

陕西咸阳人工林地土壤干层研究

赵景波^{1,2}, 杜娟¹, 周旗¹, 岳应利¹

(1. 陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062; 2. 中国科学院
地球环境研究所黄土与第四纪地质国家重点实验室, 陕西 西安 710075)

摘要: 根据咸阳庞西村苹果林地、梧桐林地和草地土壤含水量测定, 研究了 0~6 m 土壤含水量的变化和土壤干层特点与分布。结果显示, 咸阳人工林地从表层向下含水量呈现由高到低再到低的变化; 10 龄苹果林地 2~4 m 深处土壤含水量平均为 8.3%, 12 龄梧桐林 2~4 m 深处土壤含水量平均为 8.6%, 均发育了明显的土壤干层; 4 龄苹果林下土层有干化显示, 但无干层发育; 草地土层含水量明显较苹果林地高, 无土壤干化的显示。研究表明, 土壤干层形成的具体原因一是降水量少决定的薄膜水带埋藏深度小, 二是薄膜水的运移速度缓慢和含水量低。为保持人工林基本正常的生长和土壤水的正常运移, 应避免严重的土壤干层出现。咸阳附近土壤干层的出现表明土壤干层在黄土高原广泛分布, 该区的植被恢复首先应以疏林或森林草原为主, 待土壤水分改善后再考虑恢复森林植被。

关键词: 咸阳地区; 人工林; 土壤干层; 形成原因

中图分类号: S152.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2005)03-0322-07

在降水较丰富地下水很浅的少数地区, 植物生长所需水分主要来自地下水和部分土壤水。然而在黄土高原区和中国北方绝大多数地区, 降水较少, 地下水埋深大, 土壤水成为植物生长所需水分的主要来源。由于黄土高原降水较少, 土壤水分含量不高, 已成为制约该区植被发育的关键因素。当前黄土高原正在进行生态环境建设, 为使该项工程达到预期目的, 研究土壤含水量的变化及其对植被的影响是非常重要的。中国西北环境退化问题严重^[1-3], 这已引起了人们的广泛关注。关于黄土高原土壤含水量及其变化, 已进行过较长期的研究, 取得了许多重要成果。现已查明黄土高原幼龄期人工林生长基本正常, 持续到约 10 年之后就出现了生长不良的状况^[4-5]。黄土高原区所见的树木干梢、弯曲、矮小的“老头树”就是人工林生长不良的具体表现。研究表明, “老头树”生长不良的原因是土壤水分的不足而引起的土壤干层的出现^[4-6]。所谓土壤干层, 并不是土壤学定义的地表 2 m 以上土壤中的干层, 而是指地表之下 2~4 m 深处的干层^[5-7], 实际上是黄土母质中的干层。因

通常都称该层为土壤干层, 所以本文仍沿用这一名称。近年来, 国际上对土壤水分的入渗、运移规律、植物蒸腾对土壤水分的影响等进行了大量研究^[8-11], 但一般限于研究所在国家的水土条件, 结合中国深厚黄土层和植被建设的研究很少。土壤干层的研究具有重要科学意义和实际价值。土壤干层的出现, 表明人工林已不能正常生长, 它的有无和发育强弱是植树造林必须考虑的关键问题。虽然过去对黄土区土壤水分进行了许多研究, 但研究的主要地区是黄土高原北部^[12-13], 中部地区也有少量研究^[14], 在南部的关中地区尚未见有人工林下土壤干层发育的报道。本文根据咸阳人工林土壤含水量测定, 讨论土壤干层分布和成因等问题。

1 采样地点和方法

研究地点位于咸阳市西北约 10 km 的双照镇庞西村和咸阳市北约 5 km 的东石村, 样地植被为苹果林、梧桐林和草地 3 种。采样点地处 108°38'E, 34°24'N。苹果林树龄分为两种, 一种是 10 龄, 另一种是 4 龄。10 龄苹果树直径约为 15~20 cm,

收稿日期: 2004-05-26 修订日期: 2004-10-09
基金项目: 陕西省自然科学基金项目 (2002D02)、中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室项目 (SKLQG0411) 国际地质对比计划项目 (GCP448)
作者简介: 赵景波 (1953-), 男, 山东滕州人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事自然地理研究。E-mail: zhaojb@sinu.edu.cn

树高多为 3 m 左右, 植株间距为 3 m。4 龄苹果树直径约为 5 cm, 树高为 1.5 m 左右。12 龄梧桐林树径 30 cm 左右, 高度 10 余 m, 植株间距为 4 m 左右。另对苹果林附近的草地也进行了采样。为获得可靠资料, 对 10 龄苹果林地和 12 龄梧桐林分别进行了 3 个钻孔剖面的含水量测定, 对 4 龄苹果林地和草地分别进行了 1 个和 2 个剖面的含水量测定。各样地现代土壤为褐色土, 母质均为马兰黄土, 除表层 0.5 m 含人为带入的少量砂砾外, 其下的土层颗粒成分很均一, 粉砂为主, 分选极好, 土质疏松, 具团粒和团块结构。

样品利用轻型人力钻采取, 采样深度为 60 m, 采样间隔为 10 cm。含水量测定采用被认为是可靠、准确的烘干称重法。烘干温度为 105℃, 烘干时间 10 小时, 烘干前后土重用高精度电子天平称量。

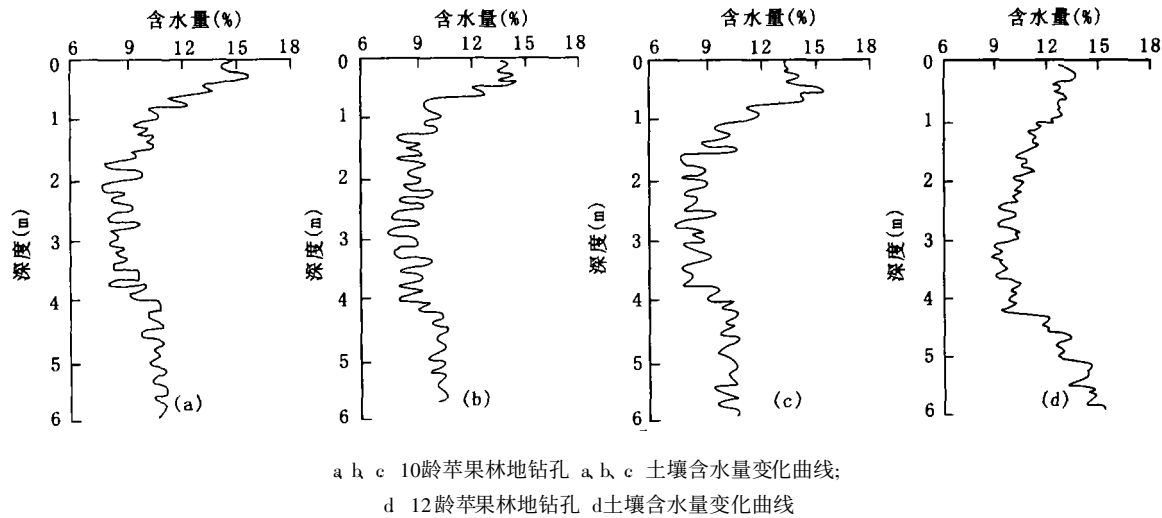
2 土壤含水量测定结果

2.1 苹果林地土层含水量

2003 年 5 月 7~9 日, 我们在咸阳双照镇庞西村 10 龄苹果林下采取 3 个剖面的样品, 采样间距

为 10 cm, 每个剖面采样 60 块左右。采样前曾降小雨, 未有人工灌溉。第一个剖面 (图 1a) 含水量测定结果得知, 10 龄苹果林土壤含水量变化在 7.2%~15.6% 之间。据土层含水量在垂向上的变化, 可将其分为 3 个层次。由上向下第 1 层为 0~100 cm, 含水量较高, 变化在 9.3%~15.6% 之间, 平均含水量为 13.2%。该层易受大气降水和人工灌溉影响, 干湿变化大。第 2 层在 100~400 cm 之间, 含水量较低, 变化在 7.2%~10.6% 之间, 平均值为 8.7%。该层为水分变化的次活跃层, 水分含量变化较第一层缓慢, 对植物供水性强。在该层中的 200~400 cm 之间为通常所说的干层带, 平均含水量为 8.3%。第 3 层位于 400~600 cm 之间, 含水量增高, 变化在 9.5%~11.2% 之间, 平均含量为 10.8%。该层为相对稳定层, 受降水补给缓慢, 植物对该层中的水分利用减少, 含水量增加, 变化较小。第 2 和第 3 个剖面的含水量高低与变化规律 (图 1b、c) 与第 1 个剖面基本相同。2001 年 3 月 6~8 日对东石村 12 龄苹果林地含水量测定结果 (图 1d) 与庞西村土层含水量变化很相近。

我们于 2003 年 5 月 11 日对咸阳庞西村 4 龄

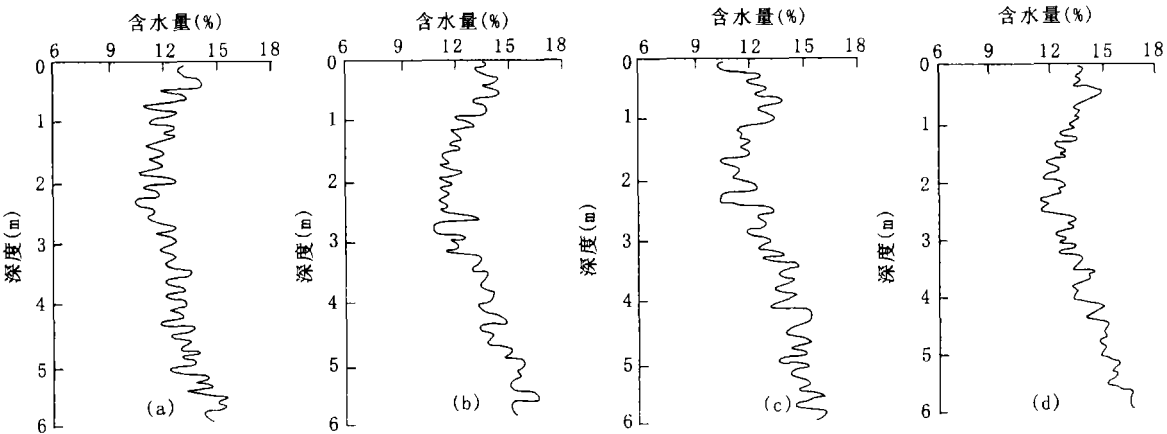


a b c 10 龄苹果林地钻孔 a b c 土壤含水量变化曲线;
d 12 龄苹果林地钻孔 d 土壤含水量变化曲线

图 1 咸阳庞西村和东石村苹果林地土壤含水量

Fig. 1 Soil moisture content under apple trees at Pangxi village and Dongshi village in ianyang

苹果林地打了 1 个 6 m 深的钻孔, 每 10 cm 取样一个, 共取样品 60 块。由 60 块样品的测定得知, 4 龄苹果村下土层含水量变化在 9.8%~15.4% 之间, 平均含量为 12.6% (图 2a)。根据含水量差异, 也可将剖面中的含水量变化分为 3 层。上部 0~100 cm 为第 1 层, 含水量变化在 10.7%~13.8% 之间, 平均含水量为 12.4%; 中部 100~400 cm 含水量变化在 9.8%~13.3% 之间, 平均含水量为 11.9%; 下部 400~600 cm 含水量变化在 11.2%~15.3% 之间, 平均含水量为 13.6%。4 龄苹果林土层含水量在剖面中的变化与 10 龄苹果林地相同, 均呈现由高到低再到高的变化, 但前者含水量比后者明显高。



a 庞西村 4 龄苹果林地土壤含水量变化曲线; b c 庞西村 b 孔与 c 孔
草地土壤含水量变化曲线; d 东石村玉米地土壤含水量变化曲线
图 2 咸阳 4 龄苹果林地、草地和玉米地土壤含水量

Fig 2 Soilmoisture content under apple trees grown for 4 years grassland and corn land in xianyang

2 2 草地土层含水量

2003 年 5 月 23~24 日,我们在庞西村附近草地进行了 6 m 深的钻孔取样,取样间距为 10 cm 左右,2 个钻孔分别取样 58 个。第 1 孔样品分析结果(图 2b)表明,草地土壤含水量较高,上部 0~100 cm 含水量变化在 10.4%~14.2%,平均含量为 12.3%;中部 100~400 cm 土壤含水量增加,变化在 10.6%~14.8%之间,平均含量为 13.2%;下部 400~600 cm 含水量在 13.2%~16.3%之间,平均含量为 14.5%。第 2 孔样品分析结果(图 2c)与第 1 孔大同小异。2001 年 3 月 6~7 日,对东石村玉米地 60 块样品土层含水量测定结果(图 2d)与庞西村草地大致相同。因为草本植物消耗水分较木本植物少,所以草地和玉米地剖面中部含水量高于上部,这是草地与苹果林地土壤含水量明显不同之处。虽然草地在 100~400 cm 之间含水量相当高,但比 400 cm 以下含水量偏低,或许是草本植物根系也吸收了该层段中一定的水分。

2 3 梧桐林地土层含水量

2003 年 5 月 12~13 日,我们在咸阳双照镇庞西村 12 龄梧桐林下采取了 3 个剖面的样品,采样间距为 10 cm,每个剖面共采集样品 60 块。第一个剖面(图 3 a)含水量测定结果得知,12 龄梧桐林土壤含水量变化在 8.1%~15.2%之间。据土层含水量在垂向上的变化,同样可分 3 个层次。由上向下第 1 层为 0~100 cm,含水量较高,变化在 9.7%~15.2%之间,平均含水量 12.8%。第 2 层在 100~400 cm 间,含水量较低,变化在 8.6%~

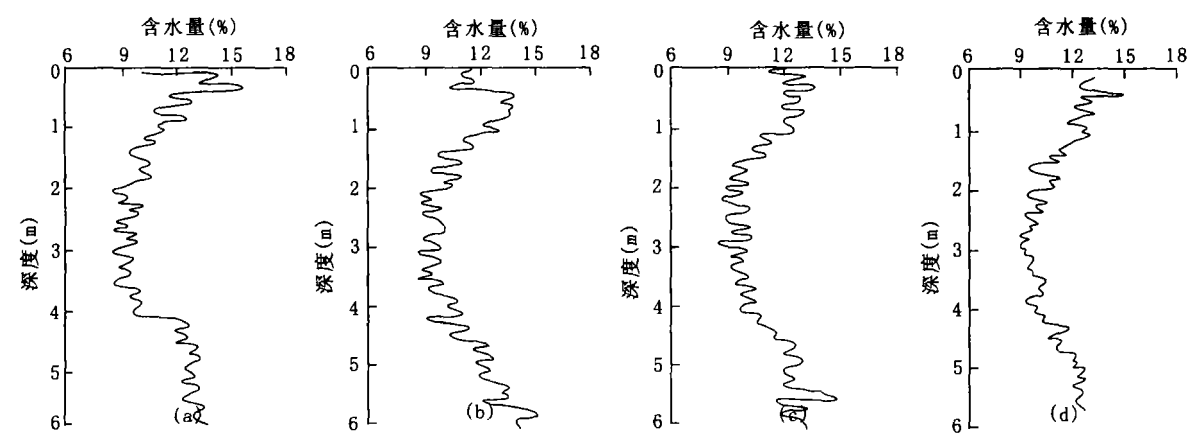
10.8% 之间,平均值为 9.3%。在该层 200~400 cm 之间的含水量最低,平均含水量为 8.7%。第 3 层位于 400~600 cm 之间,含水量增高,变化在 9.3%~13.6%之间,平均含量为 12.2%。第 2 和第 3 个剖面的含水量比第 1 个剖面略高,但变化规律(图 3 b c)与第 1 个剖面相同,200~400 cm 含水量为 8.8%~9.1%,同样存在土壤干层。2001 年 3 月 6~7 日对东石村 16 龄梧桐林地土壤含水量测定结果(图 3d)也显示出与庞西村 12 龄梧桐林地基本相同的含量和变化特点。将 12 龄和 16 龄梧桐林地土壤含水量与 10 龄苹果林地相比可知,两者含水量很接近,在剖面上的变化特点基本相同,只是前者含水量比后者略高,这应当是梧桐林植株间距比苹果林大造成的。

3 讨 论

3 1 人工林对土壤水的影响

苹果树和梧桐树等植物的生长消耗了土壤水分,会造成土壤含水量的减少。苹果树等植物主要通过蒸腾作用消耗土壤水分。随着苹果树由小到大的生长变化,树冠逐渐加大,枝叶由疏变密,蒸腾面积增加,耗水量加大。因此,幼龄树消耗水分少,中龄树消耗水分大,老龄树耗水又有所减少。对同龄树而论,植株密集耗水多,植株稀疏耗水少。

虽然植物生长和植被发育造成土壤水分的降低,但植被发育对土壤水分也存在有利的一方面,这就是能增强大气降水的入渗,能减少水土流失和地面土壤水分的蒸发。植被盖度越大,水土流失越



a, b, c 庞西村 12 龄梧桐林地钻孔 a, b, c 剖面的土壤含水量变化曲线;
d 东石村 16 龄梧桐林地钻孔剖面的土壤含水量变化曲线

图 3 咸阳梧桐林地土壤含水量

Fig 3 Soilmoisture content under Chinese parasol trees in ianyang

弱,土壤水分蒸发越小。因此,植被的发育能增强土壤水分的有效利用。此外,植被还有改善气候,增加降水等作用。蒸发作用主要影响上部 1 m 左右厚度的土层,而乔木吸收分水则影响到土层 10 余 m 的深部。因此,在干旱和半干旱地区,人工林常导致土壤水分的过量消耗和土壤干化。在降水较丰富地区,植被也会消耗大量土壤水分,只是由于这样的地区土壤水分补给来源充足,不会形成土壤干化。

虽然人工林既有耗水的一面又有保护水土的一面,但从咸阳庞西村不同树龄苹果林和草地土壤含水量变化以及前人对黄土高原北部人工林土壤含水量的研究^[5 9 13]可知,人工林的耗水作用明显大于其保水作用,这也是黄土区相当广泛地出现了土壤干层的原因。尽管如此,由于植被具有改善气候、抑制土壤侵蚀和产生经济效益等多种有益的作用,所以人们还应积极发展人工植被。只要发展适合当地气候条件的植被,应该说不会引起严重的土壤干层出现。

3 2 咸阳人工林下干层发育强度和土壤干化影响深度分析

通常认为,土层中含水量低于 10% 可视为土壤干层^[15]。由于地表 2 m 左右的土层易受蒸发作用和大气降水影响,干湿变化大,即使含水量很低,也易于恢复,所以土壤上部 2 m 土层变干是暂时性的,通常不叫土壤干层。在 2 m 以下,土壤水很少受蒸发作用影响,水分补充缓慢,是真正的土壤干层分布层位。土壤干层通常分布在 2~ 4 m 之

间^[7 12 16],咸阳庞西村人工林地土壤含水量(图 1,图 2 图 4)最低层段也在这一深度范围内。

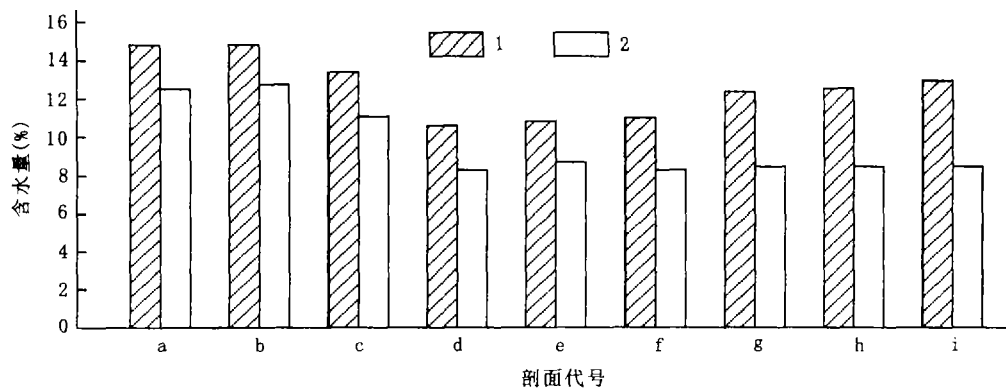
根据土壤干层确定标准,并结合咸阳庞西村人工林下土壤含水量可知,咸阳 10 龄苹果林地 200~ 400 cm 深度范围内平均含水量为 8.3%,12 龄梧桐林 200~ 400 m 土层平均含水量为 8.7%,出现了明显的土壤干层。据含水量差别,土壤干层可分为 3 级,含水量低于 5% 的为水发育强的干层,含水量在 5% ~ 8% 之间的为发育中等的干层,含水量在 8% ~ 10% 间为发育弱的干层^[15]。根据这一划分标准可知,咸阳庞西村人工林是发育弱的土壤干层(图 4 d e f g h i)。4 龄苹果地有一定干化,但无干层发育(图 4 c),草地含水量基本正常(图 4 a b)。

咸阳已接近黄土高原南部边缘,降水量比黄土高原中北部多,该区土壤干层的明显发育指示黄土高原土壤干层分布是相当广泛的。

从草地 4~ 6 m 土层平均含水量通常高于 14% 和 10 龄人工林 4~ 6 m 土层平均含水量一般小于 12.5% 确定,咸阳人工林土壤干化影响深度已达到了 6 m 的深度(图 4 d e f g h i)。

3 3 土壤干层形成原因分析

不同地区气候和植被条件不同,土壤干层产生原因也不同。一是自然原因决定的干层,二是人为因素引起的干层。在降水少的地区,土壤水分不能满足树木生长的需要,干层就自然产生了。自然干层主要出现在干旱和半干旱区。在半湿润区,由于人工造林或造林措施不当,常会引起土壤干层。



a、b. 庞西村 2 个草地剖面土层含水量；c. 庞西村 4 龄苹果林地土层含水量；d、e、f. 庞西村 3 个 10 龄苹果林地剖面含水量；g、h、i. 为 3 个 12 龄梧桐林地剖面含水量；j. 东石村 16 龄梧桐林地土层含水量
1. 为 4~6 m 土层含水量；2. 为 2~4 m 土层含水量；

图 4 咸阳不同植被和不同深度土层含水量

Fig 4 Soilmoisture content under different vegetation and in different depth range in ianyang

在这样的地区, 由于人工林密度大或生长快, 过多地消耗了土层中的水分, 引起了土壤干层的出现。当然, 也有一些干层是自然与人为因素共同作用的结果。在黄土高原不适于造林的半干旱区进行造林是引起土壤干层出现的重要原因。在延安以北的半干旱森林草原区造林, 一般都会出现土壤干层。虽然延安以南属森林带^[17], 但该区降水量只有 550~ 600 mm, 实际上是森林与森林草原的过度带。并且由于近 100 年来该区降水量减少了约 100 mm^[18, 19], 实质上已变为森林草原带。因此, 在延安以南造林也很容易出现土壤干层。另外, 人工林密度较大, 树种多为耗水多的速生种, 加之造林没有遵循从草灌到森林的演替规律, 都促使了土壤干层的形成。

土壤干层一般分布在 2~ 4 m 之间, 查明这一深度范围土层水分存在形式、水分含量特点与运移速度对揭示土壤干层发生机理至关重要。水分蒸发主要限于地表 2 m 以上, 2~ 4 m 土层很少受蒸发作用影响。因此, 2~ 4 m 范围内土层水分变化主要是植物根系吸收的结果。从大气降水入渗分带来看, 在年降水 600 mm 左右条件下, 2 m 左右深度是以重力水形式入渗水到达的下界, 2 m 以下一直到地下水位附近为薄膜水带(表 1)。随着年降水量的增加, 入渗的重力水到达的下界深度不断增加^[19, 20]。薄膜水带的特点是水分含量低, 水分运移非常缓慢, 在植物根系吸收水分的情况下, 薄膜水不能及时补充亏缺的水分, 而重力水又不能到达这一土层, 所以就出现了土壤干层。因为重力水带

的特点是水分含量高, 水分运移速度快, 降水时补给速度快, 所以如果重力水带厚度大于 4 m, 或者说薄膜水带埋藏深度大于 4 m, 那么土壤干层就不会出现了。现代降水多的地区薄膜水埋藏深度大而无土壤干层发育也证明了以上结论是正确的。在中国现代降水量多的南方亚热带地区, 土壤淀积层指示重力水带可达 5~ 8 m 或更厚^[20], 薄膜水带埋藏深度在 5 m 以下, 因而, 这样的地区 2~ 4 m 深度范围无土壤干层发育, 森林生长茂盛。在黄土高原, 只要降水量增加, 重力水带厚度同样会加大, 干层也会消失。如在西安附近第 1、第 5 层古土壤发育时, 降水量达 900 余 mm^[19, 21], 重力水带厚达 5 余 m^[19], 显然 2~ 4 m 没有土壤干层发育。再如 2003 年关中地区降水量增加了 200 余 mm, 我们的测定表明, 西安、临潼等地重力水带厚度增加到了 4~ 5 m, 土壤干层全部消失。

表 1 黄土高原地下水分带与土壤干层分布

Table 1 Zone division of ground water and distribution of dry soil layer

水分分带	深度 (m)	运动特征
重力水带	0~ 2	雨季向下为主, 旱季向上蒸发, 运动很快
薄膜水亏损带 (土壤干层带)	2~ 4	雨季向下, 旱季向上, 运动很缓慢
薄膜水带	4~ 80	上部向上, 中、下部向下, 运动很缓慢
地下潜水带	≥80	水平运动、垂直运动均有, 运动很快

4 土壤干层防治措施

查明了土壤干层产生原因, 就可以有针对性地

采取一定的措施,防治它的产生。自然原因引起的气候变干我们是无法控制的,人工造林或造林不当引起的土壤干层是可以避免或减轻的。根据前述土壤干层发生原因分析得知,2 m 以下含水量低的薄膜水带的存在决定了土壤干层的形成。因此,只要薄膜水带埋藏深度小(2 m 左右)或上部重力水入渗带厚度小(2 m 左右),造林就会出现土壤干层,只是干层发育强度不同而已。严重的土壤干层发生会带来一系列生态环境问题,我们应采取措施,避免严重的土壤干层发生。一是采取使上部重力入渗带厚度加大或薄膜水带埋深加大的措施。具体说来,一方面就是通过建造鱼鳞坑,修梯田等辅助工程措施,增强降水的入渗;另一方面是发展禾本科等草本植物,改变土层结构,增强土层渗透性。二是采取减少对土壤水分吸收的措施。这类措施就是减小造林密度,选择耗水少的造林树种,先发展稀树和草灌植被,待水分条件改善后,再发展人工林。

5 结 论

- 综上所述,可得出以下认识。
- 1) 咸阳附近 10 龄苹果林地和 12 龄梧桐林地 2~ 4 m 发育了明显的土壤干层,表明黄土高原人工林下土壤干层分布达到了关中平原中南部;咸阳附近 10 龄以上人工林土壤干化影响深度已达到了 6 m。
 - 2) 由于关中地区降水量较少,薄膜水带埋藏深度小,薄膜水运移缓慢、含量低,不能及时补充被消耗的水分,这是人工造林易发生土壤干化的主要原因。
 - 3) 在黄土高原延安以南地区和关中地区已不是森林发育的适宜区,该区生态建设应当首先恢复森林草原植被,待生态环境改善后再考虑恢复森林植被。
 - 4) 采取工程措施和改善土壤结构、增强土壤渗透性的植被措施,能够起到增加薄膜水带埋藏深度和减轻土壤干层发生强度的作用。

参考文献:

[1] 姜逢清,朱 诚,穆桂金,等. 新疆当代人地关系紧张情势与

缓解途径 [J]. 地理科学, 2003, **23**(2): 157~ 163

[2] 蒙古军,李正国. 河西走廊张掖绿洲 LUCC 的驱动力分析 [J]. 地理科学, 2003 **23**(4): 467~ 470.

[3] 李香云,王立新,章予舒,等. 西北干旱区土地荒漠化中人类活动作用及其指标选择 [J]. 地理科学, 2004 **24**(1): 68~ 75

[4] 杨维西. 试论我国北方地区人工植被的土壤干化问题 [J]. 林业科学, 1996 **32**(1): 78~ 85.

[5] 侯庆春. 黄土高原地区小老树成因及其改造途径的研究 [J]. 水土保持学报, 1991, **5**(2): 76~ 83.

[6] 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

[7] 李玉山. 黄土区土壤水循环特征及其对陆地水循环的影响 [J]. 生态学报, 1983 **3**(2): 91~ 101

[8] O k W endroth. Observations of measured soil hydraulic properties from laboratory tension disc infiltrometer experiments[J]. Water Resource Research 1998 **34**(9): 2191~ 2202

[9] Yuin E. An infiltration model to predict suction changes in the soil profile [J]. Water Resource Research 1998 **34**(7): 1617~ 1622

[10] Nasar I N. Them ally induced water movement in uniform clay soil[J]. Soil Science 1996 **161**(8): 471~ 479.

[11] Rapp I. Evaporation and crust impedance role in seedling emergence[J]. Soil Science 2000 **165**(4): 354~ 364

[12] 王孟本. 黄土区土壤水分循环水平研究 [J]. 水土保持学报, 1995, **9**(4) : 106~ 108.

[13] 陈云明,侯喜禄,刘文兆. 黄土丘陵半干旱区不同类型植被水土保持效益研究 [J]. 水土保持学报, 2000 **14**(3): 57~ 62

[14] 黄明斌,样新民,李玉山. 黄土区渭北旱塬苹果基地对区域水循环的影响 [J]. 地理学报, 2001, **56**(1): 7~ 13.

[15] 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

[16] 杨文治,邵明安. 黄土高原土壤水分研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2000 86~ 114

[17] 王义凤. 黄土高原地区植被资源及其合理利用 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991

[18] 延军平,黄春长,陈 瑛. 跨世纪全球环境问题及行为对策 [M]. 北京: 科学出版社, 1999. 49~ 60

[19] 赵景波. 淀积理论与黄土高原环境演变 [M]. 北京: 科学出版社, 2002 165~ 178

[20] 熊 毅,李庆逵. 中国土壤 [M]. 北京: 科学出版社, 1987. 70~ 75.

[21] 赵景波. 西安和宝鸡第 5 层古土壤铁质粘土结核的发现与研究 [J]. 地理科学, 2002 **22**(4): 420~ 425.

Dry Layer of Soil Below Artificial Forest near Xianyang in Shaanxi

ZHAO Jing-Bo^{1,2}, DU Juan¹, ZHOU Qi¹, YUE Ying-Li¹

(1. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062;

2. State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Environmental Institute of Earth, Chinese Academy of Sciences, Xi'an, Shaanxi 710075)

Abstract According to soil moisture content determination of apple forest land and the Chinese parasol forest land at Pangxi and Dongshi villages in Xianyang, the change of 0–6-m soil moisture content and the characteristic and the distribution of dry soil layers were studied in this paper. The result shows that the soil moisture content in 6-m soil profile under artificial forest in Xianyang is high in the upper layer and becomes low in the middle and then become high in the lower layer. Mean soil moisture content is 13.2% in 0–1-m earth layer under 10-year apple forest, 8.3% in 2–4-m earth layer, and 10.8% in the 4–6-m earth layer. Mean soil moisture content under Chinese parasol trees forest grown for 12 years is 12.8% in 0–1-m earth, 8.6% in 2–4-m earth layer, and 12.2% in the 4–6-m deep earth layer. Mean soil moisture content is 12.4% in 0–1-m earth layer under 4-year apple forest, 11.9% in 1–4-m earth layer, and 13.6% in the 4–6-m earth layer. Mean soil moisture content is 12.3% in 0–1-m earth layer under grassland, 13.2% in 1–4-m earth layer, and 14.5% in the 4–6-m earth layer. The change of the above mentioned indicates that dried soil layer develops in 2–4-m earth layer under 10-year apple forest and 12-year Chinese parasol trees forest; soil drying also occurs in 2–4-m under 4-year apples forest, but has no the development of dry soil layer. The soil moisture content is obviously higher in grassland than in the apple forest land; soil drying does not occur in grassland. The research result indicated that one of development causes of dry soil layer is that burial depth of film water belt is small, which is decided by the a little precipitation, and/or is slowly moving speed of the film water and low moisture content. In order to maintain normal growth of the artificial forest and the normal circulation of soil water, we should avoid the development of serious dry soil layer. The development of the obvious dry soil layer nearby Xianyang indicates that the soil drying layer is distributed widespread in the Loess Plateau, and the vegetation reconstruction in this area should first develop the thin forest or the forest-steppe, then restore the forest vegetation after the soil moisture improvement. Taking the project measure and improving soil structure, enhancing soil permeability, also can increase burial depth of film water belt and reduces the development intensity of dry soil layer.

Key words Xianyang; artificial forest; dry soil layer; development causes