

国立公文書館書庫環境調査

－調査報告書－

財団法人 元興寺文化財研究所

平成12年度に行った国立公文書館本館所蔵の公文書等の保存状況調査において、資料の変褐色、粉塵の堆積、微生物の発生痕などの劣化症状が確認された。この紙資料の劣化の原因となりうる汚染物質の有無を確認し、現状を把握することにより、今後の保存環境改善を図ることを目的として、書庫環境調査を行った。^{1 2}

I 平成15年度調査

1. 調査内容及び時期

平成15年度においては、3回の調査を行い、書庫内及び外気の温湿度の測定、書庫内に浮遊している粉塵の量、建築材などから流出している酸・アルカリ性物質の濃度、大気に含まれる汚染物質の流入の濃度などの化学系物質関係と資料に発生しているカビ類の同定・空中浮遊菌の有無、害虫の有無などの生物関係について行った。

また、学識経験者4名からなる検討委員会を設け、調査結果の分析等を行った。

表1 調査内容及び調査時期

	調査内容等	第1回調査 (現状把握)	第2回調査 (暑い時期)	第3回調査 (寒い時期)
調査実施日	温湿度調査	6 / 11～8 / 26	8 / 26～10 / 9	6 / 11～8 / 26 10 / 9～11 / 21
	化学系調査	6 / 12	8 / 27	6 / 12
	生物系調査	6 / 11～6 / 25	8 / 28～9 / 8	11 / 11～11 / 27
昆虫類 昆虫類	8 / 28～9 / 7		11 / 11～11 / 21	
調査箇所	温湿度調査	地下1階～ 4階書庫	地下1階～4階書庫	
	化学系調査		屋上 (外気)	
	生物系調査		地下1階～4階書庫 地下1階マイクロ撮影室 1階エントランスホール 2階閲覧室、閲覧休憩室、目録作成室 2階エレベーターホール	

2. 調査方法

(1) 温湿度調査

データロガーを用い、書庫内及び外気の温湿度を測定。

(2) 化学系調査

① 粉塵

各階にポイントを決めて粉塵計を設置し、書庫内に浮遊している10 μ m以下の粉塵の量を測る。

② 汚染物質（臭化メチル、ギ酸、酢酸、アルデヒド類等）

捕集液を入れた吸収ビンミニポンプにセットしたものをガスメーターに接続し、定量限度値を得られる速度で一定時間吸引し、大気中の汚染物質を捕集液に吸収し、建築材などから流出している酸・アルカリ性物質の濃度、くん蒸により発生する有害物質の残留濃度を測る。

表2 主な調査項目及び分析方法

調査項目	採取方法	採取量	分析方法
粉じん濃度 (粒径10 μ m以下)	石英繊維ろ紙: ハイボリウムエアサンプラ(500L/分)	30m ³	質量濃度 測定法
二酸化炭素	検知管用ガス採取器		検知管法
メチルメルカプタン	真空瓶捕集	1L	GC/FPD法
臭化メチル	液体捕集法:KOH/エタノール溶液(2L/分)	120L	吸光光度分析法
アニオン(NO ₃ ⁻)	インピンジャー捕集:純粋(2L/分)	120L	IC法
ギ酸	インピンジャー捕集:純粋(2L/分)	80L	IC法
酢酸	インピンジャー捕集:純粋(2L/分)	80L	IC法
ホルムアルデヒド	DNPH捕集管(0.3L/分)	12L	HPLC法
アセトアルデヒド	DNPH捕集管(0.3L/分)	12L	HPLC法
窒素酸化物 (NO,NO ₂ ,NO _x)	バッグ捕集	10L	窒素酸化物 計測器 (化学発光法)
窒素酸化物 (NO,NO ₂ ,NO _x)	トリエタノールアミン法		IC法
硫黄酸化物(SO ₂)	トリエタノールアミン法		IC法

※IC：イオン・クロマトグラフィ

※FDP：炎光光度検出器

※GC：ガス・クロマトグラフィ

※HPLC：高速液体クロマトグラフィ



粉塵採取



二酸化炭素測定



メチルメルカプタン採取



臭化メチル採取



有機酸・アニオン・カチオン採取



アルデヒド類採取



窒素酸化物自動測定器



窒素酸化物バック捕集

(3) 生物系調査

① 昆虫類

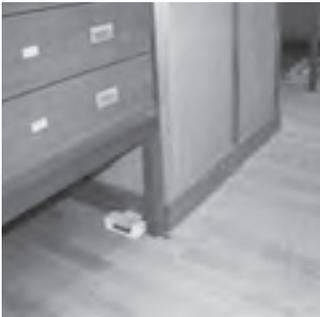
昆虫類を捕獲する調査トラップを館内に任意に設置し、捕獲数調査及び同定を行う。

- a. 歩行昆虫調査トラップ（シートトラップ）
- b. 飛翔昆虫調査トラップ（ライトトラップ）
- c. フェロモン誘引トラップ（フェロモントラップ）

② 真菌類

館内の任意の場所から真菌類をスタンプ及び機器類を使用して採取し、これを特定培地にて培養させ、その結果から生息状況を判断する。

- a. 拭き取り調査：スタンプにより付着菌を採取。
- b. 浮遊菌調査：エアーサンプラーにより浮遊している菌を捕獲。
- c. 落下菌調査：落下してくる菌を採取。



シートトラップ



フェロモントラップ



フェロモントラップ



フェロモントラップ



フェロモントラップ



ライトトラップ



浮遊菌調査



落下菌調査



拭き取り調査



微生物調査サンプリング用品

3. 国立公文書館の立地及び書庫の構造

- 国立公文書館は昭和46年建築、建物は当初地上4階地下2階の鉄筋コンクリート造り。
- 北側には至近距離に首都高速道路があり、南側は広い道路に面し、その向こうに皇居の濠がある。
- 地下水位が高く地下4階では水が湧くため、ポンプで皇居の濠に流している。
- 公園地区であるため比較的緑が多く、虫の侵入が考えられる。
- 地下に書庫があり、地下1階の貴重書庫は3室に、地下2階～4階の一般書庫はA・B・C・D・Eの5室に分かれている。

4. 調査結果

(1) 温湿度調査

- 地下1階にある貴重書庫の温湿度はともに設定値（温度20℃、湿度50%）より高めで、かつ、1日の温湿度変化が他の書庫に比べて大きかったが、

引き出し内の温湿度は安定していた。

- 地下2階、3階、4階の書庫の温度はほぼ設定値（22℃）通りであったが、湿度は下層階ほど設定値（55%RH）より高かった。

(2) 化学系調査

- 浮遊粉塵：10 μm 以下の浮遊粉塵濃度は0.05～0.07 mg/m^3 で、ビル管理法（延べ床面積が3000 m^2 以上の事務所ビル等）の基準値（0.15 mg/m^3 以下）以下であった。
- 二酸化炭素（ CO_2 ）：500～650ppmで、ビル管理法及び建築物環境衛生基準で定める1000ppm以下であった。
- アンモニア：地下1階、2階は2～4ppb、地下3階、4階は2～8ppbで、佐野千絵氏（独立行政法人文化財研究所東京文化財研究所）の基準値・推奨濃度（（参考1）参照）の30ppb以下であった。
- ホルムアルデヒド：第1回調査では、すべての調査箇所が21～26ppbであった。第2回調査では、地下1階は30～39ppb、地下3階B室は54ppb、地下3階E室は64ppbで推奨濃度以上、基準値以下だった。第3回調査では、地下1階は6～12ppb、地下3階A室は51ppbで推奨濃度以上、基準値以下であった。佐野氏の基準値は80ppb、推奨濃度は40ppb以下である。
- アセトアルデヒド：第1回調査では地下3階D室が150ppbで基準値以上、地下3階A室は49ppbで推奨濃度以上であった。第2回調査では地下1階3室が100ppbで基準値以上、第3回調査ではすべての調査箇所が30ppb以下であった。厚生労働省の室内濃度指針値は30ppb以下、佐野氏の基準値は80ppb、推奨濃度は40ppb以下である。
- ギ酸：第1、2、3回調査とも推奨濃度以下であった。佐野氏の基準値は430 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、推奨濃度は200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下である。
- 酢酸：第1回調査では地下1階（地下1階1室が160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、地下1階3室が140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）が推奨濃度であった。一方、地下2階、3階、4階は210～270 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で推奨濃度以上・基準値以下であった。第2回、第3回調査では、地下1階では第1回調査とほぼ同様の結果であったが、地下3階は濃度が上昇し基準値に近い濃度を示す箇所もみられた。佐野氏の基準値は430 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、推奨濃度は200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下である。

- 窒素酸化物 (NO_x) : 至近距離に首都高速道路があるため、窒素酸化物の濃度が高く、外気の濃度に連動する結果を示した。
- (3) 生物系調査
 - 書庫及び人の活動の多い箇所の床面隅に設置した歩行昆虫用のシートトラップでは、1階、2階、地下1階マイクロ撮影室でチャタテムシが検出された。
 - 飛翔昆虫用に設置したライトトラップでは、地下4階エレベータホールの湧水と汚水のマンホールを発生源としたチョウバエが検出された。
 - 埃のたまりやすい棚板や床面などから真菌類が検出された。

5. 問題点及び対策

- (1) 温湿度調査
 - 書庫の温湿度について、きめ細やかな設定を行う。
 - 閲覧室は書庫に近い環境であることが望ましいが、現在の空調機では閲覧室の温湿度調整をコントロールすることが困難であるため、閲覧室に専用の空調機を設置する。
- (2) 化学系調査
 - 新鮮な空気を取り入れ、空気の循環をよくする。
 - 外気を取り込む空気調和機及び地下のダクトに窒素酸化物等化学物質を除去するフィルターを設置する。
 - 定期的に環境調査を実施、保存環境として問題が無いかをさらに検討する。
 - 室内空気の汚染予防及び火災予防のため、喫煙場所は資料の移動動線となるエレベータホールと隔離する。
- (3) 生物系調査
 - 今回検出された虫類は資料に対し食害のあるものではないが、人に付着して館内に侵入することが多く、完全に館内への進入を防ぐことは困難であることから、それらが繁殖しないよう、書庫内の整理・清掃を徹底し、書庫内にダンボール等の資料以外のものを置かない。
 - 棚板は木製のものから、埃や虫などが確認しやすい材質のものにする。

- 閲覧室及び閲覧休憩室の観葉植物は、虫等が繁殖しやすいので撤去する。
- 地下4階マンホールの薬剤処理と清掃の回数を増やし、マンホールの蓋はテープ等で目張りをする。
- トラップの設置など、定期的なモニタリングを行う。
- 真菌類は常在であり、一定の湿度条件以下では増殖できないので、書庫の温湿度を増殖しない条件に常に保つよう管理する。

II 平成16年度調査

平成15年度に実施した書庫環境調査の提言に基づき、国立公文書館において次のような対応がとられた。

- 書庫の温度について、機械監視室と相談しながら温湿度設定のきめ細かい調整を行っている。
- 閲覧室の窓ガラスには紫外線防止フィルムが張られていたが、張替えの時期でもあったことから、紫外線防止機能だけでなく日照調整機能もあるフィルムシートを選択し、平成16年2月に張替えを行った。
- 外気を取り込む空気調和機の粉塵除去フィルターの交換を平成16年3月に行った。
- 書庫内の整理・清掃をさらに徹底して行っている。
- 閲覧室及び閲覧休憩室の観葉植物の撤去を行った。
- 地下4階のマンホールの薬剤処理の回数を増やし、マンホールの蓋にはテープで目張りを行っている。
- シートトラップを設置し、定期的なモニタリングを行っている。

平成16年度においては、これらの対応がなされたことをうけ、空気調和機の粉塵除去フィルター交換後の書庫内の現状を把握することを目的として、9月30日（木）に調査を行った。

調査項目は、温湿度の測定及び平成15年度の調査で一番の問題とされた化学物質について、基準値または推奨値を超えたホルムアルデヒド・アセトアルデヒド・ギ酸・酢酸・窒素酸化物の濃度測定とし、平成15年度と同じ方法で採取、分析を行った。

調査箇所は、平成15年度第1回調査と同じ地点（書庫各階2箇所）に、書庫各階の吹き出し口1箇所と空気調和機の設置されている屋上1箇所を加え、合計13箇所とした。

1. 調査結果

- 吹き出し口を除くいずれの書庫内の測定点において、設定温湿度に近い値を示した。
- ギ酸・酢酸の濃度は全ての階で減少、ホルムアルデヒドも推奨濃度以下、アセトアルデヒドは20ppb以下となり、平成15年度よりもさらに濃度低下が認められた。
- 窒素酸化物の濃度は、60ppb前後から20ppb代に減少した。
- 一酸化窒素は地下1階の濃度が他の階に比べ低かったが、二酸化窒素は他の階よりも地下1階の濃度が高かった。

表3 アルデヒド・有機酸・窒素酸化物の定量結果の推移

成分	測定年	地下1階			地下2階			地下3階			地下4階			屋上 外気	佐野氏 推奨 濃度	環境 基本 法
		貴重 書庫1	貴重 書庫2	吹出 口	A室	D室	吹出 口	A室	D室	吹出 口	C室	D室	吹出 口			
ホルムアルデヒド [ppb]	平16	25	21	19	34	30	29	26	31	25	26	35	26	9	40	
	平15	24	22		23	25		24	26		22	26				
アセトアルデヒド [ppb]	平16	15	10	8	17	15	17	14	15	14	14	11	12	8	40	
	平15	25	19		23	25		49	150		23	23				
ギ酸 [μg/m ³]	平16	11	9	4	32	22	19	23	27	19	19	20	13	<4	200	
	平15	25	17		34	31		49	27		30	30				
酢酸 [μg/m ³]	平16	70	66	43	200	190	170	180	180	150	180	160	160	<4	200	
	平15	160	140		270	270		260	250		210	250				
窒素酸化物(NOx) [ppb]	平16	28		27	26	24	24	24	22	24	23	21	24	53	—	40~ 60
	平15	51	54	49	67	65		70	64	68	63	62		62		
一酸化窒素(NO) [ppb]	平16	8		6	24	21	21	21	18	20	19	17	17	12	—	—
	平15	30	32	27	67	65		70	62	66	62	61		26		
二酸化窒素(NO ₂) [ppb]	平16	20		21	3	3	3	3	4	4	4	4	7	41	—	—
	平15	21	22	22	<1	<1		<1	2	2	1	1.6		36		

イタリック文字：佐野氏推奨濃度以上、環境基本法基準値以上

2. 考察

- きめ細かい調整、監視を行うことにより、書庫の温湿度が安定した。
- アセトアルデヒド・ギ酸・酢酸の濃度は、書庫内の空気の循環を促進したことにより減少した。
- 窒素酸化物濃度の減少は粉塵除去フィルターの効果によるものと思われるが、外気の濃度も減少していることから、平成15年10月1日から開始された東京都のディーゼル車排出ガス規制取締りによる影響も多少あるかと推察される。

Ⅲ 調査のまとめ

平成15年度調査結果と比べると16年度では数値が減少し、保存環境が改善されたことがわかった。しかし、国立公文書館は高濃度の大気汚染地区にあることから、外気の取り込みについては適切なフィルターを通して自動車から排出される窒素酸化物や粒子物質を館内にいれないことが重要である。

書庫内の環境変化を継続的に把握するため、今後、休館日を含む一定期間の連続測定を実施し、外気の濃度と書庫内の濃度の関係について今後も調査することを提案する。また、今回の調査の結果を空調設備の関係者等に説明するとともに情報交換を行うことを勧める。

(参考1)

○ 分析値の評価基準

調査項目で基準のある項目に関しての基準値は下記とおりである。

基準のある項目として、アンモニア、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、ギ酸、酢酸については、佐野千絵氏（独立行政法人文化財研究所東京文化財研究所）の論文³を評価の基準とした。ここで表される基準値は、新しく建設された施設に展示物を貸し出す時の許容濃度で、推奨濃度は対象施設に常時保管する時の許容濃度である。佐野千絵氏の基準がない項目については、国際規格（ISO11799）⁴、ビル管理法（建築物における衛生的環境の確保に関する法律）及び環境基本法等の基準に拠った。

表4 調査項目の主な基準値一覧

	佐野千絵 (東京文花財研究所) ^{*3}	ビル管理法	国際規格 ^{*4}	その他の基準値
浮遊粉塵		空気1m ³ につき 0.15mg以下	塵埃(カビの胞子を含む) 50mg/m ³	環境基本法で日平均 値が浮遊粒子状物質 として0.1mg/m ³ 以下、 かつ1時間値が0.2mg /m ³ 以下
二酸化硫黄			5~10ppb以下	環境基本法で日平均 値が40ppb以上かつ 1時間値が100ppb 以下
窒素酸化物			5~10ppb以下	環境基本法で日均値 が40~60ppbのゾー ン内またはそれ以下
二酸化炭素		1000ppm以下		
アンモニア	100ppb超、100~30ppb、 60~30ppb以下(23℃)、 のランク基準値・推奨 濃度30ppb以下			
ホルム アルデヒド	400ppb超、400~ 120ppb、120~80ppb、 80~40ppb、40ppb以 下(23℃)、の5ランク、 基準値80ppb、推奨 濃度40ppb以下	空気1m ³ につき 0.1mg (81.5ppb) 以下	50μg/m ³ (40.8ppb, 25℃)	厚生労働省の室内濃 度指針値は80ppb
アセト アルデヒド	同上			厚生労働省の室内濃 度指針値は30ppb
ギ酸	1000μg/m ³ 、1000~ 430μg/m ³ 、430~200 μg/m ³ 、200~120μg /m ³ 、120μg/m ³ 以下、 の5ランク、基準値430 μg/m ³ 、推奨濃度 200μg/m ³			
酢酸	同上		4ppb以下 (9.8μg/m ³ ,25℃)	
臭化メチル				作業環境評価基準で 基準値は5ppm
メチル カブタン				
オゾン(O3)			5~10ppb以下	

(参考2)

○ 国立公文書館書庫環境調査検討委員会について

検討委員会（4名に委嘱）を設け、調査内容の検討・確認、調査結果の分析、報告書の取りまとめ等を行った。

1. 委員

稲葉 政満	東京芸術大学大学院美術研究科助教授
かんば 神庭 信幸	独立行政法人国立博物館 東京国立博物館企画部保存修復課長
こめむし 米虫 節夫	近畿大学農学部農芸化学科生物環境学研究室教授
佐野 千絵	独立行政法人文化財研究所 東京文化財研究所保存科学部生物学科研究室室長

2. 開催実績

(1) 第1回検討委員会

日時：平成15年7月23日（水）・14：00～16：00

議題：・第1回目調査についての調査結果の分析

・第2回目以降の調査について調査項目等の検討

(2) 第2回検討委員会

日時：平成15年12月19日（金）14：00～

議題：・第2回目、3回目調査について調査結果の分析

・報告書の取りまとめに向けての検討

¹ 国立公文書館所蔵公文書等保存状況等調査—調査報告書—、アーカイブズ、国立公文書館、4（2000）

² 国立公文書館所蔵公文書等保存状況等調査—第2次調査報告書—、アーカイブズ、国立公文書館、6（2001）

³ 佐野千絵：「美術館・博物館の空気質の現状と望ましいレベル・対策」（『空気清浄』第38巻第1号（2000））

⁴ ISO 11799第1版 2003・9・15（Information and document storage requirements for archive and library materials）