

土地利用方式对土壤团聚体及微团聚体的影响

刘梦云¹, 常庆瑞¹, 安韶山², 郑顺安¹

¹西北农林科技大学资源环境学院, 陕西杨凌 712100;

²中国科学院水利部 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西杨凌 712100)

摘要:在宁夏固原上黄试验区,对灌木林地、农地、天然草地、果园和人工草地5种土壤的团粒结构和微团聚体结构进行了分析,探讨了土地利用方式对土壤结构性质的影响。结果表明:土壤团聚体总量:天然草地>灌木林地>果园>农地>人工草地;对于不同的用地类型,灌木林地及天然草地有利于形成大粒径的团聚体颗粒,而农地、果园和人工草地形成的团聚体颗粒粒径较小。土壤微团聚体:灌木林地和草地土壤1~0.01mm微团聚体含量较高,果园偏低;灌木林地和草地对于土壤微结构的形成有促进作用;果园表层土壤的微结构水稳性最差,灌木林地和人工草地最好。

关键词:宁夏固原;土地利用方式;团聚体;微团聚体

Features of Soil Aggregate and Tiny Aggregate under Different Land Use

Liu Mengyun¹, Chang Qingrui¹, An Shaoshan², Zheng Shun'an¹

¹Northwest University of Agriculture and Forestry, Yangling Shaanxi 712100;

²Institute of Soil and Water Conservation, CAS & MWR, Yangling Shaanxi 712100)

Abstract: In Shanghuang NingXia Guyuan experimental region bush forestland, farmland, natural meadow, orchard and artificial meadow had been researched in this paper. The properties of soil aggregates and tiny aggregates under different usage modes had been researched. The results were shown: soil total aggregates was shown as natural meadow > bush forest land > orchard > farmland > artificial meadow; to different lands usage types, bush forest land and natural meadow had promote function to the development of larger particle diameter aggregates, but farmland, orchard and artificial meadow had the function to the smaller ones. Soil tiny aggregates was shown as higher content of 1~0.01mm tiny aggregates in bush forest land, artificial meadow and natural meadow, but orchard was lower comparatively; bush forest land and meadow had enhancing function to the formation of soil tiny structure; tiny structure for water stability of orchard was worst, but bush forest land and artificial meadow were best.

Key words: Shanghuang NingXia Guyuan, Land usage modes, Soil aggregates, Soil tiny aggregates, The better usage modes

土壤团聚体即土壤结构,是指土壤所含的大小不同、形状不一、有不同孔隙度和机械稳定性和水稳性的团聚体总合。它是由胶体的凝聚、胶结和粘结而相互联接的土壤原生颗粒组成的。团聚体可分为水稳性和非水稳性两种,各土样之间风干团聚体的差异不大,而水稳性团聚体有较大变化,因此各级水稳性团聚体的比例应能较好地反映土壤团聚体的质量^[1]。土壤团粒结构状况是鉴定土壤肥力的指标之一。土

壤微团聚体的测定,有助于了解土壤中由原生颗粒所形成的微团聚体在浸水状况下的结构性能和分散强度,这对于评价土壤的农业利用有很大意义。

对不同利用方式下红壤团粒结构特征已有报道^[2],但关于黄土丘陵区土壤团粒变化的研究则很少。为了全面了解黄土丘陵生境退化与恢复的关键环节与过程,必须研究不同利用方式对土壤水稳定性团聚体形成机理的影响,以便为其土壤资源的合理利用

基金项目:教育部重点科技项目(03157);西北农林科技大学校科研专项基金(04ZM100)。第一作者简介:刘梦云,女,1973年出生,讲师,陕西蒲城人,在读博士生,主要从事土地资源与地理信息系统研究。通信地址:712100 陕西杨凌 西北农林科技大学资源环境学院农科院校区。E-mail: pipishishi@yahoo.com.cn。收稿日期:2005-07-01,修回日期:2005-07-11。

及结构的调控管理提供依据。

1 研究区域自然概况与研究方法

研究区位于宁夏固原上黄, 地处 106°26'~106°30', 北纬 35°59'~36°3', 海拔 1534.3~1822m, 年均气温 6.9℃, 年降雨量 420mm, 属半干旱中温带向暖温过渡季风气候。其地形由小川河分为两部分, 东部为梁状丘陵, 地形起伏较大; 西部自东向西依次为川台地、坪地和梁地, 较为开阔。研究区土壤类型为黑垆土和黄绵土。覆被类型为灌木林地、农地、天然草地、人工草地和果园, 其中主要植物种类有: 柠条、山桃、山杏、百里香、梭草、蔴蒿、长芒草、苜蓿、小麦、玉米、荞麦等。

供试材料依据不同土地利用现状——果园、人工草地、天然草地、灌木林及农地五种类型, 选取典型地块设置土壤剖面 15 个, 各剖面均按发生层次分层采集土壤样品。田间采集的原状土样经室内风干后, 用机械

筛分法分别测定 >5mm, 5~2mm, 2~1mm, 1~0.5mm, 0.5~0.25mm 的各级水稳定性团聚体含量; 土壤微团聚体测定首先用物理处理(振荡)分散样品, 然后根据不同直径微团聚体的沉降时间不同, 将悬液分级吸取 >0.25mm、0.25~0.05mm、0.05~0.02mm、0.02~0.01mm、0.01~0.005mm 及 0.005~0.002mm 五个粒级范围。

2 结果与讨论

2.1 不同土地利用方式土壤团聚体组成 团粒结构是土壤肥力的中心调节器, 影响着土壤的空隙性、持水性、通透性和抗蚀性。大量的研究还表明, 任何土壤的退化首先将表现出团粒结构的破坏与消失。团聚体百分比是决定土壤侵蚀、压实、板结等物理过程速度和幅度的关键指标之一, 了解不同土地利用方式和土壤管理方式的物理过程和物理性质之间的相互关系对建立其因果关系是相当重要的^[3]。

由表 1 可以看出, 土地利用方式对土壤团聚体的

表 1 不同土地利用类型土壤团聚体特征

用地类型	深度 (cm)	>5mm		5~2mm		2~1mm		1~0.5mm		0.5~0.25mm		团聚体总量	
		平均 (g/kg)	变异系数	平均 (g/kg)	变异系数	平均 (g/kg)	变异系数	平均 (g/kg)	变异系数	平均 (g/kg)	变异系数	平均 (g/kg)	变异系数
灌木林地	0~20	98.52±138.18	1.40	76.56±85.71	1.12	29.56±23.10	0.78	42.96±20.88	0.49	51.82±15.35	0.30	299.42±184.63	0.62
	20~40	4.72±5.85	1.24	50.62±60.63	1.20	51.14±30.51	0.60	62.09±5.30	0.09	49.19±18.19	0.37	217.76±98.58	0.45
农地	0~20	13.42±21.91	1.63	21.59±28.24	1.31	23.49±17.67	0.75	40.74±13.98	0.34	59.88±10.85	0.18	159.11±75.09	0.47
	20~40	4.00±4.62	1.15	31.77±39.74	1.25	35.78±19.53	0.55	102.14±25.98	0.25	83.39±30.64	0.37	257.09±38.01	0.15
天然草地	0~20	213.30±173.80	0.81	77.16±6.15	0.08	59.71±16.84	0.28	63.50±43.99	0.69	57.96±35.72	0.62	471.63±71.10	0.15
	20~40	24.29±32.09	1.32	35.37±8.27	0.23	31.20±9.18	0.29	66.17±34.34	0.52	55.80±19.54	0.35	212.84±20.86	0.10
果园	0~20	0.00±0.00	0.00	43.27±52.39	1.21	32.95±38.98	1.18	41.87±29.51	0.70	53.18±39.28	0.74	171.27±114.19	0.67
	20~40	6.03±10.45	1.73	7.57±8.87	1.17	16.23±13.49	0.83	21.69±18.95	0.87	74.36±45.62	0.61	125.88±60.40	0.48
人工草地	0~20	3.20		16.30		19.80		32.40		59.50		131.20	
	20~40	0.00		9.60		17.50		50.62		58.12		135.85	

注: CV 为变异系数

形成有较大影响, 不仅影响到土壤表层团聚体的组成、数量及质量, 而且对表层以下不同深度的土壤团聚体特征也有较大影响^[3]。①天然草地中 >5mm 团聚体含量远高于其它用地类型, 其次为灌木林地, 果园和人工草地最小, 五种土地利用方式的变异系数均很大而且相互间相差也大。②表层 5~2mm 团聚体变化为天然草地 > 灌木林地 > 果园 > 农地 > 人工草地, 其变异系数农地最大, 果园次之, 天然草地最小; 20~40cm 天然草地和灌木林地含量较高, 果园最少, 其变异系数农地、灌木林地和果园较大, 天然草地变异性很小。③表层 2~1mm 团聚体变化为天然草地 > 果园 > 灌木林地 > 农地 > 人工草地, 而 20~40cm 则灌木林地 > 农地 > 天然草地 > 人工草地 > 果园; 其变异系数变化为果园 > 灌木林地 > 农地 > 天然草地。④对于 1~0.5mm 的团聚体, 0~20cm 表层土壤变化为天然草地 > 灌木林地 > 农地 > 果园 > 人工草地, 其变异系数变化为果园 > 天然草地 > 灌木林地

> 农地; 20~40cm 则为农地 > 天然草地 > 灌木林地 > 人工草地 > 果园, 其变异系数变化为果园 > 天然草地 > 农地 > 灌木林地。⑤而 0.5~0.25mm 粒级的团聚体, 表层 0~20cm 各利用方式含量相差不多, 而表下层农地和果园含量较高, 其它利用方式含量较低; 表层变异系数变化为果园 > 天然草地 > 灌木林地 > 农地, 表下层果园变异系数较大, 农地、天然草地和灌木林地变异性相同。⑥>0.25mm 的土壤团聚体总含量为: 表层天然草地 > 灌木林地 > 果园 > 农地 > 人工草地, 其变异系数变化为果园 > 灌木林地 > 农地 >> 天然草地, 其中前三者变异系数相差不多; 表下层为农地 > 灌木林地 = 天然草地 > 人工草地 > 果园, 变异系数变化为果园 = 灌木林地 > 农地 > 天然草地。总的来说, 从同一土地利用方式来看, 灌木林地因植被恢复年限不同差异较大, 而天然草地则较小, 但二者均对土壤团聚体的形成有良好的促进作用, 也不难看出, 灌木林地随种植年限延长团聚体总量

趋于增加。

另外,不同的土地利用方式,土壤团聚体各粒级的组成比例存在很大差异:灌木林地表层 >5mm 团聚体占到几乎 1/3,>2mm 占到一半以上,而 20~40cm,1~0.25mm 的团聚体的比例过半;农地 >5mm 有 1/5,1~0.25mm 占多数,20~40cm 则主要为 1~0.25mm 的团聚体;人工草地的表层 5~2mm 与 1~0.5mm 团聚体差别不大,>5mm 稍少一些,0.5~0.25mm 含量最多,20~40cm 则 1~0.25mm 团聚体达近 80%,而 >5mm 的团聚体很少;而果园的表层没有 >5mm 粒级的团聚体,其它粒级的含量百分比则相差不多,20~40cm 的团聚体主要为 0.5~0.25mm 粒级;天然草地表层 >5mm 团聚体占多数,表下层则各粒级相差不多。说明灌木林地及天然草地有利于形成大粒径的团聚体颗粒,而农地、果园和人工草地形成的团聚体颗粒粒径较小。

2.2 不同土地利用方式土壤团聚体的剖面变化特征
从表 1 和表 2 可看出,在垂直剖面上,各种土地利用方式不同粒级的团聚体的变化不一致。对于 >5mm 的团聚体来说,除果园外,其它土地利用方式均表层远高于表下层;5~2mm 则 5 种土地利用方式除农地外均表层高于表下层;2~1mm 的团聚体人工草地、果园及天然草地表层高于表下层,而农地和灌木林地表层低于表下层;1~0.5mm 除果园外其它均表层低于表下层;0.5~0.25mm 果园、天然草地和农地表层低于表下层,其它则表层高于表下层;团聚体总量则农地表层低于表下层,人工草地上下基本一致,其余则表层高于下层,即农地表下层孔隙性、持水性、通透性和抗蚀性大于表层,而其它土地利用方式则表层的这些性能要好于表下层,既说明农地在这些性能上趋于退化,也表明长期作为农地不利于土壤团聚

体形成,而灌木林地、天然草地和果园促进土壤团聚体的形成。

2.3 不同土地利用方式土壤微团聚体变化特征
如表 2 所示,利用方式和利用年限对土壤微团聚体的形成影响较大,且对土壤表层及表下层微团聚体的组成和质量均有较大的影响。①表层土壤 1~0.25mm 粒级的微团聚体含量天然草地和灌木林地较高,农地和果园较低,各用地类型内部表层变化幅度为农地 > 灌木林地 > 天然草地 > 果园;而表下层天然草地和农地含量较高,果园最低,其变化幅度灌木林地最大,农地次之,天然草地最小。②人工草地、灌木林地和果园表层土壤 0.25~0.05mm 微团聚体质量分数大致相同,农地较低,20~40cm 的土壤该粒级数量则人工草地和灌木林地含量较高,果园较低;果园表层变化幅度较大,农地则表下层较大,灌木林地各土样之间差异不明显。③表层土壤 0.05~0.02mm 微团聚体变化为灌木林地 > 农地 > 果园 > 天然草地 = 人工草地,其变化幅度变化为果园 > 农地 > 天然草地 > 灌木林地;20~40cm 则果园 > 灌木林地 > 农地 > 天然草地 > 人工草地,各土地利用类型间数量差异不大,其变化幅度变化为灌木林地 > 农地 > 天然草地 > 果园。④人工草地和农地 0.02~0.01mm 微团聚体含量较高,灌木林地较低,变化幅度表层果园最大,农地最小,表下层天然草地最大,果园最小。⑤表层土壤 0.01~0.005mm 微团聚体变化为灌木林地 > 天然草地 = 果园 > 农地 > 人工草地,变化幅度果园 > 天然草地 > 灌木林地 > 农地,20~40cm 为果园 > 农地 > 天然草地 > 灌木林地 = 人工草地,其变化幅度变化为天然草地 > 灌木林地 > 农地 > 果园。总体来说,灌木林地、人工草地和天然草地土壤 1~0.01mm 微团聚体含量偏高,果园偏低,将土壤剖面上下综合起来看

表 2 不同土地利用类型土壤微团聚体特征

用地类型	深度 (cm)	1~0.25mm	0.25~0.05mm	0.05~0.02mm	0.02~0.01mm	0.01~0.005mm	0.005~0.002mm	<0.002mm	分散系数
		平均(g/kg)	平均(g/kg)	平均(g/kg)	平均(g/kg)	平均(g/kg)	平均(g/kg)	平均(g/kg)	平均
灌木林地	0~20	56.69±36.80	236.98±36.15	481.63±34.71	83.48±38.59	80.51±29.80	30.36±10.49	30.35±22.35	17.27±12.49
	20~40	47.37±39.34	279.62±65.13	470.28±51.53	110.33±19.52	41.90±31.83	23.70±8.72	26.81±14.92	16.63±10.25
农地	0~20	33.77±25.93	186.93±40.25	465.93±45.87	155.83±28.24	70.53±20.85	56.14±10.86	30.87±16.35	16.32±8.11
	20~40	49.74±33.75	212.92±86.10	448.49±48.20	161.47±59.26	61.06±43.38	17.53±11.07	48.79±11.35	23.52±6.45
天然草地	0~20	62.16±31.00	226.38±97.36	430.53±42.47	148.86±62.65	74.90±38.47	24.00±20.99	33.17±2.75	19.60±6.04
	20~40	70.44±35.61	268.65±93.86	431.36±30.23	113.04±48.25	49.25±66.27	32.68±26.00	34.59±6.28	19.25±1.97
果园	0~20	15.72±7.54	235.92±111.15	454.58±148.74	114.16±71.09	75.00±48.00	45.06±20.05	59.56±7.40	37.24±4.08
	20~40	8.08±4.20	196.74±46.95	493.28±30.20	159.29±2.65	79.67±25.64	28.80±21.80	34.16±20.31	18.92±11.04
人工草地	0~20	38.99	239.43	433.64	163.32	25.94	87.74	10.94	7.89
	20~40	28.95	368.64	316.34	155.22	42.26	68.87	19.71	12.88

注: CV 为变异系数

天然草地变化幅度最大,灌木林地次之,说明灌木林地和草地对于土壤微结构的形成有促进作用。另外,由各用地类型分散系数的数量及其变化状况可看

出,果园表层土壤的微结构水稳性最差,灌木林地和人工草地最好,农地表下层土壤的微结构水稳性最差,灌木林地和人工草地最好。从分散系数的大小及

差异性可以得出灌木林地和人工草地对于土壤微结构的改善、提高土壤结构性能效果明显。

在剖面上,各种用地类型不同粒级的水稳性微结构的数量变化上下并不一致。对于1~0.25mm的微团聚体来说,除农地和天然草地外,其它土地利用方式均表层高于表下层;0.25~0.05mm的微结构体数量果园表层高于表下层,其它则表层低于表下层;0.05~0.02mm则果园表层低于表下层,灌木林地、农地及人工草地表层高于表下层,天然草地则上下变化不大;0.02~0.01mm的则天然草地和人工草地表层高于表下层,其它3种土地利用方式表层低于表下层。由各用地类型剖面变化看,人工草地对土壤微结构形成起促进作用,能有效改善土壤微结构。

2.4 影响土壤微团聚体的因素

2.4.1 影响土壤团聚体的因素 李阳兵等认为有机质对于水稳定团聚体的影响大于粘粒的影响^[1];章明奎等认为水稳定性团聚体含量主要与有机质含量有关^[2];李小刚研究得出粘粒是干旱地区土壤结构形成最重要的胶结物质,碳酸钙对于湿筛团聚体稳定性的影响小于有机质的影响^[3];姚贤良等认为红壤的结构稳定性主要取决于粘粒的粘结和三氧化物的胶结,且无机胶结物形成的团聚体稳定性由南往北逐渐减弱^[4]。

团聚体总数量主要受全氮、阳离子交换量、脲酶及碱性磷酸酶影响^[5,6]。>5mm 粒级团聚体数量主要受脲酶和碱性磷酸酶影响;5~2mm 粒级团聚体数量主要受速效氮、全氮、阳离子交换量、脲酶及碱性磷酸酶影响;2~1mm 受阳离子交换量和碱性磷酸酶影响。这说明土壤团聚体主要与酶活性和氮素含量有关。土壤团聚体数量及结构与土壤生物酶活性之间存在着互惠互利的关系,良好的土壤结构体可促进微生物的活动,增加速效养分含量,反过来,活跃的生物酶既可增加土壤速效养分、有机质及阳离子交换量含量,也可改善土壤团聚体的数量和结构。

2.4.2 影响土壤微团聚体的因素 影响土壤微团聚体的因素很多,主要有速效氮、速效磷、速效钾、有机质、蔗糖酶、脲酶及碱性磷酸酶^[7]。具体来说,1~0.25mm 微团聚体形成受脲酶与碱性磷酸酶影响很大,因其活性增强而数量增加,也随阳离子交换量和速效氮含量的增加而增加,而速效磷含量的增多对其形成会起抑制作用;速效磷对0.05~0.02mm 微团聚体数量起抑制作用;阳离子交换量和碱性磷酸酶则抑制0.02~0.01mm 微团聚体形成;0.01~0.005mm 微团聚体数量受速效磷、速效钾及有机质影响较大,因其含量的增多而增

多;0.005~0.002mm 微团聚体数量会受速效磷、速效钾及蔗糖酶影响,速效磷和速效钾含量增多,蔗糖酶活性增强均会促进该粒级团聚体的形成;土壤速效磷含量越多越易导致分散系数升高。

3 小结

3.1 在团聚体的各粒级间,各土样相差最为悬殊的为>5mm 粒级的团聚体含量,其次为5~2mm 粒级的团聚体,再次为2~1mm 粒级的团聚体,相差最少的则是0.5~0.25mm 团聚体含量。>0.25mm 的土壤团聚体总含量为:表层天然草地>灌木林地>果园>农地>人工草地,其变异系数变化为果园>灌木林地>农地>>天然草地,前三个相差不大,表下层为农地>灌木林地=天然草地>人工草地>果园,其变异系数变化为果园>灌木林地>农地>>天然草地。

3.2 不同的土地利用方式,土壤团聚体各粒级的组成比例存在很大差异;在剖面层次上,各种土地利用方式不同粒级的团聚体的变化也不一致。

3.3 灌木林地、人工草地和天然草地土壤1~0.01mm 微团聚体含量偏高,将上下综合起来看天然草地变异性最大,灌木林地次之。

3.4 由各利用方式分散系数的大小及差异性可以看出,表层果园的微结构的水稳性最差,灌木林地和人工草地最好,表下层农地的微结构的水稳性最差,灌木林地和人工草地最好。灌木林地和人工草地对于土壤微结构的改善、提高土壤结构性能效果明显。在剖面变化上,各种土地利用类型在土壤不同粒级的水稳性微结构的变化不一致。

3.5 团聚体总量主要受全氮、阳离子交换量、脲酶及碱性磷酸酶影响,而不同的粒级受约束的因素不同,综合起来有脲酶和碱性磷酸、速效氮、全氮及阳离子交换量。土壤微团聚体的影响因素很多,主要有速效氮、速效磷、速效钾、有机质、蔗糖酶、脲酶及碱性磷酸酶。

参考文献

- 1 李阳兵,谢德体.不同土地利用方式对岩溶山地土壤团粒结构的影响[J].水土保持学报,2001,15(4):122-125
- 2 章明奎.利用方式对红壤水稳性团聚体形成的影响[J].土壤学报,1997,34(4):359-366
- 3 李小刚.甘肃景电灌区土壤团聚体特征研究[J].土壤学报,2000,37(2):263-270
- 4 姚贤良,许绣云,于德芬.不同利用方式下红壤结构的形成[J].土壤学报,1990,27(1):25-33
- 5 吴承祯.不同经营模式土壤团粒结构的分形特征研究[J].土壤学报,1999,36(2):162-167
- 6 Rattan Lal. Physical management of soils of the tropics: priorities for the 21st century[J]. Soil Science, 2000,165:191-202