

# 东北农牧交错带小流域土地利用 与土壤性状耦合关系研究<sup>\*</sup>

陈 强, 秦富仓, 岳永杰

(内蒙古农业大学, 呼和浩特 010019)

**摘 要:** 以通辽市巴尔敦沟小流域为研究区, 对该流域内不同土地利用类型的土壤性状进行对比研究, 结果表明: (1) 耕地土壤容重和土壤孔隙状况最好, 林牧复合次之, 林地和牧草地相差不大, 农林复合最差。随土层深度的增加, 土壤容重呈上升趋势, 土壤孔隙度则呈下降趋势。 (2) 耕地 0–80 cm 土层土壤平均自然含水量和土壤最大贮水量最高, 农林复合和林地次之, 相差不大, 牧草地最低。 (3) 不同土地利用类型土壤全量元素含量综合而言: 耕地最高, 牧草地次之, 农林复合居中, 林牧复合略差, 林地最低。 (4) 不同土地利用类型土壤速效元素含量综合而言: 耕地最高, 林地次之, 林牧复合和牧草地差异不大, 农林复合最低。 (5) 不同土地利用类型的有机质含量牧草地和耕地较高, 其他土地利用类型没有显著差异。综合分析表明, 该小流域内耕地的物理和化学性质最好, 农林复合类型的物理化学性质较差。

**关键词:** 小流域; 土地利用; 土壤; 理化性状

中图分类号: F301.24; S153

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)02-0186-04

## Comparative Study on Coupling Relationship between Soil Properties and Land Use in Northeast Agriculture and Animal Husbandry Ecotone

CHEN Qiang, QIN Furcang, YUE Yongjie

(Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China)

**Abstract:** Soil properties of different land use types were studied in Took Baer dun channel small watershed. Cultivated soil bulk density and soil porosity conditions were the best, forestry-pastoral land was the second. There was a little difference between forestry and pasture land, and these two parameters for agriculture-forestry land were the worst. With the increase in soil depth, soil bulk density rose and the soil porosity declined. Soil average natural moisture content and water storage capacity of 0–80 cm in arable land were maximum, the second for agriculture-forestry land and forestry, the lowest for pasture land. For soil total element contents of different land use types, cultivated land is the highest, the second is pasture land, next is agriculture-forestry land, forestry-pastoral land and forestry land. For soil available element contents of different land use types, they are the highest in cultivated soil, next is forestry land. And there is no difference in forestry-pastoral land and pasture land, the lowest is agriculture-forestry land. For organic matter content of different use types land, the highest is pasture land and cultivated land, and no difference in the other different use types land. Comprehensive analysis showed that: physical and chemical properties of cultivated land was the best, but agriculture-forestry complex land was poor in this watershed.

**Key words:** watershed; land use; soil; physical and chemical properties

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2009-11-30

基金项目: 内蒙古科技计划项目(20071926); 国家“十一五”林业科技支撑计划(2006BAD03A0203)

作者简介: 陈强(1983–), 男, 内蒙古赤峰市人, 在读硕士研究生, 主要从事土地资源管理方面研究。E-mail: chenqiang414@126.com

通信作者: 秦富仓(1966–), 男, 内蒙古呼和浩特市人, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要从事水土保持与土地资源管理教学与科研工作。

E-mail: qinfu@126.com

土地利用是人类利用土地各种活动的综合反映<sup>[1]</sup>,不同土地利用方式的变化以及不同的管理措施等必然导致土壤性质的变化以及土地生产力的改变<sup>[2]</sup>。土地利用变化通过土地管理措施的改变对土壤理化性质变化有着密切的影响,土壤理化性状是土壤肥力的重要标志之一,合理的利用土地可以改善土壤结构,增强土壤对外界环境变化的抵抗力<sup>[3]</sup>,不合理的土地利用会导致土壤质量下降<sup>[4]</sup>。不同的土地利用方式可以改变土壤性质(物理、化学及生物学特性)和土壤环境状况,进而影响许多生态过程<sup>[5]</sup>。

巴尔敦沟小流域地处辽西山地与科尔沁沙地交错连接地带,是典型的农牧交错区,该流域不仅因为水分而整体呈现出农牧交错的土地利用类型,而且也因地貌条件和人为治理,使水热再分配,形成更为复杂的农林牧交错分布,多种土地利用方式并存,相互交错的格局。巴尔敦沟小流域经过多年的综合治理,土地利用类型多样。本文对该流域不同土地利用方式的土壤性状的综合分析,旨在探讨保持土壤质量的前提下合理利用土地的途径,揭示该流域内土地利用与土壤要素相互关系的内在机理,为当地农牧林的科学发展和土地利用规划提供科学理论依据。

1 研究区概况

巴尔敦沟小流域位于内蒙古通辽市库伦旗境内,属于农牧交错区。1986 年开始,当地有关部门对小流域进行了综合治理,目前已形成以农田防护林和沟道防护林为主的水土保持体系。区域内以石质低山、黄土丘陵沟壑地貌类型为主,地形总体为北高南低。海拔 423~ 294 m,主沟道长 3.5 km,沟壑密度为 3.4 km/km<sup>2</sup>,沟底比降为 1/100。研究区气候类型

属于中温带大陆性季风气候,气候特征是冬长夏短,四季明显,冬季寒冷干燥,夏季温热湿润,降水集中,年均降水量 420 mm。年均日照时数 3061 h,平均气温 6.8℃,无霜期 145 d,大风日 45 d,年均风速 3.9 m/s。土壤类型为褐土和风积沙土,土质为砂壤土。区域内主要乔木树种有青杨(*Ponulus hopeiensis*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)、榆树(*Ulmus pumila*)、灌木有柠条(*Caragana Korshinskii*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*),草本植物有狗尾草(*Setaria viridis*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)等。土地利用类型多样,主要有旱耕地、林地、牧草地等,其中耕地主要为坡耕地。

2 研究方法

采用野外调查与室内分析相结合的方法,对研究区内不同土地利用类型的土壤状况进行全面的调查与分析。在自然背景(如母质、气候、地形等)相同的条件下,土地利用方式是影响土壤中元素分布最直接、最主要的因素<sup>[6]</sup>。本文主要对同一时期不同土地利用类型之间进行土壤理化性质的取样分析,因此不考虑时间和其他外界条件的影响。

2.1 样地选择

以立地条件类型基本一致,土壤没有因自然或人为因素作用而出现地质变迁或明显的土壤物质再分配为原则,采用常规的典型抽样法。考虑到研究区内土地利用方式多样且相互交错分布,防护林分布广泛,对耕地、牧草地有一定程度的影响,因此,选择了耕地、牧草地、林地、农林复合和林牧复合 5 种土地利用类型,对不同的土地利用类型分别取样,对比分析其土壤的理化性状。样地具体情况见表 1。

表 1 研究样地概况表

| 项 目       | I      | II  | III   | IV  | V   |
|-----------|--------|-----|-------|-----|-----|
| 海拔高度/ m   | 346    | 397 | 357   | 365 | 350 |
| 坡度/(°)    | 9      | 17  | 3     | 7   | 4   |
| 土地利用方式    | 林牧复合   | 牧草地 | 农林复合  | 林地  | 耕地  |
| 植物种类(含作物) | 青杨、胡枝子 | 狗尾草 | 大豆、青杨 | 油松  | 玉米  |

2.2 样品采集与分析

在耕地、牧草地、林地、林牧复合和农林复合 5 种土地利用类型的样地内,选择具有代表性的地段,挖掘土壤剖面,剖面深度为 80 cm。按 0- 10, 10- 20, 20- 40, 40- 60, 60- 80 cm 土层取样,每个土层取 3 个环刀,带回室内采用环刀法,测定土壤容重、孔隙度、持水量等指标;用铝盒在每个土层取 3 个土壤自然含水量样品,采用烘干法测定土壤自然含水量;采用《森林土壤水分- 物理性质的测定》(LY/T

1215- 1999) 计算土壤最大贮水量。每个土层取 1 份土壤化学性质分析样品,带回室内采用常规方法,测定土壤有机质含量、pH 值、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷、速效钾等土壤化学性质指标。

3 结果与分析

3.1 不同土地利用方式下土壤物理性质分析  
3.1.1 土壤容重和土壤孔隙度 容重和土壤孔隙状况是土壤物理性质的基础,也是评价土壤坚实度

和结构特征的重要指标<sup>[7]</sup>。一般情况下土壤容重小说明土壤孔隙数量多,比较疏松,结构性好,土壤的水分、空气、热量状况良好。因此,土壤容重是土壤肥力和耕作质量的重要指标<sup>[8]</sup>。由表 2 可知,不同土地利用类型的土壤容重随土层深度的逐渐增加呈增大的趋势。农林复合 0– 80 cm 土层的土壤容重平均值最大,牧草地次之,林地和耕地差异不大,林牧复合最小。耕地的土壤总孔隙度最大,林牧复合次之,其他土地利用类型土壤总孔隙度差异不大。随着土层深度的增加,不同土地利用类型的土壤总孔隙度呈下降趋势。

从土壤容重和土壤孔隙状况综合分析表明,耕地最好,林牧复合次之,林地和牧草地相差不大,农林复合最差。随土层深度的增加,土壤容重呈上升趋势,土壤孔隙度则呈下降趋势。耕地的土壤总孔隙度最大而土壤容重较小,最主要原因是人为活动的参与。土壤表层是人为活动和自然演化的发生层,农民对耕地进行长期的养护管理,致使耕地的土壤总孔隙度和容重与其他土地利用类型相比具有较大的优势。

3.1.2 土壤自然含水量与土壤最大贮水量 土壤水是土壤的最重要组成部分之一,是植物吸水的最主要来源,其分布不同直接影响了土地利用类型的分布范围。土壤层蓄水量反映了土壤层水量的多少和水位的高低<sup>[9]</sup>。土壤含水量的大小受耕作、植被等因素的影响较大<sup>[10]</sup>。表示土壤水分状况的指标较多,本文主要选择土壤自然含水量和土壤最大贮水量,对不同土地利用类型的土壤水分状况进行分析。

由表 2 可知,耕地的 0– 80 cm 土层平均自然含水量最大,值为 13.12 %,比其他土地利用类型土壤自然含水量增加明显,农林复合和林地次之,林牧复合和牧草地相近,土壤自然含水量均较低。不同土地利用类型土壤自然含水量剖面垂直变化明显,随着土层深度的增加,林牧复合与牧草地在 20– 40 cm 深处均呈下降趋势,而农林复合、林地和耕地在 20– 40 cm 深处均有不同程度的上升。0– 80 cm 土层土壤最大贮水量:耕地> 林地> 农林复合> 林牧复合> 牧草地,耕地土壤最大贮水量最大,为464.64 mm,牧草地最小,为 438.21 mm。结果表明:不同土地利用类型的土壤最大贮水量相差不大。

表 2 不同土地利用类型 0– 80 cm 土层土壤物理性质

| 土地利用<br>类型 | 土层深度<br>/ cm | 容重/<br>( g • cm <sup>-3</sup> ) | 总孔隙度<br>/ % | 自然含<br>水量/ % | 最大持<br>水量/ % | 土壤最大贮<br>水量/ mm |
|------------|--------------|---------------------------------|-------------|--------------|--------------|-----------------|
| 林牧复合       | 0– 10        | 1.14                            | 66.43       | 7.30         | 58.39        | 66.56           |
|            | 10– 20       | 1.14                            | 65.05       | 6.59         | 57.03        | 65.01           |
|            | 20– 40       | 1.31                            | 57.91       | 8.29         | 44.30        | 116.07          |
|            | 40– 60       | 1.43                            | 50.79       | 6.56         | 35.50        | 101.53          |
|            | 60– 80       | 1.57                            | 44.94       | 6.36         | 28.47        | 89.40           |
| 牧草地        | 0– 10        | 1.33                            | 68.19       | 7.12         | 51.24        | 68.15           |
|            | 10– 20       | 1.32                            | 59.17       | 7.91         | 44.65        | 58.94           |
|            | 20– 40       | 1.39                            | 56.48       | 5.50         | 40.56        | 112.76          |
|            | 40– 60       | 1.56                            | 45.83       | 5.52         | 29.29        | 91.38           |
|            | 60– 80       | 1.52                            | 53.62       | 6.65         | 35.19        | 106.98          |
| 农林复合       | 0– 10        | 1.45                            | 58.87       | 6.36         | 40.34        | 58.49           |
|            | 10– 20       | 1.43                            | 61.73       | 9.43         | 43.12        | 61.66           |
|            | 20– 40       | 1.53                            | 58.79       | 9.34         | 38.46        | 117.69          |
|            | 40– 60       | 1.59                            | 52.66       | 5.75         | 33.17        | 105.48          |
|            | 60– 80       | 1.61                            | 48.03       | 5.64         | 29.84        | 96.08           |
| 林地         | 0– 10        | 1.35                            | 57.44       | 6.01         | 42.46        | 57.32           |
|            | 10– 20       | 1.40                            | 59.99       | 7.35         | 42.88        | 60.03           |
|            | 20– 40       | 1.38                            | 56.19       | 9.13         | 40.68        | 112.28          |
|            | 40– 60       | 1.36                            | 57.32       | 6.77         | 42.19        | 114.76          |
|            | 60– 80       | 1.48                            | 52.62       | 7.09         | 35.53        | 105.17          |
| 耕地         | 0– 10        | 1.28                            | 65.73       | 11.89        | 51.48        | 65.89           |
|            | 10– 20       | 1.34                            | 61.18       | 11.65        | 45.62        | 61.13           |
|            | 20– 40       | 1.41                            | 60.89       | 13.79        | 43.31        | 122.13          |
|            | 40– 60       | 1.50                            | 54.14       | 15.37        | 36.20        | 108.60          |
|            | 60– 80       | 1.43                            | 53.38       | 12.90        | 37.37        | 106.88          |

土壤水分状况综合分析表明, 耕地的土壤自然含水量和土壤最大贮水量最高, 农林复合和林地次之, 差异不明显, 牧草地最低, 不同土地利用类型的 0- 80 cm 土层最大贮水量没有显著差异。这与当地降雨条件和土壤特性有关。土壤最大贮水量表征在理论上土壤层的最大可能贮水空间, 不同土地利用类型的土壤最大贮水量均在 400 mm 以上, 说明该小流域土壤层存在着非常大的蓄水空间。

3.2 不同土地利用方式的土壤化学性质分析

不同土地利用方式土壤元素含量不同, 而土壤中元素含量可以揭示其元素的迁移和变化, 阐明土壤化学性质在成土过程中的演变情况及土壤肥力背景状况<sup>[11]</sup>, 从而根据元素含量的分布, 选择合理的土地利用方式, 可以使土壤化学性质得到改善, 土壤质量得到提高<sup>[12]</sup>。

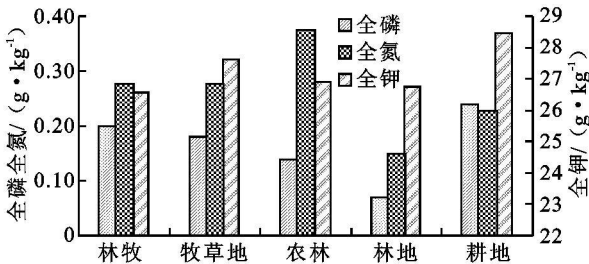


图 1 不同土地利用类型土壤全量元素含量对比

综合分析, 耕地的土壤化学性质最好, 牧草地次之, 林牧复合稍差, 其次为林地, 最差为农林复合类型。造成这种结果的原因, 主要是农民对耕地的施肥作用, 致使其土壤化学性质与其他土地利用类型相比高出较多; 牧草地上的牲畜粪便和地表枯落物分解是有机质含量居高的主要影响因素。

4 结论与讨论

(1) 通过对巴尔敦沟小流域不同土地利用类型的土壤物理性质的对比分析, 结果表明: 耕地的土壤物理性质及水分状况最好, 林地稍差, 林牧居中, 其次为牧草地, 最差为农林复合。其中, 耕地的土壤物理性质表现出较大的优势, 最主要原因是当地农户对耕地的管护, 尤其是春耕时期翻耕和后期养护活动, 导致耕地在土壤物理性质的各个方面均较高, 在总孔隙度和土壤自然含水量方面, 与其他土地利用类型相比明显高出较多。而农林复合在很多方面数据不如其他土地类型, 可能是耕地与林地交错区容易成为农牧户的暂时车道, 经常的碾压和踩踏使得其土壤表层硬化板结, 物理性状降低。

(2) 综合分析该小流域不同土地利用类型的化

由图 1 可知, 全磷含量: 耕地> 林牧复合> 牧草地> 农林复合> 林地; 农林复合全钾含量最高, 林牧复合和牧草地相差不大, 耕地稍差, 林地最低; 耕地的全氮含量最高, 牧草地次之, 其余土地利用类型的全氮含量没有显著差异。由图 2 可知, 耕地速效磷含量最高, 林地次之, 林牧复合, 牧草地, 农林复合速效磷含量依次降低。速效钾含量: 耕地> 牧草地> 林牧复合> 林地> 农林复合。耕地碱解氮含量最高, 值为 24.92 mg/kg, 而其他土地利用类型碱解氮含量均在 15 mg/kg 左右, 相差不大。

牧草地有机质含量最高, 为 6.57 g/kg, 耕地 (6.11 g/kg) 次之, 林地 为 5.64 g/kg、农林复合为 5.51 g/kg, 林牧复合有机质含量最低, 为 5.37 g/kg。从整体上看, 牧草地和耕地有机质含量略高, 其他土地利用类型相差不大。

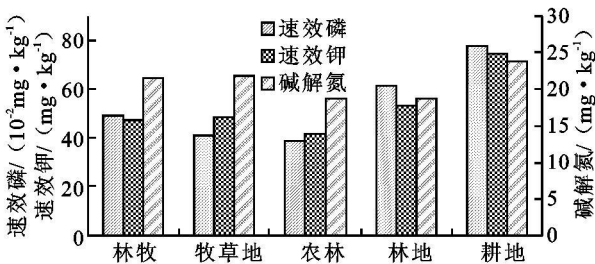


图 2 不同土地利用类型土壤速效元素含量对比

学性质表明: 耕地的全量元素含量最高, 牧草地次之, 农林复合略高于林牧复合, 林地最低。耕地的速效元素含量也最高, 林地次之, 林牧复合与牧草地没有显著差异, 农林复合最低。牧草地有机质含量最高, 耕地次之, 林牧复合最低。总体而言, 耕地的土壤化学性质最好, 牧草地次之, 林牧复合稍差, 其次为林地, 最差为农林复合类型。造成耕地化学性质最好的主要原因是农民对农田的养护和施肥活动, 使其没有表现出耕地自然状态下的应有性质。而农林复合在很多方面数据不如其他土地类型, 可能是农林复合交错区域植被相对稀少, 没有形成更为完善的化学元素循环机制。

综上所述, 不同的土地利用方式对土壤理化性状的影响有差异, 本文对不同土地利用类型的土壤物理性质和化学性质进行了对比分析, 希望分析结果能为本研究区的土地利用规划提供依据。

参考文献:

[1] Turner B L II, Meyer W B. Global land use and land cover change: an overview[C]// Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective. William B M. Turner II. Cambridge. 1994.

绕城公路间最小为 0.37,可见城市扩展主要集中在三环路内。

## 4 结 论

运用景观生态学及其相关学科理论,利用遥感信息多尺度、多时相、多波段的特点,在 GIS 技术的支持下,从不同角度对郑州市城市景观空间格局演变进行了系统分析,结论如下:1988–2002 年来郑州市建设用地、林地显著增加,水浇地、旱地减少明显且呈持续减少趋势。土地利用结构仍以农业用地为主,各土类间转换激烈;14 a 间,斑块数量、景观破碎度、分维数明显增大,优势度指数由 0.137 减至 0.118,表明景观格局趋于复杂化、破碎化和多元化,今后应加强绿色廊道建设,优化生态敏感区,以维护景观格局和生态过程的连续性。城市扩展主要集中在三环路内,NW–SE 向为城市扩展主轴线,扩展模式由紧凑环式向分散组团式转变,出现了须水组团、莆田组团和花园口等多个次级中心,开放式多中心的空间扩张新格局已经形成。今后应加强对影像数据解译方法的探索和改进,以提高解译精度;加强对城市生态环境影响评价,以揭示城市景观格局变化的机理和生态效应;进一步考虑景观分类、地形(高程、坡度)因素、尺度(粒度和幅度)变化对格局指标的影响;开展对城市扩展过程、驱动机制及动态演化模型的研究,积极探讨符合郑州实际的景观生态优化发展模式。

### 参考文献:

[1] 张金屯,邱扬,郑凤英.景观格局的数量研究方法[J].山地学报,2000,18(4):346–352.

[2] 高峻,宋永昌.基于遥感和 GIS 的城乡交错带景观演变研究[J].生态学报,2003,23(4):805–813.

[3] Wang Y Q, Moskovits D K. Tracking fragmentation of natural communities and changes in land cover: Applications of landsat data for conservation in an urban landscape[J]. Conservation Biology, 2001, 15(4): 835–843.

[4] Mathew Luck, Wu Jianguo. A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA[J]. Landscape Ecology, 2002, 17: 327–339.

[5] Lagro J A. Landscape context of rural residential development in southeastern Wisconsin(USA) [J]. Landscape Ecology, 1998, 13: 65–77.

[6] 杨英宝,江南,苏伟忠,等. RS 与 GIS 支持下的南京市景观格局动态变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(1): 342–347.

[7] 孙娟,夏汉平,蓝崇钰,等.基于缓冲带的贵港市城市景观格局梯度分析[J].生态学报,2006,26(3):655–662.

[8] 彭建,王仰麟,张源,等.土地利用分类对景观格局指数的影响[J].地理学报,2006,61(2):157–168.

[9] 肖笃宁,钟林生.景观分类与评价的生态原则[J].应用生态学报,1998,9(2):217–221.

[10] 党安荣.ERDAS IMAGINE 遥感图像处理办法[M].北京:清华大学出版社,2003:216–220.

[11] 梁国付,丁圣彦.河南黄河沿岸地区景观格局演变[J].地理学报,2005,60(4):665–672.

[12] 刘纪远.中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M].北京:中国科学技术出版社,1996:262–275.

[13] 吴晓青,胡远满,贺红土.沈阳市城镇扩展时空格局及其驱动力[J].应用生态学报,2007,18(10):2282–2288.

(上接第 189 页)

[2] Islam K R, Weil R R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh[J]. Agriculture Ecosystems and Environment, 2000, 79: 9–16.

[3] 傅伯杰,陈利顶,马克明.黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响[J].地理学报,1999,54(3):241–246.

[4] Lal R, Mokma D, Lowery B. Relation between soil quality and erosion[M]//Soil Quality and Soil erosion. Rattan Lal (ed.). Washington: CRC Press, 1999: 237–258.

[5] 朱祖祥.土壤学[M].北京:农业出版社,1983:275–280.

[6] 陈奇伯,王克勤,齐实,等.不同生态脆弱区土壤侵蚀对土地生产力影响对比研究[J].水土保持通报,2005,25(3):29–30.

[7] 黄昌勇.土壤学[M].北京:中国农业出版社,2000:67–68.

[8] 黄荣珍,杨玉盛,张金池,等.不同林地类型土壤水库蓄水特性研究[J].水土保持通报,2005,25(3):1–5.

[9] 徐宁,吴兆录,李正玲.滇西北亚高山不同土地利用类型土壤容重与根系生物量的比较研究[J].安徽农业科学,2008,36(5):1961–1963.

[10] 郑顺安,常庆瑞,齐雁冰.黄土高原不同林龄土壤质地和矿质元素差异研究[J].干旱地区农业研究,2006,24(6):94–97.

[11] 孔祥斌,张风荣,齐伟,等.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[J].地理学报,2003,58(3):333–342.