

冀北坝上地区不同人工植被土壤水分变化特征

杨越, 吴才武*, 杨依天, 武智勇, 孙百生, 张月丛
(河北民族师范学院 资源与环境科学系, 河北 承德 067000)

摘要:【目的】探讨不同人工植被对土壤水分的影响, 为植被恢复与生态建设提供科学依据。【方法】选取冀北坝上地区退耕还林地作为研究对象, 以退耕封育草地为对照, 采用土钻取样烘干法测定土壤水分, 对比分析3种不同人工植被样地(沙棘林、柠条林、榆树林)0~100 cm的土壤水分变化特征。【结果】雨季(6、7、8月)3种退耕还林地0~100 cm土壤含水率高于封育草地, 有利于土壤水分保持; 旱季(5、9、10月)则低于封育草地, 加剧土壤水分消耗。封育草地浅表层0~20 cm土层含水率下降明显, 沙棘林地0~40 cm土层水分消耗明显, 柠条林地30~60 cm土层水分消耗明显, 榆树林地20~100 cm土层水分持续消耗。【结论】不同人工植被土壤水分随季节变化存在显著差异, 随土层深度的变化具有明显趋势特征; 人工恢复植被必须充分考虑区域降水、温度、土壤等环境条件, 遵循自然地带性规律, 因地制宜合理布局。

关键词: 人工植被; 土壤水分; 变化特征; 坝上地区

中图分类号: S152.7S714.2

文献标志码: A

doi: 10.13522/j.cnki.gggs.2019252

杨越, 吴才武, 杨依天, 等. 冀北坝上地区不同人工植被土壤水分变化特征[J]. 灌溉排水学报, 2020, 39(5): 42-47.

YANG Yue, WU Caiwu, YANG Yitian, et al. Soil Moisture Variation Characteristics of Different Artificial Vegetation in Bashang Area of Northern Hebei [J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2020, 39(5):42-47.

0 引言

冀北坝上地区位于内蒙古高原南缘, 北部与内蒙古高原相连, 南部延伸至京北平原, 是具有典型代表性的北方农牧交错带。该区域水资源短缺、气候寒冷干燥、降水稀少、生态环境脆弱, 加之近年来不合理的人类活动, 导致水土流失、土地退化等环境问题日益严重^[1]。作为京津冀的生态屏障, 冀北坝上地区从2000年开始相继实施退耕还林还草、京津风沙源治理、首都水源地保护等生态工程, 历经20年的努力建设, 生态环境恶化的局面得以改善。然而, 该区域“蒸发多, 降水少”的气候条件、地下水位持续下降以及不合理的土地利用方式等原因^[2], 使得土壤水分始终是影响植被恢复与重建的关键因素。人工恢复植被能够起到涵养水源、保持水土的作用^[3-4], 植被覆盖能够改良土壤性质、增加土壤孔隙度^[5], 对土壤含水率和分布产生较大影响^[6]。郭彪等^[7]研究表明黄土丘陵区不同类型植被(乔木类小

叶杨林、灌木类沙棘林及撂荒地)旱、雨季的土壤含水率差异明显, 土壤表层到600 cm深层含水率呈先增加后减少再增加的变化趋势, 而干燥化程度由强到弱依次表现为: 小叶杨>沙棘>撂荒地。雷泽勇等^[8]研究表明, 辽西北风沙区土壤水分的季节性变化是降雨和植物生长、地下水位共同作用的结果; 降雨和植物生长对表层土壤的含水率影响较大, 而对深层土壤水分的作用不大; 灌木林地表层土壤含水率最低, 乔木林地深层土壤水分最低, 草地类型含水率始终最高。郭伟等^[9]通过研究晋北风沙区人工林土壤水分及粒度特征, 表明沙棘林和柠条林有较强的水土保持能力, 表层土壤水分较低, 较深土层土壤水分受植物蒸腾耗水、根系分布深度及密度等因素影响。冀北坝上地区已有的研究^[10-11]探讨了不同土地利用类型表层0~30 cm土壤含水率变化差异, 表明草地表层土壤含水率普遍高于林地, 灌木林地(沙棘、柠条)高于乔木林地(杨树、榆树), 植被生长状况与表层土壤含水率高低具有一致性; 然而对于深层土壤水分动态变化研究相对较少。因此, 为了进一步探究不同人工植被对土壤水分的影响, 选取冀北坝上地区退耕还林地作为研究对象, 以退耕封育草地为对照, 对比分析不同人工植被样地(沙棘林、柠条林、榆树林)0~100 cm的土壤水分变化特征, 为该地区植被恢复与生态建设提供科学依据。

收稿日期: 2019-09-14

基金项目: 河北省自然科学基金项目(C2015101020); 河北省高等学校科学技术研究项目(QN2015320); 河北省自然科学基金项目(E2019101012)

作者简介: 杨越(1983-), 男, 河北承德人。副教授, 博士, 主要从事水土保持与荒漠化防治、干旱区生态恢复研究。

E-mail: yangyue131421@163.com

通信作者: 吴才武(1984-), 男, 湖北天门人。副教授, 博士, 主要从事土壤退化及遥感制图研究。E-mail: mucwcw@163.com

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区地处丰宁满族自治县境内，位于河北省北部、承德市西部，内蒙古高原—燕山山地—华北平原过渡带上，北纬 45°54′—42°01′，东经 115°55′—117°23′。地势由东南向西北呈阶梯形增高，分为坝下山地、接坝山地和坝上高原 3 个地貌单元，平均海拔 1 475 m，坝上地区海拔为 1 200~1 400 m。属于大陆季风型半湿润、半干旱高原山地气候，寒冷干燥，年均气温 6.7℃，无霜期为 80~140 d，年降水量 350~500 mm，主要集中在 6—9 月，年降水量变化大。土壤呈地带性分布，主要有栗钙土、风沙土、棕壤、褐土，坝上地区以栗钙土为主。境内植物种类丰富，属于暖温带半旱生落叶阔叶林和灌丛草原亚带，但是受人为干扰破坏天然植被稀少。近年来随着退耕还林还草、京津风沙源治理、水源地保护等生态工程的实施，营建大面积人工林，植被覆盖显著提高。

1.2 研究方法

根据丰宁满族自治县退耕还林主要模式、植被类型及其生长分布情况，选取生长年限相同（2003 年种植）、生长状况较好、地形相对平缓的沙棘（*Hippophae rhamnoides* Linn.）林、柠条（*Caragana korshinskii*）林、榆树（*Ulmus pumila* L.）林布设样地，并以同期退耕封育草地（2003 年封育）对照。标准样地大小为 20 m×20 m，均采用罗盘仪定向，皮尺量距，GPS 定位。生长季进行植被调查，获得不同类型样地植被特征（表 1）。为了反映雨季和旱季的土壤水分状况，2017 年 5—10 月每月进行 1 次土壤样品采集。土壤样品采用土钻法获取，装入铝盒胶带密封包装，并遮光保存。每个样地沿对角线按 S 形路线选 3 个样点进行重复采样，采样深度为 0~100 cm，样品间距为 10 cm。采用烘干法测定土壤含水率^[7,12]。数据整理与统计分析采用 Excel 和 SPSS19.0 软件，采用 Excel 和 Origin9.1 软件绘制图表。降水数据来源于丰宁县气象监测站。

表1 不同类型样地植被特征

Table1 Vegetation characteristics of different types of plots

样地	株距×行距/（m×m）	覆盖度/%	平均高度/m	平均冠幅/（m×m）	备注
Sample plots	Plant spacing × row spacing	Coverage	Average height	Average crown width	Remarks
沙棘林地	1×3	66	1.78	1.78×1.51	行间萌蘖沙棘苗，枯落层 2~3 cm
柠条林地	1×3	58	1.56	1.36×1.12	伴生草本，枯落层 1~2 cm
榆树林地	1×3	36	2.63	1.76×1.63	散生草本，枯落层 2~3 cm
封育草地	-	82	0.47	-	草本为主，枯落层 0~1 cm

2 结果与分析

2.1 不同植被类型土壤水分季节变化特征

图 1 为观测期不同植被类型 0~100 cm 土壤含水率。由图 1 可知，土壤含水率在 7 月最高，6、8 月次之，9 月或 10 月最低。旱季（5、9、10 月）不同植被类型土壤含水率大小顺序是：封育草地（9.65%、9.14%、9.18%）>沙棘林地（9.26%、8.54%、8.19%）>柠条林地（8.81%、8.21%、7.52%）>榆树林地（8.32%、8.01%、7.41%）。雨季（6 月、7 月、8 月）不同植被类型土壤含水率大小顺序是：榆树林地（16.42%、17.54%、16.78%）>柠条林地（16.21%、17.25%、16.46%）>沙棘林地（16.04%、16.81%、16.24%）>封育草地（14.15%、15.68%、14.76%）。

3 种退耕还林地与封育草地相比，旱季会消耗更多的土壤水分，乔木（榆树）林耗水多于灌木（沙棘、柠条）林；而在雨季会在一定程度上保持土壤水分，且乔木（榆树）林保水作用优于灌木（沙棘、柠条）林。

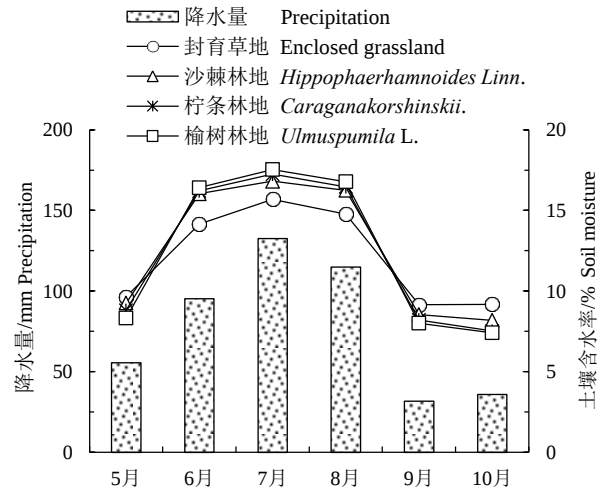


图1 不同植被类型土壤水分变化

Fig.1 Changes of soil moisture in different vegetation

所选样地实施退耕还林后植被恢复状况较好，土壤表层已经形成枯落层。结合实地观测（表 1），封育草地枯落层厚度在 1 cm 内，局部地区受人为干扰（偷牧）影响较大，植被恢复不够稳定导致土壤裸露，其含蓄降水和降低蒸发的作用有所削减。而

人工恢复植被后,随着乔木、灌木枯落物的不断积累,柠条林地枯落层厚度 1~2 cm,沙棘林地、榆树林地枯落层厚度 2~3 cm,土壤表层覆盖较好;而且林木改良土壤效果明显有助于降水下渗^[3-4],同时林木枝叶对降水具有较好的截留作用,其含蓄降水和降低蒸发的作用得以显现。因此,研究区降水补给较好的时节,3 种退耕还林地 0~100 cm 土壤含水率高于封育草地,而在降水补给不足的时节,由于林木生长需水量远高于草本,3 种退耕还林地 0~100 cm 土壤含水率低于封育草地,反而加剧土壤水分的消耗。

2.2 不同植被类型土壤水分垂直变化特征

不同植被类型在不同季节的土壤含水率随土层深度的增加具有明显趋势特征^[13-15]。为了便于比较试验样地 0~100 cm 各层土壤含水率状况,分别选取降水量最多的月份和降水量最少的月份加以分析。

如图 2 所示,雨季(7 月)不同植被类型 0~100 cm 土壤含水率垂直变化幅度较大,除榆树林地外,随着土层深度增加呈先降低后增加再减少的“S”形变化趋势。0~10、10~20、20~30 cm 土层含水率以封育草地最低,分别为 16.36%、14.72%、15.45%;30~40 cm 土层含水率以沙棘林地最低,为 15.53%;40~50、50~60 cm 土层含水率以柠条林地最低,分别为 15.53%、16.45%;60~70 cm 土层含水率以榆树林地最低,为 16.02%;70~80、80~90、90~100 cm 土层含水率以封育草地最低,分别为 14.18%、12.97%、11.89%。结合自然环境条件和植被生长需水分析,雨季降水补给有所改善,但地表蒸发强烈、植物蒸腾作用较强。封育草地以草本为主,含蓄降水和降低蒸发的作用不足,而草本根系又集中分布在 0~20 cm 土层,导致浅表层土壤含水率下降明显,同时草本难以触及深层土壤,其土壤水分补给有限。3 种退耕还林地植被恢复较好,枯落层较厚,能够含蓄降水和降低蒸发,乔灌木又能改良深层土壤,有效补给土壤水分;但乔灌木生长需水较大,蒸腾作用更加剧烈,进而对土壤水分产生影响。沙棘根系主要分布在 0~40 cm 土层,所以沙棘林地 0~40 cm 土层水分消耗明显;柠条为深根性灌木,根系可以达到 120 cm 以上^[16],其对 30~60 cm 土层水分消耗明显;榆树根系从 20 cm 土层开始分布,主根系在 60 cm 以下,能够消耗深层土壤水分,导致土壤含水率持续下降。

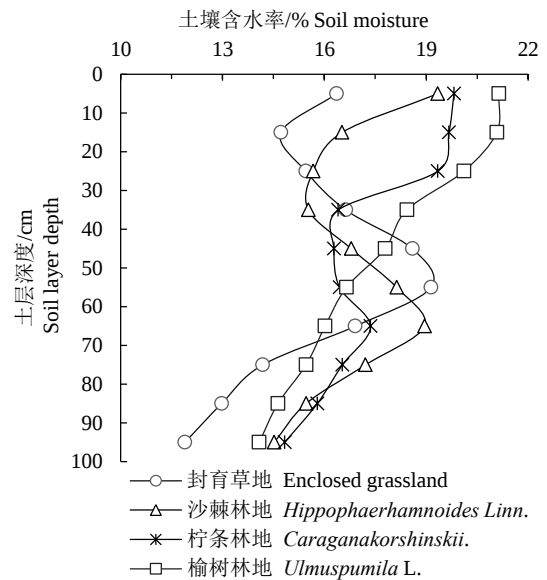


图2 雨季(7月)不同植被类型土壤含水率垂直变化
Fig.2 Vertical variation of soil moisture in different vegetation types during the rainy season (July)

如图3所示,旱季(9月)不同植被类型0~100 cm 土壤含水率垂直变化幅度依然明显,但相对雨季(7月)有所减弱且存在差异。

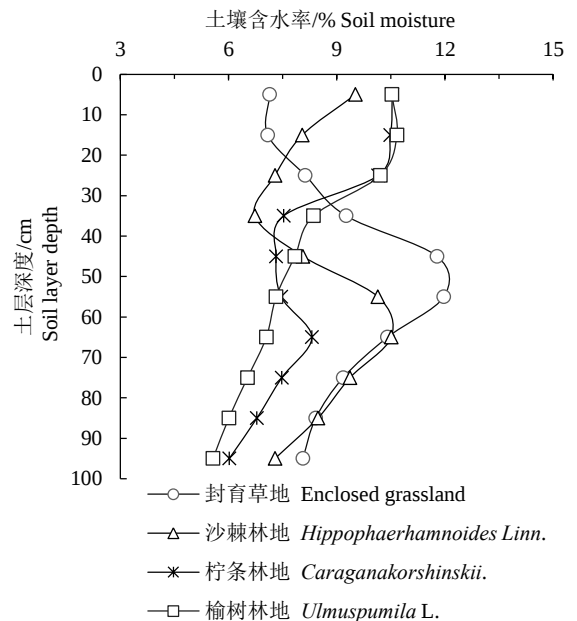


图3 旱季(9月)不同植被类型土壤含水率垂直变化
Fig.3 Vertical variation of soil moisture in different vegetation types during the dry season (September)

0~10、10~20 cm 土层含水率以封育草地最低,分别为 7.14%、7.09%; 20~30、30~40 cm 土层含水率以沙棘林地最低,分别为 7.29%、6.73%; 40~50 cm 土层含水率以柠条林地最低,为 7.32%; 50~100 cm 各土层含水率以榆树林地最低,分别为 7.32%、7.05%、6.53%、6.01%、5.57%。从不同植被类型 0~100 cm 土壤含水率随着深度增加变化趋势来看,封育草地

先增加后减少,沙棘林地先降低后增加再减少,柠条林地和榆树林地浅表层相对稳定但在30 cm以下土壤水分下降明显。与雨季(7月)相比,旱季(9月)降水补给大大减少,地表蒸发和植物蒸腾作用导致土壤水分不断消耗,各层土壤含水率大幅度下降;尤其是60 cm以下土层几乎得不到有效降水补给,深根性灌木(柠条)和乔木(榆树)会加剧深层土壤水分消耗^[17-18],因此榆树林地、柠条林地60 cm以下土层含水率明显低于沙棘林地、封育草地。

3 讨论

3.1 不同植被类型土壤水分季节变化特征

土壤水分受到区域气候特征与植物生长规律的影响,与降水量、植物耗水、土壤蒸发等因素密切相关。研究区不同植被类型土壤水分具有典型的季节变化特征,土壤含水率与降水量的变化趋势基本一致,这与已有的研究结果^[19]相近。郭彪等^[7]研究表明,黄土丘陵区不同类型植被土壤含水率雨季均明显大于旱季,土壤的干、湿季与气候的干、湿季相一致。马婧怡等^[20]对黄土丘陵区不同土地利用方式下土壤水分变化特征的研究也表明,土壤贮水量的季节变化趋势与降水量的季节性变化相协同。观测期研究区6月降水量(95.4 mm)开始明显增多,7月降水量达到最大(132.7 mm),雨季降水量(353 mm)是旱季降水量(123.3 mm)的近3倍,此阶段气温明显升高,植被逐渐进入生长季,尽管植被蒸腾和土壤蒸发也随之增强,但是植被能够含蓄降水和降低蒸发,因此雨季相对较多的降水补给有利于土壤水分的贮存,而旱季降水补给不足导致土壤水分的消耗。另外,本文受试验条件所限未能观测蒸散等数据,结合相关研究干旱区榆树林地年蒸散量在400 mm左右^[21],沙棘林地、柠条林地年蒸散量分别为250、200 mm左右^[22],而观测期研究区降水量476.3 mm,初步判断土壤水分收支基本稳定。

3.2 不同植被类型土壤水分垂直变化特征

土壤水分受到降水、植被根系分布、地下水位等因素的影响,在垂直剖面上表现出一定的差异性^[15,20]。研究区不同植被类型0~100 cm土壤水分随土层深度的变化具有明显的趋势特征且存在较大差异,土壤含水率随土层深度的增加变化逐渐减弱。王玲等^[13]研究表明晋西北不同植被类型0~100 cm土层深度的土壤储水量变化差异较大,不同植被类型在不同季节的土壤剖面储水量随土层深度增加,呈剧烈一缓和趋势。主要原因是浅层土壤易受降雨入渗、植物强烈的蒸腾作用等影响。孙晓辉^[17]对辽西北风沙区不同人工植被土壤水分变化特征研究表明草

本植物类型和乔灌木类型0~100 cm的土壤水分差异明显,根系分布状况是造成土壤水分差异的重要原因。

3.3 不同植被类型地区适宜性

冀北坝上地区降水少蒸发多、气候寒冷,土壤水分补给不足,严重制约着植被恢复与生态建设。3种退耕还林地植被(沙棘、柠条、榆树)具有耐旱、耐寒、耐瘠薄的特性,基本能够适应当地半干旱气候,普遍长势尚可,灌木沙棘、柠条优于乔木榆树。但从研究结果分析来看,旱季退耕还林地植被会加剧土壤水分的消耗,倘若冀北坝上地区遭遇连续干旱等极端天气变化,会严重影响植被生长,进而导致生态退化。因此,在当地即使是选择耐旱、耐寒的植被开展生态建设,也需要科学合理布局,不宜盲目大规模种植。

4 结论

1) 不同人工植被土壤水分随季节变化存在显著差异。雨季3种退耕还林地0~100 cm土壤含水率高于封育草地,有利于保持土壤水分;含水率排序为:榆树林地>柠条林地>沙棘林地>封育草地。旱季则低于封育草地,加剧土壤水分消耗;含水率排序为:封育草地>沙棘林地>柠条林地>榆树林地。

2) 不同人工植被土壤含水率随土层深度变化具有明显趋势特征。降水补给、地表蒸发、植物需水等因素影响土壤含水率变化,封育草地0~20 cm土层含水率下降明显,沙棘林地0~40 cm土层水分消耗明显,柠条林地30~60 cm土层水分消耗明显,榆树林地20~100 cm土层水分持续消耗。

3) 冀北坝上地区干燥寒冷、生态脆弱,人工恢复植被必须充分考虑区域降水、温度、土壤等环境条件,遵循自然地带性规律,因地制宜合理布局;避免大规模植树造林引起土壤水分消耗过度而导致生态退化。

参考文献:

- [1] 刘正恩. 河北坝上生态退化现状、原因及对策措施[J]. 生态经济, 2010, 26(1): 166-169.
LIU Zheng'en. The current situation, causes of the ecological degeneration in Bashang area of Hebei Province and the countermeasures on them[J]. Ecological Economy, 2010, 26(1): 166-169.
- [2] 王玫. 河北坝上生态脆弱性及治理思路建议[J]. 经济论坛, 2018(10): 11-15, 153.
WANG Mei. Ecological vulnerability in Bashang area of Hebei

- province and suggestions for control [J]. Economic Forum, 2018, (10):11-15, 153.
- [3] 王富, 甄宝艳, 董智, 等. 坝上地区退耕还林地土壤水文生态特征[J]. 中国水土保持科学, 2010, 8(4): 61-66.
- WANG Fu, ZHEN Baoyan, DONG Zhi, et al. Eco-hydrological characteristics of soil on the forestland converted from farmland in Bashang plateau[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2010, 8(4): 61-66.
- [4] 田宁宁, 张建军, 李玉婷, 等. 晋西黄土区退耕还林地涵养水源和保育土壤功能评价[J]. 水土保持学报, 2015, 29(5): 124-129.
- TIAN Ningning, ZHANG Jianjun, LI Yuting, et al. Functional assessment of soil and water conservation under conversion of cropland to forest in loess plateau of western Shanxi Province[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2015, 29(5): 124-129.
- [5] 杨越, 哈斯, 孙保平, 等. 植被恢复类型对土壤物理性质的影响研究[J]. 灌溉排水学报, 2012, 31(1): 15-18.
- YANG Yue, HA Si, SUN Baoping, et al. Changes of soil physical properties and moisture among different vegetation restoration types[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2012, 31(1): 15-18.
- [6] 付强, 吴春东, 李天霄. 北方高寒区秸秆覆盖对土壤水分运移的影响[J]. 灌溉排水学报, 2015, 34(10): 7-10.
- FU Qiang, WU Chungong, LI Tianxiao. Influence of straw mulch on soil moisture migration in northern cold region[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2015, 34(10): 7-10.
- [7] 郭彪, 王尚义, 牛俊杰, 等. 晋西北不同植被类型土壤水分时空变化特征[J]. 水土保持通报, 2015, 35(1): 267-273.
- GUO Biao, WANG Shangyi, NIU Junjie, et al. Characteristics of soil moisture variation under different vegetation types in northwestern Shanxi Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2015, 35(1): 267-273.
- [8] 雷泽勇, 刘心玲, 周凯, 等. 辽西北沙地典型植被群落土壤水分动态研究[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24(10): 111-115.
- LEI Zeyong, LIU Xinling, ZHOU Kai, et al. Dynamic of soil moisture of different vegetations in sandy land of northwestern Liaoning Province[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2010, 24(10): 111-115.
- [9] 郭伟, 张鸾, 刘爽, 等. 晋北风沙区人工林土壤水分及粒度特征[J]. 中国水土保持科学, 2018, 16(2): 80-87.
- GUO Wei, ZHANG Luan, LIU Shuang, et al. Characteristics of soil moisture and grain size in different plantation types in windy and sandy area of North Shanxi[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2018, 16(2): 80-87.
- [10] 张素芳, 马礼. 坝上高原林草地表层土壤含水量对比研究[J]. 干旱区资源与环境, 2013, 27(2): 167-170.
- ZHANG Sufang, MA Li. Comparative study on surface soil water content of woodland and grassland on Bashang plateau[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2013, 27(2): 167-170.
- [11] 张素芳, 马礼, 刘姣娜. 坝上高原不同土地利用类型耕层土壤含水量对比: 以康保县为例[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2013, 34(1): 66-71.
- ZHANG Sufang, MA Li, LIU Jiaona. Comparative Tillage Layer Soil Moisture in Different Land Types on Bashang Plateau—case study of Kangbao County[J]. Journal of Capital Normal University (Natural Science Edition), 2013, 34(1): 66-71.
- [12] 马春芽, 王景雷, 陈震, 等. 基于温度植被干旱指数的土壤水分空间变异性分析[J]. 灌溉排水学报, 2019, 38(3): 28-34.
- MA Chunya, WANG Jinglei, CHEN Zhen, et al. Spatial distribution of soil moisture estimated using thermal vegetation drought indices[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2019, 38(3): 28-34.
- [13] 王玲, 刘庚, 冯向星, 等. 晋西北不同植被类型土壤水分亏缺特征[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2018, 57(1): 102-109.
- WANG Ling, LIU Geng, FENG Xiangxing, et al. The characteristics of water deficit in various vegetation soils in northwestern Shanxi Province[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2018, 57(1): 102-109.
- [14] 谢静, 关文彬, 崔国发, 等. 锡林郭勒草原不同植被类型的土壤水分特性[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(1): 45-48.
- XIE Jing, GUAN Wenbin, CUI Guofa, et al. Soil moisture characteristics of different types of vegetation in xilingol grassland[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2009, 37(1): 45-48.
- [15] 吕渡, 杨亚辉, 赵文慧, 等. 黄土高原沟壑区不同植被对土壤水分分布特征影响[J]. 水土保持研究, 2018, 25(4): 60-64.
- LYU Du, YANG Yahui, ZHAO Wenhui, et al. Impacts of vegetation types on soil water distributions in loess hilly region [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2018, 25(4): 60-64.
- [16] 古文婷, 史建伟, 牛俊杰, 等. 晋西北黄土丘陵区 4 种植被类型土壤水分含量的变化特征研究[J]. 西部林业科学, 2013, 42(6): 69-74.
- GU Wenting, SHI Jianwei, NIU Junjie, et al. Soil moisture characteristics of different vegetations in hilly region of loess plateau in northwest Shanxi[J]. Journal of West China Forestry Science, 2013, 42(6): 69-74.
- [17] 孙晓辉. 辽西北风沙区不同人工植被土壤水分变化特征[J]. 山西农业科学, 2015, 43(5): 588-591.
- SUN Xiaohui. Studies on soil moisture variation characteristics of different artificial vegetation in Liaoning northwest sandy area[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2015, 43(5): 588-591.
- [18] ZHOU J, FU B J, GAO G Y, et al. Temporal stability of surface soil moisture of different vegetation types in the Loess Plateau of China[J]. Catena, 2015, 128: 1-15.
- [19] 王晓艳, 王存国, 魏永霞, 等. 不同水土保持模式下坡耕地的土壤水分特征[J]. 灌溉排水学报, 2012, 31(1): 99-101.
- WANG Xiaoyan, WANG Cunguo, WEI Yongxia, et al. Characteristics

- of soil moisture on sloping farmland in different soil and water conservation technology modes[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2012, 31(1): 99-101.
- [20] 马婧怡, 贾宁凤, 程曼. 黄土丘陵区不同土地利用方式下土壤水分变化特征[J]. 生态学报, 2018, 38(10): 3 471-3 481.
- MA Jingyi, JIA Ningfeng, CHENG Man. Water characteristics of soil under different land-use types in the Loess Plateau region[J]. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(10): 3 471-3 481.
- [21] 雷泽勇, 阎丽凤, 周凯, 等. 辽宁西北部沙地主要乔灌木林地水量平衡研究[J]. 干旱区研究, 2010, 27(4): 642-648.
- LEI Zeyong, YAN Lifeng, ZHOU Kai, et al. Study on water budget of the typical shrub and arbor woods in sandy land of northwest Liaoning Province[J]. Arid Zone Research, 2010, 27(4): 642-648.
- [22] 方书敏. 陇中黄土高原典型人工林土壤水文过程研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2016.
- FANG Shumin. The study on ecological and hydrological processes of typical plantation in the loess plateau[D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2016.

Soil Moisture Variation Characteristics of Different Artificial Vegetation in Bashang Area of Northern Hebei

YANG Yue, WU Caiwu*, YANG Yitian, WU Zhiyong, SUN Baisheng, ZHANG Yuecong

(Department of Resources and Environmental Sciences, Heibei Normal University for Nationalities, Chengde 067000, China)

Abstract: 【Background】 The Bashang area in northern Hebei is located at the southern edge of Inner Mongolia plateau. It was connected with the Inner Mongolia plateau in the north and extends to the northern Beijing plain in the south. The shortage of water resources, cold and dry climate, scarce precipitation, fragile ecological environment and unreasonable human activities in recent decades had led to increasingly serious environmental problems such as soil erosion and land degradation. 【Objective】 Soil moisture is a key factor affecting vegetation restoration and reconstruction. In order to know the effects of different artificial vegetation on soil moisture, which provided scientific basis for vegetation restoration and ecological construction. 【Method】 The soil moisture changes of 0~100 cm under 3 different modes of returning farmland to forestland (*Hippophaerhamnoides* Linn., *Caragankorshinskii*, *Ulmuspumila* L.) in Bashang area of northern Hebei were compared and analyzed, by taking the enclosed grassland as the control. 【Result】 The soil moisture of different artificial vegetation varied significantly with the seasons; In rainy season (June, July, August), the soil water contents of 0~100 cm under 3 different modes of returning farmland to forestland were higher than that of the enclosed grassland, which was conducive to soil moisture conservation; In dry season (May, September, October), it was lower than that of enclosed grassland, which increased soil water consumption. The soil moisture of different artificial vegetations had obvious trend characteristics with the change of soil depth. The water content of 0~20 cm soil layer under enclosed grassland was obviously decreased, and the water consumption of 0~40 cm soil layer under *Hippophaerhamnoides* Linn. forestland was obvious, the water consumption of 30~60 cm soil layer under *Caragankorshinskii*. forestland was obvious, and the water content of the 20~100 cm soil layer under *Ulmuspumila* L. forestland was continuously consumed. 【Conclusion】 The artificial restoration of vegetation in Bashang area of northern Hebei must fully consider the regional precipitation, temperature, soil and other environmental conditions, follow the natural zonal law, and make rational distribution according to local conditions.

Key words: artificial vegetation; soil moisture; variation characteristics; bashang area

责任编辑: 韩 洋