

南疆土壤的属性分类及其类间界限指标的初步研究*

卜兆宏 唐万龙

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

本文通过大量剖面资料,应用综合数值分析法分类,取得了南疆各类土壤的主成份方程、散点图和类间界限指标等结果,为南疆例行分类系统的修订,提供了较充分依据。经32个剖面验证表明,其结果可供今后南疆土壤调查制图参考。这样的属性分类,还有利于野外识别土壤和确定其改良的难易程度,使调查成果发挥实效。着重讨论了南疆盐土与盐化土壤的分类(级)的界限指标。其划分盐土的指标主要有五项,关键是整盐、 Na^+ 和3.43%的表盐。

新疆南部常简称为南疆,是欧亚大陆中心最干旱的巨大内陆盆地。南疆广泛分布的各种盐化土壤和盐土,是我国进一步发展农牧业的潜在土地资源之一。

土壤的属性,决定着土壤的可利用价值和改良难易程度。有些属性也能反映一些成土条件,如C/N,就能说明一些土壤的干旱程度^[1]。在制订国际土壤分类系统时,也强调要把土壤属性作为土壤分类的基础^[2]。在荒考四年获得大量剖面的土壤属性资料后,运用数学方法找出南疆土壤的属性分类界限指标,可以使例行分类系统^[1,2]建立在更加科学基础上,同时对于土壤调查成果的应用和资源的合理开发利用,也有参考价值。现就我们对南疆土壤属性分类界限指标的研究方法、结果和讨论等汇集于后。

一、研究资料和方法

(一) 研究资料的收集和整理 在南疆1975—79年的荒考土壤资料中,我们收集了172个土壤剖面的养分和盐分分析资料,约占全部荒考资料的80%。这些剖面分别位于天山南麓、阿尔金山和中昆仑山北麓山前洪积——冲积平原,及阿克苏河、叶尔羌河、塔里木河和孔雀河冲积平原。例行分类定的类型有:暗色草甸土、沼泽草甸土、脱沼泽草甸土、草甸土、浅色草甸土、荒漠化草甸土、盐化草甸土、平原林土、盐化平原林土、荒漠化平原林土、龟裂性土、龟裂残余盐土、残余盐土、洪积盐土、荒漠化盐土、草甸盐土和典型盐土等主要土类、亚类和土属。为了对照,还选择了洪积扇上的棕漠土,农区的潮土、水稻土和耕种胡杨林土的剖面资料。

养分资料,一般按30厘米表土层整理各剖面资料的有机质、全氮、C/N和水解氮的加权均值。盐

* 本文蒙席承藻教授审阅;雷文进副教授等提供了调查、分析资料,并给予指导帮助;俞仁培副教授涂提供了部分资料外,还对本文提出了宝贵意见,在此一并致谢。笔者参加新疆荒考三年。

1) 新疆荒考队: 库尔勒、尉犁、轮台三县荒地资源综合评价与合理开发利用的研究。8—13页,1976年。

2) 新疆荒考队: 阿克苏地区平原区荒地资源综合评价与合理利用的研究。9—19页,1978年。

表 1 南疆土壤剖面各项性质加权均值及其统计值

Table 1 The weighted average values of properties of soil profiles and their values for selection

序 号 No. of order	剖面号 No. of profile	有机质 (%) Organic matter	全氮 (%) Total N	C/N	整 盐 (%) Salt in horizon of 0— 100cm	表 盐 (%) Salt in horizon of 0— 30cm	底 盐 (%) Salt in horizon of 31— 100cm	残余碳酸钠 * Residual sodium carbonate	Cl ⁻ (%)	SO ₄ ²⁻ (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	D-32	2.074	0.0975	12.34	0.3815	0.7293	0.2324	-1.378	0.0867	0.1067
2	b-32	1.920	0.1140	9.77	0.1496	0.2087	0.1234	-0.217	0.0211	0.0327
3	a-23	1.160	0.0650	10.35	0.1255	0.2257	0.0825	-0.549	0.0144	0.0277
4	b-126	1.440	0.0880	9.49	0.2340	0.2967	0.2071	-1.096	0.0739	0.0550
5	a-10	0.699	0.0360	11.27	0.2159	0.3976	0.1380	-0.912	0.0470	0.0622
6	D-25	0.868	0.0472	10.67	0.1374	0.1971	0.1118	-0.303	0.0209	0.0247
7	b-106	0.604	0.0331	10.58	0.4753	0.3819	0.6932	-1.921	0.1317	0.1543
8	和-4	0.631	0.0285	12.84	0.6330	1.1689	0.4033	-0.697	0.2829	0.0738
9	z-39	1.083	0.0597	10.53	0.9780	2.0084	0.5364	-4.322	0.2542	0.3411
10	a-41	2.042	0.0738	16.05	0.6825	1.7190	0.2383	-3.413	0.1865	0.2215
11	k-72	0.748	0.0323	13.43	1.1714	3.0732	0.3564	-2.994	0.4290	0.2924
12	k-81	1.254	0.0436	16.68	2.2664	5.4970	0.8819	-7.836	0.8003	0.4848
13	z-43	1.074	0.0580	10.74	1.7892	4.0980	0.7997	-5.061	0.6020	0.4281
14	z-88	1.096	0.0541	11.75	4.6004	7.5053	3.3554	-22.337	2.1224	0.6228
15	b-7	0.758	0.0635	6.93	3.3731	8.8898	1.0088	-15.202	1.3056	0.7898
16	D-8	1.600	0.0844	11.00	8.0951	20.2838	2.8714	-22.983	3.1646	1.8458
17	a-20	0.345	0.0219	9.13	7.6879	20.8251	2.0577	-18.586	3.3393	1.3360
18	b-132	0.846	0.0448	10.95	9.8443	27.6911	2.1957	-10.233	5.0443	0.9905
19	a-48	0.443	0.0239	10.75	9.7742	29.5637	1.2930	-13.512	4.2630	1.6061
20	z-42	0.625	0.0379	9.56	5.3311	8.4873	3.9784	-6.623	2.9239	0.1865
21	a-35	0.403	0.0325	7.19	1.3582	1.8795	1.1348	-6.022	0.3572	0.4675
22	b-90	0.823	0.0573	8.33	1.6210	2.9039	1.0712	-10.391	0.5769	0.3006
23	D-43	1.200	0.0620	11.23	2.6754	5.9160	1.2865	-4.766	0.7722	0.9263
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
140	a-81	0.141	0.0140	5.83	0.9572	1.0079	0.9355	-5.447	0.3505	0.1421
统计均值		0.9671	0.0499	10.8919	3.2531	7.2628	1.5337	-10.551	1.2370	0.7773
标准差		0.8867	0.0323	2.5574	3.2399	8.4555	1.3800	8.9628	1.3906	0.9714
变异系数		0.917	0.647	0.235	0.996	1.164	0.900	-0.849	1.124	1.250
Re 值		1.3854	1.3507	0.6288	4.8257	4.6913	3.2087	2.2687	4.5098	3.0058

注：属性归类号数含意，见表 2；*单位与“总碱度”同。

表 2 南疆各类土壤

Table 2 The means for the property

类 组 号	No. of group	剖面数 Numbers of profiles	典型剖面数 Numbers of typical profiles	有机质(%) Organic matter	全氮(%) Total N	C/N	整盐(0-100厘米)(%) Salt in horizon of 0-100cm	表盐(0-30厘米)(%) Salt in horizon of 0-30cm	底盐(31-100厘米)(%) Salt in horizon of 31-100cm
				1	2	3	4	5	6
I		26	6	0.38	0.024	9.05	7.072	18.145	2.317
II		7	4	1.63	0.076	12.59	7.050	17.516	2.565
III		20	5	1.01	0.054	11.00	4.697	9.354	2.701
IV		14	6	0.45	0.028	9.38	4.398	6.837	3.353
V		19	9	1.12	0.051	12.94	2.307	5.004	1.152
VI		23	9	0.51	0.037	8.58	0.900	1.385	0.692
VII		21	8	1.39	0.050	13.82	0.799	1.657	0.432
VIII		26	8	0.78	0.042	10.81	0.276	0.470	0.193
IX		8	6	1.38	0.081	10.44	0.164	0.253	0.126
X		8	6	2.11	0.110	11.25	0.247	0.391	0.185
III ₁		14	5	1.01	0.054	11.00	4.697	9.354	2.701
III ₂		6	4	0.74	0.047	9.68	3.614	7.944	1.758
V ₁		9	6	1.16	0.053	12.90	2.541	4.971	1.499
V ₂		10	5	1.06	0.048	13.02	2.016	5.046	0.717
VI ₁		7	4	0.83	0.055	8.88	1.921	3.614	1.196
VI ₂		16	4	0.52	0.040	7.89	1.170	1.613	0.980
VII ₁		10	6	0.73	0.035	12.76	0.845	1.993	0.353
VII ₂		11	5	1.55	0.061	14.99	0.899	1.936	0.455
VIII ₁		14	6	0.76	0.039	11.39	0.649	1.274	0.381
VIII ₂		12	8	0.80	0.039	11.80	0.222	0.353	1.166

* I. 典型盐土; II 灌林(草甸)重盐土; III 草甸(灌林)重盐土; III₁ 荒漠化灌林重盐土; IV 洪积(残余)盐土; V 土; VII 强盐化灌林、草甸土; VII₁ 强盐化草甸土, VII₂ 强盐化灌林土; VIII (盐化)浅色草甸土; VIII₁ 中

草甸土; a 为禾本草甸: 芦苇、拂子茅、赖草、甘草、冰草及苦豆子、骆驼刺等; b 为耐盐草甸及灌丛: 野麻、苏枸杞、盐刺、麻黄等。

典型剖面的性质类均值

groups of typical profiles in South Xinjiang

残余碳酸钠 Residual sodium carbonate ($\frac{\text{meq}}{100\text{g}}$) soil 7	Cl ⁻ (%) 8	SO ₄ ²⁻ (%) 9	Na ⁺ , K ⁺ (%) 10	pH 11	生态特征与说明(群落**及其盖度等) Ecological characters and explanation
-22.351	2.766	1.429	2.068	8.13	b<5%, c≤10-20%, a = 残根
-25.585	2.351	2.238	2.040	8.41	b<30%, c≤20-40%,
-21.915	1.643	1.199	1.149	8.34	b≤20-40%, c≤40-50%, 个别 b = 80%
-13.003	1.913	0.701	1.293	8.13	b<5%, 杂有残余盐土、荒漠化盐土。
-11.906	0.692	0.704	0.538	8.35	b + 少量 a≤40-50%, c≤50-70%.
-3.833	0.295	0.199	0.202	7.98	d<5%, 有少数龟裂残余盐土。
-3.787	0.228	0.231	0.158	8.46	a≤35-60%, c≤50-70%, 有苏打盐化草甸土。
-0.981	0.064	0.074	0.054	8.21	a=50%, c>60%, 荒漠化 c = 20-30%
-0.588	0.032	0.043	0.029	8.01	a = 70-80%, 有一个荒漠灌丛土。
-0.996	0.053	0.074	0.095	8.27	a = 80%, 有沼泽草甸土、潮土。
-21.915	1.643	1.199	1.149	8.34	b<30%, c≤20-40%。
-14.429	1.446	0.752	0.990	8.09	c<5%, 个别达 10%
-12.378	0.832	0.714	0.605	8.36	c<50%, 个别 70%, 有个别 b = 40%
-9.494	0.517	0.691	0.454	8.33	b + 少量 a = 20-60%, c = 30-70%
-6.188	0.639	0.191	0.525	8.11	c<5%
-4.251	0.384	0.277	0.282	8.12	d<5%
-2.154	0.312	0.187	0.243	8.82	a = 35-60%, 个别达 90%
-4.583	0.227	0.294	0.160	8.47	c = 50-70%
-4.588	0.172	0.200	0.127	7.94	a = 10-30%, c = 40-60%
-0.230	0.051	0.054	0.054	8.32	a = 10-40%, c = 50-70%

V 草甸、灌丛盐土: V₁灌丛(草甸)盐土, V₂草甸(灌丛)盐土; VI 龟裂性土: VI₁龟裂残余盐土, VI₂盐化龟裂性度盐化浅色草甸(灌丛)土, VIII₁(轻盐化)浅色草甸(灌丛)土; IX 草甸土; X. 暗色草甸土, 沼泽草甸土也归此类。梢梢、盐爪爪、盐节木、盐穗木等; c 为平原林灌: 胡杨、红柳、铃铛刺、梢梢等; d 为荒漠植被: 骆驼刺、合头草、白

表 3 南疆土壤属

Table 3 The indexes of interclass delimitation in

各项性质的 指标权与权序 Weight of indexes of properties and its order		T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈
类 界 号 No. of interclass delimitation	综合系数 Synthetic coefficient	有机质 Organic matter	全 氮 Total N	C/N	整 盐 (0— 100 厘米) Salt in horizon of 0—100cm	表 盐 (0— 30 厘米) Salt in horizon of 0—30cm	底 盐 (31— 100 厘米) Salt in horizon of 31—100cm	残余碳酸钠 Residual sodium carbonate	Cl ⁻
		1	2	3	4	5	6	7	8
I II	1.5000	0.8785↓	0.0448↓	10.4690↓	7.0631	17.9055	2.4162↓	-23.6445↓	2.6002
I III	1.2000	0.6676↓	0.0376↓	9.9382↓	5.9921	14.1598	2.4916↓	-22.1529	2.2558
II III	0.8000	1.2878	0.0639	11.7090	5.7427	12.9815	2.6404↓	-23.5463	1.9576
I IV	1.0000	0.4150↓	0.0260↓	9.2170↓	5.7348	12.5012	2.8349↓	-17.6771	2.3397
III IV	0.8333	0.7077	0.0400	10.1177	4.5338	7.9811	3.0563↓	-17.0543	1.7903
III V	0.5556	1.0818↓	0.0520↓	12.2444↓	3.1607	6.5578	1.7049	-14.9601	1.0319
IV V	0.6667	0.8521↓	0.0419↓	11.5136↓	3.1436	5.7376	2.0320	-11.8589	1.1806
IV VI	0.6667	0.4874↓	0.0336↓	8.9008	2.2992	3.5660	1.7563	-7.5014	0.9421
V VI	1.0000	0.8151	0.0440	10.7577	1.6037	3.1948	0.9218	-7.4647	0.4936
V VII	1.1250	1.2445↓	0.0549↓	13.3518↓	1.5978	3.4294	0.8128	-7.6566	0.4736
VI VIII	1.1250	0.6380↓	0.0395↓	9.6289↓	0.6064	0.9543	0.4573	-2.4912	0.1860
VII VIII	1.0000	1.0832	0.0508	12.3154	0.5378	1.0635	0.3124	-2.3842	0.1456
VII IX	1.3333	1.3825	0.0687↓	12.3697	0.5273	1.0556	0.3008	-2.4162	0.1438
VIII IX	1.3333	1.0369↓	0.0590↓	10.6485	0.2282	0.3769	0.1645	-0.8127	0.0500
VII X	1.3333	1.6955↓	0.0809↓	12.7207	0.5626	1.1147	0.3259	-2.5912	0.1527
IX X	1.0000	1.7435↓	0.0954↓	10.8447↓	0.2056↓	0.3222↓	0.1556↓	-0.7922↓	0.0425↓
III III ₁	1.2500	0.8936	0.0508	10.4162	4.2153	8.7270	2.2816	-18.5880	1.5555
V ₁ V ₁	1.2000	1.1180	0.0508	12.9530↓	2.3021	5.0053↓	1.1437	-11.0669	0.6891
VI ₁ VI ₁	1.0000	0.6754	0.0478	8.3846	1.5454	2.6132	1.0880	-5.2197	0.5114
VII ₁ VII ₁	1.2000	1.0996↓	0.0467↓	13.7776↓	0.8697↓	1.9671	0.3994↓	-3.2581↓	0.2731
VIII ₁ VIII ₁	0.7500	0.7797	0.0391	11.6253	0.4049	0.7475	0.2580	-2.0974	0.1029
VII ₁ VIII ₁	1.0000	0.7419↓	0.0367↓	12.0772	0.7471	1.6335	0.3670↓	-3.3706↓	0.2417

本表土壤性质单位与表 1 同。表中数据后有“↓”者,如 I II 0.8785↓ 为后类 (II) 含量大于前类 (I); 无

• 表明界限指标对该两邻类的判别效果为显著 (显著性水平 $\alpha = 0.05$); ** 表明它为特别显著 ($\alpha = 0.01$)。

性分类界限指标表

classification of soil properties in South Xinjiang

0.1058⑦	0.1599②	0.0004⑩	判 别 权 Discrimina- tory weight (%)		判 别 应 用 参 数 Discriminatory parameter					F _r 检 验 效 果 Verification of visibility
0.0661④	0.0007③	0.0489⑥			判别系数 Discriminatory coefficient		判 别 值 Discriminatory value			
SO ₄ ²⁻	Na ⁺ , K ⁺	pH								
9	10	11	W ₁	W ₂	t ₁	t ₂	R _g	R _p	R _{gpo}	
1.7524↓	2.0570	8.2417↓	1.12	98.88	-14.1971	20.8110	0.6	-58.1	-34.6159	**
1.3242	1.6503	8.2244↓	60.87	39.13	-24.6139	19.4526	-24.5	-86.5	-58.3178	**
1.6605	1.5449	8.3726	36.75	63.25	-3.4256	-5.6822	-6.7	-20.6	-12.8541	**
1.0648	1.6806	8.1294↓	104.80	-4.80	-32.6485	8.6152	-45.6	-100.0	-72.8360	**
0.9271	1.2274↓	8.2263	-2.98	102.98	9.8230	-46.3405	64.5	-5.3	32.7367	**
0.8806	0.7559	8.3456↓	99.51	0.49	-20.1043	1.3145	13.9	-25.7	-0.2426	**
0.7027↓	0.8397	8.2615↓	50.82	49.18	-23.3885	23.3037	27.9	-52.6	-4.2901	**
0.3998	0.6381	8.0427	95.83	4.17	-33.6869	-20.1026	83.6	-13.5	44.7529	**
0.4515	0.3696	8.1660	27.44	72.56	-17.9430	-25.2853	64.4	-1.8	31.2579	**
0.4813	0.3590	8.3995	98.75	1.25	-16.9843	0.7909	33.6	11.6	21.9498	**
0.1400	0.1322	8.0890	29.30	70.70	-3.9340	6.8991	4.7	-2.8	0.7107	**
0.1522	0.1061	8.3322	29.20	70.80	-11.0563	-5.2561	27.7	16.8	22.2599	**
0.1503	0.1028	8.2646	85.48	14.52	-23.7300	-3.1077	59.9	43.3	50.3743	**
0.0604	0.0435	8.1220	79.53	20.47	-45.6365	5.1855	116.4	98.6	106.2259	**
0.1637	0.1312	8.3758	94.40	5.60	-23.5035	1.4013	64.0	46.8	54.1837	**
0.0586↓	0.0624↓	8.1378↓	-5.28	105.28	9.1672	11.5724	-5.9	-22.0	-13.9477	**
1.0002	1.0783	8.2288	9.59	90.41	-2.3416	-23.1623	10.6	-12.1	-2.0081	**
0.7036	0.5361	8.3481	91.62	8.38	-14.1356	-4.1548	11.2	3.7	7.0388	*
0.2340↓	0.4035	8.1136↓	41.47	58.53	-25.0893	-19.3548	61.8	40.9	51.3358	**
0.2355↓	0.2055	8.6634	-3.72	103.72	2.5242	7.4662	4.7	-3.8	0.0521	**
0.1162	0.0853	8.1535↓	94.69	5.31	-70.1989	5.3974	157.5	127.5	144.6410	**
0.1934	0.1850	8.3788	5.59	94.44	-5.4316	-13.1127	19.2	8.5	13.8414	**

“↓”者则相反。

表 4 验证剖面资料

Table 4 The data of properties of

序 号 Order No. of order	剖 面 号 No. of profile	有 机 质 (%) Organic matter	全 氮 (%) Total N	C/N	整 盐 (0— 100 厘米) (%) Salt in horizon of 0—100cm	表 盐 (0— 30 厘米) (%) Salt in horizon of 0—30cm	底 盐 (31— 100 厘米) (%) Salt in horizon of 31—100cm	残 余 碳 酸 钠 ($\frac{\text{meq}}{100\text{g soil}}$) Residual sodium carbonate
1		1	2	3	4	5	6	7
1	K-73	0.90	0.038	13.74	0.189	0.348	0.121	-0.32
2	K-84	1.02	0.050	11.88	0.253	0.278	0.243	-0.63
3	民-6	0.80	0.039	11.79	0.476	0.461	0.482	-2.20
4	民-7	0.49	0.021	13.80	0.552	0.530	0.561	-4.68
5	T-11	0.80	0.042	11.02	0.952	2.448	0.310	-4.00
6	巴-3	0.64	0.038	9.64	0.886	1.227	0.740	-6.03
7	T-12	0.77	0.037	12.18	0.727	2.118	0.131	-1.54
8	T-3	1.20	0.062	11.13	0.834	1.374	0.603	-5.33
9	b-44	0.26	0.018	8.74	16.104	40.798	5.522	-25.01
10	b-65	0.50	0.036	8.06	4.178	6.330	3.255	-10.56
11	z-13	0.92	0.056	9.59	11.511	30.679	3.296	-15.03
12	76-K-6	—	—	—	62.531	71.830	58.546	-38.95
13	z-44	0.98	0.057	10.02	4.556	8.944	2.676	-22.56
14	z-63	2.90	0.140	11.99	2.682	4.098	2.076	-17.66
15	皮-3	0.94	0.035	15.62	3.422	8.453	1.267	-13.97
16	麦-5	2.08	0.081	14.84	2.090	5.036	0.827	-10.85
17	a-71	1.09	0.065	9.70	3.905	8.001	2.150	-20.93
18	b-57	1.47	0.082	10.36	0.078	0.092	0.072	-0.25
19	T-7	0.91	0.055	9.55	0.543	1.206	0.259	-2.48
20	b-53	6.13	0.292	12.17	0.244	0.343	0.202	-1.89
21	z-1	0.44	0.077	9.63	7.684	14.064	4.950	-17.21
22	76-K-7	2.1	0.085	14.37	1.924	2.464	1.692	-3.73
23	巴-8	1.53	0.082	10.78	0.966	2.701	0.222	-6.52
24	K-71	0.85	0.029	16.70	1.335	3.440	0.433	-8.60
25	K-80	0.88	0.038	13.55	3.945	10.222	1.255	-12.00
26	K-66	1.45	0.064	13.11	0.796	2.198	0.195	-3.28
27	z-35	0.49	0.034	8.19	0.055	0.096	0.038	-0.05
28	z-15	1.62	0.081	11.54	4.561	10.441	2.041	-14.62
29	z-16	1.13	0.056	11.81	2.194	3.435	1.662	-11.08
30	z-26	1.35	0.056	14.03	0.430	1.079	0.152	-1.59
31	b-52	0.56	0.044	7.42	0.156	0.262	0.110	-0.03
32	若-7	1.71	0.080	12.39	1.792	3.125	1.090	-12.57

* 属性归类号含意见表 2。

与属性归类结果

verifying soil profiles and their grouping

Cl ⁻ (%) 8	SO ₄ ²⁻ (%) 9	Na ⁺ , K ⁺ 10	pH 11	主 成 份 值 Value of principal composition		属性 归 类 号 * No. of classified group	野外调查名称 Name of field survey
				Y ₁	Y ₂		
0.044	0.051	0.046	8.26	-2.3138	-0.0442	VIII ₁	沼泽草甸土
0.069	0.077	0.068	8.49	-2.2755	0.0871	VIII ₁	盐化草甸土
0.156	0.140	0.119	8.11	-2.0163	-0.5115	VIII ₁	红柳林土
0.082	0.289	0.085	8.20	-1.7737	-0.5545	VIII ₁	胡杨林土
0.264	0.338	0.243	7.90	-1.7209	-0.6420	VIII ₁	盐化浅色草甸土
0.208	0.379	0.180	8.56	-1.5395	-0.5858	VIII ₁	盐化灌林土
0.223	0.197	0.206	8.13	-1.9400	-0.4442	VIII ₁	荒漠化草甸土
0.308	0.172	0.158	7.52	-1.8835	-0.3497	VIII ₁	盐化红柳林土
1.877	3.259	0.977	7.84	5.9320	-0.7132	I	典型盐土
1.825	0.673	1.278	8.02	0.8541	-1.3429	IV	洪积盐土
5.229	2.173	4.136	8.08	5.4426	0.3071	I	残余盐土
35.839	5.124	25.102	7.64	45.9490	-4.9399	I	矿质盐土
1.334	1.336	0.998	8.32	1.0883	0.2679	III	典型盐土
0.514	0.824	0.326	8.13	0.8084	2.9872	V ₁	胡杨林残余盐土
1.282	0.874	0.940	9.00	0.2611	1.1893	III	红柳林盐土
0.497	0.798	0.478	8.57	-1.0329	2.2370	V ₁	胡杨林盐土
1.543	0.869	0.947	8.27	0.7062	0.2712	III	红柳林盐土
0.008	0.009	0.004	7.96	-2.6290	0.2725	IX	(弃耕)草甸土
0.131	0.179	0.115	8.92	-2.0185	0.0701	VII ₂	荒漠化草甸土
0.020	0.093	0.014	7.84	-3.8090	7.2645	X	草甸沼泽土
2.828	1.738	2.298	7.59	3.3369	-1.2215	I	龟裂残余盐土
0.528	0.396	0.520	7.63	-1.4152	1.2896	VII ₂	盐化胡杨林土
0.332	0.236	0.180	8.12	-1.8909	0.6534	VII ₂	盐化胡杨林土
0.626	0.197	0.415	8.79	-1.2336	0.8147	V ₂	草甸盐土
1.270	0.834	1.101	8.67	0.3570	0.5931	III	草甸盐土
0.232	0.241	0.193	8.19	-2.0134	0.7066	VII ₂	盐化草甸土
0.008	0.015	0.011	8.34	-2.3105	-1.2929	VI ₂	龟裂性土
2.070	0.707	1.361	7.94	0.7285	0.8901	III	红柳林盐土
0.745	0.520	0.483	7.88	-0.7261	-0.0080	V ₂	盐化红柳林土
0.126	0.150	0.119	8.33	-2.2280	0.7144	VII ₁	脱沼泽草甸土
0.029	0.034	0.035	8.13	-2.0307	-1.3705	VI ₁	龟裂性土
0.538	0.663	0.382	7.80	-1.0858	0.9896	V ₂	胡杨林土

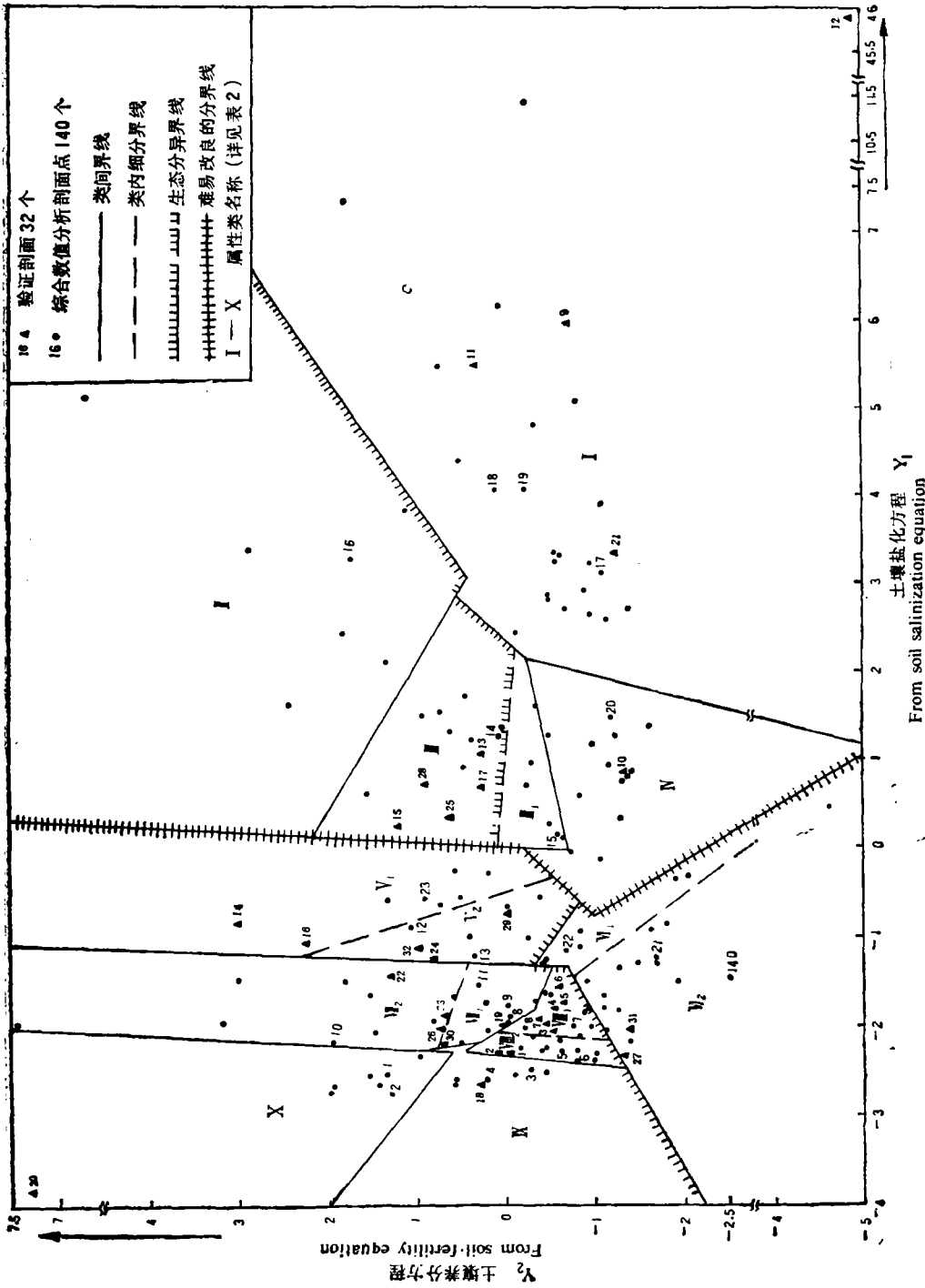


图1 新疆土壤综合数法分析的散点图
Fig. 1 The distribution of scattering points of soils in South Xinjiang by AMSV

分资料,按 30 厘米厚度整理表土的盐分含量(简称“表盐”),按 1 米厚度整理整个剖面的盐分含量(简称“整盐”)、总碱度、残余碳酸钠、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 的含量加权均值及其百分比含量和离子比值($\text{Na}^+ / [\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}]$ 、 $\text{Cl}^- / \text{SO}_4^{2-}$),以及按 31—100 厘米整理出心底土的盐分含量(简称“底盐”)加权均值。共计十六项属性,汇列于表 1。

(二) 研究方法 目前能计算出分类界限指标的较合适的数学方法,是综合数值分析法^[1]。为了满足综合数值法中两个主成份方程达 70% 贡献率的要求,我们摸索到一种选择性质项的数学方法,以避免主观或盲目选择的影响。这样,尽可能地把所有性质(16 项)数据输入电算机,然后根据数学计算出的每项性质的选择参数值(R_e)的大小,选定表 1 中前 11 项性质、140 个剖面资料进行综合数值分析。两个离子比值的 R_e 值虽较大,但因其分类时一般不用而仅供划分土种用,故未选入。

二、结果和讨论

(一) 主要结果

1. 主成份方程: 南疆土壤的主成份方程为:

$$\begin{aligned} Y_1 &= 0.1081x_1 - 3.9009x_2 - 0.0058x_3 + 0.1268x_4 + 0.0465x_5 + 0.2505x_6 \\ &\quad - 0.0374x_7 + 0.2812x_8 + 0.3348x_9 + 0.3553x_{10} + 0.0684x_{11} - 2.6810 \\ Y_2 &= 0.6916x_1 + 16.6811x_2 + 0.1716x_3 + 0.0095x_4 + 0.0086x_5 - 0.0627x_6 \\ &\quad - 0.0114x_7 - 0.0209x_8 + 0.2647x_9 + 0.0240x_{10} + 0.7311x_{11} - 9.7149 \end{aligned}$$

式中 $x_1, x_2, \dots, x_{11}$ 依次相应于表 1 中前 11 项性质。 Y_1 因几项盐分和 Na^+ 的性质指标权(T_{1i})较大,被称为盐化方程。 Y_2 因有机质、全氮和 C/N 的指标权(T_{2i})较大,故被称为养分方程。 Y_1 方程的贡献率达 52.92%, Y_2 为 20.15%, 累计 73.43%。

2. 绘有分类界线的散点图和类均值表: 南疆土壤综数法分析的散点图如图 1 所示。它将南疆分成十大土壤(属性)类。其中 III、V、VI、VII 类被细分成二个小类, VIII 类与验证点一起也被细分为二。各类土壤赋予的名称、所含剖面数和典型剖面数,以及其各项性质类均值,均列在表 2。

3. 类间界限指标综合成果表: 南疆各土类间界限指标综合成果表,如表 3 所示。表上 T_{1i} 中最大的是整盐,在 T_2 中最大的是有机质,表明它们在南疆土壤分类中起着很重要的作用。

上述三项,尤其表 3,是此次初步研究的主要结果。

(二) 结果的分类检查、验证

1. 分类检查: 按照综数法,散点图上绘出分类界线以后,不仅对 67 个典型剖面,而且对其余 73 个剖面也作了分类。整个分类检查看来,绝大部分剖面的类名,都与野外剖面记载表中的调查名称一致。一些特殊剖面在图 1 的位置(如棕漠土[140]在龟裂性土一侧而又更显荒漠),以及耕种土壤归于荒地土壤的情况(如潮土[2]归于暗色草甸土,新垦胡杨林土归于浅色草甸[灌林]土)等,说明综数法分析的结果是符合土壤分布规律的。

2. 验证: 验证剖面仍取 1975—79 年新疆荒考队调查的资料,共 32 个,汇列于表 4。验证与应用方法有简便和严密之分^[2]。这些剖面按表 3 或图 1 所分的类型也附在表 4 后。

1) 卜兆宏: 应用综合数值分析法对漠境土壤分类界限指标的初步研究。《干旱区研究》,待刊稿。

它们与调查名称较相符,如 K-80 和 K-66 调查名称分别为草甸盐土和盐化草甸土;例行分类定为典型盐土和草甸盐土;而按此次分类为草甸重盐土和盐化草甸土。验证表明,上述结果是可靠的。

(三) 属性分类的问题及其意义

与南疆的例行分类比,此次分类结果则有如下不符情况:(1)把许多盐土划入盐化土壤,因过去分类仅根据一项表盐 2% 的界限指标;(2)无法使属性差异大的荒漠化盐土和残余盐土单独聚为一类,因例行分类主要依据地下水位(多数只能目估或推测出)来划分的;(3)难以确切区分长草甸和长灌木的土壤,因它们的现有属性相近,幸而通过野外取土调查和遥感判读能解决。这些问题,既反映出此次分类缺少确切地下水位数据尚需进一步完善,也反映出例行分类中也还有商榷之处。

正是基于上述问题,我们称此次分类为属性分类,以示与南疆的例行分类相区别。

就单个土壤而言,属性分类结果与野外调查名称较一致。大而言之,图 1 将有关分类界线标为生态分异界线和难易改良界线,它们将南疆土壤划分为四大类组:一组是轻盐高肥型,包括 V、VII、VIII、IX、X 类;二组是轻盐低肥型,VI 类;三组是重盐高肥型,有 II、III 类;四组是重盐低肥型,有 I、IV、III₁ 类。前两组是易于改良利用的土壤,整盐含量一般 < 2.3%,后两组是难于改良的,整盐含量一般 > 4.4%。

属性分类把大部分荒漠化盐土和残余盐土分别归入典型盐土和洪积盐土,少部分归入草灌(重、轻)盐土和龟裂性土。从南疆农区、团场垦荒改良多年的经验教训看来^[7],只有归入一、二类组的残余盐土、荒漠化盐土等,今日才能成为稳产高产农田;而凡在三、四类组开垦的残余盐土,因表盐、底盐均重,今日不是撩荒地,就是耗水耗肥又耗资的赔本田。属性分类表明,一般地谈论残余盐土“可以开垦利用”、“都是开荒对象”,是不妥的;而在荒地资源评价中将残余盐土和荒漠化盐土分成轻、中、重三级^[4],至关重要。

因此,按属性界限指标(表 3 或图 1)分类的意义在于:(1)有利于野外调查和遥感识别土壤类型,较宜于大家掌握;(2)有利于区分难易改良利用的土壤,做到同名同土同性,故其结果较宜于农林牧生产部门应用。

(四) 南疆盐土和盐化土壤的分类界限指标

对于盐土的划分指标,许多专著^[2,3]、教科书^[1]、报告²⁾中都提到。其中同为新疆盐土的划分指标也各不同,有的为 3%,有的为 2%^[2,3],但均仅依一项表盐含量为划分依据。因此,找出正确划分它们的界限指标,在科学研究和生产应用上都有一定意义。

图 1 中的类界 V VII VI₁ VI₂ 及其在表 3 中的性质数据,就是南疆划分盐土和盐化土壤的界限指标。V VII 界的判别权 $W_1 > W_2$,说明主要由 T_{11} 中的整盐 1.6%、 Na^+ 0.36%、表盐 3.43%、 Cl^- 0.47% 和底盐 0.81% 五项性质界限指标决定。凡是大于或等于这些数据者为盐土,反之为盐化或非盐化土壤。VI₁ VI₂ 界的 $W_1 < W_2$,且相近,

1) 何万云,1979 年:《土壤学》第三分册,河北农业大学印。

2) П. С. 巴宁,1959 年:新疆荒漠地区土壤分类。苏联专家报告选辑。

说明不仅要考虑 T_{1j} 中权重大的三项, 还要考虑 T_{1i} 中的三项界限值。可见, 划分盐土的界限指标, 水成型和自成型两种土壤是不同的。这里我们仅讨论水成型的 V VII 类界限指标的正确性。

1. 界限指标的确定有坚实的数理基础: 此次试验不仅剖面数量多、地域广、项目全, 而且项目的选择由数学参数 Re 值定, 无人为主观影响; 同时样本(剖面)数为变量(性质项)数的 12.7 倍, 远超过一般多元分析 5—10 倍的要求。就单个的 V 类和 VII 类而言, 剖面数也有 19 和 21 个。这远较过去仅从少量剖面、单项表盐指标划分盐土, 更有坚实的数理基础。

2. V VII 界线两侧有明显的生态差异: 远离界线的土壤固然有强烈的生态差异。而位于界线两侧的剖面存在植物群落和长势的生态差异, 则说明此界线及其界限指标划得合理。例如位于界线左侧的 11 点 (K-72, 见表 1 和图 1), 以芦苇为主的甘草、骆驼刺和野麻群落, 盖度为 35%。而在界线右侧的 13 点 (z-43), 以红柳为主的骆驼刺、盐穗木、小芦苇和黑刺群落, 盖度 20%。

表 5 南疆土壤盐渍化分级的界限指标

Table 5 The major indexes of subdivision of soil salinization in South Xinjiang

土壤性质 Soil properties	盐化分级名称 Name of subdivision of soil salinization	非盐化 Non-salinization	盐 化 Salinized soil			盐 土 Saline soil		
			轻盐化 Weakly	中度盐化 Moderately	重盐化 Strongly	轻盐土 Weakly	重盐土 Strongly	极重盐土 Very strongly
	整盐(0—100 厘米)(%) Salt in horizon of 0—100cm	<0.22	0.23—0.40	0.41—0.74	0.75—1.60	1.61—3.16	3.17—5.74	>5.75
	Na^+ , K^+ (%)	<0.04	0.05—0.08	0.09—0.18	0.19—0.35	0.36—0.75	0.76—1.54	>1.55
	表盐(0—30 厘米)(%) Salt in horizon of 0—30cm	<0.37	0.38—0.74	0.75—1.63	1.63—3.42	3.43—6.55	6.56—12.98	>12.99
	Cl^- (%)	<0.06	0.07—0.10	0.11—0.24	0.25—0.47	0.48—1.03	1.04—1.95	>1.96
	底盐(31—100 厘米)(%) Salt in horizon of 31—100cm	<0.16	0.17—0.25	0.26—0.36	0.37—0.81	0.82—1.70	1.71—2.64	>2.65

3. 界线两侧存在盐分差异: (1) 表盐盐分不同。这不仅盐土的表盐大于 3.43%, 而且其溶液盐分比固体盐分大。因未作土壤溶液的压榨提取, 无确切数据讨论。在远不及南疆干旱的戈洛德草原, 根据柯夫达列出的盐土和中度盐化土的水浸盐分和溶液盐分的资料^[8], 可以得出 30 厘米厚的表盐 4.6% 的盐土含有溶液盐分占 70%, 而表盐 1.6% 的中度盐化土壤只占 50%。在南疆, 棉花苗期 0—20 厘米含盐 1.5% 的盐化土壤也含有 50% 的固体盐分^[6]。由此推论南疆荒地土壤中的盐土和盐化土壤也存在这种差异, 而且可能更大。柯夫达指出: “盐分对植物的毒性与土壤中呈溶液状态的盐类有关”, 而与固体盐分无关。强盐化土壤表盐虽达 3.42%, 但其中有一半以上的盐分是无害的; (2) 底盐不同。强盐化土壤均小于 0.8%, 只要芦苇根系穿过 30 厘米表土层, 到达湿润少盐的底土时, 仍能良好地生长。而盐土不仅表盐中溶液盐分多, 且底盐重, 使草甸植被难以生存; (3) 盐分组成有差异。从表 2(8, 9 栏) 可知, VII、VIII 两类盐化土壤的 SO_4^{2-} 一般比

Cl^- 多,为氯化物—硫酸盐型,而各类盐土则相反,多为氯化物型。通常硫酸盐对植物的毒性,较氯化物小三倍。正是上述几种盐分差异,使界线两侧存在明显的生态差异,同时也说明了表盐为 3.42% 的强盐化土壤为何仍能生长草甸植物。

综上所述,表明这条划分盐土和盐化土壤的界限指标,是有根据的、合理的。同样,表 3 中的其它界限指标,为新疆例行分类系统的修订也提供了较充分的依据。

为了便于应用,从表 3 中选有关类界 T_{11} 大的几项列成表 5,作为新疆荒地土壤盐渍化分级指标。

三、结 论

从以上结果和讨论中,可以得出如下结论: 1. 应用综数法对新疆荒考四年的土壤养分和盐分资料处理后,基本找到了划分该区主要土类的性质界限指标,可供今后参考和应用; 2. 这样的属性分类具有同名同土同性的特点,有利于野外调查识别土壤,并确定其改良的难易程度; 3. 新疆划分盐土的指标主要有五项,关键是整盐、 Na^+ 和 3.43% 的表盐。

参 考 文 献

- [1] 卜兆宏、万洪富, 1982: 土壤分类分级中的综合数值分析法的初步研究。土壤学报, 第 19 卷 3 期, 283—295 页。
- [2] 中国科学院南京土壤研究所, 1978: 中国土壤。科学出版社。
- [3] 中国科学院新疆综合考察队, 1965: 新疆土壤地理。科学出版社。
- [4] 中国科学院南京土壤研究所新疆队, 1979: 新疆库尉轮地区荒地土壤资源评价。土壤专报, 37 号, 119—127 页。
- [5] 赵其国、朱显谟, 1981: 世界土壤政策会议概况, 土壤, 第 13 卷, 4 期。
- [6] 董汉章, 1964: 新疆沙井子灌区及塔里木垦区几种主要作物的耐盐度。土壤通报, 第 3 期, 20—26 页。
- [7] 黎立群等, 1980: 新疆种稻改良盐土的问题。土壤学报, 第 17 卷 4 期, 365—373 页。
- [8] B. A. 柯夫达(席承藩等译), 1957: 盐渍土发生与演变(上册)。科学出版社。
- [9] Ловова, Е. В. 1960: Почвы Пустынной Зоны СССР. Изд. АН. СССР.

PRELIMINARY STUDY ON THE CLASSIFICATION OF SOIL PROPERTIES AND THE INDEXES OF INTERCLASS DELIMITATION OF SOILS IN SOUTH XINJIANG

Pu Zhaohong and Tang Wanlong

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

Summary

The statistical values of various properties of the soils developed on pluvial-alluvial and alluvial plains in South Xinjiang were obtained by analytical method of synthetic value (AMSV) on the basis of large amounts of data of soil properties, which is helpful for comprehension of the characteristics of the soils in the region. Simultaneously, the principal composition equation, scattered point graph and indexes of interclass delimitation of soils in the region were obtained, which provides the possibility for correction of the existing soil classification system of the region. Results from 32 profiles showed that the results obtained from this approach could be used as the reference for the classification of the soils in the region.

This classification has also been proved advantageous not only to discriminate the soils from the data of field survey or remote sensing, but also to determine the possibility of soil improvement. It was showed from the results obtained that all residual saline soil was not suitable for reclamation.

In addition, the indexes of interclass delimitation for saline and salinized soils in the region are discussed. Five factors including salts in whole profile (0—100 cm), Na^+ , salts in surface soil (0—30 cm), Cl^- and salts in subsoil (31—100 cm) were used as the indexes in which salts in whole profile, Na^+ and salts in surface soil are considered as the more important indexes.