

# 山西省盐渍土的类型及其改良途径

席承藩

(中国科学院土壤研究所)

山西省位于黄土高原东部;与黄土高原西部有很大的差异,主要表现为境内多山,而又多山间盆地。吕梁、太行两山系,约作南北向贯穿全省。山边均有不同高度的黄土丘陵及黄土阶地,组成高原特征;在两山系间由于陷落关系,形成一系列大、小不同的地塹式盆地,亦约作南北向罗列,仅南端偏西,北端略偏东而已。这些盆地再被东西向山地分割,因而形成互不相联的分割盆地,如大同盆地与忻定盆地为雁门关(馒头山)山地分割。盆地中均有河流流过,为华北地区主要河系的上源地带,如桑乾河经大同盆地向东流去;滹沱河上游为忻定盆地;漳河上游为长治盆地。汾河为该省主要河流,贯串晋中、晋南两盆地,省境南端运城盆地为中条山所限,属涑水流域。这种地塹式盆地在下陷过程中,均为近代河流沉积物所填充,地势低平,又有水源以供灌溉,成为山西省主要农业基地,是本省主要棉粮产区。但在干旱草原(大同盆地)至半干旱(忻定以南)条件下,四周山地中的水分与盐分又均向盆地中心汇集,使平原土壤发生不同程度的盐化。进行灌溉时,如灌排系统不够健全,土壤盐化情况有加重的趋势。

山西全境南北长而东西窄,各盆地所处的地貌及沉积类型也有很大的差异,致使土壤的发生特征及盐分累积情况均有很大的不同。因此,其改良途径相应地有所不同。本文系根据1956年以来,中国科学院土壤队、水利部北京勘测设计院土壤队以及山西省水利科学研究所等单位,对这些盆地所进行的调查研究与定位观察结果,综合汇总、同时并讨论各盆地的土壤盐渍特征及其相应的改良利用途径。

## 一、各盆地土壤形成条件的差异

山西省的盐渍土主要分布在山间盆地中。各盆地的自然历史条件差异很大,因而土壤的发生特征与盐渍情况,均有很大的差异。山西省自然条件的两大特点是南北纬度差异大,各地高度差异也大。山西省从南到北跨七个纬度,水、热情况和生物生长特点,均有明显的不同。山西省又属黄土高原,地形起伏较大,有平原,有阶地,有丘陵,也有很多山地。即同属于河谷平原部分的各个盆地,其高度也不一致。如表1所列,大同盆地海拔1,072米,晋中盆地为784米,运城盆地最低洼处仅320米,因此,在纬度与高度的综合影响下,各盆地的土壤特性有很大的变化。

晋南谷地,涑水流域(运城盆地)以及长治盆地中为褐土分布地区。在这些盆地中褐土剖面发育良好。发育层深厚,耕层也深厚,土壤疏松,水分、养分供应良好。土壤粘化现象与假菌丝状碳酸盐累积也很明显。特别在晋南地区成为本省主要棉、麦产地。晋中及忻定盆地的水、热情况,显较晋南为差,褐土的发育微弱,应属弱度粘化的淡褐土(碳酸盐褐土),土壤生产性能也较良好,境内多产棉、麦、杂粮;到忻定北部,已向春麦区过渡。及

表 1 山西各盆地的地理位置及綜合自然特征

地 名	海 拔 (米)	年平均气温 (°C)	年平均雨量 (毫米)	年平均蒸发量 (毫米)	年积温 (10°C以上)	地带性土壤	主要农 作 物	无霜期 (天)
大同盆地(大同市)	1,072	7.3	372.2	1913.8	2469.8	淡栗钙土,灰褐土	春麦、杂粮	120
晋中盆地(太原市)	784	10.1	419.3	1848.1	3218.1	淡褐土	棉、麦、杂粮	160
涑水流域(运城)	320	13.2	593	1734	4000	褐土	棉、麦	200

至大同盆地,气候比較干旱而热量相对較低,土壤質地較砂,且时有风蝕及风砂堆积。土壤地带性特征在盆地南端渾源一带为发育更为微弱的灰褐土,盆地北端逐渐与内蒙一带所分布的淡栗钙土相联接。这个地带多生长春麦、杂粮、馬鈴薯等。

由于土壤的地带性差异,各盆地平原中土壤性状也有很大的不同。在大同盆地御河阶地上与淡栗钙土組成复域的有碱化淡栗钙土、苏打碱化淡栗钙土等;在晋南运城盆地二級阶地上褐土的下部,可发现埋藏的深层含盐层与高矿化地下水;而晋中盆地平原部分多为斑状盐化土壤。

晋南运城盆地中,在一級阶地与二級阶地的过渡地带,由于潛水較浅,土壤逐渐受到地下水作用,形成相应的草甸褐土、草甸淡褐土及草甸灰褐土等;这些土壤均为非盐化、旱涝保收的肥沃土壤。但在大同盆地一級向二級阶地过渡地带,由于地下水含有較高的苏打,使土壤中产生強烈的苏打累积;及至山麓末端冲积扇与河流沉积平原間則形成交接洼地,多发育为潛育湿土(淤泥沼泽土)与草甸潛育湿土(草甸淤泥沼泽土)。而在洼地向平原过渡地段,可在土壤中发现有明显的盐分累积現象,这就是一般所說的下湿盐碱地区。

晋中、忻定盆地以及晋南汾河谷地一級阶地及河漫滩中,地下水位均較高,地下水直接参与土壤形成过程,形成有机质含量較低的耕种浅色草甸土。此种土壤是在耕作、地下水升降活动与沉积、灌溉淤积等作用交互影响下形成的。层状特性特別明显,而且局部地形也有高低差异。在这样条件下,一旦地下水升高,矿化地下水运动停滞,即可形成不同盐化的浅色草甸土,大都以盐斑状出現,与非盐化土組成复域。灌溉及渠系渗漏,更使平原中水盐运动复杂化,土壤盐化及次生盐化,均在发展。因此,山西各盆地平原中,由于自然历史条件的差异,其盐化类型差别很大,相应的改良途径也会发生很大的差异,茲按盐渍类型分述如下。

## 二、斑状盐渍土

斑状盐渍土主要見于晋中汾河平原、晋南汾河谷地、忻定滹沱河所流經的平原、大同桑乾河冲积平原、运城中条山麓,以及长治一級阶地的局部地区。

斑状盐渍土与浅色草甸土組成复域,呈斑状分布于平原中。由于地下水位較浅,地下水可以运行于高低不平的层状沉积物中;同时沉积物的質地剖面呈砂粘相間的特性,直接影响土壤剖面中水、盐运行速度,再以沉积物組成的局部地形高低使土壤水、盐运动发生差异,因而使局部地下水的情况产生变异,有不同埋藏深度或不同矿化度的地下水,影响土壤中盐分累积,这是在地表出現盐斑的主要原因。

晋中平原是斑状盐化現象发生的典型地区。当采取盐斑与非盐斑的土壤作对比时,

表 2 晋中轻度积盐地区盐斑与非盐斑土壤含盐量与盐分组成对比

采集地点	采集深度 (厘米)	全盐量 (%)	阴离子(毫克当量/100克土)				阳离子(毫克当量/100克土)		
			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>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup> (按差数)
轻度盐化地区的非盐斑土壤剖面									
清徐西黑城	0—15	0.07	0.00	0.64	0.19	0.17	0.67	0.12	0.21
营正西 250	15—31	0.063	0.00	0.54	0.29	0.16	0.65	0.13	0.21
米	31—57	0.084	0.00	0.66	0.29	0.18	0.75	0.15	0.23
	57—86	0.063	0.00	0.51	0.24	0.27	0.60	0.10	0.32
	86—114	0.087	0.00	0.46	0.40	0.42	0.71	0.13	0.44
	114—145	0.080	0.00	0.53	0.31	0.56	0.66	0.18	0.56
	145—158	0.081	0.00	0.58	0.35	0.29	0.67	0.19	0.36
	158—180	0.083	0.00	0.82	0.28	0.28	0.79	0.25	0.34
	180—200	0.099	0.00	0.75	0.26	0.21	0.71	0.20	0.31
	地下水(230)	0.9克/升	0.00	0.73	0.30	0.42	0.59	0.28	0.58
与浅色草甸土组成复域的盐斑盐分组成									
清徐黑城营	0—0.5	26.38	0.00	0.01	1.52	21.17	2.17	0.60	19.93
正西 100 米	0.5—17	0.51	0.00	0.37	4.43	11.02	1.03	2.50	12.29
	17—40	0.12	0.00	0.46	0.92	0.60	0.55	0.18	0.83
	40—57	0.15	0.00	0.44	1.38	0.59	0.68	0.28	1.45
	57—71	0.17	0.00	0.49	1.41	0.60	0.74	0.34	1.42
	71—89	0.35	0.00	0.49	3.86	0.72	1.22	0.57	3.28
	89—107	0.13	0.00	0.57	0.77	0.54	0.49	0.19	1.20
	107—137	0.11	0.00	0.51	0.87	0.44	0.54	0.21	1.07
	137—159	0.14	0.00	0.45	1.13	0.59	0.71	0.23	1.23
	159—200	0.13	0.00	0.56	0.84	0.35	0.64	0.34	0.77
	200—210	0.12	0.00	0.43	0.72	0.42	0.64	0.34	0.59
	地下水(220)	4克/升	0.00	0.83	3.54	1.34	2.14	1.54	2.03

可以发现很多不同情况。从表 2 轻度积盐地区土壤的分析结果可知,非盐斑土壤是非盐化浅色草甸土,盐分含量在 0.1% 以下,盐分组成以重碳酸钙为主。但在附近的盐斑上,就可见到表层有强烈的盐分积累,地表有一薄层盐晶,盐分组成以硫酸盐为主。两个剖面的地下水位虽然只差 10 厘米,但是矿化度差异较大。盐斑的地下水矿化度高达 4 克/升,可以说明地下水有局部停滞的情况发生。在这种积盐情况下,盐分呈斑状累积起来,并与非盐斑的土壤发生逐渐过渡的情况,其作物缺苗断垄面积约占总面积 10% 左右。

这种斑状盐渍土的改良,主要应加强耕作与平整土地,加强灌溉管理,不使地面形成局部积水,就可使盐斑得到消灭。

### 三、草甸盐土

草甸盐土大都出现于平原下部的积盐洼地中,仍以盐斑形成出现。如表 3 所列的两个剖面为晋中盆地末端积盐洼地中的草甸盐土与斑状重盐土的对比。明显看出两个土壤剖面的地下水位都在 2 米左右;地下水矿化度也差不多,约 11—14 克/升。但重盐斑上表层含盐达 5%,耕层含盐亦在 3% 以上。其盐分组成以氯化物为主,次为硫酸盐。一般盐土(非重盐斑)耕层含盐量在 1% 以上。盐分组成以硫酸盐为主。这种盐土的改良措施,

表3 晋中积盐洼地边缘盐土中一般盐土与斑状重盐土含盐量与盐分组成对比

采集地点	采集深度 (厘米)	全盐量 (%)	阴离子(毫克当量/100克土)				阳离子(毫克当量/100克土)		
			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>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup> (按差数)
积盐区的一般盐土									
平遥香乐南	0—1	0.858	0.00	1.15	7.30	6.43	9.38	3.00	2.50
85°东距平	0—15	1.550	0.00	0.80	21.90	4.83	13.88	7.50	6.15
汾路700米	15—30	0.450	0.00	0.80	6.00	1.89	4.00	2.25	2.44
	30—50	0.574	0.00	0.70	8.00	1.97	5.00	2.63	3.04
	50—80	0.335	0.00	0.70	4.30	1.32	2.75	1.50	2.07
	80—120	0.522	0.00	0.65	4.95	2.45	3.50	1.63	2.92
	120—160	0.361	0.00	0.65	4.70	1.57	2.75	2.00	2.17
	160—220	0.363	0.00	0.70	4.95	1.32	3.00	1.75	2.22
	地下水(210)	14.71克/升	0.00	0.31	20.53	3.32	10.75	7.00	6.41
积盐区的斑状重盐土									
平遥香乐南	0—1	5.203	0.00	0.95	81.00	5.67	50.00	25.13	12.49
55°东1000	0—15	3.130	0.00	0.70	45.50	6.55	30.63	14.88	7.24
米	15—30	1.815	0.00	0.85	24.70	6.04	17.75	8.75	5.04
	30—60	0.632	0.00	0.85	7.20	3.25	6.25	2.75	2.30
	60—100	0.561	0.00	0.75	7.20	1.90	5.13	2.50	2.22
	100—120	0.399	0.00	1.00	5.50	1.39	3.65	1.85	2.39
	120—160	0.393	0.00	0.55	5.10	1.45	3.38	2.00	1.72
	160—200	0.379	0.00	0.90	4.90	0.87	3.13	1.88	1.66
	地下水(220)	11.44克/升	0.00	0.24	16.08	3.77	9.75	6.50	3.84

首先应使停滞在洼地中的高矿化地下水得到排除,在逐渐淡化地下水的过程中,采用耕作、轮作等改良措施,方可奏效。而对上述轻度斑状盐化地区,只采用平整土地,排除地面积水,并加强耕作措施,即可收效。

但在整理各盆地有关土壤盐化的调查和分析资料时,发现两片特殊草甸盐土。一个是在晋中盆地上端,汾河流入平原地段的谷口部分,与潇河交互沉积所形成的晋源洼地;一个是忻定盆地忻口以南的硝池洼地。一般在山麓冲积扇末端与平原交接的洼地中,地下水较淡,土壤盐化亦较轻。但在上述两个洼地中,却出现了高矿化的地下水与盐渍较重的盐土。忻口以南的硝池,地下水矿化度约10—15克/升,个别可高达100克/升(表4),表层土壤含盐量可高达5%。晋源洼地的土壤盐化既重,地下水矿化度也高(表5),个别地区可高达50克/升。这是什么缘故呢?我们初步认为这是一种特殊类型的积盐方式。我们在洼地周围的土层中常见到大量盐晶析出(表5),这说明高浓度的土壤水与地下水,经

表4 忻定盆地硝池高矿化水及其离子组成

pH	矿化度(克/升)	离子组成(毫克当量/100克土)						
		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>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup> (按差数)
8.7	99.78	11.5	14.5	96.2	715.0	37.5	42.5	759.5

采自忻县忻庄北。

常向洼地边缘作侧向移动,致使表层土壤与底土,均有强烈积盐情况。这种积盐情况,不仅与当地地下水的蒸发浓缩有关;两条河系的上游特点和河水水质也有影响。

以淳沱河为例,由馒头山流来,汇合了五台山、云中山系的水分,流经广阔的山区及黄土高原区。同样,汾河由管涔山、黄草梁发源后,流经静乐、岢岚等盆地。这两条水系的广大上游地带,均较干旱,地区地面水量较少;在较大的流域面积中,于干旱季节里,以少量的水分携带相对较多的盐分,必然使河水矿化度增高,如淳沱河水的矿化度经常保持在0.3—0.5克/升间(表6)。此种矿化度较黄河水已高出很多(黄河水矿化度通常为0.1—0.2克/升间)。这样高的矿化河水,一旦流出谷口,流速顿减,在大量泥沙下沉的同时,盐分亦会发生相应的累积。这就是谷口及平原上段的洼地中高盐分聚积的物质来源。因此,这种积盐作用暂时可看作是一种特殊类型——运积积盐方式,也是冲积扇末端的交接洼地中,出现盐土的主要原因。

对这种盐土的改良,与一般草甸盐土,应有区别,要尽可能缩小洼地中积水面积,尽量阻隔洼地积水的影响范围,不使洼地中的积水范围,波及四周地区的土壤。

表5 晋源洼地盐土的盐分组成

深度 (厘米)	全盐量 (%)	阴离子(毫克当量/100克土)				阳离子(毫克当量/100克土)		
		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>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup> (按差数)
0—8	1.14		0.95	2.10	13.15	6.38	3.25	6.57
8—18	1.42		1.15	2.80	15.90	8.38	4.12	7.35
18—25	1.23		1.05	2.20	14.52	6.25	4.00	7.52
25—35	1.45		0.65	2.65	17.58	6.25	4.13	10.50
35—50	1.65		0.60	3.45	19.33	6.50	3.88	13.00
50—60	1.69		0.55	3.45	19.32	7.25	4.00	12.07
60—75	1.62		0.85	3.40	19.20	6.00	4.25	13.20
75地下水	25.12克/升		2.13	10.40	25.05	2.75	11.25	23.58

采集地点: 太原市晋源农场正南100米处。

采集日期: 1962年11月6日。

18厘米以下直至地下水面均有盐晶出现,质地为粘土。

表6 淳沱河界河铺段河水的盐分组成

采集日期	矿化度 (克/升)	阴离子(毫克当量/升)				阳离子(毫克当量/升)			pH
		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>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup> (按差数)	
1958,5,7	0.31	0.0	4.40	0.77	0.61	2.83	1.46	1.49	7.6
1959,10	0.31	0.0	5.22	0.41	0.66	2.27	1.78	2.24	7.6
1959,11	0.28	0.0	5.20	0.41	0.66	2.27	1.78	2.22	7.4
1960,3,29	0.44	0.0	6.07	0.90	0.81	1.60	2.50	3.68	8.15
1960,4,21	0.41	0.0	5.20	0.39	1.30	1.80	2.40	2.69	8.30
1960,9	0.32	0.0	4.83	0.51	1.63	1.09	3.67	2.21	7.60
1961,1,14	0.32	0.0	5.34	0.60	1.02	3.25	1.98	1.73	8.10
1961,5,15	0.34	0.0	3.70	0.50	1.66	2.25	1.76	1.85	8.10

### 四、底层盐化土壤

底层盐化土壤是殘存盐化土壤的一种特殊类型。在較湿润的地区，表层土壤虽可脱盐；而底层土壤由于殘存盐化的結果，含盐仍很重。

底层盐化土壤分布在山西运城盆地北部一級阶地上。这个盆地是第三紀末期中条山背斜下陷所形成的地塹盆地的一部分，属于当时的积盐盆地。因此，在盆地底层沉积物中，均埋藏有明显的含盐层。而在盐湖四周不同厚度的黄土复盖层下，可見到埋藏的高含盐层。但地区雨量較充沛，表层土壤已經脱盐，盐分含量較輕；而底层土壤逐漸有盐分加重的趋势，且地下水也具有高矿化特征，其矿化度通常在 10—20 克/升間，有时可高达 20—50 克/升，个别达 60 克/升(图 1, 2)。

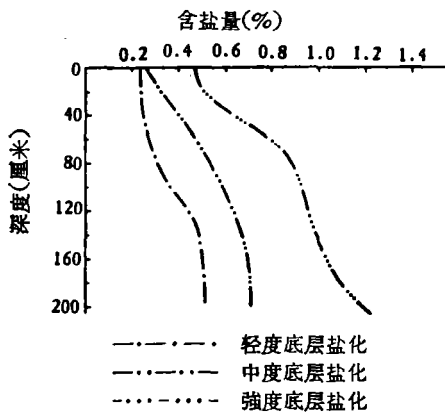


图 1 运城盆地底层盐化土壤溶性盐分分布

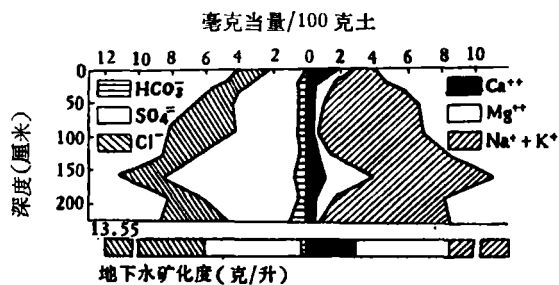


图 2 运城盆地底层盐化土壤剖面盐分组成

在地下水埋深为 2.5 米或更深，年雨量 600 厘米的条件下，这种土壤仍可保持表土的自然脱盐，成为当地的高产土壤，盛产棉、麦。

表 7 晋南涑水流域底层盐化发展成为草甸盐土的盐分组成

深度 (厘米)	采集深度 (厘米)	pH	全盐量 (%)	阴离子 (毫克当量/100 克土)				阳离子 (毫克当量/100 克土)		
				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>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup> (按差数)
运城	0—7	8.00	2.346	0.00	0.34	11.04	22.61	9.47	4.22	20.30
杜家营	7—26	7.50	1.298	0.00	0.30	8.05	18.26	6.37	2.54	17.70
N35°E	26—48	7.40	1.695	0.00	0.49	7.55	15.12	3.80	2.42	16.94
500 米	48—80	7.65	1.118	0.00	0.36	7.55	10.51	1.68	1.59	15.15
	80—108	7.70	1.328	0.00	0.48	8.39	9.15	1.52	1.25	15.25
	108—118	7.60	1.369	0.00	0.32	8.36	11.14	1.60	1.55	16.67
	地下水(118)	8.60	61.64克/升	0.10	0.82	44.18	48.50	2.75	21.75	69.11

但近年来，由于洪水、沥水以及渠道渗漏水大量向洼地汇集，致使洼地低洼处形成地面积水；渗漏水又均沿土层中的粘土层向盆地中心汇集。在渗漏与洼地积水的双重影响下，使底层盐化土壤区的地下水位上升，表层土壤亦經常保持湿润状态。这样一来，底层盐化土壤中所埋藏的盐分迅速上升至地表，形成盐土。表 7 所列的分析結果即是一例。这种盐土与上述斑状盐渍土不同。斑状盐渍土仅表层土壤积盐，而底层盐化所形成的盐

土,全剖面均积盐。底层盐化土壤可发展为草甸盐土,原来盛产棉、麦的土壤可一变而为盐荒地。

改良这种土壤的主要措施,应着重减少汇积盆地中心的水分。减少土壤渗漏补给,排除地面积水与适当排除高矿化地下水。如能将地下水位迅速回落到 2.5 米以下,使表层土壤迅速脱盐,促使新发展的盐土又向表层非盐化、仅底层积盐的土壤类型发展。

## 五、下湿盐渍土

土壤因过湿而累积盐分,与地下水过浅、地表积水有直接关系,为沼泽过程的伴生产物。山西境内各盆地中均有发现,一般分布在盆地中山麓洼地末端的交接洼地中,以及黄土的深切沟谷中,由山地及黄土阶地中所渗出的地下水,在这个地区形成地下水溢出带,使地表经常保持湿润或积水。这样长期积水的结果,在土壤中形成潜育层。

由于山麓地下水溢出带所渗出的水分均为淡水,其矿化度均小于 1 克/升。因此在接近山麓的水分溢出带地段,土壤积盐很轻,甚或无盐化。只有在积水洼地向平原过渡的地段,才可发现大面积潜育盐土或盐化潜育湿土。

因此,此种土壤系沼泽过程与盐渍过程的双重产物,土壤中见有明显的潜育层而局部含盐较重。表 8 所列为晋中交接洼地与河间洼地汇合处所形成的草甸潜育盐土的盐分组成。

表 8 晋中盆地交接洼地与河间洼地汇合处所形成的草甸潜育盐土的盐分组成

采集地点	深度 (厘米)	全盐量 (%)	阴离子(毫克当量/100克土)				阳离子(毫克当量/100克土)		
			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>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup> (按差数)
文水县 宜几村	0—3	2.66	0.00	0.33	2.11	32.32	10.06	12.77	11.93
	3—10	1.54	0.00	0.35	0.40	19.00	10.59	6.36	2.80
	10—30	0.72	0.00	0.36	0.16	8.76	5.82	2.81	0.65
	30—48	0.58	0.00	0.34	0.11	7.14	5.04	2.14	0.41
	48—65	0.68	0.00	0.41	0.17	8.33	6.45	2.16	0.30
	65—90	0.21	0.00	0.44	0.20	2.00	1.47	0.75	0.42
	90—130	0.24	0.00	0.59	0.23	2.12	1.62	0.87	0.45

改良这种土壤,应以截断潜流为主。如能将注入洼地的水量加以排除,也可减轻地区沼泽化及盐化。截断潜流及排除地面水所得的水分,水质均较淡,尚可用于灌溉。因此在下湿盐化地段的排水措施,应以浅沟为宜,只要能排走一部分地面积水即可奏效。如介休东湛泉下湿盐碱地区,明沟排水与暗沟排水,均很有效。至于水源充足地段,种稻改良,也是重要的改良利用途径。如太原晋祠种稻地区,即位于交接洼地中;但在发展种稻时,以不致引起平原土壤中地下水位升高为原则。

## 六、苏打盐渍土

山西省的盐渍土中不断发现有苏打累积的情况。苏打含量高达 0.06—0.2 毫克当量/100 克土时属苏打盐土,严重危害作物生长。

苏打累积的地段,各地不同。在大同盆地通常出现于一级和二级阶地的交接处,以及二级阶地低洼处;忻定盆地发现在云中、牧马河间的平原地带,晋中汾河以东局部地区也

有发现,而在晋南则出现在深切黄土沟谷中及黄土沟间的洼地中,如闻喜十里碱滩等地。

从成因方面来说,山西各盆地中的苏打累积有下列数种:

1. 淡水形成: 一般见于平原中河流侧渗、渠道渗漏以及山麓交接洼地地下水溢出带的边缘。在这些地段,由于地下水水质较淡,其矿化度均小于1克/升。因此,所富含的硅酸盐可分解和转化而形成苏打<sup>[1,2]</sup>,这种情况,仅在土壤极表层可见少量累积;而且分布面积零星。

2. 地下水含有苏打而引起土壤中累积苏打: 在大同盆地及忻定盆地的云中河地区,土壤中普遍出现苏打;而地下水中亦含有较高量的苏打。其与淡水形成的不同之处在于: 不论地下水矿化度如何,均有苏打发现。考其原因: 流经这两个盆地的河流的上游地带,就所收集的岩石标本的分析结果,有较高量的含钠矿物。在其风化、溶解和转移的过程中,逐渐在地下水中累积,遂形成高苏打含量的土壤。此点以前已有详细论述<sup>[1]</sup>。

3. 沉积层中含有苏打(残存苏打): 在晋南运城盆地边缘,涑水河所流经的黄土沟谷及黄土洼地中,一旦厚层黄土层被蚀,埋藏在底层的浅湖相沉积层(泥河湾层)露出后,就可在土壤中累积大量苏打,表层苏打含量可高达20毫克当量/100克土(表9),通常也在1—3毫克当量间。涑水流域深层地下水中,均有苏打,就是明显的例证。

其他地区亦有类似的例子,如晋中汾河以东局部地区的苏打累积也与黄土沟谷中的老地层含盐有关。大同、忻定两盆地土壤中的苏打累积虽与河水有关,但也不可忽视1—2

表9 晋南涑水流域苏打盐土的盐分组成

采集地点	采集深度 (厘米)	全盐量 (%)	阴离子(毫克当量/100克土)				阳离子(毫克当量/100克土)		
			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>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup> (按差数)
闻喜湖村西南十里硷滩中	0—2	3.93	19.15	6.62	25.44	13.17	0.29	0.00	64.09
	2—10	0.53	3.06	2.65	2.56	0.85	0.19	0.00	8.93
	10—20	0.26	1.63	2.44	0.80	0.21	0.19	0.10	4.79
	20—30	0.23	1.22	1.73	0.32	0.07	0.29	0.00	3.05
	30—40	0.12	0.61	1.58	0.64	0.03	0.10	0.10	2.66
	40—50	0.15	0.41	1.48	0.40	0.31	0.14	0.10	2.36
	50—80	0.17	0.41	1.68	0.48	0.06	0.14	0.24	2.25
	80—100	0.15	0.20	1.43	0.36	0.35	0.10	0.14	2.10
	100—120	0.14	0.10	1.27	0.52	0.26	0.19	0.24	1.72
	120—150	0.34	0.10	1.27	0.48	0.21	0.14	0.34	1.58
150—170	0.13	0.10	1.07	0.32	0.35	0.19	0.43	1.22	

表10 晋北苏打盐土的盐分剖面

采集地点	采集深度 (厘米)	全盐量 (%)	阴离子(毫克当量/100克土)				阳离子(毫克当量/100克土)		
			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>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup> (按差数)
忻定县董村乡大延村南85°东600米	0—2	0.59	1.55	4.61	2.34	1.14	0.07	0.03	9.54
	2—15	0.25	0.78	2.38	0.78	0.22	0.16	0.04	3.96
	15—37	0.15	0.21	1.68	0.15	0.21	0.08	0.05	2.12
	37—60	0.08	0.09	0.92	0.16	0.22	0.10	0.07	1.22
	60—88	0.08	0.03	0.89	0.13	0.20	0.14	0.19	0.92
88—120	0.10	0.03	0.84	0.11	0.22	0.15	0.21	0.84	



米深处的灰白色湖相沉积层的影响。对比大同盆地土壤图时发现苏打累积地区，与灰白色粘土出现的地段正相符合，因此，底层早期浅湖相沉积物含有苏打是忻定、大同两盆地土壤有苏打累积的另一个原因（表 10）。

苏打盐化土壤的改良，应根据上述不同情况分别对待。如属地下水型的苏打累积，则应排除高矿化苏打水。如苏打来自地层，则应着重用黑矾等的化学改良，结合泡伏水、耕作、轮作等措施，也可得到改良利用。

## 七、碱化土壤

山西各盆地土壤的碱化特征最近才注意到，尚缺乏深入的研究。如大同御河二级阶地上碱化淡栗钙土、苏打碱化淡栗钙土特性，前已有所讨论<sup>[1]</sup>。

在忻定盆地云中河两岸同样发现较显著的碱化特征。一般颇似华北的“瓦碱”、属碱化草甸土类型。个别已有糊状土层及不明显的柱状发育，接近草甸碱土。

这种碱化土壤的特征是：土壤含盐量较轻，盐分已有一定程度的淋失。pH 升高，一般均在 9—10 间，土壤坚实，湿润耕作时粘糊而不碎，有时在表层和心土层中均有糊状土层形成，土粒分散度较高。当发展到碱土时，在底土层中已可见柱状结构的雏形，此时，严重危害作物生长，以至缺苗断垄。

碱化土壤的形成与土壤含有苏打有关，就碱化土壤出现的地段分析，系在局部排水地段，当排水不彻底时，即有碱化土壤出现。在虽有排水而不够充分的情况下，土壤虽开始脱盐，但也不会充分，表现为在低水位季节脱盐，而高水位季节积盐。在盐分上下移动的过程中，苏打因亲水而移动较慢，逐渐在表土累积，分解后，钠离子进入吸收复合体，使土壤的交换性钠含量增高，而形成苏打碱化土壤，以至碱土。

在忻定盆地中虽有碱化土壤，但分布十分零星。与苏打盐化草甸土和其它类型的盐渍土组成复域。在云中河两岸形成“五花杂土”。就是在同一地段内，也可出现多种多样的盐化及碱化土壤。根据忻定盆地土壤水、盐动态的综合分析，认为忻定盆地曾有一段处于局部排水良好的情况下，引起了局部土壤脱盐。后因河流淤积改道，盆地下段自然排水受阻，使原来可以排水的地段，水分停滞，土壤再度积盐，这样排水与水分停滞交互进行，再加地区苏打盐分累积等条件，因而在碱化土壤的剖面中，又再出现盐分累积的复杂情况而有碱化盐土发生。这是小地段内出现“五花杂土”的主要原因。总之，忻定盆地的土壤演化过程十分复杂。

因此，对待这些复杂情况的土壤改良，应首先改良土壤盐化，对脱盐过程中已发生碱化的土壤，应采取施用黑矾、围堰蓄淡、多施青肥、加强伏季耕作等措施。因本区土壤中仍有高量的碳酸钙，在伏季泡水结合经常的翻动，利用夏季高湿高温的条件，有可能使一部分交换性钠为钙离子所置换，而使土壤 pH 值降低及团聚性改善，进而能在碱化土壤上，使当季作物得到正常生长的条件。

## 参 考 文 献

- [1] 席承藩、赵真：山西大同盆地的盐渍土及其苏打累积和碱化问题。土壤学报，10 卷 3 期，235—257 页，1962。
- [2] Ковда, В. А.: Очерки природы и почв Китая. АН СССР, 1959.
- [3] 山西省水利科学研究所：山西省涑水河流域的盐渍土。土壤，1 期，9—19，1962。

## TYPES OF SALINE SOILS IN SHANSI PROVINCE AND MEASURES FOR THEIR AMELIORATION

Hsi CHEN-FAN

*(Institute of Soil Science, Academia Sinica)*

(Summary)

Shansi province is situated in the eastern part of loessial plateau and characterized by a set of tectonic basins surrounded by mountains and hills. The river siltings in these basins which serve as the main soil forming materials form gentle flat topography. Owing to the variation of textural profiles and other genetical factors, different types of saline soils are formed:

1. The spotty saline soils: The characteristic parent materials in the basins are interbedded layers of light (sandy) and heavy (clay) sediments; variation in micro-relief occurs, as caused by shifting of river courses, and the depth and the degree of mineralization of ground water are frequently variable. As a result, saline soils with various degrees of salinization and salt constitution in spots scattered among the cultivated land of non-salinized light meadow soils.

2. Solonchaks: The solonchaks are commonly situated in the depression in the lower section of flooded plains in the basins. Strongly salinized soils with highly mineralized ground water occur in the upper portion just at the periphery of alluvial cones. It seems that soluble salts are transported from the upper portions by river and accumulated at the periphery of alluvial cones where the river flow slowed down. As a result of the comparatively arid condition of the locality, the highly mineralized ground water and solonchaks are formed.

3. Soils with relic salinization: Such soils are usually distributed in the vicinity of salt lakes. Soluble salts are found in high content in the subsoil and substratum.

4. Wet saline soils: Wet saline soils are formed by salinization in association with gleization.

5. Soda salinized soils: Soda may be formed in or accumulated from various conditions such as low mineralized ground water, soda ground water, and relic soda in the substratum.

6. Alkalinized soils: The alkalinized soils formed have gone through the stage of soda salinization and the stage of alkalinization.

Methods for amelioration of saline soils are discussed.