

## 〔報告〕 試験用実大展示ケースを用いた ケース内のガス清浄化と濃度予測

呂 俊民・古田嶋 智子・林 良典\*・須賀 政晴\*・佐野 千絵

### 1. はじめに

美術館・博物館においては、展示品の多くは、気密性の高い展示ケース内で展示される。そのため、ケース内の空気質は内装材からの放散ガスで高濃度な環境にさらされる危険性が高い。この対策として、新しく展示ケースを製作する際には内装材はガス放散の少ないものを用い、さらに展示するまでの間にガスの放散を促進する枯らしをおこない、放散量の低減をはかる<sup>1)</sup>。また、展示が始まってからの対策では、遮蔽材や吸着剤を設置し、あるいはケースを開放し空気を入れ替えるなどして清浄化をおこなうが、その効果は必ずしも十分とはいえない。

筆者らは、試験用実大展示ケースを製作し展示ケースの清浄化方法の研究について取り組んでおり、既報では、展示ケース内のガス濃度推移について解析した<sup>2)</sup>。本報では、ファンを用いて吸着フィルタと換気による清浄化実験をおこない、その効果を評価し、展示ケース内の長期間にわたるガス濃度推移を予測した。

### 2. 試験用展示ケースと空気清浄化の方法

試験用展示ケース製作にあたっては、気密性の高い展示ケースと比較ができるように、エアタイトケースをベースに、内部に循環ファンを設けガス吸着フィルタ（以下吸着フィルタ）で清浄化する機構と、展示室の空気による機械換気が図れる機構を設けた。

それらの概念を図1に示す。(a)エアタイトは、空気交換量が極めて少なく、展示室の空気が汚染されている場合その影響を受けにくい。(b)吸着フィルタによる清浄化は、循環経路に吸着フィルタとファンを設け、展示ケースに清浄空気を供給する。対象とするガスの吸着剤を選定すること、吹き出し空気から吸着剤が飛散しないことと、長期間にわたって効果が継続することが課題である。(c)展示室空気による機械換気は、ファンを用いて展示室の空気と入れ替える方法である。空調設備を有した博物館・美術館の展示室の酢酸濃度は、展示ケースと比べて低濃度であり<sup>3)</sup>、空調設備に吸着フィルタを備えているとさらに低濃度になる。アンモニア濃度についても、建設後の時間経過とともに濃度が低減する<sup>4)</sup>。展示室の温湿度が展示ケースと差異がない場合は、展示ケースの扉を開けることなく換気し清浄化することができる。

製作した試験用展示ケースを図2に、仕様を表1に示す。空気汚染の発生源となる内装材については、予めチャンバー試験法によりガス放散の少ない材料を選択した<sup>1)</sup>。また、気密性をあげるために、隙間部やガラス接合部にはコーキング材を用い、基台内部には循環ファンを設けた経路があり、展示ケースの両側に吹出し口と吸込み口がある。

また、調湿剤ボックスには、これと同じ破砕状吸着剤を不織布シートに包んだシート包装吸着剤（以下袋入り吸着剤）を設置できるように用意した。

循環経路に、吸着フィルタを取り付け、ファンを稼働させると展示環境で問題となる酢酸や

\*株式会社岡村製作所

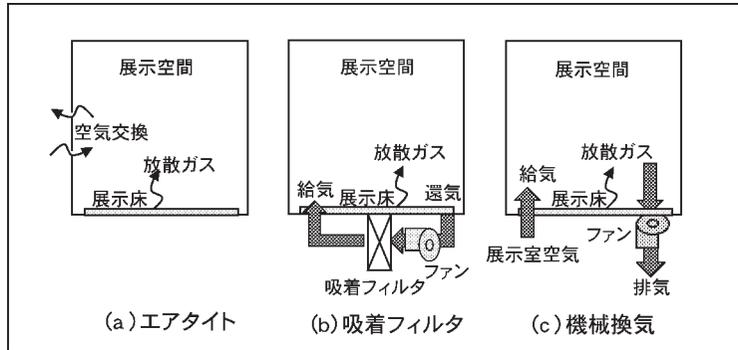


図1 展示ケースの清浄化の概念

アンモニアの除去がおこなえるように設計した。吸着フィルタは活性炭に薬剤を添着したもので、酸性ガス（添着薬剤  $K_2CO_3$ ）とアルカリ性ガス（添着薬剤  $H_3PO_4$ ）の2種類の吸着剤を2層にして不織布に挟み込んだものである。また、その上流にはプレフィルタを取り付けた。

この循環経路にはシャッターを設けた給気口と排気口があり、両者を開放しファンを運転することにより、展示室空気との換気がおこなえる。（以下機械換気）

各種の測定をおこなうため、ガラスケース部の各側面9カ所、上面に3カ所、循環ダクト部に3カ所測定孔を設け、測定時以外は気密性の高いキャップで封をし、展示ケース全体の気密性を確保できるようにしてある。

実験は、まず、本展示ケースを用いて展示ケースの基本性能の気流性状と空気交換率を測定した。続いて、吸着フィルタと換気による清浄化をおこなった際の濃度を実測し、清浄化をおこなわない場合と比較し、清浄化効果を相当換気量として評価した。さらに、これらの値を用いて展示ケース内のガス濃度の推移を予測した。

### 3. 基本性能実験

#### 3-1. 気流性状

展示ケースの循環ファンは、弱、小、中、大の4段階（以下ファン弱、小、中、大）で風量が設定できる。各段階の風量は、ファンを一旦取り外し、JIS B 8330送風機の試験及び検査方法<sup>5)</sup>に基づき、補助ダクトを用いてプレフィルタと吸着フィルタを取り付けた状態で、熱線風速計（日本カノマックス アネモマスター多点風速計 MODEL 1550）により風速を測定して求めた。また、展示ケース内風速分布は、各側面の測定孔にセンサーを挿入して測定した。得られた循環ファン風量を吹出し口の面積（ $0.0147m^2$ ）で除して平均吹き出し風速を算出した。また、風速分布については、風速計の計測限界（ $0.1m/s$ ）から全27点の計測ができたのはファン大の条件であり、

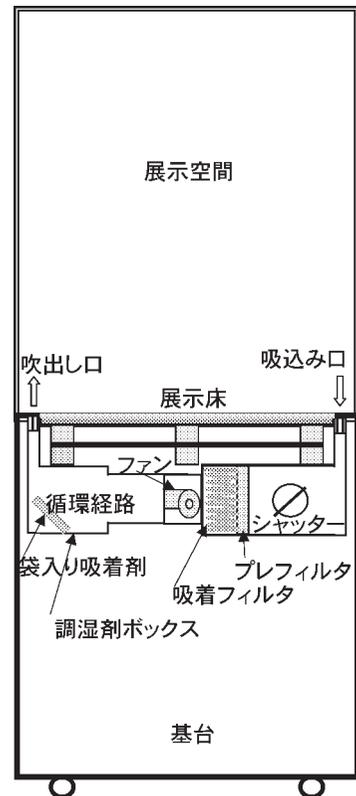


図2 試験用展示ケース

表1 試験用展示ケース仕様

タイプ	行灯型 5面ガラスケース
サイズ	全体 W750 <sup>mm</sup> ×D750 <sup>mm</sup> ×H1920 <sup>mm</sup> 展示空間 W730 <sup>mm</sup> ×D730 <sup>mm</sup> ×H970 <sup>mm</sup> 容積：ガラスケース部 0.52m <sup>3</sup> 循環経路を含む空間0.55m <sup>3</sup>
展示床	合板クロス貼り 610 <sup>mm</sup> ×550 <sup>mm</sup> (0.33m <sup>2</sup> ) クロス：セルローズ繊維 接着剤：でんぷん系接着剤 合板：防虫合板 (接着剤フェノール樹脂)
ガラスケース	両面反射防止フィルム貼り
エアタイト	接合部：コーキング剤 (脱オキシム型), ケース開閉油圧式
循環経路	風速調整付循環ファン 清浄化①プレフィルタ+吸着フィルタ (酸性ガス・アルカリ性ガス吸着剤) フィルタケース枠に取り付け 清浄化②袋入り吸着剤 (酸性ガス吸着剤 充填量 14.5g/袋) 調湿剤ボックスに設置 清浄化③機械換気：ファン運転とシャッターによる換気 調湿：カセットタイプシリカゲル調湿剤ボックスに設置

これらの結果を図3, 表2に示す。吹き出し口はルーバー形状となっていること、また誘引される気流もあり、風速は高くなり、吹き出し口の側面と上面に沿った気流が生じているものと考えられる。展示物周辺のガラスケース中央では微風速であることがのぞましく、ファン大の風量と中央風速0.27m/sの比率からファン小, 弱においては0.03m/s以下と推定されることから、本展示ケースの循環ファン運転時の実験はファン小, 弱を基準とした。

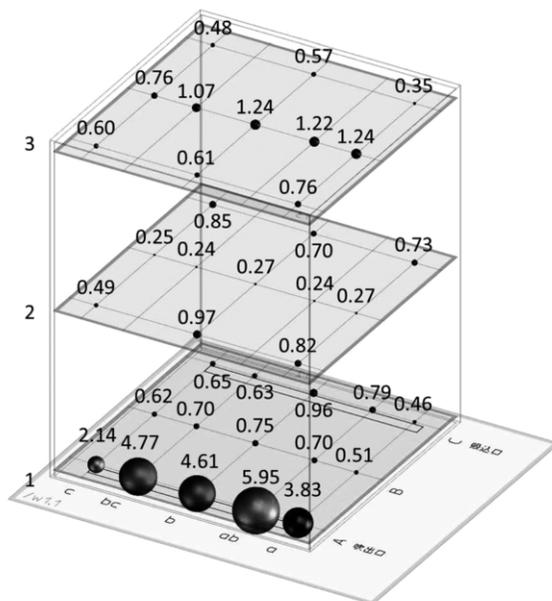


図3 風速分布測定結果 (ファン大) (単位 m/s)

表2 風量の測定結果

ファン	測定結果	
	循環風量 (m <sup>3</sup> /min)	平均吹き出し風速 (m/s)
弱	0.07	0.08
小	0.18	0.20
中	0.22	0.25
大	1.40	1.59

### 3-2. 空気交換率

展示ケースの空気交換率(回/day)は、室内の換気回数(回/h)に該当する。室内の換気回数の測定はJIS A1406 屋内換気量測定方法<sup>6)</sup>により、二酸化炭素をトレーサーガスとして用いる方法が定められている。しかし、展示ケースの空気交換率の測定では、高濃度の二酸化炭素環境下では多孔質の材料が二酸化炭素を吸着することから<sup>7)</sup>、また、外部の濃度の変動の影響を受けない、窒素ガスやSF<sub>6</sub>を用いた方法によっておこなわれている<sup>8)</sup>。しかしながら、二酸化炭素による方法は、測定器やガスなどの機材の調達のみから比較的簡便な方法といえる。

そこで、はじめに展示床の二酸化炭素の吸着の影響を確認するため、展示ケース床をステンレス板で遮蔽した状態で空気交換率を測定し、設置した室内の二酸化炭素の変動が少ない状態で計測を実施した。各実験条件を表3に示す。条件1は吸着フィルタを取り外し、循環ファンを停止した状態で、展示ケースの気密性を確認するもので、この条件ではじめに展示床を遮蔽した場合(条件1-1)についておこなった。条件2, 3は循環ファンを運転した場合、条件4, 5は吸着フィルタを取り付けた条件である。条件6の機械換気は、シャッターを開けファン小で運転した場合で、表2に示したファンの風量より空気交換率を算出してある。

循環経路のファン下流より循環ファンを運転しながら二酸化炭素ガス(太陽日酸ガス&ウエルディング製5.8L ボンベ純度95%)を2000~2500ppmになるまで測定孔から注入し、各条件下でケース内の濃度の減衰と室内の濃度をCO<sub>2</sub>計(室内 Telarie7001, 展示ケース内 T&D RTR576)で計測した。

測定の結果、条件1では二酸化炭素の濃度減衰が遅く、条件3は濃度減衰が早かった。その濃度変化を図4, 図5に示す。このように、各条件で濃度減衰が異なることから、表3に示した時間帯の値から、式1を用いて換気回数を求め、空気交換率に換算した。

$$n = (-2.3/t) \log \left( \frac{Cr_2 - Co}{Cr_1 - Co} \right) \quad \text{式 1}$$

$n$  : 換気回数 (回/h)

$t$  : 時間 (h)

$Cr_2$  :  $t$  時間後のケース内 CO<sub>2</sub>濃度 (ppm)

$Cr_1$  : ケース内時刻  $t_1$  の CO<sub>2</sub>濃度 (ppm)

$Co$  : 室内 CO<sub>2</sub>濃度 (ppm)

各条件の空気交換率と換気量を表3に示す。条件1は展示床を遮蔽した場合も0.12回/dayで、密閉状態では極めて気密性が高く、また、二酸化炭素の展示床への吸着の影響はないものと判断した。ファンを運転すると空気交換率が増加し、ファン弱で1.94回/day、ファン小で4.64回/dayと、風量とともに空気交換率は高くなった。これはファンを運転することにより下流側が正圧となり、漏気量が増えたものと推定される。プレフィルタと吸着フィルタを取付けることで、ファン弱0.24回/day、ファン小0.99回/dayとその影響は減少した。

表3 空気交換率測定条件および結果

条件	ファン	吸着フィルタ	シャッター	空気交換率 (回/day)	換気量 (m <sup>3</sup> /h)	測定時間 (h)	備考
1-1	停止	なし	閉	0.12	0.0027	20	展示床遮蔽
1-2	停止	なし	閉	0.12	0.0028	20	
2	弱	なし	閉	1.94	0.045	5	
3	小	なし	閉	4.64	0.107	3	
4	弱	あり	閉	0.24	0.0056	20	
5	小	あり	閉	0.99	0.023	20	
6	小	なし	開	471	10.8	-	機械換気

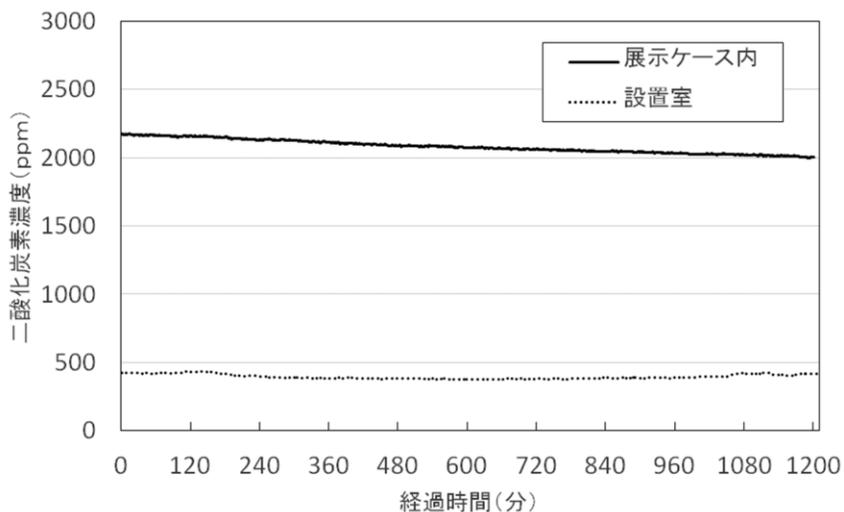


図4 空気交換率測定結果 (条件1-2)

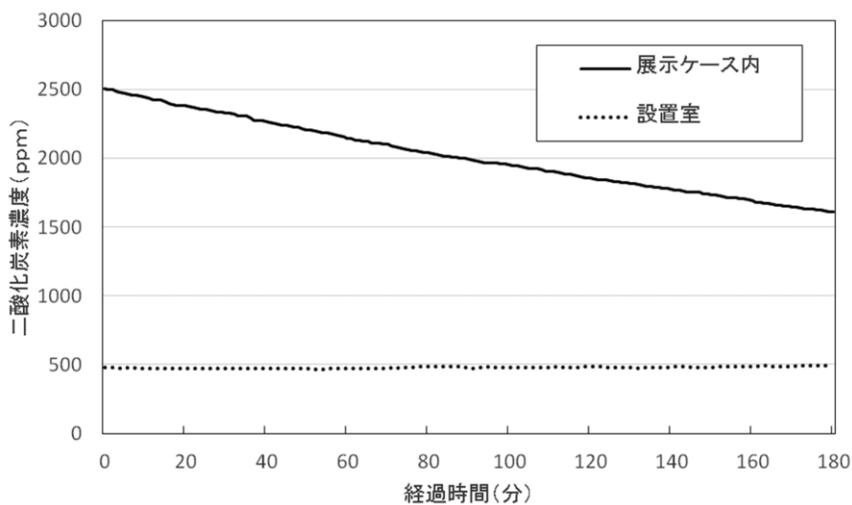


図5 空気交換率測定結果 (条件3)

## 4. 展示ケースの清浄化実験と濃度予測

### 4-1. ガス濃度の実測

展示ケースの清浄化の対象としたガスは、展示床からの放散が大きく作品に影響のある酢酸とした。測定は図6に示すように、展示ケース内空気を予め設けた測定孔からケース中央に設けたサンプリングチューブを介して、展示ケース外に設けたポンプで超純水を吸収液としてインピンジャーに1 L/minで3時間吸引し捕集した。採取においては、ポンプからの吸引後の空気は展示ケース内部が負圧になり、室内の空気が流入するのを防ぐために、循環経路に設けた測定孔からケース内に戻した。捕集した試験液はイオンクロマトグラフ計（ダイオネクスICS-5000）で分析し、吸引流量から空気中濃度に換算した。

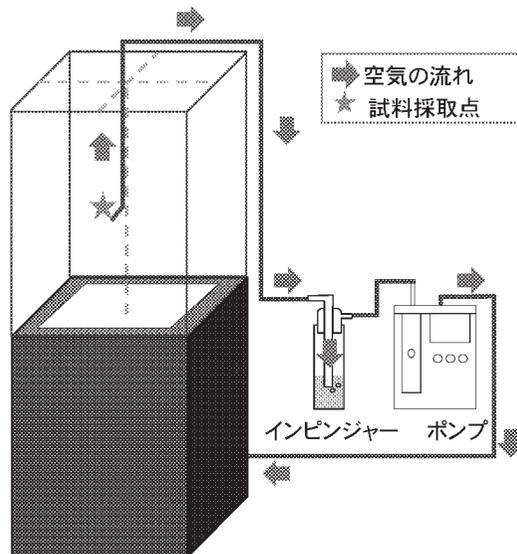


図6 試料空気の採取方法

清浄化試験は、清浄化をおこなわないCASE0（吸着フィルタなし、機械換気なし）と比べ、濃度がどの程度減少するか測定しておこなった。実験条件は表4に示すように、循環経路に吸着フィルタを取り付け、ファンを運転した場合のCASE1、CASE2（ファン小、弱）、袋入り吸着剤（酸性ガス吸着剤）を調湿剤ボックスに4袋置きファンを運転した場合のCASE3、ファン小で運転しシャッターを開放した機械換気のCASE4について評価した。

表4 清浄化の実験条件

	清浄化の方法（設置位置）	循環ファン	備考
CASE0	なし	小	
CASE1	吸着フィルタ（循環経路）	小	プレフィルタあり
CASE2	吸着フィルタ（循環経路）	弱	プレフィルタあり
CASE3	袋入り吸着剤（調湿剤ボックス）	小	
CASE4	機械換気	小	シャッター開

なお、各 CASE の測定時期により、放散源である展示床のガス放散量が異なることから、各測定の前後に CASE0 における測定を実施し、その平均値を清浄化試験時の放散量とした。サンプリング手順は以下のとおりである。

はじめに、展示ケースを開放し室内の空気と入れ替えた後、循環ファンを停止した状態で展示ケースを閉める。17時間後に循環ファンを稼働させ展示ケース内空気を均一にし、1時間経過後に前述した測定方法によりサンプリングを実施する。CASE1, 2は循環経路に吸着フィルタを取り付け、CASE3は袋入り吸着剤を調湿剤ボックスに設置する。CASE4の測定はCASE0のサンプリングを終えた後、シャッターを開放しファン小で運転し換気時のサンプリングをする。

結果を表5に示す。各清浄化試験の前後のCASE0のケース内濃度は若干変動がみられるが、清浄化時の濃度は減少している。CASE1では、酢酸濃度は1/8に減少し、CASE2ではCASE1より3倍高い濃度になっているもののCASE0より低い。ファン小はファン弱の3倍の風量であり、風量をあげることで濃度が1/3に減少している。CASE3では、循環空気が調湿剤ボックスの吸着剤表面に接触し、濃度は約2/3に減少し一定の清浄化が見られた。CASE4の換気時の濃度は室内の濃度に近い値となった。

表5 酢酸濃度測定結果

		未清浄化時 <sup>*1</sup>	清浄化時	未清浄化時 <sup>*2</sup>
CASE1	展示ケース内 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	161.1	21.8	148.3
	室内 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	11.2	12.6	10.8
CASE2	展示ケース内 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	179.1	68.2	177.5
	室内 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24.1	16.1	17.7
CASE3	展示ケース内 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	188.0	115.0	200.1
	室内 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	23.3	22.4	21.4
CASE4	展示ケース内 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	79.7	14.8	—
	室内 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	10.7	10.5	—

清浄化時測定の前（※1）後（※2）におこなったCASE0に該当する。

#### 4-2. 清浄化時の展示ケースの濃度計算式

展示ケースの実測値を室内の空気汚染濃度式に当てはめて、清浄化の評価をおこなった。室内の汚染濃度は、定常状態では式2で表せる。また、換気量と換気回数は式3の関係となる。

$$C = C_0 + \frac{M}{Q} \quad \text{式 2}$$

$$n = \frac{R}{Q} \quad \text{式 3}$$

式2の定常状態に達するまでの時間変化は、ガス発生と流入がバランスすることから導かれる式4で示され、 $t = \infty$ としたものが式2である。

$$C = C_1 e^{-nt} + \left( C_0 + \frac{M}{Q} \right) (1 - e^{-nt}) \quad \text{式 4}$$

式4の換気量 $Q$ 、換気回数 $n$ は内部の汚染の清浄化効果として働く。空間内で空気清浄機を運転した場合や、機械換気をおこなった場合の清浄化効果を、相当換気量 $Q_{eq}$ や相当換気回数 $n_{eq}$ として清浄空気での換気した効果として与えることで、式5のようになり、様々な清浄化の効果を同一に評価できる。

$$C = C_1 e^{-(n+n_{eq})t} + \left( C_0 + \frac{M}{Q + Q_{eq}} \right) (1 - e^{-(n+n_{eq})t}) \quad \text{式5}$$

式5の換気を換気量だけで表すと式6になる。

$$C = C_1 e^{-\left(\frac{Q}{R} + \frac{Q_{eq}}{R}\right)t} + \left( C_0 + \frac{M}{Q + Q_{eq}} \right) (1 - e^{-\left(\frac{Q}{R} + \frac{Q_{eq}}{R}\right)t}) \quad \text{式6}$$

式6にガスの吸着の項を加味した式が式7で、室内の空気清浄機の効果の評価に用いる式である<sup>9)</sup>。今回対象とする汚染物は酢酸ガスであり、表面への吸着をゼロとして扱い、清浄化の効果は式6を用いて計算した。

$$C = C_1 e^{-\left(\frac{Q}{R} + \alpha + \frac{Q_{eq}}{R}\right)t} + \frac{M + Q C_0}{Q + \alpha R + Q_{eq}} (1 - e^{-\left(\frac{Q}{R} + \alpha + \frac{Q_{eq}}{R}\right)t}) \quad \text{式7}$$

$C$  : 展示ケース内濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$C_0$  : 展示室濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$C_1$  : 展示ケース内初期濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$M$  : ガス放散量 ( $\mu\text{g}/\text{h}$ )

$Q$  : 展示ケース換気量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$Q_{eq}$  : 相当換気量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$R$  : 展示ケースの容積 ( $\text{m}^3$ )

$n$  : 換気回数 (回/h)

$n_{eq}$  : 相当換気回数 (回/h)

$\alpha$  : 吸着率 (1/h)

#### 4-3. 実測値によるガス放散量と清浄化時の相当換気量の計算

展示ケースの清浄化の効果を、式6に当てはめ、相当換気量を評価した。まず、CASE0において、ケースを閉めてから測定時までの時間 $t$ における展示ケース内濃度 $C$ に当てはまるように、式6のガス放散量 $M$ を計算した。ここで、展示ケース内初期濃度 $C_1$ は、室内空気と入れ替えているので室内濃度 $C_0$ とし、サンプリング時のポンプからの戻し空気量を相当換気量 $Q_{eq}$ として扱った。表1から循環経路を含む空間容積 $R$ は $0.55\text{m}^3$ であり、展示ケースの換気量 $Q$ は、表3の換気量から循環ファン停止時と運転時の各々の時間帯について $Q$ として与えた。また、展示ケース内濃度と室内濃度は、サンプリングをおこなった3時間の平均濃度として扱い放散量を求めた。

次に、CASE1, CASE2, CASE3は、前後におこなったCASE0の放散量の平均値を $M$ として与え、式6から清浄化時の濃度にあうように相当換気量を求めた。

機械換気のCASE4のガス放散量は、その前におこなったCASE0の測定から求めた値とし、相当換気量を計算した。

CASE0の放散量と、CASE1、CASE2、CASE3、CASE4の相当換気量の計算結果を表6に示す。清浄化時の放散量は前後で大きな変動はないことが確認でき、各CASEの変動も少ない。CASE4は測定時期が他と異なり、半分以下の放散量であった。

各CASEの相当換気量は、CASE1はCASE2のほぼ2倍であり、CASE3の袋入り吸着剤を設置しファンを運転することで0.14m<sup>3</sup>/hの相当換気量が得られた。機械換気をおこなったCASE4は0.29m<sup>3</sup>/hの相当換気量であり、これは、清浄な空気による換気量に当てはめたものであり、このときの室内濃度10.5μg/m<sup>3</sup>と入れ替わる換気量として算出すると、10.3m<sup>3</sup>/hとなり、表3の換気量に近い値となった。

以上のことから吸着フィルタ稼動時はファンの風量をあげることで清浄化がはかれ、本実験においては、機械換気より高い相当換気量となった。室内空気が清浄な場合は、機械換気もさらなる清浄化が図れるといえる。

表6 放散量と相当換気量計算結果

		未清浄化時*1	清浄化時	未清浄化時*2
CASE1	放散量 (μg/h)	8.1	(7.8)	7.5
	相当換気量 (m <sup>3</sup> /h)	—	0.73	—
CASE2	放散量 (μg/h)	8.5	(8.6)	8.7
	相当換気量 (m <sup>3</sup> /h)	—	0.36	—
CASE3	放散量 (μg/h)	9.0	(9.4)	9.7
	相当換気量 (m <sup>3</sup> /h)	—	0.14	—
CASE4	放散量 (μg/h)	3.8	(3.8)	—
	相当換気量 (m <sup>3</sup> /h)	—	0.29	—

清浄化時測定の前(※1)後(※2)におこなったCASE0に該当する。

#### 4-4. 展示ケース内濃度の推移予測

実測値から計算した清浄化時の相当換気量から、本展示ケースの酢酸濃度の経時変化を式6から予測した。予測は開館時を想定して表7の条件とし、清浄化時のファン運転は、毎日開館前に1時間を基本とし、他に、運転時間を長くした場合についてもおこなった。また、展示室の濃度は、今回の実験データの最大値から25μg/m<sup>3</sup>とし、ケース内の内装材からのガス放散量は、展示床を長時間の枯らしをおこなうことで、ほぼ一定になることから、今回の展示床の放散量を参考に10μg/hとした。

ケースを閉じてから7日間の各CASEの酢酸濃度の推移を図7から図10に示す。各図には清浄化なしの推移も示してある。清浄化なしの場合、1日で文化財の展示環境の酢酸管理目標値<sup>10)</sup>の430μg/m<sup>3</sup>を越え、7日目では2000μg/m<sup>3</sup>を超える。CASE1では1時間運転した場合、ファン運転前では530μg/m<sup>3</sup>以下に、2時間運転することで7日間にわたっては430μg/m<sup>3</sup>以下に抑えられている。CASE2では、1時間運転した場合濃度が徐々に上昇し、7日目では700μg/m<sup>3</sup>を越え、2時間では濃度上昇は抑えられる。CASE3では、1時間運転では7日目で清浄化なしの濃度に対して半減し、4時間運転では、さらにその半分の濃度に抑えられている。CASE4では1時間運転では7日目で800μg/m<sup>3</sup>であるが、2時間では600μg/m<sup>3</sup>となった。

本展示ケースの場合、吸着フィルタを取り付けファン小の運転を1日2時間おこなうことで

展示環境の酢酸管理目標値 $430\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下に維持でき、機械換気では $530\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下に維持できると予測された。

表7 濃度予測の計算条件

	清浄化	備考
CASE1	吸着フィルタ ファン小運転 1日1時間および2時間	展示ケース内放散量 $10\mu\text{g}/\text{h}$ 一定
CASE2	吸着フィルタ ファン弱運転 1日1時間および2時間	
CASE3	袋入り吸着剤調湿ボックスに設置 ファン小運転 1日1時間および4時間	室内濃度 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 一定
CASE4	機械換気 ファン運転小 1日1時間および2時間	

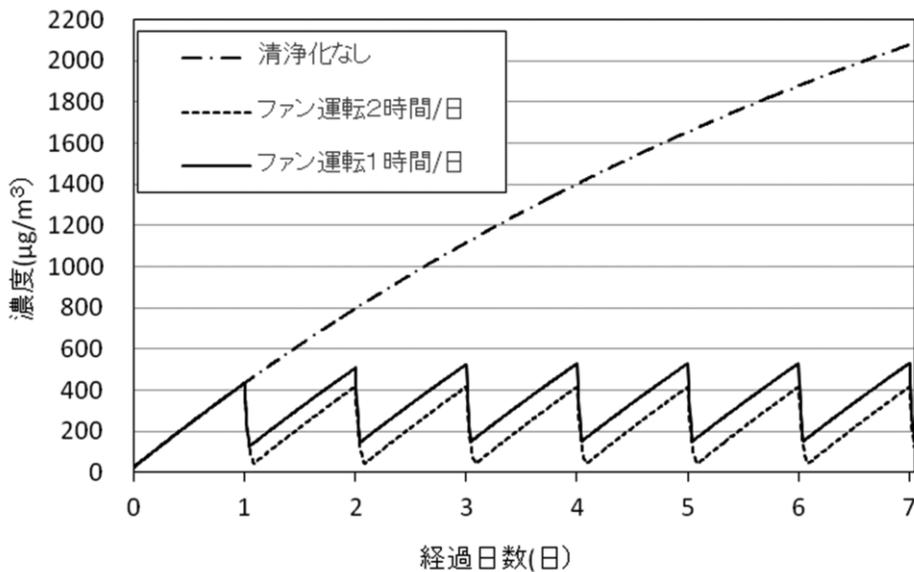


図7 酢酸濃度の推移 (CASE1吸着フィルタファン小)

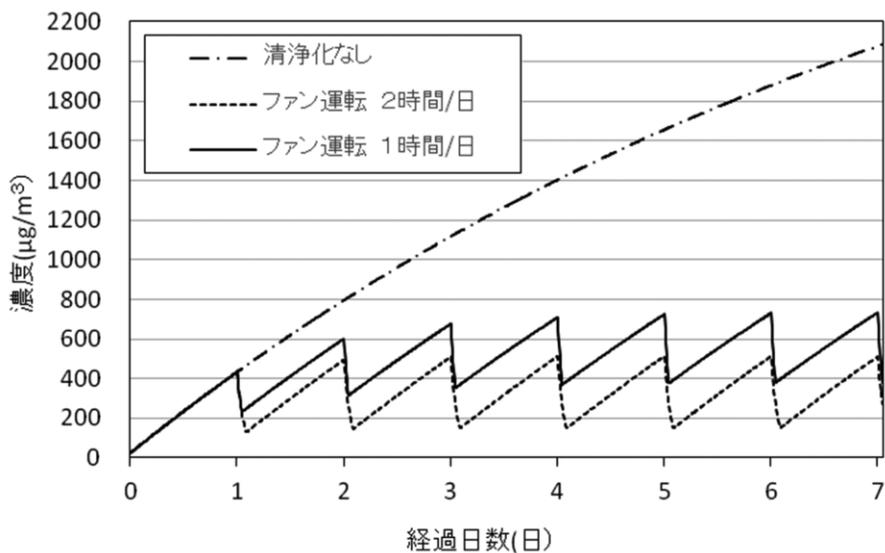


図8 酢酸濃度の推移 (CASE2吸着フィルタファン弱)

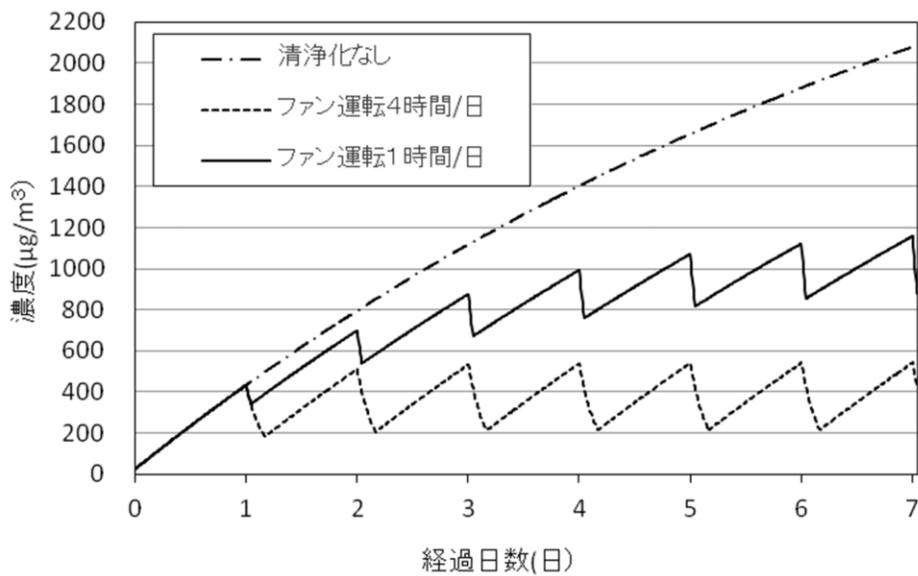


図9 酢酸濃度の推移 (CASE3袋入り吸着剤ファン小)

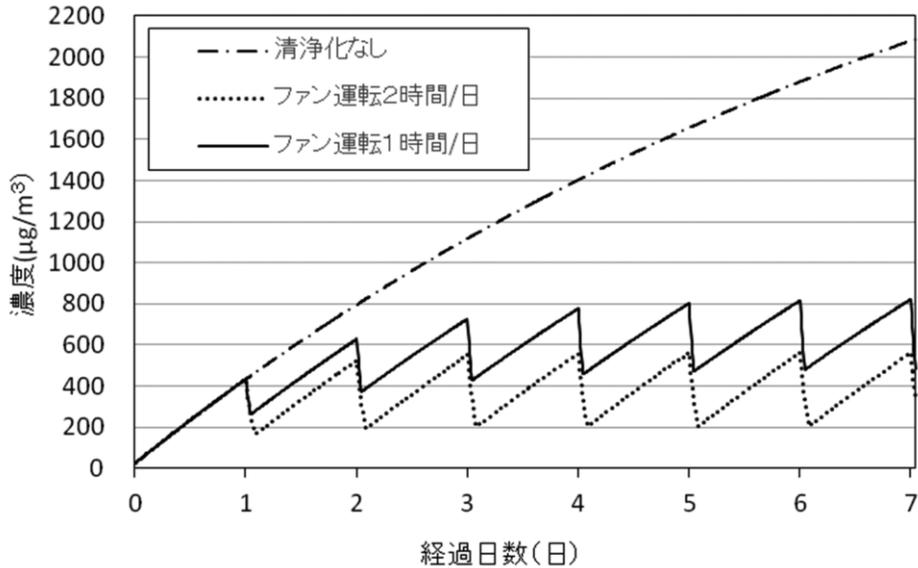


図10 酢酸濃度の推移 (CASE4機械換気ファン小)

## 5. おわりに

展示ケース内の空気を循環させ、吸着フィルタで清浄化する機能と、展示室の空気と入れ替え清浄化する機能を備えた試験用実大展示ケースを製作し、その基本性能を把握し、展示ケース内の酢酸濃度を測定した。これらの実測データを用いて、清浄化の効果を表す相当換気量を計算し、濃度計算式から展示ケース内の濃度の推移を予測した。

その結果、清浄化をおこなわない気密性の高い展示ケースでは、時間経過とともに高濃度になるのに対して、吸着フィルタを取り付けた場合、循環ファンを適宜運転することで、展示ケース内の酢酸ガスの清浄化がはかれ、また、展示室の空気が清浄であれば、ケースの扉を開けずに換気により清浄化がはかれることが予測できた。

ここで示した濃度推移予測は、本試験用展示ケースを想定したもので、別の展示ケースでも空気交換率と内装材放散量、相当換気量を与えることで、ケース内濃度の予測し、適切な清浄化対策が事前におこなえ、気密性の高い展示ケースでも清浄化がはかれるといえる。

## 参考文献

- 1) 呂俊民、古田嶋智子、林良典、佐野千絵：展示空間で用いるクロス材の放散ガスの測定と評価、保存科学、52、207-215 (2013)
- 2) 古田嶋智子、呂俊民、林良典、須賀政晴、佐野千絵：試験用実大展示ケースを用いたケース内ガス濃度の解析、保存科学、54、205-213 (2015)
- 3) 呂俊民：美術館・博物館の空気質問題、クリーンテクノロジー、33-37 (2010)
- 4) 呂俊民、佐野千絵、内呂博之、瀬古繁喜、天野健太郎：美術館におけるアンモニア汚染と対策、室内環境学会講演要旨集、112-113 (2008)
- 5) JIS B 8330 2000：送風機の試験及び検査方法、日本規格協会

- 6) JIS A 1406 1974：屋内換気量測定方法（炭酸ガス法）、日本規格協会
- 7) 木川りか、後出秀聡、木村広、宮澤淑子、三浦定俊、トムストラング：二酸化炭素殺虫処理における種々の文化財の二酸化炭素吸着量、保存科学、42、79-86（2003）
- 8) 犬塚将英、鳥越俊行、石崎武志、本田光子：九州国立博物館の壁付展示ケースにおける換気回数、温度、相対湿度の測定、保存科学、44、83-96（2005）
- 9) 日本建築学会編：シックハウスを防ぐ最新知識、日本建築学会（2005）
- 10) 佐野千絵、呂俊民、吉田直人、三浦定俊：博物館資料保存論、みみずく舎、（2010）

キーワード：展示ケース（display case）；空気清浄化（air purification）；ガス濃度予測（gas concentration prediction）；酢酸（acetic acid）

## Control of Pollutants in a Display Case

Toshitami RO, Tomoko KOTAJIMA, Ryosuke HAYASHI\*,  
Masaharu SUGA\* and Chie SANO

One problem in the museum environment is air pollutants in airtight display cases, some of which cause adverse effects on artifacts inside. Their gases, especially acetic acid gas, are mainly emitted from interior materials used in display cases. There are two systems for reducing the level of pollutants inside the enclosure. One is an active adsorption filter fan system and the other is a ventilation fan system that takes the clean air from the exhibition room. The present paper reports on the test using these systems to control acetic acid gas pollutants in a display case.

Several measurements were conducted to see air distribution, air exchange rate and acetic acid gas concentration in a display case. The display case used in the experiments was made for environment test. Performance of active adsorption air filter within enclosures and ventilation effect by the fan were also measured.

As a result it was found that acetic acid gas concentration in the display case decreased to 30% by using an adsorption filter fan system and it became of equal level to that in an exhibition room by using a ventilation system. Effects of control of pollutants by each system were evaluated by using ventilation volume with clean air (i.e. equivalent ventilation volume). Changes of gas concentration in the display case were estimated through prediction formula using factors of equivalent ventilation amount and operating period of the fan. From the results it was estimated that good air environment in the display case was maintained by operating an adsorption filter fan system for about two hours a day.