

平成24年(ワ)第430号 川内原発差止等請求事件
平成24年(ワ)第811号 川内原発差止等請求事件
平成25年(ワ)第180号 川内原発差止等請求事件
平成25年(ワ)第521号 川内原発差止等請求事件
平成26年(ワ)第163号 川内原発差止等請求事件
平成26年(ワ)第605号 川内原発差止等請求事件
平成27年(ワ)第638号 川内原発差止等請求事件
平成27年(ワ)第847号 川内原発差止等請求事件
平成28年(ワ)第456号 川内原発差止等請求事件
平成29年(ワ)第402号 川内原発差止等請求事件
平成30年(ワ)第562号 川内原発差止等請求事件

原告ら準備書面69

—被告国準備書面11に対する反論—

2019(令和元)年9月9日

鹿児島地方裁判所民事1部合議係 御中

原告ら訴訟代理人弁護士 森 雅 美



同 板 井 優



同 後 藤 好 成



同 白 鳥 努 外



本準備書面では、被告が提出した、産業技術総合研究所主任研究員の齋藤元治氏名義の平成29年度原子力規制庁請負調査報告書「火山ガスと噴火メカニズムについて」（乙ロ136）（以下「齋藤報告書」という。）に係る被告第11準備書面等に対して反論する。

目次

第1 揮発性成分濃度の推定の不確定性.....	2
第2 深部マグマ溜まりからの揮発性成分の供給.....	5
第3 カルデラの発生機構は未解明.....	6
第4 終わりに.....	8

第1 揮発性成分濃度の推定の不確定性

齋藤報告書では、現在のマグマ溜まりについて「流紋岩マグマの H_2O 濃度は1 wt%程度と低くなっており（図8b）」（27頁）と記載されているが、図8には現在のマグマ溜まりの流紋岩マグマの H_2O 濃度が書いてあるわけではなく、この「1 wt%程度」という数値は、昭和硫黄島溶岩のメルト包有物の解析結果から援用されたものである。図8(b)を見る限り、昭和硫黄島溶岩について解析されたサンプル数はわずか5つで最大は1.4 wt.%となっている。齋藤氏は、脱ガスマグマ量を見積もる際、昭和硫黄島メルト包有物の揮発性成分濃度として $H_2O = 1.4 \text{ wt.}\%$ を用いている（齋藤報告書14頁、甲B246・92頁）。

「1 wt%程度」にせよ「1.4 wt.%」にせよ大きな違いはないが、より大きな問題は、この昭和硫黄島溶岩のメルト包有物が、現在鬼界カルデラの地下3 kmにその上面があると見られる流紋岩マグマ溜まりの H_2O 濃度を適切に代表しているといえるのかどうか、直接は検証されておらず、不確実さを含む推認になっているという点にある。

まず、篠原ほか(2008)では、昭和硫黄島メルトの H_2O 濃度、 CO_2 濃度から読み取ったガス飽和圧力は $20 - 50 MPa$ となり、これは深さ $1 - 2 km$ に相当するとされている(甲B246・22頁)。このことからすると、昭和硫黄島メルトは現在のマグマ溜まりとしてモデル化されている上面深さ $3 km$ 程度の流紋岩マグマ溜まりから噴出したものとみなすことができない。例えば、昭和硫黄島の地下 $1 - 2 km$ に、現在のマグマ溜まりモデル(斉藤報告書図14)には描かれていないような未知の独立した小規模なマグマ溜まりが存在する可能性は考えられる。昭和硫黄島溶岩のメルト包有物は、地下 $3 km$ に上面がある流紋岩マグマ溜まりの H_2O 濃度をまったく反映していないかもしれない。

仮に昭和硫黄島噴火について対象となったメルト包有物が地下 $3 km$ に上面を持つ流紋岩マグマ溜まりからのものだとしても、特に大規模なマグマ溜まりでは全体が均一な構造を持つとは限らないため、昭和硫黄島で噴出した部分と、そうでない部分とでは含水量に有意な差異がある可能性も考えなければならない。昭和硫黄島噴火で噴出したマグマの体積は $0.37 km^3$ と推定され(甲B246・33頁)、 $80 km^3$ を上回ると推定される現在のマグマ溜まり体積と比較するとごく僅かである。たとえば小林報告書(乙口124・33頁)では、マグマ溜りの側面付近では脱ガスが進んでいるため、大規模なカルデラ噴火に先立って溶岩が流出する形式の噴火(すなわちマグマ中の揮発性成分濃度が低い噴火)が発生する可能性があることが記載されている。始良Tn噴火のマグマについて論じた安田ほか(2015)では、閉鎖系の確認ができたメルトインクルージョンの含水量は $3.1 wt.\% \sim 5.4 wt.\%$ とされる一方で、外部と連結しているメルトインクルージョンや石基ガラスの含水量は $0.69 \sim 2.3 wt.\%$ とされている(乙口145・387~388頁)。昭和硫黄島噴火でもマグマ溜まりの側面付近ないし地表付近のマグマが噴出したが、偶々カルデラ噴火に至らなかっただけなのかもしれない。偶々噴出したマグマの含水量が少ないからといって、マグマ溜まり全体がそうであるとはいえない。

さらに、斎藤報告書（21～22頁）では、現在の玄武岩マグマの H_2O 濃度を「稲村岳スコリアのメルト包有物分析の結果から1～3wt%で予想される（る）」とされている。稲村岳の噴出物は約2000～3900年前のものであり（斎藤報告書16頁）、「予想」となっていることからすれば、この H_2O 濃度の数値はさらに不確定性が大きいと考えられる。なお、斎藤報告書（14頁）と篠原ほか(2008)（甲B246・92頁）では、現在流紋岩マグマの下部にあると推定される玄武岩マグマの H_2O 濃度は2～3wt%とされている。

斎藤報告書（14頁）でも述べられているように、現在地下に存在しているという「少なくとも 80 km^3 の大きさのマグマ溜まり」は、脱ガスしたマグマ量の見積もりに基づくものであって、未脱ガスのマグマの量は見積もることができない。斎藤報告書（22頁）で地球物理観測によるマグマ溜まりの全体像の把握の重要性が指摘されているように、マグマ溜まりの全体像がつかめない限り、少なくとも800年は継続していると推定される脱ガスが、どの程度マグマ溜まり全体の含水量に影響を与えるのかは分からない。 80 km^3 を超えるとされる脱ガスしたマグマも、マグマ溜まりの全体像からすれば表層の一部分に過ぎない可能性はある。

これに加えて、メルト包有物（ガラス包有物）の揮発性成分の保存の問題もある。下司報告書（乙ロ137・6頁）に記載されているように、結晶に微細な亀裂などがあってもそこを通過して離脱する。メルト包有物の捕獲後もマグマ溜まり内での揮発性成分を保持しているというのは、あくまでも「仮定」である。

以上のとおり、斎藤報告書では、過去の小規模な噴火の噴出物のメルト包有物から、現在の脱ガスしたマグマの H_2O 濃度の低下が指摘されているが、運用期間中における破局的噴火の可能性評価を行なうためには、現在のマグマ溜まりの H_2O 濃度を直接測定することは出来ていないことに伴う不確定性を考慮しなければならない。その点を十分考慮に入れなされていない破局的噴火は

すぐには起きないとの「予想」は、不確実な推論に過ぎない。

第2 深部マグマ溜まりからの揮発性成分の供給

斎藤報告書の結論は、「鬼界アカホヤ噴火のような破局的噴火がすぐに起きる状況にはないと推論できる」（23頁）というものであるが、この「すぐに起きる状況にはない」というのが、どの程度のタイムスケールを想定したものなのかが不明である。斎藤報告書では、「鬼界カルデラの次の大規模噴火がいつ、どのようにして起こるかを予測するのは不可能」（21頁）とも記載されている。少なくとも数十年単位となる本件原発運用期間中における破局的噴火の可能性が十分小さいといえるか否かの判断において、斎藤報告書の結論がどの程度参考になるのかの関連性は不明といわねばならない。

斎藤報告書（11、15頁）にもあるように、仮に上面深さ3kmのマグマ溜まりがガス不飽和であるとしても、深部（外部）からガスが供給されることで、揮発性成分の濃度が急上昇することは考えられる。斎藤(2005)では、1991年ピナツボ噴火や1991-1995年雲仙火山平成噴火について、深部から供給された苦鉄質マグマによって揮発性成分が付加されたことが述べられている（甲B269・S181-183）が、いずれも噴火の数か月前という時間スケールでマグマ混合が生じたことが推定されている。

下司(2016)では、クリスタルマッシュで満たされたマグマ溜まりの底部に高温で揮発性成分に富むマグマが貫入することにより、高結晶度マグマの流動化が促進され、同時に新たなマグマの注入によってマグマ溜まりの過剰圧が高まること、カルデラ形成噴火に至るシナリオとして例示されている（甲B235・108頁）。斎藤報告書（18頁図14）で示されているマグマ溜まりのモデルでは、既に十分流動的かつ高温の流紋岩マグマが蓄積され、かつ底部の玄武岩マグマから常時揮発性成分と熱の供給を受けているようである。この底部にさらに揮発性成分に富んだマグマが新たに貫入すれば、流紋岩マグマのガス不飽和状態が

解消されるとともに、マグマ溜まりの過剰圧が高まり危険な状態に陥る可能性が考えられる。

斎藤報告書で何も触れられていないことに表れているように、外部から揮発性成分が加わって噴火に至るまでのタイムスケールに関する研究は、ほとんど進んでいない。仮に1991年ピナツボ噴火の例を援用すると、揮発性成分の供給開始から数か月でカルデラ噴火に至るということも考えられる。したがって、鬼界カルデラが仮に現在はマグマ溜まり中の含水量が低く破局的噴火が起きる状況にはないといえるとしても、数か月後には分らないという推測も成り立つ。

斎藤報告書では、「深部からの大量のマグマ上昇やマグマ溜まりの膨張を示唆する地震や地殻変動が起きていない」ことも記載されているが、それでも「すぐに起きる状態ではない」というのがどの程度のタイムスケールを意味するものなのか何も書かれていない。これは、仮に現在深部からの大量のマグマ上昇やマグマ溜まりの膨張がないのだとしても、いつまで「破局的噴火が起きる状態ではない」と言える状態が継続するのかを示すことが不可能であることを意味している。

また、GNSS観測点等は巨大カルデラのモニタリングに適した配置や密度にはなっておらず、その中でも特に海域にある鬼界カルデラの密度は低い等、地殻変動の観測によって深部からのマグマ上昇等を推定する上では、種々の課題がある。近年のわずかな観測期間中でも大量の揮発性成分の供給があったことを見逃していた可能性があり、今後も見逃す可能性がある。

第3 カルデラの発生機構は未解明

斎藤報告書では、7300年前のアカホヤ噴火に比べてマグマを発泡させる揮発性成分の濃度が低下していることが、「アカホヤ噴火のような破局的噴火がすぐに起こる状況にはないと推論できる」という根拠になっている。しかし、現在の流紋岩マグマの H_2O 濃度「1wt%程度」と玄武岩マグマ「1-3wt%」

という数値について、破局的噴火を起こすことはない程低いと理論的に証明されたわけではなく、多数の破局的噴火の事例との比較検討がされたわけでもない。鬼界アカホヤ噴火という過去の1例を基準として、 H_2O 濃度が低下しているというだけである。次の破局的噴火がアカホヤ噴火とはまったく異なるメカニズムで発生するなら、この「推論」ないし「予想」(22頁)は意味をなさなくなるかもしれない。鬼界カルデラで過去15万年間に3回あったとされる破局的噴火のうち、約14万年前の小アビ山の噴火の火砕流堆積物の非溶結部は、発泡度はあまり高くないとされており(篠原ほか(2008)(甲B246・5頁))、マグマ中揮発性成分濃度が低かったことが示唆される。

一部にはマグマ溜まりの含水量がより均質で全体として飽和に近いほど、マグマ溜まりを空にするような大規模噴火に至りやすいという説もあるようだ(安田ほか(2015)(乙ロ145・392頁)参照)が、マグマ中の揮発性成分と破局的噴火との関係性については、ほとんど研究がなされていない。斎藤報告書(10~12頁)でも、マグマの揮発性成分の濃集と発泡によるマグマ密度の低下がマグマ上昇の駆動力のひとつとして論じられているだけで、 H_2O 濃度が1-3wt%程度であればなぜ破局的噴火がすぐに起こる状況にはないと推論できるのかについては、「マグマ溜まり内においてマグマの発泡が起きにくい状況といえる」ということ以外に具体的な根拠が示されているわけではない。

斎藤報告書(17~19頁)にあるように、鬼界カルデラでは、上面深さ3kmというかなり浅いところに流紋岩マグマ溜まりがあり、そのマグマは絶えず地表近くまで上昇して脱ガスしていると推定される。つまり、仮に現在の流紋岩マグマの H_2O 濃度が1wt%程度であるとしても、「マグマ上昇の駆動力」自体は保持していることになっている。 H_2O 濃度が1wt%程度であっても、マグマの発泡が不可能ということは勿論ない¹。斎藤報告書(21、23頁)にある

¹ たとえば、炭酸飲料の容器を振れば中身が激しく発泡するように、地震等の外力によってマグマ溜まりの発泡が促されることは考えられる。

ように、カルデラ発生機構は未解明であり、鬼界カルデラの次の大規模噴火がどのようにして起こるのかを予測することは不可能であって、浅所に相当量の流紋岩マグマを蓄積させていると推定される鬼界カルデラは、小さなきっかけで破局的噴火に至る可能性を否定できない。

破局的噴火のマグマの含水量についての研究はあまり進んでいないが、平成26年度成果報告書では、マグマの熱力学計算ソフトを用いた岩石学的解析を行ったところ、阿蘇1火砕流噴火をひきおこしたマグマは、先に脱ガス作用を受け含水量が0.5-1wt.%に減った玄武岩質マグマが地下20~30kmで分化して生じた珪長質マグマが均質化された後に噴出した可能性が示され(甲B149・83頁)、平成28年度成果報告書では、阿蘇4珪長質マグマ端成分について高温高压実験を実施したところ、斑晶の組合せ・組成を再現するのは、圧力がおよそ195MPa(深さ約8km相当)かそれ以下、全岩含水量がおよそ2wt.%、温度が900℃前後であることがわかったとされている(甲B271・354頁、甲B270)。これらの研究は、含水量が飽和状態よりかなり低いマグマでも破局的噴火を発生させる可能性を示している。

さらに、産総研の平成28年度成果報告書では、「竹島火砕流中部および上部ユニットスコリアのメルト包有物は、1個を除き、H₂O濃度2.2~3.7wt%の比較的狭い範囲に収まる」(甲B271・396頁)とも記載されており、斎藤報告書(21頁)における鬼界アカホヤ噴火のH₂O濃度の評価(3-5wt%)はやや過大ともとれる。鬼界アカホヤ噴火のH₂O濃度がどの程度であったのかについても、更に研究を重ねなければ定まらない。現段階で鬼界アカホヤ噴火のマグマのH₂O濃度を立地評価において参照するならば、慎重に考える必要がある。

第4 終わりに

斎藤報告書の結論は、「カルデラ噴火機構については未解明な点も多く、鬼

鬼界カルデラの次の大規模噴火がいつ、どのようにして起こるかを予測するのは不可能である」と認めた上で、「7300年前の噴火マグマに比べ、マグマを発泡させる揮発性成分の濃度が低下していること、7300年前の噴火からの時間間隔も短く、マグマの蓄積の時間も少ないこと、深部からの大量のマグマ上昇やマグマ溜まりの膨張を示唆する地震や地殻変動も現在起きていないことを考え合わせると、鬼界アカホヤ噴火のような破局的噴火がすぐに起きる状況にはないと推論できる」(23頁) というものである。上面3kmという浅いところに80km³を超えるマグマ溜まりがあると推定している状況で、最後の破局的噴火の経過時間が短いことに意味があるのか、貧弱な観測体制においてマグマ溜まりの膨張を示唆する観測結果が得られていないことに意味があるのか、といったことの検討もない。つまりこれは、大規模カルデラ噴火の予測が不可能であることを認めた上で、揮発性成分の濃度の低下に、破局的噴火はすぐには起きないということに使えるような根拠を適当に付け足して行った「予想」(22頁) に過ぎず、原発の立地の適否という重要な司法判断ないし行政判断に直ちに結び付けられるようなものではない。

鬼界カルデラについては、異教授が自ら実施した海底探査の結果を踏まえて「現在の活動状況は巨大噴火が差し迫った状態ではないとは確認できず、巨大噴火の可能性が十分に小さいとは言えない」(甲B272・703頁) という見解を表明している。

破局的噴火の可能性が十分小さいなどとはいえないのである。

以上