ISSN 0564-3929

Acta Pedologica Sinica 土壤学报

Turang Xuebao

中国土壤学会 主办
科学出版社 出版

2015
第52卷 第5期
Vol.52 No.5

土 壤 学 报

（Turang Xuebao）

第 52 卷 第 5 期 2015 年 9 月

目 次

综述与评论

基于文献计量分析的近30年国内外土壤科学发展过程解析 …… 宋长青 谭文峰（957）

土壤生态系统服务的概念、量化及其对城市化的响应…… 吴绍华 虞燕娜 朱 江等（970）

研究论文

基于土壤系统分类的河南省土壤有机质时空变异…… 李 玲 张少凯 吴克宁等（979）

皖南第四纪红土伊利石结晶度值与风化强度的关系…… 刘莉红 胡雪峰 叶 玮等（991）

青海民和官亭盆地喇家遗址古耕作土壤层微形态研究…… 张玉柱 黄春长 庞奖励等（1002）

基于成像光谱技术预测氮素在土壤剖面中的垂直分布…… 李 硕 汪善勤 史 舟（1014）

基于探地雷达的典型喀斯特坡地土层厚度估测…… 王 升 陈洪松 付智勇等（1024）

淮河流域地表干湿变化的时空分布特征…… 曹永强 徐 丹 曹 阳（1031）

神府矿区弃土弃渣体侵蚀特征及预测…… 郭明明 王文龙 李建明等（1044）

砂石条形覆盖下土壤水分蒸发动态研究…… 赵 丹 李 毅 冯 浩（1058）

pH和三种阴离子对紫色土亚硒酸盐吸附-解吸的影响 …… 周鑫斌 于淑慧 谢德体（1069）

土壤非交换性钾释放动力学特征及其生物有效性…… 李 婷 王火焰 陈小琴等（1078）

生物质灰对红壤酸度的改良效果…… 时仁勇 李九玉 徐仁扣等（1088）

小麦秸秆生物炭对高氯代苯的吸附过程与机制研究…… 李 洋 宋 洋 王 芳等（1096）

不同温度玉米秸秆生物炭对萘的吸附动力学特征与机理…… 张 默 贾明云 卞永荣等（1106）

十溴联苯醚对秀丽隐杆线虫毒性研究…… 王赢利 陈建松 阳宇翔等（1116）

稻草和三叶草分解对微型土壤动物群落的影响…… 王 慧 桂 娟 刘满强等（1124）

沿海区土壤线虫对海水入侵土壤盐渍化的响应…… 王诚楠 张伟东 王雪峰等（1135）

土壤团聚体N_2O释放与反硝化微生物丰度和组成的关系 …… 周汉昌 张文钊 刘 毅等（1144）

基于产量、氮效率和经济效益的春玉米控释氮肥掺混比例…… 王 寅 冯国忠 张天山等（1153）

问题讨论

中国土壤系统分类基层单元土族建设现状与命名上存在的问题…… 易 晨 马渝欣 杨金玲等（1166）

研究简报

干旱与重吸水对人工藻结皮光合特性的影响…… 吴 丽 杨 红 兰书斌等（1173）

咸水灌溉对沙漠防护林植物根系分布及风沙土演变的影响…… 李从娟 唐俊妍 高 培等（1180）

不同$NaNO_3$浓度下可变电荷土壤铜离子解吸率的分配及影响因素 … 张政勤 罗文贱 陈 勇等（1188）

封面图片：不同浓度十溴联苯醚对秀丽隐杆线虫的毒性（由王赢利提供）

DOI：10.11766/trxb201407170358

基于土壤系统分类的河南省土壤有机质时空变异*

李 玲[1] 张少凯[1] 吴克宁[2†] 杨素勤[1] 杜丽伟[1]

（1 河南农业大学资源与环境学院，郑州 450002）

（2 中国地质大学（北京）土地科学技术学院，北京 100083）

摘 要 利用1982年河南省第二次土壤普查数据和2009年采样数据，采用传统统计学、地统计学和地理信息系统（GIS）的方法，在土壤系统分类的基础上，揭示河南省不同土类有机质含量时空变异规律，并讨论了影响其变异的主要原因。结果表明：从1982年到2009年，河南省土壤有机质（SOM）含量均值由12.21 g kg^{-1}增加至16.02 g kg^{-1}，增加了31.20%，河南省SOM自西向东逐渐增加，平原地区增加较多，而河南省南部、偏北部和西部山区地区有所减少；系统分类中的底锈干润雏形土、淡色潮湿雏形土、灌淤旱耕人为土、干润冲积新成土、干润砂质新成土、简育湿润变性土、简育湿润雏形土SOM平均含量从1982年到2009年有较大的提高，分别提高了5.7、5.6、5.6、5.5、5.4、5.0、3.1 g kg^{-1}，而湿润正常新成土和干润正常新成土SOM含量有所降低，分别降低了2.5 g kg^{-1}和1.9 g kg^{-1}。因气候条件、成土母质、土壤质地、土地利用方式和人为活动的影响使得河南省不同土类的SOM出现时空差异。

关键词 土壤有机质；河南省；系统分类；时空变异；影响因素

中图分类号 S153.6 **文献标识码** A

土壤有机质（Soil Organic Matter，SOM）是土壤中各种营养元素的重要来源，它对于促进土壤结构的形成，改善土壤物理性质，提高土壤的保肥能力起着非常重要的作用，是限制作物产量的主要因子[1]，同时也是大气二氧化碳的潜在碳源和碳汇[2]。因此，SOM已成为土壤学、地球化学和环境化学的热点研究之一[3]。

目前SOM时空变异研究主要集中在不同区域连续变化和两、三个时期的变化上[4-13]。Pan等[7]利用1980年全国第二次土壤普查数据和2003年耕地土壤检测数据对两个时期耕地土壤有机碳含量变化进行了分析；黄智刚等[8]研究了1980年至1999年连作19年低丘陵红壤甘蔗区SOM的时空变异；秦静等[9]对北京典型边缘区25年来SOM时空变异进行了分析，结果表明土壤类型和土地利用方式是土壤有机质的主控因素；朱静等[10]分析了江苏省如皋市1982年至2002年农田SOM的时空变异，分析了SOM变异的影响因子并提出了土壤管理和利用方面的建议；胡克林等[11]对北京郊区1980年、1990年和2000年3年SOM时空变异进行了分析，并指出秸秆还田和施用有机肥是SOM升高的主要原因；赵明松等[12]分析了1980年至2006年江苏省SOM时空变异及其驱动力；此外，赵明松等[13]还分析了徐淮黄泛平原地区SOM空间变异及其主控因素，认为耕地SOM含量的增加主要是因为施用了有机肥和秸秆还田。

土壤系统分类最早是1960年美国提出的，对世界土壤分类的发展具有深远的影响。中国土壤系统分类从1985年开始进行了大量的研究，是以诊断层和诊断特性为基础、以发生学理论为指导、面向世界与国际接轨、充分注意中国特色[14]。目前国内关于土壤系统分类的文章主要集中于基于《中国土壤系统分类检索（第三版）》确定研究区土壤在土壤系统分类中的归属，建立研究区土壤系统分

* 国家自然科学基金项目（41201209）、国家科技基础性工作专项（2008FY110600）资助

† 通讯作者，E-mail：knwu@sohu.com

作者简介：李 玲（1973—），女，河南息县人，博士，副教授。主要从事土壤地理与土地资源管理的教学与科研工作。E-mail：ndliling@163.com

收稿日期：2014-07-17；收到修改稿日期：2015-03-27

类的分类系统，以及区域系统分类与发生分类的参比等[15-19]。

目前以土壤系统分类为基础来研究SOM的时空变异特征尚未见相关报道，河南省是粮食生产大省，土壤中有机质含量的多少对作物生长以及粮食产量具有重要的影响。因此笔者在传统土壤调查方法的基础上，采用地统计学方法，基于土壤系统分类中的土类为研究单元，对河南省1982年和2009年土壤有机质含量及其时空变化特征进行统计分析，同时也是对省级尺度空间采样研究的一次尝试，这对认识河南省SOM含量的变化规律，对河南省不同土壤类型的合理施肥与养分调控具有指导和借鉴意义。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

河南省位于中国中东部，北纬 31°23′~36°22′，东经 110°21′~116°39′之间，土地面积 16.7×10^4 km^2，约占全国总面积的 1.73%，辖 18 个地级市。研究区域属暖温带—亚热带、湿润—半湿润季风气候，年均温 12.8~15.6℃，年均降水量 500~900 mm。地势西高东低，北、西、南三面千里太行山脉、伏牛山脉、桐柏山脉、大别山脉沿省界呈半环形分布，中、东部为华北平原南部，西南部为南阳盆地；境域内分布有黄河、淮河、海河、长江四大水系；主要的土壤发生分类类型有褐土、黄褐土、潮土、砂姜黑土、水稻土、棕壤和黄棕壤等[20]。河南省西部是以林地为主的山地丘陵区，东部是以耕地为主的平原区，其中东北地区以生产小麦玉米为主，以烟草、芝麻和豆类等农产品为辅；东南地区以生产小麦和水稻为主。

1.2 数据来源

1982年的土壤样点及数据主要是根据河南省第二次土壤普查的《河南土种志》[21]、《河南土壤地理》[22]与各县市的土壤报告、土壤图等数据获取，并兼顾地形地貌、土壤类型以及种植模式等选取1 110个样点。2009年土壤样点是利用网格法[23]进行布点，平原区耕地采用8 km×8 km的网格，丘陵山地采用16 km×16 km的网格，GPS定位采样，共采集样品1 615个。2009年土壤样品有机质分析与第二次土壤普查测试分析方法一致，即将0~20 cm的表层土壤风干、研磨和过筛处理，采用重铬酸钾容量法进行SOM含量测定；将两次采样点数据进行投影变换、统一校正到Beijing1954高斯克吕格投影系统，生成土壤样点分布图。

1.3 数据分析

利用SPSS19.0对原始数据进行统计检验，采用GS+地统计软件进行半变异函数拟合，利用ArcGIS9.3普通克里格进行空间插值、栅格计算和区类统计，分析不同区域和土壤类型之间的SOM含量空间变化。

2 结 果

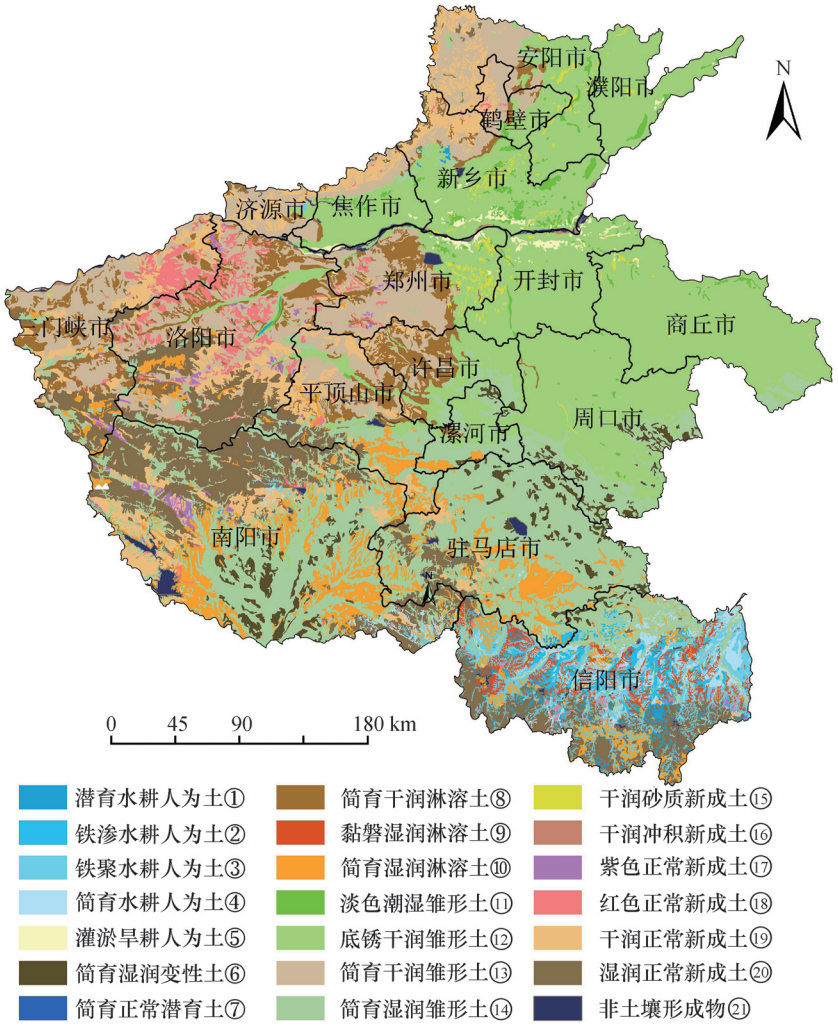
2.1 河南省土壤发生分类与系统分类的参比

目前中国土壤系统分类（CST）和发生分类（GSCC）并存，第二次土壤普查分析了大量的土壤实体数据，河南省各县市均有土壤普查报告与土壤图，并且吸收了系统分类的一些内容，积累了大量土壤资料；因此，在目前国内CST和GSCC并存的现状下，根据2009年国家科技基础性工作专项项目“我国土系调查与《中国土系志》编制”在河南省所采的240个土壤剖面、前期文献查阅[24-28]所记录土壤剖面、理论基础方法及第二次土壤普查时所记录的土壤实体属性数据，如形态描述、质地、理化性质等，判断其诊断层与诊断特征，按照检索系统的顺序检索其所属土纲；结合河南省年均降水量、年均温度、数字高程模型、人为扰动特征等资料，检索其所属亚纲；在土类和亚类的参比中，一些诊断层、诊断特征的指标和对照可能需要更细化的GSCC分类单元的属性来体现，因此，本研究主要利用项目组2010年建立的河南省1∶25万土壤属性数据库，根据土属性质及本次所采土壤实体属性信息，判断GSCC土属图斑在CST中的亚类归属，并进行土类的空间汇总，实现GSCC向CST土类的参比转换。两个土壤分类体系参比时存在“多对一”或“一对多”的关系，即GSCC中的一个土类可能相当于CST中的若干土纲、亚纲或土类，或者GSCC中的多个土类对应CST的某个土纲、亚纲或土类，因此需要对分类转换后的数据库进行制图综合处理，如同类图斑的合并与拆分、小图斑的消除以及线平滑等处理。

经过对土壤具体剖面的系统分类及历史资料的分类参比，河南省土壤按照系统分类初步划有6个土纲（人为土、变性土、潜育土、淋溶土、雏形

土、新成土），12个亚纲（水耕人为土、旱耕人为土、湿润变性土、正常潜育土、干润淋溶土、湿润淋溶土、干润雏形土、潮湿雏形土、湿润雏形土、砂质新成土、冲积新成土、正常新成土），20个土类，38个亚类。系统分类在水平带谱上自北向南土纲大致分布：新成土—雏形土—淋溶土、人为土—新成土；自西向东主要分布着新成土—淋溶土—雏形土；西部丘陵低山区域在垂直带谱上从下至上大致依次分布：淋溶土—雏形土（新成土）。

河南省东部、北部黄淮海冲积平原主要分布着底锈干润雏形土，其中因地形、水分、人为活动等不同零星分布着干润冲积新成土、灌淤旱耕人为土、淡色潮湿雏形土、简育湿润雏形土等土类；北部丘陵山区主要分布着简育湿润雏形土和干润正常新成土；西部丘陵地区分布着简育干润雏形土、干润正常新成土、湿润正常新成土、红色正常新成土、紫色正常新成土等土类。南部丘陵区及西南南阳盆地区分布着大面积简育湿润雏形土、简育湿润淋溶土，零星分布着简育湿润变性土；南部沿淮波状平原、山间盆地及河谷两侧有铁渗水耕人为土、铁聚水耕人为土、简育水耕人为土等土类分布。具体详见图1。



①Gleyi-Stagnic Anthrosols；②Fe-leachi-Stagnic Anthrosols；③Fe-accumuli-Stagnic Anthrosols；④Hapli-Stagnic Anthrosols；⑤Irrigation-Orthic Anthrosols；⑥Hapli-Udic Vertosols；⑦Hapli-Orthic Gleyosols；⑧Hapli-Ustic Argosols；⑨Arp-Udic Argosols；⑩Hapli-Udic Argosols；⑪Ochri-Aquic Cambosols；⑫ Endorusti-Ustic Cambosols；⑬Hapli-Ustic Cambosols；⑭Hapli-Udic Cambosols；⑮Ustic-Sandic Primosols；⑯Ustic-Alluvic Primosols；⑰Purpli-Orthic Primosols；⑱Red-Orthic Primosols；⑲Ustic-Orthic Primosols；⑳Hapli-Orthic Primosols；㉑Non-soil formation

图1　河南省系统分类土类分布图

Fig.1　Distribution of soil types of soil taxonomy of Henan Province

2.2 1982年和2009年SOM含量基本特征

由于普通克里格插值要求数据呈或近似呈正态分布，因此在应用ArcGIS9.3的地统计模块进行插值分析之前，采用K-S检验（$p>0.05$）的方法，结果两个时期数据均不符合正态分布，经对数转换后近似呈正态分布，两个时期SOM一般描述性统计结果见表1。河南省1982年和2009年SOM的平均值分别为12.21和16.02 g kg^{-1}，增幅为31.20%，年平均增长率为1.17%。由变异系数的大小，变异程度可分为：弱变异性，CV<10%；中等变异，10%≤CV≤100%；强变异性，CV≥100%[29]。由此可得出1982年和2009年SOM变异程度均为中等变异，且1982年较2009年在单位均值上的离散程度大。

表1 1982—2009年SOM描述性统计结果

Table 1 Descriptive statistics of SOM contents in year 1982 and 2009

年份 Year	样点数 Sample number	最大值 Max（g kg^{-1}）	最小值 Min（g kg^{-1}）	平均值 Mean（g kg^{-1}）	标准差 SD	变异系数 CV（%）	偏度 Skew-ness	峰度 Kurtosis	K-S 检验 p
1982	1 110	260.55	3.27	12.21	8.29	67.90	0.25*	0.33*	0.16*
2009	1 615	109.28	2.01	16.02	5.69	35.52	1.18*	1.68*	0.11*

注：带“*”的数据为对数转换后的结果 Note：The data affixed with “*” are values after logarithmic transformation

2.3 1982—2009年河南省SOM时空变化特征

根据半变异函数理论模型参数可得，1982年和2009年河南省SOM的块金效应分别为 56.10%和60.18%（见表2），两个时期数据块金效应均处于中等空间相关性[30]，说明SOM既受成土母质、气候、土壤质地、土地利用等土壤内在因子的影响，也受一些如耕作制度、施肥等土壤外在因子的影响。块金效应值表明两个时期均适合采用普通克里格空间插值进行预测。

表2 最优半变异函数模型拟合参数值

Table 2 Parameters of best-fitted semivariogram model

年份 Year	模型类型 Model	块金值 C_0	基台值 C_0+C	块金效应（%） $C_0/(C_0+C)$	变程 Range（km）	决定系数 R^2	残差 RSS
1982	球状 Spherial	47.81	85.27	56.10	569.1	0.815	13.26
2009	球状 Spherial	21.67	36.01	60.18	547.2	0.704	19.44

以半变异函数理论为基础，选择普通克里格空间插值方法，参考河南省二次土壤普查SOM分级标准[22]得到两个时期SOM含量分级空间分布图，见图2。

由于河南省气候、植被、地貌、土壤类型、土壤质地以及土地利用方式等的不同，土壤中有机质的含量存在着明显的差异，从图2可以看出，两个时期SOM遵循以下空间规律：西部山地非人为扰动区域SOM含量高，东部冲积平原人为耕作区域SOM含量低；南部SOM含量高，北部SOM含量低，中部地区介于两者之间。河南省自1982年至2009年，SOM含量大体上由西到东逐渐增加（图3）。SOM平均含量大于20.0 g kg^{-1}的区域面积由2.72×10^4 km^{2}降低为0.57×10^4 km^2，降幅为12.77%；SOM平均含量为15.0～20.0 g kg^{-1}的区域面积由3.73×10^4 km^{2}增加为12.35×10^4km^2，增加了51.60%；SOM平均含量为10.0～15.0 g kg^{-1}的区域面积由6.87×10^4 km^{2}降低为3.76×10^4 km^2，降低了18.60%；SOM平均含量小于10.0 g kg^{-1}的区域面积由3.38×10^4 km^{2}降为66.8 km^2，降低了20.22%。由此可见，河南省SOM平均含量增加最多的区域主要集中在15.0～20.0 g kg^{-1}范围内。从图3与图2可以

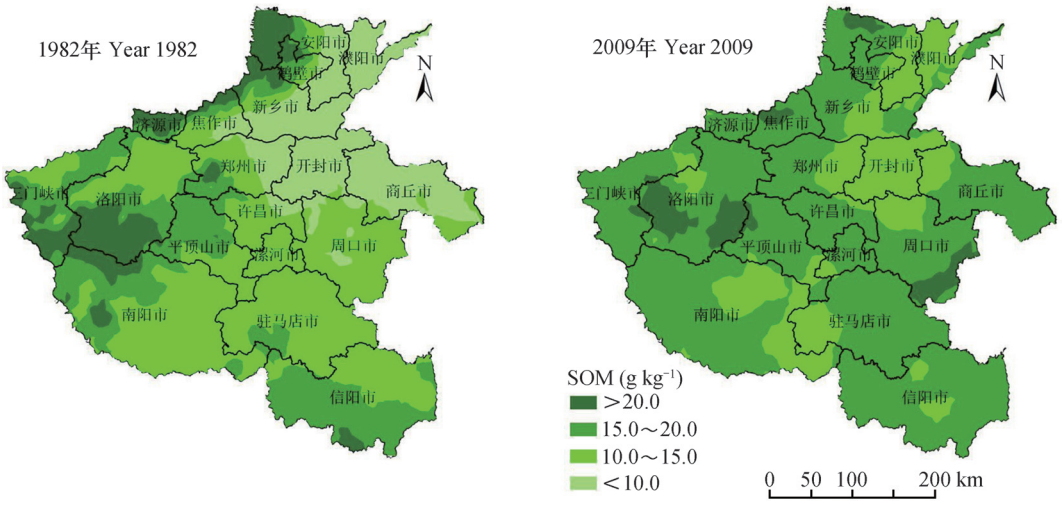


图2　两个时期SOM含量分布图

Fig.2　SOM content distribution map in the two periods

直观地看出，平原区SOM平均含量总体增加，而西部、北部和南部山地丘陵区SOM平均含量有不同程度的下降。SOM增加最多的土类为东部、北部的底锈干润雏形土，SOM减少最多为西部山地的湿润正常新成土和北部山区的干润正常新成土，南部地区部分人为土有所降低。

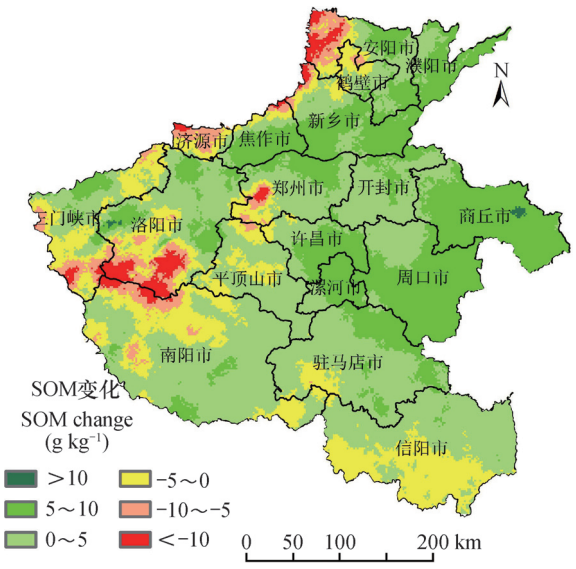


图3　1982—2009年SOM含量变化分布图

Fig.3　Spatial variation of SOM content between 1982 and 2009

2.4　基于土壤系统分类的河南省SOM含量时间变化特征

利用ArcGIS空间分析的区类统计功能，基于每个土壤图斑，通过面积加权得到两个时期土壤系统分类土类的SOM平均含量，具体变化见表3。

河南省20种土壤系统分类土类中有18种土类SOM平均含量总体上呈增加趋势，其中底锈干润雏形土有机质平均含量增加最多，平均含量增加了5.7 g kg^{-1}，其次为淡色潮湿雏形土和灌淤旱耕人为土，平均含量均增加了5.6 g kg^{-1}，再者为干润冲积新成土、干润砂质新成土、简育湿润变性土、简育湿润雏形土4种土类，分别增加了5.5、5.4、5.0、3.1 g kg^{-1}；剩余11种土类增加较少。而湿润正常新成土和干润正常新成土SOM含量有所降低，平均含量分别由1982年的19.4和19.7 g kg^{-1}降为2009年的16.9和17.8 g kg^{-1}，分别降低了2.5和1.9 g kg^{-1}。

为了明显显示各土类SOM含量及其变化趋势，因此以土类所属土纲为单元对系统分类人为土、淋溶土、雏形土和新成土4种土纲所含土类作雷达趋势图（图4）。具体分析如下：

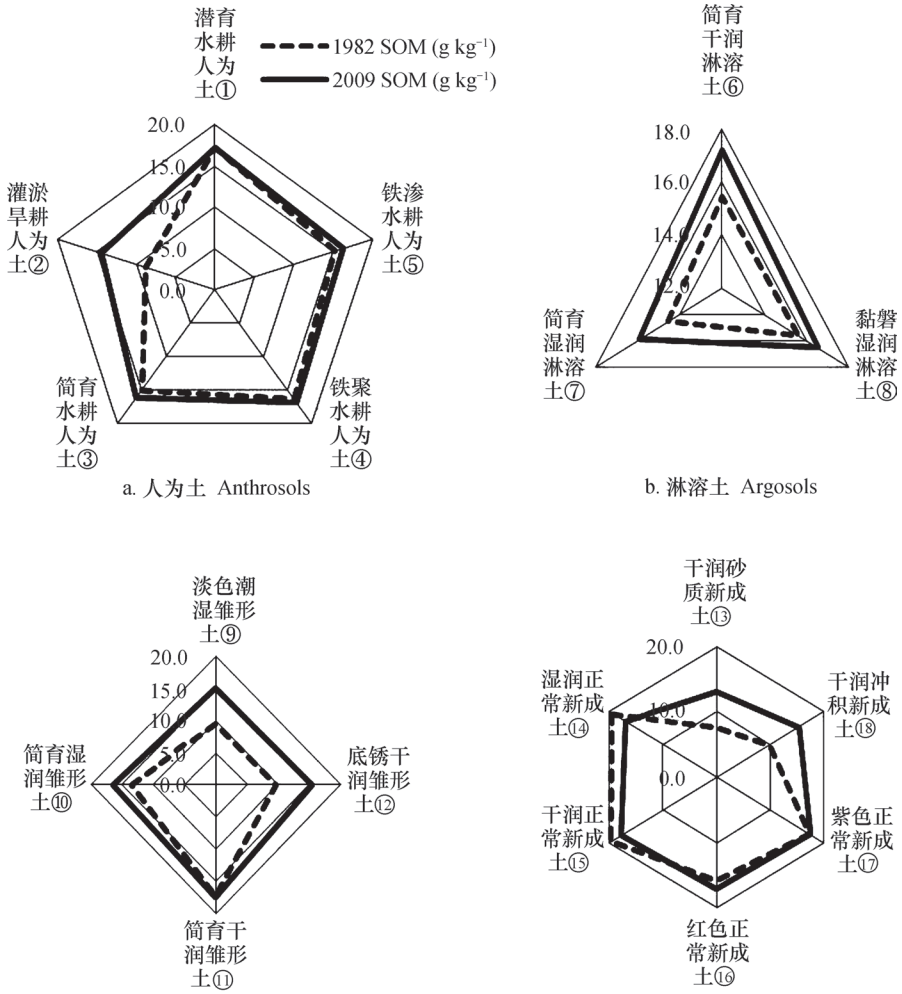
人为土的潜育水耕人为土、铁渗水耕人为土、铁聚水耕人为土和简育水耕人为土SOM平均含量从1982年至2009年期间有所增加但变化不大，而灌淤旱耕人为土从1982年至2009年SOM平均含量由8.8增加至14.4 g kg^{-1}，增幅为62.63%，有着较大的提高。

淋溶土中的3种土类SOM平均含量从1982年至2009年期间均有着明显的提高。从1982年至2009年，简育干润淋溶土SOM平均含量由15.5增加至17.2 g kg^{-1}，增幅为10.97%；简育湿润淋溶土SOM平均含量由14.6增加至15.9 g kg^{-1}，增幅为8.90%；黏磐湿润淋溶土SOM平均含量由15.6增加至

表3 1982—2009年土类SOM含量变化

Table 3 Variation of SOM content in soil groups in the two periods

土类 Group	1982 SOM			2009 SOM			变化 Change ($g\ kg^{-1}$)
	最大值 Max ($g\ kg^{-1}$)	最小值 Min ($g\ kg^{-1}$)	平均值 Mean ($g\ kg^{-1}$)	最大值 Max ($g\ kg^{-1}$)	最小值 Min ($g\ kg^{-1}$)	平均值 Mean ($g\ kg^{-1}$)	
潜育水耕人为土 Gleyi-Stagnic Anthrosols	20.9	12.6	17.2	19.9	14.6	17.3	0.1
铁渗水耕人为土 Fe-leachi-Stagnic Anthrosols	18.5	12.7	15.3	18.4	13.5	16.3	1.0
铁聚水耕人为土 Fe-accumuli-Stagnic Anthrosols	20.4	13.0	16.3	20.0	12.3	16.8	0.5
简育水耕人为土 Hapli-Stagnic Anthrosols	19.0	12.0	15.0	20.0	12.4	16.1	1.1
灌淤旱耕人为土 Irrigation-Orthic Anthrosols	11.9	7.0	8.8	16.9	11.0	14.4	5.6
简育湿润变性土 Hapli-Udic Vertosols	17.5	10.7	12.4	21.1	14.0	17.4	5.0
简育正常潜育土 Hapli-Orthic Gleyosols	23.9	13.5	16.4	25.6	13.0	17.0	0.6
简育干润淋溶土 Hapli-Ustic Argosols	33.9	6.4	15.5	23.0	10.0	17.2	1.7
黏磐湿润淋溶土 Arp-Udic Argosols	19.1	13.1	15.6	19.8	12.4	16.6	1.0
简育湿润淋溶土 Hapli-Udic Argosols	33.8	11.3	14.6	22.0	12.2	15.9	1.3
淡色潮湿雏形土 Ochri-Aquic Cambosols	17.7	6.8	9.4	20.6	10.1	15.0	5.6
底锈干润雏形土 Endorusti-Ustic Cambosols	24.3	6.3	9.7	22.3	10.0	15.4	5.7
简育干润雏形土 Hapli-Ustic Cambosols	33.7	6.6	17.4	23.8	10.4	17.7	0.3
简育湿润雏形土 Hapli-Udic Cambosols	35.1	9.4	13.5	22.1	11.9	16.5	3.0
干润砂质新成土 Ustic-Sandic Primosols	10.9	6.1	7.6	19.5	9.7	13.0	5.4
干润冲积新成土 Ustic-Alluvic Primosols	12.1	7.5	9.9	16.9	11.5	15.3	5.4
紫色正常新成土 Purpli-Orthic Primosols	28.8	12.5	17.2	23.9	14.5	17.5	0.3
红色正常新成土 Red-Orthic Primosols	27.6	9.9	15.9	22.8	12.8	17.2	1.3
干润正常新成土 Ustic-Orthic Primosols	35.9	11.5	19.7	24.1	12.6	17.8	−1.9
湿润正常新成土 Hapli-Orthic Primosols	36.2	11.4	19.4	23.2	12.0	16.9	−2.5



①Gleyi-Stagnic Anthrosols，②Irrigation-Orthic Anthrosols，③Hapli-Stagnic Anthrosols，④Fe-accumuli-Stagnic Anthrosols，⑤Fe-leachi-Stagnic Anthrosols，⑥Hapli-Ustic Argosols，⑦Hapli-Udic Argosols，⑧Arp-Udic Argosols，⑨Ochri-Aquic Cambosols，⑩Hapli-Udic Cambosols，⑪Hapli-Ustic Cambosols，⑫Endorusti-Ustic Cambosols，⑬Ustic-Sandic Primosols，⑭Hapli-Orthic Primosols，⑮Ustic-Orthic Primosols，⑯Red-Orthic Primosols，⑰Purpli-Orthic Primosols，⑱Ustic-Alluvic Primosols

图4　两个时期主要土纲下土类SOM含量变化

Fig.4　Variation of SOM content in the soil groups under the main soil orders in Henan Province in the two periods

16.6 g kg^{-1}，增幅为6.41%。

雏形土中的简育湿润雏形土、淡色潮湿雏形土、底锈干润雏形土SOM平均含量从1982年至2009年期间均有着明显的提高。简育湿润雏形土SOM平均含量由13.5增加至16.5 g kg^{-1}，增幅为22.22%；淡色潮湿雏形土SOM平均含量由9.4增加至15.0 g kg^{-1}，增幅为59.57%；底锈干润雏形土SOM平均含量由9.7增加至15.4 g kg^{-1}，增幅为58.76%。

1982年至2009年期间，新成土中的干润砂质新成土、红色正常新成土和干润冲积新成土SOM平均含量均有着明显的提高，而干润正常新成土和湿润正常新成土SOM平均含量有所下降。干润砂质新成土SOM平均含量由7.6增加至13.0 g kg^{-1}，增幅为71.05%；红色正常新成土SOM平均含量由15.9增加至17.2 g kg^{-1}，增幅为8.18%；干润冲积新成土SOM平均含量由9.9增加至15.3 g kg^{-1}，增幅为55.55%；干润正常新成土SOM平均含量由19.7降低为17.8 g kg^{-1}，降幅为9.64%；湿润正常新成土SOM平均含量由19.4降低为16.9 g kg^{-1}，降幅为12.89%。

此外，变性土中的简育湿润变性土SOM含量从1982年至2009年由12.4增加至17.4 g kg^{-1}，增幅

为40.32%。SOM增加的土类基本上分布在耕地区域，而SOM减少的两种土类分布在山地丘陵的林地和荒草地等区域。

3 讨 论

从以上分析可知，河南省不同土类SOM含量变化具有明显的时空差异，主要原因可能是受气候、成土母质、土壤质地、土地利用方式以及秸秆还田、增施有机肥等自然和人为因素的影响。

3.1 气候对SOM的影响

气候是影响SOM含量的重要因素之一，其主要表现在温度和湿度条件。河南省地处暖温带与亚热带的过渡地带，又受秦岭—淮河一线的影响，水、气、热的空间变化具有明显的差异。在水平分布上，气温和降水量由南向北、由西向东逐渐减少，因而SOM分解速度也不相同，故出现南高北低的差异，但西部和南部因SOM基数值大，虽分解速度快，其仍然高于东部和北部。在垂直分布上，海拔越高，降雨量越大，温度越低，湿度越大，微生物代谢能力弱，有机质腐殖化大于矿质化，有利于有机质的积累，因此山地丘陵区SOM平均含量高于平原区SOM含量。

3.2 成土母质对SOM的影响

SOM的空间分布主要受成土母质的影响，通过母质的颗粒大小以及黏性程度来影响的。一般而言残坡积物 > 湖相沉积物 > 洪积物 > 冲积物 > 风积物[22]。如湿润正常新成土成土母质主要为残坡积物，简育湿润变性土成土母质为湖相沉积物，底锈干润雏形土成土母质主要为冲积物，其1982年SOM平均含量分别为19.4、12.4和9.7 g kg^{-1}。

3.3 土壤质地对SOM的影响

土壤质地也是影响河南省SOM含量的重要因素之一。根据1982年和2009年数据分析，SOM与土壤黏粒含量之间相关系数分别为0.878和0.764，具有显著的正相关性，说明土壤黏性越好，其通气性越差，SOM分解速度就越慢，越有利于SOM的积累，因此SOM受土壤质地影响为：黏土 > 粉砂质黏土 > 黏壤土 > 粉砂质壤土 > 砂质壤土 > 砂土。通过GIS区类统计模块计算得到1982年和2009年表层质地为壤质黏土的简育湿润变性土SOM平均含量分别为12.1 g kg^{-1}和18.7 g kg^{-1}，质地为砂土的干润砂质新成土SOM平均含量分别为6.4 g kg^{-1}和14.0 g kg^{-1}。

3.4 土地利用方式对SOM的影响

河南省受气候以及地形地貌的影响，植被的分布情况也不相同。山地地区林地土壤有丰富的植被覆盖，且海拔越高覆盖程度越高，地表枯枝落叶也越多，这为SOM提供了丰富的来源。平原区耕作土壤主要受人为因素的影响，自然土层已被破坏，虽然耕作以及施肥等对耕层SOM有着不同程度的影响，但相对于自然生长的林地覆盖的山地而言，在频繁的耕作情况下，土壤通气性增强，利于好气生物的繁殖以及有机质的好气分解，有机质累积极弱，故SOM含量相对较低。如1982年和2009年分布在山区林地的湿润正常新成土SOM平均含量分别为19.4 g kg^{-1}和16.9 g kg^{-1}，分布在平原区的耕地底锈干润雏形土SOM平均含量分别为9.7 g kg^{-1}和15.4 g kg^{-1}。

3.5 人为活动对SOM的影响

耕地中SOM增加的区域面积占耕地总面积的88.52%，说明耕地中SOM的增加受人为活动的影响很大，而人为活动的影响主要是通过秸秆还田和增施有机肥来提高SOM含量。例如位于河南省北部、东部和中部耕地地区的底锈干润雏形土从1982年至2009年SOM平均含量增加了5.8 g kg^{-1}，土壤结构得到改善，肥力提高，增加了耕地土壤的生产能力，这与赵明松等[13]的研究结果一致，因此应大力推广秸秆还田工作。

此外，位于山地丘陵地区的干润正常新成土和湿润正常新成土SOM含量有所降低，西部山地可能是由于开荒造成的，将原来不适合耕作的林地变为了耕地，致使水土流失，SOM含量降低；而南部信阳山区SOM含量降低较少可能是由于受人为种植果园的影响，具体原因需要进一步深入研究。

4 结 论

传统统计学分析结果表明河南省1982年至2009年SOM的平均含量有所增加。土壤系统分类中的20个土类有18个土类SOM含量有所增加，其中以底锈干润雏形土、淡色潮湿雏形土、灌淤旱耕人为土、干润冲积新成土、干润砂质新成土、简育湿润变性土、简育湿润雏形土依次增加，其主要分布在平原耕地地区，而湿润正常新成土和干润正常新成土SOM含量有所降低。不同土类SOM含量表现出时间和空间上的差异可能是因气候、成土母质、土壤

质地、土地利用方式和人为活动等的影响造成的。值得注意的是，河南省秸秆还田和配方施肥工作的大力推行，使得大量有机物质进入耕地，SOM得到积累。

参 考 文 献

[1] 高祥照，胡克林，郭焱，等. 土壤养分与作物产量的空间变异特征与精确施肥. 中国农业科学，2002，35（6）：660—666. Gao X Z，Hu K L，Guo Y，et al. Spatial variability of soil nutrients and crop yield and site-specific fertilizer management（In Chinese）. Scientia Agricultura Sinica，2002，35（6）：660—666

[2] 胡克林，余艳，张凤荣，等. 北京郊区SOM含量的时空变异及其影响因素. 中国农业科学，2006，39（4）：764—771. Hu K L，Yu Y，Zhang F R，et al. The spatial-temporal variability of SOM and its influencing factors in suburban area of Beijing（In Chinese）. Scientia Agricultura Sinica，2006，39（4）：764—771

[3] 朱书法，刘丛强，陶发祥，等. 喀斯特地区SOM的稳定碳同位素地球化学特征. 地球与环境，2006，34（3）：51—58. Zhu S F，Liu C Q，Tao F X，et al. Geochemical characteristics of stable carbon isotopes in SOM from karst areas（In Chinese）. Earth and Environment，2006，34（3）：51—58

[4] Weindorf D C，Zhu Y. Spatial variability of soil properties at Capulin Volcano，New Mexico，USA：Implications for sampling strategy. Pedosphere，2010，20（2）：185—197

[5] Carolin C，Saran P，Sohi R. Resolving the spatial variability of soil N using fractions of soil organic matter. Agriculture，Ecosystems & Environment，2012，147（15）：66—72

[6] Basaran M，Ozcan A U，Erpul G. Spatial variability of organic matter and some soil properties of mineral topsoil in Cankiri Indagi Blackpine（Pinus nigra）Plantation Region. Journal of Applied Sciences，2006，6（2）：445—450

[7] Pan G X，Li L Q，Wu L S，et al. Storage and sequestration potential of topsoil organic carbon in China's paddy soils. Global Change Biology，2004，10（1）：79—92

[8] 黄智刚，李保国，胡克林. 丘陵红壤蔗区土壤有机质的时空变异特征. 农业工程学报，2006，22（11）：58—63. Huang Z G，Li B G，Hu K L. Characteristics of the spatio-temporal changes of soil organic matter of sugarcane field in red soil hill areas（In Chinese）. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering，2006，22（11）：58—63

[9] 秦静，孔祥斌，姜广辉. 北京典型边缘区25年来土壤有机质的时空变异特征. 农业工程学报，2008，24（3）：124—129. Qin J，Kong X B，Jiang G H. Characteristics of spatio-temporal changes of soil organic matter in typical fringe in Beijing for 25 years（In Chinese）. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering，2008，24（3）：124—129

[10] 朱静，黄标，孙维侠，等. 长江三角洲典型地区农田土壤有机质的时空变异特征及其影响因素. 土壤，2006，38（2）：158—165. Zhu J，Huang B，Sun W X，et al. Tempo-spatial variation of soil organic matter of farmland and its affecting factors in a typical area of the Yangtze River delta region（In Chinese）. Soils，2006，38（2）：158—165

[11] 胡克林，余艳，张凤荣，等. 北京郊区土壤有机质含量的时空变异及其影响因素. 中国农业科学，2006，39（4）：764—771. Hu K L，Yu Y，Zhang F R，et al. The spatial-temporal variability of soil organic matter and its influencing factors in suburban area of Beijing（In Chinese）. Scientia Agricultura Sinica，2006，39（4）：764—771

[12] 赵明松，张甘霖，吴运金，等. 江苏省土壤有机质含量时空变异特征及驱动力研究. 土壤学报，2014，51（3）：448—458. Zhao M S，Zhang G L，Wu Y J，et al. Temporal and spatial variability of soil organic matter and its driving force in Jiangsu Province，China（In Chinese）. Acta Pedologica Sinica，2014，51（3）：448—458

[13] 赵明松，张甘霖，王德彩，等. 徐淮黄泛平原SOM空间变异特征及主控因素分析. 土壤学报，2013，50（1）：1—11. Zhao M S，Zhang G L，Wang D C，et al. Spatial variability of soil organic matter and its dominating factors in Xu-Huai alluvial plain（In Chinese）. Acta Pedologica Sinica，2013，50（1）：1—11

[14] 张保华，何毓蓉. 中国土壤系统分类及其应用研究进展. 山东农业科学，2005（4）：76—78. Zhang B H，He Y R. The Chinese soil taxonomic classification and its application（In Chinese）. Shandong Agricultural Sciences，2005（4）：76—78

[15] 庄云，吴小净，李德成，等. 重庆典型烟区代表性烟田土壤系统分类研究. 土壤，2013，45（6）：1142—1146. Zhuang Y，Wu X J，Li D C，et al. Soil taxonomy of typical tobacco fields in Chongqing（In Chinese）. Soils，2013，45（6）：1142—1146

[16] 张伟娟，辛刚. 中国土壤系统分类及在大庆市的应用研究. 黑龙江八一农垦大学学报，2009，21（2）：12—14. Zhang W J，Xin G. Chinese soil taxonomy and the applied research in Daqing（In Chinese）.

Journal of Helongjiang August First Land Reclamation University, 2009, 21(2): 12—14

[17] 顾也萍, 刘必融, 汪根法, 等. 皖南山地土壤系统分类研究. 土壤学报, 2003, 40(1): 10—21. Gu Y P, Liu B R, Wang G F, et al. Taxonomic classification of soils in the mountain regions in south Anhui (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2003, 40(1): 10—21

[18] 陈芳, 张海涛, 王天巍, 等. 江汉平原典型土壤的系统分类及空间分布研究. 土壤学报, 2014, 51(4): 761—771. Chen F, Zhang H T, Wang T W, et al. Taxonomy and spatial distribution of soils typical of Jianghan Plain (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2014, 51(4): 761—771

[19] 李军, 龙怀玉, 张杨珠, 等. 冀北地区盐碱化土壤系统分类的归属研究. 土壤学报, 2013, 50(6): 1071—1081. Li J, Long H Y, Zhang Y Z, et al. Attribution of salt-affected soils in north Hebei in Chinese soil taxonomy (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2013, 50(6): 1071—1081

[20] 魏克循, 郑长训, 陈万勋, 等. 河南土壤. 北京: 中国农业出版社, 2004. Wei K X, Zheng C X, Chen W X, et al. Soil of Henan (In Chinese). Beijing: China Agriculture Press, 2004

[21] 秦宏德, 刘凯, 申胱, 等. 河南土种志. 北京: 中国农业出版社, 1995. Qin H D, Liu K, Shen T, et al. Soil series of Henan Province (In Chinese). Beijing: China Agriculture Press, 1995

[22] 魏克循. 河南土壤地理. 郑州: 河南科学技术出版社, 1995. Wei K X. Henan soil geography (In Chinese). Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 1995

[23] 王晋民, 王俊鹏, 胡月明, 等. 栗钙土农田土壤养分空间变异特性及采样方法研究. 干旱地区农业研究, 2006, 24(5): 59—63. Wang J M, Wang J P, Hu Y M, et al. Studies on spatial variability of soil nutrients and sampling methods in a field of chestnut soil (In Chinese). Agricultural Research in the Arid Areas, 2006, 24(5): 59—63

[24] 荆长伟, 章明奎, 支俊俊, 等. 浙江省土壤发生分类与系统分类参比及制图研究. 土壤学报, 2013, 50(2): 260—267. Jing C W, Zhang M K, Zhi J J, et al. Referencing between soils under GSCC and CST and CST soil mapping in Zhenjiang Province (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2013, 50(2): 260—267

[25] 于东升, 史学正, 王洪杰, 等. 发生分类淋溶土与系统分类参比特征研究. 土壤学报, 2004, 41(6): 845—853. Yu D S, Shi X Z, Wang H J, et al. Characteristics of references between GSCC and CST for GSCC-Luvisols (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2004, 41(6): 845—853

[26] Yu D S, Shi X Z, Wang H J, et al. National scale analysis of soil organic carbon storage in China based on Chinese soil taxonomy. Pedosphere, 2007, 17(1): 11—18

[27] Xu X M, He Y R, Huang C M, et al. Micromorphological features of diagnostic horizons in several soils in southwest China: Implication for soil taxonomic classification. Journal of Mountain Science, 2010 (7): 73—82

[28] Shi X Z, Yu D S, Yang G X, et a1. Cross-reference system for translating between genetic soil classification of China and Soil Taxonomy. Soil Science Society of America Journal, 2006, 70(1): 78—83

[29] 王艳, 高畅, 李珊珊, 等. 平原潮土区土壤有机质变化分析——以河南省民权县为例. 中国农学通报, 2011, 27(21): 161—165.
Wang Y, Gao C, Li S S, et al. The variation of SOM of alluvial soil in plain area—A case of Minquan City in Henan Province (In Chinese). Chinese Agricultural Science Bulletin, 2011, 27(21): 161—165

[30] 陈伟强, 刘围顺, 华一新. 基于GIS的河南省典型烟区土壤养分时空变异分析. 河南农业科学, 2007 (11): 70—75. Chen W Q, Liu W S, Hua Y X. The spatio-temporal variability of soil nutrients in typical tobacco growing areas of Henan Province based on GIS (In Chinese). Journal of Henan AgriculturalSciences, 2007(11): 70—75

ANALYSIS ON SPATIO-TEMPORAL VARIABILITY OF SOIL ORGANIC MATTER IN HENAN PROVINCE BASED ON SOIL TAXONOMY

Li Ling[1]　Zhang Shaokai[1]　Wu Kening[2†]　Yang Suqin[1]　Du Liwei[1]

(1 *College of Resources and Environment*, *Henan Agricultural University*, *Zhengzhou* 450002, *China*)

(2 *School of Land Science and Technology*, *China University of Geosciences*, *Beijing* 100083, *China*)

Abstract　Soil organic matter (SOM), as an important source of various nutrient elements in soil, plays a very important role in promoting formation of soil structure, improving soil physical properties and increasing soil nutrient retention capacity. Therefore, based on the second provincial soil survey in 1982 and soil sampling in 2009, and soil classification in line with the soil taxonomy, the paper elaborated regulations of spatio-temporal variation of SOM content in various types of soils in Henan Province, one of the major grain producing provinces of China and analyzed major affecting factors of the variation, with the aid of the techniques of traditional statistics, geostatistics and GIS. Conclusioons of the paper may serve as guidance and reference in implementing rational fertilization and nutrient regulation in Henan Province. The data of 1982 were cited from the Second National Soil Survey. Soil sampling distribution maps of all the cities and counties of the province plotted in the survey were scanned and vectorized, and 1110 typical soil sampling sites were screened out. And the data of 2009 was collected from field sampling, covering a total of 1615 soil sampling sites. The analysis shows that the mean content of SOM increased from 12.21 g kg^{-1} in 1982 to 16.02 g kg^{-1} in 2009, or by 31.20%, and its coefficient of variation decreased from 67.90% to 35.52%, which indicates that the SOM contents of the two periods were both at a medium level of variation. The variograms of SOM in the two years both fitted the spherical model, with nugget coefficient decreased from 56.10% to 60.18%, and codomain from 569.05 km to 547.22 km, suggesting that the effect of stochastic variability of SOM intensified and spatial autocorrelation weakened. Through referencing between Genetic Soil Classification of China (GSCC) and Chinese Soil Taxonomy (CST), the soils of Henan Province could preliminary be sorted into 6 orders, 12 suborders, 20 groups and 38 subgroups in accordance with the CST. A general trend was observed that the content of SOM was increasing from the west to the east and the increase was more significant in the plain areas, while the content of SOM of the mountainous regions in the west, north and south of the province somewhat decreased. Besides, from 1982 to 2009, the area of soils with SOM content ranging between 15.0 and 20.0 g kg^{-1} increased from 37.3 thousand square kilometers to 123.5 thousand square kilometers, or by 51.60%, and SOM contents in the other areas level all decreased somewhat. The soils of Endorusti-Ustic Cambosols, Ochri-Aquic Cambosols, Irrigation-Orthic Anthrosols, Ustic-Alluvic Primosols, Ustic-Sandic Primosols, Hapli-Udic Vertosols and Hapli-Udic Cambosols in the soil taxonomy all increased by of 5.7, 6, 5.6, 5.5, 5.4, 5.0 and 3.1 g kg^{-1}, respectively, in SOM content While the soils of Ustic-Orthic Primosols and Hapli-Orthic Primosols declined by 2.5 and 1.9 g kg^{-1}. According to the conditions in Henan, the main factors that lead to sharp spatio-temporal variation of SOM between different soil groups are believed to be parent material, climate, soil texture, land use and human activity, or further in detail, soil particle size and viscosity degree of parent material; temperature and humidity of climate; clay content in

soil texture; forest cover and cropping system in land use and straw incorporation in human activity. The soil groups with increasing SOM content are mainly distributed in cultivated land of the plain, where incorporation of crop straw and application of organic manure increases SOM content in the soils.

Key words SOM; Henan Province; Taxonomy; Spatio-temporal variability; Affecting factors

(责任编辑：檀满枝)

ACTA PEDOLOGICA SINICA Vol. 52 No. 5 Sep., 2015

CONTENTS

Reviews and Comments
The historical venation of soil science in the past 30 years—Based on the bibliometric analysis ····· Song Changqing, Tan Wenfeng (968)
Soil ecosystem services: Concept, quantification and response to urbanization ····· Wu Shaohua, Yu Yanna, Zhu Jiang, et al. (977)
Research Articles
Analysis on spatial-temporal variability of soil organic matter in Henan Province based on Soil Taxonomy ··· Li Ling, Zhang Shaokai, Wu Kening, et al. (989)
Relationship between illite crystallinity (IC) value and weathering degree of Quaternary Red Clay in southern Anhui Province, Southeast China ····· Liu Lihong, Hu Xuefeng, Ye Wei, et al. (1000)
Micromorphology of ancient plow layer of paleosol in the Lajia Ruins in the Guanting Basin, Minhe County, Qinghai Province ····· Zhang Yuzhu, Huang Chunchang, Pang Jiangli, et al. (1013)
Prediction of vertical distribution of soil nitrogen content in soil profile using spectral imaging technique ··· Li Shuo, Wang Shanqin, Shi Zhou (1022)
Estimation of thickness of soil layer on typical karst hillslopes using a ground penetrating radar ····· Wang Sheng, Chen Hongsong, Fu Zhiyong, et al. (1030)
Spatio-temporal distribution of dry-wet alteration in surface soil layer of the Huaihe River Basin ····· Cao Yongqiang, Xu Dan, Cao Yang (1042)
Erosion on dunes of overburden and waste slag in Shenfu coalfield and prediction ····· Guo Mingming, Wang Wenlong, Li Jianming, et al. (1056)
Dynamics of soil water evaporation from soil mulched with sand-gravels in stripe ····· Zhao Dan, Li Yi, Feng Hao (1067)
Effect of pH and three kinds of anions on selenium absorption and desorption in purple soil ····· Zhou Xinbin, Yu Shuhui, Xie Deti (1076)
Release kinetics and bioavailability of nonexchangeable potassium in soil ····· Li Ting, Wang Huoyan, Chen Xiaoqin, et al. (1086)
Effects of bio-ash ameliorating red soil in acidity ····· Shi Renyong, Li Jiuyu, Xu Renkou, et al. (1095)
Effect of wheat straw biochar on high chlorinated benzene sorption process and mechanism ····· Li Yang, Song Yang, Wang Fang, et al. (1104)
Sorption kinetics and mechanism of naphthalene on corn-stalk-derived biochar with different pyrolysis temperature ····· Zhang Mo, Jia Mingyun, Bian Yongrong, et al. (1114)
Toxicity of deca-brominated diphenyl ether to *Caenorhabditis elegans* ····· Wang Yingli, Chen Jiansong, Yang Yuxiang, et al. (1122)
Effects of clover and straw decomposition on soil microfaunal community ····· Wang Hui, Gui Juan, Liu Manqiang, et al. (1133)
Response of soil nematodes to soil salinization induced by seawater intrusion in coastal areas ····· Wang Chengnan, Zhang Weidong, Wang Xuefeng, et al. (1142)
Relationships of N_2O emission with abundance and composition of denitrifying microorganisms in soil aggregates ····· Zhou Hanchang, Zhang Wenzhao, Liu Yi, et al. (1151)
Optimizing blending ratio of controlled release N fertilizer for spring maize based on grain yield, N efficiency, and economic benefit ····· Wang Yin, Feng Guozhong, Zhang Tianshan, et al. (1164)
Communications and Comments
Status quo and problems in setting-up and naming of basic taxon-Soil family in Chinese Soil Taxonomy ····· Yi Chen, Ma Yuxin, Yang Jinling, et al. (1172)
Research Notes
Effects of drought and rehydration on photosynthetic characteristics of artificial algal crusts ····· Wu Li, Yang Hong, Lan Shubin, et al. (1179)
Effect of irrigation with saline water on plant root distribution and evolution of aeolian sandy soil in shelterbelts along desert highways ····· Li Congjuan, Tang Junyan, Gao Pei, et al. (1186)
Distribution of Cu (II) desorption rate in variable charge soils relative to concentrations of $NaNO_3$ and its affecting factors ····· Zhang Zhengqin, Luo Wenjian, Chen Yong, et al. (1194)
Cover Picture: Toxicity of deca-brominated diphenyl ether (BDE-209) to *Caenorhabditis elegans* (by Wang Yingli)

《土壤学报》编辑委员会

主　　编： 史学正

执行编委：（按姓氏笔画为序）

丁维新	巨晓棠	王敬国	王朝辉	史　舟	宇万太	朱永官
李永涛	李芳柏	李保国	李　航	吴金水	沈其荣	张玉龙
张甘霖	张福锁	陈德明	邵明安	杨劲松	杨明义	杨林章
林先贵	依艳丽	周东美	周健民	金继运	逄焕成	胡　锋
施卫明	骆永明	赵小敏	贾仲君	徐国华	徐明岗	徐建明
崔中利	常志州	黄巧云	章明奎	蒋　新	彭新华	雷　梅
窦　森	廖宗文	蔡祖聪	蔡崇法	潘根兴	魏朝富	

编辑部主任： 陈德明

责任编辑： 汪枞生　　卢　萍　　檀满枝

土　壤　学　报

Turang Xuebao

（双月刊，1948年创刊）

第 52 卷　第 5 期　2015 年 9 月

ACTA PEDOLOGICA SINICA

（Bimonthly，Started in 1948）

Vol. 52　No. 5　Sep.，2015

编　　辑	《土壤学报》编辑委员会 地址：南京市北京东路 71 号　邮政编码：210008 电话：025－86881237 E-mail：actapedo@issas.ac.cn	Edited by	Editorial Board of Acta Pedologica Sinica Add：71 East Beijing Road，Nanjing 210008，China Tel：025－86881237 E-mail：actapedo@issas.ac.cn
主　　编	史学正	Editor-in-Chief	Shi Xuezheng
主　　管	中国科学院	Superintended by	Chinese Academy of Sciences
主　　办	中国土壤学会	Sponsored by	Soil Science Society of China
承　　办	中国科学院南京土壤研究所	Undertaken by	Institute of Soil Science， Chinese Academy of Sciences
出　　版	科学出版社 地址：北京东黄城根北街 16 号 邮政编码：100717	Published by	Science Press Add：16 Donghuangchenggen North Street， Beijing 100717，China
印刷装订	北京中科印刷有限公司	Printed by	Beijing Zhongke Printing Limited Company
总 发 行	科学出版社 地址：北京东黄城根北街 16 号 邮政编码：100717 电话：010－64017032 E-mail：journal@mail.sciencep.com	Distributed by	Science Press Add：16 Donghuangchenggen North Street， Beijing 100717，China Tel：010－64017032 E-mail：journal@mail.sciencep.com
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址：北京 399 信箱　邮政编码：100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add：P. O. Box 399，Beijing 100044，China

国内统一刊号：CN 32-1119/P　　国内邮发代号：2-560　　国外发行代号：BM45　　定价：60.00 元

国　内　外　公　开　发　行

ISSN 0564-3929