

青海湖北沙柳河镇薄土层含水量与水分平衡

赵景波^{1 2} 李黎黎¹, 邢 闪¹ 邵天杰¹ 魏君平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: 通过对青海湖北刚察县沙柳河附近厚度 15 cm、20 cm、30 cm、40 cm 薄土层的土壤含水量的测定, 研究了此区土壤水分含量和水循环等问题。研究结果表明, 沙柳河附近 40 cm 以上土层以粗粉砂为主。薄土层含水量从表层向下呈现出低 - 高 - 低的变化趋势, 这是表层水分易于蒸发、中部蒸发较少和下部水分易于入渗流失的结果。虽然该区土壤在 0.40 m 以上含水量较高, 没有土壤干层发育, 但如按 1 m 厚度土壤和 1.5 m 厚度土壤计算, 该区薄土层水分不足, 并由中度干层和严重干层发育, 土壤水分为负平衡。与厚土层相比, 该区薄土层分布区土壤水分存在形式多为薄膜水, 含水量较低, 蓄水量少, 土壤水库调节能力差, 易于发生荒漠化, 这样的地区应该是青海湖流域生态环境保护的重点地区。

关键词: 沙柳河镇; 薄土层含水量; 水分存在形式; 水分平衡; 土壤干层

中图分类号: P641.131

文献标识码: A

随着气候暖干化, 青海湖周边的生态环境不断恶化。许多学者对青海湖地区因气候变化所引发的生态环境问题进行了研究^[1]。虽然荒漠化与气候变化有关, 但具体表现还是土壤水分含量的变化。土壤水是植物吸收水分的主要来源, 也是影响土壤肥力和自净能力的主要因素之一^[2]。在干旱和半干旱地区, 土壤水分是限制植物生长和分布的主要因子^[3-8], 青海湖周边地区属于半干旱地区, 水分是制约该区植被生长的关键因子。

过去对青藏高原土壤水做过大量研究^[7-9]。李元寿^[7]等研究高寒草甸区土壤水认为 0 ~ 30 cm 土层的土壤水分含量受降水、植被发育、根系分布、土壤特性等影响。成爱芳^[6]等对青海湖南侧江西沟土壤水分做了研究, 得出青海湖南侧土壤含水量随深度增加呈现减小的趋势。宋理明等^[4]通过研究环青海湖地区天然草地土壤水分, 发现年度土壤含水率既与当年降水量有关, 也与上年度降水量有较

大关系, 降水对土壤含水率存在时间和深度上的滞后效应。张国胜等^[5]研究青海省旱地土壤水分动态变化, 得出 7—8 月降水仅能渗透到土壤浅层 20 cm, 在 30 cm 深处, 土壤湿度仍处于低值区。秋季降水可以入渗到较深层 30 ~ 40 cm, 秋季降水量对决定次年土壤的底墒起着重要作用。在黄土高原土壤水分的研究过程中, 许多学者发现了土壤干层^[9, 11-15], 且有降水增加条件下干层可以恢复, 降水减少干层还会再次出现^[18-19]。杨文治、侯庆春等^[12-13]阐明了土壤干层的概念。王力等^[14]对延安地区土壤干层的指标初步进行了量化, 并对土壤干层进行分级。郭忠升等^[15]研究了半干旱区人工草地土壤的旱化及其预防措施和土壤水分植被承载力, 认为防止土壤旱化的主要措施就是控制林草地密度和生产力, 而控制林草地密度和生产力的理论依据就是土地植被承载力。在黄土高原大部分地区植物吸收和利用的土壤水分主要依靠当地的天然降

收稿日期(Received date): 2011 - 12 - 11; 改回日期(Accepted): 2012 - 04 - 30。

基金项目(Foundation item): 国家科技支撑计划——青海湖流域生态和环境监测与评估技术(2007BAC30B01)。[National Key Technology R & D Program——The ecological and environmental monitoring and evaluation technology in Qinghai lake(2007BAC30B01)。]

作者简介(Biography): 赵景波(1953 -), 男, 山东滕州人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事第四纪与环境科学研究。[Zhao Jingbo(1953 -), male, Tengzhou Shandong province, Ph d, Professor, mainly engaged in the Quaternary geology and physical geography.] E-mail: zhaojb@snnu.edu.cn

水,土壤水分是限制植物生长的决定因子,该类地区土地植被承载力实质上为土壤水分的植被承载力。本文对青海刚察县沙柳河附近薄层土壤剖面进行研究,试图揭示该区薄层剖面土壤含水量。这对促进该区农牧业的发展和青海湖流域的生态环境保护具有重要意义。

1 研究地区概况与方法

刚察县是青海省海北藏族自治州辖县,位于青海湖北岸,地理位置 $99^{\circ}20'44'' \sim 100^{\circ}37'24''E$ 、 $36^{\circ}58'06'' \sim 38^{\circ}04'04''N$,属于高原大陆性气候,年平均气温为 $1.3^{\circ}C$,降水量 380 mm 。沙柳河镇是刚察县县政府驻地,地处刚察县境中部,东邻青海省三角城种羊场,西接刚察县伊克乌兰乡,北隔木里河,南涉青海湖。

沙柳河附近薄土层第1采样点在沙柳河北侧约 100 m ,距沙流河大桥东南方向约 700 m ,地理坐标为 $37^{\circ}14'46.4''N$ 、 $99^{\circ}56'7.4''E$ 。第2采样点在沙柳河南岸,距第1采样点东北方向约 300 m 。第3采样点位于沙柳河北岸,距第1采样点东北方向约 135 m ,海拔 $3\,269\text{ m}$ 。采样当天天气晴朗。采样钻孔剖面深度为 15 cm 、 20 cm 、 30 cm 、 40 cm ,每 3 cm 采样1个,钻孔间距约为 5 m ,打钻孔共36个,采样共302个。不同深度薄土层剖面间距约在 40 m 以上,钻孔处周边都密布着高度 $<10\text{ cm}$ 的低草,含水量测定采用烘干称重法。为防止水分散失,在采样现场进行烘干前的土壤样品称重,烘干温度为 $105^{\circ}C$,烘干至恒重。烘干前后土重用高精度电子天平称量。含水量计算公式为: $W = (W_1 - W_2) / W_2 * 100\%$,式中 W 为所测样品的含水量, W_1 为烘干前样品重量, W_2 为烘干后样品重量。粒度测定应用的是英国马尔文仪器公司生产的 Master-sizer 2000 激光粒度仪。测量范围为 $0.02 \sim 2\,000\text{ }\mu\text{m}$,重复测量误差 $<3\%$ 。对 $>2\text{ mm}$ 的土样用筛析法测定。

2 实验结果与分析

2.1 第1采样点土壤含水量测定结果

由各钻孔剖面含水量测定结果可知,剖面1(图1a)平均含水量为 12.5% ,根据含水量变化可分为2层,各层深度在 $3 \sim 9\text{ cm}$ 、 $12 \sim 15\text{ cm}$,含水量分别为

$12.2\% \sim 15.0\%$ 、 $10.0\% \sim 11.0\%$ 。剖面2(图1a)平均含水量为 11.6% ,根据含水量变化可分为2层,各层深度在 $3 \sim 6\text{ cm}$ 、 $9 \sim 15\text{ cm}$,含水量分别为 $12.6\% \sim 14.4\%$ 、 $9.3\% \sim 10.9\%$,各层平均含量分别是 13.5% 、 10.3% 。剖面3(图1a)平均含水量为 11.3% ,根据含水量变化可分为2层,各层深度在 $3 \sim 6\text{ cm}$ 、 $9 \sim 15\text{ cm}$,含水量分别为 $9.8\% \sim 13.0\%$ 、 $11.4\% \sim 11.6\%$,各层平均含量分别是 11.4% 、 11.2% 。在 6 cm 深度处含水量最大,达到 13.0% ,其余各深度处,含水量在 $9.8\% \sim 11.6\%$ 间。剖面4(图1b)平均含水量为 14.5% ,根据含水量变化可分2层,深度分别在 $3 \sim 6\text{ cm}$ 、 $9 \sim 20\text{ cm}$ 间,变化范围分别为 $8.3\% \sim 10.6\%$ 、 $14.4\% \sim 18.6\%$,平均含量分别为 9.5% 、 16.4% 。剖面5、剖面6(图1b)平均含水量分别为 14.1% 、 13.7% ,其含水量的变化与剖面4相似。剖面7(图1c)平均含水量为 10.3% ,根据含水量变化可分为3层,各层深度在 $3 \sim 12\text{ cm}$ 、 $15 \sim 18\text{ cm}$ 、 $21 \sim 30\text{ cm}$ 间,含水量分别为 $7.2\% \sim 11.0\%$ 、 $11.5\% \sim 14.7\%$ 、 $9.0\% \sim 11.7\%$,平均含量分别为 9.1% 、 13.1% 、 10.1% 。在 18 cm 深度处含水量最大,为 14.7% 。剖面8(图1c)平均含水量为 9.2% ,根据含水量变化可分为3层,各层深度在 $3 \sim 15\text{ cm}$ 、 $18 \sim 24\text{ cm}$ 、 $27 \sim 30\text{ cm}$ 间,含水量分别为 $7.6\% \sim 11.0\%$ 、 $8.4\% \sim 8.5\%$ 、 $9.0\% \sim 10.5\%$,平均含量分别为 9.5% 、 8.5% 、 9.7% 。剖面9(图1c)平均含水量为 11.4% ,其含水量变化与剖面8相似。剖面10(图1d)平均含水量为 15.3% ,根据含水量变化可分为2层,各层深度在 $3 \sim 6\text{ cm}$ 、 $9 \sim 40\text{ cm}$,含水量分别为 $8.4\% \sim 9.7\%$ 、 $12.1\% \sim 18.6\%$,平均含量分别为 9.1% 、 16.5% 。剖面11、剖面12(图1d)平均含水量分别为 14.6% 、 15.3% ,其含水量变化与剖面10相似。

2.2 第2采样点土壤含水量测定结果

由各钻孔剖面含水量测定结果可知,剖面13(图2a)平均含水量为 25.3% ,根据含水量变化可分为2层,各层深度在 $0 \sim 3\text{ cm}$ 、 $6 \sim 15\text{ cm}$,含水量分别为 15.0% 、 $27.5\% \sim 28.5\%$,各层平均含水量分别为 15.0% 、 27.9% 。剖面14(图2a)平均含水量为 27.7% ,根据含水量变化可分为2层,各层深度在 $0 \sim 3\text{ cm}$ 、 $6 \sim 15\text{ cm}$,含水量分别为 18.2% 、 $25.5\% \sim 33.0\%$,各层平均含水量分别为 18.2% 、 30.1% 。剖面15(图2a)平均含水量为 25.6% ,其含水量变化与剖面13相似。剖面16(图2b)平均含水量为

23.7% 根据含水量变化可分为2层,各层深度在0~3 cm、6~20 cm,含水量分别为15.0%、20.2%~29.1%,各层平均含水量分别为15.0%、25.1%。剖面17、剖面18(图2b)平均含水量分别为24.7%、25.6%,其含水量变化与剖面16相似。剖面19(图2c)平均含水量为26.8% 根据含水量变化可分为3层,各层深度在0~3 cm、6~24 cm、27~30 cm,含水量分别为20.7%、26.2%~31.3%、19.2%~24.1%,各层平均含水量分别为20.7%、29.2%、21.7%。剖面20、剖面21(图2c)平均含水量分别为26.2%、26.7%,其含水量变化与剖面19相似。剖面22(图2d)平均含水量为23.7% 根据含水量变化可分为2层,各层深度在3~27 cm、30~40 cm,含水量分别为21.6%~31.1%、13.9%~18.7%,各层平均含水量分别为27.3%、15.6%。剖面23、剖面24(图2d)平均含水量分别为24.0%、26.2%,其含水量变化与剖面22相似。

2.3 第3采样点土壤含水量测定结果

第3采样点包括6个30 cm厚度的土壤剖面 and 6个20 cm厚度的土壤剖面。由各钻孔剖面含水量测定结果可知,剖面25(图3a)平均含水量为13.6% 根据含水量变化可分为2层,各层深度在3

~15 cm、18~30 cm,含水量范围分别为14.3%~18.5%、9.2%~13.6%,各层平均含水量分别为16.8%、10.3%。剖面26(图3a)平均含水量为14.6% 根据含水量变化可分为2层,各层深度在3~18 cm、21~30 cm,含水量分别在15.0%~17.3%、8.5%~13.9%,各层平均含水量分别为16.6%、11.5%。剖面27(图3a)平均含水量为14.2%,其含水量变化与剖面26相似。剖面28(图3b)平均含水量为14.1% 根据含水量变化可分为3层,各层深度在3~6 cm、9~21 cm、24~30 cm,含水量分别为12.9%~13.8%、14.5%~20.1%、8.0%~12.4%,各层平均含水量分别为13.3%、16.8%、10.2%。剖面29(图3b)平均含水量为15.9% 根据含水量变化可分为2层,各层深度在3~15 cm、18~30 cm,含水量分别为16.7%~19.4%、12.4%~14.8%,各层平均含水量分别为18.2%、13.7%。剖面30(图3b)平均含水量为14.4% 根据含水量变化可分为2层,各层深度在3~15 cm、18~30 cm,含水量分别为15.6%~18.2%、9.2%~14.6%,各层平均含水量分别为16.8%、11.9%。剖面31(图3c)平均含水量为15.3% 根据含水量变化可分为3层,各层深度在0~3 cm、6~9 cm、12~20 cm,

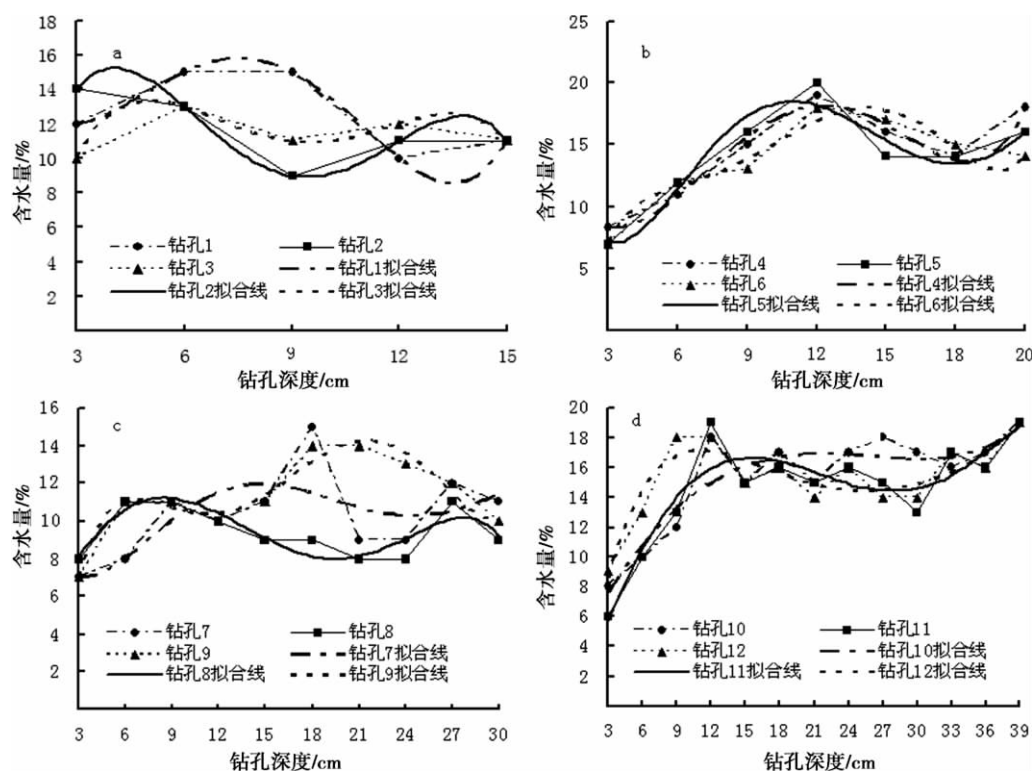


图1 沙柳河镇附近第1~12剖面土壤含水量

Fig. 1 Soil moisture content from first to twelfth section near Shaliuhe town

各层平均含水量分别为 14.3%、20.1%、13.2%,含水量变化范围分别是 14.3%、19.3% ~ 20.9%、10.8% ~ 15.1%。剖面 32、剖面 33(图 3c) 平均含水量分别为 15.1%、16.0%,其含水量变化与剖面 31 相似。剖面 34(图 3d) 平均含水量为 15.4%,可分为 3 层,各层深度在 0 ~ 3 cm、6 ~ 9 cm、12 ~ 20 cm,各层平均含水量分别为 12.9%、19.9%、13.8%,含水量变化范围分别是 12.9%、17.7% ~ 22.0%、10.1% ~ 16.9%。剖面 35(图 3d) 平均含水量为 16.0%,可分为 3 层,各层深度在 0 ~ 6 cm、9 ~ 12 cm、15 ~ 20 cm,各层平均含水量分别为 15.9%、19.2%、13.9%,含水量变化范围分别是 15.2% ~ 16.5%、18.1% ~ 20.3%、13.2% ~ 14.6%。剖面 36(图 3d) 平均含水量为 15.5%,其含水量与剖面 35 相似。

3 讨论

3.1 薄土层水分分层规律与含水量变化原因

土壤水分含量随着季节和降雨过程而变化,特别是土壤表层的土壤水分,更易于变化。在黄土高原地区,一般是降水少的春季土壤含水量低,降水多的夏秋季和冬季含水量高^[11,17-18]。由图 1、图 2 可知,沙柳河镇薄土层含水量一般随着深度增加呈现

先上升后下降的特点,显示出低-高-低的变化规律,这是水分蒸发和水分入渗流失的结果。土壤 3 cm 以上的土壤含水量低,这说明土壤顶部水分受到了蒸发作用的影响而消耗。土壤含水量通常较高,这是土壤中部蒸发量较顶部少而使得在中部聚集的结果。土壤下部含水量变低的原因有 2 个,一是下部靠近土壤底部的沙砾层,水分易于通过入渗流失;二是该区年均气温低,土壤冻结期长达 5 个月之久^[6],上部的水分运移缓慢,到达中部的水分较少。我们研究的土层为薄土层,厚度为 4 m 或 < 4 m,都在蒸发带的范围之内,含水量变化主要受降水和蒸发及蒸腾影响。采样期 6 月为该区干旱季节,但其含水量仍较高,其原因是土壤水分处于较长时期的冻结的结果。

3.2 薄土层水存在形式

根据黄土高原地区的研究,粉砂土含水量高于 17% ~ 20% 就有重力水出现^[10]。如前所述,青海湖地区的土壤粒度成分与黄土类似,也是粉砂土,但比黄土略粗。较粗土壤的持水性降低,青海湖重力水含量标准应该略低于 20%。本文将 20% 作为沙柳河附近重力水与非重力水含量的分界标准。根据沙柳河镇薄土层土壤水分的观测可知,在第 1 采样点土壤上部 0.40 m 范围内含水量一般在 10.3% ~ 14.5% (见图 1),表明在土壤 0.40 m 以上无重力水。

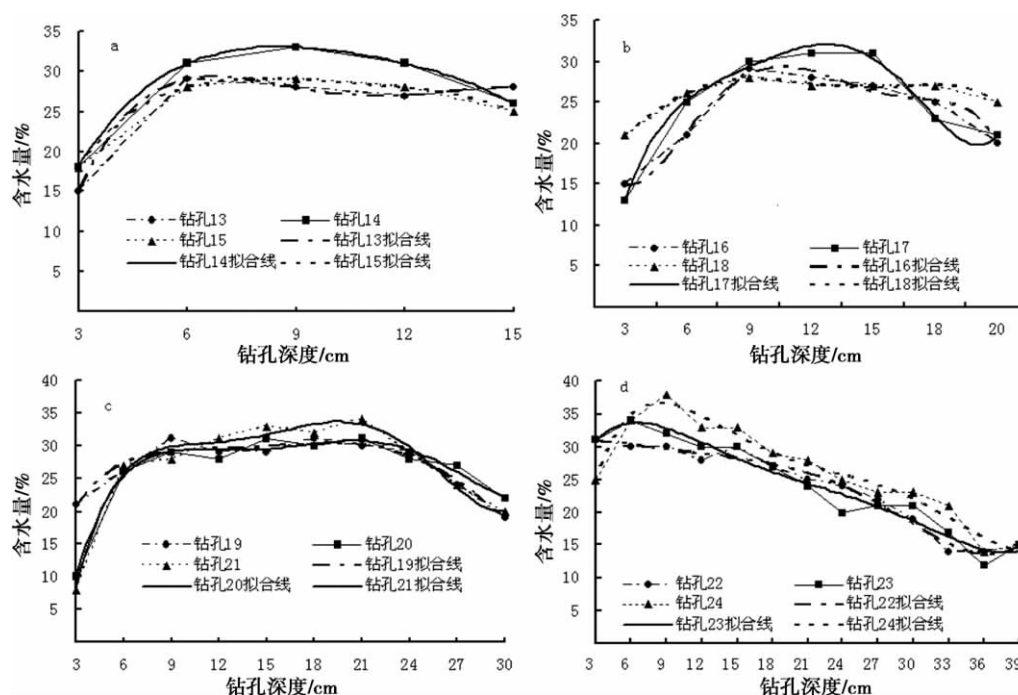


图 2 沙柳河镇附近第 13 ~ 24 剖面土壤含水量

Fig. 2 Soil moisture content from thirteenth to twenty-fourth section near Shaliu town

第2采样点土壤上部0.40 m范围内含水量一般在24.3%~26.6% (见图2), 表明在土壤0.40 m有约5%的重力水。第3采样点含水量一般也低于20%, 几乎均为薄膜水。在沙柳河镇厚土层上部, 含水量普遍大于20%, 即普遍含有重力水。与厚土层含水量相比, 薄土层含水量较低, 加之土层薄, 蓄水量少。

虽然薄土层含水量一般高过去在黄土高原确定的含水量低于12%的土壤干层的标准^[13], 但薄土层是否存在土壤干层还需要考虑土层的厚度。沙柳河镇厚土层含水量研究表明, 该区土壤在0.6 m深度以下存在土壤干层。如果考虑1.0 m的土层厚度, 第1~第3采样点土层含水量均低于10%, 这表

明该区薄土层水分不足, 实际上存在土壤干层。将现有厚度含水量平均分配到1 m和1.5 m厚度土层的含水量分别为7.4%、4.9%。可以肯定, 随着深度的增加土壤干化更为明显。根据水分亏缺程度, 前人将干层划分为3个等级, 含水量为9%~12%的为轻度干层; 含水量为6%~9%的为中度干层, 含水量在6%以下的为严重干层^[14]。由此可见, 沙流河附近土层在1 m、1.5 m深度处可能会出现中度或严重干层。

与厚土层相比, 该区薄土层分布区土壤水含水量较低(图4), 蓄水量少, 土壤水库调节能力差, 易于发生荒漠化, 这样的地区应该是青海湖流域生态环境保护的重点地区。

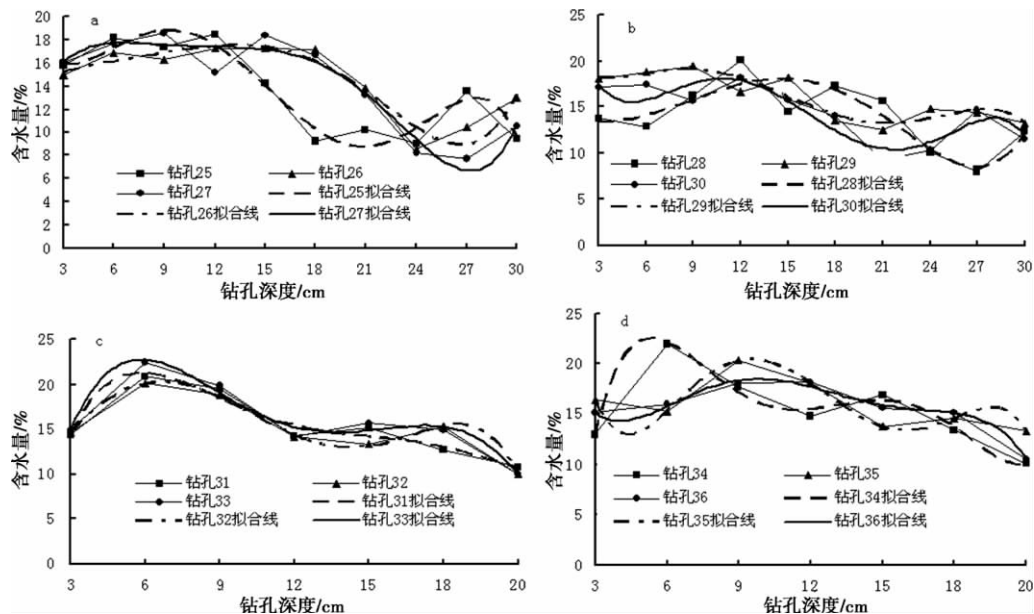


图3 沙柳河镇附近第25~36剖面土壤含水量

Fig. 3 Soil moisture content from twenty-fifth to thirty-sixth section near Shaliuhe town

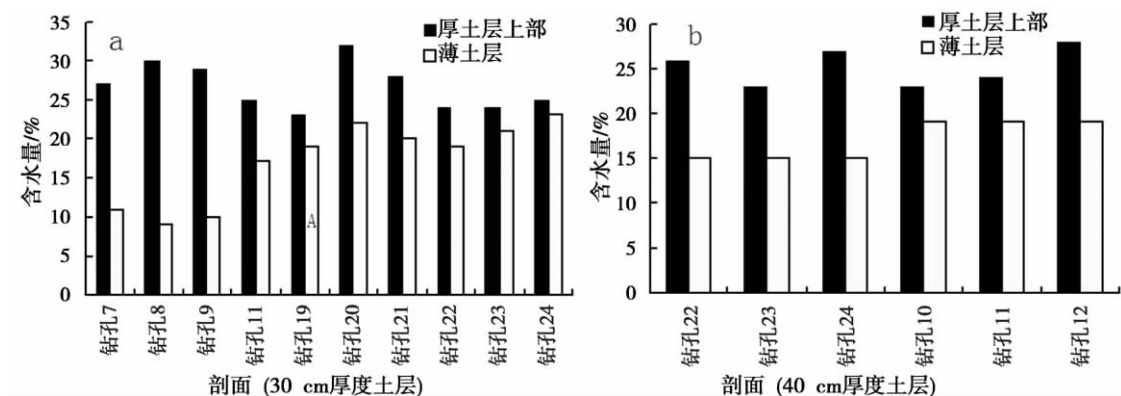


图4 沙柳河镇附近薄土层与厚土层含水量对比

Fig. 4 Soil moisture content between the thin soil and thick soil near Shaliuhe town

3.3 土壤水分平衡与水循环变化

从陆地水量平衡角度分析,从长时间和大范围来说,土壤水分的输入与输出量是基本保持均衡的,但按照不同水文年水分收入与支出分析,则会出现失衡的情况。根据以往对黄土高原土壤水分的研究,含水量12%为干层与非干层的界限^[11]。沙柳河镇土壤粒度与黄土相近,但粒度较黄土略粗,本文以11%作为沙柳河镇附近土壤干层的划分标准,即含水量<11%为土壤干层。这可作为青海湖北侧沙柳河镇附近土壤水分亏缺与盈余的标准。

虽然沙柳河镇附近第1、第2采样点0.40 m深度土层水分分为盈余,但如将这0.4 m厚度范围的含水量分配到1 m厚度和1.5 m厚度土层中,则含水量均<11%,水分亏损量分别为3.6%、6.1%,即随着深度增加,土壤含水量会减少,水分出现负平衡。水分出现负平衡指示该区一般不能通过土壤水的入渗来补给地下水。

4 结论

通过对沙柳河镇附近36个土壤剖面含水量研究,得出如下结论:

1. 薄土层含水量从表层向下呈现出低-高-低的变化趋势,这是表层水分易于蒸发和土壤下部水分易于入渗流失的结果。3 cm以上含水量较低是土壤表面和大气直接接触,易于蒸发造成的,中部含水量较高是水分受蒸发较少的结果,下部含水量较低是水分易于入渗流失的结果。

2. 虽然该区土壤在0.40 m以上含水量较高,没有土壤干层发育,但按1 m厚度和1.5 m厚度土壤计算,该区薄土层水分不足,并由中度和严重干层发育,这与厚土层的研究结果是一致的。

3. 薄土层干层的存在表明该区土壤水分分为负平衡,该区在正常降水年土壤水分不能通过入渗补给地下水。

4. 与厚土层相比,沙柳河镇薄土层水分存在形式多为薄膜水,含水量较低,蓄水量少,易于发生荒漠化,应该是青海湖流域生态环境保护的重点地区。

参考文献(References)

[1] Shi Xinghe, Li lin, Wang Qingchun, et al. Climatic change and its influence on water level of Qinghai Lake [J]. Journal of the Meteorological Sciences, 2005, 33(1): 58-62 [时兴合, 李林, 汪青春等. 环青海湖地区气候变化及其对湖泊水位的影响[J]. 气象科

技. 2005, 33(1): 58-62]

- [2] Shao Mingan, Wang Qianjiu, Hang Mingbin. Soil physics [M]. Beijing: Higher Education Press, 2006: 47-65 [邵明安, 王全九, 黄明斌. 土壤物理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 47-65]
- [3] Li Hongquan, Fan Guangzhou, Zhou Dingwen, et al. Character of spring vegetation change in the Qinghai-Tibet Plateau and its influence on Summer Air Temperature [J]. Scientia Geographica Sinica, 2008, 28(2): 259-264 [李洪权, 范广洲, 周定文, 等. 青藏高原植被变化特征及其对夏季气温的影响[J]. 地理科学, 2008, 28(2): 259-264]
- [4] Song Mingli, Lou Haiping. Studies on soil moisture dynamics of natural grassland in Qinghai Lake region [J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 2006, 27(2): 151-155 [宋理明, 娄海萍. 环青海湖地区天然草地土壤水分动态研究[J]. 中国农业气象, 2006, 27(2): 151-155]
- [5] Zhang Guosheng, Xu Weixin, Dong Lixin, et al. Studies on the change regulation of soil moisture in arid land of Qinghai Province [J]. Arid Zone Research, 1999, 16(2): 36-40 [张国胜, 徐维新, 童立新, 等. 青海省旱地土壤水分动态变化规律[J]. 干旱区研究, 1999, 16(2): 36-40]
- [6] Cheng Aifang, Zhao Jingbo, Cao Junji, et al. Soil moisture status in Jiangxigou in the south of Qinghai Lake [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2011, 31(3): 75-80 [成爱芳, 赵景波, 曹军骥, 等. 青海湖南侧江西沟土壤水分研究[J]. 水土保持通报, 2011, 31(3): 75-80]
- [7] Li Yuanshou, Wang Genxu, Ding Yongjian, et al. Spatial heterogeneity of soil moisture in alpine meadow area of the Qinghai-Xizang Plateau [J]. Advances in Water Science, 2008, 19(1): 61-65 [李元寿, 王根绪, 丁永建, 等. 青藏高原高寒草甸区土壤水分的空间异质性[J]. 水科学进展, 2008, 19(1): 61-65]
- [8] Liu Gang, Wang Zhiqiang, Wang Xiaolan. Analysis of dried soil layer of different vegetation types in Wuqi County [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2004, 11(1): 126-129 [刘刚, 王志强, 王晓岚. 吴旗县不同植被类型土壤干层特征分析[J]. 水土保持研究, 2004, 11(1): 126-129]
- [9] Zhang Guosheng, Li lin, Wang Qingchun, et al. Quantitative identification of driving factor of frozen ground degeneration in Qinghai Plateau [J]. Scientia Geographica Sinica, 2007, 27(3): 33-43 [张国胜, 李林, 汪青春, 等. 青藏高原冻土退化驱动因素的定量辨识[J]. 地理科学, 2007, 27(3): 33-43]
- [10] Zhang Jie, Li Dongliang, Wang Wen. Influence of terrain on precipitation in Qinghai-Tibet Plateau during Summer monsoon [J]. Scientia Geographica Sinica, 2008, 28(2): 235-240 [张杰, 李栋梁, 王文. 夏季风期间青藏高原地形对降水的影响[J]. 地理科学, 2008, 28(2): 235-240]
- [11] Yang Wenzhi, Shao Mingan. The study of soil moisture on the Loess Plateau [M]. Beijing: Science Press, 2002: 1-350 [杨文治, 邵明安. 黄土高原土壤水分研究[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 1-350]
- [12] Yang Wenzhi, Xu Cunzu. The management and evaluation of the loess plateau area [M]. Beijing: Science Press, 1992: 29-294

- [杨文治, 余存祖. 黄土高原区域治理与评价[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 29-294]
- [13] Hou Qingchun, Han Ruilian, Han Renfeng. The problem of soil dry layer in the loess plateau plantation grass [J]. Soil and Water Conservation in China, 1999, (5): 11-14 [侯庆春, 韩蕊莲, 韩仕峰. 黄土高原人工林草地“土壤干层”问题初探[J]. 中国水土保持, 1999, (5): 11-14]
- [14] Wang Li, Shao Mingan, Hou Qingchun. Preliminary Research on Measured Indexes of Dried Soil Layer [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2000, 14(4): 8-90 [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): 8-90]
- [15] Guo Zhongsheng, Shao Mingan. Soil water carrying capacity of vegetation and soil desiccation in artificial forestry and grassland in semi-arid regions of the Loess Plateau [J]. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(8): 164-167 [郭忠升, 邵明安. 半干旱区人工林草地土壤旱化与土壤水分植被承载力[J]. 生态学报, 2003, 23(8): 164-167]
- [16] Zhao Jingbo, Du Juan, Li Yanhua, et al. Research of dried layer of soil below artificial forest near Xi'an [J]. Journal of Shaanxi Normal University: Natural Science Edition, 2004, 32(2): 9-101 [赵景波, 杜娟, 李艳花, 等. 西安蓝田人工林地土壤干层研究[J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2004, 32(2): 9-101]
- [17] Zhao Jingbo, Wang Changyan, Yue Yingli, et al. The research on the dried layer and the moisture restoration of the soils in the planted forests in Xi'an area [J]. Journal of Natural Resources, 2007, 22(6): 80-89 [赵景波, 王长燕, 岳应利, 等. 西安地区人工林土壤干层与水分恢复研究[J]. 自然资源学报, 2007, 22(6): 80-89]
- [18] Zhao Jingbo, Niu Junjie, Du Juan, et al. Changes of soil moisture under different vegetation in Xinzhuang of Sanyuan, Xianyang City [J]. Scientia Geographica Sinica, 2008, 28(2): 247-252 [赵景波, 牛俊杰, 杜娟, 等. 咸阳市三原县新庄不同植被土层含水量研究[J]. 地理科学, 2008, 28(2): 247-252]
- [19] Zhao Jingbo, Gu Jing, Du Juan. The effect of climate and soil water environment on the Fifth Paleosol developed in Guan zhong Plain [J]. Science in China: Series D(Earth Sciences), 2008, 38(3): 364-374 [赵景波, 顾静, 杜娟. 关中平原第5层古土壤发育时的气候与土壤水环境[J]. 中国科学: D 辑(地球科学), 2008, 28(3): 364-373]

Soil Moisture Content and Balance in Thin Soil at Shaliuhe Town in the North of Qinghai Lake

ZHAO Jingbo^{1,2}, LI Lili¹, XING Shan¹, SHAO Tianjie¹, WEI Junping¹

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

2. State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Science, Xi'an 710075, China)

Abstract: According to the determination of the thin soil moisture of Shaliuhe town in the Gangcha county of the northern Qinghai lake, the thin soil below the surface - 15 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm soil layer. The paper studies the soil moisture content, its impacts on vegetation development and water cycle. The result shows that the soil in the studied area is mainly coarse silt and the soil moisture from the surface exhibits a low-high-low variation trend, because the surface water is easy to evaporation, the water evaporation in the central soil is less and the infiltration in the lower losses much water. Although the soils above 0.40 m in this area has high water content and does not develop soil dry layer, but by the calculation of 1 m and 1.5 m soil, in the area, the thin soil moisture is insufficient, develop the moderate and severe dry layer, the soil moisture is negative balance. Compared with the thick soil layer, the water in thin soil exists in the form of multiple thin film of water, with lower moisture, less water consumption, and Soil reservoir has bad regulative ability, as a result, this area easily occurs desertification, it should be the key area of the ecological environment protection in The Qinghai Lake basin.

Key words: Shaliuhe; soil moisture content of the thin soil; the form of water existence; water balance; dried soil layer