

茅家港滩面沉积物粒度变化及其与水动力的关系

王轲道^{1,2}, 王建¹, 何加武¹

(1. 南京师范大学 地理科学学院, 江苏 南京 210097; 2. 临沂师范学院 地理与旅游系, 山东 临沂 276005)

摘要:根据野外观测的原始资料, 绘出粒度的分布图和不同位置的剖面图, 客观地分析了茅家港滩面沉积物粒度空间分布、季节变化、粒度变化与水动力的关系, 研究发现: 随着离岸向海距离的增加, 中值粒径逐渐变小, 粒径逐渐变粗。突堤内的中值粒径比突堤外的细。冬季的中值粒径比夏季的粗。随着离岸距离的增加, 水动力逐渐增强, 导致滩面沉积物的粒径逐渐变粗; 突堤内的水动力比突堤外的水动力弱, 致使突堤内滩面沉积物的中值粒径比坝外的细; 冬季的水动力比夏季的水动力强, 致使冬季滩面沉积物中值粒径比夏季粗。

关键词:粒度; 变化; 水动力; 关系

中图分类号: P736; P931 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2005)05-0073-07

滩面沉积物的中值粒径随着时间和空间的不同而不同, 潮滩水动力也随着时间和空间位置的变化而变化。潮滩上沉积物的中值粒径是如何变化的, 这种变化与水动力有什么关系, 长期以来, 这些方面很少有深入的研究, 这不利于潮滩的开发和利用。因此, 研究潮滩沉积物中值粒径变化及其与水动力的关系对潮滩的开发和利用就有非常重要的理论意义和现实意义。

茅家港岸段位于长江口北翼的吕泗海岸中部(32.03°N, 121.72°E), 它属于粉沙淤泥质侵蚀性海岸。该地区为典型的温带季风气候, 风向的季节变化十分明显, 冬季以偏北风为主; 夏季则盛行偏南风。茅家港所属的吕泗一带, 岸线向海突出, 与东北风几乎成正交, 海岸受蚀较强。自海堤加固之后, 高滩的侵蚀后退被制止, 但堤外的低滩侵蚀还在继续, 海滩上部已基本稳定平衡, 而下部处于冲刷环境。尽管滩面还在继续侵蚀, 但该岸段潮滩较宽阔(宽达4~5 km), 坡度较小(1‰)。由于滩面的侵蚀, 滩面组成物质粗化(3 ϕ ~5 ϕ), 且较均一, 有向沙质海岸转变的趋势。为保护渔港航道, 当地政府于1991年11月~1992年6月建成了环抱式突堤航道防护工程, 工程建成后, 茅家港滩面发生了明显的冲淤变化, 滩面粒度也有很大变化, 粒度变化反映出水动力也发生了变化。

本研究以1月份代表冬季, 9月份代表夏季。以中值

粒径的大小代表泥沙颗粒的粗细, 中粒径的大小用 ϕ 表示方法表示, 即以粒径的对数来分级: $\phi = -\log_2 D$, (即 $D = 1/2^\phi$, D 为泥沙粒径, 单位为 mm)。

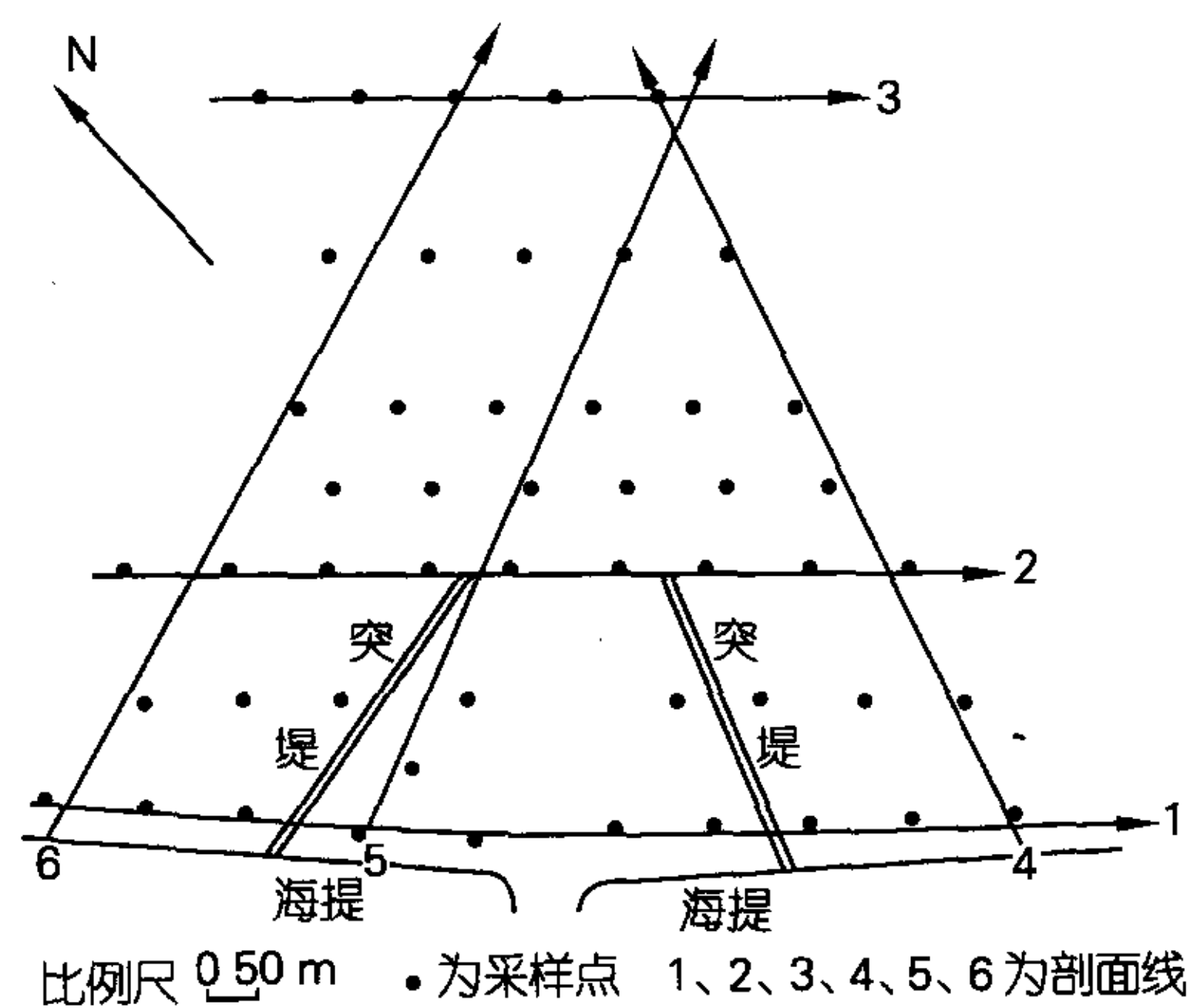


图1 茅家港滩面取样点和剖面位置

Fig. 1 The position of sampling site and section of Maojiagang

收稿日期: 2004-04-16; 修回日期: 2004-07-18

基金项目: 教育部重点项目(00170); 国家教育振兴计划教育部青年教师奖励基金(2001JBC12)

作者简介: 王轲道(1968-), 男, 山东临沂人, 讲师, 在读博士生, 研究方向: 海岸地貌与海岸环境, 电话: 025-83599639, E-mail: lywkd@163.com

应课题研究的需要,作者于1993年9月、1994年1月,分别对茅家港滩面选点(所选点如图1所示)、取表面样,在室内对所采的样品进行了粒度测量:(1)洗盐:将定量的样品置于烧杯中,加清水并用玻棒搅拌使其充分溶解,然后静置至浊液完全沉淀下来后,再将烧杯中清水倾去,如此反复3~4次即可。(2)除去有机质:在装有样品的烧杯中加入适量浓度为30%的过氧化氢,同时用玻棒不停的搅拌,使沉积物样品中的有机质与过氧化氢充分反应,直至完全除去有机质为止。(3)中和及清洗钙、氯离子:在样品液中加入清水,搅拌,然后静置24h,待其完全沉淀后,倒去清液,再加清水,搅拌,静置,如此反复多次,直至样品液接

近中性和洗至无钙、氯离子为止。(4)样品的分散:低温烘干,加入分散剂,然后放入超声波振荡器内进行振荡,使样品充分分散。(5)粒度测量:用激光粒度仪测量沉积物粒度。

1 沉积物粒度的变化

根据在室内测量的粒度数据,绘出了不同季节滩面粒度的中值粒径分布图(图2、图3),以便找出粒度的空间分布和季节变化规律。

1.1 空间变化

从以下两图可以看出滩面沉积物粒径的空间分布总趋势是:随着离岸距离的逐渐增加,中值粒径逐

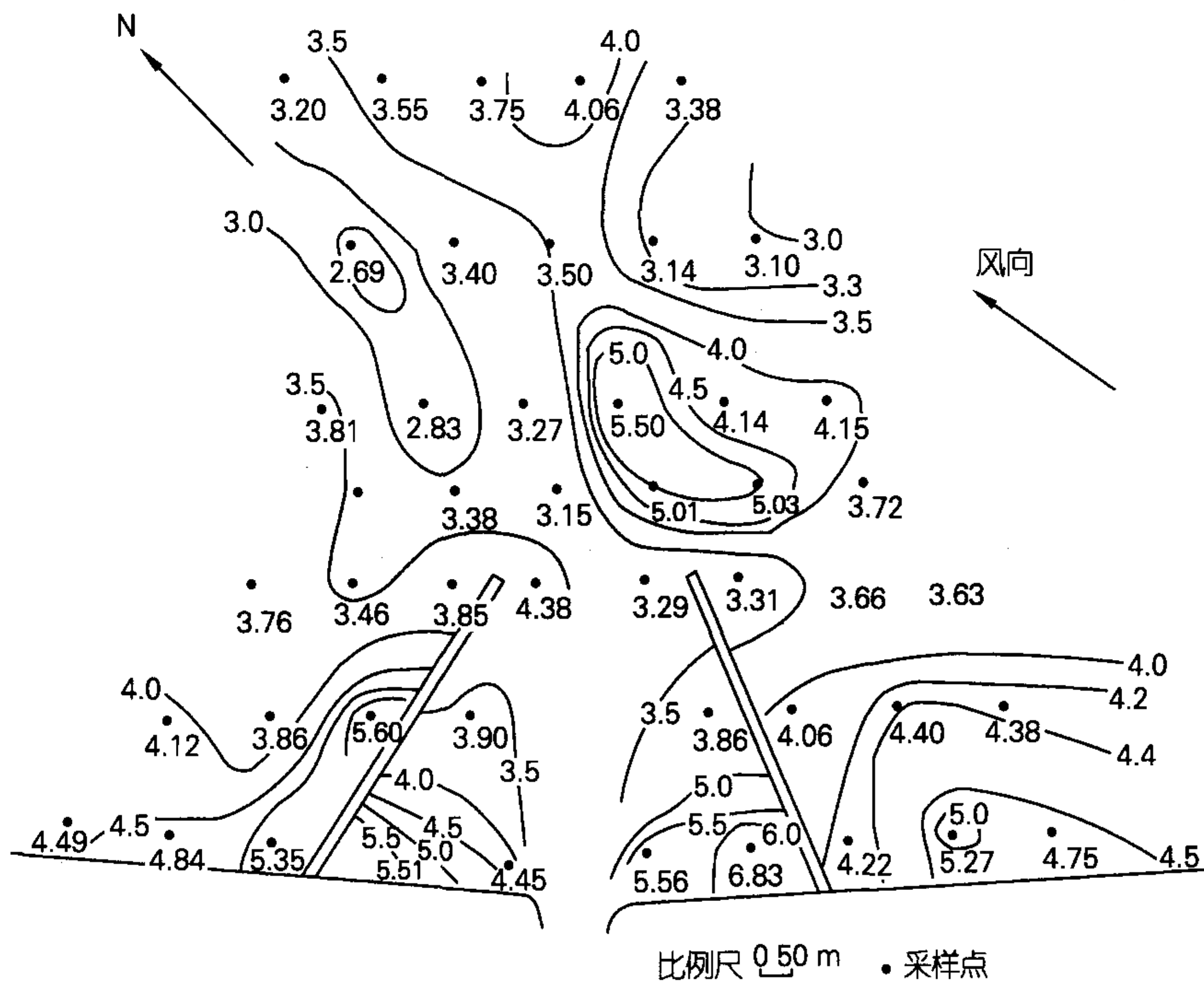


图2 1993年9月滩面沉积物的中值粒径分布图

Fig. 2 The median grain size distribution of sand sediment in Sep. of 1993

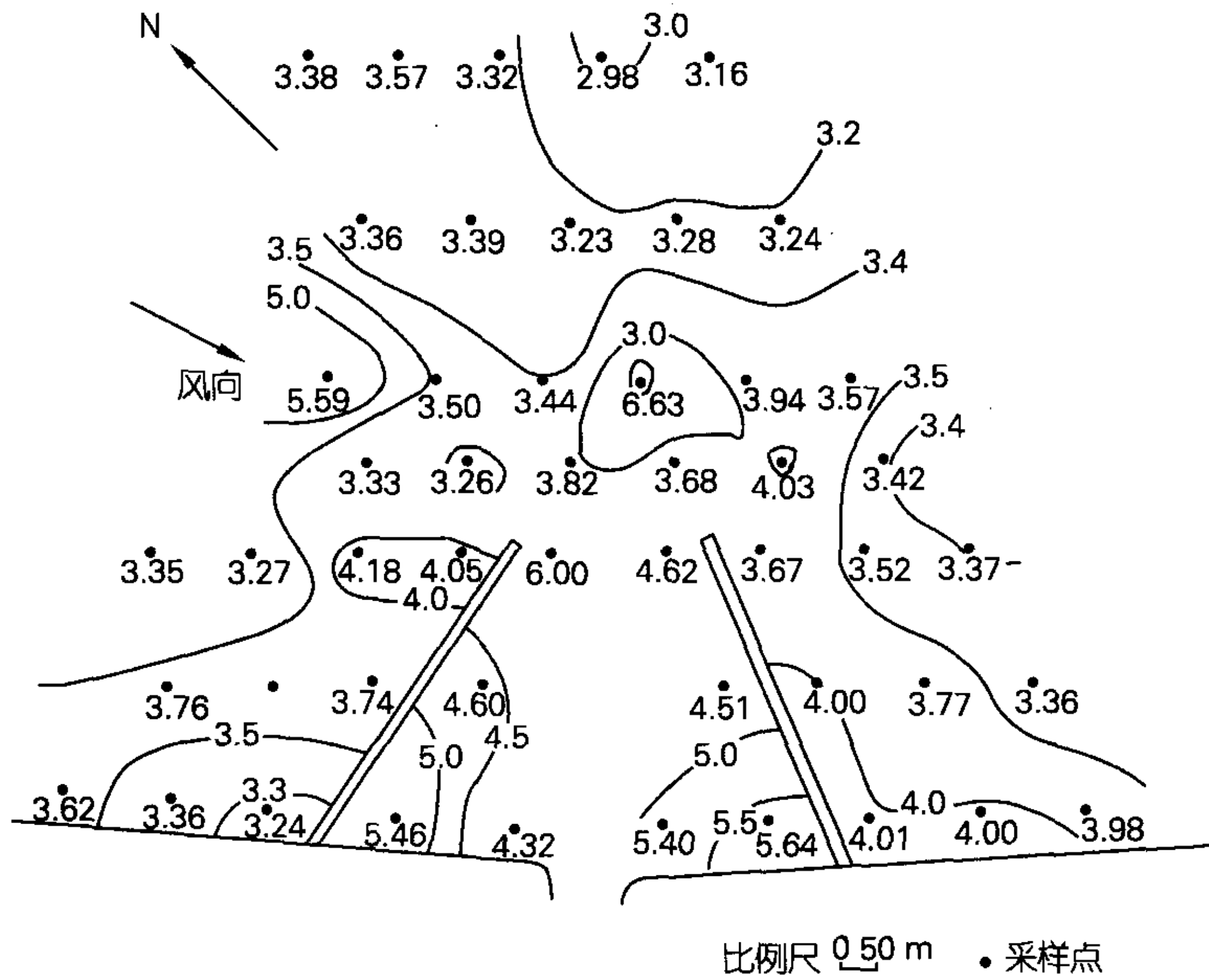


图3 1994年1月滩面沉积物的中值粒径分布

Fig.3 The median grain size distribution of sand sediment in Jan. of 1994

渐减小, 粒径逐渐增大。而两突堤之间的中值粒径比外侧的大, 两突堤之间的粒径比外侧的小。西堤外侧的中值粒径比东堤外侧的中值粒径小, 西堤外侧的粒

径比东堤外侧的粗。

粒度的空间变化从不同剖面的粒度分布图(图4~9)上更能直观地反映出来:

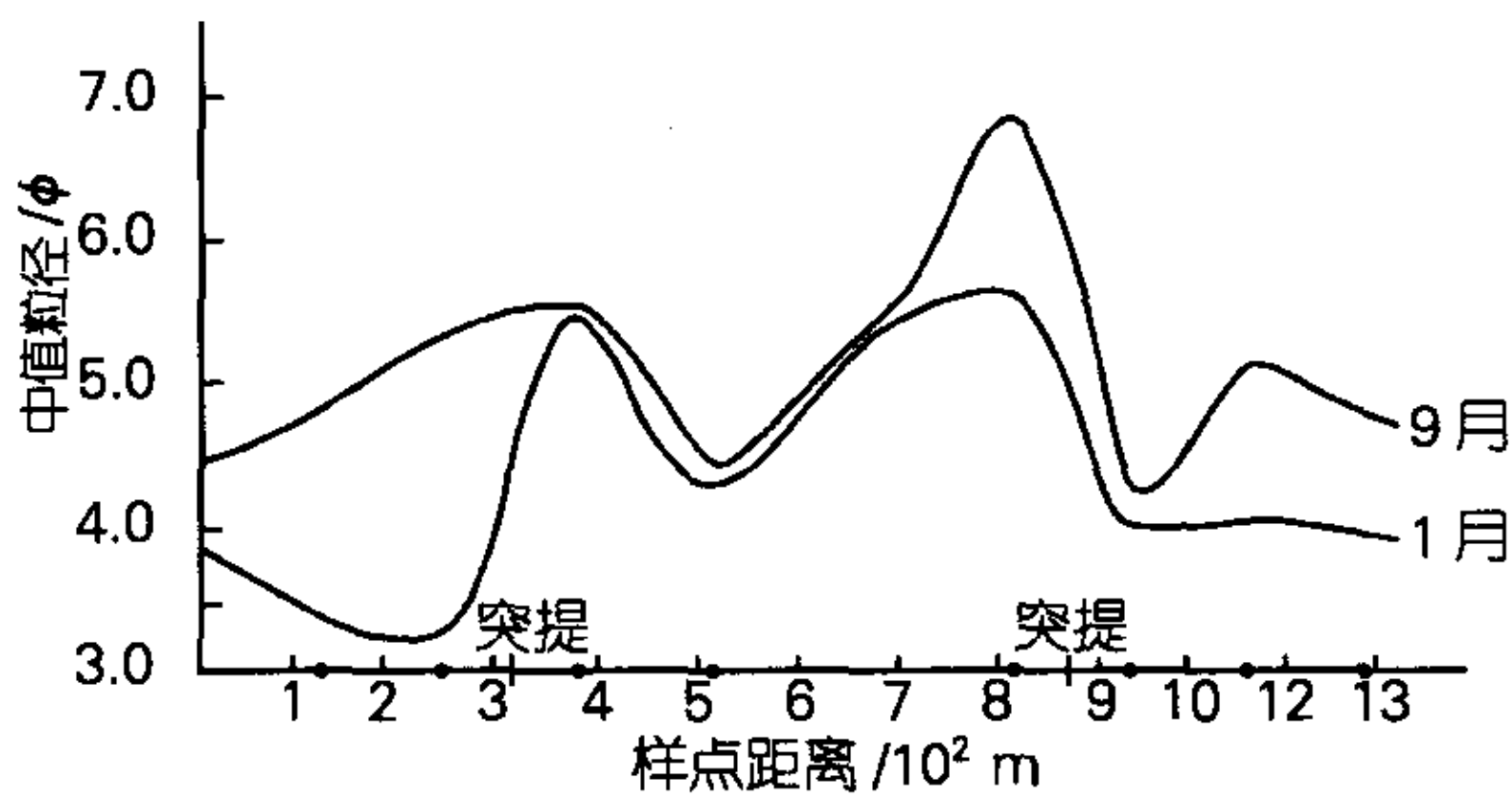


图4 剖面1的粒度变化

Fig.4 The change of grain-size of section 1

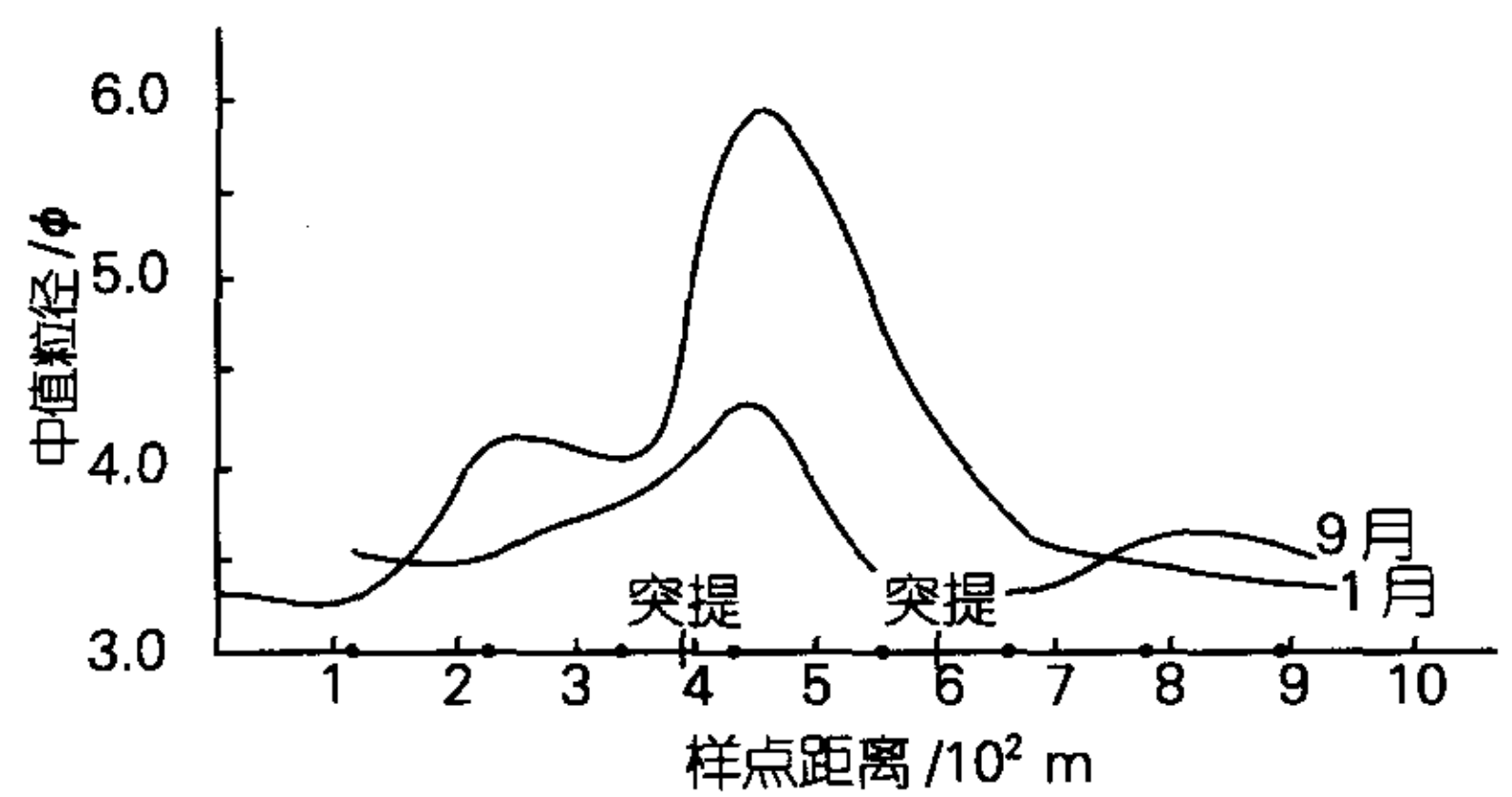


图5 剖面2的粒度变化

Fig.5 The change of grain-size of section 2

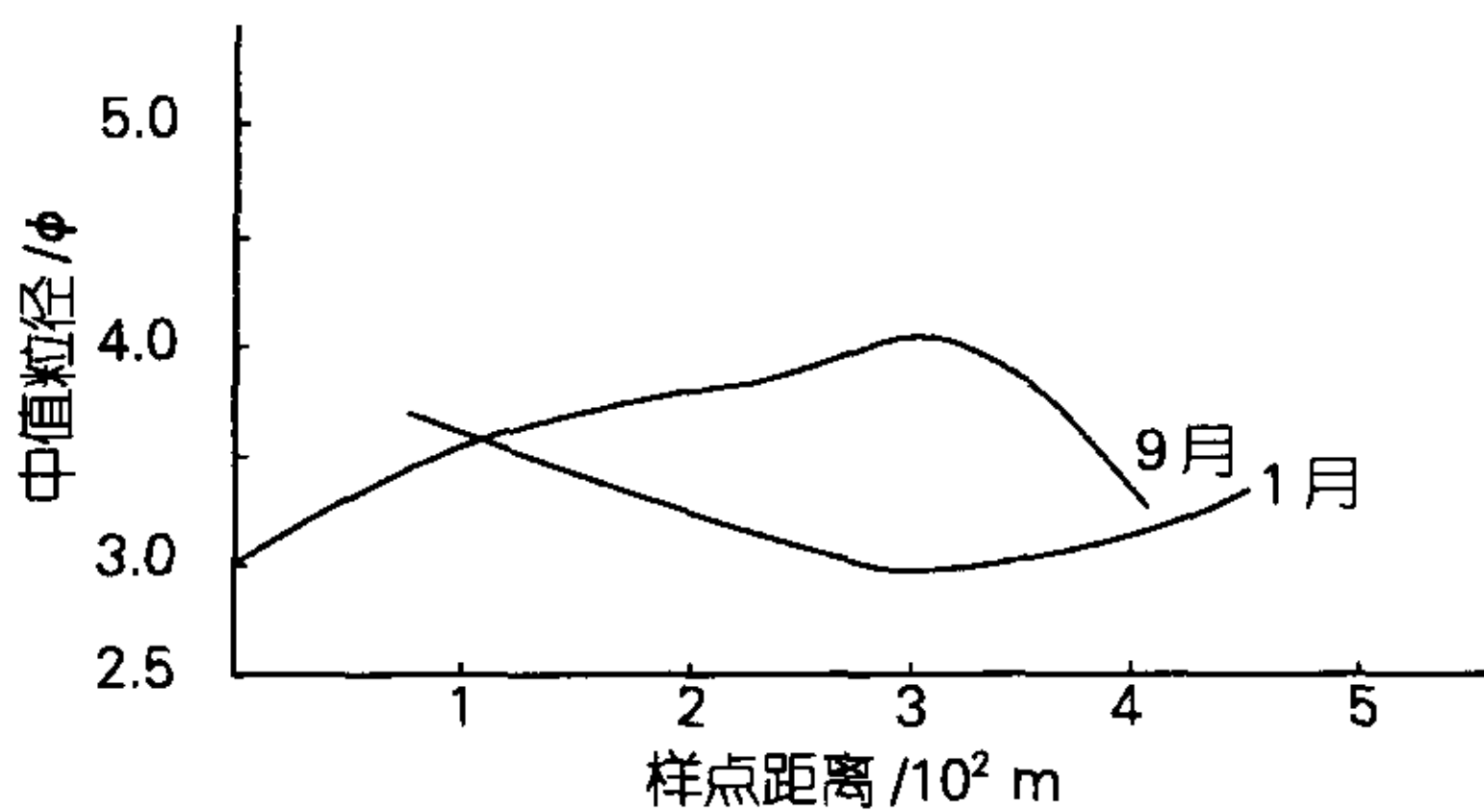


图6 剖面3的粒度变化

Fig.6 The change of grain-size of section 3

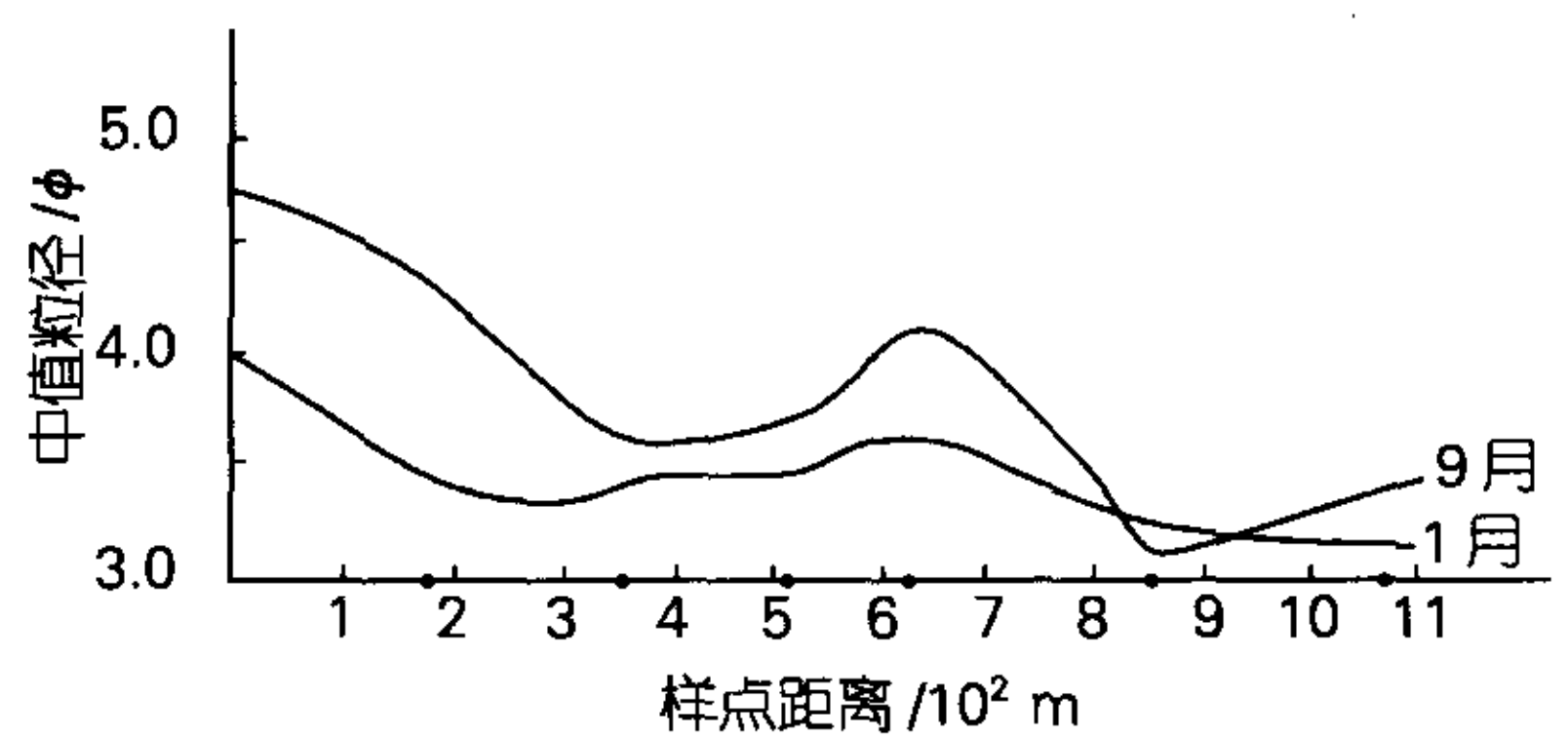


图7 剖面4的粒度变化

Fig.7 The change of grain-size of section 4

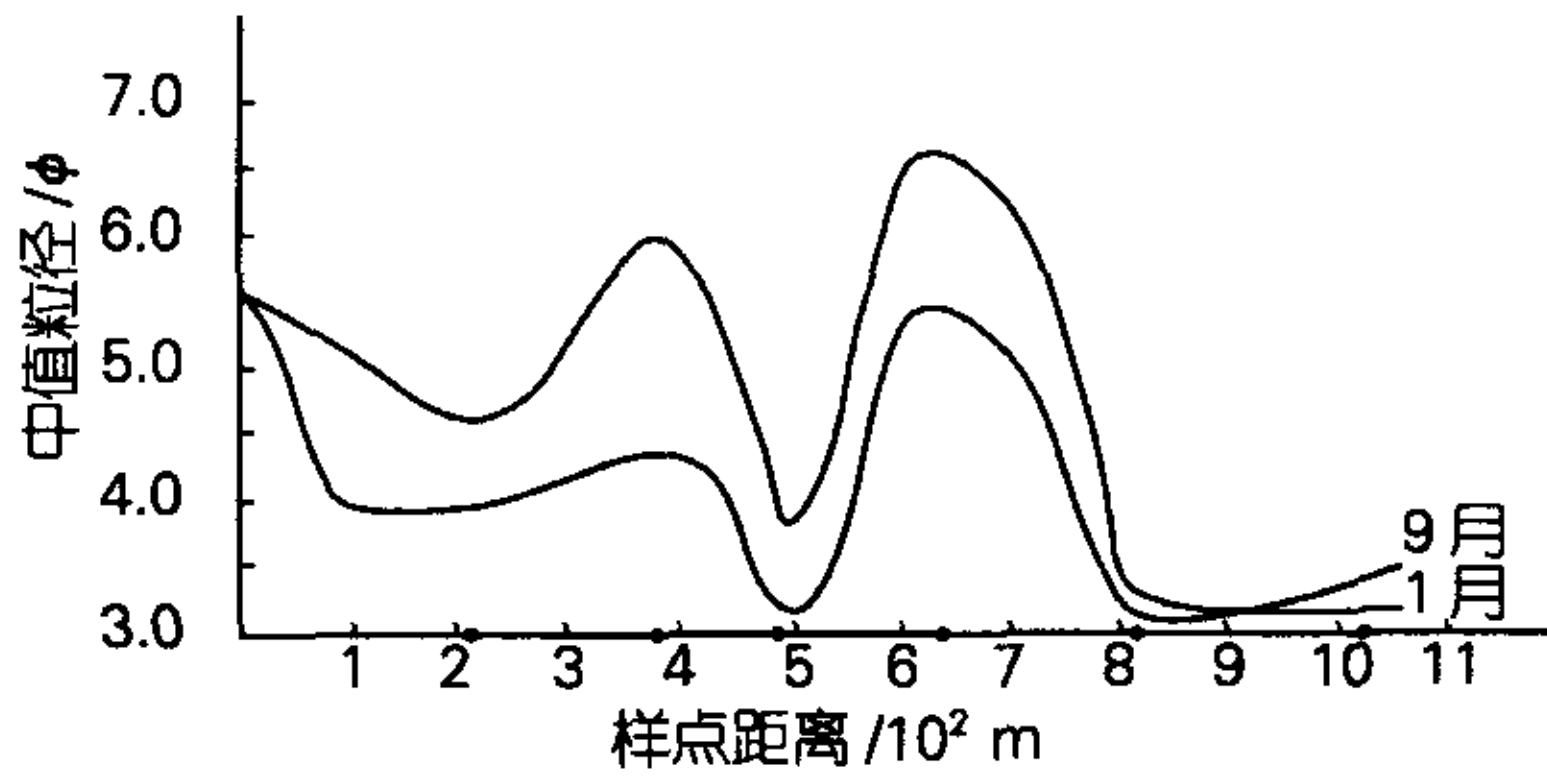


图8 剖面5的粒度变化

Fig. 8 The change of grain-size of section 5

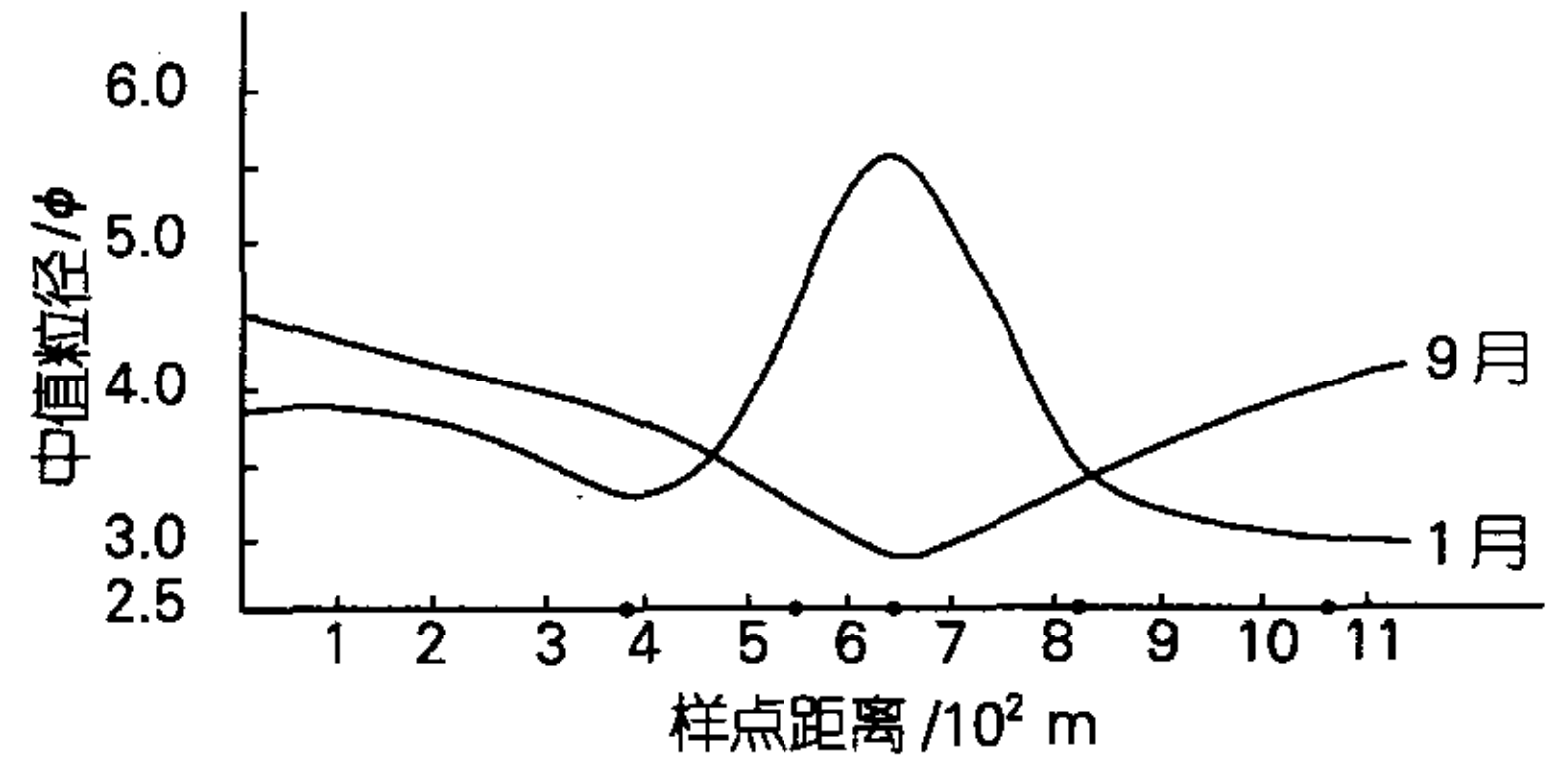


图9 剖面6的粒度变化

Fig. 9 The change of grain-size of section 6

粒度在平行于海岸线的方向上的分布趋势: 突堤内的粒径比突堤外的细, 从图4, 图5可明显地看出: 突堤内的中值粒径比突堤外的中值粒径大, 即突堤内的粒径比突堤外的细。

粒度在垂直于海岸线的方向上的分布趋势: 随着离岸距离的增加, 沉积物的粒径变粗, 综合剖面1, 2, 3来看, 剖面的粒度变化曲线趋于平缓, 中值粒径逐渐变小, 粒径变粗。综合纵剖面4, 5, 6来看, 所有曲线都有自岸向海逐渐降低的趋势, 反映了整个滩面沉积物的中值粒径由岸向海逐渐减小, 沉积物的粒径由岸向海逐渐变粗。

另外, 茅家港航道防护工程建成前后, 滩面不同位置发生了明显的化: 由表1可看出, 建堤前滩面沉积物的中值粒径均为 $3\phi \sim 4\phi$, 且较均一, 粒径 D 较粗; 而建堤后, 突堤内的中值粒径变为 $5.5\phi \sim 6.5\phi$, 粒径 D 变细; 建堤后, 突堤口门处的滩面沉积物的中

值粒径变为 $2.5\phi \sim 4\phi$, 粒径 D 变粗; 东西堤头以外的滩面沉积物的粒度与建堤前后相似, 中值粒径为 $3\phi \sim 4\phi$; 东堤外侧, 建堤后的滩面沉积物的中值粒径变为 $4\phi \sim 4.5\phi$, 粒径 D 较细; 西堤外侧, 建堤后的滩面沉积物的中值粒径变为 $2.5\phi \sim 5\phi$, 粒径 D 变粗。

表1 建堤前后滩面中值粒径的变化

Tab. 1 The median grain size change after building the bank

地点	中值粒径(ϕ)	
西堤内	3.0~4.0	5.5~6.5
西堤外侧	3.0~4.0	2.5~5.0
东堤外侧	3.0~4.0	4.0~4.5
口门处	3.0~4.0	2.5~4.0
堤头外侧	3.0~4.0	3.0~4.0

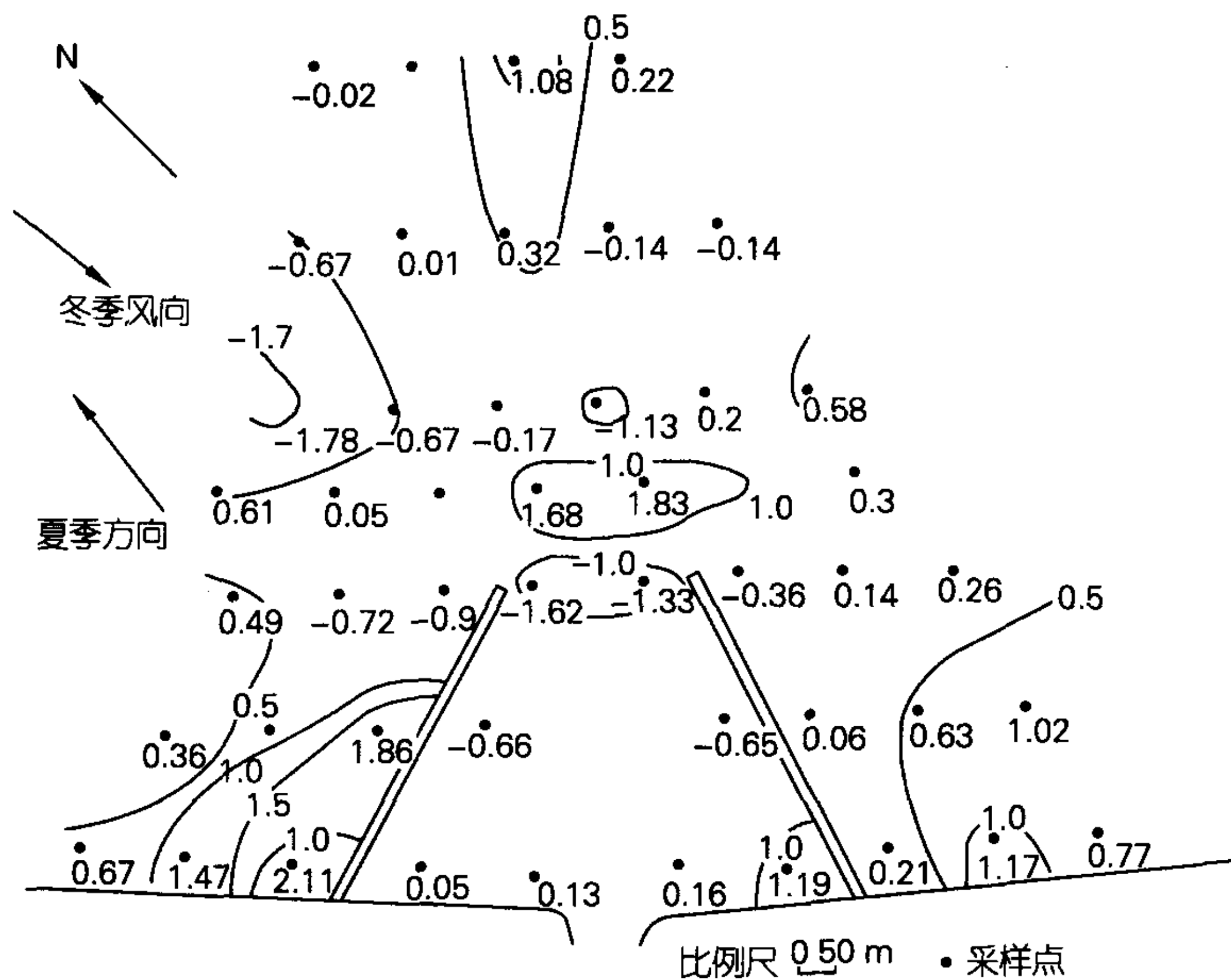


图10 夏、冬两季沉积物中值粒径差值分布

Fig. 10 The distribution figure of median grain size difference between summer and winter

1.2 季节变化

前面的 2 幅滩面沉积物中值粒径分布图和 6 幅剖面图,直观地反映了粒度的空间分布和变化。同时也反映出粒度的季节变化规律:即冬季的中值粒径较小,粒径 D 较大;夏季的中值粒径较大,粒径 D 较小。为了更明显地显示粒度的季节变化,我们将夏季的中值粒径与冬季的中值粒径相减,得到二者的差,并作出夏冬两季中值粒径差值的分布图(如图 10)。

从图中,可以更直观地看出:大部分采样点的中值粒径的差为正值,即说明夏季的中值粒径大于冬季的中值粒径,也就是夏季的粒径 D 比冬季的粒径 D 细。个别地方的中值粒径的差为负值,说明夏季的中

值粒径小于冬季的中值粒径,也就是夏季的粒径 D 比冬季的粒径 D 粗的特殊情况。

2 水动力状况

2.1 基本水动力条件

2.1.1 波浪

茅家港地区的近岸水域波浪总的来说比较小,据吕泗海洋站的波浪资料统计,无浪天数约占全年的 50%。常浪向方位在 NW~SE 之间,季节变化明显,强浪向主要是 NNW~NE,时间为每年的 10 月到第二年的 3 月。下表为近岸不同波向的波高和频率统计表(表 2)。

表 2 近岸不同波向的波高和频率统计表

Tab.2 The wave height and frequency of different wave direction

波高(m)					出现的频率(%)				
NNW	N	NNE	NE	ENE	NNW	N	NNE	NE	ENE
0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	4.67	7.32	4.9	8.26	8.33
0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	1.0	2.01	1.18	1.41	0.68
0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.09	0.23	0.27	0.14	1.18
>1.0	>1.0	>1.0	>1.0	>1.0	0.14	0.13	0.05	0.05	/

2.1.2 潮汐

茅家港地区近海海域地处江苏近海辐射沙脊群以南,受其掩护,近海潮汐主要受东海前进波控制,该地区的潮汐为正规半日潮型。根据吕泗海洋站潮位资料统计,其特征值为:最高高潮位: + 4.67 m(其高程零点为废黄河口零点,下同);平均高潮位: + 2.0 m;平均潮位: + 0.15 m;平均低潮位: - 1.68 m;最低低潮位: - 3.93 m;平均潮差: + 3.68 m;最大潮差: + 6.87 m。

由于受吕泗岸段近岸地形的影响,近岸地区潮流较复杂。茅家港地区的涨潮历时大于落潮历时,潮流基本作沿岸运动。若将潮流分解成平行于海岸的向东南水流和向西北水流两股水流,向东南水流平均流速为 0.19 m/s,向西北水流平均流速为 0.08 m/s,近岸向东南的潮流远大于向西北的潮流。

2.2 突堤建成后的水动力变化

2.2.1 波浪

建堤的主要目的之一就是防止在风浪的作用下,潮滩表面粉沙的运移对航道的淤积。突堤建成后,波浪只能通过口门进入堤内,由于口门较小,波浪进入口门以后,产生衍射作用,使波能分散,波高降低,动力弱,有效地减弱了波浪对浅滩底沙的作用。对

NNW-EN 向强风浪而言,西堤外侧为迎风浪的一侧,水动力较强。东堤外侧则是背风浪的一侧,为波影区,水动力较弱。

2.2.2 潮汐

建堤的又一主要目的就是阻止沿岸流将潮滩底沙带至航道淤积。突堤建成后,沿岸流受突堤的阻挡,绕过突区,使堤内保持平静的水域,动力较弱。潮流主要是在涨落潮时对堤内滩面产生影响。建堤后我们多次在滩面上进行流速、流向的测量,口门处的涨潮流流向为 150°~290°,平均为 180°~200°,即南至南西南;落潮流流向为 70°~110°,平均为 80°~90°,即向东。口门处的流速(见表 3),由表 3 可看出:口门处流速远远大于建堤前的流速(仅 19 cm/s)。

表 3 口门处的最大涨潮流速和最大落潮流速

Tab.3 The maximum flow velocity of flux and ebb at the gate

水层	最大涨潮流速(cm/s)		最大落潮流速(cm/s)	
	中潮	大潮	中潮	大潮
表层	29	51	32	62
中层	29	34	27	53
底层	22	50	21	38

3 粒度变化与水动力的关系

粒度变化与水动力有着密切的关系,水动力的变化引起滩面沉积物粒度的变化,粒度变化反映滩面水动力的变化。

3.1 滩面沉积物粒径的空间变化与对水动力空间变化的关系

随着离岸距离的增加,水动力逐渐增强,滩面沉积物的粒径变粗。建堤前,滩面的水动力条件较强,且一致,使滩面沉积物的粒径较粗,且较均一。而建堤后,突堤内的水动力变弱了,波浪掀起的泥沙仅以悬沙形式被潮流带入突堤内,泥沙粒径小,致使堤内滩面沉积物粒径变细;建堤后口门处的水动力增强了,搬运的泥沙粒径变大,致使突堤口门处的滩面沉积物的粒径变粗了;突堤口门以外不受或弱受突堤的影响,水动力不变,挟带的泥沙粒径变化不大,致使突堤以外的滩面沉积物的粒度与建堤前后相似;东堤外侧,建堤后东堤外侧的水动力变弱了,挟带的泥沙粒径变小,沉积的颗粒变细,致使建堤后的滩面沉积物的粒度较细;建堤后西堤外侧的水动力变强了,水流挟带的泥沙粒径变大,沉积的颗粒变粗,建堤后的滩面沉积物的粒度冬季粗,夏季细,现场观测分析,夏季虽有所淤积,但其程度远不及冬季的冲刷,表现为滩面总体的冲蚀,总体上滩面沉积物的粒径变粗。

3.2 滩面沉积物粒径的季节变化与对水动力季节变化的关系

由于滩面的水动力作用主要来源于波浪。波浪的类型主要是风浪。该地区属于温带季风气候,风向及风力的季节变化十分明显,在季风的影响下该地区波浪的季节变化较显著。冬季,一般以北西到北北东的浪向为主,频率最大可达20%,偏北向浪总频率为39%~47%,浪级一般为5级,频率为30%,波高一般在2.9~4.1 m间;夏季以南向风为主,最大频率为36%,最大浪级亦以5级为多,波高一般为1.7~3.2 m,由于该地区地处中纬度地区,因而夏季有台风登陆,平均每年一次,对本区影响较大。波浪的季节变化十分明显。因而,该地区滩面的水动力的季节变化十分明显。

因该处以波浪为主的水动力季节变化十分明显,从而导致该地区滩面沉积物粒度的季节变化也十分明显。从前面6个剖面线的9月与1月的中值粒径比

较来看,除剖面2与剖面5,其它的剖面均是9月的中值粒径大于1月份的中值粒径,可以说明1月份的粒径 D 大于9月的粒径 D ,原因就在于以波浪为主的水动力冬季强于夏季,导致夏季的滩面粒径 D 细于冬季的滩面粒径 D 。而剖面2与剖面5主要是受突堤的影响,剖面2中离突堤较远的两侧,仍有上述规律,只是堤头附近和突堤口门以外有所不同:1月的中值粒径偏大,粒径 D 较细。其主要原因是由于冬季沿岸流的冲刷,导致在西堤两侧及前缘形成深潭,出现了冬季粒径 D 偏细的特殊情况。

4 结语

茅家港航道防护有效地削减了突堤内的水动力,滩面泥沙粒径 D 变细,航道不淤,使航道的位置和深度稳定,有效地保护了航道。

茅家港滩面沉积物的粒度的空间分布和季节变化都有明显的规律:随着离岸向海距离的增加,中值粒径逐渐变小,粒径 D 逐渐变粗。突堤内的粒径 D 比突堤外的细。冬季的粒径 D 比夏季的粗。

滩面沉积物的粒度的空间分布和季节变化都与水动力条件有密切的关系:随着离岸距离的增加,以波浪为主的水动力逐渐增强,导致滩面沉积物的粒径 D 逐渐变粗;由于受突堤的掩护,突堤内的水动力比突堤外的水动力弱,导致突堤内滩面沉积物的粒径 D 比坝外的细;冬季的水动力比夏季的水动力强,导致冬季滩面沉积物粒径 D 大部分比夏季粗。在西堤外侧和堤头附近由于冬季沿岸流的冲刷形成了深潭,突堤口门以外由于航道季节移动,导致冬季滩面沉积物粒径 D 比夏季细。

茅家港岸段为粉沙淤泥质侵蚀性海岸,建堤后,突堤内和东堤外水动力变弱,滩面沉积物的粒径 D 变细,滩面淤积。西堤外和口门处水动力增强,滩面沉积物的粒径 D 变粗,滩面冲刷。这对如何保护、开发利用粉沙淤泥质侵蚀性海岸具有重要的指导作用。

致谢:徐孝彬、陈士涛等一起进行野外采样测量,王艳红曾帮助绘制图件,在此谨致谢忱!

参考文献:

- [1] 王建,刘泽纯,姜文英,等.磁化率淤粒度、款物的关系及其古环境意义[J].地理学报,1996,51(2):155-163.
- [2] 喻国华,鲍曙东.茅家港入海航道减淤工程方案的模型试验研究[R].南京:南京水利科学研究院,1990.
- [3] 贾玉连,柯贤坤.渤海曹妃甸沙坝—泻湖海岸现代沉

- 积的磁化率与粒度、矿物的关系[J]. 海洋通报, 2000, 19(1): 41-50.
- [4] 刘家驹, 喻国华. 海岸工程泥沙的研究和应用[R]. 南京: 南京水利科学研究院报告, 1995.
- [5] 徐孝彬. 茅家港工程的工程地貌学分析[D]. 南京: 南京师范大学地理科学学院, 1997.
- [6] 喻国华, 施世宽. 吕泗岸滩侵蚀分析及整治措施[A]. 江苏省科学技术委员会, 江苏省科学技术协会. 江苏省海岸带、海涂资源综合考察及综合开发利用学术论文集选编(第三集)[C]. 北京: 海洋出版社, 1982. 9.
- [7] 成都地质学院陕北队. 沉积岩(物) 粒度分析及其应用[M]. 北京: 地质出版社, 1978. 1-110.
- [8] 任明代, 王乃梁. 现代沉积环境概论[M]. 北京: 科学出版社, 1981. 1-163.
- [9] 柯马尔 PD(美). 海滩过程与沉积作用[M]. 北京: 海洋出版社, 1985. 1-133.
- [10] 单树模, 王维屏, 王庭槐. 江苏地理[M]. 南京: 江苏人民出版社, 1980.

Grain-size distribution in Maojiagang beach sands and its relation to water dynamics

WANG Ke - dao^{1,2}, WANG Jian¹, HE Jia - wu¹

(1. College of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China; 2. Department of Geography and Tourism, Linyi Teachers' College, Linyi 276005, China)

Received: Apr., 16, 2004

Key words: grain-size; distribution; water dynamics; relation

Abstract: Grain-size distribution was mapped by original data collected in Maojiagang Beach, its seasonal change and the to water dynamics. With distance increasing from the coast, median grain sized portion decreased, grain-size become coarser. Grain-size near dams is finer than it outside dams. Grain-size in winter is bigger than it in summer. With distance to coast increasing, water dynamics be comes stronger, it lead to grain-size gradually become bigger; Water dynamics in dams is feebler than it outside dams, it lead to the grain-size in dams is smaller than it outside dams; water dynamics in winter is stronger than it in summer, resulting in coarser sand than it in summer.

(本文编辑: 刘珊珊)