

江苏典型淤长岸段潮滩盐生植被及其土壤肥力特征

沈永明¹, 曾 华¹, 王 辉², 刘咏梅¹, 陈子玉¹

(1. 南京晓庄学院地理科学系, 南京 210017; 2. 中国科学院南京土壤研究所土壤生态室, 南京 210008)

摘要:江苏沿海中部在辐射沙洲的屏蔽下,成为典型的淤长性岸段。滩涂土壤具有特殊的肥力特征。通过对东台市笆斗垦区这一典型淤长性海岸外侧潮滩断面的地形测量和盐土植被群落调查,结合历年 TM 遥感卫星影像图片,选择了 5 个地点,分别代表海堤内茅草滩、海堤外茅草滩、原生盐蒿滩、由互花米草演替而来的盐蒿滩及互花米草滩,并对各代表点进行群落样方调查和土壤采样,对土壤样品进行有机质含量、总氮含量等肥力特征的分析。结果表明:①1 号点的有机质和全氮最高,分别为 1.632% 和 0.067%,3 号点的全磷最高,为 0.151%,而 5 号点的全钾和全盐最高,分别为 1.724% 和 1.823%。②1 号点的有机质和全氮在表层非常高,到第 2 层急剧下降,再往下变化也较小,其变化幅度明显高于其他点。③各点土壤的平均粒径从 1 号点向 5 号点逐渐变粗。对这些土壤肥力特征和盐生植被的关系进行了分析和讨论,指出凡受互花米草影响的土壤,其垂直变化梯度较小,而其它盐土植被类型土壤的垂直变化梯度较大。

关键词:淤长性海岸; 盐生植被; 土壤肥力; 江苏

Characteristics of halophyte and associated soil along aggradational muddy coasts in Jiangsu Province

SHEN Yong-Ming¹, ZENG Hua¹, WANG Hui², LIU Yong-Mei¹, CHEN Zi-Yu¹ (1. Department of Geography, Nanjing Xiaozhuang College, Nanjing, 210017, China; 2. Lab. of Soil Ecology, Nanjing Soil Research Institute of Chinese Academy of Science, Nanjing, 210008, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(1): 1~6.

Abstract: The middle part of Jiangsu coasts, with a width of 200 km sheltered by a large radial sandbank (or tidal current ridge) system of the southwestern Yellow Sea, are characterized by aggradational muddy substrate which supports a variety of densely distributed halophytic plants. The intertidal mudflat is plane with an average gradient of 0.2%. The halophytic plants succession and associated soil show a zonal spatial distribution from the bank to the sea. In addition, both the introduce of *Spartina alterniflora* in this area and reclamation farming play an important role in the soil fertility. In this contribution, five sites are determined for the geomorphological and plant observations on the basis of historical TM images, which are seaward crossing the intertidal mudflat on Badou Area, Dongtai, which represent 5 types of halophyte communities. They are: (a) *Imperata cylindrica* var. Major. and *Aeluropus littoralis* var. Sinensis inside the sea wall, (b) *Imperata cylindrica* var. Major. and *Aeluropus littoralis* var. sinensis outside the sea wall, (c) original *Suaeda salsa*, (d) *Suaeda salsa* succeeded from *Spartina alterniflora*, and (e) *Spartina alterniflora*. At each sites, the soil samples are collected at 8 heights with a thickness of 0.1 m., i. e. 0~0.10 m, 0.10~0.20 m, 0.20~0.30 m, 0.30~0.40 m, 0.40~0.50 m, 0.50~0.60 m, 0.60~0.70 m, 0.70~0.80 m. Then the organic matter, total nitrogen, total phosphor, total kalium, salinity and particle size are measured for all the soil samples. The measurements indicate that the organic matter and total nitrogen at the site inside seawall are higher than that at other sites, it is 1.632% and 0.067% respectively. Nevertheless, at this site the both values show a peak at the surface layer,

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40401059);南京晓庄学院自然科学基金资助项目(2004NXY08)

收稿日期:2003-09-28; **修订日期:**2004-05-20

作者简介:沈永明(1970~),男,江苏灌南县人,博士,主要从事海洋与滩涂资源的开发利用及环境管理研究。E-mail: yongmsh@163.com

致谢:本文得到 Mac Sisson 先生、汪亚平博士的帮助,特此致谢!

Foundation item: the National Natural Science Foundation of China(No. 40401059); Natural Science Foundation Research Foundation of Nanjing Xiaozhuang College (No. 2004NYY08)

Received date: 2003-09-28; **Accepted date:** 2004-05-20

Biography: SHEN Yong-Ming, Ph. D., mainly engaged in ocean and coastal resource and environment. E-mail: yongmsh@163.com

and then decrease strongly towards the lower depth. However, they are observed relative uniform within the soil column at other 4 sites. The maximum total phosphor, i. e. 0.151%, is present at the site covered by original *Suaeda salsa*. The *Spartina alterniflora* grows at the lower tidal flat where the soil is characterized by very high values of total kalium and salinity (e. g. 1.724% and 1.823%, respectively). Thus, the relationship between halophyte and soil fertility is identified that the chemical and physical parameters, i. e. organic matter, total nitrogen, total phosphor, total kalium, salinity and particle size in the soil covered by *Spartina alterniflora* are almost uniform within the whole depth, but in the soil by other halophyte community varies strongly downwards. Furthermore, the particle size becomes coarse towards the sea due to the fine-grained sediment transport and accumulation over the intertidal mudflats associated with strong tidal currents and abundant silt sediment available in the study area.

Key words: aggradational coast; halophytic plant; soil fertility; Jiagnsu Province

文章编号:1000-0933(2005)01-0001-06 中图分类号:Q948 文献标识码:A

淤长性海岸是指在较长时期内泥沙平均淤积量大于冲刷量的海岸。在淤长性岸段,滩涂较为平坦、宽广,潮滩一般呈缓坡状向海倾斜,滩面上由于潮浸率与盐度等条件的不同,导致盐土植被的地带性分异非常明显,加上滩涂在不断的淤长过程中,盐土植被生态群落常表现为顺行演替,且演替速度较快。这些特征明显不同于其它类型的潮滩^[1~5]。因而研究典型淤长性潮滩的盐土植被的分布、演替等特征以及其下土壤的肥力特征具有特殊的意义。从目前的国内外研究状况来看,对于海陆交接的海岸带的研究非常热,包括海岸带的资源综合利用、海岸带的生态脆弱性、海岸湿地的生物多样性、盐土生物工程、岸线防护等^[6~13];对淤长性海岸滩涂的研究主要集中在潮汐动力特征、淤积速度以及地貌沉积特征等方面^[14~16],而对淤长性海岸滩涂的植被分布与土壤肥力等特征的专题文献较少,因此本文拟在这一方面进行一定的探讨。

1 研究区概况

江苏沿海岸线总长约 954km,其中淤长性粉沙淤泥质海岸主要分布在射阳河口至东灶港之间,岸线长 364.5km,特别是受辐射沙洲屏蔽的近 200km 的东台市沿海,风浪作用较小,且岸线向岸凹陷,是典型的淤长性岸段^[1,2],也是研究淤长性潮滩盐土植被及其土壤肥力特征的理想场所。

江苏东台市沿海潮滩宽 4~10km,平均坡度约 1/500。从潮汐动力特征看,本区位于东海前进潮波系统与南黄海西部的旋转潮波系统的交汇地区以北约 5km,即以南海黄海西部的旋转潮波系统控制为主,潮流最大流速 1.5m/s,大潮潮差接近 4m,属强潮流区,海水最大含沙量达 6g/L。从海洋风浪对本区的影响看,该区 1 月份盛行西北风,平均风速 3.9m/s,7 月份盛行东南风,平均风速 3.7m/s,该区域岸外有一片南北长 200km、东西宽 90km 的辐射状沙洲区,由于辐射沙洲的掩护,使该段(33.2°N, 120.8°E~32.6°N, 120.9°E)成为风浪较小的典型淤长岸段。该区气候温暖湿润,年平均温度为 14~15℃,年均降水量 800~1 200mm,为暖温带-亚热带过渡性季风气候,潮滩盐土植被较为丰富^[2]。

1982 年曾在本研究区的北侧 2km 处试栽少量互花米草,1993 年扩展到本研究断面。在 1996 年对笆斗垦区进行了围垦(图 1),起围高程为 3.5m 左右(废黄河口基面,下同),被围盐土植被类型主要为白茅(*Imperata cylindrica* var. *major*)和獐茅(*Aeluropus littoralis* var. *sinensis*)(以下合称茅草)群落及盐蒿(*Suaeda salsa*)群落,被围垦的区域开发利用程度较低,大部分仍为茅草荒地。围垦海堤所在位置大部分为原来的盐蒿滩和裸滩,由于海堤的出现加速了海堤外侧滩面的淤高,在靠近海堤边又很快出现茅草群落。

2 研究方法

根据江苏东台沿海典型淤长海岸的特征,于 2000 年 10 月在梁垛河闸以北 3km 处的东台市笆斗垦区外潮滩选择了一条具有代表性的断面(图 1),对该断面上的滩面起伏变化情况、盐土植被的分布情况进行了调查和测量。

然后结合本研究区的 1995 年、1997 年 1999 年 TM 卫星影像资料找出 5 个点(图 1),各点位置及代表含义见表 1。于 2002 年 4 月分别对每一点附近的盐土植被群落进行了 3 个样方调

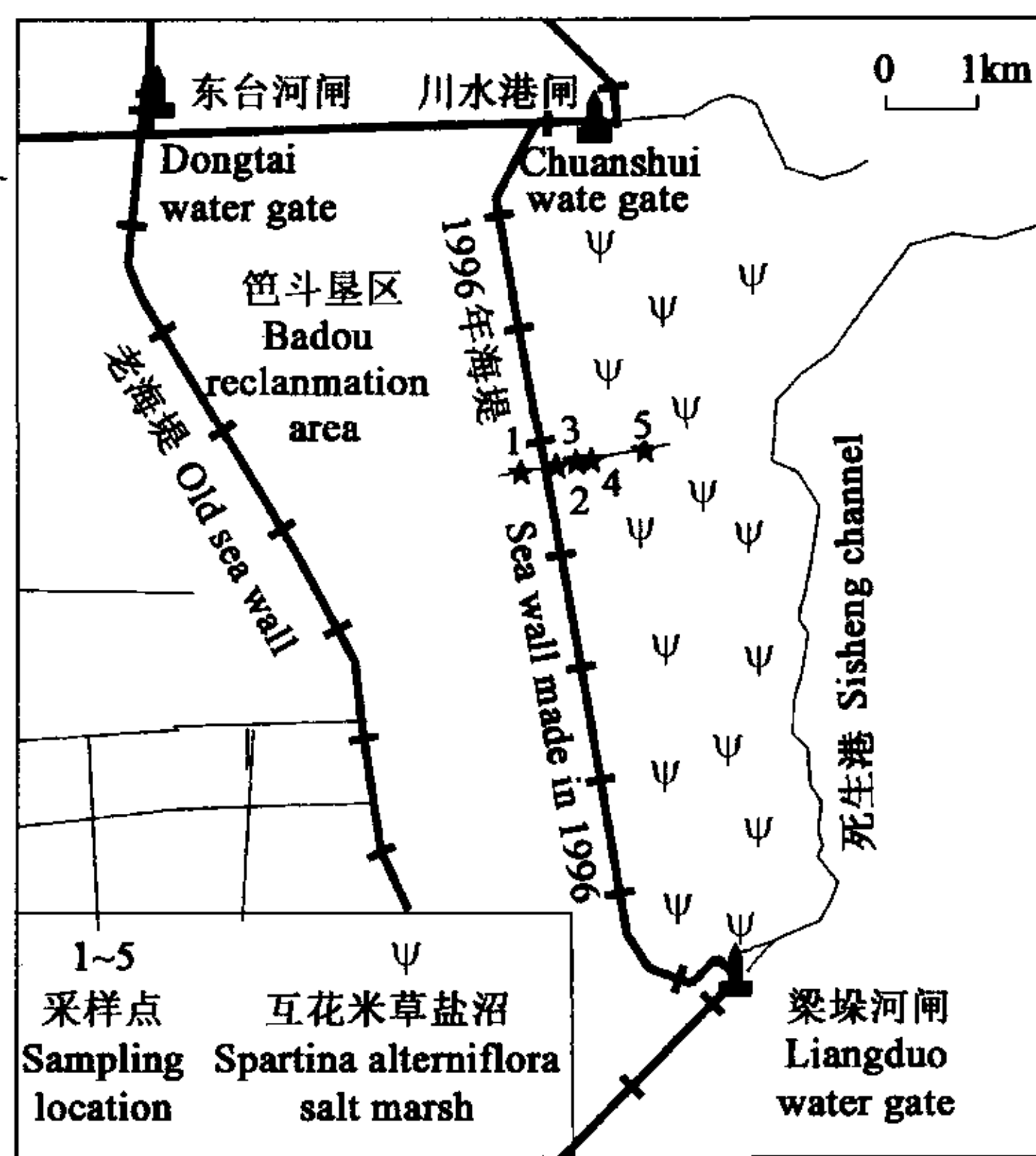


图 1 研究区位置示意图

Fig. 1 The location of study area

查,调查内容包括盖度、株高、根系长度、地上植株生物量等,并对各盐土植被带的土壤进行分 8 层采样,采样深度分别为 0~10cm、10~20cm、20~30cm、30~40cm、40~50cm、50~60cm、60~70cm、70~80cm,计采集了 40 个土壤样品,对各层土壤进行了土壤有机质含量、全氮的测定,并对各点表层土壤进行了全磷、全钾、盐度以及粒度的测定,其中有机质的测定采用重铬酸钾氧化法;全氮采用开氏消煮法;全磷采用氢氧化钠碱融-钼锑抗比色法;全钾采用酸溶-火焰光度法测定;土壤全盐采用烘干法;土壤粒度采用 Mastersizer2000 激光粒度仪进行粒度测量。对测定结果结合群落特征进行了数理统计分析。

表 1 调查与采样点的盐土植被群落类型特征

Table 1 The type character of the halophyte community of the investigating and sampling area					
点号 Sampling mark	1	2	3	4	5
位置 Location	海堤内 300m In land to the sea wall 300m	海堤外 100m In ocean to the sea wall 100m	海堤外 350m In ocean to the sea wall 350m	海堤外 390m In ocean to the sea wall 390m	海堤外 1000m In ocean to the sea wall 1000m
卫星影像显示 RS image showing	1995 茅草 A	盐蒿 B	盐蒿 B	互花米草 C	裸滩 D
	1997 茅草 A	茅草 A	盐蒿 B	互花米草 C	互花米草 C
	1999 茅草 A	茅草 A	盐蒿 B	盐蒿 B	互花米草 C
代表意义 Represent meaning	海堤内茅草 A in land	海堤外茅草 A in ocean	原生盐蒿 Original B	由互花米草演替盐蒿 From C to B	互花米草 C

A *Imperata cylindrica* var. major and *Aeluropus littoralis* var. sinensis; B *Suaeda salsa*; C *Spartina alterniflora*; D Naked flat;下同 the same below

3 研究结果

3.1 潮滩盐土植被的分布与演替特征

由于潮滩不同高程滩面的潮浸率和土壤的盐度的梯度十分明显,不同的植被对潮浸率和土壤的盐度有一定的适应范围,即各植被都有自己的生态位,因而在潮滩上各植被表现为有规律条带状的分布。江苏东台市沿海典型淤长性岸段潮滩的盐土植被类型主要有白茅(*Imperata cylindrica* var. major)和獐茅(*Aeluropus littoralis* var. sinensis)(以下合称茅草)、盐蒿(*Sua-eda salsa*)、互花米草(*Spartina alterniflora*)等植被类型(图 2)。

从江苏省东台市典型淤长岸段的潮滩断面测量的结果来看,白茅与獐茅组成的茅草群落的下限高程为 3.52m(废黄河基面,下同),略高于该区的平均高潮位 3.5m,属于高潮滩的上部,1 年中仅在风暴潮时被淹没,潮浸率非常低;盐蒿群落上限为茅草群落的下限,下限为 3.36m,略低于平均高潮位,潮浸率约为 20%~30%;而互花米草群落的下限仅为 2.43m,略高于平均潮位 2.0m,潮浸率约 50%。从各盐土植被的土壤盐度来看,也有明显的差别,茅草群落仅为 0.238‰,而互花米草群落高达 0.823‰(表 2)。

在典型淤长的潮滩,对于特定位置的潮滩及与其对应生态位的盐土植被,由于滩面的不断淤高与向外延伸,潮浸率降低,土壤盐度相应降低,适宜在此生长的原植被的生境条件被改变,因而该盐土植被向适合自己生长的外侧潮滩迁移。而原来的滩面又被适宜在较高滩面生长的植被代替,从而发生潮滩盐土植被类型整体向海迁移延伸的现象,即光滩逐渐被互花米草滩代替,互花米草滩逐渐被盐蒿滩代替,盐蒿滩逐渐被茅草滩代替,而茅草滩宽度逐渐增大。这就是典型淤长性潮滩的盐土植被的顺行演替特点。

3.2 潮滩盐土植被的群落特征

潮滩上的盐土植被的生态位不同,其群落特征也存在着明显的差异,根据在江苏省东台市典型淤长岸段潮滩盐土植被的调查发现各带特征:白茅与獐茅组成的茅草群落,海堤外的茅草群落位于大潮高潮位以上,1 年中仅在风暴潮时被淹没,主要为陆生环境,有白茅、獐茅草等生长,茅草一般较高,可达 0.5~2m,根系发达,错综复杂,但向地下延伸的深度不大,仅为 23cm,茅草植株较密,群落盖度达 70%~80%,基本呈连片状分布,生物量中等,测得的地上干生物量为 432g/m²,海堤内茅草群落各群落

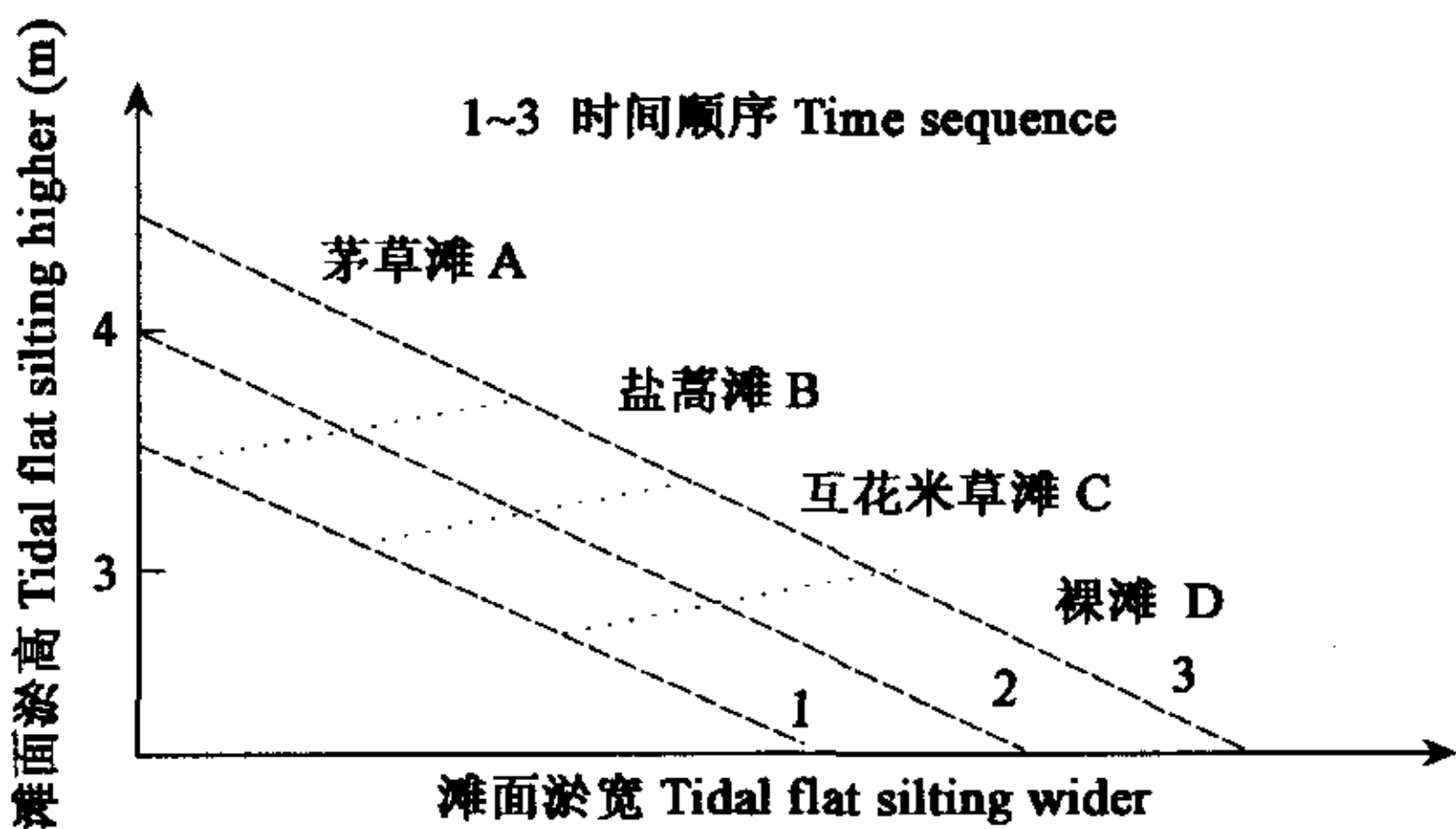


图 2 典型淤长岸段潮滩盐土植被分布与演替示意图

Fig. 2 The sketch map of the distributing and succession on of the halophytic with the increasing deposition coast

表 2 典型淤长岸段潮滩剖面中各盐土植被生态位特征

盐土植被群落类型 Salt-tolerant plants community type		茅草 A	盐蒿 Suaeda salsa	互花米草 Spartina alterniflora
高程 上限 Upper limit(m)	Hight	4.42	3.52	3.36
高程 下限 Lower limit(m)		3.52	3.36	2.43
群落宽度 Community wide(m)		337	56	1455
表土全盐 Total salt of surface soil(‰)		0.174	0.61	0.823

特征均高于海堤外茅草群落特征。盐蒿滩位于潮间带上部的高潮位附近,盐蒿植被较矮,一般仅有 0.3~0.5m,且较稀疏,群落盖度达 20%~50%,呈簇、丛、斑状分布,物种较纯,极少其它植物分布,地上干生物量最少,仅为 39g/m²;互花米草是近 20a 才出现的新的滩涂盐土植被,其主要分布在高潮带下部至中潮带上部的淤泥质滩面上,互花米草植株高达 1~2.5m,根系发达,向地下延伸深度可达 80cm 以上,植株分布特别密集,群落盖度高达 90%以上,呈连片分布,群落物种单一,无其它植物混生,测得的干生物量为 1 018g/m²,远大于其它类型的盐土植被,根系发达,平均根长达 58cm(表 3)。

3.3 潮滩盐土植被带的土壤肥力特征

土壤肥力特征是母质、气候、植被、地形以及时间因素的综合反映。根据江苏省东台市笆斗垦区外典型淤长性潮滩的土壤样品分析结果(表 4),可以看出各盐土植被带土壤的特征:

- (1)总的来说,各盐土植被带的土壤有机质含量较低,低于一般的耕作土壤,总盐较多,土壤较为贫瘠。在 3 种盐土植被带中,茅草滩的表层土壤综合肥力最高,其次为互花米草滩演替的盐蒿滩,再次为互花米草滩,原生盐蒿滩最差。
- (2)各盐土植被带表层土壤的全磷含量和全钾含量也较为丰富,平均值分别达到 0.143%和 1.568%。其中盐蒿滩的全磷含量最高,互花米草滩的全钾含量最高,茅草滩的全磷含量和全钾含量都最低,海堤内茅草滩低于海堤外茅草滩。
- (3)各盐土植被带土壤的平均粒径和全盐含量与潮滩的一般变化特征一致,平均粒径由茅草滩向盐蒿滩、互花米草滩逐渐变粗,而土壤总盐逐渐增高;其中海堤内茅草滩由于不再受潮水影响,处于脱盐阶段,总盐最低。
- (4)从盐土植被各类型来看,在茅草滩中,海堤内茅草滩土壤有机质和总氮含量明显高于海堤外的茅草滩;在盐蒿滩中,互花米草滩演替的盐蒿滩的土壤有机质和总氮含量不仅明显高于原生盐蒿滩,而且略高于互花米草滩土壤有机质和总氮含量。
- (5)从垂直变化情况来看,茅草滩的土壤有机质和总氮含量在 20~30cm 深处有一个突变带,其中海堤外茅草滩的有机质含量从表层的 1.077%降为 0.5%以下,全氮含量从表层的 0.058%降为 0.022%以下,海堤内茅草滩的有机质含量从表层的 1.632%降为 0.6%以下,全氮含量从表层的 0.081%降为 0.036%以下;而其它各带有机质和总氮含量的垂直变化剃度较小,但在量上也有明显差别,其中有互花米草演替来的盐蒿滩和互花米草滩明显高于原生盐蒿滩。

表 4 各盐土植被带表层土壤的肥力特征
Table 4 The soil fertility character of the halophyte

采样点 Sampling area	有机质(%) Organic matter	全氮(%) Total N	全磷(%) Total P	全钾(%) Total K	平均粒径(Φ) Average grain	全盐(%) Total salt
1	1.632±0.03	0.067±0.001	0.131±0.002	1.253±0.02	6.786	0.109±0.001
2	1.077±0.02	0.058±0.001	0.133±0.002	1.468±0.03	6.481	0.238±0.002
3	0.495±0.01	0.031±0.001	0.151±0.002	1.513±0.03	5.579	0.587±0.004
4	0.992±0.02	0.055±0.001	0.143±0.002	1.709±0.03	5.163	0.633±0.004
5	0.968±0.01	0.052±0.001	0.145±0.002	1.724±0.03	4.672	0.823±0.005

4 机制分析与讨论

4.1 江苏淤泥质潮滩先锋植被的变化

在引种互花米草之前,江苏淤泥质潮滩的先锋植被是盐蒿,引种互花米草后,由于互花米草能在高潮带下部至中潮带上部的潮滩上生长,生态位高程更低,于是互花米草便成了先锋植被。在引种互花米草之前,江苏淤泥质潮滩的盐土植被类型为茅草滩、盐蒿滩,引种互花米草后,特别在淤长性潮滩,盐土植被系列就成为茅草-盐蒿-互花米草,增加了潮滩盐土植被类型和植被带宽度,在本文研究区增加植被带宽度达 1.5km,这也为以后的淤长性潮滩盐土植被带土壤肥力特征的改变埋下了伏笔。同时由于互花米草高大致密的群落特点,有利于削减水流、拦截泥沙,从而可以加速淤长性潮滩盐土植被的演替速度。至于互花米草对淤长海岸的促淤速度以及潮滩环境的综合影响等问题还有待进一步研究。

4.2 围垦与引种互花米草对淤长潮滩盐土植被演替的影响

滩涂围垦一般都是在淤长型的淤泥质海岸进行,围垦范围往往涉及茅草滩和盐蒿滩甚至其它滩地。由于新海堤的存在,改变了原滩面沉积动力条件,再加上淤长型潮滩泥沙来源相对充足,虽然在刚围海堤外的滩面高程较低,但由于海堤的存在削减了潮流速度,淤积速度加快,海堤外侧滩面淤高加快,盐土植被也相应产生演替。经过一段时间,从海堤向外,又出现茅草滩-盐

表 3 各盐土植被群落特征

Table 3 The character of the halophyte community					
采样点 Sampling location	1	2	3	4	5
平均盖度 Average covering ratio(%)	85	75	35	30	95
标准差 Standard difference	10.5	13.2	30.6	35.4	6.1
平均株高 Average plant height (cm)	85	75	31	29	142
标准差 Standard difference	6.8	8.9	5.6	6.9	19.8
平均根长 Average root length (cm)	28	23	12	11	58
标准差 Standard difference	5.2	3.5	3.8	2.2	13.5
平均地上干生物量 Average dry biomass(g/m ²)	543	432	39	32	1018
标准差 Standard difference	57.6	76.5	7.9	7.2	106.3

蒿滩-互花米草滩的盐土植被系列,因而围垦有相对加快盐土植被系列的演替进程的作用。而滩涂围垦可以迅速减少海堤外侧潮滩的盐土植被面积,自建国以来,江苏沿海已围垦茅草滩 792.9 km²,盐蒿滩 687.8 km²,互花米草滩 48.2 km²^[18]。在本文调查的东台市笆斗垦区外潮滩的茅草滩仅 300m,而在 1996 年笆斗围垦之前,茅草滩宽达 3km 以上。可见大规模的围垦开发活动使江苏沿海丧失了绝大部分的盐沼湿地,海岸盐沼生态系统的健康遭受着前所未有的冲击。因此,这就需要进一步研究江苏沿海潮滩原生盐沼生态系统的自然演替趋势及其在人为干扰(围垦及互花米草的引种)下的演替机理,探讨盐沼生态恢复与重建的技术和方案,并对围垦形成的农业生态系统、原生盐沼和次生互花米草盐沼生态系统的服务价值(包括利用价值和非利用价值)进行评价,寻求保持盐沼生态系统健康前提下的合理匡围方案。

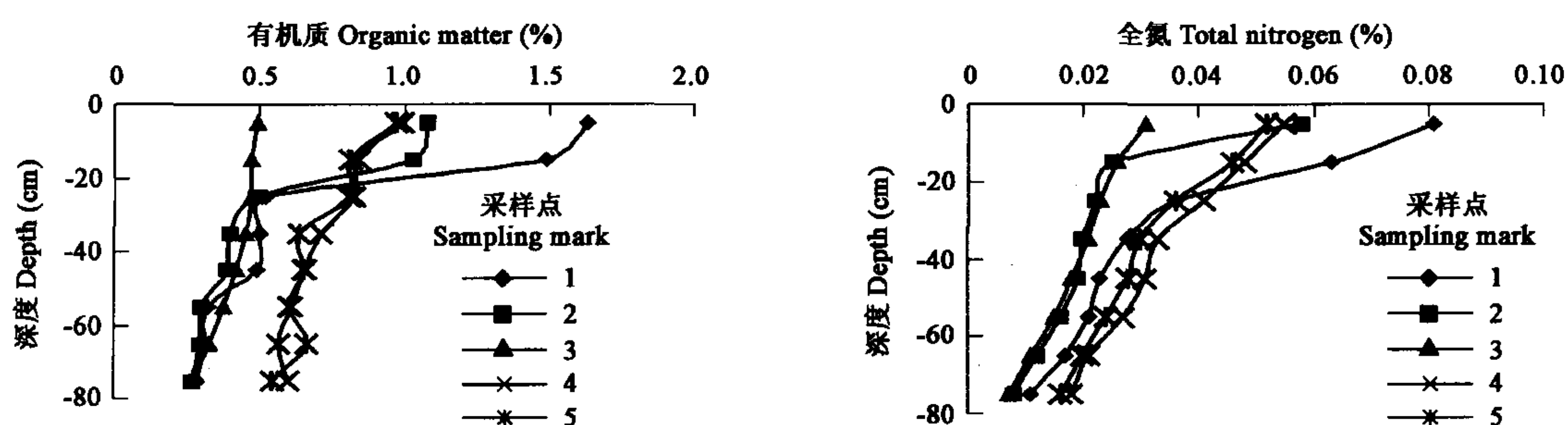


图3 各盐土植被带土壤有机质和全氮垂直分布特征

Fig. 3 The vertical distribution of soil organic matter and total nitrogen in different halophyte

4.3 土壤肥力特征与盐土植被群落特征的关系

土壤肥力特征是母质、气候、植被、地形以及时间因素的综合反映。淤长性海岸潮滩的土壤以滨海盐土为主,其成土母质是由各入海河流携带的泥沙,在潮流和海流的作用下沉积下来,再在生物作用下形成的。对于本研究区来说,植被群落特征及其作用时间是影响土壤有机质的主导因素。滩涂生长的植物主要分布于潮滩不同部位的陆生盐土植被和沼生盐土植被,如白茅、獐茅、盐蒿及互花米草等。由于各类型的植被群落的生物特性、群落盖度、根系长度和生物量的不同,以致它们的土壤肥力特征也存在明显差异。

茅草滩是由原来的盐蒿滩演替而来,植被生长时间比其外侧的盐蒿和互花米草长,且位于潮上带,潮浸率低,群落盖度较高,因而其表层土壤肥力最高。海堤内茅草滩的茅草生长时间比海堤外茅草滩的茅草生长时间长,又不受潮水影响,土壤处于脱盐阶段,因而土壤肥力比海堤外茅草滩更高。然而由于茅草的根系较短,地上生物量也不高,因而茅草滩土壤在超过 20~30cm 深度后,即接近茅草根系作用的末端时,土壤肥力明显下降,甚至不及生长年限相对较短的互花米草滩。

盐蒿不管在植株高度、群落盖度,还是在根系程度等方面均明显差于茅草和互花米草,按理说盐蒿滩的有机质含量和总氮含量都应该是最少,但由互花米草滩演替而来的盐蒿滩继承了互花米草滩的土壤肥力,因而 4 号点有机质和总氮含量远高于原生的盐蒿。

互花米草滩土壤由于成土时间小于茅草滩,但其植株高大密集,因而互花米草滩表层土壤有机质含量和总氮含量仅略低于茅草滩,而由互花米草滩演替而来的盐蒿滩继承了互花米草滩的土壤肥力,且生长年限比其外侧的互花米草略高,因而其有机质和总氮含量也略高于其外侧的互花米草滩,而比原生盐蒿滩高出更多。同时由于互花米草的根系非常发达,长度超过 60cm,因而互花米草滩和由互花米草滩演替而来的盐蒿滩下层土壤的有机质含量和总氮含量均较高,在超过 20cm 深度后明显高于茅草滩和原生盐蒿滩。

由于互花米草是 1982 年才在江苏沿海试栽,直至 1993 年以后本研究区才有一定规模,而潮滩淤长速度目前仅达到大面积互花米草滩转变为盐蒿滩并转变为茅草滩的程度,即目前海堤外的茅草滩虽然是由原来的盐蒿滩演替而来,但不是由互花米草滩演替演替为盐蒿滩后再演变为茅草滩的,因而上述测量的结果没有出现茅草滩下层土壤有机质和总氮含量超过互花米草滩的现象,只出现局部盐蒿滩高于互花米草滩的现象。可以设想在若干年后,互花米草滩将演替为盐蒿滩,盐蒿滩将演替为茅草滩,那时茅草滩的土壤肥力特征将与现在的茅草滩徒然肥力特征有较大的差别,茅草滩土壤肥力将高于盐蒿滩土壤肥力,盐蒿滩的土壤肥力将高于互花米草滩的土壤肥力,因此,进一步研究江苏沿海潮滩各盐土植被的土壤肥力特征及其变化规律对开发利用潮滩土地资源乃至海岸带环境变迁具有重要的意义。

5 结论

从上述的分析研究可知,淤长性潮滩主要有白茅、獐茅、盐蒿和互花米草等盐土植被类型,并随着潮滩的淤长而进行顺行演替。由于淤长性潮滩被围垦的原因,盐土植被带宽度一般为互花米草带最宽,茅草滩和盐蒿滩大部分被围垦,宽度较小。从盐土

植被类型下的土壤肥力来看,茅草滩土壤表层肥力最好,但在 20cm 深度以下,土壤肥力较差;互花米草滩土壤表层肥力略低于茅草滩,在 20cm 深度以下,好于茅草滩,这表明受互花米草影响的土壤,其肥力从表层向下比较一致,而其他类型盐土植被类型土壤变化较大;各植被带土壤的粒度从茅草滩向互花米草滩增大,反映了该研究区的动力从海向岸逐渐减弱的变化特点。另外,互花米草的引进,增加了江苏潮滩盐土植被类型和植被带的宽度,也加速了盐土植被演替的进程,也为盐土植被带土壤肥力特征的变化增加了一个因素。

References:

- [1] Qin P, Zhou C L, An S Q, *et al.* The salt-tolerant agriculture and ecological engineering on seashore. Beijing: Chemist Industry Publishing Company, 2002. 1~9.
- [2] Aronson J A. Salt-tolerant plants of the world. University of Arizona, Tucson, Arizona, 1989.
- [3] Costanza R, Arge R, Groot R, *et al.* The value of the world's ecosystem services and nature capital. *Ecological. Economy*, 1998, (25): 3~15.
- [4] Ren M E, Xu T G, Zhu J W. Colligate investigate report about coastal zone in Jiangsu Province. Beijing: Ocean Press, 1985. 1; 25~46; 110~120.
- [5] Zhang R S, Chen C J, Chao Q Y, *et al.* Study on the off-shore sands and Tiaozini Sands in Jiangsu Province and its foreground of combine to land. Beijing: Ocean Press, 1992. 1~5.
- [6] Tang Z D. The recent innning potential of Jiangsu depositing mud flat. *Marine Science Bulletins*, 1992, 11(2): 50~57.
- [7] Zhong C X, Zhou R Z, Zhou H B, *et al.* Experiments of plantings of *Spartina anglica* Hubbard and effects of saline soil amelioration in China. *Journal of Nanjing University* (Research Advances in *Spartina*-Achievements of Past 22 Years), 1985, 40(2): 44~82.
- [8] Xu G W, Zhou R Z. Preliminary studies of introduced *Spartina alterniflora* Losiel in China. *Journal of Nanjing University* (Research Advances in *Spartina*-Achievements of Past 22 Years), 1985, 40(2): 212~225.
- [9] Song L Q. *Spartina alterniflora* and its defend function to bank. *DongHai Marine Science*, 1997, 15(1): 11~18.
- [10] Qin P, Xie M, Zhong C X. The dynamics of transport and change of mineral elements in salt marsh of *Spartina alterniflora*. *Journal of Nanjing University*, 1995, 50(2): 154~160.
- [11] Shi Z, Chen J Y. Erosion, deposition and sediment dynamics on saltmarshes. *Acta Geographica Sinica*, 1995, 50(6): 562~567.
- [12] Christlansen T, Wiberg P L, Milligan T G. Flow and sediment transport on a tidal salt marsh surface. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 2000, 50(3): 315~331.
- [13] Van Straaten L M J U. Sedimentation in tidal flat areas. *Water Resources Research*, 1961, 9(2): 203~226.
- [14] Evans G. Intertidal flat sediments and their environments of deposition in the Wash. *J. Geol. Soc. London Quart.*, 1965, 121: 209~245.
- [15] Allen J R L. Simulation models of salt-marsh morphodynamics: some implications for high-intertidal sediment couplets related to sea-level change. *Sedimentary Geology*, 1997, 113(3-4): 211~223.
- [16] Bass A S, Turner R E. Relationships between saltmarsh loss and dredged canals in three Louisiana estuaries. *Journal of Coastal Research*, 1997, 13(3): 895~903.
- [17] Wang S J, Chen Y, Li S Y. Balance of soil organic matter in a long-term triple cropping system in paddy fields. *Acta Pedologica Sinica*, 2002, 39(1): 9~15.
- [18] Zhang R S, Yan S G, Shen Y M, *et al.* The reclamation and its action on the rise and fall of salt marshes on the tidal flat of Jiangsu Province. *Chinese Journal of Chinese Population Resources and Environment*, 2002, 12(7): 9~15.

参考文献:

- [1] 钦佩,周春霖,安树青,等. 海滨盐土农业生态工程. 北京: 化学工业出版社, 2002. 1~9.
- [4] 任美镔,许廷官,朱季文,等. 江苏省海岸带和海涂资源综合调查(报告). 北京: 海洋出版社, 1985. 1, 25~46, 110~120.
- [5] 张忍顺,陈才俊,曹琼英,等. 江苏岸外沙洲及条子泥并陆前景研究. 北京: 海洋出版社, 1992.
- [6] 唐正东. 江苏淤长型海涂的近期围垦潜力. 海洋通报, 1992, 11(2): 50~57.
- [7] 仲崇信,卓荣宗,周鸿彬. 大米草(*Spartina anglica*)的引种栽培实验及其效果. 南京大学学报(米草研究的进展——22 年来的研究成果论文集), 1985, 40(2): 44~82.
- [8] 徐国万,卓荣宗. 我国引种互花米草的初步研究. 南京大学学报(米草研究的进展——22 年来的研究成果论文集), 1985, 40(2): 212~225.
- [9] 宋连清. 互花米草及其对海岸的防护作用. 东海海洋, 1997, 15(1): 11~18.
- [10] 钦佩,谢民,仲崇信. 互花米草盐沼矿质元素迁移变化动态. 南京大学学报, 1995, 50(1): 154~160.
- [11] 时钟,陈吉余. 盐沼的侵蚀、堆积和沉积动力. 地理学报, 1995, 50(6): 562~567.
- [17] 王胜佳,陈义,李实烨. 多熟制稻田土壤有机质平衡的定位研究. 土壤学报, 2002, 39(1): 9~15.
- [18] 张忍顺,燕守广,沈永明,等. 江苏淤长型潮滩的围垦活动与盐沼植被的消长. 中国人口资源环境, 2003, 12(7): 9~15.