

长期施用有机肥与化肥对潮土土壤化学及生物学性质的影响

王慎强 蒋其鳌 钦绳武 顾益初

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘要 研究长期施用有机肥与化肥对潮土土壤化学和生物学性质的影响结果表明,有机肥和化肥均使土壤有机质、全N、全P、速效磷、速效钾、阳离子交换性提高,增加土壤微生物数量和活性,但有机肥在培肥地力,创造有利于微生物生长繁育的土壤环境方面明显优于化学肥料。

关键词 肥料 长期定位试验 土壤化学与生物学性质

Influence of chemical and biological properties under long-term applying organic manure and chemical fertilizers on fluvo-aquic soils. WANG Shen-Qiang, JIANG Qi-Ao, QIN Sheng-Wu, GU Yi-Chu (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008), *CJEA*, 2001, 9(4): 67~69

Abstract The influence of chemical and biological properties under long-term applying organic manure and chemical fertilizers on fluvo-aquic soils is studied. The results show that both organic manure and chemical fertilizers increase soil fertility, cation exchange capacity, exchangeable base, amount of microbe, microbial biomass C and enzyme activity, but organic manure is obviously superior to chemical fertilizer in improving soil chemical and biological characteristics.

Key words Fertilizer, Long-term field experiment, Soil chemical and biological properties

国内外关于长期施用有机肥和化肥对土壤性质的研究已有较多报道。本项研究通过长期施用有机肥和化肥定位试验研究对潮土土壤质量的影响,着重探讨潮土土壤化学及微生物学性质在长期施用化肥和有机肥下的差异性特征,对潮土土壤合理培肥提出建议。

1 试验设计与研究方法

试验于1989年秋在中国科学院封丘农业生态实验站进行,供试土壤为轻壤质黄潮土,试验前连续匀地3年不施肥料,土壤有机质为5.83g/kg,全N0.445g/kg,全P0.50g/kg,全K18.6g/kg,速效氮9.51mg/kg,速效磷1.93mg/kg,速效钾78.8mg/kg, pH8.65,阳离子交换量(CEC)为8.27cmol/kg,土壤容重1.62mg/m³。试验设施N、P、K肥(I)、施有机肥(II)和不施肥(对照,CK)3个处理。N肥为尿素,P肥为过磷酸钙,K肥为硫酸钾。处理I小麦基施纯N90kg/hm²、P₂O₅75kg/hm²和K₂O150kg/hm²,追肥施纯N60kg/hm²;玉米基施纯N60kg/hm²、P₂O₅60kg/hm²和K₂O150kg/hm²,追肥施纯N90kg/hm²。处理II全季肥料均作基肥1次施入,不施追肥,有机肥以粉碎麦秸为主,每季约施4500kg/hm²,加上适量粉碎的大豆饼和棉籽饼,以提高有机肥含N量,有机肥经堆制发酵后施用,施用分析其N、P、K养分含量,以等N量为标准,P、K不足部分以P、K化肥补足至等量。试验采用小麦-玉米1年两熟轮作,品种系当地大面积推广品种。试验设4个重复,小区面积为47.5m²。小区四周埋设水泥预制板隔层,并留有1.5m以上的保护行。

于1999年4月底(小麦乳熟期)采0~20cm耕层土样测定生物学性质,每小区取5点,每处理共20个样品混合,带回实验室分析;于1999年10月初(玉米收获后)采耕层土样测定化学性质,每小区取5点,每处理共20个样品混合后风干磨碎备用。土壤N、P、K全量和有效量、阳离子交换量及组成、有机质含量和腐殖质组分等性质按《土壤理化分析》测定^[1],土壤微生物组成、呼吸强度和纤维分解强度按《土壤微生物研究法》测定^[2],土壤脲酶采用苯酸钠-次氯酸钠比色法测定^[3],碱性磷酸酶用Hoffman法测定^[4]。

2 结果与讨论

2.1 不同施肥处理土壤化学性质的差异与变化

耕层土壤肥力,研究结果表明1989~1999年间I、II处理土壤有机质、养分全量及速效磷、速效钾

• “九五”国家科技攻关项目(96-004-01)和中国科学院特别支持项目(KZ95T-04-01)共同资助

收稿日期:1999-12-28 改回日期:2000-03-06

含量均提高,Ⅱ处理提高幅度更大(见表1),Ⅱ处理土壤有机质、全N分别增加92.11%和78.65%,而Ⅰ处理仅增加38.96%和21.57%。化肥能提高土壤有机质和全N含量是因其迅速提高了土壤速效养分含量,能较快满足作物生长发育的营养需求,在提高产量的同时使归还土壤的根系、枯枝落叶及秸秆增多,但由于施入农田中的N素有多种损失途径,故土壤全N和速效氮含量的增加Ⅰ处理少于Ⅱ处理。由表1可知,Ⅰ、Ⅱ处理在提高土壤全P含量方面无多大差异且施肥与否对土壤全K含量几乎无影响,这是由于进入土壤中的P素大多被固定不易移动而损失较少,有机肥更能提高土壤速效磷含量的原因除有机质自身矿化释放无机磷外,更重要的是由于有机质在分解过程中产生大量能溶于水形成碳酸的 CO_2 和小分子有机酸,有利于无机磷的释放,这种作用在富含碳酸盐的石灰性土壤显得尤为重要。由于黄潮土风化和淋溶作用较弱,砂粒富

表1 不同施肥处理耕层土壤养分变化

Tab.1 Changes in soil nutrients of the plowed layer under different treatments

年份 Years	处理 Treatments	有机质/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Organic matter	全N/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Total N	全P/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Total P	全K/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Total K	速效氮/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Available N	速效磷/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Available P	速效钾/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Available K
1989	原始土 Unplowed soil	6.340	0.445	0.495	18.600	9.510	1.930	78.800
1999	I	8.810	0.541	1.047	19.080	8.770	4.290	132.600
	II	12.180	0.795	1.081	19.900	9.670	7.110	133.200
	CK	6.120	0.387	0.351	20.200	5.660	1.190	64.000

含长石,粘粒富含水云母,土壤吸持钾离子较多,供K潜力较高,故施肥与否对土壤全K含量影响不大,但施肥能显著提高土壤速效钾含量,长期不施K肥会明显减少速效钾含量。土壤酸碱度、阳离子交换性能及有机质、腐殖质组成,土壤pH值影响土壤的其他性质但其变化较缓慢,不同施肥处理间pH值无明显差异(见表2)。由表2可知,黄潮土阳离子交换量较低,10年来Ⅰ、Ⅱ处理阳离子含量均有提高但增幅很小,这是因该区土壤矿物风化程度和有机质含量低所造成,相对阳离子交换量而言,交换性盐基总量变化较大,与10年前相比Ⅰ、Ⅱ处理交换性盐基总量分别提高24.5%和27.2%,而对照处理则降低15%,表明交换性盐基总量随土壤施肥和耕作熟化有明显增加趋势。从交换性盐基组成看,Ⅰ、Ⅱ施肥处理均显著提高土壤交换性钾、钙、镁含量。土壤有机质包括土壤中动植物残体、微生物及其产物以及腐殖质,因黄潮土有机质基础含量较低且该区的气候、土壤与耕作条件不利于有机质累积,故虽经10年施肥处理土壤有机质含量仍处于较低水平(见表2)。由表2可知土壤腐殖质以富里酸(FA)为主,胡敏酸(HA-C)在土壤有机碳中占15%以下。HA/FA的升高说明Ⅰ、Ⅱ处理均提高土壤熟化程度,但Ⅱ处理效果更明显,表明施有机肥土壤腐殖质品质较高。

表2 不同施肥处理土壤酸碱度、阳离子交换量、交换性盐基及有机质、腐殖质变化

Tab.2 Changes of pH,CEC,exchangeable base,organic matter and fuvic acid under different treatments

年份 Years	处理 Treatments	pH	阳离子交换量/ $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ CEC	盐基总量/ $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ Exchangeable base	钾/ $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ Exchangeable K	钠/ $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ Exchangeable Na	钙/ $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ Exchangeable Ca	镁/ $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ Exchangeable Mg	有机质/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Organic matter	胡敏酸/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Humic acid(HA)	富里酸/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Fulvic acid(FA)	HA/FA
1989	原始土 Unplowed soil	8.86	8.27	25.80	0.35	3.49	23.36	2.61	6.340	90.0	238	0.396
1999	I	8.78	8.87	32.13	0.53	3.41	27.85	2.33	8.810	323.0	237	0.516
	II	8.90	9.03	32.32	0.52	3.42	26.79	4.09	12.180	330.0	237	0.642
	CK	8.38	8.10	23.93	0.29	3.42	18.54	3.69	6.120	92.6	235	0.394

* 为交换性。

2.2 不同施肥处理土壤生物学性质的差异

土壤微生物数量及其组成,试验结果表明,施肥可增加土壤中营养物质含量,提高土壤肥力,为微生物创造良好的生存环境,加速了微生物的发育与活动,Ⅰ、Ⅱ处理微生物总数和微生物量碳均显著高于对照,且Ⅱ处理大于Ⅰ处理(见表3);耕层土壤微生物组成以细菌为主,放线菌次之,其他菌很少。土壤微生物活性,土壤酶活性是土壤生物学性质的重要指标之一,脲酶主要参与土壤中N素转化,其活性通常与土壤有机质、全N、全P、速效氮相关联。碱性磷酸酶反映了土壤供应有效磷的潜在能力,通常与土壤全P、速效磷、有机质、全N有很好的相关性。表3结果显示,施用有机肥和化肥均增加了土壤微生物活性,而有机肥含有多种碳水化

表3 不同施肥处理土壤微生物数量及其组成

Tab.3 Changes of amount and composition of microbe under different treatments

处理 Treatments	微生物总数/ $\text{万个} \cdot \text{g}^{-1}$ Total amount of microbe	细菌/ $\text{万个} \cdot \text{g}^{-1}$ Amount of bacterium	放线菌/ $\text{万个} \cdot \text{g}^{-1}$ Amount of actinomycetes	真菌/ $\text{万个} \cdot \text{g}^{-1}$ Amount of fungus	硝化菌/ $\text{万个} \cdot \text{g}^{-1}$ Amount of nitrifying bacteria	微生物量碳/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Microbial biomass C	脲酶/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Urease	碱性磷酸酶/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Alkaline Phosphatase	纤维素分解率/% Deposition intensity of cellulose	呼吸强度/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Respiratory intensity
I	7745	7362	277	7.521	30	31.34	3.76	1.58	7.4	14.40
II	10318	9830	503	6.823	1050	125.49	3.85	1.51	19.8	23.72
CK	2935	2715	212	5.024	1020	58.15	3.34	0.88	3.3	3.57

合物和 N、P、K 等矿质营养,可提高土壤通气性,比化肥更能激发微生物繁育,故 I 处理土壤微生物纤维分解强度和呼吸强度明显高于 I 处理。

3 小 结

施用有机肥不仅能改善土壤物理性质,在提高土壤化学和生物学性质方面也明显优于化肥,为作物生长提供更为良好的土壤环境条件和物质基础。充分利用农业生产中有机物料并持续应用于农田土壤培肥是建立和扩大土壤有机 N 库、P 库,提高土壤供 N、供 P 能力,实现农业中 N、P 循环再利用的有效途径;砂壤潮土上施用有机肥和化肥均可提高土壤肥力,但施用有机肥表现更佳。近年来我国许多地区农民更乐于施用化肥而不愿花大量劳力收集、堆制农家肥,农业中的废料由于收集利用不当造成大量 N 损失,也为农村环境保护带来不利影响。秸秆如何方便有效、最大限度地归还土壤且使农民易于接受是科技工作者面临的重要课题。

参 考 文 献

- 1 中国科学院南京土壤研究所编.土壤理化分析.上海:上海科学技术出版社,1978
- 2 中国科学院南京土壤研究所微生物研究室编著.土壤微生物研究法.北京:科学出版社,1985
- 3 周礼恺,张志明.土壤酶活性的测定方法.土壤通报,1980(5):37~38
- 4 Ф. X. 哈兹耶夫.土壤酶活性.北京:科学出版社,1980
- 5 汪金飏等.新型氮肥肥料效应与氮素利用率对比研究.生态农业研究,1999,7(4):17~19
- 6 孙海国,雷浣群.植物残体对土壤结构性状的影响.生态农业研究,1998,6(3):39~42

洱海湖滨带现状与生态恢复技术

洱海位于云南省西部大理白族自治州境内,属澜沧江水系,是滇西最大的内陆天然淡水湖,东经 $100^{\circ}05' \sim 100^{\circ}17'$,北纬 $25^{\circ}32' \sim 25^{\circ}58'$,湖周长 115km,湖总面积 257km^2 ,湖防高程 1974m 内 1,地跨大理、洱源 2 县(市),在农业生产、人民生活、渔业、航运、发电、旅游等方面具有不可替代的作用。洱海湖滨带是指相邻的陆地生态系统与水域生态系统之间的过渡带(属生态交错带的 1 种),大理洱海湖滨带是由洱海东边的环海路以西、大丽路以东、以南,石屏、团山路以北以及洱海水面 1971m、1974m(系海防高程)等组成的区域。洱海湖滨带是一个环带状结构,由于湖周各底质、地形、气候等非生物环境因子的差异以及由这些因子的影响所产生的生物系统的差异,导致洱海湖滨带具有明显的纵向结构,它们由陆地、陆向辐射带、水位变幅带、水可变幅带、水域横向结构排列组合而成。湖滨带陆向交错带的空间范围主要取决于周期性的水位涨落导致的湖滨干湿交替变化,它们由陆地、陆向辐射带、水位变幅带、水可变幅带、水域组成,湖滨带的横向结构受湖岸底质、湖岸坡度、沉积和侵蚀、人类活动等的影响。洱海湖滨带具有明显的垂直分化和成层现象,对湖滨带影响最大的非生物环境因素是空气、水、土壤以及由于水的作用而在交错带内表现出的强烈的环境梯度。由于非生物环境因素的影响,生物群落也表现出与水相相关的层次性,水生植物群落表现为明显,由浅入深依次分布着挺水植物带、浮叶植物带和沉水植物带。湖滨带现状一是生态系统功能下降,洱海水位变幅较大,特别是水位下降较快,导致湖滨带的变幅水位增大,湖岸线大幅退却,使交错带内生物的繁殖、栖息场所发生改变,严重地影响了湖滨带生态系统的稳定性,同时导致水质恶化,入湖河道发生淤积冲刷,河床下切,人畜饮水困难;二是非点源污染突出,湖滨带自然环境优越,致使湖滨区村寨密布,农田和鱼塘相对集中,湖滨带自然植被破坏严重。据有关调查分析表明,在点源污染已基本得到控制的情况下,湖区农田径流、畜牧业排污、生活污水垃圾、水土流失等是引起洱海污染的主要原因,尤其是农田不合理施肥已成为首要因子;三是湖滨带生态结构破坏严重,湖滨带内营养盐和有机质相对较高,生物多样性和生物产量也较高,自然环境条件优越,人类开发利用程度较高如修建农田、占滩建娱乐场所、鱼塘、宅基地、码头等,致使湖滨带自然群落的生态结构破坏殆尽,湖滨带作为营养盐的储存库、物质质和能量缓冲带的功能减弱甚至消失,加剧了洱海湖泊富营养化的进程;四是洱海湖滨区人地矛盾突出,据大理州洱海管理局调查统计,历年来侵占洱海 1974m 以内的滩涂面积为 202.37hm^2 ,占滩涂面积的 20.2%,其中用于建鱼塘面积为 149.23hm^2 ,占侵占滩涂面积的 73.8%,用于建房面积 16.67hm^2 ,占侵占面积的 8.2%,用于建砂场、码头、造田面积 36.44hm^2 ,占侵占面积的 18.0%。洱海滩涂的侵占缩小了湖面积,破坏了湖区湿地生态系统及生物多样性,削弱了湖滨带对 N、P 的自净能力,特别是破坏了洱海鱼类产卵、繁殖场所,致使如大理鱼等物种濒临灭绝,同时破坏了湖滨带的美学价值。洱海湖滨带的功能主要表现为湖滨带陆向交错带内生物或非生物因素的相互作用对交错带内能量流动和物质循环的调节以及在景观斑块的变化或稳定性中所起的作用,其功能一是环境功能,包括湖滨带的截污、过滤、改善水质、控制沉积和侵蚀;二是生态功能,包括湖滨带的保持生物多样性、鱼类繁殖、鸟类栖息的场所、调节洪水、稳定相邻生态系统;三是经济和社会价值,包括资源再生、改善环境、独特的娱乐、休闲场所、教育科研、美学价值和经济效益等。目前洱海湖滨带生态恢复技术主要有湖滨湿地工程技术、水生植被恢复工程技术、人工浮岛工程技术、仿自然型堤坝工程技术、人工介质岸边生态净化工程技术、防护林或草林复合系统工程技术、河流廊道边生物恢复技术、湖滨带截污及污水处理工程技术、林基鱼塘系统工程技术等,在具体应用中应针对具体区域选择适宜的技术,针对不同的区域采取不同的生态恢复工程模式,一是自然模式,该模式适用于自然状态,人为改变较小,人类对陆相带开发利用较少的区域,主要有滩涂模式、河口模式、岸线模式;二是人工模式,该模式适用于人为影响较大的区域如农田、鱼塘、堤坝等,相应地分为功能区(在宏观指导下可以开发利用,但人类应尽量减少对湖滨带和湖泊水生生态系统的压力)和过渡区(去除干扰,生态环境基本保持自然状态,实行隔离保护),人工模式分为鱼塘模式、农田模式和堤坝模式 3 种;三是专有模式,人类为充分利用湖泊专门设置了一些如码头、风景点、湖滨公园、湖滨浴场等,这种特殊的湖滨带模式称为专有模式,为此建议治理湖滨带一要提高认识,加强领导,统一部署,严肃执法,对破坏湖滨带的违法行为,坚决给予严肃处理,决不姑息养奸;二要增加投入,加大湖滨带生态恢复工程技术的投资力度,确保湖滨带示范工程顺利实施,收到预期实效;三要加大宣传力度,提高环湖地区人民群众的环境保护意识,切实做到“象保护眼睛一样保护洱海,象保护脸蛋一样保护湖滨带”;四要加大对洱海滩涂整治的力度,实施退滩还湖,保护洱海环境资源;五是大力推广无公害产品生产,加大生物农药、生物化肥的使用量,杜绝高毒高残留农药的使用,减少化肥施用量,提高肥料利用率,减轻 N、P 污染负荷。

(倪喜云 杨苏树 欧阳作富 大理州农业环境保护监测站 凤仪镇 671005)