

平成28年(ワ)289号 伊方原発運転差止等請求事件 外

原告 〇〇〇〇 外

被告 四国電力株式会社

準備書面34

(火山補充2)

令和3年 3月18日

広島地方裁判所 民事第2部 御 中

原告ら訴訟代理人弁護士	能	勢	顯	男	
同	弁護士	胡	田	敢	
同	弁護士	前	川	哲	
同	弁護士	竹	森	雅	
同	弁護士	松	岡	幸	
同	弁護士	橋	本	貴	
同	弁護士	村	上	朋	
同	弁護士	河	合	弘	

外

目次

第1	BBNによる阿蘇4規模噴火の発生可能性の定量的評価について.....	4
1	被告の主張概要	4
2	BBNモデルを用いた被告の火山噴火予測の問題	5
(1)	火山噴火において精度の高い確率論的評価は不可能であるとされてきたこと	5
(2)	ベイズ統計学は「主観的な確率」から出発するものではなく科学的ではないと批判されていること	7
3	被告は VEI7 の阿蘇4噴火の発生可能性を評価したに過ぎず VEI6 以下の噴火の可能性を示すものではないこと	8
4	被告が前提とする噴火ステージ論は、巨大噴火を予測しうるものではないこと ...	10
第2	降下火砕物について	11
1	被告の主張の概要.....	11
2	前提とする噴火規模があまりに過小なものであること	12
(1)	被告の評価及び原子力規制委員会の基準適合判断の内容	12
(2)	多くの破局的噴火によって15cmを上回る火山灰が到来していること	15
(3)	令和2年広島高裁決定においても被告の想定は過小と認定されていること	17
3	気中降下火砕物濃度の計算が保守的とはいえないこと	18
(1)	被告の気中降下火砕物濃度の計算方法	18
(2)	被告による粒径分布の計算は過小の可能性があること	19
ア	樽前噴火についての原子力規制庁の試算との比較	19
イ	樽前噴火についての累積頻度曲線による試算との比較	21
ウ	有珠山2000年噴火との比較.....	24
エ	小括	25
4	過酷事故時の対応の困難性	26
(1)	降下火砕物により外部電源は喪失すること	26
(2)	外部電源喪失は長時間起こりうること	27

(3) 外部からのアクセスも困難となること	29
(4) 非常用ディーゼル発電機 (DG) では対応できない	30
ア 交換困難・目詰まり	30
イ 降下火砕物が非常用DG機関内に侵入すると摩耗を引き起こすこと	31
ウ 閉塞・焼付・固着を引き起こすこと	34
エ 非常用DG自体の空冷も必要となること	36
オ 小括	36
第3 火山ガイドについて	37
1 被告の主張の概要	37
2 火山ガイドは「噴火の発生可能性」を判断するためのものであるとされること ...	37
3 新火山ガイドの「現在の火山の状態を評価」という文言は論理破綻を生んでいる	38
4 火山ガイドの趣旨目的からすれば、一定の噴火予測を前提として策定されたと考え ざるを得ないこと	39
5 予測不可能な巨大噴火に対しては保守的に対処すべきこと	40

第1 BBNによる阿蘇4規模噴火の発生可能性の定量的評価について

1 被告の主張概要

被告は、阿蘇4噴火の規模の噴火の発生可能性を定量的に評価したと主張する（被告準備書面(19)6頁）。そして、定量的に評価する手法として BBN（ベイズ統計学に基づく手法）を用いている。被告によれば、ベイズ統計学は、不確実性を含む事象の予測や合理的な意思決定、障害診断などに利用することができる確率モデルの一種で、人間の経験則や感性を確率、統計学に組み込むことができるものとされている（7頁）。

そして、BBNを用いた阿蘇4噴火の規模の噴火予測についての報告書が乙423-1ないし3である。同報告書に参加した火山学者らは、現在の阿蘇に珪長質マグマが生成されていないとし（9頁）、現在は苦鉄質マグマが噴出物を支配している状況が続いており、阿蘇は後カルデラ期であって、巨大噴火をするような噴出率や組成をしておらず、噴出率では、日本の他の一般的な火山と変わらないとしている（10頁）。

そのような報告を元に、被告は噴火ステージ論に基づいて、巨大噴火においては、噴火に先立って大量の珪長質マグマが地下浅部に蓄積されていなければならないと主張する。ただし、被告自身、「巨大噴火に至る過程について十分に解明されるに至っていない」とも主張している（16頁）。

そのうえで、阿蘇4噴火の噴出量、現在の阿蘇の地下のマグマ溜まりの堆積、現在の阿蘇の地下のマグマの組成等について、既存の文献等の知見とそれをふまえた専門家の意見に基づいたモデルを構築し計算したところ、現在の阿蘇の状況を前提として今後100年以内に阿蘇4規模の巨大噴火を起こすポテンシャルは 10^{-9} のオーダーと評価されたと主張する（11頁）。

そして、そのような報告書の内容をふまえ、被告は、「本件発電所の立地評価上、阿蘇4規模の噴火を考慮する必要がないことが定量的に示された」と主張するのである。

2 BBN モデルを用いた被告の火山噴火予測の問題

(1) 火山噴火において精度の高い確率論的評価は不可能であるとされてきたこと

ア 乙423によれば、阿蘇の噴火の可能性を求めるBBNモデル（ベイズ統計学に基づくモデル）は、「現在阿蘇火山内に存在する（または今後100年以内に存在するようになる）噴火可能なマグマ推定総体積と、8.95万年前に噴出した体積」の2つの要素をもとにマグマ体積を説明しようというモデルとのことである（乙423号証の1・和訳部分2頁）。

しかし、既に原告が主張したとおり、この点、原子力規制委員会の火山検討チームにおいても、現在の科学技術水準ではマグマ溜まりの規模を的確に推測することが難しいという意見が出され、また、火山検討チームは、噴火がいつ・どのような規模で起きるかといった的確な予測は困難な状況にあるという基本的な考え方が取りまとめられているのであるから（甲C26, 27参照）、そもそも現在の阿蘇火山内に存在するマグマの体積を精度良く求めることはできないというべきである。今後100年以内に存在するようになるマグマ体積に至っては、よりいっそう不確実性が大きいと言わざるを得ない。

イ また、被告が引用する隈元意見書ですら、「ベイズ統計学の適用によって求まる巨大噴火の確率は、地震ハザードにおける年超過確率と同等に扱える精度を有するものではないと考える」と指摘している（乙424・3頁）。

乙423号証の1ないし3の作成にもかかわったとされるDr. Brittain氏も、「阿蘇4タイプの噴火の発生確率について、正確な数値を計算することは困難であり、地震ハザードを評価するために使われるような数値計算法は、阿蘇4タイプのような将来のカルデラ噴火の

数値的な発生確率を算定するためには使用することができない」と述べている（乙238・訳文1枚目）。

すなわち、Dr. Brittain氏自らも正確な発生確率を算定することが困難としているものについて、被告からの要請に応じて、仮説的に算出した程度のものが乙423号証の1ないし3ということである。ウ さらに、原子力規制委員会も、従前から、繰り返し、火山事象について精度のよい確率論的評価はできないとしており、だからこそ、これまで決定論的評価を中心とした火山影響評価を行ってきたのである。

例えば、更田委員長は、破局的噴火に関し、「このぐらい低頻度事象になると、確率の概念を引用して、確率が十分に低いかなという言い方だけで届くものではない」と発言している（甲C30）。

エ また、三ヶ田教授は、乙423号証の1ないし3の作成にも関わったDr. Brittain氏の意見書に対し、次のように反論している。

「阿蘇火山ではすでに大規模マグマ溜まりを検出するために必要十分な地球物理学的調査が行われている、大規模なマグマ溜まりは小規模なものより容易に検出できるはずである、と述べられています。…（略）…阿蘇4噴火と同等量となる200立方キロメートルの量のマグマ溜まりが現在存在しないこと、そして現在から蓄積を開始し40年間に200立方キロメートルに達するかどうかを議論した後、阿蘇4噴火が今後40年間に発生することはないという結論を導くという論理構成になっています。現在の科学技術で得られるデータのみで判断するという米国のリスク管理基準を受け入れたとしても、地下のマグマ溜まりの大きさを定量的に導くことのできない現在の火山学の見地から地下には大きなマグマ溜まりは存在しないと評価したことに大きな問題があります。さらに、1000年単位の推移の自然現象の準備過程をリセットしてマグマの体積をゼロとした後、人為的な40年という期間を設定し、VE

I 7の火山噴火噴出物量の2倍となる200立方キロメートルのマグマの供給があるかどうかを議論することは、妥当性を判断できない仮定の上に人為的な定量化基準を設ける、科学的には極めて理不尽なものです。」(甲C31)。

乙423号証の1ないし3も、基本的には、「現在の科学技術で得られるデータのみで判断するという米国式のリスク管理基準」で行ったものにすぎず、現時点で地下に大きなマグマ溜まりが存在しないという仮定に立って、100年間という人為的な期間を設定して確率を求めようとするものと考えられ、三ヶ田教授の批判は等しく妥当すると考えられる。オ いずれにせよ、原理的に考えて、精度の高い確率論的評価は現時点で不可能であり、これのみを根拠に、原発の安全という法的判断の文脈において、阿蘇4噴火と同規模の噴火の発生確率を議論すべきではない。

(2) **ベイズ統計学は「主観的な確率」から出発するものではなく科学的ではないと批判されていること**

ア そもそも、被告が乙423の1ないし3の学問的根拠としたベイズ統計学は、統計学の主流である記述統計学や推計統計学と異なり、標本を必要とせず、主観的な確率を問題とする。主観的な確率とは、判断者の主観による確率であり、ベイズ統計学は、主観的な確率から出発して、新しい情報が得られた場合に、これを修正していくことによって確率を導こうというものである(以上、甲C32)。

そのようなベイズ統計学に対しては、推計統計学の立場から、「主観確率を扱うのは科学的ではない」などと批判されており、特に、火山事象のようにデータが乏しいものに関しては、研究者の感覚(相場観)によって確率を導こうというものであるから、そこに大きな不定性が存在することはいうまでもない。

イ ベイズ統計学がこのようなものであるために、被告が引用する隈元意

見書ですら、「地震ハザードにおける年超過確率と同等に扱える精度を有するものではない」と指摘しているのであり（乙424・3頁）、このような評価に依拠して、破局的噴火の発生可能性が十分に小さいとすることができないことは、あまりにも明白である。

ウ なお、乙423号証の1ないし3は、いずれも部分的な和訳しか付さされておらず、これらの文書の内容、特に、結論を導き出した判断の過程について明らかになっていないため、文書の作成者らが行った評価方法の妥当性を検証する術がない。乙423号証の1には、「重要なことは、この結果は、モデル全特徴において数値的にすべて確認できるとともに、追跡可能であることである」と記載されている（和訳6頁）が、大部分が英語のみであり（和訳が付されていない）、事後的検証ができない状態で提出されている。

また、これらの文書は、いずれも被告が作成者らに対して報酬を支払って依頼したものであることは被告の主張からも明らかであり、被告の意向に沿って作成された疑いを払しょくできない。

この点、三ヶ田教授がDr. Brittain氏の意見書に対して批判しているのと同様、乙423号証の1ないし3も、地下のマグマ溜まりの大きさを定量的に導くことができないにもかかわらず、これができるという仮定の上で推論・確率論的評価をしているものであって、被告の意向に沿うという価値判断を前提に作成された可能性が高い。ベイズ統計学に研究者の主観が取り込まれるのであるとすればその可能性はなおさら高いといわざるを得ない。

3 被告は VEI7 の阿蘇4 噴火の発生可能性を評価したに過ぎず VEI6 以下の噴火の可能性を示すものではないこと

(1) さらに、乙423号証の1ないし3の射程も問題となる。

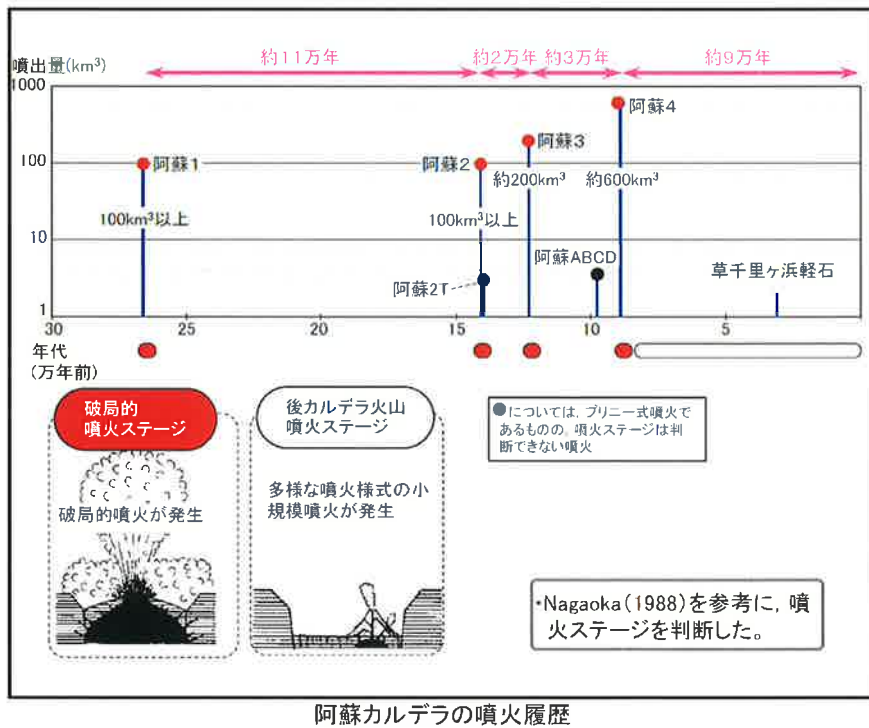
これらの証拠が算出しているのは、「今後100年間における阿蘇4規

模の噴火が発生する可能性」とされる（乙423号証の1・和訳部分6頁）。

しかし、火山ガイドが立地評価の個別評価において判断の対象としているのは、「原子力発電所の運用期間中における検討対象火山の活動の可能性」である（甲C1・8頁）。

ここでいうところの「運用期間」とは、原子力発電所に核燃料物質が存在する期間であって（甲C1・2頁）、数十年から数百年に及ぶ可能性があるものであり、「今後100年間に於ける阿蘇4規模の噴火が発生する可能性」では不十分であることは明らかである。

- (2) また、これらの証拠が求めているのは、あくまでも阿蘇4噴火と同規模の噴火、すなわち、VEI7しかも噴出量が600km³程度の噴火の発生可能性であって、これらの証拠から、阿蘇4噴火より規模が小さい破局的噴火（阿蘇1、阿蘇2及び阿蘇3のような破局的噴火）の発生可能性について判断できるわけではない。



図表1 被告作成の阿蘇カルデラにおける噴火履歴

また、破局的噴火に至らないがこれに準ずる規模の噴火の発生可能性も判断できないのであり、例えば VEI6 以下の噴火に対する発生可能性について、乙423の報告書は何ら答えるものとはなっていない。

この点、令和2年広島高裁決定（甲C23）も、「阿蘇が、過去に阿蘇4を初めとして巨大噴火を繰り返してきた火山であること、現在の科学技術水準ではマグマ溜まりの規模を的確に推測することが難しく、そのため、噴火がいつ・どのような規模で起きるかといった的確な予測も困難な状況にあることに照らすと、阿蘇において、破局的噴火に至らない程度の最大規模の噴火が発生する可能性は否定できないというべきである。」と判示しており、VEI6 レベルの噴火可能性を考えない本件報告書が火山に対する原発の安全性を担保するための報告書であるとは到底言い得ないのである。

4 被告が前提とする噴火ステージ論は、巨大噴火を予測しうるものではないこと

乙423の報告書に参加した火山学者らが、阿蘇4と同様の噴火の可能性について低く見積もる根拠は、現在の阿蘇に珪長質マグマが生成されていないとし（被告準備書面(19)・9頁）、現在は苦鉄質マグマが噴出物を支配している状況が続いており、阿蘇は後カルデラ期であって、巨大噴火をするような噴出率や組成をしておらず、噴出率では、日本の他の一般的な火山と変わらないとしている（10頁）ことにある。

このような考え方は、従前から被告が主張している噴火ステージ論に基づくものである。

しかし、この噴火ステージ論については、現時点における火山学の仮説に過ぎない。被告自身、「巨大噴火に至る過程について十分に解明されるに至っていない」とも認めているところである（16頁）。

この点、VEI6 以上の火山噴火については予測できず、マグマ溜まりの性

状では噴火規模を判断できないことについては、既に主張したところである（原告準備書面30・16頁以下）。

この点、阿蘇研究の第一人者である須藤靖明氏は、安部祐希氏の2012年の論文を引いて、草千里南部のマグマ溜まりの下に、体積500km³の巨大な低速度領域があることを指摘しており、これがマグマ溜まりであって、近い将来VEI7級の噴火を引き起こす可能性も否定できないとしている（甲C28・2頁）。

同様に、須藤氏は、「一般に地下構造は複雑であるため、噴出物から地下のマグマ溜まりの性質を精度よく推定することは出来ません。草千里南部のマグマ溜まりの性質が珪長質なのか、安山岩質なのか、玄武岩質なのか、安易に決めつけることはできません。」と指摘する（同3頁）。

この分野に関しては、いまだ科学の不定性が優位しているのであり、いずれかの見解が通説的であるとは断じ難い。特に、「深刻な災害が万が一にも起こらないようにする」べき原発の安全評価においては、安易に非保守的な見解に依拠し、より深刻な現象を考慮対象外とすることは許されないというべきである。

第2 降下火砕物について

1 被告の主張の概要

被告は、被告準備書面(19)において、本件発電所の敷地で想定する堆積層厚15cmに対応する気中降下火砕物濃度は3.1g/m³であるとし（21頁）、本件3号機において、非常用ディーゼル発電機の吸気消音器に着脱可能な火山灰フィルタを設置して、気中降下火砕物濃度3.1g/m³に対して、非常用ディーゼル発電機2系統を同時に機能維持できるように対策を講じていると主張する（25頁）。

そして、被告のいう対策とは、人力での取り付け、取り外しであって、閉

塞するまでの時間約3.1時間に対して、非常用ディーゼル発電機2系統の火山灰フィルタエレメントを交換するのに要する時間は約2時間以内であるから、「十分に余裕を持って対応できる」と主張する(28頁)。

2 前提とする噴火規模があまりに過小なものであること

(1) 被告の評価及び原子力規制委員会の基準適合判断の内容

ア 本件原発の設置変更許可に係る審査書によれば、被告は、降下火砕物に関し、敷地付近で厚さ5cmを超える降下火山灰はいずれも九州カルデラ火山を起源とするとし(噴出源の同定)、それらカルデラ火山のマグマ溜まりは巨大噴火直前の状態ではないため、発生可能性が十分低いと評価している(乙2・6-8-14頁)。

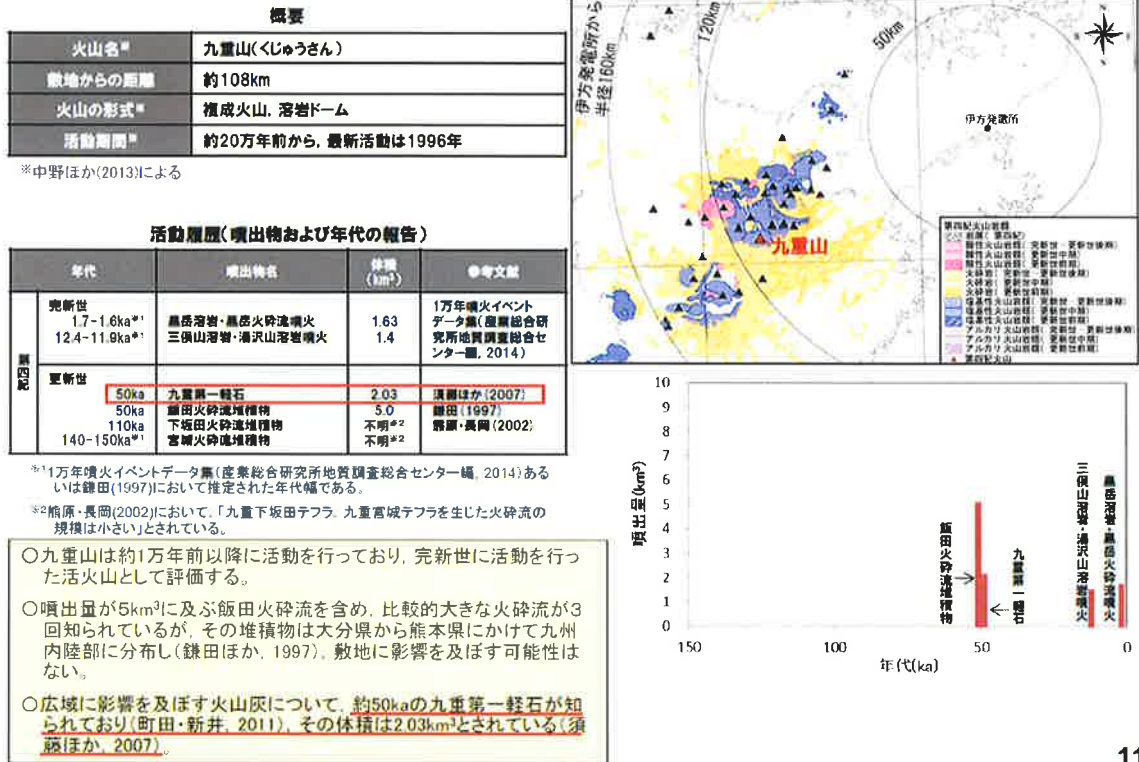
イ 審査書には、敷地及びその周辺で観測されるテフラについての記載はないが、被告は、敷地に最も大きな影響を与える噴火として、大分県九重山における九重第一軽石噴火を挙げている(図表2)。

そして、この噴火による敷地及びその周辺における堆積をほぼ0cmと評価し(敷地及びその周辺において堆積が観測されない場合として評価したものと推測される)、噴出物量を2.03km³及び6.2km³として移流拡散モデルを用いた数値シミュレーションにより、最大層厚を14cmと評価した(図表3)。

その結果、敷地における最大層厚を15cmと設定した(乙2・6-8-16頁)。

九重山② <活動履歴および評価結果>

平成27年3月20日
審査会合資料一部修正



11

図表2 甲C33・11頁加筆

敷地からの距離		<u>108km</u>	
イベント名		九重第一軽石	
イベント年代		50ka	
地質調査に基づく敷地付近の火山灰厚さ		ほぼ0cm	
噴出量		2.03km ³	<u>6.2km³</u>
降下火山灰シミュレーションによる火山灰層厚	月別平年値の風	平均0.5cm (最大2.2cm)	平均1.5cm (最大6.9cm)
	不確かさの考慮	最大4.5cm	<u>最大14.0cm</u>

図表3 甲C34・65頁抜粋・加筆

ウ なお、阿蘇に関して、審査会合資料によれば、立地評価に関する部分ではあるものの、後カルデラ火山噴火ステージの既往最大規模である草千里ヶ浜軽石噴火（約3万年前、噴出物量2.39km³）を考慮するとされている（図表4及び図表5）。

影響評価でどのように考慮したのか明示はされていないものの、立地評価と同様、草千里ヶ浜軽石噴火を想定し、九重第一軽石噴火の方が敷地に与える影響が大きいと判断したものと考えられる。

II. 立地評価

阿蘇の火山活動に関する個別評価⑦<まとめ>

- 阿蘇については、現在のマグマ溜まりは破局的噴火直前の状態ではなく、今後も、現在の噴火ステージが継続するものと判断される。
- 運用期間中の噴火規模については、後カルデラ火山噴火ステージである阿蘇山での既往最大噴火規模（約2km³）を考慮する。阿蘇山起源の火砕流堆積物の分布は阿蘇カルデラ内に限られる（小野・渡辺, 1985）。

図表4 甲C34・24頁抜粋

阿蘇④<阿蘇山>

平成27年3月20日
審査会合資料一部修正

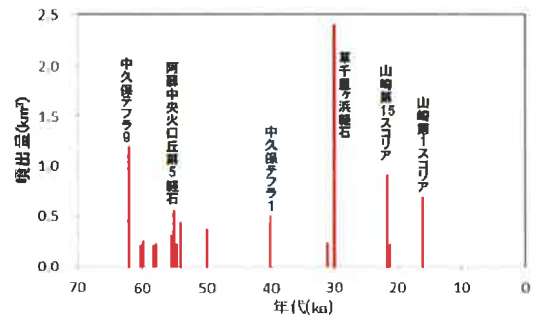
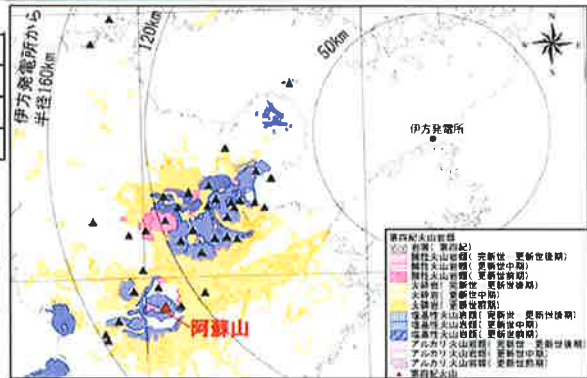
概要	
火山名*	阿蘇山(あそさん)
敷地からの距離	約131km
火山の形式*	複成火山, 火砕丘
活動期間*	約9万年前から, 最新活動は2011年

*中野ほか(2013)による

活動履歴(噴出物および年代の報告)

年代	噴出物名	体積 (km ³)	参考文献	
完新世	4ka 阿蘇中央火口丘第1軽石	不明	宮總ほか(2003)	
第四紀	更新世			
	16.49-15.74ka	山崎第1スコリア	0.68	宮總ほか(2004) Miyabuchi(2011)
	22.10-20.98ka	山崎第15スコリア	0.9	
	21.75-20.88ka	山崎第20スコリア	0.21	
	30ka	草千里ヶ浜軽石	2.39	
	31ka	水ノ元第1軽石	0.23	
	40ka	中久保テフラ1	0.49	
	50ka	中久保テフラ2	0.37	
	54ka	阿蘇中央火口丘第4軽石	0.43	
	55ka	中久保テフラ4	0.22	
	55ka	阿蘇中央火口丘第5軽石	0.55	
	55ka	中久保テフラ5	0.30	
	58ka	中久保テフラ6	0.23	
	58ka	中久保テフラ7	0.21	
60ka	中久保テフラ8	0.25		
60ka	阿蘇中央火口丘第6軽石	0.21		
62ka	中久保テフラ9	1.19		

○阿蘇山は約1万年前以降に活動を行っており, 完新世に活動を行った活火山として評価する。
○過去9万年間に軽石を放出した噴火について検討した宮總ほか(2003)によると最大規模の噴火は草千里ヶ浜軽石であり, その規模は2.39km³とされている。



図表5 甲C33・17頁加筆

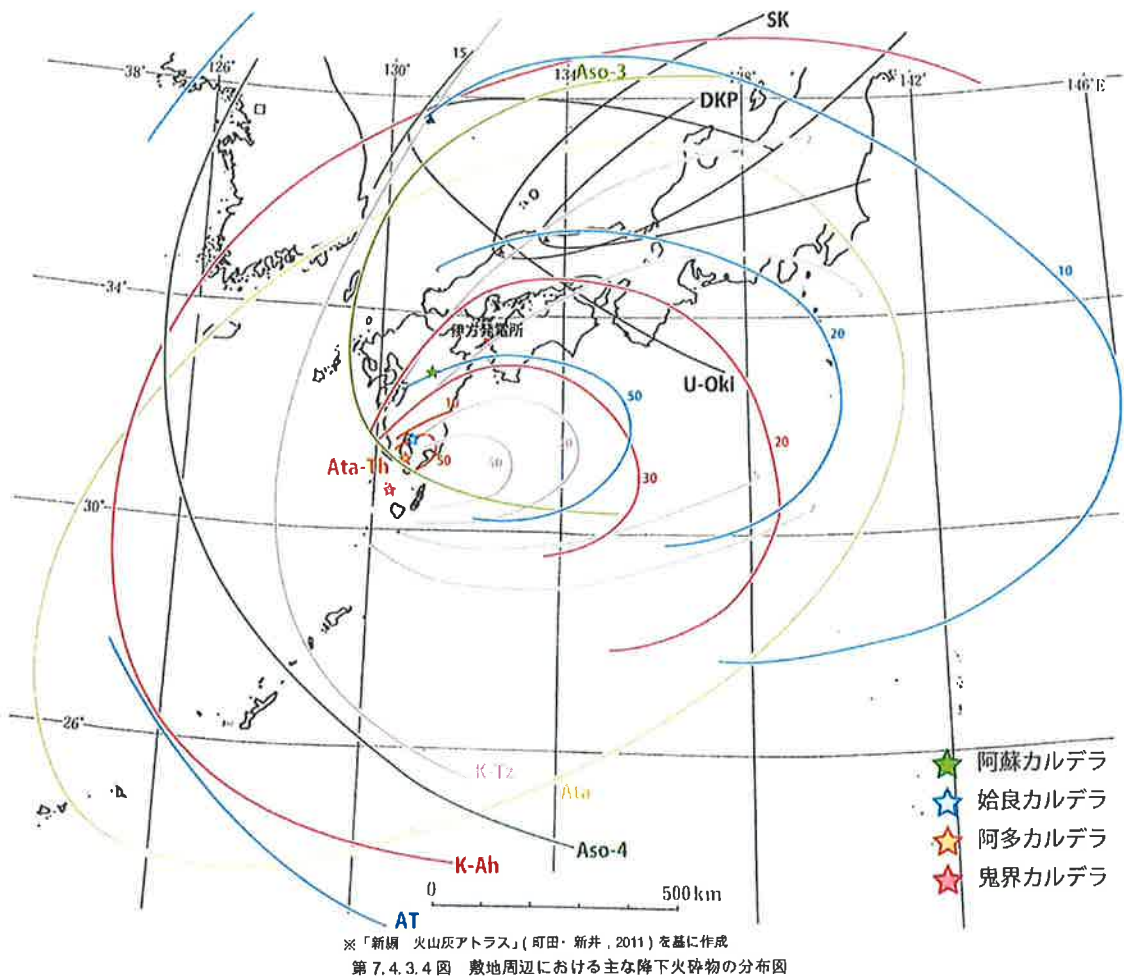
エ そして原子力規制委員会は, このような被告の評価について, 火山ガイドを踏まえていることを確認したとしている。

(2) 多くの破局的噴火によって15cmを上回る火山灰が到来していること

本件原発においては, 設計対応不可能な火山事象(典型的には火砕物密度流)に対する立地評価との関係で問題となる破局的噴火は, 阿蘇カルデラの阿蘇4噴火(Aso-4)のみであったが, 設計対応可能な火山事象(典型的には降下火砕物)に対する影響評価との関係で問題となる破局的噴火は, 阿蘇カルデラの阿蘇1噴火(Aso-1), 阿蘇2噴火(Aso-2), 阿蘇3噴火(Aso-3), 始良カルデラの始良Tn噴火(AT), 阿多カルデラの阿多鳥浜噴火(Ata-Th), 阿多噴火

(A t a), 鬼界カルデラの鬼界葛原噴火 (K - T z), 鬼界アカホヤ噴火 (K - A h) など多数にわたり (図表 6 参照), その発生確率は, 阿蘇 4 噴火クラスよりもはるかに大きくなる (阿蘇を含む南九州において破局的噴火が発生する頻度は, 概ね 2 万年に 1 回程度と考えられている)。

例えば, 始良 T n 噴火では, 本件原発敷地に 5 0 cm 近い降灰が予想されるし (図表 6 の水色部分), 鬼界カルデラにおける鬼界アカホヤ噴火 (K - A h) クラスの破局的噴火でも, 2 0 cm を上回る降灰が予想される (図表 6 の赤色部分)。



図表 6 破局的噴火による降下火砕物の分布図 (甲 C 3 4 ・ 3 1 頁など)

このように, 過去に多数の破局的噴火が発生している南九州地方にお

ける破局的噴火を無視（ないし軽視）することは、国際基準や福島第一原発事故の反省に立って改正された原子力関連法令等の趣旨に照らして、到底許されない。

(3) 令和2年広島高裁決定においても被告の想定は過小と認定されていること

既に主張したところであるが（原告準備書面30・19頁）、令和2年広島高裁決定（甲C23）においても被告の想定は過小と認定されていることについて念のため再度主張しておく。

令和2年広島高裁決定は、上記社会通念論により、考慮すべきはVEI 6レベルまでとしつつも、「阿蘇については、阿藤4噴火に準ずる噴出量数十 km^3 の噴火規模を考慮すべきである。そうすると、その噴出量を20～30 km^3 としても、相手方が想定した九重第一軽石の噴出量（6.2 km^3 ）の約3～5倍に上り、本件発電所からみて阿蘇が九重山よりやや遠方に位置していることを考慮しても、相手方による降下火砕物の想定は過小であり、これを前提として算定された大気中濃度の想定（約3.1 g/m^3 ）も過小であるといわなければならない。」とし、被告の想定が過小である点を指摘する。

そして、「阿蘇において、破局的噴火に至らない程度の最大規模の噴火が発生する可能性を否定できないとすれば、相手方が気中降下火砕物・濃度として想定する約3.1 g/m^3 の約3～5倍もの噴出量が想定されるところであって、上記フィルタの性能がこのような噴出量まで想定しているとは認められない。また、相手方は、想定される気中降下火砕物濃度が約3.1 g/m^3 であり、ディーゼル発電機の機能が喪失しないことを前提として本件原子炉に係る原子炉設置変更許可、工事計画認可及び保安規定変更認可の各申請を行い、規制委員会もこれを前提として上記各申請を許可ないし認可しているのであるから、上記気中降下火砕物

濃度の想定が不合理といえるならば、これを前提とした上記各申請及びこれに対する規制委員会の判断自体も不合理であるというべきであって、非常用ディーゼル発電機が機能喪失した場合にも本件原子炉の冷却が一定期間可能であるからといって、上記判断が覆るものではない。」として、被告の判断が不合理であって、具体的危険性の不存在について疎明ができていないと判示している（甲C23・71頁以下）。

3 気中降下火砕物濃度の計算が保守的とはいえないこと

(1) 被告の気中降下火砕物濃度の計算方法

被告は、火山ガイド上の「降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」によって、気中降下火砕物濃度を計算している。

被告が行った具体的な濃度算出条件は図表7のとおりであるが、図表7中に記載されている「別表1参照」の別表が図表8である。被告は「粒径*i*の割合 p_i 」については「Tephra2による粒径分布の計算値」に基づいて算出しているということになり、その割合が図表8の「割合 P_i 」に記載されたものである。

第1表 入力条件及び計算結果

入力条件/計算結果		備考
設計層厚	15cm	設置（変更）許可を得た設計層厚（第2図）
総降灰量 W_T	150,000g/m ²	設計層厚×降下火砕物密度 1g/cm ³
降灰継続時間 t	24h	Carey and Sigurdsson(1989)参考
粒径 <i>i</i> の割合 p_i	別表1参照	<u>Tephra2による粒径分布の計算値</u>
粒径 <i>i</i> の降灰量 W_i		式①
粒径 <i>i</i> の堆積速度 v_i		式②
粒径 <i>i</i> の終端速度 r_i		Suzuki(1983)参考（第1図）
粒径 <i>i</i> の気中濃度 C_i		式③
気中降下火砕物濃度 C_T	3.1g/m ³	式④による計算結果を保守的に切り上げ

図表7 乙432・10頁の第1表に加筆

別表1 粒径ごとの入力条件及び計算結果

粒径 i ϕ (μm)	-1~0 (1,414)	0~1 (707)	1~2 (354)	2~3 (177)	3~4 (88)	4~5 (44)	5~6 (22)	6~7 (11)	合 計
割合 p_i (wt%)	0	1.4×10^{-2}	52.19	37.13	8.83	1.71	0.12	4.2×10^{-3}	100
降灰量 W_i (g/m^2)	0	2.1×10^1	7.8×10^1	5.6×10^1	1.3×10^1	2.6×10^1	1.8×10^2	6.3	$W_T=150,000$
堆積速度 v_i ($\text{g}/\text{s} \cdot \text{m}^2$)	0	2.4×10^{-1}	0.91	0.64	0.15	3.0×10^{-2}	2.1×10^{-3}	7.3×10^{-5}	—
終端速度 r_i (m/s)	2.5	1.8	1.0	0.5	0.35	0.1	0.03	0.01	—
気中濃度 C_i (g/m^3)	0.0	1.4×10^{-1}	0.91	1.29	0.44	0.30	0.07	7.3×10^{-4}	$C_T=3.01$

図表8 乙432・10頁の別表1に加筆

(2) 被告による粒径分布の計算は過小の可能性があると

ア 樽前噴火についての原子力規制庁の試算との比較

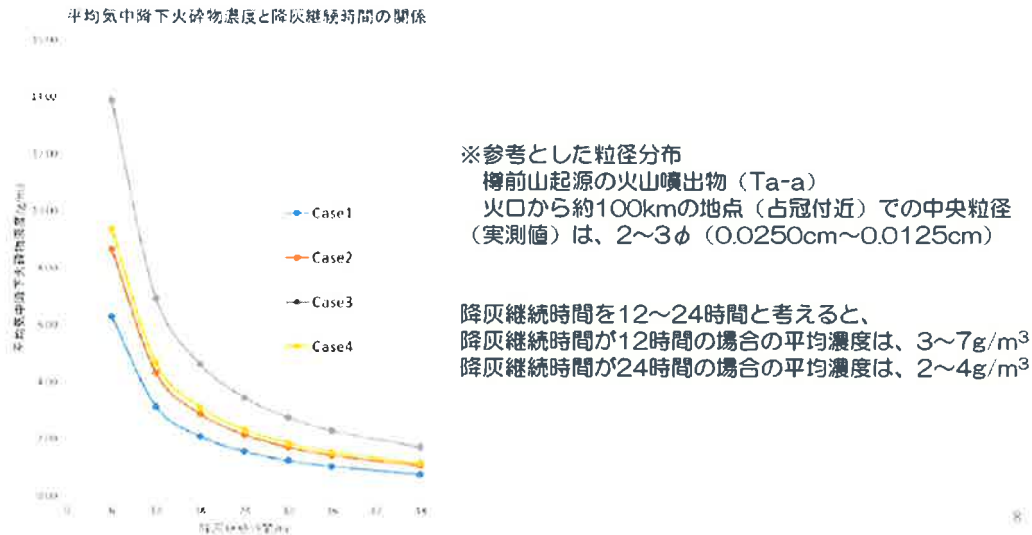
しかし、被告が推定に用いた粒径分布は、実測値と大きく異なる。

例えば、降下火砕物検討チームでの会合に提出された原子力規制庁が行った試算に用いられた粒径分布は、樽前山起源の火山噴出物（T a - a）を参考にしたとされているが、「火口から約100kmの地点（占冠付近）での中央粒径（実測値）は、2~3 ϕ （0.025cm~0.0125cm）」とされている（図表9：甲C35・8頁）（ただし、最も安全側のC a s e 3でさえ、0.025cmを100%としたものとなり、最も量が多いはずの0.025cm未満の粒径を考慮していないため、原子力規制庁の試算も過小評価の可能性はある。）。

計算結果の一例

<計算例>

- 堆積量：15cm
- 粒径分布（以下の4つのCase）
Case1：0.070cm（100%）、Case2：0.050cm（100%）、Case3：0.025cm（100%）
Case4：0.070cm（25%）、0.050cm（50%）、0.025cm（25%）
- 終端速度：1.1m/s（0.070cm）、0.8m/s（0.050cm）、0.5m/s（0.025cm）



図表9 甲C35・8頁

一般に、降下火砕物は、重くて大きい粒子は近くに落下し、軽くて小さい粒子は遠くまで届く。これも一般経験則ないし初歩的な科学的経験則である。

この経験則に照らせば、九重山からの距離が約108kmの地点にある本件敷地における実測値（中央粒径）は、火口からの距離が100kmの地点である占冠（しむかっぶ）の実測値とほぼ同程度と考えられる。なお樽前山のTa-aは、噴火規模としてもVEI5であって、九重第一軽石噴火と大きな違いはなく、類似した噴火のデータといえる。

したがって、推定で用いた中央粒径は実測値よりも相当大きい可能性が高い。

そして、原規庁が行った樽前噴火の中央粒径2~3φを100%と仮定して濃度計算を行うと、図表10の「原規庁試算 樽前噴火（Ta-a）」

記載のとおり、3.47 [g/m³] となる。

伊方原発 九重第一軽石噴火を前提とした大気中降下火砕物濃度の試算

【粒径分布の数値比較】	粒径 φ	-log ₂ D	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	気中濃度
	粒径 D	μm	1000~2000	500~1000	250~500	125~250	62.5~125	31.25~62.5	15.625~31.25	7.8125~15.625	ΣCi
四国電力 Index			0.000%	0.014%	52.190%	37.130%	8.830%	1.710%	0.120%	0.004%	3.01
原規: 試算 樽前噴火 (Ta-a)			0.000%	0.000%	0.000%	100.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	3.47
樽前噴火 (Ta-a) 累積頻度曲線 T613			14.000%	20.000%	24.000%	14.000%	8.000%	6.000%	4.000%	4.000%	11.89
有珠山2000年噴火			4.000%	7.000%	9.500%	12.500%	13.500%	9.500%	11.000%	9.500%	25.87

【噴出量6.02km³】

総噴出量6.02km³ WT=層厚15cm*密度1g/cm³

四国電力の推定	粒径 φ		-log ₂ D	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
	粒径iの割合 Pi	式	%	0.000%	0.014%	52.190%	37.130%	8.830%	1.710%	0.120%	0.004%	100.00%
	降灰量 Wi	Pi・WT	g/m ³	0.00E+00	2.10E+01	7.83E+04	5.57E+04	1.32E+04	2.57E+03	1.80E+02	6.30E+00	1.50E+05
	堆積速度 vi	Pi・WT/t	g/s・m ²	0.0000	0.0002	0.9061	0.6446	0.1433	0.0297	0.0021	0.0001	
	終端速度 ri	Suzuki1983	m/s	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	0.10	0.03	0.01	
	気中濃度 Ci	vi/ri	g/m ³	0.000	0.000	0.906	1.289	0.438	0.297	0.069	0.007	3.01
原規: 試算 樽前噴火 (Ta-a)	粒径 φ		-log ₂ D	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
	粒径iの割合 Pi	式	%	0.000%	0.000%	0.000%	100.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	100.00%
	降灰量 Wi	Pi・WT	g/m ³	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.50E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.50E+05
	堆積速度 vi	Pi・WT/t	g/s・m ²	0.0000	0.0000	0.0000	1.7361	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
	終端速度 ri	Suzuki1983	m/s	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	0.10	0.03	0.01	
	気中濃度 Ci	vi/ri	g/m ³	0.000	0.000	0.000	3.472	0.000	0.000	0.000	0.000	3.47
樽前噴火 (Ta-a) 累積頻度曲線 T613	粒径 φ		-log ₂ D	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
	粒径iの割合 Pi	式	%	14.000%	20.000%	24.000%	14.000%	8.000%	6.000%	4.000%	4.000%	94.00%
	降灰量 Wi	Pi・WT	g/m ³	2.10E+04	3.00E+04	3.60E+04	2.10E+04	1.20E+04	9.00E+03	6.00E+03	6.30E+03	1.50E+05
	堆積速度 vi	Pi・WT/t	g/s・m ²	0.2431	0.3472	0.4167	0.2431	0.1389	0.1042	0.0694	0.0694	
	終端速度 ri	Suzuki1983	m/s	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	0.10	0.03	0.01	
	気中濃度 Ci	vi/ri	g/m ³	0.097	0.193	0.417	0.486	0.397	1.042	2.315	6.944	11.89
有珠山2000年噴火	粒径 φ		log ₂ D	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
	粒径iの割合 Pi	式	%	4.000%	7.000%	9.500%	12.500%	13.500%	9.500%	11.000%	9.500%	76.50%
	降灰量 Wi	Pi・WT	g/m ³	6.00E+03	1.05E+04	1.43E+04	1.88E+04	2.03E+04	1.43E+04	1.65E+04	1.43E+04	1.50E+05
	堆積速度 vi	Pi・WT/t	g/s・m ²	0.0694	0.1215	0.1649	0.2170	0.2344	0.1649	0.1910	0.1649	
	終端速度 ri	Suzuki1983	m/s	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	0.10	0.03	0.01	
	気中濃度 Ci	vi/ri	g/m ³	0.028	0.068	0.165	0.434	0.670	1.649	6.366	16.493	25.87

図表 10 九重第一軽石噴火を前提とした気中濃度の試算

イ 樽前噴火についての累積頻度曲線による試算との比較

矢野義治ほか『道南地方に分布する粗粒火山灰の粒度組成特性について』(甲C36)は、原規庁が参照した樽前山起源の火山噴出物(Ta-a)のほか、有珠や駒ヶ岳起源の北海道の道南地域に分布している粗粒火山灰を調査し、分布と粒径の関係などを比較したものである。

これによれば、樽前火山について、61.2km地点(夕張市紅葉山)で採取したT613という試料の粒径中央値は0.38mmであり、重量百分比で見ると、0.006mm~0.05mmの粒径の粒子も全体の1

0%以上（12%近くまで）存在することが分かる（図表11ないし13）。

この樽前山起源の火山噴出物は、1739年の噴火とされており、2000年の有珠山噴火（後述）ほどではないにせよ、噴火から230年ほどしか経っていないため（甲C36の作成は1968年）、後述する経年による風化等は少ないといえ、実現象に近い粒径分布となっている可能性が大きい。

だからこそ、原規庁も、降下火砕物検討チームにおける試算において樽前噴火の資料を用いたと考えられるが、被告はこれを無視している。

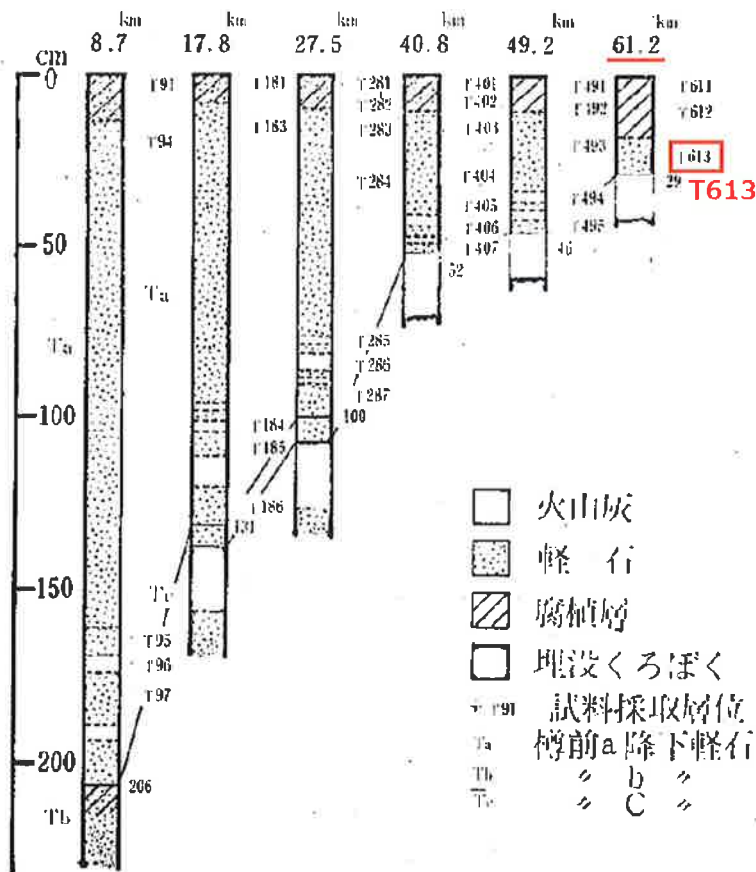


図64-1 樽前 a 降下軽石堆積物の柱状図と試料採取層位

図表11 甲C36・728頁図64-1に加筆

表 61-1 樽前 a 降下軽石堆積物の累積頻度曲線より求めた値

試料番号	粒径中央値 (Md) μ m	分級値 (So)	歪度 (Sk)	尖鋭度 (K)	試料番号	粒径中央値 (Md) μ m	分級値 (Sc)	歪度 (Sk)	尖鋭度 (K)
T 91	1.50	1.00	0.25	0.25	T 286	0.56	1.31	1.37	0.16
T 93	3.50	2.81	0.93	0.40	T 287	1.40	1.67	1.23	0.19
T 94	4.50	2.61	0.76	0.23	T 401	0.95	1.44	1.05	0.25
T 95	2.20	2.79	1.30	0.22	T 402	1.03	1.28	1.08	0.20
T 96	0.07	3.27	5.65	0.83	T 403	1.02	1.41	1.49	0.19
T 97	6.00	2.01	0.70	0.20	T 404	0.70	1.84	0.75	0.24
T 181	1.60	2.56	1.26	0.20	T 405	0.65	1.26	0.95	0.18
T 182	1.80	2.51	1.29	0.18	T 406	0.50	1.28	1.02	0.19
T 183	4.20	2.69	0.80	0.22	T 407	0.80	1.46	1.01	0.25
T 184	0.60	2.56	0.12	0.16	T 491	0.50	1.15	1.12	0.15
T 185	0.85	1.74	0.42	0.16	T 492	0.83	1.35	1.29	0.35
T 186	5.00	1.95	0.95	0.27	T 493	0.55	1.29	1.17	0.19
T 281	1.00	1.32	1.26	0.15	T 494	0.52	1.20	0.99	0.21
T 282	0.94	1.37	1.10	0.15	T 495	0.66	1.29	1.38	0.18
T 283	1.70	1.69	1.24	0.18	T 611	0.52	1.38	0.96	0.16
T 284	1.85	2.17	0.99	0.23	T 612	0.55	1.48	0.83	0.18
T 285	0.80	1.38	0.90	0.15	<u>T 613</u>	<u>0.38</u>	1.75	0.63	0.25

図表 12 甲 C 36・730 頁表 61-1 に加筆

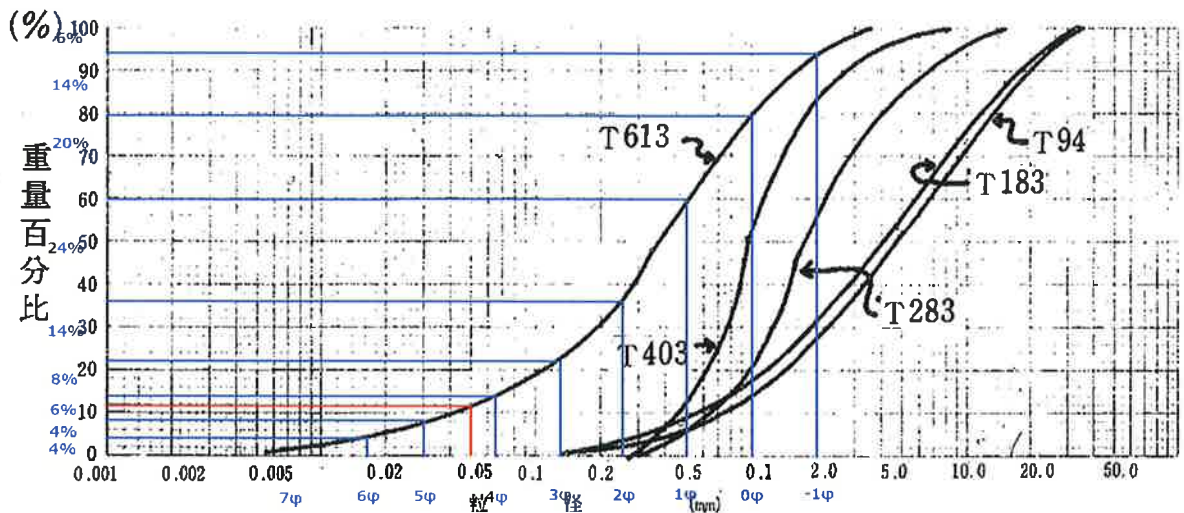


表 64-4 樽前 a 降下軽石堆積物の累積頻度曲線

図表 13 甲 C 36・732 頁表 64-4 に加筆

そして、図表13の累積頻度曲線から、それぞれの粒径のおおよその重量百分比を読み取り（図表13の青色加筆参照）、濃度計算を行うと、図表10の「樽前噴火（T a - a）累積頻度曲線T 6 1 3」記載のとおり、 $11.89 \text{ [g/m}^3\text{]}$ となる。

ウ 有珠山2000年噴火との比較

さらに、長井大輔ほか『粒度分布と凝集構造から見た有珠山2000年3月31日噴火の火山灰』（甲C37）によれば、2000年の有珠山噴火における平均粒径は、火口から約30kmの範囲で $2\phi \sim 4\phi$ （ $0.25 \text{ mm} \sim 62.5 \mu\text{m}$ ）であり、火口から30km以遠の平均粒径は 5ϕ （ $31.25 \mu\text{m}$ ）とされている（609頁。図表14参照）。

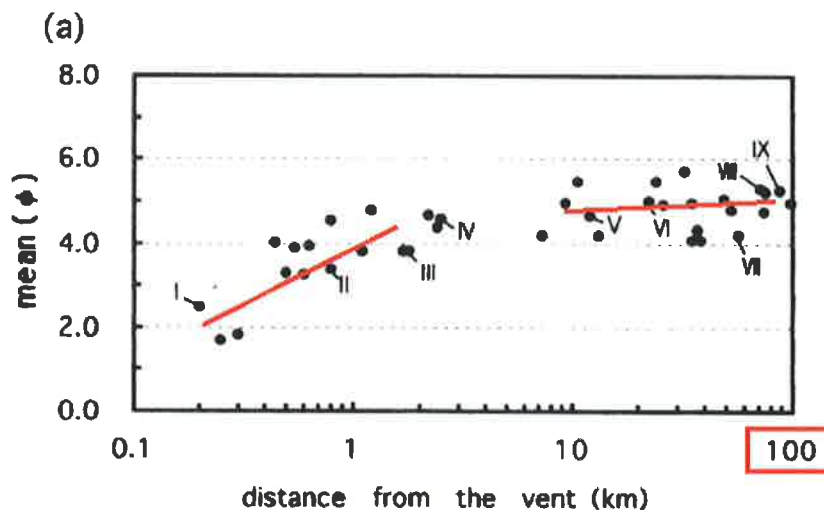


Fig. 2. Spatial variation of grain-size parameters of the March 31 tephra. I~IX: samples shown in Fig. 3. Parameters calculated by moment method. (a) mean grain size, (b) sorting ($\sigma\phi$)

図2 3月31日テフラの粒度統計値の距離別変化。I~IXは、図3に粒度ヒストグラムで示される試料。(a)平均粒径。(b)淘汰度。

図表14 甲C37・609頁図2(a)に加筆

また、全堆積物の粒度分布をみると、全堆積物の粒度は $-3 \sim 12 \phi$ ($8 \text{ mm} \sim 0.2 \mu\text{m}$) とされ、シルト¹以下の粒子が全体の約半分を占めるとされている (甲C37・612頁。図表15参照)。

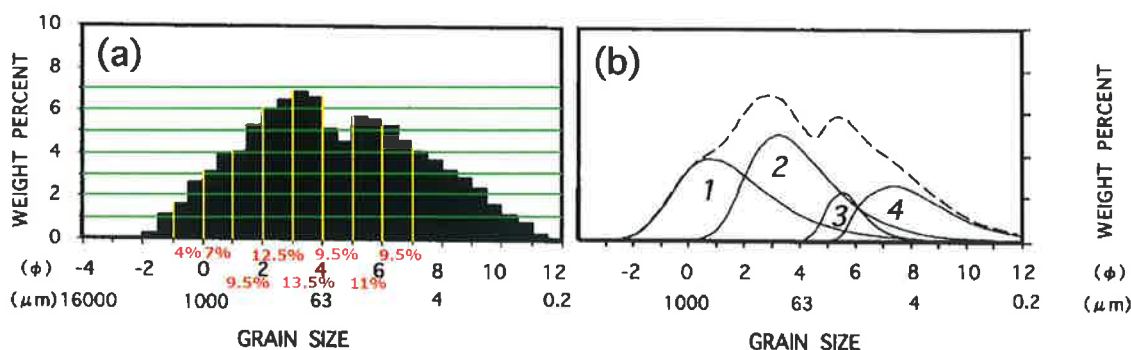


Fig. 6. Estimated whole deposit grain size population of the March 31 tephra Usu 2000 eruption. (a) Histogram showing the estimated total grain size distribution of the March 31 tephra, Usu 2000 eruption. (b) Separation of whole deposit grain size population into four subpopulations (1, 2, 3, and 4) with Rosin-Rammler distribution. Broken line shows the population composed of 4 subpopulations.

図6 有珠山2000年噴火3月31日テフラの全堆積物粒度分布。(a)有珠山2000年噴火3月31日テフラの全堆積物粒度分布を示すヒストグラム。(b)全堆積物粒度分布の小集団分割。イタリック数字は、表2の小集団の番号に対応。点線で示した分布は、表2の小集団の割合を用いて小集団を再合成した分布。

図表15 甲C37・613頁図6に加筆

これは2000年の噴火時の粒径分布であるから、後述する経年による風化等が起こる前であり、実現象に近い粒径となっていることがうかがえる。

そして、図表13の粒径と重量百分比の分布図から、それぞれの粒径のおおよその重量百分比を読み取り (図表15(a)の赤色加筆参照)、濃度計算を行うと、図表10の「有珠山2000年噴火」記載のとおり、 $25.87 \text{ [g/m}^3\text{]}$ もの高濃度になり得る。

エ 小括

もちろん、これらはいずれも試算であるが、原告は、被告の想定が保守的ではなく、過小である可能性を示すものである。被告の用いる粒径分布は、実観測値と比較して、粒径が大きすぎ、濃度が小さくなってし

¹ 日本語で「沈泥」といい、粒径が $4 \phi \sim 8 \phi$ ($62.5 \mu\text{m} \sim \text{約} 4 \mu\text{m}$) の碎屑物をいう。

まっている。

被告が用いている粒径分布は Tephra2 によるシミュレーションの際に用いた数値であるから、これが観測値等と異なるのは当然ではあるが、他の火山における実測値と全く類似しない（大きすぎる）ということは、大きい不確実性の存在を表すものにほかならず、他の類似火山の観測値等を用いて試算すれば、上記のように濃度は大きく変わる。万が一にも深刻な災害を起こさないようにすべき原発の安全評価としては、本来、この種の試算を大量に行って、保守的な数値を設定すべきであるが、被告はそのような努力をせず、自らに都合のよい数値を用いて評価を行うのみである。

4 過酷事故時の対応の困難性

(1) 降下火砕物により外部電源は喪失すること

ア 降下火砕物による影響については、主としてジョン・ラージ氏のレビュー（甲C38の1及び2）に基づいて、以下主張する。

ジョン・ラージ氏は、若くして英国原子力機関で研究を行い、イギリスエネルギー庁における原子力問題に関する顧問をしていた時期もある、原子力技術や規制に関する専門家である。国際原子力機関（IAEA）に招聘されて中国や韓国における原子力利用に助言を行ったりもしている。ラージ氏の作成したレビューの原典が甲C38号証の1であり、そのうち、サマリー、パート1、パート4及びパート5について翻訳したものが甲C38号証の2である。

このうち、特にパート4において、降下火砕物によって原発がどのような影響を受けるのか、技術者としての専門的見解を示している。

イ 降下火砕物は、水を含んで湿った状態になると、導電性を持つため、湿った火山灰が電柱の碍子(がいし)等に付着した場合、碍子部分の絶縁性が弱くなり、漏電が起きて停電を引き起こす（甲C39・47頁）。

この停電は、広範囲にわたって同時多発的に発生するため、複数の外部電源経路を準備していたとしても意味がない。

降雨時には、わずか1 cmの降灰で相当範囲に停電が発生するとされる。1980年のセントヘレンズ噴火では、1.3 cmの降灰で5つのトランスが故障し、2本の電柱が火災を起こした例が報告されている（甲C21・4頁）。

また、湿った火山灰は比重が重く、荷重に対して、送電線の切断や電柱の倒壊も考えられる。

古儀君男『火山と原発』によれば、「電線や電柱に積もった火山灰、特に水を含んだ火山灰はとても重いため、あちらこちらで送電線が切れたり、電柱が倒壊したりすることが考えられます」とされている。原発に電気を送る発電所（火力発電所等）自体が機能喪失する可能性もある（甲C39・47～48頁）。

セントヘレンズ噴火では、7.5 cmの降灰で、機械に積もった灰を取り除くために6～8時間の停電が発生したとの記録がある（甲C21・4頁）。

本件原発では、15 cmの降灰が想定されているから、被告の想定上においても荷重による送電線の切断や電柱の倒壊が複数個所で発生する可能性も否定できない。

ウ このように、15 cmもの降灰時には、漏電や荷重などの原因によって、広範囲で停電が発生し、外部電源は喪失する可能性がある。大規模な外部電源喪失が発生することを当然の前提とした安全確保策が講じられなければならない。

(2) 外部電源喪失は長時間起こりうること

ア また、外部電源の喪失は、復旧までに相当長期間を要することが容易に想定される（火山ガイドでも「長期間の外部電源の喪失」を考慮しな

ければならないとされている)。

甲C21で示された例は、いずれも停電時間は「短時間」であるとか「6～8時間」とされているが、これらは降灰量が少ない場合の例であり、15cmの降灰があった場合には、それよりも長期間にわたって停電することが考えられる。

イ 復旧作業としては、電柱や碍子その他の装置に付着した灰や、送電線に付着した灰を払い落とし、洗浄し（湿った火山灰はこびりつきやすく、簡単には払い落とせなくなる）、倒壊した電柱、切断した送電線については設置し直す必要があり、これには、エア・コンプレッサーや給水車を用いたり、大型の自動車によって電柱を運んだりする必要がある。

復旧作業を困難にさせる原因の一つは、前述のとおり、降灰が広範囲にわたるため、同時に多数の場所で故障が起こり、復旧を要する箇所が多数にわたることである。

また、復旧作業には、復旧を要する地点まで上記機械等を運ぶ必要があるが、そこまでのアクセス障害が発生する。次項で述べるように、火山灰が水分を含むと粘り気が生じ、スリップやスタックを起こして道路は通行不能となるため、まずは道路上の灰を取り除かなければならない。エンジンが閉塞・摩耗・焼付・固着等によって故障する可能性も高い。

噴火による降灰が収まったとしても、一度降下した火山灰は、風等によって再飛散する可能性があり、作業はいつそう困難となる。

ウ このように、15cmもの降灰があると、復旧についても相当長期間を要することが推測され、その間、原発では、外部電源に頼らずに冷却機能を維持しなければ、使用済核燃料を含む燃料を「冷やす」ことに失敗して、炉心のメルトダウンや使用済燃料プールの著しい燃料損傷など大事故に至る。

(3) 外部からのアクセスも困難となること

ア 古儀君男『火山と原発』によれば、細かい火山灰は滑りやすく、特に雨が降るとぬかるみ状態になり、スリップやスタックを起こす。また、火山灰は風や車によって巻き上げられ（再飛散）、視界を遮る。ヘッドライトをつけてもほとんど効果はない。停電によって信号機は使い物にならなくなる。こうして、すべての道路が完全にマヒしてしまうと予想される。

さらに雨が降ると傾斜地では泥流が発生し、道路は次々に寸断されていく。復旧には相当な時間がかかることになる（甲C39・45頁）。

大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループの報告書（甲C40）によれば、10cmの降灰（降雨時には3cmの降灰）で道路が通行不能となるとされる（7頁）。本件で想定されている15cmという大量の降灰があった場合に最も恐ろしいのは火山灰の泥流であり（本件原発敷地周辺は傾斜面も多い）、各所で道路が寸断されるだけでなく、大量の火山灰が排水を妨げて洪水を引き起こす可能性も大きい。

イ 陸路以外も、例えばヘリコプターによる輸送は、空気中に残った微細粒子によってエンジントラブルを起こす可能性もあるし、離着陸時に、大量の降下火砕物を巻き上げるため、視界不良となって墜落の危険が高まる。ジョン・ラーズ氏も、「空の輸送手段、特にヘリコプターは空気が運ぶ灰がガスタービンのコンポーネントに悪影響を及ぼすため飛べなくなる恐れがある」と指摘している（甲C38の2・22頁）。

なお、2014年の御嶽山噴火の際は、自衛隊のヘリコプターによる救助が行われたが、極めてリスクの大きい任務であった。火山灰のガラスや鉱物は非常に硬いため、コックピットの窓ガラスに当たるとヤスリのように働き、細かい傷をつけ、透明だった窓ガラスが曇りガラスのようになって視界が利かなくなることも指摘されている（甲C39・46

～47頁，甲C38の2・21～22頁）。

このように，ヘリコプターによる輸送には相当の危険が伴うため，実行不可能な場合も多い。

ウ 水路についても，降灰中は視程が低下して航行できず，降灰後も水面に降下火砕物が浮遊していると冷却水管の目詰まりを起こす。エンジンフィルタの目詰まりや可動部分の摩耗なども懸念されている（甲C40・15頁）。

(4) 非常用ディーゼル発電機（DG）では対応できない

ア 交換困難・目詰まり

非常用DGは，外部から酸素を取り込みシリンダ内でこれと燃料を爆発させて発電を行うが，外部から酸素を取り込む段階で，降下火砕物が非常用DG機関内に侵入しないようにフィルタが設置されるのが一般である。

このうち，直接外気と触れているフィルタが目詰まりを起こせば，非常用DG機関内にうまく酸素を給気することができず，不完全燃焼により非常用DGが機能喪失することになる。

被告は，カートリッジ式フィルタは運転しながらフィルタ交換が可能な構造となっており，目詰まりを起こすことはないかのように主張するが，想定を大幅に上回る濃度の降下火砕物が到来すれば，被告が想定するよりもかなり早くフィルタの目詰まりが発生し，フィルタ交換が間に合わない可能性がある。

また，大量かつ高濃度の火山灰が降下し，視界が不良で足元も悪い中で，人力によるフィルタ交換が計算どおりに行えない可能性も大きい（実行可能性に乏しい）。これについては，ジョン・ラージ氏も，「車が故障したり，道路が通行不可能だったりして，スタッフと緊急対応要員は原発まで来る手段がなくなるかもしれない。更には，専門的な緊急対

応要員が他でのタスクを優先されるかもしれない。炉の運転と安全担当の修理保安担当者は、呼吸困難と視力不全のために業務を行えないかもしれない」といった問題点を指摘している（甲C38の2・22頁）。

イ 降下火砕物が非常用DG機関内に侵入すると摩耗を引き起こすこと

フィルタが目詰まりを起こさないとしても、フィルタの性能として、降下火砕物粒子を全て捕捉することはできない。微細な降下火砕物粒子は、フィルタの目詰まりの如何にかかわらず、フィルタを通過して非常用DG機関内に侵入することになる。

濃度想定が過小な場合、機関内に侵入する降下火砕物の量が想定よりも多くなるから、これにより、非常用DG機関内で降下火砕物が部材を摩耗し、機能喪失に至る可能性が高まる。

降下火砕物の微粒子は、図表16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が高い。

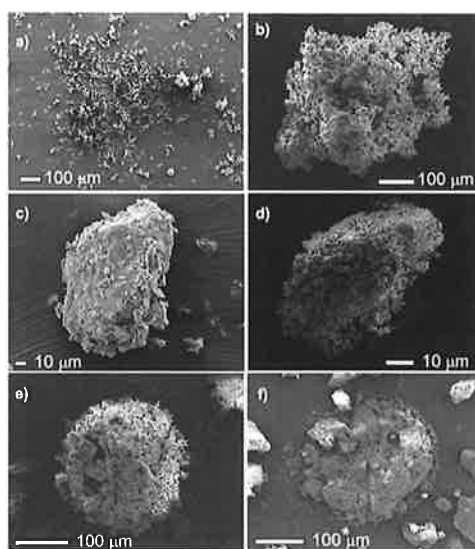


Figure 7. SEM images of ash aggregates: (a) broken ash cluster (EJ15), (b) ash cluster (EJ22), (c) coated particle (EJ15), (d) coated particle (EJ22), (e) poorly structured pellet (EJ18), and (f) liquid pellet (EJ06) (see also Table 3 for more details).

図表16 降下火砕物粒子の形状

そして、このような降下火砕物が非常用DG機関内に侵入すると、シリンダの部材である特殊鋳鉄を引っ搔いて摩耗する。

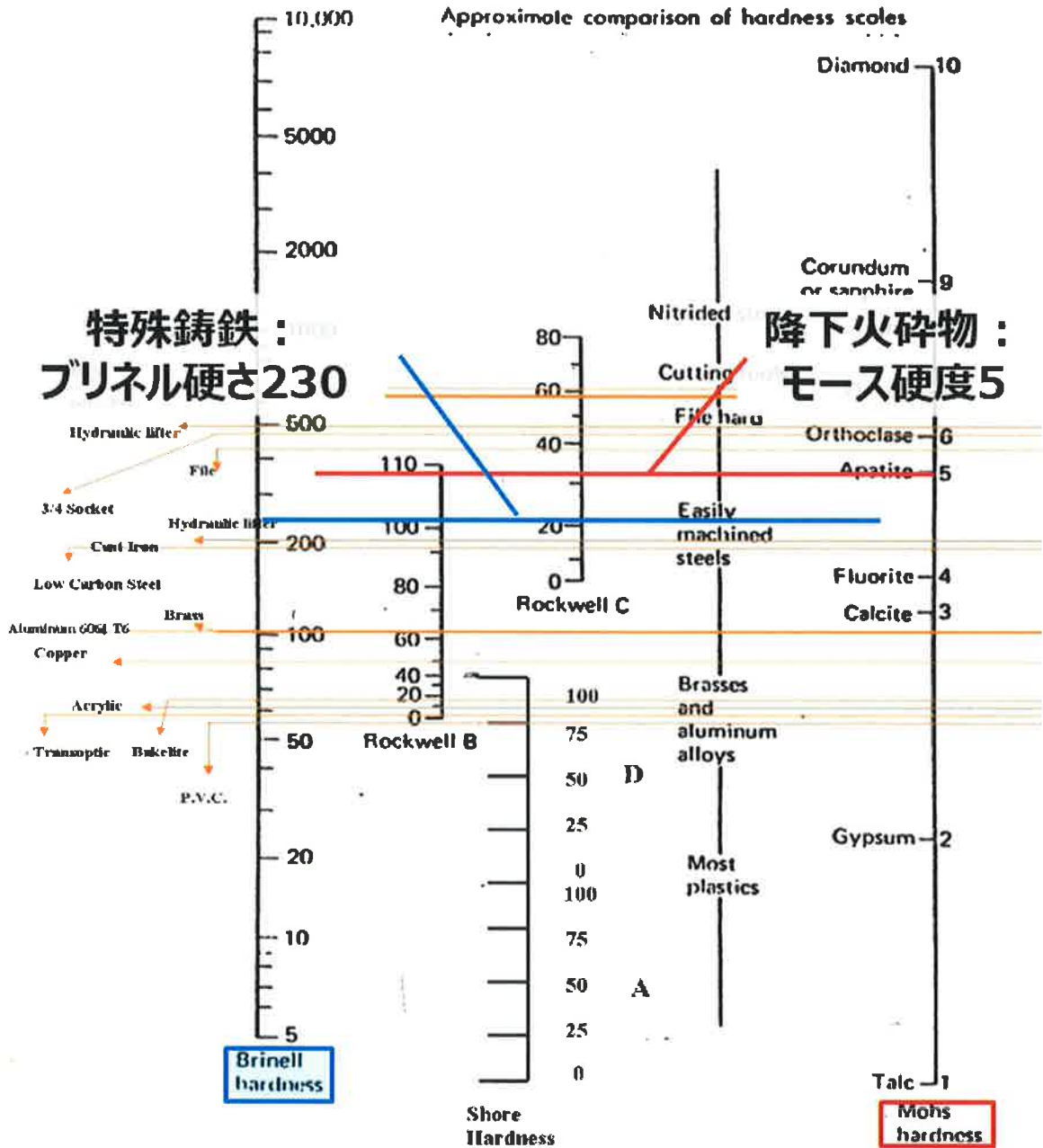
これに対し、被告は、降下火砕物がディーゼル機関内に侵入しても、降下火砕物の硬度が低く破碎しやすいことから、機関内部の摩耗は起こらないと評価している。

しかし、降下火砕物の硬度はモース硬度（引っ掻きに対する硬さを表す硬度）で5とされているのに対し、シリンダ等の部材である特殊鋳鉄はブルネル硬さ（押し込みに対する硬さの一種）で230とされている。

図表17は、**approximate comparison of hardness scales**、すなわち各種の硬度系のおおよその比較表であるが、モース硬度5はブリネル硬さ230よりも硬い可能性があることが分かる。

もちろん、引っ掻きに対する硬さと押し込みに対する硬さを単純に比較はできないものの、このような可能性が存在する以上、万が一にも深刻な災害を起こしてはならない電力事業者としては、実験・実証を行って本当に摩耗による機能喪失が起こらないのか、確認すべきであるのに、被告はこのような確認を行っていない。到底安全側に立った評価とはいえない。

シリンダ等の部材が摩耗すれば、非常用DGが機能を喪失し、全交流電源喪失に至る可能性が否定できない。



図表 1 7 モース硬度とブリネル硬さの比較表

この点に関して、降下火砕物検討チーム第3回会合では、電源開発株式会社の岩田吉左・室長代理から、火山灰は、砂と比較して倍以上もろいから、あまり影響はないだろうと整理している、という発言が

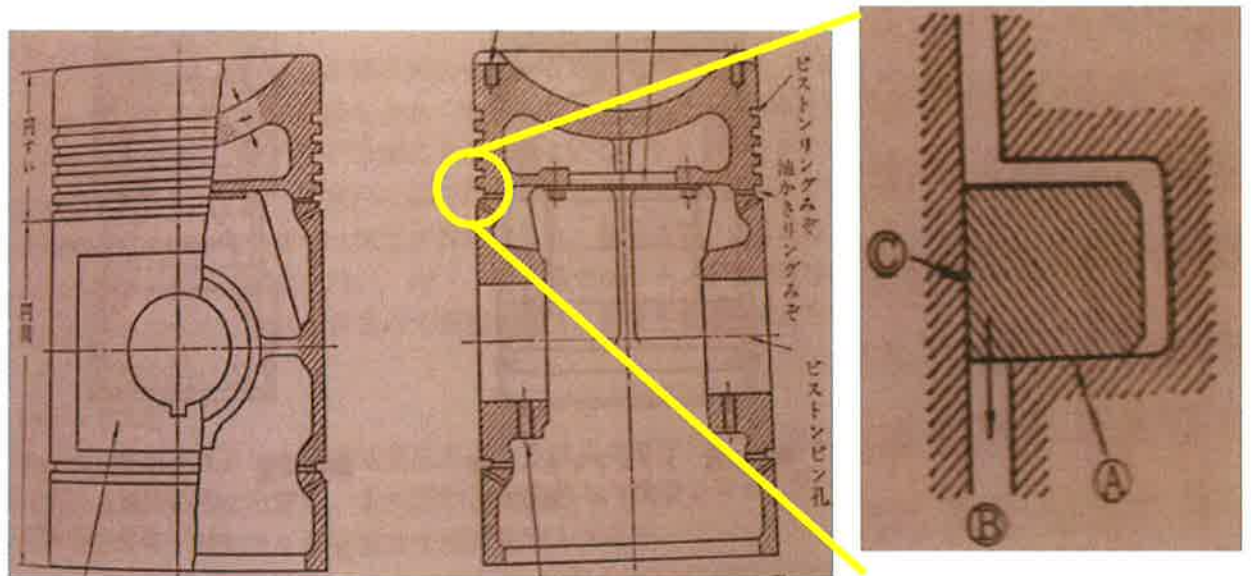
あったのに対し、石渡委員は、「シラスというのは、あれは約3万年ぐらい前に噴出したもので、どこからとったかにもよりますが、かなり風化しています。あれはガラスが主体ですね。ところが、火山灰というのは、これは、給源の火山のマグマの性質とか、あるいは、風の具合とかによって、ガラスが主体の灰が降ってくることもありますし、結晶が主体の灰が降ってくることもあります、クリスタルタフ（アッシュ）というんですね。・・・結晶が降ってくる灰の場合は、これはまさに、一番硬い砂に相当するようなものが降ってくるわけですね。ですから、必ずしもこれは、もしシラスのデータだけで言っているとしたら、これはそういう一つの例としてそういう場合があるという話で、火山灰一般の話とは違うと思うんですね。そこのところはやはり、これはもうちょっと、もし一つのデータだけで言っているとしたら、これはちょっとデータが不足なのではないかなという気がする」と発言している（甲C41・22頁）。

安易に摩耗することはないと評価するのは、安全を軽視した恣意的な評価といわざるを得ない。

ウ 閉塞・焼付・固着を引き起こすこと

フィルタを通過して非常用DG機関内に侵入した降下火砕物は、摩耗による機能喪失以外にも、閉塞・焼付・固着によって非常用DGの機能喪失を引き起こす可能性がある。

まず、非常用DG機関内に侵入した降下火砕物は、シリンダライナとピストンリングの間隙（図表18右の③）や、ピストンリング溝とピストンリングそのものとの間隙（サイドクリヤランス。図表18右の①など）などに侵入してこれを閉塞させることがある（図表18）。



図表18 ピストンの形状²とピストンリング³

サイドクリヤランスは、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、これによりディーゼルが故障する。逆に、サイドクリヤランスの間隙の幅が大きいと気密封止が損なわれる。そこで、サイドクリヤランスは、新品時においても、0.1mm ないし数十 μm 以上の間隙となっている。サイドクリヤ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0.3mm 程度になり得るため、降下火砕物がサイドクリヤランスに侵入する可能性は高く、閉塞につながり得る。

² 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頁及び181頁から引用。

³ 図表18右図の左側がシリンダライナであり、右側の凹型の部分がピストン（ピストンリング溝）である。中央の四角い斜線部分がピストンリングである。

さらに、機関内に侵入した降下火砕物は、非常用DG機関内部の焼付・固着を引き起こす。

非常用DG機関は、圧縮工程において、1400℃以上となり、瞬間的には2000℃にも達するとされるが、機関内に侵入した降下火砕物の融点は約1000℃であり、溶融してしまうことは十分に起こり得る。特に、ピストンリングが焼付き、ピストンが固着すると、熱エネルギーを運動エネルギーに変換することができなくなり、非常用DGは機能喪失する。

エ 非常用DG自体の空冷も必要となること

さらに、非常用DG自体も高温になるため、一般的に、ファンで送風することによりエンジンを冷却している。そのため、非常用DGを設置している部屋の換気口フィルタが目詰まりを起こすと、エンジンの空冷ができなくなってオーバーヒートする可能性がある（甲C38の2・19頁以下参照）。この点についても、被告は何らの対策も講じていない。

オ 小括

このように、被告の想定を上回る濃度の降下火砕物が本件原発に到来することにより、非常用DGが機能喪失する可能性が否定できない。ジョン・ラーズ氏は、「フィルタへの灰の堆積は、不完全燃焼や室冷却通気が不十分なため、非常用ディーゼル発電機の共通原因故障（コモンモード）につながる」と指摘している（甲C38の2・20頁）。

そして、非常用DGは外部電源を喪失した場合の冷却機能維持のための要であり、非常用DGが機能喪失すると、冷却機能が維持できなくなる危険が格段に増大する。

第3 火山ガイドについて

1 被告の主張の概要

被告は、火山ガイドについて、令和元年12月の改訂を参考とし、火山ガイドは「噴火の次期及び規模を予測できることを前提とするものではなかった」とし、「火山活動に関する個別評価」は、設計対応不可能な火山事象が発生する時期及びその規模を的確に予測できることを前提とするものではなく、現在の火山学の知見に照らして現在の火山の状態を評価するものであって、原子力発電所の運用期間中にどのような噴火がいつ起きるかといった意味での的確な噴火予測、いわゆる噴火予知をおこなうものではないと主張する（被告準備書面(19)・32, 33頁）。

しかも、被告は、巨大噴火については、巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき、運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていない場合は、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断できるとし、巨大噴火の発生可能性が相応の根拠を持って示されない限り、巨大噴火によるリスクは、社会通念上容認される水準以下であるとして（34頁）、そのリスクを無視してよいともとれる主張を行っている。

2 火山ガイドは「噴火の発生可能性」を判断するためのものとされること

そもそも火山ガイドは、基準適合審査の時点で、原発の運用期間中（少なくとも今後数百年間）に原発に影響を及ぼし得る噴火の発生可能性が十分小さいかどうかを判断することを定めるものである。

4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価

3. で抽出された原子力発電所に影響を及ぼし得る火山（以下「検討対象火山」という。）について、設計対応が不可能な火山事象が運用期間中に原子力発電所に影響を及ぼす可能性の評価を行う。この際、検討対象火山の活動を科学的に把握する観点から、過去の火山活動履歴とともに、必要に応じて、4.2 地球物理学的及び地球化学的調査を行い、現在の火山の活動の状況も併せて評価することとする。具体的には、地球物理学的観点からは、検討対象火山に関連するマグマ溜まりの規模や位置、マグマの供給系に関連する地下構造等について、地球化学的観点からは、検討対象火山の火山噴出物等について分析することにより、火山の活動状況を把握する。

図表19 火山ガイド4項の定め

そして、検討対象火山の噴火可能性等の個別評価においては、図表19記載のとおり、①過去の火山活動履歴（噴火間隔，噴火ステージ論）とともに、必要に応じて、②地球物理学的調査（マグマ溜まりの規模や位置，マグマの供給系に関連する地下構造等）及び③地球化学的調査（検討対象火山の火山噴出物）を行い、④現在の火山の活動の状況についても併せて評価することとされている。

3 新火山ガイドの「現在の火山の状態を評価」という文言は論理破綻を生んでいる

しかし、これまでの原発訴訟における火山問題では、将来の噴火の可能性（規模や時期）を相当程度の正確さで予測できることを前提としていた旧火山ガイドの規定について、現実にはそのような予測は困難であるとして、火山ガイドが不合理であるという認定が、高裁を含む複数の裁判所でなされてきた。

これを受けて、原子力規制委員会は令和元年改定を行ったものと考えられる。規制委員会は、将来の噴火の可能性について、相当程度の正確さで予測できることを前提とすることはできず、個別評価で行うのは、あくまでも「現在の火山の状態を評価する」ことであると認めるに至っているが

(新火山ガイド第2章・解説-3.(6頁)), 立地評価の要である図表1(火山ガイド4項)の記載は全く変更されていないのである。

以上のような改正により、現在の火山ガイドは、予測できないにもかかわらず、現在の火山の状態を評価することで、運用期間中の活動可能性が十分小さいかどうかを判断するという論理破綻を来すこととなった。

4 火山ガイドの趣旨目的からすれば、一定の噴火予測を前提として策定されたと考えざるを得ないこと

しかし、火山ガイドを含む福島第一原発事故以降に定められた各ガイドは、福島第一原発事故の甚大な被害をふまえ、自然現象によって原発に被害が生じ、過酷事故等が発生することを未然に防止するために策定されたものである。そうであれば、火山ガイドについても火山噴火による原子力発電所への被害を防止するために定められたものであるといわざるを得ない。

そうであれば、火山ガイドは策定時点においては、噴火の時期及び規模について、発電用原子炉の運転の停止及び核燃料物質の敷地外への搬出に要する期間の余裕を追って予測できることを前提として定められたものであるといえ、現在の火山ガイドの論理破綻した記載は、火山ガイドを不合理とする裁判例に対応できるように見せかけるための不自然な接ぎ木である。前述したとおり、新火山ガイドにおいても、火山ガイドは、原発の運用期間中(少なくとも今後数百年間)に原発に影響を及ぼし得る噴火の発生可能性が十分小さいかどうかを判断するためのものであり、その点で火山ガイドの趣旨目的に変更はないものといえる。

したがって、広島高裁決定(甲C23)が火山ガイドについて「文献調査、地形・地質調査及び火山学的調査により過去の火山活動を分析した結果に加えて、必要に応じて地球物理学的及び地球化学的調査を行うことにより、検討対象火山が原子力発電所の運用期間中に活動する可能性が十分

に小さいかどうか、活動する可能性が十分に小さいとはいえない場合には、その火山活動の規模(噴火規模)を判断できること、すなわち、噴火の時期及び規模について、少なくとも発電用原子炉の運転の停止及び核燃料物質の敷地外への搬出に要する期間の余裕を持って、予測できることを前提としているものと解さざるを得ない」と判示した点については、現時点においても何ら変わることがないといえる。

そして、被告が火山ガイドに基づき、巨大噴火については、巨大噴火が差し迫った状態ではないと評価でき、運用期間中における巨大噴火の可能性を示す科学的に合理性のある具体的な根拠が得られていない場合は、運用期間中における巨大噴火の可能性は十分に小さいと判断できると主張しているのであれば、結局、噴火ステージ論上、現在がカルデラ形成期でなければ、仮にステージがどのように移り変わるのか全く不明でも、立地適正ありとみるものと評価せざるを得ず、保守的と呼ぶにはほど遠い、新たな安全神話の上に立った基準であると見ざるを得ない。

5 予測不可能な巨大噴火に対しては保守的に対処すべきこと

また、原告準備書面30において主張した通りであるが、巨大噴火については、現在の科学技術水準においては噴火の時期及び規模についての的確な予測は困難であり、VEI6以上の巨大噴火についても中長期的な噴火予測の手法は確立しておらず、原子力発電所の運用期間中に検討対象火山が噴火する可能性やその時期及び規模を的確に予測することは困難であるとの見解が多数を占めており、原子力発電所の設置等の許否の判断に際しては、保守的見地から、このような見解を前提にして検討される必要があるといわなければならない。

この点、炉規法が定める安全の水準である「災害の防止上支障がない」といえるためには、あるいは、1992(平成4)年の伊方原発・最高裁判決が判示する「深刻な災害が万が一にも起こらないようにする」ために

は、この不確実性を保守的に評価する基準でなければならない。具体的には、中長期的予測が困難であることを前提に、少なくとも後期更新世以降に発生した規模の噴火については、基本的に運用期間中も発生する可能性を否定できないと考えるとか、噴火が起こらないというよほど確実な証拠が存在しない限りは、可能性を否定できないものとして扱うといったことが考えられる。これは、絶対的安全を求めるものでも、不可能を強いるものでも全くないし、むしろ確立された国際的な基準である I A E A の原子力発電所の立地評価における火山ハザードに関する安全指針（S S G - 2 1）にも合致するものである（原告準備書面 1 1・3 0 頁以下参照）。

結局、新火山ガイドに基づく被告の主張は、このような保守的な評価手法を採用する方向に改正を行うのではなく、単に従前裁判所から指摘されてきた問題点を糊塗するため、巧言を弄したものにすぎない。