

# 试论植物在潮滩发育演变中的作用\*

杨世伦 陈吉余

(华东师范大学河口海岸研究所, 上海 200062)

**提要** 根据1985—1991年对长江三角洲和苏北潮滩-潮沼系统中潮流和波浪观察、滩面高程量算、沉积物分析和人工海草试验,研究植物对潮滩动力和沉积的影响。结果表明,(1)植物可使底层流速降低20%—60%,使波浪能量大部分被吸收。(2)沼泽前缘存在侵蚀机制,而沼泽的主体则有明显的促淤现象;沼泽中的沉积速率可达光滩的9倍以上。(3)沼泽前缘沉积物有粗化现象,沼泽主体则是细化环境;沼泽是孢粉相对富集的场所;沼泽中各种物理沉积构造不易形成和保存。

**关键词** 潮沼植物 动力 沉积 潮滩演变

世界海岸绝大部分潮滩发育到一定阶段时都有植物出现。植物的出现引起潮滩过程的一系列变化。其中引人注意的是促淤作用。江苏、浙江等省在滩涂上种植大米草(*Spartina anglica*),上海在长江三角洲种植芦苇(*Phragmites australis*)便是依据这种原理。但对植物特别是高等植物对潮滩动力、地貌、沉积过程的影响机理,尚有待于深入研究。本文通过较为系统的观测和取样分析,在这方面做了探索。

## 1 资料来源和方法

本文的资料主要来源于(1985—1991年)对沼泽(包括人工海草试验)和裸滩的对比观测。首先,在长江口南汇东滩埋设一条与岸线垂直的水泥桩观测断面,桩间距为100m,每周记录一次高程。其次,在该岸段1.8m至2.1m高程(吴淞基面,下同)的中潮滩裸滩上建立一个垂直于岸线方向长300m、平行于岸线方向宽100m的矩形人工海草试验区。人工海草由聚乙烯材料制成,直径在3—4mm,比重为0.22—0.58g/cm<sup>3</sup>。人工海草的长度为1m和2m两种,编织成排,固定在滩面上,排间距2m,平均密度为50根/m<sup>2</sup>。此外,还在该岸段天然沼泽的下部海三棱藨草(*Scirpus mariqueter*)带割出一块沿岸线长100m、垂直于岸线宽50m的矩形裸地。测得植物株高60—70cm,盖度70%。底层流速的测定使用两组印刷式海流计:第一组是在刈割裸地中央和在沿岸方向上与之相距100m的草丛中各放一台仪器,均高出滩面7cm;第二组是在人工海草试验区的中央和在沿岸方向上与之相距200m的裸滩上各放一台仪器,均高出滩面20cm。波浪的观察是在上述两组观测点上竖立水准标尺,在岸边使用高倍望远镜记录。沉积物样品采自长江三角洲和江苏不同地点。样品的分析包括粒度、矿物、孢粉和构造揭片等,分析方法参照全国海岸带

\* 本研究为自筹资金。

收稿日期: 1991年5月20日,接受日期: 1994年3月3日。

调查规程的要求。

## 2 分析结果与讨论

**2.1 植物对水动力条件的改变** 植物是潮滩水体运动的障碍物,有缓流消浪的作用。

**2.1.1 植物的缓流效应** 测量结果(图 1)表明,植被带流速在任何时刻都小于刈割裸地

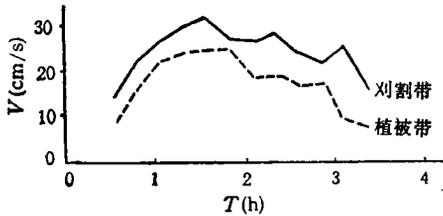


图 1 植被带和刈割带地点流速对比 (1987.7.29)

Fig. 1 Comparison of bottom velocities between vegetation and cut areas at the east Nanhui coast in the Changjiang Estuary

流速;其最大流速分别为 22cm/s 和 30cm/s,这时植物缓流系数(植被带流速比刈割带流速)为  $22/30 = 0.73$ ;其平均流速分别为 17 cm/s 和 24cm/s,这时植物缓流系数为 0.71。植物的缓流系数是一个变量,它随植被条件、仪器位置以及潮流速度本身的变化而变化。庄武艺等(1991)在澳大利亚库纳湾(Corner Inlet)海草带(宽约 10m,高约 20—30cm)测得,海草可使底层流速降低 40%—60%,悬移质含量减少 20%—35%。其缓流系数达到 0.4—0.6,小于本文所得结果。

**2.1.2 植物的消浪效应** 作者于 1987 年 6—8 月在长江三角洲蘆草和芦苇沼泽中观察到,在水位超过植被冠顶之前,正常波浪传入沼泽后数十米即基本消失;暴风浪传入沼泽后 100 余米才完全消失。消浪带内波高自海向陆减小,没有破波发生,亦无再生风浪。当水位超过植物冠面后,波浪衰减不明显,特别是当风浪在继续形成时。风浪是开敞潮滩短周期冲淤演变控制因子(杨世伦,1991),因此,植物存在与否对滩面影响极大。长江口芦苇高 3—4m,盖度 90%左右,消浪效果极佳。上海市水利局长期在滩涂上种植芦苇,目的之一就是消浪护岸。Waye 的研究结果表明,美国互花米草(*Spartina alterniflora*)沼泽可使波高降低 71%,波能降低 92%[见 Frey 等(1985)一文]。不足的是,这一介绍未谈及植被条件(高度、盖度等)、观察点位置及波浪本身的参数,而这些指标的变化也会导致测量结果的差异。

**2.1.3 人工海草试验** 人工海草的试验结果与天然沼泽相近。具体表现为,人工海草区底层流速在任何时候都小于同一等高线上的相邻光滩。寻常潮(1987 年 7 月 31 日,潮差 3.2m),人工海草区和光滩平均流速分别为 7.8cm/s 和 20.1cm/s,缓流系数为 0.39;最大流速分别为 22.0cm/s 和 36.0cm/s,缓流系数为 0.61。大潮(1987 年 9 月 23 日,潮差 4.0 m),人工海草区和光滩平均流速分别为 30.3cm/s 和 38.4cm/s,缓流系数为 0.78;最大流速分别为 42.0cm/s 和 52.0cm/s,缓流系数为 0.81。另外,在 4.5m/s 的风速(属正常风况)条件下观察到,当水深 >1.2m 时,人工海草全部淹没于水中,试验区内外皆有破波现象。当水深 <0.7m 时,人工海草上部有数十厘米漂浮于水面,试验区内静如镜面;试验区外破波频繁发生,波高在 10cm 左右。

**2.2 植物对潮滩冲淤过程的改变**

**2.2.1 沼泽前缘的侵蚀** 沼泽和光滩之间,通常有一条明显的界线。涨潮期间,波浪和潮流传入沼泽之际,突遇植物的阻碍,产生侵蚀压力。侵蚀强度与植被和水动力条件有关。例如 1985—1987 年的 3 个夏季观察,江苏射阳县和大丰县同属开敞海岸,波浪和潮

汐条件相似；射阳河口南侧发育盐地碱蓬 (*Suaeda salsa*) 沼泽，沼泽前缘株高 30—40 cm，盖度 5%—10%，无侵蚀陡坎发育；大丰县对虾养殖公司外人工种植的大米草株高 30—40cm，盖度 90%，发育高 20—30cm 犬牙状陡坎；反映了植被条件不同对地貌过程的影响。又如同期在长江三角洲的观察，杭州湾北岸、南汇东滩、崇明东滩和崇明北岸先锋植物均为海三棱藨草，生态指数相近；但前 3 个岸段面向开敞水域，波浪较强，故发育 20—30cm 高的犬牙状陡坎，崇明北岸因面向狭窄的北支，故无陡坎发育。

**2.2.2 沼泽中的促淤现象** 由于流速减小、波高降低，水体进入沼泽后携带泥沙的能力下降，导致泥沙的沉积；植丛的掩护又使滩面沉积物不易再被掀起。于 1987 年 4 月—1988 年 4 月的观察表明，沼泽中始终为淤积过程，而光滩则呈现频繁的冲淤变化（见图 2）。

将芦苇和海三棱藨草带分别由断面上的两个点取得平均值，光滩带由断面上的 14 个点取得平均值绘成图 3，表明，(1)在 4 月初至 8 月初的 4 个月中，光滩平均淤高 2.8cm，芦苇和海三棱藨草带的淤积速率分别是其 9.3 和 7.7 倍。在 8,9 两个月中，光滩平均刷低 1.2cm；海三棱藨草带此时已被刈割成裸滩，冲淤接近平衡；芦苇带则平均淤高 15cm。(3)在 10—

12 月，向岸风频率增大，光滩冲刷加剧；刈割后的海三棱藨草带由于地形凸起（高出于光滩延伸曲线 20—30cm），侵蚀尤为强烈；芦苇带由于滩面较 4 月份淤高 40cm，平均海面较夏季低 10—20cm，潮差较夏季小 30—40cm，故潮水很少抵达此带，冲淤演变甚微。(4)在 12 月至次年 4 月初，整个沼泽全变为裸滩，植物促淤作用消失。

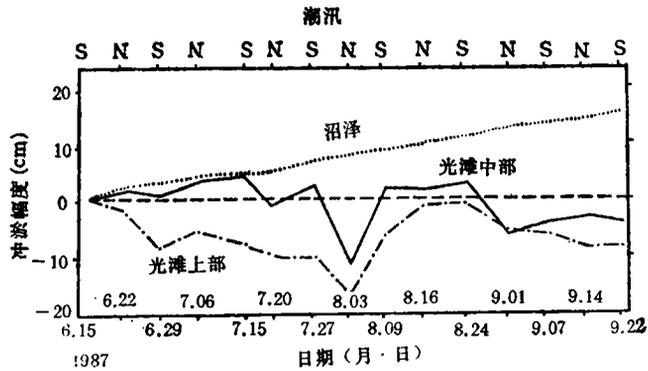


图 2 沼泽和光滩冲淤过程的对比  
Fig. 2 Comparison of erosion-accumulation processes between marsh and bare flat at the east Nanhui coast of the Changjiang Estuary

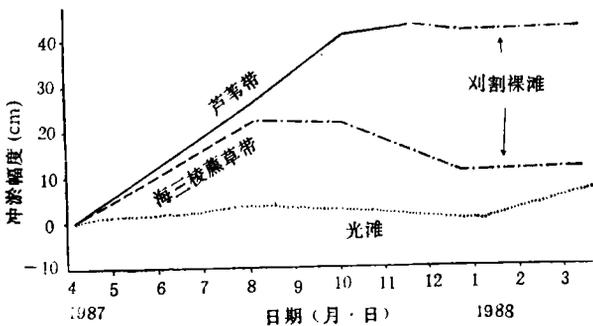


图 3 植被对潮滩冲淤过程的影响  
Fig. 3 The effect of vegetation on erosion-accumulation processes of mud coast at the east Nanhui coast of the Changjiang Estuary

**2.3 植物对潮滩沉积物特性的改变** 当泥沙来源一定时,水动力的强弱决定沉积物的粗细。植物的出现引起潮滩水动力的变化,因而也改变沉积物的特征。

**2.3.1 对沉积物组成的影响** (1)植物使沉积环境的稳定性提高。风浪对潮滩的演变起着重要作用,特别是在开敞海岸。由于植被对波能的吸收,减少了滩面因波浪引起的随机冲淤变化,提高了沉积物的稳定性。上述几个岸段的多次观察和取样表明,滩面沉积物的时间序列变化,在光滩上较之沼泽中强烈得多。(2)沼泽前缘形成粗化带。杭州湾北岸和南汇东滩的观察表明:沼泽前缘有数十米宽的地带沉积物由分选较好的粗粉砂组成,明显粗于向陆一侧的沼泽和向海一侧的光滩中上部。如漕泾的取样,沼泽内部、沼泽前缘和沼泽外光滩的  $M_z$  (Folk 参数,平均粒径)分别为  $6.18\phi$ ,  $4.70\phi$  和  $5.96\phi$ ; 南汇东滩以上 3 个带的  $M_z$  值分别为  $8.07\phi$ ,  $5.04\phi$  和  $5.93\phi$ 。沼泽前缘形成沉积粗化带的动力机制与水动力在这里大量耗损(见本文 2.1)有密切关系。(3)沼泽主体形成细化带。江苏和上海 20 多个断面的取样表明,沼泽中上部是沉积物最细的地带,通常由极细粉砂和粘土组成,明显粗于光滩和沼泽前缘。这除了与沉积物的横向变化规律有关外,还与植物消能所造成的弱能环境有关。(4)孢粉的种类和含量。杭州湾北岸的取样表明,光滩沉积物中有时不含孢粉,有时含量极少;而沼泽中孢粉通常多达 20—30 个科属。射阳盐地碱蓬(藜科)沼泽中孢粉以藜科为主;长江三角洲沼泽孢粉以禾本科和莎草科为主,与芦苇(禾本科)和蘆草属(莎草科)植物相吻合(杨世伦,1987)。(5)对沉积构造的影响。据长江口潮滩的 60 个揭片样分析和现场观察,光滩 90% 的揭片由清晰各类层理组成;芦苇沼泽中只有 15% 的揭片能部分地分辨出层理,余皆模糊不清;沼泽前缘的情况间于上述两者之间。这是由于植物阻止了各种波痕在沼泽滩面上发育;同时,植根的穿刺对已形成的层理具有破坏作用。

### 3 结语

通过沼泽和光滩的对比研究,揭示了植物对潮滩过程的影响,基本结论如下。(1)植物有削弱水体能量的功能。其影响程度取决于植被的特征。植物可使底层流速降低 20%—60%,可使波能大部分被吸收。(2)在植物的生长季节,沼泽前缘有侵蚀和沉积物粗化现象,沼泽中上部则有促淤和沉积物细化的特点。长江口芦苇带淤长速率可达光滩的 9 倍以上。(3)植物的季相变化控制着沼泽滩面的季节性变化规律,使之区别于光滩的演变过程。

### 参 考 文 献

- 庄武艺、谢佩尔, J., 1991, 海草对潮滩沉积作用的影响, *13*(2): 230—239.  
 杨世伦, 1987, 海滨沼泽沉积物的特征, *地理科学*, *7*(4): 374—382.  
 杨世伦, 1991, 风浪在开敞潮滩短周期冲淤演变中的作用——以南汇东滩为例, *海洋科学*, *2*: 59—63.  
 Frey, R. W. and Basan, P. B., 1985, Coastal salt marshes, In *Coastal Sedimentary Environments*, 2nd ed, ed. by Davis, R. A., Springer-Verlag (New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo), pp. 138.

## THE ROLE OF VEGETATION IN MUD COAST PROCESSES

Yang Shilun, Chen Jiyu

(*Institute of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 200062*)

### ABSTRACT

The role of vegetation in dynamic and sedimentary processes was revealed in 1985—1991 based on current, wave, and flat height surveys and analyses of sediments and seaweed culture area in the tidal flat and salt marsh system of the Changjiang Delta and North Jiangsu coasts. The study showed: (1) The current velocity in the vegetative area was always smaller than (average and maximum velocity coefficients were respectively 0.71 and 0.73) that of the bare flat area having the same altitude. In the seaweed culture region near the middle tidal line, the average and maximum velocity coefficients were respectively 0.39 and 0.61 (for neap tide) and 0.78 and 0.81 (for spring tide) of that outside the region. (2) Before (after) total submersion of the vegetation, most (little) of the wave energy could be absorbed by the marsh. (3) Erosion occurred at the marsh lowest vegetative boundary, while accumulation was enhanced and could be 9 times that in the bare flat. (4) The marsh boundary sediments were usually coarser than those in the bare flat or in the main marsh area, where sediments were much finer and had high content of filmy minerals, and spores and pollens. (5) Sixty sedimentary box samples were obtained from the Changjiang Delta tidal flat and salt marsh system. Sedimentary stratification was obvious in 90% of the bare flat samples, but was obscure, and observed in only 15% of the marsh samples.

This study suggests that vegetation changes the water energy, the erosion-accumulation process, and distribution of sediments, and that the seasonal variation of vegetation controls the annual evolution of the marsh bottom surface.

**Key words** Tidal marsh vegetation Dynamics Sedimentation Tidal flat evolution