

崇明东滩围垦堤内植被快速次生演替特征^{*}

葛振鸣 王天厚^{**} 施文^{***} 赵 平

(华东师范大学生命科学学院 上海市城市化生态过程与生态恢复重点实验室, 上海 200062)

【摘要】 崇明东滩湿地 98 大堤内的生态示范区由于人工排水而干涸, 芦苇塘成为次生裸地, 土壤条件发生变化, 呈明显的旱化和盐渍化, 植被群落结构呈典型的次生演替, 适宜旱地的耐盐植物獐茅和碱蓬等先锋植物出现. 文中分别于 2003 年秋季、冬季和 2004 年春季沿植被带对塘内各种植物的生物量、高度、密度等指标进行取样分析. 结果表明, 堤内植被群落已形成明显的带状獐茅草-獐茅草/碱蓬-碱蓬/芦苇-芦苇旱生植被群落. 碱蓬在裸地中 2003 年秋季平均生物量达到 $415.4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、2004 年春季为 $391.53 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 成为裸地的优势种, 并向芦苇中扩散, 生物量和高度逐渐增加, 密度逐渐稳定, 表现出良好的生长趋势.

关键词 崇明东滩 植被群落 次生演替 生物量

文章编号 1001-9332(2005)09-1677-05 **中图分类号** S718.54 **文献标识码** A

Secondary succession characteristics of vegetations on reclaimed land inside Chongming wetland seawall. GE Zhenming, WANG Tianhou, SHI Wenyu, ZHAO Ping (School of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2005, 16(9):1677~1681.

National reserve Chongming Dongtan wetland was designated as an important international wetland (ramsar site) in 2002. The area outside 98 seawalls is the core area of the reserve, while their inside is the experimental area. A wetland restoration project was started in June 2003, and a large pond behind the seawall was unwatered, which changed the soil condition and appeared drought and salinization. The vegetations presented typical secondary succession, and *Aeluropus littoralis* and *Suaeda glauca* invaded the area originally dominated by reed. From July 2003 to April 2004, the soil moisture content and salinity of 15 samples were determined, with the biomass, height, density, and coverage of each kind of vegetations measured. The results showed that the vegetation layout had become an obviously zonary distribution of *Aeluropus littoralis*-*Aeluropus littoralis*/*Suaeda glauca*-*Suaeda glauca*/*Phragmites communis*-*Phragmites communis* community. *Suaeda glauca* gradually extended to the reed area, and became the dominant species of the area, with an average biomass of 2003 $415.4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ in autumn, and of 2004 $391.53 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ in spring. The biomass and height of *Suaeda glauca* increased, and its density was getting stable, suggesting that the plant had strong growth ability in drought area.

Key words Chongming wetland, Vegetation community, Secondary succession, Biomass.

1 引言

上海市崇明东滩作为国际重要湿地^[18], 对迁徙水鸟具有极为重要的生态意义和保护生物学价值. 1998 年, 上海市政府在对崇明东滩数公里长的芦苇带中间进行了一次大规模的围垦, 在堤外建立了崇明东滩鸟类自然保护区作为生态核心区. 2001 年在 98 堤内建立了湿地生态示范区. 区内原以芦苇塘为主的湿生滩涂, 2003 年夏季起, 由于启动国际湿地公园建设项目工程, 示范区内的水被放干, 芦苇塘成为次生裸地^[14], 水体和土壤条件发生变化, 导致崇明东滩北部分布着獐茅 (*Aeluropus littoralis*) 和碱蓬 (*Suaeda glauca*) 等耐盐性植物^[3, 25]物种迅速出现在此裸地, 并逐渐进入原有的芦苇带. 芦苇 (*Phragmites communis*) 作为典型的湿地植被, 是崇明东滩的一个重要组成部分, 也是影响到崇明东滩鸟类自然保护区迁徙水鸟和生态环境变化的重要因

子, 具有重要的生态价值和经济价值^[2, 5, 6, 8], 同时也是示范区内重要的景观植被. 大面积的芦苇丛是开发示范区内重要的教育和旅游资源, 有必要保持其独立性. 本文对人为干扰下水土条件和植物群落的变化进行研究, 探讨人为干扰下滩涂演变、植被演替及植被群落的发展规律和趋势, 为湿地示范区的正确管理提供科学依据.

2 研究地区与研究方法

2.1 研究地点

芦苇塘实验地位于崇明东滩湿地生态示范区内 (31°32'N, 121°25'E), 面积约 10 hm^2 . 示范区建筑内容包括自然保护区的边界和标识系统建设、管护设施建设和 143 hm^2 湿地生态示范区建设等三大部分, 其中 143 hm^2 湿地生态示范区

^{*} 上海市科委重大项目 (04DZ19303)、国家“十五”211 工程“重点学科建设项目和上海市重点学科建设项目基金资助项目.

^{**} 通讯联系人. E-mail: thwang@bio.ecnu.edu.cn

2004-10-02 收稿, 2005-01-13 接受.

中主要建设湿地生态恢复区、行政管理区、示范区标识系统以及相应的附属工程等.

2.2 研究方法

分别于2003年夏(7月)、2003年冬(12月)和2004年春(4月),对示范区芦苇塘内的植被进行生态学研究^[19].

2003年7月塘内仅有芦苇丛,我们由南至北方向取两组样方(包括裸地),每组15个(1 m ×1 m),样方间距约5~6 m,前10个样方均在原裸地上取得,从塘内最低处取至出现芦苇为止,后5个样方从原塘岸边芦苇丛开始,统计植被种类和株数,得出样方中密度(ind. ·m⁻²),估算盖度.然后齐地表随机割取5株,测量得出平均高度、平均重量,于80℃恒温箱干燥48 h,称干重^[28],得出生物量平均值.

2003年秋塘内裸地上出现獐茅和碱蓬,2003年12月由南至北方向上取两组样方,每组15个(1 m ×1 m),用GPS定位上次样方地点,在每个样方中数出各种植物的株数作为单位面积的密度;估算各种植物的盖度;齐地表随机割取5株植株,测量得出平均高度、平均重量,于80℃恒温箱干燥48 h,称干重,得出生物量平均值.2004年4月在原取样地大致相同方位以相同方法取样和测量.样方中植物地上生物量

= 样方中植物平均干重 ×密度 ×盖度.

人为干扰改变了示范区内土壤的理化性质,也改变了植被群落结构^[4],本研究中使用德产 WET-1 三参数仪分别在2003年7月、2004年4月测定了各样地的土壤含水量和电导率,对于盐渍土,土壤电导率可以反映其含盐量^[23].

2.3 数据分析

对塘内各植物种的生物量、高度、密度进行时向上的数量比较,分析得出次生裸地上植被群落的动态变化.

3 结果与分析

3.1 生态示范区内芦苇塘裸地植被群落的生态特征

由表1可见,崇明东滩湿地98大堤内生态示范区中的芦苇塘2003年6月被抽水排干后,次生裸地上7月仅有单一芦苇分布,未出现其他植物;11月底第2次调查时,已形成明显带状分布的植被群落,由南至北为獐茅-獐茅/碱蓬-碱蓬/芦苇-芦苇,獐茅和碱蓬已经进入了次生裸地,芦苇没有扩散,獐茅和碱蓬不同程度地蔓延入了芦苇丛.

表1 不同时期示范区塘内植物的生态特征
Table 1 Vegetation community characteristics in different period

时间 Time	样地 Sample	芦苇 <i>P. communis</i>			獐茅草 <i>A. littoralis</i>			碱蓬 <i>S. glauca</i>		
		高度 High (cm)	密度 Density (ind. ·m ⁻²)	生物量 Biomass (g ·m ⁻²)	高度 High (cm)	密度 Density (ind. ·m ⁻²)	生物量 Biomass (g ·m ⁻²)	高度 High (cm)	密度 Density (ind. ·m ⁻²)	生物量 Biomass (g ·m ⁻²)
2003. 7	1(11)	152.9	13	917.56						
	2(12)	171	104	888.16						
	3(13)	198.7	78	1485.12						
	4(14)	213	107	1850.03						
	5(15)	212.2	120	2276.4						
2003. 12	1	-	-	-	25.9	206	8.6	18.1	44	2.64
	2	-	-	-	17.7	283	16.1	17.13	27	1.98
	3	-	-	-	30.4	90	32.5	36.5	41	9.43
	4	-	-	-	31.5	156	22	36.62	127	27.94
	5	-	-	-	43.1	183	14.25	27.03	52	7.54
	6	-	-	-	45.9	56	69	49.18	94	31.02
	7	-	-	-	35.8	60	42	45.48	49	31.36
	8	-	-	-	31.9	30	9.05	64.5	79	99.54
	9	-	-	-	42.6	78	14.96	36.95	145	64.52
	10	-	-	-	31.1	102	1.75	48.5	205	139.4
	11	107.16	86	366.02	29.6	38	1.52	75.12	132	87.9
	12	242.2	156	1769.04	-	-	-	94.3	100	126
	13	132.48	260	789.88	-	-	-	84.68	32	21.12
	14	140.12	203	949.23	-	-	-	61.58	5	1.92
	15	171.6	147	1352.11	-	-	-	72.08	5	9.87
2004. 4	1	-	-	-	13.04	344	13.73	18.98	20	2.32
	2	-	-	-	26.6	322	16.51	29.44	35	6.3
	3	-	-	-	24.34	325	7.13	42.92	82	16.4
	4	-	-	-	25.86	440	9.75	48.78	49	23.52
	5	-	-	-	26.3	285	25.93	62.88	57	38.76
	6	-	-	-	55.2	345	10.97	85.4	80	60.8
	7	-	-	-	39	280	5	94.4	76	79.04
	8	-	-	-	32.4	181	1.4	60.8	101	55.55
	9	-	-	-	35.6	187	4.94	65.4	103	61.8
	10	-	-	-	34.6	175	13.73	66.4	98	47.04
	11	123	156	546	19.2	77	0.77	62.2	61	17.08
	12	193.6	141	1164.66	-	-	-	79.2	75	48
	13	182.2	152	915.04	-	-	-	85.4	90	57.6
	14	174.6	204	3027.36	-	-	-	158.6	50	98
	15	228	175	2303	-	-	-	150.8	43	136.74

- 无植被 Nothing kind of vegetation present. 2003年7月的1~5号样点在后续调查中重编号为11~15号 The same sites No. 1~5 of July 2003 were renumbered to No. 11~15 in the further investigation.

3.2 土壤湿度和盐度(电导率)的变化

由表 2 可见,2003 年 7 月示范区内由于排水而干涸,与堤外潮水区域隔离,其土壤湿度和盐度(电导率)只受气候影响;2004 年 4 月与 2003 年 7 月相比,土壤湿度降低了 30%,而土壤盐度上升了 55%,呈现明显的旱化、盐渍化.整个本底条件已由原来的湿地类型演化成旱地类型.

表 2 不同时期示范区塘内土壤湿度和盐度(电导率)
Table 2 Data of soil humidity and salinity(conductance) in different period

样地 Sample	2003 年 7 月		2004 年 4 月	
	土壤湿度 Soil moisture (%)	土壤电导率 Conductance (ms · m ⁻¹)	土壤湿度 Soil moisture (%)	土壤电导率 Conductance (ms · m ⁻¹)
1	52.40	851	37.10	1166
2	52.10	893	42.60	1024
3	50.50	876	38.20	1073
4	46.70	945	38.30	1086
5	45.50	824	39.70	1380
6	50.50	609	39.10	1269
7	45.50	618	33.80	1626
8	41.10	485	32.30	1812
9	40.90	529	32.00	1633
10	49.50	650	30.30	1829
11	51.60	590	29.50	2065
12	52.30	522	28.80	2029
13	55.30	588	32.50	1629
14	52.40	710	35.10	1281
15	47.00	661	29.70	2110
平均 Mean ±SD	48.89 ±4.28	690.07 ±150.21	34.6 ±4.33	1534.13 ±379.57

3.3 不同时期裸地上碱蓬与獐茅生长参数比较

芦苇塘次生裸地上,碱蓬和獐茅为同时进入的先锋物种,2003 年 12 月和 2004 年 4 月测得的生长参数数量比较见图 1.

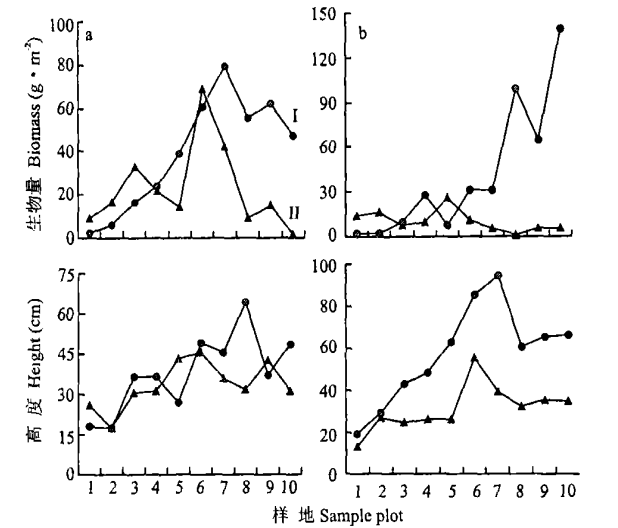


图 1 不同时期裸地上碱蓬和獐茅生物量与高度变化
Fig.1 Difference between the biomass and height of *S. glauca* and *A. littoralis* in different period.
a) 2003. 12; b) 2004. 04. . 碱蓬 *S. glauca*; . 獐茅 *A. littoralis*. 下同 The same below.

由图 1 可见,2003 年 12 月,裸地内獐茅生物量从低水位线向高水位线方向上变化趋势较杂乱,而碱蓬在塘内裸地上从高水位线向低水位线以较快的速度生长,增长幅度很大,在低水位线上的样地中,碱蓬的生物量大大超过了獐茅.在 2004 年 4 月,獐茅生物量不再明显增加,但碱蓬生物量已呈稳定增长的趋势.2003 年秋季植被群落演化之始,裸地上獐茅与碱蓬高度相差不大,从低水位线向高水位线方向生长时高度增加也较缓慢,直至第 2 年春季,碱蓬的高度大幅度增加,而且在各样地都明显高于獐茅的水平.

3.4 碱蓬在芦苇丛中不同时期生长参数比较

芦苇塘的水被排干后,先锋物种不同程度地进入芦苇丛,獐茅有少量植株进入,但从高度、密度及生物量上可忽略不计,现主要以芦苇丛中的碱蓬在 2003 年 12 月和 2004 年 4 月的生长参数进行比较,结果见图 2. 由图 2 可见,2003 年 7 月,随着取样地不断深入芦苇丛,碱蓬的生物量和密度指标呈剧烈下降趋势,高度比较平均;而在 2004 年 4 月,生物量则呈显著增加曲线,密度已趋于平稳,高度也显示出上升的趋势.

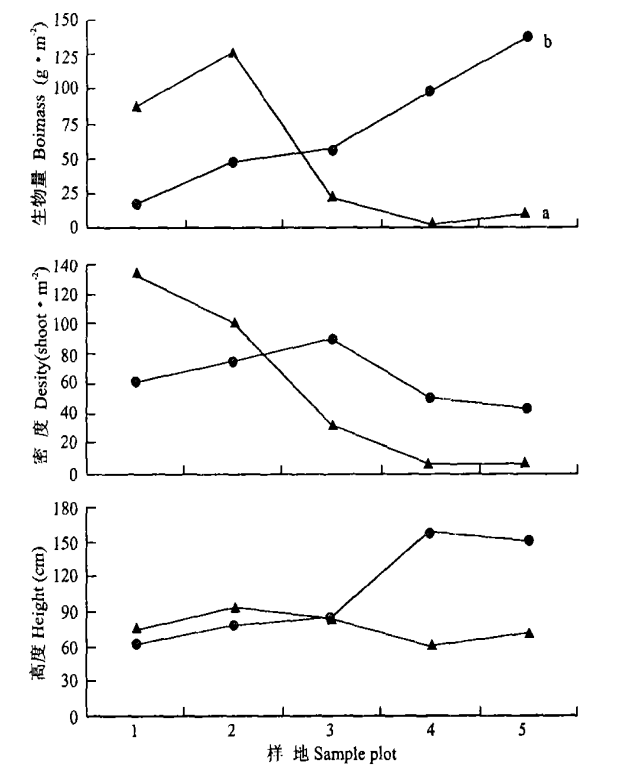


图 2 不同时期芦苇丛中碱蓬高度、生物量和密度
Fig.2 Biomass,height ,and density of *S. glauca* in reed field in different period.
1~5 代表实际样地 11~15 The sample site No. 1~5 in the figure means practical field work sample site No. 11~15.

3.5 环境变化对植被群落结构的影响

土壤湿度与盐度是滩涂植被重要的选择因子^[4]。堤内示范区芦苇塘的水被人为排干,没有周期性潮水的影响,土壤含水量下降,硬度增加,盐度上升,已形成旱化、盐渍化的陆生生境(表2),植被群落类型也适合陆生植被生长,所以出现了獐茅和碱蓬等先锋物种,原有芦苇塘湿地生态环境,在短时间内发展成为由芦苇、碱蓬和獐茅草混合生长的向陆生旱化环境过渡的植物群落。碱蓬是一种常见沿海滩涂植物,根群较弱,入土浅,在体外由于潮水冲刷频繁,故无法形成大面积的种群。但是,此植物耐盐、耐旱,在内陆适宜生长,植株高大,繁殖力强^[7,15]。由表1、图1可知,碱蓬在次生裸地里2003年秋季平均生物量达到 $415.40 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,2004年春季为 $391.53 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,沿着裸地高程不断增加,而獐茅生物量分别为 $213.50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 $100.46 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,沿着裸地高程稍有下降,碱蓬与獐茅的高度差异也较明显,说明碱蓬成为次生裸地中的优势种。由表1、图2可知,碱蓬开始向芦苇中扩散,即使取样地深入芦苇丛,其生物量和高度也逐渐增加,密度逐渐稳定,表现出良好的生长趋势,说明已适应与芦苇共同生长在同一区域,并占有一定的生长空间。

4 讨 论

植物群落演替的发生往往与环境条件的变化相同步,无论是短暂群落或是主要群落演替的发生,都是其与环境相互作用和矛盾积累的结果^[22,26],人类干扰加速了当地自然植被的演替过程^[11,27]。

芦苇湿地是生产力最高的生态系统之一^[24]。芦苇是湿地中分布最广、数量最多的一种高等植物,在湿地生态系统中占绝对优势^[1,29]。建立堤内生态示范区是为了改善沿海滩涂湿地现状,充分发挥湿地生态系统研究、水禽保护、环境教育、旅游娱乐等多重功能,因此保留以芦苇为主的湿地典型植被群落类型十分重要。芦苇是湿地生态系统中许多动物的主要食物来源,是多种动物的栖息场所^[9],包括丰富的软体动物、甲壳动物等种类^[30],特别是为许多鸟类提供了优良的栖息地和丰富的饵料资源。在调查中发现芦鹀(*Emberiza schoeniclus*)、震旦鸦雀(*Paradoxornis heudei*)、北灰鹀(*Muscicapa latirostris*)、大苇莺(*Acrocephalus arundinaceus*)、云雀(*Alauda gulgula*)和黄斑苇鹀(*Ixobrychus sinensis*)^[16,20],也有一定数量的鸻形目鸟类,如黑尾塍鹬(*Limosa limosa*)、环颈鸻(*Charadrius hiaticula*)等停歇^[17],种类繁多,而碱

蓬和獐茅草所在的裸地鲜见底栖动物的洞穴,鸟类也只观察到树麻雀(*Passer montanus*)、云雀等少量种群,可见芦苇群落对鸟类的数量和质量有重要的影响^[10]。加之植被密度的不断增加,则会使许多鸻行目鸟类无法站立栖息^[21],湿地对于水禽栖息的有效面积减少。此外,芦苇在湿地的环境净化功能中发挥着举足轻重的作用^[3,12,13],有重要的生态价值和经济价值。过多碱蓬侵入不但在资源利用上对芦苇造成压力,而且会影响到动物多样性。示范区内大面积的芦苇塘是重要的水生景观植物,而调查地碱蓬大范围的侵入,使湿地生态示范区的水生景观受到破坏,降低了一定的观赏价值。因此,如何控制碱蓬对芦苇群落的入侵和保持原有的湿地水生植物群落,保障湿地鸟类群落的栖息地,增加动物多样性,应是今后深入研究的重要方面。

参考文献

- 1 Bao Z-J(鲍志娟), Gai P(盖平). 2002. A research on seasonal dynamics of aboveground biomass of *Phragmites communis* in western part of Jilin Province. *J Jilin Agric Univ* (吉林农业大学学报), 24(5): 31 ~ 34 (in Chinese)
- 2 Bradbury IK, Grace J. 1983. Ecosystems of the world (Mires: Swamp, bog, fen and moor). Holland: Elsevier Scientific Publishing Company. 287 ~ 310
- 3 Chen J-Y(陈吉余). 1988. The General Investigation Reports of Coasts and Resources in Shanghai Bay. Shanghai: Shanghai Science & Technology Press. (in Chinese)
- 4 Dong H-D(董厚德), Quan K-G(奎奎), Shao C(邵成), et al. 1995. Ecology of plant communities in Liaohu estuary wetland conservation area. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 6(2): 190 ~ 195 (in Chinese)
- 5 Haslem SM. 1975. The performance of *Phragmites communis* in relation to temperature. *Ann Bot*, 29: 881 ~ 858
- 6 Huang Z-Y(黄正一), Sun Z-H(孙振华), Yu K(虞快). 1993. Bird Resources and Habitat in Shanghai. Shanghai: Fudan University Press. (in Chinese)
- 7 Hu S-H(胡树慧). 2001. Anti-salinity vegetation-Suaeda suaeda. *Special Econ Propag* (特种经济动植物), (7): 29 (in Chinese)
- 8 Keefe CW. 1972. A summary of the literature, contributions in marine science. *Mar Product*, 16: 163 ~ 181
- 9 Li F-M(李方满), Li P-X(李佩馨), Yu X-F(于学峰). 1989. Relationship between the protection of cranes and aquatic ecology of reed. *J Harbin Normal Univ* (Nat Sci) (哈尔滨师范大学学报·自然科学版), 5(1): 104 ~ 107 (in Chinese)
- 10 Li J-G(李景国), Benoit F, Ceustermans N, et al. 2002. The possibilities of Chinese reed fibres as an environmentally sound organic substrate. *Acta Agric Zhejiang* (浙江农业学报), 14(2): 87 ~ 94 (in Chinese)
- 11 Li P(李鹏), An L-Z(安黎哲), Feng H-Y(冯虎元), et al. 2000. Studies on the aquatic vascular plant communities and ecological characteristics in Heihe valley. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报), 20(3): 448 ~ 453 (in Chinese)
- 12 Li P-P(李萍萍), Zhu Z-G(朱忠贵). 2002. Ecological and economic efficiency of multistage utilization technique of *Phragmites communis* residue. *Chin J Ecol* (生态学杂志), 21(1): 35 ~ 37 (in Chinese)
- 13 Lu J-J(陆健健). 1996. The function of wetlands along coastline in China. *Environ Rev* (环境导报), (1): 41 ~ 42 (in Chinese)
- 14 Peng S-L(彭少麟), Ren H(任海), Zhang Q-M(张倩媚). 2003.

- Theories and techniques of degraded wetland ecosystem restoration. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **14** (11): 2026 ~ 2030 (in Chinese)
- 15 Qiu N-W(邱念伟), Chen M(陈敏), Yang H-B(杨洪兵), *et al.* 2001. Comparative studies on the mechanisms of salt-tolerance and drought-tolerance of *Kalanchoe daigremotiana* and *Suaeda salsa*. *Shandong Sci* (山东科学), **14** (1): 5 ~ 10 (in Chinese)
- 16 Qu X-R(曲向荣), Jia H-Y(贾宏宇), Zhang H-R(张海荣), *et al.* 2000. Preliminary study on purification function of reed wetland for nutrients from land sources. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **11** (2): 270 ~ 272 (in Chinese)
- 17 Shanghai Agriculture and Forestry Administration(上海农林局). 2004. The Terrestrial Wildlife Resources of Shanghai. Shanghai: Shanghai Science & Technology Press. (in Chinese)
- 18 State Forestry Administration, P. R. China(国家林业局). 2000. The Protective Activity Plan of Chinese Wetlands. Beijing: China Forestry Press. (in Chinese)
- 19 State Forestry Administration, P. R. China(国家林业局). 2001. The Management and Research Method of Wetlands. Beijing: China Forestry Press. (in Chinese)
- 20 Sun Z-H(孙振华), Gao J(高峻), Zhao R-Q(赵仁泉). 1992. The wetland vegetation of Chongming Dongtan birds Nature Reserve. *Shanghai Environ Sci* (上海环境科学), **11** (3): 22 ~ 25 (in Chinese)
- 21 Wang T-H(王天厚), Wen X-J(文贤继), Shi J-Y(石静韵), *et al.* 2003. HSBC Wetland Management Training Manual. Hong Kong: The Copyright of World Wide Fund for Nature Reserve. 86 ~ 89 (in Chinese)
- 22 Wang S-Z(王顺忠), Chen G-C(陈桂琛), Sun J(孙菁), *et al.* 2003. Primary study on vegetation succession of saline land in the bird island of Qinghai Lake. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报), **23** (4): 550 ~ 553 (in Chinese)
- 23 Wang Z-Q(王遵亲). 1993. Chinese Pickled Soil. Beijing: Science Press. 387 ~ 399 (in Chinese)
- 24 Westlake DF. 1963. Comparisons of plant productivity. *Biol Rev*, **38**: 385 ~ 425
- 25 Xie Y-M(谢一民), Du D-C(杜德昌), Sun Z-H(孙振兴), *et al.* 2004. Shanghai Wetlands. Shanghai: Shanghai Science & Technology Press. (in Chinese)
- 26 Yan G-A(严国安), Ma J-M(马剑敏), Qiu D-R(邱东茹), *et al.* 1997. Succession and species replacement of aquatic plant community in East Lake. *Acta Phytocol Sin* (植物生态学报), **21** (4): 319 ~ 327 (in Chinese)
- 27 Yang Y-C(杨永川), Da L-J(达良俊), *et al.* 2003. Study on diversity of plant community at Jiangwan airport. *Shanghai Environ Sci* (上海环境科学), **22** (9): 615 ~ 618 (in Chinese)
- 28 Yang Y-F(杨允菲), Li J-D(李建东). 2003. Biomass allocation and growth analysis on the ramets of *Phragmites communis* population in different habitats in the Songnen Plains of China. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **14** (1): 30 ~ 34 (in Chinese)
- 29 Yuan X-Z(袁兴中), He W-S(何文珊), Sun P-Y(孙平跃), *et al.* 1999. Studies on biological resources and variation tendency on the wetland in Jiuduansha in estuary of Changjiang river. *Environ Dev* (环境与开发), **14** (2): 1 ~ 4 (in Chinese)
- 30 Yuan X-Z(袁兴中), Lu J-J(陆健健). 2001. Studies on zoobenthos resources in the island of the Changjiang estuary. *J Nat Resour* (自然资源学报), **16** (1): 37 ~ 41 (in Chinese)

作者简介 葛振鸣,男,1979年生,博士生.主要从事湿地生态系统恢复与重建的研究. E-mail: gezhenming@hotmail.com.
