

连续不同施肥对土壤团聚性影响的研究

刘京, 常庆瑞, 李岗, 魏永胜

(西北农林科技大学 资源与环境科学系, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 通过对乾县试区土壤定点培肥试验地土壤团聚体及微团聚体的分析测定, 得出连续不同施肥水平下的土壤有机质含量、各级团聚体及微团聚体数量与组成差异明显。与对照相比, 随着施肥水平的提高, 土壤有机质、 $10\sim 250\mu\text{m}$ 微团聚体和 $> 0.25\text{mm}$ 团聚体不断增加, $< 10\mu\text{m}$ 的微团聚体含量有下降趋势; 土壤分散系数减小, 结构系数增大, 土壤容重降低; 特别是施高量有机肥或有机-无机配施, 更有利于土壤中较大粒径团聚体的形成和土壤结构的改善。相关分析表明: 土壤有机质与 $> 0.25\text{mm}$ 团聚体和 $10\sim 250\mu\text{m}$ 微团聚体呈极显著正线性相关, 与 $< 10\mu\text{m}$ 微团聚体含量呈显著负线性相关。

关键词: 团聚体 微团聚体 有机质

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2000)04-0024-03

中图分类号: 152.4

Effect of Different Fertilization on Soil Characteristics of Aggregate

LIU Jing, CHANG Qing-ru, LI Gang, WEI Yong-sheng

(College of Resource and Environment, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry,
Yangling District 712100, Shaanxi Province, PRC)

Abstract The soil aggregate and micro-aggregate of fixed fertilization plots in Qianxian county, Shaanxi province are studied. The results showed that the disparities were remarkable in content of soil organic matter, the quantity and proportion of each grade of aggregate and micro-aggregate in different fertilization levels. Compared with the contrast, raising the level of fertilization, soil organic matter, $10\sim 250\mu\text{m}$ micro-aggregate and $> 0.25\text{mm}$ aggregate increased constantly, and the quantity of $< 10\mu\text{m}$ micro-aggregate had the decreasing trend. Soil coefficient of disperse decreased and that of the soil structure increased. Analysis showed that the content of organic matter was positively linear corelated to quantity of $> 0.25\text{mm}$ aggregate and $10\sim 250\mu\text{m}$ micro-aggregate respectively, and was negatively linear corelated to $< 10\mu\text{m}$ micro-aggregate. Raising fertilization, especially raising quantity of organic fertilizer or blending organic fertilizer and inorganic one, it is benefited for forming the bigger diameter aggregate.

Keywords aggregate; micro-aggregate; organic matter

多年以来,国内外在土壤肥力与土壤团聚体及微团聚体的研究方面取得了显著的成绩,特别是国内近几年对土壤微团聚体与土壤肥力的研究更为突出,基本上明确了土壤中微团聚体在土壤肥力上的作用^[1-4,7,8]。本文通过连续不同施肥对土壤团聚体及微团聚体影响的研究,为人工培肥土壤,改善土壤理化性状,取得持续稳产、高产提供理论依据

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于陕西省乾县北部旱塬国家重点科技

攻关项目(96-007-05-08)乾县试验示范区,海拔 $800\sim 1000\text{m}$,年降水量 $539\sim 590\text{mm}$,年平均温度 $11^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$,无霜期 $206\sim 244\text{d}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 3959.9°C 。供试作物为小麦,一年一熟,供试土壤为黄绵土,质地中壤,有机质 $12.70\text{g}/\text{kg}$,全氮 $0.88\text{g}/\text{kg}$,全磷 $1.58\text{g}/\text{kg}$

1.2 试验设计

试验从 1993 年开始,共设 12 个处理,具体设计见表 1,小区面积 $4\text{m}\times 3\text{m}$,随机排列,重复 2 次,所有肥料在播前整地时一次施入,各小区每年都用相同的处理连续试验

收稿日期: 2000-05-26

资助项目: 国家“九五”重点攻关项目(96-007-05-08)“黄土台塬(乾县)粮食高产型农业综合发展研究”

作者简介: 刘京(1975-),男(汉族),硕士生。研究方向为土壤地理与土地资源。电话: (029)7012140, E-mail: Chq@ZLcn.com

表 1 施肥试验设计方案

10² kg /hm²

| 处理序号 | CK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|------|------|-------|--------|
| N | 0.0 | 1.125 | 1.125 | 1.875 | 0.0 | 0.0 | 1.125 | 1.125 | 0.0 | 0.0 | 1.125 | 1.125 |
| P ₂ O ₅ | 0.0 | 0.000 | 0.900 | 1.500 | 0.0 | 0.0 | 0.900 | 0.900 | 0.0 | 0.0 | 0.900 | 0.900 |
| 土粪 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 375.0 | 750.0 | 375.000 | 750.000 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.000 |
| 秸秆 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 45.0 | 75.0 | 45.00 | 75.000 |

1.3 测定方法

各处理均采集耕层(0-20 cm)土壤样品用于室内分析。土壤水稳性团聚体用常规机械筛分法测定;土壤微团聚体用蒸馏水浸泡土样(<1 mm)1昼夜,振荡 2 h,用吸管法测定水稳性微团聚体的大小分布,同时测定机械组成中<0.001 mm 土壤黏粒含量,计算分散系数及结构系数;土壤有机质用重铬酸钾容量法——外加热法测定;土壤容重用环刀法测定。

2 结果与讨论

2.1 连续不同施肥对土壤团聚体的影响

各种处理土壤的团聚体均较少,含量 162.0~225.6 g/kg,不同施肥间有一定差别。与对照相比,单施化肥处理的土壤,团聚体含量基本上没有变化,甚至有下降的趋势;单施土粪的土壤团聚体含量有所增加,相对增长比率为 16.48%~25.09%;土粪与化肥配施,团聚体含量增加 57.4~58.7 g/kg,相对增长比率为 34.53%~35.32%;单施秸秆,土壤团聚体含量增加 51.6~51.9 g/kg,相对增长比率为 31.03%~31.23%;秸秆与化肥配施,团聚体含量增加 57.2~59.4 g/kg,相对增长比率为 34.78%~35.74%。由以上分析可得,施用有机肥或有机肥与化肥配施,土壤团聚体含量明显增加,并且随施肥水平的提高,土壤团聚体增加幅度变大(表 2)。

表 2 各处理土壤团聚体组成

g/kg

| 粒径 / mm | > 5 | 5-2 | 2-1 | 1-0.5 | 0.5-0.25 | 0.25-1 | > 0.25 |
|---------|------|------|------|-------|----------|--------|--------|
| CK | 8.0 | 10.4 | 28.0 | 52.0 | 67.8 | 119.8 | 166.2 |
| 处理 1 | 4.0 | 15.0 | 26.0 | 60.0 | 62.4 | 122.4 | 167.4 |
| 处理 2 | 8.0 | 10.4 | 28.0 | 52.2 | 63.4 | 115.6 | 162.0 |
| 处理 3 | 0.0 | 13.6 | 27.6 | 54.4 | 68.2 | 122.6 | 163.8 |
| 处理 4 | 11.0 | 19.4 | 24.2 | 62.4 | 76.6 | 139.0 | 193.6 |
| 处理 5 | 11.4 | 15.0 | 23.0 | 66.3 | 82.2 | 148.5 | 207.9 |
| 处理 6 | 12.4 | 20.2 | 28.6 | 61.2 | 103.2 | 164.2 | 223.6 |
| 处理 7 | 10.2 | 21.2 | 27.2 | 66.2 | 105.1 | 171.3 | 224.9 |
| 处理 8 | 18.4 | 21.4 | 28.2 | 63.1 | 101.6 | 164.8 | 217.8 |
| 处理 9 | 16.6 | 18.1 | 21.4 | 66.0 | 102.0 | 168.0 | 218.1 |
| 处理 10 | 14.8 | 15.2 | 24.2 | 63.0 | 106.8 | 169.8 | 224.0 |
| 处理 11 | 12.6 | 20.6 | 23.8 | 60.2 | 108.4 | 168.6 | 225.6 |

2.2 连续不同施肥对土壤微团聚体的影响

不同施肥水平的土壤微团聚体组成差异比较显著(表 3)。随着施肥水平提高,<10^μm 微团聚体数量有降低的趋势。土粪与氮磷化肥配施的处理,<10^μm 微团聚体含量最低,相对降低 10.0%~10.13%;其次是秸秆与氮磷化肥配施,相对降低 5.98%~3.81%;单施化肥对<10^μm 的微团聚体含量影响很小。随施肥水平提高,土壤中 10~250^μm 微团聚体含量有增加趋势。与对照相比,土粪与氮磷化肥配施,10~250^μm 微团聚体含量增加最明显;单施秸秆或单施土粪 10~250^μm 微团聚体含量亦有明显增加;单施化肥则 10~250^μm 微团聚体含量没有明显变化。

表 3 各处理土壤微团聚体构成

g/kg

| 处理 | < 1 ^μ m | 1-5 ^μ m | 5-10 ^μ m | 10-50 ^μ m | 50-250 ^μ m | < 10 ^μ m | 10-250 ^μ m | 分散系数 /% | 结构系数 /% |
|----|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------|---------|
| CK | 6.0 | 72.8 | 152.1 | 383.2 | 246.4 | 230.9 | 628.6 | 23.32 | 76.68 |
| 1 | 8.9 | 70.6 | 149.4 | 382.8 | 242.5 | 228.9 | 625.3 | 19.36 | 80.44 |
| 2 | 10.2 | 72.9 | 148.5 | 382.6 | 256.3 | 231.6 | 638.3 | 19.21 | 80.79 |
| 3 | 12.2 | 73.2 | 143.3 | 378.7 | 260.0 | 228.7 | 638.7 | 15.90 | 84.81 |
| 4 | 17.9 | 78.3 | 131.2 | 403.1 | 250.2 | 227.4 | 653.3 | 10.33 | 89.67 |
| 5 | 16.3 | 81.7 | 133.6 | 415.4 | 256.3 | 229.6 | 671.7 | 8.93 | 91.07 |
| 6 | 27.6 | 78.5 | 112.7 | 443.7 | 256.0 | 216.8 | 709.7 | 7.64 | 92.36 |
| 7 | 26.5 | 80.4 | 109.6 | 468.9 | 253.0 | 216.5 | 721.9 | 7.00 | 93.00 |
| 8 | 15.4 | 73.2 | 138.7 | 437.8 | 238.4 | 227.3 | 666.2 | 9.65 | 90.35 |
| 9 | 17.1 | 72.1 | 135.4 | 426.3 | 241.3 | 224.6 | 669.6 | 10.49 | 89.51 |
| 10 | 21.4 | 76.5 | 121.2 | 441.4 | 237.7 | 217.1 | 679.4 | 8.03 | 91.97 |
| 11 | 20.2 | 81.6 | 120.3 | 457.6 | 236.3 | 222.1 | 693.9 | 8.94 | 91.06 |

随着施肥水平的提高,土壤的分散系数减小,结构系数增大,尤以土粪与氮磷化肥配施土壤结构系数最大,与对照相比相对增加比率为 20.45%~21.28%;其次是秸秆与氮磷化肥配施,相对增加比率为 16.73%~17.82%;单施土粪或单施秸秆,结构系数亦有明显增加,单施化肥土壤结构系数有所提高,但提高不明显(表 3)。可见,施 4500~7500 kg/hm² 秸秆,土壤微团聚体相对增加比率与施 37500~75000 kg/hm² 土粪相当,在目前土粪数量严重不足的情况

表 4 各处理土壤有机质和容重

| 处 理 | CK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 有机质 / (g° kg ⁻¹) | 12.57 | 12.45 | 12.37 | 12.31 | 13.46 | 13.81 | 14.38 | 14.64 | 13.30 | 13.44 | 14.02 | 14.52 |
| 容重 / (g° cm ⁻³) | 1.29 | 1.28 | 1.29 | 1.29 | 1.20 | 1.19 | 1.15 | 1.16 | 1.10 | 1.08 | 1.05 | 1.07 |

由以上分析可以看出单施有机肥或有机肥与氮磷化肥配施可以明显地增加土壤有机质含量,其中尤以土粪—氮磷配施效果最佳。单施氮磷化肥或氮磷化肥配施作物生长旺盛,促进了土壤中有有机质的消耗,而使得土壤有机质有降低的趋势。

2.4 连续不同施肥对土壤容重的影响

土壤容重既是土壤肥力的重要指标,也是影响土壤肥力的限制因素。适当的土壤容重能满足作物对水分、空气、热量的要求,有利于养分的调节和植物根系伸展。不同施肥条件下 0~20 cm 耕层土壤容重见表 4,单施化肥,土壤容重基本上无变化,其它处理土壤容重都明显地降低,尤以秸秆与氮磷化肥配施的处理土壤容重降低最为显著,其次是单施秸秆。由此可见,单施有机肥或有机肥与化肥配施效果较好,尤其是秸秆与化肥配施,有利于土壤较大粒径的团聚体的形成,增加了土壤的结构性,降低了土壤容重。

3 土壤有机质与团聚体的关系

土壤有机质不仅是土壤肥力高低的一个重要指标,而且有促进土壤团聚体及微团聚体形成的作用,资料表明,土壤有机质、黏粒及碳酸钙是影响土壤水稳性团粒含量的主导因子^[5-6,8],其中土壤有机质与水稳性团聚体和微团聚体之间存在着密切的相关关系,它是土壤团聚体的主要胶结剂。将土壤有机质分别与 > 0.25 mm 团聚体和 < 10^μ m, 10~250^μ m 土壤微团聚体做相关分析,相关方程分别为:

$$y_1 = 2.1359x - 9.7973$$

$$y_2 = -1.1229x + 36.64$$

$$y_3 = 3.4136x + 19.056$$

下,采用秸秆还田是培肥土壤的一条有效途径

2.3 连续不同施肥对土壤有机质的影响

连续定位试验结果表明,有机—无机肥配施处理的土壤有机质含量积累明显(表 4),与对照相比,其中高量土粪与化肥配施,有机质含量增加 2.07 g/kg,相对增加比率为 16.47%;其次是高量秸秆与化肥配施,有机质含量增加 1.95 g/kg,相对增加比率为 15.51%;单施土粪或单施秸秆,有机质含量略有增加;而单施化肥,土壤有机质含量有下降的趋势。

式中: y_1, y_2, y_3 ——分别表示 > 0.25 mm 土壤水稳性团聚体含量, < 10^μ m 和 10~250^μ m 土壤微团聚体含量; x ——土壤有机质含量; R ——相关系数, $R_1 = 0.7818^*$, $R_2 = 0.6083^*$, $R_3 = 0.7626^*$;显著临界值 $t_{0.01} = 0.735$, $t_{0.05} = 0.576$

由以上统计分析结果可以看出随着土壤有机质含量增加,> 0.25 mm 团聚体与 10~250^μ m 微团聚体含量也随之增加,土壤有机质与这两者之间呈极显著正线性相关关系;而 < 10^μ m 微团聚体与土壤有机质之间呈显著负线性相关关系。因此,随着施用有机肥水平的提高,特别是有机—无机肥配施,能有效地提高土壤有机质含量,促进土壤中较大粒径的团聚体及微团聚体的形成,显著改善土壤的理化性状

[参 考 文 献]

- [1] 黄不凡. 绿肥、麦秸还田培肥地力的研究 [J]. 土壤学报, 1984, 21(2): 113-122.
- [2] 陈恩凤, 周礼恺, 邱凤琼. 土壤肥力实质的研究, 1 黑土 [J]. 土壤学报, 1984, 21(3): 229-237.
- [3] 孙秀娥, 陈蛟龙. 施肥对土壤肥力及增产效应的研讨 [J]. 土壤肥料, 1994(1): 20-22.
- [4] 危常州, 程素云. 施肥对壤土不同粒径微团聚体肥力特征的影响 [J]. 石河子农学院学报, 1996(4): 7-11.
- [5] 杨彭年. 石灰性土壤有机质矿质复合体及其团聚性的研究 [J]. 土壤学报, 1984, 21(2): 144-152.
- [6] 姚贤良, 于德芬. 关于集约农作制下土壤结构问题 [J]. 土壤学报, 1985, 22(3): 241-250.
- [7] 陈恩凤, 周礼恺, 邱凤琼. 土壤肥力实质的研究 [J]. 土壤学报, 1985, 22(2): 113-119.
- [8] 章明奎, 何振立, 陈国潮, 等. 利用方式对土壤水稳性团聚体形成的影响 [J]. 土壤学报, 1997, 34(4): 34-38.