

东海悬浮物质再悬浮比率的初步研究*

詹滨秋 宋金明

(中国科学院海洋研究所)

海洋中悬浮颗粒物质(SPM)的化学特征和沉积通量的研究对于了解全球物质循环和确定海洋吸收、贮存和转移碳能力的生物地球化学过程具有重要的意义。陆架海洋沉积物的再悬浮作为海洋悬浮颗粒物质的一个重要来源已引起本领域专家的重视(詹滨秋等, 1993)。Hosika 等(1994)在研究东海陆架和沿岸区时,证实在东海存在一个底层涡动层,其悬浮颗粒物质的含量可达总量的 30—40%。Kusakabe 等(1994)运用光透射仪(Beam Transmissio Meter)研究涡动层的颗粒物质,以上研究都未能定量地计算再悬浮的比率。本文根据悬浮颗粒物质特征化学成分的垂直通量以及它们在海洋中自身生成的和沉积物再悬浮的悬浮颗粒物质中含量的关系,建立了定量化学模式,并运用现场资料定量计算东海陆架海洋中悬浮物质的再悬浮比率(α_T)。

一、材料与方法

1. 分析方法、设备和资料选择 本研究将悬浮颗粒物质分为两类,即海洋自身生成的颗粒物质和再悬浮的沉积物。前者主要来自浮游生物的初级生产和次级生产(包括浮游植物和浮游动物)(Zhan, 1994)。所需样品分别用沉积物捕捉器、浮游生物拖网和表层沉积物采样器获得。所运用的沉积物捕捉器系统详见另文(詹滨秋等, 1993)。颗粒有机碳(POC)和有机氮(PON)被选作特征化学成分,采用 Zhan 等(1992)的分析方法。用作 SPM, POC 和 PON 分析的样品来自国家自然科学基金重点研究项目(东海陆架边缘海洋通量研究)1994 年 4 月航次的 2 个连续站:111 站(31°59.7'N, 125°59.5'E)和 410 站(29°02'N, 125°00'E)的观测资料。

2. 模式研究的假设条件

(1)海洋中的悬浮颗粒物质由自身生成的颗粒物质和再悬浮的沉积物组成,它们在混合时,其化学组分不发生变化。

(2)底质物再悬浮后,其化学组分不发生变化。

(3)化学组分在悬浮颗粒物质中分布均匀。

3. 模式的建立

根据物质通量和特征化学组分在悬浮颗粒物质中含量的关系,可建立方程

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2756 号。
本课题为国家自然科学基金资助项目,49636210 号。
收稿日期:1995 年 11 月 27 日。

$$F_A = F_A^s + F_A^r \quad (1)$$

$$MC_A = m_s C_A^s + m_r C_A^r \quad (2)$$

$$M = m_s + m_r \quad (3)$$

F_A 为混合悬浮颗粒物中化学组分 A 的垂直通量, F_A^s 和 F_A^r 分别为海洋自身生成的颗粒物质和再悬浮沉积物中化学组分 A 的垂直通量, M 为悬浮颗粒物质的垂直通量, m_s 和 m_r 分别为海洋自身生成的颗粒物质和再悬浮颗粒物质的垂直通量; C_A , C_A^s 和 C_A^r 分别为悬浮颗粒物质, 海洋自身生成的颗粒物质和再悬浮沉积物中化学组分 A 的含量。

$$\text{定义} \quad \alpha_r = \frac{m_r}{M} \times 100\% \quad (4)$$

α_r 为再悬浮沉积物在悬浮物质中占的比率。方程(1), (2), (3), (4)联立, 可求得

$$\alpha_r = \frac{C_A^s - C_A}{C_A^s - C_A^r} \times 100\% \quad (5)$$

二、结果与讨论

本研究的浮游生物样品采用整个水体的垂直拖网, 因此表层和底层的 C_A^s 都用同一值。按常规应进行分层采样, 但用本方法亦并未造成大的偏差, 这主要是由于浮游生物的生产主要在上层(0—40m)进行(Zhan, 1994), 底层浮游生物的碎屑主要来自上层。

POC 和 PON 资料, 以及根据方程(5)计算的 α_r 值列于表 1。运用 2 个站表层和底层资料所得 α_r 的平均值和标准偏差(δ_{n-1})列于表 2。

表 1 东海 111、410 站表层、底层的 α_r 值(%)

站位	层次	运用 POC 资料				运用 PON 资料			
		C_{POC}	C_{POC}^s	C_{POC}^r	α_r	C_{PON}	C_{PON}^s	C_{PON}^r	α_r
111	表层	147	234	18.9	40.6	14.8	23.5	1.4	39.6
	底层	20.9	234	18.9	99.1	1.8	23.5	1.4	98.2
410	表层	352	533	17.0	35.0	35.8	51.2	0.6	30.8
	底层	33.2	533	17.0	96.9	3.1	51.2	0.6	95.1

注: C_{POC} , C_{POC}^s , C_{POC}^r 分别代表 POC 在悬浮物、浮游生物和沉积物中的含量(10^{-3}); C_{PON} , C_{PON}^s , C_{PON}^r 分别代表 PON 在悬浮物、浮游生物和沉积物中的含量(10^{-3})。

表 2 东海 111、410 站表层、底层的 α_r 和 δ_{n-1} 平均值(%)

	111 站		410 站	
	表层	底层	表层	底层
$\bar{\alpha}_r$	40.1	98.7	32.9	96.0
δ_{n-1}	0.5	0.5	2.1	0.9

表 1 的结果说明: (1) 在东海陆架区 111、410 站再悬浮的沉积物在悬浮颗粒物质中占相当高的比率, 特别在水深 68m 和 76m 的水层, α_r 高于 96.0%; 在水深 15m 的水层, α_r 也在 32.9% 以上。沉积物再悬浮对东海陆架区悬浮颗粒物质的组成有着明显的影响, 当计

算物质的垂直通量和在海洋中的停留时间时必须考虑再悬浮的因素。(2)111 站尽管在 410 站的东北面,相对离长江口较远,但无论表层或底层中 $\bar{\alpha}_r$ 都高,这可能是由于上升流的影响。正如有些研究结果所指出的(丁宗信,1985;赵保仁,1986),由于台湾暖流、黄海沿岸流和黄海暖流在此海域汇合形成气旋涡区,每年 4--5 月开始,直至秋季形成上升流,从而导致沉积物再悬浮的加重。同时说明东海陆架区,由于风浪、潮流、底层流和底栖生物扰动引起沉积物的再悬浮比在离长江口较近区域的影响大。

表 2 的结果表明,运用 POC 和 PON 两种方法计算 α_r ,其标准偏差最小为 0.5%,最大为 2.1%,平均为 1.1%。说明 POC 和 PON 作为 α_r 计算的特征化学组分,能够满足方程建立的 3 个假设条件,结果令人满意。在计算时,如果同时运用悬浮物质中的可燃烧组分,以及颗粒微量金属和稀酸可溶解组分等资料(Zhan,1994),所得结果的标准偏差太大,不能满足要求。这是由于以上 3 种组分的化学性质具有不稳定因素,例如弱键结合的颗粒微量金属、碳酸盐和在悬浮颗粒上吸附和络合的化学物质和水合氧化物(詹滨秋等,1993),在海水环境因素(例如离子强度,pH,总 CO_2 等)发生变化时,其颗粒态和溶解态可能发生相互转化,或者再悬浮的沉积物和海洋自身生成的颗粒物质混合时,可能发生作用,使组分发生变化,因而不能满足方程的假设条件,亦不能作为特征化学组分。而 POC 和 PON 作为有机物的结构组成,在海洋条件下相对稳定,只有在具有细菌分解作用时才能使有机物分解,说明特征化学组分的选择对于本方程的运用十分重要。

参 考 文 献

- 丁宗信,1985,东海北部气旋涡区夏半年水文结构,海洋与湖沼,16(2):138—140。
赵保仁,1986,东海北部气旋涡区的水文结构,海洋与湖沼论文集,科学出版社,34—41。
詹滨秋等,1993,颗粒物质和微量金属在东海北部的沉积通量,海洋与湖沼,24(1):51—57。
Hoshia A. et al.,1994,Bottom turbid layer in the East China Sea,Proceedings in the 1994 Sapporo IGBP Symposium, 14—17 November,Hokkaido University,171—176。
Kusakabe M. et al.,1994,Distribution of suspended and settling particles in the East China Sea,Proceedings in the Sapporo IGBP Symposium,14—17,Hokkaido University,165—170。
Zhan B. Q. et al.,1992,Distribution of dissolved and particulate trace metals in anoxic seawater,Saanich Inlet,B. C., CANADA,Chin. J. Oceanol. Limnol.,10(1):75—83。
Zhan B. Q.,1994,The study on vertical process in the East China Sea,Proceedings in the 1994 Sapporo IGBP Symposium,14—17 November,Hokkaido University,177—182。

STUDY ON RESUSPENSION RATE OF SUSPENDED MATTER IN THE EAST CHINA SEA *

Zhan Binqiu and Song Jinming

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences*)

ABSTRACT

Based on the material flux and characteristic chemical component content in the suspended matter, the equation of the resuspension rate of the suspended matter is:

$$\alpha_r = \frac{C_A^r - C_A}{C_A^s - C_A^r} \times 100\%$$

α_r : resuspension rate; C_A^s , C_A^r , C_A are respectively the content of characteristic chemical component in the sea—born suspended matter, mixing suspended matter and sediment. The results showed that: (1) the resuspension rate is more than 96% in the bottom layer and more than 32% in the surface layer. (2) the choice of the chemical component, A, is very important in the suspended matter in order to satisfy all three assumed conditions when the equation is used and the average standard deviation (δ_{n-1}) is less than 2.1%. (3) the resuspension rate in the suspended matter must be considered when calculating the material flux in the East China Sea.

* Contribution No. 2756 from the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.