

顾春朝,傅民杰,梁运江. 延边地区水稻土壤速效养分对开垦年限和施肥方式的响应[J]. 江苏农业科学,2014,42(11):372-374.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2014.11.132

延边地区水稻土壤速效养分对开垦年限和施肥方式的响应

顾春朝,傅民杰,梁运江

(延边大学农学院,吉林延吉 133002)

摘要:为了探明不同的施肥方式和种植年限对延边水稻土壤速效养分的影响,采集了不同区域的土壤样品,测定了土壤 pH 值、碱解氮含量、速效磷含量、速效钾含量和有机质含量。研究结果表明,开垦年限影响了土壤 0~20 cm 耕层碱解氮的养分空间分布,开垦年限越长,碱解氮的空间异质性越弱,且随开垦年限增加,土壤碱解氮含量不断下降;稻田单施有机肥比单施化肥明显增加了土壤速效磷的含量,且导致下层速效磷含量增加;开垦年限和施肥方式对 0~20 cm 耕层土壤速效钾的空间分布影响较小,但不同开垦年限对稻田土壤速效钾影响不同,开垦时间越长,土壤速效钾的含量越高;稻田施用有机肥有利于速效磷的积累。

关键词:施肥方式;开垦年限;水稻土壤;速效养分

中图分类号: S158.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)11-0372-03

土壤养分是土壤肥力的物质基础,是土壤的基本属性和本质特征^[1]。土地利用方式的变化不仅可以改变土壤状况而且影响诸多生态过程^[2],采用合理的土地利用方式可以改善土壤结构,增强土壤对外界环境变化的抵抗能力,而不合理的土地利用方式则会降低土壤质量^[3-4]。目前,国内外对施肥和耕作效应的研究多为单因素分析,而对耕作和施肥处理综合效应的研究较少^[5]。余晓鹤等曾报道了连续免耕并配合施肥对土壤理化性质的影响^[6]。张建军等对长期定位试验中的土壤理化性状进行了报道^[7]。研究表明,稻田传统翻耕在不施有机肥料或有机肥料补充不足的情况下,易加剧有机质矿化,不利于土壤肥力的维持^[8],而采用适宜的土壤施肥和耕作方式不仅可以改善土壤特性,还可以提高田间水分利用效率,达到保水增产的目的。延边朝鲜族自治区是北方稻田开垦最早的地区,水稻种植历史达 120 年之久。研究该地区人为扰动对稻田土壤理化性质的影响,有助于了解北方地区稻田肥力的演替特征。本试验通过研究延边地区不同开

垦年限和施肥方式下的水稻土壤速效养分的变化特征,以期了解人为扰动下的延边地区水稻土壤供肥、保肥能力,为当地土壤肥力评价和科学施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 土样采集与处理

本试验以稻田开垦年限和施肥方式为土壤样品采集的依据。其中,开垦年限设为“开垦 120 年”和“开垦 80 年”2 种类型,在各开垦年限的稻田区,再分别选择满足 3 种不同施肥方式(化肥、有机肥、有机肥+化肥配施)的稻区进行土壤样品采集。最终符合条件的采样区分别位于吉林省延边朝鲜族自治州龙井市开山屯镇和延边大学农学院实验站稻田试验区,根据不同的施肥方式和开垦年限,选择 5 种采样处理方式,样品的采集与施肥信息见表 1。试验样品的采集时间为 2012 年春季,土壤样品采集时,每个处理地块以“S”形采样法选取 5 个采样点,所有样点均分取上层(0~10 cm)和下层(10~20 cm)2 个层次,然后将 5 份同层次土壤样品均匀混合后采用四分法留取 1 kg 左右带回实验室备用。供试样品在遮光、通风的环境中自然风干,并去除残留的根系。样品过 2 mm 筛后,分装入封口袋中备用。从各封口袋中取出部分土样过 0.15 mm 筛,装袋备用。

1.2 样品测定

土壤 pH 值测定采用电位法;土壤有机质含量测定采用重铬酸钾容量法;土壤碱解氮含量测定采用碱解扩散法;土壤

收稿日期:2014-02-20

基金项目:国家自然科学基金(编号:31160103);延边大学科技发展计划[编号:延大科合字(2011)第 32 号]。

作者简介:顾春朝(1990—),女,吉林四平人,硕士研究生,从事农田物质循环与植物营养研究;E-mail:719957006@qq.com。

通信作者:傅民杰,博士,副教授,从事农田物质循环与植物营养研究。E-mail:fuminjie@163.com。

[8]鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2000:302-304.

[9]Ding Z H, Hu X, Wu X, et al. Metal contents and fractionation in contaminated soil after column leaching using [S, S]-EDDS[J]. Chemical Speciation and Bioavailability, 2010, 22(4): 247-255.

[10]Yip T C M, Tsang D C W, Ng K T W, et al. Kinetic interactions of EDDS with soils. 1. Metal resorption and competition under EDDS deficiency[J]. Environmental Science & Technology, 2009, 43(3): 831-836.

[11]Zou Z L, Qiu R L, Zhang W H, et al. The study of operating variables in soil washing with EDTA[J]. Environmental Pollution, 2009, 157(1): 229-236.

[12]Zhang W H, Huang H, Tan F F, et al. Influence of EDTA washing on the species and mobility of heavy metals residual in soils[J]. Journal of Hazardous Materials, 2010, 173(1/2/3): 369-376.

[13]可欣,李培军,张昀,等. 利用乙二胺四乙酸淋洗修复重金属污染的土壤及其动力学[J]. 应用生态学报, 2007, 18(3): 601-606.

[14]陈怀满. 环境土壤学[M]. 北京:科学出版社, 2005: 219-223.

表 1 样品采集信息

采样处理	施肥方式		开垦年限 (年)	施肥量 (kg/hm ²)	采集地点
	施肥类型	施肥年限(年)			
KS1	化肥	25	120	N:120~160;P ₂ O ₅ :80~100;K ₂ O:100~120	龙井市开山屯镇
KS2	有机肥	10	120	粪肥:15 000~20 000	龙井市开山屯镇
KS3	有机肥+化肥	10	120	N:60~80;P ₂ O ₅ :40~50;K ₂ O:50~60 粪肥:5 000~6 500	龙井市开山屯镇
NY1	化肥	25	80	N:120~160;P ₂ O ₅ :80~100;K ₂ O:100~120	延边大学农学院
NY2	有机肥+化肥	10	80	N:60~80;P ₂ O ₅ :40~50;K ₂ O:50~60;粪肥:5 000~6 500	延边大学农学院

速效磷含量的测定采用 NH₄F-HCl 浸提磷钼蓝比色法;土壤全钾含量的测定采用 NaOH 熔融火焰光度法;土壤速效钾含量的测定采用中性 NH₄OAC 浸提火焰光度法^[9]。

1.3 数据处理

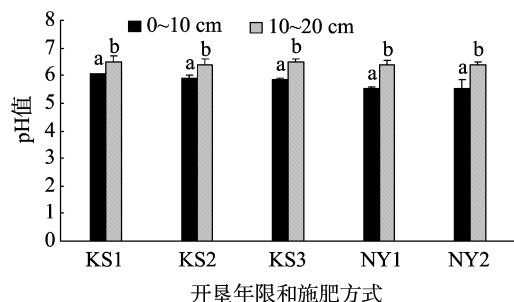
数据统计采用 SPSS 14.0 统计软件包,其中同剖面内不同层次间显著性分析采用成对 *t*-检验法(paired *t* test)。不同开垦年限和施肥类型间理化性质的差异显著性采用单因素方差分析法(One-way ANOVA-test)。多重比较采用邓肯检验法(Duncan)。试验图形由 Microsoft Excel 2003 绘制。

2 结果与分析

2.1 水稻土不同层次土壤的 pH 值空间变化特征

由图 1 可知,各处理的土壤 pH 值在上下层间的分布规律表现一致,均呈上层低下层高的趋势,上下层间差异显著,且上下层土壤均呈弱酸性。开垦年限对不同层次土壤 pH 值的影响存在差异。其中,下层土壤的 pH 值未受到开垦年限的影响,各处理的 pH 值范围介于 6.4~6.5 之间。而上层土壤 pH 随开垦年限的不同而明显不同,开垦 120 年的土壤 pH 值明显高于开垦 80 年的土壤 pH 值($P<0.05$)。说明耕地开垦的时间越久,经长期的翻耕搅拌和渗透,上下层土壤的理化性质越来越趋近。

从各开垦年限下的施肥处理对土壤 pH 值影响来看,施肥方式对稻田土壤的 pH 值影响均未达显著水平。这与吴景贵等利用未腐解有机肥稻田培肥的研究结果^[10]不同。分析认为,本试验所用有机肥为腐熟后的有机肥,其植物易分解的酸性物质在腐熟后多被破坏,因此未对稻田土壤 pH 值产生明显影响。邵兴华等研究表明,稻田长期施肥并未对土壤 pH 值产生明显影响,本研究结果与其一致^[11]。



同一处理后不同小写字母表示土壤上下层间 pH 值差异显著($P<0.05$)。图2至图5同

图1 土壤 pH 值的空间变化特征

2.2 水稻土不同层次土壤的碱解氮含量空间变化特征

土壤碱解氮可以有效反映土壤中的氮素情况,是决定土

壤供氮能力的重要参数。由图 2 可知,所有处理的土壤碱解氮含量在土壤上下层间的分布规律表现一致,呈上层高下层低的趋势。上下层间碱解氮含量的差异显著性因开垦年限不同而异。开垦 120 年稻田上下层间土壤碱解氮含量无显著差异,开垦 80 年土壤的上层碱解氮含量显著高于下层。此外,开垦年限对土壤碱解氮含量产生显著影响,随开垦年限增加,土壤碱解氮含量显著下降。

3 种施肥方式下的土壤碱解氮含量未存在显著性差异。但从总体趋势上看,开垦 120 年稻田的“有机肥+化肥配施”处理的碱解氮略高于其他施肥方式,开垦 80 年稻田土壤化肥处理的碱解氮含量高于“有机肥+化肥”处理。分析认为,不同施肥方式间土壤碱解氮含量未达到显著差异,主要与本试验有机肥料处理时间短有关。国内有关稻田施用有机肥比化肥提高碱解氮的报道中,有机肥施用年限多在 15 年以上^[12-13]。可见,稻田短期施用有机肥对土壤速效氮的增加效果比长期施用化肥的优势并不明显。

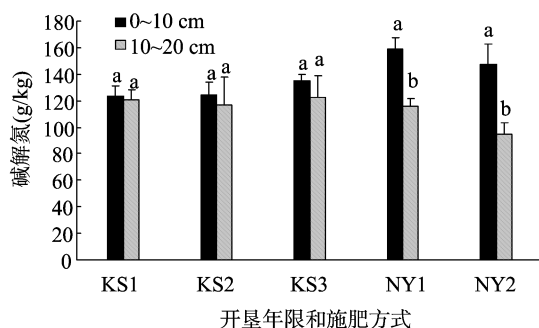


图2 土壤碱解氮含量的空间变化特征

2.3 水稻土不同层次土壤的速效磷含量的空间变化特征

土壤速效磷含量的高低反映了土壤中磷素的储量和供应能力,是水稻产量的重要影响因素。由图 3 可知,除“有机肥”(KS2)处理外,其他 2 种施肥方式“化肥”(KS1 和 NY1)、“有机肥+化肥”(KS3 和 NY2)对上下层土壤速效磷含量无明显影响,但从所有处理的速效磷含量来看,整体上仍表现出下层略高于上层的趋势。土壤速效磷含量在 2 种开垦年限稻田间存在差异,但该差异随施肥方式不同而异。其中,“化肥”处理的稻田区,由于开垦年限不同,土壤速效磷含量差异显著,而“化肥+有机肥”配施处理区,在 2 种开垦年限间土壤速效磷含量相近。“有机肥”处理比其他施肥处理显著增加了土壤速效磷含量,同时导致土壤速效磷在土壤上下层间显著差异,表明有机肥的施用促进了土壤中磷素的储藏和供应。

2.4 水稻土不同层次土壤的速效钾含量的空间变化特征

各种施肥方式下的土壤速效钾含量在上下层间的空间分

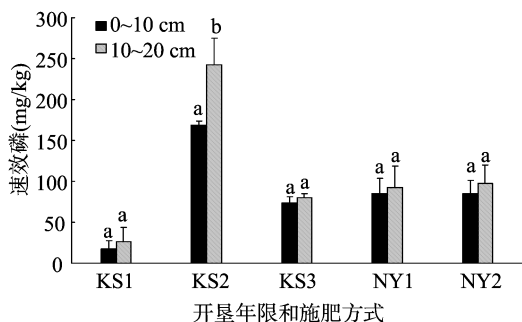


图3 土壤速效磷含量的空间变化特征

布规律表现一致,均无显著差异(图4)。开垦年限为120年的开山屯稻田各施肥处理的速效钾均显著高于开垦80年的农学院实验区各处理。开垦120年的开山屯稻田的3种施肥方式的上层土壤速效钾含量按从小到大依次为KS1 (209.3 ± 0.1 g/kg) < KS3 (213.3 ± 0.1 g/kg) < KS2 (225.0 ± 0.1 g/kg)。“化肥”与“有机肥+化肥”施肥处理间土壤速效钾含量无显著差异,但“有机肥”处理土壤速效钾含量显著高于“化肥”处理。下层土壤速效钾含量在不同施肥方式间的差异性与上层一致。开垦80年的稻田土壤速效钾在不同施肥方式间的差异性与开垦120年土壤一致。

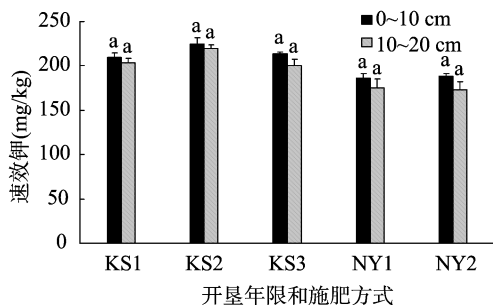


图4 土壤速效钾含量的空间变化特征

2.5 水稻土不同层次土壤的有机质含量的空间变化特征

所有施肥方式的土壤有机质含量在上下层间的分布规律表现一致,均呈上层高下层低的趋势,但在 $P < 0.05$ 显著水平下,仅有“有机肥”处理(KS2)的土壤有机质在上下层间达到显著差异(图5),说明人为的土壤翻、耙措施削弱了稻田0~20 cm耕层有机质的空间异质性。在2个开垦年限中,同为单独施用化肥处理的KS1和NY1上层有机质含量分别为(23.4 ± 1.9) g/kg和(21.8 ± 1.7) g/kg,两者间差异不显著;而同为“有机肥+化肥”配施处理的KS3和NY2上层有机质含量间也表现出无显著差异的特征。这表明延边地区稻田在相同施肥方式情况下,开垦年限对土壤有机质变化无明显影响。

从施肥方式对土壤有机质含量的影响来看,“化肥”和“有机肥+化肥”配施方式的土壤有机质含量间无显著差异,然而“有机肥”处理区土壤有机质含量则显著高于“化肥”处理。“有机肥+化肥”配施处理的土壤有机质未比“化肥”处理高,可能与其肥料配比中有机肥比例低有关。

3 结论与讨论

延边地区稻田0~20 cm耕层土壤碱解氮空间分异特征

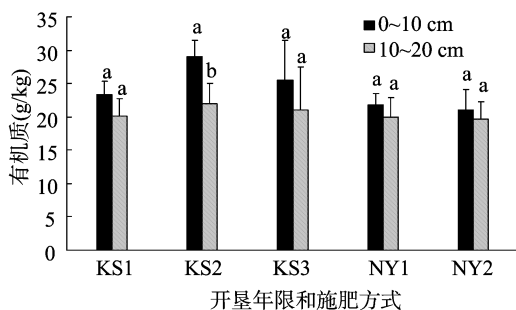


图5 土壤有机质含量的空间变化特征

受开垦年限的影响,稻田开垦年限越长则耕层碱解氮空间分异性越弱,且随开垦年限增加,土壤碱解氮含量不断下降。

单施化肥方式下的稻田土壤速效磷明显低于单施有机肥稻田。有机肥的施用可导致土壤速效磷含量在上下层土壤空间差异性的增加。

延边地区稻田上层和下层耕层土壤速效钾养分含量相近,未受开垦年限和施肥方式的影响,但稻田开垦年限不同,土壤速效钾含量存在显著差异。无论何种施肥方式,土壤速效钾含量均随开垦年限增加而升高。施用有机肥则促进了土壤速效钾的积累。

参考文献:

- [1] 孔祥斌,张凤荣,齐伟,等. 集约化农区土地利用变化对土壤养分的影响——以河北省曲周县为例[J]. 地理学报,2003,58(3): 333-342.
- [2] Turner M G. Landscape ecology: The effect of pattern on process[J]. Annual Reviews of Ecology and Systematics, 1989, 20(1): 171-197.
- [3] 傅伯杰,陈利顶,马克明. 黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响——以延安市羊圈沟流域为例[J]. 地理学报, 1999, 54(3): 241-246.
- [4] 巩杰,陈利顶,傅伯杰,等. 黄土丘陵区小流域土地利用和植被恢复对土壤质量的影响[J]. 应用生态学报, 2004, 15(12): 2292-2296.
- [5] 张丽华,李军,贾志宽,等. 不同保护性耕作对渭北旱塬麦玉轮作田肥力和产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(4): 199-207.
- [6] 余晓鹤,黄东迈. 土壤表层管理对部分土壤化学性质的影响[J]. 土壤通报, 1990, 21(4): 158-161.
- [7] 张建军,王勇,唐小明,等. 陇东黄土旱塬不同耕作方式及施肥处理对冬小麦产量和土壤肥力的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(1): 247-254.
- [8] 王伯仁,徐明岗,黄佳良,等. 红壤旱地长期施下土壤肥力及肥料效益的变化[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(增刊): 21-28.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 25-109.
- [10] 吴景贵,王明辉,刘洁,等. 非腐解有机物培肥对水田土壤理化性质的影响[J]. 吉林农业大学学报, 1998, 20(1): 52-57.
- [11] 邵兴华,张建忠,夏雪琴,等. 长期施肥对水稻土酶活性及理化特性的影响[J]. 生态环境学报, 2012, 21(1): 74-77.
- [12] 张国荣,李菊梅,徐明岗,等. 长期不同施肥对水稻产量及土壤肥力的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42(2): 543-551.
- [13] 冀建华,刘秀梅,李祖章,等. 长期施肥对黄泥田碳和氮及氮素利用的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(12): 2484-2494.