

放射性物質汚染と文化財一対応の実例一

独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所

保存修復科学センター 佐野 千絵

1. 東日本大震災に伴う被害

① 地震による被害

一次被害・・・移動、転倒、落下、揺れ 二次被害・・・冠水、火災

② 水による被害

海水・・・津波 淡水・・・農業用ダムの決壊

③ 福島第一原子力発電所事故による被害

一次被害・・・資料の汚損

二次被害・・・立ち入りの制限 ← 長期の避難による文化継承の危機

風評被害 美術品の輸出入停止

2011.4.8 フランス文化財総局局長から国立博物館総局館長、政府諸部局宛文書

「東京の仏大使館からの見解 2011.3.16 国立美術館等宛新たな命令が出るまで日本への作品の移動およびクーリエの派遣を延期、日本国内の作品の移動禁止（日本列島の南端を除外）」

2. 福島で起こったこと

2-1. 原子力発電所から放出された放射性物質の環境中における挙動（模式図）

国立環境研究所 HP <http://www.nies.go.jp/shinsai/measurement.html>

2-2. セシウムと粘土

原子力委員会定例会議、2011.9.6「水洗浄による放射性セシウム汚染土壌の除染方法について」

東北大学石井慶造先生の資料

2-3. 放射性セシウムによる土壌汚染

近傍のみならず、静岡県、長野県まで飛来、風下になる区域で汚染が起こる

雨として沈降したものが土壌を汚染

初期の放射性物質で汚染された空気を吸入しないことが健康被害防止には重要

（放射性ヨウ素を完全に除去できるマスクは市販されていない）

2-4. 各資料館の状況

帰還困難区域 5年経過後も年間積算線量が20ミリシーベルトを下回らないおそれがある区域
双葉町・大熊町の資料館が該当

居住制限区域 年間積算線量が20ミリシーベルトを超える恐れがある区域
富岡町の資料館が該当

3. 文化財および文化財施設の汚染の見分け方

3-1. 汚染されたかをどのように判断するかーバックグラウンドの研究ー

放射線は測定すると数値が出るので、皆が不安を持つ

全国の環境放射線量は、すでに公開されている（環境放射能水準調査）

施設のバックグラウンドは、その土地のバックグラウンドに、施設の躯体による遮蔽や内装からの放射線量加わる

文化財そのものの持つ放射線量は、文化財材料からの放射線量が影響する

3-2. 屋内の空間放射線量が変わる要因

しゃへい力の高い材料で十分な厚さの壁があるか、浸水していないか、漏水がないか

フィルターを通した清浄な空気の供給が可能か、開口部からの塵埃の持ち込みを低減できるか

露出か、ケース内展示か、収納箱に入っているか

3-3. 資料のもつ放射線量

4. 文化財の除染に対する基本的考え方

- 除染は放射性塵埃の除去作業であり、物理的な乾式のクリーニングを中心とする。
- 水洗い等は、放射性物質の内部拡散を起こす恐れがあるので、原則行わない。
- 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密度が低減するまで管理する。

「放射性物質で汚染されたモノ」の定義

2011. 3. 11 以前から適用されていた放射線障害防止法における「表面汚染密度限度」の考えを準用
表面汚染密度限度の 1/10 を超えて表面が汚染されたものをみだりに管理区域から持ち出さないこと。

ベータ線、ガンマ線を放出するものについては、福島第一原発事故の場合、以下の基準となる

「 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ は、センサー部直径が約 5cm の GM 計数管で $1,300\text{ cpm}$ に相当」

搬出（輸送）においても、この数値で制限した。

5. 福島県における文化財レスキュー

＜基本的考え方＞既存の法令・基準・ガイドライン等に準拠する

5-1. 旧警戒区域からの文化財の搬出

放射線障害防止法における「表面汚染密度限度」の考えを準用

今回は、 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、GM 管式サーベイメータで $1,300\text{ cpm}$ （バックグラウンド含む）を超える資料を区域外に搬出しない、と決めた。

5-2. 労働安全衛生に係わる現行の法的な規制

電離放射線障害防止規則（厚生労働省）または、人事院規則一〇—五（職員の放射線障害の防止）

- 3 月で 1.3 mSv を超える区画は管理区域として管理し、被曝の低減に努めなければならない
- 管理区域とする基準値の 1/10 を超える被ばく量が見込まれる場合には個人被ばく量を計測管理する
放射線障害防止法は区画を管理するので放射性同位元素の場合には 24 時間放射し続けると見込み、1 時間値としては $0.6\text{ }\mu\text{Sv}/\text{h}$

電離則では週 40 時間労働と見込み、1 時間値としては $2.5\text{ }\mu\text{Sv}/\text{h}$ を目安とする点にある。

5-3. 作業員保護

- 体内被曝を低減する方法

粒径が $< 2\text{ }\mu\text{m}$ の大気粉塵 自動車由来、 $2\text{--}11\text{ }\mu\text{m}$ 土壌や海塩粒子 由来、 $> 11\text{ }\mu\text{m}$ 土壌 由来
作業中の体内被曝は、防塵マスクで防護できる

作業者の体外被曝を管理する必要がある

居住者については、体内被曝を抑制する必要がある

観測された放射性物質の粒径分布 セシウムはほとんど $1\mu\text{m}$ より大きい、マスクで防護可能

➤ 手袋の使用

美術館では作品を取り扱うのに手袋を使う習慣はない（滑る、などのおそれを回避するため）が、使う必要はあるか

→ 爪の間に土壌粉塵が入ると除去が難しくなるので、使用するのがお勧めである。（外部専門家）

5-4. 事前調査 2012 年初

○ 資料館の内部と外部	外	内	
双葉町	$0.7\mu\text{SV/h}$	$0.2\mu\text{SV/h}$	
大熊町	$9.3\mu\text{SV/h}$	$0.5\mu\text{SV/h}$	
富岡町	$3.5\mu\text{SV/h}$	$0.2\mu\text{SV/h}$	→ 特定線量下業務に該当しない

○ 汚染の定義

放射線障害防止法を準用、表面汚染密度限度 $4\text{ベクレル}/\text{cm}^2$ 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定義

○どんな測定器を使用すべきか → 文部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

5-5. レスキュー前の作業者教育研修

放射線の基礎知識（90 分） （任意）、放射線の人体への影響（60 分） （任意）

放射線測定等の方法に関する知識/関係法令（60 分） 必須

5-6. 表面汚染量の計測結果

ほとんどの資料は基準値を超えなかった（August, 2012～March, 2014）

表面汚染密度が基準とした $1,300\text{cpm}$ より高く、残置した点数（大熊町 1 点、双葉町 11 点）

5-7. 個人被ばく量（1 日あたり）__2012 年

富岡 2～4 $\mu\text{シーベルト/日}$ 、 大熊 5～7.5 $\mu\text{シーベルト/日}$

双葉 3～4.5 $\mu\text{シーベルト/日}$ 、 搬出 7～9 $\mu\text{シーベルト/日}$

5-8. 除塵清掃の効果

- 回数を重ねると表面汚染量が低減する、道具の硬さと低減効率は相関がある
- 紙箱などでも点状の汚れが残り、乾式清掃では汚染を低減できなかった
- 土器片の入ったプラスチック袋は、取り換えて除染した

6. 放射性物質漏えい事故への対応

6-1. 事故発生

公式情報で確認（場所、距離、規模等）、放射性物質の汚染範囲について情報収集

避難方針、避難者受け入れ可否の決定

6-2. 文化財への対応

窓、扉など開口部を閉める（できる限り穴をふさぐ）、空調機の外気取入れ停止

6-3. 観覧者・職員等への対応

避難方針の説明、在館者への対応、新たな避難者受け入れへの対応

★放射線災害が従来の災害と対応が異なる点

- 空調を止めるかどうか、いつ再稼働すべきか、内気循環で展示を再開すべきか
- 避難所になっていないところが多いが、退避期間の受け入れを検討すべきか
 - ◇ 三半減期で濃度は1桁落ちる（目安）。水道水のデータを参照すると良い。
 - ◇ 通電しているなら内気循環で空調を動かすというのが妥当。
 - ◇ 避難民受け入れは館長判断。積極的な受け入れを望む。

6-4. 当日までに考えておくべき対策—通常の塵埃対策と同じ—

- 外気取り込みの停止方法を周知しておく
- 塵埃の館内持ち込みを減らせる方法を考察
- 防塵マスク、手袋、靴カバー、作業着、作品を保護する薄葉紙、隙間をふさぐテープなど、必要な資材を備えておく
- 役割分担をあらかじめ決めておく

6-5. 放射線測定的基础

- 人への影響を調べる → 線量計 単位：積算量 Sv（シーベルト）、計数率 Sv/時、Sv/h
NaI（ヨウ化ナトリウム）シンチレーション式サーベイメータを使う
床に平行になるようセンサーを持つ、人の通るルートに沿って走査
時定数3秒、プローブを地表から50 cm高さに横向きに固定し、ゆっくりした速度で探す
高そうな場所では時定数10秒で精査、30秒間隔で3～10回読み取り
2.5 μ Sv/h を越えていないことを確認（電離則）
- 表面の汚染量を把握 → サーベイメータ 単位： min^{-1} （counts per minute: cpm、シーピーエム）
GM管式サーベイメータを使う、必ず測定対象に向けて計測する、
時定数3秒、3cm/秒でプローブを移動させて確認
針が大きく振れる場所では時定数10秒とし、1cm/秒でプローブを移動させて特定
30秒間隔で3～10回測定、記録
- 放射線はランダムに放出→多数回の計測と統計処理が必要。時定数が大きいほどばらつきは小さい。
環境放射能を測定するなら、最長の時定数を選び、その3倍の時間間隔で計測値を記録する。
- 測定器の校正
測定結果の信頼性は、用いた測定器が正しく校正されているかに依存。
校正とは、標準線源の基準値と測定器の指示値との関係を明らかにすること。最終的に、国家標準につながる必要がある（トレーサビリティの保証）。1年に1回、計測器を業者委託で校正（理想的）

<参考文献>

1. 「文化財の放射線対策」(H26.2月) 東京文化財研究所 HP
2. 「福島第一原子力発電所事故に伴い環境中に放出された放射性物質への対応—文化財の放射線対策と除染の考え方—」 文化財保存修復学会誌 58号 17-37 (2015)
3. “Revitalising the Local Community of Evacuees from the Fukushima Restricted Area Using Rescued Historical Objects,” Museum International, Vol.65 No.257-260 37-49 (2015)