

重要文化財増上寺三解脱門の燻蒸

新井英夫・森 八郎*・原田豊秋**

1. 緒 言

重要文化財増上寺三解脱門（以下三解脱門と記す）は、都営地下鉄6号線の工事計画にともない、地盤の変動による建造物への影響を考慮して、昭和45年末より上層のみを解体して工事中の地盤に対する加重を軽減し、あわせて道路に面した幅1m、長さ60m、路面下-8mから-18mに土壌硬化剤ユリロックを注入し、地下水とそれともなう土砂の流出を防ぐ方針が決定された。三解脱門の解体は昭和46年2月から始まり、解体部材は境内に整理して置かれ、地下鉄工事終了と同時に昭和47年2月から8月にかけて組立て作業が実施される予定である。なお三解脱門の塗換工事の必要性が以前より求められているので、今回の改装に際し漆塗装も実施する計画であり、最終的な工事完了は昭和48年10月と予定されている。

三解脱門上層の部材を解体整理していく過程で、小屋組材に著しい虫害が見受けられた。そこで今回の解体工事の際に虫害対策処置も実施することが望ましいとの結論を得て、文化財建築技師五十嵐牧太氏より著者等に虫害調査ならびに具体的殺虫処置の実施を依頼されたので、昭和46年5月13日、まず現地調査を行なった。その結果、わが国における文化財のビニール天幕による最大規模の燻蒸を実施したので、ここに報告する。

2. 増上寺三解脱門の沿革

徳川家康によって建造された入母屋造の二重の屋根を有する三解脱門（図-1）は、増上寺落成が慶長10年（1605）と伝えられているので、これと前後して建てられたものと考えられていた。増上寺本堂は何回かの火災にあっているが、三解脱門だけはいつも災害をまぬかれて今日まで伝えられてきた。今回解体した際に、巽（東南）上層頭貫から元和7年（1621）酉3月末日という墨書が発見されたが、これは三解脱門の建築年代を考える上で重要な資料となるであろう。三解脱門は元和7年（1621）代に建築されてから5回にわたって改造・修理・屋根替などが実施されて今日に伝えられてきた。すなわち、寛永元年（1624）に改造、元禄9年（1696）に修復、明治44年（1911）に大修繕、昭和11年（1936）に修理、昭和33年



図-1 解体前の重要文化財増上寺三解脱門

* 慶応義塾大学生物学教室教授

** 国際衛生株式会社技術研究所々長

(1958)に屋根替の棟札がある。したがって、三解脱門は建築以来はじめての解体であり、それだけに江戸時代初期の建築技術を知るうえでも貴重な資料を提供するであろう。三解脱門の桁行・梁間・軒出・軒高・建坪を表一に示した。

表一 重要文化財増上寺三解脱門の規模

| 位置 \ 項目 | 桁行 (尺) (m) | 梁間 (尺) (m) | 軒出 (尺) (m) | 軒高 (尺) (m) | 建坪 (坪) (m ²) |
|---------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------------|
| 三解脱門上層 | 67.47 (20.44) | 30.06 (9.11) | 12.62 (3.82) | 43.48 (13.17) | 56.3 (186) |
| 三解脱門下層 | 69.72 (21.13) | 32.07 (9.71) | 11.62 (3.52) | 22.80 (6.91) | 60.8 (200) |

3. 小屋組材の被害

現地調査は昭和46年5月13日に実施したが、建築材は主として松・樺・杉・桧が用いられており、中でも松材の虫害が顕著であった。赤松材の梁の全面に虫の喰痕があり、これら喰痕の著しい材から害虫の採集を行なった。この時採集した成虫ならびに幼虫から害虫の同定をした。その結果、和名ケブカシバンムシ(毛深死番虫)、学名 *Nicobium castaneum* OLIVIER であることが判明した。成虫・幼虫、被害材の表面および内部を図一に示した。

その他シロアリの喰痕も見られ、またケブカシバンムシの喰痕に腐朽菌のあとも見出された。しかし、被害材から腐朽菌は分離し得なかった。

4. 解体部材の配置

三解脱門の解体した上層部材は総計 300 m³ で、これら解体部材は、三解脱門内側の境内に図一の見取図の如く配置されていた。すなわち、小屋組の大型部材は見取図のⅠ～Ⅳ(以下これを堆積部材Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳと記す)の位置に露天積にされ、これにトタンの仮屋根を付けてあり、その容積はⅠが 840 m³, ⅡとⅢが 384 m³, Ⅳが 420 m³ である。8段重ねの升組(ますぐみ)など小型部材は見取図A～Dのプレハブ平屋建倉庫に格納されていた。この倉庫の容積はいずれも 480 m³ である。

5. 燻蒸方法

燻蒸剤には各種の薬剤があるが、森¹⁴⁾は金属顔料に対する薬剤の影響について報告しており、この結果文化財に対して最も安全であり、殺虫効果のある燻蒸剤としてメチルプロマイドを推奨してきた。したがって、今回の被害材の燻蒸剤としては主としてメチルプロマイドを使用することにした。一方プレハブ平屋建倉庫には新しい燻蒸剤として、ホストキシン⁵⁾(リン化アルミニウムとその分解促進剤を含む製剤)の錠剤を用いることにした。また堆積部材Ⅳでは混合燻蒸剤セントラルヒューム(二塩化エタン+四塩化炭素+DDVP)を併用した。

森⁶⁾は和歌山県天然記念物「根上りの松」のシロアリ燻蒸にビニールによる天幕燻蒸を実施したが、三解脱門解体部材の燻蒸はこの方法とだいたい同様である。すなわち、厚さ 0.1 mm のビニールフィルム(大洋興業 K. K. 製)を粘着テープではり合わせて大きなシートを作成し、これで燻蒸する部材を上から覆い、その上から合成樹脂の網をかけてビニール天幕を緊縛固定した。ビニール天幕の裾は、地表面の周囲に浅い(約 10~15 cm)溝を掘り、天幕の裾を溝の上から直径約 10 cm 長さ 50 cm の砂袋で押えて、メチルプロマイドの漏洩を防いだ。

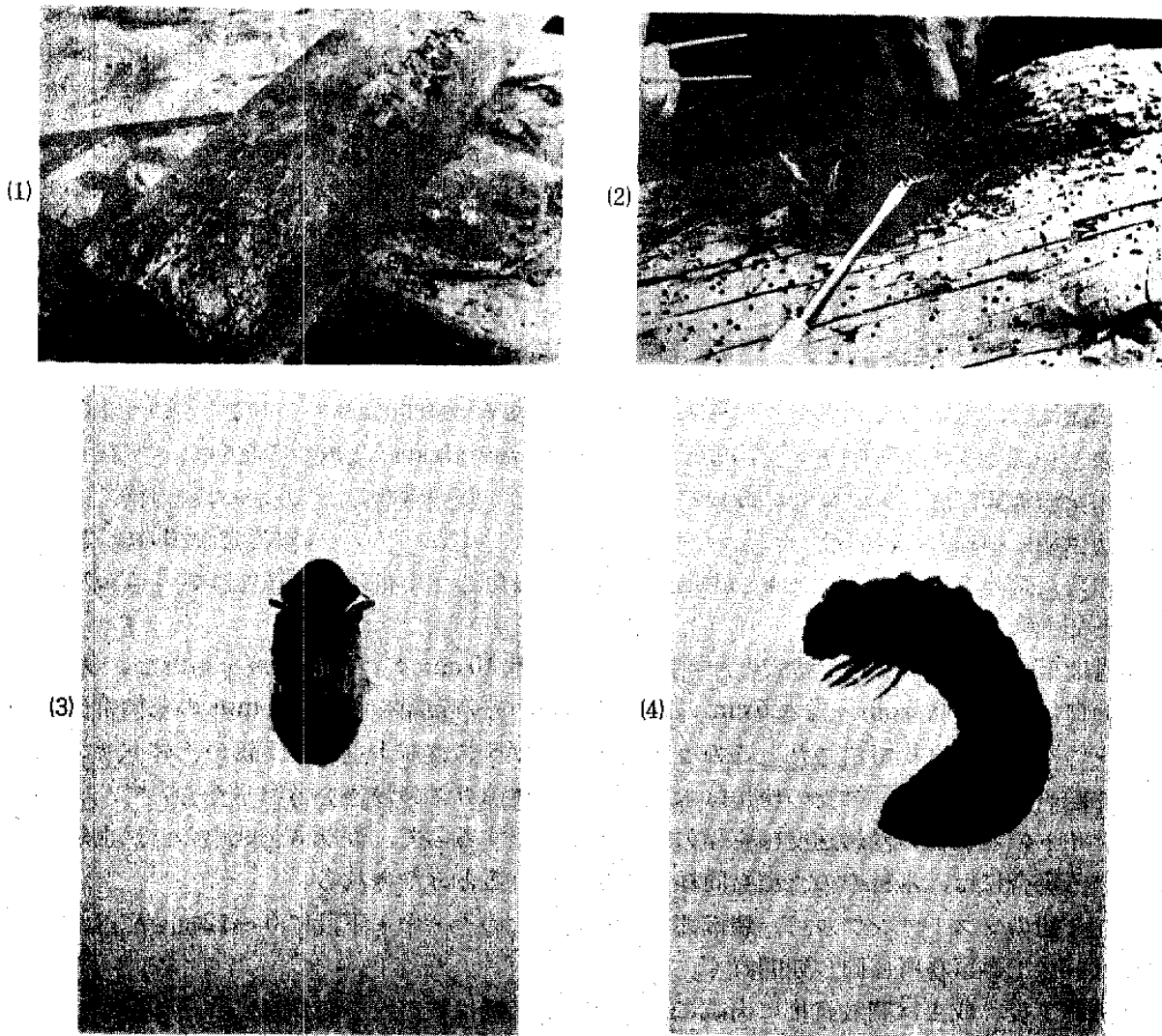


図-2 小屋組材の被害および害虫

(1)：被害材 (2)：被害材より害虫の採集 (3)：ケブカシバンムシ成虫
 (4)：ケブカシバンムシ幼虫

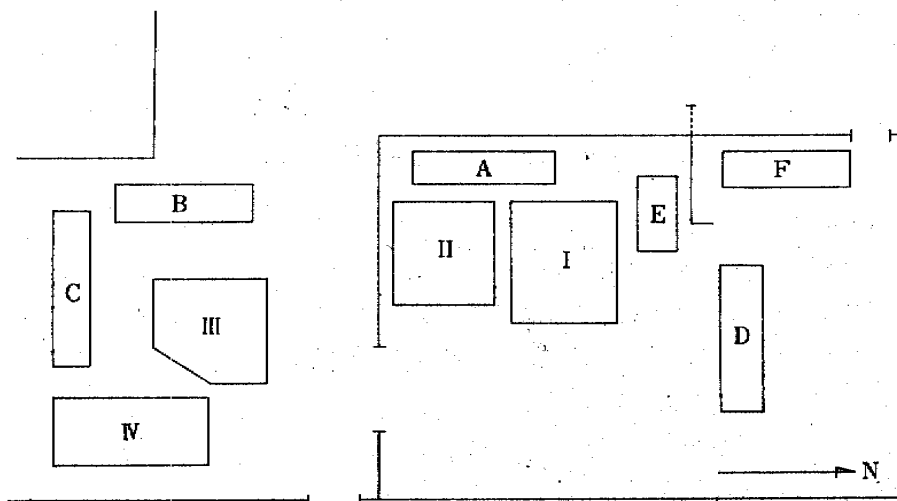


図-3 重要文化財増上寺三解脱門解体工事現場見取図

I～IV：解体した大型部材堆積置場(I)840 m³, (II)384 m³, (III)384 m³, (IV)420 m³
 A～D：小型部材を格納したプレハブ平屋建倉庫
 (A)～(D)いずれも 480 m³ F：解体工事事務所

メチルブロマイドの使用量は $20\sim 40\text{ g/m}^3$ とした。天幕燻蒸は密閉倉庫と異なり、燻蒸中のガス漏れがあるので、 20 g/m^3 以上で燻蒸した。1例を上げれば、第1回目（昭和46.7.5~46.7.9）に実施した堆積部材Ⅲ（ 384 m^3 ）では、 40 g/m^3 のメチルブロマイドを使用した。燻蒸時間は72時間を目標とした。なお、この時の日中の気温は $28^\circ\sim 30^\circ\text{C}$ であった。

燻蒸中の天幕内のガス濃度は、ガス採集管を堆積部材の中央の上段（地上2.5m）、中段（地上0.5m）、下段（地表面）に固定し、経時的に理研18型ガス検定器によって測定し、内部ガスの拡散状況を確認した。また、天幕周囲のガス漏洩は Bailstein 法の焰色反応によって調べた。

6. 燻蒸効果の判定法

供試虫には、主としてコクゾウ (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) の成虫・蛹・幼虫・卵を用い、一部コクヌストモドキ (*Tribolium castaneum* Herbst.) 成虫を用いた。すなわち、燻蒸開始前約10日間、コクゾウの成虫を玄米に放飼して産卵させる。この中の被害粒には孵化して幼虫態の中期および蛹化したものが含まれている。このコクゾウの被害玄米20gに成虫20匹を加えたものをテストサンプルの1単位とする。ただし、小布袋の容器にはさらに玄米10gを加えて供試した。

容器は $15\text{ cm}\times 18\text{ cm}$ の小布袋と、内径 $2\text{ cm}\times$ 長さ 10 cm のガラス管瓶を用いた。ガラス管瓶の口は、内径 $0.6\text{ cm}\times$ 長さ 5 cm のガラス管の一方の先端を内径 0.5 mm の毛細管にしたものをつけたコルク栓で封じた。この小布袋1点とガラス管瓶1点とを1組のテストサンプルとして配置した。この毛細管の使用は木材内部への燻蒸ガスの浸透を考慮したもので、メチルブロマイドの毛細管の浸透速度は直径の3乗に逆比例するので、ガラス管瓶中の供試虫が死滅している場合には、木材中の害虫も同様に死滅しているとみなされる。

上記1組のテストサンプルは、燻蒸部材の対角線上の上・中・下段に6~12組を配置する。対照は解体工事事務所に同じ期間置く。

燻蒸終了後、成虫は開放直後に肉眼により、幼虫・蛹は被害粒を無作意に5~10個ずつ切開して取り出し、顕微鏡下で観察して判定する。すなわち、幼虫は弾力性の有無、蛹は尾部先端に触れた時の動きの有無によって生死を判定する。次いで残りの被害粒は角栓瓶にとり、 25°C の飼育用恒温器に約30日間保存する。これにより、幼虫・蛹が生存していれば成長・羽化し成虫となり、生残卵があれば孵化して穀粒の表面に喰害粉を排出するので生存を判定することができ、さらには羽化脱出する成虫を計数して生残卵の数を測定する。

7. 燻蒸結果

堆積部材Ⅲ（ 384 m^3 ）のメチルブロマイド燻蒸は、昭和46年7月5日から7月9日にわたり、原田⁷⁾が担当して実施した。燻蒸準備の終わった状況を図-4に、燻蒸中の天幕内の経時的メチルブロマイド濃度を表-2に示した。メチルブロマイド注入直後は中段および下段の地表に近い部分に 50 mg/l 前後の濃度で降下していたが、徐々に拡散して8時間後の測定時には、上・中・下段いずれも 25.0 mg/l の濃度で均一に拡散していた。これはビニール天幕が外部から風にあおられることによって比較的速かに内部ガスが均一に攪拌されたのである。その後徐々にガス濃度は減少し、7月9日午前10時の開放時には、天幕内のガス濃度が 3 mg/l であった。したがって、90時間の燻蒸期間中のガス濃度は、常に 3 mg/l 以上に保たれていたため、燻蒸効果は十分に達せられている。

燻蒸終了後、供試コクゾウの成虫を調べた結果、小布袋および毛細管付ガラス管瓶の成虫は、

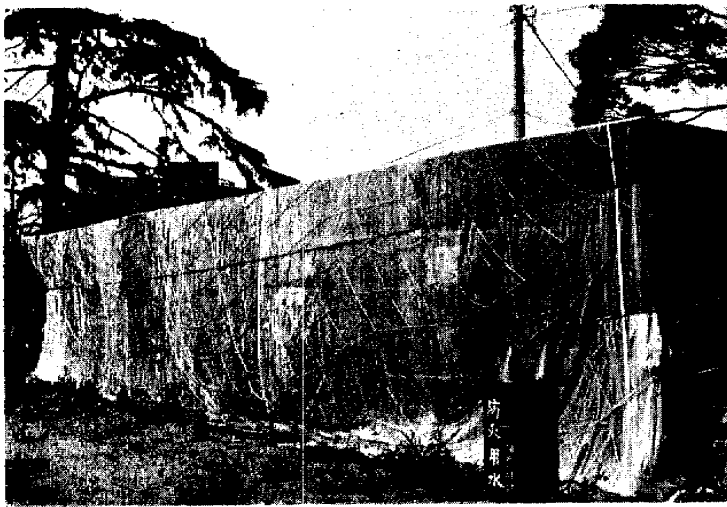


図-4 ビニール天幕による堆積部材の燻蒸

すべて死滅していることを確認した。同時に供試したコクヌスト成虫も同様であった。さらに材中のケブカシバンムシの幼虫ならびに成虫も採集したが、すべて死滅していた。また、供試コクゾウの蛹・幼虫・卵については、飼育試験の結果、全部死滅していることを確認した。上記の結果を表-3に、燻蒸供試コクゾウ成虫とケブカシバンムシ成虫・幼虫を図-5に示した。

表-2 天幕内のメチルプロマイドの経時変化¹⁾

| 測定時間 ²⁾ | メチルプロマイド濃度 ³⁾ (mg/l) | | |
|--------------------|------------------------------------|-------|-------|
| | 上段 ⁴⁾ | 中段 | 下段 |
| 1 | 10.0 | 44.8 | 50.0 |
| 3 | 15.2 | 40.0 | 38.4 |
| 5 | 20.0 | 35.0 | 35.0 |
| 8 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| 10 | 20.0 | 20.0 | 18.0 |
| 12 | 18.2 | 18.0 | 18.0 |
| 18 | 17.0 | 17.0 | 17.0 |
| 24 | 16.5 | 16.5 | 16.5 |
| 42 | 11.15 | 11.15 | 11.15 |
| 48 | 8.85 | 8.85 | 8.95 |
| 56 | 5.05 | 5.05 | 5.05 |
| 72 | 3.00 | 3.05 | 3.05 |
| 90 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |

- 1) 堆積部材Ⅲの天幕燻蒸経時変化
- 2) 測定時間はメチルプロマイド注入後の時間
- 3) 測定値は理研18型ガス検定器による
- 4) 上段：地上2.5m, 中段：地上0.5m, 下段：地表面

図-5 燻蒸終了後のコクゾウおよびケブカシバンムシ

- (1)：毛細管付ガラス管瓶のコクゾウ
- (2)：小布袋のコクゾウ
- (3)：材中のケブカシバンムシ成虫
- (4)：材中のケブカシバンムシ幼虫

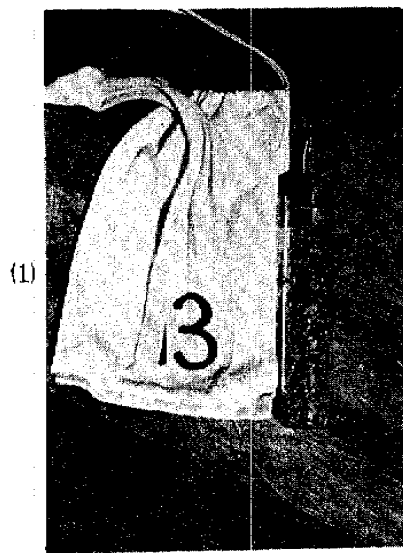


表-3 メチルプロマイド燻蒸効果¹⁾

| 試料の 配置場所 | 試料 No. ²⁾ | 肉眼観察 | | | | 切開試験 | | | | 飼育試験 | | | | | | |
|-------------|-------------------------|------------|----|-------------------|----|------------|---|-----------|----|------------------|------------------|------------------|---|-----------|---|--|
| | | コクソウ 成虫 | | コクヌス トモド 成虫 | | コクソウ 幼虫 | | コクソウ 蛹 | | コクソウ 幼虫 | | コクソウ 蛹 | | コクソウ 卵 | | |
| | | 生 | 死 | 生 | 死 | 生 | 死 | 生 | 死 | 生 | 死 | 生 | 死 | 生 | 死 | |
| 上 段 | 1 | 0 | 27 | 0 | 20 | 0 | 3 | 0 | 7 | 発 生 せ ず | 発 生 せ ず | 発 生 せ ず | | | | |
| | 2 | 0 | 42 | 0 | 16 | 0 | 2 | 0 | 8 | | | | | | | |
| | 3 | 0 | 31 | 0 | 20 | 0 | 5 | 0 | 5 | | | | | | | |
| | 4 | 0 | 44 | 0 | 20 | 0 | 2 | 0 | 8 | | | | | | | |
| | 5 | 0 | 21 | 0 | 20 | 0 | 2 | 0 | 8 | | | | | | | |
| | 6 | 0 | 52 | 0 | 14 | 0 | 1 | 0 | 9 | | | | | | | |
| 中 段 | 7 | 0 | 29 | 0 | 20 | 0 | 8 | 0 | 2 | | | | | | | |
| | 8 | 0 | 23 | 0 | 20 | 0 | 3 | 0 | 7 | | | | | | | |
| | 9 | 0 | 39 | 0 | 20 | 0 | 2 | 0 | 8 | | | | | | | |
| | 10 | 0 | 23 | 0 | 20 | 0 | 5 | 0 | 5 | | | | | | | |
| | 11 | 0 | 38 | 0 | 19 | 0 | 1 | 0 | 9 | | | | | | | |
| | 12 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 3 | 0 | 7 | | | | | | | |
| 下 段 | 13 | 0 | 28 | 0 | 16 | 0 | 3 | 0 | 7 | | | | | | | |
| | 14 | 0 | 31 | 0 | 20 | 0 | 3 | 0 | 7 | | | | | | | |
| | 15 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 3 | 0 | 7 | | | | | | | |
| | 16 | 0 | 43 | 0 | 20 | 0 | 1 | 0 | 9 | | | | | | | |
| | 17 | 0 | 32 | 0 | 18 | 0 | 1 | 0 | 9 | | | | | | | |
| | 18 | 0 | 27 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 10 | | | | | | | |
| 対 照 | 19 | 54 | 0 | 20 | 0 | 8 | 0 | 2 | 0 | 68 | 0 | 16 | 0 | 32 | 0 | |
| | 20 | 29 | 0 | 20 | 0 | 6 | 0 | 4 | 0 | 39 | 0 | 18 | 0 | 29 | 0 | |

1) 堆積部材Ⅱの燻蒸結果

2) 奇数番号は毛細管付ガラス管瓶, 偶数番号は小布袋のテストサンプル

8. 考 察

本報告は第1回目に実施した堆積部材Ⅲ(384 m³)の結果を記述したものであるが、この後、堆積部材Ⅳ(420 m³)、同Ⅰ(840 m³)、同Ⅱ(384 m³)を順次同じ方法で、メチルプロマイドにより燻蒸処置した。この間一方ではプレハブ平屋建倉庫に格納した解体部材についてホストキシン燻蒸を実施したが、この結果は別に報告する予定である。

300m³におよぶ被害材の殺虫では、メチルプロマイド燻蒸が他の薬剤では到底不可能と思われる処置を一挙になし得る点で極めて優れている。また、文化財の薬剤処置の場合には、実施にあたって常に文化財に対する薬剤の影響が配慮されなければならないが、この点でも数ある燻蒸剤の中で最も影響の少ない薬剤である。しかも殺虫効果の面では、燻蒸結果で明らかのように、コクゾウ成虫・蛹・幼虫・卵およびケブカシバンムシ成虫・幼虫に対して100%の効果を発揮することを示した。著者等は文化財保存の立場から、今後各方面でメチルプロマイド燻蒸を有効に駆使して、各種虫害から文化財を守り、後世に伝えていきたいと願うものである。

今回は増上寺三解脱門の上層解体部材のみについて実施したが、著者等が現地調査の際、三解脱門の下層部については燻蒸の予定がなかった。上層の解体部材のみ殺虫処置しても、下層部を未処置のまま組立てれば、改装後再び虫害が上層部材に波及することは明らかである。したがって、この際下層部分も同時に殺虫処置が実施されることを願っている。また、ケブカシバンムシのみならずシロアリの喰痕も見出されているので、万全の処置を要望したい。さらにメチルプロマイド燻蒸は、現存の害虫の殺滅であるから、燻蒸後の防虫処置も配慮されることが、今回の改装を一層意義あるものにするに信ずるのである。

文 献

- 1) 森八郎・熊谷百三：文化財に対する燻蒸剤の薬害について，古文化財之科学，No. 8, p. 17 (1954).
- 2) 森八郎・熊谷百三：文化財に対する防虫剤・防霉剤の薬害について，古文化財之科学，No. 10, p. 9 (1955).
- 3) 森八郎・熊谷百三：古文化財に及ぼす燻蒸剤の影響，化学の領域，11 No. 9, p. 641 (1957).
- 4) 森八郎・熊谷百三：燻蒸剤の金属・顔料・染料に及ぼす影響，しろあり，No. 13, p. 30 (1970).
- 5) 原田豊秋：新燻蒸剤ホストキシンに関する研究，倉糧研究所報告，No. 16, p. 72 (1962).
- 6) 森八郎：天幕燻蒸によるシロアリの駆除，しろあり，No. 7, p. 32 (1967).
- 7) 原田豊秋：ビニール布利用簡易燻蒸法について，食糧研究所報告，No. 14, p. 21 (1959).

Résumé

Hideo ARAI, Hachiro MORI and Toyoaki HARADA : Fumigation of the San-Gedatsu Gate of the Zōjōji Temple.

The San-Gedatsu gate of the Zōjōji Temple which is a wooden building with two stories built in 1621, was designated as one of the important cultural properties in Japan. As a subway work had been planned in the neighbourhood of the gate, the upstairs of the gate was taken apart from the timberings in April, 1971. The gate will be constructed again with the same materials from February to August, 1972, when the subway work comes to an end. As remarkable insect damage on the timberings had been found, we conducted a large scale fumigation for the disintegrated timberings (about 300 m³) from the gate.

It was found in our field investigation that timbers of *Pinus*, *Zelkova*, *Cryptomeria* and *Chamaecyparis* had been used in the gate. Particularly the damage in timbers of *Pinus* was more remarkable than that of the other sorts of timbers. The harmful insect was identified to be the death watch beetle, *Nicobium castaneum* OLIVIER. On the other hand, we could find the damaging marks of termites and a wood rotting fungus too. However, we could not isolate the fungus from the sample.

The timberings were covered with several sheets of polyvinylchloride films and fumigated with methyl bromide at the rate of 20 to 40 g/m³ for 72 hours.

The effect of fumigation was checked up by imagines, larvae and ova of the rice weevil, *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY. After the fumigation, we observed the imagines with naked eyes, and the larvae and ova were observed microscopically after incubation for 30 days at 25°C. There were no survival insects in any of the samples. And also we recognized that the damaging beetles in timberings were completely killed by this fumigation.

For reference, the San-Gedatsu gate means "the three kinds of gates (entrances) to Salvation, namely Wisdom, Benevolence and the way to practise Buddhism".