

文章编号: 1008- 2786- (2008) 5- 632- 07

小流域自然土壤与耕作土壤养分比较及影响因素分析

郜文军, 王印传^{*}, 陈 飞, 杨 杰, 霍习良
(河北农业大学 资源与环境科学学院, 河北 保定 071001)

摘 要: 通过对河北省易县观坐岭小流域自然土壤和耕作土壤有机质、速效氮、速效磷、速效钾及微量元素有效含量的测定分析, 得出了该小流域自然土壤和耕作土壤的肥力状况。结果表明: 自然土壤中有机质和速效氮含量处于较高水平; 速效钾含量丰富, 速效磷比较缺乏; 有效 Fe、Mn 含量处于高水平, 有效 Cu、Zn 含量中等。自然土壤开垦为耕作土壤后, 有机质和速效氮含量下降; 由于施肥原因, 速效磷含量明显增高; 速效钾含量因母质影响有所下降。海拔与土壤养分变化的相关性不明显, 不同坡位土壤养分表现出向下汇集的趋势。并从自然环境、人为影响、地形母质等方面分析土壤养分变化的影响因素。

关键词: 小流域; 自然土壤; 耕作土壤; 土壤养分

中图分类号: S158.3

文献标识码: A

山区小流域是一个集地形水文单元、社会经济综合的复杂系统, 是以分水岭和出口断面为界形成的自然集水单元^[1]。土壤养分是土壤肥力的重要标志, 能供应和协调植物生长的营养条件与环境条件, 对土地的可持续利用具有重要作用^[2]。山区土壤养分的垂直变异是山区土壤生物地球化学循环的结果, 随着海拔的上升, 植被、气候等立地条件发生变化, 土壤的形成过程和土壤养分的累积、转化、迁移等过程也会发生明显的变化^[3]。邱扬、傅伯杰^[4]等从景观尺度上研究了土壤物理性质的空间变异, 分析了不同土地利用和地形对土壤物理性质的影响; 魏孝荣、邵明安^[5]从坡面尺度研究了黄土高原沟壑区王东沟小流域不同坡面的土壤养分分布特征, 揭示了地形因子与坡面土壤养分再分布的关系。胡玉福、邓良基等^[6]对川中丘陵区不同利用方式土壤养分特征进行了研究, 阐明了土地利用方式对土壤养分积累的影响。本文主要通过对小流域自然土壤和耕作土壤养分状况的比较, 从自然环境、人为影响、地形母质等方面分析土壤养分变化的影响因素,

旨在揭示土壤养分的分布特征, 为该区土壤养分的有效利用和管理提供依据。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于河北省易县梁各庄镇, 地理位置 $115^{\circ}15' \sim 115^{\circ}24'E$, $39^{\circ}23' \sim 39^{\circ}29'N$ 。海拔介于 80 ~ 1 000 m。地貌为浅山丘陵区, 山势平缓、沟谷平直, 多土丘状孤山, 山顶岩石裸露, 山下多碎石黄土, 坡度 $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$, 地势从西北向东南由陡峻逐渐到平缓; 海拔由北向南逐渐降低; 母质类型较复杂, 柴厂村北部和西部为花岗片麻岩风化物, 研究区中东部耕作土壤为黄土母质, 东部山坡为石灰岩。土壤主要是褐土, 植被为温带植被, 属华山植物系; 气候类型属于暖温带大陆性季风气候; 日照充足, 年均温 $11.9^{\circ}C$, 年均降水 600 mm 左右, 年均日照时数为 2 630 h 无霜期 160 d。

收稿日期 (Received date): 2008- 06- 23; 改回日期 (Accepted): 2008- 04- 28。

基金项目 (Foundation item): 河北农业大学博士基金项目 (2004)。[Doctor Foundation of Hebei Agricultural University.]

作者简介 (Biography): 郜文军 (1981-), 女, 河北冀州人, 硕士研究生。主要从事土地资源和小流域治理方面的研究。[Gao Wenjun (1981-), Female Born in Jizhou country of Hebei Province. Post graduate. Specialized on land resource and small watershed control.] E-mail: nuoyan1210@126.com Tel: 0312- 7528224

* 通讯作者: E-mail: cwyl3436@126.com

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

1.2 研究方法

1.2.1 土壤样品的采集

土壤采样时间为 2006–08 土壤样点的设计根据研究区内母质、海拔、坡位、坡向、地貌、土地利用方式等资料综合考虑;在区域尺度上,把整个区域分为几个高度,在同一高度处选择自然土壤和典型的耕作土壤;在坡面尺度上,根据 Bumbaker等划分坡

面景观位置方法^[7]. 根据实际坡形把研究的山体坡位分为 3 个部分:上坡位、中坡位、下坡位,兼顾不同坡向和坡度,在 1:1 万地形图生成的不规则三角网 T N 上概略确定采样点位置,野外采样根据实地情况调整后,用 GPS 定位读取采样点坐标,土壤取样的同时,进行样地调查并记录环境因子。取 0~20 cm 表层土壤对照土样 99 个。样点分布图如图 1。

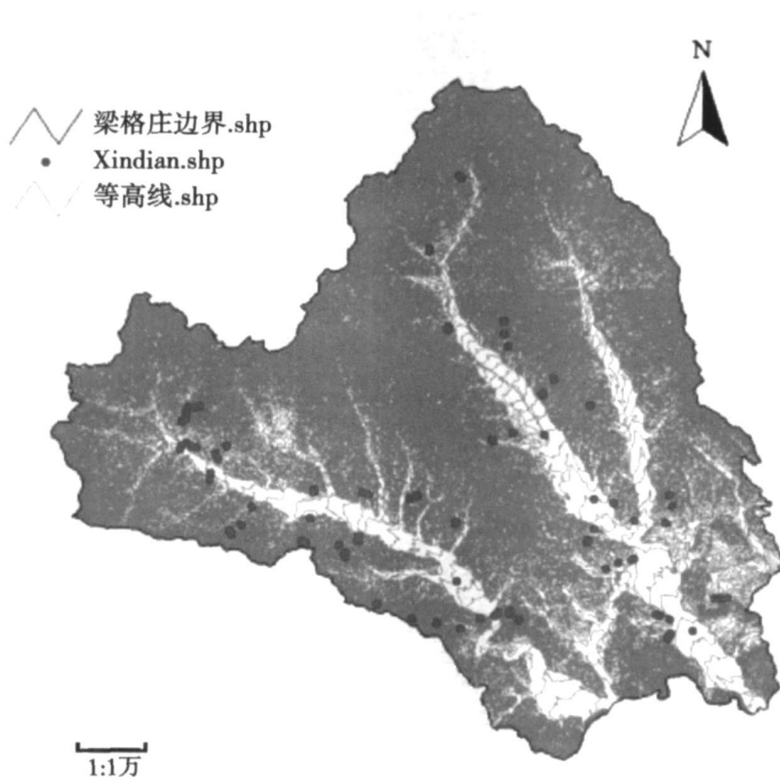


图 1 土壤样点分布图
Fig 1 The chart of distributing on soil sample

1.2.2 土壤样品分析方法

将采取土样风干、过筛剔除杂质后分析土壤有机质、速效氮、速效磷、速效钾以及微量元素有效 Fe Mn Cu Zn 的含量。测定方法为:土壤有机质 (SOM) 含量采用重铬酸钾容量法 (油浴加热);土壤速效氮 (SAN) 含量采用扩散法;土壤速效磷 (SAP) 含量采用 0.5 mol/L 碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法;土壤速效钾 (SAK) 含量用 1 mol/L NH₄OAc 浸提,火焰光度法测定;土壤有效 Fe Mn Cu Zn 含量用原子吸收光谱法测定。

1.2.3 数据处理方法

所有数据均在 Excel 和 SPSS 13.0 for Windows 软件中处理。

2 小流域土壤养分分布状况

2.1 自然土壤和耕作土壤养分的分布

由以上表 1 和表 2 可以看出小流域耕作土壤和自然土壤的养分状况有如下几点变化规律:

1. 自然土壤有机质含量总体水平较高,平均含量达到 2.13%,而且高于耕作土壤的含量。按照全国规定的土壤有机质分级标准,自然土壤有机质平均含量属于三级,而耕作土壤有机质属于四级。自然土壤有机质含量变化范围为 0.83%~4.29%,耕作土壤的有机质含量变化范围为 1.39%~2.34%,耕作土壤变化范围较小,说明耕作土壤在人为长期干扰下,有机质含量趋于平稳。

表 1 小流域耕作土壤养分和微量元素统计表
Table 1 The statistics of cultivated soil nutrients and microelement in small watershed

土壤 养分	有机质 SOM (%)	速效氮 SAN (mg/kg)	速效磷 SAP (mg/kg)	速效钾 SAK (mg/kg)	有效铁 Available Fe (mg/kg)	有效锰 Available Mn (mg/kg)	有效铜 Available Cu (mg/kg)	有效锌 Available Zn (mg/kg)
最大值	2.34	102.68	72.02	207.02	48.14	27.35	4.71	14.28
最小值	1.39	56.45	0.08	31.16	0.12	4.99	1.11	0.53
平均值	1.93	77.30	19.36	74.64	15.80	10.20	2.08	3.80
中数	1.92	70.68	15.06	65.55	13.10	9.13	1.79	3.06
标准差	3.2	18.20	19.53	45.50	13.43	6.21	1.01	3.94

表 2 小流域自然土壤养分和微量元素统计表
Table 2 The statistics of natural soil nutrients and microelements in small watershed

土壤 养分	有机质 SOM (%)	速效氮 SAN (mg/kg)	速效磷 SAP (mg/kg)	速效钾 SAK (mg/kg)	有效铁 Available Fe (mg/kg)	有效锰 Available Mn (mg/kg)	有效铜 Available Cu (mg/kg)	有效锌 Available Zn (mg/kg)
最大值	4.29	164.91	21.99	260.38	15.35	11.93	2.14	4.41
最小值	0.83	30.23	1.36	28.30	3.62	4.91	0.70	0.03
平均值	2.13	90.55	3.96	100.75	8.97	7.99	1.35	1.38
中数	1.68	81.03	2.09	63.01	8.58	7.62	1.32	1.08
标准差	1.06	45.00	5.79	81.98	4.16	2.48	0.48	1.25

2. 从速效氮含量来看,它跟有机质的变化规律基本一致。自然土壤的速效氮含量变化范围大于耕作土壤的变化范围,含量在 90.55 ± 45.00 mg/kg,耕作土壤的速效氮含量变化范围为 77.30 ± 18.20 mg/kg,自然土壤的速效氮含量平均水平也高于耕作土壤。

3. 从速效磷含量来看,自然土壤速效磷含量平均值为 3.96 mg/kg,耕作土壤速效磷含量平均值为 19.36 g/kg,耕作土壤速效磷含量明显偏高,且含量变化范围明显偏大。调查剖面点中的旺龙耕作土壤中有有效磷含量极高,最高达 72.02 mg/kg,比自然土壤有效磷高几十倍。这说明自然土壤中磷的含量较低,在耕作土壤中由于人为施入大量的磷肥,使其含量明显增加。

4. 自然土壤钾素供应比较充分,而且高于耕作土壤的速效钾水平。柴厂北部的自然土壤速效钾水平达到 260.38 mg/kg,比对应点的耕作土壤高 $2 \sim 3$ 倍。柴厂西部和娄亭村的自然土壤和耕作土壤中速效钾含量基本持平,变化范围在 $28.30 \sim 68.41$ mg/kg,五里庄坡下部自然土壤和耕作土壤速效钾也达到较高水平,高者达 207.02 mg/kg。

5. 从四种微量元素上看,有效铁、锰、铜、锌含量的平均水平均是耕作土壤大于自然土壤,并且各微量元素的含量变化范围也是耕作土壤大于自然土壤。研究区距离北京较近,参照北京地区土壤微量元素分级标准,将微量元素含量分为缺、低、中、高、很高五级,研究结果表明:自然土壤中,有效铁、锰含量达到高水平,有效铜、锌为中等水平;而耕作土壤中,有效 Fe、Mn 含量达到了很高的水平,有效 Cu、Zn 处于高水平。

2.2 不同海拔和不同坡位土壤养分分布

2.2.1 不同海拔土壤养分分布规律

随海拔的变化,自然土壤和耕作土壤养分含量也呈波动变化(图 2)。总的来说,耕作土壤养分含量随海拔变化比较平缓,只有速效钾含量在海拔低于 130 m 处有显著增加的趋势。随海拔降低,各养分含量均呈现增加的趋势。有机质含量变化较小,速效磷含量基本围绕有机质含量波动变化,相对自然土壤速效磷含量显著增加。速效氮和速效钾的变化趋势基本吻合,可能是由于人为施肥的影响。自然土壤养分含量波动起伏较大,速效氮和速效钾均呈现在海拔最高处和海拔最低处含量较高的趋

势,而在中海拔二者含量相对较低,有机质含量在海拔高于 270 m 处含量最高,速效磷含量一直在低于有机质变化曲线范围内变化。相关性分析表明,自然土壤和耕作土壤中海拔与各土壤养分都不呈显著相关,在自然土壤中,有机质与速效氮、速效钾显著相关,相关系数分别为 0.755 和 0.729 ($P = 0.01$),耕作土壤中,有机质与速效氮显著相关,相关系数为 0.710 ($P = 0.01$),速效磷与有机质、速效氮也表现出相关性,但相关性不显著。因此,研究区海拔对土壤养分含量的影响并不大。

2.2.2 不同坡面位置土壤养分布规律

自然土壤按上、中、下坡位区分,由于耕作土壤全在下坡位,故自然土壤和耕作土壤下坡位用 1、2 分开。由表 3 可以看出,自然土壤中,下坡位土壤养分含量要稍高于上坡位和中坡位的土壤养分,有机质含量在下坡位稍有降低。分析其原因,由于降雨长期的冲刷作用使许多矿物风化产物随着地表和地下径流由高处向下坡位及其坡脚淋洗迁移,下坡位

或坡脚是其他坡位水土流失的一个汇^[8]。速效磷在下坡位的含量显著高于上坡位,比上坡位高出 39%,速效氮和速效钾也分别高出上坡位 3.2% 和 14.3%。耕作土壤中有有机质、速效氮、速效钾都比自然土壤含量低,只有速效磷含量显著增加。单因素方差分析结果显示,有机质和速效磷在不同坡位间的差异较大,速效氮和速效钾在不同坡位条件下组内的差异较大,导致组间差异不显著。多重比较 LSD 法结果表明,有机质和速效磷在不同坡位间的差异只在耕作土壤和自然土壤的上、中、下坡位间有显著意义。这是由于耕作土壤地势较平坦,人为利用多,施用大量磷肥是下坡位速效磷明显增加的原因。作为生物源的有机质在自然土壤中变化很小,差异不显著,耕作土壤中有有机质显著下降,主要是人为活动影响,不断翻耕利于有机质的分解。

2.3 与全国第二次土壤普查的比较分析

依据全国第二次土壤普查的资料《河北土壤》获取当地主要土壤类型的理化性状,见表 4。

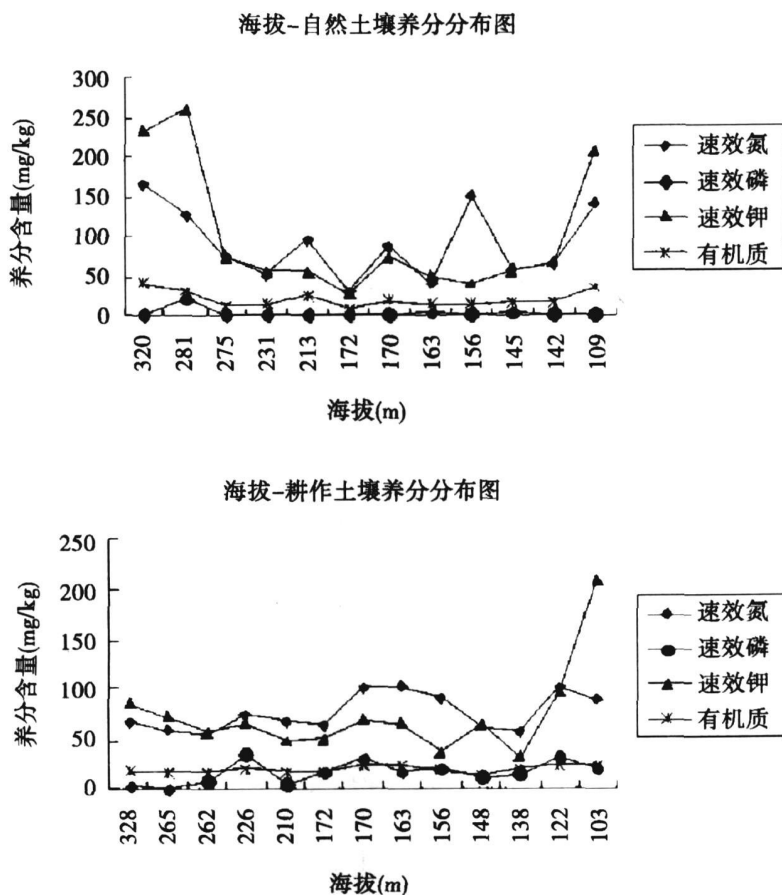


图 2 不同海拔自然土壤和耕作土壤养分布图

Fig. 2 The chart of soil nutrients on natural soil and cultivated soil in different altitude.

表 3 不同坡面位置上土壤养分含量的变化
Table3 The changes of different slope positions on soil nutrient

坡位	有机质 SOM (%)	速效氮 SAN (mg/kg)	速效磷 SAP(mg/kg)	速效钾 SAK (mg/kg)
上坡位	2.46	89.6	3.1	82.67
中坡位	2.40	89.74	3.48	89.76
下坡位 1	2.16	92.52	5.09	96.41
下坡位 2	1.91	76.31	16.12	72.84
F 值	18.32	0.64	13.64	0.54

表 4 1986年小流域自然土壤养分
Table4 The natural soil nutrients in small watershed in 1986

土壤类型	有机质 SOM (%)	速效氮 SAN (mg/kg)	速效磷 SAP (mg/kg)	速效钾 SAK (mg/kg)	有效铁 Available Fe (mg/kg)	有效锰 Available Mn (mg/kg)	有效铜 Available Cu (mg/kg)	有效 Zn Available 锌 (mg/kg)
灰质褐土性土	3.68	156	3	140	7.08	13.76	1.05	0.226
普通褐土	2.12	—	3	98	17.6	12.48	—	—

数据来源: 全国第二次土壤普查《河北土壤》。

自然土壤有机质、速效氮、速效钾呈下降趋势。根据表 2速效磷平均值为 3.96,对 2006年采集的自然土壤样点重新筛选,选择与全国第二次土壤普查描述地理环境相近的样点,结果表明速效磷低于第二次土壤普查的结果 3 (mg/kg)。根据表 2和表 4可以看出有效铁和有效锰均呈下降趋势。有效铜和有效锌没有数据无法比较。总体来看,自然土壤的质量呈下降的趋势,根据调查得知当地对自然植被保护力度不够,砍伐、放养牲畜等人为干扰严重,导致自然植被的破坏,水土流失现象发生,致使土壤质量下降。

3 土壤养分和微量元素差异的影响因素

3.1 地形对土壤养分的影响

地形影响水分分布、土壤侵蚀过程和土壤温度,因此,地形影响矿物的风化、淋溶、侵蚀、沉积、分解和水平分布等^[9]。特别是地形因子可能通过影响水的排泄和流向来支配土壤养分的分布。随着海拔的增加,温度下降,植物生长量下降,从而导致有机质含量的下降,氮的转化率降低,速效氮含量有降低趋势。但本文海拔变化范围较小,温差不显著,植被盖度相似,故有机质、速效氮随海拔的变化不明显。耕作土壤中海拔低处速效钾、速效磷显著增加,主要是由于人为影响,在海拔低处比在海拔高处施肥更

多而致。由于海拔对土壤养分含量影响较小,因此自然土壤中,中海拔处土壤养分含量较低,主要原因是植被的不同和母质等因素造成的。在坡面尺度,土壤养分有向下部汇聚的现象,主要是由于降水影响,由于重力作用,降水从坡上部流向坡下部,携带养分向下部聚集。耕作土壤多集中在坡下部,故养分含量都较高。

3.2 母质对土壤养分的影响

土壤性质对母质有一定的继承性,不同母质发育的土壤养分含量不同^[10]。本地区的母岩类型主要有花岗片麻岩、石灰岩,主要母质类型为花岗片麻岩风化物 and 黄土母质。研究区北部和西部分布着大量的花岗片麻岩,此类岩石易风化,岩石上发育的土壤发育比较充分,土层较厚,养分含量较高,植被生长旺盛。但是土壤质地比较疏松,易发生水土流失,养分也易流失。研究区西北部海拔较高,母质为花岗片麻岩风化物,因此在海拔高处自然土壤中各养分含量都较高,而耕作土壤养分含量相对较低,植被生长旺盛,有机质积累多,是有机质含量较高的原因。东部阳各庄、上岳各庄和下岳各庄一带,地势较平缓,为黄土母质,海拔较低。黄土母质中钾素比较丰富,一般含量都在 50 mg/kg 以上,故在自然土壤和耕作土壤中,此区域的速效钾含量都显著增加。但黄土母质发育的土壤的含磷量较低,表层土壤有效锌的含量极低,因此在海拔低处速效磷含量较低。

研究区东部为石灰岩低山丘陵区,石灰岩很难风化,含钙质较多,在此岩石上发育的土壤比较贫瘠,土层较薄,植被生长稀疏,土壤中的磷素与钙质成分作用形成难溶性的磷酸钙,降低了磷的有效性,故此区的有效磷含量较低,有机质含量也不高。

3.3 气候、植被对土壤养分的影响

土壤有机质积累主要受气候(水热状况)和植被等条件制约,并体现在土壤类型的变化上^[11]。研究区属于暖温带大陆性季风气候,植被以半旱生、旱生草本植物和小灌木为主,覆盖度 90% 以上,夏季生长繁盛,土壤有机质的合成量大而分解量小,因而有机质积累量较大。

自然土壤中,由于各地点的植被不同,水热条件不同,每年进入土壤的动植物物质的数量不同,而且动植物的化学性质组成和土壤中的分解强度不同,因而自然土壤中有机质的含量和性质具有一定的差异性,土壤有机质的含量变化范围较大。土壤开垦后,土壤的通气性显著增加,导致土壤有机质的降解速率提高,使有机质含量下降;同时自然土壤改为耕作土壤后,土壤有机物质的输入量发生显著的变化,农作物秸秆基本不还田,有机肥的施用量很少或根本不施用有机肥,仅施用化肥,从而导致耕作土壤有机质呈下降趋势,下降幅度在 10% ~ 50% 间,以柴厂村农田土壤的有机质下降幅度最大。

3.4 人为活动对土壤养分的影响

自然土壤和耕作土壤最主要的区别就是人为的影响。人为活动对土壤养分的影响体现在耕作和施肥上,人为耕作一方面破坏土壤养分的自然分布规律,另一方面也使土壤养分逐渐向均一方向发展。施肥包括施用有机肥和化肥,施用有机肥,土壤有机质含量提高,单施化肥使土壤有机质有下降趋势^[12]。研究区内基本不施有机肥,施氮肥和磷肥较多,所以自然土壤开垦为耕地后,土壤有机质含量下降,土壤速效氮的含量也随有机质的下降而下降,但由于施用氮肥的缘故,可以补充一部分氮素,土壤氮素仍能基本维持在自然土壤的氮素水平上。T 检验结果显示,自然土壤和耕作土壤的速效氮含量没有显著性差异,表明经氮肥的添加使用,掩盖了由于土壤有机质含量下降而导致的土壤速效氮含量的过分减少。根据土壤普查结果,该地区自然土壤普遍缺磷。而当地农民在生产中注重磷肥(目前普遍施用磷酸二铵)的施用,导致土壤速效磷含量升高,由于对个别地块的过分投入,导致在柴厂、娄亭和旺龙的

耕作土壤有效磷的含量达到 34.04 mg/kg、30.21 mg/kg 和 72.02 mg/kg 的极高水平。该地区有效钾含量处于中等水平,不需要再施入大量钾肥,以保持各养分含量的平衡。磷肥中含有较多的微量元素,所以多数耕作土壤的微量元素的含量都高于自然土壤,铜和锌的有效含量为高水平;耕作土壤的有效铁和锰含量达到了很高的水平。

4 结论

1. 自然土壤中有机质和速效氮含量比耕作土壤高,主要是植被和人为活动的影响,耕作土壤速效磷含量明显高于自然土壤,主要是人为施肥的原因,速效钾含量比自然土壤偏低,主要是受母质的影响。

2. 海拔高差较小时,海拔不是影响土壤养分分布的主要因素,在不同坡位处土壤养分有向下汇聚的现象,在同一坡位(下坡位)自然土壤和耕作土壤中有机质和速效磷含量存在显著差异。

3. 小流域自然土壤和耕作土壤养分变化是多个因素共同作用的结果,本文分析了气候、植被、母质、海拔、坡位、人为活动对自然土壤和耕作土壤有机质和土壤养分的影响。

4. 小流域土壤质量呈下降的趋势,主要原因是人为活动对植被的破坏,造成水土流失所致,以后应加强自然植被的保护。

参考文献 (References)

- [1] Wang Yinchuan, Zhang Fengrong, Sun Danfeng. Discussion about theory and method of small watershed land utilization Plan [J]. *Soil and Water Conservation Journal*, 2002, 16(2): 118~121 [王印传, 张凤荣, 孙丹峰. 小流域土地利用规划的理论与方法探讨 [J]. 水土保持学报, 2002, 16(2): 118~121]
- [2] Dumanski J, Pieri C. Land quality indicators research plan [J]. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 2000, 81: 93~102
- [3] Zhou Guangyi, Chen Bufeng, Ceng Qingba, et al. Water balance and geochemical cycling of main nutrients in the tropical mountain rainforest Hainan Island [J]. *Ecological Journal*, 1996, 16(1): 28~32 [周光益, 柳步峰, 曾庆波, 等. 海南岛热带山地雨林短期水量平衡及主要养分的地球化学循环研究 [J]. 生态学报, 1996, 16(1): 28~32]
- [4] Qi in Yang, Fu Bojie, et al. Variability of the soil physical properties on the Loess Plateau [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2002, 57(5): 587~594 [邱扬, 傅伯杰, 等. 黄土丘陵小流域土壤物理性质的空间变异 [J]. 地理学报, 2002, 57(5): 587~594]
- [5] Wei Xiaorong, Shao Ming'an. The distribution of soil nutrients on sloping land in the gully region watershed of the Loess Plateau [J]. *Ecological Journal*, 2007, 17(2): 603~613 [魏孝荣, 邵明安. 黄

- 土高原沟壑区小流域坡地土壤养分分布特征[J]. 生态学报, 2007, 27(2): 603~613]
- [6] Hu Yufu, Deng Liangji, Zhang Shirong *et al*. Study on nutrient characteristics of soils under different land utilization types in middle part of Sichuan Basin [J]. *Soil and Water Conservation Journal*, 2006, 20(6): 75~78 [胡玉福, 邓良基, 张世熔, 等. 川中丘陵区不同利用方式的土壤养分特征研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(6): 75~78]
- [7] Brubaker S C, Jones A J, Lewis D T, *et al*. Soil properties associated with landscape position [J]. *Soil Science Society of America Journal*, 1993, 57: 235~239
- [8] Gao Xuesong, Deng Liangji, Zhang Shirong. Soil physical properties and nutrient properties under different utilization styles and slope position [J]. *Soil and Water Conservation Journal*, 2005, 19(2): 53~56 [高雪松, 邓良基, 张世熔. 不同利用方式与坡位土壤物理性质及养分特征分析[J]. 水土保持学报, 2005, 19(2): 53~56]
- [9] Cheng Xianfu, Shi Xuezheng, Yu Dongsheng *et al*. Spatial estimation of soil total Nitrogen using GIS: a case study in Xingguo county, Jiangxi Province [J]. *Geography Research*, 2007, 21(1): 110~116 [程先富, 史学正, 于东升等. 基于GIS的土壤全氮空间分布估算以江西省兴国县为例[J]. 地理研究, 2007, 21(1): 110~116]
- [10] Liu Shiquan, Zhang Ming. *Area Soil Geography* [M]. Chengdu: Sichuan University Press, 1997 [刘世全, 张明. 区域土壤地理[M]. 成都: 四川大学出版社, 1997.]
- [11] Jin Feng, Yang Hao, Zhao Qiguo. Advances in researches on soil organic Carbon storages and affecting factors [J]. *Soil*, 2000, (1): 11~17 [金峰, 杨浩, 赵其国. 土壤有机碳储量及影响因素研究进展[J]. 土壤, 2000, (1): 11~17]
- [12] Sun Ruilian, Zhu Lusheng *et al*. Effects of long term fertilization on soil microorganism and its role in adjusting and controlling soil fertility [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(10): 1907~1910 [孙瑞莲, 朱鲁生等. 长期施肥对土壤微生物的影响及其在养分调控中的作用[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1907~1910]
- [13] Ding Dingzhi. *Soil in Hebei* [A]. Hebei Hebei People Press, 1990 126~127 [丁鼎志. 河北土壤[A]. 河北: 河北人民出版社, 1990 126~127]

Nutrient Comparison between Natural Soils and Cultivated Soils and Their Influencing Factors in Small Watershed

GAO Wenjun, WANG Yinchuan, HUO Xiliang, YANG Jie

(College of Resources and Environment Science, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071001)

Abstract By analyzing SOM, available N, available P, available K and microelements between natural soils and cultivated soil in Guan Zuoling small watershed in Yixian of Hebei, the statuses of fertility were studied. The results showed SOM and available N were at higher level, available K was at abundant level and available P was absent comparatively. Available Fe, Mn were at high level and available Cu, Zn were at middle level in natural soils. Compared with natural soil, SOM and available N decreased in cultivated soil, available P increased distinctly on account of fertilization and available K was decreased somewhat because of the influence of parent material. The correlation between altitude and the change of soil nutrient was not remarkable; soil nutrients had a trend of influx to the bottom in different slope positions. Influence factors of change of soil nutrients were also analyzed from natural environment, human effect, terrain and parent material aspects.

Key words small watershed, natural soils, cultivated soils, soil nutrients