

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 - 3 : PY608W コア試料 (チベット・プマユムツォ湖)

渡邊隆広¹⁾, 中村俊夫²⁾, 西村弥亜³⁾, 松中哲也³⁾, 井筒康裕³⁾,
南 基泰⁴⁾, 奈良郁子¹⁾, 掛川 武¹⁾, Liping Zhu⁵⁾

1) 東北大学大学院理学研究科, 2) 名古屋大学年代測定総合研究センター,
3) 東海大学海洋学部, 4) 中部大学応用生物学部, 5) Chinese Academy of Science, China

[はじめに]

現在、チベット高原はモンスーン活動の影響下にある (Wang et al., 2002; Zhang et al., 2006)。これまでに、過去のアジア地域におけるモンスーン活動を復元し、気候環境変動のメカニズムを解明することを目的として、チベット高原における高山湖沼等から採取した湖底柱状堆積物の分析が行われている (Lister et al., 1991; Wang et al., 2002; Ji et al., 2005; Morill et al., 2006; Juyal et al., 2009)。しかしながら、チベット高原は標高が高く (平均 ~4500m)、厳しい環境下にあるため、最終氷期を含む連続的な環境変動解析に関する研究は数件の報告例に限定される (Thompson et al., 1997)。特にチベット高原南東部における古環境変動記録は極めて少ない。

チベット高原南東部のプマユムツォ (普莫雍錯) は、湖面標高 5030m、表面積 281km²、最大水深約 65m の典型的な高山湖沼であり、この規模の湖としては世界で最高の高度に位置する (Murakami et al., 2007)。チベット高原南東部の環境変動を復元するために、2001 年および 2004 年に湖底から約 4m の柱状堆積物 (PY104PC, PY409PC) が採取され、過去約 19000 年間に亘る環境変動および生物活動の復元が西村ら (2003, 2007) により進められている。PY104PC・PY409PC の放射性炭素年代測定結果については、Watanabe et al. (2008) および渡邊ら (2008) により報告されている。PY104PC の下部 380-210cm (19-15 cal ka BP に相当する) には、多量の水生植物の遺体 (1cm 以上の大型残査が多数であり、堆積物中で最大 46 dry wt%) が含まれており、これらの植物残査高濃度層の形成時は、現在よりも浅い水深であったことが推察されている (西村ら, 2007)。湖水位変動に関する情報は、過去の水循環および環境変動の解析を行うために極めて重要である (松中ら, 2007)。過去の湖水位変動を高精度で定量的に復元するためには、異なる地点で採取した複数のコアを用いて環境解析を進めることが重要である。環境解析を目的とした複数コアにおける堆積層の対比を正確に行うためには、堆積層の形成年代の決定が必要不可欠である。本稿では、2006 年 8 月にプマユムツォ湖において新たに採取した PY608W-PC (コア長: 3.9m) に含まれる植物残査 (陸上植物遺体を濃縮したフラクション、および比較的大型の水生植物遺体) の放射性炭素年代値について初期的な結果を報告する。

[試料と分析法]

2006 年 8 月、プマユムツォ湖の水深 50m 地点 (28°33'14"N; 90°28'17"E; Fig.1) において、コア長 3.9m のピストンコア (PY608W-PC) が採取された。試料は約 1m ごとに切断・半割後、日本に輸送し、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。

PY608W-PC の下部 (コア深度 369-347cm) からは植物残査 (水生植物の遺体) を採取した。PY608W-PC の上部 (コア深度 340cm 以浅) には大型植物残査は微量であるか、もしくは存在せず、篩いがけ (wet-sieving, opening; 125 μ m) により微細な水生植物および陸上植物由来の残査を堆積物中から回収した。堆積物中の植物残査については蒸留水による超音波洗浄後、1.2N-HCl・1.2N-NaOH・1.2N-HCl による AAA 処理を行った。

AAA 処理後の試料 (植物残査) は、CuO、Ag とともに 850°C で燃焼し、真空ラインを用いて CO₂ ガスを精製した。次に CO₂ ガスを、Fe を触媒として H₂ により還元させグラファイトとし、¹⁴C 測定用ターゲットを作製した。¹⁴C 測定は名古屋大学タンデトロン加速器質量分析計 (HVEE, Model-4130) を用いて行われた。得られた ¹⁴C 年代を IntCal04 (Reimer et al., 2004) により暦年代に校正した。また、安定同位体比質量分析計 (Finnigan, MAT-252) を用いて、植物残査の安定炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) を測定した。

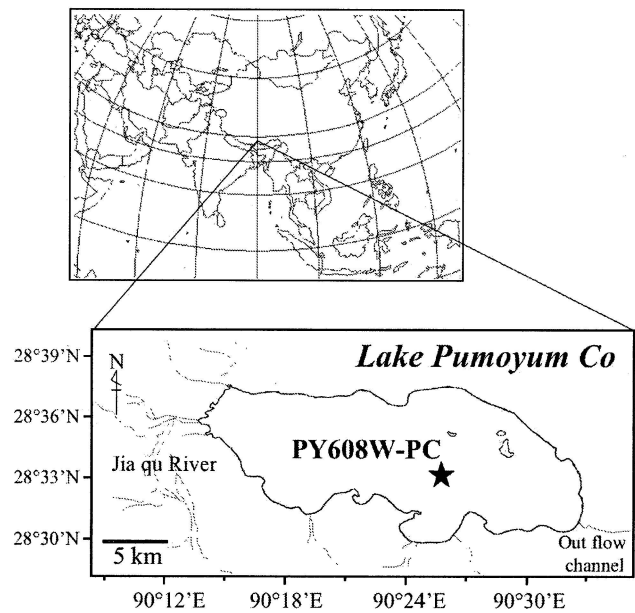


Figure 1. Map showing the location of Lake Pumoyum Co in the southeastern Tibetan plateau, and the coring site of PY608W-PC.

[結果と考察]

1. 安定炭素同位体比に基づく堆積物中に含まれる植物残査供給源の推定

PY608W-PC に含まれる植物残査の $\delta^{13}\text{C}$ 値の鉛直分布を Fig. 2 に示す。コア底部 (深度 369cm) から深度 304cm 間における植物残査の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、-3.0‰から-6.7‰であり、現代のプマユムツォ湖内に生息している水生植物の値 (-4.7 to -6.7‰, Potamogetonaceae, Watanabe et al., submitted) と良く一致した。コア深度 292cm において $\delta^{13}\text{C}$ 値は急激に軽い値 (-16.7‰) へと変動し、深度 285cm から表層 (深度 1cm) における植物残査の $\delta^{13}\text{C}$ 値は-20.5‰から-23.0‰の範囲内であった。現代のプマユムツォ湖周辺に生息している陸上植物の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、-23.9‰から-28.1‰であることから (Watanabe et al., submitted)、コア深度 302cm から 283cm 間で堆積物中の植物残査の供給源が、水生植物から陸上植物へと変化したことが強く示唆された。これらの堆積物中植物残査の $\delta^{13}\text{C}$ 値変動パターンは既報の PY104PC コアの結果 (Watanabe et al., 2008) と良く一致した。

2. 堆積物中植物残査の校正年代について

PY608W-PC における植物残査の校正年代を Fig. 2 に示す。コア底部の年代は 19-18 cal ka BP であり、PY608W-PC の堆積層は最終氷期最盛期以降に対応していることが示された。しかしながら、これらの値は水生植物の年代であり湖内におけるリザーバー効果の影響を受けている可能性がある。現代におけるプマユムツォ湖内の水生植物に関しては、これまでにリザーバー効果の影響はほぼ無視できると判断されているが (Watanabe et al., submitted)、過去のリザーバー効果の評価に関しては注意が必要である。PY608W-PC における植物残査の供給源が大きく変化する層 (深度、~300cm) の校正年代は約 15cal ka BP であり、最終氷期から Bølling-Allerød 期への移行期 (Alley et al., 1993; Wang et al., 2001; 2008) に一致する。今回報告した PY608W-PC に関しては、年代値の逆転層が多く存在しているため (特に、極めて速い堆積速度を示す 10 cal ka BP 前後、Fig.2a)、今後、前処理も含め放射性炭素年代の再測定や化学分析等を行い、年代値変動の要因を考察していくことを検討している。

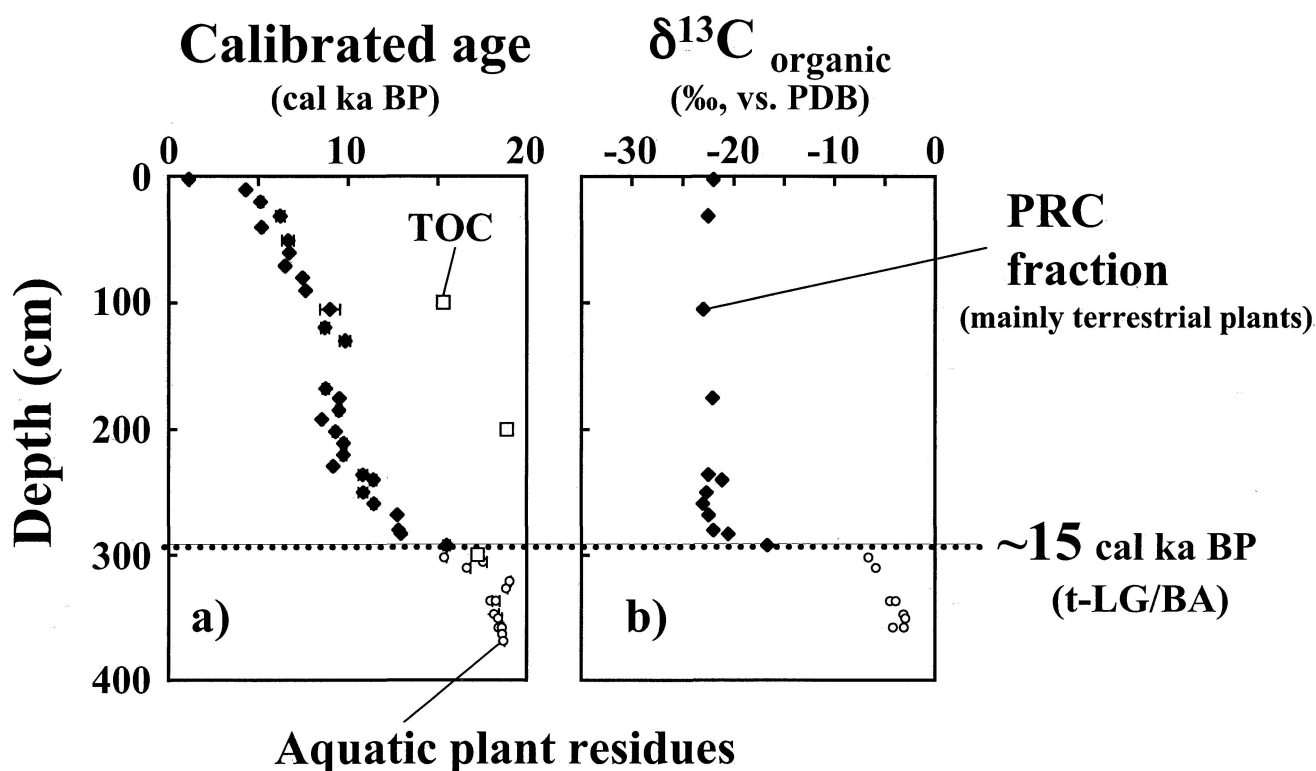


Figure 2. a) Calibrated ages of the plant residues and total organic carbon (TOC) in the PY608W-PC. b) $\delta^{13}\text{C}$ values of the plant residues in the core. The results for fractions of plant residue concentrates (PRC fraction, >125 μm , mainly terrestrial plants) from the silt to silty clay layers of the core (above 300 cm in core depth) are shown with filled diamonds. The results of aquatic plant residues from the plant residue-rich layers and the transition layer of silt in the core (below 300 cm in core depth) are shown with open circles. The calibrated ages of TOC are shown with open squares. The dashed horizontal line indicates the transition period from the last glacial to Bølling-Allerød (t-LG/BA, ~15 cal ka BP).

[結論]

- (1) 植物残査の放射性炭素年代測定結果により、プマユムツォ湖・水深 50m 地点から採取した PY608W-PC (コア長 3.9m) の底部年代は 19-18 cal ka BP であることが示された。PY608W-PC の堆積層には、最終氷期最盛期以降の環境変動に関する情報が含まれていることが示唆された。
- (2) 約 15 cal ka BP (コア深度: 300cm) において PY608W-PC 中における水生植物残査の含有量が急激に減少した。この結果は、他地点 (プマユムツォ湖北東部) から採取した PY104PC コア試料における水生植物残査含有量の減少時期 (15-14 cal ka BP, Watanabe et al., submitted) とよく一致した。

[謝辞]

名古屋大学年代測定総合研究センターのスタッフならびに学生の皆様には、試料調製に際して大変お世話になりました。試料採取に関しては東海大学および中国科学院チベット高原研究所を中心とするチベット・プマユムツォ学術調査隊の皆様には深く感謝申し上げます。本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金 (特別研究員奨励費 No.20-4967、研究代表者: 渡邊隆広、および、若手研究 (B) No. 19700676、研究代表者: 渡邊隆広) の援助により行われました。

[引用文献]

- 1) R.L. Wang et al., *Earth Planet. Sci. Lett.* **203**, 461 (2002).
- 2) W. Zhang et al., *Quat. Int.* **154-155**, 32 (2006).
- 3) G.S. Lister et al., *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* **84**, 141 (1991).
- 4) J. Ji et al., *Earth Planet. Sci. Lett.* **233**, 61 (2005).
- 5) C. Morrill et al., *Quat. Res.* **65**, 232 (2006).
- 6) N. Juyal et al., *J. Asian Earth Sci.* **34**, 437 (2009).
- 7) L.G. Thompson et al., *Science* **276**, 1821 (1997).
- 8) T. Murakami et al., *Limnology* **8**, 331 (2007).
- 9) 西村ら, 2001 日中共同チベット・プマユムツォ湖学術調査・研究報告書. pp157 (2003).
- 10) 西村ら, 2004 日中共同チベット・プマユムツォ湖学術調査・研究報告書. pp127 (2007).
- 11) 松中ら, 2004 日中共同チベット・プマユムツォ湖学術調査・研究報告書. pp159 (2007).
- 12) T. Watanabe et al. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **30**, 611 (2008).
- 13) 渡邊ら、名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 XIX, pp51 (2008).
- 14) P.J. Reimer et al., *Radiocarbon* **46**, 1029 (2004).
- 15) R.B. Alley et al., *Nature* **362**, 527 (1993).
- 16) Y.J. Wang et al., *Science* **294**, 2345 (2001).
- 17) Y. Wang et al., *Nature* **451**, 1090 (2008).

**Radiocarbon dating of sediment cores from Siberian and Tibetan lakes (3) :
A preliminary report for ^{14}C ages of the PY608W-PC core
from Lake Pumoyum Co (southeastern Tibetan plateau)**

**Takahiro WATANABE¹⁾, Toshio NAKAMURA²⁾, Mitsugu NISHIMURA³⁾,
Tetsuya MATSUNAKA³⁾, Yasuhiro IZUTSU³⁾, Motoyasu MINAMI⁴⁾, Fumiko Watanabe NARA¹⁾,
Takeshi KAKEGAWA¹⁾, Liping ZHU⁵⁾**

- 1) Graduate School of Science, Tohoku University, 6-3 Aramaki Aza Aoba, Aoba-ku, Sendai 980-8578, Japan
- 2) Center for Chronological Research, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa, Nagoya 464-8601, Japan
- 3) School of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1 Orido, Shimizu, Shizuoka 424-0902, Japan
- 4) Department of Environmental Biology, Chubu University, 1200 Matsumoto-Cho, Kasugai 487-8501, Japan
- 5) Institute of Tibetan Plateau, Chinese Academy of Science, No.18 Shuangqing Road, Haidian District, Beijing 100085, China

Pumoyum Co is fresh water lake formed by fault action, and located in the southeastern Tibetan plateau (28°34'N, 90°24'E, altitude: ~5030 m asl, lake surface area: 281 km², maximum water depth: ~65 m). Lake Pumoyum Co has at least 40 m sedimentary sequence, which is believed to cover the latest Quaternary. A first continuous sediment core (PY104PC, core length; 4 m) was taken from the eastern part of Pumoyum Co in the April 2001 for the reconstruction of climatic changes on the area. For Lake Pumoyum Co, preliminary results for ^{14}C ages of plant residues in a sediment core have been reported by Watanabe et al (2008). In the previous ^{14}C chronology, estimation of changes in the sources of plant residues and reservoir effects were insufficient. Therefore, major climate boundary layers, such as Bølling-Allerød warm phase, have not been determined. In 2006, a new continuous sediment core (PY608W-PC, core length: 3.9m) was obtained using a piston corer from Lake Pumoyum Co (28°33'14"N; 90°28'17"E, at a water depth of 50 m). In this study, fine plant residues in the PY608W-PC core were concentrated by wet-sieving (opening, 125 μm) and were picked up in order to eliminate the effect of old carbon. ^{14}C dating of the plant residues from the PY608W-PC shows that the sediment core contains a continuous record, over the past 19 cal ka BP. The layer with transition into Bølling-Allerød (BA) warm phase from the last glacial period (~15 cal ka BP) was consistent with the obvious lithologic boundary (sudden disappearance for the macrophyte remains in sediment layer).