

九寨沟箭竹海沉积物中 BSi 含量 及其环境指示意义

李世广, 胡欣欣, 唐 亚, 黄成敏*

(四川大学环境科学与工程系, 四川 成都 610065)

摘 要: 通过对九寨沟箭竹海沉积物样品中生物硅 (BSi) 含量的分析, 讨论箭竹海沉积物中 BSi 含量与总有机碳 (TOC) 及粒度的关系, 进而探讨 BSi 含量反映自然和人类因素对湖泊水体和沉积物的影响。箭竹海沉积物中 BSi 含量介于 5.5 ~ 15.8 mg/g 之间, BSi 含量与 TOC 呈显著正相关关系。BSi 含量还较显著地受到粒度影响, 较细颗粒沉积物对 BSi 有较强的吸附作用。箭竹海沉积物中 BSi 含量变化与气温波动关系不密切, 主要反映了森林砍伐和旅游开发等人类活动对湖泊水体和沉积物的影响。

关键词: 生物硅 (BSi); 沉积物; TOC; 粒度; 箭竹海; 九寨沟

中图分类号: P534.63, X144

文献标识码: A

九寨沟国家级自然保护区是世界自然遗产地 and 世界人与生物圈保护区, 位于四川省阿坝藏族羌族自治州九寨沟县境内, 地处青藏高原东南边缘的尕尔纳山峰北麓, 青藏高原与四川盆地的过渡带, 海拔 1 996 ~ 4 700 m。自然保护区内共有高山湖泊 114 个, 近几十年来, 部分湖泊泥沙淤积加快, 一些湖泊水体出现富营养化现象^[1]。这些现象的发生是否与人类活动的加强有关, 值得探讨。

硅作为水生生物最基本的生源要素之一, 其生物地球化学循环对水生生态系统具有极其重要的作用^[2-3]。生物硅 (BSi) 亦称为生物蛋白石或简称蛋白石, 主要来源于硅藻、放射虫和海绵骨针等, 是湖泊沉积物的重要组成部分, 绝大部分来源于湖泊硅藻壳的沉积, 其含量为用化学方法测定的无定形硅的含量^[4-5]。硅质浮游植物是水体初级生产力的主要组成部分, 沉积物中 BSi 的累积与水体初级生产力有着密切的关系, 常被作为反映湖泊硅藻含量与

水生植物初级生产力的一个替代指标^[6-7]; 其生产力变化反映了湖泊区域气候环境条件的变化, 近年来成为国际上追踪和探寻环境变化的一种新指标^[8-11]。目前国内对湖泊沉积物生物硅的研究多针对不同程度的富营养型湖泊, 如岱海、乌梁素海、滇池、艾溪湖、月湖等^[12-15]。九寨沟湖泊中浮游生物少, 以硅藻占优势, 且分布较广, 硅藻占所有藻类总数的 45%^[16], 生物硅的研究对探讨九寨沟环境变化提供良好的条件。本文以九寨沟箭竹海为研究对象, 通过分析箭竹海沉积物中生物硅含量与 TOC、粒度等环境指标的相互关系, 从而追溯生物硅含量所指示的气候波动以及人类活动对湖泊水体和沉积物的影响。

1 材料与方法

箭竹海位于九寨沟支沟日则沟上游, 海拔 2 618

收稿日期 (Received date): 2011 - 01 - 03; 改回日期 (Accepted): 2011 - 05 - 05。

基金项目 (Foundation item): 教育部新世纪优秀人才支持计划项目 (NCET - 08 - 0379); 高等学校学科创新引智计划项目 (B08037)。[Supported by the Program for New Century Excellent Talents in University (NCET - 08 - 0379) and the 111 Project (B08037).]

作者简介 (Biography): 李世广 (1984 -), 男 (汉), 湖南省岳阳人, 硕士研究生, 专业为环境科学。[Li Shiguang (1984 -), male (Han), graduate student for master degree, major in environmental science.] E-mail: lishiguang212@gmail.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 黄成敏 (1968 -), 教授, 主要从事环境土壤学与区域环境变化、环境地球化学研究。[Huang Chengmin (1968 -), Professor, major in environmental soil science involved in regional environmental change and environmental geochemistry.]

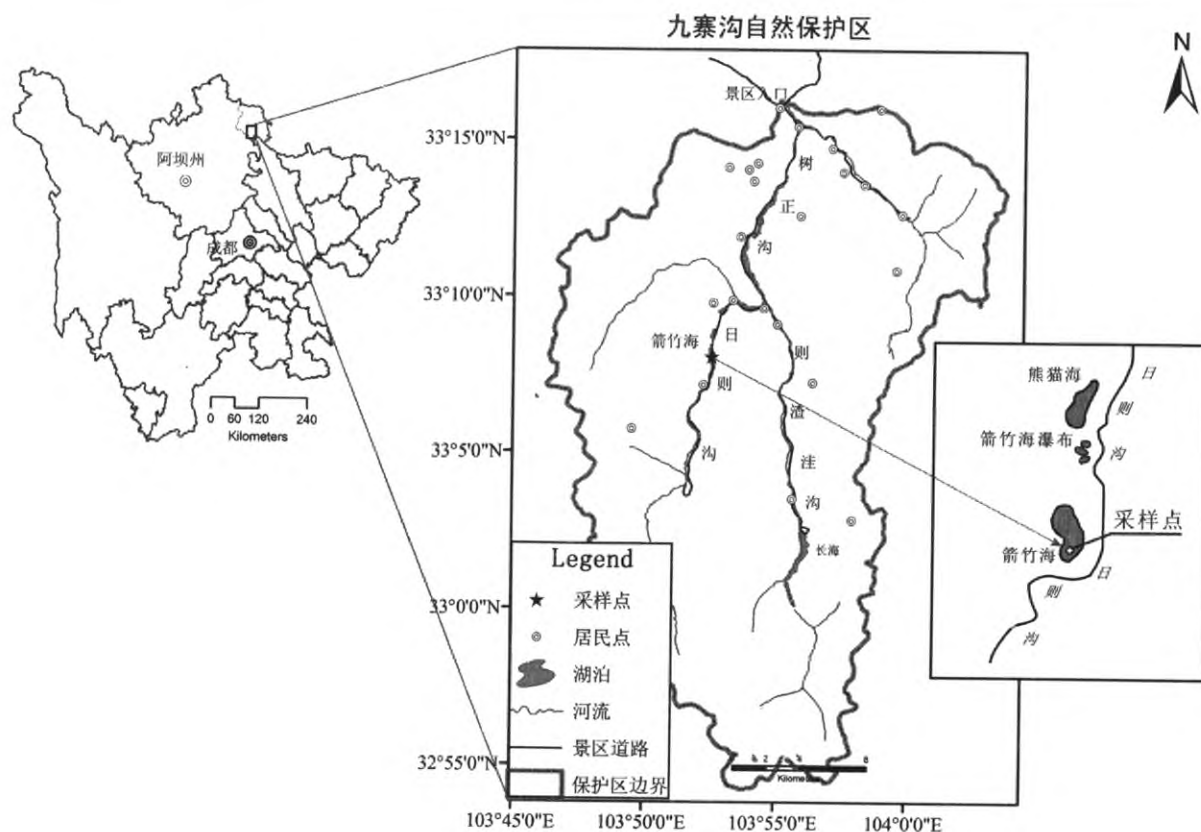


图1 箭竹海采样点示意图

Fig. 1 Sampling site in Jiuzhaigou National Nature Reserve

m, 深 6 m, 面积 0.17 km² (图 1)。本研究所用的沉积物样品为 2008–11 采集于箭竹海的表层柱状沉积物, 采样点靠近箭竹海上游入湖口, 使用 XDB0204 活塞式柱状沉积物采样器采集湖芯。湖芯柱长 46 cm, 除最表层 0~3 cm 为一个样品 (JZH-1) 外, 4 cm 以下均以 1 cm 的间隔进行分割取样, 4~5 cm 为 JZH-2 号, 其余依次类推编号命名, 共得到 43 个样品。

采用硅钼蓝比色法测定沉积物中的生物硅^[17]; TOC 采用水合热重铬酸钾-硫酸氧化-比色法测定; 粒度测定采用英国 Malvern 公司生产的 Mastersizer2000 型激光粒度仪, 在四川大学水力学与山区河流保护国家重点实验室完成; 沉积样品年代标定采用放射性同位素²¹⁰Pb 和¹³⁷Cs 法进行, 在中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊与环境国家重点实验室测定。因箭竹海沉积物柱样²¹⁰Pb 垂向分布混乱, 无法测定沉积速率, 因此只采用¹³⁷Cs 确定了柱样 1952 年和 1963 年两个绝对年龄时标。

2 结果分析

2.1 柱状沉积物 BSi 的垂向变化

箭竹海柱状沉积物中 BSi 含量变化幅度较大, 介于 5.5~15.8 mg/g 间, 平均值为 10.94 mg/g (图 2)。从 1963 年时标开始 (柱状沉积物中 14 cm 深度以上), BSi 的含量呈现出先下降后上升的过程, 从 14~9 cm 间含量有个明显下降的趋势, 从 7 cm 以上含量又开始逐渐增加, 9~7 cm 间含量为整个柱样最低值, 平均为 5.54 mg/g。14 cm 深度以下部分, 从 30~14 cm, 含量较稳定, 平均含量为 11.57 mg/g, 但在 18 cm 处有个峰值, 达到 15.1 mg/g。39~31 cm 之间 BSi 含量变化幅度较大, 也有一个先升后降的过程。40 cm 以下的含量则变化不大, 平均为 10.8 mg/g。

2.2 BSi 分布与有机碳 (TOC) 的关系

由于硅通过控制硅藻等浮游植物的生长来控制生物泵对碳的吸收和释放, 沉积物中的 BSi 无论是从来源还是保存都和有机质存在着密切的关系^[18]。箭竹海沉积物中 BSi 含量与 TOC 随深度变化的趋势一致 (见图 2), 且两者间存在显著的正相关关系, 相关系数 $r = 0.667$ (图 3), 这表明沉积物中 BSi 与 TOC 有明显的依赖关系, BSi 可较好地反映湖泊硅藻类浮游植物的初级生产力。沉积物中 TOC/BSi

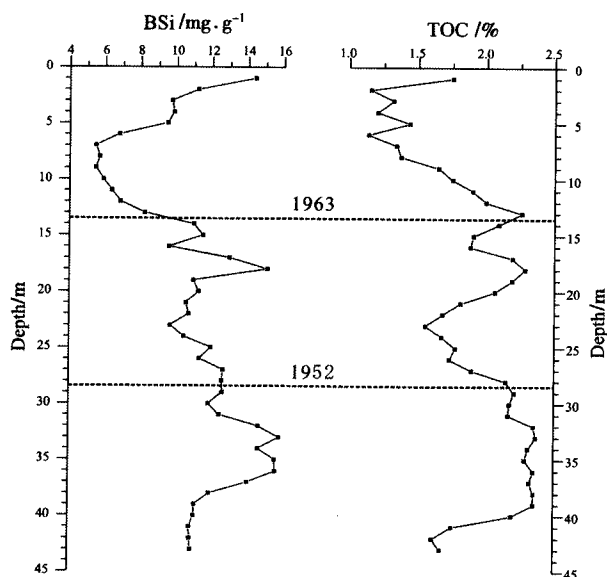


图2 箭竹海沉积柱芯中 BSi 与 TOC 含量关系

Fig. 2 Vertical variation in TOC and BSi within sediment core from Arrow Bamboo Lake

比值在 1.19 ~ 2.53 间,远小于 Redfield 比率 (17.67),说明箭竹海沉积物中有机质的分解速率在相同情况下要远远大于 BSi 的分解速率,沉降到沉积物中的有机碳大部分分解参与再循环,而相当大的一部分 BSi 在沉积物中累积,不再参与 Si 的生物地球化学循环^[19]。

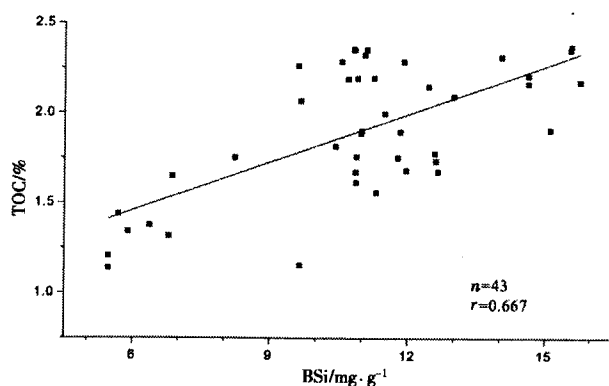


图3 箭竹海沉积柱芯中 BSi 与 TOC 的相关性

Fig. 3 Relationship between BSi and TOC within the sediment core from Arrow Bamboo Lake

2.3 生物硅与粒度关系

沉积物粒径大小会直接影响沉积物中生源组分的含量,是沉积物中生源组分含量的主要控制因素之一。已有研究表明,沉积物颗粒越细,BSi 含量越高,即沉积物颗粒越细越有利于 BSi 的赋存与累积^[6-7,19]。为了研究沉积物不同粒级对 BSi 含量的

控制作用,本文把粒径分为多个粒级进行研究,各粒级划分及粒级含量随深度变化关系见图 4。

箭竹海所有层位沉积物平均粒径在 20.5 ~ 95.8 μm 之间,均值为 41.4 μm ,其中粉砂(2 ~ 63 μm)含量较高,为 47.1% ~ 81.8%,平均为 68.3%。箭竹海沉积物中 BSi 含量与粒径 63 μm 以下的粉砂和粘粒含量均呈正相关关系,与粒径在 16 ~ 32 μm 及 32 ~ 63 μm 之间的粉砂含量呈显著正相关,与 < 2 μm 、2 ~ 4 μm 及 4 ~ 16 μm 粒级的沉积物含量呈弱正相关,而与粒径在 63 ~ 500 μm 之间的 3 个粒级含量均表现出显著的负相关,也与整个柱状沉积物的平均粒径呈显著的负相关,但当粒度 > 500 μm 时,BSi 与粒度的负相关性显著降低(表 1)。

表 1 不同粒径组分与 BSi 含量间的相关系数

Table 1 The correlation coefficients between grain-size fractions and BSi values

| 粒径/ μm | 相关性 | 粒径/ μm | 相关性 |
|-------------------|--------|-------------------|---------|
| <2 | 0.33 | 63 ~ 125 | -0.47 |
| 2 ~ 4 | 0.17 | 125 ~ 250 | -0.69** |
| 4 ~ 16 | 0.22 | 250 ~ 500 | -0.69** |
| 16 ~ 32 | 0.61** | >500 | -0.11 |
| 32 ~ 63 | 0.55** | 平均粒径 | -0.66** |

注: ** . 在 0.01 水平上显著相关(双侧)

整体上看,从粗粒到细粒,箭竹海沉积物各粒级含量与 BSi 含量间的关系是由负相关转变为正相关关系的,特别是在 63 μm 处,相关性发生一个跳跃,63 μm 也是沉积物粉砂与砂粒的分界线。一般来说,随着粒度的减小,沉积物颗粒的总表面积将逐渐增加,对各生源组分的吸附能力将逐渐增强,因此可吸附更多的生源组份^[18]。另外,硅藻是单细胞藻类,个体微小,一般直径在 20 μm 左右^[20],研究结果也表明粒径在 16 ~ 32 μm 之间的沉积物与生物硅相关性最好。

3 讨论

Si 是一种保守的营养元素,主要来源于地表岩石和土壤中硅酸盐的风化和侵蚀,BSi 含量在沉积剖面中的变化规律可反映水体营养盐变化对硅藻等浮游植物生长的影响,记录着水体初级生产力发展的历程以及水生生态系统类型的演变过程^[19]。当降水增加时,营养物质会被带入湖中,有利于增强硅

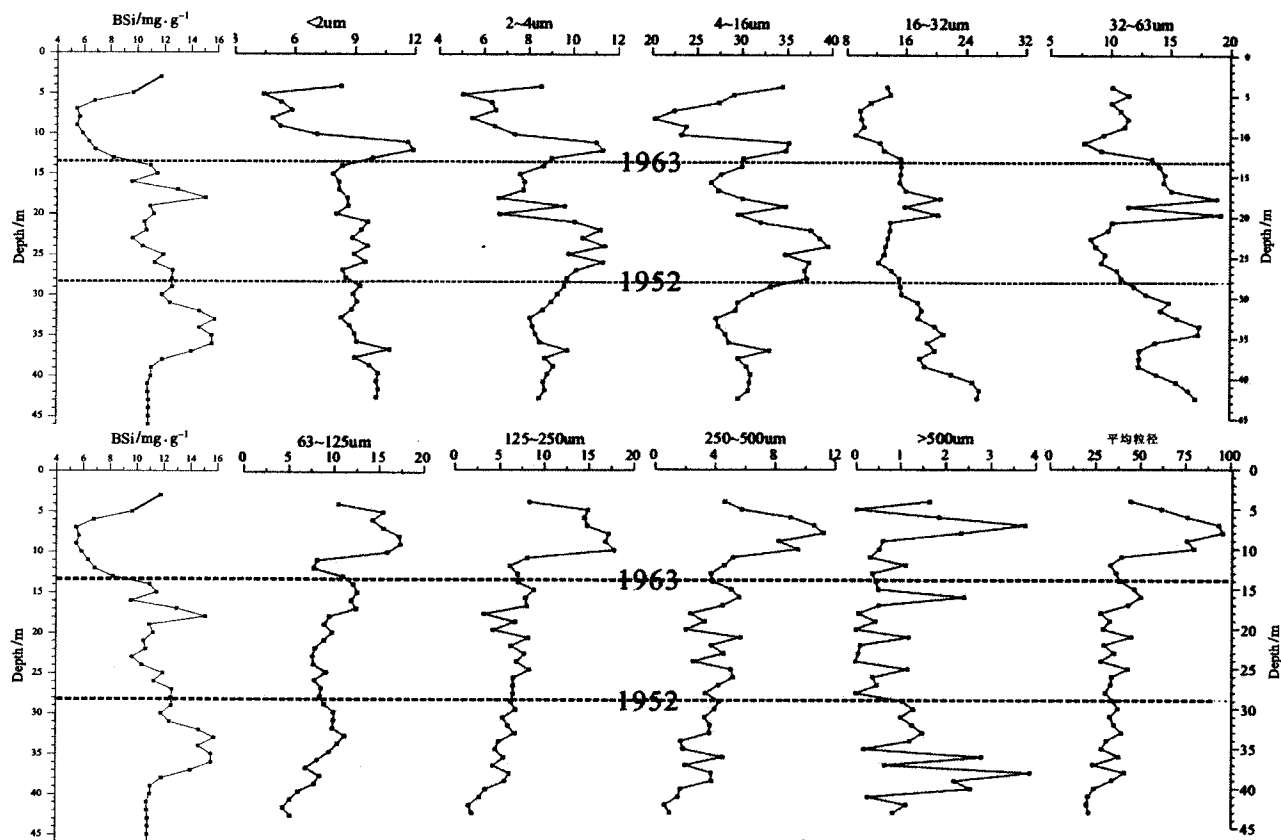


图4 箭竹海沉积柱芯中BSi与不同粒级沉积物含量的关系

Fig. 4 Vertical distribution of various grain-size fractions within the sediment core from Arrow Bamboo Lake

藻生产力,同时,温暖的表面水也会导致硅藻的大量繁殖,而干凉气候条件不利于硅藻的生长发育^[15,17,21]。过去研究认为硅循环受人为影响不大,但近年来,人类活动对硅循环的影响已受到关注,我国这方面的研究尚少^[22]。

根据九寨沟近50 a的平均温度及降水量数据(图5)^[23],九寨沟的温度从20世纪60年代至80年代末一直较稳定,20世纪90年代开始呈上升趋势;而九寨沟地区降水量在20世纪60年代至90年代年际差异较大,但总体较为稳定,20世纪90年代开始,呈减少趋势。由于无法确定箭竹海柱状沉积物每层所对应的年代,不能准确确定BSi与对应年代平均温度及降水量的相关性,但结合¹³⁷Cs确定的1963年绝对时标所对应的柱状沉积物位置,将1963年时标以上BSi含量与对应温度与降水量进行相关性分析(见图5),发现BSi含量与温度及降水量并无明显的相关性,表明在箭竹海沉积物中BSi含量受气温和降水量影响不显著。这与硅藻为中等温性种类,绝大多数硅藻适宜温度在15℃以上^[24],而箭竹海水温较低,基本都在10℃以下变化^[25],所以尽

管气温有波动,但这种波动对水温影响小、并未引发硅藻数量的明显变化,故BSi含量对温度变化不敏感有关。

1966年经国家批准,林业部在四川南坪县(现九寨沟县)建立直属的白龙江森工局,其下属的南坪林业局在九寨沟内设有九寨124林场和日则126林场两个林场,进行森林采伐,直到1978-12-15国务院批准成立九寨沟自然保护区后,森林采伐才得以停止^[26]。在这期间,大面积森林遭到毁灭性破坏,对应图4可以看到,在时标1963年以上,柱状沉积物从18 cm到9 cm对应的细颗粒沉积物(<63 μm)有一个明显的突降趋势,而较粗颗粒(>500 μm)沉积物则表现为增加的趋势,平均粒径在这段时间内也表现为增加,说明森林采伐造成了水土流失,大量泥沙进入箭竹海,沉积速度明显加快,而这段时期内BSi的含量反而降低。其可能原因是由于BSi含量是一种百分比,即单位重量沉积物中生物硅重量,因而生物硅含量除了受生物硅绝对数量的影响外,还受沉积速率的影响^[15,17];采伐森林引起的沉积速率加快,导致单位重量沉积物中泥砂数量

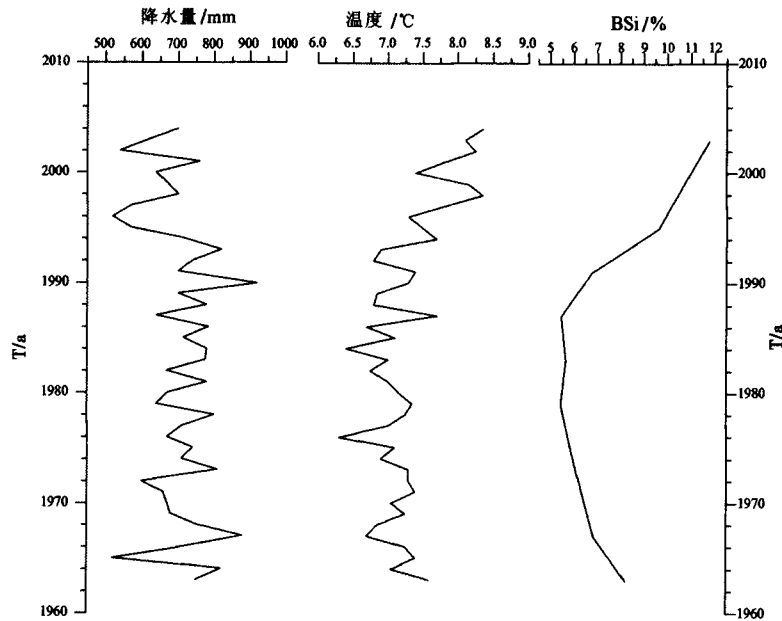


图5 九寨沟地区温度与降水量年际变化

Fig. 5 Inter-annual variation of temperature and precipitation in Jiuzhaigou National Nature Reserve

增加,使单位重量沉积物中 BSi 数量相对减少,所以 BSi 含量在这一段时期出现下降^[27]。

九寨沟自然保护区成立后,1984 年正式对外开放,近 20 多年来游客人数快速上升,从 1984 年的 2.7 万人增加至 2007 年的 252 万人次^[28],从图 2 可以看到,对应箭竹海柱状沉积岩芯深度约 5 cm 以上,BSi 含量逐步上升,说明这段时期内 BSi 含量受到了景区内旅游活动的影响,大量旅游活动造成进入水体中的营养物增多,加快了水体中硅藻的生长。

4 结论

九寨沟自然保护区箭竹海沉积物柱芯中 BSi 与 TOC 存在显著的正相关关系,相关系数 $r = 0.667$ ($n = 43$),BSi 可较好地指示湖泊硅藻类浮游植物的初级生产力。同时,箭竹海沉积物中 BSi 含量与沉积物粒度关系密切。从粗粒到细粒,沉积物各粒级含量与 BSi 含量间的关系由负相关转变为正相关,较细颗粒的沉积物对 BSi 吸附作用显著。

箭竹海沉积物中 BSi 含量变化对气候变化的响应不敏感,主要反映了近几十年来九寨沟森林砍伐及旅游开发等人类活动的影响。在 20 世纪 60 至 70 年代末,九寨沟大面积的森林采伐导致大量泥沙入湖,沉积物 BSi 含量降低;80 年代至今,游客数量和相关的旅游开发活动使沉积物 BSi 含量相应上

升。

参考文献 (References)

- [1] Wang Jing, Bao Weikai, He Binghui, et al. Effect of tourism on nitrogen and phosphorus loss in surface runoff in Jiuzhaigou World Nature Heritage Reserve[J]. Ecology and Environment 2006, 15(2): 284-288 [王晶,包维楷,何丙辉,等. 旅游活动对九寨沟地表径流氮磷流失的影响研究[J]. 生态环境 2006, 15(2): 284-288]
- [2] Milliman J D, Boyle E. Biological uptake of dissolved Silica in the Amazon River Estuary[J]. Science, 1975, 189: 995-997
- [3] Shipe R, Curtaz J, Subramaniam A, et al. Diatom biomass and productivity in oceanic and plume-influenced waters of the western tropical Atlantic ocean [J]. Deep-Sea Research Part 1, 2006, 53: 1320-1334
- [4] Liu Fang, Zhao Libo, Huang Lingfeng, et al. A methodological study on the determination of biogenic silica sourced from newly sedimented diatom in Xiamen inner bay sediment [J]. Journal of Xiamen University: Natural Science, 2008, 47(2): 294-299 [刘芳,赵立波,黄凌风,等. 厦门内湾沉积物中新沉积硅藻来源生物硅分离测定方法的初步研究[J]. 厦门大学学报:自然科学版, 2008, 47(2): 294-299]
- [5] Li Jian, Chen Jingan. An effective cleaning method for producing pure diatom samples from lake sediments [J]. Earth and Environment, 2007, 35(1): 91-96 [李健,陈敬安. 湖泊沉积物硅藻提纯方法[J]. 地球与环境, 2007, 35(1): 91-96]
- [6] Huang Yongjian, Wang Chengshan, Wang Yunliang. Progress in the study of proxies of paleocean productivity [J]. Earth Science Frontiers, 2005, 10(2): 163-170 [黄永建,王成善,汪云亮. 古海洋生产力指标研究进展[J]. 地学前沿, 2005, 10(2): 163-170]

- [7] Ye Xiwen, Liu Sumei, Zhao Yingfei, et al. The distribution of biogenic silica in the sediments of the East China Sea and the Yellow Sea and its environmental significance[J]. *China Environmental Science*, 2004, 24(3): 265 – 269 [叶曦雯, 刘素美, 赵颖翡, 等. 东海、黄海沉积物中生物硅的分布及其环境意义[J]. *中国环境科学*, 2004, 24(3): 265 – 269]
- [8] Marie-Claude Fortin, Konrad Gajewski. Assessing the use of sediment organic, carbonate and biogenic silica content as indicators of environmental conditions in Arctic lakes[J]. *Polar Biology*, 2009, 32: 985 – 98
- [9] Colman S M, Peck J A, Karabanov E B, et al. Continental climate response to orbital forcing from biogenic silica records in Lake Baikal[J]. *Nature*, 1995, 378: 769 – 771
- [10] Xiao J L, Yoshio Inouchi, Hisao Kumai, et al. Biogenic silica record in Lake Biwa of central Japan over the past 145, 000 years[J]. *Quaternary Research*, 1997, 47: 277 – 283
- [11] Conley D J. Biogenic silica as an estimate of siliceous microfossil abundance in Great Lakes sediments[J]. *Biogeochemistry*, 1988, 6: 161 – 179
- [12] Lü Changwei. Geochemistry character of carbon (Nitrogen, Phosphorus, Silicon) in lakes in west Inner Mongolia Plateau[D]. Hohhot: Inner Mongolia University, 2008 [吕昌伟. 内蒙古高原湖泊碳(氮、磷、硅)的地球化学特征[D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2008]
- [13] Wu Fengwei, Wang Fushun, Wu Minghung, et al. Distributions of total phosphorus, phosphorus fractions and biogenic silica in Dianchi Lake and Hongfeng Lake sediments[J]. *Journal of Ecology*, 2009, 28(1): 88 – 94 [吴峰伟, 汪福顺, 吴明红, 等. 滇池、红枫湖沉积物中总磷、分态磷及生物硅形态与分布特征[J]. *生态学杂志*, 2009, 28(1): 88 – 94]
- [14] Zhang Hairong. The Relation between human activity and eutrophication for the Last 50 years in Aixi Lake[D]. Nanchang: Jiangxi Normal University, 2007 [张海荣. 近 50 年来人类活动与艾溪湖富营养化过程关系研究[D]. 南昌: 江西师范大学, 2007]
- [15] Hu Shenghua, Zhou Qiaohong, Cheng Shuiping, et al. The determination of biogenic silica in the sediments of Yue Lake and its evaluative dynamics to eutrophication[J]. *Ecology and Environment*, 2008, 17(6): 2141 – 2144 [胡胜华, 周巧红, 成水平, 等. 月湖近代生物硅沉积测定与营养演化的动态过程[J]. *生态环境* 2008, 17(6): 2141 – 2144]
- [16] Liu Shaoying, Zhang Xiaoping, Zeng Zongyong. Biodiversity of the Jiuzhaigou National Nature Reserve[M]. Sichuan Science and Technology Press, 2007, 14 – 16 [刘小英, 章小平, 曾宗永. 九寨沟自然保护区的生物多样性[M]. 四川科学技术出版社, 2007, 14 – 16]
- [17] Wang Wenyuan, Liu Jiaqi, Peng Pingan. Determination and application of biogenic silica in lake sediments: An example from Huangyan Maar Lake, southern China[J]. *Geochimica*, 2000, 29(4): 327 – 330 [王文远, 刘嘉麒, 彭平安. 湖泊沉积生物硅的测定与应用: 以湖光岩玛珥湖为例[J]. *地球化学*, 2000, 29(4): 327 – 330]
- [18] Li Xuegang, Song Jinming, Yuan Huamao, et al. High contents of biogenic silicate in jiaozhou bay sediments—evidence of Si limitation to phytoplankton primary production[J]. *Oceanologia Et Limnologia Sinica*, 2005, 36(6): 572 – 577 [李学刚, 宋金明, 袁华茂, 等. 松胶州湾沉积物中中生源硅含量的发现—胶州湾浮游植物生长硅限制的证据[J]. *生态环境*, 2005, 36(6): 572 – 577]
- [19] Lü Changwei, He Jiang, Liang Ying, et al. Examination of silicate limitation of primary production by diatoms phytoplankton in the Daihai Lake[J]. *Environmental Science*, 2010, 31(3): 639 – 644 [吕昌伟, 何江, 梁英, 等. 岱海硅藻类浮游植物初级生产力 Si 限制初探[J]. *环境科学*, 2010, 31(3): 639 – 644]
- [20] Gao Yahui, Chen Changping, Li Yang, et al. A preliminary study on nanodiatoms from Holocene sediments in the Jiulong River and Dongyu Island of Fujian Province, China[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2010, 28(3): 89 – 98 [高亚辉, 陈长平, 李扬, 等. 福建九龙江和东屿地区全新世微型硅藻的初步研究[J]. *海洋学报*, 2010, 28(3): 89 – 98]
- [21] Wollast R, Mackenzie F T. The global cycle of silica[G]//Aston S. E. (ed), *Silicon Geochemistry and Biochemistry* London: Academic Press, 1983: 39 – 76
- [22] Wang Lijun, Ji Hongbing, Ding Huaijian, et al. Advances of the research on the biogeochemical cycle of silicon[J]. *Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry*, 2008, 27(2): 188 – 194 [王立军, 季宏, 丁淮剑, 等. 硅的生物地球化学循环研究进展[J]. *矿物岩石地球化学通报*, 2008, 27(2): 188 – 194]
- [23] Regional Geological Surveying Team, BGEEMRSP. Project report of Geological environmental investigation in the Central Scenic Spot in the Jiuzhai Valley – Huanglong Scenic Spots[R]. 2006 [四川省地矿局区调队. 九寨 – 黄龙核心景区地质环境调查专题报告[R]. 2006]
- [24] Liu Xingrong. Research progress on diatom based on effects of environment[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2010, 38(6): 3092 – 3093 [刘兴荣. 基于环境影响的硅藻研究进展[J]. *安徽农业科学*, 2010, 38(6): 3092 – 3093]
- [25] Gan Jianjun. A system study on the geological environment and water cycle at the Jiuzhaigou Valley[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2007 [甘建军. 九寨沟核心景区水循环系统研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2007]
- [26] Zhang Xiaoping, Ren Xiao. Sustainable development research on tourism at World Heritage Sites—With the Sample of Jiuzhaigou[M]. Southwest University of Finance and Economics Press, 2009 [章小平, 任啸. 世界遗产旅游可持续发展研究: 以九寨沟为例[M]. 成都: 西南财经大学出版社, 2009]
- [27] Jia Guodong, Jian Zhimin, Peng Ping'an, et al. Biogenic silica records in core 17962 from southern South China Sea and their relation to paleoceanographical events[J]. *Geochimica*, 2000, 29(3): 293 – 296 [贾国东, 翦知潜, 彭平安, 等. 南海南部 17962 柱状样生物硅沉积记录及其古海洋意义[J]. *地球化学*, 2000, 29(3): 293 – 296]
- [28] Xu Yuhui, Tang Ya, Zhang Chaosheng, et al. Contamination assessment of heavy metals in road dusts and soils of the Jiuzhaigou National Scenic Area in Sichuan, China[J]. *Journal of Mountain Science*, 2010, 28(3): 288 – 293 [许宇慧, 唐亚, 张朝生, 等. 四川省九寨沟景区道路灰尘及土壤重金属含量评价[J]. *山地学报*, 2010, 28(3): 288 – 293]

Biogenic Silica Distribution in the Sediments from Arrow Bamboo Lake in Jiuzhaigou World Nature Heritage Reserve, China: Environmental Implication

LI Shiguang, HU Xinxin, TANG Ya, HUANG Chengmin

(Department of Environmental Science and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: The Biogenic silica (BSi) contents were determined in the sediments from Arrow Bamboo Lake in Jiuzhaigou National Reserve. Furthermore, the relationship between sediment total organic carbon (TOC) content, grain-size fraction and BSi content were discussed in order to trace the anthropogenic and/or natural effect on water quality and lacustrine sedimentation. The content of BSi ranged between 5.5 and 15.8 mg/g, and the BSi content in the sediments had a significantly positive correlation with TOC. Also, the BSi content was mainly controlled by the grain-size distribution in the core sediments, and the stronger adsorption to BSi occurred in the finer grain fraction. The variation of BSi values from the sediments in Arrow Bamboo Lake, insignificantly coupling with the air temperature, indicated the vital effects of deforestation and tourism on lake water and sediments.

Key words: Biogenic silica (BSi); sediments; TOC; grain-size fraction; Arrow Bamboo Lake; Jiuzhaigou World Nature Heritage Reserve

消息1:《山地学报》网上投稿系统已试运行

尊敬的作者及审稿专家:《山地学报》网上投稿、审稿系统开通了,为了方便,本刊网上投稿系统网站名有所改变,现更名为:www.sdxbl983.com,这将是本刊投入使用的正式网站名。作者投稿请登录站点 <http://www.sdxbl983.com>,投稿时请仔细阅读本刊来稿要求,并同时向编辑部寄交与电子文档一样的纸质稿一份。我们的投稿系统网特别开辟了网上科普知识和考察游记栏,欢迎广大作者、读者赐稿。目前本系统处在试运行阶段,希望提出改进意见,帮助我们使其更加完善。

(然子桐)

作者: [李世广](#), [胡欣欣](#), [唐亚](#), [黄成敏](#), [LI Shiguang](#), [HU Xinxin](#), [TANG Ya](#), [HUANG Chengmin](#)
作者单位: [四川大学环境科学与工程系, 四川成都, 610065](#)
刊名: [山地学报](#) [ISTIC](#) [PKU](#)
英文刊名: [Journal of Mountain Science](#)
年, 卷(期): 2011, 29(4)
被引用次数: 1次

参考文献(28条)

1. 王晶;包维楷;何丙辉 [旅游活动对九寨沟地表径流氮磷流失的影响研究](#)[期刊论文]-[生态环境](#) 2006(02)
2. Milliman J D;Boyle E [Biological uptake of dissolved Silica in the Amazon River Estuary](#)[外文期刊] 1975
3. Shipe R;Curtaz J;Subramaniam A [Diatom biomass and productivity in oceanic and plume-influenced waters of the western tropical Atlantic ocean](#) 2006
4. 刘芳;赵立波;黄凌风 [厦门内湾沉积物中新沉积硅藻来源生物硅分离测定方法的初步研究](#)[期刊论文]-[厦门大学学报\(自然科学版\)](#) 2008(02)
5. 李键;陈敬安 [湖泊沉积物硅藻提纯方法](#)[期刊论文]-[地球与环境](#) 2007(01)
6. 黄永建;王成善;汪云亮 [古海洋生产力指标研究进展](#)[期刊论文]-[地学前缘](#) 2005(02)
7. 叶曦雯;刘素美;赵颖翡 [东、黄海沉积物中生物硅的分布及其环境意义](#)[期刊论文]-[中国环境科学](#) 2004(03)
8. Marie-Claude Fortin;Konrad Gajewski [Assessing the use of sediment organic, carbonate and biogenic silica content as indicators of environmental conditions in Arctic lakes](#) 2009
9. Colman S M;Peck J A;Karabanov E B [Continental climate response to orbital forcing from biogenic silica records in Lake Baikal](#)[外文期刊] 1995(6559)
10. Xiao J L;Yoshio Inouchi;Hisao Kumai [Biogenic silica record in Lake Biwa of central Japan over the past 145,000 years](#)[外文期刊] 1997
11. Conley D J [Biogenic silica as an estimate of siliceous microfossil abundance in Great Lakes sediments](#)[外文期刊] 1988
12. 吕昌伟 [内蒙古高原湖泊碳\(氮、磷、硅\)的地球化学特征](#)[学位论文] 2008
13. 吴峰炜;汪福顺;吴明红 [滇池、红枫湖沉积物中总磷、分态磷及生物硅形态与分布特征](#)[期刊论文]-[生态学杂志](#) 2009(01)
14. 张海荣 [近50年来人类活动与艾溪湖富营养化过程关系研究](#)[学位论文] 2007
15. 胡胜华;周巧红;成水平 [月湖近代生物硅沉积测定与营养演化的动态过程](#)[期刊论文]-[生态环境](#) 2008(06)
16. 刘小英;章小平;曾宗永 [九寨沟自然保护区的生物多样性](#) 2007
17. 王文远;刘嘉麒;彭平安 [湖泊沉积生物硅的测定与应用:以湖光岩玛珉湖为例](#)[期刊论文]-[地球化学](#) 2000(04)
18. 李学刚;宋金明;袁华茂 [松陵湾沉积物中高生源硅含量的发现—胶州湾浮游植物生长硅限制的汪据](#) 2005(06)
19. 吕昌伟;何江;梁英 [岱海硅藻类浮游植物初级生产力Si限制初探](#)[期刊论文]-[环境科学](#) 2010(03)
20. 高亚辉;陈长平;李扬 [福建九龙江和东屿地区全新世微型硅藻的初步研究](#) 2010(03)
21. Wollast R;Mackenzie F T [The global cycle of silica](#) 1983
22. 王立军;季宏;丁淮剑 [硅的生物地球化学循环研究进展](#)[期刊论文]-[矿物岩石地球化学通报](#) 2008(02)
23. [四川省地矿局区调队](#) [九寨-黄龙核心景区地质环境调查专题报告](#) 2006
24. 刘兴荣 [基于环境影响的硅藻研究进展](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2010(06)
25. 甘建军 [九寨沟核心景区水循环系统研究](#)[学位论文] 2007
26. 章小平;任啸 [世界遗产旅游可持续发展研究:以九寨沟为例](#) 2009
27. 贾国东;翦知(昏);彭平安 [南海南部17962柱状样生物硅沉积记录及其古海洋意义](#)[期刊论文]-[地球化学](#) 2000(03)
28. 许宇慧;唐亚;张朝生 [四川省九寨沟景区道路灰尘及土壤重金属含量评价](#)[期刊论文]-[山地学报](#) 2010(03)

引证文献(1条)

1. [姚欢](#), [李树伟](#), [谢永洪](#), [钱蜀](#) [九寨沟白水河污染特征研究](#)[期刊论文]-[四川环境](#) 2013(6)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_sdx201104002.aspx