

# 渤海南部海底沉积物颜色的研究\*

周 伟

(福建省环境保护研究所,福州)

王 琦 赵其渊 周 莉 沈渭全

(青岛海洋大学地质系)

收稿日期: 1989年5月11日

关键词 沉积物颜色,颜色成因,沉积环境

**提要** 本文以孟塞尔色标 (Munsell Scale) 为基准,描述了渤海南部海域海底沉积物的颜色特征及分布规律。研究海域内3个色别的沉积物颜色出现 10YR, 5Y, 5YR。从 Eh,  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  比值、有机质含量等化学要素的变化探讨了沉积物颜色的形成机制及其代表的沉积环境,提出本海域内可用黄河沉积物的特征颜色初步确定黄河水下三角洲的界线。

沉积物或沉积岩的颜色不但能反映出其成分、结构特点,而且也可作为沉积环境、地层对比的标志。有关沉积物或沉积岩呈不同颜色的机制,国内外一些学者对此做了不少论述<sup>[1-3]</sup>,笔者参加中美黄河口联合调查时,使用孟塞尔色标对海底沉积物颜色进行现场观察,本文对其分布特点、形成机制及地质意义,予以初步探讨。

## I. 渤海南部海底沉积物颜色的分布特点

对3个航次84个站位(包括重复站位)的样品分析表明,在相同光照条件下,渤海南部海底沉积物颜色的分布特点呈现3个色别,黄褐色, 10YR(6/2—5/4); 橄榄灰色, 5Y(2/1—4/1); 褐灰色, 5YR(4/2—3/2)(见图1)。由表1可知,潮湿样品的明度以4,5出现几率最高,饱和度以1,4为主。待样品干燥后,明度显著升高(5—7),以6最多(76.2%),饱和度略有升高。

表1 样品的明度和饱和度

Tab. 1 Brightness and saturation of sedimentary color

明度、饱和度值	样品种类 百分比(%)	样品种类	
		湿样	干样
明度	2	5.3	0
	3	6.7	0
	4	24.1	0
	5	49.3	8.1
	6	10.6	76.2
	7	4.0	15.7
	饱和度	1	52.4
2		18.1	26.4
3		2.5	29.3
4		27.0	23.8

黄褐色(10YR)分布在黄河水下三角洲,水深多在20m以内,河口附近10YR 5/4最常见,

\* 天津海洋情报所殷汝广同志提供部分 Eh 值及  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  比值数据,谨致谢意。

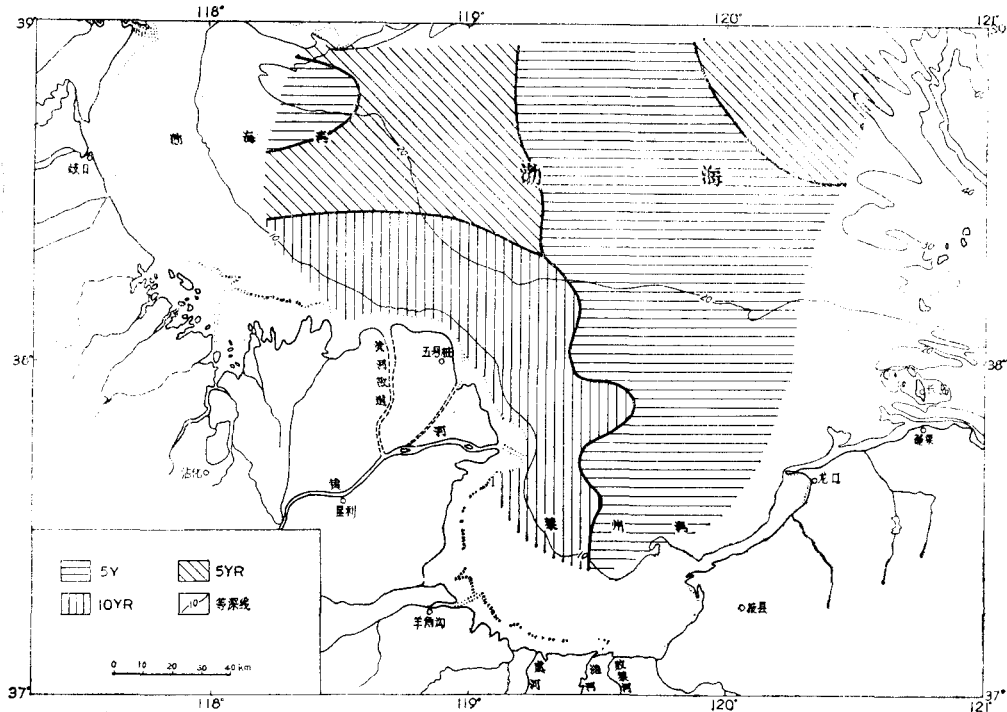


图1 渤海南部海底沉积物颜色分布

Fig. 1 Distribution of surface sedimentary color in the south Bohai sea

表2 柱样沉积物颜色变化与化学因素的关系

Tab. 2 Relationship between vertical variation of sedimentary color and chemical factors

柱样位置	柱样长度 (cm)		颜色	Eh (mV)	Fe <sup>3+</sup> /Fe <sup>2+</sup>	有机质 (%)	水深 (m)
黄河水下三角洲	—	0	10YR	5/4	150	1.00	10
	—	40		4/2	7	0.85	
	—	80	5Y	5/1	-27	0.47	
	—	160		5Y	5/1	-27	
渤海湾东部	—	0	5Y	4/1	-16	0.78	25
	—	50		5Y	4/1	-16	
	—	100	5Y	2/1	-24	0.79	
	—	190		5Y	2/1	-24	

占85%，靠近渤海湾及莱州湾东部有少量10YR 6/2出现。褐灰色(5YR)局限在渤海东部及渤海海峡，其中5YR4/4占75.5%。莱州湾北部、东部和渤海湾内一部分为橄榄灰色(5Y)，以5Y4/1为主，仅在莱州湾东部出现5Y2/1，占10%。

表2可显示取自不同水深柱样沉积物颜色的变化。黄河水下三角洲的柱样由上至下可分

为两部分，0—80cm呈黄褐色(10YR)，80—60cm为橄榄灰色；水深20m以外的柱样，呈橄榄灰色(5Y4/1)和橄榄黑色(5Y2/1)。由此可见，随着水深增大，颜色逐渐变深。

## II. 影响沉积物颜色的主要因素

黄河流入渤海的物质，绝大部分来自黄土高原，多呈黄褐色(10YR)。多种因素综合作用

结果使之颜色在入海后发生变化。

### II.1. 沉积物化学组分对颜色的影响

色素元素铁的化合物是主要着色剂, 是控制沉积物颜色的主导因素。表 3 表明 3 个色别所对应的沉积物总含铁量相近, 平均为 2.46%, 故本海区总含铁量对颜色的变化影响不大, 关键是  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  比值的高低, 决定了沉积物呈黄、褐、灰、黑等色调。黄河水下三角洲的沉积物  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  比值超过 1, 位于现在河口附近的站位比值可达 2.78, 老河口附近降至 1.07。一般认为, 高价铁的氧化物 ( $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ ) 或氢氧化物 [ $Fe(OH)_3$ ] 小微粒均匀地分散在沉积颗粒之间, 造成沉积物呈黄褐色 (10YR)。而呈橄榄灰色的沉积物  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  比值一般小于 1, 平均 0.52。渤海湾东部粉砂质粘土 (TY) 比值最高 (0.98), 而底质为极细砂 (VFS) 的渤海海峡附近的比值低 (0.4)。当低价铁的化合物为主时, 沉积物颜色变暗。

表 3 沉积物颜色同化学因素的关系

Tab. 3 Relationship between sedimentary color and chemical factors

地球化学指标	颜色		
	5Y	5YR	10YR
总含铁量(%)	2.11	2.67	2.59
$Fe^{3+}/Fe^{2+}$	0.52	1.11	1.59
有机质(%)	0.67	0.49	0.34
Eh(mV)	-8	73	116
H <sub>2</sub> S 味	有	无	无

注: 表中数据均为平均值

沉积物中有机质含量的高低也是影响颜色的一个方面。表 3 还表明黄褐色 (10YR) 沉积物中有机质含量低, 现在河口区仅为 0.23%, 老河口区略有升高 (0.53%)。相反, 有机质在暗色沉积物中含量较高, 平均 0.67%。渤海湾东部粉砂质粘土 (TY) 含量最高 (0.81%), 其颜色为橄榄黑色 (5Y 2/1)。

渤海湾东部呈现褐灰色 (5YR) 的沉积物化学组分基本介于上述两个色别之间, 属于过渡性颜色。

### II. 2. 沉积环境对颜色的影响

沉积物的颜色不但反映自身的化学组分, 而且在某种程度上也代表了其形成环境。由表 3 可见呈黄褐色 (10YR) 的沉积物 Eh 值为正 (平均 116mV)。表 2 中位于黄河水下三角洲的柱样, 从表层以下至 80cm, Eh 值从 150mV 降到 7mV, 颜色也随之变暗, 表现在明度、饱和度下降 (10YR5/4—10YR4/2), 但仍保持黄褐色的色调。经调查发现, 呈黄褐色的沉积物大部分分布在水深 15m 左右, 这里的水体受到潮汐、风浪等动力因素影响大, 表层与底层水足以充分混合, 溶解氧可不断提供给表层沉积物, 而保持氧化环境。所以, 黄河口入海物的颜色在这个范围内同入海前相近。

当水深超过 20m 以上时, 水体的垂直循环减弱。表 3 可见呈橄榄灰色的沉积物 Eh 值平均为 -8mV。取自渤海湾东部的柱样 (表 2), 从顶部至底部 Eh 值皆为负值, 而且有向下逐渐降低的趋势, 颜色也由橄榄灰色 (5YR4/1) 变为橄榄黑色 (5Y2/1)。可见橄榄灰色 (5Y) 是还原环境的自生色。

另外, 由黄河水下三角洲的柱状样可见表 2, 80cm 以下的沉积物 Eh 值降为负值 (-27mV), 颜色色调也随之改变。这是由于黄河三角洲沉积速率高, 沉积物多为粗粉砂或粘土质粉砂, 沉积颗粒之间的孔隙率很小, 加上先沉积的物质不断被新沉积的物质覆盖, 当达到一定厚度时, 阻止了溶解氧进入底层沉积物, 而形成还原环境。因而, 即使在水深 10m 左右, 表层以下十几厘米, 沉积物仍可呈橄榄灰色 (5Y5/1)。

综上所述, 黄褐色 (10YR) 的沉积物存在于氧化环境, 而橄榄灰色 (5Y) 则是还原环境的标志。渤海湾东部的褐灰色沉积物反映了过渡环境的特征。

### II.3. 沉积物矿物组分对颜色的影响

水深 30m 左右的渤海海峡附近, 沉积物的矿物组分对颜色影响最显著。有 6 个站位的样品呈褐灰色 (5YR), 明度是 2 或 3。其原因是海峡附近的沉积物为极细砂 (VFS) 或粘土质砂

(YS), 0.063—0.125mm 粒级占 57% 以上, 碎屑矿物主要由原生色为白色、乳白色的长石、石英组成, 占 95% 以上。由于这两种矿物的表面多被褐色或黑色的风化物所覆盖而呈褐灰色, 造成整个样品色调变淡。对于上述粒级的沉积物, 碎屑矿物对其颜色的影响不能忽略 (见图 1)。

### III. 沉积物颜色分区及回归计算

设橄榄灰 (5Y)、褐灰色 (5YR)、黄褐色 (10YR) 分别为 1, 2, 3, 结合相应 Eh 值,  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  比值及有机质百分含量, 用公式:

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^v (x_{ij} - x_{kj})^2 / v}$$

计算出各个站位的空间距离<sup>[4]</sup>, 根据颜色相同且化学组分相近的样品空间距离小的原则, 在渤海南部海底沉积物颜色可分为 3 个区域 (图 2)。

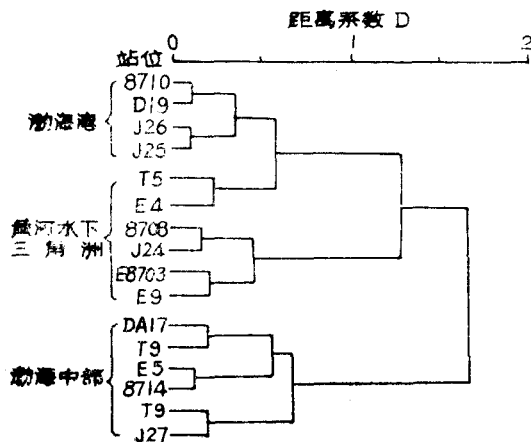


图 2 沉积物颜色聚类谱

Fig. 2 Cluster dendritic map of sedimentary color

求得颜色与 Eh 值、 $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  比值、有机质百分量的多元线性回归方程为<sup>[2]</sup>:

$$\bar{Y} = 1.03 + 3.15x_1 + 2.00x_2 - 1.25x_3$$

$$(R^2 = 0.65)$$

式中,  $\bar{Y}$  为沉积物颜色,  $x_1$  为  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  比值,  $x_2$  为 Eh 值,  $x_3$  为有机质百分含量。可以看出, 沉积物的颜色与  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  比值及氧化还原电位成正比, 同有机质含量成反比。

### IV. 结 论

IV. 1. 具有特征颜色的黄河物质进入渤海后, 在一定水深范围内, 表层及以下十几厘米的沉积物颜色没有发生显著变化。因此可以根据其分布范围, 初步判断出黄河水下三角洲的界限。

IV. 2. 沉积物的化学组成表明,  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  比值的高低决定沉积物颜色色调, 同时有机质含量高低对此也有影响。沉积环境的氧化还原电位值则控制上述两个因素的变化。可从沉积物的颜色推测化学成分及所处沉积环境。

IV. 3. 碎屑矿物对局部海域的沉积物颜色有一定影响。

### 参 考 文 献

- [1] 朱而勤等, 1983. 东海北部表层沉积物的颜色. 海洋地质与第四纪地质 3(1): 67—73.
- [2] 刘承祚等, 1981. 数学地质基本方法及应用. 地质出版社, 120—134, 283—285.
- [3] Mokerly, R. and Klein, G.D., 1976. Ephemeral color in Deep-Sea cores. *Journal Of Sedimentary Petrology* 46 (1): 216—225.
- [4] E. F. Mcride, 1974. Significance of color in red, green, purple, olive brown and grey beds of different group, Northeastern Mexio. *Journal of sedimentary petrology* 44: 760—773.

## COLOR VARIATION OF SURFACE SEDIMENT IN SOUTH BOHAI SEA

Zhou Wei

*(Fujian Environmental Protection Institute Fuzhou)*

Wang Qi, Zhao Qiyuan, Zhou Li and Shen Weiquan

*(Qingdao Ocean Univ., Dept. of Marine Geology)*

**Received:** May 11, 1989

**Key Words:** Sedimentary color, Variation of color, Sedimentary environment

### Abstract

Surface sedimentary color investigation was carried out in 1985—1987 by the Sino-American Yellow River estuary dynamics and marine geology work unit in the south Bohai sea. There are three kinds of color existing in the south Bohai sea: 10 YR (6/2—5/4), 5Y(2/1—4/1), 5YR(4/2—3/2). The different sediment colors are discussed in this paper to determine the boundary of Yellow River subaqueous delta and different sedimentary environments.