

# 江苏省海涂土壤的盐渍生态特征\*

方 明 陈邦本 胡容卿 陈铭达

(南 京 农 业 大 学)

## 摘 要

本文根据全省岸线不同季节采取的 395 个土壤剖面,经化验得到 2089 个盐分数据,分别进行不同土壤类型、不同季节和不同海涂生态类型的盐分剖面统计,揭示了海涂土壤的盐分剖面特征及盐分动态规律,并联系海涂土壤生态环境归纳为五种海涂土壤盐渍生态类型,以此论证了海涂土壤的盐渍地带规律。

土壤盐渍化过程和程度是随不同区域地理条件而异。在江苏海岸带季风湿润气候条件下<sup>[1]</sup>,受海水浸渍发育形成的滨海盐土,由于滩面淤高,土壤逐渐脱离潮汐影响,淋溶过程加强,随之土壤向脱盐过程发展。但在潮间带有序的生态条件下<sup>[2]</sup>,经历着积盐和脱盐的不同阶段,形成相应的海涂土壤盐渍地带,具有与内陆地区盐渍土不同的盐渍特征。研究这一特征对了解滨海盐土的盐分地球化学规律,为滨海盐土提供分类的定量依据和对海涂土壤的利用改良等有重要的理论和实际意义。

江苏滨海盐土前人曾做过研究<sup>[3,4]</sup>,对土壤的特性和形成有一定的了解,但缺乏全区域的大量统计资料来揭示滨海盐土的盐渍特征。本文是在近年来海岸带和海涂土壤调查的基础上整理而成。

## 一、海涂土壤的盐分剖面特征

滨海盐土最初是在潮下带母质不断沉积,滩面出水成陆后发育形成。随着海涂生态环境演替,土层中水盐发生运移而使盐分在剖面中逐渐分异,形成不同土壤类型和同一土壤类型不同季节的盐分剖面特征。

### (一) 各土壤类型的盐分剖面特征

海涂土壤共有三种类型(亚类)<sup>1)</sup>,即处于潮间带的潮滩盐土,超潮滩的草甸滨海盐土和河口边滩的沼泽滨海盐土。它们的盐分含量列于表 1。海涂土壤盐分剖面共同特征是:0—5cm 表土都有不同程度的返盐,除表土外,盐分在剖面中分布比较均匀,说明在以氯盐为主,土壤质地比较均匀<sup>[5]</sup>和在湿润气候条件下,土壤盐分上下移动的特征;然而三种土壤类型剖面平均含盐量仍有差异,并各有不同的盐分剖面特征。

\* 本文蒙朱克贵教授审阅,参加工作的还有王义炳、韩高原、武心齐、郭泽圣、陈兴华等同志,一并致谢。

1) 按全国海涂土壤调查规范暂定。

草甸滨海盐土含盐量在轻度盐渍化到强度盐渍化范围内(1米土层平均含盐量为0.1—0.6%),表土有轻微返盐,且标准差很大,表土以下盐分逐层增加,呈塔型盐剖面特征,这是由于盐分自上而下淋洗的结果。由典型剖面图1-a可以看出这种盐剖面的特点。

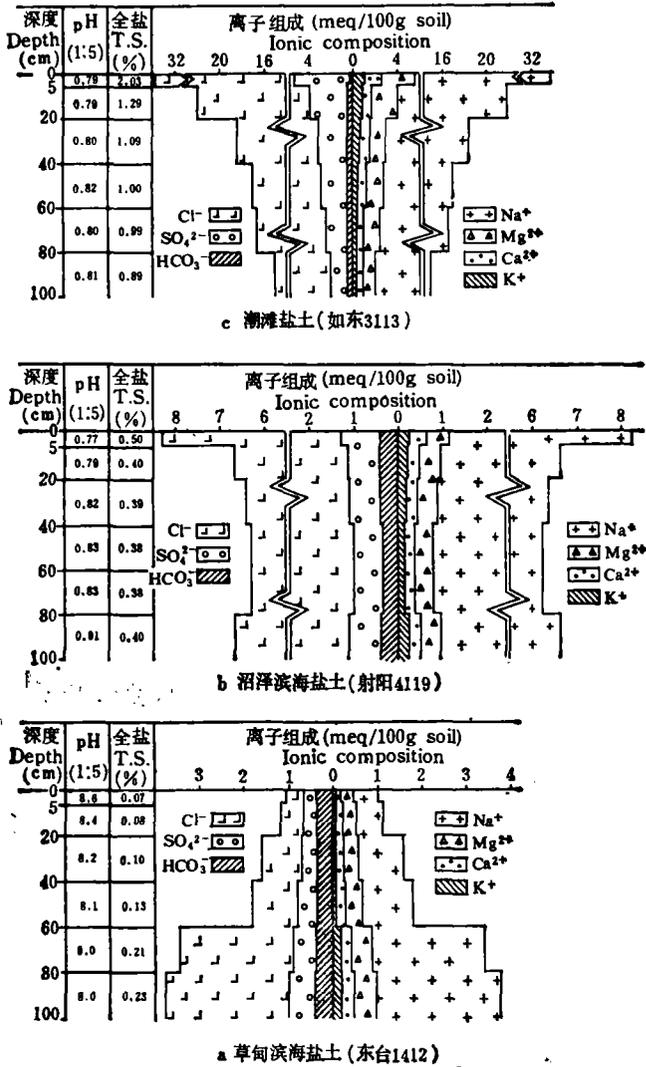


图 1 不同滨海盐土的盐分与离子组成的剖面分布  
 Fig. 1 Distribution of salt and ion composition in profiles of different coastal saline soils

沼泽滨海盐土为河口芦苇沼泽,在河水丰、枯和潮汐涨落周期性干湿情况下,表土也有一定返盐。然而因经常处于水分过饱和状态,缓慢的水盐运移使盐分在剖面中均匀分布,呈筒型盐剖面特征(图1-b)。又地处河口咸淡水交混区,土壤盐分受到有限的淋洗,故剖面平均含盐量低于潮滩盐土,高于草甸滨海盐土。

潮滩盐土的盐分剖面特征与草甸滨海盐土相反,呈漏斗型(图1-c),是盐分自下而上

表 1 不同土壤类型的盐分剖面分布  
Table 1 Distribution of salt profile of in different soil types

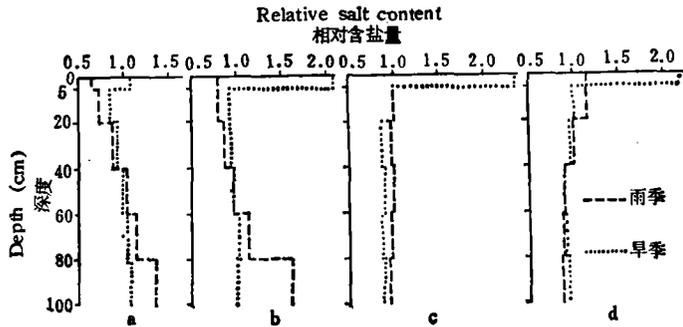
深度 Depth (cm)	草甸滨海盐土 Coastal meadow saline soil			沼泽滨海盐土 Coastal marsh saline soil			潮滩盐土 Tidal beach saline soil		
	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>
0—5	86	0.44	0.44	25	0.72	0.33	284	1.68	1.01
5—20	86	0.29	0.19	25	0.52	0.22	284	1.07	0.45
20—40	86	0.30	0.16	25	0.49	0.14	284	1.01	0.35
40—60	86	0.33	0.30	25	0.50	0.18	242	1.01	0.37
60—80	83	0.36	0.17	24	0.53	0.20	189	0.98	0.37
80—100	75	0.40	0.20	23	0.53	0.14	153	0.93	0.37
剖面平均*	86	0.32	0.19	25	0.52	0.14	284	1.05	0.38

\* 根据 0—100 厘米各土层盐分的加权平均值求得剖面平均含盐量,若采样深度不足 100 厘米,则按实际采样深度的各土层加权平均值计算。表中剖面平均的 *n* 是剖面数,不是其剖面平均含盐量, *s* 是标准差。下同。

运移的积盐作用表现。

## (二) 不同季节的盐分剖面动态

江苏沿海季风气候区有明显的干湿季节变化,土壤也伴随着积盐和脱盐的周期性变化,变化的总趋势是向脱盐过程发展,但不同的土壤类型其盐分剖面动态互有差异。



a. 轻度—中度盐渍化土; b. 强度盐渍化土; c. 轻—中盐土; d. 重盐土

图 2 土壤相对含盐量的剖面分布

Fig. 2 Distribution of relative salt content in profiles of soil

从表 2 可以看出,草甸滨海盐土在雨季前表土含盐量大于心土和底土,雨季后表土含盐量降低为全剖面最低的土层。若将 1 米土层平均含盐量作为 1,其他各层含盐量与之相比,则得相对含盐量(图 2)。图中雨季前草甸滨海盐土的轻度—中度盐渍化土表土相对含盐量为 1.08,强度盐渍化土为 2.07,后者比前者返盐强烈。40 厘米以上各层相对含盐量雨季均小于旱季,说明雨季淋盐可下渗到 40 厘米以下。40—60 厘米雨季前后相对含盐量接近,是盐分保持相对平衡的土层。60 厘米以下雨季的相对含盐量均大于旱季,这是由于上层淋洗和地下水盐分上升所致。

潮滩盐土 0—5 厘米含盐量大大高于剖面平均值,并且 5—20 厘米也有不同程度返盐。因地处潮间带,频繁的潮汐浸渍和地表蒸发,显示不出雨季的淋盐效果,故表土任何

季节都处于积盐状态。20 厘米以下各层相对含盐量雨季前后很接近(图 2-c,2-d), 表现出土层中水盐滞留的特征。

表 2 海涂土壤不同季节盐剖面分布

Table 2 Distribution of salt in profile of coastal soil in different season

亚 类 Soil subtype	草甸滨海盐土 Meadow seashor saline soil											
土 种 Soil specis	轻度-中度盐渍化土 Slightly-moderately sqlinized soil						强度盐渍化土 Stronly salinized soil					
采样时间 Sampling time	1981 年 5 月			1980 年 10 月			1981 年 5 月			1980 年 10 月		
统计值 Statistical value												
深 度 Depth (cm)	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
0—5	12	0.28	0.07	33	0.15	0.10	25	0.93	0.49	14	0.34	0.30
5—20	12	0.22	0.06	33	0.17	0.10	25	0.42	0.12	14	0.34	0.25
20—40	12	0.24	0.07	33	0.20	0.12	25	0.42	0.11	14	0.36	0.20
40—60	12	0.26	0.09	33	0.24	0.13	25	0.44	0.13	14	0.41	0.19
60—80	12	0.27	0.10	31	0.26	0.13	25	0.46	0.11	13	0.48	0.21
80—100	11	0.28	0.09	27	0.31	0.25	23	0.45	0.10	12	0.57	0.15
剖面平均	12	0.26	0.07	33	0.23	0.13	25	0.45	0.16	14	0.42	0.15
亚 类 Soil subtype	潮 滩 盐 土											
土 种 Soil specis	轻度-中度盐土 Slight-medium salinized soil						重 盐 土 Strongly salinized soil					
采样时间 Sampling time	1981 年 5 月			1980年10月,1981年10月			1981 年 5 月			1980 年 10 月, 1981 年 10 月		
统计值 Statistical value												
深 度 Depth (cm)	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
0—5	70	2.01	1.00	120	0.96	0.31	26	2.54	1.12	68	2.11	0.97
5—20	70	0.86	0.15	120	0.86	0.14	26	1.18	0.19	68	1.55	0.53
20—40	68	0.74	0.10	119	0.84	0.11	25	1.12	0.37	68	1.35	0.37
40—60	63	0.76	0.10	106	0.85	0.11	21	1.04	0.16	63	1.21	0.25
60—80	54	0.75	0.10	76	0.82	0.14	17	1.06	0.20	53	1.20	0.20
80—100	53	0.76	0.11	55	0.81	0.18	15	1.08	0.21	42	1.17	0.20
剖面平均	70	0.85	0.09	120	0.85	0.09	26	1.16	0.19	68	1.35	0.26

一年中土壤含盐量的增减率因不同含盐量而异。按表 2 计算, 当剖面平均含盐量为 0.6—1.0% 时, 周年的土壤含盐量不增不减; 在此含盐量以下为脱盐, 年脱盐率为 11.54—6.67%, 在此含盐量以上为积盐, 年积盐率为 16.38%。若在淤进的滩涂, 土壤由潮滩盐土向草甸滨海盐土发育, 则剖面平均的年脱盐率为 1.83%。

## 二、海涂土壤的盐渍生态类型

海涂土壤水盐运动和盐渍特征取决于海涂生态环境。在淤进的海岸,由陆向海,地势由高到低,潮浸频率由低到高,成陆年龄由长到短,海涂生态类型顺序发育有草滩、盐蒿滩、光滩、浮泥滩、大米草滩(局部)和板沙滩,它们的盐分含量列于表 3。

草滩为多年生禾本科植物生长的滩地,分布于潮上带,生长有白茅 (*Imperata cylindrica* var *magor*)、獐毛 (*Aeluropus littoralis* var *sinensis*) 和大穗结缕草 (*Zoysia macrorostachys*) 它们几乎都是单种群落。白茅耐盐性比獐毛(包括大穗结缕草)低,但白茅的盖度和生物积累比獐毛大,前者抑制返盐作用明显,为稳定脱盐生态;獐毛草滩表土虽有一定返盐(表 4),但剖面平均含盐量仍不超过 0.6%,属脱盐生态类型。

芦苇 (*Phragmites australis*) 生态无论覆盖度和生物积累量都优于白茅和獐毛,然而决定其盐渍作用的还与淡水资源状况有关。芦苇不能生长在海水中,它仅分布在入海河口的边滩,这就决定了土壤向脱盐过程发展。

表 3 各滩地类型的盐分(%)剖面分布

Table 3 Profile distribution of salt(%) in different beach types

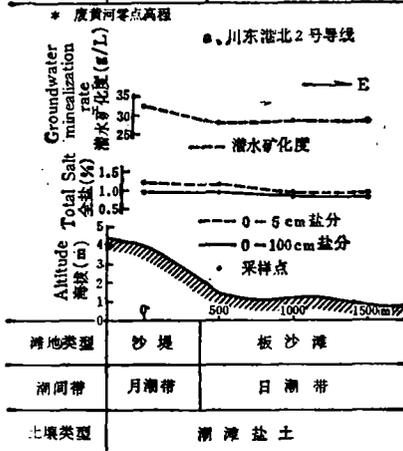
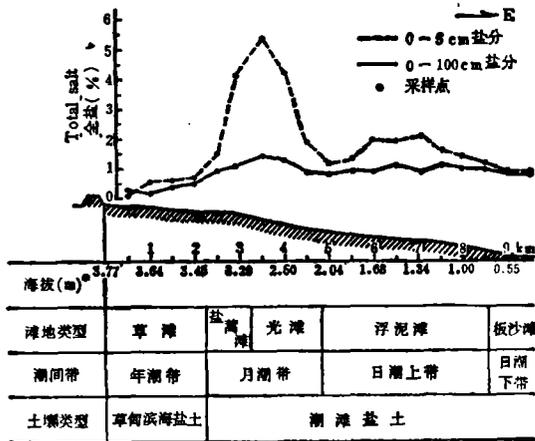
深度 Depth (cm)	白茅草滩 Beach of <i>Imperata cylindrica</i>			獐毛草滩 Beach of <i>Aeluropus</i> <i>littoralis</i>			芦苇滩 Beach of <i>Phragmites</i>			盐蒿滩 Beach of <i>Suaeda salsa</i>		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
0—5	45	0.19	0.11	41	0.72	0.50	25	0.72	0.33	80	2.35	1.02
5—20	45	0.18	0.09	41	0.41	0.19	25	0.52	0.22	80	1.05	0.39
20—40	45	0.21	0.10	41	0.41	0.14	25	0.49	0.14	80	0.96	0.42
40—60	45	0.24	0.12	41	0.42	0.18	25	0.50	0.18	80	0.93	0.34
60—80	43	0.26	0.12	40	0.47	0.14	24	0.53	0.20	79	0.91	0.33
80—100	38	0.31	0.22	37	0.50	0.13	23	0.53	0.14	71	0.93	0.35
剖面平均	45	0.21	0.15	41	0.45	0.15	25	0.52	0.14	80	1.03	0.33
深度 Depth (cm)	光滩 Bare beach			大米草滩 Beach of <i>Spartina</i> <i>angelica</i>			浮泥滩 Beach of mud flat			板沙滩 Beach of compact sand		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
0—5	45	2.41	1.14	32	1.22	0.44	28	1.83	0.59	99	0.91	0.22
5—20	45	1.48	0.63	32	0.96	0.28	28	1.38	0.56	99	0.86	0.13
20—40	45	1.34	0.54	32	0.93	0.25	27	1.20	0.47	96	0.86	0.12
40—60	45	1.36	0.52	29	0.94	0.25	10	1.15	0.29	78	0.87	0.15
60—80	40	1.28	0.50	23	0.90	0.16	3	0.89	0.25	44	0.87	0.16
80—100	31	1.25	0.48	19	0.93	0.18	2	0.68	0.09	30	0.87	0.17
剖面平均	45	1.40	0.48	32	0.98	0.26	28	1.29	0.56	99	0.87	0.10

盐蒿 (*Suaeda salsa*) 系一年生耐盐植物,其叶面积小,覆盖度低,根系不发达,抑盐效果甚微,虽比光滩的含盐量低,但二者剖面平均含盐量都在 1% 以上,并且表土都有强烈返盐,为强烈积盐生态类型。

表 4 海涂盐渍地带与土壤生态环境的相关规律

Table 4 Relation between sea beach salinization belt and soil ecological enviroment

盐渍地带 Salinization belt	稳定脱盐 Steady desalinization	脱盐 Desalinization	强烈积盐 Strong salinization	积盐 Salinization	土壤与海水盐分平衡 Salt balane between soil and sea water
潮侵频率(%) 潮间分带	1—5 年潮淹没带		5—50 月潮淹没带	50—80 日潮淹没上带	80—100 日潮淹没下带
滩地类型	白茅草滩	弹毛草滩	盐蒿滩, 光滩	大米草滩, 浮泥滩	板沙滩
土盐含盐量(%)	0.1—0.4	0.4—0.6	0.7—1.90	0.7—1.7	0.8土
盐剖面特征	塔型	塔型、T型	Y型	T型	筒型
水盐动态	水盐下移	水盐下移	水盐上升	水盐上升	水盐滞留
潜水埋深(m)	3.0—2.5	2.5—2.0	1.0—0.5	0.5—0	0
潜水矿化度(g/升)	4—12	12—17	17—33	27—30	30土
土壤类型	盐甸滨海盐土			潮滩盐土	



b. 赣榆县柘汪

图 3 海涂土壤生态断面图

Fig. 3 Ecological sections of sea beach soil

大米草 (*Spartina angelica*) 滩和浮泥滩每日潮水均可到达, 虽地表蒸发强烈, 但在水分过饱和状态下, 盐分不可能呈固态结晶析出, 故表土盐分低于光滩, 属积盐生态类型。

板沙滩位于潮浸频率 80% 以上的低潮滩, 土体中不可能进行盐分再分配的水盐运动, 土壤含盐量取决于海水盐度, 二者呈平衡状态。

### 三、海涂土壤的盐渍地带

在滩面向海倾斜的潮间带, 由于潮浸频率的逐潮增加, 形成与潮位线平行的各种海涂生态环境。它决定了海涂土壤水盐运移的方向和强度, 进行着积盐和脱盐过程, 形成有序的土壤盐渍地带(表 4)。各种生态环境之间以及生态环境与盐渍地带类型之间有着对应的相互关系。

不同岸段潮间带宽窄不一, 江苏中部淤进的海岸可达 10 公里以上(图 3-a), 北部蚀退的海岸宽不过 1.5 公里(图 3-b)。后者各种生态环境和盐积地带相应变窄或部分缺失, 但与潮间带相适应的盐渍地带分布顺序则是普遍的规律。

### 四、小 结

在季风湿润气候条件下, 江苏海涂土壤发育总的趋势是向脱盐过程发展, 但在脱盐过程中还经历着积盐过程。草滩与盐蒿滩之间是一条重要的盐渍过程分野线, 在此线以上进行着脱盐过程, 以下进行着积盐过程。

海涂土壤积盐过程的标志是盐分剖面呈筒型、T型和Y型, 剖面平均含盐量  $> 0.7\%$ , 全年处于水盐上移的积盐状态。脱盐过程的标志是盐分剖面呈塔型, 部分旱季呈T型, 剖面平均含盐量  $\leq 0.6\%$ , 以水盐下行为主。

海涂土壤的盐渍地带决定于盐渍生态类型。由于潮间带各种生物和非生物环境因素都有严格的按地形和潮浸频率的不同而顺序发育。因此海涂土壤的盐渍地带具有明显的带状分布规律, 虽然各岸段的潮间带宽窄不一, 但盐渍地带的规律在全省岸线都具有可比性。

### 参 考 文 献

- [1] 任美镔等, 1986: 江苏省海岸带和海涂资源综合调查(报告)。海洋出版社, 215—229 页。
- [2] 方明, 1983: 从海涂土壤生态条件论证江苏省海涂的整治和规划。南京农学院学报, 第 4 期, 64—72 页。
- [3] 唐淑英, 1964: 苏北滨海盐渍土的特性及其改良问题。土壤学报, 第 12 卷 4 期, 421—430 页。
- [4] 冷福田、赵守仁, 1957: 江苏省沿海地区盐渍土发生过程及盐侵特性转化。土壤学报, 第 5 卷 3 期, 195—205 页。
- [5] 陈邦本、方明、胡蓉卿, 1983: 三种土壤质地分类制的比较——对江苏省沿海土壤适用性的评价。南京农学院学报, 第 2 期, 50—59 页。

## ECOLOGICAL SALINIZATION CHARACTERS OF SEA BEACH SOIL IN JIANGSU

Fang Ming, Chen Bangben, Hu Rongqing and Chen Mingda

*(Departments of Soil Science and Agrochemistry Nanjing Agricultural University)*

### Summary

In this paper, 395 soil profiles collected from coastal region of Jiangsu at different seasons were studied, on the basis of the analysed data of 2089 samples of different horizons, dynamic regime of salts in soils were revealed as follows: (1) The features of sea beach soil salinization process are that the salt distributed in profile are in the shape of cylinder, "T" or "Y", with an average salt content of  $>0.7\%$ ; and in a state of salinization that water and salt move upward in whole year. The features of desalinization process are that the salts distributed in profiles are in the shape of pagoda, or sometimes of "T" during dry season, with an average salt content of  $\leq 0.6\%$ , and main dynamic regime of salts is going downwards with water. (2) It has been found there is a significant line between beach of meadow and that of *Suaeda salsa*, above which the desalinization process occurs and below which the salinization process is going on. (3) Due to strict sequential development of eco-environment of tidal belt varying with topography and frequency of tidal intrusion, sea beach soils have significant regularity of distribution in belts.