

# 滨海盐渍土的碱化问题\*

胡纪常 祝寿泉

(中国科学院南京土壤研究所)

滨海盐渍土是否有碱化问题,特别是在开垦利用以后,土壤是否会向碱化方向演化,这是很多生产单位所关心的问题。对此,过去已做了不少工作。有人认为滨海盐渍土由于长期受海水浸渍,土壤胶体表面吸附着大量的钠离子,因此有比较高的碱化度,盐渍程度愈重则碱化度愈高,随着土壤脱盐同时脱碱,当不致进一步碱化<sup>[1]</sup>。也有人认为滨海盐渍土耕垦后不会发生碱化,其碱化度随改良利用年限而降低<sup>[2]</sup>。还有人在滨海盐渍土耕垦种稻后,观测到在土壤脱盐过程中,土壤 pH 值和总碱度有所增高,认为土壤发生了碱化<sup>[2,3]</sup>。我们就这一问题曾先后对浙江上虞、乐清,江苏东台、大丰、滨海、灌云以及辽宁兴城、锦县、大洼等县的滨海地区进行了调查研究和室内试验。

## 一、滨海盐渍土的盐渍特性

我国滨海盐渍土主要分布在长江以北沿海地带。虽然我国海岸线较长,在生物气候、地形特征、沉积母质、水文地质及耕作利用等条件方面,南北各地诸多不同,但由于滨海盐渍土主要都是在海水浸渍的深刻影响下形成的,故土壤及地下水的盐分状况具有类似的特点。据已有的文献[3,4]及最近我们在浙江、江苏、辽宁滨海地区补充采集的20多个土壤剖面及地下水的盐分分析结果(图1,2)来看:(1)土壤和地下水含盐程度一般与距海远近、成陆和开垦利用年限长短等有关,距海愈近,成陆时间和开垦利用年限愈短,地下水矿化度愈高,土壤含盐愈重。(2)土壤和地下水盐分组成均以 NaCl 为主,其含量占全盐量的80—90%,Cl<sup>-</sup>和Na<sup>+</sup>随含盐量的增高而直线上升;HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>随含盐量的增加而略有下降,部分样品有酚酞反应,CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>含量仅为0.04—0.08毫克当量/100克土;SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Ca<sup>++</sup>、Mg<sup>++</sup>随含盐量的增加略有增高,但幅度不大。(3)土壤 pH 值随含盐量的降低而略有增高(图3),一般为7.5—8.5,个别有达9.0以上的。

## 二、滨海盐渍土碱化特性

从图3、表1可以看出,凡含盐量 > 0.6% 的土层其 pH 值绝大多数在8.0以下,而含盐量 < 0.6% 的土层 pH 值大多数在8.0—8.5左右,有的达9.0。这种土壤 pH 随盐分的

\* 唐淑英、张丽君、张绍德等同志参加部分室内外工作,并得到王遵亲同志的指导,谨此致谢。

1) 浙江省农科院土肥所盐土组,1976:关于滨海盐渍土碱化问题以及施用石膏改碱的效果。盐碱土的改良与利用(第二辑),19—23页。

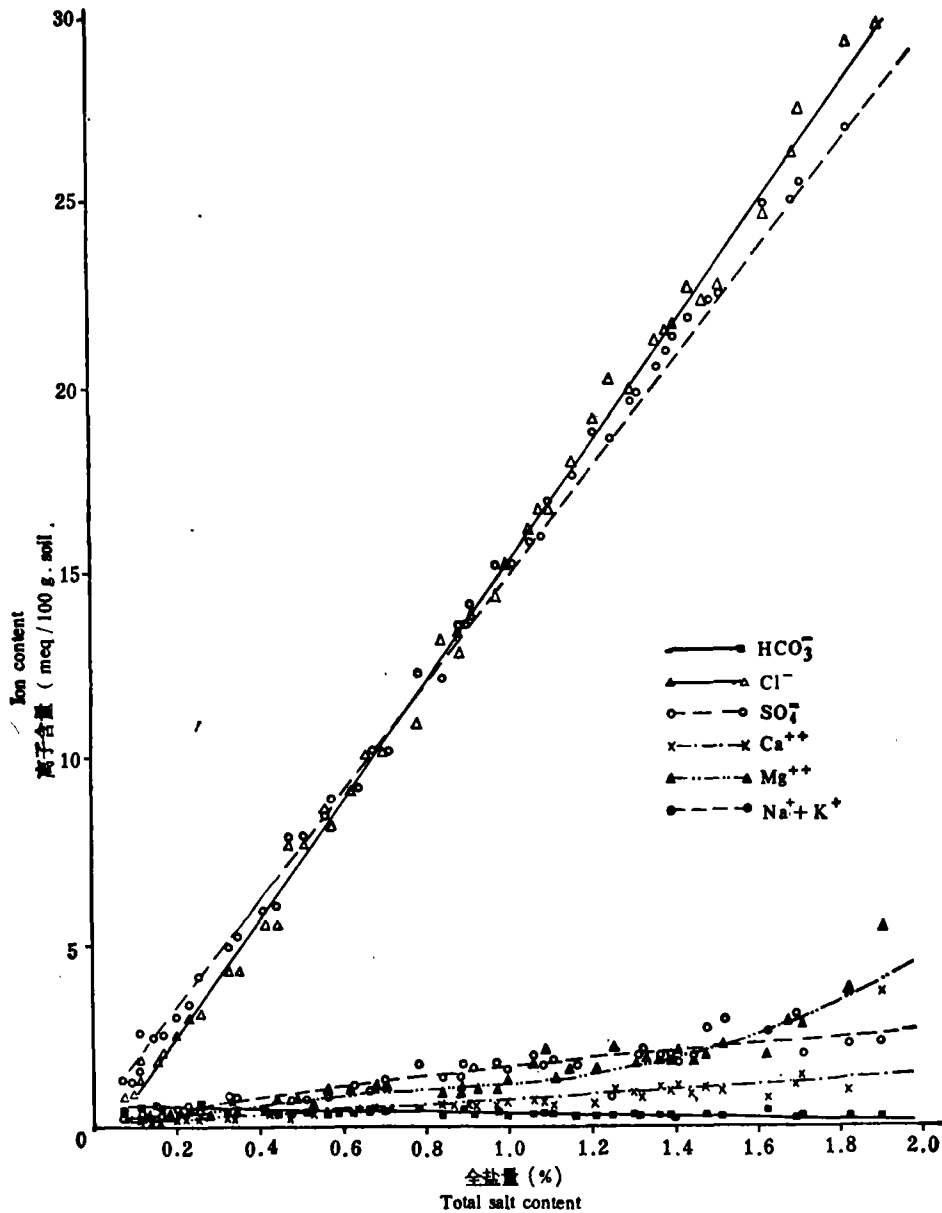


图1 土壤含盐量与离子组成的关系

Fig. 1 Relationship between total salt content and ionic composition of soil

降低而增加的趋势,主要可能是由于当土壤中存在过量的中性盐类时,土壤吸收性复合体上的钠离子不易水解,而当土壤溶液盐分浓度降低时,土壤吸收性复合体上的钠离子被水解所致,因此, pH 值和总碱度都有所增高。一般认为随土壤含盐量下降而伴随有 pH 值和总碱度增高时,土壤有可能发生碱化。

土壤碱化度是衡量土壤是否碱化的另一重要指标。我国目前暂多以  $> 20\%$  为碱土,  $20-15\%$  为强度碱化,  $15-10\%$  为中度碱化,  $10-5\%$  为轻度碱化。从表 1 和图 4 可明

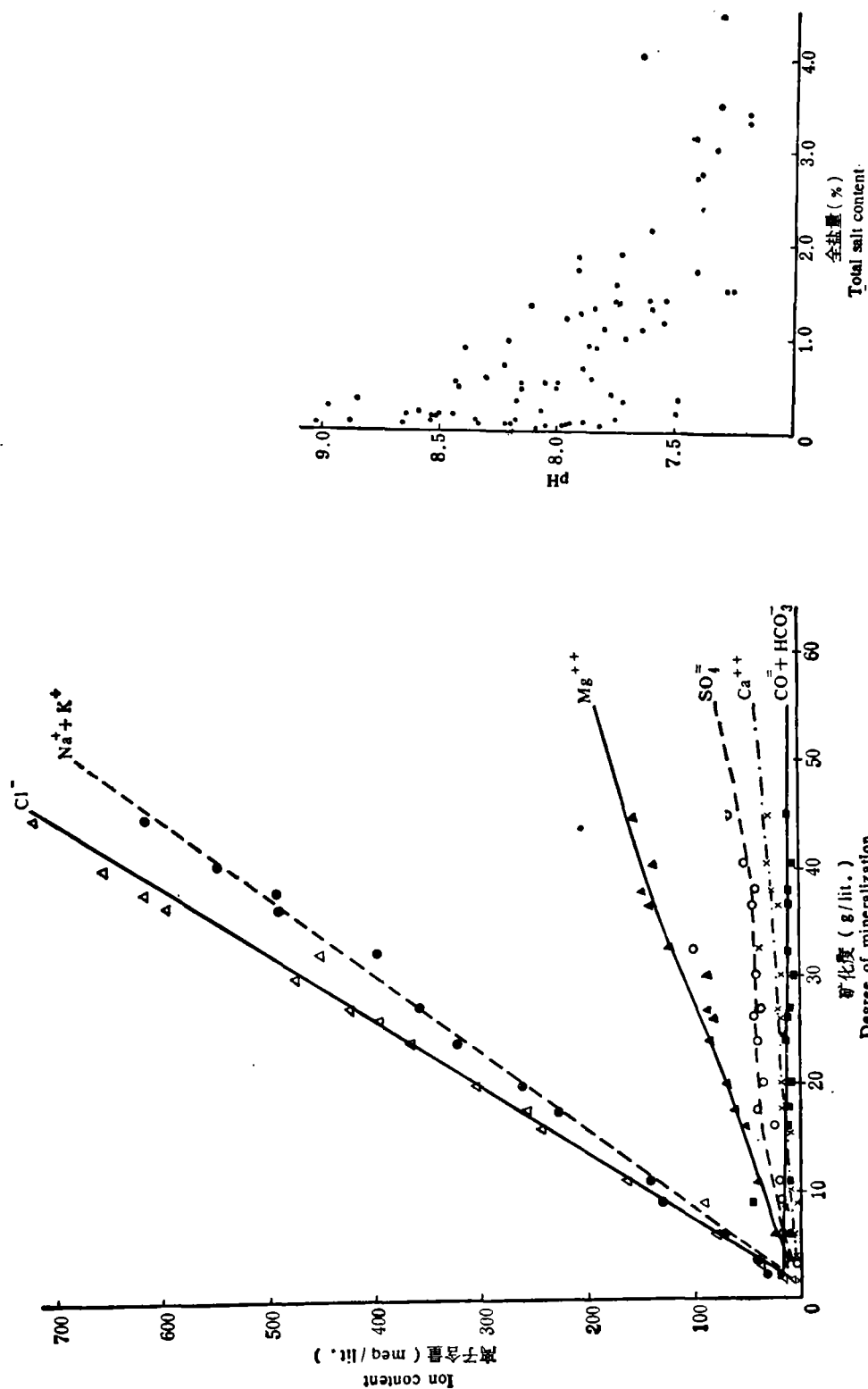


图2 地下水矿化度与离子组成的关系

Fig. 2 Relationship between degree of mineralization and ionic composition of ground water

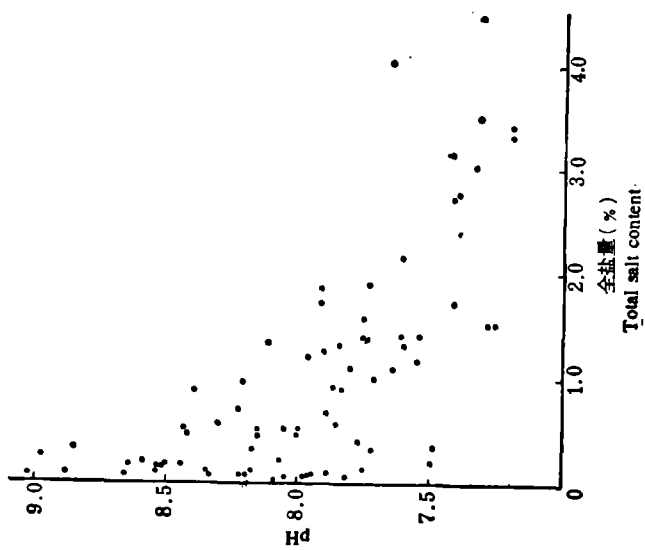


图3 土壤 pH 与含盐量关系

Fig. 3 Relationship between pH and total salt content of soils

表 1 滨海盐渍土盐碱分析结果

Table 1 Chemical analytical data of coastal salt-affected soils

剖面号及地点 Profile No. and locality	采样深度 (cm) Sampling depth	pH (水浸) Water extract	全 盐 (%) Total salt	CaCO <sub>3</sub> (%)	代换总量 CEC	代换性钠 Exchangeable sodium	碱化度 (%) ESP
苏 3 江苏省大中农场 Dazhong farm, Jiangsu	0—8	7.65	1.08	9.24	8.02	2.03	28.7
	8—25	7.92	0.67	9.86	5.17	—	—
	25—50	8.16	0.51	9.76	5.49	1.87	34.1
	50—100	8.16	0.47	9.25	5.60	1.48	26.4
浙 4 浙江省乐清 Luoqing, Zhejiang	0—5	7.92	1.71	4.14	19.36	6.00	31.0
	5—10	7.85	1.30	4.14	19.65	6.91	35.2
	10—20	7.97	1.20	4.27	20.50	7.48	36.5
	20—40	7.91	1.25	—	17.28	6.82	39.5
	40—60	7.76	1.37	—	18.05	7.04	39.0
	60—100	7.78	1.38	—	18.58	8.09	43.5
辽 4 辽宁省兴城 Xingcheng, Liaoning	0—5	7.66	4.00	0.41	9.99	2.43	24.3
	5—10	7.62	1.40	0.26	11.43	4.09	35.8
	10—20	7.56	1.16	0.36	11.60	3.72	32.1
	20—40	7.60	1.31	0.41	17.76	6.24	35.1
	40—60	7.28	1.48	0.52	18.92	8.30	43.9
	60—100	7.26	1.51	—	18.05	6.87	38.1
苏 5 江苏省大中农场 Dazhong farm, Jiangsu	0—15	8.18	0.33	7.09	8.00	0.87	10.8
	15—30	8.53	0.16	8.51	5.43	0.82	15.1
	30—60	8.35	0.11	9.76	6.82	1.21	17.7
	60—95	8.52	0.16	—	6.22	1.04	16.7
	95—140	8.50	0.17	—	7.43	0.96	12.9
辽 3 辽宁省兴城 Xingcheng, Liaoning	0—5	7.82	0.07	0.52	16.19	1.02	6.3
	5—10	7.96	0.09	0.52	15.19	1.72	11.3
	10—20	8.34	0.11	0.62	15.36	2.29	14.9
	20—40	8.07	0.22	0.41	15.97	3.45	21.6
	40—60	7.50	0.39	0.41	15.36	2.91	19.0
	60—100	7.73	0.57	—	12.29	2.65	21.6
浙 5 浙江省乐清 Luoqing, Zhejiang	0—5	7.72	0.07	0.42	20.49	1.22	6.0
	5—10	7.64	0.10	0.52	20.50	1.43	7.0
	10—20	8.22	0.09	0.52	20.50	2.52	12.3
	20—40	8.66	0.17	2.70	22.75	3.11	13.7
	40—60	8.98	0.26	—	21.65	3.56	18.9
	60—100	8.86	0.33	—	21.84	4.13	22.2

显看出,在采自各地的 40 个滨海盐渍土样品中,几乎都有不同程度的碱化现象,而碱化度随含盐量的增加而增高,且剖面下层的碱化度一般高于上层。

为了进一步验证在土壤溶液中含有大量中性钠盐的情况下,在其积盐过程中,由于钠离子进入土壤吸收性复合体,而使土壤发生碱化的可能性,我们进行了滨海盐土经钙饱和后,再以不同浓度的氯化钠溶液处理的阳离子交换试验。试验结果表明(表 2),当土壤与中性钠盐作用时,由于溶液中钠离子与土壤吸收性复合体上的钙离子交换,可使土壤发生碱化过程。其碱化度随盐溶液浓度的增高而增加,而且在洗去盐分的情况下,碱化度越高,土壤 pH 值也越高,但在盐分未洗去的情况下,土壤 pH 值却随含盐量和碱化度的增加而有所降低。以上试验结果可说明:当土壤仍处于强烈积盐阶段时,即使由于钠离子进入土壤吸收性复合体,而导致碱化度很高,但由于土壤溶液中存在较高的中性钠盐,而影响土壤吸收性复合体上的钠离子的水解,从而使土壤 pH 值随含盐量和碱化度的增高而降低。不难看出,这些试验是与实际调查研究的情况相符的。

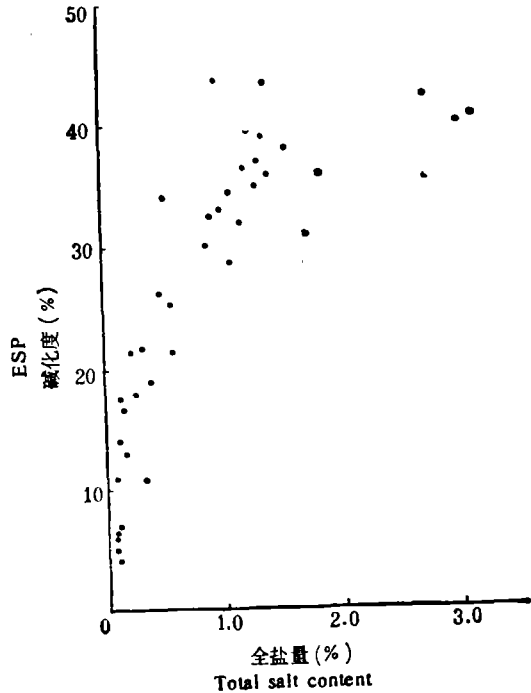


图 4 土壤含盐量与碱化度的关系

Fig. 4 Relationship between total salt content of soils and ESP

表 2 不同浓度 NaCl 对土壤碱化的作用

Table 2 The influence of different concentrations of NaCl solution on soil alkalization

处 理 Treatment	pH		代换性钠 (meq/100 g) Exchangeable sodium	碱 化 度 (%) ESP
	洗 盐 前 Before leaching	洗 盐 后 After leaching		
0.5 g/l NaCl	8.74	9.46	1.22	10.1
1.0 g/l NaCl	8.67	9.62	1.70	14.0
3.0 g/l NaCl	8.59	9.90	2.86	23.6
5.0 g/l NaCl	8.56	10.04	4.17	34.5
10.0 g/l NaCl	8.50	10.08	6.01	48.4
30.0 g/l NaCl	8.43	10.18	9.02	74.5

注: 1. 标本号为辽 16, 代换总量为 12.1 毫克当量/100 克土; pH 为 1:5 土水比悬液测定值。

2. 方法说明: 将土样用 CaCl<sub>2</sub> 饱和成钙质土, 并用 60% 乙醇洗至无氯。[用风干的钙饱和土以定量的不同浓度的 NaCl 溶液浸泡一夜, 再用 60% 乙醇以离心法洗至无氯, 然后以碱性醋酸铵法用火焰光度计测定代换性钠。

在一般情况下,为什么滨海盐渍土并不显示碱化土壤所特有的一些不良物理性状,如土壤板结(柱状结构)、土粒分散、渗水性差等。对此,我们进行了土壤分散沉降的试验<sup>1)</sup>以究其实。一组试验是将浙江、江苏及辽宁滨海盐土的悬浊液静置 24 小时后,分别测得其透光度均在 70% 左右。而另一组试验是将这些滨海盐土中的可溶性盐用 60% 的乙醇洗去,再使其悬浊液静置 24 小时甚至 36 小时以后,结果因混浊不清,无法测得其透光度。由此或可说明,滨海盐渍土虽多具较高的碱化度而不显露其碱化特征,主要是由于土壤含大量中性钠盐的絮凝作用所致。

### 三、改良过程中土壤的碱化问题

由表 3 可见,滨海盐渍土在自然淋洗和植被生长的影响下,随着土壤逐步脱盐和植被的演替,同时进行着脱碱化过程,其碱化度也逐渐降低。

表 3 不同发育阶段的滨海盐渍土盐碱分析结果

Table 3 Analytical data of salinity and alkalinity of coastal salt-affected soils at different development stages

采样深度 (cm) Sampling depth	光板地(辽 11) Unproductive land		生长盐蒿的滨海盐土(辽 16) Coastal saline soil		生长茅草的脱盐草甸土(辽 14) Desalinized meadow soil	
	全盐 (%) Total salt	碱化度 (%) ESP	全盐 (%) Total salt	碱化度 (%) ESP	全盐 (%) Total salt	碱化度 (%) ESP
0—5	4.46	35.2	1.82	35.8	0.04	6.9
5—10	3.13	40.8	1.32	37.3	0.07	4.9
10—20	2.72	42.4	1.10	34.5	0.08	4.8
20—40	2.74	35.1	0.91	32.5	0.09	4.2
40—60	3.00	40.2	0.88	30.0	0.07	8.4
60—100	3.38	22.5	1.00	33.1	0.08	13.9

但在改良利用过程中,随着土壤的脱盐是否会产生碱化?特别是在种稻情况下,伴随土壤脱盐是否会产生土壤碱化的问题?却有不同的看法。对此,我们着重在辽宁盘锦地区进行了调查研究,从表 4 可以看出,经种稻若干年以后,土壤 pH 值稍有升高;总碱度( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ )的绝对含量略有增加,其相对含量增高较为明显。但土壤碱化度却随开垦种稻年限的延长,而明显地逐渐降低,其深度亦有逐渐加大的趋势。

浙江乐清湾围垦区,大部分种稻,也有小部分种植甘蔗等旱作。从表 5 可以看出,围垦连种三年旱作或水稻后,土壤中代换性钠绝对含量和碱化度都有所降低,而连作水稻较连作旱作的下降更显著。

由此说明,滨海盐渍土在改良利用过程中,只要因地制宜采用合理的灌排,精耕细作,增施有机肥料(包括种植和翻压绿肥)等综合措施,一般可避免土壤碱化。

1) 测定方法:称取过 1 毫米筛的土样 1 克,放入 50 毫升有刻度试管中,加水至刻度,摇动 5 分钟,静置让其自然澄清,24 小时或 36 小时后用分光光度计测定上部 5 厘米溶液的透光度百分数。

表 4 不同种稻年限下土壤盐碱的变化  
Table 4 Variation of salinity and alkalinity in relation to years of rice plantation

采样深度 (cm) Sampling depth	盐荒地(江 16) Saline waste land				3—4年(江 3) 3—4 years				7—8年(江 17) 7—8 years				
	全盐 (%) Total salt	pH	总碱度 Total alkalinity		全盐 (%) Total salt	pH	总碱度 Total alkalinity		全盐 (%) Total salt	pH	总碱度 Total alkalinity		碱化度 (%) ESP
			meq/ 100 g	占阴离子总量(% % in total anion)			meq/ 100 g	占阴离子总量(% % in total anion)			meq/ 100 g	占阴离子总量(% % in total anion)	
0—5	1.82	7.92	0.27	0.9	0.07	7.82	0.16	14.3	0.15	7.94	0.33	13.1	0.6
5—10	1.32	7.76	0.29	1.3	0.09	7.96	0.27	19.3	0.07	7.95	0.27	23.1	5.0
10—20	1.10	7.81	0.29	1.6	0.11	8.34	0.41	21.9	0.07	7.98	0.41	36.3	6.0
20—40	0.91	7.87	0.18	1.2	0.22	8.07	0.31	8.8	0.06	8.40	0.49	47.6	13.6
40—60	0.88	7.84	0.24	1.6	0.39	7.50	0.10	1.6	0.12	8.45	0.75	36.9	21.6
60—100	1.00	7.72	0.22	1.3	0.57	7.73	0.12	1.2	0.14	9.06	1.04	42.6	32.4

表 5 旱作与种稻对土壤脱盐脱碱作用的比较

采样深度 (cm) Sampling depth	原始海涂(浙 4) Original coastal mud flat				围垦后种旱作三年(浙 6) After polder cultivation of upland crops for 3 years				围垦后种稻三年(浙 7) After polder cultivation of rice for 3 years				
	全盐 (%) Total salt	pH	总碱度 Total alkalinity		全盐 (%) Total salt	pH	总碱度 Total alkalinity		全盐 (%) Total salt	pH	总碱度 Total alkalinity		碱化度 (%) ESP
			meq/100 g	代换性钠 Exchangeable sodium			meq/100 g	代换性钠 Exchangeable sodium			meq/100 g	代换性钠 Exchangeable sodium	
0—5	1.71	19.36	6.00	31.0	0.68	18.58	4.13	22.3	0.19	21.39	3.48	16.3	
5—10	1.30	19.65	6.91	35.2	0.47	22.36	5.24	23.4	0.22	21.88	2.05	9.4	
10—20	1.20	20.50	7.48	36.5	0.59	19.45	4.83	24.8	0.26	22.21	3.21	14.5	
20—40	1.25	17.28	6.82	39.5	0.73	20.88	6.00	28.7	0.46	21.67	5.00	23.1	
40—60	1.37	18.05	7.04	39.0	0.94	17.63	6.61	37.5	0.67	20.92	6.39	30.5	
60—100	1.38	18.58	8.09	43.5	1.19	17.63	4.66	26.4	1.07	20.11	6.52	32.4	

## 四、结 语

1. 调查研究地区的滨海盐渍土,在其强烈积盐过程中,由于钠离子与土壤吸收性复合体的钙离子交换而使土壤发生碱化过程,其碱化度随土壤含盐量的增减而呈正相关升降。一般情况下,滨海盐渍土不显示碱化土壤的特征,主要是由于大量中性盐类存在的影响。

2. 无论在自然条件下或在改良利用情况下,随着土壤的不断脱盐,同时发生脱碱化过程,土壤吸收性复合体上的交换性钠的绝对含量及碱化度也随之相应降低。因此在改良利用滨海盐渍土过程中,只要因地制宜采取水利和农林相结合的综合措施,一般可避免土壤碱化。

3. 滨海盐渍土在其脱盐过程中,土壤 pH 值和总碱度有所升高的现象,要以土壤发生学的观点来分析。这种现象可以表现在土壤脱盐而同时发生碱化过程的情况下,也可以表现在土壤脱盐而同时发生脱碱化过程的情况下,后一种情况可能是随着大量中性盐类的淋洗,由于土壤吸收性复合体上的交换性钠被水解,而引起 pH 值和总碱度暂时升高,这正说明土壤开始发生脱碱化作用,而不是说明土壤开始发生碱化过程。从我们调查研究的资料,当土壤进一步脱盐,其碱化度也随之降低,也可证明这一点。至于伴随滨海盐渍土脱盐的同时发生脱碱化过程的原因,可能与土壤中含碳酸钙和生物作用有关,对此有待今后继续研究。

## 参 考 文 献

- [1] 上海市农科院土肥所土壤组, 1975: 上海滨海盐渍土耕垦后不会发生碱化。土壤, 第 6 期, 320—322 页。
- [2] 辽宁盘锦水科所, 1973: 关于盘锦种稻改良盐碱土中几个问题的调查报告。盘锦农业科技, 第 7—8 期, 6—10 页。
- [3] 冷福田、赵守仁, 1957: 江苏省沿海地区盐渍土发生过程及盐渍特性的转化。土壤学报, 第 5 卷, 3 期, 195—205 页。
- [4] 唐淑英、祝寿泉、单光宗、邵希澄、张丽君, 1978: 苏北滨海盐渍土的形成和演化。土壤学报, 第 15 卷, 2 期, 151—164 页。
- [5] 中国人民解放军某部农场、沈阳林业土壤研究所盐土组, 1974: 辽宁省兴城拦海垦区盐土种稻改良研究初报。土壤, 第 2 期, 47—55 页。



## ON THE ALKALIZATION OF SALT-AFFECTED SOILS IN COASTAL REGION

Hu Ji-chang and Zhu Shou-quan

(*Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing*)

### Summary

It is concerned significantly with the agricultural practice whether the alkalization of salt-affected soils in coastal region occurs after their reclamation. The present investigations both in fields and laboratory deal with this respect of the salt-affected soils in coastal region in Jiangsu, Zhejiang and Liaoning provinces. The results are summarized as follows:

1. In the process of intensive salinization resulted from the action of underground water with high mineralization rate because of the process of  $\text{Ca}^{++}$  on soil absorptive complex exchanged by  $\text{Na}^+$ , the alkalization will take place in coastal salt-affected soil. Its alkalinity is positively correlated with salt content of the soil. Generally, the coastal salt-affected soil does not show the characteristics of alkaline soil due to the influence of a large quantity of neutral sodium salt in soil solution.

2. Under the process of soil evolution or the conditions of its reclamation and utilization, dealkalization of the soil will be taken place with the proceeding of desalinization in the soil, which means the decrease of absolute content of exchangeable  $\text{Na}^+$  on soil absorptive complex and the decline of alkalinity of the soil. So long as appropriate and reasonable measures of water management, agricultural and forest practice are adopted in accordance with the local conditions, the soil alkalization could be controlled.

3. The phenomenon of increase of soil pH and total alkalinity in the process of desalinization of coastal salt-affected soils should be analyzed by the view point of soil genesis. This phenomenon may occur under the process of soil desalinization and the alkalization taken place simultaneously, and it may also occur under the process of dealkalization and desalinization. In the later case, with the leaching of large amount of neutral salts, the temporary increase of pH and total alkalinity may be induced by the hydrolysis of exchangeable  $\text{Na}^+$  on soil absorptive complex, which just illustrated the beginning of soil dealkalization and not the occurrence of alkalization. It is also proved by the data of our investigations that the alkalinity decreased with the further developing of desalinization of the soil. The dealkalization process occurred simultaneously with the desalinization in coastal salt-affected soils may be related to the  $\text{CaCO}_3$  and biological activities in the soil.