

甘肃河西山地土壤系统分类

齐善忠, 肖洪浪, 罗芳

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘 要: 根据中国土壤系统分类检索(第三版), 以甘肃河西地区土壤野外调查、室内分析数据和已有的土壤资源研究资料, 在原有土壤系统分类的基础上, 对河西地区山地土壤系统分类进行比较全面的归纳、概括和总结。结果表明, 河西地区山地土壤分为 5 个土纲(干旱土、钙层土、半淋溶土、雏形土和新成土), 8 个亚纲, 10 个土类和 26 个亚类。

关键词: 山地土壤; 系统分类; 甘肃河西地区

中图分类号: S155. 1

文献标识码: A

土壤分类是土壤科学研究中一项基础而重要的工作。中国土壤系统分类研究课题组经过十多年的不懈努力, 先后在 1991 年正式出版了《中国土壤系统分类(首次方案)》^[1], 1995 年出版了《中国土壤系统分类(修订方案)》^[2], 1999 年出版了《中国土壤系统分类——理论·方法·实践》^[3], 2001 年出版了《中国土壤系统分类检索(第三版)》^[4]。随着这些工作的完成, 逐步建立了较完善的中国土壤系统分类中高级分类阶层的诊断层和诊断特性以及分类命名方法, 使我国的土壤系统分类在定量化、标准化、国际化方向上迈出了巨大的坚实步伐, 也为在全国范围内进行土壤系统分类的研究, 提供了理论依据。在西北干旱区, 对土壤资源的系统分类研究在此基础上已开展起来, 并取得了一些研究成果^[5~10]。目前, 关于南方山地土壤系统分类的研究, 已取得了很大进展^[11~17], 但是对于西北干旱区山地土壤的研究和报道相对较少^[18, 19]。本文根据河西地区土壤野外调查、室内分析数据和已有的土壤资源研究资料^[18, 20], 以中国土壤系统分类检索(第三版)^[4]理论为指导, 在前人研究工作的基础上, 对河西地区山地土壤系统分类进行了比较全面的归纳和总结。这既可以充实和丰富我国干旱地区山地土壤的研究内容, 又利于和全国的土壤系统分类接轨。

1 研究区概况及成土环境条件

1.1 研究区概况

河西地区系指甘肃省境内黄河以西的地区, 土地总面积为 $21.5 \times 10^4 \text{ km}^2$, 自然地理位置处于我国西北干旱区和青藏高原过渡地带。境内除有闻名的河西走廊绿洲盛产粮、棉及其它经济作物外, 走廊南北两侧分布着东西绵延的祁连山- 阿尔金山(又称走廊南山)和龙首山、合黎山、马鬃山(又称走廊北山), 这些山地面积有 $9.131 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占河西地区土地总面积的 43.32%^[20]; 行政上属于武威、张掖、酒泉三个专区和金昌、嘉峪关二市所辖范围; 森林和草场资源丰富, 既是重要的林、牧业和特业生产基地, 又是走廊平原灌溉农业赖以生存和发展的水源涵养区。^[21] 因此, 应用中国土壤系统分类理论对该区山地土壤进行研究, 这对于河西地区的山地土壤资源及其利用, 在我国西部大开发中具有重要的地位和意义。

1.2 成土环境条件

祁连山- 阿尔金山处于青藏高原北部边缘, 是喜马拉雅造山运动强烈隆起的高大山体, 由数条平行的山脉组成, 山间多纵谷和盆地, 海拔一般在

收稿日期(Received date): 2003- 08- 01; 改回日期(Accepted): 2003- 10- 29.

基金项目(Foundation item): 中国科学院知识创新工程项目(KZCX1- 09- 05)资助。[Financially supported by the Knowledge Innovation Project of CAS (No. KZCX1- 09- 05)]

作者简介(Biography): 齐善忠(1972-), 男(汉族), 山东章丘人, 硕士, 博士研究生, 主要从事干旱(沙)区土壤地理与土地资源、土地沙漠化研究, 已发表相关研究论文 12 篇。[Qi Shanzhong (1972-), Male, Han, Native to Zhangqiu County of Shandong Province, Master, Graduate student for Doctor of Science, studied mainly on soil geography and land resources in arid areas, land desertification, Published 12 research papers. E-mail: qishanzhong@sina.com, Tel: 0931- 8277753 (O)]

2 000~ 5 000 m(疏勒河南山的团结峰高达 5 808 m, 阿尔金山阿克赛沟主峰高达 5 798 m) > 4 100 m 的山峰终年积雪, 发育着现代冰川, 山区气候高寒, 属青藏高原半干旱地区和干旱地区。山地东部比较湿润, 西部干燥; 东部年降水量达 800 mm 左右, 西部在 400 mm 以上, 降水量随海拔升高而增加; 大致以疏勒河河谷为界将走廊南山分为东西两段。

东段为祁连山东段, 属寒温性针叶林、草甸、草原区, 垂直分带明显, 带谱完整: 海拔 1 900~ 2 300 m 为山地荒漠草原, 生长针茅、驴驹蒿、珍珠等植物; 海拔 2 300~ 2 600 m 为山地草原, 生长针茅、冷蒿等植物; 海拔 2 600~ 3 400 m 为森林草原, 阴坡生长青海云杉纯林或云杉与油松、山杨、桦树混交林, 阳坡存有小片圆柏林, 绝大部分为草甸草原或草原, 以苔草、禾草为主; 海拔 3 400~ 3 900 m 为高山草甸, 生长蒿草、禾草、杂类草等矮草植物; 海拔 3 900~ 4 200 m 为高山寒漠, 着生各色地衣和稀疏的垫状植物。

西段即祁连山西段和阿尔金山, 属半灌木荒漠、草原区, 山地荒漠和山地草原甚为发育, 缺乏山地森林, 垂直分带如下: 海拔 2 100~ 2 600 m 为山地荒漠带, 生长着红砂、合头草等植物; 海拔 2 600~ 2 900 m 为山地半荒漠带, 生长植物有艾菊、红砂、珍珠、多根葱、沙生针茅、隐子草等; 海拔 2 900~ 3 600 m 为山地草原带, 生长的植物种有克氏针茅、紫花针茅、扁穗冰草、白蒿、芨芨等; 海拔 3 600~ 4 000 m 为亚高山灌丛草原带, 生长植物有金露梅、紫花针茅、冰草、垫状驼绒藜等; 海拔 4 000 m 以上至雪线为高山寒漠稀疏植被带, 生长垫状蚤缀、垫状驼绒藜、水母、雪莲、扁穗冰草等植物。在祁连山西端的科克赛尔山, 合头草、红砂、麻黄等荒漠植被伸入到 4 300 m 的高山顶上。

走廊北山——龙首山、合黎山、马鬃山处于本区北部, 简称为北山, 系长期剥蚀的中山、低山和残丘, 呈东西走向断续分布, 一般海拔 1 500~ 2 000 m, 马鬃山顶峰高度为 2 583 m, 龙首山主峰东大山高达 3 617 m。在植被上, 主要为合头草、红砂, 种属单调, 生长稀疏, 岩石裸露, 遭受强风和暴雨侵蚀。马鬃山主峰和龙首山高处可见到垂直带谱分布, 马鬃山海拔 2 150 m 以上有沙生针茅、草麻黄等草原植被出现, 龙首山北坡海拔 2 000~ 2 300 m 为荒漠草原带, 生长着合头草、珍珠、针茅、多根葱等植物, 海拔 2 300~ 2 700 m 为干草原带, 生长克氏针茅、短花

针茅、冰草、冷蒿等植物, 海拔 2 800~ 3 200 m 为森林草原带, 阴坡生长青海云杉, 阳坡是针茅、杂类草草原, 森林线以上为亚高山草甸带, 阴坡密生山柳、鬼箭锦鸡儿灌丛, 伴有少量金露梅, 灌木林下有苔草、禾草、猪牙蓼、圆叶蓼等草本植物, 阳坡生长苔草、禾草、萎陵菜、火绒草等植物。

2 河西山地土壤系统分类原则、依据

2.1 诊断层和诊断特性^[4, 18]

中国土壤系统分类是以诊断层和诊断特性为基础, 以定量化为特点, 能与国际接轨的分类方案。按照中国土壤系统分类的鉴别指标^[3~ 4], 河西地区山地土壤具有干旱表层、粘化层、钙积层、雏形层、石膏层、暗沃表层、暗瘠表层、草毡表层等诊断层; 具有钙积现象、石膏现象、盐积现象、半湿润土壤水分状况、温性土壤温度状况、寒冻土壤温度状况、寒性土壤温度状况、湿润土壤水分状况、岩性特征等诊断特性。

2.1.1 诊断层

1. 干旱表层: 是在干旱水分状况下形成的具有特定形态的分异表层。有下列条件: (1) 有下列之一的地表特征: a. 地表有砾幕、砾石表面有荒漠漆皮或风蚀刻痕; b. 有砂砾层或小砂包; c. 有多边形裂缝, 并有地衣、藻类组成的黑色或间有其他颜色的薄的有机结皮; d. 光板地并有 1 至数厘米宽、1~ 4 cm 深的多边形裂隙, 内多充填砂粒或粉砂粒, 多边形表面有极薄层粘粒结皮。(2) 地表有厚 ≥ 0.5 cm 含不同数量气泡状孔隙的孔状结皮层。(3) 孔状结皮层下有数至 10 cm 的鳞片状或片状结构层。

2. 粘化层: 是粘粒含量明显高于上覆土层的表下层。由于粘粒的淋移淀积: (1) 此层从其上界起在 30 cm 内粘粒(< 0.002 mm) 含量与上覆土层相比应高出: a 若上覆淋溶层任何部分粘粒含量 $< 15\%$, 此层绝对增量应 $\geq 3\%$; b 若上覆淋溶层总粘粒含量 $15\% \sim 40\%$, 此层相对增量应 $\geq 20\%$ (即 ≥ 1.2) (2) 厚度至少为上覆土层总厚度的 $1/10$; 若其质地为壤、粘质, 则其厚度应 ≥ 7.5 cm; 若其质地为砂质或壤砂质, 则厚度应 ≥ 15 cm。由于次生粘化的结果: a. 在半湿润水分状况的土壤中多见于剖面中、上部, 或地表 25 cm 以下, 厚度 ≥ 10 cm; 在干旱土中多位于干旱表层以下, 厚度 ≥ 5 cm; b. 比上覆、下垫土层有较高的彩度、较红的色调, 且较紧实; c. 在均一土壤基质中, 其总粘粒含量与表层比同“粘粒

淀积层”;d. 土体、粘粒硅铝率上下均一。

3. 钙积层:是指富含次生碳酸盐的未胶结或未硬结土层。(1)厚度 ≥ 15 cm;(2)碳酸钙 150~500 g/kg,可辩认的次生碳酸盐新生体按体积 $\geq 5\%$;(3)未胶结或未硬结成钙磐。

4. 雏形层:(1)无或基本上无风化一成土过程形成的淀积物,不符合粘化层、灰化淀积层、铁铝层、潜育特征、氧化还原特征的条件,有土壤结构发育的B层,结构至少占土层体积的50%;(2)厚度 ≥ 10 cm,干旱、寒性土壤至少5 cm;(3)具有砂壤或更细的质地,粘粒含量 ≥ 80 g/kg;(4)与下层相比有更高的彩度,色调更红或更黄;(5)母质若含碳酸盐,则碳酸盐应有下移现象。

5. 石膏层:是指富含次生石膏的未胶结或未硬结土层。(1)厚度 ≥ 15 cm;(2)石膏含量 50~500 g/kg,肉眼可见次生石膏按体积 $\geq 1\%$;(3)此层厚度与石膏含量乘积 ≥ 1500 。

6. 暗沃表层:指有机碳含量高或较高、盐基饱和、结构良好的暗色表层。(1)若土体层(A+B)厚度 ≥ 75 cm,厚度应 > 25 cm;若土体层厚度 < 75 cm,应 > 18 cm;(2)有机碳 > 6 g/kg;(3)有较低的明度和彩度,搓碎土壤润态明度和彩度均 < 3.5 ;(4)盐基饱和度 $\geq 50\%$;(5)粒状或小块、小碎块状结构。

7. 暗脊表层:指不饱和的暗腐殖质表层。除盐基饱和度 $< 50\%$,土壤结构发育较暗沃表层稍差外,其余均与暗沃表层相同。

8. 草毡表层:是由高量土壤有机物、根系交织缠结的草毡状表层。(1)厚度 ≥ 5 cm,有一定弹性不易挖掘;(2)缠结根系占体积 $\geq 50\%$;(3)容重 $0.5\sim 1.1$ mg/m³;(4)寒性或更冷的土壤温度状况;(5)大多数年份被水份饱和时间1个月;(6)具寒性或更冷的土壤温度状况。

2.1.2 诊断特性

1. 钙积现象:是土层中有一定自生碳酸盐聚积特征,厚度5~14 cm或碳酸钙比上覆土层高10 g/kg,或比下垫土层高10~49 g/kg,或碳酸钙新生体比下垫土层多2%~5%(体积)。

2. 石膏现象:是土层中有一定次生石膏聚集,石膏比下垫土层高10~49 g/kg。

3. 盐积现象:土层中有一定易溶盐聚积特征,含盐量 ≥ 5 g/kg。

4. 半干旱土壤水分状况:干燥度1~3.5。

5. 温性土壤温度状况:年平均土温 > 8 °C,但 < 15 °C。

6. 寒冻土壤温度状况:年平均土温 ≤ 0 °C。

7. 寒性土壤温度状况:年平均土温 > 0 °C但 < 8 °C。

8. 湿润土壤水分状况:干燥度 < 1 。

9. 砂质沉积物岩性特征:是指土表至100 cm深度范围内的土壤颗粒以砂粒为主,呈单粒结构。

2.2 土壤分类原则

河西山地土壤系统分类以土壤属性为依据、土壤发生学理论作指导,根据定量的土壤诊断层和诊断特性及类型间的差异来进行土壤类型的划分,寓土壤发生特点于土壤诊断层和诊断特性之中。划分土壤类型时,我们考虑了成土因素影响所产生的土壤属性和表现成土过程的土壤属性。分类系统采用亚类-土类-亚纲-土纲等四级分类制。河西山地土壤共划分出5个土纲、8个亚纲、10个土类和26个亚类^[18]。

1. 土纲:是最高分类级别,根据诊断层和诊断特性及其有无来划分。干旱土纲是具有干旱土壤水分状况和干旱土壤表层的土壤^[4, 18, 22];钙层土纲是土壤表层有不同程度的腐殖质积累、二价离子盐类有一定的淋洗,腐殖质层下可见明显的碳酸钙,钙积层厚度 ≥ 15 cm,碳酸钙相当物含量150~500 g/kg且比下垫土层的碳酸钙含量至少高出50 g/kg^[4];半淋溶土纲是弱淋溶土壤,碳酸盐类在剖面中发生淋溶和聚集,但未充分淋出土壤,钙积层呈假菌丝体或斑块状,其碳酸钙含量比腐殖质高出1倍以上,而粘粒有下降趋势,但未形成明显的粘化层^[22];雏形土纲是剖面中具有雏形层的土壤^[4, 23];新成土纲是缺乏作为鉴别为其他土纲诊断层的土壤,微有发育或无发育,仅有一个或无薄的浅色生草表层,矿质土壤物质居主要优势^[23]。

2. 亚纲:亚纲是土纲的续分单元,主要是根据影响现代成土过程的控制因素所反映的性质来划分。如干旱土纲中分出的正常干旱土亚纲是按土壤温度状况划分的;钙层土纲中分出的寒性、冷性和干润钙层土亚纲则分别是按温度和水分状况控制因素来划分的;半淋溶土纲中的干润半淋溶土亚纲则是根据水分状况控制因素划分的;雏形土纲中分出的寒性、寒冻雏形土亚纲分别是根据寒性、寒冻温度状况进行划分;新成土纲中的石砾质新成土亚纲是按土壤的岩性特征控制因素划分的。

3. 土类: 土类是亚纲的续分, 根据次要成土过程或次要控制因素表现性质划分, 要求尽可能的整体考虑被分土壤的所有层次和特性。河西山地土壤根据次要成土过程表现性质划分的土类有石膏正常干旱土、钙积正常干旱土、石灰寒性钙层土、石灰冷性钙层土、石灰干润钙层土、粘化干润钙层土、粘化干润半淋溶土、草毡寒冻、寒性雏形土; 按次要控制因素表现性质划分的土类有寒冻石砾质新成土。

4. 亚类: 是土类的续分, 主要是依据是否偏离中心概念、是否具有母质残留特性划分。代表中心概念的亚类为普通亚类, 具有附加过程特性的亚类为过渡性亚类, 具有母质残留特性的为继承亚类^[18]。在河西山地土壤中, 具有附加过程特性与母质残留特性的有盐盘、盐化、石膏、灌耕、雨耕、等亚类; 无附加过程特性与母质残留特性的称为普通亚类。

2.3 土壤命名原则

土壤命名是土壤分类工作重要的环节, 各分类级别上的土壤单元或土壤类别, 都要给以适当的土壤命名。河西山地土壤系统分类采用以诊断层和诊断特性为基础的分段属性连续命名法, 名称结构以土纲名称为基础, 它的前面叠加反映亚纲、土类和亚类性质的术语, 从而分别构成亚纲、土类和亚类的名称。比如干旱土纲、正常干旱土亚纲、石膏正常干旱土土类、盐化石膏正常干旱土土类。这样既能与原有土壤地理发生分类土壤名称区别开来, 土壤诊断层和诊断特性直接反映在土壤名字上, 又能使读者一看一目了然; 不但易于被初学者所掌握, 而且也便于进行国际交流。

3 河西山地土壤分布及其主要特性^[18, 21]

3.1 干旱土

根据中国土壤系统分类检索(第三版)理论^[4], 河西山地土壤的干旱土纲中只有正常干旱土一个亚纲。正常干旱土在成土特点上, 具有明显的碳酸钙聚集层和石膏聚集层, 以此作为诊断特征, 划分出石膏正常干旱土和钙积正常干旱土两个土类。石膏正常干旱土则依据有无盐盘层和盐渍化层的出现, 进而划分出盐盘、盐化和普通石膏正常干旱土 3 个亚类; 钙积正常干旱土则按盐积化附加过程表现的程度和雨耕与灌耕的垦殖状况, 进而分别划分出盐化、普通和雨耕、灌耕钙积正常干旱土 4 个亚类。

石膏正常干旱土相当于土壤发生分类中的灰棕漠土和棕漠土^[22]。前者分布在祁连山西段——阿尔金山、龙首山、合黎山、马鬃山的山麓及低山残丘, 海拔 1 800~ 2 500 m。剖面的形态特征是, 地面覆有碎石和片砾幕, 石面常有黑色荒漠漆皮, 砾幕下为多孔结皮层, 厚 1~ 3 cm, 浅黄灰色, 结皮层下为生红棕色的紧实层, 有铁化和粘化特征, 紧实层之下为石膏层, 含有大量簇状、纤维状的白色或玫瑰色的石膏晶体, 石膏层下为风化或半风化的碎屑状母质, 石膏含量少。河西地区的石膏灰棕漠土, 有机质含量在 5 g/kg 左右, 全氮含量 0.2~ 0.3 g/kg, C/N 比 8~ 11, 碳酸钙含量 80~ 140 g/kg, 心土层的石膏含量达 286 g/kg, 代换量 7~ 10 cmol(+)/kg; 后者分布在安西、敦煌及阿克赛县境内的祁连山和阿尔金山北麓, 地形为低山残丘。剖面自上而下的组成是, 地表砾幕, 砾幕下为多孔状荒漠结皮, 结皮上部浅黄灰色, 下部微红棕色, 结皮下为疏松而富含石膏的微红棕色薄层, 厚度约 5~ 10 cm, 微红棕色层下为含大量石膏的碎石层, 石膏为白色或微红棕色的结晶, 随深度向下而石膏减少, 逐渐过渡到破碎岩石状的母质层。剖面粗骨、碳酸钙表聚, 结皮层下即出现易溶性盐聚集, 土壤有机质含量在 5 g/kg 以下, 全剖面碳酸钙含量在 100 g/kg 以上(表 1)。

钙积正常干旱土相当于土壤发生分类中的棕钙土、灰钙土和灰漠土^[25]。棕钙土分布在祁连山西段和阿尔金山北坡及马鬃山顶部, 海拔 2 100~ 3 000 m, 上与栗钙土或冷钙土相接。剖面分化清晰, 地面有砂砾或薄的结皮, 结皮下为灰棕色—棕色的腐殖质层(A 层), 腐殖质层下为钙积层(B 层), 钙积层下为母质层(C 层)。腐殖质层厚度 10~ 20 cm, 有机质含量 5~ 40 g/kg, 钙积层厚度 10~ 30 cm, 碳酸钙含量 100~ 150 g/kg。全剖面强石灰反应, 剖面中、下部有少量石膏新生体, 土壤颗粒中多砾石和沙粒, 砾石含量可达 300~ 600 g/kg, 粘粒含量占细土部分的 100~ 150 g/kg 左右, 剖面下部为粗骨质; 灰钙土分布在祁连山东、中段, 大黄山、龙首山的中低山和丘陵地段, 东起古浪县的裴家营, 西至高台县的红崖子、新坝, 是黄土向河西地区的带状延续。祁连山东段的灰钙土, 上接栗钙土, 是山地垂直带的基带土壤, 海拔 1 900~ 2 300 m; 祁连山中段的灰钙土, 上接栗钙土, 下连灰漠土, 海拔高度上升到 2 100~ 2 700 m; 大黄山的灰钙土处于海拔 2 200~ 2 500 m 地段; 龙首山的灰钙土, 上接栗钙土, 下连灰漠土, 海

拔2 300~ 2 500 m。地面有薄层结皮, 厚度约 1 cm, 松脆, 结皮面着生地衣、藻类和苔藓; 结皮下有较明显的腐殖质层, 厚度 20~ 30 cm, 由于土壤质地偏轻, 腐殖质层下延较深, 可达 80 cm; 腐殖质层下为钙积层, 出现在土表下 20~ 30 cm 深处, 呈斑点状或假菌丝状聚集; 钙积层之下为黄土状母质。灰钙土的有机质含量 5~ 30 g/kg, 自表层起即有较高的碳酸钙含量, 一般在 100 g/kg 左右, 剖面石膏含量一般在 10 g/kg 左右, 最高可达 46.5 g/kg, 土表 20~ 30 cm 以下易溶性盐分含量 5~ 15 g/kg, 有中、深位盐化; 灰漠土分布在祁连山、龙首山的中低山及山麓平原, 海拔由东部的 1 900 m 到西部的 2 300 m。表层的有机质含量一般是 10~ 20 g/kg, 个别剖面在 5 g/kg 左右, 下层有机质含量低于 5 g/kg, C/N 为 5~ 10, 全剖

面的碳酸钙含量高, 在 100~ 200 g/kg 间, 有碳酸钙淀积现象, 但不明显, 石膏在剖面中有淋淀表现, 有的剖面石膏含量可达 50 g/kg 以上, pH 值 7.5~ 8.9, 代换量< 10 cmol(+)/kg。灰漠土的易溶性盐分有淋移现象, 10~ 30 cm 厚度的表层总盐含量低于 2.20 g/kg, 该厚度之下的总盐含量为 5.24~ 13.77 g/kg, 达到中位和深位盐化程度, 盐分离子中以 SO₄²⁻、Cl⁻ 和 Na⁺、Ca²⁺ 占优势。灰漠土的 CaO 是表层低、下层高, 有明显的移动现象, 硅铝铁率、硅铝率和硅铁率在剖面中只表层稍低于下层。灰漠土的腐殖质组成中, 活性腐殖质碳占有机全碳的 30 % 以下, 为 14.66 % ~ 26.98 %, 胡敏酸/富里酸之值甚小, 一般低于 0.33, 最高不超过 0.42, 胡敏酸光密度值 465/665 之比为 4.31(见表 1)。

表 1 河西山地干旱土的主要理化性质¹⁾
Table 1 Main physical and chemical characteristics of Aridisols in mountainous areas of the Hexi Region in northwest China

土壤类型	剖面号	采样地点	深度 (cm)	土壤质地	有机质	全氮	碳酸钙	总盐量	C/N	石膏	PH	CEC ₇ (Cmol(+) kg ⁻¹)
盐盘石膏正 常干旱土	01- 005	安西县望 杆子戈壁	5~ 40	多砾壤砂土	3.50	0.15	67.0	45.10	13.53	184.00	8.70	-
			40~ 65	盐		盘		层		227.80	-	-
			65~ 100	多砾壤土	3.00	0.35	184.0	47.40	4.97	157.00	8.80	-
			100~ 130	多砾壤砂土	1.50	0.27	55.0	16.30	3.22	33.20	8.80	-
盐化石膏正 常干旱土	-	敦煌千佛洞 公路 10km 处	0~ 31	多砾沙壤	1.50	0.18	72.0	17.10	4.83	114.30	8.80	-
			31~ 83	砾质沙壤	0.90	-	81.0	6.00	-	4.30	9.10	-
			83~ 120	多砾沙土	1.00	-	96.0	2.10	-	3.20	8.90	-
普通石膏正 常干旱土	S- 118	玉门昌马乡 南 2.3km	0~ 20	-	9.68	0.70	209.7	-	8.02	46.03	-	4.67
			20~ 38	-	6.67	0.53	201.9	-	7.30	49.91	-	4.48
			38~ 47	-	5.33	0.19	208.4	-	16.27	13.06	-	3.38
盐化钙积 正常干旱土	81- H- 93	高台罗城 乡营墩墩	0~ 2	砾质轻壤	2.62	0.12	59.6	8.62	12.66	2.90	8.28	5.02
			2~ 12	多砾中壤	2.40	0.32	84.6	1.31	4.35	4.10	8.55	9.71
			12~ 38	多砾中壤	2.31	0.24	74.4	8.55	5.56	4.53	7.72	7.18
			38~ 53	多砾重壤	1.80	0.05	67.3	7.67	22.88	3.35	7.45	5.53
灌耕钙积正 常干旱土	5099	民乐县北滩乡 永禄村 ^[24]	53~	多砾沙壤	1.18	0.03	79.1	3.95	22.81	1.18	7.38	4.26
			0~ 20	沙粘壤土	7.30	0.52	102.9	-	-	-	8.80	7.50
			20~ 58	粘壤土	5.70	0.43	122.3	-	-	-	8.80	7.20
雨耕钙积正 常干旱土	4064	山丹县霍城乡	58~ 130	粘壤土	5.30	0.38	125.7	-	-	-	8.70	-
			0~ 24	-	16.10	1.20	238.5	-	-	-	8.40	9.30
			24~ 65	-	18.50	1.35	88.4	-	-	-	8.70	-
			65~ 88	-	11.52	0.75	238.0	-	-	-	9.10	-
普通钙积正 常干旱土	02~ 004	肃南老虎 沟 ^[22]	88~ 120	-	5.90	-	187.5	-	-	-	9.30	-
			0~ 25	多砾壤土	16.2	1.08	104.0	0.80	8.70	0.00	8.30	8.96
			25~ 50	多砾壤土	10.6	0.82	112.0	1.50	7.50	0.00	8.60	8.60
			50~ 75	多砾壤土	10.7	0.94	154.0	9.50	6.60	5.00	8.60	8.34
			75~	多砾壤土	8.6	0.62	129.0	6.40	8.05	1.60	8.90	8.06

1) 表中有有机碳、全氮、碳酸钙、石膏及总盐量的单位为: g/kg, 以下表同。
© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3.2 钙层土

河西山地钙层土壤是由于碳酸钙的淋溶和淀积过程在剖面中产生具有明显钙积层特性而作为诊断标志的土壤,它的钙积层厚度 $\geq 15\text{ cm}$,碳酸钙相当物含量 $100\sim 300\text{ g/kg}$,并且比它的上层和下层至少高出 50 g/kg ,河西山地钙层土壤按土壤水分与温度状况划分为寒性、冷性和干润钙层土三个亚纲^[18]。

寒性钙层土相当于土壤发生分类中的寒钙土或高山草原土^[22],分布在祁连山西段——阿尔金山的高山地段,海拔 $3\,700\,(3\,900)\sim 4\,200\text{ m}$,是寒旱半干旱草原植被下发育的土壤,上接寒漠土,下连冷钙

土。所处地形为山间宽谷、古冰碛台地和山体缓坡。剖面含石砾,细土部分以中沙、细沙为主,粉沙和粘粒含量占比例小,土壤表层有机质含量 $8.26\sim 25.60\text{ g/kg}$,C/N 比 $9.48\sim 17.86$,有机质总碳中腐殖质碳含量占 $15\%\sim 36\%$,腐殖质组成中以富里酸占优势,胡敏酸与富里酸之比为 $0.13\sim 0.64$,剖面 pH 值 8.0 左右,全剖面均含有较高的碳酸钙,有的剖面碳酸钙淀积作用明显,剖面中有少量石膏,一般在 10 g/kg 以下,个别土层可达 $13\sim 44\text{ g/kg}$,代换量低,在 $10\text{ cmol}(+)/\text{kg}$ 以下(表 2)。

表 2 河西山地钙层土的主要理化性质

Table 2 Main physical and chemical characteristics of Calcisols in mountainous areas of the Hexi Region in northwestern China

土壤类型	剖面号	采样地点	深度 (cm)	土壤质地	有机质	全氮	碳酸钙	总盐量	C/N	石膏	PH	CEC ₇ (Cmol(+)/kg ⁻¹)
普通石灰寒性钙层土	阿 8	阿克塞当金山公路西 500m	0~ 20	—	25.6	1.53	183.0	—	9.70	—	7.9	9.44
			20~ 45	—	11.6	0.71	154.0	—	9.48	—	8.3	6.20
			45~ 70	—	8.5	0.51	165.0	—	9.67	—	8.3	7.02
盐化石灰冷性钙层土	S- 24	阿克塞安南坝乡东	0~ 20	—	21.27	—	197.8	10.16	—	—	7.69	—
			20~ 65	—	7.23	—	191.3	11.71	—	—	7.70	—
			65~ 82	—	6.12	—	201.9	13.46	—	—	7.82	—
			82~ 95	—	4.78	—	219.6	8.50	—	—	7.90	—
普通石灰冷性钙层土	阿- 87	阿克塞民主乡青石沟小山头正东 30m ^[22]	0~ 20	—	20.3	1.04	130.0	—	11.32	—	8.2	6.67
			20~ 50	—	12.5	0.84	210.0	—	8.63	—	8.4	6.87
			50~ 110	—	7.8	0.47	163.0	—	9.63	—	8.3	7.70
暗厚粘化干润钙层土	81- H- 27	山丹军马总场五墩	0~ 13	沙壤土	106.7	5.35	49.6	0.76	11.57	4.0	8.17	17.49
			13~ 36	沙壤土	64.46	3.48	71.3	0.69	10.74	3.5	8.35	13.75
			36~ 59	中壤土	44.82	2.57	101.3	0.80	10.12	1.2	8.27	10.65
			59~ 84	轻粘土	35.22	1.37	112.0	0.84	14.91	3.5	8.30	10.45
			99~ 137	重壤土	7.26	0.41	197.1	0.71	10.27	3.5	8.38	5.43
普通粘化干润钙层土	81- H- 22	山丹龙首山青崖巴图	0~ 16	沙壤土	41.73	2.49	—	0.47	9.72	—	8.22	—
			16~ 37	轻壤土	28.64	2.03	—	2.26	8.18	—	8.18	—
			37~ 71	中壤土	15.05	0.93	—	5.48	9.45	—	8.30	—
			98~ 148	中壤土	11.63	0.73	—	8.90	9.24	—	7.95	—
暗厚石灰干润钙层土	石- 128	永昌红山窑乡大黄土水沟	0~ 11	—	74.00	3.86	60.26	—	11.12	—	—	—
			11~ 40	—	50.49	3.13	126.22	—	9.36	—	—	—
			40~ 64	—	25.02	1.61	161.70	—	9.01	—	—	—
			64~ 117	—	8.93	0.50	—	—	9.96	—	—	—
			117~ 120	—	5.42	0.38	—	—	8.27	—	—	—
灌耕石灰干润钙层土	5208	民乐县永固乡南村子	0~ 16	沙壤土	23.7	1.53	92.3	—	8.99	—	8.5	10.93
			16~ 30	沙壤土	25.8	1.80	95.0	—	8.31	—	8.5	14.05
			30~ 120	沙壤土	19.2	1.29	145.2	—	8.63	—	8.8	—
雨耕石灰干润钙层土	5010	民乐南丰乡	0~ 26	—	23.7	2.10	90.4	—	6.55	—	8.7	13.50
			26~ 50	—	28.4	1.87	91.5	—	8.81	—	8.4	14.20
			50~ 130	—	22.3	1.51	130.2	—	8.57	—	8.5	—
普通石灰干润钙层土	81- H- 163	张掖东大山大黑沟	0~ 32	沙壤土	38.89	1.96	—	0.61	—	—	7.84	—
			32~ 99	沙壤土	13.86	0.70	—	5.74	—	—	7.78	—
			99~ 130	沙壤土	5.28	0.28	—	2.71	—	—	8.14	—

冷性钙层土相当于土壤发生分类中的冷钙土或亚高山草原土^[22],分布在祁连山西段——阿尔金山的亚高山地段,上接寒钙土,下连栗钙土或棕钙土。海拔 3 100~ 3 900 m,所处地形为山脊、山坡、宽谷、台地。依据有或无盐化过程附加的特性,又分出盐化和普通冷性钙层土两个亚类。冷性钙层土腐殖质层的有机质含量为 12.50~ 29.85 g/kg,全氮含量为 0.84~ 1.68 g/kg, C/N 8.63~ 13.79。全剖面 pH 值 7.69~ 8.40,代换量 5.95~ 6.87 cmol(+)/kg,碳酸钙含量除个别土层外均超过 100 g/kg,并在剖面中、下部有较明显的淀积现象,石膏含量较少,一般在 2~ 4 g/kg,个别土层达 19.26 g/kg,全剖面含易溶性盐,总盐量为 8.50~ 11.46 g/kg,有盐化现象。冷钙土的腐殖质组成中,腐殖质总碳中有机质总碳占 17%~ 31%,胡敏酸与富里酸之比为 0.17~ 0.33。土体的全量化学分析中除 CaO 在剖面有明量下移外,其余成分看不出明显的移动现象,硅铝率和硅铁铝率在剖面中分布比较均匀,为 7.13~ 8.29 和 5.76~ 6.89(见表 2)。

干润钙层土是具有干润土壤水分状况的钙层土,分布在祁连山东、中段与大黄山和龙首山的中山地带和山间盆地。大多数年份土壤控制层段的某些部分或全部,每年累计干燥时间 ≥ 90 d,当土壤 50 cm 深处的土温 $> 5^{\circ}\text{C}$ 时,水分控制层段全部湿润时间累计有 > 6 个月的天数^[4]。该亚纲根据次要成土过程、次要控制因素所表现的性质划分出粘化与石灰干润钙层土两个土类。其中,粘化干润钙层土依据土壤腐殖质厚度和有机质的含量,又划分出暗厚和普通粘化干润钙层土两个亚类;石灰干润钙层土分别依据土壤腐殖质厚度和有机质的含量、人为耕作的附加作用,划分出暗厚与普通石灰干润钙层土、灌耕与雨耕石灰干润钙层土共 4 个亚类^[18]。

暗厚粘化干润钙层土相当于土壤发生分类中的黑钙土和暗栗钙土^[22]。前者分布于祁连山东、中段的中山带,出现在林区上部的阳坡或山前缓坡,是草甸草原植被下发育的土壤,上与亚高山黑毡土相接,海拔 2 700~ 3 000 m。剖面分化明显,土体构型基本上是 A(腐殖质层)—B(钙积层)—C(母质层)型,在腐殖质层和钙积层之间存在一个有机质舌状淋溶的过渡层(A/B);后者在祁连山、大黄山、龙首山均有分布,海拔 2 300~ 3 200 m,在森林草原垂直带与灰褐土交替,组成复域,阴坡为灰褐土,阳坡为栗钙土,在森林线以下,栗钙土单独存在,自成一个垂直带。

地形上处于山地斜坡和山间盆地缓坡。成土特点同于黑钙土,主要是腐殖质积累和碳酸钙淋淀,但腐殖质积累较黑钙土弱,碳酸钙聚集较黑钙土强。在土壤剖面上部形成较厚的腐殖质层;由于降水量较少,土壤淋溶较弱,剖面通层有石灰反应,碳酸钙的含量超过 10 g/kg,并在剖面中部形成明显的钙积层,碳酸钙含量在 10 g/kg 以上,同时,在土壤剖面中、下部还含有一定的易溶性盐分,达到盐化程度;栗钙土的颗粒组成以细沙和粉沙为主,粘粒含量较少,但粘粒在剖面中部有一定程度的淀积。栗钙土的土体构型从上到下明显地分为腐殖质层(A)、钙积层(B)和母质层(C),在腐殖质层和钙积层间常有舌状过渡层出现(表 2)。

3.3 半淋溶土

河西山地半淋溶土的土壤水分状况为干润土壤水分状况,故应归属与干润半淋溶土亚纲,又因河西山干润半淋溶土有较明显的粘化层,而划分出粘化干润半淋溶土土类,该土类下,依据碳酸钙的淋溶程度,有石灰和普通干润半淋溶土两个亚类^[18]。

半淋溶土石山地垂直带谱的重要组成部分,是针叶林与针阔混交林条件下发育的土壤,相当于土壤发生分类中的灰褐土^[22],分布在祁连山东、中段和大黄山、东大山中山地段的阴坡和半阴坡,海拔 2 600~ 3 200 m,从东到西海拔逐渐升高,武威地区 2 500~ 3 000 m,张掖地区 2 650~ 3 200 m。灰褐土与黑钙土和栗钙土组成复域,阴坡地段为灰褐土,阳坡地段为黑钙土和栗钙土,在垂直带中,黑钙土处于上部,栗钙土处于下部。灰褐土的上界紧接黑毡土,下界相连栗钙土。腐殖质层的有机质含量一般在 100 g/kg 左右,有的剖面达 20 g/kg 以上,腐殖质组成中以富里酸占优势,胡敏酸/富里酸值 < 1 ;土壤微碱性到碱性, pH 7.5~ 8.5,不含易溶性盐分;代换量以腐殖质层最高,达 20~ 50 cmol(+)/kg;全量化学组成中 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 有淋溶现象,表层含量较下层少,粘粒淀积层中二三价氧化物增高(表 3)。

3.4 雏形土

河西山地雏形土按土壤温度状况分为寒冻和寒性雏形土两个亚纲。前者依据土壤表面有草毡层发育的诊断层他的,只有草毡寒冻雏形土土类,此土类按偏离中心程度(腐殖质厚度和有机质含量)划分出暗厚与普通草毡寒冻雏形土两个亚类;后者是指具有寒性土壤温度状况的雏形土,土表下 50 cm 深度处或浅于 50 cm 的石质或准石质接触面处年平均土

表 3 河西山地半淋溶土的主要理化性质

Table 3 Main physical and chemical characteristics of Semiluvissols in mountainous areas of the Hexi Region in northwestern China

土壤类型	剖面号	采样地点	深度 (cm)	土壤质地	有机质	全氮	碳酸钙	总盐量	C/N	石膏	PH	CEC ₇ (Cmol(+) kg ⁻¹)
石灰粘化干 润半淋溶土	81- H- 162	张掖东大 山中流沟	0~ 12	壤沙土	79.77	2.60	58.6	-	17.80	-	8.2	-
			12~ 34	壤沙土	109.89	2.42	104.2	-	26.34	-	8.4	-
			34~ 96	沙壤土	77.78	1.65	161.3	-	27.34	-	8.4	-
			96~ 120	沙壤土	11.57	0.59	86.4	-	11.37	-	8.3	-
普通粘化干 润半淋溶土	81- H- 80	肃南寺大 隆天劳池 圆柏林	0~ 5	中壤土	224.9	5.94	5.0	1.03	21.96	3.4	7.72	46.45
			5~ 28	重壤土	158.0	4.33	4.9	1.04	21.16	3.1	7.90	51.66
			28~ 49	重壤土	52.36	1.88	25.3	0.76	16.11	4.0	7.95	25.08
			49~ 77	重壤土	19.42	0.97	117.7	0.78	11.62	5.3	8.10	25.04
			77~ 106	轻壤土	10.51	0.21	97.5	0.67	29.03	4.0	8.12	11.05
			106~	多砾壤沙土	10.99	0.10	114.4	0.61	23.14	2.7	8.12	8.88

温在 0~ 8℃间, 它只有草毡寒性雏形土一个土类; 该土类按其碳酸钙、腐殖质和有机质含量分别划分为石灰、暗厚和普通草毡寒性雏形土三个亚类^[18]。

草毡寒冻雏形土相当于土壤发生分类中的草毡土、高山草甸土和高山灌丛草甸土, 分布在祁连山东、中段, 大黄山顶部亦有出现, 是河西高山草甸植被下发育的土壤, 海拔 3 600~ 4 200 m, 上接寒冻土, 成土年龄较寒冻土长, 是寒冻土的进一步演化, 土壤所处地形部位是高山带的山脊、缓坡或冰碛台地。剖面分化明显, 由毡状草皮层(As)、腐殖质层(A)、过渡层(AB/BC)和母质层组成。草皮层(草毡层)是鉴别草毡土的特征表层, 一般厚度 6~ 20 cm, 草根盘结、致密柔韧; 腐殖质层颜色深暗, 厚度 20~ 40 cm, 粒状或团块状结构, 间有片状结构; 过渡层厚度 20~ 40 cm, 弱块状结构, 有碳酸钙假菌丝体, 有铁、锰斑纹(表 4)。

草毡寒性雏形土相当于土壤发生分类中的亚高山草甸土和亚高山灌丛草甸土, 分布在祁连山东、中段和大黄山及龙首山的东大山, 海拔 2 900 (3 200)~ 3 600 m, 是紧接森林线以上的亚高山土壤, 上接草毡土, 下连灰褐土, 地形为山坡、山脊和台地。剖面分化明显, 构型同于草毡土, 由毡状草皮层(As)、腐殖质层(A)、过渡层(AB/BC)和母质层(C)组成, 有的剖面淀积(B)发育明显, As 的有机质含量平均为 166.8 g/kg (草毡土平均为 109.4 g/kg)、全

氮含量平均为 7.54 g/kg (草毡土平均为 5.02 g/kg), A 层的有机质含量平均为 88.8 g/kg (草毡土平均含量为 75.3 g/kg), 全氮含量平均为 4.08 g/kg (草毡土平均为 3.58 g/kg)。黑毡土的腐殖质组成中胡敏酸与富里酸之比大于草毡土(见表 4)。

3.5 新成土

河西山地土壤按岩性特征划分为石砾质新成土亚纲, 按土壤温度状况划分为寒冻石砾质新成土土类, 此土类依据土壤的石膏于碳酸钙聚集情况分别划分出石膏、石灰和普通寒冻石砾质新成土三个亚类^[18]。寒冻石砾质新成土是脱离冰川最晚、寒冻期最长、成土年龄最短的土壤, 土壤温度为寒冻土壤温度状况, 土表下 50 cm 深处年平均土温< 0℃。

石膏寒冻石砾质新成土相当于土壤发生分类中的高山漠土, 分布在祁连山西段——阿尔金山, 海拔 3500~ 4500 m, 所处地形部位为高山舌地和山坡、母质有坡积物、残积物、冰碛物、山体剥蚀强烈, 片石满地。剖面结构是表层有结皮, 结皮多孔松脆、碳酸钙含量高, 结皮下有层片状结构、微红棕色, 层片结构下为含石膏丰富的砾石层, 再下过渡到不含石膏的片石层或砾石层。根据采集的土样分析, 寒漠土的有机质含量 3.39~ 6.84 g/kg, 全氮含量 0.14~ 0.48 g/kg, C/N 比 7.31~ 11.44, 代换量 4.07~ 5.49 cmol(+)/kg, 全剖面含碳酸钙和石膏, 碳酸钙以结皮中的含量为高, 石膏则是结皮下含量高(表 5)。

表 4 河西山地雏形土的主要理化性质

Table 4 Main physical and chemical characteristics of Cambisols in mountainous areas of the Hexi Region in northwestern China

土壤类型	剖面号	采样地点	深度(cm)	土壤质地	有机质	全氮	碳酸钙	总盐量	C/ N	石膏	PH	CEC ₇ (Cmol(+) kg ⁻¹)
暗厚草毡寒冻雏形土	81- H- 6	民乐大湖窝高山台地	0~ 11	砂壤土	146. 00	6. 83	12. 7	-	11. 94	-	7. 52	43. 54
			11~ 25	砂壤土	112. 70	5. 18	2. 2	-	12. 62	-	7. 72	40. 07
			25~ 43	轻壤土	71. 45	4. 06	0. 6	-	10. 21	-	7. 62	32. 76
			43~ 61	轻壤土	56. 99	2. 78	0. 0	-	11. 89	-	7. 51	31. 20
			61~ 81	轻壤土	5. 70	0. 67	119. 0	-	4. 93	-	8. 19	5. 76
			81~ 106	砂壤土	3. 95	0. 26	95. 4	-	8. 81	-	8. 25	4. 94
普通草毡寒冻雏形土	6067	肃南大岔牧场纳木乔大板 ^[24]	0~ 15	-	193. 4	7. 12	5. 0	-	15. 56	-	7. 9	36. 7
			15~ 35	-	55. 9	2. 10	8. 6	-	15. 44	-	7. 4	26. 6
			35~ 50	-	7. 7	0. 36	7. 6	-	12. 41	-	7. 3	9. 1
石灰草毡寒性雏形土	81- H- 160	张掖东大山三道沟对面阴坡	0~ 39	壤沙土	103. 70	4. 04	23. 4	-	14. 89	2. 84	8. 04	28. 53
			39~ 55	沙壤土	53. 85	2. 06	93. 1	-	15. 16	10. 09	8. 32	20. 00
			55~ 94	沙壤土	55. 25	2. 57	181. 3	-	12. 46	7. 76	8. 50	17. 82
			94~ 113	沙壤土	6. 03	0. 54	170. 4	-	6. 91	43. 7	8. 50	7. 88
暗厚草毡寒性雏形土	石- 45	武威小毛藏墩子瓜	0~ 10	-	134. 93	6. 42	-	1. 11	12. 19	-	8. 00	-
			10~ 31	-	107. 11	5. 91	-	0. 73	10. 51	-	8. 05	-
			31~ 45	-	77. 94	3. 49	-	0. 85	12. 95	-	8. 11	-
			45~ 70	-	25. 12	0. 89	-	0. 60	16. 37	-	8. 21	-
			70~	-	35. 53	1. 44	-	0. 73	14. 31	-	8. 25	-
普通草毡寒性雏形土	石- 59	武威旦马乡细水沟阴坡	0~ 4	-	174. 77	5. 93	-	-	17. 10	-	-	-
			4~ 7	-	129. 11	4. 49	-	0. 64	16. 68	-	7. 90	-
			7~ 21	中壤土	110. 74	3. 71	-	0. 47	17. 31	-	7. 80	-
			21~ 53	中壤土	7. 60	1. 01	-	0. 34	4. 36	-	7. 70	-
			53~ 76	多砾壤土	5. 88	1. 11	-	0. 26	3. 07	-	7. 80	-

表 5 河西山地新成土的主要理化性质

Table 5 Main physical and chemical characteristics of Primosols in mountainous areas of the Hexi Region in northwestern China

土壤类型	剖面号	采样地点	深度(cm)	土壤质地	有机质	全氮	碳酸钙	总盐量	C/ N	石膏	PH	CEC ₇ (Cmol(+) kg ⁻¹)
石膏寒冻石砾质新成土	S- 4	当金山路南	0~ 1	-	6. 52	0. 48	213. 00	-	7. 88	4. 14	-	-
			1~ 5	-	6. 84	0. 45	195. 00	-	8. 82	35. 17	-	-
			5~ 22	-	5. 65	0. 12	129. 00	-	7. 31	35. 91	-	-
石灰寒冻石砾质新成土	N- 11	肃南县祁青乡二指哈拉大阪	0~ 5	-	7. 80	0. 43	420. 60	-	10. 52	-	7. 90	4. 00
			5~ 12	-	7. 50	0. 41	286. 10	-	10. 61	-	7. 50	6. 00
			12~ 27	-	2. 00	0. 23	374. 40	-	5. 04	-	8. 80	1. 70
普通寒冻石砾质新成土	81- H- 62	肃南大岔牧场至青海公路64km	4~ 8	-	58. 16	2. 62	3. 00	-	12. 87	-	7. 50	18. 95
			8~ 15	-	44. 24	1. 97	0. 80	-	13. 02	-	7. 48	21. 73
			15~ 20	-	23. 48	1. 23	0. 80	-	11. 07	-	7. 42	16. 83
			20~ 49	-	9. 50	0. 69	1. 30	-	7. 99	-	7. 93	11. 10

石灰寒冻石砾质新成土分布在祁连山中西段, 土壤含碳酸钙高, 不含石膏(见表 5)。

普通寒冻石砾质新成土相当于土壤发生分类中的高山寒漠土, 分布在祁连山东、中段, 海拔3 900~ 4 700 m, 是夏季雪线以下和稠密高山草甸植被上限之间地段发育极微弱的原始土壤, 脱离冰川时间最

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

晚, 年龄最短。。土层湿润, 在寒冻温度状况, 土表下 50 cm 深处年平均温度 ≤ 0 , 20~ 50 cm 深度以下常年冻结, 土体中含有大量石砾和岩片, 细土部分的颗粒组成以沙为主, 粘粒含量甚少, 一般在 100 g/kg 左右。土层浅薄, 剖面分化不明显, 表层有机质含一般在 10 g/kg 以下, 有的地段达 60 g/kg, 有机质总碳含量中活性腐殖质碳含量不到 30 %, 腐殖质组成中胡敏酸与富里酸之比为 0.45~ 0.54, 胡敏酸光密度值斜率(E4/E6) 在 8 左右。剖面 pH 值 7.4~ 7.9, C/N 比 8~ 13, 碳酸钙含量 0.8~ 3.0 g/kg, 代换量 11~ 22 cmol(+)/kg。土体的全量化学成分分析说明, SiO2

和 Al2O3 有微弱下移现象, CaO 和 MgO 有微弱上聚现象, 硅铝率和硅铁铝率为 5~ 6 和 7~ 8(见表 5)。

4 河西山地土壤分类系统

根据上述土壤分类依据、土壤分类原则、土壤命名方法, 以及其它有关河西山地的土壤信息^[24~ 26], 以中国土壤系统分类检索(第三版)^[4] 为依据, 将河西山地土壤分为 5 个土纲、8 个亚纲、10 个土类和 26 个亚类(表 6)。

表 6 河西山地土壤系统分类表^[18]

Table 6 Soil taxonomic classification of mountainous areas in the Hexi Region of northwestern China

土纲	亚纲	土类	亚类	相当于发生学分类 ^[25,21~ 24] 土壤类型
干旱土	正常干旱土	石膏正常干旱土	盐盘石膏正常干旱土	灰棕漠土
			盐化石膏正常干旱土	棕漠土
			普通石膏正常干旱土	
		钙积正常干旱土	盐化钙积正常干旱土	棕钙土
			灌耕钙积正常干旱土	灰钙土
			雨耕钙积正常干旱土	灰漠土
	寒性钙层土	石灰寒性钙层土	普通钙积正常干旱土	
			普通石灰寒性钙层土	高山草原土、寒钙土
			盐化石灰冷性钙层土	亚高山草原土
		石灰冷性钙层土	普通石灰冷性钙层土	冷钙土
			暗厚粘化干润钙层土	黑钙土、暗栗钙土
			普通粘化干润钙层土	栗钙土
钙层土	干润钙层土	粘化干润钙层土	暗厚石灰干润钙层土	
			灌耕石灰干润钙层土	淡栗钙土
			雨耕石灰干润钙层土	栗钙土
		石灰干润钙层土	普通石灰干润钙层土	
			石灰粘化干润半淋溶土	灰褐土
			普通粘化干润半淋溶土	
	半淋溶土	干润半淋溶土	暗厚草毡寒冻雏形土	高山草甸土
			普通草毡寒冻雏形土	高山灌丛草甸土
			石灰草毡寒性雏形土	亚高山草甸土
		草毡寒冻雏形土	暗厚草毡寒性雏形土	亚高山灌丛草甸土
			普通草毡寒性雏形土	
			石膏寒冻石砾质新成土	高山漠土
雏形土	寒性雏形土	草毡寒性雏形土	石灰寒冻石砾质新成土	高山寒漠土
			普通寒冻石砾质新成土	
新成土	石砾质新成土	寒冻石砾质新成土		

参考文献(References):

[1] Chinese Soil Taxonomy Research Group, Institute of Soil Science, Academia Sinica, Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Chinese Soil Taxonomy (1st proposal) [M]. Beijing: Science Press, 1992. 1~ 120. [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研究协作组著. 中国土壤系统分类(首次方案)[M]. 北京: 科学出版社, 1991. 1~ 120.]

[2] Chinese Soil Taxonomy Research Group, Institute of Soil Science, Academia Sinica, Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Chinese Soil Taxonomy (Revised proposal) [M]. Beijing: Chinese Agriculture Science Technology Press, 1995. 1~ 218. [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研究协作组著. 中国土壤系统分类(修订方案)[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995. 1~ 218.]

[3] Gong Zitong et al., Chinese Soil Taxonomy: Theories, Methods and

©1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

- Practices[M]. Beijing: Science Press, 1999. 1~903. [龚子同,等著. 中国土壤系统分类——理论·方法·实践[M]. 北京: 科学出版社, 1999. 1~903.]
- [4] Chinese Soil Taxonomy Research Group, Institute of Soil Science, Academia Sinica, Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Keys to Chinese Soil Taxonomy (3rd edition)[M]. Hefei: Chinese Science and Technology University Press, 2001. 1~275. [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研究协作组著. 中国土壤系统分类检索(第三版)[M].: 中国科学技术大学出版社, 2001. 1~275.]
- [5] Zhang Leide. Taxonomic classification of Halosols in Xinjiang[J]. *Arid Zone Research*, 1997, **14** (3): 1~8. [张累德. 新疆盐成土壤系统分类[J]. 干旱区研究, 1997, **14** (3): 1~8.]
- [6] Zhang Leide. Study on taxonomic classification of Sil Orthic Anthrosols in Xinjiang[J]. *Arid Zone Research*, 1997, **14** (1): 1~7. [张累德. 新疆盐成土壤系统分类[J]. 干旱区研究, 1997, **14** (1): 1~7.]
- [7] Qi Shanzhong, Li Fuxing. Study on Taxonomic Classification of Soils of Linze zone in the Hexi Corridor[J]. *Soil and Environmental Sciences*, 2000, **9** (4): 307~310. [齐善忠, 李福兴. 河西走廊临泽样区土壤系统分类研究[J]. 土壤与环境, 2000, **9** (4): 307~310.]
- [8] Li Heping. Basic taxonomy of Aridisols in Xinjiang[J]. *Arid Zone Research*, 2001, **18** (2): 56~60. [李和平. 新疆干旱土纲基层分类探讨[J]. 干旱区研究, 2001, **18** (2): 56~60.]
- [9] Li Fuxing, Qi Shanzhong, Zhao Feihu, *et al.*. Soil basic classification and land sustainable use of Linze zone in Hexi Corridor[J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 1999, **30** (Special): 13~19. [李福兴, 齐善忠, 赵飞虎, 等. 河西走廊临泽样区土壤基层分类及土地持续利用[J]. 土壤通报, 1999, **30** (专辑): 13~19.]
- [10] Li Heping, Fan Zili, Chen Xinjun, *et al.*. Study on basic soil classification form limited factor index of land resources development: An example from basic categories of Aridisols order[J]. *Arid Zone Research*, 2000, **17** (2): 28~33. [李和平, 樊自立, 程心俊, 等. 采用土地资源利用限制因素指标进行土壤基层分类——以新疆干旱土纲基层分类为例[J]. 干旱区研究, 2000, **17** (2): 28~33.]
- [11] Chang Qirui, Lei Mei, Feng Lixiao, *et al.*. Genetic characteristics and taxonomy of soils on the northern slope of the Qingling Mountain[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2002, **39** (2): 227~235. [常庆瑞, 雷梅, 冯立孝, 等. 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.]
- [12] Chen Jianfei. Classification and distribution of mountainous soils in Fujian Province based on Chinese Soil Taxonomy[J]. *Journal of Mountain Science*, 2001, **19** (1): 1~8. [陈健飞. 福建山地土壤的系统分类及其分布规律[J]. 山地学报, 2001, **19** (1): 1~8.]
- [13] Chen Jianfei. Diagnostic characteristics and taxonomic classification of the soils in Meihua Mountain[J]. *Soil Science*, 1997, **5**: 235~239. [陈健飞. 梅花山土壤诊断特性及系统分类研究[J]. 土壤, 1997, **5**: 235~239.]
- [14] Chen Jianfei. Genetic characteristics and taxonomic classification of soils in the Mountain Regions in South An' hui[J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 2000, **31** (3): 97~101. [陈健飞. 武夷山土壤形成特点与系统分类[J]. 土壤通报, 2000, **31** (3): 97~101.]
- [15] Gu Yeping, Liu Birong, Wang Genfa, *et al.*. Taxonomic classification of soils in Meihua Mountain[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2003, **40** (1): 10~21. [顾也萍, 刘必融, 汪根法, 等. 皖南山地土壤系统分类研究[J]. 土壤学报, 2003, **40** (1): 10~21.]
- [16] Wu Fucheng, Fang Xiaomin. Soils of MT. Hengshan[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2001, **38** (3): 256~265. [吴甫成, 方小敏. 衡山土壤之研究[J]. 土壤学报, 2001, **38** (3): 256~265.]
- [17] Chen Jianfei. Classification correlation of mountainous soils in Fujian Province[J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2002, **17** (2): 98~103. [陈健飞. 福建主要山地土壤分类参比研究[J]. 福建农业学报, 2002, **17** (2): 98~103.]
- [18] Chen Longheng, Li Fuxing. Soil Resources in the Hexi Regions of China[M]. Beijing: China Environment Science Press, 2000. 1~170. [陈隆亨, 李福兴. 河西地区土壤[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2000. 1~170.]
- [19] Liu Licheng, Pai Zula, Xu Huajun, *et al.*. Taxonomic classification of the soils in the Altay Mountains[J]. *Journal of Xinjiang University*, 1999, **16** (4): 87~94. [刘立诚, 排祖拉, 徐华君, 等. 新疆阿尔泰山土壤系统分类[J]. 新疆大学学报(自然科学版), 1999, **16** (4): 87~94.]
- [20] Chen Longheng, Qu Yaoguang. Soil and Water Resources and Rational Applications in the Hexi Regions of China[M]. Beijing: Science Press, 1992. 1~263. [陈隆亨, 曲耀光等著. 河西地区水土资源及其合理利用[M]. 北京: 科学出版社, 1992. 1~263.]
- [21] Chen Longheng, Xiao Honglang. The Mountainous Soil Resources in the Hexi Regions of China[M]. Beijing: Ocean Press, 2003. 1~132. [陈隆亨, 肖洪浪. 河西山地土壤[M]. 北京: 海洋出版社, 2003. 1~132.]
- [22] Soil Survey Office of China. Soil Resources in China[M]. Beijing: China Agriculture Press, 1998. 1~739. [全国土壤普查办公室. 中国土壤[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998. 1~739.]
- [23] Soil Survey Staff. Soil Taxonomy[M]. Washington, 1975. 1~754.
- [24] Soil Survey Office of Gansu Province. Soil Resources in Gansu Province of China[M]. Beijing: Agriculture Press, 1993. [甘肃省土壤普查办公室. 甘肃土壤[M]. 北京: 农业出版社, 1993.]
- [25] Soil Survey Office of Gansu Province. The Categories of Soil Resources in Gansu Province of China[M]. Lanzhou: Gansu Science and Technology Press, 1993. 1~598. [甘肃省土壤普查办公室. 甘肃省土种志[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1993. 1~598.]
- [26] Soil Survey Office of Zhangye Region in Gansu Province. Soil Resources in Zhangye Region of Gansu Province of China[M]. 1986. 1~263. [张掖地区土壤普查办公室. 张掖地区土壤[M]. 1986. 1~263.]

Soil Taxonomy in Mountainous Areas in the Hexi Region of Gansu Province

QI Shan-zhong, XIAO Hong-lang, LUO Fang

(Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences,
Lanzhou 730000, PR China)

Abstract: Based on the *keys to Chinese Soil Taxonomy* (3rd edition) and information about the mountainous soils in the Hexi Regions of Gansu Province, the authors propose a soil taxonomic classification of the study area. Where all the mountainous soils were divided into 5 soil orders, namely Aridisols, Calcisols, Semi-luvisols, Cambisols and Primosols; 8 soil suborders; 10 soil groups and 26 soil subgroups. In addition, we also studied the application of mountainous soils according to the taxonomy.

Key words: Mountainous soils; soil taxonomy; the Hexi Region of Gansu Province

欢迎订阅《长江流域资源与环境》

国内统一刊号: CN42—1320/X, 邮发代号: 38—311

《长江流域资源与环境》由中国科学院资源环境科学与技术局和中国科学院武汉文献情报中心联合主办, 科学出版社出版。它是全国唯一一份专门研究长江流域各种资源的开发利用保护与生态环境建设的综合性学术刊物, 是中国科技论文统计源期刊, 全国中文核心期刊, 中国科学引文数据库(CSCD)源期刊, 中国中文社会科学引文索引源期刊。它立足长江流域, 面向国内外, 围绕长江流域资源与生态环境重大问题, 报道流域资源与生态环境科学研究成果、资源综合利用与生态环境保护工作经验, 环境与社会可持续发展; 自然资源; 农业发展; 生态环境; 自然灾害; 学术讨论; 决策建议; 动态信息。对从事资源与环境研究, 以及广大农业、林业、气象、能源、水利、土地管理、旅游、经济、人口、生物、地理等学科部门的科技人员、决策与管理人员、高等院校师生都很有参考价值。

本刊由邮局统一发行。如有漏订者, 可直接汇款到编辑部补订。本刊为双月刊, 每期 96 页, 全年定价 60 元(含邮费)。编辑部地址: 武汉市武昌小洪山西区 25 号, 邮政编码: 430071, 电话: (027) 87198181, 电子信箱: editoffi@public.wh.hb.cn