

## 国外考察报告

## 斯里兰卡盐渍土的特性及其改良\*

蔡 阿 兴

(中国科学院南京土壤研究所)

不久前,作者有机会赴斯里兰卡参与研究斯里兰卡土壤次生盐碱化的发生和防治问题。现简介如下。

斯里兰卡属印度洋热带岛国。陆地面积65610平方公里,其中耕地面积400万公顷。全国人口1600万,平均每人占有耕地0.25公顷。

斯里兰卡有盐渍土20万公顷,占全国可耕地面积的5%。据斯里兰卡调查部资料,全国共有23个土类,其中包括盐土和碱土2个土类。盐渍土中大多数为滨海氯化物盐土,少量为碱土。

近年来,斯里兰卡为了增加粮食生产,解决由于人口增加而增大对粮食的需求的矛盾,国家引进外资,重点开发最大的马哈韦利河,以发展灌溉事业,扩大水稻种植面积,经数年努力,现已根本扭转了粮食一向依赖进口的局面。但是,在发展灌溉的同时,由于防治土壤次生盐渍化的措施没有相应跟上,导致次生盐渍化土壤的发生和发展,影响了粮食生产,引起了政府有关部门的关注。

斯里兰卡一年无春、夏、秋、冬四季之分,但有明显的雨季和旱季之别。雨季在每年的10—翌年1月,旱季在5—9月。旱季常刮大风,最大风速达每小时65公里。

斯里兰卡国土的92%为前寒武纪红色变质岩组成的,全岛中部为山地,四周低平,山地最高峰达3000米以上,四周低地平原,全岛分布3个准平原:海拔0—150米为第一准平原;150—600米为第二准平原;600—1500米为第三准平原。低地平原称为西南平原、东南平原和北部平原。这些平原均为缓起伏地形。

全岛河流较多,都发源于中部山地,向四周呈放射状分布。最大的河为马哈韦利河,它水量丰沛、水质好,流域面积大。近年来经大力开发,得益匪浅,与此河相距100多公里“中国农业示范农场”即以此河水灌溉。在旱季该河水矿化度为0.35克/升,雨季为0.23克/升。然而在农场内盐渍土的地下水矿化度则较高(表1)。

表1 农场地区盐渍土的地下水水质状况 (1986年)

采样号	Fc1—1L <sub>27</sub>	Fc2—2L <sub>7</sub>	Fc3R <sub>13</sub>	Fc4—1R <sub>1</sub>	Fc5—1R <sub>7</sub>	农场井水
矿化度(克/升)	10.32	6.49	3.82	3.75	5.76	0.68
采样日期(月/日)	3/20	3/19	3/26	3/25	3/20	4/5

斯里兰卡滨海盐渍土主要是受海浸和海啸的影响而形成的,部分则是因对海岸管理不善,导致雨季发生海水倒灌而形成的,例如首都科伦坡北郊的一片盐渍土。

农场地区次生盐渍化的原因,主要是地处低洼、地下水位高(一般<1米),雨季甚至高达地表;地下水矿化度高,因而,盐渍土常常在小水库周围呈环状分布;在排水沟附近则呈

\* 本文蒙祝寿泉、俞仁培教授指导,特此致谢。

带状分布。

## 一、土壤盐渍化的特征

### (一)盐渍土的分布、盐分类型

斯里兰卡盐渍土主要分布在东南部、东部沿海、北部和东北部，次生盐渍土多分布在灌溉地区，常呈复区分布。斯里兰卡四周被印度洋包围，因而滨海盐渍土在沿海呈带状分布，干旱区次生盐渍土主要分布在谷地的中下部和下部，这些地方往往地下水位较高、矿化度也高，并与冲积土和低腐殖质潜育土呈复区分布。

在滨海盐渍土区，土壤含盐量较高，通常种植椰子树，在有灌溉的地方，种植水稻。在干旱区次生盐渍土发生前，通常都能种植作物，但当土壤含盐量达到一定程度后，作物则不易长好，因而多数采取雨季种1季水稻，其余时间休闲。因此，土地利用不高，粮食产量停留在每公顷1500公斤左右。

滨海盐土主要为氯化物盐类。干旱区的次生盐渍土的盐类可分两类：在盐土中主要为Cl—Na型，在碱土中以HCO<sub>3</sub>—Na为主，此外，尚有少量的CO<sub>3</sub>—SO<sub>4</sub>—Na和HCO<sub>3</sub>—Cl—Na型(表2)。

盐土表层盐分含量达42.3克/千克，最高的达130克/千克，Cl<sup>-</sup>占阴离子总量的92.6%，Na<sup>+</sup>占阳离子总量的74.5%，Cl/S比为13.1，pH7—8。在碱土中，总碱度达10厘摩/千克土，Na<sup>+</sup>占阳离子总量的97.7%，pH在9以上，甚至高达10.4，全剖面有游离的碳酸钠，代换性钠含量高达20厘摩/千克土，表层土壤碱化度为80%左右。

### (二)气候对土壤盐分的影响

全国受季风的影响，导致全年雨量分布极不均匀。例如农场地区，雨季仅有4个月，而雨量占全年降水的59%，其余8个月仅占42%。在旱季，蒸发量与降水量之比为3.7(雨季为0.6)，而且风很大，土壤盐分随水分急剧地向上运动，在一个旱季里，表土积盐率较雨季高达26倍。在雨季，土体盐分因淋

表2 土壤盐渍化与盐分组成

土壤类型	剖面号	土壤深度(厘米)	盐分含量克/千克	pH	离子组成(厘摩/千克)				K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup> 厘摩/千克	CEC厘摩/千克	交换性钠厘摩/千克	ESP %	
					CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>					Ca <sup>2+</sup>
盐	Fc2-2	0-1	42.3	7.94	0.00	0.25	68.28	5.23	5.81	13.16	54.79		
		1-5	14.6	8.11	0.00	0.25	24.21	1.20	1.43	5.97	18.26		
		5-20	4.4	8.20	0.00	0.38	6.73	0.31	0.15	0.56	6.71		
		20-40	2.9	7.91	0.00	0.13	4.25	0.16	0.10	0.36	4.38		
土	R7	40-100	1.4	8.25	0.13	0.19	1.77	0.20	0.05	0.26	1.98		
		地下水	5.79	9.01	4.64	10.79	23.36	4.92	0.60	4.02	39.09		
		0-1	10.3	10.37	8.51	1.62	7.35	0.20	0.10	0.31	17.27	25.52	79.66
		1-5	1.5	9.88	1.78	1.08	3.51	0.92	0.10	0.31	6.91	24.43	81.87
碱	Fc4-2	5-20	2.1	9.40	0.68	1.21	1.06	0.24	0.07	0.10	3.02	13.72	63.76
		20-40	2.2	9.31	0.59	1.46	0.89	0.20	0.07	0.07	3.00	23.74	30.67
		40-100	1.6	9.38	0.69	1.08	0.53	0.07	0.03	0.07	2.26	25.22	38.74
		地下水	2.06	9.20	4.41	15.43	3.63	4.72	0.10	1.91	25.88		

洗而减少,但由于地下水位高,排水不畅等原因,脱盐不多。可见,斯里兰卡盐渍土的盐分在土体里移动具有明显的季节性,即旱季积盐时间长而强,雨季脱盐时间短而弱。

### (三)地形对土壤盐分的影响

盐渍土的分布、含盐量与地形关系密切。根据农场地区与小水库作垂直断面的土壤剖面的盐分分析资料,随着田块与水库相对高差的增大,表层20厘米土层的平均含盐量逐渐降低。从野外景观上也清楚可见,凡地势较高地段,地表都长满了禾本科杂草,无盐霜可见,植被复盖度100%;而地势较低地段,土表有盐霜,及少量盐斑,植被复盖度70%左右;而近水库地段,由于地势更低,地表盐霜及盐斑更明显,植被复盖度仅20—30%。此外,微地形对盐分的影响也很明显。据测定,微高地的表层5厘米土层内平均电导率为1.305S/m,紧邻的微低地(高差3—5厘米)电导率为0.283S/m,前者为后者的4.6倍。可见,在改良盐渍土中,平整土地是一项很重要的措施。

### (四)地下水对土壤盐分的影响

地下水对土壤盐渍化发生和发展的影响主要是通过地下水位与地下水水质而实现的。滨海地区受海水影响而发育的盐土,其盐分组成主要为Na—Cl;在干旱地区,若地下水水质属Cl—Na型,那末,在它影响下发育的盐土为Cl—Na型盐土;若地下水组成为HCO<sub>3</sub>—Na型(如表3中的9号井),则土壤发育成碱土,其盐分组成成为Cl—HCO<sub>3</sub>—Na型,土壤pH达10以上。

当地下水位超过临界水位时,地下水极易通过毛细管到达地表,这样地表积盐十分强烈,尤其在高温、多风的旱季。反之,如果地下水位在临界深度以下,毛管水达不到地表,这样地下水中的盐分不易在地表积累。

分析结果(表4)表明,当地下水位保持在1.5米以下,地表无返盐现象,植物生长正常。反之,地表有明显的积盐现象,而且地下水位越高,土壤积盐强度越大。

表3 地下水对土壤盐分的影响

土壤类型	剖面号	地下水位(厘米)	pH	盐分含量 克/千克土 克/升	离子组成(厘摩/千克土)						盐分类型	
					CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>		Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>
盐	Fc <sub>2-2</sub> R <sub>7</sub> (表土)		7.94	42.3	0.00	0.25	69.28	5.23	5.81	13.16	54.79	Cl—Na
土	4号井	77	9.01	5.79	4.64	10.79	23.36	4.92	0.60	4.02	39.09	Cl—Na
碱	Ec <sub>4-2</sub> L <sub>1</sub> (表土)		10.37	10.3	8.51	1.62	7.35	0.20	0.10	0.31	17.27	Cl—CO <sub>3</sub> —Na
土	9号井	2	9.20	1.97	4.41	15.43	3.63	4.72	0.10	1.91	25.88	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> —Na

表4 地下水位与土壤积盐的关系

地点	剖面号	地下水位(厘米)	土壤含盐量(克/千克)				
			0—1厘米	1—5厘米	5—20厘米	20—40厘米	40—100厘米
农场水库附近	Fc <sub>2-2</sub> R <sub>4</sub>	153	0.5	0.3	0.5	0.4	1.3
	Fc <sub>2-2</sub> R <sub>5</sub>	120	32.3	25.0	8.2	2.7	1.5
	Fc <sub>2-2</sub> R <sub>7</sub>	52	44.5	22.5	3.9	4.4	2.1

注:采样时间为1986年8月8日。

## 二、改良利用概况

滨海盐土和内陆次生盐渍土，它们的成因、盐分组成等不尽相同，改良利用方法也不一样。滨海盐土目前多数采用种植耐盐的椰子树，一部分地区，雨季种一季水稻，斯里兰卡设有两个培育耐盐水稻良种的试验站，他们成功地培育出一些耐盐、高产的水稻品种，这对开发利用盐渍土起了促进作用。

**(一)种植耐盐水稻** 盐渍土上种稻是改良和利用盐渍土相结合的成功经验。稻田地表常保持一定的水层，使土壤水分向下运动，底土盐分不易向上移动，此外，密集的水稻根系，促进淋盐，在排水通畅的情况下，土壤向脱盐方向发展。

斯里兰卡农民种稻，虽然耕作粗放，产量不是太高，但它仍是利用盐渍土的有效办法。

值得一提的是，盐渍土上不宜直播水稻。此外，欲使盐渍土上种稻成功，要十分注意栽培技术。

**(二)降低地下水位** 据调查，农场地区的次生盐渍土的地下水位常在1米以内，雨季甚至至50厘米以内。其主要原因是小水库库底很浅，加之水平坝的存在，使水库终年保持高水位，直接影响周围农田。因此，加深小水库和把水平坝降至1米以下，以期地下水位达到临界深度以下。通过适当加大排水沟的深度，以保证排水沟畅通无阻，解除农田地下水受水库水顶托、侧渗的影响。

**(三)加强水管理** 目前，渠道渗漏严重，灌溉渠、排水沟杂草丛生，动物洞穴比比皆是，闸门设备残缺不全，跑水、漏水相当普遍，极需加强水管理，改免费供水为按供水量、受益面积征收水费，并将其用于维修和增加渠道设施。提高输水利用系数等等，同时要改进灌水技术，不串灌，改漫灌为畦灌。

**(四)注意作物布局** 在旱季降水很少，灌溉水又不足，因此不少地区，尤其是干旱地区，普遍不种水稻，全种旱作；在雨季，全种水稻，不种旱作。在今后，随着供水条件的改善，在水、旱作物布局上，要统筹考虑。在盐渍土区、水、旱作不插花分布，作物布局时，在谷地上部和中、上部布置以旱作为主，如棉花、大豆、芝麻等，中下部和下部布置水稻。即使在雨季，在谷地上部、中上部适当种植旱作和插种一些绿肥，以减少土壤渗漏水补给地下水，这样，有利于中下部和下部作物的生长。

**(五)种植绿肥、培肥土壤** 斯里兰卡耕作粗放，过去不仅很少使用有机肥，甚至也没有施用化肥的习惯。国家为了增加粮食产量，对施用化肥的农户国家实行补贴办法，鼓励农民施用，从养地用地角度出发，在轮作周期中，有计划地安排绿肥茬或者豆科植物，以提高土壤肥力，这对改良土壤是完全必要的，也是可行的。

**(六)推行化学改良** 对于碱土，除采取上述各项改良措施外，还需增施一些酸性物质或含钙物质，如石膏、废盐酸、废硫酸等，以降低pH、变钠质土为钙质土，并改善其一系列的理化性状；在水利条件保证的前提下，大量施用有机肥，也能逐渐改良碱土。