甘肃盐池湾国家级自然保护区沼泽湿地的土壤特性

刘晓娟[1]，张玉斌[2]，王煜明[2]，董万涛[2]，杨巨才[2]，达布希力特[2]，乌力吉[2]，孙学刚[1]
(1.甘肃农业大学 林学院，甘肃 兰州 730070；2.甘肃盐池湾国家级自然保护区管理局，甘肃 肃北 736300)

摘　要：[目的] 对甘肃盐池湾国家级自然保护区内沼泽湿地土壤的理化性质进行了研究，以期揭示保护区内沼泽湿地土壤特性以及湿地土壤在湿地中的作用，为保护区的湿地保护提供参考。[方法] 在保护区内选择 6 处典型的沼泽湿地，采用随机法对土壤进行分层取样。根据国家标准对各沼泽湿地土壤的孔性特征、水分特征和养分特征进行了测定。[结果] ①随着土层深度的增加，各沼泽湿地土壤容重逐渐增大，土壤孔隙逐渐减小，土壤通气度逐渐减小。榆林河水脑和大德尔吉湿地土壤的各项孔性指标的测定结果均优于其他各沼泽湿地。②随着土层深度的增加，各沼泽湿地土壤水分特征指标均逐渐下降。榆林河水脑和大德尔吉湿地土壤的各项水分特征指标的测定结果均优于其他各沼泽湿地。③随着土层深度的增加，各沼泽湿地土壤养分含量均呈现下降趋势。榆林河水脑沼泽湿地土壤养分含量较高，野马大泉沼泽湿地土壤养分含量最低，其余 4 处沼泽湿地土壤养分条件相差不大。[结论] 随着土层深度的增加，保护区内各沼泽湿地土壤逐渐变得紧实，土壤孔隙逐渐减小，水分条件逐渐下降，土壤养分含量逐渐降低。其中，榆林河水脑和大德尔吉湿地土壤的土质疏松，通气性较好，并且有着较为优越的水分条件，具有较强的贮蓄水分和涵养水源的能力。而野马大泉湿地能够快速容纳降水并及时下渗，可有效调节径流。榆林河水脑沼泽湿地土壤养分条件最好，而野马大泉沼泽湿地土壤养分条件最差。保护区沼泽湿地土壤环境整体呈碱性。

关键词：沼泽湿地；土壤特性；孔性特征；水分特征；养分特征
文献标识码：A　　**文章编号：**1000-288X(2021)04-0106-07　　**中图分类号：**S152，X144

文献参数：刘晓娟，张玉斌，王煜明，等.甘肃盐池湾国家级自然保护区沼泽湿地的土壤特性[J].水土保持通报，2021，41(4)：106-112.DOI：10.13961/j.cnki.stbctb.2021.04.015；Liu Xiaojuan，Zhang Yubin，Wang Yuming，et al. Soil characteristics of swamp wetland in Yanchiwan National Nature Reserve of Gansu Province [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation，2021，41(4)：106-112.

Soil Characteristics of Swamp Wetland in Yanchiwan National Nature Reserve of Gansu Province

Liu Xiaojuan[1]，Zhang Yubin[2]，Wang Yuming[2]，Dong Wantao[2]，Yang Jucai[2]，Dabu Xilite[2]，Wuliji[2]，Sun Xuegang[1]
(1.*College of Forestry*，*Gansu Agricultural University*，*Lanzhou*，*Gansu* 730070，*China*；
2.*Gansu Yanchiwan National Nature Reserve Bureau*，*Subei*，*Gansu* 736300，*China*)

Abstract：[Objective] The physical and chemical properties of swamp wetland in Yanchiwan National Nature Reserve of Gansu Province were evaluated to reveal the characteristics of wetland soil and the role of wetland soil in the wetland，in order to provide reference for wetland protection in the reserve. [Methods] Six typical marshes were selected in the reserve，and stratified soil samplings were collected by random method. According to the national standard，the soil porosity，soil moisture properties and soil nutrient characteristics of each marsh were measured. [Results] ① With the increase of soil depth，soil bulk density increased gradually，while soil porosity and soil aeration decreased gradually. The results of soil pore indexes in Yulin River Source Wetland and Daderji Wetland were better than those in other marshes. ② With the increase of soil depth，soil moisture properties decreased gradually. Soil moisture properties in Yulin River Source Wetland and Daderji Wetland were better than those in other marshes. ③ With the increase of soil depth，the soil nutrient contents of all marshes showed a decreasing trend. The soil nutrient contents of Yulin River Source

收稿日期：2021-02-25　　**修回日期：**2021-04-20
资助项目：甘肃盐池湾国家级自然保护区昆虫资源和湿地生态环境本底调查研究
第一作者：刘晓娟(1980—)，女(汉族)，甘肃省天水市人，博士，副教授，主要从事种子植物多样性与植被生态方面的研究。Email：liuxiaojuan@gsau.edu.cn。

Wetland were higher, the soil nutrient contents of Yema Daquan Wetland were the lowest, and there was no significant difference in the soil nutrient conditions of the other four marshes. [Conclusion] With the increase of soil depth, the soil of the marshes in the reserve gradually becomes compacted, the soil porosity, the water condition and the soil nutrient content decreases. The soil in Yulin River Source Wetland and Daderji Wetland are loose in quality, good in aeration, and have superior water conditions with strong ability of water storage and water conservation, while the Yema Daquan Wetland can quickly accommodate precipitation and infiltrate in time, which can effectively regulate runoff. The soil nutrient condition of Yulin River Source Wetland was the best, while that of Yema Daquan Wetland was the worst. The soil environment of the reserve marsh wetland is alkaline.

Keywords: swamp wetland; soil characteristics; soil porosity; soil moisture properties; soil nutrient characteristics

湿地是陆生生态系统和水生生态系统之间具有独特水文、土壤、植被与生物特征的多功能过渡性生态系统,在涵养水源、调节洪水径流及生物多样性形成等方面具有十分重要的作用[1]。湿地土壤指长期积水或在生长季积水、周期性淹水的环境条件下,生长有水生植物或湿生植物的土壤[2]。湿地土壤是湿地生态系统的一个重要组成部分,具有维持生物多样性,分配和调节地表水分,过滤、缓冲、分解固定和降解有机物和无机物等功能[2],这些功能是湿地生态系统得以稳衡和发展的基石。湿地土壤与其他类型土壤都是人类赖以生存的自然资源,同时又是湿地生态系统的重要因子,只有深入研究和揭示湿地土壤的理化性质,才可能正确认识湿地生态系统并充分发挥湿地的生态功能。

甘肃盐池湾国家级自然保护区位于甘肃省肃北蒙古族自治县,区内拥有湿地总面积约为 1.50×10^5 hm^2,为典型的高寒湿地[3],2018 年获批国际重要湿地。其中的约 5.00×10^5 hm^2 沼泽湿地是保护区湿地生态系统的一大主体,发挥着重要的生态功能。一方面由于其优越的水资源孕育了丰富的湿地植物资源,而湿地植物又改善了湿地土壤养分环境,同时优良的植被和土壤条件为湿地的水资源起到了很好的净化作用。另一方面,淡水沼泽由于其生态优越性,为保护区内的动物尤其是鸟类提供了很好的栖息和繁殖场所。因此,本文对甘肃盐池湾国家级自然保护区内沼泽湿地土壤的理化性质进行了研究,以期揭示保护区内沼泽湿地土壤特性以及湿地土壤在湿地中的作用,为保护区的湿地保护提供参考。

1　研究区概况

研究在位于青藏高原北缘的甘肃盐池湾国家级自然保护区内进行,保护区内最低海拔 2 600 m,最高海拔 5 483 m,山脊多在海拔 4 000 m 以上。保护区地处高原亚寒带,年平均气温 -0.8 ℃,7 月平均气温11.7 ℃,1 月平均气温 -14.4 ℃,日平均气温≥10 ℃的天数 62 d,海拔 3 600 m 以上的地区日均温≥10 ℃的时间为零;年均降水量 202.5 mm,多集中在夏季;年均蒸发量 2 493.3 mm,为降水量的 17.5 倍;平均强辐射日照时间 2 841.1 h,年总辐射量 590.34～619.65 kJ/cm^2;年均风速 3.7 m/s[3]。

2　材料与方法

2.1　土壤取样方法

于 2020 年 7 月中旬在甘肃盐池湾国家级自然保护区内选择 6 处典型的沼泽湿地,在每处沼泽湿地中选择具有代表性的沼泽湿地植被进行土壤取样,采样区域概况详见表 1。采用随机法进行土壤取样,每种植被类型下随机选择 5 个取样点,每两个取样点间距不小于 50 m。每个取样点在土壤剖面的 0—10,10—20,20—40,40—60 cm 进行分层取样。每个土层取 2 份土壤样品,其中 1 份用环刀法取样,用于土壤孔性和水分状况的测定,另一份取混合土样,用于土壤养分含量的测定。

2.2　土壤孔性测定方法

采用环刀法测定土壤孔性各项相关指标[4],包括土壤容重、总孔隙度、毛管孔隙度、非毛管孔隙度和通气度。

2.3　土壤水分特征测定方法

采用环刀法测定土壤水分特征各项相关指标[4],包括土壤质量含水量、最大持水量、毛管持水量、最小持水量、最大蓄水量、非毛管蓄水量、毛管蓄水量和排水能力。

土壤质量含水量(g/kg)=环刀内湿土质量(g)-环刀内干土质量(g)×1 000/环刀内干土质量(g)　(1)

土壤最大持水量(g/kg)=〔干沙上搁置 12 h 后环刀内湿土质量(g)-环刀内干土质量(g)〕×1 000/环刀内干土质量(g)　(2)

土壤毛管持水量(g/kg)=〔干沙上搁置 2 h 后环刀内湿土质量(g)－
环刀内干土质量(g)〕×1 000/环刀内干土质量(g) (3)

土壤最小持水量(g/kg)=〔干沙上搁置一定时间后环刀内湿土质量(g)－
环刀内干土质量(g)〕×1 000/环刀内干土质量(g) (4)

土壤最大蓄水量(t/hm^2)=土壤总孔隙度×10 000 m^2×土层深度 (5)

土壤非毛管蓄水量(t/hm^2)=土壤非毛管孔隙度×10 000 m^2×土层深度 (6)

土壤毛管蓄水量(t/hm^2)=土壤毛管孔隙度×10 000 m^2×土层深度 (7)

排水能力(mm)=最大持水量(mm)－最小持水量(mm) (8)

表 1 研究区 6 处湿地采样区域自然概况

样地编号	调查地点	地理坐标	海拔/m	群落盖度/%	建群种	伴生种
T_1	乌兰布尔勒	N39°3′9.8″,E95°54′56.7″	3 180	95	细叶苔草	三裂毛茛、蒿蓄
T_2	大德尔吉第一湾	N39°11′26.9″,E95°44′49.7″	3 173	98	华扁穗草	海乳草、水麦冬
T_3	大德尔吉	N39°11′29.2″,E95°44′55.2″	3 170	90	华扁穗草	天山报春、海乳草、水麦冬、早熟禾、毛颖赖草
T_4	盐池湾	N38°58′17.8″,E96°4′3.3″	3 227	98	西藏嵩草	碱毛茛、水麦冬
T_5	野马大泉	N39°24′56.8″,E96°14′30.8″	3 756	75	矮嵩草	野青茅、水冬麦、浮毛茛、草甸雪兔子、篦齿眼子菜、尼泊尔蓼
T_6	榆林河水脑	N39°24′56.8″,E96°14′30.8″	2 240	90	西藏嵩草	棒头草、水葫芦苗、碱毛茛、水麦冬、眼子菜、芦苇、海乳草、碱蛇床、大车前、二裂委陵菜、蕨麻、浮毛茛、达乌里风毛菊

2.4 土壤养分特征测定方法

采集的土样风干并去除杂质后过 0.149 和 2 mm 的土壤筛,用于测定土壤养分,每个样品重复 3 次。

土壤 pH 值采用 pH 计进行测定。土壤全氮采用半微量凯氏法(LY/T1228-1999)[5]测定;土壤全磷采用钼锑抗比色法(LY/T1232-1999)[6]测定;土壤全钾、速效钾采用火焰光度法(LY/T1234-1999;LY/T1236-1999)[7-8]测定;土壤水解性氮根据地方标准(DB13/T843-2007)[9]测定;土壤速效磷采用碳酸氢钠浸提法(LY/T1233-1999)[10]测定;土壤有机质采用重铬酸钾氧化—外加热法(LY/T1237-1999)[11]测定。

3 结果与分析

3.1 湿地土壤孔性

3.1.1 土壤容重 土壤容重说明土壤松紧程度及孔隙状况,反映土壤的透水性、通气性和根系生长的阻力状况,是土壤物理性质的一个重要指标[12]。所调查的 6 处沼泽湿地土壤容重均表现出一致的变化趋势,即在 0—60 cm 土层中,随着土层深度的增加,土壤容重逐渐增大。各调查样地中,以大德尔吉和榆林河水脑沼泽湿地的土壤容重最小,分别为 0.58 和0.63 g/cm^3,其次为大德尔吉第一湾湿地 0.82 g/cm^3,盐池湾湿地 1.05 g/cm^3,乌兰布尔勒湿地 1.18 g/cm^3,野马大泉湿地土壤容重最大,为 1.43 g/cm^3(图 1)。

3.1.2 土壤孔隙 土壤孔隙的组成直接影响土壤通气透水性和根系穿插的难易程度[12]。土壤非毛管孔隙度在各调查样地各土层中未表现出明显的变化趋势。土壤毛管孔隙度和土壤总孔隙度均表现为随着土层加深而逐渐减小,与土壤容重的变化趋势一致。在各调查样地间,土壤毛管孔隙度和土壤总孔隙度均表现为:榆林河水脑湿地(62.93%,69.58%)>大德尔吉湿地(60.08%,67.41%)>大德尔吉第一湾湿地(53.16%,59.39%)>乌兰布尔勒湿地(48.62%,54.52%)>盐池湾湿地(45.91%,52.27%)>野马大泉湿地(38.39%,46.78%)(图 1)。

3.1.3 土壤通气度 土壤通气性是土壤的重要特性之一,是保证土壤空气质量,使植物正常生长,微生物进行正常生命活动等不可缺少的条件。土壤通气度与土壤容重、土壤毛管孔隙度和土壤总孔隙度表现出同样的变化趋势,即随着随着土层加深而逐渐减小,因为随着土层加深,土壤逐渐变得紧实,与大气间的气体交换也逐渐变得困难。6 个样地间,土壤通气度表现为:榆林河水脑湿地(7.78%)>大德尔吉湿地(7.02%)>大德尔吉第一湾湿地(4.93%)>野马大泉湿地(4.67%)>盐池湾湿地(3.50%)>乌兰布尔勒湿地(3.45%)(图 1)。

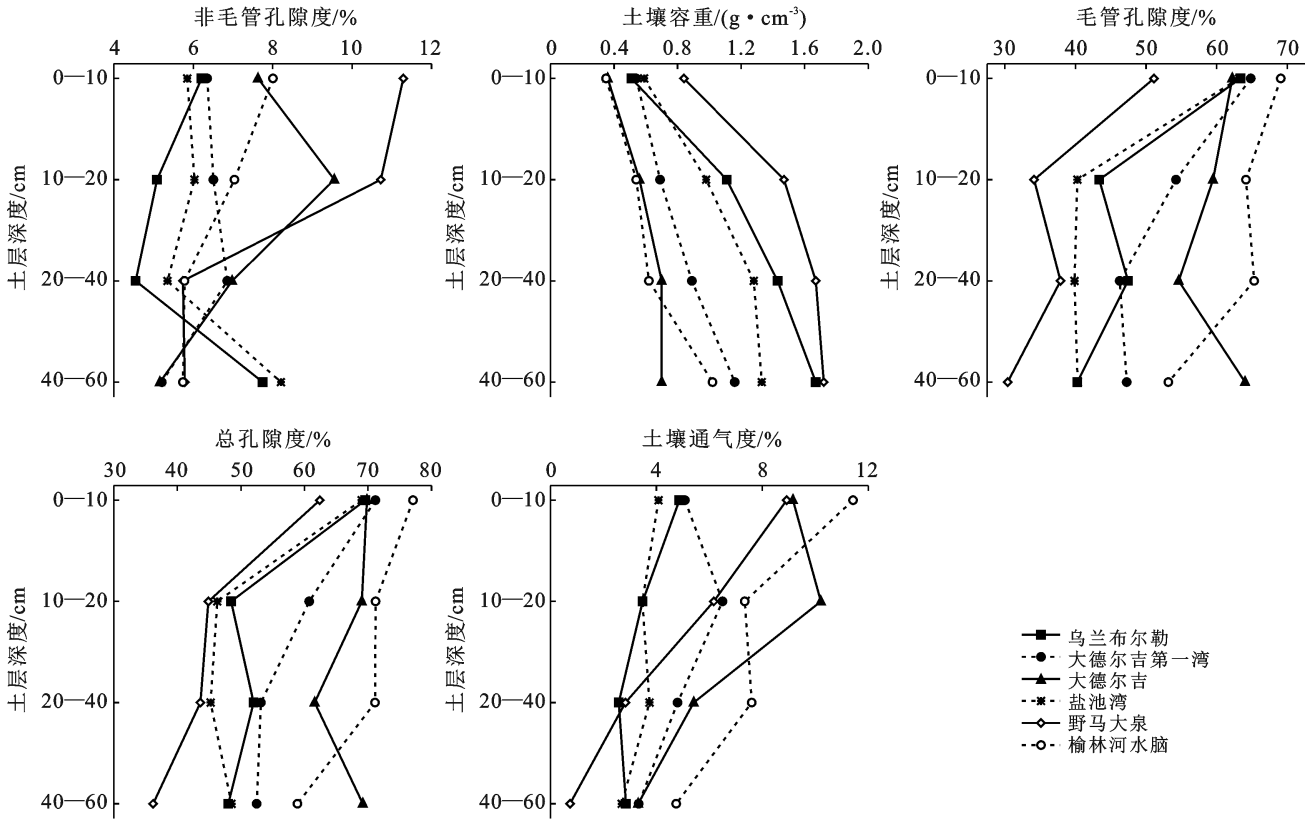


图 1　甘肃盐池湾国家级自然保护区沼泽湿地土壤孔隙特征

3.2　湿地土壤水分特征

3.2.1　土壤含水量　测定结果表明,各沼泽湿地0—60 cm土层土壤含水量均随着土层加深而逐渐降低,其中,以榆林河水脑湿地土壤含水量降幅最大,在0—10 cm土层土壤含水量为2 383.65 g/kg,在40—60 cm土层土壤含水量仅为437.21 g/kg。其余各沼泽湿地中土壤含水量在各土层间变化不大。各沼泽湿地土壤平均含水量依次为:榆林河水脑湿地(1 225.75 g/kg)>大德尔吉湿地(1 006.84 g/kg)>大德尔吉第一湾湿地(625.22 g/kg)>乌兰布尔勒湿地(504.33 g/kg)>盐池湾湿地(492.26 g/kg)>野马大泉湿地(345.65 g/kg)(图 2)。榆林河水脑湿地和大德尔吉湿地土壤含水量均高于土壤自身重量,说明这两处湿地渗透率高,储水能力强[13]。

3.2.2　土壤持水量　土壤持水量是反映土壤保水能力的指标。研究发现,保护区内各沼泽湿地土壤的最大持水量、毛管持水量和最小持水量均随着土层加深而逐渐降低,表明随着土层加深,土壤的保水能力也随之降低。各沼泽湿地土壤最大持水量、毛管持水量和最小持水量均表现为:榆林河水脑湿地>大德尔吉湿地>大德尔吉第一湾湿地>乌兰布尔勒湿地>盐池湾湿地>野马大泉湿地(图 2)。并且,榆林河水脑湿地和大德尔吉湿地土壤最大持水量、毛管持水量和最小持水量均显著优于其他各沼泽湿地,表明这两处湿地的土壤保水能力较强。

3.2.3　土壤蓄水量　土壤蓄水能力是评价陆地生态系统水源涵养、调节水循环的主要指标之一[14]。各沼泽湿地土壤毛管蓄水量和总蓄水量均表现为:榆林河水脑湿地(629.35 t/hm^2,695.73 t/hm^2)>大德尔吉湿地(600.83 t/hm^2,674.13 t/hm^2)>大德尔吉第一湾湿地(531.64 t/hm^2,593.87 t/hm^2)>乌兰布尔勒湿地(486.18 t/hm^2,545.20 t/hm^2)>盐池湾湿地(459.04 t/hm^2,522.66 t/hm^2)>野马大泉湿地(383.95 t/hm^2,467.78 t/hm^2)(图 2)。由测定结果可见,榆林河水脑湿地和大德尔吉湿地土壤贮蓄水的能力最强,这两处湿地的水源涵养功能强于其他各湿地。但土壤非毛管蓄水量在各湿地间呈现不同趋势,表现为:野马大泉湿地(83.87 t/hm^2)>大德尔吉湿地(73.29 t/hm^2)>榆林河水脑湿地(66.45 t/hm^2)>盐池湾湿地(63.62 t/hm^2)>大德尔吉第一湾湿地(62.33 t/hm^2)>乌兰布尔勒湿地(59.01 t/hm^2)(图 2)。

3.2.4　土壤排水能力　不同湿地的最大、最小持水能力不同,所以排水能力有一定差异。所调查的6处沼泽湿地排水能力的平均值为:野马大泉湿地(17.77 mm)>榆林河水脑湿地(17.29 mm)>大德尔

吉湿地(12.80 mm)>乌兰布尔勒湿地(11.76 mm)>盐池湾湿地(10.80 mm)>大德尔吉第一湾湿地(10.36 mm)(图 2)。这说明乌兰布尔勒湿地、盐池湾湿地和大德尔吉第一湾湿地能有效保持水分,而野马大泉湿地、榆林河水脑湿地和大德尔吉湿地能有效调节径流,降低洪涝自然灾害。

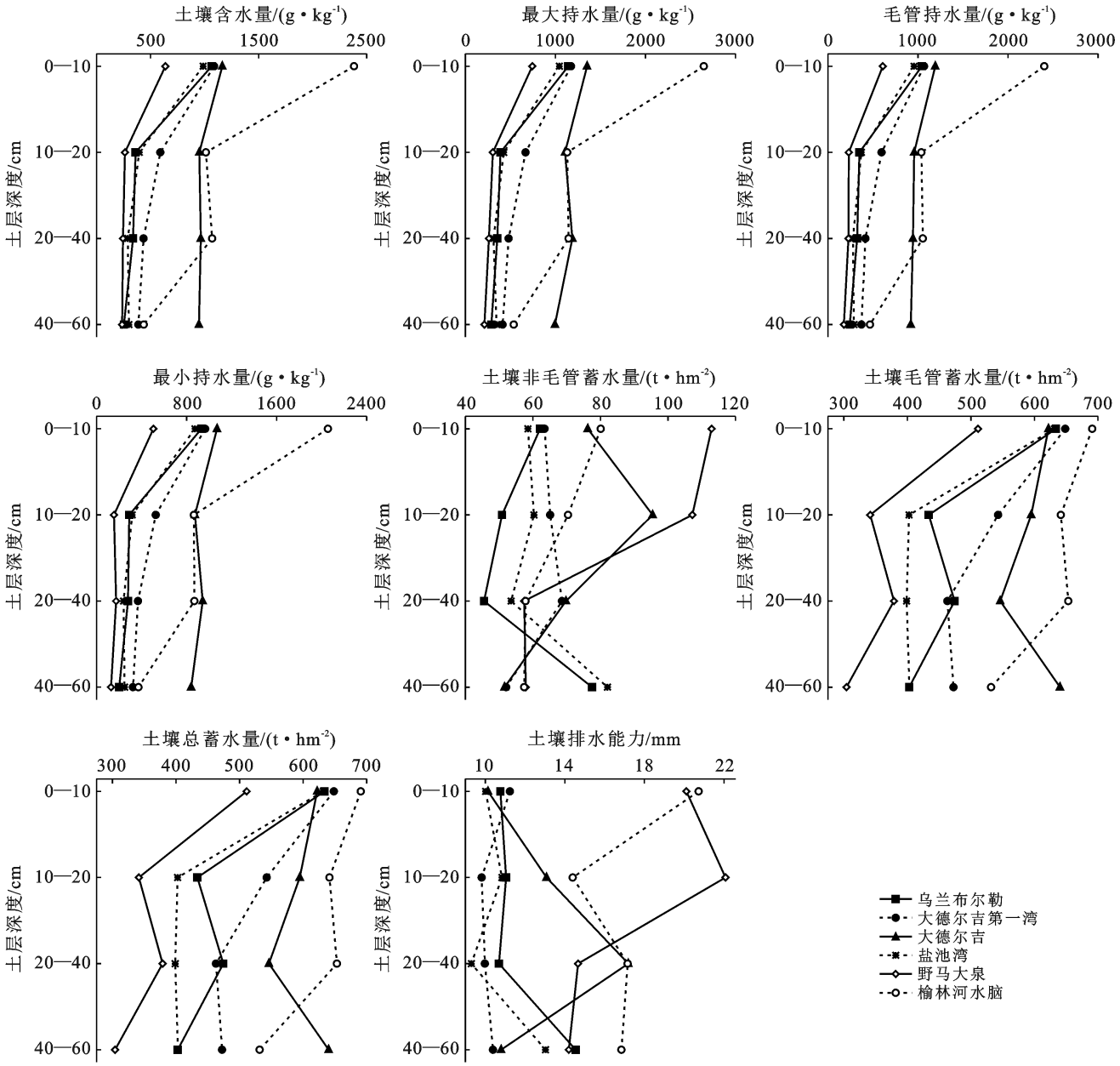


图 2 甘肃盐池湾国家级自然保护区沼泽湿地土壤水分特征

3.3 湿地土壤养分特征

3.3.1 有机质 由图 3 可见,各沼泽湿地土壤有机质含量均在 0—10 cm 土层最高,随着土层加深,有机质含量逐渐降低。湿地土壤表层为草皮层,是植物根系的集中分布区,植物根系的分布直接影响土壤中有机碳的垂直分布,因为大量死根的腐解归还,为土壤提供了丰富的碳源,而土壤表层生物积累量较大,上部土层较下部土层的生物归还量大,土壤有机质的积累量也相应较大。各调查沼泽湿地中,以榆林河水脑沼泽湿地土壤有机质含量最高,平均达 222.69 g/kg。其余沼泽湿地土壤有机质含量均远小于榆林河水脑沼泽湿地,依次为:大德尔吉湿地(91.67 g/kg)>盐池湾湿地(51.22 g/kg)>大德尔吉第一湾湿地(50.83 g/kg)>乌兰布尔勒湿地(33.97 g/kg)>野马大泉湿地(6.91 g/kg)(图 3)。

3.3.2 水解性氮和全氮 通常情况下,土壤氮的来源

以内循环为主,其中重要的来源途径为凋落物的归还。因此,湿地土壤水解性氮含量与有机质含量的变化趋势基本一致,也表现为表层土壤水解性氮含量最高,并随着土层加深而逐渐降低。其中,榆林河水脑沼泽湿地土壤水解性氮含量最高,平均达 3 090.35 mg/kg。其余沼泽湿地土壤水解性氮含量均远小于榆林河水脑沼泽湿地,依次为:大德尔吉湿地(2 101.13 mg/kg)>大德尔吉第一湾湿地(1 435.25 mg/kg)>盐池湾湿地(857.73 mg/kg)>乌兰布尔勒湿地(777.63 mg/kg)>野马大泉湿地(320.53 mg/kg)(图 3)。

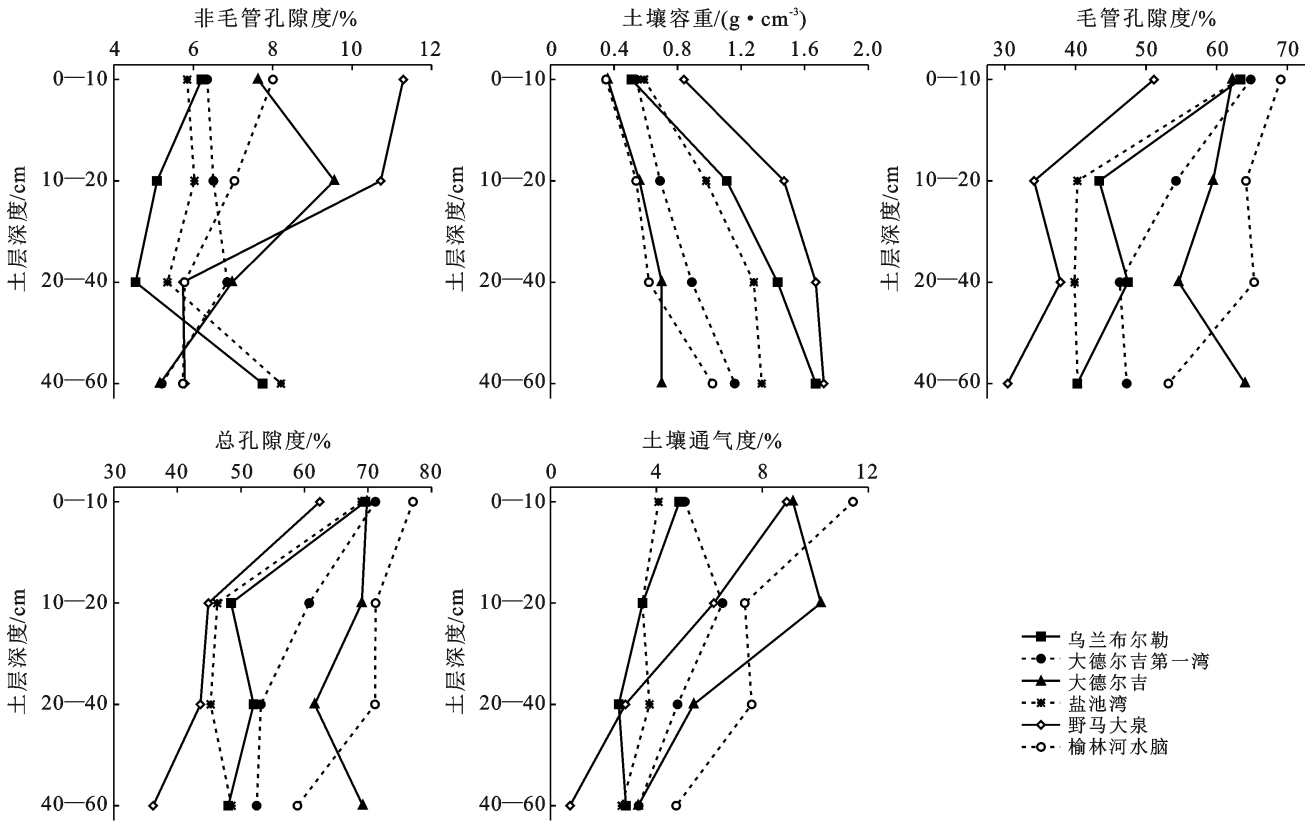


图 3　甘肃盐池湾国家级自然保护区沼泽湿地土壤养分特征

土壤全氮含量的消长取决于有机质的积累和分解作用的相对强度。因此,全氮含量表现不同,以大德尔吉湿地土壤全氮含量最高,平均含量为 8.05 g/kg。其次为乌兰布尔勒湿地(6.48 g/kg),榆林河水脑湿地(5.90 g/kg),大德尔吉第一湾湿地(5.68 g/kg)和盐池湾湿地(3.75 g/kg),野马大泉湿地全氮含量最低,仅为 1.04 g/kg(图 3),表明该湿地立地条件较差。各沼泽湿地土壤全氮含量也表现出随土层加深而逐渐降低的趋势。

3.3.3　*速效磷和全磷*　所调查的湿地土壤速效磷和全磷含量均随土层加深而逐渐降低,在土壤表层含量达到最大。速效磷和全磷含量在各沼泽湿地间表现出基本一致的变化趋势,其中,速效磷含量表现为:大德尔吉湿地(172.24 mg/kg)>大德尔吉第一湾湿地(65.48 mg/kg)>乌兰布尔勒湿地(51.81 mg/kg)>盐池湾湿地(49.78 mg/kg)>榆林河水脑湿地(41.92 g/kg)>野马大泉湿地(20.09 mg/kg),全磷含量表现为:大德尔吉湿地(4.36 g/kg)>大德尔吉第一湾湿地(3.96 g/kg)>乌兰布尔勒湿地(3.52 g/kg)>榆林河水脑湿地(1.79 g/kg)>盐池湾湿地(1.15 g/kg)>野马大泉湿地(0.70 g/kg)(图 3)。

3.3.4　*速效钾和全钾*　由于土壤中普遍存在钾的固定现象,而钾的固定又和多种外在因素相关,因此,所调查湿地土壤中的速效钾和全钾含量在各湿地间表现不一致。土壤速效钾含量在各湿地中依次为:大德尔吉湿地(226.91 mg/kg)>大德尔吉第一湾湿地(169.49 mg/kg)>榆林河水脑湿地(155.94 mg/kg)>盐池湾湿地(126.61 mg/kg)>乌兰布尔勒湿地(111.01 mg/kg)>野马大泉湿地(29.88 mg/kg),而全钾含量在各湿地中依次为:盐池湾湿地(14.30 mg/kg)>乌兰布尔勒湿地(12.47 mg/kg)>榆林河水脑湿地(10.87 mg/kg)>大德尔吉湿地(8.79 mg/kg)>大德尔吉第一湾湿地(7.89 mg/kg)>野马大泉湿地(6.04 mg/kg)(图 3)。

3.3.5 pH 值变化特征 调查发现,各沼泽湿地土壤 pH 值均大于 7,呈碱性。各沼泽湿地土壤碱性由强到弱依次为:大德尔吉第一湾湿地(8.75)>乌兰布尔勒湿地(8.72)>野马大泉湿地(8.21)>盐池湾湿地(8.02)大德尔吉湿地(7.91)>榆林河水脑湿地(7.75),但各湿地土壤 pH 值相差不大(图 3)。湿地土壤 pH 值的测定结果与湿地水资源 pH 值的测定结果基本一致[3],均表明保护区湿地环境偏碱性。

4 讨论与结论

(1) 随着土层深度的增加,保护区内各沼泽湿地土壤逐渐变得紧实,通气性下降,水分条件和养分条件均呈现出下降的趋势。

所调查的各沼泽湿地中,生长着一年生和多年生草本,这些草本植物的根系主要分布在土壤浅层,植物残体和枯落物的积累和分解也主要在土壤浅层进行。因此,浅层土壤的结构比较疏松,并且能有效的保持土壤水分[13],具有较好的养分环境。而随着土层加深,植物根系逐渐减少并消失,矿物质含量增加,土壤逐渐变得紧实,通气性也随之下降。

(2) 所调查的各处沼泽湿地中,榆林河水脑和大德尔吉湿地土壤的土质疏松,通气性较好,有着较为优越的水分条件和养分条件,并且具有较强的贮蓄水分和涵养水源的能力。而野马大泉湿地能够快速容纳降水并及时下渗,可有效调节径流。

榆林河水脑和大德尔吉湿地是植被发育最好的两处湿地,群落盖度达 90%,并且植物种类最为丰富,在土壤浅层形成毡状草皮层,能够有效的保持土壤水分。同时,大量的植物残体长期处于水淹条件下,使许多营养物质沉积在土壤中,从而增加了土壤肥力。野马大泉湿地为海拔最高的一处湿地,植物群落盖度较低,仅为 75%,但土壤容重最大,为 1.43 g/cm^3。马维伟等[15]研究表明,土壤容重与土壤持水量呈负相关,而与土壤排水能力呈较强的正相关性,本研究结果与马维伟等的研究结果一致,表明野马大泉沼泽湿地可有效调节径流,降低洪涝等自然灾害的发生。

[参 考 文 献]

[1] 熊远清,吴鹏飞,张洪芝,等.若尔盖湿地退化过程中土壤水源涵养功能[J].生态学报,2011,31(19):5780-5788.

[2] 姜明,吕宪国,杨青.湿地土壤及其环境功能评价体系[J].湿地科学,2006,4(3):168-173.

[3] 刘晓娟,张玉斌,王煜明,等.甘肃盐池湾国家级自然保护区高寒湿地水环境质量调查与评价[J].水土保持通报,2018,38(2):160-165.

[4] 张万儒,许本彤.森林土壤定位研究方法[M].北京:中国林业出版社,1986.

[5] 中华人民共和国国家林业局.LY/T1228-1999 森林土壤全氮的测定[S].北京:国家林业局,1999.

[6] 中华人民共和国国家林业局.LY/T1232-1999 森林土壤全磷的测定[S].北京:国家林业局,1999.

[7] 中华人民共和国国家林业局.LY/T1234-1999 森林土壤全钾的测定[S].北京:国家林业局,1999.

[8] 中华人民共和国国家林业局.LY/T1236-1999 森林土壤速效钾的测定[S].北京:国家林业局,1999.

[9] 河北省人民政府.DB13/T843-2007 土壤速效氮的测定[S].河北 石家庄:河北省质量技术监督局,2007.

[10] 中华人民共和国国家林业局.LY/T1233-1999 森林土壤有效磷的测定[S].北京:国家林业局,1999.

[11] 中华人民共和国国家林业局.LY/T1237-1999 森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算[S].北京:国家林业局,1999.

[12] 王燕,王兵,赵广东,等.江西大岗山 3 种林型土壤水分物理性质研究[J].水土保持学报,2008,22(1):151-153.

[13] 王元峰,王辉,马维伟,等.尕海 4 种湿地类型土壤水分特性研究[J].干旱区研究,2012,29(4):598-603.

[14] 赵世伟,周印东,吴金水.子午岭北部不同植被类型土壤水分特征研究[J].水土保持学报,2002,16(4):119-122.

[15] 马维伟,王辉,王修华,等.甘南尕海不同湿地类型土壤物理特性及其水源涵养功能[J].水土保持学报,2012,26(4):194-198.