

中国林木 病原腐朽菌图志

戴玉成 著

中国科学院“百人计划”项目资助
中国科学院真菌地衣系统开放实验室资助

科学出版社

北京

中国林木 病原腐朽菌图志

戴玉成 著

中国科学院“百人计划”项目资助
中国科学院真菌地衣系统开放实验室资助

科学出版社

北京

ILLUSTRATIONS OF PATHOGENIC
WOOD-DECAYING FUNGI IN CHINA

by

Dai Yu-Cheng

SCIENCE PRESS

Beijing

前 言

木腐菌的大部分种类为腐生菌,它们在森林生态系统中起着关键的降解还原作用,从森林生物学和生态学角度来看,木腐菌是森林生态系统的—个组成部分。但有些木腐菌不但分解倒木和腐木,而且还能侵染活立木,导致根部、干基、心材、边材或整个树干腐朽,造成树木死亡。因此从经营和保护森林的角度讲,木腐菌对树木的生长有害。本书所述的林木腐朽菌就是指这类森林病原菌。

引起腐朽的真菌大多数是担子菌中的多孔菌,它们能分泌多种水解酶,把木材中的纤维素、半纤维素和木质素降解为简单的碳水化合物,作为它们生长和繁殖的能量与养分。病菌主要由伤口、根部、或死枝处侵入树木,由于被害部位不同,表现症状有很大差异。边材被害的立木,一般表现为生长衰退,叶色变黄,严重时导致死亡。若心材被害,除了可能有子实体出现外,在外表上很难和健康树区别开来,只有在风折或伐倒立木后才会显现出腐朽的症状。

林木腐朽是各国林业的大敌,它与其他病害不同,一旦发生,总是连年持续发展,因此病害造成的损失也总是一年年地不断扩大。林木腐朽病在我国主要发生在天然林,特别是原始林中,保护区中的林木腐朽病也比较常见。近年来,在人工林、行道树、公园树和果园中也时有林木腐朽病害发生,而且由于人工林通常为纯林,所以有时发生腐朽病还比较严重。

树木腐朽的防治应遵守以下原则:确定合理的采伐年龄;加强抚育,保持林内卫生;营林时防止各种损伤;对有保护价值的古树,要采取加固、支撑等特殊办法进行保护。

本书的出版是作者针对森林病原木材腐朽菌的研究,在过去的10余年中,对我国主要林区实地考察、采样和室内鉴定的结果上著成的。其中很多病害为中国森林的新病害,仍在研究阶段,没有参考文献,但这些病害具有一定的代表性,故收录在本书中,以供参考。

在中国林木病原腐朽菌图志的研究过程中,得到了许多中外同行的帮助,特别感谢的是芬兰赫尔辛基大学的 T. Niemelä 博士为作者多次到该大学的博物馆研究提供方便,日本林产品研究所的 T. Hattori 博士为本书提供了珍贵的照片。在本书的成文过程中得到了袁海生、魏玉莲、崔宝凯、余长军、王汉臣、李娟和熊红霞同志的协助,对此,作者表示诚挚的感谢。

本书是第一部较为完整的收集了我国主要和常见森林病原木材腐朽菌的参考书,肯定还存在诸多疏漏和需要改进的地方,望各位同行及读者批评指正。

作者

目 录

前言

绪论	1
1. 栎生多孢孔菌 <i>Abundisporus quercicola</i> Y.C. Dai	4
2. 粗柄假芝 <i>Amauroderma elmerianum</i> Murrill	6
3. 环带小薄孔菌 <i>Antrodiella zonata</i> (Berk.) Ryvarden	8
4. 奥氏蜜环菌 <i>Armillaria ostoyae</i> (Romagn.) Herink	11
5. 假蜜环菌 <i>Armillaria tabescens</i> (Scop.) Emel	14
6. 裂皮深黄孔菌 <i>Aurantiporus fissilis</i> (Berk. & M.A. Curtis) H. Jahn	16
7. 黑管孔菌 <i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.; Fr.) P. Karst.	19
8. 亚黑管孔菌 <i>Bjerkandera fumosa</i> (Pers.; Fr.) P. Karst.	22
9. 伯氏圆孢地花孔菌 <i>Bondarzewia berkeleyei</i> (Fr.) Bondartsev & Singer	24
10. 一色齿毛菌 <i>Cerrena unicolor</i> (Bull.; Fr.) Murrill	26
11. 北方囊孔菌 <i>Climacocystis borealis</i> (Fr.) Kotl. & Pouzar	30
12. 北方肉齿菌 <i>Climacodon septentrionalis</i> (Fr.) P. Karst.	33
13. 裂拟迷孔菌 <i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolton; Fr.) J. Schroet.	36
14. 金针菇 <i>Flammulina velutipes</i> (Curtis; Fr.) Singer	39
15. 木蹄层孔菌 <i>Fomes fomentarius</i> (L.; Fr.) Fr.	42
16. 版纳嗜兰孢孔菌 <i>Fomitiporia bannaensis</i> Y.C. Dai	45
17. 厚盖嗜兰孢孔菌 <i>Fomitiporia dryadea</i> (Pers.; Fr.) Y.C. Dai	47
18. 哈蒂嗜兰孢孔菌 <i>Fomitiporia hartigii</i> (Allesch. & Schnabl) Fiasson & Niemelä	49
19. 沙棘嗜兰孢孔菌 <i>Fomitiporia hippophaeicola</i> (H. Jahn) Fiasson & Niemelä	51
20. 斑点嗜兰孢孔菌 <i>Fomitiporia punctata</i> (P. Karst.) Murrill	54
21. 稀针嗜兰孢孔菌 <i>Fomitiporia robusta</i> (P. Karst.) Fiasson & Niemelä	57
22. 苦白蹄拟层孔菌 <i>Fomitopsis officinalis</i> (Vill.; Fr.) Bondartsev & Singer	59
23. 红缘拟层孔菌 <i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.; Fr.) P. Karst.	61
24. 硬毛栓孔菌 <i>Funalia trogii</i> (Berk.) Bondartsev & Singer	65
25. 树舌灵芝 <i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.	68
26. 南方灵芝 <i>Ganoderma australe</i> (Fr.) Pat.	71
27. 小孢灵芝 <i>Ganoderma microsporum</i> R. S. Hseu	73
28. 热带灵芝 <i>Ganoderma tropicum</i> (Jungh.) Bres.	75
29. 松杉灵芝 <i>Ganoderma tsugae</i> Murrill	77
30. 粗皮灵芝 <i>Ganoderma tsunodae</i> (Yasuda ex Lloyd) Trott.	79
31. 韦伯灵芝 <i>Ganoderma weberianum</i> (Bres. & Henn.) Steyaert	82
32. 香味全缘孔菌 <i>Haploporus odorus</i> (Sommerf.) Bondartsev & Singer	84
33. 猴头菌 <i>Hericium erinaceus</i> (Bull.; Fr.) Pers.	86
34. 小孔异担子菌 <i>Heterobasidium parviporum</i> Niemelä & Korhonen	88
35. 桤柳核针孔菌 <i>Inocutis tamaricis</i> (Pat.) Fiasson & Niemelä	91
36. 粗毛针孔菌 <i>Inonotus hispidus</i> (Bull.; Fr.) P. Karst.	93
37. 柳生针孔菌 <i>Inonotus pruinosis</i> Bondartsev	95
38. 辐射状针孔菌 <i>Inonotus radiatus</i> (Sowerby; Fr.) P. Karst.	97

39. 硫磺菌 <i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.; Fr.) Murrill	100
40. 齿白木层孔菌 <i>Leucophellinus irpicoides</i> (Pilát) Bondartsev & Singer	103
41. 栗黑孔菌 <i>Melanoporia castanea</i> (Yasuda) T. Hattori & Ryvarden	105
42. 鳞片昂氏孔菌 <i>Onnia leporina</i> (Fr.) H. Jahn	107
43. 绒毛昂氏孔菌 <i>Onnia tomentosa</i> (Fr.) P. Karst.	109
44. 杨生锐孔菌 <i>Oxyporus populinus</i> (Schumach.; Fr.) Donk	111
45. 中国锐孔菌 <i>Oxyporus sinensis</i> X.L. Zeng	113
46. 紫杉帕氏孔菌 <i>Parmastomyces taxi</i> (Bondartsev) Y.C. Dai & Niemelä	115
47. 怀槐多年卧孔菌 <i>Perenniporia maackiae</i> (Bondartsev & Ljub.) Parmasto	117
48. 刺槐多年卧孔菌 <i>Perenniporia robiniophila</i> (Murrill) Ryvarden	119
49. 黄白多年卧孔菌 <i>Perenniporia subacida</i> (Peck) Donk	122
50. 栗褐暗孔菌 <i>Phaeolus schweinitzii</i> (Fr.) Pat.	125
51. 斜生褐孔菌 <i>Phaeoporus obliquus</i> (Pers.; Fr.) J. Schroet.	128
52. 有害小木层孔菌 <i>Phellinidium noxium</i> (Corner) Bondartseva & S. Herrera	130
53. 疏色小木层孔菌 <i>Phellinidium sulphurascens</i> (Pilát) Y.C. Dai	132
54. 鲍姆木层孔菌 <i>Phellinus baumii</i> Pilát	135
55. 贝状木层孔菌 <i>Phellinus conchatus</i> (Pers.; Fr.) Quél.	137
56. 淡黄木层孔菌 <i>Phellinus gilvus</i> (Schwein.; Fr.) Pat.	140
57. 火木层孔菌 <i>Phellinus igniarius</i> (L.; Fr.) Quél.	143
58. 落叶松木层孔菌 <i>Phellinus laricis</i> (Jaczewski in Pilát) Pilát	146
59. 忍冬木层孔菌 <i>Phellinus lonicericola</i> Parmasto	148
60. 松木层孔菌 <i>Phellinus pini</i> (Brot.; Fr.) A. Ames	150
61. 黑壳木层孔菌 <i>Phellinus rhabarbarinus</i> (Berk.) G. Cunn.	152
62. 窄盖木层孔菌 <i>Phellinus tremulae</i> (Bondartsev) Bondartsev & Borisov	154
63. 苹果木层孔菌 <i>Phellinus tuberculatus</i> (Baumg.) Niemelä	156
64. 瓦尼木层孔菌 <i>Phellinus vaninii</i> Ljub.	158
65. 亚玛木层孔菌 <i>Phellinus yamanoi</i> (Imazeki) Parmasto	160
66. 翘鳞环伞菌 <i>Pholiota squarrosa</i> (Pers.; Fr.) K. Kumm.	162
67. 茶藨子叶状层菌 <i>Phylloporia ribis</i> (Schumach.; Fr.) Ryvarden	164
68. 桦剥管孔菌 <i>Piptoporus betulinus</i> (Bull.; Fr.) P. Karst.	166
69. 梭伦剥管孔菌 <i>Piptoporus soloniensis</i> (Dubois; Fr.) Pilát	168
70. 水曲柳多孔菌 <i>Polyporus fraxineus</i> (Bondartsev & Ljub.) Y.C. Dai	171
71. 宽鳞多孔菌 <i>Polyporus squamosus</i> (Huds.; Fr.) Fr.	173
72. 柄生波氏孔菌 <i>Postia stiptica</i> (Pers.; Fr.) Jülich	175
73. 平丝硬孔菌 <i>Rigidoporus lineatus</i> (Pers.; Fr.) Ryvarden	177
74. 小孔硬孔菌 <i>Rigidoporus microporus</i> (Sw.; Fr.) Overeem	179
75. 裂褶菌 <i>Schizophyllum commune</i> Fr.	181
76. 广叶绣球菌 <i>Sparassis brevipes</i> Kromnh.	183
77. 优美毡被孔菌 <i>Spongipellis delectans</i> (Peck) Murrill	185
78. 松软毡被孔菌 <i>Spongipellis spumeus</i> (Sowerby; Fr.) Pat.	187
79. 血红韧革菌 <i>Stereum sanguinolentum</i> (Alb. & Schwein.) Fr.	189
80. 香栓孔菌 <i>Trametes suaveolens</i> (L.; Fr.) Fr.	192
参考文献	195

绪 论

林木腐朽是各国林业的大敌，在林分中它与其他病害不同，一旦发生腐朽，总是连年持续发展的，因此病害造成的损失也总是一年年地不断扩大(周钟铭 1981, 西南林学院 1993, 杨旺 1996)。林木腐朽病在我国主要发生在天然林中，特别是原始林中。由于我国目前原始林基本上都划为保护区，因此保护区中的林木腐朽病比较常见。但近年来在人工林、行道树、公园树和果园中也有林木腐朽病害发生，由于人工林等通常为纯林，有时发生腐朽病还比较严重。

腐朽的概念

一些真菌侵染树木，使木质部组织糟烂，破坏了木材结构，使木材丧失了原有的性质和使用价值，这类病害称为林木腐朽。

引起腐朽的真菌大多数是担子菌中的多孔菌，它们能分泌多种水解酶，把木材中的纤维素、半纤维素和木质素降解为简单的碳水化合物，作为它们生长和繁殖的能量和养分。病菌主要由伤口、根部、或死枝处侵入树木，由于被害部位不同，表现症状有很大差异。边材被害的立木，一般表现为生长衰退，叶色变黄，严重时导致死亡。若心材被害，除了可能有子实体出现外，在外表上很难和健康树区别开来，只有在风折或伐倒立木后才会显现出腐朽的症状。

林木腐朽菌主要有两类，一类是只侵染活立木的心材，而不侵染树木的活组织，它们通常被称为心材腐朽菌。另外一类林木腐朽菌能够侵染树木的边材组织，并最终杀死树木，因此它们是真正的病原菌。心材腐朽造成立木木材严重损失，尤其在成熟和过熟林中更为严重，最为常见的一个是造成松属树木心材腐朽的落叶松木层孔菌 *Phellinus laricis* 和造成阔叶树心材腐朽的火木层孔菌 *Phellinus igniarius*。心材腐朽虽然不对树木活组织造成危害，但在后期明显造成树木生长衰退，容易风折而死亡。次生天然林和经营林是我国目前的主要森林类型，引起这类森林树木腐朽的真菌种类比前一种要少，但它们造成的损失却比前一类的大。引起这类腐朽的种类主要有异担子菌 *Heterobasidion annosum sensu lato*，有害小木层孔菌 *Phellinidium noxium*，韦氏小木层孔菌 *Phellinidium weirii*，栗褐暗孔菌 *Phaeolus schweinitzii*，奥氏蜜环菌 *Armillaria ostoyae* 等。这类真菌的菌丝体能够在死亡树木的根部或其它部位存活很长时间，当健康树木的根系与之接触时，它们就能扩展到健康树木的根上。

有一些腐朽的立木，尽管腐朽很严重，如果不产生病原菌的子实体，外观上和健康木相似，只能靠敲击树干声判断出来，这种立木腐朽类型称为隐蔽性腐朽。隐蔽性腐朽在行道树和公园树中有时对人类生活造成影响，这些树木看起来很健康，但由于心材已经腐朽，一旦遇到较大风雨，容易风折而伤人。

腐朽菌类型

木材腐朽菌主要分为白色腐朽菌和褐色腐朽菌两类。白色腐朽菌产生纤维素酶和木质素酶，因此它们能够将树木细胞壁的所有成分降解，大部分白色腐朽菌将木材中的木质素和其它多糖以同样的速度降解，因此，在腐朽的中期和后期木材组成成分的比例与原木基本相同。但有些白色腐朽菌能够以较快的速度降解木质素。木材被白色腐朽菌降解后，通常表现为木材逐渐丧失韧性、纤维质、软而多孔或多层，通常比原木的颜色浅。白色腐朽菌产生细胞间酚氧化酶，这种酶在丹宁酸和五倍子酸以及树脂和愈疮树脂试剂中呈正氧化反应。白色腐朽的本质是产生纤维素酶和木质素酶，白色腐朽菌有时虽然使木材颜色

略呈白色，但很多白色腐朽菌使腐朽的木材呈褐色，例如，有害小木层孔菌 *Phellinidium noxium* 是白色腐朽菌，但该菌通常造成腐朽的木材为褐色。木腐菌中 90% 的种类造成白色腐朽，白色腐朽菌不但能生长在针叶树木材上，也能生长在阔叶树上，特别是热带雨林中白色腐朽菌种类更丰富。

褐色腐朽菌有选择地将木材中的纤维素和半纤维素降解，被褐色腐朽菌腐朽的木材通常表现为木材很快失去韧性，强烈收缩，最终呈破裂或颗粒状，在腐朽的最后阶段表现为残留木材变形、易碎、块状、褐色，且主要成分是木质素。褐色腐朽菌不产生细胞间酚氧化酶，因此一般在丹宁酸和五倍子酸以及树脂和愈疮树脂试剂中呈负氧化反应。褐色腐朽的残留物非常稳定，是森林土壤中的重要有机成分，它们对天然林的更新具有重要意义。褐色腐朽的残留物还能增加土壤的通风和保水能力，促进菌根的形成。造成褐色腐朽的种类比造成白色腐朽的种类少，它们占有木材腐朽菌种类的 10% 左右，且大部分褐色腐朽菌是多孔菌。褐色腐朽菌主要发生在针叶树木上，且通常分布在寒温带，发生在热带、亚热带的褐色腐朽菌种类较少。

除白色腐朽和褐色腐朽外，还有一种腐朽是软腐朽，但这种腐朽在森林中不是非常普遍。软腐主要发生在湿润的木材上，且主要降解纤维素，不降解木质素，造成软腐的真菌大多数是子囊菌。由于软腐菌通常不侵染活林木，因此不造成林木病害。

木腐菌的循环特点及发病条件

林木腐朽菌，特别是干基腐朽通常是通过根部侵染而传播的，例如由蜜环菌和异担子菌引起的根朽病。有的林木腐朽菌能通过伤口进行侵染，如硬毛栓孔菌 *Funalia trogii* 在行道树和公园树上主要通过伤口侵染健康树木。自然造成的伤口，如火灾、风折、雪压、冻裂、病虫害、动物咬伤及自然整枝等，人们营林活动造成的伤口，疏伐和修枝不当等，都为病菌侵染提供了方便条件。

树木腐朽菌侵入定居后，即向生长扩展，但由于立木本身的保卫反应及受温度、木材含水量及内含物等因素的影响，蔓延的速度较慢。一般讲，其潜育期都比较长，有时在数年至数十年后，才在树干上长出子实体来。木腐菌的子实体一年生或多年生。一年生的至冬季死亡，次年产生新的子实体；多年生的子实体则每年产生新的子实层体，并产生、放散大量孢子。有些木腐菌是通过担孢子进行传播的，如异担子菌；但有些是通过菌丝完成传播的，如蜜环菌。有些腐朽菌的菌丝可在腐木中存活很多年，如韦氏小木层孔菌 *Phellinidium weirii* 可以存活 70 年以上，这些菌丝在条件合适时就可以造成再侵染。有些木腐菌侵染树木后形成一个侵染中心，病害从这个中心逐年扩展，在无人干扰的条件下可发展上百年，危害面积可达几十公顷，如蜜环菌在寒温带的针叶林就能造成这样的腐朽病害。

树木腐朽的防治原则

树木腐朽的病原物分布于寒带、温带、亚热带和热带地区，病害发生初期不易发现，出现症状时基本上已是病害发展的晚期，防治这类病害比防治其他林木病害更困难，特别是地处边远的过熟林区，防治更困难，但对树木腐朽的防治应遵守以下原则：

确定合理的采伐年龄。不论任何树种和任何环境条件，腐朽株率和腐朽材积均随林龄的增高而增长，因此，应根据不同的立地条件为每一树种确定一个合理的采伐年龄，以协调林木生长速率与腐朽增长率之间的矛盾，减少木材损失。

加强抚育，保持林内卫生。除了对林分进行抚育采伐外，还应进行卫生伐，清除病腐木。有计划地清除林木上引起腐朽的子实体，以减少侵染来源。若林分病腐率超过 40% 时，应有计划地在近几年内采伐利用。行道树，公园树或其他珍贵树木修枝后，最好用保护药剂涂抹伤口，以免病菌侵染。

营林时防止各种损伤。很多木腐菌主要由伤口侵入，如柄生波氏孔菌 *Postia stiptica* 主要通过机器伤口侵入树木，因此营林时要尽力避免各种机械损伤，从而能够减少部分腐朽病害。选用抗病品种是人工林防止腐朽病害发生的最主要方法。

对公园树和行道树每年要通过敲击树干和打孔法定期检查，对心材已经腐朽的树木，尽管它们外观看起来还很健康，也要及时清除，特别是有台风经过的地区，更应该逐年对公园树和行道树进行腐朽检查。对有保护价值的古树，要采取加固、支撑等特殊办法进行保护。

本书的材料来源

主要根据作者在过去12年对我国主要林区实地考察、采样和室内鉴定的研究结果，但有些种类的分布等参考了其他发表材料。实地考察的林区主要有：内蒙古和黑龙江的大兴安岭（2003）、黑龙江的小兴安岭（1999, 2002）、黑龙江和吉林的张广才岭（1995, 1997）、吉林东部的长白山脉（1993, 1995, 1997, 1998, 2002）、辽宁东部的千山山脉（1995, 1998, 2003, 2004）、辽宁冰砬山森林公园（2003）、内蒙古的大青沟保护区（2002）、内蒙古沙地云杉保护区（2003）、天津八仙山森林公园（2003）、山东的泰山（2003）、山西历山和中条山、江苏的紫金山（2003）、华北的百花山和雾灵山（1993, 2002, 2003）、宁夏和内蒙古的贺兰山（2003）、青海的祁连山（2003）、西藏的林芝地区（2004）、陕西的太白山（2004）、新疆的天山和阿尔泰山（2004）、湖北的神农架（2004）、湖南的大围山和衡山（1999, 2002）、贵州的黔灵山和宽阔水（2000, 2001）、四川的九寨沟和峨眉山（2002）、云南的玉龙雪山和西双版纳（1999）、浙江的天目山、海南的尖峰岭和吊罗山（2002）。

研究方法

野外研究基于实地考察，详细记录每种病原木腐菌的生态习性、寄主、子实体新鲜时的性状、腐朽类型，对主要病原菌进行野外分离。对每种病原木腐菌的生境进行拍照，对主要病原菌造成的危害状进行记录和拍照。对每种病原菌的标本进行采集、记录和实地烘干。本书中绝大部分照片和所有病原菌的描述都基于作者实地的考察和采样。

显微研究方法主要利用 Melzer 试剂、棉兰试剂和 5% 的氢氧化钾试剂作为切片浮载剂，显微测量和绘图均在棉兰试剂的切片中进行，显微绘图借助于管状绘图仪，所有显微研究均在 Nikon E600 相差显微镜下进行。显微结构、担孢子、菌丝、刚毛、囊状体等在 Melzer 试剂中如果变黑色称之为淀粉质反应，如果变黄褐色称之为拟糊精反应，如果不变色称为负反应或无变色反应，在棉兰试剂中如果菌丝壁或孢子壁变蓝色称为嗜蓝反应，无变色称为负反应或无嗜蓝反应。每种病原木腐菌的担孢子至少在一个标本中测量 30 个以上（有很多种测量两个或多个标本的 60 个担孢子），并给出了每种担孢子的平均长、平均宽，及每个标本中担孢子平均长和平均宽的比值。担子、拟担子、囊状体、拟囊状体、子实层刚毛、菌丝状刚毛等的宽度测量于这些结构的最宽部位，它们的长度测量于它们的顶端至基部分隔处。

经鉴定共发现我国病原木腐菌 80 种，它们主要分布在担子菌门(Basidiomycota)非褶菌目(Aphyllorphales)的多孔菌科(Polyporaceae)，灵芝菌科(Ganodermataceae)，锈革孔菌科(Hymenochaetaceae)，伏革菌科(Corticaceae)，肉齿菌科(Climacodontaceae)，猴头菌科(Hericiaceae)，裂褶菌科(Schizophyllaceae)；少数种类属于伞菌目(Agaricales)的口蘑科(Tricholomataceae)，小皮伞菌科(Marasmiaceae)，绣球菌科(Sparassidaceae)和球盖菇科(Strophariaceae)，它们中大多数种类造成白色腐朽，少数导致褐色腐朽。本书中病原木腐菌的排列顺序按拉丁属名字母排列，同属的种类按种加词母列排列，真菌定名人名称的缩写基于国际最新的缩写标准(Brummit & Powel 1992, <http://www.indexfungorum.org/AuthorsOfFungalNames.htm>)。所有研究标本保存在中国科学院沈阳应用生态研究所标本馆。

1. 栎生多孢孔菌

Abundisporus quercicola Y.C. Dai, Ann. Bot. Fennici, 39: 171, 2002

子实体 担子果多年生，无柄盖形，单生；新鲜时木栓质，无嗅无味，干后木质，重量中度变轻。菌盖蹄形，长可达7 cm，宽可达5 cm，基部厚可达5 cm。菌盖上表面黑灰色至黑色，从基部向边缘颜色渐浅，光滑，有明显且宽的同心环区；边缘钝。孔口表面新鲜时乳白色，干后变为浅棕黄色，无折光反应；不育边缘明显，可达5 mm宽；管口近圆形，每毫米5~7个；管口边厚且全缘。菌肉黑褐色，新鲜时木栓质，干后硬木栓质至木质，厚可达30 mm。菌管暗褐色，比菌肉颜色浅，多层，分层明显，菌管层间有一薄菌肉层，长可达20 mm。

菌丝结构 菌丝系统二体系至三体系；生殖菌丝有锁状联合；所有菌丝在Melzer试剂中呈拟糊精反应；在棉蓝试剂中菌丝壁呈嗜蓝反应；在KOH试剂中菌丝组织无变化。

菌肉 生殖菌丝占少数，无色，薄壁，锁状联合常见，偶尔分枝，直径为2~4 μm；骨架菌丝占多数，黄褐色至锈褐色，厚壁，具一窄内腔，偶尔分枝，弯曲，交织排列，直径为3~6 μm。

菌管 生殖菌丝占少数，无色，薄壁，通常有锁状联合并偶尔分枝，直径为2~3.5 μm；骨架菌丝占多数，金黄色，厚壁，具一窄内腔，常分枝，直径为3~5 μm。缠绕菌丝强烈弯曲，厚壁，几乎实心，直径为2~4 μm。子实层无囊状体和拟囊状体；担子桶形，着生4个担孢子梗，基部有锁状联合，大小为14~19 × 9~12 μm；拟担子占多数，类球形至桶形；子实层细胞间有大量的次生菌丝存在，次生菌丝无色，薄壁，常分枝并具锁状联合，直径为2~4.5 μm。

孢子 担孢子窄卵圆形，不平截，向顶部渐窄，黄色，光滑，厚壁，在Melzer试剂中呈负反应，未成熟孢子在棉蓝试剂中其壁呈嗜蓝反应，大小为6.8~8.8 × 4.2~5 μm，平均长为7.62 μm，平均宽为4.69 μm，长宽比为1.63。

危害 造成栎属树木干部心材白色腐朽。

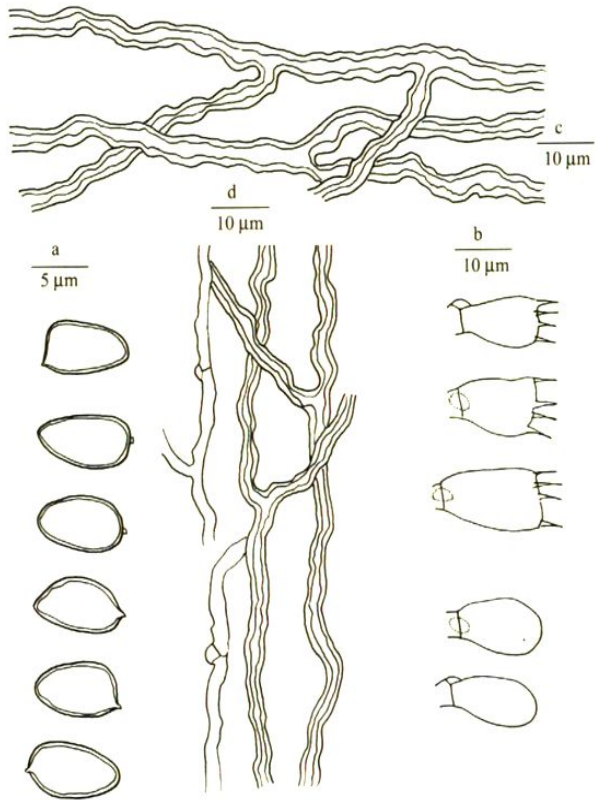
中国分布 云南。

世界分布 目前只发现于中国云南。

讨论 栎生多孢孔菌的生态习性及其宏观形态与灵芝属的一些种类相似，该种在云南西部只侵染栎属树木。该菌造成的病害零星分布在林分内，没有发病中心，因此可能通过孢子侵染活立木，造成心材白色腐朽，腐朽可达树干5 m以上，虽然该菌造成白色腐朽，但腐朽木材却为黄褐色。由于腐朽通常只发生在心材，树木的边材和形成层未受影响，所以被侵染的树木仍可生活多年甚至几十年。但随心材腐朽的加剧，特别是腐朽逐步向树干上部发展，受害木在后期往往风折后死亡。该菌一般不侵染幼树，子实体通常发现在大树和老树上，清除活立木上已经出现的子实体能大大减少孢子的侵染源，但已经被侵染的树木很难防治。该病害虽然目前只发现于云南西部 (Dai et al. 2002)，但很可能广泛分布在贵州、四川和西藏。



栎生多孢孔菌 *Abundisporus quercicola* 的担子果



栎生多孢孔菌 *Abundisporus quercicola* 的显微结构
a: 担孢子; b: 担子和拟担子; c: 菌肉菌丝; d: 菌髓菌丝。

2. 粗柄假芝

Amauroderma elmerianum Murrill, Bull. Torrey Bot. Club, 34: 475, 1907

— *Ganoderma elmerianum* (Murrill) Sacc. & Trott., In Syll. Fung., 21: 305, 1912

子实体 担子果一年生，有柄或近无柄，通常覆瓦状叠生，有时单生；新鲜时软木栓质，干燥后变为木质，且重量明显变轻。菌盖半圆形、圆形或扇形，长8~12 cm，宽6~10 cm，基部厚0.4~1.1 cm。菌盖上表面初期有微细绒毛，后期变为粗糙，灰褐色或褐色，干燥后几乎黑褐色，有同心环沟和放射状皱纹，无漆样光泽；边缘锐，波浪状，灰白色。管口表面灰色，触摸后迅速变为血红色，最后变为黑色；不育的边缘明显，宽达3 mm，灰色；管口近圆形，每毫米5~7个；管口边缘薄且全缘。菌肉灰褐色，软木栓质，干燥后变为黑色，硬木质，厚达5 mm；菌盖上表面形成一硬皮壳。菌管一层，灰褐色至黑色，木栓质，长达0.6 cm。菌柄偏生，偶有中生，圆柱形，有时似念珠状，与菌盖同色，常弯曲，有细微绒毛，长7~14 cm，直径为5~12 mm。

菌丝结构 菌丝系统三体系；生殖菌丝有锁状联合；骨架菌丝和缠绕菌丝在Melzer试剂中无变色反应；在棉蓝试剂中有强嗜蓝反应；在KOH试剂中菌丝组织变黑。

菌肉 生殖菌丝占少数，无色，薄壁，通常分枝，直径为2.8~3.5 μm；骨架菌丝占多数，黄褐色，厚壁，内腔宽或窄，有时几乎实心，大量树状分枝，交织排列，直径为5~7 μm。分枝菌丝最终形成缠绕菌丝，缠绕菌丝广泛存在，黄褐色，厚壁，内腔窄至几乎实心。

菌管 生殖菌丝占少数，一般存在于亚子实层，无色，薄壁，通常分枝，直径为2~3 μm；骨架菌丝占多数，黄褐色，厚壁，有一中等程度宽的内腔，大量树状分枝，骨架菌丝大致平行于菌管排列，直径为3~7 μm；分枝菌丝最终形成缠绕菌丝，缠绕菌丝交织排列。皮壳构造似栅栏形，厚100~150 μm，黑褐色；组成皮壳的菌丝棍棒状，大约平行排列，厚壁，大量分隔形成近球形细胞。菌丝在菌柄中与菌肉中相似。子实层中无囊状体，由担子和拟担子组成；担子圆桶形，着生4个担孢子梗，基部有一锁状联合，大小为17~21 × 9~12 μm；拟担子占多数，圆桶形至球形，比担子稍小。

孢子 担孢子广椭圆形，浅褐色，双层壁，外壁平滑，无色，内壁有小刺，在Melzer试剂中无变色反应，在棉蓝试剂中呈弱嗜蓝反应，大小为9~11 × 8~9.5 μm，平均长为10.50 μm，平均宽为8.93 μm，长宽比为1.17。

危害 造成台湾相思树等阔叶树活立木干基白色腐朽。

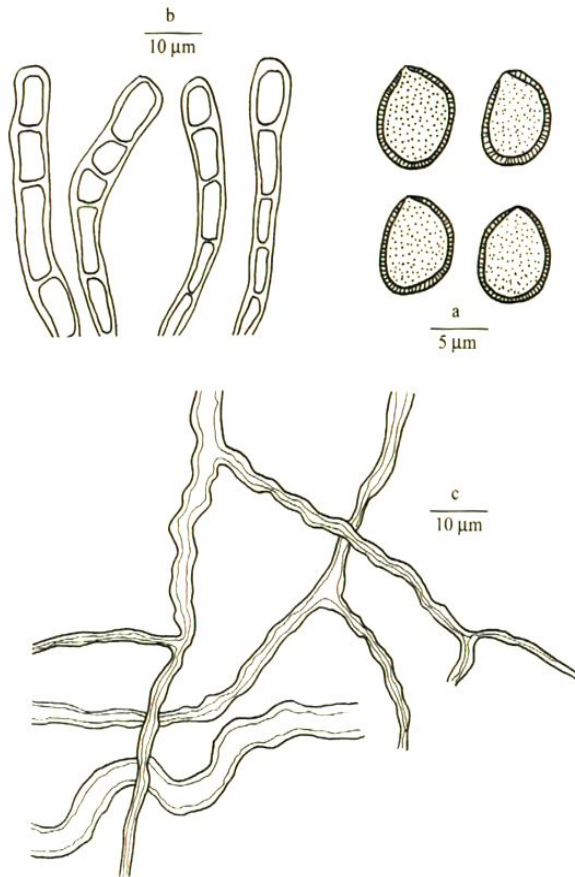
中国分布 海南。

世界分布 菲律宾、马来西亚、泰国、越南。

讨论 粗柄假芝描述于菲律宾，是泛热带种类，到目前已广泛发现于东南亚地区，我国的海南很可能是该种分布的最北限。该种最重要的特点是其新鲜的担子果在触摸后变成血红色，并最终变为黑色。由于过去认为假芝的重要性不大，以前也未见假芝种类引起林木病害的报道。粗柄假芝过去一直报道为一种腐生真菌(赵继鼎、张小青 2000)，但粗柄假芝生长在台湾相思树活立木的根基部，有的生长在已经死亡的台湾相思树根基部，经锯伐后，发现其干基已经被粗柄假芝(戴玉成等 2004)所腐朽。



粗柄假芝 *Amauroderma elmerianum* 的担子果



粗柄假芝 *Amauroderma elmerianum* 的显微结构
 a: 担孢子; b: 皮壳拟栅栏状结构; c: 菌肉菌丝。

3. 环带小薄孔菌

Antrodiella zonata (Berk.) Ryvardeen, Bol. Soc. Argent. Bot. 28: 228, 1992

— *Irpex zonatus* Berk., Hooker's J. Bot. 6: 168, 1854

— *Irpex brevis* Berk., Flora New Zeal. 2: 181, 1855

— *Irpex consors* Berk., J. Linn Soc. 16: 51, 1877

— *Irpex decurrens* Berk., Grevillea 19: 109, 1891

— *Irpex kusanoi* Henn. & Shirai, Bot. Jahrb. 28: 267, 1900

— *Irpiciporus japonicus* Murrill, Mycologia 1: 166, 1909

子实体 担子果一年生，平伏至无柄盖形，通常大量的菌盖覆瓦状叠生，有时可达数百个叠生；新鲜时无特殊气味，革质，干燥后变为硬革质或脆革质。单个菌盖长可达5 cm，宽可达3 cm，厚可达0.5 cm，平伏的担子果长可达30 cm，宽达20 cm。菌盖上表面新鲜时为橘黄色至黄褐色，手触后变为暗褐色，有明显的同心环带；边缘锐，鲜黄色，干后内卷。孔口表面橘黄褐色至黄褐色，无折光反应，未成熟担子果及成熟担子果边缘部分的子实层体为孔状；管口近圆形，每毫米2~3个；管口边缘薄，撕裂状；成熟子实层体为裂齿状，菌齿紧密排列，每毫米2~4个；不育的边缘非常窄至几乎没有。菌肉奶油色至浅黄色，有时鲜黄色，木栓质，厚达4 mm。菌管或菌齿单层，黄褐色，新鲜时革质，干后脆革质至硬纤维质，长达8 mm。

菌丝结构 菌丝系统二体系；生殖菌丝有锁状联合；所有菌丝在Melzer试剂中无变色反应；在棉蓝试剂中菌丝壁呈嗜蓝反应；在氢氧化钾试剂中组织无变化。

菌肉 生殖菌丝无色，薄壁，通常分枝，直径为2.2~3.8 μm；骨架菌丝占多数，无色至淡黄色，厚壁至几乎实心，不分枝，弯曲，略胶质化，所有菌丝交织排列，直径为3~4 μm。

菌管 菌髓菌丝与菌肉菌丝相似，但比菌肉菌丝稍细；骨架菌丝有一明显内腔，平行于菌管或菌齿排列，胶质化，有时覆盖结晶。纺锤型拟囊状体常见；亚子实层不明显；担子棍棒形，着生4个担孢子梗和一基部锁状联合，大小为18~24 × 4~5.5 μm；拟担子占多数，短棒形至桶形，比担子明显小。

孢子 担孢子广椭圆形，无色，薄壁，平滑，在Melzer试剂和棉蓝试剂中均无变色反应，大小为4.4~6 × 3~4 μm，平均长为5.14 μm，平均宽为3.39 μm，长宽比为1.44~1.59。

危害 造成多种阔叶树活立木心材白色腐朽。

中国分布 云南、贵州、江苏、四川、浙江、湖南、湖北。

世界分布 新西兰、澳大利亚、阿根廷、印度、泰国、越南。

讨论 小薄孔菌属的种类一般为腐生，只有环带小薄孔菌能够生于活立木上，但它也不专性寄生，在倒木及腐朽木上也能生长，因此，环带小薄孔菌是一种兼性腐生菌。环带小薄孔菌广泛分布在我国亚热带地区，是常见的木腐菌种类之一。由于环带小薄孔菌只造成活立木心材腐朽，通常的危害是风折死亡。该菌既危害大树、老树，也危害小树、幼树。由于该菌形成大量、黄褐色、覆瓦状叠生的子实体，因此很容易识别。该菌的子实层体成熟时虽然呈齿状，但其显微结构与多孔菌的小薄孔菌属极为相似，故仍属于多孔菌 (Dai 2004)。



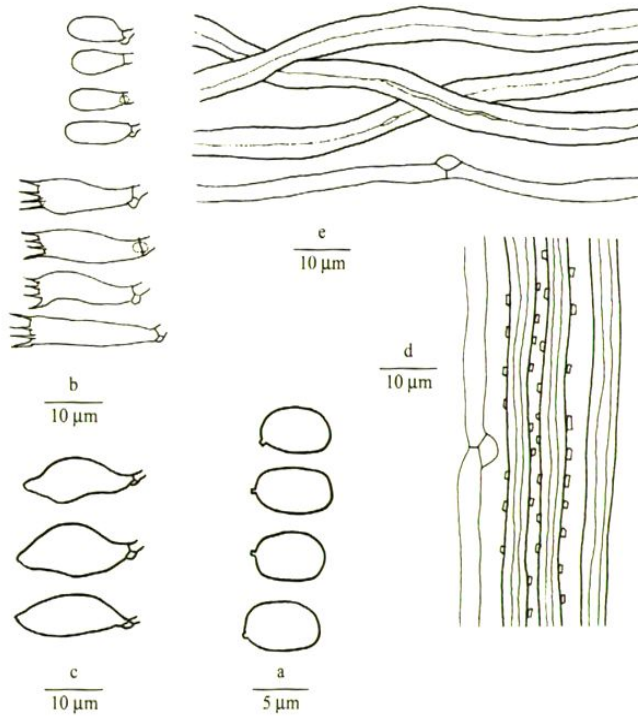
环带小薄孔菌 *Antrodiella zonata* 的担子果



环带小薄孔菌 *Antrodiella zonata* 的担子果



环带小薄孔菌 *Antrodiella zonata* 的担子果



环带小薄孔菌 *Antrodiella zonata* 的显微结构

a: 担孢子; b: 担子和拟担子; c: 拟囊状体; d: 菌髓菌丝; e: 菌肉菌丝。

4. 奥氏蜜环菌

- Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink, Vysok. Skola Zemed. V Brné. Vyzn. Rádem Prace, p. 42, 1973
— *Armillaria laricina* (Bolton: Fr.) Sacc., Syll. Fung. 5: 81, 1887
— *Armillaria obscura* (Schaeff.) Herink, Vysok. Skola Zemed. V Brné. Vyzn. Rádem Prace, p. 42, 1973
— *Armillaria polymyces* (Pers.: Fr.) Singer & Cléménçon, Nova Hedw. 23: 311, 1972

子实体 担子果一年生，有柄，通常数个群生；新鲜时肉质，无嗅无味，干后脆质，重量明显变轻。菌盖幼时半球型至钟型，有时也呈圆锥型，然后变为凸镜型，偶尔乳突状，成熟时圆形，平展或稍凹，直径3~12 cm，中部厚5~20 mm。菌盖表面新鲜时浅橙色、橙褐色、亮褐色、褐色至红褐色，有黑褐色的鳞片；鳞片尖端直立并反卷，在菌盖中央厚密，向边缘逐渐稀疏；菌盖表面干后变为黄褐色至红褐色，无环带，粗糙；边缘钝或锐，干后内卷。菌褶表面新鲜时乳白色，干后变为橙褐色，菌褶密，不等长，通常直生，脆质。菌肉新鲜时乳白色，肉质，无环带，干后软木栓质，厚达5 mm。菌褶红褐色，比菌肉颜色深，木栓质或脆质，长达5 mm。菌柄中生，长3~17 cm，上部直径5~22 mm；幼时柄基膨大成棍棒状，成熟后多等粗，纤维质；幼时菌柄上部乳白色，中部橙灰色，基部褐色，成熟菌柄上部浅橙色、橙灰色、橙褐色，中部橙褐色、亮褐色，基部褐色、黑褐色，菌柄上星块状分布着白色或浅黄色的绒毛状菌幕残留物，有时在这些菌幕残留物上也长有黑褐色直立的毛发状鳞片；鳞片颜色与菌盖相同；菌柄基部密布浅黄色的纤毛，菌柄上有时具纵条纹，条纹有时扭曲。

菌丝结构 菌丝系统一体系；所有隔膜或有锁状联合或简单分隔；所有菌丝在Melzer和棉蓝试剂中呈负反应；在KOH试剂中菌丝组织无变化。

菌肉 菌肉菌丝无色或浅黄色，薄壁至略厚壁，常分枝，多具简单分隔，平直或略弯曲，有些菌丝略膨胀，规则排列，直径通常为6~9 μm，膨胀菌丝直径可达16 μm。

菌褶 菌髓菌丝无色，薄壁，多分枝，非常频繁分隔，具锁状联合或简单分隔，弯曲，疏松交织排列，直径为3~7 μm，有些菌丝通常膨胀，直径可达22 μm。子实层中无囊状体和拟囊状体；担子近棍棒状，具4小梗并在基部具一锁状联合，大小为28~38 × 8~11 μm；拟担子的形状与担子相似，但略小。

孢子 担孢子椭圆形，无色，薄壁，平滑，通常有一大液泡，菌盖上孢子厚壁，在Melzer和棉蓝试剂中均无反应，大小为8.8~10.8 × 5.6~6.5 μm，平均长为9.13 μm，平均宽为6.03 μm，长宽比为1.51。

危害 造成多种针叶和阔叶树根部白色腐朽。

中国分布 黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北。

世界分布 广泛分布在北半球的针阔叶林中。

讨论 主要危害兴安落叶松、红松、沙冷杉和鱼鳞云杉，也偶尔危害多种阔叶树，造成树根白色腐朽，广泛分布于小兴安岭和长白山地区，对红松、落叶松的人工林危害最大，也发生于天然林分。过去文献报道我国东北地区的树木根朽病的病原是蜜环菌 *Armillaria mellea* (Vahl: Fr.) P. Kumm., 但近来的研究表明，我国东北的病原蜜环菌株只与奥氏蜜环菌交配融合，因此确认中国东北地区造成树木根朽病的蜜环菌为奥氏蜜环菌 (秦国夫等 1999, 2000)。