

吉林省西部半干旱地区土地利用方式 对土壤养分的影响 ——以吉林省通榆县为例

任春颖, 张 柏, 王宗明, 宋开山, 刘殿伟

(中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012)

摘 要: 选取位于吉林省西部的通榆县作为研究区, 利用全国第二次土壤普查数据和2006年土壤采样分析数据, 结合土地利用数据, 研究土地利用方式及其动态变化对县域尺度表层(0~20 cm)土壤养分的影响。结果表明: 近20年来通榆县土地利用格局变化显著, 表层土壤全量养分显著降低, 土壤有机质和速效养分则无显著变化。2006年耕地、林地和草地的土壤有机质、全氮、全钾、速效氮、速效磷含量无显著差异, 全磷和速效钾含量差异性显著; 除全磷、全钾和速效钾外, 盐碱地土壤养分含量均显著低于耕地、林地和草地。除荒地开垦后土壤有机质含量增加, 毁草、毁湿开荒以及多年放牧和耕作均造成土壤有机质含量降低; 不同土地利用变化过程对土壤全量养分的影响以降低含量为主, 而速效养分则以增加含量为主。

关键词: 土地利用方式; 土壤养分; 吉林省西部; 通榆县

中图分类号: S158.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)04-0206-07

土壤是农业发展的物质基础, 在粮食增产和环境的可持续发展中起到重要的作用^[1]。土地利用, 作为人类利用土地活动的综合反映, 与土壤生境的微变或显变有密切的联系^[2]。土地利用方式的改变会影响土壤系统同外界进行能量交换的数量和质量, 进而影响土壤的生物地球化学循环的方向、变化速率以及地表物质的分配过程^[3], 从而使土壤性质发生改变。不合理的土地利用会导致土壤水分和养分循环的失调, 土壤质量下降^[4], 带来土地退化、水土流失等诸多环境问题。因此, 研究土地利用方式及其动态变化对土壤环境的影响, 对于了解土壤生态过程、动态和进行退化土地的恢复与治理具有重要意义, 目前已成为国内外科学家关注的热点之一^[5,6]。

吉林省西部地区位于松嫩平原西端, 辖白城、松原2个地级市和10个县(市、区), 是以耕地为主的田、林、草、湿地复合生态系统^[7], 也是我国北方生态环境脆弱带的东部起点^[8]。近年来, 由于毁林(草)开荒、草场过度放牧等不合理的土地利用, 草地退化、土地沙化、盐渍化等现象日益加剧, 生态环境恶化严重, 已成为我国乃至全球生态环境相关研究领域的典型区和热点地带。但在以往的研究中, 系统

进行不同土地利用方式对吉林省西部地区土壤养分影响的研究尚不多见, 本文选取吉林省通榆县为研究区, 在遥感和GIS技术的支持下, 结合野外采样数据, 分析土地利用方式及其动态变化对县域土壤养分的影响, 以期为该区土地资源的合理利用以及退化土地的生态恢复提供科学依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

通榆县地处松嫩平原西部边缘, 吉林省西部, 地理位置介于122°02'13"~123°30'57"E, 44°13'57"~45°16'27"N之间, 全县总土地面积8 496 km²。地势西高东低, 海拔在120~180 m之间。地表为第四纪河湖相沉积物所覆盖, 发育有淡黑钙土、风沙土、草甸土、碱土、沼泽土、盐土等6个土类。属中温带半干旱半湿润地区, 具有典型的大陆性季风气候特征, 多年平均气温为5.5℃, 多年平均降水量为392.6 mm, 主要集中于6~8月, 多年平均蒸发量为1 731.8 mm。该区域风沙大, 气候干旱, 地表水贫乏, 农业生产以旱作为主, 一年一熟。草地资源丰富, 于1978年由吉林省政府批准确定为全省唯一的“以牧为主”的县, 也是“三北”防护林体系建设重点县之一。发

收稿日期: 2009-08-19

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-341); 国家自然科学基金项目(40901096); 吉林省科技发展计划项目(20080128); 中国科学院东北地理与农业生态研究所青年博士基金项目(08H2071)

作者简介: 任春颖(1980—), 女, 辽宁沈阳人, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为资源环境遥感。E-mail: renchy@neigae.ac.cn。

通讯作者: 王宗明, 副研究员。E-mail: zongmingwang@neigae.ac.cn。

源于大兴安岭东部的霍林河,散流于区内北部沙地和沙丘之间,形成以芦苇沼泽为主的湿地——向海湿地。

1.2 数据来源与分析方法

将 1986 年 9 月 Landsat TM 影像和 2006 年 9 月中巴资源卫星影像作为研究区土地利用数据的基础数据源,采用人工目视解译与野外考察相结合的方法获得土地利用矢量图。在 GIS 软件平台下进行数据处理与分析,得到近 20 年来通榆县土地利用面积的变化及主要转化过程。

研究区 20 世纪 80 年代初期进行的全国第二次土壤普查历时 3 a,本文仅以 1986 年代表这次土壤普查数据的时间点,以便与土地利用资料进行衔接。2006 年土壤养分的野外采样点是在通榆县第二次土壤普查的主剖面点基础上,于 9 月中旬在研究区选取 192 个样点进行表土(0~20 cm)样品的采集。样点尽量均匀地布设于整个研究区,采样的同时利用 GPS 获取土壤样点的地理坐标。每个取样点设 4 个重复,即用 S 形路线法选取 4 个点采集混合样品,剔除土壤样品中的植物根系及残体、石块、昆虫尸体等杂物,充分混匀后用四分法取土样,选择通风良好的地点风干。将已风干样品粉碎、研磨过 0.15~1 mm 的尼龙网筛,装入样品纸袋,用于实验室化学分

析。

土壤养分分析项目主要有土壤有机质、全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷、速效钾,具体分析方法:(1)有机质(OM),重铬酸钾容量法;(2)全氮(TN),半微量凯氏法;(3)全磷(TP),钼锑抗比色法;(4)全钾(TK),火焰光度计法;(5)速效氮(AN),碱解扩散法;(6)速效磷(AP),碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法;(7)速效钾(AK),醋酸铵浸提-火焰光度法。

采用单因素方差分析(ANOVA)来检验土壤养分在不同土地利用类型间的差异,如果有显著性差异,则进行多重比较(ANOVA-LSD)。所有统计分析均在 SPSS12 中进行。

2 结果与分析

2.1 通榆县土地利用变化

1986~2006 年通榆县土地利用面积和比例变化见表 1。近 20 年来通榆县耕地面积大幅度增加,新增耕地面积约为 1986 年耕地面积的 53%;草地面积锐减,减少面积为 1 165 km²,草地占总土地面积的百分比也由 27.3%降低为 13.5%;林地、沙地和沼泽地的面积变化幅度在 4%~8%之间;水域、居民地和盐碱地面积变化最小。

表 1 1986~2006 年土地利用面积变化
Table 1 Area changes of land use types from 1986~2006

土地利用类型 Land use type	1986		2006		1986~2006 变化比例(%) Change percentage
	面积(km ²) Area	比例(%) Percentage	面积(km ²) Area	比例(%) Percentage	
耕地 Cropland	2360.88	27.9	3614.70	42.7	+14.8
林地 Woodland	44.88	0.53	726.76	8.6	+8.07
草地 Grassland	2306.41	27.3	1143.52	13.5	-13.6
水域 Water body	173.23	2.0	139.45	1.6	-0.4
居民地 Built-up land	157.72	1.86	160.77	1.90	+0.04
沙地 Sandy land	506.05	6.0	86.88	1.0	-5.0
盐碱地 Saline land	2335.99	27.6	2358.10	27.9	+0.3
沼泽地 Wetland	576.40	6.8	231.39	2.7	-4.1

表 2 为 1986~2006 年各种土地利用类型的面积百分比转移矩阵,主要揭示了近 20 a 来土地利用类型转移变化的方向。研究区内耕地与草地之间的转化和沼泽地的退化是主要的土地利用变化过程。耕地新增面积的主要来源是草地,约 43.58%的草地转化为耕地,沙地和沼泽地转化为耕地的面积比例分别为它们初始面积的 61.99%和 15.05%,也是

新增耕地的重要来源。虽然耕地大幅度增加,仍有 10%左右的耕地转化为林地和草地,这反映出退耕还林还草政策取得了一定成效。草地除了大面积开垦为耕地外,林地和盐碱地也是其重要的变化方向。沼泽地不变面积仅为 32.14%,主要退化为草地(25.88%)和盐碱地(22.82%),以及开垦为耕地(15.05%)。

表 2 1986~2006 年土地利用类型转移百分比(%)
Table 2 Transition probabilities in percent of land use types from 1986 to 2006

土地利用类型 Land use type	耕地 Cropland	林地 Woodland	草地 Grassland	水域 Water body	居民地 Built-up land	沙地 Sandy land	盐碱地 Salina land	沼泽地 Wetland
耕地 Cropland	88.49	8.32	2.36	0.00	0.10	0.03	0.71	0.01
林地 Woodland	5.35	93.85	0.00	0.00	0.27	0.00	0.36	0.00
草地 Grassland	43.58	16.00	32.39	0.14	0.11	0.45	7.13	0.33
水域 Water body	1.06	1.27	23.62	47.52	0.00	0.00	24.64	1.94
居民地 Built-up land	1.32	0.03	0.03	0.05	97.67	0.00	0.38	0.00
沙地 Sandy land	61.99	18.98	4.39	0.01	0.00	13.96	0.66	0.01
盐碱地 Salina land	4.46	0.72	5.54	1.44	0.02	0.15	85.97	1.61
沼泽地 Wetland	15.05	1.08	25.88	2.48	0.00	0.21	22.82	32.14

2.2 通榆县土壤养分的总体变化

表 3 是 1986 年和 2006 年通榆县表层土壤养分含量的统计特征,两个时期土壤样本数分别为 196 和 192。将 1986 年和 2006 年相同位置上的土壤样点进行配对比较,得到均值显著性检验结果(见表 4)。

与 1986 年相比,2006 年土壤养分含量的变化幅度明显增大,这表明该时期土壤样点之间的养分含量差异较大。2006 年土壤有机质含量略低于 1986 年土壤有机质含量,但差异并不显著,全县土壤有机质含量总体仍维持在较低的水平。与 1986 年相比,2006 年土壤全氮、全磷和全钾含量显著降低,尤其是全氮和全磷含量降低幅度高达 44% 和 72%。速效氮、速效磷和速效钾含量的均值变化幅度较小,2006 年略高于 1986 年,但差异并不显著。

表 3 1986 年和 2006 年土壤养分含量状况

土壤养分 Soil nutrients	年份 Year	平均值 Mean	最小值 Min	最大值 Max
有机质 OM(g/kg)	1986	13.9	2.6	28.3
	2006	13.0	0.4	64.1
全氮 TN(mg/kg)	1986	1220	130	1940
	2006	686	124	2067
全磷 TP(mg/kg)	1986	673	279	1509
	2006	189	53	491
全钾 TK(g/kg)	1986	24.6	20.7	29.1
	2006	20.5	10.2	25.0
速效氮 AN(mg/kg)	1986	77.3	10.5	462.6
	2006	83.2	16.8	201.6
速效磷 AP(mg/kg)	1986	7.02	0.50	36.10
	2006	8.22	1.66	51.24
速效钾 AK(mg/kg)	1986	158.72	15.82	427.60
	2006	174.16	69.08	665.33

通榆县有机质含量水平总体偏低,近 20 a 来并未发生显著变化,这与该区域土壤母质贫瘠、气候干旱以及施肥量的影响有很大关系。土壤全量养分一般受结构性因素影响较大,如地形、母质、气候、土壤类型等,对于某特定区域而言,能够在 20 年的时间尺度上发生相对较大波动的只有气候因素,因此,土壤全量养分的变化很大程度上与本区域气候条件的变化有关。气温、降水、风等条件的变化会改变土壤的温度、湿度等状况,从而影响植被的生长状况、土壤的水热状况以及侵蚀状况等,也就会对土壤养分的循环与转化产生显著的影响,尤其是本区域受风蚀作用强烈,气候趋于暖干,土壤表层粗化,细物质减少,生物量累积明显减弱,导致土壤全量养分也随之减少。而速效养分是全量养分中的一小部分,它受随机性因素影响更大,比如土地翻耕深度、种植作物种类、施肥量等等,同时与采样时间、地点、精度等实验误差也有一定关系,因此,配对比较的结果反映其变化并不显著。

表 4 1986 年和 2006 年土壤养分配对样点的 *t* 检验结果
Table 4 Result of *t* test for soil nutrients of sample pairs in 1986 and 2006

土壤养分 Soil nutrients	<i>t</i> 值 <i>t</i> value	自由度 Degree of freedom	概率 Probability
有机质 OM	1.253	50	0.216
全氮 TN	3.522	50	0.001 *
全磷 TP	4.342	50	0.000 *
全钾 TK	5.542	50	0.000 *
速效氮 AN	-0.667	50	0.508
速效磷 AP	-1.045	50	0.301
速效钾 AK	-0.98	50	0.332

注: * 显著性水平在 $\alpha = 0.05$ (双尾检验)。
Note: * Significance level at $\alpha = 0.05$ (2-tailed)。

2.3 不同土地利用方式下的土壤养分差异

2.3.1 通榆县 1986 年不同土地利用类型的土壤养分 表 5 为 1986 年通榆县不同土地利用方式下的土壤养分含量均值。1986 年通榆县不同土地利用方式下有机质含量由高到低的顺序为沼泽地 > 草地 > 耕地 > 林地 > 盐碱地。沼泽地有机质含量最高,这与沼泽地草本植物生长茂密,具有较丰富的腐殖质层密切相关。但是,与同类型的沼泽地相比,本县沼泽地有机质含量并不高,这一方面与本区土壤母质类型有关,另一方面也与地下水水质状况有关。沼泽地受水文状况影响较大,而本区域地下水矿化度高、含盐量高且以苏打钠盐为主^[9],土壤极易发生盐渍化,沼泽地所处地势比较低洼,受自然降水影响较大,在气候暖干的环境下,沼泽土壤也随之干化、盐碱化,降低了表层的腐殖质分解速度,导致土壤有机质的输入量明显减少,进而造成本区域沼泽地有机质和养分含量相对偏低。草地、耕地的有机质含量均高于全县有机质含量的平均值,在母质影响较为均一的条件下,农作物、草本植物凋落物的累积以及农家肥的施用是导致耕地、草地有机质含量相对于其他土地利用类型较高的主要原因。耕地土壤由于受农业耕作方式的影响如翻耕、深耕等措施,土壤温度和湿度状况得到明显改善,促进了土壤微生物的活动,从而加速了土壤有机质的分解^[10],此外,农

作物的收割也使得农田土壤的有机质输入量明显减少^[11],导致耕地土壤较草地土壤有机质含量低。由于本县林地多数为人工林,其有机质含量较耕地低的主要原因在于其种植时间短、地表植被覆盖度较低、枯落物输入地表土壤的量也比较少。

不同土地利用类型土壤全氮含量顺序由高到低为沼泽地 > 草地 > 耕地 > 林地 > 盐碱地,由于全氮含量与有机质含量之间存在较强的相关性,不同土地利用类型的全氮含量顺序与有机质的相同。全磷含量由高到低为沼泽地 > 耕地 > 盐碱地 > 草地 > 林地,全钾含量则是林地最高,沼泽地为最低,其余土地利用类型由高到低的顺序依次为盐碱地 > 耕地 > 草地。

不同土地利用类型土壤速效氮含量顺序为沼泽地 > 耕地 > 草地 > 林地 > 盐碱地,除了耕地速效氮含量高于草地含量外,其大小顺序与全氮含量相同,耕地的速效氮通常来源于人类施用的氮肥,而草地则依靠土壤养分的自然分解与循环以及牛羊等牲畜的粪便等物质积累,因而其含量较耕地低,速效钾含量也表现为同样的特征。速效磷、速效钾含量都是盐碱地最高,其余土地利用方式的速效磷含量为沼泽地 > 草地 > 耕地 > 林地,速效钾含量为耕地 > 沼泽地 > 草地 > 林地。

表 5 1986 年不同土地利用方式下的土壤养分含量均值
Table 5 Mean values of soil nutrients under different land use types in 1986

土地利用方式 Land use type	有机质 OM(g/kg)	全氮 TN(mg/kg)	全磷 TP(mg/kg)	全钾 TK(g/kg)	速效氮 AN(mg/kg)	速效磷 AP(mg/kg)	速效钾 AK(mg/kg)
耕地 Cropland	15.4	1106	396	24.7	74.3	4.96	170.1
林地 Woodland	9.3	838	241	27.4	57.3	1.80	61.5
草地 Grassland	17.0	1231	302	24.5	59.8	5.35	115.5
盐碱地 Salina land	5.3	448	353	24.9	19.6	20.48	216.9
沼泽地 Wetland	21.3	1965	556	23.6	151.8	10.38	155.8

2.3.2 通榆县 2006 年不同土地利用类型的土壤养分差异 表 6 为 2006 年通榆县不同土地利用方式下的土壤养分含量均值。2006 年通榆县土壤有机质含量由高到低依次为草地 > 耕地 > 林地 > 沼泽地 > 盐碱地。耕地、林地和草地的有机质含量显著高于盐碱地,沼泽地与其他类型的有机质含量差异不显著。与 1986 年相比,除林地有机质含量提高了 0.35%、盐碱地提高了 0.05% 之外,耕地、草地、沼泽地的有机质含量均降低,尤其是沼泽地降低的比较明显。野外考察时发现,本区域的人工杨树林树龄多数在 20~30 年左右,相较于 20 年前的幼林,其土

壤有机质含量会有所提高。

不同土地利用方式下的全氮含量顺序为草地 > 耕地 > 林地 > 沼泽地 > 盐碱地,由于全氮含量与土壤有机质存在明显的正相关,因此,与有机质含量相同,耕地、林地、草地的全氮含量均显著高于盐碱地的全氮含量,沼泽地与其他类型的全氮含量并无显著差异。全磷含量顺序为耕地 > 沼泽地 > 草地 > 盐碱地 > 林地,林地全磷含量显著低于耕地和草地的全磷含量,与盐碱地、沼泽地则无明显差异。全钾含量顺序为林地 > 草地 > 耕地 > 盐碱地 > 沼泽地,由于本县土壤全钾含量比较丰富,各种土地利用类型

的全钾含量并不存在显著差异。与 1986 年相比,不同土地利用方式下全量养分含量的大小顺序均发生了变化,尤其是沼泽地类型,在 1986 年全氮、全磷含量均最高,但是,2006 年沼泽地土壤的全氮、全磷含量均明显变小,而且变化的幅度相对较大。2006 年土壤样品采集时,沼泽地土壤样点一般选择在沼泽地与草地的过渡地带,且地表较为湿润、无明显积水的样区,采集样点数较少,因此,有可能造成本期样品与土壤普查数据有较大的出入。

通榆县土壤速效氮含量顺序为耕地>草地>林地>沼泽地>盐碱地,除沼泽地外,各种土地利用方式下的速效氮含量均值都比 1986 年高,但含量大小

顺序相同。速效磷含量顺序为盐碱地>沼泽地>耕地>草地>林地,除盐碱地速效磷低于 1986 年,各种土地利用类型的速效磷含量也同样有所升高。不同土地利用类型的速效氮、速效磷含量存在显著性差异,耕地、林地、草地的速效氮含量显著高于盐碱地,而它们的速效磷含量则显著低于盐碱地,沼泽地的速效氮和速效磷含量与其他土地利用类型不存在显著性差异。速效钾含量顺序为沼泽地>盐碱地>草地>林地>耕地,耕地速效钾含量明显较 1986 年小,同时,其他土地利用类型的速效钾含量均高于研究初期,耕地速效钾含量显著低于草地的速效钾含量,其他类型之间不存在显著性差异。

表 6 2006 年不同土地利用方式下的土壤养分含量比较
Table 6 Comparison of soil nutrients under different land use types in 2006

土地利用方式 Land use type	有机质 OM(g/kg)	全氮 TN(mg/kg)	全磷 TP(mg/kg)	全钾 TK(g/kg)	速效氮 AN(mg/kg)	速效磷 AP(mg/kg)	速效钾 AK(mg/kg)
耕地 Cropland	13.3a	728.17a	203.98a	20.45a	90.34a	7.93a	149.34a
林地 Woodland	12.8a	662.29a	146.86b	21.50a	85.85a	4.52a	178.46ab
草地 Grassland	15.6a	760.69a	188.15a	20.71a	86.96a	6.63a	184.19b
盐碱地 Salina land	5.8b	328.73b	187.70ab	20.14a	39.29b	18.88b	222.10ab
沼泽地 Wetland	12.0ab	661.64ab	195.43ab	18.16a	73.75ab	10.58ab	235.82ab

注:每列含有相同字母的平均值没有显著差异($P < 0.05$),显著性水平在 $\alpha = 0.05$ 。

Note: The mean values followed by the same letters indicate insignificant difference($P < 0.05$), and significant level at $\alpha = 0.05$.

2.4 土地利用变化过程对土壤养分的影响

利用 1986 年和 2006 年的土壤样点数据进行相同点位的养分含量分析,比较不同土地利用转化过程对土壤养分的影响。由于土壤普查时多数采集的是耕层土壤,土地利用类型也以耕地为主,而 20 多年来本区域的土地利用优势变化过程为耕地与草地的相互转化过程以及沼泽地的退化过程,因此,分析时选择样本数比较充分的耕地→耕地、草地→草地、草地→耕地、未利用地→耕地、沼泽地→草地等五种土地利用变化过程,进行配对样本的土壤养分对比分析,结果见表 7。

研究始末期均为耕地类型的样点有机质含量、全钾、速效氮、速效磷含量均降低,而全氮、全磷和速效钾含量则有所增加。耕地的养分含量通常与开垦年限以及人为活动如施肥量等密切相关,尤其是速效养分含量。2006 年的采样时间为 9 月下旬,部分种植农作物的耕地已经收割,而第二次土壤普查的土壤采样时间比较长,耕地在作物收割前后的养分状态也会有一定的差异。多年生草地有机质含量、全量养分均减少,其中,有机质变化很小,速效养分均增加,变化的幅度不大。草地开垦为耕地有机质、全量养分均减少,速效养分均增加,但是变化幅度也

很小。未利用地开垦为耕地的过程有机质含量、全氮、速效氮含量均升高,全磷变化很小,速效氮增加较多;全钾、速效磷、速效钾含量均减少,其中全钾含量变化幅度也比较小。沼泽地退化为草地过程大部分养分含量均减少,仅全钾和速效钾含量变化值为正值,变化幅度很小。

随着耕种年限的增加,人工施肥等因素的影响,农田土壤有机质通常会有所提高,但是,前面分析结果表明两个时期的土壤有机质含量并未发生显著变化,尽管均值比较结果显示略有降低,但总体来看变化较小。本研究区由于多年来过度放牧、牛羊践踏等人为干扰的加剧,出现了较为严重的草场退化现象,土壤养分含量降低,很多地区为了保护草场采取了围栏、禁牧等措施,但是,生态恢复的过程比较缓慢,仍需人们长期的重视与保护。草地开垦为耕地会造成土壤有机质的损失,而未利用地多数为裸土地和沙地等类型,其初始养分含量较低,因此,开垦为耕地后在农作物残留物积累以及人工施肥的影响下,其有机质会有明显的增加。沼泽地退化为草地会明显导致土壤有机质和养分的损失。但是,各种土地利用方式下速效养分变化差异很大,主要由于土壤速效养分受时间和各种环境因子的影响较为严

重^[12]。

表 7 不同土地利用变化过程的土壤养分含量均值变化
Table 7 Mean value changes of soil nutrients under different land use conversion

变化类型 Change type	有机质 OM(g/kg)	全氮 TN(mg/kg)	全磷 TP(mg/kg)	全钾 TK(g/kg)	速效氮 AN(mg/kg)	速效磷 AP(mg/kg)	速效钾 AK(mg/kg)
耕地→耕地 Cropland to cropland	-2.6	647.4	200.52	-1683.0	-1018.17	-390.42	161.97
草地→草地 Grassland to grassland	-0.07	-428.0	-85.67	-2.1	32.84	0.48	118.96
草地→耕地 Grassland to cropland	-7.7	-675.1	-29.50	-3.5	18.85	2.14	38.34
未利用地→耕地 Unused land to cropland	9.1	408.8	0.67	-4.5	81.98	-9.80	-19.01
沼泽地→草地 Wetland to grassland	-8.6	-1630.5	-217.03	1.8	-105.98	-1.88	17.91

3 结 论

研究土地利用方式对我国生态环境脆弱区土壤养分状况的影响,可以为有效地指导农业生产、促进土地资源的保护和持续利用提供科学依据。研究表明:近 20 年来,通榆县的土地利用时空格局发生了较大的变化,耕地面积显著增加,草地面积锐减。通榆县表层土壤养分含量水平普遍偏低,与 1986 年相比,2006 年除全量养分明显降低外,土壤有机质含量和速效养分并无显著变化。盐碱地的土壤养分含量显著低于其它土地利用类型,而耕地、林地和草地之间的养分含量差异并不显著。由于盐碱地、耕地面积分布广大,其养分含量较低,形成了本县土壤养分含量整体水平偏低的空间分布特征。除未利用地开垦为耕地导致有机质含量增加外,其余土地利用变化过程造成有机质含量不同程度的降低;不同土地利用变化过程对全量养分和速效养分的影响并不完全相同,全量养分是以降低含量为主要趋势,速效养分含量则大部分增加。

参 考 文 献:

[1] 郑昭佩,刘作新.土壤质量及其评价[J].应用生态学报,2003,14(1):131—134.
[2] 盛学斌,刘云霞,孙建中.近 50 年冀北高原土地利用变化的土

壤生境效应[J].应用生态学报,2004,15(4):589—592.
[3] Fu B J, Ma K M, Zhou H F, et al. The effect of land use structure on the distribution of soil nutrients in the hilly area of the Loess Plateau [J]. China:Chinese Science Bulletin, 1999,44(8):732—736.
[4] Lal R, Mokma D, Lowery B. Relation between soil quality and erosion [C]//LAL R. Soil quality and soil erosion. Washington D C: CRC Press, 1999:237—258.
[5] Mildén M, Münzbergová Z, Herben T, et al. Metapopulation dynamics of a perennial plant, *Succisa pratensis*, in an agricultural landscape [J]. Ecological Model, 2006,199:464—475.
[6] Reineking B, Veste M, Wissel C, et al. Environmental variability and allocation trade-offs maintain species diversity in a process-based model of succulent plant communities [J]. Ecological Model, 2006,199:486—504.
[7] 李恩泽.吉林省西部地区农业生态地理环境研究报告[R].长春:吉林省科技厅,2001:15—40.
[8] 刘桂环,董锁成,彭 晓.吉林省西部生态环境脆弱区农业发展模式探讨[J].中国生态农业学报,2006,14(1):215—219.
[9] 任春颖.松嫩平原西部农牧交错区景观动态的土壤环境效应研究[D].北京:中国科学院研究生院,2008:15—21.
[10] Anderson D W, Coleman D C. The dynamics of organic matter in grassland soils [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1985,40:211—216.
[11] Adejuwon J O, Ekanade O. A comparison of soil properties under different land use types in a part of the Nigerian cocoa belt [J]. Cate-na, 1988,15:319—331.
[12] 郭旭东,傅伯杰,陈利顶,等.低山丘陵区土地利用方式对土壤质量的影响——以河北省遵化市为例[J].地理学报,2001,56(4):447—455.

Effects of land use type on soil nutrients in the semiarid area of western Jilin Province

— A case study in Tongyu County of Jilin

REN Chun-ying, ZHANG Bai, WANG Zong-ming, SONG Kai-shan, LIU Dian-wei

(*Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China*)

Abstract: Taking Tongyu County as a typical study area, this paper evaluated the effects of land use type and its changes on soil nutrients in the surface soil of semiarid area of western Jilin Province. Field soil sample data and land use data were used to identify land use changes within two typical periods of 1986 and 2006, to examine soil nutrient changes between 1986 and 2006, and to analyze the relationship between land use changes and soil nutrient changes. The results indicated that the spatial pattern of land use types in Tongyu County had obvious changes in recent 20 years. The area percentage of cropland increased by 53%, while that of grassland declined from 27.3% to 13.5%. The level of soil nutrients in the surface soil of Tongyu County is very low. Total nitrogen, total phosphorus and total potassium of 2006 decreased significantly in comparison with 1986, while soil organic matter and available nutrients had no significant difference between 1986 and 2006. Among samples of 2006, significant differences between cropland, grassland and woodland were found on soil nutrients including total phosphorus and available potassium. Except total phosphorus, total potassium and available potassium, the contents of other soil nutrients in salina land were obviously lower than those in cropland, grassland and woodland. Land use changes had resulted in soil nutrient changes in the study area. Land reclamation led to the increase of soil organic matter, but other land use conversion resulted in the decrease of soil organic matter. Most total nutrients declined, while available nutrients increased after the conversion of land use type.

Keywords: land use type; land use change; soil nutrients; western Jilin; Tongyu County

(上接第 191 页)

The spatial pattern of soil organic matter in the Loess Plateau with village scale based on ArcGIS geostatistics

GAO Yi-min, TONG Yan-an, CHANG Qing-rui, ZENG Yan-juan

(*College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China*)

Abstract: The objective of this study was to explore the relationship between spatial variability of soil organic matter and agro-ecological environment in the Loess Plateau. Geostatistics module of ArcGIS was applied to study the spatial variability and spatial pattern of soil organic matter, based on the data of 360 soil samples that were taken by grid sampling method in Xinji village in Shaanxi as the case study. The results indicated that the average content of soil organic matter was 3.37 g/kg, with a normal distribution in the study area. The distribution of soil organic matter content in the whole area exhibited a first-order trend. The best theoretical model was spherical model, with anisotropy. The spatial autocorrelation distances (ranges) were 965.7 m and 440.3 m in long axle and in short axle, respectively, and the degree of spatial autocorrelation was moderate. A spatial distribution map of soil organic matter content was obtained using ordinary Kriging interpolation, which showed that soil organic matter was higher in north and center than that in south and around, turning out ladder-like distribution trends. This spatial pattern was consistent with structural factors (topography) and random factors (land-use types).

Keywords: ArcGIS; geostatistics; loess plateau; village scale; soil organic matter; spatial pattern