

## 古文化財の虫害と防除

森 八 郎\*

ヨーロッパの古文化財が土・石・金属からできているものが主であるのに対し、わが国の古文化財の材質は、木・紙・布・皮などのものが多く、そのために虫害をうけやすいことが特徴である。したがって、わが国においては、古文化財の保存科学の一分野として、虫害問題を重視しなければならないと考えている。昆虫によって加害される古文化財を具体的に例示すると、大型のものでは、古いお城の天主閣や櫓、歴史的な神社仏閣などの建造物、由緒ある武家屋敷をはじめとして昔の面影を残した商家・農家などの一般住居等で、現在重文に指定されている建造物は2,973棟であるが、このうち昆虫の加害対象になる木造が2,666棟で約89.7%を占め、残りの307棟が石造である。小型の古文化財としては、木彫仏像、掛軸・屏風・衝立・和琴・織物など各種美術工芸品をはじめとして、錦絵・古書・古文書など、はなはだ広範囲にわたっている。これらの古文化財もまた、木や紙などセルロース素材のものが多い。たとえば、現在重文の彫刻は2,414件であるが、このうち2,133件、約88.3%が木彫である。これらのものは皆セルロース嗜好性の昆虫による加害を免れない。古文化財を加害する昆虫は、分類学上からいうと、等翅目・鞘翅目・膜翅目・鱗翅目・網翅目・総尾目・嚙虫目・双翅目・直翅目の9目に属し、種類がはなはだ多いので、これらのなかから主要な害虫とその特徴を挙げ、最後に防除対策に言及する。

### 〔I〕 古文化財の主要な害虫

#### 1. 等翅目（シロアリ）Isoptera

シロアリの種類は、全世界で約2,000種に及ぶが、現在わが国に生息しているのは16種である。いずれもセルロース嗜好性であるから、セルロース素材の古文化財はすべて加害されるおそれがあるが、実際に今日までに古文化財を加害したシロアリは、①ヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* (KOLBE), ②イエシロアリ *Coptotermes formosanus* SHIRAKI の2種のみである\*\* シロアリ類は建造物の最も代表的な害虫であるあら、昭和46～48年に実施された文化庁の緊急蟻害調査の結果<sup>24)</sup>によると、半数近くが被害をうけており、建物の周囲にシロアリが生息していて、侵入

\* 東京国立文化財研究所、保存科学部生物研究室、東京都大東区上野公園13-27（慶大名誉教授）

\*\* 沖縄にはダイコクシロアリ *Cryptotermes domesticus* HAVILAND の被害が若干ある。

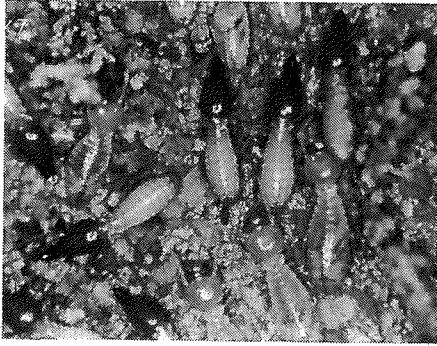


Fig. 1

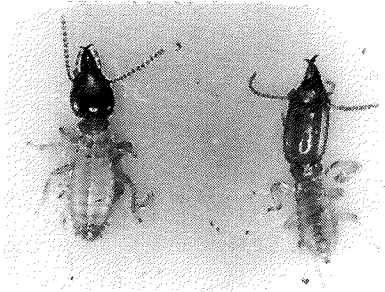


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

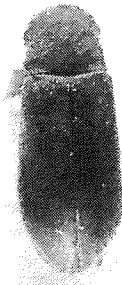


Fig. 5



Fig. 6

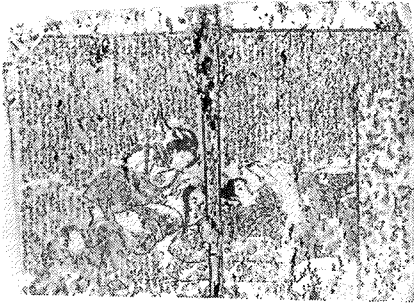


Fig. 7

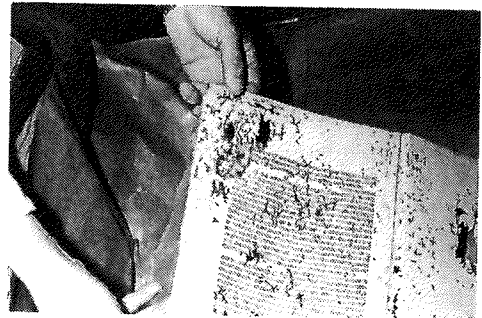


Fig. 8

Fig. 1 House termites, *Coptotermes formosanus* SHIRAKI (Egg-shaped bead with long mandibles: Soldier termites, others: worker termite). Fig. 2 Right: Soldier of the Japanese termite, *Reticulitermes speratus* KOLBE, Left: that of the house termite. Fig. 3 The pubescent anobiid, *Nicobium castaneum* OLIVIER (Adult). Fig. 4 A larva of the pubescent anobiid. Fig. 5 The book borer anobiid, *Gastrallus immarginatus* MÜLLER. Fig. 6 The sauter anobiid, *Falsogastrallus sauteri* PIC. Fig. 7 An old book made of Japanese paper, damaged by the book borer anobiid. Fig. 8 A book made of foreign paper, damaged by the sauter anobiid,

の危険にさらされているものは約80%に及んでいた。小型の古文化財だけが加害されることではないが、それが納められている建物が加害されると、それといっしょに加害される例が少ないので、これらのものについても定期的な調査を怠ってはならない。シロアリ被害の特徴は、シロアリは木材の軟かい春材(早材)部を嗜好し、硬い秋材(晩材)部を食い残すので、その食痕は木口面では年輪に沿って同心円状になり、柁目面では直線状、板目面では積み重ねた薄紙状となる。古書・古文書などの紙類では、春材・秋材のような硬軟がなく、ほぼ均一であるから、不規則な輪郭をもった噴火口状食痕となり、深く入り込んでいる噴火口を上から見下したような被害特徴が認められる。シロアリの分布については、①はほぼ日本全土にわたり、北限は北海道の旭川に近づきつつある。②は戦前までは静岡県以西の海岸線に沿った温暖な地域であったが、戦後神奈川県に分布圏を拡大し、現在横須賀と秦野に生息している。古文化財の被害件数は圧倒的に①が多いが、被害の激しさは②のほうがはるかにひどく、九州ではドウトウムシ(堂倒し虫の意)と呼ばれているくらいで、警戒を怠り、油断して放置しておく、古文化財建造物も倒壊の危険がある。

## 2. 鞘翅目(甲虫類) Coleoptera

昆虫のなかで最も種類が多いが、古文化財の害虫としては、シバンムシ科 Amobiidae に属するものが代表的である。一般に小型で、短く、半円筒状を呈し、頭部が下口式で、前胸背にかくれていて、上から見ると、頭布をかぶっているような形で、上から認めにくいのが特徴である。わが国では、①ケバカシバンムシ *Nicobium castaneum* OLIVIER が古文化財の代表的害虫である。古い木造建築物のみならず、木彫仏像、屏風、その他小型の木質文化財までがこの害虫の被害をうけている。建築物の被害もシロアリのそれに遜色ないほどのこともあるが、小型の古文化財については最たる害虫である。古い木材の表面に3mm内外の丸い虫孔が穿たれ、内部の孔道の諸所に微細な鼠糞形をした粗粒状の虫糞が詰め込まれている場合には、この昆虫の被害であることが多いから、日頃から双眼実体顕微鏡で糞の形状をよく調べておくことと便利である。書籍などを加害することもある。世界各地に分布、わが国では、本州・四国・九州に生息、北海道においても採集されたという。わが国のものはすべて *hirtum* type で、上翅に褐色毛の不規則な輪郭をもった2横帯があるが、九州には横帯のない *castaneum castaneum* type もいる。幼虫はコガネムシ型で、辺材も心材も区別なく食害する。一般に古い木質文化財に丸い虫孔が多数認められると、俗にキクイムシの被害であるといわれるが、これはシバンムシ科の昆虫によることが多い。わが国には数10種のシバンムシ類が生息している。和紙を使用した古書・古文書の代表的害虫は、東日本に多い②フルホンシバンムシ *Gastrallus immarginatus* MÜLLER, 西日本に多い③ザウテルシバンムシ *Falsogastrallus sauteri* PIC である。わが国では本の害虫といえば、シミ類を連想するが、シミは題箋や装幀の糊



Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11

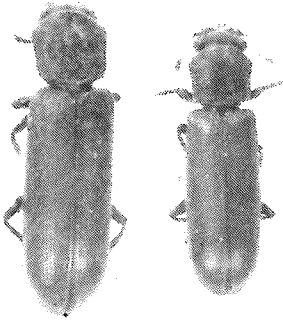


Fig. 12

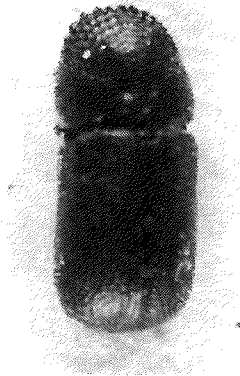


Fig. 13



Fig. 14



Fig. 15

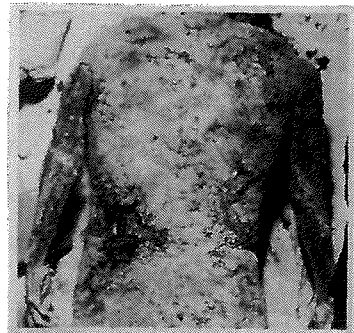


Fig. 16

Fig. 9 The drugstore beetle, *Stegobium paniceum* L (Adult).

Fig. 10 The cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* Fabricius (Adult). Fig. 11 *Hexarthrum brevicorne* WOLLASTON (adult). Fig. 12 Powder-post beetles, *Lyctus brunneus* STEPHENS (Right: Male, Left: Female).

Fig. 13 The bamboo powder-post beetle, *Dinoderus minutus* FABRICIUS (Adult). Fig. 14

The bamboo weevil, *Diocalandra elongata* ROELOFS. Fig. 15 Powder-post discharged by *Lyctus* beetles.

Fig. 16 A mummy (Hidehira Fujiwara) damaged by the black carpet beetle, *Attagenus japonicus* REITTER.

づけした表層部の加害だけであって、重なった和紙の内部深く不規則なトンネル状の孔道を通じているのは、すべてシバンムシ被害である。④ジンサンシバンムシ *Stegobium paniceum* L. や ⑤タバコシバンムシ *Lasioderma serricorne* FABRICIUS は菓草、染料植物など乾燥植物質を嗜好するが、書物や紙類の被害も報告されている。ゾウムシ科 Curculionidae の①ムツヒゲキクイゾウムシ *Hexarthrum brevicorne* WOLLASTON, ②アカネニセクチブトキクイゾウムシ *Stenoscelodes hayashi* KONISHI のようなキクイゾウムシ類も古い木材を加害することが少なくない。

タケ材の害虫としては、ヒラタキクイムシ科 Lyctidae の①ヒラタキクイムシ *Lyctus brunneus* STEPHENS, ②アラゲヒラタキクイムシ *Lyctoxylon japonum* REITTER, ナガシンクイムシ科 Bostrychidae (Apatidae) の③チビタケナガシンクイ *Dinoderus minutus* FABRICIUS, ④ニホンタケナガシンクイ *D. japonicus* LESNE, オサゾウムシ科 Rhynchophoridae の⑤ササコクゾウ *Diocalandra elongata* ROELOFS などが挙げられる。④は古くからわが国に生息し、タケシンクイ(またはタケシンクイムシ)と名づけられて、タケ材の害虫であったが、南方からラワン材が大量に輸入されるようになって以来、ラワン材の代表的害虫として広く一般に「ラワンの虫」と呼ばれている。でんぶんを栄養源にしているので、3%以上のでんぶんを含んだラワン・ナラなど広葉樹の辺材のみを食害する。したがって、古文化財が直接この昆虫によって加害されることは少ないが、ラワン材を使用した展示ケースや棚板の上に小型の古文化財をおいておくと、穿孔されるので、油断がならない。成虫になって木材より脱出する場合には、その上におかれたものは何んでも穿孔脱出するからである。虫孔から微細な木粉(約80%が虫糞)を排出し、盛り上げるのが特徴で、Powder - post beetle の英名がつけられている。シバンムシ類の糞が粗粒状であるのに対し、ヒラタキクイムシの糞は微粉状であるから、指で揉んでみると、はっきりと区別できる。乾燥動物質を嗜好する害虫は、カツオブシムシ科 Dermestidae のもので、古文化財としては皮革製品、書物の羊皮紙・皮表紙、毛織物などが加害対象となる。古文化財とは多少意味が違うが、昭和25年に筆者らが調査を担当した中尊寺の藤原3代のミイラは、①ヒメカツオブシムシ *Attagenus japonicus* REITTER によってひどく加害されていた<sup>12)</sup>。ヨーロッパの博物館では②シモフリマルカツオブシムシ *A. museorum* L. が代表的な博物館の害虫として Museum beetle と呼ばれており、古い書物の加害例も少なくないが、筆者はわが国の博物館ではこれを採集したことがなく、採集するのはいつも③ヒメマルカツオブシムシ *Anthrenus verbasci* L. ばかりである<sup>28)</sup>。展示ケースに敷かれたフェルトがひどく被害をうけることがあるから、その上におかれた古文化財も油断できない。前述のとおり、カツオブシムシ科の昆虫は動物質を嗜好するが、時には乾燥植物質にも被害を及ぼすことがある。

### 3. 膜翅目 Hymenoptera



Fig. 17



Fig. 18

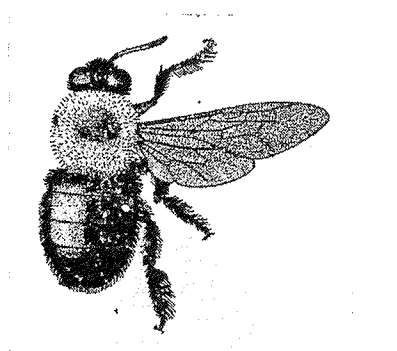


Fig. 19

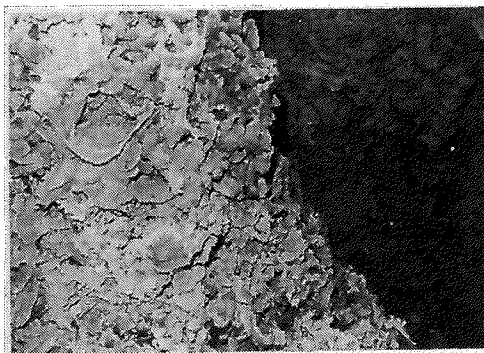


Fig. 20



Fig. 21



Fig. 22

Fig. 17 Larval exuviae of the black carpet beetle which damaged to the mummy. Fig. 18 Larval exuvia of the varied carpet beetle, *Anthrenus verbasci* L. Fig. 19 The carpenter bee, *Xylocopa appendiculata circumvolans* SMITH (Adult) (From the picture book of insects in Japan). Fig. 20 A nest of the black odorous ant, *Lasius fuliginosus* LATREILLE. Fig. 21 The network-marked ant *Pristomyrmex pungens* MAYR (A worker ant) Fig. 22 Case of casemaking clothes moths, *Tinea pellionella* L.

ハチ・アリの類である。ミツバチ科 Apidae (Xylocopidae) に属する①クマバチ *Xylocopa appendiculata circumvolans* SMITH は古文化財木造建築物に径10mm内外の円孔をもった不規則な長い孔道を穿つ。これはそのなかに花蜜花粉を集めて育児するために加害したものであるが、虫孔が大きいので、多数穿孔されると、非常に見苦しい。ジガバチ科 Sphecidae のものは古文化財を直接加害することはないが、営巣するために木材などの間隙に泥を塗りつけ、汚染することがある。木材穿孔性のものにキバチ科 Siricidae の害虫があるが、一般に森林地域にのみ生息し、野外性昆虫であるから、古文化財が被害をうけた報告は聞いていない。

普通のアリ類はアリ科 Formicidae に属し、シロアリ類の仲間ではなく、木材を栄養源としていないが、営巣するために古文化財の木造建築物の床組材などに洞穴をあけたり、付近の紙類を加害した事例は少なくない。①ムネアカオオアリ *Camponotus obscuripes* MAYR, ②キュウシュウムネアカオオアリ *C. hemichlaena* YASUMATSU et BROWN, ③クロクサアリ *Lasius fuliginosus* LATREILLE, ④トビイロケアリ *L. niger* L., ⑤オオハリアリ *Brachyponera chinensis* EMERY, ⑥トビイロシリアゲアリ *Crematogaster laboriosa* SMITH, ⑦アミメアリ *Pristomyrmex pungens* MAYR などがいる。

#### 4. 鱗翅目 Lepidoptera

チョウ・ガ類である。古文化財の害虫としては、毛織物・毛皮・動物標本・書物の装幀の部分などを加害するいわゆる衣蛾類である。ヒロズコガ科 Tineidae に属する①イガ (ラシヤノミノムシ) *Tinea pellionella* L., ②コイガ *Tineola biselliella* HUMMEL, ③ジュウタンガ *Trichophaga tapetiella* L. などが知られている。①は孵化した幼虫が吐糸して、やや扁平な円筒形の鞘をつくり、そのなかに入って生活し、時々半身をのり出して食物を漁り、鞘をつけたまま移動する。成長するにつれて、鞘の一部を縦に切り開いて広め、その切口に食物とする繊維を当てて吐糸でつづる。②の幼虫は鞘をつくることなく、吐糸して食物とする繊維をつづり合せ、小さなトンネル状の巣をつくり、そのなかに潜む。数10枚も重ねた織物を貫通して加害することがある。③の幼虫も鞘をつくることなく、運動におく、毛織物の間隙に潜入、穿孔し、前種同様吐糸して繊維をつづり合せて筒をつくる。

木材穿孔性のガ類には、ボクトウガ科 Cossidae, スカシバガ科 Aegeriidae, コウモリガ科 Hepialidae に属するものがあるが、いずれも野外性の昆虫であるので、古文化財を加害した報告はいまだ耳にしていない。

#### 5. 網翅目 Dictyoptera

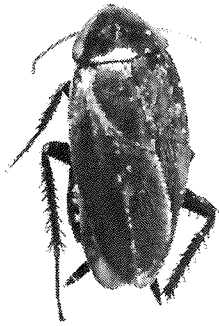


Fig. 23

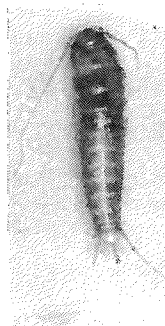


Fig. 24

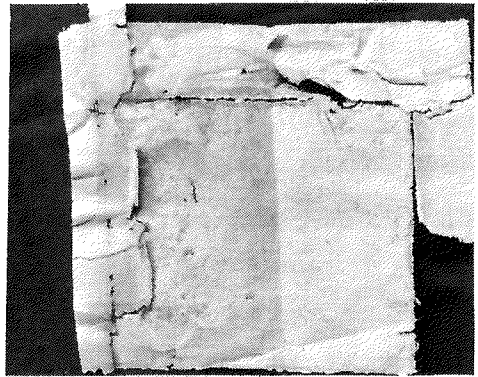


Fig. 25



Fig. 26



Fig. 27



Fig. 28

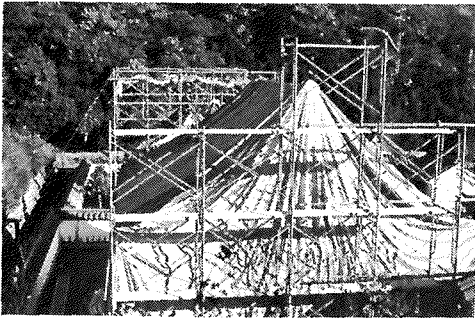


Fig. 29

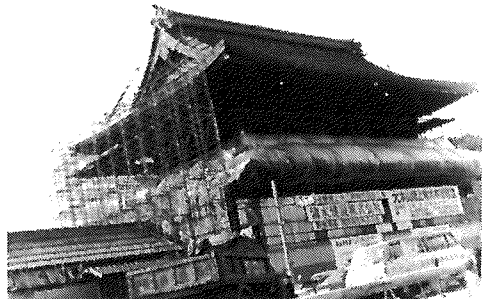


Fig. 30

Fig. 23 The smoky-brown cockroach, *Periplaneta fuliginosa* SERVILLE (Adult). Fig. 24 The silverfish, *Ctenolepisma villosa* ESCHERICH (Adult). Fig. 25 Wall-paper damaged by the silverfish. Fig. 26 Pupal exuviae of *Fannia scalaris* L. left on the golden coffin in which the mummy of Motohira Fujiwara was consigned. Fig. 27 A magnified photo of the pupal exuvia of the little house fly. Fig. 28 Tarpaulin-covered fumigation of the tea-arbor "Joan" (Scaffoldings were covered with tarps). Fig. 29 The same type fumigation of the Daiseiden in the Shizutani School, (Scaffoldings stood a little away from tarps). Fig. 30 Polyvinylchloride film-covered-fumigation of the San-Gedatsu gate of the Zojoji Temple.



ゴキブリ類とカマキリ類であるが、後者には加害例がない。ゴキブリ類は書物の糊づけした装幀の部分を噛り、洋書のクロス、和書の表紙が剥げて部分的に消失してしまうことがある。使用した糊の種類によっても加害程度が異なるようであるが、とくに外国から輸入された洋書の被害が多い。皮・羊皮紙も加害される。筆者の最近の実験<sup>34)</sup>によると、糊を使用しなくとも、和紙だけでも食害され、和紙の種類によっても嗜好性に差があるようで、ゴキブリ科 Blattidae に属する①ワモンゴキブリ *Periplaneta americana* L. に供試した和紙3種を比較すると、三椏≧雁皮>楮の順であった。本科に属するもので、わが国で普通によく見かける種類は、前記のほかに②クロゴキブリ *Periplaneta fuliginosa* SERVILLE, ③ヤマトゴキブリ *P. japonica* KARNY 等であり、チャバネゴキブリ科 Blattellidae に属するやや小型の④チャバネゴキブリ *Blattella germanica* L. も多く生息している。古文化財の木彫仏像の欠損部を修理する際にでんぶん糊を使用して、再びこの個所が加害された事例がある。また同種の糞に集合フェロモンが含まれているので、多数群集すると、糞による汚染も馬鹿にならない。

## 6. 総尾目 Thysanura

前述のとおり、わが国では従来より本の害虫といえば、シミ科 Lepismatidae の害虫を連想するが、和紙を使った古書を最もひどく加害するのは、シバンムシ類であって、シミは2位あるいはそれ以下である。糊づけした紙類を好むが、絹・人絹・スフ類なども加害し、時にはぼろぼろにすることもある。表層部の加害といっても、書画の場合には、筆跡が消えてしまっていることがあるので、この被害も軽視できない。わが国には①ヤマトシミ *Ctenolepisma villosa* ESCHERICH, ②シミ(セイヨウシミ) *Lepisma saccharina* L., ③マダラシミ *Thermobia domestica* PACKARD, ④チヨウセンシミ *C. longicauda corcana* H. UCHIDA などの加害記録がある。

## 7. 啮虫目 Psocoptera

ヨーロッパでは Book-lice (ホンジラミ) と呼ばれて書物の害虫になっているが、極めて小型の昆虫であるから、大害を及ぼすというほどではなく、博物館・資料館・美術館などの展示ケース、収蔵庫の戸棚、一般家庭の書棚などに普通に見られ、台所では乾燥動植物質の食品を食害している。わが国では古から大顎で障子紙の繊維を咬む際にたてる音がお茶をたてる音に似ているというところから、チャタテムシの名がつけられたといわれている。時にはこの小さい虫がよくあけたと思われるくらいの穴が紙にあげられていることがある。

## 8. 双翅目 Diptera

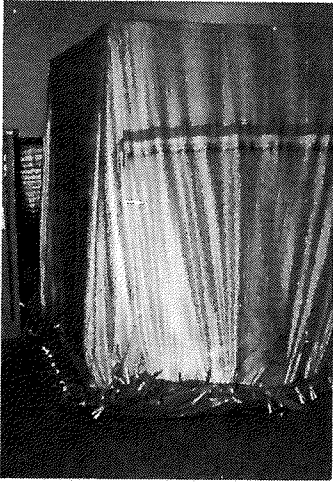


Fig. 31

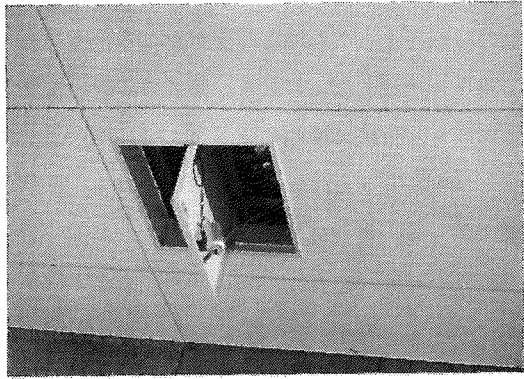


Fig. 32

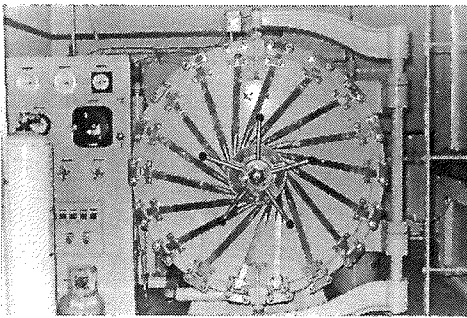


Fig. 33

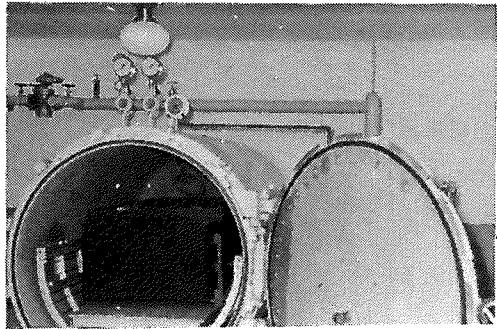


Fig. 34

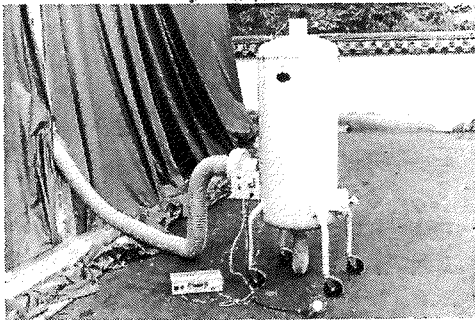


Fig. 35

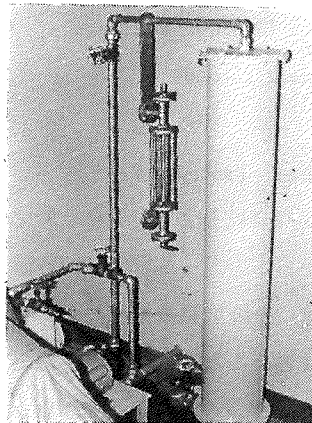


Fig. 36

Fig. 31 A tarpaulin-covered fumigation on a small scale in the treasury of Tokyo National Museum. Fig. 32 The smoke exhausting apparatus installed in the Akita Prefectural Museum. Fig. 33 Reduced air pressure fumigation apparatus set in the Tokyo National Research Institute for Cultural Properties. Fig. 34 Reduced air pressure fumigation of the Shosoin Imperial Properties. Fig. 35 An adsorption apparatus containing 90kg of activated carbon for harmless abolishment of residual fumigant gas. Fig. 36 The same apparatus containing 10kg of activated carbon attached to the reduced air pressure fumigation apparatus.

ハエ・カの類で、古文化財を直接食害することはないが、多数集まると、糞による汚染も軽視できない。前述の中尊寺の藤原氏2代目の基衡が納められていた金棺(国宝)の蓋の裏には、①コブアシヒメイエバエ *Fannia scalaris* L. の蛹の跡(脱皮殻)が残っているが<sup>7,12)</sup>、これは棺内に発生した蛆(ハエの幼虫)が蛹化する時に、土のなかに潜るように、漆の下地の土に潜り込んだもので、漆の上に施された金粉が蛹の脱皮殻に多数付着している珍しいもので、当時のものと推定されるから、800年以上経過した貴重な昆虫標本であるが、国宝に指定されている古文化財の金棺からいうと、特例ではあるが、明かにハエによる被害である。

## 9. 直翅目 Orthoptera

ヨーロッパではこの目に属するコオロギ科 Gryllidae の① *Amphiacusta carai-bea* SAUSS が書物をひどく加害した事例があり、インドでも同科の別種の加害が報告されている。また、ニューギニアではコロギス科 Gryllacridae に属する昆虫が電灯に誘われて夜間建物内にはいり、実際に食害するわけではないが、布類・織物・紙類(書物)を種々の大きさに切断している。パプアでは一般に“Calico-eater (キャラコを食う奴)”の名称で知られている。また、オーストラリアでは② *Paragryllacris combusta* GERM がカーテンを加害した事例があり、本種は諸種の物質を寸断して、その下にかくれると信じられている。この目の昆虫は巨大な咀嚼口をもつものが多いので、何かの折に上述のような被害がおこるおそれがある。

## 〔Ⅱ〕 古文化財害虫の防除

古文化財害虫の防除には、予防と駆除の両面があるから、以下にこれを分けて述べる。

### 1. 予防(防虫)

#### 1) 建造物など大型古文化財の場合

従来行なわれてきた防虫措置は、残効性の長い有機塩素剤(ダイルドリン・アルドリン・ヘプタクロル・DDT・BHC・クロルデン・PCP・モノクロルナフタリンなど)を主剤とし、これに防腐剤を配合した液剤(主に油剤)を木材部分に、吹き付け・塗布・穿孔処理したり、建造物の解体修理に際しては、用材の浸漬処理や特殊な場合には工場で行なう減圧加圧注入処理法の実施である。これらの施工法は、一般の住宅・校舎・工場など普通の建造物について行なわれている方法であるが、古文化財の場合には、その建造物自体に少しも損傷をあたえないことを前提条件とするので、穿孔処理法などは、たとえ床組材であっても避けねばならない。他の処理法は木材自体にあまり影響がないので、多くは許されるのであるが、目につく室内、とくに顔料・染色・漆などで彩色され

ている場合には、薬害が問題になる。また、木材を油剤で処理し、その上に漆を塗ることは、剥落の原因になるおそれがあるから、水溶性の薬剤のほうが無難である。近年塩素剤の多くが公害問題で使用できなくなり、わずかに残っているのは、モノクロルナフタリンとクロルデンくらいである。近年ようやく残効性の比較的長い有機燐剤（Prothiophos）やピレスロイド剤（Permethrin）などが見つかったので、この方面の利用が期待される。

## 2) 木彫仏像以下小型古文化財の場合

展示ケース、その他の容器に納められている古文化財については、防虫剤の使用が可能である。わが国では古くから樟脳・ナフタリン・パラジクロロベンゼンなどの化学薬剤が使用されている。これらはそれぞれ防虫効力をもつが、効力とともに諸種の古文化財の材質に対して影響の少ない点で、筆者はパラジクロロベンゼンを推奨している。使用量は、ガラスケースや一定の大きさの閉鎖された容器内では40g/m<sup>3</sup>の割合である。実験成績ではこの1/2量でも有効であるが、若干の空気の流通を考慮に入れて、これだけの薬量が望ましい。この薬量でも空気の流通のよいところでは完全でない。収蔵庫の一室全体の容積についても、この割合でよいが、あまり大量の使用は費用の点と入庫者が強い薬臭に耐えにくく、適当な措置とはいえない。

また、これらの防虫剤の使用に当たって注意を要する点は、パラジクロロベンゼンと樟脳とを混用してはならないことである。両薬剤が接触すると、たちまち樟脳の溶解が始まり、透明な液体となり、さらに、これがパラジクロロベンゼンを溶解し、次いで全体が液体となって貴重な古文化財を汚染することがある。直接接触しない場合には、急激な液化はおこらないが、やはり次第に溶解し、同様の現象がおこる。新しく防虫剤を入れる場合にも、以前に何が使用されていたかをよく確かめてから補給しないと、このような化学反応をおこすおそれがある。

近年、DDVP 樹脂蒸散剤が古文化財の防虫に使用されている。DDVP はきわめて速効性で散散も速いので、これを短冊型の合成樹脂板に含浸させ、蒸散を抑制して2、3か月防虫効果を保持させたものである。閉塞空間においては防虫のみならず、殺虫効果もあるが、開放空間では、かなり効力の減退が認められる。接近して使用すると、鉄の発錆が促進されるおそれがあるが、あまり接近して使用しなければ、古文化財の防虫に十分利用できる<sup>23)</sup>。

各種の薬香を種々の割合で配合調製し、防虫香と称して市販しているものがある。衣類や調度品に賦香する効果はあるが、防虫効果については疑問であった。奈良の正倉院では、御物の防虫に前記のような化学薬品を使用しないで、長年の慣習に従って、薬香が用いられている。渡辺(1966)によると、沈香12g、白檀香35g、丁子香60g、甘松香17gの合香袋をつくって、御物の防虫に使用しているという。また松島(1975)によると、正倉院では、明治の御物整理掛が新たに沈香・丁香・白檀・甘松香・蕙陸香の五味を細割合香して、え衣香をつくり、宝物保存に使用、爾来今日までこ

の法が踏襲されているという。筆者(1975)の McIndoo のガラス製Y字管の実験結果によると、これらの薬香のなかで、沈香が多少防虫効果があるように思われたが、それも十分ではなく、他の薬香には全然防虫効果が認められなかった。したがって、このような薬香による完全な防虫は、とうてい期待できない<sup>27)</sup>。

欧州では書籍の防虫に殺虫剤を配合している Library-book lacquer や忌避剤を配合した Book-insect repellent が推奨されている。殺虫剤としては、前記の有機塩素系の薬剤、有機燐系のダイアジノン・マラソンなど、ピレスロイド系の薬剤、硼酸硼砂などを主成分としたものや、それらをいくつか併用したものが使用され、これらを配合したラッカーが塗布されている。また、忌避剤としても、シーダーオイル・クマリン系のもの、その他忌避効果のありそうな薬剤、あるいはさらにそれに前記の殺虫剤の混合されたものなどが利用されている。このほか、濾紙のような紙に薬剤を付着させたものを書籍にはさむ方法なども用いられており、わが国でもこれをまねているところもあるが、筆者は書籍を汚染するおそれのある薬剤を直接書籍に処理したり、接触させる方法は好しくないと考え、古文書や古書に採用しないことにしている。書籍に限らず、古文化財に薬剤を直接処理することは、原則的に差し控えるべきであると思うので、平素は防虫剤を使用して予防し、害虫の発生があった場合には、後述の燻蒸法で駆除する方法を推奨したい<sup>28)</sup>。

博物館・資料館・美術館などの展示品・収蔵品の素材は、各種のものが混ざっており、それぞれに適した温度・湿度があるが、別々に保存することができないから、それらの平均的な条件として、温度20℃、湿度60%内外が推奨されている。しかし、この条件下においては、害虫の発生を抑制することができないから、日頃の警戒が必要である。被害の早期発見がたいせつであるから、日を決めて定期的な清掃と点検を行なう。ほこりを払い、虫害の発生を点検し、万一発見したならば、即刻有効適切な対策をたて、時を移さず駆除することが肝要である。

## 2. 駆除

虫害を発見したら、ただちに駆除法を検討しなければならない。放射線による駆除も考えられるが、昆虫は哺乳類より放射線に対する抵抗性が強く、筆者の実験では、即死させるのに30万R以上が必要であり、致死的效果が認められるのも数万Rの照射が必要である。放射線に対し感受性の高い生殖細胞を殺し、繁殖を抑制するには、1万R程度で多くの昆虫に有効であるが、古文化財の素材に対する影響が問題になるので、古文化財害虫の駆除には使用していない。したがって、やはり薬剤処理にたよらねばならない。薬剤としては、一般家庭で使用されているような殺虫剤と、特殊な殺虫剤としての燻蒸剤がある。

## 1) 殺虫剤

一般に殺虫剤として市販されているものは、予防の項であげたものと同じような有機塩素系のもの、有機燐系のもの、カーバメイト系のもの、ピレスロイド系のものなどが主成分となっており、残効性の長いものを使用すれば、駆除後に予防剤処理の必要がなく、省力的効果もあり、さらに、建造物を対象とする駆除剤では、防腐剤を配合して、防腐防虫の両効果を有する薬剤が多い。一般住宅の場合はこれらの薬剤の吹付け、塗布、穿孔注入などの処理が行なわれているが、古文化財の場合には、変色、発錆などがおそれられるので、直接の処理を差し控えねばならないことが多い。いわゆるキクイムシ類の虫害は、表面に虫孔が露出しているので、注射器で虫孔より殺虫剤を注入する人があるが、原則的にいえば、穿孔されている虫孔の多くは、成虫が脱出した孔なので、そのなかにはすでに成虫がいない場合が多いから、殺虫効果を期待するのは無理である。しかし、虫孔より木粉が排出されている最中であれば、もちろんそのなかに脱出しようとしている成虫がいるわけであるから、有効な薬剤を注入すれば、殺虫目的を達することができる。また虫孔から成虫が脱出した後であっても、内部で孔道が重なり合っていて注入薬剤が広い範囲に拡散すれば、残存している他の成虫を致死させることができる。さらに、いわゆるキクイムシ類のなかには、成虫の脱出孔のほかに産卵のために成虫が侵入している虫孔もあるので、この方法が有効な場合もある。ただ、注意を要することは、注射器で薬剤を注入する時、虫孔の周囲に薬剤がこぼれたり、溢れたりして、貴重な古文化財を汚染することがある。また、虫害の範囲が広いと、一々注入することは大変な手数がかかり、無理であるから、あまり推奨できない。

## 2) 燻蒸剤

古文化財の害虫駆除法として最も有効適切な方法は燻蒸剤の使用である。前述のとおり、貴重な古文化財に直接薬剤を処理することは汚染その他の薬害がおそれられるので、原則として一般には採用できないが、薬害のほとんどない燻蒸剤を採用すれば、このような心配はない。しかし、燻蒸剤でも古文化財に使用されている金属・顔料・染料・漆などを変色させたり、金属を発錆させたりするものも少なくないので、どの燻蒸剤でもよいというわけではない。現在市販の燻蒸剤で古文化財に使用できるものは、臭化メチル・弗化サルフリル<sup>25)</sup>・酸化エチレンの3種くらいである。これらの燻蒸剤も古文化財の材質に全然影響を及ぼさないものではないが、比較的薬害の少ないものである<sup>8,9,10,15,22)</sup>。また、それぞれ異なった長所短所をもっている。殺虫力は酸化エチレン>弗化サルフリル>臭化メチルの順であるが、殺卵力は弗化サルフリルがかなり劣っている。弗化サルフリルが水分に溶解する量が少ないために、水分のなかに包まれている卵内の胚に薬剤の効力が及びにくい結果であると筆者は考えている。殺虫目的で普通に使用される最低の薬量は16g/m<sup>3</sup>であるが、最も抵抗性の強いカツオブシムシの卵を致死させるには約5倍の薬量が必要である。臭

化メチルの場合には、同量で殺卵もできる。酸化エチレンはこの1/3量で足りるのであるが、含水量の多い木材中への拡散力は、弗化サルフリル>臭化メチル>酸化エチレンの順で、木材中に潜む害虫を殺滅するために酸化エチレンを使用するとなると、非常に増量しなければならない。酸化エチレンは無限大に水分に溶解するほど親水性があるので、含水量の多い木材では、木材の表面で吸着される量が多く、内部にまでの拡散量が少ない結果であると考えられる。酸化エチレンは着火要因があると、爆発の危険性があるので、普通常圧で使用するために、炭酸ガス：酸化エチレン=90：10の割合の混合ガスが市販されているが、貴重な古文化財では炭酸ガスの影響がおそれられるから、臭化メチル：酸化エチレン=87：13の割合の混合ガス(商品名エキボン)を使用することになっている。腐朽菌やカビに対しては酸化エチレンがきわめて有効で、臭化メチルの10倍量より優れており、弗化サルフリルは臭化メチルよりさらに劣っているので、この目的のためには、どうしても酸化エチレンを使用することになるが、微生物は昆虫よりはるかに抵抗性があるから、100%の殺菌力を期待するには、新井(1975)<sup>3)</sup>によると、温度30℃で、少なくとも100g/m<sup>3</sup>以上のエキボンを使用しなければならない。臭化メチルの欠点は、S(硫黄)を含有する物質に不快なメルカプタン様臭気をおこさせるおそれがあるので、毛皮・皮革製品・ゴム製品などが存在する場合には、これらの物品を搬出するか、直接ガスが接触しないように合成樹脂フィルム(ポリエチレン・ポリ塩化ビニル)で包みこむ必要がある。また、直接臭化メチルの液体がかかると、木材・紙・布類はもちろん、石材でも褐色の汚染が残る。これさえ注意すれば、わが国の現状では、古文化財害虫の燻蒸には臭化メチルが最も妥当である。弗化サルフリルは-55℃で気化するので、低温時の燻蒸には優れているが、害虫の産卵期には、前述の理由で、数倍量使用しなければならないから、費用の点が問題となる。

燻蒸方法としては、被覆燻蒸と密閉燻蒸がある。古文化財の建造物の場合には、主として被覆燻蒸を行なっている。被覆に使用するシートは、ポリ塩化ビニルやポリエチレンの薄いフィルム(厚さ0.1mm前後のもの)も使用されるが、簿手のものは2、3枚重ねて使用しないと、ガス漏れが多く、また、破れやすい。現在はビニルびきナイロンシートの厚手のもの(厚さ0.3mm前後のものでタープまたはターポリンという)が多く使用されるようになった。直接建造物の屋根の上にかけると、かなりの重量になるから、貴重な古文化財の場合には、必ず足場を組んで、その上から被覆することが望ましい。とくに茶室のような繊細な建物では絶対に足場の上から被覆しなければならない。如庵(国宝)の燻蒸<sup>39)</sup>はこの例である。関谷神社(重文)および大聖殿(重文)の燻蒸<sup>31)</sup>は足場を組んだが、建物が頑丈であったので、屋根の上にタープを直接かけ、足場はタープをかけるために使用したものである。費用の点でやむをえなかったが、やはり足場の上から被覆するようになりたい。増上寺三解脱門の燻蒸<sup>1)</sup>は、当時(昭和46)としては先例のないほどの大規模な作業

であったが、薄手のフィルムのために夜間急激な強風でシートが破れ、再被覆しなければならなかった。このような事故を考慮すると、シートはやはり厚手のタープがよい。目下解体修理中の桂離宮の部材は二つの格納庫に収容されているが、長さ約30m近くもある二つの並列格納庫を同時にタープで被覆して燻蒸を実施した。これはわが国で行なわれた最大級の規模の被覆燻蒸で、目をみはるほど圧巻であった。

博物館や資料館でも内部で部分的に小規模な被覆燻蒸が行なわれるが、現在これらの建物はすべて鉄筋コンクリート造で、気密性がよいから、密閉燻蒸の場合が多い。秋田県立博物館では毎年定期的に館内の燻蒸が実施されているが、筆者が昨年立合った際にも1.6噸のエキボンを入れたガスボンベがずらりと並んだ光景はまことに壮観であった。大量の燻蒸剤を使用すると、燻蒸終了後の残留ガスの廃棄に手間どるが、ここでは排煙装置 (Fig. 32) の利用により短時間で処理が可能であった。毎年数100万円の予算を計上して、定期的に燻蒸を実施され、虫害対策を積極的に推進しておられる秋田博物館に対しては深く敬意を表する次第である。また、大阪の万博の跡地に新設されている国立民族学博物館はわが国における最大級の規模のものであるが、今年(昭和52年)11月開館に先立ち、各国から集められた展示品・収蔵品の燻蒸が次々と実施されている。これは部分的な被覆燻蒸であるが、開館準備のために忙しく立ち働く作業員が周囲に多数いるので、筆者の指導によりタープを二重にし、周囲へのガス漏れを極力防ぐ方法をとった。民博においては今後毎年燻蒸が実施されるそうであるが、各地の博物館・資料館・美術館・図書館においてもたいせつな展示品・収蔵品を虫害から守るためにこのような定期的な燻蒸をお勧めしたい。

木彫仏像以下の小型古文化財の場合には、集めて被覆燻蒸したり、特別な燻蒸室が設置されているところでは、ここで燻蒸されるが、常気圧(1気圧)の下で燻蒸する場合、普通約1昼夜あるいはそれ以上の燻蒸時間を要し、燻蒸対象物と燻蒸ガスの接触時間がかなり長くなる。そのために薬害を及ぼすおそれのある時には実施できないことになる。このような場合に、短時間燻蒸で、しかも完璧に殺虫効果が挙げられるのは Vacuum chamber による減圧燻蒸である。温度・薬量・減圧の程度によって異なるが、急を要する場合には数時間で所期の目的が達せられるから、ガスに接触する時間が少なくすむ。また、常圧燻蒸では、害虫が虫孔に木粉(糞や噛り屑)を詰め込んでいて、ガスの致死量が害虫の潜入している孔道の奥までなかなか到達しないことがあるが、減圧燻蒸ではガスの拡散浸透がよく、このような時にとくに威力を発揮するので、減圧燻蒸は Vacuum chamber に収容できるような小型古文化財に対しては、最も有効適切な殺虫法である<sup>3)</sup>。

燻蒸後の残留ガスは、従来大気中に放出されていたが、空気汚染が公害問題となるおそれがあるので、筆者らは残留ガスが許容濃度になるまで、活性炭吸収装置で吸着処理することにしている。活性炭は一般に1/15~1/10のガスを吸着させる能力があることになっているが、活性炭の層を反



復，繰り返し循環通過させると，1/4～1/3 のガスの吸着が可能であるとの門倉<sup>6)</sup>（1975）の実験結果により残留ガスの安全廃棄装置が実用化されるにいった。

#### 参 考 文 献

- 1) 新井英夫・森八郎・原田豊秋(1972) 重要文化財増上寺三解脱門の燻蒸. 保存科学, 9: 55—62.
- 2) 新井英夫・森八郎(1975) 書籍の生物劣化とその防除. 保存科学, 14: 33—65.
- 3) “ . ” (1975) 減圧時の燻蒸条件. 古文化財の科学, 19: 61—65.
- 4) “ . ” (1977) 唐招提寺展の展示品の燻蒸について. 古文化財の科学, 20・21: 88—92.
- 5) 石川陸郎・三浦定俊・新井英夫・森八郎(1976) 重要文化財根津神社楼門のX線透視調査と防腐防虫対策. 保存科学, 15: 19—24.
- 6) 門倉武夫(1975) 残留燻蒸ガスの無害廃棄法開発. 古文化財の科学, 19: 66—72.
- 7) 森八郎・町田百合(1953) 中尊寺藤原氏遺体のミイラの成生について. 古文化財の科学, 5: 11—14.
- 8) 森八郎・熊谷百三(1954) 文化財に対する燻蒸剤の薬害について, I. 金属に及ぼす影響. 同上, 8: 17—21.
- 9) “ . ” (1955) 文化財に対する防虫剤・防黴剤の薬害について, I. 金属に及ぼす影響. 同上, 10: 9—12.
- 10) “ . ” (1955) 文化財に対する燻蒸剤の薬害について, II. 顔料に及ぼす影響. 同上, 11: 21—28.
- 11) H. Mori, M. Kumagai and K. Machida (1956) Diagnosis of insect damage to wooden and bamboo materials through roentgenography. Kobunkazai-no-kagaku, 13: 1-21.
- 12) 森八郎(1956) 藤原氏遺体の動物学的調査とその保存措置について. 慶大三田学会雑誌日吉特別号: 1—15.
- 13) 森八郎ほか(1957) 正倉院御物材質調査. 宮内庁書陵部紀要, 8: 57—81.
- 14) 森八郎・熊谷百三(1957) 正倉院御物の減圧殺虫. 古文化財の科学, 14: 1—7.
- 15) “ . ” (1957) 古文化財に及ぼす燻蒸剤の影響. 化学の領域, 11—9: 3—9.
- 16) 森八郎(1957) 正倉院御物の昆虫学的調査とその虫害の防除について. 慶大三田学会雑誌日吉特別号, 2: 1—10.
- 17) “ (1960) 平安神宮(京都)神苑のシロアリ被害. 同上 6: 1—13.

- 18) 森八郎(1961) 建長寺・円覚寺(鎌倉)のシロアリ被害. 同上, 7: 43—57.
- 19) “ (1962) 古文化財の虫害とその対策. 木材工業, 17 (181).
- 20) “ (1962) 古文化資料を加害する昆虫とその虫害対策. 博物館研究, 35—7: 1—6.
- 21) “ (1967) 天幕燻蒸によるシロアリの駆除. しろあり, 7: 32—36.
- 22) 森八郎・熊谷百三(1970) 燻蒸剤の金属・顔料・染料に及ぼす影響. しろあり, 13: 30—38.
- 23) 森八郎(1972) DDVP 樹脂蒸散防虫剤の金属・顔料・染料に及ぼす影響. 慶大日吉論文集自然科学編, 9: 72—95.
- 24) 森八郎・新井英夫・町田和江・他(1973) 国宝・重要文化財建造物の蟻害緊急調査—千葉県蟻害調査を中心に—. 保存科学, 11: 47—68.
- 25) 森八郎・新井英夫(1974) 町田郷土資料館におけるバイケン燻蒸. 保存科学, 12: 103—108.
- 26) 森八郎(1974) 国宝・重要文化財閑谷神社の虫害調査. しろあり, 22: 42—45.
- 27) “ (1974) 菓香の防虫効果. 保存科学, 14: 45—49.
- 28) 森八郎・新井英夫・町田和江(1975) 斯道文庫など書庫で採集された昆虫と書籍害虫およびその食痕・虫糞ならびに防除対策. 慶大日吉論文集自然科学編, 12: 109—145.
- 29) 森八郎(1975) 文化財害虫のリストと虫害に対する保存科学, 19: 24—60.
- 30) “ (1976) 文化財と甲虫類. 三田評論(慶応義塾), 756: 31.
- 31) 森八郎・門倉武夫(1976) 重要文化財閑谷学校聖廟大成殿と閑谷神社の被覆燻蒸, 慶大日吉論文集自然科学編, 13: 53—65.
- 32) 森八郎(1976) 博物館につく虫. 自然科学と博物館, 43—4: 171—178と184.
- 33) 森八郎・門倉武夫(1977) 如庵(国宝)および旧正伝院(重要文化財)の被覆燻蒸. 古文化財の科学, 20・21: 93—100.
- 34) 森八郎(1977) 和紙と虫害. 表具の科学: 137—143.
- 35) 森八郎・新井英夫(1977) 防虫・防霉剤の薬効と材質への影響. 同上: 144—149.
- 36) 森 徹(1936) 虫害に対する木材保存法の研究(第1報). 建築学会論文集, 1: 1—8.
- 37) “ (1937) 建築材の虫害. 木材保存, 5—2: 1—4.
- 38) “ (1938) 虫害に対する木材保存法の研究(第2報). 建築学会論文集, 9: 1—10.
- 39) “ (1949) 木材・竹材. 技報堂.
- 40) 森 徹・浅野猪久夫・江本義理(1952) 柱根の防腐処理方法に関する研究(その1), 木材防腐防虫の研究(3). 古文化財の科学, 4: 23—26.

図 鑑

- 41) 松村松年(1931) 日本昆虫大図鑑(刀江書院).

- 42) 内田清之助ほか(1932) 日本昆虫図鑑 (北隆館).
- 43) 平山修次郎(1933) 原色千種昆虫図譜 (三省堂).
- 44) 江崎悌三・堀浩・安松京三(1938) 原色日本昆虫図説 (三省堂).
- 45) 江崎悌三ほか(1951) 日本昆虫図鑑 (北隆館).
- 46) 河田党ほか(1959) 日本幼虫図鑑 (北隆館).
- 47) 井上寛ほか(1959) 原色昆虫大図鑑. I, 蝶蛾篇 (北隆館).
- 48) 中根猛ほか(1963) 同上 II, 甲虫篇 (北隆館).
- 49) 安松京三ほか(1965) 同上 III, (北隆館).

## Control of Insect Pests Damaging Old Cultural Properties

Hachiro MORI

Tokyo National Research Institute for Cultural Properties,  
Ueno, Tokyo

Many of Japan's cultural properties are made of organic materials — wood, paper, cloth, leather—and a large percentage of the deterioration of these antiquities can be attributed to insects. Thus insect pest control is an important branch of conservation science.

Nine orders of insects are involved (Isoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lipidoptera, Dictyoptera, Thysanura, Psocoptera, Diptera, and Orthoptera). About half of the wooden buildings registered as national treasures or important cultural properties are attacked by Japanese termites and Formosan subterranean termites, and these insects often cause the most serious damage. Wood-boring beetles, especially larvae of death-watches such as the pubescent anobiid, are equally pernicious; they do serious damage to the wooden parts of Buddhist statues, folding screens, hanging pictures, etc., as well as to wooden buildings. Carpenter ants, bees and wasps, clothes moths, cockroaches, silverfish and firebrats also do considerable damage. And despite very small sizes, booklice and psocids are sometimes surprisingly injurious to paper. On the other hand, damage caused by flies seems to be negligible, and damage to clothes by crickets or similar insects is rare and exceptional.

Large scale extermination of insects damaging wooden structures can be accomplished by sealing the structure, or covering it with a tarpaulin, and then fumigating. For small cultural properties, fumigation at reduced air pressure in a vacuum chamber is most effective. Methyl bromide, sulfuryl fluoride, and a methyl bromide-ethylen oxide mixture (87 : 13 by weight) are the most suitable for cultural properties among the various fumigants used in Japan today. Effective protection against insect pests in hermetically closed sheet metal cases, drawers or showshelves with sealed glass windows is provided by inclusion of several small gauze bags containing paradichlorobenzen. About 40 g per cubic meter is required, with replacement in accordance with evaporation rates.