

肉苁蓉采挖坑对梭梭根际土壤水分的影响研究

郭泉水¹, 谭德远², 王春玲³, 史作民¹, 马超¹

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所,北京 100091;

2. 北京林业大学生物科学与技术学院,北京 100083;3. 国家林业局保护司,北京 100043)

摘要:在新疆吉木萨尔县林木良种试验站的肉苁蓉良种繁育基地内,选择立地条件、梭梭树龄、林分密度、林木株行距、接种肉苁蓉方式以及管理措施等基本一致的梭梭人工林为试验地,开展肉苁蓉采挖坑对坑侧土壤水分和采挖肉苁蓉后不回坑采挖坑、采挖肉苁蓉后回填采挖坑、不采挖肉苁蓉(对照)等对梭梭根际土壤水分影响的研究。结果表明:采挖肉苁蓉后形成的采挖坑对坑侧土壤水分具有明显的影响,其影响范围因土壤层次而异。在0~20 cm的土层内,离采挖坑越近,土壤含水率越低;在20 cm以下的土层中,这种变化趋势依然存在,但在距采挖坑45 cm处以远,土壤含水率受采挖坑的影响逐渐减弱。肉苁蓉采挖坑不同处理方式之间的土壤含水率存在显著差异。在0~10 cm土层内,土壤含水率从大到小的排列次序是:对照>回填坑侧>回填坑内>不回坑侧;在10~30 cm土层内,回填坑侧>对照>回填坑内>不回坑侧;在30~50 cm土层内,对照>回填坑内>回填坑侧>不回坑侧。不回坑侧土壤含水率低的主要原因是采挖坑增加了土壤水分蒸发的界面,使深层土壤直接暴露于大气之中,从而引起采挖坑坑壁土壤水分不断蒸发所致;采挖肉苁蓉后回填采挖坑,可以延缓或阻止坑侧土壤水分向大气中扩散,但是,由于回填土的土壤结构在回填过程中已经发生改变,所以回填土的土壤含水率随时间的变化与未破坏土壤结构的对照、回填坑侧以及不回坑侧的土壤含水率随时间的变化规律并不完全一致。

关键词:肉苁蓉;梭梭;采挖坑;处理方式;土壤含水率

中图分类号:S152.7 **文献标识码:**A

Study on the Effect of Different *Cistanche deserticola* Excavation Hole Treatments on Soil Moisture Content around *Haloxylon ammodendron* Rhizosphere

GUO Quanshui¹, TAN Deyuan², WANG Chunling³, SHI Zuomin¹, MA Chao¹

(1. Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, CAF, Beijing 100091; 2. College of Bioscience and Biotechnology, Beijing Forestry University, Beijing 100083; 3. Department of Forest Protection, State Forestry Administration, Beijing 100043)

Abstract: By selecting an experiment plot from the fine forest experiment station in Jimusaer County of Xinjiang Uygur Autonomous Region, where the site conditions, way of inoculation *Cistanche deserticola* age of host sapling, planting sapling density were well selected all analogous in the fine tree seeds production base of *Cistanche deserticola*, we have studied the effect of different excavation hole treatments on soil moisture content around *Haloxylon ammodendron* rhizosphere. The results showed that the excavation hole resulted from *Cistanche deserticola* excavation had significant effect on the soil moisture content, with an influence range differing in soil layers. At the level of 0~20 cm surface soil, the effect was most significant. The soil closer to the excavation hole had less moisture content. In the soil layer of more than 20 cm below the ground, this changing trend still existed. However, locations of more than 45 cm apart from the excavation hole, the influence of excavation hole on soil moisture content became less. The soil moisture content of different *Cistanche deserticola* excavation hole treatments existed significant differences. In

收稿日期:2004-09-10

基金项目:国家林业局动植物保护司专项(2002)“珍稀濒危植物肉苁蓉和寄主植物梭梭资源开发其对环境的影响”课题和国家林业局森林生态重点实验室资助项目的一部分

作者简介:郭泉水(1954—),男,河北人,研究员。

the soil layer of 0 ~ 10 cm, the ranking of soil moisture content in descending order was as follows: the control group > backfill excavation hole side > inner backfill excavation hole > non-backfill excavation hole side. In the soil layer of 10 ~ 30 cm, the ranking of soil moisture content in descending order was as follows: backfill excavation hole side > the control group > inner backfill excavation hole > non-backfill excavation hole side. In the soil layer of 30 ~ 50 cm, the ranking of soil moisture content in descending order was as follows: the control group > inner backfill excavation hole > backfill excavation hole side > non-backfill excavation hole side. The main reason for a low water moisture content in non-backfill excavation hole was that excavation increased the evaporation profile and exposure of deep layer soil to atmosphere, making a continuous evaporation of soil moisture content in the excavation hole sides. Backfill excavation hole could put off or prevent the pervasion of the moisture content from the excavation hole side to atmosphere. However, due to the fact that the backfill soil structure changed, therefore, the backfill soil moisture content changed as time changed, which was quite different from the changing rules in the control group, backfill excavation hole side and non-backfill excavation hole side.

Key words: *Cistanche deserticola*; *Haloxylon ammodendron*; excavation hole; treatment methods; soil moisture content

肉苁蓉 (*Cistanche deserticola* Y. C. Ma) 属列当科 (Orobanchaceae) 多年生寄生草本植物。主要寄生在梭梭 (*Haloxylon ammodendron* (C. A. Mey) Bunge) 和白梭梭 (*Haloxylon persicum* Bunge ex Boiss. et Buhse) 的根部, 为名贵的中药材^[1]。其药用正品为出土前采挖的带鳞叶的肉质茎。在天然梭梭林中, 肉苁蓉的大小不等, 小者长约 30 cm, 粗 3 ~ 5 cm, 约 0.5 kg, 大者长约 200 cm, 粗 5 ~ 7 cm, 约 5 ~ 8 kg。20 世纪 80 年代以来, 随着国内外对肉苁蓉需求的不断增加和经济利益的驱动, 在我国西北荒漠区的梭梭林内乱采滥挖肉苁蓉的现象比较严重^[2]。采挖肉苁蓉后不回填采挖坑, 已成为人们习以为常的采挖方式。采挖坑的大小因肉苁蓉的生长情况而异, 小者坑径在 60 cm 左右, 深度在 60 ~ 80 cm, 大者坑径可达 100 cm, 深度 100 ~ 200 cm。

在梭梭分布的荒漠区, 降水量少、蒸发强烈, 环境总体处于水分亏缺状态, 因此, 土壤水分对梭梭的生长发育起着至关重要的作用。采挖肉苁蓉后不回填采挖坑, 将梭梭根系直接暴露于大气之中, 久而久之必然会导致根系枯死, 丧失吸收土壤水分的能力, 另外, 采挖坑坑壁土壤水分的不断蒸发, 也会引起梭梭根际土壤水分的损失。多年来, 关于干旱和半干旱区灌(乔)木树种的水分动态、干旱区人工林地土壤水分收支平衡以及放牧、火烧、开荒、刈割、樵采等人为活动对植被和土壤的影响已有许多研究成果^[3-9], 但是把采挖肉苁蓉作为一种对寄主梭梭的人为干扰因素, 进而研究采挖坑对梭梭根际土壤水分的影响, 在国内外尚未见过系统报道。

本文选择立地条件、梭梭树龄、林分密度、林木株行距、接种肉苁蓉方式以及管理措施等基本一致的梭梭人工林为试验地, 按照当地农牧民采挖肉苁蓉

的习惯, 设计采挖坑的大小及不同的处理方式, 并对梭梭根际土壤水分动态进行连续定位观测, 以期揭示肉苁蓉采挖坑不同处理方式对梭梭根际土壤水分的影响, 为进一步研究采挖肉苁蓉对梭梭生长发育和生理生态的影响奠定基础, 同时为科学采挖肉苁蓉以及梭梭资源保护提供科学依据。

1 试验地概况

试验地设在新疆吉木萨尔县林木良种试验站(新疆博林科技发展有限公司)肉苁蓉良种繁育基地的梭梭人工林内。当地的气候类型属温带大陆性气候。年平均气温为 5.0 ~ 8.1, 极端最低气温 - 36.6, 极端最高气温 40.8, 年降水量在 120 ~ 140 mm 之间。降水季节分配不均, 以 4 月、5 月和 7 月最为集中。接种肉苁蓉时, 梭梭苗龄为 1 a, 现实林分梭梭的树龄为 2.5 a, 株行距 1.0 m × 1.5 m。土壤类型为盐碱土。

2 研究方法

为了研究梭梭人工林土壤水分垂直分布规律, 在梭梭人工林未采挖肉苁蓉的地段, 采用分层取样方法进行土壤样品采集和土壤含水率测定。取样深度为 80 cm。土壤分层标准为 0 ~ 10、10 ~ 20、20 ~ 30、30 ~ 40、50 ~ 60、60 ~ 70、70 ~ 80 cm。

为了研究肉苁蓉采挖坑对坑侧土壤水分的水平影响, 在采挖坑侧, 按照距坑壁 0 ~ 15、15 ~ 30、30 ~ 45、45 ~ 60 cm 的间隔进行水平分段, 同时按照 0 ~ 10、10 ~ 20、20 ~ 30、30 ~ 40、40 ~ 50 cm 的间隔, 对土壤进行垂直分层采集土壤样品, 测定土壤含水率。具体试验设计方案如图 1 所示。为了研究肉苁蓉采挖坑不同处理方式下梭梭根际土壤水分的垂直变化, 根据现实林分中肉苁蓉的大小, 设计采挖坑的规格为 60 cm × 60

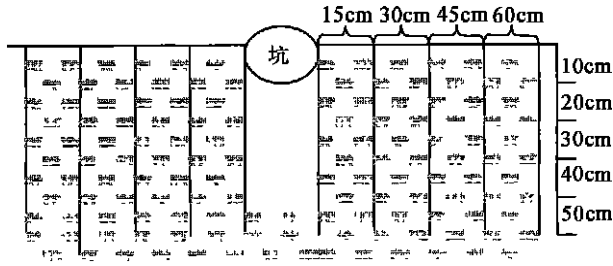


图1 肉苁蓉采挖坑的坑侧土壤取样示意图

cm ×60 cm。设计的采挖坑处理方式包括采挖肉苁蓉后不回填采挖坑、回填采挖坑、不采挖肉苁蓉即对照等。在采挖坑不同处理方式中,要求土壤样品的采集点一致。肉苁蓉采挖坑的坑壁距梭梭干基约30 cm,用于测定采挖坑坑侧土壤含水率变化的土壤样品,取自距梭梭干基约15~20 cm处;用于测定回填采挖坑内土壤水分的土壤样品,取自回填坑的中心。不同处理方式下的土壤垂直分层一致。共划分了0~10、10~20、20~30、30~40、40~50 cm五个土壤层次。取土工具为土钻,用1%电子天平称土壤样品质量。土壤含水率测定采用烘干法。调查时间为2003年7月中旬—9月中旬。测定间隔期10 d。遇到雨天,雨停后24 h后测定。

每种处理方式设置3个重复。每次调查时,在同一种处理方式的同一株梭梭根际的同一土壤层次内平行取两个土样,土壤含水率取其平均值。

采用双因子方差分析法^[10]对肉苁蓉采挖坑不同处理方式和不同测定时间土壤含水率的差异性进行检验。

3 结果与分析

3.1 梭梭林地土壤水分垂直分布规律

选择3个晴天,对不同深度的土壤含水率进行测定,并绘制土壤含水率垂直变化曲线(图2)。

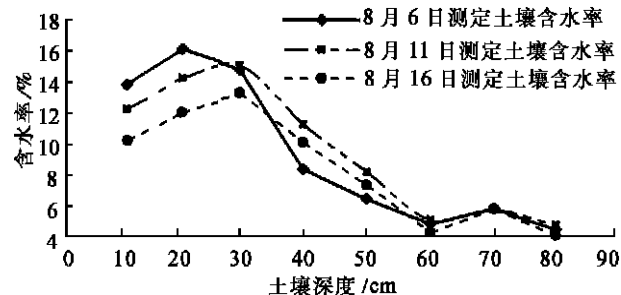


图2 不同深度土壤中含水率变化

从图2可以看出,虽然3次测定的时间不同,但土壤含水率随土壤深度的变化趋势却极为相似。总体表现是:在0~20 cm土层内,随着土壤深度的增

加,土壤含水率也趋于增加;在30 cm以下,随着土壤深度的增加,土壤含水率逐渐下降;到60 cm以下,土壤含水率的变化基本趋于稳定。

土壤水分的变化,实质上反映了土壤水分的损失和补偿的过程。森林土壤水分垂直变化的一般规律是:表层土壤因容易受到外界环境的影响,所以土壤水分也相应的变化较大,表层以下的土壤,一般是随着深度的增加土壤含水率逐渐减少。其原因在于生长季节植物需要不断地从土壤中获取水分,以满足自身生长和发育的需要,因此在根系分布区,土壤水分一般是趋于减少。对研究地区梭梭根系分层挖掘并进行生物量测定的结果表明,2.5 a生的梭梭,其主根系可深入到地下210 cm,其中在20~40 cm处,梭梭根系的生物量约占根系总生物量的11.3%,40~60 cm处根系的生物量约占33.8%,60~80 cm处根系的生物量约占17.2%,80~220 cm处根系的生物量约占根系生物总量的47.6%。这一结果表明,在现实林分中,梭梭林木根系分布较为密集的区域在30~60 cm土壤深度范围内。不同土壤深度范围内土壤水分的减少与梭梭根系的分布状态是相对应的。

3.2 肉苁蓉采挖坑对坑侧土壤水分的水平影响

选择2个晴天,按着图1设计方案采集土壤样品,测定土壤含水率,并分层绘制土壤含水率变化曲线(图3)。

对图3土壤水分变化曲线进行比较可知,虽然测定时间和土壤深度不同,但土壤含水率的变化趋势基本一致,即离采挖坑越近,土壤含水率越低。其中以0~10 cm和10~20 cm土层中的土壤含水率变化最为明显。在20~30 cm以下土层中,这种变化趋势依然存在,但在距采挖坑45 cm处以远,土壤含水率的变化已趋于平缓。这说明在距采挖坑45 cm以远,土壤含水率受采挖坑的影响逐渐减弱。

同一土层、不同测定时间土壤含水率之间的差异,主要原因在于两次测定间隔期间,天气连续干旱导致土壤整体水分减少所致。

3.3 肉苁蓉采挖坑不同处理方式下土壤水分的垂直变化

3.3.1 不同处理方式下土壤含水率的变化 汇总肉苁蓉采挖坑不同处理方式下梭梭根际土壤含水率连续测定的结果,并区分不同土壤层次和处理方式绘制土壤含水率变化曲线(图4)。

对图4中3组不同深度的土层和采挖坑不同处理方式下的土壤含水率变化曲线进行比较可以看出,在测定的土层深度范围内,土壤含水率随土壤层次和测定时间的变化趋势基本一致,主要表现在以下3方面特征:从7月中旬到9月中旬,土壤含水率随着时间的变化呈逐渐降低趋势;采挖肉苁蓉

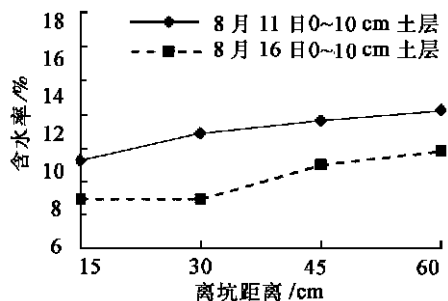


图3-a

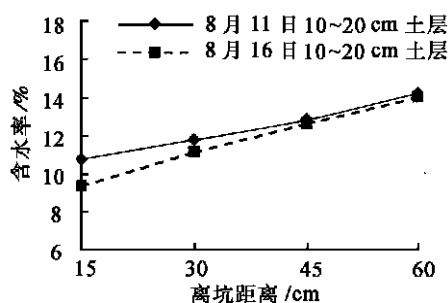


图3-b

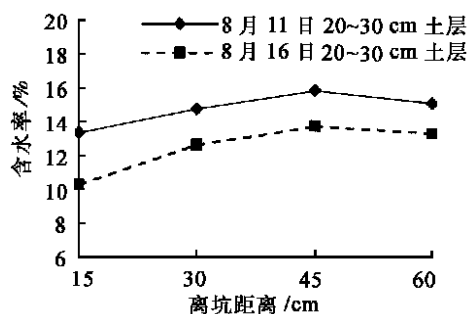


图3-c

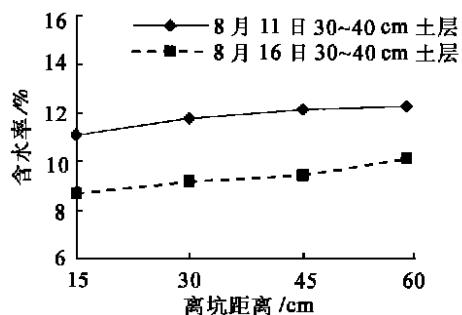


图3-d

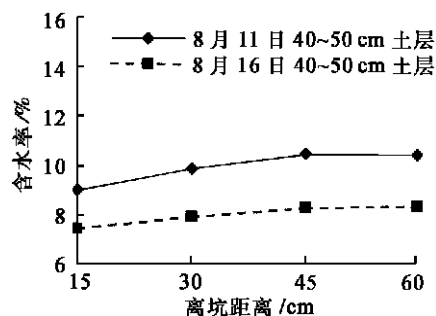


图3-e

图3 土壤含水率变化曲线图

后不回填采挖坑,其坑侧不同土壤层次土壤含水率的变化曲线基本上都位于其他几种处理方式的曲线之下。采挖肉苁蓉后回填坑内的土壤含水率变化与其他几种处理方式下土壤含水率变化规律不尽相同。

分析产生上述现象的原因,可大致归纳为以下几个方面:气候条件特别是降水的季节变化对土壤水分将产生一定的影响。尽管采挖坑处理方式不同,但土壤含水率随着时间的延长而逐渐下降的总体变化趋势一致。在研究地区,8月份以后的降水逐渐减少,土壤水分的补充必然也随之受到影响,表层土壤对这种影响更为敏感,深层土壤则相对较迟缓。如在0~10 cm土层内,从测定初期到9月中旬,土壤含水率从14.5%下降到了3.5%;而在30~50 cm土层中,土壤含水率从测定初期的12%下降到了4.5%。采挖肉苁蓉后不回填坑侧土壤含水率减少的主要原因在于采挖坑增加了土壤蒸发的界面积,另外,坑壁土壤水分的不断蒸发,也需要从坑侧土壤中不断得到水分补充,从而也就降低了坑侧土壤的含水率。采挖肉苁蓉后回填采挖坑,可以延缓或阻止坑侧土壤水分向大气中扩散,以减少坑侧土壤水分过多的损失。但是,为什么采挖肉苁蓉后回填坑内的土壤含水率变化与其它几种处理方式下土壤含水率变化规律有所不同?究其原因,主要在于回填土的土壤结构与采挖肉苁蓉之前的土壤结构不同。是土壤结构的变化引起了土壤的通气性、土壤水分运动形式等方面发生变化所致。

为了证实肉苁蓉采挖坑回填土的土壤结构是否发生变化,笔者根据前人“未被破坏土壤结构的土壤的水分平均含量与标准差之间具有良好的二次函数关系,反之亦然”^[11]的结论,对肉苁蓉采挖坑不同处理方式下土壤平均含水率与标准差之间的关系进行了验证,结果见表1和图5。

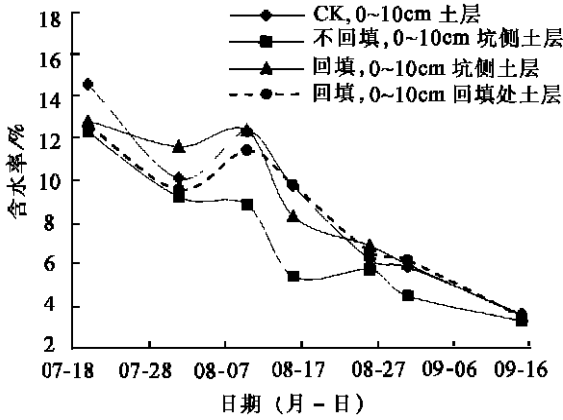


图 4 - a

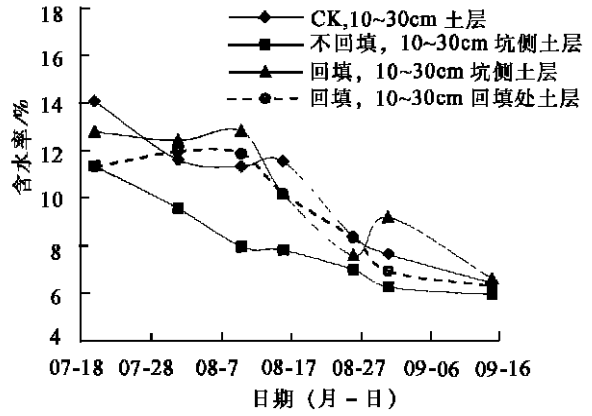


图 4 - b

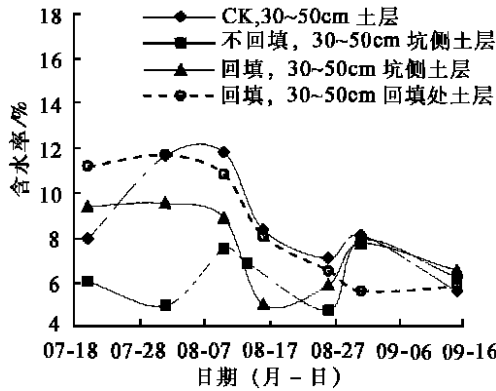


图 4 - c

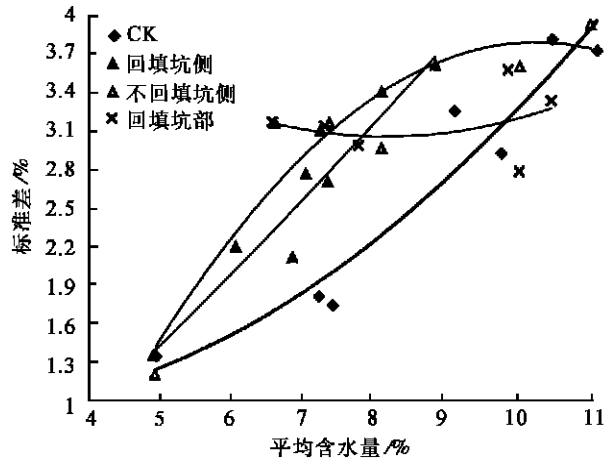


图 5 不同处理土壤含水量均值与标准差关系

图 4 采挖坑不同处理方式下土壤中含水率变化

表 1 不同处理方式下土壤含水率均值与标准差之间的关系

处理方式	采集土样地点	二次函数模型	相关系数
不采挖肉苁蓉(对照)	距梭梭干基 20 cm 处	$Y=0.042 2 x^2 - 0.181 6 x + 1.107 2$	$R=0.960 5$
	坑侧	$Y=0.009 x^2 + 0.510 3 x - 1.344 4$	$R=0.967 4$
回填采挖坑	坑内	$Y=0.048 7 x^2 - 0.771 x + 6.116 5$	$R=0.290 7$
	坑侧	$Y=-0.097 9 x^2 + 1.933 1 x - 5.738 3$	$R=0.936 3$

表中 Y 为土壤含水率的标准差; x 为土壤含水率的平均值

从表 1 和图 5 可以看出,在肉苁蓉采挖坑的不同处理方式中,只有回填坑内土壤含水率的平均值与标准差之间不存在二次函数关系。该结果表明,肉苁蓉采挖坑回填土的土壤结构确因回填过程而有所改变。

3.3.2 不同处理方式和不同测定时期土壤含水率的差异性检验 为了检验不同处理方式之间以及同一土壤层次不同测定时期土壤含水率的差异,进行双因素方差分析的结果见表 2。

从表 2 可知,同一土壤层次不同测定时期、不同

处理方式之间土壤含水率的 F 值都大于 $F_{0.05}$,这一结果表明,肉苁蓉采挖坑不同处理方式和不同测定时期的土壤含水率之间存在显著差异。

肉苁蓉采挖坑不同处理方式土壤含水率的平均值大小排列次序是:在 0~10 cm 土层内,对照 > 回填坑侧 > 回填坑内 > 不回坑侧;在 10~30 cm 土层内,回填坑侧 > 对照 > 回填坑内 > 不回坑侧;在 30~50 cm 土层内,对照 > 回填坑内 > 回填坑侧 > 不回坑侧。

表2 不同处理方式和测定时间下土壤含水率的方差分析

项目	差异源						误差		
	不同测定时期			不同处理方式			0~10 cm	10~30 cm	30~50 cm
	0~10 cm	10~30 cm	30~50 cm	0~10 cm	10~30 cm	30~50 cm			
平方和	279.83	128.15	55.431	15.716	22.977	26.224	14.133	14.236	46.315
自由度	6	6	6	3	3	3	18	18	18
均方	46.638	21.358	9.238 5	5.238 7	7.658 9	8.741 3	0.785 2	0.790 9	2.573 1
F值	59.398 *	27.005 *	3.590 5 *	6.672 *	9.683 9 *	3.397 2 *			
$F_{0.05}$	2.661 3	2.661 3	2.661 3	3.159 9	3.159 9	3.159 9			

4 结论与建议

(1) 研究地区土壤含水率垂直变化的趋势是,在0~20 cm的土层范围内,土壤含水率随着土壤深度的增加也趋于增加,在30 cm以下土层中,随着土壤深度的增加,土壤含水率逐渐下降,60 cm以下土层,土壤含水率的变化基本稳定。表层土壤含水率受外界环境影响较大,深层土壤含水率的变化与梭梭的根系分布有关。

(2) 采挖肉苁蓉后形成的采挖坑对坑侧土壤水分具有明显的影响,其水平影响范围因土壤层次而异。在0~20 cm的土层内,离采挖坑越近,土壤含水率越低;在20 cm以下的土层中,这种变化趋势依然存在,但在距采挖坑45 cm以远,土壤含水率受采挖坑的影响逐渐减弱。

(3) 肉苁蓉采挖坑不同处理方式之间的土壤含水率差异显著。在0~10 cm土层内,未采挖肉苁蓉(对照)的土壤含水率>回填坑侧>回填坑内>不回坑侧的土壤含水率;在10~30 cm土层内,回填坑侧>对照>回填坑内>不回坑侧;在30~50 cm土层内,对照>回填坑内>回填坑侧>不回坑侧。采挖肉苁蓉后不回坑侧,深层土壤将直接暴露于大气之中,从而造成采挖坑壁的土壤蒸发加剧,是引起坑侧土壤的含水率降低的主要原因;采挖肉苁蓉后回填采挖坑,可以起到延缓或阻止坑侧土壤水分向大气扩散的作用。引起采挖肉苁蓉后回填采挖坑坑内土壤含水率与未破坏土壤结构的其它处理方式之间产生的土壤含水率差异的主要原因在于回填土壤的结构发生了改变。

(4) 为了减少采挖肉苁蓉对梭梭根际土壤水分的影响,建议采挖肉苁蓉后马上回填采挖坑,以延缓和阻止坑侧土壤水分的过多损失,保证梭梭正常的

水分需求。另外,采挖肉苁蓉时要避免切断肉苁蓉与梭梭根系的连接,要保留肉苁蓉基部底盘,这样做即可以保证梭梭根系不受损伤,维护根系正常吸收土壤水分的功能,同时对促进肉苁蓉资源再生也提供了保障。

(5) 不同的土壤类型有不同的土壤结构,而不同结构的土壤的通气性、热量以及土壤水分运动形式都有很大的区别。本试验是在盐碱土立地上开展的,至于沙土、沙壤土等立地上肉苁蓉采挖坑对梭梭根际土壤水分的影响,有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 谭德远,郭泉水,王春玲,等. 寄生植物肉苁蓉对寄主梭梭生长及生物量的影响研究[J]. 林业科学研究,2004,17(4):472~478
- [2] 谭德远,郭泉水,王春玲. 肉苁蓉资源利用和开发研究[J]. 林业资源管理,2004(2):29~30
- [3] 贾志清,卢琦,郭保贵,等. 沙生植物—梭梭研究进展[J]. 林业科学研究,2004,17(1):125~132
- [4] 韩德儒,杨文斌,杨茂仁. 干旱半干旱区沙地灌(乔)木种水分动态关系及其应用[M]. 北京:中国科学技术出版社,1995
- [5] Collins S L, Barber S C. Effects of disturbance on diversity in mixed-grassland: a comment[J]. American Naturalist, 1985, 125: 866~872
- [6] Sala O E, Oesterheldt M, Leon R J, et al. Grazing effects upon plant community structure in subhumid grassland of Argentina[J]. Vegetation, 1986, 67: 27~32
- [7] Anderson H G, Bailey A W. Effects of annual burning on grassland in the aspen parkland of east-central Alberta[J]. Canadian Journal of Botany, 1980, 58: 985~996
- [8] Hassan M A, West N E. Dynamics of soil seed pools in burned and unburned sagebrush semi-deserts[J]. Ecology, 1986, 67: 269~273
- [9] 宝音陶格涛,刘美玲. 退化草原轻耙处理过程中植物多样性变化的研究[J]. 中国沙漠,2003(4):441~445
- [10] 倪安顺. Excel 5.0 统计与数量方法应用[M]. 北京:学苑出版社,1994:237
- [11] 谢永华,黄冠华. 土壤水张力时变空间结构的初步研究[J]. 水科学进展,1999,10(2):113~117