

暴雨对土壤组成和性质的影响 ——以河南省泌阳暴雨中心区为例

马建华

(河南大学环境与规划学院, 开封 475001)

摘要: 本文以河南省泌阳暴雨中心区为例, 在野外土壤调查和室内理化分析的基础上, 分析讨论了暴雨对土壤组成和性质的影响。结果表明, 暴雨中心区土壤因长期的暴雨冲刷, 土层浅薄, 发生层数目少, 土体构型简单; 砾石含量高, 物理性粘粒含量低, 质地类型多属多砾质砂土; 土体中不出现肉眼可辨的铁锰结核; 土壤淋溶作用强烈, 呈微酸性反应; 土壤有机质和速效氮含量较高, 而速效钾含量偏低, 有机质表聚化现象不明显; 盐基淋溶率小于 1.00, 土体 $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 小于 7.00, 脱硅和富铁铝化作用明显, 土体风化程度较高。对暴雨中心区附近的土壤来说, 上述土壤组成和性质均出现明显的差异。

关 键 词: 暴雨; 暴雨中心区; 土壤组成; 土壤性质; 泌阳

中图分类号: S159; S155.5+7 **文章编号:** 1000-0585(2004)01-0055-08

1 引言

气候影响着土体风化程度、土壤有机质积累与分解、土壤内部物质迁移转化以及土壤空间分布等, 是制约土壤形成过程方向和强度的基本因素^[1, 2]。水分不仅是土壤中几乎所有生物和化学反应必不可少的媒介, 而且还参与土壤中溶质和细粒物质的运移, 是影响土壤组成和性质的重要成土因素^[3]。

关于降水量对区域土壤组成和性质的影响, 国外很多学者曾经做过比较深入的研究。H. 詹尼的研究表明, 随着平均降水量的增加土壤酸度、钙积层厚度和出现深度、土壤有机质和氮素含量、土壤粘粒含量均有明显增加的趋势, 而土壤阳离子交换量(CEC)和盐基饱和度则有明显下降的趋势^[4, 5]。B. A. 柯夫达也曾探讨过中国土壤 pH、腐殖质含量、碳酸钙含量与降水量的关系, 得到了与 H. 詹尼同样的结论^[2]。I. Barshad (1966) 研究表明, 随着降水量的增加土壤 2:1 型粘土矿物不断减少, 而 1:1 型粘土矿物和铁铝氧化物逐渐增加^[5]。G. D. Sherman 和 R. L. Hay 分别研究了不同风化壳硅铝铁率(Saf)与降水量的关系, 随着降水量的增加 Saf 均有明显下降^[5]。H. 詹尼以美国大平原为例研究了土壤湿润-干旱指数 NSQ (是指降水量/绝对饱和差的比值)与土壤全氮含量的关系, 表明在一定热量条件下土壤全氮量随 NSQ 的增大而增加^[5]。

总之, 前人关于降水与土壤形成的研究主要集中于平均降水量或湿润指数对某些个别土壤组成和性质的影响方面, 而对于灾害性天气——暴雨对土壤组成和性质的影响研究尚不多见。而从土壤发生学来说, 虽然平均气候状况是重要的, 但是气象极值(如暴雨等)对

收稿日期: 2003-05-18; 修订日期: 2003-11-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (49070028)

作者简介: 马建华 (1958), 男, 河南省清丰县人, 教授。主要从事土壤地理学、环境科学研究, 已发表论文 40 余篇, 出版著作和教材 8 部。

土壤某些性质的作用也是非常重要的^[6]。

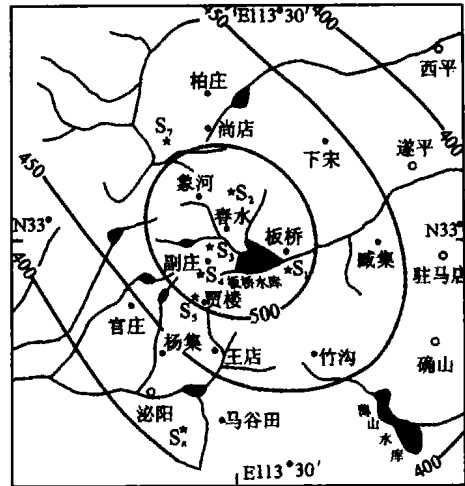
作者在应用 TM 假彩色合成影像编绘“秦岭—黄淮平原交界带土壤类型图”时，发现交界带南部泌阳县境内有一块形状大致为椭圆形、颜色呈灰白色背景夹杂淡蓝色斑点的区域，它与周围稍带红色的暗蓝色地区形成了鲜明的对比。初步研究发现，灰白色椭圆形区域的地形和岩性与邻近地区完全一样，且与河南省泌阳暴雨中心区相吻合。这种区域差异是如何形成的？是否与暴雨有关？对此我们进行了野外土壤考察和室内土壤理化分析，探讨了暴雨对土壤组成和性质的影响，旨在进一步丰富和发展土壤形成和发育理论。

2 暴雨中心区成土条件与土壤分布

泌阳暴雨中心区(以下简称中心区)位于河南省南部的泌阳县境内，地理坐标介于 $N32^{\circ}50' \sim N33^{\circ}14'$ ， $E113^{\circ}16' \sim E113^{\circ}45'$ ，面积约 2500km^2 。在大地构造上，中心区处于秦岭地台、淮阳地盾、南襄凹陷和河淮地台的交汇处，主要岩性为前震旦纪的花岗岩、花岗片麻岩和黑云片麻岩。古老的花岗岩构成了该区低山丘陵的主体，在小盆地和河流两侧为面积不大的第三纪和第四纪沉积物。本区西部为南阳盆地的东缘，北部和南部分别为伏牛山和桐柏山的余脉，东部为淮河平原。基本地貌类型是海拔 300m 以下的低矮丘陵和岗地，约占全区面积的 85% 以上。本区东南、西北和东北地势较高，海拔一般在 500m 左右，属剥蚀低山，面积较小。地势西高东低，西部最高点在桃花店的白羊坡，海拔为 532.4m ，向东经沙河洪积扇逐渐过渡到黄淮平原。整个中心区是一个向东敞开的喇叭口地形。

中心区的河流分属长江和淮河两大水系，本区的分水岭在西部的白羊坡—大尖山—牧鹿山—一线。淮河上游的沙河东西横贯本区，为最大的河流；西部的唐河支流属长江水系，河道较短。区内湖泊和水库星罗棋布，其中以板桥水库为最大，总库容 $6.3 \times 10^8 \text{m}^3$ 。中心区处于我国暖温带向北亚热带过渡的地带，气候特征具有明显的过渡性。据板桥气象站观测，平均年气温为 14.4°C ，年平均降水量为 1008.7mm 。本区西高东低、向东敞开的喇叭口地形有利于夏季湿润气流的西伸和抬升，往往形成降水强度较大的暴雨，是河南省著名的暴雨中心区(图 1)。根据板桥气象站的观测资料，日降水量 $\geq 50\text{mm}$ 的暴雨平均每年有 3.4 次，日降水量 $\geq 100\text{mm}$ 的大暴雨平均每年有 0.92 次。1975 年 8 月 4 日至 8 日，板桥水库周围地区发生了我国历史上罕见的特大暴雨，致使板桥水库垮坝造成人民生命和财产的重大损失。长期的暴雨冲刷，对本区土壤组成和性质产生了强烈影响。

中心区及其周围地区的植物组成也具有明显的过渡性，既有以油松(*Pinus tabulae-*



★表示剖面点位置

资料来源：河南省水利局，气象局，河南省最大可能暴雨图集，1978。

图 1 中心区百年一遇最大 24 小时雨量 (mm) 图
Fig. 1 Maximum rainfall (mm) in 24 hours at an observation station in the central of rainstorm in a century

formis)、栎类等为主的温带成分,也有以马尾松(*Pinus massoniana*)、油桐(*Aleuripes forbi*)等为主的亚热带成分。除阶地和缓岗被开辟为农田外,其他地方的植被基本上可分为森林、荒草坡和疏林灌丛三种类型。森林集中分布在板桥水库南侧的白云山、北侧的蜡烛子山以及西北侧的韭菜皮山等海拔 300m 以上的高丘和浅山区,面积较小,主要种类为麻栎(*Q. acutissima*)、栓皮栎(*Q. variabilis*)、油松等,马尾松等亚热带成分少见。荒草坡主要分布在板桥水库四周及西部丘陵岗地区,面积较大。疏林灌丛主要分布在浅山区的森林下部和板桥水库西部丘陵的较高地带,以栓皮栎灌丛为主,是当地居民天然放养柞蚕的场所。可以看出,除浅山区外,中心区因受暴雨冲刷,土壤侵蚀严重,植被覆盖度较低,光山秃岭面积广大,使中心区的土壤乃至整个自然景观与非中心区形成鲜明的对比。^[7]

中心区及其周围地区的土壤主要是各种类型的黄棕壤和黄褐土。基岩母质典型黄棕壤(相当于中国土壤系统分类中的普通铁质湿润淋溶土^[8,9])主要分布在海拔 500m 以上的白云山、韭菜皮山和老虎趴山区,植被为森林,覆盖度较大。粗骨黄棕壤(相当于中国土壤系统分类中的普通铁质湿润雏形土^[8,9])主要分布在上述三个山区的四周及中心区西部长江与淮水分水高丘地带,海拔一般在 300~500m 之间,植被为覆盖度较低的森林。基岩母质黄褐土(相当于中国土壤系统分类中的石质铁质湿润淋溶土^[8,9])主要分布在中心区与非中心区的过渡地带,海拔一般在 200~500m 之间,植被为森林或疏林灌丛。薄层粗骨黄棕壤(相当于中国土壤系统分类中的表蚀铁质湿润雏形土^[8,9])广泛分布在中心区的低山和岗地山,海拔多在 150~300m 之间,植被为荒草坡或疏林灌丛。此外,在沙河阶地上有下蜀黄土母质黄褐土(相当于中国土壤系统分类中的表蚀粘磐湿润淋溶土^[8,9])和壤质典型潮土(相当于中国土壤系统分类中的淡色潮湿雏形土^[8,9])分布。

3 样品采集与试验方法

为了探讨暴雨对土壤组成和性质的影响,我们赴实地调查,采集了 7 个剖面的土壤样品。在土壤剖面点布设方面,主要考虑了两个原则:一是均匀性,以全面掌握中心区与非中心区的土壤状况;二是地质和地貌条件的一致性,所有剖面均尽量布设在海拔 200m 左右,成土母质为花岗岩风化残积坡积物的低丘丘坡上,以利于比较中心区与非中心区的土壤发育状况。我们在中心区挖掘了 5 个典型土壤剖面,在非中心区挖掘了 2 个对照土壤剖面,共采集土壤分析样品 20 个。各剖面点的位置的主要成土条件见表 1。

土壤理化性质中的颗粒分析采用吸管法,有机质含量采用油浴加热-重铬酸钾容量法,酸碱度采用电位计法,碱解氮含量采用碱解扩散法,速效磷含量采用 0.5M NaHCO₃ 浸提-钼锑抗比色法,速效钾含量采用 1N NH₄OAc 浸提-火焰光度法。以上土壤理化性质的测定均采用《土壤农业化学常规分析方法》^[10]中的有关方法。土壤全量组成中的烧失重和 SiO₂ 含量采用重量法,Al₂O₃ 含量采用氟化钾取代 EDTA 法,TiO₂ 采用过氧化氢比色法,Fe₂O₃、MnO₂、CaO、MgO 采用原子吸收光谱法,K₂O 和 Na₂O 采用火焰光度法,P₂O₅ 钼锑抗比色法。以上土壤全量分析项目均采用《土壤理化分析》^[11]中的有关方法。所用仪器主要有 AA-6601F 型原子吸收光谱仪、6400 型火焰光度计、754 型紫外可见分光光度计、pHS-3B 型精密 pH 计等。实验结果见表 2 和表 3。

表 1 各剖面点的位置和主要成土条件

Tab 1 The location of soil profiles and primary factors of soil formation							
土壤代号	土壤名称	剖面地点	海拔(m)	成土母质	地 形	植被类型	厚度(cm)
中 心 区	S ₁ 薄层粗骨黄棕壤	夏庄东南 500m	200	花岗岩风化 残积坡积物	低丘顶部, 坡度 8°	荒草坡	14
	S ₂ 薄层粗骨黄棕壤	核套园东北 1000m	200	花岗岩风化 残积坡积物	低丘丘坡, 坡度 14°	荒草坡	24
	S ₃ 薄层粗骨黄棕壤	郭楼西北 2000 m	220	花岗岩风化 残积坡积物	低丘丘坡, 坡度 15°	疏林灌丛	25
	S ₄ 薄层粗骨黄棕壤	石屋沟西北 500 m	250	花岗岩风化 残积坡积物	低丘丘坡, 坡度 18°	荒草坡	22
	S ₅ 粗骨黄棕壤	大孙庄东 400 m	160	花岗岩风化 残积坡积物	低丘丘坡, 坡度 20°	疏林灌丛	25
非 中 心 区	S ₆ 基岩母质黄褐土	马谷田西南 5000 m	210	花岗岩风化 残积坡积物	低丘丘坡, 坡度 20°	马尾松林	31
	S ₇ 基岩母质黄褐土	霍庄西 800 m	250	花岗岩风化 残积坡积物	低丘丘坡, 坡度 29°	马尾松林	35

表 2 土壤理化性质

Tab 2 Physi chemical and properties of soils											
土 壤	土 层	厚度 (cm)	> 1mm 砾石(%)	< 0.01mm 物理性粘粒 (%)	质地类型	铁锰结核 (%)	pH	有机质 (%)	效养分(mg/ kg)		
									碱解氮	速效磷	速效钾
S ₁	1	0- 3 5	14 16	14.0	多砾质粗砂土	-	6. 44	3. 84	112. 91	6. 03	122. 88
	2	3 5- 14	21. 96	17.0	多砾质粗砂土	-	6. 37	0. 99	19. 04	7. 10	37. 12
S ₂	1	0- 14	24 43	15.2	多砾质面砂土	-	6. 59	2. 94	83. 30	3. 37	70. 17
	2	14- 24	18 22	16.2	多砾质面砂土	-	6. 80	1. 06	45. 01	8. 01	42. 90
S ₃	1	0- 15	13 99	28.4	多砾质粉壤土	-	6. 75	3. 44	114. 94	1. 19	65. 13
	2	15- 25	61 15	29.0	中砾质土	-	6. 60	1. 88	69. 86	0. 44	52. 64
S ₄	1	0- 5	16 28	16.2	多砾质面砂土	-	6. 59	1. 94	78. 75	2. 62	71. 37
	2	5- 22	38 57	14. 8	轻砾质土	-	6. 39	1. 53	54. 32	-	45. 67
S ₅	1	0- 13	25 36	15.6	多砾质面砂土	-	6. 35	1. 17	33. 88	-	52. 62
	2	13- 25	22 26	13.0	多砾质粗砂土	-	6. 36	0. 90	31. 08	-	56. 02
S ₆	1	0- 10	14 43	31.2	多砾质粉壤土	0. 21	6. 77	2. 04	42. 49	6. 36	125. 69
	2	10- 15	6. 28	28.0	中砾质粉壤土	0. 06	6. 80	1. 06	3. 92	0. 72	110. 31
S ₇	3	15- 31	4. 19	22.0	少砾质粉壤土	0. 39	7. 16	0. 57	-	-	109. 66
	1	0- 11	11. 84	20.0	多砾质砂壤土	0. 17	6. 81	0. 98	7. 63	2. 60	94. 32
	2	11- 20	9. 01	16.2	中砾质砂壤土	0. 07	7. 20	0. 76	3. 64	-	116. 55
	3	20- 35	7. 66	15. 8	中砾质砂壤土	0. 06	7. 23	0. 67	-	-	105. 09

表 3 典型剖面的土壤全量组成 单位: %

Tab 3 Total components of typical soil profiles (unit: %)												
土壤	层次	烧失重	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
S ₁	1	6. 28	67. 73	13. 82	4. 87	0. 49	0 12	1. 35	1. 99	1 98	1. 05	0. 09
	2	6. 92	64. 30	15. 31	5. 40	0. 58	0 15	1. 17	1. 94	1 83	1. 06	0. 06
	3	6. 74	70. 34	15. 32	5. 40	0. 47	0 13	1. 48	2. 10	2 70	1. 25	0. 07
S ₃	1	5. 54	67. 86	14. 39	4. 04	0. 41	0 14	1. 47	2. 07	2 37	1. 29	0. 18
	2	7. 38	64. 11	15. 43	5. 28	0. 41	0 20	1. 67	1. 73	2 16	1. 26	0. 16
	3	6. 38	66. 41	15. 35	5. 38	0. 42	0 19	1. 57	2. 72	2 22	1. 37	0. 15
S ₆	1	7. 12	71. 37	12. 49	3. 05	0. 47	0 08	0. 99	0. 72	1 99	1. 56	0. 02
	2	3. 89	74. 01	12. 49	2. 78	0. 47	0 03	1. 62	0. 92	2 04	1. 72	-
	3	3. 28	74. 04	12. 91	3. 01	0. 51	0 04	1. 02	1. 24	2 44	1. 83	-
	4	4. 04	71. 11	14. 30	3. 65	0. 43	0 05	0. 97	1. 43	2 44	1. 84	-

注: 各剖面最后一层是母质层

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4 讨论

4.1 土层厚度与土壤发生层数目

中心区土壤一般比较浅薄, 厚度多小于 25cm, 最薄者只有 14 cm; 土壤发生层均为两层, 下部与坚硬的花岗岩相接触, 过渡明显。而非中心区土壤相对较厚, 厚度一般大于 30 cm; 土壤发生层数目较多, 可划分为三层或更多, 下部多与松散的花岗岩半风化物相接触, 过渡不甚明显。这种情况表明, 由于中心区暴雨次数多、降雨强度大, 水土流失比较严重, 所以土壤表层遭受强烈冲刷而变薄, 土壤发育和土体分异受到一定限制。

4.2 土壤颗粒组成

从粒径大于 1mm 的砾石含量来看, 中心区的土壤剖面中均有砾石含量超过 25% 的土层, 最高砾石含量为 61.15%, 最低含量也在 14% 左右。而非中心区土壤的砾石含量较低, 一般在 5~10% 之间, 最高为 14.43%, 仅相当于中心区砾石含量最低的土层。从粒径小于 0.01mm 的物理性粘粒含量来看, 除个别土壤(S_3)外, 中心区土壤都明显低于非中心区的土壤。除 S_3 外, 中心区土壤物理性粘粒含量变化于 13~17% 之间, 各土层平均含量为 14.88%。而非中心区土壤物理性粘粒含量变化于 15.8~31.2% 之间, 各层平均为 22.2%, 比中心区土壤高出 7% 以上。从物理性粘粒沿剖面分布来看, 非中心区土壤表层含量高, 向下逐渐降低; 而中心区土壤的这种趋势不太明显, 甚至出现表层物理性粘粒含量低于底层的现象。这无疑与中心区地表冲刷强烈, 物理性粘粒遭受机械淋洗有关。

从土壤质地类型来看, 中心区土壤质地较轻, 大部分属多砾质砂土组, 甚至出现轻砾石土和中砾石土; 而非中心区土壤质地相对较重, 多属少砾质壤土组。

4.3 铁锰结核含量

通过野外调查和室内分析发现, 中心区土壤中没有肉眼可辨的铁锰结核形成, 而非中心区各层土壤中均发现铁锰结核, 其粒径一般为 2~7mm, 含量变化在 0.06~0.39% 之间。许多研究表明, 铁锰结核的形成不仅与水热条件有关, 而且还与土壤粘粒含量以及土壤水分季节变化有关^[12-15]。在中心区, 由于粘粒大量流失, 使土壤蓄水能力下降, 降水后土壤处于还原环境的时间短暂, 被还原的少量铁锰物质又在暴雨作用下快速移出土体, 所以不利于铁锰结核的形成。相反, 在同一地带的非中心区, 土层较厚, 成土环境比较稳定, 粘粒含量相对较高, 降水后土壤处于还原环境的时间较长, 大量的低价铁锰物质在相对干旱季节发生不可逆淀积, 有利于铁锰结核的形成与保留。

4.4 土壤酸碱度

土壤酸碱度主要与土壤淋溶作用强弱有关, 这一点在中心区表现非常明显。由表 2 可以看出, 中心区的土壤由于淋溶作用强烈, 盐基淋失量大, 致使土壤呈微酸性反应, pH 变化在 6.35~6.80 之间, 同一土壤剖面上下 pH 无明显的分异。而非中心区土壤淋溶较弱, 呈中性反应, pH 变化于 6.77~7.23 之间, 同一土壤剖面从上到下有增加的趋势, 这与正常森林土壤的 pH 垂直变化相吻合。

4.5 土壤有机质和速效养分

中心区土壤的有机质含量较高, 表土层有机质含量变化在 1.17~3.84% 之间, 平均为 2.67%; 第二层有机质含量也较高, 变化在 0.90~1.88% 之间, 平均为 1.27%。而非中心区土壤表层有机质含量平均只有 1.51%, 仅相当于中心区的 64%; 第二层土壤有机质含量也明显低于中心区第二层有机质的平均值。我们认为, 在小范围内出现这种分异的原因

与地表植被有密切关系。中心区土壤浅薄，砾石含量高，不利于森林生长，但草本植物比较茂盛，其根系交错盘结，甚至形成厚度不大的草根盘层，每年可为土壤提供较多的有机残体，致使土壤表层有机质含量偏高。在强烈的淋溶作用下，表层土壤有机质有下移现象，所以第二层土壤的有机质含量也较高。相反，在非中心区，一方面林下草本植物稀疏，另一方面乔木的枯枝落叶在北亚热带水热状况下，分解速度快，不利于土壤有机质的积累，因此土壤有机质含量偏低。

由于土壤碱解氮主要来源于有机质的分解，所以中心区与非中心区碱解氮含量的变化和分布与土壤有机质的变化和分布有相同的趋势。中心区和非中心区土壤的速效磷含量普遍较低，有些土层甚至不能被检出，最大含量仅为 8.01mg/kg，在作物营养诊断中属于缺磷土壤，并且各土壤无明显的差异。但是，土壤速效钾含量较高，并且差异明显。中心区土壤速效钾含量相对较低，各层平均为 61.65 mg/kg，属中等水平；而非中心区土壤速效钾含量相对较高，各层平均为 110.27 mg/kg，属于钾丰富土壤。这种差异也与中心区强烈的淋溶作用有关。

4.6 土壤地球化学迁移特征

为了进一步探讨暴雨对土壤形成和发育的影响，我们在表 3 的基础上计算了各土层的硅铝铁率($\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 或 Saf)、土体各层各元素氧化物的迁移系数(K_m^x)和淋溶率(β)，结果见表 4。

表 4 典型剖面土壤地球化学性质

Tab 4 Geochemical properties of typical soil profiles

土 壤	层 次	Saf	K_m^x								Ba	β
			SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	MnO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O		
S ₁	1	6.77	1.07	1.00	1.13	1.13	1.00	1.00	0.78	1.00	0.83	
	2	5.54	0.92	1.00	1.23	1.25	0.80	0.93	0.67	0.88	0.70	0.79
	3	6.37	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	
S ₃	1	6.82	1.09	0.80	1.04	0.83	1.00	0.78	0.71	1.00	0.89	
	2	5.80	0.96	0.97	0.85	1.08	1.10	0.61	1.00	0.89	0.77	0.81
	3	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	
S ₆	1	8.43	1.15	0.92	1.27	1.78	1.14	0.60	0.94	0.92	0.67	1.08
	2	8.80	1.19	0.85	1.27	0.64	1.86	0.70	0.94	1.08	0.84	
	3	8.45	1.15	0.88	1.33	0.92	1.16	1.00	1.12	1.08	0.78	
	4	7.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.78	

注：Saf 是任一土层 SiO_2 的摩尔含量与 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$) 摩尔含量的比值； K_m^x 是任一土层或母质层 x 氧化物与 Al_2O_3 的重量含量的比值除以母质层 x 氧化物与 Al_2O_3 的重量含量的比值；Ba 是任一土层 ($\text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) / Al_2O_3 的摩尔比值； β 是某土壤剖面淋溶层 Ba 值与母质层 Ba 值之比。

由表 4 可以看出，中心区土壤表层因生物作用使 SiO_2 发生轻微富积，而亚表层却出现了一定程度的淋溶； Fe_2O_3 淋溶不甚明显，有些剖面甚至没有发生淋溶。与此相反，非中心区 Fe_2O_3 淋溶和 SiO_2 富积都十分明显，各土层 Fe_2O_3 和 SiO_2 的平均迁移系数分别为 0.88 和 1.16。虽然中心区土壤表层甚至亚表层某些盐基离子移动不太明显(如 S_1 表层 CaO、MgO、 Na_2O 的迁移系数均为 1.00， S_3 亚表层 CaO 和 K_2O 的迁移系数分别为 1.08 和 1.00)，但是从总体上看中心区土壤淋溶率是小于 1.00 的。其中 S_1 的淋溶率为 0.79， S_3 的淋溶率为 0.81。对于非中心区土壤而言，尽管表层盐基淋溶比较明显，但是第二层和第三层的盐基

离子非但没有被淋溶, 反而发生了一定程度的富积, 淋溶率却大于 1.00。从土体硅铝铁率来看, 中心区土壤各层均小于 7.00, 尤其以第二层为最低, 小于 6.00; 而非中心区土壤各层的硅铝铁率均大于 7.00, 第二层最大, 达 8.80。

5 结论

通过上述分析可以得出如下结论: (1) 暴雨对土壤组成和性质有着重大影响。我们在讨论土壤形成的降水因素时, 不能仅着眼于平均降水状况, 还要考虑降水强度及其时空分布。只有这样, 才能正确理解和认识降水因素对土壤形成和发育的影响。(2) 中心区土壤矿物水解风化强烈, 在盐基离子遭到淋溶的同时, 发生了比较强烈的脱硅和富铁铝化过程, 土体风化程度高; 而非中心区土壤淋溶作用较弱, 盐基富积明显, 脱硅和富铁铝化过程不明显, 土体风化程度低。(3) 中心区土壤浅薄, 粗骨性明显, 土壤类型多属薄层粗骨黄棕壤或粗骨黄棕壤; 非中心区土壤土层较厚, 细粒物质多, 土壤类型多属基岩母质黄褐土。(4) 中心区水热条件变化剧烈, 不利于铁锰结核的形成; 非中心区成土条件相对稳定, 有利于铁锰结核的形成。(5) 中心区土壤有机质和速效氮含量高于非中心区, 而速效钾含量明显低于非中心区。这一方面是因为中心区暴雨冲刷强烈, 速效钾遭到大量淋溶; 另一方面是因为中心区土层浅薄, 植被多为荒草坡和稀树灌丛, 有利于稳定腐殖质(胡敏酸)的形成。(6) 土壤是在气候、生物、地貌、母质、时间和人类活动等多种因素作用下形成的, 本文所述中心区和非中心区土壤组成和性质的差异除与暴雨有关外, 可能还有其他成土因素的作用。关于这一点, 还需要开展更加深入的研究。

致谢: 贾晶、蔡丹平、赵俊萍、曹婧、赵启龙、李涛、倪红雨和李立仁等同志参加了野外土壤调查和室内土壤理化分析工作, 特此致谢。

参考文献:

- [1] 朱鹤健, 等. 土壤地理学. 北京: 高等教育出版社, 1992. 80
- [2] B. A. 柯夫达. 陆宝树等译. 土壤学原理(下册). 北京: 科学出版社, 1983. 119~ 136.
- [3] B. P. 沃洛布耶夫. 杨景辉等译. 土壤与气候. 北京: 科学出版社, 1958. 93~ 98.
- [4] Jenny H. Factors of Soil Formation. New York: McGraw Hill, 1941. 1~ 120.
- [5] H. 詹尼. 李孝芳等译. 土壤资源-起源与形状. 北京: 科学出版社, 1988. 409~ 454
- [6] Buol S W, et al. Soil Genesis and Classification Iowa: Iowa State Univ. Press, 1973. 150~ 210
- [7] 李克煌, 等. 自然地理界面理论与实践. 北京: 中国农业出版社, 1996. 63~ 96
- [8] 龚子同, 等. 中国土壤系统分类参比. 土壤, 1999, 31(2): 57~ 63.
- [9] 龚子同, 等. 中国土壤系统分类-理论、方法、实践. 北京: 科学出版社, 1999. 6~ 79.
- [10] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法. 北京: 科学出版社, 1984. 23~ 119.
- [11] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 1978. 273~ 287.
- [12] Sanz A. et al. Iron manganese nodules in a semiarid environment. Aust J Soil Res, 1996. 34(4): 623~ 634.
- [13] Burns R G, et al. Mechanism of manganese nodules. Nature(London), 1975, 255(May 8): 130~ 135.
- [14] 李永华, 等. 土壤铁锰结核中生命有关元素的化学地理特征. 地理研究, 2001, 20(5): 609~ 615.
- [15] 熊毅, 等. 中国土壤(第二版). 北京: 科学出版社, 1987. 72.

The influence of rainstorm on soil components and properties: a case study of Biyang rainstorm area, Henan province

MA Jiar hua

(College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475001, China)

Abstract: Climate is a basic factor that controls the directions and intensities of soil forming process, which affects the levels of weathering, the composition and decomposition of soil organic matter (SOM), the migration of soil materials and changes of their forms, and soil geographic distribution around the world and so on. Although many scholars have done a lot of work about the influence of precipitation on components and properties of regional soils, yet the main concern of their work is average precipitation or the moist indexes influencing soil individual component and properties, and the influence of rainstorm on components and properties of regional soils has not been discussed thoroughly yet.

Taking the central area of rainstorm in Biyang county as an example, the influence of rainstorm on soil components and properties was discussed on the basis of field works and laboratory experiments in this paper. In comparison with the soils of other areas that are less affected by rainstorm, the soils in the central area of rainstorm in Biyang have the following characteristics: (1) Eluviation ratios of base (β) are less than 1.00, silica sesquioxide ratios (Saf) are less than 7.00, and the soil reaction is feeble acid in the central area of rainstorm, which indicate that the processes of desilicification and alitization in soils are obvious, and that the weathering of soil is stronger. (2) Soil thickness is thinner. The amount of horizons in each soil is less, no more than two, and the patterns of soils profiles are simple. Content of gravels ($> 1\text{ mm}$) is higher, and that of physical clay ($< 0.01\text{ mm}$) is lower. The texture of soil belongs to sandy type, most of them have some gravel. (3) Iron-manganese nodules that could be seen by unaided eye could not be found in all soils located, which indicates that soil-forming conditions are unstable in this area. (4) The content of soil organic matter (SOM) and alkali-hydrolyzable nitrogen is higher, and readily available potassium is lower in the central area of rainstorm. Because much soil organic matter (SOM) migrated from up to down, the content of soil organic matter in second soil horizon is higher too.

Soils around the central area of rainstorm have different components and properties from these in the central area of rainstorm obviously, which indicates that rainstorm can influence components and properties of soils strongly.

Key words: rainstorm; central area of rainstorm; soil component; soil property; Biyang