

# 湖北省恩施市太山庙泥炭藓泥炭沼泽 分布及其环境特征研究

王涵<sup>1,2</sup>, 吴林<sup>1,2\*</sup>, 薛丹<sup>3</sup>, 刘雪飞<sup>1,2</sup>, 洪柳<sup>1,2</sup>, 牟利<sup>1,2</sup>, 李小玲<sup>1,2</sup>

(1. 生物资源保护与利用湖北省重点实验室, 湖北恩施 445000; 2. 湖北民族大学林学院, 湖北恩施 445000;  
3. 中国科学院山地生态恢复与生物资源利用重点实验室, 生态恢复与生物多样性  
保育四川省重点实验室, 中国科学院成都生物研究所, 四川成都 610041)

**摘要:**泥炭藓泥炭沼泽多分布于冷湿的寒温带地区; 亚热带亚高山地区降水充足, 气温相对较低, 部分山间洼地也发育有泥炭藓泥炭沼泽, 分布在亚热带的泥炭藓泥炭沼泽更为珍稀。2018年4月至2019年5月, 对湖北省恩施市太山庙林场泥炭藓泥炭沼泽进行了野外调查, 调查结果显示, 该区域有22处泥炭藓泥炭沼泽, 其泥炭层厚50~110 cm, 呈斑块状分布在地势低洼处, 总面积为39.59 hm<sup>2</sup>; 在泥炭藓泥炭沼泽中, 全年水位在-17.65~-0.34 cm之间波动; 在泥炭藓泥炭沼泽中, 0~50 cm深度土壤的pH为3.92~4.30, 土壤的酸性较强。随着土壤深度的增加, 土壤pH和容重增大, 土壤含水量、有机碳含量、可溶性有机碳含量、全氮含量和碱解氮含量在减小; 0~50 cm深度土壤的有机碳质量比为246.51~283.30 g/kg, 可溶性有机碳质量浓度为33.97~77.64 mg/L, 全氮质量比为8.19~12.71 g/kg, 碱解氮质量比为436.22~741.35 mg/kg; 在泥炭藓泥炭沼泽中, 共有植物33科42属52种; 优势植物主要为杜鹃花科、蔷薇科、禾本科、莎草科的植物; 灌木层、草本植物层和苔藓层的植物盖度分别为(75±16)%、(46±18)%和(92±8)%; 植物地上总生物量为1.83 kg/m<sup>2</sup>, 灌木层、草本植物层和苔藓层的植物地上生物量分别为(0.42±0.13) kg/m<sup>2</sup>、(0.032±0.015) kg/m<sup>2</sup>和(1.38±0.42) kg/m<sup>2</sup>。

**关键词:**泥炭藓泥炭沼泽; 空间分布; 水位; 土壤理化性质; 植被特征

中图分类号: P941.78 文献标识码: A 文章编号: 1672-5948(2020)03-266-09

泥炭藓泥炭沼泽是一类以泥炭藓为优势种的泥炭沼泽<sup>[1]</sup>。泥炭藓泥炭沼泽多分布于北方寒温带的冷湿地带<sup>[2]</sup>。在中国, 泥炭藓泥炭沼泽主要分布于大兴安岭、小兴安岭和长白山<sup>[3-4]</sup>等寒温带地区。事实上, 亚热带亚高山地区降水充沛, 气温相对较低, 许多山间洼地也发育有泥炭藓泥炭沼泽, 与寒温带的泥炭藓泥炭沼泽相比, 亚热带的泥炭藓泥炭沼泽更为珍稀。

近年来, 分布在湖北省七姊妹山<sup>[5]</sup>、贵州省娘娘山<sup>[6]</sup>、福建天宝岩自然保护区<sup>[7]</sup>和神农架大九湖<sup>[8-9]</sup>等亚热带亚高山地区的泥炭藓泥炭沼泽被相继发现, 使中国的泥炭藓泥炭沼泽分布区不断扩大。

然而, 对亚热带地区泥炭藓泥炭沼泽的研究还不够深入, 对其生态环境特征还不够清楚, 因此, 有必要对亚热带亚高山地区泥炭藓泥炭沼泽进行进一步研究。

湖北省恩施土家族苗族自治州位于湖北省西南边陲, 全境绝大部分是山地, 平均海拔在1 000 m以上。在恩施土家族苗族自治州, 已经报道的泥炭藓泥炭沼泽主要分布于七姊妹山、二仙岩和利川寒池等亚高山地区。2018年, 吴林等在湖北省恩施市太山庙地区发现了泥炭藓泥炭沼泽, 目前, 已经开展了该沼泽土壤等方面的研究<sup>[10]</sup>。本研究通过调查恩施市太山庙地区的泥炭藓泥炭沼泽分

收稿日期: 2019-11-27; 修订日期: 2020-04-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(41867042)、湖北省“双一流”建设专项资金项目(2019)和中国科学院山地生态恢复与生物资源利用重点实验室开放课题(Kxysws1904)资助。

作者简介: 王涵(1997-), 男, 湖北省赤壁人, 硕士研究生, 主要从事湿地学研究。E-mail: 201930125@hbmy.edu.cn

\*通讯作者: 吴林, 讲师。E-mail: wulin20054557@163.com

布状况,研究该区泥炭藓泥炭沼泽的环境特征,探讨不同区域泥炭藓泥炭沼泽的环境差异,旨在积累亚热带高山地区泥炭藓泥炭沼泽的基础数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区

本研究以湖北省恩施土家族苗族自治州新塘乡双河社区太山庙林场所辖范围(30°7'44"N~30°9'44"N, 109°47'12"E~109°49'48"E)为研究区。该区属于典型的亚热带高山地区,海拔为1 800~1 920 m。

该区气候属于中亚热带季风湿润气候,年平均气温为7.2~8.3℃,年最低和最高气温分别为-10.7℃(出现在12月)和23.0℃(出现在7月),月降水量呈单峰型变化(图1),7月的降水量最多,年降水量为1 768 mm。在研究区的泥炭藓泥炭沼泽中,土壤表层常年过湿或积水,土壤主要为酸性泥炭土和腐殖质沼泽土,泥炭层厚度为50~110 cm,沼泽斑块中心位置的泥炭层厚度大于边缘,泥炭正处于发育阶段;植物群落由灌木、草本植物和苔藓植物组成,泥炭藓的高度可达10~20 cm,局部区域还发育有藓丘,沼泽中央还分布着常年积水的水坑。

### 1.2 野外调查和观测、采样及样品测定

#### 1.2.1 泥炭藓泥炭沼泽环境调查

##### 1.2.1.1 水位监测

2018年5月12日至2019年4月14日期间,每月定期进行水位监测。在研究区的22处泥炭藓

泥炭沼泽中(图2),选择了具有代表性的且分别指示低水位、中水位和高水位的第15号(中心点坐标为:30°8'30"N, 109°48'32"E)、第14号(中心点坐标为:30°8'35"N, 109°48'21"E)和第13号(中心点坐标为:30°8'19"N, 109°48'15"E)泥炭藓泥炭沼泽,作为采样地。

在每处采样地中,设置了5个水位监测点。在每个监测点,将一根长1.2 m、直径(内径)为3.0 cm的PVC塑料管(水管四周钻取数个直径为1.0 cm的小孔,便于渗水)插入土壤中,插至地下30 cm深度处,即PVC塑料管的上端管口比地表高90 cm。在每个月的中旬,利用钢卷尺,测量出PVC塑料管中的水面离上端管口的距离,再减去PVC塑料管的上端管口距离地面的高度,得到该监测点的该月水位数据。

##### 1.2.1.2 土壤理化指标测定

2018年4月5~6日,采集土壤样品。前期调查发现,研究区泥炭藓泥炭沼泽的泥炭层厚度约为50 cm,因此,采集了0~50 cm深度的土壤样品。在研究区的泥炭藓泥炭沼泽中,共设置了3处采样地(与水位监测的3处采样地相同);在每处采样地布设了10个采样点。

在每个采样点,利用直径为3 cm、高60 cm的土钻,采集土壤样品。首先,在采集土壤样品前,先去除地表上覆盖的泥炭藓和草本植物;然后,利用土钻,采集土壤样品;再将采集到的土柱分为10层,每5 cm为一层,从上到下每层的深度为0~5 cm、5~10 cm、10~15 cm、15~20 cm、20~25 cm、25~30 cm、30~35 cm、35~40 cm、40~45 cm和

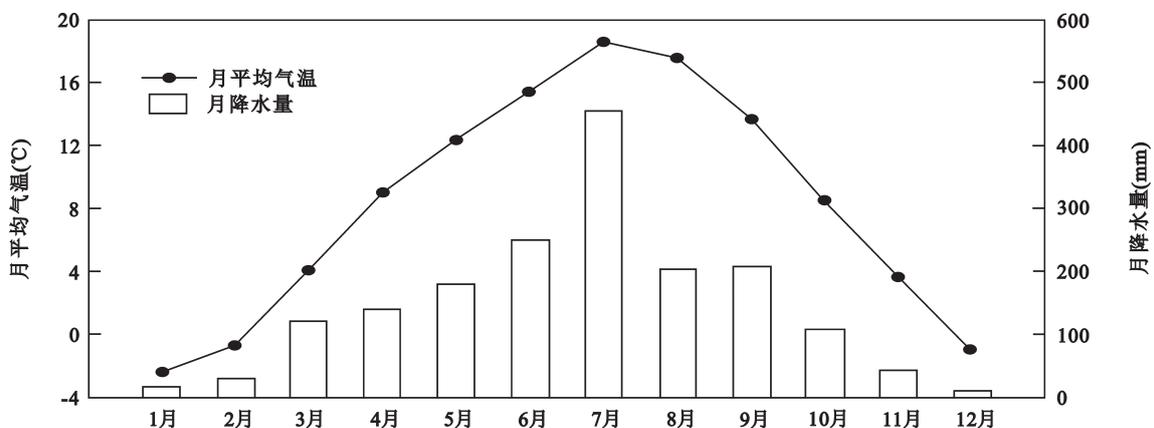
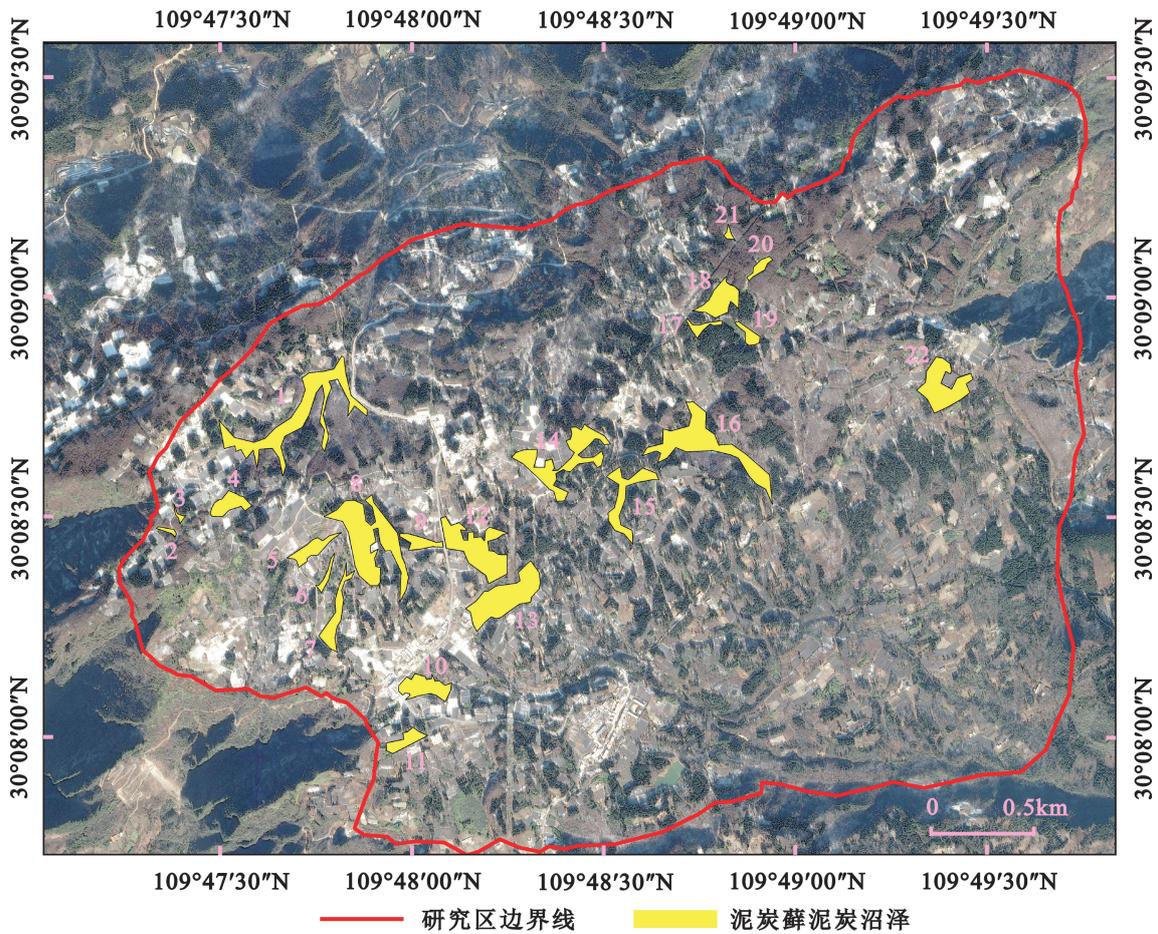


图1 2016~2018年太山庙林场月平均气温和月降水量平均值

Fig.1 Mean monthly temperature and monthly precipitation of Taishanmiao forest farm during 2016-2018



注:图2为分辨率为0.54 m的2014年12月17日的谷歌卫星影像。图中白色区域为耕地或者建设用地,墨绿色区域为林地。

图2 太山庙林场泥炭藓泥炭沼泽分布图

Fig.2 Distribution map of sphagnum peat bogs in Taishanmiao forest farm

45~50 cm,共计得到不同土层的土壤样品350份;最后,将土壤样品装进已经做好标记的自封袋内,运回实验室。

在实验室中,将土壤样品进行自然风干、研磨和过筛处理,用于测定土壤理化指标。采用烘干法,测定土样的容重。利用水土比为1:10的悬液pH计,测定土样的pH。采用重铬酸钾氧化-分光光度法,测定土样的有机碳含量。利用TOC仪,测定土样的可溶性有机碳含量。利用全自动凯氏定氮仪,测定土样的全氮和碱解氮含量。

#### 1.2.1.3 植物调查

2018年7月21~31日,在研究区中,选择了具有代表性的3处泥炭藓泥炭沼泽,作为植物调查样地(与水位监测的3处采样地相同),开展植物调查。

在每处调查样地,分别设置2个20 m×20 m的

大样方。在每个大样方内,设置16个5 m×5 m的灌木样方和32个1 m×1 m的草本植物样方。在每个样方内,记录所有植物物种的名称,估算灌木和草本植物的盖度;测量每株灌木的基径和株高。

在每个样方内,对每种灌木,都砍伐15株,作为样品;采用单位面积收割法,采集草本植物和苔藓植物样品;将植物样品做好标记,都运回实验室。

在实验室中,在75℃下,将采集到的灌木样品烘干,称质量,分别建立灌木地上生物量与基径和灌木地上生物量与株高的函数关系方程,用于估算灌木地上生物量;在75℃下,将采集到的草本植物和苔藓植物样品烘干,称质量,估算草本植物和苔藓植物的地上生物量。

#### 1.2.2 泥炭藓泥炭沼泽分布调查

为了精确获得太山庙林场中的泥炭藓泥炭沼泽的分布位置及其面积,于2018年7月21~31日,

通过谷歌卫片判读,利用GPS定位系统,在当地向导指引下,实地勘察和记录了泥炭藓泥炭沼泽的分布位置,并进行了GPS轨迹跟踪,获得了太山庙林场每一块泥炭藓泥炭沼泽的边界数据。

### 1.3 数据分析

利用Excel 2019软件,分析水位、土壤理化指标和植物指标数据,并制作表格。利用ArcGIS 10.2软件(ESRI, USA)和Origin 2019b软件(Origin-Lab Cor, USA),绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 泥炭藓泥炭沼泽的分布

在太山庙林场,共分布着泥炭藓泥炭沼泽22处,总面积为39.59 hm<sup>2</sup>。研究区的泥炭藓泥炭沼泽依地势而呈形状各异的斑块状,主要分布于地形低洼处(见图2),泥炭藓泥炭沼泽的底层基质通常是较厚的泥浆层。其中,第8号沼泽的面积最大,为5.37 hm<sup>2</sup>,而第2号和第21号沼泽的面积最小,都仅为0.12 hm<sup>2</sup>。调查还发现,沼泽中的泥炭藓向四周蔓延生长,表明沼泽正处于发育期;部分原本连成一片的沼泽,因被开垦为农田或被用作居住用地,而使沼泽破碎成多个不连续的小斑块。

### 2.2 水位的年内变化规律

2018年4月15日至2019年4月14日期间,低水位沼泽(第15号沼泽)水位的波动范围为-17.65~-7.67 cm(图3),平均水位为-11.81 cm;中水位沼泽(第14号沼泽)水位的波动范围为-10.25~

-4.86 cm,平均水位为-7.58 cm;高水位沼泽(第13号沼泽)水位的波动范围为-3.17~-0.34 cm,平均水位为-1.79 cm。整体上,研究区泥炭藓泥炭沼泽的水位波动范围为-17.65~-0.34 cm,平均水位为-7.06 cm。由于研究区的年降水量较大,沼泽多分布于山间低洼处,而且泥炭藓具有强大的蓄水和保水能力,因此,3处沼泽全年水位波动幅度总体上不大。一年中,高水位沼泽水位的波动幅度最小,中水位沼泽水位的波动幅度居中,低水位沼泽水位的波动幅度最大(见图3)。

### 2.3 土壤理化指标

由于研究区中泥炭藓泥炭沼泽的泥炭层厚度为50~110 cm,大部分沼泽泥炭层的厚度约为50 cm,因此,本研究主要分析0~50 cm深度土层(泥炭土或腐殖质沼泽土)的理化性质。研究区0~50 cm深度土壤的pH为3.92~4.30(表1),其平均值为4.12,故土壤呈酸性;土壤容重为0.16~0.26 g/cm<sup>3</sup>,其平均值为0.21 g/cm<sup>3</sup>;土壤含水量为77.65%~85.99%,其平均值为81.50%;土壤有机碳质量比为246.51~283.30 g/kg,其平均值为269.23 g/kg;土壤可溶性有机碳质量浓度为33.97~77.64 mg/L,其平均值为48.04 mg/L;土壤全氮质量比为8.19~12.71 g/kg,其平均值为10.35 g/kg;土壤碱解氮质量比为436.22~741.35 mg/kg,其平均值为542.65 mg/kg。整体上,随着土壤深度的增加,土壤pH和容重在增加,土壤含水量、有机碳含量、可溶性有机碳含量、全氮含量和碱解氮含量在减小。

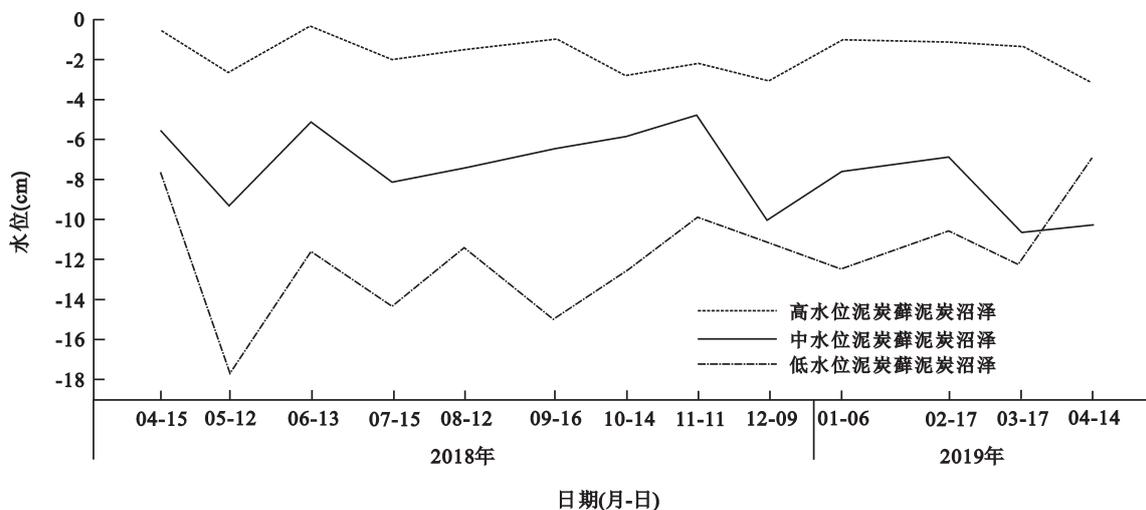


图3 2018~2019年太山庙林场泥炭藓泥炭沼泽的水位变化

Fig 3 Change of the water levels of the sphagnum peat bogs in Taishanmiao forest farm during 2018-2019

表1 太山庙林场泥炭藓泥炭沼泽0~50 cm深度土壤的理化指标

Table 1 Physicochemical factors of soils at 0-50 cm depth in the sphagnum peat bogs in Taishanmiao forest farm

土层深度(cm)	pH	容重(g/cm <sup>3</sup> )	含水量(%)	有机碳质量比(g/kg)	可溶性有机碳质量浓度(mg/L)	全氮质量比(g/kg)	碱解氮质量比(g/kg)
0~10	3.92±0.04	0.16±0.02	85.99±1.30	283.30±6.37	77.64±5.24	12.71±0.79	741.35±26.33
10~20	3.99±0.05	0.17±0.02	84.58±1.50	265.63±9.80	52.28±4.85	11.18±0.82	673.20±27.59
20~30	4.15±0.04	0.22±0.02	80.93±1.39	281.32±13.93	41.98±3.14	10.00±0.60	579.51±30.07
30~40	4.23±0.04	0.25±0.02	78.35±1.23	269.37±17.58	34.35±3.56	9.69±0.77	481.66±40.14
40~50	4.30±0.05	0.26±0.04	77.65±2.04	246.51±19.44	33.97±3.39	8.19±0.79	436.22±42.04

## 2.4 植物群落组成

在研究区的泥炭藓泥炭沼泽中,共有植物33科42属52种(表2)。植物群落可以分为3层,分别为灌木层、草本植物层和苔藓层。灌木层的优势物种为杜鹃花科的齿缘吊钟花和耳叶杜鹃、蔷薇科的湖北海棠、华西花楸和西南樱桃、虎耳草科的光柄绣球、藤黄科的金丝桃。草本植物层的优势物种为莎草科的大理薹草、灯心草科的灯心草和常见的蕨类植物(如禾本科的芒、紫萁科的紫萁和凤尾蕨科的西南凤尾蕨)。苔藓层以泥炭藓占绝对优势,泥炭藓的生物量占植物地上总生物量(苔藓层、草本植物层和灌木层地上生物量之和)的75%。在3层植物中,苔藓层植物的盖度和地上生物量都相对最大,其分别为(92±8)%和(1.38±0.42) kg/m<sup>2</sup>;其次为灌木层的盖度和地上生物量,其分别为(75±16)%和(0.42±0.13) kg/m<sup>2</sup>;草本植物层的盖度和地上生物量都相对最小,其分别为(46±18)%和(0.032±0.015) kg/m<sup>2</sup>。

## 3 讨论

在太山庙林场,泥炭藓泥炭沼泽呈斑块状分布于地势低洼处,其与同处鄂西的七姊妹山和大九湖泥炭藓泥炭沼泽类似,都是依靠岩溶地貌为其发育场所,低温、地下水位较稳定和贫营养的环境使得泥炭藓泥炭沼泽在这些亚热带高山地区发育和分布<sup>[11]</sup>。而在中国寒温带分布的泥炭藓泥炭沼泽却与之不同,例如,东北地区的泥炭藓泥炭沼泽是以火山熔岩地貌为其发育场所,在冷湿气候和永久冻土带等自然环境下,使得泥炭藓泥炭沼泽得以发育<sup>[12]</sup>。可见,寒温带与亚热带泥炭藓泥炭沼泽的发育与分布特征有很大差异。另外,与七姊妹山和大九湖的泥炭藓泥炭沼泽相比,太山庙林场的泥炭藓长势更好<sup>[8,11,13]</sup>。但是,太山

庙林场的泥炭藓泥炭沼泽也面临着人类活动的严重威胁。近年来,高强度的农业开垦和房屋修建等人类活动,使得太山庙林场部分完整的泥炭藓泥炭沼泽破碎化,因此,亟待加强对太山庙林场泥炭藓泥炭沼泽的保护。

在本研究中,泥炭藓泥炭沼泽0~50 cm深度土壤的平均有机碳质量比为269.23 g/kg,其比高纬度泥炭藓泥炭沼泽的小(表3),这与文献[14]的研究结论一致。与相关研究的结果对比发现,随着纬度的升高,泥炭藓泥炭沼泽土壤中的有机碳含量在增加,这与气温随着纬度的升高而降低有关。因为,气温升高会使土壤中的有机碳矿化、分解加速,使得有机碳含量减少<sup>[15-16]</sup>。土壤pH也会影响泥炭藓泥炭沼泽土壤中的有机碳含量,酸性厌氧环境会使土壤中的有机碳分解速率减慢,从而导致有机碳沉积<sup>[17]</sup>。太山庙林场的泥炭藓泥炭沼泽土壤的pH接近4,土壤酸性强于高纬度寒温带泥炭藓泥炭沼泽,但是,其土壤中的有机碳含量并没有高于寒温带泥炭藓泥炭沼泽。在大尺度上,气温对泥炭藓泥炭沼泽土壤中有机碳含量的影响要大于土壤pH对其的影响。

在太山庙泥炭藓泥炭沼泽中,共有植物33科42属52种,植物地上总生物量为1.83 kg/m<sup>2</sup>。与寒温带泥炭藓泥炭沼泽相比,太山庙泥炭藓泥炭沼泽中的植物种类更加丰富,这与区域气候和水文条件有关。因为,亚热带地区的年降水量更多,年平均气温更高,生物多样性高于寒温带地区<sup>[29]</sup>。亚热带森林的生物多样性水平越高,其林木的生物量就越大<sup>[30]</sup>。但是,本研究发现,亚热带泥炭藓泥炭沼泽的生物多样性高于寒温带泥炭藓泥炭沼泽,但其植物地上生物量却较小,甚至远小于小兴安岭地区的泥炭藓泥炭沼泽。这可能与研究区植物的生活型有关。研究表明,生活型以乔木为主的

表2 太山庙林场泥炭藓泥炭沼泽植物名录

Table 2 List of plants in the sphagnum peat bogs in Taishanmiao forest farm

科/属/物种名称	科/属/物种名称	科/属/物种名称
一 百合科 Liliaceae (一)菝葜属 <i>Smilax</i> 1 黑叶菝葜 <i>Smilax nigrescens</i> 2 鞘柄菝葜 <i>Smilax stans</i>	十二 金发藓科 Polytrichaceae (十五)金发藓属 <i>Polytrichum</i> 18 金发藓 <i>Polytrichum commune</i>	二十二 忍冬科 Caprifoliaceae (二十九)荚蒾属 <i>Viburnum</i> 37 茶荚蒾 <i>Viburnum setigerum</i>
二 柏科 Cupressaceae (二)柳杉属 <i>Cryptomeria</i> 3 柳杉 <i>Cryptomeria fortunei</i>	十三 金星蕨科 Thelypteridaceae (十六)毛蕨属 <i>Cyclosorus</i> 19 渐尖毛蕨 <i>Cyclosorus acuminatus</i>	二十三 三尖杉科 Cephalotaxaceae (三十)三尖杉属 <i>Cephalotaxus</i> 38 三尖杉 <i>Cephalotaxus fortunei</i>
三 卷柏藓科 Racopilaceae (三)卷柏藓属 <i>Racopilum</i> 4 薄壁卷柏藓 <i>Racopilum cuspidigerum</i>	十四 金丝桃科 Hypericaceae (十七)金丝桃属 <i>Hypericum</i> 20 金丝桃 <i>Hypericum monogynum</i>	二十四 莎草科 Cyperaceae (三十一)薹草属 <i>Carex</i> 39 大理薹草 <i>Carex taliensis</i>
四 灯心草科 Juncaceae (四)灯心草属 <i>Juncus</i> 5 灯心草 <i>Juncus effusus</i>	十五 壳斗科 Fagaceae (十八)栗属 <i>Castanea</i> 21 茅栗 <i>Castanea seguinii</i>	二十五 石松科 Lycopodiaceae (三十二)石松属 <i>Lycopodium</i> 40 石松 <i>Lycopodium japonicum</i>
五 冬青科 Aquifoliaceae (五)冬青属 <i>Ilex</i> 6 具柄冬青 <i>Ilex pedunculosa</i> 7 四川冬青 <i>Ilex szechwanensis</i>	十六 龙胆科 Gentianaceae (十九)花锚属 <i>Halenia</i> 22 椭圆叶花锚 <i>Halenia elliptica</i>	二十六 鼠李科 Rhamnaceae (三十三)鼠李属 <i>Rhamnus</i> 41 薄叶鼠李 <i>Rhamnus leptophylla</i> 42 鼠李 <i>Rhamnus davurica</i>
六 杜鹃花科 Ericaceae (六)吊钟花属 <i>Enkianthus</i> 8 齿缘吊钟花 <i>Enkianthus serrulatus</i> (七)杜鹃花属 <i>Rhododendron</i> 9 耳叶杜鹃 <i>Rhododendron auriculatum</i> 10 长蕊杜鹃 <i>Rhododendron stamineum</i> (八)珍珠花属 <i>Lyonia</i> 11 小果南烛 <i>Lyonia ovalifolia</i>	十七 泥炭藓科 Sphagnaceae (二十)泥炭藓属 <i>Sphagnum</i> 23 泥炭藓 <i>Sphagnum palustre</i>	二十七 松科 Pinaceae (三十四)落叶松属 <i>Larix</i> 43 日本落叶松 <i>Larix kaempferi</i>
七 凤尾蕨科 Pteridaceae (九)凤尾蕨属 <i>Pteris</i> 12 西南凤尾蕨 <i>Pteris wallichiana</i>	十八 槭树科 Aceraceae (二十一)槭属 <i>Acer</i> 24 多齿长尾槭 <i>Acer caudatum</i> 25 青榨槭 <i>Acer davidii</i>	二十八 天南星科 Araceae (三十五)天南星属 <i>Arisaema</i> 44 花南星 <i>Arisaema lobatum</i>
八 禾本科 Gramineae (十)芒属 <i>Miscanthus</i> 13 芒 <i>Miscanthus sinensis</i> (十一)箭竹属 <i>Fargesia</i> 14 箭竹 <i>Fargesia spathacea</i>	十九 蔷薇科 Rosaceae (二十二)苹果属 <i>Malus</i> 26 湖北海棠 <i>Malus hupehensis</i> (二十三)花楸属 <i>Sorbus</i> 27 华西花楸 <i>Sorbus wilsoniana</i> 28 石灰花楸 <i>Sorbus folgneri</i> (二十四)樱属 <i>Cerasus</i> 29 西南樱桃 <i>Cerasus duclouxii</i> 30 尾叶樱桃 <i>Cerasus dielsiana</i> (二十五)悬钩子属 <i>Rubus</i> 31 插田泡 <i>Rubus coreanus</i> 32 悬钩子 <i>Rubus loropetalus</i> (二十六)栒子属 <i>Cotoneaster</i> 33 平枝栒子 <i>Cotoneaster horizontalis</i> 34 泡叶栒子 <i>Cotoneaster bullatus</i>	二十九 碗蕨科 Dennstaedtiaceae (三十六)蕨属 <i>Pteridium</i> 45 蕨 <i>Pteridium aquilinum</i> 三十 小檗科 Berberidaceae (三十七)小檗属 <i>Berberis</i> 46 刺叶小檗 <i>Berberis thunbergii</i>
九 虎耳草科 Saxifragaceae (十二)绣球属 <i>Hydrangea</i> 15 光柄绣球 <i>Hydrangea glabripes</i>	(二十六)青藓科 Brachytheciaceae (二十七)青藓属 <i>Brachythecium</i> 35 青藓 <i>Brachythecium pulchellum</i>	三十一 杨柳科 Salicaceae (三十八)杨属 <i>Populus</i> 47 大叶杨 <i>Populus lasiocarpa</i> (三十九)柳属 <i>Salix</i> 48 皂柳 <i>Salix wallichiana</i>
十 桦木科 Betulaceae (十三)榛属 <i>Corylus</i> 16 藏刺榛 <i>Corylus ferox</i>	二十一 曲尾藓科 Dicranaceae (二十八)曲尾藓属 <i>Dicranum</i> 36 曲尾藓 <i>Dicranum scoparium</i>	三十二 樟科 Lauraceae (四十)木姜子属 <i>Litsea</i> 49 木姜子 <i>Litsea pungens</i> 50 山鸡椒 <i>Litsea cubeba</i> (四十一)山胡椒属 <i>Lindera</i> 51 三桠乌药 <i>Lindera obtusiloba</i>
十一 灰藓科 Hypnaceae (十四)灰藓属 <i>Hypnum</i> 17 灰藓 <i>Hypnum cupressiforme</i>		三十三 紫萁科 Osmundaceae (四十二)紫萁属 <i>Osmunda</i> 52 紫萁 <i>Osmunda japonica</i>

表3 不同区域泥炭藓泥炭沼泽环境因素比较

Table3 Comparison of environmental factors of sphagnum peat bogs in various region

环境指标	泥炭藓泥炭沼泽的分布区				
	福建省天宝岩国家级自然保护区 <sup>[18-20]</sup>	湖北省恩施市太山庙林场(本研究)	长白山哈尼泥炭地 <sup>[21-23]</sup>	小兴安岭 <sup>[24-25]</sup>	大兴安岭冻土区 <sup>[26-28]</sup>
分布范围	25°50'51"N~26°1'20"N, 117°28'3"E~117°35'28"E	30°7'44"N~30°9'44"N, 109°47'12"E~109°49'48"E	42°13'N, 126°31'E	48°33'N~48°50'N, 129°E~129°30'E	52.96°N, 122.66°E
年平均气温(°C)	15	7.8	2.5~3.6	-1.1	-3.9
年降水量(mm)	2 039	1 768	844	584	450
土壤pH	—	4.12	4.5~6.0	4.2~4.5	4.8
土壤有机碳质量比(g/kg)	146.94±20.48	249.36±16.11	429.2	474.27±9.24	477.69±13.74
土壤全氮质量比(g/kg)	2.77±0.27	9.02±1.14	12.16±0.12	10.01±1.04	19.83±0.55
植物地上总生物量(kg/m <sup>2</sup> )	11.42±1.84	1.83±0.40	—	71.09	0.56±0.01
优势物种	长苞铁杉( <i>Tsuga longibracteata</i> )、猴头杜鹃( <i>Rhododendron simiarum</i> )、水竹( <i>Phyllostachys heteroclada</i> )、垂穗石松( <i>Palhinhaea cernua</i> )、轮叶蒲桃( <i>Syzygium grijsii</i> )、灯心草、冬青卫矛( <i>Euonymus japonicus</i> )、泥炭藓	齿缘吊钟花、耳叶杜鹃、华西花楸、湖北海棠、西南樱桃、光柄绣球、金丝桃、大理苔草、灯心草、芒、紫萁、西南凤尾蕨、金发藓、泥炭藓	长白落叶松( <i>Larix olgensis</i> )、油桦( <i>Betula fruticosa</i> )、杜香( <i>Rhododendron tomentosum</i> )、金露梅( <i>Potentilla fruticosa</i> )、笃斯越橘( <i>Vaccinium uliginosum</i> )、毛藓草( <i>Carex lasiocarpa</i> )、芦苇( <i>Phragmites australis</i> )、东方羊胡子草( <i>Eriophorum polystachion</i> )、鹿药( <i>Smilacina japonica</i> )、多穗地榆( <i>Sanguisorba parviflora</i> )、泥炭藓、金发藓	兴安落叶松( <i>Larix gmelinii</i> )、狭叶杜香( <i>Ledum palustre var. angustum</i> )、笃斯越橘、甸杜(Chamaedaphne calyculata)、泥炭藓	柴桦( <i>Betula fruticosa</i> )、笃斯越橘、狭叶杜香、白毛羊胡子草( <i>Eriophorum vaginatum</i> )、泥炭藓

群落,生物量要高于以灌木或草本植物为主的群落<sup>[28,31]</sup>。在福建省天宝岩国家级自然保护区和小兴安岭泥炭藓泥炭沼泽中,优势物种都有高大乔木,而太山庙泥炭藓泥炭沼泽中的优势种多为低矮灌木和草本植物,所以太山庙泥炭藓泥炭沼泽中植物的地上生物量相对偏小。当大兴安岭泥炭藓泥炭沼泽中的植物以低矮灌木和草本植物为主时,其生物多样性与植物地上生物量都小于太山庙泥炭藓泥炭沼泽(见表3)。另外,植物的光合生产力也会影响植物群落的生物量<sup>[32]</sup>。

通过比较不同区域泥炭藓泥炭沼泽的环境特征,发现亚热带的泥炭藓泥炭沼泽土壤总氮含量偏低。研究表明,土壤中氮元素增加会导致土壤富营养化,从而促进植物生长<sup>[33]</sup>。但是,比较国内泥炭藓泥炭沼泽环境特征时,并没有发现植物生物量与土壤全氮含量有密切的关系,这其中的原因有待进一步研究。太山庙泥炭藓泥炭沼泽土壤

中的全氮含量远高于亚热带其它泥炭藓泥炭沼泽,说明有外源氮输入,这可能与周边人类活动有关,其对泥炭沼泽生态系统的影响值得今后进一步研究。

## 4 结论

在湖北省恩施市太山庙林场中,有22处泥炭藓泥炭沼泽,呈斑块状分布于地形低洼处;沼泽的泥炭层厚度为50~110 cm,全年水位波动在-17.65~-0.34 cm之间;泥炭藓泥炭沼泽的总面积为39.59 hm<sup>2</sup>,最大沼泽斑块的面积为5.37 hm<sup>2</sup>,最小沼泽斑块的面积仅为0.12 hm<sup>2</sup>。

在太山庙泥炭藓泥炭沼泽中,0~50 cm深度土壤的pH为3.92~4.30,土壤的酸性较强。随着土壤深度的增加,土壤pH和容重在增大,土壤含水量、有机碳含量、可溶性有机碳含量、全氮含量和碱解氮含量在减小;0~50 cm深度土壤的有机

碳质量比为246.51~283.30 g/kg,可溶性有机碳质量浓度为33.97~77.64 mg/L,全氮质量比为8.19~12.71 g/kg,碱解氮质量比为436.22~741.35 mg/kg。

在太山庙泥炭藓泥炭沼泽中,共有植物33科42属52种;优势植物主要为杜鹃花科、蔷薇科、禾本科、莎草科的植物;灌木层、草本植物层和苔藓层的植物盖度分别为(75±16)%、(46±18)%和(92±8)%;植物地上总生物量为1.83 kg/m<sup>2</sup>,灌木层、草本植物层和苔藓层的植物地上生物量分别为(0.42±0.13) kg/m<sup>2</sup>、(0.032±0.015) kg/m<sup>2</sup>和(1.38±0.42) kg/m<sup>2</sup>。

## 参考文献

- [1]卜兆君,王升忠,谢宗航.泥炭沼泽学若干基本概念的再认识[J].东北师大学报(自然科学版),2005,37(2):105-110.
- [2]HALSEY L A, VITT D H, GIGNAC L D. Sphagnum-dominated peatlands in north America since the last glacial maximum: Their occurrence and extent[J]. The Bryologist, 2000, 103(2): 334-352.
- [3]韩园园,王铭,王升忠,等.长白山区金川泥炭沼泽土壤酶活性特征[J].湿地科学,2018,16(5):671-678.
- [4]张云萍,刘石宁,徐志伟,等.长白山白江河天然和排水泥炭沼泽土壤酶活性研究[J].湿地科学,2019,17(4):445-452.
- [5]汪正祥,雷耘,刘胜祥,等.湖北七姊妹山自然保护区发现亚高山泥炭藓湿地[J].华中师范大学学报(自然科学版),2005,39(3):387-388.
- [6]崔海军,张勇,张银峰,等.贵州娘娘山湿地藓类沼泽植物群落特征及优势种间关系[J].生态学杂志,2018,37(9):73-80.
- [7]黄承勇.福建天宝岩自然保护区泥炭藓沼泽植物资源调查[J].福建林业科技,2009,36(1):134-138.
- [8]彭丹,刘胜祥,黎维平,等.神农架大九湖泥炭藓 *Sphagnum palustre* 沼泽特征分析[J].贵州科学,2001,19(4):101-104,80.
- [9]张永锋,米雨川,梁莉莉,等.生态移民前、后神农架大九湖沼泽内锯齿藓中的重金属含量变化[J].湿地科学,2018,16(4):524-529.
- [10]刘雪飞,余夏君,洪柳,等.鄂西南七姊妹山两种泥炭藓湿地土壤有机碳分布特征的对比研究[J].湖北林业科技,2018,47(6):21-26.
- [11]汪正祥,雷耘,熊坤赤,等.湖北七姊妹山国家级自然保护区泥炭藓湿地综合科学考察与研究[M].北京:中国林业出版社,2013:99-101.
- [12]冷雪天, Bellinge S G. 高位沼泽的形成环境与机制[J].东北师大学报(自然科学版),1997,29(2):90-97.
- [13]王东香,张一鸣,王锐诚,等.神农架大九湖泥炭地孔隙水溶解有机碳特征及其影响因素[J].长江流域资源与环境,2018,27(11):2568-2577.
- [14]王铭,刘子刚,马学慧,等.中国泥炭地有机碳储量分区[J].湿地科学,2012,10(2):156-163.
- [15]杨继松,刘景双,孙丽娜.温度、水分对湿地土壤有机碳矿化的影响[J].生态学杂志,2008,27(1):38-42.
- [16]王宪伟,李秀珍,吕久俊,等.温度对大兴安岭北坡多年冻土湿地泥炭有机碳矿化的影响[J].第四纪研究,2010,30(3):591-597.
- [17]TAHVANAINEN T, HARAGUCHI A. Effect of pH on phenol oxidase activity on decaying Sphagnum mosses[J]. European Journal of Soil Biology, 2013, 54: 41-47.
- [18]陈花丹,何东进,游巍斌,等.天宝岩不同类型泥炭沼泽物种多样性与地上生物量关系[J].北华大学学报(自然科学版),2014,15(4):535-539.
- [19]游惠明,何东进,刘进山,等.倒木覆盖对天宝岩国家级自然保护区长苞铁杉林内土壤理化特性的影响[J].植物资源与环境学报,2013,22(3):18-24.
- [20]肖石红,张中瑞,覃德华,等.天宝岩国家级自然保护区4种类型泥炭藓沼泽植被组成及其与环境因子的关系[J].应用与环境生物学报,2016,22(4):631-638.
- [21]陈旭,卜兆君,王升忠,等.长白山哈泥泥炭地七种苔藓植物生态位[J].应用生态学报,2009,20(3):574-578.
- [22]程胜高,肖河,黄庭,等.东北哈尼泥炭腐殖化度古气候意义及区域对比[J].地球科学与环境学报,2014,36(2):92-102.
- [23]BU Z J, CHEN R X. Direct and interaction-mediated effects of environmental changes on peatland bryophytes[J]. Oecologia, 2011, 166(2): 555-563.
- [24]蔡体久,辛国辉,张阳武,等.小兴安岭泥炭藓湿地土壤有机碳分布特征[J].中国水土保持科学,2010,8(5):109-113.
- [25]郎惠卿,张桂荣.小兴安岭兴安落直松泥炭藓沼泽植物的主要微量元素[J].植物研究,1993,13(4):385-393.
- [26]蒋磊,宋艳宇,宋长春,等.大兴安岭冻土区泥炭地土壤碳、氮含量和酶活性室内模拟研究[J].湿地科学,2018,16(3):294-302.
- [27]孙广友.试论沼泽与冻土的共生机理:以中国大小兴安岭为地区例[J].冰川冻土,2000,22(4):309-316.
- [28]陈慧敏,宋长春,石福习,等.辽东柞木扩张对大兴安岭泥炭地植物群落组成和生物量的影响[J].应用与环境生物学报,2017,23(5):778-784.
- [29]黄建辉,高贤明,马克平,等.地带性森林群落物种多样性的比较研究[J].生态学报,1997,17(6):611-618.
- [30]HUANG Yuanyuan, CHEN Yuxin, CASTRO-IZAGUIRRE N, et al. Impacts of species richness on productivity in a large-scale subtropical forest experiment[J]. Science, 2018, 362(6410): 80-83.
- [31]罗天祥,李文华,罗辑,等.青藏高原主要植被类型生物生产量的比较研究[J].生态学报,1999,19(6):823-831.
- [32]罗耀华. C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>和CAM途径的生态学意义[J].生态学报,1985,5(1):15-27.
- [33]蒋志敏,王威,储成才.植物氮高效利用研究进展和展望[J].生命科学,2018,30(10):34-45.

## Distribution and Environmental Characteristics of Sphagnum Peat Bogs in Taishanmiao in Enshi City, Hubei Province

WANG Han<sup>1,2</sup>, WU Lin<sup>1,2</sup>, XUE Dan<sup>3</sup>, LIU Xuefei<sup>1,2</sup>, HONG Liu<sup>1,2</sup>, MOU Li<sup>1,2</sup>, LI Xiaoling<sup>1,2</sup>

(1. *Biological Resources Protection and Utilization of the Key Laboratory of Hubei Province, Enshi 445000, Hubei, P.R.China*; 2. *Hubei Minzu University, School of Forestry and Horticulture, Enshi 445000, Hubei, P.R.China*; 3. *Key Laboratory of Mountain Ecological Restoration and Bioresource Utilization, Ecological Restoration and Biodiversity Conservation Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, Sichuan, P.R.China*)

**Abstract:** As a special and rare wetland resource, sphagnum bog is mostly distributed in cold and humid cold temperate regions. Subtropical subalpine areas have sufficient precipitation and relatively low temperature, and some low lands have become potential development areas of sphagnum bog, and sphagnum bog in subtropical areas is more rare, and of higher protection value. From April 2018 to May 2019, the field surveys were carried out in Taishanmiao forest farm in Enshi city, Hubei province, the research found that sphagnum peat bogs were well developed. In the study area, the sphagnum peat bogs are distributed in patches with a total area of 39.59 ha, and the thickness of peat layer was 50-110 cm. The water levels in the bogs were relatively stable, fluctuating between -17.65 cm to -0.34 cm all year round. Soil is acidic and the pH is from 3.92 to 4.30. Soil pH and bulk density increased with the depth increase of the soil layer. The organic carbon contents in the soils at depth of 0-50 cm reached 246.51 g/kg to 283.30 g/kg, and the contents of dissolved organic carbon contents, total nitrogen and alkeline-nitrogen in the soils at depth of 0-50 cm decreased with the depth increase of the soil layers. There were 52 plant species belonging to 42 genera 33 families, the species of Ericaceae, Rosaceae, Gramineae and Cyperaceae were dominant species in the bogs in Taishanmiao forest farm. Vegetation coverages of bush, herbaceous and moss layers in the bogs were (75±16)%, (46±18)% and (92±8)%; and the total biomass of aboveground vegetation was 1.83 kg/m<sup>2</sup>, those of the bush herbaceous and moss layers were 0.42 kg/m<sup>2</sup>, 0.032 kg/m<sup>2</sup> and 1.38 kg/m<sup>2</sup>, respectively.

**Keywords:** sphagnum peat bog; spatial distribution; water level; soil physical and chemical properties; vegetation characteristics