

アスベスト廃棄物処理に係る光学顕微鏡と電子顕微鏡の測定法の共通化について

1. アスベスト含有廃棄物の処理における試験法の問題点

貴田晶子(国立環境研究所)

2. 光学顕微鏡と電子顕微鏡の測定法について実験敵検討結果(部会活動)

前処理法を統一し、アスベスト繊維数と重量推定する
標準物質と溶融スラグ添加試料の精度管理調査

3. 話題提供

(1)透過電子顕微鏡

山本貴士(国立環境研究所)

(2)走査型電子顕微鏡

豊口敏之(環境管理センター)

(3)光学顕微鏡(位相差、偏光)

小坂 浩(元兵庫県環境科学研究センター)

(4)X線回折法

岸 證(リガク)

4. 分析法の現状確認と今後の方向性の議論

石綿分析法の特徴

	XRD	偏光顕微鏡	分散染色位 相差顕微鏡	走査型電 子顕微鏡 SEM	透過型電子顕微 鏡 TEM
濃度測定	○	△	不可	ほぼ不可	△(推定)
濃度範囲	0.1%以上 実質1%	0.25%以上(ポ イントカウント)	—	—	μg/g (推定値)
繊維数	不可	○	○	△	○
最小の観察 繊維幅	—	0.4 μm 繊維束	0.4 μm 繊維束	約0.1 μm	0.02 μm 単繊維
アスベスト 鉱物の同定	可能	不可	○ 熱処理物 は?	不可	可能 (電子線回折像)
分析技術	○	○	○	技術要	技術要
装置費用	中～高	低	低	高	高

位相査顕微鏡法では400倍での観察、SEMでは2000倍に相当する
TEM:透過型電子顕微鏡では観察は1万倍程度、回折像は2～5万倍で測定

石綿廃棄物の無害化処理の確認に必要な媒体

測定媒体	目的	課題
一般環境大気	環境への影響把握	処理廃棄物はクリソタイルも角閃石類繊維もある。クリソタイルのみ判定する方法では不十分(総繊維とすると、生物繊維を含む)
敷地境界	処理業としての責務	同上
処理系排ガス	・作業環境基準 ・技術の性能確認	総繊維数でよいか？石綿と非石綿繊維の確認は必要。 サンプルング方法改善
排水	環境への影響把握	厚労省「水とアスベスト」 透過電子顕微鏡(TEM)法
処理物	無害化処理の確認	測定法がない(日本で) 海外では土壌の分析法あり、偏光顕微鏡法、TEM法
集じん物等		同上

すべての種類の石綿を含む石綿含有廃棄物 に対して適用可能な試験法を採用したい

アスベスト含有廃棄物の処理は、どのようになれば安全といえるのか、この定義は現在のところあいまい。

その理由は → ① アスベストの特性（物質ではなく、微細繊維である）
② 試験法によって、測定している繊維が同等ではない

公定法は、媒体ごとに決められている

→ 例えば一般環境大気、敷地境界、作業環境大気、排ガス

基本にもどって、石綿繊維の試験法をみなおす
何を測定するのか？

総繊維？

石綿繊維か非石綿繊維かの判定が必要か？

大気中の石綿分析の課題

過大評価：屈折率1.5付近の
 他の繊維を計数する可能性
 過小評価：角閃石系計数せず

測定法	測定媒体	試験法適用の前提	位相差顕微鏡	走査型電子顕微鏡	透過型電子顕微鏡
大気モニタリングマニュアル	一般環境大気	一般環境大気ではクリソタイルが存在するから	総繊維－生物顕微鏡繊維数＝クリソタイル	参考法	参考法
大防法 特定ばいじんの測定法	敷地境界大気 (10f/L)	発生はクリソタイルとみなす？		なし	なし
労働安全衛生法	作業環境基準(150f/L)	発生源だから繊維＝石綿とみなす	総繊維数	なし	なし
JIS K3850-1～	大気、排ガス等		総繊維数	○	○

課題 1 固体の分析

● 建材に含まれる「濃度」を **X線回折法** で定量する方法が採用。
(建材に含まれるアスベスト含有率測定方法 JIS K1481(2006))

有害廃棄物であるかどうかの確認に適用
0.1%を規制値とする。

- ① これをアスベスト廃棄物の処理物に適用できるか
→ 定量限界と濃度測定の限界
- ② X線回折法では一般的に1%が定量限界ではないか、
まして0.1%は無理ではないか
X線回折法は濃度は分かるが、繊維数は測定できない



X線回折法がどこまで適用可能か、最新技術データの話題提供
リガク 岸證 氏に話題提供

課題2：処理物は濃度だけでよいか

○ **アスベストの毒性は繊維状物質**である。

環境大気では、吸入する繊維数が問題であり、本数/Lの単位を基本とする。

そのため、処理物はそこから飛散する可能性のある繊維数を測定すべきではないか？

課題3：繊維状物質のアスベスト同定は？

- (1)透過電子顕微鏡
- (2)走査型電子顕微鏡
- (3)光学顕微鏡(位相差、偏光)

山本貴士(国立環境研究所)
豊口敏之(環境管理センター)
小坂 浩(元兵庫県環境科学研究所)

課題3：細い繊維はどこまでみる？

○アスベストの定義；

- 繊維状の蛇紋岩由来繊維及び角閃石由来繊維
- 3ミクロン以下の幅で、5ミクロン以上の長さの繊維
- アスペクト比3以上

- 光学顕微鏡では0.25～0.4ミクロン以下は観察できない。
- 電子顕微鏡では0.02ミクロンの短繊維まで観察可能である。

この繊維幅及び繊維長について、毒性は明確に分かっていない。
(繊維幅や繊維長を分けて曝露する実験が不可能だから)

光学顕微鏡と電子顕微鏡のどちらを採用するのがよいか？

(著者らは、測定する目的によって使い分けをすることを提案する)

課題 4 : 分析精度

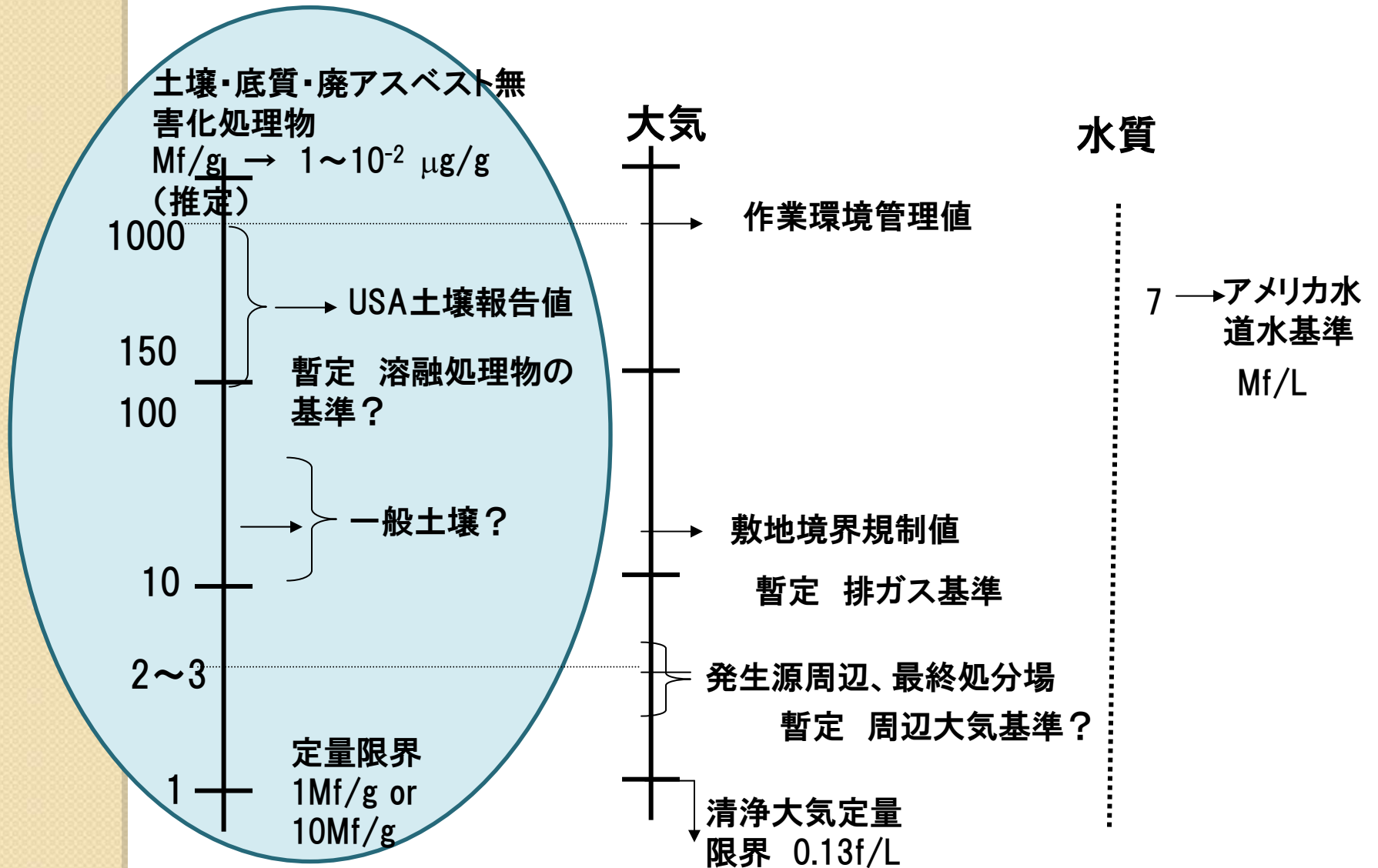
光学顕微鏡（位相差）では、測定する人によって観察しうる最小繊維幅が違ってくる。それを保証するために精度管理試料を用いた検討も行われている。

電子顕微鏡の分析精度は、観察する面積に繊維が平均的に分散しているかどうか、が最も重要な因子となる。0.1mm角の領域を数区画観察するということが、正しい分析値を与えるかどうか疑問視される。

課題 5 : 装置費用、分析費用、分析日数

光学顕微鏡と電子顕微鏡のどちらを採用するのがよいか？

顕微鏡法(光学、電子)の前処理との統一 分析精度調査の実施



議論：アスベスト測定法に関する現状 確認と今後の方向性

1. 石綿濃度と石綿繊維数（固体特に処理物）
2. 光学顕微鏡と電子顕微鏡の使い分け
3. X線回折法の定量限界
4. 繊維状物質と石綿繊維 同定
5. 媒体ごとに異なる測定法は統一すべきか
6. 光学顕微鏡と電子顕微鏡の前処理法は統一可能か
7. 無害化の実証段階と実施稼働における試験法