

江苏近海表层沉积物中几个化学要素的分布及其控制因素

刘彬昌 周学范

(国家海洋局第一海洋研究所)

海洋沉积物中的化学成分(尤其是浅海区),能反映陆地及河流的化学矿物面貌,也能表征出海区本身的物理、化学和生物特征。因此,它对研究海岸变迁、沉积成岩作用以及海区的物质来源有着实际意义。近海区,特别是河口地段,是研究元素迁移变化的理想场所。阐明沉积物中化学成分分布状况及其控制因素,对研究古今海洋状况是非常重要的。

本文就碳酸钙、有机质和磷¹⁾在沉积物中分布状况及其控制因素进行讨论。

一、碳酸钙、有机质和磷的分布

江苏近海表层沉积物中碳酸钙、有机质和磷的沉积样品是取自北起北纬35°15',南到长江口以北31°45',水深大多在20米以内的海区。碳酸钙、有机质和磷含量的分布,总的趋势是调查区的南部和北部高、中部低。其中碳酸钙、有机质的分布规律性较好,并且两者的分布趋势基本一致;由于磷的聚集受多种因素的影响,而这些影响因素相互之间又没有内在联系,因而呈现的规律性就较差。根据这三种化学成分的百分含量分布图(图1, 2, 3),我们大致可划分为三个不同的区域。即北部为废黄河口外区(33°40'N以北);南部为长江口以北海区(32°30'N以南至31°45'以北)和中部沟槽相间的沙脊群区(32°30'—33°40'N)。

1. 废黄河口外区: 本区曾经受古黄河的巨大作用和环境的影响,表现出碳酸钙、磷和有

机质的高含量。沉积物中碳酸钙含量最高区域是在老黄河口外水下三角洲上,呈椭圆状分布,其含量值>15%。这是因为由古黄河携带含碳酸钙很高的黄土入海而造成的。在射阳河口以北(33°45'—35°N, 121°20'以西)海区,磷含量较高,一般为0.20—0.33%,其中连云港附近磷含量最高可达0.33%⁽¹⁾;有机质在北起连云港南至新洋港口附近的沉积物中含量较

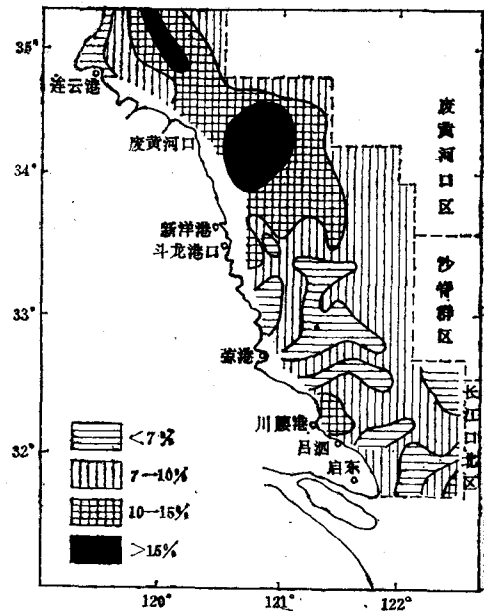


图1 表层沉积物中碳酸钙百分含量分布
Fig.1 Distribution of the content of calcium carbonate in the surface sediment

1) 磷以P₂O₅形式表示,测得值为磷的总量。

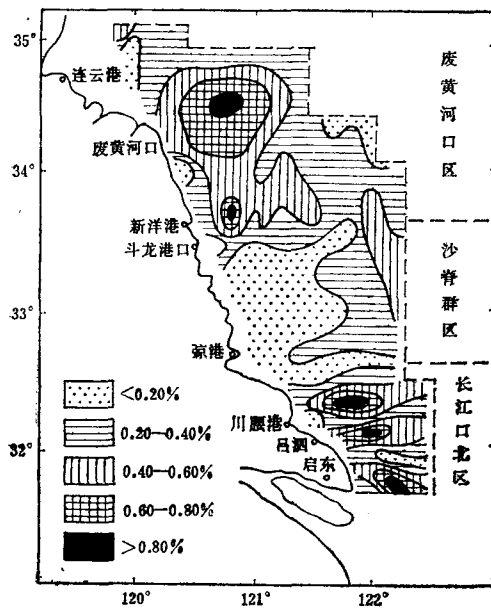


图2 表层沉积物中有机质百分含量分布
Fig.2 distribution of the content of organic matter in the surface sediment

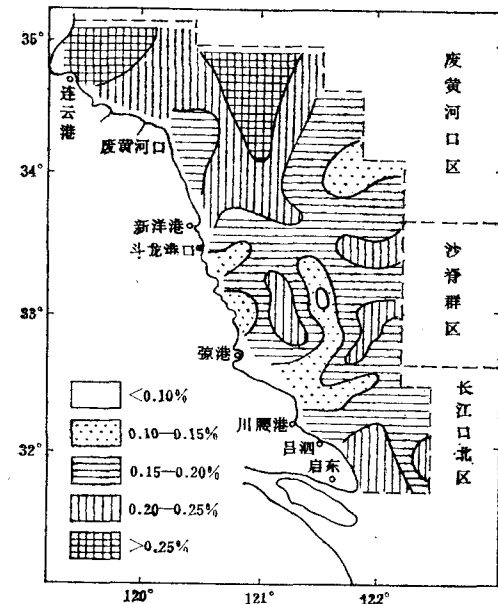


图3 表层沉积物中磷的百分含量分布
Fig.3 Distribution of the content of phosphorus in the surface sediment

高, 并且分布面积较广, 最高值达0.88%, 最低值为0.10%, 平均为0.46%。

2. 长江口以北海区: 本区的碳酸钙、有

机质和磷在表层沉积物中呈现了高低相间的分布格局。碳酸钙的平均值为8.01%, 同时也出现了10—15%的局部较高含量区。吕泗一带 ($31^{\circ}45' - 32^{\circ}15'$, $121^{\circ}40' - 122^{\circ}25'E$) 海区, 是磷的第二个高含量区, 磷含量一般 $> 0.20\%$ 。有机质在本区的分布出现了三个高值区, 由南向北, 高低值相间, 高值可达1.10%, 低值是0.11%, 平均为0.49%。

3. 中部沙脊群区: 该区由于水浅, 水动力活跃, 沉积物为粗粒径的细沙、粉沙质沙和沙质粉沙。碳酸钙、有机质和磷含量的共同特点是呈现低值。弼港附近及其以东的广大海区, 是小于7%的碳酸钙含量区。这里碳酸钙平均含量为6.44%, 是三个区中最低的。而有机质在近岸区平均含量低于0.20%, 向外稍高, 平均为0.40%。北起新洋港口, 南至川腰港 ($32^{\circ}15' - 33^{\circ}45'N$, $122^{\circ}20'E$ 以西) 一带海区, 是本区面积最大但磷含量较低的区域。大部分地区磷含量为0.15—0.20%, 其中有几处磷含量分别为: $< 0.15\%$, $< 0.10\%$, $> 0.20\%$ 。

由此可见, 废黄河口外海区碳酸钙和磷含量较高, 而这里的有机质含量总的来看低于长江口以北海区。靠近长江口以北的海区, 沉积物中磷含量居中, 而有机质为最高。不论有机质、磷或是碳酸钙在中部沙脊群区皆呈现了最低值。

二、沉积物中碳酸钙、有机质和磷含量分布的控制因素

河流输沙、海水动力条件、不同底质类型、生物作用以及所处环境的物化条件等, 都会对碳酸钙、有机质和磷含量产生不同程度的影响。

众所周知, 底质化学成分除了与物质的来源有关外, 它的分布和水动力条件也相当密切, 水动力活跃的地方, 海底沉积物易被掀动上浮, 随流搬运再沉积。沙脊群区域沉积物中碳酸钙、有机质和磷含量都显示了最低值, 是由

于该区处在东海传人的前进波和南黄海的旋转潮波的辐合区，这两股潮波在琼港外海交汇，增强了潮能的集聚，因而沙脊群区表现出潮差大、潮流强、海水悬浮体含量高的特点。涨潮时，这两股潮流同时向琼港汇聚，由于水深变浅，潮流沿程增大，松散的沉积物易被掀运上浮，近琼港附近海面时达到最大值。随后流速减小，涨潮时带来的物质有一部分势必在此落淤。落潮时，含有碳酸钙、有机质和磷的细颗粒物又可随潮流离开近岸被带走，因而造成中部调查区的外侧碳酸钙的含量大于近岸，有机质和磷含量很低的分布趋势。其次进入该区的水体沿程物质的损耗和该岸段又无富含这些物质的大河水体补充，海水本身含量减少，在强水动力的作用下，使沉积物表面粗化。浅水和通气性良好的较强氧化环境，使碳酸钙、有机质和磷、不易保存，含量变低。

长江口以北的南区，根据1980年夏季的水文调查，存在两股环形海水运动。其一是沿着北纬 $32^{\circ}25'$ 以北的辐射状沙洲水域外缘至苏北海岸附近又折转南下，并顺辐射状分布的沟槽流出的逆时针环向流；其二是吕泗近海北向较强环向流。因此长江冲淡水携带物质进入苏北海区后也受到这两股环向流的制约，加之该处潮流的往复作用，在潮流的脊槽处所形成的有粗有细沉积类型和凹凸不平的地形影响下，出现了碳酸钙、有机质和磷大致呈顺潮流方向高低相间的分布状况。

不同的沉积类型对碳酸钙、有机质和磷的存留产生明显的影响。由碳酸钙、有机质及磷含量分布图可以看出，苏北近海北部，尤其是废黄河口外，是整个调查区碳酸钙和磷含量最高的地区，这与底质类型是以较细的泥质粉砂和粉砂质泥是一致的。由表1和图4清楚地看出，随着沉积物粒径由粗变细，碳酸钙、有机质和磷含量依次增加。

河流携带大量陆源物质入海，对该区沉积物中的碳酸钙、有机质和磷含量产生明显影响，河流携带颗粒状和溶解状态物质入海后，随着与海水的混合，盐度、pH和Eh等环境因

表1 沉积物类型与碳酸钙含量的关系
Table 1. The relationship between the sediment type and the content of calcium carbonate

类型沉积物	细沙	质沙粉沙	粉沙质	粉沙泥质	质泥粉沙
站位数	40	18	19	27	13
CaCO ₃ %	6.39	7.64	8.96	10.37	12.79

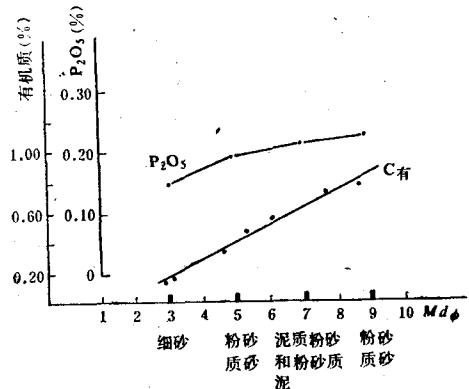


图4 有机质和磷与沉积类型的关系

Fig.4 The relationship between the organic matter and phosphorus and the sediment type

素的改变，发生絮凝沉淀作用，沉积在近岸河口附近致使河口和近岸区沉积物中某些化学成分含量增高⁽²⁾，如废河口外有一个高有机质和一个大于15%的碳酸钙高含量区，就是古黄河带入大量有机物和碳酸钙高的陆源物质在较弱水动力条件下堆积的结果。连云港近海沉积物中磷含量高达0.33%，是本次调查磷含量最高的区域，这与附近陆地磷矿开采随河水流入海中有关。长江口以北的海区有机质含量最高。磷在长江口以北区含量有所增加，这些都与长江输入含有机质和磷的陆源物质有关。

河口近岸区碳酸钙、有机质和磷含量普遍高，这种分布状况除了河流所起的主导作用外，生物对局部海区沉积物中的化学成分也产生了一定程度的影响。河流携带大量营养物质，提供了海洋生物生长发育的养料。因此，河口近岸区往往是鱼类生长繁殖的良好场所，鱼类和其他海洋生物生长和死亡又直接增加了沉积物中碳酸钙、有机质和磷的成分，使其含

量增高。长江口以北浮游动物富集区与有机质富集区相吻合。射阳河口以北和吕泗近海一带磷的高含量区又同我国南黄海越冬渔场和吕泗渔场的位置相一致,这一现象说明了长江口以北浮游生物富集区和鱼类活动场所是该区沉积物中有机质和磷的一个不可忽视的来源。

总之,本调查区表层沉积物中碳酸钙、有机质和磷的地球化学分布,是大陆径流,海流和波浪、海底地貌和环境物化因素及生物综合作用的结果。而这些影响因素在不同区域所起的作用大小又各不相同。

三、江苏近海表层沉积物中化学成分研究的实际意义

通过江苏近海表层沉积物中几个化学成分的研究,在一定程度上可以反映沉积物源、水动力状况和沉积环境条件。如古黄河携带黄土高原含碳酸钙较高的黄土和数量较多的陆地有机碎屑物质入海,致使废黄河水下三角洲沉积物中这两种成分明显增高。碳酸钙10%和有机质0.40%的分布区域边界清楚地指示出古黄河入海物质的主要堆积范围。这与由孢粉分析所指示的向东近 $122^{\circ}E$,向南至 $33^{\circ}40'N$ 附近¹⁾的范围是一致的。它对研究古黄河水下三角洲的形成和演变有一定参考意义。

众所周知,水团(系)的影响范围随时间和空间而变,划分水团的交汇边界是海洋学家所要寻求的。鉴别水团常用物理、化学和生物等方法,如借助于盐度(S)、温度(t),水色和透明度等物理因素、化学元素的含量变化及同位素示踪、生物的属种和含量等。在水团相对稳定的特定海域,底质沉积物的变化也是反映水团界限的一个良好指标,底质沉积物与水团及其他海洋要素长期作用密切相关。如本调查区 $33^{\circ}30'N$ 附近呈弯曲状大致为东西向分布的7%和10%两个不同碳酸钙含区,和有机质0.40%与0.20%含量区的分界,可以看作是,自北向南的苏北沿岸流和来自外海及南部向北的沿岸流之混合水两者交汇锋面的位置。由于

这两股水团的顶托混合作用,它们各自携带不同数量和不同成分的物质容易在此落淤,这里沉积物中就显示出碳酸钙和有机质两个不同含量区相互靠近。而两股水团的强弱和地形的影响又表现出水团界面凹凸不齐大致呈东西走向。该处沉积物的频率曲线呈双峰值(图5),也表明其沉积物是来自两种不同的环境。这一水团交汇边界已被最近调查所证实。

水团锋面的位置随水团的消长会有所变动,就长期而言,它有一定的活动范围。因此,特定海域沉积物中化学成分的变化是记录水团的路径和水团交汇边界的良好指标。

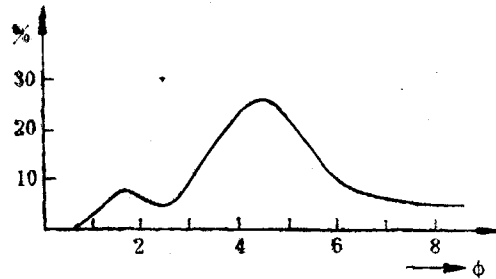


图5 两股水团交界处频率曲线

Fig. 5. frequency curve at the interface between two water masses

碳酸钙、有机质和磷的分布除了与地形和输沙有关外,同时也取决于各种水文因素,尤其是海水动力状况,有的海区富集这些物质的区域准确地符合海流图上的滞流带(滞流特征)。换言之,当别的条件相同时,这些物质富集在海水的环流区中。像有机质、碳酸钙含量分布出现了几处高值的长江口以北海区,正好是1980年夏季水文调查测得两个不同环流所在的位置,加之潮流的进退切割和地形的影响,出现了顺潮流方向的分布趋势。因此,某一海区沉积物中化学成分含量的分布变化特征,也可以显示当地海水运动状况。

本调查区碳酸钙、有机质和磷的来源,陆地输入是主要的,局部海区生物活动又起到了一定作用。碳酸钙、有机质和磷不论是陆源还

1) 徐家声, 1984, 江苏近海表层沉积物的孢粉分析。

是海成的，都与其所处海区的水动力条件的强弱、底质类型的粗细、氧化还原的强弱有关。这些条件有力地控制着这些物质的分散或富集。水动力弱，底质类型细，pH高，所处环境又是还原性的，有机质等易被吸附沉淀富集，因而沉积物中这些物质的含量较高，反之就低。

四、结束语

由江苏近海沉积物中碳酸钙、有机质和磷调查分析可见，沉积物中这三种化学成分是以陆源物质的输入为主。如10%碳酸钙含量等值线和有机质0.40%的等值线明显地勾划出古黄河入海物质的主要堆积范围，它对研究古黄河水下三角洲的演变有一定参考价值。磷在长江口一带表现出较高的含量区，可视为长江携带物质输入和生物及海水运动的综合结果。

江苏近海这三种化学成分的含量变化与该区的底质类型密切相关。沉积物的粒径粗，这三种化学成分含量低。反之，沉积物的粒径

细，三种化学成分含量就高。

海底沉积物能较好地反映海洋状况。由于水团（系）不同，其所携带物质的不同和含量差异，在水团途经或者交汇海域的沉积物中就会表现出来。因此，沉积物中某些化学成分的含量变化和分布格局，可以作为指示水团交汇边界和不同来源物质大致的堆积范围的重要标志。

碳酸钙、有机质和磷百分含量的分布状况是多种因素共同作用的结果，较为重要的因素是陆源物质输入和活跃的江苏近海水动力以及海底地形和沉积环境，局部海区生物作用的因素，也明显可见，如渔场所在海区，有机质和磷含量就高。

参 考 文 献

- [1] 程波等，1983。苏北海域表层沉积物中磷的分布。海洋科学1:33—34。
- [2] 钱佐国等译，1980。海洋有机化学译文集。海洋出版社，37—58页。

THE DISTRIBUTION OF SEVERAL CHEMICAL ELEMENTS IN THE SURFACE SEDIMENT OFF THE COAST OF JIANGSU AND ITS CONTROLLING FACTORS

Liu Binchang Zhou Xuefan

(The First Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography)

Abstract

In this paper, the distribution of calcium carbonate, organic matter and phosphorus in the surface sediment off the coast of Jiangsu is presented. The effect of the dynamic conditions of sea and rivers, types of bottom substrate and the environmental conditions including biological, physical and chemical factors on the distribution is also discussed.