DOI: 10.5846/stxb201305151067
边禄森, 戴玉成.东喜马拉雅地区多孔菌区系和生态习性.生态学报,2015,35(5):1554-1563.
Bian L S, Dai Y C.Mycota and ecology of polypores in eastern Himalayas.Acta Ecologica Sinica,2015,35(5):1554-1563.

东喜马拉雅地区多孔菌区系和生态习性

边禄森, 戴玉成*
北京林业大学微生物研究所,北京 100083

摘要:对东喜马拉雅地区多孔菌区系和生态习性进行了分析,发现该地区多孔菌极为丰富,共有 10 目 19 科 101 属 372 种,其中优势科为多孔菌科和锈革孔菌科,优势属为木层孔菌属和多孔菌属。种的区系地理成分可以分为 8 类,其中北温带类型种类最多,表明东喜马拉雅地区多孔菌具有明显的北温带区系特征。该地区的多孔菌有常见种、偶见种、稀有种和濒危种分别为 156、141、54 和 21 个;有腐生菌 304 种、寄生菌 49 种、菌根菌 19 种。在寄主方面,能够生长在被子植物上的有 256 种,裸子植物上的有 137 种,既能生长在被子植物,也能生长在裸子植物上的有 40 种,地上生长的有 19 种。东喜马拉雅地区的裸子植物,特别是云杉属、松属和冷杉属树木对于多孔菌的生长更重要,因为生长在这些属树木上的多孔菌分别有 71、68 和 51 种,高于该地区被子植物其他属树木上的多孔菌。

关键词:多孔菌;真菌区系;多样性;生态习性

Mycota and ecology of polypores in eastern Himalayas

BIAN Lusen, DAI Yucheng*
Institute of Microbiology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, *China*

Abstract: Polypores are a kind of wood-decaying macro-fungi. They produce poroid hymenophore, and play essential roles in the natural renewal of forest ecosystems because they have ability to fully decompose lignocellulose of wood. Most species of polypores belong to the Polyporales, Hymenochaetales, Gloeophyllales, Trechisporale, Corticiales and Thelephorales according to the current taxonomy. In this study, the mycota and ecology of polypores in eastern Himalayas were studied. A total of 372 polypore species belonging to 10 orders, 19 families and 101 genera were recognized. Among the 19 families, Polyporaceae and Hymenochaetaceae, being composed of 138 and 72 species, respectively, are the dominant families. These 210 species in the two families account for 56.5% of the total species found in the studied area. Other large families include the Fomitopsidaceae, Meruliaceae and Phanerochaetaceae, comprising 55, 29 and 24 species, respectively. The cosmopolitan families are Polyporaceae, Meruliaceae, Phanerochaetaceae, Hymenochaetaceae, Schizoporaceae, Bondarzewiaceae, Hydnodontaceae and Auriculariaceae, the north temperate families are Fomitopsidaceae, Albatrellaceae, Gloeophyllaceae, Bankeraceae, Thelephoraceae, Fistulinaceae, Atheliaceae and Hydnaceae, while the tropical and subtropical families are Ganodermataceae and Mycenaceae. The dominant genera are *Phellinus* and *Polyporus*, and 34 and 20 species were found in the two genera, respectively. The species in these two genera, occupying 2% of the total 19 genera, account for 14.5% of the total polypore species in the studied area. Other large genera are *Antrodia*, *Postia* and *Trametes*, respectively, with 16, 15 and 15species. The cosmopolitan genera are *Abortiporus*, *Antrodia*, *Auriporia*, *Antrodiella*, *Bjerkandera*, *Ceriporia*, *Ceriporiopsis*, *Cerrena*, *Daedalea*, *Daedaleopsis*, *Datronia*, *Dichomitus*, *Fomitiporia*, *Fomitopsis*, *Ganoderma*, *Gloeophyllum*, *Gloeoporus*, *Haploporus*, *Heterobasidion*, *Hyphodontia*, *Inocutis*, *Inonotus*, *Irpex*,

基金项目:国家自然科学基金(31070022)
收稿日期:2013-05-15; **网络出版日期**:2014-04-17
* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: yuchengd@ yahoo.com

Junghuhnia, *Laetiporus*, *Lenzites*, *Megasporoporia*, *Oxyporus*, *Perenniporia*, *Phaeolus*, *Phellinus*, *Phylloporia*, *Polyporus*, *Pycnoporus*, *Rigidoporus*, *Skeletocutis*, *Stromatoscypha*, *Trametes*, *Trechispora*, *Trichaptum* and *Tyromyces*, the north temperate genera are *Abundisporus*, *Albatrellus*, *Anomoloma*, *Anomoporia*, *Aurantiporus*, *Boletopsis*, *Bondarzewia*, *Byssoporia*, *Castanoporus*, *Cinereomyces*, *Climacocystis*, *Coltricia*, *Coltriciella*, *Cryptoporus*, *Diplomitoporus*, *Erastia*, *Fibroporia*, *Fistulina*, *Fomes*, *Gelatoporia*, *Grifola*, *Hapalopilus*, *Ischnoderma*, *Jahnoporus*, *Lenzitopsis*, *Leptoporus*, *Leucophellinus*, *Melanoderma*, *Mensularia*, *Oligoporus*, *Onnia*, *Parmastomyces*, *Phellinidium*, *Physisporinus*, *Piptoporus*, *Poriodontia*, *Postia*, *Pouzaroporia*, *Protomerulius*, *Pyrrhoderma*, *Rhodonia*, *Sarcoporia*, *Sistotrema*, *Wolfiporia* and *Wrightoporia*, while the tropical and subtropical genera are *Amauroderma*, *Coriolopsis*, *Cyclomyces*, *Earliella*, *Echinochaete*, *Echinoporia*, *Elmerina*, *Favolaschia*, *Funalia*, *Hexagonia*, *Hydnopolyporus*, *Microporus*, *Nigroporus*, *Pyrofomes* and *Tinctoporellus*. The 372 polypore species in eastern Himalayas were geographically classified into eight groups, north temperate, pantropical, cosmopolitan, endemic to China, East Asia, East Asia-North America, East Asia-Europe and tropical Asia, respectively, including 119, 62, 60, 46, 33, 15, 18 and nine species. That is to say most of polypores in eastern Himalayas are the boreal and temperate elements, and the mycota of polypores in eastern Himalayas has typically characteristics of boreal and temperate group. The common, occasional, rare and endangered polypores comprise, respectively, 156, 141, 54 and 21 species. 304, 49 and 19 polypore species were identified, respectively, as saprophytic, parasitic and mycorrhizal fungi. 256 polypore species occur on angiosperm wood, 137 species grow on gymnosperm wood, while 40 species inhabit both angiosperm and gymnosperm wood. Polypores are more common on gymnosperm wood than on angiosperm wood in eastern Himalayas. 71, 68 and 51 polypore species were found, respectively, on Picea, Pinus and Abies, while less than 50 species were recorded on all angiosperm genera.

Key Words: polypore; fungal flora; diversity; ecological habit

东喜马拉雅地区泛指我国西藏东南部及雅鲁藏布江大拐弯处以东，包括北纬 28°30′以南的横断山脉地区[1]。东喜马拉雅植物区系的丰富复杂程度稍次于横断山脉地区,但垂直分布更为集中,环境条件十分优越而复杂,从热带到寒温带植被均有分布,所以植物种类异常繁多[2],为木生真菌提供了丰富的生长基质。

多孔菌系指广义非褶菌目(Aphylloporales)中具有孔状子实层体的种类,按照现代分类系统包括担子菌门中多孔菌目 Polyporales、锈革孔菌目 Hymenochaetales、褐褶菌目 Gloeophyllales、糙孢孔目 Trechisporales、革菌目 Corticiales、糙孢革菌目 Thelephorales 和红菇目 Russulales 中孔状子实体的种类,还有伞菌目 Agaricales、阿太菌目 Atheliales、鸡油菌目 Cantharellales、木耳目 Auriculariales 中的少数属,如网孔菌属 *Dictyopanus* 和胶孔菌属 *Favolaschia*、榆孔菌属 *Elmerina*、牛排菌属 *Fistulina* 和纵隔孔菌属 *Protomerulius* 等[3]。多孔菌的绝大部分种类生长在天然林中,但有些种类也能生长在人为干扰较大的地区[4-5],多孔菌通常生长在树木及其腐朽木上,但少数种类也生长在腐朽竹子上[6]。

多孔菌不仅是重要的生物资源,还在生态系统中起着重要的分解还原作用,与其他菌物和微生物一起维持着生态系统的物质循环和能量流动[7]。大部分多孔菌为腐生种类,但也有不少种类能够引起林木腐朽病害[8],尽管多孔菌子实体的质地多数是木栓质,但少数种类在子实体幼嫩时也是食用菌[9],如大孢地花孔菌 *Albatrellus ellisii*、灰黑拟牛肝孔菌 *Boletopsis grisea*、牛排菌 *Fistulina hepatica* 等。多孔菌的很多种类具有特殊药用价值,是重要的药用真菌[10-11],如灵芝 *Ganoderma lingzhi*、桑黄 *Inonotus sanghuang*、樟芝 *Taiwanofungus camphoratus* 等。此外,有些多孔菌可以降解农药、染料等复杂化合物[12-14],在工业生产和环境治理等领域有良好应用前景。

真菌区系是指一定区域所有真菌或某类真菌种类的总称,是真菌在一定自然环境、特别是自然历史环境中发展演化的结果。真菌区系地理学是研究世界或某一区域所有真菌种类的组成、分布以及它们的起源和演化历史的科学[15]。

1 研究材料与方法

本文研究材料来源于本课题组过去 10 年在东喜马拉雅地区的多次实地考察[16-23],详细记录了多孔菌的生境和生态习性,参考真菌地理分析报道[24-27]对东喜马拉雅地区多孔菌区系进行分析。

2 区系组成及优势科属分析

2.1 区系组成

对东喜马拉雅地区多孔菌的调查显示,该地区共有 372 种(见附表),隶属于 10 目 19 科 101 属,区系组成见表 1。

2.2 优势科属分析

根据表 1 可知,东喜马拉雅地区多孔菌在多孔菌科 Polyporaceae 和锈革孔菌科 Hymenochaetaceae 最丰富,其中多孔菌科共有 138 种,占全部种类的 37.1%;锈革孔菌科共有 72 种,占全部种类的 19.4%。两个科合计共 210 种,占所有种的 56.5%。其次为拟层孔菌科 Fomitopsidaceae 55 种,皱皮菌科 Meruliaceae 29 种和原毛平革菌科 Phanerochaetaceae 24 种,分别占全部种的 14.8%,7.8%和 6.5%。

东喜马拉雅地区多孔菌共有 101 个属,根据种的多少判断,该地区优势属为木层孔菌属 *Phellinus* 和多孔菌属 *Polyporus*,种数分别为 34 种和 20 种,所占比例分别为 9.1%和 5.4%。两属共有种数 54 种,占东喜马拉雅山地区全部种数的 14.5%,而属的数目仅占全部属的 2%。其次,薄孔菌属 *Antrodia*(16 种),泊氏孔菌属 *Postia*(15 种)和栓孔菌属 *Trametes*(15 种)也占有较大比例。

表 1 东喜马拉雅地区多孔菌区系组成

Table 1 The flora of polypores in eastern Himalayas

目名 Order	科名 Family	属数 No. of genera	种数 No. of species
多孔菌目 Polyporales	Polyporaceae	37	138
	Fomitopsidaceae	14	55
	Meruliaceae	13	29
	Phanerochaetaceae	3	24
	Gandermataceae	2	12
锈革孔菌目 Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	12	72
	Schizoporaceae	5	15
红菇目 Russulales	Bondarzewiaceae	3	7
	Albatrellaceae	2	5
褐褶菌目 Gloeophyllales	Gloeophyllaceae	1	4
糙孢菌目 Trechisporales	Hydnodontaceae	1	3
革菌目 Thelephorales	Bankeraceae	1	1
	Thelephoraceae	1	1
伞菌目 Agaricales	Mycenaceae	1	1
	Fistulinaceae	1	1
木耳目 Auriculariales	Auriculariaceae	1	1
	Incertae sedis	1	1
阿太菌目 Atheliales	Atheliaceae	1	1
鸡油菌目 Cantharellales	Hydnaceae	1	1

3 区系地理成分分析

真菌区系的地理成分一般是按照属或种的分布类型划分的。由于目前对各属种的现代分布区尚未完全了解,所以地理成分分析的准确性只能是相对的。

3.1 科的地理成分分析

在东喜马拉雅山地区分布多孔菌确定的 18 个科中,世界广布科有:多孔菌科 Polyporaceae、皱皮菌科 Meruliaceae、原毛平革菌科 Phanerochaetaceae、锈革孔菌科 Hymenochaetaceae、裂孔菌科 Schizoporaceae、刺孢多孔菌科 Bondarzewiaceae、刺孢菌科 Hydnodontaceae、木耳科 Auriculariaceae;北温带分布科有:拟层孔菌科 Fomitopsidaceae、地花孔菌科 Albatrellaceae、褐褶菌科 Gloeophyllaceae、烟白齿菌科 Bankeraceae、革菌科 Thelephoraceae、牛舌菌科 Fistulinaceae、阿太菌科 Atheliaceae、齿菌科 Hydnaceae;热带亚热带成分的科有:灵芝科 Ganodermataceae、小菇科 Mycenaceae。

3.2 属的地理成分分析

根据种的地理分布成分研究,可将东喜马拉雅山地区分布的多孔菌 101 个属的分布型分为以下几类。

(1)世界广布属

世界广布属一般指广泛分布于世界各大洲,无特殊分布中心的属。东喜马拉雅山地区多孔菌的世界广布属有: *Abortiporus*、*Antrodia*、*Auriporia*、*Antrodiella*、*Bjerkandera*、*Ceriporia*、*Ceriporiopsis*、*Cerrena*、*Daedalea*、*Daedaleopsis*、*Datronia*、*Dichomitus*、*Fomitiporia*、*Fomitopsis*、*Ganoderma*、*Gloeophyllum*、*Gloeoporus*、*Haploporus*、*Heterobasidion*、*Hyphodontia*、*Inocutis*、*Inonotus*、*Irpex*、*Junghuhnia*、*Laetiporus*、*Lenzites*、*Megasporoporia*、*Oxyporus*、*Perenniporia*、*Phaeolus*、*Phellinus*、*Phylloporia*、*Polyporus*、*Pycnoporus*、*Rigidoporus*、*Skeletocutis*、*Stromatoscypha*、*Trametes*、*Trechispora*、*Trichaptum*、*Tyromyces* 等,共 41 个属,占全部属的 40.6%。

(2)北温带分布属

北温带分布属一般指分布中心在北半球温带地区,个别可以到达南半球温带地区,但主要分布中心仍在北温带的属。东喜马拉雅山地区多孔菌中北温带分布属有:*Abundisporus*、*Albatrellus*、*Anomoloma*、*Anomoporia*、*Aurantiporus*、*Boletopsis*、*Bondarzewia*、*Byssoporia*、*Castanoporus*、*Cinereomyces*、*Climacocystis*、*Coltricia*、*Coltriciella*、*Cryptoporus*、*Diplomitoporus*、*Erastia*、*Fibroporia*、*Fistulina*、*Fomes*、*Gelatoporia*、*Grifola*、*Hapalopilus*、*Ischnoderma*、*Jahnoporus*、*Lenzitopsis*、*Leptoporus*、*Leucophellinus*、*Melanoderma*、*Mensularia*、*Oligoporus*、*Onnia*、*Parmastomyces*、*Phellinidium*、*Physisporinus*、*Piptoporus*、*Poriodontia*、*Postia*、*Pouzaroporia*、*Protomerulius*、*Pyrrhoderma*、*Rhodonia*、*Sarcoporia*、*Sistotrema*、*Wolfiporia*、*Wrightoporia* 等,共 45 个属,占全部属的 44.6%。

(3)热带-亚热带分布属

热带-亚热带分布属主要分布于东西两半球的热带地区,有的可以到达亚热带至温带,但主要分布区仍然在热带地区。东喜马拉雅山地区多孔菌的热带-亚热带分布属有:*Amauroderma*、*Coriolopsis*、*Cyclomyces*、*Earliella*、*Echinochaete*、*Echinoporia*、*Elmerina*、*Favolaschia*、*Funalia*、*Hexagonia*、*Hydnopolyporus*、*Microporus*、*Nigroporus*、*Pyrofomes*、*Tinctoporellus*,共 15 个属,占全部属的 14.9%。

3.3　种的地理成分分析

东喜马拉雅山地区多孔菌的区系地理成分如表 2 所示,从表中可以看出,东喜马拉雅山地区的多孔菌区系地理成分以北温带成分为主,其次为泛热带成分和世界广布成分,其它几种区系成分也有一定分布,但该地区具有明显的北温带成分区系特征。虽然该地区热带-亚热带分布的属远少于世界广布属,但其种类却多于世界广布种,说明该地区热带-亚热属中包括的种类丰富。

表 2　东喜马拉雅山地区多孔菌种在不同地理区域的分布

Table 2　Geographical distribution of polypore flora in eastern Himalayas

地理区域 Geographical area	种数 No. of species	百分比 Percentage%
北温带 North temperate	119	32.0
泛热带 Pantropical	62	16.7
世界广布 Cosmopolitan	60	16.1
中国特有 Endemic to China	46	12.4
东亚 East Asia	33	8.9
东亚-北美 East Asia-North America	25	6.7
东亚-欧洲 East Asia-Europe	18	4.8
热带亚洲 Tropical Asia	9	2.4
总计 Total	372	100

4　生态习性分析

根据出现频度,东喜马拉雅山地区的多孔菌可以划分为 4 类,其中常见种数量最多,为 156 个,其次为偶见种 141 个,稀有种 54 个,濒危种 21 个,分别占全部种类的 42%、37.9%、14.5%和 5.6%。根据营养方式,可将东喜马拉雅山地区多孔菌分为 3 类:腐生菌 304 种,寄生菌 49 种,共生菌根菌 19 种,分别占全部种类的 81.7%、12.9%和 5.1%。地生多孔菌有 19 种,为非木材腐朽菌,而腐生和寄生都属于木材腐朽真菌,共有 353 种,占全部种类的 94.9%,其中能够引起木材褐色腐朽的有 60 种,占 17.0%;能够引起木材白色腐朽的有 293 种,占 83.0%。能够生长在裸子植物上的有 137 种,能够生长在被子植物上的有 256 种。其中,只能生长在裸子植物上的有 96 种,只能生长在被子植物上的有 215 种,既能生长在裸子植物上又能生长在被子植物上的有 40 种。

在裸子植物上发现的 137 种多孔菌中,生长在云杉属上的有 71 种,其次为松属 68 种、冷杉属 51 种、铁杉属和落叶松属各 15 种;在被子植物上发现的 256 种多孔菌中,生长在栎属树木上的 42 种,其次为桦木属 37

种、栲属 31 种和杨属 23 种。东喜马拉雅地区的裸子植物,特别是云杉属、松属和冷杉属树木对于多孔菌的生长更重要,因为生长在这些属上的多孔菌高于该地区被子植物其他属上的多孔菌。

5 讨论

世界范围内对多孔菌研究比较深入的是欧洲和北美洲[26-28],欧洲和北美洲不但对多孔菌的种类有深入研究,还特别对其在北半球的区系进行了研究,将多孔菌的区系分为温带广布、欧洲、北美洲、亚洲、欧洲-亚洲、欧洲-北美、北美-亚洲等 13 个成分[29]。但是由于对热带地区多孔菌研究还不充分[30],因此对热带地区多孔菌区系的认识还是初步的。本文的分析也是基于目前对世界多孔菌区系认识基础上来论述东喜马拉雅地区的多孔菌,随着对热带地区多孔菌种类和区系研究的深入,将来也有助于对东喜马拉雅地区的多孔菌区系的认识。

中国近年对多孔菌进行了广泛和系统的研究,目前已经报道多孔菌 132 属和 705 种[31],研究最深入的地区有东北地区和喜马拉雅地区,其中 101 属和 372 种发现于东喜马拉雅地区,分别占全国的 76.5%和 52.7%,说明东喜马拉雅地区多孔菌种类十分丰富。中国东北地区共发现多孔菌 96 属 300 种[32],分别占全国的 73%和 42%,23 种多孔菌描述于中国东北地区,但 44 种描述于东喜马拉雅地区。尽管中国东北地区的森林面积比东喜马拉雅地区大,但东喜马拉雅地区多孔菌的丰富度高于东北地区。

近年来随着物种多样性的研究越来越受到人们关注,中国大型真菌的区系和地理成分分析也越来越广泛,研究地区包括云南[33]、江西[34]、安徽[35-36]、陕西[37]、广西[38]、内蒙古[39-41]、吉林[42-43]等地,研究内容涵盖区系组成、生态习性、地理成分、种群结构、相似性分析等,并且逐渐向着更深入、更具体、更精确的方向发展,对大型真菌的发现、研究、利用、保护有着重要的指导和借鉴意义。

参考文献(References):

[1] 臧穆, 纪大干. 我国东喜马拉雅区鬼笔科的研究. 真菌学报, 1984, 4(2): 109-117.

[2] 吴征镒. 论中国植物区系的分区问题. 云南植物研究, 1979, 1(1): 1-20.

[3] 戴玉成. 中国多孔菌名录. 菌物学报, 2009, 28(3): 315-327.

[4] Dai Y C, Yuan H S, He W, Decock C. Polypores from Beijing area, northern China. Mycosystema, 2006, 25(3): 368-373.

[5] Cui B K, Wei Y L, Dai Y C. Polypores from Zijin Mountain, Jiangsu Province. Mycosystema, 2006, 25(1): 9-14.

[6] 徐梅卿, 戴玉成, 范少辉, 金立新, 吕全, 田国忠, 汪来发. 中国竹类病害记述及其病原物分类地位(上). 林业科学研究, 2006, 19(6): 692-699.

[7] 魏玉莲, 戴玉成. 木材腐朽菌在森林生态系统中的功能. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1935-1938.

[8] 戴玉成. 中国木本植物病原木材腐朽菌研究. 菌物学报, 2012, 31(4): 493-509.

[9] 戴玉成, 周丽伟, 杨祝良, 文华安, 图力古尔, 李泰辉. 中国食用菌名录. 菌物学报, 2010, 29(1): 1-21.

[10] 戴玉成, 杨祝良. 中国药用真菌名录及部分名称的修订. 菌物学报, 2008, 27(6): 801-824.

[11] 戴玉成, 李玉. 中国六种重要药用真菌名称的说明. 菌物学报, 2011, 30(4): 516-518.

[12] 司静, 崔宝凯, 戴玉成. 栓孔菌属漆酶高产菌株的初步筛选及其产酶条件的优化. 微生物学通报, 2011, 38(3): 405-416.

[13] 司静, 崔宝凯, 戴玉成. 东方栓孔菌在染料脱色中的应用及其脱色条件的优化. 基因组学与应用生物学, 2011, 30(3): 364-371.

[14] 袁海生, 戴玉成, 曹云, 杨建. 白腐真菌染料脱色菌株的筛选及一色齿毛菌脱色条件的研究. 菌物学报, 2010, 29(3): 429-436.

[15] 崔宝凯, 余长军. 大兴安岭林区多孔菌的区系组成与种群结构. 生态学报, 2011, 31(13): 3700-3709.

[16] Cui B K, Dai Y C. Wood-decaying fungi in eastern Himalayas 3. Polypores from Laojunshan Mountains, Yunnan Province. Mycosystema, 2012, 31(4): 486-492.

[17] Dai Y C, Zhou T X. A new species of *Inonotus* (Basidiomycotina) from Yunnan, southern China. Mycotaxon, 2000, 74(2): 331-335.

[18] Dai Y C, Wei Y L, Wang Z. Wood-inhabiting fungi in southern China 2. Polypores from Sichuan Province. Annales Botanici Fennici, 2004, 41(5): 319-329.

[19] Dai Y C, Yu C J, Wang H C. Polypores from eastern Xizang (Tibet), western China. Annales Botanici Fennici, 2007, 44(2): 135-145.

[20] Dai Y C, Zhou L W, Steffen K. Wood-decaying fungi in eastern Himalayas 1. Polypores from Zixishan Nature Reserve, Yunnan Province. Mycosystema, 2011, 30(5): 674-679.

[21] Dai Y C, He X S, Wanghe K Y, Steffen K. Wood-decaying fungi in eastern Himalayas 2. Species from Qingcheng Mts., Sichuan Province. Mycosystema, 2012, 31(2): 168-173.
[22] Dai Y C, Cui B K, He S H, Dimtry S. Wood-decaying fungi in eastern Himalayas 4. Species from Gaoligong Mountains, Yunnan Province, China. Mycosystema, 2013 (in press).
[23] Yuan H S, Dai Y C. Polypores from northern and central Yunnan Province, southwestern China. Sydowia, 2008, 60(1): 147-159.
[24] Nunez M, Ryvarden L. East Asian Polypores 1. Ganodermataceae and Hymenochaetaceae. Synopsis Fungorum, 2000, 13: 1-168.
[25] Nunez M, Ryvarden L. East Asian Polypores 2. Polyporaceae s. lato. Synopsis Fungorum, 2001, 14: 170-522.
[26] Ryvarden L, Gilbertson R L. European Polypores Part 1. Synopsis Fungorum, 1993, 6: 1-387.
[27] Ryvarden L, Gilbertson R L. European Polypores Part 2. Synopsis Fungorum, 1994, 7: 389-743.
[28] Gilbertson R L, Ryvarden L. North American Polypores. Oslo: Fungiflora, 1986-1987: 1-885.
[29] Ryvarden L. Genera of polypores: nomenclature and taxonomy. Synopsis Fungorum, 1991, 5: 1-363.
[30] Ryvarden L, Johansen I. A Preliminary Polypore Flora of East Africa. Oslo: Fungiflora, 1980: 1-636.
[31] Dai Y C. Polypore diversity in China with an annotated checklist of Chinese polypores. Mycoscience, 2012, 53(1): 49-80.
[32] Dai Y C. Species diversity of wood-decaying fungi in Northeast China. Mycosystema, 2010, 29(6): 801-818.
[33] Zhang Y, Zhou D Q, Zhou T S, Ou X K. New records and distribution of macrofungi in Laojun Mountain, Northwest Yunnan, China. Mycosystema, 2012, 31(2): 196-212.
[34] 陈晔, 詹寿发, 彭琴, 樊有赋, 杜天真. 赣西北地区森林大型真菌区系成分初步分析. 吉林农业大学学报, 2011, 33(1): 31-35.
[35] 柴新义, 许雪峰, 汪美英, 向玉勇, 殷培峰, 朱双杰. 安徽琅琊山大型真菌区系多样性. 生态学报, 2013, 33(4): 2314-2319.
[36] 柴新义, 朱双杰, 殷培峰, 向玉勇. 安徽皇埔山大型真菌区系地理成分分析. 生态学杂志, 2012, 31(9): 2344-2349.
[37] 王晓亮, 赵德怀, 麻应太. 陕西牛背梁国家级自然保护区大型真菌区系特征研究. 陕西林业科技, 2012, (5): 7-14, 19-19.
[38] 吴兴亮, 李泰辉, 宋斌. 广西花坪国家级自然保护区大型真菌资源及生态分布. 菌物学报, 2009, 28(4): 528-534.
[39] 图力古尔,李玉. 大青沟自然保护区大型真菌物种多样性的研究. 吉林农业大学学报, 1999, 21(3): 36-45.
[40] 李玉, 图力古尔. 大青沟自然保护区大型真菌群落多样性的研究. 生态学报, 2000, 20(6): 986-991.
[41] 图力古尔,李玉. 大青沟自然保护区大型真菌区系多样性的研究. 生物多样性,2000, 8(1): 73-80.
[42] 图力古尔,陈今朝,王耀,范宇光. 长白山阔叶红松林大型真菌多样性. 生态学报, 2010, 30(17): 4549-4558.
[43] 图力古尔, 王耀,范宇光. 长白山针叶林带大型真菌多样性. 东北林业大学学报, 2010, 38(11): 97-100.

附表 1　东喜马拉雅地区多孔菌种类组成

Attached table 1　Species diversity of polypores in eastern Himalayas

物种 Species	生态习性 Ecological habit	物种 Species	生态习性 Ecological habit
Abortiporus biennis	SAP/WR	*Lenzitopsis daii*	SAP/WR
Abundisporus pubertatis	SAP/WR	*Leptoporus mollis*	SAP/BR
Abundisporus quercicola	SAP/WR	*Leucophellinus irpicoides*	SAP/WR
Albatrellus ellisii	SYM	*Megasporoporia cavernulosa*	SAP/WR
Albatrellus flettii	SYM	*Megasporoporia cystidiolophora*	SAP/WR
Albatrellus yasudae	SYM	*Megasporoporia hengduanensis*	SAP/WR
Albatrellus yunnanensis	SYM	*Megasporoporia lacerata*	SAP/WR
Amauroderma rude	SAP/WR	*Megasporoporia major*	SAP/WR
Anomoloma albolutescens	SAP/BR	*Megasporoporia pseudocavernulosa*	SAP/WR
Anomoloma myceliosum	SAP/WR	*Megasporoporia quercina*	SAP/WR
Anomoloma rhizosum	SAP/WR	*Megasporoporia rhododendri*	SAP/WR
Anomoporia bombycina	SAP/BR	*Megasporoporia setulosa*	SAP/WR
Antrodia albida	SAP/BR	*Megasporoporia subcavernulosa*	SAP/WR
Antrodia albobrunnea	SAP/BR	*Melanoderma microcarpum*	SAP/WR
Antrodia carbonica	SAP/BR	*Mensularia radiata*	PAR/WR
Antrodia crassa	SAP/BR	*Microporus affinis*	SAP/WR
Antrodia heteromorpha	SAP/BR	*Microporus subaffinis*	SAP/WR
Antrodia hingganensis	SAP/BR	*Microporus vernicipes*	SAP/WR

续表

物种 Species	生态习性 Ecological habit	物种 Species	生态习性 Ecological habit
Antrodia infirma	SAP/BR	*Microporus xanthopus*	SAP/WR
Antrodia leucaena	SAP/BR	*Nigroporus vinosus*	SAP/WR
Antrodia macrospora	SAP/BR	*Oligoporus balsameus*	SAP/BR
Antrodia malicola	SAP/BR	*Oligoporus floriformis*	SAP/BR
Antrodia serialis	SAP/BR	*Oligoporus lowei*	SAP/BR
Antrodia sinuosa	SAP/BR	*Oligoporus sericeomollis*	SAP/BR
Antrodia sitchensis	SAP/BR	*Onnia flavida*	SAP/WR
Antrodia sordida	SAP/BR	*Onnia tomentosa*	PAR/WR
Antrodia subxantha	SAP/BR	*Oxyporus corticola*	SAP/WR
Antrodia xanthan	SAP/BR	*Oxyporus cuneatus*	SAP/WR
Antrodiella albocinnamomea	SAP/WR	*Oxyporus macroporus*	SAP/WR
Antrodiella aurantilaeta	SAP/WR	*Oxyporus obducens*	SAP/WR
Antrodiella brunneimontana	SAP/WR	*Oxyporus piceicola*	SAP/WR
Antrodiella duracina	SAP/WR	*Oxyporus populinus*	PAR/WR
Antrodiella fragrans	SAP/WR	*Oxyporus subulatus*	SAP/WR
Antrodiella gypsea	SAP/WR	*Parmastomyces mollissimus*	SAP/BR
Antrodiella liebmannii	SAP/WR	*Perenniporia bambusicola*	SAP/WR
Antrodiella romellii	SAP/WR	*Perenniporia corticola*	SAP/WR
Antrodiella semisupina	SAP/WR	*Perenniporia ellipsospora*	SAP/WR
Antrodiella zonata	SAP/WR	*Perenniporia isabelllina*	SAP/WR
Aurantiporus fissilis	SAP/WR	*Perenniporia japonica*	SAP/WR
Auriporia aurea	SAP/WR	*Perenniporia martius*	SAP/WR
Bjerkandera adusta	PAR/WR	*Perenniporia medulla-panis*	SAP/WR
Bjerkandera fumosa	PAR/WR	*Perenniporia narymica*	SAP/WR
Boletopsis grisea	SYM	*Perenniporia ochroleuca*	SAP/WR
Bondarzewia berkeleyi	PAR/WR	*Perenniporia piceicola*	SAP/WR
Bondarzewia montana	PAR/WR	*Perenniporia russeuomarginata*	SAP/WR
Byssoporia terrestris	SAP/WR	*Perenniporia subacida*	PAR/WR
Castanoporus castaneus	SAP/WR	*Perenniporia tenuis*	SAP/WR
Ceriporia alachuana	SAP/WR	*Perenniporia tephropora*	SAP/WR
Ceriporia aurantiocarnescens	SAP/WR	*Phaeolus schweinitzii*	PAR/BR
Ceriporia bubalinomarginata	SAP/WR	*Phellinidium sulphurascens*	PAR/WR
Ceriporia lacerata	SAP/WR	*Phellinus allardii*	SAP/WR
Ceriporia nanlingensis	SAP/WR	*Phellinus chinensis*	SAP/WR
Ceriporia purpurea	SAP/WR	*Phellinus chrysoloma*	PAR/WR
Ceriporia spissa	SAP/WR	*Phellinus collinus*	SAP/WR
Ceriporia tarda	SAP/WR	*Phellinus conchatus*	PAR/WR
Ceriporia viridans	SAP/WR	*Phellinus contiguus*	SAP/WR
Ceriporiopsis aneirina	SAP/WR	*Phellinus discipes*	SAP/WR
Ceriporiopsis egula	SAP/WR	*Phellinus ferreus*	SAP/WR
Ceriporiopsis gilvescens	SAP/WR	*Phellinus ferruginosus*	SAP/WR
Ceriporiopsis mucida	SAP/WR	*Phellinus gilvus*	PAR/WR
Ceriporiopsis resinascens	SAP/WR	*Phellinus himalayensis*	PAR/WR
Cerrena unicolor	PAR/WR	*Phellinus igniarius*	PAR/WR
Cerrena meyenii	SAP/WR	*Phellinus inermis*	SAP/WR
Cinereomyces lenis	SAP/WR	*Phellinus laevigatus*	SAP/WR

续表

物种 Species	生态习性 Ecological habit	物种 Species	生态习性 Ecological habit
Cinereomyces vulgaris	SAP/WR	*Phellinus laricis*	PAR/WR
Climacocystis borealis	SAP/BR	*Phellinus lonicericola*	PAR/WR
Coltricia cinnamomea	SYM	*Phellinus lundellii*	SAP/WR
Coltricia crassa	SYM	*Phellinus macgregorii*	SAP/WR
Coltricia focicola	SYM	*Phellinus monticola*	SAP/WR
Coltricia minor	SYM	*Phellinus nigrolimitatus*	SAP/WR
Coltricia perennis	SYM	*Phellinus pachyphloeus*	PAR/WR
Coltricia pyrophila	SYM	*Phellinus piceicola*	SAP/WR
Coltricia sideroides	SYM	*Phellinus pini*	SAP/WR
Coltricia strigosipes	SYM	*Phellinus rhabarbarinus*	PAR/WR
Coltricia subperennis	SYM	*Phellinus rimosus*	PAR/WR
Coltricia weii	SYM	*Phellinus senex*	SAP/WR
Coltricia xichangensis	SYM	*Phellinus setifer*	SAP/WR
Coltriciella castaneopallida	SYM	*Phellinus torulosus*	SAP/WR
Coltriciella subglobosa	SYM	*Phellinus tremulae*	PAR/WR
Coriolopsis brunneoleuca	SAP/WR	*Phellinus tuberculosus*	PAR/WR
Coriolopsis caperata	SAP/WR	*Phellinus umbrinellus*	SAP/WR
Coriolopsis strumosa	SAP/WR	*Phellinus vaninii*	PAR/WR
Cryptoporus volvatus	SAP/WR	*Phellinus wahlbergii*	SAP/WR
Cyclomyces fuscus	SAP/WR	*Phellinus yamanoi*	PAR/WR
Cyclomyces lamellatus	SAP/WR	*Phylloporia pectinata*	PAR/WR
Cyclomyces tabacinus	SAP/WR	*Phylloporia ribis*	PAR/WR
Cyclomyces xeranticus	SAP/WR	*Physisporinus rivulosus*	SAP/WR
Daedalea circularisi	SAP/WR	*Physisporinus sanguinolentus*	SAP/WR
Daedalea dickinsii	SAP/BR	*Physisporinus vitreus*	SAP/WR
Daedalea radiata	SAP/BR	*Piptoporus betulinus*	PAR/BR
Daedaleopsis confragosa	PAR/WR	*Piptoporus soloniensis*	PAR/BR
Daedaleopsis tricolor	SAP/WR	*Polyporus alveolarius*	SAP/WR
Datronia mollis	SAP/WR	*Polyporus arcularius*	SAP/WR
Datronia scutellata	SAP/WR	*Polyporus badius*	SAP/WR
Datronia stereoides	SAP/WR	*Polyporus brumalis*	SAP/WR
Dichomitus squalens	SAP/WR	*Polyporus ciliatus*	SAP/WR
Diplomitoporus crustulinus	SAP/WR	*Polyporus dictyopus*	SAP/WR
Diplomitoporus flavescens	SAP/WR	*Polyporus friabilis*	SAP/WR
Diplomitoporus lindbladii	SAP/WR	*Polyporus grammocephalus*	SAP/WR
Earliella scabrosa	SAP/WR	*Polyporus guianensis*	SAP/WR
Echinochaete brachypora	SAP/WR	*Polyporus hemicapnodes*	SAP/WR
Echinoporia hydnophora	SAP/WR	*Polyporus melanopus*	SAP/WR
Elmerina hispida	SAP/WR	*Polyporus mikawai*	SAP/WR
Erastia salmonicolor	SAP/WR	*Polyporus moluccensis*	SAP/WR
Favolaschia nipponica	SAP/WR	*Polyporus squamosus*	PAR/WR
Fibroporia gossypium	SAP/BR	*Polyporus subvarius*	SAP/WR
Fibroporia radiculosa	SAP/BR	*Polyporus taibaiensis*	SAP/WR
Fibroporia vaillantii	SAP/BR	*Polyporus teniuculus*	SAP/WR
Fistulina hepatica	SAP/BR	*Polyporus tubaeformis*	SAP/WR
Fomes fomentarius	PAR/WR	*Polyporus umbellatus*	SAP/WR

续表

物种 Species	生态习性 Ecological habit	物种 Species	生态习性 Ecological habit
Fomitiporia bannaensis	SAP/WR	*Polyporus varius*	SAP/WR
Fomitiporia hartigii	SAP/WR	*Poriodontia subvinosa*	SAP/WR
Fomitiporia hippophaeicola	PAR/WR	*Postia alni*	SAP/BR
Fomitiporia punctata	PAR/WR	*Postia caesia*	SAP/BR
Fomitiporia robusta	PAR/WR	*Postia ceriflua*	SAP/BR
Fomitiporia tibetica	PAR/WR	*Postia fragilis*	SAP/BR
Fomitopsis cajanderi	SAP/BR	*Postia guttulata*	SAP/BR
Fomitopsis feei	SAP/BR	*Postia hibernica*	SAP/BR
Fomitopsis pinicola	PAR/BR	*Postia japonica*	SAP/BR
Fomitopsis rosea	SAP/BR	*Postia lactea*	SAP/BR
Funalia cervina	SAP/WR	*Postia lateritia*	SAP/BR
Funalia trogii	PAR/WR	*Postia leucomallella*	SAP/BR
Ganoderma applanatum	PAR/WR	*Postia luteocaesia*	SAP/BR
Ganoderma australe	PAR/WR	*Postia obliqua*	SAP/BR
Ganoderma gibbosum	SAP/WR	*Postia stiptica*	SAP/BR
Ganoderma hoehnelianum	SAP/WR	*Postia tephroleuca*	SAP/BR
Ganoderma lingzhi	SAP/WR	*Postia undosa*	SAP/BR
Ganoderma lucidum	PAR/WR	*Pouzaroporia subrufa*	SAP/WR
Ganoderma multipileum	SAP/WR	*Protomerulius caryae*	SAP/WR
Ganoderma multiplicatum	SAP/WR	*Pycnoporus cinnabarius*	SAP/WR
Ganoderma mutabile	SAP/WR	*Pycnoporus sanguineus*	SAP/WR
Ganoderma tropicum	SAP/WR	*Pyrofomes albomarginatus*	SAP/WR
Ganoderma williamsianum	PAR/WR	*Pyrrhoderma adamantinum*	SAP/WR
Gelatoporia pannocincta	SAP/WR	*Pyrrhoderma scaura*	SAP/WR
Gelatoporia subvermispora	SAP/WR	*Rhodonia placenta*	SAP/BR
Gloeophyllum abietinum	SAP/BR	*Rigidoporus crocatus*	SAP/WR
Gloeophyllum protractum	SAP/BR	*Rigidoporus eminens*	SAP/WR
Gloeophyllum sepiarium	SAP/BR	*Rigidoporus microporus*	SAP/WR
Gloeophyllum trabeum	SAP/BR	*Rigidoporus vinctus*	SAP/WR
Gloeoporus dichrous	SAP/WR	*Sarcoporia polyspora*	SAP/BR
Gloeoporus taxicola	SAP/WR	*Sistotrema musicola*	SAP/WR
Grifola frondosa	SAP/WR	*Skeletocutis alutacea*	SAP/WR
Hapalopilus flavus	SAP/WR	*Skeletocutis amorpha*	SAP/WR
Hapalopilus rutilans	SAP/WR	*Skeletocutis biguttulata*	SAP/WR
Haploporus alabamae	SAP/WR	*Skeletocutis carneogrisea*	SAP/WR
Haploporus nepalensis	SAP/WR	*Skeletocutis krawtzewii*	SAP/WR
Haploporus odorus	PAR/WR	*Skeletocutis kuehneri*	SAP/WR
Haploporus papyraceus	SAP/WR	*Skeletocutis nivea*	SAP/WR
Haploporus subtrameteus	SAP/WR	*Skeletocutis ochroalba*	SAP/WR
Haploporus thindii	SAP/WR	*Skeletocutis odora*	SAP/WR
Heterobasidion australe	SAP/WR	*Skeletocutis percandida*	SAP/WR
Heterobasidion ecrustosum	SAP/WR	*Skeletocutis stellae*	SAP/WR
Heterobasidion linzhiense	SAP/WR	*Skeletocutis subvulgaris*	SAP/WR
Heterobasidion parviporum	SAP/WR	*Stromatoscypha fimbriata*	SAP/WR
Hexagonia glabra	SAP/WR	*Tinctoporellus epimiltinus*	SAP/WR
Hexagonia tenuis	SAP/WR	*Trametes cystidiolophorus*	SAP/WR

续表

物种 Species	生态习性 Ecological habit	物种 Species	生态习性 Ecological habit
Hydnopolyporus fimbriatus	SAP/WR	*Trametes elegans*	SAP/WR
Hyphodontia flavipora	SAP/WR	*Trametes gibbosa*	SAP/WR
Hyphodontia latitans	SAP/WR	*Trametes hirsute*	SAP/WR
Hyphodontia paradoxa	SAP/WR	*Trametes membranacea*	SAP/WR
Hyphodontia radula	SAP/WR	*Trametes meyenii*	SAP/WR
Hyphodontia tropica	SAP/WR	*Trametes modesta*	SAP/WR
Inocutis subdryophila	SAP/WR	*Trametes ochracea*	SAP/WR
Inonotus alpinus	PAR/WR	*Trametes orientalis*	SAP/WR
Inonotus compositus	SAP/WR	*Trametes pubescens*	SAP/WR
Inonotus henanensis	SAP/WR	*Trametes suaveolens*	PAR/WR
Inonotus rickii	PAR/WR	*Trametes thujae*	SAP/WR
Inonotus sanghuang	PAR/WR	*Trametes velutina*	SAP/WR
Inonotus subhispidus	SAP/WR	*Trametes versicolor*	SAP/WR
Irpex lacteus	SAP/WR	*Trametes villosa*	SAP/WR
Irpex vellereus	SAP/WR	*Trechispora candidissima*	SAP/WR
Ischnoderma benzoinum	SAP/WR	*Trechispora hymenocystis*	SAP/WR
Ischnoderma resinosum	SAP/WR	*Trechispora mollusca*	SAP/WR
Jahnoporus hirtus	SYM	*Trichaptum abietinum*	SAP/WR
Junghuhnia collabens	SAP/WR	*Trichaptum brastagii*	PAR/WR
Junghuhnia crustacea	SAP/WR	*Trichaptum durum*	SAP/WR
Junghuhnia fimbriatella	SAP/WR	*Trichaptum fuscoviolaceum*	SAP/WR
Junghuhnia japonica	SAP/WR	*Trichaptum montanum*	SAP/WR
Junghuhnia luteoalba	SAP/WR	*Trichaptum pargamenum*	SAP/WR
Junghuhnia nitida	SAP/WR	*Trichaptum perenne*	SAP/WR
Junghuhnia semisupiniformis	SAP/WR	*Trichaptum perrottetii*	SAP/WR
Junghuhnia subnitida	SAP/WR	*Tyromyces canadensis*	SAP/WR
Laetiporus sulphureus	PAR/BR	*Tyromyces chioneus*	SAP/WR
Lenzites acuta	SAP/WR	*Tyromyces kmetii*	SAP/WR
Lenzites betulinus	SAP/WR	*Wolfiporia castanopsidis*	SAP/WR
Lenzites vespacea	SAP/WR	*Wrightoporia lenta*	SAP/WR

SAP: 腐生 saprophytic; SYM: 共生 symbiotic; PAR: 寄生 parasitic; WR: 白色腐朽 white rot; BR: 褐色腐朽 brown rot