

正倉院の虫害対策

高 畑 誠

1. はじめに

正倉院正倉（以下、正倉院と呼ぶ）は奈良時代に建てられた木造建築物である（挿図1）。正倉院は東大寺の倉として建てられたが、天平勝宝8歳（756）の聖武天皇崩御以降、光明皇后により東大寺盧舎那仏に献納された聖武天皇遺愛の品々や東大寺に関する品々を収納する倉として使用された。



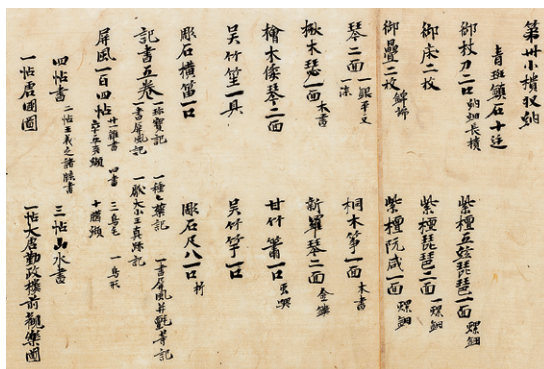
挿図1 正倉院正倉

正倉院に収納された品々は、「正倉院宝物」と呼ばれ、その材質は動物、植物、金属、鉱物と多岐にわたる。宝物の劣化損傷を引き起こす主な要因としては、温湿度、光、空気汚染物質、カビ、自然災害が挙げられるが、虫による被害も同様に注意が必要である。特に、動物質や植物質で構成される宝物は、虫の餌あるいは営巣箇所となりやすい。虫の被害を受けた宝物は、その形状や美観が損なわれるだけでなく、強度も低下してしまう。

本稿では、正倉院宝物を虫害から守るために取り組まれてきた対策について、特に曝涼以外の対策が実践されるようになった昭和時代以降の取り組みについて報告する。

2. 宝物の点検

正倉院では、聖武天皇遺愛の品々が献納されて以降、それら献納宝物の曝涼が行われてきた。曝涼とは書物などを虫やカビから守るために、気候の安定した時期に風を通す作業である。正倉院には曝涼の記録が伝わり、その記録には曝涼を行った宝物名および数量が記載され、薬物など増減の認められる宝物については、理由も記される。延暦十二年曝涼使解（北倉163）では、曝涼を行った甘竹簾



挿図2 延暦十二年曝涼使解（北倉163）に記載される「虫喫」

（南倉112）や植物由来の薬物などに「虫喫」と記載されており（挿図2）、当時より植物素材でできた宝物では虫害が生じていたことが確認できる。

明治16年（1883）以降、曝涼は年1回の頻度で実施されるようになった。昭和38年（1963）に、宝物は空調設備を備えた鉄骨鉄筋コンクリート造りの西宝庫に移納された。西宝庫は空調により宝庫内の温湿度を管理するため、外気が直接宝庫内に流入することはなくなった^(註1)。そのため、西宝庫内での作業内容はそれまで行われてきた宝物に外気を



挿図3 宝物の点検

当てる曝涼から、宝物の異常の有無を確認する点検にかわった。現在、西宝庫で保管する宝物は毎年10～11月の平日に点検を行う。整理済みの染織品、調査や修理途中である宝物、および聖語蔵経巻は、昭和28年（1953）竣工の東宝庫で保管されており、東宝庫中の宝物については毎年4～5月のうち約2週間をかけて点検を行う。宝物の点検では虫菌害や損傷の有無に注意して見るため、LEDライトやルーペが必需品である（挿図3）。

宮内庁正倉院事務所では昭和23～24年（1948～1949）に、正倉院宝物特別調査「薬物」を実施した。その際、調査の一環として、宝物に関する昆虫についても調査が行われ、薬物の由来となった昆虫、薬物や容器を加害した可能性のある昆虫、宝物に混じって見つかった昆虫がそれぞれ発見された^(註2)。具体的にはコクヌスト、ヒョウホンムシ類、シバンムシ類、シナヒラタキクイムシ、カツオブシムシ類、イガ、コメノシマメイガが害虫として報告されている。これらの害虫はいずれも乾燥動植物質を餌とする虫である。また、害虫ではないが宝物に混じって見つかった昆虫として、コガネムシ類、イネゾウムシが報告されている（表1）。

表1 正倉院宝物特別調査「薬物」において発見された昆虫

昆虫名	発見箇所
インクフシバチ	無食子
ラックカイガラムシ	紫鉱
コクヌスト	芫花、竹節人參、大黃塵、薬塵
セマルヒョウホンムシ	芫花、薬塵
ナガヒョウホンムシ	薬塵
クスリヤナカセ (ジンサンシバンムシ)	大黃塵、甘草、芫花、薬塵
シバンムシの1種	薬塵
シナヒラタキクイムシ	甘草
ヒメカツオブシムシ	薬塵、芒消、絹褥
マルカツオブシムシの1種	毛氈、袈裟
イガ	毛氈
コメノシマメイガ	芫花
コアオハナムグリ	芫花
マグソコガネ	芫花
エンマコガネの1種	薬塵
イネゾウムシ	薬塵

3. 環境調査

正倉院事務所では、宝物を保管する宝庫内の環境調査として、平成11年（1999）より東西宝庫において害虫調査を行っている。調査には非誘因性の箱型粘着トラップを使用し、宝庫内の各部屋四隅の床面にそれらを設置する（挿図4）。調査の評価方法は、宝庫内に設置したトラップを定期的に回収し、回収したトラップに捕獲された害虫の種類およびその数を調べ、宝庫内における害虫の生息状況に



挿図4 箱型粘着トラップを使った害虫調査

ついて評価するという形で実施している。トラップの交換作業ならびにトラップに捕獲された害虫の調査は正倉院事務所の保存課職員が行う。現在、東宝庫内と同前室ならびに西宝庫前室は年12回の頻度でトラップを回収する。勅封で管理される西宝庫内は開封期間中の約2ヶ月については月1回の頻度でトラップを回収し、閉封期間中の約10ヶ月は同一トラップを設置し続ける。調査により宝庫内では毎年チャタテムシ類の捕獲が認められる^(註3)。チャタテムシ類は食菌性の虫で、湿度の高い環境を好む性質を持つ^(註4)。奈良時代以降、正倉院宝物は正倉院内において唐櫃に収納された状態で保管されてきた。唐櫃内の温湿度環境を調査した結果、唐櫃内の相対湿度は年平均67%であることが判明した^(註5)。宝物を西宝庫で保管するにあたり、正倉院と西宝庫の湿度環境が大きく異なると、宝庫移納後に木漆工品をはじめとした宝物の損傷が危惧されたため、宝庫内の湿度を62%に設定し、そのまま現在に至っている。しかし、60%を超える湿度環境はカビが発生しやすく、チャタテムシ類にとっても好適な環境といえる。そのため、経常的に害虫調査を行うことにより、チャタテムシ類をはじめとした害虫の生息状況の把握が必要となる。そして、調査結果を基に宝物ごとに防虫対策の必要性について検討する。

4. 虫害対策

正倉院宝物のうち、動物あるいは植物素材で作られた宝物は特に虫害を受けやすい。そのため、宝物に対して、虫害を未然に防ぐための予防処置、あるいは応急的な対策が必要となる場合が生じる。予防処置や応急的な対策を実施する際には、宝物の材質や処置目的を検討の上、下記に挙げる対策のうち適した手法を選定する。

4-1. 防虫剤

奈良時代、正倉院宝物に対して裏衣香と呼ばれる防虫剤が使用されていた。大仏に献納された宝物の目録である国家珍宝帳（北倉158）には実際に雑集（北倉3）・孝経・頭陀寺碑文并杜家立成（杜家立成は北倉3）・楽毅論（北倉3）などの書巻類に裏衣香が添えられていた記録が

残る。また、実際に「神護景雲二年四月廿六日」などの銘記を有する奈良時代の裏衣香9点が伝存している(中倉80)。明治時代から平成時代の中頃まで、奈良時代の裏衣香を模して、正倉院では沈香・丁子・白檀・甘松香を配合したものを宝物の防虫剤として製作し、使用してきたが、防虫効果が期待できないことが判明したため^(註6)、現在では使用していない。現在使用している防虫剤は、樟脳とピレスロイド系防虫剤である。樟脳の使用開始年代については詳細は不明であるが、少なくとも昭和30年(1955)からは使用している。ピレスロイド系防虫剤はプロフルトリンを有効成分とするもの(商品名:エコミューア-FTプレート)を平成19年(2007)より使用している。樟脳あるいはピレスロイド系防虫剤を使用する際は、両薬剤の併用は避け、防虫対象となる虫の種類や薬剤を配置する容器の大きさ(体積)によって使用する薬剤を選択し、直接宝物に触れないように配置する。防虫効果を高めたい場合には、宝物を防虫剤とともにポリエチレンなどを素材とする高気密性の袋に一時的に封入する場合もある。その際には、使用する防虫剤は適量よりも少量とし、調湿剤も同梱する。防虫剤とは異なるが、チャタテムシ類への対策として防カビ剤を使用する場合もある。チャタテムシ類は食菌性であるため、餌となるカビの発生を防ぐことができれば、チャタテムシ類の増殖防止に繋がる。使用する防カビ剤は、シリカゲルに気化性防カビ剤 α -ブロモシンナムアルデヒド(BCA)を吸着したもの(商品名:BCAゲル)で、花氈(北倉150)のように材質的に湿気を蓄えやすくカビへの注意が必要な宝物に使用する。防虫剤などの薬剤を使用する際には、使用する職員に対して薬剤の特徴や使用時の注意点について周知し、宝物だけでなく作業する職員の安全確保にも努めている。

4-2. 燻蒸

燻蒸とは薬剤を用いて害虫や菌を殺すことである。燻蒸の特徴として、薬剤が燻蒸対象の内部まで浸透するため、対象表面上にいる害虫のみならず、内部に潜む害虫も致死させることが可能な点が挙げられる。昭和45年(1970)、殺虫剤である臭化メチル(メチルブロマイド)と殺菌効果を持つ酸化エチレン(エチレンオキシド)の混合剤(商品名:エキボン)が製造された。その結果、昭和40年代以降、日本国内の博物館など多くの施設において、殺虫に限らず殺菌目的でも燻蒸が行われるようになった。しかし、臭化メチルがオゾン層破壊物質として平成17年(2005)に全廃となったため^(註7)、それ以降は臭化メチル以外の薬剤を用いた燻蒸が各地で実施されるようになる。

宮内庁正倉院事務所では、昭和30年(1955)に文化財用としては国内第1号となる減圧殺虫装置(燻蒸装置)を導入し、以降宝物の殺虫処理を行ってきた(挿図5、表2)。この装置は、減圧や加温もでき、燻蒸対象となる宝物の材質や構造によって処理方法を変更できるという特



挿図5 燻蒸装置により宝物の燻蒸を行う様子
(昭和30年)

表2 正倉院事務所で実施した燻蒸

元号 (西暦)	月	対象物	使用薬剤	燻蒸方法
昭和30年 (1955)	11	新羅琴2面(北倉35)*、紫檀木画挟軾(北倉48)、色氈第1-14号(北倉151)、古櫃第8号(北倉178)、子日目利箒第1・2号(南倉75)、新羅琴残欠(南倉100)、尺八1口(南倉110)*、横笛1口(南倉111)*、白綾褥第56号其1・2(南倉150)、蘭筵第1-10号(南倉151)、蘭筵褥心2束(南倉152)*、古櫃第139号(南倉186)	臭化メチル	燻蒸装置
昭和31年 (1956)	4	東宝庫 慶長櫃第106・107・113号(中倉202)	臭化メチル	密閉
	5	榻足几第1号(北倉176)、古櫃第12・15・21・26・29・30・35・38・40・48号(北倉183)、古櫃第68-70号(中倉24)、古櫃第56号(中倉199)、古櫃第74・94・95・103・108-110・118・120-122・124・125号(中倉202)、慶長櫃第75・76・79・81・96・97・99-102・104・105・112・114-117号(中倉202)、元禄櫃第71号(中倉202)、興福寺古材櫃第119号(中倉202)、廿二足几第1号(中倉202)、廿四足几第2号(中倉202)、古櫃第174・188号(南倉74)、古櫃第197・202-204号(南倉174)、古櫃第126-130・137・141・144・145・155・166・169・172号(南倉186)	臭化メチル 臭化メチル	燻蒸装置 燻蒸装置
	8	古櫃第2・9号(北倉178)、古櫃第10・11・13・14・18-20・23・28・33・34・36・37・39・49号(北倉183)、元禄櫃第41号(北倉183)、古櫃第63号(中倉24)、古櫃第123号(中倉202)、慶長櫃第72・80・82-87・89・90・111号(中倉202)、興福寺古材櫃第77・78・91・93号(中倉202)、古櫃第195号(南倉74)、古櫃第206号(南倉174)、古櫃第131-133・136・138・141・143・152・154・156・157・161・165・171-173号(南倉186)、黄熟香納櫃、紅塵香(全浅香)納櫃、無番号櫃2櫃*、布半臂残欠第1-8号(中倉202)、布前裳第1-6号(中倉202)、早袖(汗衫)第1-5号(中倉202)	臭化メチル	燻蒸装置
	11	花氈(30床)(北倉150)付唐櫃1箇*、馬鞍10具付唐櫃3箇(中倉12)*、鞆及障泥残欠1裏(中倉13)*、障泥残欠4雙(中倉13)*、花籠第22束(南倉42)、細長櫃2合*	臭化メチル	燻蒸装置
昭和32年 (1957)	11	花籠第25束(南倉42)	臭化メチル	燻蒸装置
昭和33年 (1958)	2	榻足几*	臭化メチル	燻蒸装置
	11	花籠第26-38束(南倉42)	臭化メチル	燻蒸装置
	12	廿六足机第8・9号(中倉202)	臭化メチル	燻蒸装置
昭和34年 (1959)	12	梓弓第2・3号(中倉1)、櫛弓第4-8・10-17・19-27号(中倉2) 東南院文書第1・3-6櫃(中倉14)、酒人内親王献入帳(中倉14)	臭化メチル 臭化メチル	燻蒸装置 燻蒸装置
昭和35年 (1960)	11	黒柿両面厨子(中倉162)、新羅琴残欠(南倉100か?)*	臭化メチル	燻蒸装置
昭和38年 (1963)	6	花籠第10・12-14・16・19束(南倉42)	臭化メチル	燻蒸装置
	7	花籠第1-4・9・11・15・17・18・20・21・36・41・42・49・53・57・58束(南倉42)	臭化メチル	燻蒸装置
	8	花籠(南倉42)*、玉箒(子日目利箒(南倉75)か?)*、和琴*、箭*	臭化メチル	燻蒸装置
昭和39年 (1964)	5	東宝庫	—	密閉
昭和45年 (1970)	10	玉箒2点(子日目利箒(南倉75)か?)*	臭化メチル	燻蒸装置
	11	蘭筵12点(南倉151か?)*	臭化メチル	燻蒸装置
昭和46年 (1971)	9	東大寺屏風裂(北倉182)	臭化メチル	燻蒸装置
	11	全浅香(北倉41)	臭化メチル	燻蒸装置
昭和47年 (1972)	11	新羅琴残欠(南倉100)、刻彫蓮花仏座(南倉161)*	臭化メチル	燻蒸装置
昭和55年 (1980)	4	興福寺古材櫃(中倉202)*	臭化メチル	燻蒸装置
	11	刻彫蓮花仏座第1・2号(南倉161)	臭化メチル	燻蒸装置
昭和57年 (1982)	1	氈芯の褥類(展開整理対象染織品)	臭化メチル	燻蒸装置
	3	氈芯の褥類(展開整理対象染織品)	臭化メチル	燻蒸装置
	6	展開整理対象染織品*、褥芯*	臭化メチル	燻蒸装置
昭和61年 (1986)	6	錦帯第1号(南倉140)、白繩帯第2-8号(南倉140)、緋繩帯第9-12号(南倉140)、白綾帯第10号(南倉140)、紫綾帯第11号(南倉140)、帯残欠第13-17号(南倉140)	臭化メチル	燻蒸装置
	11	九条刺納樹皮色袈裟第1号(北倉1)、七条褐色紬袈裟第2号(北倉1)、七条織成樹皮色袈裟第3号(北倉1)、七条刺納樹皮色袈裟第4-9号(北倉1)、紫檀木画挟軾付属褥(北倉48)、花氈第1-31号(北倉150)、色氈第1-14号(北倉151)、花氈新第1-6号(中倉202)、御床豊残欠(中倉202)	臭化メチル と酸化エチレンの混合ガス	密閉
平成13年 (2001)	12	花氈(北倉150)、色氈(北倉151)、御床豊残欠(中倉202)	臭化メチル	密閉

*は宝物の号数等が不明なものを表す。

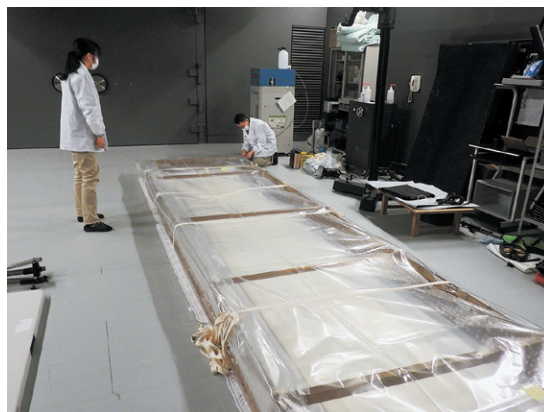
徴を持つ^(註8)。減圧殺虫装置を用いた初めての正倉院宝物の殺虫処理は、昭和30年(1955)11月7日に行われた。その際に対象となった宝物は色氈(北倉151)や新羅琴(北倉35)などである。処理には薬剤として臭化メチルを使用した。昭和30～35年(1955～1960)には、減圧殺虫装置による宝物の燻蒸を毎年行った。昭和31年(1956)には、唐櫃ごと複数の宝物を燻蒸しているが、これは昭和28年(1953)に建てた東宝庫へ宝物を移納するための事前措置である。昭和36年(1961)以降、減圧殺虫装置を用いた宝物の燻蒸は虫害が懸念される場合にのみ実施されたが、昭和62年(1987)以降は実施していない。減圧殺虫装置では、宝物のほかにも新規に製作した木製宝物容器に対して、運用前の殺虫処理を行った。宝物容器の燻蒸は平成9年(1997)まで実施した。

減圧殺虫装置を用いない宝物の燻蒸として、昭和61年(1986)に御袈裟(北倉1)や花氈(北倉150)、色氈などを、平成13年(2001)に花氈、色氈、御床畳残欠(中倉202)をそれぞれ対象として実施した。両燻蒸ともに密閉燻蒸方式で、施工場所は西宝庫前室である。平成14年(2002)以降は臭化メチルなどの燻蒸剤を用いた殺虫処理は行っていない。

また宝庫の燻蒸として、昭和31年に臭化メチルを使用して東宝庫を燻蒸した。この燻蒸は同年に実施する宝物移納のための事前措置である。昭和39年(1964)にも東宝庫を燻蒸しているが、その際に使用した薬剤については不明である。

4-3. 低酸素濃度殺虫法

低酸素濃度殺虫法は、対象となる資料を高気密性の袋で密封し、空気を窒素やアルゴンなどの不活性ガスと置換することによって、袋内の酸素濃度を0.3%未満にして殺虫するものである^(註9)。酸素濃度を下げる方法として、不活性ガスによる置換の他にも脱酸素剤を使用する場合もある。正倉院事務所では、平成20年(2008)に調湿機能を備えた窒素発生装置(商品名: Air-G)を設置し、低酸素濃



挿図6 低酸素濃度殺虫法

度殺虫処理を行っている(挿図6)。低酸素濃度殺虫を行う宝物は花氈など虫害を受けやすい素材でつくられた宝物が中心である。また、正倉院展に出陳する宝物は一定期間宝庫とは異なる環境下で管理されることから、出陳後の宝物の保管方法について注意が必要となる。そのため、出陳後の染織品に対しては、予防処置として低酸素濃度殺虫処理を行う場合がある。処理の際には、処理対象宝物とともに、急激な湿度変化を防止するために調湿剤も密封空間内に同梱する。また、脱酸素剤も同梱し、時間差で処理宝物内部より出てくる酸素を吸収し、密封空間内における酸素濃度の上昇を防止している。平成31年(2019)には、東宝庫で保管する大幡残欠(南倉184)といった大型の染織品の殺虫処理を行うため、窒素発生装置(商品名: Eco-G)を

設置した。それまでは、宝物を東宝庫から装置（Air-G）のある庁舎まで移動させなければならず、脆弱な染織品には大きな負担となっていた。東宝庫に装置を設置したことにより、害虫による被害だけでなく、振動による劣化損傷の被害からも宝物を守ることが可能となった。

4-4. ミスト処理

ミスト処理はピレスロイド系薬剤を液化炭酸に溶かし、ミスト状で収蔵庫など文化財を保管する空間に噴霧し、空間を防虫処理するものである（挿図7）。正倉院事務所では、宝庫内の環境調査の結果や宝物点検の状況に応じて、ミスト処理を行ってきた（表3）。使用する薬剤は有効成分がd-d-T-シフェノトリンであるピレスロイド系薬剤（商品名：ブンガ



挿図7 ミスト処理

ノン）で、平成13年（2001）に西宝庫での処理で初めて採用し、翌年東宝庫でもこれによる処理を行い、以降、令和3年（2021）に東宝庫^{（註10）}で、令和5年（2023）に東宝庫^{（註11）}と西宝庫でそれぞれ宝庫内での処理を実施している。施工の際は、投薬前に宝物や空調機用の温湿度センサーなどを養生するとともに、窓などに目張りを施す。投薬は、正倉院事務所の職員の立ち合いのもと、博物館など文化財施設での施工実績のある専門業者が行う。処理の効果判定は、薬剤噴霧後に空間内の炭酸ガス濃度を測定して薬剤が規定量投薬されているかを確認するとともに、供試虫の致死確認により行う。

表3 正倉院事務所で実施したミスト処理

元号（西暦）	施工対象	使用薬剤
平成13年（2001）	西宝庫	シフェノトリン
平成14年（2002）	東宝庫	シフェノトリン
平成23年（2011）	西宝庫前室、東宝庫前室	シフェノトリン
平成26年（2014）	東宝庫前室	シフェノトリン
令和3年（2021）	東宝庫	シフェノトリン
令和5年（2023）	東宝庫、西宝庫	シフェノトリン

4-5. 殺虫剤の噴霧

正倉院構内は緑の多い環境であるため、宝庫周辺には虫が多数生息している。特に常時落ち葉が堆積している場所は野外性のゴキブリ類の生息箇所となっているため、ゴキブリ類をはじめとした害虫の宝庫への侵入防止対策は必須となる。令和2年（2020）より、月1回の頻度で野外に通じる宝庫の扉周辺にカーバメイト系殺虫剤の噴霧を行っている。また、野外に通じる扉の開放時間を可能な限り短くするため、入退庫時はまとまった人数で動くなど、作業する職

員の行動によって実施可能な対策も講じている。

5. まとめ

本稿では、害虫から正倉院宝物を守るためにこれまで取り組まれてきた虫害対策のうち、特に昭和時代以降の対策について述べた。昭和時代以降、正倉院事務所では臭化メチルによる燻蒸をはじめとして、その都度最適と考え得る対策を講じて、正倉院宝物を虫害から守ってきた。現在も、宝物の点検および経常的な調査を中心に害虫の早期発見に努めている。そして、害虫の生息などが認められた場合にも、その状況に応じた環境整備や虫害対策を実践し、被害の拡大防止に取り組んでいる。虫害対策は、宝物の点検や調査をはじめとして、人の手を必要とし、取り組みを継続させないとその効果を発揮しない。奈良時代以降、人の目による点検を中心として守り伝えられてきた正倉院宝物であるが、引き続き宝物を保存していくためには、宝物の素材や性質、また、正倉院における保存の歴史への理解を深め、それらを前提とした適切な処置を講じていくことが不可欠である。

註

- (1) 阿部弘「正倉院の三十年—近年の宝物保存関係の事業について 報告—」、正倉院年報、第2号、42-48、1980
- (2) 朝比奈正二郎「昆虫類に関する調査」、正倉院薬物、植物文献刊行会、434-445、1955
- (3) 高畑誠「年次報告 保存環境調査」、正倉院紀要、第45号、149-150、2023
- (4) 武廣絵里子、涌井健、目黒秀行、富田洸「建物の防虫制御のためのチャタテムシに関する基礎的検討」、鹿島技術研究所年報、vol. 68、111-116、2020
- (5) 成瀬正和「正倉の温湿度環境調査」、正倉院紀要、第23号、61-66、2001
- (6) 森八郎「薬香の防虫効果」、保存科学、第14号、45-49、1975
- (7) 三浦定俊、木川りか、佐野千絵「臭化メチル全廃とその後の10年の歩み」、保存科学、第55号、37-44、2016
- (8) 森八郎、熊谷百三「正倉院御物の減圧殺虫」、古文化財の科学、第14号、1-7、1957
- (9) 木川りか、宮澤淑子、三浦定俊「簡易型窒素発生装置と脱酸素剤の併用による中規模の低酸素濃度殺虫処理」、保存科学、第42号、71-76、2003
- (10) 高畑誠、鶴真美、中村力也「年次報告 保存環境調査」、正倉院紀要、第44号、126-127、2022
- (11) 高畑誠、鶴真美、中村力也「年次報告 保存環境調査」、正倉院紀要、第46号、178、2024