

## 盐碱地野生植物资源分布对不同土地利用方式的响应

沈立铭<sup>1</sup>, 张建锋<sup>2\*</sup>, 陈光才<sup>2</sup>, 王 丽<sup>2</sup>

(1. 浙江省余姚市林业特产技术推广总站, 浙江 余姚 315400; 2. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

**摘要:** 选取林地、农田和荒地3种不同土地利用方式, 研究不同盐碱地土地利用方式对野生植物资源分布的影响。结果表明: 不同土地利用类型下野生植物资源种类、分布和优势度有明显不同; 与荒地相比, 林带内优势野生植物有明显变化; 在盐碱地营造混交林带可有效改良植物立地环境, 加速植物群落演替。

**关键词:** 盐碱地; 野生植物; 土地利用方式

中图分类号: S718.51

文献标识码: A

## Wild Plant Distribution on Saline-alkali Soil with Different Land Uses

SHEN Li-ming<sup>1</sup>, ZHANG Jian-feng<sup>2\*</sup>, CHEN Guang-cai<sup>2</sup>, WANG Li<sup>2</sup>

(1. Yuyao Forestry Extension Station of Zhejiang, Yuyao 315400, China; 2. Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, China)

**Abstract:** Investigations were carried out on wild plant on saline-alkali soil with different land uses in Yuyao, Zhejiang province in 2013 and 2014. The results showed that species, distribution and dominance of wild plant had great difference among different land uses soil. Compared with the plants on barren land, the dominant plants on woodland had changed. The investigation demonstrated that planting mixed forest on saline-alkali soil could improve site conditions for plants, and accelerate plant community succession.

**Key words:** Saline-alkali soil; wild plant; different land use

土壤盐渍化是一个世界性的资源问题和生态问题<sup>[1]</sup>, 据统计我国盐碱化土壤约有3 466.7万hm<sup>2</sup>, 盐荒地1 000万hm<sup>2</sup>, 且有逐年增加的趋势<sup>[2]</sup>。滨海盐碱土由海水浸渍形成, 内陆盐碱土因地势低洼, 降水少而蒸发量大, 使地下盐分随水上升地表面积累而形成<sup>[3]</sup>。盐碱地过高的盐分浓度, 使植物根毛细胞里的水分反渗透出去, 造成植物根系干缩地上部萎蔫, 严重时会造成植物整株死亡<sup>[4]</sup>。

盐碱土地区由于土壤条件差, 土地生产力低, 难以建立植被, 严重制约滨海和内陆地区绿化造林质量与数量<sup>[5]</sup>。利用生物措施改良盐碱地, 引种栽培耐盐抗性植物来缓解土壤盐渍化、次生盐渍化, 适应盐碱环境并最终达到改善环境的目的是最经济有效、切实可行的办法。为此, 我们对杭州湾滨海盐碱地不同土地利用方式下绿化植物进行调查, 分析野生植物资源在不同立地条件下的分布差异, 以期开发利用耐盐绿化植物资源, 为滨海地区绿化建设提供科学依据。

收稿日期: 2015-03-08; 修回日期: 2015-05-19

基金项目: 浙江省——中国林业科学研究院合作项目(2013SY02); 浙江省森林生态创新团队项目(2011RS0027); 国家科技支撑项目(2012BAJ24B05)

作者简介: 沈立铭(1963—), 男, 浙江余姚人, 高级工程师, 从事林业技术推广工作; \*通讯作者。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验点概况

试验点位于浙江省余姚市滩涂新围垦地 (30° 12' 50.31" ~ 30° 13' 58.81" N, 121° 1' 22.11" ~ 120° 59' 34.37" E), 约 3.5 km 的地段。属于北亚热带季风气候区, 四季分明, 年平均气温 16.2℃, 日照 1 792 h, 相对湿度 78%, 全年无霜期 230 d, 初霜从 11 月中旬开始, 终霜在 3 月下旬, 年平均年降水量 1 425 mm, 一年中 11 月到翌年 2 月是降水量最少时期, 6 月和 9 月是两个雨量高峰期, 7-8 月受副热带高压控制, 以晴热干旱天气为主。气候特点温暖湿润, 四季分明, 阳光充足, 雨量丰沛。

试验点所在地区余姚市地处宁绍平原中心, 总体地貌呈南部低山丘陵, 中部水网平原和北部滨海平原分布, 山地丘陵、平原 (含海涂)、水域 (含海域) 面积比例为 53: 29: 18, 总面积 1 527 km<sup>2</sup>, 人口 83 万, 年生产总值 410 亿元, 财政收入 63.37 亿元 (2007 年)。全市林地面积 60 470.3 hm<sup>2</sup>, 占土地总面积的 46.54%, 森林覆盖率 45.05%, 其中生态公益林地面积 22 628.7 hm<sup>2</sup>, 商品林地面积 37 841.6 hm<sup>2</sup>。主要植被类型为针叶林、竹林、常绿落叶阔叶林、灌木草丛等, 主要经济林种类有杨梅、茶叶、葡萄和绿化苗木等。

试验点周围土地利用方式主要有农业用地 (渔业和种植业如榨菜、棉花) 和荒地 (堆淤、降盐、培肥)。2012 年营造的试验林带树种主要有夹竹桃 (*Nerium indicum*)、光蜡树 (*Fraxinus griffithii*)、中山杉 (*Taxodium hybrid 'zhongshanshan'*)、金丝垂柳 (*Salix X aureo-pendula*)、栾树 (*Koelreuteria paniculata*)、女贞 (*Ligustrum lucidum*)、无患子 (*Sapindus mukorossi*) 等。

### 1.2 样品采集和分析方法

采样设计: 土壤样品采集和野生植物资源调查采用网格 (样方) 布局, 在采样点植物生长比较均匀的地方, 随机选择三块 5 m × 5 m 的大样方, 在每个大样方中再圈定个 1 m × 1 m 的小样方 (图 1), 登记小样方中全部植物种类, 观察群落分布特征, 采集整株植物样品 (室内分析干重), 同时每个小样方中用土钻取 0 ~ 20 cm 土层土壤样品, 多样方内土壤混合成一个土壤样品。

试验点土地利用方式主要分为: ①林带, 距海岸 1.0 ~ 1.5 km 的内陆范围; ②农田 (榨菜、棉花、油菜等作物, 比较单一), 距海岸 1.5 km 以上内陆范围; ③荒地 (芦苇、碱蓬、柽柳等野生植物), 范围为海岸至内陆 1 km 左右的宽带。

采用网格法调查不同利用方式下野生植物资源的种类、分布和优势度, 方法同图 1。

样品处理: 土壤样品在实验室自然风干, 研磨并分别过尼龙筛 (孔径: 2.0、1.0、0.25 cm), 分析土壤物理指标、化学指标和生物指标。植物样品用自来水冲洗干净, 然后用蒸馏水冲洗 3 次, 用吸水纸吸干水分, 105℃杀青 0.5 h, 75℃烘干至恒重, 称重法分析植物样品干重。

土壤指标分析方法: 土壤 pH, 用 25 mL 去离子水浸提过 2 mm 筛的风干土壤样品 (10 g), pH 计法; 土壤含盐量: 电导率法; 土壤颗粒组成: 过 2 mm 筛土样, 比重计法; 土壤有机质: 重铬酸钾外加加热法; 土壤全氮: 凯氏消煮法; 全磷: 氢氧化钠碱熔—钼锑抗比色法; 土壤有效磷: 碳酸氢钠浸提钼蓝比色法; 全钾: 氢氧化钠碱熔—火焰光度法; 速效钾: 1 mol/L 乙酸铵浸提—火焰光度法; 过氧化氢酶: 高锰酸钾滴定法, 以每克土壤的 0.02 mol/L KMnO<sub>4</sub> 的毫升数表示; 脱氢酶: 2, 3, 5-三苯基四唑化氯 (TTC) 比色法, 以每克土壤的 2,3,5-三苯基甲腈的毫克数表示。

### 1.3 数据处理

盐碱地各野生植物的优势度 (Dominance) 用质量密度 (Mass density) 和频度 (Frequency) 表示。

质量密度是指单位面积上的植物干物质量, 用公式 (1) 表示:

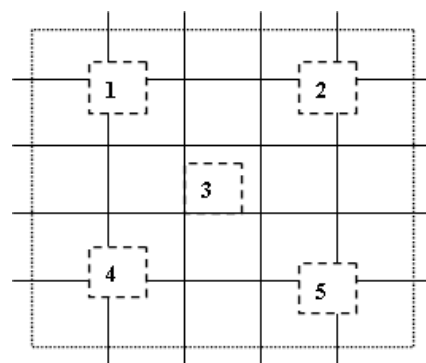


图 1 样方设计

Figure 1 Design of quadrats

$$D = W/S$$

(1)

式中： $D$ 为质量密度； $W$ 为样方内某种植物的干物质量（ $g$ ）， $S$ 为样方面积（ $m^2$ ）。  
频度是指植物种在群落中的分布状况，即各种植物个体在不同地点的出现率，可用百分率表示：

$$F = P/T \times 100$$

(2)

式中： $F$ 为频度（%）， $P$ 为某一种出现的样方数目， $T$ 为全部样方数目。

2 结果与分析

2.1 不同立地土壤特性

余姚滩涂围垦地土壤（0~20 cm），不同土地利用方式其土壤理化性质见表 1。由表 1 可知，土壤 pH 值变幅为 7.51~8.61，属于碱性土，不利于土壤保水保肥，林带、农田、荒地土壤 pH 变异系数（CV%）分别为 3.4%，3.9%和 3.6%；含盐量较高（荒地最高为 0.46%±0.12%）但盐分含量空间分布不均；土壤机械组成以砂粒为主。

表 1 不同试验点土壤理化性质  
Table 1 Physiochemical properties of the tested soils

土壤源地	pH (H <sub>2</sub> O)	电导率 /μS·cm <sup>-1</sup>	有机质 /g·kg <sup>-1</sup>	全氮 /g·kg <sup>-1</sup>	全磷 /g·kg <sup>-1</sup>	有效磷 /mg·kg <sup>-1</sup>	全钾 /g·kg <sup>-1</sup>	速效钾 /g·kg <sup>-1</sup>
林带	7.82~8.64	0.38%~0.72%	5.04~10.01	0.36~0.84	0.17~0.39	6.05~29.57	6.54~10.35	42.6~144
	8.21±0.28	0.41%±0.08	5.5±2.03	0.75±0.13	0.26±0.02	13.7±5.78	7.85±1.14	91.2±38.46
农田	7.82~8.64	0.38%~0.72%	6.04~12	0.42~0.87	0.18~0.40	8.73~30.45	7.26~11.46	56.8~146
	8.21±0.28	0.41%±0.08	7.1±2.06	0.68±0.17	0.27±0.03	15.06±6.37	8.35±1.49	93.7±50.12
荒地	7.89~8.34	0.35%~0.74%	4.04~12	0.37~0.9	0.15~0.42	5.86~28.8	6.21~10.01	31.7~138
	8.16±0.32	0.42%±0.09	5.0±3.06	0.6±0.19	0.25±0.08	12.2±7.37	7.83±1.38	88.9±40.35

根据全国第二次土壤普查土壤养分分级标准，各试验点土壤有机质、全氮、全磷含量较低（表 1），在林地和荒地中均处于六级水平，在农田土壤中均处于 5 级水平（表 2），各土壤源地土壤中有效磷和速效钾含量中等，分别处于 3 级和 4 级水平，试验点土壤肥力薄。林带土壤有机质、全氮、全磷、有效磷、全钾和速效钾的变异系数分别为 36.91%、17.33%、7.69%、42.19%、14.52%和 42.17%；农田土壤其各养分变异系数分别为 29.01%、25%、11.11%、42.29%、17.84%和 53.48%；荒地土壤其各养分变异系数分别为 61.2%、31.67%、32%、60.41%、17.62%和 45.39%。以上结果表明各土壤源地土壤养分变异系数普遍偏大，养分分布不均，空间差异较大。林带土壤有机质变异系数较农田的大，这可能是农田种植过程中人为施肥所造成的农田养分增加，养分空间分布差异减小。林带较荒地而言，土壤有机质含量有所升高，这可能是因为林带建设可以促进土壤脱盐，提高土壤有机质含量，改善土壤结构<sup>[6]</sup>。同时林带改造还有助于增加空气负离子数量，调节大气温湿度，生态效应比较显著。

表 2 土壤养分分级标准  
Table 2 Standard for grading of soil nutrient

养分指标	有机质 /g·kg <sup>-1</sup>	全氮 /g·kg <sup>-1</sup>	全磷 /g·kg <sup>-1</sup>	有效磷 /g·kg <sup>-1</sup>	速效钾 /g·kg <sup>-1</sup>
极低	<6	<0.5	<0.2	<3	<30
低	6~10	0.50~0.75	0.2~0.4	3~5	30~50
中偏低	10~20	0.75~1	0.4~0.6	5~10	50~100
中偏高	20~30	1~1.5	0.6~0.8	10~20	100~150
高	30~40	1.5~2	0.8~1	20~40	150~200
极高	>40	>2	>1	>40	>200

2.2 不同立地土壤酶活性特征

过氧化氢酶能表征土壤的主要养分状况，但不能有效表征土壤生物学特性，土壤类型和肥力是影响过氧化氢酶活性的主要因素。刘建华等<sup>[7]</sup>认为过氧化氢酶的活性与土壤有机质的含量有关，并随土层的深度而减弱，但与微生物的数量没有多大关系。研究表明：试验点林带、农田区和荒地土壤过氧化氢酶活性平均值分别为 1.49±0.13，1.87±0.35，1.46±0.22 mL/g 干土，林带土壤活性值介于农田和荒地土壤之间（表 3），变异系数为 15.43%，空间变异度较大。

通常认为，土壤中具有活性的脱氢酶是生物细胞的必要组成部分，只能存在于生物体内，由于土壤中不可

能存在脱离活体的脱氢酶, 测得的脱氢酶活性多表征土壤微生物的瞬时代谢活性。研究显示: 林地土壤脱氢酶活性平均值为  $54.38 \pm 26.39 \mu\text{gTPF/g}$  干土, 变异系数为 48.52%; 农田土壤脱氢酶活性平均值为  $115.52 \pm 34.92 \mu\text{gTPF/g}$  干土, 变异系数为 30.22%; 荒地土壤脱氢酶活性平均值为  $38.24 \pm 35.48 \mu\text{gTPF/g}$  干土, 与林带土壤和农田土壤脱氢酶比较, 其空间变异度大, 变异系数为 91.53%, 活性偏低, 土壤微生物代谢活性较低。

土壤的脲酶活性与土壤的微生物数量、有机质含量、全氮和速效氮含量呈正相关, 常用于表征土壤的氮素状况<sup>[8]</sup>。研究显示: 林带土壤脲酶活性平均值为  $1.59 \pm 0.27 \text{ mgNH}_4^+-\text{N}/100 \text{ g干土} \cdot 3\text{h}$ , 变异系数为 16.98%; 农田土壤脲酶活性平均值为  $3.96 \pm 1.68 \text{ mgNH}_4^+-\text{N}/100 \text{ g干土} \cdot 3\text{h}$ , 变异系数为 42.4%, 荒地土壤脲酶活性平均值为  $0.93 \pm 0.45 \text{ mgNH}_4^+-\text{N}/100 \text{ g干土} \cdot 3\text{h}$ , 变异系数为 48.39%, 与其它土壤相比, 荒地土壤脲酶活性最低, 空间变异度大, 这可能与其低养分特征有一定的相关性。

表 3 不同立地土壤酶活性特征  
Table 3 Soil enzymes activities of the tested soils

土壤源地	过氧化氢酶活性 /mL · g干土 <sup>-1</sup>	脱氢酶活性 /μgTPF · g干土 <sup>-1</sup>	脲酶活性 /mgNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N · 100g干土 <sup>-1</sup> · 3h
林带	1.37 ~ 1.63	35.46 ~ 109.74	1.11 ~ 1.78
	1.49±0.23 A	54.38±26.39 B	1.59±0.27 A
农田	1.49 ~ 2.32	87.12 ~ 154.51	2.67 ~ 6.45
	1.87±0.15 A	115.52±34.92 A	3.96±1.68 A
荒地	1.22 ~ 1.84	5.29 ~ 100.12	0.44 ~ 1.33
	1.46±0.24 A	38.24±35.48 B	0.93±0.45 A

2.3 野生植物资源在不同立地土壤上的分布

2012 年试验示范林完成后, 于 2013 年 10 月和 2014 年 10 月对滩涂新围垦地不同土地利用方式下野生植物资源的种类、分布和优势度进行系统调查, 结果显示:

2.3.1 林带野生植物名录 (植物名录中带 “\*” 表示常见种) 禾本科: 芦苇\* (*Phragmites australis*)、狗牙根\* (*Cynodon dactylon*)、狗尾草\* (*Setaria viridis*)、白茅\* (*Imperata cylindrica*)、稗 (*Echinochloa crusgalli*)、棒头草 (*Polypogon fugax*); 菊科: 苣荬菜 (*Sonchus arvensis*)、小蓬草\* (*Conyza canadensis*)、艾\* (*Artemisia argyi*)、苍耳 (*Xanthium sibiricum*)、一枝黄花 (*Solidago decurrens*); 苋科: 喜旱莲子草\* (*Alternanthera philoxeroides*)、苋 (*Amaranthus tricolor*); 豆科: 天蓝苜蓿 (*Medicago lupulina*); 伞形科: 野胡萝卜 (*Daucus carota*); 大麻科: 葎草\* (*Humulus scandens*); 车前草科: 车前草 (*Plantago depressa*); 蝶形花科: 田菁\* (*Sesbania cannabina*)。

2.3.2 农田野生植物名录 禾本科: 狗牙根\*、狗尾草\*、茅草\*、燕麦草\* (*Arrhenatherum elatius*); 菊科: 飞廉 (*Carduus nutans*)、一枝黄花、艾草\* (*Artemisia argyi*)、苣荬菜 (*Sonchus brachyotus*); 苋科: 空心莲子草\*, 苋; 大戟科: 铁苋菜 (*Acalypha australis*); 豆科: 天蓝苜蓿\*; 伞形科: 野胡萝卜\* (*Daucus carota*); 蓼科: 齿果酸模\* (*Rumex dentatus*)、水蓼\* (*Polygonum hydropiper*); 藜科: 碱蓬 (*Suaeda glaucae*); 旋花科: 牵牛花 (*Ipomoea nil*)。

2.3.3 荒地野生植物名录 禾本科: 芦苇、狗牙根\*、稗草、千金子 (*Leptochloa chinensis*)、棒头草、狗尾草、马唐草 (*Digitaria sanguinalis*); 菊科: 小蓬草\*、飞廉、一枝黄花、苣荬菜、一年蓬 (*Erigeron annuus*); 藜科: 碱蓬\*; 莎草科: 海三棱蔗草\* (*Scirpus mariqueter*); 怪柳科: 怪柳\* (*Tamarix chinensis*); 苋科: 空心莲子草; 伞形科: 野胡萝卜; 豆科: 天蓝苜蓿; 蓼科: 酸模叶蓼 (*Polygonum lapathifolium*)、水蓼 (*Polygonum hydropiper*)。

2.4 野生植物资源在不同土地利用上的优势度分析

荒地野生植物有 9 科 20 种, 其中禾本科 7 种, 菊科 5 种, 藜科 1 种, 莎草科 1 种, 怪柳科 1 种, 苋科 1 种, 伞形科 1 种, 豆科 1 种和蓼科 2 种; 芦苇、碱蓬、怪柳 (*Tamarix chinensis*)、狗牙根和小蓬草为常见种, 其余为偶见种。

林带野生植物有 8 科 19 种, 其中禾本科 6 种, 菊科 6 种, 苋科 2 种, 豆科 1 种, 伞形科 1 种, 大麻科 1 种, 车前草科 1 种, 蝶形花科 1 种; 芦苇、狗牙根、茅草、小蓬草、艾草、空心莲子草、葎草和田菁为常见种, 其

余为偶见种。

农田野生植物有 9 科 17 种，其中禾本科 4 种，菊科 4 种，苋科 2 种，大戟科 1 种，豆科 1 种，伞形科 1 种，蓼科 2 种，藜科 1 种，旋花科 1 种；狗牙根、狗尾草、茅草、燕麦草、艾草、空心莲子草、天蓝苜蓿、野胡萝卜、齿果酸模和水蓼为常见种，其余为偶见种。

表 4 不同土地立地下野生植物质量密度和频度分析  
Table 4 Mass density and frequency of plants in tested plots with different land utilization

土地利用方式	科	种	$D/g \cdot m^{-2}$	$F/\%$
林带	禾本科 Poaceae	芦苇 <i>Phragmites australis</i>	241.15	12.82
		狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	642.54	10.26
		狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	133.32	12.82
		白茅 <i>Imperata cylindrica</i>	53.10	5.13
	苋科 Amaranthaceae	喜旱莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	14.89	12.82
	车前草科 Plantaginaceae	车前草 <i>Plantago asiatica</i>	3.72	2.56
	菊科 Asteraceae	苣荬菜 <i>Sonchus brachyotus</i>	11.96	5.13
		小蓬草 <i>Conyza canadensis</i>	53.57	12.82
		艾 <i>Artemisia argyi</i>	44.58	10.26
		苍耳 <i>Xanthium sibiricum</i>	14.01	5.13
		一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	49.62	2.56
		一枝黄花 <i>Solidago decurrens</i>	65.68	2.56
		田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	1 306.10	5.13
荒地	禾本科 Poaceae	芦苇 <i>Phragmites australis</i>	33.35	9.38
		千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>	15.86	9.38
		稗 <i>Echinochloa crusgalli</i>	16.75	6.25
		狗牙根 <i>Cynodondactylon</i>	386.38	6.25
	藜科 Chenopodiaceae	碱蓬 <i>Suaeda glaucae</i>	129.97	21.88
	菊科 Asteraceae	小蓬草 <i>Conyza canadensis</i>	31.84	9.38
	莎草科 Cyperaceae	海三棱藨草 <i>Scirpus mariqueter</i>	174.10	25.00
	柽柳科 Tamaricaceae	柽柳 <i>Tamarix chinensis</i>	17.01	12.50

根据质量密度（ $D$ ）和频度指标（ $F$ ）（表 4），林带内优势野生植物主要有芦苇、狗牙根、狗尾草、空心莲子草、小蓬草和艾草，次级植物有田菁、一枝黄花、一年蓬和茅草，苣荬菜、苍耳和车前草相对较少。

荒地优势野生植物主要有海三棱藨草和碱蓬，次级植物有芦苇、柽柳和小蓬草，千金子、稗草和狗牙根呈局部散生。值得指出的是狗牙根虽然在空间分布上不具有优势，但在其着生的地方有着相当大生物量，表明在土壤条件有所改良的情况下狗牙根具有很强的繁殖和扩张能力。由于荒地面积大，高程不统一，空间环境条件差异大，使得植物群落形成过程的各阶段同时存在于荒地，表现为第一阶段开敞的植物群落由碱蓬、柽柳和芦苇组成，第二阶段郁闭混合的植物群落由海三棱藨草、碱蓬、柽柳、芦苇、小蓬草、千金子、稗草、狗牙根和一些偶见种组成，第三阶段相对密闭的植物群落由芦苇组成。

农田的野生植物主要着生于路边和水沟边，以及人为除草、家禽和家畜的啃食，使得农田野生植物资源难于标准量化分析，所以未对农田野生植物资源做量化分析。

不同利用类型下野生植物资源种类、分布和优势度有明显不同。与荒地相比，林带内优势野生植物有明显变化，耐盐先锋植物海三棱藨草、碱蓬和柽柳被淘汰，而一些田间常见杂草由于竞争优势，已经逐渐成为林带植物群落的重要组成部分，表明通过营造混交林带，在短期内有效改良了立地环境，加速了植物群落演替。

3 结论与讨论

（1）余姚滩涂围垦地试验点经过多年的温度、水盐和土壤养分的自然调节，表现出自身特有的土壤属性和植物群落组成。土壤为强碱性土，含盐量较高，但盐分含量空间分布不均；土壤机械组成以砂粒为主，不利于土壤保水保肥；容重偏大，总孔隙度偏小，毛管孔隙度偏大而非毛管孔隙度偏小，对植物生根有一定的负面影响；土壤肥力薄，有机质、全氮、全磷、全钾含量低，均处于 5 级以上水平，有效磷和速效钾含量中等，分别处于 3 级和 4 级水平，养分空间差异较大；土壤酶活性普遍偏低且空间变异性大。

（2）不同利用类型下野生植物资源种类、分布和优势度有明显不同。与荒地相比，林带内优势野生植物有明显变化，耐盐先锋植物海三棱藨草、碱蓬和柽柳被淘汰，而一些田间常见杂草如狗牙根、狗尾草、空心莲子

草、小蓬草、艾草、小飞蓬和茅草等由于竞争优势, 已经逐渐成为林带植物群落的重要组成部分。

(3) 余姚滩涂围垦地试验点混交林的营建, 增加了土壤有机质, 丰富了植物群落物种组成, 对调节盐碱地土壤水盐, 养分, 改善盐碱地生态环境, 具有重要意义。通过对杭州湾滨海盐碱地不同土地利用方式下植被组成进行调查发现, 营造适应其自身特有土壤属性和植物群落组成的混交林带, 可有效改良立地环境, 加速了植物群落演替。

#### 参考文献:

- [1] 黄胜利, 房聪玲, 朱杰旦, 等. 杭州湾滨海绿化植物耐盐性调查[J]. 防护林科技, 2012 (1): 97-100.
- [2] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [3] 张春燕, 武丽颖, 李爱华. 浅析土壤的培育与盐碱土的改良[J]. 农业与技术, 2014, 34 (11): 24.
- [4] 王成宝, 杨思存, 霍琳, 等. 地面覆盖方式对新垦盐碱地的抑盐和增产效果研究[J]. 甘肃农业科技, 2014 (11): 42-44.
- [5] 郭文琦, 卞曙光, 张培通, 等. 江苏沿海滩涂盐碱地植棉高产品种产量及形成特征分析[J]. 江西农业学报, 2012, 24 (9): 15-18.
- [6] 张建锋, 张德顺, 陈光才, 等. 上海沿海防护林树种适宜性评价及生态效应分析[J]. 中国农学通报, 2015, 13 (4): 1-6.
- [7] 刘建华, 刘振花, 赵素华, 等. 红松阔叶混交林不同演替阶段土壤过氧化氢酶活性的研究[J]. 防护林科技, 2010 (4): 48-50.
- [8] 刘来, 黄保健, 孙锦, 等. 大棚辣椒连作土壤微生物数量、酶活性与土壤肥力的关系[J]. 中国土壤与肥料, 2013 (2): 5-10.