

図書館に収蔵された木質保存箱の劣化状態に関する研究

A Study on the Degradation State of Wooden Storage Boxes used in Libraries

久我昌江
KUGA Masae

1. はじめに

(1) 研究背景

現代まで残されてきた美術工芸品や歴史資料などの文化財は、大凡、箱に収納し、保管されている。箱に収納することは、温湿度、光、空気汚染、生物、振動・衝撃、火災・地震・水害などの環境因子や盗難・破壊などの人的因子といった文化財の劣化要因から¹、中に収納した文化財を保護することに繋がるためである。

古くから変わらない構造を現在まで保持しながら、極めて重要な保存手段として、収納した文化財と保存箱がともに伝存してきたため、箱内部環境の解明が進められてきた²。しかし、文化財を収納していく中で木質保存箱そのものが、経年劣化によって箱に欠損や変形、汚れなどが発生している事例に対して指摘されることがなく、さらに木質保存箱に生じた劣化状態が、収納した文化財に与える影響に関して言及されてこなかった。

(2) 先行研究

文化財が吸放湿性の高い材料であると、湿度の上昇・下降に伴い、膨張・収縮し、文化財の損傷へとつながるため、湿度制御に努める必要がある。また、湿度は温度の値によって、空気に含まれる水蒸気量が変化するため、湿度とともに温度の値にも注視する必要があるとされる³。温湿度の制御には、加湿器や除湿器、空気調和装置などの機械設備を使用して、空気の熱力学的な状態を積極的に変化させる方法（アクティブコントロール）と、資料の近傍に位置する諸材料の性質を利用する方法（パッシブコントロール）がある⁴。一般的には、アクティブコントロールである空調設備による環境管理が採用されてきたが、空調設備を配置していない館や24時間の空調稼働に困難をきたす館もある。一方で、広範囲の温湿度制御には至らないものの、資料の周辺という小

空間に限り効果を与える手法として、箱へ収納する方法が推薦されてきた。そのため、木質箱内部の温湿度環境の解明を中心とした研究が数多くあり、1940年代初頭からその論考がみられる。これらの研究によって、木質保存箱内部の温湿度変動は、外部の日変動を10分の1に抑え、緩和効果が高いといわれてきた⁵。しかし、このような木質保存箱に関する研究は劣化状態のない箱が対象であり、劣化状態を有する箱を対象とした研究がなされてきていないのが現状である。

(3) 研究目的

箱は文化財を保護することを第一の役目としてきたことに加え、いろいろな付加価値を生じてきた⁶。しかし収納した文化財あってこそその箱であるため、箱と収納した文化財がともにあることを目指す必要がある。そのためには箱の劣化状態とその中に収納した文化財への影響を把握する必要がある。

そこで本研究ではこれまで言及されてこなかった木質保存箱の劣化状態の傾向を捉えることを目的の一つとした。さらに木質保存箱が劣化状態を有することで、内部の温湿度環境に影響がみられるのか、検証することとする。本研究では、本学附属中央図書館に所蔵されている木質保存箱を調査対象とした。

(4) 論文構成

本論では、第2章において実際に使用されている木質保存箱にどのような劣化状態がみられるのか、本学附属中央図書館の和装本書庫にて保管されている木質保存箱を対象に劣化状態調査を進め、その傾向について整理した。そして第3章にて、劣化状態のみられる木質保存箱内の温湿度調査を行い、劣化の有無によって温湿度挙動に違いがみられるのか検証を行い、第4章にて本研究の結論と今後の課題について述べる。

2. 木質保存箱の劣化状態調査

(1) 概要と調査対象

昭和 48 (1973) 年に施工された筑波大学附属中央図書館は、鉄筋コンクリート造の地上 5 階建であり、当時は筑波大学の前身校である東京教育大学の図書館に収蔵されていた資料が多数納められていた。木質保存箱は東京教育大学の図書館で所蔵されていたものが多く、現在は担当者のみ出入りすることができる中央図書館新館 (平成 7 (1995) 年竣工) 1 階の和装本書庫で保管されている。

和装本書庫内は、1 階と中 2 階からなっており、木質保存箱は各階に設置された棚に収納されている。これらの棚に収納された 254 箱を対象に劣化状態調査を進めた。

(2) 調査対象とした木質保存箱の基本情報

木質保存箱の劣化状態調査にあたり、書名・請求記号・材種・形態・大きさといった基本情報を収集し整理を行なった。254 箱のうち 215 箱は桐 (キリ：ノウゼンカズラ科) であり、残り 16 箱が杉 (スギ：スギ科スギ属)、23 箱は判別がつかないものであった。また、169 箱が印籠蓋の構造をもち、次いで覆蓋が 49 箱、二方棧蓋が 28 箱、台指が 7 箱であった。

(3) 木質保存箱の劣化状態とその傾向

(i) 発生箇所の傾向

対象とした 254 箱の木質保存箱の調査にあたって、箱の構造をもとに、構造ごとに各面及び辺に振り分け番号 (記号) を記し、劣化状態の発生部分の特定を行った。振り分け番号 (記号) を付すにあたり、図 1 の印籠蓋・覆蓋の構造では、蓋部分の④面としている面が棚の奥、②面が棚の手前、⑤面が右手側、③面が左手側) に位置している。同様に、図 3 の台指の構造にも適応できるが、図 2 の二方棧蓋の構造では、他 2 つの構造と蓋部分に違いがみられるため、身部分に置き換えた上で、同様に適応した。

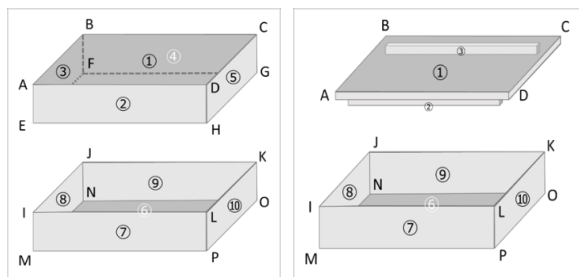


図 1 (左) 印籠蓋・覆蓋の振り分け番号

図 2 (右) 二方棧蓋の振り分け番号

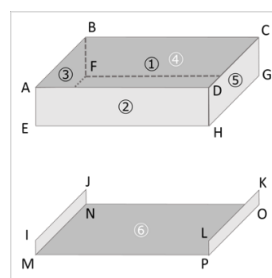


図 3 台指の振り分け番号

調査対象とした 254 箱の木質保存箱のうち、およそ 8 割を占める 191 箱が、カビや汚れ、亀裂、欠損、切れ (離れ)、虫害、反り、浮き、乖離といった劣化状態を有していることを確認した (表 1)。最も発生を確認した劣化状態はカビであり、次いで反り、乖離、切れ (離れ) であった。また少数の箱に汚れ、亀裂 (割れ)、欠損、浮き、虫害の発生を確認した。

表 1 各劣化状態の発生数

	状態	数量 (箱)	劣化状態を占める割合 (%)
A	カビ	88	44.2
B	反り	48	24.1
C	乖離	41	20.6
D	切れ (離れ)	34	17.1
E	汚れ	22	11.1
F	亀裂 (割れ)	17	8.5
G	欠損	15	7.5
H	浮き	10	5.0
I	虫害	3	1.5

A. カビ

51 箱は蓋上部①面に、次いで 17 箱は身底部⑥面に発生を確認した。同様に、覆蓋は 25 箱に発生し、そのうち 16 箱は蓋上部①面に、次いで 4 箱は身底部⑥面に発生していた。

発生を確認した印籠蓋・覆蓋の①・⑥面のうち、①面に発生した 41 箱、⑥面に発生した 11 箱は特定の部分に発生していた。特定の部分に発生した計 51 箱は、①・⑥面が合同な四角形であることを条件に、縦と横の比を 1:1 と 2:1 の 2 系統に類別することができたため、さらに 1:1 型は 16 分割に (図 4)、2:1 型は 18 分割し、発生箇所を細分化した。

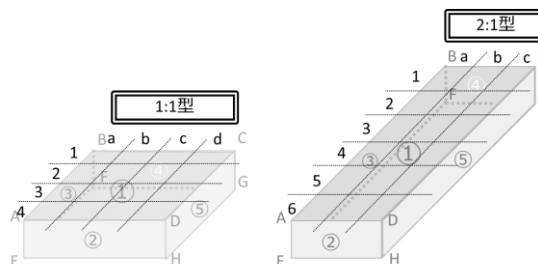


図 4 ①面の 1:1 型と 2:1 型の細分化図

①面の1:1型には11箱のうち9箱が1-aに、2:1型には30箱のうち16箱が1-a・1-cに発生していた。①面に発生した1:1型・2:1型ともに、棚の手前側を除いた縁周辺に多く発生し、特に2:1型は棚の奥側に近い部分に発生していることを確認した。棚の奥側は空気が滞留しやすいことが要因の一つと推測できるが、開放型の棚であるため影響は少ないと思われる。また蓋の縁周辺に多く発生した要因の一つとして、使用者が箱を扱うときに接触する部分であるためと考えられる。

⑥面の1:1型と2:1型はともに少ないが、①面と同じく棚の奥側に近い部分に発生している傾向がみられた。しかし①面にみられた縁周辺への発生は確認されず、底面であることも要因の一つと考えられる。

B. 反り

反りは板材が曲がり、変形している状態とした。反りの状態を確認した48箱は、すべて蓋部分に発生し、印籠蓋が33箱、棧蓋が15箱であったが、全体の劣化状態を占める構造の割合から、印籠蓋は約26%に対し、棧蓋は約56%を占めている。棧蓋という構造は、横木というものによって蓋の反りを抑えているが、横木は万能なものではないことが推察される。また、印籠蓋の構造をもつ箱は、縦・横・高さの長さが4~6:4~6:1(縦:横:高さ)の比率であり、冊子体の資料が収納されている場合が多い。

C. 乖離

複数の板材を接着して1面としたものが離れている状態を乖離とした。各箱の発生部分を面ごとに整理すると、印籠蓋では①面に8箱、⑥面に20箱、覆蓋では①面に6箱、⑥面に9箱、棧蓋では①面に1箱、⑥面に3箱、台指では⑥面にのみ1箱発生を確認した。

いずれも蓋上部の①面および身底部の⑥面のみ発生し、どの構造をとっても⑥面に発生する傾向を看取した。おそらく箱を製作する上で、箱の蓋上部は体裁を整えるため、1枚の板材を使用して1面とすることが多くあるが、底部では短冊状の同じ板材を接合して1面とするため、乖離の症状が発生し易いと考えられる。

D. 切れ(離れ)

2枚の板材が離れている状態のものを離れとした。

そのため、この症状にのみ面ごとではなく、辺ごとに整理した。発生した箇所を各構造の辺ごとに整理すると、印籠蓋ではCGに10箱、BFに6箱、DHに4箱、AD・AEにそれぞれ3箱、BCに2箱、CD・IM・LP・NOにそれぞれ1箱確認した。覆蓋ではAE・CG・MPにそれぞれ3箱、AB・BF・DH・MNにそれぞれ2箱、AD・BC・JN・KO・LP・NO・POにそれぞれ1箱確認した。二方棧蓋ではLPに4箱、JNに3箱、IM・KOにそれぞれ2箱、MNに1箱確認した。台指では1箱のみCG・DHにそれぞれ発生を確認した。

離れが発生した数量は、全体の劣化状態からすると少なくはなく、確認した各構造に万遍なく発生していたことに加え、特に発生が集中していた辺があるとは言い難く、傾向はあまりみられない。しかし、箱を取り扱う際に接触する部分に多くみられるため、板材同士の接着による原因とは言い難い。

E. 汚れ

汚れを確認した箱は計22箱であり、20箱は1面に、2箱は2面に汚れを確認した。汚れの付着箇所を構造別に整理すると、印籠蓋は蓋上部①面に18箱、蓋側面左手③面および身底部⑥面にそれぞれ1箱ずつ確認した。覆蓋は蓋上部①面、蓋側面右側③面、身側面⑥面にそれぞれ1箱ずつ、台指は蓋上部①面に1箱確認した。

蓋上部は汚れやすいことは看取できるが、調査中に装着した手袋を確認すると、両手の指先に汚れが付着していたため、目視では確認できない汚れが箱に付着している可能性が高い。

F. 亀裂(割れ)

割れは1枚の板材が2つの部分に分離されている状態とした。割れの発生を確認した15箱は1面に1カ所、2箱は2面にそれぞれ1ヶ所、計19カ所亀裂が発生していた。そのうち印籠蓋は11カ所、覆蓋は7カ所、二方棧蓋は1カ所に確認した。印籠蓋では1面に1カ所ずつ発生し、蓋上部①面には5箱、身底部⑥面には4箱、蓋側面奥側④面・身側面右手側の⑩面にはそれぞれ1箱に発生を確認した。覆蓋は、蓋上部①面には4箱、身底部⑥面に2箱、身側面手前側の⑦面に1箱確認した。二方棧蓋は身側面手前側の⑦面に発生していた。

印籠蓋および覆蓋の構造は、発生数の大半が蓋上部①面と身底部⑥面を占めているが、1つの面に対し、亀裂が複数発生したものは確認できなかった。

また、割れは湿度変動による木材の収縮によって引き起こるとされているが⁷⁾、①面と⑥面に多く発生を確認したため、少なからず外部から加わった力によるものである可能性が考えられる。

G. 欠損

欠損は1面もしくは1部分欠けてなくなっている状態を欠損とした。欠損を確認した箱は計15箱であり、11箱は1面、3箱は2面、1箱は3面に欠損を確認した。構造別に発生箇所を整理すると、印籠蓋では蓋側面手前側②面・蓋側面奥側④面にそれぞれ3箱ずつ、蓋側面左手側③面に2箱、蓋上部①面に1箱確認した。覆蓋では蓋側面手前側②面に1箱、二方棧蓋では6箱は横木②部分に、3箱は横木③部分に欠損が発生していた。

印籠蓋および覆蓋の構造をもつ箱は、開封時に蓋部分に負荷がかかりやすいためか、蓋部分に欠損の発生が目立つ。また二方棧蓋は横木の欠損のみ確認し、蓋上部①面に反りが発生する前兆であることを推測できる。

H. 浮き

浮きという状態は、蓋が身に嵌っていない状態を示す。この状態を確認した箱は計10箱あり、すべて中身が箱の大きさが合わないために発生していた。箱は中身の大きさに合致した大きさを製造している、あるいは中身の大きさに合致した箱の大きさを選択しているはずではあるが、中身を包む薄葉紙や布が嵩張っていることや、軸装であるものは締めきれていない状態であるものから発生を確認した。

F. 虫害

虫害を確認した箱は計3箱であり、印籠蓋には蓋上部の①面・身底部の⑥面にそれぞれ1箱、覆蓋も身底部の⑥面に1箱という内訳である。劣化状態を有する全体数を占めている数からすると、ごく僅かである。

ミミズのような食痕（ピンホール）と1mm以下の孔がみられることから、キクイムシ（樹皮下キクイムシ）の食痕であると推測する。2008年に行われた中央図書館の環境調査で、和装本書庫閲覧室および和装本書庫で捕獲された虫は、ダニ類や羽ムシ類といった、屋外から侵入したと考えられる虫であるため、それ以前に発生したものであると考えられる。

(ii) 劣化状態の関連性

1箱に1つの劣化状態を確認したものは111点であり、残る80点は2〜4つの劣化状態を有していた。

1箱に単独の劣化状態を有していた箱は、劣化状態を確認した箱のおよそ6割を占めていた。最も多く確認した劣化状態はカビではあるが、全体の劣化状態においても最も多いものである。全体の劣化状態のうち、単独で発生している劣化状態の割合を確認すると、半数以上を占めている劣化状態は、虫害、汚れであり、半数近く占めている劣化状態は、カビ、反りであった（表2）。

表2 1つの劣化状態を有する箱の数量と割合

劣化状態	単独の劣化状態を確認した数量(箱)	劣化状態を確認した数量(箱)	単独の劣化状態が占める割合(%)
A カビ	43	88	48.8
B 反り	23	48	47.9
C 乖離	12	41	29.2
D 離れ	10	34	29.4
E 汚れ	12	22	54.5
F 割れ	2	17	11.8
G 欠損	4	15	26.7
H 浮き	3	10	30.0
I 虫害	2	3	66.7

2つの劣化状態を確認した箱は、計56箱あり、複数の劣化状態を確認した中で最多数であった。最多発生数のカビ—反りの7箱でも、2つの劣化状態の総数からすると1割程度であるため、特出して関連性のみられる状態ではない（表3）。

表3 2つの劣化状態の数量

	B 反り	C 乖離	D 離れ	E 汚れ	F 割れ	G 欠損	H 浮き	I 虫害	
カビ A	7	4	4	6	1	2	5	0	カビ A
反り B		6	6	0	0	2	0	0	反り B
乖離 C			1	0	1	0	0	0	乖離 C
離れ D				0	3	2	0	0	離れ D
汚れ E					0	1	1	1	汚れ E
割れ F						0	0	0	割れ F
欠損 G							1	1	欠損 G
浮き H								0	浮き H
虫害 I									虫害 I

3つの劣化状態を確認した箱は計20箱あり、最多発生組み合わせはカビ—離れ—乖離の3箱に確認した（表4）。2つの劣化状態と同様に、特出してみられる組み合わせはみられない。

表4 3つの劣化状態の数量

Aカビ	B 反り	D 離れ	E 汚れ	F 割れ	G 欠損	B反り	C 乖離	D 離れ	C乖離	D 離れ	F 割れ
C 乖離	2	3	0	1	1	E 汚れ	2	0	E 汚れ	1	0
D 離れ	0		2	1	1	H 浮き	0	1	F 割れ	2	0
H 浮き	0	1	0	1	0				H 浮き	0	1

4つの劣化状態を確認した箱は、計4箱あり（表5）、4箱にカビ—離れ、3箱にカビ—割れ—離れといった共通した組み合わせがみられた。

表5 4つの劣化状態の数量

A	カビ	-	B	反り	-	D	離れ	-	C	割れ
A	カビ	-	C	乖離	-	D	離れ	-	C	割れ
A	カビ	-	C	乖離	-	D	離れ	-	G	欠損
A	カビ	-	D	離れ	-	C	割れ	-	H	浮き

以上のことから、虫害は発生数が少なく、単独で発生しやすいとは言い難いが、汚れは室内の空気環境や使用者から影響をうけ、短時間のうちに付着するため、他の劣化状態の発生推定要因からして、汚れは単独で発生しやすいと考えられる。

また、カビは湿度値によって発生期間が異なり、反り、離れ、乖離、割れ、欠損は温湿度変動もしくは人為的な外力による発生であるが、発生期間は不明確である。2~4つの劣化状態において、カビ、反り、離れ、乖離、割れ、欠損は多くみられる状態ではあったが、反り、離れ、乖離、割れ、欠損の発生要因は人為的な要因もはらんでいるため、反り、離れ、乖離、割れ、欠損に関連性はあると考えられるが、カビと他の劣化状態同士に関連性がみられるとは言い難い。

(4) 小結

劣化状態が発生していた木質保存箱は、254箱のうち約8割に及ぶ191箱に確認した。191箱に確認した9つの劣化状態の発生箇所を詳細に確認していくと、各劣化状態によって相違点はあるが、俯瞰してみると蓋部分に発生が多くみられた。

また劣化状態を有する191箱のうち、単独の劣化状態を有する箱は111箱と最多数であった。複数(2~4つ)の劣化状態は発生数が少ないため、劣化状態同士にみられる関連性は明確には言及できないが、温湿度と人為的な影響に起因する劣化状態については、関連性がみられると考えられる。

3. 劣化のある木質保存箱内の温湿度変動について

(1) 箱内部の温湿度測定

和装本書庫1階の所定の位置にブックトラックを配置し、ブックトラック上段に2箱(1-a, b)、下段に2箱(2-a, b)設置した。4箱全て印籠蓋で材質は桐、昭和年間に制作され軸物が収納されている(表6)。

表6 測定に使用した保存箱

箱	構造	材質	製作年代	大きさ (cm) *	表面積 (cm ²)	容積 (cm ³)
1-a	印籠蓋	桐	昭和47(1972)年	32×8.5×6×1	1030	1632
1-b	印籠蓋	桐	昭和13(1938)年	31×7×7×1	966	1519
2-a	印籠蓋	桐	昭和2(1927)年	34×8×7×1	1132	1904
2-b	印籠蓋	桐	昭和2(1927)年	34×8×7×1	1132	1904

箱1-a、2-aの2点は、蓋の一部に欠損がみられるものである(図5,6)。1-a、2-aは欠損範囲に違いがあり、1-aは1つの面が欠損し、欠損表面積は25.5cm²(全体の2.5%)である。2-aは3つの面が欠損し、欠損表面積は125cm²(全体の11%)である。

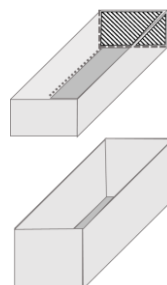


図5 箱1-aの欠損範囲



図6 箱2-aの欠損範囲

温湿度測定をする上で、軸物を除いた箱内の中央部とブックトラック上下段にデータロガーを1台ずつ設置した。使用した計6台(各箱の内部に4台と外部に2台)の温湿度ロガーは、HOB0 Pro v2 (Onset社)であり、データロガーの測定間隔は1分である。

測定期間は、2019年10月15日~2019年10月24日の9日間(第一測定)と、2019年10月24日~2019年10月29日の5日間(第二測定)である。測定結果に正確な温湿度値を求めるために、第一測定時に箱内部1-a、1-b(2-a、2-b)に設置したデータロガーを、第二測定時では2-a、2-b(1-a、1-b)に交換した。約30分間をデータロガーの交換時間に充てたため、その区間のデータは含まれていない。

和装本書庫の環境は空調機により、24時間温度20℃、相対湿度50%に設定されている。

(2) 測定結果と考察

(i) 温度変動

箱4点ともに温度変化は、書庫内の挙動と似た動きをしている(図7)。箱に収納することによる温度変動の緩衝効果は確認できず、欠損の有無による緩衝能力の違いもみられない。

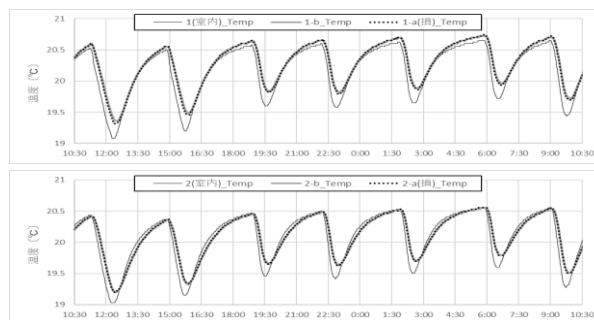


図7 温度の日変動

(ii) 相対湿度変動

箱 4 点とも相対湿度変化は、書庫内が 10%ほどの変動幅があるのに対し、箱内部は 2%ほどに抑えられている (図 8)。1 分毎の変化値をみると、書庫内の湿度に 1%未満の下降がみられた場合、箱 1-a(損)・1-b の内部の湿度は 0.2%ほど下降するのに対し、箱 2-b は 0.1%以下の下降で抑えられているが、箱 2-a(損)は 0.1~0.3%未満の下降をみせる。書庫内の湿度が 1~2%上昇すると、箱 4 点とも内部の湿度は 0.1%ほどの上昇幅で抑えられているが、箱 2-a(損)は 0.2%以上上昇するときもみられる。

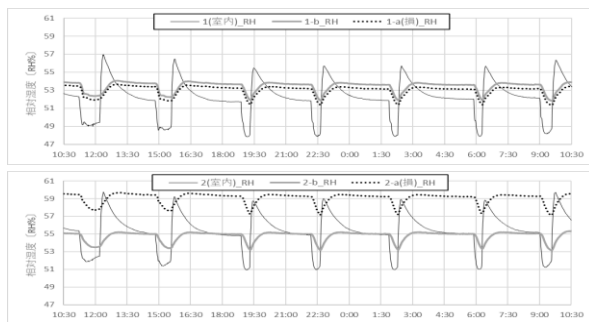


図 8 相対湿度の日変動

書庫内と箱内部の変化率の値の関係を検討するため、横軸に書庫内の 1 分毎の変化率の値を示し、縦軸に箱内部の 1 分毎の変化率の値を示した散布図を作成した (図 9, 10)。横軸はプラスにいくほど書庫内が湿潤状態下であり、マイナスにいくほど乾燥状態下にある。箱内部の変化率の値を示している縦軸も同様である。

箱 1-a(損)・2-a(損)において、箱 1-a(損)は箱 1-b との 1 分毎の変動率の値に違いがみられないが (図 9)、箱 2-a(損)では書庫内の変動率の値が大きくなるにつれ、箱 2-b との違いがみられる (図 10)。書庫内の変動率の値が 0~-0.7%間と 1.4~2%間では、箱 2-a(損)は書庫内の湿度変動の影響を受けやすいが、特に書庫内の変動率の値がマイナスを示すとき、箱 2-a(損)の湿度変動の影響範囲は小さく、書庫内の変動率の値がプラスを示すとき、箱 2-a(損)の変動率は、他の箱 1-a(損)・1-b・2-b と比べ大きい値を示しているため、書庫内の湿度変動が上昇したとき影響をうけやすいと言える。

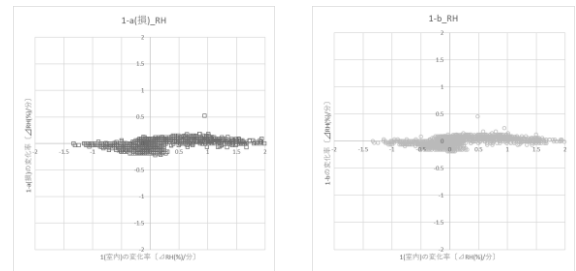


図 9 書庫内と箱 1-a・1-b 内部の相対湿度の変化率の関係

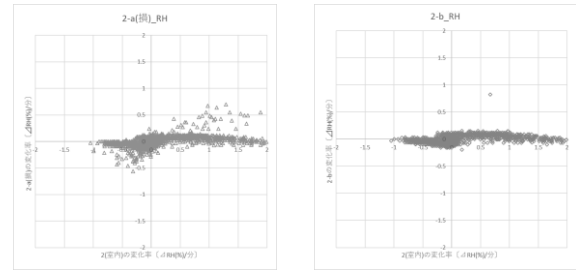


図 10 書庫内と箱 2-a・2-b 内部の相対湿度の変化率の関係

4. おわりに

以上の調査によって、次のような対策が考えられる。まず、書庫全体の温湿度変動幅は±5%以下と小さく、非常に安定しているため、欠損のあるすべての箱に配慮する必要はないが、欠損範囲が 1 割程度を占める箱に影響がみられる湿度の上昇変動は抑える必要がある。また、調査対象とした木質保存箱の出納システムは、利用者が資料を持ち出すときに一定の手続を必要とする閲覧方式であり、利用頻度を把握することができる。利用頻度の高いものに対し、本研究で特に劣化状態がみられた蓋上部と身底部を中心に状態確認を行うこと、また利用頻度の高い資料の周辺を避けた配置に変更すること、などが考えられる。

謝辞

本研究は、筑波大学附属図書館古典資料担当の方々にご協力を頂戴いたしました。ここに深く感謝の意を表します。

- 1) 三浦定俊他：文化財保存環境学、朝倉書店、p. iii、2016
- 2) 神庭信幸：博物館における相対湿度環境に関する研究動向(1)、国立歴史民俗博物館研究報告 76、p. 66、1998
- 3) 園田直子：紙と本の保存科学、岩田書院、p. 188、2009
- 4) 馬淵久夫編：文化財科学の事典、朝倉書店、p. 193、2003
- 5) 注 2 前掲書
- 6) 小田榮一：茶道具の箱と箱書、淡交社、pp. 2-3、2003
- 7) 山下晃功他：木材の性質と加工、開隆堂、p. 62、2001