DOI:10.19789/j.1004-9398.2016.04.017

北京上庄水稻土的理化性质的初步研究

董 璇

(首都师范大学资源环境与旅游学院,北京 100048)

摘 要

上庄镇位于北京市海淀区,由于靠近上庄水库,平均海拔50 m,土质及地下水质优良,是京西有名的鱼米之乡.因此,本文旨在以上庄镇水稻田土壤为研究对象,根据水稻田周边的不同环境,选取四个典型区域的水稻田块,分别分析其土壤PH值,有机质含量,土壤N,P,K含量等理化性质及造成其理化性质差别的原因.本研究通过实验,对上庄镇水稻田的土壤理化性质进行了测定,并与我国土壤肥力分级标准进行对比.综合评价结果认为,北京上庄镇水稻田土壤肥力质量良好,适合作为农产品基地.

关键词: 土壤,理化性质,北京上庄.

中图分类号: S153

随着城市化的发展,京郊土壤逐渐变为建设用地.加之水资源的限制,目前富有盛名的京西稻仅限于上庄镇所辖范围种植.水稻品质与土壤性状密切相关.本文以上庄镇水稻土为研究对象,对土壤理化性质进行分析,以期为保护京西稻优良品质提供参考依据.

上庄镇系北京市海淀区所辖镇,东邻昌平区沙河镇,西接海淀区苏家坨镇,南至海淀区西北旺镇,北靠昌平区马池口镇,镇域处于近山平原,西高东低,平均海拔50 m,总面积约3 800 hm^2.土壤类型以褐土、潮土为主,经过长期水稻种植,逐渐演变为水稻土.

1 材料与研究方法

1.1 土壤样品的采集

在实地采样之前,根据现场勘查和搜集的资料,考虑土壤差异性-成土因素、地形、母质、耕作施肥等,将研究对象分为若干个采样单元.

根据水稻周边环境不同,选取了4个典型区域的田块,依次命名为S_1、S_2、S_3、S_4.S_1紧邻公路,S_2与山地接壤,S_3位于人口密集的村落附近,S_4位于稻香湖景区(见表1),面积分别约为:23.3 hm^2(350亩)、22.9 hm^2(343亩)和43.3 hm^2(649亩)、60 hm^2(900亩),均为设施农业基地,以种水稻为主.土壤类型为水稻土.样点的布局及采样点数是依据田块的利用方式和面积进行确定的,采用锯齿形或蛇形(S形)两种采样形式,分别布置了12、15、25,30个样点,每个样点在直径10 m范围内选3~5个0~20 cm耕层土壤混合,按四分法取分析样品1 kg.分析土壤养分供应情况时,一般都在晚秋或早春采集土样.因此,采样时间为2013年2月上旬.

表1 土壤采样点布置

区域编号	对应位置	面积/hm^2	样点个数
S_1	紧邻公路田块	23.3	12
S_2	与山地接壤田块	22.9	15
S_3	村落附近田块	43.3	25
S_4	稻香湖景区田块	60	30

1.2 土样的制备和贮存

土样的制备和贮存过程包括风干、磨细过筛、贮存.

首先,土样在通风的室内进行自然风干,当土样达到半干状态后,将植物残根、侵入体和新生体剔除干净,将大块土捏碎,避免干后结成硬块.

然后,将风干后的土样平铺在平整木板或塑料板上,用木棍或塑料棍压碎.经过初步压碎的土样,由于数量太多,采用用四分法分取,并用1 mm孔径的筛子过筛.未通过筛子的土粒,重新压碎过筛,直至全部通过筛孔为止.

收稿日期:2014-12-01

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

过筛后的土样经充分混匀后装入了塑料袋中,内外各具标签一张,写明编号、采样地点、土壤名称、深度、筛孔、采样日期和采样者等项目. 制备好的土样避免日光、高温、潮湿和有害气体的污染.

1.3 土壤分析方法

土壤质地的测定采用质地指测法,pH 测定采用电位法(水土比为 2.5∶1),有机质测定用重铬酸钾容量法 - 外加热法,全氮测定用半微量开式法,全磷测定用 H_2SO_4-$HClO_4$ - 钼锑抗比色法,土壤碱解氮的测定采用碱解 - 扩散法,速效磷测定用 0.5 mol·L^{-1} $NaHCO_3$ 浸取 - 钼锑抗比色法,全钾测定用 NaOH 熔融 - 火焰光度法,速效钾测定用 NH_4OAC 浸取 - 火焰光度法.

2 结果与讨论

2.1 土壤物理性质分析

土壤物理性质是影响植物生长发育的重要因素,是反映土壤肥力的重要指标之一. 不同的土壤物理性质会造成土壤水、气、热的差异,影响土壤中矿质养分的供应状况,从而影响植物的生长发育[1]. 北京上庄水稻田土壤的物理性质研究和分析结果见表 2(通过计算每个样区所有样品均值所得).

表 2 土壤物理性质

编号	不同粒级颗粒组成/%			土壤质地	总孔隙度/%	体积质量/g·cm^{-3}
	<0.002 mm	0.02 ~ 0.002 mm	2 ~ 0.02 mm			
S_1	50	27	23	粘质	42.64	1.45
S_2	55	30	15	粘壤质	61.74	1.32
S_3	40	30	30	粘质	50.48	1.49
S_4	52	28	20	粘壤质	41.18	1.61

土壤孔隙度和体积质量是反映土壤松紧程度、孔隙状况和土壤蓄水、透水、通气性能的重要指标. 土壤孔隙是容纳水分和空气的场所,土壤中的孔隙容积愈多,水分和空气的容量就愈大[2]. 一般土壤总孔隙度为 35% ~65%,最适宜的为 50% ~60%[2,3].

土壤体积质量可以反映人类活动对土壤的压实程度,影响土壤的通气状况、植物根系生长以及微生物的活动. 对水稻田土壤而言,土壤渗透系数也与土壤体积质量密切相关. 当土壤体积质量超过 1.6 g/cm^3 时,便会限制植物根系的生长. 土壤体积质量随孔隙度而变化,与土壤质地、结构、腐殖质含量、土壤松紧状况有关[4-6].

土壤质地是一项基本的土壤性质,它可以影响土壤的水、热、气、肥诸多肥力因素状况,进而影响作物的生长,它不但是因土种植和因土施肥的依据,也是土壤分类的重要指标. 目前我国土壤质地分类采用 1930 年第 2 届国际土壤学会上通过的国际制[7],该制将土壤颗粒分为砂粒(2 ~ 0.02 mm)、粉粒(0.02 ~0.002 mm)和粘粒(<0.002 mm)三级.

表 2 显示,上庄镇水稻田土壤体积质量在 1.32 ~1.61 g/cm^3 之间,平均水平为 1.46 g/cm^3,其中稻香湖景区田块(S_4)高达 1.61 g/cm^3,对水稻生长极为不利. 人口密集的村落附近(S_3)土壤体积质量大,且孔隙度较小. 景区及村落附近土壤都因人类踩踏而存在一定程度的压实问题,不同程度影响了土壤的通气性、供水、供肥能力及植被根系的生长.

北京海淀区上庄镇水稻田土壤的颗粒组成特点:粒径小于 0.002 mm 的颗粒所占比例较大,属于粘质土,保肥保水效果较好.

2.2 土壤化学性质分析

土壤肥力评价指标的选取参照前人研究结果,土壤 pH 值、有机质、全氮、全磷、全钾含量,以及速效 N、P、K 的含量,作为土壤的重要化学性状,直接反映了土壤的肥力水平. 上庄镇水稻田土壤的以上化学性质的研究和分析结果见表 3.

表 3 土壤 pH、有机质、养分含量

原编号	pH 值	有机质/g·kg^{-1}	全氮/g·kg^{-1}	速效氮/mg·kg^{-1}	全磷/g·kg^{-1}	有效磷/mg·kg^{-1}	全钾/g·kg^{-1}	速效钾/mg·kg^{-1}
S_1	8.73	9.2	0.472	59.5	0.769	5.817	10.50	97.30
S_2	8.33	10.6	0.842	68.9	0.767	5.620	10.44	97.52
S_3	8.50	11.2	1.200	75.5	0.900	6.100	10.60	97.70
S_4	8.56	9.8	0.830	66.1	0.840	6.003	10.46	97.48
平均值	8.53	10.2	0.836	67.5	0.819	5.900	10.50	97.50

2.2.1 土壤溶液的 pH

土壤溶液的 pH 是土壤的重要基本性质,也是影响肥力的重要因素之一,它直接影响土壤中养分的存在状态、转化和有效性. 土壤 pH 值是反映土壤质量的重要指标,对土壤其他性质都有着深刻的影响[8].

从表 3 中可以看出,所采样本 pH 值均大于 8,其中 2 个土样大于 8.5. 山地附近田块(S_2)土壤样

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

本 pH 值比其他样本要小,可能是因为山下有草本植被覆盖,土壤微生物活动频繁. 而道路旁边(S_1) 和景区(S_4) 土壤的 pH 值较大,这可能与部分道路和景区的土壤为建筑回填土有关,其中参杂有建筑废弃物、水泥、灰土或其它碱性混合物,还有大量含碳酸盐的灰尘沉降,碳酸盐和碳酸反应在土壤中形成了重碳酸盐.

在正常范围内,植物对土壤酸碱性敏感的原因,往往是由于土壤 pH 值影响土壤溶液中各种离子的浓度,从而影响各种元素对植物的有效性. 另外,农作物在 pH 值为 6.5 ~ 7.5 的土壤中生长为最适宜,过酸过碱均不利于植物生长. 应及时采用物理和化学方法进行土壤改良.

调节碱性土壤,常使用石膏或硫酸亚铁或硫磺等,使用石膏是通过离子代换作用把土壤中有害的钠离子代换出来,再结合灌水使之淋洗出去.

2.2.2　土壤有机质含量

土壤有机质是土壤的重要组成部分,它的含量虽然很少,但在土壤肥力上的作用却很大,土壤有机质既是植物矿质营养和有机营养的源泉,又是土壤中异养型微生物的能源物质,是形成土壤结构的重要因素,是鉴别土壤肥力的重要标志. 因此,土壤有机质直接影响着土壤的理化性状,其含量是土壤肥力高低的重要指标之一.

从表 3 和表 4 可以看出,几个土样的有机质含量水平差不多,山地村庄附近含量较高,土样平均水平在 4 级(10 ~ 20 g/kg) 标准,属于极低水平.

表 4　我国第二次土壤普查有机质含量分级

级别	一级	二级	三级	四级	五级	六级
有机质/g·kg^{-1}	>40	30 ~ 40	20 ~ 30	10 ~ 20	6 ~ 10	< 6

造成土壤有机质含量差异性的原因很多,首先,不同地形上的植物种类及繁茂程度不同,它们在地表所积累的有机质数量和质量也不同,引起了土壤表层有机质的差异,山地有机质远高于平原丘陵. 因此,山地附近土壤有机质较高. 其次,植被与土壤有机质有着密切的关系,植物不仅从土壤中吸取其生长发育所必需的营养物质,它本身的有机残体又是土壤有机质的重要来源之一,所以,村庄附近土壤有机质含量会高,而道路旁边的土壤有机质偏低.

总体看来北京上庄水稻田土壤有机质水平中等偏低. 如果农田长期偏施单质化肥,没有适当给土壤补给有机质,会造成土壤有机质下降和土壤微生物菌群多样性及其功能减弱,导致土壤保持养分能力差,自身分解养分少,保肥供肥性较差. 土壤质量也会因此下降,土壤退化严重,最终影响农业生产.

提高土壤有机质含量的措施主要有:

1) 增施有机粪肥,包括堆肥 (堆肥材料在堆肥化过程中的产物) 、沤肥(天然有机质经微生物分解或发酵而成的一类肥料) 、饼肥、人畜粪肥、河湖泥等.

2) 提倡秸秆还田,目前水稻田施用有机肥面积小,施用化肥越来越多,主要原因是有机肥源缺乏,秸秆便是很好的有机肥源. 秸秆还田可以提高土壤有机质,改善其理化性质,简单易行,省力省工. 根据上文,上庄镇水稻田偏碱性,而秸秆还田可以降低土壤 pH 值,减少化肥污染,具体操作办法是在稻田脱谷近处,最好靠近水渠,将脱谷稻桔沤制. 但在还田时,应加施化学氮肥,避免微生物与作物争氮.

3) 粮肥轮作、间作,用地养地相结合. 随着农业生产的发展,复种指数越来越高,致使许多土壤有机质含量降低,肥力下降,实行粮肥轮作、间作制度,不仅可以保持和提高有机质含量,还可以改善土壤有机质的品质,活化已经老化了的腐殖质.

4) 栽培绿肥. 栽培绿肥可为土壤提供丰富的有机质和氮素,改善农业生态环境及土壤的理化性状. 绿肥主要有苜蓿、绿豆、田菁等.

2.2.3　土壤全氮及速效氮含量

氮素是植物营养中最重要的元素之一,土壤中氮素绝大部分呈有机结合态,无机态氮一般不超过 5%. 土壤全氮量是土壤基础肥力的主要指标,常用于衡量土壤氮素供应状况,测定土壤全氮量可为合理施用氮肥提供重要参考依据.

土壤速效氮通常可以被植物直接吸收利用,与土壤全氮量相比,它更能反映土壤近期内氮素供应状况,即与植物生长关系更为密切[9]. 因此,测定土壤速效氮对于研究土壤肥力有一定的意义.

从表 3 和表 5 可以看出,土壤全氮含量最高的村落附近土样(S_3) 相当于 3 级标准,含量最低的紧邻公路土样(S_1) 相当于 5 级标准,其余均为 4 级标准,土样平均水平为 0.836 g/kg,属于较低水平.

从表 3 和表 6 可以看出,土壤速效氮含量最高的村落附近土样(S_3) 相当于 4 级标准, 含量最低的紧邻公路土样(S_1) 相当于 5 级标准. 土壤缺氮时,作物生长细弱,叶片呈浅绿色. 氮素丰富,其作物则

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

会生长粗壮,叶色深绿.

表 5 我国第二次土壤普查全氮含量分级

级别	一级	二级	三级	四级	五级	六级
全氮/g·kg^{-1}	>2	1.5~2	1~1.5	0.75~1	0.5~0.75	<0.5

表 6 我国第二次土壤普查速效氮含量分级

级别	一级	二级	三级	四级	五级	六级
速效氮/mg·kg^{-1}	>150	120~150	90~120	60~90	30~60	<30

应想办法提高土壤含氮量,如采收大豆以后不要连根拔起,让根和根瘤菌一起留在地里可以有效提高土壤含氮量.

2.2.4 土壤全磷及有效磷含量

磷是农业上仅次于氮的又一重要土壤养分. 土壤全磷含量的高低通常不能直接表明土壤供应磷素能力的高低,它是一个潜在的肥力指标,但是当土壤全磷含量低于 0.03% 时,土壤往往缺磷.

在土壤全磷中,只有很少一部分是对当季作物有效的,称为土壤有效性磷,了解土壤中有效磷供应状况,对于施肥有着直接的指导意义.

从表 3 和表 7 可以看出,土壤全磷含量最高的村落附近土样(S_3,0.9 g/kg)相当于 2 级标准,含量最低的与山地接壤土样(S_2,0.767 g/kg)相当于 3 级标准,土样平均水平 0.918 g/kg,属于较高水平.

从表 3 和表 8 可以看出,壤有效磷含量平均值为(5.9 g/kg)相当于 4 级标准,与山地接壤的田块(S_2)土壤有效磷含量最低,村庄附近则较高,土壤有效磷含量整体水平偏低.

表 7 我国第二次土壤普查全磷含量分级

级别	一级	二级	三级	四级	五级	六级
全磷/g·kg^{-1}	>1	0.8~1	0.6~0.8	0.4~0.6	0.2~0.4	<0.2

表 8 我国第二次土壤普查有效磷含量分级

级别	一级	二级	三级	四级	五级	六级
有效磷/mg·kg^{-1}	>40	20~40	10~20	5~10	3~5	<3

全磷含量较高,而有效磷含量低的原因可能有两方面,一与磷在土壤中的化学行为及施磷状况有关,因施入土中的磷移动性小,当即利用率低,使土壤中磷残留较多,导致土壤中磷分布不均. 二与各区域不同的地形、土壤类型、质地等土壤特性有关. 山地附近区域植被十分丰富,但人口密度小,土地利用强度小,所以土壤中有效磷含量较低.

国内一些研究结果表明,使用有机肥能显著体改土壤有效磷含量,且土壤有效磷增加的高于磷肥[10]. 其原因是,一方面有机肥本身含有大量的有效磷,另一方面有机矿物质分解释放有效磷,同时有机质腐解所产生的有机酸类物质可以溶解土壤中难溶性磷.

2.2.5 土壤全钾及有效钾含量

土壤中钾全部以无机形态存在且其数量远远高于氮磷,它是作物体内许多酶的活化剂,能促进氮的代谢,加速蛋白质和碳水化合物的合成与运输,增强作物的抗寒、抗旱、抗病、抗倒伏能力. 土壤中的钾主要来自土壤矿质部分,绝大部分以难溶性的矿物形态存在,作物可利用态钾很少.

速效钾是指水溶性钾和交换性钾的总和,可以被作物直接吸收利用. 一般情况下,土壤速效钾含量作为土壤供钾的丰缺指标.

从表 3 和表 9 可以看出,土样全钾含量平均水平为 10.5 g/kg,属于中低水平. 从表 3 和表 10 可以看出,壤速效钾含量平均值为 97.5 g/kg,相当于 4 级标准. 各样品全钾和有效钾含量差别不大.

表 9 我国第二次土壤普查全钾含量分级

级别	一级	二级	三级	四级	五级	六级
全钾/g·kg^{-1}	>25	20~25	15~20	10~15	5~10	<5

表 10 我国第二次土壤普查有效钾含量分级

级别	一级	二级	三级	四级	五级	六级
速效钾/mg·kg^{-1}	>200	150~200	100~150	50~100	30~50	<30

在一些地块中,土壤钾素不足会构成产量继续提高的限制因素. 因此,增施钾肥成为保证粮菜持续增产的重要措施之一. 同时,要抑制土壤中速效钾含量的下降或进一步提高速效钾的含量,增施钾肥成为了培肥土壤的重要措施.

3 结 论

对研究区四个典型回块土壤初化性质的分析后果表明,靠近的田块肥力质量较差. 土壤中的微量元素大部分是以硅酸盐、氧化物、硫化物、碳酸盐等无机盐形态存在. 在土壤溶液中也有一部分微量元素以有机络合态存在. 通常把水溶液或交换态的微量元素看作是对作物有效的. 土壤中微量元素供应不足的一个原因是微量元素本身含量过低,另一种原因是其含量并不低,甚至很高,但土壤条件,主要是土壤酸碱度和氧化还原条件造成有效性降低而供应不足. 在前一种条件下,需要靠补施微量元素肥料,后一种情况下,有时只需改变土壤条件,增加土壤微量元素的有效性,就可增加供应水平.

对北京市上庄镇土壤肥力质量的综合评价结果认为,该区域土壤肥力质量良好,适合作为农产品生产基地.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

参 考 文 献

[1] 李潮海,王群,郝四平. 土壤物理性质对土壤生物活性及作物生长的影响研究进展 [J]. 河南农业大学学报,2002,36(1):32 – 37.

[2] 罗汝英. 土壤学 [M]. 北京: 中国林业出版社,1990: 59 – 73.

[3] 曾曙才,崔大方,荣波,等. 深圳笔架山公园土壤性状分析 [J]. 中山大学学报: 自然科学版,2005,44(增刊):1 – 6.

[4] 孟昭虹,周嘉. 哈尔滨城市土壤理化性质研究 [J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报,2005,21(4):102 – 105.

[5] 尹伯仁,周丕生,方海兰,等. 上海大树移植的本底土质量调查与评价 [J]. 上海交通大学学报: 农业科学版,2004,22(4):373 – 377.

[6] 杨东. 苏北海堤防护林土壤肥力特性研究 [D]. 南京: 南京林业学,2005.

[7] 朱祖祥. 中国农业百科全书土壤卷 [M]. 北京: 北京农业出版社,1996,435.

[8] 张苗,万福绪,赵广琦,等. 上海沿海防护林土壤理化性质分析 [J]. 林业科技开发,2011,25(1):25 – 29.

[9] 杨均科,胡海波,王永昌,等. 连云港沙质海岸造林地土壤理化性质研究 [J]. 林业科技开发,2011,25(5):48.

[10] 刘建玲,廖文华,张作新,等. 磷肥和有机肥的产量效应与土壤积累磷的环境风险评价 [J]. 中国农业科学,2007,40(5):959 – 965.

A Preliminary Study on the Physical-Chemical Property of Paddy Soil in Shangzhuang of Beijing

Dong Xuan

(College of Resource Environment and Tourism, Captital Normal University, Beijing 100048)

Abstract

Shangzhuang town is located in Haidian district of Beijing. The quality of its soil and groundwater is excellent, because it is close to the reservoir and its average altitude is 50 meters above sea level. It's well known as a land of abundance of western Beijing. Therefore, this paper takes paddy soil of Shangzhuang as the research object. According to the different environment around the paddy fields, the study selected four typical regions of the paddy fields to analysis the physicochemical properties of soil, for example, pH value, organic matter content, N, P, K content and so on. The study also analyzed the cause of the physicochemical properties in different soils. The physicochemical properties of paddy soil in Shangzhuang of Beijing are measured in experiment in accordarce with the soil fertility classification standard in our country. The comprehensive evaluation results indicate that Beijing Shangzhuang town paddy soil fertility is in good quality. Therefore, Beijing Shangzhuang town is suitable as an agricultural products base.

Key words: soil, physicochemical property, Shangzhuang of Beijing.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net