



火山学者緊急アンケート

—川内原発差止仮処分決定の記載に関連して

[編集部より]川内原発差止仮処分決定においては、火山噴火予知も争点の一つとなった。そこで、編集部から以下の項目について、アンケートへの回答を依頼した(アンケート送付先は末尾の注参照)。5月11日時点までに編集部へ届いた回答を掲載(以降、順次掲載予定)。

[アンケート項目]

(1)「モニタリングを行うことで、少なくとも数十年以上前に(破局的噴火の)兆候を検知できると考えている」(決定主文75ページの九州電力の主張)に対する所感をお願いします。

(2)「鹿児島地溝全体としてのVEI7以上の噴火の平均発生間隔は約9万年」(決定主文163ページの九州電力の主張)に対する所感をお願いします。

(3)九州電力川内原発に火砕流が到達する確率を、今後1万年に対しどの程度とお考えになるかお答え下さい。

(4)一般に火砕流に対して工学的な対応が可能かどうか、お考えをお聞かせください。

(5)決定主文に対してお感じのことをお願いします。

小山真人氏

(静岡大学防災総合センター)

(1)「モニタリングを行うことで、少なくとも数十年以上前に(破局的噴火の)兆候を検知できると考えている」(決定主文75ページの九州電力の主張)に対する所感をお願いします。

「少なくとも数十年以上前に」という、噴火ま

での猶予時間を明確にした主張は、川内原発の適合性審査会合の議事録に見当たりません。原子力規制委員会に対して主張しなかったことを、九州電力は裁判所に対して主張したのでしょうか？

もしそれほど長い猶予時間をもってカルデラ火山の巨大噴火予知が実現できるのなら、それは噴火予知の革命です。九州電力には、ぜひ国際学会で発表し、査読ジャーナルに論文を書いて頂きたいと思います。審査を通るかどうかは知りませんが、

モニタリングによるカルデラ火山の巨大噴火予知の困難さや、それを可能と考える九州電力の主張の危うさについては、すでに論説にまとめたので、ここではくり返しません。

綿密な機器観測網の下で大規模なマグマ上昇があった場合に限って、数日～数十日前に噴火を予知できる場合もあるというのが、火山学の偽らざる現状です。機器観測によって数十年以上前に噴火を予測できた例は皆無です。いっぽう巨大噴火直前の噴出物の特徴を調べることによって、後知恵的に経験則を見つけようとする研究も進行中ですが、まだわずかな事例を積み重ねているだけで一般化には至っていません。カルデラ火山の巨大噴火の予測技術の実用化は、おそらく今後いくつかの巨大噴火を実際に経験し、噴火前後の過程の一部始終を調査・観測してからでないとは達成できないでしょう。

こうした現状を考えれば、「少なくとも数十年以上前に(破局的噴火の)兆候を検知できる」という九州電力の主張は荒唐無稽であり、学問への冒瀆と感じます。九州電力は、数多くの優秀な技術者を抱えるライフライン企業なので、願望と事実はしっかり区別してほしいと思います。

(2)「鹿児島地溝全体としての VEI 7 以上の噴火の平均発生間隔は約 9 万年」(決定主文 163 ページの九州電力の主張)に対する所感をお願いします。

これも論説¹で詳しく述べましたが、「鹿児島地溝全体としての VEI7 以上の噴火の平均発生間隔は約 9 万年」は、データセットを恣意的に選択した結果の見かけの規則性に過ぎず、なんら説得力を持たないものです。

また、決定主文 74 ページや 174~175 ページにある、BPT 分布による破局的噴火の発生確率の算定(前項で述べた噴火までの猶予時間と同じく、適合性審査会合では示されず、今回が初めての提示)は、この平均発生間隔を事実と仮定し、さらに噴火のくり返しモデルを活断層の地震発生と同等と仮定するという、二重仮定の下に得られた結論なので、学術上ほとんど意味をなしません。そもそも鹿児島地溝の複数のカルデラ組み合わせから算出された平均発生間隔に、なぜ BPT 分布が適用できるのか全く理解不能です。単一のカルデラ火山であっても、その巨大噴火のくり返しモデルに確立されたものはありません。つまり、噴火発生が BPT 分布に依存する根拠は皆無であり、BPT 分布にもとづいた試算は単なる計算遊びに過ぎません。

なお、九州電力は、モニタリングや発生間隔のこと以外にも火山学的・火山防災的にみて大きな問題をはらんだ主張を多数していますが、それらの問題についても論説¹で詳述したので、ここではくり返ししません。

(3)九州電力川内原発に火砕流が到達する確率を、今後 1 万年に対しどの程度とお考えになるかお答え下さい。

過去の噴火履歴の検討により、日本のどこかでカルデラ火山の巨大噴火(VEI 7 程度<)が起きる確率はおおよそ 1 万年に 1 回程度であることがわかっています(最新のものは鬼界カルデラの 7300 年前の巨大噴火)²。したがって、今後 1 万年間に日本列島のどこかでカルデラ火山の巨大噴火が起きる確率は、ほぼ 100% とみてよいでしょう。今後 100 年間では 1% 程度ということになります。

こうした巨大噴火を起こすカルデラ火山は日本

列島に 10 個程度あり、その半数が九州(阿蘇以南)とその近海に位置しています。このうち川内原発付近に実際に火砕流を到達させたカルデラ火山は、始良、阿多、加久藤、小林の 4 火山です。10 火山中の 4 火山が川内原発付近に火砕流を到達させる能力があるので、今後 1 万年間に川内原発に火砕流が到達する確率は 40% 程度と思われます(九州電力と同様に加久藤と小林を同一火山とみなせば 30% 程度)。今後 100 年間に言い換えれば 0.3~0.4% となります。

しかしながら、論説¹で詳しく述べたように、これはあくまで実績であって、実際には巨大噴火の未遂事件が桁違いの頻度で起きてきたと考えられます。たとえば、桜島の大正噴火(VEI 5)が、始良カルデラの巨大噴火未遂事件のひとつであったことを明確に否定する能力は、現在の火山学にはありません。桜島の VEI 5 程度の噴火は数百年に 1 度起きており、マグマ蓄積量はすでに大正噴火前と同レベルに戻っていることが地殻変動の観測からわかっているため、近い将来の大噴火の再来が懸念されています。よって、桜島の次の大噴火が、VEI 5 規模にとどまらずに始良カルデラの VEI 6~7 の巨大噴火にまで発展する可能性を、常に念頭に置く必要があります。

(4)一般に火砕流に対して工学的な対応が可能かどうか、お考えをお聞かせください。

カルデラ火山の巨大噴火にともなう火砕流は、温度が摂氏 400~600 度、毎時数十 km の速度で、比高数百 m の山々を乗り越えながら火口から同心円状に広がり、火口から数十 km 離れた場所でも数十 m の厚さで堆積する場合があります。堆積後も完全に冷却するには数十年かかるとみられ、その内部が堆積後の余熱で再溶融を起こす場合もあります。そのような自然現象に対する工学的対応はほぼ不可能という印象をもちますが、工学の専門家はどのように考えるかを知りたいと思います。

(5)決定主文に対してお感じのことをお願いします。

決定主文には、全体として九州電力の主張がほぼ丸ごと受け入れられた上、火山学者の主張を恣意的に取捨選択したり、都合よく解釈を加えたとみられる箇所が多数見られます。

たとえば、決定主文 175 ページ「火山学者 50 人にアンケートを実施したところ、そのうち 29 人がカルデラ火山の破局的噴火によって本件原子炉施設が被害を受けるリスクがあると回答したとの報道がある(中略)警戒すべき時期に差し掛かっていると指摘する火山学者が一定数存在する」にあるように、火山学者の過半数の意見を「一定数」という表現で矮小化しています。

決定主文 160～162 ページでは、新規制基準に関する検討チーム会合での中田節也教授の発言の中で決定の趣旨に都合のよいものだけを抽出し、議事録中の不都合な部分「モニターをして異常は見つかるのですが、そのときにタイムリーに、カルデラ噴火が切迫しているかどうかを言えるかどうかが今後の大きな課題」が落とされています。また、決定主文 169～170 ページには、原子力規制委員会のモニタリング検討チームによってまとめられた「基本的考え方」への言及が見られますが、やはり決定趣旨に不都合な部分「モニタリングで異常が認められたとしても、それをどの程度の巨大噴火の予兆なのか或いは定常状態からの「ゆらぎ」の範囲なのかを科学的に識別できないおそれがある」が取り上げられていません。

さらに、「火山に関する規制基準検討会において火山の専門家に対する説明がなされたが、出席者から特に異論が出なかった」(決定主文 179 ページ)、「カルデラ火山の破局噴火の活動可能性が十分に小さいとはいえないと考える火山学者も一定数存在するが、(中略)火山学会全体の最大公約数の意見をまとめた火山学会提言でもこの点に関して特に言及されていないことに照らせば、上記認識が火山学会の多数を占めるものではないとみる」(決定主文 180 ページ)など、記述がないことを都合よく解釈しています。

さらに、上記の火山学会提言(2014年11月2日)について決定主文は「新規制基準及び火山ガイドの

内容を否定する趣旨までは含んでいないとみる」(178 ページ)と書き、同提言の根幹部分である「噴火警報を有効に機能させるためには、噴火予測の可能性、限界、曖昧さの理解が不可欠である。火山影響評価ガイド等の規格・基準類においては、このような噴火予測の特性を十分に考慮し、慎重に検討すべきである」を取り上げていません。そもそも火山学会が異例の提言に踏み切ったのは、火山影響評価ガイドや、それにもとづく適合性審査会合の内容があまりにも火山学の現状を無視した杜撰なものであるからですが、そのことを全く理解していません。

また、決定主文 175 ページに「原子力規制委員会が策定した新規制基準及びその具体的内容を定める火山ガイドは、(中略)発電用軽水型原子炉の新規制基準検討チーム及び火山に関する規制基準検討会等において、火山学の専門家からの助言・提言を受けながら、相当期間・多数回にわたる検討・審議を行った」とありますが、論説¹⁾で述べた通り、前者の新規制基準検討チームで意見を述べた火山学者は前述の中田教授のみであり、それもたった1度の会議に呼ばれただけです。また、後者の火山に関する規制基準検討会(原子力規制委員会ではなく、2014年3月に原子力規制庁と統合された旧原子力安全基盤機構が設置した委員会)に関しては、原子力規制委員会の Web ページの中に第1回と第2回の議事要旨が残るのみで、議事の詳細は公開されていません。しかも、その第1回が開催された2013年5月27日は、新規制基準を決定した検討チーム会合最終回(第23回、2013年6月3日)の直前に開催されており、実質的な議論は行われなかったと推察されます。こうしたことは少しでも時系列を追えばわかることですが、決定主文は「相当期間・多数回にわたる検討・審議を行った」と書いているわけですから、呆れて物も言えません。裁判所の分析能力を疑います。

決定主文 162 ページには「火山ガイドの策定に当たっては、専門家だけでなく、広く国民の意見を募集し、意見を適切に反映することを目的として、パブリックコメントが実施され、原子力規

制委員会において、寄せられた意見についても検討がなされた」とあり、火山影響評価ガイド案についても十分審議されたことの根拠のひとつとして、2013年4～5月に実施された新規制基準案についてのパブリックコメントが挙げられています。しかしながら、実際にパブリックコメントに寄せられた意見とそれへの対応(新規制基準検討チーム第23回資料)を見れば明らかなように、ほとんどの修正は軽微な点にとどまり、火山影響評価ガイド案の根幹部分の修正に生かされた意見は皆無でした(個々の問題については論説¹⁾で詳述したので、ここではくり返しません)。火山影響評価ガイド案の根幹部分への疑問を投げかけたパブリックコメントに対し、原子力規制委員会が正面から回答せずに「総合的評価」に逃げている様子は、決定主文166～167ページに引用された例を見ても明らかですが、それを肯定的にとらえている決定主文は、むしろ滑稽です。

文献

1—小山真人: 科学, 85, 182(2015)

2—早川由紀夫: 月刊地球, 25, 853(2003); 巽好幸・鈴木桂子: 科学, 84, 1208(2014)

藤井敏嗣氏

(山梨県富士山科学研究所所長, 火山噴火予知連絡会会長)

(1)「モニタリングを行うことで、少なくとも数十年以上前に(破局的噴火の)兆候を検知できると考えている」(決定主文75ページの九州電力の主張)に対する所感を願います。

多くの場合、モニタリングによって火山活動の異常を捉えることは可能であるが、その異常が破局噴火につながるのか、通常の噴火なのか、それとも噴火未遂に終わるのかなどを判定することは困難である。いずれにせよ、モニタリングによって把握された異常から、数十年先に起こる事象を正しく予測することは不可能である。

(2)「鹿児島地溝全体としてのVEI7以上の噴火の平均発生間隔は約9万年」(決定主文163ページの九州電力の主張)に対する所感を願います。

特定地域の平均的噴火発生期間から噴火の頻度を求めること自体には問題があるわけではない。しかし、九州電力が約9万年という平均発生間隔を求めた噴火の選択は恣意的である。さらに、平均噴火発生間隔の数値を用いて次期カルデラ噴火の切迫度を見積もるには適切な噴火発生モデルを想定する必要があるが、そのようなモデルを提示することなく、特定のカルデラ火山の最終噴火からの経年が平均発生間隔より短いから、次の噴火まで余裕があるという九州電力の主張は合理的でない。

適切な噴火発生モデルを提示できない段階で切迫度を検討するとしたら、平均発生間隔に依拠することなく、カルデラ噴火が複数回発生した阿蘇山では最短間隔が2万年であることを考慮すべきである。すなわち、最終噴火から2万年を経過したカルデラ火山は既に再噴火の可能性がある時期に到達したと考えるべきであろう。

(3)九州電力川内原発に火砕流が到達する確率を、今後1万年に対しどの程度とお考えになるかお答え下さい。

現時点では、確率に言及できる定量的データを持ち合わせていない。

(4)一般に火砕流に対して工学的な対応が可能かどうか、お考えをお聞かせください。

通常の火砕流では、周縁部の比較的濃度が希薄な部分以外では工学的な対応は不可能であろう。

(5)決定主文に対してお感じのことを願います。

九州電力の主張をほとんど無批判に受け入れているように見え、裁判所が証拠書類を独自に吟味したとは思えない。

また、決定主文には、委員会等で九州電力の提案や規制委員会による火山ガイドなどについて説明し、それに関して具体的に意見聴取を行わないまま、批判的意見がなかったから火山専門家が承

認したものとみなせるといった文言が随所に認められるが、これは一方的で、恣意的判定である。異論を表明しない限り同意したとみなすという裁判所の判断は異常であるが、さらに当事者たちが説明を受けただけで意見を挟む余地がなかったなどとマスコミ等を通じて表明していることからすると、裁判所の判断は間違っていると言わざるを得ない。

(匿名)

(1)「モニタリングを行うことで、少なくとも数十年以上前に(破局的噴火の)兆候を検知できると考えている」(決定主文 75 ページの九州電力の主張)に対する所感を願います。

現代の監視、観測体制で、破局噴火を経験、観測したことがないので、どのような推移(特に時間推移)で噴火に至るのか、破局噴火をどこまで一般化して考えることができるのか、実用的な“検知”が可能な段階に現在あるとは言えないと思います。九州電力の主張は単なる期待ないし希望であり、これを了とした決定主文の判断は理解できません。

(2)「鹿児島地溝全体としての VEI 7 以上の噴火の平均発生間隔は約 9 万年」(決定主文 163 ページの九州電力の主張)に対する所感を願います。

巨大噴火に関する知識は最近 40 年程の間に大きく進歩し、噴火の発生年代や噴出物の広がり、噴出物体積などの情報が集まりました。しかし、これらの精度は、社会的なリスク評価を厳密に行うためにはまだまだ充分ではないと思います。

九州電力の主張は数字を挙げることによって、統計的に意味を持つような印象をうけますが、異なる火山の噴火をすべて統合したものであること、噴出物体積や年代の誤差の評価もなされていないこと、マグマシステムや噴火原理のきちんとした理解に基づくものではないことから、“平均発生間隔”に達していないこと(他)を理由に噴火の可

能性が充分低いこと——安全であること——を保証する意味のあるものでは全くないと考えます。阿蘇火山一つをとっても“平均発生間隔”が意味を持たないことは明らかだと思います。

(3)九州電力川内原発に火砕流が到達する確率を、今後 1 万年に対しどの程度とお考えになるかお答え下さい。

火砕流が到達することがあっても全く驚くべきことではない、という意味で 50%。[運がよければ、]到達しない可能性もある。

(4)一般に火砕流に対して工学的な対応が可能かどうか、お考えをお聞かせください。

火砕流は、発生後の流走速度、構造物に対する物理的な力に加えて、高温であること、噴出物が埋め尽くすような量的な面も含めて、構造物に対する破壊力は甚大であり、“根こそぎ”破壊する現象だと理解しています。

したがって、対応すること自体を(コストを全く度外視して)目的とするならば挑戦する価値があるかもしれませんが、常識的な社会的・経済的な活動の中では無理だと考えます。

(5)決定主文に対してお感じのことを願います。

・火山関連部分で“多数の学識者による議論を尽くした上で策定された新規規制基準”(p.75)とは知りませんでした。

・火山影響評価ガイドの立地不適の条件には、「設計対応が不可能な火山現象が原発に到達する可能性が十分小さいと評価」されることが挙げられています。阿蘇、小林、加久藤、始良、阿多、鬼界カルデラが川内原発から 160 km 以内にあつて、第四紀後期に複数回当該原発に到達した実績があるのであるから、「立地不適」と判断するのが評価ガイドの趣旨に沿うと私は考えます。

・VEI 7 以上の噴火直前の状態ではないとの(積極的)評価(決定主文 p. 163(イ))は仮説段階にある論文の主張を都合よく取り入れて得た、検証されていない結論に見えます。多くの火山学者が同様の見解を持っているとは承知していません。

・階段ダイヤグラムの扱い(決定主文 p. 166)は、全体の活動傾向を理解する助けにはなるが、精度の問題もあり、噴火予測の根拠や原発立地の適格性を議論する厳密な議論に耐えるものではないと考えています。原子力規制委員会の考え方とこれを了とした決定主文には同意できません。

・巨大噴火が発生する際には、噴火だけが単独で発生するとは限らないことを理解しておくことも重要であると思います。

例として、約2万8000年前の始良カルデラ噴火の際には中～南九州が火砕流に厚く覆われたのはよく知られていますが、それとほとんど同時に鳥取の大山火山、富士山、八丈島もそれぞれの最大級の噴火をしています。

また、7300年前の鬼界カルデラの噴火の際には鹿児島県(本土)で広範囲で液状化(噴砂、噴礫現象)が発生しています。噴火と同時に強い地震・地殻変動が、現在我々がよく理解していないような推移で起こったことがわかっています。

原発を設計した当時には知らなかった巨大噴火の事実が随分わかってきましたが、まだまだ不十分です。我々が知らないことは「なかったことだから安全」という論理にすり替えられることを怖れています。

(匿名)

(1)「モニタリングを行うことで、少なくとも数十年以上前に(破局的噴火の)兆候を検知できると考えている」(決定主文 75 ページの九州電力の主張)に対する所感をお願いします。

数十年以上前に兆候を検知して、巨大噴火を予知することはできません。

地球物理学的観測(地震、地殻変動、電磁気等)や火山ガスの分析により、「火山活動の異常」は検知可能です。

しかし、現段階では、そのシグナルをもとにして噴火発生の確率や噴火規模・様式を科学的には

予測できません。

(下記、※に最近の例、また、建議にあるように、これは噴火予知研究の長年の課題です)。

「火山活動が異常である」ということについて、他の火山噴火でいままで経験したものと比べてかなり異常というものが起きるかもしれません。

そのとき、大きな噴火が起きる可能性が指摘できるかもしれませんが、観測データが得られているのはこの数十年しかなく、VEI7のような巨大噴火の前に起きる現象との因果関係はわかりません。そもそも、データが多少ある中規模噴火についても、現在規模や様式の予測はできていません。また、理論的にも、巨大噴火だからできるという保証はありません。

※2000年有珠山はモニタリングにより、噴火発生時期の予測がある程度できた成功例ですが、規模や様式はわかりませんでした。また、三宅島も6月末のダイク貫入は予測はできましたが、引き続き数千年に1度というカルデラ形成は想定外でした。2011年新燃岳は、準プリニー式の発生だけでなく、その発生時期の予測もできませんでした。

※予測できないことを一般に列挙するのは、科学者として少々残念ですが、これが現実です。しかし、現在の観測網があと数十年維持されれば、「小中規模」の噴火前の異常は、科学的にずっとよくわかるようになると期待しています。

(2)「鹿児島地溝全体としてのVEI7以上の噴火の平均発生間隔は約9万年」(決定主文 163 ページの九州電力の主張)に対する所感をお願いします。

いずれ[にせよ]データ数が限られるので、平均や分散値の信頼性は限られる中での判断でしょう。(平均値のもととなる物質科学的データについては専門家ではないので意見を差し控えます)

(3)九州電力川内原発に火砕流が到達する確率を、今後1万年に対しどの程度とお考えになるかお答え下さい。

(2)と同じです。

(4)一般に火砕流に対して工学的な対応が可能かどうか、お考えをお聞かせください。

わかりません。が、素人なりに考えると、火砕流の温度、継続時間はある程度予測(想定)できるので、それに対して対応できるのかどうかは、建築技術があるかどうか、巨大建築物(熱の防御のためにそうなるのではと推察します)となるものを周辺住民が認められるかどうか、莫大な費用をかけられるかどうか、などで決まるのではないのでしょうか？

(5)決定主文に対してお感じのことをお願いします。

司法が判断したことなので、コメント無し。

注

アンケートの送付先は、規制委員会の火山活動のモニタリング検討チーム委員各位、川内原発差止仮処分の決定主文にお名前が挙げられている皆様、火山噴火予知連絡会委員各位、日本火山学会理事各位、同原子力問題対応委員会委員各位、産総研大規模噴火研究グループの皆様、巨大噴火(と原発規制)に関して『科学』にご執筆いただいた皆様、院内集会など公式の場で意見を述べられた皆様。