

平成25年(ワ)第696号 原発運転差止め請求事件

原告 辻 義則 外56名

被告 関西電力株式会社

## 準備書面(42)

【火山灰の層厚に関する原子力規制庁の指摘と小滝意見書について】

平成30年4月17日

大津地方裁判所民事部合議A係 御中

原告ら訴訟代理人弁護士 井戸 謙 一

同 菅 充 行

同 高橋 典 明

同 吉川 実

同 加納 雄 二

同 田島 義 久

同 崔 信 義

同 定岡 由紀子

同 永 芳 明

同 藤 木 達 郎

同 渡 辺 輝 人

同 高 橋 陽 一

同 関 根 良 平

同 森 内 彩 子

同 杉 田 哲 明

同 石 川 賢 治

同 向 川 さゆり

同 石 田 達 也

同 稲 田 ますみ

弁護士井戸謙一復代理人

同 河 合 弘 之

同 甫 守 一 樹

同 池 田 直 樹

## 【目次】

|    |   |    |
|----|---|----|
| 第1 | 想定すべき火山灰の層厚に関する原子力規制庁・原子力規制委員会の見解   | 4  |
| 1  | 概要  | 4  |
| 2  | DNPについて   | 4  |
| 3  | 被告の調査とそれに対する原子力規制庁の判断   | 4  |
| 4  | 上記の見解を前提とした場合に被告の発電所でどれくらいの火山灰の層厚を想定すべきか。   | 6  |
| 5  | 層厚を26センチメートルと想定した場合の高浜発電所の安全性   | 6  |
| 第2 | 小滝意見書（甲全505号証）  | 7  |
| 1  | はじめに  | 7  |
| 2  | 大山の噴火履歴の検討  | 8  |
| 3  | 大山の地下構造に関する検討について   | 10 |
| 4  | 降下火砕物のシミュレーションについて  | 11 |
| 5  | 九州のカルデラ火山について   | 12 |
| 第3 | 小滝意見書が弾劾する被告の主張について   | 13 |
| 1  | 小滝意見書（甲全505号証）は、被告が論拠とする点を弾劾しており、被告の火山灰による影響評価が不合理であることが理解できる。以下、被告の主張と小滝意見書の対応関係を整理する。 | 13 |
| 2  | 発生間隔論   | 13 |
| 3  | 噴火ステージ論   | 13 |
| 4  | マグマ溜り論  | 14 |
| 5  | その他の指摘  | 14 |

## 【本文】

### 第1 想定すべき火山灰の層厚に関する原子力規制庁・原子力規制委員会の見解

#### 1 概要

平成30年3月28日に行われた原子力規制委員会定例会合において、本件原発等の審査の火山灰評価で焦点となっていた大山生竹（だいせんなまたけ）噴火（以下「DNP」という。）による京都の越畑地点の火山灰層について、原子力規制庁は、層厚の評価はできないとの被告の調査結果を覆し、層厚は26センチの可能性があるとの見解を示した（甲全500号証3頁4～5行目）。また、原子力規制委員会は、平成30年3月28日の第75回原子力規制委員会で、この原子力規制庁の見解を妥当であるとした。以下、詳述する。

#### 2 DNPについて

DNPは8万年以上前の噴火で、火山爆発指数は5～6、降下テフラの分布主軸は東方向で、降下テフラは給源から最遠で450kmに分布している（「新編火山灰アトラス」甲全445号証120頁）。DKPよりも以前の噴火であり、噴火の規模はDKPよりもやや小さい。

#### 3 被告の調査とそれに対する原子力規制庁の判断

##### (1) 端緒

DNPは山元（2017）（甲全455号証9～11頁）において、須藤ほか（2007）が作成した等層厚線図が過小評価であり、これを使ってマグマ体積を見積もると過小評価になることが指摘されている。平成29年6月14日の第15回原子力規制委員会において、被告に対しDNPの火山灰分布について情報収集を求めることが了承された。

##### (2) 被告の調査

これを受け、被告は京都市越畑（こしはた）地点、福知山市土師（はぜ）地点、養父市大屋（おおや）地点、香美町瀬川（とろかわ）山地点及び倉

吉市大山（だいせん）池地点の計5地点において、各地点に存在するとされているDNPに由来する火山灰について、地質調査に基づき、産出状況と降灰層厚の検討を行った。

具体的には、越畑地点では、既往研究で調査された地点において地質調査を行い、産出状況の詳細な観察結果から、火山灰を含む地層は、層相及び挟在する礫層<sup>\*1</sup>（2b層）により、2層（2a層、2c層）に細分されることが確認された。さらに、礫層の上位に位置する2a層の下部にはラミナ<sup>\*2</sup>が認められる。DNPの観察を行った5地点のうち、越畑地点、土師地点、大屋地点については、それぞれ再堆積したものと評価されるので、降灰層厚を評価できないとした。

鉱物の化学組成及び屈折率分析から、越畑地点においてはDNPを含む地層、土師地点においてはDNPとその他の火山灰を含む可能性がある地層を確認した。

今回の調査結果から降灰層厚を評価できる大山池地点、瀬川山地点は火山灰アトラスに示される等層厚線図に整合していることが確認できた。

### (3) 上記に対する原子力規制庁の評価

越畑地点における火山灰については、含有鉱物の特徴と角閃石を用いた化学分析結果は参照した模式地のDNPのものと類似、一致しているため、DNP起源であると判断してよいと判断した。

また、火山灰を含む地層のうち、2c層については、ラミナの存在等の流水の影響を示す証拠は報告されていないこと、下位及び上位の土石流堆積物と比較して鉱物含有量がはるかに多いことから、火山灰が直接降って形

---

\*1礫（2mm以上の岩片）の集積によって形成される堆積層。

\*2葉理構造。河川等の流水によって運搬された土砂が薄く累重することによって形成される層構造。

成された純層の可能性があると判断し、一方、2a層は、礫層である2b層の上位層であり、加えて2a層の最下部にはラミナが認められること、2c層と比較して鉍物含有量が増加しており、流水等によって鉍物が濃集した可能性のあることから、堆積学的には2a層が再堆積によって形成された地層であると評価すること自体には合理性はあると判断した。

しかし一方で、2a層は土石流堆積物と比較して鉍物含有量が多いこと、及び2c層との境界が不明瞭な部分もあることから、2a層とされている一部についても純層である可能性は否定できないと判断し、これを受け、越畑地点におけるDNPの最大層厚は山元（2017）（甲全455号証10頁）において引用している文献値（30cm）よりやや小さい26cmとみなすことが可能である、と判断した。

- 4 上記の見解を前提とした場合に被告の発電所でどれくらいの火山灰の層厚を想定すべきか。

大山から越畑地点までの直線距離は概ね190キロメートルであるが、大山から被告の高浜発電所までは約180キロメートル、大飯発電所までは約192キロメートル、美浜発電所までは約222キロメートルである（甲全501～504号証）。

そうすると、少なくとも被告の発電所においても越畑地点と同様の26センチメートル程度の層厚は想定すべきである。被告の10センチメートルという想定は明らかに過小評価である。

被告において、上記の原子力規制委員会や原子力規制庁の指摘を踏まえて改めて火山灰による影響評価をやり直さない限り安全性が確認されたとはいえない。

- 5 層厚を26センチメートルと想定した場合の高浜発電所の安全性

高浜発電所については、原告ら準備書面（36）の40、41頁で述べた通り、緊急時対策所（高浜1、2号機 原子炉補助建屋）の屋根スラブ（屋

根の水平部分の構造体)の許容堆積荷重は $6125\text{ N/m}^2$ である(甲B第42号証41頁)。火山灰による層厚を26センチメートルと想定して積雪による荷重も考慮した場合の堆積荷重は $6510\text{ N/m}^2 (=87 \times 0.3 \times 100 + 26 \times 1.5 \times 100)$ であり、許容堆積荷重を超える。また、被告が、建築基準法に基づき設定している建屋の積載荷重は $3000\text{ N/m}^2$ と設定しているようであるが、火山灰による層厚を26センチメートルと想定した場合、密度を $1.5\text{ g/cm}^3$ とするとその堆積荷重は $3900\text{ N/m}^2$ となり、火山灰単独で上記の建屋の積載荷重を超えて建屋の機能に影響を及ぼす可能性がある。

ディーゼル発電機のフィルターの目詰まりについては、原告ら準備書面(36)の25頁で触れているが、設計層厚を26センチメートルとした場合、これを10センチメートルとした場合と比較して、気中降下火砕物の濃度(甲全452号証スライド2の参考濃度参照)が大きくなり、現状の限界濃度(約 $1.6 \sim 1.8\text{ g/m}^3$ )を上回ることは確実である。フィルターが目詰まりを起こしてディーゼル発電機による供給ができなくなるという危険がある。

また、原告ら準備書面(36)の41頁で触れた通り、26センチメートルもの火山灰が堆積して泥流となり、高浜発電所に流れ込んだ場合の影響が評価されていない。

## 第2 小滝意見書(甲全505号証)

### 1 はじめに

小滝篤夫理学博士(京都府立大学非常勤講師)が今年に入って公表した意見書(甲全505号証)は、山元論文(甲全455号証)において引用された論文の原著者が作成したものであり、山元(2017)(甲全455号証)が科学的根拠を有することの立証として不可欠なものである。

小滝博士は、地質学会や第四紀学会に所属しており、鳥取県の大山の噴火

活動によりどのような火山碎屑(さいせつ)物(テフラ)がどのように堆積し、分布しているのかを主要な研究テーマの一つとしてきた。小滝博士の大山に関する研究論文としては、甲全455号証(山元(2017))にも引用されている、小滝篤夫・古山勝彦・井上陽一「京都府北部、福知山・綾部地域の高位段丘層中の含カミングトン閃石火山灰層と大山最下部火山灰層との対比」(2002)や小滝篤夫・木谷幹一・牧野州明「近畿地方に分布する大山最下部火山灰層 hpm1」(2007)などがよく知られている。

甲全505号証では、被告の行った大山起源のテフラや火山の評価等について、同氏の研究成果を踏まえて意見が述べられている。以下、その内容を記す。

## 2 大山の噴火履歴の検討

(1) 一般に、テフラというのは、降灰当時のまま正確に保存されていないことの方が圧倒的に多く、低地などでは河川などで流されて堆積することで、実際に積もった量より多く確認できることもある(ただし、この場合には、堆積層の中に流れた跡を示す縞模様が見られるので、流されて堆積したものであることが比較的よく分かることが多い)一方、風化や浸食によって全く保存されていないことも多く、調査をしても、テフラを発見できることの方が稀である。そのため、ある地点でテフラが確認されないからといって、直ちにそこに降灰がなかったと判断することはできない。過去の噴火の噴出量やテフラの分布を正確に見積もるためには、出来るだけ多く、質の高い地質調査を積み重ねるしかないが、島国である日本では多くのテフラは海に没してしまうため、噴出量の推定には大きな誤差を伴う。未だに給源が分かっていないテフラも多い。

日本の第四紀火山のこれまでの噴火の規模やそのテフラの分布等について、現在までの様々な研究成果が多くの文献にまとめられているが、それは現段階での一応のもので、調査や研究の進展によって順次改められるこ



とが元々予定されている。

- (2) 大山に関する被告の評価，すなわち，「約40万年前以降，約5.5万年前の大山倉吉（DKP）噴火が特別な大規模噴火であり，DKP噴火に至る活動間隔（約30年以上）は，DKP噴火以降の経過時間（5.5万年）に比べて十分長いから発電所運用期間中にDKP規模の噴火の可能性は十分低い。したがって，繰り返し生じている数 $\text{km}^3$ 以下の規模の噴火を考慮する」という評価は，山元（2017）（甲全455号証）で示唆されたとおり，不合理である。

被告が降下火砕物シミュレーションに噴出量 $5\text{km}^3$ を用いたのは，約40万年前以降の噴火の中ではDKP噴火を除けば約2万年前の弥山－三鈷峰噴火（噴出量 $5\text{km}^3$ ）が最大であると評価した結果であるが，大山ではそれ以外にも噴出量が $5\text{km}^3$ を超える噴火は幾度も起きていると考えられる。

- (3) たとえば，大山のテフラには，約21万年前に噴出したhpm1と呼ばれるものがある。hpm1は広域に分布し長野県と山梨県に跨る八ヶ岳の東麓でも発見されているので，少なくとも最大到達距離は450km程度ある（Kotaki et al., 2011）。

被告は，hpm1の噴出量を $0.76\text{km}^3$ と設定しており，これは須藤ほか（2007）を参照した数値と推察される。須藤ほか（2007）は，hpm1の最大到達距離を131kmとしているので，最大到達距離が過小評価である結果，噴出量の設定も過小評価となっているものと考えられる。須藤ほか（2007）では，DOP<sup>\*3</sup>について，最大到達距離を205km，噴出量を $4.29\text{km}^3$ としていることに照らせば，最大到達距離が450km程度以上あるhpm1噴火

---

\*3大山奥津軽石噴火。約21万年前に噴火したと考えられている。大山から約150km以遠でもこれに対比可能なテフラが見い出されている（甲全455号証11頁）。

は、噴出量が5 km<sup>3</sup>を超える噴火であった可能性が高い。

(4) 被告は、大山の噴火履歴の検討において、40万年以前のものを事実上除外しているが、被告の資料（甲B41号証スライド18）で示されているように、大山では、約60万年前から40万年前までの間に、溝口凝灰角礫岩が噴出しており、その体積は50 km<sup>3</sup>ほどになる。この50 km<sup>3</sup>もの噴出物が、一度に噴出したものなのか複数回に分かれて噴出したものなのかは不明である。この点からしても、大山の活動履歴においてDKP噴火が突出した大規模噴火とは断定できず、溝口凝灰角礫岩の噴出からDKP噴火までの約30万年以上という期間を次の大規模噴火までの時間的猶予を測るための基準とするのは無理がある。

(5) 被告は、数 km<sup>3</sup>以下の規模の噴火の可能性しか考慮しない根拠の1つとして、守屋（1983）及び米倉ほか編（2001）における火山体の発達史的分類において、大山は第4期と整理されていること、第4期の噴出量が数 km<sup>3</sup>とされていることを挙げている。しかし、この第1期から第4期までの分類は、守屋以智雄氏が、群馬県の赤城山の発達史を基に、いくつかの成層火山について、火山地形に関する発達史的な傾向を整理するために提示した一種の作業仮説で、厳密なものでない。この分類が一般化可能で大山にも適用できるのかどうかは改めて検討が必要である。

仮にこの分類が正しいとしても、噴出量を算出する際に依拠したデータが古く、現在の知見に即したものではない。守屋（1983）等は、大山の噴火規模を推定する文献上の根拠としては薄弱である。

### 3 大山の地下構造に関する検討について

被告は、大山地下の地震波速度構造において、低速度層は20 km以深に位置していることから、「保守的にこれをマグマ溜りとして評価したとしても、珪長質マグマの浮力中立点7 kmよりも深い」として噴火につながらないという印象を与えている。

しかし、深部のマグマが上昇して噴火に至るタイムスケールの検討は難しく、それがなされていない以上、低速度層が噴火につながらないとはいえない。

#### 4 降下火砕物のシミュレーションについて

hpm1 は京都府綾部市物部町の泥層中に 15 cm～20 cm 程度見いだされるので、大山で hpm1 程度の規模の噴火が再び起きれば、若狭湾の原発においては、風向・風速次第で少なくとも 15 cm 程度の降灰があり得ることが容易に分かる（さらに、本書面の第 1 で述べたとおり、原子力規制庁は 26 cm 程度の降灰が起こりうることを指摘した）。

被告は、Tephra2 というシミュレーションコードを用いて、噴火規模を 5 km<sup>3</sup> と設定してシミュレーションを実施したところ、高浜原発、大飯原発及び美浜原発について、いずれのケースでも 10 cm 未満の降灰層厚となったこと等から、敷地の降下火砕物の最大層厚は 10 cm と設定している。

Tephra2 は実現象を再現する上でも課題の多いシミュレーションコードであることが萬年（2013）で指摘されている。そのようなシミュレーションコードを用いながらも過小評価のおそれを低減させるためには、出来るだけ数多くのパターンのシミュレーションを実施し、少なくとも実際のテフラの堆積層厚を再現できるかどうかの検証を行う必要がある。山元孝広『大山倉吉テフラの降灰シミュレーション』（地質調査総合センター研究資料 no. 635, 2016）（甲全 457 号証）では、DKP について Tephra2 による堆積物分布の再現シミュレーションを実施するに当たり、噴煙柱高度 5 ケース、噴出量 4 ケース、平均粒径 4 ケース、粒径偏差 5 ケースを組み合わせ、 $5 \times 4 \times 4 \times 5 = 400$  ケースを検討している（9～10 頁）。

一方、被告は、「基本ケース」のほか、「不確かさケース」として噴煙柱高度 2 ケース、噴出物密度 2 ケースの考慮はしているものの、噴出量や平均粒径、粒径偏差は「不確かさケース」を設定していない。しかも「不確かさ」

の組み合わせを設定していないので、「基本ケース」と「不確かさケース」の合計は、風速の不確かさを考慮した2ケースを含めても7ケースに過ぎない。実際の堆積物の再現性についての検証がなされた形跡もなく、噴出量の見直しをしない限り、hpm1の実績分布はまったく再現できない。

40万年前以降でDKP噴火を除いた大山の最大噴火を想定するのだとしても、最大層厚10cmというのは明らかに過小評価である。

## 5 九州のカルデラ火山について

大山のみならず、九州で破局的噴火が起きた際に若狭湾の原発も危険な状態に陥ることも懸念される。

九州には、北から、阿蘇、加久藤・小林、始良、阿多、鬼界と、最近数十万年以内にVEI7級の破局的噴火を繰り返し起こした大規模なカルデラが並んでいる。これらのカルデラで破局的噴火が起きれば、その火山灰の多くが偏西風に流され日本列島の広い範囲を覆うことが想定されるので、若狭湾地域が九州と距離が離れているからといって安心はできない。実際、小滝博士が調査の対象としている京都府の中・北部で見出されるテフラは、大山を除けばほとんどが上記九州のカルデラ起源のものである。

神戸大学の巽好幸教授らの最近の研究によると、日本列島で今後100年間に巨大カルデラ噴火が起こる確率は約1%である。この確率は、兵庫県南部地震発生前日における30年発生確率と同程度である。そして、いつこのような巨大噴火が起こっても不思議ではないと認識すべきとされている。現在の火山学では、それ以上の確度で巨大カルデラ噴火が起きる可能性を見積もることはできない。被告は、運用期間中に、巨大カルデラ火山の1つである始良カルデラが破局的噴火を引き起こす可能性は十分低いと主張しているが、巽教授の上記の指摘は十分傾聴すべきものである。

福井県若狭町にある三方五湖の水月湖では、細粒の泥層中に約3万年前の始良カルデラの噴火のテフラ(AT)がある。ATの層厚は35.1cmで、

そのうち上位 7.9 cm はすじ模様があり再堆積の可能性があるが、それを除いた 27.2 cm は一次堆積と推定される。九州で破局的噴火が起こった場合には、若狭湾沿岸でも 10 cm を超える火山灰が積もるのは想像に難くない。この点からしても 10 cm というのは非常に不安を覚える数値である。

### 第3 小滝意見書が弾劾する被告の主張について

1 小滝意見書（甲全505号証）は、被告が論拠とする点を弾劾しており、被告の火山灰による影響評価が不合理であることが理解できる。以下、被告の主張と小滝意見書の対応関係を整理する。

#### 2 発生間隔論

被告は、発生間隔論を用いて、次のDKP規模の噴火までには十分な時間的余裕があるのでこの規模の噴火の可能性を考慮しなくてもよい、繰り返し生じている数立方キロメートル以下の規模の噴火の可能性を考慮すればよいとしている（甲B41号証スライド17, 18）。これに対して、小滝意見書では、5 km<sup>3</sup>を超える噴火は大山で幾度も起きており、DKPが突出した大規模噴火とは断定できない、溝口凝灰角礫岩の噴出からDKP噴火までの約30万年以上という期間を次の大規模噴火までの時間的猶予を測るための基準とするのは無理がある、などと指摘している（前記第2の2の(2)～(4)）。

#### 3 噴火ステージ論

被告は、数 km<sup>3</sup>以下の規模の噴火の可能性しか考慮しない根拠の1つとして、守屋（1983）及び米倉ほか編（2001）における火山体の発達史的分類において、大山は第4期と整理されていること、第4期の噴出量が数 km<sup>3</sup>とされていることを挙げている（甲B41号証スライド17, 62）。これに対して小滝意見書では、前記の分類は作業仮説であり、一般化可能で大山に適用できるか改めて検討が必要である、噴出量を算出する際に依拠したデータが古く現在の知見に即したものではないことを指摘している（前記第2の2

の(5))。

#### 4 マグマ溜り論

被告は、大山地下の地震波速度構造において、低速度層は20km以深に位置していることから、「保守的にこれをマグマ溜りとして評価したとしても、珪長質マグマの浮力中立点7kmよりも深い」ことを爆発的噴火が起こらない根拠としている。

これに対して、小滝意見書では深部のマグマが上昇して噴火に至るタイムスケールの検討は難しく、それがなされていない以上、低速度層が噴火につながらないとはいえないと批判している(前記第2の3)。

#### 5 その他の指摘

小滝意見書では、前記2から4の通り、被告が論拠とするところを批判した上で、さらに次の点を指摘している。

- (1) Tephra 2は課題の多いシミュレーションであるから、できるだけ多くのパターンのシミュレーションを実施し、実際のテフラの堆積層厚を再現できるかどうかの検証を行う必要がある。しかし、被告のシミュレーションの数は少なく、再現性について検証された形跡もない(前記第2の4)。
- (2) 九州のカルデラ火山(被告が影響評価した始良だけでなく阿蘇, 加久藤・小林, 阿多, 鬼界も含めて述べている。)については、巨大噴火が発生する可能性が指摘されているが、これらのカルデラ火山で破局的噴火が起こった場合の火山灰による影響評価がされていない(前記第2の5)。原告ら準備書面(36)の第7の2の(3)と同旨の記述である。

以上