

黄土丘陵区不同土地利用方式对土壤微生物量碳氮磷的影响

蒋跃利¹, 赵彤¹, 闫浩¹, 黄懿梅^{1,2}, 安韶山²

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院 农业部西北植物营养与农业环境重点实验室, 陕西 杨陵 712100;

2. 西北农林科技大学 水土保持研究所 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 为探讨植被区与土地利用方式对土壤微生物量的影响, 在陕西省延河流域森林区、森林草原区和草原区采集 5 种土地利用方式下的土壤剖面样品(0—10 cm, 10—30 cm), 并对其微生物量碳(SMBC)、微生物量氮(SMBN)和微生物量磷(SMBP)及土壤理化性质进行了分析。结果表明, 微生物量磷的含量在 3 个植被区中均是在农地、撂荒地中相对较高, 微生物量碳、氮在森林区表现为: 乔木林地 > 农地; 在森林草原区表现为: 灌木林地 > 天然草地 > 乔木林地 > 农地 > 撂荒地; 在草原区表现为: 天然草地 > 乔木林地 > 灌木林地 > 农地 > 撂荒地。相同土地利用方式下, 土壤养分和微生物量在森林区最高, 森林草原区次之, 草原区最低。相关分析表明, 微生物量碳、氮、磷、代谢熵、微生物量碳氮比与土壤养分相关性极为密切。因此, 土壤微生物量能够作为评价土壤质量的生物学指标。不同植被区不同土地利用方式对土壤质量的改善作用不同, 林地和天然草地作用效果好, 对土壤微生物量的提高有明显的促进作用。

关键词: 植被区; 土地利用; 土壤微生物量碳氮磷

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)06-0062-07

中图分类号: S154.36

Effect of Different Land Uses on Soil Microbial Biomass Carbon, Nitrogen and Phosphorus in Three Vegetation Zones on Loess Hilly Area

JIANG Yue-li¹, ZHAO Tong¹, YAN Hao¹, HUANG Yi-mei^{1,2}, AN Shao-shan²

(1. Key Laboratory of Plant Nutrition and the Agri-environment in Northwest China,

Ministry of Agriculture, College of Resource and Environmental Science, Northwest

A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. State Key Laboratory of Soil Erosion and

Dry Land Farming on Loess Plateau, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In order to explore the effect of land use changes on soil microbial biomass, five different kinds of land use sites were selected from forest zone, forest-steppe zone and steppe zone separately on the loess hilly area of Yanhe valley in Shaanxi Province. Soil microbial biomass carbon(SMBC), microbial biomass nitrogen(SMBN) and microbial biomass phosphorus(SMBP) contents were studied with soil of 0—10 cm and 10—30 cm layers in each site. The results indicated that SMBP content in abandoned land and agricultural land was higher than others. In forest zone, SMBC and SMBN contents in the woodland were significantly higher than those of agricultural land. In forest-steppe zone, the contents of SMBC and SMBN were reduced in the order as follows: shrub land, grassland, forest land, agricultural land and abandoned land. In steppe zone, the contents of SMBC and SMBN reduced in the order as follows: grassland, forest land, shrub land, agricultural land, abandoned land. In the same land use, soil nutrient and microbial biomass were highest in forest zone. Correlation analysis showed that soil microbial biomass carbon, nitrogen, phosphorus, metabolic quotient and biomass carbon nitrogen ratio had significantly relationship with soil nutrient. Obviously, soil microbial biomass can be used as biological indicators to evaluate soil quality. Different land uses had different impact on soil quality.

Keywords: vegetation zones; land uses; soil microbial biomass carbon, nitrogen and phosphorus

收稿日期: 2013-05-06

修回日期: 2013-05-28

资助项目: 国家自然科学基金重点项目“黄土丘陵区土壤侵蚀对植被恢复过程的干扰与植物的抗侵蚀特性研究”(41030532); 国家自然科学基金基金项目(41101254); 西北农林科技大学基本科研业务专项(QN2011020)

作者简介: 蒋跃利(1988—), 女(汉族), 甘肃省甘谷县人, 硕士研究生, 研究方向为环境生态工程。E-mail: shuijinglongxiang@163.com。

通信作者: 黄懿梅(1971—), 女(汉族), 四川省大竹县人, 博士, 副教授, 主要研究方向为固体废物资源化处理及环境生态工程。E-mail: ym-huang1971@163.com。

黄土高原是我国乃至世界上水土流失最严重的地区,由于水土流失带来的土地退化问题已成为困扰黄土高原社会经济可持续发展的主要问题之一。因此,自从20世纪50年代以来,我国政府在黄土丘陵区实施了大面积的退耕还林(草)工程。退耕还林(草)可通过土壤—植物复合系统的功能改善提高土壤质量。其中土壤微生物量是表征土壤生态系统中物质和能量流动的一个重要参数,是土壤中物质转化和养分循环的驱动力。而且,微生物量周转快,能灵敏地反映环境因子、土地利用方式和生态功能的变化。因此,土壤微生物量可作为评价土壤质量的重要指标之一^[1-2]。一些研究者^[3-5]已就黄土高原地区不同植被及不同土地利用方式下土壤微生物量碳、氮、磷的含量开展了一些研究。但由于黄土高原地区生态系统复杂、土壤类型多样,而且影响微生物量碳、氮、磷的因素较多,使得人们尚未充分了解该地区土壤微生物量碳、氮、磷的变化规律,以及它们在反映植被区变化和土地利用方式变化上的敏感性。因此,本研究以典型黄土丘陵区——延河流域土壤为研究对象,探讨不同植被区中几种主要土地利用方式下土壤微生物量含量及其相互关系,以期了解在黄土丘陵区植被演替过程中土壤微生物活性的变化规律,为黄土高原地区的生态恢复提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

选择黄土高原典型丘陵沟壑地貌—延河流域的万花山乡(森林区)、谭家营(森林草原区)、镰刀湾(草原区)为研究区域,地理位置为 $36^{\circ}29.087'$ — $37^{\circ}11.724'N$ 和 $108^{\circ}59.580'$ — $109^{\circ}16.580'E$,面积达 $7\,725\text{ km}^2$ 。该流域属暖温带大陆性半干旱季节气候,年平均气温 $8.8\sim 10.2\text{ }^{\circ}\text{C}$,平均降雨量 520 mm ,其中7—9月份降雨量占全年降雨量的60%以上。土壤类型以黄土母质上发育的黄绵土为主,土壤质地均一,土质疏松,抗侵蚀能力差,植被覆盖空间从东南向西北降低。

1.2 样地选择和土样采集

根据当地土地利用方式和植被分布特点,分别在森林区选取农地、乔木林地,森林草原区和草原区选取农地、乔木林地、灌木林地、天然草地、撂荒地作为研究对象,其地理与植被情况详见表1。

2011年7月,在每个样地中森林按 $20\text{ m}\times 20\text{ m}$,灌木按 $10\text{ m}\times 10\text{ m}$,草地按 $5\text{ m}\times 5\text{ m}$ 分别设置3个样区,每个样区按S形选取6点,每点采集0—10 cm和10—30 cm土层土壤样品,将两层的6点土样分别混匀作为该样区的分析样品。

表1 试验样地概况

植被区	土地利用类型	优势物种及盖度	盖度/%	海拔/m	坡度/ $(^{\circ})$	坡位	坡向
森林区	农地	小豆、黄豆、玉米	50	1 262.2	21	坡中部	W
	林地	辽东栎、刺槐	52	1 351.1	25	坡中部	WN51 $^{\circ}$
森林草原区	乔木林地	刺槐	54	1 301.0	25	中部	WN62 $^{\circ}$
	灌木林地	柠条	45	1 305.0	29	上部	W
	农地	谷子、马铃薯	50	1 250.0	22	梁卯中部	W
	天然草地	白羊草	50	1 230.0	30	中上坡	W
	撂荒地	鹅观草、赖草	35	1 377.5	26	卯中上坡	WN37 $^{\circ}$
	乔木林地	小叶杨	42	1 318.0	29	坡下	WN48 $^{\circ}$
草原区	灌木林地	沙棘	39	1 353.0	30	中部	W
	农地	马铃薯	45	1 251.0	20	坡下	WN25 $^{\circ}$
	天然草地	铁杆蒿、芨蒿	48	1 398.5	24	梁坡中部	WN37 $^{\circ}$
	撂荒地	芦苇、阿尔泰狗娃花、大针茅等	38	1 424.3	37	坡下	W

注:表中主要植物学名为:辽东栎(*Quercus liaotungensis* Koidz), 柠条(*Caragana korshinskii*), 刺槐(*Robinia pseudoacacia*), 芨蒿(*Artemisia giraldii*), 狗娃花(*Heteropappus hispidus*), 铁杆蒿(*Artemisia gmelinii*), 赖草(*Leymusscalinus*), 小叶杨(*Populussimonii* Carr.), 鹅观草(*Roegneria kamoji*), 白羊草(*Gramineae*), 沙棘(*Hippophae rhamnoides* Linn.), 大针茅(*Stipa grandis*), 芦苇(*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud)。

1.3 土样测定指标及其分析方法

土样采回后,一部分置于冰箱(约 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$)内,用于测定土壤水分、铵态氮、硝态氮、微生物量碳、氮、磷,一周内完成鲜样分析;另一部分风干,用于常规分析。

土壤微生物量碳、氮采用氯仿熏蒸, K_2SO_4 浸提^[6],微生物量碳用总有机碳分析仪(Phoenix 8000)测定,微生物量氮用碱性过硫酸钾氧化—紫外分光光度法^[7]测定。微生物量磷用钼锑抗比色法测定^[8]。其它养

分测定方法参照国家标准^[9];有机质采用重铬酸钾容量法—外加热法;全氮采用半微量开氏法;矿质氮采用氯化钾浸提,流动分析仪测定。数据为 3 个样区土壤测定结果的平均值,以烘干土壤计重,采用 SAS 和 Excel 软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同植被区土地利用方式对土壤碳、氮的影响

如表 2 所示,0—10 cm 土层,森林区,森林草原区

有机碳、全氮、铵态氮、硝态氮含量均表现为乔木林地最高。草原区则是在天然草地中最高。就相同土地利用方式来看,农地、乔木林地中全氮、铵态氮、硝态氮含量均是森林区显著高于森林草原区和草原区。灌木林地、天然草地、撂荒地森林草原区显著高于草原区。10—30 cm 土层表现出相似的变化规律。土壤碳氮比决定着土壤氮素矿化—微生物固定转化能力。森林区土壤碳氮比的变化范围为 13~25,森林草原区 26~53,草原区 25~41。

表 2 试验样地土壤碳氮含量

植被区	利用方式	土层深度/cm	有机碳/ (g · kg ⁻¹)	全氮/ (g · kg ⁻¹)	碳氮比 C/N	铵态氮/ (mg · kg ⁻¹)	硝态氮/ (mg · kg ⁻¹)
森林区	农地	0—10	15.20±2.30A	0.75±0.13A	20.10	6.30±0.34A	5.60±0.26A
		10—30	13.2±1.16A	0.48±0.08A	21.42	4.94±0.53A	3.70±0.28A
	乔木林地	0—10	20.94±7.40A	1.51±0.54B	13.85	7.45±2.76A	10.00±4.20A
		10—30	15.49±5.94A	0.59±0.23A	24.95	5.53±0.77A	3.85±1.56A
森林草原区	农地	0—10	14.45±3.16AB	0.42±0.12B	34.40	4.85±1.36B	1.63±0.34B
		10—30	10.16±3.29A	0.33±0.06AB	30.33	4.02±1.65B	1.61±0.64B
	乔木林地	0—10	17.88±3.62B	0.62±0.14A	28.84	5.99±1.60B	2.93±0.94B
		10—30	13.20±1.95AB	0.55±0.09A	23.91	3.91±2.41B	2.71±0.71AB
	灌木林地	0—10	17.64±1.28A	0.65±0.21A	27.01	5.92±0.64A	1.98±0.43B
		10—30	14.05±2.13A	0.39±0.11B	35.30	5.48±0.93A	1.23±0.32B
	天然草地	0—10	15.73±3.14A	0.59±0.08A	26.35	5.82±0.84A	1.49±0.23A
		10—30	12.34±2.65A	0.33±0.08A	36.73	4.83±0.58A	1.10±0.16A
	撂荒地	0—10	13.43±0.22A	0.34±0.01A	39.00	3.83±1.39A	2.69±0.50A
		10—30	12.91±0.03A	0.24±0.06A	53.35	2.14±0.85A	2.39±0.45A
草原区	农地	0—10	13.26±1.93B	0.32±0.05B	40.80	4.26±0.95B	1.36±0.62B
		10—30	9.67±2.12B	0.31±0.07AB	31.70	3.39±0.53B	1.18±0.58B
	乔木林地	0—10	15.02±2.31B	0.51±0.09A	29.51	4.97±0.42BC	2.72±0.67B
		10—30	12.81±1.83AB	0.40±0.64B	32.03	3.90±0.32B	1.02±0.21B
	灌木林地	0—10	15.30±0.32AB	0.48±0.17AB	32.08	5.26±0.98A	3.10±1.37BA
		10—30	13.82±0.95A	0.38±0.27B	36.46	5.14±0.51A	1.91±0.32BA
	天然草地	0—10	16.31±1.42A	0.74±0.10B	25.95	6.61±0.59A	4.58±0.70A
		10—30	15.79±0.19B	0.42±0.04AB	37.68	6.06±1.51B	3.17±0.86A
	撂荒地	0—10	14.29±2.88A	0.42±0.03AB	33.86	5.69±0.11AB	2.16±0.71B
		10—30	9.73±1.78B	0.26±0.06A	38.00	5.26±0.74B	1.65±1.16AB

注:同列不同字母表示相同土地利用方式下不同植被区土壤养分差异显著($p < 0.05$)。

2.2 不同植被区各土地利用方式土壤中微生物量碳的差异

如图 1 所示,微生物量碳在森林区两土层中均是乔木林地显著高于农地;森林草原区两土层表现为:灌木林地>天然草地>乔木林地>农地>撂荒地,且 0—10 cm 土层,乔木林地、天然草地、灌木林地中微生物量碳的含量比撂荒地分别高出 86.29%, 116.44%, 142.62%, 10—30 cm 土层分别高出 59.79%, 94.48% 和 205.53%;草原区两土层中,天然草地>乔木林地>灌木林地>农地>撂荒地,其中

10—30 cm 土层天然草地、乔木林地微生物量碳的含量显著高于撂荒地,分别高出 71.86%, 69.79%。相同土地利用方式下,0—10 cm 土层,森林区微生物量碳的含量显著高于森林草原区和草原区,森林草原区显著高于草原区。10—30 cm 土层表现出相同的变化规律。

2.3 不同植被区各土地利用方式土壤中微生物量氮的差异

从图 2 中可以看出,微生物量氮在森林区两土层中均是乔木林地显著高于农地,分别高出 39.14%,

19.18%;0—10 cm 土层,森林草原区,灌木林地显著高于农地、撂荒地、乔木林地,分别高出 43.49%,31.42%,49.00%。草原区,天然草地中微生物量氮含量最高,分别比乔木林地、灌木林地、农地、撂荒地高出 30.86%,47.34%,45.91%和 58.2%,而乔木林地、灌木林地、农地、撂荒地之间相差无几。10—30 cm 土层表现出相似的变化规律。相同土地利用方

式不同植被区,0—10 cm 土层,森林区显著高于森林草原区和草原区,分别高出 46.07%,54.45%;10—30 cm 土层,农地,森林区和森林草原区均显著高于草原区,分别高出 51%,35.71%。乔木林地,森林区显著高于森林草原区和草原区,分别高出 43.71%和 61.88%。灌木林地、撂荒地,森林草原区显著高于草原区,分别高出 64.63%和 44.95%。

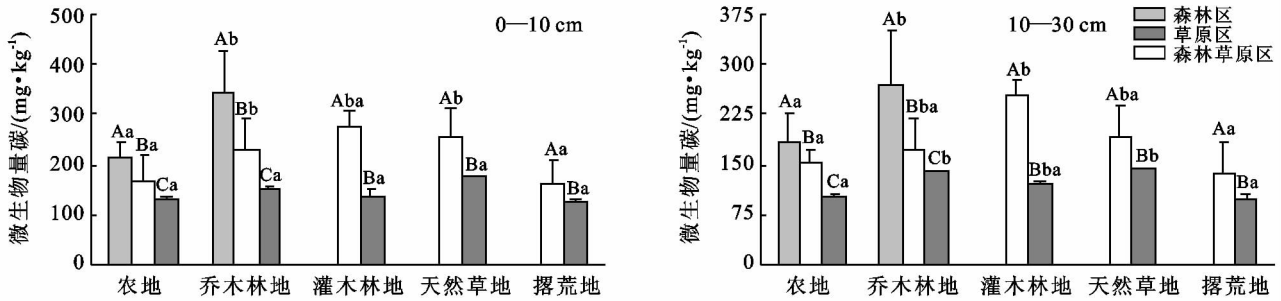


图 1 不同植被区各土地利用方式下土壤微生物量碳含量

注:不同大写字母表示相同土地利用方式下不同植被区土壤微生物量碳差异显著 ($p < 0.05$)。不同小写字母表示同一植被区不同土地利用方式下微生物量碳差异显著 ($p < 0.05$)。下同。

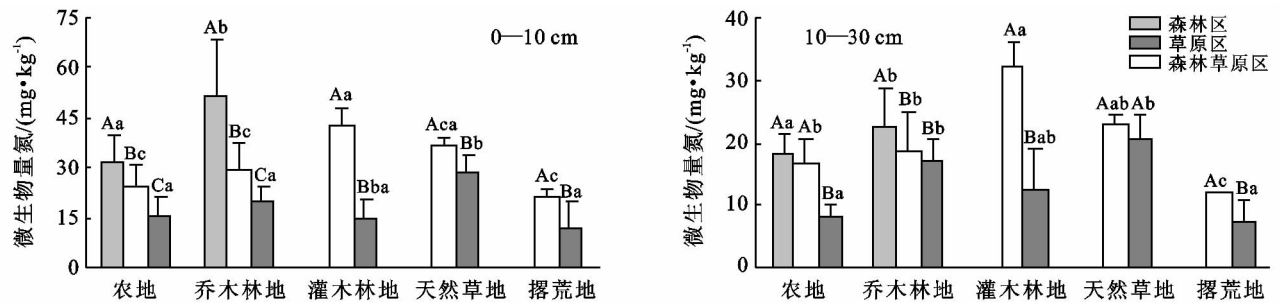


图 2 不同植被区各土地利用方式的土壤微生物量氮差异

2.4 不同植被区各土地利用方式土壤中微生物量磷的差异

如图 3 所示,微生物量磷在森林区两土层中均是农地高于乔木林地;森林草原区两土层,农地 > 撂荒地 > 乔木林地 > 天然草地 > 灌木林地,且 0—10 cm 土层,农地微生物量磷的含量显著高于乔木林地、天然草地、灌木林地,分别高出 33.38%,42.88%和 65.12%,10—30 cm 土层,农地显著高于天然草地、

灌木林地,分别高出 37.07%和 43.39%,与乔木林地、撂荒地之间未表现出显著的差异性。草原区表现出了相似的变化规律。相同土地利用方式不同植被区下,农地、乔木林地微生物量磷含量在两土层中均是森林区显著高于森林草原区和草原区。灌木林地、天然草地在 0—10 cm 土层森林草原区显著高于草原区,分别高出 28.57%和 25%。撂荒地在 10—30 cm 土层森林草原区显著高于草原区,高出 22.22%。

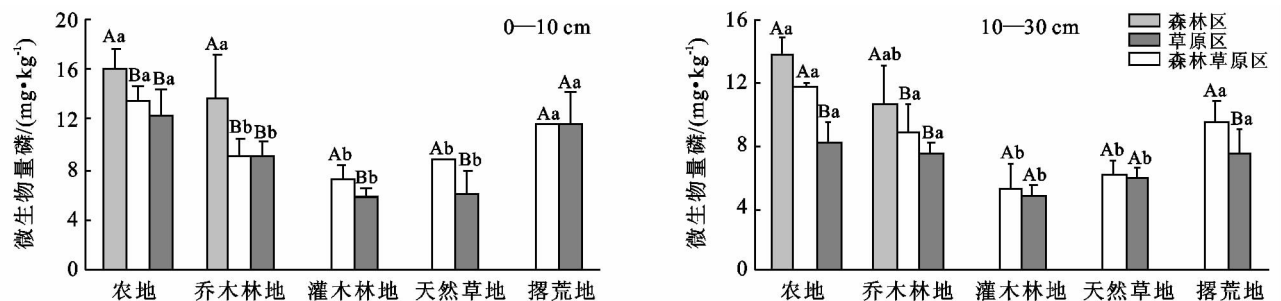


图 3 不同植被区各土地利用方式的土壤微生物量磷差异

2.5 不同土地利用方式土壤中微生物生物量的生理比值变化

由表 3 可以看出,0—10 cm 土层,森林区,微生物量碳、氮占有机碳、全氮的比值及微生物量碳氮比、碳磷比均表现为乔木林地高于农地;森林草原区,土壤微生物量碳占有机碳的比例在 3.058%~3.799%,其中灌木林地最高,撂荒地最低,微生物量氮占全氮的比例天然草地最高,为 5.679%。微生物

量碳氮比、碳磷比表现为:天然草地>乔木林地>灌木林地>农地>撂荒地。草原区,微生物量碳占有机碳的比例在天然草地中最高,为 3.091%。微生物量氮占全氮的比例变化范围为 5.950%~4.363%。微生物量碳氮比的变化范围为 6.200~10.304,其中草原区撂荒地最高,天然草地最低。微生物量碳磷比表现为:天然草地>乔木林地>灌木林地>农地>撂荒地。10—30 cm 土层呈现出相似的变化趋势。

表 3 试验样地微生物生物量碳、氮占有机碳、全氮的比值及微生物量碳氮比和微生物量氮磷比

不同区	利用方式	土层深度/cm	$B_C/SOC(\%)$	$B_N/TN(\%)$	B_C/B_N	B_C/B_P
森林区	农地	0—10	3.401	2.509	6.721	15.375
		10—30	3.400	2.800	6.130	23.289
	乔木林地	0—10	3.640	5.887	7.592	21.998
		10—30	3.754	3.000	12.038	25.413
森林草原区	农地	0—10	3.154	4.886	6.902	14.657
		10—30	3.486	3.294	6.076	19.464
	乔木林地	0—10	3.286	5.409	7.844	17.609
		10—30	3.291	4.736	9.244	17.346
	灌木林地	0—10	3.617	5.519	6.440	44.600
		10—30	3.799	5.658	7.798	59.369
	天然草地	0—10	3.561	5.679	6.904	33.019
		10—30	3.540	5.718	8.296	37.479
	撂荒地	0—10	3.195	4.483	7.363	13.653
		10—30	3.058	3.005	6.584	14.516
草原区	农地	0—10	2.790	4.363	8.453	10.776
		10—30	2.767	3.004	7.775	12.724
	乔木林地	0—10	3.010	5.401	7.646	16.651
		10—30	3.000	4.286	8.223	19.016
	灌木林地	0—10	2.888	5.950	8.980	17.367
		10—30	2.894	5.427	9.840	20.869
	天然草地	0—10	3.091	5.455	6.200	21.505
		10—30	3.010	4.556	7.157	21.223
	撂荒地	0—10	2.866	4.950	5.304	10.123
		10—30	2.863	3.556	5.798	12.607

注: B_C/SOC , B_N/TN 分别表示土壤微生物量碳、氮占有机碳、全氮的比值; B_C/B_N , B_C/B_P 分别表示微生物量碳氮比、碳磷比。

2.6 土壤微生物量与土壤碳氮的相关性

由表 4 可以看出,微生物量碳、代谢熵与有机碳极显著相关,相关系数分别为 0.946 3 和 0.920 0;微生物量氮、磷与有机碳显著相关;微生物量碳氮比与全氮极显著相关,相关系数为 0.901 6,代谢熵与全氮呈显著负相关,微生物量碳、氮、磷与全氮显著相关;

硝态氮与代谢熵极显著负相关,相关系数为-0.931 5,铵态氮与微生物量碳氮比显著相关。这就说明在不同的土地利用方式下,土壤微生物量与土壤养分状况之间有较好的一致性,土壤微生物代谢活动对土壤化学性质影响显著,且土壤微生物对土壤肥力的演变反映也较敏感。

表 4 土壤微生物量与土壤化学性质相关性分析

项目	微生物量碳	微生物量氮	微生物量磷	代谢熵	微生物量碳氮比
有机碳	0.946 3**	0.558 0*	0.396 9*	0.920 0**	-0.085 6
全氮	0.478 3*	0.579 8*	0.347 9*	-0.397 5*	0.901 6**
硝态氮	0.479 4*	0.302 9	0.218 6	-0.931 5**	0.287 6
铵态氮	-0.110 8	0.047 6	0.321 9	-0.183 7	0.531 0*

注:*表示相关系数达到统计显著水平($p<0.05$),**表示相关系数达到统计极显著水平($p<0.01$)。

3 结果讨论

3.1 土地利用方式对土壤微生物量碳氮磷及其相互关系的影响

土壤微生物作为土壤中有生命的部分,对土壤环境的变化极为敏感,可充分反映土地利用方式和生态功能的变化,同时微生物量不仅是土壤养分的重要来源,也是土壤养分固定的重要载体。不同的土地利用方式会使土壤微生物量产生差异^[10]。本研究结果表明,森林区乔木林地中微生物量碳氮含量均高于农地。森林草原区土壤微生物量碳氮表现为:撂荒地<农地<乔木林地<天然草地<灌木林地。说明在该研究区,灌木林地更有利于土壤微生物量碳氮的积累。这与邱莉萍和董莉丽^[11-12]的研究结果一致;而农地由于长期受到人为因素的干扰,使得表土侵蚀严重,有机物质矿化剧烈,加上秸秆等移出农田后,能还原给土壤中的枯枝落叶减少,使得微生物的能源缺乏,进而导致农田土壤中微生物量碳氮含量降低。草原区天然草地中微生物量碳氮含量最高,乔木林地和灌木林地相差无几,农地和撂荒地最低。这可能是由于芨芨为天然草地中的优势物种,芨芨本身为多年生的草本状半灌木,根毛丰富,使得该天然草地不仅地上生物量大,能够为土壤微生物提供大量凋落物,成为天然的有机肥。而且大量的根系分泌物和衰亡的根毛也能为微生物提供丰富的能源^[13];另外还可能与该天然草地所处的坡向有关。Bastida等^[14]研究认为,坡向为正北方向的微生物量高,而该天然草地所处的坡向正好为正北方向,且坡度较小。因此使得该天然草地微生物量碳氮含量高于林地。

微生物量磷的变化趋势与微生物量碳氮的截然不同,它表现为在农地和撂荒地中含量最高,这可能与土壤磷的含量受成土母质影响较大有关。而且已有研究^[1]表明土壤微生物量磷的含量,还主要受施肥的影响,农地和撂荒地由于人为的施肥,尤其是增施有机肥为微生物的活动提供了养料,进而促进了微生物大量繁殖,并将部分有机磷和矿化的无机磷同化为微生物量磷,增加了土壤微生物量磷含量。

3.2 植被区对土壤微生物量碳氮磷及其相互关系的影响

黄土高原地区属大陆性气候,植被自东南向西北,从湿润的森林植被区过渡到干旱的草原植被区^[15]。植被的变化通过吸收养分和归还有机物等影响着土壤的物理、化学和生物学性质。本研究得出,土壤养分和微生物量均是从森林植被区、森林草原植被区、草原植被区呈现出降低趋势。这可能是由于从

森林植被区到草原植被区,降雨量逐渐减少,植被覆盖度降低,使得能归回到土壤中的营养元素越来越少,再加上不合理的土地利用方式,使得土壤侵蚀越来越严重。有研究^[16]指出水蚀是黄土高原土壤侵蚀的主要类型,森林区由于植被较好,水蚀比较轻微,森林草原区和草原区由于植被覆盖度低等因素,使得土壤侵蚀严重,有机物质矿化加剧,进而导致微生物量含量降低^[17-20]。从植被演替的角度看,草原区主要是以草本植物为主,这也是草原区天然草地营养元素和微生物量高的一个原因,但该区植被群落比较单一,而到了森林草原区和森林区,乔木林地灌木林地成了优势群落。已有大量的研究表明,林地将更有利于土壤养分的积累。

3.3 各植被区不同土地利用方式下微生物量碳、氮与土壤碳氮的关系

Jenkinson^[21]研究表明,在没有任何人为因素干扰的情况下,微生物量并不能完全反映土壤中微生物活性、结构和功能。因此在分析土壤微生物量的绝对量外,还应考虑土壤微生物量占全量的比例,进而从微生物学的角度揭示不同植被区土壤生物学性质的变异特征。有研究^[2,22]报道指出,土壤微生物量碳、氮占有机碳、全氮比例分别为0.27%~7.0%,2%~6%,而在本研究中,土壤微生物量碳、氮占土壤有机碳、全氮的比值分别为2.362%~3.993%,2.887%~5.571%,在报道范围内。但微生物量碳所占有机碳的比相对偏低。这可能与该流域的土壤有机碳含量、降水量以及采样时间有关。

根系物质和植被凋落物在分解过程中诱导形成微生物区系差异进而导致土壤微生物量碳、氮比不同。一般情况下,细菌碳氮比在5:1左右,放线菌在6:1左右,真菌在10:1左右^[23]。根据本研究中微生物量碳氮比值来看,林地、草地中真菌的含量较高,农地、撂荒地细菌含量较高。这可能与土壤有机碳与全氮的比值有关,有研究表明真菌更易在碳氮比高的土壤中存在,细菌则相反,而本研究结果中林地和草地土壤碳氮比高于农地。土壤微生物量碳磷比一般可以作为衡量微生物矿化土壤有机质释放磷或从环境中吸收固定磷素潜力的指标。碳磷比值小说明微生物在矿化土壤有机质中释放磷的潜力较大,土壤微生物量磷对土壤有效磷库有补充作用;碳磷比值大则说明土壤微生物对土壤中有效磷有同化趋势,易出现微生物与作物竞争性吸收土壤有效磷的现象,具有较强的固磷潜力。本研究土壤微生物量碳磷比在7~75之间^[24],符合一般规律。

4 结论

黄土丘陵各植被区不同土地利用方式下土壤养分和土壤微生物量有较大差异。微生物量磷的含量在 3 个植被区中均是在农地、撂荒地中相对较高,微生物量碳、氮森林区乔木林地高于农地,森林草原区则表现为:灌木林地>天然草地>乔木林地>农地>撂荒地,草原区表现为:天然草地>乔木林地>灌木林地>农地>撂荒地。说明在该区种植林地和天然草地对土壤微生物量的提高有明显的促进作用。

相同土地利用方式下,土壤养分和微生物量在森林区最高、森林草原区次之、草原区最低,说明植被覆盖度和多样性对土壤养分的存储具有显著的影响。

[参 考 文 献]

- [1] Jenkinson D S, Ladd J N. Microbial Biomass in Soil: measurement and Turnover[C]//Paul E A, Ladd J N. Soil Biochemistry. New York: Dekker, 1981:414-472.
- [2] Sparling G P, Ross D J. Biochemical Methods to Estimate Soil Microbial Biomass: Current Developments and Applications[C]//Mulongoy K, Merckx R. Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture. Wiley-Sayce, Leuven, Belgium, 1993:21-37.
- [3] 巩杰,陈利顶,傅伯杰,等. 黄土丘陵区小流域植被恢复的土壤养分效应研究[J]. 水土保持学报,2005,19(1):93-96.
- [4] 成毅,安韶山,李国辉,等. 宁夏黄土丘陵区植被恢复对土壤养分和微生物生物量的影响[J]. 中国生态农业学报,2010,18(2):261-266.
- [5] 李正国,王仰麟,吴健生,等. 不同土地利用方式对黄土高原植被覆盖季节变化的影响:以陕北延河流域为例[J]. 第四纪研究,2005,25(6):762-769.
- [6] Jenkinson D S, Powelson D S. The effect of biocidal treatments on metabolism in soil(V): A method for measuring soil biomass[J]. Soil Biol. Biochem., 1976,8(3):189-202.
- [7] 杨绒,赵满兴,周建斌. 过硫酸钾氧化法测定溶液中全氮含量的影响条件研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(12):107-111.
- [8] 刘光崧. 土壤理化分析与剖面描述[M]. 北京:中国标准出版社,1996.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,1999:75-81.
- [10] 邱莉萍,张兴昌. 子午岭不同土地利用方式对土壤性质的影响[J]. 自然资源学报,2006,21(6):965-972.
- [11] 董莉丽,郑粉莉. 土地利用类型对土壤微生物量和有机质的影响[J]. 水土保持通报,2009,29(6):602-607.
- [12] 姜培坤,周国模. 侵蚀型红壤植被恢复后土壤微生物量碳、氮的演变[J]. 水土保持学报,2003,17(1):112-114,127.
- [13] Bastida F, Barberá G G, García C, et al. Influence of orientation, vegetation and season on soil microbial and biochemical characteristics under semiarid conditions [J]. Applied Soil Ecology, 2008,38(1):62-70.
- [14] 安韶山,黄懿梅. 黄土丘陵区柠条林改良土壤作用的研究[J]. 林业科学,2006,42(1):70-74.
- [15] 张金屯. 黄土高原植被恢复与建设的理论和技术问题[J]. 水土保持学报,2004,18(5):120-124.
- [16] 李斌,张金屯. 基于 GIS 的黄土高原不同植被区土壤侵蚀研究[J]. 农业环境科学学报,2010,29(1):134-138.
- [17] 王岩,沈其荣,史瑞和,等. 有机、无机肥料施用后土壤生物 C,N,P 的变化及 N 素转化[J]. 土壤学报,1998,35(2):226-233.
- [18] 宋日,吴春胜. 玉米根茬留田对土壤微生物量碳和酶活性动态变化特征的影响[J]. 应用生态学报,2002,13(3):303-306.
- [19] 杨武德,王兆骞,眭国平,等. 土壤侵蚀对土壤肥力及土地生物生产力的影响[J]. 应用生态学报,1999,10(2):175-178.
- [20] 张成娥,梁银丽,贺秀斌. 地膜覆盖玉米对土壤微生物量的影响[J]. 生态学报,2002,22(4):508-512.
- [21] Zeller V, Bardgett R D, Tappeiner U. Site and management effects on soil microbial properties of subalpine meadows: A study of land abandonment along a north-south gradient in the European Alps[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2001,33(4):639-649.
- [22] 黄昌勇,李保国,潘根兴,等. 土壤学[M]. 北京:中国农业出版社,2000:50-64.
- [23] Wardle D A. Controls of temporal variability of the soil microbial biomass: A global synthesis [J]. Soil Biology and Biochemistry, 1998,30(13):1627-1637.
- [24] 吴金水,肖和艾,陈桂秋,等. 旱地土壤微生物磷测定方法研究[J]. 土壤学报,2003,40(1):70-78.