

松嫩平原低平易涝区土壤盐分的季节性变化

吴 英

(黑龙江省农业科学院土肥所 哈尔滨 150086)

摘 要

松嫩平原低平易涝区地势低平,排水不畅,涝、渍灾害时有发生,严重限制了本区的农业发展。针对这一特点,进行了土壤盐分季节性变化的定位观测,初步查明了该区黑土与草甸土剖面盐分组成、耕层土壤盐分季节性变化和冻结期土壤剖面盐分变化的规律,为其综合治理提供了一定的理论依据。

关键词 松嫩平原;低平易涝区;土壤盐分

松嫩平原低平易涝耕地,在黑龙江省境内有1815.5万亩,占耕地面积29.5%,这类耕地由于海拔高度低、地下水位高,土壤水分和盐分形成了独特的动态变化。特别在春季土壤返盐现象严重、有效养分释放缓慢,影响作物的早期生长。因而研究该区代表性土壤——黑土、草甸土不同层次土壤盐分的季节性变化规律,对低平易涝耕地的进一步开发利用,具有重要的意义。

1 试验方法

1991—1995年在黑龙江省绥化市太平川镇东兴村试验区基点上,于冻结期和非冻结期对该区代表性土壤——黑土、草甸土及其过渡地带草甸黑土的耕层和不同深度土层,在不同季节进行定位取样分析。

2 结果与分析

2.1 黑土和草甸土剖面盐分组成

于秋季土壤剖面盐分稳定初期,对黑土、草甸土及其过渡地带的草甸黑土进行了盐分分析,结果表明,0—40cm土层总含盐量3种土壤分别为1.69、1.92和1.67g/kg,40—100cm土层总含盐量相对较低,分别为1.07、1.37和1.23g/kg。随着黑土向草甸土的过渡,地势的不断降低和土壤水分的增加,土壤剖面总含盐量也不断增加。0—100cm土层总含盐量平均黑土为1.32g/kg,草甸黑土为1.40g/kg,草甸土为1.59g/kg。从全剖面来看,20—40cm土层总含盐量在草甸土和草甸黑土上均明显高于黑土,分别为2.09、2.10和1.60g/kg,这是该区草甸土和草甸黑土春季返盐现象严重的主要原因之一。

该区黑土、草甸土及草甸黑土土壤剖面阳离子以水溶性 Na^+ 为主,占阳离子总量的71.5%(黑土)、62.2%(草甸土)和75.9%(草甸黑土)。黑土、草甸土和草甸黑土土层中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 K^+ 的含量甚微。阴离子以 HCO_3^- 为主,占阴离子总量的74.3%(黑土)、81.5%(草甸土)和80.5%(草甸黑土)。3种土壤均含有微量的 Cl^- 和 SO_4^{2-} ,不含 CO_3^{2-} (表1)。

表 1 不同类型土壤剖面盐分组成 1994 年秋

土 壤	深度 (cm)	离子组成及含量(g/kg)								全盐量 (g/kg)	Na ⁺ 占阳 离子总量 (%)	HCO ₃ ⁻ 占阴 离子总量 (%)
		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺			
黑 土	0-20	0	0.51	0.16	0.22	0.08	0.03	0.75	0.03	1.78	84.3	57.3
	20-40	0	0.45	0.16	0.19	0.13	0.04	0.55	0.08	1.60	68.8	56.3
	40-60	0	0.67	0.03	0	0.14	0.10	0.46	0	1.40	65.7	95.7
	60-80	0	0.34	0.03	0.05	0.10	0.06	0.29	0	0.87	64.4	81.0
	80-100	0	0.39	0.03	0.06	0.06	0.06	0.35	0	0.95	74.5	81.3
	平均	0	0.47	0.08	0.10	0.10	0.06	0.48	0.02	1.32	71.5	74.3
草 甸 黑 土	0-20	0	0.45	0.14	0	0.14	0.01	0.42	0.07	1.23	65.6	76.3
	20-40	0	0.51	0.13	0.41	0.12	0.04	0.79	0.10	2.10	75.2	48.6
	40-60	0	0.66	0.03	0.04	0.11	0.02	0.60	0	1.46	82.2	90.4
	60-80	0	0.49	0.03	0.01	0.09	0.03	0.40	0	1.05	76.9	92.5
	80-100	0	0.56	0.03	0	0.09	0.03	0.47	0	1.17	79.7	94.9
	平均	0	0.53	0.07	0.09	0.11	0.03	0.54	0.03	1.40	75.9	80.5
草 甸 土	0-20	0	0.62	0.15	0.11	0.12	0.02	0.72	0.02	1.74	81.8	70.5
	20-40	0	0.87	0.03	0.14	1.01	0.04	0	0	2.09	0	83.7
	40-60	0	0.61	0.03	0.10	0.13	0.02	0.59	0	1.48	79.9	82.4
	60-80	0	0.57	0.03	0.06	0.10	0.05	0.51	0	1.32	75.0	86.4
	80-100	0	0.56	0.03	0.07	0.10	0.05	0.51	0	1.32	75.0	84.8
	平均	0	0.65	0.05	0.10	0.29	0.04	0.47	0.004	1.59	62.3	81.6

由于水溶性 Na⁺ 含量较高, 土壤胶体颗粒趋于分散, 在雨水淋溶作用下, 细粘粒向下移动, 形成细密、坚实的不透水层, 是该区土壤表涝的主要原因, 所形成的 NaHCO₃ 是这一地区土壤表层春季返盐的主要化学类型。

2.2 黑土和草甸土耕层土壤盐分季节性变化

耕层盐分的变化与降水的冻融影响密切相关。整个变化过程可分 4 个时期。

2.2.1 春季返盐期

该期土壤盐分的积累是在土壤冻层之上进行的。参与该时期返盐的地下水, 是土壤融冻水和积存于冻层之上的大气降水以及灌溉水等共同构成的冻层上水。在耕层土壤之下, 没有融化的冻层处于融冻阶段, 潜水在冻层的影响下, 伴随着春季蒸发, 土壤盐分随毛管水的作用而上升, 积累于土壤耕层。6 月 20 日对耕层土壤水溶性 Na⁺ 占阳离子比重测定结果表明: 黑土为 64.3%、草甸土为 60.9%。随着蒸发作用的不断增强, 土壤离子浓度与矿化度的提高, 耕层盐分不断积累。7 月 10 日测定 Na⁺ 含量, 黑土为 0.87g/kg, 草甸土为 0.68g/kg, 分别占阳离子总量 82.1% 和 74.4%。

2.2.2 夏季脱盐期

7、8 月份是该区降水量最多的季节, 耕层之下的冻层解冻之后, 融冻水和地下潜水相结合, 加之此时地表有作物覆盖, 蒸发作用减弱, 土壤盐分呈下淋趋势。8 月 1 日测定结果表明: 黑土 Na⁺ 含量为 0.05g/kg, 草甸土为 0.07g/kg, 分别占阳离子总量的 38.5% 和 31.8%。

2.2.3 秋季积盐期

参与此期积盐的地下水是非冻结期的潜水。秋季积盐一般是在 9-10 月上旬进行, 此时潜水达到临界深度以上, 盐分随水分上升到耕层土壤。9 月 3 日测定结果表明: 黑土中 Na⁺

含量占阳离子总量 68.5%、草甸土为 87.0%;10月5日测定,黑土 Na^+ 占阳离子总量的 77.5%,草甸土为 80.7%。草甸土中 Na^+ 的含量明显高于黑土。

2.2.4 冬季盐分稳定期

从10月下旬开始结冻至次年3月耕层土壤开始解冻,由于冻层的形成,该时期成为年度中水分、盐分变化最稳定的时期。10月31日、12月15日和3月20日,对黑土和草甸土 0-10cm 和 10-20cm 土层取样,分析结果表明:黑土全盐含量和 Na^+ 含量,随着时间的推移而逐渐减少;草甸土 0-10cm 土层,随着时间的推移,全盐和 Na^+ 含量也略有下降,而 10-20cm 土层全盐与 Na^+ 的含量却逐渐升高。

冬季耕层土壤积盐多寡,与冻结期前的潜水位的高低有关。黑土潜水位低,耕层盐分相对较少,而草甸土的潜水位相对较高,所以含盐量也相对较高。

2.3 黑土和草甸土冻结期土壤耕层盐分的变化

土壤耕层盐分变化与水分的蒸发、渗入形式、土壤结冻时的温度梯度及土壤水分的毛细管现象密切相关。冻结过程中土壤耕层盐分迁移的方向和数量,取决于耕层中原始含盐量、离子的化学类型及冻结速率。于冻结期间(10月31日、12月15日和3月20日)对该区黑土、草甸土耕层土壤定位分层取样,对土壤全盐量、水溶性 Na^+ 和 HCO_3^- 的含量进行了测定。

2.3.1 黑土冻结期耕层的盐分变化

0-10cm 耕层,10月31日测定结果表明: Na^+ 在阳离子总量中所占比例为 24.8%,12月15日为 15.9%,3月20日为零,呈逐渐减少的趋势(表2)。而 HCO_3^- 在阴离子总量中随着时间的推移呈逐渐升高的趋势,分别为 53.8%、63.6%和 66.7%。10月31日后 0-10cm 耕层 3次测定的全盐量呈降低的趋势。

表2 冻结期土壤耕层盐分变化 (1994-1995年)

土类	深度 (cm)	时间	离子组成及含量(g/kg)							全盐量 (g/kg)	Na^+ 占阳 离子总量 (%)	HCO_3^- 占 阴离子总 量(%)
			SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	Na^+	Ca^+	Mg^{2+}			
黑 土	0-10	10月31日	0.03	0	0.07	0.03	0.02	0.04	0.002	0.192	24.8	53.8
		12月15日	0.02	0	0.07	0.02	0.01	0.05	0.003	0.173	15.9	63.6
		3月20日	0.01	0	0.08	0.03	0	0.05	0.007	0.177	0	66.7
	10-20	10月31日	0.1	0	0.09	0.03	0.06	0.04	0.07	0.39	35.3	40.9
		12月15日	0.06	0	0.09	0.02	0.03	0.04	0.07	0.31	21.4	52.9
		3月20日	0.01	0	0.10	0.02	0	0.05	0.01	0.19	0	76.9
草 甸 土	0-10	10月31日	0.07	0	0.32	0.02	0.05	0.07	0.02	0.55	35.7	78.0
		12月15日	0.05	0	0.30	0.03	0.01	0.07	0.03	0.49	9.1	78.9
		3月20日	0.05	0	0.29	0.03	0.01	0.09	0.02	0.49	8.3	78.4
	10-20	10月31日	0.09	0	0.33	0.02	0.04	0.08	0.02	0.58	28.6	75.0
		12月15日	0.12	0	0.31	0.03	0.05	0.1	0.02	0.63	29.4	67.4
		3月20日	0.15	0	0.30	0.04	0.06	0.1	0.02	0.67	33.3	61.2

10-20cm 耕层,10月31日 Na^+ 占阳离子总量 35.3%,12月15日为 21.4%,3月20日下降为零。 HCO_3^- 含量呈逐渐升高的趋势,3次测定结果分别占阴离子总量的 40.9%、52.9%和 76.9%。全盐量逐渐降低,3次测定结果分别为 0.39g/kg、0.31g/kg 和

0.19g/kg.

黑土耕层冻结期间,全盐量逐渐降低, Na^+ 迅速下渗,这种现象一直持续到解冻期.

2.3.2 草甸土冻结期耕层的盐分变化

草甸土耕层全盐含量明显高于黑土(表2). 0-10cm 耕层全盐含量 10月31日测定结果为 0.55g/kg, 12月15日以后,全盐含量基本稳定在 0.49g/kg 水平. 10-20cm 耕层全盐含量与黑土的情况相反,3次测定结果分别为 0.58g/kg(10月31日)、0.63g/kg(12月15日)和 0.67g/kg(3月20日),呈逐渐升高的趋势. 0-10cm 耕层,10月31日测定 Na^+ 占阳离子总量为 35.7%, 12月15日以后稳定在 8-9%. 而 10-20cm 耕层, Na^+ 含量在冻结期间逐渐升高,这是该区草甸土春季返盐现象严重的潜在因子.

3 存在问题及治理措施

该区土壤耕层春季返盐现象严重, NaHCO_3 积于地表,土壤 $\text{pH} > 8$, 严重地影响了作物的苗期生长. 由于土壤中 Na^+ 含量高,土壤胶体颗粒趋于分散,粘粒向下运动,形成了坚实不透水层,从而造成了该区土壤通透性不良、冷浆、速效养分释放缓慢,作物前期生育迟缓,影响了作物产量的提高.

该区地下水位埋深浅,土壤冻结期间由于温度梯度和水分的毛细管现象, Na^+ 迅速下渗是次年春季返盐的潜在因子. 降低该区地下水的埋藏深度,是防止土壤春季返盐的重要措施.

旱改水种稻治涝,是治理该区草甸土壤的最佳手段. 1994年在黑龙江省水利厅的配合下,对该区 200公顷草甸土旱田进行了水利工程改造,完成了排灌主体工程,其中 120公顷耕地在 1995年获得了每公顷净增 3800-4500 元的经济效益,较种植旱田效益提高 4 倍.

旋松带状耕法,是治理该区黑土耕地的有效措施. 该种耕法不仅可以疏松土壤、打破不透水土层,而且可以促使耕层盐分迅速随水下渗,提高土壤的散墒作用,对次年春季土壤盐分的回升起到了明显的控制作用. 试验结果表明:作物整个生育期间,旋松带状耕法比垄作耕法 0-20cm 耕层总含盐量降低 17.3-42.6%、水分降低 2.4-3.8%、土壤容重降低 0.028-0.110g/cm³、土壤水稳性团粒(>0.25mm)增加 2.4-15.2%; 5、10、15 和 20cm 耕层深度作物苗期地温分别提高 0.35℃、0.25℃ 和 0.05℃,生育中期地温分别提高 0.97℃、0.95℃、0.85℃ 和 0.55℃.

利用草炭、有机肥、砂子和炉灰改良土壤,对降低土壤容重、改善土壤通气透水状况和促进土壤养分转化,均有明显的作用.

通过 1991-1995 年的研究,查明了以绥化试区为代表的松嫩平原低平易涝耕地土壤盐分的季节性变化,揭示了影响生产力发挥的障碍因子,通过治理措施收到了明显的经济效益和社会效益.