

苏北典型新围垦海涂农田盐碱障碍因子特征分析^①

张建兵¹, 杨劲松^{1, 2*}, 姚荣江^{1, 2}, 余世鹏^{1, 2}, 曲长凤¹, 李芙蓉¹

(1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008;

2 中国科学院南京分院东台滩涂研究院, 江苏东台 224200)

摘要:通过对苏北典型新围垦海涂农田(围垦于 2005 年, 种植于 2007 年)盐碱障碍因子分析发现, 农田土壤处于脱盐碱化阶段, 其盐分均值为 1.78 g/kg, 属轻度偏中度盐渍化, 但其变幅大, 空间变异性强, 盐分大值呈斑块状分布于田块中。同时, 其 pH 高, 均值达 9.83, 碱化特征明显。海涂围垦农田土壤盐分与 pH 的剖面分布均较均匀, 垂直变异性弱。离子分析结果显示, 海涂围垦农田土壤盐分以 NaCl 为主, 除 K⁺外, 土壤可溶性离子按其盐分和 pH 的关系大致可以分为两类, 一类为 Cl⁻、SO₄²⁻、Ca²⁺、Mg²⁺、Na⁺, 分别与土壤含盐量呈显著正相关; 另一类为 CO₃²⁻、HCO₃⁻, 分别与 pH 值具有极显著的正相关关系; 且同类离子之间互呈显著正相关, 而两类离子相互之间呈显著负相关或极弱正相关。K⁺既与土壤含盐量和 pH 呈极显著正相关, 同时也与除 SO₄²⁻和 Ca²⁺外的所有离子呈正相关。结合研究区气候特征, 在消减新围垦海涂农田土壤盐碱障碍因子的过程中应积极改善土壤的物理性质以增强盐分的淋洗, 并重点防止土壤的碱化过程。

关键词: 海涂围垦农田; 盐碱障碍因子; 可溶性离子; 特征分析; 苏北

中图分类号: S159

苏北地区海涂资源十分丰富, 拥有占全国 1/4 以上的滩涂面积, 是非常重要的后备土地资源, 同时, 其围垦开发利用历史悠久, 已取得了巨大的社会效益^[1-2]。但从目前研究看来, 土壤质量偏低依然是制约苏北海涂开发利用的主要障碍因子^[3]。因此, 开展土壤质量调查与评估研究对高效利用海涂资源、提高海涂围垦农田土壤生产力具有重要意义。土壤盐碱作为影响海涂农田土壤质量的两大主要障碍因子, 抑制了土壤地力的发挥及作物的生长, 导致了土地生产效率的普遍偏低。因此, 弄清海涂农田土壤盐碱状况及其盐分离子组成特征, 对寻求适用于该区的高效改良对策、快速提升海涂围垦农田地力具有重要意义。

目前, 有关苏北海涂土壤特征的研究多集中在土壤水盐的空间变异性与随机模拟^[4-5]、土壤体积质量^[6]、温度^[7]、盐渍化的风险评估^[8-9]及耕层土壤质量^[10-11]的评价方面, 部分涉及苏北滩涂区地下水、土壤的盐分特征^[12-13], 但对新围垦海涂农田土壤盐碱特征及其离子组成方面的研究较少。本文重点研

究了苏北典型新围垦海涂农田的土壤盐分、pH 以及土壤可溶性离子的特征及其相互之间的关系, 旨在为苏北海涂围垦农田盐碱障碍因子的消减、农田地力的提升提供可靠依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于江苏省东台市黄海原种场(32°38'42.01"N, 120°54'8.04"E), 地处北亚热带北缘, 海洋性季风气候特征明显。其气候温暖湿润, 日照充分, 雨量充沛, 四季分明。年平均气温 14.6℃, 全年无霜期 213 天, 常年平均降水量为 1 042 mm, 年平均蒸发量 1 417 mm, 年平均相对湿度为 81%, 年平均风速 3.3 m/s。土壤为潮盐土亚类, 是典型的淤泥质海岸带盐渍土。土壤沉积母质为近代泥沙沉积物, 全剖面土质较为均匀, 并以粉砂占优势。

1.2 样品采集与分析方法

2010 年 5 月初在农场东边选取围垦于 2005 年,

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项经费项目(200903001)、国家自然科学基金项目(41101199、41171181)、江苏省自然科学基金项目(BK2009337、BK2011423、BK2011425、BK2011883)、江苏省产学研前瞻性联合研究项目(BY2011195)、江苏省科技支撑计划项目(BE2010313)和江苏省企业院士工作站项目(BM2009622)资助。

* 通讯作者(jsyang@issas.ac.cn)

作者简介: 张建兵(1984—), 男, 四川邻水人, 博士研究生, 主要从事土壤盐渍化防控和盐渍土资源利用方面的研究。E-mail: zhangjb666@issas.ac.cn

种植于 2007 年的两矩形条田, 其东西宽 100 m, 南北长 667 m, 面积共计 6.7 hm², 两条田中间以一宽约 3 m, 深 1.5 m 水沟相隔。在两条田内以“S”型布点采取 22 个深 100 cm 土壤剖面样品, 其中, 各土壤剖面分别划分为 0~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm 5 个土层, 故共采集土壤样品 110 个。

将采集的土样带回实验室内自然风干, 磨碎, 过 2 mm 筛后制备成 1:5 土水比浸提液以测定其电导率 EC_{1:5}、pH 和可溶性离子含量, 其中, EC_{1:5} 采用 EC215 Conductivity Meter 进行测定, pH 使用 HANNA 公司 pH 电极(pH 211 Microprocessor pH Meter)进行测定; 离子组成的具体测定方法为: Na⁺ 和 K⁺ 采用火焰光度计法测定, Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻、CO₃²⁻ 和 HCO₃⁻ 采用土壤盐分常规测定法^[14]。

1.3 数据处理

数据的统计分析采用 Excel 2003 和 SPSS 16.0。有关数据的显著性检验为 F 检验法。

2 结果与分析

2.1 海涂围垦农田土壤电导率与土壤全盐含量之间的函数关系

土壤电导率是土壤盐分的表征指标之一, 是目前国际上通用的盐分描述形式, 但国内却沿袭长期形成的用全盐量表示盐分含量的表达习惯, 其实在盐分组成基本恒定的情况下, 土壤电导率与盐分含量之间通常呈线性关系^[12]。而且相对于土壤全盐的测定来说, 电导率有在室内能被快速测定、在野外能被实时实地测量、对仪器要求不高的特点。因此建立一个地区土壤电导率与土壤盐分的关系, 可以通过电导率的快速测定来及时了解一个地区土壤的盐分背景, 提高野外调查、土地利用规划的效率, 节省大量人力、物力和时间, 并且利于国内外的交流。

本研究通过对典型海涂围垦农田 22 个剖面, 110 个土壤样品电导率、土壤全盐的测定, 建立了研究区土壤电导率与土壤全盐的线性函数关系式: $TS = 2.47EC_{1:5} + 0.26$ ($n = 110, R^2 = 0.96, P < 0.0001$), 式中, TS 为土壤全盐含量, EC_{1:5} 为土壤电导率(图 1), 由 F 检验可知, 该关系式具有统计意义, 可用于计算该区海涂围垦农田的盐分含量。借助此关系式, 通过测定电导率能快速了解、监测该区的盐分状况, 从而有利于提出合理的农田土壤改良、农作物种植规划方案等。

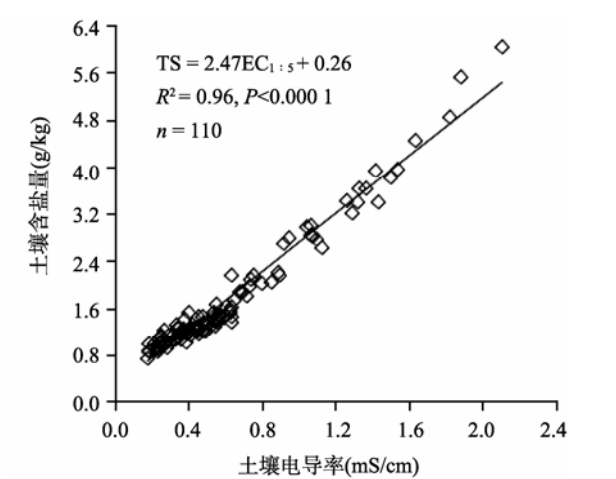


图 1 海涂农田土壤电导率与土壤全盐量的线性关系
Fig. 1 Linear relationship between soil conductivity and total salt content of mudflat farmland

2.2 土壤盐分与 pH 的总体分布特征

总体来说, 海涂围垦农田土壤属于轻度偏中度盐渍化程度, 其盐分均值为 1.78 g/kg, 但其极差较大, 分布于 0.76~6.05 g/kg 之间, 最大值是最小值的 8 倍, 差值达 5.29 g/kg, 同时, 其变异系数也达到了 1.06, 表明海涂围垦农田土壤盐分具有强烈空间变异性^[15](表 1)。

表 1 海涂农田土壤剖面含盐量与 pH 统计特征值										
Table 1 Statistical characteristics of soil total salt contents and pH values of soil profile in mudflat farmland										
土壤特征	土层(cm)	最小值	最大值	极差	中位数	平均值	标准差	变异系数	样本均值	样本变异系数
盐分含量 (g/kg)	0~20	0.91	6.05	5.14	1.35	1.79	1.19	1.41	1.78 (n = 110)	1.06 (n = 110)
	20~40	0.76	2.83	2.07	1.24	1.46	0.61	0.38		
	40~60	0.88	3.94	3.06	1.30	1.70	0.86	0.74		
	60~80	0.90	5.53	4.63	1.41	1.91	1.18	1.39		
	80~100	0.94	4.86	3.92	1.55	2.05	1.17	1.37		
pH	0~20	8.70	9.56	0.86	9.28	9.23	0.21	0.05	9.83 (n = 110)	0.21 (n = 110)
	20~40	9.24	10.21	0.97	9.78	9.72	0.27	0.07		
	40~60	9.32	10.61	1.29	9.96	9.96	0.36	0.11		
	60~80	9.37	11.10	1.73	10.04	10.10	0.36	0.13		
	80~100	9.53	10.96	1.43	10.07	10.17	0.34	0.11		

海涂围垦农田土壤盐分的空间变异性特征在剖面各层均有所体现,除 20~40、40~60 cm 土层为中等变异强度外,其余土层均具有强烈的变异性(表 1)。海涂围垦农田土壤盐分的强空间变异性,导致了其盐分高值在空间上呈斑点状分布形态,即存在着盐斑,这与农田作物斑点状受抑制的实际现象一致。微域盐斑形成的原因主要有 3 个: 由于微域地面高低不平,使相邻近的两层表层土壤出现温度和湿度梯度差,发生土壤水盐籍毛管侧向水平运动而重新分配所致; 由于在层状沉积土体结构中存在埋藏不深的滞水脱盐层所致; 局部存在高矿化浅层地下水所致^[16]。这 3 个解释基本能阐明自然状况下土壤盐分的较强空间变异性及其盐斑的存在现象,但是本研究对象为海涂围垦农田,其盐分分布状况除受上述 3 个原因影响外,还强烈地受到了人类活动的影响,如人工灌溉、灌排沟渠的布设情况、作物种植区划、耕作方式等,本研究中盐分较大值的样本剖面即是分布在农田地势较低及排水渠所在之处。

土壤盐分在剖面上的总体分布趋势形如“<”型,拐点位于 20~40 cm 土层,且 EC、全盐值趋势一致,体现了两者的显著相关性(表 1)。综合所有剖面均值,表层(0~20 cm)具有较大含盐量(1.79 g/kg),20~40 cm 具有剖面最低值(1.46 g/kg),而后随土层深度增加逐渐增大,并在 80~100 cm 土层达最大值(2.05 g/kg),但最大值与最小值之间仅相差 0.59 g/kg,说明海涂围垦农田土壤盐分在垂直方向上分布较为均匀,这与土壤电导率、全盐含量的变异系数(0.01, 0.05)均为弱变异强度的结论一致^[15]。土壤盐分的剖面分布趋势与土壤调查时间及研究区地下水性质直接相关。本次样品采集时间为 5 月,为该区枯水期末,土壤经过一个返盐期,盐分向上运移,导致土壤表层含盐量较高,而调查地块为新围垦的海涂农田,东距黄海仅 3 km 左右,受海水的浸渍、侧渗影响,其地下水埋深浅(调查时期约 200 cm 左右)、矿化度高,导致剖面较深土层盐分高。

海涂围垦农田土壤碱化特征明显,pH 值较大,均值达 9.83,各剖面点值介于 8.70~11.10 之间,均大于 8.5,属于典型的碱化土壤^[16]。滨海海涂区地表及地下径流不畅,抬高了地下水位,而地下水多含有重碳酸钠,使土壤在积盐过程中就具有明显的碱化过程,并且在随后的脱盐过程中,土壤碱化特征进一步暴露,所以海涂围垦农田土壤 pH 值较高^[17]。相对于盐分空间变异强度来说,pH 的异质性相对较弱,其中,0~20、20~40 cm 土层为弱变异性,其余土层

及样本总体为中等偏弱的变异强度(变异系数仅为 0.11~0.21)(表 1)。而与土壤盐分随土层深度的变换趋势相比,土壤 pH 的剖面分布特征同样较为简单,自地面向下,pH 值单调递增,由表层的 9.23 逐渐增加到 80~100 cm 土层的 10.17。同时,土壤 pH 的垂直变异性小,变异系数为 0.14,属于中等偏弱变异性^[15]。

综上可知,海涂围垦农田土壤在摆脱海水的浸渍后,以及在人类耕作活动的影响下,整体朝着脱盐碱化的过程发展^[17]。该过程与干旱区不同,其原因在于研究区具有典型的海洋性季风气候特征,雨季(6—9 月)降雨量较大,加之人类的农作活动,如翻地、种植等改善了海涂土壤板结、团粒结构差及入渗率低等特点,导致土壤盐分逐年淋失减少,处于脱盐过程。但在盐分的淋失过程中,土壤中的 Na^+ 大量置换土壤胶体所吸附的 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 并附着在土壤胶体上,导致土壤 pH 增加,土壤碱性增强。

2.3 盐分组成离子统计特征分析

海涂围垦农田土壤盐分组成以 Cl^- 和 Na^+ 为主,两者分别占阴、阳离子含量的 61.79%、72.48%,并对全盐有 65.60% 的总贡献率。其次为 SO_4^{2-} 、 K^+ ,分别为阴阳离子含量的 20.48%、11.41%;再次为 HCO_3^- 和 Ca^{2+} ,所占比例为 13.90%、8.23%;而 CO_3^{2-} 和 Mg^{2+} 则只占据了各自的 3.83%、7.88%(图 2)。在成土母质及成土过程的影响下,海涂围垦农田土壤以海侵盐渍为特征,由于长期受海水浸渍,所以其盐分组成与海水一致,以氯化物占绝对优势^[16]。

海涂围垦农田土壤剖面各层盐分离子除 Cl^- 和 Na^+ 外,均具有较小的标准差,标准差的大小表征着统计样本间的变异程度,说明 Cl^- 和 Na^+ 较其他离子来说具有较大的变异性(图 2)。统计发现,八大离子中, Cl^- 无论是样本总体还是剖面各层样本,均为中等变异强度(变异系数介于 0.26~0.45 之间), Na^+ 表现为样本总体和 40~60、60~80、80~100 cm 土层为中等偏弱变异(变异系数分别为 0.12, 0.11, 0.19, 0.18),0~20,20~40 cm 土层为弱变异(变异系数<0.1),而其余六大离子的分布皆为弱变异性^[15]。这说明土壤盐分的空间变异性与 Cl^- 和 Na^+ 的变异程度具有较强的相关性。

海涂围垦农田土壤盐分离子的剖面分布趋势各异,但各土层之间的含量差别不大,分布较为均匀,皆为弱变异程度(变异系数<0.10)(图 2)。各离子的垂直变化特征分别是, Cl^- 和 Na^+ 的垂直变化特征与土壤盐分的剖面变化趋势一致,呈“<”型,再次表明其对土壤盐分的主要贡献作用; CO_3^{2-} 、 Ca^{2+} 的垂直变

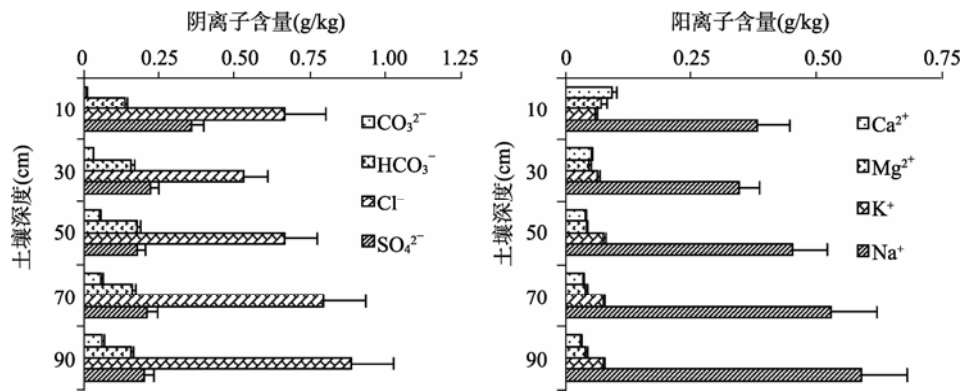


图 2 海涂围垦农田土壤离子组成及其剖面特征($n = 22$)
Fig. 2 Ionic compositions and their profile characteristics of mudflat farmland

表 2 海涂围垦农田土壤电导率(EC)、全盐(TS)及 pH 与可溶性离子间的 Pearson 相关系数
Table 2 Pearson correlation coefficients of soil EC, TS, pH and soluble ions

	EC	TS	pH	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
EC	1.00										
TS	0.98**	1.00									
pH	0.04	-0.01	1.00								
CO ₃ ²⁻	-0.04	-0.08	0.84**	1.00							
HCO ₃ ⁻	-0.19	-0.18	0.39**	0.34**	1.00						
Cl ⁻	0.99**	0.98**	0.04	-0.05	-0.19*	1.00					
SO ₄ ²⁻	0.43**	0.56**	-0.52**	-0.46**	-0.34**	0.43**	1.00				
Ca ²⁺	0.12	0.17	-0.73**	-0.58**	-0.23*	0.12	0.56**	1.00			
Mg ²⁺	0.52**	0.57**	-0.43**	-0.46**	-0.19*	0.52**	0.69**	0.57**	1.00		
K ⁺	0.41**	0.37**	0.38**	0.38**	0.14	0.39**	-0.07	-0.35**	0.06	1.00	
Na ⁺	0.97**	0.98**	0.10	0.01	-0.19	0.97**	0.44**	0.01	0.41**	0.39**	1.00

注：*表示相关性达到 $P < 0.05$ 显著水平，**表示相关性达到 $P < 0.01$ 显著水平。

化趋势分别为自上而下单调递增与递减； HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 含量的剖面分布形式则刚好相反，前者在 40 ~ 60 cm 土层取最大值，后者反之； Mg^{2+} 为典型的表聚型，在表层取最大值，其余土层均匀分布；而 K^+ 则表层较小，其余土层均匀分布。

2.4 土壤可溶性离子与海涂围垦农田土壤盐碱相关性分析

除个别离子外，土壤盐碱指标与土壤可溶性离子之间以及各离子之间具有强的相关性(表 2)。土壤的离子组成与分布状况是在各种因素综合作用下形成的。由于化学元素的离子半径、化合价、存在形态等的相似性，它们在植物、土壤、沉积物等生命和非生命体中的存在往往具有一定的相关性^[18]。

土壤盐分指标(EC，TS)与除 Ca^{2+} 外的其余三大阳离子及 Cl^- 、 SO_4^{2-} 呈极显著正相关，与 Ca^{2+} 呈较弱正相关，而与 CO_3^{2-} 和 HCO_3^- 呈负相关，说明了海涂围垦农田土壤盐分离子组成的主要来源。pH 与 CO_3^{2-} 呈极显著正相关，而与 HCO_3^- 和 K^+ 含量相关性虽为

极显著，但相关系数远小于 CO_3^{2-} ，说明 CO_3^{2-} 含量对土壤碱性起绝对支配作用，其次分别为 HCO_3^- 和 K^+ 。同时，pH 还与 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 呈极显著负相关，与 Cl^- 和 Na^+ 呈微弱正相关，这说明在对海涂围垦农田土壤进行改良的时候，应重点消减土壤中的 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 和 Na^+ 等致碱性离子，以防止土壤的碱化过程。

土壤各离子之间的相关性大体来说有一趋势，即除 K^+ 外，与土壤盐分指标(EC，TS)呈正相关的离子(Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+)之间，以及与碱性指标呈极显著正相关的离子(CO_3^{2-} 、 HCO_3^-)之间互呈正相关，而第一类离子与第二类离子之间则为负相关或极弱的正相关。 K^+ 除与 SO_4^{2-} 和 Ca^{2+} 外，与其余离子之间均呈正相关。

3 结论

(1) 海涂围垦农田土壤电导率与土壤全盐含量具有极显著相关性，通过两者的线性关系式($\text{TS} =$

$2.47EC_{1:5} + 0.26$), 可以便捷地通过电导率获知本区盐分值, 利于本区盐渍土的科学研究及其土地资源的开发与利用。

(2) 海涂围垦农田土壤处于脱盐碱化阶段, 盐分含量均值为 1.78 g/kg , 属轻度偏中度盐化程度, 但其碱化特征明显, pH 均值达 9.83。同时, 土壤盐碱在空间上的分布特征也有所差别, 前者变异程度强, 变异系数达到 1.06, 而后者变异系数小(0.21), 变异程度为中等偏弱。而两者在土壤剖面上的分布都较为均匀。

(3) Cl^- 和 Na^+ 为海涂围垦农田土壤盐分离子的主要组成部分, 两者分别占阴、阳离子含量的 61.79%、72.48%, 并对全盐有 65.60% 的总贡献率, 在各层的分布中具有较大变异性。其余离子的含量相对较少, 并在各土层中均匀分布。同时, 海涂围垦农田土壤可溶性离子按其与土壤盐分和 pH 的关系可以大致分为两类, 一类主要与土壤盐分为正相关, 分别是 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ ; 另一类则主要与土壤 pH 呈正相关, 分别为 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- , 且同一类的离子之间基本上互呈显著正相关, 而两类离子相互之间呈显著负相关或极弱正相关。

(4) 滨海滩涂土壤围垦后, 在当地自然环境及人类活动的影响下处于一个脱盐碱化的过程中, 因此, 在消减新围垦海涂农田土壤盐碱障碍因子的过程中, 除要充分利用当地较大的降雨量淋洗盐分外, 还应重点防治土壤的碱化过程, 以避免作物遭受碱害。

参考文献:

- [1] 王资生, 阮成江, 郑怀平. 盐城滩涂资源特征及可持续利用对策[J]. 海洋通报, 2001, 20(4): 64-69
- [2] 陈洪全. 苏北沿海港口开发与可持续发展研究[J]. 海洋科学, 2000, 24(1): 52-54
- [3] 姚荣江, 杨劲松, 陈小兵, 余世鹏, 李晓明. 苏北海涂围垦区土壤质量模糊综合评价[J]. 中国农业科学, 2009, 42(6): 2 019-2 027
- [4] 姚荣江, 杨劲松, 邹平, 陈小兵, 余世鹏, 李晓明. 苏北海涂围垦区土壤水分空间变异性及其协同克里格估值[J]. 土壤, 2009, 41(1): 126-132
- [5] 姚荣江, 杨劲松, 赵秀芳, 李晓明, 刘梅先. 沿海滩涂土壤盐分空间分布的三维随机模拟与不确定性评价[J]. 农业工程学报, 2010, 26 (11): 91-97
- [6] 姚荣江, 杨劲松, 陈小兵, 邹平. 苏北海涂围垦区表层土壤体积质量的空间异质性研究[J]. 土壤, 2009, 41(4): 659-663
- [7] 邹平, 杨劲松, 李冬顺. 苏北滨海典型滩涂土壤温度的极值分析[J]. 中国土壤与肥料, 2008(3): 24-27
- [8] 姚荣江, 杨劲松, 陈小兵, 余世鹏, 李晓明. 苏北海涂典型围垦区土壤盐渍化风险评估研究[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(5): 1 000-1 006
- [9] 李冬顺, 杨劲松, 姚荣江. 生态风险分析用于苏北滩涂土壤盐渍化风险评估研究[J]. 土壤学报, 2010, 47(5): 857-864
- [10] 姚荣江, 杨劲松, 陈小兵, 邹平, 赵秀芳. 苏北海涂围垦区耕层土壤养分分级及其模糊综合评价[J]. 中国土壤与肥料, 2009(4): 16-20
- [11] 杨劲松, 姚荣江. 苏北海涂围垦区土壤质量综合评价研究[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(3): 410-415
- [12] 刘广明, 杨劲松, 姜艳. 江苏典型滩涂区地下水及土壤的盐分特征研究[J]. 土壤, 2005, 37(2): 163-168
- [13] 赵秀芳, 杨劲松, 姚荣江. 基于典范对应分析的苏北滩涂土壤春季盐渍化特征研究[J]. 土壤学报, 2010, 47(3): 422-428
- [14] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999
- [15] 雷志栋, 杨诗秀, 谢森传. 土壤水动力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1988
- [16] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993
- [17] 俞仁培, 杨道平, 石万普, 蔡阿兴. 土壤碱化及其防治[M]. 北京: 农业出版社, 1984
- [18] 李彬, 王志春, 梁正伟, 迟春明. 苏打碱化土壤盐分离子与相关性分析[J]. 土壤通报, 2007, 38(4): 653-656

Saline-alkaline Characteristics in Newly Reclaimed Mudflat Farmland of North Jiangsu Province

ZHANG Jian-bing¹, YANG Jing-song^{1,2*}, YAO Rong-jiang^{1,2}, YU Shi-peng^{1,2},
QU Chang-feng¹, LI Fu-rong¹

(1 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China;

2 Dongtai Institute of Tidal Flat, Nanjing Branch of the Chinese Academy of Sciences, Dongtai, Jiangsu 224200, China)

Abstract: Results of study on soil total salt content and soluble ions of a newly reclaimed mudflat farmland reclaimed in 2005 and cultivated in 2007 showed that the farmland soil was in the process of desalting alkalization characterized by a lower salt content and a high pH value. The average soil salt content was 1.78 g/kg, with a strong spatial variability, and the mean value of soil pH was up to 9.83. Both soil total salt content and pH distributed uniformly in soil profiles with lower variability. Based on the relationship between the soluble ions and soil total salt content, pH, soluble ions could be divided into two parts, the first part, including Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , especially Cl^- and Na^+ , determined soil salt content, the second part, consisting of CO_3^{2-} and HCO_3^- , controlled soil pH value. Both the correlation of ions within the first and second parts both were positive significantly generally, however, the correlation of ions between the two parts were negative significantly or positive weakly. The correlations of K^+ and soil salt content, K^+ and soil pH value were positive significantly. Also, there was a significant positive correlation between K^+ and other ions except for SO_4^{2-} and Ca^{2+} . Based on the climatic characteristics, it is important to improve mud flat soil physical character to enhance salt leaching and prevent soil alkalization in the elimination process of saline-alkaline barrier factors.

Key words: Newly reclaimed mudflat farmland, Saline-alkaline, Soluble ions, Characteristics analysis, North of Jiangsu Province