

黑土区冬季农田及其周边荒草地土壤水分空间分布特征

朱家驹

哈尔滨师范大学地理科学学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2024年2月5日; 录用日期: 2024年3月19日; 发布日期: 2024年3月29日

摘要

近些年, 由于东北作为国内粮仓, 黑土被开发之后, 黑土的土壤理化性质发生了变化, 有部分土壤向着不断培肥熟化的方向发展。土壤的有机物质发生改变。抗御旱涝能功下降。水分作为土壤最重要理化性质之一, 研究其空间分布可以有利于观察、记录、研究黑土区农业耕地和荒草地的变化情况, 为保护黑土及时做出相对应的措施以及方案。本文通过对农田和荒草地的水分分布来进一步的研究, 更加详细地了解黑土区表层及深度与水分空间分布的特征。之后出野外进行实地调查实验, 在对实验数据处理分析。可以看出目前黑土区的水土流失逐渐严重, 荒草地与农田相比, 变化不大, 而农田在过度开垦和过度施肥的情况下, 土壤肥力大大不如以前。希望在未来, 我们可以通过更合理科学的方式管理黑土区的水土流失等土壤问题。

关键词

土壤理化性质, 土壤水分, 东北黑土区

Spatial Distribution of Soil Moisture in Farmland and Its Surrounding Wasteland in Black Soil Area in winter

Jiaju Zhu

College of Geographical Sciences, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: Feb. 5th, 2024; accepted: Mar. 19th, 2024; published: Mar. 29th, 2024

Abstract

In recent years, as Northeast China is the domestic granary, the physical and chemical properties

of black soil have changed after the black soil was developed, and part of the soil has been developed in the direction of continuous fertilizing and ripening. The organic matter of the soil changes. The resistance to drought and flood is reduced. Water is one of the most important physical and chemical properties of soil, and the study of its spatial distribution can help to observe, record and study the changes of agricultural arable land and wasteland in black soil area, and make corresponding measures and schemes for the protection of black soil in time. In this paper, the water distribution of farmland and wasteland was further studied to understand the characteristics of surface and depth and water spatial distribution in the black soil area in more detail. After that, I went out to the field for field investigation and experiment, and processed and analyzed the experimental data. It can be seen that the soil and water loss in the black soil area is gradually serious at present. Compared with the farmland, there is little change in the wasteland. However, the soil fertility of the farmland is much worse than before under the condition of over-reclamation and over-fertilization. It is hoped that in the future, we can manage soil erosion and other soil problems in black soil areas in a more reasonable and scientific way.

Keywords

Physical and Chemical Properties of Soil, Soil Moisture, Northeast Black Soil Area

Copyright © 2024 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

探究黑土区冬季农田及其周边荒草地土壤水分空间分布，主要从冬季黑土区土壤冻融前后土壤水分含量分析。通过对黑土区土壤的水分空间分布分析，以便对黑土区土壤管理提供更全面的数据支持。在黑土区黑土肥力下降的阶段，探究、记录更多有关土壤理化性质的数据，对比农田与周边荒草地的土壤水分来更好的研究现阶段黑土区土壤现状。土壤水分作为土壤理化性质的重要指标，水分又直接影响到农作物的生长状况。但是由于过度开垦，黑土区土壤肥力下降，东北又作为国内主要粮食生产基地，为此土壤问题近几年得到了各界的重视。

2. 研究内容现状

我国黑土区主要分布在东北。20 世纪之后，因为国内人口剧增，黑土区的种植面积逐渐增加。但是由于黑土区耕地面积增加，导致的土壤理化性质发生变化。其中最主要的就是土壤水分和肥力的下降。通过查阅资料，国家水利部公开数据，东北黑土区水土流失面积达到 4.47 万 km²，此面积占黑土区的三分之一，比刚开始开发黑土区时相比，水土流失面积增长来百分之八十[1]。近年来，相关部门，也在采取有关黑土区保护措施。研究调查发现，黑土区水土流失最严重的就是农耕地区，过度开垦以及过度施肥导致土壤肥力下降。直接导致弄做的产值收到了直接的影响。但是由于百姓的保护意识不够深刻，有关部门在采取措施时，也较为困难。但是，当务之急的还是我们要通过对黑土区水土流失的更详细的认识，制定并且落实一套可实现的保护方案。

目前国内黑土区的现状主要有三个方面：第一方面是水土流失，黑土区因为气候以及地理特征的原因。每年开春开始耕地面积数量逐渐增加，化肥使用力度增强，导致水土流失。又因为每年东北的雨季在春秋两季，黑土在冻融前后进过雨水的冲刷，造成侵蚀。第二方面土壤肥力下降，根据每年粮食产值

来看,土壤的使用率逐年提高,同样是因为过度使用化肥以及保护措施不到位,导致的土壤有机质含量就逐年减少。第三个方面,因为耕作的方式越来越机械化,土壤的利用率提高,所以在土壤肥力以及水土流失的情况下,黑土层也逐渐变薄。

世界有三大黑土区,除了中国的东北黑土区,另外的两个黑土区分别位于欧洲的乌克兰大平原和美洲内美国密西西比河流域。由于地理区位的差异,三大黑土区所面临的黑土问题也不尽相同。中国的黑土地问题主要是水土流失,主要受东北地区山岗较多,地形起势复杂的影响;乌克兰黑土区和密西西比河流域黑土区同属平原,地形起伏很小,领域开阔,主要受到的是风力侵蚀。乌克兰处于大陆内部,降水少,大风天气较多,密西西比河中下游地势平坦,没有山脉的阻挡,很容易受到墨西哥湾的飓风影响波及,所以这两个黑土区的农耕很容易受到风力的侵蚀,使土地表层逐渐变薄,进而土壤肥力降低,影响粮食产量。再加上由于人类活动,开垦荒地,破坏植被,使得水土流失问题也逐渐加剧,加上飓风的来临,黑土表层疏松,没有植被的固土,大量的黑土被带走,使粮食产量锐减,历史上这两个地区都因为飓风而遭到极大的损失,破坏性之大被命名为“黑风暴”。

为了保护农耕,保护黑土地,两国投入了大量的精力在方案研究上,对气象气候条件进行全方位监测,出台一系列土地规划政策,建立科学耕种的制度方程。土地跟人的生存发展紧密相关,所以在对黑土地的保护和利用上,既要考虑自然因素条件,也要考虑人文环境条件,也就是人们对黑土地的利用首先要遵循黑土地的自然法则,精准配合变化多端的气象环境因子,政府出台相关的土地政策和约束章程,在综合考虑人口现状、社会发展和资源环境可持续等多方面条件下,科学地对黑土地进行利用。

乌克兰政府在农业方面出台过4项土地保护利用政策,分别针对土壤肥力、农产品加工、农业生态体系和土壤保护生态技术,可以看出,乌克兰政府开始十分注重对人类利用与生态环境之间的平衡问题,所研发的技术也要具备生态调性。美国的黑土地问题在“黑风暴”发生后便引起了社会的广泛关注,很早开展了黑土地保护工作,并受到了农业企业、政府和基金会以及民间组织的资助,1935年美国农业部(USDA)成立土壤保持局(Soil Conservation Service, SCS),作为一个常设机构代替了土壤侵蚀管理局,内有众多农业家、经济学家、生态学家、土壤学家以及生态学家,合力对黑土地保护进行研究,其中达成的共识首先就有在土地利用中需要与各方面进行协调商议,之后逐步形成了保护性耕作体系。乌克兰和美国的针对政策已经符合可持续发展理念,同时也对土地利用乃至对自然环境的利用作出警醒:只有遵循可持续发展理念,尊重自然规律,人类事业才能生生不息[2][3][4][5]。

3. 研究地区与研究方法

3.1. 研究概况

1. 确定符合研究问题的样地。根据野外观察,最终选择哈尔滨师范大学(松北校区)东侧,该地属于黑土区,有农田及周边其荒草地。

2. 选择取样地点。经观察,最后选择两块一亩的农田作为该实验的农田水分分布特征的样地,两块农田周边无耕地区域为该实验荒草地水分分布特征。

3. 确定取样时间。根据黑土区往年土壤冻融时间,该实验选择时间为土壤冷冻前后。具体时间为2018年11月至2019年2月。

4. 确定取样方法。采用五点取样法,该取样法中每一样点又分为两个样点,土壤表层至土壤表层一下10 cm为一取样点,10 cm至20 cm为一样点。通过对黑土区不同深度的土壤的水分分析,更好的了解到该地区土壤水分分布特征。样点编号记录,以一块样地举例1-1-1(第一个数字代表样地编号,第二个数字编号代表五点取样法取样顺序编号,第三个数字编号代表土壤深度编号)。

5. 设计取样方案。每一样点取1 kg土样,将土壤装进铝盒,称重(此时为湿重)并记录,放入烘干箱

内烘干，取出再次称重(此时为干重)。通过得到的数据计算出土壤水分百分比，然后进行数据分析。

3.2. 实验器材

电子分析天秤、实验室烘箱、温度计

3.3. 数据采集

采用烘干法进行土壤含水量的测定，如表 1、表 2 所示。土壤含水量(%) = (原土重 - 烘干土重)/烘干土重 × 100% = 水重/烘干土重 × 100% (注：以一块样地举例 1-1-1：第一个数字代表样地编号，第二个数字编号代表五点取样法取样顺序编号，第三个数字编号代表土壤深度编号)。

Table 1. Soil water content in wasteland

表 1. 农田土壤含水量

	土壤含水量			
	2018 年 11 月 4 日	2018 年 12 月 1 日	2019 年 1 月 2 日	2019 年 1 月 31 日
1-1-1	18.49%	9.61%	8.16%	14.58%
1-1-2	18.39%	21.96%	16.44%	15.18%
1-2-1	18.51%	10.59%	5.93%	13.54%
1-2-2	18.70%	21.22%	17.44%	15.87%
1-3-1	20.45%	14.09%	6.08%	14.43%
1-3-2	20.43%	19.94%	19.23%	14.15%
1-4-1	19.07%	8.68%	4.40%	10.25%
1-4-2	19.18%	19.71%	19.58%	11.80%
1-5-1	18.16%	0.29%	5.15%	10.30%
1-5-2	18.07%	19.12%	22.16%	14.75%
2-1-1	17.80%	18.25%	1.80%	10.14%
2-1-2	19.21%	18.92%	20.40%	14.83%
2-2-1	17.02%	22.56%	3.59%	12.95%
2-2-2	19.03%	20.70%	20.00%	17.15%
2-3-1	17.05%	18.26%	4.25%	9.19%
2-3-2	18.62%	20.09%	21.79%	14.48%
2-4-1	18.25%	17.74%	4.04%	10.88%
2-4-2	19.47%	17.81%	17.33%	15.56%
2-5-1	18.30%	17.11%	2.80%	16.47%
2-5-2	18.87%	22.80%	24.48%	19.97%

Table 2. Soil water content in wasteland

表 2. 荒地土壤含水量

	土壤含水量			
	2018 年 11 月 4 日	2018 年 12 月 1 日	2019 年 1 月 2 日	2019 年 1 月 31 日
1-1-1	15.77%	16.39%	2.71%	16.10%
1-1-2	16.43%	17.80%	7.02%	16.18%

续表

1-2-1	14.22%	15.97%	3.45%	12.99%
1-2-2	17.13%	18.28%	8.27%	12.67%
1-3-1	15.24%	16.47%	3.34%	12.91%
1-3-2	16.69%	18.68%	6.27%	13.47%
1-4-1	16.29%	14.96%	5.36%	32.76%
1-4-2	14.39%	16.47%	8.92%	12.84%
1-5-1	13.61%	17.88%	4.62%	11.64%
1-5-2	18.54%	17.71%	8.07%	10.73%
2-1-1	12.57%	1.57%	1.68%	17.01%
2-1-2	17.97%	5.40%	6.26%	15.79%
2-2-1	15.40%	3.22%	11.40%	13.40%
2-2-2	17.80%	5.51%	7.85%	14.83%
2-3-1	16.02%	2.68%	11.95%	15.57%
2-3-2	18.72%	4.65%	8.60%	14.76%
2-4-1	16.96%	0.61%	7.38%	13.35%
2-4-2	17.81%	11.23%	22.56%	14.29%
2-5-1	15.54%	1.27%	3.14%	14.26%
2-5-2	16.90%	5.32%	6.04%	15.29%

3.4. 数据分析

通过观察已有的数据，大体来看，农田含水量高于周边荒草地含水量，深层土含水量高于浅层土含水量。随着温度的下降和降雪造成的影响，含水量也发生变化，土壤理化性质也随之改变。

通过 11 月初的结果我们可以得出，因为降雨的原因，农田及其周边荒草地的含水量普遍较高。浅层土与深层土的含水量差别不大。大部分保持含水量接近的情况。

从 12 月初开始，因为天气的持续降温以及降雪，农田及其周边荒草地的含水量也发生变化，有一半的数据可以看出土壤水分的减少以及土壤理化发生慢慢的变化，在采样的过程中也会发现部分土壤被冻的现象，表面会有些冰晶。

1 月份开始，黑土区土壤基本全部被冻，农田浅层土壤的水明显下降，而深层土壤的含水量未有太大变化。农田周边的荒草地的水分空间分布也有明显变化，与农田相似之处就是深层土的含水量高于浅层土。

1 月末结束，通过数据我们可以观察到，与 1 月初相比含水量几乎没有太大的变化，依然是农田的含水量高于周边荒草地；浅层土的含水量低于深层土的含水量。

4. 结论

1) 不同耕作措施下土壤含水量沿垂直方向的分布规律基本一致，表现为停渗瞬时，表层 0~10 cm 土层的土壤含水量显著减少，随着土层深度增加，土壤含水量增加幅度逐渐增加，进入冬季冻土季节，深层土的含水量变化幅度很小，基本处于一个均值上下。农作物的根系对土壤水分吸收跟土壤深度密切相关，随着深度增加而减小[6]。通过数据明显可以看出，在农田和荒草地土壤水分空间分布相比，冻融之

前, 农田含水量高于周边荒草地含水量, 深层土含水量高于浅层土含水量; 冻融之后, 农田浅层土壤的水分明显下降, 而深层土壤的含水量未有太大变化。农田周边的荒草地的水分空间分布也有明显变化, 与农田相似之处就是深层土的含水量高于浅层土。

2) 土地利用变化在改变地表自然景观面貌的同时也造成了土壤水分空间分布的不同, 国内外许多学者针对不同土地利用类型土壤水分的变化进行了研究。根据目前黑土区耕地分布特征, 黑土区利用区域来看, 大多都已平原或者山脚为主, 那么这刚好是地表径流和降雨充沛的地理位置。因此土地利用格局对土壤水分空间分布有显著影响, 相关研究表明, 土地利用格局变化不仅会导致不同土地利用在降雨、地形、土壤因子上的空间分布变化, 而且会对水文、侵蚀特征产生影响, 这些均会导致土壤水分空间分布的不同[7] [8] [9]。目前, 很多学者研究发现, 土地的利用格局与土壤水分动态变化密切相关, 但是这些研究都集中在作物生长期, 而针对冻结期不同土地利用土壤水分变化的研究还鲜有报道。因此本章旨在对冻结期坡面尺度上不同土地利用土壤水分变化以及剖面分布特征进行探索[10]。

3) 我国黑土区每年都有一半以上的时间处于冻融阶段。在整个冻融阶段, 土壤内的水分也在发生变化。冻土区在土壤表层在冻融期间也需要经历几个过程。黑土冻融的状态主要表现为固、液状态, 使表土机械组成、容重、抗剪切能力、团聚体稳定性等发生变化, 进而影响其抗蚀指[11]。融雪期产生的融雪径流可使表土受到更严重的冲刷, 增加了土壤侵蚀发生的可能性。土壤冻结过程中水分迁移指在冻结过程中土壤水分由势能高处向势能低处转移的现象, 土壤水分的迁移导致冻结层土壤含水量增加, 进而影响土壤的抗蚀性指标。本研究将冻结土壤水分迁移理论拓展到寒季表土水分空间变化上, 研究了寒季表土水分在不同空间尺度上的变化特征, 对了解冻融作用下融雪期表土抗蚀性变化, 揭示相应的产流机制、防治土壤侵蚀具有重要意义[12] [13] [14] [15]。

参考文献

- [1] 段兴武, 赵振, 刘刚. 东北典型黑土区土壤理化性质的变化特征[J]. 土壤通报, 2012, 43(3): 529-534.
- [2] 范昊明, 蔡强国, 陈光, 崔明. 世界三大黑土区水土流失与防治比较分析[J]. 自然资源学报, 2005(5): 387-393.
- [3] 郑博艺. 东北黑土区寒季表土水分变化特征[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2016.
- [4] 邹文秀, 陆欣春, 陈旭. 东北黑土区农田土壤水分剖面分布与大气降水关系的研究[J]. 土壤通报, 2019, 50(2): 267-273.
- [5] 赵聚宝, 李克煌. 干旱与农业[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [6] 郑博艺, 范昊明. 东北黑土区垄作农田寒季表土水分垂直变化特征[J]. 水土保持研究, 2016, 23(2): 28-33.
- [7] 韩晓增, 王守宇. 中国生态系统定位观测与研究数据集[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [8] 孟凯, 张兴义, 隋跃宇, 赵军. 黑龙江海伦农田黑土水分特征[J]. 土壤通报, 2003, 34(1): 11-14.
- [9] 王婕, 牛文全, 张文倩, 等. 农田表层土壤养分空间变异特性研究[J]. 农业工程学报, 2020, 36(15): 37-46.
- [10] 邢述彦. 越冬期土壤温度场及其影响因素初探[J]. 太原理工大学学报, 2004(2): 134-136+140.
- [11] 徐学祖, 王家澄, 张立新. 冻土物理学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [12] 康日峰, 任意, 吴会军, 张淑香. 26年来东北黑土区土壤养分演变特征[J]. 中国农业科学, 2016, 49(11): 2113-2125.
- [13] 王宗明, 张柏, 宋开山, 等. 东北平原典型农业县农田土壤养分空间分布影响因素分析[J]. 水土保持学报, 2007(2): 73-77.
- [14] 胡玉福, 邓良基. 土壤氮素空间变异特征及影响因素研究[J]. 水土保持学报, 2008, 22(3): 70-81.
- [15] 郑金玲. 国家农发水保项目东北黑土区水土流失综合治理初探[J]. 科学技术创新, 2017(35): 94-95.