

# 〔報告〕 活性炭を基材とする吸着剤を用いた 遺物から発生する還元型硫黄ガス濃度の低減効果

和泉田 絢子\*・島田 潤・渡辺 祐基\*・奥島 希子\*・木川 りか\*・  
佐藤 嘉則・柳田 明進\*\*・脇谷 草一郎\*\*

## 1. はじめに

博物館・美術館等施設においては、室内や展示ケース内で発生した空気汚染物質が文化財の劣化を引き起こすことが指摘されており、展示・収蔵空間を清浄に保つ必要がある。博物館等における室内空気汚染物質の放散源としては、一般的に、建材や展示ケース内で使用される材料から発生する有機酸やアルデヒド類、アンモニアなどのガスが挙げられる。一方で、展示・収蔵される文化財や資料そのものが空気汚染物質の放散源となることもあり、とくに海底遺跡から発掘された木製品や石製品などの多孔質の遺物は、硫化鉄などの硫黄化合物が豊富に含まれるため、硫化水素 ( $\text{H}_2\text{S}$ ) や硫化カルボニル ( $\text{COS}$ ) などの還元型硫黄ガスを発生することが知られている。これらの還元型硫黄ガスを含む資料は、同じ空間にある銀製品や銅製品等を腐食させ、とくに銅製品については Black spots と呼ばれる特殊な腐食生成物を生じさせることが指摘される<sup>1) - 3)</sup>。また、海底遺跡から発掘された遺物（海揚り品）に限らず、火薬を含む砲弾や武器資料等からも硫黄由来するガスが発生する可能性がある。これまでに著者らは、木製品や石製品、陶磁器などの海揚り品から  $\text{H}_2\text{S}$  や  $\text{COS}$  などの還元型硫黄ガスがどの程度発生しているか調査を行ってきた<sup>4)</sup>。また、海揚り品のてつほうについては、脱酸素剤 RP システム A タイプ（以降 RP-A）（三菱ガス化学株式会社）とともに封入することで、 $\text{H}_2\text{S}$ ・ $\text{COS}$  濃度を低減させる効果があることが確認されている<sup>1)</sup>。ただし、RP-A は酸素や腐食性ガスとともに水分も吸収するため、金属や石製品等のように低湿度環境下で保管が可能な資料はよいが、木製品などの有機物資料に対しては適用することが難しい。そこで本稿では、木製品などの有機物資料等にも使用できる吸着剤として、水分は積極的に吸収しない、活性炭を基材とする吸着剤の効果を検証した。具体的には、まず活性炭単体と活性炭を基材とする吸着剤で  $\text{COS}$  の吸着量の測定を行い、さらに、活性炭を基材とする吸着剤を遺物と封入、共存させた場合の封入環境の還元型硫黄ガスの低減効果について調査したので、その結果を報告する。

## 2. 測定方法

### 2-1. $\text{COS}$ と活性炭または吸着剤の封入試験

活性炭試薬（粉末、関東化学株式会社、Cat. No. 01085-02）約10.0 g、または、活性炭基材の吸着剤（ピュアプット、PurePUT-H（酸性ガス用）、ピュアテック株式会社）1包をガラスシャーレに入れ、サンプリングバッグ（スマートバッグ PA、ジーエルサイエンス株式会社）に封入した。ピュアプット（PurePUT-H）は、化学修飾により酸性ガスの吸着率を上げた活性炭を不織布で包装したものであるが、吸着剤を遺物と封入して使用する場合には、吸着剤が遺物に直接触れることを避ける必要があることから、今回はピュアプットを選定した。なお、

\*九州国立博物館、\*\*奈良文化財研究所

ピュアプット一包の不織布を除いた吸着剤の重量は約16 gであった。サンプリングバッグに純空気を2.7 L 充填した後に、2030 ppm の COS を300 mL 入れ全体を3 L とした。コントロールとして活性炭試薬や吸着剤は入れずに純空気と COS のみを同様の方法で充填したサンプリングバッグを用意した。各サンプリングバッグは25°C で静置し、0 (封入直後)、1、2、3、8、17、29日後にガスクロマトグラフによって測定した。

分析には検出器として炎光光度検出器 (FPD) を装着したガスクロマトグラフ (GC/FPD、GC-2014、株式会社島津製作所) を用い、分離カラムには低級炭化水素中の硫黄化合物の分離に適した Sunpak-S (80/100、信和化工株式会社) を用いた。測定量は標準ガスを用いて作成した検量線の測定範囲に入るように10  $\mu$ L~600 mL の間で調整した。測定量が10  $\mu$ L~1 mL の気体試料をガスクロマトグラフに直接導入して分析した。測定量が50 mL 以上必要な場合には、濃縮を行った。液化アルゴンを用いて硫黄化合物用試料濃縮管 (ジエールサイエンス株式会社) に濃縮した上で、加熱導入用ヒートコントローラー (TDI212、ジエールサイエンス株式会社) を用いて70°C で2分間加熱し、気化させてガスクロマトグラフに導入して測定した。

分析条件は、70°C から11°C/min の昇温速度で150°C までとした。硫黄化合物の同定は、同一分析条件下で測定した標準ガスのリテンションタイムと比較することにより行った。測定は3連で行い、その平均値を代表値とした。

## 2-2. 遺物から発生する還元型硫黄ガスの調査

鷹島海底遺跡出土品 (土製品、石製品、木製品、漆製品)、原城跡出土品 (大砲玉、鉄砲玉) を調査対象とした。調査した資料の一覧を表1に示す。調査は九州国立博物館内で実施した。

既報の調査方法<sup>4)</sup>に基づき、対象となる遺物をサンプリングバッグ (テドラー<sup>®</sup> バッグ容積30 L 用) の中に空気とともに封入し、22~24°C の環境で封入したのち、サンプリングバッグから一定量の空気を別のサンプリングバッグ (テドラー<sup>®</sup> バッグ容積10 L 用) にエアポンプ (DSP-550、光明理化学工業株式会社) で採取した。また、同様の方法で、対象となる遺物を吸着剤とともにサンプリングバッグに封入したのち、一定量の空気を別のサンプリングバッグに採取した。なお、遺物のみ封入した場合の調査結果のうち、既報<sup>1)4)</sup>にて報告済の資料①~⑥については再調査は実施せず、文献1および文献4より結果を再録した。対照は、遺物を入れずに室内の空気をサンプリングバッグ (テドラー<sup>®</sup> バッグ容積30 L 用) に封入し、所定の期間が経過したのち別のサンプリングバッグ (テドラー<sup>®</sup> バッグ容積10 L 用またはスマートバッグ PA 容積2 L 用) に採取した空気とした。

吸着剤は、活性炭基材の吸着剤を不織布で包装したもの (ピュアプット) を使用し、いずれも2包ずつ封入した。

採集された空気は、2-1. と同様にガスクロマトグラフを用いて分析した。測定量は検量線の測定範囲に収まるように300 mL とし、濃縮して分析を行った。分析は同じサンプルについて2回行い、その平均値を代表値とした。なお、H<sub>2</sub>S および COS 以外にもピークが検出された場合、それらのピーク高さが両化合物と比較して低い際には、同定は行わないこととした。

本調査でも前回の調査<sup>4)</sup>と同様に、遺物の安全性を優先し、かつ展示計画を考慮して調査を実施したため、封入する際の空気量や封入期間は統一できていない。

## 3. 結果と考察

### 3-1. COS と活性炭試薬または吸着剤を封入した場合

活性炭試薬、吸着剤 (ピュアプット)、コントロールの試験区における COS の濃度変化を

表1 調査対象の資料一覧

No.	資料名	出土地など	来歴など	これまでの 関連調査の実績
①	てつぼう	鷹島海底遺跡出土品 (海揚り品)	球状土製品。直径14.7 cm。1992年6月28日神崎港 海岸表採。脱塩処理の実施の有無は不明。	Yanagida <i>et al</i> <sup>1)</sup> 、 木川ら <sup>4)</sup>
②	石弾	鷹島海底遺跡出土品 (海揚り品)	来歴の詳細は不明。1980～1983年の学術調査、または 改修工事ともなう発掘調査で表採の可能性。	木川ら <sup>4)</sup>
③	青磁碗	鷹島海底遺跡出土品 (海揚り品)	器高8 cm、口径19 cm、2001年に海底から引き揚げ。 水道水による脱塩処理を実施(処理期間不明)。	木川ら <sup>4)</sup>
④	褐釉壺	鷹島海底遺跡出土品 (海揚り品)	器高27.5 cm、2002年に海底から引き揚げ。 水道水による脱塩処理を実施(処理期間不明)。	木川ら <sup>4)</sup>
⑤	漆塗椀(張口銘椀)	鷹島海底遺跡出土品 (海揚り品)	木胎の樹種は未同定。器高4.5 cm、口径19 cm。 2002年に海底から引き揚げ。水道水による脱塩処理 (2002年8月1日～4月22日)。2005年に糖アルコール 法による保存処理((株)京都科学による)。保存処 理終了後、資料館(温湿度制御なし)にて展示。	木川ら <sup>4)</sup>
⑥	漆塗木製品	鷹島海底遺跡出土品 (海揚り品)	木胎の樹種は未同定。2002年に海底から引き揚げ。 水道水による脱塩処理(2002年12月20日～12月27 日)。2005年に糖アルコール法による保存処理((株) 京都科学による)。保存処理終了後、資料館(温湿度 制御なし)にて展示。	木川ら <sup>4)</sup>
⑦	大砲玉(3点)	原城跡出土品	来歴の詳細は不明(報告書未掲載)。島原・天草一 揆の際に使用された砲弾資料。	—
⑧	鉄砲玉(53点)	原城跡出土品	来歴の詳細は不明(報告書未掲載)。島原・天草一 揆の際に使用された砲弾資料。	—

表2 活性炭試薬および吸着剤(ピュアプット)によるCOS吸着試験結果

経過日数	活性炭試薬		ピュアプット		対照 (ppm)
	(ppm)	(ppb 換算)	(ppm)	(ppb 換算)	
0	105.71	105714	100.61	100613	93.55
1	4.19	4193	0.0011 <sup>*1</sup>	1.10 <sup>*1</sup>	81.03
2	2.11	2114			67.73
3	1.23	1228	0.0000 <sup>*1</sup>	0.0073 <sup>*1</sup>	61.14
8	0.28	281.14	0.0000 <sup>*1</sup>	0.0145 <sup>*1</sup>	65.79
17	0.02	20.88	0.0000 <sup>*1</sup>	-0.0131 <sup>*1</sup>	82.04
29	0.0004	0.42			88.01

\*1 測定限界以下のため参考値

表2および図1に示す。活性炭試薬を用いた試験区では0日に105.71 ppmだったCOS濃度が29日後には0.00042 ppm (0.42 ppb)まで下がった。ピュアプットを用いた試験区では0日に100.61 ppmだったCOS濃度が3日後には300 ml濃縮しても測定限界以下の値(参考値0.0000073 ppm (7.3 ppt))まで下がった。それ以降の測定においても測定限界以下であった。コントロールにおいては一度濃度が下がり、その後初期濃度近くまで濃度が上がっていった。これはサンプリングバッグの吸着と脱着の可能性が示唆される。なお、測定は25℃で安定した環境で実施した。

吸着試験の結果から、活性炭試薬においては1日後に大幅に(96%)COSを吸着し、以降は緩やかに吸着していくことが確認された。ピュアプットは活性炭を化学修飾した吸着剤である

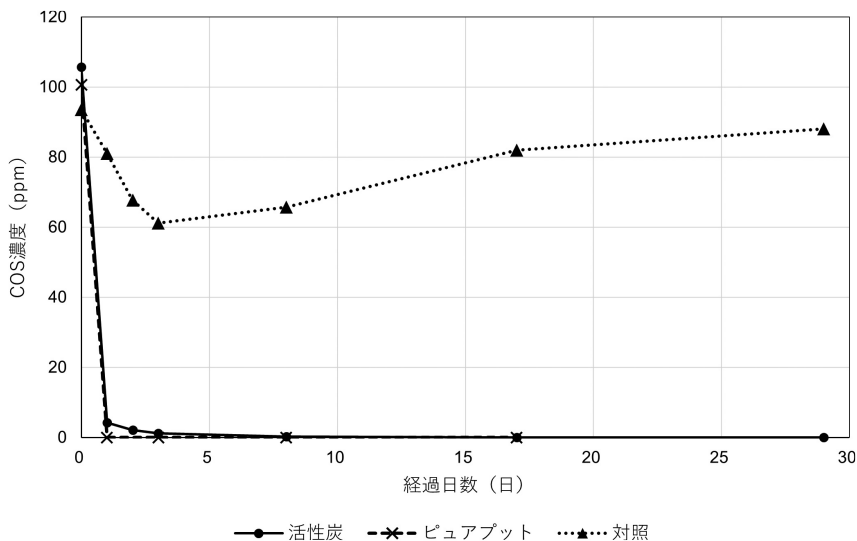


図1 活性炭試薬および吸着剤（ピュアプット）によるCOS吸着試験の結果

が、活性炭試薬よりも吸着速度が速く、1日後にはすでにサンプリングバッグ内のほぼ全てのCOSを吸着し、3日目には濃縮を行ってもCOSを検出できないレベルまで吸着した。

### 3-2. 遺物と吸着剤を封入した場合

#### 3-2-1. 海揚り品

表3~4にH<sub>2</sub>SおよびCOS濃度の測定結果を示す。遺物のみ封入した場合の調査結果については既報<sup>1)4)</sup>より引用し、表内に「参考」と記した。



表3の海揚り品である資料①てつはうは、火薬成分として内部に硫黄を含む炸裂弾であるが、酸素、水分、腐食性ガスの吸収能力があるRP-Aとともにエスカルフィルムに封入すると、H<sub>2</sub>S、COSともに濃度が低下することが確認されている<sup>1)</sup>。遺物のみ封入した場合はCOS濃度が8.3 ppb (43日後)、8.6 ppb (70日後)であったが(文献1より再録)、今回遺物を吸着剤(ピュアプット)とともに同程度の期間封入した結果、COS濃度が1.2 ppb (40日後)、1.7 ppb (70日後)を示した。H<sub>2</sub>Sについては、遺物のみ封入した場合と遺物と吸着剤を封入した場合では、有意な差はみられなかった。

今回調査を行った海揚り品の石製品、陶磁器、漆工品(資料②~⑥)についての結果を表4に示す。いずれも資料と吸着剤を封入した場合は、資料単体で封入した場合のCOS濃度(文献4より再録)と比較し、低い濃度を示した。H<sub>2</sub>S濃度についてはいずれも有意な差はみられなかった。

本調査では、遺物と吸着剤を40日~70日間封入した結果、吸着剤による低減効果が認められたが、吸着剤は一定期間使用すると吸着量の限界を超えてしまうため、適切な使用期間についてはさらに調査を続ける必要がある。

なお、ガスのサンプリング後、ガスクロマトグラフ分析まで1週間ないしはそれ以上期間があいた場合もあり、ガスのサンプルを採取した直後よりも還元型硫黄ガス濃度が若干下がった可能性もある。

**表3** 海底遺跡から発掘された遺物（てつはう）および遺物と吸着剤をともに封入したバッグ内の硫化水素（H<sub>2</sub>S）・硫化カルボニル（COS）濃度

資料名	資料の画像	・資料封入用バッグ ・封入日数 ・空気サンプリング用バッグ	H <sub>2</sub> S 濃度 (ppb)	COS 濃度 (ppb)
①てつはう (鷹島海底遺跡出土)  *参考		・テドラーバッグ® 容積30 L 用 ・43日 ・テドラーバッグ® 容積10 L 用	0.51 <sup>*2</sup>	8.3 <sup>*2</sup>
		・同上 ・70日 ・同上	0.46 <sup>*2</sup>	8.6 <sup>*2</sup>
①てつはう (鷹島海底遺跡出土)  吸着剤とともに封入		・テドラーバッグ® 容積30 L 用 ・40日 ・テドラーバッグ® 容積10 L 用	0.29	1.2
		・同上 ・70日 ・同上	0.54	1.7
調査室内空気 (対照)		・テドラーバッグ® 容積30 L 用 ・70日 ・テドラーバッグ® 容積10 L 用	0.53	0.46

\*2 文献1より引用、有効数字を2桁に変更。

### 3-2-2. 火薬を含む資料の場合

海揚り品以外にも硫黄化合物を含む可能性のある資料として、火薬を含んでいたと思われる大砲玉および鉄砲玉について調査を実施した。表5に結果を示す。調査の結果、資料⑦大砲玉からは H<sub>2</sub>S、COS とともにあまり検出されなかったが、⑧鉄砲玉からは COS 濃度が1.4 ppb 検出され、砲弾資料からも硫黄化合物が放散されていることが示唆された。鉄砲玉を吸着剤とともに封入した場合は、COS 濃度が0.28 ppb に低下しており、わずかではあるが吸着剤による効果が見られた。

## 4. まとめ

COS と活性炭または活性炭を基材とする吸着剤（ピュアプット）を封入した結果、活性炭には還元型硫黄ガスを吸着する能力があることが確認され、特にピュアプットでは吸着速度が顕著に高かった。本結果は、博物館資料由来の還元型硫黄ガスの除去に活性炭や活性炭を基材とする吸着剤が有効な対策となり得ることを示唆している。

海底遺跡から発掘された遺物（海揚り品）および砲弾資料等から発生する硫化水素（H<sub>2</sub>S）や硫化カルボニル（COS）などの還元型硫黄ガスについて、活性炭を基材とする吸着剤によるガス濃度の低減効果を調査した。調査の結果、概ね2か月前後の封入期間において、資料と吸着剤をともに封入した場合 COS 濃度が低下することが認められた。H<sub>2</sub>S 濃度については元々のガス濃度が低いこともあるためか、今回は吸着剤による低減効果は明らかではなかった。また、吸着剤は一定期間使用したのちは破過し効果が落ちることが想定されるため、定期的な交換が必要があり、交換の目安等については引き続き検討する。

海揚り品や砲弾資料など硫黄化合物を発生する資料は、同じ空間にある銅や銀製品等の腐食を引き起こす可能性が高く、展示・収蔵空間においては周囲の資料の劣化を引き起こさないよ

表4 海底遺跡から発掘された遺物（石製品、陶磁器、漆工品）および遺物と吸着剤をともに封入したバッグ内の硫化水素（H<sub>2</sub>S）・硫化カルボニル（COS）濃度




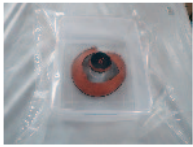

資料名	資料の画像	・資料封入用バッグ ・封入日数 ・空気サンプリング用バッグ	H <sub>2</sub> S 濃度 (ppb)	COS 濃度 (ppb)
石製品				
②石弾 (鷹島海底遺跡出土)  *参考		・テドラーバッグ® 容積30 L 用 ・53日 ・テドラーバッグ® 容積10 L 用	0.22* <sup>3</sup>	3.4* <sup>3</sup>
②石弾 (鷹島海底遺跡出土)  吸着剤とともに封入		・同上 ・66日 ・同上	0.20	0.39
調査室内空気 (対照)		・同上 ・66日 ・スマートバッグ PA 容積2 L 用	<0.13	0.26
陶磁器				
③青磁碗 (鷹島海底遺跡出土)  *参考		・テドラーバッグ® 容積30 L 用 ・71日 ・テドラーバッグ® 容積10 L 用	<0.22* <sup>3</sup>	7.0* <sup>3</sup>
③青磁碗 (鷹島海底遺跡出土)  吸着剤とともに封入		・同上 ・59日 ・同上	<0.072	<0.16
調査室内空気 (対照)		・同上 ・59日 ・同上	<0.072	0.23
④褐釉壺 (鷹島海底遺跡出土)  *参考		・テドラーバッグ® 容積30 L 用 ・53日 ・テドラーバッグ® 容積10 L 用	<0.13* <sup>3</sup>	5.2* <sup>3</sup>
④褐釉壺 (鷹島海底遺跡出土)  吸着剤とともに封入		・同上 ・66日 ・同上	0.31	0.38
調査室内空気 (対照)		・同上 ・66日 ・スマートバッグ PA 容積2 L 用	<0.13	0.26

表4 つづき

資料名	資料の画像	・資料封入用バッグ ・封入日数 ・空気サンプリング用バッグ	H <sub>2</sub> S 濃度 (ppb)	COS 濃度 (ppb)
漆工品				
⑤漆塗椀（張口銘椀） （鷹島海底遺跡出土）  *参考		・テドラーバッグ® 容積30 L 用 ・53日 ・テドラーバッグ® 容積10 L 用	0.21* <sup>3</sup>	8.6* <sup>3</sup>
⑤漆塗椀（張口銘椀） （鷹島海底遺跡出土）  吸着剤とともに封入		・同上 ・66日 ・同上	0.20	0.39
調査室内空気（対照）		・同上 ・66日 ・スマートバッグ PA 容積2 L 用	<0.13	0.26
⑥漆塗木製品 （鷹島海底遺跡出土）  *参考		・テドラーバッグ® 容積30 L 用 ・144日 ・テドラーバッグ® 容積10 L 用	<4.3* <sup>3</sup>	76* <sup>3</sup>
⑥漆塗木製品 （鷹島海底遺跡出土）  吸着剤とともに封入		・同上 ・61日 ・同上	0.19	0.41
調査室内空気（対照）		・同上 ・61日 ・同上	0.18	0.24

\*<sup>3</sup> 文献4より再録。

**表5** 火薬を含む資料および資料と吸着剤とともに封入したバッグ内の硫化水素 (H<sub>2</sub>S)・硫化カルボニル (COS) 濃度

資料名	資料の画像	・資料封入用バッグ ・封入日数 ・空気サンプリング用バッグ	H <sub>2</sub> S 濃度 (ppb)	COS 濃度 (ppb)
⑦大砲玉 (3点) (原城跡出土)		・テドラーバッグ® 容積30 L 用 ・50日 ・テドラーバッグ® 容積10 L 用	0.087	0.56
⑧鉄砲玉 (53点) (原城跡出土)		・同上 ・50日 ・同上	0.091	1.4
調査室内空気 (対照)		・同上 ・50日 ・同上	0.075	0.22
⑦大砲玉 (3点) (原城跡出土) 吸着剤とともに封入		・テドラーバッグ® 容積30 L 用 ・58日 ・テドラーバッグ® 容積10 L 用	0.22	0.62
⑧鉄砲玉 (53点) (原城跡出土) 吸着剤とともに封入		・同上 ・58日 ・同上	0.19	0.28
調査室内空気 (対照)		・同上 ・58日 ・同上	0.19	<0.16

う注意して管理する必要がある。

## 謝辞

本調査にあたり、海揚り品の調査については松浦市教育委員会の安木由美氏、内野義氏、砲弾資料の調査については南島原市教育委員会関係者の皆様にご協力を賜りました。ガスクロマトグラフによる硫黄化合物の測定に際し、東京文化財研究所の片山葉子博士に多大なご助言をいただきました。また、九州国立博物館の小泉恵英氏にご助言いただくとともに、硫黄化合物のガス濃度の測定については、九州国立博物館の今井涼子氏、松浦晃佑氏、穴井恵理氏、桑原紀久美氏にご協力いただきました。本研究の一部は、科学研究補助金 JP24K00168 (研究代表者：木川りか) の補助により実施されました。この場をお借りして深く感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) Yanagida, A., Wakiya, S., Kigawa, R., Sato, Y., Shiga, S., Koizumi, Y., Uchino, T., Yasuki, Y. and

- Kohdzuma, Y. : What kind of corrosion products are “black spots”? - Effects of reduced sulfur compounds on corrosion of bronze artefacts., *Journal of Cultural Heritage*, 68, 307-315 (2024)
- 2) Weichert, M., Eggert, G., Jones, A. M. and Ankersmit, H.A. : Trees, bunches, cauliflowers: a closer look at sulphurous corrosion on copper alloys and minerals (“Black Spots”). In: J. Ashton and D.Hallam (eds.), *Metal 04*. Canberra: National Museum of Australia, 149-159 (2004)
- 3) Eggert, G., Weichert, M., Euler, H. and Barbier, B. : Some news about ‘Black Spots’. In: J. Ashton and D.Hallam (eds.), *Metal 04*. Canberra: National Museum of Australia, 142-148 (2004)
- 4) 木川りか、和泉田絢子、島田潤、渡辺祐基、安木由美、佐藤嘉則、柳田明進、脇谷草一郎、内野義、志賀智史、小泉恵英、高妻洋成：海底遺跡から発掘された木製品、石製品等遺物（海揚り品）から発生する還元型硫黄ガス（硫化水素、硫化カルボニル）の調査、*保存科学*、64、1-12（2025）

キーワード：海揚り品（marine archaeological artefacts）；砲弾（cannonball）；還元型硫黄化合物（reduced sulfur compounds）；吸着剤（adsorbent）；活性炭（activated carbon）

## Reduction of Concentration Levels of Reduced Sulfur Compounds Emitted from Artifacts Using an Activated Carbon-Based Adsorbent

IZUMITA Ayako<sup>\*</sup>, SHIMADA Megumi, WATANABE Hiroki<sup>\*</sup>,  
OKUSHIMA Kiko<sup>\*</sup>, KIGAWA Rika<sup>\*</sup>, SATO Yoshinori,  
YANAGIDA Akinobu<sup>\*\*</sup> and WAKIYA Soichiro<sup>\*\*</sup>

It has been pointed out that gases of sulfur compounds such as hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) and carbonyl sulfide (COS) emitted from artifacts excavated from marine underwater archaeological sites can cause corrosion on metals such as silver and copper. In addition, gases of sulfur compounds may also be emitted from artifacts containing gunpowder such as cannonballs and bullets. Artifacts that emit sulfur compounds require careful management in exhibition spaces and storage areas to prevent deterioration of surrounding objects. In this study, COS adsorption capacities of activated carbon and activated carbon-based adsorbent were measured. Furthermore, the adsorbent was applied to make a more appropriate storage environment.

Activated carbon reagent and the adsorbent based on activated carbon (PurePUT, Puretec Co., Ltd), packaged in nonwoven fabric, were sealed separately in a sampling bag filled with COS, and the changes in COS concentration within 29 days were measured using gas chromatography. The results confirmed that both activated carbon and Pure PUT exhibit COS adsorption capacity. Then, each artifact—a marine archaeological object or a group of artifacts containing gunpowder—was placed in a sampling bag together with Pure PUT, and after several months, air samples were collected into a new sampling bag. The H<sub>2</sub>S and COS concentrations in the sampled air were measured using gas chromatography and compared with those of air samples from the bags that contained the artifacts alone.

The investigation revealed that the concentration of COS was reduced significantly when the artifact and the adsorbent were stored together for approximately two months. Regarding H<sub>2</sub>S, possibly due to its initially low concentration, no apparent reduction by the adsorbent was observed.

---

<sup>\*</sup>Kyushu National Museum

<sup>\*\*</sup>Nara National Research Institute for Cultural Properties