

松嫩平原盐渍土主要类型、 性质及其形成过程*

李昌华 何万云

(中国科学院林业土壤研究所) (东北农学院)

一、引言

松嫩平原是我国内陆盐渍土主要分布地区之一。这里的盐渍土从很早以前就已开始受到注意。川島^[17]、池田^[16]、川瀨^[18]、宋达泉^[6,10]、陈恩凤^[1-3]、熊毅^[4]、B. A. 柯夫达^[7,9]、И. П. 格拉西莫夫和馬溶之^[5]、程伯容^[8]等的研究对这个地区盐渍土的剖面性态、理化性质、发生分类和地理分布规律方面提供了大量宝贵的资料。但是,无论从生产上或是从理论上来说,都还有进一步研究的必要。在过去几年,我们对于松嫩平原的盐渍土作过一些野外调查和室内研究。根据获得的一些资料,我们对于松嫩平原盐渍土的主要类型、性质和形成过程作了初步的探讨分析。各次调查包括肇东、安达、林甸、杜尔伯特、镇赉、开通、长岭、乾安和扶余等县,共分析约70个剖面和部分水样。代换性钠、代换容量的测定和碱化度的计算根据 И. Н. 安梯保夫-卡拉塔耶夫、Л. Я. 瑪瑪耶娃法^[11],其余项目按常法^[12]。

二、松嫩平原盐渍土的主要类型

关于松嫩平原盐渍土分类问题的研究,根据1957年以前的资料除了将盐渍土分为盐土和碱土两个土类以外,几乎未涉及亚类和土种的划分。1957年,陈恩凤等将吉林省郭前旗灌区的盐渍土划分为强度碱化草甸盐土、中度碱化草甸盐土、弱度碱化草甸盐土三类^[2]。熊毅提出在本盐渍土区有苏打碱土和盐碱土两大类^[4]。1958年,И. П. 格拉西莫夫和馬溶之描述了安达附近的碳酸盐(苏打)盐土和盐化稜块状草甸碱土^[5]。B. A. 柯夫达划分出氯化物苏打盐土、硫酸盐苏打盐土和碱土^[7]。宋达泉等在1958年和1961年都提出过东北地区的土壤分类表^[6,10]。在1961年的分类表中,将盐土划分为草甸盐土一个亚类,说明土种按盐分种类及含盐量划分;将碱土划分为草原碱土和草甸碱土两个亚类,土种皆按柱状结构的深度划分。

松嫩平原属于苏打盐渍化地区,盐化和碱化常常同时进行,因而使这里盐渍土的分类变得比较复杂。我们知道,盐土除了按照发生学特点划分亚类以外,主要是根据所含盐类的当量比值划分土种^[14]。碱土和碱化土壤的分类目前以 И. Н. 安梯保夫-卡拉塔耶夫等所拟定者比较完全。这个分类首先按形成条件将碱土划分为三个亚类——草甸碱土、草甸草原碱土和草原碱土。土种的划分主要根据盐分种类,变种的划分主要根据碱化层的

* 参加野外工作的尚有林伯羣、刘焕一、孙連甲、宋春荣等同志。

埋藏深度。碱土和碱化土壤的区别主要是根据碱化度；碱化度大于 20% 者为碱土，15—20% 者为强碱化土，10—15% 者为中碱化土，5—10% 者为弱碱化土^[15]。

我們主要根据 B. A. 柯夫达、И. H. 安梯保夫-卡拉塔耶夫、宋达泉、格拉西莫夫、馬溶之和陈恩凤等的分类原则和意见，结合松嫩平原盐渍土的具体情况，将所采到并进行分析的样品，暂作如下的初步分类。

土 类	亚 类	土 种
盐 土	草甸盐土	硫酸盐氯化物草甸盐土
	碱化草甸盐土(苏打草甸盐土)	苏打碱化草甸盐土
		苏打混合盐类碱化草甸盐土
碱 土	沼泽化草甸盐土	沼泽化苏打草甸盐土
	草甸碱土	结皮草甸碱土
		浅位柱状草甸碱土
		中位柱状草甸碱土
草甸土	碱化草甸土	深位柱状草甸碱土
		碱化草甸土
		弱度碱化草甸土

对于这个分类，作以下两点说明。

1. 到目前为止，许多研究者都在松嫩平原中划分出不同类型的苏打盐土。按照 B. A. 柯夫达的意见，这种土壤的主要特点是土壤中含有多量苏打及其他盐类和位于临界深度以上的矿化地下水^[9]。一般说来，它分布在较草甸碱土稍低一点的地方，地下水矿化度较高，埋藏深度在 1—1.5 米左右，土壤剖面常不显块状或柱状结构，与一般草甸碱土不同。但是，根据我们的研究，这种土壤碱化度很高，一般均在 20% 以上，高者可达 80—90% 以上（这和土壤的苏打盐渍化有关）。有些作者所称的盐碱土和这种土壤很相似^[15,4]。由于考虑到碱化度这一特点无论在说明土壤的发生上或是在改良利用上都有特别重要的意义，我们参考安氏的分类原则和陈恩凤、熊毅等的意见，将这种土壤暂作为碱化草甸盐土亚类，以便于和一般的草甸盐土有所区别，但仍划归盐土土类。这一方面说明它进行着盐化过程，有盐土的特性；另一方面也说明同时进行着碱化过程，有碱土的一些特性。其土种则按盐分的种类划分。至于草甸碱土，由于其地下水矿化度较低，埋藏较深，虽有草甸化过程，但盐分含量不高，而碱化特征（如柱状结构层和淋溶层的存在以及高碱化度等）非常明显。因此，许多作者都将其归入碱土土类^[4,5,6,10,15,17]。因其含有少量盐分，并且主要是苏打，有的作者称其为苏打或盐化草甸碱土^[4,5]。

2. 在草甸碱土的分类中，为了简化系统，参考宋达泉等的分类，将 И. H. 安梯保夫-卡拉塔耶夫等用作划分土种和变种的根据合并（因为这里草甸碱土皆为苏打盐渍化），只分到土种一级为止。土种主要按碱化层埋藏深度划分。此外，由于在松嫩平原的草甸碱土亚类中有结皮草甸碱土这个土种，而它的碱化层是出露或接近地表的，因此，将原来安氏等所提出的划分碱化层深度的标准稍加变动。我们的标准是：结皮草甸碱土的碱化层埋藏深度为 0—1 厘米；浅位柱状碱土为 3—7 厘米；中位柱状碱土为 10—16 厘米；深位柱状碱土大于 16 厘米。

对于所划分的其他亚类和土种，前人已有说明，并为多数研究者所公认，这里不再讨论。

論。

上述分类当然是暫定的。我們的主要目的是为了說明不同盐漬土类型在成土因素、剖面形态、理化性質、形成过程等方面的特点和不同类型間的区别,并为今后更全面的分类和这些土壤的利用改良提供具体資料。同时,由于上述分类只限于我們所采到的样品,当然是不全面的。

三、松嫩平原盐漬土的理化性質

茲将松嫩平原盐漬土的理化性質按土类、亚类和土种說明如下。

(一) 盐土

盐土常分布在低河-湖漫滩的冲积和湖积物上,农民称之为“明碱”,成小片或斑状分布。地下水埋藏深度1—1.5米,矿化度較高。土壤一般含有多量盐分。剖面发育不明显,下部常有排水不良表現。除沼泽化草甸盐土外,地表常完全裸露或疏生最耐盐碱的植物,地表有盐类积聚,土壤表层的阴离子总量¹⁾常超过10—20毫克当量/100克土,这些盐土如不經排水洗盐等改良措施,不能作为农林业用地,或仅部分地能作为放牧地和割草地。共分出三个亚类和四个土种,今将其代表剖面之理化分析結果列入表1及表2。

I. 草甸盐土

这种非苏打盐漬化的盐土在松嫩平原比較少見。其盐分組成以硫酸盐和氯化物为主,地面較蓬松,碱化現象不明显。就我們所見到的只划分出一个土种:硫酸盐氯化物草甸盐土。这种土壤可以56-碱-18号剖面为例,分布于低河-湖漫滩的平坦荒地上,无植被,地面灰白,有裂隙。母质为冲积-湖积物。质地为砂壤-矿质粘壤。盐分以氯化物为主,其含量占阴离子总量的65—75%以上,SO₄²⁻略高于CO₃²⁻+HCO₃⁻的含量,而后者不超过1毫克当量。地下水埋藏深度約在1米左右,其盐分組成仍以氯离子为主。

II. 碱化草甸盐土(苏打草甸盐土)

这类盐土在松嫩平原比較常見。盐分多是苏打、氯化物和硫酸盐的混合类型。有一些以苏打为主,另一些苏打占次要地位。碱化度和pH值都很高。可以生产土碱(Na₂CO₃)、土盐及皮硝。共分出两个土种。

1. 苏打碱化草甸盐土:茲以56-碱-17号和56-碱-11号剖面为例(表1),其盐分組成特点是以苏打为主,CO₃²⁻+HCO₃⁻的含量达4.2—7.7毫克当量/100克土,占阴离子毫克总量的30—50—70%,氯化物次之,硫酸盐較少。碱化度在55%以上,可高达80%以上,pH值在9—10。土壤表面常有盐結皮,剖面上部比較疏松,下层較粘紧。

2. 苏打混合盐类碱化草甸盐土:这种盐土中盐分以硫酸盐或氯化物为主,苏打次之,而苏打有一定含量,約在2.0—3.0毫克当量/100克土。其他特征与苏打碱化草甸盐土相同(見表1,剖面57-碱-1)。

III. 沼泽化草甸盐土

土种为沼泽化苏打草甸盐土,盐类以苏打为主,硫酸盐和氯化物次之。常分布在地形部位低平的地方,地下水位在1米左右,由于常受泛滥淡水的影响,土壤中盐分含量一般

1) 为CO₃²⁻、HCO₃⁻、Cl⁻和SO₄²⁻之和,下同。

表 1 各种盐土和地下水的化学分析结果

土壤名称	剖面号及 采样地点	深 度 (厘米)	pH (水浸)	CaCO ₃ (%)	干燥残渣 (克/升)	可溶性盐(毫克当量/100克土)				Na ⁺ (按差数)	代换性阴 (毫克当量/ 100克土)	代换容量 (毫克当量/ 100克土)	碱化度 (%)
						CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺				
硫酸盐- 氯化物草 甸盐土	56-碱-18 镇赉县马 良窝铺西 二里荒原	0-3	8.3	10.92		0.61	8.37	3.78	2.12	10.64	痕迹	18.18	—
		3-25	8.2	17.75	0.72	5.26	0.99	0.75	6.22	1.08	18.05	6.01	6.01
		25-40	8.5	17.06	0.78	1.82	0.55	0.30	2.85	0.42	17.43	2.42	2.42
		40-75	8.4	20.93	0.79	1.64	0.78	0.61	2.60	2.25	17.63	12.77	12.77
		75-112	8.6	18.88	0.78	1.73	0.89	1.36	2.04	1.63	18.70	8.71	8.71
地下水*		112-130	8.5	9.10	0.79	1.63	0.89	0.45	2.86	2.24	19.38	11.57	11.57
		1.0	8.1		5.86	75.04	21.50	34.24	68.16				
苏打碱化 草甸盐土	56-碱-17 镇赉县马 良窝铺西 一里荒原	0-5	9.8	7.51	4.21	1.40	0.65	痕迹	6.26	9.42	12.44	75.72	75.72
		5-41	9.9	13.42	6.19	9.71	7.50	痕迹	23.40	18.45	20.43	90.30	90.30
		41-71	10.1	20.02	5.09	4.79	2.56	0.15	12.29	16.11	20.59	78.24	78.24
		71-100	10.1	25.48	4.79	2.92	1.87	痕迹	9.58	14.37	18.56	77.42	77.42
		100-128	10.0	21.39	4.73	1.61	0.22	痕迹	6.56	12.04	14.38	83.75	83.75
地下水	56-碱-11秦 康至霍地房 子之间的碱 甸子中	128-150	10.0	13.88	4.45	0.60	痕迹	痕迹	5.05	8.61	15.43	55.77	55.77
		1.5	7.7		8.96	79.87	12.02	31.25	69.60				
		0-2	9.8	—	456.76	189.16	184.89	痕迹	830.81	盐皮	18.05	84.00	84.00
苏打混合 盐类碱化 草甸盐土	57-碱-1 肇东县十 里站东南 半里	0-2	>9.0	6.09	12.869	0.92	64.51	124.34	23.05	166.72	痕迹	13.83	—
		2-20	>9.0	8.30	1.686	13.93	10.49	0.24	26.46	21.12	24.41	86.52	86.52
		20-48	>9.0	24.79	0.483	3.11	1.77	0.08	7.76	16.83	18.03	93.32	93.32
		48-75	>9.0	21.60	0.502	2.56	2.18	0.12	7.59	16.76	16.83	99.58	99.58
		75-115	>9.0	13.89	0.669	2.00	4.07	0.16	9.92	16.14	20.15	80.12	80.12
沼泽化盐 打草甸盐 土	56-碱-6 肇东县北 三里之公 路折西北	115-145	>9.0	6.30	2.50	1.78	1.78	2.87	0.15	7.00	15.02	23.16	64.85
		0-15	9.0	1.17	1.23	1.66	2.15	痕迹	5.04	8.62	32.64	26.41	26.41
		15-45	>9.0	6.45	1.95	1.74	2.90	痕迹	6.59	9.00	24.92	36.10	36.10
		45-85	>9.0	10.33	2.79	1.12	1.22	痕迹	5.13	9.33	26.06	35.81	35.81
地下水		85-110	>9.0	6.25	2.80	0.82	0.70	痕迹	4.32	9.39	27.43	34.22	34.22
		1.0	8.3		35.62	18.76	22.35	6.66	70.07				

* 地下水离子含量单位为毫克当量/升。深度为米。下同。

表 2 各种盐土的机械分析结果

剖面号	深度 (厘米)	吸湿水 (%)	不同粒级颗粒的含量(%)				土壤质地
			2.0—0.2 毫米	0.2—0.02 毫米	0.02—0.002 毫米	<0.002 毫米	
56-碱-18	0—3	5.53	0.39	67.97	8.35	23.29	沙质粘壤土
	3—25	4.74	0.43	56.58	12.43	30.56	沙质粘土
	25—40	4.58	0.42	78.31	15.28	5.99	沙壤土
	40—75	5.77	0.54	55.43	21.20	22.83	沙质粘壤土
	75—112	5.04	0.44	52.82	15.71	31.03	壤质粘土
	112—130	5.35	0.39	50.52	17.10	31.99	壤质粘土
56-碱-17	0—5	3.12	0.37	81.94	12.29	5.40	沙壤土
	5—41	4.59	0.81	71.81	11.76	15.62	沙质粘壤土
	41—71	5.41	0.22	55.88	10.24	33.66	壤质粘土
	71—100	4.21	0.47	51.06	14.18	34.29	壤质粘土
	100—128	4.33	0.22	61.30	12.08	26.40	沙质粘土
	128—150	3.29	0.20	70.54	9.24	20.02	沙质粘壤土
56-碱-11	2—10	4.71	0.75	60.62	15.06	23.57	沙质粘壤土
	10—50	5.68	0.40	52.02	13.21	34.37	壤质粘土
56-肇-6	0—15	7.24	0.18	56.46	22.44	20.92	沙质粘壤土
	15—45	5.82	0.19	56.78	13.63	29.40	沙质粘土
	45—85	5.54	0.00	50.73	13.82	35.45	壤质粘土
	85—110	6.10	0.19	50.76	14.39	34.66	壤质粘土

注：颗粒分级及质地按国际制，下同。

较低，阴离子总量常不超过 10 毫克当量/100 克土，碱化度常在 50% 以下。目前生长较耐盐碱的喜湿植物，一般生长中等。兹以 56-肇-6 号剖面为例，属低平地形，植物有碱莎 (*Aneurolepidium pannonicus*)、蔓萎陵菜 (*Potentilla flagellaris*)、羊草 (*Aneurolepidium chinense*)、碱葱 (*Allium polyrrhizum*) 等，生长中等。地下水埋藏深度 1 米左右。母质为冲积-湖积物。

这种土壤目前主要作为放牧地和割草地，不经过排水、化学等彻底的改良措施，不能作为农林业用地。

(二) 碱土

松嫩平原主要分布着草甸碱土。草甸碱土常出现在高河-湖漫滩和高河漫滩上。地下水埋藏深度 2.0—2.5 左右，矿化度较低。土壤含盐量不高，阴离子总量一般均在 10 毫克当量/100 克土以下，以碳酸钠和重碳酸钠为主，氯化物和硫酸盐含量甚微。阳离子中钠占绝对优势，钙和镁极少。这类土壤一般都有柱状结构和块状结构的 B 层和淋溶层 (A₁)，盐分含量和碱化度常以 B 层为最高，并且有较明显的粘粒增多现象。按碱化层埋藏深度，共划分 4 个土种，兹将其代表剖面的理化分析结果列入表 3 及表 4。

1. 结皮草甸碱土：这种土壤在松嫩平原比较常见，常在“碱甸子”中的稍高处形成碱斑。以 56-碱-41 号剖面为例，其地表有一层沙质结皮，不生长植物或疏生碱蓬等。结皮下为块状或硬核状结构的 B 层，柱状结构不明显，全剖面碱化度都很高，B 层高达 90% 以上，pH 为 10.3，从地表开始即含有相当数量的苏打。地下水埋藏深度约 2 米，母质为冲积-湖

表3 各种碱土和地下水的化学分析结果

土壤名称	剖面号及 采样地点	层	深度 (厘米)	pH (水浸)	CaCO ₃ (%)	可溶性盐(毫克当量/100克土)					代换性钠 (毫克当量/ 100克土)	代换性钙 (毫克当量/ 100克土)	碱化度 (%)	
						CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	Na ⁺ (按差数)				
结皮草甸 碱土	56-碱-41 开通县南 顺家窝铺 林場試驗 地附近碱 斑	A ₁ B	0—2	10.1	2.10	3.66	0.10	未测出	痕迹	3.76	7.56	13.58	55.65	
		B ₁	2—32	10.3	4.70	7.52	0.20	未测出	痕迹	7.72	13.37	14.33	93.33	
		B ₂	32—74	10.2	4.96	7.19	0.15	未测出	痕迹	7.34	11.99	16.18	74.08	
		BC	74—114	10.1	4.90	5.70	0.15	未测出	痕迹	5.85	8.55	14.26	60.00	
		C ₁	114—145	10.1	8.01	4.93	0.10	痕迹	痕迹	5.03	8.14	14.25	57.09	
		C ₂	145—184	10.1	9.72	3.83	0.05	痕迹	痕迹	3.88	4.42	10.00	44.21	
			2.0	8.2		10.34	0.97	未测出	4.60	6.71				
			0—5	7.4	2.96	0.71	痕迹	未测出	0.59	0.12	0.47	18.94	2.50	
			5—25	9.2	17.06	3.60	痕迹	未测出	0.30	3.30	9.60	23.99	40.00	
低位柱状 草甸碱土	56-碱-1 林甸县三 合区西三 里碱甸子 碱包上	B ₂	25—70	10.1	10.92	6.45	痕迹	未测出	痕迹	6.45	15.65	22.11	70.81	
		BC	70—105	10.0	20.93	6.94	痕迹	未测出	痕迹	6.94	12.81	20.95	61.14	
		C ₁	105—150	9.9	22.75	4.63	痕迹	未测出	痕迹	4.63	10.41	21.65	48.06	
		C ₁ '	150—180	8.8	8.65	4.01	痕迹	未测出	痕迹	4.01	13.62	24.31	56.00	
		C ₁ ''	180—220	8.6	13.43	3.33	0.10	未测出	痕迹	3.43	8.17	23.62	34.61	
		C ₂	220—240	8.6	11.18	3.19	痕迹	未测出	痕迹	3.19	7.13	23.66	30.13	
		C ₂ '	240—260	8.6	5.93	3.46	0.26	未测出	痕迹	3.72	7.46	24.24	30.75	
		C ₂ ''	260—270	8.4	5.49	3.04	痕迹	未测出	痕迹	3.04	7.90	26.74	29.54	
			0—15	8.4	9.88	1.17	0.63	痕迹	0.31	1.49	1.29	30.76	4.20	
中位柱状 草甸碱土	56-碱-6 林甸县霍 地房子南 6里林森 公路旁 (营长店 附近)	B ₁	15—47	9.5	19.95	2.76	2.07	痕迹	0.15	4.68	10.13	27.02	37.50	
		B ₂	47—77	9.5	6.06	3.06	2.27	痕迹	5.33	7.95	25.70	30.95		
		BC	77—125	9.6	5.56	2.87	2.11	痕迹	4.98	7.29	16.13	45.19		
		C ₁	125—160	9.6	3.93	3.37	2.14	痕迹	5.51	11.34	23.91	47.43		
		C ₁ '	160—190	9.6	10.59	3.69	2.07	痕迹	5.76	8.61	23.36	36.84		
		C ₁ ''	190—220	9.6	6.89	3.43	2.06	痕迹	5.49	10.67	25.75	41.43		
			0—18	8.2	4.78	0.71	0.10	未测出	0.30	0.51	痕迹	16.06	—	—
			18—52	8.8	9.78	1.19	0.05	未测出	痕迹	1.24	1.19	16.07	7.41	
			52—85	9.5	24.12	2.02	痕迹	未测出	痕迹	2.02	3.33	14.28	23.34	
低位柱状 草甸碱土	56-碱-25 镇曹县秦 家圈子西 北三里	BC	85—130	9.2	13.65	1.49	0.10	未测出	1.59	2.08	13.68	15.22		
		C	130—160	8.8	7.51	0.93	0.11	未测出	0.89	痕迹	3.47	—	—	
			2.0—2.5	8.1		5.40	0.19	未测出	2.53	3.06				

表 4 各种碱土的机械分析结果

土壤名称	剖面号	深度 (厘米)	吸湿水 (%)	不同粒级颗粒的含量 (%)				土壤质地
				2.0—0.2 毫米	0.2—0.02 毫米	0.02— 0.002毫米	<0.002 毫米	
结皮草甸碱土	56-碱-41	0—2	2.83	2.80	75.68	6.31	15.21	沙质粘壤土
		2—32	3.90	3.09	71.71	4.00	21.20	沙质粘壤土
		32—74	4.30	2.02	70.04	4.40	23.54	沙质粘壤土
		74—114	3.36	1.81	73.48	4.72	19.99	沙质粘壤土
		114—145	3.36	0.94	72.31	5.82	20.93	沙质粘壤土
		145—184	2.56	7.02	69.86	7.40	15.72	沙质粘壤土
浅位柱状草甸碱土	56-碱-1	0—5	2.96	3.36	73.30	6.37	16.97	沙质粘壤土
		5—25	4.43	3.39	60.97	9.74	25.90	沙质粘土
		25—70	4.02	1.56	57.10	10.17	31.17	沙质粘土
		70—105	4.20	1.33	48.87	15.99	33.81	壤质粘土
		105—150	4.73	0.92	50.16	16.49	32.43	壤质粘土
		150—180	5.79	0.38	44.94	14.35	40.33	壤质粘土
		180—220	5.36	0.61	44.79	13.50	41.10	壤质粘土
		220—240	5.63	0.60	44.91	14.37	40.12	壤质粘土
		240—260	5.48	0.38	60.39	19.50	19.73	沙质粘壤土
260—270	5.75	0.56	40.40	16.27	42.77	壤质粘土		
中位柱状草甸碱土	56-碱-6	0—15	7.10	2.00	50.30	21.96	25.74	壤质粘土
		15—47	6.95	1.13	34.45	24.03	40.39	壤质粘土
		47—77	6.53	0.38	43.64	17.46	38.52	壤质粘土
		77—125	4.03	0.18	65.51	10.31	24.00	沙质粘壤土
		125—160	6.67	0.56	21.15	36.73	41.56	壤质粘土
		160—190	6.95	0.40	31.34	22.90	45.36	粘土
		190—220	6.67	0.38	33.00	22.26	44.36	壤质粘土
深位柱状草甸碱土	56-碱-25	0—18	3.52	4.54	83.67	4.72	7.07	壤质沙土
		18—52	3.55	5.96	73.02	5.38	15.64	沙质粘壤土
		52—85	3.58	3.91	68.14	7.37	20.58	沙质粘壤土
		85—130	3.46	2.41	78.75	6.83	12.01	沙壤土
		130—160	0.65	0.18	95.83	1.45	2.54	壤质沙土

积物。

2. 浅位柱状草甸碱土：这种土壤在“碱甸子”中常形成碱包，较附近平地高出 40—80 厘米或更多，地下水位在 2.5 米左右。以 56-碱-1 号剖面为例，其高出平地约 0.8—1.0 米，平地为未盐渍化的草甸土。植物以羊草为主，混有少量大针茅 (*Stipa baicalensis*)、马兰 (*Iris ensata*) 等。剖面表层 3—7 厘米为细砂质层，暗灰乃至灰色，腐殖质较多，盐化和碱化的剖面特征不明显，植物根主要分布于此层。其下为小稜柱状结构的 B 层。再下为核状及块状结构层。盐化和碱化程度以柱状层下面的一层为最高，碱化度可达 60—70%。pH 高达 10，向下又稍有减低（见表 3）。

这种土壤目前可作为放牧地和割草地，草类生长较差。如不经改良即进行翻耕或破坏草被，则柱状层露出，即可变为结皮草甸碱土。

3. 中位柱状草甸碱土：这种碱土常分布在“碱甸子”中较附近平地高出 1 米以上的碱

包或小丘上。但較少見。茲以 56-碱-6 号剖面为例,位于小丘頂部,較平地高出約 1.5 米。植物以羊草为主,混有兔子毛 (*Filifolium sibiricum*)、馬蘭、大針茅等。地下水約 2—2.5 米。母質为受风沙影响的冲积-湖积物。

4. 深位柱状草甸碱土: 这种碱土常出现在与中位柱状草甸碱土相类似的碱包上或小丘頂部, 分布較少。以 56-碱-25 号剖面为例, 其剖面形态的发育也与中位柱状草甸碱土差不多, 唯柱状层出现在 16—20 厘米左右。全剖面含盐量与碱化度都較低, 阴离子总量不超过 2 毫克当量/100 克土, 碱化度小于 25%。其地下水埋藏深度在 2.0—2.5 米, 矿化度很低。

中位和深位柱状草甸碱土經過耕作、施加厩肥等改良措施即可作为农业用地, 但因面积过小, 目前多为割草地和放牧地之用。

(三) 草甸土

亚类为碱化草甸土。这类土壤剖面形态类似正常的草甸土, 盐分含量很低, 但碱化度一般在 5%—20%, 根据碱化度大小又可分出碱化和弱碱化草甸土两个土种, 其理化性质列入表 5 及表 6。

1. 碱化草甸土: 茲以 56-肇-5 号剖面为例, 其分布在“碱甸子”中, 植物以羊草和蔓萎陵菜为主, 生长中等。地下水埋藏深度 1—1.5 米, 矿化度很低。在 1 米深的土壤中, 除表层土壤碱化度較低外, 其他层次在 10—20% 之間。盐分含量低, 阴离子总量常不超过 2 毫克当量/100 克土。柱状结构不明显。

这种土壤不經改良或稍加改良可以作为农业用地, 相当肥沃。但需注意防止返碱, 特别是苗期。应經常耕翻鏟耩, 防止地面水分蒸发。

2. 弱度碱化草甸土: 这种土壤从植被和剖面形态上看, 与非盐碱化的草甸土已很难区别。比較常見。常与盐渍土成块状相間分布, 当地农民称其为“狗肉地”, 相当肥沃。茲以 56-碱-43 号及 56-碱-4 号为代表, 前者处于地势較高、質地較輕, 排水良好的地方, 地下水埋藏深度約 2—2.5 米, 地面植物以羊草、大針茅为主。后者位于地势較低的平地上, 地下水埋藏較浅, 質地較粘。植物有羊草、蔓萎陵菜、白蒿 (*Artemisia* sp.) 和小柳树 (*Salix* sp.) 等。它們的盐分含量都很低, 阴离子总量不超过 2 毫克当量/100 克土, 阳离子中鈣、鎂比重很大, 而碱化度均在 5—10% 左右。

这种土壤不經改良即可作为农林业用地、放牧地或割草地, 而且很肥沃。

四、松嫩平原盐渍土的形成过程

在松嫩平原, 除了比較干燥的气候条件以外, 地貌、地下水、植被和母質等条件, 在盐渍土的形成过程中, 也都起着极为重要的作用。

松嫩平原有較大面积的半内流区。半内流区虽然主要是水成地貌, 其形成和河流有着密切的关系, 但是, 和正常河流所形成的地貌并不完全相同, 而是帶有一定的湖成的性质。鉴于这里河道的消失并不太久, 目前存在的泡子或多或少具有河道和湖的双重性质, 因此, 将常受无尾河泛滥水 (包括它所影响的泡子水) 淹沒的地方称为低河-湖漫滩, 将高出低河-湖漫滩 1 至 2—3 米、泛滥水可以达到但不經常受到淹沒的地方称为高河-湖漫滩。这两种地貌在水文和組成物質上都有明显的区别。当地另一些常見的地貌是高阶地

表5 碱化和弱碱化草甸土的化学分析结果

土壤名称	剖面号及 采样地点	层 次	深 度 (厘米)	pH (水浸)	CaCO ₃ (%)	可溶性盐(毫克当量/100克土)				代换性钠 (毫克当量/ 100克土)	代换容量 (毫克当量/ 100克土)	碱化度 (%)	
						CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺				Na ⁺ (按差数)
碱化草 甸土	56-碱-5 肇源县东 北三里碱 甸子	A ₁	0-20		0.12	0.86	0.16	痕迹	痕迹	1.02	2.22	35.72	6.21
		A ₁ B	20-60		9.57	1.28	0.10	痕迹	痕迹	1.38	4.22	26.29	16.05
		BC	60-102		11.89	1.10	0.51	痕迹	痕迹	1.46	3.17	21.34	14.86
		C	102-120		18.52	1.09	0.20	痕迹	痕迹	1.14	3.75	23.01	16.32
地下水			1.2	7.8		18.04	痕迹	0.63	2.99	15.68			
弱碱化草 甸土	56-碱-43 开通县东 好力保屯 东二里	A ₁	0-26	7.4	1.33	0.59	痕迹	未测出	未测出	0.44	1.18	12.93	9.10
		A ₁ '	26-47	8.2	3.54	0.59	痕迹	未测出	未测出	0.29	痕迹	11.74	—
		A ₁ B	47-90	8.4	5.46	0.59	0.15	未测出	未测出	0.44	0.30	11.22	5.26
		BC	90-121	8.4	6.88	0.59	痕迹	未测出	未测出	0.44	0.15	12.40	9.52
		C ₁	121-145	8.4	9.12	0.71	痕迹	未测出	未测出	0.30	0.41	13.61	—
		C _a	145-180	8.6	16.83	1.07	痕迹	未测出	未测出	0.15	0.92	14.27	9.17
	56-碱-4 林甸县岳 王店碱甸 子	A ₁	0-21	8.4	2.57	0.86	0.05	未测出	未测出	0.46	痕迹	31.47	—
		A ₁ B	21-69	8.5	14.99	0.98	0.10	未测出	未测出	0.61	2.08	23.84	8.72
		BC	69-110	8.8	6.70	1.34	0.05	未测出	未测出	0.15	1.71	21.96	7.78
		C ₁	110-125	—	5.88	1.20	痕迹	未测出	未测出	—	0.60	19.85	3.03
		C ₁ '	125-165	—	5.49	1.49	0.05	未测出	未测出	—	0.89	—	—
		C _a	165-205	—	6.25	1.96	痕迹	未测出	未测出	—	1.06	—	—

表 6 碱化和弱碱化草甸土的机械分析结果

土壤名称	剖面号	深度 (厘米)	吸湿水 (%)	不同粒级颗粒的含量(%)				土壤质地
				2.0—0.2 毫米	0.2—0.02 毫米	0.02— 0.002毫米	<0.002 毫米	
碱化草甸土	56-碱-5	0—20	7.24	0.18	71.94	19.33	8.55	沙壤土
		20—60	6.38	0.00	52.11	20.53	27.36	壤质粘土
		60—102	6.10	0.20	47.55	17.40	34.85	壤质粘土
		102—120	5.40	0.00	43.87	20.08	36.05	壤质粘土
弱碱化草甸土	56-碱-43	0—26	2.30	3.11	83.65	2.07	11.17	壤质沙土
		26—47	2.17	3.53	83.57	1.59	11.31	壤质沙土
		47—90	2.83	4.72	77.89	2.72	14.67	沙壤土
		90—121	2.82	2.58	76.72	4.43	16.27	沙质粘壤土
		121—145	2.96	0.57	74.43	6.06	18.94	沙质粘壤土
		145—180	3.49	0.42	68.92	9.61	21.05	沙质粘壤土
	56-碱-4	0—21	7.38	7.73	48.95	15.64	27.68	沙质粘土
		21—69	6.38	0.63	41.77	19.83	37.77	壤质粘土
		69—110	6.24	0.19	44.61	17.35	37.85	壤质粘土
		110—125	4.69	0.00	61.34	28.62	10.04	沙壤土
	125—165	3.73	0.00	63.26	10.45	26.29	沙质粘土	
	165—205	4.93	0.00	50.56	15.73	33.71	沙质粘壤土	

和正常河流的高和低河漫滩,这些地貌是比较容易辨别的。

在松嫩平原有着矿化度和盐分组成不同的各种类型的地下水。其分布常和地貌条件以及土壤盐渍化过程有着密切的关系。高阶地上的地下水经常埋藏在临界深度以下,矿化度很低,这里主要分布着非盐化的碳酸盐黑钙土和碳酸盐草甸黑钙土^[10]。河-湖漫滩和河漫滩的地下水具有一定的矿化度,埋藏深度浅,经常或间歇地升到临界深度以上,因此,土壤盐渍化主要发生在这两种地貌类型上。由于地貌条件以及地下水的埋藏深度、矿化度和盐分组成的不同,高、低河-湖漫滩和高、低河漫滩的土壤盐渍化过程,也各有其特点。

高河-湖漫滩和高河漫滩的地下水是较淡的,干燥残渣一般不超过 1.5 克/升,盐分组成以苏打为主,阴离子中 $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ 常占 90% 以上,埋藏深度一般在 2 米左右。在地下水间歇性的影响下,土壤进行着弱的苏打盐渍化过程。

B. A. 柯夫达曾指出^[9],在东北和内蒙古不仅一般的盐土和“苏打盐土”,就是“结皮柱状碱性土”,其形成和演化也都是与位于临界深度的地下水有联系,而不是由于盐土脱盐形成的。这一点是正确的。但是,在这里不但干燥残渣大于 0.5 克/升的地下水可以使土壤盐渍化,而且浓度很低的(干燥残渣小于 0.5 克/升)重碳酸钠-镁水,同样也可以使土壤盐渍化,虽然其速度较慢,程度较轻。

高河-湖漫滩和高河漫滩在脱离了经常的泛滥以后,由于地下水埋藏较深,不是经常都能达到临界深度,而且水的矿化度又不高,草甸植物繁茂,因此最初形成盐渍化不明显的肥沃的碳酸盐草甸土。这种土壤在高河-湖漫滩和高河漫滩上,占着很大的比例,由于高河-湖漫滩和高河漫滩的表面不是很平整,经常有高差 0.2—1.5 米的小丘和小洼地存在。这种微地形的变化在土壤盐渍化过程中起着极为重要的作用,并使非盐化的土壤与

盐渍土呈斑块状相间而形成复区(图1)。

在小丘上,土壤水分状况的特点是由于蒸发和蒸腾所引起的上行水流占优势。洼地

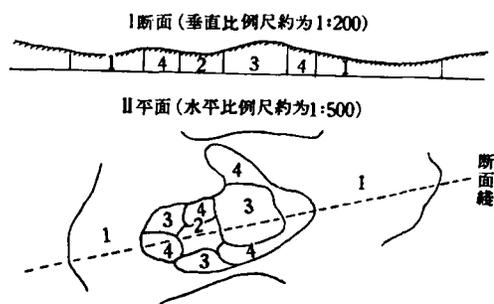


图1 松嫩平原高河-湖漫滩和高河漫滩上土壤分布和微地形之间的关系(肇东县宋站林业试验站东4里) 1.草甸土; 2.碱化草甸土; 3.浅位柱状草甸碱土; 4.结皮草甸碱土。

土壤水分运动则以下降水流为主。在雨季或发生泛滥之后,高河-湖漫滩和高河漫滩的地下水位普遍上升,甚至经常淹没洼地,而土壤水和地下水主要通过蒸发和蒸腾作用而消耗,从而在小丘上的土壤中开始盐分积累过程,使土壤逐渐发生盐渍化。而洼地土壤中的水分和盐分一方面由于随下行水流而被淋洗到地下水中,另一方面沿缓坡向小丘顶部移动,因此,洼地土壤未受到盐渍化或盐渍化较轻。

小洼地和小丘上最初都有较好的植物复盖,土壤水分的消耗主要靠植物的蒸腾,而不是靠土壤蒸发。

因此,盐分最初并不是大量积累在土壤表层,而主要积累于根系分布层的下部,当盐分积累达到一定数量以后,直接影响植物根系向下伸展,甚至死亡。由于土壤盐分浓度的增加,原来的草甸杂草类开始衰退,并为比较耐盐碱的羊草逐渐代替。与此同时,由于上层盐分的下移和盐类扩散的影响,土壤下层也开始积累少量盐分。于是土壤经过碱化草甸土而形成了深位柱状草甸碱土。由于土壤盐分继续积累和盐渍化层次厚度的向上增长。这种增长一直可以达到土壤表面。因此,深位柱状草甸碱土可能经过中位柱状草甸碱土而发育成为浅位柱状草甸碱土。此时,其他杂草类几乎完全消失,只剩下羊草和碱葱,甚至羊草的生长也很矮小。

浅位柱状草甸碱土的植被如果遭到人畜破坏,则盐化层可以上升到地表,于是形成了碱斑。此时羊草亦不能生长,地表裸露或疏生星星草(*Puccinellia tenuifolia*)、碱蓬(*Suaeda corniculata*)和剪刀股(*pleuropterypyrum sibiricum*)等,此为结皮草甸碱土。

在高河-湖漫滩和高河漫滩上,盐渍化在达到浅位柱状草甸碱土阶段以后,如无人畜破坏,可以保持较长时期的稳定。而且,即使在成为结皮草甸碱土以后,土壤中和地表的盐分一般也不再显著增加,而保持较低的水平,虽然植物蒸腾和土面蒸发的可能性继续存在。这是因为,在形成浅位柱状碱土以后,由于苏打盐渍化而引起的整个剖面的严重碱化,已使土壤变成一个很厚的不透水层,它不但使下降的水流难以产生,而且也几乎完全阻塞了较淡的苏打矿化的地下水毛管上升的道路,这样也就遮断了地下水的盐分继续向土壤中运动。

低河-湖漫滩的地下水的浓度是较高的,干燥残渣一般皆大于1.5克/升,高者可以达到15克/升以上。盐分组成是属混合型的,有的以苏打为主,有的以氯化钠或硫酸钠为主。地下水埋藏深度较浅,一般在1.0—1.5米左右。土壤在这种地下水的经常影响下,进行着较强的混合型苏打、氯化物和硫酸盐盐渍化过程。

低河-湖漫滩最初多半是芦苇(*Phragmites communis*)沼泽。以后,随着屡次泛滥而使地面淤高,逐渐形成低河-湖漫滩。目前,在植被中葦子还常常占着较大的比重。低河-

湖漫滩由于地势低,常受泛滥的影响,土壤表层盐分虽被淋洗,植物比较繁茂,但是,由于地下水浓度较高,而且埋藏较浅,所以常形成下层盐渍化和沼泽化的草甸土。在泛滥间歇期间,随着植物的蒸腾和地表蒸发,盐类逐渐上升到土壤剖面上部,于是形成了沼泽化草甸盐土。如果盐分积累更多,地下水位继续降低,则形成了碱化草甸盐土或草甸盐土。此后,泛滥间歇时间愈久,盐分在土壤表层中积累愈多,便出现地表带有一层盐霜的盐斑。这就到了发育的最后阶段。在盐渍化的草甸土上,葦子、三稜草 (*Carex* sp.)、碱莎、地榆 (*Sanguisorba officinalis*)、羊草、蔓萎陵菜等生长很繁茂。在形成沼泽化草甸盐土以后,常只留下羊草和葦子,其他植物大多消失。草甸盐土最初一般以羊草为主,生长不良。在形成盐斑之后,或者不生长植物,或者只疏生星星草、碱蓬、剪刀股等。

在低-河湖漫滩上,随着河流历次泛滥可以使上述土壤形成过程再次重复出现。

正常河流的低河漫滩;由于经常受到泛滥淡水的冲洗,无论是地下的矿化度,或是土壤的盐渍化程度,均远较低河-湖漫滩为弱,常常只有盐渍化草甸土的形成。

许多作者都已指出,苏打盐渍化的最主要特点之一,是在盐渍化的同时,进行着碱化过程^[15]。苏打有着巨大的碱化土壤的能力,这种能力不是一般的中性钠盐所能比拟的,甚至在苏打含量很低(0.5毫克当量/升)的情况下,就可以使土壤碱化。由于土壤中有苏打的存在,引起pH显著升高,使土壤溶液中的大部分钙镁离子以碳酸盐的形态沉淀下来,这就大大地提高了钠离子的代换能力。而被钠离子从土壤胶体中代换出来的钙镁离子,由于pH高,也很容易沉淀在土壤中。因此,土壤溶液和地下水中苏打的浓度即使很低,也可以使土壤胶体中大量钙镁离子代换出来,使土壤具有很高的碱化度。从前面所列举的材料中,我们可以看到,除了极个别的例子外,松嫩平原的土壤主要是以苏打为主的盐渍化或含有苏打的混合型盐渍化。图2是根据包括各主要类型的36个盐渍化土壤剖面的分析结果绘出的,这些剖面分别采自松嫩平原的肇东、林甸、镇赉、开通、乾安等县。由图2可以看出,水溶性碱度和碱化度之间的关系,虽然有一定的变化幅度,但它们之间有一定的相关。

当总碱度很低时,土壤已开始强烈碱化,总碱度愈高,碱化度愈大,最初曲线很陡,以后逐渐平缓。似乎有这样的趋势:总碱度在0.6毫克当量/100克土以下时,土壤未碱化或有极轻微的碱化,碱化度在0—10%之间;总碱度在0.6—1.5毫克当量/100克土时,土壤已有较明显的碱化,碱化度在10—20%之间;总碱度大于1.5—2.0毫克当量/100克土时,土壤强烈碱化,碱化度在20%以上,高者可以超过90%。知道了这种关系,我们就可以由总碱度大致推测出土壤的碱化度。根据上述资料可以清楚地说明,松嫩平原土壤发生苏打盐渍化的同时,进行着强烈的碱化过程。

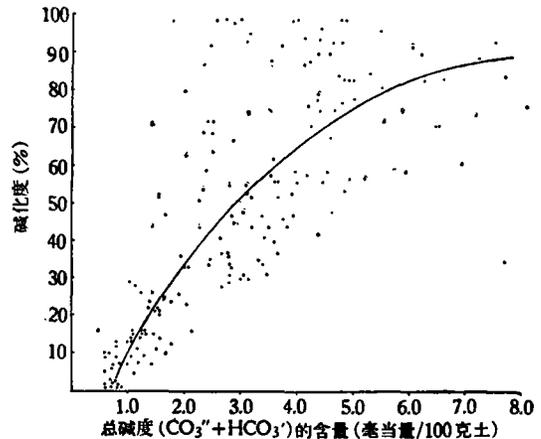


图2 松嫩平原盐渍土的总碱度和碱化度之间的关系

总碱度在0.6—1.5毫克当量/100克土时,土壤已有较明显的碱化,碱化度在10—20%之间;总碱度大于1.5—2.0毫克当量/100克土时,土壤强烈碱化,碱化度在20%以上,高者可以超过90%。知道了这种关系,我们就可以由总碱度大致推测出土壤的碱化度。根据上述资料可以清楚地说明,松嫩平原土壤发生苏打盐渍化的同时,进行着强烈的碱化过程。

五、摘 要

1. 根据我们的初步研究,松嫩平原的盐渍土主要有属于盐土、碱土和草甸土 3 个土类的 5 个亚类、10 个土种,它们在形态和性质上都有明显的特点。

2. 松嫩平原的盐渍土主要是属于碱化度和 pH 值都很高的苏打盐土型和碱土型土壤,其盐分组成以苏打为主,氯化钠和硫酸钠次之。

3. 土壤的盐渍化过程主要在河-湖漫滩和河漫滩上进行。在高河-湖漫滩和高湖漫滩上,主要是进行弱的苏打盐渍化,形成草甸碱土。在低河-湖漫滩上,主要是进行较强的混合型苏打、氯化物和硫酸盐盐渍化,形成各种盐土。

4. 土壤在苏打盐渍化的同时,进行着强烈的碱化过程。

参 考 文 献

- [1] 陈恩凤、文振旺、王方维:黑龙江省龙江县之土壤与土地利用,土壤专报第 25 号,1951。
- [2] 陈恩凤等:1957。吉林省郭前旗灌区的碱化草甸盐土。土壤学报,5 卷 1 期。
- [3] 陈恩凤等:吉林省郭前旗灌区碱化草甸盐土及其改良。土壤专报第 30 号,1957。
- [4] 熊毅:1957。中国盐渍土分区。土壤学报,5 卷 1 期。
- [5] И. П. 格拉西莫夫、马溶之:中国土壤发生类型及其地理分布。土壤专报第 32 号,1958。
- [6] 宋达泉、程伯容、曾昭顺:东北及内蒙东部土壤区划。土壤通报,1958 年第 4 期。
- [7] В. А. 柯夫达等:黑龙江地区土壤的发生学特点。黑龙江流域综合考察学术报告第一集,1958。
- [8] 程伯容:松嫩平原盐渍土概况及其改良问题。黑龙江流域综合考察学术报告第二集,1959。
- [9] В. А. 柯夫达:中国之土壤与自然条件概论,科学出版社,1960。
- [10] 中国科学院黑龙江流域综合考察队:黑龙江流域综合考察学术总结报告,第二卷,黑龙江流域及其毗邻地区自然条件研究。1961。
- [11] И. Н. 安梯保夫-克拉塔耶夫、Л. Я. 瑞玛耶娃:测定土壤碱化程度的简易试验室方法。土壤学译报,1957 年 1 期。
- [12] 李庆远、詹如坤:土壤分析法。科学出版社,1953。
- [13] В. А. 柯夫达:盐渍土的发生与演变(上册)。科学出版社,1957。
- [14] Д. Г. 威林斯基:土壤学。高等教育出版社,1957。
- [15] Мелиорация солонцов в СССР, изд. АН СССР, М., 1953。
- [16] 池田实:满洲のアルカリ及アルカリ土盐类含有土壤の研究,第 3、4、5、6、7 报,公主岭农事试验场研究时报,第 26(1938)、27(1939)、28(1939)、30(1939)、33(1940)号。
- [17] 川島祿郎、永田正直:日本农艺化学会志,第 15 卷 809 页(1939)、15 卷 1143 页(1939)、17 卷 394 页(1941)。
- [18] 川瀬金次郎:碱斑利用に关する研究,第 2、3、4、5、6、7、8、9 报,大陆科学院研究报告,第 2 卷(1938)、4 卷(1940)、5 卷(1941)、5 卷(1941)、5 卷(1941)、7 卷(1943)、7 卷(1943)。

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И СВОЙСТВА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ СУНГАРИ-НОННИНСКОЙ РАВНИНЫ И ИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Ли Чан-хуа

Хэ Ван-юнь

(Институт леса и почвы АН КНР) (Северо-восточный сельскохозяйственный институт)

(Резюме)

1. Засоленные почвы Сунгари-ноннинской равнины, которые мы исследовали, можно подразделить на следующие основные группы.

Типы	Подтипы	Виды
Солончаки	Луговые	Луговой сульфатно-хлоридный
	Солонцеватые луговые (Содовые луговые)	Солонцеватые луговые содовые Солонцеватые луговые с содовым смешанным засолением
	Заболоченные луговые	Заболоченные луговые содовые
Соловцы	Луговые	Луговые корковые Луговые мелко-столбчатые Луговые средне-столбчатые Луговые глубоко-столбчатые
Луговые почвы	Луговые солонцеватые	Луговые солонцеватые Луговые слабо-солонцеватые

2. На Сунгари-Ноннинской равнине засоленные почвы представлены преимущественно содовыми солончаковидными и солонцевидными почвами, которые имеют высокую степень солонцеватости и сильную щелочную реакцию. Состав солей в данном районе главным образом составляют бикарбонат и карбонат натрия, сернокислый натрий и хлористый натрий.

Морфологические признаки и свойства вышеуказанных типов, подтипов и видов засоленных почв охарактеризованы нами в предыдущем тексте.

3. Процессы засоления почв протекают, главным образом, на речно-озерных поймах и речных поймах. На высоких речноозерных поймах и речных поймах в основном протекает слабо-содовое засоление и образуются луговые солонцы. На низких речно-озерных поймах в основном протекает более сильное содовое, хлоридное, или сульфатное засоления смешанных с другими родами солей, и образуются различные солончаки.

4. Наряду с содовым засолением почв идет сильные солонцовые процессы в данной равнине.