

# 書籍の生物劣化とその防除

新井英夫・森 八郎

## 1. はじめに

書籍の生物による被害は、洋の東西を問わず、古くて新しい問題である。一般には、書籍の害虫といえば、「シミ」という概念が広くゆきわたっているが、書籍に決定的な被害を与えているのは、「シバムシ(通称キクイムシ)」の幼虫である。案外このことが知られていないように思われる。また、上記以外の害虫として知られている種類には、ゴキブリ・チャタテムシ・シロアリ・ヒラタキクイムシ・カツオブシムシなどがあるが、このことも専門家を除いてあまり知られていない。さらに、微生物による被害もある。たとえば、糸状菌では *Chaetomium*・*Trichoderma*・*Aspergillus*・*Penicillium*・*Stemphylium*・*Alternaria*・*Stachibotrys* など、細菌では、*Cytophaga*・*Cellvibrio*・*Cellfacicula* が、セルロースを分解したり、書籍を着色汚染したりして劣化する原因となる<sup>1)</sup>。しかし、わが国では書籍の生物劣化の研究が、少ないように見受けられる。

著者らは、昭和 46 年末に、数年前から神宮文庫の著しい虫害の防除対策を依頼され、その後、昭和 47 年 4 月に細川邸書庫、昭和 47 年 10 月に南禅寺文庫の被害状況を調査して、防除処置を実施した。著者らが遭遇する書籍は、文化財であるために和書が多いが、書籍の生物劣化は、あらゆる図書館および文書・記録など紙類を保存している所に発生する被害である。われわれは、この歴史的に貴重な書籍・記録の消滅を、可能な限り防除していかなければならないと考える。このような観点から、これまでに上記 3ヶ所の書籍の被害状況を調査し、防除処置をしたので、その結果を報告する。

## 2. 各書庫の状況

### 2.1 神宮文庫大書庫(三重県伊勢市倉田山)

蔵書： 国宝として「玉篇巻第 22」1巻(平安時代)、重要文化財として「古文尚書」13巻、古事記裏書 1冊、古事記上巻 1冊、日本書紀私見聞(道祥自筆本)・日本書紀私見文(春瑜自筆本) 2冊、神宮法楽和歌 16巻があり、その他に、神宮の祭儀・奉幣・造営・遷宮・法制・職制・参宮などに関する古記録をはじめ、神道・文学・史学など広範にわたる和書を加えて、現在総数 23 万余点が収蔵されている。この中で多くを占めているのは、江戸時代中期以後の和書である。

書庫： 大書庫は、大正 14 年 8 月に建築した建坪 200 m<sup>2</sup> の鉄筋コンクリート造 4階建(ただし、1階は半地下)で、1~4階までの各階の内容積は、268, 269, 271, 284 m<sup>3</sup> である。

庫内の環境： 庫内は、常時多湿な環境にあり、夏季には相対湿度が 70~100%を示すという。現在、除湿器を 3台設置して、年平均の相対湿度 75%程度を保っている。

被害状況： 昭和 46 年 5 月に書籍の抜取検査を実施したところ、大書庫 1階でシミを数



←図-1 フルホンシバンムシ (*Gastrallus immarginatus* M.) 幼虫 500 匹以上が生息していた書籍

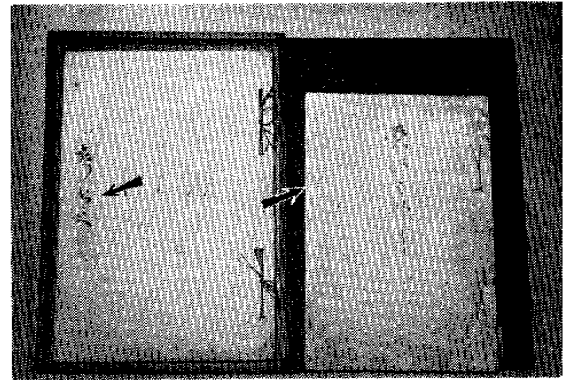


図-2 シミ (*Ctenolepisma villosa* E.) による食痕

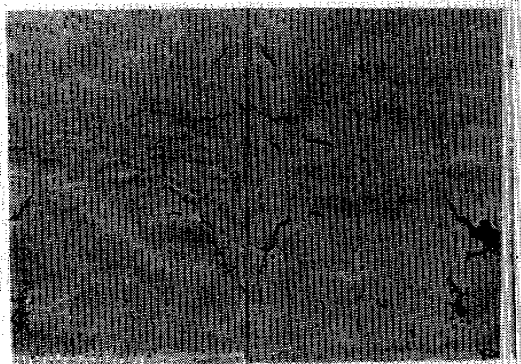


図-3 フルホンシバンムシによる深い食痕

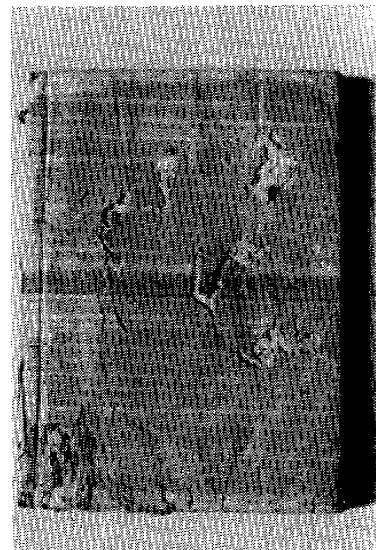


図-4 ケブカシバンムシ (*Nicobium castaneum* O.) による太い食痕

匹，昭和 33 年に収納した「雪柯斎纂録（喜永 7 年＝1854 年）」の 90 冊から，500～600 匹におよぶ 2～3 mm の乳白色をした幼虫が発見され，2～4 階でもシミを発見したという。また，神宮文庫が宇治館町（明治 39 年建築）にあった頃；大正年間の五十鈴川の水害で一部冠水した書籍もあるとのことであった（図-1，2，3，4）。

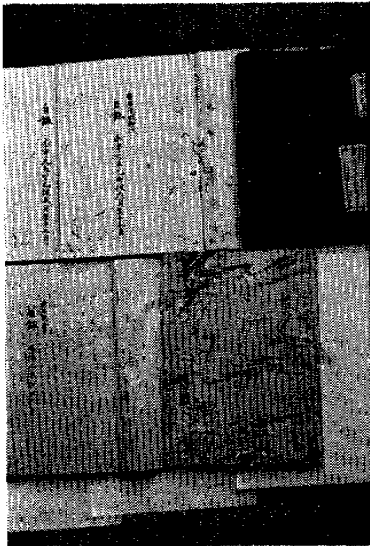
## 2.2. 南禅寺文書庫（京都市左京区南禅寺福地町）

蔵書： 国宝として「亀山天皇宸翰禅林寺御起願文案」1 巻，重要文化財として「南禅寺一切経」5822 帖があり，その他に中世・鎌倉時代の聖教類・仏教一般・漢籍および近世の文書類・雑記などを加えて，総数約 1 万冊が収蔵されている。

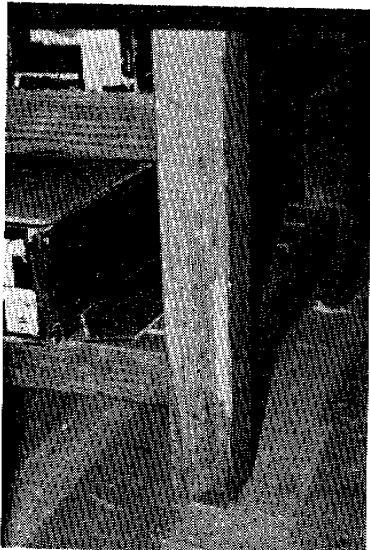
書庫： 文書庫は，建坪 28 m<sup>2</sup> の土蔵造で，内容積は 126 m<sup>3</sup> ある。

周囲の環境： 京都東山のふもとにあり，樹木に囲まれ，きわめて多湿な環境にある。したがって，文書庫内も周囲とほぼ同じ環境であると考えてよい。外気の相対湿度は，70～95%（夏季）であった。

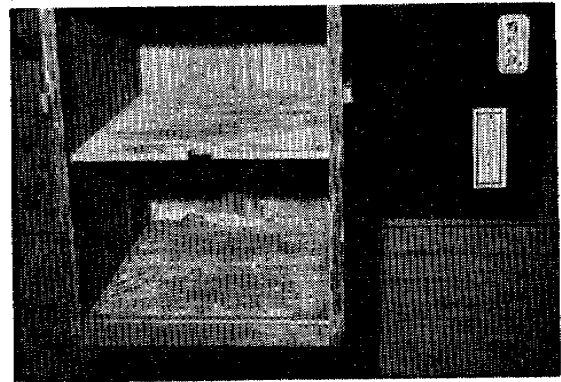
被害状況： 桐箱内に収められた和書に，数 mm の乳白色の幼虫が生息し，加害進行中である。そして，加害は書籍にとどまらず桐箱にも及んでいた。その他通路ならびに棚に多数の



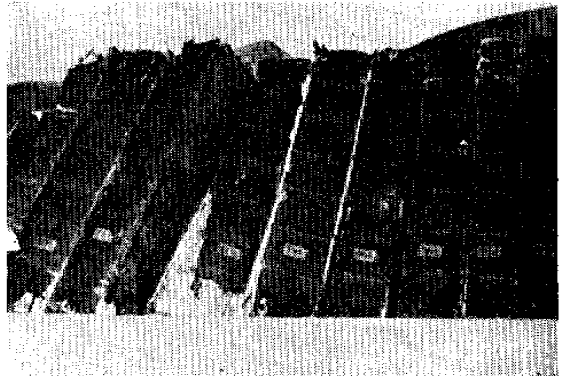
図—5 桐箱に収納されていた書籍のフルホンシバンムシによる被害



図—7 キクイムシが加害中の文書庫内の棚



図—6 フルホンシバンムシによる桐箱の食害  
(前図の書籍の収納箱)



図—8 洋書のゴキブリによる被害



図—9 シバンムシの食痕

小型甲虫の死骸が認められた(図—5, 6, 7)。

### 2.3. 細川邸書庫(東京都文京区目白台 1—1—1)

蔵書: フランスの Henri CORDIER 氏(1849~1925)が所持していた歴史・地理・美術・雑誌など6千冊, その他に和書を加えて, 総数約1万冊が収蔵されている。

書庫: 建坪 75 m<sup>2</sup>の鉄筋コンクリート造3階建の収蔵庫の1階が書庫にあてられている。書庫の内容積は, 188 m<sup>3</sup>であった。庫内の湿度はかなり高い値を示し, 相対湿度が75~93%(夏季)である。

被害状況: かつて粉末DDTを散布したあとがあったが, 通路および書棚など随所に成虫の死骸が認められた(図—8, 9)。

### 3. 書籍を劣化する生物

書籍の原料は、各種の植物繊維（セルロース）が大部分を占めるが、その他に接着剤としてのり（デンプンなど）や綴じのための糸などで構成されている。洋書の場合は、装丁に皮（蛋白質）を使っているものが多く見受けられる。次に、書籍を利用する段階で、多くの人の手・指を介して、脂肪・その他の有機物が付着し、書籍を保存している間にほこりが付着する。したがって、書籍はこれらの原材料および付着物を、餌または栄養分として好む生物の加害する対象となる。すなわち、セルロース・デンプン・蛋白質・付着している有機物を好む昆虫ならびに微生物の発生源となる。

前記3ヶ所の書庫で採集した試料から昆虫の同定が完了したので、その結果を記述する。糸状菌も同時に採集してあるが、まだ同定が完了していないので、別に報告する予定である。

- (1) フルホンシバンムシ（成虫・蛹・幼虫）

*Gastrallus immarginatus* MÜLLER

神宮文庫大書庫・南禅寺文書庫・細川邸書庫

- (2) ジンサンシバンムシ（成虫）

*Stegobium paniceum* L.

神宮文庫大書庫

- (3) ケブカシバンムシ（成虫・幼虫）

*Nicobium castaneum* OLIVIER

神宮文庫大書庫・南禅寺文書庫

- (4) ザウテルシバンムシ（成虫）

*Falsogastrallus sauteri* PIC

神宮文庫大書庫

- (5) コクヌストモドキ（成虫）

*Tribolium castaneum* HERBST

神宮文庫大書庫（食品害虫である。）

- (6) マルカツオブシムシ 1種（脱皮殻）

多分、ヒメマルカツオブシムシ *Antherenus verbasci* L. と思われる。

神宮文庫大書庫

- (7) ヤマトシミ（成虫）

*Ctenolepisma villosa* ESCHERICH

神宮文庫大書庫

- (8) ホンジラミ（成虫）

Psocoptera (*Liposcelis entomophilus* ENDERLEIN, *Trogium pulsatorium* L., etc.)

神宮文庫大書庫・南禅寺文書庫・細川邸書庫

- (9) ヒメアリ（職蟻，有翅虫）

*Monomorium nipponense* WHEELER

南禅寺文書庫（書籍害虫の死体を求めにきていると思われる。）

## (10) キイロヒメアリ (職蟻)

*M. triviale* WHEELER

神宮文庫大書庫・南禅寺文書庫 (前記ヒメアリと同様。)

## 4. 書庫の燻蒸

フルホンシバンムシやケブカシバンムシの幼虫は、書籍の内部に深く曲がりくねった孔道を穿つ。それ故に、通常の液状殺虫剤の表面散布では、100%の殺虫効果は望めないし、それに液状薬剤の書籍に対する薬害が懸念される。一方、燻蒸剤は気体であるから、厚い書籍の内部まで透過し、むらがなく、殺虫効果は100%期待できる。このような理由で、いずれの場合もメチルプロマイドによる書庫の密閉燻蒸を実施した。いうまでもなく、メチルプロマイドは市販の燻蒸剤の中で、文化財材質への影響が最も少ない薬剤である<sup>2)3)4)5)</sup>。燻蒸効果の判定は、前報<sup>6)</sup>の方法によった。

4.1. 燻蒸方法： 神宮文庫の大書庫は、大正14年建築の鉄筋コンクリート造で、出入口は南側の1階と2階の中間に1ヶ所、庫内の入口すぐ左側に4階まで通ずる細い階段がある。窓は、1～3階の各階の東と西側に各10窓、北側に4窓あり、4階には南北の天井付近に換気窓がある。したがって、出入口および窓の密閉を充分に行なえば、燻蒸剤の漏洩は少ないものと判断した。

各階の中央部にガス濃度測定用のチューブの一端を固定し、他端は東側の窓から地上に懸垂した。定法による燻蒸効果判定のためのコクゾウ (*Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY) およびコクヌストモドキ (*Tribolium castaneum* HERBST) のテストサンプルを、庫内の各階に各5ヶ所ずつ配置した。この他に、密着した書籍内部への燻蒸剤の透過性を調べるために、A4版大の新聞用紙を厚さ6.2cmに重ねて、書籍の模型を作成し、この中心部をくり抜いてコクゾウ20匹と玄米を入れた毛細管<sup>1)</sup> (先端直径0.5mm)つきガラス瓶を埋め込んだ。これをガス濃度が最も希薄になりやすい4階中央書棚の床上1mの位置に配置した。

メチルプロマイドは、各階とも30～32 g/m<sup>3</sup>の割合で投薬し、72時間の燻蒸を実施した。庫内の気温は20°Cであった。また、投薬後の薬剤が、すみやかに庫内に拡散して、均一なガス濃度を保つように、各階に扇風機を1台ずつ配置した。

南禅寺文書庫および細川邸書庫も同様に密閉燻蒸した。方法は、神宮文庫の場合と同様である。ただし、南禅寺文書庫の場合は、10月末に実施したので、気温が8～22°Cであったため、投薬量を75 g/m<sup>3</sup>の割合で70時間燻蒸した。細川邸書庫は8月に実施し、庫内温度26°C、投薬量は20 g/m<sup>3</sup>で燻蒸した。

4.2. 燻蒸結果： 神宮文庫大書庫におけるメチルプロマイド濃度の経時変化を1例として表一に示した。すなわち、4階のメチルプロマイド濃度が、投薬後なかなか上昇しなかった

表一 書庫内のメチルプロマイドの経時変化<sup>1)</sup>

測定時間 <sup>2)</sup>	メチルプロマイド濃度 <sup>3)</sup> (mg/l)			
	1階	2階	3階	4階
1	12.5	13.4	10.6	5.0
3	13.4	15.0	13.0	5.0
5	15.0	16.5	15.0	5.0
8	20.0	20.0	19.0	9.0
19	17.0	17.0	14.0	9.0
24	19.0	18.0	13.2	12.6
69	9.0	10.0	8.0	8.0
72	10.0	10.0	8.0	8.2

- 1) 神宮文庫大書庫における経時変化
- 2) メチルプロマイド投薬後の時間
- 3) 理研18型ガス検定器による測定値

ので、22 時間目に 2.5 kg 追加した。密閉度は良好で、72 時間後に投薬量の 30%前後を保持していた。南禅寺文書庫は、床下からの漏洩が多く、44 時間目に 5.0 kg を追加して殺虫濃度を保った。細川邸は、とくに投薬後の追加を必要とせず、開放まで殺虫濃度を保っていた。

燻蒸終了後、直ちに庫内に配置したコクゾウおよびコクヌストモドキのテストサンプルを回収し、供試虫の生死を調べた。コクゾウの蛹・幼虫は、被害米粒 10 粒をとり、これを切開してその生死を判定し、卵については、飼育試験により食入粉の有無によって判定した。その結果、いずれのテストサンプルからも生残した成虫・蛹・幼虫・卵は認められず、100% の殺虫効果を示した。神宮文庫における燻蒸効果の判定結果を 1 例として表-2 に示した。なお、燻蒸作業は、神宮文庫を中部資材 K. K.、南禅寺・細川邸を国際衛生 K. K. がそれぞれ担当して実施したものである。

表-2 メチルプロマイド燻蒸効果<sup>1)</sup>

試料の配置場所	試料 No.	コクゾウ						コクヌストモドキ			
		成虫		蛹		幼虫			卵	成虫	
		生	死	生	死	生	死			食入痕	生
1 階	1	0	20	0	4	0	6	食入痕なし	生残虫なし		
	2	0	20	0	6	0	4				
	3	0	20	0	5	0	5				
	4	0	20	0	7	0	3				
	5	0	20	0	6	0	4				
2 階	6	0	20	0	3	0	7				
	7	0	20	0	4	0	6				
	8	0	20	0	7	0	3				
	9	0	20	0	5	0	5				
	10	0	20	0	6	0	4				
3 階	11	0	20	0	4	0	6				
	12	0	20	0	3	0	7				
	13	0	20	0	2	0	8				
	14	0	20	0	6	0	4				
	15	0	20	0	3	0	7				
4 階	16	0	20	0	6	0	4				
	17	0	20	0	5	0	5				
	18	0	20	0	2	0	8				
	19	0	20	0	8	0	2				
	20	0	20	0	7	0	3				
	書籍模型	0	20	0	3	0	7				
対 照		18	2	3	0	7	0	+	10	0	

1) 神宮文庫大書庫の燻蒸結果

## 5. 考 察

今回調査した書庫に共通していたことは、空気調節設備がなく、いずれも高湿度（相対湿度 75~93%）であった。このような環境条件は、加害生物の繁殖に絶好の場を提供していること

になる。書籍の寄贈を受けたり、購入する際に、燻蒸処置して書架に加えるという原則は、最近普及したもので、従来はそのまま収蔵しているところが多い。この場合、収蔵以前に付着していた卵や幼虫が、収蔵後に繁殖したことも充分予想される。シロアリの食痕が寄贈図書に見られるものもあった(図-10)。

ある1組の書籍には、シバンムシの幼虫が多数生息しているにもかかわらず、これに隣接している書籍には加害が認められないという興味ある現象があった。これは、それぞれの書籍に使用している紙質に関係があるものと考えられた。すなわち、和紙製造原料の差によるのかもしれない。

メチルブロマイドによる書庫の燻蒸を3ヶ所で行ったが、鉄筋コンクリート造の書庫は、密閉度が良好で、ガスの殺虫濃度を72時間後までよく保った。燻蒸作業は、いずれの場合も専門会社に依頼して実施した。燻蒸剤は多かれ少なかれ有毒ガスであるから、専門職員・設備をそなえていない場合は、燻蒸を専門に扱っているところに依頼するのが賢明である。このとき、書庫の状況によって所要経費に巾があるが、予算を計上する際の参考までに記しておく。今回の密閉燻蒸の場合は、書庫の内容積で計算すると、450~600円/m<sup>3</sup>であった。また、建造物を外側からタープで被覆して燻蒸する場合は、タープの内容積と500~750円/m<sup>3</sup>で計算すると、ほぼ近い値が得られる。一般に燻蒸容積が大きくなると、かなり割引かれる。

書庫の燻蒸によって現存する生物を殺滅しても、その後の書庫の管理が旧態依然としたものであれば、再び同様な被害を繰返すだけである。燻蒸処理後、どのように書庫を管理して生物による被害を防ぐかは、図書館職員ならびに文書・記録所蔵機関の職員諸氏の重要な任務であると考えられる。必要事項を列記すると、次のとおりである。(1) 書庫内の環境(温湿度)をどのようにして調節していくか。(2) 発生するごみやほこりの除去。(3) パラジクロルベンゾールを40g/m<sup>3</sup>の割合で書庫内に配置し、これの補充をおこなう。または、収蔵している文化財材質に銀・銅・鉄を含んだものがなければ、DDVP樹脂蒸散剤を使用する。(4) 被害を受けている書籍を発見したら、被害が広範に及ぶ前に隔離して殺虫・殺菌処置をする。(5) 生物による被害が発生したら、直ちに昆虫ならびに微生物の専門家と連絡をとる。

生物が繁殖するには、温度・湿度・栄養分が好適でなければならない。したがって、繁殖に不適当な条件が増加すれば、それだけ加害生物の繁殖を防ぐことになる。書籍は、それ自体が栄養分なので、養分を除くことは不可能であるから、残りの温度・湿度を調節して加害生物を防がなければならない。これが、書籍類を保存する書庫に空気調節装置が必須な所以である。この装置は高価なため、すぐに設備できないこともあるであろうが、その時は、除湿器だけでも、設置して、庫内の湿度をせめて60~65%程度に調節すべきである。これだけでもその後の被害の進行を遅らせるだけの効果はある。生物の多様性はきわめて広範で、なかには乾燥状態を好む生物(たとえばタバコシバンムシ)もいるから、湿度調節に加えて温度調節をして、庫内の温度を20°C以下に保つという条件が増えれば、それだけ生物の防除効果を発揮するであろう。このように、可能な限りの手をつくして環境条件の制御をしてから、薬剤を併用することが望ましい。現在、盛んに加害が進行しているのが常であるから、まず現存する加害生物の卵・幼虫・蛹・成虫、微生物細胞・胞子を殺滅してから、前述のような考えに基づいて、書籍類の保存対策が実施される



図-10 収納前に受けたシロアリの食痕

ことを期待したい。

## 6. 要 約

神宮文庫、南禅寺および細川邸の書庫の生物による被害状況を調査し、害虫の防除を実施したので、その結果を報告した。

採集した試料から、書籍を直接加害する昆虫として、フルホンシバンムシ、ジンサンシバンムシ、ケブカシバンムシ、ザウテルシバンムシ、ヒメマルカツオブシムシ、ヤマトシミ、ホンジラミ、その他に食品害虫のクヌストモドキ、書籍害虫の死体を求めにきたと思われるヒメアリ・キイロヒメアリを同定した。

害虫駆除は、メチルブロマイドによる密閉燻蒸を実施した。すなわち、神宮文庫大書庫はメチルブロマイド  $30\sim 32\text{ g/m}^3$  で 72 時間、南禅寺文書庫は  $75\text{ g/m}^3$  で 70 時間、細川邸書庫は  $20\text{ g/m}^3$  で実施した。燻蒸効果は、コクゾウを主たる供試虫とし、毛細管付ガラス瓶に入れてテストサンプルとし、その他に厚い書籍内部の殺虫効果確認のため書籍の模型も使用した。その結果、すべてのテストサンプルの供試虫は完全に死滅しており、100%の燻蒸効果を確認した。

燻蒸後の書籍管理上の必要事項についても述べた。

## 文 献

- 1) Fausta Gallo and Piero Gallo: *Insetti e microorganismi nemici dei libri*, *Ballettino dell' Istituto di Patologia del Libro*, **26**, pp.143~190, (1967).  
新井英夫・森 八郎監訳：紙本保存の手引(書籍の敵, 昆虫と微生物), 日本博物館協会発行 (1973.4)
- 2) 森 八郎・熊谷百三：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, *古文化財之科学*, No. 8, p.17 (1954).
- 3) 森 八郎・熊谷百三：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, *古文化財之科学*, No. 11, p. 21 (1955).
- 4) 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)
- 5) 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. 72 (1962).
- 6) 新井英夫・森 八郎・原田豊秋：重要文化財増上寺三解脱門の燻蒸, *保存科学*, No. 9, p. 55(1972).



## Résumé

Hideo ARAI and Hachiro MORI : Biodeterioration of Books and their Pest Controls in Japan.

**Introduction :** The fact that books are damaged by organisms has been known for long in all parts of the world. A fixed idea that the pest working on books is the silverfish, is prevalent in Japan, but books are deteriorated markedly more by some larvae of *Anobiidae*. On the other hand, no small damage is caused also by microorganisms, because fungi and bacteria decompose cellulose and protein and make stains on papers.

In this paper, the authors make a report regarding their investigations on the state of books damaged by organisms in the 3 libraries and the results of pest controls.

**The characteristics of each library :**

1. The library of the Ise-Jingu Shrine.

This library possesses one roll of calligraphy designated as a National Treasure (from 794 to 1185) and 4 volumes as Important Cultural Properties. The total number of articles is more than 230 thousand including archives on Shinto priests and books on Shintoism, literature, and history. Japanese books printed after 1700 make up the bulk of those kept in this library.

2. The library of the Nanzen-ji Temple.

This library possesses one roll of calligraphy designated as a National Treasure and 5822 volumes of Buddhist scriptures as Important Cultural Properties. In total, this library houses about 10 thousand articles including books on Buddhism from 1100 to 1600 and archives from 1600 to 1800.

3. The library of the Hosokawas' residence.

The stack room has a collection of about 15 thousand volumes in total, including 6 thousand books on history, geography, art and sports owned by the late Mr. Henri CORDIER (1849-1925) of France, as well as Japanese books.

**Identification of insects in the libraries :**

The authors collected samples of organisms in each library. As the insects from among these samples have been identified, the results are given below.

1) *Gastrallus immarginatus* MÜLLER

From the libraries of the Ise-Jingu Shrine, the Nanzen-ji Temple and the Hosokawas' residence.

2) *Stegobium paniceum* L.

From the library of the Ise-Jingu Shrine.

3) *Nicobium castaneum* OLIVIER

From all of the 3 libraries.

- 4) *Falsogastrallus sauteri* PIC  
From the library of the Ise-Jingu Shrine.
- 5) *Tribolium castaneum* HERBST  
From the library of the Ise-Jingu Shrine.
- 6) *Anthrenus* sp. (Perhaps it is *A. verbasci* L.)  
From the library of the Ise-Jingu Shrine.
- 7) *Ctenolepisma villosa* ESCHERICH  
From the library of the Ise-Jingu Shrine.
- 8) Psocoptera (*Liposcelis entomophilus* ENDERLEIN, *Trogium pulsatorium* L., etc.)  
From all of the 3 libraries.
- 9) *Monomorium nipponense* WHEELER  
From the library of the Nanzen-ji Temple.
- 10) *M. triviale* WHEELER  
From the libraries of the Ise-Jingu Shrine and the Nanzen-ji Temple.

**Fumigation of the stack rooms :**

Fumigants permeate uniformly into the inside of bulky books and have an excellent effect as an insecticide. The sealed fumigation with methyl bromide was carried out in these 3 libraries. Needless to add, among the fumigants in use in Japan at present, methyl bromide is the one least likely to impair cultural properties.

1. Method of fumigation: In the Ise-Jingu library, the rice weevil, *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY and the rust-red flour beetle, *Tribolium castaneum* HERBST were used for a check of fumigation effect. A test sample was made of 20 weevils and 20 g of the damaged unpolished rice in a glass bottle having a stopper with a capillary tube. And test samples were placed at 5 points on each floor. Moreover the authors experimented on the permeability of the fumigant into a thick book. For this examination, a full-sized model book, 6.2 cm thick, was made of newspaper with a hollow at the center where one of the test samples was fixed. The model book was left on a bookshelf, 1 m high, at the center of the fourth floor. The concentrations of methyl bromide used on each floor were 30 to 35 g/m<sup>3</sup>, and the fumigation time was 72 hours. The temperature in the stack rooms was 20°C. And an electric fan was set on each floor to encourage a quick dispersion and uniform concentration of gas.

Fumigations in the other 2 libraries were conducted by the same method as mentioned above.

2. Results: The stack room of the Ise-Jingu library was well closed, and about 30% of the fumigant still remained after 72 hours. In the other libraries, too, the concentration of fumigant was kept high enough to be effective as an insecticide. After 72 hours, the test samples, which had been arranged in the stack rooms, were collected at once and a check was made on the effect of fumigation. Closely examining 10 grains of damaged rice, the authors ascertained whether sur-

vivors of the imagines existed or not, whether the pupae or the larvae survived or not; as for the survival or otherwise of ova, an incubation test was made of the rice grains containing the ova, to see whether dust from bored rice grains by incubated larvae, (if the ova survived), was observed or not. The result was that no surviving imagines, larvae, pupae or ova were found in any of the test samples. The authors were able to meet with completely satisfactory results with reference to pest controls in the stack rooms.

**Discussion:** The 3 libraries had certain features in common: that they had no air conditioners and that they suffered from high humidity (75 to 93% in relative humidity). These circumstances offer best conditions for the reproduction of insects and other organisms.

The stack rooms will again sustain the same damage, if the management of stack rooms after they were fumigated remains as it was before. It is an important role for the staff members and others of the libraries after fumigation to manage the stack rooms in such a way as to protect the books against damage by organisms. The essential points in the management of books are as follows: (1) Temperature and humidity should be kept under control inside the libraries (below 20°C, 60~65% R.H.). (2) Dust should be removed regularly. (3) As insecticides, paradichlorobenzene or DDVP resin strip is recommended. Paradichlorobenzene should be used in the ratio of 40 g/m<sup>3</sup> and be supplied constantly. Care should be taken in using DDVP for it may affect such substances as silver, iron, and copper, if these happen to be near. (4) When damaged books are found, they must be segregated and pest control must be effected as soon as possible. (5) Members of libraries should contact entomologists and microbiologists, if damage by organisms is detected in the stack rooms.

Air conditioners must be installed in all libraries at any cost. If such is infeasible, the humidity in stack rooms has to be controlled with dehumidifiers to be at least 60~65% in relative humidity. Protection from organisms is more effective, provided the temperature is kept below 20°C. The authors think that insecticides and fungicides should be used after the environmental condition is brought under control.

If the library has no experts of its own and no apparatus of fumigation, the fumigation should be entrusted to experts from outside, as fumigants are toxic gases. Incidentally, the cost of fumigation was: 450~600 yen/m<sup>3</sup> in the case of sealed fumigation from the inside of the building and 500~750 yen/m<sup>3</sup> in the case of tarps-covered fumigation from the outside.