

江苏大丰麋鹿保护区不同改良措施 对滩涂土壤的改良效应研究^①

丁宁宁¹, 王保松², 梁珍海², 刘德辉^{1*}

(1 南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095; 2 江苏省林业科学研究院, 南京 211153)

摘要: 在大丰市麋鹿保护区内, 设置滩涂荒地 (A 样区)、挖沟排盐结合耐盐植物初步改良 (B 样区)、挖深沟作垄结合耐盐植物多年改良 (C 样区) 和在 C 样区改良基础上进行覆被种植再改良熟化 (D 样区) 共 4 个试验样区, 按 0~20 cm 和 20~40 cm 两层采集土壤, 测定土壤 pH 和总盐分含量, 分析、评价不同改良措施对苏北淤泥质滩涂土壤的改良熟化效应。结果表明, 4 样区相同层次土壤的总盐分含量差异显著, 同一样区不同层次间的土壤总盐分含量也存在明显差异。其中 A 样区 (对照样区) 上、下层土壤的 pH 分别高达 9.03 和 9.14, 上、下层土壤的盐分含量分别高达 26.5 g/kg 和 14.3 g/kg, 土表仅见零星碱蓬生长。C、B 两试区的土壤 pH 与 A 样区几无差异, 但土壤含盐量均较 A 样区大幅下降。样地 D 的土壤 pH 已降至 8.16~8.35, 土壤含盐量亦已降至 2.9~2.2 g/kg, 仅相当于 C 样区的 1/2 左右, 按照我国滨海盐土分级标准已属轻度盐化土。D 试区内已能生长水稻、棉花、玉米等多种农作物。本改良模式实施简便、成本低、改良效果好, 值得推广。

关键词: 滩涂土壤; 不同改良措施; 土壤盐分; 土壤 pH

中图分类号: S156.4+2

盐渍土壤是陆地上分布广泛的一种土壤类型, 其特点是土体中含有较多的盐碱成分, 具有不良的物理化学性质, 致使大多数植物的生长受到不同程度的抑制, 甚至不能成活。我国可耕地资源匮乏, 却拥有各类盐渍土约 1 亿 hm^2 ^[1], 主要分布在东北、华北、西北内陆地区以及长江以北沿海地带^[2]。江苏苏北地区地处长江以北, 东连黄海, 有长达 1000 多公里的绵长海岸线, 属典型的淤泥质淤长型海岸段。其中, 江苏盐城沿海滩涂面积约为 4570 km^2 , 约占全国沿海滩涂面积的 14.3%^[3]。由于受海潮和海水型地下水的双重影响, 土壤具有盐分重、养分含量低、土壤盐分组成以氯化物为主的特点。

在人口不断增加、耕地日趋减少、淡水资源不足的压力下, 如何高效合理地改良利用大面积的盐渍土壤, 是我国面临的一个迫在眉睫的问题。本文通过研究大丰麋鹿保护区内处于不同改良阶段的土壤总盐含量与土壤 pH 的数量特征, 分析不同熟化程度滩涂土壤性质与植物生长的关系, 为江苏省沿海滩涂盐渍土壤的合理利用、开发提供理论支持和应用依据。

1 样地选择和研究方法

1.1 研究区域概况

研究区域位于江苏省盐城市大丰市麋鹿保护区内。大丰市位于盐城市东南, $32^{\circ}56' \sim 33^{\circ}36' \text{N}$, $120^{\circ}13' \sim 120^{\circ}56' \text{E}$, 东连黄海, 有 112 km 海岸线。地处北亚热带向暖温带气候过渡地带, 受海洋性、大陆性气候的双重影响, 四季分明。年均气温 14°C , 1 月均温为 0.8°C , 7 月均温为 26.4°C 。年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 4543.5 $^{\circ}\text{C}$ 。年日照时数为 2267.5 h, 年均降水量为 1058.4 mm, 无霜期为 230 天左右, 太阳年辐射总量为 476.5 $\text{kJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$ 。盐城海岸湿地多为粉砂淤泥质滩涂^[4], 原始植被组成比较简单, 主要有碱蓬、芦苇和獐茅草, 其中碱蓬为优势群落。区域内尚有大量未经改良、利用的滩涂荒地。

1.2 样地的选择

在麋鹿保护区内从海堤内侧由东向西约 8 km 范围内分别选择改良利用状况不同的 4 个样区作为采样地块, 分别记为样区 A、B、C 和 D (图 1),

^① 基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2006BAD09A04) 资助。

* 通讯作者 (liudehui@njau.edu.cn)

作者简介: 丁宁宁 (1982—), 女, 山东威海人, 硕士研究生, 主要从事土壤生态环境研究。E-mail: dnn8202@163.com

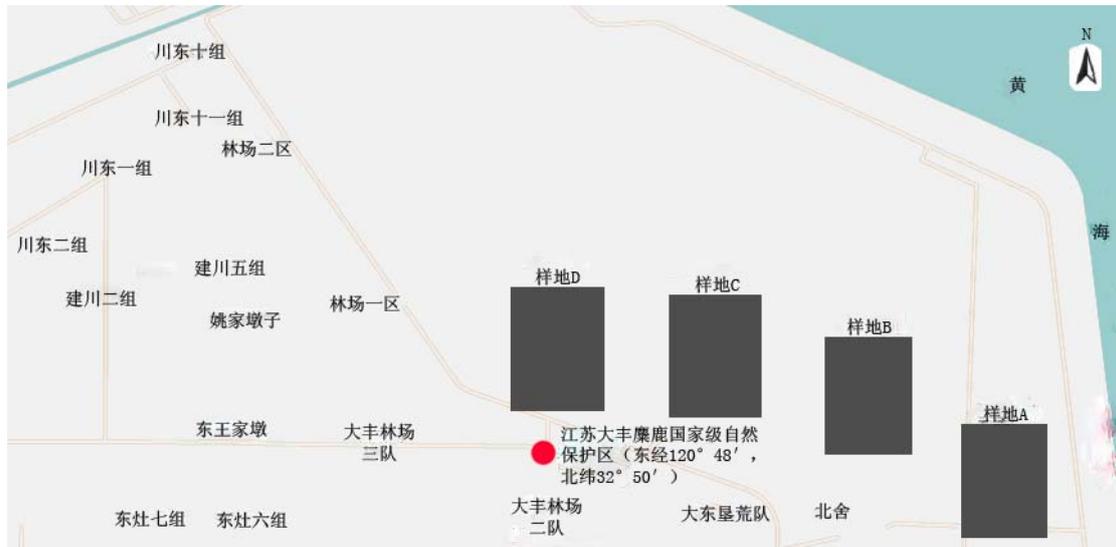


图 1 麋鹿保护区地理位置图及样点分布示意图

Fig. 1 Locations of David's Deer Reserve and sampling points

样区的具体设置情况如下:

样地 A: 海堤内侧未经改良的滩涂荒地。可见零星生长的碱蓬, 两年前曾播种田菁试图直接改良失败。

样地 B: 挖沟排盐结合耐盐植物初步改良的地块。2008 年在离样地 A 以西约 2 km 的 2 000 m² 滩涂荒地上开挖排水沟进行降盐排盐, 挖沟深度分为 25 cm 和 40 cm, 挖出的沟土置于两沟间的畦上, 用以抬高基面, 处理成“馒头状”垄包, 垄包直径 45 cm, 高度约为 15 cm, 两垄包的间距为 50 cm, 在各垄包上以插根方式种植苦楝(分别记为垄包苦楝-浅沟、垄包苦楝-深沟), 两垄包之间未抬高的基面上则种植菊芋(分别记

为平面菊芋-浅沟、平面菊芋-深沟)。

样地 C: 挖深沟作垄结合耐盐植物改良熟化中等程度的地块。2006 年在样地 B 西北约 1 km 的 4 000 m² 进行机器翻耕, 并在其中 2 000 m² 开挖 7 条深排水除盐沟, 挖出的沟土置于两沟间的畦上, 用以抬高基面, 另 2 000 m² 未挖排水除盐沟作为对照区。试验区 and 对照区均分别种植苦楝和菊芋。

样地 D: 在 C 样区改良基础上进行覆被种植基本熟化的地块。分布在麋鹿保护区核心区周围。选择样地约 1 000 m², 并分为 3 区: 无覆盖、覆盖茅草和覆盖黑色薄膜, 均于 2008 年 3 月种植苦楝。4 样地的处理设置和工程、生物改良措施如图 2 所示。

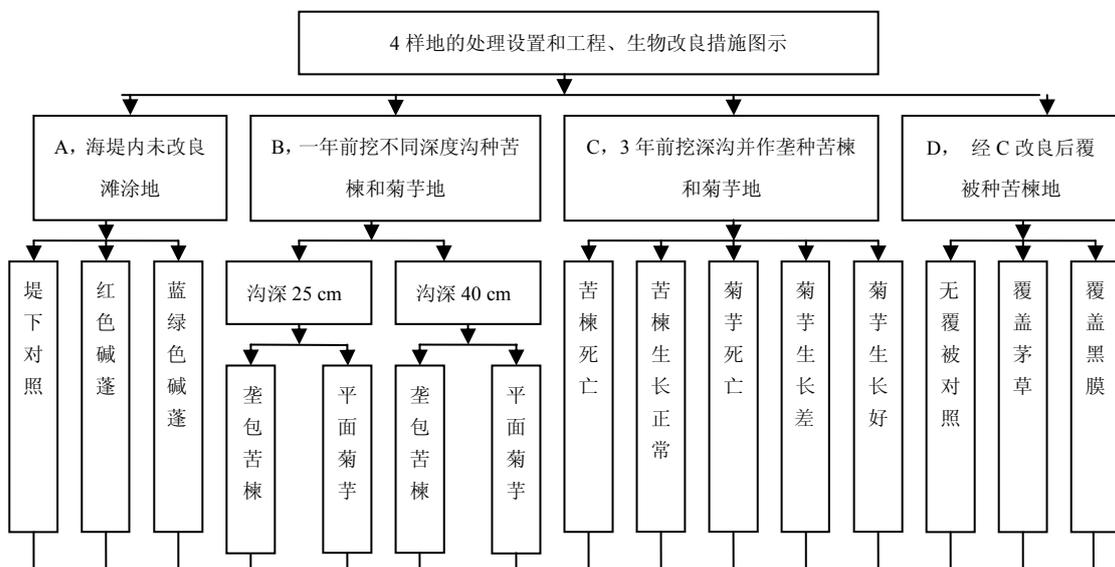


图 2 样地的处理设置和工程、生物改良措施

Fig. 2 Engineering and biological amelioration measures in trial plots

1.3 土样采集

于2008年10月在4大样区中,按不同工程改良、生物改良共16个处理采集土样,每处理均用土钻采取10点混合土样约1kg,取样层次分0~20cm和20~40cm两层,将各混合土样装袋,写好标签,带回实验室风干。样品风干后拣去植物残体和石块、结核,磨碎,过1mm孔径筛。

1.4 测定项目及方法

土壤pH的测定:称取通过1mm筛孔的风干土样10g于100ml三角瓶中,加水50ml,塞紧橡皮塞,振荡3min,静置30min后,用pH计测定。

土壤总盐含量的测定:称取通过1mm筛孔的风干土样10g于100ml三角瓶中,加水50ml,塞紧橡皮塞,振荡3min,静置30min澄清后,用电导率仪测定^[5]。

2 结果与分析

2.1 不同改良措施处理的土壤总盐含量分析

土壤含盐量高是盐渍土资源开发的主要制约因素^[6]。土壤中可溶性盐分含量的分析,可以了解盐渍土的发生、演变,研究盐渍土与植物生长关系,拟定改良措施提供可靠依据。各土壤样品可溶性盐分含量见表1。

表1 4样地不同改良措施处理的土壤pH和土壤总盐分含量

Table 1 Soil pH values and total salt contents of four trial plots under different amelioration measures

样区与处理	土壤 pH		总盐含量 (g/kg)	
	0~20 cm	20~40 cm	0~20 cm	20~40 cm
A0 对照 (近海堤)	9.03	9.12	29.1	14.5
A1 红色碱蓬	9.04	9.14	27.0	14.3
A2 蓝绿色碱蓬	9.03	9.15	23.4	14.1
A 样区平均	9.03±0.01	9.14±0.01	26.5±2.9	14.3±0.2
B0 对照 (未挖沟)	8.86	9.04	17.7	8.1
B1 垄包苦楝-浅沟	9.02	9.10	16.9	7.7
B2 垄包苦楝-深沟	9.03	9.09	15.6	7.3
B3 平面菊芋-浅沟	8.94	9.14	16.5	6.8
B4 平面菊芋-深沟	8.95	9.12	14.9	7.2
B 样区平均 (不含 B0)	8.99±0.05	9.11±0.02	16.0±0.9	7.3±0.4
C0 对照 (苦楝死亡)	8.98	9.15	6.9	5.4
C1 苦楝生长正常	9.06	9.29	3.4	2.9
C2 菊芋死亡	9.03	9.25	5.2	3.9
C3 菊芋生长差	9.01	9.30	6.0	4.3
C4 菊芋生长好	9.05	9.31	4.4	3.3
C 样区平均 (不含 C0)	9.04±0.02	9.29±0.03	4.8±1.1	3.6±0.6
D0 对照 (无覆盖)	8.19	8.38	4.0	3.1
D1 覆盖茅草	8.14	8.32	2.6	1.9
D2 覆盖黑膜	8.16	8.34	2.2	1.7
D 样区平均	8.16±0.03	8.35±0.03	2.9±0.9	2.2±0.8

从表1可以看出,4样区相同层次土壤的总盐分含量差异显著。其中,海堤内未经改良的A样地滩涂土壤的平均盐分含量为26.5g/kg(上层)和14.3g/kg(下层),两土层的盐分含量均很高,并且上层土壤含盐量约为下层的2倍,两土层的盐分含量都大大超过我国滨海盐土分级标准中盐土的含盐量标准(>

0.6%)^[5],土表只见耐盐性极强的碱蓬零星分布。样地B和C由于受耕翻、开沟、耐盐植物等的影响,两样区的土壤含盐量都大幅下降。其中B样区上、下层土壤的平均含盐量分别为16.0g/kg和7.3g/kg,分别比A样区降低39.6%和49%,比未挖沟对照区(B0)分别降低9.6%和9.9%;此外,在挖不同深度的沟种植耐

盐植物的 4 个处理中,挖深沟种菊芋(B4)和挖深沟种苦楝(B2)处理的含盐量分别低于挖浅沟种菊芋(B3)和挖浅沟种苦楝(B1)的处理,且挖沟种耐盐植物 4 处理的土壤含盐量都比 B0 对照有不同程度下降。C 样区上、下层土壤的平均含盐量分别为 4.8 g/kg 和 3.6 g/kg,与 A 样区比较,分别降低了 81.9% 和 74.8%,与 B 样区比较,也分别降低了 70% 和 50.7%,说明连续 3 年挖深沟种植耐盐植物的改良效果明显好于相同改良措施处理 1 年的效果。在 C 样区各处理中由于土壤含盐量的差异,种植植物的存活与生长状况也存在较大差异,在抬高基面上采取插根方式种植苦楝的 2 处理中,对照处理(C0)土壤表层盐分含量达到 6.9 g/kg,苦楝全部死亡;而改良试验处理(C1)土壤表层盐分含量只有 3.4 g/kg,插根种植的苦楝生长正常。在未抬高的基面上播种菊芋,当土壤表层盐分含量分布在 5.2~6.0 g/kg(C2、C3 处理)时,播种的菊芋或者死亡或者成活但生长状况差,当土壤表层盐分含量下降至 4.4 g/kg(C4 处理)时,播种的菊芋基本能够全苗且正常生长。这表明,土壤表层含盐量分布在 3.4~4.4 g/kg 范围内,菊芋、苦楝、油葵等耐盐植物就能正常生长,按照我国滨海盐土分级标准,这种含盐量的土壤属于中度盐化土。D 样区是在 C 样区改良措施基础上又进行覆被种植改良的地块,土壤熟化程度更高,改良效果更好。其中覆盖黑色薄膜处理(D2)的盐分含量又低于覆盖茅草处理(D1),D2 处理土壤的上、下层盐分含量仅分别为 2.2 g/kg 和 1.7 g/kg,按照我国滨海盐土分级标准已属于轻度盐化土,轻度盐化土已适合水稻、棉花、玉米等农作物生长。

此外,从表 1 还可看出,同一样区的土壤总盐分含量总是上层高于下层,这和采样时期(2008 年 10 月)的气温较高、降水较少、土壤蒸发较强烈有关。此时的气候条件下,土壤盐分在毛管水作用下随水分向地表迁移,最终在土壤表层积累,形成明显的“盐斑”。不过,4 个样区 0~40 cm 土层中的盐分分布与土壤的改良、熟化程度有关,其中滩涂生地 A 样区和初步改良的 B 样区,不仅 0~40 cm 全层土壤含盐量很高,而且两样区 0~20 cm 土层的土壤含盐量均比 20~40 cm 土层的含盐量高出 1 倍左右;而改良熟化度较高的 C 样区和基本熟化的 D 样区的这两层土壤含盐量既低又很接近,其 0~20 cm 土层含盐量仅略高 20~40 cm 土层约 25%。这说明改良熟化较好的滩涂土壤具有较深厚的脱盐层,这也正是 C、D 样区内能够正常生长耐盐植物或耐盐农作物的原因。

2.2 不同改良措施处理下土壤 pH 的变化

土壤 pH 值是土壤重要的基本化学性质,也是影响土壤肥力的重要因素之一。土壤 pH 值与土壤中的各种微生物活动、有机质的分解、营养元素的释放与转化、阳离子的代换吸收等都有密切的关系^[7-8]。因此,土壤 pH 是评价滩涂土壤性质的重要指标。

由表 1 可知, A、B 和 C3 样区 0~20 cm 土层土壤的 pH 值几乎无差异,平均 pH 值分布在 8.99~9.04 之间,这是由于上层土壤盐分经多年的降水淋洗下移的结果。而比较 A、B、C3 样区 20~40 cm 土层土壤的 pH 值时发现, A、B 两样区土壤 pH 值亦几无差异(9.14 和 9.11),但与 C 样区(平均为 9.29)有较大差异,后者较前两者分别高 0.15 和 0.18 单位,这可能是 C 样区已经 3 年开沟降盐,且开沟深度仅为 40 cm,导致表层土壤盐分下聚至 20~40 cm 土层,或者由于 C 样区的土壤物理性状改善,毛管作用变活跃而使 40 cm 以下的土壤盐分随水分运动上移所致, C 样区 C0、C2 处理中的苦楝、菊芋在生长初中期死亡也可能与此有关。由此看来,为了提高工程措施对滩涂土壤的排盐效率,宜加深开沟深度至 60~80 cm。D 样区由于改良时间长、改良措施多样、熟化程度高,其土壤 pH 值已降至 8.16~8.35,相较其他 3 样地下降明显。D 样区不但土壤含盐量属于轻度盐化土范围,其土壤 pH 值也属弱碱性,已适合种植多种农作物。

3 讨论

在滩涂盐渍土壤的改良利用过程中,一般先对滩涂进行匡围,以自然淋盐结合粗放型的农业工程措施淋盐洗碱,降低滩涂盐渍土壤中的盐碱含量,使之能够生长耐盐碱的植物。然后通过健全沟、渠等农田基本设施,加大淋盐强度。本研究结果表明,由于受到翻耕、开沟等措施的影响,样地 B 土壤含盐量大幅下降,其上、下层土壤的平均含盐量分别比 A 样区降低 39.6% 和 49%;改良时间稍久的样地 C 内,上、下层土壤的平均含盐量已下降至 4.8 g/kg 和 3.6 g/kg,已可生长苦楝、菊芋、油葵等耐盐植物。

在农业工程措施的基础上,结合种植耐盐植物、增加地表覆盖、减少蒸发,加上植物根系活动有利土壤熟化和加速土壤脱盐。如本研究中的试区 C,其土壤脱盐速度就大为加快,上、下层土壤的平均含盐量分别比 A 样区降低了 81.9% 和 74.8%,相较 B 样区,也分别降低了 70% 和 50.7%。

另外,还可结合覆草、覆膜等地面覆盖措施,更

加有效抑制地面水分蒸发,防止盐碱在地表积聚;阻止水分与大气间直接交流,使土壤盐分几乎不受气候变化的影响,从而降低季节性返盐对植物生长发育造成的伤害,此外,覆膜还能增加光的反射率和热量传递,降低土表温度,从而进一步降低蒸发耗水^[9-10];协调土壤水、气、热状况,促进土壤动物与微生物的繁衍,改善土壤结构。如在C样区改良基础上进行覆被种植的D样区,其上、下层土壤的平均含盐量已快速下降到2.9~2.2 g/kg,土壤pH值亦已降至8.16~8.35,已能够种植多种农作物。

总之,在治理滨海盐渍土的过程中,要遵循因地制宜、综合治理的原则,使土壤不仅处于一个脱盐过程,也是培肥和改良土壤理化性质、不断提高土壤生产力的过程^[11]。

4 结论

开沟、种植耐盐植物以及地面覆盖等措施均能不同程度地促进滩涂土壤的改良熟化:①不同工程措施和生物措施对滩涂土壤的改良效应差异明显,4样区相同层次土壤的总盐分含量差异显著,同一样区不同层次间的土壤总盐分含量也存在明显差异;②C、B两样区的土壤pH与A样区差异不大,但两样区的土壤含盐量均比A样区大幅下降,C、B两样区上、下层土壤的含盐量分别为0.52%与0.40%和1.60%与0.73%。C样区土壤上、下层含盐量分别比滩涂裸地降低80.4%、72%,B样区亦比滩涂裸地降低39.6%和49%,挖深沟作垄种植耐盐植物对滩涂土壤的改良熟化具有较好效果,其中挖深沟作垄种植耐盐植物3年又好于仅处理1年的改良效果,经3年改良后已可种植菊芋、苦楝、油葵、刺槐、水杉等林经作物;③挖深沟作垄种植耐盐植物再加覆被的综合改良措施(D

样区)的改良熟化效果又明显好于未加覆被(C样区)的效应,D样区的土壤pH值已降至8.16~8.35,土壤含盐量已降至0.29%~0.22%,土壤含盐量比无覆被处理降低一倍左右;④经综合措施改良后的土壤已基本熟化,已能种植水稻、棉花、玉米等农作物,从实践效果看来,挖深沟作垄+耐盐植物+覆被的综合改良措施实施简便、成本低、改良效果好,值得推广。

参考文献:

- [1] 关继义,陈喜全. 森林土壤实验教程. 哈尔滨:东北林业大学出版社,1992
- [2] 陈宝书. 在盐碱地上如何种草. 农村养殖技术,2002(11):30
- [3] 赵小雷,凌云,张光富,解生彬,华卫建,丁玉华. 大丰麋鹿保护区不同生境梯度下滩涂湿地植被的群落特征. 生态学杂志,2010,29(2):244-249
- [4] 刘奕琳. 盐城滨海湿地生态系统的研究(硕士学位论文). 南京:南京林业大学,2006
- [5] 鲍士旦. 土壤农化分析. 北京:中国农业出版社,2005
- [6] 尹建道,姜志林,曹斌,杨勇,生原喜久雄. 滨海盐渍土脱盐动态规律及其效果评价. 南京林业大学学报(自然科学版),2007,26(4):15-18
- [7] 北京林业大学. 土壤学. 北京:中国林业出版社,1981
- [8] 冯玉杰,张巍,陈桥,马程慧. 松嫩平原盐碱化草原土壤理化特性及微生物结构分析. 土壤,2007,39(2):301-305
- [9] 王途庄,徐树贞. 麦田秸秆覆盖的作用及其节水效应的初步研究. 干旱地区农业研究,1989(2):7-15
- [10] 李新举,张志国. 秸秆覆盖对盐渍土水分状况影响的模拟研究. 土壤通报,1999,30(4):176-177
- [11] 冯永军,陈为峰,张蕾娜,张红. 滨海盐渍土水盐运动室内实验研究及治理对策. 农业工程学报,2000,16(3):38-42

Effects of Different Amelioration Measures on Coastal Saline Soil in The David's Deer Reserve of Dafeng County of Jiangsu Province

DING Ning-ning¹, WANG Bao-song², LIANG Zhen-hai², LIU De-hui¹

(1 *College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;*

2 *Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China*)

Abstract: Four different trail plots, i.e., coastal wilderness (plot A), temporary ameliorated plot by digging channel combined with planting salt-tolerance plants (plot B), perennial ameliorated plot by digging deep channel combined with planting salt-tolerance plants (plot C) and a plot keeping on further improvements on the basal mode of plot C (plot D), were selected from Dafeng County David's Deer Reserve in the north of Jiangsu province. Soils at 0 - 20 cm and 20 - 40 cm layers were collected, the total contents of water soluble salts and pH values were determined to estimate the effects of different amelioration measures on salty coastal saline soil. The results showed that the differences of the total contents of soil water soluble salts from the different plots were significant both in the same and in the different layers. The pH values of topsoil and subsoil in plot A (CK) were respectively 9.03 and 9.14 and the total salt contents were respectively 25.6 g/kg and 14.3 g/kg, only Suaeda Salsa could sporadically grow on topsoil in it. The differences of soil pH values were not significant between plot C, B and A, but the soil salt contents in plot C and B were much lower than plot A. The soil pH values in plot D declined respectively to 8.16 - 8.35 and the salt contents declined to 2.9 - 2.2 g/kg which was only about half of plot C. According to the grade standards of coastal saline soil, plot D could be defined as the slightly saline soil, and crops such as rice, corn and cotton could be planted in it. This amelioration model is effective in improving physical and chemical properties of coastal saline soil, and it is low-cost and easy to operate, thus worthy to be extended.

Key words: Coastal saline soil, Different amelioration measures, Salt content of soil, Soil pH