

杭州湾南岸互花米草潮滩底质粒度及其分布特征

李加林

(宁波大学 海岸带资源与环境研究中心, 浙江 宁波 315211)

摘要:以杭州湾南岸为例,探讨互花米草(*Spartina alterniflora*)潮滩底质的粒度及其分布特征。结果表明杭州湾南岸互花米草潮滩底质由黏土质粉砂、粉砂、粉砂质砂和砂质粉砂组成;从杭州湾口向湾内,互花米草潮滩底质中值粒径逐渐变粗,分选性变好;从低潮滩向高潮滩,互花米草潮滩底质的中值粒径逐渐变小,分选性变差。互花米草盐沼的形成使得潮滩底质粒度及其分布特征产生明显改变。

关键词:互花米草(*Spartina alterniflora*);潮滩;底质;粒度特征;杭州湾南岸

中图分类号:P737.1

文献标识码:A

文章编号:1000-3096(2008)08-0053-05

互花米草(*Spartina alterniflora*)原产美国大西洋沿岸,是中国于1979年引进的适宜在沿海潮间带广阔滩面生长的耐盐、耐淹禾本科米草属多年生草本植物^[1]。在诸多的海岸盐沼植被中,互花米草因其繁殖能力强、生命力旺盛、适应性广、抗逆性高而成为一种有一定经济价值的理想保滩护岸植被。互花米草引种后在我国发展很快,成为我国沿海地区分布面积最广的盐沼植被之一。20多年来,互花米草在保滩护岸、促淤造陆、改良土壤、绿化海滩和改善生态系统等方面的功能已被人们所认识^[1-8],但是在部分地区,特别是福建沿海互花米草也对盐沼植被生物多样性和海产养殖带来负面影响^[9],以至于被认为是一种“毒草”,并把它列为有害外来种加以消灭^[10,11]。互花米草的引种使得原生盐沼水动力条件、沉积地貌和盐沼演替过程产生明显改变,国内外学者在互花米草盐沼形成及其地貌影响等方面开展了相关研究工作^[12-14]。作者主要探讨杭州湾南岸互花米草潮滩底质的粒度及其分布特征。

1 研究区背景

杭州湾位于浙江省东北部及上海市东南、钱塘江口外,为东西走向的喇叭型强潮河口湾,具有潮流急、潮差大,海水含沙量高的特点。海湾面积约5 000 km²,其中岸线至理论基准面以上滩涂面积约550 km²。杭州湾南岸地处北亚热带南缘,属亚热带季风型气候,受冬夏季风交替影响,雨量充沛,四季分明,温暖湿润,为浙江省重要的粮棉产区。杭州湾南岸为杭州湾潮汐主流隐蔽区,水深较浅,海水盐度低于外海,含沙量高且变幅大。岸线成弧形北凸,并形成面积广阔的慈溪浅滩。杭州湾南岸潮滩原生盐沼植被种类较少,主要分布有茅草、盐蒿和碱蓬等。1995年以来,杭州湾南岸已形成宽百米以上,最宽达2 km,连绵50 km,总面积为5 500 hm²的互花米草盐沼。

2 数据来源及分析方法

2003年7月20~22日在杭州湾南岸慈溪市海岸的西二、四灶浦和海黄山(即海岸的西、中、东部)以海堤为起点,分别在互花米草潮滩过渡到光滩的垂直于海堤的3个断面上,运用拓普康全站仪进行水准测量,三条剖面号分别为H、B和Q(图1)。3个断面均包括草滩及草滩外的部分光滩,并分别按一定间距采集11、12和14个底质样品,各断面均包括若干互花米草滩内样品和草滩外样品。取每个样品约1 g,经超声波自动分散后,用法国产Cilas 940 L型激光粒度仪进行粒度分析,获取粒度分析数据,其中中值粒径从粒度分析结果直接读出,其他粒度参数采用矩值法计算得到。

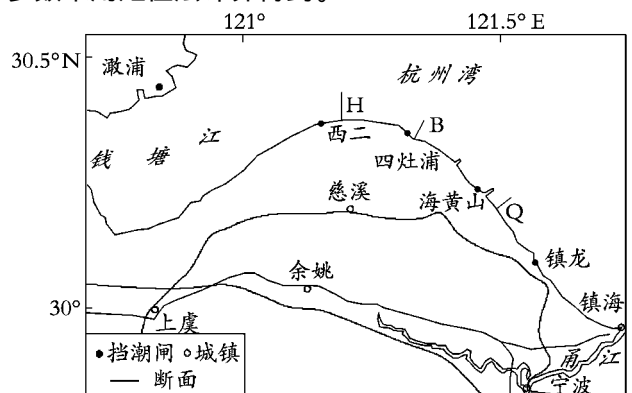


图1 研究区概况

Fig. 1 Position map of study area

收稿日期:2005-04-13;修回日期:2008-05-31

基金项目:国家自然科学基金项目(40701006);浙江省自然科学基金项目(Y505032);宁波市自然科学基金项目(2006A610077)

作者简介:李加林(1973-),男,浙江台州人,副教授,博士后,主要从事海岸带资源环境和遥感应用研究,E-mail:nbnj2001@163.com

由于互花米草潮滩与光滩的地貌特征有显著差异,因此,将研究岸段划分为2个一级地貌单元,即互花米草滩和草滩外侧光滩。由于研究岸段海堤堤脚大部分位于平均高潮位以下,堤脚外侧即为互花米草分布,因此,一级地貌单元互花米草滩是由海堤至生长有互花米草的海侧边界范围(即互花米草盐沼分布区),一级地貌单元草滩外侧光滩是指由互花米草的海侧边界到中潮滩的滩面范围。考虑到一级地貌单元互花米草滩在不同高程上沉积特征的差异,将其进一步分为海侧草滩、中间草滩和陆侧草滩3个二级地貌单元。草滩外侧光滩则不再划分二级地貌单元。

3 研究结果

3.1 杭州湾南岸互花米草潮滩底质类型及粒度特征

通过对激光粒度仪分析结果的处理,得到沉积物中不同粒组的体积分数,采用国家海洋局1975年公布的海洋调查分类方法进行沉积物分类(表1)。结果表明,杭州湾南岸互花米草潮滩沉积物主要由黏土质粉砂、粉砂、粉砂质砂和砂质粉砂四类组成。从底质不同粒组体积分数看,粒径为4~8的粉砂粒组体积分数最高,除西段潮滩H断面光滩底质砂粒组体积分数为55.92%,粉砂粒组体积分数仅为41.18%外,其余样本底质的粉砂粒组体积分数均在70%以上。而粒径小于4的砂粒组和粒径大于8的黏土粒组的比重相对较少。具体到不同断面,底质中各粒组体积分数则表现出一定的差异。从低潮滩向高潮滩方向底质中值粒径值总体上表现为增大趋势,底质粒度变小,各断面底质粒级组成均表现为砂大量减少和黏土大量增加,分选性则从低潮滩的分选中等或分选较差,逐渐过渡到高潮滩草滩的分选差(图2)。

表1 互花米草潮滩及光滩底质粒度参数比较

Tab.1 Grain parameters of superficial sediments along *Spartina alterniflora* coast

断面	位置	样品数	各粒组体积分数(%)			粒度参数平均值				
			砂	粉砂	黏土	M_d	M_z	σ_1	K_{S1}	K_g
H	草滩	6	18.75	71.39	9.86	5.07	5.23	1.81	0.17	1.61
	光滩	5	55.92	41.18	2.89	3.84	3.92	1.05	0.24	1.43
B	草滩	10	8.40	76.10	15.50	5.87	6.08	1.90	0.25	1.17
	光滩	4	22.77	71.92	5.31	4.86	4.93	1.23	0.17	1.50
Q	草滩	8	7.19	73.97	18.84	6.31	6.38	2.01	0.14	1.02
	光滩	4	14.49	76.70	8.81	5.16	5.43	1.26	0.35	1.36

注:中值粒径 M_d 、平均粒径 M_z 、分选系数 σ_1 、偏态 K_{S1} 和峰态 K_g 均按粒度值计算

为进一步分析杭州湾南岸不同岸段互花米草滩内外底质的粒度特征,分别以H,B,Q断面代表潮滩西、中和东侧岸段进行分析。结果表明,西段潮滩草

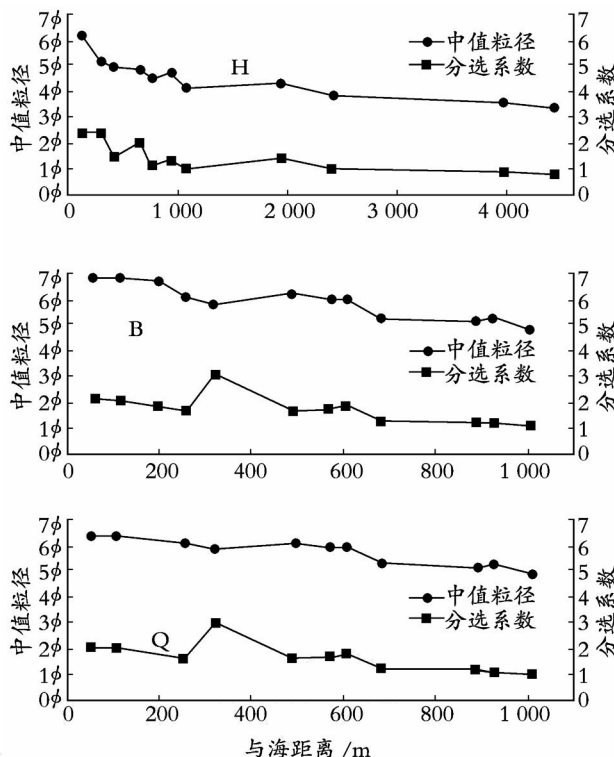


图2 中值粒径和分选系数在各断面的沿程变化

Fig.2 Changes of M_d and σ_1 along various sections

互花米草滩内外底质的3个粒组的体积分数的差异主要表现在草滩外侧光滩砂粒组的体积分数高于草滩,而黏土粒组的体积分数小于草滩。底质中3个粒级体积分数的这种分布特征是互花米草消能的直接后果。对于草滩外侧的光滩而言,由于没有植被阻挡掩护,潮流流速大,潮流携带的颗粒较大的泥沙颗粒才有可能在潮滩表层沉积,而悬浮的细颗粒泥沙则会随潮流向互花米草滩内输移,进入草滩后,受互花米草植株及根系的阻挡,加上滩面高程的增高,潮流的能量被大大削减,细颗粒泥沙在草滩内依次发生沉积。

滩外侧光滩底质比草滩底质粗,粒级组成以砂为主,平均体积分数达55.92%,粉砂体积分数为41.18%,黏土体积分数仅占2.89%,中值粒径和平均粒径分

别为 3.84 和 3.92。潮滩底质的分选性较差,但草滩外侧光滩底质的分选性明显好于草滩底质。从偏态和峰态看,草滩外侧光滩底质比草滩底质更显正偏,草滩底质为很窄峰态,草滩外侧光滩底质为窄峰态。中段潮滩草滩内外底质粉砂粒级的平均体积分数分别为 76.10 %和 71.92 %,草滩底质砂和黏土粒组的平均体积分数分别为 8.40 %和 15.50 %,中值粒径和平均粒径分别为 5.87 和 6.08。草滩外侧光滩底质的砂粒组平均体积分数达 22.77 %,而黏土仅占 5.31 %,中值粒径和平均粒径分别为 4.86 和 4.93。中段潮滩底质的分选性较差,草滩外侧光滩底质的分选性明显好于草滩底质。从偏态和峰态看,草滩外侧光滩底质正偏更显著,峰态更窄。东段潮滩草滩内外底质粉砂平均含量分别为 73.97 %和 76.70 %,但砂和黏土粒级体积分数的差别却相当明显,草滩底质砂和黏土粒组的平均体积分数分别为 7.19 %和 18.84 %,中值粒径和平均粒径分别为 6.31 和 6.38。草滩外侧光滩底质砂粒组平均体积分数达 14.49 %,黏土仅占 8.81 %,中值粒径和平均粒径分别为 5.16 和 5.43。从草滩内到草滩外,底质的分选性由差到较差,有变好趋势,底质偏态则从正偏向极正偏变化,草滩底质峰态中等,草滩外底质峰态为窄峰态。

从潮滩不同岸段底质粒度分布看,由东到西互花米草潮滩内、外底质中值粒径平均值均表现为逐

渐增粗的趋势。潮滩底质的这种西粗东细的分布主要与杭州湾缩窄,潮汐能量集聚,潮差增大有关。湾口处潮滩底质主要沉积来自长江远距离输送的极细颗粒。从湾口向内,随着喇叭口的收缩,潮汐能量增强,携带的泥沙颗粒增大,潮滩底质也相应变粗。与之类似,从湾口到湾内,随着潮差的增大,潮流对泥沙的分选作用也进一步增强,故草滩内外底质的分选性也表现出由东向西逐渐变好的趋势。

3.2 杭州湾南岸互花米草潮滩不同地貌单元底质粒度分布及成因

为进一步分析互花米草分布对潮滩底质粒度的影响,绘制互花米草不同地貌单元底质的频率分布曲线和频率累积分布曲线(图 3~图 5)。由图 3~图 5 可知,互花米草潮滩不同地貌单元上的底质粒度频率曲线基本上都为较窄峰态的单峰型,说明底质来源以潮波输送泥沙为主,而非原地沉积,底质受改造程度高。仅 H 断面的陆侧草滩、中间草滩及 B 断面的陆侧草滩还有一极低的峰态,在断面陆侧出现的这种低峰可能是雨水对沉积物的改造所致。从草滩外侧光滩到陆侧草滩,频率曲线上的众数表现出与底质中值粒径一致的变化趋势,即逐渐向颗粒较细的一端移动,这表明潮滩底质中出现频率最大的粒级逐渐变小。

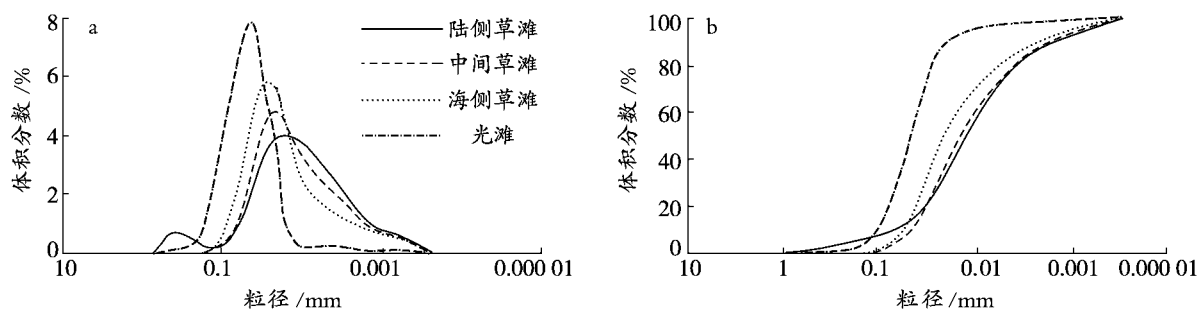


图 3 互花米草典型地貌单元底质粒度曲线图(H 断面)

Fig. 3 Grain size curves of sediments at typical location along *Spartina alterniflora* coast (H section)

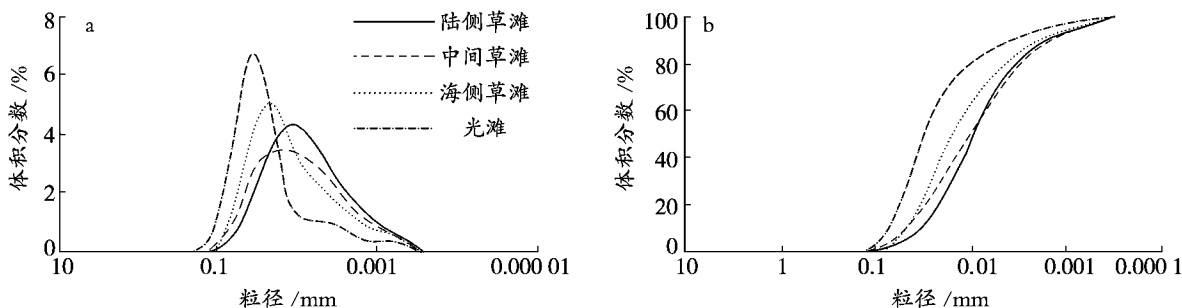


图 4 互花米草典型地貌单元底质粒度曲线图(B 断面)

Fig. 4 Grain size curves of sediments at a typical location along *Spartina alterniflora* coast (B section)

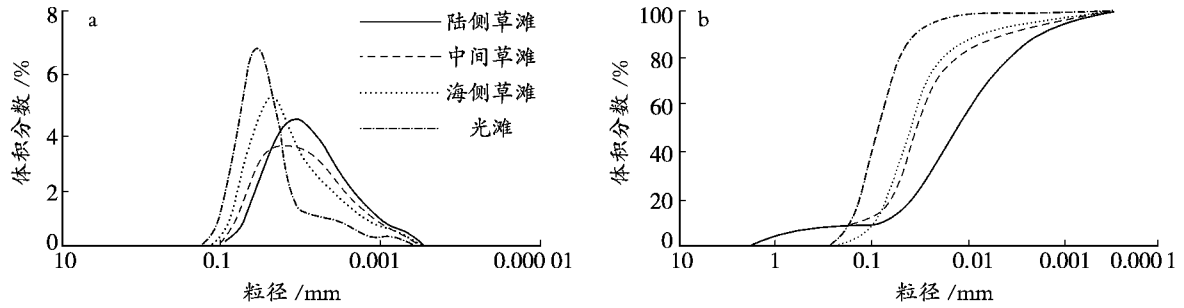


图5 互花米草典型地貌单元底质粒度曲线图(Q断面)

Fig.5 Grain size curves of sediments at a typical location along *Spartina alterniflora* coast (Q section)

根据沉积物的搬运方式,潮滩底质可以分为推移质、跃移质和悬移质3种粗细不同的类型。频率累积曲线可用来分析潮滩底质中悬移质、跃移质和推移质的构成及比例。由底质粒度频率累积曲线可知,杭州湾南岸互花米草潮滩不同地貌部位上的底质均包含三种搬运方式的沉积物,但表现为跃移质为主,悬移质次之,推移质最少;且由海向岸悬移质、跃移质和推移质均有变细趋势。此外,各断面互花米草滩内外不同搬运方式的沉积物有明显的跃变现象,H断面的陆侧草滩与中间草滩及海侧草滩也存在明显的跃变,这说明互花米草的存在明显地改变着潮流携带泥沙的运动状态。沈永明等^[13]在江苏东台套斗垦区外滩地测得互花米草滩内涨潮流速明显小于草滩外光滩,闵龙佑等在浙江瓯海的消浪试验表明,不同宽度的互花米草滩具有不同的消能效果。因此,悬浮的粉砂、黏土等细颗粒物便在草滩中渐次沉降。由表2可知,不同断面从互花米草滩外侧光滩、海侧草滩、中间草滩到陆侧草滩不同地貌单元上底质类型分别逐渐变细,由砂质粉砂、粉砂或粉砂

质砂过渡到黏土质粉砂或粉砂;而底质的粒级构成表现为粉砂粒组变化相对较少,而砂含量明显减少,黏土含量不断增加。不同地貌部位上底质分选系数均介于1.0~2.5之间,分选性属差到较差,但由光滩向草滩有变差趋势,这是由于草滩外侧光滩底质受较强劲的潮流反复冲刷,而草滩内由于互花米草的消能作用使得海水能量减弱,潮流的分选能力减弱所致。底质的偏态为以正偏为主,峰态介于0.9~2.2之间,为中等至很窄峰态。

以上分析表明,杭州湾南岸互花米草潮滩底质粒级组成以粉砂为主,由于互花米草对潮滩沉积的改造作用,草滩内外砂和黏土粒组平均体积分数呈现相反的变化趋势,即草滩内砂粒组体积分数少于黏土粒组,而草滩外砂粒组体积分数则明显大于黏土。这与通常所认为的随着能量衰减和淹没时间的变短,淤涨型淤泥质潮滩底质粒度由低潮线向高潮线逐渐变细的规律一致,但互花米草的存在使得这种趋势更加显著。

表2 互花米草各典型地貌部位底质粒度参数和底质类型

Tab.2 Sediment type and grain parameters at a typical location along *Spartina alterniflora* coast

断面	地貌单元	底质类型	各粒组体积分数(%)			粒度参数平均值				
			砂	粉砂	黏土	M_d	M_z	σ	K_{Sl}	K_g
H	陆侧草滩	粉砂	12.22	68.07	19.71	6.18	6.31	2.42	-0.04	1.45
	中间草滩	砂质粉砂	20.7	70.99	8.31	4.88	5.04	2.07	0.04	2.18
	海侧草滩	砂质粉砂	21.53	72.65	5.82	4.72	4.82	1.38	0.25	1.46
	光滩	粉砂质砂	66.38	31.86	1.76	3.57	3.64	0.92	0.19	1.24
B	陆侧草滩	黏土质粉砂	10.06	71.25	28.75	6.39	6.50	2.07	-0.01	1.29
	中间草滩	粉砂	5.151	76.43	18.41	6.23	6.50	1.75	0.25	1.01
	海侧草滩	粉砂	6.006	78.87	15.13	5.69	6.12	1.75	0.40	1.12
	光滩	砂质粉砂	31.33	65.76	2.91	4.54	4.56	1.04	0.12	1.29
Q	陆侧草滩	黏土质粉砂	3.13	74.25	22.62	6.84	6.95	2.14	0.12	1.04
	中间草滩	黏土质粉砂	5.09	70.76	24.15	6.72	6.82	1.88	0.11	0.95
	海侧草滩	粉砂	3.05	79.24	17.71	6.13	6.44	1.72	0.31	1.00
	光滩	粉砂	12.2	77.72	10.04	5.18	5.55	1.30	0.43	1.39

4 结论

杭州湾南岸互花米草潮滩底质主要由黏土质粉砂、粉砂、粉砂质砂和砂质粉砂四类组成。从粒级组成看,底质以粉砂粒组为主,互花米草滩内底质砂粒组含量少于黏土粒组,而草滩外光滩底质砂粒组含量明显大于黏土。这与一般潮汐海岸淤涨型淤泥质潮滩底质粒度由低潮线向高潮线逐渐变细的规律一致,只不过互花米草使得这种趋势更加明显。由东到西,互花米草潮滩内、外底质中值粒径平均值呈东细西粗分布,底质分选性由东向西逐渐变好,这与喇叭型杭州湾的收缩,潮汐能量增强,携带的泥沙颗粒增大,分选作用增强有关。从低潮滩向高潮滩,底质粒径变小;分选性从分选中等或分选较差,逐渐过渡到分选差。从沉积物的搬运方式看,杭州湾南岸互花米草潮滩底质以跃移质为主,悬移质次之,推移质最少,由海向岸悬移质、跃移质和推移质均有变细趋势。各断面草滩外侧光滩与草滩内不同搬运方式的底质有明显的跃变现象,说明互花米草的存在明显地改变着潮流携带泥沙的运动状态。

参考文献:

- [1] 徐国万,卓荣宗. 我国引种互花米草的初步研究 [J]. 南京大学学报, 1985, 米草研究进展:212-225.
- [2] 宋连清. 互花米草及其对海岸的防护作用 [J]. 东海海洋, 1997, 15(1): 11-19.
- [3] 徐国万,卓荣宗,仲崇信. 互花米草群落对东台边滩促淤

- 效果的研究 [J]. 南京大学学报 1993, 13(2): 228-231.
- [4] 陈才俊. 江苏滩涂大米草促淤护岸效果 [J]. 海洋通报 1994, 13(2): 55-60.
- [5] 李加林,张忍顺. 互花米草海滩生态系统服务功能及其生态经济价值的评估——以江苏为例 [J]. 海洋科学, 2003, 27(10): 68-72.
- [6] 李加林,杨晓平,童亿勤,等. 互花米草入侵对潮滩生态系统服务功能的影响及其管理 [J]. 海洋通报, 2005, 24(5): 33-38.
- [7] 李加林. 互花米草海滩生态系统及其综合效益——以江浙沿海为例 [J]. 宁波大学学报(理工版), 2004, 17(1): 38-42.
- [8] 仲维畅. 大米草和互花米草种植功效的利弊 [J]. 科技导报, 2006, 24(10): 72-78.
- [9] 郑冬梅,洪荣标. 滨海湿地互花米草的生态经济影响分析与风险评估探讨 [J]. 台湾海峡, 2006, 25(4): 579-586.
- [10] 林如求. 三都湾大米草和互花米草的危害及治理研究 [J]. 福建地理, 1997, 12(1): 16-19.
- [11] 陈中义,李博,陈家宽. 米草属植物入侵的生态后果及管理对策 [J]. 生物多样性, 2004, 12(2): 280-289.
- [12] 王爱军,高抒,贾建军. 互花米草对江苏潮滩沉积和地貌演化的影响 [J]. 海洋学报, 2006, 28(1): 92-99.
- [13] 沈永明,张忍顺,王艳红. 互花米草盐沼潮沟地貌特征 [J]. 地理研究, 2003, 22(4): 520-527.
- [14] Netto S A, Lana P C. Influence of *Spartina alterniflora* on superficial sediment characteristics of tidal flats in paranagua bay (South-eastern Brazil) [J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1997, 44: 641-684.

Granularity analyses of superficial sediments of *Spartina alterniflora* flat on south coast of Hangzhou Bay

LI Jia-lin

(Coastal Resources and Environment Research Center, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Received: Apr. 13, 2005

Key words: *Spartina alterniflora*; flat; superficial sediment; granularity; south coast of Hangzhou Bay

Abstract: Using south coast of Hangzhou Bay as a case study, the article researches on the granularity distribution characteristic of superficial sediments on *Spartina alterniflora* flat. The results show that the sediments types on the flat are composed of clay-salt, salt, salt-sand and sand-salt. From Hangzhou Bay mouth to inside, median diameter of superficial sediments becomes greater while sorting become fine. From low flat to high flat, median diameter of superficial sediments increases gradually, but sorting becomes worse. The formation of *S. alterniflora* salt marsh has a great influence on depositional characteristic and evolvement process of topography on tidal flats.

(本文编辑:刘珊珊)