

平成 29 年（㉔）第 2 号 玄海原発再稼働禁止仮処分申立事件

債権者 長谷川 照 ほか

債務者 九州電力株式会社

補充書面 6 火山噴火について

2017（平成29）年5月8日

佐賀地方裁判所 民事部御中

債権者ら訴訟代理人

弁 護 士 板 井 優

弁 護 士 河 西 龍 太 郎

弁 護 士 東 島 浩 幸

弁 護 士 椛 島 敏 雅

弁 護 士 田 上 普 一

外

第1 本書面の目的

本書面では、火山の噴火によって本件原発からの放射能漏れを引き起こすような重大な事故が起きる危険性があることについて、火山噴火の危険性全般および、本件原発につき特に危険性を有する阿蘇カルデラの噴火について述べる。

第2 火山噴火の危険性（総論）

1 噴火の仕組みと被害

（1）マグマと火山噴火

火山とは、噴火活動で形成された地形もしくは構造をいう。通常は地形的な高まり（凸地形）を指すが、カルデラのように沈降・陥没によって生じた凹地形の場合もある。

マグマとは、地下で高温のため溶融状態にある岩石物質の総称である。マグマは普段地下に貯留（これを「マグマ溜まり」という。）しているが、これが地表に噴出する現象が噴火である。

火山の噴火は、①地下のマグマ溜まりに周囲から圧力が加わった場合、②地下のマグマ溜まりにさらにマグマが供給されて限界を超えた場合、③新たな高温のマグマの供給、地震、水の遊離により、マグマに泡立ちが生じた場合等に起こる。

（2）火山の噴火による被害

ア 火山の噴火による被害の種類

火山の噴火による被害としては、溶岩流、火砕流、岩屑なだれ、火山性土石流、噴石、火山ガス、火山性の津波など、さまざまな種類が考えられる。

なかでも玄海原発にとって最も脅威となる被害は、火砕流によるものである。

イ 火砕流の特徴

（ア）火砕流とは

火砕流は、高温の火山灰、軽石、粉々になった溶岩などの固体・液体の物質が、気体である火山ガスと混合一体となって急速に火山の斜面を流れ下る現象である。

高温の火山ガスと混合一体化しているため地面との摩擦が少なく、緩やかな斜面でも時速 50～100 キロメートルに達し、一気に遠くまで流れ下る。

(イ) 火砕流の発生

火山のマグマ溜まりでマグマが上昇すると、ガス成分が分離して泡立ち、マグマが爆発する。爆発したマグマは、火山灰や軽石となって、火山ガスとともに火口から噴煙となって噴出する。

噴煙の柱として火口からいったん吹き上げられた火山灰、軽石、溶岩の破片、火山ガスの塊が、重力的に不安定となって、火口の回りに落下して斜面を流れ下るのが火砕流である。

また、雲仙普賢岳の場合のように、山頂火口にできた溶岩ドームが破裂して火砕流が起きることもある。

(ウ) 火砕流の威力

火砕流は、火山ガスや火山灰の塊の比重が水より軽いことから、海上をも這うように広がる。

また、500°Cを超える高温であることに加え、単なる気体ではなく高温の溶岩片や大きな碎屑岩（岩塊、火山弾）、火山灰、火山ガスが一団となって流れ下がってくるために、流路にある立ち木や建物などはコンクリート製であったとしてもなぎ倒し、焼き尽くし、山を越え、元の地面をも浸食して広がる。

(エ) 小括

このように、火砕流は超高温の気体、液体、固体が混合一体となった物質が時速 100 キロメートルを超えるような猛スピードで拡散する点で極めて強大な破壊力を持つ。

2 カルデラ噴火による被害

(1) カルデラ噴火

原発に被害を及ぼすおそれのある火山の噴火形態にはさまざまな種類のものがあるが、玄海原発をとりまく九州一円にはカルデラ火山が多数存在し、カルデラ噴火の危険性が高い。

カルデラ噴火とは、地殻の中で長い時間に蓄積されたマグマが、一気に噴出する現象である。

マグマ溜まりのマグマには地圧によって様々なガスが溶け込んでいるが、何らかの原因によって急速に減圧されるとマグマは発泡し、膨大な量のガスが噴出し、地殻表層部を吹き飛ばすほどの大噴火となる。短時間のうちに地下に蓄えた大量のマグマを放出することにより、マグマが抜けた空洞に地盤が引っ込み、巨大なカルデラと呼ばれる陥没地形を生じさせることからカルデラ噴火と呼ばれる。

通常の噴火と異なり、火砕流も 360°（放射状）に流出し、到達範囲も広大な面積に及ぶことから破局的噴火とも呼ばれる。カルデラ噴火による火砕物の噴出量は、数時間から数週間間に 10 立方キロメートル～数千キロ立方メートルにも及ぶとされる。

（２）九州におけるカルデラ噴火

ア 九州のカルデラ火山

本件原発のある九州には、多数の活動的なカルデラ火山が存在する。

主な活動的なカルデラ火山は、北から、阿蘇カルデラ（中央火口丘群）、加久藤カルデラ（霧島火山）、始良カルデラ（桜島火山）、阿多カルデラ（開聞岳）、鬼界カルデラ（薩摩硫黄岳）である。

このうち、カルデラ噴火の被害規模が明らかとなっている阿蘇、始良、鬼界の各カルデラ火山およびその噴火の様子は以下のとおりである。

イ 阿蘇カルデラ

本件原発の敷地から 120 キロメートルの距離にある阿蘇カルデラは、約 26 万 6000 年前、約 14 万年前、約 12 万年前、約 9 万年前の 4 回、30～300 立方キロメートル級のマグマを噴出する巨大噴火(Aso-1 ないし Aso-4)を起こした。現在のカルデラは、約 9 万年前の巨大噴火（「Aso-4」）の際に形成されたものである。

Aso-4 の際には、マグマの総噴出量は 200～300 立方キロメートル以上に及び、火砕流は九州の北半分を広く覆ったほか、東方は開門海峡を越えて中国地方まで達し、西方は有明海を越えて島原半島まで達したとことが分かっている。

ウ 始良カルデラ

本件原発の敷地から 220 キロメートルの距離にある始良カルデラは、鹿児島湾の奥部に位置し、現在は水没した状態にある。

約 3 万年前に日本で最大規模のカルデラ噴火が発生したが、桜島火山はその後に出現したカルデラ火山である。

その際の火砕流（入戸火砕流）は、南九州一帯に広大な火砕流台地（シラス台地）を形成した。火山灰は 200～300 メートルの厚さで鹿児島湾周辺地域を埋め尽くしており、その総噴出量は約 400 立方キロメートルとされている。

その範囲は、薩摩半島の 1000 メートル級の山を越えた反対側にも及んでおり、カルデラ噴火の火砕流が、このように山を容易に越えて流れ広がることを示している。

また、始良カルデラ上に位置する桜島火山は、近年爆発回数が大きく増加しており、その活動が活発化していることが指摘されている。

エ 鬼界カルデラ

本件原発の敷地から 310 キロメートルの距離にある鬼界カルデラは、薩摩硫黄島と竹島を除き、大部分が水没しているが、東西 20 キロメートル、南北 17 キロメートルに及ぶ大型カルデラである。

鬼界カルデラにおいては、約 7300 年前に巨大噴火が発生し、硫黄岳や稲村岳はその後に成長した火山である。

この巨大噴火においては、噴煙柱高度は海拔 43 キロメートル、成層圏正面付近にまで達したと推定されており、巨大火砕流は、薩摩・大隅半島、種子島、屋久島を覆った（幸屋火砕流）。

また、海底での大規模な陥没や火砕流の海への流入により、巨大な津波が発生したと推定されている。津波は薩摩半島沿岸で波高 30 メートル、長崎県橘湾付近でも数メートルの規模に達したと考えられる。

(3) 今後のカルデラ噴火予測

巨大なカルデラ噴火は、約 7300 年前の鬼界カルデラの噴火が最後である。世界を見渡しても、科学文明が発展して以降、人類は未だこのような巨大噴火を経験していない。

しかし、巨大カルデラ噴火の周期が 5000～1 万 6000 年に 1 回であることと、最新の巨大カルデラ噴火が約 7300 年前であることを併せ考えると、このような巨大噴火はいつ起こってもおかしくない状況であり、すぐにでも発生する可能性は十分にある。

3 巨大カルデラ噴火による原発の破壊の危険性

(1) 巨大カルデラ噴火が起きる可能性

ア 火山の影響評価の誤り

債務者は、九州圏内の将来活動可能性のある5つのカルデラ火山を検討対象として、本件原発の運用期間中に火砕流などの設計上対応不可能な火山事象が生じる可能性が十分に小さいといえるなどとしている（答弁書126頁）。

その根拠として、噴火の周期や噴火ステージ説、マグマ溜まりの状況などを挙げている（同128頁）。

しかし、そもそも債務者が根拠とする噴火の「周期」とは、過去の数回の噴火の間隔を平均値化したものにすぎない。

例えば、始良カルデラは約3万年前より遡る噴火履歴は不明であるし、阿蘇カルデラはわずかに分かっている過去4回の噴火の間隔でさえ2万年～11万年とまちまちである。

火山専門家の間でも、そもそも巨大噴火の「周期性」を認めるかどうかさえ意見が分かれており、過去のまちまちである噴火間隔の平均年数を根拠として危険性を図ることに否定的な意見が大勢である。

同様に、特定の火山はある特定の噴火パターンを繰り返す、とする噴火ステージ説についても例外的事例が多々見つかっており、火山学者の間でも必ずしもパターン通りにはならないという否定的な見解が強い。

そのうえ、そもそも本件原発の「運用期間」という場合、貯蔵されている使用済み燃料の撤去までの期間をいうのが当然であるが、債務者の影響評価においては、その「運用期間」を何年と考えて検討しているのかさえ明記されていない。

マグマ溜まりの有無に至っては、最新の科学的調査をもってしても「（大規模なマグマ溜まりが）有ると断定するに足る材料はない」というだけで、本当に無いのか、それとも有るけど見つからない、或いは規模が不明であるのかなど正確には判別がつかないのが実状である。

このように債務者の火山影響評価が不合理な誤りを含むものであることは明らかである。

イ 火山学者の見解

毎日新聞が全国の火山学者に行ったアンケート（2013年12月記事発表）では、回答があった50人の学者のうち16名が、本件原発は最長60年の原発稼働期間中に巨大噴火が発生し、火砕流の被害を受けるリスクがあると回答している（甲B6号証）。

毎日新聞の同アンケート記事によると、「最長60年の稼働期間中に巨大噴火が発生し、火砕流の被害を受けるリスクがある原発を複数回答で選んでもらったところ、29人がいずれかの原発を回答した。その全員が『阿蘇（熊本県）や姶良（鹿児島県）など多くのカルデラが周囲にある』として川内のリスクを指摘。同様に泊、東通（青森県）、本件（佐賀県）も周辺にカルデラが存在することが懸念された。」とされている。

特に、後述する通り、阿蘇カルデラで約9万年前に起きた巨大噴火（Aso-4）で実際に北部九州一帯に火砕流が到達しているだけに、これらの火山学者のリスク指摘は当然の帰結であるといえる。

（2）原発倒壊の危険性

ア 巨大噴火予知の困難性

このような巨大噴火の危険性に対し、債務者はモニタリングによって噴火の兆候を予知する対策をとっている。

しかし、このような巨大噴火の前兆を予知することが極めて困難であり、実効性を担保できないということについては、多くの火山学者の意見が一致している。

巨大カルデラ噴火については、これらの火山学者の誰も観測したこともなく、前兆・予兆に関する科学的なデータがないのだから当然である。

イ 燃料棒の搬出は間に合わない

しかも、百歩譲って数か月から数週間前に巨大噴火の予知に成功したとしても「時すでに遅し」である。

玄海原発から燃料棒や使用済み燃料などを安全に搬出するためには少なくとも数年かかるといわれており、到底間に合うはずがない。

住民などは避難できたとしても、玄海原発の重大事故の危険性は除去できないという事態になる。

ウ 小括

ひとたび巨大カルデラ噴火が発生すれば、予知は極めて困難である上、仮に予知に成功して住民などの避難が間に合ったとしても、玄海原発の燃料棒などの搬出は間に合わず、放射性物質を放出し続けるような重大事故に至ることは避けられない。

4 結論

以上のとおり、巨大カルデラ噴火がいつ起こるかは誰にも分からず、もし仮に巨大カルデラ噴火が起きれば玄海原発で重大事故が発生することは明らかである。

この点に関する債務者の影響評価は合理的根拠に乏しいもので、まさに希望的観測といわざるをえない。

火山学者らの研究により予知が進み、住民が避難するのに十分な前兆をとらえることができたとしても、玄海原発の燃料棒の搬出が間に合わず、我が国および周辺国に対し放射能汚染を撒き散らすような事態を許すわけにはいかないことは明らかである。

第3 玄海原発に重大事故をもたらす恐れのある阿蘇カルデラの巨大噴火

1 阿蘇山（カルデラ）の概要

本件原発から南西約 120 キロメートルの位置にある阿蘇カルデラ（以下、「阿蘇山」という。）は、東西約 18 キロメートル、南北約 25 キロメートル、周囲約 128 キロメートル、面積 380 平方キロメートルという世界でも屈指の巨大カルデラである（甲 B 7 号証・20 頁及び 72 頁）。

阿蘇山は、外輪山に囲まれた火口原や、一般に「阿蘇五岳」と呼ばれる火山（中岳、高岳、杵島岳、烏帽子岳、根子岳）および周辺の火山からなる中央火口丘群などで構成される。

標高 1506 メートルの中岳中腹にあって現在も活発な活動続ける第 1 火口をはじめ、中央火口一帯には 10 か所を超える火口があり、平成以降も毎年のように噴火や土砂噴出を観測するなど、常時監視の対象となっている日本の代表的な火山である。

2 阿蘇山の生い立ち

（1）カルデラができるまで

約 30 万年前から、カルデラ形成前の阿蘇一帯にあった火山群（以下、「先阿蘇火山群」という。）により小規模な噴火が繰り返されてきた（甲 B 8 号証）。

約 26 万 6000 年前、最初の巨大カルデラ噴火（Aso-1）が発生した。富士山の貞観大噴火（864 年）の 30 倍以上の規模にあたる約 30 立方キロメートルのマグマを噴出した Aso-1 は、大規模な火砕流を発生させてカルデラを形成し、先阿蘇火山群をカルデラの下に埋没させた（甲 B 7 号証・20 頁、甲 B 9 号証）。

約 14 万 1000 年前、2 度目の巨大カルデラ噴火（Aso-2）が発生し、Aso-1 と同規模のマグマが噴出した。

約 13 万年前には、3 度目の巨大カルデラ噴火（Aso-3）が発生し、Aso-1 および Aso-2 の 3 倍以上の規模にあたる 100 立方キロメートル近いマグマが火砕流となって北部九州に押し寄せた。

(2) 過去 10 万年間でも最も巨大な規模となった Aso-4

さらに約 9 万年前には最大規模のカルデラ噴火 (Aso-4) が発生し、ほぼ現在の阿蘇カルデラの地形が作られた。Aso-3 の 2~3 倍となる 200~300 立方キロメートルのマグマを噴出した Aso-4 の火砕流は、阿蘇火山の周囲に広い台地を作り、さらに谷沿いに九州の東・北・西の海岸に達し、現在の熊本県、長崎県、福岡県、大分県、および佐賀県のほぼ全域を覆い尽くし、数メートルから数十メートルの火山灰が降り積もらせた。また、一部は海を越えて天草下島や約 150 キロメートル離れた山口県の秋吉台にまで到達した (甲 B 7 号証・20 頁、甲 B 8 号証)。

噴煙は地上 30 キロメートルに達し、降灰は西日本各地で 50 センチメートル以上、関東でも約 20 センチメートル、果ては北海道東部でも 15 センチメートルの堆積が確認されている。

(3) 有史以来、現在に至るまで繰り返される噴火

阿蘇山一帯では有史以来、大小問わず頻繁に噴火が繰り返されてきた (甲 B 10 号証)。

古くは西暦 553 年の噴火活動が筑紫風土記に記述されているが、これは日本の火山活動に関する最も古い記録である。

13 世紀から 19 世紀末までには 100 回以上の活動記録があり、また 1901 年から 1980 年までの 80 年間に噴石・降灰などがあつた年は 51 回ある。古い時代の活動の内容は明らかでないが、少なくとも最近数世紀は現在と同様にほぼ継続的に活動していたものと考えられている (甲 B 8 号証)。

気象庁は、噴出した場所から固形物が水平あるいは垂直距離でおおよそ 100~300 メートルの範囲を越す火山現象を「噴火」として記録しているが、噴煙型活動の際の噴石や降灰によって農作物や建物への被害が発生することはもちろん、爆発型活動の際には人的被害もたびたび発生している。

阿蘇山における爆発型活動とは、やや大規模な爆発によって粗粒岩塊を放出する活動で、近年の活動で人身に災害を及ぼしたものはすべて爆発の噴石によるものである。比較的記録の確かな昭和以降だけ見ても、1932（昭和7）年に負傷者13名、1940（昭和15）年に負傷者1名、1953（昭和28）年に死者6名、負傷者90余名、1979（昭和54）年に死者3名、負傷者11名などの記録がある（甲B10号証）。

1958（昭和33）年6月24日や1979（昭和54）年9月6日の爆発では岩塊の弾道投出とともに、小型の低温火砕流が発生して建造物に被害を与えた。

3 阿蘇山の現状

ごく最近では、2015（平成27）年9月14日、中岳が噴火し、噴煙は火口上空2000メートルまで上がった。幸い死傷者は出なかったが、今後も同規模の噴火が起こる可能性は高いと考えられており、現在は噴火警戒レベル2として火口周辺おおむね1キロメートルの範囲内の立ち入りが規制されている（甲B7号証・20頁）。

マグマ溜まりの位置や大きさについては不明な部分が多いが、直近の巨大噴火から約9万年が経っている阿蘇山の地下では、次の巨大噴火に向けて着々とマグマが溜まり続けていると考えられている。

第4 阿蘇山の噴火により引き起こされる重大事故

1 カルデラ噴火による火砕流

阿蘇山でカルデラ噴火が発生すれば、北部九州一帯を巨大な火砕流が襲うことはすでに第1で述べたとおりである（甲B7号証の20頁、同130頁）。

現在Aso-4規模のカルデラ噴火が起これば、その火砕流は500度を超えるような高温の噴煙が時速100キロメートルを上回る速度で、樹木や建物などの障害物はもちろん、海水面や山などの地形にも遮られることなく進出するため、本件原発の敷地にも到達する可能性が極めて高い。

火砕流の破壊力によって本件原発の原子炉はその他の施設もろとも崩壊する可能性が高いが、仮に崩壊を免れたとしても制御不可能となり重大事故が発生することは確実である。

2 降り積もる火山灰

また、風向きにもよるが、本件原発の敷地内には、1メートルから十数メートルにも及ぶ有毒ガスを含む火山灰が降り積もる（甲B7号証・20頁、同128頁）。

施設内に厚く降り積もった灰のために作業員は通常通りの作業を行うことができなくなり、車両の走行や機械の運用も困難となって、原子炉は制御不能の危機的状態に陥る。

また、降り積もった火山灰が降雨などで重みを増せば、重要な施設の倒壊や外部電源の喪失などが引き起こされるし、有毒ガスが発生するなどして、やはり安全管理作業が困難となり危機的状態となる。

さらに濡れた火山灰が漏電事故を起こし、停電や火災を発生させたり、精密機器に重大な支障を引き起こしたりすることも考えられる。

なお、西日本一帯から関東にかけても50～20センチメートルの降灰が積もるために防災機能は麻痺するため、他の地域からの救援も期待できない。

3 小括

このように、ひとたびカルデラ噴火が起きて大規模な火砕流が本件原発を襲えば、建屋や原子炉等の施設の倒壊を防ぐ手立てはなく、確実に重大事故が発生する。

仮に火砕流の直撃を免れたとしても、降り積もる火山灰やそこから生じる様々な混乱要因によって原子炉が制御不能の事態に陥ることは必至である。

第5 噴火予測の困難性について

1 噴火予測の実情

前述の通り、カルデラ噴火は、地下に巨大なマグマ溜まりが形成され、そのマグマ溜まり自身の浮力によって発生すると考えられている（甲B7号証・106頁）。

そのため、客観的には地下に巨大なマグマ溜まりが存在することがカルデラ噴火の要素となるが、現在の最新の知見をもってしても、地下数キロメートルないし数十キロメートルのマグマ溜まりの存否やその位置、規模などを正確に把握することは容易ではない。

一般に噴火（火山爆発）の規模は「VEI」（Volcanic Explosivity Index）という 8 段階の指標で示されるが（甲 B 11 号証）、特に VEI7（噴出物量 100 立方キロメートル以上）～VEI8（噴出物量 1000 立方キロメートル以上）の規模の噴火は「破局的（的）噴火」と呼ばれることがある。

現在のところ、破局的（的）噴火を引き起こすような巨大なマグマ溜まりが地下に存在することが確認されているのはアメリカ合衆国のイエローストーンのみであると言われている（甲 B 7 号証・102 頁）。

しかし、これはあくまでも「存在が確認されている」のがイエローストーンのみという意味であり、阿蘇山など他の火山には巨大なマグマ溜まりが「存在しないことが確認されている」という意味ではない。日夜、研究が進められてはいるが、阿蘇山のマグマ溜まりの位置や大きさなどについては不明であり、次の巨大噴火に向けて阿蘇山の地下にマグマ溜まりが形成されている可能性は高い（同 20 頁）。

2 ピナツボ火山の例

1991（平成 3）年 6 月 3 日、日本列島と同じく火山列島であるフィリピンのルソン島中央部に位置するピナツボ火山が VEI6 規模（噴出物 10 立方キロメートル以上）という 20 世紀最大規模の巨大噴火を起こした（甲 B 7 号証・80 頁）。

大規模な火砕流や大量の火山灰が発生し、周辺地域で家屋の倒壊や田畑・集落の埋没といった大きな被害が発生したが、幸いにも人的被害はごく小規模にとどまった。

このように噴火の規模の大きさに比べて人的被害が少なく済んだのは、噴火の数か月前からアメリカとフィリピンの地質調査研究員らにより噴火が迫っていることが予測され、数万人ともいわれる周辺住民らを避難させていたからであった。

3 小括

このように、カルデラ噴火を含む巨大噴火の正確な時期や規模の予測は、現代の最新の知見をもってしても著しく困難であることは争いが無い。

仮に、数か月前ないし数週間前に阿蘇山の巨大カルデラ噴火の予測ができた場合、フィリピンのピナツボ火山のように、周辺住民はある程度避難することが可能であろう。

しかし、最低でも数年はかかるといわれる本件原発の燃料棒の取り出し及び使用済み核燃料の安全な場所への退避には間に合わず、重大事故の発生は避けられない。

第6 結論

以上の通り、阿蘇山でひとたび巨大カルデラ噴火が発生し、大規模な火砕流が発生すれば、本件原発は原子炉等の重要な施設の倒壊を免れない。

また、巨大噴火の予測の困難性に鑑みれば、仮に住民が避難できる程度に事前の予測ができたとしても、本件原発の燃料棒などを安全に取り出して退避させることは困難である。

したがって、阿蘇山の巨大カルデラ噴火への対処方法がなく、十分な猶予期間を持った事前予測も困難な現状において、確実に重大事故を引き起こす本件原発を操業することが許されないことは明らかである。

以上