

新疆博格达山北坡土壤形成特征 及其垂直分布

刘立诚
(新疆大学)

摘要

博格达山北坡土壤形成过程主要有腐殖质化过程、粘化过程、钙化过程、残余盐化-碱化过程、高山融冻过程。土壤风化程度低,粘土矿物以伊利石为主,粘粒 $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}$ 为 2.84—3.54,各土类差别不大, R_2O 沿剖面无明显移动。

本区山体高大,土壤垂直分布完整,在天山北坡有代表性,并具温带荒漠土壤的垂直分布特点。土壤垂直分布东、西差异明显,西部完整,东部无荒漠土壤和高山草甸土。

一、土壤形成的环境条件

博格达山位于北纬 $43^\circ 10'$ — $44^\circ 5'$ 和东经 $87^\circ 60'$ — $91^\circ 35'$, 山脉长 330 公里,宽 40—70 公里,其北坡分属阜康、米泉、吉木萨尔、奇台、木垒五县。大地构造上属于天山纬向构造带,是天山地槽华力西褶皱带的一个复背斜。山脉大致呈东西走向,海拔高度 4000 米以上的高峰主要分布于奇台以西,主峰博格达峰海拔高度 5445 米;向东山顶高度降低,进入木垒县后,大部分在 3000 米以下。

博格达山山前拗陷中生代向西、向北迁移,中、东部相对隆起,所以奇台、木垒一带缺乏中生代地层,无前山带,对于土壤垂直带谱的完整性有很大影响。

本区高山部分不仅有现代冰川,而且自第四纪以来有 3—4 次冰期发育^[3,4],更新世晚期,普遍有黄土堆积,对现今土壤的发育有重要作用。

山地不同高度变化所引起的水热状况的差异,是土壤植被垂直规律性分布的主要因素。综合各景观要素可分为以下各自然景观带:

1. 高山冰雪带: 分布于海拔高度 3600 米以上地区,年平均气温 -6°C 以下,地表多被冰雪覆盖,冰川蚀积强烈,刃脊、角峰冰蚀地貌广泛发育。

2. 高山寒冻带: 分布于 3300—3600 米之间,年平均气温 -5°C 左右,地表基岩裸露,寒冻风化强烈,石流、倒石锥广布,土壤砾质、薄层、剖面分化弱,形成极为原始。

3. 高山-亚高山草甸带: 分布于 2700—3300 米(阳坡 2600—3300 米)的高山、亚高山地区。年平均气温 -3 — -5°C , 年降水量约 600 毫米。高山芨原草甸,分布于 2900—3300 米,植被有嵩草 (*Cobrecia capilliformis*)、苔草 (*Carex stenocarpa*)、珠芽蓼 (*Polygonum viviparum*)、火绒草 (*Leontopodium alpinum*) 等,土壤为高山草甸土;亚高山草甸,分布于

2700—2900米(阳坡2600—2900米),植被有苔草、嵩草、老鹳草(*Geranium pseudosibiricum*)、龙胆(*Gentiana tianschanica*)、萎陵菜(*Potentilla bifurca*)、糙苏(*Phlomis orcopila*)等,土壤为亚高山草甸土。

4. 中山森林-草甸草原带: 分布于1600—2700(2800)米的中山带,年平均气温 2°C 左右,1月份平均气温 -11.4°C ,7月份 14.3°C 。11月中旬开始封冻,翌年4月下旬开始融化,土壤冻结深度1.3米以上。年降水量500毫米左右,其中70%以上降于5—9月,年蒸发量1400毫米。森林分布于1700米以上的阴坡。以雪岭云杉(*Picea schrenkiana*)为主,灌木有忍冬(*Lonicera* sp.)、蔷薇(*Rosa albevti*)、栒子木(*Cotoneaster melanocarpa*),林下草类种属繁多。土壤为灰褐色森林土。2400米以上阴湿地区为淋溶灰褐色森林土。林带以下及2600米以下的阳坡为草甸草原,以糙苏、著草(*Achillea*)、拂子茅(*Calamagrostis*)、无芒雀麦(*Bromus iuermis*)、鹅冠草(*Roegneria turczaninowii*)等为主。草原常见有针茅(*Stipa capillata*)、稜狐茅(*Festuca sulcata*)等,并常杂有灌木蔷薇、忍冬等。土壤分别为黑钙土和栗钙土。

5. 低山草原带: 分布于700—1600米,年平均气温 $2-4^{\circ}\text{C}$,降水量200—400毫米,有三级阶地,上复黄土状物质。上部为真草原,主要有针茅、稜狐茅、扁穗冰草(*Agropyrum cristatum*)等,土壤为栗钙土。1300米以下为荒漠草原,有蒿属(*Artemisia*)、木地肤(*Kochia prostrata*)、优若藜(*Eurotia cernitoides*)等。土壤为淡栗钙土和棕钙土。

6. 山前荒漠带: 分布于700米以下的山前倾斜平原,多黄土状堆积。年平均气温 6°C ,年降水量180毫米。植被主要有博乐蒿(*Artemisia bcratalensis*)、琵琶柴(*Reaumuria soongorica*)、假木贼(*Anabasis salsa*)、梭梭(*Haloxylon persicum*)等。土壤为灰漠土。

二、土壤形成过程的主要特征

(一) 土壤化学组成与化学风化的主要特征

土壤矿质全量和粘粒(< 0.001 毫米)化学组成见表1、表2。本区主要土类硅铝铁率均较高。土体硅铝铁率一般6.10—7.20,粘粒硅铝铁率2.84—3.54,沿剖面分布均较均匀,说明土壤矿物质分解转化较弱,化学风化程度甚低,三氧化物缺乏明显的移动。高山草甸土硅铝分子率略低于其他土类,化学风化程度略深。受生物累积作用的影响,灰褐色森林土腐殖质层 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 含量较高。 CaO 在80厘米以下增多,系 CaCO_3 淀积所致。

主要土壤的差热分析如图1所示,各土类在 $110-150^{\circ}\text{C}$ 有强烈的第一个吸热反应,且在 550°C 和 850°C 左右尚有第2和第3个吸热反应,说明土壤粘土矿物皆以伊利石为主;这点从各土类粘粒 K_2O 含量很高也可得到证实,如果以水云母含 K_2O 6%计算^[8],则各土类伊利石可达47—77%。部分土壤层次(如高山草甸土6—22厘米,灰褐色森林土39—55厘米)第一个吸热谷范围很大, $600-650^{\circ}\text{C}$ 有弱的吸热反应, 900°C 以上有放热反应,同时 MgO 含量较高,显示还有蒙脱类矿物存在。 $200-300^{\circ}\text{C}$ 的较强放热反应为残留腐殖质燃烧所致。灰褐色森林土粘化层(39—55厘米) 220°C 有小的吸热停顿, 430°C 有小的放热峰,表明非晶体氧化铁的存在。

表 1 土壤矿质全量分析

Table 1 Total analysis of soils

剖面号 Profile No.	土壤类型 Soil type	采样深度 (cm) Depth	土壤全量分析(占灼烧土重%) Total content of the soils (% ignited soil)						分子比率 Molecular ratios		
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$
C ₀₁	高山 草甸土	0—16	62.21	16.42	7.18	0.98	3.69	2.69	6.65	23.80	5.20
		6—22	68.40	15.10	6.49	0.83	2.34	2.45	7.79	28.07	6.10
		22—70	69.33	15.06	6.46	0.84	2.32	2.28	7.83	28.61	6.15
E ₁₆	灰褐色 森林土	2—11	67.00	13.92	7.09	0.78	2.59	3.70	8.14	25.13	6.15
		11—39	67.93	14.45	6.67	0.72	2.74	1.84	7.97	27.06	6.15
		39—55	68.35	14.34	6.30	0.59	2.75	2.06	8.07	28.82	6.32
		55—100	64.03	13.05	5.66	0.62	8.99	2.11	8.29	30.03	6.49
		100—140	63.42	12.14	5.43	0.62	11.52	2.29	8.85	31.07	6.89
E ₂₁	灰漠土	0—2	68.13	13.18	4.54	0.76	6.27	2.64	8.78	39.97	7.20
		2—7	66.88	13.92	5.09	0.75	7.05	2.30	8.17	35.02	6.62
		7—24	65.16	14.42	5.21	0.68	7.44	2.70	7.68	33.36	6.64
		24—58	61.66	13.46	5.11	0.66	8.97	2.40	7.79	32.16	6.27
		58—82	65.38	13.55	4.96	0.66	7.20	2.52	8.19	35.10	6.65
		82—100	67.16	13.87	5.24	0.75	7.07	1.15	8.23	34.21	6.64

注: 土壤矿质全量用碱性熔融法; SiO₂ 用氟硅酸钾容量法; Al₂O₃ 用氟化物取代 EDTA 容量法; Fe₂O₃ 用重铬酸钾容量法; TiO₂ 用 H₂O₂ 比色法; CaO, MgO 分离重金属后(用六次甲基四胺-铜试剂分离)用 EDTA 法。

表 2 土壤胶体 (< 1 微米) 的化学组成 (%)

Table 2 Chemical Composition of soil colloids (< 1μ, %)

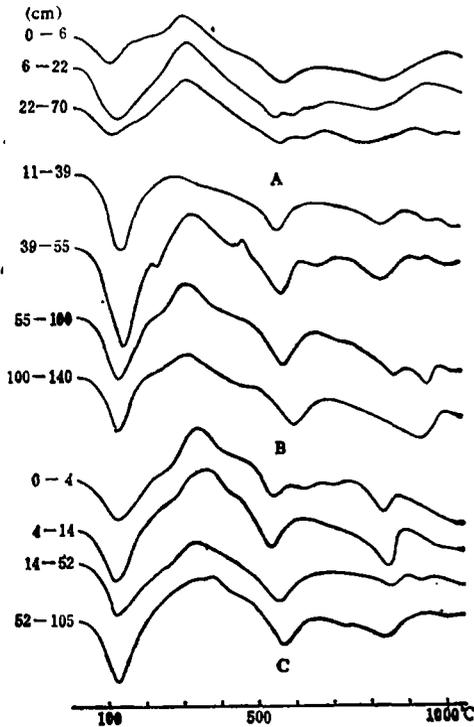
剖面号 Profile No.	土壤类型 Soil type	采样深度 (cm) Depth	胶体矿质分析(占灼烧土) Chemical composition (% of ignited mater)								分子比率 Molecular ratios		
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$
C ₀₁	高山 草甸土	0—6	55.02	21.64	10.78	1.08	1.40	4.21	1.13	3.63	4.32	13.59	3.28
		6—22	53.41	23.61	13.06	0.83	1.40	3.76	1.05	3.09	3.84	10.89	2.84
		22—70	53.41	23.41	12.21	0.82	1.48	3.30	1.02	3.18	3.88	11.64	2.91
E ₁₆	灰褐色 森林土	11—39	58.86	23.32	9.45	0.93	1.70	3.07	0.85	2.80	4.29	16.58	3.41
		39—55	57.31	22.37	10.26	0.80	2.53	3.65	0.98	3.13	4.35	14.86	3.37
		55—100	59.02	22.06	9.84	0.93	1.77	2.73	0.91	3.61	4.55	16.23	3.54
		100—140	56.43	22.24	9.98	0.96	2.39	3.34	1.35	3.10	4.31	15.06	3.35
C ₁₋₃	灰漠土	0—4	55.25	21.74	11.49	0.91	1.32	5.11	0.76	3.05	4.32	12.80	3.23
		4—14	55.01	21.35	9.52	0.75	1.59	5.62	0.89	4.47	4.38	15.39	3.41
		14—52	56.29	22.62	9.62	0.98	1.68	2.85	1.08	4.64	4.23	15.58	3.33
		52—105	57.14	22.48	10.53	0.87	1.33	4.35	0.95	3.34	4.32	14.45	3.33

注: Na₂O, K₂O 用 CaCO₃-NH₄Cl 焙熔法, 火焰光度计测定; 其他矿质成分与表 1 方法相同。

以上说明, 本区土壤化学风化程度甚低, 粘土矿物尚停留在水化脱钾作用阶段, 反映了温带荒漠土壤垂直系列中土壤化学风化和粘土矿物组成的特点。

(二) 腐殖化过程的主要特征

本区土壤腐殖质组成, 根据出现的 H/F 值(胡敏酸与富里酸的比值)可区分为以下三种类型(表 3): (1) 土壤腐殖质组成以富里酸为主, H/F 值 0.43—0.82, 有高山草甸土、亚高山草甸土、棕钙土、灰漠土; (2) 胡敏酸略高于富里酸, H/F 值 1.03—1.12, 为栗钙土和灰褐色森林土; (3) 胡敏酸占绝对优势, H/F 值 2.38, 土壤仅有黑钙土。



A: 高山草甸土 (C_{s1}) B: 灰褐色森林土 (E_{1s})
C: 灰漠土 (E_{1s})

图 1 土壤粘粒的差热曲线

Fig. 1 Differential thermal curves of soil clay

不同土壤类型消光值有所区别(表 3), 以黑钙土、栗钙土、灰褐色森林土 E_s 值最高, 可达 1.92—3.00, 亚高山草甸土、棕钙土次之, 为 1.47—1.50; 灰漠土、高山草甸土较低, 只有 0.82—1.26。说明黑钙土、栗钙土、灰褐色森林土胡敏酸中参与芳碳组成的含碳部分为多数, 芳香碳网缩合程度最高; 亚高山草甸土、棕钙土次之; 高山草甸土、灰漠土芳香碳网缩合程度较低, 胡敏酸具亲水基的侧基含量高, 结构相对简化。

值得注意的是灰褐色森林土腐殖质组成性质与一般针叶林下土壤和我国大部分森林土壤不同, 这些土壤多以富里酸为主, H/F 值 0.15—0.74, E_s 值 0.69—1.33^[2]; 而本区灰褐色森林土 H/F 值 1.0 以上, E_s 值 1.92, 差异甚为明显。这种差异形成受本区各种成土因素的综合影响, 例如这里的云杉林属明亮针叶林, 林下草本植物繁茂, 凋落物含灰分

盐基丰富^[5], 极适于以细菌为主的微生物区系发育, 这类土壤腐殖质是在细菌转化植物残体的生物活性增强的条件下形成的。另外, 以水云母为主的中性土壤矿质成分, 也利于胡敏酸的形成和腐殖质芳构化度的增高^[2]。

高山草甸土与灰漠土虽然腐殖质组成皆以富里酸为主, 腐殖质芳构化度均较低, 但是其影响机制各不相同, 高山草甸土与低温有关, 抑制了微生物活动, 影响土壤腐殖质程度; 灰漠土则是由于干热的气候条件和有机质的强烈分解作用, 有利于富里酸与简单胡敏酸的形成^[6]。

高山草甸土与灰漠土虽然腐殖质组成皆以富里酸为主, 腐殖质芳构化度均较低, 但是其影响机制各不相同, 高山草甸土与低温有关, 抑制了微生物活动, 影响土壤腐殖质程度; 灰漠土则是由于干热的气候条件和有机质的强烈分解作用, 有利于富里酸与简单胡敏酸的形成^[6]。

(三) 粘化过程的主要特征

本区灰褐色森林土, 灰漠土形成变质粘化层, 有粘化过程的表现^[7]。处于中山森林草甸草原带的灰褐色森林土降水量适中, 干湿季明显, 尤其是一年内高温多雨季节同时出现, 土体内较高的温度和湿度相结合, 有利于土壤风化过程的进行。同时土壤表层水热变化频繁, 大部分时间土壤水分含量低, 不利于矿物转化; 土壤下层平均温度较低, 对于矿物转化也有影响, 所以唯有剖面中部水热结合较好, 且较稳定, 乃是最利于矿物转化的部位, 故土壤粘化层多出现于剖面中部。灰褐色森林土主要表现为 40—60 厘米深度粘粒含量

表 3 土壤腐殖质组成

Table 3 Composition of humus of soils

剖面号 Profile No.	土壤类型 Soil type	采样深度 (cm) Depth	C (%)	胡敏酸 HA	富里酸 FA	胡敏酸 富里酸 HA/FA	E _d
				(占全 C%) (% in total C)			
C ₀₁	高山草甸土	0—6	9.62	17.05	39.81	0.43	0.82
C ₀₃	亚高山草甸土	0—13	9.43	31.39	38.49	0.82	1.50
E ₁₀	灰褐色森林土	3—32	8.63	29.57	26.51	1.12	1.92
C ₀₄	山地黑钙土	0—18	5.89	64.18	26.99	2.38	3.00
E ₀₄	山地栗钙土	0—20	2.16	36.11	35.19	1.03	2.74
P ₂₇	山地棕钙土	0—15	1.22	6.25	10.39	0.60	1.47
C ₀₅	灰漠土	0—4	0.66	15.30	28.79	0.53	1.26

表 4 土壤颗粒组成

Table 4 Mechanical composition of soils

剖面号 Profile No.	土壤类型 Soil type	采样深度 (cm) Depth	代换性 (Ca ²⁺ + Mg ²⁺) 占代换量百分数 (%) (E _{Ca} + E _{Mg})/CEC	颗粒组成 (粒径: mm) (%) Composition of particle		粘化指数 Argillic exponent
				<0.01	<0.001	
A ₂₇	灰褐色森林土	10—20	93.13	46.1	14.0	1.18
		30—40	94.40	51.8	18.5	
		40—60	98.31	59.4	30.2	
		70—80	98.69	50.5	27.2	
		90—105	97.03	48.5	25.5	
A ₄	淋溶灰褐色 森林土	2—10	86.43	50.1	17.3	1.47
		10—30	88.13	55.0	20.3	
		30—70	89.40	62.2	26.9	
		70—107	93.22	64.0	29.6	
		107—143	95.76	42.0	20.1	
E ₇₂	灰漠土	0—2	—	39.2	15.1	1.56
		2—5	—	42.2	15.4	
		5—15	—	52.6	25.1	
		40—54	—	39.9	15.0	
		82—102	—	39.6	16.1	

增高,该层 < 0.001 毫米粘粒含量可达 30.2%,较上下层显著高,粘化指数(粘化层与母质层粘粒含量比值)为 1.18—1.47(表 4),这类土壤处于脱钙的初期阶段,粘化主要表现为以下特点:(1) 三氧化物无明显移动,主要表现为矿物颗粒由大到小的变化,粘土矿物组成和粘粒化学成分变化不大;(2) 为钙镁所饱和的硅酸盐粘粒不能在土壤水分中分散,也不易淋洗迁移^[7],主要是就地聚积;(3) 在粘化的同时伴有铁质化现象。许多灰褐色森林土剖面中部的粘化层呈鲜艳的褐棕色,也显示铁质化的存在。

灰漠土形成条件极端干旱,水分透湿不深,土壤水热状况结合较好的层次位于亚表层,故亚表层利于矿质颗粒风化,为粘化层形成的部位;但与灰褐色森林土比较,粘化层相应变薄和层位升高。

(四) 钙化过程的主要特征

本区土壤形成的水分条件,主要属于季节淋溶型,矿物风化所释放的易溶性盐类淋失或大部分淋失,三价氧化物在土体中基本上不发生移动,而碳酸钙却淋移淀积明显,土壤钙化作用普遍。本区成土母质主要为黄土状物质, CaCO_3 含量可达 10% 以上;植物体和凋落物含较高的灰分物质,如雪岭云杉 CaO 占灰分含量的 32.27—44.73%^[9]。这些钙在水分参与下,与 CO_2 结合成易溶性的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 随下降水流向下移动,由于土壤下部 CO_2 减少和土粒对水分的吸持, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 转化为 CaCO_3 淀积下来;另外当温度较高时亦易使热稳定性极差的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 分解,析出 CO_2 , 以 CaCO_3 的形式发生淀积。本区一般规律是从亚高山到山前平原,随着高度的降低,水分减少,温度升高, CaCO_3 淀积层的部位逐渐升高,而其厚度逐渐变薄(表 5)。本区土壤根据 CaCO_3 淋溶淀积特点,分为以下四种类型:(1) 淋溶型,在 1 米土层内无石灰反应,但盐基近达饱和状态,有时底层有微量游离石灰,如高山草甸土、淋溶灰褐色森林土。(2) 深度钙积型,腐殖质层以下为粘化层或过渡层,钙积层出现于 70—80 厘米以下,如灰褐色森林土、亚高山草甸土、山地黑钙土。(3) 中位钙积型,腐殖质层下接钙积层,过渡层不明显,钙积层出现于 20—30 厘米以下,如栗钙土、淡栗钙土。(4) 高位钙积型,一般从表层起 CaCO_3 含量就较高,最大含量出现于 8—11 厘米以下,钙积层不甚显著,如棕钙土、灰漠土等。钙积层一般呈淡灰黄色,紧实,块状结构,有石灰斑,菌丝状新生体,或砾石面上有石灰结皮, CaCO_3 含量一般 11—16%。

表 5 土壤碳酸钙淀积特点

Tab'le 5 Characteristics of illuviation of CaCO_3 in soils

碳酸钙淀积类型 Types of calcic layer	土壤类型 Soil type	剖面数量 Profile number	钙积层部位 (cm) Depth of calcic layer	钙积层厚度 (cm) Thickness of Calcic layer	钙积层 CaCO_3 (%) Content
淋溶型	高山草甸土	8	无	无	0
	淋溶灰褐色森林土	2	无	无	0.56
深度钙积型	亚高山草甸土	10	78—114	36	13.88
	灰褐色森林土	8	84—110	26	16.34
	山地黑钙土	16	72—106	34	13.36
中位钙积型	山地栗钙土	11	32—66	34	15.04
	山地淡栗钙土	6	22—53	31	12.72
高位钙积型	山地棕钙土	12	11—32	21	12.36
	灰漠土	8	8—17	9	11.01

注: CaCO_3 测定用气量法。

(五) 残余盐化-碱化过程的主要特征

本区发育于低山河流阶地和山前倾斜平原老洪积冲积扇上的土壤,钙积层之下有石膏和盐的淀积。石膏的形成系过去受地下水的影响,水溶性硫酸盐沿毛管垂直移动时,由于蒸发浓缩并与钙离子交换而成,一般在毛管的前锋处淀积下来。淡栗钙土和棕钙土石

表 6 土壤的盐分及碱化状况

Table 6 Salinization and alkalization of soils

剖面号 Profile No.	土壤类型 Soil type	采样深度 (cm) Depth	pH (H ₂ O)	代换量	代换钠	石膏 (%) Gypsum	全盐量 (%) Total salts	离子组成 Ionic composition (meq/100gsoil)						
				CEC	E _{Na}			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺
A ₉₆	山地淡栗钙土	0—27	8.4	17.59	0.38	0.027	0.057	微	0.61	0.08	0.07	0.42	0.19	0.15
		27—68	9.0	10.95	1.61	0.175	0.180	0.03	1.60	0.10	0.72	0.79	0.99	0.65
		68—110	7.8	9.86	—	9.118	0.758	0	0.43	0.12	13.58	11.96	1.94	0.32
P ₂₁	山地棕钙土	0—4	7.7	11.54	0.29	0.019	0.130	0	1.52	0.09	0.05	1.27	0.18	0.21
		4—30	7.8	12.32	0.33	0.023	0.132	0	0.18	0.18	0.41	1.42	0.20	0.14
		40—50	8.0	10.08	0.56	0.175	0.244	0	1.57	0.51	1.83	1.12	0.41	2.38
		70—90	7.5	8.40	—	4.705	1.096	0	1.01	1.56	13.80	12.43	2.33	1.51
		100—110	8.1	10.36	0.25	0.175	0.873	0	1.34	2.11	9.29	3.83	1.60	7.31
F ₇₂	灰漠土	0—2	8.3	10.23	0.56	0.023	0.138	0	1.41	0.14	0.20	0.48	0.21	1.06
		2—5	8.4	10.53	1.68	0.029	0.266	微	1.79	0.60	0.62	0.59	0.22	2.20
		2—15	9.6	13.76	6.78	0.253	0.284	0.77	1.81	0.57	0.80	0.57	0.31	3.05
		40—54	8.4	10.19	—	9.751	2.017	微	0.45	10.00	19.54	7.41	1.32	21.26
		82—102	9.2	10.08	—	0.658	0.924	0.08	0.55	6.76	6.39	0.41	0.15	13.22

注: CO₃²⁻ 与 HCO₃⁻ 用中和滴定法(双指示剂法); Cl⁻ 用莫尔法; SO₄²⁻ 用 EDTA 滴定法; Ca²⁺, Mg²⁺ 用 EDTA 滴定法; K⁺ + Na⁺ 用间接计算法; pH 用电位测定法; 代换量非石灰性土壤用氯化钡-硫酸快速法; 石灰性土壤用铵盐-蒸馏法; 代换性钠用醋酸铵-氢氧化铵火焰光度法; 石膏用重量法。

膏一般出现于 60—70 厘米以下, 含量 4.7—9.1% (表 6), 灰漠土出现于 25—40 厘米以下, 含量达 9.7%。石膏成点状、虫状、结核状淀积散布于土体中。盐渍化层和石膏淀积层同时出现, 含盐量 1—2%, 盐分组成为 SO₄²⁻-Ca²⁺ 和 Cl⁻-SO₄²⁻-Ca²⁺-Na⁺ 型(表 6)。盐分割面呈“+”形、“L”形淀积, 显示明显的脱盐特征, 联系上述分布的较古老地貌部位, 应属残余盐渍化, 在现今条件下, 盐分已趋稳定状态。

碱化是指土壤胶体吸附有较多钠离子, 使土壤呈强碱性反应, 并引起土壤物理性质恶化。本文所指自成型土壤的碱化, 其与残余盐化土壤分布的地貌部位完全一致, 这些土壤过去曾受总碱度较高的地下水的影响, 在脱盐的同时发生碱化。灰漠土的碱化具有代表性, 有厚约 10 厘米碱化层, 呈褐棕色紧实的稜块状结构, 结构面上附有胶膜状淀积物, pH9.2—9.7, 总碱度 1.1—2.6 毫克当量/100 克土, 代换钠 2.63—6.78 毫克当量/100 克土, 碱化度 38—49%。

(六) 高山融冻过程的主要特征

高山融冻过程是发育于高山、亚高山土壤的重要成土过程。这里从 10 月底日平均温度就降至 0℃ 以下, 土壤开始自地表向下冻结, 翌年 1 月份冻土深达 1.5—2.5 米, 至 4 月上旬才大部融化。因气温日变幅大, 每年当土壤冻结、融化初期, 夜冻昼融现象也很频繁。冻融交互进行。长期作用的结果, 使高山草甸土、亚高山草甸土普遍产生层片状结构。当气温回升时, 土壤主要自上而下地融化, 此时土壤上部液态水增加, 下渗受阻, 当水分过饱和时, 上部土体在重力作用下沿融, 冻土层界面顺山坡滑落, 使土壤草皮脱落, 下层沙砾质裸露, 造成斑状沙砾化。此种现象, 在高山草甸土的山坡上极为常见。

三、土壤垂直分布

本区山体高大,相对高差大部分 3000—4000 米,水热生物条件上下变化大,沿高度分异明显,土壤垂直分布类型多。以西部阜康山区带谱最为完整,共七个土壤垂直带(表 7),其中除了山地黑钙土、亚高山草甸土带幅稍窄外,余皆在 400 米以上,展布良好,垂直带谱十分完整。

表 7 博格达山北坡土壤垂直地带谱

Table 7 The soil vertical sequence on the north slope of Bogda mountain

山区分段 Mountain area	土壤垂直地带谱(高度:米) The soil vertical sequence (height; m)	土壤垂直带 数目 Number	基谱类型 Foundation of soil type	建谱类型 Main soil type
阜康山区 (西段)	< 700 灰漠土 — 700 山地棕钙土 — 1100 山地栗钙土 — 1500 山地黑钙土 — 1650 山地灰褐色森林土 — 2700 亚高 山草甸土 — 2900 高山草甸土 3300	7	灰漠土	山地灰褐 色森林土
奇台山区 (中段)	< 1500 灌溉棕钙土 — 1500 山地栗钙土 — 1600 山地黑 钙土 — 1700 山地灰褐色森林土 — 2700 亚高山草甸土 — 2900 高山草甸土 3300	6	棕钙土	山地灰褐 色森林土
木垒山区 (东段)	< 1300 棕钙土 — 1300 山地栗钙土 — 2100 山地灰褐色 森林土 — 2700 亚高山草甸土 2900	4	棕钙土	山地栗钙土

土壤垂直地带性依其所处水平地带性的不同,而有不同的特点。本区土壤垂直带谱以灰漠土为基带土壤,山地灰褐色森林土为主要的建谱类型,其带幅宽度大部分地区达 1000 米左右。其形成特征是高、中山土壤接近盐基饱和状态,大部分土壤钙化十分明显,而灰褐色森林土则毫无灰化的表现,粘化主要为变质粘化,低山土壤普遍有益和石膏的沉积,并具脱盐碱化。上述说明,博格达山北坡土壤具有温带荒漠土壤垂直带的一般特性,应属于温带干旱荒漠带谱类型。

博格达山山体高度自西部 4000—5000 米,降至东部 2000—3000 米,随着高度降低,拦截水汽减少,干旱程度增强。总的趋势是西部山区较湿润,东部山区较干旱。根据土壤垂直分布组合特点的东西不同,我们将博格达山分为三部分,即西段阜康山区,中段奇台山区,东段木垒山区。各段山区土壤垂直带谱见表 7,由表看出,本区从西向东土壤垂直带谱的完整性逐渐变差,土类分布高度上升,至木垒山区,栗钙土已代替了灰褐色森林土成为建谱类型,东端的江布拉克以东山脊高度降低至 2000 米左右,呈剥蚀中山外貌,亚高山草甸土和灰褐色森林土绝迹,主要分布着棕钙土和山地栗钙土。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院新疆综合考察队、中国科学院土壤研究所编, 1965: 新疆土壤地理。科学出版社。

- [2] 中国科学院南京土壤研究所主编, 1978: 中国土壤。304—305页。科学出版社。
- [3] 中国地质学会, 新疆地质学会编, 1981: 新疆第四纪及冰川地质论文集。新疆人民出版社。
- [4] 伍光和、上田丰、仇家琪, 1983: 天山博格达山脉的自然地理特征及冰川发育的气候条件。冰川冻土, 第五卷 3期。
- [5] 刘立诚, 1985: 天山北坡雪岭云杉林下土壤形成特征的初步研究。干旱区研究, 第2卷4期, 21—22页。
- [6] 黄荣金, 1985: 我国荒漠土壤的发生及其分类。干旱区研究, 第2卷4期, 23页。
- [7] 俞震豫, 1985: 粘化作用及其在土壤分类中的意义。土壤通报, 第16卷4期, 167页。
- [8] Горбунов И. Н., 1978: Минералогия и физическая химия почва. Изд. Наука. Москва.

THE GENETIC CHARACTERISTICS OF THE SOILS ON THE NORTH SLOPE OF BOGDA MOUNTAIN AND THEIR VERTICAL DISTRIBUTION

Lin Licheng

(Geography Department, Xinjiang University)

Summary

The main genetic processes of the soils on north slope of Bogda mountain include humification, argillization, calcification, relic salinization-alkalization and freezing-thawing of snow mentle of the mountain. The soils is weak in weathering, and have the clay minerals being dominated by illite, and a ratio of $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ of 2.84—3.54 with less difference in whole profile.

The vertical distribution of soils on the mountain are of the characters of vertical soil distribution pattern in temperat desert region. There exists distinct difference in vertical soil sequence between the west and east sections of the mountain; and there are no desert soil and alpine meadow soil in the vertical soil sequence of the east section of the mountain.