

# 城市化对郑州市土壤功能演变的影响\*

孙志英<sup>1,2</sup> 吴克宁<sup>3†</sup> 吕巧灵<sup>4</sup> 赵彦锋<sup>5</sup> 李玲<sup>4</sup> 韩春建<sup>4</sup>

(1 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

(2 中国科学院研究生院, 北京 100039)

(3 中国地质大学(北京)土地科学技术系, 北京 100083)

(4 河南农业大学资源与环境学院, 郑州 450002)

(5 郑州大学环境与水利学院, 郑州 450002)

**摘要** 城市化快速发展不仅造成了自然土壤面积和类型的缩减, 也导致土壤功能发生变化并通过土地利用方式的变化表现出来。本文以郑州市为例, 通过研究城市扩张和土地利用变化来探讨城市化过程中土壤功能演化特点。研究表明: 在过去的 20 年间, 随着城市化的发展, 土地利用结构发生着剧烈变化, 城市建设面积不断扩张, 水稻土类和盐化潮土亚类消失, 另外伴随还消失了 2 个土属和 11 个土种, 一些特定的土壤功能消失; 伴随着土地利用变化, 土壤主要从生产功能、生态功能向土壤承载功能转换, 其次为生态功能向生产功能转化。土壤功能这样的转换不仅增加了区域农业生产压力, 也可能对区域生态环境产生不可忽视的影响。

**关键词** 城市化; 土地利用变化; 土壤功能; 郑州市

中图分类号 S157; P962 文献标识码 A

城市化在促进社会进步的同时, 也对城市及周边地区资源、环境和生态产生前所未有的巨大压力。城市扩张侵占其周边土壤并对土壤功能产生巨大影响就是其一<sup>[1]</sup>。土壤作为一种支撑并维护生活的不可再生性自然资源, 是人类生存与发展不可脱离的物质基础。然而城市化的发展和城市人口的高度集中, 使得人为活动对土壤资源演化产生了深刻和持久的影响, 土壤功能在时间和空间上也发生着众多可逆或不可逆的演变。这些演变包括土壤功能的转化、功能的弱化以及特定功能的消失, 而这些演变的发生必将对土壤资源的配置、土壤质量以及生态环境带来一系列负面影响<sup>[1~3]</sup>。

郑州市地处中西部发展要道, 在当前国家开发西部的战略指导下, 城市化步伐日益加快, 土地利用尤其是城市扩张的剧烈变化对该区土壤功能演化产生着重要影响。此外, 郑州市位于黄土丘陵与黄淮海平原的过渡带, 土壤类型多样, 城市扩张可能造成土壤多样性的变化, 从而导致某些土壤特定功能的

永久消失。本文尝试通过分析城市扩张和土地利用变化定量研究城市化对该区土壤功能演变的影响, 以期管理部门制定合理措施, 优化土壤资源利用, 充分发挥土壤生产和生态功能提供借鉴。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

研究区为郑州市的金水区、中原区、管城区、二七区和惠济区, 位于北纬 34°36′~34°51′和东经 113°27′~113°51′之间, 属暖温带半湿润大陆性季风气候区, 年平均气温 14.2℃, 年降雨量 640 mm, 无霜期 213 d, 西南部为黄土丘陵, 向北过渡为黄土倾斜平原, 京广铁路往东为黄淮冲积平原。成土母质以洪积冲积物和风积物为主<sup>(1)</sup>。自 1949 年到 2003 年, 郑州市区非农业人口从 22.1 万人增加到 246.7 万人, 增长了 11 倍; 城市化率也从 10.6% 增加到 35%。尤其是改革开放后, 经济的高速发展极大地促进了城市化进程

\* 国家自然科学基金项目(40471060)资助

† 通讯作者, E-mail: knwu@sohu.com

作者简介: 孙志英(1979~), 女, 河南省安阳人, 博士, 主要研究方向为土壤资源遥感利用与管理。E-mail: zysun@issas.ac.cn

(1) 郑州市郊区土壤普查办公室编. 郑州市郊区土壤. 1986

收稿日期: 2005-09-12; 收到修改稿日期: 2006-03-18

的加速,市区区域扩张十分迅速。1983年郑州市区面积是 $67.8\text{ km}^2$ ,至2003年由于自身规模扩大,已达到 $212.4\text{ km}^2$ 。2003年,生产总值(GDP)达到1102亿元;第三产业增加值占GDP的比重达到43.5%。第三产业已经成为城市产业结构的最重要组成部分,显示了信息和知识经济时代的城市特征<sup>[4]</sup>。

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 土壤资源的缩减

利用MAPGIS软件将1982年郑州市1:5万土壤图、2003年1:5万郑州市土地利用现状图和郑州市1:5万地形图精确配准,使其具有同一坐标系。进行投影变换,数字化土壤图和土地利用图,并分别为各自的图斑输入土壤类型信息或土地利用类型信息。然后利用MAPGIS空间分析模块将两图进行空间叠加分析,计算得到这一期间由于城市扩张减少的土壤类型

及其面积。

### 1.2.2 土壤功能的界定

从商品和服务的角度看,土壤具有人类生活需要的环境、经济、社会和文化的多重功能。基于土壤具有的以上功能,欧洲委员会2002年对土壤功能定义和划分,将土壤功能分为粮食和其他生物产品功能、存储过滤和转换功能、栖息地和基因库功能、自然和文化景观功能以及原材料来源功能<sup>[5]</sup>。然而土壤的前四种功能之间相互依赖,很难进行严格的界定和区分;同时,土壤一旦作为原材料或支撑人类活动的场所,就会导致土壤功能的弱化或变化,进而导致土壤功能之间的竞争。基于以上原因,参照已有的分类对土壤功能的划分进行了适当的修订,即生产功能、承载功能、生态功能、原材料及栖息地和基因库功能(表1)。

表1 主要土壤功能

Table 1 Major functions of the soil

分类 Category	描述 Description
生产功能 Production function	为人类生存提供粮食和其他农业产品;如耕地、菜地、鱼塘、畜牧养殖场等
承载功能 Load bearing function	为人类活动提供平台;工矿、居住区、交通、体育设施、休闲场所
生态功能 Ecological buffer function	存储水、矿物质、有机质和其他化学物质,向大气中排放 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 和其他气体;绿地、公园,提供废弃物的循环场所用地以及垃圾的存放地
原材料 Source of raw materials	提供建筑所需的诸如粘土、沙土等原材料
栖息地和基因库 Habitat and gene pool	为生活在土壤及其表面拥有独特基因的各种生物体提供栖息地

### 1.2.3 土壤功能转化分析

在界定土壤功能的基础上,利用郑州市国土资源局土地利用变更调查资料,对1998年到2000年间土壤功能之间的转换进行分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 城市扩张导致的土壤资源的缩减

郑州市区各类土地总面积为 $101\,565\text{ hm}^2$ (表2)。在1990~2003年间,农用地从 $58\,746\text{ hm}^2$ 减少到 $43\,703\text{ hm}^2$ ,减少的农用地面积占区域土地总面积的14.81%;1990~2003年建设用地面积增加了18.45%,达到了 $42\,430\text{ hm}^2$ (表2),其中农用地对建设用地的增加贡献率到了80%以上。伴随着城市扩张,自然土壤类型和面积也发生了较大变化。根据全国第二次土壤普查分类,1982年郑州市区土壤类型共计4个土类,即在京广铁路以西和黄土丘陵区及倾斜平原区分布着 $30\,847\text{ hm}^2$ 的褐土(简育干

润淋溶土),在京广铁路以东的冲积平原则为 $52\,021\text{ hm}^2$ 的潮土(淡色潮湿锥形土);另外还有 $17\text{ hm}^2$ 的水稻土(潜育水耕人为土), $2\,116\text{ hm}^2$ 的风砂土(干润砂质新成土)。但由于城市扩张,位于凤凰台的土类水稻土消失(图1);褐土、潮土和风砂土面积有不同程度的减少。其中潮土面积减少幅度最大为 $18\,196\text{ hm}^2$ ;其次依次为褐土减少 $4\,161\text{ hm}^2$ ,风砂土减少 $451\text{ hm}^2$ 。另外由于地下水位下降及长时间的土壤改良措施的实施,如引黄淤灌,导致地表土壤盐分含量大幅降低<sup>[6]</sup>,从而致使土壤亚类盐化潮土的消失(图1),与此同时消失的还有2个土属和11个土种。

### 2.2 土地利用变化导致的土壤功能转换

#### 2.2.1 土壤生产功能内部转换

土壤所具有的生产功能主要为人类提供必需的粮食和其他农产品,但根据所生产产品的差异,仍可以将生产功能进一步细化为:提供粮食的耕地、提供果蔬的菜地和园地以及提供肉类副产品的鱼塘。从表3可以看出,由耕地向菜地、果园和鱼塘转换的规模比较大,其中

表 2 郑州市 1990 年和 2003 年土地利用结构变化

Table 2 Variation of land use in Zhengzhou City in 1990 and 2003

土地利用类型 Land use types	1990 年 Year 1990		2003 年 Year 2003		1990~2003 年 Year 1990~2003	
	面积 Area	百分比	面积 Area	百分比	变化面积	变化率
	(hm <sup>2</sup> )	Percentage(%)	(hm <sup>2</sup> )	Percentage(%)	Area of alienated land (hm <sup>2</sup> )	Change rate (%)
农用地 Agricultural land	58 746	57.84	43 703	43.03	- 15 043	- 14.81
建设用地 Built up land	23 694	23.33	42 430	41.78	18 735	18.45
水域 Water area	13 984	13.77	11 775	11.59	- 2 209	- 2.18
未利用地 Virgin land	5 142	5.06	3 658	3.60	- 1 484	- 1.46
总面积 Total area	101 566	100	101 566	100	—	—

注: 表中数据根据郑州市国土资源局 1990 和 2003 年土地利用变更数据整理所得 Note: The result was retained by settling the land use modification data of 1990 and 2003 that from the Bureau of Land Resources, Zhengzhou

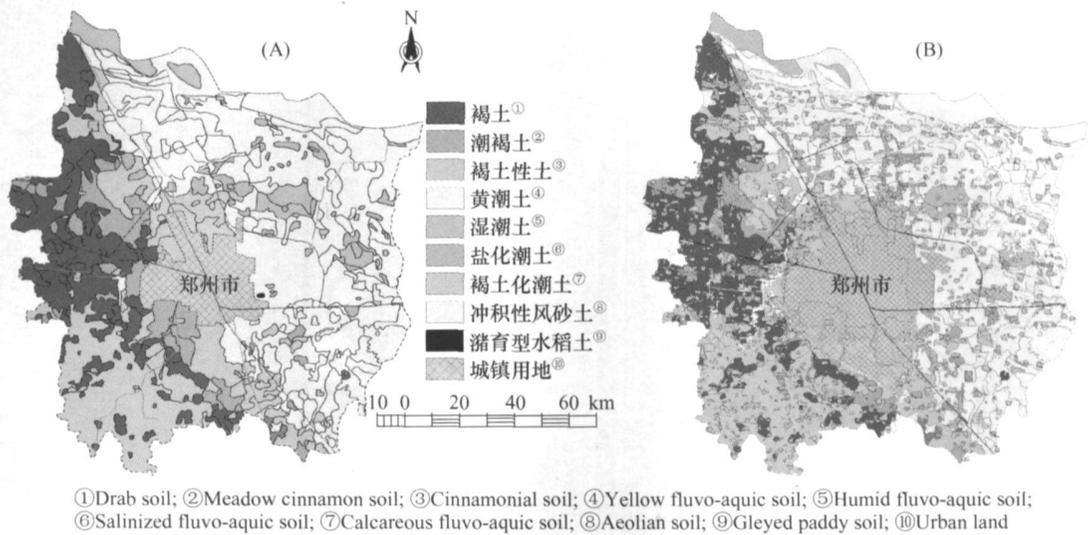


图 1 郑州市 1982(A), 2003(B) 年土壤类型分布图

Fig 1 Distribution of soil types in Zhengzhou City in 1982(A) and 2003(B)

转化为菜地土壤的面积为 39.89 hm<sup>2</sup>, 果园土壤 296.4 hm<sup>2</sup>, 鱼塘 239.1 hm<sup>2</sup>; 而在同一期间, 其他土壤利用类型之间的转换主要为果园土壤转换成耕地土壤 20.49 hm<sup>2</sup>, 转换成菜地土壤 6.29 hm<sup>2</sup>。这一方面说明随着城市化进程和经济的发展, 人们向追求食物数量、质量和品种多样化转变; 另一方面也表明农户在受比较利益的影响下, 调整农业种植结构, 向收益较高的蔬菜、瓜果等种植方向发展<sup>[7,8]</sup>。土壤内部功能的转化在一定程度上促进了经济发展, 但可能会造成土壤质量下降。如种植粮食作物的耕地土壤变成菜地土壤后, 土壤 pH 值的下降将会减少土壤中微生物数量, 进而导致土壤自身维持肥力能力下降; 还可能产生土壤次生盐渍化、性状恶化、地下水富营养化且被严重污染等环境问题<sup>[9-12]</sup>。

2.2.2 土壤生产与承载功能相互转换 表 3 数据显示, 具有生产功能的土壤向承载功能的土壤转

换时, 转向城镇、村庄、工矿和交通用地的土壤面积分别为 153.7 hm<sup>2</sup>、95.49 hm<sup>2</sup>、1 378 hm<sup>2</sup> 和 210.8 hm<sup>2</sup>。在此转换过程中, 以耕地土壤被侵占面积最大, 达到了 1 111 hm<sup>2</sup>; 园地次之, 为 402.2 hm<sup>2</sup>; 菜地为 279.9 hm<sup>2</sup>; 面积最小的是鱼塘, 面积仅为 44.25 hm<sup>2</sup>。工矿用地侵占生产功能土壤的最大原因在于: 在级差地租作用下, 一些工厂和企业为了自身生存发展逐步从建成区向外迁移<sup>[13]</sup>; 另一方面, 建立的高新技术开发区通过其物流、人流、资金流以及信息流等的不断聚集以及优惠的政策吸引大量的工矿企业。而一旦转化为承载功能的土壤, 绝大部分将不可避免的会发生地表密闭, 在发挥其基础支撑功能的同时, 将彻底失去它原有的生产功能。

与由生产功能的土壤向承载功能土壤转换的面积相比, 由承载功能向生产功能转换的面积则小许多。具有承载功能的工矿土壤向耕地土壤转换的面

表3 土壤功能之间的相互转换

Table 3 The transformation between soil functions (hm<sup>2</sup>)

变化前 Before the change	变化后 After the change											
	土壤生产功能 Soil production function			土壤承载功能 Soil load-bearing function				土壤生态功能 Soil ecological buffer function				
	耕地 <sup>①</sup>	菜地 <sup>②</sup>	园地 <sup>③</sup>	鱼塘 <sup>④</sup>	城镇 <sup>⑤</sup>	村庄 <sup>⑥</sup>	工矿 <sup>⑦</sup>	交通 <sup>⑧</sup>	林地 <sup>⑨</sup>	苗圃 <sup>⑩</sup>	荒地 <sup>⑪</sup>	滩涂 <sup>⑫</sup>
土壤生产功能 Soil production function	耕地 <sup>①</sup> 0	菜地 <sup>②</sup> 0	园地 <sup>③</sup> 20.49	鱼塘 <sup>④</sup> 0	城镇 <sup>⑤</sup> 0	村庄 <sup>⑥</sup> 0	工矿 <sup>⑦</sup> 0	交通 <sup>⑧</sup> 0	林地 <sup>⑨</sup> 0	苗圃 <sup>⑩</sup> 0	荒地 <sup>⑪</sup> 0	滩涂 <sup>⑫</sup> 0
合计 Sum	296.4	296.4	296.4	239.1	81.24	39.19	840.5	150.53	0	18.71	1.55	36.08
土壤承载功能 Soil load-bearing function	耕地 <sup>①</sup> 0	菜地 <sup>②</sup> 0	园地 <sup>③</sup> 0	鱼塘 <sup>④</sup> 0	城镇 <sup>⑤</sup> 0	村庄 <sup>⑥</sup> 0	工矿 <sup>⑦</sup> 0	交通 <sup>⑧</sup> 0	林地 <sup>⑨</sup> 0	苗圃 <sup>⑩</sup> 0	荒地 <sup>⑪</sup> 0	滩涂 <sup>⑫</sup> 0
合计 Sum	296.4	296.4	296.4	239.1	153.7	95.49	1378	210.8	0	27.03	1.55	36.08
土壤生态功能 Soil ecological buffer function	耕地 <sup>①</sup> 0	菜地 <sup>②</sup> 0	园地 <sup>③</sup> 0	鱼塘 <sup>④</sup> 0	城镇 <sup>⑤</sup> 0	村庄 <sup>⑥</sup> 0	工矿 <sup>⑦</sup> 0	交通 <sup>⑧</sup> 0	林地 <sup>⑨</sup> 0	苗圃 <sup>⑩</sup> 0	荒地 <sup>⑪</sup> 0	滩涂 <sup>⑫</sup> 0
合计 Sum	296.4	296.4	296.4	239.1	153.7	95.49	1378	210.8	0	27.03	1.55	36.08

① Cultivated land; ② Vegetable land; ③ Orchard garden; ④ Pond; ⑤ Build-up area; ⑥ Village; ⑦ Industry area; ⑧ Traffic land; ⑨ Forest land; ⑩ Nursery land; ⑪ Waste land; ⑫ Foreshore areas

积为 31.43 hm<sup>2</sup>, 菜地土壤 24.23 hm<sup>2</sup>, 果园土壤 0.16 hm<sup>2</sup>, 三者面积合计起来仅为 55.82 hm<sup>2</sup>。通过复垦措施产生的具有生产功能的土壤, 由于其水、肥、气、热综合状况的时空变异比较大, 其内在质量与常规的耕地土壤相比具有很大差异<sup>[14~17]</sup>, 从而弱化了土壤的生产功能。

**2.2.3 土壤生产功能与生态功能之间的相互转化** 由表 3 可以看出, 具有生产功能的土壤转向生态功能的苗圃土壤面积为 27.03 hm<sup>2</sup>, 荒草地土壤 1.55 hm<sup>2</sup>, 滩涂土壤 36.08 hm<sup>2</sup>, 总面积为 64.66 hm<sup>2</sup>; 另外从生产功能的土壤看以耕地土壤转向生态功能土壤的面积超出了总面积的 90%。该结果可归结于在城市发展过程中, 逐渐注重城市的生态建设, 加大绿化种植面积和其他环境功能区, 从而导致了向苗圃土壤的转变; 其他两项面积的增加也是为了环境保护的目的, 对原来沿黄河滩区开垦的耕地进行退耕所致的。与此同时, 具有生态环境功能的土壤转向生产功能的土壤面积则达到 108.8 hm<sup>2</sup>, 其中转向耕地土壤的面积是 85.70 hm<sup>2</sup>, 园地土壤面积为 23.07 hm<sup>2</sup> (表 3)。据调查, 一方面由于城镇建设和工矿用地以及开发区的建设侵占了农户大量的优质耕地, 农户不得不将林地及其他生态用地开垦为耕地或是果园等来维持自己的生活; 另一方面, 土地管理部门为维持本区域内耕地总量动态平衡的目标不断对区域内的荒草地或是其他生态用地进行开垦。

**2.2.4 土壤生态功能和承载功能之间的相互转化** 从生态环境功能转向承载功能土壤的面积达到 120.1 hm<sup>2</sup>, 其中工矿用地土壤就占了 116.6 hm<sup>2</sup>, 其次为交通面积达 13.51 hm<sup>2</sup>, 城镇 2.06 hm<sup>2</sup> 和村庄 7.94 hm<sup>2</sup> (表 3); 且承载功能的土壤侵占生态功能各具体地类之间的面积差异不是十分显著。而经济效益较低的生态用地一旦被侵占, 地表性质发生根本转变, 土壤渗透、吸收和容纳功能下降, 从而对水的流动、循环、分布、水的物理化学性质以及水与环境的相互关系产生影响, 增大了土壤侵蚀、水土流失和地下水污染的风险<sup>[14]</sup>。

与此相反, 从具有承载功能向生态环境功能转化的土壤面积仅为 0.53 hm<sup>2</sup>, 远远小于由生态功能向承载功能转变的土壤面积。如此差距极大的转变可从以下两个方面解释: 一从土壤物理特性来看, 城市土地利用对土壤表层破坏性很大, 被破坏的土壤表层很难得到恢复; 二从经济角度看, 城市土地利用方式是一种高投入的行为, 土地利用逆转的成本会相当昂贵, 所以逆转是困难的<sup>[18]</sup>。

**2.2.5 土壤承载功能内部的转化** 表 3 数据显示, 具有承载功能的村庄用地土壤向其他用地土壤转化的面积为 30.54 hm<sup>2</sup>, 其中城镇用地土壤 4.65 hm<sup>2</sup>, 工矿用地土壤 5.10 hm<sup>2</sup>, 交通用地土壤 20.79 hm<sup>2</sup>; 由工矿转向城镇用地的面积为 16.16 hm<sup>2</sup>, 村庄 2.07 hm<sup>2</sup>, 交通用地 17.27 hm<sup>2</sup>, 总面积达到了 35.50 hm<sup>2</sup>; 而从交通用地向城镇转化的面积为 21.90 hm<sup>2</sup>, 村庄 4.58 hm<sup>2</sup>, 工矿用地 37.55 hm<sup>2</sup>, 总面积为 64.03 hm<sup>2</sup>, 几乎相当于从村庄和工矿用地转化的总面积之和; 然而却没有从城镇用地向其他类型转变。这表明土壤在其承载内部受原来利用方式的限制性很强, 由于城镇用地比其他类型集约化程度高, 再加上进行用途变更时所需的高额费用导致了由城镇用地向其他类型转变的不可行性。

### 3 结 论

本研究表明, 在 1990~2003 年间, 建设用地快速扩张, 到 2003 年面积增长了将近 2 倍。伴随着城市扩张以及由于城市快速发展引起的地下水位下降等原因, 从第二次土壤普查时期至今, 郑州市辖区内水稻土土类消失, 潮土盐化潮土亚类消失, 伴随消失的还有 2 个土属和 11 个土种; 其他 3 种土类面积也有不同程度的减少, 这意味着土壤某些特定功能的彻底消失和土壤多样性降低。伴随土地利用变化, 土壤功能演化的主要方向是从生产功能转变为承载功能; 其次为从生态功能转变为承载功能, 从生态功能转变为生产功能。反映了城市化过程中人地矛盾日益加强, 对土壤的生产功能和生态功能产生巨大压力, 耕地和生态景观用地亟需得到保护。

### 参 考 文 献

- [1] 陈杰, 陈晶中, 檀满枝. 城市化对周边土壤资源与环境的影响. 中国人口·资源与环境, 2002, 12(2): 70~74. Chen J, Chen J Z, Tan M Z. Impact of urbanization on soil resources and environment of surrounding area (In Chinese). China Population, Resources and Environment, 2002, 12(2): 70~74
- [2] Blum W E H. Soil degradation caused by industrialization and urbanization. Proceedings of the International Conference on Problems of Anthropogenic Soil Formation, Moscow, 1997, 4: 3~5
- [3] Hu X F, Wu H X, Hu X, et al. Impact of urbanization on Shanghai's soil environmental quality. Pedosphere, 2004, 14(2): 151~158
- [4] 闻有虎. 郑州市城市化进程的结构变迁和趋势预测. 经济经纬, 2004(4): 63~65. Wen Y H. Structural transition and forecast to the urbanization of Zhengzhou City (In Chinese). Economy Survey,

- 2004(4): 63~ 65
- [ 5 ] European Commission. Towards a Thematic Strategy for Soil Protection. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Commission of the European Communities, Brussels, 2002
- [ 6 ] 秦明周,朱连奇.引用黄河泥沙对下游平原土地质量及其演变的影响.水土保持学报, 2001, 15(4):107~ 109. Qin M Z, Zhu L Q. Effect of using suspended sediment load in the Yellow River on land quality and its evolution in the lower reaches ( In Chinese ). Journal of Soil and Water Conservation, 2001, 15(4): 107~ 109
- [ 7 ] Kem M. Future of Agriculture. Global Dialogue EXPO 2000, the Role of the Village in the 21st Century: Crops, Jobs and Livelihood. Hanover, Germany, 2000. 23~ 43
- [ 8 ] 王靖. 城市化和收入增长对我国食品消费的影响. 中国食物与营养, 1997(2): 14~ 16. Wang J. Effect of urbanization and income increase on China food consumption ( In Chinese ). Chinese Food and Nutrition, 1997(2): 14~ 16
- [ 9 ] 李俊良, 陈新平, 李晓林, 等. 大白菜氮肥施用的产量效应、品质效应和环境效应. 土壤学报, 2003, 40(2): 261~ 265. Li J L, Chen X P, Li X L, *et al.* Effect of N fertilization on yield, nitrate content and N apparent losses of Chinese cabbage ( In Chinese ). Acta Pedologica Sinica, 2003, 40(2): 261~ 265
- [ 10 ] Li W Q, Zhang M, van Der Zee S. Salt contents in soils under plastic greenhouse gardening in China. Pedosphere, 2001, 11(4): 369~ 367
- [ 11 ] 张华勇, 尹睿, 黄锦法, 等. 稻麦轮作田改为菜地后生化指标的变化. 土壤, 2005, 37(2): 182~ 186. Zhang H Y, Yin R, Huang J F, *et al.* Changes in soil biochemical properties caused by cropping system alteration from rice wheat rotation to vegetable cultivation ( In Chinese ). Soils, 2005, 37(2): 182~ 186
- [ 12 ] Wang Z H, Li S X. Effects of N forms and rates on vegetable growth and nitrate accumulation. Pedosphere, 2003, 13(4): 309~ 316
- [ 13 ] 楚天骄, 陆其明. 建国以来郑州市的城市化地域扩张. 地域研究与开发, 1998, 17: 48~ 51. Chu T J, Lu Q M. On the urbanization related area expansion of Zhengzhou City after the liberation ( In Chinese ). Areal Research and Development, 1998, 17: 48~ 51
- [ 14 ] 谢汉生, 王冬梅, 苏新琴. 城市水土流失对城市环境的影响及其对策. 水土保持学报, 2002, 16(5): 67~ 70. Xie H S, Wang D M, Su X Q. Effect of urban soil and water loss on city environment and the measures of prevention ( In Chinese ). Journal of Soil and Water Conservation, 2002, 16(5): 67~ 70
- [ 15 ] 李兰琴. 提高苏州市复垦整理土地肥力的技术. 江苏农业科学, 2003(5): 104~ 106. Li L Q. Technique for improving fertility of reclaimed soils of Suzhou City ( In Chinese ). Jiangsu Agricultural Sciences, 2003(5): 104~ 106
- [ 16 ] Bao H J, Wu Y Z, Wu C F, *et al.* Planning and design for eco-sustainable farmland consolidation. Pedosphere, 2005, 15(3): 327~ 333
- [ 17 ] 顾志权. 复垦地土壤的肥力特点和综合整治技术. 土壤, 2005, 37(2): 220~ 224. Gu Z Q. Fertility characteristics of reclaimed soils and techniques for their comprehensive management ( In Chinese ). Soils, 2005, 37(2): 220~ 224
- [ 18 ] 张凤荣, 王静, 陈百明, 等. 土地持续利用评价指标体系与方法. 北京: 中国农业出版社, 2003. 236~ 238. Zhang F R, Wang J, Chen B M, *et al.* The Index System and Method of Land Sustainable Use Evaluation ( In Chinese ). Beijing: Chinese Agricultural Press, 2003. 236~ 238

## IMPACT OF URBANIZATION ON SOIL FUNCTIONS IN ZHENGZHOU CITY

Sun Zhiying<sup>1,2</sup> Wu Kening<sup>3†</sup> Lu Qiaoling<sup>4</sup> Zhao Yanfeng<sup>5</sup> Li Ling<sup>4</sup> Han Chunjian<sup>4</sup>

(1 Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

(2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

(3 Department of Land Science and Technology, China University of Geoscience, Beijing 100083, China)

(4 College of Resource and Environmental Sciences, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

(5 School of Environment and Water Conservancy, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract** Rapid urbanization not only causes the decrease in acreage and type of natural soils but also leads to changes in soil functions which demonstrate in variation of land use. A case study of Zhengzhou City was carried out to probe evolution characteristics of soil functions during the urbanization through urban sprawl and land use variation. Results indicate that with the development of urbanization, great changes are taking place in land use structure. And as a result of the expansion of the built up area in acreage, the soil group, like Paddy soil, and the soil subgroup like salty Aquent have disappeared, and so have other 2 soil genera and 11 species and some specific soil functions as well in the past 20 years. With the steady progress of soil alienation, the soil is changing its functions mainly from production and ecological buffer to load bearing and secondly from ecological buffer to production. Such transformation of soil functions not only bring out pressure on regional agricultural production and food security, but also cause unnegligible impact on the ecological environment and human health of the region.

**Key words** Urbanization; Land use change; Soil functions evolution; Zhengzhou City