

# 天津滨海生态防护圈植物群落盐分积累与分配规律研究

徐永荣 冯宗炜

张万钧 郭育文

(中国科学院生态环境研究中心 北京 100085) (天津盐碱地生态绿化工程中心 天津 300457)

**摘要** 对天津滨海生态防护圈4种植物群落盐分离子积累和分配规律研究表明,除未计叶片与枯落物外,K、Na、Ca、Mg和Cl 5种元素年均积累量草本群落(343.89kg/hm<sup>2</sup>)>乔灌草群落(59.79kg/hm<sup>2</sup>)>灌木群落(55.46kg/hm<sup>2</sup>)>灌草群落(18.87kg/hm<sup>2</sup>)。各植物群落土壤主要盐分离子Na和Cl年积累量有较大差异,海滨滩涂草本群落Na、Cl分别为60.22kg/hm<sup>2</sup>和218.35kg/hm<sup>2</sup>,灌草群落为2.04kg/hm<sup>2</sup>和5.775kg/hm<sup>2</sup>;改良土壤的乔灌草群落为2.385kg/hm<sup>2</sup>和11.76kg/hm<sup>2</sup>,灌木群落为3.95kg/hm<sup>2</sup>和16.74kg/hm<sup>2</sup>。植物各器官盐分积累乔木以根系积累为主,灌木枝条积累量略大于根。复层结构群落盐分离子积累呈现极强的层次性,乔灌草群落各层次5种盐分离子积累量占总量百分比为乔木层>灌木层>草本层;而灌草群落则为灌木层>草本层。

**关键词** 滨海生态防护圈 植物群落 盐分 积累 分配

**Accumulation and allocation pattern of salt contents of different plant communities in Tianjin strand ecological protective circle.** XU Yong-Rong, FENG Zong-Wei (Research Center for Eco-environmental Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085), ZHANG Wan-Jun, GUO Yu-Wen (Afforestation Company of Zoology in Salina, Tianjin 300457), *CJEA*, 2004, 12(1): 77-79

**Abstract** The accumulation and allocation of salt contents in four plant communities in Tianjin strand ecological protective circle were studied. The results show that excluding leaves and floor, the annual total storages of K, Na, Ca, Mg and Cl are 343.89kg/hm<sup>2</sup> in herb community, 59.79kg/hm<sup>2</sup> in tree-shrub-herb compound storied community, 55.46kg/hm<sup>2</sup> in shrub, 18.87kg/hm<sup>2</sup> in shrub-herb community. The annual storages of Na and Cl in the four communities are respectively 60.22kg/hm<sup>2</sup> and 218.35kg/hm<sup>2</sup>, 2.385kg/hm<sup>2</sup> and 11.76kg/hm<sup>2</sup>, 3.95kg/hm<sup>2</sup> and 16.74kg/hm<sup>2</sup>, 2.04kg/hm<sup>2</sup> and 5.775kg/hm<sup>2</sup>. The allocation patterns of salt contents in organs of different plants are different, trees accumulate salt by root dominantly, but brushes by root and branch at the same time. The proportions of total salt storage in different layers in compound storied community are also different, they are tree>shrub>herb in tree-shrub-herb community and shrub>herb in shrub-herb community.

**Key words** Strand ecological protective circle, Plant community, Salt contents, Accumulation, Allocation

目前有关耐盐抗盐植物生理<sup>[1]</sup>、盐碱地恢复治理技术<sup>[2,3]</sup>和植物在盐渍土改良中作用等方面研究已多见报道<sup>[4]</sup>,而植物群落对盐分吸收积累规律<sup>[5]</sup>的研究尚少见报道。本试验研究了不同类型植物群落盐分离子吸收积累和分配规律,为海岸带生态恢复提供理论依据。

## 1 研究区域概况与研究方法

研究区域位于天津经济技术开发区滨海生态防护圈内,该区位于渤海湾西岸,居海岸带高潮线陆向岸边且直接受潮水侵蚀,为典型泥质海岸,开发区前身为天津市塘沽盐场三分场卤化池,0~100cm土层土壤含盐量为47.3g/kg(最高者>70g/kg),pH值8.5左右。仅在远离高潮线地方偶布稀疏盐生植物,如盐地碱蓬[*Suaeda salsa* (L.)Pall.]、碱蓬(*Suaeda glauca* Bge.)、中亚滨藜(*Atriplex centralasiatica* Iijin)、二色补血草(*Limonium bicolor* O.Kuntze)、怪柳(*Tamarix chinensis* Lour.)等,无改良土壤能力。该区实施地下暗管排盐,降低地下水位,阻止土壤返盐;并以海湾泥、粉煤灰、碱渣配伍作客土抬高地面等措施改良土壤,建立了绿色生态屏障——滨海生态防护圈,并根据不同生境配置了不同植物种类和群落类型。研究选取该滨海生态防护圈几种植物群落,由海边向内依次为中低潮位4年生草本群落[互花大米草(*Spartina alterniflora* Loiseleur)]、高潮坡面2年生灌-草群落[怪柳-狐米草(*Spartira patens* Mahl)]、堤坝背海面4年生灌木群落(怪柳)、4年生乔-灌-草群落[白蜡(*Fraxinus chinensis* Roxb)+毛白杨(*Populus tomentosa* Carr)+刺槐

(*Robinia pseudoacacia* L.)-金银木(*Lonicera macckii* Maxim.)-苜蓿(*Medicago sativa* L.)],其中前 2 种植物群落生长在海滨滩涂,后 2 种植物群落生长于改良土壤。以未改良盐碱土生长的原生碱蓬群落为对照。通过样地调查各植物群落乔木种树高和胸径,灌木种平均株高和每丛株数,草本平均株高。分别抽取乔木种每种平均木 3 株、灌木种每种平均丛 5 丛、草本种每种 1m×1m 小样方 5 个,收获后测定全株各部位生物量,并分别取各部位鲜样风干后粉碎过 2mm 筛,105℃测定含水量,65℃烘干,采用硫酸-高氯酸消煮火焰光度法测定其全 K、全 Na 含量,以干灰化原子吸收分光光度法测定全 Ca、全 Mg 含量,以硝酸银电位滴定法测定 Cl<sup>-</sup> 含量。以器官生物量×器官离子含量计算盐分离子积累量,用总积累量除以植物年龄求得年均积累量。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同植物群落盐分离子积累量与空间分配状况

该区各植物群落盐分离子积累量和年均积累量见表 1。K、Na、Ca、Mg 和 Cl<sup>-</sup> 总量 4 年生互花大米草群落盐分离子积累量达 1375.55kg/hm<sup>2</sup>,乔灌草群落和灌木群落分别为 239.15kg/hm<sup>2</sup> 和 221.86kg/hm<sup>2</sup>,2 年生灌草群落最小,为 37.70kg/hm<sup>2</sup>。年平均积累量为大米草群落(343.89kg/hm<sup>2</sup>)>乔灌草群落(59.79kg/hm<sup>2</sup>)>灌木群落(55.47kg/hm<sup>2</sup>)>灌草群落(18.87kg/hm<sup>2</sup>)。土壤主要盐分离子 Na 和 Cl 年积累量互花大米草群落分别为 60.21kg/hm<sup>2</sup> 和 218.35kg/hm<sup>2</sup>,若加上地上部则为 341.04kg/hm<sup>2</sup> 和 774.10kg/hm<sup>2</sup>,其他植物群落均很低,远低于赵可夫等<sup>[4]</sup>研究的山东省禹城人工种植盐地碱蓬群落 Na 年积累量(6851.4kg/hm<sup>2</sup>),这可能与禹城土壤盐分 Na 含量较高(2.76~4.65g/kg)有关。表 2 表明,复层结构植物群落中乔灌草群落盐分离子积累量为乔木层(72.06%~92.96%)>灌木层(6.49%~20.33%)>草本层(0.55%~7.61%),灌草群落则为灌木层(88.86%~99.23%)>草本层(0.77%~12.34%)。

表 1 不同植物群落盐分离子积累量\*

Tab.1 Accumulation of salt contents in different communities

群落类型 Community types	项 目 Items	盐分离子积累量/kg·hm <sup>-2</sup> Accumulation of salt contents					总 量 Totals
		K	Na	Ca	Mg	Cl	
乔灌草	总 量	74.7168	9.5399	67.3855	40.4621	47.0452	239.1495
	年平均	18.6792	2.3850	16.8464	10.1155	11.7613	59.7874
灌 木	总 量	44.2580	15.8006	45.3683	49.4791	66.9552	221.8612
	年平均	11.0645	3.9502	11.3421	12.3698	16.7388	55.4654
灌 草	总 量	7.1199	4.0873	7.9869	6.9935	11.5104	37.6980
	年平均	3.5600	2.0436	3.9935	3.4968	5.7752	18.8691
草 本	总 量	75.7639	240.8607	122.5119	63.0244	873.3901	1375.5510
	年平均	18.9410	60.2152	30.6280	15.7561	218.3475	343.8878

\* 表中数值均未计入叶片和枯落物,下同。

表 2 不同植物群落盐分离子分布状况

Tab.2 Allocation of salt in different layers of community

群落类型 Community types	层 次 Layers	盐分离子/kg·hm <sup>-2</sup> Salt					总 量 Totals
		K	Na	Ca	Mg	Cl	
乔灌草	乔 木	58.8215	6.8744	62.6435	34.6264	37.2673	200.2331
	乔木占总量/%	78.7300	72.0600	92.9600	85.5800	79.2200	83.7300
	灌 木	13.4538	1.9394	4.3729	5.2945	8.0809	33.1415
	灌木占总量/%	18.0100	20.3300	6.4900	13.0900	17.1800	13.8600
	草 本	2.4415	0.7260	0.3692	0.5412	1.6969	5.7748
	草本占总量/%	3.2700	7.6100	0.5500	1.3400	3.6100	2.4100
灌 草	灌 木	6.2414	3.8048	7.8463	6.6389	10.2281	34.7595
	灌木占总量/%	87.6600	93.0900	99.2300	94.9300	88.8600	92.2000
	草 本	0.8785	0.2825	0.1406	0.3546	1.2823	2.9385
	草本占总量/%	12.3400	6.9100	0.7700	5.0700	11.1400	7.8000

### 2.2 不同植物群落植株各部位盐分离子分配

由表 3 可知乔木树种毛白杨、白蜡和刺槐 5 种盐分离子积累量为根>枝>皮>干,表明乔木主要通过根系吸收积累盐分,这与根系盐分含量高和生物量大有关;树干生物量大但盐分含量极低,因而积累量低,其中

刺槐和毛白杨树干未测出 Na, 白蜡树干未测出 Cl。其中毛白杨 Na 积累量为根 > 枝 > 皮 > 干, Cl 则根 > 枝 > 干 > 皮, 白蜡 Na 和 Cl 均为根 > 枝 > 皮 > 干, 刺槐 Na 为枝 > 皮 > 根 > 干, Cl 则根 > 枝 > 皮 > 干, 与总量积累分配格局基本相似, 以根为主。灌木柽柳和金银木盐分离子总量和 Na、Cl 均表现为枝 > 根, 但二者差异较小, 这与灌木枝和根盐分含量及生物量均相近有关。草本若计算地上部盐分含量狐米草均为地上部 > 根, 而互花大米草则根 > 地上部。

表 3 不同植物群落植株各部位盐分离子分配

Tab.3 Allocation of salt in plant organs of different communities

群落类型 Community types	植 物 Plant	器 官 Organs	盐分离子/kg·hm <sup>-2</sup> Salt ion					总 量 Totals
			K	Na	Ca	Mg	Cl	
乔灌草群落	毛白杨	根	15.7031	2.8391	8.4251	5.7172	12.2156	44.9001
		干	1.4011	0.0000	0.6300	1.0837	1.4246	4.5394
		枝	4.4064	0.2577	4.5090	3.7881	2.7403	15.7015
		皮	1.6548	0.0302	2.1075	0.6587	0.7376	5.1888
	白 蜡	根	8.7513	1.8464	3.6775	3.7730	4.1121	22.1603
		干	3.2151	0.0637	1.7167	1.6591	0.0000	6.6546
		枝	3.5369	0.4656	9.2185	3.7731	2.4714	19.4655
		皮	1.2982	0.2882	6.0321	0.9712	0.7135	9.3032
	刺 槐	根	9.3233	0.3085	4.2337	8.1589	6.3874	28.4118
		干	1.1804	0.0000	2.7992	0.6447	0.1091	4.7334
		枝	5.2869	0.4171	8.2986	3.0667	4.0588	21.1281
		皮	3.0641	0.3580	10.9955	1.3319	2.2970	18.0465
金银木	根	5.0204	0.6365	1.4802	1.7912	3.5273	12.4556	
	枝	8.4333	1.3029	2.8927	3.5034	4.5536	20.6859	
苜 蓿	根	2.4415	0.7260	0.3692	0.5412	1.6969	5.7748	
	枝	2.4415	0.7260	0.3692	0.5412	1.6969	5.7748	
灌木群落	柽 柳	根	23.2597	6.5451	19.3353	26.5061	29.9482	105.5944
		枝	20.9983	9.2555	26.0330	22.9730	37.0070	116.2668
灌草群落	柽 柳	根	2.3232	0.9964	3.5452	2.8608	4.0945	13.8201
		枝	3.9182	2.8084	4.3011	3.7781	6.1336	20.9394
草本群落	狐米草	根	0.8785	0.2825	0.1406	0.3546	1.2823	2.9385
		枝	0.8785	0.2825	0.1406	0.3546	1.2823	2.9385
草本群落	大米草	根	75.7639	240.8607	122.5119	63.0244	873.3901	1375.5510

### 3 小结与讨论

4 种植物群落中 K、Na、Ca、Mg 和 Cl 5 种盐分离子积累总量和年均积累量均为草本(互花大米草)群落 > 乔灌草群落 > 灌木(柽柳)群落 > 灌草(柽柳-狐米草)群落。海滨滩涂 4 年生互花大米草群落年均盐分离子积累量为 2 年生灌草群落的 18.24 倍, 其中年均 Na 积累量前者为后者的 29.46 倍, 年均 Cl 积累量前者为后者的 37.94 倍, 这除与植物年龄小生长缓慢有关外, 也与生境恶劣、植物本身生态适应性有关。互花大米草群落适应性且生长迅速, 对盐分离子积累能力极强, 是海岸植被恢复的较好物种, 而柽柳和狐米草在海滨滩涂前期适应性较差且生长缓慢, 并有受盐害致死现象, 这有待于进一步研究。改良土壤分布的乔灌草群落、柽柳灌木群落盐分离子积累总量和年平均积累量均较接近, 表明该区实施的改良盐渍土植被恢复模式较成功, 其群落类型可多样化, 植物种类选择余地较大。植物群落盐分离子积累量空间分布其优势层占绝对优势, 乔灌草群落各层次 5 种盐分离子积累量占总量百分比为乔木层 > 灌木层 > 草本层, 而灌草群落则为灌木层 > 草本层。植物各部位盐分离子积累量乔木以根系积累为主, 灌木根系与枝条积累量较接近, 而其总量和 Na、Cl 均枝 > 根; 草本植物若计算地上部盐分含量狐米草均地上部 > 根, 而互花大米草则根 > 地上部。

### 参 考 文 献

- 1 张川红, 沈应柏, 尹伟伦等. 盐胁迫对几种苗木生长及光合作用的影响. 林业科学, 2002, 38(2): 27~31
- 2 尹建道, 杨 勇, 阮建岭等. 滨海盐碱地区公路绿化技术试验研究. 山东农业大学学报(自然科学版), 2000, 31(3): 286~290
- 3 李朝刚, 杨虎德, 胡关银等. 干旱高扬黄灌区盐碱地恢复治理. 干旱区研究, 1999, 16(1): 57~62
- 4 赵可夫, 范 海, 江行玉等. 盐生植物在盐渍土壤改良中的作用. 应用与环境生物学报, 2002, 8(1): 31~35
- 5 Ajmal Khan M., Irwin A. Ungar, Allan M. Showalter, et al. NaCl-induced accumulation of glycinebetaine in four subtropical halophytes from Pakistan. Physiologia Plantarum, 1998, 102: 487~492