

日月山南坡中下部土壤发生特性与系统分类^{*}

齐雁冰, 常庆瑞

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 对青海省日月山南坡基带海拔 3 353 m 和中下部海拔 3 515 m 的 2 个典型土壤剖面的分析表明, 在所选海拔高度范围内, 日月山南坡基带和中下部土壤呈碱性反应, 风化发育程度较弱, 机械组成以砂粒为主, 并具有明显的钙积层(或钙积现象); 随海拔高度升高, 有机质、养分含量及交换性能逐渐降低, 土壤 pH 值变化不大。诊断表明, 日月山南坡中下部土壤可划归为干润均腐土, 其中基带的 Q-01 属钙积- 粘化暗厚干润均腐土, 中下部的 Q-02 属钙积寒性干润均腐土。

[关键词] 日月山; 土壤发生特性; 系统分类

[中图分类号] S151.9

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)10-0051-04

日月山位于青海省东北部, 地处共和盆地、青海湖盆地和湟水的交叉处, 是祁连山的一个分支。山峰海拔高度一般在 4 000 m 以上, 主峰野牛岭海拔高度达 4 893.8 m, 为高寒半干旱草原气候, 其对共和盆地、青海湖盆地和湟水的气候及东岸风沙土的堆积形成皆具有十分重要的影响, 是青藏高原与黄土高原的分界线^[1]。对日月山的土壤特性及其垂直带谱进行研究, 不但具有重要的学科理论价值, 而且对土壤资源的合理开发利用及农业生产实践具有重要意义, 同时, 目前有关高寒地区山地土壤的发生特性和系统分类的研究报道较少。因此, 本研究选择日月山南坡基带和中下部的典型土壤剖面进行系统发生特性分析, 并按照《中国土壤系统分类检索(第3版)》^[2]的原则、依据和方法, 确定其分类位置和名称, 以期高寒地区山地土壤的发生特性、系统分类及垂直带谱研究提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试土壤的环境条件

供试土壤采自日月山南坡基带和中下部。该地区是典型的大陆性半干旱气候, 具有很强的太阳辐射和充足的日照时间, 年总辐射量在 600 kJ/cm² 以上, 年日照时数大于 2 600 h; 年平均温度为 -0.4~ -0.8℃, 最热月(7月)平均气温 11.6℃, 最冷月(1月)平均气温低至 -12.3℃, 夏季温凉, 冬季寒冷,

≥0℃积温 1 880℃, 日温差较大, 可达 25℃以上; 年降水量 300~350 mm, 全年降雨量的 75% 以上集中在植物生长期, 多雷雨、暴雨及冰雹, 年蒸发量在 1 500 mm 以上; 四季多风, 年大风日数在 50~55 d, 每年春季有沙尘暴天气。植被类型以草原为主, 在地势平缓 and 局部低洼地带带有草甸植被生长。其中 Q-01 土壤剖面采自共和县倒淌河, 是日月山的基带所在, 海拔高度 3 353 m, 水分条件较好, 植被生长旺盛, 覆盖度达 80% 以上, 是当地居民放牧的聚居区; Q-02 土壤剖面位于山地中下部的日月山口, 海拔 3 515 m, 水分条件差, 植被生长发育不良, 覆盖度不到 60%。

1.2 样品采集与剖面特征

供试土壤分析样品和比样标本均按发生层次分层采集, 并按“野外土壤调查记载表”对剖面进行形态描述和景观考察记载; 采样同时用手持 GPS 接收仪确定剖面所在地点海拔高度和经纬度。样品采回后, 去除草根和石块, 研磨过筛, 装袋备用。2 个剖面的具体状况见表 1。

1.3 分析项目与方法

测定项目主要包括 pH 值、有机质、机械组成、阳离子交换量(C.E.C)、速效及全量养分、土体矿物质全量(Ca, Mg, Mn, Fe, K, Si, Al, Ti, P)、碳酸钙等, 均按常规理化分析方法进行^[3-5]。

* [收稿日期] 2003-09-03

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30170790); 教育部科技重点项目(03157)

[作者简介] 齐雁冰(1976-), 男, 河南周口人, 在读博士, 主要从事资源环境与信息技术研究。

表 1 供试土壤剖面形态描述

Table 1 Profile characters of the experimental soil

剖面 Profile	深度/cm Depth	层次 Horizon	质地 Soil texture	结构 Structure	松紧度 Compactness	母质 Parent material	石灰反应 Effervescence
Q-01	0~ 20	A 1	粘壤土 Clayey loam	团粒状 Granule	松 Loose	坡积物 Slop deposit	弱 Febbble
	20~ 50	A 2	粘壤土 Clayey loam	团粒状 Granule	松 Loose		强 Strong
	50~ 115	B	壤质粘土 Loamy clay	块状 Nodule	稍紧 A bit tight		强 Strong
	115~ 130	BC	砂质壤土 Silt loam	团粒状 Granule	松 Loose		强 Strong
	130~ 200	C	砂质壤土 Silt loam	团粒状 Granule	松 Loose		强 Strong
Q-02	0~ 20	A	粘壤土 Clayey loam	团粒状 Granule	松 Loose	坡积物 Slop deposit	强 Strong
	20~ 45	B	粘壤土 Clayey loam	团粒状 Granule	松 Loose		强 Strong
	45~ 100	BC	粘壤土 Clayey loam	团粒状 Granule	松 Loose		强 Strong

2 土壤发生特性

2.1 土壤颗粒组成

供试土壤的机械组成见表 2。由表 2 可知, 供试土壤颗粒组成为砂粒> 粉粒> 粘粒, 2 个剖面粉/粘比都大于 1, 说明土壤风化程度都不高, 土壤发育微弱; 其中砂粒含量为 274.69~ 654.60 g/kg, 粉粒为 104.91~ 322.61 g/kg, 粘粒为 97.26~ 268.32 g/kg, 变化范围较大, 这与该区海拔高、温度低、降雨量少及土壤以物理风化占主导地位有关; 位于基

带的 Q-01 剖面, 由于水热条件较好, 剖面上下层发育程度不一致, 下层砂粒含量明显高于表层, 粉粒和粘粒低于表层; 而位于中下部的 Q-02 剖面水分条件较差, 温度更低, 剖面上下发育基本一致, 颗粒组成上下层次之间砂、粉、粘各粒级含量差异不太明显; 粘粒均表现出在剖面上层聚集, 而向下递减, 并且随海拔高度升高, 粘粒聚集深度降低, 如 Q-01 在 0~ 115 cm 土层聚集, 并形成明显的粘化层(3.1 详细说明), Q-02 在 0~ 45 cm 土层聚集, 但未形成明显的粘化层。

表 2 供试土壤一般理化性质

Table 2 General chemical properties of the experimental soil

剖面 Profile	深度/cm Depth	砂粒/ (g · kg ⁻¹) Sand	粉粒/ (g · kg ⁻¹) Silt	粘粒/ (g · kg ⁻¹) Clay	有机碳/ (g · kg ⁻¹) O. M	全氮/ (g · kg ⁻¹) Total N nitrogen	速效氮/ (mg · kg ⁻¹) A v -N	速效钾/ (mg · kg ⁻¹) A v -K	速效磷/ (mg · kg ⁻¹) A v -P	pH	C E C/ (mmol · kg ⁻¹)	碳酸钙/ (g · kg ⁻¹) CaCO ₃
Q-01	0~ 20	363.33	240.72	212.45	60.53	6.97	434.2	256.2	20.9	7.46	46.07	11.97
	20~ 50	349.08	256.46	234.18	34.05	3.49	221.8	224.6	4.0	8.13	23.31	105.18
	50~ 115	274.69	322.61	268.32	31.57	2.52	135.0	281.3	2.5	8.33	20.67	76.17
	115~ 130	654.60	104.91	97.26	3.05	0.35	24.4	33.7	1.0	8.64	7.02	129.55
	130~ 200	468.17	182.88	140.29	5.63	0.62	26.6	45.3	0.7	8.62	15.87	190.59
Q-02	0~ 20	335.05	277.25	218.04	35.22	5.48	310.5	211.2	17.1	7.93	38.85	65.21
	20~ 45	308.59	233.14	207.74	21.90	2.04	163.1	62.6	2.1	8.16	17.36	220.02
	45~ 100	324.15	240.56	184.74	10.06	0.94	57.6	51.6	0.3	8.39	11.62	223.43

2.2 土壤有机质和养分

供试土壤有机质状况见表 2。由表 2 可以看出, 日月山南坡草原植被下发育的土壤剖面上下层次间有机质含量差异明显, 表层有机质含量高, 向下递减。其主要原因是由于表层为草地植被类型, 根系较多, 有机质来源丰富, 归还土壤的有机物质较多, 因此土壤有机质表层含量较高, 表层积聚现象明显, 并形成了明显的暗沃; 其中位于基带的 Q-01 剖面植被生长旺盛, 有机质来源更丰富, 而位于中下部的 Q-02 剖面, 植被生长较基带差, 有机质的来源相对较少, 这也是其较 Q-01 表层有机质含量低的原因。由表 2 还可看出, 供试土壤养分含量变化较大, 氮素

和钾素丰富, 磷素缺乏, 全氮含量为 0.35~ 6.97 g/kg, 速效氮含量为 24.4~ 434.2 mg/kg, 速效磷为 0.3~ 20.9 mg/kg, 速效钾为 33.7~ 281.3 mg/kg; 与有机质的变化趋势一致, 各剖面上下层养分差异明显, 呈现表层较高、向下递减的趋势, 特别是速效氮和速效磷, 底层降低幅度很大, 表层速效氮含量是底层的 5.39~ 17.80 倍, 表层速效磷含量是底层的 2.3~ 5.7 倍; 同时随海拔升高, 各养分含量呈降低趋势。

2.3 土壤酸碱性和交换性

由表 2 可以看出, 供试土壤 pH 值比较稳定, 大多集中在 8.0~ 8.5, 最低为 7.46, 最高为 8.64, 呈

碱性反应, 这与本地区碳酸钙含量较高及降雨量少密切相关; 剖面间及剖面上下层之间的 pH 值差异不大, 但仍表现出表层较低。土壤阳离子交换量为 7.02~46.07 cmol/kg, 剖面不同层次间差异较大; 由于各剖面表层腐殖质聚集, 其阳离子交换量明显高于下层, 特别是底层, 这与土壤底层发育程度较差有关。土壤阳离子交换量的变化规律与土壤有机碳和粘粒在剖面的分布规律相一致, 表明有机碳和粘粒决定着土壤的阳离子交换能力, 特别是有机质含量对土壤阳离子交换量的贡献更大($r_{粘粒}=0.5132$, $r_{有机碳}=0.8131$)。表 2 还表明, 随海拔高度升高, 交换性能降低。

2.4 土壤碳酸钙

由表 2 可见, 供试土壤富含碳酸钙, 各剖面均有碳酸钙存在, 但其含量变化较大, 从 11.97~223.43 g/kg, 这与成土母岩关系密切。各剖面表层碳酸钙含量较低, 而下部含量较高, 并形成明显的钙积层(或钙积现象)。这是由于研究区降雨量虽较少, 但大都集中在夏季, 因此水分仍能下渗, 又因雨量较小, 因而不会下渗太深; 而南坡中下部温度更低, 太阳辐射和水分蒸发更强烈, 因此碳酸钙淋溶更少, 这也是 Q-02 剖面较 Q-01 表层碳酸钙含量高的原因。

表 3 供试土壤土体化学组成

Table 3 Chemical composition of the experimental soil

剖面 Profile	层次 Horizon	SD ₂ / (g· kg ⁻¹)	Al ₂ O ₃ / (g· kg ⁻¹)	Fe ₂ O ₃ / (g· kg ⁻¹)	CaO/ (g· kg ⁻¹)	K ₂ O/ (g· kg ⁻¹)	MgO/ (g· kg ⁻¹)	TD ₂ / (g· kg ⁻¹)	MnO ₂ / (g· kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ / (g· kg ⁻¹)	硅铝率 Sa	硅铁率 Sf	硅钛率 STi	硅铝铁率 Saf
Q-01	A1	571.87	123.57	52.83	19.62	35.77	20.41	6.35	0.97	2.05	7.87	28.9	120.04	6.18
	A2	560.94	125.89	55.70	62.04	34.99	19.97	6.09	0.88	1.63	7.58	26.9	122.85	5.91
	B	576.42	136.94	51.37	47.53	37.28	21.54	6.48	0.87	1.57	7.16	29.9	118.65	5.77
	BC	620.44	122.01	43.85	65.78	39.71	15.39	5.07	0.70	1.84	8.65	37.7	163.01	7.03
	C	643.20	112.80	47.41	95.74	30.40	20.17	5.30	0.49	1.36	9.69	36.2	161.72	7.65
Q-02	A	559.11	124.86	49.71	44.48	33.33	20.89	5.95	0.89	1.55	7.61	30	125.23	6.07
	B	641.41	111.86	46.72	112.93	30.02	22.32	5.15	0.72	1.21	9.75	36.6	166.11	7.70
	BC	672.28	112.44	51.20	106.54	30.29	25.94	5.26	0.72	1.15	10.16	35	170.26	7.88

3 土壤系统分类

3.1 诊断层

暗沃表层 供试土壤表层有厚度>25 cm, 有机碳含量分别为 60.53 和 32.20 g/kg 的土层, 其颜色较暗, 盐基饱和, 主要为团粒状结构, 干时不呈大块状, 可归为暗沃表层。

钙积层 Q-02 剖面的中间有厚度为 80 cm, 碳酸钙含量>220 g/kg 的土层, 其碳酸钙含量比上覆土层高出 155.81 g/kg 以上, 因此可归划为钙积层。Q-01 剖面中间层碳酸钙相当物含量为 105.18

2.5 土壤化学组成和分子比率

由表 3 的供试土壤化学组成可知, SD₂ 含量为 559.11~672.28 g/kg, 对北方土壤来说其含量并不高^[6~8], 但在土体化学组成中仍占到绝对优势; Al₂O₃ 含量次之, 为 111.86~136.94 g/kg, 二者构成了土壤的主要成分, 约占土壤化学组成的 80%。除此之外, CaO 和 K₂O 的含量在研究区相对较高, 由此表明研究区土壤发育微弱, 母岩矿物以 Si, Al, Ca, Fe, K 为主, 伊利石占优势, 且研究区干燥度较大, 矿质元素淋溶作用微弱。Fe₂O₃ 和 MgO 也有一定含量, 且剖面上下层之间差异不大, 更表明矿质元素的淋溶作用微弱; 其含量明显低于 SD₂ 和 Al₂O₃, 但高于 TD₂ 和 MnO₂。

供试土壤剖面具有很高的硅铝率和硅铝铁率, 其中硅铝率为 7.16~10.16, 硅铁率为 26.9~37.7, 硅铝铁率为 5.77~7.88, 表明该区土壤风化程度较低, 原生矿占有相当比重, 粘土矿物含量较低。Q-01 剖面 B 层各分子比率低于表层和下层, 表明铁铝在 B 层略显聚集, 主要是因为该剖面位于基带, 表层植被生长旺盛, 水分淋溶相对较深。Q-02 剖面下层分子比率明显高于表层, 表明铁、铝在表层微弱聚积, 这是由于表层植被盖度相对较低, 蒸发强烈所致。

g/kg, 质地属粘壤土, 碳酸盐含量比上覆土层高 94.21 g/kg, 土层厚度为 30 cm, 因此应划归钙积现象。

粘化层 剖面 Q-01 的 B 层厚度为 65 cm, 粘粒含量为 268.32 g/kg, 高于上覆土层, 且 B/A 粘粒比>1.2, 符合粘化层的诊断指标。

3.2 诊断特性

均腐殖质特性 Q-01, Q-02 剖面土表至 20 cm 与土表至 100 cm 的腐殖质储量比(Rh)分别为 0.38 和 0.30, 土体未出现石质和准石质接触面, 土体上部不具有有机现象, 土壤有机质的 C/N 比为 8.38~

15 68, 故具有均腐殖质特性。

土壤水分状况 研究区年降水量在 300~ 350 mm, 蒸发量在 1 500 mm 以上, 按 Penman 经验公式计算的年干燥度估算, 各剖面所在地年干燥度为 2 0~ 3 5, 依据土壤水分状况分段指标, 均属于半干旱土壤水分状况。

土壤温度状况 按平均土温较平均气温高出 3~ 5 估算^[9], Q-01 土壤年平均土温 > 0 , 但 < 8 , 且夏季水分经常处于不饱和状态, 无 O 层, 土壤均温 > 15 , 应归属冷性土壤温度。Q-02 年平均土温与 Q-01 相似, 但夏季水分不饱和时, 土壤均温仍 < 15 , 因此属寒冻土壤温度。

石灰性 研究区土样各剖面土表至 50 cm 土层

的所有亚层中, CaCO_3 相当物含量均大于 11.97 g/kg, 用稀盐酸 ($V_{\text{盐酸}} : V_{\text{水}} = 1 : 3$) 处理有泡沫反应。

3.3 土壤类型的归属

按照《中国土壤系统分类检索(第 3 版)》进行检索, 供试土壤均具有暗沃表层、均腐殖质特性及半干旱土壤水分状况, 因此, 都划为均腐土土纲, 干润均腐土亚纲。其中, Q-01 具有厚度为 115 cm 的暗沃表层, 还具有钙积现象、粘化层, 因此划归暗厚干润均腐土土类, 钙积-粘化暗厚干润均腐土亚类; Q-02 具有寒性土壤温度和钙积层, 划归寒性干润均腐土土类, 钙积寒性干润均腐土亚类。

[参考文献]

- [1] 青海省农业资源区划办公室 青海土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1993
- [2] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组, 中国土壤系统分类课题协作组 中国土壤系统分类检索[M]. 第 3 版 合肥: 中国科学技术出版社, 2001
- [3] 中国科学院南京土壤研究所 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978
- [4] 南京农业大学 土壤农化分析[M]. 第 2 版 北京: 农业出版社, 1998
- [5] 鲍士旦 土壤农化分析[M]. 第 3 版 北京: 中国农业出版社, 2000
- [6] 安韶山, 常庆瑞, 李壁成, 等 陕北水蚀风蚀交错带土壤特性及系统分类研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2002, 30(1): 27-32
- [7] 崔英, 常庆瑞, 李芸, 等 太白山南坡低山区土壤特性与系统分类[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(3): 112-116
- [8] 常庆瑞, 雷梅, 冯立孝 秦岭北坡土壤发生特性与系统分类[J]. 土壤学报, 2002, 39(2): 227-235
- [9] 杨学明, 赵兰坡, 罗小红 土壤系统分类中平均土壤温度的估算[A]. 中国土壤系统分类新论[C]. 北京: 科学出版社, 1994 400-404

Genetic characteristics and taxonomy on mid-below part of the southern slope of the Riyue mountain

QIYan-bing, CHANG Qing-rui

(College of Resources and Environment, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Two soil typical profiles with altitude 3 353 m and 3 515 m on northern slope of the Riyue mountain in Qinghai province were selected to carry out system study. The results showed that the experimental soils have alkalescent reaction, feeble development, higher sand content in mechanical composition, obvious Calcic horizon. With the altitude becomes higher, soil organic matter, nutrient content, CEC gradually lower, but, soil pH has no changes. Based on the method from Keys to Chinese Soil Taxonomy (3rd edition), research region soil belongs to Ustic Isohumosols, and Q-01 belongs to Calcic argic Pachic Ustic Isohumosols, Q-02 belongs to Calcic Cryic Ustic Isohumosols.

Key words: Riyue mountain; soil characteristics; taxonomic classification