

草甸土水田土壤物理性质的变化规律

焦峰¹, 吕淑敏¹, 汪昊¹, 李响¹, 唐雷¹, 王秋菊^{2*}, 刘峰²

(1. 黑龙江八一农垦大学, 黑龙江大庆 163319; 2. 黑龙江省农业科学院土壤肥料与资源环境研究所, 黑龙江哈尔滨 150086)

摘要 [目的]阐明水田土壤物理性质的演变规律。[方法]以草甸土为研究对象,通过室内分析方法,研究水田随开垦年限的增加土壤物理性质的变化规律。[结果]草甸土水田随开垦年限增加,土壤物理性质变化规律不尽相同;在耕层,草甸土随开垦年限增加土壤容重均升高;在犁底层,土壤容重逐年上升;在心土层,草甸土土壤容重开垦为水田后显著降低。在耕层,草甸土固相比和液相比开垦为水田后均呈增加趋势,气相比在各层随开垦年限增加均呈下降趋势;在犁底层和心土层,草甸土开垦为水田后液相比均呈上升趋势,固相比在犁底层呈上升趋势,在心土层均呈下降趋势。随开垦年限增加,在耕层,草甸土粉粒开垦为水田后均呈上升趋势,黏粒表现为降低趋势;在犁底层,草甸土开垦为水田后黏粒下降;在心土层,草甸土黏粒和粉粒与旱田相比均表现为上升趋势,砂粒则下降;草甸土砂粒在耕层上升。[结论]随开垦年限增加,草甸土的物理性质已逐渐向水田演变。

关键词 草甸土;水田;开垦年限;土壤物理性质;变化规律

中图分类号 S152 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)21-0071-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.21.022



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Change Law of Soil Physical Properties in Meadow Soil Paddy Fields

JIAO Feng, LÜ Shu-min, WANG Hao et al (Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319)

Abstract [Objective] To clarify the characteristics of soil physical properties in paddy field. [Method] Taking meadow soil as the research object, through the indoor analysis method, the change law of soil physical properties increased with the opening years of paddy fields. [Result] With the increase of opening years in meadow soil paddy field, the change law of soil physical properties was different; In the plough layer, the soil bulk density of the meadow soil increased with the opening years; in the plow bottom layer, the soil bulk density increased year by year; in subsoil layer, the soil bulk density of the meadow soil is significantly reduced after the paddy field. In the plough layer, the soil solidification of the meadow soil was increased compared with the liquid compared with the liquid, and with the increase of the opening years, the gas ratio showed a downward trend. In the plough bottom layer and the subsoil layer, In the plough bottom layer and the core soil layer, the open soil of the meadow soil showed an upward trend compared with the post-liquid of the paddy field. The solid-state ratio was higher than that at the plough bottom layer, and it showed a downward trend in the subsoil layer. With the increase of the opening years, the paddy soil in the plough layer and the meadow soil increased after the paddy field. The clay showed a downward trend. In the plow bottom layer, the clay of the meadow soil was reduced after reclaiming the paddy field; in the subsoil layer, the clay and the grain of the meadow soil showed an upward trend compared with the dry field, and the sand grain decreases; the sand of the meadow soil rises in the plough layer. [Conclusion] With the increase of the opening years, the physical properties of meadow soil have gradually evolved into paddy fields.

Key words Meadow soil; Paddy field; Opening years; Soil physical properties; Change law

水田是我国黑龙江省重要的粮食发展基地,也是优质水稻的主要生产基地。水田土地利用反映了自然和人类相互作用的综合过程,土地利用的变化可以引起许多自然要素和生态过程的变化^[1-3]。近年来,随开垦年限增加,水、气、热、矿质养分等土壤条件骤变,其土壤物理性质必然也会发生相应的变化,而逐渐达到一个新的平衡点,因此,草甸土水田对土壤物理性质及土壤发育产生不同程度的影响,特别是开垦为水田种植后,草甸土会经历淹水还原、排水氧化、土壤黏闭以及施肥等频繁的人为管理措施的过程,在周期性的干湿交替后,较短时间内就会对土壤原有的物理性状产生较大影响。

目前国内许多学者对土壤物理性质进行了不同程度的研究。杨东伟^[4]对水田改旱作后土壤性状与土壤类型演变的研究表明,不同类型水耕人为土转化为淋溶土纲中相应类型的土壤,表明人为地强烈影响可使土壤类型在短时间尺度内发生改变,但未指出旱田改水田后土壤物理性质是如何变

化的;而谭学进等^[5]研究黄土区植被恢复对土壤物理性质的影响指出,植被恢复对土壤物理性质的影响随恢复年限的增加而增强,随着土层深度的增加而减弱,但草甸土对土壤物理性质的影响鲜见研究,因此,笔者着重探讨了随开垦年限增加草甸土水田物理性质的变化规律,以期水田的可持续发展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况 该研究选择黑龙江省东部水稻主产区黑龙江省曙光农场草甸土水田地块为研究区,对照为采样区水田就近的旱田地块,水田的垦殖年限为5~40年。取样区分布于东北平原东北部三江平原上,地质上是新华夏构造体系第二隆起带北端的一个拗陷带,在大地构造上属同江内陆断陷。它是在前古生代变质岩、古生代和中生代沉积岩组成的基底上,经第三纪拗陷(断陷)而形成的盆地。三江平原地势低平,由西南向东北倾斜,平均海拔50~60m,抚远三角洲的黑瞎子岛最低,海拔34m。地面总坡降1/10000。在平原上零星分布残山和残丘,如卧虎力山、别拉音山、街津山、大顶子山等,它们的高度多在500m以下,主要由古生代、中生代页岩、中酸性火山岩和花岗岩所构成。三江平原水田种植面积逐年扩大,现已成为黑龙江省水稻主产区。

1.2 样品采集 采样时间为2015年10月10日—11月10

基金项目 国家科技支撑计划子课题(2015BAD23B05-07);黑龙江省自然科学基金项目(D2018005)。

作者简介 焦峰(1980—),男,黑龙江大庆人,副研究员,博士,从事土壤和作物营养生理研究。*通信作者,副研究员,博士,硕士生导师,从事土壤改良研究。

收稿日期 2019-05-10;修回日期 2019-06-24

日,水稻收获后,在采样点选取草甸土、水田垦殖年限为5~40年样地5块,样地面积一般在1 000 m²以上,在每一块样地中选取3个代表性的位置(即3次重复),挖掘出1 m土壤剖面,确定耕层、犁底层厚度,按土壤耕层(TL)、犁底层(PL)和心土层上部20 cm(SL)采集剖面样品,用环刀采集原状土样,运回实验室后,在通风处晾干,粉碎,过0.5 mm筛,风干样品测定土壤容重、三相比和土壤质地。同时以同样方式采集邻近稻田的、同一土壤类型的旱田土壤(视为栽培水稻零年的稻田),作为对照。

1.3 土壤基本物理性质的测定 土壤三相比通过土壤含水量、容重、总孔隙度计算得出,土壤含水量采用烘干法测定,土壤容重和总孔隙度采用环刀法测定,环刀规格为100 cm³[6]。土壤质地采用激光粒度分析仪测定[7]。

1.4 数据分析 采用Microsoft Excel 2016进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 草甸土水田土壤容重的变化 图1显示,草甸土耕层土壤容重均低于犁底层和心土层,且心土层土壤容重随开垦年限增加呈降低趋势,草甸土耕层土壤容重随着水田开垦年限的增加均表现出一定程度的升高,草甸土水田开垦40年比旱田土壤增加33.9%;草甸土犁底层土壤容重开垦20~40年与旱田相比大致相同,可能与土壤容重影响土壤的通透性有关,说明草甸土犁底层土壤随水田种植年限的增加变得更加紧实。

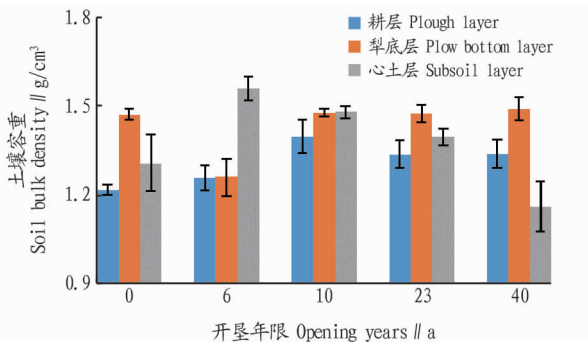


图1 草甸土水田开垦年限土壤容重的变化

Fig. 1 Changes of soil bulk density in meadow soil paddy field opening years

2.2 草甸土水田土壤三相比的变化 图2显示,草甸土耕层土壤固相比例开垦10年时达到最大值61.9%,之后逐渐下降;气相比例则下降显著,液相比例与旱田相比,随开垦年限增加呈升高趋势,开垦40年水田比旱田土壤气相比例降低9.5%;草甸土犁底层固相比例基本保持稳定,液相比例随开垦年限增加呈增加趋势,而气相比例呈降低趋势;心土层气相比例也显著降低。草甸土心土层固相比例在开垦水田初期增加17.6%,之后表现出逐渐降低的趋势,液相比例则显著上升。

2.3 草甸土水田土壤质地的变化 图3显示,与未开垦旱田土壤相比,开垦为水田后,在耕层,草甸土黏粒含量随着开垦年限的增加呈明显的降低趋势,而粉粒和砂粒含量在耕层

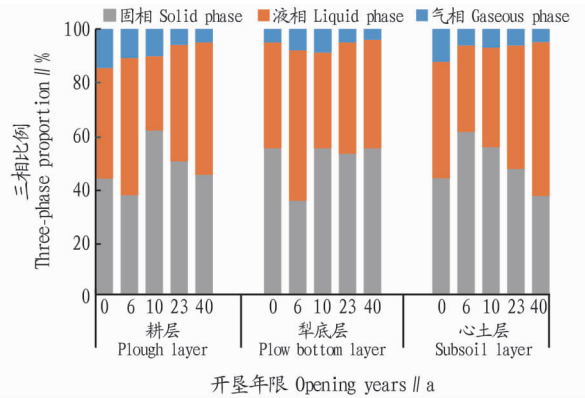


图2 草甸土水田开垦年限土壤三相比比例的变化

Fig. 2 Changes of three-phase proportion of soil in meadow soil paddy field opening years

均上升;在犁底层,草甸土开垦为水田后砂粒含量均呈降低趋势;草甸土粉粒含量随开垦年限增加呈增加趋势;草甸土开垦为水田后砂粒含量均呈降低趋势;在心土层,随开垦年限增加,草甸土黏粒含量均呈升高趋势,粉粒含量草甸土有降低趋势;草甸土砂粒含量在心土层均呈降低趋势。

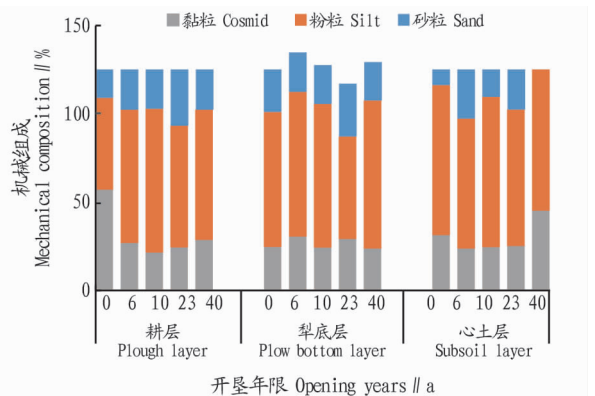


图3 草甸土水田开垦年限土壤机械组成的变化

Fig. 3 Changes in soil mechanical composition of meadow soil paddy field opening years

3 讨论

土壤容重的大小是评价土壤质量的重要指标,有研究表明,开垦年限对土壤容重的变化有重要的影响。而该研究表明,随着开垦年限的增加,在耕层,草甸土土壤容重均呈上升趋势,可能是因为随开垦年限增加,耕层土壤变得紧实,通气透水性差,容易产生地面积水或地表径流,影响微生物活动和养分转化,这与前人的研究结果相似[8];而在心土层和犁底层,草甸土土壤容重变化规律不一致,草甸土犁底层随着开垦年限的增加呈上升趋势,草甸土心土层呈上升趋势,原因可能是与土壤的土层有关,不同土层发育的土壤所含的有机质、矿物质存在差异[9]。草甸土黏土层,有机质含量高,且以胡敏酸为主,盐基饱和度80%~90%,黏土矿物以伊利石、蒙脱石为主,养分含量丰富[10],因此开垦为水田后土壤容重有上升趋势。

草甸土固液气三相比随着开垦年限的增加,变化趋势不一致。草甸土气相比在各土层均呈降低趋势,固相比和液相

比在耕层均呈上升趋势,主要是因为随着开垦年限的增加,各层土壤通气状况降低,土壤变得紧实抑制了植物根系和好气微生物活动,这与前人的研究结果一致^[11]。草甸土液相比在犁底层和心土层变化规律存在异同。草甸土和草甸黑土中液相比在犁底层和心土层均呈上升趋势,可能是由于草甸土犁底层透水性不好,具体原因还有待进一步研究。草甸土在开垦为水田后,降低了犁底层和心土层的固相比,实现了土壤中固液气三相的重新分配。

从土壤质地变化趋势来看,草甸土开垦为水田后耕层粉粒含量均随开垦年限增加呈上升趋势,这有可能与腐殖质层厚度有关系。有研究表明,腐殖质层越厚,黏粒和粉粒的含量越多,而该研究中草甸土黏粒含量在耕层表现为显著降低趋势,这与前人的研究结果不一致,这可能与前人研究的土壤类型不同有关,草甸土土体较松,通气性较好,由于气候条件所致,土温低,植被稀少,微生物活动较弱,土壤有机质分解转化及积累缓慢,腐殖质层薄,所以黏粒降低^[12];而砂粒含量在草甸土耕层升高,可能是与这土壤本质特征有关,草甸土疏松根系很多,为砂质壤土,因此砂粒在耕层有增加趋势。草甸土犁底层粉粒含量随开垦年限增加均上升,主要是由于犁底层草甸土质地较黏重;草甸土心土层粉粒和黏粒均高于旱田土壤,砂粒含量低于旱田土壤,主要是因为土壤颗粒粒径随土壤年龄增加逐渐减小,黏粒和粉粒总量持续增加,砂粒的质量分数降低,这与前人的研究结果一致^[13-14]。总之,土壤物理性质在不同土壤中变化规律各异,要想进一步了解土壤的变化规律,还需进行长期的定位研究。

4 结论

草甸土水田随着开垦年限的增加,土壤物理性质存在显著差异。在耕层,草甸土土壤容重逐渐上升,在犁底层逐渐

上升,而心土层则降低;土壤气相比在各层均降低,固相比在耕层均呈上升趋势,在犁底层和心土层降低,液相比在各层均升高。开垦为水田后,草甸土粉粒和砂粒含量在耕层上升,黏粒则下降;在犁底层,黏粒降低,粉粒上升,砂粒则下降;与旱田相比,草甸土黏粒和粉粒在心土层均上升,砂粒均呈下降趋势。在开垦为水田后草甸土已逐渐向水田物理性质转变,不同土层的物理性质各异。

参考文献

- [1] DONNELLY S. Land-use portfolios and the management of private landholdings in south-central Indiana [J]. *Regional environmental change*, 2011, 11(1): 97-109.
 - [2] 张汪寿, 李晓秀, 黄文江, 等. 不同土地利用条件下土壤质量综合评价方法[J]. *农业工程学报*, 2010, 26(12): 311-318.
 - [3] 张玉斌, 曹宁, 闫飞, 等. 黑土侵蚀区水土保持措施对土壤质量的影响[J]. *水土保持研究*, 2009, 16(3): 27-29.
 - [4] 杨东伟. 水田改旱作后土壤生态与土壤类型演变研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2014.
 - [5] 谭学进, 穆兴民, 高鹏, 等. 黄土区植被恢复对土壤物理性质的影响[J]. *中国环境科学*, 2019, 39(2): 713-722.
 - [6] 陈立新. 土壤实验实习教程[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2005.
 - [7] 付海龙. LS13320 激光粒度分析仪的应用[J]. *中国高新技术企业*, 2007(12): 100, 108.
 - [8] 林成谷. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
 - [9] 曹顺爱, 吕军. 土壤母质及其物理性状与茶叶品质的关系[J]. *茶叶*, 2003, 29(1): 13-16.
 - [10] 张凤荣. 土壤地理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 142-143.
 - [11] 李晓龙, 高聚林, 胡树平, 等. 不同深耕方式对土壤三相及玉米根系构型的影响[J]. *干旱地区农业研究*, 2015, 33(4): 1-7, 29.
 - [12] 黑龙江省土地管理局, 黑龙江省土壤普查办公室. 黑龙江土壤[M]. 北京: 农业出版社, 1992.
 - [13] BURKINS D L, BLUM J D, BROWN K, et al. Chemistry and mineralogy of a granitic, glacial soil chronosequence, Sierra Nevada Mountains, California[J]. *Chemical geology*, 1999, 162(1): 1-14.
 - [14] BOCKHEIM J G, MARSHALL J G, KELSEY H M. Soil-forming processes and rates on uplifted marine terraces in southwestern Oregon, USA [J]. *Geoderma*, 1996, 73(1/2): 39-62.
- (上接第 67 页)
- [1] 孙广友. 中国湿地科学的进展与展望[J]. *地球科学进展*, 2000, 15(6): 666-672.
 - [2] 国家林业局. 中国湿地保护行动计划[M]. 北京: 中国林业出版社, 2000.
 - [3] 张明祥, 严承高. 中国湿地效益研究[J]. *林业资源管理*, 1999, 28(3): 43-47.
 - [4] 许才菊. 全椒县湿地资源现状分析与评价[J]. *安徽农学通报*, 2014, 20(7): 97-99.
 - [5] 由佳, 张怀清, 陈永富. 黄河三角洲国家级自然保护区湿地资源评估[J]. *湿地科学与管理*, 2017, 13(1): 9-13.
 - [6] 岳春雷. 河流湿地的生态修复[J]. *浙江林业*, 2014(S1): 22-23.
 - [7] 熊怡, 汤奇成. 中国的河流[M]. 北京: 人民教育出版社, 1991.
 - [8] 徐恒. 武汉江滩湿地旅游开发的探讨[D]. 桂林: 广西师范大学, 2015.
 - [9] 张树文, 颜凤芹, 于灵雪, 等. 湿地遥感研究进展[J]. *地理科学*, 2013, 33(11): 1406-1412.
 - [10] 桑亮. 人工湿地系统在我国河流域治理中的应用[J]. *黑龙江科技信息*, 2015(22): 220.
 - [11] 余之光, 吴琼, 范陆娥, 等. 河道采砂主要影响内容及存在问题与对策[J]. *南水北调与水利科技*, 2015, 13(2): 241-243.
 - [12] 王黔君. 内蒙古绰尔河湿地自然保护区资源及利用现状评价[J]. *内蒙古林业调查设计*, 2015, 38(2): 84-85, 93.
 - [13] 魏鲁明, 胡兴平, 张鹏, 等. 麻阳河国家级自然保护区湿地资源[M]// 苟光前, 魏鲁明, 谢双喜. 贵州麻阳河国家级自然保护区生物多样性研究. 贵阳: 贵州科技出版社, 2017: 538-560.