

みんなのデジタルリポジトリ

国立民族学博物館 学術情報リポジトリ National Museum of Ethnology

可搬型二酸化炭素殺虫処理

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 国立民族学博物館, National Museum of Ethnology 公開日: 2022-12-14 キーワード: 作成者: 日高, 真吾 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15021/00009989

可搬型二酸化炭素殺虫処理

日高 真吾
(国立民族学博物館)

1 はじめに	3.3 資料の搬入とCO ₂ 処理の準備
2 CO ₂ 処理の条件	3.4 二酸化炭素の投入作業
3 CO ₂ 処理の手順	3.5 CO ₂ 処理期間中の管理
3.1 CO ₂ 処理のフローチャート	3.6 CO ₂ の排気作業
3.2 殺虫バッグの組み立てと養生および配管器具の設置	3.7 資料の搬出
	4 まとめ

1 はじめに

文化財の有効な殺虫剤として汎用的に使用されてきた臭化メチルは、2005年にその生産が全廃となった。臭化メチルの代替法の中で比較的材質への影響が少なく、安価なコストで一度に多くの資料の殺虫処理がおこなえるのが二酸化炭素処理である(以下、CO₂処理)。CO₂処理は、民族・民俗資料の殺虫処理法として適しており、具体的な処理条件や処理事例についても、すでに報告されている。国立民族学博物館(以下、民博)では、2002年度よりCO₂処理の導入試験を経て、2004年度より本格的に導入した。現在は、燻蒸庫が設置されている前室において、民博の資料管理の担当部署である企画課標本係の職員が、二酸化炭素処理マニュアル ver.4(平成23(2011)年4月8日に改定)をもとに運用している。本稿では、現在実施している民博でのCO₂処理の概要について報告する。

2 CO₂処理の条件

現在、民博でおこなっている大型ファスナーバッグを利用したCO₂システムの全景を写真1に示す。民博では、CO₂処理の条件を表1のように設定している。

なお、民博では、民博で使用している移動式ラック(1,800mm(W)×900mm(D)×1,800mm(H))で換算した場合、大型ファスナーバッグに6台分をおさめて、CO₂処理をおこなっている。以下、これらの大型ファスナーバッグは殺虫バックと表記する。

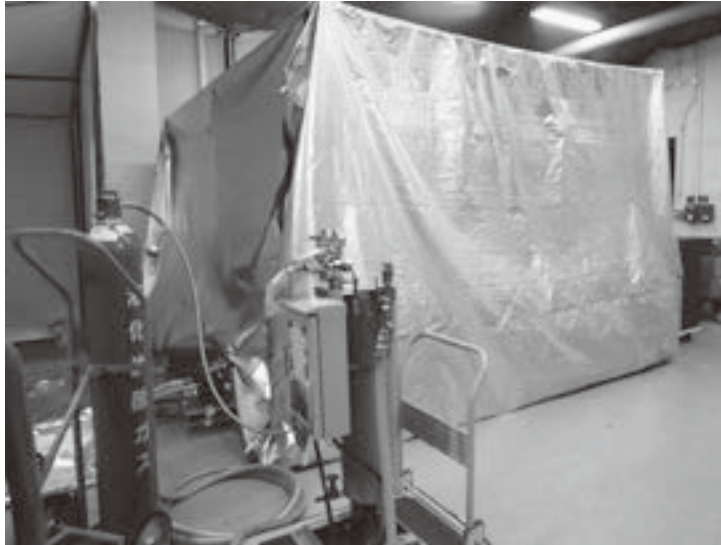


写真1 CO₂処理システムの全景 (2021年9月9日 筆者撮影)

表1 CO₂処理の条件

CO₂処理の処理濃度：60%～75%を管理濃度とし、処理期間中に60%を下回りそうになったら、二酸化炭素の追加投入をおこなう。

処理温度：25℃±5℃

処理期間：14日間

3 CO₂処理の手順

3.1 CO₂処理のフローチャート

CO₂処理の工程は、大きくは1. 処理前準備 (写真2)、2. 殺虫バッグの養生、3. 資料の搬入 (写真3)、4. CO₂の投入 (写真4)、5. 処理中の殺虫バッグ内のCO₂濃度を管理するための測定 (写真5)、6. 殺虫バッグの開放となる。詳細なCO₂処理の工程をまとめたフローチャート (表2) と各作業の内容を以下に示す。

3.2 殺虫バッグの組み立てと養生および配管器具の設置

- ① 殺虫バッグに傷がつくとCO₂漏れの原因となるので、組立作業は慎重におこなう。また、バッグを設置する床面に突起物などが落ちていないか確認をしてから、バッグを設置する。特にシート表面のコーティング剤を傷つけるとCO₂の漏洩の原因となることから、バッグ内で作業するときは、靴を脱いで作業に当たること。



写真2 殺虫バッグの組み立て (2004年4月9日 筆者撮影)



写真3 資料の搬入 (2007年12月5日 筆者撮影)

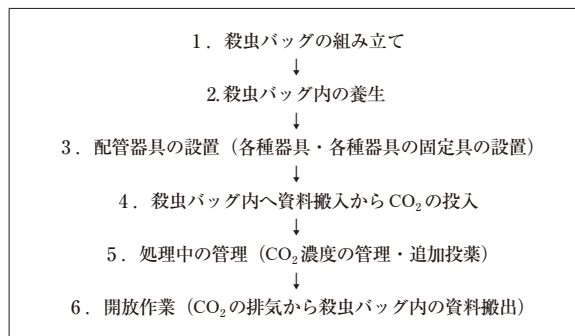


写真4 二酸化炭素の投入 (2007年12月6日 筆者撮影)



写真5 二酸化炭素濃度の測定 (2007年12月6日 筆者撮影)

表2 CO₂処理のフローチャート



- ② シートを保護するため、ポールのジョイント部分に緩衝材 (図1) を巻き、床面にベニヤ板を敷き養生をおこなう (写真6)。
- ③ 殺虫バッグの配管器具取り付け位置の穴 (CO₂投入口, 排気口, サンプリングホース, 攪拌用ファンの電気コード, ガス置換口) に、ポリ塩化ビニル (以下, 塩ビ) 製の配管ユニットを内と外からバッグを挟み込んで取りつける。その際、バッグとユ

ニットの間には必ずゴムパッキンを挟み込むこと。

- ④ 殺虫バッグ内部にて、まず、取り付け位置（図2）のCO₂投入口に投入パイプ（穴が開いたT字の塩ビパイプ）を取りつける。投入パイプは投入口に差し込むだけの単純な構造なので、ビニールテープでしっかりと固定する。
- ⑤ ガス置換口に置換用ホースを差し込む。CO₂投入の際、CO₂よりも軽い殺虫バッグ内の空気を上から排気するため、ホース口がバッグ奥の上部にくるようポールに紐で結び固定する。
- ⑥ CO₂処理中のCO₂濃度を確認するサンプリングホースをバッグ内上部、中部、下部の3ヶ所に対角上に設置する。上部はバッグ奥、CO₂投入パイプ側・高さ2m付近、中部はバッグ中央・高さ1m付近、下部はバッグ手前、CO₂投入パイプ正面・高さ0cmに対角上に設置する。上部、中部は位置が変わらないよう、紐やテープで固定すること。
- ⑦ 攪拌用ファン（図3）はCO₂投入パイプと対角になる位置に上向きに設置する。作動を外部から操作できるように電源をONにしておく。攪拌用ファンは外部で電源コードを抜き差しすることで操作する。

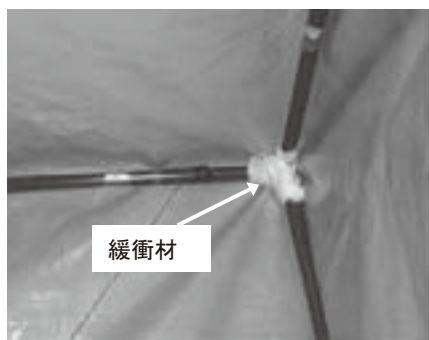


図1 ジョイント部分に巻き付けた緩衝材
(筆者作成)

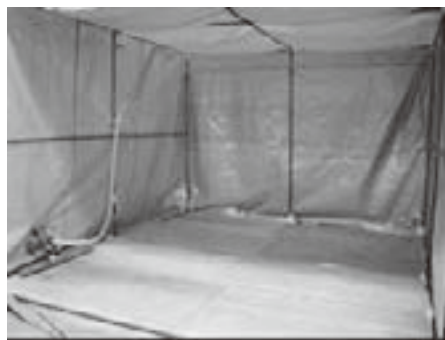


写真6 床面を養生するためのベニヤ板
(2004年4月9日 筆者撮影)

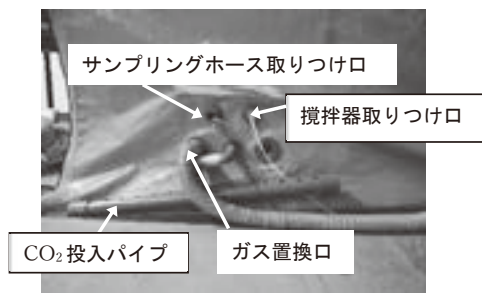


図2 殺虫バッグ内部の配管器具の取り付け位置
(企画課作成)

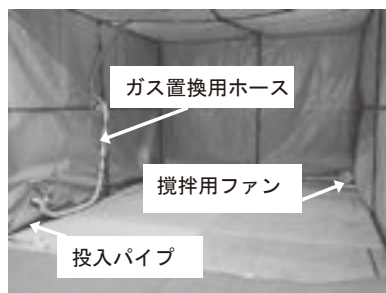


図3 攪拌用ファンの設置位置 CO₂投入パイプ
(企画課作成)

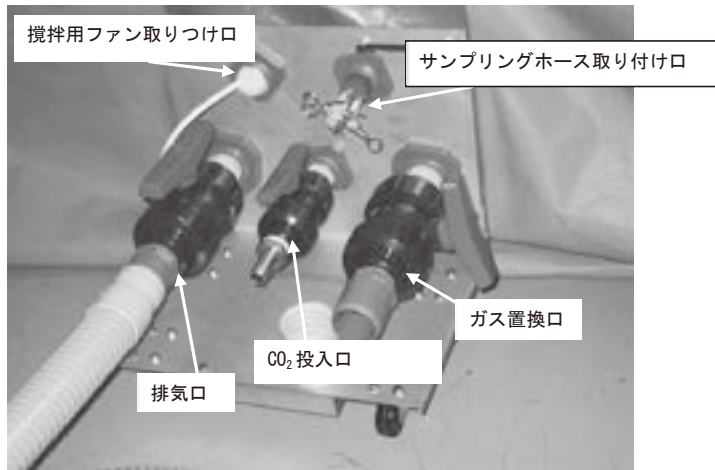


図4 配管機器の取り付け位置 (企画課作成)

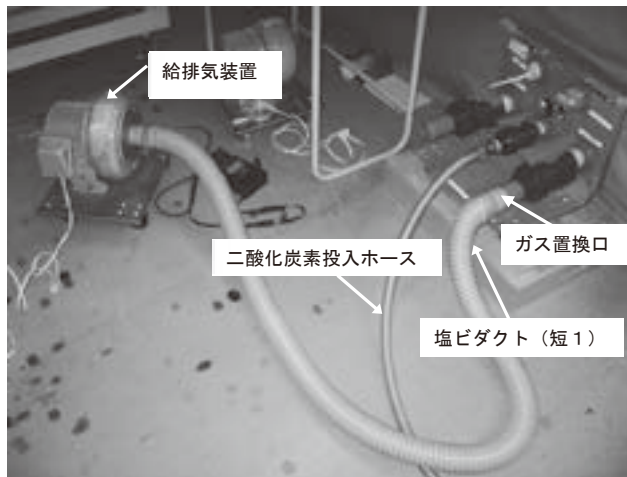


図5 配管器具の取り付け位置 (企画課作成)

- ⑧ 殺虫バック外部の、配管ユニットに固定用の架台を取りつける (図4)。攪拌用ファンの電気コードを通した後、CO₂の漏洩を防ぐため隙間をパテで塞ぐ。サンプリングホース口にサンプリング用栓を取り付け、バッグ内において上部・中部・下部のサンプリングホースを接続する。この際、CO₂の漏洩を防ぐため栓がきちんとはまっているか確認する。CO₂投入口にCO₂投入コックを取り付け、投入ホースを差し込み、ホースバンドでしっかりとめる。ガス置換口に給排気コックを取りつける。ガス置換口にガス置換コックを取り付け、塩ビダクト (短1) で排気装置の給気口とつなげる (図5)。

3.3 資料の搬入とCO₂処理の準備

- ① 殺虫処理作業では、作業者の安全確保の観点から、万一の際、すぐに連絡が出来るように、作業は2人以上でおこない、チェックシートによる確認を必ず実施すること。
- ② 作業実施に際しては、中央監視室と守衛室に対して文書を以て事前に連絡するとともに、投薬作業開始時とCO₂排出作業開始時には逐次連絡すること。
- ③ 作業場の室温が25℃になっていることを確認する。室温が25℃より低い場合は、個別空調を入れ、適切な室温にする。CO₂処理中は入口付近に、その旨を伝える貼り紙をしておくこと（図6）。また、個別空調のスイッチ付近に「CO₂処理中はエアコンを止めないでください」という貼り紙をする。
- ④ 開口したシートのファスナーを痛めないように、ファスナーが内になるように折り畳む。
- ⑤ 移動棚の通路となる部分に養生マットを敷く（写真7）。移動棚などを入れる際には、養生マットの上を通してバッグの中に入れること。
- ⑥ 処理中のバッグ内の温湿度の状態を把握するため、データロガーを1台、バッグ中央辺りの棚に設置する。データロガーには磁石がついているものもあるが、処理中に落ちる可能性があるため、棚板の上に置くこと。
- ⑦ バッグのファスナーを閉める。きちんと閉めておかないとCO₂の漏洩につながる。バッグ周辺を点検し、バッグが膨張したとき、とがったものなどが当たらないよう整理する。※このとき、CO₂投入口、排気口、サンプリングホー

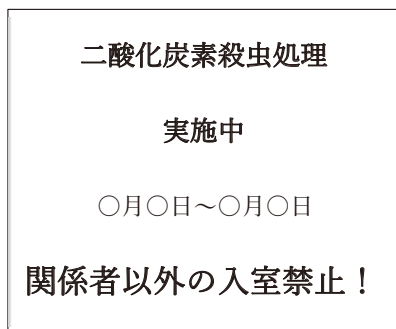


図6 CO₂処理中の貼り紙



写真7 移動棚搬入のための養生マット（2004年4月9日 筆者撮影）

ス、攪拌用ファン電気コードなどの各種接続部分を図4および図5を参照しながら接続状態を確認する。

3.4 二酸化炭素の投入作業

- ① 気化器の温水槽の蓋を開け、水をフロートスイッチに届くまで入れる。このとき、フロートスイッチより水位が下がると漏電ブレーカーが作動し、ヒーターが切れるので注意すること(図7)。投入ホースを気化器に差し込み、ホースバンドでしっかりとめる。
- ② 気化器のホースの先にO(オー)リングをつけて、ボンベキャリアに搭載されたCO₂ボンベに差し込み、モンキーレンチでしっかりと締める(図8)。

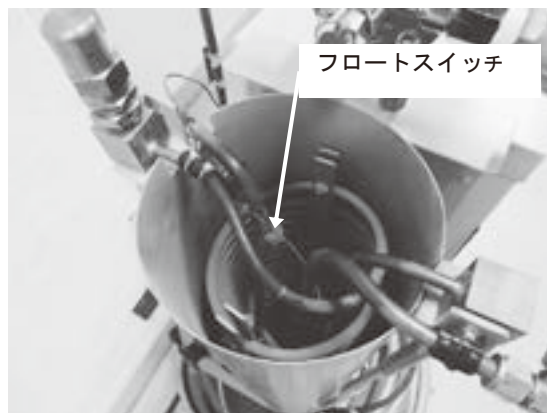


図7 気化器のフロートスイッチの位置(企画課作成)

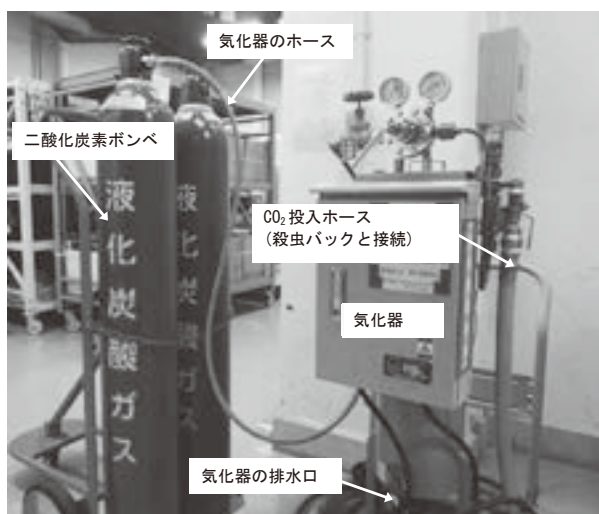


図8 気化器とボンベの接続位置(企画課作成)

- ③ 気化器の減圧弁レバー（図9）が開いているか、バッグのCO₂投入コック、ガス置換コックが開いているか確認する。
- ④ 壁に設置している200V 電源ブレーカーをONにする（通常はOFF にしておくこと）（写真8）。
- ⑤ 気化器のプラグをコンセントに差し込む。
- ⑥ 気化器の扉を開いて漏電ブレーカーをONにし、温度を60℃に設定し、水が設定温度になるのを待つ（1時間程度かかる）（図10）。このとき、CO₂投入作業をおこなう旨を中央監視室に連絡する。
- ⑦ 空調機械室の操作盤にある「旧乾燥室換気ファン」のスイッチを「手元」に回し、「運転」の赤ボタンを押し、作業場の換気をおこなう（図11）。

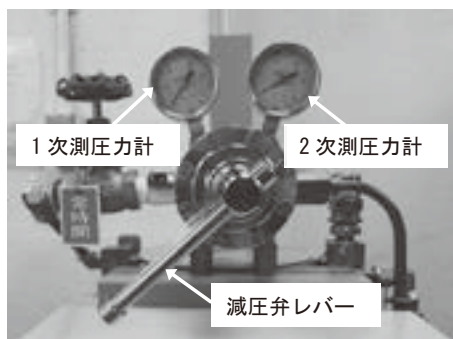


図9 気化器の減圧弁レバーの位置（企画課作成）



写真8 200V 電源ブレーカー（撮影：企画課）



図10 気化器内部の漏電ブレーカーと温度調整のダイヤル（企画課作成）

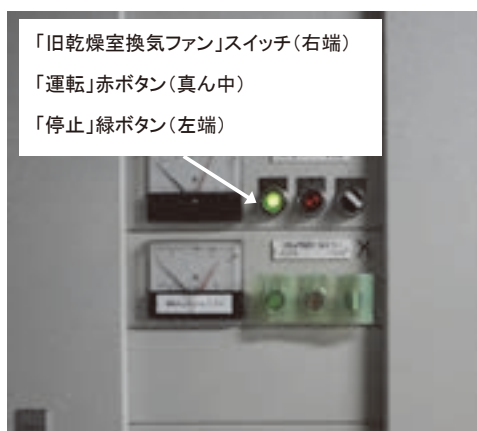


図11 空調機械室操作盤（企画課作成）

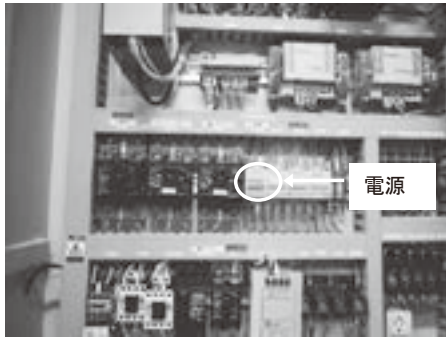


図12 燻蒸設備計装盤内部の電源 (企画課作成)

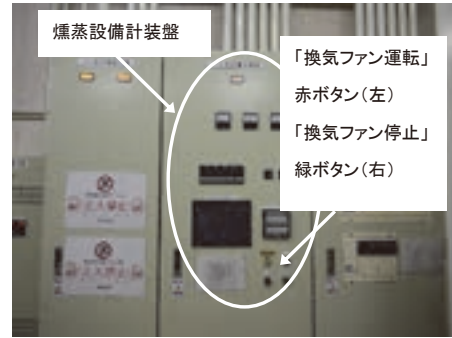


図13 燻蒸設備計装盤 (企画課作成)

- ⑧ 作業場にある燻蒸設備計装盤の扉を開け、「電源」をONにする。「換気ファン運転」の赤ボタンを押し、作業場の換気をおこなう(図12・13)。
- ⑨ CO₂投入開始時から終了時まで周囲の環境測定をおこなうこととし、投入口付近の床、燻蒸庫内奥の排気ダクト付近の床、投入口の反対側付近の床、以上3ヶ所に高濃度ガス検知器(写真9)を設置して、CO₂濃度を常時計測し、3%以下であることを確認する。
- ⑩ 排気装置のプラグをコンセントに差しこみ、殺虫バッグ内の空気を抜いていく(殺虫バッグ内の空気を抜くことでCO₂が入りやすくなる)。
- ⑪ 殺虫バッグが少しへこみ、空気がある程度抜けたらガスを投入する。CO₂ポンベの栓を全開にし、気化器の2次測圧力計(図9)が0.2MPaになるまで、気化器の減圧弁レバーを右に回して締め、圧力を上げていく。排気装置は、殺虫バッグのふくらみ具合を見ながら点けたり消したりする。排気が終わったらガス置換コックを閉める。
- ⑫ 気化器の1次測圧力計(図9)が0になったらCO₂ポンベの栓を締める。次に、2次測圧力計が0になったら、気化器の減圧弁レバーを左に回して緩め、新しいCO₂ポンベ(図8)と交換する。1本目と同じようにCO₂ポンベの栓を全開にし、2次測圧力計が0.2MPaになるまで減圧弁レバーを締める(1回に30kgポンベ約2.5本)。
- ⑬ CO₂投入中、随時、高濃度ガス検知器でバッグ内部(上部・中部・下部)のCO₂濃度を測定し、中・下部の二酸化炭素濃度が80%くらいに、上部が30%くらいになったら、気化器の減圧弁レバーを締め、CO₂の投入を止める(CO₂は空気より重いので下にたまる)。



写真9 高濃度ガス検知器
(2004年4月20日 筆者撮影)

- ⑭ 攪拌用ファンのプラグをコンセントに差しこみ、殺虫バッグ内部を攪拌し、全体のCO₂濃度を70%～75%にする。攪拌には、1時間程度の時間を要する（全体の濃度が70%～75%になるまでCO₂の投入、停止を繰り返す）。
- ⑮ CO₂濃度が70%～75%になったところでCO₂投入作業を終了する。この際、バッグ内部の濃度が上部・中部・下部が均一になっていることを確認する。均一でなければ、さらに攪拌を続けること（ここでいう均一な濃度とは、例えば上中下ともに同じ値になった場合のことをいう）。
- ⑯ CO₂ポンベの栓を締め、1次測圧力計が0になったら、気化器内に残っている二酸化炭素をバッグ内に放出させる（1次測圧力計、2次測圧力計ともに0になる）。気化器の減圧弁レバー（図9）を全開にする（左に回し空回りするまで緩める）。
- ⑰ バッグのCO₂投入口のcockを閉める。
- ⑱ CO₂ポンベを気化器からはずし、ボンベキャリアに載せたまま別置保管する。
- ⑲ 気化器と壁のプレーカーをOFFにし、使用したプラグをコンセントから抜く。
- ⑳ バッグのガス置換口と給排気装置の給気口から塩ビダクト（短1）を取り外し、箱に収納する。
- ㉑ 燻蒸設備計装盤「換気ファン停止」の緑ボタンを押し、作業場の換気を止める（図12）。燻蒸設備計装盤の扉を開け、「電源」をOFFにする（図13）。
- ㉒ 空調機械室の操作盤にある「旧乾燥室換気ファン」の「停止」の緑ボタンを押して、作業場の換気を止め、スイッチを「断」にもどす（図13）。
- ㉓ 気化器のなかの水が冷めたら、排水溝に捨てる。気化器下部の排水口に排水ホースを取りつけてしっかり締め、栓を回し、排水する。排水後、排水ホースを外し、気化器を作業場にもどす。
- ㉔ CO₂投入作業が完了した旨を中央監視室に連絡する。

3.5 CO₂処理期間中の管理

- ① 作業場の室温が25℃になっていることを確認する。室温が25℃でなければ、個別空調を入れ、適切な室温にする。
- ② 処理期間は14日間。CO₂投入翌朝は、必ず高濃度ガス検知器（写真9）でバッグ内部（上部・中部・下部）のCO₂濃度を測定し、異常の有無を確認する。また、処理期間中は土日祝日を除き毎朝、高濃度ガス検知器で殺虫バッグ内部（上部・中部・下部）のCO₂濃度を測定し、異常の有無を確認する。前日比5%以上のCO₂濃度の減少がみられたら、すみやかに企画課標本資料係長に連絡すること。
- ③ CO₂濃度測定および周辺での作業時には、環境測定を常時おこなうこととし、殺虫バッグ付近（濃度測定の際は投入口付近）の床に高濃度ガス検知器を設置して、CO₂濃度が3%以下であることを確認する。なお、高濃度ガス検知器は警報値10%に設定

している。

- ④ 殺虫バッグ内のCO₂濃度が上部・中部・下部のいずれかで60%未満になったら、CO₂を追加投入する。

3.6 CO₂の排気作業

- ① CO₂処理開始2週間後に処理を終了する。排気前に、作業場にある燻蒸設備計装盤の扉を開け、「電源」をONにし(図12)、燻蒸設備計装盤の画面上にある「庫内換気開始」を押す(図14)。また、排気作業をおこなう旨を中央監視室に連絡する。
- ② 排気作業当日の作業前に、燻蒸設備計装盤の画面上にある「庫内換気完了」を押し、換気をいったん停止する。
- ③ 空調機械室の操作盤にある「旧乾燥室換気ファン」のスイッチを「手元」に回し、「運転」の赤ボタンを押し、作業場の換気をおこなう(図11)。
- ④ 燻蒸設備計装盤の「換気ファン運転」の赤ボタンを押し、作業場の換気をおこなう(図13)。
- ⑤ 高濃度ガス検知器を、投入口付近の床、燻蒸庫内奥の排気ダクト付近の床、投入口の反対側付近の床、以上3ヶ所に設置して、CO₂濃度を常時計測し、3%以下であることを確認する。
- ⑥ 排気は燻蒸庫内奥の排気ダクトを利用する(図15)。燻蒸庫扉を解錠し、奥の排気ダクトの針金で固定している網のふたを取り外す(写真10)。排気ダクトと塩ビダクト(長さ24.8m)を結束バンドとS字フックで固定し(写真11)、排気装置を用いてバッグ内部のCO₂を排気する。



図14 燻蒸設備計装盤の画面排気ダクトの位置 (企画課作成)

- ⑦ 殺虫バッグの排気口と給排気装置 A の排気口を塩ビダクト（短2 長さ2.1m）でつなぐ。給排気装置 A の給気口に、燻蒸庫内奥の排気ダクトに固定した塩ビダクト1をつなぐ（図16）。
- ⑧ 殺虫バッグのガス置換口と給排気装置 B の排気口とを塩ビダクト（短1 長さ4.1m）でつなぐ。それぞれの排気口と塩ビダクトは養生テープで固定する（図16）。
- ⑨ 燻蒸設備計装盤の画面上にある「庫内換気開始」を押す（図14）。
- ⑩ 殺虫バッグの排気コックとガス置換コックをひねり、開にする。
- ⑪ 給排気装置 A のプラグをコンセントに差し込み、CO₂の排出を始める。



写真10 排気ダクトの網のふた
(2021年10月7日 筆者撮影)



写真11 排気口と塩ビダクトの接続 (2021年10月7日 筆者撮影)

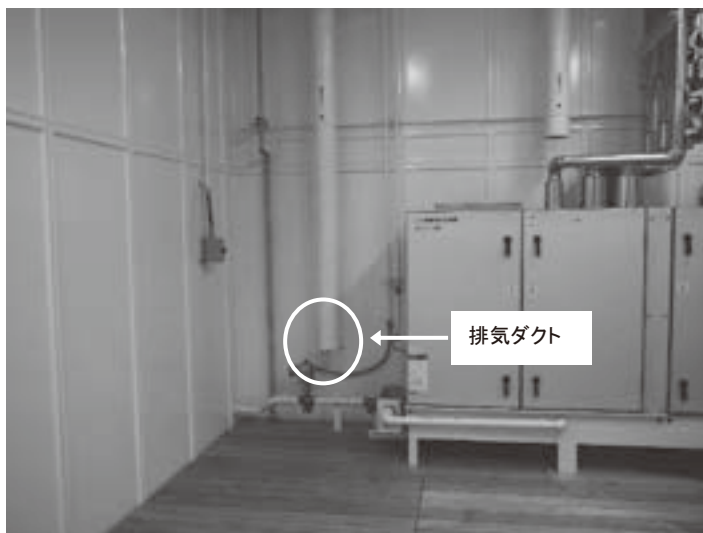


図15 排気ダクトの位置 (企画課作成)

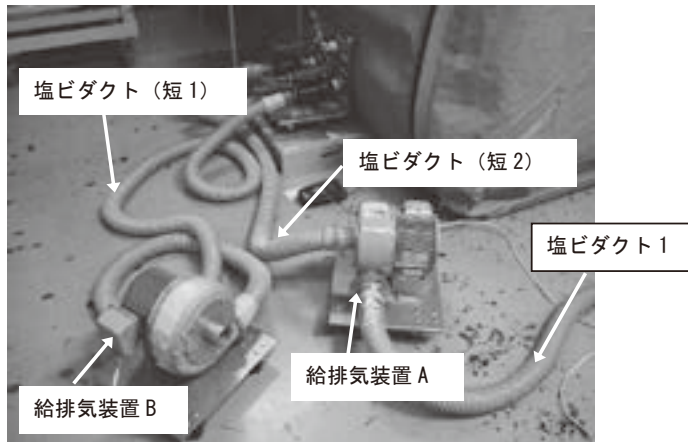


図16 給排気装置 A, B の接続 (企画課作成)

- ⑫ バッグがへこんできたら、給排気装置Bのプラグをコンセントに差しこみ、殺虫バッグ内に空気を入れていく。殺虫バッグがふくらまないように調整する。
- ⑬ 高濃度ガス検知器で殺虫バッグ下部のCO₂濃度を測定し、3%以下になったら、上部・中部の濃度も測定し、両方も3%以下になっていることを確認した後、給排気装置Aを回したままで、殺虫バッグのファスナーを開ける。
- ⑭ 高濃度ガス検知器で周辺のCO₂濃度が3%以下であることを確認し、給排気装置Aのプラグをコンセントから抜く。
- ⑮ 燻蒸設備計装盤の画面上にある「庫内換気完了」を押す(図14)。
- ⑯ 燻蒸庫内奥の排気口のS字フックを取り外し、塩ビダクト1を抜く。
- ⑰ 排気ダクトの網のふたを取りつけ、針金で2ヶ所固定する(写真10)。
- ⑱ 燻蒸庫から塩ビダクトを取り出し、燻蒸庫扉を施錠する。
- ⑲ 殺虫バッグの排気口と給排気装置Aの給排気口から塩ビダクト(短2)を、給排気装置Aの排気口から塩ビダクト1を取り外し、箱に収納する。また、殺虫バッグのガス置換口と給排気装置Bの排気口から塩ビダクト(短1)を取り外し、箱に収納する。
- ⑳ 殺虫バッグの排気コックとガス置換コックをひねり、閉にする。
- ㉑ 排気作業終了後、作業終了の旨を中央監視室に連絡する。

3.7 資料の搬出

- ① 高濃度ガス検知器で周辺の濃度が3%以下になっていることを確認し、殺虫バッグのファスナーを開放する。この際、開口したシートのファスナーを痛めないように、ファスナーが内になるように折り畳む。

- ② 移動棚の通路となる部分に養生のマットを敷き、資料を取り出す。移動棚等は、養生マットの上を通して殺虫バッグの外に出す。
- ③ 燻蒸設備計装盤にある「換気ファン停止」の緑ボタンを押し、作業場の換気を止める。(図13)。燻蒸設備計装盤の扉を開け、「電源」をOFFにする。
- ④ 空調機械室の操作盤にある、「旧乾燥室換気ファン」の「停止」の緑ボタンを押して、作業場の換気を止め、スイッチを「断」にもどす(図11)。

4 まとめ

以上に示したCO₂処理の手順をもとに、民博では現場で使用する二酸化炭素処理マニュアルを作成し、資料管理担当の職員が実際の作業に従事している。博物館職員が殺虫処理を実施することは、突発的に発生する虫害に対して、速やかに対応できるという利点がある。また、逐次作業がおこなえることから、他機関への資料の貸し出しや、企画展、特別展などのスケジュール管理が容易になり、より円滑な資料活用を設けることができることも大きな利点の一つである。ただし、大量の二酸化炭素を使用するCO₂処理において、資料管理担当の職員が作業をおこなうことは、常に作業上の危険が伴う。そこで、民博では、作業を統括する職員は酸素欠乏危険作業主任者の資格を取得し、作業面での安全教育をおこなっている。また、直接的に作業を主導する職員は、文化財IPMコーディネーターの資格を取得し、CO₂処理の作業目的や処理後の資料管理の方針について、資料管理担当の職員に伝える役割を担ってもらっている。これからも、作業上の安全に留意しつつ、状況に応じて他の殺虫処理法と有効に組み合わせていきたいと考えている。