

DOI:10.7524/j.issn.0254-6108.2013.11.011

不同土地利用方式对风沙土理化性质的影响*

黄 静¹ 吴祥云^{2**} 闫 晗¹

(1. 辽宁工程技术大学理学院, 阜新, 123000; 2. 辽宁工程技术大学环境科学与工程学院, 阜新, 123000)

摘 要 以辽宁省彰武县柳河流域忙海林子村为例,研究了不同土地利用方式对该区域风沙土理化性质的影响.结果表明,不同种植年限的杨树林地黏粒与粉粒含量高,砂粒含量低,含水量较高,容重小,饱和导水率低,抗冲性强,pH较低,全效养分、有机质及速效养分均较高;天然草地物理指标仅次于林地,化学指标大部分处于中等水平;玉米耕地、花生耕地及杨树间作玉米耕地各项指标基本处于中等水平;河滩荒草地、河滩黄豆耕地及河滩玉米耕地除含水量较高外,各项指标均处于下等水平;裸地各项指标均最差.不同土地利用方式各项指标除抗冲性、河滩地的有机质及部分耕地理化指标外,均呈现0—10 cm好于10—30 cm土层的趋势.

关键词 土地利用方式, 风沙土, 物理性质, 化学性质.

土地利用方式即人类利用土地开展各种活动的综合反映^[1].不同土地利用方式改变了地表的覆被状况,同时也改变了土壤物理、化学与生物学性质及土壤环境状况,从而影响了土壤的许多生态过程^[2].合理的土地利用方式能够改善土壤结构,增强土壤抵抗外界环境恶化的能力;反之,则会导致土壤质量下降,生态系统退化^[3-5].不同土地利用方式对土壤特性的影响一直以来都是众多学者的研究热点^[6].如部分学者分别针对金沙江干热河谷区^[7]、西藏东部河谷区^[7]、黄土高原丘陵沟壑区^[9]、古尔班通古特沙漠绿洲交错带^[10]、黑河中等流域^[11]、纳板河流域^[12]等区域研究了不同土地利用方式对土壤容重、颗粒组成、pH、各种养分等理化特性的影响,分别得出了不同区域土壤理化特性对土地利用方式的响应规律.

风沙土是干旱与半干旱地区形成于沙性母质上的仅具有AC层的幼年土,处于土壤发育的初始阶段,质地粗,漏水漏肥,养分差.风沙土在不同的土地利用方式下将形成各自的分异规律.本文以国家重点水土保持治理区辽宁省彰武县柳河流域忙海林子村为例,该区域位于科尔沁沙地南端,是土层深厚且结构较差的沙化漫岗区,气候干旱且风沙大,区内植被稀疏,土壤贫瘠且水蚀风蚀严重,加之早期人为毁林毁草、过渡放牧及开荒种地,导致该地区土地资源受到严重破坏,土地质量日益下降^[13].因此,探讨不同土地利用方式对该区域风沙土粒径分布、含水量、容重、饱和导水率、抗冲性、pH、养分等理化性质的影响,可为系统研究风沙土理化特性对土地利用方式的响应规律、合理利用与改善风沙土、有效地进行生态修复、实现人与土地资源的协调发展提供科学依据^[14].

1 实验部分

1.1 研究区概况

辽宁省彰武县柳河流域忙海林子村属北温带大陆性季风气候,四季分明;春季短促,干燥多风沙;夏季温暖多雨,雨量较集中;秋季天高气爽,晴天较多;冬季寒冷.平均气温为7.4℃,年总降水量506.6 mm,平均风速3.7 m·s⁻¹.据史料记载,清初柳河流域林木茂密、水草肥美,后由于“放价招民垦荒”政策的推行,大量开垦了荒地、破坏了原有植被,导致严重的水土流失.该区域土壤大部分为风沙土,土粒间隙大,毛管作用及保水性均弱,土壤通透性好,肥力差,有机质含量低,易干旱,土壤热容量小,易受冻害.

2013年2月16日收稿.

* 水体污染控制与治理科技重大专项课题(2012ZX 0720202008-001)资助.

** 通讯联系人, TEL:15841835211; E-mail:dlhj305799@163.com

1.2 样地设置

2012 年 6 月中旬,通过查阅当地文字与地图资料并结合野外实地调查情况,共设置地势平坦的河滩荒草地、河滩黄豆耕地、河滩玉米耕地、玉米耕地、花生耕地、杨树间作玉米耕地、天然草地、种植 8 年、15 年、20 年的杨树林地、裸地共 11 种 20 m×20 m 典型样地,样地基本情况见表 1.

表 1 样地基本情况
Table 1 General information of sample lands

编号	土地利用类型	简称	海拔/m	土地利用状况
1	河滩荒草地	HC	69	主要为狗尾草等草种
2	河滩黄豆耕地	HD	69	耕种 30 年
3	河滩玉米耕地	HM	69	耕种 30 年
4	种植 8 年的杨树林地	8Y	71	行株距 4 m×3 m
5	种植 15 年的杨树林地	15Y	71	行株距 4 m×3 m
6	种植 20 年的杨树林地	20Y	71	行株距 4 m×3 m
7	玉米耕地	M	71	耕种 30 年
8	花生耕地	H	71	耕种 30 年
9	杨树间作玉米耕地	YM	71	杨树种植 5 年(行株距 8 m×2 m) 玉米耕种 30 年
10	天然草地	C	71	主要为扁穗冰草等草种
11	裸地	L	73	几乎无任何植被的固定沙丘

1.3 样品采集与分析

土壤物理指标分析:每个样地随机选取 3 个样点重复,挖取 0—30 cm 深度的土壤剖面,土壤抗冲性按 0—10 cm(上层)取样,其余均按 0—10 cm(上层)和 10—30 cm(下层)取样.土壤粒径分布采用欧美克激光粒度仪(测量范围:0.2—500 μm),取风干土样 0.5 g,过 0.25 mm 筛,加入 10 mL 浓度为 10% H₂O₂,在加热板上加热使其充分反应去除样品中的有机质,待有机碳充分氧化完全,再加入 10 mL 10% 的 HCl 并煮沸使其充分反应除去碳酸钙,将烧杯中盛满蒸馏水并静置一夜,抽去上层清液,加入 10 mL 浓度为 0.05 mol·L⁻¹ 的六偏磷酸钠分散剂,并用超声波清洗机振荡 10 min 后测量^[15];含水量采用经典烘干法;容重采用环刀法;饱和导水率采用环刀法;土壤抗冲性采用原状土冲刷测定法,用取样器(10 cm×10 cm×20 cm)取原状土样,将原状土浸水 24 h 后置入冲刷槽中进行冲刷实验,选择坡度 15°,通过恒压水箱调整供水流量至 2 L·min⁻¹,放水冲刷 10 min,在冲刷前 4 min 内,每 1 min 量取 1 次冲刷水量并充分搅动后取样测定含沙量,以后每 3 min 测定 1 次,土壤抗冲能力用冲失 1 g 土所需时间,即抗冲指数(ANS)来表示,ANS = T/WLDS, T 为冲刷历时(min),WLDS 为冲失干土重(g)^[16].

土壤化学指标分析:每个样地按 S 型选取 6 个样点,挖取 0—30 cm 深度的土壤剖面,按 0—10 cm 和 10—30 cm 土层取样,6 点充分混匀后备用. pH 采用电位法,全 N 采用凯氏消煮法,全 P 采用酸溶-钼锑抗比色法,全 K 采用氢氧化钠熔融法,有机质采用重铬酸钾容量法,碱解 N 采用碱解扩散法,速效 P 采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法,速效 K 采用乙酸铵提取法,重复 3 次^[17].

1.4 统计分析

采用 t 检验比较上层与下层间土壤理化性质差异,采用单因素方差分析不同土地利用类型土壤理化性质组间差异,以上均通过 SPSS 16.0 软件实现.

2 结果与讨论

2.1 土壤物理指标

不同土地利用方式土壤粒径分布见表 2. 0—10 cm 土层粒径 <0.002 mm 的百分含量在 1.15%—4.36% 之间,由小到大顺序依次为:裸地<河滩黄豆耕地<河滩荒草地<河滩玉米耕地<玉米耕地<花生耕地<杨树间作耕地<天然草地<种 15 年的杨树林地<种植 8 年的杨树林地<种植 20 年的杨树林地;10—30 cm 土层粒径 <0.002 mm 的百分含量在 0.95%—4.18% 之间,由小到大顺序为裸

地 < 河滩荒草地 < 河滩黄豆耕地 < 河滩玉米耕地 < 花生耕地 < 玉米耕地 < 杨树间作耕地 < 天然草地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 8 年的杨树林地 < 种植 20 年的杨树林地;

同一土地利用方式下,除河滩黄豆耕地、玉米耕地、杨树间作耕地外,0—10 cm 土层粒径 <0.002 mm 的百分含量均高于 10—30 cm 土层,且除河滩荒草地、种植 8 年的杨树林地、花生耕地、杨树间作耕地外,差异均显著 ($P < 0.05$). 0—10 cm 土层粒径为 0.002—0.05mm 的百分含量在 6.25%—42.07% 之间,由小到大顺序依次为:裸地 < 河滩黄豆耕地 < 河滩玉米耕地 < 河滩荒草地 < 花生耕地 < 玉米耕地 < 杨树间作耕地 < 天然草地 < 种植 8 年的杨树林地 < 种植 20 年的杨树林地 < 种植 15 年的杨树林地;10—30 cm 土层粒径为 0.002—0.05 mm 的百分含量在 5.65%—39.82% 之间,由小到大顺序同 0—10 cm 土层;同一土地利用方式下,除河滩黄豆耕地、河滩玉米耕地、玉米耕地、花生耕地外,0—10 cm 土层粒径为 0.002—0.05 mm 的百分含量均高于 10—30 cm 土层,但仅河滩玉米耕地、种植 8 年的杨树林地、种植 15 年的杨树林地、种植 20 年的杨树林地、天然草地差异显著 ($P < 0.05$). 0—10 cm 土层粒径为 0.05—0.25 mm 的百分含量在 54.1%—92.6% 之间,由小到大顺序依次为:种植 20 年的杨树林地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 8 年的杨树林地 < 天然草地 < 杨树间作耕地 < 玉米耕地 < 花生耕地 < 河滩荒草地 < 河滩玉米耕地 < 河滩黄豆耕地 < 裸地;10—30 cm 土层粒径为 0.05—0.25mm 的百分含量在 57.0%—93.4% 之间,由小到大顺序同 0—10 cm 土层;同一土地利用方式下,除河滩黄豆耕地、河滩玉米耕地、玉米耕地、花生耕地外,0—10 cm 土层粒径为 0.05—0.25mm 的百分含量均低于 10—30 cm 土层,且除河滩黄豆耕地、玉米耕地、花生耕地、杨树间作耕地、裸地外,差异均显著 ($P < 0.05$).

表 2 不同土地利用方式土壤粒径分布 (%)

Table 2 Distribution of particle size under different land use patterns

样地	<0.002 mm		0.002—0.05 mm		0.05—0.25mm	
	0—10 cm	10—30 cm	0—10 cm	10—30 cm	0—10 cm	10—30 cm
HC	1.61 ⁱ (0.08)	1.56 ⁱ (0.05)	16.69 ^f (1.2)	12.0 ^d (3.6)	81.7 ^e (0.7)	86.4 ^b (1.7)
HD	1.47 ^j (0.04)	1.73 ^h (0.06)	8.76 ^g (1.0)	10.6 ^d (1.4)	89.8 ^b (1.1)	87.7 ^b (1.3)
HM	1.95 ^h (0.05)	1.79 ^h (0.03)	8.80 ^g (0.4)	11.4 ^d (0.1)	89.3 ^b (0.7)	86.8 ^b (0.7)
8Y	3.82 ^b (0.03)	3.68 ^b (0.10)	35.72 ^b (1.0)	33.1 ^b (1.0)	60.5 ^g (0.8)	63.2 ^e (1.0)
15Y	3.22 ^c (0.03)	2.97 ^c (0.07)	42.07 ^a (0.13)	39.8 ^a (0.5)	54.7 ^h (1.0)	57.2 ^f (1.1)
20Y	4.36 ^a (0.08)	4.18 ^a (0.08)	41.51 ^a (1.08)	38.8 ^a (1.0)	54.1 ^h (1.1)	57.0 ^f (0.8)
M	2.16 ^g (0.05)	2.42 ^g (0.05)	19.99 ^e (0.0)	20.2 ^e (1.8)	77.9 ^d (0.7)	77.4 ^c (1.5)
H	2.33 ^f (0.06)	2.31 ^f (0.08)	18.28 ^{ef} (2.0)	19.4 ^c (0.6)	79.4 ^d (1.3)	78.3 ^c (1.1)
YM	2.56 ^e (0.04)	2.62 ^e (0.03)	22.87 ^d (0.3)	20.8 ^c (5.2)	74.6 ^e (0.9)	76.6 ^c (1.2)
C	2.96 ^d (0.06)	2.73 ^d (0.05)	32.61 ^e (0.3)	30.0 ^b (0.3)	64.4 ^f (1.1)	67.3 ^d (1.1)
L	1.15 ^k (0.05)	0.95 ^j (0.06)	6.25 ^h (1.7)	5.7 ^e (0.1)	92.6 ^a (0.6)	93.4 ^a (0.7)

注:同一土层,不同土地利用方式处理之间有相同字母者差异不显著,反之显著差异 ($P < 0.05$);括号中数据为标准偏差。

土壤粒径分布即土壤中矿物颗粒的大小与组成比例,其变化将直接影响到土壤各项理化性质^[14]. 以上结果表明,相对于其它土地利用方式,杨树林地与天然草地黏粒 (<0.002 mm)、粉粒 (0.002—0.05 mm) 百分含量高,砂粒 (0.05—0.25 mm) 百分含量低,说明种植杨树甚至未经开垦的天然草地可

增加土壤黏粒与粉粒含量,降低砂粒含量,在一定程度上起到改善土壤结构的作用;非河滩的耕地粒径分布均处于中等位置,说明由于耕作、地表植被的收割等,加剧了土壤的人为扰动,从而加速了该区风沙土的风蚀与水蚀作用,导致黏粒与粉粒流失,土壤粗化^[11];河滩地黏粒、粉粒百分含量较低,砂粒百分含量较高,主要源于个别年份土壤被洪水冲刷,黏粒与粉粒流失较多,导致土壤质地较粗;而裸地黏粒、粉粒百分含量最低,砂粒百分含量最高,说明几乎无植被生长的裸地土壤质地最差,应采取措施改良.在粒径的垂直分布上,除部分耕地外,其余土地利用类型 0—10 cm 土层黏粒、粉粒百分含量较 10—30 cm 土层高,砂粒百分含量较 10—30 cm 土层低,说明土壤质地自上而下粗化,而耕种可导致上层土壤粗化,改变粒径垂直分布规律.

不同土地利用方式土壤含水量、容重、饱和导水率与抗冲系数见表 3. 0—10 cm 土层含水量范围为 4.2%—24.7%,由小到大顺序依次为:裸地 < 花生耕地 < 玉米耕地 < 杨树间作玉米耕地 < 天然草地 < 种植 8 年的杨树林地 < 种植 15 年的杨树林地 < 河滩黄豆耕地 < 种植 15 年的杨树林地 < 河滩玉米耕地 < 河滩荒草地;10—30 cm 土层含水量范围为 4.6—29.3%,由小到大顺序同 0—10 cm 土层;同一土地利用方式下,0—10 cm 土层含水量均低于 10—30 cm 土层,且除裸地外,差异均显著($P < 0.05$). 土壤含水量是土壤一项重要物理性质,也是一项主要肥力因素,其多少在一定程度上反应了土壤物质转化与代谢过程及植被生长情况. 以上结果表明,河滩地可能因其特殊位置而含水量较高,其中河滩荒草地含水量最高,河滩黄豆耕地稍低;林地因其涵养水源的作用也具有较高的含水量,且随林龄增加含水量提高;天然草地含水量处于下等水平;非河滩的耕地含水量较低,其中杨树间作玉米耕地相对较高,花生耕地相对较低;裸地因其几乎无任何植被覆盖,表土裸露,含水量最低. 在含水量的垂直分布上,上层均低于下层.

0—10 cm 土层容重范围为 1.450—1.731 g·cm⁻³,由小到大顺序依次为:种植 20 年的杨树林地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 8 年的杨树林地 < 天然草地 < 杨树间作玉米耕地 < 玉米耕地 < 花生耕地 < 河滩荒草地 < 河滩玉米耕地 < 河滩黄豆耕地 < 裸地;10—30 cm 土层容重范围为 1.546—1.743 g·cm⁻³,由小到大顺序同 0—10 cm 土层;同一土地利用方式下,除河滩黄豆耕地、河滩玉米耕地、玉米耕地、花生耕地、杨树间作玉米耕地外,0—10 cm 土层容重均低于 10—30 cm 土层,但仅河滩荒草地、种植 8 年的杨树林地、种植 15 年的杨树林地、种植 20 年的杨树林地、天然草地差异显著($P < 0.05$). 土壤容重与土壤质地、结构、紧实度、有机质含量等相关,反映了土壤的结构性与通透性^[7]. 以上结果表明:杨树林地与天然草地容重小,且杨树林地随林龄增加容重呈减小趋势;非河滩的耕地容重可能由于耕种过程土壤的粗化而增加,其中杨树间作玉米耕地容重相对较小,花生耕地较大;河滩地因其土壤质地更粗,容重更大,其中河滩荒草地容重相对较小,河滩黄豆耕地较大;裸地因其土壤质地最粗,容重最大. 在容重的垂直分布上,除部分耕地外,上层均低于下层.

0—10 cm 土层饱和导水率范围为 0.90—2.34 mm·min⁻³,由小到大顺序依次为:种植 20 年的杨树林地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 8 年的杨树林地 < 天然草地 < 杨树间作玉米耕地 < 花生耕地 < 玉米耕地 < 河滩荒草地 < 河滩黄豆耕地 < 河滩玉米耕地 < 裸地;10—30 cm 土层饱和导水率范围为 1.40—2.56 mm·min⁻³,由小到大顺序同 0—10 cm 土层;同一土地利用方式下,除河滩黄豆耕地、河滩玉米耕地、玉米耕地、花生耕地、杨树间作玉米耕地,0—10 cm 土层饱和导水率均低于 10—30 cm 土层,但仅种植 8 年的杨树林地、种植 15 年的杨树林地、种植 20 年的杨树林地、天然草地差异显著($P < 0.05$). 土壤饱和导水率反映了土壤渗漏性能,主要取决于土壤质地、水稳性团粒含量等因素,土壤质地越粗,渗漏性越强^[18]. 以上结果表明,杨树林地与天然草地饱和导水率较低,且杨树林地随林龄增加饱和导水率呈减小趋势,说明其保水效果较好;非河滩的耕地饱和导水率处于中等水平,其中杨树间作玉米耕地饱和导水率相对较低,玉米耕地较高;河滩地饱和导水率较高,其中河滩荒草地饱和导水率相对较低,河滩玉米耕地较高;裸地饱和导水率最高,说明其保水效果最差. 饱和导水率垂直分布上,除部分耕地外,上层均低于下层.

土壤抗冲性即土壤抵抗径流机械破坏与推动下移的性能,与土粒及微结构间的胶结力、土壤结构体间抵抗离散作用的性能等密切相关,反映了土壤抵抗径流破坏及搬运作用的能力^[19]. 本试验选择易受径流水力破坏作用的 0—10 cm 土层进行研究. 不同土地利用方式抗冲系数范围为 0.07—

0.67 min·g⁻³,由小到大顺序依次为:裸地<河滩黄豆耕地<河滩玉米耕地<河滩荒草地<花生耕地<玉米耕地<杨树间作玉米耕地<天然草地<种植8年的杨树林地<种植15年的杨树林地<种植20年的杨树林地.再由图1可知,不同土地利用方式土壤抗冲性试验中含沙量时间变化曲线均呈现由高到低的变化规律,且试验第1分钟含沙量由高到低的顺序为:裸地>河滩玉米耕地>河滩黄豆耕地>杨树间作玉米耕地>种植8年的杨树林地>河滩荒草地>花生耕地>玉米耕地>种植15年的杨树林地>天然草地>种植20年的杨树林地.以上结果表明,杨树林地与天然草地抗冲能力较强,且杨树林地随林龄增加抗冲能力提高;非河滩的耕地抗冲能力处于中等水平,其中杨树间作玉米耕地抗冲能力较强,花生耕地较弱;河滩地抗冲能力较低,其中河滩荒草地抗冲能力相对较强,河滩黄豆耕地较弱;裸地因几乎无植被覆盖抗冲能力最低.试验第1分钟含沙量结果说明种植20年杨树林地在冲刷起始抗冲能力最强,裸地最弱.

表 3 不同土地利用方式土壤含水量、容重、饱和导水率与抗冲系数

Table 3 Soil water content, bulk density, saturated hydraulic conductivity and coefficient of restitution under different land use patterns

样地	含水量/%		容重/(g·cm ⁻³)		饱和导水率/(mm·min ⁻³)		抗冲系数/(min·g ⁻³)
	0—10 cm	10—30 cm	0—10 cm	10—30 cm	0—10 cm	10—30 cm	0—10 cm
HC	24.7 ^a (1.1)	29.3 ^a (1.1)	1.624 ^c (0.014)	1.654 ^b (0.011)	1.79 ^c (0.19)	1.92 ^b (0.15)	0.23 ^{ef} (0.07)
HD	21.0 ^{cd} (1.0)	26.2 ^{bc} (1.0)	1.684 ^b (0.012)	1.668 ^b (0.019)	2.06 ^b (0.17)	2.00 ^b (0.10)	0.11 ^g (0.04)
HM	23.9 ^{ab} (1.1)	28.2 ^{ab} (1.2)	1.675 ^b (0.013)	1.662 ^b (0.011)	2.08 ^b (0.12)	2.03 ^b (0.09)	0.14 ^{fg} (0.06)
8Y	15.6 ^e (1.2)	19.5 ^d (1.0)	1.479 ^g (0.010)	1.561 ^{cde} (0.011)	1.02 ^d (0.09)	1.56 ^{cd} (0.16)	0.40 ^{bc} (0.07)
15Y	19.8 ^d (1.2)	25.7 ^c (1.4)	1.458 ^h (0.011)	1.551 ^{de} (0.011)	1.01 ^d (0.07)	1.53 ^{cd} (0.15)	0.50 ^b (0.08)
20Y	22.3 ^{bc} (1.4)	27.6 ^{abc} (1.9)	1.450 ^h (0.010)	1.546 ^e (0.013)	0.90 ^d (0.08)	1.40 ^d (0.07)	0.67 ^a (0.08)
M	6.3 ^g (0.9)	9.6 ^g (1.1)	1.580 ^{de} (0.011)	1.572 ^{cd} (0.015)	1.71 ^c (0.11)	1.69 ^c (0.10)	0.29 ^{de} (0.06)
H	6.0 ^{gh} (1.0)	9.1 ^g (0.9)	1.591 ^d (0.011)	1.581 ^c (0.012)	1.70 ^c (0.11)	1.66 ^c (0.16)	0.27 ^{de} (0.06)
YM	7.2 ^g (1.1)	11.9 ^f (1.5)	1.571 ^e (0.012)	1.568 ^{cde} (0.017)	1.60 ^c (0.15)	1.59 ^{cd} (0.12)	0.31 ^{cde} (0.03)
C	13.6 ^f (1.3)	17.1 ^e (1.0)	1.503 ^f (0.011)	1.565 ^{cde} (0.013)	1.09 ^d (0.10)	1.58 ^{cd} (0.09)	0.36 ^{cd} (0.07)
L	4.2 ^h (1.0)	4.6 ^h (0.9)	1.731 ^a (0.012)	1.743 ^a (0.016)	2.34 ^a (0.17)	2.56 ^a (0.18)	0.07 ^g (0.03)

注:同一土层,不同土地利用方式处理之间有相同字母者差异不显著,反之有显著差异(P<0.05);括号中数据为标准偏差.

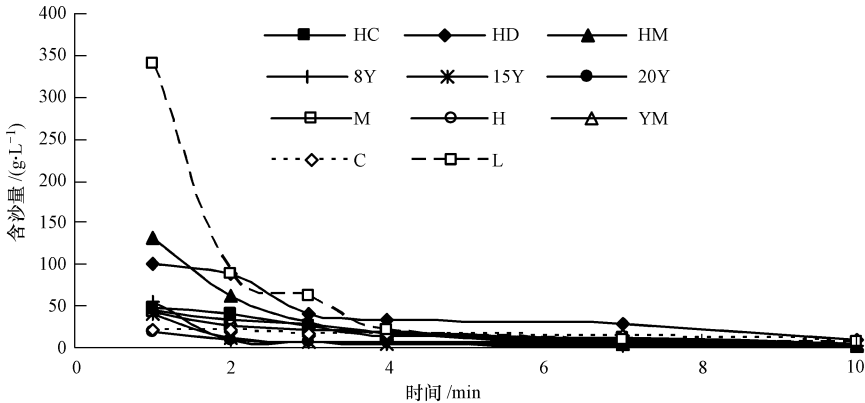


图 1 不同土地利用方式土壤抗冲性试验含沙量变化

Fig.1 Sediment concentration change during soil anti-impact experimental under different land use patterns

2.2 土壤化学指标

不同土地利用方式土壤 pH、全 N、全 P 与全 K 含量见表 4. 0—10 cm 土层 pH 值范围为 7.68—9.17, 由小到大顺序依次为: 种植 20 年的杨树林地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 8 年的杨树林地 < 天然草地 < 杨树间作玉米耕地 < 玉米耕地 < 花生耕地 < 河滩荒草地 < 河滩玉米耕地 < 河滩黄豆耕地 < 裸地; 10—30 cm 土层 pH 值范围为 9.03—9.48, 由小到大顺序同 0—10 cm 土层; 同一土地利用方式下, 0—10 cm 土层 pH 值均低于 10—30 cm 土层, 且差异均显著 ($P < 0.05$). 土壤 pH 值主要受成土母质性质、成土过程及土壤溶液浓度的影响. 以上结果表明, 研究区内风沙土壤均呈碱性; 杨树林地与天然草地 pH 值相对较低, 且杨树林地随林龄增加 pH 值呈减小趋势, 说明杨树可以降低研究区内风沙土 pH 值; 非河滩的耕地 pH 值处于中等水平, 其中杨树间作玉米耕地 pH 值较低, 花生耕地较高; 河滩地因其特殊位置 pH 值较大, 其中河滩荒草地 pH 值较低, 河滩黄豆耕地较高; 裸地可能由于几乎无植被覆盖, pH 值保留了成土母质性质, 因此最大. 在 pH 值的垂直分布上, 上层均低于下层.

0—10 cm 土层全 N 范围为 0.159—0.555 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 由小到大顺序依次为: 裸地 < 河滩荒草地 < 河滩玉米耕地 < 河滩黄豆耕地 < 天然草地 < 杨树间作玉米耕地 < 花生耕地 < 玉米耕地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 8 年的杨树林地 < 种植 20 年的杨树林地; 10—30 cm 土层全 N 范围为 0.132—0.516 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 由小到大顺序同 0—10 cm 土层; 同一土地利用方式下, 0—10 cm 土层全 N 均高于 10—30 cm 土层, 但仅种植 20 年的杨树林地、花生耕地差异显著 ($P < 0.05$). 0—10 cm 土层全 P 范围为 0.270—0.669 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 由小到大顺序依次为: 裸地 < 河滩玉米耕地 < 河滩黄豆耕地 < 河滩荒草地 < 天然草地 < 玉米耕地 < 花生耕地 < 杨树间作玉米耕地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 20 年的杨树林地 < 种植 8 年的杨树林地; 10—30 cm 土层全 P 范围为 0.252—0.635 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 由小到大顺序为裸地 < 河滩玉米耕地 < 河滩黄豆耕地 < 河滩荒草地 < 天然草地 < 玉米耕地 < 种植 15 年的杨树林地 < 花生耕地 < 种植 20 年的杨树林地 < 杨树间作玉米耕地 < 种植 8 年的杨树林地; 同一土地利用方式下, 0—10 cm 土层全 P 均高于 10—30 cm 土层, 但仅河滩玉米耕地、种植 20 年的杨树林地差异显著 ($P < 0.05$). 0—10 cm 土层全 K 范围为 9.3—20.0 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 由小到大顺序依次为: 裸地 < 河滩荒草地 < 天然草地 < 河滩玉米耕地 < 河滩黄豆耕地 < 玉米耕地 < 杨树间作玉米耕地 < 花生耕地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 8 年的杨树林地 < 种植 20 年的杨树林地; 10—30 cm 土层全 K 范围为 8.1—13.0 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 由小到大顺序为河滩荒草地 < 裸地 < 河滩玉米耕地 < 天然草地 < 河滩黄豆耕地 < 玉米耕地 < 花生耕地 < 杨树间作玉米耕地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 8 年的杨树林地 < 种植 20 年的杨树林地; 同一土地利用方式下, 0—10 cm 土层全 K 均高于 10—30 cm 土层, 但仅河滩玉米耕地、种植 8 年的杨树林地、种植 15 年的杨树林地、种植 20 年的杨树林地、花生耕地差异显著 ($P < 0.05$). 以上结果表明, 除 10—30 cm 土层部分非河滩的耕地全 P 含量较高外, 杨树林地以上全效养分含量均相对较高; 非河滩的耕地处于中等水平; 裸地、河滩地及天然草地含量较低. 以上各指标在垂直分布上, 均呈现上层高于下层的趋势.

不同土地利用方式土壤有机质、速 N、速 P 与速 K 含量见表 5. 0—10 cm 土层有机质范围为 1.3—9.1 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 由小到大顺序依次为: 裸地 < 河滩黄豆耕地 < 河滩玉米耕地 < 河滩荒草地 < 花生耕地 < 玉米耕地 < 杨树间作玉米耕地 < 天然草地 < 种植 8 年的杨树林地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 20 年的杨树林地; 10—30 cm 土层有机质范围为 0.9—8.2 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 由小到大顺序为裸地 < 河滩黄豆耕地 < 河滩玉米耕地 < 花生耕地 < 河滩荒草地 < 玉米耕地 < 天然草地 < 杨树间作玉米耕地 < 种植 8 年的杨树林地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 20 年的杨树林地; 同一土地利用方式下, 除河滩荒草地、河滩黄豆耕地、河滩玉米耕地, 0—10 cm 土层有机质均高于 10—30 cm 土层, 但仅种植 15 年的杨树林地、玉米耕地、花生耕地、天然草地差异显著 ($P < 0.05$). 0—10 cm 土层速 N 范围为 14.1—66.0 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 由小到大顺序依次为: 裸地 < 河滩黄豆耕地 < 河滩玉米耕地 < 河滩荒草地 < 花生耕地 < 玉米耕地 < 天然草地 < 杨树间作玉米耕地 < 种植 8 年的杨树林地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 20 年的杨树林地; 10—30 cm 土层速 N 范围为 12.1—62.3 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 由小到大顺序为裸地 < 河滩黄豆耕地 < 河滩玉米耕地 < 河滩荒草地 < 花生耕地 < 天然草地 < 玉米耕地 < 杨树间作玉米耕地 < 种植 8 年的杨树林地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 20 年的杨树林地; 同一土地利用方式下, 0—10 cm 土层速 N 均高于 10—30 cm 土层, 且除河滩黄豆耕地、河滩玉米耕地、种植 8 年的杨树林地、种植 15 年的杨树林地, 差异均显著 ($P < 0.05$).

0—10 cm 土层速 P 范围为 2.94—13.78 mg·kg⁻¹,由小到大顺序依次为:裸地 < 河滩玉米耕地 < 河滩黄豆耕地 < 河滩荒草地 < 玉米耕地 < 杨树间作玉米耕地 < 花生耕地 < 天然草地 < 种植 20 年的杨树林地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 8 年的杨树林地;10—30 cm 土层速 P 范围为 2.54—11.00 mg·kg⁻¹,由小到大顺序同 0—10 cm 土层;同一土地利用方式下, 0—10 cm 土层速 P 均高于 10—30 cm 土层,但仅种植 15 年的杨树林地、玉米耕地、花生耕地、杨树间作玉米耕地、天然草地差异显著 ($P < 0.05$). 0—10 cm 土层速 K 范围为 28—113 mg·kg⁻¹,由小到大顺序依次为:裸地 < 河滩荒草地 < 天然草地 < 河滩黄豆耕地 < 河滩玉米耕地 < 玉米耕地 < 花生耕地 < 杨树间作玉米耕地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 20 年的杨树林地 < 种植 8 年的杨树林地;10—30 cm 土层速 K 范围为 23—96 mg·kg⁻¹,由小到大顺序为裸地 < 河滩荒草地 < 天然草地 < 河滩黄豆耕地 < 河滩玉米耕地 < 玉米耕地 < 杨树间作玉米耕地 < 花生耕地 < 种植 15 年的杨树林地 < 种植 20 年的杨树林地 < 种植 8 年的杨树林地;同一土地利用方式下, 0—10 cm 土层速 K 均高于 10—30 cm 土层,但仅河滩玉米耕地、种植 15 年的杨树林地差异显著 ($P < 0.05$). 以上结果表明,研究区内不同土地利用方式的有机质及速效养分含量均处于中下等水平;其中杨树林地以上各指标相对较高,说明植被覆盖度较高、人类活动干扰较少、植物残体与枯枝落叶于土壤表层的多年积累等使腐质化作用比较明显,从而提高了以上指标含量^[14];天然草地除速 K 含量较低外,其余指标基本处于中等水平;非河滩的耕地由于耕作、收割等,加剧了水土流失过程,促使了土壤各类养分特别是速效养分的流失,同时也加速了土壤有机质的分解与流失,再加之施肥不足,导致以上指标基本处于中等水平^[4];河滩地由于其特殊位置,有机质及速效养分流失较多,因此以上各指标较低;裸地因其上几乎无植被覆盖,因此以上指标均最低. 以上各指标的垂直分布上,除河滩地的有机质外,其余均为上层高于下层.

表 4 不同土地利用方式土壤 pH 值及全 N、全 P 与全 K 含量

Table 4 Soil pH, total nitrogen, total phosphorus and total kalium under different land use patterns

样地	pH		全 N/(g·kg ⁻¹)		全 P/(g·kg ⁻¹)		全 K/(g·kg ⁻¹)	
	0—10 cm	10—30 cm	0—10 cm	10—30 cm	0—10 cm	10—30 cm	0—10 cm	10—30 cm
HC	8.99 ^{bc} (0.08)	9.23 ^{bcd} (0.06)	0.175 ^{hi} (0.011)	0.166 ^g (0.011)	0.487 ^d (0.011)	0.465 ^e (0.019)	9.6 ^{ef} (0.9)	8.1 ^b (1.7)
HD	9.10 ^{ab} (0.09)	9.31 ^b (0.09)	0.238 ^g (0.021)	0.213 ^f (0.009)	0.455 ^d (0.011)	0.416 ^f (0.024)	13.9 ^d (1.2)	13.0 ^a (1.2)
HM	9.06 ^{ab} (0.10)	9.25 ^{bc} (0.04)	0.194 ^h (0.023)	0.181 ^g (0.013)	0.454 ^d (0.018)	0.412 ^f (0.013)	11.6 ^e (1.1)	9.2 ^b (0.9)
8Y	8.60 ^d (0.10)	9.09 ^{efg} (0.09)	0.519 ^b (0.042)	0.499 ^{ab} (0.015)	0.669 ^a (0.108)	0.635 ^a (0.030)	19.0 ^{ab} (1.2)	14.9 ^a (1.3)
15Y	8.31 ^e (0.08)	9.07 ^{fg} (0.05)	0.512 ^{bc} (0.017)	0.486 ^b (0.008)	0.645 ^{ab} (0.109)	0.504 ^{cd} (0.013)	18.4 ^{ab} (1.7)	14.4 ^a (1.6)
20Y	7.68 ^f (0.07)	9.03 ^g (0.06)	0.555 ^a (0.020)	0.516 ^a (0.012)	0.658 ^{ab} (0.009)	0.523 ^{bc} (0.023)	20.0 ^a (1.0)	15.1 ^a (1.8)
M	8.70 ^d (0.11)	9.19 ^{ode} (0.10)	0.484 ^{cd} (0.011)	0.451 ^c (0.020)	0.511 ^{cd} (0.010)	0.485 ^{de} (0.025)	15.0 ^d (1.5)	13.1 ^a (1.6)
H	8.90 ^e (0.07)	9.21 ^{bcd} (0.05)	0.458 ^{de} (0.017)	0.422 ^d (0.014)	0.529 ^{cd} (0.022)	0.507 ^{cd} (0.020)	17.2 ^{bc} (1.2)	13.6 ^a (1.6)
YM	8.69 ^d (0.11)	9.16 ^{odef} (0.04)	0.447 ^e (0.023)	0.417 ^d (0.015)	0.581 ^{bc} (0.014)	0.549 ^b (0.037)	15.7 ^{cd} (1.2)	14.0 ^a (1.3)
C	8.62 ^d (0.05)	9.13 ^{defg} (0.06)	0.335 ^f (0.012)	0.302 ^e (0.025)	0.505 ^{cd} (0.019)	0.472 ^{de} (0.016)	10.2 ^{ef} (1.0)	9.6 ^b (1.5)
L	9.17 ^a (0.04)	9.48 ^a (0.05)	0.159 ⁱ (0.013)	0.132 ^h (0.016)	0.270 ^e (0.018)	0.252 ^g (0.017)	9.3 ^f (0.9)	9.0 ^b (1.0)

注:同一土层,不同土地利用方式处理之间有相同字母者差异不显著,反之有显著差异 ($P < 0.05$);括号中数据为标准偏差.

表 5 不同土地利用方式土壤有机质、速 N、速 P 与速 K 含量

样地	有机质/(g·kg ⁻¹)		速 N/(mg·kg ⁻¹)		速 P/(mg·kg ⁻¹)		速 K/(mg·kg ⁻¹)	
	0—10 cm	10—30 cm	0—10 cm	10—30 cm	0—10 cm	10—30 cm	0—10 cm	10—30 cm
HC	3.4 ^e (0.6)	4.1 ^{fg} (0.4)	26.4 ^f (1.4)	23.0 ^f (1.4)	4.09 ^e (0.18)	3.89 ^{de} (0.13)	33 ^e (9)	28 ^{fg} (4)
HD	2.0 ^{fg} (0.5)	2.5 ^h (0.6)	19.0 ^g (1.5)	17.2 ^g (1.2)	3.52 ^e (0.21)	3.24 ^{de} (0.28)	42 ^e (7)	38 ^{ef} (6)
HM	2.6 ^{ef} (0.5)	3.0 ^h (0.3)	21.0 ^g (1.2)	19.0 ^g (2.0)	3.28 ^e (0.26)	3.03 ^{de} (0.22)	62 ^d (7)	46 ^{de} (7)
8Y	8.4 ^{ab} (0.5)	7.1 ^{bc} (0.9)	60.1 ^b (2.8)	55.2 ^c (2.2)	13.78 ^a (3.52)	11.00 ^a (2.96)	113 ^a (23)	96 ^a (10)
15Y	9.0 ^a (0.6)	7.5 ^{ab} (0.4)	62.4 ^b (2.7)	59.0 ^b (1.8)	13.66 ^a (0.34)	10.67 ^a (0.55)	93 ^{bc} (10)	72 ^b (8)
20Y	9.1 ^a (0.8)	8.2 ^a (0.6)	66.0 ^a (1.1)	62.3 ^a (1.5)	13.41 ^a (2.11)	10.36 ^a (0.13)	102 ^{ab} (16)	90 ^a (7)
M	6.9 ^e (0.6)	5.0 ^{ef} (1.0)	47.2 ^d (0.8)	43.2 ^d (2.0)	6.89 ^d (0.32)	4.60 ^d (0.36)	65 ^d (9)	55 ^{cd} (6)
H	4.8 ^d (0.5)	3.7 ^g (0.3)	40.6 ^e (1.0)	36.3 ^e (1.0)	9.73 ^{bc} (0.29)	7.89 ^{bc} (0.47)	75 ^{cd} (13)	63 ^{bc} (9)
YM	7.1 ^e (0.5)	6.2 ^{cd} (0.8)	50.2 ^c (1.3)	44.0 ^d (0.9)	8.72 ^{cd} (0.27)	6.32 ^c (0.34)	80 ^{cd} (14)	55 ^{cd} (10)
C	7.7 ^{bc} (0.5)	5.5 ^{de} (0.4)	49.0 ^{cd} (1.5)	42.3 ^d (1.9)	11.01 ^b (0.35)	9.47 ^{ab} (0.40)	39 ^e (8)	31 ^{fg} (7)
L	1.3 ^g (0.3)	0.9 ⁱ (0.3)	14.1 ^h (0.7)	12.1 ^h (0.4)	2.94 ^e (0.23)	2.54 ^e (0.20)	28 ^e (3)	23 ^g (4)

注:同一土层,不同土地利用方式处理之间有相同字母者差异不显著,反之有显著差异($P<0.05$);括号中数据为标准偏差。

3 结论

杨树林地大部分理化指标相对处于上等水平,说明种植杨树可在一定程度上改善研究区内风沙土壤结构,增加其养分含量;天然草地除部分化学指标稍低外,其余仅次于林地,说明以扁穗冰草为主的天然草地对改善该区域风沙土物理性质的作用比较明显;非河滩的耕地由于连续耕作 30 年,导致土壤粗化及养分消耗,除部分化学指标可能由于施肥作用稍高外,其余基本处于中等水平,因此应该适度休耕;河滩地由于位置特殊,个别年份会受到洪水冲淤,土质较差,大部分理化指标处于下等水平,且耕种会影响泄洪,因此不适合开垦为耕地;裸地各项理化指标均处于末等水平,应采取有效措施改良。

参 考 文 献

[1] 张晓霞,李占斌,李鹏,等. 土地利用对陕北水土流失区土壤有机碳、水分的影响[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(3):131-134

[2] 贡璐,张雪妮,吕光辉,等. 塔里木河上游典型绿洲不同土地利用方式下土壤质量评价[J]. 资源科学,2012,34(1):120-127

[3] 陈春瑜,和树庄,胡斌,等. 土地利用方式对滇池流域土壤养分时空分布的影响[J]. 应用生态学报,2012,23(10):2677-2684

[4] 赵锦梅,张德罡,刘长仲,等. 祁连山东段高寒地区土地利用方式对土壤性状的影响[J]. 生态学报,2012,32(2):548-556

[5] 赵锦梅,张德罡,刘长仲. 东祁连山土地利用方式对土壤持水能力和渗透性的影响[J]. 自然资源学报,2012,27(3):422-428

[6] 李宝富,熊黑钢,张建兵,等. 古尔班通古特沙漠与绿洲交错带土地利用变化对土壤特性的影响[J]. 冰川冻土,2012,34(3):573-581

[7] 郑郁,李占斌,李鹏,等. 金沙江干热河谷区不同土地利用方式下的土壤特性分异特征[J]. 水土保持研究,2010,17(1):174-177

[8] 范建容,宫奎方,唐家良,等. 土地利用方式对西藏东部河谷山地土壤肥力性质的影响[J]. 地理研究,2010,29(8):1528-1536

[9] 信忠保,余新晓,张满良,等. 黄土高原丘陵沟壑区不同土地利用的土壤养分特征[J]. 干旱区研究,2012,29(3):379-384

[10] 李宝富,熊黑钢,张建兵,等. 古尔班通古特沙漠与绿洲交错带土地利用变化对土壤特性的影响[J]. 冰川冻土,2012,34(3):573-581

- [11] 张俊华,李国栋,南忠仁. 黑河中等典型土地利用方式下土壤粒径分布及与有机碳的关系[J]. 生态学报,2012,32(12): 3745-3753
- [12] 谢瑾,李朝丽,李永梅,等. 纳板河流域不同土地利用类型土壤质量评价[J]. 应用生态学报,2011,22(12):3169-3175
- [13] 孙宝杰. 柳河流域降水量时空变化分析[J]. 东北水利水电,2006,24(267):31-33
- [14] 方晰,洪瑜,金文芬,等. 城乡交错带土地利用方式对土壤理化性质的影响[J]. 长江流域资源与环境,2011,20(10):1217-1221
- [15] 桂东伟,雷加强,曾凡江,等. 绿洲边缘不同土地利用方式下土壤粒径分布特征[J]. 林业科学,2011,47(1):22-28
- [16] 潘德成,吴祥云,李海燕,等. 阜新煤矿区次生裸坡土壤抗冲性比较分析[J]. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2010,29(4): 678-681
- [17] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,1999:13-169
- [18] 纳 磊,张建军,朱金兆,等. 晋西黄土区不同土地利用类型坡面土壤饱和导水率研究[J]. 水土保持研究,2008,15(3):69-73
- [19] 耿宝军,张春梅,马险峰. 矿物肥料对露天矿排土场土壤抗冲性增强效应[J]. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2010,29(2):340-343

Effects of different land use patterns on physico-chemical properties of aeolian sandy soil

HUANG Jing¹ WU Xiangyun^{2*} YAN Han¹

(1. College of Science, Liaoning Technical University, Fuxin, 123000, China; 2. College of Environment Science and Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin, 123000, China)

ABSTRACT

Taking Manghailinzi village of Liuhe basin in the Zhangwu county, Liaoning province as an example, the effect of different land use patterns on physico-chemical properties including particle size distribution, water content, bulk density, saturated hydraulic conductivity, anti-impact property, pH, total nutrients, organic matter and available nutrients of aeolian sandy soil of the area was investigated. The results show that most physico-chemical indicators were relatively superior level in different planting-life poplar forest land; except some chemical indicators were slightly lower, the rest were next to poplar in Natural grassland; except some chemical indicators due to the effect of fertilization were slightly higher, the rest were basically in moderate level in corn farmland, peanut farmland and corn farmland between poplar; except water content was high, the indicators were in the lower level in wild grass ground, soya bean farmland and corn farmland of flood land; those were at the end of the level in bareground.

Keywords: land use patterns, aeolian sandy soil, physical properties, chemical properties.