

## 1. 環境省指導によるバグフィルターのセシウム除去率の誤り

(字句訂正) ①

p45 左 図4の下1行目から7行目

Roed ら<sup>1)</sup>はベラルーシに於いて焼却実験を行い、レーザースペクトロメトリーによる、バグフィルター通過前の粒径分布~~を~~を求めた。付表 TableE-1, Port S22 の平均値のデータから、粒径 1  $\mu\text{m}$  以下の粒子の体積分布を求めた。バグフィルター通過前の排ガス中の塩化セシウム粒子の粒径による相対的体積分布を図 4 に示す<sup>7)</sup>。

(説明)

当該論文「環境省指導によるバグフィルターのセシウム除去率の誤り」の主張した内容は2つあります。

(1) 環境省指導バグフィルターの除去率検査に用いたのは、0.3  $\mu\text{m}$  以下の微粒子を素通りさせてしまうフィルターを用いており、バグフィルターで背後に通過させた微小微粒子と分子のほぼ全量をそのまま素通りさせるものです。真の除去率は「バグフィルターで捕捉された微粒子のバグフィルターで捕捉されない微小微粒子を含む全微粒子に対する割合」です。環境省指導の検査方法は 0.3  $\mu\text{m}$  以下の粒径を持つ微小微粒子を除去率算出の対象としていません。バグフィルターのセシウム除去率を検査するには不適格な方法と言わざるを得ません。

(2) 環境省指導による調査の適格性を確認したとされる高岡正輝氏の実験<sup>1)</sup>では、用いられたカスケードインパクター（性能：最少捕捉粒径 0.36  $\mu\text{m}$ （アンダーセンスタックサンプラーAS-500、東京ダイレック））背後に、通過したガス中の微小微粒子等をガス捕集ビンを使用して全微小ガスを捕捉できるとしています。しかしそこには実験結果に重大な矛盾があります。ガス捕集ビンで全量捕捉できるのならば当然等しい量となるべきバグフィルター前後での微小微粒子量が決定的に食い違います。このことはガス捕集ができていないことを示します。

気体中の微小微粒子などは拡散運動するために気泡表面に到達して捕獲されるに至るまでに長時間必要であり、それに比して高岡の実験での気泡が水に接する時間はごく短時間です。故に全微小微粒子は捕捉できないのです。（私どもの試算によると拡散運動で微粒子が気泡表面に到達するに要する時間はガス捕集ビンで気泡が水中をくぐる時間の（少なくとも）100倍以上の時間が必要であるという結果を得ています。これについては機会を得て詳細を報告する予定です。）高岡の検査に用いられたガス捕集ビンによる方法は誤りなのです。

放射線被ばくには必ず健康被害が伴います。放射能関係の措置には必ず利益相反が生じます。そんな中で体制として危険を過小評価する実施事実があるならば、それは被害を拡大させる恐れがあります。その被害が及ぶことは一刻も早く食い止めなければなりません。またそれには市民の皆さんの幅広い理解が必要です。バグフィルター論文では、市民の皆さんに理解していただくために紙面のスペースを大きく割き、専門誌引用に関する部分を詳述するための紙面を確保

しなかったことが基礎にあります。

Roed<sup>2)</sup>らの論文に関連して論文では研究プロセスの説明を割愛していますので具体的に説明いたします。

Roed<sup>2)</sup>らの論文でのバグフィルターなどのセシウム除去率の算定基盤はいずれもバグフィルター前後でフィルターに捉えられた粉塵の比較（フィルター直下容器に蓄えられた除去粉塵分析、インパクター捕捉粉塵）と通過ガスのレーザー分析とによるものです。フィルターに捉えられた粉塵の比較は原理的に環境省指導の検査方法と同じく、フィルターから漏れたガスを対象にしていません。そこで語られる除去率は、（環境省指導の検査より精度は高くなっていますが）あくまで捕捉された微粒子のみが対象であり捕捉された微粒子をフィルター前後で比較しています。これらの方法は拙論文で批判している方法と同じ方法的欠陥を持つものなのです。

そのような観点から、拙論文ではこれらについては言及しておりません。0.3 $\mu\text{m}$ 以下のセシウム微粒子の存在が明瞭になっているのですが、これにも言及していません。

Roed等が行ったレーザー分析は最少測定粒径が0.2~0.25 $\mu\text{m}$ であり、肝心の微小微粒子領域の範囲の十分なデータとはなっていません。

しかし、捕捉された微粒子ではなく、バグフィルターへ入る前のガスの実態を反映するレーザー分析のデータは重要です。データをもとに推察を行いました。拙論文中の図4は結果だけを示し、そこに至るプロセスを記述していません。

問題の焦点はバグフィルターの検査：厚労省指導で行われた「素通りさせた0.3 $\mu\text{m}$ 以下の粒子」の実態でありますので、まず一般論を確認しました。

福島第一原発事故後も、塩化セシウムだけを考察の対象としている傾向が強いのですが、福島第一原発事故で放散された大気中のセシウム等を含むエアロゾルの担体は硫酸塩であるとの指摘<sup>3)</sup>があります。福一から放出されたセシウムの存在形式は塩化セシウムだけでなく硫酸塩も視野に入れて対象にすべきです。Whitby<sup>4)</sup>は硫黄化合物を取り扱っていますが、一般的な物理的な微粒子生成の起源なども扱っています。微粒子生成のメカニズムを参考にし、0.3 $\mu\text{m}$ 以下の微粒子の存在実態を模索する考察をしました。

（プロセスの詳細）

まず、焼却炉で燃焼されるのは800 $^{\circ}\text{C}$ です。塩化セシウムの融点は645 $^{\circ}\text{C}$ 、沸点は1295 $^{\circ}\text{C}$ 、ですが、焼却温度800 $^{\circ}\text{C}$ での塩化セシウムの蒸気圧は非常に高く0.1気圧程度もあります。焼却される塩化セシウムは焼却温度において気体となっていることが十分予想されます。冷却中に気体から核形成してさらに凝縮するのがエアロゾルのプロセスですが、それについてWhitby<sup>4)</sup>は大気中のエアロゾルの粒径分布について論文のFig.1等で説明しています。高温蒸気から凝縮する微粒子は1 $\mu\text{m}$ 以下であり、0.3 $\mu\text{m}$ をピークとする集団と0.02 $\mu\text{m}$ 程度をピークとする集団の2集団に分けられます。

Roedら<sup>2)</sup>の実験でレーザー分析測定のバグフィルターに入る前のガス分析結果に注目

した。彼らの実験結果でこれに該当する実験は唯一で、表E-1、PortS22です。その該当部分を表1にコピーします。

Table E-1 (continued)

17.06.99, Port S22, N <sub>2</sub> dilution ratio = 135, Volume of probe = 50 cm <sup>3</sup>							
Time	0.2-0.25 μm	0.25-0.3 μm	0.3-0.4 μm	0.4-0.5 μm	0.5-0.7 μm	0.7-1.0 μm	1.0-2.0 μm
9.38	169155	61830	18900	13500	1080	270	0
9.39	336130	114750	39600	30240	3510	2160	270
9.41	312525	84240	36315	29160	4995	2430	945
9.43	218160	63045	27810	21330	4995	2295	405
9.44	142830	43675	18765	15930	1755	945	540
9.46	87750	32400	13475	6750	945	405	270
9.47	115830	39015	17415	8910	1215	1080	135
9.49	96660	34965	11475	7020	945	675	0
9.51	108405	38340	12555	7965	405	405	270
9.52	88560	31995	13905	8370	1215	675	270
9.53	110160	33075	13230	11475	1080	540	0
MAX	336130	114750	39600	30240	4995	2430	945
MIN	87750	31995	11475	6750	405	270	0
AVRG	164196.8	52502.73	20139.55	14604.55	2012.729	1080	282.2722
STDEV	93129.51	26545.71	10039.1	8654.083	1672.535	816.7221	279.6459
17.06.99, Port S22, N <sub>2</sub> dilution ratio = 135, Volume of probe = 50 cm <sup>3</sup>							
Time	0.2-0.25 μm	0.25-0.3 μm	0.3-0.4 μm	0.4-0.5 μm	0.5-0.7 μm	0.7-1.0 μm	1.0-2.0 μm
11.33	251910	68175	16470	9315	405	675	0
11.34	110585	20385	6345	2970	135	405	135
11.35	70065	12420	6345	5940	270	405	135
11.37	84780	22275	6615	6480	945	540	0
11.51	357480	86130	19440	7155	540	945	405
11.53	68175	14310	6750	5355	1215	675	540
11.54	83295	19980	8370	5265	675	135	0
MAX	357480	86130	19440	9315	1215	945	540
MIN	68175	12420	6345	2970	135	135	0
AVRG	146610	34810.71	10047.86	6094.286	597.8571	540	173.5714
STDEV	113060.8	29590.72	5512.926	1933.579	380.6995	258.5053	216.4816

表1 バグフィルターに入る前の排ガスのレーザー分析の測定 (Roed<sup>2)</sup>)

測定範囲は0.2 μm ~ 2 μm までです。上記の表1の平均値の粒径依存を粒子数の対数を取ってグラフに示すと図1になります。

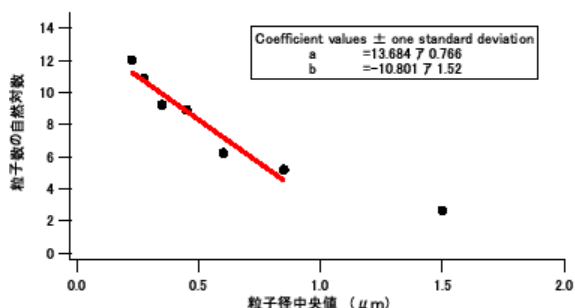


図1 表1に示すデータ：粒径に対する粒子数

図1は、最低測定粒径幅が0.05 μm なので各測定区間内の粒子数の粒径依存が直線であると仮定し、最低測定粒径幅である0.05 μm 当たりの粒子数を求めてその対数を取り測定範囲の中央値に対する粒径依存のグラフを作成しました。

測定の粒径幅については 1 μm 以下の測定ではその測定幅内の変化が直線近似が妥当と思える粒径幅ですが、最大粒径1 μm ~ 2 μm の測定幅では幅が大きく 20 区画分の幅であり区分内部で直線近似が成り立たない恐れが強いものです。また、測定上の問題としてこの粒径ではカウントされる粒子数が少ないために誤差が多である測定領域です。当該試算の目的は0.3 μm 以下の粒子数がどれほどであるかですので、粒径の一番大きな最大区画の1 μm ~ 2 μm のデータは試算の対象とせず、1 μm 以下の範囲で直線近似し、その直線により小さい系の範囲に外挿し試算しました。

粒子数の粒径依存では荒い粒子側ではべき乗に従うことが知られています (Whitby<sup>4)</sup>)。

Roed<sup>2)</sup>らのデータも非常によくこれに従いますが、本研究で追及したい測定下限およそ $0.2\mu\text{m}$ ほど以下の粒径では、そのべき乗則から外れることがよく知られています。従いまして、べき乗則による外挿法は粒径の小さなところへ外挿することは誤りであると判断されます。

外挿幅が小さくて済む図1の近似方法を採用しました。

図1の近似直線に従い粒子数を質量（体積）に換算し、体積（質量）の粒径依存を線形座標で示したものが図2です。 $0.3\mu\text{m}$ 以下の体積が無視できないことが示唆されています。 $0.3\mu\text{m}$ 以下の体積比率は $1\mu\text{m}$ 以下分布内で40%ほどに及ぶのです。この推察だけでも環境省の $0.3\mu\text{m}$ 以下の切り捨てはいかに乱暴なものかを推察することができます。

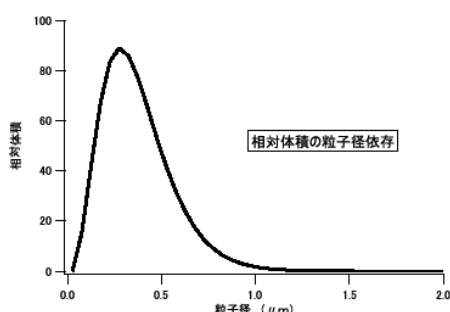


図2 ガスの相対体積（質量）の粒径依存

図2をWhitby<sup>4)</sup>のグラフと比較するために横軸を対数尺にとりグラフ化したものが拙論文の図4です。試算には $1\sim 2\mu\text{m}$ の測定値は加えていないので、グラフは $1\mu\text{m}$ 以下で示しました。

このようにしてレーザー分析からシミュレートされた体積（質量）の粒径依存は、Roedら<sup>2)</sup>がインパクター等で捕捉した体積（質量）の粒径依存の傾向と一致しています。このインパクター等で捕捉した粒径依存でも $0.3\mu\text{m}$ 以下の微小微粒子を無視することはできないことが示されていますが、フィルターで捕捉される前のガスのレーザー分析で同様な傾向が得られたことは重要です。さらにWhitby<sup>4)</sup>の示す高温蒸気から形成された凝集状態の集団のカーブと同傾向を示します。電総研<sup>3)</sup>の調査でも同様な粒径依存が得られています。いずれも $0.3\mu\text{m}$ 以下の微小微粒子を無視することはできないことを示しているものです。

この微粒子集団に加えてさらに粒径の小さい核形成の集団の存在が予想されます。それらは水溶性の性質が主となり、呼吸により取り込まれた場合はより深刻な被曝を臓器に与える恐れがあり軽視できません。

(字句訂正) ②

p45 左 図4の下8行目から10行目

Whitby らは排ガス中の塩化セシウム大気中微粒子の粒径依存を求めた。その論文 Fig.3 のグラフから  $1\ \mu\text{m}$  以下のエアロゾルの 19%が  $0.1\ \mu\text{m}$  以下の粒径であると結論付けられている試算される<sup>7,12)</sup>。

(説明)

Whitby<sup>4)</sup> Fig.3を図3に示します。環境省「微小粒子状物質健康影響評価検討会」報告書ではこの図を基に報告書の図2.1.2で、大気粒子の粒径分布を解説しています<sup>5)</sup>。

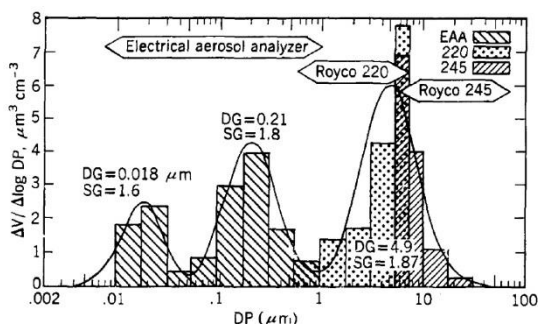


図2 Whitby<sup>4)</sup> Fig.3 大気粒子の粒径分布と代表的組成例

一般論として、高温の蒸気から凝縮されるのは2群に分かれます。まず非常に小さい微粒子からなる核形成がなされ、それがさらに凝集した、より大きな粒径 ( $\sim 1\ \mu\text{m}$ ) を持つ集団です。これらのグラフでは、 $0.3\ \mu\text{m}$ 以下の粒子の存在は粒径  $1\ \mu\text{m}$ 以下の領域では上記レーザー分析の推算結果と同じくかなりの部分になることを示しています。さらにこの図から  $0.1\ \mu\text{m}$ 以下の粒子の相対体積%を求めればおよそ19%<sup>4,5,6)</sup>となります。

環境省が指導したバグフィルター除去率試験の分解能は  $0.3\ \mu\text{m}$  です。 $0.3\ \mu\text{m}$ 以下の微粒子がフィルターを通過し、それが何の検討対象ともならないのは、その方法論が不適切であることを示すものです。

これらの事実からも環境省の指導検査で  $0.3\ \mu\text{m}$ 以下を考慮に入れていないのは根本的な意味で不適切な「検査方法指導」を行っているが浮き彫りになります。なお、環境省の検査方法を「可」とした実験<sup>1)</sup>の捕集ビンにより微小微粒子を捕捉できるという方法の誤りについては上述した通りですが、これは本論とは別の重大事項を含みますので別の機会に詳述いたします。

文献

1) 高岡昌輝, 一般廃棄物焼却施設の排ガス処理におけるセシウム、ストロンチウムの除去挙動:

[http://www.env.go.jp/jishin/attach/haikiyouka\\_kentokai/03-mat\\_5.pdf](http://www.env.go.jp/jishin/attach/haikiyouka_kentokai/03-mat_5.pdf) (2017年9月20日確認)

2) Roed J. et al. Power production from radioactively contaminated biomass and

forestlitter in Belarus -Phase 1b. Risø National Laboratory,  
Roskilde.Risø-R-1146(EN)March 2000.

3) 電総研報告書 :

[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/new\\_research/2012/nr20120731/nr20120731.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/2012/nr20120731/nr20120731.html) (2017年9月20日確認)

4) Whitby KT. The physical characteristics of sulfur aerosols. Atmospheric Environment. 1978;12:135-159.Proceedings of the International Symposium. Dubrovnik, Yugoslavia. 7-14 September 1977.

5) 環境省「微小粒子状物質健康影響評価検討会」報告書

<https://www.env.go.jp/air/report/h20-01/> 図 2.1.2 (Whitby, K.T. (1978) The physical characteristics of sulfur aerosols Atmospheric Environment, 12, 135-159 より (2017年9月20日確認)

6) 岩見億丈ら : ゴミ焼却時における放射性セシウムの排ガスへの漏れ : 精密測定法およびベイズ統計による回収率の評価 (再処理/岩手の環境/放射性廃棄物(2014))

## 2. 真値の半分しか表示しないモニタリングポスト

(字句訂正) ①

本文中の「固定式」を全て「リアルタイム線量測定システム」に改める。

(説明)

測定グループ内で「可搬」に対する言葉として「固定」という言葉を通称してしまっていました。プライベートな用語をそのまま紹介してしまいました。私どもの一連の測定後に本格的に導入された「固定型MP」がありますが、それとはまったく混同していないことを付け加えます。

また、測定値とその比較はすべて読み取り値そのもので行っていますので、図や表2は何らの変更の必要はありません。

(字句訂正) ②

p.36 右 上から3~4行目

可搬式MPの表示が空気吸収線量であるのに対して、サーベイメーター等とリアルタイム線量測定システムの線量計は実効線量

(字句訂正) ③

p. 39 表2の下 5行目

上述のごとく、可搬式MPは、空気吸収線量率・・・

(字句訂正) ④

p. 39 表2の下 11～12行目

である。これを考慮すると~~周囲の住民の受けて~~  
~~いる線量表 2 中の可搬式 MP 値の表示値の平均 53%は実質 46 %～52 %を示すことにな~~  
る。