

祁连山自然保护区祁丰林区森林土壤电导率和盐分含量

石澎雨¹, 石晓萍², 侯玉梅², 车宗伟³ (1. 张掖市林业科学研究院, 甘肃张掖 734000; 2. 甘肃省祁连山水源涵养林研究院, 甘肃张掖 734000; 3. 甘肃省肃南裕固族自治县祁丰林场, 甘肃肃南 735015)

摘要 在祁连山自然保护区祁丰林区分布的4种典型森林植被采集土样, 采用电极法和质量法对其电导率和盐分含量进行测定分析。结果表明: 4种森林植被土壤中的电导率和盐分含量变化规律各不相同, 其中青海云杉林和祁连圆柏林土壤剖面不同土层的差异不显著 ($P>0.05$), 而青海云杉-祁连圆柏混交林和灌木林土壤剖面40~60 cm土层显著高于其他土层 ($P<0.05$)。青海云杉林、祁连圆柏林、青海云杉-祁连圆柏混交林和灌木0~60 cm土层的土壤电导率和盐分含量分别为0.228、0.187、0.213、0.260 ms/cm和0.602、0.481、0.558和0.678 g/kg, 4种森林植被土壤未发生盐渍化现象。另外, 4种森林植被土壤电导率(y)和盐分含量(x)之间的回归方程为 $y = 2.7947x - 0.0398$ ($R^2 = 0.9997, P<0.01$)。

关键词 土壤养分; 土壤电导率; 土壤盐分; 祁丰林区

中图分类号 S153.3 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)09-0127-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.09.032



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Electrical Conductivity and Salt Content of Forest Soil in Qifeng Forest Area of Qilian Mountain Nature Reserve
SHI Peng-yu¹, SHI Xiao-ping², HOU Yu-mei² et al (1. Zhangye Academy of Forestry Sciences, Zhangye, Gansu 734000; 2. Gansu Qilian Mountain Water Conservation Forest Research Institute, Zhangye, Gansu 734000)

Abstract Soil samples were collected from four typical forest vegetation in Qifeng forest area of Qilian Mountain Nature Reserve. The electrical conductivity and salt content were measured and analyzed by electrode method and mass method. The results showed that the electrical conductivity and salt content in soil of four forest vegetation were different. Among them, the difference between the different soil layers of *Picea crassifolia* Kom. forest and *Sabina przewalskii* forest soil profile was not significant ($P>0.05$), while the 40-60 cm soil layer of *P. crassifolia*-*S. przewalskii* forest and shrub forest soil profile is significantly higher than other soil layers ($P<0.05$). The average soil conductivity and salt content of *P. crassifolia* forest, *S. przewalskii* forest, *P. crassifolia*-*S. przewalskii* mixed forest and shrubs at the depth of 0-60 cm were 0.228, 0.187, 0.213, 0.260 ms/cm respectively and 0.602, 0.481, 0.558 and 0.678 g/kg. No salinization occurred in the soil of 4 forest vegetation. In addition, the regression equation between soil conductivity (y) and salt content (x) of the four forest vegetations was: $y = 2.7947x - 0.0398$ ($R^2 = 0.9997, P<0.01$).

Key words Soil nutrients; Soil conductivity; Soil salinity; Qifeng forest region

土壤盐分含量是评价土壤是否发生盐渍化或盐渍化严重程度的重要指标^[1], 土壤电导率与土壤盐渍化具有较高的相关性^[2-3], 通过电导率的测定可在一定程度上表征土壤中盐分含量。不同土地利用类型的土壤盐分具有不同的分布和迁移特征^[4], 如贡璐等^[5]研究发现, 塔里木河上游阿拉尔垦区土壤表层的盐分含量大于心土层和底土层, 表层盐分含量表现为盐碱地>天然林>人工林>荒草地>撂荒地>耕地>新开耕地。分布在干旱、半干旱地区山地森林土壤水分的唯一来源是大气降水, 而且因林冠截留输入的降水更稀少, 加上气温较高土壤蒸发量大, 土壤中的可溶性盐在水分和蒸发等外力的作用下, 迁移到地表而积累, 在一定程度上造成土壤盐渍化, 森林植被生长受到限制, 从而影响森林生态系统的稳定性。分布在祁连山西段的森林植被大气降水少、气温高^[6], 然而, 有关于在该气候条件影响下的森林土壤电导率和土壤盐分在土壤剖面上的分布规律, 不同植被类型间的含量差异以及土壤电导率和盐分的关系等鲜有报道。鉴于此, 笔者选择祁连山自然保护区西段祁丰林区分布的4种典型森林植被林下土壤为研究对象, 对其土壤电导率和盐分含量进行研究, 以期对祁连山森林植被的管理和保护及充分发挥森林生态系统稳定性提供理论参考。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况 研究区位于祁连山肃南县祁丰藏族乡境内的祁丰林区(97°15'~99°10' E, 38°57'~39°43' N), 林区总面积9.13×10⁵ hm²。年平均气温-2~6℃, 极端低温-31℃, 极端高温30℃, 年平均无霜期90~120 d, 年均降水量为150~300 mm, 年均蒸发量为1 861 mm, 属半湿润和半干旱山地草原气候。平均海拔在4 000 m左右, 相对高差2 000 m左右, 林区内自然条件复杂, 加上水热条件差异大, 形成了多种具有明显垂直梯度的植被类型和土壤类型, 从山顶至川地植被分布有高山灌木、高山草甸带(3 400~4 000 m)、山地森林草原带(2 600~3 400 m)、山地草原带(2 300~2 600 m)和山地荒漠草原荒漠带(2 300 m以下); 土壤类型有高山寒漠土、高山草甸土、高山草原土、亚高山草原土、森林灰褐土、山地栗钙土、山地棕钙土、灰漠土、草甸土^[7]。

1.2 样品采集与处理 土样为采自甘肃省祁连山自然保护区西段祁丰林区分布的4种典型植被类型青海云杉林(YS)、祁连圆柏林(YB)、青海云杉-祁连圆柏混交林(YS-YB)和灌木林(GC)的林下土壤。在采样过程中, 选择典型代表性的森林植被类型建立采样地(表1)^[7], 用绳子围一个面积为50 m×50 m(垂直投影面积是50 m×50 m)的样地, 再用绳子将样地划分为4个25 m×25 m的栅格, 然后将栅格作为采样点, 在每个采样点利用环刀体积为100 cm的土钻采集土样, 共5个重复, 将每个样地20个重复采集的土壤按土

基金项目 甘肃省林业科技计划项目(2018kj014, 2018kj016)。
作者简介 石澎雨(1971—), 男, 山东泰安人, 工程师, 从事林业生态环境和林业新技术新品种推广研究。
收稿日期 2020-05-12

层(0~10、10~20、20~40、40~60 cm)充分混合并清理植物根系和石块,按四分之一法取土样带回实验室,按实验室化验要求风干、磨碎和过筛。

表 1 4 种森林植被典型样地的基本情况
Table 1 Basic situation of typical sample plots of four forest vegetation

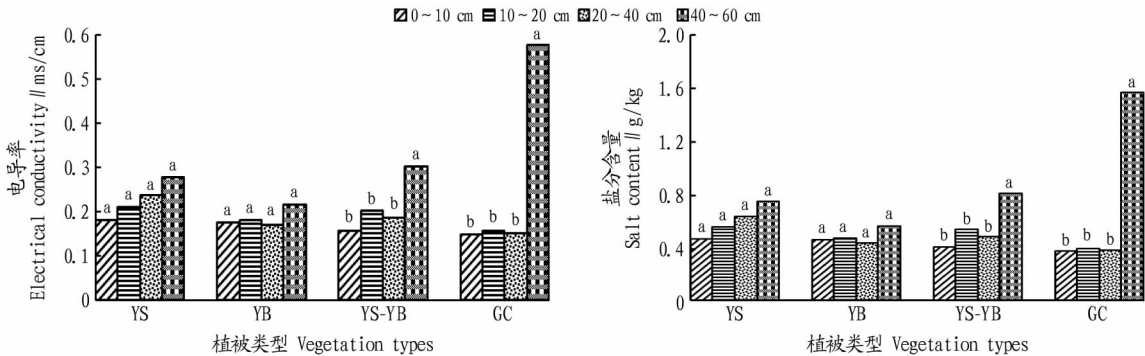
植被类型 Vegetation types	林区 Forest region	地理位置 Geographical position	海拔 Altitude m	坡位 Slope position	坡度 Slope °	坡向 Aspect °	土类 Soil types	母质 Parent material	主要植被种类 Main vegetation species	盖度/ 郁闭度 Coverage / Canopy density
YS	青海云杉	39° 12' 27. 6" N、 99°02'34. 2"E	3 027	中坡	33	0	灰褐土	残积物	青海云杉、金露梅、苔草、珠 芽蓼、棘豆等	0. 7
YB	祁连圆柏林	39° 12' 36. 4" N、 99°02'49. 9"E	2 952	中坡	28	335	灰褐土	坡积物	祁连圆柏、吉拉柳、金露梅、 油蒿等	0. 8
YS-YB	青海云杉-祁 连圆柏混交林	39° 12' 32. 9" N、 99°02'47. 8"E	3 066	中坡	26	310	灰褐土	残积物	青海云杉、祁连圆柏、鲜黄小 檉、金露梅、冰草、针茅等	0. 5
GC	灌木林	39° 12' 28. 2" N、 99°02'22. 9"E	2 794	中坡	21	35	高山草甸土	坡积物	箭叶锦鸡儿、怀腺柳、苔草、 珠芽蓼、棘豆等	0. 3

1.3 样品分析与数据处理 土壤样品中的电导率和盐分含量按照森林土壤分析方法测定^[8],使用电极法测定电导率,使用质量法测定土壤盐分(可溶性全盐量),每一样品 2 次重复。数据采用 EXECL 2016 和 SPSS 19.0 进行统计分析和作图,然后用数理统计分析方法对研究区的 4 种典型森林植被土壤电导率和盐分含量进行回归分析,得出回归方程。

2 结果与分析

2.1 4 种森林植被土壤剖面电导率和盐分含量的变化特征 对研究区 4 种森林植被土壤剖面不同土层的电导率和盐分含量变化规律进行统计分析。从图 1 可以看出,4 种森林植被不同土层的土壤电导率各不相同,其中 YS、YB 不同

土层的电导率差异性不显著($P>0.05$),YS 不同土层的电导率为 0.181~0.278 ms/cm,YB 不同土层的电导率为 0.177~0.218 ms/cm;YS-YB、GC 土层的电导率 40~60 cm 显著大于其他土层($P<0.05$),YS-YB、GC 40~60 cm 土层电导率分别为 0.303、0.578 ms/cm,其他土层分别为 0.158~0.205、0.150~0.152 ms/cm。不同森林植被不同土层的盐分含量变化规律和土壤电导率的变化规律相同,其中 YS、YB 不同土层的盐分含量为 0.466~0.749、0.456~0.564 g/kg;YS-YB、GC 40~60 cm 土层盐分含量分别为 0.808、1.570 g/kg,其他土层分别为 0.402~0.538、0.372~0.394 g/kg。



注:不同小写字母表示同一森林植被土壤电导率和盐分含量在不同土层的差异显著($P<0.05$)
Note: Different lowercase letters indicated the significant difference of soil electrical conductivity and salt content in different soil layers of the same forest vegetation ($P<0.05$)

图 1 4 种森林植被土壤剖面电导率和盐分含量

Fig. 1 Electrical conductivity and salt content in soil profile of four forest vegetation types

2.2 4 种森林植被土壤剖面电导率和盐分含量 对研究区 4 种森林植被土壤剖面 0~60 cm 土层的电导率和盐分含量进行统计分析,结果见表 2。由表 2 可知,土壤电导率和盐分含量在 4 种森林植被的分布均差异不显著($P>0.05$),YS、YB、YS-YB、GC 的土壤电导率分别为 0.228、0.187、0.213 和 0.260 ms/cm,盐分含量分别为 0.602、0.481、0.558 和 0.678 g/kg。

2.3 4 种森林植被土壤电导率与盐分含量的关系 对研究区 4 种植被的土壤电导率与盐分含量的关系进行了回归分

析,结果见图 2。从图 2 可以看出,土壤电导率(y)和盐分含量(x)之间的回归方程为 $y=2.7947x-0.0398$ ($R^2=0.9997$, $P<0.01$),从回归方程分析结果可知,二者之间具有很好的相关性,达到极显著相关。

3 结论与讨论

研究区 4 种森林植被的土壤电导率和盐分含量在青海云杉林和祁连圆柏林不同土层中的差异不显著($P>0.05$),在调查的过程中发现,这 2 种森林植被类型的根系深度约为 60 cm,表明在垂直方向上从土壤表层到根系层底部未发生

表2 4种森林植被土壤剖面0~60 cm土壤电导率和盐分含量

Table 2 Soil electrical conductivity and salt content in 0~60 cm soil profile of four forest vegetation

植被类型 Vegetation types	电导率 Electrical conductivity//ms/cm	盐分 Salt content//g/kg
YS	0.228 a	0.602 a
YB	0.187 a	0.481 a
YS-YB	0.213 a	0.558 a
GC	0.260 a	0.678 a

注:同列不同小写字母表示土壤电导率和盐分含量在4种森林植被土壤的差异显著($P<0.05$)

Note: Different small letters in the same column indicated significant differences in soil electrical conductivity and salt content among four forest vegetation soils ($P<0.05$)

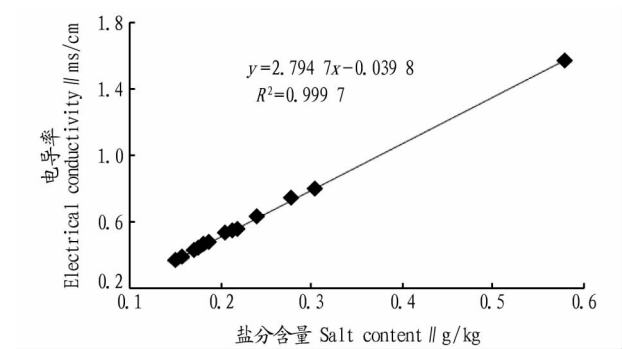


图2 4种森林植被土壤电导率和盐分含量的相关性

Fig. 2 Correlation analysis of soil electrical conductivity and salt content of four forest vegetation

盐分累积现象或者其盐分含量是均质的;青海云杉-祁连圆柏混交林和灌木林土壤剖面40~60 cm土层土壤电导率和盐分含量显著大于其他土层($P<0.05$),这2种森林植被的根系深度为60 cm,表明在垂直方向上盐分向根系底部累积。由此可见,研究区土壤易溶性盐分未发生明显的表层累积现象,即未发生土壤盐渍化,尽管研究区降水稀少、蒸发量大,

但因林地中的植被覆盖特别是地被物的覆被作用阻断了水分强烈的运移,另外研究区的土壤盐分含量低,这与土壤母质及岩石的风化也有很大关系。4种森林植被的土壤盐分含量表明,研究区4种森林植被的土壤盐分不管是不同土层,还是整个剖面深度,其盐分含量均低于 $1.0\text{ g/kg}^{[9-10]}$,进一步说明研究区土壤未发生盐渍化情况,即盐渍化程度为非盐渍化。该研究还发现,4种森林植被的土壤电导率和盐分含量之间具有明显的线性相关,土壤电导率(y)和盐分含量(x)之间的回归方程为 $y = 2.7947x - 0.0398$ ($R^2 = 0.9997$, $P < 0.01$),该研究结果与多数研究结果一致^[11-12],满足生产实践的要求。

参考文献

[1] 刘广明,杨劲松.土壤含盐量与土壤电导率及水分含量关系的试验研究[J].土壤通报,2001,32(S1):85-87.

[2] 陈皓锐,王少丽,管孝艳,等.基于高光谱数据的土壤电导率估算模型:以河套灌区土壤渠灌域土壤土为例[J].干旱区资源与环境,2014,28(12):172-177.

[3] 姚远,丁建丽,张芳,等.基于高光谱指数和电磁感应技术的区域土壤盐渍化监测模型[J].光谱学与光谱分析,2013,33(6):1658-1664.

[4] JAYAWICKREME D H, SANTONI C S, KIM J H, et al. Changes in hydrology and salinity accompanying a century of agricultural conversion in Argentina[J]. Ecological applications, 2011, 21(7): 2367-2379.

[5] 贡璐,冉启洋,张雪妮,等.塔里木河上游绿洲土壤表层盐分特征及其影响因子分析[J].环境科学研究,2013,26(6):631-636.

[6] 贾文雄.祁连山气候的空间差异与地理位置和地形的关系[J].干旱区研究,2010,27(4):607-615.

[7] 石晓萍,石澎雨,侯玉梅,等.张掖市肃南县祁丰林区森林土壤铁剖面变化特征[J].林业科技通讯,2019(3):29-31.

[8] 张万儒,杨光澄,屠星南.中华人民共和国林业行业标准—森林土壤分析方法[M].北京:中国林业出版社,1999.

[9] 孔晓乐.沿黄灌区温室土壤盐渍化特征及其评价[D].兰州:兰州大学,2014.

[10] 王遵亲,祝寿泉,俞仁培,等.中国盐渍土[M].北京:科学出版社,1993.

[11] 陈闻,吴海平,王晶,等.舟山海岛地区土壤盐分与电导率的关系[J].浙江农业科学,2016,57(9):1555-1557.

[12] 张瑜斌,邓爱英,庄铁诚,等.潮间带土壤盐度与电导率的关系[J].生态环境,2003,12(2):164-165.

[13] 赖江山,李庆梅,谢宗强.濒危植物秦岭冷杉种子萌发特性的研究[J].植物生态学报,2003,27(5):661-666.

[14] 孙宜,孙猛.华北香薷种子萌发试验[J].种子,2018,37(4):74-77.

[15] 李雪枫,周高羽,王坚.温度、光照和水分对飞扬草种子萌发和幼苗生长的影响[J].草业科学,2017,34(7):1452-1458.

(上接第118页)

[15] 贾风勤.不同温度条件对3种车前属植物种子萌发的影响[J].种子,2020,39(3):100-104.

[16] 刘世鹏,叶飞,曹娟云,等.水分胁迫对红小豆和绿豆发芽的影响[J].北方园艺,2011(15):38-41.