

平成24年（行ウ）第15号

東海第二原子力発電所運転差止等請求事件

原告 大石光伸 外235名

被告 日本原子力発電株式会社

2020（令和2）年3月17日

準備書面（93）

想定を超える自然現象の発生の具体的な危険

—火山の爆発による降下火砕物(火山灰)

水戸地方裁判所民事第2部 御中

原告ら訴訟代理人弁護士 河合弘之
外

本書面は、火山に関するこれまでの原告らの主張を整理するとともに、被告日本原電の主張に反論するものである。

1 火山の爆発と災害

(1) 火山の爆発(原告準備書面(63)第1)

ア 火山の爆発とは、地殻内のマグマの噴出に伴う諸活動であり、爆発の原動力等観点から見ると、①水蒸気爆発、②水蒸気マグマ爆発、③マグマ爆発に分類されている。

イ 火山爆発によって噴出するものは、①気体として噴出する「火山ガス」、②液体として噴出する「溶岩」、③固形物として噴出するもののうち「溶岩」以

外のものは「火砕物」とに分類される。

一般的な火砕物は、粒径によって「火山灰」（直径2mm未満）、「火山礫」（直径2mm以上6.4mm未満）、「火山岩塊」（直径6.4mm以上）に区分される。

ウ 火山の爆発規模の大小を表す尺度として最も一般的なものは、マグマの噴出量である。通常、爆発の規模は、アメリカの研究者が提案した「火山爆発指数（VEI）」を用いて表される。この指数は、溶岩の量を含まない火山灰や火山礫などの火砕物の噴出量に基づき、0（噴出物量1万m³未満）から8（噴出物量1000km³以上）の9段階に区分し、破局噴火(超巨大噴火)は指数7と8に相当する。

世界的には紀元前17世紀に地中海のサントリーニ火山の爆発、79年のイタリア・ヴェスビオス火山の爆発、10世紀における朝鮮半島の白頭山爆発、1815年のインドネシア・タンボラ火山の爆発などがVEI7クラスとされ、日本でも8万5000年前の阿蘇山の爆発、7300年前の鬼海カルデラの爆発は、VEI7クラスの爆発であった。

エ 4つのプレート付近に位置する日本は、地震大国であるとともに火山大国でもある。概ね1万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山を活火山というが、日本には110もの活火山が存在しており、世界の陸地面積の0.1%を占める場所に世界の活火山の7.3%もの活火山が集中している。

現在、日本では、地殻変動に伴う地震活動とともに火山活動が活発化しており、最近では2014年に死者58人を出した御嶽山（長野・岐阜）、箱根、口之永良部島、西之島、草津白根山などが噴火している。

(2) 火山爆発と災害(原告準備書面（84）第3)

ア 上述した破局噴火(超巨大噴火)に至らない巨大噴火が起こった場合、私たちの生活環境にどのような影響を与えるかについて、検討する。後述するように、東海第二原発では降下火砕物、具体的には火山灰による影響が問題となるので、この点に関する影響について述べる。

この点に関し参考となるのが、内閣府に設置された「富士山ハザードマップ検討委員会」が2004年に発表した「富士山噴火の被害想定報告書」である。

イ 上記報告書では、1707年の宝永噴火と同じような噴火が起きたことを仮定して作成されているが、東京における想定された降灰の厚さは数cmから10cm程度となっている。本報告書から、わずか10cm程度の降灰によって次のような深刻な影響が生じることが明らかにされている。

① 健康被害

細かい鉱物の破片やガラス片からなる火山灰を吸い込むと、鼻などの炎症を生じ、呼吸器疾患のある人は症状が悪化し、珪肺の原因ともなる。目に入った火山灰は、角膜を傷つける。

② 建物被害

火山灰は雪の約10倍の重さになることがあり、また、雨を吸うと約1.5倍の重さとなるので、古い木造家屋や耐久性の低い建物は倒壊する危険性がある。

③ 交通手段への影響

細かい火山灰は滑りやすく、車のスリップ事故を起こしやすい。また、風や車に巻き上げられた火山灰が視界を遮る。そのため、道路がマヒしてしまう。

火山灰は鉄道にとっても障害となる。架線に積もった火山灰は、漏電や架線切断の原因となり、線路のポイントに詰まると線路の切り替えができなくなる。

火山灰が航空機に与える影響は、1982年のインドネシアにおける噴火や2010年のアイスランドの噴火の例がある。

④ 生活インフラに対する影響

電線や電柱に積もった火山灰、特に水を含んだ火山灰は重いため、送電線が切れて停電を引き起こす。

浄水場に降り積もった火山灰は、沈殿池に堆積し、濾過用の砂などに付着して目詰まりを引き起こして、浄水場の機能を毀損する。

⑤ 産業活動への影響

火山灰による農作物や森林、水産業への被害については、様々な報告がある。

火山灰が製造業、商業、サービス業などの多方面にわたる産業に与える影響については、計り知れないものがある。

⑥ 生態系への影響

地表が広く火山灰に覆われてしまうと、まず植物が影響を受け、諸物に依存する動物への影響も免れない。

2 火山ガイド(原告準備書面(63)第2)

(1) 火山ガイドの制定

ア 以上のとおり、火山爆発による生活環境に対する影響は様々なものがあるが、想定される火山リスクに対する明確な審査基準は、2011年3月の大震災以前には存在していなかった。

すなわち、原子炉等規制法43条の3の8第2項が準用する同法43条の3の6第1項第4号は、設置(変更)許可の条件として、原子炉等による「災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること」が規定されており、これを受けて原子力規制委員会が定めた「実用発電用原子炉及びその附属設備の位置、構造及び設備の基準に関する規則」6条1項では、「安全施設は、想定される自然現象(地震、津波を除く)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。」と規定されている。そして、設置許可基準規則の解釈6条2項によると、「想定される自然現象」には「火山の影響」も含むとされていたが、設置(変更)許可申請のうち火山の影響について同条項の規定を満たすものであるかどうか

かを判断する具体的な審査基準は存在していなかったのである。

イ 本件大震災後になって、原子力規制委員会は、2013年6月、火山の及ぼす影響について具体的な審査基準を初めて定めて公表した。これが、「火山ガイド」（甲D57）である。

その後、火山ガイドは、2017年11月29日に一部改訂され、同年12月14日に施行されている（甲D58）。

(2) 火山ガイドの内容

火山ガイドは、全部で7章からなり、その概要は以下のとおりとなっている。

- ① 1章では、ガイドで使われる用語の定義を定めている。
- ② 2章では、原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の流れを説明し、「立地評価」と「影響評価」の2段階で行われることを述べている。
- ③ 3章では、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出方法について述べている。
- ④ 4章では、将来の活動可能性があると評価した火山について、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について述べている。
- ⑤ 5章では、個別評価により運用期間中の火山活動の可能性が十分小さいと評価した火山であっても、モニタリングを行うことを述べている。
- ⑥ 6章では、原子力発電所の運用期間中において設計対応不可能な火山事象によって原子力発電所の安全性に影響を及ぼす可能性が十分に低いと評価された火山について、それが噴火した場合、原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を抽出し、その影響評価を行うことを述べている。評価の対象となる火山事象は、「降下火砕物」などの13事象である。
- ⑦ 7章は、附則である。

3 東海第二原発と火山リスク（火山灰）（原告準備書面(63)第3）

被告日本原電は、東海第二発電所に対する火山影響評価について、2017年

1月20日、原子力規制委員会に報告書を提出した。その後、同年6月30日、被告日本原電は、原子力規制委員会から出されたコメントに対する回答書を提出している。更に、被告日本原電は、2017年12月の火山ガイド改訂に伴い、「降下火砕物の影響評価」に関し、2018年4月9日に「気中降下火砕物対策に係わる検討」を提出している。

以上を踏まえて、東海第二原発に関する被告日本原電の火山リスク評価の概要を述べる。

(1) 対象火山の抽出

まず、東海第二原発の地理的領域（半径160km範囲）に位置する第4紀火山として32火山を抽出し、そのなかから原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として13の火山を絞り込んだ。

(2) 13火山の火山活動に対する個別評価

次に、絞り込んだ13の火山について、火砕物密度流などの設計対応不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性を検討し、その結果、設計対応不可能な火山事象が発電所に影響を及ぼす可能性はないと評価した。

(3) 降下火砕物の影響評価

ア 原子力発電所に影響を及ぼし得る可能性のある火山事象のうち、降下火砕物以外の事象については、敷地の地形や火山との距離から影響を評価すべきものとはされていない。

イ 東海第二原発において、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象は、「降下火砕物」と評価された。

東海第二原発の敷地周辺(半径約30km以内)で確認又は分布が推定される降下火砕物のうち、最大層厚となるものは群馬県の赤城山を供給源とする赤城鹿沼テフラであった。

ウ そこで、赤城鹿沼テフラについて検討すると、文献・地質調査を踏まえ、敷地周辺でのバラツキを考慮し、層厚を40cmと評価した。

さらに、噴出量等のパラメーターを再検討し、敷地での層厚を約49cmと評価した。

そして、最終的に、設計上考慮する層厚を総合的に判断し、50cmと評価するに至った。

エ 降下火砕物の粒径と濃度の設定値については、文献・地質調査結果から、当初は以下のとおりと評価していた。

① 粒径 8mm以下

② 密度 0.3g/cm³(乾燥状態)～1.5g/cm³(湿潤状態)

その後、被告日本原電は、2017年11月の火山ガイド改定に伴い、2018年4月になって気中濃度を約100倍の3.5g/m³に引き上げている。

4 被告日本原電による火山評価の問題点(原告準備書面(63)第4)

(1) 被告日本原電の想定する降下火砕物の層厚50cmでは外部電源を喪失すること

被告日本原電は、上述したとおり、最終的に、設計上考慮する層厚を総合的に判断し、50cmと評価している。

しかし、この50cmという層厚数値は、極めて高い異常とも言える数値である。気象庁の調査報告によると、わずか5mmの降灰で、車の故障やスリップ事故が発生し、1cmを超える降灰となると、送配電網の性能低下で大規模停電のリスクが増大し、10cm以上の降灰となると、交通、ライフライン、産業及び健康等に対し極めて重大な影響が生じ、社会・経済活動がほぼ不能となるとされている。

まして、50cmの層厚ともなれば、配電網の性能低下で外部電源喪失の可能性はもとより、その状況下において活動を行うこと自体がほぼ不可能となる可能性が高い。

(2) 被告日本原電の想定する気中降下火砕物濃度3.5g/m³は明らかに過小評価であること

ア 上述したとおり、被告日本原電は、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象として「降下火砕物」を評価し、その層厚を50cm、気中濃度を3.5g/m³と想定している。

しかし、降下火砕物の気中濃度を3.5g/m³とする被告日本原電の想定は、層厚が50cmとする点からみて明らかに過小評価と言わねばならない。

他の原発、例えば伊方原発3号機では設計層厚15cmに対して濃度は約3.1g/m³とされており、玄海原発3,4号機では設計層厚が10cmに対し濃度が約3.8g/m³とされている。

仮に設計層厚が15cmの時の大気中降下火砕物濃度を、規制庁試算(2~7, 3~5)の中間値をとって4g/m³とすると、層厚が50cmとされる東海第二原発の場合には、単純比例して、大気中濃度は13.3g/m³と計算される。

これは、被告日本原電の当初想定の400倍、改訂後の日本原電想定との4倍弱となる。改訂前も改訂後でも明らかに過小評価というべきものである。

イ 大気中降下火砕物濃度を13.3g/m³と想定することによる結果

① 被告日本原電は、改訂前の当初計算では吸気フィルターが閉塞するまでの時間は7.14時間とされているが、降下火砕物の大気中濃度が約400倍の13.3g/m³となると、閉塞までの時間は0.017時間(約1分)となる計算であるから、あっという間にフィルターが目詰まりして閉塞してしまうことになり、約3時間とされるフィルター交換時間には到底間に合わず、非常用ディーゼル発電機は機能を喪失せざるを得ない。

② 降下火砕物の大気中濃度が、被告日本原電の想定よりも高い13.3g/m³となる場合、フィルターの性能によって、一定の粒径以下の降下火砕物が非常用ディーゼル発電機の機関内に大量に侵入することになる。機関内に侵入した降下火砕物は、シリンダー等の溝に詰まり、閉塞を起こす可能性が高い。そうすると、非常用ディーゼル発電機が機能を喪失し、全交流電源喪失

に至る可能性が否定できない。

③ 降下火砕物の大気中濃度が 13.3 g/m^3 となる場合、機関内に侵入した降下火砕物はシリンダー等の部材である特殊鋳鉄よりも硬いことから、シリンダー内部が摩耗を起こす可能性が高い。シリンダー等の部材が摩耗すれば、非常用ディーゼル発電機が機能を喪失し、全交流電源喪失に至る可能性が否定できない。

④ 降下火砕物の大気中濃度が 13.3 g/m^3 となる場合、機関内に侵入した降下火砕物によってディーゼル発電機機関内部の焼付・固着を引き起こす。そうすると、非常用ディーゼル発電機が機能を喪失し、全交流電源喪失に至る可能性が否定できない。

(3) 結論

以上みてきたように、被告日本原電が評価する①最大層厚 50 cm は、外部電源喪失の危険性があり、②降下火砕物の大気中濃度の見直しも過小であり、③非常用ディーゼル発電機内部の閉塞の可能性が高く、④非常用ディーゼル発電機内部の摩耗の可能性も高く、⑤さらには、非常用ディーゼル発電機内部の焼付・固着の可能性もあることから、非常用ディーゼル発電機が機能を失い、全交流電源喪失に至り、冷却機能を果たせなくなってしまう、東海第二原子力発電所に深刻な事故を発生させる可能性が高い。

したがって、東海第二原子力発電所は、「原子炉等による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合せず」、設置（変更）許可基準を満たしておらず、また、原告らの人格権に重大な被害を及ぼす。

5 被告日本原電の主張に対する反論

(1) はじめに

原告らは、「伊方原発3号機では設計層厚 15 cm に対して濃度は約 3.1 g/m^3 とされており、玄海原発3、4号機では設計層厚が 10 cm に対し濃度が約 3.8

g/m³とされていることからみて、東海第二原発では層厚が50cmと3倍から5倍とされているのにもかかわらず、被告日本原電が濃度を3.5 g/m³と評価しているのは、『同じ時間内に降下する火砕物の量が多くなればなるほど、気中濃度は大きくなる』という一般経験則ないし初歩的な科学的経験則に反して不合理である」、と主張しているところである。

これに対し、被告日本原電は、火山ガイドが気中降下火砕物濃度の推定方法として定めている2つの手法、すなわち、「3.1 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」（以下「3.1の手法」という。）又は「3.2 数値シミュレーションにより気中降下火砕物濃度を推定する手法」（以下「3.2の手法」という。）のうち、「3.1の手法」を採用し、これを前提にして最大濃度想定が3.5 g/m³に収まると評価する根拠は、被告準備書面（10）によれば、「気中降下火砕物濃度の算出に用いた設定条件が異なる」「粒径の大きい降下火砕物の割合を大きくするなどの条件」を用いて推定している、ことにある（同書面156～157頁）。

そこで、以下、この点について反論する。

(2) 反論その1—火山ガイドの定める具体的審査基準の不合理性(原告準備書面(82)第3)

ア 火山ガイドが定める気中降下火砕物濃度の推定方法

火山ガイドは、気中降下火砕物濃度の推定方法として、「3.1 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」（以下「3.1の手法」という。）又は「3.2 数値シミュレーションにより気中降下火砕物濃度を推定する手法」（以下「3.2の手法」という。）のいずれか一方を用いるべきと定めている（甲D59（火山ガイド）の添付1・3項，28頁）。

火山ガイドは、両者のいずれかの手法により濃度を推定すれば足りるとする理由として、「3.1の推定手法では、降下火砕物の粒径の大小に関わら

ず同時に降灰が起こると仮定していること、粒子の凝集を考慮しないこと等」を挙げ、「3. 2の推定手法では、原子力発電所への影響が大きい観測値に基づく気象条件を設定していること等」を挙げて、「いずれの推定値も実際の降灰現象と比較して保守的な値となっている」ことから、いずれかの手法で推定すれば足りるとしている。

しかし、気中降下火砕物濃度の推定方法には、もともと大きな不確実性が存在し、火山ガイドが定める気中降下火砕物濃度の推定方法は、その不確実性を保守的に考慮できていない点において不合理であるし、また、いずれか一方の手法を用いただけでは不確実性を保守的に考慮することができない点でも不合理なものである。

以下、この点について述べる。

イ 推定手法自体が持っている不定性や再飛散の問題

もともと推定手法自体が大きな不定性を有しており、仮に、火山ガイドが定めるような保守性が一応認められるとしても、それによって推定手法自体が持つ不定性をカバーできるか否か明らかではない。

火山ガイドは、気中降下火砕物濃度の推定について、「降下火砕物の推定に必要な実測値（観測値）や理論的モデルは大きな不確実さを含んでおり、基準地震動や基準津波のようにハザード・レベルを設定することは困難である」と認めている（甲D59の添付1・1項，27頁）。

ここでは、多くの層厚想定や濃度推定で用いられるT e p h r a 2というシミュレーション解析ソフト（本件でも使用）の不定性と再飛散の問題について述べる。

A T e p h r a 2の適用限界を踏まえるべきこと

T e p h r a 2とは、移流拡散モデルを基にして作成された降下火山灰のシミュレーションコード（オープンコード）である。移流拡散モデルとは、風による移動（＝移流）と、空中で勝手に拡がる現象（＝拡散）を盛り込ん

で作られたモデルをいう。

T e p h r a 2の理論と適用限界については、萬年一剛・神奈川県温泉地学研究所主任研究員（九州大学理学博士）の論文に詳しい（甲D133）。すなわち、T e p h r a 2の移流拡散モデルは、実際の火山灰の動きを「随分単純化」したものとされているから不定性を有しており、また、現在の通説的見解である重流カモデルとは異なるモデルで作成されており、いわゆる「傘型領域」からの落下の部分を取り込まれていないなどの問題点がある。

B 再飛散を考慮していない

「再飛散」とは、「一度地表面に沈着したテフラが、強風によって舞い上がり再び大気中を浮遊する現象で、煙霧、黄砂、風塵、砂塵嵐などと同様の大気塵象」である（甲D132・410頁）。

火山ガイドが定める「3. 1の手法」や「3. 2の手法」は、いずれも、「再飛散」現象を考慮していないが、これを考慮すれば、大気中濃度が大きくなる可能性はある。

したがって、気中降下火砕物の濃度推定手法に関する火山ガイドの定めは、推定手法自体が持っている不定性や再飛散の問題等を保守的に考慮できていない点で不合理である。

ウ 「3. 1の手法」及び「3. 2の手法」は保守的なものとはいえない

A 「3. 1の手法」について、火山ガイドは保守性を挙げているが、いずれについてもその保守性は定量化されたものではなく、推定手法自体が持っている不定性や再飛散等の問題点を補い得るだけの保守性となっているかどうか何ら説明されていない。

また、「3. 1の手法」において、降灰継続時間は、合理的に説明できない限り24時間と仮定して計算することを前提としている（甲D59・添付1、3. 1項、29頁）。

しかし、24時間という数値は平均値にすぎず、深刻な災害が万が一にも

起こらないようにするという原子力安全の分野で、平均値を用いるのは非保守的で、不合理である。

B 次に、「3. 2の手法」について、火山ガイドは、「原子力発電所への影響が大きい観測値に基づく気象条件を設定していること」を保守性として挙げている。

しかし、「原子力発電所への影響が大きい観測値に基づく気象条件」というものが具体的にどのようなものであるのか明らかではなく、どのような要素について、どのような意味で、どの程度の保守性が見込まれるのか、具体化、定量化されない限り、保守的なものと考えべきではない。

エ 二つの手法のうち、いずれか一方を採用するという基準は不合理であること
以上のとおり、火山ガイドの気中降下火砕物濃度の推定手法に関する定めは、推定手法自体に不定性が大きく、再飛散値の不考慮など非保守的な要素が存在するため、少なくとも、いずれも用いたうえで、より保守的な値を採用すべきであるにもかかわらず、「3. 1の手法」と「3. 2の手法」のいずれか一方だけを用いて推定すれば足りることとされている点で不合理である。

(3) 反論その2—基準適合判断（ないし評価）の不合理性 - 濃度の過小評価（原告準備書面（82）第4）

ア 「3. 1の手法」の具体的内容

「3. 1の手法」は、原発の敷地において想定される降下火砕物が、ある期間（降灰継続時間）に堆積したと仮定して、降下火砕物の粒径の割合から求まる粒径ごとの堆積速度と粒径ごとの終端速度から算出される粒径ごとの気中濃度を合計することで気中濃度を求める方法である（甲D59・添付1，3. 1項・28頁）。

被告日本原電が行った具体的な濃度算出条件は、下の図表のとおりである。

表 1 濃度算出条件

入力条件／計算結果	値	備考
設計層厚	50cm	
総降灰量 W_T	$4.0 \times 10^5 \text{ g/m}^2$	設計層厚×降下火砕物密度 (0.8 g/cm^3)
降灰継続時間 t	24h	Carey and Sigurdsson(1989)参考
粒径 i の割合 p_i	表 2 参照	Tephra2 による粒径分布の計算値
粒径 i の降灰量 W_i		前ページの式①
粒径 i の堆積速度 v_i		前ページの式②
粒径 i の終端速度 r_i		Suzuki(1983)参考
粒径 i の気中濃度 C_i		前ページの式③

図表 甲D138・6条(火山) - 1 - 参考17 - 5頁の表1

イ 被告日本電源が行った算出手順の問題点

A 火山灰密度が保守的なものとなっていないこと

被告日本電源は、火山灰の密度を $0.8 \text{ [g/cm}^3]$ としている。

しかし、内閣府防災情報のサイトに掲げられている大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループが作成した「火山灰の特徴について」(平成30年12月7日)によれば、火山灰の密度は、乾燥状態で $0.5 \sim 1.5 \text{ [g/cm}^3]$ 程度までと幅があり、独立行政法人産業技術総合研究所の須藤茂氏の研究では、 $1 \text{ [g/cm}^3]$ 程度とされている。

そうすると、 $0.8 \text{ [g/cm}^3]$ を前提になされた被告日本電源の濃度推定は、標準的な値としては意味があるかもしれないが、「それ以上の濃度にはならない」という上限を画するための推定としては保守性が足りず、不合理ということになる。

B シミュレーションの粒径分布は、実際の粒径分布とは異なること

次に、濃度推定手順の中で問題となるのは、実際の粒径分布の点である。

被告日本原電の計算過程で用いられた粒径分布は、「Tephra2による粒径分布の計算値」とされている。

しかし、これは、本件原発敷地周辺で確認できる敷地の実際の粒径分布とは異なっているし、大洗研究開発センター敷地内における実測値とも異なっている。また、降下火砕物検討チームでも参考にされた占冠実測値の中央粒径と比較しても、余りにも中央粒径が大きい。これは、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という経験則に反する。

ウ 以上から、被告日本原電が採用したシミュレーション値は、保守性に欠け、実測値とも乖離したものとなっている。

「深刻な災害が万が一にも起こらないようにする」という法の趣旨に照らして、現在の科学技術水準ではほとんど何も分かっていない地質時代の大規模噴火の粒径分布を設定するとすれば、少なくとも実測値に相応の保守性を見込んだ数値を採用すべきである。

したがって、そのような評価を行っていない原子力規制委員会の基準適合判断（ないし被告日本原電の評価）は、看過し難い過誤、欠落が存在し、不合理なものと言わざるを得ない。

(以 上)