

甘肃白水江国家级自然保护区土壤 肉鞭虫物种多样性

宁应之^① 李琦路^① 李晓鸿^② 马正学^① 毛金平^① 刘 恺^① 白雪梅^①

(^①西北师范大学生命科学院 兰州 730070; ^②甘肃林业职业技术学院 天水 741020)

摘要: 2004年2月~2006年5月,用“非淹没培养皿法”和活体观察法对甘肃白水江国家级自然保护区土壤肉鞭虫的物种多样性进行了研究。共鉴定到肉鞭类原生动动物84种,其中包括2个未定名种和23个国内土壤肉鞭虫新纪录种,隶属于2亚门5纲13目32科49属。鞭毛亚门以动基体目的物种占优势,肉足亚门以变形目的物种占优势。研究表明,保护区土壤肉鞭虫物种丰富,特有和稀有物种较多,物种组成具有独特性。分析了保护区土壤肉鞭虫物种多样性与自然环境的的关系。

关键词: 白水江自然保护区;土壤肉鞭虫;物种多样性

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2007)04-81-08

Specific Diversity of Soil Amoebae and Flagellates in the National Nature Reserve of Baishuijiang, Gansu

NING Ying-Zhi^① LI Qi-Lu^① LI Xiao-Hong^② MA Zheng-Xue^①

MAO Jin-Ping^① LIU Kai^① BAI Xue-Mei^①

(^① College of Life Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou 730070; ^② Gansu Forestry Technological College, Tianshui 741020, China)

Abstract Specific diversity of soil amoebae and flagellates in the National Nature Reserve of Baishuijiang, Gansu was studied based on the “non-flooded petri dish method” and the observation *in vivo* from February 2004 to May 2006. A total of 84 species, including 2 unknown species and 23 new records of soil amoebae and flagellates in China, belonging to 2 subphylums, 5 classes, 13 orders, 32 families and 49 genera, were identified. The number of species of Kinetoplastida and Amoebida occupied a dominant position respectively in Mastigophora and Sarcodina. The result of the study showed that: 1) there were rich species and endemic and rare species of soil amoebae and flagellates in the National Nature Reserve; 2) the species composition of soil amoebae and flagellates in the National Nature Reserve was unique. The relationship between the specific diversity of soil amoebae and flagellates and the natural environment in the National Nature Reserve of Baishuijiang was analyzed briefly.

Key words: The National Nature Reserve of Baishuijiang; Soil amoebae and flagellates; Specific diversity

土壤肉鞭虫作为土壤生态系统微型生物群落(microbiota community)的重要组成部分,和土壤微生物一样,在土壤生态系统的物质循环和能量流动中发挥着重要作用。此外,由于土壤肉鞭虫具有对环境变化十分敏感的特点,因而可以用土壤肉鞭虫的环境效应参数来评价、监测和预报土壤环境的变化。土壤肉鞭虫还可

通过生存竞争作用、直接摄食作用和分泌作用对某些土壤有害细菌和真菌进行生物学控制。

白水江国家级自然保护区成立于1978年。

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 30470208);

第一作者介绍 宁应之,男,副教授,研究方向:土壤原生动动物分类与生态, E-mail: ningyz@nwnu.edu.cn.

收稿日期:2007-01-10; 修回日期:2007-05-04

多年来,保护区高等植物、昆虫、蜘蛛及脊椎动物各类群的生物多样性研究工作已做过不少,但微型生物多样性的研究工作尚属空白。2004年2月至2006年5月,作者对保护区土壤肉鞭虫的物种多样性进行了研究,旨在比较系统地了解白水江自然保护区土壤肉鞭虫的物种多样性特点,为保护区的可持续发展提供微型生物多样性资料,也为我国土壤原生动物的生物多样性研究积累基础资料。

1 保护区概况

白水江国家级自然保护区地处甘肃省最南端,地理坐标为东经 104°16′ ~ 105°27′,北纬 32°16′ ~ 33°15′,总面积 223 671 hm²。保护区的主体位于岷山山系的东端、摩天岭北坡,地势西北

高、东南低,最低处海拔 595 m,最高处海拔 4 072 m,大部分地区海拔 1 500 ~ 3 100 m。

保护区的气候属于北亚热带山地气候,太阳年辐射总量 4 800 ~ 5 000 MJ/m²,日照时间约 1 800 h,年平均气温 15.6℃。降水量在河谷区为 460 ~ 840 mm,在高山区为 1 100 ~ 1 200 mm。保护区的土壤以山地森林土壤为主。

2 研究方法

2.1 样点设置和采样 在保护区内依据生境类型设置 17 个样区,每个样区再根据小生境设置采样点(图 1)。在每个样点面积约 400 m² 的范围内,用 15 ml 圆筒形采样器依棋盘式采样法采集 0 ~ 5 cm 土壤层土样 25 个并进行相关记录^[1]。

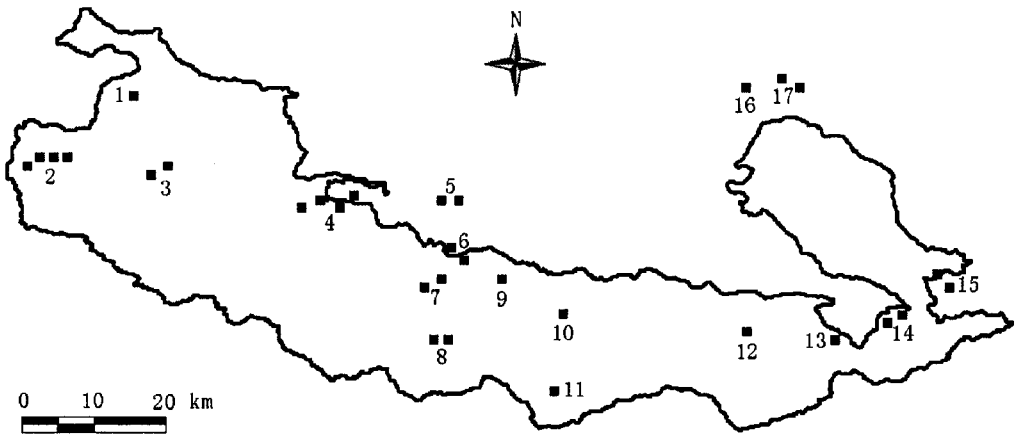


图 1 白水江自然保护区土壤肉鞭虫采样点

Fig. 1 Sampling sites of soil amoebae and flagellates in the National Nature Reserve of Baishuijiang

1. 堡子坪; 2. 邱家坝; 3. 铁楼寨; 4. 上丹; 5. 丹堡; 6. 大岭梁; 7. 攀葛河; 8. 七信沟; 9. 关头; 10. 柏元; 11. 旧香坪; 12. 黑阴沟; 13. 碧峰沟白果; 14. 石龙沟; 15. 中庙; 16. 三岔楚家坝; 17. 盘底铁炉沟。

1. Buziping; 2. Qiujiaba; 3. Tielouzhai; 4. Shangdan; 5. Danbu; 6. Dalingliang; 7. Pangehe; 8. Qixingou; 9. Guantou; 10. Boyuan; 11. Jiuxiangping; 12. Heiyingou; 13. Bifenggoubaiquo; 14. Shilongou; 15. Zhongmiao; 16. Sancangchujia; 17. Panditielugou.

2.2 室内工作方法

2.2.1 样品预处理 土样带回实验室后,倒入白瓷盘中,自然风干。此过程需防止外界空气中的肉鞭虫包囊进入土样中。

2.2.2 培养和鉴定 鞭毛虫的培养:每份风干土样取 10 ~ 50 g 于培养皿中,用“非淹没培养皿法”(non-flooded petri dish method)^[2]于光照培

养箱中在 25℃ 左右的温度下培养。每份土样重复培养若干次,直到未出现新见物种为止。

肉足虫采用 2 种方法进行培养(1)同鞭毛虫的培养(2)同沈韞芬^[3]方法。

培养后第 4 d 开始镜检,物种鉴定采用活体观察法,鉴定参考资料见参考文献^[4-28]。

2.2.3 物种相似性系数计算 用 Jaccard 相似

性系数公式 $J = c/a + b - c$ 计算物种相似性系数 (coefficient of similarity of species), 式中, J 为相似性系数, a 、 b 、 c 分别为 a 地物种数、 b 地物种数和 a 、 b 两地共有物种数。 J 值在 $0 \sim 0.25$ 范围内为极不相似, 在 $0.25 \sim 0.5$ 范围内为中等不相似, 在 $0.5 \sim 0.75$ 范围内为中等相似, 在 $0.75 \sim 1.0$ 范围内为极为相似。

3 结 果

在白水江自然保护区土壤中共鉴定到肉鞭虫 84 种, 隶属于 2 亚门 5 纲 13 目 32 科 49 属 (表 1)。其中, 鞭毛亚门 (Mastigophora) 和肉足亚门 (Sarcodina) 各 42 种。在鞭毛亚门中, 植鞭纲 (Phytomastigophorea) 18 种, 占保护区鞭毛虫物种总数的 42.86%; 动鞭纲 (Zoomastigophorea) 24 种, 占 57.14%。肉足亚门中, 叶足纲 (Lobosea) 34 种, 占保护区肉足虫物种总数的 80.95%; 丝足纲 (Filosea) 3 种, 占 7.14%; 太阳纲 (Heliozoa) 5 种, 占 11.91%。

从目级水平看, 鞭毛亚门中, 动基体目 (Kinetoplastida) 的物种所占比重最大, 计有 17 种, 占保护区鞭毛虫物种总数的 40.48%; 眼虫目 (Euglenida) 次之, 计有 10 种, 占 23.81%; 金滴目 (Chryomonadida)、泥生目 (Pelobiontida)、隐滴目 (Cryptomonadida) 和团虫目 (Volvocida) 各有 5 种、3 种、2 种和 1 种, 分别占 11.91%、7.14%、4.76% 和 2.38%。此外, 目、科级水平分类地位未定的鞭毛虫物种有 4 种, 占 9.52%。

肉足亚门中, 变形目 (Amoebida) 的物种所占比重最大, 计有 21 种, 占保护区肉足虫物种总数的 50%; 表壳目 (Arcellinida) 次之, 计有 10 种, 占 23.81%。裂茛目 (Schizopyrenida) 和网足目 (Gromiida) 各有 3 种, 分别占 7.14%; 太阳目 (Actinophryida) 和中阳目 (Centrohelida) 各有 2 种, 分别占 4.76%; 结球目 (Desmothoracida) 1 种, 占 2.38%。

鉴定到的 84 种肉鞭虫中, 计有 2 个未定名种和 23 个国内土壤肉鞭虫新纪录种 (表 1)。

表 1 白水江自然保护区土壤肉鞭虫物种

Table 1 Species of soil amoebae and flagellates in the National Nature Reserve of Baishuijiang

原生动物亚界 Protozoa	袋鞭科 Peranemacidae
肉鞭门 Sarcomastigophora	袋鞭虫属 <i>Peranema</i>
鞭毛亚门 Mastigophora	三角袋鞭虫 <i>P. trichophorum</i> ◆
植鞭纲 Phytomastigophorea	异丝虫属 <i>Heteronema</i>
隐滴目 Cryptomonadida	多形异丝虫 <i>H. polymorphum</i>
环滴科 Goniomonadidae	扭曲异丝虫 <i>H. tortum</i> ◆
环滴虫属 <i>Goniomonas</i>	盘形异丝虫 <i>H. discormorphum</i>
平截环滴虫 <i>G. truncata</i>	楔滴科 Sphenomonadidae
隐滴科 Cryptomonadidae	沟滴虫属 <i>Petalomonas</i>
隐滴虫属 <i>Cryptomonas</i>	中沟沟滴虫 <i>P. mediocancellata</i>
卵形隐滴虫 <i>C. ovata</i>	异鞭虫属 <i>Anisonema</i>
团虫目 Volvocida	广卵异鞭虫 <i>A. prosgeobium</i> ◆
衣滴科 Chlamydomonadidae	右旋异鞭虫 <i>A. dextioxatum</i> ◆
绿梭虫属 <i>Chlorogonium</i>	金滴目 Chryomonadida
长绿梭虫 <i>C. elongatum</i> ◆	棕鞭科 Ochromonadidae
眼虫目 Euglenida	泡虫属 <i>Spumella</i>
双鞭科 Eutreptiidae	点泡虫 <i>S. guttula</i> ◆
双鞭虫属 <i>Eutreptia</i>	小泡虫 <i>S. minima</i>
绿双鞭虫 <i>E. viridis</i> ◆	延长泡虫 <i>S. elongata</i> ◆
眼虫科 Euglenidae	屋滴虫属 <i>Oikomonas</i>
漂眼虫属 <i>Astasia</i>	气球屋滴虫 <i>O. termo</i>
漂眼虫属一种 <i>A. sp.</i> ◇	吻屋滴虫 <i>O. rostrata</i> ◆
尾漂眼虫 <i>A. klebsi</i>	动鞭纲 Zoomastigophorea

泥生目 Pelobiontida

鞭变形科 Mastigamoebidae

鞭变形虫属 *Mastigamoeba*

蛞蝓鞭变形虫 *M. limax*

小鞭虫属 *Mastigella*

裴氏小鞭虫 *M. penardi* ◆

易变小鞭虫 *M. commutans*

动基体目 Kinetoplastida

波豆科 Bodonidae

波豆虫属 *Bodo*

鼻波豆虫 *B. rostratus* ◆

侧扁波豆虫 *B. compressus*

纺锤形波豆虫 *B. fusiformis* ◆

钩刺波豆虫 *B. uncinatus*

可变波豆虫 *B. variabilis*

梨形波豆虫 *B. edax*

卵形波豆虫 *B. ovatus*

慢行波豆虫 *B. repens*

球形波豆虫 *B. globosus*

软波豆虫 *B. lens*

三角波豆虫 *B. triangularis*

尾波豆虫 *B. caudatus*

小波豆虫 *B. minimus*

易变波豆虫 *B. mutabilis*

窄波豆虫 *B. angustus*

吻滴虫属 *Rhynchomonas*

鼻吻滴虫 *R. nasuta*

侧滴虫属 *Pleuromonas*

跳侧滴虫 *P. jaculans*

动鞭纲分类地位未定属 Genera of uncertain taxonomic

position of Zoomastigophorea

双鞭滴虫属 *Amphimonas*

球双鞭滴虫 *A. globosa*

尾滴虫属 *Cercomonas*

活泼尾滴虫 *C. agilis*

卵形尾滴虫 *C. ovatus*

叶鞭虫属 *Phyllomitus*

波动叶鞭虫 *P. undulans*

肉足亚门 Sarcodina

叶足纲 Lobosea

变形目 Amoebida

变形科 Amoebidae

变形虫属 *Amoeba*

大变形虫 *A. proteus*

毛变形虫属 *Trichamoeba*

绒毛变形虫 *T. villosa*

后卓变虫属 *Metachaos*

盘状后卓变虫 *M. discoides*

微小后卓变虫 *M. diminutivum* ◆

拟变形科 Paramoebidae

马氏虫属 *Mayorella*

柏马氏虫 *M. cypressa*

裴氏马氏虫 *M. penardi*

双角马氏虫 *M. bicornifrons* ◆

杆变科 Vexilliferidae

钻变虫属 *Subulamoeba*

剑钻变虫 *S. saphirina* ◆

颤变虫属 *Oscillosignum*

象鼻颤变虫 *O. proboscidium* ◆

哈氏科 Hartmannellidae

囊变虫属 *Saccamoeba*

蛞蝓囊变虫 *S. limax*

瓦可拉囊变虫 *S. wakulla*

珊瑚囊变虫 *S. gorgonia* ◆

卡变虫属 *Cashia*

蛞蝓状卡变虫 *C. limacoides*

蒲变科 Vannellidae

蒲变虫属 *Vannella*

平足蒲变虫 *V. platypodia*

奇异蒲变虫 *V. miroides*

盘变虫属 *Discamoeba*

点滴盘变虫 *D. guttula*

扇变科 Flabellulidae

罗氏虫属 *Rosculus*

直罗氏虫 *R. ithacus*

晶盘科 Hyalodiscidae

焰变虫属 *Flamella*

枸橼焰变虫 *F. citrensis* ◆

甲变科 Thecamoebidae

甲变虫属 *Thecamoeba*

四线甲变虫 *T. quadrilineata*

匀变虫属 *Sappinia*

双核匀变虫 *S. diploidea*

刺变科 Echinamoebidae

刺变虫属 *Echinamoeba*

树刺变虫 *E. silvestris*

裂茨目 Schizopyrenida

筒变科 Vahlkampfiidae

筒变虫属 *Vahlkampfia*

哈氏筒变虫 *V. hartmanni* ◆

筒变虫属一种 *V. sp.* ◇

筒筒变虫 *V. vahlkampfia*

表壳目 Arcellimida

表壳科 Arcellidae

表壳虫属 *Arcella*

弯凸表壳虫 *A. gibbosa*

三角嘴科 Trignopyxidae

三角嘴虫属 *Trignopyxis*

小匣三角嘴虫 *T. arcula*

法帽科 Phryganellidae

法帽虫属 *Phryganella*

半球法帽虫 *P. hemisphaerica*

续表 1

尖足法帽虫 <i>P. acropodia</i>	三足虫属 <i>Trinema</i>
砂壳科 Diffugiidae	斜口三足虫 <i>T. enchelys</i>
砂壳虫属 <i>Diffugia</i>	太阳纲 Heliozoa
褐砂壳虫 <i>D. avellana</i>	太阳目 Actinophryida
尖顶砂壳虫 <i>D. acuminata</i> ◆	太阳科 Actinophryidae
球形砂壳虫 <i>D. globulosa</i>	太阳虫属 <i>Actinophrys</i>
梨壳科 Nebelidae	放射太阳虫 <i>A. sol</i>
梨壳虫属 <i>Nebela</i>	光球虫属 <i>Actinosphaerium</i>
齿口梨壳虫 <i>N. dentistoma</i>	轴丝光球虫 <i>A. eichhorni</i>
颈梨壳虫 <i>N. collaris</i>	中阳目 Centrohelida
螺足科 Cochliopodiidae	刺日科 Raphidiophryidae
螺足虫属 <i>Cochliopodium</i>	刺日虫属 <i>Raphidiophrys</i>
双缘螺足虫 <i>C. bilimbosum</i> ◆	绿刺日虫 <i>R. viridis</i> ◆
丝足纲 Filosea	刺胞科 Acanthocystidae
网足目 Gromiida	刺胞虫属 <i>Acanthocystis</i>
曲颈科 Cyphoderiidae	全棘刺胞虫 <i>A. pantopoda</i>
曲颈虫属 <i>Cyphoderia</i>	结球目 Desmothoracida
坛曲颈虫 <i>C. ampulla</i>	孔锤科 Clathruliniidae
鳞壳科 Euglyphidae	孔锤虫属 <i>Clathrulina</i>
鳞壳虫属 <i>Euglypha</i>	华丽孔锤虫 <i>C. elegans</i> ◆
矛状鳞壳虫 <i>E. laevis</i>	

◇ 未定名种 ;◆ 国内土壤肉鞭虫新纪录种。◇ unknown species ;◆ new records of soil amoebae and flagellates in China.

4 讨 论

4.1 保护区土壤肉鞭虫物种多样性特征

4.1.1 物种丰富 通过与中国 5 个典型地带 9 个采样区——海南尖峰岭、云南西双版纳、湖南衡山、浙江西天目山、湖北神农架、湖北武昌珞珈山、北京小龙门、吉林长白山和青海海北土壤肉鞭虫物种多样性的研究结果^[20, 23~27]以及甘肃麦积山风景名胜区土壤肉鞭虫物种多样性的研究结果(待报道)进行比较可以看出,白水江自然保护区土壤肉鞭虫物种除了比麦积山风景名胜区的略少外,比我国以上其他各地的都丰富(图 2)。

4.1.2 特有和稀有物种较多 在所鉴定到的 84 种肉鞭虫中,未定名种和国内土壤新纪录种总计占肉鞭虫物种总数的 29.76%,表明保护区土壤肉鞭虫群落中存在着较多的特有和稀有物种。

4.1.3 物种组成具有独特性 表 2 给出的是根据 Jaccard 相似性系数公式计算得到的白水江自然保护区与湖北神农架、海南尖峰岭、青海

海北、湖北武昌珞珈山、吉林长白山、北京小龙门、云南西双版纳、浙江西天目山、湖南衡山及甘肃麦积山风景名胜区土壤肉鞭虫物种的相似性系数。可以看出,保护区土壤肉鞭虫的物种除了与麦积山风景名胜区和衡山的为中等不相似外,与我国其他地区的均为极不相似,表明保护区土壤肉鞭虫的物种组成具有独特性。

一般认为,马氏虫属(*Mayorella*)的种类在土壤中没有分布,因为它们不能形成包囊^[29]。但在白水江自然保护区土壤中鉴定到了马氏虫属的 3 个种——柏马氏虫(*M. cypressa*)、裴氏马氏虫(*M. penardi*)和双角马氏虫(*M. bicornifrons*)。土壤原生动物的生理学上的适应性除形成包囊之外,还有一种处于间生态(anabiosis)的适应现象^[29],马氏虫属的种类虽然不能形成包囊,但很有可能存在间生态适应现象,因而也能在土壤中生存。这方面的问题还有待于进一步研究。

4.2 物种多样性与保护区自然环境的关系 环境的复杂性和特殊性是生物多样性的基础。白水江自然保护区自然环境的复杂性和特殊性

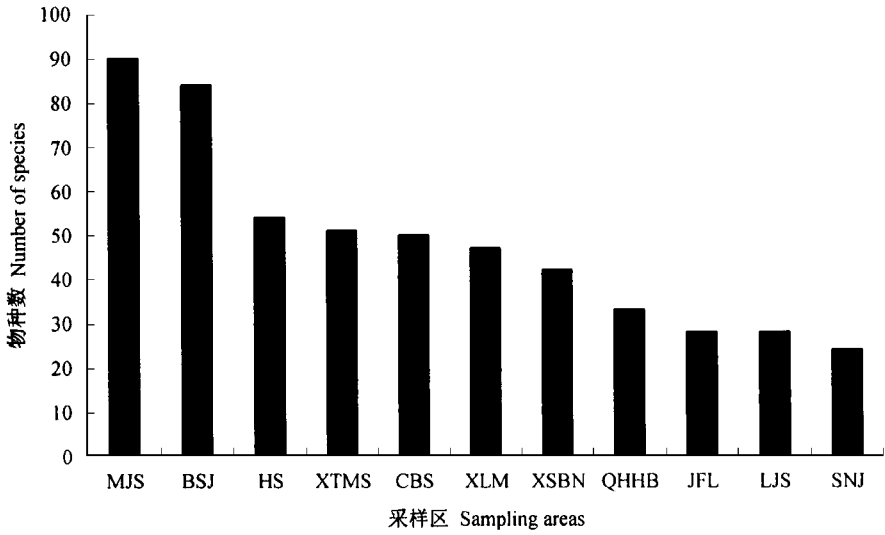


图 2 全国各地土壤肉鞭虫物种数

Fig. 2 Number of species of soil amoebae and flagellates in various areas of China

MJS. 甘肃麦积山风景名胜區; BSJ. 甘肃白水江自然保护区; HS. 湖南衡山; XTMS. 浙江西天目山; CBS. 吉林长白山; XLM. 北京小龙门; XSBN. 云南西双版纳; QHHB. 青海海北; JFL. 海南尖峰岭; LJS. 湖北珞珈山; SNJ. 湖北神农架。

MJS. the Scenic Spots and Historic Sites of Maijishan ,Gansu ; BSJ. the National Nature Reserve of Baishuijiang ,Gansu ; HS. Hengshan ,Hunan ; XTMS. Xitianmushan ,Zhejiang ; CBS. Changbaishan ,Jilin ; XLM. Xiaolongmen ,Beijing ; XSBN. Xishuangbanna ,Yunnan ; QHHB. Haibei ,Qinghai ; JFL. Jianfengling ,Hainan ; LJS. Luojiashan ,Hubei ; SNJ. Shennongjia ,Hubei .

表 2 白水江自然保护区与中国其他地区土壤肉鞭虫物种相似性系数

Table 2 Coefficient of similarity between the species of soil amoebae and flagellates in the National Nature Reserve of Baishuijiang and in other areas of China

采样地区 Sampling areas	物种数 Number of species	与白水江自然保护区共有的物种数 Number of common species with the National Nature Reserve of Baishuijiang	相似性系数 Coefficient of similarity
湖北神农架 Shennongjia ,Hubei	24	9	0.091
海南尖峰岭 Jianfengling ,Hainan	28	11	0.109
青海海北 Haibei ,Qinghai	33	12	0.114
湖北武昌珞珈山 Luojiashan ,Hubei	28	14	0.143
吉林长白山 Changbaishan ,Jilin	50	17	0.145
北京小龙门 Xiaolongmen ,Beijing	47	17	0.149
云南西双版纳 Xishuangbanna ,Yunnan	42	18	0.167
浙江西天目山 Xitianmushan ,Zhejiang	51	21	0.184
湖南衡山 Hengshan ,Hunan	54	28	0.255
甘肃麦积山风景名胜區 The Scenic Spots and Historic Sites of Maijishan ,Gansu	90	42	0.318

孕育了丰富而独特的土壤肉鞭虫物种多样性。

保护区地形地貌复杂,复杂的地形地貌导致陆地生态环境复杂而特殊,从而导致土壤肉鞭虫物种多样性丰富而独特。保护区气候属于北亚热带山地气候,气候温暖湿润,雨量充沛,是甘肃省热量、水分条件及其组合最佳的地区,优越的气候条件孕育了丰富的土壤肉鞭虫物种多样性。保护区地处北亚热带和暖温带过渡地带,属于典型的生物群落交错区,边缘效应使得保护区土壤肉鞭虫物种多样性丰富并具有独特性。保护区植被类型复杂,有常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、落叶阔叶林、针阔混交林、亚高山针叶林、高山灌丛草甸等植被类型,森林覆盖率高达 82.70%,复杂的植被类型和高的森林覆盖率无疑为土壤肉鞭虫物种多样性的发展提供了良好条件。保护区的土壤以山地森林土壤为主,有山地黄棕壤、山地棕壤、山地暗棕壤、亚高山草甸土、高山草甸土等类型,属酸性土壤,pH 在 4.7~6.5 范围内,土壤肉鞭虫,尤其是肉足虫物种多偏好于在酸性土壤环境中生存。

致谢 白水江国家级自然保护区管理局为采样工作提供了方便,在此深表谢意。

参 考 文 献

- [1] 宁应之,沈韞芬.土壤原生动物的采集.见:土壤动物研究方法手册编写组编.土壤动物研究方法手册.北京:中国林业出版社,1998:56~57.
- [2] Foissner W. Estimating the species richness of soil protozoa using the "non-flooded petri dish method". In: Lee J J, Soldo A T eds. Protocols in Protozoology. Lawrence: Allen Press, 1992, B-10.1~B-10.2.
- [3] 沈韞芬.定性方法.见:尹文英,杨逢春,王振中等编.中国亚热带土壤动物.北京:科学出版社,1992:85~86.
- [4] Bovee E C. The lobose amebas III. Descriptions of nine new conopodous amebas of the genus *Vexillifera* Schaeffer, 1926, emend. Bovee 1951, 1970, with comments on the genus. *Arch Protistenk*, 1985, **129**: 101~118.
- [5] Corliss J O. Protozoology (2nd edition). New York: Thieme Medical Publishers Inc, 1996, 1~338.
- [6] Decloitre L. Le Genre *Trinema* Dujardin, 1841 Révision à jour au 31. XII. 1979. *Arch Protistenk*, 1981, **124**: 193~218.
- [7] Decloitre L. Compléments aux publications précédentes Mise à jour au 31. XII. 1981 des genres *Arcella*, *Centropyxis*, *Cyclopyxis*, *Euglypha*, *Nebela* et *Trinema*. *Arch Protistenk*, 1982, **126**: 393~407.
- [8] Decloitre L. Compléments aux publications précédentes Mise à jour au 31. XII. 1984 des genres *Arcella*, *Centropyxis*, *Cyclopyxis*, *Euglypha* et *Nebela*. *Arch Protistenk*, 1986, **132**: 131~136.
- [9] Foissner W. Die Urtiere (Protozoen) des Bodens. *Kataloge des OÖ Landesmuseums N F*, 1994, **71**: 169~218.
- [10] Hausmann K, Hülsmann N. Protozoology. New York: Thieme Medical Publishers Inc, 1996, 1~338.
- [11] Lee J J, Leedale G F, Bradbury P. An Illustrated Guide to the Protozoa (2nd edition). Volume I, Volume II. Lawrence: Allen Press Inc, 2000, 1~743.
- [12] Lynn M, Heather I M, Lorraine O. Illustrated Glossary of Protoctista. London: Jones and Bartlett Publishers, 1992, 137~288.
- [13] Ogden C G, Hedley R H. An Atlas of Freshwater Testate Amoebae. Oxford: Oxford University Press, 1980, 1~222.
- [14] Ogden C G. Notes on some Diffugiidae from Norfolk (Rhizopoda, Protozoa). *Bull Br Mus Nat Hist (Zool)*, 1980, **39**(3): 125~138.
- [15] Ogden C G. Observations on the systematics of the genus *Diffugia* in Britain (Rhizopoda, Protozoa). *Bull Br Mus Nat Hist (Zool)*, 1983, **44**(1): 1~73.
- [16] Ogden C G. Notes on testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) from Lake Vlasina, Yugoslavia. *Bull Br Mus Nat Hist (Zool)*, 1984, **47**(5): 241~263.
- [17] Page F C, Siemensma F J. Nackte Rhizopoda und Heliozoa. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1991, 1~297.
- [18] Page F C. An illustrated guide key to freshwater and soil Amoebae with notes on Cultivation and Ecology. *Freshw Biol Assoc Scient Publ*, 1976, **34**: 1~155.
- [19] Patterson D J, Larsen J. The Biology of Free-living Heterotrophic Flagellates. Oxford: Oxford University Press, 1991, 1~502.
- [20] Shen Y F, Ning Y Z. Protozoa. In: Yin W Y, Hu S H, Shen Y F, et al. ed. Pictorial Keys to Soil Animals of China. Beijing: Science Press, 2000, 7~42, 393~427.
- [21] 冯伟松, 杨军, 叶志鸿等. 凡口铅锌矿湿地处理系统的土壤原生动物. *动物学杂志*, 2004, **39**(1): 2~11.
- [22] 胡鸿钧, 李尧英, 魏印心等著. 中国淡水藻类. 上海: 上海科学技术出版社, 1980, 1~525.
- [23] 宁应之, 沈韞芬. 中国典型地带土壤原生动物 1. 区系特征和物种分布. *动物学报*, 1998, **44**(1): 5~10.

- [24] 宁应之,沈韞芬.中国典型地带土壤原生动物:II.生态学研究.动物学报,1998 **44**(3):271~276.
- [25] 宁应之,沈韞芬.中国土壤原生动物新记录种(肉鞭虫门).动物学杂志,1999 **34**(4):2~5.
- [26] 宁应之,沈韞芬.土壤原生动物区系特点.见:尹文英,张荣祖,殷绥公等著.中国土壤动物.北京:科学出版社,2000,209~220.
- [27] 宁应之,沈韞芬.土壤原生动物生态.见:尹文英,张荣祖,殷绥公等著.中国土壤动物.北京:科学出版社,2000,134~149.
- [28] 施之新,王全喜,谢树莲等著.中国淡水藻志(第6卷:裸藻门).北京:科学出版社,1999,1~414.
- [29] Foissner W. Soil protozoa:Fundamental problems,ecological significance,adaptations in ciliates and testaceans,bioindicators,and guide to the literature. *Progress in Protistology*,1987 **2**:70~212.