

# チベット高原色林錯の湖底堆積物の粒度組成の変動と古水文環境

柏谷健二<sup>1)</sup>・安川克己<sup>1)</sup>・増沢敏行<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>神戸大学自然科学研究科, 657神戸市灘区六甲台町

<sup>2)</sup>名古屋大学水圏科学研究所, 464-01名古屋市千種区不老町

## 1. はじめに

チベット高原が第四紀の東アジアの気候変動に果たしてきた、そして現在も果たしている役割は改めて指摘するまでもなく[1], 気象・気候学の分野のみならず地球科学の各分野においても多くのヒマラヤ・チベット地域に関する研究が進められている。水文環境の変遷は気候変動に密接な関係があるのみならず侵食地形の発達過程にも寄与している([2],[3])。従って水文環境の変遷を明らかにすることは地表過程の解明にもつながり、グローバルな地形発達を考察する上でも欠かせない課題である。しかしながらこの地域におけるこのような古水文過程に関する研究は限られている。これには地勢的な研究への制約が含まれているが、この他の理由の一つとしてこれまでには環境の変遷に関する情報が含まれた連続的な試料が十分に得られていないことにもある。

チベット高原における湖沼の底泥堆積物試料は、その立地条件からこの地域における古環境の変遷に関する貴重な資料を提供するのみならず、東アジアの環境の変遷を明らかにする手がかりとなる資料ももたらす可能性がある。従ってこの地域において堆積物資料を得ることは周囲の地形環境資料や水文・気象資料を得ることと同様に重要なことである。このような観点から1988年夏、チベット高原中央部の色林錯地域において各種の調査を行った([4],[5],[6])。ここでは堆積物試料の分析から得られた古水文環境の変遷をKashiwaya et al.(1991)[4]に基づいて報告する。

## 2. 地域の概要

チベット高原のほぼ中央部、海拔高度4,500mにある色林錯はチベット自治区第二の湖沼であり、およそ1,865km<sup>2</sup>の湖沼面積と45,530km<sup>2</sup>の流域面積を有している(図-1)。湖には四つの大きな河川が流入しており、その最大のもは札加蔵布である。湖岸には多くの砂礫堤が認められ水位の長周期変動を伺わせる。周囲の地質は第三紀に堆積した湖成層(古色林錯)と基岩の石灰岩からなる。古色林錯は現在よりはるかに大きな湖沼であり、ヒマラヤ-チベット地域の隆起に伴い第四紀の始めから徐々に縮小してきたといわれている(Liu et al., 1979)[7]。地質学および地形学的な概要については中国科学院の青蔵高原科学考察隊によって報告されており([8],[9])、また湖の南東部の地形発達については野村他(1992)[6]が報告しているので併せて参照されたい。

## 3. 堆積物コア試料

コア試料は南岸の沖合い約200m-1,000m、水深18m-27mの地点で(図-2参照)、Mackerethコアサンプラー(Mackereth, 1969)[10]を利用して3本のコア試料を採取した。ここで検討の対象とするコア試料(CH8803)は水深約27mで採取された最長のものでおよそ3m、直径7.5cmである。コアは物理分析・化学分析等の各種の分析に供するために2.4cmの厚さで122個に切断された。

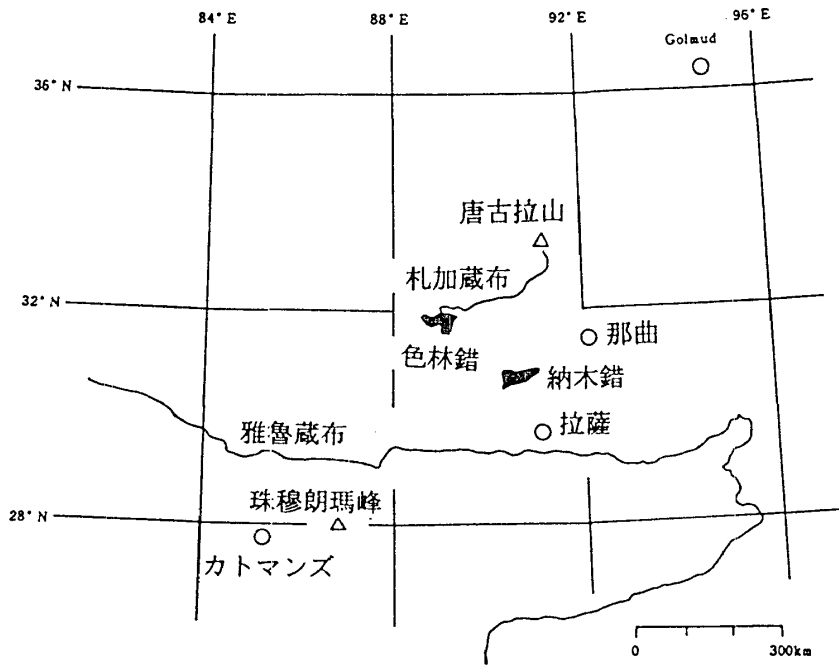


図-1 色林錯の位置

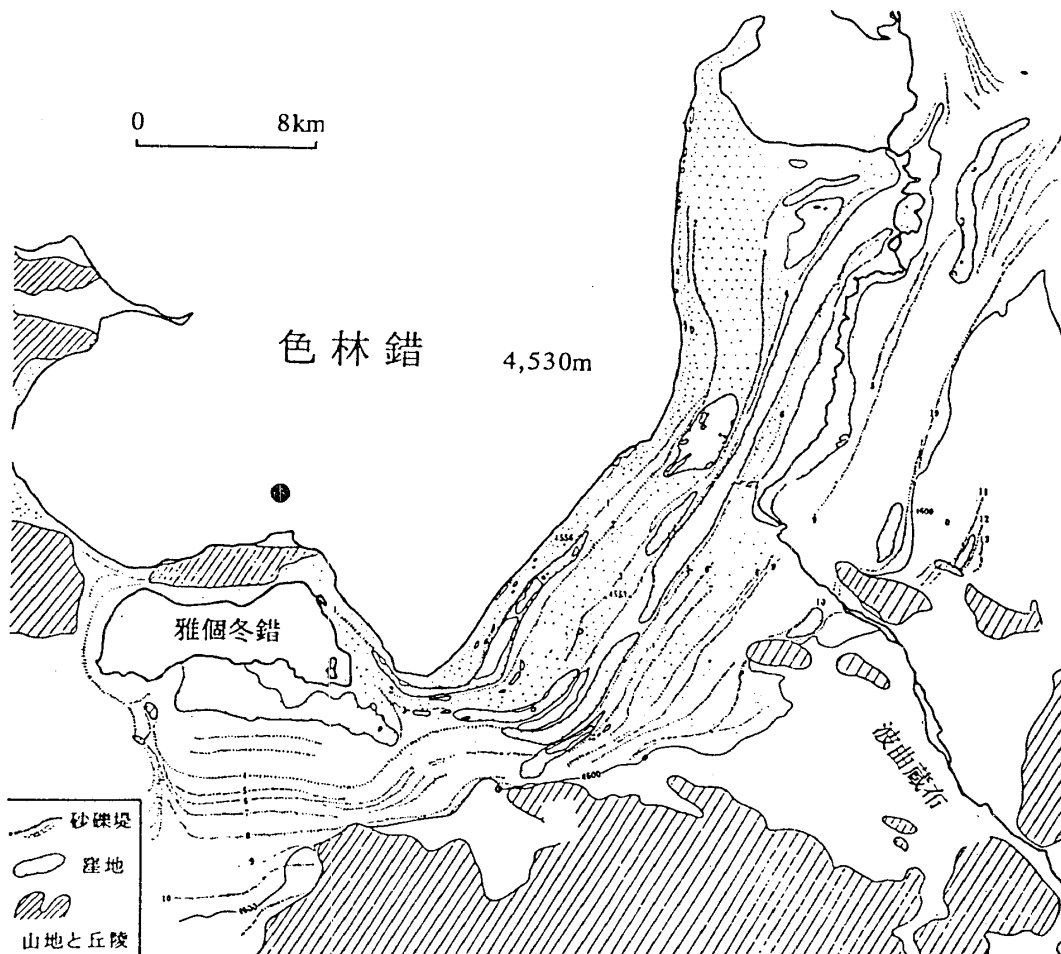


図-2 コア試料採取地点, ●印は採取地点 ([8]参照)

物理分析のうち粒度に関しては、粒子密度、体積含水率、粒度組成等の分析が行われた。粒子密度は Autopycnometer1320 (Micromeritics社) で測定し、粒度組成のうち4.5φより粗粒のものは水ふるいを利用し、またそれより細かなものはSedigraph5000を利用して測定を行った。同一のコア試料に関しては酸素同位体比等の化学分析も行われた[5]。年代は名古屋大学アイソトープ総合センターに設置されているタンデトロン加速器質量分析計を用いて $^{14}\text{C}$ 濃度を測定することにより決定した。また液体シンチレーション法による $^{14}\text{C}$ 濃度の測定も参考にした(顧他, 私信)。これらの年代のうちいずれにも共通する年代をここではとらず採用して議論を進めることにする。この年代から推定すればこのコア試料は完新世をカバーし、約12,000年程度ということになる(図-3参照)。

#### 4. 結果と考察

分析結果の一部(体積含水率, 粗粒含有率, 中央粒径, 粒子密度)を図-3に示す。粒子密度を除いたいずれの資料にも表層から約250cm付近に大きな変換点が認められる。仮定した年代から推定すればこの付近は約10,000yr B.P., 即ち氷期と後氷期の境界付近ということになり, ドラスティックな環境の転換を示すここでの資料はこのような時期と極めて調和的である。酸素同位体比や炭素同位体比等の変動においてもこの付近は大きな変換を示しており, この時期における劇的な環境の変動を支持している。

含水率は圧密状態の相対的な指標であり, その値が小さいことは過去における地下水位の低下等による乾燥状態を示唆している。ここでの結果は採取地点近傍の湖底は約10,000年以前は乾燥あるいは乾燥に近い状態にあったが, それ以降急速に水位を回復したことを示唆している。即ち氷期における乾燥状態から後氷期における湿潤状態への移行を示しているのである。従ってこの付近における堆積過程は氷期と後氷期ではかなり異なっていた可能性があり, それぞれの期間における物理特性の変動は別個に検討する必要がある。この時点におけるドラスティックな大規模な環境変動は地形的な特性にも現れており, 大規模な砂礫堤の形成もこの時点と推定されている[6]。

完新世初期における急激な湿潤状態への移行, 即ち水位の急速な回復は降水量の増加や凍結水の融解がもたらした流量の増大に関係している。このことは粒度組成における粗粒部の変動や中央粒径の変動にも明瞭に反映している。即ち, 完新世にはいると急速に粗粒部が減少し, 粒子も著しく細くなる。粒子密度についてはこの時点での減少はみられるが, 著しい変化は認められない。

次に完新世の湿潤状態において堆積したと推定される資料について検討しよう。表層から約60-110cm付近では粒子密度, 中央粒径, 粗粒含有率のいずれの資料にも顕著な変動を見ることができる。粗粒含有率の変動ではこの付近の短い間に2度の粗い粒子の流入が認められる。粗粒部の増大には二つの理由が考えられる。即ち, 水位の急激な低下と流入河川の豪雨等による流量の急速な増加そして水位の上昇である。最初(下部)のピークは酸素同位体比の変動から乾燥化が進行している時期と推定されているので[5], 水位の低下に対応するものと推定されるが, 2度目のピークは同様に酸素同位体比との比較検討から湿潤化による流量の増大に対応するものと考えられる。即ち, 約2,000-3,500 yr B.P.に比較的大きな変動, 乾燥・寒冷そして湿潤・温暖が顕著に進行したと推定できるのである。

これらの推定はこれまでにチベット高原等で得られてきている資料や中国東部における長期的な気候変動とも矛盾しない。チベット高原南部の湖 Noryong-co では約2,000-2,500 yr B.P.頃に急速に水位が低下したこ

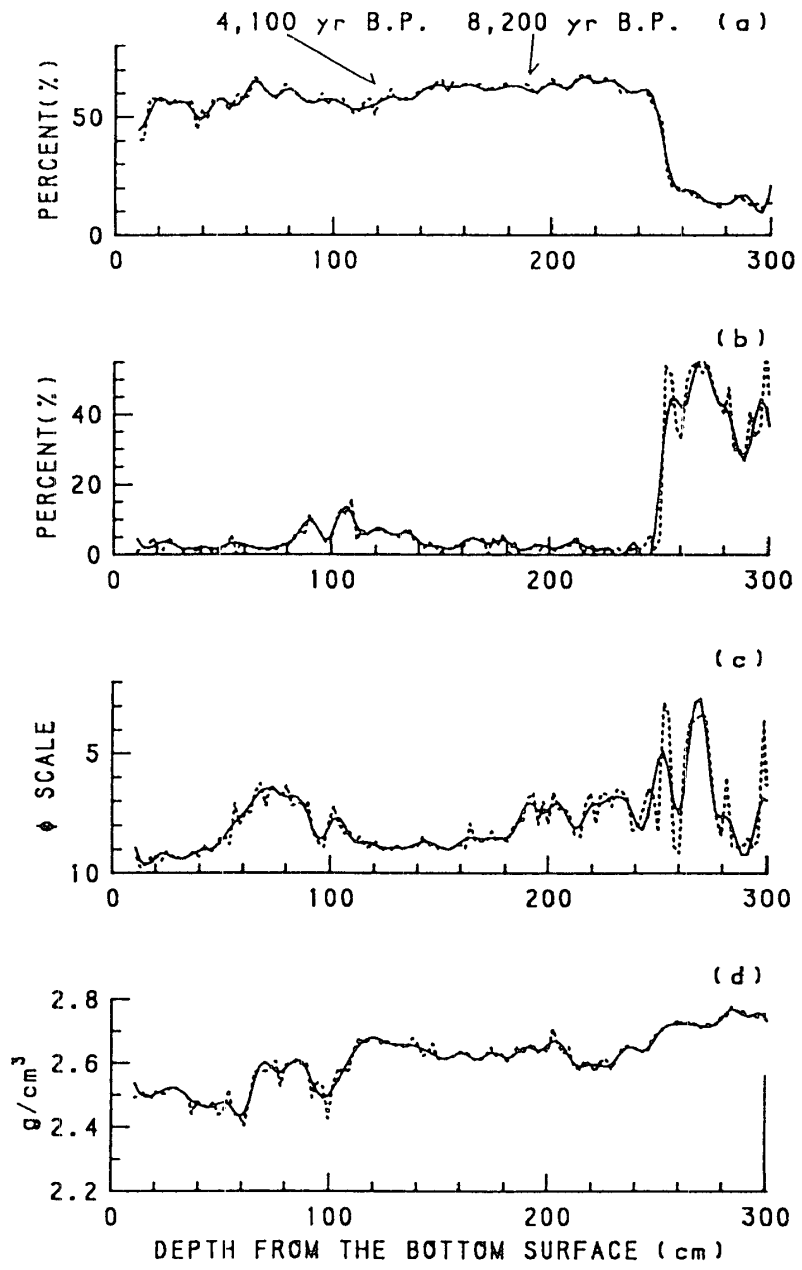


図 - 3 粒度組成の変動 (a) 体積含水比, (b)粗粒含有率, (c)中央粒径, (d) 粒子密度 (点線; 原資料, 実線; フィルターをかけた資料)([4]より)

とが認められ、またチベット高原南東部のArza氷河では 2,000 - 3,000 yr B.P.頃の氷河の著しい前進が明らかにされている[11]。この時期は中国東部における周漢寒冷期への対応も考えられる[9]。

これらの結果を簡単にまとめると以下ようになる。チベット高原中央部における水文環境は約10,000年前を境にして乾燥環境から湿潤環境へと著しく変動した。また2,000年から3,500年前には小規模な乾燥化および湿潤化という水文環境の変化が発生した。さらにこの資料に認められる変動はチベット高原の他地域や中国東部における環境変動の資料とも調和的である。

#### 参考文献

- [1]安成哲三, 古モンスーンと氷期サイクルおよびチベット氷床説をめぐって, 月刊海洋, 22(1990), 331-336.
- [2]Kashiwaya K., Yamamoto A. and Fukuyama K., Time variations of erosional force and grain size in Pleistocene lake sediments. *Quaternary Research*, 28(1987), 61-68.
- [3]Kashiwaya K., Fukuyama K. and Yamamoto A., Time variations in coarse materials from lake bottom sediments and secular paleoclimatic change. *Geophys. Res. Lett.*, 18(1991), 1245-1248.
- [4]Kashiwaya K., Yaskawa K., Yuan B., Liu J., Gu Z., Cong S. and Masuzawa T., Paleohydrological processes in Siling-co (Lake) in the Qing-Zang (Tibetan) Plateau based on the physical properties of its bottom sediments, *Geophys. Res. Lett.*, 18(1991), 1779-1781.
- [5]森永速男・糸田千鶴・伊勢崎修弘・後藤博弥・日下部実・安川克己, チベット高原色林錯湖底堆積物の安定同位体分析による過去一万年の環境変化, 1991, 地球惑星圏合同学会予稿集.
- [6]野村亮太郎・柏谷健二・田中真吾・沖村孝・安川克己・小白井亮一・袁宝印・劉嘉麒・顧兆炎・叢紹光, チベット高原, 色林錯湖岸の地形と湖面変動, 地形, 13(1992).
- [7]Li J., Wen S., Zhang Q., Wang F., Zheng B., and Li B., A discussion on the period, amplitude, and type of the uplift of the Qinghai-Xizang plateau, *Scientia Sinica*, 22(1979), 1314-1328.
- [8]中国科学院青蔵高原総合科学考察隊, 西蔵地貌, 科学出版社, 1983, 238p.
- [9]中国科学院青蔵高原総合科学考察隊, 西蔵第四紀地質, 科学出版社, 1983, 192p.
- [10]Mackereth, F.J.H., A short core sampler for subaqueous deposits, *Limnol. Oceanogr.*, 14(1969), 145-151.
- [11]Wang F. and Fan C.Y., Climatic changes in the Qinghai-Xizang (Tibetan) region of China during the Holocene, *Quaternary Research*, 28(1987), 50-60.

# GRAIN-SIZE VARIATIONS IN THE BOTTOM SEDIMENT OF SILING-CO (LAKE) AND PALEOHYDROLOGICAL ENVIRONMENT IN THE QING-ZANG (TIBETAN) PLATEAU

KASHIWAYA Kenji<sup>1)</sup>, YASKAWA Katsumi<sup>1)</sup> and MASUZAWA Toshiyuki<sup>2)</sup>

1) The Graduate School of Science and Technology, Kobe University, Nada, Kobe 657, Japan

2) Water Research Institute, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464-01, Japan

Grain-size variations in the bottom sediment of Siling-co in central Tibet reveal the paleo-hydrological environments in the Tibetan plateau during the last 12,000 years. The age of the sediment was estimated from  $^{14}\text{C}$  dates obtained by Tandetron Accelerator Mass Spectrometry done at Nagoya University (the usual method (liquid scintillation) also was used). The area around the lake was arid or semi-arid before 10,000 yr B.P.(late last glacial period), water inflow being small and the level of the lake low. At about 10,000 yr B.P.(early postglacial period) it became markedly humid and the water level rose rapidly because of large inflows from surrounding basins; melting water and large precipitation. The climate was humid and the level of the lake high for a while. At about 2,000-3,500 yr B.P. it again became arid within a short time and the water level dropped. After this short arid interval and low water level, it again became humid and the water inflow increased. Large inflows continued for a time after which it again began to be slightly arid.