



地理学报 2003年第58卷第3期

集约化农区土地利用变化对土壤养分的影响 ——以河北省曲周县为例

作者: 孔祥斌 张凤荣

以河北省曲周县为集约化农区的分析样区,通过对1980年、1999年土地利用类型变化和2期不同用地类型的土壤养分变化进行分析。结果表明:曲周县1980-1999年之间的土地利用类型以水浇地、旱地、菜地、园地、林地等农业用地类型为主,1980年农业用地类型占土地总面积的77.47%,1999年的农业利用类型占土地总面积的77.43%;但是土地利用类型也存在着转化,转化的顺序为荒草地向旱地、水浇地、菜地方向转化,旱地向水浇地、菜地方向转化;1980年土壤养分含量在不同用地类型间的变化顺序为水浇地>旱地>荒草地,差异幅度在2%~18%之间,1999年土壤养分含量在不同用地类型间的变化顺序为菜地>水浇地>旱地,差异幅度在18%~690%之间;2期对比分析表明,土壤养分含量除速效钾外不仅在相同用地类型之间增加幅度大,而且在转化后地用地类型之间也存在明显差异;土壤有机质、全氮、速效磷含量在不同土地利用类型中的变化顺序为菜地>水浇地>旱地>荒草地,速效钾含量变化的顺序为旱地>荒草地>菜地>水浇地。

集约化农区土地利用变化对土壤养分的影响 ——以河北省曲周县为例 孔祥斌¹, 张凤荣¹, 齐伟², 徐艳¹ (1. 中国农业大学土地资源与管理系, 北京 100094; 2. 山东农业大学土地资源与管理系, 山东 泰安 271018) 1 引言土地利用,作为人类利用土地各种活动的综合反映[1],其变化不仅可以改变土地覆被状况如地表植被的变化[2],地表反射率的变化[3,4],影响植物凋落物和残余量[5],还影响许多生态过程[6],如生物多样性[7]、地表径流和侵蚀[8,9]、土壤环境[10,11]等。土壤养分是自然因子和人为因子共同作用的结果,土地利用变化在影响土壤微生物活动[12]的同时也会引起土壤管理措施的改变[13]。因此,土地利用变化和土壤养分变化有着密切的联系,合理的土地利用可以改善土壤结构,增强土壤对外界环境变化的抵抗力[14,15],不合理的土地利用会导致土壤质量下降[16],增加土壤侵蚀[17],降低生物多样性[18]。目前,中国土地利用变化对土壤养分含量变化影响的研究多集中在西部的黄土丘陵区[15]和东部低山丘陵区[19],那里的土地利用变化影响了土壤养分含量的变化,从而对生态环境产生了重要影响。而作为中国粮食主产区的集约化农区,尽管耕地向建设用地、生态用地转移幅度低,表现为耕地面积的相对稳定[20],但是由于人多地少,第二、三产业不发达,土地利用以农业利用为主,土地利用的变化集中表现为未利用土地向农业用地转化、农业用地内部的结构调整,已有的农业用地利用的集约化程度不断提高。突出表现为土地的复种指数、土地利用率的不断提高和土地投入量的不断增加[21]。土地利用类型之间的转化和土地利用集约度的提高必然引起土壤养分含量的变化,不同用地类型间的养分含量变化不仅影响当地的粮食生产还影响到土地资源的可持续利用。因此研究土地利用变化对土壤养分含量的影响具有重要的理论意义和实用价值。 2 数据来源与研究方法 2.1 研究区概况曲周县地处东经114°05'30"~115°01'30",北纬36°03'45"~36°05'57"之间,位于河北省邯郸地区东北部,为黑龙港地区上游。该区由于农业人口多,土地利用呈现出土地复种指数高、农业投入大、粮食作物播种面积大,第一产业产值比重大等特点。1999年,曲周县总人口达38.4×10⁴人,其中乡镇农业人口为36.24×10⁴人,占总人口的94.38%,是全国平均农业人口比重的1.37倍;土地复种指数高达1.65;1999年每hm²施用氮肥(纯氮)405 kg,每hm²施用磷肥(P₂₀₅)202 kg;粮食作物播种面积6401.2 hm²,是耕地总面积的1.34倍;播种面积单产5070 kg·hm⁻²;第一产业产值在国民经济总产值中占的比例高达69%,与之相比,全国的第一产业产值比为38%,具有典型的集约化农区特点,土地利用变化对土壤养分含量变化产生了重要影响,因此选择曲周县作为研究样区。 2.2 数据来源与研究方法应用河北省曲周县土地管理局提供的研究区域1980年和1999年的土地利用现状图。根据《全国土地利用现状调查技术规程》和土地用途进行分类,将研究区域内土地分为耕地、园地、林地、水域、未利用地、城镇用地、交土地7个一级地类。又根据土壤养分变化特点的需要,将耕地分为水浇地、菜地、旱地3个二级地类,未利用地分为荒草地和其它未利用地2个二级地类。2期土地利用现状图的比例尺为1:50 000。应用ARC/INFO地理信息系统进行土地利用变化分析。分析近20年来土地利用面积的变化和土地利用类型的转化方向。研究区域1980年的土壤数据和养分样点分布图是曲周县全国第二次土壤普查的数据和土壤图,土壤图比例尺为1:50 000。对第二次土壤普查的土壤样点分布图和1980年的土地利用现状图,进行矢量化处理后,利用ARC/INFO信息系统,将1980年的土壤样点分布图和1980年土地利用现状图进行空间叠置分析,这样就获得了1980年土壤样点空间与属性数据,结果不同土地利用类型样点数是旱地22个,水浇地48个,荒草地9个。为了准确对比不同用地类型的土壤养分变化情况,1999年土壤养分的野外采样点是在1980年曲周县全国第二次土壤普查的主剖面点位基础上,于当年5~6月份在研究区域选取样点79个,其中旱地5个,菜地18个,水浇地56个。取0~20 cm的表层土壤,每一采样点周围选取3个点,测定有机质、全氮、速效钾和速效磷4种土壤养分要素,以3

点的平均值作为该样点的最终数据。采样的同时, 采访户主有关土地利用情况、种植制度、施肥状况、水利设施、灌溉水源、灌溉制度、平均单产等情况。土样采集后, 放入自制的约为20 cm×15 cm的土袋中。回到室内后, 剔除土壤中植物根系及残体、石块、昆虫尸体等杂物, 选择通风良好的地点风干。已风干的土样磨细后, 过0.15~1 mm的细筛, 用于土壤的化学分析。土壤样品的处理和分析均采用常规分析法, 养分的分析利用SPSS软件。

3 结果分析

3.1 不同时期土壤养分的变化

根据1980年曲周县全国第二次土壤普查数据和1999年测定的土壤养分数据结果进行数据配对分析(表1)。t检验的配对样本数79, 自由度为78, 结果表明, 1999年的4项土壤养分含量比1980年有显著变化 ($p<0.01$)。1999年的土壤养分含量除速效钾外都比1980年有较大提高, 其中有机质、全氮、速效磷含量分别比1980年提高40.75%、101.68%、351.19% (表2), 其中速效磷提高的幅度最高, 这与磷在石灰性潮土和盐渍化潮土中, 极易被固定有关。土壤养分含量的变异系数范围为0.19-0.77, 为中等变异程度。对比2期的土壤养分变异系数, 表明土壤有机质的变异程度基本一致, 1999年为0.21, 而1980年为0.20。2期有机质含量在全县内变化幅度不大, 1980年有机质含量低, 其主要原因是全县处于较为一致的管理水平, 即施用有机肥和采用秸秆还田等项技术应用还不普遍, 而到了1999年, 随着农户对土壤培肥重视, 全县从1980年开始普遍均采用秸秆还田、过腹还田等技术措施[22], 从而使全县土壤有机质含量整体上有了较大的提高, 有机质含量增加幅度达40.75%。2期全氮含量的变异系数变化幅度不大, 1999年为0.19, 1980年为0.21, 但1999年的全氮含量是1980年的101.68%, 这种结果的变化情况与有机质的变化相同。根据土壤取样时进行的土地投入调查表明, 在1980年, 曲周县每hm²施用氮肥(纯氮)54 kg, 施用氮肥量很低。随着氮肥增产效果的明显和农民收入的增加, 曲周县的氮肥施用得到了普遍推广, 到了1999年全县每hm²施用氮肥405 kg, 是1980年的7.5倍。正是这种全县范围内氮肥施用量大幅度提高, 在提高作物产量同时, 才导致了土壤全氮含量水平的全面上升。1999年的土壤养分中速效磷、速效钾的变异系数明显高于1980年, 这可能是由于不同农户对磷肥、钾肥对作物增产的重要性认识存在差异, 农户在施用磷肥、钾肥不如氮肥普遍, 导致了1999年速效磷的变异系数增加。为了进一步分析土地利用变化对养分含量变化的影响规律, 下面将对2期不同土地利用类型之间的土壤养分变化情况及其土地利用类型转化后土壤养分含量的变化情况进行分析, 揭示土地利用类型转化与土壤养分含量变化之间的内在关系。

3.2 不同用地类型土壤养分含量的变化分析

3.2.1 1980年不同用地类型间土壤养分变化特征

1980年土地利用类型以农业用地类型为主(图2-5), 主要为水浇地、旱地、菜地、园地, 水浇地面积比例达到48.31%, 旱地面积比例为26.91%, 菜地、园地所占比例很小, 分别为0.50%和0.54%, 未利用地以荒草地为主, 占土地总面积的2.42%(表3)。从图中可以看出不同用地类型中土壤样点分布, 其中旱地22个, 水浇地48个, 荒草地9个(图2-5)。对1980年土壤样点在不同土地利用类型中分布进行描述性统计分析, 可以看出有机质、全氮、速效磷3种养分的含量变化在不同用地类型之间存在着明显的规律(表4), 即水浇地>旱地>荒草地, 而速效钾含量在不同用地类型之间的变化规律为旱地>水浇地>荒草地。但是不同用地类型之间养分含量差异程度不大, 有机质含量在3种用地类型之间没有明显差距, 水浇地比荒草地高出19%; 水浇地中全氮含量比荒草地的全氮含量高出15%; 而旱地的速效钾含量比水浇地高出2%, 比荒草地高出18%。1980年不同用地类型之间土壤养分含量差距小, 这反映出当时的土地管理水平低, 肥料投入低, 土壤养分处在比较低的平衡状态。不同用地类型中养分的变异系数并没有形成统一的规律, 有机质含量的变异系数在3种用地类型之间的变化顺序为旱地>水浇地>荒草地; 全氮的变异系数比较均一, 在3种用地类型之间无明显差距, 其变化顺序为旱地>水浇地>荒草地, 表明全县氮肥量处在较低的投入水平上; 速效磷的变异系数, 在荒草地与水浇地之间差异不大, 而与菜地有一定差距, 但是与有机质、全氮、速效钾在不同用地类型中的变异系数比较起来, 变异程度最大, 这表明速效磷的含量不仅受到用地类型的影响, 可能与土壤的本身性质如土壤质地、土体构型等密切相关; 速效钾在不同用地类型的变异系数, 菜地与水浇地相近, 而荒草地变异系数很小。上述分析表明, 尽管在不同土地利用类型之间, 4种土壤养分含量变化存在着较为一致的规律, 但是养分含量在不同用地类型之间差异程度不大。虽然土地利用存在着不同的利用类型的差异, 但是由于土地利用类型之间的收益无明显差异, 所以农户在不同用地类型之间投入差异不大, 全县的土地利用都处在较低的管理水平[23], 表现为土地投入低, 土地经营粗放, 产量低等特点。

3.2.2 1999年不同土地利用类型间土壤养分特征

通过对1999年土地利用现状图和1999年相应的土壤样点养分含量变化图进行分析(图2-5)可以看出, 1999年曲周县的水浇地面积比1980年增加了912.73 hm²(表3), 主要是由于灌溉条件的改善, 使一部分旱地转化为水浇地; 旱地减少了5607.16 hm², 主要转化为水浇地、园地和菜地; 菜地面积增加幅度最大, 增加面积主要分布在滏阳河两岸的曲周镇周围, 由于蔬菜灌溉用水量大, 而滏阳河水提供了便利的灌溉条件, 这样农户在经济利益的驱动下, 不断将水浇地转化为菜地, 导致菜地面积不断增加; 荒草地面积不断降低, 在1980年荒草地还有成片分布, 而到1999年只有北部乡镇还有零星分布, 大部分已经转化为旱地、水浇地; 而全县的城乡建设用地, 除县城增加一部分外, 其他乡镇增加不大。上述分析表明, 经过20年发展, 曲周县土地利用还是以农业利用为主, 但是土地利用格局却发生了变化, 即在粮食安全和经济利益的驱动下, 土地利用发生了转化, 其转化顺序为荒草地向旱地、水浇地、菜地方向转化, 旱地向水浇地、菜地方向转化, 同时土地利用的集约化程度不断提高。这显示出中部集约化农区土地利用变化的主要趋势和特征, 与东部发达地区耕地向建设用地快速转化[22, 24, 25]形成明显对比。土壤养分含量的变化是土地利用类型变化和集约化利用的直接反映, 从1999年菜地、旱地、水浇地三种土地利用类型中土壤养分的描述性统计(表5)可以看出在土壤养分含量的均值方面有机质、全氮、速效磷、速效钾含量在不同用地类型之间存在着明显的差异。其中有有机质、全氮、速效磷含量的变化顺序为菜地>水浇地>旱地, 菜地的有机质含量比水浇地增加了32%, 比旱地增加了76%, 菜地的全氮含量比水浇地增加了18%, 比旱地增加了50%, 菜地的速效磷含量比水浇地增加了74%, 比旱地增加了690%。而速效钾含量的变化顺序却为旱地>菜地>水浇地, 它们之间相差最多的为旱地和水浇地之间的差距, 其差距幅度为24%。根据采样进行的调查数据显示, 由于不同土地利用类型中的收益存在较大差异, 农户的投入也表现出不同用地类型之间的差异, 对蔬菜的氮肥、磷肥投入量分别达到326 kg·hm⁻²和123 kg·hm⁻²; 水浇地中小麦的氮肥、磷肥投入量达到286 kg·hm⁻²和176 kg·hm⁻²; 而农户在谷子、大豆、花生等旱地作物的氮肥、磷肥投入量肥料则只有110kg·hm⁻²和5 kg·hm⁻²左右。而对于钾肥, 在不同用地类型施用都很少。出现这种差异的主要原因是由于不同用地类型的土地收益存在明显的差别, 农户在经济利益的驱动之下, 不仅将一部分交通方便、灌溉条件好的水浇地转化为菜地, 而且还加强

对菜地的投入,这样就出现了菜田养分含量的全面上升。而在水浇地和旱地上则主要种植粮食作物,水浇地比旱地在灌溉上更能够得到保障,所以在水浇地上的投入就会比旱地多。这样由于不同用地类型效益上的差异,导致农户在不同土地类型中投入的差异,而这种差异就导致了养分含量在不同用地类型上的差异。1999年,养分含量的变异系数在不同用地类型中也存在差异,菜地、水浇地、旱地在有机质、全氮方面的变异系数比较均一,而速效磷、速效钾的变异系数都比较大,其中速效磷的变异系数最大,在0.5949~0.6578之间,而速效钾的变异系数在0.4266~0.5467之间。这表明在旱地、菜地、水浇地不同用地类型之间,氮肥施用比较普遍,只是在不同用地类型之间施用量上存在差异;磷肥施用方面却存在差异可能是农户认识不同,而钾肥的施用量则很不普遍。

3.2.3 土地利用变化与土壤养分变化

在2个时期中(表6),不同用地类型土壤养分含量变化规律是,旱地有机质含量增加幅度不大,增加幅度大的是全氮含量,而速效磷、速效钾有所下降;水浇地速效磷含量增加幅度最大,全氮含量次之,有机质含量增加幅度最低,而速效钾下降幅度很大。由于在1980年的样点中没有菜地,1999年的菜地由水浇地转化而来,有机质、全氮、速效磷含量增加幅度最大。通过时间上的对比可以看出,在3种土地利用类型中除速效钾外,土壤养分含量都有不同程度提高,不同土地利用类型中4种养分含量增加幅度是菜地>水浇地>旱地。这表明,土地集约化利用与土壤质量之间没有冲突,在土地利用集约化同时,土壤养分含量得到了提高,从而有利于土地的可持续利用。通过对比分析可以看出,旱地转为水浇地,有机质提高38%,全氮提高了101.41%,速效磷提高了338.01%,速效钾降低了42.47%;旱地转为菜地,有机质提高82.61%,全氮提高了135.83%,速效磷提高了664.14%,速效钾下降了36.8%;荒草地转为旱地有机质提高了14.52%,全氮提高了72.59%,速效磷提高了16.94%,速效钾降低了16.82%;荒草地转为水浇地有机质提高了52.35%,全氮提高了120.31%,速效磷提高了428.81%,速效钾降低了32%;水浇地转为菜地有机质提高69.24%,全氮提高了124.59%,速效磷提高了549.63%,速效钾降低了35.55%(表7)。表明在集约化农区,在土地利用类型转化上,沿着荒草地→旱地→水浇地→菜地转化的方向,而相应的土壤有机质、全氮、速效磷含量的变化顺序则为菜地>水浇地>旱地>荒草地,速效钾含量的顺序为旱地>菜地>水浇地。

4 结论

(1) 研究中国集约化农区土地利用变化和土壤养分含量变化之间的关系具有典型性。该区是中国重要粮食产区,表现为人口基数大,农业人口多,人均耕地少,非农业产业还不发达。土地利用表现出以种植粮食作物为主、土地复种指数高、土地投入大等特点。(2) 中国集约化农区的曲周县土地利用以农业用地类型为主,1980年水浇地、旱地、菜地、园地、林地面积比例达到总面积的77.47%,1999年为77.43%。不同时期农用地比例变化很小,通过对比1980年到1999年的土地利用变化情况可以看出,在土地类型转化上,沿着荒草地→旱地→水浇地→菜地转化的方向转化。(3) 1980年曲周县土壤有机质、全氮、速效磷3种养分含量在旱地、水浇地、荒草地3种用地类型间的变化规律是水浇地>旱地>荒草地,而速效钾含量在3种用地类型之间的变化规律为旱地>水浇地>荒草地。但是土壤养分含量在不同用地类型之间的差异幅度不大,在2%~19%之间。(4) 1999年曲周县土壤有机质、全氮、速效磷含量在不同用地类型之间的变化顺序为菜地>水浇地>旱地,菜地的有机质含量比水浇地增加了32%,比旱地增加了76%,菜地的全氮含量比水浇地增加了18%,比旱地增加了50%,菜地的速效磷含量比水浇地增加了74%,比旱地增加了690%;而速效钾含量的变化顺序却为旱地>菜地>水浇地,它们之间的相差最多为旱地和水浇地之间的差距,其差距幅度为24%。(5) 通过对比1980~1999年的不同用地类型中土壤养分含量数据,表明土壤养分含量除速效钾含量降低以外,有机质、全氮、速效磷含量不仅在相同用地类型之间得到明显提高,而且随着土地利用类型的转化,不同土地利用类型中土壤有机质、全氮、速效磷养分含量明显变化,其变化顺序为菜地>水浇地>旱地>荒草地,速效钾含量的顺序为旱地>荒草地>菜地>水浇地。

The Influence of Land Use Change on Soil Fertility in Intensive Agricultural Region: A Case Study of Quzhou County, Hebei KONG Xiangbin¹, ZHANG Fengrong¹, QI Wei², XU Yan¹ (1. Dept. of Land Resources and Management, CAU, Beijing 100094, China; 2. Dept. of Land Resources and Management, SDAU, Tai'an 271018, China) Abstract: Land use change is the results of interactions between physical factors and human activities, and it also leads to changes of soil nutrient. Taking Quzhou county of Hebei province as a case study, this paper analyzed the changes of land use types and the corresponding changes of soil fertilities from 1980 to 1999. The results are as follows: The convert order of land use type is from grassland to farmland, from farmland to irrigable land, from irrigable land to vegetable land; the change extent of organic matter, total-N, and available-P content is different among different land use types in 1980 and 1999, the order of content change in different land use types is irrigable land > farmland > grassland, but the range is from 2% to 18%; the order of content change in different land use types in 1999 is vegetable land > irrigable land > farmland, but the range is 18%-690%; and the change extent of organic matter, total-N and available-P content is different among different land use types from 1980 to 1999, the order of content change in different land use types is vegetable land > irrigable land > farmland > grassland. Key words: land use; soil fertility; temporal change; intensive agriculture; Hebei

关键词: 土地利用变化; 土壤养分; 不同时期; 集约化农区; 河北省

