

马剑,田晓萍,李宁,等.河西走廊中部草地土壤有机碳空间分布特征[J].中国沙漠,2026,46(4):288–295.

河西走廊中部草地土壤有机碳空间分布特征

马剑,田晓萍,李宁,毛军平,苏付荣,李小鹏

(张掖市林业科学研究院/张掖市林草碳汇计量监测中心/张掖市林业科学研究院协同创新基地,甘肃 张掖 734000)

摘要: 草地是陆地生态系统的重要组成部分,在陆地生态系统碳循环中扮演着重要角色。研究草地生态系统土壤有机碳分布及影响因素对区域碳汇提升及生态修复具有重要意义。本研究以河西走廊中部荒漠草原、温性草原和草甸草原为对象,通过野外调查、采样和室内分析,研究了表层土壤有机碳含量、土壤有机碳密度的空间分布特征,探讨了表层土壤有机碳分布与土壤容重、土壤含水量、植被盖度、海拔等环境因子的关系。结果表明:(1)土壤有机碳含量及密度均表现为草甸草原>温性草原>荒漠草原,整体空间分布呈东多西少格局,高值区集中于肃南县中部、山丹县南部以及肃南县皇城镇等地。(2)土壤有机碳含量及密度与海拔、土壤含水量、植被盖度呈极显著正相关,与土壤容重、植被高度及砾石含量呈负相关;海拔因子对土壤有机碳含量及密度解释力最高,且海拔与植被因子协同效应显著。(3)植被盖度和海拔是影响河西走廊中部草地土壤有机碳分布的关键环境因子。

关键词: 土壤有机碳;土壤有机碳密度;空间分布;环境因子;河西走廊中部

文章编号: 1000-694X(2026)04-288-08

DOI: 10.7522/j.issn.1000-694X.2025.00291

中图分类号: S15

文献标志码: A

0 引言

土壤有机碳作为陆地生态系统碳库的关键组成部分,在全球碳循环中占据重要地位,其储量约为大气碳含量的两倍^[1]。土壤有机碳的动态变化对全球气候变化和生态系统功能影响深远,其含量与密度不仅是反映土壤碳库规模的核心指标,更是衡量土壤质量与肥力的重要标志^[2-3]。植被类型、土壤性质、地形地貌及气候条件等多种因素显著影响土壤有机碳含量与密度^[4-5]。不同植被类型下,土壤有机碳含量与密度差异明显,森林土壤通常高于草地与农田^[6]。土壤容重、含水量及质地等土壤性质对土壤有机碳也有重要作用,土壤容重与土壤有机碳含量和密度负相关,而土壤含水量则正相关^[7]。

草地是陆地生态系统重要的组成部分,也是中国陆地上面积最大的生态系统类型,具有防风固沙、涵养水源、固碳释氧、水土保持等多种生态服务功能^[8-9]。同时,草地生态系统具有显著的碳汇潜力,碳储量占全球陆地碳储量的30%左右,在调控

气候变化和全球碳循环方面具有重要作用^[7]。草地生态系统的碳储量主要包括植被碳储量和土壤有机碳储量,其中土壤有机碳储量约占生态系统总碳储量的90%^[7,10]。因此,开展草地生态系统土壤有机碳分布及影响因素研究,有助于完善和丰富中国草地碳库的数据资料,可为维护和提高草地生态系统碳储存能力提供支撑。草地有机碳含量主要受有机质输入、分解和迁移的影响^[5,11]。气候因子和植被条件是影响中国草地生态系统土壤有机碳的主要因素^[12]。草地土壤有机碳密度与植被盖度、地上生物量、土壤含水量等呈显著正相关,海拔和坡度等地形因子对土壤有机碳分异起支配作用^[13]。此外,不同草地类型土壤有机碳的水平差异显著,对宁夏不同类型草地土壤有机碳含量进行对比得到草甸草原>典型草原>荒漠草原^[14]。草地土壤有机碳受植被、土壤、地形等因素的共同作用。

河西走廊中部位于中国西北干旱区,地处祁连山北麓,年降水量梯度明显(由东向西递减),植被

收稿日期:2025-09-06; 改回日期:2025-12-09

资助项目:共青团甘肃省委青年科技攻关“揭榜挂帅”项目(GQK2024022);甘肃省自然科学基金项目(25JRRG042);张掖市市级科技计划项目(ZY2024KY03)

作者简介:马剑(1986—),男,甘肃张掖人,正高级工程师,研究方向为土壤生态。E-mail: majian0211@nieer.ac.cn

通信作者:李宁(E-mail: lining8021@outlook.com)

类型多样,包括荒漠草原、温性草原和草甸草原。该地区具有独特的地理位置和生态敏感性,选择其作为研究对象有助于揭示干旱区草地生态系统对气候变化的响应机制,并为全球干旱区生态学研究提供典型案例,尤其是在碳循环和生态恢复方面的区域独特性。当前,针对河西走廊中部草地土壤有机碳分布特征及影响因素的研究尚显不足,尤其缺乏对不同草原类型土壤有机碳含量和密度空间分布特征及其与环境因子关系的深入探究。因此,本研究选取河西走廊中部的荒漠草原、温性草原和草甸草原为研究对象,通过野外样地调查、样品采集及室内分析,深入研究不同草地类型表层土壤有机碳含量与有机碳密度的空间分布特征,探讨土壤有机碳含量和有机碳密度与环境因子的关联,揭示土壤有机碳含量和有机碳密度影响因子的相对重要性,以期为河西地区草地生态系统碳汇管理及退化草原恢复与重建提供理论依据。

1 材料方法

1.1 研究区概况

研究区位于甘肃省河西走廊中段的张掖市境内,包括甘州区、山丹县、高台县和肃南县等区县。该区域属于温带大陆性干旱气候,降水稀少,蒸发强烈,年降水量 36~400 mm,年蒸发量 1 600~2 400 mm,年均气温 5~10 ℃,土壤类型包括棕荒漠土、灰棕荒漠土、灰漠土、淡棕漠土、灰钙土、栗钙土及黑钙土等^[15]。区内主要草原类型包括荒漠草原、温性草原和草甸草原等,荒漠草原优势植物种有短花针茅(*Stipa breviflora*)、戈壁针茅(*Stipa gobica*)、无芒

隐子草(*Cleistogenes songorica*)、红砂(*Reaumuria songarica*)、合头草(*Sympegma regelii*)等;温性草原优势植物种有克氏针茅(*Stipa krylovii*)、羊草(*Leymus chinensis*)等;草甸草原优势植物种有垂穗披碱草(*Elymus nutans*)、早熟禾(*Poa annua*)、嵩草(*Kobresia bellardii*)等。

1.2 试验方法

选择分布于研究区的荒漠草原、温性草原和草甸草原为研究对象,根据不同草地类型分布情况,共布设调查点 270 个,并在每个调查点设置 1 m×1 m 小样方 5 个(表 1,图 1)。2024 年 9 月对每个调查点进行植被、土壤等调查,首先详细记录每个调查点的地理坐标、海拔、坡向等基本信息,然后对样方内草本盖度、高度、数量等进行调查。在每个调查点挖掘一个土壤剖面,首先对土壤剖面颜色、质地等信息进行调查记录,然后用体积为 200 cm³的环刀采集 0~30 cm 土壤样品,带回实验室;同时,采集 0~30 cm 土层混合样,剔除石砾、植物残根等杂物后,混合均匀,以四分法取约 1 kg,装入预先写好编号的自封袋,带回实验室,风干、过筛,备用。土壤容重采用环刀法测定,土壤含水量采用烘干法测定,土壤有机碳含量采用重铬酸钾外加热法测定。

土壤有机碳密度(SOCD)计算公式如下^[16]:

$$SOCD = \sum_{i=1}^n (1 - \theta_i) \times BD_i \times SOC_i \times T_i / 100$$

式中:SOCD 表示土壤有机碳密度(kg·m⁻²);SOC_i表示土壤有机碳含量(g·kg⁻¹);BD_i表示土壤容重(g·cm⁻³);T_i表示土层厚度(cm);θ_i为>2 mm 的砾石质量所占的比例。

表 1 样点基本信息
Table 1 Basic information of sampling points

草地类型	海拔/m	植被类型	平均盖度/%	平均高度/cm
荒漠草原	2 022	珍珠猪毛菜、冷蒿、冰草等	55	15
温性草原	2 566	针茅、金露梅等	66	16
草甸草原	3 016	蒿草等	73	14

1.3 数据分析

基于地理学第一定律中的相近相似原理,采用反距离加权法(IDW)进行空间插值分析,利用 Arc-GIS 10.8 的 Geostatistical Wizard 模块计算并绘制土

壤有机碳含量及密度的空间分布图。

采用单因素方差分析(One-way ANOVA)和多重比较(LSD 法)检验不同草地类型土壤有机碳含量及密度的差异;运用 Pearson 相关性分析探究各影响因子与土壤有机碳含量及密度的相关性;采用方

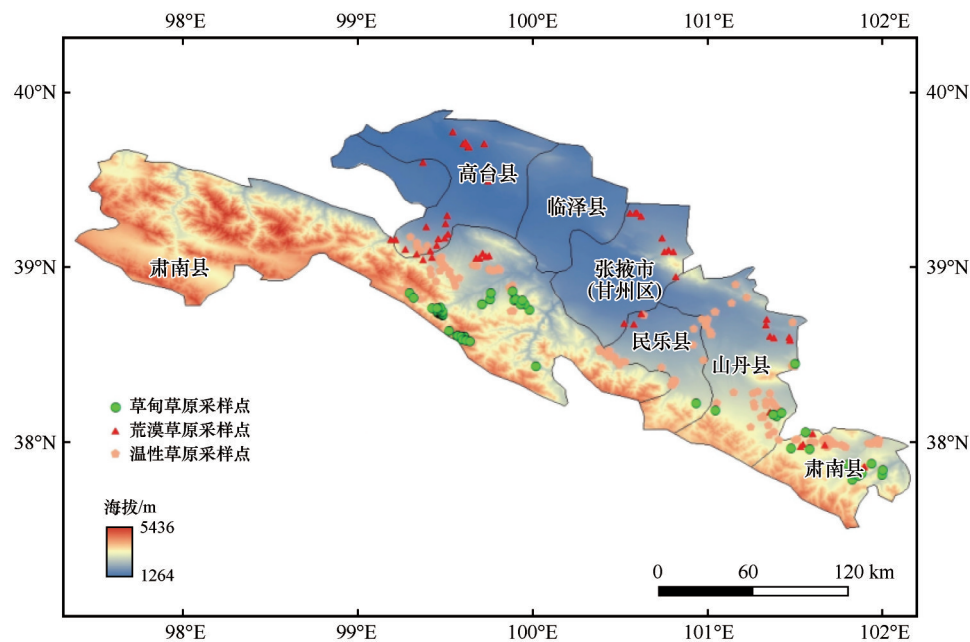


图 1 样点分布

Fig.1 Distribution map of sample points

差分解分析(VPA)量化土壤因子、植被因子和海拔等不同环境因子对土壤有机碳含量及密度的解释比例,VPA通过分解多个解释变量组对响应变量的贡献,计算独立效应、联合效应和残差,以揭示因子间的交互作用,其中土壤因子包括土壤含水量、容重、砾石含量,植被因子包括植被盖度和高度;利用随机森林(Random Forest)模型评估各影响因子的重要性,模型通过构建多个决策树并通过投票或平均预测来减少过拟合,提高模型的稳定性和准确性,重要性得分越高,变量对预测的贡献越大。数据处理与分析使用 R 4.0.1 和 SPSS 22.0 完成,制图利用 Sigmaplot 14.0 软件。

2 结果与分析

2.1 土壤有机碳含量、密度的描述性统计分析

河西走廊中部不同草地类型表层土壤有机碳含量及有机碳密度差异显著(表 2)。研究区内,表层土壤有机碳含量均值为 $25.71 \pm 22.02 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,变异系数高达 85.73%,表明区域内土壤有机碳含量存在极强的空间异质性。表层土壤有机碳密度均值为 $7.58 \pm 5.28 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$,变异系数为 69.68%,同样体现出较大的空间变异性。对不同草地类型土壤有机碳而言,荒漠草原土壤有机碳含量均值最低,为 $12.99 \pm 16.96 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,变异系数高达 130.56%,表明荒漠草原

表 2 河西走廊中部不同草原土壤有机碳含量($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)及密度($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)的描述性统计
Table 2 Descriptive statistics of the content and density of soil organic carbon in the surface layer of different grasslands in the middle of the Hexi Corridor

类型	变量	极小值	极大值	均值	标准差	偏度	峰度	变异系数/%
全点位	有机碳含量	0.45	131.64	25.71	22.04	1.56	3.16	85.73
	有机碳密度	0.18	29.00	7.58	5.28	0.84	0.38	69.68
荒漠草原	有机碳含量	0.45	77.02	12.99	16.96	2.52	5.97	130.56
	有机碳密度	0.18	18.97	4.25	4.24	1.62	2.28	99.75
温性草原	有机碳含量	1.58	86.96	24.72	18.30	1.27	1.57	74.03
	有机碳密度	0.60	21.99	7.56	4.70	0.78	0.08	62.24
草甸草原	有机碳含量	4.84	131.64	39.08	26.13	1.45	2.57	66.86
	有机碳密度	1.73	29.00	10.56	5.60	0.65	0.46	53.08

土壤有机碳含量在空间分布上极不均匀。温性草原土壤有机碳含量均值为 $24.72 \pm 18.30 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 变异系数为 74.03%; 而草甸草原土壤有机碳含量均值最高, 达 $39.08 \pm 26.13 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 变异系数为 66.86%。对不同草原类型土壤有机碳密度而言, 荒漠草原均值为 $4.25 \pm 4.24 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 变异系数为 99.75%; 温性草原均值为 $7.56 \pm 4.70 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 变异系数为 62.24%; 草甸草原均值为 $10.56 \pm 5.60 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 变异系数为 53.08%。

2.2 土壤有机碳含量、密度的空间分布特征

河西走廊中部不同草地类型表层土壤有机碳含量及有机碳密度的空间分布呈现出明显的规律性(图 2)。综合插值结果显示, 土壤有机碳含量和

密度的空间分布格局具有高度一致性, 整体呈现东多西少的特征。这一分布规律与区域内降水由东向西递减、植被覆盖度逐渐降低的生态梯度相吻合。高值区域(土壤有机碳密度 $11.35 \sim 29.00 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$)零星分布于肃南县中部、山丹县南部以及肃南县皇城镇, 这些区域多为草甸草原和温性草原的交错地带, 受地形雨影响, 水分条件相对优越, 植被生长茂盛, 从而促进了土壤有机碳的积累。而在其他区域, 土壤有机碳密度集中在 $0.25 \sim 11.35 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 。土壤有机碳含量的空间分布特征与有机碳密度基本一致, 肃南县中部、山丹县南部以及肃南县皇城镇的土壤有机碳含量为 $26.83 \sim 131.64 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 其余区域则在 $0.6 \sim 26.83 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 进一步证实了土壤有机碳含

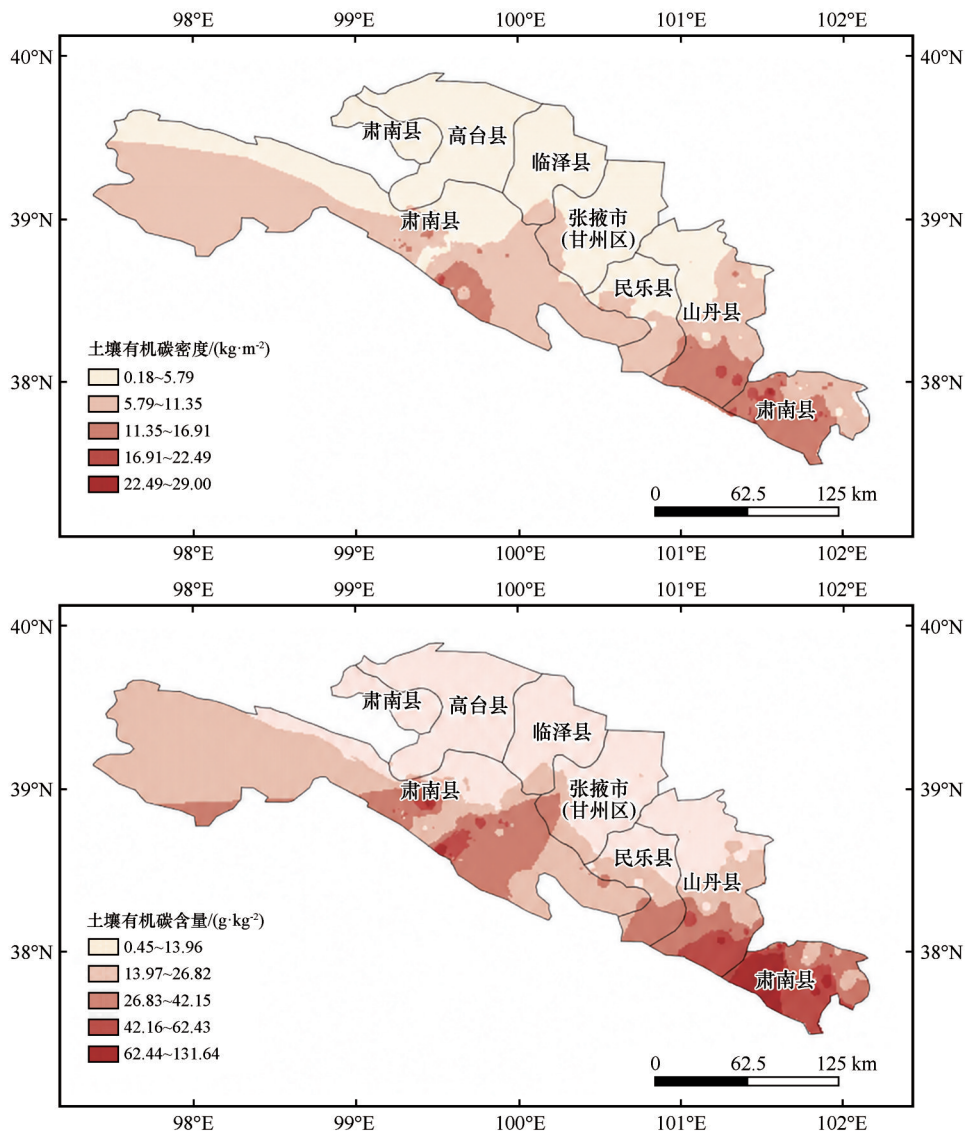


图2 河西走廊中部草原表层土壤有机碳含量及密度空间分布

Fig.2 Spatial distribution of the content and density of soil organic carbon in the surface layer of grasslands in the middle of the Hexi Corridor

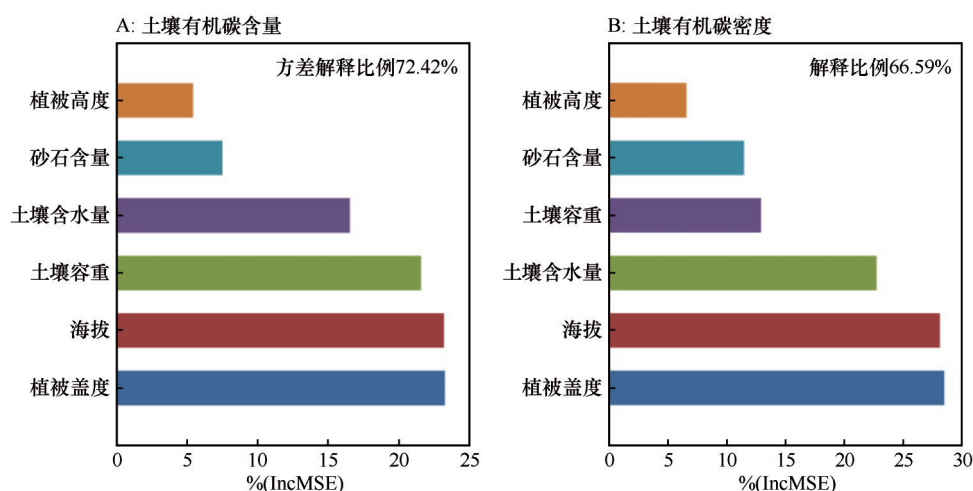


图5 土壤有机碳含量和土壤有机碳密度随机森林模型评估结果

Fig.5 Random forest model of soil organic carbon content and soil organic carbon density

12.84、3.82 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$;与新疆阿勒泰地区荒漠草原(3.79 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)相比^[16],本研究中的荒漠草原有机碳含量也较高。土壤有机碳密度方面,之前的研究表明内蒙古草甸草原、典型草原、荒漠草原的表层有机碳密度分别为 5.44、3.33、0.89 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ^[17-18],本研究区域均高于其有机碳密度。此外,与江西武功山的草甸草原对比,本研究中的草甸草原有机碳含量(39.08 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)低于武功山的 61.42 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ^[7]。总体看,河西走廊中部的草甸草原、温性草原和荒漠草原的有机碳含量与密度高于西北荒漠地区的同类型草地。这些差异可能与不同地区的水热条件密切相关。在河西走廊中部,由于该地区地处较高的海拔区,降水相对丰富,气温较低,这些因素有助于减少有机碳的矿化速率,增加碳的积累^[13]。同时,高植被盖度和较高的土壤有机质含量也是促进土壤有机碳积累的关键因素^[18]。相比之下,阿勒泰地区和宁夏部分荒漠草原由于干旱和低降水量,植被稀疏,土壤有机碳含量较低。江西武功山草甸草原的土壤有机碳含量较高,主要得益于该地区的亚热带气候条件,以及较为温暖的温度和充足的降水,这些因素促进了植物生长和碳的长期储存^[7]。

3.2 土壤有机碳含量、密度的空间分布特征

本研究中,河西走廊中部不同草原类型土壤有机碳含量与密度草甸草原>温性草原>荒漠草原,该趋势与在宁夏和内蒙古典型草原的研究结果一致^[14, 18],且整体分布格局为东多西少。这与区域水热条件及植被覆盖状况密切相关。草甸草原多分布于高海拔区域(平均海拔 3 016 m),降水相对充

沛,气温较低,减缓了土壤有机碳的分解速率;同时,该区域植被盖度高(植被盖度 73%),地上地下生物量大,通过凋落物输入和根系周转土壤提供了丰富的碳源。相比之下,荒漠草原处于低海拔区(平均海拔 2 022 m),年降水量较低、蒸发量较大和气温较高,加速了有机碳矿化,加之植被稀疏(植被盖度 55%),生物固碳能力弱,导致土壤有机碳含量和密度最低^[19]。研究中土壤有机碳含量变异系数高达 85.73%,荒漠草原更是达到 130.56%,表明空间异质性显著。这种异质性可能源于微地形、土壤母质差异及人类活动干扰。

3.3 土壤有机碳含量、密度的影响因素

本研究基于相关性分析、方差分解(VPA)与随机森林模型表明:土壤因子、植被因子、地形(海拔)协同驱动河西走廊中部草地表层土壤有机碳含量与有机碳密度。具体而言,有机碳含量、有机碳密度与土壤含水量、植被盖度、海拔呈极显著正相关($P<0.001$),与土壤容重、植被高度呈显著负相关($P<0.05$),且有机碳密度还与砾石含量呈显著负相关($P<0.01$)。有机碳含量、密度与土壤含水量呈正相关,与容重、砾石含量呈负相关,可能有两方面原因。从碳保存方面来讲,低容重和砾石含量有助于土壤形成细粒基质与稳定团聚体,为有机碳提供物理封存与矿物结合的双重保护,使得有机碳得以固存^[7, 14, 20],之前的研究也有相似的结论。王蛟龙等^[7]发现土壤有机碳含量与含水率呈极显著正相关、与土壤容重负相关,进一步佐证了保水与低压实对碳保存的关键作用。从碳输入方面来讲,在干旱区

域,水分易成为限制植被生长的关键因子,充足的水分可以促进植被生长,从而增加地上凋落物与地下根系分泌物的输入从而增加有机碳含量^[21]。本研究结果表明,在所有的因子中植被盖度是土壤有机碳含量和密度最重要的影响因子,这可能是由于较高的植被盖度可以缓解水分蒸发速度,有利于有机碳的积累^[13,22]。有趣的是,在土壤、植被、海拔三类因子中,海拔的单独解释力最强且呈正相关关系,这可能是由于高海拔易形成低温、湿润的小气候,这种环境会降低好氧性微生物的活性,从而减缓有机碳的周转活动,使得有机碳得以保留^[20]。海拔与植被因子之间的协同效应说明,高海拔通过降低有机碳的矿化速率和提供丰富的水分条件,为土壤有机碳的积累创造了有利环境,而植被因子通过促进碳的输入和改善土壤结构,进一步增强了这一过程。海拔因子对土壤有机碳的影响不仅体现在气候条件的变化,还通过与植被因子共同作用,形成了一种相互依赖的调节机制。

4 结论

河西走廊中部不同草地类型土壤有机碳含量和密度存在显著差异,表现为草甸草原>温性草原>荒漠草原,空间分布呈东多西少格局,高值区集中于肃南县中部、山丹县南部以及肃南县皇城镇等区域。

土壤有机碳含量及密度与海拔、土壤含水量、植被盖度极显著正相关,与土壤容重、植被高度及砾石含量负相关。

草本盖度和海拔是影响河西走廊中部草地土壤有机碳含量和密度的主要环境因子,其中海拔因子的独立解释力最强,海拔与植被的协同作用显著影响土壤碳分布。

本研究结果可为河西走廊中部草地生态系统碳汇评估和管理提供科学依据,探究潜在增汇路径,并指导退化草原的恢复策略。未来研究可将土壤微生物对有机碳动态的调控作用纳入考虑,以深化对该区域碳循环机制的理解。

参考文献:

- [1] Post W M, Emanuel W R, Zinke P J, et al. Soil carbon pools and world life zones[J]. *Nature*, 1982, 298(5870): 156–159.
- [2] Brevik E C, Cerd A, Mataix-Solera J, et al. The interdisciplinary nature of soil[J]. *Soil*, 2015, 1(1): 117–129.
- [3] 李慧,赵娅茹,魏佳媛,等.草地生态系统固碳功能研究现状:基于文献计量分析[J]. *中国草地学报*, 2025, 47(3): 121–35.
- [4] Piao S L, Ito A, Li S G, et al. The carbon budget of terrestrial ecosystems in East Asia over the last two decades[J]. *Biogeosciences*, 2012, 9(9): 3571–3586.
- [5] 方精云,杨元合,马文红,等.中国草地生态系统碳库及其变化[J]. *中国科学:生命科学*, 2010, 40(7): 566–576.
- [6] 那尔克孜·那扎拉提.河西走廊生态系统碳储量的时空演变特征及预测研究[D].兰州:兰州大学, 2023.
- [7] 王姣龙,荆诚然,蒋艳,等.江西武功山山地草甸土壤有机碳空间分布研究[J]. *中国水土保持*, 2024, 12: 53–55.
- [8] 陈佑忠,王艳丰,汪诗平,等.中国草地生态系统分类初步研究[J]. *草地学报*, 2002, 10(2): 81–86.
- [9] 耿元波,董云社,齐玉春.草地生态系统碳循环研究评述[J]. *地理科学进展*, 2004, 23(3): 74–81.
- [10] 钟华平,樊江文,于贵瑞,等.草地生态系统碳蓄积的研究进展[J]. *草业科学*, 2005, 22(1): 4–11.
- [11] 丁金梅,王维珍,米文宝,等.宁夏草地土壤有机碳空间特征及其影响因素[J]. *生态学报*, 2023, 43(5): 1913–1922.
- [12] 杨昊天,王增如,贾荣亮.腾格里沙漠东南缘荒漠草地不同群落类型土壤有机碳分布及储量特征[J]. *植物生态学报*, 2018, 42(3): 288–296.
- [13] 李旭梅,杨钧,李小伟,等.宁夏天然草地土壤有机碳分布格局及驱动因素[J]. *草原与草坪*, 2024, 44(4): 1–8.
- [14] 季波,何建龙,吴旭东,等.宁夏典型天然草地土壤有机碳及其活性组分变化特征[J]. *草业学报*, 2021, 30(1): 24–35.
- [15] 马剑,刘贤德,金铭,等.祁连山5种典型灌丛土壤生态化学计量特征[J]. *西北植物学报*, 2021, 41(8): 1391–1400.
- [16] 刘慧霞,董乙强,崔雨萱,等.新疆阿勒泰地区荒漠草地土壤有机碳特征及其环境影响因素分析[J]. *草业学报*, 2021, 30(10): 41–52.
- [17] 王玮,郭建国,韩兴国.内蒙古典型草原土壤固碳潜力及其不确定性的估算[J]. *应用生态学报*, 2012, 23(1): 29–37.
- [18] 丰思捷,赵艳云,李元恒,等.内蒙古典型草原表层土壤有机碳储量差异及影响因素[J]. *中国草地学报*, 2019, 41(2): 116–120.
- [19] 陈心桐,徐天乐,李雪静,等.中国北方自然生态系统土壤有机碳含量及其影响因素[J]. *生态学杂志*, 2019, 38(4): 1133–1140.
- [20] Liu B, Xu X, Xu C, et al. Soil organic carbon regulation from chemistry in top-but microbial community in subsoil in eastern coastal China poplar plantations[J]. *Frontiers in Forests and Global Change*, 2023, 6: 1154934.
- [21] 王莲阁.温度变化对土壤有机碳矿化及其动力学特征的影响[D].重庆:西南大学, 2015.
- [22] Bai Y, Zhou Y, He H. Effects of rehabilitation through afforestation on soil aggregate stability and aggregate-associated carbon after forest fires in subtropical China[J]. *Geoderma*, 2020, 376: 114548.

Distribution characteristics of soil organic carbon in the middle section of Hexi Corridor

Ma Jian, Tian Xiaoping, Li Ning, Mao Junping, Su Furong, Li Xiaopeng

(Zhangye Forestry Science Research Institute / Zhangye Forestry and Grassland Carbon Sink Metering and Monitoring Center / Collaborative Innovation Base of Zhangye Forestry Science Research Institute, Zhangye 734000, Gansu, China)

Abstract: Grasslands are an important component of terrestrial ecosystems and play a crucial role in the carbon cycle of terrestrial ecosystems. Studying the distribution of soil organic carbon and its influencing factors in grassland ecosystems is significant for enhancing regional carbon sinks and ecological restoration. This study focuses on the desert steppe, temperate grassland, and meadow steppe in the central Hexi Corridor. Through field surveys, sampling, and laboratory analysis, the spatial distribution characteristics of surface soil organic carbon content and soil organic carbon density were investigated. The relationships between surface soil organic carbon distribution and environmental factors such as soil bulk density, soil moisture content, vegetation coverage, and altitude were explored. The results show that: (1) Soil organic carbon content and density in different grassland types follow the pattern of meadow steppe > temperate grassland > desert steppe, with the overall spatial distribution showing more in the east and less in the west. High-value areas are concentrated in central Sunan County, southern Shandan County, and Huangcheng Town in Sunan County. (2) Soil organic carbon content and density are significantly positively correlated with altitude, soil moisture content, and vegetation coverage, and negatively correlated with soil bulk density, vegetation height, and gravel content. Altitude has the highest explanatory power for soil organic carbon content and density, and there is a significant synergistic effect between altitude and vegetation factors. (3) Herbaceous coverage and altitude are the key variables affecting the distribution of soil organic carbon in grasslands in the central Hexi Corridor.

Key words: soil organic carbon; soil organic carbon density; spatial distribution; environmental factors; middle section of Hexi Corridor