

托木尔峰自然保护区喀拉玉尔滚河上游河谷土壤理化性状特征

马国飞, 满苏尔·沙比提

(新疆师范大学地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054)

摘要: 通过野外调查、样品采集及实验室分析, 对托木尔峰自然保护区喀拉玉尔滚河上游河谷土壤理化性状空间特征进行分析。结果表明: ① 研究区棕漠土、山地棕钙土、山地栗钙土粒径 $< 0.01\text{ mm}$ 的土壤含量占比分别为 23.75%、49.83%、60.95%, 粒径 $< 0.001\text{ mm}$ 的占比分别为 12.50%、18.79%、22.39%, 随着海拔的升高, 托木尔峰地区南坡土壤颗粒度趋于细化; 不同类型土壤的含水量存在较明显的差异, 土壤含水率与海拔之间存在极显著的正相关。② 研究区不同海拔高度表层土壤全盐、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 及 $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ 含量的变异系数大于 1.0, 属强变异; pH 值、 HCO_3^- 及 Ca^{2+} 含量的变异系数小于 1.0, pH 值的变异系数极小, 仅为 0.02, 属弱变异; 土壤盐渍化类型以硫酸盐及偏硫酸盐渍土为主, 土壤盐渍化程度以极轻或轻度为主; ③ 研究区表层土壤各养分指标中, 除全 P 外, 有机质、全 N、C/N 均属中等变异, 有机质的变异系数最高, 为 0.54, 全 P 的变异系数仅为 0.09, 变异性最小; 海拔、有机质、全 N、全 P、C/N 之间皆呈极显著正相关 ($P < 0.01$), 都与 pH 值之间呈极显著负相关 ($P < 0.01$)。

关键词: 土壤理化性状; 空间特征; 喀拉玉尔滚河上游河谷; 托木尔峰自然保护区

中图分类号: S153 **文献标志码:** A

Soil physicochemical properties of the Head stream Area of Karayulgun River on the southern slope in Mount Tuomuer

MA Guo-fei, MANSUR Sabit

(Geography Science and Tourism Collage, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang 830054, China)

Abstract: This study employed field investigation, sample collection and laboratory analysis to investigate the spatial characteristics of the soil characters in Karayulgun River Valley of Tomur National Nature Reserve. The results shows that: ① The average proportion of typical soil particle size $< 0.01\text{ mm}$ in brown soil, mountain brown soil and mountain chestnut soil in the study area were 23.75%, 49.83%, 60.95%, respectively. The average ratio of the particle size of $< 0.001\text{ mm}$ were 12.50%, 18.79%, 22.39%; As the altitude increases, the ratio of soil particle size in the southern slope of mount Tomur was constantly growing. There was a significant positive correlation between soil moisture and altitude. ② Cl^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} and $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ had a higher coefficient of variation above 1.0, indicating a strong variation. ③ In addition to total P, the organic matter, total N, and the C/N belong to medium variation. The organic matter has the highest coefficient of variation of 0.54. The coefficient of variation of whole P was only 0.09, being the weakest variable. Correlation analysis showed that the altitude, organic matter, total N, total P, C/N of each index content had significant positive correlation, but were negatively correlated with pH.

Keywords: soil properties; spatial characteristics; Karayulgun river valley; Tomur National Nature Reserve

土壤的理化性质作为土壤肥力的重要属性,集中反映了土壤的水、肥、气、热状况,是土壤肥力和土壤理论研究的基礎。土壤的理化性状不仅能反映土壤的结构状况和水源涵养能力,而且也影响着植被

收稿日期: 2016-08-15 修回日期: 2016-10-28
基金项目: 国家自然科学基金项目(41461107); 新疆师范大学地理学博士点支撑学科开放课题基金项目(XJNU-DL-201608)
作者简介: 马国飞(1988—), 男, 山西吕梁人, 硕士研究生, 研究方向为干旱区绿洲生态学。E-mail: 1967260290@qq.com。
通信作者: 满苏尔·沙比提(1963—), 男, 新疆阿克苏人, 教授, 主要从事干旱区环境演变与灾害防控研究。E-mail: mansursa@163.com。

的生长发育^[1-2]。土壤是时空连续的变异体,具有高度的空间异质性,不论地理位置、尺度大小,土壤的空间异质性均存在^[3]。国内外学者对于在不同时空尺度上土壤的理化性质研究已相当成熟和丰富^[4-8]。天山作为对亚洲乃至全球地理格局极具影响力的地理单元,人类对天山的探索与研究从未止步。目前,对天山南北坡的土壤理化性质研究也有一定的进展^[2,9-11],但是对天山托木尔峰自然保护区土壤植被等方面的研究却很少^[12]。本文以天山托木尔峰自然保护区喀拉玉尔滚河上游河谷区为研究对象,对土壤理化性质的空间分布进行分析,以期为该地区土壤资源利用、水土保持及生态研究等方面提供新资料和依据。

托木尔峰自然保护区位于南天山的托木尔峰山汇处。西部与吉尔吉斯斯坦,南部与阿克苏以北的低山山麓地带,北部与昭苏盆地的特克斯河,东与木扎尔特河毗连。地理坐标为 79°50′~80°54′E,41°40′~42°04′N,保护区东西长 105 km,南北宽 28 km,总面积 $23.76 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。自新第三纪以来,由于受到喜马拉雅造山运动影响,天山地区大幅度上升,对来自大西洋和北冰洋水汽的阻挡作用及垂直自然带的形成产生了极其深厚的影响。保护区属于温带大陆性半干旱气候,多年均温为 8.7℃,平均降水量 300 mm 左右,气温和降水的垂直变化显著,主要河流由西向东依次为库马里克河、阿特依纳克河、台兰河、喀拉玉尔滚河和南木札尔特河^[12]。受高山冰川作用、流水作用、干燥剥蚀作用等外营力作用强烈,地形地貌条件复杂,水热条件随海拔高度的变化明显,为不同植被类型及土壤类型的形成创造了有利的条件。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

喀拉玉尔滚河位于托木尔峰国家级自然保护区内,源于托木尔峰东侧的琼库孜巴依峰南麓,海拔 5 300 m 左右,山顶终年积雪。由大小库孜巴依河及库尔归鲁克河等三条支流在柯尔克孜民族聚居的博孜墩柯尔克孜民族乡汇流而成。山区积水面积 740 km²,主要补给形式为高山冰雪融水,山区降水及泉水。丰水期和枯水期水量随山区气温变化而异,具有流程短,流量小,径流年际变化小的特点,属山溪型河流。河道全长 95.5 km,盐山口以上 50.5 km 范围,四周高山环绕,山高谷深,河谷大部分为 V 型—U 型,谷底纵坡陡,落差大,河谷中冰碛分布广泛,冰碛物保存完好。每年 7—8 月为丰水期,平均

流量 $16.4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,枯水期在每年冬季至翌年初春,平均流量为 $2.3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,山口处多年平均径流量 2.4 亿 m³ 左右^[13]。研究区土壤类型以棕漠土(海拔 1 900 m 以下)、山地棕钙土(1 900~2 200 m)和山地栗钙土(2 200~2 600 m)为主^[12],局部出现红棕色泥壤、黄土及黄土状物质,研究区植被类型主要有旱生丛生禾草类植物戈壁针茅(*Stipa gobica*)、沙生针茅(*Stipa glareosa*)、短花针茅(*Stipa breviflora*)、高加索针茅(*Stipa caucasica*)、克氏针茅(*Stipa sareptana*)、羊茅(*Festuca ovina*)、旱生小半灌木及灌木类植物琵琶柴(*Reaumuria soongorica*)、假木贼(*Anabasis trunata*)、膜果麻黄(*Ephedra przewalskii*)、霸王(*Sarcozygium xanthoxylon*)、合头草(*Sympegma regelii*)、驼绒藜(*Ceratoides latens*)、紫苑木(*Asterothamnus fruticosus*)、蒿属(*Artemisia spp*)、天山猪毛菜(*Salsola junatovii*)、锦鸡儿(*Caragana spp*)及伴生的中生和中旱生的禾草、豆科牧草和杂类草植物,如冰草(*Agropyron cristatum*)、马先蒿(*Pedicularis songarica*)、大看麦娘(*Alopecurus pratensis*)、早熟禾(*Poa pratensis*)、山地糙苏(*Phlomis oreophila*)、龙胆(*Gentiana nutans*)、唐松草(*Thalictrum minus*)、鸢尾(*Iris ruthenica*)、野苜蓿(*Medicago falcata*)、棘豆(*Oxytropis merkinsis*)、火绒草(*Leontopodium leontopodioides*)、野葱(*Allium chrysanthum*)和委陵菜(*Potentilla multifida*)等。

1.2 研究方法

于 2015 年 7 月在托木尔峰国家级自然保护区喀拉玉尔滚河上游河谷区域进行了野外调查,土壤采样沿河谷进行,根据坡度、坡向、植被生长状况,选择具有代表性的样点。采用土钻法对土壤表层(0~10 cm)进行取样(因研究区大部分采样点土壤底层碎岩过多,底层土壤很难采集),每一样点重复取样三次,将三次所采土样混合均匀后用四分法取土 0.5 kg 装袋贴标签并立即称重,共取得土样 30 个。同时用 GPS 进行定位并记录每个采样点的经纬度坐标及高程数据,生成研究区的样点分布图(图 1)。

土壤的机械组成测定 0.02~1 000 μm 粒级范围在 Malvern 激光粒度仪上进行,重复测量误差小于 2%,大于 1 000 μm 的颗粒用机械筛选法称重获得。土壤水溶性盐分总量用质量法测定,CO₃²⁻ 和 HCO₃⁻ 采用双指示剂法、盐酸滴定法测定,Cl⁻ 采用 AgNO₃ 滴定法测定,SO₄²⁻ 采用容量法测定,Ca²⁺ 和 Mg²⁺ 采用 EDTA 络合滴定法测定,K⁺ + Na⁺ 采用原子吸收光谱法测定,土壤 pH 值使用 PHS-4 型智能酸度计测定土壤浸提液(土水比为 1:5),土壤有机质测定

用重铬酸钾-容量法,全氮测定用高氯酸-硫酸消化法,全磷的测定用酸溶-钼锑抗比色法。土壤盐渍化类型和土壤盐化程度测定采用“新疆土壤盐渍化类型和土壤盐化程度分级标准”^[14]。

1.3 数据处理

数据处理采用统计学软件 SPSS 21.0 进行土壤理化性状的相关性分析,利用 Excel 进行图表的制作。

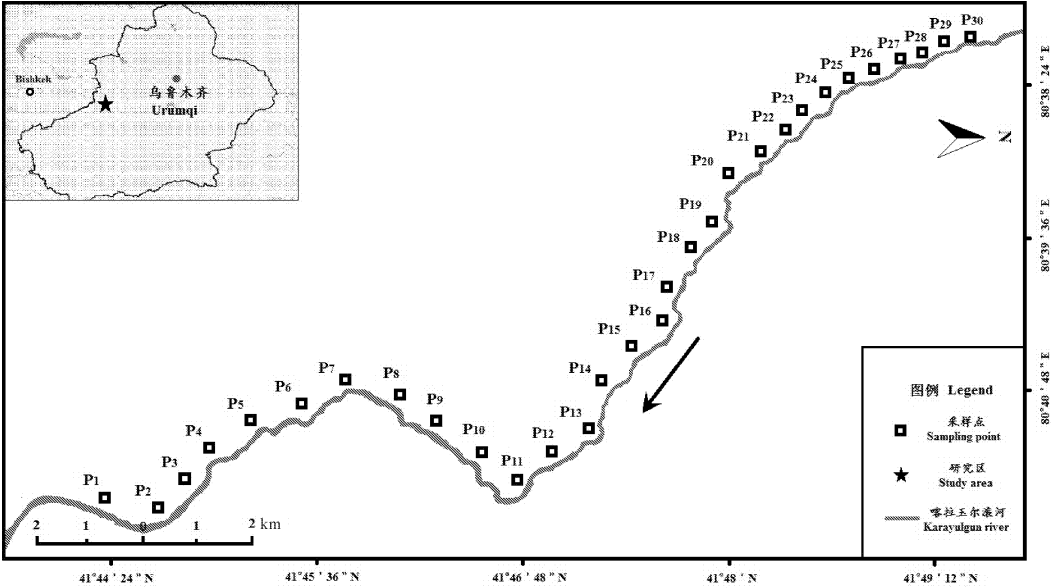


图 1 研究区采样点分布

Fig.1 Distribution of sampling sites in the study area

2 结果与分析

2.1 土壤质地及水分含量

由于天山对西和西北湿润气流的阻挡作用,南、北坡气候的差异甚大,北坡气候较湿润,南坡气候较干旱,这种气候上的差异,深刻地影响托木尔峰南坡自然保护区垂直自然带的形成。因此,地形地貌因素是形成托木尔峰自然保护区垂直自然带的基础,受地形地貌因素制约的水、热条件是形成各垂直自然带的最重要的物质和能量来源。水、热条件的垂直变化又深刻地制约着植被、土壤的垂直分布,构成特征明显的垂直自然带。研究区位处天山托木尔峰南坡,因天山的屏障作用,南坡较北坡干旱,南坡前山地受塔里木荒漠气候影响大,因此,南坡在垂直带方向上差异明显,水平位置差异不大^[12]。研究区样点水平分布范围较小,且两侧高山与河谷南北向并行延伸,东西向差异微小,受垂直方向影响差异更为凸显,故按照研究区的土壤类型垂直分布规律,将土壤样品进行归类:1~2 号土样为棕漠土(海拔 1 900 m 以下),3~17 号为山地棕钙土(1 900~2 200 m),18~30 号为山地栗钙土(2 200~2 600 m)。研究区各典型土壤类型的表层土壤颗粒大小变化图 2 所示。根据“土壤粒级划分标准”^[15],研究区土壤粒度分析结果显示,棕漠土、山地棕钙土、山地栗钙土粒径 <

0.01 mm 的土壤含量占比分别为 23.75%、49.83%、60.95%,粒径 < 0.001 mm 的土壤含量占比分别为 12.50%、18.79%、22.39%。随着海拔高度的增加,研究区各典型土壤类型的表层土壤颗粒度呈细化趋势。气候、植被因素从宏观方向影响土壤颗粒的大小,研究区海拔高度范围在 1 800~2 500 m 之间,从低到高,气温下降而降水量增加,决定了植被类型的演化,随植被群落的丰富,生物化学风化作用加强,腐殖质积累较厚,土层中微生物增加,土壤有较好的发育并有残积粘化现象存在,这对土壤颗粒大小产生重大影响。研究区受本区总的水热状况和风化程度等的影响,可看出风化过程呈地带性与土壤地带性分布有密切关系。

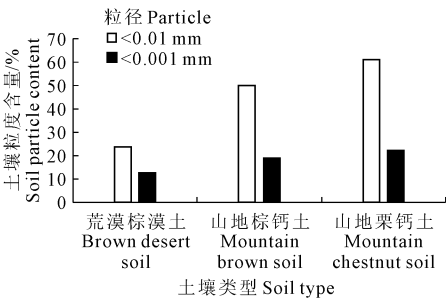


图 2 不同土壤类型表层土壤颗粒度

Fig.2 Surface soil granularity of different soil type

受研究区无站点资料所限,通过收集近几十年来新疆和托木尔峰地区以及与研究区相邻的台兰河流域的降雨量资料^[16-18]作为参考,推测得出研究区降水量整体上随海拔的上升而增加的结论。研究区棕漠土的 0~10 cm 土壤自然含水率在 7.69%~15.38%之间,平均自然含水率为 11.54%;山地棕钙土的表层土壤自然含水率在 9.76%~40.48%之间,平均自然含水率为 22.35%;山地栗钙土表层土壤自然含水率介于 17.92%~64.84%之间,平均自然含水率为 41.01%;不同类型土壤的含水量存在较明显的差异。土壤含水率与海拔之间存在显著的正相关(图 3),二者之间呈现很好的乘幂相关关系($R^2=0.7897$, $R=0.889$),即随研究区内海拔高度的增加,土壤含水率也不断累积提高。

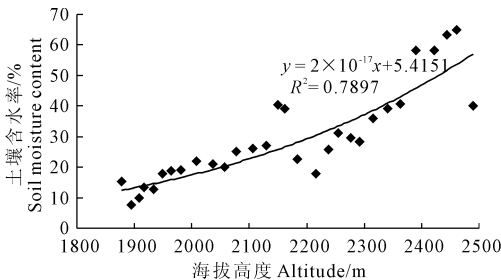


图 3 土壤含水量与海拔的关系

Fig.3 Changes of soil water contents with the altitude gradient

2.2 土壤盐分含量和 pH 值

2.2.1 土壤盐分统计分析和 pH 值变化规律 由表

表 1 土壤盐分含量描述性统计

Table 1 Descriptive statistics of various soil salt ions contents/(g·kg⁻¹)

项目 Item	pH	全盐 Total salt	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺ + Na ⁺
最小值 Min./%	7.49	0.466	0.009	0.008	0.024	0.000	0.008	0.000	0.046
最大值 Max./%	8.37	20.288	3.163	1.042	0.261	0.000	0.112	0.205	15.223
均值 Mean/%	7.954	2.131	0.267	0.093	0.060	0.000	0.030	0.019	0.726
标准差 SD	0.173	3.572	0.711	0.186	0.043	0.000	0.020	0.046	2.762
变异系数 CV	0.02	1.68	2.66	2.00	0.71	0.00	0.67	2.38	3.81

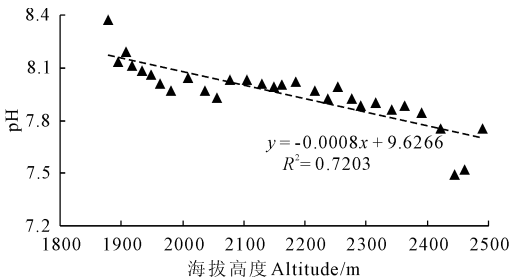


图 4 土壤 pH 值与海拔的相关关系

Fig.4 The correlation between soil pH values and altitude gradient

1 可知,土壤中阴离子含量:Cl⁻ > SO₄²⁻ > HCO₃⁻ > CO₃²⁻,Cl⁻ 是阴离子的主要成分;阳离子含量:K⁺ + Na⁺ > Ca²⁺ > Mg²⁺,K⁺ 和 Na⁺ 是阳离子的主要成分。变异系数(CV)的大小表示土壤特性空间变异性的 大小,通常认为,CV≤0.1 为弱变异性;0.1 < CV < 1.0 为中等变异性;CV≥1.0 为强变异性^[19]。全盐、Cl⁻、SO₄²⁻、Ma²⁺ 及 K⁺ + Na⁺ 的变异系数大于 1.0,属强变异,除全盐外,其盐分离子的变异系数超过 2.0,K⁺ + Na⁺ 的变异系数甚至达到 3.81,说明研究区土壤盐分离子的空间差异性巨大。pH 值、HCO₃⁻ 及 Ca²⁺ 含量的变异系数 < 1.0,其中 pH 值的变异系数极小,仅为 0.02,属弱变异,说明研究区土壤酸碱度空间变化极小,基本稳定;CO₃²⁻ 因在实验中无检出,其变异系数为 0。

整个研究区表层土壤(0~10 cm)pH 值与海拔高度之间存在显著的负相关性($R^2=0.7203$, $R=-0.849$,图 4),二者呈现很好的线性相关关系,即随海拔高度的增加,表层土壤 pH 值呈不断降低趋势。受研究区地形影响,随着海拔高度的增加,容易导致地形雨形成,降水增加使土壤表层的易溶盐分得到淋溶,土壤表层 pH 值亦随之降低但并不明显。也可能是由于大量的植被凋落物覆盖在土壤表层引起盐基离子的下移,且表层土壤枯落物层有机质的分解过程中产生的中间产物单宁有机酸多,导致土壤 pH 值均有所降^[20]。

2.2.2 土壤盐渍化类型与盐化程度分析 通过分析研究区土壤相关离子比值的变化以得出其盐渍化水平(图 5)。从土壤盐渍化类型判断明显分为两个阶段:2、4、5、6、7 号样本的 Cl⁻/2SO₄²⁻ 比值 > 1.00,显著倾向于氯化物型盐渍化;其它的样本 Cl⁻/2SO₄²⁻ 比值 < 1.00,均偏向于硫酸盐型盐渍化,1、8、9、18、20、27、29 号样本的 Cl⁻/2SO₄²⁻ 比值 < 0.20,属于硫酸盐型;其它则属于氯化物-硫酸盐型。研究区土壤盐渍化类型自南往北整体上是 从氯化物型向

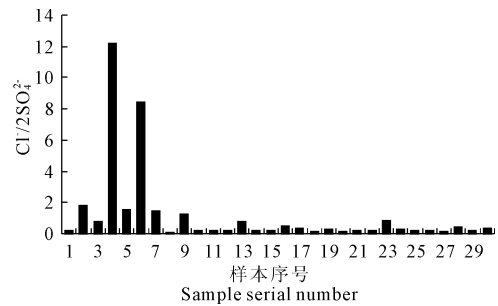


图 5 研究区土壤 $\text{Cl}^-/2\text{SO}_4^{2-}$ 值

Fig.5 The soil salinization value in the study area

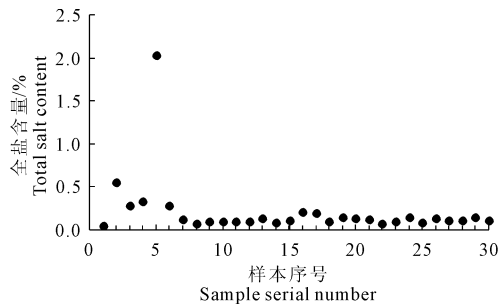


图 6 研究区土壤含盐量

Fig.6 Soil salt content in the study area

硫酸盐型逐渐过渡的。由图 6 判断土壤盐化程度：仅 5 号样本的全盐量超过 2%，属于重度盐化土壤，2、4、5、6、7 号样本属于轻度盐化土壤，而其它 5/6 的样本均低于 0.3%，属于极轻度盐化或无盐化。从

样点分布的整体上看，喀拉玉尔滚河上游河谷表层土壤以硫酸盐型或偏硫酸盐型的盐渍化类型为主，所占比超过 80%；土壤含盐量不高，盐化程度较轻。托木尔峰南坡低山地带有第三纪含盐地层，其岩层为浅红棕色泥岩、粉砂岩夹有盐岩或与石膏互层。盐岩层位中部和底层，厚达数米，含盐 80% 以上，以氯化钠为主^[12]。这是导致研究区南侧河谷土壤易溶性盐分含量明显高于中北侧，且 $\text{Cl}^-/2\text{SO}_4^{2-}$ 比值显著大于其它样本的重要因素。另外，研究区北高南低的地势特点，干旱少雨的气候特征，加上植被类型和盖度的差异导致这一结果产生。

2.3 土壤养分含量

2.3.1 土壤养分含量统计分析 对喀拉玉尔滚河上游河谷区表层土壤的有机质、全 N、全 P、C/N 等各项养分指标进行统计分析(表 2)。结果表明，研究区表层土壤有机质含量为 $2.30 \sim 176.37 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，全 N 指标含量为 $0.30 \sim 4.30 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，全 P 指标含量为 $1.30 \sim 1.80 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，C/N 指标在 $9.00 \sim 20.70$ 之间；由各项土壤养分指标的变异系数(CV)来看，研究区表层土壤各养分指标中，除全 P 外，有机质、全 N、C/N 均属中等变异，有机质的变异系数(CV)最高，为 0.54，全 P 的变异系数(CV)仅为 0.09，变异性最低，属弱变异，这与齐鹏等在祁连山中段青海云杉林土壤养分特征中的分析结果相一致^[21]。

表 2 土壤养分指标统计特征值

Table 2 Statistical feature values of soil nutrient

项目 Item	采样深度 Depth /cm	样本数 Sample number	最小值 Min. /(g·kg ⁻¹)	最大值 Max. /(g·kg ⁻¹)	中值 Median /(g·kg ⁻¹)	平均值 Mean /(g·kg ⁻¹)	标准差 SD	变异系数 CV
有机质 Organic matter	0 ~ 10	30	2.30	176.37	106.40	93.64	50.16	0.54
全 N Total N	0 ~ 10	30	0.30	4.30	3.00	2.73	1.21	0.44
全 P Total P	0 ~ 10	30	1.30	1.80	1.56	1.54	0.14	0.09
C/N	0 ~ 10	30	9.00	20.70	13.91	13.86	3.64	0.26

表 3 土壤各养分指标与海拔间的相关性

Table 3 The correlation between altitude and soil nutrient index

项目 Item	海拔高度 Altitude	pH	有机质 Organic matter	全 N Total N	全 P Total P
pH	-0.849**				
有机质 Organic matter	0.702**	-0.521**			
全 N Total N	0.949**	-0.783**	0.845**		
全 P Total P	0.828**	-0.565**	0.872**	0.886**	
C/N	0.947**	-0.851**	0.737**	0.905**	0.778**

2.3.2 土壤各养分指标与海拔间相关性分析 土壤各养分指标与海拔间的相关分析结果表明(表 3)，有机质、全 N、全 P、C/N 含量与海拔之间呈极显著正相关($P < 0.01$)，而 pH 值与海拔之间呈极显著负相关($P < 0.01$)，土壤 pH 值与有机质、全 N、全 P、C/N 含量间呈极显著负相关关系($P < 0.01$)，土壤有机质与全 N、全 P 及 C/N 含量间存在着极显著正相关性($P < 0.01$)，而全 N 也与全 P 和 C/N 含量之间存在着极显著正相关关系($P < 0.01$)，全 P 和 C/N 含量之间也表现为极显著正相关关系($P < 0.01$)。

受研究区北高南低的地势影响，气温随海拔高度的增加而递减，降水量则随高度的增加而递增，而

注：**，表示达到极显著相关($P < 0.01$)。
Note: **，mean significantly correlation at 0.01 level.

这些都会减缓土壤成分中有机质的分解速率。由于植被枯落物的愈加覆盖及腐化,加快了有机质的积累。研究区不同海拔高度土壤养分含量的差异主要是受气候因子、植被类型和人类活动干扰的影响。此外,全 N、全 P 等的含量、C/N 还受有机质控制及与土壤中粘粒含量的变化有关^[22]。土壤有机质是各种营养元素特别是 N、P 的重要来源,土壤中的 N 元素一般以有机态形式存在,是土壤有机质的重要组成部分。土壤有机质含量与全 N 含量呈现极显著正相关,全 N 含量取决于有机质含量,因此,全 N 含量与有机质的空间分布趋势一致^[23]。本研究分析证明全 P 与土壤有机质表现出很好的相关关系,说明全 P 受有机质影响较大,但是值得注意的是,本研究区土样中全 P 含量的变异性最弱,在不同海拔高度的含量较稳定,表明 P 素含量除了与其总含量及植被因素有关外,还与成土母质有一定的关系。碳氮比(C/N)作为土壤质量的敏感指标,是衡量土壤碳、氮营养平衡状况的重要参数,其变化对土壤碳氮循环有重要的影响^[5]。本文分析表明表层土壤 C/N 与土壤有机质呈极显著正相关,表明研究区表层土壤有机质含量高的区域 C/N 也较高。

3 结 论

研究区不同海拔的典型土壤棕漠土、山地棕钙土、山地栗钙土中粒径 < 0.01 mm 的土壤含量占比分别为 23.75%、49.83%、60.95%,粒径 < 0.001 mm 的占比分别为 12.50%、18.79%、22.39%,随着海拔的升高,研究区土壤颗粒度趋于细化;不同类型土壤的含水量存在比较明显的差异,土壤含水率与海拔之间呈极显著的正相关。

研究区土壤的全盐、Cl⁻、SO₄²⁻、Mg²⁺ 及 K⁺ + Na⁺ 含量的变异系数大于 1.0,属强变异,除全盐外,其盐分离子的变异系数超过 2.0,K⁺ + Na⁺ 的变异系数甚至达到 3.81;pH 值、HCO₃⁻ 及 Ca²⁺ 含量的变异系数小于 1.0,pH 值的变异系数极小,仅为 0.02,属弱变异。土壤盐渍化类型以硫酸盐及偏硫酸盐渍土为主,随海拔的上升,土壤类型从氯化物型向硫酸盐型逐渐过渡;土壤含盐量不高,盐化程度以极轻或轻度为主。

研究区表层土壤各养分指标中,除全 P 外,有机质、全 N、C/N 均属中等变异,有机质的变异系数最高,为 0.54,全 P 的变异系数仅为 0.09,变异性最弱,属弱变异;海拔及土壤各养分指标间相关分析结果表明,海拔、有机质、全 N、全 P、C/N 各指标之间皆呈极显著正相关,且都与 pH 值之间呈极显著负相关。

总之,喀拉玉尔滚河上游河谷土壤的理化性状主要是在海拔梯度的影响下,同时受到多种影响因子的影响,而整体呈现出规律性垂直分带性的变化。

参 考 文 献:

[1] 罗 歆,代 数,何丙辉,等.缙云山不同植被类型林下土壤养分含量及物理性质研究[J].水土保持学报,2011,25(1):64-69.

[2] 王忠臣,钱亦兵,张海燕,等.东天山喀尔里克山北坡-淖毛湖盆地土壤理化性状的空间分布特征[J].干旱区地理,2011,34(1):107-114.

[3] Huggett R J. Soil chronosequences, soil development, and soil evolution: acritical review[J]. Catena, 1998,32(6):155-172.

[4] 杨艳丽,史学正,于东升,等.区域尺度土壤养分空间变异及其影响因素研究[J].地理科学,2008,28(6):788-792.

[5] 徐薇薇,乔 木.干旱区土壤有机碳含量与土壤理化性质相关分析[J].中国沙漠,2014,34(6):1558-1561.

[6] Javed, John A T, Johnie N J, et al. Spatial variability analysis of soil physical properties of alluvial soils[J]. Soil Sci Soc Am J, 2005,69(7):1338-1350.

[7] Corwin D L, Lesch S M. Characterizing soil spatial variability with apparent soil electrical conductivity Part II: Case study[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2005,46(3):135-152.

[8] 王 军,傅伯杰,邱 扬,等.黄土丘陵小流域土壤水分的时空变异特征——半变异函数[J].地理学报,2000,55(4):428-438.

[9] 许文强,罗格平,陈 曦,等.天山北坡绿洲土壤有机碳和养分时空变异特征[J].地理研究,2006,25(6):1013-1020.

[10] 王渊刚,罗格平,冯异星,等.天山北麓不同土地覆被下土壤有机碳垂直分布特征[J].干旱区研究,2013,30(5):913-918.

[11] 比拉力·依明,王勇辉,海米提·依米提.博尔塔拉河下游河岸带土壤养分特征及其相关性分析[J].干旱区研究,2014,31(2):216-221.

[12] 中国科学院登山科学考察队.天山托木尔峰地区的自然地理[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,1985:58-80.

[13] 高 霞.浅析喀拉玉尔滚河水资源动态平衡利用[J].地下水,2010,32(3):130-131.

[14] 许志坤.新疆盐碱性土的改良[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,1979,31.

[15] 钱亦兵,吴兆宁,杨海峰,等.古尔班通古特沙漠南部风沙土粒度分布的空间异质性[J].干旱区地理,2009,32(5):655-661.

[16] 赵成义,施枫芝,盛 钰,等.近 50a 来新疆降水随海拔变化的区域分异特征[J].冰川冻土,2011,33(6):1203-1213.

[17] 中国科学院登山科学考察队.天山托木尔峰地区的冰川与气象[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,1985.

[18] 田 龙.台兰河流域水文要素变化分析及新安江模型的改进与应用研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2014.

[19] 贾艳红,赵传燕,南忠仁.黑河下游地下水波动带土壤盐分空间变异特征分析[J].干旱区地理,2008,31(3):379-388.

[20] 刘月华,位晓婷,钟梦莹,等.甘南高寒草甸草原不同海拔土壤理化性质分析[J].草地与草坪,2014,34(3):1-7.

[21] 齐 鹏,刘贤德,赵维俊,等.祁连山中段青海云杉林土壤养分特征[J].山地学报,2015,33(5):538-545.

[22] 黄昌勇.土壤学[M].北京:中国农业出版社,2000.

[23] 汤萃文,苏研科,王国亚,等.甘肃迭部扎尕那地区山地土壤过程的垂直分带性研究[J].冰川冻土,2013,35(1):84-92.