

Response Characteristics of Sandy Soil Temperature in Different Soil Layers to Seasons

Zhen Guo^{1,2,3,4}

¹Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co. Ltd., Xi'an Shaanxi

²Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

³Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Natural and Resources, Xi'an Shaanxi

⁴Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi
Email: 675334047@qq.com

Received: Jun. 25th, 2020; accepted: Jul. 8th, 2020; published: Jul. 15th, 2020

Abstract

Soil temperature has a great impact on crop growth and development, soil water and salt transport, the number and activity of organisms, and soil carbon balance. In order to explore the change law of soil temperature in the Mu Us sand area, five treatments with the ratios of soft rock and sand at 0:1, 1:5, 1:2, 1:1 and the ratio of loess to sand at 1:1 were respectively set up. The results showed that in the 5 cm soil layer, the average ground temperature in spring, summer, autumn and winter was 15.67°C, 30.29°C, 25.21°C and 5.50°C in turn, and the variation amplitude of the soft rock and sand 1:2 treatment was 85.63%, 15.29%, 71.10% and 120.05%, respectively. In the 10 cm soil layer, the average ground temperature in spring, summer, autumn and winter was 14.46°C, 29.04°C, 24.31°C and 5.75°C, respectively. The variation amplitude of the soft rock and sand 1:5 treatment was 99.76%, 16.47%, 74.28% and 133.04%, respectively. In the 15 cm soil layer, the average ground temperature in spring, summer, autumn and winter is 11.39°C, 25.12°C, 21.58°C and 3.95°C, respectively. The variation amplitude of 1:1 treatment of soft rock and sand was 137.30%, 16.94%, 83.45% and 206.48%, respectively. It can be seen that with the increase of the soil layer, the temperature buffering effect is better and the higher temperature treatments are soft rock and sand 1:2 treatment (5 cm), soft rock and sand 1:5 treatment (10 cm), and loess and sand 1:1 treatment (15 cm).

Keywords

Soil Temperature, Season, Soft Rock, Aeolian Sand, Soil Layer

不同土层沙土温度对季节的响应特征

郭 振^{1,2,3,4}

¹陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

²陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

³自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

⁴陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

Email: 675334047@qq.com

收稿日期: 2020年6月25日; 录用日期: 2020年7月8日; 发布日期: 2020年7月15日

摘 要

土壤温度对作物生长发育、土壤水盐运移、生物的数量与活性、土壤碳平衡等均有较大的影响。为了探究毛乌素沙区土壤温度的变化规律, 分别设置了砒砂岩与沙复配比为0:1、1:5、1:2、1:1和黄土与沙复配比为1:1的五个处理。结果表明, 5 cm土层中, 春夏秋冬四季地温的平均值依次为15.67℃、30.29℃、25.21℃和5.50℃, 砒砂岩与沙1:2处理的变幅分别为85.63%、15.29%、71.10%和120.05%。10 cm土层中, 春夏秋冬四季地温的平均值依次为14.46℃、29.04℃、24.31℃和5.75℃, 砒砂岩与沙1:5处理的变幅分别为99.76%、16.47%、74.28%和133.04%。15 cm土层中, 春夏秋冬四季地温的平均值依次为11.39℃、25.12℃、21.58℃和3.95℃, 砒砂岩与沙1:1处理的变幅分别为137.30%、16.94%、83.45%和206.48%。可见, 随着土层的增加, 对温度缓冲效果较好, 且温度较高的处理分别为砒砂岩与沙1:2处理(5 cm)、砒砂岩与沙1:5处理(10 cm)和黄土与沙1:1处理(15 cm)。

关键词

土壤温度, 季节, 砒砂岩, 风沙土, 土层

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

土壤温度主要受太阳辐射、近地面空间热平衡、土壤水分和大气湿度等环境因子的影响, 是表征土壤热状况的综合响应指标, 在农业生产中作为重要的土壤物理指标, 与生态环境紧密相关[1] [2]。土壤温度与土壤中的生物代谢、腐殖化和矿化等重要的生物化学过程相关[3], 以不同的时空分布规律影响着植物的生长发育, 对作物种子的萌发, 尤其是出苗以后作物根系对养分的汲取具有显著影响[4]。

毛乌素沙地位于我国西北部干旱与半干旱地区的陕晋蒙交界处, 该地区光热资源充分, 人们过度的放牧以及无节制的对土地资源进行开发, 导致土壤沙漠化的土地退化现象越来越严重, 这也是各国政府和科学家高度重视的生态环境问题之一[5]。毛乌素沙地是我国土地荒漠化强烈发展的主要地区之一, 土地荒漠化的剧烈程度不仅加剧了当地生态系统的紊乱和生态退化, 而且当地的农业、牧业和林业等民

生基础也受到了极大的损失[6]。为了改善毛乌素沙区的不良土地情况,以广泛分布于该地的砒砂岩风化物为改良剂材料,探究砒砂岩改良沙土后对土壤温度的影响程度,为区域资源的高效利用和生态环境改善提供理论支撑和实践基础。

2. 材料与方法

毛乌素沙地是中国四大沙地之一,位于陕西省榆林地区和内蒙古自治区鄂尔多斯市之间,面积达 4.22 万平方公里($37^{\circ}27.5' \sim 39^{\circ}22.5'N$, $107^{\circ}20' \sim 111^{\circ}30'E$)。为了监测毛乌素沙地土壤温度的变化规律,模仿毛乌素沙地砒砂岩风化物与风沙土两种物质混合分布的情形,共设置 5 个不同试验处理的配比试验,每个处理设置 4 个重复,共计 20 个微试样块。每个微试样块选用花盆进行布置,其中花盆的圆口直径为 38 cm,高度为 40 cm。其中试验处理分别为:砒砂岩与沙体积比为 0:1、砒砂岩与沙体积比为 1:1、砒砂岩与沙体积比为 1:2、砒砂岩与沙体积比为 1:5 和黄土与沙体积比为 1:1。

在地表挖出 4 条坑穴(长 190 cm $\times$ 宽 40 cm),各花盆在放入挖好的坑穴前调节其含水量为最大持水量的 20%左右,使其放入高度与地面齐平。初配复配土,先让其自然通气培养 3 天,使其微环境达到相对适应状态,第一个月按照 3 天为一个周期进行不同土层日不同时刻(8:00、10:00、12:00、14:00、16:00、18:00 和 20:00)地温的测定。之后 1 年时间每个月分别于第 5 天、15 天和 25 天测定 3 次,将 3 次的测定值进行计算取平均值作为该月的温度变化梯度。地温的测定时间从 2018 年 7 月 1 日开始,2019 年 6 月 30 日结束。

3. 结果与分析

3.1. 土层厚度 5 cm 时地温的变化特征

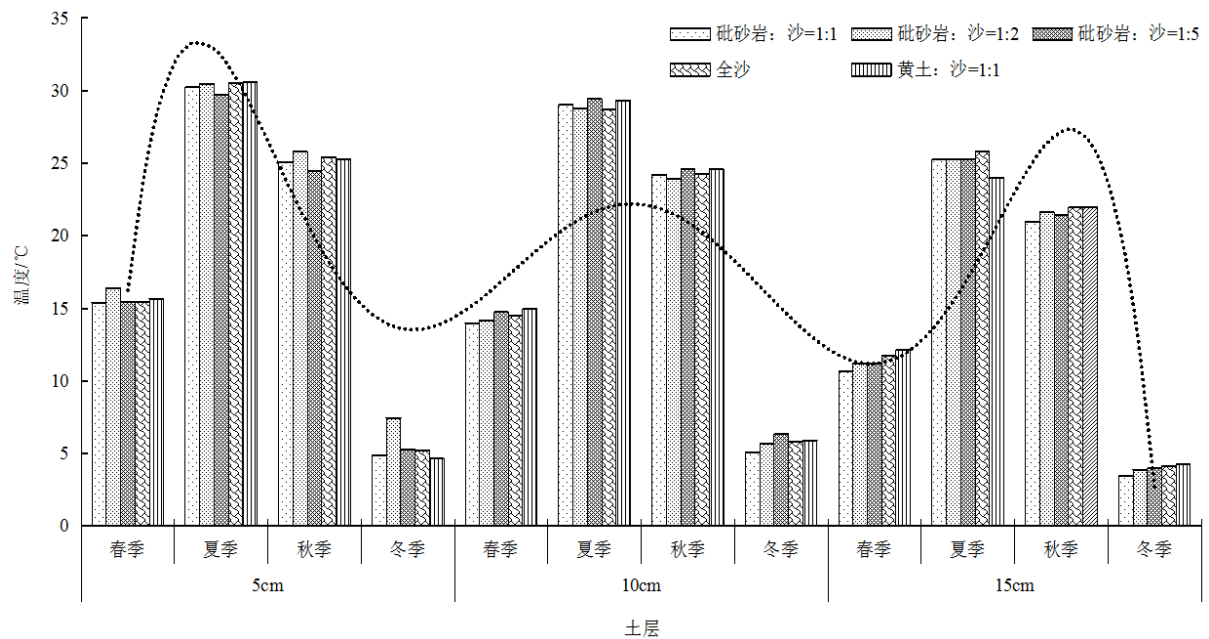
在 5 cm 土层中,春夏秋冬四季地温的平均值依次为 $15.67^{\circ}C$ 、 $30.29^{\circ}C$ 、 $25.21^{\circ}C$ 和 $5.50^{\circ}C$ (图 1)。春季中,砒砂岩与沙体积比为 1:2 时土壤温度最高,为 $16.41^{\circ}C$,其次依次是黄土与沙体积比为 1:1 的处理,温度为 $15.67^{\circ}C$,砒砂岩与沙体积比为 0:1 的处理,温度为 $15.44^{\circ}C$ 、砒砂岩与沙体积比为 1:5 的处理,温度为 $15.41^{\circ}C$,而砒砂岩与沙体积比为 1:1 时土壤温度最低,为 $15.4^{\circ}C$ 。夏季中,以黄土与沙体积比为 1:1 的处理地温最大,较春季增加了 94.96%,其次为砒砂岩与沙体积比为 0:1、1:2、1:1 和 1:5 的处理。秋季中,砒砂岩与沙体积比为 1:2 处理的土壤最高,为 $25.81^{\circ}C$,其次依次为砒砂岩与沙体积比为 0:1 的处理,温度为 $25.41^{\circ}C$,黄土与沙体积比为 1:1 的处理,温度为 $25.28^{\circ}C$,砒砂岩与沙体积比为 1:1 的处理,温度为 $25.09^{\circ}C$,砒砂岩与沙体积比为 1:5 的处理,温度为 $25.45^{\circ}C$ 。冬季以砒砂岩与沙体积比为 1:2 的处理地温最高,为 $7.46^{\circ}C$,其次为砒砂岩与沙体积比为 1:5、0:1、和 1:1 的处理,温度为 $5.28^{\circ}C$ 、 $5.20^{\circ}C$ 、 $4.89^{\circ}C$,黄土与沙体积比为 1:1 的处理温度最低,为 $4.67^{\circ}C$ 。

根据春季、夏季、秋季、冬季的依次变化规律,砒砂岩与沙体积比为 1:1 处理的土壤温度变化范围介于 16.98%~214.85%之间,砒砂岩与沙体积比为 1:2 处理的土壤温度变化范围介于 15.29%~120.05%之间,砒砂岩与沙体积比为 1:5 处理的土壤温度变化范围介于 17.75%~191.71%之间,砒砂岩与沙体积比为 0:1 处理的土壤温度变化范围介于 16.70%~197.00%之间,其中均已夏季的变幅最小,冬季的变幅最大;而黄土与沙体积比为 1:1 处理的土壤温度变化范围介于变幅分别为 81.52%~235.46%之间,以秋季的变幅最小,冬季的最大。综合来看,砒砂岩与沙体积比为 1:2 处理的土体温度变幅较小,对温度的缓冲作用明显,且此处理下温度较高。

3.2. 土层厚度 10 cm 时地温的变化特征

在 10 cm 土层中,春夏秋冬四季地温的平均值依次为 $14.46^{\circ}C$ 、 $29.04^{\circ}C$ 、 $24.31^{\circ}C$ 和 $5.75^{\circ}C$ (图 1)。

春季中, 黄土与沙 1:1 处理的地温最高, 为 14.93℃, 其次为砒砂岩与沙体积比为 1:5、0:1、1:2 和 1:1 处理, 温度依次为 14.73℃、14.46℃、14.18℃和 13.99℃。夏季中, 以黄土与沙 1:1 处理地温最大, 较春季增加了 96.45%, 其次为砒砂岩与沙 1:5 处理、砒砂岩与沙 1:1 处理、砒砂岩与沙 1:2 处理和全沙处理; 秋季以砒砂岩与沙 1:5 处理和黄土与沙 1:1 处理地温最高, 其次为全沙、黄土与沙 1:1、砒砂岩与沙 1:2; 冬季以砒砂岩与沙 1:5 处理地温最高, 其次为黄土与沙 1:1 处理、砒砂岩与沙 1:2 处理、全沙处理和砒砂岩与沙 1:1 处理, 可见春季以黄土与沙 1:1 处理的地温最高, 其他季节均以砒砂岩与沙 1:5 处理的地温最高。



注: 图中曲线表示每个土层下土壤温度在四季的变化趋势。

Figure 1. The change of soil temperature with seasons under different soil layers

图 1. 不同土层下地温随季节的变化情况

根据春季、夏季、秋季、冬季的依次变化规律, 砒砂岩与沙体积比为 1:1 处理土壤温度的变化范围介于 16.54%~176.71%之间, 砒砂岩与沙体积比为 1:2 处理土壤温度的变化范围介于 16.84%~149.24%之间, 砒砂岩与沙体积比为 1:5 处理土壤温度的变化范围介于 16.47%~133.04%之间, 砒砂岩与沙体积比为 0:1 处理土壤温度的变化范围介于 15.40%~149.73%之间, 黄土与沙体积比为 1:1 处理的土壤温度变幅介于 16.17%~152.92%之间, 其中均已夏季的变幅最小, 其次为秋季和春季, 冬季的变幅最大。综合来看, 砒砂岩与沙体积比为 1:5 处理的土体温度变幅较小, 对温度的缓冲作用明显, 且此处理下温度较高。

3.3. 土层厚度 15 cm 时地温的变化特征

在 15 cm 土层中, 春夏秋冬四季地温的平均值依次为 11.39℃、25.12℃、21.58℃和 3.95℃ (图 1)。春季中, 黄土与沙体积比为 1:1 处理的地温最高, 为 12.13℃, 其次依次为砒砂岩与沙体积比为 0:1、1:5、1:2 和 1:1 处理, 温度分别为 11.73℃、11.23℃、11.21℃和 10.65℃, 表明随着砒砂岩比例的增加土壤温度逐渐降低。夏季中, 以砂岩与沙体积比为 0:1 处理地温最大, 其次为砒砂岩与沙体积比为 1:5 的处理、砒砂岩与沙体积比 1:1 的处理、砒砂岩与沙体积比为 1:2 的处理和黄土与沙体积比为 1:1 的处理。秋季以黄土与沙体积比为 1:1 处理的地温最高, 其次为砒砂岩与沙体积比为 0:1 的处理、黄土与沙体积比为 1:2 的处理、砒砂岩与沙体积比为 1:5 的处理和砒砂岩与沙体积比为 1:1 的处理。冬季以黄土与沙体积比为

1:1 处理地温最高, 为 4.26℃, 其次依次为砒砂岩与沙体积比为 0:1、1:5、1:2 和 1:1 处理, 温度分别为 4.14℃、3.98℃、3.89℃和 3.47℃, 可见夏季以砂岩与沙体积比为 0:1 处理的地温最高, 其他季节均以黄土与沙体积比为 1:1 处理的地温最高。

根据春季、夏季、秋季、冬季的依次变化规律, 砒砂岩与沙体积比为 1:1 处理的变幅分别为 137.30%、16.94%、83.45%和 206.48%, 砒砂岩与沙体积比为 1:2 处理的变幅分别为 125.26%、14.47%、81.99%和 188.25%, 砒砂岩与沙体积比为 1:5 处理的变幅分别为 125.27%、15.39%、81.39%和 181.88%, 砒砂岩与沙体积比为 0:1 处理的变幅分别为 119.66%、14.81%、81.12%和 183.11%, 黄土与沙体积比为 1:1 处理的变幅分别为 97.99%、8.49%、80.60%和 184.43%。综合来看, 黄土与沙体积比为 1:1 处理的土体温度变幅较小, 对温度的缓冲作用明显, 且此处理下温度较高。

4. 结论

不同土层下复配比处理的地温随着季节的更替呈现先增加后减小的趋势, 地温平均值以夏季的温度最高, 其次是秋季和春季, 冬季的土壤温度最低。随着土层的增加, 土体对温度的缓冲效应发生变化, 5 cm 土层中当砒砂岩与沙复配土的体积比为 1:2 时, 其对温度的缓冲作用较好, 10 cm 土层中当砒砂岩与沙复配土的体积比为 1:5 时, 其对温度的缓冲作用较好, 15 cm 土层中当黄土与沙复配比为 1:1 时, 其对土层温度的缓冲作用较好, 不同土层的地温变化趋势均表现为 5 cm > 10 cm > 15 cm, 且随着土层的增加温差也在逐渐减小。

参考文献

- [1] 邢芳芳, 韩迎春, 雷亚平, 等. 不同种植模式棉田土壤温度的时空变化特征[J]. 棉花学报, 2020, 32(3): 219-232.
- [2] 陈继康, 张宇, 陈军胜, 等. 不同耕作方式麦田土壤温度及其对气温的响应特征——土壤温度特征及热特性[J]. 中国农业科学, 2009, 42(8): 2747-2753.
- [3] Huang, F., Zhan, W.F., Ju, W.M., et al. (2014) Improved Reconstruction of Soil Thermal Field Using Two-Depth Measurements of Soil Temperature. *Journal of Hydrology*, **519**, 711-719. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.08.014>
- [4] Heusinkveld, A.J. and Holtslag, A. (2011) Long-Term Record and Analysis of Soil Temperatures and Soil Heat Fluxes in a Grassland Area, The Netherlands. *Agricultural and Forest Meteorology*, **151**, 774-780. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.01.002>
- [5] 张海欧, 解建仓, 南海鹏, 等. 毛乌素沙地砒砂岩与沙复配土壤颗粒组成动态变化特征[J]. 中国水土保持科学, 2019, 17(6): 34-40.
- [6] 张雷. 榆林毛乌素沙地大果沙棘的发展前景探析[J]. 种子科技, 2020, 38(5): 120-121.