

长期施肥对 土和黄绵土腐殖质结合形态影响及与肥力的关系

张付申

(河南省农业科学院土壤肥料研究所, 郑州 450002)

马爱霞

(郑州市人民公园)

胡定宇

(西北农业大学, 陕西杨陵)

摘 要 对长期施用化肥和有机肥腐殖质结合形态进行了系 统研究, 结果表明, 土和黄绵土腐殖质以紧结态含量为主, 其次是松结态, 再次是稳结态; 长期施有机肥或配施化肥, 土壤腐殖质含量增加, 松 /紧 (松结态 /紧结态, 下同)比值提高; 长期施用化肥, 紧结态腐殖质含量增加, 松 /紧比值降低; 与松结态腐殖质 关系最为密切的农化性状是碱解氮和速效磷, 与稳结态腐殖质 关系最为密切的是速效磷和 CaCO_3 , 与紧结态腐殖质关系最为密切的是碱解氮和全氮。

关键词 施肥 土 黄绵土 腐殖质结合形态 土壤肥力

土壤腐殖质与无机矿物结合而形成的有机无机复合体是构成土壤肥力的物质基础, 也是土壤肥力的核心物质。它们在保肥供肥过程中起着重要的作用。 土和黄绵土是西北黄土区分布较广的两种土壤。迄今有关这两种土壤上长期施肥条件下腐殖质结合形态变化特征的报道尚不多见。鉴此, 作者借助于长期肥料定位试验, 较系统地研究了长期施用化肥和有机肥条件下 土和黄绵土腐殖质结合形态的变化规律。并借助相关分析、通径分析和逐步回归分析, 研究了各种形态腐殖质与土壤主要农化性状间的关系。

1 材料和方法

1 1 供试土壤

供试土壤为有机-无机肥料长期定位试验地的陕西关中平原的 土和陕北延安地区旱作川地的黄绵土, 共采集耕层土样 34个, 其中 土因定点试验时间不同, 分别采集了黑油土 A、黑油土 B 和红油土。供试土壤基本状况、田间管理、处理方式及主要农化性状见表 1和表 2

1 2 研究方法

土壤腐殖质结合形态, 采用傅积平介绍的方法^[1]; 各种农化性状采用常规分析法^[2]。

表 1 供试土壤基本情况

供试土壤	质地	定位年限	采样时间	采样地点	种植制度	施 肥 情 况
黑油土 A	重壤	1984~ 1990	1990年 10月	陕西 关中 三道塬	一年两熟 小麦 玉米 轮作	有机肥为腐熟堆肥, 氮肥为尿素, 磷肥为过磷酸钙
黑油土 B	重壤	1982~ 1990	1990年 9月	陕西 关中 二道塬	一年两熟 小麦 玉米 轮作	有机肥为土粪, 氮磷肥第一年为尿素和过磷酸钙, 以后为磷酸二铵
红油土	中壤	1980~ 1990	1990年 9月	陕西 关中 头道塬	一年两熟 小麦 玉米 轮作	有机肥为腐熟堆肥, 氮肥为尿素, 磷肥为过磷酸钙
黄绵土	砂壤	1982~ 1990	1990年 10月	陕西 延安 安塞	一年两熟 谷子 玉米 两年轮作	有机肥为圈粪, 氮肥为尿素, 磷肥前两年为过磷酸钙, 以后为三料磷肥

2 结果与分析

2 1 长期施肥对土壤腐殖质结合形态的影响

由表 2看出, 土和黄绵土中, 与矿物质结合较紧的紧结态腐殖质含量最多, 其次是松结态腐殖质, 再次是稳结态腐殖质。 土松结态腐殖质含量一般在 1.50~ 5.17g·kg⁻¹范围内, 稳结态腐殖质为 1.40~ 3.92g·kg⁻¹, 紧结态腐殖质为 3.01~ 7.07g·kg⁻¹; 黄绵土松结态腐殖质含量为 1.16~ 2.16g·kg⁻¹, 稳结态腐殖质为 0.93~ 1.37g·kg⁻¹, 紧结态腐殖质为 2.14~ 3.52g·kg⁻¹。

长期施用有机肥或配施化肥区, 与无肥区相比, 均能不同程度地增加耕层土壤松结态、稳结态和紧结态腐殖质含量, 并随施肥量的增加, 其增幅也相应增大。 土松结态腐殖质增长幅度为 15.6%~ 173.5%, 稳结态为 2.7%~ 81.7%紧结态(除 M₇ 和 M₇5N₇₅P₃₀外)为 29.8%~ 113.6%, 黄绵土依次为 45.7%~ 86.2%、16.1%~ 47.7%和 22.9%~ 64.5%。

长期施用化肥, 主要是促进耕层紧结态腐殖质含量的增加, 土的增长幅度为 3.2%~ 25.4%, 黄绵土为 2.8%~ 5.1%。松结态和稳结态腐殖质虽也随化肥用量的增加而呈增长趋势, 但 土少量化肥单施或配施, 尤其是单施, 其松结态和稳结态腐殖质含量反而不如对照高, 因而只有在施用较高量化肥的情况下, 才能同时促进三种形态腐殖质含量的增加。但各种形态的腐殖质所增加的量与有机肥相比均较少。

从表 2还可以看出, 长期施用有机肥或配施化肥, 一般使腐殖质的松/紧比值升高, 而长期施用化肥则使松/紧比值降低, 两种土壤上表现出一致的趋势。说明长期施用有机肥可以在较大程度上增加松结态腐殖质含量, 而施用化肥则在较大程度上增加了紧结态腐殖质的含量。也就是说, 长期施用有机肥, 可以在一定程度上活化土壤腐殖质, 而施用化肥促进土壤腐殖质的老化。

2 2 松结态、稳结态、紧结态腐殖质与土壤主要农化性状间的关系

2 2 1 相关分析 相关分析表明, 松结态、稳结态、紧结态腐殖质与全氮、全磷、碱解氮、速效

磷、 CaCO_3 pH 之间存在着显著或极显著的相关关系。其中松结态腐殖质与速效磷相关程度最高 ($r = 0.9385^*$, $r^2 = 0.8808$, $y = 0.1322 + 0.002x$, $n = 42$), 稳结态腐殖质与全氮相关程度最高 ($r = 0.9252^*$, $r^2 = 0.8562$, $y = -0.0142 + 2.2420x$, $n = 42$), 紧结态腐殖质与全氮相关程度最高 ($r = 0.8901^*$, $r^2 = 0.7923$, $y = 0.015 + 3.8040x$, $n = 42$)。这种密切的关系说明, 各种形态的腐殖质对土壤有效养分的供应和蓄积起着重要的作用。

2.2.2 途径分析 由于一些农化性状在较大程度上是通过其它农化性状与三种形态腐殖质发生间接关系的, 因而, 需要进一步进行途径分析。

途径分析结果表明, 与松结态腐殖质关系最为密切的土壤农化性状主要是碱解氮和速效磷。其中碱解氮与松结态腐殖质之间主要是直接关系, 其次是通过速效磷的间接关系。其途径系数分别为 0.4292 和 0.2964。速效磷与松结态腐殖质之间的关系主要表现为直接关系和通过碱解氮的间接关系, 其途径系数分别为 0.3527 和 0.3607。全氮、全磷、 CaCO_3 pH 均为主要通过碱解氮和速效磷与松结态腐殖质发生关系。

与稳结态腐殖质关系最为密切的农化性状是速效磷与 CaCO_3 。速效磷与稳结态腐殖质之间主要表现为直接关系, 其次是通过全氮的间接关系, 途径系数分别为 0.4046 和 0.2261。 CaCO_3 与稳结态腐殖质之间主要表现为直接关系, 直接途径系数为 -0.3002。全氮、全磷、碱解氮、pH 均主要通过速效磷和 CaCO_3 与稳结态腐殖质发生关系。

与紧结态腐殖质关系最为密切的农化性状是碱解氮和全氮, 其中碱解氮与紧结态腐殖质之间主要是直接关系, 其次是通过全氮的间接关系, 途径系数分别为 0.3007 和 0.2216。全氮与紧结态腐殖质之间的关系主要表现为直接关系和通过碱解氮的间接关系, 途径系数分别为 0.2398 和 0.2773。全磷、速效磷、 CaCO_3 和 pH 主要通过碱解氮和全氮与紧结态腐殖质发生关系。

2.2.3 回归分析 为了把与松结态、稳结态、紧结态腐殖质关系密切的农化指标挑选出来, 而把关系不密切的农化指标剔除掉, 借助于电子计算机, 通过变量的逐步进入和逐步剔除建立最优回归方程如下:

松结态腐殖质: $y = -0.1530 + 1.0504x_1 + 0.0024x_3 + 0.0010x_4 + 0.0127x_5$ ($r^2 = 0.9514$)

稳结态腐殖质: $y = 0.2546 - 0.8583x_1 + 0.0008x_4 - 0.0200x_5$ ($r^2 = 0.9268$)

紧结态腐殖质: $y = 1.6597 + 1.2853x_1 + 1.2286x_2 + 0.0023x_3 - 0.2071x_6$ ($r^2 = 0.8579$)

方程中 $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ 分别代表全氮、全磷、碱解氮、速效磷、 CaCO_3 、pH

由最优回归方程看出, 松结态腐殖质的大小有 95.14% 取决于全氮、碱解氮和速效磷, 稳结态腐殖质的大小有 92.68% 取决于全氮、速效磷和 CaCO_3 , 紧结态腐殖质的大小有 85.79% 取决于全氮、全磷、碱解氮和 pH。方程中各因子对各种形态腐殖质相对贡献的大小, 可以从标准回归系数的大小来判别, 回归系数越大, 贡献率越高。上述回归方程标准化后可变为: 松结态腐殖质, $y = 0.2994x_1 + 0.4413x_3 + 0.3526x_4 + 0.1611x_5$, 稳结态腐殖质, $y = 0.3542x_1 + 0.4168x_4 - 0.3668x_5$, 紧结态腐殖质, $y = 0.3008x_1 + 0.1709x_2 + 0.3434x_3 - 0.2012x_6$, 标准回归系数的大小进一步证明了与松结态腐殖质关系最为密切的农化性状是碱解氮和速效磷, 与稳结态腐殖质关系最为密切的农化性状是速效磷和 CaCO_3 , 与紧结态腐殖质关系最为密切的农化性状是碱解氮和全氮。

3 结论与讨论

土和黄绵土是西北黄土高原上分布较广的两种土壤,它们处于独特的水热生态条件之下,有机物每年进入土壤中的数量、矿质化和腐殖化速率以及腐殖质变化特征等均有异于其它地区,而具有其本身的特色,本研究发现:

土和黄绵土腐殖质以紧结态含量为主,其次是松结态,再次是稳结态。土松结态、稳结态、紧结态腐殖质含量分别为 $1.50 \sim 5.17 \text{ g kg}^{-1}$ 、 $1.40 \sim 3.92 \text{ g kg}^{-1}$ 、 $3.01 \sim 7.07 \text{ g kg}^{-1}$ 。黄绵土分别为 $1.16 \sim 2.16 \text{ g kg}^{-1}$ 、 $0.93 \sim 1.37 \text{ g kg}^{-1}$ 、 $2.14 \sim 3.52 \text{ g kg}^{-1}$ 。

长期施用有机肥或配施化肥,均能促进耕层土壤松结态、稳结态、紧结态腐殖质含量的增加,提高松/紧比值,随着施肥量的增加,各种形态腐殖质的增长幅度也随之增大。长期施用化肥,主要是促进紧结态腐殖质含量的增加,降低松/紧比值。只有在施用较高数量化肥条件下,才能同时促进松结态、稳结态腐殖质含量的增加,说明施用有机肥是培肥地力的有效途径,而长期单施化肥对土壤肥力无积极作用。

通径分析和逐步回归分析表明,与松结态腐殖质关系最为密切的农化性状是碱解氮和速效磷,与稳结态腐殖质关系最为密切的农化性状是速效磷和 CaCO_3 ,与紧结态腐殖质关系最为密切的农化性状是碱解氮和全氮。

参 考 文 献

- 1 傅积平.土壤结合态腐殖质分组测定.土壤通报,1983(2):36~37
- 2 土壤农业化学学会主编.土壤农化常规分析法.北京:科学出版社,1984
- 3 杨秀华,黄玉俊.不同培肥措施下黄潮土肥力定位研究.土壤学报,1990,27(2):186~194

Humus Combined Forms and Their Relationships with Fertility under Long-term Fertilization on Lou Soil and Yellow Loamy Soil

Zhang Fushen

(Soil and Fertilizer Institute Henan Academy of Agricultural Sciences Zhengzhou 450002)

Ma Aixia

(Zhengzhou People's Park)

Hu Dingyu

(North-western Agricultural University)

Abstract The humus combined forms of lou soil and yellow loamy soil under long-term application of chemical and organic fertilizers were systematically studied through four fertilizer ex-

periments The results show ed that long-term application of organic manure or that combined with chemical fertilizer could increase the contents of loosely combined humus stably combined humus and tightly combined humus and the ratio of loosely combined humus to tightly combined humus was increased Under the condiation of long-term application of chemical fertilizer, the tightly combined humus was increased and the ratio of loosely combined humus to tightly combined humus was decreased

By means of path coefficient analysis and step regression analysis it indicated that the loosely combined humus was closely related to soil hydrolytic N and available P, the stably combined humus was closely related to soil available P and CaCO_3 , and the tightly combined humus was closely related to hydrolytic N and to talN.

Key words Fertilization; Lou soil Yellow loamy soil Humus combined forms