

长江生源要素的输出通量

沈志良 古堂秀 谢肖勃

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

收稿日期 1991年3月15日

关键词 长江, C, N, P, Si, 输出通量

长江是太平洋西岸最大的河流, 它源源不断地向东海输送大量物质, 是舟山渔场的重要化学物质基础, 不仅对长江口海区以至整个东海有举足轻重的影响, 对太平洋的影响也是不可忽视的。本文报道颗粒有机碳 (POC)、溶解有机碳 (DOC)、硝酸盐 ($\text{NO}_3\text{-N}$)、亚硝酸盐 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、氨氮 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、总有机氮 (TON)、总氮 (TN)、磷酸盐 ($\text{PO}_4\text{-P}$) 和硅酸盐 ($\text{SiO}_3\text{-Si}$) 等生源要素途经长江入海的输出通量。

I. 调查和方法

1985年8月~1986年1月, 1986年3~8月, 1986年10月, 1987年4月, 1988年4和10月, 我们对长江口进行了调查, 调查站位9

个(站位图略)。

调查 $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, TN, $\text{PO}_4\text{-P}$ 和 $\text{SiO}_3\text{-Si}$, 进行了14个航次, 调查有机碳进行了7个航次。营养盐和总氮水样采集后存放在 -25°C 低温冰箱, 带回实验室测定。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 用镉铜还原法测定, $\text{NO}_2\text{-N}$ 用重氮偶氮法测定, $\text{NH}_4\text{-N}$ 用次溴酸钠法测定, $\text{PO}_4\text{-P}$ 以磷钼兰法测定, $\text{SiO}_3\text{-Si}$ 以硅钼兰法测定, 5项营养盐均用美国 Technicon AA-II 型自动分析仪进行比色分析。 ΣN 以过硫酸钾氧化法测定并用 721 分光光度计分析。有机碳水样用孔径 $0.7\ \mu\text{m}$, 直径 2.5 mm 的 Whatman GF/C 膜定量过滤, 水样和滤膜贮存于低温冰箱, DOC 和 POC 分别用过硫酸钾氧化法和高温燃烧氧化法测定, 用二氧化碳分析仪分析。

诸生源要素输出通量利用下式计算:

$$F = \sum \bar{C}_{S \approx 0} Q$$

式中 F 为输出通量 (kg/s), $\sum \bar{C}_{S \approx 0}$ 为盐度接近于 0 时诸要素浓度的平均值, Q 为长江大通站流量。

II. 结果

调查结果表明诸生源要素的输出通量 kg/s 与长江入海径流 m^3/s 有如下关系:

$$F_{DOC} = 19.962 \cdot \exp(0.000 066 5 Q),$$

$$r = 0.906, n = 7$$

$$F_{POC} = 7.702 \cdot \exp(0.000 056 6 Q),$$

$$r = 0.951, n = 7$$

$$F_{TOC} = 27.832 \cdot \exp(0.000 063 9 Q),$$

$$r = 0.919, n = 7$$

$$F_{NO_3-N} = 5.649 \cdot \exp(0.000 047 4 Q),$$

$$r = 0.906, n = 18$$

$$F_{NO_2-N} = 0.044 \cdot \exp(0.000 041 8 Q),$$

$$r = 0.698, n = 15$$

$$F_{NH_4-N} = 31.892 \cdot \exp(-0.000 085 2 Q),$$

$$r = -0.747, n = 15$$

$$F_{TIN} = 17.292 \cdot \exp(0.000 018 0 Q),$$

$$r = 0.714, n = 15$$

$$F_{TON} = 23.651 \cdot \exp(0.000 056 0 Q),$$

$$r = 0.852, n = 14$$

$$F_{TN} = 41.365 \cdot \exp(0.000 045 0 Q),$$

$$r = 0.871, n = 14$$

$$F_{PO_4-P} = 0.122 \cdot \exp(0.000 048 4 Q),$$

$$r = 0.837, n = 16$$

$$F_{SiO_3-Si} = 24.031 \cdot \exp(0.000 037 6 Q),$$

$$r = 0.748, n = 17$$

上述关系式表明,除 NH_4-N 输出通量与长江径流 Q 成负指数相关外,其余要素与 Q 均成正指数相关,置信水平都在 99% 以上(营养盐与 Q 关系式中的少部分数据取自于历史资料),表明诸生源要素的输出通量主要受长江径

表 1 长江和黄河生源要素的输出通量

Tab. 1 The fluxes of the bioelements output from the Changjiang River water and the Yellow River to the sea

| 要素 | 径流量 | DOC | POC | TOC | NO ₃ -N | NO ₂ -N | NH ₄ -N | TIN | TON | TN | PO ₄ -P | SiO ₃ -Si | |
|----|---|--------|-------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|------|-------|--------------------|----------------------|---------------------|
| 长江 | 平均输出通量 (m ³ /s) | 28 600 | 133.7 | 38.9 | 173.1 | 21.9 | 0.15 | 2.79 | 28.9 | 117.3 | 149.8 | 0.48 | 70.4 |
| | 年平均输出量 × 10 ⁸ (m ³ /a) | 9 240 | 421.7 | 122.6 | 545.8 | 69.1 | 0.46 | 8.79 | 91.2 | 370.0 | 472.5 | 1.51 | 222.1 |
| | 1985.8~1986.7 输出通量 (m ³ /s) | 23 620 | 83.0 | 25.9 | 108.9 | 20.0 | 0.12 | 7.79 | 27.9 | 116.9 | 144.8 | 0.43 | 63.3 |
| | 1985.8~1986.7 年输出量 ^[2] × 10 ⁸ (m ³ /a) | 7 449 | 261.6 | 81.5 | 343.1 | 63.6 | 0.38 | 24.90 | 88.8 | 368.6 | 457.4 | 1.36 | 204.4 |
| 黄河 | 1984.4~1985.3 输出通量 (m ³ /s) | 1 484 | | | | 2.48 | 0.009 | 0.19 | 2.68 | | | 0.046 | 4.92 |
| | 1984.4~1985.3 年输出量 ^[2] × 10 ⁸ (m ³ /a) | 468 | | | | 7.82 | 0.028 | 0.61 | 8.45 | | | 0.145 | 15.5 ^[2] |

流大小控制。根据上述关系式可以粗略估算长江不同入海径流时诸生源要素的输出通量。

长江和黄河生源要素输出通量和年输出量对比列于表 1。表 1 中第 1, 2 项是按 1922~1985 年共 43a 长江大通站的平均流量, 根据上述关系式计算所得的诸要素的输出通量 (kg/s) 和年输出量 (10⁸t/a); 第 3, 4 项是 1985 年 8 月~1986 年 7 月周年调查时诸要素实测估算的通量和年输出量, 其中有机碳为 4 个季度代

表月的调查估算结果; 第 5, 6 项是 1984 年 4 月~1985 年 3 月黄河口周年调查时的实测估算值。可以看出, 经黄河输出的无机氮和磷仅为长江的 10% 还弱, 特别是硅酸盐仅为长江的 7% 左右。

从表 1 的第 1 项可以求出长江诸生源要素输出通量的比值为: $NO_3-N:NO_2-N:NH_4-N = 7.8:0.05:1$; $TIN:PO_4-P:SiO_3-Si = 60:1:147$; $TIN:TON:TN = 1:4.1:5.2$; $DOC:$

POC:TOC = 3.4:1:4.5; TOC:TON = 1.5:1。

参考文献

[1] 沈志良、陆家平、刘兴俊, 1989。黄河口及附近海域的无机氮和磷酸盐。海洋科学集刊 30: 51~79。

[2] 李全生、马锡年、沈万仁, 1986。黄河口及其近岸海域的溶解硅研究。海洋科学 10(4): 11~15。

[3] 张法高、杨光复、沈志良, 1987。三峡工程对长江口水文、水化学和沉积环境的影响。长江三峡工程对生态与环境的影响及其对策研究论文集。科学出版社, 369~402。

THE OUTPUT FLUXES OF BIOGENIC ELEMENTS OF CHANGJIANG RIVER WATER

Shen Zhiliang, Gu Tangxiu and Xie Xiaobo

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao, 266071*)

Received: Mar. 15, 1991

Key Words: Changjiang River, Biogenic elements, Output flux

Abstract

The Changjiang River Water exports 5.458×10^6 t organic C, 9.12×10^5 t inorganic N, 3.70×10^6 t organic N, 15 100t active P and 2.221×10^6 t active Si into the sea annually.
