

文化財の放射線対策に関する調査研究－職員行動マニュアルと文化財除染の考え方の案－

◎佐野 千絵、北野 信彦、石崎 武志(東京文化財研究所)、松本 透(東京国立近代美術館)、
丹野 隆明(福島県教育庁)、伊藤 匡(福島県立美術館)、杉崎 佐保恵、松田 隆嗣(福島県立博物館)

1. はじめに

2011年3月に福島第一原子力発電所から放出された放射性物質が環境中に飛散し、文化財も被災した事故から得た教訓を後世に伝えるため、2012年4月から国立博物館・文化財研究所・全国美術館会議および外部専門家からなる文化財放射線対策プロジェクトチーム(PT)を作り、職員行動マニュアルと文化財除染の考え方の案を作成した。

文化科学省、厚生労働省、環境省、経済産業省などがまとめた資料にもとづき、放射性物質に汚染された文化財の定義、作業者の安全確保、文化財の表面汚染の測定方法、除染方法について文化財に適した方法は何かをPTで検討した。文化財そのものが本来持つ放射線量の把握、文化財施設の汚染状況の把握、放射線量の高い場所での計測、除染清掃の効果、水等を使った除染について、実地調査や試験を行い、作成したマニュアルについて、構築の方法と考え方を報告する。(右 赤字部分を本ポスターで報告)

2. 事故由来放射性物質による文化財の汚染の特徴

距離離れた地域では、放射性セシウムを含む塵埃に対していかに対処するかが重要であることを共通理解した。

・放射性物質に汚染された文化財の定義

事故由来物質の主たる核種はセシウム-134とセシウム-137であり、アルファ線を放出しない。事故以前から制定されていた放射線障害防止法では、放射性同位元素によって汚染される物の表面の放射性同位元素の密度が一定の密度を超えるおそれのある場所を放射線管理区域として管理するよう定められており、アルファ線を放出しないものについては40ベクレル/cm²の10分の1、すなわち4ベクレル/cm²を一つの管理を要するかどうかの判断基準としている。そこでこの判断を準用し、表面汚染限度4ベクレル/cm²を超えるものを「汚染されたもの」として隔離・管理が必要なものとした。福島文化財レスキューにおいては、直径約50cmのサーベイ計GM管式サーベイメータで計測し、バックグラウンド計数値を含めて1300cpmを超えるものを撤出した。

・計測

サーベイ計(直径約50cmのGM管式サーベイメータ)で、感度、精度が良く、エネルギー補償付で、適切に校正された機器を用いる。

＜文化財の表面汚染の測定方法＞

表面から約1cm離れた位置で、時定数3秒、3cm/秒で移動させながらサーベイし、数値が大きくなる場所を特定し、汚染場所で時定数10秒、30秒間隔で3〜10回測定する。

・作業者の安全確保

作業者の安全確保は、シンチレーション式サーベイメータで空間線量率を測定、記録する。事故直後の気体状のヨウ素-131を効率的に除去するマスクは入手が難しく、作業者の保護のためには総量約1ヶ月減少する3〜4半減期過ぎて活動を開始するのが目安と結論づけた。

＜被災後の施設点検＞

どんな測定器を使用すべきか

→ 文化科学省のガイドラインに沿った機器

→ 誰が線量率や表面汚染密度を測定するのか

→ 放射線教育訓練を受けた人、もしくはその人に指導された人

今後、必要な技術的支援

→ 必要な計測マニュアル作成、教育訓練の実施

3. 職員行動マニュアルをまとめる上での論点

放射線災害が従来の災害対応と異なる点として、以下について検討した。

1) 空調を止めるかどうか、いつ再稼働すべきか

2) 内気循環で表示を再開すべきか

3) 避難民として、空間放射線量の高い避難期間の受け入れを検討すべきか

4) 資料取扱いに手袋を使うかどうか

1) 空調の停止と外気取入れの停止

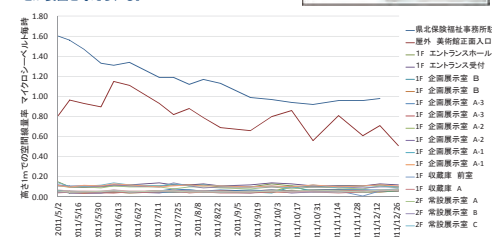
事故直後は気体状のヨウ素-131を含む汚染大気が地上近くを通り、健康被害や文化財の汚染を起こすおそれがある。半減期約8日ヨウ素-131は短期間に多量の放射線を出し、また甲狀腺に滞留する性質があり、健康被害の観点から特に緊急対応が必要であったが、当時、空調停止や空調への外気取入れ停止、臨時休館、観客、労働者等の一時的な受け入れなどの決断を下した博物館等はほとんどなかった。

空調の停止には抵抗が強いが、初期被ばく量を低減することは重要であり、今後は各館で判断できる体制を作る必要があるとの話し合いがあった。

＜福島県立美術館(福島市)の状況＞

地震によって、停電が発生し、空調が停止した。空調が再開したのは4月8日で、空調担当者の判断から外気取入れをしない状態で、4月26日に表示を再開した。

5月2日から職員が放射線量の測定を開始した。福島県震災対策本部から機器を借用して月に2回のペースで各室の空間線量率を測定したところ、屋外が高くても室内は低く、汚染されていないことがわかった。建物の被災が少なかったこと、停電で外気取入れがなかったことが要因と考えられる。



2) 内気循環での表示の再開

外気取入れ再開の目安は、水道水のデータを参考にすると良いと外部放射線専門家から指摘があった。高精度に測定され、公表も迅速であり利用しやすいとのことであった。

3) 避難の受け入れ

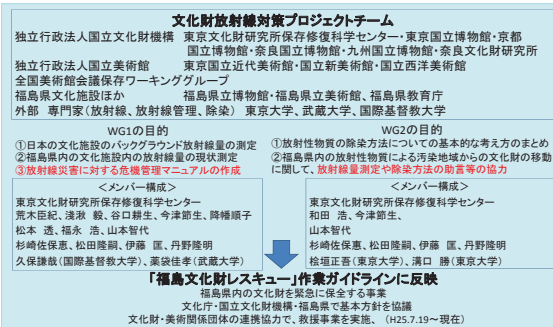
防災上の問題から避難民の一時受け入れには抵抗が強いが、初期被ばく量を低減することは重要であり、今後は各館で判断できる体制を作る必要があるとの話し合いがあった。

4) 資料取扱い時の手袋の使用

美術館では作品を取り扱う際に濡らすことを回避するために手袋を使う習慣はない。汚染を受けた可能性がある作品の取り扱いに手袋を使うかについて検討し、作業者の内部被ばくリスクを低減するためには使用が望ましいとの結論に至った。

＜マニュアルを通して伝えたいこと＞ 東京文化財研究所HPIに掲載中

- I. 福島第一原子力発電所事故由来の放射性物質による汚染は、主に、放射性塵埃によるものである。
- II. 強い放射線が飛び回っているのではなく、放射性塵埃が表面に付着して近傍で放射線が出てくる状況なので、文化財を搬送する場合は十分な放射線量ではない。
- III. 放射性塵埃に汚染されたものすべてについて、除染作業が必要なのではなく、きちんと法律に則って、表面汚染が低減するまで管理する。
- IV. 初期被ばく量の低減が重要であり、初期に放出されたヨウ素-131(半減期8日、気体、活性炭フィルターでも捕捉は難しい)への対応は必要。
- V. 手袋・マスクについて、基本性能を確認して使用する。



「福島文化財レスキュー」作業ガイドラインに反映

福島県内の文化財を緊急に保全する事業

文化庁・国立文化財機構・福島県で基本方針を協議

文化財・美術関係団体の連携協力で、救済作業を実施。(H25.7.19〜現在)

「福島文化財レスキュー」

2011年7月〜2013年3月に設置された「東北地方太平洋沖地震被災文化財等救援委員会」が行った福島県内被災文化財レスキュー作業。また2013年7月からの「福島県内被災文化財等救援事業」(文化庁、福島県、(株)国立文化財機構の合意で、事務局構成団体に(公財)日本博物館協会、全国美術館会議を含む)において、表面汚染限度を超える資料は旧管区域から撤出しない取り決め、すべての資料の表面汚染をGM管式サーベイメータで測定してから撤出可能な資料かどうか判断した。

表面汚染限度を超える資料が数点現地に残されており、今後の取り扱い課題となっている。



＜屋外の放射線量の高い場所での作業について＞

Q. 屋外の放射線量が高く、本建屋建物内の放射線量も高い場所での作業に当たり、何に気を付けたらよいか。運び出してきた、表面汚染が低いという可能性があるのか。

A. (放射線専門家) 表面汚染が低い可能性は十分にあると思う。気を付けるべきことは、フォールアウトは埃として表面に付着しているので、①吸入しないように防護マスクをする。②専用の作業服を使用(作業後にすぐに脱ぐ)、③埃を舞上げないように、動かさないですむものを出る限り動かさない、ことが重要だと思う。

Q. 放射性塵埃で汚染が疑われる文化財の運搬はどうしたら良いですか。

A. その場で1点ずつ計測するよりは作業時間が長くなり、作業者の被曝量が多くなるおそれがある。放射線量が高い場合にはその場での作業時間は短く、①そのまま薄紙などで養生して運び出してきて、安全な場所で放射線計測を行うのが良い。②手袋、マスク、靴カバーは装着して必要。③目でよく見ると汚れは見えないはず、汚れているものは警戒する。④事前調査はとても重要。⑤年齢別としては、18歳以下の作業者は使ってはならない。

4. 除染方法についての論点

文化財表面は、直接触って表面汚れを除去する通常の除染方法は適していない。そのため、文化財除染に対する基本的な考え方をまとめ、実地試験を通して修正していった。

1) 除染対象

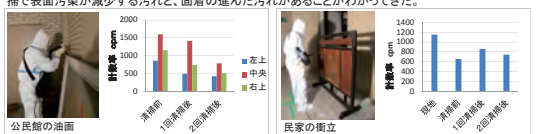
福島第一原子力発電所事故由来放射性物質のうち、土壌に捕捉されたセシウム-134およびセシウム-137を想定。

2) 対応の原則

- ① 文化財の安全とともに、作業者の外部被ばくの低減を十分に検討し、作業計画を立てる。
- ② 作業者の内部被ばく低減のため、塵埃除去能力が保障された呼吸保護具を使用する。
- ③ 文化財の安全確保に問題がない場合には原則として手袋を使用する。
- ④ 作業で生じた廃棄物・廃液は、自治体の方針に従い処理する。
- ⑤ 表面汚染密度が4Bq/cm²を下回ったことを作業後に確認して、除染作業を終了とする。

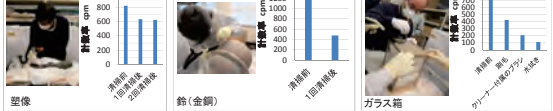
3) 除染清掃の効果とその評価

旧管区域から2年後に搬出した資料で柔らかな筆による乾式の除染清掃を試験した結果、除染清掃で表面汚染が減少する汚れと、固着の進んだ汚れがあることがわかった。



実測資料館での除染試験の様子(旧管区域)と搬出直後のバックグラウンド約200cpm

GM管式サーベイメータ(アロカTGS-146) 時定数30秒、50秒後の数値、搬出現場のバックグラウンド約200cpm



一時仮置き場(旧相馬女子高校)での除染試験と評価
GM管式サーベイメータ(アロカTGS-146) 時定数10秒、30秒ごと3回計測の平均値、搬出現場のバックグラウンド約110cpm
塗木材を濡らせた不織紙で拭拭き、着しい表面汚染量の低減は見られなかった。取り扱いはリスクを減らすと、水での除染は内部への放射性セシウムの移動を誘発する恐れもあり、実施しない方が良いとの結論に至った。

＜文化財除染に対する基本的考え方を伝えて伝えたいこと＞ 東京文化財研究所HPIに掲載中

- I. 除染は放射性塵埃の除去作業までとし、物理的な乾式のクリーニングを中心とする。
- II. 専用の作業室を設け、その他の区画と隔離する。床等の表面は液体が浸透しない材料で、表面を平滑に仕上げる。場所排気装置が必要(風量が可変のミュージアムクリーナーで可)。
- III. 水洗い等は、放射性物質の内部拡散を起す恐れがあるので、原則行わない。
- IV. 放射性塵埃に汚染されたものすべてに除染作業が必要なのではなく、法律に則って、表面汚染が低減するまで管理する。
- V. 手袋、マスクについて、基本性能を確認して使用する。

謝辞: 試験の実施にあたり、双葉町教育総務課吉野高光氏をはじめとした、福島県の文化財保存に携わる皆様にお世話になりました。記で感謝いたします。 文化財保存修復学会、2014.6.7-8、東京にて発表