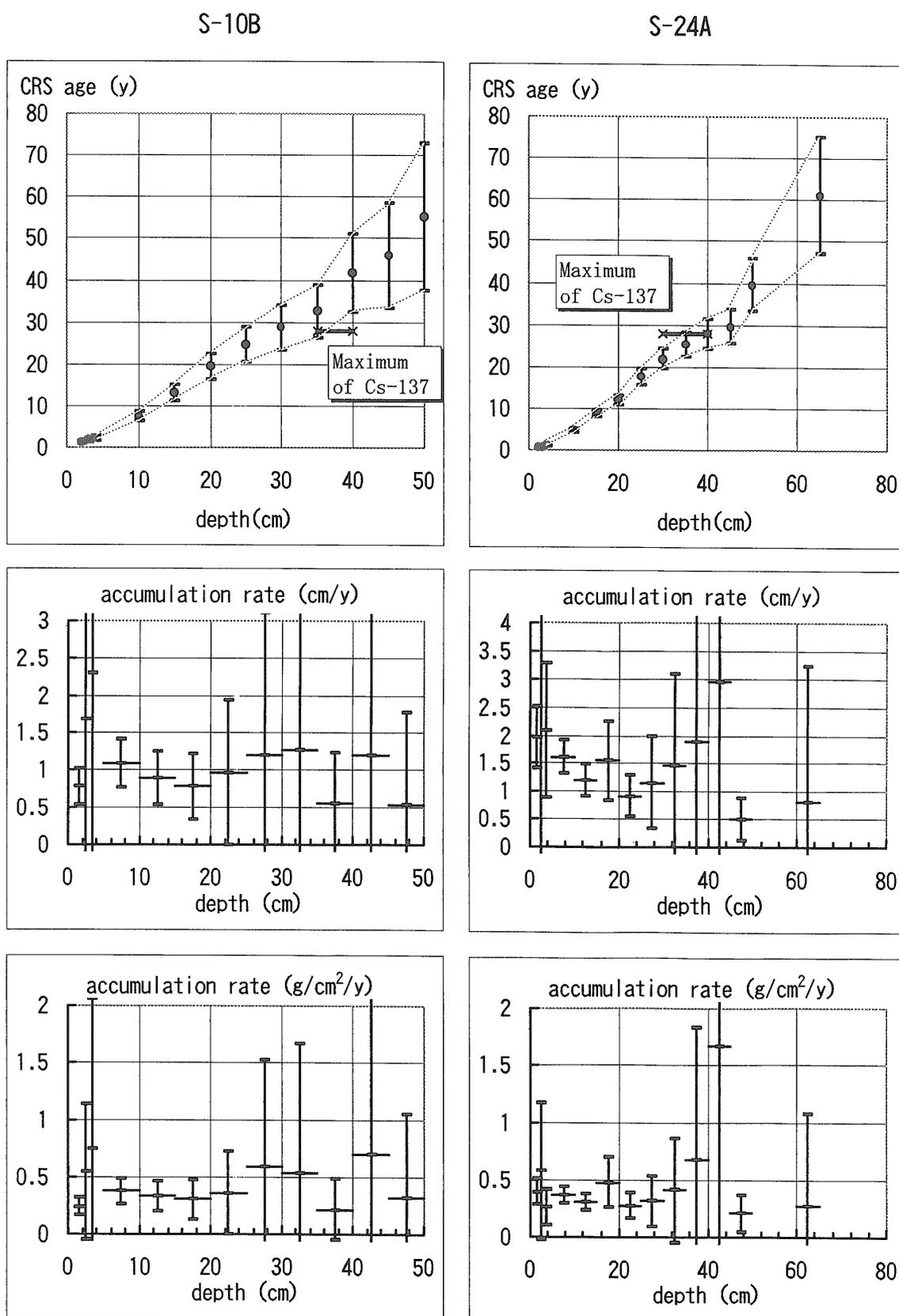
location	method	(cm/y)			(g/cm ² /y)		comments
		Pb-210 method	R	Cs-137 method	Pb-210 method	Cs-137 method	
S-10B	taken in 1991	0.96	-0.79	1.25-1.43	0.39	0.48-0.55	this study
	(5cm~)	0.81	-0.82		0.35		
	(5cm~35cm)	0.58	-0.94		0.23		
S-24A	taken in 1991	1.09	-0.74	1.07-1.43	0.35	0.27-0.38	this study
	(2cm~)	0.94	-0.75		0.32		
	(2cm~41cm)	0.56	-0.89		0.16		
S-33	taken in 1992	2.08	-0.46	1.17-1.45	1.07	0.46-0.60	this study
S-46	taken in 1992	0.40	-0.90	0.48-0.52	0.11	0.11-0.12	this study
	(4cm~)	0.34	-0.91		0.10		
ST-4	taken in 1993	0.73	-0.59	0.73-0.80	-	-	this study
ST-31	taken in 1993	0.65	-0.85	0.93-1.03	-	-	this study
	(4cm~)	0.52	-0.91				
	(4cm~21cm)	2.34	-0.74				
	(20cm~)	0.29	-0.93				
ST-130	taken in 1993	1.76	-0.60	0.90-1.00	-	-	this study
	(4cm~)	1.69	-0.58				
ST-149	taken in 1993	0.84	-0.89	0.27-0.30	-	-	this study
	(0~12cm)	0.46	-0.86				
	(2~12cm)	0.40	-0.84				
	(12cm~)	0.65	-0.93				
S-15	taken in 1991	1.30		0.89-1.43	0.45	0.34-0.40	Kanai et al.(1995)
S-18	taken in 1991	0.67		0.54-0.89	0.20	-	Kanai et al.(1995)
S-22	taken in 1991	1.39		1.07-1.25	0.47	-	Kanai et al.(1995)

試料では含水比のデータがないため、g/cm²/y 単位での堆積速度は算出されていない。また、Pb-210ex の対数値の深度に対する傾斜が一定でないために、使用したデータの範囲を限定して計算した結果も示されている。これらの結果から、Pb-210法では0.3-2.3cm/y の平均堆積速度が、Cs-137法では0.3-1.3cm/y の平均堆積速度が算出される。しかし、上述したように一様な堆積環境を仮定できない試料もあり、計算値の妥当性の検討も必要である。

S-10B およびS-24A では全長試料を用いた平均堆積速度は1.0-1.1cm/y であった。前報 (金井ほか, 1995) で用いた CRS 法 (Appleby and Oldfield, 1978) で計算した結果を第17図に示した。両地点とも類似する堆積速度で、Cs-137法で得た結果とも誤差の範囲で一致している。しかし詳細に見るとS-10B では、上部5cmまでを除くと鉛-210法で0.6-0.8cm/y となる。S-24A でも表層を除くと0.6-0.9cm/y である。ところで、S-10B は砥川の河口に近く、安田ほか(1995)によると砥川の河口部分では1965年-1992年の間に最高2.2mもの堆積があったとして

おり (平均堆積速度では8.1cm/y)、堆積の盛んな部分である。本研究結果では特に速い堆積速度ではなかったが、この理由として試料採取地点が安田ほか(1995)のいう堆積の盛んな部分からはずれていた、もしくは途中で堆積物が浚渫によって取り除かれた可能性が考えられる。堆積の盛んな中心部をはずれると1965年-1992年の間に60-90cmの堆積 (2.2-3.3cm/y) と急減することから試料採取地点の相違の可能性が高いが、第16図に示された表層における過剰鉛-210外挿値の実データに対する比が小さいことは、コア深部における試料の欠如の可能性も示唆している。また、寺島ほか(1992)が諏訪湖底質コア中の亜鉛やクロム等の重金属類の濃度分布を調べたところ、他地点では1960年から1980年にかけてピークを示すのに対し、S-10B 地点では明瞭な変化とはなかった。このことも浚渫による試料の欠如の可能性を示唆している。

ST-130は2年前に採取したS-15 (平均堆積速度: 1.3cm/y) のそばであるが、平均堆積速度は1.8cm/y でそれより幾分大きな平均堆積速度である。ST-149では



第17図 CRSモデルによる堆積速度の一例 (S-10B, S-24A)

Fig. 17 Examples of sedimentation rate by CRS model (S-10B, S-24A)

第4表 コア試料のBi-214およびK-40平均放射能強度

Table 4 Average Bi-214 and K-40 activities of core samples

location	average activities of each core			
	Bi-214 (Bq/g)	σ (%)	K-40 (Bq/g)	σ (%)
S-15	0.019 ± 0.002	(11)	0.196 ± 0.074	(38)
S-18	0.019 ± 0.006	(32)	0.257 ± 0.117	(46)
S-22	0.019 ± 0.004	(21)	0.237 ± 0.070	(30)
S-10B	0.020 ± 0.006	(30)	0.374 ± 0.032	(9)
S-24A	0.018 ± 0.004	(22)	0.262 ± 0.021	(8)
S-33	0.019 ± 0.003	(16)	0.317 ± 0.037	(12)
S-46	0.018 ± 0.004	(22)	0.287 ± 0.019	(7)
ST-4	0.019 ± 0.003	(16)	0.318 ± 0.049	(15)
ST-31	0.015 ± 0.003	(20)	0.262 ± 0.019	(7)
ST-130	0.020 ± 0.002	(10)	0.301 ± 0.028	(9)
ST-149	0.017 ± 0.002	(12)	0.264 ± 0.014	(5)
average	0.018 ± 0.001	(8)	0.280 ± 0.047	(17)

0.8cm/y程度であった。表層部を除くとそれぞれ1.7cm/y, 0.6cm/yと、幾分小さな平均堆積速度となっている。浚渫の影響などが見られたS-46, ST-31等でもコア深部から計算される平均堆積速度は小さい。これらのことから、コアの深部では、当然のことながら圧密の効果でcm/y単位の堆積速度は小さくなるが、さらに湖底で行われた浚渫のために堆積物が湖水中に巻き上げられ、上部の堆積層に懸濁物が再堆積して堆積速度が見かけ上大きくなっている可能性も考えられる。このようなことから、一義的に堆積速度を算出することは困難と考えられるが、詳細にデータを検討することにより当時の堆積環境を推定する手がかりとなる。

過去約30年間のみに限ってそこでの平均堆積速度をCs-137法によって算出する。その結果、S-10B, S-24A, ST-130, S-15, S-22では0.9-1.4cm/y, ST-4, S-18では0.5-0.9cm/y, ST-149では0.3cm/yとかなり小さくなり、浚渫の影響が見られるS-46で0.5cm/y, S-31で0.9-1.0cm/y, S-33で1.1-1.4cm/y,であった。場所によってかなりの変動があるが、大まかに見て平均堆積速度は1cm/y前後であり、この値は前報で述べたように日本における他の湖沼と比べると幾分速い傾向が認められている。

以上のように諏訪湖では浚渫が行われており、これによって近辺の堆積環境が変化し堆積速度にも影響を及ぼしている可能性が強く示唆された。このため、堆積速度は一義的に単純な平均速度ということでは求めることは困難であると考えられる。しかし、これらのデータを詳細に検討することで、そこで起こった様々な事象や堆積状況の変化などを読みとる手だてとなることが明らかとなった。また、金井ほか(1995)が指摘したように一つの湖底においても堆積速度や堆積環境はまちまちで、この湖の堆積速度はこの値というように一つで代表させることは不可能と考えている。このことは堆積物中のウラン(Pb-214と放射平衡と仮定)やカリウム濃度変化によっても示唆される。コアの鉛-214およびK-40の平均放射

能強度を第4表に示したが、一つのコアの中でも、また、コアとコアの間でも数10%のばらつきが認められる。堆積物の供給源となる後背地の地質の相違はあるものの、堆積時の状況や堆積環境も時間とともに変化していたものと推察される。したがって、湖底の堆積速度を検討する場合には、少なくとも数カ所を調査する必要がある。今後湖底調査を行う場合には、こうしたことを考慮して複数の調査地点を検討することが重要と考えている。

4. まとめ

今回、少量試料を用いる新たな放射能測定システムを導入し、その基礎的な検討をふまえて、長野県諏訪湖において採取された数本の底質コア中の放射能を計測した。

(1) 遮蔽体内にJ型に配置された井戸型Ge半導体検出器を使用して、0.014Bq/g(Pb-210, K-40), 0.002Bq/g(Pb-214), 0.001Bq/g(Cs-137)の検出下限を得ることができ、これらは前報のおおよそ半分の検出下限であった。

(2) 諏訪湖底質の8本のコアの内、数カ所で浚渫の影響が認められた。そこでは放射性核種のインベントリーやフラックスに大きな違いが認められた。

(3) 諏訪湖での堆積速度は地点による相違は大きいが約1cm/y前後で、他の日本の湖の堆積速度よりも幾分大きい傾向が認められた。場所による相違が大きいため、一つの湖でも複数箇所の底質コアを検討することが必要と考えられた。今後の様々な湖底調査においては、こうしたことを考慮して複数の調査地点を検討することを計画している。

文 献

- Appleby, P.G. and Oldfield, F. (1978) The calculation of lead-210 dates assuming a constant rate of supply of unsupported ²¹⁰Pb to the sediment. *Catena*, **5**, 1-8.
- 井内美郎・斎藤文紀・片山 肇・宮田雄一郎・寺島滋・寺島美南子・安田 聡・斎藤英二・渡辺和明・宮崎純一・竹内三郎・吉川秀樹(1991) 湖沼汚染底質の浄化手法に関する研究. 平成2年度国立機関公害防止等試験研究成果報告書, 58-1 - 58-19.
- 井内美郎・斎藤文紀・片山 肇・松永恒雄・寺島滋・寺島美南子・安田 聡・斎藤英二・渡辺和明・宮崎純一・吉川秀樹・山口英利・沖野外輝夫・公文富士夫・川村 實・河野行雄(1995) 湖沼汚染底質の浄化手法に関する研究. 平成6年度国立機関公害防止等試験研究成果報告書, 47-1 - 47-16.
- 石原丈実・井内美郎・斎藤文紀・片山 肇・宮田雄一郎・稲崎富士・大久保泰邦・松永恒雄・寺島

- 滋・寺島美南子・安田 聰・斎藤英二・渡辺和明・宮崎純一・竹内三郎・吉川秀樹・沖野外輝夫・公文富士夫・川村 實(1993) 湖沼汚染底質の浄化手法に関する研究. 平成4年度国立機関公害防止等試験研究成果報告書, 50-1 - 50-20.
- 金井 豊(1993) 微量環境試料用井戸型Ge検出器の効率特性. *Radioisotopes*, **42**, 169-172.
- 金井 豊・井内美郎・片山 肇・斎藤文紀(1995) ^{210}Pb , ^{137}Cs 法による長野県諏訪湖底質の堆積速度の見積り. 地調月報, **46**, 225-238.
- 松永恒雄・斎藤文紀・井内美郎・片山 肇・石原丈実・稲崎富士・寺島 滋・金井 豊・寺島美南子・安田 聰・斎藤英二・渡辺和明・宮崎純一・竹内三郎・吉川秀樹・沖野外輝夫・公文富士夫・川村 實(1994) 湖沼汚染底質の浄化手法に関する研究. 平成5年度国立機関公害防止等試験研究成果報告書, 47-1 - 47-23.
- Megumi,K. (1978) A problem in ^{210}Pb geochronologies of sediments. *Nature*, **274**, 885-887.
- Nishimura,M. (1978) Geochemical characteristics of the high reduction zone of stenols in Suwa sediments and the environmental factors controlling the conversion of stenols into stanols. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **42**, 349-357.
- 斎藤文紀・井内美郎・片山 肇・石原丈実・宮田雄一郎・稲崎富士・寺島 滋・寺島美南子・安田 聰・斎藤英二・渡辺和明・宮崎純一・竹内三郎・吉川秀樹・沖野外輝夫・公文富士夫・川村 實(1992) 湖沼汚染底質の浄化手法に関する研究. 平成3年度国立機関公害防止等試験研究成果報告書, 47-1 - 47-17.
- 寺島 滋・井内美郎・宮田雄一郎・片山 肇・斎藤文紀・安田 聰・渡辺和明・吉川秀樹・稲崎富士(1992) 諏訪湖底質中の重金属等11元素の地球化学的研究. 地調月報, **43**, 549-564.
- 安田 聰・渡辺和明・井内美郎(1995) 諏訪湖湖底堆積状況図. 特殊地質図34 (1:13,500), 地質調査所.

(受付:1997年3月18日;受理:1997年5月7日)

付表 A-1 S-15コアにおける Pb-210, Pb-214, Cs-137及び K-40の放射線強度

Table A-1 Activities of Pb-210, Pb-214, Cs-137 and K-40 in core S-15

depth (cm)	Pb-210 $\pm \sigma$		Pb-214 $\pm \sigma$		Cs-137 $\pm \sigma$		K $\pm \sigma$	
	(Bq/g)		(Bq/g)		(Bq/g)		(Bq/g)	
1 - 5	0.209	0.023	0.017	0.004	0.0083	0.0017	0.046	0.037
5 - 10	0.171	0.011	0.018	0.002	0.0089	0.0007	0.213	0.014
10 - 15	0.151	0.010	0.019	0.002	0.0097	0.0006	0.253	0.014
15 - 20	0.082	0.013	0.021	0.002	0.0150	0.0008	0.161	0.015
20 - 25	0.132	0.014	0.017	0.003	0.0166	0.0013	0.160	0.028
30 - 35	0.083	0.009	0.021	0.002	0.0307	0.0008	0.245	0.015
40 - 45	0.088	0.009	0.021	0.002	0.0107	0.0007	0.278	0.015
60 - 65	0.059	0.007	0.019	0.002	0.0000	0.0008	0.211	0.013

付表 A-2 S-18コアにおける Pb-210, Pb-214, Cs-137及び K-40の放射線強度

Table A-2 Activities of Pb-210, Pb-214, Cs-137 and K-40 in core S-18

depth (cm)	Pb-210 $\pm \sigma$		Pb-214 $\pm \sigma$		Cs-137 $\pm \sigma$		K $\pm \sigma$	
	(Bq/g)		(Bq/g)		(Bq/g)		(Bq/g)	
0 - 1	0.201	0.032	0.003	0.008	0.0158	0.0029	0.000	0.066
1 - 2	0.128	0.020	0.019	0.004	0.0141	0.0017	0.194	0.037
2 - 3	0.111	0.020	0.015	0.005	0.0136	0.0017	0.285	0.041
3 - 4	0.174	0.024	0.008	0.005	0.0139	0.0022	0.206	0.045
4 - 5	0.145	0.021	0.017	0.005	0.0125	0.0018	0.002	0.042
5 - 10	0.133	0.018	0.021	0.003	0.0164	0.0014	0.285	0.028
10 - 15	0.111	0.014	0.019	0.003	0.0244	0.0011	0.240	0.024
15 - 20	0.107	0.015	0.017	0.003	0.0407	0.0014	0.273	0.028
20 - 25	0.083	0.011	0.020	0.002	0.0382	0.0011	0.178	0.018
25 - 30	0.086	0.014	0.025	0.002	0.0237	0.0009	0.266	0.014
30 - 35	0.074	0.009	0.021	0.002	0.0107	0.0008	0.283	0.018
35 - 40	0.072	0.011	0.026	0.001	0.0019	0.0006	0.397	0.011
40 - 45	0.061	0.008	0.022	0.002	0.0008	0.0005	0.396	0.013
45 - 50	0.036	0.011	0.022	0.001	0.0005	0.0006	0.340	0.012
50 - 55	0.040	0.011	0.025	0.001	0.0009	0.0006	0.354	0.012
55 - 60	0.026	0.009	0.024	0.001	0.0007	0.0007	0.387	0.011
60 - 65	0.042	0.008	0.020	0.002	0.0004	0.0005	0.286	0.013

低バックグラウンドシステムによる諏訪湖底質の放射能測定 (金井 ほか)

付表 A-3 S-22コアにおける Pb-210, Pb-214, Cs-137及び K-40の放射線強度

Table A-3 Activities of Pb-210, Pb-214, Cs-137 and K-40 in core S-22

depth (cm)		Pb-210 $\pm \sigma$ (Bq/g)	Pb-214 $\pm \sigma$ (Bq/g)	Cs-137 $\pm \sigma$ (Bq/g)	K $\pm \sigma$ (Bq/g)
3	4	0.173 0.022	0.013 0.005	0.0103 0.0020	0.121 0.046
5	10	0.203 0.019	0.014 0.003	0.0109 0.0013	0.236 0.026
10	15	0.107 0.008	0.020 0.002	0.0090 0.0006	0.251 0.014
15	20	0.175 0.013	0.017 0.002	0.0110 0.0006	0.289 0.014
20	25	0.109 0.008	0.022 0.002	0.0141 0.0006	0.180 0.014
25	30	0.106 0.011	0.020 0.002	0.0172 0.0009	0.176 0.018
30	35	0.084 0.008	0.019 0.002	0.0252 0.0007	0.238 0.014
35	40	0.041 0.011	0.017 0.001	0.0173 0.0008	0.157 0.011
40	45	0.059 0.006	0.014 0.001	0.0122 0.0005	0.167 0.012
45	50	0.066 0.010	0.021 0.001	0.0145 0.0006	0.217 0.010
50	55	0.073 0.008	0.027 0.002	0.0064 0.0008	0.328 0.014
55	60	0.057 0.011	0.023 0.001	0.0003 0.0007	0.333 0.013
60	65	0.083 0.008	0.021 0.002	0.0010 0.0006	0.322 0.014
80	85	0.053 0.006	0.021 0.002	0.0000 0.0005	0.305 0.013

付表 A-4 S-10B コアにおける Pb-210, Pb-214, Cs-137及び K-40の放射線強度

Table A-4 Activities of Pb-210, Pb-214, Cs-137 and K-40 in core S-10B

depth (cm)		Pb-210 $\pm \sigma$ (Bq/g)	Pb-214 $\pm \sigma$ (Bq/g)	Cs-137 $\pm \sigma$ (Bq/g)	K $\pm \sigma$ (Bq/g)
1	2	0.097 0.026	0.006 0.004	0.0089 0.0025	0.296 0.027
2	3	0.070 0.019	0.031 0.003	0.0072 0.0016	0.357 0.019
3	4	0.042 0.015	0.014 0.002	0.0115 0.0012	0.383 0.015
5	10	0.072 0.007	0.021 0.001	0.0088 0.0007	0.363 0.010
10	15	0.070 0.007	0.021 0.001	0.0089 0.0006	0.371 0.010
15	20	0.066 0.007	0.022 0.001	0.0087 0.0007	0.387 0.010
20	25	0.053 0.010	0.022 0.002	0.0124 0.0010	0.436 0.015
25	30	0.040 0.005	0.023 0.001	0.0132 0.0005	0.387 0.007
30	35	0.036 0.007	0.020 0.001	0.0202 0.0008	0.373 0.010
35	40	0.054 0.008	0.021 0.001	0.0282 0.0008	0.360 0.009
40	45	0.028 0.006	0.020 0.010	0.0175 0.0006	0.390 0.009
45	50	0.035 0.006	0.021 0.001	0.0120 0.0007	0.383 0.010

付表 A-5 S-24A コアにおける Pb-210, Pb-214, Cs-137及び K-40の放射線強度

Table A-5 Activities of Pb-210, Pb-214, Cs-137 and K-40 in core S-24A

depth (cm)		Pb-210 $\pm \sigma$ (Bq/g)	Pb-214 $\pm \sigma$ (Bq/g)	Cs-137 $\pm \sigma$ (Bq/g)	K $\pm \sigma$ (Bq/g)
1	2	0.088 0.019	0.019 0.003	0.0065 0.0017	0.260 0.019
2	3	0.066 0.019	0.019 0.003	0.0084 0.0017	0.271 0.019
3	4	0.114 0.023	0.012 0.004	0.0087 0.0022	0.230 0.022
5	10	0.087 0.008	0.020 0.001	0.0089 0.0007	0.271 0.009
10	15	0.091 0.006	0.019 0.001	0.0085 0.0005	0.275 0.007
15	20	0.062 0.007	0.021 0.001	0.0105 0.0006	0.281 0.008
20	25	0.083 0.010	0.020 0.002	0.0100 0.0009	0.275 0.012
25	30	0.069 0.007	0.022 0.001	0.0145 0.0007	0.266 0.009
30	35	0.050 0.008	0.018 0.001	0.0190 0.0008	0.247 0.009
35	40	0.033 0.007	0.015 0.001	0.0197 0.0008	0.229 0.008
40	45	0.016 0.007	0.009 0.001	0.0104 0.0006	0.242 0.008
45	50	0.062 0.007	0.018 0.001	0.0113 0.0007	0.261 0.009
60	65	0.040 0.007	0.024 0.001	0.0004 0.0005	0.300 0.008

地質調査所月報(第48巻 第5号)

付表A-6 S-33コアにおけるPb-210, Pb-214, Cs-137及びK-40の放射線強度
Table A-6 Activities of Pb-210, Pb-214, Cs-137 and K-40 in core S-33

depth (cm)	Pb-210		Pb-214		Cs-137		K			
	(Bq/g)	$\pm \sigma$								
0	-	1	0.062	0.012	0.016	0.001	0.0082	0.0008	0.361	0.011
1	-	2	0.091	0.012	0.016	0.001	0.0073	0.0009	0.361	0.013
2	-	3	0.084	0.010	0.020	0.001	0.0086	0.0007	0.331	0.010
3	-	4	0.088	0.010	0.019	0.001	0.0076	0.0006	0.320	0.009
4	-	5	0.079	0.011	0.020	0.001	0.0078	0.0007	0.376	0.010
5	-	6	0.088	0.011	0.021	0.001	0.0077	0.0007	0.330	0.010
6	-	7	0.092	0.014	0.019	0.002	0.0079	0.0009	0.341	0.013
7	-	8	0.063	0.008	0.021	0.001	0.0082	0.0006	0.378	0.009
8	-	9	0.066	0.008	0.020	0.001	0.0080	0.0006	0.389	0.009
9	-	10	0.073	0.007	0.019	0.001	0.0076	0.0006	0.303	0.009
10	-	11	0.078	0.008	0.020	0.001	0.0083	0.0007	0.313	0.010
11	-	12	0.071	0.009	0.021	0.001	0.0089	0.0007	0.346	0.011
12	-	13	0.062	0.009	0.019	0.001	0.0096	0.0006	0.382	0.010
13	-	14	0.051	0.008	0.019	0.001	0.0093	0.0006	0.340	0.009
14	-	15	0.064	0.009	0.021	0.001	0.0086	0.0007	0.344	0.010
15	-	16	0.082	0.009	0.020	0.001	0.0086	0.0007	0.374	0.011
16	-	17	0.057	0.010	0.022	0.001	0.0092	0.0007	0.345	0.010
17	-	18	0.070	0.009	0.024	0.001	0.0108	0.0007	0.350	0.010
18	-	19	0.072	0.010	0.024	0.001	0.0107	0.0007	0.353	0.010
19	-	20	0.058	0.010	0.019	0.001	0.0084	0.0008	0.323	0.011
21	-	22	0.089	0.009	0.020	0.001	0.0096	0.0005	0.281	0.008
22	-	23	0.054	0.008	0.021	0.001	0.0077	0.0006	0.277	0.008
23	-	24	0.090	0.010	0.020	0.001	0.0081	0.0007	0.284	0.009
24	-	25	0.082	0.012	0.018	0.001	0.0093	0.0007	0.300	0.010
25	-	26	0.098	0.010	0.021	0.001	0.0103	0.0006	0.315	0.009
26	-	27	0.070	0.010	0.023	0.001	0.0107	0.0007	0.361	0.010
27	-	28	0.056	0.010	0.023	0.001	0.0093	0.0008	0.314	0.011
28	-	29	0.077	0.009	0.021	0.001	0.0094	0.0006	0.287	0.009
29	-	30	0.081	0.009	0.020	0.001	0.0079	0.0007	0.299	0.010
30	-	31	0.064	0.009	0.020	0.001	0.0095	0.0007	0.318	0.010
31	-	32	0.090	0.008	0.022	0.001	0.0108	0.0006	0.335	0.009
32	-	33	0.042	0.009	0.020	0.001	0.0117	0.0007	0.367	0.010
33	-	34	0.064	0.009	0.020	0.001	0.0119	0.0008	0.276	0.010
34	-	35	0.048	0.009	0.019	0.001	0.0153	0.0008	0.262	0.010
35	-	36	0.041	0.010	0.019	0.001	0.0149	0.0008	0.290	0.010
36	-	37	0.054	0.007	0.016	0.001	0.0137	0.0006	0.276	0.008
37	-	38	0.057	0.007	0.019	0.001	0.0136	0.0006	0.326	0.009
38	-	39	0.069	0.008	0.019	0.001	0.0152	0.0007	0.323	0.009
39	-	40	0.099	0.008	0.020	0.001	0.0166	0.0008	0.332	0.010
40	-	41	0.062	0.007	0.018	0.001	0.0159	0.0006	0.279	0.008
42	-	43	0.013	0.008	0.015	0.001	0.0057	0.0007	0.298	0.010
44	-	45	0.008	0.009	0.016	0.001	0.0082	0.0007	0.299	0.010
46	-	47	0.012	0.007	0.015	0.001	0.0071	0.0005	0.312	0.008
48	-	49	0.031	0.008	0.014	0.001	0.0076	0.0006	0.290	0.009
50	-	51	0.018	0.008	0.014	0.001	0.0081	0.0007	0.244	0.009
52	-	53	0.036	0.009	0.012	0.001	0.0073	0.0007	0.269	0.010
54	-	55	0.023	0.008	0.012	0.001	0.0054	0.0007	0.271	0.010
56	-	57	0.005	0.007	0.013	0.001	0.0062	0.0006	0.275	0.009
58	-	59	0.044	0.008	0.012	0.001	0.0048	0.0005	0.305	0.008
60	-	61	0.000	0.008	0.012	0.001	0.0049	0.0005	0.255	0.008
64	-	65	0.010	0.008	0.012	0.001	0.0063	0.0006	0.268	0.008
80	-	81	0.083	0.008	0.019	0.001	0.0031	0.0004	0.319	0.007

低バックグラウンドシステムによる諏訪湖底質の放射能測定 (金井 ほか)

付表 A-7 S-46コアにおける Pb-210, Pb-214, Cs-137及び K-40の放射線強度

Table A-7 Activities of Pb-210, Pb-214, Cs-137 and K-40 in core S-46

depth (cm)	Pb-210 $\pm \sigma$		Pb-214 $\pm \sigma$		Cs-137 $\pm \sigma$		K $\pm \sigma$	
	(Bq/g)		(Bq/g)		(Bq/g)		(Bq/g)	
0 - 1	0.109	0.009	0.016	0.002	0.0070	0.0008	0.277	0.012
2 - 3	0.120	0.012	0.021	0.002	0.0060	0.0012	0.275	0.016
4 - 5	0.134	0.019	0.010	0.004	0.0060	0.0018	0.296	0.024
6 - 7	0.110	0.009	0.015	0.002	0.0075	0.0008	0.276	0.012
8 - 9	0.108	0.007	0.016	0.001	0.0083	0.0006	0.277	0.009
10 - 11	0.106	0.006	0.017	0.001	0.0078	0.0005	0.264	0.008
12 - 13	0.085	0.006	0.016	0.001	0.0076	0.0005	0.260	0.008
14 - 15	0.075	0.007	0.017	0.001	0.0091	0.0006	0.265	0.009
16 - 17	0.047	0.007	0.027	0.001	0.0043	0.0006	0.289	0.010
18 - 19	0.053	0.007	0.018	0.001	0.0030	0.0005	0.307	0.010
20 - 21	0.044	0.007	0.019	0.001	0.0022	0.0005	0.306	0.010
22 - 23	0.047	0.006	0.025	0.001	0.0051	0.0005	0.293	0.008
24 - 25	0.054	0.006	0.017	0.001	0.0021	0.0005	0.315	0.009
28 - 29	0.036	0.007	0.023	0.001	0.0020	0.0006	0.317	0.010

付表 A-8 ST-4コアにおける Pb-210, Pb-214, Cs-137及び K-40の放射線強度

Table A-8 Activities of Pb-210, Pb-214, Cs-137 and K-40 in core ST-4

depth (cm)	Pb-210 $\pm \sigma$		Pb-214 $\pm \sigma$		Cs-137 $\pm \sigma$		K $\pm \sigma$	
	(Bq/g)		(Bq/g)		(Bq/g)		(Bq/g)	
0 - 1	0.138	0.011	0.018	0.001	0.0081	0.0007	0.285	0.010
2 - 3	0.113	0.014	0.020	0.001	0.0087	0.0009	0.312	0.012
4 - 5	0.072	0.013	0.018	0.001	0.0089	0.0009	0.380	0.013
6 - 7	0.226	0.023	0.016	0.002	0.0106	0.0012	0.316	0.016
8 - 9	0.220	0.016	0.018	0.001	0.0088	0.0008	0.309	0.011
10 - 11	0.135	0.016	0.021	0.001	0.0098	0.0008	0.336	0.011
12 - 13	0.137	0.017	0.019	0.002	0.0124	0.0014	0.409	0.019
14 - 15	0.093	0.015	0.022	0.001	0.0124	0.0009	0.298	0.013
16 - 17	0.062	0.014	0.027	0.002	0.0142	0.0011	0.308	0.013
18 - 19	0.056	0.009	0.009	0.001	0.0114	0.0007	0.201	0.009
20 - 21	0.042	0.016	0.020	0.001	0.0211	0.0010	0.280	0.012
21 - 22	0.107	0.013	0.018	0.001	0.0227	0.0010	0.237	0.012
22 - 23	0.024	0.016	0.018	0.002	0.0265	0.0012	0.309	0.014
23 - 24	0.089	0.014	0.019	0.002	0.0266	0.0012	0.274	0.013
24 - 25	0.081	0.013	0.017	0.001	0.0238	0.0009	0.337	0.011
26 - 27	0.048	0.016	0.019	0.001	0.0162	0.0009	0.328	0.012
28 - 29	0.051	0.010	0.021	0.001	0.0077	0.0006	0.259	0.009
30 - 31	0.056	0.016	0.022	0.001	0.0042	0.0007	0.298	0.011
32 - 33	0.046	0.019	0.017	0.002	0.0022	0.0009	0.345	0.014
34 - 35	0.062	0.015	0.016	0.001	0.0000	0.0008	0.359	0.013
36 - 37	0.052	0.009	0.020	0.001	0.0007	0.0006	0.362	0.011
40 - 41	0.058	0.010	0.025	0.001	0.0012	0.0007	0.305	0.010
45 - 46	0.014	0.011	0.023	0.001	0.0003	0.0006	0.377	0.011
49 - 50	0.012	0.009	0.022	0.001	0.0000	0.0006	0.396	0.010

地質調査所月報 (第48巻 第5号)

付表 A-9 ST-31コアにおける Pb-210, Pb-214, Cs-137及び K-40の放射線強度

Table A-9 Activities of Pb-210, Pb-214, Cs-137 and K-40 in core ST-31

depth (cm)			Pb-210 $\pm \sigma$ (Bq/g)	Pb-214 $\pm \sigma$ (Bq/g)	Cs-137 $\pm \sigma$ (Bq/g)	K $\pm \sigma$ (Bq/g)
0	-	1	0.110 0.013	0.017 0.002	0.0091 0.0014	0.252 0.015
2	-	3	0.089 0.018	0.020 0.003	0.0056 0.0018	0.246 0.020
4	-	5	0.119 0.014	0.011 0.002	0.0098 0.0013	0.255 0.014
6	-	7	0.113 0.009	0.011 0.001	0.0083 0.0007	0.288 0.010
8	-	9	0.115 0.010	0.016 0.001	0.0086 0.0008	0.299 0.011
10	-	11	0.111 0.011	0.014 0.002	0.0095 0.0011	0.270 0.014
12	-	13	0.127 0.010	0.013 0.002	0.0089 0.0010	0.275 0.013
14	-	15	0.110 0.008	0.018 0.001	0.0094 0.0007	0.283 0.009
16	-	17	0.106 0.006	0.019 0.001	0.0084 0.0005	0.283 0.008
18	-	19	0.112 0.008	0.020 0.001	0.0080 0.0007	0.281 0.009
20	-	21	0.103 0.010	0.019 0.002	0.0117 0.0010	0.278 0.013
22	-	23	0.063 0.008	0.014 0.001	0.0139 0.0008	0.261 0.010
24	-	25	0.084 0.008	0.018 0.001	0.0169 0.0008	0.278 0.009
26	-	27	0.060 0.008	0.015 0.001	0.0220 0.0009	0.237 0.010
27	-	28	0.056 0.007	0.017 0.001	0.0225 0.0008	0.233 0.008
28	-	29	0.053 0.008	0.015 0.001	0.0246 0.0009	0.253 0.009
29	-	30	0.049 0.006	0.014 0.001	0.0243 0.0008	0.236 0.008
30	-	31	0.041 0.006	0.015 0.001	0.0252 0.0007	0.250 0.007
31	-	32	0.040 0.007	0.012 0.001	0.0202 0.0008	0.257 0.009
32	-	33	0.040 0.006	0.011 0.001	0.0196 0.0008	0.245 0.008
34	-	35	0.025 0.006	0.012 0.001	0.0127 0.0007	0.250 0.009

付表 A-10 ST-130コアにおける Pb-210, Pb-214, Cs-137及び K-40の放射線強度

Table A-10 Activities of Pb-210, Pb-214, Cs-137 and K-40 in core ST-130

depth (cm)			Pb-210 $\pm \sigma$ (Bq/g)	Pb-214 $\pm \sigma$ (Bq/g)	Cs-137 $\pm \sigma$ (Bq/g)	K $\pm \sigma$ (Bq/g)
0	-	1	0.090 0.009	0.020 0.001	0.0079 0.0007	0.305 0.010
2	-	3	0.097 0.009	0.022 0.001	0.0091 0.0007	0.347 0.011
4	-	5	0.117 0.008	0.022 0.001	0.0083 0.0006	0.290 0.008
6	-	7	0.102 0.008	0.018 0.001	0.0079 0.0007	0.337 0.009
8	-	9	0.085 0.010	0.022 0.001	0.0087 0.0008	0.307 0.011
10	-	11	0.090 0.009	0.020 0.001	0.0084 0.0007	0.328 0.010
12	-	13	0.103 0.009	0.022 0.001	0.0101 0.0008	0.285 0.010
14	-	15	0.091 0.009	0.024 0.001	0.0118 0.0008	0.304 0.011
16	-	17	0.071 0.011	0.024 0.001	0.0107 0.0009	0.322 0.012
18	-	19	0.069 0.013	0.021 0.002	0.0107 0.0010	0.326 0.014
20	-	21	0.086 0.008	0.022 0.001	0.0168 0.0007	0.310 0.009
22	-	23	0.068 0.011	0.021 0.001	0.0196 0.0010	0.314 0.012
24	-	25	0.095 0.010	0.023 0.001	0.0224 0.0009	0.234 0.010
26	-	27	0.083 0.009	0.019 0.001	0.0250 0.0009	0.264 0.010
27	-	28	0.031 0.008	0.017 0.001	0.0286 0.0009	0.341 0.011
28	-	29	0.077 0.010	0.019 0.001	0.0282 0.0009	0.283 0.010
29	-	30	0.013 0.018	0.014 0.002	0.0274 0.0012	0.258 0.013
30	-	31	0.058 0.010	0.022 0.001	0.0262 0.0009	0.310 0.010
32	-	33	0.057 0.012	0.018 0.001	0.0209 0.0009	0.326 0.012
34	-	35	0.065 0.012	0.019 0.002	0.0158 0.0010	0.318 0.013
36	-	37	0.052 0.011	0.019 0.001	0.0093 0.0009	0.276 0.012
38	-	39	0.074 0.011	0.018 0.001	0.0047 0.0009	0.290 0.012
40	-	41	0.059 0.011	0.018 0.001	0.0037 0.0007	0.315 0.011
50	-	52	0.086 0.011	0.020 0.001	0.0000 0.0007	0.267 0.010
60	-	62	0.041 0.012	0.020 0.001	0.0008 0.0008	0.271 0.012
70	-	72	0.017 0.010	0.019 0.001	0.0001 0.0006	0.297 0.010

低バックグラウンドシステムによる諏訪湖底質の放射能測定 (金井 ほか)

付表 A-11 ST-149コアにおける Pb-210, Pb-214, Cs-137及び K-40の放射線強度

Table A-11 Activities of Pb-210, Pb-214, Cs-137 and K-40 in core ST-149

depth (cm)	Pb-210 $\pm \sigma$		Pb-214 $\pm \sigma$		Cs-137 $\pm \sigma$		K $\pm \sigma$			
	(Bq/g)		(Bq/g)		(Bq/g)		(Bq/g)			
0	-	1	0.067	0.006	0.013	0.001	0.0052	0.0006	0.274	0.009
2	-	3	0.072	0.007	0.015	0.001	0.0062	0.0006	0.266	0.009
4	-	5	0.063	0.006	0.017	0.001	0.0108	0.0007	0.264	0.009
5	-	6	0.060	0.009	0.019	0.001	0.0113	0.0010	0.248	0.012
6	-	7	0.051	0.006	0.017	0.001	0.0156	0.0007	0.280	0.009
7	-	8	0.066	0.007	0.014	0.001	0.0149	0.0008	0.239	0.010
8	-	9	0.045	0.007	0.017	0.001	0.0166	0.0008	0.242	0.009
9	-	10	0.050	0.008	0.019	0.001	0.0153	0.0009	0.254	0.010
10	-	11	0.046	0.007	0.016	0.001	0.0155	0.0008	0.249	0.009
11	-	12	0.051	0.009	0.024	0.001	0.0140	0.0010	0.286	0.012
12	-	13	0.052	0.008	0.016	0.001	0.0134	0.0009	0.261	0.011
14	-	15	0.056	0.007	0.018	0.001	0.0112	0.0006	0.266	0.007
16	-	17	0.051	0.008	0.016	0.001	0.0092	0.0008	0.249	0.010
18	-	19	0.049	0.006	0.018	0.001	0.0057	0.0006	0.268	0.008
20	-	21	0.042	0.007	0.014	0.001	0.0043	0.0006	0.258	0.009
22	-	23	0.049	0.007	0.016	0.001	0.0028	0.0006	0.278	0.009
24	-	25	0.057	0.007	0.017	0.001	0.0019	0.0006	0.265	0.009
26	-	27	0.040	0.007	0.020	0.001	0.0024	0.0006	0.262	0.009
28	-	29	0.053	0.007	0.017	0.001	0.0007	0.0006	0.268	0.010
30	-	31	0.043	0.008	0.016	0.001	0.0005	0.0007	0.293	0.011
40	-	41	0.014	0.005	0.016	0.001	0.0000	0.0004	0.287	0.007
50	-	52	0.024	0.006	0.016	0.001	0.0004	0.0005	0.269	0.008
60	-	62	0.021	0.012	0.018	0.001	0.0000	0.0005	0.254	0.008