

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 13 期 Vol.31 No.13 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 13 期

2011 年 7 月 (半月刊)

目 次

我国东部北亚热带植物群落季相的时空变化	陈效速, 亓孝然, 阿 杉, 等 (3559)
华北低丘山地人工林蒸散的季节变化及环境影响要素	黄 辉, 孟 平, 张劲松, 等 (3569)
东北东部 14 个温带树种树干呼吸的种内种间变异	许 飞, 王传宽, 王兴昌 (3581)
RS 和 GIS 支持的洪河地区湿地生态健康评价	王一涵, 周德民, 孙永华 (3590)
应用光合色素研究广西钦州湾丰水期浮游植物群落结构	蓝文陆, 王晓辉, 黎明民 (3601)
基于不可替代性的青海省三江源地区保护区功能区划研究	曲 艺, 王秀磊, 栾晓峰, 等 (3609)
融雪时间对大卫马先蒿生长和繁殖特性的影响	陈文年, 吴 彦, 吴 宁, 等 (3621)
巴郎山刺叶高山栎叶片 $\delta^{13}\text{C}$ 对海拔高度的响应	冯秋红, 程瑞梅, 史作民, 等 (3629)
宁南半干旱与半干旱偏旱区苜蓿草地土壤水分与养分特征	任晶晶, 李 军, 王学春, 等 (3638)
南岭小坑藜蒴栲群落地上部分生物量分配规律	李 根, 周光益, 王 旭, 等 (3650)
放牧对五台山高山、亚高山草甸牧草品质的影响	章异平, 江 源, 刘全儒, 等 (3659)
短期增温对贡嘎山峨眉冷杉幼苗生长及其 CNP 化学计量学特征的影响	羊留冬, 杨 燕, 王根绪, 等 (3668)
锰胁迫对垂序商陆叶片形态结构及叶绿体超微结构的影响	梁文斌, 薛生国, 沈吉红, 等 (3677)
土荆芥挥发油对蚕豆根尖细胞的化感潜力	胡琬君, 马丹炜, 王亚男, 等 (3684)
喀斯特城市杨树人工林微量元素的生物循环	王新凯, 田大伦, 闫文德, 等 (3691)
大兴安岭林区多孔菌的区系组成与种群结构	崔宝凯, 余长军 (3700)
铜绿微囊藻和斜生栅藻非稳态营养盐限制条件下的生长竞争特性	赵晓东, 潘 江, 李金页, 等 (3710)
陆地棉萌发至三叶期不同生育阶段耐盐特性	王俊娟, 王德龙, 樊伟莉, 等 (3720)
基于模式生物秀丽隐杆线虫的三丁基锡生态毒性评价	王 云, 杨亚楠, 简风雷, 等 (3728)
大庆油田石油开采对土壤线虫群落的影响	肖能文, 谢德燕, 王学霞, 等 (3736)
若尔盖高寒草甸退化对中小型土壤动物群落的影响	吴鹏飞, 杨大星 (3745)
洞庭湖湿地土壤环境及其对退田还湖方式的响应	刘 娜, 王克林, 谢永宏, 等 (3758)
渭北旱塬苹果园地产量和深层土壤水分效应模拟	张社红, 李 军, 王学春, 等 (3767)
黄土丘陵区不同土地利用下土壤释放 N_2O 潜力的影响因素	祁金花, 黄懿梅, 张 宏, 等 (3778)
东北中部地区水稻不同生育时期低温处理下生理变化及耐冷性比较	宋广树, 孙忠富, 孙 蕾, 等 (3788)
硫对成熟期烤烟叶绿素荧光参数的影响	朱英华, 屠乃美, 肖汉乾, 等 (3796)
高温强光对温州蜜柑叶绿素荧光、D1 蛋白和 Deg1 蛋白酶的影响及 SA 效应	邱翠花, 计玮玮, 郭延平 (3802)
覆膜对土壤-莴苣体系氮素分布和植物吸收的影响	李丽丽, 李非里, 刘秋亚, 等 (3811)
基于空间分带的崇明东滩水鸟适宜生境的时空动态分析	范学忠, 张利权, 袁 琳, 等 (3820)
驯鹿对苔藓植物的选择食用及其生境的物种多样性	冯 超, 白学良 (3830)
北京城市绿地调蓄雨水径流功能及其价值评估	张 彪, 谢高地, 薛 康, 等 (3839)
专论与综述	
冻土甲烷循环微生物群落及其对全球变化的响应	倪永清, 史学伟, 郑晓吉, 等 (3846)
哺乳动物毛被传热性能及其影响因素	郑 雷, 张 伟, 华 彦 (3856)
期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 304 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 33 * 2011-07	



封面图说: 滇金丝猴是我国特有的世界珍稀动物之一, 属国家一级重点保护物种。仅生活在滇藏交界处的高寒云冷杉林中, 是我国川、滇、黔三种金丝猴中唯一具有和人类一样美丽红唇的金丝猴。手中的松萝是它最喜爱的食物之一。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

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.

Cui B K, Yu C J. Fungal flora and population structure of polypores in the Great Xingan Mountains. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(13): 3700-3709.

大兴安岭林区多孔菌的区系组成与种群结构

崔宝凯^{1,*}, 余长军²

(1. 北京林业大学微生物研究所, 北京 100083; 2. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016)

摘要: 在过去 10 a 野外调查和室内鉴定及分析研究的基础上, 对大兴安岭林区多孔菌的区系组成和种群结构进行了分析, 发现大兴安岭林区的多孔菌具有较高的多样性, 共有 5 目 11 科 56 属 129 种, 占中国多孔菌区系的 21.36%, 优势科是多孔菌科。种的区系地理成分分为 7 类, 以北温带成分和世界广布成分为主, 具有明显的北温带成分的区系特征。大兴安岭的多孔菌常见种较多, 种群结构中共生菌 3 种, 寄生菌 27 种, 腐生菌占大多数, 有 99 种。在能够引起木材腐朽的 126 种真菌中, 白腐菌 93 种, 占多数, 褐腐菌 33 种, 占少数, 但该地区褐腐菌所占比例明显高于全国范围内褐腐菌在多孔菌中的比例。通过对大兴安岭主要树种上的种群结构进行比较, 表明阔叶树上的木材腐朽菌绝大部分是白色腐朽菌, 而针叶树上的白腐菌与褐腐菌数量相差不大, 褐腐菌对于针叶林特别是落叶松的更新具有非常重要的作用。

关键词: 多孔菌; 真菌区系; 多样性; 白腐菌; 褐腐菌

Fungal flora and population structure of polypores in the Great Xingan Mountains

CUI Baokai^{1,*}, YU Changjun²

1 Institute of Microbiology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

2 Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China

Abstract: Polypores are important components of forest biodiversity; most of them are wood-decaying fungi and are critical for the decomposition of coarse woody materials, playing key roles in nutrient cycling and energy flows. The poroid wood-inhabiting fungi of the Great Xingan Mountains, China, have been little studied. Difficulties include species identification and lack of relevant information. Our analyses of polypore diversity and population structure in the Great Xingan Mountains are based on 10 years of field investigation and laboratory analyses. Species diversity in this area is rather high, accounting for 21.36 % of all Chinese polypore species, and including 129 species belonging to five orders, 11 families and 56 genera of Basidiomycota. The dominant family is the Polyporaceae, including 21 genera and 58 species, and another major family is the Fomitopsidaceae, which including 11 genera and 24 species. The majority of polypores in the Great Xingan Mountains are in these two families. The dominant genera are *Postia*, *Polyporus*, *Trametes* and *Phellinus*, and nine, nine, eight and seven species were respectively found in these genera. Biogeographically, these polypores can be divided into three groups at family level: cosmopolitan (Hydnodontaceae, Hymenochaetaceae, Meripilaceae, Meruliaceae, Phanerochaetaceae, Polyporaceae and Schizoporaceae), north temperate (Albatrellaceae, Fomitopsidaceae and Gloeophyllaceae), pantropical (Ganodermataceae); three groups at genus level: cosmopolitan (33 genera), north temperate (21 genera), pantropical (2 genera); seven groups at species level: north temperate (52.71 %), cosmopolitan (34.88 %), Asian-European (4.65 %), East Asian (3.1 %), East Asian-North American (2.33 %), pantropical (1.55 %), and endemic (0.78 %). The dominant element is clearly north temperate but with a strong cosmopolitan influence. According to the occurring

基金项目: 国家自然科学基金 (30900006); 国家科技支撑计划项目 (2008BADB0B03)

收稿日期: 2010-12-15; **修订日期:** 2011-04-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: baokaicui@yahoo.com.cn

frequency in the studied forest, these polypores can be divided into four groups: common species (65), occasional species (34), rare species (24) and threatened species (6), and the common species are dominant. Ecologically these polypores can be divided into three types: saprophytic (99 species), parasitic (27 species), and symbiotic (3 species); saprophytes are clearly dominant. Among the 126 wood-rotting species, 93 species cause white rot, and 33 species cause brown rot. The percentage of brown rot fungi was found to be significantly higher in Great Xingan Mountains than in other part of China. The main trees in the Great Xingan Mountains are in genera of *Betula*, *Larix*, *Populus* and *Quercus*. Population structure was compared on the main angiosperms and gymnosperms, 60 species were found on *Larix*, among these polypores, and 30 of them cause brown rot and the other 30 species cause white rot; 46 species grow on *Betula*, and 8 species cause brown rot and 38 species cause white rot; 24 species occur on *Populus*, and 2 species cause brown rot, while 22 species cause white rot; 19 species live on *Quercus*, among them 3 species cause brown rot and 16 species cause white rot. White rot fungi were mostly found on angiosperm wood, while white and brown rot fungi were found with equal frequency on gymnosperm wood. It seems that the brown rot polypores are very important for the regeneration of larch forest. Most polypores grow on fallen trunks or rotten woods in natural forest, the species diversity of polypores in forest plantation is very low, according to the ecological habits of polypores, the reserve of fallen trunks or rotten woods in forest is very important to preserve the polypores.

Key Words: polypore; fungal flora; diversity; white rot fungi; brown rot fungi

大兴安岭林区的地理位置是在北纬 $46^{\circ}26'$ — $53^{\circ}34'$, 东经 $119^{\circ}30'$ — $127^{\circ}22'$ 之间, 位于黑龙江省与内蒙古自治区交界处, 是我国最大的林区之一。大兴安岭山势平缓, 多为低山和丘陵, 平均海拔 573 m, 分布着大面积的原始针叶林。植被以寒温带针叶林为主, 树种组成比较简单, 以兴安落叶松 (*Larix gmelini*)、白桦 (*Betula platyphlla*)、山杨 (*Populus davidiana*) 和蒙古栎 (*Quercus mongolica*) 等为建群或优势种^[1]。

菌物的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。菌物区系地理学是研究世界或某一区域所有真菌种类的组成、现代和过去的分布以及它们的起源和演化历史的科学。真菌区系的地理成分是按照属或种等分类单元的分布类型划分的, 区系地理学研究的重要方法是分布类型的划分, 分布类型是指研究类群 (科、属、种等) 的分布图式始终一致的再现, 同一分布类型的真菌有着大致相同的分布范围和形成历史, 但是同一地区的真菌可以有各种不同的真菌分布类型。分析某一地区的真菌分布区类型有助于了解该地区真菌区系各种成分的特征与性质^[2-4]。

多孔菌是高等真菌的一个类群, 是森林生物多样性的的重要组成部分, 在森林生态系统中起着关键的降解还原作用, 维持森林生态系统的物质循环和能量流动^[5-7]; 同时, 多孔菌还是重要的生物资源, 与人类的生产与生活密切相关, 具有重要的社会经济价值。多孔菌中的大部分种类是能够引起木材或立木腐朽的木腐菌^[8], 很多种类是重要的的食用菌与药用菌^[9-10]; 有些是重要的森林病原菌^[11]; 还有些种类能够降解的复杂化合物, 在生物修复、造纸工业和环境治理等领域具有广泛的应用潜力^[12-17]。

生物多样性包含所有植物、动物、微生物物种以及所有的生态系统及其形成的生态过程, 菌物多样性是生物多样性的的重要组成部分, 目前中国已知菌物种类达 14700 种^[18], 其中木材腐朽菌达 1300 余种。大兴安岭林区作为我国最大的林区之一, 但过去对大兴安岭林区多孔菌的研究较少, 仅有个别报道^[19]; 从 2001 年起作者对大兴安岭林区的多孔菌进行了多次考察和系统研究, 共发现多孔菌 129 种^[20-22], 本文根据对大兴安岭不同地点、不同植被类型、不同寄主树木上多孔菌的调查研究, 并结合室内鉴定和数据处理, 对大兴安岭林区多孔菌的多样性、区系地理成分和种群结构进行了分析研究。

1 材料和方法

本文的研究材料来源于作者在大兴安岭林区多次实地考察, 野外调查时详细记录调查时间、地点、海拔, 森林类型、树种组成、优势树种、坡向等, 寄主或基物及其状态 (活树、倒木、朽木、树桩、落枝等), 腐朽类型 (白

腐或褐腐),发生频度(常见种、普通种或稀有种),生活习性(寄生或腐生)。区系组成研究根据大兴安岭林区多孔菌标本的鉴定结果进行科、属、种的统计分析,比较科、属的大小;区系地理成份的划分参照^[23-26]的方法进行确定;生态习性和种群结构的划分根据作者的实地考察并结合相关资料^[27]进行研究。

2 结果

2.1 物种多样性与区系组成

大兴安岭林区多孔菌的物种多样性很丰富,共有 129 种(表 1),隶属于担子菌门伞菌纲的 5 个目 11 个科 56 个属,区系组成见表 2。

表 1 大兴安岭林区多孔菌的种类组成、生态习性、出现频度与区系地理成分

物种 Species	生态习性 Ecological habit	出现频度 Occurring frequency	地理成分 Geographical elements
派克地花孔菌 <i>Albatrellus peckianus</i>	共生 symbiotic/菌根菌 mycorrhizal	稀有 rare	北温带 North temperate
丁香地花孔菌 <i>Albatrellus syringae</i>	共生/菌根菌	稀有	亚-欧 Asia-Europe
北方黑囊孔菌 <i>Amylocystis lapponica</i>	腐生 saprophytic/褐色腐朽 brown rot	稀有	北温带
柔丝变孔菌 <i>Anomoporia bombycina</i>	腐生/褐色腐朽	稀有	世界广布 Cosmopolitan
异形薄孔菌 <i>Antrodia heteromorpha</i>	腐生/褐色腐朽	常见 common	北温带
狭檐薄孔菌 <i>Antrodia serialis</i>	腐生/褐色腐朽	偶见 occasional	世界广布
威兰薄孔菌 <i>Antrodia vaillantii</i>	腐生/褐色腐朽	稀有	北温带
黄薄孔菌 <i>Antrodia xantha</i>	腐生/褐色腐朽	常见	世界广布
半伏小薄孔菌 <i>Antrodiella semisupina</i>	腐生 saprophytic/白色腐朽 white rot	常见	北温带
黑管孔菌 <i>Bjerkandera adusta</i>	寄生 parasitic/白色腐朽 white rot	常见	世界广布
亚黑管孔菌 <i>Bjerkandera fumosa</i>	寄生/白色腐朽	常见	北温带
浅褐蜡孔菌 <i>Ceriporia excelsa</i>	腐生/白色腐朽	稀有	北温带
紫蜡孔菌 <i>Ceriporia purpurea</i>	腐生/白色腐朽	稀有	世界广布
变色蜡孔菌 <i>Ceriporia viridans</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
角孔拟蜡孔菌 <i>Ceriporiopsis aneirina</i>	腐生/白色腐朽	稀有	世界广布
霉拟蜡孔菌 <i>Ceriporiopsis mucida</i>	腐生/白色腐朽	偶见	北温带
一色齿毛菌 <i>Cerrena unicolor</i>	寄生/白色腐朽	常见	北温带
柔软灰孔菌 <i>Cinereomyces lenis</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
林氏灰孔菌 <i>Cinereomyces lindbladii</i>	腐生/白色腐朽	偶见	北温带
常见灰孔菌 <i>Cinereomyces vulgaris</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
多年集毛孔菌 <i>Coltricia perennis</i>	共生/菌根菌	偶见	北温带
迪氏迷孔菌 <i>Daedalea dickinsii</i>	腐生/褐色腐朽	常见	东亚 East Asia
裂拟迷孔菌 <i>Daedaleopsis confragosa</i>	寄生/白色腐朽	常见	北温带
中国拟迷孔菌 <i>Daedaleopsis sinensis</i>	腐生/白色腐朽	偶见	东亚
三色拟迷孔菌 <i>Daedaleopsis tricolor</i>	腐生/白色腐朽	常见	亚-欧
软异薄孔菌 <i>Datronia mollis</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
盘异薄孔菌 <i>Datronia scutellata</i>	腐生/白色腐朽	稀有	世界广布
污叉丝孔菌 <i>Dichomitus squalens</i>	腐生/白色腐朽	稀有	世界广布
鲑色艾氏孔菌 <i>Erastia salmonicolor</i>	腐生/白色腐朽	稀有	世界广布
棉絮索孔菌 <i>Fibroporia gossypium</i>	腐生/褐色腐朽	稀有	北温带
木蹄层孔菌 <i>Fomes fomentarius</i>	寄生/白色腐朽	常见	世界广布
斑嗜蓝孢孔菌 <i>Fomitiporia punctata</i>	寄生/白色腐朽	常见	世界广布
粉拟层孔菌 <i>Fomitopsis cajanderi</i>	腐生/褐色腐朽	偶见	北温带
红缘拟层孔菌 <i>Fomitopsis pinicola</i>	寄生 parasitic/褐色腐朽 brown rot	常见	北温带
淡黄粗盖孔菌 <i>Funalia cervina</i>	腐生/白色腐朽	偶见	北温带
硬毛粗盖孔菌 <i>Funalia trogii</i>	寄生/白色腐朽	常见	北温带
树舌灵芝 <i>Ganoderma lipsiense</i>	寄生/白色腐朽	常见	北温带
松杉灵芝 <i>Ganoderma tsugae</i>	腐生/白色腐朽	稀有	东亚
窄孢胶化孔菌 <i>Gelatoporia pannocincta</i>	腐生/白色腐朽	稀有	北温带
冷杉褐褶菌 <i>Gloeophyllum abietinum</i>	腐生/褐色腐朽	常见	北温带
炭生褐褶菌 <i>Gloeophyllum carbonarium</i>	腐生/褐色腐朽	稀有	北温带
茴香褐褶菌 <i>Gloeophyllum odoratum</i>	腐生/褐色腐朽	稀有	北温带

续表

物种 Species	生态习性 Ecological habit	出现频度 Occurring frequency	地理成分 Geographical elements
喜干褐褶菌 <i>Gloeophyllum protractum</i>	腐生/褐色腐朽	稀有	北温带
深褐褶菌 <i>Gloeophyllum sepiarium</i>	腐生/褐色腐朽	常见	北温带
密褐褶菌 <i>Gloeophyllum trabeum</i>	腐生/褐色腐朽	偶见	世界广布
二色半胶菌 <i>Gloeoporus dichrous</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
紫杉半胶菌 <i>Gloeoporus taxicola</i>	腐生/白色腐朽	稀有	世界广布
红彩孔菌 <i>Hapalopilus rutilans</i>	腐生/白色腐朽	稀有	世界广布
隐囊产丝齿菌 <i>Hyphodontia latitans</i>	腐生/白色腐朽	偶见	世界广布
淡黄产丝齿菌 <i>Hyphodontia flavipora</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
粗产丝齿菌 <i>Hyphodontia paradoxa</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
杨核纤孔菌 <i>Inocutis rheades</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
安氏纤孔菌 <i>Inonotus andersonii</i>	寄生/白色腐朽	濒危 threatened	北温带
斜管纤孔菌 <i>Inonotus obliquus</i>	寄生/白色腐朽	稀有	北温带
辐射纤孔菌 <i>Inonotus radiatus</i>	寄生/白色腐朽	常见	北温带
白囊耙齿菌 <i>Irpex lacteus</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
芳香皱皮孔菌 <i>Ischnoderma benzoinum</i>	腐生/白色腐朽	偶见	北温带
松脂皱皮孔菌 <i>Ischnoderma resinosum</i>	腐生/白色腐朽	偶见	北温带
黄白容氏孔菌 <i>Junghuhnia luteoalba</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
光亮容氏孔菌 <i>Junghuhnia nitida</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
硫磺绚孔菌 <i>Laetiporus sulphureus</i>	寄生 parasitic/褐色腐朽 brown rot	常见	世界广布
桦褶孔菌 <i>Lenzites betulina</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
香干酪孔菌 <i>Oligoporus balsameus</i>	腐生/褐色腐朽	偶见	世界广布
莲座干酪孔菌 <i>Oligoporus floriformis</i>	腐生/褐色腐朽	稀有	世界广布
骨干酪孔菌 <i>Oligoporus obductus</i>	腐生/褐色腐朽	偶见	世界广布
柔丝干酪孔菌 <i>Oligoporus sericeomollis</i>	腐生/褐色腐朽	偶见	北温带
绒毛昂尼孔菌 <i>Onnia tomentosa</i>	寄生/白色腐朽	偶见	北温带
皮生锐孔菌 <i>Oxyporus corticola</i>	腐生/白色腐朽	偶见	北温带
软帕氏孔菌 <i>Parmastomyces mollissimus</i>	腐生/褐色腐朽	常见	北温带
那瑞姆多年卧孔菌 <i>Perenniporia narymica</i>	腐生/白色腐朽	稀有	北温带
黄白多年卧孔菌 <i>Perenniporia subacida</i>	寄生/白色腐朽	常见	北温带
薄多年卧孔菌 <i>Perenniporia tenuis</i>	腐生/白色腐朽	偶见	东亚-北美 East Asia-North America
栗褐暗孔菌 <i>Phaeolus schweinitzii</i>	寄生 parasitic/褐色腐朽 brown rot	常见	世界广布
硫小木层孔菌 <i>Phellinidium sulphurascens</i>	寄生/白色腐朽	常见	东亚-北美
铁木层孔菌 <i>Phellinus ferreus</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
淡黄木层孔菌 <i>Phellinus gilvus</i>	寄生/白色腐朽	常见	泛热带 Pantropical
火木层孔菌 <i>Phellinus igniarius</i>	寄生/白色腐朽	常见	世界广布
落叶松木层孔菌 <i>Phellinus laricis</i>	寄生/白色腐朽	常见	北温带
隆氏木层孔菌 <i>Phellinus lundellii</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
黑线木层孔菌 <i>Phellinus nigrolimitatus</i>	腐生/白色腐朽	稀有	世界广布
窄盖木层孔菌 <i>Phellinus tremulae</i>	寄生/白色腐朽	常见	世界广布
透明变色卧孔菌 <i>Physisporinus vitreus</i>	腐生/白色腐朽	偶见	北温带
桦剥管孔菌 <i>Piptoporus betulinus</i>	寄生 parasitic/褐色腐朽 brown rot	常见	北温带
漏斗多孔菌 <i>Polyporus arcularius</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
褐多孔菌 <i>Polyporus badius</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
缘毛多孔菌 <i>Polyporus ciliatus</i>	腐生/白色腐朽	偶见	亚-欧
雅致多孔菌 <i>Polyporus elegans</i>	腐生/白色腐朽	偶见	泛热带
桑多孔菌 <i>Polyporus mori</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
宽鳞多孔菌 <i>Polyporus squamosus</i>	寄生/白色腐朽	常见	世界广布
喇叭多孔菌 <i>Polyporus tubaeformis</i>	腐生/白色腐朽	偶见	北温带
榆树多孔菌 <i>Polyporus ulmi</i>	腐生/白色腐朽	濒危	亚-欧
变形多孔菌 <i>Polyporus varius</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
赤杨泊氏孔菌 <i>Postia alni</i>	腐生/褐色腐朽	常见	世界广布
阿穆泊氏孔菌 <i>Postia amurensis</i>	腐生/褐色腐朽	濒危	中国特有 Endemic to China
灰蓝泊氏孔菌 <i>Postia caesia</i>	腐生/褐色腐朽	常见	世界广布
脆泊氏孔菌 <i>Postia fragilis</i>	腐生/褐色腐朽	偶见	北温带

续表

物种 Species	生态习性 Ecological habit	出现频度 Occurring frequency	地理成分 Geographical elements
奶油泊氏孔菌 <i>Postia lactea</i>	腐生/褐色腐朽	偶见	北温带
白褐泊氏孔菌 <i>Postia leucomallella</i>	腐生/褐色腐朽	偶见	北温带
鲑泊氏孔菌 <i>Postia placenta</i>	腐生/褐色腐朽	偶见	北温带
具柄泊氏孔菌 <i>Postia stiptica</i>	腐生/褐色腐朽	偶见	北温带
灰白泊氏孔菌 <i>Postia tephroleuca</i>	腐生/褐色腐朽	常见	北温带
浅红剖匝孔菌 <i>Pouzaroporia subrufa</i>	腐生/白色腐朽	濒危	亚-欧
胡桃纵隔孔菌 <i>Protomerulius caryae</i>	腐生/白色腐朽	偶见	世界广布
鲜红密孔菌 <i>Pycnoporus cinnabarinus</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
藏红硬孔菌 <i>Rigidoporus crocatus</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
变型干皮孔菌 <i>Skeletocutis amorphia</i>	腐生/白色腐朽	偶见	世界广布
肉灰干皮孔菌 <i>Skeletocutis carneogrisea</i>	腐生/白色腐朽	稀有	北温带
紫干皮孔菌 <i>Skeletocutis lilacina</i>	腐生/白色腐朽	濒危	北温带
白干皮孔菌 <i>Skeletocutis nivea</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
黄白干皮孔菌 <i>Skeletocutis ochroalba</i>	腐生/白色腐朽	濒危	北温带
星状干皮孔菌 <i>Skeletocutis stellae</i>	腐生/白色腐朽	偶见	北温带
优美毡被孔菌 <i>Spongipellis delectans</i>	寄生/白色腐朽	常见	北温带
松软毡被孔菌 <i>Spongipellis spumeus</i>	寄生/白色腐朽	常见	北温带
盘栓孔菌 <i>Trametes conchifer</i>	腐生/白色腐朽	偶见	东亚-北美
迷宫栓孔菌 <i>Trametes gibbosa</i>	腐生/白色腐朽	常见	亚-欧
毛栓孔菌 <i>Trametes hirsuta</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
锺栓孔菌 <i>Trametes ochracea</i>	腐生/白色腐朽	偶见	世界广布
绒毛栓孔菌 <i>Trametes pubescens</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
香栓孔菌 <i>Trametes suaveolens</i>	寄生/白色腐朽	常见	北温带
毡毛栓孔菌 <i>Trametes velutina</i>	腐生/白色腐朽	偶见	北温带
云芝栓孔菌 <i>Trametes versicolor</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
软糙孢孔菌 <i>Trechispora mollusca</i>	腐生/白色腐朽	偶见	世界广布
冷杉附毛孔菌 <i>Trichaptum abietinum</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
褐紫附毛孔菌 <i>Trichaptum fuscoviolaceum</i>	腐生/白色腐朽	偶见	北温带
落叶松附毛孔菌 <i>Trichaptum laricinum</i>	腐生/白色腐朽	常见	北温带
桦附毛孔菌 <i>Trichaptum pargamentum</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
多囊附毛孔菌 <i>Trichaptum polycystidiatum</i>	腐生/白色腐朽	偶见	东亚
薄皮干酪菌 <i>Tyromyces chioneus</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布
楷米干酪菌 <i>Tyromyces kmetii</i>	腐生/白色腐朽	常见	世界广布

表 2 大兴安岭多孔菌的区系组成
Table 2 The flora of polypores in the Great Xingan Mountains

目名 Order	科名 Family	属数 No. of genera	种数 No. of species
褐褶菌目 Gloeophyllales	褐褶菌科 Gloeophyllaceae	1	6
锈革孔菌目 Hymenochaetales	锈革孔菌科 Hymenochaetaceae	7	15
	裂孔菌科 Schizoporaceae	1	3
多孔菌目 Polyporales	拟层孔菌科 Fomitopsidaceae	11	24
	灵芝科 Ganodermataceae	1	2
	薄孔菌科 Meripilaceae	3	3
	皱皮菌科 Meruliaceae	6	9
	原毛平革菌科 Phanerochaetaceae	3	6
	多孔菌科 Polyporaceae	21	58
红菇目 Russulales	地花孔菌科 Albatrellaceae	1	2
糙孢菌目 Trechisporales	刺孢菌科 Hydnodontaceae	1	1

2.2 优势科、属、种分析

优势科是指种类众多,并且在该地区的多孔菌群落中起建群作用的科,其数量和种类对该地区的多孔菌

区系起着至关重要的作用。优势属是指在该地区多孔菌中所含种类多、分布范围广的属。

以种、属的多少为依据判断优势科(表1),从表1中可以看出,大兴安岭地区多孔菌类的优势科为多孔菌科,共包括21属58种,占大兴安岭多孔菌类总属数的37.5%,占大兴安岭多孔菌类总种数的44.96%;其次是拟层孔菌科,共包括11属24种,占大兴安岭多孔菌类总属数的19.64%,占大兴安岭多孔菌类总种数的18.6%;多孔菌科和拟层孔菌科的种类构成了大兴安岭地区多孔菌类区系的主体。

以种的多少为依据判断优势属,大兴安岭地区多孔菌类的优势属为泊氏孔菌属和多孔菌属,各有9种,占总种数的6.98%,其次是栓孔菌属,有8种,占总种数的6.2%,再次是木层孔菌属,有7种,占总种数的5.43%。

2.3 区系地理成分分析

2.3.1 科的地理成分分析

大兴安岭地区多孔菌类的11个科中,热带亚热带成分的科有1个:灵芝科 *Ganodermataceae*;北温带分布科有:褐褶菌科 *Gloeophyllaceae*、拟层孔菌科 *Fomitopsidaceae*、地花孔菌科 *Albatrellaceae*;世界广布科有:锈革孔菌科 *Hymenochaetaceae*、裂孔菌科 *Schizoporaceae*、薄孔菌科 *Meripilaceae*、皱皮菌科 *Meruliaceae*、原毛平革菌科 *Phanerochaetaceae*、多孔菌科 *Polyporaceae*、刺孢菌科 *Hydnodontaceae*。

2.3.2 属的地理成分分析

(1)世界广布属

世界广布属指广泛分布于世界各大洲,而没有特殊的分布中心的属。大兴安岭地区多孔菌类的世界广布属有:薄孔菌属 *Antrodia*、小薄孔菌属 *Antrodiella*、黑管孔菌属 *Bjerkandera*、蜡孔菌属 *Ceriporia*、拟蜡孔菌属 *Ceriporiopsis*、齿毛菌属 *Cerrena*、迷孔菌属 *Daedalea*、拟迷孔菌属 *Daedaleopsis*、异薄孔菌属 *Datronia*、叉丝孔菌属 *Dichomitus*、嗜蓝孢孔菌属 *Fomitiporia*、拟层孔菌属 *Fomitopsis*、褐褶菌属 *Gloeophyllum*、半胶菌属 *Gloeoporus*、产丝齿菌属 *Hyphodontia*、核纤孔菌属 *Inocutis*、纤孔菌属 *Inonotus*、耙齿菌属 *Irpex*、容氏孔菌属 *Junghuhnia*、绚孔菌属 *Laetiporus*、褶孔菌属 *Lenzites*、锐孔菌属 *Oxyporus*、多年卧孔菌属 *Perenniporia*、暗孔菌属 *Phaeolus*、木层孔菌属 *Phellinus*、多孔菌属 *Polyporus*、红密孔菌属 *Pycnoporus*、硬孔菌属 *Rigidoporus*、干皮孔菌属 *Skeletocutis*、栓孔菌属 *Trametes*、粗糙孔菌属 *Trechispora*、附毛孔菌属 *Trichaptum*、干酪菌属 *Tyromyces*,共33属,占总属数的58.93%。

(2)北温带分布属

北温带分布属指分布中心位于北半球温带地区,个别可以达到南半球的温带地区但是分布中心仍在北温带的属。大兴安岭地区多孔菌类的北温带分布属有:地花孔菌属 *Albatrellus*、黑囊孔菌属 *Amylocystis*、变孔菌属 *Anomoporia*、灰孔菌属 *Cinereomyces*、集毛孔菌属 *Coltricia*、艾氏孔菌属 *Erastia*、索孔菌属 *Fibroporia*、层孔菌属 *Fomes*、胶化孔菌属 *Gelatoporia*、彩孔菌属 *Hapalopilus*、皱皮孔菌属 *Ischnoderma*、干酪孔菌属 *Oligoporus*、昂尼孔菌属 *Onnia*、帕氏孔菌属 *Parmastomyces*、小木层孔菌属 *Phellinidium*、变色卧孔菌属 *Physisporinus*、剥管孔菌属 *Piptoporus*、泊氏孔菌属 *Postia*、剖匣孔菌属 *Pouzaroporia*、纵隔担孔菌属 *Protomerulius*、毡被孔菌属 *Spongipellis*,共21属,占总属数的37.5%。

(3)热带-亚热带分布属

热带-亚热带分布属指分布于东西两半球的热带,有时可以达到亚热带至温带,但是分布中心仍然在热带的属。大兴安岭地区多孔菌类的热带-亚热带分布属有:粗毛盖孔菌属 *Funalia* 和灵芝属 *Ganoderma*,共有2属,占总属数的3.57%。

从属的区系地理成分分析上可以看出,大兴安岭地区多孔菌类以世界广布属为主,占总属数的72.73%;其次是北温带分布属,占总属数的23.64%。

2.3.3 种的地理成分分析

大兴安岭地区多孔菌种的区系地理成分如表3所示,从中可以看出,大兴安岭地区多孔菌的区系地理成分以北温带成分和世界广布成分为主,其它几种区系成分也都有分布,明显的具有北温带成分的区系特征。

(1) 北温带分布成分

北温带成分指的是广泛分布于北半球温带地区的种,但是由于历史及地理的原因,有的种可能分布到热带高山甚至南半球温带,澳大利亚等地区。大兴安岭地区多孔菌的北温带分布成分有 68 种,占所有种数的 52.71%,这说明大兴安岭地区多孔菌的区系具有明显的北温带区系特征。

(2) 世界广布成分

世界广布成分一般是指广泛分布于世界各大洲而没有特殊分布中心的种。大兴安岭地区多孔菌的世界广布成分有 45 种,占全部种类的 34.88%。

(3) 亚-欧共有成分

亚-欧共有成分指广泛分布于亚、欧大陆中-高纬度温带和寒温带,或最多个别类群也延伸到北非及亚洲—非洲热带山地,或澳大利亚的类群。大兴安岭地区多孔菌的亚-欧共有种有 6 种,占全部种类的 4.65%。

(4) 东亚成分

东亚成分指分布于亚洲东部地区的种类,其分布区向东北不超过俄罗斯的阿穆尔州,并从日本北部至萨哈林,向西南不超过越南北部和喜马拉雅东部,向南到达菲律宾、苏门答腊和爪哇,向西北不超过我国各类森林边界为界。大兴安岭地区多孔菌的东亚成分有 4 种,占全部种类的 3.1%。

(5) 东亚-北美共有成分

东亚-北美共有成分指间断分布于东亚和北美洲温带及亚热带地区的类群。大兴安岭地区多孔菌的东亚-北美共有成分有 3 种,占全部种类的 2.33%。

(6) 泛热带分布成分

泛热带分布成分指分布于东西两半球的热带,或可达亚热带至温带,但是分布中心仍然在热带的种。大兴安岭地区多孔菌的泛热带分布成分有 2 种,占全部种类的 1.55%。

(7) 中国特有种

中国特有种指仅在中国有分布的种,大兴安岭地区多孔菌的中国特有种 1 种,占全部种类的 0.78%。

2.4 生态习性与种群结构分析

根据出现频度,将大兴安岭林区的多孔菌分为 4 类(表 1):常见种 65 个、偶见种 34 个、稀有种 24 个、濒危种 6 个,常见种占多数。根据营养方式和腐朽类型,大兴安岭林区的多孔菌可分为 3 类(表 1):共生菌根菌 3 种,腐生菌 99 种,寄生菌 27 种,腐生菌占绝大多数。无论是腐生菌还是寄生菌,都生长在木材上,是木材腐朽真菌,共有 126 种,占有所有种类的 97.67%;只有 3 种能够与树木共生形成菌根菌,分别是多年集毛孔菌、派克地花孔菌和丁香地花孔菌,占有所有种类的 2.33%。

大兴安岭林区的多孔菌中能够引起木材褐色腐朽的有 33 种,占有所有腐生菌的 25.58%;能够引起木材白色腐朽的有 93 种,占有所有腐生菌的 72.09%,白腐菌在森林生态系统物质循环中扮演着非常重要的角色,它不断将树木光合生成的木质素、纤维素和半纤维素等降解成生物可直接利用的物质,从而完成作为分解者的重要作用。

在大兴安岭林区的褐腐菌中,能够生长在针叶树上的有 29 种,占全部褐腐菌种类的 87.88%,其中只生长在针叶树上的有 20 种,占褐腐菌的 60.61%,既能生长在针叶树上又能生长在阔叶树上的有 9 种,占褐腐菌的 27.27%,只生长在阔叶树上的有 4 种,占褐腐菌的 12.12%,由此可见,褐色腐朽真菌的大部分种类生长在针叶树木上。

表 3 大兴安岭多孔菌的种的地理成分

Table 3 Geographical elements of polypore flora in the Great Xingan Mountains

地理成分 Geographical elements	种数 No. of species	百分比 Percentage/%
北温带 North temperate	68	52.71
世界广布 Cosmopolitan	45	34.88
亚-欧 Asia-Europe	6	4.65
东亚 East Asia	4	3.1
东亚-北美 East Asia-North America	3	2.33
泛热带 Pantropical	2	1.55
中国特有 Endemic to China	1	0.78
总计 Total	129	100

在大兴安岭林区的白腐菌中,能够生长在阔叶树上的有 73 种,占全部白腐菌种类的 78.5%,其中只生长在阔叶树上的有 62 种,占白腐菌的 66.67%,既能生长在阔叶树又能生长在针叶树上的有 11 种,占 11.83%,而只能生长在针叶树上的有 20 种,占白腐菌的 21.5%,由此可见,白色腐朽真菌的大部分种类生长在阔叶树上。

大兴安岭林区的主要树种有落叶松、桦树、杨树、蒙古栎等,大兴安岭地区发现的 129 种多孔菌除 3 种菌根菌外,在 126 种木材腐朽真菌中,生长在落叶松、桦树、杨树、蒙古栎上的所有种类与特有种类如图 1 所示。能够生长在落叶松上的有 60 种,占木材腐朽真菌的 47.62%,其中只生长落叶松上的有 45 种,既能生长在落叶松又能生长在其它树种上的有 15 种;能够生长在桦树上的有 46 种,占木材腐朽真菌的 36.51%,其中只能生长在桦树上的有 13 种,既能生长在桦树又能生长在其它树种上的有 33 种;能够生长在杨树上的有 24 种,占木材腐朽真菌的 19.05%,其中只能生长在杨树上的有 4 种,既能生长在杨树又能生长在其它树种上的有 20 种;能够生长在蒙古栎上的有 19 种,占木材腐朽真菌的 15.08%,其中只能生长在蒙古栎上的有 7 种,既能生长在蒙古栎又能生长在其它树种上的有 12 种;生长在除落叶松、桦树、杨树、蒙古栎之外的树种上的有 11 种,占木材腐朽真菌的 8.73%。

生长在落叶松上的有 60 种木材腐朽真菌中,引起木材褐色腐朽和白色腐朽的各有 30 种,均占 50%;生长在桦树上的有 46 种木材腐朽真菌中,引起木材褐色腐朽的有 8 种,占 17.39%,引起木材白色腐朽的有 38 种,占 82.61%;生长在杨树上的有 24 种木材腐朽真菌中,引起木材褐色腐朽的有 2 种,占 8.33%,引起木材白色腐朽的有 22 种,占 91.67%;生长在蒙古栎上的有 19 种木材腐朽真菌中,引起木材褐色腐朽的有 3 种,占 15.79%,引起木材白色腐朽的有 16 种,占 84.21%;落叶松、桦树、杨树、蒙古栎上木腐菌中褐腐与白腐的种类如图 2 所示,由此可见,阔叶树上的木材腐朽菌绝大部分是白色腐朽菌,而针叶树上的白腐菌与褐腐菌数量基本相同。

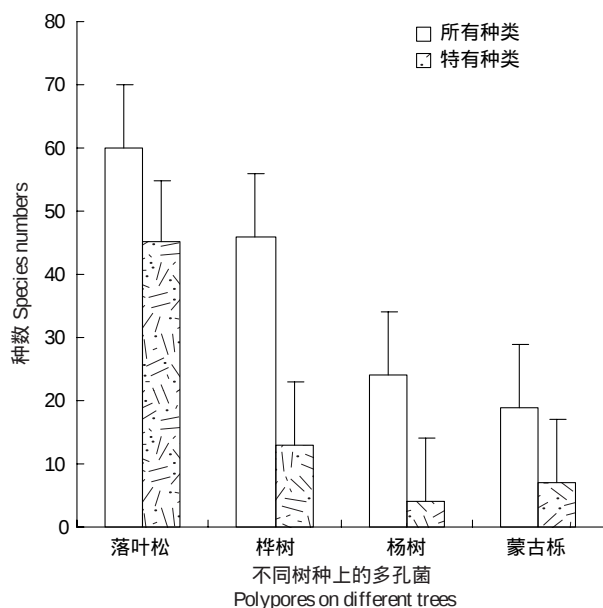


图 1 落叶松、桦树、杨树、蒙古栎上的多孔菌所有种类与特有种类分布

Fig. 1 Total species number and obligate species number of polypores on *Larix*, *Betula*, *Populus* and *Quercus*

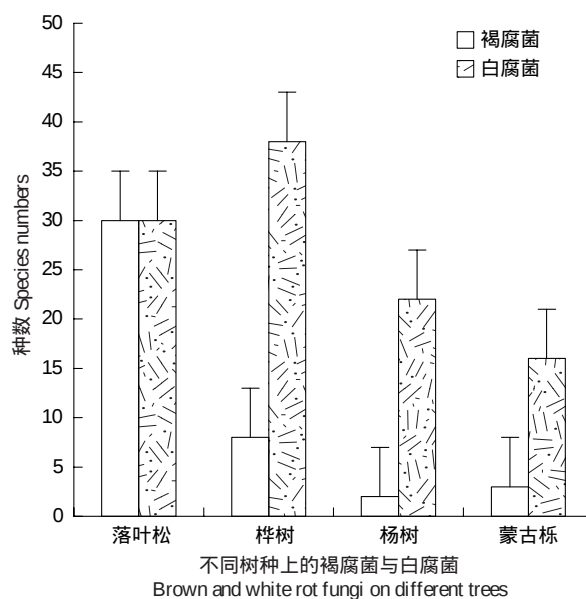


图 2 落叶松、桦树、杨树、蒙古栎上的褐腐菌种类与白腐菌种类分布

Fig. 2 Brown rot fungi and white rot fungi species on *Larix*, *Betula*, *Populus* and *Quercus*

3 讨论

大兴安岭地区多孔菌种类丰富,本文对该地区的多孔菌的区系组成和种群结构进行了统计分析。区系地

理成分以北温带成分和世界广布成分为主,表现出明显的北温带性质,而大兴安岭地处我国北部,是典型的寒温带针叶林区,说明大兴安岭地区多孔菌的区系地理成分与其所处的地理位置、气候特点与植物区系的组成密切相关,但由于真菌区系地理成分的划分与植物具有很大的不同,因此,大兴安岭林区多孔菌的区系地理成分与该地区的植物区系地理成分有着较大的差异。

池玉杰曾对我国木材腐朽菌的种群结构类型进行了划分,并对中国东北长白山林区的木材腐朽菌的种群组成和生态分布按照森林植被垂直分布进行了研究^[27],但该研究中仅是给出了长白山不同林分中木材腐朽菌的常见种类,并没有确切的数据统计,本文是在对大兴安岭林区多孔菌种类多年调查研究的基础上,参照其种群结构的划分方法,对大兴安岭林区多孔菌的种群结构进行了详细的统计分析。大兴安岭林区多孔菌的种群结构中,绝大部分是木材腐朽菌,木材腐朽真菌作为森林生态系统的重要组成部分,它们通过分泌产生各种生物酶,将木材中的纤维素、半纤维素和木质素分解成为可被其它生物利用的营养物质,从而完成森林生态系统中的物质循环。我国目前共发现多孔菌 604 种,其中褐腐菌有 98 种^[28],大兴安岭林区共发现多孔菌 129 种,占全国的 21.36%,而大兴安岭林区褐腐菌共有 33 种,占全国褐腐菌的 33.67%,这表明大兴安岭林区的褐腐菌所占比例明显高于全国的褐腐菌在多孔菌中的比例。在所有的木材腐朽菌中,褐腐真菌只占约 15%,白腐真菌约占 85%,而大兴安岭林区的木材腐朽真菌中,褐腐真菌占 25.58%,明显高于褐腐真菌占全部木材腐朽真菌的比例。褐色腐朽的残余物木质素相当稳定,对针叶树特别是落叶松的天然更新具有重要作用。在本研究的野外调查中发现落叶松的幼苗通常生长在褐色腐朽的残留物上,这主要因为是该残留物能够增加土壤的通风和保水能力,促进外生菌根的形成和非共生微生物的固氮作用,改善土壤温度,降低土壤的 pH 值和增加养分中阳离子的交换,对针叶树种子的萌发和幼苗的发育非常重要。类似报道也见于国外针叶林生态系统更新的研究^[29-31]。由于大兴安岭林区主要是寒温带针叶林区,褐腐真菌对针叶林的生长具有重要的维护作用,这也说明木材腐朽菌的生长与环境条件和寄主树木种类有很大的关系。

绝大部分多孔菌生长在倒木和腐朽木上,生长在活立木上的种类较少,人工林和经营的林分下几乎没有倒木和腐朽木,这种类型的森林中多孔菌的多样性很低,且基本上都是常见种多孔菌。原始森林中倒木和腐朽木丰富,多孔菌在此类森林中多样性很高,但由于原始森林的砍伐和天然林的减少,对多孔菌的生境造成了巨大的破坏,造成多孔菌的种群数量逐渐减少。由于多孔菌的绝大多数种类生长基质是木材,对森林中倒木和腐朽木的保存,特别是对原始森林的保护,对多孔菌资源的保护具有重要意义^[32-33]。

References:

- [1] Xu H C. Forests of the Great Hinggan Mountains in China. Beijing: Sciences Press, 1998: 1-15.
- [2] Tolgor, Li Y. Study on fungal flora diversity in Daqinggou Nature Reserve. Chinese Biodiversity, 2000, 8(1): 73-80.
- [3] Song B, Li T H, Zhang W M, Shen Y H, Lu Y J. Primary analysis of macrofungal flora of Nanling biosphere reserve in China. Ecologic Science, 2001, 20(4): 37-41.
- [4] Yang Z L, Zang M. Tropical affinities of higher fungi in southern China. Acta Botanica Yunnanica, 2003, 25(2): 129-144.
- [5] Wei Y L, Dai Y C. Ecological function of wood-inhabiting fungi in forest ecosystem. Chinese Journal of Applied Ecology, 2004, 15(10): 1935-1938.
- [6] Krajick K. Defending deadwood. Science, 2001, 293(5535): 1579-1581.
- [7] Moore J C, Berlow E L, Coleman D C, de Ruiter P C, Dong Q, Hastings A, Johnson N C, McCann K S, Melville K, Morin P J, Nadelhoffer K, Rosemond A D, Post D M, Sabo J L, Scow K M, Vanni M J, Wall D H. Detritus, trophic dynamics and biodiversity. Ecology Letters, 2004, 7(7): 584-600.
- [8] Dai Y C, Qin G F, Xu M Q. The forest pathogens of root and butt rot in Northeast China. Forest Research, 2000, 13(1): 15-22.
- [9] Dai Y C, Yang Z L. A revised checklist of medicinal fungi in China. Mycosystema, 2008, 27(6): 801-824.
- [10] Dai Y C, Zhou L W, Yang Z L, Wen H A, Tolgor, Li T H. A revised checklist of edible fungi in China. Mycosystema, 2010, 29(1): 1-21.
- [11] Dai Y C, Cui B K, Yuan H S, Li B D. Pathogenic wood-decaying fungi in China. Forest Pathology, 2007, 37(2): 105-120.
- [12] Jarosz-Wilkolazka A, Graz M. Organic acids production by white rot Basidiomycetes in the presence of metallic oxides. Canadian Journal of Microbiology, 2006, 52(8): 779-785.
- [13] Arantes V, Milagres A M F. The synergistic action of ligninolytic enzymes (MnP and Laccase) and Fe³⁺-reducing activity from white-rot fungi for degradation of Azure B. Enzyme and Microbial Technology, 2007, 42(1): 17-22.

- [14] Pointing S B, Pelling A L, Smith G J D, Hyde K D, Reddy C A. Screening of basidiomycetes and xylariaceous fungi for lignin peroxidase and laccase gene-specific sequences. *Mycological Research*, 2005, 109(1): 115-124.
- [15] Vanhulle S, Enaud E, Trovaslet M, Billottet L, Kneipe L, Jiwan J L H, Corbisier A M, Marchand-Brynaert J. Coupling occurs before breakdown during biotransformation of Acid Blue 62 by white rot fungi. *Chemosphere*, 2008, 70(6): 1097-1107.
- [16] Vanhulle S, Trovaslet M, Enaud E, Lucas M, Sonveaux M, Decock C, Onderwater R, Schneider Y J, Corbisier A M. Cytotoxicity and genotoxicity evolution during decolorization of dyes by white rot fungi. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2008, 24(3): 337-344.
- [17] Ben Y S, Mechichi T, Sayadi S. Purification and characterization of the laccase secreted by the white rot fungus *Perenniporia tephropora* and its role in the decolourization of synthetic dyes. *Journal of Applied Microbiology*, 2007, 102(4): 1033-1042.
- [18] Dai Y C, Zhuang J Y. Numbers of fungal species hitherto known in China. *Mycosystema*, 2010, 29(5): 625-628.
- [19] He B Z, Xiang C T, Xue Y. Investigation on major forestry diseases of Tahe County. *Acta Northeast Forestry University*, 1987, 15(S4): 120-124.
- [20] Dai Y C, Yuan H S, Yu C J, Cui B K, Wei Y L, Li J. Polypores from the great hinggan Mts., NE China. *Collection and Research*, 2004, 17: 71-81.
- [21] Dai Y C, Cui B K, Huang M Y. Polypores from eastern Inner Mongolia, northeastern China. *Nova Hedwigia*, 2007, 84(3/4): 513-520.
- [22] Yu C J, Dai Y C, Wang Z Q. A preliminary study on wood-inhabiting fungi on charred wood in Daxinganling Forest areas. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(10): 1781-1784.
- [23] Núñez M, Ryvarden L. East Asian Polypores Volumn 1. *Synopsis Fungorum*, 2000, 13: 1-168.
- [24] Núñez M, Ryvarden L. East Asian Polypores Volumn 2. *Synopsis Fungorum*, 2001, 14: 170-522.
- [25] Ryvarden L, Gilbertson R L. European Polypores Part 1. *Synopsis Fungorum*, 1993, 6: 1-387.
- [26] Ryvarden L, Gilbertson R L. European Polypores Part 2. *Synopsis Fungorum*, 1994, 7: 389-743.
- [27] Chi Y J. Wood Rot and Wood-Rotting Fungi. Beijing: Sciences Press, 2003: 1-212.
- [28] Dai Y C. A checklist of polypores in China. *Mycosystema*, 2009, 28(3): 315-327.
- [29] Jurgensen M F, Larsen M J, Wolosiewicz M, Harvey A E. A comparison of dinitrogen fixation rates in wood litter decayed by white-rot and brown-rot fungi. *Plant and Soil*, 1989, 115(1): 117-122.
- [30] Larsen M J, Jurgenson M F, Harvey A E. N₂ fixation in brown-rotted soil wood in an intermountain Cedar-Hemlock ecosystem. *Forest Science*, 1982, 28(2): 292-296.
- [31] Larsen M J, Jurgenson M F, Harvey A E. N₂ fixation associated with wood decayed by some common fungi in white firs in Western Montana. *Canadian Journal of Forest Research*, 1979, 8: 341-345.
- [32] Dai Y C. Rare and threatened polypores in the ecosystem of Changbaishan Nature Reserve of northeastern China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 14(6): 1015-1018.
- [33] Dai Y C, Cui B K, Yuan H S, Wei Y L. A red list of polypores in China. *Mycosystema*, 2010, 29(2): 164-171.

参考文献:

- [1] 徐化成. 中国大兴安岭森林. 北京: 科学出版社, 1998: 1-15.
- [2] 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.
- [3] 宋斌, 李泰辉, 章卫民, 沈亚恒, 陆勇军. 广东南岭大型真菌区系地理成分特征初步分析. *生态科学*, 2001, 20(4): 37-41.
- [4] 杨祝良, 臧穆. 中国南部高等真菌的热带亲缘. *云南植物研究*, 2003, 25(2): 129-144.
- [5] 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, 秦国夫, 徐梅卿. 中国东北地区的立木腐朽菌. *林业科学研究*, 2000, 13(1): 15-22.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [18] 戴玉成, 庄剑云. 中国菌物已知种数. *菌物学报*, 2010, 29(5): 625-628.
- [19] 何秉章, 项存悌, 薛煜. 塔河林业局主要树木病害调查报告. *东北林业大学学报*, 1987, 15(S4): 120-124.
- [22] 余长军, 戴玉成, 王政权. 大兴安岭林区火烧迹地木腐菌主要类群的初步研究. *应用生态学报*, 2004, 15(10): 1781-1784.
- [27] 池玉杰. 木材腐朽与木材腐朽菌. 北京: 科学出版社, 2003: 1-212.
- [28] 戴玉成. 中国多孔菌名录. *菌物学报*, 2009, 28(3): 315-327.
- [32] 戴玉成. 长白山森林生态系统中的稀有和濒危多孔菌. *应用生态学报*, 2003, 14(6): 1015-1018.
- [33] 戴玉成, 崔宝凯, 袁海生, 魏玉莲. 中国濒危的多孔菌. *菌物学报*, 2010, 29(2): 164-171.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 13 July, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Spatiotemporal variation of plant community aspections in the north-subtropical zone of eastern China	CHEN Xiaoqiu, QI Xiaoran, A Shan, et al (3559)
Seasonal variations and environmental control impacts of evapotranspiration in a hilly plantation in the mountain areas of North China	HUANG Hui, MENG Ping, ZHANG Jinsong, et al (3569)
Intra- and inter-specific variations in stem respiration for 14 temperate tree species in northeastern China	XU Fei, WANG Chuankuan, WANG Xingchang (3581)
Assessment of the ecological health of wetlands in Honghe supported by RS and GIS techniques	WANG Yihan, ZHOU Demin, SUN Yonghua (3590)
Phytoplankton community structure in Qinzhou Bay during flood season by analysis of HPLC photosynthetic pigment signatures	LAN Wenlu, WANG Xiaohui, LI Mingmin (3601)
Irreplaceability-based function zoning of nature reserves in the Three Rivers Headwater Region of Qinghai Province	QU Yi, WANG Xiulei, LUAN Xiaofeng, et al (3609)
Effects of snowmelt timing on individual growth and reproduction of <i>Pedicularis davidii</i> var. <i>pentodon</i> on the eastern Tibetan Plateau	CHEN Wennian, WU Yan, WU Ning, et al (3621)
Response of foliar $\delta^{13}\text{C}$ of <i>Quercus spinosa</i> to altitudinal gradients	FENG QiuHong, CHENG Ruimei, SHI Zuomin, et al (3629)
Soil water and nutrient characteristics of alfalfa grasslands at semi-arid and semi-arid prone to drought areas in southern Ningxia	REN Jingjing, LI Jun, WANG Xuechun, et al (3638)
Aboveground biomass of natural <i>Castanopsis fissa</i> community at the Xiaokeng of NanLing Mountain, Southern China	LI Gen, ZHOU Guangyi, WANG Xu, et al (3650)
Impacts of grazing on herbage quality of the alpine and subalpine meadows within Wutai Mountain	ZHANG Yiping, JIANG Yuan, LIU Quanru, et al (3659)
Short-term effects of warming on growth and stoichiometrical characteristics of <i>Abies fabii</i> (Mast.) Craib seedling in Gongga mountain	YANG Liudong, YANG Yan, WANG Genxu, et al (3668)
Manganese stress on morphological structures of leaf and ultrastructures of chloroplast of a manganese hyperaccumulator, <i>Phytolacca americana</i>	LIANG Wenbin, XUE Shengguo, SHEN Jihong, et al (3677)
Allelopathic potential of volatile oil from <i>Chenopodium ambrosioides</i> L. on root tip cells of <i>Vicia faba</i>	HU WanJun, MA Danwei, WANG Yanan, et al (3684)
Contents and cycling of microelements in Karst urban poplar plantations	WANG Xinkai, TIAN Dalun, YAN Wende, et al (3691)
Fungal flora and population structure of polypores in the Great Xingan Mountains	CUI Baokai, YU Changjun (3700)
Growth competition characteristics of <i>Microcystis aeruginosa</i> Kutz and <i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kutz under non-steady-state nutrient limitation	ZHAO Xiaodong, PAN Jiang, LI Jinye, et al (3710)
The characters of salt-tolerance at different growth stages in cotton	WANG Junjuan, WANG Delong, FAN Weili, et al (3720)
Assessment of tributyltin ecotoxicity using a model animal nematode <i>Caenorhabditis elegans</i>	WANG Yun, YANG Yanan, JIAN Fenglei, et al (3728)
Effect of oil exploitation on soil nematode communities in Daqing Oilfield	XIAO Nengwen, XIE Deyan, WANG Xuexia, et al (3736)
Effect of habitat degradation on soil meso- and microfaunal communities in the Zoigê Alpine Meadow, Qinghai-Tibetan Plateau	WU Pengfei, YANG Daxing (3745)
Characteristics of the soil environment of Dongting Lake wetlands and its response to the converting farmland to lake project	LIU Na, WANG Kelin, XIE Yonghong, et al (3758)
Modeling the changes of yield and deep soil water in apple orchards in Weibei rainfed highland	ZHANG Shehong, LI Jun, WANG Xuechun, et al (3767)
Potential soil N_2O emissions and its controlling factors under different land use patterns on hilly-gully loess plateau	QI Jinhua, HUANG Yimei, ZHANG Hong, et al (3778)
Comparison between physiological properties and cold tolerance under low temperature treatment during different growing stages of rice in northeast central region of China	SONG Guangshu, SUN Zhongfu, SUN Lei, et al (3788)
Effect of sulfur on chlorophyll fluorescence of flue-cured tobacco at maturation stage	ZHU Yinghua, TU Naimei, XIAO Hanqian, et al (3796)
Effects of high temperature and strong light on chlorophyll fluorescence, the D1 protein, and Deg1 protease in Satsuma mandarin, and the protective role of salicylic acid	QIU Cuihua, JI Weiwei, GUO Yanping (3802)
Effect of plastic film mulching on the distribution and translocation of nitrogen in soil-lettuce system	LI Lili, LI Feili, LIU Qiuya, et al (3811)
An analysis on spatio-temporal dynamics of suitable habitats for waterbirds based on spatial zonation at Chongming Dongtan, Shanghai	FAN Xuezhong, ZHANG Liquan, YUAN Lin, et al (3820)
The bryophyte consumed by reindeers and species diversity of bryophyte in reindeer habitats	FENG Chao, BAI Xueliang (3830)
Evaluation of rainwater runoff storage by urban green spaces in Beijing	ZHANG Biao, XIE Gaodi, XUE Kang, et al (3839)
Review and Monograph	
Advances in methane-cycling microbial communities of permafrost and their response to global change	NI Yongqing, SHI Xuwei, ZHENG Xiaoji, et al (3846)
Heat transfer property of mammal pelage and its influencing factors	ZHENG Lei, ZHANG Wei, HUA Yan (3856)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 31 卷 第 13 期 (2011 年 7 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 31 No. 13 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元