

法隆寺金堂焼損壁体の黒斑と黴

江 本 義 数

奈良法隆寺は我国最古の木造建造物として世界的にも貴重なものであり、国宝に指定された有名なものである。然るにこの金堂は、昭和24年1月24日に火を失って一部焼損し、そのため外陣周辺に飾られた壁画も無残な形態となったことは、かえすがえすも残念至極のことであった。そしてこの焼損壁体*は、その後厚さを半減して背面から尿素樹脂を注入して固められ、表面はアクリル樹脂を以て画面の剝落を防いで、宝物館北側に特に収蔵庫が建てられ、その内に焼損の有様そのまま保存されている。以後これら化学的保存処置のもたらす彩色への影響の有無についての経年調査を本研究所物理研究室の人々が当たっていた。

昭和35年5月、この壁体に雲形の黒色斑点があり(第1図)、しかもそれが微少なながら増大するというので、カビではないかとの疑問がもたれ、これを調査することになった。

問題の斑点は、注意して見ると指摘された以外に第1号壁から第12号壁においても相当大的な黒斑が拡がっているのが発見された。これは恐らく罹災以前に起っていたと考えられたのである。

焼損壁体面の黒斑

前述のように、これ等の壁体面には大小の黒斑部が認められた、次に各壁について黒斑の分布を記す(第2図)。

第1号壁：左側下端より100cmの所に巾30cm、高さ45cmにわたり、また右側下端より154cmから194cmに至る間にも小黒斑が認められた。

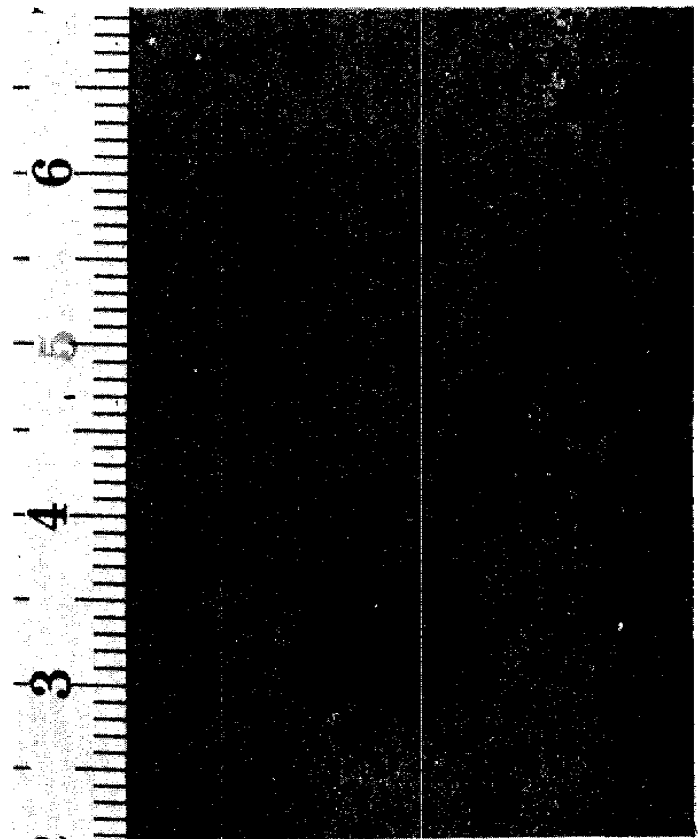
第2号壁：左側下端より高さ63-190cm、巾25cm。また右側80cmから120cm、凸状に散在、そして85cmの所で約80cmに突出。

第3号壁：左側下端より79cmの所に巾5cm、右側下端より110cm、縁より40cm附近に円形斑。

第4号壁：左側下端より142cm附近に少量の斑点。

第5号壁：著しい黒斑は見られず。

第6号壁：黒斑は著しくない。



第1図 第1号壁本尊右下にある黒斑。3個の内、下のものは表面を削り取った痕跡。(昭和35.7.23)

* 桜井高景：法隆寺焼損壁体の修理について古文化財の科学号：1. 昭27.11.(1952)

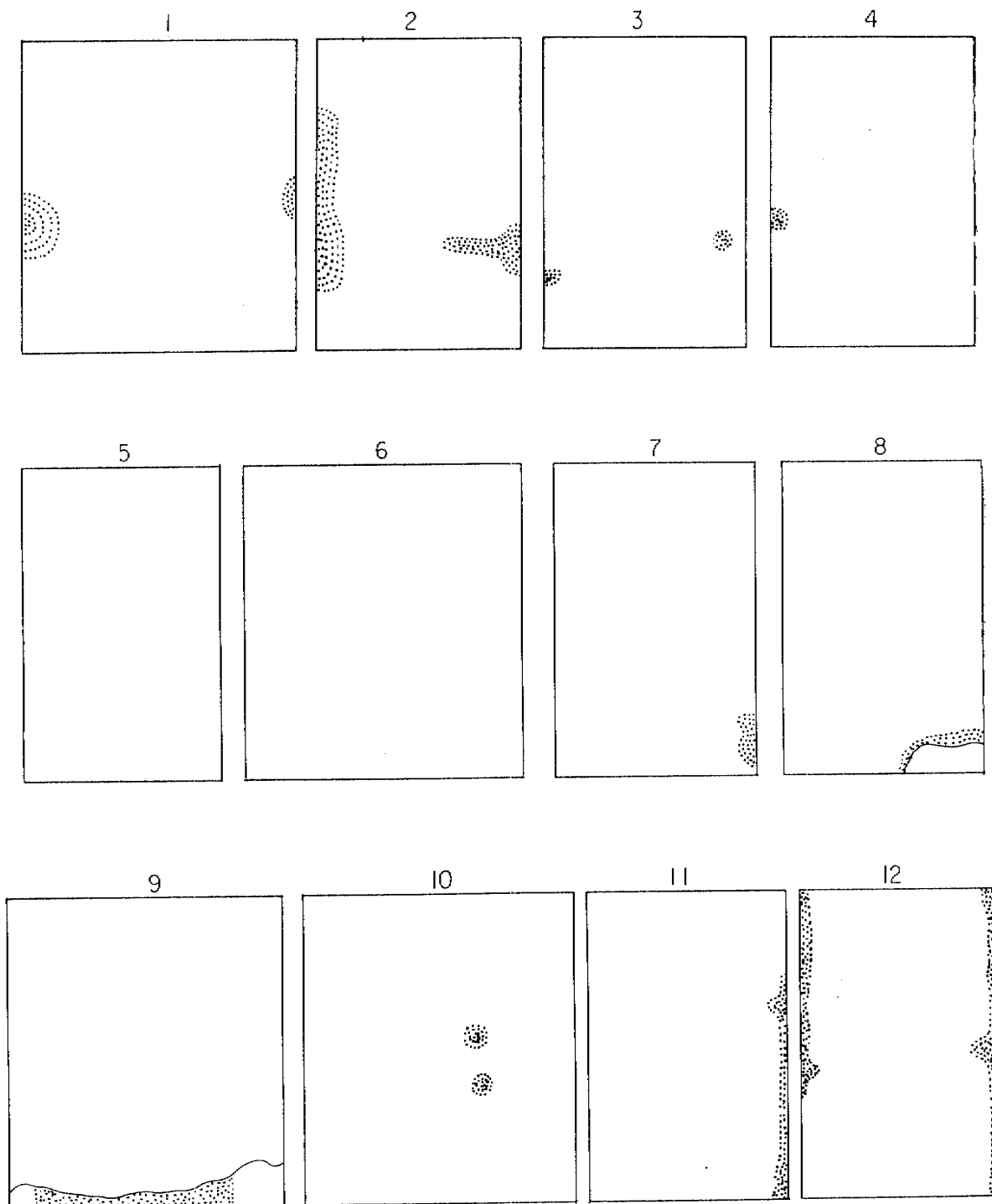
桜井高景，岩崎友吉：法隆寺金堂火災後の科学的処置について，美術研究 167：99. 昭28.2.(1953)

第7号壁：右側下端より 55 cm まで巾 4 cm に見られる。

第8号壁：右側下方疵線に沿い高さ 18-32 cm に見られる。

第9号壁：下部疵跡以下の部分に黒斑あり。なお同じく左側より 33 cm, 右側より 52 cm を区切った範囲に白絹状の発生がある。

第10号：壁中央部に2個所, 下端より 177 cm, 右端より 105 cm, 及び下端より 126 cm, 右端より 100 cm に略円形をなす。



第2図 焼損壁体面の黒斑の分布

第11号壁：右側だけにあり、下端 34 cm より上に 212 cm、そして 165 cm の所で 23 cm の突出部がある。

第12号壁：左側下端より 150 cm から上端まで巾 10-15 cm、殊に 146 cm の所は突出 35 cm に達する。

以上の外に所々に小黒斑があり、就中前述の1号壁中央左側の雲形黒斑等が疑問を持たれたものである右側にも同様に認められる。

そこでカビと目された黒色の斑点について当時の松下美術工芸課長（現文化財鑑査官）の承認を得て、第1号壁及び第10号壁から、これ等斑点を削り取ったが、何分樹脂で硬化されたためになかなか困難を感じた。出来るだけ慎重に削った痕はやはり灰黒色が残っていた（第1図下方の黒斑）。そしてこの資料を検鏡すると、孢子または菌糸片は全く見られず、たゞ多数の小顆粒が認められたのみで、従って壁面の黒斑はカビそのものではないことが明らかとなった。またこれら斑点は第4号壁から第8号壁（南より西側）はあまり見られず、第9号壁から第3号壁（北より東側）となるに従って多くなる傾向があり、一方収蔵当初庫内に入ると臭気が甚だしく、また目にしみて涙を流したそうであるが、今回の調査時には目にしみること、臭気（Formalin らしい）は南及び西側に著しく感ぜられ、殊に第4号、5号壁辺が最も強い、然るに北及び東側にはあまり感じない。このことから斑点と臭気とは何等かの関係があるかと察せられたのである。そしてこの斑点がカビそれ自身でなく、また樹脂によるとも考えられないのである。

収蔵庫内外の空中菌

この黒斑が微生物によるものならば、収蔵庫内の空中に浮遊するものとの関係があると思われるので、庫内の空気中に幾何の菌があるか、またその種類を知ると共に庫外のそれと比較する必要がある。それで昭和35年7月下旬から Czapek 液、麦芽汁及び肉汁寒天培地（後には麦芽汁寒天のみ）、9 cm ペトリ皿を用いて例の如く落下法によって空中微生物（主としてカビ）を採取した。曝露時間は庫内初めは2分、5分、後には5分、庫外は2分とした。採取は昭和35年4回、36～38年各2回、39年1回行った。その結果は次表の通りである（第1表）。

これを見ると、庫内の微生物数は割合に少数で、庫外の空気中には多数であるのは当然である。尤も庫内でも1回相当数にのぼったことがある（昭和38年7月）。これ等から多数の菌株を分離培養することが出来、次の菌種を得たのである。

収蔵庫内

1. *Alternaria* sp. 2. *Aspergillus fumigatus* 3. *Aspergillus versicolor* 4. *Aspergillus* spp. 5. *Cladosporium herbarum* 6. *Cladosporium* sp. 7. *Epicoccum purpurascens* 8. *Nigrospora* sp. 9. *Papularia* sp. 10. *Penicillium rubrum* 11. *Penicillium* spp. 12. *Stemphylium* sp.

収蔵庫外

1. *Alternaria* sp. 2. *Cladosporium herbarum* 3. *Cladosporium* sp. 4. *Curvularia* sp. 5. *Fusarium* sp. 6. *Mortierella* sp. 7. *Penicillium* spp. 8. *Stemphylium* sp. 9. *Streptomyces* sp. (放線菌)

以上の内、内外両者に共通している種は *Alternaria* sp. *Cladosporium herbarum*, *Cladosporium* sp. *Penicillium* sp. で、その内でも *Cladosporium herbarum* は相当多数に上ることを発見した。

第1表 法隆寺収蔵庫内外の空中微生物数

年 月 日	曝露時間	収 蔵 庫 内			曝露時間	収 蔵 庫 外			摘 要
		Czapek 寒 天	肉汁寒天	温度 C°		Czapek 寒 天	肉汁寒天	温度 C°	
35. 7. 22	2分	1, 2	2, 8	28	2分	5, 3	9, 5	34.5	快晴, 微西風
"	5	4, 0	1, 6						
" 23	2	6, 1	2, 3	31	2	4, 2	12, 6	36.0	快晴, 微南風
"	5	4, 3	9, 12						
35. 11. 18	2	麦芽汁寒天 0, 0	1, 0	10	2	麦芽汁寒天 28, 27	36, 30	16.0	曇, 無風
"	5	2, 0	1, 1						
" 19	2	1, 0	1, 1		2	3, 3	2, 8		曇, 無風
"	5	1, 0	1, 0						
36. 6. 7	2	1, 2	4, 6	22	2	18, 27	27, 14	28	晴, 無風
"	5	2, 2	9, 4						
" 8	2	4, 5	8, 4	23	2	8, 8	14, 8	29.5	曇時々晴, 無風
"	5	9, 7	20, 16						
37. 2. 21	2	0, 2	1, 0	8	2	3, 3	3, 7	11.5	曇時々晴, 西風
"	5	2, 0	3, 2						
" 22	2	1, 0	0, 1	5	2	15, 13	23, 15	11.0	晴, 西風
"	5	0, 1	0, 1						
38. 7. 23	5	25, 18	—	25	2	12, 10	—	31.5	晴, 西風
" 24	5	18, 18	—	26	2	5, 4	—	32	晴, 西風
39. 6. 24	2	5, 3	—	25					
"	5	9, 6	—		2	74, 71	—	30°	晴, 南西風

焼損壁体面に附着する菌類

これまでに法隆寺の壁体のカビについて報告されたのは、大正9年に公刊された報告*が唯一のもののである。

この報告の「黒色層」なる項に「壁面及壁面ヨリ内部ニ於テ、黒色ヲ以テ被ハル。厚サ約一厘ノ薄キ層アリ」。この黒色物は化学的に試験されたが、その性質を明かになし得ず、また「此層ノ存在ハ、単ニ面壁面ニ於テ顕著ナルノミナラズ壁体構造ノ為メ、各壁ヨリ採取セル壁土ヲ実験セシニ原壁上塗ノ表層、補修壁ニ被ハレタル部分ニ於テモ亦同層ノ存在ヲ認メタリ」とあり、かくして黒色層は第4、第5両壁以外に確認され、これが黴菌によるかとの疑問から、京都帝国大学教授工博松本均氏に調査を委託された。同氏の研究結果によると、黒色菌は *Cladosporium* 種で、壁層の黒色もこれによるとした。なおこの種以外に2、3種のカビを得た。即ち白色の *Citromyces* と *Penicillium* 及び赤色のものが若干存在し、3種の内 *Cladosporium* 種が優占種であるという。この種は一般に甚だ広く分布しており、発育によって黒斑を生ぜしめ、特に大被害を与えることがあるのはよく知られている所である。

壁体表面には必ずや菌類の胞子が附着しており、発育し得ないでいると考えられるので、第1~12号壁体面の中央部、主として仏像の顔、頭光の部分を選び、予め綿栓試験管中に脱脂綿

* 法隆寺壁画保存方法調査報告 p. 29-31, 大正9年(1920)

を入れて殺菌，アルコール殺菌したピンセットを以て殺菌脱脂綿を取り出し壁面を拭い，試験管に戻し，帰室後殺菌水中に混じ，これから常法によって分離，培養し，次の菌種を得た。

Alternaria sp. *Aspergillus sydowi* *Cladosporium herbarum* *Cladosporium* sp.
Penicillium restrictus *Penicillium* spp. *Pestalotia* sp. *Streptomyces* sp. (放線菌)

以上2項一収蔵庫内外の空中菌，焼損壁体面に附着する菌一について，その結果をまとめると次のようである (第2表)。

第2表 法隆寺収蔵庫内外及び壁面の菌

種名	収蔵庫内	収蔵庫外	壁面
<i>Alternaria</i> sp.	+	+	+
<i>Aspergillus fumigatus</i>	+	-	-
<i>Aspergillus sydowi</i>	-	-	+
<i>Aspergillus versicolor</i>	+	-	-
<i>Aspergillus</i> sp.	+	-	-
<i>Cladosporium herbarum</i>	+	+	+
<i>Cladosporium</i> sp.	+	+	+
<i>Curvularia</i> sp.	-	+	-
<i>Epicoccum purpurascens</i>	+	-	-
<i>Fusarium</i> sp.	-	+	-
<i>Mortierella</i> sp.	-	+	-
<i>Nigrospora</i> sp.	+	-	-
<i>Papularia</i> sp.	+	-	-
<i>Penicillium restrictus</i>	-	-	+
<i>Penicillium rubrum</i>	+	-	-
<i>Penicillium</i> sp.	+	+	+
<i>Pestalotia</i> sp.	-	-	+
<i>Stemphylium</i> sp.	+	+	+
<i>Streptomyces</i> sp.	-	+	+

これから *Alternaria* sp., *Cladosporium herbarum*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* spp., *Stemphylium* sp. が共通に知られているが，やはり *Cladosporium* 種は他の種よりも多数に発見されていることは注意すべきことと考えられる。

新しく焼損壁体面に発生した菌

この事項については，調査経過を順次記述する。

昭和35年7月に調査した際に，第1-3, 8-11号壁面にカビらしい白色の小点を発見した。これは焼損当時にはなかったものである。そして昭和36年6月に一応第9号壁を選んでその下部 (補修部附近) 高さ40 cm, 巾90 cm に有機錫化合物アルコール液 (防黴剤) を吹付けた。その翌37年2月には，第3号壁に黒褐色の小点，第6号壁には小白色斑を3ヶ所，第9号壁には防黴剤吹付部以外に小白色斑が多数に発生し，また第10号壁には左端より27.2 cm, 下端より41.3 cm の範囲内にカビらしい白点が生じ，その内最大のものは3 cm×4 cm であった。そして第9号壁からの小白斑は検鏡の結果，まさしく菌糸を認めたのである。また同年4月には第9号壁防黴剤吹付部には全く白点の発生を見なかったが，他の部分には白点の増加し

たことを確認。第10号壁にも新に右側に発生を見た。そしてこれ等白点もまた糸状菌であることを確めた。

更に同年7月には、第9、10号壁共に白色斑点の増加が見られ、また第1、3号壁にも発生した。その状況を次に示す。

第1号壁：a) 左側より 8.5-13.0 cm, 下端より 90-100 cm。

b) 右側より 58-63 cm, 下端より 48-53 cm。

c) 右側より 56-76 cm, 下端より 46-55 cm。

第3号壁：右側より 32 cm, 下端より 121 cm に2点発生。

第9号壁：a) 右側より 90-140 cm, 下端より 55 cm。

b) 右側より 70.9-92 cm, 下端より 20-31 cm。

c) 右側より 56-62 cm, 下端より 12-18 cm。

殊に b) においては右側より 92 cm の所に2個比較的大きな斑点がある。1) 0.3×0.5 cm, 2) 0.5×1.5 cm。前回よりも白斑の増加を見る。

第10号壁：a) 左側より 36 cm, 下端より 24-70 cm に散在。

b) 左側より 80-100 cm, 下端より 90 cm, 相当に多く発生。



第3図 第1号壁に発生した集落は防黴剤を吹付けた後に黒斑として残る。左方亀裂に沿う3個の黒斑は既にあったものでその下のは削り取った残痕(第1図のもの)。両者を比較すると共に酷似するのを見る。

c) 右側より 60-80 cm, 下端より 55-60。

d) 右側より 100 cm, 下端より 176 cm に発生 (第5図)。

e) 左より 140 cm, 上端より 76.5-79 cm に発生, 頭光右側に2個。

それで, この第1, 3号壁にも防黴剤を吹付けた。そしてこのカビの小斑点を拭い去ると, 壁面には湿気を帯びた黒斑点が現われ, 前記既存の黒斑部の原因を暗示するかに考えられた (第3図)。然し発育したカビが死滅によってその痕跡が果して黒斑となるかは, まだ断定出来ない。

同年10月には第1号壁にまた中央部 (第4図) と右側の枠附近に下端より 95-152 cm, 巾 10-15 cm に新に発生したので1部を除き全面に防黴剤を吹付けた (後段参照)。

第2号壁: 新発生あり, 全面に防黴剤吹付。

第3号壁: 上部に少量発生。

第4号壁: 発生なし。

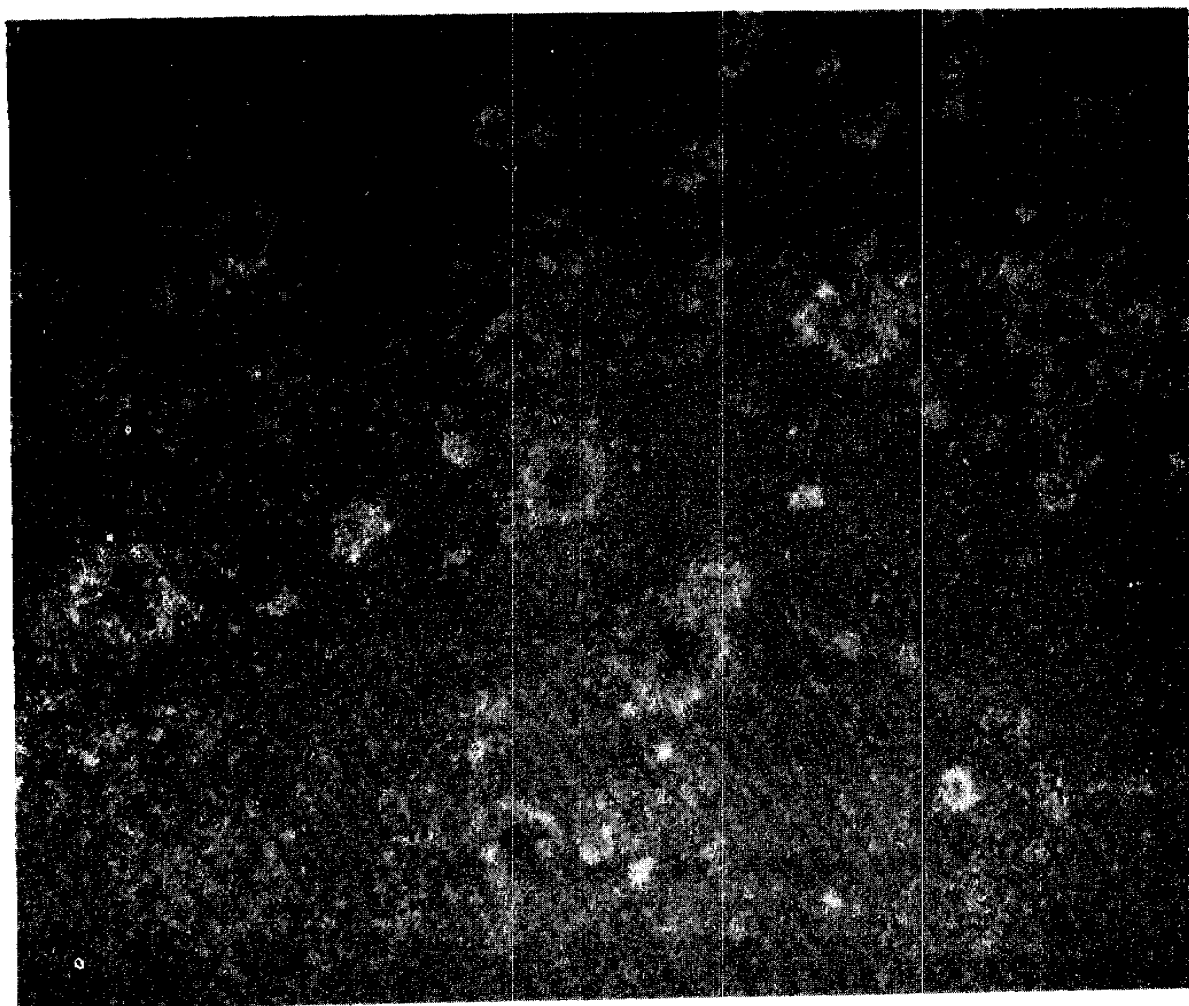
第5号壁: 発生なし。

第6号壁: 下部に少量発生。

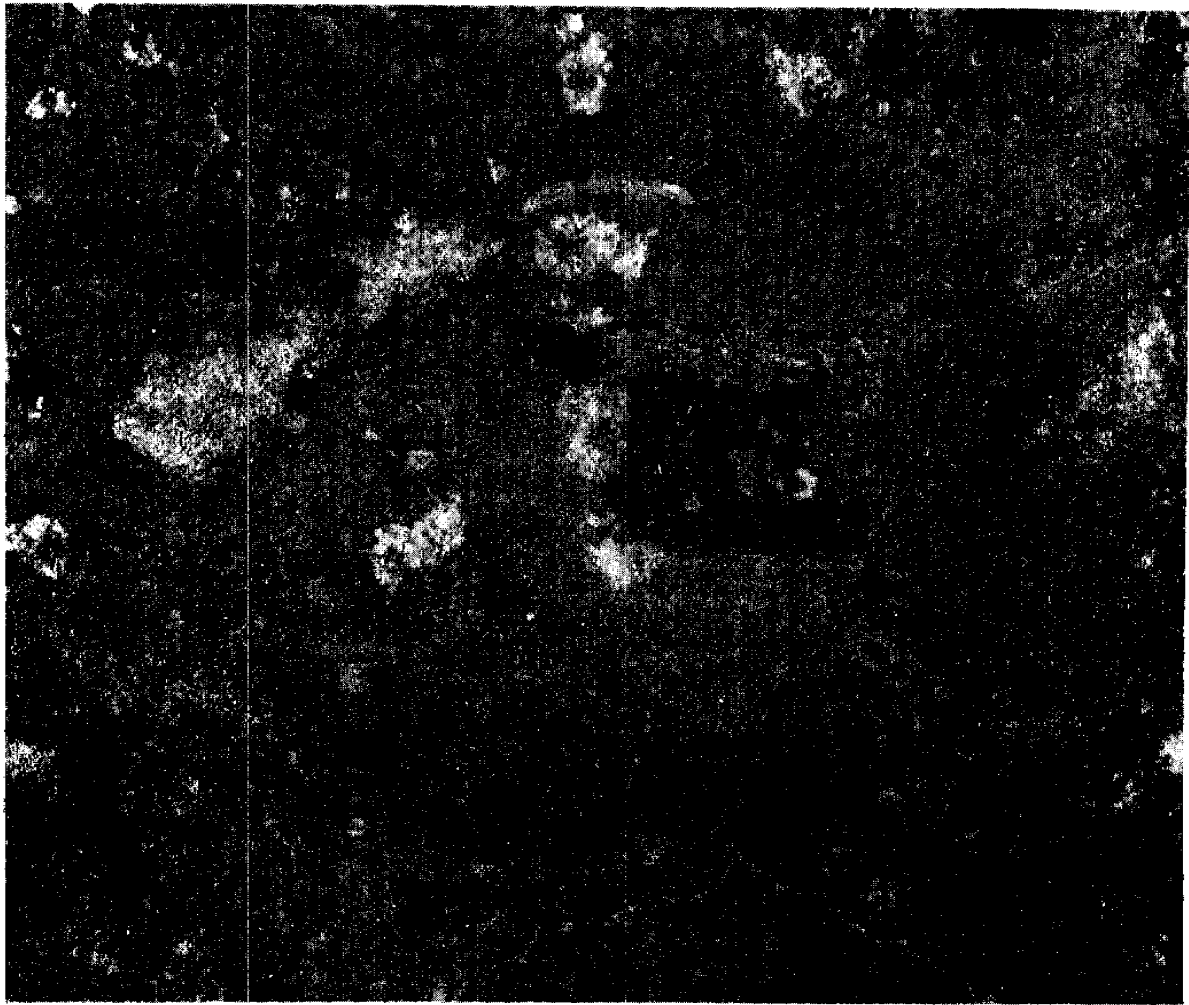
第7号壁: 発生なし。

第8号壁: 下部に発生。

第9号壁: 下部に発生, 全面に吹付。



第4図 第1号壁中央下より 26 cm, 左より 110 cm に発生した多数の集落 ×1.7
(昭和 37. 10. 12)



第5図 第10号壁下端より120cm, 右より85cm。多数のカビの集落発生 ×1.7
(昭和37. 10. 12)

第10号壁：本尊頭髪部その他に発生(第5図), 全面に吹付。

第11号壁：変化を認めず。

第12号壁：変化を認めず。

かくして同年12月, 第3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12号壁の全面に防黴剤を吹付け, これで焼損壁体全部に全面吹付を了ったのである。なお前回吹付の部分には全く異状を認めない。

昭和39年6月壁体調査を行ったが, 別にカビの発生は認められなかった。そしてその後は, あまり発生がなく, 唯小点数個が見られただけで, その都度吹付を行っており, 現在は防黴の目的は達せられたと信ずる。

なお便宜上, 新菌の防除とその培養の経過を次に表示する(第3表)。

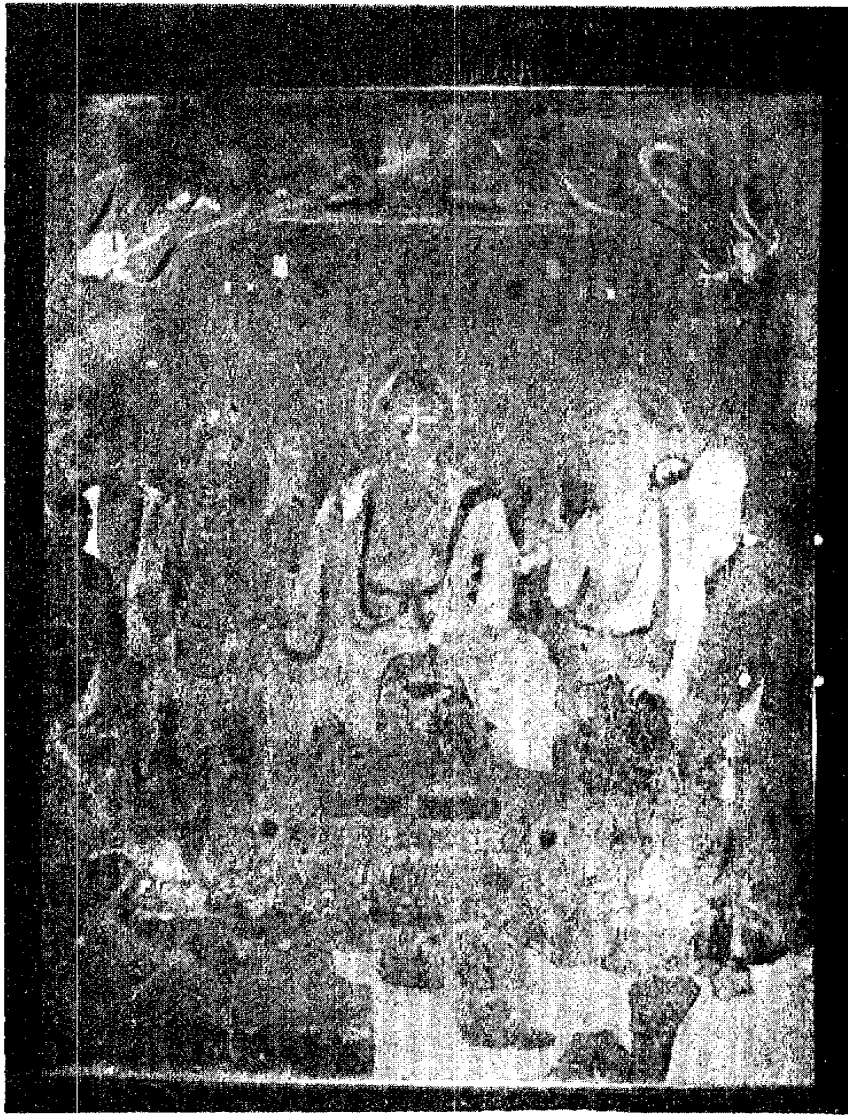
新菌による黒斑と焼損壁体面の古い黒斑部との比較

第1号焼損壁体に新に発生したカビに, 防黴剤アルコール溶液を吹付けて, 約2ヶ月後に調べると雲形の黒斑が残り, それが本調査当初疑問とされた黒斑と殆ど同じであることが認められたのである。さすれば, 生きたカビについて検査する必要がある。即ち発生したカビをそのまま長く放置しておく, どのようになるか, これによって何等かの手がかりを得られると考

第3表 新しく発生した菌の防除とその培養経過略表

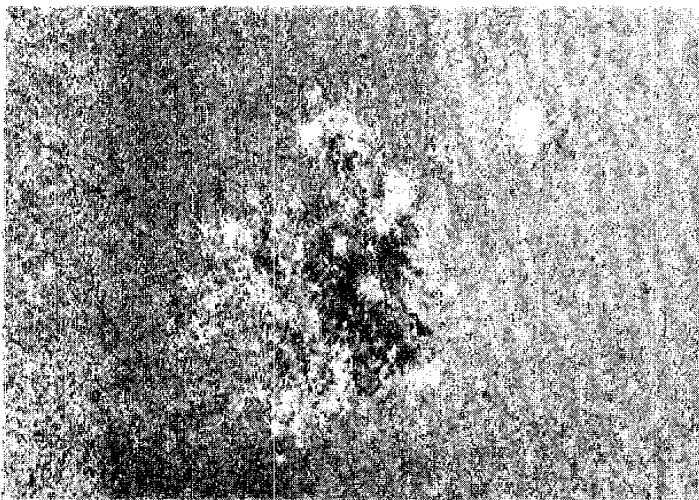
	昭 35. 7.	昭 36. 6.	昭 37. 2.	6.	7.	10.	12.	昭 38. 7.	昭 39. 6.
1号壁	カビらしいもの発生, 黒斑削取				白斑点発生分離純培養成功, 1部吹付	右側に発生, 1部除き全面吹付	異状なし		
2号壁	カビらしいもの発生					全面吹付	"		
3号壁	"		小点発生		白斑点発生, 吹付	上部少量発生	全面吹付	異状なし	
4号壁						発生なし	"	"	
5号壁						"	"	"	
6号壁			白斑3ヶ所発生			下部に発生	"	"	
7号壁						発生なし	"	"	
8号壁						下部に発生	"	"	
9号壁		下部の1部吹付	小白点多数, 菌糸発見	下部吹付部異状なし, 白点増加	白点増加, 純培養成功	下部に発生, 全面吹付	異状なし	"	
10号壁	壁面黒斑削取		左側小白点発生	菌糸発見	右側に発生, 純培養成功	全面吹付	"	"	
11号壁	"						全面吹付	"	
12号壁	"						"	"	

壁 体 調 査 全 く 異 状 な し



第6図 第1号壁 (昭和43.6.21)

右側白点の範囲は防黴剤を吹き付けの対照部 (吹付昭和37.10.13)



第7図 第1号壁右側対照部に発育する
集落 $\times 2.6$ (昭和37.12.5)

えて、次の方法を取ったのである。

丁度第1号壁の右枠に沿って、既述のように下より 95-152 cm, 巾 10-15 cm に新しく発生した部分があり、殊に大きな集落 (直径約 2.0 cm) が離れてあるので、これを中心として 41×15 cm (第6図の白点内) を新聞紙で被い対照部とし、全面に防黴剤アルコール溶液を吹き付けた (昭和37.10)。かくして本年 (昭和43.6) に至り、対照部の集落はこの間に直径 2.5cm に発育し (第7図) 後に死滅しているのを発見、その痕跡は灰黒色 (第8図)、既にある黒斑部と全く同じであるのを

確認したのである。これによって既存の黒斑の原因は多々あると思われるが、その一つは壁面に発生したカビが成育した後、死滅したためと考えられるに至った。この結果は新菌によるとはいえず、昭和35年或はそれ以前からの疑問を解き得たと信ずる次第である。

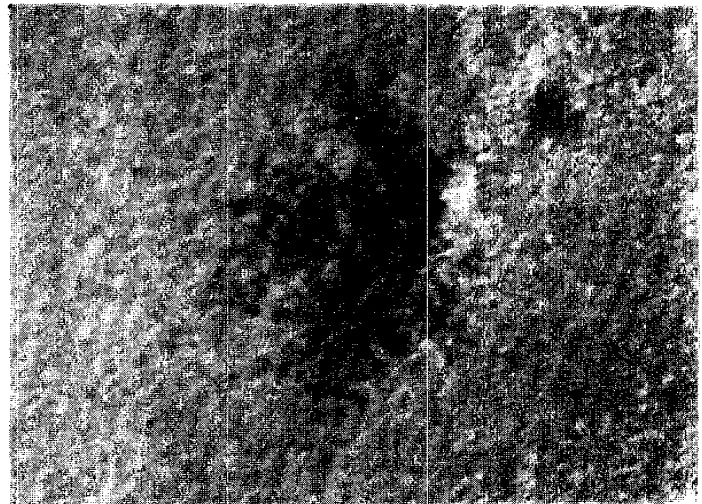
新しく発生した菌の培養と種の決定

昭和37年2月、第9号壁体面に発生した白点を検鏡して糸状菌であることを確かめ、麦芽汁寒天培地に接種したが、発生を見ずに終わったが、同年7月更に第9、10号壁、ついで第1号壁体面に新に生じた白点の小集落をなるべく雑菌のまざらぬように注意して採取し、高稠培地（麦芽寒天に15%の割合にNaClを添加）に培養、ようやく発育を見た、よって塗抹法分離を行い、この菌の純粋培養を得ることが出来た。

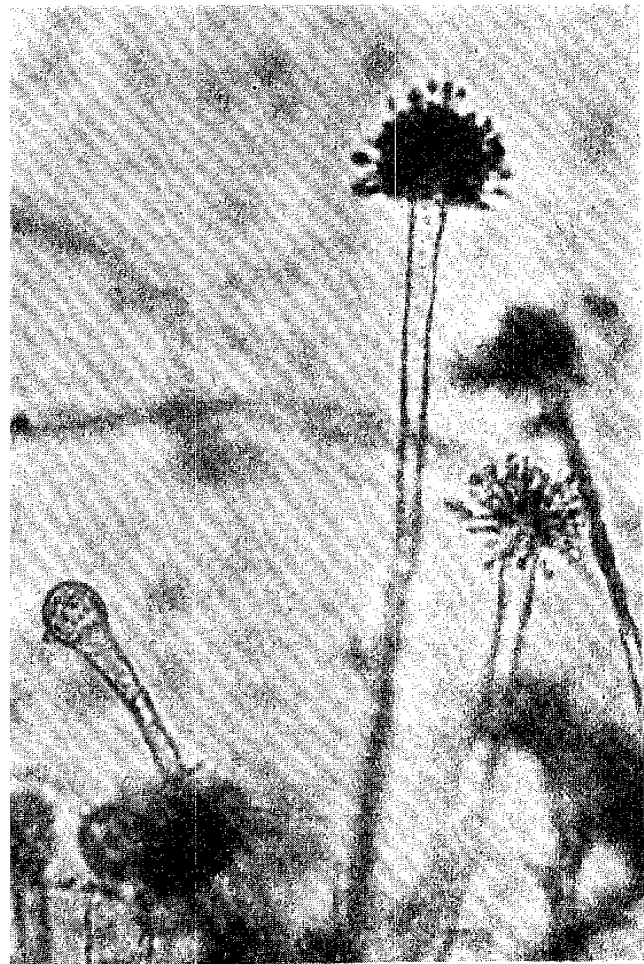
これ等第1、9、10号壁から得た糸状菌は全く同一種と考えられる。そして *Aspergillus* 属の種であること、また相当湿度の小さい状況の下に発育すると思われた。なお収蔵庫内では空中菌として前記高稠培地に発生を見なかったのは（2回行った）、この菌の個数が僅少のためにとらえることに成功しなかったと思われる。

糸状菌の形態：集落は灰緑色。菌糸の直径 2μ 。分生胞子柄の直径 6μ 。同上の頭部直径は $16-20\mu$ 。小梗は単一、第2次小梗を生ぜず、長さ 8μ 、直径 4μ 。胞子の形は球形（直径 4μ ）または略楕円形（長径 6μ 、短径 4μ ）表面は平滑。被子器を作らず（第9、10、11図）。

高稠培地に発育する *Aspergillus* の種は、これまで *Asp. vitricolae* と *Eurotium tonophilum* の2種が知られており、何れも硝子面に発生したものを分離された。これ等2種は大



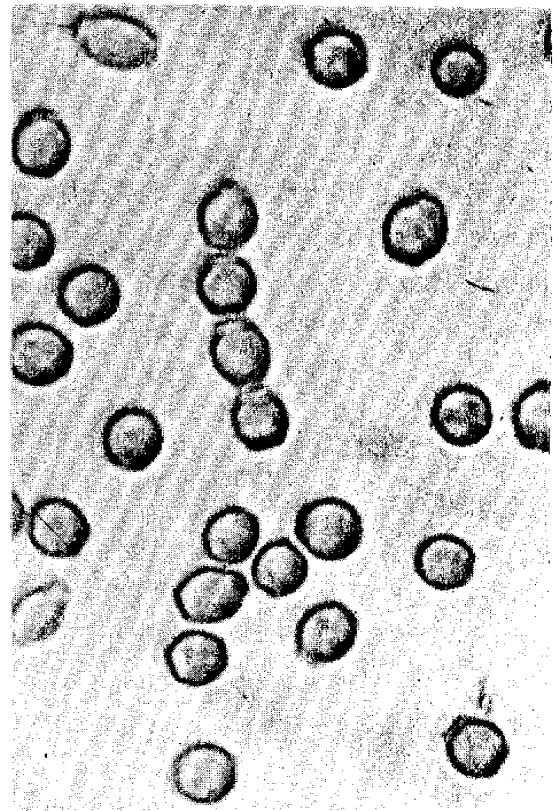
第8図 同上集落の死滅、黒斑を残す。
×2.6（昭和43.6.21）



第9図 *Aspergillus vitricolae* の
分生胞子柄 ×350



第10図 同上。分生孢子柄の頭部と小梗
×1500



第11図 同上。分生孢子 ×1500

体同様であるが、唯前者は被子器を作らぬことで、後者と区別される。大槻氏* の記述に従って蔗糖 40% 添加麦芽汁寒天培地に培養したが、被子器を作らぬので、前者 *Aspergillus vitricolae* と考えられる。

結 び

1. 収蔵庫内には空中菌は比較的少数であるが、*Cladosporium* の種が多く発見された。
2. 防黴剤として有機錫化合物アルコール溶液の吹付によって防黴の目的を達し得た。
3. 焼損壁体面の黒斑は糸状菌の発育後死滅による痕跡に起因すると考えられる。
4. 焼損壁体面に新たに発生し、死滅によって黒斑を残した糸状菌は *Aspergillus vitricolae* なる好高稠菌と考えられる。

終りに臨んで本調査研究に種々御卒力を賜った文化庁文化財鑑査官松下隆章氏、法隆寺文化財保存事務所長武井貞賢氏その他の所員に深謝致します。

昭和 43 年 12 月

生物研究室

* 大槻虎男, 須田喜子, 斉 正子: 硝子に発生する糸状菌の研究 (第1報) 発黴硝子より糸状菌の分離
資源研彙報 No. 17-18: 69., 1950.

Ohtsuki, Torao: Studies on the glass mould V. On two Species of *Aspergillus* isolated from glass. Bot. Mag. Tokyo, 75: 437, 1962.

Résumé

Yoshikadzu EMOTO: The Black Spots and Fungus on the Scorched Walls of the Main Hall, Hōryū-ji.

The Hōryū-ji Temple in Nara is famous world-wide for its oldest wooden buildings in Japan. One of them, the Main Hall, was damaged by fire in January 1949 and the wall-paintings in its interior were also sadly damaged. The burnt walls have had their surface solidified with resin and are now kept, in the state as they were after the fire, in a repository which has been built near the Main Hall.

It was discovered in about May 1960 that dark cloud-shaped spots had appeared on the walls (fig. 1) and were growing by slight degrees. There was a possibility that they were some fungi. Closer examination proved that similar spots had spread widely on the walls Nos. 1-12 (fig. 2).

We collected atmospheric fungi in and out of the repository. We also examined colonies on the wall surface, scraped the surface of the spots, and cultured them.

While this research was going on, new growth of fungi was seen on the wall surface, notably on the walls Nos. 1, 9 and 10. When we wiped the fungus colony with absorbent cotton slightly soaked with alcohol, we found that they left dark traces (figs. 3, 4, 5). It was judged that these dark marks were the causes of the spots.

In order to prevent new growth of mold, we sprayed fungicide (organic tin compound) on the twelve walls. This treatment proved a success. At this treatment we placed, for experiment, a cover on the spot in the right-side part of the wall No. 1 where there was a colony about 2 cm. in diameter (fig. 6, within the white dot enclosure, and fig. 7), and observed what would become of it. In July 1968 we saw that this colony had died after growing into the size of 2.5 cm. diameter, leaving a dark spot after it (fig. 8). The fact led us to believe that the considerably wide areas covered with dark spots had been caused by fungi.

It therefore seems plausible to think that the old dark spots were caused by earlier growth of fungi, and the new spots by fungi which grew forth recently (due to water used for fire fighting) and which was fixed there by resin film covering it. This statement is supported by the fact that nothing grew on the culture medium out of the fragments taken carefully from the colony-like spots. It also proved that the spots were caused by fungi but were not the fungi themselves.

The new fungus which grew forth on the burnt surface of No. 1, 9 and 10 proved to be of one and the same species of the *Aspergillus* genus, which grows under considerably low humidity. The fungus is judged to be *Aspergillus vitricolae*, which does not grow on the ordinary culture medium of malt agar but which grows on a

medium with 15% NaCl or 40% sucrose added to it, a fungus which forms grey-green colony and does not produce asci (fig. 9, 10, 11).

(Biological Laboratory)