

西安高陵人工林土壤干层与 含水量季节变化研究

杜 娟¹, 赵景波^{1,2}

(1. 陕西师范大学西北历史环境与经济社会发展研究中心, 陕西 西安 710062)

2 陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 通过野外调查和室内测定, 利用烘干称重法对高陵地区丰水年前后不同人工林下 0~6 m 土壤含水量及土壤水分的季节变化进行研究。结果表明, 2002 年高陵田家村中国梧桐林和杨树林下 160~400 cm 范围内均已发育了土壤干层。经过 2003 年丰水年充沛的降水补给, 2004 年高陵团庄槐树林、杏树林 0~6 m 土层均未出现土壤干层, 说明水分在丰水年得到很好恢复。丰水年后梨、杏、槐三种人工林 160~400~600 cm 层位土壤含水量均显示春季最高, 夏季次之, 秋季降到最低或略微上升。

关 键 词: 西安高陵; 人工林; 土壤干层; 季节变化

中图分类号: S152.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2007)01-0098-06

目前, 黄土高原正在进行以植树造林、退耕还林还草为主的生态环境建设, 而大面积低产、低效甚至死亡林的出现极大地阻碍了生态环境建设的进程。水分是植物赖以生存的基本因子, 水分不足正限制着黄土高原的生态环境建设^[1-8], 所以查明黄土高原不同地区人工植被下土壤水分状况具有极其重要的意义。前人对生态环境脆弱的延安及以北的黄土丘陵沟壑区天然和人工植被下的土壤水分进行了许多研究^[9-12]。以往研究表明, 由于土壤严重缺水导致的土壤干层现象在延安及以北地区广泛存在^[13, 14], 这正是造成人工林生长不良的真正原因^[15]。而植被生长良好的黄土高原南部地区的土壤水分状况还未引起人们足够的重视, 查明这一地区是否存在土壤干层、揭示土壤水分变化规律对该区生态环境建设有重要的指导意义。

1 研究地区自然地理概况

高陵县 (108°57'~109°10'E, 34°25'~34°35'N) 位于陕西省关中平原腹地, 泾、渭河两岸, 西安市辖域东北部。境内地势平坦, 自西北微向东南倾斜, 海拔约 357~414 m。高陵县属于暖温带大陆性季风气候, 年均温 13℃, 年均降水量 550 mm 左右。四季冷暖分明, 冬季寒冷干燥, 雨雪偏少; 夏季炎热

高温, 日照强烈; 春季气温回升较慢, 并常有冷空气活动, 秋季温和湿润, 时有阴雨。降水和气温年际变化均很大, 常有旱涝等灾害性天气发生。植被以暖温带落叶阔叶林为主, 广泛种植的有梨树林、杏树林、苹果林等果树经济林和梧桐林、杨树林、槐树林等生态林。采样点均位于渭河的二级阶地上, 地形开阔平坦。广泛覆盖于其上的是发育于晚更新世晚期的马兰黄土。该土层为典型风成沉积物, 土质疏松, 粉砂为主, 粘土少量, 分选极好, 结构非常均一, 孔隙发育。在渭河二、三级阶地上, 该地层厚约 10 m 多, 采集的土壤样品均来自于马兰黄土 (L₁) 层。

2 研究方法

土壤样品使用轻型人力钻采取, 每个采样点取样深度为 6 m, 样品间距约为 10 cm, 每个钻孔共取 60 个样品。中间发育弱的古土壤层在地表 6 m 之下, 因而对土壤含水量的入渗无太大影响。样品采集后立刻用铝盒封装, 避免日光照射, 尽快带回室内测定。含水量的测定采用烘干称重法, 烘干温度为 105℃, 烘干时间为 10 小时以上, 烘干前后土重用高精度电子天平称量。土壤含水量公式:

$$W = (W_1 - W_2) / W_2 \times 100\%$$

收稿日期: 2005-08-29 修订日期: 2006-12-28

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40672108)、中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室项目 (SKLLQG0504) 资助。

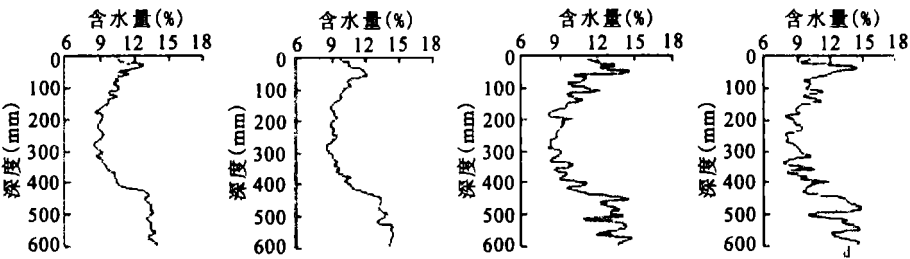
作者简介: 杜 娟 (1978-), 女, 陕西西安人, 助教, 主要研究方向为环境变迁。E-mail: djs235@126.com

其中, W 为所测样品的土壤含水量, W_1 为烘干前土壤样品重量, W_2 为烘干后土壤样品重量。

3 高陵人工林土壤含水量的测定结果

西安地区多年平均降水量为 600 mm 左右, 2003 年年均降水量达到 883 mm, 是西安地区典型的丰水年。实验数据显示, 丰水年前后的人工林土壤含水量存在很大差别。2002 年春季采样点选择在高陵县田家村附近, 所选人工林为 15 龄中国梧桐林和 12 龄杨树林。2004 年的采样点选择在高陵县城南侧团庄附近, 所选树种为 10 龄梨树林、20 龄槐树林和 15 龄杏树林。10 龄梨树的直径约为 10~15 cm, 树高约为 3 m 左右, 植株间距约 2 m。20 龄槐树直径约 20~30 cm, 高约 10 余 m, 植株间距约为 4 m。15 龄杏树直径约为 20~30 cm, 植株间距约为 4 m。

3.1 田家村 2002 年春季人工林土壤含水量
2002 年 2 月 20 日到 2 月 24 日对高陵田家村中国梧桐林进行了打钻取样和室内测定。对梧桐林选取了 2 个采样点, 分别以 a、b 来代表。
中国梧桐林 a 剖面 0~6 m 的土壤含水量变化范围是 8.5%~14.2%, 从上向下含水量先减少, 后增大。根据含水量曲线变化特点, 可将其分为三层。第一层在 0~150 cm 之间, 含水量较高, 变化在 9.7%~12.8% 之间, 平均为 10.8%; 第二层在 160~400 cm 之间, 含水量变低, 变化范围 8.5%~10.6%, 平均为 9.3%, 有土壤干化的现象; 第三层在 410~600 cm, 含水量回升, 变化范围增加到了 10.9%~14.2%, 平均为 13.3% (图 1a)。中国梧桐林 b 剖面的变化规律与 a 接近, 0~6 m 含水量总的变化范围在 8.7%~14.4% 之间。0~150、160~400、410~600 cm 之间的平均含水量分别为 10.5%、9.4% 和 13.4% (图 1b)。



a 中国梧桐林 a剖面土壤含水量; b 中国梧桐林 b剖面土壤含水量;
c 杨树林 a剖面土壤含水量; d 杨树林 b剖面土壤含水量

图 1 高陵田家村丰水年之前人工林土壤含水量

Fig 1 The soil moisture content before the abundant water year below
artificial forest in Tianjia Village of Gaoling

杨树林 a 剖面 0~6 m 的土壤含水量变化范围是 8.1%~14.7%, 根据变化特点, 也可将其分为三层。第一层在 0~150 cm 之间, 含水量较高, 变化在 9.6%~14.7% 之间, 平均为 11.3%; 第二层在 160~400 cm 之间, 含水量变低, 变化范围为 8.1%~10.2%, 平均为 9.1%, 有土壤干化现象; 第三层在 410~600 cm, 含水量回升, 变化范围增加到 9.6%~14.7%, 平均为 12.9% (图 1c)。杨树林 b 剖面与 a 剖面类似, 0~6 m 含水量变化的范围在 8.0%~15.0% 之间。0~150、160~400、410~600 cm 平均含水量分别为 11.0%、9.1% 和 12.9% (图 1d)。

3.2 团庄 2004 年春季人工林土壤含水量

2004 年 4 月 15 日, 我们在高陵县团庄对 10 龄

梨树林和 20 龄槐树林进行了打钻取样和含水量测定。结果显示, 10 龄梨树林 0~6 m 土壤含水量在 10.1%~25.0% 之间波动, 含量变化也可明显分为三层。第一层在 0~150 cm 之间, 含水量较高, 变化范围在 14.5%~25.0% 之间, 平均值为 20.0%; 第二层在 160~400 cm 之间, 含水量在 12.4%~23.4% 间波动, 平均值为 19.8%; 第三层在 410~600 cm 之间, 含水量迅速减少, 变化范围 10.0%~13.6%, 平均值为 11.7% (图 2a)。20 龄槐树林 0~6 m 土壤含水量从上到下基本是持续升高, 变化范围在 12.6%~20.2%。为便于对比, 我们仍将它分为三层。地表 0~150 cm 范围内含水量波动较大, 范围在 12.6%~18.7% 之间, 平均值为 16.3%; 160~400 cm 之间含水量呈增加趋势, 在

15. 9% ~ 18. 3% 之间波动, 平均值为 17. 1%; 第三层在 410~ 600 cm 之间, 含水量稍有增加, 范围在 17. 3% ~ 20. 2% 之间, 平均值为 18. 7% (图 2b)。6 月 8 日夏初, 我们又补充了 15 龄杏树林含水量的测定。15 龄杏树林 0~ 6 m 整个土层含水量从上向下表现出逐渐增加的趋势, 其变化范围在 8. 6% ~ 32. 8% 之间, 第一层在 0~ 150 cm 之间, 波动较大, 含水量较小, 范围在 8. 6% ~ 18. 2% 之间, 平均值 14. 1%, 表层土壤有干化的显示。第二层在 160 ~ 400 cm 之间, 变化范围为 17. 4% ~ 22. 4% 之间, 平均值为 20. 2%; 第三层在 410~ 600 cm 之间, 含水量继续增加, 变化范围在 19. 2% ~ 32. 8% 之间, 平均值为 23. 6% (图 2c)。

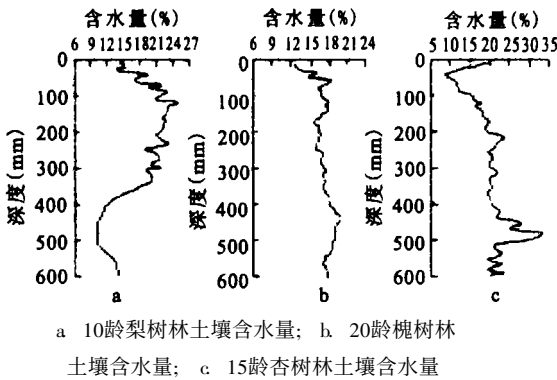


图 2 高陵团庄丰水年后春季人工林土壤含水量

Fig 2 The soilmoisture content in spring after abundantwater year in artificial forest in Tuan V village of Gaoling

3 3 团庄 2004 年夏季人工林土壤含水量

2004 年 8 月 3 日, 我们在夏季对高陵团庄三种人工林进行了土壤样品采集和含水量测定。结果表明, 高陵 10 龄梨树林夏季土壤含水量比春季低, 0~ 6 m 土层含水量总的变化范围在 7. 4% ~ 22. 0% 之间, 平均值为 14. 5%, 据含水量变化同样可大致分为三层 (图 3a)。0~ 150 cm 之间含水量较低, 变化的范围在 8. 6% ~ 19. 7% 之间, 平均值为 13. 7%; 160~ 400 cm 之间含水量明显升高, 变化范围在 12. 0% ~ 22. 0% 之间, 平均 17. 8%; 410~ 600 cm 之间含水量急剧下降, 在 7. 4% ~ 14. 3% 范围内波动, 平均值为 11. 1%, 有干化的显示。

20 龄槐树林夏季土壤含水量变化的范围在 8. 8% ~ 20. 0% 之间, 平均值为 16. 8%。变化趋势大致与春季类似, 0~ 6 m 从上向下含水量呈逐渐增加的趋势。0~ 150 cm 之间含水量变化范围为 8. 8% ~ 15. 6%, 平均为 12. 2%; 160~ 400 cm 之

间, 含水量变化范围为 14. 0% ~ 17. 8%, 平均为 15. 7%; 410~ 600 cm 之间, 含水量的变化范围为 17. 6% ~ 20. 0%, 平均值为 18. 7% (图 3b)。

15 龄杏树林夏季土壤含水量变化范围在 7. 4% ~ 20. 9% 之间, 平均值为 14. 6%。除去表层外, 0~ 6 m 土壤含水量变化趋势为先增加, 后减少。0~ 150, 160~ 400, 410~ 600 cm 三层土壤平均含水量分别为 13. 9%, 17. 8% 和 11. 1% (图 3c)。

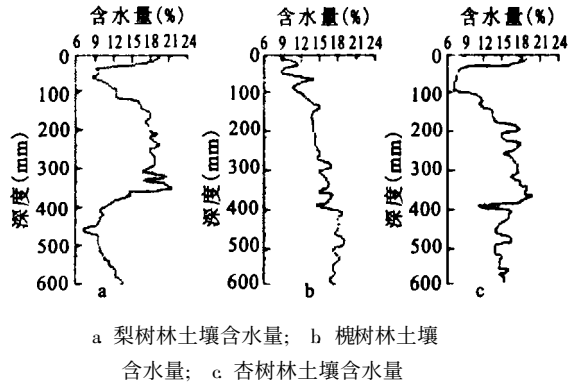


图 3 高陵团庄丰水年后夏季人工林土壤含水量

Fig 3 The soilmoisture content in summer after abundantwater year in artificial forest in Tuan V village of Gaoling

3 4 团庄 2004 年秋季人工林土壤含水量

2004 年 10 月 3 日, 我们继续对三个采样点进行了采样和室内测定。测定结果表明, 高陵 10 龄梨树林秋季土壤含水量比夏季略有减小, 0~ 6 m 含水量变化范围在 7. 6% ~ 22. 2% 之间, 平均值为 13. 1%, 水分含量较低。据含水量变化仍然分为三层。第一层在 0~ 150 cm 之间, 变化范围在 7. 6% ~ 22. 2% 之间, 平均为 12. 6%, 波动变化很大, 这是由于 10 月 1 日、2 日刚降过雨, 地表土层较湿润, 因而含水量较大; 第二层在 160~ 400 cm, 含水量明显升高, 变化范围在 9. 9% ~ 20. 8% 之间, 平均为 16. 0%; 第三层在 410~ 600 cm 之间, 含水量又急剧减少, 变化范围在 8. 2% ~ 12. 1% 之间, 平均减小到 9. 9%, 有干化显示 (图 4a)。

20 龄槐树林 0~ 6 m 含水量变化的范围在 12. 2% ~ 20. 2% 之间, 平均为 16. 8%, 从上向下变化趋势依然由小变大。0~ 150 cm 含水量变化范围在 12. 2% ~ 20. 2% 之间, 平均为 15. 4%; 160~ 400 cm 之间, 其变化范围在 13. 7% ~ 18. 8% 之间, 平均为 16. 0%; 410~ 600 cm 含水量继续增加, 变化的范围在 17. 6% ~ 20. 0% 之间, 平均值上升到 18. 7% (图 4b)。

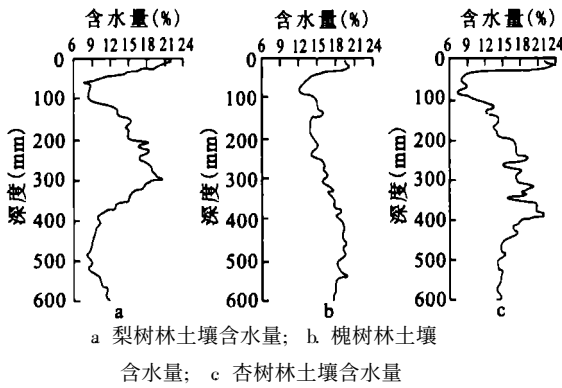


图 4 高陵团庄丰水年后秋季人工林土壤含水量
Fig 4 The soilmoisture content in autumn after abundantwater year in artificial forest in Tuan Village of Gaoling

15龄杏树林土壤含水量变化范围为 7.3% ~ 23.3% 之间, 平均值为 15.3%。第一层在 0~ 150 cm, 含水量波动大, 变化范围在 7.3% ~ 23.3% 之间, 平均为 11.2%; 第二层在 160~ 400 cm 之间, 含水量明显增加, 变化范围在 13.0% ~ 21.9% 之间, 平均为 17.3%; 第三层在 410~ 600 cm 间, 含水量又减小, 变化范围在 13.8% ~ 17.3% 之间, 平均值为 15.1% (图 4c)。

4 讨 论

4.1 高陵人工林下土壤干层及土壤水分的恢复

土壤干层是土壤水分不足的直接后果, 通常用田间稳定持水量来判别是否发育土壤干层^[9]。许多研究表明, 延安地区田间稳定持水量为 12%, 地表以下一定深度水分含量低于 12% 的土层可以被看作土壤干层^[16]。关中地区比延安更温暖湿润, 土层中粘粒含量会有所增加, 由此可以确定高陵地区的田间稳定持水量应该更高一些, 因而以 12% 这个标准判别高陵是否存在土壤干层是保守的, 但也是可靠的。

2002 年高陵田家村中国梧桐林 a 剖面 0~ 150 cm 土壤平均含水量为 10.8%; 160~ 400 cm 土壤平均含水量为 9.3%; 410~ 600 cm 平均含水量为 13.3% (图 1a)。b 剖面 0~ 150、160~ 400、410~ 600 cm 土壤平均含水量分别为 10.5%、9.4% 和 13.4%。可以看出 a b 两剖面 0~ 150 和 160~ 400 cm 之间土壤平均含水量均低于 12%, 出现了明显的土壤干化现象, 而 410~ 600 cm 土壤的含水量又显著升高。杨树林 a 和 b 剖面也表现出同样规律, a 剖面三层的平均含水量分别为 11.3%、9.1%、

12.9%; b 剖面三层的平均含水量分别为 11.0%、9.1%、12.9%。虽然两种树林 0~ 150 cm 土壤平均含水量均低于 12%, 但通常人们不认为是土壤干层。黄土高原降水入渗深度一般不超过 200 cm, 几乎没有深层渗漏^[17-19], 受降水入渗和蒸发的影响, 该层土壤水分极易变化, 即使水分含量降低到很低的水平, 经过雨季也易得到补充, 所以 2 m 以上的土壤干化是暂时性的, 不会发育土壤干层。然而中国梧桐林两个剖面 150~ 400 cm 之间的土壤平均含水量分别为 9.3% 和 9.4%, 杨树林两个剖面这一层位平均含水量均为 9.1%, 都低于 12% 的土壤干层界定标准, 表明土壤干层不仅发育在陕北地区, 关中平原的高陵地区人工林下也有土壤干层发育。而且含水量资料显示正常降水年份 4 m 之下土壤水分明显开始上升, 因此广泛种植的人工林下土壤干层一般在 4 m 之上, 上限从黄土高原降水所能达到的入渗深度算起, 土壤干层出现的层位为约 1.5~ 4 m 之间, 厚度大约可达 2.5 m 左右。但是土壤干层厚度在种植密集的果树经济林中会有所差异, 如密集的梨树林下土壤水分消耗的更多, 土壤干层出现的层位会达到更深, 厚度也会更大。

2004 年高陵梨树林、槐树林、杏树林土壤含水量测定结果显示, 槐树林和杏树林三个季节 150~ 400、410~ 600 cm 之间土壤平均含水量均超过 12% (图 2~ 4)。这说明, 经过丰水年充沛的雨水补给, 人工林下亏缺的土壤水分已完全被补充, 土壤干层已经消失。但是在植株较密集的梨树林下 150~ 400 cm 层位三个季节土壤平均含水量分别为 19.8%、17.8% 和 16.0%, 均高于 12%, 而在 410~ 600 cm 层位三个季节的土壤平均含水量分别为 11.7%、11.1% 和 9.9%, 均低于 12% 的判别标准。由此可见, 梨树林下 160~ 400 cm 之间的土壤水分经过丰水年降水的补给也已得到很好的恢复。这表明植株密集会造成严重的水分亏缺, 丰水年丰富的降水仍不足以补给 4 m 之下土层中的水分, 4~ 6 m 土层范围内在丰水年后仍然有土壤干层存在。

4.2 高陵不同季节人工林土壤含水量的变化

高陵地区气候属于暖温带大陆性季风气候, 一年四季温度和降水量差异均较大, 受降水和人工林生长季节差异, 该地区人工林土壤含水量的季节变化也很明显。根据研究, 在黄土高原地区, 林地的

耗水时段主要集中在生长季节,即每年的4~10月份^[20-21]。因此,我们对2004年4月、8月和10月的土壤含水量进行了比较分析。由于地表下0~150 cm层位含水量极易受外界影响,波动变化很大,我们仅对1.5 m以下层次进行比较。

春季梨树林160~400 cm之间土壤平均含水量为19.8%,夏季降低到17.8%,秋季继续降低,为16.0%;410~600 cm土壤的平均含水量春、夏、秋三个季节仍然依次降低,其值分别为11.7%,11.1%和9.9%。槐树林160~400 cm土壤含水量春季最高,为17.1%;夏季有所降低,含量15.7%;到秋季略有上升,为16.0%;而410~600 cm层位三个季节含水量无明显变化,其值均为18.7%。推测这与槐树林枝干较细,根系分布较浅,深层土壤水分较少被吸收利用有关。杏树林160~400 cm层位春、夏、秋三个季节土壤平均含水量分别为20.2%,18.2%,17.5%,410~600 cm层位三个季节其值分别为23.6%,16.4%和15.1%,同样是土壤含水量随季节依次降低。

以上分析可以看出,三种人工林下不同层位土壤平均含水量均为春季最高,夏季次之,秋季继续降低或略微上升。这正是由于受2003年丰富降水的补给,2004年春季土层中仍积蓄大量的水分,随着气温逐渐回升,树木的生长期逐渐来临,耗水也迅速增加。经过7~9三个月的树木生长和高温造成的蒸发、植物蒸腾,土壤含水量也随之降到最低值。虽然人工林下土层中的水分在丰水年得到了很好的恢复,可是丰水年过后,经过正常年份的降雨期,土壤含水量仍然没有恢复到春季的水平,如果今后没有像2003年那样充足的水分补给,土壤干化现象很快会再次出现。由此可见,土壤干层通过当年正常的降水补给是不能恢复的。

4.3 高陵地区土壤干层与植树造林

资料显示,丰水年之前高陵中国梧桐林下已有土壤干层发育,说明土壤干层向南分布的范围已达关中地区。而且丰水年过后植被较为密集的梨树林下土壤水分仍然没有得到很好的恢复,410~600 cm层位土壤干层依旧存在。但从人工林长势来看,发育的土壤干层并未影响其正常的生长发育,可见发育较弱的土壤干层还是适于人工林生长的。由此推断,在黄土高原生态环境建设中,与高陵地区类似降水量的黄土高原中部和南部地区也可种植像梧桐树、槐树等较高大的乔木和梨树、杏

树等果树经济林。但种植密度应减小,尤其果树经济林的种植密度不宜过大,要避免严重的土壤干层出现。

5 结 论

综上所述,可以得出以下结论:

- 1) 丰水年之前,高陵中国梧桐林和杨树林下160~400 cm之间土壤平均含水量分别为9.3%和9.1%,丰水年恢复后梨树林下深层也有土壤干层存在,说明该地区确有土壤干层发育。
- 2) 丰水年之后,杏树林、槐树林下160~400、410~600 cm含水量均较高,并未出现土壤干层,说明土壤水分已得到很好的恢复。但种植密集的梨树林仅400 cm以上水分得到恢复,400 cm以下仍然有弱的土壤干层发育。
- 3) 丰水年后梨、杏、槐三种人工林下三个季节不同层位的土壤平均含水量均显示春季最高,夏季次之,秋季降到最低或略微上升。
- 4) 虽然高陵地区有土壤干层发育,但从人工林长势来看,土壤干层并未影响人工林的正常生长。但在今后的造林过程中,应尽可能减小种植密度,避免严重的土壤干层出现。

参考文献:

- [1] 程国栋,张志强,李锐.西部地区生态环境建设的若干问题与政策建议[J].地理科学,2000,20(6):503~510
- [2] 李道峰,刘昌明.分布式流域水文模型水量过程模拟——以黄河河源区为例[J].地理科学,2005,25(3):299~304.
- [3] 赵景波,杜娟,周旗,等.陕西咸阳人工林地土壤干层研究[J].地理科学,2005,25(3):322~328
- [4] 毛龙江,黄春长,庞奖励.泾河中游地区全新世成壤环境演变研究[J].地理科学,2005,25(4):478~483
- [5] 王春,汤国安,张婷,等.黄土模拟小流域降雨侵蚀中地面坡度的空间变异[J].地理科学,2005,25(6):683~689.
- [6] 索安宁,王兮之,胡玉喆,等.DCCA在黄土高原流域径流环境解释中的应用[J].地理科学,2006,26(2):205~210.
- [7] 郑粉莉,武敏,张玉斌,等.黄土陡坡裸露坡耕地浅沟发育过程研究[J].地理科学,2006,26(4):438~442
- [8] 李同升,徐冬平.基于SD模型下的流域水资源-社会经济系统时空协同分析——以渭河流域关中段为例[J].地理科学,2006,26(5):551~556
- [9] 徐学选,刘江华,高鹏,等.黄土丘陵区植被的土壤水文效应[J].西北植物学报,2003,23(8):1347~1351
- [10] 彭文英,张科利,江忠善,等.黄土高原坡耕地退耕还草的水沙变化特征[J].地理科学,2002,22(4):397~402
- [11] 罗利芳,张科利,李双才.撂荒后黄土高原坡耕地土壤透水

性和抗冲性的变化 [J]. 地理科学, 2003, **23**(6): 728~ 733.

[12] 陈云明, 刘国彬, 侯喜禄. 黄土丘陵半干旱区人工沙棘林水土保持和土壤水分生态效应分析 [J]. 应用生态学报, 2002, **13**(11): 1389~ 1393.

[13] 王力, 邵明安, 侯庆春. 黄土高原土壤干层初步研究 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2001, **29**(4): 34 ~ 38

[14] 王力, 邵明安, 侯庆春, 等. 延安试区人工刺槐林地的土壤干层分析 [J]. 西北植物学报, 2001, **21**(1): 101 ~ 106

[15] 赵景波, 侯甬坚, 黄春长. 黄土高原土壤干化原因及防治 [J]. 中国沙漠, 2003, **23**(6): 612~ 615

[16] 王力, 邵明安, 侯庆春. 土壤干层量化指标初探 [J]. 水土保持学报, 2000, **14**(4): 87~ 90.

[17] 孙长忠, 黄宝龙. 黄土高原“林分自创性”有效水分供给体系的研究 [J]. 生态学报, 1999, **19**(5): 615~ 621.

[18] 杨海军, 孙立达, 于新晓. 晋西黄土区水土保持林水量平衡的研究 [J]. 北京林业大学学报, 1993, **15**(3): 42~ 50.

[19] 袁建平, 蒋定生. 黄土丘陵沟壑区小流域降雨入渗产流点面转化 [J]. 地理科学, 2001, **21**(3): 262 ~ 266

[20] 余新晓, 张建军, 朱金兆. 黄土地区防护林生态系统土壤水分条件的分析与评价 [J]. 林业科学, 1996, **32**(4): 289 ~ 296

[21] 何永涛, 李文华, 李贵才, 等. 黄土高原地区森林植被生态需水研究 [J]. 环境科学, 2004, **25**(3): 35~ 39

Seasonal Change of Soil Moisture Content in Dried Soil Layer
in Artificial Forest in Gaoling of Xi'an

DU Juan¹, ZHAO Jing-Bo^{1, 2}

(1 Center for Historical Environment and Socio-Economic Development in Northwest China, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062; 2 College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062)

Abstract Through field investigation and indoor determination by the method of drying and weighing the soil moisture content in the layer of 0- 6m and seasonal change of soil moisture content in artificial forest before and after abundant water year in Gaoling of Xi'an were studied in this paper. The results show that there were all dried soil layers in the 160- 400cm layer below Chinese parasol trees and poplar trees in 2002. In 2004, from 0 to 6m the dried soil layer has not appeared below the apricot and Chinese scholar trees, which proved that the soil moisture has resumed completely in abundant water year of 2003. After the abundant water year soil moisture content in 160- 400cm and 410- 600cm below pear, the apricot, Chinese scholar trees all are highest in spring, next is in summer, it is lowest or rises slightly in autumn.

Key words Gaoling of Xi'an; artificial forest; dried soil layer; seasonal change