

江苏海州湾沿海沙滩植被的种类组成与群落变化

胡君, 刘启新^①, 吴宝成^①, 熊豫宁, 董振国, 卞桂兰

[江苏省·中国科学院植物研究所(南京中山植物园), 江苏 南京 210014]

摘要: 采用实地踏查方法调查了近年江苏海州湾沿海沙滩的分布状况、植被种类组成及群落变化, 并与 1980 年代的相关调查结果进行了对比。结果表明: 由于人为干扰严重, 海州湾原有沙滩严重萎缩, 沙生植被普遍遭到破坏、分布面积锐减, 目前仅海头镇、大沙湾和苏马湾沙滩有植被分布, 且只有海头镇沙滩分布的种类和群落数量较多。全部沙滩现有种类 39 种, 比以前有所增加, 并且新增的 25 种主要为内陆农田植物和山地植物, 而典型沙生植物数量却有所减少; 优势科、属不明显, 其中只有 1 种的科数占总科数的 70% 左右; 现存种类中植株数量在 20 株以下的有 25 种, 占总种数的 64.1%。植被组成种类的生活型没有明显变化, 全部为冬季落叶性种类, 且以地下芽植物和种子越冬植物占绝对优势, 但生活型谱发生了变化。现存有 7 个群落, 即砂引草群落 (*Tournefortia sibirica* community)、筛草群落 (*Carex kobomugi* community)、肾叶打碗花群落 (*Calystegia soldanella* community)、白茅群落 (*Imperata cylindrica* community)、单叶蔓荆群落 (*Vitex rotundifolia* community)、刺沙蓬群落 (*Salsola tragus* community) 和华黄耆群落 (*Astragalus chinensis* community), 其中中华黄耆群落为新增群落; 群落类型仍以草本群落为主 (6 个群落), 建群种多为多年生草本植物、也是典型的沙生植物, 且有些群落由共优种群落演变为单优种群落。群落原有的分布格局和演替序列有较大变化, 群落分布面积明显减小; 各沙滩拥有的群落数差异明显, 其中海头镇沙滩分布有 6 个群落, 而大沙湾和苏马湾沙滩则仅有 1~2 个群落; 3 个沙滩无共有群落, 仅肾叶打碗花群落和单叶蔓荆群落分别为其中 2 个沙滩共有。在不同时期及不同沙滩各群落的各项多样性指数均有一定变化; 各群落的丰富度指数均不同程度增加; 多数群落的盖度和 Shannon-Wiener 多样性指数 (SW 指数) 有所提高, Simpson 多样性指数 (SP 指数) 有所下降; 在 7 个群落中, 单叶蔓荆群落的丰富度指数、SP 指数和 SW 指数均最高, 白茅群落的 SP 指数和 SW 指数最低, 刺沙蓬群落的丰富度指数最低。根据调查结果, 对导致海州湾沙滩消失及植被变化的主因进行了分析, 并提出相应的保护和改进措施。

关键词: 海州湾; 沿海沙滩; 种类组成; 植物群落; 多样性指数; 沙生植物

中图分类号: Q948.3; X171.1; Q178.531 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2013)02-0098-10

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2013.02.14

Species composition and community change of vegetation on coastal beaches of Haizhou Bay in Jiangsu Province HU Jun, LIU Qixin^①, WU Baocheng^①, XIONG Yuning, DONG Zhenguo, BIAN Guilan (Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2013, 22(2): 98-107

Abstract: The distribution status, species composition and community change of vegetation on coastal beaches of Haizhou Bay in Jiangsu Province in recent years were investigated by means of field survey, and those were compared with related investigation results in the 1980s. The results show that due to serious human interference, original beach in Haizhou Bay severely shrank, sand vegetation is generally destructed and its distribution area is sharply decreasing. At present, the vegetation only distributes in three beaches of Haitouzhen, Dashawan and Sumawan, in which, both of numbers of species and community distributing in Haitouzhen beach are relative more. There are 39 species existing in all beaches and species number increases than that of before, and newly added 25 species are mostly inland

收稿日期: 2013-01-20

基金项目: 江苏省中国科学院植物研究所青年基金项目(青 201102)

作者简介: 胡君(1986—), 男, 四川宜宾人, 硕士研究生, 主要研究方向为植物分类与生物多样性。

^①通信作者 E-mail: naslqx@aliyun.com; wubaocheng2015@163.com

farmland and mountain plants, while number of typical psammophyte decreases. Dominant families and genera are not obvious, in which number of family only containing one species accounts for about 70% of the total number of family. In existing species, there are 25 species with individual number below 20, which accounts for 64.1% of total number of species. Life form of composition species in beach vegetation does not obviously change, they all are the winter deciduous species, and geophyte and seed overwintering plant are absolutely predominant, while only life form spectrum has changed. There are seven communities of *Tournefortia sibirica*, *Carex kobomugi*, *Calystegia soldanella*, *Imperata cylindrica*, *Vitex rotundifolia*, *Salsola tragus* and *Astragalus chinensis*, in which, *A. chinensis* community is a newly added community. Community types are still mainly herbaceous community (6 communities) in which constructive species is mostly perennial herbaceous species, also is typical psammophyte, and some communities have changed from co-dominant species community to mono-dominant species community. There are larger changes in original distribution pattern and succession series of these communities, and community distribution area obviously decreases. Community number in every beach differs obviously, in which, there are 6 communities in Haitouzhen beach, only 1–2 communities in Dashawan and Sumawan beaches. There are no common community among three beaches, only *C. soldanella* community and *V. rotundifolia* community are common for two beaches, respectively. There are some changes in every diversity index of all communities at different stages and in different beaches; the richness index of all communities increases with different degrees; the coverage and Shannon-Wiener diversity index (SW index) of most communities increase and Simpson diversity index (SP index) decreases. In seven communities, richness index, SP index and SW index are the highest in *V. rotundifolia* community, SP index and SW index are the lowest in *I. cylindrica* and richness index is the lowest in *S. tragus* community. According to the investigation results, main factors led to beach disappearance and vegetation change in Haizhou Bay are analyzed and the corresponding conservation and improvement measures are put forward.

Key words: Haizhou Bay; coastal beach; species composition; plant community; diversity index; psammophyte

海滨沙生植被是指生长于砂质海岸上的植物群落,主要分布在有较大腹地的海湾内或海堤上且为花岗岩的砂质海岸地带。在海滨生态系统中海岸带沙生植被有其特定功能,对固堤护滩具有重要作用。沙生植物群落的物种构成以沙生植物为主,其外貌结构特征形成了海岸带特殊的自然景观^[1]。由于砂质海岸环境特殊,生于其上的沙生植被为具有耐旱、耐盐和耐贫瘠等一系列适应性的植物资源种类^[2]。因而,近年来人们对沿海沙生植被的植物多样性极为关注,并重点开展了沙生植物资源、沙生植被及沙生植物生理生态等方面的研究^[3–5]。

江苏省濒临黄海,拥有长达 954 km 的海岸带,包括基岩海岸、淤泥质海岸和砂质海岸三类^[6]。有关江苏海岸植物尤其是砂质海岸的植物,20 世纪 80 年代曾开展过调查研究,其中部分研究结果已发表^[7],有关调查资料保存在江苏省·中国科学院植物研究所科技档案馆。此后由于全球气温增高引起的海平面上升以及人类活动对海岸生态系统的影响^[8],特别是近年来江苏沿海地区发展战略规划的制定与实施,加快了整个海岸开发建设的进程^[9],因而,近 30 年沙滩

及其植物生存现状发生了变化。但人们对这种变化的程度以及沙生植被的现状尚不清楚。为此,作者对江苏海州湾沿海沙滩的植物种类和群落进行了调查,并结合历史资料^[10]分析沙生植被的时空变化特征,以为该区域的开发规划以及沿海沙滩沙生植被恢复和生物多样性保护提供科学依据。

1 研究方法

1.1 野外调查

在江苏沿海海岸,典型沙滩主要分布在海州湾段,因而,2011 年和 2012 年对该段沙滩带进行了实地考察,详细观察了现存沙滩的分布和面积变化、人为活动对沙滩影响的方式与程度,并重点调查了沙滩上分布的植物种类和群落现状。

调查采用踏查法与样方法相结合的方式。了解整个沙滩分布状况,查清砂质海岸植物种类,掌握沙生植被及其代表性植物群落的发育,并根据群落的建群种或优势种进行群落类型和性质的划分与遴选,确定重点调查的样地以及样方调查的形式与大小。根

据样方调查获知江苏沿海砂质海岸沙滩现存植物群落多为草本群落,个别为小灌木群落,因而参照文献[10]将样方面积设为1 m×1 m,每块沙滩上的每个典型群落按“器”字形设立5个样方。

1.2 数据处理与资料分析

数据分析:除分析植物种类相关信息外,参照文献[11]的方法分析群落物种多样性,包括物种丰富度指数、Simpson 多样性指数和 Shannon-Wiener 多样性指数。

资料分析:主要对现在的调查资料、20世纪80年代江苏沿海野外考察和植物群落调查报告^[7]和档案资料^[10]进行比对,综合分析沙生植被的物种组成以及群落多样性的时空变化。

2 结果和分析

2.1 海州湾沿海沙滩及植被变化

海州湾沿海沙滩位于江苏海岸线北段的赣榆县和连云港市区内。在1980年代,沙滩的分布从南至北呈“多点一线”的格局,其中,“多点”指位于连云港后云台山周围山体的墟沟、黄窝和田湾以及东西连岛的大沙湾和苏马湾等海湾沙滩,均邻近山体基部,呈点状扇形,面积较小;“一线”即指位于江苏最北端、赣榆境内的兴庄河口以北至绣针河口长约20 km且宽窄不一的狭长砂质海岸。

资料显示^[10],在1980年代海州湾沿海砂质海岸植被普遍发育,而且典型沙生植被生长良好。但近30年来上述各海岸段沙滩已经显著改变,其植被也发生了相应的变化。现分述如下:

1) 赣榆砂质海岸:是海州湾沿海面积最大、最典型、最有代表性的沙滩所在地,也是沙生植被分布最丰富的海岸段,分布有砂质海岸沙堤或沙滩。但是近10余年因为修建硬化海堤、发展旅游业、围垦和发展养殖渔业等,使得赣榆段数十千米砂质海岸带基本被破坏,沙滩面积急剧减少,只剩下南端海头镇北戴河浴场以北面积约0.6 km²的狭长沙滩,沙滩植被呈片断化或斑块化分布。在海头镇兴庄河口以北因修建沿海石质大堤目前仅剩4片沙滩,有的面积严重萎缩、有的受到严重破坏、有的变为他用,至今能适宜沙生植物生长的沙滩仅剩海头镇沙滩,而且此处后部开发为鱼塘和生产用地,沙滩面积大为减少,处于沙滩内缘的植物群落因围垦和修堤而直接受到毁灭性破

坏。同时修建大堤时车辆往来和土石交换间接影响了沙滩生境,随建筑用土带入的内陆物种对沙滩原生植物群落造成一定破坏。

2) 大沙湾和苏马湾沙滩:这2个沙滩分别位于东西连岛北侧中段的海湾内,沙滩的后缘为湾顶坝及岩质山体,总面积约0.1 km²。其中,大沙湾沙滩(又名后沙滩、大路口老虎嘴沙滩)的低潮位以上最宽约300 m,苏马湾沙滩的低潮位以上最宽约200 m。因位于海岛上,受人为影响较小,沙生植被发育较好,曾分布有典型的砂引草(*Tournefortia sibirica* Linn.)群落、筛草+珊瑚菜(*Carex kobomugi* Ohwi + *Glehnia littoralis* Fr. Schmidt ex Miq.)群落、肾叶打碗花[*Calystegia soldanella* (Linn.) Roem. et Schult.]群落等沙生植物群落,还分布有软毛虫实(*Corispermum puberulum* Iljin.)、毛鸭嘴草[*Ischaemum antephoroides* (Steud.) Miq.]、兴安胡枝子[*Lespedeza daurica* (Laxm.) Schindl.]、无翅猪毛菜(*Salsola komarovii* Iljin.)和匍匐苦荬菜(*Ixeris repens* (Linn.) A. Gray)等种类。但在20世纪末由于旅游业的发展这2个沙滩相继被开发成海滨浴场,因蹂躏严重沙生植被基本消失,仅靠近基岩质山体位置存有面积约50 m²的沙生植被。

3) 墟沟沙滩:该沙滩曾经也分布有典型的沙生植被。但随连云港市城区的扩展,该沙滩被开发成观光活动带,仅保留了沙滩前缘的光滩地,加之游客的蹂躏,沙生植被无法正常演替,现在该沙滩已无植被分布。

4) 田湾沙滩:该沙滩位于后云台山的东端海岸,面积不大。1982年时分布有矮生藁草(*Carex pumila* Thunb. ex A. Murray)、肾叶打碗花、砂引草、单叶蔓荆(*Vitex rotundifolia* Linn. f.)群落,还有匍匐苦荬菜、苍耳(*Xanthium sibiricum* Patr.)、白茅[*Imperata cylindrica* (Linn.) Raeusch.]、软毛虫实和婆婆针(*Bidens bipinnata* Linn.)等伴生种类;并还生长有典型沙生植物兴安天门冬(*Asparagus dauricus* Fisch. ex Link)和珊瑚菜;由于该沙滩的沙生植被保存较好,曾建议建立田湾海滨沙滩沙生植物自然保护区,以便与柳河沟谷植物区系自然保护区相连成为江苏省暖温带海滨完整的植物区系保护区。由于1999年建设田湾核电站,该沙滩未得到有效保护,生境完全被破坏,目前该区域已无沙滩,沙生植被也消失殆尽。

5) 黄窝沙滩:该沙滩面积不大,原来发育有沙生植被。现在该沙滩已严重退缩,加之已开发成海滨浴

场,其现状与田湾沙滩相似,沙滩几近消失,沙生植物也荡然无存。

由以上分析可见:近30年海州湾沿海沙滩受到严重的人为干扰,分布点减少。由此引起沿海沙生植被分布面积锐减,有的随沙滩消失而消失(如田湾沙滩),有的沙滩即使尚存但已无植被分布(如墟沟沙滩和黄窝沙滩),有的虽分布有沙生植被但退缩至沙滩内侧边缘(如东西连岛上的沙滩)。其中赣榆海岸段破坏最为严重,沙滩消失面积最大。

2.2 植被的种类组成特征及其变化

2.2.1 植物种类的组成分析

海州湾砂质海岸(含沙滩和沙堤)基本由石英颗粒构成,质地疏松、空隙大、通气性强、毛细管作用弱、持水性小且保水能力差,植物的养分供给不足,土壤较贫瘠。由于临海沙滩尤其是高潮线以内部分时常受到海潮灌洗或海浪冲刷,沙滩不同部位含盐量不同,因此适宜于在沙滩上生长的植物种类均较少,且多为耐盐的沙生植物和耐沙植物,由此发育出特殊的海滩沙生植被,是一类比较脆弱的植被类型和植物生态系统。

调查结果表明:海州湾沿海沙滩分布的植物种类并不多,共50种,其中1980年代记载有25种^[10],目前分布有39种。虽然植物种类数有明显增加,但原有的25个种类中有11种消失,现有的39个种类中有25种为新增种类,仅14个种类持续分布至今。海州湾沿海沙滩分布的植物种类及其生活型和分布区域见表1。

为进一步了解海州湾沿海沙滩植物分布状况及其在植被中的地位,对现存39个种类的分布现状进行统计分析,结果表明:与1980年代相比,现存种类在分科归属及数量上均有一定变化。现有种类分属于20科37属,其中含2~9种的科有6个,如菊科(Asteraceae)有8属8种、禾本科(Poaceae)有6属6种、藜科(Chenopodiaceae)有3属4种、豆科(Fabaceae)有3属3种、紫草科(Boraginaceae)有2属2种、莎草科(Cyperaceae)有1属2种;其余14科均只有1种。而1980年代分布的25种属于16科23属,其中藜科有3属4种、菊科有3属3种、莎草科有2属3种、禾本科和豆科均有2属2种,其余11科均只有1种。

由此可见:海州湾沿海沙滩植被中的植物科、属、种数量并不多,并且各属包含的种数更少,其中只有1种的科占总科数的70%左右,表明沙滩植被中优势

科、属不明显。另外,植被中主要科没有明显变化,均为菊科、禾本科、藜科、豆科和莎草科等,仅各科所包含的属、种数量略有变化,科的位次不一样。

2.2.2 植物种类的生活型分析

现有39种植物中草本种类有33种、木本种类有6种,全部为冬季落叶性种类。草本植物中多年生种类有19种,1~2年生种类有14种,分别占总种数的48.7%和35.9%。木本种类有6种;其中,藤本有2种,为木防己(*Cocculus orbiculatus* (Linn.) DC.)和忍冬(*Lonicera japonica* Thunb.);灌木有4种,其中包含灌木单叶蔓荆、小灌木兴安胡枝子、蔓状灌木杠柳(*Periploca sepium* Bunge)和茅莓(*Rubus parvifolius* Linn.);藤本和灌木种类数量分别占总种数的5.1%和10.3%。木本种类中无乔木且植株不高、株数很少,仅分布于东西连岛的苏马湾沙滩后部边缘的山体基部,有4种是从山地侵入的,不属于真正的沙滩植物,而沙生木本种类仅有单叶蔓荆和兴安胡枝子,出现于苏马湾沙滩和海头镇沙滩。所以,整个沿海沙滩植被应属于草本型。

按Raunkiaer系统划分生活型,目前分布的39个种类中有高位芽植物6种(其中包括矮高位芽植物单叶蔓荆、杠柳、茅莓和兴安胡枝子,攀援植物忍冬和木防己)、地上芽植物2种、地面芽植物11种、地下芽植物7种以及种子越冬植物13种。

在1980年代的25个种类中有草本种类20种、木本种类5种。按生活型划分,矮高位芽植物有单叶蔓荆、兴安胡枝子、柘树(*Maclura tricuspidata* Carrière)、酸枣[*Ziziphus jujuba* var. *spinosa* (Bunge) Hu ex H. F. Chow]和罗布麻(*Apocynum venetum* Linn.),地面芽植物有珊瑚菜、海滨山黧豆(*Lathyrus japonicus* Willd.)、沙滩黄芩(*Scutellaria strigillosa* Hemsley)和毛鸭嘴草,地下芽植物有筛草、矮生藁草、香附子(*Cyperus rotundus* Linn.)、白茅、兴安天门冬、匍匐苦荬菜、肾叶打碗花和砂引草,其余8种为种子越冬植物。

从数量上看,种子越冬植物依然占优势,在不同时期均占约1/3;高位芽植物从20%减少到15%;地面芽植物从16%增加到28%;地下芽植物从32%减少到18%;地上芽植物也从0%增加到5%,与山体植物的侵入有关。

2.2.3 沙生植物种类的变化

目前海州湾沿海沙滩组成种类大多为旱中生或中旱生的生态类型,并且有盐生或沙生植物的形态特性,如:植株矮小,根系发达

表 1 不同时期江苏海州湾沿海沙滩植物种类分布状况和生活型

Table 1 Species distribution status and life form on coastal beaches of Haizhou Bay in Jiangsu Province at different stages

种类 Species	生活型 ¹⁾ Life form ¹⁾	分布点 ²⁾ Distribution plot ²⁾		种类 Species	生活型 ¹⁾ Life form ¹⁾	分布点 ²⁾ Distribution plot ²⁾	
		1980s	现在 Now			1980s	现在 Now
大麻科 Cannabaceae				萝藦科 Asclepiadaceae			
葎草 <i>Humulus scandens</i>	H	-	HTZ	杠柳 <i>Periploca sepium</i>	P	-	SMW
桑科 Moraceae				旋花科 Convolvulaceae			
柘树 <i>Maclura tricuspidata</i>	P	TW	-	肾叶打碗花 <i>Calystegia soldanella</i>	G	EVE	HTZ, DSW
蓼科 Polygonaceae				紫草科 Boraginaceae			
齿果酸模 <i>Rumex dentatus</i>	H	-	HTZ	砂引草 <i>Tournefortia sibirica</i>	G	EVE	HTZ
藜科 Chenopodiaceae				鹤虱 <i>Lappula myosotis</i>	T	-	HTZ
地肤 <i>Kochia scoparia</i>	T	-	HTZ	唇形科 Lamiaceae			
碱蓬 <i>Suaeda glauca</i>	T	-	HTZ	沙滩黄芩 <i>Scutellaria strigillosa</i>	H	TW, HTZ	-
猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	T	HTZ	-	马鞭草科 Verbenaceae			
无翅猪毛菜 <i>Salsola komarovii</i>	T	DSW	HTZ	单叶蔓荆 <i>Vitex rotundifolia</i>	P	EVE	HTZ, SMW
刺沙蓬 <i>Salsola tragus</i>	T	TW	DSW	茜草科 Rubiaceae			
软毛虫实 <i>Corispermum puberulum</i>	T	DSW	-	茜草 <i>Rubia cordifolia</i>	C	-	DSW
狭叶尖头叶藜 <i>Chenopodium acuminatum</i> subsp. <i>virgatum</i>	T	TW	-	忍冬科 Caprifoliaceae			
防己科 Menispermaceae				忍冬 <i>Lonicera japonica</i>	P	-	SMW
木防己 <i>Cocculus orbiculatus</i>	P	-	SMW	菊科 Asteraceae			
十字花科 Brassicaceae				小飞蓬 <i>Erigeron canadensis</i>	T	-	DSW
北美独行菜 <i>Lepidium virginicum</i>	H	-	HTZ	苍耳 <i>Xanthium sibiricum</i>	T	TW	HTZ
蔷薇科 Rosaceae				婆婆针 <i>Bidens bipinnata</i>	T	DSW	DSW
茅莓 <i>Rubus parvifolius</i>	P	-	SMW	野菊 <i>Chrysanthemum indicum</i>	C	-	DSW
豆科 Fabaceae				野艾蒿 <i>Artemisia lavandulifolia</i>	H	-	SMW
海滨山黧豆 <i>Lathyrus japonicus</i>	H	XG	HTZ	刺儿菜 <i>Cirsium arvense</i> var. <i>integrifolium</i>	H	-	HTZ
华黄耆 <i>Astragalus chinensis</i>	H	-	HTZ	长裂苦苣菜 <i>Sonchus brachyotus</i>	H	-	HTZ
兴安胡枝子 <i>Lespedeza daurica</i>	P	DSW, HTZ	HTZ	匍匐苦苣菜 <i>Ixeris repens</i>	G	EVE	HTZ
大戟科 Euphorbiaceae				禾本科 Poaceae			
乳浆大戟 <i>Euphorbia esula</i>	H	-	HTZ	雀麦 <i>Bromus japonicus</i>	T	-	HTZ
蒺藜科 Zygophyllaceae				鹅观草 <i>Elymus kamoji</i>	H	-	HTZ
蒺藜 <i>Tribulus terrestris</i>	T	TW	-	虎尾草 <i>Chloris virgata</i>	T	-	DSW
鼠李科 Rhamnaceae				狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	H	-	HTZ
酸枣 <i>Ziziphus jujuba</i> var. <i>spinosa</i>	P	TW	-	毛鸭嘴草 <i>Ischaemum antephoroides</i>	H	DSW	-
柳叶菜科 Onagraceae				马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	T	-	DSW
小花山桃草 <i>Gaura parviflora</i>	T	-	HTZ	白茅 <i>Imperata cylindrica</i>	G	EVE	HTZ, SMW
伞形科 Apiaceae				莎草科 Cyperaceae			
野胡萝卜 <i>Daucus carota</i>	T	-	DSW	筛草 <i>Carex kobomugi</i>	G	EVE	HTZ
珊瑚菜 <i>Glehnia littoralis</i>	H	HTZ, XG, DSW	-	矮生薹草 <i>Carex pumila</i>	G	EVE	EVE
夹竹桃科 Apocynaceae				香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	G	HTZ	-
罗布麻 <i>Apocynum venetum</i>	P	TW	-	百合科 Liliaceae			
				兴安天门冬 <i>Asparagus dauricus</i>	G	HTZ	HTZ

¹⁾ P: 高位芽植物 Phaenophyte; C: 地上芽植物 Chamaephyte; H: 地面芽植物 Hemicryptophyte; G: 地下芽植物 Geophyte; T: 种子越冬植物 Therophyte.

²⁾ HTZ: 海头镇沙滩 Haitouzhen beach; TW: 田湾沙滩 Tianwan beach; XG: 墟沟沙滩 Xugou beach; DSW: 大沙湾沙滩 Dashawan beach; SMW: 苏马湾沙滩 Sumawan beach; EVE: 各沙滩 Every beach; -: 无分布或未见记录 No distribution or no record.

并具地下茎或块茎,长匍匐茎多,叶片小、细、厚、硬或肉质等。

在现存的 39 个种类中,有 18 种与耐盐和耐沙相关,占总种数的 46%。其中,沙生植物有 10 种,占总

种数的 25.6%,包括刺沙蓬(*Salsola tragus* Linn.)、无翅猪毛菜、海滨山黧豆、肾叶打碗花、砂引草、匍匐苦苣菜、筛草、矮生薹草、兴安天门冬和单叶蔓荆。非沙生植物有 29 种,占总种数的 74.4%,其中包含沙、壤

均生植物5种,为华黄耆(*Astragalus chinensis* Linn.)、兴安胡枝子、乳浆大戟(*Euphorbia esula* Linn.)、虎尾草(*Chloris virgata* Sw.)和白茅;耐盐碱植物有3种,即碱蓬[*Suaeda glauca* (Bunge) Bunge]、苍耳和长裂苦苣菜(*Sonchus brachyotus* DC.)。

而在1980年代的25个种类中,沙生和耐沙、耐盐的种类有猪毛菜(*Salsola collina* Pall.)、无翅猪毛菜、软毛虫实、狭叶尖头叶藜[*Chenopodium acuminatum* subsp. *virgatum* (Thunb.) Kitam.]、珊瑚菜、海滨山黧豆、沙滩黄芩、肾叶打碗花、砂引草、匍匐苦苣菜、毛鸭嘴草、筛草、矮生藁草、兴安天门冬和单叶蔓荆等15种,占总种数的60%。

由此说明:海州湾沿海沙滩中耐沙耐盐种类均占有较大比重,这些种类构成了沙滩植被主体。但相比较而言,目前沙生植物在植被中的地位有所减弱。

2.2.4 种类组成的变化 目前海州湾沿海沙滩的39种中,仍保留有1980年代记载的无翅猪毛菜、刺沙蓬、海滨山黧豆、兴安胡枝子、肾叶打碗花、砂引草、单叶蔓荆、苍耳、婆婆针、匍匐苦苣菜、兴安天门冬、白茅、筛草和矮生藁草等14个种类,仅占现有种类数量的36%,是原有种类数量的56%,说明经过30多年的变化仍有近1/2原有种类分布至今,而且都是有代表性的种类。但从整体数量和种类上看,海州湾沿海沙滩植物的种类发生了很大变化。

与1980年代相比,现有25种为新增种类,占总种数的64%,也即约2/3种类是30年内增加的。在新增种类中,木本种类仅4种,即杠柳、茅莓、木防己和忍冬,均仅分布于东西连岛的苏马湾沙滩内侧边缘,而且每种株数均在20株以下,其中忍冬仅1株。但草本植物比较多,其中多年生的有11种,即葎草[*Humulus scandens* (Lour.) Merr.]、齿果酸模(*Rumex dentatus* Linn.)、华黄耆、乳浆大戟、野菊(*Chrysanthemum indicum* Linn.)、野艾蒿(*Artemisia lavandulifolia* DC.)、刺儿菜(*Cirsium arvense* var. *integrifolium* C. Wimm. et Grabowski)、长裂苦苣菜、鹅观草[*Elymus kamoji* (Ohwi) S. L. Chen]、狗牙根[*Cynodon dactylon* (Linn.) Pers.]和茜草(*Rubia cordifolia* Linn.);1~2年生的有10种,如地肤[*Kochia scoparia* (Linn.) Schrad.]、碱蓬、北美独行菜(*Lepidium virginicum* Linn.)、小花山桃草(*Gaura parviflora* Dougl.)、野胡萝卜(*Daucus carota* Linn.)、鹤虱(*Lappula myosotis* V. Wolf)、小飞蓬(*Erigeron*

canadensis Linn.)、雀麦(*Bromus japonicus* Houtt.)、马唐[*Digitaria sanguinalis* (Linn.) Scop.]和虎尾草。由此可见,新增种类基本上都是农田系统或山地系统植物,且以草本植物居多。

经过30多年的变化,部分原有种类目前在海州湾沿海沙滩未见,如原分布很普遍的珊瑚菜,目前已看不到。类似的种类共有11个,占原有种类数量的44%;其中包括珊瑚菜、沙滩黄芩、猪毛菜、软毛虫实、狭叶尖头叶藜和毛鸭嘴草等6种沙生植物,占未见种类数量的54%,占原有种类数量的24%^[7]。

2.2.5 种类分布的变化 海州湾沿海各沙滩植被分布有如下几点明显的变化:

1) 沙滩消失导致沙生植被消失和减少。由于田湾沙滩已消失,墟沟沙滩已沦为市内观海广场,黄窝沙滩已变为海滨浴场,其上分布的原生植物均已消失。如1980年代墟沟沙滩有筛草群落和匍匐苦苣菜群落,并伴有肾叶打碗花、珊瑚菜、猪毛菜、软毛虫实、兴安天门冬、海滨山黧豆和单叶蔓荆等;田湾沙滩有矮生藁草群落、肾叶打碗花群落和单叶蔓荆群落,并伴有砂引草、珊瑚菜、匍匐苦苣菜、无翅猪毛菜、软毛虫实、毛鸭嘴草和兴安胡枝子等,现在这些种类在这2个沙滩均已消失。目前有植物分布沙滩的仅海头镇及东西连岛上的大沙湾和苏马湾3个沙滩。

2) 现存沙滩中各自分布的植物种类不多。各沙滩中以海头镇沙滩的植物种类最多,有26种,是海州湾沿海沙滩植物种类的1个集中分布点;大沙湾和苏马湾沙滩分别仅为12种和8种,但苏马湾沙滩中真正属于沙滩植物的仅4种。

3) 在现存沙滩中广布的种类少。1980年代有许多种类广布于各沙滩,如肾叶打碗花、砂引草、单叶蔓荆、匍匐苦苣菜、筛草和矮生藁草等沙生种类在各沙滩普遍分布;目前各沙滩普遍分布的仅矮生藁草1种,在2个沙滩(苏马湾和海头镇)有分布的种类仅肾叶打碗花、单叶蔓荆和白茅3种,其余30余种基本仅在1个沙滩有分布。

4) 植物的种群规模较小。现存种类的植株数量分为3个数量级:20株以上的有14种,占总种数的35.9%,包括碱蓬、刺沙蓬、北美独行菜、华黄耆、肾叶打碗花、砂引草、单叶蔓荆、匍匐苦苣菜、雀麦、狗牙根、马唐、白茅、筛草和矮生藁草等,其中部分种类成片分布或呈集群分布;2~20株的有20种,占总种数的51.3%,分布零散;仅有1株的有5种,占总种数的

12.8%,包括无翅猪毛菜、海滨山黧豆、兴安天门冬、兴安胡枝子和忍冬。

2.3 群落类型及组成的时空变化

海州湾沿海沙滩现存主要植物群落有7个,分别为砂引草群落(*Tournefortia sibirica* community)、筛草群落(*Carex kobomugi* community)、肾叶打碗花群落(*Calystegia soldanella* community)、白茅群落(*Imperata cylindrica* community)、单叶蔓荆群落(*Vitex rotundifolia* community)、刺沙蓬群落(*Salsola tragus* community)和华黄耆群落(*Astragalus chinensis* community),各群落在海州湾沿海沙滩上的分布状况见表2。

表2 不同时期江苏海州湾沿海各沙滩主要植物群落分布状况对比
Table 2 Comparison of distribution status of main community on coastal beaches of Haizhou Bay in Jiangsu Province at different stages

群落 ¹⁾ Community ¹⁾	分布点 ²⁾ Distribution plot ²⁾	
	1980s	现在 Now
CK	HTZ, XG, TW, DSW	HTZ
TS	HTZ, XG, TW, DSW	HTZ
CS	HTZ, TW, DSW	HTZ, DSW
IC	HTZ	HTZ
AC	-	HTZ
ST	TW	DSW
VR	HTZ, TW, DSW	HTZ, SMW

¹⁾ CK: 筛草群落 *Carex kobomugi* community; TS: 砂引草群落 *Tournefortia sibirica* community; CS: 肾叶打碗花群落 *Calystegia soldanella* community; IC: 白茅群落 *Imperata cylindrica* community; AC: 华黄耆群落 *Astragalus chinensis* community; ST: 刺沙蓬群落 *Salsola tragus* community; VR: 单叶蔓荆群落 *Vitex rotundifolia* community.

²⁾ HTZ: 海头镇沙滩 Haitouzhen beach; DSW: 大沙湾沙滩 Dashawan beach; SMW: 苏马湾沙滩 Sumawan beach; XG: 墟沟沙滩 Xugou beach; TW: 田湾沙滩 Tianwan beach.

目前沙滩上分布的植物群落数量与1980年代相比仅多1个,说明海州湾沿海沙滩的植物群落数量基本稳定。在7个群落中主要为草本植物群落(有6个),木本植物群落仅1个,其中草本植物群落中建群种多为多年生草本种类(5种),很少为1~2年生草本种类(1个)。在这些群落中,除白茅群落外,其余6个群落建群种均为沙生植物,其中砂引草、肾叶打碗花、筛草和单叶蔓荆为典型的海滨沙生植物。由于整个砂质海岸的植物种类基本是草本种类和少数蔓生性小灌木种类,使得海州湾海岸沙滩植被的植物群落结构相对简单,常为单层结构,或在单叶蔓荆灌木性群落中为复层结构。由于多年生种类的遗传特性和生长习性,使海州湾海滨沙滩植被形成了沙生植被特有的群落。

2.3.1 群落类型及组成的时间变化 与1980年代的调查结果相比,现存沙滩群落有如下变化:

1) 出现新群落。在现存群落中发现新分布群落——华黄耆群落,华黄耆是江苏省新记录种,在海头镇沙滩独成群落,在面积约500 m²的沙滩上呈斑块状分布,长势良好。另外,以前刺沙蓬群落仅在田湾沙滩有分布,现今在东西连岛大沙湾沙滩内缘出现刺沙蓬群落,但分布面积不大。

2) 部分群落的建群种发生改变。原来由共优建群种形成的群落,现在变为单优种群落。如1980年代筛草群落中珊瑚菜占据一定优势,组成筛草+珊瑚菜群落,但现今在整个海州湾沿海未发现野生珊瑚菜植株,仅在海头镇沙滩分布有筛草单优种群落;曾以矮生藁草为主体的矮生藁草+肾叶打碗花共优种群落,如今因矮生藁草生长稀疏且植株矮小,其建群种地位下降,而肾叶打碗花因匍匐茎发达且生长旺盛,形成以肾叶打碗花为主的群落。

3) 多数群落分布面积明显减小,分布点减少(见表2)。在1980年代砂引草群落和筛草群落普遍分布于各沙滩,如今仅见于海头镇沙滩;肾叶打碗花群落或单叶蔓荆群落的分布面积也均明显减少。造成这种结果的最主要原因是人为干扰和破坏导致沙滩及其面积减少,适于沙生植物生长的生境越来越少;其次进入沙滩的外来种类竞争或小环境改变也是导致沙生植物群落分布面积减小的原因之一。

4) 少数群落得到发展。如1980年代白茅群落海头镇沙滩上呈斑块状分布,如今已在沙滩内缘呈带状分布,长势很好且盖度可达90%。

2.3.2 群落类型及组成的空间变化 海州湾现存沙滩中分布的植物群落有较大差异。除田湾沙滩消失和墟沟沙滩已无植物生长外,另3个沙滩分布的群落数量差异较大,最少的仅1个,最多的有6个(见表2)。苏马湾沙滩仅分布单叶蔓荆群落,靠近沙滩内缘且面积很小(约10 m²);大沙湾沙滩也仅分布肾叶打碗花和刺沙蓬2个群落,群落面积稍大;海头镇沙滩面积最大,其上分布的植物群落也最多,有砂引草群落、筛草群落、肾叶打碗花群落、华黄耆群落、白茅群落和单叶蔓荆群落,也可以说海头镇沙滩分布的植物群落代表了整个海州湾沙滩植被的群落分布。

从分布格局上看,同一沙滩上有多个群落分布时往往呈镶嵌分布格局,并且从前缘的近水裸沙滩向后缘的内陆一般先后分布有砂引草群落(或1980年代

的矮生藁草群落)→筛草群落、肾叶打碗花群落、刺沙蓬群落(或1980年代的匍匐苦苣菜群落)→白茅群落、华黄耆群落、单叶蔓荆群落,虽然在每个沙滩中这一演替序列并非完整,但这一演替序列中的前几个群落往往形成沙滩先锋群落,而中后部的群落一旦被单叶蔓荆侵入即会被后者取代演化为单叶蔓荆群落,达到沙滩自然演替的顶级群落。但是,在现存的沙滩上这种有序的群落分布格局已发生变化,除海头镇沙滩外其他有植被分布的沙滩已无完整的群落演替序列;在1980年代苏马湾沙滩从外向内依次分布有砂引草群落、砂引草-矮生藁草群落、筛草群落、筛草-单叶蔓荆群落、单叶蔓荆群落,在现存沙滩中前部已无植物分布,仅单叶蔓荆群落分布于沙滩后缘;大沙湾沙滩也是靠近沙滩后部边缘才分布有2个植物群落,而且其中的肾叶打碗花群落也面临消失的危险。

表3 不同时期江苏海州湾沿海沙滩植物群落多样性指数对比

Table 3 Comparison of community diversity index on coastal beaches of Haizhou Bay in Jiangsu Province at different stages

群落 ¹⁾ Community ¹⁾	盖度/% Coverage		丰富度指数 Richness index		Simpson 多样性指数 Simpson diversity index		Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener diversity index	
	1980s	现在 Now	1980s	现在 Now	1980s	现在 Now	1980s	现在 Now
TS	21	32	2	7	0.345	0.703	1.058	1.469
CK	53	64	8	9	0.681	0.598	1.468	1.328
CS	12	47	6	16	0.736	0.702	1.517	1.860
IC	57	78	4	7	0.396	0.567	0.756	1.236
AC	-	52	-	7	-	0.707	-	1.505
ST	60	52	3	5	0.382	0.686	0.694	1.345
VR	57	35	8	17	0.772	0.760	1.686	2.037

¹⁾ CK: 筛草群落 *Carex kobomugi* community; TS: 砂引草群落 *Tournefortia sibirica* community; CS: 肾叶打碗花群落 *Calystegia soldanella* community; IC: 白茅群落 *Imperata cylindrica* community; AC: 华黄耆群落 *Astragalus chinensis* community; ST: 刺沙蓬群落 *Salsola tragus* community; VR: 单叶蔓荆群落 *Vitex rotundifolia* community.

由表3还可见:从1980年代至今,筛草群落盖度增加,丰富度指数持平,但SP和SW指数均有所降低;刺沙蓬群落盖度减小,丰富度指数、SP和SW指数均明显增大;砂引草群落和白茅群落的盖度、丰富度指数、SP和SW指数均明显增大;肾叶打碗花群落盖度明显增大,而单叶蔓荆群落盖度明显减小,这2个群落的SP指数均有所减小,但丰富度指数和SW指数均明显增大。

海州湾沿海沙滩植物群落多样性的变化主要表现在群落丰富度的增加,其中增加的种类主要为非沙生植物,存在于砂引草群落、刺沙蓬群落、白茅群落、肾叶打碗花群落和单叶蔓荆群落中,使群落多样性指数不同程度增加。

2.4 群落多样性的时空变化

2.4.1 群落多样性的时间变化 不同时期海州湾沿海沙滩植物群落物种多样性指数的对比结果见表3。由表3可见:不同时期各群落的盖度、丰富度指数、Simpson 多样性指数(SP指数)和Shannon-Wiener 多样性指数(SW指数)均有一定差异。群落盖度以白茅群落最高,均值达到78%;处于沙滩前缘的先锋群落砂引草群落盖度最低,仅32%。丰富度指数最小的为刺沙蓬群落,最大的为单叶蔓荆群落。SP指数由小到大依次为白茅群落、筛草群落、刺沙蓬群落、肾叶打碗花群落、砂引草群落、华黄耆群落、单叶蔓荆群落,其中砂引草群落、肾叶打碗花群落和华黄耆群落的SP指数相近。SW指数的差异明显,由小到大依次为白茅群落、筛草群落、刺沙蓬群落、砂引草群落、华黄耆群落、肾叶打碗花群落、单叶蔓荆群落。

2.4.2 群落多样性的空间变化 从目前海州湾现存3个沙滩分布的植物群落看,3个沙滩间无共有群落,但它们之间两两分别共有肾叶打碗花群落和单叶蔓荆群落,这2个群落的多样性指数见表4。

经比较可见:海头镇沙滩单叶蔓荆群落盖度更高,丰富度指数比苏马湾沙滩大,但SP指数略低、SW指数略高。在海头镇沙滩和大沙湾沙滩,肾叶打碗花群落盖度相近,但多样性指数差异非常明显,在海头镇沙滩上肾叶打碗花群落的丰富度指数为14,远大于大沙湾沙滩。大沙湾沙滩肾叶打碗花群落分布面积小,且位于游客步道两侧,踩踏严重;而海头镇沙滩的肾叶打碗花群落虽然也因旅游开发受到影响,但因沙滩面积较大,供肾叶打碗花群落生长的空间较大,并

表 4 江苏海州湾沿海现存沙滩共有植物群落多样性指数的对比¹⁾Table 4 Comparison of diversity index of common community on existing coastal beaches of Haizhou Bay in Jiangsu Province¹⁾

群落 Community	盖度/% Coverage			丰富度指数 Richness index			Simpson 多样性指数 Simpson diversity index			Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener diversity index		
	DSW	SMW	HTZ	DSW	SMW	HTZ	DSW	SMW	HTZ	DSW	SMW	HTZ
VR	-	23	40	-	8	11	-	0.745	0.719	-	1.638	1.731
CS	49	-	46	3	-	14	0.548	-	0.730	0.933	-	1.893

¹⁾ VR: 单叶蔓荆群落 *Vitex rotundifolia* community; CS: 肾叶打碗花群落 *Calystegia soldanella* community. DSW: 大沙湾沙滩 Dashawan beach; SMW: 苏马湾沙滩 Sumawan beach; HTZ: 海头镇沙滩 Haitouzhen beach.

且由于人类活动使许多内陆物种也在此定居,导致其多样性指数明显大于大沙湾沙滩的肾叶打碗花群落。

因人类活动的影响共有群落的物种组成也有区别。海头镇沙滩的单叶蔓荆群落中新增的种类主要是内陆农田系统植物,如齿果酸模、北美独行菜和刺儿菜;而苏马湾沙滩单叶蔓荆群落的伴生种类主要是为山体物种,如木防己和茅莓,这与 2 个沙滩的地理位置有关。海头镇沙滩临近堤内农田系统,而苏马湾沙滩邻近山体植被,在人为干扰下一些生态幅较宽的物种更容易就近传播到对应的海滩。

3 讨论和建议

3.1 沿海沙滩及植被整体变化趋势

在 1980 年代海州湾沿海沙滩数量较多且沙生植被比较丰富。由于人类活动和环境破坏,现存沙滩数量和面积明显减少,由此导致沙滩植被分布面积萎缩。目前能代表海州湾沿海自然沙生植被特点的仅有海头镇沙滩,但这个沙滩目前也已受到旅游开发的影响。

海岸介于内陆和海洋之间,是一个特殊的地带,拥有特殊的生态系统;尤其是砂质海岸,分布着一些特有的、狭阔生态特征明显的植物种类和植被类型。但是,海岸又是区域狭窄、生境脆弱的地带,植物群落及其植被很容易受到影响和破坏,而且一旦破坏难以恢复。因此,江苏海岸带沙滩及其沙生植被这种变化应引起足够的重视。必须对沙生植物的生境加以保护,尤其需要强化对沙滩的可持续利用和沙滩生物多样性的保护。

3.2 沙滩植物种类增加的主因及其影响趋势分析

与 1980 年代相比,目前海州湾沿海沙滩的植物种类数量有大幅提高,总体增加了 56%。究其原因,一是调查的范围及调查季节或次数不同;二是过去几十年中人为活动或海滩开发带入新种类;三是由于海

滩改造或开发利用改变沙滩基质状态,壤性、砂性和盐度发生改变,更适宜于非沙生植物及内陆植物的生长,等等,其中最主要的原因还是人为因素。

无论是何种原因导致种类数量增加,事实上它对整个海州湾沿海沙滩系统的植被均有明显影响。一方面,沙滩植被物种多样性丰富更有利于植被发展,使沙滩覆盖率总体增加;但另一方面,现存沙滩植被中内陆非沙生植物大量增加而沙生植物种类明显减少,存在改变原有植被特征的潜在威胁。许多内陆农田和丘陵山地常见的非沙生植物种类(如北美独行菜、野菊、茜草、忍冬、木防己、齿果酸模、马唐、白茅和华黄耆等)的出现,无疑改变了沙滩原有植被的物种构成,并挤占了沙生植物的生存空间,使得沙生植物分布面积逐渐减少;而且这些内陆种类的生长特性、形成的特定生境及其对周围环境的干扰又影响着沙生植物种类的生长发育,更促使沙滩植被的沙性特点减弱、沙生植被特色弱化。上述两方面因素对沙滩植被群落类型及其结构均有影响。从群落演替角度预测,虽然现存主要沙生植物群落变化不大,但长此以往沙滩植被发育方向将朝着非沙生群落方向演变。

3.3 建议

1) 强化江苏沿海沙滩的普查,深入了解沙生植被的分布现状。与 1980 年代相比,虽然现存沙滩植物种数有所增加,但其中原有的一些沙生植物种类和群落数量在本次调查过程中未见。如曾经常见的沙滩建群种珊瑚菜,由于其数量下降,以及具有特殊的分布区和生物学及生态学特征,已被列为渐危种,是国家Ⅲ级重点保护野生植物^[12],并且其濒危度近年来越来越高。与此相似的还有沙生植被伴生种粗毛鸭嘴草、软毛虫实和猪毛菜等。这些种类是否迁徙至消失沙滩的周边?在江苏沿海其他区域是否仍有分布?需要进一步调查核实。

另外,作者主要与 1980 年代有关海州湾沙滩的调查结果进行对比,探寻 30 年来植被的变化状况,调

查范畴及对象具有一定针对性,对没有记载的江苏海州湾的其他类型海岸或沙滩(很少)未涉及。因此,针对目前江苏沿海开发的长期发展规划和可持续发展的需要,应该对江苏沿海沙滩进行细致的普查,以更全面而深入地了解其植被的分布现状。

2) 改变沙滩利用方式,加强沿海沙滩的保护。通过调查研究得知,海州湾沿海沙滩总体上遭到严重破坏,原生沙生植被都有不同程度改变,这种改变与人为影响高度相关。由于海滨沙滩是一个脆弱的生态系统,一旦被破坏或破坏到一定程度,植被很难恢复甚至不可逆,即使设法重新恢复或重建,也与原生状态有一定差异,更何况这些人为改变后的沙滩一时很难看到有恢复性改变的迹象。

对生物多样性最大的威胁是生境丧失,保护生物多样性最关键的手段是保护生境,对于稀有濒危植物以及特殊生态环境,特别是狭阈生境的保护越来越受到重视^[14-16]。因此,当务之急应尽快加强保护现存沙滩,同时要改变现有沙滩的开发利用方式,防止过度开发、减低干扰强度,以利于植被逐渐恢复和发展。

3) 加强现有群落建群种保护,采取引种与保护相结合的措施恢复沿海沙生植被。现存海滨沙滩植被的群落建群种都是多年生草本或灌木,且多为沙生种类,物种的遗传特性和生长习性使得这些物种具有较强的拓展性,能长期适应海滨沙滩生境,具有较强的生态适应性和一定的自我更新能力。在人为干扰的沙滩,当人为干扰减少或撤除,这些种类易于恢复原有群落状态。以珊瑚菜为例,1983年在连云港东西连岛大沙湾沙滩分布有一个发育较好的种群,1987年调查时种群规模达380多株,但随后因沙滩开发该种群破坏极其严重,1990年至1991年调查时数量已很少;经过一段时期的恢复,到1994年作者调查时该种群规模又恢复到300多株^[13]。这表明在外界干扰较小的情况下,沙生植物种群具有自然恢复的能力。如今海堤建设和旅游开发对珊瑚菜以及其他沙生植物造成破坏,但如果采取一定的保护措施,加强现有建群种的保护,则能有效促进沙生植被恢复。

除此之外,在保护现有群落建群种的同时可以与恢复性引种相结合。作者在邻近的山东日照海滨调

查时曾见到规模约千株的珊瑚菜种群,其生境与植物种类构成与江苏境内海滨沙滩有许多相似性,如从该群落引种有关种类的种子或植株,更加有利于加快江苏沿海沙生植被的恢复。

参考文献:

- [1] 张治国,王仁卿,陆健健. 胶东沿海砂生植被基本特征及主要建群种空间分布格局的研究[J]. 山东大学学报:理学版, 2002, 37(4): 364-368.
- [2] 罗涛,杨小波,黄云峰,等. 中国海岸沙生植被研究进展(综述)[J]. 亚热带植物科学, 2008, 37(1): 70-75.
- [3] 张绪良,谷东起,丰爱平,等. 黄河三角洲和莱州湾南岸湿地植被特征及演化的对比研究[J]. 水土保持通报, 2006, 26(3): 127-131.
- [4] 杨洪晓,褚建民,张金屯. 山东半岛滨海沙滩前缘的野生植物[J]. 植物学报, 2011, 46(1): 50-58.
- [5] 李信贤. 广西海岸沙生植被的类型及其分布和演替[J]. 广西科学院学报, 2005, 21(1): 27-36.
- [6] 刘群,殷勇. 江苏沿海滩涂地貌及资源开发利用途径[J]. 河南科学, 2010, 28(11): 1482-1490.
- [7] 刘昉昉,黄致远,蔡守坤. 江苏海岸沙生植被的研究[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1986, 10(2): 115-123.
- [8] 王鹏,徐国华. 江苏省沿海滩涂生态环境面临的主要问题与对策[J]. 水利规划与设计, 2009(4): 15-20.
- [9] 佚名. 《江苏沿海地区发展规划》解读[J]. 海洋开发与管理, 2009(12): 32-45.
- [10] 江苏省植物研究所. 江苏省海岸带的植被与资源植物及其开发利用[R]. 南京:江苏省植物研究所, 1984.
- [11] 马克平. 生物多样性的测度方法[M]//钱迎倩,马克平. 生物多样性研究的原理与方法. 北京:中国科学技术出版社, 1994: 141-165.
- [12] 傅立国. 中国植物红皮书——稀有濒危植物:第一册[M]. 北京:科学出版社, 1991.
- [13] 惠红,刘启新,刘梦华. 迁地保存中土壤因子对渐危植物珊瑚菜生长发育的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2003, 12(3): 25-30.
- [14] 蒋志刚,马克平,韩兴国. 保护生物学[M]. 杭州:浙江科学技术出版社, 1997.
- [15] SMART S M. Ecological assessment of vegetation from a nature reserve using regional reference data and indicator scores[J]. Biodiversity and Conservation, 2000, 9: 811-832.
- [16] 马克平. 监测是评估生物多样性保护进展的有效途径[J]. 生物多样性, 2011, 19(2): 125-126.

(责任编辑:惠红)