

江苏海岸带滨海盐土植被和沙生植被 生物量和能量研究*

宗世贤 刘昉勋 黄致远 陆翠华

程翔 杨开红 朱为民

(江苏省植物研究所, 南京 210014)

摘要 在滩涂生态演替序列中, 自海向陆随着土壤和植被的演替, 初级生产者的生物量及其固定的能量同步增长。滩涂主要陆生盐生植被和盐沼生植被的初级生产均始于3月; 初级生产力和光能利用率峰值, 大穗结缕草群落出现在5月, 盐蒿群落出现在7月, 白茅群落、芦苇群落和糙叶苔群落出现在6月; 生物量峰值出现在9月或10月。

关键词 海岸带; 植被; 生物量; 能量

A study of the biomass and energy of salt vegetation and sand vegetation along the coast of Jiangsu Province Zong Shi-Xian, Liu Fang-Xun, Huang Zhi-Yuan, Lu Cui-Hua, Cheng Xiang, Yang Kai-Hong and Zhu Wei-Min (Jiangsu Institute of Botany, Nanjing 210014), *J. Plant Resour. & Environ.* 1992, 1(2):25~30

Among the beach ecological series, following the soil and vegetation succession from the sea towards the continent, the primary productivity, the biomass and energy which are fixed by plants all increase simultaneously. The primary production of the main salt continent plants and salt marsh plants start in March. The highest value of primary productivity appears in certain time varying with plants: *Zoysia macrostachys*, in May; *Imperata cylindrica* var. *major*, *Carex scabrifolia* and *Phragmites australis*, in June; *Suaeda salsa*, in July. The highest value of biomass of all plants appears in September or October.

Key words coast; vegetation; biomass; energy

江苏海岸带地处北纬 $31^{\circ}40' \sim 35^{\circ}07'$, 位于全国海岸带中部, 北起与山东交界的绣针河口, 南至长江口以北的启东嘴, 全长945 km, 跨暖温带和北亚热带二个生物气候带, 分基岩质海岸、沙质海岸和淤泥质海岸三类。本文重点研究了如东、射阳淤泥质岸段典型滨海盐土植被和连云港沙质岸段典型沙生植被的生态演替序列、初级生产者的初级生产力、光能利用率、生物量及其所固定能量的空间和时间分布规律, 旨在寻找加速滩涂土地和植物资源合理利用的途径。

材料和方法

1988~1990年,作者分别在射阳县丹顶鹤自然保护区海滩、如东县兵房乡海滩以及连云港东西连岛、柳河、墟沟沙滩,调查了江苏海岸带典型淤泥质海岸段和沙质岸段的植被生态演替序列。

在调查植物群落的同时,与植物样方调查同步,剪取了4次(1×1) m²样方中植物的地上部分,挖取4次(0.5×1) m²范围内植物的根系,洗净烘干称重,测定各植物群落地上及地下部分的生物产量(g/m²),进而计算出滩涂植物生物量的空间分布。

为进一步研究江苏海滩生态系统中初级生产者生物量的时间变化,作者于1989年,在射阳县丹顶鹤自然保护区范围内,选择典型陆生盐生植被盐蒿群落、大穗结缕草群落和白茅群落,典型盐沼生植被糙叶苔群落和芦苇群落,定点定时连续测定了各植物群落3~10月的生物量及初级生产力(g/m²·月),进而计算江苏海滩植物生物量及初级生产力的时间分布。

采用《土壤农业化学常规分析方法》一书的方法,测定了各种植物的氮、磷、钾、钠、钙、镁、铁、锰、铜、锌等元素的含量。各种植物固定的能量,通过蛋白质、脂肪、碳水化合物的百分含量及其所含热值计算求得。蛋白质的百分含量=N%×6.25;在海滩所采集的植物均为非油脂植物,植物体内的脂肪含量通常都极低,故忽略不计;碳水化合物百分含量=100%-蛋白质%-矿质元素%-脂肪%。蛋白质、脂肪和碳水化合物所含热值分别为23 940 J/g、39 480 J/g和17 220 J/g,其中脂肪所含热值最高,而本文将脂肪略去不计,故计算求得的各种植物固定总能量略低。

$$\text{植物光能利用率} = \frac{\text{单位面积单位时间植物固定的太阳能}}{\text{单位面积单位时间地面接受的太阳能}} \times 100\%$$

结果与讨论

1. 海滩生态系统演替序列

滩涂生态系统是一类既不同于陆生生态系统,也不同于水生生态系统的特殊生态系统,它经常受到海陆二大系统的干扰,因而生态平衡十分脆弱且不稳定。各种生态因子都非常活跃,非生物因素和生物因素相互作用的结果,使潮间带呈现有规律的生态演替序列。

在淤泥质淤进型海岸,按其沉积、地貌、动力及发育演替特征,自海向陆可分为四个带:(1)大潮低潮位至小潮高潮位为低潮粉沙滩,主要植物是藻类,构成以藻类为主要初级生产者的低潮粉沙滩生态系统;(2)小潮高潮位至平均高潮位为中潮位泥-粉沙混合滩,滩面植物除藻类外,现多为大米草种植带,构成以大米草为主要初级生产者的生态系统;(3)平均高潮位至大潮高潮位为高潮位泥沙滩,滩面生长着海滩先锋植物盐蒿,构成以盐蒿为主要初级生产者的盐蒿生态系统;(4)大潮高潮位以上为草滩,一年中仅为风暴潮淹没1~2次,主要为陆上环境,滩面植物有大穗结缕草群落、白茅群落,偶见獐毛群落,分别构成白茅、大穗结缕草和獐毛生态系统。

在淤泥质海滩的月潮淹没带裸地及年潮淹没带低洼湿地或河流溪沟塘边, 分布着盐沼生植被。通常先出现糙叶苔群落, 后为芦苇群落, 偶见水烛(*Typha angustifolia*)群落, 在河口淡水处见有扁秆蔗草(*Scirpus planiculmis*)群落, 形成不同的盐沼植被生态系统。

在沙质海岸的沙滩上, 自海向陆依次分布着沙引草群落、矮生苔草-肾叶天剑群落或筛草-珊瑚菜群落、白茅群落、单叶蔓荆群落, 形成不同的沙生植被生态系统。

2. 生物量和能量的空间分布

海滩滨海盐土植被和沙生植被生物量和能量的空间分布见表1及表2。

表1 江苏滨海盐土植被生物量和能量的空间分布

Tab 1 The space distribution of biomass and energy in the coastal solonchak vegetation in Jiangsu Province

植物群落 Plant community	采样地点 Sampling locality	生物量 Biomass (g/m ²)			所固定的太阳能 Solar energy storage (J/m ²)		
		地上部 Above ground	地下部 Under ground	地下/地上 U./A.	地上部 Above ground	地下部 Under ground	地下/地上 U./A.
盐蒿 <i>Suaeda salsa</i>	如东 Rudong	315	73	0.232	52500	12340	0.235
	射阳 Sheyang	129	19	0.147	21720	3160	0.145
獐毛 <i>Aeluropus litoralis</i> var. <i>sinensis</i>	如东 Rudong	445	355	0.798	76480	61440	0.803
	射阳 Sheyang	408	262	0.642	69760	44790	0.642
大穗结缕草 <i>Lycosa macrostachys</i>	如东 Rudong	419	350	0.835	77210	60200	0.780
	射阳 Sheyang	533	298	0.559	91590	51090	0.558
白茅 <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>major</i>	如东 Rudong	524	1667	3.181	90280	284130	3.147
	射阳 Sheyang	609	1218	2.000	104560	202780	1.939
大米草 <i>Spartina mighca</i>	如东 Rudong	1332	7120	5.413	222640	1218780	5.474
	射阳 Sheyang	352	1905	5.412	58900	320410	5.400
糙叶苔 <i>Carex scabrifolia</i>	如东 Rudong	173	390	2.254	29610	66200	2.236
	射阳 Sheyang	225	412	1.831	38500	69780	1.812
芦荻 <i>Phragmites australis</i>	如东 Rudong	335	400	1.194	58270	68860	1.182
	射阳 Sheyang	507	605	1.193	87780	103110	1.175

表2 连云港沙生植被生物量和能量的空间分布

Tab 2 The space distribution of biomass and energy of the psammophilous vegetation in Lianyungang

植物群落 Plant community	采样地点 Sampling locality	生物量 Biomass (g/m ²)			所固定的太阳能 Solar energy storage (J/m ²)		
		地上部 Above ground	地下部 Under ground	地下/地上 U./A.	地上部 Above ground	地下部 Under ground	地下/地上 U./A.
沙引草 <i>Messerschmidia sibirica</i>	墟沟 Xugou	24.10	182.00	7.552	408880	3112210	7.612
矮生苔草-肾叶天剑 <i>Carex pumila-Catagrostis soldanella</i>	东西连岛 Dongxi liandao	61.72	270.80	4.388	1046310	4543910	4.394
筛草-珊瑚菜 <i>Carex kobomugi-Glehnia littoralis</i>	东西连岛 Dongxi liandao	192.40	583.30	3.032	3280450	10038410	3.060
白茅 <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>major</i>	柳河 Liuhe	267.90	668.60	2.496	4592880	11497630	2.499
单叶蔓荆 <i>Vitex trifolia</i> var. <i>simplicifolia</i>	柳河 Liuhe	332.90	698.40	2.100	5681850	11992830	2.111

(1) 生物量及其固定能量的水平空间分布 由表1和表2可知, 在江苏沿海滩涂生态演替序列中, 自海向陆随着土壤和植被的演替, 初级生产者的生物量及其所固定的能量逐步提高。如在陆生盐生植被序列中, 从海滩先锋植物盐蒿群落到大穗结缕草或獐毛群落, 再演替到白茅群落, 生物量及其所固定能量的比值分别为1:2.05(2.06):5.65和1:2.12(或2.13):5.77; 白茅群落是盐蒿群落的5.65和5.77倍; 在射阳海滩, 它们的比值分别为1:5.61(4.53):

12.34和1:5.73(4.60);12.35,白茅群落的生物量及其固定的能量是盐蒿群落的12.34倍和12.35倍。在盐沼生植被序列中,除生产力很高的大米草人工群落外,从糙叶苔群落到芦苇群落,生物量及其固定的能量也是逐步提高的,在如东海滩芦苇群落的生物量及固定的能量是糙叶苔群落的1.31倍和1.33倍,在射阳海滩芦苇群落是糙叶苔群落的1.75倍和1.76倍。沙生植被演替序列,生物量及其固定能量的水平空间分布规律与陆生盐生植被及盐沼生植被相同,也是自海向陆逐步增加。沙引草群落、矮生苔草-肾叶天剑群落、筛草-珊瑚菜群落、白茅群落、单叶蔓荆群落生物量及其固定能量的比值分别为1:1.61:3.76:4.54:5.00和1:1.60:3.78:4.56:5.02,单叶蔓荆群落的生物量及其固定的能量分别为海滩先锋植物沙引草群落的5.00和5.02倍。

初级生产者生物量及其固定能量的上述水平空间变化规律,具有十分重要的生态学意义。初级生产是生态系统物流及能流的基础,初级生产的提高,将为消费者提供更多的物质和能量,进一步增加生物多样性,提高生态系统的稳定性。同时,初级生产者通过光合作用,利用太阳能、二氧化碳和水合成的有机物质和固定的能量,除供自身生长需要和消费者的消耗外,大量的有机物质随着植物凋萎和枯死加入到土壤中去,增加有机质的含量,土壤有机质含量的提高,又会改良土壤结构,加速土壤脱盐,加快海滩土壤的发育与演替,进一步促进植被的顺向演替。

(2) 生物量及其固定能量的垂直空间分布 在其垂直空间,也有一定的分布规律。陆生盐生植物的根系大都不发达,除白茅群落外,其它植物群落的生物量及所固定能量的地下部与地上部之比值均小于1,盐蒿群落的比值仅为0.2左右。盐沼生植物,除根系极为发达的大米草人工群落外,通常是地下部的生物量及固定的能量略大于地上部,其比值在1.2~1.8之间。沙生植物根系发达,地下部与地上部生物量和能量的比值在2~7.5之间,海滩典型沙生植物肾叶天剑、矮生苔草和匍匐苦苣菜的比值达8~10,即其生物量和能量主要集中在地下部。作者在考察中还发现,沙生植物根系的长度也远远超过地上部,如肾叶天剑植株高15 cm,而根系长度则达77 cm,是其高度的5.13倍。沙生植物极为发达的根系,是同其生长环境相适应的。一方面沙生植物以其发达的根系吸收较大空间的养分和水分,以适应沙滩营养元素和水分缺乏的生态环境,同时,其发达的根系能够防风固沙,减缓或防止沙质海岸的侵蚀,起保持和改善其生态环境的作用。

3. 植物群落的时间分布

在滩涂生态演替序列中,一方面是自海向陆的不同空间有规律地分布着不同的植物群落,同时,随着时间推移,在相同的空间又呈现出不同的群落类型。比如,在如东县中安棚,30年前处于大潮高潮位以下,属高潮位泥沙滩,滩面生长着盐蒿群落,随着时间的发展,在无人为干扰的自然状况下,土壤和植被均进行着顺向演替,由盐蒿群落逐渐演化为獐毛群落,进一步又演替到白茅群落,这同一空间,30年前为盐蒿群落,30年后则为白茅群落。

4. 生物量及其固定能量的时间分布

在沿海滩涂生态系统中,初级生产者的生物量及其所固定的能量,不仅有明显的空间分布规律,而且在相同空间的不同时间,生物量及能量分布也有明显的规律性变化,详见表3及表4。

由表3可知,在陆生盐生植物群落序列中,盐蒿、大穗结缕草和白茅群落的初级生产均始

于初春3月,但其生物量、初级生产力和光能利用率的时间分布规律是不同的。其中盐蒿群落5月之前初级生产的增长速度缓慢,3~5月的初级生产仅占全年生物量的10.3%;6月开始生长速度加快,初级生产力和光能利用率7月达峰值,6~8月的初级生产占全年生物量的76.0%,10月生物量最高;大穗结缕草则相反,前期生长速度较快,初级生产力和光能利用率5月最高,6月其次,6月底之前的初级生产占全年生物量的70%,7月分以后生长速度减慢,9月生物量达最大值;白茅群落居上述两者之间,中前期生长速度较快,初级生产力和光能利用率6月达峰值,7月其次,5~7月的初级生产占当年生物量的74%,9月生物量达最大值。

由表4可看出,盐沼生植被糙叶苔群落和芦苇群落的初级生产也始于3月,糙叶苔前期生长较快,初级生产力和光能利用率峰值出现在6月,5月其次,6月底之前的初级生产占全年生物量的77.4%,7月开始生长速度变缓,9月生物量达最大值;芦苇群落初级生产力及光能利用率峰值及次高峰与糙叶苔相同,也出现在6月和5月,但其7月的初级生产力和光能利用率也比较高,达146.1 g/m²和0.4792%,因而芦苇群落的初级生产主要集中在5~7月,这三个月的初级生产占当年生物量的78.4%,10月生物量最高。

表3 陆生盐生植被生物量和能量的时间分布

Tab 3 The time distribution of biomass and energy of the salt continent vegetation

植物群落 Plant community	月份 Month	生物量 Biomass (g/m ²)	初级生产力 Primary productivity (g/m ² ·m)	光能利用率 Utilization rate of solar energy (%)	
盐蒿 <i>Suaeda salsa</i>	3	2.4	2.4	0.0084	
	4	7.1	4.7	0.0151	
	5	13.1	6.1	0.0167	
	6	34.9	21.8	0.0610	
	7	75.0	40.1	0.1195	
	8	109.8	34.8	0.0993	
	9	125.6	15.8	0.0606	
	10	127.2	1.6	0.0068	
	大穗结缕草 <i>Zoysia macrostachys</i>	3	11.0	11.0	0.0438
		4	33.0	22.0	0.0803
5		134.3	101.3	0.3205	
6		226.1	91.8	0.2893	
7		245.5	19.4	0.0634	
8		289.4	40.9	0.1293	
9		325.5	39.2	0.1589	
10		322.5	0	0	
白茅 <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>major</i>		3	22.5	22.5	0.0885
		4	67.7	45.2	0.1626
	5	154.7	87.0	0.2737	
	6	340.1	185.4	0.5774	
	7	469.6	129.5	0.4156	
	8	537.6	68.0	0.2133	
	9	544.3	6.7	0.0272	
	10	542.0	0	0	

表4 盐沼生植被生物量和能量的时间分布

Tab 4 The time distribution of biomass and energy of the salt marsh vegetation

植物群落 Plant community	月份 Month	生物量 Biomass (g/m ²)	初级生产力 Primary productivity (g/m ² ·m)	光能利用率 Utilization rate of solar energy (%)	
糙叶苔 <i>Carex scabrifolia</i>	3	23.6	23.6	0.0928	
	4	70.9	47.3	0.1705	
	5	141.4	70.5	0.2205	
	6	269.9	128.2	0.4002	
	7	292.7	23.1	0.0751	
	8	312.7	20.0	0.0629	
	9	348.7	36.0	0.1456	
	10	346.0	0	0	
	芦苇 <i>Phragmites australis</i>	3	17.6	17.6	0.0690
		4	70.2	52.6	0.1890
5		233.4	163.2	0.5164	
6		464.5	231.1	0.7297	
7		610.6	146.1	0.4792	
8		666.5	55.9	0.1759	
9		685.6	19.1	0.0781	
10		689.9	4.3	0.0193	

从上述分析结果可知,盐蒿群落的初级生产力和光能利用率的变化与温度同步,温度较低的前期生长缓慢,温度较高的6~8三个月初级生产力和光能利用率最高,可见其具有喜高温气候的生态习性;大穗结缕草群落和糙叶苔群落则相反,初级生产主要集中在6月之前,7、8月高温季节,初级生产力及光能利用率甚低,可知其要求温和气候;白茅群落和芦苇群落介于其间。

5. 生物量及其固定能量的提高

研究结果表明,防止海滩的人为干扰破坏,适时适地筑堤围垦,水利工程配套以及生物改良措施等,是提高滩涂生态系统初级生产者的生物量及其固定能量,加速滩涂土地和植物资源利用的主要途径。

参 考 文 献

- 1 刘昉勋,黄致远. 1980; 植物学报 22(1); 63~66.
- 2 刘昉勋,蔡守坤,黄致远. 1983; 植物生态学与地植物学丛刊 7(2); 100~112.
- 3 黄致远,宗世贤. 1987; 南京中山植物园研究论文集,江苏科学技术出版社,南京. 45~51.
- 4 刘昉勋,宗世贤,黄致远等. 1990; 南京中山植物园研究论文集,江苏科学技术出版社,南京. 64~74.
- 5 任美得,许廷官,朱季文等. 1986; 江苏海岸带和海涂资源综合调查,海洋出版社,北京.