

西江水体有机碳含量变化及悬浮物碳同位素的意义

魏秀国^{1,2} 李宁利³ 沈承德⁴ 郭治兴²

(1. 广东商学院资源与环境学院, 广东 广州 510320; 2. 广东省生态环境与土壤研究所, 广东 广州 510650;
3. 中山大学社会学与人类学学院, 广东 广州 510275; 4. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640)

摘要:以西江马口断面水体为研究对象,讨论其有机碳含量、悬浮物同位素组成($\delta^{13}\text{C}$ 、 $\Delta^{14}\text{C}$)与环境之间的关系。西江马口断面有机碳含量呈现季节性变化,其中颗粒有机碳(POC)含量范围介于0.13~4.98 mg/L之间,溶解有机碳(DOC)含量范围介于0.98~4.17 mg/L之间,DOC/POC比值为1.34,远低于世界多数河流之比。近年来马口断面悬浮物POC $\delta^{13}\text{C}$ 的变化范围介于-21.3‰~-26.1‰之间,随时间出现整体性漂移现象,表明流域生态环境整体改善。POC $\Delta^{14}\text{C}$ 变化范围介于-132‰~-425‰之间,与取样期间的流域降水过程及土壤的侵蚀相关。

关键词:西江;POC;DOC; $\delta^{13}\text{C}$; $\Delta^{14}\text{C}$

中图分类号:P342/X142 文献标识码:A 文章编号:1000-0690(2011)02-0166-06

河流是联系陆地与海洋的通道,反映了流域内的生物地球化学过程,对于陆地和海洋碳循环而言都是极重要的组成部分^[1-2]。河流有机碳含量及其同位素值的变化反应了流域环境的改变、自然及人类活动对其生物地球化学的重要影响^[3-5]。在过去的研究中,世界各地河流有机碳研究的报道很多,然而中长时间尺度的观测报道则非常少;在所有河流中,只有亚马逊河的碳循环及生物地球化学过程研究较为充分,持续观测达几十年^[6-8]。 ^{14}C 在碳循环研究中是一个非常重要的示踪方法,它可以提供流域内的物质来源、物质流通并且是反映流域生物地球化学信息的最重要途径之一^[9], ^{14}C 数据在大多数河流研究中非常少见^[10]。

本研究结合流域内地质、水文及土地利用等现状,通过对水体有机碳含量(DOC、POC)较长时间尺度的观测及悬浮物有机碳同位素组成(^{13}C 、 ^{14}C)的研究,提供了西江流域土壤侵蚀及水体生物地球化学的信息,为探索水体有机质与流域土壤间的关系提供示踪,为生态环境规划及流域水土流失治理提供决策参考,并为全球碳循环研究积累基础数据和资料。

西江流域地处亚热带地区,气候温和多雨,多年平均温度在14~22℃之间,平均降雨量1200~

2200 mm,受东亚和西南季风影响,降水主要集中于每年的4~10月间,年均径流总量为 $2.380 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。流域面积为 $30.5 \times 10^4 \text{ km}^2$,地貌以山地和丘陵为主;流域内人口密度较大,强烈的人类活动对土壤侵蚀、水文和水化学产生了极大的影响。植被以常绿季雨林、阔叶林为主;森林遭破坏后代之而起的是面积广阔的草坡地以及农田系统^[11,12]。

1 样品采集及分析

1.1 样品采集

本工作主要以西江马口为采样点,于2000~2002年间按水文季节、2003~2006年间按月采集水体样品。采样时将河流断面分为上、中、下三个层面,上层取样点距水面0.5 m,中层取样点在河流中间水位,下层取样点距河底0.5 m(图1),共取3个水样,视季节、站位悬浮物含量不同,每个采样点过滤水样0.3~6 L不等。悬浮物样品在采集现场用经550℃高温预燃烧过的0.7 μm的Whatman GF/F玻璃纤维滤膜过滤,用于测定碳同位素组成(^{13}C 、 ^{14}C)以及有机碳含量,并保存在-20℃的冰箱中直至实验室分析。土壤样品采自鼎湖山森林保护区五棵松和鹤山丘陵综合试验区马占林等代表性植被下的土壤剖面(图1)。在马口水文

收稿日期:2010-02-19;修订日期:2010-05-11

基金项目:国家自然科学基金(40601092)、广东科技项目(2008A060204003)、中国博士后科学基金(20060390621)资助。

作者简介:魏秀国(1971-),男,山东苍山人,副研究员,主要从事碳、氮循环及同位素示踪研究。E-mail: xgwei2007@163.com

站支持下,收集到马口断面 1999 年 1 月至 12 月共 12 个月份保存完好的河流悬浮物样品。

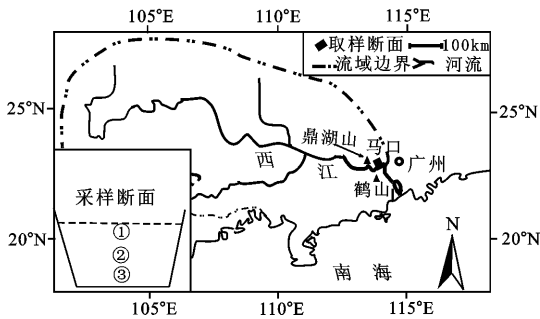


图 1 西江流域及取样断面简图

Fig. 1 The Xijiang River drainage basin and sampling sections in Makou

1.2 样品处理和分析

稳定碳同位素和悬浮物颗粒有机碳含量的样品处理及测定方法见文献 [13]。用于 DOC 测定的水样经过滤后,用 HNO_3 酸化至 $\text{pH} < 2$ 保存于 150 mL 的棕色瓶中,用 Phoenix8000 型 TOC 分析仪,分析误差为 $\pm 3\%$ 。用于 ^{14}C 测定的河流悬浮物样品前处理方法见文献 [13]。 ^{14}C 测定在北京大学加速器质谱国家重点实验室完成,分析精度可达 1%。参照 Stuiver 等人 [14] 的方法,剔除同位素分馏的影响,并对有机碳的表现年龄进行校正和计算。

2 结果与讨论

2.1 有机碳的含量及季节变化

西江有机碳的含量因季节而异,其 DOC、POC 含量均呈现季节性的变化特点,洪水季节出现最高值,干旱季节出现最低值(图 2)。数年(1999 ~ 2006)的观测显示,POC 含量范围介于 0.13 ~ 4.98 mg/L 之间,月平均值介于 0.57 ~ 3.29 mg/L 之间,年平均值为 1.35 mg/L,季节变化较大;DOC 含量范围介于 0.98 ~ 4.17 mg/L 之间,月平均值介于 1.27 ~ 2.46 mg/L 之间,年平均值为 1.86 mg/L,季节变化幅度较小。

受采样年度及频次不同的影响,本研究与早期的观测结果有较大的差异。本研究有机碳含量的上、下限值均比早期的研究结果低,早期 DOC、POC 含量的最低值分别为 0.85、0.35 mg/L,最大值分别为 5.94、26.17 mg/L [15]。由于本研究采样频次非常高,时间跨度长,故本研究观测到低水位、低流量时的有机碳含量结果,但没有观测到有机碳含量

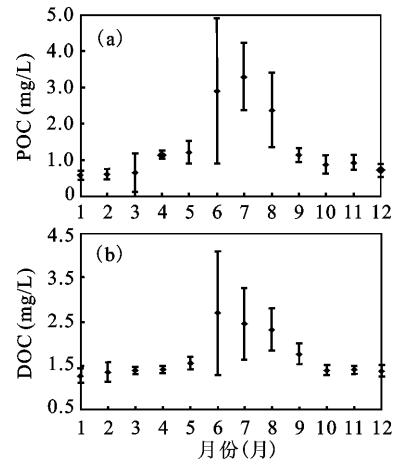


图 2 西江水体有机碳的年度(1999 ~ 2006)含量及变化

Fig. 2 Organic carbon content and variation in the Xijiang River

极端高值出现,这与 1998 年西江发生特大洪水,从而导致其水体 DOC 和 POC 含量出现罕见极端高值有关。

河流有机碳含量变化,主要是由于流域植被类型、地质、气候变化等对水体有机碳含量的控制造成的 [16, 17]。西江流域内碳酸岩分布广,土壤贫瘠,土地利用方式不合理 [18, 19],尽管地处亚热带地区,但由于有机质氧化迅速,水体 DOC 含量仍保持在较低的水平。汛期阶段 DOC 的平均含量比正常时超出 1 倍,极端值超出 2 倍,主要是由于洪水季节流域内大量的枯枝落叶随地表径流进入河流水体,并分解产生大量的 DOC [20]。POC 来源主要与流域机械侵蚀产生的悬移质有关。西江流域上游为砂页岩、玄武岩分布区,中下游地区人类活动强烈,早期水土流失较重 [21],土壤表层有机质随地表径流进入河流中,造成水体悬浮物及 POC 含量较高。在每年的洪水季节,由于暴雨的冲蚀作用使得流域中大量的有机质进入河流导致 POC 含量达到年度最大值,枯水季节由于河流有机质来源大为减少,含量很低。

2.2 悬浮物 $\text{POC}\delta^{13}\text{C}$ 与 $\Delta^{14}\text{C}$ 的季节变化及意义

根据 1999 ~ 2006 年对西江马口断面悬浮物 $\text{POC}\delta^{13}\text{C}$ 的观测,其值表现出明显的年度和季节变化的特点。年内变化呈“抛物线型”(图 3),其中,洪水季节同位素值偏正,为 $-23.4\text{‰} \pm 1.9\text{‰}$,波动范围较大;干旱季节的同位素值偏负,为 $-24.6 \pm 1.5\text{‰}$,同位素波动的范围较小。年度变化范围介

于 $-21.3\text{‰} \sim -26.1\text{‰}$ 之间, 并且其同位素年度值呈系统性的“变负”, 即发生整体漂移, 年平均漂移约为 -0.5‰ , 尤以 1999、2004 年度值之间的差值明显; 其悬浮物 $\text{POC}\delta^{13}\text{C}$ 值的系统性变化介于 $-0.8\text{‰} \sim -2.3\text{‰}$, 且多数超过 -1.0‰ 。该曲线峰值代表洪水季节河流悬浮物主要来源于侵蚀广泛发生的 C_4 草类为主的区域; 两端值代表正常季节的悬浮物来源, 反映不同季节有机碳的来源信息。

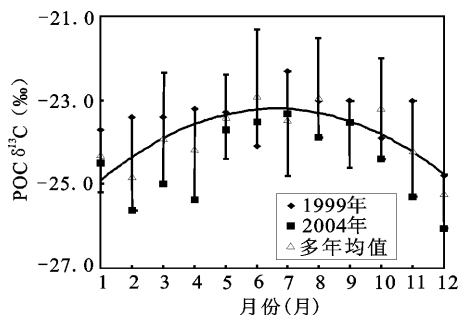


图3 马口断面悬浮物 $\text{POC}\delta^{13}\text{C}$ 的变化趋势及范围

Fig. 3 Variation trend and range of suspended sediment $\text{POC}\delta^{13}\text{C}$ at Makou sections in the Xijiang River

一般而言, 不同时间的河流悬浮物颗粒有机碳稳定同位素值存在一定的波动幅度, 但一般不大^[22]。河流悬浮物颗粒有机碳稳定同位素值的大幅度漂移显示物质来源的巨大改变, 其中一个可能

就是流域生态环境发生系统性改变, 使得河流中的有机质成分发生改变^[23]。西江流域人口密集, 早期的农业开发使得流域土壤侵蚀严重, 这反映在悬浮物碳稳定同位素值上, 多在 $-21.3\text{‰} \sim -24.0\text{‰}$ 之间; 随着改革开放的深入, 流域内经济得到了较好的发展^[24], 大量的农业劳动力被解放出来, 进入其它领域, 这使得农业活动对生态环境的破坏得到缓解, 流域生态环境得到整体改善, 这也是河流悬浮物颗粒有机碳同位素值发生年度整体漂移的原因, 这一阶段的悬浮物同位素值多处于 $-23.5\text{‰} \sim -26.1\text{‰}$ 之间。

研究表明, 天然土壤剖面中有机碳 $\Delta^{14}\text{C}$ 含量越向下层, 其值越“负”。表 1 列出 2004 年马口断面不同月份悬浮物 $\text{POC}\Delta^{14}\text{C}$ 值及相应的表观年龄、现代碳含量等测算结果。结果显示, 西江水体悬浮物 $\text{POC}\Delta^{14}\text{C}$ 介于 $-425\text{‰} \sim -132\text{‰}$ 之间, 比 2000 年所取悬浮物 $\text{POC}\Delta^{14}\text{C}$ 变化范围 ($-225\text{‰} \sim -65\text{‰}$) 宽^[13] 有一定偏移。悬浮物 $\text{POC}\Delta^{14}\text{C}$ 值与流域内降水过程密切相关, 除 5、7 月 2 次取样在正常情况即流域无降水取样外, 其余样品均是在降水过程中或降水过后所取。且降水过程越强烈, 河流悬浮物、POC 含量越高, $\text{POC}\Delta^{14}\text{C}$ 值越“负”, 样品中现代碳含量越低; 降水过程越短暂缓和, 悬浮物、POC 含量越低, $\text{POC}\Delta^{14}\text{C}$ 值越“正”, 现代碳含量越高。

表 1 2004 年马口断面悬浮物有机碳的同位素值、有机碳含量

Table 1 Carbon isotopic composition and organic carbon content of suspended sediment in Makou sections of the Xijiang River in 2004

采样时间 (月)	$\Delta^{14}\text{C}$ (‰)	年代 (a B. P.)	现代 C 含量 (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	TSS (mg/L)	POC ($\mu\text{g/g}$)
3	-368 ± 3	3690 ± 28	62.73	-25.20	137	2.82
4	-425 ± 4	4445 ± 34	57.10	-25.88	235	2.95
5	-132 ± 4	1134 ± 32	86.23	-23.67	94	1.23
6	-289 ± 4	2738 ± 34	70.62	-23.68	179	2.29
7	-201 ± 4	1798 ± 32	79.39	-23.27	139	1.64
8	-249 ± 4	2304 ± 29	74.54	-23.59	156	1.75
9	-364 ± 3	3632 ± 28	63.18	-23.84	213	2.78
10	-282 ± 4	2658 ± 36	71.33	-24.72	158	2.05
12	-343 ± 4	3374 ± 34	65.24	-26.07	142	2.57

图 4a 中, $\text{POC}\Delta^{14}\text{C}$ 值的大小与水体 POC 含量间的反相关关系即充分说明了悬浮物颗粒有机碳的来源深度与降水过程间的关系。图 4b 是河流悬浮物 $\Delta^{14}\text{C}$ 与相应 $\delta^{13}\text{C}$ 值的对应关系图, 它显示了悬浮物中土壤表层的现代碳和较深层次的老碳这两种来源; 根据自然界中植被光合作用过程中碳同位素分馏的特点, 可显示其来源地植被的特征^[25],

即 $\delta^{13}\text{C}$ 值较“正”的样品主要来源于 C_4 草类区, 较“负”的样品则来源于 C_3 植被为主的区域; $\Delta^{14}\text{C}$ 值较“负”的样品对应着土壤侵蚀严重区, 而 $\Delta^{14}\text{C}$ 值较“正”的样品对应着土壤侵蚀轻微区。

由于悬浮物主要来源于流域土壤侵蚀产生的有机质, 流域侵蚀状况的改变也反映在悬浮物 $\delta^{13}\text{C}$ 值的变化上, 自 1999 ~ 2006 年, 其年度值表现为其

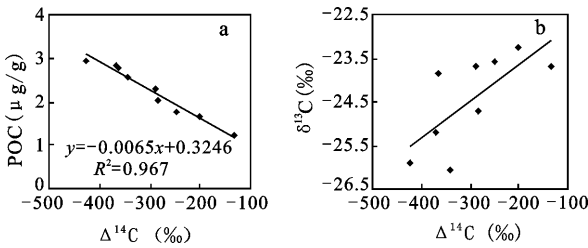
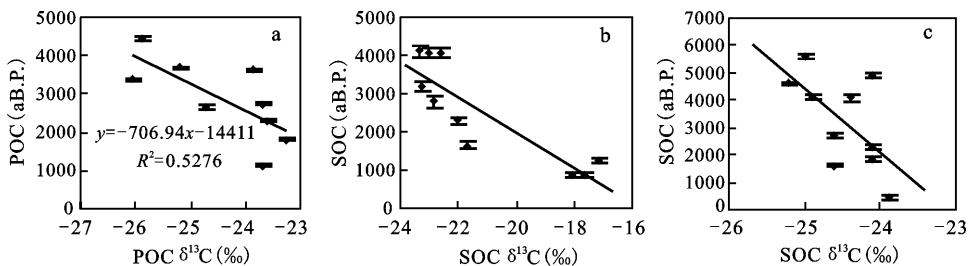


图4 西江河流悬浮物 POC 含量与 $\Delta^{14}\text{C}$ 值关系(a)、 $\text{POC}\delta^{13}\text{C}$ 与 $\Delta^{14}\text{C}$ 值关系(b)

Fig. 4 Relationship between suspended sediment $\text{POC}\Delta^{14}\text{C}$ and POC content(a); Relationship between suspended sediment $\text{POC}\Delta^{14}\text{C}$ and $\text{POC}\delta^{13}\text{C}$ (b)

值整体性地变“负”。早期土壤侵蚀较重,河流悬浮物中来自深层的有机碳较多,因这部分有机碳 ^{13}C 值偏正,导致悬浮物的 ^{13}C 值也偏正,随着流域生态环境的逐步改善,流域侵蚀减弱,上层较负的有机碳在悬浮物中所占比例相应增多,因而,其同位素值偏负,尽管个别样品同位素值可能出现异常,但整体上呈现出系统性的变负。由于悬浮物成分改变对生态环境变化的反应有一定滞后性,因此生态环境改善发生时间应更早些。



a. 马口断面; b. 马占林剖面; c. 五棵松剖面

图5 河流悬浮物有机碳、流域土壤剖面有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 与表观年龄关系

Fig. 5 Relationship between organic carbon $\delta^{13}\text{C}$ and their apparent age

不同。季风区河流由于流域土壤侵蚀严重,POC含量偏高,DOC/POC比值一般远小于1;非季风区河流,由于DOC在河流中的主导地位,DOC/POC比值一般远大于1^[27]。不同。季风区河流由于流域土壤侵蚀严重,POC含量偏高,DOC/POC比值一般远小于1;非季风区河流,由于DOC在河流中的主导地位,DOC/POC比值一般远大于1^[27]。

一般说来,植物的初级生产力和分解率共同控制着河流水体中的DOC含量。河流有机碳的传输量大约是流域生态系统净初级生产量的1%,并且在特定气候条件下,反应在相应河流的DOC含量

2.3 河流悬浮物与流域内土壤间的关系

图5a显示西江河流悬浮物的表观年龄与对应 $\delta^{13}\text{C}$ 值间的关系,图5b、c则是流域内采样断面附近土壤剖面有机碳的表观年龄与相应 $\delta^{13}\text{C}$ 值间的关系图。悬浮物碳同位素关系与流域剖面土壤碳同位素值均呈现负相关关系,显示河流悬浮物有机碳与流域内土壤剖面土壤有机碳具有高度一致性。同时,两者的有机碳年龄基本一致,稳定同位素值虽然不完全一致,但大致相符,主要是由于河流悬浮物来源整个流域,而土壤有机质仅是流域内2个土壤剖面,所以其碳稳定同位素不能完全覆盖。另外,流域内的土壤有机质进入河流后,受河过程的影响,不同组分抗氧化能力不同,表层土壤有机碳属于“活动型”,容易分解;而下层的土壤有机碳属于“稳定型”,不易分解^[26],所以悬浮物中的土壤有机碳成分以下层稳定型碳为主,这也导致土壤稳定碳同位素值没有完全覆盖悬浮物有机碳同位素值的变化范围。

2.4 世界各地不同河流对比

西江有机碳含量构成有自己显著的特征,其DOC/POC比值为1.34,与世界其它河流相比显著

上^[28]。如前文所述,尽管西江由于有机质氧化迅速,DOC含量不高,但仍比POC含量略高;洪水季节地表径流对DOC的影响低于对POC,显示西江水体DOC含量受地表径流的影响较小。

河流中POC含量主要与流域土壤侵蚀产生的颗粒物来源相关。与亚洲季风区代表性河流相比,西江DOC/POC比值偏高,相对于黄河,由于该河悬浮物含量非常高,而其流域生物生产力相对不足,从而导致其DOC/POC比值非常低。长江悬浮物含量大,生物生产力高,其比值接近于1;恒河/布拉马普特拉河汇合后,悬浮物含量大增所以其

DOC/POC 比值较小。非季风区代表性河流,亚马逊河、密西西比河流经区域生物生产力高,而河流悬浮物含量低;育空河、奥伯河等流域虽然植物生产力不高,但地处北极圈附近的高寒地区,有机质氧化率低,所以这些河流 DOC/POC 比值都较高。非洲尼罗河由于主要流经热带沙漠地区,河流悬浮物含量高,其比值与其它非季风区河流特征不同。西江与上述其它世界河流流域和气候特征明显不同,导致西江输出的有机碳含量较低,仅处于世界河流平均值下限水平(表 2)。

表 2 世界各地不同类型河流 POC、DOC 含量及 DOC/POC 比值对比

Table 2 Comparison of POC, DOC concentration and DOC/POC ratio of different types of rivers in the world

气候类型	河流	DOC	POC	DOC/POC 比值
季风区 河流	西江	1.54	1.15	1.34
	长江	12.37	13.36	0.93
	黄河	6.25	190.63	0.03
	恒河/布拉马普特拉河	3.87	9.13	0.42
	印度河	14.4	8.82	1.63
非季风区 河流	亚马逊河	4.46	2.83	1.58
	扎伊尔河	7.25	2.00	3.63
	密西西比河	8.79	2.14	4.11
	奥伯河	9.09	0.88	10.33
	尼罗河	2.95	3.85	0.77
	育空河 莱茵河	4.14 5.33	1.33 3.03	3.11 1.76

注:除西江外其余数据见文献[28]。

3 结 论

西江水体中有机碳的输出以 DOC 为主,POC 次之,但相差不大。在西江输出的有机质含量较低,大致处于世界河流平均值的下限水平。DOC/POC 比值的差异,反映了不同类型有机碳在河流中的来源和构成,西江水体有机碳构成以植物分解和化学侵蚀产生的 DOC 为主,机械侵蚀产生的 POC 占次要地位。

西江悬浮物 $\text{POC}\delta^{13}\text{C}$ 表现出明显的年度和季节变化的特点,呈“抛物线型”,变化的范围介于 $-21.3\text{‰} \sim -26.1\text{‰}$ 之间。其年度值呈现系统性“变负”,即整体性漂移,且多数超过 -1.0‰ ,与近 10 a 来流域生态环境整体改善有关。

西江悬浮物 $\text{POC}\Delta^{14}\text{C}$ 介于 $-425\text{‰} \sim -132\text{‰}$ 间,与流域内降水过程密切相关;流域降水强度越

大,其 $\Delta^{14}\text{C}$ 表现越负,降水强度越小, $\Delta^{14}\text{C}$ 表现越正,体现流域土壤侵蚀程度。

参考文献:

- [1] Raymond P A, Bauer J E, Caraco N F, et al. Controls on the variability of organic matter and dissolved inorganic carbon ages in northeast US rivers [J]. *Marine Chemistry* 2004 **92**(1-4): 353-366.
- [2] Mayorga E. Carbon cycle: Harvest of the century [J]. *Nature*, 2008 **451**(7177): 405-406.
- [3] Goñi M A, Ruttnerberg K C, Eglinton T I. A reassessment of the sources and importance of land-derived organic matter in surface sediments from the Gulf of Mexico [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1998 **62**(18): 3055-3075.
- [4] Wu Y, Zhang J. Sources and distribution of carbon within the Yangtze River system [J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2007 **71**(1-2): 13-25.
- [5] 陈静生. 我国河流化学研究进展 [J]. *地理科学*, 1999, **19**(4): 290-294.
- [6] Gibbs R J. The geochemistry of the Amazon River system: Part I. The factors that control the salinity and the composition and concentration of the suspended solids [J]. *Geol. Soc. Am. Bull.* 1967 **78**(10): 1203-1232.
- [7] Richey E J, Melack J M, Aufdenkampe A K, et al. Outgassing from Amazonian rivers and wetlands as a large tropical source of atmospheric CO_2 [J]. *Nature* 2002 **416**(6881): 617-620.
- [8] Villar J C E, Loup G J, Josyane R, et al. Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (1974-2004) [J]. *Journal of Hydrology*, 2009 **375**(3-4): 297-311.
- [9] Raymond P A, Bauer J E, Caraco N F, et al. Controls on the variability of organic matter and dissolved inorganic carbon ages in northeast US rivers [J]. *Marine Chemistry* 2004 **92**(1-4): 353-366.
- [10] Masiello C A, Druffel E R M. Carbon isotope geochemistry of the Santa Clara River [J]. *Global Biogeochem Cycles* 2001 **15**(2): 407-416.
- [11] 魏秀国, 沈承德, 孙彦敏, 等. 珠江水体悬浮物颗粒有机碳稳定同位素组成及分布特征 [J]. *地理科学* 2003 **23**(4): 471-476.
- [12] 魏秀国, 沈承德, 孙彦敏, 等. 珠江水体悬浮物碳稳定同位素组成与流域土壤侵蚀研究 [J]. *沉积学报* 2008 **26**(1): 151-157.
- [13] 魏秀国, 沈承德, 李宁利, 等. 珠江水体悬浮物的表观年龄与流域侵蚀 [J]. *科学通报* 2010 **55**(7): 603-609.
- [14] Stuiver M, Polach H A. Discussion: reporting of ^{14}C data [J]. *Radiocarbon*, 1977 **19**(3): 355-363.
- [15] 高全洲, 沈承德, 孙彦敏, 等. 西江流域的有机碳侵蚀通量 [J]. *沉积学报* 2000 **18**(4): 639-645.
- [16] Raymond A P. The age of the Amazon's breath [J]. *Nature*, 2005 **436**(7050): 469-470.

- [17] Gislason S R ,Oelkers E H ,Eiriksdottir E S ,et al. Direct evidence of the feedback between climate and weathering [J]. *Earth and Planetary Science Letters* 2009 **277**(1-2):213-222.
- [18] 朱景郊 林钧枢 张耀光. 广西大化水库库区喀斯特地形和渗漏分析[J]. *地理科学* ,1982 **2**(4):337~348.
- [19] 毛健全 李景阳. 贵州省独山南部地区构造网络对喀斯特发育的控制[J]. *地理研究* ,1986 **6**(4):47~57.
- [20] 魏秀国. 珠江流域河流碳通量与流域侵蚀研究[D]. 广州:中国科学院广州地球化学研究所 2003:58~67.
- [21] 李先琨 黄玉清 苏宗明 等. 广西水土流失重点区域生态恢复试验研究[J]. *水土保持通报* ,1997 **17**(6):1~6
- [22] Bird M I ,Pousai P. Variations of $\delta^{13}\text{C}$ in the surface soil organic carbon [J]. *Global Biogeochemical Cycles* ,1997 **11**(3):313-322
- [23] 徐炯心. 人类活动和降水变化对嘉陵江流域侵蚀产沙的影响[J]. *地理科学* 2006 **26**(4):432~437.
- [24] 张正栋. 珠江河口地区可持续发展评价研究[J]. *地理科学* ,2005 **25**(1):29~36.
- [25] Davidson G R. The stable isotope composition and measurement of carbon in soil CO_2 [J]. *Geochemica et Cosmochemica Acta* ,1995 **59**(12):2485-2489.
- [26] 沈承德 易惟熙 孙彦敏 等. 鼎湖山森林土壤 ^{14}C 表观年龄及 $\delta^{13}\text{C}$ 分布特征[J]. *第四纪研究* 2000 **20**(4):335~344.
- [27] Ludwig W ,Probst J L ,Kempe S. Predicting the oceanic input of organic carbon by continental erosion [J]. *Global Biogeochem Cycles* ,1996 **10**(1):23-41.
- [28] Thurman E M. Organic geochemistry of natural waters [M]. Dordrecht:Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers ,1985.

Riverine Organic Carbon Content and Significance of Carbon Isotopic Composition in the Xijiang River , China

WEI Xiu-guo^{1,2} , LI Ning-li³ , SHEN Cheng-de⁴ , GUO Zhi-xing²

(1. *College of Resource and Environment , Guangdong University of Business Studies , Guangzhou , Guangdong 510320 , China* ;
2. *Guangdong Institute of Eco-environment and Soil Sciences , Guangzhou , Guangdong 510650 , China* ; 3. *School of Sociology and Anthropology , Sun Yat-sen University , Guangzhou , Guangdong 510275 , China* ; 4. *Guangzhou Institute of Geochemistry , Chinese Academy of Sciences , Guangzhou , Guangdong 510640 , China*)

Abstract: This paper presents data of a 8-year time series of particulate organic carbon (POC) and dissolved organic carbon (DOC) , and isotopic composition ($\Delta^{14}\text{C}$, $\delta^{13}\text{C}$) of suspended sediment at Makou section of the Xijiang River. We also discuss the sources of suspended sediment , using natural ^{14}C method. The results of organic carbon concentration show temporal variation. Among them , POC content ranges from 0.13 mg/L to 4.98 mg/L with the average value of 1.35 mg/L and DOC content range from 0.98 mg/L to 4.17 mg/L with the average value of 1.86 mg/L. The content of DOC is slightly higher than that of POC in most cases , indicating that POC produced by mechanical erosion is not dominant , while DOC resulting from decomposition of organic matter was dominant in the Xijiang River. The DOC/POC ratio is 1.34 , higher than that of the Changjiang (Yangtze) River and the Huanghe (Yellow) Rivers. In recent years , suspended $\text{POC}\delta^{13}\text{C}$ ranges from -21.3‰ to -26.1‰ , showing drift phenomenon with the time , and indicating the overall improvement of the ecological environment in the Xijiang River basin. The suspended sediment $\Delta^{14}\text{C}$ values ranges from -132‰ to -425‰ , whose variation were closely related to soil erosion produced by precipitation during the sampling period. The deeper soil erosion contributes more to “negative” suspended sediment $\text{POC}\Delta^{14}\text{C}$ value and aged organic carbon; while the shallow soil erosion contributes more to “positive” suspended sediment $\text{POC}\Delta^{14}\text{C}$ value and young organic carbon.

Key words: the Xijiang River; POC; DOC; $\delta^{13}\text{C}$; $\Delta^{14}\text{C}$