

## 黄河口海域沉积速率的研究

康兴伦 王品爱 袁毅 朱校斌 李培泉

(中国科学院海洋研究所)

✓ 纪正训

(广东省测试分析研究所)

**提要** 本文根据黄河口海域的特点,提出了一个新的模式描述沉积过程。将岩芯分成几个较大的部份,每一部份都代表一种沉积环境。在一种沉积环境中,输沙量虽有波动,但这种波动是有周期性的。在不同的周期中,可以认为  $^{210}\text{Pb}$  的沉积通量是恒定的。计算不同层段之间的沉积时间可以采用公式:

$$R_{\text{Pb}}(\text{总}) = R_{0,\text{Pb}}e^{-\lambda_{\text{Pb}}t} + 1.014R_{\text{Ra}}(e^{-\lambda_{\text{Ra}}t} - e^{-\lambda_{\text{Pb}}t})$$

由于输沙量的周期性变化,沉积物的含水量也往往呈现有规律的周期性变化。文中求出了各岩芯含水量  $W$  与  $^{210}\text{Pb}$  含量之间的回归方程式,发现相关系数普遍较高。

黄河的年平均输沙量达  $12 \times 10^8 \text{t}$ ,居世界之最。由于黄河的流量变化大,相应的其输沙量变化也大。丰水年和枯水年的输沙量可以相差9倍。而在同一年内,又多集中在7—10月份(占全年输沙量的83%以上)。黄河所含泥沙的33%淤积在河道内形成河床,45%淤积于滨海地区,22%可输入外海。大量泥沙在河道内的淤积使河床不断抬高,到达一定程度时,原有的河道将不能排流泄洪,必需寻找新的河道,因此,尾闾的不断摆动是黄河的又一特点。黄河的每次改道,都要引起有关海域沉积环境的巨大变动。进入海洋的泥沙,在水动力等条件的作用之下,经沉积、悬浮、再沉积,最终在某些海域沉积下来。黄河口沉积速率的研究对于黄河三角洲的开发,沿岸海洋工程的建设、海洋地质学和海洋生物学的研究都有重要意义。

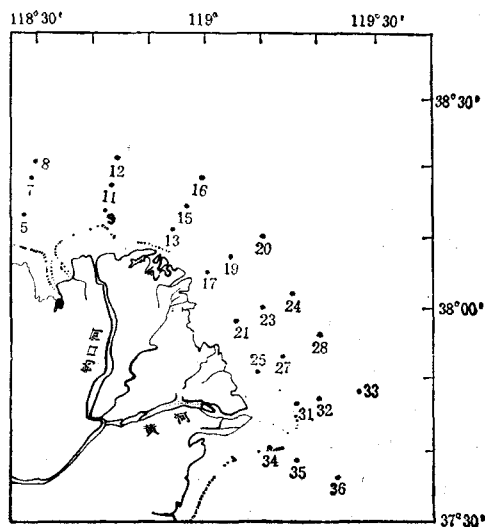
### 一、样品的采集与分析

#### 1. 样品采集

1984年9月份乘“金星二号”调查船用

XD-1型箱式采样器采集样品。每个样品取2g,样品的采集、处理及分析详见文献[1]。采样站位见图1。

#### 2. 样品分析



采样站位图

Fig. Sampling stations

表 1 12 站分析结果

Tab. 1 Analysis results, Station 12

| 层段深度<br>(cm) | 湿重<br>(g) | 干重<br>(g) | 含水重<br>(g) | 含水量<br>(%) | <sup>210</sup> Pb 含量*<br>(dpm/g) |
|--------------|-----------|-----------|------------|------------|----------------------------------|
| 0—2          | 131.0     | 75.5      | 55.5       | 42.4       | 3.87                             |
| 2—4          | 144.7     | 80.6      | 64.1       | 44.3       | 3.99                             |
| 4—6          | 130.4     | 75.5      | 54.9       | 42.1       | 3.69                             |
| 6—8          | 105.3     | 60.1      | 45.2       | 42.9       | 3.54                             |
| 8—10         | 122.6     | 73.1      | 49.5       | 40.4       | 3.23                             |
| 10—12        | 144.9     | 84.0      | 60.9       | 42.0       | 3.88                             |
| 12—14        | 119.6     | 74.5      | 45.1       | 37.7       | 2.78                             |
| 14—16        | 121.1     | 70.8      | 50.3       | 41.5       | 3.50                             |
| 16—18        | 125.0     | 71.5      | 53.5       | 42.8       | 3.59                             |
| 18—20        | 132.5     | 72.0      | 60.5       | 45.7       | 3.52                             |
| 20—22        | 134.2     | 69.7      | 64.5       | 48.1       | 4.05                             |
| 22—24        | 134.3     | 68.5      | 65.8       | 49.0       | 3.52                             |
| 24—26        | 115.9     | 56.2      | 59.7       | 51.5       | 3.69                             |
| 26—28        | 120.1     | 57.6      | 62.5       | 52.0       | 3.67                             |
| 28—30        | 125.6     | 59.0      | 66.6       | 53.0       | 4.04                             |
| 30—32        | 123.3     | 58.1      | 65.2       | 52.9       | 3.96                             |
| 32—34        | 121.3     | 58.5      | 62.8       | 51.8       | 4.10                             |
| 34—36        | 140.8     | 75.1      | 65.7       | 46.7       | 4.17                             |
| 36—38        | 139.7     | 74.9      | 64.8       | 46.4       | 4.21                             |
| 38—40        | 145.1     | 77.6      | 67.5       | 46.5       | 4.35                             |
| 40—42        | 137.9     | 77.2      | 60.7       | 44.0       | 4.03                             |
| 42—44        | 130.8     | 67.5      | 63.3       | 48.4       | 3.66                             |
| 44—46        | 131.9     | 66.0      | 65.9       | 50.0       | 3.80                             |
| 46—48        | 129.8     | 61.8      | 68.0       | 52.4       | 3.68                             |
| 48—50        | 139.1     | 74.3      | 64.8       | 46.6       | 3.35                             |
| 50—52        | 173.1     | 106.6     | 66.5       | 38.4       | 2.91                             |

\* 测量误差不大于 3%

分析结果见表 1、2、3。

## 二、数据整理

样品中含有 <sup>226</sup>Ra, <sup>226</sup>Ra 经几代衰变之后生成 <sup>210</sup>Pb。由于 <sup>226</sup>Ra 的衰变而引起的 <sup>210</sup>Pb 的变化率为:

$$\frac{dN_{Pb}}{dt} = \lambda_{Pb}N_{Pb} - \lambda_{Ra}N_{Ra} \quad (1)$$

式中,  $N_{Pb}$ ——样品中 <sup>210</sup>Pb 的原子数,

$t$ ——时间,

$\lambda_{Pb}$ ——<sup>210</sup>Pb 的衰变常数,

$\lambda_{Ra}$ ——<sup>226</sup>Ra 的衰变常数,

$N_{Ra}$ ——样品中 <sup>226</sup>Ra 的原子数。

$$N_{Ra} = N_{0,Ra} e^{-\lambda_{Ra}t} \quad (2)$$

表 2 20 站分析结果

Tab. 2 Analysis results, station 20

| 层段深度<br>(cm) | 湿重<br>(g) | 干重<br>(g) | 含水重<br>(g) | 含水量<br>(%) | <sup>210</sup> Pb 含量<br>(dpm/g) |
|--------------|-----------|-----------|------------|------------|---------------------------------|
| 0—2          | 117.6     | 60.3      | 57.3       | 48.7       | 4.18                            |
| 2—4          | 92.1      | 48.6      | 43.5       | 47.2       | 4.26                            |
| 4—6          | 154.3     | 90.2      | 64.1       | 41.5       | 3.51                            |
| 6—8          | 130.2     | 78.3      | 51.9       | 39.9       | 3.63                            |
| 8—10         | 122.3     | 65.6      | 56.7       | 46.4       | 4.56                            |
| 10—12        | 110.4     | 56.0      | 54.4       | 49.3       | 4.99                            |
| 12—14        | 168.4     | 113.1     | 55.3       | 32.8       | 2.65                            |
| 14—16        | 120.4     | 85.6      | 34.8       | 28.9       | 2.76                            |
| 16—18        | 140.7     | 93.0      | 47.7       | 33.9       | 3.14                            |
| 18—20        | 130.4     | 82.5      | 47.9       | 36.7       | 3.52                            |
| 20—22        | 152.1     | 103.6     | 48.5       | 31.9       | 2.64                            |
| 22—24        | 134.2     | 87.7      | 46.5       | 34.6       | 2.89                            |
| 24—26        | 140.6     | 89.3      | 51.3       | 36.5       | 3.19                            |
| 26—28        | 158.1     | 112.5     | 45.6       | 28.8       | 2.35                            |
| 28—30        | 139.6     | 107.6     | 32.0       | 22.9       | 2.24                            |
| 30—32        | 133.2     | 100.2     | 33.0       | 24.8       | 2.01                            |

将(2)式代入(1)式得到:

$$\frac{dN_{Pb}}{dt} = \lambda_{Pb}N_{Pb} - \lambda_{Ra}N_{0,Ra}e^{-\lambda_{Ra}t}$$

解该微分方程得到:

$$N_{Pb} = N_{0,Pb}e^{-\lambda_{Pb}t} + N_{0,Ra}(c_1e^{-\lambda_{Ra}t} + c_2e^{-\lambda_{Pb}t})$$

假设  $t = 0$  时,  $N_{0,Pb} = 0$

$$N_{Pb} = N_{0,Ra}(c_1e^{-\lambda_{Ra}t} + c_2e^{-\lambda_{Pb}t}) \quad (3)$$

经数学处理后,(3)式转变为:

$$N_{Pb} = \frac{N_{0,Ra}\lambda_{Ra}}{\lambda_{Pb} - \lambda_{Ra}}(e^{-\lambda_{Ra}t} - e^{-\lambda_{Pb}t}) \quad (4)$$

任何核素的放射性  $R = \frac{dN}{dt} = -\lambda N$ ,

$N = -\frac{R}{\lambda}$ , 将该式代入(4)式得到:

$$\frac{R_{Pb}}{\lambda_{Pb}} = \frac{R_{0,Ra}}{\lambda_{Pb} - \lambda_{Ra}}(e^{-\lambda_{Ra}t} - e^{-\lambda_{Pb}t})$$

<sup>226</sup>Ra 的半衰期很长, 在我们所研究的时间范围内,

$R_{0,Ra} = R_{Ra}$ , 所以上式可转变为:

$$R_{Pb} = \frac{R_{Ra}\lambda_{Pb}}{\lambda_{Pb} - \lambda_{Ra}}(e^{-\lambda_{Ra}t} - e^{-\lambda_{Pb}t}) \quad (5)$$

1) 为方便起见, 本文数学公式中的 <sup>210</sup>Pb 和 <sup>226</sup>Ra 一律缩写为 Pb 和 Ra。

表 3 24 站分析结果

Tab. 3 Analysis results, station 24

| 层段深度<br>(cm) | 湿重<br>(g) | 干重<br>(g) | 含水重<br>(g) | 含水量<br>(%) | <sup>210</sup> Pb 含量<br>(dpm/g) |
|--------------|-----------|-----------|------------|------------|---------------------------------|
| 0—2          | 164.0     | 80.1      | 83.9       | 51.2       | 4.39                            |
| 2—4          | 134.3     | 80.8      | 53.5       | 39.8       | 3.55                            |
| 4—6          | 131.7     | 79.3      | 52.4       | 39.8       | 3.50                            |
| 6—8          | 125.9     | 65.5      | 60.4       | 48.0       | 4.89                            |
| 8—10         | 135.2     | 76.9      | 58.3       | 43.1       | 3.87                            |
| 10—12        | 136.9     | 82.2      | 54.7       | 40.0       | 3.76                            |
| 12—14        | 127.2     | 78.0      | 49.2       | 38.7       | 3.30                            |
| 14—16        | 136.8     | 81.9      | 54.9       | 40.1       | 3.85                            |
| 16—18        | 122.0     | 64.8      | 57.2       | 46.9       | 4.93                            |
| 18—20        | 121.7     | 68.2      | 53.5       | 44.0       | 4.67                            |
| 20—22        | 145.4     | 86.9      | 58.5       | 40.2       | 3.74                            |
| 22—24        | 135.6     | 84.4      | 51.2       | 37.8       | 3.93                            |
| 24—26        | 135.4     | 85.5      | 49.9       | 36.9       | 3.19                            |
| 26—28        | 137.3     | 80.8      | 56.5       | 41.2       | 3.65                            |
| 28—30        | 118.9     | 64.0      | 54.9       | 46.2       | 4.50                            |
| 30—32        | 144.5     | 86.1      | 58.4       | 40.4       | 3.74                            |
| 32—34        | 148.8     | 81.1      | 67.7       | 45.5       | 4.39                            |
| 34—36        | 125.3     | 64.0      | 61.3       | 48.9       | 4.56                            |
| 36—38        | 115.8     | 61.0      | 54.8       | 47.3       | 4.32                            |
| 38—40        | 123.2     | 67.2      | 56.0       | 45.4       | 4.30                            |

已知,  $\lambda_{\text{Pb}} = 0.03113$ ,  $\lambda_{\text{Ra}} = 0.0004326$ , 代入 (5) 式得到:

$$R_{\text{Pb}} = 1.014 R_{\text{Ra}} (e^{-\lambda_{\text{Ra}} t} - e^{-\lambda_{\text{Pb}} t}) \quad (6)$$

$R_{\text{Pb}}$  即由于  $^{226}\text{Ra}$  衰变而生成的  $^{210}\text{Pb}$  的放射性, 称为本底  $^{210}\text{Pb}$  [1]。在样品中, 除本底  $^{210}\text{Pb}$  之外, 尚有过剩  $^{210}\text{Pb}$ , 样品的测量结果等于二者之和 (下称  $^{210}\text{Pb}$  含量)。

$$\text{过剩 } ^{210}\text{Pb} = R_{0,\text{Pb}} e^{-\lambda_{\text{Pb}} t} \quad (\text{过剩})。 \quad (7)$$

(6) 式与 (7) 式合并以后可以得到:

$$R_{\text{Pb}} (\text{总}) = R_{0,\text{Pb}} e^{-\lambda_{\text{Pb}} t} + 1.014 R_{\text{Ra}} (e^{-\lambda_{\text{Ra}} t} - e^{-\lambda_{\text{Pb}} t}) \quad (8)$$

### 三、结果与讨论

#### 1. 12 站

表 1 是 12 站的分析结果。由表 1 可看出, 该岩芯根据含水量的变化大体可分为两段, 0—20cm 为一段, 20—52cm 为另一段。

首先让我们分析 0—20cm 层段。由表 1 可知,  $^{210}\text{Pb}$  含量不但与深度有关, 而且与样品

的含水量也有关。对含水量  $W$  与  $^{210}\text{Pb}$  含量  $R$  进行回归分析, 得到它们之间的回归方程式为:

$$R = 0.118W - 1.41 \quad (9)$$

相关系数  $r = 0.716$

含水量的变化是沉积物的季节变化和年度变化引起的。季节变化具有周期性, 年度变化也往往具有周期性。在不同的周期内, 可以认为  $^{210}\text{Pb}$  的沉积通量是恒定的。根据含水量的变化, 把 0—20cm 层再分成两个层段, 即 0—10cm 层和 10—20cm 层段。

在 0—10cm 层段内, 将所有样品的湿重加合起来  $\Sigma M_{i,\text{湿}} = 634\text{g}$ , 干重加合起来  $\Sigma M_{i,\text{干}} = 364.8\text{g}$ , 总含水重为 269.2g, 平均含水量 42.46%,  $^{210}\text{Pb}$  的含量  $R = \frac{\Sigma M_{i,\text{干}} R_i}{\Sigma M_{i,\text{干}}} = 3.677$  dpm/g, 式中  $R_i$  为 0—10cm 层段内的各样品的  $^{210}\text{Pb}$  含量 (见表 1)。

用同样的方法求出 10—20cm 层段内的诸参数,  $\Sigma M_{i,\text{湿}} = 643.1\text{g}$ ,  $\Sigma M_{i,\text{干}} = 372.8\text{g}$ , 含水重 270.3g, 平均含水量为 42.03%,  $^{210}\text{Pb}$  的含量  $R = \frac{\Sigma M_{i,\text{干}} R_i}{\Sigma M_{i,\text{干}}} = 3.463\text{dpm/g}$ , 式中  $R_i$  为 10—20cm 层段内各样品的  $^{210}\text{Pb}$  含量 (表 1)。

这样处理的结果不但初步消除了含水量之差所造成的放射性差, 而且可以认为这两个层段的  $^{210}\text{Pb}$  沉积通量是相同的。

两个层段的含水量之差为 0.43%, 根据 (9) 式, 相应地  $^{210}\text{Pb}$  含量之差为 0.051dpm/g, 故 10—20cm 层段经含水量校正后的  $^{210}\text{Pb}$  含量为 3.514dpm/g。

把 10—20cm 层段的  $^{210}\text{Pb}$  含量 3.514dpm/g 看作为  $R_{\text{Pb}}(\text{总})$ , 把 0—10cm 层段的  $^{210}\text{Pb}$  含量 3.677 看作为  $R_{0,\text{Pb}}$ ,  $R_{\text{Ra}}$  的测量结果为 2.094dpm/g, 代入 (8) 式得:  $3.514 = 3.677 e^{-0.03113t} + 1.014 \times 2.094 (e^{-0.0004326t} - e^{-0.03113t})$ , 解该方程得到  $t = 3.8$  年。

在计算过程中,  $^{210}\text{Pb}$  含量分别取 0—10 和 10—20cm 层段的平均含量, 相当于 5 和 15cm 层的含量, 因此, 3.8 年相当于 5—15cm 的沉积

时间,从 20cm 层沉积到 0cm 层需要 7.6 年。

黄河口于 1976 年 7 月改道<sup>[2]</sup>,至我们 1984 年 9 月采样刚好历经 8 年,与所计算出的 7.6 年一致。12 站位于 1976 年改道以前的旧黄河口正北方,黄河的改道对 12 站的沉积环境有直接影响。改道前泥沙来源丰富,沉积速度快,改道后,泥沙急剧减少,沉积速度相应降低。

由表 1 看出,20cm 以下是另一种变化趋势。从含水量来看,呈现有规律的周期性变化。20—42cm 为一周期,42—52cm 为另一周期。从  $^{210}\text{Pb}$  含量来看,除 36—42cm 呈现反常以外,其余皆随含水量而变化,即含水量高的  $^{210}\text{Pb}$  含量亦高,含水量低的  $^{210}\text{Pb}$  含量亦低。分布在两

个不同周期内的相同含水量的样品,  $^{210}\text{Pb}$  含量基本相同,看不出上层高、下层低的趋势。这些现象表明这两个周期内的沉积物是在相邻的两个年度内沉积下来的。36—42cm 层段的高  $^{210}\text{Pb}$  含量可能是一次核爆炸引起的。表 4 是  $^{137}\text{Cs}$  的测量结果,但从  $^{137}\text{Cs}$  的变化趋势可以受到启发,12 站岩芯的下层确实受到核爆炸的影响。

20cm 层以上的样品干燥后呈灰色,结构疏松易碎;20cm 以下的样品干燥后多呈红黄色,结构致密坚硬,难以粉碎。这表明 20cm 上下的沉积物来源不同。

根据测量结果和前面的分析可以断定,0—

表 4  $^{137}\text{Cs}$  的测量结果  
Tab. 4 Contents of  $^{137}\text{Cs}$

| 站位                                      | 12    |       |       |       | 20    |              |               |         | 24    |        |       |       |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|---------------|---------|-------|--------|-------|-------|
| 层次深度<br>(cm)                            | 0—13  | 13—26 | 26—39 | 39—52 | 0—6.8 | 6.8—<br>12.5 | 12.5—<br>17.5 | 17.5—32 | 0—9.9 | 9.9—19 | 19—30 | 30—42 |
| $^{137}\text{Cs}$<br>( $\text{PCi/g}$ ) | 0.188 | 0.213 | 0.278 | 0.360 | 0.198 | 0.210        | 0.109         | 0.100   | 0.210 | 0.230  | 0.237 | 0.255 |

20cm 层是 1976 年 7 月黄河改道以后至 1984 年 9 月采样以前沉积下来的。在此期间内,12 站的沉积速度是  $2.5\text{cm/a}$ 。20—42cm 是改道以前的 1975 年度沉积下来的。42—52cm 层是 1974 年度的沉积物。这可由表 5 得到证实,1975 年度的输沙量是 1974 年度的 2.5 倍,本次研究测出的 1975 年度的沉积层厚度 (22cm) 是 1974 年度 (10cm) 的 2.2 倍,两者基本一致。

表 5 黄河的年径流量及输沙量<sup>1)</sup>  
Tab. 5 The yearly runoff and load of  
Huanghe River

| 年 度  | 径流量 ( $10^8\text{m}^3$ ) | 输沙量 ( $10^8\text{t}$ ) |
|------|--------------------------|------------------------|
| 1974 | 233.4                    | 5.04                   |
| 1975 | 480.9                    | 12.60                  |
| 1976 | 449.2                    | 9.05                   |

## 2. 20站

采样时间: 1984 年 9 月 20 日。站位:  $119^{\circ}11.0'\text{E}$ ,  $38^{\circ}11.0'\text{N}$ 。由表 2 可看出,20 站

岩芯大体可分为 3 个层段: 0—12cm, 12—28cm, 28—32cm。与其它层段相比,0—12cm 层含水量明显偏高,而且呈有规律的递变趋势,很象 1—2 个年度内的季节变化。在一般情况下,在同一个岩芯内,上层的  $^{210}\text{Pb}$  含量高,由于随时间衰变,下层的  $^{210}\text{Pb}$  含量低。但在这一层段内,却出现了相反的趋势,在含水量接近的情况下,下层的  $^{210}\text{Pb}$  含量普遍高于上层,这样的变化趋势很可能是  $^{210}\text{Pb}$  沉降的季节变化引起的<sup>[3]</sup>。与其它层段相比,这一层段内的  $^{210}\text{Pb}$  含量偏低,如 4—6cm 层的含水量是 41.5%,  $^{210}\text{Pb}$  含量是  $3.51\text{dpm/g}$ ,而 18—20cm 层的含水量只有 36.7%,其  $^{210}\text{Pb}$  含量却高达  $3.52\text{dpm/g}$ 。这表明,0—12cm 层段的沉积速度较快,  $^{210}\text{Pb}$  被沉积物冲稀。0—12cm 层段的样品含较多红黄色粘土,干燥后坚硬难粉碎。12cm 以下的样品干燥后呈灰色,含沙较多,结构疏松易粉碎。

1) 尤芳湖,1982。私人通信。

参看表 4 可看出, 12cm 以下和以上的  $^{137}\text{Cs}$  含量有较大差别。这些现象表明, 0—12cm 层段很可能是 1—2 年内沉积下来的, 它的来源和组成与其它层次的沉积物也有差别。

参照本文结果 1 的方法, 将 12—28cm 层再分成两个层段: 12—20cm 为一层, 20—28cm 为另一层。在 12—20cm 层内, 含水量为 33.2%,  $^{210}\text{Pb}$  含量为 2.990dpm/g。在 20—28cm 层内, 含水量 32.8%,  $^{210}\text{Pb}$  含量 2.738dpm/g。在 12—28cm 层段内,  $^{210}\text{Pb}$  含量  $R$  与含水量  $W$  之间的回归方程式为:

$$R = 0.1027W - 0.4985 \quad (10)$$

相关系数  $r = 0.843$ 。12—20 和 20—28cm 层的含水量之差为 0.4%, 根据 (10) 式, 相应的  $^{210}\text{Pb}$  含量之差为 0.041dpm/g。20—28cm 层内的  $^{210}\text{Pb}$  含量经含水量校正后为 2.779dpm/g。 $^{226}\text{Ra}$  含量的测量结果为 2.344dpm/g。将以上诸值代入 (8) 式得到:

$$2.779 = 2.990e^{-\lambda_{\text{Pb}}t} + 1.014 \times 2.344 \\ (e^{-\lambda_{\text{Ra}}t} - e^{-\lambda_{\text{Pb}}t})$$

解该方程得到  $t = 12.8$  年。

12.8 年相当于两个层段的中点, 即 16cm 层与 24cm 层之间的沉积时间。从 12cm 到 28cm 的沉积时间是 25.6 年, 在此期间的沉积速率是 0.62cm/a。

28—32cm 层段的含水量相当低, 只有 22.9—24.8%。样品干燥后呈灰色, 用手可以捻碎, 含沙量较多。 $^{210}\text{Pb}$  含量非常低, 只有 2.12dpm/g。这些现象都是冲刷带的象征。

根据测量结果和各种现象可以得出结论: 0—12cm 层是 1984 年 9 月份采样以前至 1983 年度的沉积物, 12—28cm 层段是 1982—1956 年的沉积物, 28—32cm 层段呈现冲刷带的象征, 故 1956 年以前 20 站很可能是冲刷带。然

而, 28—32cm 层段的年龄也不会太长, 这一层段  $^{226}\text{Ra}$  的测量结果为 2.48dpm/g, 参阅表 1 可以发现,  $^{210}\text{Pb}$  的含量普遍低于该值, 这说明  $^{226}\text{Ra}$  和  $^{210}\text{Pb}$  还未达平衡状态, 它们处于平衡所需时间是 100 年左右。

### 3. 24 站

采样时间: 1984 年 9 月 20 日。站位:  $119^{\circ}16'E$ ,  $38^{\circ}02.7'N$ 。求出 24 站诸层次含水量  $W$  和  $^{210}\text{Pb}$  含量  $R$  之间的回归方程式:

$$R = 0.1066W - 0.5429 \quad (11)$$

相关系数  $r = 0.851$ 。参照结果 1、2 的方法, 将 24 站岩芯分成两段, 0—20cm 为一层段, 20—40cm 为一层段。在 0—20cm 层段内, 含水量 43.27%,  $^{210}\text{Pb}$  含量 4.030dpm/g。在 20—40cm 层段内, 含水量 42.79%,  $^{210}\text{Pb}$  含量 3.988dpm/g。两个层段的含水量之差为 0.48%, 根据 (11) 式,  $^{210}\text{Pb}$  之差为 0.0512dpm/g。因此, 20—40cm 层段经含水量校正后的  $^{210}\text{Pb}$  含量为 4.039dpm/g。

0—20 和 20—40cm 层段的  $^{210}\text{Pb}$  含量基本一致, 因此, 可以断定, 24 站从 0—40cm 层是 1—2 年内沉积下来的。

24 站样品与 20 站 0—12cm 层段的样品外观很相似, 干燥后呈红黄色, 内混杂有少量灰色粉沙, 比较坚硬。对表 2 和表 3 进行比较也可发现, 它们的含水量和  $^{210}\text{Pb}$  含量很接近。看来, 它们的沉积物来源可能是相同的。

### 参 考 文 献

- [1] 康兴伦, 1985.  $^{210}\text{Pb}$  法在测定沉积速率中的应用. 海洋科学 9(1): 38.
- [2] 刘凤岳, 1986. 黄河烂泥湾的特征及其开发. 海洋科学 10(1): 20.
- [3] 《环境放射性监测方法》编写组, 1977. 环境放射性监测方法. 原子能出版社, 第 22—34 页。

## SEDIMENT RATE IN AND NEAR THE HUANGHE RIVER DELTA BASIN

Kang Xinglun, Wang Pinai, Yuan Yi, Zhu Xiaobin and Li Peiquan

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

Ji Zhengxun

(*Guangdong Institute of Analysis*)

### Abstract

The average load of Huanghe River is 12 hundred million tons a year, varying a factor of 9 between the flood and dry years. Maximum load occurs in July-October (more than 83% of the annual load), especially in August. Because of the very large load, the river bed is silted up so severely that Huanghe River Mouth often changes, bringing about also a change of sedimental environment of the basin, thus complicating the sedimentation process. The general approach to the sedimentation process problem will not fit. A new model to compute accurately the sediment rates of the basin is presented here. The rock core is cut into several parts. Each part of the core represents a sort of sedimental environment. In one sort of sedimental environment the fluctuation of load is periodic irrespective of fluctuation load. The precipitating fluxes of  $^{210}\text{Pb}$  are the same in different Periods. Therefore, the part of the core in one sort of sedimental environment is subdivided into several layers. Each layer represents a period. To compute the precipitating duration between the different layers the following formula is used:

$$R_{\text{Pb}}(\text{total}) = R_{0,\text{Pb}}e^{-\lambda_{\text{Pb}}t} + 1.014R_{\text{Ra}}(e^{-\lambda_{\text{Ra}}t} - e^{-\lambda_{\text{Pb}}t})$$

Because of periodic change of the load, water content in sediment has also a periodic change. The regress equations between contents of water and  $^{210}\text{Pb}$  of different cores are obtained. The correlation coefficients are quite big, indicating, remarkable relationship between them. Both water contents and  $^{210}\text{Pb}$  are necessary and effective in the analysis of sedimental process.

The contents of  $^{137}\text{Cs}$  and species of the sediments are also studied in this article. They justify the results of the computations of various points of view.