

南黄海沉积速率和沉积通量的初步研究*

赵一阳 李凤业

(中国科学院海洋研究所, 青岛, 266071)

D. J. DeMaster C. A. Nittrouer**

(North Carolina State University, U. S. A.)

and J. D. Milliman

(Woods Hole Oceanographic Institute, U. S. A.)

提要 1983—1986年,中美联合对南黄海进行了调查,利用同位素 ^{210}Pb 方法测定了该海域的沉积速率和沉积通量,分别介于 $0.026\text{--}0.67\text{cm/a}$ 和 $0.033\text{--}0.76\text{g}/(\text{cm}^2\cdot\text{a})$ 之间。研究表明,山东半岛南侧是现代黄河物质大量沉积的场所,而在黄海暖流流经的地带和冷涡区,其沉积作用却较弱;物质来源和海流体系是控制该海域沉积速率和通量的主导因素。

同位素 ^{210}Pb 法是研究陆架浅海沉积速率和沉积通量行之有效的方法之一^[4,5]。鉴于沉积速率和沉积通量是当代海洋地质学前沿学科——沉积动力学研究的重要内容,因此近年来中、美合作采用此法开展了对南黄海沉积速率和沉积通量的探讨。

一、样品的采集

南黄海采样站位如图 1 所示。值得指出的是,以往在南黄海采样只限于靠近中国的

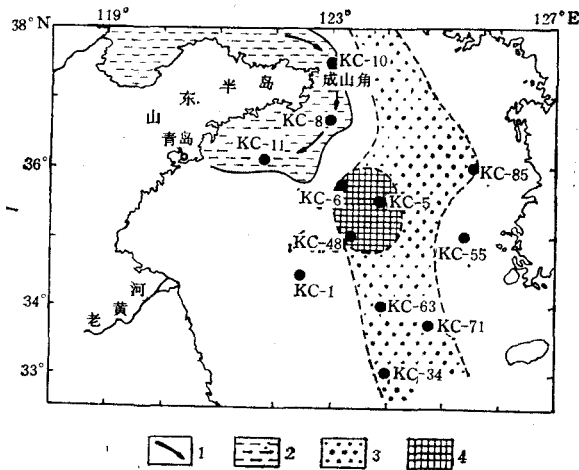


图 1 采样站位

Fig. 1 Location of sampling stations

1. 沿岸流; 2. 黄河显著影响区; 3. 黄海暖流显著影响区; 4. 南黄海冷涡区。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1635 号。国家自然科学基金资助项目。

** 现已调至纽约州立大学。

收稿日期: 1989 年 4 月 29 日。

一侧, 另一侧尚属空白。1983—1986年, 中国科学院海洋研究所(下称中方)与美国伍兹霍尔海洋研究所(下称美方)合作, 在南黄海广大海域布站采样, 靠近中国一侧采样由中方“科学一号”调查船完成; 另一侧由美方“汤普森”和“华盛顿”号调查船完成。所用仪器为箱式采样器和盒式采样器。岩芯采到后分层取样, 一式两份, 一份由中方分析, 一份由美方的北卡罗莱纳州立大学分析。

二、方法与结果

样品分析有浸取和全溶两种方法^[4]。为了对比起见, 中方采用前者, 美方采用后者, 结果十分相近(表 1)。²¹⁰Pb 的测定可采用测 ²¹⁰Bi 或测 ²¹⁰Po 的方法^[4], 本文采用 ²¹⁰Po 的测定方法。

有关 ²¹⁰Pb 法的原理、分析流程、沉积速率及沉积通量的计算公式等, 可见文献 [1, 2, 4, 5]。

表 1 沉积速率测定结果比较 (cm/a)

Tab. 1 Comparison of sedimentation rates obtained by Chinese and American scientists respectively in South Huanghai Sea

站 位	中 方	美 方
KC-1	0.31	0.33
KC-6	0.17	0.16
KC-8	0.69	0.64
KC-55	0.36	0.41

对 12 个站位所取岩芯进行了 ²¹⁰Pb 的分层测定, 基于 ²¹⁰Pb 的垂向变化, 各站位沉积速率及通量的计算列入表 2。

表 2 沉积速率及沉积通量

Tab. 2 Determinations of sedimentation rate and flux of the South Huanghai Sea

站 位	水 深 (m)	岩芯长度 (cm)	沉积物平均含水量 (%)	沉积物平均干密度 (g/cm ³)	沉积速率 (cm/a)	沉积通量 [g/(cm ² ·a)]
KC-1 ^①	58	40	33.19	1.14	0.32	0.36
KC-5	78	75	49.37	0.75	0.094	0.071
KC-6 ^①	71	40	49.49	0.73	0.17	0.12
KC-8 ^①	30	78	33.97	1.13	0.67	0.76
KC-10	50	38	30.13	1.28	0.026	0.033
KC-11	38	53	36.81	1.04	0.43	0.45
KC-34	49	15	37.08	1.04	0.16	0.17
KC-48	75	28	53.15	0.67	0.10	0.067
KC-55 ^①	70	103	56.67	0.60	0.39	0.23
KC-63	77	20	44.36	0.86	0.11	0.095
KC-71	85	41	37.18	1.03	0.14	0.14
KC-85	66	57	34.58	1.12	0.15	0.17

① 这几个测站的沉积速率和通量均为中、美方测定的平均值。

三、讨 论

1. ^{210}Pb 的分布模式

在所研究的沉积物岩芯中, ^{210}Pb 沿地层的垂直分布可归纳为两种类型:

(1) ^{210}Pb 从表层开始,随着地层深度向下,呈明显的指数降低,其分布呈一“斜线”;至一定深度再向下, ^{210}Pb 基本稳定,其分布呈一“垂线”。即上部斜线段为 ^{210}Pb 的衰变段,下部垂线段为 ^{210}Pb 与母体 ^{226}Ra 的平衡段,属“两段模式”。KC-6 岩芯中 ^{210}Pb 的分布可作为代表(图 2),类似的分布还见于 KC-1, KC-5, KC-8, KC-10, KC-48, KC-63, KC-85 岩芯中;不同的是,各岩芯中 ^{210}Pb “斜线”的斜率及“垂线”开始的深度有所不同。

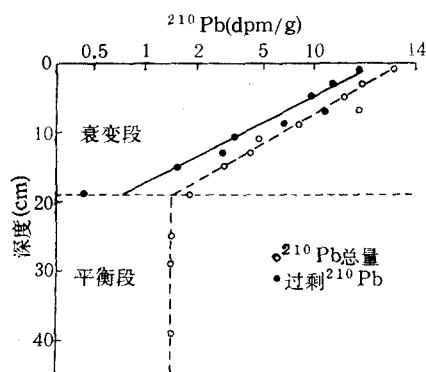


图 2 KC-6 岩芯中 ^{210}Pb 的分布

Fig. 2 The distribution of ^{210}Pb in the core KC-6 in South Huanghai Sea

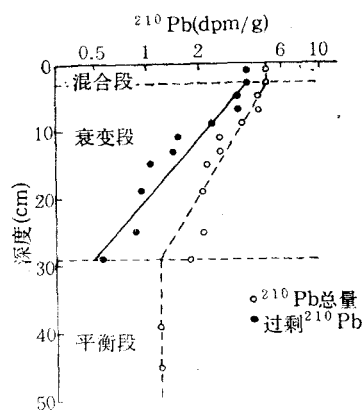


图 3 KC-11 岩芯中 ^{210}Pb 的分布

Fig. 3 The distribution of ^{210}Pb in the core KC-11 in South Huanghai Sea

(2) ^{210}Pb 从表层开始向下先有一段呈均匀分布的“垂线”,之后开始呈指数降低的“斜线”,最后出现平衡的“垂线”,即“三段模式”。上部的垂线段是由海底的混合作用造成的,称为 ^{210}Pb 的混合段。此种分布见于 KC-11 (图 3), KC-34, KC-55, KC-71 岩芯中。

海底的混合作用通常是由强烈的水动力条件或生物活动造成的,从上述 ^{210}Pb 的分布模式不难看出, KC-34, KC-71 站恰位于强大的黑潮分支进入黄海之处,这里出现的混合层当属较强的水动力所为; KC-11 和 KC-55 地处近海,其混合层可能是由较强的生物活动所致。

2. 沉积速率及沉积通量

KC-10 岩芯取自成山角附近,正是黄海沿岸流携带黄河物质急转南下之处,物质难以沉积,其东即“残留砂”区^[3]。该处沉积速率极慢 (0.026cm/a),沉积通量极小 [0.033g/($\text{cm}^2 \cdot \text{a}$)]。KC-8 岩芯取自山东半岛南侧,属现代黄河物质显著影响区,经 ^{210}Pb 测年计

算,沉积速率为 0.67cm/a , 沉积通量为 $0.76\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$, 可见沉积作用较强, 黄河南下物质较多地沉积于此。KC-11 岩芯取自青岛以东的近海, 处于现代黄河影响区的边缘地带, ^{210}Pb 剖面出现混合段 ($0-3\text{cm}$), 沉积速率为 0.43cm/a , 沉积通量为 $0.45\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$, 显然沉积作用不及 KC-8 站, 黄河物质在此明显减弱。由此可见, 以上三个岩芯虽同处现代黄河影响范围, 但由于所处位置和水动力条件的不同, 明显表现出沉积速率和通量的差异。KC-10 站沿岸流急转南下, 水动力相当活跃, 致使大量物质随流南下, 必然沉积作用极弱。KC-8 区是水动力相对稳静区, 沿岸流过成山角之后在此得到缓冲, 使大量南下物质停积, 因而沉积速率增高和通量加大。KC-11 站位于 KC-8 的西南, 是黄河物质影响范围的边缘, 所以沉积速率和通量趋于下降。

KC-1 岩芯取自苏北老黄河口以东海域, 沉积速率为 0.32cm/a , 沉积通量为 $0.36\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$ 。由于相对靠近主要物源区——老黄河口, 所以较多的物质系来自老黄河口一带, 属中速沉积。

KC-5, KC-6 和 KC-48 岩芯取自南黄海中部泥沉积区, 沉积速率介于 $0.094-0.17\text{cm/a}$ 之间, 沉积通量介于 $0.067-0.12\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$ 之间。这里地处南黄海中间, 离岸较远, 物质供应不足, 水较深, 又是黄海流系“冷涡”所在, 只有少量细粒物质沉积, 所以沉积速率较慢和通量不大。

KC-34, KC-63, KC-71 岩芯均采自南黄海南部, 该区恰处黑潮分支由东海进入黄海的通道上(该分支通称黄海暖流), 较强的海流作用, 使物质难以停积, 故沉积速率和通量偏低, 前者介于 $0.11-0.16\text{cm/a}$ 之间, 后者介于 $0.095-0.17\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$ 之间。此外, KC-85 站虽比较靠近朝鲜海岸, 但估计仍受黄海暖流的影响, 沉积物质不多, 速率和通量亦较小, 分别为 0.15cm/a 和 $0.17\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$ 。

KC-55 站处于靠近朝鲜的泥区, 为东岸物质相对集中的场所, 沉积速率和通量比其周围增大, 分别为 0.39cm/a 和 $0.23\text{g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$, 该区泥样含水量大, 富含有机质, 生物作用强, 出现较厚的混合层(近 20cm)。

3. 关于南黄海中部泥的成因问题

南黄海中部有一片泥分布, 该泥区是黄海几处泥区中分布最广的一个。对于这片泥区的存在, 为各家所公认, 但对该泥区的形成却有不同的看法: 一般认为这里为气旋式涡流所在, 促使大量细粒物质在此聚集, 并成为现代“沉积中心”^[3,6]; 然而, 近年有人考虑到该泥在矿物、化学成分上与周围物质明显不同, 尤其与黄海主要物源——黄河来的物质不同, 因而提出“残留泥”的看法¹⁾, 上述 KC-5, KC-6, KC-48 岩芯均采自该泥区, 由表 2 可知, 这里沉积速率及通量都不大, 这显然不能认为该泥可代表大量细粒物质沉积的中心, 之所以有人认为涡流处泥区为沉积中心, 主要是缺乏沉积速率和通量的数据。另外, 从这些岩芯中 ^{210}Pb 的分布模式来看, 完全属正常分布, 不言而喻, 此种分布只有在现代沉积中才有可能。

1) 李国刚, 1988. 中国海细粒沉积的矿物和化学组成及其来源和运移的研究(博士论文)。

四、结 语

1. 南黄海百余年来的沉积速率介于 0.026—0.67cm/a 之间,沉积通量介于 0.033—0.76g/(cm²·a) 之间。

2. 全区沉积中心在山东半岛南侧,这里是现代黄河物质大量沉积的场所, KC-8 站可作为代表。靠近成山角水动力异常活跃处 (KC-10 站)沉积通量极小,其东为“残留砂”区^[3],看来属实。

3. 黄海暖流流经的地带和“冷涡”区,为弱沉积作用区。有人曾把“冷涡”处的泥视为“残留泥”,但根据 ²¹⁰Pb 剖面分析可知,至少近百年来有沉积作用,只是通量不大而已。研究区的其它地方属中等沉积作用区。事实证明,控制沉积速率和通量的主导因素是物质来源和海流体系。

参 考 文 献

- [1] 业渝光、薛春汀、刁少波,1987。现代黄河三角洲叶瓣模式的 ²¹⁰Pb 证据。海洋地质与第四纪地质 7: 75-80。
- [2] 李凤业,1988。用 ²¹⁰Pb 法测定南海陆架浅海沉积速率。海洋科学 3: 64-66。
- [3] 刘敏厚、吴世迎、王永吉等,1987。黄海晚第四纪沉积。海洋出版社,第 303—317 页。
- [4] 赵一阳、钱江初,1981。美国 ²¹⁰Pb 同位素地质年代学方法。海洋科学 3: 44-45。
- [5] 赵一阳,1987。海洋沉积物同位素年代测定。中国大百科全书(大气科学海洋科学水文科学)。中国大百科全书出版社,第 308—310 页。
- [6] Hu Dunxin, 1984. Upwelling and sedimentation dynamics. *Chin. J. Oceanol. Limnol.* 2(1): 12-19.

PRELIMINARY STUDIES ON SEDIMENTATION RATE AND SEDIMENT FLUX OF THE SOUTH HUANGHAI SEA

Zhao Yiyang, Li Fengye

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

D. J. DeMaster, C. A. Nittrouer

(North Carolina State University, U. S. A.)

and J. D. Milliman

(Woods Hole Oceanographic Institute, U. S. A.)

ABSTRACT

This is the first report on the sedimentation rate and flux (0.026—0.67 cm/a and 0.033—0.76 g/(cm²·a), respectively) of the South Huanghai Sea in recent hundred years. The large depocentre in the whole region lies on the south side of Shandong Peninsula, there accumulate modern Huanghe River materials, the KC-8 station is representative. In the area near the Chengshan Cape where the hydrodynamic condition is unusually active (KC-10 station), the sedimentation flux is extremely low. It seems to be true that the "relict sand" lies on the east. The sedimentation of the area where the Huanghai Sea Warm Current passes through and the cold eddy area lies is weak. Someone suggested that the mud in the cold eddy area (KC-5, 6, 48) is "relict mud", but on the basis of the analysis of ²¹⁰Pb profile, it can be inferred that sedimentation was occurred in the area, only the sedimentation flux was not high in recent hundred years. The sedimentation of other places in the study area is moderate. It has been proved by facts that the main factors controlling the sedimentation rate and flux are material sources and sea current systems.

* Contribution No.1635 from the Institute of Oceanology Academia Sinica.