

滨海地区盐碱土类型与形成条件分析

张文渊

(江苏省国营淮海农场·射阳县·224354)

摘要 滨海地区土壤具有盐分重、养分含量低的特性,是扩大开发滨海盐土资源,提高垦殖效果亟待解决的问题。根据实例对滨海地区盐碱土类型与形成条件进行较系统分析,引用了统计方法,对研究结果进行理论上的概括和总结,提出旱、涝、盐、碱、瘦综合治理方案和进一步改良利用的途径。对开发利用荒地和滩涂资源,发展我国沿海经济有着直接的指导作用和较高的科学理论价值。

中图分类号: S155.33

关键词: 盐碱土 土壤类型 形成条件 滨海地区

Analysis on Types of Saline-alkali Soil and Development Condition in Seashore Area

Zhang Wenyuan

(Huaihai State-operated Farm of Jiangsu Province, Sheyang County, Jiangsu Province, 224354, PRC)

Abstract The soil properties with the characteristics of higher salinity and lower nutrient status are the problem demanding prompt solution for enlarging the use of saline-alkali soil resources and raising reclamation and cultivation efficiency in the seashore area. The types of saline-alkali soils and their development condition have been systematically analysed by using statistic method in terms of the practical cases in this area. The results have been theoretically summarized. The complex resolution to alleviate drought, waterlogging, salinization of soil and unfertile soil was worked out. The way to improve and utilize the soil resources was also put forward, which had the scientific value and played a direct guiding role in fully utilizing the wasteland and seabeach resources and promoting economic development in coastal area of China.

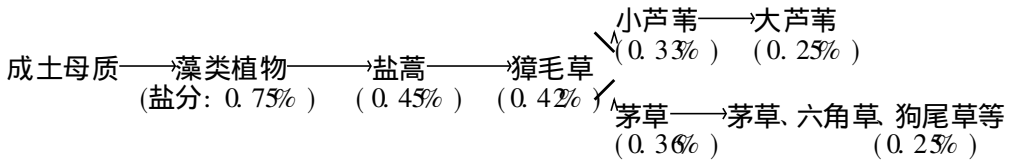
Keywords saline-alkali soil; soil types; development condition; seashore area

江苏海岸带北起绣针河,南至长江口北岸,岸线全长 737.5 km,居长江、淮河、黄河下游土壤成土母质系由长江、淮河、黄河的冲积物渲泄入海,再经海浪的激荡作用在沿海沉积成陆,形成大片后备土地资源(其中有可垦盐土荒地 $7 \times 10^3 \text{ hm}^2$,滩涂资源 $6.52 \times 10^5 \text{ hm}^2$)。由于受海潮和海水型地下水的双重影响,滨海地区土壤具有盐分重、养分含量低的特性,地下水矿化度高,土壤盐碱化严重,地上和地下淡水资源缺乏,土壤盐渍害是影响盐土荒地和滩涂资源开发利用的主要障碍因素。因此,对滨海地区盐碱土类型与形成条件进行分析研究,对开发利用滨海后备土地资源和发 展农牧业生产有其重要意义。江苏省国营淮海农场东滩分场(1994 年被列入国家二期黄淮海农业资源综合开发项目试验区,简称项目区,下同。)土壤类型和土壤特性在整个江苏滨海地区具有广泛的代表性。为了摸清项目区土、肥、水、盐的基本条件,进一步探索滨海盐碱土的改良利用途径,我们自 1996 年 7 月 - 1997 年 7 月对项目区 398.4 hm^2 土地

进行了 1:2500 比例尺的野外土壤、地下水的详细调查和室内分析工作。全项目区共设置主要土壤剖面 130 个 (每个剖面代表面积约 3 hm^2)，按自然层次取土，深度至浅层地下水潜水面，并取地下水水样。室内分析土壤样品 1625 余个，水样 130 余个，初步摸清了项目区土、肥、水、盐的状况。

1 盐渍土形成的自然条件分析

项目区位于北纬 $34^{\circ} 11'$ ，东经 $120^{\circ} 13'$ ，苏北灌溉总渠尾闸南岸，里下河排水入海尾间，新老海堤之间的狭长地带，东临黄海，具有明显的海洋性气候特点，土地总面积 786.1 hm^2 ，可垦荒地 398.4 hm^2 ，土壤成土母质系由长江、淮河、黄河的冲积物渲泄入海，再经海浪的激荡作用，在滨海沉积成陆。由于海水的长期淹没或浸渍，项目区土壤母质中含有以氯化钠为主的可溶性盐类，且形成仅数百年，土壤年轻，层次不明显。滩涂开垦前自然植被和盐分演变规律是：



项目区土地高程不一，呈两头高中间低的地势。属亚热带向暖温带过渡的地带，具有明显的海洋性气候特点，四季分明，季风盛行，气候温和，空气湿润，降雨丰沛，雨热同季，日照充足，光合力高，霜期较短，生长期长。冬季寒冷干燥，春季冷暖干湿多变，夏季炎热多雨，秋季天高气爽。春季 (3-5 月)，春晴多于春雨，温度回升较慢，春季的日照平均在 6h 以上，降雨日数平均为 28d，春季常年降水量在 146.5-216.6mm；夏季 (6-8 月) 雨热同季，形成项目区优越的农业气候条件。由于太平洋和印度洋的季风影响，暖湿气流带来丰富的水汽与北方冷空气交汇于江淮流域，使夏季年降水量占全年总降水量的 50% 以上，常年降水量为 1012.3mm，而 6-8 月为 525.00mm，占 51.9%；秋季 (9-11 月)，多晴朗天气，9 月份降水量为 99.0-142.2mm；冬季 (12-翌年 2 月)，空气干燥而寒冷，常年冬季降水量 71.7mm，仅占常年降水量的 7.1%。年平均日照时数为 2057.5h， $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的日照时数年平均 1880-2280h，常年气温平均为 13.4°C ，无霜期 207-258d，年平均蒸发量 1690.7-1995.5mm。春夏两季和初秋多偏东风和东南风，晚秋和冬季多偏北风和西北风，夏季和初秋多台风。

上述气候条件对项目区盐渍土的影响极为深刻。(1) 蒸发量大于降水量，蒸降比偏大，造成了土壤基本积盐条件。据调查分析，项目区土壤表层 (0-5cm) 平均含盐量为 1.04%，含盐量大于 1.0% 的土地占总面积的 24.4%，其中大于 3% 的占 15%，地表形成较厚的盐结皮。这是在气候干燥、蒸发强烈的影响下，盐分聚积地表的結果；(2) 夏季降水量集中，排水不良地段涝后积盐严重。秋后至立春，连续干旱缺水，土壤均处于蒸发失水强烈积盐状况；(3) 表层土壤溶液因蒸发失水，溶液浓度增大，氯害严重。秋播小麦和春播棉花出苗和保苗极为困难。据统计：0-5cm 土壤含水量平均 7.58%，5-20cm 为 18.86%，20-25cm 为 20.08%，而表层 (0-5cm) 土壤含盐量平均为 1.04%。土壤溶液浓度达 156.5g/L，大大超过作物所能忍耐的浓度，因此形成连片的盐荒地。项目区地面高程 1.0-2.0m (废黄河零点)，大体由西南向东北微倾，高差 1m 多。地面坡降平均 1/8000。项目区大部处于洼地中的低地，故土壤积盐较重。

项目区的地下水条件较为复杂。调查资料表明：地下水径流缓慢，地下水位相对高差 0.6-0.8m，地下水力坡度约在 1/2500，平均埋深 1.0-1.5m。根据 130 个土壤剖面下的表层地下水矿化度统计知，平均为 15.5g/L，最大为 48.5g/L，最小仅 1.5g/L，相差达 32 倍之多。矿

化度小于 5.0 g/L , 占总数的 8.5% 。大于 30 g/L , 占总数 11.5% 。据项目区几眼抽咸机井 (未使用的) 不同深度的地下水矿化度测定结果, 表层水矿化度为 $12\sim 15 \text{ g/L}$, 说明原始差异不大, 造成矿化度大小差异的原因, 笔者认为主要是剖面上层质地差异。在长期积盐和脱盐的交替过程中, 形成积盐程度差别或受历史性海潮浸渍影响的大小不同所致。据分析结果比较, 证实粘质土地段, 地下水矿化度较小, 而粉砂壤土地段较大。项目区地下水水化学类型差异不大, 大多属海水型的水化学类型, 以 $\text{Cl}^- \text{Na}^+$ 型和 $\text{Cl}^- \text{Na}^+ \text{Mg}^{2+}$ 型为主, 以及少量的 $\text{Cl}^- \text{SO}_4^{2-} \text{Na}^+$

Mg^{2+} 型, $\text{Cl}^- \text{HCO}_3^- \text{Na}^+$ 型和 $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^- \text{Na}^+ \text{Ca}^{2+}$ 型。由此说明, 项目区浅层地下水也是历史上的海滩地所埋藏的高矿化地下水 (见表 1)。项目区内深层水尚未开发利用于农田灌溉。就几口民用深水井资料来看, 均属低矿化的碱性水, pH 值高, 大于 8.5 阴离子以 HCO_3^- 为主, 并出现少量 CO_3^{2-} , 阳离子以 Na^+ 为主。对深层水的使用, 要本着急需与采取预防措施使用为原则, 合理开发利用。

表 1 几种不同水质的比较

水样地点	pH	mmol/L							
		矿化度 / ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
深井水	8.52	1.14	3.14	1.49	8.23	0.29	0.49	0.14	13.67
夸套闸北海滩	7.30	166.12	2739.72	48.53	7.14	—	22.83	280.91	2240.41
灌溉总渠入海口	7.62	24.67	381.17	20.69	3.98	—	7.26	39.88	331.76
项目区	7.51	38.73	608.94	20.40	6.12	—	12.81	57.57	515.10
黄海海水	8.0	39.25	569.64	39.78	6.06	—	30.42	48.04	498.54

2 土壤类型及其主要理化性状

项目区土壤发生发育在上述多种自然条件的影响下, 土壤类型主要为滨海潮盐土和不同盐化程度的滨海潮土两大类。根据比例尺精度要求, 野外制图单位划分到土种, 即以表土质地和土体构型 (不同质地层次, 夹层及其排列组合型式) 为划分依据。不同盐化程度主要按耕地中的盐斑面积、作物缺苗程度、生长状况、地表积盐特征来划分。荒地以耐盐植被分布, 优势群落、地表积盐特征来划分。项目区土壤归属两大土类 (潮土和盐土); 和两个土属 (滨海盐化潮土和滨海潮盐土)。滨海潮盐土可划分为 6 个土种, 滨海盐化潮土可划分为 23 个土种 (其中轻盐化 5 个, 中盐化 7 个, 重盐化 11 个)。各类土壤的面积及主要理化性状列于表 2。

表 2 土壤理化性状统计表 (平均值)

土壤	面积 / hm^2	占总面 积 %	全盐 / %	pH	质地	容重 / ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	总孔隙度 / %	0.25~5 mm 结构体 %	田间持水 量 %	透水性 / ($\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$)
盐土	58.24	14.62	1.79	7.5	粉砂壤, 轻壤	1.38	47.54	55.68	20.98	0.41
重盐化	59.55	14.94	0.77	7.8	中壤, 轻壤	1.29	49.62	49.85	22.86	0.79
中盐化	125.33	31.44	0.44	7.9	轻壤, 中壤	1.22	52.36	43.78	22.62	0.51
轻盐化	155.28	38.98	0.15	7.8	粘土, 中壤	1.15	53.49	52.63	24.42	0.53

由表 2 可以看出: (1) 项目区总土地面积约 398.4 hm^2 (未扣除沟、路、埂), 作物能正常生长的轻盐渍化土壤约占总面积的 38.98% , 属滨海荒地。中盐化土占 31.44% 。寸草不长的光板地, 盐结皮厚, 耐植被单一生长的滨海潮盐土和重盐渍化潮土占总面积 29.56% 。因此, 项目区土壤改良培肥任务较大; (2) 随盐渍化程度减轻, 土壤 pH 值有增大之势。 (3) 随盐渍化程度

减轻土壤容重变小,总孔隙度增大,而田间持水量增加,透水率亦有增加之势,这与质地由轻变重,由砂变粘有关。由于长期耕作分布地段大多为重盐渍化土壤,因此,土质与土壤积盐关系极为密切。根据项目区盐渍土的 1.0m 土体平均含盐量,可划分为 5 类。

(1) 滨海脱盐盐碱土:平均含盐量小于 0.1%,地下水矿化度小于 10g/L,水化学类型以 $\text{Cl}^- \text{SO}_4^{2-} \sim \text{Na}^+ \text{Mg}^{2+}$ 型为主, $\text{Cl}^- \text{HCO}_3^- \sim \text{Na}^+ \text{Mg}^{2+}$ 型为辅,土壤盐分组成都是以 $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^- \text{Na}^+$ 为主。

(2) 滨海轻盐碱土:平均含盐量为 0.1%~0.2%,地下水矿化度为 10~20g/L,水化学类型以 $\text{Cl}^- \text{SO}_4^{2-} \sim \text{Na}^+ \text{Mg}^{2+}$ 型为主, $\text{Cl}^- \text{HCO}_3^- \sim \text{Na}^+$ 为辅,土壤盐分组成以 $\text{Cl}^- \text{HCO}_3^- \text{Na}^+$ 为主, $\text{Cl}^- \text{SO}_4^{2-} \sim \text{Na}^+ \text{Ca}^{2+}$ 为辅, $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^- \text{Na}^+ \text{Ca}^{2+}$ 为辅。

(3) 滨海中盐碱土:平均含盐量为 0.2%~0.4%,地下水矿化度为 10~30g/L,水化学类型以 $\text{Cl}^- \text{SO}_4^{2-} \sim \text{Na}^+ \text{Mg}^{2+}$ 型为主,土壤盐分组成以 $\text{Cl}^- \text{HCO}_3^- \sim \text{Na}^+ \text{Ca}^{2+}$ 为主, $\text{Cl}^- \text{SO}_4^{2-} \sim \text{Na}^+ \text{Ca}^{2+}$ 为辅。

(4) 滨海重盐碱土:平均含量 0.4%~1.0%,地下水矿化度 20~40g/L,水化学类型和土壤盐分组成均为 $\text{Cl}^- \text{Na}^+$ 型。

(5) 滨海盐土:平均含盐量大于 1.0%,地下水矿化度大于 30g/L,水化学类型和土壤盐分组成均为 $\text{Cl}^- \text{Na}^+$ 型。

从上述 1.0m 深度范围内土体盐分含量的状况变化可以看出,土壤盐分组成和地下水化学类型均随含盐量的变化而变化。土壤盐分主次更替更为明显,从 $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^- \text{Na}^+ \text{Ca}^{2+}$ 递变为 $\text{Cl}^- \text{HCO}_3^- \sim \text{Na}^+$ 进而变化 $\text{Cl}^- \text{Na}^+$ 。而地下水变化较小,均具有海水型的特点。

3 土壤养护状况

据分析统计看出:项目区耕层(0~20cm)养分含量总的不算高,属中下等水平,全区土壤有机质含量最高为 12.0g/kg,最低 5.0g/kg,多点平均为 9.8g/kg,含量在 8.0~10.0g/kg 的土壤占全区总面积的 70%,与内陆盐碱土地区相比要好些,属中等水平。土壤全氮量在 0.015%~0.06% 范围,多点平均为 0.039%。低于全省一般水平。土壤速效磷含量在 15.0~40.0mg/kg,多点平均为 20.5mg/kg,属中下等水平。速效磷含量在 1.0~10.0mg/kg 的土壤占 50%,土壤速效钾含量较丰富,在 100.0~200.0mg/kg,多点平均 150.0mg/kg。

上述养分最基本特点是缺氮,不缺钾,有机质中等,严重缺磷。因此,要改变项目区低产状况,首先要改善土壤养分状况。所以在低产低肥力情况下,增施氮磷化肥,扩种绿肥是培肥土壤的有效措施。

4 土壤改良利用途径

根据项目区盐渍土的发生条件、土壤理化性状和盐分状况,改良利用途径应本着因地制宜,综合治理,全面规划,分期实施的原则,抓好农业、牧业、农盐结合工程、农田水利和林业等措施。

4.1 切实加强农业措施

项目区改土培肥的任务是切实加强农业措施。因土种植,大力开展植树造林,加速林网建设;因地制宜扩种绿肥,增施化肥;发展农牧副业;加强改造利用地下水,建立“最小有效淡化水层”,

完善和发展农(业)盐(业)结合工程系统;开源节流,增加淡水资源;合理开发利用深层低矿化碱性水;扩大耕地面积,提高复种指数,提高产量,争取农业丰收

4.2 进一步完善和发展农(业)盐(业)工程系统

在滨海地区因地制宜发展农(业)盐(业)结合工程系统能变害为利,变不利因素为有利因素。(1)充分开发利用地下液体盐业资源,发展村组副业,增加经济收入,支援国家建设;(2)调动咸水层,增强水流循环,有利于上层淡化水层的建立;(3)调控和降低地下咸水位位于临界深度以下,抑制毛管蒸发作用,消除表土积盐;(4)加强土壤水分的下渗运动,有利于土壤脱盐,地下水淡化;(5)腾出土壤库容,免除地下积水、壅水、顶托现象,提高雨季蓄淡淋盐的效果;(6)增强抽咸井周围的地下水运动,有利于底土层的脱盐和水分循环作用

4.3 开源节流,解决淡水资源

滨海盐土改良,解决淡水资源是关键措施。因此,可采用引(引进淡水)、蓄(蓄积雨水、蓄淡淋盐)、防(松土、覆盖防止水分蒸发)、用(开发利用深层淡水、防止碱化土壤)、节(发展喷灌节省用水)等办法,解决水源不足问题

4.4 改变耕作制度,调整种植结构

根据土地的肥力状况和盐渍化程度,因地种植作物,采用有效的耕作方法,大力发展棉花、苜蓿,荒地造林或扩种紫穗槐,可采用粮肥(绿肥)轮作,或粮肥间套作,培肥地力

4.5 采取措施,预防土壤碱化

滨海盐土的改良利用过程中及深层低矿化碱性水的使用要采取一定措施预防土壤碱化。

“4D”技术在流域管理中应用

“4D”技术是指 DEM(数字高程模型)、DOQ(数字正射影像图)、DRG(数字栅格图)、DLG或 DTI(数字专题图)4种地学数字处理技术及其产品。在数据结构上,“4D”技术以栅格结构为主,兼容矢量数据,从根本上突破了传统的以矢量数据为主体的 GIS 数据结构的束缚;在表现形式上,它通过系列数字产品满足用户的不同需求,为 3S 集成提供了最佳技术手段和途径,是当代遥感与 GIS 技术结合生成的数字化产品基本模式,被称为是 90 年代水平的遥感和 GIS 集成技术。1995 年美国 USGS(美国联邦地质调查局)推行“4D”技术后,我国国家测绘局也将“4D”技术列入地图生产升级换代产品计划,并在全国范围内应用推广。如在 1998 年洞庭湖特大洪灾中,应用“4D”技术对洪灾进行了快速、准确地监测,提供了一批重要信息,发挥了重大作用。

我们通过“4D”技术在黄土高原地区的应用研究,认为其在流域管理中主要应用于以下几方面:

(1) 迅速、准确提供流域形态基本信息(长度、面积、体积等)。“4D”技术以高精度的 DRG、DEM 数据为基础进行多重信息配准、几何纠正、精确量算,大大提高了数学精度和空间信息表达

(2) 方便地建立流域基底信息数据库。由从 DEM、DOQ、DRG 中提取的地表信息(如土壤侵蚀状况、土地利用状况等)以及 DLG/DTI 和各种统计资料构建“4D”本底数据库,为研究流域资源环境提供空间信息,用于流域治理规划、农业生产布局、土地生产力分析评价及水土流失监测等生产实践和管理

(3) 进行土壤侵蚀、土地利用变化等生态环境动态监测。RS、GPS 及时或周期性地提供地表信息,生成 DOQ 并更新 DRG、DLG,便于利用不同时相变化,对流域土壤侵蚀、土地利用等进行监测分析,为流域综合治理与管理提供现势性强、精确度高的科学依据。

(闫慧敏,李壁成。中国科学院水利部水土保持研究所。陕西杨陵。712100)