

青海柴达木盆地盐渍类型及 盐渍地球化学特征*

黎立群 王遵亲

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

青海柴达木盆地是我国的高原盆地,海拔在2600—3200米,气候干旱,地形封闭,年径流总量约44—50亿立方米,完全汇集于盆地,主要平衡消耗于蒸发。

盆地盐类化学沉积至少自第三纪开始,除沉积大量石盐、光卤石外,硼、锂、锶等元素亦大量富集。

盐渍土的类型和分布总的规律是:1.在大湖盆的周围;从湖心起向外推,依次出现化学沉积→盐泥→盐壳→沼泽盐土→草甸盐土→残余盐土→砾质戈壁石膏盐盘残余盐土。2.在小湖盆的周围,从湖心起向外推,依次为化学沉积→盐泥→地下水溢出的部位发育为沼泽盐土或盐化沼泽土→湖滨草甸盐土→砾质盐化土或砾质戈壁石膏盐盘残余盐土。

各类型的盐渍土分布带有宽有窄,一般在近高山区一侧,由于水流所携带的物质丰富,分布带宽,规律性亦明显,而在靠低山区一侧窄。

按照盆地地质历史特点和盐类地球化学累积特征,划分为三个积盐区:1.西部硫酸盐类累积区,主要以 CaSO_4 、 Na_2SO_4 和 SrSO_4 等盐类;2.北部小盆地以硼酸盐类和氯化物盐类等累积区;3.中、南部为氯化物盐类累积区,主要以 NaCl 、 MgCl_2 和 KCl 等盐类。

文章最后提出盆地土地资源的合理开发利用的方向性意见。

一、柴达木盆地的盐渍环境

柴达木盆地是一个四周为昆仑山、阿尔金山和祁连山所围绕的巨大的高原内陆封闭盆地。

盆地内可分为东西两部分,大致以怀头他拉—香日德一线为其东西的分界线^[1],西部属极端干旱的中心部分,降水量仅十几—几十毫米,水面蒸发量在2500—3000毫米,蒸发与降水之比值为24—200,生长抗旱力强的植被、或无植被的盐渍荒漠景观;而东部降水量大于100毫米,蒸降比值为10—20,水草较丰茂,属于漠境草原的景观(见表1)。

盆地水系大体上呈向心状分布,但又很不对称,较大的河流主要分布在昆仑山北麓及东南一带;其次为祁连山的南坡;在西北部的阿尔金山一带,山体干旱,河流不发育,地面

* 野外考察工作得到中国科学院西北高原生物研究所的大力支持。左克成和鲍新奎参加野外考察工作。样本分析由本所陈章英和董汉章共同完成。在此一并致谢。

表 1 柴达木盆地气象要素*

Table 1 Climate features in Qaidam Basin

项目 Item	地 名 Locality										
	茶卡	香日德	德令哈	诺木洪	格尔木	乌图美仁	塔尔丁	茫崖	大柴旦	马海	冷湖
海拔 (m)	3087.6	2905.5	2881	2790	2806	2842.9	2903	3138.5	3173	2850	2733
年均气温℃	1.7	3.9	3.9	4.5	3.9		2.3		0.8	2.9	2.5
≥10℃ 积温	1279	1657	1737	1907	2013	1537			1214		
降水量 (mm)	184.7	161.9	119.2	39	38	27.7	25	50.3	82.9	27.3	15.4
蒸发量 (mm)	1965.5	2232.3	2458	2719	3232	2513.9	2946	2973.2	2020	2792	3184
蒸发量/降水量	10.6	13.7	20.6	69.7	85.0	90.7	117.8	59.1	24.3	102.3	200.2

* 部分资料引自《青海土壤》第六章。

异常干燥。盆地水系的分布特点,对于盐分的移动和累积有重要的影响。

由于地形封闭,地面水流和地下迳流,全部汇集于盆地,有的积水成为湖泊,有的成为无尾河尖灭在戈壁沙漠之中。据粗略估算,盆地内总迳流量约为 44—50 亿立方米^[4],水分主要耗损于蒸散。按照河水矿化度平均为 0.5 克/升计算(实际上许多河水的矿化度已超过 0.5 克/升,见表 2),每年仅从河川迳流带入盆地的盐分约为 220—250 万吨。况且柴达木盆地形成演变曾是经历了亿万年地质历史时期,盐类沉积极为丰富,成为青海省的“聚宝盆”。有资料估算,仅石盐储量就有 1000 亿吨以上^[1],还有石膏和具有工业价值的光卤石、硼砂、天青石 (SrSO₄) 矿等。

表 2 盆地主要河流河水盐分组成

Table 2 Salt composition of main river water in Qaidam Basin

水系 Water system	河 名 River name	矿化度 (g/l)	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	B ₂ O ₃	Li ⁺
			(meq/l)									(mg/l)
祁连山 水系	希里沟	0.80	/	5.71	3.29	2.25	3.58	2.00	0.15	5.48	4.502	0.39
	赛什克河	0.70	/	3.63	4.40	2.97	2.75	3.91	0.15	4.34	9.004	0.35
	巴音河(上)	0.26	/	2.44	0.62	0.94	1.66	1.75	0.05	0.59	10.168	0.17
	巴音河(中)	0.43	/	3.32	1.55	1.17	2.33	2.18	0.08	1.35	7.917	0.22
	巴音河(下)	4.70	/	6.69	62.16	7.03	4.37	19.76	0.51	52.00	10.168	0.78
	塔塔稜河	0.37	/	2.38	1.38	1.62	1.37	1.71	0.05	2.30	12.419	0.22
	大羊头沟	0.50	/	2.50	2.77	2.16	1.96	2.83	0.08	2.70	6.753	0.78
	鱼卡河	0.35	/	2.52	1.33	0.71	1.37	1.79	0.05	1.39	8.076	0.30
	羊水河	5.84	/	6.46	51.06	32.24	8.32	20.72	1.15	58.48	14.133	1.35
昆仑山 水系	格尔木河(下)	0.87	0.27	4.12	6.66	3.31	1.27	5.71	0.26	7.38	11.255	0.35
	格尔木河(水文站)	0.54	痕	3.76	2.53	1.37	1.43	3.35	0.13	2.91	25.925	0.35
	格尔木西河	0.58	微	3.36	2.84	1.71	1.69	2.80	0.13	3.22	9.004	0.57
	洪水河	0.81	/	3.48	6.39	2.79	1.79	4.12	0.21	6.75	4.036	0.35
	清水河	0.61	/	2.80	3.82	2.50	1.58	2.25	0.13	4.57	4.968	0.22
	柴达木河	0.56	/	3.58	2.40	1.75	1.21	3.62	0.13	2.90	3.803	0.26
	察汗乌苏河	0.86	/	3.57	7.77	1.91	2.50	3.58	0.90	7.17	3.803	0.43
	夏日哈河	0.59	/	2.53	4.53	1.62	2.25	1.83	0.15	4.60	4.036	0.96
	沙柳河	0.48	/	2.51	3.69	1.41	1.37	2.45	0.13	3.78	4.036	0.22

盆地积盐的广度是由于经历了各个地质时期构造运动的作用,盆地古湖的演变、地貌的再塑造,对盐类沉积和运移产生深刻的影响。据已有的资料^[1-3],中新世—上新世早期(N₁),拗陷区主要在盆地的西部,而东南隅的广大地区,则为隆起区。及至上新世中期(N₂),拗陷区向东南扩展,并沿昆仑山麓自北西向南东形成一个比较强烈的拗陷带,而西部反而相对隆起,古柴达木湖开始解体。在上新世晚期(N₃),盆地中部出现强烈拗陷区,沉降范围再一次向南侧昆仑山扩展,及至第四纪早期(Q₁+Q₂)加剧了上新世晚期的趋势,拗陷范围向南东大大延伸,在盆地中央形成一个相当完整的大面积的强烈拗陷区,经过这样一系列的地质构造运动,基本上形成了柴达木盆地湖泊星罗棋布的格局。由于自第三纪以来,气候干燥,化学沉积加剧,湖面日渐缩小,盐滩裸露,这种格局与盐渍土分布和积盐特征有着非常密切的关系。

二、积盐特征及其主要类型

柴达木盆地总的特征是遍地是盐,盐类来源和分布极其广泛,有地质历史时期残留的,也有近期风化产物累积的。

盆地的北部当金山口,海拔 3670 米,生长点地梅垫状植物,分布着许多大大小小的白色盐斑,含盐量竟达 4.5%,属于 Cl-SO₄-Mg-Na 型,硼、锂、石膏含量亦颇高。在托措依格达板的坡积物上,含盐量也很高,并且以氯化钠为主。有些风化物含盐很高,往往在风化物的缝隙中积聚着盐的结晶。页岩风化物含盐量达 1%,其盐类型为 SO₄-Ca 型;在花岗岩风化物中含盐量竟达 50%。同时可见到纤维状的石膏结晶,显然是比较老的风化产物,甚至可能与裂隙水有联系(见表 3)。

盆地中许多地方残留着地质历史时期所积累的盐分,如盆地的西部及德令哈一带,第三纪岩层有广泛出露,泥岩、砂岩、砾岩大部分为石膏或钙质胶结,岩层中常夹有石膏层和盐层。戈比农场的 N₂-Q₁ 物质,含盐量可达 10%,为 Cl-Na 型;德令哈柏树山的第三纪红土层都富含盐分,含盐量为 2.7%,属 Cl-SO₄-Na 型。这些含盐物质都是地质历史时期盐分累积的结果。

盆地的西部,在广大洪积-冲积扇上,广泛分布石膏盐盘残余盐土,表层石膏含量超过 15%,在剖面的上部(6—16 厘米)有厚约 10 厘米坚硬的盐盘层,含盐量在 60—70% 之间,属 Cl-Na 型,这是过去积盐残留下来的特征,也是在极端干旱和古地形条件下形成的产物。

盆地湖相沉积物分布非常广泛,并且又经历地质时期的变迁,有的湖积物被抬升成低山;有的在古湖岸边出露石盐和石膏层次;在一些干涸的古湖和雅丹风蚀地貌区,石膏片状结晶块裸露;有的老湖积物后来又被掩埋。在老湖积物层中,具有霉绿色土层,含有一定的苏打,盐分组成为 Cl-(CO₃+HCO₃)-Na 型,碳酸钙含量很高,可达 35—40%。昆特依盐场北部边缘的湖积物已被覆盖,地面有小砾石,从 20 厘米起皆为黄土状土层,68 厘米以下,出现霉绿色的潜育层, pH 值很高,有剩余碳酸钠(见表 4)。

盆地盐分的运移和再堆积作用非常强烈。在干旱地区,山洪暴雨自高地携带大量盐分与细土,堆积在流速缓慢的低平地或低洼地中,成为洪积盐土。1979 年于盆地西部局

表 3 各种含盐
Table 3 Salt composition

类型 Type	采样地点 Locality	深度 Depth (cm)	全盐 Total salt (%)	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
				(meq/100g)			
山地地表盐斑	当金山口	0—1	4.56	/	0.87	26.00	43.85
页岩风化物	托措依格达板		1.00	/	0.14	1.46	12.59
花岗风化物	冷湖以西	0—10	13.30	/	0.10	180.94	36.00
		10 以下	50.59	/	0.04	736.32	75.11
第三纪红土	德令哈柏树山		2.81	/	0.21	14.04	27.91
N ₂ -Q ₁ 胶结物	戈比农场	0—1	10.47	/	0.21	148.25	23.35
		1—10	5.43	/	0.37	82.52	8.27
山洪冲积物	石油局运输农场		4.95	/	0.15	73.58	14.85
盐壳	昆依特		71.95	/	0.10	1187.89	14.82

部发生山洪暴发,竟堆积了 4—6 厘米厚的含盐洪积物,含盐量达 4.9% (见表 3)。

风力搬运盐分的作用,在盐地是不可忽视的一种因素。盆地干燥多风,常年刮着盛行的西北风,尤以春季为甚。由于地质构造的特点,如第三纪含盐泥岩、页岩及细砂岩等风化产物有利于风蚀,此外,干涸的盐湖的盐类结晶或岩石风化产物,借风力的搬运可以吹移到很远的地方。有的堆积在洪积-冲积平原中下部(扇缘)和湖滨,形成一系列的砂丘群,生长着红柳、白刺等;也有的堆积在山拗凹陷的迎风坡上。风积物上的土壤形成过程及其发育程度是随堆积时间的长短而异^[6],堆积时间长剖面有明显的发育,易溶性盐分和硼、锂等在剖面中的分异亦明显,在生物的作用下,有机质亦有积累,可是移动性差的盐类如石膏、碳酸钙、碳酸镁等分异仍不够显著。风积物的各种盐类组成的比例,亦与风积物的来源有密切关系。在新近堆积的风积物上,无论从剖面形态或可溶性盐类的垂直分布,都看不出有任何明显的发育,完全保留着原来含盐物组成,没有分异的特征。在固定的砂丘上,土壤发育程度尽管很差,但已经看出土壤剖面发育层次和生物累积的作用,但微溶性盐类仍看不出有任何分异的特征(见表 5)。

风积作用的另一个方面,就是风蚀作用,将当地盐类和细土物质吹向其他地区而堆积,同时在遭受风蚀的地方,又造成了许多奇特的风蚀雅丹地貌,如风蚀蘑菇、风蚀屋檐等,在盆地西部的冷湖—茶冷口之间,由于干涸的古湖地表受风蚀作用,而使石膏裸露,在阳光的照耀下闪闪发光,这种盐漠景观,在其他地区实为罕见。

三、盐渍地球化学特征及其分区

源自四周山地的地球化学迳流向柴达木盆地迁移,并最终汇集成众多大小湖泊的过程中,在极端干旱的气候条件下,由于强烈的蒸发浓缩,沿途各种盐类陆续从溶液中析出,形成石膏盐盘、盐壳和盐晶等。盆地化学沉积的广度和深度都很发育,这与湖盆历史演变过程有着密切的关系。在地质历史时期,特别是自第三纪以来,化学沉积在古柴达木湖已很发育,古湖肢解后,隆起为山丘的盐类物质又参与第二次地球化学循环过程。在现代大

表4 主要盐渍土类型的盐分组成
Table 4 Salt composition of main types of salt-affected soil

采集地点 Locality	深度 Depth (cm)	类型 Type	全盐 Total salt (%)	(meq/100g soil)										B ₂ O ₃ (mg/100g soil)	Li ⁺	(%)			pH
				CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CaSO ₄	CaCO ₃			MgCO ₃			
托达 腊板 依格	0-1	洪积盐土	19.07	0	0.12	237.73	32.93	10.83	0.44	7.44	252.07	1.71	5.11	1.431	9.021	1.481			
	1-15		2.06	0	0.12	21.63	8.40	5.54	0.28	1.64	22.71	1.46	1.60	4.370	10.841	3.501			
	15-25		10.12	0	0.09	99.01	38.04	23.84	0.16	24.74	88.40	1.50	9.70	0.554	10.538	1.707			
	25-50		10.11	0	0.15	115.23	42.82	31.11	0.24	2.10	124.76	3.05	9.65	5.974	11.296	3.331			
冷湖 鄂北	0-1	石炭 质余 盐土	3.80	0	0.09	37.48	20.40	19.84	1.49	0.23	35.24	0.613	0.860	14.75	19.92	1.22			
	1-6		2.92	0	0.09	24.00	16.77	18.79	0.93	0.21	21.88	0.916	0.825	25.61	22.90	1.14			
	6-16		60.66	0	0.05	804.13	157.74	42.02	1.62	1.03	788.44	2.135	4.50	5.43	9.12	1.80			
	16-49		2.03	0	0.09	10.86	18.18	14.87	0.40	0.46	12.63	1.521	1.00	19.34	13.92	4.48			
	49-90		3.53	0	0.07	35.82	17.78	15.68	0.81	0.56	42.20	2.437	1.235	11.39	12.23	1.36			
昆特依 盐场北	0-1	石膏 湖的 沉积 物余 盐土	8.65	0	0.18	135.20	10.30	6.59	0.41	0.74	138.70	2.72	1.58	4.257	10.023	1.155	7.3		
	1-20		22.58	0	0.14	330.72	40.17	37.60	0.41	0.87	372.83	3.34	3.05	3.813	3.549	1.709			
	20-30		17.36	0	0.12	266.24	21.63	17.51	0.26	1.74	302.17	3.80	3.05	1.650	17.684	0.735			
	30-49		1.27	0	0.14	12.43	6.49	4.94	0.21	0.28	15.43	3.03	0.95	0.683	16.671	0.630			
	49-68		1.01	0	0.14	1.56	10.35	11.02	0.10	0.31	3.65	1.79	0.68	1.681	9.852	0.912			
	68-91		0.15	0.49	0.61	0.83	0.39	0.05	0.05	0.08	1.91	2.25	0.10	1.031	35.474	1.063			
	91-140		0.08	0.12	0.65	0.62	0.31	0.05	0.05	0.08	1.39	1.55	0.10	1.215	42.847	1.341			
格尔木 北部	0-2	盐盘 草甸 盐土	39.24	0.51	0.15	540.38	80.40	37.96	7.53	41.02	543.75	52.39	33.20	2.14	6.26	4.83			
	2-13		45.95	0.08	0.39	591.76	96.02	50.05	15.33	15.13	609.00	28.02	12.39	8.00	6.78	3.90			
	13-31		61.38	0	0.37	890.45	91.55	37.24	13.70	9.74	989.63	28.02	9.63	6.63	4.26	2.85			
	31-59		4.14	0	0.17	42.02	21.47	17.78	2.93	1.18	38.63	22.59	2.41	22.85	20.02	6.73			
	59-97		1.96	0	0.71	10.11	17.66	14.99	1.04	1.03	11.75	10.94	1.95	17.03	18.02	6.47			
	97-120		2.50	0	0.17	5.43	34.92	13.24	1.27	0.62	17.40	5.79	1.38	14.49	22.80	4.87			
戈比农场	0-0.5	草甸 盐土	14.34	0	0.57	100.20	98.46	14.62	93.58	2.56	114.14	8.93	3.25	6.01	15.23	4.22	8.2		
	0.5-9		8.42	0	0.33	49.56	76.13	13.40	54.05	1.77	62.28	4.73	2.43	5.86	16.58	4.52			
	9-20		3.95	0	0.17	17.73	40.09	13.50	17.20	0.72	28.54	4.89	1.35	8.14	17.35	5.97			
	20-28		3.39	0	0.19	13.52	35.53	13.20	10.86	0.67	25.50	8.23	1.50	8.09	23.60	4.24			
	28-62		1.65	0	0.21	10.82	13.70	3.96	5.89	0.46	14.91	6.68	1.08	1.28	25.68	2.75			
	62-76		0.28	0	0.25	1.09	2.79	1.57	1.12	0.05	1.51	2.10	0.30	1.13	24.90	1.97			
	76-100		0.14	0	0.40	0.42	1.32	0.91	0.46	0.03	0.71	1.94	0.13	0.50	26.48	2.15			
冷湖 湖滨	0-3	盐沼 滩	22.74	0	0.10	337.03	36.36	36.60	28.12	1.64	310.68	6.706	5.525	42.186	26.526	0	7.3		
	3-10		5.20	0	0.10	37.23	24.95	20.71	17.68	0.79	42.72	4.269	2.180	3.753	36.450	1.478			
	10-16		3.78	0	0.10	36.52	20.20	18.08	12.32	0.59	25.75	4.269	1.325	67.614	43.466	1.828			
	16-32		3.09	0	0.10	32.26	15.15	18.18	12.12	0.56	12.27	3.051	1.325	65.061	41.421	3.767			

表 5 风积物的盐分组成

Table 5 Salt composition of aeolian material

类型 Type	采集地点 Locality	深度 Depth (cm)	有机质 Organic (%)	全盐 Total salt (%)	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	(mg/100g soil)				(%)		
													B ₂ O ₃	Li ⁺	CaSO ₄	CaCO ₃	MgCO ₃		
近发 代育 风的 积壤 物土	野马滩迎风坡	0-13	3.65	0.23	0.24	0.82	1.76	0.41	0.22	0.13	0.13	2.73	7.09	0.21	1.04	12.50	1.84		
		13-25	2.28	0.69	痕	0.72	8.19	1.79	0.66	0.54	0.08	9.16	11.80	0.20	0.72	13.56	2.20		
		25-42	1.85	1.01	/	0.55	10.97	4.14	2.07	1.85	0.05	11.61	5.20	0.30	1.05	11.23	1.97		
		42-70	1.42	1.38	/	0.33	10.09	9.51	6.31	2.84	0.05	11.41	4.73	0.45	1.64	12.29	1.81		
固定砂丘	香日德农场附近	0-12	0.34	0.040	0	0.26	0.04	0.08	0.19	0.06	0.01	0.09	0.78	0.05	1.15	5.29	0.81		
		12-24	0.43	0.036	0	0.30	0.04	0.07	0.16	0.07	0.01	0.10	1.24	0.05	2.83	5.55	0.85		
		24-39	0.76	0.042	0	0.30	0.04	0.07	0.16	0.07	0.01	0.13	1.55	0.05	1.41	6.05	0.85		
		39-71	0.29	0.036	0	0.24	0.05	0.08	0.16	0.05	0.01	0.08	3.49	0.05	1.15	6.36	0.87		
		71-100	0.35	0.035	0	0.26	0.04	0.08	0.14	0.06	0	0.10	3.65	0.05	1.15	6.36	0.87		
流动砂丘	香日德农场附近	0-25	0.30	0.034	0	0.23	0.21	0.04	0.15	0.09	0.03	0.22	2.25	0.05	1.45	5.60	0.76		
		25-50	0.29	0.050	0	0.24	0.21	0.08	0.16	0.09	0.02	0.22	1.55	0.05	1.77	6.36	0.85		
		50-75	0.33	0.036	0	0.25	0.21	0.08	0.15	0.10	0.02	0.22	1.55	0.05	1.77	5.80	0.81		
		75-100	0.34	0.038	0	0.24	0.20	0.06	0.20	0.06	0.02	0.22	0.78	0.05	1.77	5.92	0.81		

不及 50 毫米,水资源极为贫乏,地面植被极其稀少,几无开垦利用发展农牧业的价值。

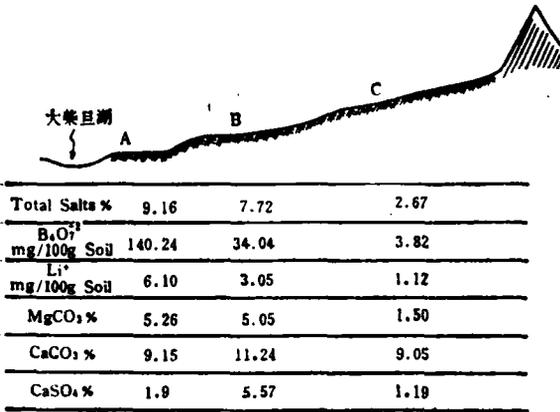


图 2 大柴旦断面 0—15 厘米土层盐分特征

Fig. 2 Salt feature of 0—15 cm soil layer in fracture plane of Dachaidan

期自流外溢,均有利于大柴旦区硼的富集,大柴旦湖硼土含 B₂O₃ 达 67 毫克当量/100 克土,

II. 盆地北部和东北部是柴达木盆地中的几个山间小盆地组合,茶卡、柯柯、尕海、大小柴旦等湖泊,都是这些山间小盆地的低洼中心。其中除尕海、托素湖湖水矿化度较低而尚未发育成盐池外,茶卡、柯柯盐池早已成为著名的石盐矿源,大小柴旦湖则以富含硼酸盐为特色(见表 6)。各湖盐类组成的差异与其补给来源有密切关系,塔塔稜河注入小柴旦湖,其上游雅沙图一带的泥火山及泉水都富含硼锂,雅沙图的硼土含 B₂O₃ 可达 97 毫克当量/100 克土,本身就是一个很大的矿源;大板山温泉水富含硼锂,长

表 6 盆地北部湖水和泉水盐分组成

Table 6 Salt composition of lake and spring water in northern of Qaidam Basin

采集地点 Locality	全盐 Total salt (g/l)	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	B ₂ O ₃ ¹	Li ⁺
		(meq/l)									(mg/l)
柯柯盐池	398.46	0	7.29	5472.30	548.0	41.6	2506.4	153.66	3504.35	156.47	27.9
尕海湖	101.56	2.57	5.07	1320.90	93.60	20.8	374.4	16.90	1026.94	64.40	15.7
托素湖	27.08	13.38	15.69	289.93	145.60	2.91	142.69	5.74	313.04	41.39	5.25
大柴旦湖	398.90	0	48.88	5239.20	634.40	20.8	1580.80	199.76	4165.22	2899.78	240.4
小柴旦湖	421.64	0	29.33	4761.90	946.40	31.2	634.4	64.03	5072.03	2151.95	28.7
大板山温泉水*		12.0	180.0	340.0	190.0	280.0	23.9	15.0	120.0	39.3	3.4

* 引自《柴达木盐湖》一书油印稿。其单位以 mg/l 计。

表 7 察尔汉湖盐壳和

Table 7 Salt composition of salt crust and

地点 Locality	深度 Depth (cm)	全盐 Total salt		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
		(g/l)	(%)	(meq/)			
北 部	0—30		58.33	0	0.85	880.62	25.25
	30—45		64.45	0.58	0.27	951.60	71.21
	晶间卤水*	388.34		0	1.01	5638.80	20.80
南 部	0—30		98.45	0.23	0.56	1536.60	21.92
	30—60		63.87	微	2.06	1119.55	13.07
	晶间卤水*	438.0		0	22.53	7614.60	372.32

* 阴阳离子以 meq/l 计量。B₂O₃ 和 Li 以 mg/l 计。

形成具有开采价值的硼矿床。这些盐渍地球化学特征构成了本区的特色(见图 2)。

III. 盆地中部拗陷察尔汉大湖群区,自第四纪以来,察尔汉湖区除了汇集来自昆仑山的盐分外,又得到了古柴达木湖肢解过程中,盐分向中部的运移^[1],该区除了累积氯化钠为主外,钾盐和镁盐亦相当丰富,成为与其他湖区的区别特征。即使在同一湖泊,靠近水盐补给的湖区和远离补给的不同部位,其盐类组成也有很大差异,例如察尔汉湖的南部与北部,晶间卤水和盐壳的盐类组成比例就有明显差异(见表 7),尤其是钾、镁、钠、硼、锂、碳酸钙和碳酸镁等差异显著。因此形成北部开采食盐,南部开采钾镁盐矿的格局。

湖区的盐类化学组成与其边缘的土壤盐渍特征具有密切的发生学关系,如察尔汉湖区南缘的盐渍土中(盐盘草甸盐土)的钾含量较盆地西部和北部地区高出很多。从盐渍特征的分布来说,由盐湖中心向外算起,大致有这样的规律:

大的湖区: 湖水体仍在进行化学累积——新近露出的为盐泥→盐壳(厚度 10—50 厘米不等,带的宽度亦不等)→沼泽盐土(或草甸沼泽盐土)→草甸盐土(或普通盐土)→盐化沼泽土(如有地下水溢出的)→残余盐土→砾质戈壁石膏盐盘残余盐土。

小的湖区: 湖水体仍在进行化学累积——新近露出的为盐泥→有地下水溢出的部位发育沼泽盐土或盐化沼泽土→湖滨草甸盐土→砾质盐化土或砾质戈壁石膏盐盘残余盐土。

随着湖盆水体的收缩程度,各类型的盐渍土壤分布带有宽有窄,含盐程度和类型亦有很大的差异。一般在近高山区一侧,由于水流所携带的物质丰富,分布带就宽,盐类分异规律性明显;而在近低山一侧就窄,类型不多,因此,有些湖盆周围分布的盐渍土类型,形成了不对称的分布特征。

四、盆地土地资源的开发利用途径

柴达木盆地土地面积很大,但多为盐滩、盐湖、沙漠戈壁、残丘,由于水资源贫乏,且与土地资源匹配不称,因而可供开垦的农业后备土地资源很有限。盆地的矿产资源(包括盐矿)却很丰富,工矿业开发潜力很大^[7]。但工矿企业的发展,必须得到农牧业的相应支持,才能满足职工的主付食品供应。所以合理开发有限的可供利用的土地资源是极其重要

晶间卤水盐分组成

planar salt solution in Chaerhan Lake

Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	B ₂ O ₇ ⁻	Li ⁺	CaSO ₄	CaCO ₃	MgCO ₃
100g)				(mg/100g)		(%)		
40.40	92.92	0.54	815.63	425.13	6.50	3.51	7.85	0
44.95	98.48	0.36	924.38	30.51	68.75	0	1.32	0
582.40	1227.20	4.10	3739.13	81.18	42.88			
25.86	14.85	0.38	1750.88	8.53	7.03	1.73	0	0.88
9.90	725.67	214.13	243.93	49.66	0.73	3.40	0	27.39
31.20	7163.52	583.91	602.61	513.55	98.8			

的。为此,我们提出以下几点意见:

1. 巩固已有农业生产基地,提高单位面积产量。盆地大规模垦殖是从1954年开始,相继已垦殖土地面积约100万亩,发展自流渠灌以后,地下水位迅速上升,而使土壤强烈盐渍化。据不完全统计,先后放弃的耕垦面积约28万亩¹⁾。有些农场发展机井灌排后,虽然耕地面积缩小,但质量提高,应该着重以提高单位面积产量为主,在巩固已有耕垦面积的基础上采取逐步扩展,虽然不应视作商品粮基地,但应争取尽量减少国家运入粮油的负担。

2. 选择水、土和热量条件相配的荒地进行垦殖。尤其是新兴的工业基地,可采取工农结合,以工补农,建立农林牧副生产体系,农业生产工厂化,发展大型塑料温棚蔬菜基地,机械化禽蛋场、畜牧场和相应的加工厂,解决工矿企业职工生活对动植物性副食品的需要。

3. 开发利用地下水,实行地下水和地面水相结合。盆地年总迳流量约为44—50亿立方米,由于种种原因如渗漏、引水困难、供水与需水时间的调节能力差等,实际可利用水源约为19亿立方米。在用水集中季节,有些地区已感水源不足。为了发展工农业生产和生活用水,势必要开采地下水,增加水源。大部分山前洪积扇、洪积平原埋藏较丰富的地下水资源,对于发展井灌、井渠结合具有良好的条件。诺木洪和尕海农场的生产实践证明其改土增产的效果是明显的。

4. 重视种草植树,防治风沙危害,改善区域的生态环境。盆地中的土壤砂性大,开垦利用不合理,极易遭受严重风蚀。实践证明,盆地内绝大部分低于海拔3000米的地区,只要有些淡水资源,均能植树造林。目前可在现有农牧场和工矿企业和居民点,利用已有的水资源条件,切实种好防护林带。此外,在制定和实施垦殖计划时,应先规划实施建设护田林带,采取井渠结合引水灌溉种草植树,为发展林牧业创造条件。

5. 进行工矿业和农、林、牧、副业的合理配置。盆地内自然条件比较复杂,东部与西部,南部与北部,水、土、热量条件都有很大差异,农牧业生产和矿产资源具有一定的区域性,因此,应在已有的自然资源和农业区划工作的基础上,本着既要合理利用各种自然资源,又要保护自然资源的原则,进行工矿业和农林牧副业的合理配置。同时还要重视因地制宜发展本高原盆地独特珍贵稀有的动植物药材,使其形成具有适度规模的种养殖业,以支援国家四个现代化的建设。

参 考 文 献

- [1] 陈克造、张彭熹、陈树珍, 1981: 柴达木盆地第三纪以来成盐演化及沉积拗陷转化特征。青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题, 科学出版社。
- [2] 黄汝昌, 1959: 柴达木盆地西部第三纪地层对比岩相变化及含油有利地带。地质学报第39卷1期。
- [3] 关佐蜀, 1957: 柴达木盆地地质概要。地质出版社。
- [4] 樊廷平, 1964: 柴达木盆地的水文地质条件及分区讨论。治沙研究, 第六号。科学出版社。
- [5] 李世英等, 1958: 柴达木盆地植被与土壤调查报告。科学出版社。
- [6] 刘青民, 1962: 柴达木盆地砂地土壤的发育。土壤通报, 第4期。
- [7] 王遵亲、黎立群、左克成、鲍新奎, 1980: 对柴达木盆地土地资源合理开发利用的意见。土壤, 第6期。

1) 薛学诚, 1980: 柴达木盆地盐渍土的形成及改良利用。青海省水利局水科所试验研究成果选编。

SALT-AFFECTED SOILS TYPE AND SALINE-GEOCHEMICAL FEATURES IN Q Aidam BASIN

Li Liquan and Wang Zunqin

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

Summary

Qaidam is a plateau basin, with an elevation of 2600—3200 m, under climate arid. All the run off of about 440—500 million m³ yearly is converged into the river-sealed basin owing to reversed drainage, therefore, salt-water balance of the region mainly depends on evaporation. The deposition of salts in this basin have been started at least since Tertiary. In the salts deposited, besides large amounts of halite, carnatite and gypsum, those of B, Li, and Sr had also been enriched.

The regularities for the distribution of the saline soils are as follows: Around the big lacustrine basins, the chemical deposition has occurred from the basin centre going outside in the order of chemical sediments→salt mud→salt crust→boggy solonchaks→meadow solonchaks→residual solonchaks→grevelly relic solonchaks with gypsic pan; while around the small lacustrine basins, its order is chemical sediments→salt mud→boggy solonchaks or salinized boggy solonchaks influenced by ground water and surface stagnate water→lacustrine meadow solonchaks→grevelly salinized soils or grevelly relic solonchaks with a gypsic salt pan.

The width of the saline soil zone depends on the region where they developed. In general near high mountains the distributive zone of saline soils are wide because of many materials carried by running water, while near the low mountains, it is narrow and fewer types of saline soils are distributed in the unsymmetrical form around some basins.

Based on the geological history, the geochemical characteristics, this region may be roughly divided into three subregion.

- I. Western sulphate subregion, predominated by CaSO₄, Na₂SO₄, SrSO₄, etc..
- II. Northern small basin borate subregion, predominated by NaCl, B, etc..
- III. Middle and southern part subregion predominated by NaCl, MgCl₂, KCl.