海水準増加期に対応したバイカル湖堆積物(VER99G12)の急激な堆積速度変化
Rapid change of sedimentation rate for Lake Baikal sediment core (VER99G12) corresponding with the melt water pulse (MWP)

奈良郁子[1]*・渡邊隆広[1]・掛川　武[1]・中村俊夫[2]・河合崇欣[3]
Fumiko Watanabe Nara[1]*, Takahiro Watanabe[1], Takeshi Kakegawa, Toshio Nakamura[2], Takayoshi Kawai[3]

[1]東北大学大学院理学研究科地学専攻古屋大学年代測定総合研究センター
[2]名古屋大学年代測定総合研究センター
[3]名古屋大学

[1]Department of Earth Sciences, Graduate School of Science, Tohoku University
[2]Center for Chronological Research, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464-8602, Japan.
[3]Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464-8602, Japan.

Correspondence author. E-mail: narfumi@m.tohoku.ac.jp

Abstract

Lake Baikal sediment cores record the paleoclimatic and biological changes in the continental area corresponding with the global and local climate changes. The global climate records, such as the Younger Dryas event, the Dansgaard-Oeshger cycles and the Heinrich events during the late Quaternary period, have been also observed from the Lake Baikal sediment core. However, the climate response corresponding with the melt water puls-19Ka (MWP-19Ka) has not been observed yet from the Lake Baikal sediment core. Here we show the rapid changes of the sedimentation rate in Lake Baikal sediment core (VER99G12) at around 19 cal ka BP, which were recovered from the ^{14}C analysis of total organic carbon. The sampling site of VER99G12 is located in front of the Selenga River, which provides the largest inflow into the lake. Therefore, the sediment core in this study was mainly composed of the deposition from the Selenga River watershed. Radiocarbon measurements were carried out using the Tandetron AMS system (Model-4130, HVEE) in Center for Chronological Research, Nagoya University. High-time resolution ^{14}C data sets from the sediment core revealed the rapid increase in sedimentation rate corresponding with the global climate warming (MWP-19Ka). The change of grain size and the K/Ti atomic ratios in the core also responded at the period as well. These results suggest the increase in the precipitation in the continental area at around 19000 years ago.

Keywords: Lake Baikal, Melt water pulse (MWP), Precipitation change, Continental area

[はじめに]

大陸域における水循環変動を詳細に把握することは、生物にとって利用可能である水（淡水）を確保するためにも非常に重要な課題である．淡水は飲料水のみでなく、工業用水や発電用冷却用水にも利用されるため、経済の発展と淡水資源の確保は非常に深く結びついているといえる．地球表面の 3 分の 2 は水に覆われており、その水量は 14 億 km^3 であるが、淡水資源はそのうちの 2.5% にすぎない(Oki and Kanae, 2006)．さらに多くの淡水は地下水や氷河として貯蔵されており、私たちが直接利用できる河川や湖沼、降水としての淡水資源は非常に少ない．これはつまり、氷河の融氷

がもたらす海水量の変化が、地上での淡水量変化にも大きな影響を与える．故に淡水資源の長期的な確保の為には、気候変動が与える地球規模の水循環変動を深く理解することが必要である．

最終氷期（約 70 万年前）から現在にかけて海水準は非常に大きく変化しており(Siddall et al., 2003)、最終氷期最盛期(Last glacial maximum; LGM)である約 20,000 年前には、氷床の拡大により海水準が現在よりも最大 120-130m 低下していた(Yokoyama and Esat, 2011).また、LGM 以降から現在に至るまで、氷河の大規模な融解による急激な海水準上昇イベントが 3 度（約 19,000 年前、約 14,500 年前、約 11,500 年前）発生したと推定されている(Deschamps et al., 2012; Peltier and Fairbanks 2006; Yokoyama et al., 2000).これらの海水準上昇イベントは Melt water pulse (MWP)と呼ばれ、それぞれ MWP-19Ka (約 19,000 年前, Yokoyama et al., 2000)), MWP-1a (約 14,500 年前, Deschamps et al., 2012;) および MWP-1b (約 11,500 年前, Peltier and Fairbanks 2006;)と定義されている．これら 3 度の MWP イベントにおいて、少なくとも 10m 以上の海水準上昇が起きたと見積もられており、海洋堆積物試料やサンゴ堆積物試料を用いて、多くの研究が進んでいる.とくに MWP-1a においては、バルバドスやタヒチ沖で採取されたサンゴ堆積物試料中の U-Th 年代測定から、約 14,500 年前後において、氷河の融氷による海水量の増加により、16～25m の海水準上昇が発生し、その後の温暖期(Bølling–Allerød 期)開始のシグナルと考えられている．実際、MWP-1a 期である約 14,500 年前前後における大陸域での降水量増加は、石筍試料の酸素同位体測定結果より指摘されている（Wang et al., 2001）.一方、LGM 終了のシグナルとされる MWP-19Ka に対応する大陸域での降水量変動に関しては、ほとんど報告例がない．最終氷期以降、最初の MWP シグナルである MWP-19Ka は、水資源の乏しい寒冷期から温暖期へ移行する重要な変化期である．この変化に対応して大陸域の水循環がいかに変化したかを把握することは、今後起こりうる大陸域での水循環変動を予測する為にも、非常に重要である．

ユーラシア大陸南東部、シベリア地域に位置するバイカル湖は、その地理的特性から地球上で最も鋭敏に日射量変動を受ける地域に位置しており、バイカル湖の湖底堆積物を用いて、特に第四紀の大陸域における環境変動および生物活動変遷が復元されてきた(e.g. Horiuchi et al., 2000, Watanebe et al., 2004, Nara et al., 2014)．これまでもバイカル湖集水域における降水量変動復元に関する研究は行われてきたが(Urabe et al., 2004; Nara et al., 2014)、LGM 直後である MWP-19Ka に対応する降水量変動は未だ発見されていない．本研究では、バイカル湖から採取された堆積物試料（VER99G12、堆積物試料長さ 466cm）を用いて、堆積速度の変化から LGM 以降における降水量変動の推定を行った．

[試料と方法]

バイカル湖南湖盆、バルグジェイカ・サドル（Buguldeika Saddle）において採取された堆積物試料（VER99G12）を使用した (Fig. 1)．バルグジェイカ・サドルは、バイカル湖最大流入河川であるセレンガ川の対岸に位置する．本地点で得られる堆積物試料は、セレンガ川からの影響を強く受ける．セレンガ川は非常に広範囲な集水域を持つ為、シベリア地域における降水量変動を詳細に把握する上で、VER99G12 堆積物試料は非常に有用であると言える．堆積物試料の年代決定は、名古屋大学タンデトロン加速器質量分析計（Model-4130, HVEE 社製）を用いて行われた。放

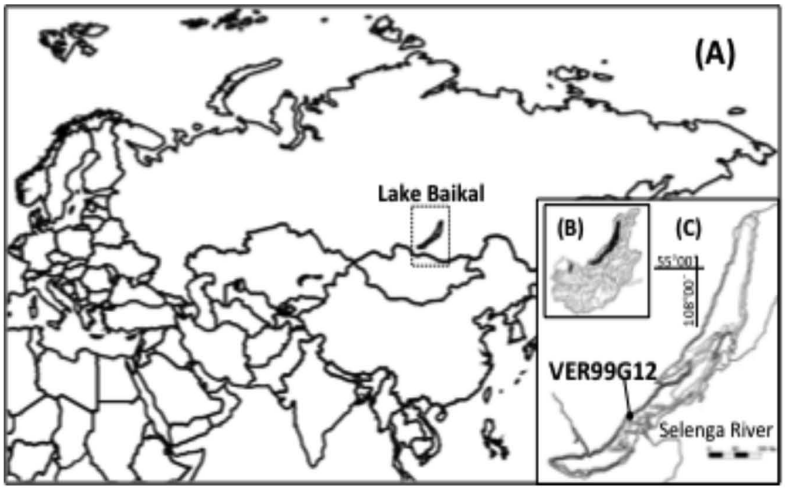

Fig.1 Map showing (A) Eurasian continent, and (b and c) Lake Baikal and its watershed

射性炭素年代測定より、VER99G12 堆積物試料の最下部が 33 cal ka BP であることが分かった(Nara et al., 2010).

[結果と考察]

VER99G12 堆積物試料の放射性炭素年代測定から、約 19,000 年前、約 14,500 年前、約 11,500 年前において、急激な堆積速度の増加が確認された．これら 3 つの時期において、特に約 19,000 年前、約 14,500 年前は、それぞれ MWP-19Ka および MWP-1a 期によく対応する．この堆積速度の増加は、河川流入量増加に伴う堆積する沈降粒子の増加によるものであると考えられる．よって、温暖化による氷河の融氷が引き起こす海水準上昇期において、大陸域においても降水量の増加が発生していたことが示唆される．MWP-19Ka に対応した大陸域における降水量増加が強く示される．

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金（若手 B, 26740002）を使用して行われた．

引用文献

Clark. P. U. *et al.* The Last Glacial Maximum. *Science* **325,** 710-714 (2009).

Dechamps et al., Ice-sheet collapse and sea-level rise at the Bølling warming 14,600 years ago. *Nature,* **483**. 559-564 (2012).

Horiuchi, K., Minoura, K., Hoshino, K., Oda, T., Nakamura, T., Kawai, T., Palaeoenvironmental history of Lake Baikal during the last 23000 years. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* **157**, 95-108 (2000).

Nara, W.F., Watanabe, T., Nakamura, T., Kakegawa, T., Katamura, F., Shichi, K., Takahara, H., Imai, A., Kawai, T., Radiocarbon and stable carbon isotope ratio data from a 4.7-m-long sediment core of Lake Baikal (Southern Siberia, Russia). *Radiocarbon* **52**, 1449-1457 (2010).

Nara, W. F. *et al.* Biological nitrate utilization in south Siberian lakes (Baikal and Hovsgol) during the Last Glacial period: the influence of climate change on primary productivity. *Quat. Sci. Res.* **90,** 69-79 (2014).

Oki, T. and Kanae, S., Global Hydrological Cycles and World Water Resources. *Science*, **313**. 1068-1072 (2006).

Peltier,W.R. and Fairbanks,R.G.Global glacial icevolume and Last Glacial Maximum duration from an extended Barbados sea level record. *Quat. Sci. Rev.* **25**, 3322–3337 (2006).

Yokoyama, Y. *et al.* Timing of the Last Glacial Maximum from observed sea-level minima. *Nature* **406,** 713-716 (2000).

Siddall et al., Sea-level fluctuations during the last glacial cycle. *Nature,* **423**. 853-858 (2003).

.

Yokoyama, Y., and T.M. Esat, Global and sea level-enduring variability and rapid fluctuations over the past

150,000 years. *Ocenanography*, **24**, 54-69 (2011).

Wang, Y. J. *et al.* A High-Resolution Absolute-Dated Late Pleistocene Monsoon Record from Hulu Cave, China. *Science* **294**, 2345-2348 (2001).

Watanabe, T., Naraoka, H., Nishimura, M., Kawai, T., Biological and environ- mental changes in Lake Baikal during the late Quaternary inferred from carbon, nitrogen and sulfur isotopes. *Earth Planet. Sci. Lett.* **222**, 285-299 (2004).

日本語要旨

最終氷期最盛期(Last Glacial Maximum: LGM、26.5-19.0 ka, Clark et al., 2009)において、海水準は現在よりも最大約 130m 低下していたことが報告されている(Yokoyama et al., 2011)。海洋堆積物やサンゴの年代測定結果より、LGM 以降から現在の海水準へ上昇するまでの間、急激な海水準上昇イベントが 3 度(約 19,000 年前、約 14,500 年前、約 11,500 年前)発生したと推定されている(Deschamps et al., 2012; Peltier and Fairbanks 2006; Yokoyama et al., 2000). 一方でこれらの急激な海水準上昇期に、大陸内部における水循環変動がどのように変化したかについては、未だ良く分かっていない. ユーラシア大陸南東部、シベリア地域に位置するバイカル湖は、その地理的特性から地球上で最も鋭敏に日射量変動を受ける地域に位置しており、バイカル湖の湖底堆積物を用いて、特に第四紀の大陸域における環境変動および生物活動変遷が復元されてきた(e.g. Horiuchi et al., 2000, Watanebe et al., 2004, Nara et al., 2014). 本研究では、バイカル湖から採取された堆積物試料 (VER99G12、堆積物試料長さ 466cm) を用いて、堆積速度の変化から LGM 以降における降水量変動の推定を行い、急激な海水準上昇期に対応した大陸域での降水量増加を明らかにした.