

水文过程对河流悬移质化学组成的影响^{*}

——以珠江流域为例

陶贞 高全洲 谢美琪[†] 崔昆燕

(中山大学地理学系 广州 510640)

[†](中山大学分析测试中心 广州 510640)

提要 用等离子体原子发射光谱法(ICP-AES)分析了珠江马口站和三水站1997—1998年度3个典型水文时段径流悬移质中部分金属元素的含量,同时用元素分析仪测定了其中的有机碳、氮的含量。结果表明,在不同性质的水文动力条件下,流域侵蚀产出的河流悬移质的化学组成发生了变化,这主要缘于有机质在悬移质中所占质量分数的差别。汛期增强的水文动力主要表现为对流域土壤矿物的优先侵蚀,虽然有机质的总侵蚀量也同时增加,但在悬移质中的质量分数却相对减少;而在枯水期较弱的水文动力条件下,河流悬移质中有机质的质量分数增加。悬移质中的有机质对液相中的部分重金属元素产生较矿物更大的吸附作用。

关键词 水文过程,河流悬移质,吸附,金属元素,有机质

中图分类号 P592

河流悬移质对河口及近岸带水域营养元素和污染物的含量水平产生重要影响,在全球生物地球化学循环中担负着重要角色(Hopkinson *et al.*, 1998; 李道季等, 2000)。由于河流悬移质的粒径以 $< 60\mu\text{m}$ 的粉砂和粘粒为主(Walling *et al.*, 1989),具有巨大的吸附能力,对其他物质尤其是一些重金属元素在河流中的迁移转化行为起着重要作用(Ongley *et al.*, 1992; 张卫国等, 2000)。通过河流悬移质的吸附和解吸过程,一些重金属元素和有机污染物可以在液相和固相之间反复交换,从而影响它们在水体中的迁移转化过程(Guillaud *et al.*, 2000),使水体污染具有较长的滞后效应。一般而言,除少量来自河流微生物的贡献和大气输入的外,河流悬移质主要源于流域风化壳和土壤有机质的侵蚀过程(Hillier, 2001)。侵蚀过程受制于流域地貌特征、地表覆盖性质、水文动力过程的特点以及人类活动等,在不同流域之间和同一流域的不同季节之间,河流悬移质的化学组成存在明显差异(Veyssy *et al.*, 1999; Negrel *et al.*, 1999),并且又以在季风区河流中有机相的变化最为明显(Zhang *et al.*, 1992; Ittekkot *et al.*, 1985; Kao *et al.*, 1996; Zhang *et al.*, 1998)。

珠江(包括西江、北江和东江)流域位于典型的亚热带季风气候区,高温多雨,地表

^{*} 国家自然科学基金资助项目, 40143012、49901002号; 广东省自然科学基金资助项目, 984131号; 中山大学分析测试基金资助项目。陶贞, 女, 出生于1965年9月, 硕士, 讲师, E-mail: taozhentao@163.net

收稿日期: 2001-04-15, 收修改稿日期: 2002-06-20

起伏大且农业历史悠久,生物地球化学循环和机械侵蚀过程均较为强烈。以往对珠江径流悬移质性质的研究较少考虑水文动力过程的影响(Gaillardet *et al.*, 1999; 屈翠辉等, 1984),更多的是对河口三角洲沉积物(可视为过去的悬移质)的研究(Li *et al.*, 2000)。文中选取珠江下游的两个控制站——西江的马口站和北江的三水站,分别在3个典型水文时段进行采样,主要分析了径流悬移质部分金属元素和生源要素的组成,以探讨流域侵蚀动力的变化对河流悬移质化学组成的影响,这对于认识珠江流域近岸带水域营养元素和污染物含量随水文过程的变化规律具有重要意义。

1 研究方法

1.1 样品采集

马口水文站和三水水文站均位于平均潮流界之上,取之作为采样断面可尽量避免海水对径流的影响。分别于1997年7月24日(水位6.0m,珠江基面,下同)、10月21日(水位2.0m)和1998年2月24日(水位0.3m)进行了采样,分别代表洪水期、平水期和枯水期3个不同水文时段的样品。采样点布设在中泓线中间水深处,样品用容积为6L的塑料桶盛装,样品编号在马口站按照采样的先后顺序依次为:M97-07、M97-10、M98-02;在三水站按照采样的先后顺序依次为:S97-07、S97-10、S98-02。在3次采样期间,马口站断面中泓线水深变化于17—23m之间,三水站断面中泓线水深变化于4.4—15m之间(因水位变化和采样点的上下游偏离所致)。

用孔径为0.45 μm 的醋酸纤维微孔滤膜过滤水样,把获得的颗粒物在50 $^{\circ}\text{C}$ 的恒温箱中烘干,用感量为1mg的TG729B型号的电光分析天平称重,求得水体总悬移质的含量。

1.2 试样制备

方法一:称取100mg样品,准确至 $\pm 0.1\text{mg}$,置于50ml的烧杯中,加入1ml HNO_3 (优级纯)和1ml HCl (优级纯)和少量纯水,在电炉上低温加热消化,至剩1—2ml时,转移到10ml容量瓶,并稀释至刻度,摇匀后静置。上清液用于测定As、B、Ba、Ce、Cd、Co、Cu、Ga、La、Mg、Mn、Mo、Pb、Y、Zn等元素的含量。

方法二:称取100mg样品,准确至 $\pm 0.1\text{mg}$,置于聚四氟乙烯溶样杯内,加入1.5ml HNO_3 (优级纯)和3ml HCl (优级纯)、5ml HF (分析纯)后晃动几次,使试样与消化试剂均匀混合接触,然后放入可控密闭溶样罐内,再置于微波消化炉内,从1档到5档定时梯度加压消解各1min,冷却后,取出溶样杯,将溶液转移到聚四氟乙烯烧杯中,加入1ml HClO_4 ,低温蒸发至冒白烟,用纯水冲洗杯壁,再反复加热冒白烟两次,转移到10ml容量瓶,并稀释至刻度。溶液用于测定Al、Ca、Cr、Fe、Ge、K、Li、Nb、Nd、Ni、Sb、Sn、Sr、Ti、V、Yb、Zr等元素,其中Al、Ca、Fe、Ti进行稀释测定。

1.3 分析测试

用混合标准系列溶液绘制各元素的校正曲线,然后进行样品测定。用美国TJA公司出品的IRIS(HR)型全谱直读等离子体原子发射光谱仪(ICP-AES)测定各金属元素的含量,同时以地球化学标准参考样GSD-12和GSS-6作参照样。方法精度对于多数元素可以达到5%。

用德国Vario公司出品的EL CHNS-O型元素分析仪测定河流悬移质烘干样品中有机C、N的含量。方法精度达到5%。

2 结果与讨论

分析结果列于表 1。在 6 个河流悬移质样品中, 有 5 个样品被检测出的金属元素的种类达 33 种, 合计质量分数介于 17.8%—20.0% 之间。由于 M97-02 样品的量不足, 只按照样品制备“方法一”进行了处理和测试, 检测出的金属元素的合计质量分数仅为 0.75%, 但检测出的元素种类达 16 种。按照土壤有机质含有约 58% (即 Van Bemmelen 因数) 的有机碳计, 6 个河流悬移质样品中有机质的质量分数介于 3.7%—9.4% 之间, 这与其他气候变化和缓、地形起伏较小地区河流悬移质中较高的有机质含量明显不同, 如苏格兰东部的 Don 河流域, 随水文季节的变化, 河流悬移质中有机质的质量分数变化于 13%—24% 之间(Hillier, 2001); 而全球河流悬移质中有机质含量的平均值在 10% 左右, 变化范围多数介于 0.5%—17.5% 之间, 个别河流可达 50% 以上(Ludwig *et al.*, 1996)。

2.1 河流悬移质化学组成随水文过程的变化

按照 M97-07 号样品的测试结果, 将河流悬移质中金属元素质量分数从高到低排序, 依这个序列为横轴, 金属元素的质量分数为纵轴, 将 6 个样品金属元素质量分数的变化趋势绘于图 1。由图 1 可以看出, 洪水期的 M97-07、S97-07 号 2 个样品和平水期的 M97-10、S97-10 号 2 个样品, 金属元素质量分数的差别不大, 变化趋势较为一致; 枯水期的 S98-02 号样品中金属元素质量分数与前述 4 个样品之间差别较大, 含有较高的 Al、As、Cu、Ge、La、Pb、Sn、Y、Zn 等 9 种元素(称为“增加组”); 而有些元素如 Ca、Co、Fe、Ga、Mg、Nd、Sr、Ti、V、Zr 等 10 种元素的质量分数略微偏低, 但不显著; 其余 14 种元素与洪水期和平水期样品的差别不大。至于同为枯水期的 M98-02 号样品, 在检测出的元素中, 元素的丰亏变化与 S98-02 号样品类似, 如 As、Cu、La、Pb、Y 和 Zn 等 6 种元素(全部为 S98-02 中“增加组”的元素)的质量分数较洪水期和平水期样品偏高; 而 Co、Ga、Mg、Sr 等 4 种元素(也全部为 S98-02 中偏低的元素种类)的质量分数较洪水期和平水期样品偏低。

从表 1 的数据可以看出, 洪水期样品与平水期样品的元素组成差别不明显, 但是, 对于多数元素而言, 质量分数按照自洪水期到平水期再到枯水期的顺序呈现递增或递减的趋势。按照上述顺序呈现递增的元素包括 Al、As、Ba、K、Sn、Zn 等, 基本被包含在“增加组”元素中。

按照化学性质的差别, 可以将河流悬移质视为由矿物相和有机相两部分物质混合而成, 矿物相可以再进一步划分为各种具体矿物(Negrel *et al.*, 1999); 而河流有机质也因其来源的不同分为性质活泼的、性质稳定的, 甚至来自岩石风化产物中的化石有机质等几个组分(Veyssy *et al.*, 1999)。各水文季节地表径流形成的过程、强度存在差异, 对流域地表具有不同强度的侵蚀动力, 形成的侵蚀产物之一——河流悬移质的性质也就存在差别。根据 Negrel 等(1999)对法国 Loire 河的研究结果可知, 随着洪水过程的变化, 汛期河流悬移质中 K、Rb、Ti、Si、Fe、Zr 等元素的含量增加, 这可能与钾长石和伊利石在水体中的增加有关(Clauer *et al.*, 1993); 而在低水位时由于方解石自溶解相的析出, 可以明显提高河流悬移质中 Ca 和 Sr 元素的含量; 河流中 Pb 和 Zn 具有相似的迁移特征, 在本次分析的数据中也表现为这一特点(表 1、图 1)。Pb 和 Zn 在水体中含量的变化受制于颗粒和水界面处的吸附和解析过程(Negrel *et al.*, 1999)。X 射线分析结果表明, 珠江水体悬移质中绝大部分为以粘粒级为主的石英颗粒和少量的硅酸盐矿物颗粒, 因硅酸盐矿物含量很

少,作者未作进一步的种类划分,但从X-射线衍射图谱上判断,河流悬移质矿物成分的季节性变化不甚显著,只是在汛期时的粒径偏粗,含有少量的细粉砂。显然,珠江水体悬移质元素组成的变化不能用矿物组成的变化来解释。

表1 珠江马口站和三水站河流悬移质及其中金属元素和有机碳、氮的含量(单位: 10^{-6})

Tab. 1 Concentrations of riverine suspend sediment and contents of some metal elements, organic carbon and organic nitrogen at Makou and Sanshui hydrographic stations, in the Zhujiang River

样品编号	M97-07	M97-10	M98-02	S97-07	S97-10	S98-02
Fe	77400	68000	*	72100	62000	53100
Al	62600	69200	*	49700	63700	91600
Ca	21600	17800	*	17900	17700	5410
K	13800	15700	*	14600	16000	20700
Ti	13400	9900	*	12800	8580	4480
Mg	8380	6280	4279	7990	6000	4040
Mn	1071	979	1319	1092	1012	1060
Zn	294	379	768	262	311	901
Zr	253	211	*	254	192	136
V	231	187	*	218	184	116
Ba	162.2	197.8	310	159.5	177	198.8
Cr	140	119	*	138	116	102
Ga	103.7	90	66	100.2	87	75
Cu	95.8	105	182.3	94.1	77.7	148
Pb	93.5	78	291	82	81.4	379
Sr	83.5	52.8	25.2	43.2	51.4	36.5
Ni	62.4	53.1	*	62.3	50.2	47.2
Ce	76	67	78	76	66	97
Li	46	42.7	*	44.3	35.1	63.2
Nb	38.8	31	*	38.9	28.4	18.7
Ge	36	40	*	38	38	50
Nd	32	20	*	31	25	10
La	31.1	29	37.3	31.1	28.1	41.6
Co	29.8	22.2	15	29.2	21.4	13.8
As	27.9	27.5	68.7	30	30.4	95.3
Y	18.5	16.3	20.4	18.3	16.9	21.8
B	13.8	10.3	9.5	15.7	8.45	14.6
Sb	10	* *	*	12	11	10
Yb	5.1	4.2	*	5.1	4.8	4.3
Cd	4.9	4.6	5.6	4.8	4.6	5.2
Be	3.4	3.1	*	3.5	3.3	5.5
Sn	2.3	18	*	2.6	14.2	27.6
Mo	0.3	0.5	1.7	0.2	0.5	2.1
合计质量分数	200146	189668.1	7476.7	177976	176655.9	183010.2
TSM(mg/L)	1341.36	140.33	10.82	539.22	128.25	58.44
C	2.290	2.320	5.437	2.145	2.251	3.053
N	0.148	0.172	0.534	0.139	0.210	0.278
C/N	18.05	15.74	11.88	18.00	12.51	12.81

* 表示未做分析; * * 表示未检出

2.2 河流悬移质有机组分的含量变化及吸附能力的差异

不同水文时期珠江河流悬移质化学组成的差别, 可以用有机颗粒对水相溶解元素的吸附模式来解释。虽然枯水期偏细的悬移质颗粒可能较其他时期偏粗颗粒的吸附能力有所增加, 但更主要的吸附作用来自悬移质中的有机质。事实上, 在全球许多河流中, 悬移质中的重金属和有机质在含量上呈正相关关系(Lin *et al*, 1998)。

河流悬移质浓度和悬移质中有机碳的质量分数之间呈反相关关系(Meybeck, 1982; Ittekkot *et al*, 1990)。从总体上说, 机械侵蚀强度大的流域(亦即水土流失严重地区), 河流悬移质中有机碳的质量分数就低; 而机械侵蚀强度微弱的流域, 虽然河流中只含有较少的悬移质, 但悬移质中有机碳的质量分数却较高。此外, 在同一流域的不同水文季节, 河流悬移质中有机质的质量分数也发生明显变化(高全洲等, 1999)。

M98-02 和 S98-02 号样品较之 M97-07、M97-10、S97-07、S97-10 号 4 个样品, 有机质(碳)的质量分数高出约 30%—40%。S98-02 号样品较高含量的 Al、As、Cu、Ge、La、Pb、Sn、Y、Zn 等元素, 一方面可能与样品中含有较多的有机质有关, 反映了较弱的流域侵蚀环境; 另一方面, 这些较多的有机质的吸附作用进一步改变了悬移质的元素组成。同样道理可以解释 M98-02 号样品中 As、Cu、La、Pb、Y 和 Zn 等元素较高含量, 而 M97-07、M97-10、S97-07、S97-10 号 4 个样品中的有机质, 在较强的流域侵蚀动力条件下被更多的矿物质所稀释, 进而也削弱了这些悬移质的吸附能力。

在未受污染或轻度污染的流域生态系统, 由于生物的选择性吸收, 土壤有机质和矿物在元素组成上存在显著差异, 一些微量的生命元素, 如 Cu、Zn、Mn、Ni、Cr、Mo、I、F、Se、Sn、Si 等, 在土壤有机质中的富集程度远高于在一般矿物中的富集程度; 而另一些对生命过程有毒、有害的元素如 Hg、Cd、Pb、As、Be、Ba、Tl 等, 在有机和矿物颗粒中的含量差别却不很明显(赵振华, 1997)。因此, 矿物质和有机质按照不同比例形成的混合物, 即使不考虑吸附因素, 在元素组成上也存在差异, 而吸附作用则进一步放大了这种差异。

由于电荷和比表面积方面的差异, 有机颗粒对溶解在水体中的一些金属元素产生较

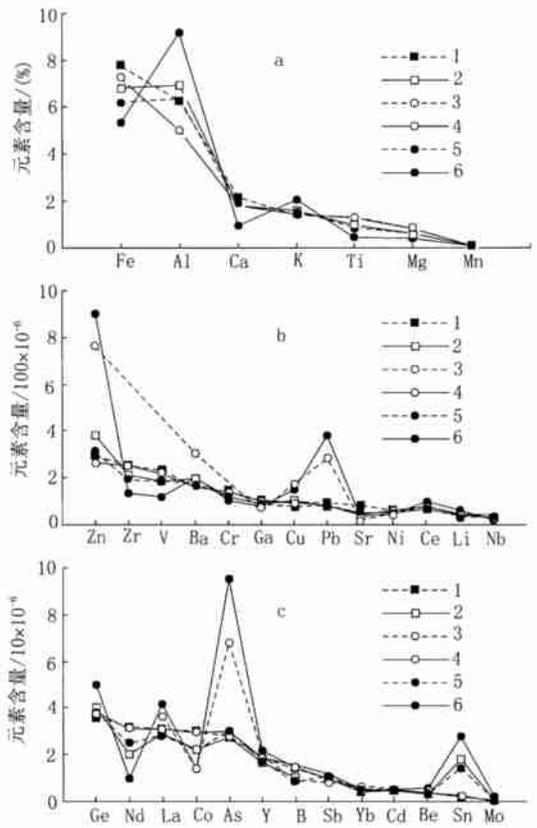


图 1 珠江河流悬浮颗粒物元素组成的季节变化

Fig. 1 Seasonal variations of the chemical element composition of the riverine suspended substance in the Zhujiang River

1. M97-07; 2. M97-10; 3. M98-02; 4. S97-07;

5. S97-10; 6. S98-02

矿物颗粒更为强烈的吸附作用,并且这种吸附作用的强度随被吸附的金属元素的种类而变化。例如,对于水体中常见的重金属种类而言,吸附能力的大小顺序为 $Zn < Pb < Cu < Cr$ (Lin *et al.*, 1998)。本研究表明 Zn 、 Pb 和 Cu 均为“增加组”元素,这除了与上述有机质富集因素有关外,更为重要的还是与吸附作用有关。被有机质吸附能力较强的 Cr 元素却不含在“增加组”元素之列,其原因待察。

至于枯水期样品中 Ca 、 Co 、 Fe 、 Ga 、 Mg 、 Nd 、 Sr 、 Ti 、 V 、 Zr 等元素的含量偏低,可能与这些元素更多地富集在矿物相中有关(尽管这些元素也是构成生命物质的部分要素)。例如,河流中的 Zr 元素主要赋存在锆石矿物中(刘英俊等, 1984); Co 元素在富含有机质的古土壤中的丰度远小于在有机质贫乏的风成砂中的丰度(高全洲等, 2001)。更详细的元素赋存状态,有待今后用 Tessier 等(1979)的连续萃取法来处理和分析样品。

2.3 有机质的元素组成与来源

陆生高等植物 C/N 比值(原子数)的平均值为 127.5, 土壤腐殖质 C/N 比值的平均值为 21.2, 河流淡水生物的 C/N 比值介于 4—12 之间(Delwiche *et al.*, 1977)。在全球范围内,河流悬浮颗粒中有机质的 C/N 比值为 8.8 左右(Schlesinger, 1997)。一般地说, C/N 比值介于 4—12 之间,表明河流悬移质中的有机质主要为河流水生植物所产生的;而大于 12 时,表明颗粒物中的有机质主要来源于陆生高等植物和土壤腐殖质的侵蚀产物。珠江径流中生源颗粒的 C/N 比值介于 11.88—18.05 之间,说明这些有机颗粒主要系流域土壤侵蚀的产物,只是在枯水期存在少量的来自水生生物的贡献。较之全球河流的平均状况,珠江河流悬移质中的有机质更多地来自流域土壤侵蚀过程。珠江河流悬移质浓度与其有机质的质量分数之间的关系也反映了这一事实(高全洲等, 1999)。

3 结论

在不同的水文过程中,珠江径流悬移质的化学组成发生明显变化。这种变化主要是悬移质中有机质含量的差别,进而导致的吸附能力的差别所引起。洪水期,珠江流域较为强烈的机械侵蚀动力使得悬移质中的有机质被更多的矿物质所稀释,相对吸附能力减弱;而枯水期微弱的机械侵蚀动力则增加了悬移质中有机质的质量分数,相对吸附能力增强;平水期河流悬移质性质更接近洪水期的情况。珠江河流悬移质中的有机质主要来自流域土壤侵蚀的产物。

参 考 文 献

- 刘英俊,曹励明,李兆麟等, 1984. 元素地球化学. 北京: 科学出版社, 179—187
- 张卫国,俞立中, Hutchinson, 2000. 长江口南岸边滩沉积物重金属污染记录的磁诊断法. 海洋与湖沼, 31(6): 616—623
- 李道季,李 军,陈吉余等, 2000. 长江口悬浮颗粒物研究. 海洋与湖沼, 31(3): 295—301
- 屈翠辉,郑建勋,杨绍晋等, 1984. 黄河、长江、珠江下游控制站悬移质的化学成分及其制约因素的研究. 科学通报, 29(17): 1063—1066
- 赵振华, 1997. 微量元素地球化学原理. 北京: 科学出版社, 178—193
- 高全洲,沈承德,孙彦敏等, 1999. 珠江马口站、河口站断面水体有机碳含量的季节变化. 地球化学, 28(3): 273—280
- 高全洲,陶 贞,董光荣, 2001. 微量元素记录的化学风化和气候变化——以巴丹吉林沙漠查格勒布鲁剖面为例. 中国沙漠, 21(4): 374—379

- Clauer N, Chaudhuri S, Kralick M *et al*, 1993. Effects of experimental leaching on Rb-Sr and K-Ar isotopic systems and REE contents of diagenetic illite. *Chemical Geology*, 103: 1—16
- Delwiche C C, Likens G E, 1977. Biological response to fossil fuel combustion products. In: Stumm W ed. *Global Chemical Cycles and Their Alterations by Man*. Berlin: Dahlem Konferenzen, 73—88
- Gaillardet J, Dupre B, Allegre C J, 1999. Geochemistry of large river suspended sediments: Silicate weathering or recycling tracer? *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 63(23/24): 4037—4051
- Guillaud J F, Françoise A, Alai M, 2000. Biogeochemical modelling in the Bay of Seine (France): an improvement by introducing phosphorus in nutrient cycles. *Journal of Marine Systems*, 25(3/4): 369—386
- Hillier S, 2001. Particulate composition and origin of suspended sediment in the R. Don, Aberdeenshire, UK. *The Science of the Total Environment*, 265: 281—293
- Hopkinson C S, Buffam B, Hobbie J *et al*, 1998. Terrestrial inputs of organic matter to coastal ecosystems: An intercomparison of chemical characteristics and bioavailability. *Biogeochemistry*, 43: 211—234
- Ittekkot V, Laane R, 1990. Fate of riverine particulate organic matter. In: Degens E T, Kempe S, Richey J E, ed. *Biogeochemistry of major world rivers*. Chichester: John Wiley & Sons, 233—243
- Ittekkot V, Safiullah S, Mycke B *et al*, 1985. Seasonal variability and geochemical significance of organic matter in the River Ganges, Bangladesh. *Nature*, 317: 800—802
- Kao Shuh-Ji, Liu Koo-kee, 1996. Particulate organic carbon export from a subtropical mountainous river (Lanyang Hsi) in Taiwan. *Limnol Oceanogr*, 41(8): 1749—1757
- Li X D, Wai W H, Li Y S *et al*, 2000. Heavy metal distribution in sediment profiles of the Pearl River estuary, South China. *Applied Geochemistry*, 15: 567—581
- Lin Jih-Gaw, Chen Shen-Yi, 1998. The relationship between adsorption of heavy metal and organic matter in river sediments. *Environment International*, 24(3): 345—352
- Ludwig W, Probst J L, Kempe S, 1996. Predicting the oceanic input of organic carbon by continental erosion. *Global Biogeochemistry Cycle*, 10(1): 23—41
- Meybeck M, 1982. Carbon, nitrogen and phosphorus transport by world rivers. *Am J Sci*, 282(4): 401—450
- Milliman J D, Meade R H, 1983. World-wide delivery of river sediment to the oceans. *J Geol*, 91(1): 1—21
- Negrel P, Grosbois C, 1999. Changes in chemical and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ signature distribution patterns of suspended matter and bed sediments in the upper Loire river basin (France). *Chemical Geology*, 156: 231—249
- Ongley E D, Krishnappan B G, Ioppo I G *et al*, 1992. Cohesive sediment transport: emerging issues for toxic chemical management. *Hydrobiologia*, 235/236: 177—187
- Schlesinger W H, 1997. *Biogeochemistry—An Analysis of Global Change* (second edition). New York: Academic Press, 316—398
- Tessier A, Campbell P G C, Bisson M, 1979. Sequential extraction procedure for speciation of particulate trace metals. *Anal Chem*, 51: 844—851
- Veysy E, Etcheber H, Lin R G *et al*, 1999. Seasonal variation and origin of Particulate Organic Carbon in the lower Garonne River at La Reole (southwestern France). *Hydrobiologia*, 391: 113—126
- Walling D E, Moorehead P W, 1989. The particle size characteristics of fluvial suspended sediment: an overview. *Hydrobiologia*, 176/177: 125—149
- Zhang J, Liu S M, Xu H *et al*, 1998. Riverine sources and estuarine fates of particulate organic carbon from north China in late summer. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 46(3): 439—448
- Zhang S, Gan W B, Ittekkot V, 1992. Organic matter in large turbid rivers: Huanghe and its estuary. *Marine Chemistry*, 38(1/2): 53—68

EFFECT OF HYDROLOGICAL PROCESSES ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF RIVERINE SUSPENDED SEDIMENT: A CASE STUDY FROM THE ZHUJIANG RIVER, CHINA

TAO Zhen, GAO Quan-Zhou, XIE Mei-Qi, CUI Kun-Yan

(Department of Geography, Zhongshan University, Guangzhou, 510640)

^{*}(The Instrumentation Analysis and Research Center, Zhongshan University, Guangzhou, 510640)

Abstract The chemical composition of riverine sediment is the integration of the weathering crust minerals, soil organic matter and erosion dynamic within a specific drainage, which has been increasingly affected by human activities. Some metal elements of the riverine suspended sediments in the Zhujiang River were analyzed with the method of ICP-AES at Makou and Sanshui hydrographic stations, which are located at the lower reaches of the Xijiang river and the Beijiang river, respectively, and in three different hydrological periods from 1997 to 1998. Organic carbon and nitrogen were also analyzed with an element analyser. The analytical results demonstrate that the chemical element composition of the riverine suspended sediments changed significantly between the different hydrological periods, which was caused mainly by the variations of the mass fraction of organic matter in the suspended sediments. Intense erosion during the flood period makes the mass fraction of minerals become much larger than that of organic matter. However, during the lower water level, the weak dynamic condition favors erosion of organic matter, which may adsorb some metal elements from surrounding water onto the surface of the riverine sediments.

Key words Hydrological processes, Riverine suspended sediment, Adsorption, Metal element, Organic matter

第五届国际鲍鱼学术研讨会

也许您正在为鲍鱼养殖中的病害问题长期得不到解决而烦恼,也许您为了拓展鲍鱼销售市场而伤透了脑筋。在此我们为您提供一个掌握国际鲍鱼研究、生产和市场营销的最新资讯,让国内外资深专家为您释疑、解惑的机会。2003年4月20—25日,“第五届国际鲍鱼学术研讨会”将在中国青岛举行。您可以个人的身份参加学术研讨,也可以协办单位的名义与我们合作,共同办好此次盛会。欢迎索取详细资料。

联系地址: 青岛市鱼山路5号 青岛海洋大学水产学院

邮政编码: 266003

联系人: 张文兵

垂询电话: 0532-2032495; 8978075

电子邮件: ab2003@ouqd.edu.cn; ab2003zhang@yahoo.com