

〔資料〕 「美術館・博物館のための空気清浄化の手引き」 に記載の“のぞましい値”について

秋山 純子・由井 和子・呂 俊民*

1. はじめに

東京文化財研究所（以下、東文研）では、保存環境における空気質に対する考え方や目安をまとめた「美術館・博物館のための空気清浄化の手引き（平成31年3月 改訂版）」¹⁾（以下、手引き）をホームページに載せている。東文研のホームページでのアクセス数が多いことから、非常に関心の高い事項であることが窺える。特に3ページに記載の“のぞましい値”に関する問い合わせが多く、保存展示環境の空気質を改善するうえで、一つの目安になっていると考えられる。一方、文化財は素材や状態、置かれてきた環境など個々に違っており、閾値を出すのは非常に難しい。“のぞましい値”はそれぞれの汚染物質と反応し、もっとも損傷が起きやすい材質の文化財に対して影響がないと思われる値であり、この値にしなければ文化財を保存できないという値ではない。そこで、本報では手引きに記載された汚染物質5種に関して、“のぞましい値”の根拠とそれが与える文化財への影響をまとめることにした。“のぞましい値”に対する認識を新たに、保存展示環境の空気質改善について検討する一助となればと考えている。

2. 空気清浄化の手引き作成の経緯

手引きはホームページで公開される1年前の2018年3月に暫定版が作成された。この暫定版を日頃この問題を抱えている学芸員の方々に送付し、意見交換した上で改訂版を作成した。手引きの作成の背景には、全国の美術館・博物館の保存担当学芸員からの空気環境に関する相談が多くなってきたことが挙げられる。それはパッシブインジケータ等の簡便調査法によって空気質のレベルを把握できるようになり、問題が顕在化されてきたことに一因がある。しかし、原因究明や改善については案件毎に異なり、対応するための情報整備が必要であった。学芸員自らが空気質の改善を行うには、基本的な空気汚染の機構や対策および評価方法について示した手引きが必要であり、最適な空気環境を判断するための拠りどころとして空気質ののぞましい管理目標を示す必要があった。

手引きが作成された平成31年3月から現在までの間、空気清浄化に関係する建築材料、浄化剤や評価法等が改良され、それに伴い新たに技術開発が進められており、改めて内容を見直す必要性を感じている。

3. 文化財に影響を及ぼす空気汚染物質²⁾

室内の空気汚染レベルについては厚生労働省からの室内空気中の化学物質室内濃度指針値³⁾（以下、指針値）や建築物における衛生的な環境の確保に関する法律⁴⁾で定められた建築物衛生環境管理基準⁵⁾がある。これらは人への健康影響のための濃度指針であり、博物館・美術館では入館者やそこで働く人達に対する公衆衛生上必要とされる基準である。指針値は現状にお

*株式会社 SOY-TEC

いて入手可能な毒性に係る科学的知見に基づき、ヒトがその化学物質の示された濃度以下の曝露を一生涯受けたとしても、健康への有害な影響は受けないであろうと判断される値を算出したものである⁶⁾。したがって、指針値を設定することはその物質が指針値を超えた場合に必ずしもヒトに有害な影響を与えることを意味するのではなく、また、指針値を短期的に超えたとしても、必ずしも健康への有害な影響を生ずるわけではない⁶⁾とされる。指針値は法律で定められたものではなく関係者がシックハウス対策に取り組むにあたって参考にしてほしい値として示されている⁶⁾。

一方で、文化財は多種多様な素材から成り立つため、劣化に影響を与える汚染物質は多岐にわたる。手引きの3ページには表1にそれぞれの汚染物質による文化財への劣化影響、表2に文化財の展示保存施設における空気環境調査の測定対象物質である5種類の汚染物質に対して目安となる“のぞましい値”が掲載されている(次ページ参照)。

空気汚染による劣化は汚染物質と文化財の素材との化学反応性から考えられる影響で、高濃度で長時間暴露された場合に生じる現象である。したがって、表1に示された汚染物質と劣化影響との関係は高濃度で長時間暴露された状況により生み出されるものである。上述したヒトに対する指針値のように、表2の“のぞましい値”を超えた場合にすぐに表1のような劣化影響が生じるということではない。ここで明確にしておかなければならないことは、アンモニア、酢酸、ギ酸は文化財への影響から“のぞましい値”が導き出され、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドに関してはヒトへの健康影響の濃度の指針値を引いた“のぞましい値”だということである。

表2には、表1に示した物質のうち外気に発生源のある空気汚染物質の“のぞましい値”の記載がない。一般の大気環境より高濃度となる外気の空気汚染物質は、例えば、館の周辺に火山があることによる、火山ガスに含まれる硫化水素、二酸化硫黄、塩化水素⁷⁾や、館に近接して幹線道路があることによる、自動車排気ガスに含まれる窒素酸化物⁸⁾である。それらは館固有の立地環境による問題であり、建物外に発生源がある場合は空調技術で取り入れる外気を処理して空気清浄化を図ることができる。塵埃や二酸化炭素については、建築物衛生環境管理基準を満たしていれば清浄な環境といえる。以上のことから、“のぞましい値”を設定して空気質改善を目指すというよりは、外からの汚染物質の侵入を防ぐことで清浄環境を保つことに意味があると考えられる。

Canadian Conservation Institute (CCI) のホームページ⁹⁾には、J. Tétreault 2003¹⁰⁾に基づく大気汚染物質レベルのガイドラインとして、それぞれの物質の保存管理目標値が表にまとめられている。保存管理目標値は劣化のリスクを最小限に抑えながら、指定されたレベルの汚染物質に資料をさらすことができる期間(年単位)であり、1年、10年、100年のリスクを最小限に抑えるための最大許容濃度が示されている。硫化水素では1年で $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.71 ppb)、10年で $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、100年で $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。二酸化窒素では1年で $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (5.2 ppb)、10年で $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、100年で $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。オゾンでは1年で $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (5.0 ppb)、10年で $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、100年で $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。二酸化硫黄では1年で $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8 ppb)、10年で $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、100年で $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。微粒子(PM2.5)では $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、10年で $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、100年で $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。二酸化炭素、塩化水素に関しては記載がされていない。

表2にあるアンモニア、酢酸、ギ酸、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドに関しては、“のぞましい値”が出された根拠を理解し、どのような材質の文化財が最も影響を受け、劣化を引き起こす危険性があるのかを把握することが重要だと考える。また、空気質を改善するには発生源を特定することが重要であるため、以下の項目でくわしく述べることにする。

表1 空気汚染の劣化影響

汚染物質	劣化影響
アンモニア	油画材料の亜麻仁油を変色させる
酢酸・ギ酸	日本画などの顔料の鉛と反応し、酢酸鉛・ギ酸鉛となる
ホルムアルデヒド アセトアルデヒド	膠を硬化させる
二酸化硫黄	金属を腐食させる
窒素酸化物	有機物を脆くさせる、染料を変退色させる、金属を腐食させる
塵埃	摩耗や汚損の要因となる
オゾン	有機物を脆くさせる
二酸化炭素	弱酸として働き、絵具等を変色させる
硫化水素	金属と反応して硫化物を生成する
塩化水素	塩化物を生成して金属を腐食させる

表2 空気質の“のぞましい値”

汚染物質	室内推奨値
アンモニア	30 ppb (22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下
酢酸	170 ppb (430 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下
ギ酸	10 ppb (19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下
ホルムアルデヒド	80 ppb (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下
アセトアルデヒド	30 ppb (48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下

※手引き3ページより引用

3-1. アンモニア

アンモニアの“のぞましい値”は30 ppb以下とされている。小塩の報告¹¹⁾では清浄環境といわれているアマニ油含浸紙試験での黄色指数30以下の基準を満足させるにはアンモニア濃度を概ね20 ppb以下にする必要があると判断される、と述べられている。その後、黒坂の報告¹²⁾では30 ppb以上のアンモニアに4週間触れると肉眼で感知できる変色が生じることが記されている。佐野¹³⁾は空気清浄度の評価基準を4ランクに分け、基準値・推奨濃度30 ppb以下と表示している。以上のことから、アンモニアの“のぞましい値”はアマニ油の変色度合いにより求められた値だと考えられる。したがって、手引きの表1にある通りアンモニアが検出された場合、油画材料への影響に注意する必要がある。油画のほかに、染料や絹など日本画材への影響¹⁴⁾やモルタルによる様々な美術品材料への色彩変化を調べた報告もある¹²⁾が、アンモニア濃度と損傷度合いは明確にはされていない。

CCIとGetty Conservation Institute (GCI)による汚染物質に対する材質への影響についての報告では、アンモニアが文化財の劣化に関与する物質であることは述べられているが、目標値に関しては特に示されていない^{15,16)}。

アンモニアの発生源は主にコンクリートからである。コンクリートは砂利、砂などの骨材をセメントと水からなる結合体に混合して硬化させた複合材料である。アンモニアガスはコンクリート中の高アルカリ環境下において窒素化合物が分解して、コンクリートの表面からの水分の蒸発とともに発生するといわれている^{14,17-21)}。最初にコンクリートから発生する物質の文化財への影響に注目したのは登石らで、ここですでに放出の水分の影響がなくなるのは1年を要すると述べられている²²⁾。最近の研究では、コンクリートからのアンモニアの発生を抑えるため、コンクリートの構成材料を選定することでアンモニアの発生量に違いが生じることを検討した事例²³⁾や設計段階からアンモニアの発生を抑える計画を立案し、低減対策を講じた事例²⁴⁾が報告されている。

そのほか、展示室内で使用される塗料（クロス表面にアクリル樹脂エマルジョン塗装した研究事例）やクロス材からも発生する²⁵⁾とされている。クロスは主に「セルロース系繊維織物難燃紙裏打ち難燃処理壁紙張り」と「りん・窒素系薬剤処理／セルロース系繊維織物壁紙張り」に大別される。リン窒素難燃剤があることでアンモニアが発生する可能性があるが、現在のところ明確にはなっていない²⁶⁾。また、中性紙保存箱からのアンモニアの検出が報告²⁷⁾されているが、同時にホルムアルデヒドも検出されているためホルムアルデヒドの項で述べる。動植物や来館者からの発生も言われており^{28,29)}、特に狭く換気が悪い部屋では濃度が高くなる可能性がある。一方、アンモニアは通気乾燥を十分行えば、問題のない汚染レベルまですぐに下がることが見込まれるとされている³⁰⁾。

3-2. 酢酸

酢酸の“のぞましい値”に関しては、CCIで行われた酢酸に最も反応する鉛金属を用いた酢酸暴露試験により1年間試験した結果、酢酸鉛系の無観測有害レベル（NOAEL：劣化が生じない汚染物質の最大濃度）は湿度54%で $430 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （170 ppb）という値が確定されたと示されている^{31,32)}。CCIが出している大気汚染物質のレベルに関するガイドライン¹⁴⁾では、酢酸の保存管理目標値が1年、10年、100年のリスクを最小限に抑えるための最大許容濃度として示されている。1年では $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （400 ppb）、10年と100年では $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ である。100年のレベルであれば、ほとんどの文化財において、最大限の保存を提供できる環境であると述べられている。しかし、もっとも脆弱な文化財を保存することを考え、環境の目標値を設定すること

は現実的ではなく、脆弱なものに対しては別途特別な注意を向けることが重要であるとしている。

文化財に与える影響として顕著なものは、金属の鉛、亜鉛、銅およびその塩類である顔料の腐食・劣化^{10,33-35)}で、生成物として酢酸鉛、炭酸鉛、酸化鉛が検出されることが多い^{34,35)}。

住宅における酢酸の発生源として酢酸ビニル樹脂系接着剤（酢ビ系接着剤）が言われている。この接着剤は平成27年の報告の時点で15年以上前から水性形接着剤の出荷量のうち5割以上を占める主要製品であり、合板や二次合板、木工（木製建具や木製家具）、建築現場など幅広い分野で使用されていたことが述べられている。特に木工においては全接着剤の4割を酢ビ系接着剤が占めており、室内に酢ビ系接着剤を使用した建材や家具等が存在する可能性は高いと言われている³⁶⁾。令和3年の統計をみると、水性形接着剤のうち特に二次合板、木工において、ほかの接着剤と比べ高い出荷量が認められる³⁷⁾。

酢ビ系接着剤の主成分である酢酸ビニル樹脂やエチレン酢酸ビニル樹脂が加水分解されることで酢酸が放散されると考えられる。この加水分解は相対湿度45%以上の高湿度で促進されるため、酢酸の放散は湿度の高い夏季に多く、湿度の低い冬季に少ないという季節変動を繰り返して、徐々に減少しながら長期に渡って継続する可能性があるという報告がされている^{35,38)}。

保存展示環境で考えられる発生源は収蔵庫内の木材の装材や什器、展示室・展示ケース・展示台などに使用された合板、酢ビ系接着剤、でんぷん糊、防腐剤が挙げられる^{2,39,40)}。また、古紙⁴¹⁾、古木、特に写真フィルムの一部⁴²⁾や、被災文化財からも放散が確認されている（被災文化財からはほかの汚染物質も検出されていることが報告されている⁴³⁾）。

3-3. ギ酸

ギ酸の10 ppm という“のぞましい値”に関しては、文化財への影響を検討した数値ではなく、酢酸の値から導き出された値ということである。呂らは展示ケースの有機酸濃度を調べ、すべての展示ケースではないが、検知管で測定された有機酸のうち、ギ酸と酢酸の割合は1:9であると報告している⁴⁴⁾。

ギ酸の文化財への影響に関しては有機染料のうち、モノアゾ系染料、その中でも特にレーキ顔料の変色を引き起こしたことが報告されている³³⁾。そのほか、紙や布、顔料、ガラス、金属への影響が言われているが、酢酸・ギ酸の区別なく述べられている。有機酸として酢酸とギ酸と一緒に簡易測定される場合が多く、現在のところギ酸単独の濃度を簡易的に測る方法がないため、有機酸としての濃度を下げることが重要となる。

ギ酸の発生源は竣工直後または直前の新築住宅において、室内空気中にギ酸が存在し、室内にその発生機構がある、室内空気中のギ酸はホルムアルデヒドの酸化生成物である可能性が高く、光化学反応によって生じる酸化生成物質とホルムアルデヒドの反応によって生成すると考えられる、という報告がある⁴⁵⁾。すなわちギ酸の発生機構は、建設中または空気に放散されたホルムアルデヒドの酸化過程であると考えられる、ということである。ギ酸は木質系材料自身から直接的に放散するとともに、オキシダントが関与する化学反応によって二次的に生成すると報告されている⁴⁵⁾。

3-4. ホルムアルデヒド

ホルムアルデヒドの“のぞましい値”に関しては、文化財の材質への影響よりも人体への影響が早く現れると考えられるため^{13,46)}、労働安全衛生の観点から、厚生労働省から出ている屋内空気中のホルムアルデヒド濃度の指針値⁴⁷⁾を採用している。アルデヒド類は膠や皮革な

どたんぱく質の脆弱化を進める物質であるが、発がん性物質として認定されていることから⁴⁸⁾、まずは労働安全衛生や公衆衛生の観点から監視しておけば、文化財保存上は大きな問題を生じない。しかし、ホルムアルデヒドはギ酸に変化することが言われているため、状況を把握することが重要である²⁾。したがって、表1のホルムアルデヒド、アセトアルデヒドに記載されている「膠を硬化させる」という劣化影響は80 ppb以上の濃度になるとすぐに生じるわけではなく、この濃度はヒトへの影響から引かれた値と認識しておくことが重要である。

発生源としてはホルムアルデヒドを含む建材・施工材が主であり、それは「ホルムアルデヒドとの縮合により合成される熱硬化性樹脂かホルムアルデヒド系防腐剤などを含む建材・施工材」とする、とされている。また、建材・施工材だけでなく、これらを使用した家具類も同様に室内環境汚染の原因になりうる。シックハウス対策として、室内空気中のホルムアルデヒド濃度が厚生労働省の指針値をうわまわらないようにするために平成15(2003)年7月に建築基準法が改正された。この改正により、ホルムアルデヒドに関する規制として、内装仕上げの制限が設けられ、建築基準法令(告示)により、17品目の建材が定められている⁴⁹⁾。

また、最近の研究でアンモニアの項でも触れたが、中性紙保存箱から高濃度のホルムアルデヒドが検出されたという報告がある²⁷⁾。中性紙保存箱の材料であるアーカイバルボードを作成する段階で加えられていた一部助剤(薬品類)にホルムアルデヒドを含有していたことが原因であり、現在は助剤が変更されている⁵⁰⁾。

高濃度のホルムアルデヒド環境下では、鉛系の顔料の変質を引き起こすことが言われている⁵¹⁾。また、染料に関しても退色するなど影響があることが示されている⁵²⁾が、これも高濃度の環境にさらされた場合の報告である。海外の事例では、ホルムアルデヒドによって古代ガラスや真珠、貝殻などが白濁したり、鉛の壺が変色したりするなどの事例が知られている。ただし、分析の結果ギ酸塩が検出されていることから、ホルムアルデヒド自体ではなくそれが分解して生じるギ酸が作用していると推察されている⁵³⁾ので、そこは注意が必要である。

3-5. アセトアルデヒド

文化財への影響についてはホルムアルデヒドと同じく、顔料・染料の変色やたんぱく質の硬化を引き起こすことが挙げられている^{2,13)}。“のぞましい値”についてもホルムアルデヒド同様、厚生労働省の指針値である $48 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ が採用されている。

アセトアルデヒドの発生源は多岐にわたっており、エタノールの酸化により生成され、人および高等植物における中間代謝物でもあるため、様々な食物やアルコールを含む液体、人そのものも発生源になり得る。木材(トマツやカラマツ等の針葉樹、広葉樹のヤチダモ、樹種により減少度合いが異なる)、酢酸ビニル樹脂溶剤系の接着剤(乾燥過程でも、乾燥後もアセトアルデヒドが発生する)、水系合成塗料やエタノールが使用されている自然系塗料、工業用エタノールからもアセトアルデヒドが多量に放散されている事例がある⁵⁴⁾。展示収蔵環境における測定事例はホルムアルデヒドに比べて少ないが、収蔵庫での放散⁵⁵⁻⁵⁷⁾が確認されている。

4. おわりに

今回、手引きに記載の“のぞましい値”について、その根拠と今のところ確認されている発生源のうち主なものをまとめた。

- ・アンモニア、有機酸(酢酸、ギ酸)に関しては、表2の“のぞましい値”を超えると表1の劣化影響が生じる可能性が高くなる。
- ・アルデヒド類(ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド)に関しては、表2の“のぞましい値”

はヒトへの影響から出された値であるため、表1の劣化影響がすぐに生じるということではない。

“のぞましい値”はあくまでも“のぞましい”値であり、文化財の保存環境において、この環境で保管できればのぞましい、という値である。“のぞましい値”に対しどこまで許容できるか見極めながら、それぞれの文化財の材質や置かれている状況に合わせ、改善策を検討することが重要である。

参考文献

- 1) 呂俊民、石井恭子、古田嶋智子：美術館・博物館の空気清浄化のための手引き（平成31年3月改訂版）、佐野千絵、吉田直人監修、東京文化財研究所（2019）（https://www.tobunken.go.jp/ccr/pub/190410aircleaning_guideline.pdf）（2023年11月27日参照）
- 2) 佐野千絵、呂俊民、吉田直人、三浦定俊：博物館資料保存論——文化財と空気汚染、みみずく舎（2010）
- 3) 室内空气中化学物質の室内濃度指針値について（平成31年01月17日薬生発第117001号）（https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00tc3866&dataType=1&pageNo=1）（2023年12月30日参照）
- 4) 建築物における衛生的な環境の確保に関する法律（<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=345AC100000020>）（2023年12月30日参照）
- 5) 建築物環境衛生管理基準について | 厚生労働省（<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eisei10/index.html>）（2023年12月30日参照）
- 6) 蓮見由香：室内空气中化学物質の室内濃度指針値について、におい・かおり環境学会誌、50巻、3号、186-192（2019）
- 7) 呂俊民、佐野千絵、内呂博之、荒屋鋪透：ポーラ美術館における室内空気清浄化のための火山ガスの調査、保存科学、48、13-20（2009）
- 8) 芳住邦雄、斉藤昌子、柏木希介、門倉武夫：文化財の保存・展示環境におけるNO₂濃度と染織布の変退色へのその影響。環境科学会誌、3(2)、111-120（1990）
- 9) J. Tétreault : Agent of Deterioration: Pollutants, Canadian Conservation Institute HP, (<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pollutants.html>)（2023年11月27日参照）
- 10) J. Tétreault: Airborne Pollutants in Museums, Galleries, and Archives: Risk Assessment, Control Strategies, and Preservation Management, Canadian Conservation Institute 2003
- 11) 小塩良次：新美術館でのアルカリ汚染対策、古文化財の科学、37、54-59（1992）
- 12) 黒坂五馬：美術品保存施設の具体的基本型体—内蔵美術品から外部庭園計画まで—、文化財保存修復学会誌、46、114-122（2002）
- 13) 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、38(1)、20-26（2000）
- 14) 佐野千絵：コンクリートから発生するアルカリ性物質について（Ⅱ）文化財保存修復学会誌、41、46-53（1997）
- 15) J. Tétreault: Control of Pollutants in Museums and Archives, CCI Technical Bulletin no. 37, Canadian Conservation Institute, Ottawa (2021) (https://publications.gc.ca/collections/collection_2021/pch/CH57-3-1-37-2021-eng.pdf)（2023年11月27日参照）

- 16) Cecily M. Grzywacz: Monitoring for Gaseous Pollutants in Museum Environments, Tools for Conservation, Los Angeles, CA: Getty Conservation Institute (2006) (http://hdl.handle.net/10020/gci_pubs/monitoring_gaseous) (2023年11月27日参照)
- 17) 佐野千絵、呂俊民、吉田直人、三浦定俊：博物館資料保存論——文化財と空気汚染、みみずく舎、pp.55-56 (2010)
- 18) 黒坂五馬：コンクリートから発生するアンモニアの発生機構の研究、古文化財の科学、37、46-53 (1992)
- 19) 小林一輔：コンクリートにおけるアンモニア発生問題とその対策、コンクリート工学、38(11)、22-28 (2000)
- 20) 佐野千絵、三浦定俊：「アルカリ因子」についての再考、保存科学、30、31-44 (1991)
- 21) 岸谷孝一、黒坂五馬：コンクリートから出る空中遊離物質が他の物質に及ぼす影響（その8）、空中遊離アンモニア(1)、昭和51年度日本建築学会関東支部研究報告集、385-388 (1976)
- 22) 登石健三、見城敏子：うちたてコンクリート箱内に於いて美術品の材料がうける影響、保存科学、3、30-39 (1967)
- 23) 野村佳緒里、天野健太郎：コンクリートの構成材料の違いがアンモニア発生量に及ぼす影響に関する研究、文化財保存修復学会第44回大会研究発表集、172-173 (2022)
- 24) 田中勲、矢野慧一、富田賢吾、杉山和弥、高山哲郎：美術館における展示収蔵環境のアンモニア低減対策、文化財保存修復学会第45回大会研究発表集、212-213 (2023)
- 25) 呂俊民、古田嶋智子、林良典、佐野千絵、展示空間に用いるクロス材の放散ガスの測定と評価、保存科学、52、207-216 (2013)
- 26) 吉田直人、間瀬創：展示ケース内で使用されるクロス材からのアンモニア放散と原因等に関する調査研究、文化財保存修復学会第45回大会、238-239 (2023)
- 27) 松井敏也、建石徹、和田浩：空気質特性を考慮した資料保存用中性紙箱の適切な使用方法に関する検証、文化財保存修復学会第45回大会研究発表集、208-209 (2023)
- 28) 池田四郎：アンモニアを対象とした室内環境学研究のこれまでと今後、室内環境、21(2)、129-138 (2018)
- 29) 杉崎佐保恵、山崎正彦、松田隆嗣：ガス検知管法を用いた博物館の常設展示室におけるアンモニアガスの動態調査、文化財保存修復学会第38回大会研究発表集、24-25 (2016)
- 30) 佐野千絵、早川泰弘、三浦定俊：展示使用材料から発生する汚染物質とその対策 [事例報告] —展示用ディスプレイと展示室改修の影響—、保存科学、41、89-97 (2002)
- 31) J. Tétreault: Control of Pollutants in Museums and Archives, CCI Technical Bulletin no. 37, p.25 Canadian Conservation Institute, Ottawa 2021
- 32) J. Tétreault, J. Sirois, E. Stamatopoulou: Studies of lead corrosion in acetic acid environments. Studies in conservation, 43(1), 17-32 1998
- 33) 森克之、佐野千絵：印刷インキに用いられる有機赤色顔料への室内汚染ガスの影響、保存科学、44、65-72 (2005)
- 34) 古田嶋智子、犬塚将英：桐箱、キリ材から放散する有機酸と鉛金属への影響、保存科学、58、41-53 (2019)
- 35) 犬塚将英、古田嶋智子、高橋佳久、紀芝蓮：鉛金属の腐食と空気環境との関係についての調査事例、保存科学、60、33-40 (2021)
- 36) 大貫文、角田徳子、菱木麻佑、大久保智子、斎藤育江、小西浩之、守安貴子、阿部圭美、熊野眞理、牧倫郎、佐藤弘和：居住環境における空气中化学物質濃度と発生源について、東京健安研

- 七年報 Ann. Rep. Tokyo Metr. Inst. Pub. Health, 68, 239-247 (2017)
- 37) 経済産業省：令和3年度 届出外排出量の推計方法等に係わる資料 詳細版 I. 推計方法の詳細、4. 接着剤に係る排出量 (PDF 形式：292 KB) PDF ファイル (https://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/prtr/r3kohyo/05todokedegaiyou/syousai/4.pdf)、表4-3 (2023年11月27日参照)
 - 38) 斎藤育江、大貫文、上原眞一、瀬戸博、栗田雅行、小縣昭夫：木造新築住宅における揮発性有機化合物及びアルデヒド類の発生源調査、室内環境学会誌13(1)、55-64、(2010)
 - 39) 古田嶋智子、呂俊民、佐野千絵：展示収蔵環境で用いられる内装材料の放散ガス試験法、保存科学、51、271-279 (2012)
 - 40) 呂俊民、古田嶋智子、佐野千絵：[報告] 展示ケース内有機酸濃度のギ酸/酢酸比、保存科学、53、205-213 (2014)
 - 41) 呂俊民、佐野千絵：書物から発生するガスの空気環境への影響、文化財保存修復学会第32回大会講演要旨集、116-117 (2010)
 - 42) 佐野千絵、古田嶋智子、井上さやか、津田徹英、呂俊民：[報告] フィルム保管庫における酢酸雰囲気の改善の試み、保存科学、51、281-291 (2012)
 - 43) 及川規、芳賀文絵、松井敏也、河崎衣美、天野真志、栗原駿一、伏見拓朗 津波被災資料由来臭気成分とその文化財材質への影響、第39回文化財保存修復学会大会講演要旨集、152-153 (2017)
 - 44) 呂俊民、古田嶋智子、佐野千絵：展示ケース内有機酸濃度のギ酸/酢酸比、保存科学、53、205-213 (2014)
 - 45) 関根嘉香、臼杵英俊、宮城主輔、小座野貴弘：室内空气中ギ酸濃度に及ぼす外気由来のオキシダントの影響、環境化学、20(2)、113-119 (2010)
 - 46) 佐野千絵、博物館・美術館等の空気汚染、文化財保存修復学会誌、46、123-131 (2002)
 - 47) 厚生労働省：職域における屋内空気中のホルムアルデヒド濃度低減のためのガイドラインについて (<https://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/03/h0315-4.html>) (2023年11月27日参照)
 - 48) 厚生労働省：「職場のあんぜんサイト」ホルムアルデヒド (<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/0069.html>) (2023年12月30日参照)
 - 49) ホルムアルデヒドによる室内空気汚染に関する設計・施工等規準・同解説 (2014) 日本建築学会環境基準 AIJES-A0001-2014
 - 50) H O G O S 『アーカイバルボード』の使用薬品変更について (<https://www.tokushu-papertrade.jp/app/wp-content/uploads/2023/04/d8c89cfe60d0fd9afd56cc3f44b898d1.pdf>) (2023年12月30日参照)
 - 51) 小瀬戸恵美、佐野千絵、三浦定俊：ホルムアルデヒドの日本画顔料に与える影響、文化財保存修復学会第20回大会講演要旨集、36-37 (1998)
 - 52) 芳賀文絵、川野邊渉、秋山純子、千葉毅、建石徹：高濃度ホルムアルデヒドの染料等に与える影響について、文化財保存修復学会第45回大会研究発表要旨集、216-217 (2023)
 - 53) Pamela Hatchfield, Jane Carpenter: Formaldehyde: How great is the danger to museum collections? Harvard University (1987) ISBN: 0-916724-64-X
 - 54) アセトアルデヒドによる室内空気汚染防止に関する濃度等規準・同解説、日本建築学会環境基準 AIJES-A004-2010 (2010)
 - 55) 呂俊民、佐野千絵、加藤和歳：[報告] 内装材料の異なる収蔵庫の空気環境の比較、保存科学、50、91-99 (2011)
 - 56) 佐野千絵、小瀬戸恵美、三浦定俊：博物館等施設の室内空気汚染—ホルムアルデヒドの庫内濃

度一. 保存科学、36、28-36 (1997)

57) 水谷悦子、中尾真梨子、秋山純子、芳賀文絵、佐野千絵：プレハブ式高気密高断熱収蔵庫におけるアセトアルデヒドの放散挙動の把握と換気量による低減、保存科学、61、43-55 (2022)

キーワード：博物館・美術館のための空気清浄化の手引き (Air cleaning guide for museums)；のぞましい値 (Reference value)；空気汚染物質 (Air pollutants)；空気質 (Air quality)

Regarding “the Reference Values” Listed in “the Air Cleaning Guide for Museums” Available on Tobunken Website

AKIYAMA Junko, YUI Kazuko and RO Toshitami*

The Tokyo National Research Institute for Cultural Properties (Tobunken) has posted on its website “the Air Cleaning Guide for Museums (Revised Edition, March 2019),” which summarizes the concepts and guidelines for air quality in preservation environments. The large number of accesses to this website suggests that this is a matter of great interest. There have been many inquiries regarding “the reference values” listed on page 3 of this guide, which are guidelines for improving the air quality of storage and exhibition environments. On the other hand, cultural properties differ from one another in terms of materials, conditions, and surrounding environment, making it extremely difficult to determine a threshold. Standing on the premise that cultural properties have different reactions to different air pollutants, “the reference values” are given as threshold values intended to have no effect on cultural properties whose materials are most vulnerable and prone to deterioration. Moreover, it does not mean that cultural properties cannot be preserved unless they are set to this value. Therefore, this report summarizes the basis for “the reference values” of the five pollutants listed in the manual and their deterioration effects on cultural properties. In the preservation environment of cultural properties, it is important to determine to what extent “the reference values” can be applicable and to consider what kinds of improvement measures can be taken according to the material of each cultural property and the situation of the museum where it is located.

*SOY-TEC Co. Ltd.