

木雕文物的褐腐菌害

陈元生 解玉林 徐文娟

(上海博物馆文物保护与考古科学实验室 上海 200231)

摘要: 为对一尊唐代木雕佛像严重朽蚀的原因进行调查,用扫描电镜观察,对样品的综纤维素、木质素含量等进行分析测定,并对菌进行培养。实验结果表明,木材纤维中有菌丝,真菌孢子,经一定温湿度培养后,腐朽木材上的孢子有发展,说明该真菌在原介质上存活,在合适的环境条件下,将会继续起菌害作用。分析数据说明,综纤维素含量大大降低,木质素的相对百分比含量大大升高,这是综纤维素及其相伴生的戊聚糖受真菌破坏分解的结果。此等菌害的表现应该是属褐腐菌对木材破坏的结果。由于褐腐菌对木材短时间内就能产生强大的破坏力,因此,对木质文物的保护要特别重视褐腐菌的侵害。

关键词: 木雕佛像;褐腐菌;纤维素;半纤维素;木质素

中图分类号: K876.6;K854.3 **文献标识码:** A

1 引言

木材受微生物之害造成木材材质的降解,腐蚀,这在自然界环境中普遍存在,其经济损失十分严重。腐朽菌有两大类:细菌和真菌。处于水环境或饱湿土壤中的木材通常以细菌引起的腐蚀为主,地面环境中的木材则是以真菌腐蚀为主。木质材料文物也是同样情况,受到过或正在遭受这两大类菌的侵蚀。古代饱水木质文物的朽蚀是细菌侵袭的结果,这已为许多古遗址、沉船中饱水木材的调查研究得到证实^[1,2];地面文物(古建筑,博物馆木雕藏品包括考古发掘品)发生微生物损害的研究结果表明大多为真菌所致^[3,4,5]。但日本奈良药师寺,根津神社,东照宫等处的木构建筑也发生过褐色腐朽菌的侵害,特别是褐腐菌中最具破坏力的一种特殊菌:干朽菌(*Serpula lacrymans* 原名为 *Merulius lacrymans*)。木建筑遭菌害后,有的目测木材损伤虽不严重,但木质已经粉化,失去强度,负重的圆立柱会产生倾斜;有的则是局部腐蚀严重。美国波士顿艺术博物馆,纽约大都会博物馆中古埃及木质藏品(棺木,木雕像,家具,其他木制品)的材质腐朽鉴定结果,也证实褐腐菌害在这些文物上屡屡发生。褐腐菌害的后果是使木材变得极其脆弱,很小的压力就能使木材细胞崩塌,碎成粉末。褐腐菌害对木质文物的破坏不能忽视。

最近,我们接受了一项加固木雕佛像的任务。该佛像周身遍布裂缝,特别是佛像下部朽蚀十分严重,出现纵横裂缝,木材裂成许多小块,有的从断面还可观察到木材被朽蚀分离成薄片状(图1、2,见彩版插页3)。碎片不时散落,用手捏压即成粉末。此等状况的木材朽蚀究若为何,是木材年久老化还是菌腐所致,在外观上并无明显的生霉痕迹,因此原因难于确定。对此我们进行了实验分析。

2 实验方法

2.1 扫描电镜分析

材料:木雕佛像的腐朽碎片。

制样:取腐朽残片断面,经喷金后,用 JEOL JSM 6360LV 扫描电镜观察,拍摄的电镜照片见图3和图4。

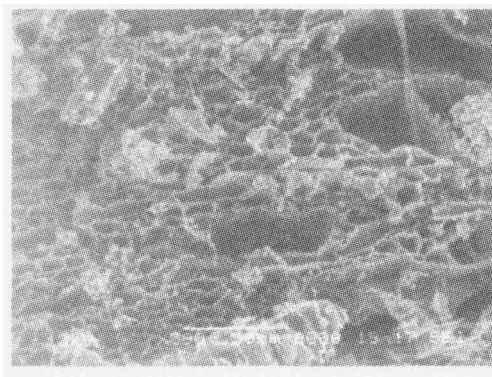


图3 腐朽残片上的菌的菌丝

Fig.3 The hyphae on degraded wood

收稿日期:2003-05-13;修回日期:2003-07-10

第一作者信息:陈元生,男,1935年生,1963年毕业于上海市业余工大,化工专业,研究员

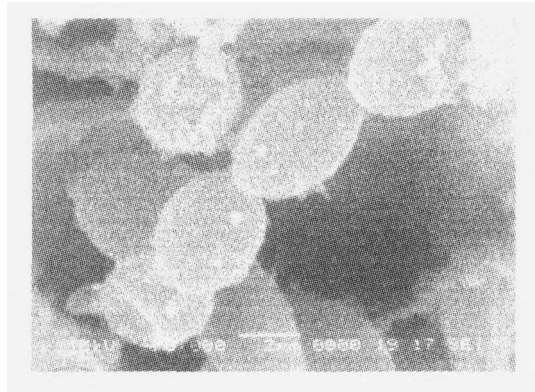


图 4 腐朽残片上的菌的孢子

Fig.4 The spores on degraded wood

2.2 化学分析

试样处理:取腐朽残片放入研钵中研碎,过筛,截取能通过 40 目筛,但不能通过 60 目筛的细末,作以下分析。

2.2.1 pH 测定 准确称取试样,置于索氏抽提器中,加入 50mL 蒸馏水,在恒温加热器上反复抽提,用 WTW pH 计测定萃取液的 pH 值。

2.2.2 水分测定 精确称取(准确至 0.0001g)试样置于洁净且已烘干至恒重的扁形称量瓶中,放入烘箱,在 $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 中烘干至恒重,用下列公式计算水分。

$$X = (G - G_1) / G \times 100\%$$

式中, X 为水分含量, G 为试样烘前的重量(g), G_1 为试样烘后的重量(g)。

2.2.3 苯-醇抽提物的测定^[6] 准确称取试样,用预先经苯-醇抽提过的滤纸包好,置于索氏抽提器中,加入苯-醇混合液,装上冷凝器。并将仪器放于 90°C 恒温水浴中,使抽提液循环每小时不小于 5 次,如此抽提 6 小时。抽提完毕,取出试样小包,再回收一部分溶剂,直至底瓶剩少量苯-醇液为止。将底瓶中内容物全部转移至已恒重的称量瓶中。然后将称量瓶置于水浴上,加热以蒸去多余溶剂。最后称量瓶置于 $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 烘箱中至恒重。苯-醇抽提物 Y 用下列计算。

$$G_1 / (G_2(1 - X)) \times 100\%$$

式中, G_1 为烘干残余物重,在 $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 烘箱中至恒重, G_2 为风干试样重(g), X 为水分含量。

2.2.4 综纤维素测定^[6] 经苯-醇抽提的试样包风干后,解开滤纸包,仔细移入 250mL 锥形瓶中,加入 65mL 蒸馏水,一定的冰醋酸和亚氯酸钠,摇匀,于 75°C 恒温水浴中加热 1 小时。一小時后再加入同样的冰醋酸和亚氯酸钠,如此重复,直至试样变白。最后将锥形瓶从水浴中取出,用冰水冷却,用已经恒重的 $1G_2$ 玻璃滤器过滤,洗涤至中性,最后用丙酮洗涤

三次。将滤器放入 $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 烘箱中至恒重。用下列公式计算综纤维素含量。

$$X_1 = G / G_1 \times 100\%$$

式中, X_1 为综纤维素含量, G 为烘干的综纤维素重量(g), G_1 为绝干试样重量(g)。

2.2.5 木质素测定^[6] 经苯-醇抽提的试样包风干后,解开滤纸包,仔细移入 250mL 锥形瓶中。加入预先冷至 $12 \sim 15^\circ\text{C}$ 的 72% 的硫酸 15mL 摇荡,使试样全部为酸所浸,然后将锥形瓶放于 $18 \sim 20^\circ\text{C}$ 的恒温槽中保温 2 小时。到时间后,锥形瓶中全部内容物转移至 1000mL 锥形瓶中,然后加水稀释至酸的浓度为 3%,加热煮沸 4 小时,期间,不断加水,使体积不变。然后,用已经恒重的 $1G_2$ 玻璃滤器过滤,洗涤,至洗液用 10% 氯化钡溶液试之,不出现浑浊。将滤器放入 $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 烘箱中至恒重。用下列公式计算木质素含量。

$$X_2 = G / G_2 \times 100\%$$

式中, X_2 为木质素含量, G 为烘干的木素残渣重量(g), G_1 为绝干试样重量(g)。

2.3 菌的培养

将腐朽碎片置于 RH 95% 的盐饱和溶液的容器中,放入 20°C 的恒温箱中培养二星期后取出制样,电镜观察照片见图 5 和图 6。

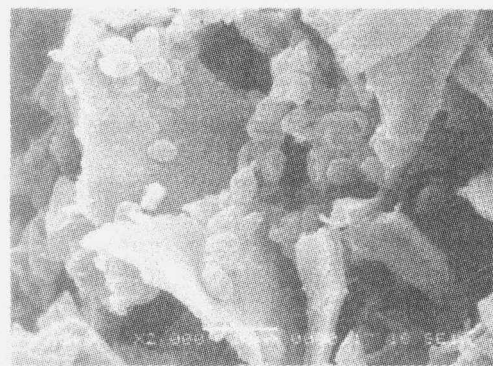


图 5 培养后孢子发芽和生长

Fig.5 The spores can sprout and grow after culturing

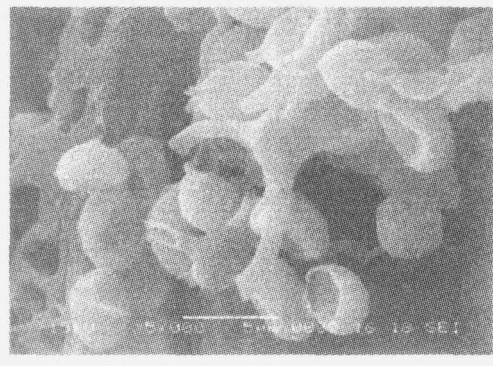


图 6 发芽孢子的细部

Fig.6 The details of sprouting spores

3 实验结果

扫描电镜照片显示腐朽碎片中长有菌丝和孢子(图3、4)。在木材中的孢子中培养后还存活发芽(图5、6)。pH、水分、苯-醇抽提物、综纤维素、木质素的测定结果见表1。

表1 腐朽木雕残样分析结果

Table 1 The components of degraded wood (%)	
项 目	结 果
pH	4.8
水分含量	9.26
苯-醇抽提物含量	6.99
木质素含量	43.74
综纤维素含量	28.76

4 讨 论

(1) 褐腐多见于建筑的门柱近地面部位和考古发掘受潮过的木制品。博物馆藏品一般处于不太潮湿的环境中,还未见有此菌害发生的报道。此木雕佛像长期收藏在博物馆中,其含水量仅9.26%,并未达到菌容易生长的环境条件(真菌在含水率为20%以下时,生命活动就受到抑制)。似乎是应该对木雕文物无大碍,但事实使我们不能对此抱乐观的态势。木材在较干燥的情况下也常有发生所谓“干腐”现象^[7,8]。这是一属干腐菌类,菌丝能从其它地方吸收并运送湿气和养分,使较干的木材变湿而腐败。

(2) 褐腐菌对木材短时间内就能产生强大的破坏力,有试验报道^[9]12个星期它们就使木材样品丧失80%—100%的强度,25%—40%的重量。我们曾对朽蚀木材的密度进行过粗略地测定(由于样品原因),其密度仅0.19。这说明该木材重量已经有较多的损失。因此,强度随之消失也就十分自然。

(3) 该佛像的木材材种经专家鉴定是柳木,耐腐蚀性差,可能也是容易遭受褐腐菌侵害的重要原因。木质文物的保护要特别重视褐腐菌的早期发现。

(4) 木材褐腐产生纵横开裂瓦解裂成小块,这样的症状常见的是由干朽菌(*Serpula lacrymans*)造成的。这是褐腐菌中最具破坏力的一种特殊菌,原名为*Merulius lacrymans*。木雕佛像也产生此种症状,但木雕中的菌是否即是此菌,我们未作子实体培养鉴定,尚有待研究。

5 结 论

(1) 腐朽木材碎片检测并培养有大量存活真菌孢子和菌丝,可以有理由认为腐朽的主要因素是菌的侵染。

(2) 化学分析结果:综纤维素(纤维素,半纤维素)28.76%(而阔叶材的综纤维素平均含量一般是72.00%),木质素的含量43.74%(旱柳木质素含量应是20.84%),苯-醇抽提物6.99%(旱柳苯-醇抽提物是2.43%)^[6]。分析数据中综纤维素含量大大低于原阔叶木中的含量,这是木材纤维素及其相伴生的戊聚糖被真菌分解破坏而丧失的结果。木质素、树脂等成分的相对含量百分比大大升高,则是由于这些木材中的组分,未受菌的分解,绝对含量基本保持未变,相对含量随纤维素的减少而增大。分解纤维素,留下木质素这是褐腐菌害的主要特征。

(3) 木雕佛像腐朽的表现状态与有关著作中^[10,11]描述的“木材出现纵横破裂,瓦解裂成小块,完全类似于火烧后木材表面的炭块”褐腐后期病灶一致。根据以上三点可以认定木雕佛像朽蚀病因是褐腐菌害。

参考文献:

[1] Robert A Blanchette. A review of microbial deterioration found in archaeological wood from different environments [J]. Int Biodet Biogr, 2000, 46: 189-204.

[2] Robert A Blanchette. An evaluation of different forms of deterioration found in archaeological wood [J]. Int Biodet, 1991, 28: 3-22.

[3] 文化财虫害研究所. 文化财虫害保存必携 [M]. 1980. 29-31.

[4] 文化财虫害研究所. 文化财虫害防治 [M]. 1987. 99-118.

[5] Robert A Blanchette et al. Assessment of deterioration in archaeological wood from ancient Egypt [J]. J Am Inst Conserv, 1994, 33(1): 55-70.

[6] 南京林业大学. 木材化学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1991.

Nanjing Forestry University. Chemistry of wood [M]. Beijing: Forestry Press of China, 1991.

[7] 郑止善. 木材保存学 [M]. 北京: 科学技术出版社, 1957.

ZHENG Zhi-shan. Conservation of wood [M]. Beijing: Science and Technology Press, 1957.

[8] Onions A H S et al. Smith's introduction to industrial mycology [M]. Edward Arnold, 1981. 95-97.

[9] Simon F Curling et al. Experimental method to quantify progressive stages of decay of wood by basidiomycete fungi [J]. Int Biodet Biogr, 2002, 49: 13-20.

[10] 汪秉全. 木材科技词典 [M]. 北京: 科学出版社, 1985.

WANG Bing-quan. Dictionary of science and technology of wood [M]. Beijing: Science Press, 1985.

[11] 哈洛 W M, 彭海源译. 木材内幕 [M]. 北京: 中国林业出版社, Harlo W M. translated by PENG Hai-yuan. Inside Wood [M]. Beijing: Forestry Press of China, 1984.

Degradation of wooden – carved Buddha caused by brown – rot fungi

CHEN Yuan – sheng XIE Yu – lin XU Wen – juan

(Research laboratory for Conservation and Archaeology, Shanghai Museum, Shanghai 200231)

Abstract: A wooden – carved Buddha dated from Tang Dynasty stored in museum has decayed seriously, especially, at the lower portions of the Buddha. The cracks and fissures appeared all over the wooden statue. The degraded wood was extremely fragile and lost its strength. They can be easily crushed to dust – like powder. The fragment cracked down from the wood occasionally.

The causes of the decay of the statue were examined by chemical analysis, SEM, and culture of fungi. From the SEM examination, the fungal hyphae and spores were found in the wood. After the culture, the spores were still surviving and sprouting. The results of chemical analysis showed that the lignin content of the decayed wood was more than that of the undecayed wood, and the contents of cellulose, hemicellulose were less than that of the undecayed wood. These showed that the cellulose and hemicellulose must be decomposed by fungi and the lignin left. The fungi that breakdown only cellulose produce the friability, so the degradation of the wooden carved Buddha must be caused by brown – rot fungi.

One of the most destructive brown – rot fungi is *Serpula lacrymans*, also called “dry – rot”. Timber damaged by this fungus has a typical cubical cracking and residual wood is brown. The similar symptom can be found on the other wooden – carved Buddha.

Brown – rot fungi depolymerize cellulose rapidly during incipient stages of wood colonization. Considerable loss of wood strength occurs very early in the decaying process. These fungi have serious impact on wooden cultural property. It is better to control the brown – rot fungi as early as possible.

Key words: Wooden – carved Buddha; Brown – rot fungi; Cellulose; Hemi – cellulose; Lignin

· 通 讯 ·

关于延期召开“中国文物保护技术协会 第三届学术年会”的通知

因故将原定 2003 年 11 月召开的中国文物保护技术协会第三届学术年会,延期至 2004 年 4 月初在浙江省杭州市举行。这次年会以“贯彻新文物保护法,促进文物科技发展”为主题,进行文物科技成果的展示和学术交流。

学术交流范围包括:

1. 学习新文物法,在文物科技工作中贯彻“十六字方针”;
2. 大型遗址饱水木构件的保护研究;
3. 出土文物和馆藏文物的保护与修复研究;
4. 古建筑、石窟寺等室外文物保护单位的修缮与保护

研究;

5. 文物的科学技术研究及实验室(科技)考古。

附:报名表

内容可以包括发表与未发表的文物科技成果、学术论文、工作报告、心得体会。采取“文责自负”的原则。

参加会议者(包括观摩、学习者)请填写报名表于 2003 年 12 月 31 日以前送交中国文物保护技术协会秘书处(100009 北京故宫博物院內中国文物保护技术协会秘书处,电话:85117338 侯雁)。

提交论文、报告者请于 2004 年 1 月 31 日前将一份软盘及两份打印稿寄至协会秘书处(论文格式见稿样)。以便会前完成《论文集》的出版工作。

中国文物保护技术协会秘书处

2003 年 9 月 15 日

姓 名	单位(通讯地址及邮政编码)	职务职称	论文、报告或意欲讨论的题目	联系电话

说明:原已报名者请重新确认。



图1 木雕佛像的现状
Fig 1 The situation of wood-carved Buddha

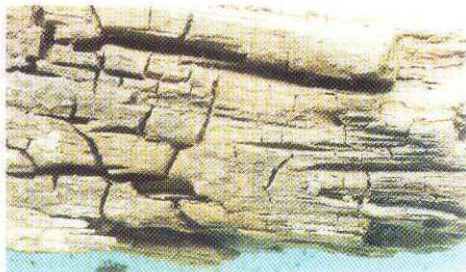


图2 木雕佛像朽蚀细部
Fig.2 The detail of the degraded Buddha



图1 用连二亚硫酸钠脱色样品处理前后的颜色变化
Fig.1 Colour change of samples before and after being treated by using sodium dithionite

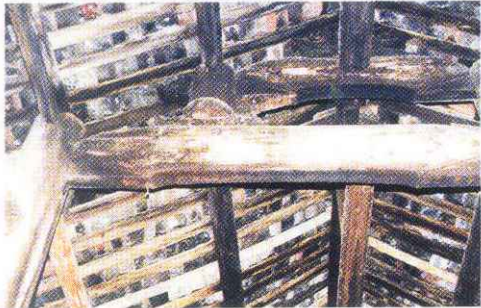


图7 广西富川百柱庙古建筑彩绘加固前现状
Fig.7 The condition of building before reinforcement

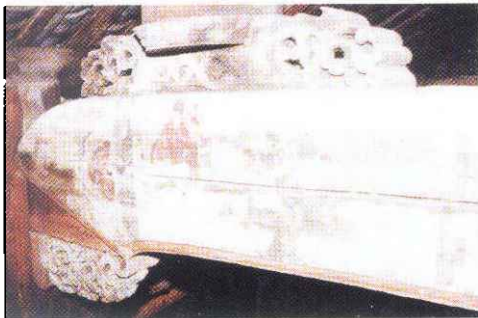


图8 广西富川百柱庙古建筑彩绘清除灰尘后现状
Fig.8 The condition of the building after clearing dirt



图9 广西富川百柱庙古建筑彩绘加固修复后现状
Fig 9 The condition of the building after restoration

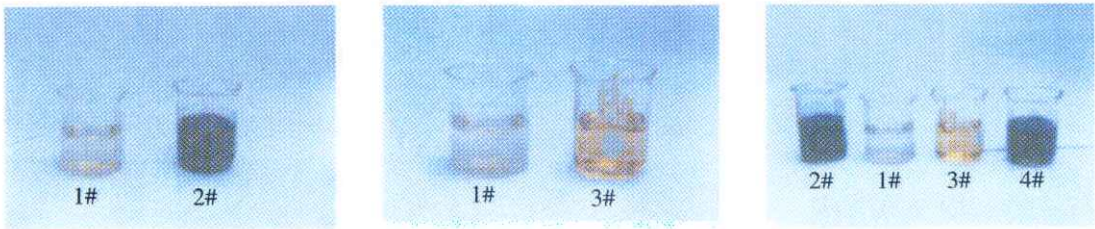


图3 溶液颜色的变化
Fig 3 The change of solution colour