

## 辽西北沙地不同土地利用方式对土壤水分的影响

惠淑荣<sup>1</sup>, 王 娇<sup>2,3</sup>, 张 倩<sup>4</sup>, 魏忠平<sup>5</sup>, 刘 阳<sup>5</sup>

(1. 沈阳农业大学 理学院, 辽宁 沈阳 110161; 2. 沈阳农业大学 林学院, 辽宁 沈阳 110161; 3. 辽宁省生态公益林项目中心, 辽宁 沈阳 110036; 4. 东北大学 材料与冶金学院, 辽宁 沈阳 110004; 5. 辽宁省林业科学研究所, 辽宁 沈阳 110032)

**摘要:** 2008 年在科尔沁沙地的东南部, 选择了具有代表性的 4 种不同土地利用方式, 对其土壤水分变化进行了研究。结果表明: 各种利用方式下, 土壤水分在 0 ~ 20 cm 的表层稳定, 在 20 ~ 60 cm 的中层变化剧烈, 在 60 ~ 100 cm 的深层土壤水分稳定; 各土地利用方式土壤含水量大小为大扁杏 *Prunus armeniaca* × *sibirica* -花生 *Arachis hypogaea* -玉米 *Zea mays* > 大扁杏-麻黄草 *Ephedra sinica* > 樟子松 *Pinus sylvestris* var. *mongolica* 纯林 > 荒地(对照); 大扁杏-花生-玉米、大扁杏-麻黄草 2 种土地利用方式具有改良土壤水分, 促进沙化土壤逆转的作用。不断地改进和推广此种优化的土地利用方式对于辽西北干旱地区经济发展及土壤改良都具有重要意义。图 1 表 3 参 12

**关键词:** 土壤学; 沙地; 土地利用方式; 农林复合; 水分; 水土保持

中图分类号: S714.2 文献标志码: A 文章编号: 1000-5692(2010)04-0579-06

## Soil-water dynamics with different agroforestry planting combinations on sandy lands in northwestern Liaoning Province

HUI Shu-rong<sup>1</sup>, WANG Jiao<sup>2,3</sup>, ZHANG Qian<sup>4</sup>, WEI Zhong-ping<sup>5</sup>, LIU Yang<sup>5</sup>

(1. College of Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, Liaoning, China; 2. College of Forestry, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, Liaoning, China; 3. Liaoning Provincial Ecological Forest Project Center, Shenyang 110036, Liaoning, China; 4. College of Materials and Metallurgy, Northeastern University 110004, Liaoning, China; 5. Liaoning Academy of Forestry Sciences, Shenyang 110032, Liaoning, China)

**Abstract:** In order to study soil-water dynamics laws with different tree and crop planting combinations on sandy lands in northwestern Liaoning Province, we surveyed four typical sandy lands from 0 - 100 cm depth at different usage modes. Results showed that: at these different modes, soil moisture is stable in 0 - 20 cm and 60 - 100 cm soil layer, soil moisture content changes violent in 20 - 60 cm soil layer; combinations of *Prunus armeniaca* × *sibirica*-*Arachis hypogaea*-*Zea mays* > *Prunus armeniaca* × *sibirica*-*Ephedra sinica* > *Pinus sylvestris* var. *mongolica* forest > the control(uncultivated land), *Prunus armeniaca* × *sibirica*-*Arachis hypogaea*-*Zea mays* and *Prunus armeniaca* × *sibirica*-*Ephedra sinica* could improve soil amelioration and soil-water conservation. Optimized land usage modes, which is of great significance to improving the economic development and soil amelioration of Liaoning Province in drought northwestern areas. [Ch, 1 fig. 3 tab. 12 ref.]

**Key words:** soil science; sandy land; land utilization methods; agroforestry; water content; soil-water conservation

收稿日期: 2009-09-16; 修回日期: 2009-12-31

基金项目: “十一五” 国家科技支撑计划项目专题(2006BAD03A0502-02); 辽宁省农业攻关计划项目(2008207002)

作者简介: 惠淑荣, 教授, 从事林业统计预测与控制等研究。E-mail: hsrluihui@yahoo.com.cn

辽宁省西北部地区土地沙化较为严重,风沙危害较大。根据全国第3次沙化和荒漠化土地监测结果,辽宁省现有沙化土地面积 54.96 万  $\text{hm}^2$ ,沙化和荒漠化土地 95.4%分布在辽西北地区<sup>[1-3]</sup>。土地沙化不仅导致辽西北地区生态环境恶化,可利用土地资源减少,土地质量下降,严重制约了当地农业和农村经济的可持续发展,而且还对以沈阳为中心的辽宁中部城市群构成生态威胁<sup>[4]</sup>。土壤水分是沙化地区最珍贵的自然资源之一,盲目开垦土地和水资源短缺是引起该地区沙化面积进一步扩大的主要因素。因此,合理利用土地,对土壤水分进行有效调控和利用是解决这一问题的关键。本研究在辽宁省阜新市彰武县章古台镇典型的沙地上选择3种不同土地利用方式,对其土壤水分动态变化规律进行研究,以期对辽西北沙化土地合理开发利用提供有关水分方面的理论依据。

## 1 研究地区概况与方法

### 1.1 研究地区概况

研究地区位于科尔沁沙地的东南部,辽宁省彰武县章古台镇( $42^{\circ}43'N$ ,  $122^{\circ}22'E$ )。属于干燥亚湿润区气候类型,年均降水量为 450 ~ 500 mm,主要集中在夏季,占全年降水量的 70%。年蒸发量为 1 300 ~ 1 800 mm,冬春两季风大且持续时间长,风速为 4.5 ~ 5.0  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,年均气温为 6.2  $^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为 58% ~ 59%,10  $^{\circ}\text{C}$ 以上积温为 2 890  $^{\circ}\text{C}$ ,无霜期为 150 d,植物生长期( $>5.0^{\circ}\text{C}$ 的天数)为 180 d。试验地 0 ~ 100 cm 的土壤基质为风沙土层,砂粒含量  $>98\%$ ,黏粉粒含量  $<2\%$ ,沙层深厚,达 30 m 左右。

### 1.2 研究样地及水分观测

2008年5月在研究区域内选定该地区有代表性的不同土地利用模式:大扁杏 *Prunus armeniaca*  $\times$  *sibirica*-花生 *Arachis hypogaea*-玉米 *Zea mays*,大扁杏-麻黄草 *Ephedra sinica*,樟子松 *Pinus sylvestris* var. *mongolica* 纯林,3种模式在开垦利用之前为原始荒地,同时选择相同立地条件下的原始荒地作为对照(表1)。各种利用方式及对照的土壤基本性质见表2。

表1 不同土地利用方式概况

Table 1 A survey of different utilizable methods of sandy land

样地编号	利用方式	栽植年限/a	概况
A	大扁杏-花生-玉米	8	带宽为 10 m,长 50 m,栽植 1 行大扁杏,株距为 4 m;间种 6 行花生、4 行玉米和 6 行花生,栽植面积 1.5 $\text{hm}^2$ 。
B	大扁杏-麻黄草	8	大扁杏株行距为 4 m $\times$ 10 m;麻黄草以撒播方式栽植,面积为 1.8 $\text{hm}^2$ 。
C	樟子松纯林	31	林分密度为 856 株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ ,郁闭度 0.95,平均胸径 13.1 cm,平均树高 7.9 m,林下主要植被为猪毛菜 <i>Salsola collina</i> ,牛鞭草 <i>Hemarthria compressa</i> ,艾蒿 <i>Artemisia vulgaris</i> 。
D	荒地(ck)		原始荒草地,未经人为干扰,地势较平坦,主要植被为羊草 <i>Leymus chinensis</i> ,狗尾草 <i>Setaria viridis</i> ,猪毛菜。

表2 土壤基本性质

Table 2 Basic properties of the sampling soils

样地编号	有机质/ ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	全氮/ ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	全磷/ ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	全钾/ ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	碱解氮/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	速效磷/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	速效钾/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	容重/ ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	pH 值
A	2.90	0.24	0.31	12.30	28.1	0.6	25.2	1.52	7.4
B	2.90	0.24	0.31	12.30	28.2	0.6	25.1	1.52	7.4
C	2.90	0.23	0.30	12.28	27.8	0.5	25.1	1.53	7.4
D	2.90	0.23	0.30	12.29	28.0	0.5	25.0	1.53	7.4

在每种利用方式下建立标准地,面积 20 m  $\times$  20 m,3次重复。在每块标准地中随机布设3个土壤水分观测点,分别于2008年5月20日、6月20日、7月20日、8月20日、9月20日、10月20日用 FDR 土壤水分测定仪测定土壤含水量(% ,体积分数)。数据采用 DPS 统计软件进行处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同土地利用方式下不同月份土壤水分的空间变化规律

不同土地利用方式下土壤水分空间分布状况见表 3。方差分析结果表明, 5 月样地 A 和样地 B 土地利用方式之间仅在 0 ~ 10 cm 表层达到了 5% 显著差异, 而与样地 C 和样地 D 相比均达到了显著差异, 说明在整个 0 ~ 100 cm 土层内样地 A 和样地 B 样地水分状况要好于样地 C 和样地 D。从土层深度来看, 各处理各层次变幅不大, 其中样地 C 的 0 ~ 10 cm 土层含水量要远高于其余各层。在整个剖面分布中, 样地 C 含水量低于其余各样地, 在 600 ~ 100 cm 这一层次达到最低值 6.8%。

6 月各样地土壤含水量高低依次为样地 A > 样地 B > 样地 C > 样地 D。在整个 0 ~ 100 cm 土层内, 随着土层深度的增加, 各样地土壤含水量均表现出先增加后降低的趋势, 样地 A, 样地 B 和样地 C

表 3 不同土地利用方式下土壤水分状况

Table 3 Status of soil water content under different utilizable methods of sandy land

观测日期/ (月-日)	样地编号	不同土层土壤含水量/%					
		0 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 60	60 ~ 100 cm
05-20	A	14.7 ± 0.9 a	14.2 ± 2.7 a	14.6 ± 1.7 a	14.6 ± 1.8 a	13.5 ± 0.9 a	12.0 ± 1.7 a
	B	13.4 ± 0.9 b	12.9 ± 2.4 a	13.5 ± 2.2 a	13.9 ± 2.0 a	12.7 ± 0.8 a	11.3 ± 1.2 a
	C	12.1 ± 1.2 c	7.9 ± 1.7 c	8.8 ± 1.3 b	8.5 ± 1.5 c	8.9 ± 0.6 b	6.8 ± 1.0 c
	D	12.5 ± 0.2 c	10.4 ± 0.1 b	10.1 ± 2.1 b	10.4 ± 1.1 b	9.0 ± 1.1 b	9.1 ± 1.1 b
06-20	A	10.7 ± 1.9 a	11.5 ± 0.2 a	12.1 ± 1.0 a	13.0 ± 1.2 a	12.3 ± 1.0 a	9.9 ± 1.3 a
	B	8.9 ± 1.7 b	10.8 ± 1.1 a	11.1 ± 1.6 a	12.0 ± 2.0 a	9.6 ± 2.1 b	8.7 ± 0.9 b
	C	6.2 ± 1.0 c	6.9 ± 1.8 b	7.5 ± 1.4 b	9.1 ± 0.9 b	7.9 ± 0.5 c	6.6 ± 1.0 c
	D	5.5 ± 0.1 c	6.5 ± 0.2 b	6.7 ± 0.1 b	5.9 ± 0.1 c	6.2 ± 0.1 d	7.3 ± 0.2 c
07-20	A	12.9 ± 0.8 ab	18.3 ± 0.5 a	20.0 ± 1.2 a	21.5 ± 0.3 a	22.0 ± 0.7 a	19.2 ± 0.6 a
	B	13.6 ± 1.1 a	16.4 ± 0.4 b	19.0 ± 0.4 a	19.9 ± 2.2 ab	20.6 ± 1.6 b	17.5 ± 1.9 b
	C	12.6 ± 2.2 ab	14.7 ± 3.8 b	15.9 ± 3.3 b	19.5 ± 3.2 b	19.0 ± 1.9 c	7.2 ± 1.9 d
	D	12.1 ± 0.2 b	11.3 ± 0.2 c	9.2 ± 0.1 c	9.2 ± 0.1 c	9.9 ± 0.1 d	8.9 ± 0.2 c
08-20	A	18.3 ± 0.5 a	17.5 ± 0.9 bc	18.8 ± 0.5 a	21.2 ± 1.1 a	19.8 ± 1.1 a	16.0 ± 0.5 a
	B	16.2 ± 1.4 b	16.7 ± 0.4 c	17.9 ± 1.4 a	21.6 ± 1.5 a	18.9 ± 1.1 ab	14.0 ± 1.3 b
	C	14.3 ± 1.4 c	18.4 ± 1.2 a	14.8 ± 2.2 c	15.2 ± 0.8 c	18.3 ± 0.8 b	12.3 ± 0.8 c
	D	16.8 ± 1.1 b	17.8 ± 0.9 ab	16.4 ± 0.4 b	17.7 ± 1.0 b	19.6 ± 1.2 a	11.8 ± 0.4 c
09-20	A	10.8 ± 1.5 b	11.3 ± 0.6 b	12.2 ± 1.0 a	10.6 ± 1.7 b	12.6 ± 0.6 a	12.3 ± 1.1 a
	B	10.3 ± 1.2 b	11.6 ± 2.0 a	11.2 ± 0.5 a	13.3 ± 2.0 a	13.4 ± 2.2 a	12.3 ± 2.5 a
	C	8.8 ± 1.7 c	8.7 ± 3.0 c	8.8 ± 2.1 b	9.9 ± 0.9 b	8.8 ± 0.5 b	8.4 ± 0.6 b
	D	11.2 ± 0.2 a	8.2 ± 0.1 c	6.5 ± 0.2 c	6.9 ± 0.1 c	8.0 ± 0.4 b	7.9 ± 0.4 b
10-20	A	13.9 ± 0.8 a	14.1 ± 1.4 a	11.2 ± 0.7 a	11.8 ± 0.7 a	11.1 ± 0.8 a	11.5 ± 0.9 a
	B	10.4 ± 1.1 c	10.7 ± 1.7 bc	11.2 ± 1.2 a	12.3 ± 1.4 a	12.0 ± 1.3 a	11.1 ± 1.7 a
	C	11.9 ± 0.6 b	11.4 ± 3.0 b	8.8 ± 3.2 b	9.5 ± 1.1 b	8.0 ± 0.5 b	7.7 ± 0.7 b
	D	10.2 ± 1.2 c	9.4 ± 0.9 c	8.6 ± 1.8 b	9.0 ± 1.2 b	7.9 ± 2.6 b	7.4 ± 1.6 b

说明: Duncan 新复极差法 ( $\alpha=7$ ) 进行多重比较, 同列不同小写字母表示差异显著 ( $P<0.05$ )。

均在 30 ~ 40 cm 土层达到最大值, 60 ~ 100 cm 这一层次达到最小值; 而对照则是在 60 ~ 100 cm 这一层次达到最大值 7.3%, 在 0 ~ 10 cm 表层达到了最低含水量, 仅为 5.5%。

7 - 8 月各样地土壤水分状况明显要明显好于其他月份, 这是由于这一时期为土壤的蓄墒期, 全年降水大部分集中在这一时期所致。从表 3 中可以看出, 7 月不同土地利用方式除在表层和底层外其余各层次含水量均高于对照, 均与对照达到了 5% 差异显著水平。从土层深度上来看, 样地 A, 样地 B 和样地 C 最大含水量出现在 30 ~ 40 cm 这一层次, 表现出自表层向下逐渐增加, 达到最大值后又开始降低的趋势, 其中样地 A 和样地 B 在 0 ~ 10 cm 表层达到最小值, 而样地 C 则是在 60 ~ 100 cm 这一层次达到最小值 7.2%。与对照相比, 3 种利用方式均能改善土壤水分状况, 增加土壤储水量。8 月土壤含水量与 7 月相同的是各处理均在 30 ~ 40 cm 这一层次达到水分最大值, 不同的是各处理的最小值出现在 60 ~ 100 cm 这一层次。样地 A 和样地 B 只在 0 ~ 10 cm 和 60 ~ 100 cm 2 个层次达到显著差异, 而其余层次没有差异。在 30 ~ 40 cm 这一层次样地 A 和样地 B 的含水量要显著高于对照和样地 C, 其余层次不同利用方式与对照相比无明显差异。

9 月样地 A, 样地 B 和样地 C 土壤含水量除表层外其余各层次含水量均高于对照。其中样地 A 和样地 B 均与对照达到了显著差异, 而样地 C 只在 20 ~ 40 cm 层次上与对照达到了显著性差异。样地 A 和样地 B 各层次含水量要高于样地 C。样地 A 和样地 B 之间相比, 除在 10 ~ 20 cm、30 ~ 40 cm 层次达到显著差异之外, 其余各层次均无显著性差异。从土层深度上看, 各种利用方式下土壤含水量随着土层深度的增加而增加, 当达到最大值后又呈现出降低趋势, 而对照的土壤含水量则是在 0 ~ 10 cm 表层达到最大值, 之后随着土层深度增加而减小, 达到最小值后又逐渐升高。

10 月, 样地 A 和样地 B, 样地 C 和样地 D 土壤含水量只在 0 ~ 20 cm 层次达到了显著性差异, 而 20 ~ 100 cm 层次均未达到显著性差异, 且样地 A 与样地 B 的土壤含水量要高于样地 C 和样地 D, 达到了 5% 显著性差异。此外, 10 ~ 20 cm 层次样地 A 的土壤含水量要远高于其余样地各层次的含水量, 达到了 14.1%。

## 2.2 不同土地利用方式下各层次土壤水分的月动态变化规律

从图 1-1 ~ 2 中可以看出, 0 ~ 10 和 10 ~ 20 cm 2 个层次具有相似的变化规律, 表现为先降低到整个年份的最小含水量之后升高, 达到最大值后又趋于减少, 最后到达一个稳定含水量的变化过程, 其中最小值出现在 6 月, 而最大值则出现在 8 月。从图中还可以看出, 对照在整个年份内变化幅度最大, 其余各种利用方式与对照相比具有稳定的水分动态, 同时还具有较好的水分状况, 含水量要高于对照。说明各种利用方式具有较强的抗旱适应能力, 能够改善土壤水分状况, 在较为严重的干旱季节能够缓解旱情, 降低灾害损失。

从图 1-3 ~ 5 中可以看出, 20 ~ 30, 30 ~ 40, 40 ~ 60 cm 这 3 个层次的土壤含水量在整个年份内具有一致的变化规律, 且都变化较为剧烈, 因此, 我们可以将这 3 个层次同划为中层土壤水分剧烈变化区域。这一区域内各种利用方式的土壤含水量在各月份内均高于对照。各种利用方式之间比较为样地 A 与样地 B 相近, 均好于样地 C。样地 A, 样地 B 和样地 C 3 种利用方式的土壤含水量具有一致的变化趋势, 表现为 5, 6, 9 和 10 月水分变幅较小, 含水量均较低, 而在 7 月和 8 月土壤含水量急剧增加, 远高于其余各月份, 并都在 7 月达到最大值。对照的水分变化规律与各种利用方式相比有所不同, 表现出降低—升高—降低的趋势, 其中最小含水量出现在 6 月, 最大值则出现在 8 月。

图 1-6 为不同土地利用方式下 60 ~ 100 cm 层次土壤水分的月变化情况。整体上看, 样地 A 和样地 B 的土壤含水量高于样地 C 和样地 D。且样地 A 和样地 B 土壤含水量的变化规律一致, 样地 C 与样地 D 的变化规律相一致。7 月, 样地 A 和样地 B 的土壤含水量达到最大, 之后逐渐减少并趋于平缓, 而样地 C 和样地 D 则在 8 月达到最大值, 且在整个年份内无太大变动。可以将这一层次划分为深层土壤水分的稳定区域。

## 3 讨论与结论

在干旱半干旱地区, 土壤含水量是影响作物生长和植被恢复的重要因子。一方面, 土壤含水量的

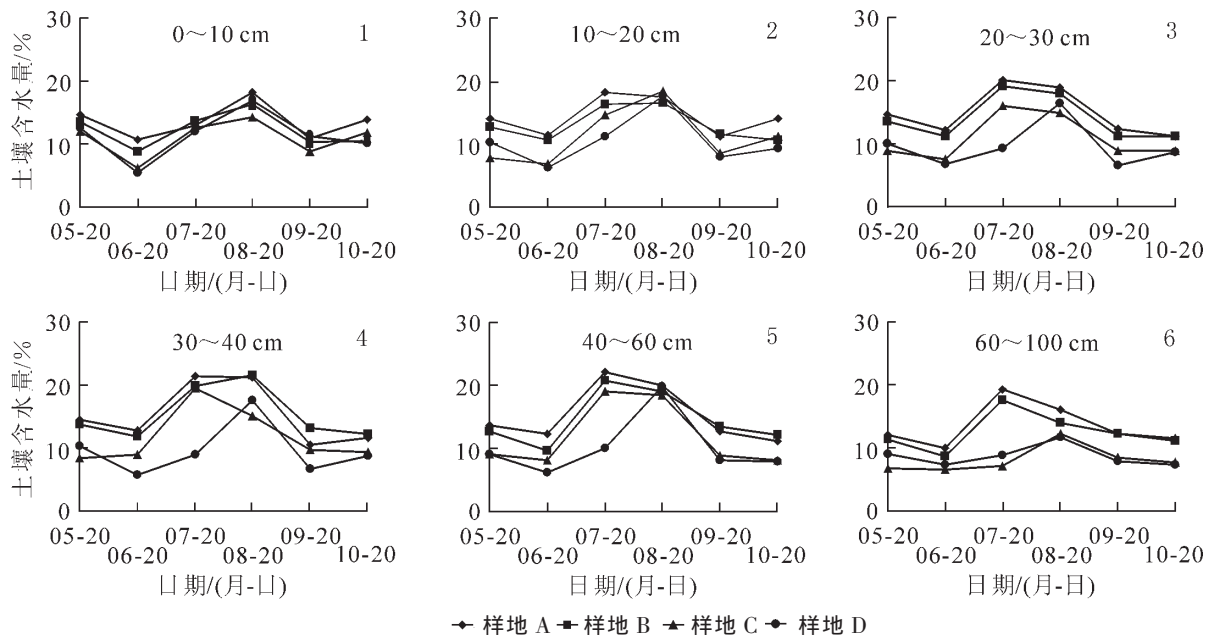


图 1 不同土地利用方式下 0 ~ 100 cm 土壤水分的月变化

Figure 1 Change of 0-100 cm soil water content under different utilizable methods each month

时空变化受降水<sup>[5]</sup>、植被<sup>[6]</sup>、地形<sup>[5]</sup>、土壤<sup>[7]</sup>和土地利用方式<sup>[8-10]</sup>等因素的影响；另一方面，土壤含水量又影响着植物蒸腾、地表蒸发、地表径流和土壤内的水分交换<sup>[6,11]</sup>。本研究中的降水、植被、地形及土壤等因素在开垦之前较为一致，所以土壤含水量的变化主要是由不同土地利用方式造成的。总体而言，大扁杏-花生-玉米，大扁杏-麻黄草 2 种方式的土壤水分状况好于其他 2 种利用类型，这是由于大扁杏-花生-玉米和大扁杏-麻黄草利用方式下具有乔-草的层次结构，覆盖度高，使得林地比较郁闭，这就增加了对降水的截留，减弱了土壤的蒸发作用，而其他 2 种方式的低覆盖度和单一的层次结构以及草本植物浅的根系是其土壤蓄水量低的主要影响因素。

本研究中各种利用方式下 5 月土壤含水量要高于 6 月，这是因为 5-6 月该地区降水很少，而进入 6 月以后，树木各器官开始萌动，需要大量水分来用于自身生长的蒸腾作用，这就消耗了土壤中的水分，导致了这一现象出现。到了 7-8 月，降水频繁，全年降水大部分集中在这一时期，各种利用方式下的土壤水分状况都较好，土壤水分不但完全能够满足树木、作物、植被的生长，还能储蓄一部分水，这一时期被称为土壤的蓄墒期。如何有效地保存、合理科学地利用这一部分水分，对于缓解辽西北地区旱情具有重要的现实意义。研究还表明，8 月樟子松纯林利用方式下土壤水分在 30~40 cm 层次含水量低于对照，形成土壤水分亏缺层，这与焦树仁<sup>[12]</sup>的研究结果一致；而 60~100 cm 层次中各样地含水量趋于一致，主要原因是该地区土壤以沙质土壤为主，降水入渗速度快，雨后表层土壤水分很快就渗入到深层土壤中，这就导致了各样地底层土壤含水量无显著变化。进入 9-10 月以后，无论何种利用方式下，在整个 0~100 cm 剖面中含水量的变幅都很小，说明这一时期水分趋于稳定状态，由于各处理所处气候环境条件相同，而这 2 个月基本没有降水，同时树木也进入生长末期，对水分要求减少，导致了这一现象的出现。

综上所述，在辽西北沙化地区栽植大扁杏-花生-玉米和大扁杏-麻黄草 2 种土地利用方式能显著改善土壤水分状况，积蓄一定的水分，为作物的良好生长提供了保障，这对于辽西北水资源匮乏的干旱地区尤为重要。因此，在该地区应用这 2 种土地利用方式既能为当地居民带来显著的经济、生态和社会效益，还能改善该地区的生态环境，并能有效地遏制土地进一步沙化，使生态环境向良性方向发展，从而实现资源的可持续利用。

## 参考文献:

- [1] 朱俊凤, 朱震达. 中国沙漠化防治[R]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [2] 苑晓志. 辽宁省土地利用现状调查数据汇编[R]. 沈阳: 辽宁省土地资源调查办公室, 1998.
- [3] 佟士儒. 辽宁土地资源调查数据集[M]. 沈阳: 辽宁大学出版社, 1989.
- [4] 姜玉林. 辽宁西北部地区土地沙化成因及防治对策[J]. 杂粮作物, 2008, 28(2): 123 - 124.  
JIANG Yulin. The origin and countermeasures for control and prevention of land desertification in northwestern Liaoning Province [J]. *Rain Fed Crop*, 2008, 28(2): 123 - 124.
- [5] YOO C, VALDES J B, NORTH G R. Evaluation of the impact of rainfall on soil moisture variability [J]. *Adv Water Resour*, 1998, 21: 375 - 384.
- [6] URSINO N, CONTARINI S. Stability of banded vegetation patterns under seasonal rainfall and limited soil moisture storage capacity [J]. *Adv Water Resour*, 2006, 29: 1556 - 1564.
- [7] HAWLEY M E, JACKSON T J, MCCUEN R H. Surface soil moisture variation on small agricultural watersheds [J]. *J Hydrol*, 1983, 62: 179 - 200.
- [8] FU Bojie, WANG Jun, CHEN Liding, *et al.* The effects of land use on soil moisture variation in the Danangou catchment of the Loess Plateau, China [J]. *Catena*, 2003, 54: 197 - 213.
- [9] GIERTZ S, JUNGE B, DIEKKRUGER B. Assessing the effects of land use change on soil physical properties and hydrological processes in the sub-humid tropical environment of West Africa [J]. *Phys Chem Earth*, 2006, 30: 485 - 496.
- [10] QIU Yang, FU Bojie, WANG Jun, *et al.* Spatiotemporal prediction of soil moisture content using multiple-linear regression in a small catchment of the Loess Plateau, China [J]. *Catena*, 2003, 54: 173 - 195.
- [11] CHULSANG YOO, SANGDAN KIM. EOF analysis of surface soil moisture field variability [J]. *Adv Water Resour*, 2004, 27: 831 - 842.
- [12] 焦树仁. 章古台沙地樟子松人工林土壤水热状况的初步研究[J]. 林业科学, 1983, 9(2): 195 - 200.  
JIAO Shuren. Preliminary study on soil water-heat condition of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* Litv. plantations in Zhanggutai Sand [J]. *Sci Silv Sin*, 1983, 9(2): 195 - 200.



## 新增 7 个农业推广硕士专业学位授权领域

国务院学位办公布了 2010 年农业推广硕士新增领域名单, 浙江农林大学申请的农业机械化、农业信息化、农业资源利用、食品加工与安全、园艺、植物保护、作物等 7 个推广领域全部获批。至此, 浙江农林大学共有农业推广硕士专业学位推广领域 9 个(包括原有的林业和农村与区域发展 2 个推广领域), 占农业推广硕士全部领域(共 13 个)的 70%, 9 个推广领域分别隶属于林业与生物技术学院、经济管理学院、工程学院、环境科技学院、农业与食品科学学院、信息工程学院等 6 个二级学院。

农业与食品科学学院、工程学院和信息工程学院今年开始可以独立招收和培养在职农业推广硕士, 从 2011 年开始可以独立招收和培养全日制农业推广硕士研究生。

罗黎敏