

平成28年(㉮)第 23 号伊方原発3号炉運転差止仮処分命令申立事件

債権者 須藤 昭 男 外 11 名

債務者 四国電力株式会社

## 準備書面(11)の補充書 1

(火山)

2016年8月31日

松山地方裁判所 御中

債権者ら代理人

弁護士 薦田 伸 夫

弁護士 東 俊 一

弁護士 高田 義 之

弁護士 今川 正 章

弁護士 中川 創 太

弁護士 中尾 英 二

弁護士 谷脇 和 仁

弁護士 山口 剛 史

弁護士 定者 吉 人

弁護士 足立 修 一

弁護士 端野 真

弁護士 橋本 貴 司

弁護士 山本 尚 吾

弁護士 高丸 雄 介

弁護士 南 拓 人

弁護士 東 翔

弁護士 河合 弘 之

弁護士 海渡 雄 一

弁護士 青木 秀 樹

弁護士 内山 成 樹

弁護士 只野 靖

弁護士 甫守 一 樹

弁護士 中野 宏 典

弁護士 井戸 謙 一

弁護士 市川 守 弘

弁護士 望月 健 司

弁護士 鹿島 啓 一

弁護士 能勢 顯 男

弁護士 胡田 敢

弁護士 前川 哲 明

弁護士 竹森 雅 泰

弁護士 松岡 幸 輝

## 目 次

第 1	はじめに.....	5
第 2	立地評価について.....	6
1	債務者の根拠.....	6
2	町田・新井（2011）には信頼性・合理性があること.....	6
(1)	火砕流の到達範囲を特定することの困難性.....	6
(2)	大規模火砕流の特質.....	7
(3)	大規模火砕流の特質を踏まえたうえで推論を行っていること.....	8
(4)	風化・浸食を考慮すべきこと.....	9
(5)	小括.....	10
3	債務者の行った調査結果から、火砕流が到達していないと断定すること はできないこと.....	10
(1)	債務者の主張.....	10
(2)	考慮すべき事柄を考慮していないこと.....	10
(3)	債務者のいう「知見」とは単なる「データ」の意でしかないこと.....	11
(4)	知見を正しく適用すれば、債務者の主張は不適切というほかないこと .....	11
(5)	小括.....	11
4	地形的障害は問題とならないこと.....	12
5	債務者は恣意的に過小なシミュレーションを行っていること.....	12
(1)	債務者による過小評価.....	12
(2)	TITAN2Dは粒子流モデルであって、カルデラ噴火における火砕 流のシミュレーションには全く適さないものであること.....	13
(3)	四方八方に火砕流堆積物が広がっていることの説明ができないこと...	15
(4)	そもそも現在の地形を前提としたシミュレーションは滑稽ですらあ ること.....	15

(5) 小括 .....	16
6 乙148号証について.....	16
<b>第3 影響評価① - 最大層厚について .....</b>	<b>17</b>
1 VEI7クラス又はVEI6クラスの噴火について.....	17
(1) 債務者の確率論的評価はIAEA基準を踏まえていないこと .....	17
(2) 規制委の設計基準事故頻度はIAEA安全基準に達していないこと ...	18
(3) そもそもボーリング調査の信頼性は乏しいこと .....	19
(4) 大規模噴火の確率が高まっていることを考慮していないこと .....	19
2 VEI5クラスの噴火について .....	20
<b>第4 影響評価② - 大気中濃度について .....</b>	<b>20</b>
1 はじめに .....	20
2 0.5cm未満の地点における測定値であることによる過小評価 .....	21
3 PM10のみの測定値であることによる過小評価 .....	22
(1) PM10の測定であること.....	22
(2) PM10のみの測定値を用いることによる過小評価の程度 .....	23
4 再飛散値を用いることによる過小評価 .....	24
(1) 再飛散値であること .....	24
(2) 再飛散値を用いることが不適切であることは自明であること .....	25
5 債権者らによる試算 .....	25
(1) アイスランド2010噴火における適切な火山灰濃度の推定 .....	25
(2) 火山灰降下速度を一定と仮定した場合の総降下量と比例係数 .....	27
(3) 火口南東側Vik地点での24時間平均火山灰濃度 .....	28
(4) Vik地点における比例係数の算出 .....	29
(5) Vik地点の数値を用いた降下火山灰層厚150〔mm〕状況での火山灰濃度推計 .....	30
(6) 小括 .....	31

6	セント・ヘレンズ噴火の例 .....	31
	(1) セント・ヘレンズ噴火の概要.....	31
	(2) Y a k i m a 地区における降灰量.....	31
	(3) Y a k i m a 地区における大気中火山灰濃度 .....	32
7	まとめ .....	33
<b>第5</b>	<b>影響評価③ - 非常用ディーゼル発電機への影響について ....</b>	<b>34</b>
1	問題の所在 .....	34
2	①降下火砕物の吸入の問題について .....	35
3	②降下火砕物による非常用ディーゼル発電機の閉塞・摩耗について.....	39
	(1) シリンダライナとピストンリングとの間に降下火砕物が入り込む可能性 .....	39
	(2) 降下火砕物の間隙への侵入と硬度.....	41
	(3) 黄砂と比較すること自体非科学的で不合理であること .....	44
	(4) 降下火砕物の形状自体が摩耗しやすいものであること .....	46
	(5) 降下火砕物の焼付きの可能性.....	47
	(6) 小括 .....	48
<b>第6</b>	<b>ディーゼル発電機が機能喪失した場合について .....</b>	<b>49</b>
1	外部電源の信頼性.....	49
2	他の代替手段も機能し得ないこと.....	50
<b>第7</b>	<b>結語 .....</b>	<b>51</b>

## 第1 はじめに

本準備書面は、火山事象に関連する自然現象が発生した場合の本件原発の安全性に関する平成28年6月30日付債務者準備書面(11)(以下「債務者書面(11)」という。)に対する反論等を行うことを目的とする。

はじめに一言述べておきたいのは、債務者の主張はあまりにも恣意的で十分な根拠に基づくものであり、到底科学的な調査・検討を行ったなどと呼べるような代物ではないということである。

債務者は、一応はもっともらしいデータや科学的知見に基づいて検討を行っているかのように見える。しかし、債務者の引用するデータを紐解けば、それらは本件原発における検討には全く用いることができないような想定異なる知見ばかりであり、債務者はある知見が妥当する前提を全く無視して正当化しようとしているのである。このような姿勢は、九州電力による川内原発の安全性評価においても同様であったが、静岡大学防災総合センター教授(副センター長)である小山真人教授をして、「学問への冒涇である」とまで言わしめた。

本件原発における債務者の主張も、これとほとんど同じのものであり、全く科学的な根拠を持たないものである。それは、極めて高度な専門技術的な知見がなければ判断できないというようなハイレベルなものではなく、科学の初歩的な理解力、論理的思考力があれば容易に誤りと気づくような低次元のものである。

原子力規制委員会に専門技術的な裁量が認められるのは、それが極めて高度な専門技術的な知見を要する判断である、との理由であるが、上記のように、初歩的な理解力や論理的思考力によって容易に誤りと分かるようなレベルの過誤・欠落については、裁判所としても十分に判断力を有するのであり、積極的な司法判断が望まれる。そうでなければ、福島第一原発事故のような深刻な災害が再び我が国に起こるリスクを排除できないのである。

以下、債務者の主張に即して、詳しく再反論を行う。

## 第2 立地評価について

### 1 債務者の根拠

債務者は、火山事象に関する立地評価について、債権者らが指摘する町田・新井（2011）の図示は、地形など個別地点の特性を考慮した評価ではなく、立地評価にそのまま用いるには不十分であると反論したうえで、①詳細な調査によって火砕物密度流が本件原発敷地に到達していないことを確認したこと、②本件原発と阿蘇カルデラの距離は約130kmあり、その間には佐賀関半島、佐田岬半島等の地形的障害があること、③保守的な火砕流シミュレーションの結果でも敷地まで火砕流が到達しないことなどを根拠として、阿蘇4噴火による火砕流は本件発電所の敷地に達していないと主張する。

債権者らは、このような反論を受け、町田・新井（2011）の執筆者である町田洋・東京都立大学名誉教授に陳述書を作成していただいた（甲A343）。本項では、この陳述書を踏まえて、町田・新井（2011）の科学的な信頼性について主張したうえで、債務者の主張する①ないし③について反論する。

### 2 町田・新井（2011）には信頼性・合理性があること

#### (1) 火砕流の到達範囲を特定することの困難性

債務者は、町田・新井（2011）の図について、地形など個別地点の特性を考慮した評価ではないことを根拠として、立地評価にそのまま用いるには不十分である旨主張する。

これに対し、町田教授は、まず、前提として、火砕流が到達した範囲（特に最前線）については、火砕流堆積物と火山灰層への変化が漸移的であることから、厳密に決めることが相当困難であることを踏まえなければならないと述べる（甲A343・1頁）。火砕流は、高速で流動する噴煙の重力流であり、そのうちの高密度の部分が火砕流堆積物として堆積する。この噴煙流は

重さに応じて地表に降下するため、火砕流と火山灰層との境目は曖昧となる。したがって、万が一にも深刻な災害を起こしてはならない施設である原発において、設計対応不可能な火砕流が到達したか否かの判断に当たっては、このような特質も考慮したうえで、十分に保守的に判断すべきこととなる。

## (2) 大規模火砕流の特質

ア 次に、火砕流の特質を踏まえる必要がある。債務者は、町田・新井（2011）が、地形など個別地点の特性を考慮していないとして不十分であると主張するが、そもそも大規模な火砕流は、ジェットコースターのように斜面を乗り越えながら流動する厚さ数百m、温度600℃以上、時速100kmにもなる高温・高速の粉体流である。



（「超巨大噴火の脅威」雑誌ニュートン別冊より）

大規模カルデラ噴火の場合、火砕流は噴出口から概ね同心円状に広がる  
ことが知られており、ある程度の地形を乗り越えて斜面なども覆い尽くし

たとされる。

町田教授は、現在確認できる分布範囲が平坦地又は谷間にあるのは、尾根や斜面部分は風化・浸食等によって削られてしまい、平坦地又は谷間部分だけが浸食されずに残ったためであると述べる（甲 A 3 4 3・2 頁）。

イ また、火砕流にとっては、海域・水域は障害とならないとされる。火砕流のうち、密度が大きい部分には沈む部分もあるが、比較的密度が小さい部分は海面を滑るように走ったと考えられている。

むしろ、海面は地上と違って摩擦が少なく、障害になるものもないため、海域の方が広がることすらある。

町田教授によれば、現に、阿蘇 4 火砕流堆積物について、秋田県の男鹿半島で 1 0 c m 以上の軽石塊が見つかっており、北九州や山陰沖の日本海に出て、当時の海流にのって北日本の沿岸に漂着したことが分かっているとのことであり、噴出中心から約 1 5 0 k m 離れ、関門海峡を隔てた山口県内陸部の秋吉台周辺で、海拔 2 0 0 ~ 3 0 0 m の台地に、2 7 0 c m もの厚さで載っていることも知られているという（甲 A 3 4 3・1 頁。この点については債務者も認めている）。

さらには、約 7 3 0 0 年前の南九州鬼界カルデラから噴出した大火砕流は、東シナ海を数十 k m 越えて、薩摩半島・大隅半島の奥深くまで達し、周辺にあった縄文集落を全滅させている。

このように、大規模火砕流は、多少の高低差や海水域をやすやすと乗り越えるという特質を持っており、債務者こそこのような特質を無視して調査結果だけを重視している。

### (3) 大規模火砕流の特質を踏まえたうえで推論を行っていること

町田・新井（2 0 1 1）は、このような大規模火砕流の特質を踏まえたうえで、伊方から西へ 3 0 ~ 4 0 k m ほど離れた大分県の大分市や臼杵では、

阿蘇4火砕流堆積物が10m以上も溶接していることを根拠として、阿蘇4火砕流が佐田岬半島を根元まで包み込んだに違いないと推論をしている。

その結果が『新編 火山灰アトラス』におけるおおよその分布範囲である。大分市で10m以上の堆積物が見つかりながら、佐田岬半島に火砕流が到達していないとみるの方が不自然で非科学的であり、第四紀学の権威であり、『新編 火山灰アトラス』の著者の一人でもある町田洋・東京都立大学名誉教授は、本件原発のある130km範囲内は勿論、四国西部一帯もやや濃度を減らしたガス流である火砕サージに襲われたといえるとしている。陳述書では、さらに明確に、「噴出中心から半径150kmの範囲内に火砕流が到達したとみるのは、ごく常識的な判断であると考えます」と断言している(甲A343・1～2頁)。

このような推論は、十分に科学的なものであり、合理性があり信頼できる。

#### (4) 風化・浸食を考慮すべきこと

一般に、温暖な地域ほど火山ガラスや斑晶鉱物は粘土化し易く、風化し易く(阿蘇4の火山灰についても、西日本よりも遠く離れた北日本の方が保存状態がよく、見出し易いとされる)、本件原発敷地周辺については、佐田岬半島が急斜面からなる山地の続きであり、海水や風雨で浸食されやすいこと、阿蘇4の噴火が約9万年前であるという年月に照らしても、火砕流堆積物が残存していない可能性が高い。

債務者が引用する『新編 火山灰アトラス』における阿蘇4火砕流堆積物分布をみても、火砕流堆積物の痕跡は約160km離れた地点にまで点在しているのであり、阿蘇4のような大規模火砕流は点在して到達するような性質のものではないことからすれば、わずか数か所の地点を調査して「堆積物が残存していない」と結論付けることが不当であることは明らかである。

## (5) 小括

少なくとも、債務者は、こうした風化・浸食によって火砕流堆積物が残存していない可能性を全く考慮していないし、考慮しない合理的な理由も明らかにしていない。本件原発敷地に火砕流が到達していたとすれば立地不適となるのであり、この検討漏れは、本件原発が災害の防止上支障がないといえるか否かにとって看過し難い過誤・欠落といえる。

## 3 債務者の行った調査結果から、火砕流が到達していないと断定することはできないこと

### (1) 債務者の主張

債務者は、本件原発敷地に阿蘇4噴火による火砕流が到達していないと考える根拠として、同噴火による火砕流堆積物が残されている可能性が高いと考えられる佐田岬半島の地点を選定し、地表踏査又はボーリング調査によって、当該堆積物がないことを確認したことを挙げる（債務者書面(11)・8～10頁，23頁など）。

### (2) 考慮すべき事柄を考慮していないこと

しかし、町田教授は、伊方周辺地域に火砕流堆積物が存在しないからといって火砕流が来なかったというのは見当違いであるという（甲A343・2頁）。前記2(4)のとおり、債務者は、風化・浸食という科学的現象によって、本件原発敷地周辺に火砕流堆積物が残存していない可能性を全く考慮していない。噴出口から約160km離れた山口県秋吉台において堆積物が発見されていること、大規模火砕流は同心円状に広がることもあわせて考えれば、実際には、本件原発敷地に火砕流が到来したが、風化・浸食によって火砕流堆積物が残存していないという可能性も多分に存在する。

### (3) 債務者のいう「知見」とは単なる「データ」の意ではないこと

債務者は、佐田岬半島で阿蘇4噴火による火砕流堆積物を確認したとの知見はない、という点を強調する（債務者書面11）・22頁など）。

ここで、「知見」とは、「①実際に見て知ること。また、見聞して得た知識。②見解。見識。」をいうが（デジタル大辞泉）、債務者は、知見という用語を①の「実際に見て知ること」、すなわち、調査によるデータそのものと考えているようである。

しかしながら、原発の安全性を考慮するに当たって求められる専門的、科学的知見とは、単なるデータのことではなく、データを分析することによって得られた②の見解・見識を指す。そして、町田・新井（2011）において図示された阿蘇4噴火による火砕流堆積物の到達範囲は、まさに②の意味での知見であり、佐田岬半島において阿蘇4噴火による火砕流堆積物を確認したとの知見はない、ということとはできない。

### (4) 知見を正しく適用すれば、債務者の主張は不適切というほかないこと

債務者は、調査によって得られたデータに、風化や浸食、あるいは大規模火砕流の特性などを踏まえた科学的検討を何ら加えることなく、そのまま用いているのであり、その推論は科学的信ぴょう性に乏しいと言わざるを得ない。

### (5) 小括

このように、債務者は、風化や浸食といった科学的現象を考慮していないのみならず、噴出口から約160km離れた山口県秋吉台において堆積物が発見されていること、大規模火砕流は同心円状に広がることを前提とした科学的知見によれば、本件原発敷地に火砕流が到達した可能性が否定できないのであって、調査結果として敷地周辺に堆積物が発見されなかったからとい

って、そのみで本件原発敷地に火砕流が到達していないと結論することはできない。

#### 4 地形的障害は問題とならないこと

債務者は、本件原発敷地に阿蘇4噴火による火砕流が到達していないと考える根拠として、本件原発と阿蘇カルデラの距離は約130kmあり、その間には佐賀関半島、佐田岬半島等の地形的障害があることを挙げる(債務者書面(11)・23頁)。

しかし、これも前記2(2)で述べたとおり、大規模火砕流の特質として、噴出口から概ね同心円状に広がること、ある程度の地形を乗り越えて斜面なども覆い尽くすことが知られており、海水域もやすやすと越えていくのであって、佐賀関半島や佐田岬半島等の地形的障害がある、というだけでは、本件原発敷地に阿蘇4噴火による火砕流が到達していない根拠としては薄弱と言わざるを得ない。町田教授も、「火砕流は、ジェットコースターのように斜面を乗り越えながら流動する」「火砕流にとって、水域は障害になりません」などと述べる(甲A343・1～2頁)。なお、債権者らは地形的障害が全く問題にならないと言っているわけではなく、債務者の主張する程度では不十分であるということを指摘している。

#### 5 債務者は恣意的に過小なシミュレーションを行っていること

##### (1) 債務者による過小評価

債務者の主張の極めて重大な問題点の一つは、余りにも的外れなシミュレーション結果を信頼しているという点である。債務者は、阿蘇カルデラから本件原発敷地方向への火砕流シミュレーション評価を実施し、保守的な火砕流シミュレーションの結果でも敷地まで火砕流が到達しないとしている(債務者書面(11)・10～12頁, 23頁)。

債務者が利用した解析ソフトは「TITAN2D」とされており、阿蘇4噴火の火砕流の体積 $200\text{ km}^3$ に対して、これを上回る $320\text{ km}^3$ として計算した点を保守的と主張している。しかしながら、債務者はそもそも阿蘇4のような大規模火砕流の解析に全く適さない解析ソフトを用いており、このシミュレーション結果は全く信用するに足りないどころか、偽装とすら呼べるものである。

**(2) TITAN2Dは粒子流モデルであって、カルデラ噴火における火砕流のシミュレーションには全く適さないものであること**

ア そもそも、TITAN2Dという解析ソフトは、阿蘇4のようなカルデラ噴火による大規模火砕流の解析に用いることを全く想定しておらず、これを阿蘇4火砕流の解析に用いるのはあまりにも不適切である。

イ まず、債務者は、TITAN2Dが粒子流モデルであることを認めているが（債務者書面(11)・11頁）、粒子流とは、空中などにおける重力による堆積物の重力流又は塊状の流れをいい（岩石学辞典<sup>1</sup>より）、土石流のように山腹を下っていくようなイメージの、例えば雲仙普賢岳の溶岩ドームの崩落による火砕流のような、小規模なものが典型である。

粒子流モデルは、噴出物が、重力の効果、すなわち位置エネルギーによって流下する際に運動エネルギーに変化することから出発し、そのエネルギーが地面との摩擦や地形によって減少し、最終的にゼロとなる地点までが到達範囲である、という経験則に基づいて推定するものである。

TITAN2Dが小規模火砕流を想定していることは、TITAN2Dの使い方（甲A345）からも明らかである。これによれば、この解析ソフトは、火口位置に仮想的な円柱（＝パイル）を置き、「このパイルを崩して火砕流等を発生させる」としている（5頁）。ここにいうパイルとは、

---

<sup>1</sup> <https://kotobank.jp/word/%E7%B2%92%E5%AD%90%E6%B5%81-777211>

想定した火口位置に置く仮想的な円柱とされている（5頁）。

一般に、火砕流の発生機構については、流紋岩 - デイサイト質マグマの大規模な噴火<sup>2</sup>、プリニー式噴火の噴煙柱崩壊（スフリエール式火砕流）及び溶岩ドームの崩壊（ムラピ式火砕流）があるとされているが（甲A347）、円柱の崩壊によって火砕流が発生するというTITAN2Dのモデルは、上記記載から、溶岩ドームのような噴出物の塊を円柱と見立て、その崩壊による火砕流の到達を推計するという意味で、ムラピ式火砕流のような小規模なものを想定していると考えられるのである。

ウ 一方、阿蘇4のような大規模火砕流の駆動力は、火口から連続的に噴出する噴出物であり、後から次々と噴出する噴出物が先に噴出した噴出物を四方八方に押し出す作用である。単純化すれば、TITAN2Dが想定する火砕流の到達範囲は高度差によって決まるのに対し、カルデラ火砕流のの広がり、噴出の強度（単位時間に噴出する噴出物の量）と噴出の継続時間で決まるのであって、全く物理的過程を異にしているのである。

また、阿蘇4噴火は、噴煙地上40kmほどにまで達し、火砕流は1000mクラスの山脈すら超え、九州地方で確認されていることから明らかのように、海も越えるような密度流であったとされている。海を越える火砕流は、一部は海に沈み、一部の残ったものが海面を滑走するが、そのような物理過程も、粒子流という単純な過程では到底表現できない。

TITAN2Dが粒子流モデルであることは債務者自身が認めているところであり、そのような小規模火砕流の解析ソフトに、高さ6000mという巨大な円柱を想定し、 $320\text{ km}^3$ という大量のマグマを代入することに、科学的に見てどのような合理性があるのか全く意味不明である。

---

<sup>2</sup> 流紋岩 - デイサイト質マグマは粘性が高く、マグマが地表近くまで上昇し減圧した時点で爆発的に発泡しやすく、ガスと混合して大量の火砕流となって火口から高速で流れ出す。この場合、火砕流は火口から全方向に流下することが多く、大規模～中規模の火砕流のほとんどはこのタイプとされる（甲A347）。

仮に、この6000mという数字が、噴煙の高さを意味しているのだとすれば、阿蘇4の噴煙は30～40km程度の高さにまで到達していたとされているのであるから<sup>3</sup>全くの過小評価であるし、カルデラ噴火の噴出口がどのようなものか解明されていないにもかかわらず、なぜ火口の直径を3000mとしたのかという点についても何ら合理的な根拠も示されていない。

また、債務者が円柱の高さを6kmと設定したのは、6kmとして想定しなければ、大分県まで流れる粒子流の運動エネルギーが調達できないためと思われる。すなわち、大分県において10m程度の火砕流堆積物が見つかっていることと整合させるために、6kmという数字を恣意的に用いたのではないかと推測される。

仮に、債務者において、このような想定を行ったことについて債権者の推測とは異なる科学的合理性があるというのであれば、然るべき論拠を示すべきである。

### (3) 四方八方に火砕流堆積物が広がっていることの説明ができないこと

さらに、債務者の解析モデルでは、噴出口中心として、四方八方に火砕流堆積物が広がっていることを合理的に説明できない（債務者のシミュレーション結果は、ほぼ一方向にしか流れていない）。このことも、本解析ソフトが、そもそもカルデラ噴火のような大規模火砕流を想定していないことを推測させるものである。

### (4) そもそも現在の地形を前提としたシミュレーションは滑稽ですらあること

債務者による再現のより滑稽な欠陥を挙げるとすれば、債務者は、阿蘇山

---

<sup>3</sup> 「九重第一降下軽石および草千里ヶ浜降下軽石の噴火規模はVEI=5程度であり、噴煙柱高さは20～35kmと推定される」としている。『四国に影響を及ぼす降下火山灰に関するシミュレーション解析』四国電力、四国総合研究所研究期報103。甲A346。

周辺の現在の地形データを用いてシミュレーションを行っているが、現在のカルデラ地形や中央火山丘群は、いずれも阿蘇4以降に形成されたものであって、阿蘇4噴出時の地形ではない。そうであるにもかかわらず、現在の地形を前提として、阿蘇4噴火の際に本件原発に火砕流が到達したか否かのシミュレーションを行うことに、一体どのような合理性があるのか。理解に苦しむ。

#### (5) 小括

以上のように、TITAN2Dによって阿蘇4火砕流を解析することは、科学的にはほとんど無意味と言ってよいお粗末なものである。債務者は、火山現象であればどんなものでも数値シミュレーションによって再現でき、現象を評価できるという非科学的な発想に立っているように思われるが、上述のとおり、それはシミュレーションによって解析できる物理的過程がどのようなものであるのか、という初歩的な科学的視点を全く欠いたものであると言わざるを得ない。

仮に、TITAN2Dによって阿蘇4火砕流を解析することに合理性があるというのであれば、然るべき証拠を提出されたい。

### 6 乙148号証について

このほか、債務者は、国立研究開発法人産業技術総合研究所の「大規模カルデラ噴火影響範囲表示マップ」が示す火砕流の到達範囲について、山元ほか(2009。乙148)を引用して、「実際のサイトを対象とした巨大火山噴火の影響評価のためには、立地調査によって具体的なパラメータが取得されるべき」として、本件発電所の敷地に火砕流が到達した事実を示すものではないと主張する。

上記研究所のマップが参考値であることは債権者らが準備書面(11)でも認めて

いたことであり、債務者から指摘されるまでもない。しかし、本件原発敷地に火砕流が到達していないことが明らかにされない限り、本件原発は立地不適とされるのであるから、債務者は、立地調査によって具体的なパラメータを取得し、これを代入した結果、本件原発敷地に火砕流が到達しないことを主張・立証しない限り、安全性に欠ける点のないことの主張・立証が尽くされたとは言えないというべきである。債権者らの主張に対して「参考値に過ぎない」と反論したところで、火砕流が到達していないことの説明にはならない。

むしろ、参考値とはいえ、本件原発敷地に火砕流が到達したことを示すような資料が存在する以上、積極的にこれを否定できない限り、本件原発の安全性に欠ける点がないとは到底言えない。

### 第3 影響評価① - 最大層厚について

#### 1 VEI7クラス又はVEI6クラスの噴火について

##### (1) 債務者の確率論的評価はIAEA基準を踏まえていないこと

債務者は、VEI7クラス又はVEI6クラスの噴火については、確率論的評価に係る研究結果（例えば大西ほか（2013）乙149）を踏まえて設計段階においては考慮しなくてよいとする（債務者書面(11)・25～28頁）。

しかし、債務者の行った確率論的評価は、確立された国際的な基準たるIAEAの安全基準であるIAEA安全指針SSG-21<sup>4</sup>（甲A348。以下「IAEA安全基準」という。）に定める降下火砕物の影響評価手法に反しており、原子力基本法、原子力規制委員会設置法に違反し、ひいては原発の安全性を担保できていないものといわざるを得ない。

IAEA安全基準は、降下火砕物のハザード評価について、確率論的評価を行う場合を6.9としてコメントしている。これによれば、「確率論的手法で

---

<sup>4</sup> IAEA Safety Standards “Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations” No.SSG-21。九州電力の訳によるもの。

は、サイトの降下火砕物の数値シミュレーションを使用すべきである」とされている（甲A348・39頁）。

しかるに、債務者は、確率論的評価において、ボーリング調査によるデータをそのまま使用しているのであって、これは数値シミュレーションを用いた確率論的評価をすべきであるというIAEA安全基準に抵触する。数値シミュレーションにおいて設定する風向や風力によっては、本件原発敷地により高確率でより厚い降下火砕物を降らせる可能性が存在する。

## (2) 規制委の設計基準事故頻度はIAEA安全基準に達していないこと

債務者は、VEI7クラス又はVEI6クラスを考慮しない根拠として、原子力規制委員会の示した設計基準事故の頻度、すなわち、プラントの寿命中に1回の頻度が $10^{-1} \sim 10^{-2}$ /年（10～100年に1回。つまり、プラントの寿命を10～100年程度とみていることになる）になることを踏まえ、それよりも低頻度である $10^{-3} \sim 10^{-4}$ /年程度（つまり、1つの炉の寿命中に、概ね100分の1の確率で発生する事象）を念頭に置いていることを挙げている。

この数字自体、災害の防止上支障がないとは到底言い難いような高確率であるが（100炉の一つは必ず事故が起こる、という確率である。日本国内の原子炉が54機であることを想起されたい）、これは確立された国際的な基準であるIAEAの基準と比較しても極めて高い確率といえる。

すなわち、IAEA安全基準2.7によれば、「原子力施設における外部事象のハザード評価では、放射線影響の可能性のある事象の年間発生確率の上限値は、screening probability level(SPL)と呼ばれ、いくつかの加盟国では $10^{-7}$ が用いられている。」とされる（甲A348・11頁）。

政府や規制委が言うように「世界最高水準の基準」というのであれば、少なくともこの国際的な基準である $10^{-7}$ 程度の確率に抑えられなければな

らないはずであり、原子力基本法や規制委設置法の規定に照らしても、この程度の安全性が確保されなければならないはずである。

そうすると、債務者の主張によっても、40 cm以上の火山灰が降下する確率について、純層評価によったとしても $1.7 \times 10^{-6}$ という確率なのであり(乙149)、 $10^{-7}$ 以下にするという国際的な基準を満たしていない。

債務者の解析に従ったとしても(前述のシミュレーションを用いていない点は措くとしても)、40 cm以上の層厚は想定しなければならないということになり、債務者の最大層厚想定は過小評価ということになる。

### (3) そもそもボーリング調査の信頼性は乏しいこと

そもそも、債務者の行ったボーリング調査は、その信頼性の乏しいものであり、これを根拠として、本件原発に大規模噴火による降下火砕物が到来しないという根拠とすることはできない。

### (4) 大規模噴火の確率が高まっていることを考慮していないこと

さらに、債務者は、ボーリング調査における過去の火山灰層の平均を1.2枚/万年として、これを前提に年超過確率を算出している。

しかし、川内原発宮崎支部決定も認めるように、始良カルデラや鬼界カルデラのマグマ溜まりの状況からして、近い将来これらのカルデラが破局的噴火を起こす可能性は高まっているのであり、単なる過去の平均を前提とした確率計算が妥当するとは考えられない。

債務者の推論が正しいというためには、始良カルデラや鬼界カルデラの噴火の可能性が過去の平均よりも小さいことが前提となるが、債務者はそのような主張を行っておらず、乙149を前提として、VEI7クラス又はVEI6クラスの噴火の確率を無視できるということにはならない。

## 2 VEI 5クラスの噴火について

債務者は、VEI 5クラスの噴火についても、噴出量  $5 \text{ km}^3$  の九重山の約5万年前の噴火を検討したとする。

しかし、VEI 5クラスにも噴出量  $1 \text{ km}^3$  から  $10 \text{ km}^3$  までの幅があり、噴出量が  $5 \text{ km}^3$  でとどまるという保証はない。確かに、九重山は  $5 \text{ km}^3$  程度の噴出量であったが、阿蘇山においてはVEI 7の噴火が起こっているのであり、VEI 5クラスの中でも最大級である噴出量  $10 \text{ km}^3$  の噴火が起こる可能性は十分に存在する。九重山と本件原発の距離は約  $110 \text{ km}$ 、阿蘇山と本件原発の距離は約  $130 \text{ km}$  で、阿蘇山で九重山の噴火の倍の規模の噴火が起これば、本件原発に  $15 \text{ cm}$  を上回る火山灰が降下する可能性が存在する。

また、九重山はVEI 7の噴火を経験している猪牟田カルデラと関連する火山であり、九重山自体、 $5 \text{ km}^3$  が最大とは限らず、 $10 \text{ km}^3$  程度の規模までは考慮すべきである。

このように、本件原発周辺については、阿蘇山または九重山で噴出量  $10 \text{ km}^3$  の噴火が起こった場合の層厚などについてもシミュレーションを行うべきであり、これを行ってない場合には、看過し難い過誤・欠落が存在するというべきである。

## 第4 影響評価② - 大気中濃度について

### 1 はじめに

債務者は、降下火砕物の大気中濃度について、債権者らが指摘したように、アイスランド共和国南部のエイヤハトラ氷河で発生した火山噴火地点から約  $40 \text{ km}$  離れたハイマランド地区における大気中の降下火砕物濃度（24時間観測ピーク値）の観測値（ $3241 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を用いたことを認めている。

しかし、債権者らが、エイヤハトラ氷河噴火に関する英語文献を調査した結果、この観測地は、本件原発における大気中濃度想定として利用するには余

りにも条件の異なる過小なものであることが判明した。

具体的には、準備書面(11)で述べたとおり、i) 層厚がわずか約 5 mm の場合の濃度であり、ii) 大規模噴火のあった 4 月からは 3 か月ほど、最後の噴火から見ても 3 週間以上経過した後の再飛散値であり、iii) 降下火砕物のうち、直径  $10 \mu\text{m}$  以下の浮遊粒子 (PM10) のみの濃度の観測値である点で、極めて過少な評価となっているのである。以下、債権者らが参考にした *Journal of Geophysical Research*, vol. 117, B00C05 の“High levels of particulate matter in Iceland due to direct ash emissions by the Eyjafjallajökull eruption and resuspension of deposited ash” を基に主張する (以下「Thorsteinsson2012 論文」という。甲 A349)。

## 2 0.5 cm 未満の地点における測定値であることによる過小評価

まず、エイヤヒャトラ氷河噴火の噴火口とヘイマランドとの位置関係であるが、下図のとおり、エイヤヒャトラ氷河噴火の際、ヘイマランドでは 0.5 cm 未満の降下火砕物しか積もっていないことが分かる。

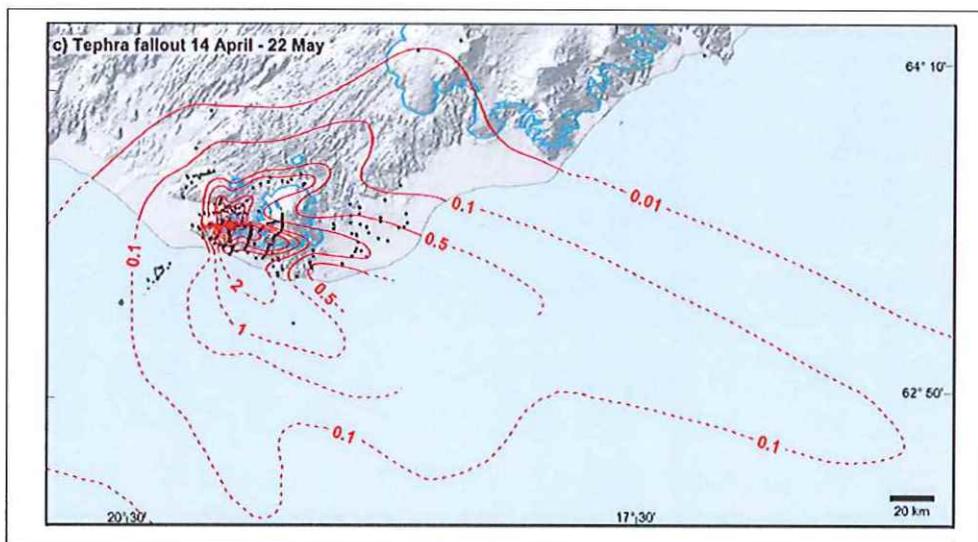


図 4: アイスランド 2010 春エイヤヒャトラ氷河噴火 降下等火山灰厚線図 (Scientific Reports, vol. 2, Article No. 572, Figure 4c URL: <http://www.nature.com/srep/2012/120813/srep00572/full/srep00572.html>)

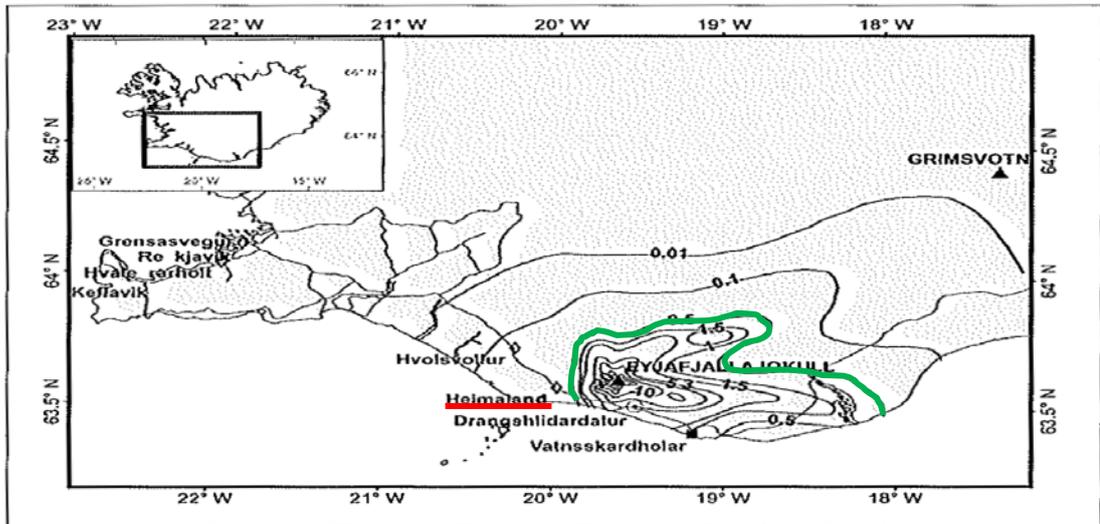


図 5: アイスランド 2010 春エイヤヒャトラ氷河噴火 火山灰降下測定地点及び降下等火山灰厚線図 (単位 cm, ResearchGate より取得した Journal of Geophysical Research Atmospheres, vol. 117, D00U10, Fig.1. URL: [http://www.researchgate.net/publication/258662565\\_Modeling\\_the\\_resuspension\\_of\\_ash\\_deposited\\_during\\_the\\_eruption\\_of\\_Eyjafjallajokull\\_in\\_spring\\_2010](http://www.researchgate.net/publication/258662565_Modeling_the_resuspension_of_ash_deposited_during_the_eruption_of_Eyjafjallajokull_in_spring_2010))

大気中濃度は、当然ながら、火山灰が多く積もる場合の方が濃くなる。

本件原発においては、債務者は最大で 15 cm の降灰を想定しているというのであるから（実際にはそれ以上の降灰が起こり得ることはいったん措くとしても）、それと 0.5 cm 地点での大気中濃度を比較すること自体、余りにも非常識で、全く信頼に足る数値ではない。

なお、債務者の主張する大気中濃度値は、実はヘイマランドにおける最大の測定値ですらない。Thorsteinsson2012 論文の 7 頁 Figure 8 (c) の赤いトレースによれば、“Heimal.(10-min)” のピーク値は、“4 June 2010” の 13 時近辺で  $3,500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を突破しており、 $3,241 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を明確に上回っている（甲 A349）。債務者の採用する参考値は、余りにもお粗末であり、意図的な偽装とすら呼べるものである。

### 3 PM10 のみの測定値であることによる過小評価

#### (1) PM10 の測定であること

次に、計測数値の意味と計測場所について、Thorsteinsson2012 論文は、

PM10を測定するための“FAR”測定ステーションにおける数値であるとしており<sup>5</sup>、PM10の測定値であることが分かる（甲A349）。

PM10がどのようなものであるかについては、2頁本文右カラム13～16行目に記載があり、直径10 $\mu$ m以下の浮遊粒子であるとされている。PM10の測定ということは、フィルタで選択的にこのような微細な粒子のみ採取して測定することを意味する。そうだとすると、空気中に漂う火山灰粒子の総量を評価するのにPM10測定値を用いると、直径10 $\mu$ m超の粒子が測定から排除されることとなり、過小評価になる。

## (2) PM10のみの測定値を用いることによる過小評価の程度

PM10のみの測定値を用いることが、具体的にどれほど過小評価になるかについては、参考になるデータが3頁の(a)グラフに記載されている<sup>6</sup>（甲A349）。

(a)グラフには4トレースあって、観測地点(火口からの距離)が異なり、観測日も異なるが、10 $\mu$ m以下の粒子が空気中を浮遊している粒子の総質量に占める割合は、55km離れた地点で"15 April"に採取したものが最大で、25%と読み取れる。これをもっとも単純に解釈すると、PM10測定値を直に用いた場合は粒子の総質量を少なくとも1/4に過小評価しているということになる。他のトレースでは10 $\mu$ mの値はより小さい。つまり10 $\mu$ m以下の粒子の割合はより小さく、このような粒子の質量(近似的にPM10質量)を総質量として用いた際の過小評価度合いは、より甚だしいことになる。

---

<sup>5</sup> 3頁"2.1 Particulate matter"以下、"[11] The mobile station (FAR), which measures PM10, was initially placed at Kirkjubæjarklaustur on 17 April 2010, but was moved to Vík on 22 April. A station from Kópavogur (HKK) was placed at Heimaland on 26 May to 30 June, a instrument from Akureyri was located at Hvolsvöllur on 12 May–23 July (Figure 2)."との記載がある。

<sup>6</sup> Figure 3 "Figure 3. (a) Measured particle size of the ash. Samples from 15 April (55 km away, red dots), 17 April (20 km away, green dots), 18 April (20 km away, blue dots), and 6–7 May (38 km away, black dots). (b) A large ash grain sampled on 15 April (scale is 10  $\mu$ m). Image taken using electron microscope at the Innovation Center Iceland."

#### 4 再飛散値を用いることによる過小評価

##### (1) 再飛散値であること

ア さらに、債権者らは、アイスランド緊急災害対策本部の作成した資料（以下「緊急災害対策本部資料」という<sup>7</sup>。甲A350）から、債務者の用いる $3,241 \mu\text{g}/\text{m}^3$ という数値が噴火から数週間～数か月経過した後の再飛散値となっていることを確認した。

イ 緊急災害対策本部資料は、その英語タイトルからして2010年7月2日付の資料であるところ、この1頁下から7～5行目には、「過去数日間において、アイスランド南部では広範囲にわたって風による火山灰の飛散があり、7月1日木曜日の大気中微粒子量24時間平均値は、ヘイマランドとハヴォルスヴォルルールにおいて健康基準の $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を大幅に上回った。」との記載<sup>8</sup>がある。

そうすると、「 $3,241 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 」という値が観測されたのは2010年7月1日であることが分かる。

ウ 一方で、「アイスランド南部エイヤヒャトラ氷河で発生（平成22年4月）した火山噴火」において、火口より1km以遠への火山灰降下があった期間は5月22日頃までであり、6月4～8日にかけて再度爆発が起きたものの、その火山灰降下は、火口から1km以内に留まったものとされている<sup>9</sup>。

---

<sup>7</sup> "STATUS REPORT 2 July 2010, Eyjafjallajokull Volcanic Eruption"

<sup>8</sup> "There has been extensive wind-blown ash in the south of Iceland in the last two days and on Thursday 1 July the airborne particle 24 hour averages were far above the health regulation limit of  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  in Heimaland and Hvolsvollur."

<sup>9</sup> Nature Publishing 発行の学術雑誌, Scientific Reports, vol. 2, Article No. 572. "Ash generation and distribution from the April-May 2010 eruption of Eyjafjallajokull, Iceland" 以下「Gudmundsson2012論文」という。甲A351)に記述がある。当該論文2頁から6頁にかけての本文記述, "Eruption Overview"中に, "IV. Final phase (18-22 May), the period when the eruption declined and eventually continuous activity stopped. Explosions occurred on 4-8 June, but these involved minute amounts of magma, and caused limited dispersion of

エ したがって、測定データのとられた2010年7月1日というのは、火山灰が1 km以内に留まった最後の噴火からですら3週間以上が経過しており、時期的に見て、債務者が示す「火口から約40 km離れたヘイマランド地区」での「大気中の火山灰濃度値」は、噴火によって火口より直接飛来したものを測定したものではありえない。

オ また、前述の緊急災害対策本部資料には、「風による火山灰の飛散があり」との記載があることから明らかなように、債務者の提示する「3, 241  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 」という観測値は、いったん地面に降下した火山灰が風によって再飛散したことに由来するものであることが分かる。

## (2) 再飛散値を用いることが不適切であることは自明であること

このように、債務者の採用する濃度値は、日付的に見ても、資料上からも、再飛散由来の火山灰濃度測定であることが判明したのであるが、噴火によって火口より直接飛来する火山灰の大気中濃度が、風によって再飛散した火山灰の大気中濃度よりも相当濃くなることは経験則に照らしても当然であり、本件原発における噴火時の火山灰降下リスク評価に、再飛散値である3, 241  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を用いることそれ自体が不適切である。

## 5 債権者らによる試算

### (1) アイスランド2010噴火における適切な火山灰濃度の推定

ここまで述べてきたとおり、債務者の提示する「3, 241  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 」という大気中火山灰濃度値は、明らかに三重の過小評価となっているのであり、本件原発の火山灰リスク評価に用いるには極めて不適切な値である。

債権者らがこれらの調査を行うに当たっては、匿名を希望する研究者の協力が得られた（この研究者は、「木曾佑」というペンネームを用いているた

---

tephra, confined to an area within 1 km of the vents.”とある。

め、以下「木曾氏」という。)。木曾氏は、債務者の用いた測定値の不合理性を非常に論理的・科学的に指摘しただけでなく、本件原発における火山灰リスク評価を行うのにより適切な値を得るべく調査を行ってくださった。同人によれば、アイスランド南部2010噴火のデータを用いる際の注意点は3種類存在する。

① PM10測定値ではなく総浮遊火山灰量を推定する必要があること

② 再飛散値ではなく噴火より直接降下した火山灰を評価する必要があること

③ ごく短時間の測定ではなく、降下継続時間を評価する必要があること

①については、実測時のPM10の濃度が分からないため推測に拠らざるを得ないが、できるだけ近い数値を用いる。

②については、データを適切に取捨選択することで対処する。具体的には、実際に噴火が起きて遠方まで火山灰が飛散し、かつ観測点方向への飛散があった日のデータを用いることに加え、定常的な再飛散由来のものを排除するため、一定の数値以下の数値は、再飛散由来のものと判断して0とする。

③について、債務者が採用する数値は、ごく短時間、例えば1時間にも満たない間だけ継続した数値のピーク<sup>10</sup>であり（甲A349）、この短時間のピークの数値を最大濃度として評価すると、結果の誤差が大きくなるというものである。

そこで、債権者らとしては、PM10の測定ピーク値ではなく、観測された24時間平均値を用いることで、想定濃度×継続時間の積を算出する（そして現実的な降下継続時間を何通りか想定する）ことで、より妥当な推算を行う。

---

<sup>10</sup> 甲A349：Thorsteinsson2012論文7頁Figure 8(c)の"Heimal.(10-min)" "4 June"13時近辺のピーク（ただし、幅3～6時間の長時間ピークの上の突き出しとなっている）。

## (2) 火山灰降下速度を一定と仮定した場合の総降下量と比例係数

ここでは、大気中火山灰濃度を推定する前提として、火山灰の総降下量と火山灰濃度及び降下継続時間との間の関係を示しておく。

火山灰降下速度を  $y$  [m/s] と仮定して、これと地表直上空気の火山灰濃度  $x$  [mg/m<sup>3</sup>] との積である  $xy$  [mg/(s・m<sup>2</sup>)] が、1秒間の地表単位面積あたりの堆積（降下）量を表す数値である。

$$\text{降下速度}(y) \times \text{濃度}(x) = \text{単位時間} \cdot \text{面積あたりの降下量} \cdots \text{㉗}$$

なお、水平方向の風があっても、全体が水平方向に移動するだけで、時刻0秒から  $z$  秒までの間に地上に降下する火山灰の時刻0秒における高度は0から  $yz$  [m] で変わりがないため、風は考慮しない。

このモデルでは、火山灰の降下量 ( $M$ ) は、火山灰濃度 ( $D$ ) 及び経過時間 ( $T$ ) に比例する。

$$\text{総降下量}(M) = \text{降下速度} \times \text{濃度}(D) \times \text{経過時間}(T) \times \text{面積} \cdots \text{㉘}$$

つまり、総降下量は、大気中火山灰濃度を時間積分したものに比例する。火山灰濃度の時間積分、つまり、仮に火山灰濃度を一定と仮定した場合における火山灰濃度と降下継続時間の積と総降下量の比例係数 ( $C = (\text{火山灰濃度} \times \text{継続時間}) / \text{総降下量}$ ) は、実績データにより推計可能である。

$$C = 1 \div (\text{降下速度} \cdot \text{面積}) = \text{濃度}(D) \times \text{経過時間}(T) \div \text{総降下量}(M) \cdots \text{㉙}$$

火山灰吸入によるディーゼル発電機フィルタ閉塞リスクを評価するためには、火山灰濃度 ( $D$ ) が必要である。上記式から、ある厚さの（つまり密度

を適切に仮定すれば、ある降下質量（M）の火山灰が降下すると仮定した場合の火山灰濃度は、上記比例係数Cが判明すれば算出できることになる。

$$\text{濃度(D)} = \text{比例係数(C)} \times \text{総降下量(M)} \div \text{経過時間(T)} \dots \text{㊦}$$

### (3) 火口南東側V i k地点での24時間平均火山灰濃度

ア 緊急災害対策本部資料（甲A350）2頁には、火口から南東側の海岸に位置するV i k地点における、6月25日から7月1日までの大気中微粒子の平均濃度〔 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 〕の表が記載されている<sup>11</sup>。

また、別の資料<sup>12</sup>における当該表を読み取ることにより、V i k地点における4月30日から5月26日までの24時間平均PM10濃度〔 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 〕が以下のものであったことが判明する（NAは「欠測」を意味する）。

日付	濃度	日付	濃度	日付	濃度	日付	濃度	日付	濃度
4/30	54	5/1	79	5/2	84	5/3	89	5/4	NA
5/5	NA	5/6	<u>418</u>	5/7	<u>1226</u>	5/8	<u>718</u>	5/9	63
5/10	<u>119</u>	5/11	<u>799</u>	5/12	<u>437</u>	5/13	<u>457</u>	5/14	30
5/15	<u>174</u>	5/16	98	5/17	38	5/18	37	5/19	74
5/20	60	5/21	60	5/22	89	5/23	<u>106</u>	5/24	<u>103</u>
5/25	88	5/26	<u>129</u>						

（濃度の単位は〔 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 〕）

4月30日から5月26日まで、100〔 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 〕を閾値として、

<sup>11</sup> "The 24hr averages for airborne particles in Hvolsvollur, Heimaland and Vik i Myrdal were as follows:" Hvolsvollur, Heimaland, Vik i Myrdal における"24 hour average ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )". Thorsteinsson2012 論文（甲A349）Figure 2 (a)(b) "Vik"も参照。

<sup>12</sup> 検索により得たアイスランド緊急災害対策本部の同様の資料6ファイル。

それを超えた日のデータから $100 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ を差し引いたものを噴火からの直接降下分と見なして総計すると、5月6～8日、10～13日、15日、23～24日及び26日について、閾値を超えて、単位体積当たり $3,557 [\mu\text{g}]$ 積もったことになる。

#### (4) Vik 地点における比例係数の算出

次に、4月17日から5月22日に降り積もった火山灰の厚さを算出する。

資料<sup>13</sup>によれば、4月14日～5月22日の降灰厚は $0.8\sim0.9 [\text{cm}]$ であり、これから4月14日～17日の降灰厚である $0.1 [\text{cm}]$ を控除すると、4月17日～5月22日の間の増加分は、 $0.7\sim0.8 [\text{cm}]$ となる。

本来であれば、これと4月17日から5月22日の大気中濃度を比較すべきであるが、4月18日～29日、5月5日の火山灰濃度(PM10)は不明であるため、比較できないようにも思われる。

しかし、上記期間中の火山灰濃度を0として計算すれば、比例係数を小さくする方向に働くことになるため、債権者らの計算が実際の大気中濃度よりも過小評価になるだけで、過大となることはない。したがって、上記期間中の火山灰濃度は0として計算する。

また、降灰厚は $0.7\sim0.8 [\text{cm}]$ と範囲のある数値となっているが、これは $0.8 [\text{cm}]$ とした方が比例定数がより小さく、下限を示す数値となるため、 $0.8 [\text{cm}]$ とする。

以上を前提として、⑦の式から比例係数を算出すると、次のようになる。

比例係数C

---

<sup>13</sup> 甲A351 : Gudmundsson2012論文・5頁 Figure 4 "Isopach maps (thickness in cm) of tephra distribution during Phase I(the first explosive phase) 14-18 April and the whole eruption(c)"

$$= \text{濃度 } 3557 \text{ } [\mu\text{g}/\text{m}^3] \times \text{経過時間 } 24 \text{ } [\text{h}] \div \text{降下量 } 8 \text{ } [\text{mm}^{14}] \\ \div 10.7 \text{ } [(\text{mg} \cdot \text{h}) / (\text{m}^3 \cdot 1\text{mm})]$$

この式は、1 [h] かけて1 [mm] 積もる降灰があった場合、そのときのPM10に限った火山灰濃度が、10.7 [mg/m<sup>3</sup>]であることを示している。6時間かけて1 [mm] 積もる場合は、その分濃度が薄まることになるので、6で割って、約1.8 [mg/m<sup>3</sup>]となる。

#### (5) Vik 地点の数値を用いた降下火山灰層厚150 [mm] 状況での火山灰濃度推計

そうすると、6時間かけて150 [mm] 積もる降灰があった場合、前節の比例係数より、PM10濃度は、1.8 [mg/m<sup>3</sup>] × 150 [mm] = 270 [mg/m<sup>3</sup>] となり、半日 (12時間) であれば135 [mg/m<sup>3</sup>]、1日 (24時間) かけて積もる場合でも、67.5 [mg/m<sup>3</sup>] という濃度が予想される。

降下時間次第で濃度は異なるものの、上記濃度を、債務者の示す「3, 241 μg/m<sup>3</sup>」 ≒ 3.2 mg/m<sup>3</sup>」と比較すると、6時間かけて降下する場合には約84倍、1日 (24時間) かけて降下する場合でも約21倍を超過することになる。

なお、この計算では、ほとんど全ての計算過程において、不確定要素がある場合には過小評価する方向で計算している上に、PM10の数値であるという問題がある。例えば、前述したように、PM10は少なくとも全体の1/4程度の割合しかないと推定されるため、債権者らの試算を単純に4倍するだけでも、債務者の数値と比較すれば、6時間かけて降下する場合には約336倍、2

<sup>14</sup> ④の式によれば、本来は降下量の単位は [mg / (s · m<sup>2</sup>)] であるが、火山灰の密度が不明であるため、ここでは厚さ [mm] を用いる。

4時間かけて降下するとしても約84倍となる。

## (6) 小括

以上のとおり、アイスランド2010年噴火において、債務者の示す「3, 241  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 」という火山灰濃度は、著しく過小に評価されている。実際には、アイスランド2010年噴火クラスの噴火によって150 [mm/日]の降灰が本件原発に降り積もった場合には、大気中火山灰濃度は、債務者の主張の84倍以上となる。

## 6 セント・ヘレンズ噴火の例

### (1) セント・ヘレンズ噴火の概要

裁判所におかれては、この余りの過小評価の甚だしさに「確かに多少の過小評価はありそうであるが、債権者らも、反対に、大気中濃度を過大評価しているのではないか」との疑念を感じるかもしれない。

そこで、債権者らは、1980年に噴火したセント・ヘレンズ山の例を挙げて、債務者の想定が極めて過少であることを説明する。

セント・ヘレンズ山は、アメリカ合衆国のワシントン州スカマニア郡にある活火山で、カスケード山脈の一部である。1980年3月に最初の噴火が起こったが、収まったかと思われて避難していた周辺住民が一時帰宅し始めていた5月18日に、VEI5（噴出物の量 $1\text{ km}^3$ 以上）の大規模噴火を起こした。

この噴火の際の総噴出量は明らかではないが、債務者はVEI4のエイヤヒャトラ噴火を参考にしているのであるから、セント・ヘレンズ噴火を参考にできない理由はない。

### (2) Yakima 地区における降灰量

この噴火の際、セント・ヘレンズ山から約135 km東側にあったYakimaという地点においては、次表のとおり、5 mm程度の降下火砕物が降ったとされる<sup>15</sup>（甲A352・2枚目）。

BERNSTEIN, ET AL.

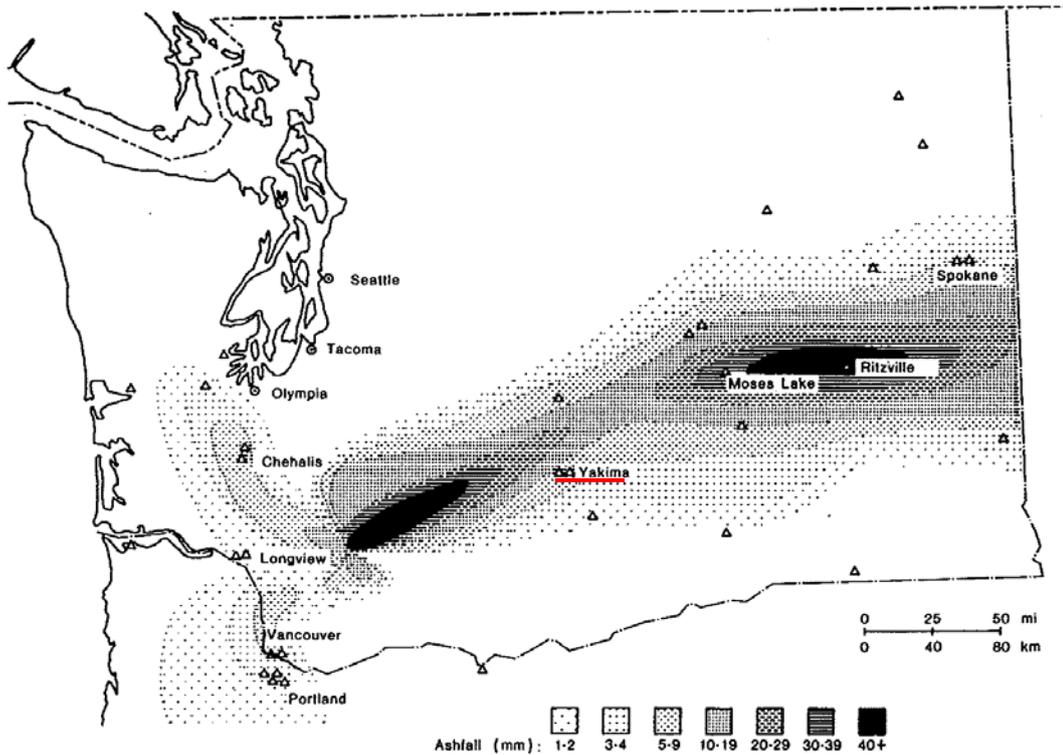


FIGURE 1—Ashfalls after first three major eruptions of Mount St. Helens and locations of Washington and Oregon hospitals under Centers for Disease Control surveillance. Ashfall paths: May 18, 1980, northeasterly affecting Yakima, Ritzville, and Spokane, Washington; May 25, northwesterly affecting Chehalis and Centralia, Washington; June 12, southwesterly affecting Vancouver, Washington and Portland, Oregon. SOURCE: US Geological Survey professional paper #1250. Reprinted with permission from the *Journal of the American Medical Association*.<sup>26</sup>

### (3) Yakima 地区における大気中火山灰濃度

上述のように、Yakima 地区においては、5 mm程度の降灰があったわけだが、その際の大気中火山灰濃度は、次表のとおり、大規模噴火のあった5月18日において、24時間平均値が、33,400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ という数値となっている（甲A352・3枚目）。

<sup>15</sup> “Immediate Public Health Concerns and Actions in Volcanic Eruptions: Lessons from the Mount St. Helens Eruptions, May 18-October 18, 1980” ROBERT S. BERNSTEIN, MD, PHD, PETER J. BAXTER, MD, HENRY FALK, MD, MPH, ROY ING, MD, MPH, LAURENCE FOSTER, MD, MPH, AND FLOYD FROST, DRPH

**TABLE 1—Results of Environmental Protection Agency (EPA) Air Monitoring for Total Suspended Particulates (TSP) Before and After the May 18 Eruption, 24-Hour Average Concentrations (ug/m<sup>3</sup>), Yakima, Washington, 1980\***

Before May 18	On May 18	May 19–May 25	On May 26	May 27–June 11
≤50	<u>33,400</u>	5,800–13,000	250	50–250

\*In the early morning of May 26, a prolonged and heavy rainfall occurred in the town of Yakima. Ashfalls from the major eruptions of May 25 and June 13, 1980, were deposited to the west and southwest of Mount St. Helens, respectively (i.e., in the opposite direction from Yakima).<sup>14</sup> (3, 4, 9) The EPA Action Levels for 24-hour average concentrations of TSP, derived from the combustion of fossil fuel pollutants, are: Alert, 375 ug/m<sup>3</sup>; Warning, 625 ug/m<sup>3</sup>; Emergency, 875 ug/m<sup>3</sup>; and Significant Harm, 1000 ug/m<sup>3</sup>.<sup>26</sup>

このように、セント・ヘレンズ噴火においては、九重山と本件原発との距離（約110 km）よりも遠い地点においてすら、直接降下した火山灰の大気中濃度は、債務者の想定の10倍以上となっている。しかもこれは、わずか5 mm程度の降灰であっても3万  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  を超える大気中濃度となることを示しているのであり、仮に債務者が想定するように15 cmの降灰の場合には、これをはるかに上回る大気中濃度となるはずなのである。約84倍という債権者らの試算が過大評価ではないどころか、より一層債務者の過小評価の酷さが理解できるはずである。

## 7 まとめ

ここまで述べてきたとおり、債務者が用いる大気中火山灰濃度の数値は、①全降下火砕物の濃度ではなくPM10の数値である点、②直接飛来した降下火砕物の濃度値ではなく再飛散値である点、及び③わずか0.5 mm以下の層厚しかない地点での計測値である点で、84倍を超える極めて過小な数値である。

現に、1980年のセント・ヘレンズ噴火においては、火口から約135 km離れたYakima地区において、5 mm程度の火山灰によって33,400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  という、債務者想定の10倍以上の大気中濃度が測定されている。

そうであるにもかかわらず、債務者はこれらの点を全く考慮することなく、エイヤヒャトラ噴火における実測値をそのまま用いて非常用ディーゼル発電機の吸気フィルタ閉塞時間を評価している。

これが看過し難い過誤・欠落であることは明らかであり、本件原発の安全性は全く確保されていないというほかない。

## 第5 影響評価③ - 非常用ディーゼル発電機への影響について

### 1 問題の所在

債務者は、降下火砕物の非常用ディーゼル発電機への影響について、債務者書面(11)・19～20頁、29頁以下で縷々主張・反論をしているが、これを要約すると以下のようなものになると思われる。

まず、①降下火砕物の侵入の問題である。債務者は、(i)非常用ディーゼル発電機等の外気取入口を下向きにしていること、(ii)吸気フィルタにより大部分を捕捉できること、(iii)吸気フィルタの閉塞時間は交換に要する時間よりも十分に長いことなどから、非常用ディーゼル発電機の内部に降下火砕物が侵入しにくいと主張している。

次に、②侵入した降下火砕物による非常用ディーゼル発電機の閉塞・摩耗の問題である。債務者は、(i)吸入された降下火砕物の大半は排気ガスとともに外気に放出されること、(ii)シリンダライナとピストンリングとの間隙が狭く、降下火砕物が入り込むことはほとんどないこと、(iii)仮にこの間隙に入り込んだ場合でも、降下火砕物は破碎し易いため、ピストンリングとシリンダライナとの接触により破碎され、潤滑油とともにクランクケース内へ降下すること、(iv)降下火砕物は破碎し易い一方で、シリンダライナ及びピストンリングは耐摩耗性を有する鋳鉄材であり、摩耗が生じる可能性は小さいこと、(v)降下火砕物よりも硬い黄砂現象でも非常用ディーゼル発電機が損傷した例はないこと、(vi)シリンダ内の温度が1000℃を超えて降下火砕物の熔融が生じたとしても、極めて短時間の局所的な現象であり、すぐに融点より低い温度にとどまり再び固化するため、焼付きは生じないことなどを理由に、非常用ディーゼル発電機は閉塞・摩耗しないと主張している。

そこで、以下、第2項で①の問題を、第3項で②の問題に対する債権者らの反論を述べる。

## 2 ①降下火砕物の吸入の問題について

### (1) 降下火砕物の侵入についての評価が不合理であること

#### ア 債務者の主張

債務者は、「外気の吸入口に設置している設置している吸気消音器下部から吸い込まれる構造になっているため、降下火砕物が吸い込まれにくく、さらに、その入り口には、吸気フィルタ（粒径120 $\mu$ m以上において約90%捕獲）を設置している」ことを理由に、「降下火砕物が容易に非常用ディーゼル発電機の機関内に侵入することはない」と主張する（債務者書面（11）・29頁）。

#### イ 浮遊性粒子の吸い込みについて

しかし、前述のヘイマランドにおける大気中火山灰濃度測定において、再飛散値が一定の濃度となっていることから明らかなように、火山灰は風や吸気による流れなどの影響を受けて容易に舞い上がったり、吸い寄せられたりする性質を持っている。特に、粒径の小さい浮遊性粒子については、たとえ吸気口が下向き構造になっていたとしても、相当量が吸い込まれて非常用ディーゼル発電機の機関内に侵入する可能性が十分にある。

#### ウ 侵入する量について

また、上記第3で述べた通り、本件原発には、VEI7クラス以上の超巨大噴火により、債務者が想定する厚さ15cmをはるかに上回る降下火砕物が到来する危険がある。さらに、VEI5の最大値である噴出量10 $\text{km}^3$ の噴火ですら、15cmを超える降灰があり得ることは、前述したとおりである。

債務者は「粒径120 $\mu$ m以上において約90%捕獲」としているが、

これは、裏返せば、 $120\mu\text{m}$ 以上の降下火砕物の約10%は吸気フィルタに捕獲されないということだし、粒径 $120\mu\text{m}$ より小さい降下火砕物についてはそれ以上に侵入するという意味である（このより小さい降下火砕物がどの程度侵入するのかを明らかにしていない点も、検討の欠落といえる）。

大量の降下火砕物が到来した場合、降下火砕物が非常用ディーゼル発電機のシリンダ内に侵入する量はそれだけ増大することとなる。

## (2) 閉塞時間とフィルタ交換に要する時間との想定に欠落があること

### ア 債務者の主張

債務者は、非常用ディーゼル発電機のフィルタ閉塞までに要する時間について約19.8時間としたうえで、仮にフィルタが目詰まりを起こしたとしても、吸気フィルタは2系統あり、片方の系統を停止したうえで、要員3～5名で約1時間で交換できるとする。そして、仮に大気中火山灰濃度に10倍の過小評価があり、閉塞までの時間が10倍速くなるとしても閉塞までの時間は約2時間であるため、フィルタが目詰まりを起こす前に交換を行うことができると主張する（債務者書面(11)・29～30頁）。

### イ 実際には少なくとも80倍以上の過小評価があること

しかし、10倍というのは、川内原発宮崎支部決定が認定した「少なくとも10倍」というものであり、同決定も「10倍である」ことを認定したわけではない。債権者らとしては、実際には、第4の5記載のとおり、少なくとも80倍以上の過小評価があると考えている。合理的な推論の上で出されたこの80倍以上という指摘に対して、債務者が合理的な反論ができない限り、過小評価を10倍程度にとどまると考えることは許されない。

そして、約80倍の過小評価ということになれば、フィルタ閉塞時間は

0. 25時間程度（15分程度）となるのであり、フィルタ交換は間に合わず、目詰まりを起こすことになる。

ウ 火山灰による作業の困難さを考慮していないこと

また、債務者は、火山灰の降下に伴う作業の困難性を全く考慮に入れずにフィルタ交換に要する時間を1時間と見積もっている。

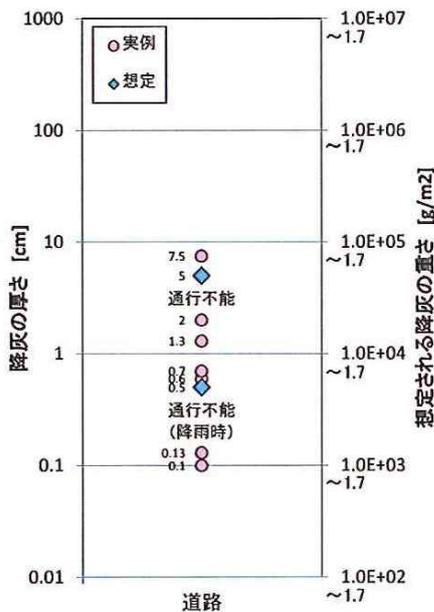
## 降灰の厚さ・重さから見た分野別被害状況(1-1. 道路)

降灰の厚さにより、  
**通行不能**  
**(徐行運転)**  
の影響が生じる。

【富士山ハザードマップ検討委員会(2004)による被害想定】

- ◆通行不能(5cm/日)  
降灰が5cm/日以上では除灰が不可能であると考え、道路が通行不能になると想定
- ◆通行不能(降雨時)(5mm/日)  
降雨時には除灰する車が動けず除灰が出来ないと考えて通行不能になるとした。

1mmの厚さを重さに換算すると1000~1700g/m<sup>2</sup>となる。



【具体的な内容(降灰の厚さ)】

- 通行不能
    - 7.5cm  
高速道路完全閉鎖5日間。市内の道路は速度制限。(セントヘレンズ1980) 3)
    - 2cm  
宮崎県都城市山田町の市立山田小学校への通学路には2cm以上の灰が積もったため、市教育委員会が同日、臨時休校を決めた。(霧島山2011) 22)
    - 1.3cm  
市内交通規制5日間。速度制限。降灰後最初の48時間はあらゆる種類の交通が麻痺。視界不良。自動車のエンジン故障。(セントヘレンズ1980) 3)
    - 7~8mm  
堆積厚7~8mmの火山灰、軽石が降下。南岳から北西方15~20km離れた九州自動車道は多量の降灰のため、高速道として機能しなくなり、降灰除去のため約1日通行止め。(桜島1995) 4)
    - 6mm  
高速道路の完全閉鎖2日間。視界不良。自動車のエンジン故障。(セントヘレンズ1980) 3)
    - 1.3mm  
市内交通規制5日間。速度制限。定期便の運行を見合わせ。(セントヘレンズ1980) 3)
  - 徐行運転(1~2mm)  
約1~2mmの火山灰が降下。霧が立ち込めたような状態。一時は視界3mで車はノロノロ運転。対向車が巻き上げる火山灰に視界がさえぎられ、4歳児をはね1ヶ月のけが。(新潟焼山1974) 5)
- 参考  
桜島の事例によると、500g/m<sup>2</sup>(約0.5mm)以上の降灰があり、道路の白線が見えなくなると緊急体制により道路の降灰除去を実施。(富士山ハザードマップ検討委員会2002) 1)



セントヘレンズ1980噴火に伴う降灰(都市における火山灰災害の社会的影響に関するシンポジウム2003)



桜島の降灰に伴い高速道路通行止め(1995年8月25日南日本新聞朝刊)



富士山噴火に伴う降灰の状況(2011年8月31日気象庁撮影)

2

(甲 A 3 5 3 ・ 気象庁『降灰の影響及び対策』 2 頁下段)

しかし、実際には、前頁の図のように、気象庁も、降雨時にはわずか5mmの降灰で、降雨時ではなくても5cmの降灰で道路は通行不能となると想定されているのであって<sup>16</sup>、わずか6mmの降灰によって自動車のエンジンが故障した例も報告されている。そもそもフィルタ交換のために現

<sup>16</sup> 甲 A 3 5 3 ・ 気象庁の「降灰の影響及び対策」

<http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kouhai/kentokai/1st/sankou2.pdf>

場にたどり着ける保証すらない。別の資料でも、例えば1929年の阿蘇の噴火について「人畜の歩行困難を極め山麓の色見村の如きは全然歩行も外出もできず」とか、1991年の雲仙の噴火について「南千本木、本光寺町などでは、大量の降灰があり、一時は1 m先も見えないほどだった」とか、1978年の有珠の噴火について「水を含んだ灰はヘドロのように重みを増して思うように流れず、こびりついてしまうため、時にはスコップで削り取らなければならないほど」とかいった記載があり<sup>17</sup>（甲A354・44～45頁）、歩行・通行の困難さや視界不良などを如実に物語っている。

また、防塵マスクを装着しての作業は、視界部分に灰が付着し、これを除去するために何度も作業中断を余儀なくされる可能性もあるし、非常用ディーゼル発電機のフィルタ交換を行う必要が生じるのは外部電源が喪失した場合であるから、夜間ともなれば暗中之での作業を強いられる可能性もある。

降灰時の歩行・通行や作業が困難を極めることは、2014年9月に発生した御嶽山の噴火の例を見ても明らかである。債務者はこのような現実のリスクを考慮しておらず、債務者の想定より10倍速く2時間で閉塞するとした場合であっても、フィルタ交換が間に合うかは疑問である。

債務者が、本当に災害時に1時間でフィルタを交換できるというのであれば、机上の論理ではなく、状況を再現しての模擬実施結果などを証拠として提出すべきである。

### (3) 小括

以上のとおり、①降下火砕物の吸入の問題については、そもそも吸入量を

---

<sup>17</sup> 甲A354・須藤茂『降下火山灰災害 - 新聞報道資料から得られる情報』地質ニュース604号41～65頁、2004年12月

過小に楽観的に考えている可能性があり、また、大気中火山灰濃度を少なくとも80倍以上過小評価することにより、フィルタ閉塞までの時間を不当に長く想定し、さらに、降灰時の作業効率の低下を考慮しないことにより、フィルタ交換に要する時間を不当に短く想定しているなど、債務者の想定には看過し難い過誤・欠落が存在する。

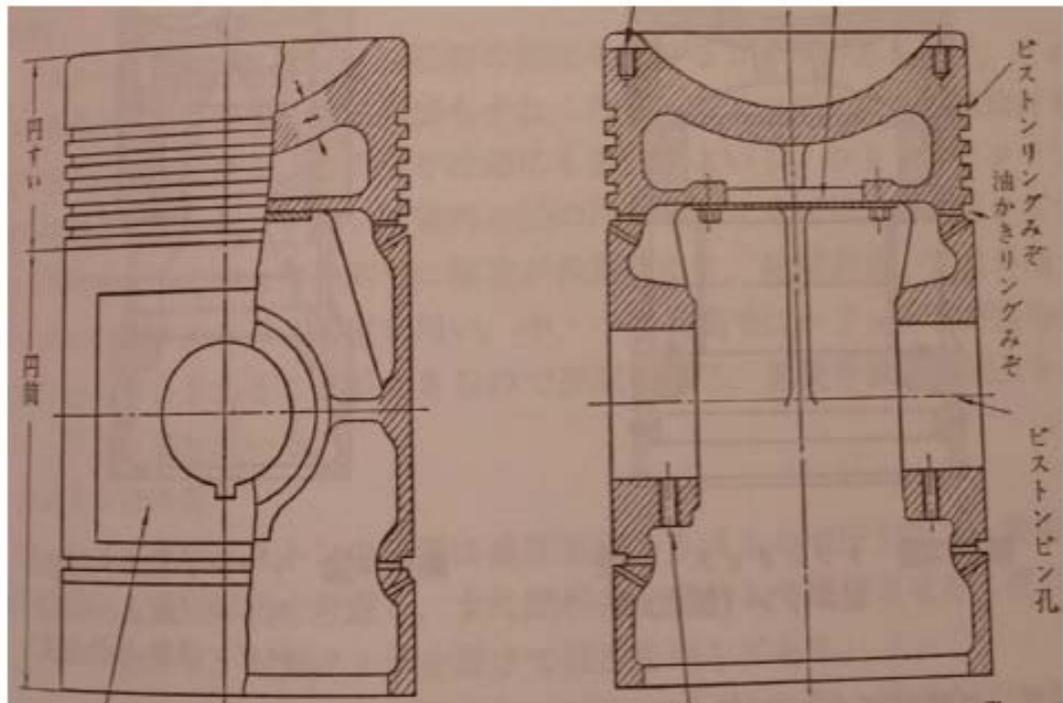
### 3 ②降下火砕物による非常用ディーゼル発電機の閉塞・摩耗について

#### (1) シリンダライナとピストンリングとの間に降下火砕物が入り込む可能性

ア 債務者は、「シリンダライナとピストンリングとの間隙（数 $\mu\text{m}$ ～十数 $\mu\text{m}$ ）は非常に狭いため、ここに降下火砕物が入り込むことはほとんどない」と主張する（債務者書面（11）・35頁）。これは、シリンダ内に吸入された降下火砕物が侵入できる隙間を「シリンダライナとピストンリングとの間隙」に限定されることを前提とするかのような主張である。

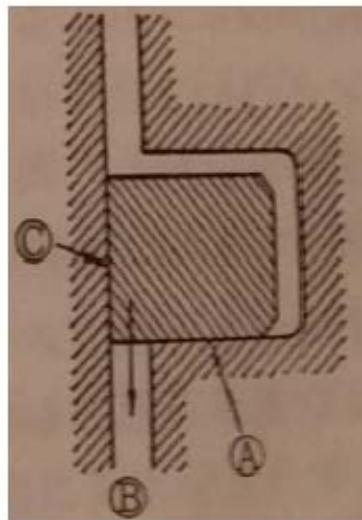
しかし、侵入を想定すべき間隙として、上記間隙のほか、ピストンに掘ってあるピストンリングのはまるべきピストンリング溝と、そこにはめられているピストンリングそのものとの間隙（サイドクリアランス）も存在する。

以下、「シリンダライナとピストンリングとの間隙」とサイドクリアランスの位置を、図を用いて説明する。



(ピストン形状<sup>18</sup>。左：カット断面図。右：断面図，上側は燃焼室，下側はクランク室)

イ 下図はピストンの断面図であるが，このうちの「ピストンリングみぞ」の部分拡大すると，次の図のようになる。



(ピストンリング<sup>19</sup>。図中左側：シリンダライナ，右側：ピストン)

<sup>18</sup> 長谷川静音著「船用ディーゼル機関教範 改訂10版」，平成22年，163頁から引用。

<sup>19</sup> 前掲長谷川，181頁から引用。

債務者のいう「シリンダライナとピストンリングとの間隙」とは、上図の◎の部分である。これに対し、サイドクリアランスは、上図のピストンリング溝とピストンリングとの間隙（白色部分であり、Ⓐの部分を含む。）である。

サイドクリアランスは、その間隙の幅が小さいと、シリンダライナとピストンが固着するリスクがあり、故障の原因となる。そこで、サイドクリアランスは、新品時においても、100ないし数十 $\mu\text{m}$ 以上の間隙となっている。サイドクリアランスの摩耗限界設定値（それ以上にならないように整備する限界値）は、最大300 $\mu\text{m}$ 程度とされる。

したがって、たとえ「シリンダライナとピストンリングとの間隙」には入り込むことがなくても、サイドクリアランスに侵入する可能性は十分に存在し、その場合には摩耗や焼付きなど、非常用ディーゼル発電機の故障（機能喪失）の原因となる。債務者の反論は不十分である。

ウ なお、債務者のいう「シリンダライナとピストンリングとの間隙」についても、全ての部分で「数 $\mu\text{m}$ ～十数 $\mu\text{m}$ 」であるとは限らないことも付言しておく。ピストンリングのシリンダライナに面した側の形状として、バレルフェイス形<sup>20</sup>であったり、テーパー（傾き）がついていたりする場合には、間隙が狭い領域はごく一部で、それ以外の領域ではそれより大きな間隙幅となっている。

したがって、「シリンダライナとピストンリングとの間隙」にも降下火砕物が侵入する可能性は十分に存在する。

## (2) 降下火砕物の間隙への侵入と硬度

ア 債務者は、仮に間隙に降下火砕物が入り込む場合であっても、「降下火

---

<sup>20</sup> シリンダとの接触面がバレル（＝樽）のように円弧状に膨らんでいる形式。

碎物は破碎し易いため、ピストンリングとシリンダライナとの接触により破碎され、ピストンリングとシリンダライナとの間に常に流れている潤滑油と共にクランクケース内へ降下する」と主張する（債務者書面（11）・35頁）。

この点について、債務者は、「降下火砕物は破碎し易く、硬度が小さい（モース硬度で5程度）のに対し、シリンダライナ及びピストンリングはブリネル硬さ230程度の耐摩耗性を有する鋳鉄材である」ことから、降下火砕物による摩耗が生じることはない、と主張する。

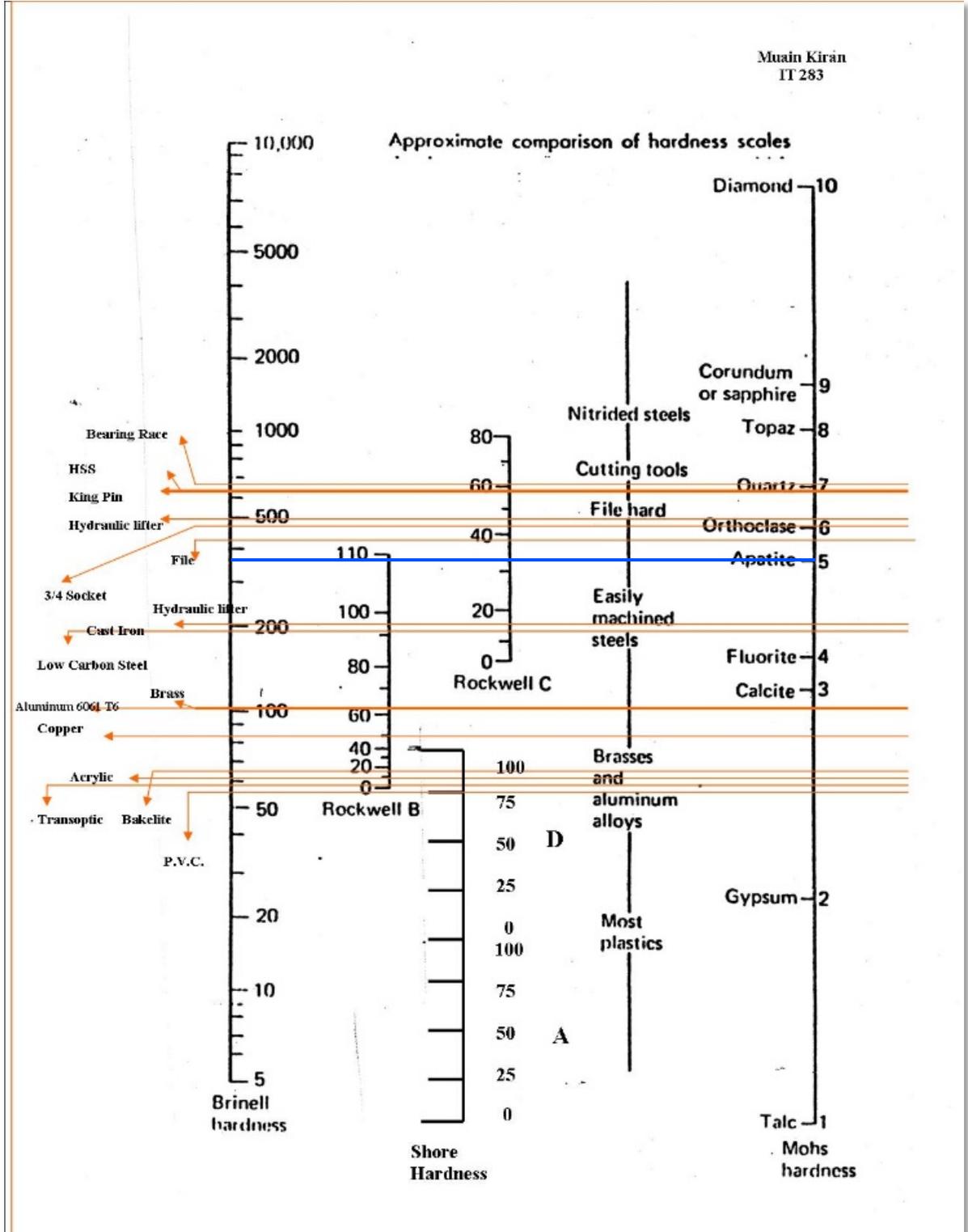
イ この点について、債権者らは、準備書面(11)において、川内原発宮崎支部決定を次のように批判していた。すなわち、モース硬度5をブリネル硬さに換算すれば370程度であり、シリンダライナ及びピストンリングのブリネル硬さ230よりも硬いことを主張していたにもかかわらず、これを採用しなかったのは不当である、と。

ウ 債務者は、このような主張に対して、「モース硬度とブリネル硬さは双方の尺度が異なるため単純に比較できない」と反論している（債務者書面（11）・36頁）。

しかしながら、この主張は、債務者自身の主張（降下火砕物はシリンダライナ及びピストンリングよりも破碎し易い）に対する否定にもなっている。債務者は、摩耗が生じない根拠として、降下火砕物がシリンダライナ等よりも硬度が小さいということを挙げていたはずである。にもかかわらず、これらの硬度は単純比較できない、と反論することは、自説の否定に他ならない。これでは、債務者の主張自体失当と言わざるを得ない。債務者の主張は余りにも非論理的・支離滅裂で、理解に苦しむ。

エ このような債務者の論理的不合理性は措くとしても、債権者らとしても、モース硬度とブリネル硬さが尺度の異なるものであって、単純比較できるものではないことは理解している。

しかしながら、これらの硬度については、一応の比較テストを行った結果をまとめた次のような表が存在する。



(Paglierani, Gary. IT 283 Hardness Testing of Materials. 2005<sup>21</sup>より。青線は筆者)

この表によれば、モース硬度 5 に相当するブリネル硬度は 370 程度ということが分かる。確かに単純比較はできないとしても、これだけ大きな差異が出ている以上、少なくとも安直に「降下火砕物は硬度が小さく破碎し易い」などということは到底できないはずである。

### (3) 黄砂と比較すること自体非科学的で不合理であること

ア また、債務者は、降下火砕物によって非常用ディーゼル発電機が摩耗しない根拠として、「毎年春頃に多く観測される黄砂現象下において非常用ディーゼル発電機が健全に運転されていることから明らか」と述べる(債務者書面(11)・36頁)。

イ これも全く非科学的な暴論と言っている。

非常用ディーゼル発電機が大気中の粒子によってどのような影響を受けるかを検討するに当たって、最も重要な点は、どの程度の粒子が機関内へ侵入するかという点であり、その意味で、大気中濃度が大きな意味を持つ。大気中濃度が濃いものほど、機関内へ侵入する量も多くなり、固着リスクは高くなる。また、当然ながら、黄砂が原発に到来している際に非常用ディーゼル発電機を稼働させたことがなければ、「黄砂によるシリンダライナとピストンの摺動面の擦り傷等の不具合」は生じない。債務者の主張は、このような問題を全く捨象し、単に降下火砕物と黄砂の硬度の比較だけで摩耗しないことを根拠付けようとしているのであり、科学の名に値しない。

黄砂の大気中濃度については、当然ながら、その時々により千差万別であり、一概にどの程度の濃度であると評価することはできないが、気象庁

---

<sup>21</sup> [http://lennon.csufresno.edu/~mhk03/hardness\\_1.htm](http://lennon.csufresno.edu/~mhk03/hardness_1.htm)

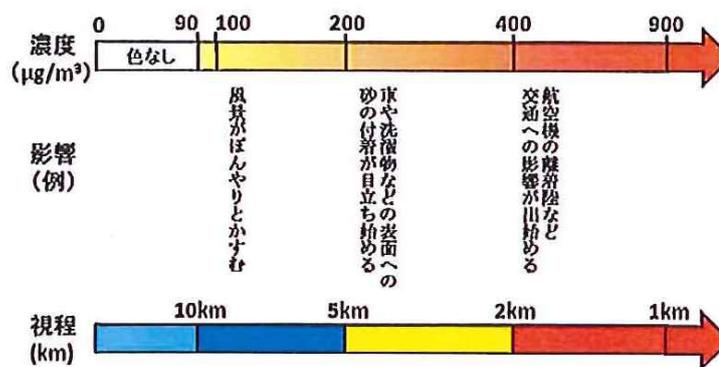
が発表している「黄砂の濃度と視程の関係」という資料が参考になる（甲A355）。

これは、黄砂の濃度によって、視程がどの程度限定されるかを比較した表であるが、この表によれば、黄砂の濃度は、多くとも $900 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度であることが窺われる。

#### 地表付近の黄砂の濃度と視程との関係

地表付近の黄砂の濃度が高くなると、洗濯物や車の汚れなどのほか、視程が悪化することで航空機の離着陸等の交通に影響が生じることもあります。

下の図は、数値予測モデルで計算した0.1マイクロメートルから10マイクロメートルの粒径の黄砂粒子による地表付近の黄砂の濃度と、国内の気象台等で観測者が目視で観測した視程との対応を統計的に調べたものです。ただし、地表付近の黄砂の濃度と視程の関係は、観測される地点での黄砂の粒の大きさや湿度の違いに左右されるため、必ずしも一定ではありません。



地表付近の黄砂の濃度と視程およびその影響のおおまかな関係

ウ また、福岡市が行った黄砂飛来時の予測に関する報告によれば、九州大学SPRINTARSによる4段階の濃度分類を載せているが、これによれば、 $40 \sim 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で「やや多い」とされ、 $100 \sim 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で「多い」、 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で「非常に多い」とされており、セント・ヘレンズ噴火の際の $33,400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と比較しても、全く比較にならないオーダーであることが分かる<sup>22</sup>（甲A356）。

<sup>22</sup> <http://www.city.fukuoka.lg.jp/data/open/cnt/3/29419/1/frepkousa2.pdf>

表 4.1 4 段階表示の基準

	少ない	やや多い	多い	非常に多い
大気汚染粒子	$x < 5$	$5 \leq x < 15$	$15 \leq x < 30$	$30 \leq x$
黄砂	$x < 40$	$40 \leq x < 100$	$100 \leq x < 200$	$200 \leq x$

注：x は該当粒子のモデル最下層から高度約 1km までの平均質量濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
 出典：日本気象学会「天気」2009 Vol.56、No.6

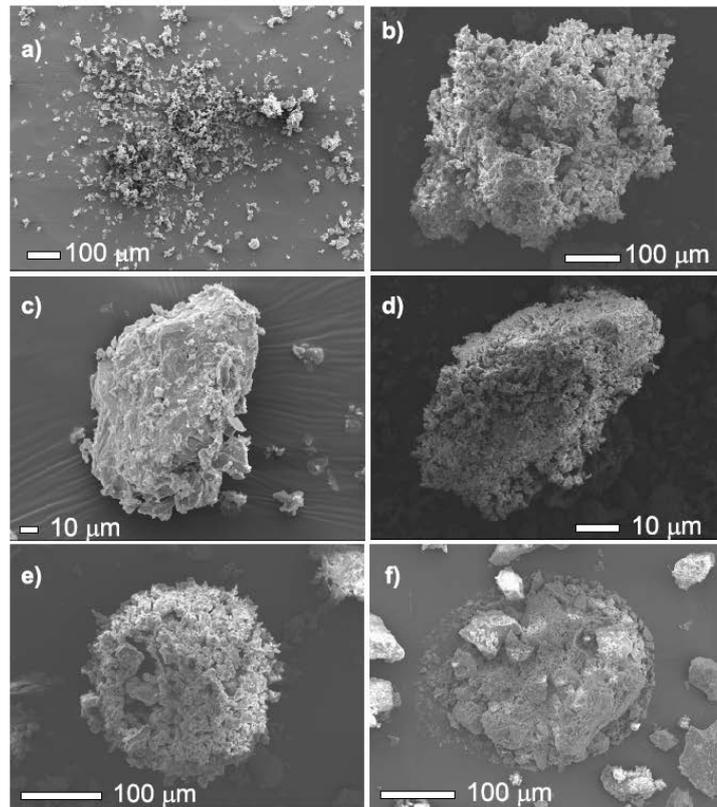
(甲 A356・146 頁下表 4. 1)

エ このように、債務者は、科学的に見れば大気中濃度が余りにも異なり、到底比較できないはずの黄砂と降下火砕物とを、単に前者の方が硬度が大きいう理由だけで比較して降下火砕物に対するディーゼル機関内の健全性を主張するものであって、到底科学的とはいえず、全く説得力に欠ける。少なくとも、債務者は、大気中濃度が数十～数百  $\text{mg}/\text{m}^3$  となるような場合でも固着が起こらないという実験も実証もしておらず、降下火砕物による摩耗・固着からの安全性を確認できていない。

(4) 降下火砕物の形状自体が摩耗しやすいものであること

ア 債務者は、降下火砕物の硬度のみに注目して摩耗が生じる可能性は小さいとするが、前述のとおり、降下火砕物の硬度はシリンダライナやピストンリングと比較して硬い可能性を否定できない。このことに加え、降下火砕物が破砕することにより生じる火山ガラス微粒子は、次の写真のとおり、非常に尖った、刺だらけの引っかかりやすい形状をしており、形状由来の摩耗能力は高い。

また、降下火砕物が破砕された結果として生じる微粒子のサイズは、 $6.3 \mu\text{m}$  ないし  $14 \mu\text{m}$  に相当し、債務者の述べる数  $\mu\text{m}$  ～ 十数  $\mu\text{m}$  という間隙に入り込み、間隙中で挟まれることにより、摩擦、摩耗、引っかかりによる固着を生ずるのに適したものとなり得る。



**Figure 7.** SEM images of ash aggregates: (a) broken ash cluster (EJ15), (b) ash cluster (EJ22), (c) coated particle (EJ15), (d) coated particle (EJ22), (e) poorly structured pellet (EJ18), and (f) liquid pellet (EJ06) (see also Table 3 for more details).

イ よって、仮に降下火砕物が破碎したとしても、ディーゼル発電機の機関を摩耗・固着させることにつながる。

#### (5) 降下火砕物の焼付きの可能性

ア 債務者は、シリンダは常時冷却されていることに加え、膨張行程は0.075秒にすぎないことなどから、シリンダ内の温度上昇は極めて短時間かつ燃料噴射部近傍の局所的な現象にすぎず、焼付きは生じないと主張する（債務者書面（11）・36～37頁）。

しかしながら、日本財団図書館のホームページ<sup>23</sup>上にある2級船用機関整備士指導書には、膨張行程における瞬間最高温度は2000℃にも達す

<sup>23</sup> <https://nippon.zaidan.info/seikabutsu/2002/00198/contents/005.htm>

ることが記載されており（甲A357）、仮にそれが債務者の主張するよう  
に一瞬のことであったとしても、それが連続して起こるうちに降下火砕物  
の融点である1000℃を上回り、降下火砕物が溶融することが十分に起  
こり得る。

イ 債務者は、仮に膨張行程でシリンダ内の温度が1000℃を超えて降下  
火砕物が溶融したとしても、すぐに温度が下がって降下火砕物は再び固化  
し、固化した降下火砕物は破碎される旨主張している（債務者書面（1  
1）・37～38頁）。

しかしながら、そもそも、大気中火山灰濃度が債務者の想定よりもはる  
かに濃いことから、債務者が想定するよりもはるかに多量の降下火砕物が  
シリンダ内に侵入する結果、降下火砕物の間隙への侵入、溶融の量も極め  
て多量となり、多量に溶融した降下火砕物が固化すれば、容易に破碎され  
ないものとなり得る。

債務者の主張は、あくまでも大気中濃度を84倍以上過小に評価し、ご  
く微量の降下火砕物しかシリンダ内に侵入しないことを前提としたもの  
に過ぎず、その前提が誤っている以上、実際には、債務者が主張するよう  
な機序を辿らず、焼付きを生じさせる。

仮に、それでも焼付きが生じないというのであれば、債権者らが主張す  
る大気中濃度下においてもなお焼付きが生じないという立論を行うべき  
である。

## (6) 小括

以上述べてきたとおり、降下火砕物あるいは破碎で生じる微粒子がシリン  
ダ内に侵入した場合、第1に、前記ピストンリング拡大図の④の部分に達す  
ればピストンリングとピストンリング溝側面の間には固形物が挟まって、ピス  
トンリングが浮く形になり、ここでの気密封止が損なわれてピストンリング

内面側経由の燃焼ガス吹き抜けによる悪影響が想定される。

第2に、サイドクリヤランスに火砕降下物が侵入した場合、粒子が多数詰まるなどすれば、ピストンリングが焼付き、ピストンが固着する危険性がある。

これらの債権者らの主張に対する債務者の反論は、いずれも大気中濃度を著しく過小に評価した前提の上に立った机上の論理に過ぎず、また、硬度に関する反論や焼付きに関する反論など、苦し紛れの暴論としか言いようがないものであって、到底説得力を持ちえない。

15cmを上回る降下火砕物が到来した場合はもちろんのこと、仮に債務者の主張するように15cmの降灰であったとしても、非常用ディーゼル発電機の機関に極めて深刻な障害が生じる。それにより非常用ディーゼル発電機が機能を喪失すれば、本件原発は冷却機能を喪失し、炉心溶融に至って債権者らの人格権を侵害する具体的な危険性が存在する。

## 第6 ディーゼル発電機が機能喪失した場合について

### 1 外部電源の信頼性

債務者は、仮に非常用ディーゼル発電機が機能喪失する可能性があるとしても、そもそも非常用ディーゼル発電機は外部電源が喪失した場合のバックアップ電源であり、本件原発の外部電源は非常に高い信頼性を確保しているから、債権者らの人格権侵害は生じ得ないとでもいうかのような主張を行っている（債務者書面（11）・38頁）。

しかしながら、火山事象による降灰は、本件原発周辺のほぼ全域に降下火砕物を降らせるのであり、複数の回線があるというだけでは十分な安全性が確保されているとは言えない。

気象庁による『降灰の影響及び対策』においても、降雨時に1cm以上の降灰がある範囲では停電が起こり、その被害率は18%とされており（甲A35

3・4頁), 15cmの降灰がある場合には, 停電被害率は相当程度高くなると考えられる。具体的な内容欄にも記載があるように, 湿った火山灰が柱状トランスなどに付着するとショートを生じるのであり(1mmの降灰の場合), このような現象が複数の箇所では起これば, 容易に外部電源の喪失に至り得る。

## 降灰の厚さ・重さから見た分野別被害状況(2-1. 電力)



(甲 A 3 5 3 ・ 4 頁 気象庁『降灰の影響及び対策』)

債務者の主張は, 規制委員会設置法1条に定めるような「事故の発生を常に想定し, その防止に最善かつ最大の努力をしなければならない」という原子力安全における基本的な認識を欠くものであり, 失当と言うほかない。

## 2 他の代替手段も機能し得ないこと

債務者は, 万が一外部電源及び非常用ディーゼル発電機が機能喪失した場合

であっても、空冷式非常用発電装置、電源車、蓄電池、可搬型直流電源装置、代替電気設備受電盤等を配備しており、炉心の著しい損傷を防止するための対策を講じていると主張する（39頁）。

しかし、債務者が列挙する代替手段のうち、大部分はそもそも降下火砕物によって通路の通行が困難な状態での有効性に疑問がある。空冷式非常用発電装置に至っては、空冷によって発電する装置であって、大量の空気を必要とするが、火山灰が問題となる場合には、その空気中に大量の火山灰が混ざっているのであって、非常用ディーゼル発電機が機能喪失するような事態であれば、フィルタの目詰まりなどにより、空冷式発電装置のような大気吸入型熱機関も機能喪失している可能性が高い。

結局、債務者の主張する他の代替手段も、火山灰が問題となる場合には有効に機能しない可能性が高い。

## 第7 結語

以上のような次第で、火山事象に関連する自然現象が発生した場合の本件原発の安全性は全く確保されておらず、債権者らの人格権を侵害する具体的危険が存在する。

債務者の主張は、いずれも初歩的な科学的理解力・論理力があれば容易に誤りだと分かる重大な過誤・欠落を含んでいるし、町田洋教授などその分野における権威と呼べる専門家からも厳しい批判にさらされている。

このような初歩的な誤りについてまで、原子力規制委員会の専門技術的裁量を尊重して司法が積極的な審査を行わない理由は何ら存在しない。伊方最高裁判決の調査官解説においても、行政に認められる裁量は政治的・政策的裁量とはその範囲も内容も異なるものであることが明示されている。

高度に専門的な次元の当不当の問題ではなく、このような初歩的な誤りについては、裁判所は、むしろ原発事故による人格権侵害の深刻さに鑑み、そのよ

うな事態を万が一にも生じさせないためにも、積極的な判断を行う必要がある。  
それが、司法に課せられた「人権の砦」としての職責であろう。

裁判所が、このような職責を直視し、勇気をもって判断を行うことを強く期待する。

以上