

华东丘陵林地黏菌的物种多样性

戴 群 闫淑珍 姚慧琴 陈双林*

(南京师范大学生命科学学院, 南京 210023)

摘要: 为了探讨黏菌在华东丘陵地带森林中的生态作用, 本文选择安徽滁州皇甫山和江苏南京紫金山两个国家森林公园作为华东地区丘陵林地的代表, 分别设置针叶林和阔叶林样地各3个, 调查研究了其中的黏菌物种多样性。共获得5目10科21属58种黏菌, 其中从皇甫山获得5目9科17属41种黏菌, 点状无丝菌(*Licea punctiformis*)、细筛菌(*Cribraria tenella*)和盖碗菌(*Perichaena corticalis*)等27种为安徽省首次发现; 从紫金山获得5目10科20属51种黏菌, 粗柄无丝菌(*Licea pedicellata*)、密筛菌(*Cribraria intricata*)和纹丝菌(*Calomyxa metallica*)等35种为江苏省首次发现。碎皮菌(*Clastoderma debaryanum*)和灰团网菌(*Arcyria cinerea*)是两地共有的相对多度最高的物种, 相对多度分别为32.72%、30.59%和21.27%、26.30%。无丝菌目和发网菌目更多地发生在针叶林中, 而团毛菌目和绒泡菌目更多地发生在阔叶林中, 且阔叶林中黏菌的物种数量和多样性指数都高于针叶林。两地阔叶林之间黏菌物种组成的相似性为68.57%, 针叶林之间的相似性为59.57%, 均高于两地阔叶林和针叶林之间的相似性, 表明林型对黏菌物种组成的影响大于距离的影响。

关键词: 黏菌, 亚热带, 森林类型, 物种组成, 相对多度

Myxomycete diversity in hilly forests of East China

Qun Dai, Shuzhen Yan, Huiqin Yao, Shuanglin Chen*

College of Life Sciences, Nanjing Normal University, Nanjing 210023

Abstract: We explored myxomycete species diversity in woodlands on Huangfu Mountain in Chuzhou of Anhui Province, Zijin Mountain in Nanjing of Jiangsu Province, representing the hilly forest ecosystems of East China. Three sample plots of coniferous forest and broad-leaved forests were examined on each mountain. The results showed that a total of 58 myxomycete species belonging to 21 genera of 10 families in 5 orders were found. 41 species belonging to 17 genera of 9 families in 5 orders present on Huangfu Mountain, 27 species including *Licea punctiformis*, *Cribraria tenella* and *Perichaena corticalis* were newly recorded species for Anhui, and 51 species belonging to 20 genera of 10 families in 5 orders occurred on Zijin Mountain, 35 species including *Licea pedicellata*, *Cribraria intricata* and *Calomyxa metallica* were newly recorded species for Jiangsu. The species *Clastoderma debaryanum* and *Arcyria cinerea* were the most common species on both mountains with relative abundances of 32.72% vs. 30.59% and 21.27% vs. 26.30%, respectively. It was also evident that Liceales and Stemonitales were more frequent in coniferous forests, while Trichiales and Physarales were more frequent in broad-leaved forests. Both species diversity index and numbers of species of myxomycetes were more higher in broad-leaved forests than in coniferous forests. Interestingly, the similarity of myxomycete species compositions between the two mountains was 68.57% for broad-leaved forests and 59.57% for coniferous forests and both of these values were higher than those based on comparisons between broad-leaved and coniferous forests within each mountain system. Thus, forest type has a greater effect on species composition of myxomycetes than distance between mountains.

Key words: myxomycetes, subtropics, forest type, species composition, relative abundance

收稿日期: 2013-01-30; 接受日期: 2013-06-13

基金项目: 江苏省高校自然科学研究重大项目(12KJA180004)和国家自然科学基金(31770014)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: chenshuanglin@njnu.edu.cn

黏菌是菌物中的一个特殊类群,在生活史中部分阶段表现为原生动物的属性,部分阶段表现为真菌的属性,主要生活在温暖湿润的森林环境中,是森林生态系统中一类特殊的分解者(Martin & Alexopoulos, 1969; Stephenson, 1988)。长期以来,黏菌多样性的研究主要是直接进行国家或地区所含物种资源的调查(Alexopoulos & Saenz, 1975; Farr, 1985; Chen, 1999),而在近年,已经注意了定点选择一个自然保护区或森林公园进行黏菌物种多样性的测评,并且开始探讨黏菌物种组成的季节变化及其与环境因子的关系(Lado *et al.*, 2003; Novozhilov *et al.*, 2006; Rojas & Stephenson, 2008)。自然保护区或森林公园是开展黏菌物种多样性研究的重要场所,而且正在成为国内外生物多样性研究者的关注点(Schnittler *et al.*, 2002, 2006; Ndiritu *et al.*, 2009)。

美国国家科学基金会在2003年启动资助了1个全球黏菌多样性研究项目(http://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=0316284),力图选择不同生态类型的代表地区进行黏菌多样性的长期定点研究,以构建全球范围内大尺度的黏菌多样性研究网络。然而,这一研究目前主要在温带和热带进行(Lado *et al.*, 2003; Novozhilov *et al.*, 2006; Schnittler *et al.*, 2006; Novozhilov & Schnittler, 2008; Rojas & Stephenson, 2008; Ndiritu *et al.*, 2009),并且也未将幅员辽阔的中国纳入研究网络。我国华东地处亚热带,是联系温带和热带的重要过渡地带,研究这一地区的黏菌多样性在黏菌的生态学上具有重要意义。

华东地区的林地处于大陆东岸亚热带地区,气候湿润,温度适宜,又有许多森林,有利于黏菌的生长。这一地区曾是我国最早进行黏菌资源调查的地区之一(Teng & Teng, 1933, 1935),但是近三十年来却鲜有研究报道(徐美琴等, 2006; 李玉等, 2008a,b)。本文选择了华东地区两个丘陵林地的代表——安徽滁州皇甫山和江苏南京紫金山,通过设置样地调查了其中的黏菌物种组成,比较了物种多样性及与林地类型的关系,为进一步研究和评价黏菌在亚热带森林生态系统中的作用奠定基础。

1 研究地概况

皇甫山和紫金山同在北亚热带,两地直线距离

约80 km,均为国家森林公园,生物多样性保存良好。皇甫山地处安徽滁州,位于117°58′–118°03′ E, 32°17′–32°25′ N,总面积3,551.5 ha,年平均气温14.3℃,主峰海拔399.2 m,为皖东最高峰(王晓鹏等, 2003)。紫金山地处江苏南京,位于118°48′00″–118°53′04″ E, 32°01′57″–32°06′15″ N,总面积3,008.8 ha,年平均气温15.7℃,主峰海拔448.9 m(董丽娜等, 2010)。

根据植被类型,在皇甫山和紫金山各设置6个调查样地,每个样地面积为25 m × 20 m,样地的海拔高度在285–350 m之间,其中针叶林地3个,阔叶林地3个。针叶林样地均处于两山较高位置,皇甫山针叶林主要树种为杉木(*Cunninghamia lanceolata*)和马尾松(*Pinus massoniana*),紫金山针叶林主要树种为黑松(*P. thunbergii*)和马尾松;阔叶林样地处于两山较低位置,皇甫山阔叶林样地中的主要乔木为黄檀(*Dalbergia hupeana*)、栎树(*Quercus* spp.)和朴树(*Celtis sinensis*)等,紫金山阔叶林样地中的主要乔木为枫香(*Liquidambar formosana*)、栎树、黄檀、榉树(*Zelkova* spp.)和青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)等。

2 调查方法

于2009年5月至2010年10月,在每个样地采用五点取样法进行取样,每个样点选3棵树,在距地面100 cm处剥取0.5–2.0 mm韧皮部表层树皮,同时在对对应取样树的下方取去除表层后1–2 cm的植物凋落物作为培养基物。每个培养基物样本的取样量应保证铺满3个直径9 cm的培养皿,以使黏菌发生于相同面积的培养基物样本上。于春季(5月中旬)和秋季(10月中旬)各采样1次,共采样4次。将采集的样本置于培养皿中的吸水纸上,加无菌的去离子水充分湿润,25℃下湿室培养,每个样本重复3次,每次共进行540个培养皿培养。

在培养期间观察各培养皿中发生的黏菌种类和数量,计算相对多度、多样性指数和相似性系数等。黏菌的鉴定按照Martin和Alexopoulos(1969)的分类系统。本文将相对多度(relative abundance, RA)定义为:通过培养获得的某种黏菌的子实体数量占所获全部黏菌子实体数量的百分率;多样性指数(H')采用Shannon-Wiener公式(马克平和刘玉明, 1994): $H' = -\sum(P_i)(\ln P_i)$,式中 P_i 为物种 i 在整个群落中所占的比例;相似性系数(C_s)采用Sorenson公式(马克平

等, 1995): $C_S = 2j/(a+b)$, 式中 a 为A地的物种数, b 为B地的物种数, j 为两地共有种数。

3 结果

3.1 两地的黏菌组成特征

在皇甫山和紫金山两地共获得黏菌5目10科21属58种, 其中刺轴菌目2种, 无丝菌目13种, 团毛菌目12种, 绒泡菌目20种, 发网菌目11种(表1)。皇甫山有5目9科17属41种, 相对多度大于10%的种为碎皮菌(*Clastoderma debaryanum*, RA=32.72%)、灰团网菌(*Arcyria cinerea*, RA=21.27%)和圆头颈环菌(*Collaria elegans*, RA=13.68%); 点状无丝菌(*Licea punctiformis*)、细筛菌(*Cribraria tenella*)和盖碗菌(*Perichaena corticalis*)等27种为安徽省首次发现(表1)。紫金山有5目10科20属51种, 相对多度大于10%的种为碎皮菌(RA=30.59%)、灰团网菌(RA=26.30%)和黑发菌(*Comatricha nigra*, RA=10.70%), 粗柄无丝菌(*Licea pedicellata*)、密筛菌(*Cribraria intricata*)和纹丝菌(*Calomyxa metallica*)等35种为江苏省首次发现(表1)。碎皮菌和灰团网菌是两地共有的相对多度最高的物种, 其他物种的相对多度普遍低于10%, 绝大多数在2%以下。

3.2 两地不同林型中的黏菌物种组成和多样性

从皇甫山针叶林样地中共获得黏菌9科13属25种(表1), 相对多度较高的5种依次是碎皮菌(17.83%)、圆头颈环菌(12.47%)、灰团网菌(7.54%)、极小筛菌(*Cribraria minutissima*)(7.16%)和黑发菌(3.20%), 其余20种的相对多度均低于2%(表1)。从皇甫山阔叶林样地中共获得黏菌9科15属30种(表1), 相对多度较高的3种依次是碎皮菌(14.89%)、灰团网菌(13.73%)和鳞钙皮菌(*Didymium squamulosum*)(5.16%), 其余27种的相对多度均低于2%(表1)。

从紫金山针叶林样地中共获得黏菌8科14属22种(表1), 相对多度较高的4种依次是碎皮菌(18.47%)、黑发菌(9.87%)、圆头颈环菌(5.76%)和灰团网菌(5.12%), 其余18种中除松发菌(*Comatricha laxa*)(2.14%)外相对多度全部低于2%(表1)。从紫金山阔叶林样地中共获得黏菌10科17属40种(表1), 相对多度较高的3种依次是灰团网菌(21.18%)、碎皮菌(12.12%)和鳞钙皮菌(3.16%), 其余37种的相对多度全部低于2%(表1)。

从黏菌5个目的物种分布来看, 刺轴菌目的两

个种在针叶林和阔叶林中都有发生, 且碎皮菌的相对多度在皇甫山针叶林、阔叶林和紫金山针叶林中都为最高, 分别是17.83%、14.89%和18.47%, 在紫金山阔叶林中也仅低于灰团网菌, 达到12.12%, 远高于该林型中出现的其他黏菌, 而刺轴菌(*Echinostelium minutum*)的相对多度均较低。无丝菌目和发网菌目在针叶林中发生较多, 在皇甫山都为8种, 多于阔叶林的4种和3种; 在紫金山分别为5种和10种, 多于阔叶林的4种和3种。团毛菌目和绒泡菌目在阔叶林中发生较多, 在皇甫山分别为7种和14种, 多于针叶林的2种和5种; 在紫金山分别为11种和20种, 远多于针叶林的1种和4种(表2)。

在两地各种类型的样地中, 紫金山阔叶林中黏菌的物种多样性指数最高, $H'=2.52$, 紫金山针叶林中黏菌的物种多样性指数最低, $H'=2.01$ (表2)。两地阔叶林中的黏菌物种多样性指数都高于针叶林(表2)。同时从物种数量来看(表2), 不论是皇甫山还是紫金山, 阔叶林中的黏菌物种数量都要高于针叶林, 表明阔叶林中的黏菌物种多样性高于针叶林。

3.3 两地的黏菌物种组成相似性

皇甫山和紫金山黏菌物种组成的相似性较小。两地阔叶林之间黏菌的物种相似性最高, $C_S=68.57\%$, 共有的黏菌物种数也最多, 为24种; 物种相似性次之的出现在两地针叶林之间, $C_S=59.57\%$, 均高于其中任何一处的阔叶林和针叶林之间黏菌物种组成的相似性。皇甫山针叶林和阔叶林之间黏菌物种组成的相似性为50.91%, 共有物种14种; 紫金山针叶林和阔叶林之间黏菌物种组成的相似性仅为35.48%, 共有物种11种, 表明林型对黏菌物种组成的影响大于距离的影响(表3)。

4 讨论

安徽滁州皇甫山和江苏南京紫金山同处我国华东北亚热带地区, 是丘陵中两座孤立的山峰, 可视为岛屿状陆地生境。虽然气候条件和植被类型相近(王晓鹏等, 2003; 董丽娜等, 2010), 相距也只有约80 km, 但黏菌物种组成的相似性却较小。两地阔叶林具有的黏菌的物种组成相似性最高, 也才为68.57%(表3), 表明两座山虽然同处华东相对较近的地理位置上, 但是由于阻隔作用以及生境上的差异, 皇甫山和紫金山的黏菌已经为了适应其生境而分别发生了不同的演变和分化, 导致黏菌区系组成

表1 皇甫山和紫金山不同林型中的黏菌物种组成
Table 1 Composition of myxomycete species in different forests of Huangfu Mountain and Zijin Mountain

目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species	物种的相对多度 Relative abundance of species (%)					
				安徽滁州皇甫山 Huangfu Mountain, Anhui			江苏南京紫金山 Zijin Mountain, Jiangsu		
				针叶林 Coniferous forest	阔叶林 Broad-leaved forest	合计 Total	针叶林 Coniferous forest	阔叶林 Broad-leaved forest	合计 Total
刺轴菌目 Echinosteliales	刺轴菌科 Echinosteliaceae	刺轴菌属 <i>Echinostelium</i>	刺轴菌 <i>E. minutum</i> ^{1,2}	0.65	0.32	0.97	1.01	0.26	1.27
	碎皮菌科 Clastodermaceae	碎皮菌属 <i>Clastoderma</i>	碎皮菌 <i>C. debaryanum</i> ^{1,2}	17.83	14.89	32.72	18.47	12.12	30.59
无丝菌目 Liceales	无丝菌科 Liceaceae	无丝菌属 <i>Licea</i>	纵裂无丝菌 <i>L. biforis</i> ^{1,2}	0.21		0.21	0.31		0.31
			柄罐无丝菌 <i>L. operculata</i> ^{1,2}		0.17	0.17		0.08	0.08
			粗柄无丝菌 <i>L. pedicellata</i> ²					0.31	0.31
			点状无丝菌 <i>L. punctiformis</i> ¹	0.23	0.07	0.30			
	筛菌科 Cribrariaceae	筛菌属 <i>Cribraria</i>	混淆筛菌 <i>C. confusa</i> ^{1,2}	0.26		0.26	0.39		0.39
			密筛菌 <i>C. intricata</i> ²				0.06		0.06
			极小筛菌 <i>C. minutissima</i> ²	7.16	0.15	7.31	1.22	0.52	1.74
			暗小筛菌 <i>C. oregana</i> ¹		0.18	0.18			
			梨形筛菌 <i>C. piriformis</i> ^{1,2}	0.21		0.21	0.04		0.04
			细筛菌 <i>C. tenella</i> ¹	0.12		0.12			
			栗褐筛菌 <i>C. vulgaris</i> ²					0.07	0.07
			紫筛菌 <i>C. violacea</i> ¹	0.06		0.06			
			灯笼菌属 <i>Dictydium</i>	0.23		0.23			
			纹丝菌属 <i>Calomyxa</i>					0.87	0.87
	团网菌科 Arcyriaceae	盖碗菌属 <i>Perichaena</i>	金孢盖碗菌 <i>P. chrysosperma</i> ^{1,2}		0.14	0.14		0.41	0.41
			盖碗菌 <i>P. corticalis</i> ¹		0.06	0.06			
			扁盖碗菌 <i>P. depressa</i> ²					0.11	0.11
			小盖碗菌 <i>P. minor</i> ²					0.52	0.52
			团网菌属 <i>Arcyria</i>	7.54	13.73	21.27	5.12	21.18	26.30
			暗红团网菌 <i>A. denudata</i> ²					0.14	0.14
			球圆团网菌 <i>A. globosa</i> ²		0.29	0.29		0.08	0.08
			果形团网菌 <i>A. pomiformis</i>		1.19	1.19		1.04	1.04
团毛菌目 Trichiales	团毛菌科 Trichiaceae	半网菌属 <i>Hemitrichia</i>	棒形半网菌 <i>H. clavata</i> ²	0.23	0.85	1.08		0.73	0.73
			蛇形半网菌 <i>H. serpula</i>					0.03	0.03
			刺丝团毛菌 <i>T. scabra</i> ^{1,2}		1.01	1.01		0.36	0.36
			团毛菌属 <i>Trichia</i>						
	绒泡菌科 Physaraceae	钙丝菌属 <i>Badhamia</i>	黑柄钙丝菌 <i>B. affinis</i>					0.51	0.51
			细钙丝菌 <i>B. gracilis</i> ^{1,2}		0.56	0.56		0.16	0.16
		高杯菌属 <i>Craterium</i>	高杯菌 <i>C. minutum</i> ²				0.48	0.73	1.21
			橙绿绒泡菌 <i>P. auriscalpium</i> ^{1,2}	0.11	0.56	0.63		0.09	0.09
		绒泡菌属 <i>Physarum</i>	扁绒泡菌 <i>P. compressum</i> ¹	0.21	0.61	0.82		0.51	0.51
			高杯绒泡菌 <i>P. crateriforme</i> ²					0.17	0.17
			全白绒泡菌 <i>P. globuliferum</i> ²		0.18	0.18		0.26	0.26
			淡黄绒泡菌 <i>P. melleum</i>		0.91	0.91	0.28	1.02	1.30
			盘头菌 <i>P. pezizoidea</i> ^{1,2}		0.33	0.33		0.31	0.31
			小绒泡菌 <i>P. pusillum</i> ^{1,2}		0.24	0.24		0.40	0.40
			绿绒泡菌 <i>P. viride</i> ²					0.62	0.62
			钙皮菌科						
		双皮菌属 <i>Diderma</i>	扁垫双皮菌 <i>D. deplanatum</i> ^{1,2}		0.08	0.08		0.02	0.02
			垫形双皮菌 <i>D. effusum</i> ²					0.07	0.07
			钙皮菌属	0.08	0.56	0.64		0.41	0.41
			畸形钙皮菌 <i>D. difforme</i> ^{1, 2}		0.21	0.21		0.06	0.06

表1 (续) Table 1 (continued)

目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species	物种的相对多度Relative abundance of species (%)					
				安徽滁州皇甫山			江苏南京紫金山		
				Huangfu Mountain, Anhui			Zijin Mountain, Jiangsu		
				针叶林 Coniferous forest	阔叶林 Broad-leaved forest	合计 Total	针叶林 Coniferous forest	阔叶林 Broad-leaved forest	合计 Total
发网菌目 Stemonitales	发网菌科 Stemonitaceae	颈环菌属 <i>Collaria</i>	黄柄钙皮菌 <i>D. iridis</i>		0.38	0.38		0.49	0.49
			小钙皮菌 <i>D. minus</i>		0.54	0.54	0.21	0.87	1.08
			黑柄钙皮菌 <i>D. nigripes</i>	0.17	1.02	1.19	0.26	0.84	1.10
			卵形钙皮菌 <i>D. ovoideum</i> ²					0.03	0.03
			鳞钙皮菌 <i>D. squamulosum</i>	0.15	5.16	5.31		3.16	3.16
			弧线颈环菌 <i>C. arcyrionema</i> ²				1.05		1.05
			圆头颈环菌 <i>C. elegans</i> ²	12.47	1.21	13.68	5.76	0.56	6.32
			紫褐颈环菌 <i>C. lurida</i> ¹	0.71		0.71	0.06		0.06
		发菌属 <i>Comatricha</i>	黑发菌 <i>C. nigra</i> ¹	3.20	1.04	3.24	9.87	0.83	10.70
			松发菌 <i>C. laxa</i>	1.26		1.26	2.14		2.14
		垂丝菌属 <i>Enerthenema</i>	垂丝菌 <i>E. papillatum</i> ²				0.69		0.69
		亮皮菌属 <i>Lamproderma</i>	闪光亮皮菌 <i>L. scintillans</i> ¹	0.32		0.32	0.04		0.04
		叉丝菌属 <i>Paradiacheopsis</i>	刺抱叉丝菌 <i>P. acanthodes</i> ^{1,2}	0.34	0.27	0.61	0.56		0.56
			流苏叉丝菌 <i>P. fimbriata</i> ¹	0.09		0.09			
			单生叉丝菌 <i>P. solitaria</i> ^{1,2}	0.29		0.29	0.44	0.17	0.61
		发网菌属 <i>Stemonitis</i>	小发网菌 <i>S. virginiensis</i>				0.42		0.42

种名上标1表示该种是首次从安徽发现, 种名上标2表示该种是首次从江苏发现。
Those species of which names were marked with 1 were newly recorded species for Anhui and 2 were newly recorded species for Jiangsu.

表2 皇甫山和紫金山不同林型中黏菌的各类群数量和物种多样性指数
Table 2 Taxon numbers and diversity indices of myxomycets in different forests of Huangfu Mountain and Zijin Mountain

取样地点Sampling sites												
安徽滁州皇甫山 Huangfu Mountain, Anhui							江苏南京紫金山 Zijin Mountain, Jiangsu					
针叶林 Coniferous forest			阔叶林 Broad-leaved forest				针叶林 Coniferous forest			阔叶林 Broad-leaved forest		
科数 Number of families	属数 Number of genera	种数 Number of species	科数 Number of families	属数 Number of genera	种数 Number of species		科数 Number of families	属数 Number of genera	种数 Number of species	科数 Number of families	属数 Number of genera	种数 Number of species
刺轴菌目 Echinosteliales	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
无丝菌目 Liceales	2	3	8	2	2	4	2	2	5	2	2	4
团毛菌目 Trichiales	2	2	2	2	4	7	1	1	1	3	5	11
绒泡菌目 Physarales	2	2	5	2	4	14	2	3	4	2	5	20
发网菌目 Stemonitales	1	4	8	1	3	3	1	6	10	1	3	3
合计 Total	9	13	25	9	15	30	8	14	22	10	17	40
多样性指数 Shannon index (<i>H'</i>)		2.19			2.47			2.01			2.52	

差异较大。由此推测, 陆地上的阻隔对于陆地岛屿状生境中大型真菌的组成也具有较大的影响, 而陆地岛屿状生境中的黏菌物种组成可能既是对相对独立的隔离地生境适应的结果, 是为了更好地发挥在其中的生态价值。

Rojas和Stephenson(2008)报道在哥斯达黎加

Cocos Island进行6个样地的研究, 从130个基物培养湿室中共获得41种黏菌。Ndiritu等(2009)报道从美国Big Bend National Park 12个样地中采集基物, 在547个基物培养湿室中共获得71种黏菌。我们的研究共获得58种黏菌, 因为不同研究者的样地大小、样地数量和样本数量等并不相同, 所以可以认

表3 皇甫山和紫金山不同林型中黏菌的相似性系数(对角线上)和共有种(对角线下)
Table3 Similarity coefficients (the upper right) and the common species (the lower left) of myxomycete in different forest types of Huangfu Mountain and Zijin Mountain

	皇甫山针叶林 Coniferous forest of Huangfu Mountain	皇甫山阔叶林 Broad-leaved forest of Huangfu Mountain	紫金山针叶林 Coniferous forest of Zijin Mountain	紫金山阔叶林 Broad-leaved forest of Zijin Mountain
皇甫山针叶林 Coniferous forest of Huangfu Mountain	—	50.91	59.57	40.00
皇甫山阔叶林 Broad-leaved forest of Huangfu Mountain	14	—	38.46	68.57
紫金山针叶林 Coniferous forest of Zijin Mountain	14	10	—	35.48
紫金山阔叶林 Broad-leaved forest of Zijin Mountain	13	24	11	—

为物种数量在地区间的差距并不明显。但是, 所有研究的结果都指出, 黏菌的物种组成与其所在小生境的环境因子有关, Rojas和Stephenson(2008)认为样地高度的差异导致了物种组成的不同; Ndiritu等(2009)指出样地的温度和湿度的差异是造成物种组成不同的主要原因; 而我们的研究结果表明林型(植被类型)对物种组成的影响更大。因此, 在今后的深入研究中, 需要综合考虑并评估生境中所有环境因子对物种的影响, 才能对复杂的生态关系形成比较清楚的认识。

根据此前报道, 安徽省发现的黏菌为38种, 江苏省发现的黏菌为41种(李玉等, 2008a, b)。本研究获得的黏菌中有点状无丝菌、细筛菌和盖碗菌等27种是安徽首次记录, 粗柄无丝菌、密筛菌和纹丝菌等35种是江苏首次记录, 对分布于两省的黏菌物种资源的了解有了较大的提高, 其中大多为刺轴菌目、无丝菌目和发网菌目中的小型种类。我们的结果表明, 华东地区可能蕴含着较丰富的黏菌资源, 需要加强对这一地区黏菌物种多样性的研究。华东地处亚热带, 是联系温带和热带的重要过渡地带, 研究这一地区的黏菌多样性在黏菌的生态学上具有重要意义, 华东地区的森林分布在地、丘陵和平原, 现在的研究只是对华东丘陵林地中的代表森林进行了黏菌多样性的初步研究, 今后将在不同生态类型环境中继续开展黏菌多样性的研究, 为揭示这一地区黏菌的区系组成和生态特征及其在亚热带森林环境中的生态作用奠定基础。

参考文献

Alexopoulos CJ, Saenz RJA (1975) The myxomycetes of Costa Rica. *Mycotaxon*, **11**, 223.
Chen SL (1999) Fungal flora of tropical Guangxi, China: a

survey of myxomycetes from southwestern Guangxi. *Mycotaxon*, **72**, 393–401.
Dong LN (董丽娜), Xu HB (徐海兵), Liu SW (刘曙雯), Song HL (宋伙林), Chen X (陈希), Ju F (居峰), Xie Q (谢奇), Cheng Y (程岩), Wan ZZ (万志洲) (2010) Investigation and analysis on seed plant flora at Zijinshan National Forest Park in Nanjing. *Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology* (浙江林业科技), **30**(1), 41–47. (in Chinese with English abstract)
Farr ML (1985) Notes on myxomycetes. IV. Species collected in Brazil and Japan. *Nova Hedwigia*, **41**, 167–176.
Lado C, Estrada-Torres A, Stephenson SL, de Basanta DW, Schnittler M (2003) Biodiversity assessment of myxomycetes from two tropical forest reserves in Mexico. *Fungal Diversity*, **12**, 67–110.
Li Y (李玉), Li HZ (李惠中), Wang Q (王琦), Chen SL (陈双林) (2008a) *Flora Fungorum Sinicorum: Myxomycetes I, Ceratiomyxales, Echinosteliales, Liceales and Trichiales* (中国真菌志·黏菌卷I: 鹅绒菌目、刺轴菌目、无丝菌目和团毛菌目). Science Press, Beijing. (in Chinese)
Li Y (李玉), Li HZ (李惠中), Wang Q (王琦), Chen SL (陈双林) (2008b) *Flora Fungorum Sinicorum: Myxomycetes II, Physarales and Stemonitales* (中国真菌志·黏菌卷II: 绒泡菌目和发网菌目). Science Press, Beijing. (in Chinese)
Ma KP (马克平), Liu YM (刘玉明) (1994) Measurement of biotic community diversity. I. α diversity (Part 1). *Chinese Biodiversity* (生物多样性), **2**, 231–239. (in Chinese)
Ma KP (马克平), Liu CR (刘灿然), Liu YM (刘玉明) (1995) Measurement of biotic community diversity. II. β diversity. *Chinese Biodiversity* (生物多样性), **3**, 38–43. (in Chinese)
Martin GW, Alexopoulos CJ (1969) *The Myxomycetes*. University of Iowa Press, Iowa City.
Ndiritu GG, Spiegel FW, Stephenson SL (2009) Distribution and ecology of the assemblages of myxomycetes associated with major vegetation types in Big Bend National Park, USA. *Fungal Ecology*, **2**, 168–183.
Novozhilov YK, Schnittler M (2008) Myxomycete diversity and ecology in arid regions of the Great Lake Basin of western Mongolia. *Fungal Diversity*, **30**, 97–119.

- Novozhilov YK, Zemlianskaia IV, Schnittler M, Stephenson SL (2006) Myxomycete diversity and ecology in the arid regions of the Lower Volga River Basin (Russia). *Fungal Diversity*, **23**, 193–241.
- Rojas C, Stephenson SL (2008) Myxomycete ecology along an elevation gradient on Cocos Island, Costa Rica. *Fungal Diversity*, **29**, 117–127.
- Schnittler M, Lado C, Stephenson SL (2002) Rapid biodiversity assessment of a tropical myxomycete assemblage- Maquipucuna Cloud Forest Reserve, Ecuador. *Fungal Diversity*, **9**, 135–167.
- Schnittler M, Unterseher M, Tesmer J (2006) Species richness and ecological characterization of myxomycetes and myxomycete-like organisms in the canopy of a temperate deciduous forest. *Mycologia*, **98**, 223–232.
- Stephenson SL (1988) Distribution and ecology of Myxomycetes in temperate forests. I. Patterns of occurrence in the upland forests of southwestern Virginia. *Canadian Journal of Botany*, **66**, 2187–2207.
- Teng SC, Teng KL (1933) Notes on slime molds from China. *Sinensia*, **4**, 61–81.
- Teng SC, Teng KL (1935) Additional slime molds from China. *Sinensia*, **6**, 118–127.
- Wang XP (王晓鹏), Gao L (高林), Gao XQ (高夕全), Xu RS (徐如松), Wu CT (吴昌庭), Zhou ZY (周宗运) (2003) Preliminary study on spermatophyta flora of Huangfushan Nature Reserve in Anhui Province. *Bulletin of Botanical Research* (植物研究), **23**, 507–512. (in Chinese with English abstract)
- Xu MQ (徐美琴), Chen P (陈萍), Li Y (李玉), Chen SL (陈双林) (2006) A preliminary study on corticolous myxomycetes from coniferous bark in moist chamber culture. *Journal of Fungal Research* (菌物研究), **4**(1), 14–19. (in Chinese with English abstract)

(责任编辑: 郭良栋 责任编辑: 闫文杰)