

シベリア・チベット地域の湖沼から採取した湖底柱状堆積物の放射性炭素年代測定 - 1 : VER98-1 St.6 堆積物試料 (ロシア・バイカル湖) を用いた過去約 3 万年間の古環境変動と堆積速度の復元

渡邊隆広<sup>1)</sup>, 中村俊夫<sup>1)</sup>, 西村弥重<sup>2)</sup>, 河合崇欣<sup>3)</sup>

1) 名古屋大学年代測定総合研究センター, 2) 東海大学海洋学部, 3) 名古屋大学大学院環境学研究科

シベリア南部に位置するバイカル湖 (Academician ridge) から採取された VER98-1 St.6 堆積物試料の放射性炭素年代測定を行った。VER98-1 St6 Pilot (gravity) Core 試料の平均堆積速度は 5.7 cm/1000 yr (29.1-1.6 ka BP) であり、同じアカデミシャンリッジから採取した VER98-1 St5 Pilot (gravity) Core 試料の平均堆積速度とほぼ一致した (5.5 cm/1000 yr, 27.8-3.4 ka BP)。年代測定結果から、寒冷期から温暖期への気候遷移期間において、急激な堆積速度の変化と年代値の深さ方向での逆転が認められた。この結果は、気候遷移期において湖底へ運ばれる有機物の供給源が一時的に変化した可能性を示唆する。

[はじめに]

大陸内部、特にシベリアおよびチベット地域はその地理的な特徴から環境変動のメカニズムを知るための重要な研究フィールドである。これまでに大陸内部の湖沼 (バイカル湖、フブスグル湖、エルヘル湖、プマユムツォ湖等) から柱状堆積物が採取され、各種環境変動解析および生物活動解析が進められている (中村ら、2003 ; 渡邊ら、2004、2005 ; Watanabe et al., in press)。過去における環境変動および生物活動の解析を行うために、堆積層の形成年代を決定することは必要不可欠な過程である。バイカル湖やフブスグル湖においては、堆積物中に植物片が見つかることは稀であり、堆積物中の全有機炭素 (TOC) の放射性炭素年代測定を行い、過去約 5 万年間の年代を推定する手法が多く使用されている (Colman et al., 1996; Bezrukova et al., 2005; Prokopenko et al., 2005)。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 (XVII) において、VER98-1 St.5 堆積物試料 (ロシア・バイカル湖、アカデミシャンリッジから採取) の TOC の放射性炭素年代測定結果を報告した (渡邊ら、2006)。今回は、同じアカデミシャンリッジから採取した VER98-1 St.6 堆積物試料の放射性炭素年代測定結果を報告する。

### [試料と分析法]

1998年8月、バイカル湖の北湖盆と中央湖盆の境に位置するアカデミシャンリッジ (53°44'46"N, 108°24'38"W; 水深 335m) において約 10 m および 1.76 m の柱状堆積物試料が採取された (Figure 1, VER98-1 St.6 Piston Core および Pilot Core)。今回は、コア長 1.76 m の Pilot Core (gravity core) の年代測定結果を報告する。VER98-1 St.6 試料は採取後、約 1m ごとに切断され、日本に輸入後半割し、クリーンベンチ内において 1cm 間隔で細分し、-20°C で冷凍保存した。このうち 24 試料 (深さ 165-1 cm) について、堆積物中の全有機炭素の放射性炭素年代測定を行った。まず、1.2M-HCl を用いて脱炭酸塩処理を行った(60°C, 3h)。脱炭酸塩処理後の試料は、酸化銅とともに 850°C で燃焼し、真空ラインを用いて CO<sub>2</sub> ガスを精製した。次に CO<sub>2</sub> ガスを、鉄を触媒として水素により還元させグラファイトとし、<sup>14</sup>C 測定用ターゲットを作成した。<sup>14</sup>C 測定は名古屋大学タンデトロン加速器質量分析計 (HVEE 社製, Model-4130 AMS) を用いて行われた。

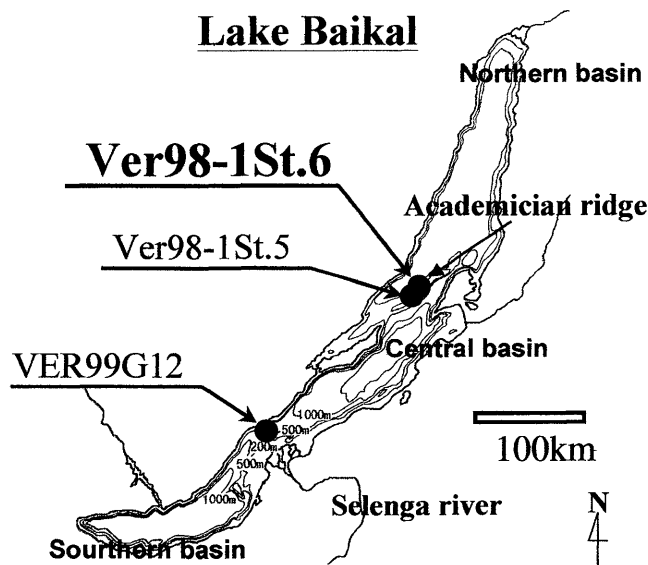


Figure 1. Map showing the coring site (Ver98-1 St.6) in the Lake Baikal.

### [結果と考察]

Table 1 および Figure 2 に VER98-1 St.6 堆積物試料の放射性炭素年代測定結果を示す。コア底部の深さ 165 cm において放射性炭素年代は約 29.1 ka BP であり、平均堆積速度は 5.7 cm/1000 yr (深さ 165-1 cm) であった。この結果は VER98-1 St.5 の測定結果とほぼ一致する (深さ 160 cm で 27.8 ka BP, 平均堆積速度 5.5 cm/1000 yr)。VER98-1 St.6 堆積物試料において、寒冷期 (29.1-18.0 ka BP) の平均堆積速度は 5.6 cm/1000 yr、15 ka BP 以降は 6.9 cm/1000 yr であり、全有機炭素含有量 (TOC, Figure 2) の増加に伴い、堆積速度は僅かに増加傾向を示した。

全有機炭素含有量の分布から (Figure 2b)、14.7 ka BP (深さ 87-86 cm) 以降、気候が温暖・湿潤化したことにより、陸上からの有機物供給量の増加、栄養塩供給量増加による湖内生産の活発化が進行し、湖底への有機物供給量が増加したことが推察される。寒冷期から温暖期へ移行する気候遷移期において、放射性炭素年代測定

結果から計算される堆積速度は、19.3-14.7 ka BP において比較的遅く (1.9 cm/1000 yr)、14.7-11.7 ka BP において比較的速い結果 (最大 27.6 cm/1000 yr) が得られた。深さ 77-76 cm において、年代値の深さ方向に対する逆転が認められた。この層はコアセクションの切断部に近く、コア切断時に乱された、もしくは汚染された可能性も考えられるが、TOC や含水率の変動に特に異常は認められなかった。今後、直上および直下の層の年代測定を行い、年代値の妥当性を検討する必要がある。

Table 1.  $^{14}\text{C}$  ages for total organic materials in the Ver98-1 St.6 Pilot (gravity) core

Sample No.	Depth (cm)	$^{14}\text{C}$ age (BP)	Lab. Code
PA-2	1-2	1591 ± 31	NUTA2-11133
PA-10	9-10	4640 ± 36	NUTA2-6894
PA-21	20-21	5096 ± 36	NUTA2-11134
PA-29	28-29	6165 ± 37	NUTA2-11135
PA-34	33-34	7019 ± 35	NUTA2-5717
PA-40	39-40	7637 ± 40	NUTA2-11136
PA-46	45-46	8817 ± 44	NUTA2-11127
PA-55	54-55	9782 ± 46	NUTA2-11128
PA-66	65-66	11697 ± 44	NUTA2-6898
PA-69	68-69	11806 ± 50	NUTA2-11129
PA-70	69-70	11860 ± 52	NUTA2-11131
PA-73	72-73	12225 ± 62	NUTA2-11142
PA-75	74-75	12794 ± 63	NUTA2-11143
PB-2	76-77	14054 ± 55	NUTA2-11132
PB-6	80-81	13708 ± 86	NUTA2-11144
PB-8	82-83	13727 ± 53	NUTA2-11137
PB-12	86-87	14717 ± 51	NUTA2-5712
PB-16	90-91	17951 ± 69	NUTA2-11139
PB-19	94-95	19340 ± 77	NUTA2-11140
PB-27	101-102	17913 ± 71	NUTA2-11141
PB-35	109-110	22692 ± 88	NUTA2-5713
PB-58	132-133	24374 ± 99	NUTA2-6901
PB-75	149-150	27383 ± 117	NUTA2-5717
PB-90	164-165	29060 ± 116	NUTA2-6902

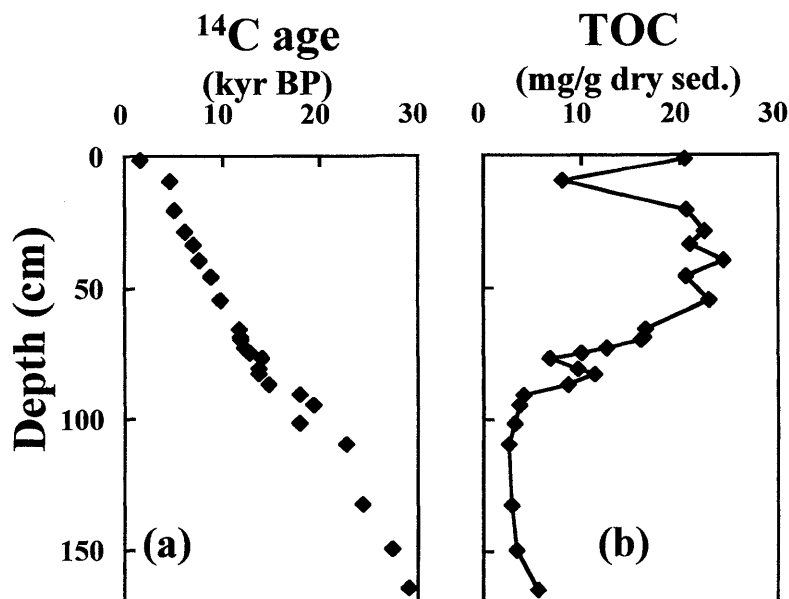


Figure 2. Down core variations for <sup>14</sup>C ages of total organic carbon (TOC) and TOC content in the VER98-1 St.6 Pilot (gravity) core from Academician ridge, Lake Baikal.

VER98-1 St.6 において見られた気候遷移期における堆積速度の変動について、St.5 試料でも同様の傾向が認められている (Figure 3a, Watanabe et al., submitted)。このような堆積速度の変動を引き起こす主要な要因として、下記 1) もしくは 2) の現象が考えられる。

- 1) 融氷による陸上植物由来有機物の湖内への急激な供給
- 2) 気候環境変動による生物相の変化、および有機物運搬過程の変化

堆積速度が Academician ridge の 4-5 倍程度速い Buguldeika saddle (Figure 1) において採取された、VER99G12 コアの年代測定結果を Figure 3c に示す (Watanabe et al., in press)。VER99G12 コアの気候遷移期に対応する堆積層において、明瞭な年代逆転層の存在が報告されている。この結果から、Academician ridge においても、気候遷移期における堆積速度の変動は、有機物供給源の変化により生じる見かけ上の結果である可能性が考えられる。バイカル湖において過去に有機物供給源が変化し、<sup>14</sup>C 年代値に様々な影響を与え、かつ、その影響の規模は時代により異なることが強く示唆される。植物片が見つかることの少ない、バイカル湖堆積物の正確な年代決定は、現状では困難であると言わざるを得ない。しかしながら、堆積物中 TOC の <sup>14</sup>C 濃度の変動は安定同位体比・各種化学成分と合わせ複合的に解析することにより、物質循環に関する情報が得られることが期待され、地球化学的に重要なデータとなる。TOC の年代値は、その測定結果ごとに 1 つ 1 つ他の測定項目と比較し、年代値の持つ意味を詳細に検討していくことが必要となる。今後、花粉や供給源の特定できる有機化合物の年代測定を進め、情報を蓄積していくことが重要であると考えられる。

## $^{14}\text{C}$ age (ka BP)

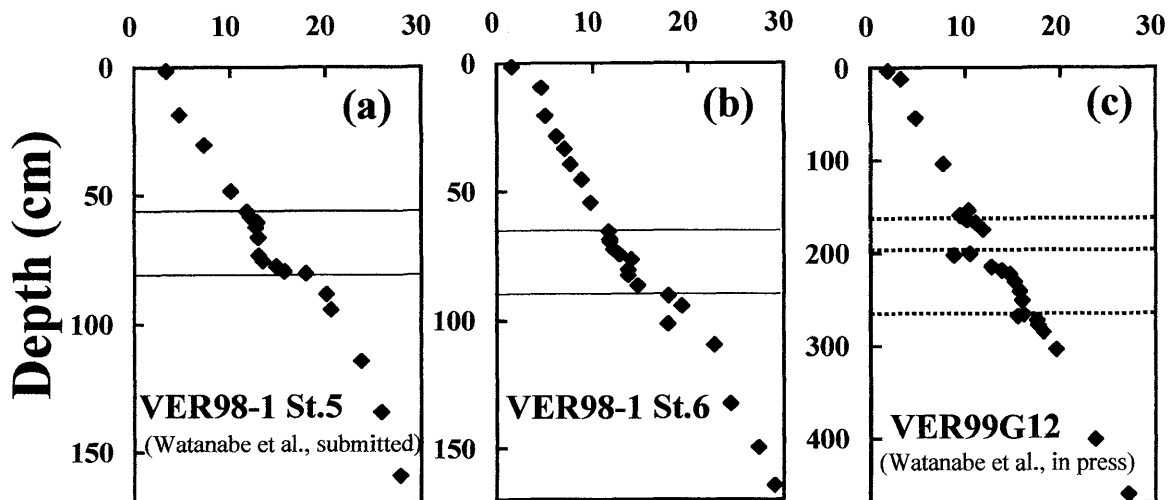


Figure 3. Depth profiles for  $^{14}\text{C}$  ages of TOC in the VER98-1 St.5 Pilot core, VER98-1 St.6 Pilot core (Academician ridge) and VER99G12 core (Buguldeika saddle) from Lake Baikal. The horizontal dashed lines (Fig.3-c) indicate layers with dating reversal.

### [引用文献]

- 1) 中村俊夫、尾田武文、田中敦、堀内一穂、バイカル湖およびフブスグル湖の湖底堆積物の AMS による高精度  $^{14}\text{C}$  年代測定、月刊地球号外 バイカル湖から長期環境変動を探る、pp. 20-31、2003.
- 2) 渡邊隆広、奈良岡浩、西村弥亜、中村俊夫、仙田量子、河合崇欣、バイカル湖堆積物に含まれる脂質化合物の分子レベル安定炭素同位体組成、名古屋大学年代測定総合研究センター業績報告書 (XV)、pp. 199-204、2004.
- 3) 渡邊隆広、中村俊夫、河合崇欣、モンゴル・フブスグル湖から採取された 81m ドリリングコア試料 (HDP04) の放射性炭素年代測定、名古屋大学年代測定総合研究センター業績報告書 (XVI)、pp. 148-155、2005.
- 4) Watanabe, T., Nakamura, T., Kawai, T., Radiocarbon dating of sediments from large continental lakes (Lakes Baikal, Hovsgol and Erhel). Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. B, in press.
- 5) Colman, S.M., Jones, G.A., Rubin, M., King, J.W., Pecks, J.A., Orem, W.H., 1996. AMS radiocarbon analyses from Lake Baikal, Siberia: Challenges of dating sediments from a large, oligotrophic lake. Quaternary Science Reviews 15, 669-684.
- 6) Bezrukova, E.V., Abzaeva, A.A., Letunova, P.P., Kulagina, N.V., Vershinin, K.E., Belov, A.V., Orlova, L.A., Danko, L.V., Krapivina, S.M., 2005. Post-glacial history of Siberian spruce (*Picea obovata*) in the Lake Baikal area and the significance of this species as a paleo-environmental indicator. Quaternary International 136, 47-57.
- 7) Prokopenko, A.A., Kuzmin, M.I., Williams, D.F., Gelety, V.F., Kalmychkov, G.V., Gvozdkov, A.N., Solotchin, P.A., 2005. Basin-wide sedimentation changes and deglacial lake-level rise in the Hovsgol basin, NW Mongolia. Quaternary International 136, 59-69.
- 8) 渡邊隆広、中村俊夫、仙田量子、西村弥亜、河合崇欣、ロシア・バイカル湖から採取された湖底柱状堆積物 (Ver98-1 St.5 Core) の放射性炭素年代測定、名古屋大学年代測定総合研究センター業績報告書 (XVII)、pp. 60-67、2006.
- 9) Watanabe, T., Nakamura, T., Nara, F.W., Horiuchi, K., Senda, R., Oda, T., Nishimura, M., Matsumoto, G.I., Kawai, T., Changes in sedimentation rate and sources of organic materials in Lake Baikal and Lake Hovsgol sediment cores inferred from radiocarbon and stable carbon isotope ratios. submitted.

**Radiocarbon dating of sediment cores from Siberian and Tibetan lakes (1) :  
Changes in sedimentation rates during ca. 30 kaBP for the VER98-1 St.6  
sediment core from Lake Baikal, Russia**

**Takahiro WATANABE<sup>1)</sup>, Toshio NAKAMURA<sup>1)</sup>,  
Mitsugu NISHIMURA<sup>2)</sup>, Takayoshi KAWAI<sup>3)</sup>**

- 1) Center for Chronological Research, Nagoya University. Furo-cho, Chikusa,  
Nagoya 464-8602 JAPAN. Tel: +81-52-789-2579,3082 / Fax: +81-52-789-3092  
e-mail: t-wata@nendai.nagoya-u.ac.jp, nakamura@nendai.nagoya-u.ac.jp
- 2) School of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1 Orido, Shimizu,  
Shizuoka 424-8610, JAPAN.
- 3) Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University. Furo-cho, Chikusa,  
Nagoya 464-8602 JAPAN.

In this study, high-time resolution dataset of AMS radiocarbon ages of the VER98-1 St.6 (Academician ridge, Lake Baikal) sediment core was provided for the paleo-climatic studies. Lake Baikal is ancient large freshwater lake in east Eurasia. Radiocarbon dating was performed for total organic materials in the upper part of the VER 98-1 St.6 Pilot (gravity) core (from 165 to 1 cm in depth) by an accelerator mass spectrometry (AMS) system at the Center for Chronological Research, Nagoya University. In this study, radiocarbon dating reveals that the VER 98-1 St.6 sediment cores contain a record from last glacial period to present, over the past 29 ka BP. The average linear sedimentation rate of VER98-1 St.6 Pilot core from Lake Baikal (during 29.1-1.6 ka BP) was estimated to be 5.7 cm/1000 yr based on the conventional <sup>14</sup>C ages. The sedimentation rate of VER98-1 St.6 Pilot core was consistent with that of VER98-1 St.5 Pilot core from Academician ridge, Lake Baikal (~5.5 cm/1000 yr, Watanabe et al., submitted). During climate transition period from glacial to interglacial periods (~14.7-11.8 ka BP), sedimentation rate changes and dating reversal (81-76 cm in depth) were observed in the VER98-1 St.6 sediment core. This result could be caused by the large influx of land-derived materials and/or changes in sources of organic materials in the sediments during climate transition period.