

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

中国典型表层岩溶系统的地球化学 动态特征及其环境意义

刘再华 袁道先

中国地质科学院岩溶地质研究所, 桂林, 541004

内容提要 以中国6个典型表层岩溶系统为例,总结了它们的地球化学动态特征,并对其所反映出的环境意义作了分析。中国典型表层岩溶系统的地球化学动态特征主要表现为土壤 CO_2 含量的季节变化和逐年递增趋势,及地下水 HCO_3^- 含量的 CO_2 效应和稀释效应。前者可能反映了全球气温升高的影响,而后者则反映出表层岩溶系统对大气 CO_2 具有良好的调节功能。

关键词 表层岩溶系统 地球化学动态 环境意义

中国是岩溶十分发育的国家之一,对岩溶地质已有相当深入的研究(陈文俊等,1981;龚自珍,1987;王宝清等,1995;王宝清等,1996)。近年来,对岩溶作用对环境的影响(主要是对大气中 CO_2 浓度变化的影响)有许多研究(刘再华等,1997;杨立铮,1998;刘再华,1998;曹建华等,1998,1999)。为了进一步研究表层岩溶动力系统碳酸盐岩溶解对大气 CO_2 沉降(汇)的贡献,在中国选择了代表不同地质、气候、水文和植被条件的6个野外观测站,包括桂林岩溶试验场、广西弄拉岩溶生态试验站、湖北长阳观测站、北京石花洞观测站、西安辋川观测站和长春吊水壶岩溶观测站,进行了1~10年的按月连续观测,基本掌握了这些系统的地球化学动态特征。下面对其进行总结,并就其所反映的环境意义进行分析。

1 系统概述

在6个系统观测站中,桂林岩溶试验场、弄拉岩溶生态试验站和长阳观测站代表亚热带湿润气候条件;北京石花洞观测站和西安辋川观测站代表温带干旱气候条件;长春吊水壶岩溶观测站代表温带湿润气候条件。

2 地球化学动态特征

以下总结与岩溶作用密切相关的地球化学动态,即土壤 CO_2 动态和地下水 HCO_3^- 动态。

2.1 土壤 CO_2 动态

6个观测站的土壤 CO_2 动态如图1所示。土壤 CO_2 用日产GASTEC CO_2 计测定,测定深度分别为20 cm和50 cm,图中均采用50 cm深处的测定值。20 cm深处的测定值普遍低于50 cm深处的测定值,但动态变化规律与50 cm深处的一致,故未列出。由此可见,所有系统的土壤 CO_2 动态存在明显的季节变化和多年(多月)变化,即夏季土壤 CO_2 含量高,冬季土壤 CO_2

注:本文为国际地质对比计划项目IGCP 379——“岩溶作用与碳循环”、国家自然科学基金重点项目(编号49632100、49703047)和国土资源部项目(编号9501104、9806)及岩溶动力学开放研究实验室资助项目的成果。

本文1999年4月收到,12月改回,周健编辑。

含量低。此外,土壤 CO₂ 含量有逐年和逐月升高的趋势。

2.2 地下水 HCO₃⁻ 动态

与土壤 CO₂ 动态变化类似,地下水 HCO₃⁻ 动态也存在明显的季节变化和多年(多月)变化

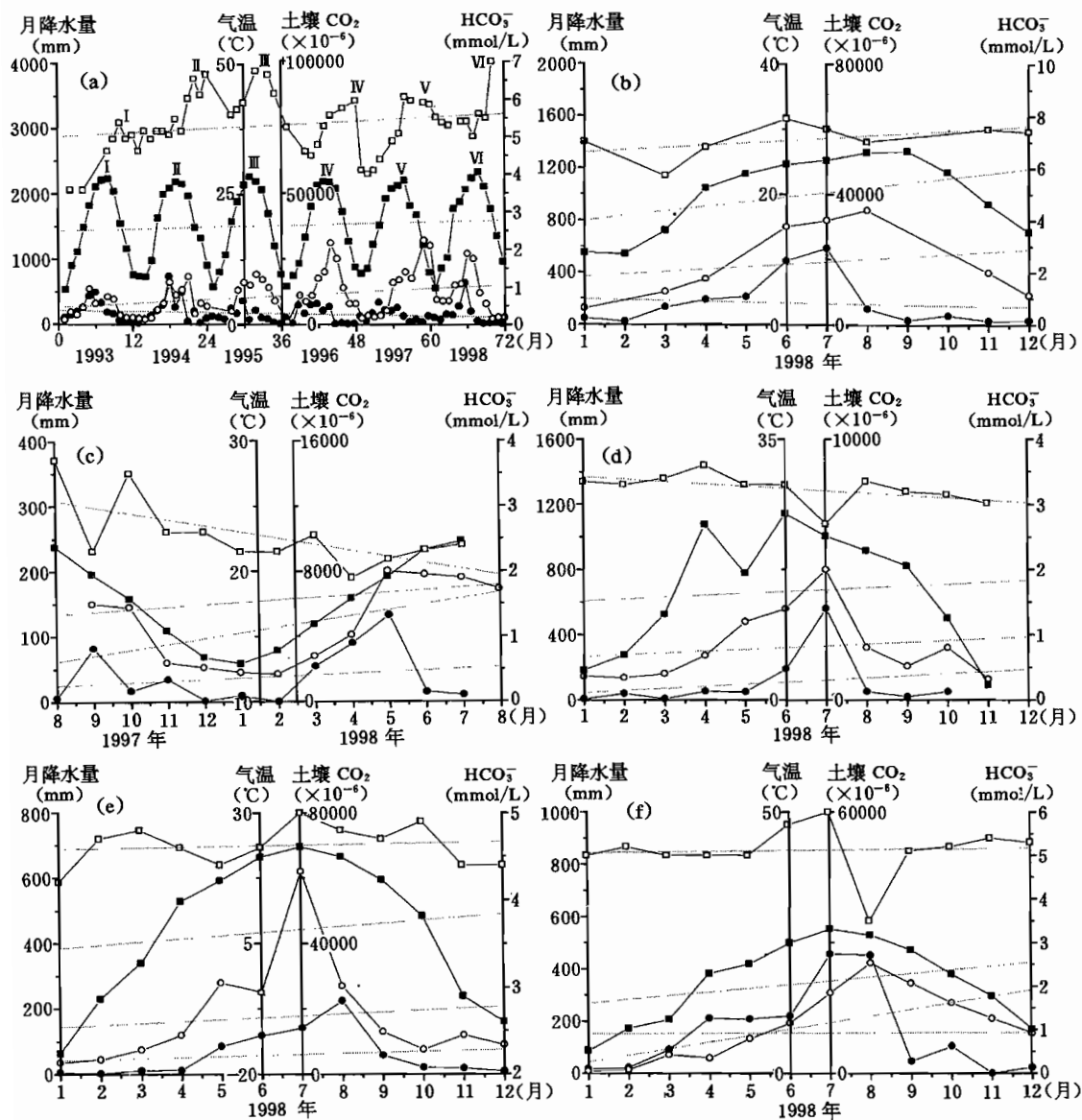


图 1 6 个岩溶试验场地球化学动态及其与环境因子的关系

Fig. 1 Variation of geochemistry and its relation with environmental factors at six karst monitoring stations

a—桂林岩溶试验场; b—广西弄拉岩溶生态试验观测站; c—西安辋川岩溶试验观测站; d—北京石花洞岩溶试验观测站; e—长春吊水壶岩溶试验观测站; f—湖北长阳岩溶试验观测站; □—HCO₃⁻; ■—气温; ●—月降水量; ○—土壤 CO₂

a—Guilin karst experimental site; b—Nongla karst monitoring station, Guangxi; c—Wangchuan karst monitoring station, Xi'an; d—Shihuadong karst monitoring station, Beijing; e—Diaoshuihu karst monitoring station, Changchun; f—Changyang karst monitoring station, Hubei; □—HCO₃⁻; ■—air temperature; ●—monthly precipitation; ○—soil CO₂

(图1)。所不同的是,代表北方温带干旱气候条件的表层岩溶系统的 HCO_3^- 含量呈逐月递减趋势,而代表南方亚热带湿润气候条件的表层岩溶系统的 HCO_3^- 则呈现逐月递增趋势。

3 系统地球化学动态反映的环境意义分析

为了分析上述表层岩溶系统土壤 CO_2 含量和地下水 HCO_3^- 动态变化特征,图1给出了各系统气温和降水随时间的变化。从这些指标的动态对比分析,可以得出如下认识。

(1) 土壤 CO_2 含量与气温变化密切相关;即气温较高时,土壤 CO_2 含量也增加。由于夏季气温高于冬季,及气温存在逐年增高趋势,故土壤 CO_2 含量夏季较冬季有明显增加,并也呈现逐年增加趋势。据研究(Reardon et al., 1979; Suarez et al., 1993),气温较高,土壤生物作用较强,因而其生产 CO_2 较快。所以土壤 CO_2 含量动态可以反映系统环境温度的变化。

(2) 地下水 HCO_3^- 动态变化既取决于土壤 CO_2 动态变化(CO_2 效应,即土壤 CO_2 浓度高,有利于碳酸盐岩的溶解,因而水中 HCO_3^- 增加),也与降水动态密切相关,即存在稀释效应(降水多,特别是暴雨时 HCO_3^- 降低)。然而,对于北方温带干旱气候条件,由于表层岩溶系统土壤 CO_2 含量较低及变幅较小,地下水 HCO_3^- 动态变化主要表现为稀释效应(图1c、d),此时 CO_2 效应被掩盖。对于东北温带湿润气候环境,由于表层岩溶系统土壤 CO_2 含量较高及变幅较大,地下水 HCO_3^- 动态变化主要表现为 CO_2 效应(图1e)。

(3) 地下水 HCO_3^- 动态变化的 CO_2 效应,反映了岩溶系统具有良好的环境调节功能(袁道先,1997; Liu et al., 1998):即由于岩溶作用,土壤 CO_2 被消耗,从而使土壤向大气释放的 CO_2 减少,这对于降低大气 CO_2 含量,缓解温室效应是非常有利的。

4 结论

中国典型表层岩溶系统的地球化学动态特征主要表现为土壤 CO_2 含量的季节变化和逐年(逐月)递增趋势,及地下水 HCO_3^- 含量的 CO_2 效应和稀释效应。前者可能反映了全球气温升高的影响,而后者则反映出表层岩溶系统对大气 CO_2 具有良好的调节功能。

本文图1的资料由何师意、蒋忠诚、赵景波、周平根、张永祥和万军伟提供,特此致谢。

参 考 文 献

- 曹建华,潘根兴,袁道先等. 1999. 桂林岩溶洼地生态系统中大气 CO_2 动态及环境意义. 地质论评, 45(1):105~111.
- 曹建华,王福星. 1998. 初探藻类、地衣生物岩溶微形态与内陆环境间相关性. 地质论评, 44(6):656~661.
- 陈文俊,黄显强,宋怀则等. 1981. 中国南方岩溶地下水. 地质学报, 55(2):149~160.
- 龚自珍. 1987. 桂林地区岩溶水同位素水文地球化学研究. 地质论评, 33(4):346~354.
- 刘再华,袁道先,何师意. 1997. 不同岩溶动力系统的碳稳定同位素和地球化学特征及其意义——以我国几个典型岩溶地区为例. 地质学报, 71(3):281~288.
- 刘再华. 1998. 答杨立铮先生“黄龙 CO_2 成因质疑”. 地质论评, 44(6):641.
- 王宝清. 1995. 山西省柳林奥陶系古岩溶顶部方解石充填物. 地质论评, 41(5):473~479.
- 王宝清,张金亮. 1996. 山西省兴县奥陶系古岩溶地球化学特征. 地质论评, 42(增):62~69.
- 杨立铮. 1998. 黄龙 CO_2 成因质疑. 地质论评, 44(6):661.
- 袁道先. 1997. 现代岩溶学与全球变化研究. 地学前缘, 4:17~24.
- Liu Z, Yuan D, He S, et al. 1998. Contribution of carbonate rock weathering to the atmospheric CO_2 sink. Proceedings of 28th Congress of IAH, Las Vegas, USA, 187~193.
- Reardon E J, Allison G B, Fritz P. 1979. Seasonal chemical and isotopic variations of soil CO_2 at Trout Creek, Ontario. Journal of Hydrology, 43:355~371.

Suarez D L, Simunek J. 1993. Modeling of carbon dioxide transport and production in soil—2. Parameter selection, sensitivity analysis and comparison of model prediction to field data. *Water Resources Research*, 29(2):499~513.

作者简介

刘再华,男,1963年生。1996年于德国不来梅大学物理系获自然科学博士学位。现为中国地质科学院岩溶地质研究所研究员,主要从事岩溶动力学、水文地球化学、环境同位素及全球碳循环等方面的研究。通讯地址:541004,广西桂林七星路50号,岩溶地质研究所;电话:(0773)5837840; E-mail: zliu@mailbox.gxnu.edu.cn。

Features of Geochemical Variations in Typical Epikarst Systems of China and Their Environmental Significance

Liu Zaihua Yuan Daoxian

Institute of Karst Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Guilin, 541004

Abstract

Taking six typical epikarst systems in China as examples, the authors summarize their features of geochemical variations, and analyze their environmental significance. It has been found that the geochemical variations in typical epikarst systems of China are characterized by the seasonal changes of CO_2 content in the soil, which tend to increase yearly or monthly; and the CO_2 effect and dilution effect of the HCO_3^- content in groundwater. The former possibly reflects the influence of global warming, while the latter shows that the epikarst system acts as a good adjuster to atmospheric CO_2 .

Key words: geochemical variation; epikarst system; environmental significance
