

平成5年（行ウ）第4号再処理事業指定処分取消請求事件

原告 大下由宮子 外157名

被告 原子力規制委員会

令和3年（行ウ）第1号六ヶ所再処理事業所再処理事業変更許可処分取消請求事件

原告 山田 清彦 外105名

被告 国（処分行政庁 原子力規制委員会）

準 備 書 面（204）

火山事象に対する専門家の証言等

2024年（令和6年）2月1日

青森地方裁判所 民事部 御中

原告ら訴訟代理人

弁 護 士 浅 石 紘 爾

弁 護 士 内 藤 隆

弁 護 士 海 渡 雄 一

弁 護 士 伊 東 良 徳

弁 護 士 中 野 宏 典

目 次

第 1	はじめに	- 5 -
1	原告らの主張と争点の整理	- 5 -
(1)	火山事象に係る争点の整理	- 5 -
(2)	原告らのこれまでの主張	- 6 -
2	本書面の目的	- 7 -
3	本書面の概要（サマリー）	- 8 -
第 2	火山学の基本的な前提知識	- 11 -
1	第四紀火山の分布と火山フロント	- 11 -
2	噴火の規模	- 12 -
3	鉱物の種類とマグマの特徴	- 14 -
4	火山の活動期間（寿命）とその原因	- 15 -
5	火砕物密度流の特徴と振る舞い	- 16 -
(1)	火砕物密度流の広がり	- 16 -
(2)	地形的障害や水域を乗り越えること	- 18 -
(3)	熱風の影響	- 20 -
第 3	火山噴火のメカニズムと活動可能性評価	- 20 -
1	火山噴火のメカニズム	- 20 -
(1)	沈み込み帯におけるマグマの生成	- 20 -
(2)	マントルダイアピルの形成と上昇	- 21 -
(3)	地殻の融解とマグマ溜まりの形成	- 22 -
(4)	親マグマ溜まりからのマグマの注入と発泡	- 25 -
2	巨大マグマ溜まりの状態と大規模噴火	- 26 -
(1)	マグマ溜まりのマグマの状態	- 26 -
(2)	再活性化とそのタイムスケール	- 28 -
(3)	マグマ溜まりの検知は困難であること	- 29 -

(4) メカニズムの違い	- 30 -
3 現在の火山学の水準で、活動可能性（とりわけ噴火規模）を精度良く評価することは困難であること（火山ガイドの不合理性）	- 32 -
(1) 火山ガイドの定め	- 32 -
(2) とりわけ噴火規模の予測（推定）は困難であること	- 34 -
(3) 小括	- 36 -
4 できる調査やシミュレーションすら尽くされていないこと	- 36 -
第4 破局的噴火に準ずる規模の噴火について	- 37 -
1 社会通念論に基づく論理的帰結 - 破局的噴火に準ずる規模の噴火は考慮しなければならないこと	- 37 -
2 基本的な考え方の不合理性等	- 38 -
3 破局的噴火に準ずる規模の噴火の発生確率は、破局的噴火よりも大きいこと	- 40 -
4 後カルデラ期であることを理由として噴火規模を切り下げることの不合理性	- 41 -
(1) 長岡教授の噴火サイクル論の曲解	- 41 -
(2) 後カルデラ期であることは巨大噴火が発生しない根拠にならないこと	- 42 -
(3) 小括	- 44 -
5 まとめ	- 44 -
第5 テフラ（火山碎屑物）の広がり と 降灰シミュレーション	- 44 -
1 噴出物量の推定方法とその不確実性	- 44 -
(1) 噴出物量の推定方法に含まれる不確実性	- 44 -
(2) 噴火規模はオーダー（桁）で把握されるべきものであること	- 45 -
2 大規模噴火におけるテフラの広がり（傘型噴煙の形成）	- 46 -
3 降灰シミュレーション（Tephra2）の不確実性	- 47 -

4	まとめ	- 48 -
第6	社会通念について	- 49 -
1	町田氏の証言	- 49 -
2	巽氏の証言	- 51 -
3	まとめ	- 53 -

第1 はじめに

1 原告らの主張と争点の整理

(1) 火山事象に係る争点の整理

火山事象に係る争点については、次の領域ⅠないしⅣの分類に応じて、争点Ⅰ①ないし④、争点Ⅱ、争点Ⅲ①及び②、争点Ⅳ①及び②に整理できる（図表1及び図表2）。なお、該当する準備書面のほか、新訴状にも記載がある。

	立地評価に関する問題	影響評価に関する問題
基準の不合理性	領域Ⅰ	領域Ⅲ
基準適合判断の不合理性	領域Ⅱ	領域Ⅳ

図表1 火山事象に係る問題の整理

領域	争点	概要	準備書面
前提		火山学の基礎知識	(155) (190) (202) 本書面
		科学の不定性と司法判断のあり方	(182) (183)
領域Ⅰ	争点Ⅰ①	立地評価が保守的なものになっていないことに関する基準の不合理性	(137) (154) (162) (176) (184) (190) (195) (197) 本書面
	争点Ⅰ②	巨大噴火とそれ以外を区別していることに関する基準の不合理性	(162) (176) (184) (195) (197) 本書面
	争点Ⅰ③	巨大噴火に至らない噴火の噴火規模に関する基準の不合理性	(176) (184) (195) (197) 本書面
	争点Ⅰ④	モニタリングの位置づけを修正したこと	(137) (176) (184)

		に伴う基準の不合理性	(195) (197) 本書面
領域Ⅱ	争点Ⅱ①	十和田カルデラ噴火 (To-OF 及び To-H) を考慮しないことの不合理性	(154) (199)
	争点Ⅱ②	運用期間について明確にしないことに関する基準適合判断の不合理性	(154) (176) (199)
領域Ⅲ	争点Ⅲ①	巨大噴火に至らない噴火の噴火規模に関する基準の不合理性	(176) (202) 本書面
	争点Ⅲ②	気中降下火砕物濃度の推定手法に関する基準の不合理性	(155) (176) (202) 本書面
	争点Ⅲ③	気中降下火砕物濃度に関する設計基準の不存在	(202)
領域Ⅳ	争点Ⅳ①	最大層厚の想定に関する基準適合判断の不合理性	(155) (203) 本書面
	争点Ⅳ②	気中降下火砕物濃度の推定手法に関する基準適合判断の不合理性	(155) (203)

図表 2 領域と争点の整理

(2) 原告らのこれまでの主張

原告ら準備書面(202)以前の書面の概要については、これまでの書面の冒頭でも述べてきたとおりである。

準備書面(202)では争点Ⅲ①②③に関して、また、準備書面(203)では争点Ⅳ①②に関して、それぞれ改めて主張を整理し、被告準備書面(8)に対する反論等を行った。

2 本書面の目的

2023（令和5）年6月20日、松山地方裁判所において、第四紀学の権威である町田洋・東京都立大学名誉教授の証人尋問が実施された（以下「町田尋問」という。）。

また、同年7月5日、広島地方裁判所において、日本地質学会賞や日本火山学会賞の受賞経験もあるマグマ学の権威である巽好幸・神戸大学名誉教授¹の証人尋問が実施され（以下「巽広島尋問」という）、同年10月10日には、松山地方裁判所において、別途巽好幸氏の証人尋問が実施された（以下「巽松山尋問」という。）。

これらの証人尋問は、四国電力・伊方原発の運転差止訴訟におけるものであり、本件と直接の関係はないものの、火山学の現在の水準に基づいて、噴火の基礎やメカニズム、テフラ（火砕流や火山灰などの火山砕屑物）の到達、噴火規模の推定に含まれる不確実性、シミュレーションソフト Tephra² の不確実性などについて分かりやすく説明し、現在の火山ガイドの不合理性についても述べられており、本件においても極めて重要な意味を持つ。

本件では、準備書面（199）において、特に巽好幸氏の意見書（以下の⑦及び⑧）をもとに一部主張済みであるが、本書面は、上記尋問に関する資料である以下の証拠（証言）をもとに、次項の概要（サマリー）記載の点について補足して主張する。

- ① 2016（平成28）年7月31日・町田洋陳述書（甲D271）
- ② 2017（平成29）年2月13日・町田洋陳述書（甲A562）
- ③ 広島地裁における仮処分事件の際に提出された2016（平成28）年8月2日・町田洋作成資料（甲D460）

¹ 巽氏は、火山学、地球化学、岩石学の分野において、世界的に顕著な貢献が認められる研究者に与えられる米国地球物理学連合（AGU）のボーウェン賞を受賞した経験もある世界的な権威である（甲D459）。

- ④ 2023（令和5）年5月15日意見書（甲D461）
- ⑤ 同年6月20日・町田洋証人尋問調書（松山地裁）（甲D462）
- ⑥ 同日・町田洋証人尋問の際に示された書証綴り（甲D463）
- ⑦ 2021（令和3）年9月19日・巽好幸意見書（甲D411）
- ⑧ 2023（令和5）年4月21日・巽好幸意見書（甲D412）
- ⑨ 同年7月5日・巽好幸証人尋問調書（広島地裁）（甲D464）
- ⑩ 同日・巽好幸証人尋問の際に示された書証綴り（甲D465）
- ⑪ 同年10月10日・巽好幸証人尋問調書（松山地裁）（甲D466）
- ⑫ 同日・巽好幸証人尋問の際に示された書証綴り（甲D467）
- ⑬ 巽好幸『富士山大噴火と阿蘇山大爆発』（甲D468）

3 本書面の概要（サマリー）

- (1) 各争点を判断するために必要な火山学の基本的な前提知識を確認する。

本件施設に大きな影響を与えるとされる八甲田山や十和田カルデラは、日本列島において噴火が発生しやすいとされる火山フロント上に存在する。

噴火の規模には、噴出物の体積に着目したVEIのほか、マグマの質量に着目した噴火マグニチュードがある。また、火山ガイドにいう「巨大噴火」は、火山学の一般的な用語とは異なり、統計学的な裏付けもない。

鉱物の種類には、二酸化ケイ素（ SiO_2 ）の含有量に応じて、流紋岩、安山岩、玄武岩などの区分があるが、流紋岩質のマグマでなければカルデラ形成噴火を生じないということはない。

日本のような沈み込み帯における大規模火山の活動期間は、100年を超えるものもある。火山の寿命は、地下のマントルダイアピルの冷却期間に影響していると考えられる。

大規模な火砕物密度流は、風向や地形的障害とほぼ無関係に全方位に広がり、高低差、水域等を乗り越える。また、火砕物密度流の外縁付近でも、火

碎物の混じった激しい熱風によって深刻な被害が生じる（以上、第2）。

- (2) 争点Ⅰ①、争点Ⅰ②及び争点Ⅰ④に関し、沈み込み帯においては、プレートが沈み込んだ地下100～200km辺りでマグマのもとが生成される。これらがマントルダイアピルを形成して地殻付近まで上昇し、地殻底部を融解する。この時に、マントルダイアピルに近い部分は高温の玄武岩質マグマとなり、遠い部分は低温の流紋岩質マグマとなる。玄武岩質マグマは上昇して親マグマ溜まりとなり、流紋岩質マグマはそのさらに上方に定置して巨大な子マグマ溜まりを形成する。

巨大マグマ溜まりの流紋岩質マグマは、温度が下がって流動性に乏しいマッシュ状のマグマ溜まりとなることがあり、そうなると地震波速度探査等の探査では把握が困難となる。しかし、このようなマグマ溜まりも、深部の親マグマ溜まりから高温のマグマが供給されることで、比較的短期間で再び噴火可能なマグマ溜まりとなる（再活性化）。電力事業者は、この再活性化のタイムスケールをシミュレーションすることすらしていない。

現在の科学技術水準では、巨大カルデラ噴火はこのような機序を辿ると考えられており、原子力施設から放射性物質を運び出せるほどの時間的余裕をもって、この再活性化～噴火の可能性を把握することは困難である。

そうであるにもかかわらず、立地評価は、モニタリング等によって地下のマグマ溜まりが正確に把握できることを前提としており、火山ガイドは不合理である（以上、第3）。

- (3) 争点Ⅰ③及び争点Ⅲ①に関し、従来の社会通念論を前提とすれば、破局的噴火の発生可能性を十分な制度で予測することは困難であるけれども、このリスクについては社会通念上容認されるという論理であるから、破局的噴火に準ずる規模の噴火については、社会通念によってそのリスクを容認することは許されず、これを考慮に入れなければならないはずである。

そうであるにもかかわらず、いわゆる「基本的な考え方」及び火山ガイド

は、破局的噴火よりも一回り小さい巨大噴火のリスクまで社会通念によって容認できることとし、さらに、巨大噴火のリスクを容認できる場合には、最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模だけ考慮すればよい、という規定になっており、最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模よりは大きいけれども、巨大噴火に至らない規模の噴火を考慮しなくてよいこととなっている。

しかし、噴火の発生率にはいわゆる「べき乗則」が妥当し、破局的噴火に準ずる規模の噴火の発生確率は、破局的噴火の発生確率よりも大きい。また、後カルデラ期という概念は、次の破局的噴火が発生しないということの意味するものではなく、これを理由に、巨大噴火に準ずる規模の噴火のリスクを無視してよいことにはならない（以上、第4）。

- (4) 争点Ⅲ②及び争点Ⅳ①に関し、降下火砕物の層厚及び気中濃度の前提となっている噴出物量の推定方法には大きな不確実さがあり、せいぜい、桁（オーダー）のレベルでしか把握できない。

また、降灰シミュレーションとして、**Tephra2** というシミュレーションコードが用いられるところ、**Tephra2** では大規模噴火を適切に再現できず、大規模噴火に **Tephra2** は適用できない（少なくとも、非常に不確実性が大きい）。

この問題については、浜田信生氏による学会ポスターで詳細に述べたが、巽好幸氏も、浜田氏の見解について科学的におかしなところはないと同意している（以上、第5）。

- (5) 争点Ⅰ①及び争点Ⅰ②に関し、社会通念について、町田氏は、裁判官の社会通念が本当に合っているかが問題で、東日本大震災において、我々日本人は、東北地方においてあれほど大きな地震、津波が発生すると考えていなかったのに、そのリスクは顕在化したこと、地質学的には、相当高い地点まで津波堆積物の痕跡があり、そのリスクを指摘した者もいたが、その声は無視されたことなどを述べ、火山で同じような過ちを繰り返してはいけないと述

べる。

巽氏は、市民の未熟な（科学的知識を前提としない）主観的感覚ではなく、科学的な知識を前提に、客観的・定量的なリスク評価を行うべきとし、噴火マグニチュード7以上の噴火が今後100年間で発生する確率を1%、6以上まで含めると4%にもなることを指摘し、これが、兵庫県南部地震の発生直前の確率と比較しても小さくないことを指摘する。

さらに、自然災害のリスクは、確率だけでなく、災害の大きさと掛け合わせた「危険値」で判断すべきとし、九州の破局的噴火は、交通事故の危険と変わらないと述べる。

いずれの専門家も、社会通念を理由に破局的噴火のリスクを無視してはならないことを指摘しており、まして本件のようなVEI6の噴火について、そのリスクを無視することは許されない（以上、第6）。

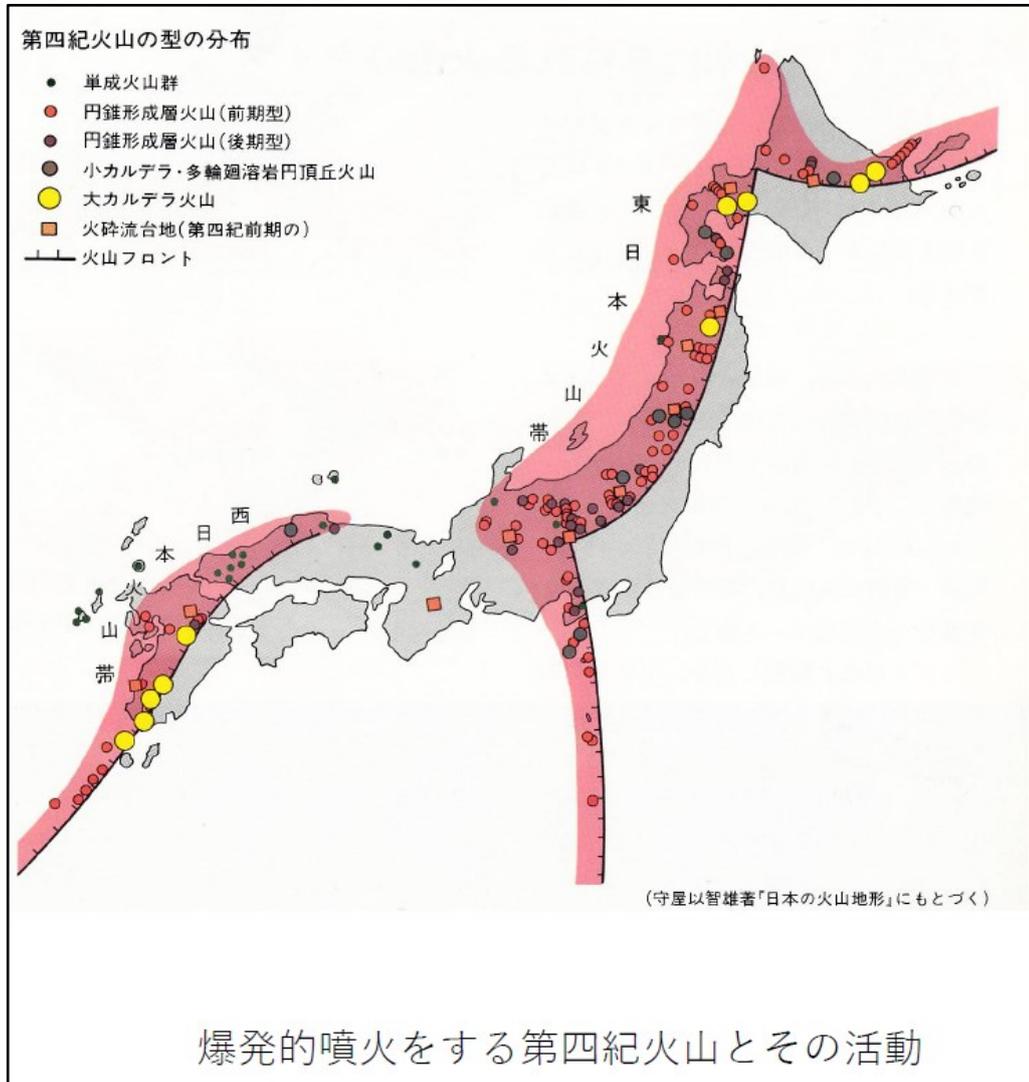
第2 火山学の基本的な前提知識

1 第四紀火山の分布と火山フロント

日本列島は、海洋プレートが陸側のプレートの下に沈み込む、いわゆる「沈み込み帯」に位置している。後述するとおり、沈み込み帯においては、プレート境界から内陸側にプレート（太平洋プレートとフィリピン海プレート）が沈み込んだ地下深くでマグマのもとが生成され、マグマが地上で表出する場所が火山となる。そのため、日本列島の中には、火山ができやすい場所（火山活動が活発な場所）が存在する。図表1は、爆発的噴火をする第四紀²火山の分布を示したものであるが、黒い実線は火山フロント（火山前線）と呼ばれ、この東側には火山がなく、前線のすぐ西側に火山が集中している。九州から中国地方

² 第四紀とは、地質時代の一つで、258万8000年前から現在までの期間とされる。第四紀学会のホームページでは、「地球の46億年にわたる長い歴史の中で、現在を含む最も新しい時代で、地球上に人類が進化・拡散し、活動している時代」と説明されている。

北部に至る西日本火山帯と、小笠原諸島から東北、北海道に至る東日本火山帯があることが分かる（甲D462・番号11～15）。図表1の赤い部分が、火山活動の活発な地域である。



図表1 爆発的噴火をする第四紀火山とその活動（甲D463・9頁）

2 噴火の規模

- (1) 噴火の規模を表す指標としては、火山爆発指数（VEI）以外に、噴火マグニチュードがある。火山爆発指数は、火山砕屑物（＝火砕物）の噴出量（体積）に基づいて噴火を区分するものであり、体積が一桁増えると VEI も1つ増える、という関係にある。要するに、桁（オーダー）によって区分をして

いる（甲D464・1～2頁、図表2）。

表1 噴火マグニチュードと噴火の発生確率

火山爆発指数 (VEI)	噴出物量 (km ³)	噴火 マグニチュード	噴出物量 (億トン)	マグマ噴出量 (km ³)	名称
2	0.001	2	0.01	0.0004	中規模噴火
3	0.01	3	0.1	0.004	
4	0.1	4	1	0.04	大規模噴火
5	1	5	10	0.4	巨大噴火
6	10	6	100	4	
7	100	7	1000	40	超巨大噴火 (破局的噴火)
8	1000	8	10000	400	
		9	100000	4000	

図表2 火山爆発指数と噴火マグニチュード（甲D465・4頁に加筆）

火山爆発指数は、噴出物量（見かけ体積）で表す場合と、マグマ噴出量で表す場合がある。噴出物量には火山灰など密度の小さい火砕物が含まれるが、マグマ噴出量は、それらがマグマの状態であった場合（地下のマグマ溜まりではこの状態である）の体積に換算したものである。噴出物量は、概ね、マグマ噴出量の2.5倍程度になる（甲D464・2頁）。

噴火マグニチュードは、火山噴出物の総重量によって区分したものである。火山灰や火砕流だけでなく、溶岩流等も含まれる（したがって、火山爆発指数と噴火マグニチュードは、単に体積で区分するか重さで区分するかというだけの違いではない）。火山爆発指数と同様、桁（オーダー）によって区分する（甲D464・2～3頁）。

- (2) 図表2の「名称」欄は、火山学における一般的な呼称であり、特に、大規模噴火、巨大噴火及び超巨大噴火（破局的噴火）は、「統計学的な違いに基づいて命名されている一般的な方法」とされる。火山ガイドにおける「巨大噴火」という用語は、①溶岩流を重要視していない点、②数十km³という数値に根拠がないという点で、火山学における「巨大噴火」とは異なる（甲D464・4頁）。巽氏は、VEI7以上の破局的噴火と、それより小さい（火山学

ような沈み込み帯ではその組成の岩石が多くみられる（甲D464・5～6頁、甲D466・番号17～20）。

- (2) 流紋岩質よりも玄武岩質のマグマの方が密度（比重）が大きいため、後述するように、マグマの上昇が起きた場合でも、停止する位置（浮力中立点）が変わる（甲D464・6頁、甲D466・番号17）。
- (3) また、流紋岩質マグマの方が粘性が大きいため、爆発的な噴火を起こしやすいが、流紋岩質マグマでなければ起こさないわけではなく、阿蘇2や阿蘇3など、中間的なマグマ（安山岩質マグマ）で破局的噴火を発生させた例もある（甲D464・6～7頁、甲D466・番号21）。

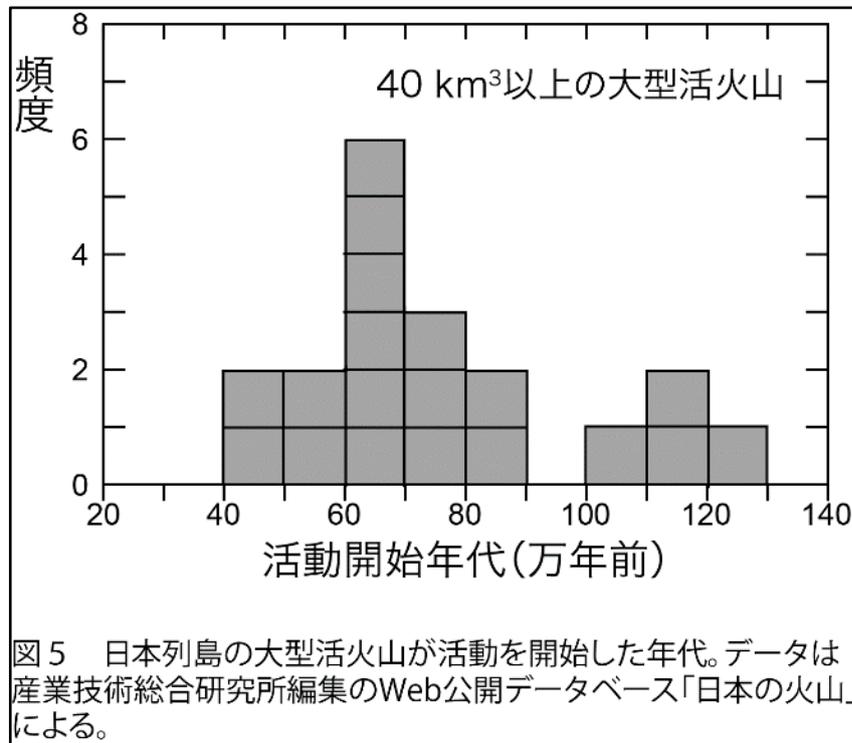
これに対して、四国電力の代理人から、阿蘇2及び阿蘇3について、神戸大学の金子克哉氏の見解を挙げて、珪長質マグマが関与していたのではないかという趣旨と思われる反対尋問があった。巽氏は、「（金子氏は）珪長質マグマと玄武岩質マグマの両方が関与して安山岩質マグマになったということ」を主張していた」と答えたが（甲D464・59頁）、金子氏の見解は、阿蘇のカルデラ噴火に珪長質マグマも関与しているから、「現在の阿蘇がカルデラ噴火を起こすような状態ではない」という四国電力のような主張ではないことを改めて述べている（甲D466・番号22～26）。

4 火山の活動期間（寿命）とその原因

図表4は、大型の活火山³がいつ頃から活動を開始したのかを集計したもので、横軸は活動開始年代であり、縦軸は火山の個数を示している。したがって、図表6からは、比較的大型の活火山の活動時期が100万年前より古い時から始まっている、寿命が100万年を超える火山も数多く存在しているということが分かる（甲D464・7頁、甲D466・番号27）。

³ 活火山とは、「概ね過去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」とされる。

この「火山の寿命」は、火山を形成しているマグマを作る熱源の寿命、継続時間と関係している。すなわち、後述するようなマントルダイアピルが冷えるのに要する期間と関係していると考えてよい（甲D464・13～14頁、甲D466・番号28～29）。



図表4 日本列島の大型活火山が活動を開始した年代（甲D465・6頁）

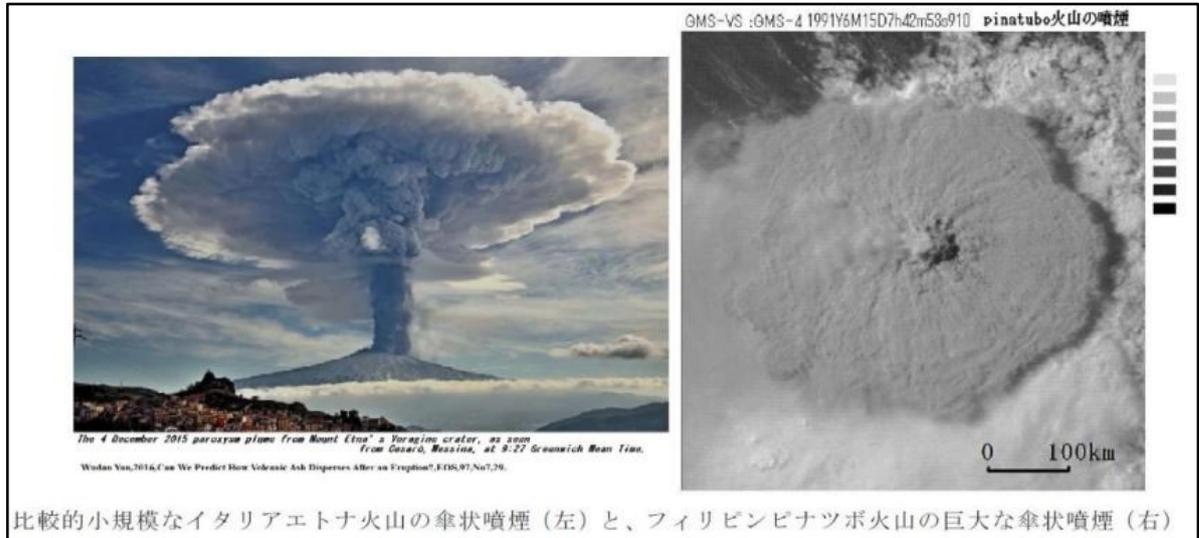
5 火砕物密度流の特徴と振る舞い

(1) 火砕物密度流の広がり

一般に、噴火の際、噴煙柱は、噴火規模に応じて高くなる。ただし、噴煙柱が一定の高度に達すると、周りの大気との密度との関係で平衡状態となり、風向きの影響をほとんど受けずに水平方向に同心円状に広がって傘型の噴煙（雲）を作る（甲D462・番号39～43、甲D463・13頁）。

1991年のピナツボ噴火は、VEI5～6程度の噴火であるが、この噴火で直径1000kmに達するような傘型噴煙が形成されたことはよく知られている（図表5）。

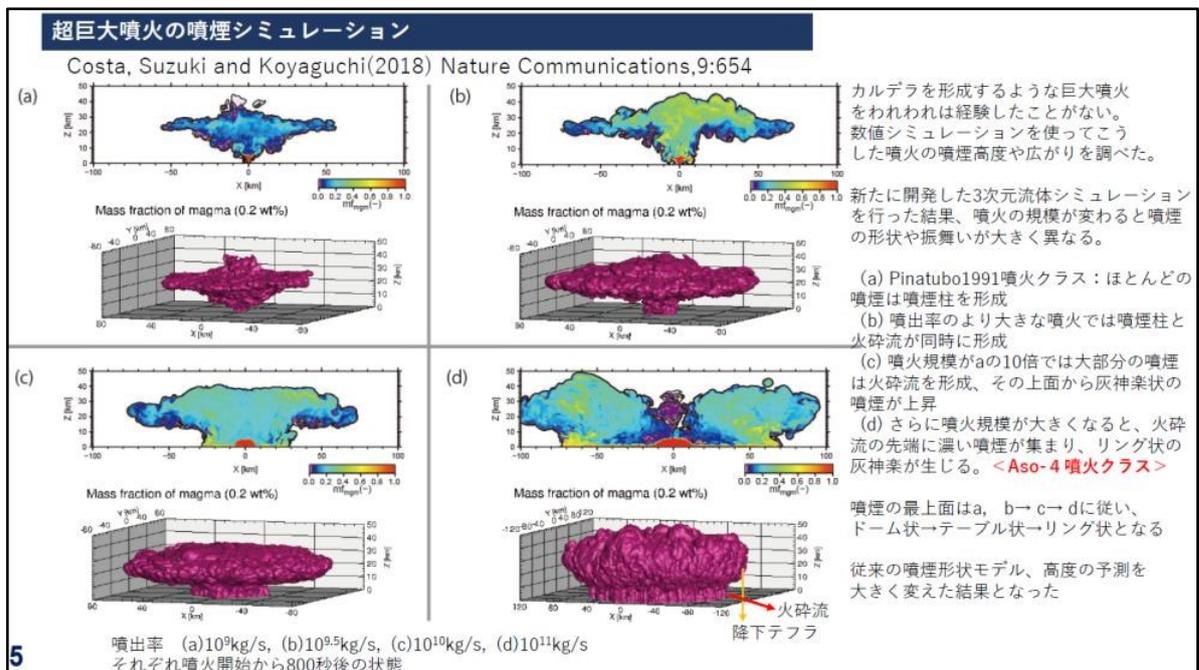
また、阿蘇でも、火砕流は同心円状に広がったと考えられている（甲D 4 6 2・番号156～158）。



比較的小規模なイタリアエトナ火山の傘状噴煙（左）と、フィリピンピナツボ火山の巨大な傘状噴煙（右）

図表5 傘型噴煙（甲D 4 4 0・2枚目）

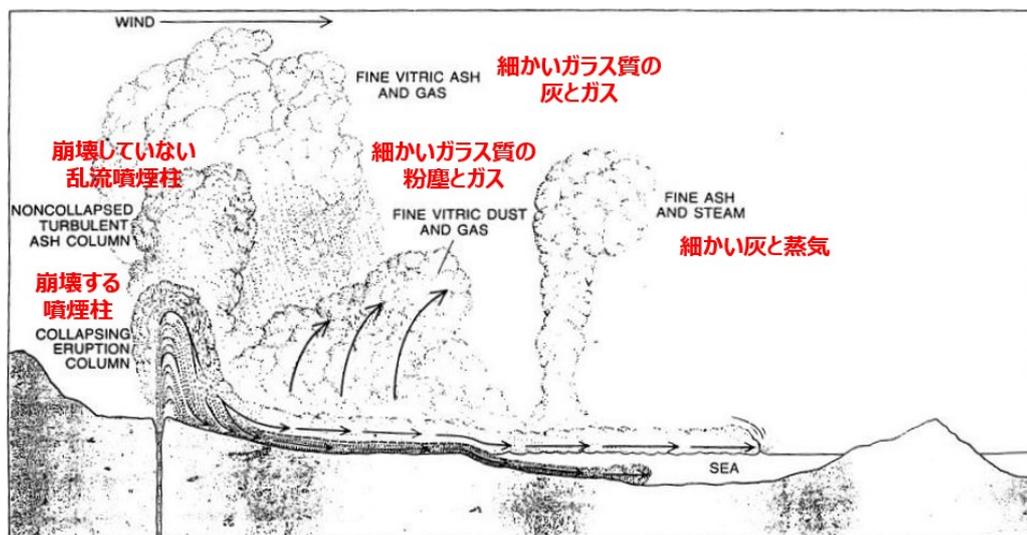
図表6は、大規模噴火を超えるような噴火における噴煙シミュレーションである。町田氏は、図表6の(a)が概ねVEI5に、(b)が概ねVEI6に、(c)が概ねVEI7に、(d)が概ねVEI8に相当するとしている（甲D 4 6 2・番号41～57）。



図表6 噴火規模とテフラの広がり（甲D 4 6 3・1 2 頁）

火砕流は、図表 1 4 の(d)の赤い矢印にあるように、中心部から速報に向かって流れが起こり、テーブル上に（同心円状に）広がっていく（甲 D 4 6 2 ・ 番号 5 0 ～ 6 4）。

火砕物密度流が水域に入ると、水蒸気爆発を起こし、さらに火砕物をまき散らす（甲 D 4 6 2 ・ 番号 6 5 ～ 6 7、図表 7）。



図表 7 火砕流の進み方（甲 D 4 6 3 ・ 1 4 頁）

(2) 地形的障害や水域を乗り越えること

ア 火砕物密度流は、溶岩流（メルト状）とは全く別の火山ガス（気体）と火砕物（固体）が入り混じった混合乱流であり（図表 7）、I A E A の「原子力発電所の立地評価における火山ハザードに対する安全指針」(No.SSG-21) でも、「全ての火砕物密度流は状況によっては地形的障害を乗り越え、大きな水域を横断して流れることが分かっている」とされている（6. 1 2 項）。

町田氏も、火砕流にとって、水域は、必ずしも障害とならないと述べ、実際に大規模な火砕流が海域を渡った実例として、鬼界アカホヤカルデラ噴火の際の幸屋火砕流（南九州まで到達して縄文集落を全滅させた）を挙げている（甲 D 4 6 2 ・ 番号 6 9 ～ 8 5）。海域を渡ることによって影響

がなくなる、ということはない。

この点については、裁判官からも、火砕流が水上を渡るメカニズムについて質問があり、町田氏は、メカニズムはよく分からないけれども、火砕流自体のスピードが速く、水と接触している暇がないスピードで広がった、断熱的に流れていったのではないかと推察を示している（甲D462・番号390～395）。巽氏は、現に幸屋火砕流が海を渡って大隅半島や薩摩半島に到達したという事例があること、これを否定する火山学者はいないことを述べたうえで、火砕流が熱を持っているため、その熱で海面付近の海水が気化して水蒸気となり、その水蒸気が薄い層を作って流動化現象が起きるといふ。ホバークラフトやエアホッケーのようなイメージで考えてよい（甲D466・番号155～163）。

また、このメカニズムは、1991（平成3）年に早川由紀夫・群馬大学教授が論文として発表している。この論文には、「2-6 海を渡る火砕流」との項があり、「高温の火砕流によって海面が加熱され、そこから水蒸気が発生して流動化が促進されるから、海綿状を走る火砕流は陸上を走った場合に比べてはるかに遠方まで到達できる。幸屋火砕流と阿蘇4火砕流がこの例である」と明確に述べている（甲D434・363頁）。巽氏も、この見解に同意している（甲D466・番号165～169）。

イ 町田氏は、高度数百m程度の山地や半島が障害になるかとの問いに対して、「ならないですよ。数千mでも、ならないと思います」と明確に証言している（甲D462・番号86～103）。早川1991にも、「比高数百mもの高い山地を越えた遠方に堆積物が見つかる」「火砕流の中には、100m/sを超える高速でジェットコースターのように斜面を駆け上がって、比高1000mの峰を超えるものもある。」と記載がある（甲D434・358頁）。

(3) 熱風の影響

さらに、火砕流の外縁部分や外側部分では、高温の熱風が生じ、火砕流自体が到達しなくても、横殴りの熱風（サージやブラストと呼ばれることがある）によって人が死ぬなどの影響が及ぶこともあるという（甲D462・番号107～113）。

第3 火山噴火のメカニズムと活動可能性評価

1 火山噴火のメカニズム

本項では、活動可能性評価の妥当性に関する前提として、主として巽教授の意見書及び証言を踏まえ、マグマが地下でどのように生成し、それがどのように地表付近⁴に上がってきて、噴火に至るのかというメカニズムについて述べる。

この点については、準備書面（199）でも意見書を踏まえて述べているので、ここでは、証人尋問調書のどの個所を参照すべきかという点に重点を置く。

(1) 沈み込み帯におけるマグマの生成

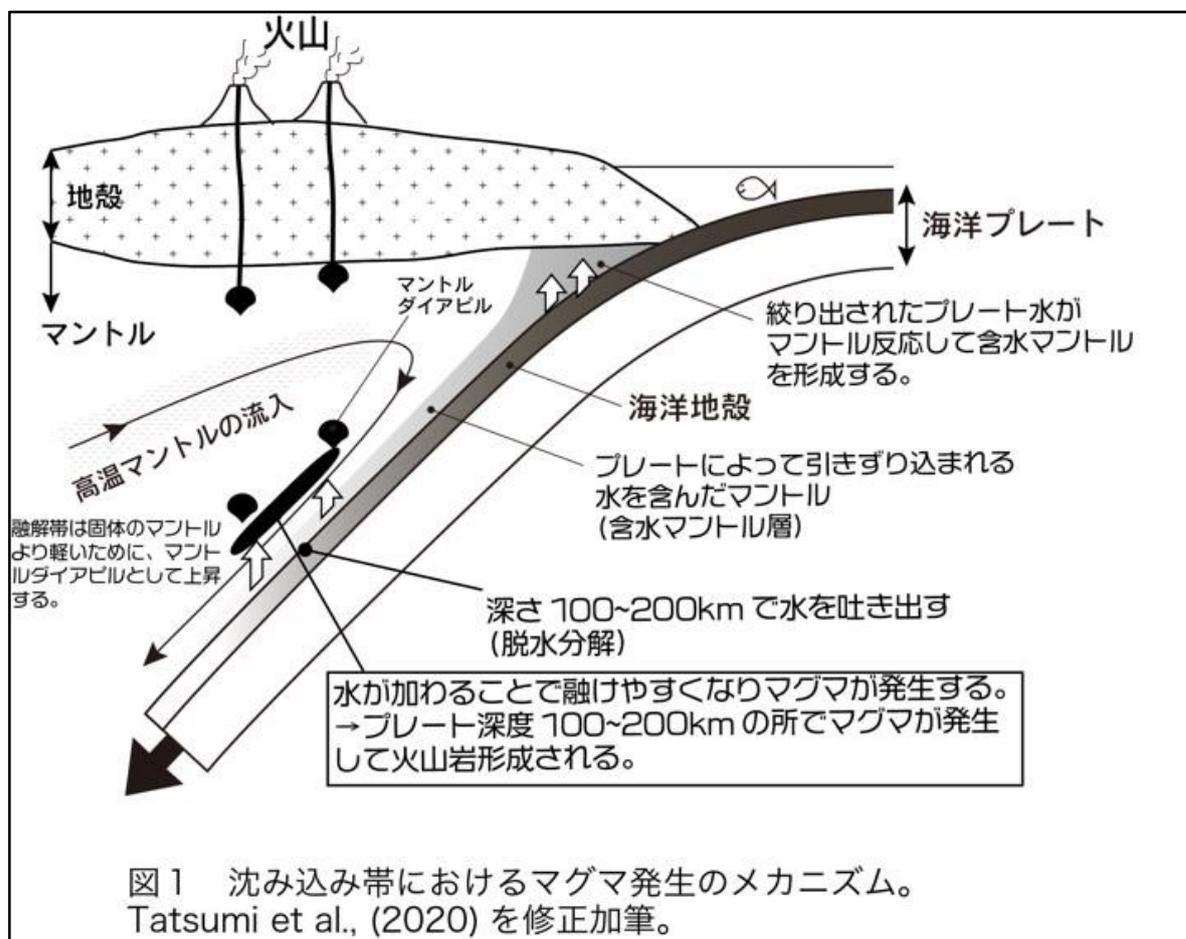
前述のとおり、日本列島は、いわゆる「沈み込み帯」に位置している。このような沈み込み帯におけるマグマ生成のプロセスは、準備書面（199）・第2の1項（8～9頁）で述べた。

まず、プレートとマントルの意義について、甲D464号証・7～8頁で触れられている。

図表7で示したのが、沈み込み帯におけるマグマ発生のメカニズムである。海洋プレートが沈み込む過程で水分が絞り出され、周囲のマントルと反応して、「含水マントル」を形成する。これが深さ100～200kmになると、

⁴ 付近といっても、地下数km～十数kmはある。これは、マリアナ海溝と同じか、それよりも深い程度の位置である。マグマ溜まりの位置を表す模式図として、しばしば、山体のごく近くにマグマ溜まりを描くものがあるが、位置関係という意味では、誤解を与えるものである。

ほぼ絞り出され（脱水分解）、水を含んだことによって融点が下がったマン
 トルは、高圧・高温下で融解してマグマを発生させる（甲D464・8～9
 頁、甲D466・番号77～85）。



図表8 沈み込み帯におけるマグマ発生メカニズム（甲D465・3頁）

(2) マンテルダイアピルの形成と上昇

地下深くで生成された液体・高温のマグマは、周辺の固体マンテルよりも軽い（密度が小さい）ため、エネルギー的に不安定さを解消しようと、マンテルダイアピルとして、周辺のマンテル物質を溶かしながら上昇する。マンテルダイアピルは固体のカンラン岩とメルト、すなわちマグマからできており、このマグマは超苦鉄質～苦鉄質が中心で、温度は、1300℃程度の高圧である。この点は、準備書面（199）・第2の1項・2項（9～10頁）

でも詳述した。

これは、卑近な例でいえば、モーシオン・ランプの原理と同じであり、ランプの中の球体が、マントルダイアピルであるとイメージすればよい（図表 9）。

マントルダイアピルは、地殻とマントルの境界面である「モホ面」まで上昇することもあれば、そこまで上昇しない場合もある。前述のとおり、日本列島において、火山フロント（火山前線）西側の火山活動の盛んな地域（図表 1）では、マントルダイアピルがモホ面まで上昇していると考えられている（以上、甲 D 4 6 4・9～1 0 頁、甲 D 4 6 6・番号 8 6～9 2、番号 2 5 5～2 5 6）。



図表 9 モーシオン・ランプのイメージ

(3) 地殻の融解とマグマ溜まりの形成

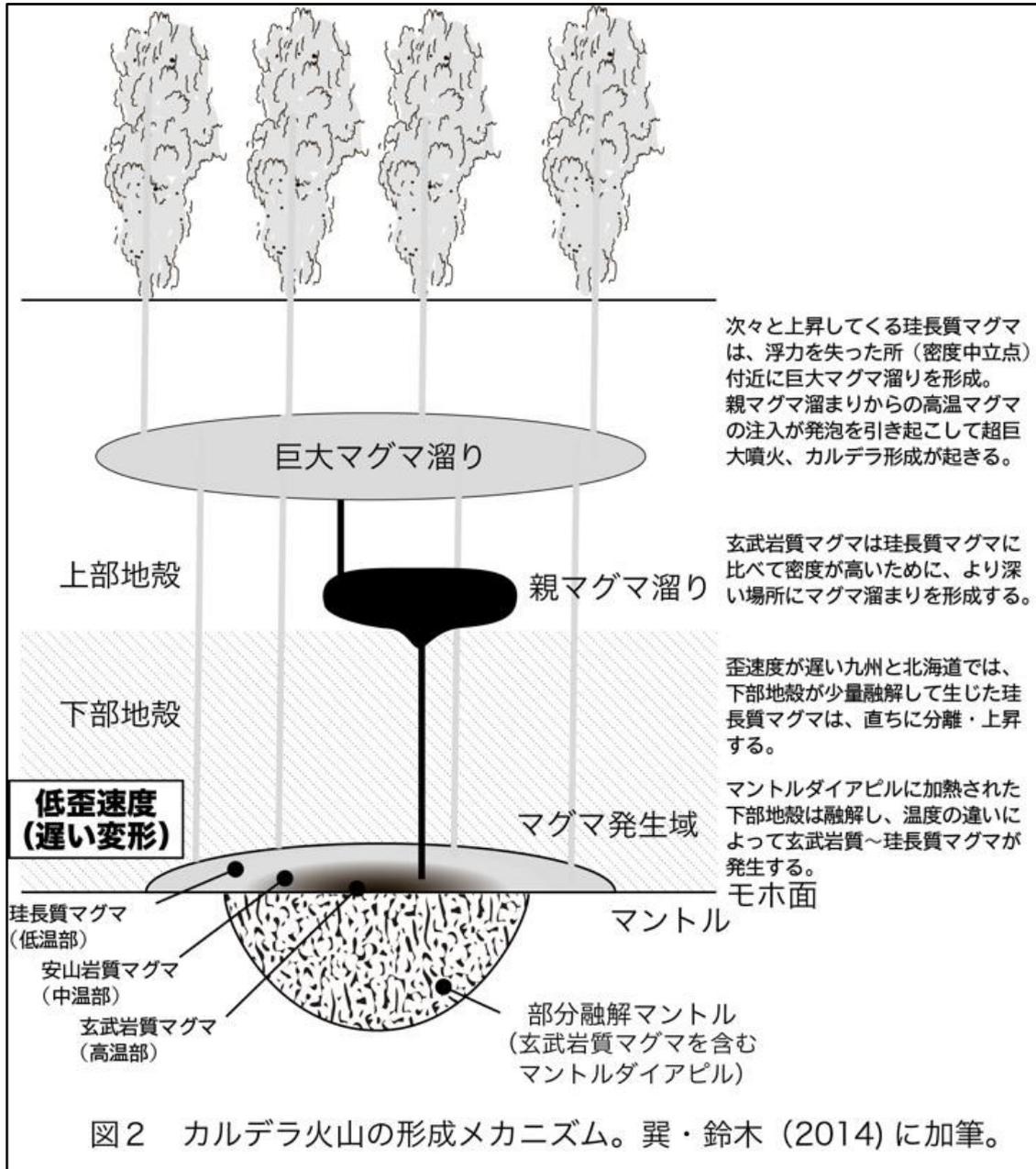
モホ面まで上昇したマントルダイアピルは、地殻の下部を熱して地殻を融解する（図表 1 0）。

マントルダイアピルに近い部分は高温になり玄武岩質マグマ（苦鉄質マグマ）となり、マントルダイアピルから遠い部分は低温の流紋岩質マグマ（珪長質マグマ）になるなど、多様な組成のマグマが形成される（部分融解）。

地殻底部で部分融解したマグマが、それぞれの粘性等に応じて上昇してマグマ溜まりを作る過程は、準備書面（1 9 9）・第 2 の 2 項（1 0～1 1 頁）でも詳述しているが、証人尋問調書では、甲 D 4 6 4 号証・1 0～1 2 頁や、甲 D 4 6 6・番号 9 3～1 0 0、番号 2 5 7～2 5 8 などで触れられている。

珪長質マグマが上昇するメカニズムには、地殻の歪み速度^{ひず}（変形速度）が関係しているとされる。例えば、地殻の歪み速度^{ひず}が小さく、地殻物質の隙間、クラック等が保持されやすいような場合には、親マグマ溜まりより浅い位置まで上昇し、周囲の地殻物質との密度が中立になる付近（ないしそれより深

い位置)で巨大なマグマ溜まり(子マグマ溜まり)を形成する。歪み速度については、甲D468・170~174頁に詳しい説明がある。



図表10 巨大噴火の形成メカニズム(甲D465・4頁)

図表10は破局的噴火を念頭に置いたものであり、図表2に関して述べたとおり、マグマの量としては、40km³以上あれば破局的噴火(VEI7以上の噴火)を発生させ得る。これよりも1~2桁規模の小さいVEI5~6程度の

噴火であれば、マグマ溜まりの大きさは当然小さくても足りる。

また、マグマは、自身の密度よりも周辺の地殻物質の密度が小さい浅さまで上昇することはできないが、逆に、周辺の地殻物質の密度の方が大きい位置（比較的深い位置）で定置することはあり得る（図表 1 1）。

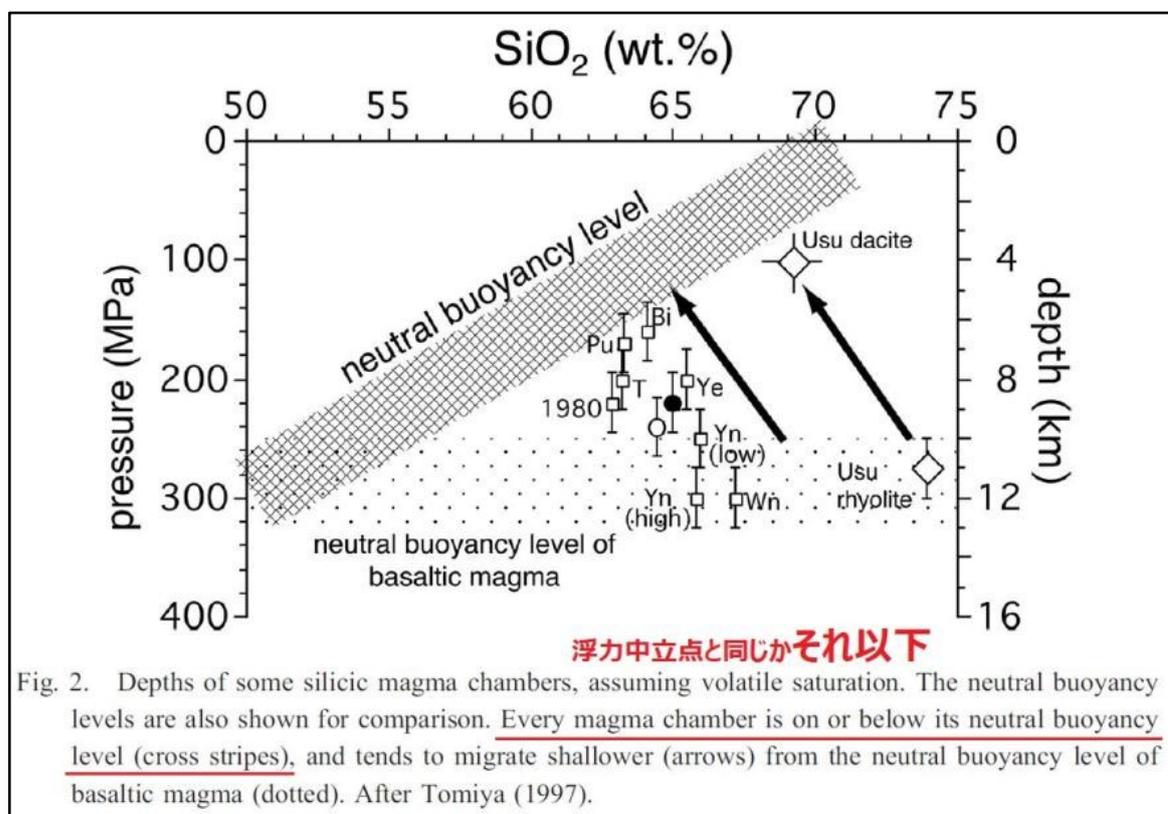


Fig. 2. Depths of some silicic magma chambers, assuming volatile saturation. The neutral buoyancy levels are also shown for comparison. Every magma chamber is on or below its neutral buoyancy level (cross stripes), and tends to migrate shallower (arrows) from the neutral buoyancy level of basaltic magma (dotted). After Tomiya (1997).

図表 1 1 浮力中立点とマグマ溜まりの定置⁵（甲D465・10頁）

例えば、地殻内に硬い岩盤など上昇を妨げる環境があれば、それ以上上昇することができなくなることもある。プール等水の中で空気を放出すると密度が違うために上昇するが、途中で手やタオルなどで遮るとそれ以上上昇しなくなるのと同じである。その意味で、マグマ溜まりの位置は、「浮力中立点と同じか、それ以下」とされるのである。

したがって、浮力中立点の深さだけを調査しても、必ずしも、噴火につな

⁵ 東宮昭彦 2016 『マグマ溜まり：噴火準備過程と噴火開始条件』（甲A575）・284 頁の図2を基に作成。

がるマグマ溜まりがないことにはならないし、例えば、マグマ溜まりが、流紋岩質マグマの浮力中立点とされる7km程度よりも深い場所に検出されたとしても、それゆえに流紋岩質マグマではないから破局的噴火を起こさないなどと断定することはできない（以上、甲D464・12～13頁、甲D466・番号38～46）。

(4) 親マグマ溜まりからのマグマの注入と発泡

現在、多くの火山学者が噴火の引き金になると考えているのは、深部にある親マグマ溜まりから浅部（といっても地下5000～1万m程度のこともある。富士山2～3個分の深さである）にある子マグマ溜まりへ高温の玄武岩質マグマが注入されるというメカニズムである。

高温の玄武岩質マグマの注入によってマグマ溜まり全体の温度が上がると、液状マグマに溶けることのできる気体（水蒸気）の量が減り、過剰な圧力がかかる⁶（あたかも蓋をした炭酸飲料を温めることにより、過剰圧が発生するのに似ている）。

この過剰圧に周囲の岩盤が耐え切れなくなると、亀裂が走り、そのスペースの分だけ圧力が下がり、水蒸気が発生する（発泡現象）。発泡により、さらに膨張が進んで、割れ目が広がっていく。

これが引き金となって火道（地表までのマグマの通路）が広がり、ついにマグマは地表に達して噴火へと至る。炭酸飲料の蓋を開けてスペースができると、圧力が下がって一気に発泡が進み、爆発的な噴出に至ることを想起されたい（甲D464・12頁、甲D466・番号101～107）。この点は、準備書面（199）・第2の2項（11頁）でも触れている。

カルデラ噴火では、この噴火過程でマグマ溜まりがほとんど空になるまで

⁶ 液体に溶解できる気体の体積Vは、圧力Pに比例し、温度Tに反比例する。

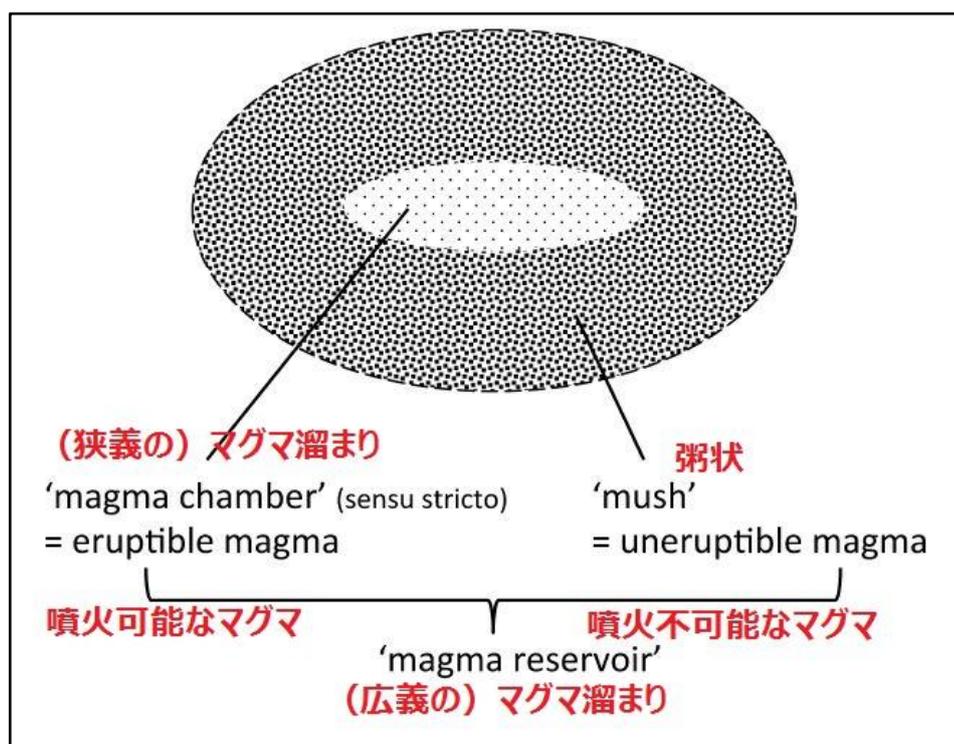
噴出し、これによって生じた空洞部分が陥没して、カルデラが形成される。
ただし、1回の噴火で、必ずマグマ溜まりが空になるとは限らない。

2 巨大マグマ溜まりの状態と大規模噴火

(1) マグマ溜まりのマグマの状態

噴火が開始するには、その規模に見合うだけのマグマ溜まりが火山の地下に形成されることが必要であるが、マグマが完全に液体の状態で充填されているとは限らない。

むしろ、東宮2016によれば、近年、マグマ溜まりの大部分はマッシュ状（粥状）と考えられるようになったという（図表12）。マグマ溜まりにおけるマグマの状態については、準備書面（199）・第2の3項(1)でも述べている（11～12頁）。



図表12 マグマ溜まりの模式図（甲D465・11頁左）

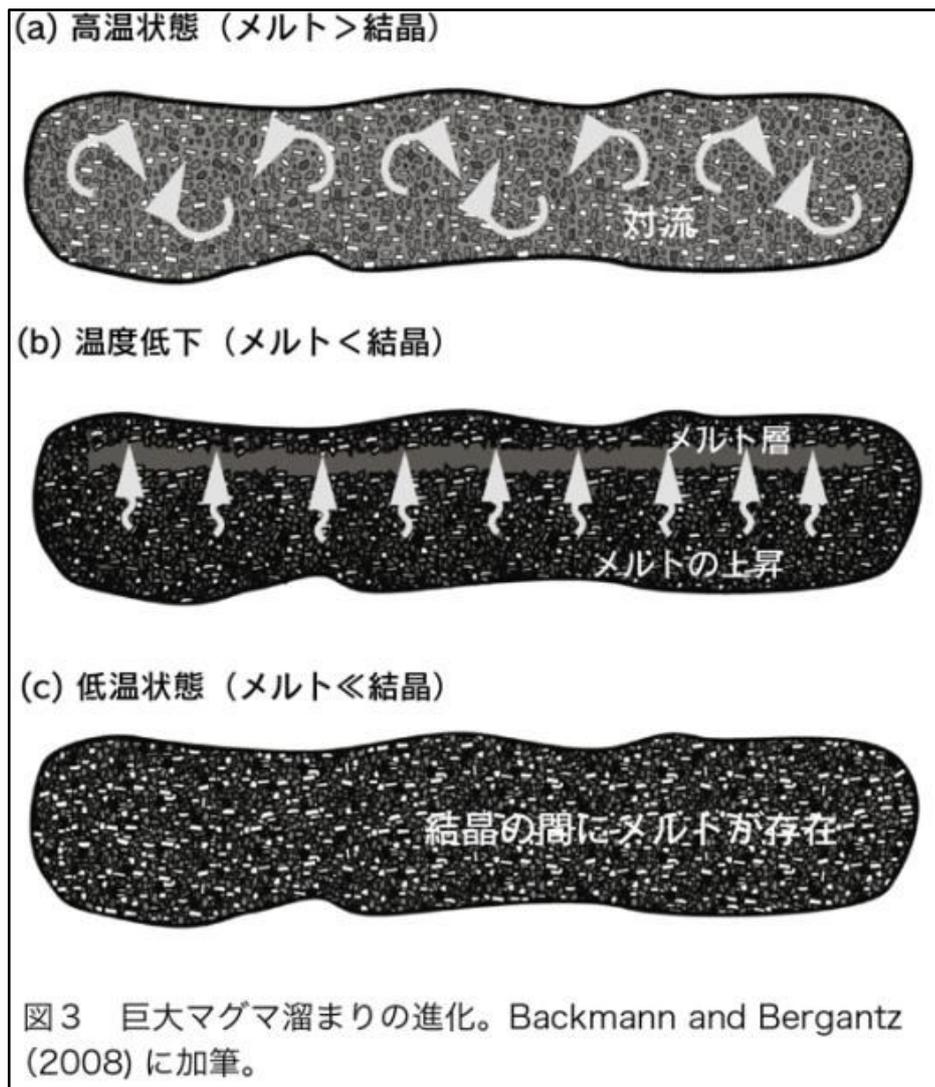
マグマのように、いろいろな成分からなる物質は、ある融点を超えれば全

て液体になる、融点以下になれば全て固体になる、というものではなく、部分融解帯と呼ばれる部分が存在する。ある温度（ソリダス温度）を超えると部分融解が始まり、ある温度（リキダス温度）まで達すると全融解が起きるが、その間の温度では部分融解の状態となる（甲D464・20頁）。

（広義の）マグマ溜まりのうちで、直ちに噴火可能な（狭義の）マグマ溜まり（液体あるいはメルト優位のマグマ）は一部で、大部分は直ちには噴火不可能なマッシュ状（粥状。メルトより結晶が多い状態）だということである。全部がマッシュ状のマグマ溜まりである可能性もあり得る（甲D464・24頁、甲D466・番号56～60）。

この（狭義の）マグマ溜まりは、高温でメルトが進んでいる状態（結晶が少ない状態）であり、図表13でいえば(a)のようなマグマである。(a)は噴火直前か、噴火直後の状態であり、これが冷却されて温度が少し下がると、結晶化が進み、メルトよりも固体が多くなって、メルトが上方へ移動して層を形成するようなことが起こると考えられる（図表13の(b)の状態）。さらに温度が下がると、メルトは結晶の隙間に存在するけれども固体部分の隙間がなくなって流動性に乏しい状態となる（図表13の(c)の状態）。マッシュ状というのは、(b)や(c)の状態をいう。

火山ガイドが定める各種の探査は、マグマがメルトであること（周辺の母岩との差異が明瞭であること）を前提とするものであるから、(b)や(c)の状態では、各種の探査等によってマグマ溜まりの存在を確認することは困難である（甲D464・20～23頁、甲D466・番号47～55）。



図表 1 3 マグマ溜まりの進化 (甲D465・13頁)

(2) 再活性化とそのタイムスケール

図表 1 3 の(b)や(c)の状態は、東宮 2 0 1 6 にあるように、直ちに噴火することは不可能なマグマであるが、だからといって今後噴火しないマグマではない。

(b)や(c)の状態にあるマグマ溜まりも、親マグマ溜まりから高温のマグマが供給されて温度が上がると、(a)の状態、すなわち噴火可能な状態へと変化する。これを「再活性化」と呼ぶ。再活性化とそのタイムスケールについては準備書面 (1 9 9) ・第 2 の 3 項(2)で指摘している (1 2 ~ 1 3 頁)。

この再活性化のタイムスケールは、供給されるマグマの温度や量、マグマ溜まりの大きさや温度に依存し、大きく変化すると予想されている。規模が大きい噴火になればなるほど、長期間のタイムスケールが必要であるが、巽教授によれば、VEI 7 の破局的噴火であっても、場合によっては10年オーダーで(c)から(a)へと変化して噴火に至ることもあるという。これよりも1～2桁小さいVEI 5～6の噴火であれば、より短時間で噴火可能な状態に変化することも十分に起こり得る（甲D 4 6 4・24～27頁、甲D 4 1 1・7～8頁、甲D 4 6 6・番号68～72）。

したがって、図表13の(a)だけでなく、(b)や(c)の状態も、再活性化によって噴火するポテンシャルをもったマグマ溜まりと考える必要がある。仮に、現在の火山の状態に照らして、噴火可能なマグマ溜まりが確認できないとしても、そこにはマッシュ状の、いわば隠れマグマ溜まりが存在する可能性があり、それが原子力施設の運用期間中に噴火可能な状態へと再活性化して噴火に至るといった可能性が否定できないのである。

(3) マグマ溜まりの検知は困難であること

ア 地下のマグマ溜まりの検知が困難であることについては、準備書面（199）・第2の3項(3)で詳述した（13～14頁）。

日本において、イエローストーンのように大規模な観測ができていないこと等については、甲D 4 6 4号証・17～20頁、甲D 4 1 1号証・8頁、甲D 4 6 6号証・番号30～37で指摘されている。

これは、中田節也氏が、とりわけ噴火の規模について、「我々はまだできていないと考えています」と発言しているとおりであり、また、巽氏が、「現時点でマグマ溜りの位置、形、それに大きさを正確に捉えた例はない」と指摘するとおりである（甲D 3 9 8・214頁）。

イ マッシュ状のマグマ溜まり（(b)や(c)の状態にあるマグマ溜まり）につい

ては、結晶の割合が増えた部分と、周囲の固体の地殻を識別することは相当に困難で、現在これらを捉えることができるかは分からない（甲D464・23頁、甲D466・番号61～64）。

ウ 異氏は、上記のような理解をもとに、少なくとも現時点では、過去に破局的噴火を起こした日本列島の火山の地下に、近い将来破局的噴火を起こす可能性のある巨大なマグマ溜まりが存在しないことを示す科学的知見は存在せず、マグマ溜まりの存在を否定することは科学的に極めて困難だと結論付けている（甲D464・25～26頁、甲D411・8～9頁）。

(4) メカニズムの違い

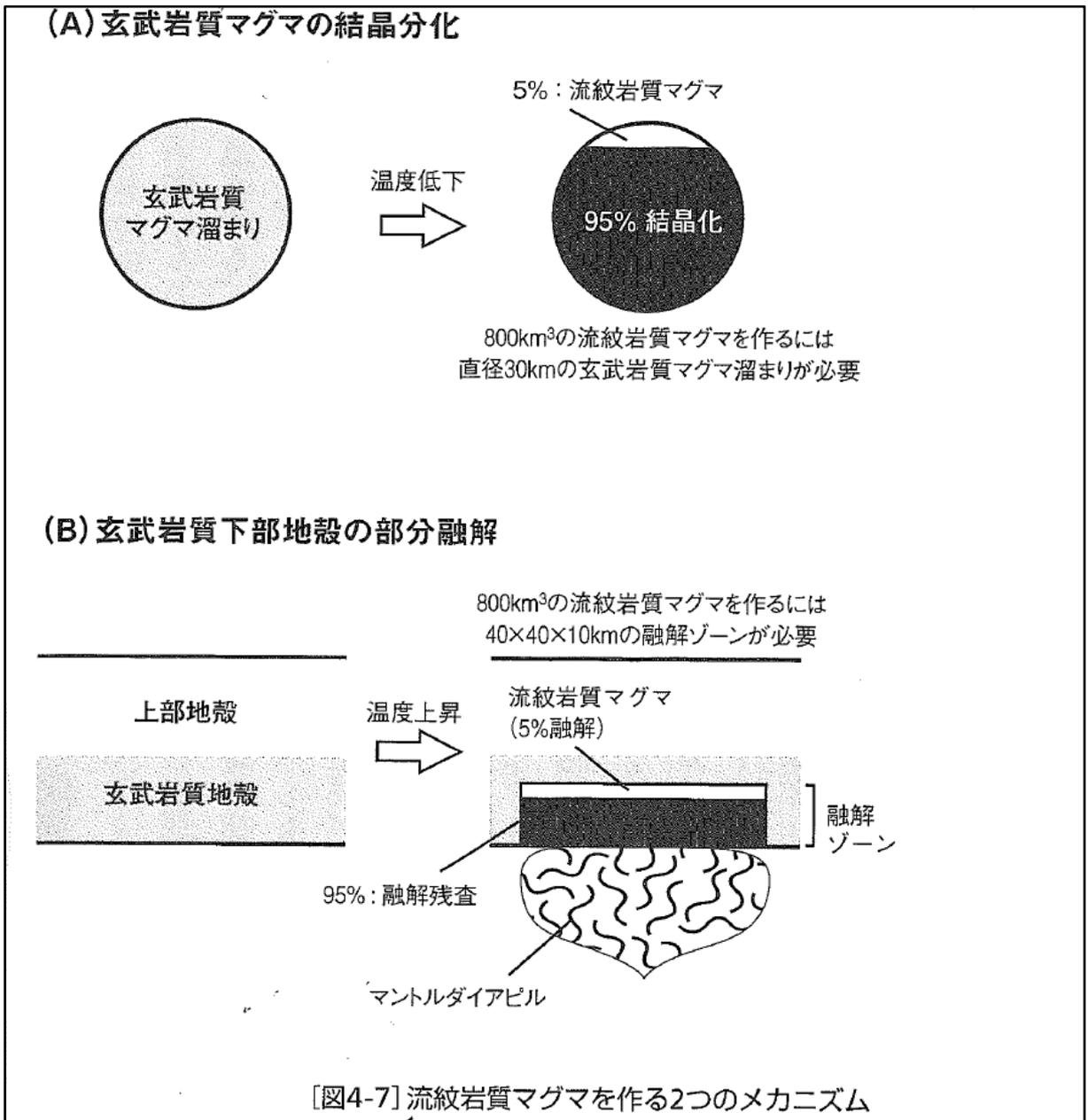
ア 噴火の予測等に関する現在の火山学の水準について、原告と被告とで見解が対立しているように見えるが、その原因の1つは、被告が、上記のような火山学の一般的な知見を前提としていない（別のメカニズムを前提としている）ことにあるように思われる。

この点について、異氏は、『富士山大噴火と阿蘇山大爆発』という一般向けの書籍において、流紋岩質マグマが発生するメカニズムの違いに着目して説明している。

異氏によれば、流紋岩質マグマが発生するメカニズムにつき、①もともとマントルで発生した玄武岩質マグマが結晶化することによってマグマの組成が変化する作用で、「結晶分化」というメカニズム、②地殻の下部を作る玄武岩質の岩石が融けてできる「部分融解」というメカニズムの2つがあるという。

前者（①）は、液体のマグマが冷えて固まっていく過程で、玄武岩質マグマから流紋岩質マグマができる、というものであり、後者（②）は、マントルダイアピルに熱せられて地殻底部付近の岩石（固体）が融ける過程で流紋岩質マグマができる、というものである（甲D468・162～1

63頁、図表14)。



図表14 ①結晶分化と②部分融解 (甲D468・164頁)

①結晶分化について、地殻底部から上がってくる玄武岩質マグマは、周囲の地殻(母岩)よりも温度が高いため、冷やされ、二酸化ケイ素に乏しい結晶が析出してマグマ溜まりの底に沈積する。これが結晶分化であり、マグマ部分(メルト部分)の二酸化ケイ素の割合が相対的に大きくなり、

マグマの組成は玄武岩質から、安山岩質、流紋岩質へと変化する。巽氏が行った実験によれば、玄武岩質マグマが約95%結晶化した時に、残りの5%の液体部分が流紋岩質マグマになるとのことであり、流紋岩質マグマが形成されるためには、その20倍もの玄武岩質マグマが存在しなければならないことになる。

しかし、この①結晶分化のメカニズムでは、巨大カルデラ火山のように多量の流紋岩質マグマを作り出すのはなかなか難しい、と巽氏はいう。例えば、40km³の流紋岩質マグマができるためには、その20倍、つまり800km³もの安山岩質マグマが必要だからである。そこで、現在有力に考えられているメカニズムが、②部分融解というメカニズム（ここまで述べてきたようなメカニズム）なのである（以上、甲D468・163～168頁）。

巽氏は、少なくとも巨大なカルデラ形成噴火は、②部分融解というメカニズムによって発生するというのが現在の火山学の一般的な理解であるという。これに対し、電力事業者及び原規委は、①結晶分化というメカニズムを前提としているために、極めて大規模な玄武岩質マグマのマグマ溜まりができなければ、破局的噴火を起こさないと考えているように思われる。

3 現在の火山学の水準で、活動可能性（とりわけ噴火規模）を精度良く評価することは困難であること（火山ガイドの不合理性）

(1) 火山ガイドの定め

ア 令和元年火山ガイドは、文献調査、地形・地質調査及び火山学的調査によって第四紀火山の活動可能性を評価し（3章）、これに加えて、必要に応じて、地球物理学的調査及び地球化学的調査を行って、運用期間中における活動可能性が十分に小さいことを評価するという枠組みになっている（4章）。この構造自体は、平成25年火山ガイドから概ね変わっていない

い（ただし、令和元年火山ガイドでは、弁解がましく「現在の火山の状態」を評価するということが強調されている）。

火山ガイドは、地球物理学的調査として、地震波速度構造、重力構造、比抵抗構造、地震活動及び地殻変動に関する検討を実施して、マグマ溜まりの規模や位置、マグマ供給系に関係する地下構造等について調査するとしている（4. 2項、解説-12.ないし-16.）。

また、地球化学的調査として、火山ガス（噴気）の化学組成分析、温度直の情報から、地理的領域に存在する火山の火山活動を調査するとしている（4. 2項）。

令和元年火山ガイドでは、「『火山活動に関する個別評価』は、設計対応不可能な火山事象が発生する時期及びその規模を的確に予測できることを前提とするものではなく、現在の火山学の知見に照らして現在の火山の状態を評価するものである。」という過去の裁判例における批判を意識した弁解が付け加えられたが（解説-3.）、依然として、上記地球物理学的調査及び地球化学的調査によって、地下のマグマ溜まりの規模や位置、マグマ供給系など、地下に噴火を起こす可能性のあるマグマ溜まりが存在するか否かが分かるという前提に立っている（争点 I ①、争点 I ④）。

イ 影響評価においても、平成25年火山ガイド（平成29年も基本的に同様）を変更し、「敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物の噴出源である火山事象が同定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運用期間中に発生する可能性が十分に小さい場合」に、そのような火山事象を考慮対象から除外できることとした（5章柱書）。

これは、従来噴出源たる火山の噴火可能性に着目していた火山ガイドを改悪し、特定の規模の火山事象が原発の運用期間中に発生する可能性を問題とするものである。

平成25年火山ガイドに規定されていた「噴出源」という語の意義につ

いて、町田氏は、「噴出源と言え、当然爆発的な噴火がありますから、穴が、火口があるわけです。火口がでかくなるとカルデラと呼ばれますけど、それが噴出源ですよ」「（噴出源というのは、基本的には特定の場所を指す言葉という感覚か、という質問に対し）そういうことですね」と述べている（甲D462・38～39頁）。このことから、火山ガイドの内容が改悪されたことがうかがえる（争点Ⅲ①）。

(2) とりわけ噴火規模の予測（推定）は困難であること

ア しかしながら、本書面で述べたような噴火のメカニズムと探査の現状に照らせば、地下のどのような位置に、どのような形状、大きさのマグマ溜まりが存在するのかを正確に把握することは現在の火山学の水準に照らして困難である。

巽氏の指摘は、基本的には破局的噴火を念頭に置いたものではあるが、この理は、破局的噴火には至らない規模の噴火にも妥当する。むしろ、破局的噴火については、原規委が平成25年火山ガイド策定時に、「大規模だから何らかの兆候が見られる」と誤解していたように、短期的には何らかの前兆現象が捉えられる可能性があるが、これに至らない規模の噴火については、そのような前兆現象すら見られない可能性も否定できず（例えば、2014（平成26）年の御嶽山噴火を想起されたい）、よりいっそう予測（推定）が困難といえる。

イ マグマ供給システムに関して、巽氏は、図表10で示した全体のメカニズムを「マグマ供給システム」とし、マグマ供給システム全体がどういふふうに変化して、どういう状況にあるかということは、現在の科学的水準では明瞭に把握できない、と述べる（甲D466・番号110～112）。

巽氏は、噴出物が異なるから、マグマ供給システムの一部に変化が生じたということがいえる場合はあるが、例えば、ストロンチウム同位体比な

どの違いから、マグマ組成が変わったといえるとしても、必ずしも地下のマグマ供給システムが変わったということにはならないという。特定の仮説を立てた上であれば、供給システムが変化したと考えることはできるが、その仮説が常に成り立つとはいえない、というのである（甲D464・26頁、甲D466・番号110～118）。

ウ 地球化学的調査についても、これを根拠として、今後数十年から数百年に及ぶ可能性のある運用期間中に破局的噴火が発生しないと評価することは非常に困難という。

それは、これまでに起きた破局的噴火の前兆段階で、火山ガスの変化等を観測した事例がないからであり、比較対象がない以上、何らかの変化があっても、それが破局的噴火に結びつくものかどうか分からないのである（甲D464・26頁、甲D466・番号108～109）。

エ このように、令和元年火山ガイドの定める各種の調査によっても、運用期間中の活動可能性が十分に小さいことを把握するのは困難であり、特定の規模の火山事象が発生しないという噴火規模の予測（推定）ができることを前提としている点で、令和元年火山ガイドの不合理性は明白である。

なお、令和元年火山ガイドには、「設計対応不可能な火山事象が発生する時期及びその規模を的確に予測できることを前提とするものではない」とされているが（解説-3. 甲D338・6頁）、地震波速度構造探査等によって地下のマグマ溜まりの規模や位置を把握できることを前提としているのは明らかであり（4. 2項。甲D338・10頁）、少なくとも、マッシュ状のマグマ溜まりを把握できないという知見を見落としているのは間違いない。

準備書面（183）・第3の3項(6)（55～56頁）でも示した、下山憲治教授（行政法・環境法）の原発訴訟における行政処分の違法性判断基

準⁷でいえば、行政庁は、ガイド策定時において利用可能で、信頼されるデータ・情報を全て検討していないということに該当する。

国ないし電力事業者が令和元年火山ガイドを合理的であるというためには、令和元年火山ガイドが、マッシュ状のマグマ溜まりの存在について考慮してもなお、特定の噴火規模の火山事象の発生可能性だけを否定できることを主張立証しなければならないが、本書面で述べたメカニズムを前提とする限り、そのような主張立証は、現在の火山学の水準では不可能である。

(3) 小括

以上のとおり、令和元年火山ガイドの定めは、利用可能で、信頼されるデータ・情報である「マッシュ状のマグマ溜まりの存在」や「マグマ供給システムの変化を把握することの困難性」を考慮せず、各種調査、モニタリングによって地下のマグマ溜まりの存在やマグマ供給システムの変化が把握できることを前提としている点で不合理である（争点Ⅰ④）。

そして、火山ガイドは、従前からそのような問題を抱えていたにもかかわらず、令和元年改正によって、その不合理性を解消する方向に改正するのではなく、それで構わないという開き直りの改正を行った点で、その不合理性はいつそう明白となった（争点Ⅰ①）。

4 できる調査やシミュレーションすら尽くされていないこと

なお、巽氏は、四国電力との関係で、電力事業者はできる調査やシミュレーションすら尽くしていないと指摘する。

例えば、巽氏は、別の火山に関してではあるが、再活性化までのタイムスケ

⁷ 宇賀克也責任編集『行政法研究 9 号』（信山社）、下山憲治「行政上の予測とその法的制御の一側面」（甲 A 5 5 7・7 9 頁）

ールをシミュレーションしたことがあるという。このシミュレーションにおいては、もともと存在していたマッシュ状マグマ溜まりの大きさ、温度、化学組成、地下から流入する玄武岩質マグマの量、温度、化学組成等、適切なパラメータを設定することが重要となるが、これらのパラメータには、不確実性が伴うため、保守的なパラメータが設定されるのが不可欠であるものの、このようにできる調査やシミュレーションすら電力会社は尽くしていない、というわけである（甲D464・25～26頁、54～57頁、甲D466・番号65～66、番号73～74）。巽教授は、今の原子力規制が、できること、すべきことをすべてしているというふうにするかという質問に対し、「いいえ、それは思いません」と明確に回答している（甲D464・45頁）。

令和元年火山ガイドも、このようなシミュレーションを行うことを求めておらず、現在の火山の状態だけ把握すればよいかのような定めとなっている。この点でも、火山ガイドは不合理というべきである。

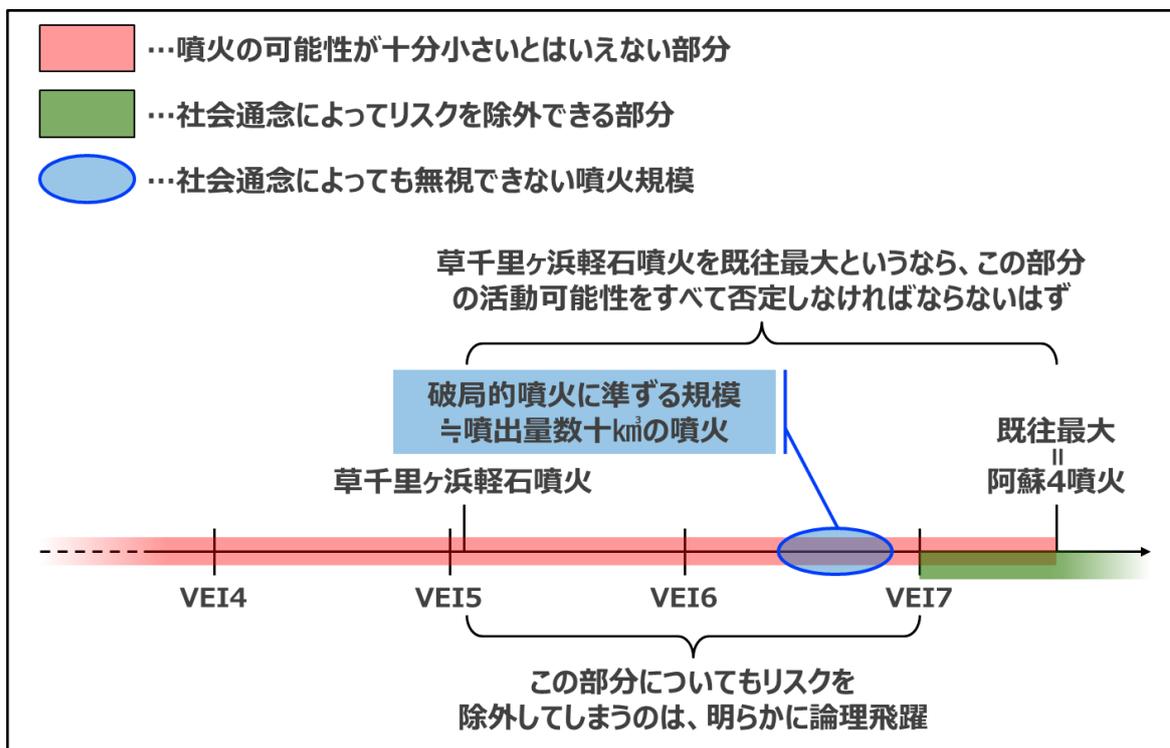
第4 破局的噴火に準ずる規模の噴火について

1 社会通念論に基づく論理的帰結 - 破局的噴火に準ずる規模の噴火は考慮しなければならないこと

令和元年火山ガイドは、2018（平成30）年3月7日に公表されたいわゆる「基本的な考え方」（甲D266）を踏まえ、巨大噴火について、その噴火可能性が十分小さいと判断された場合に、「当該火山の最後の巨大噴火以降の最大の噴火規模」を用いることとされている。

しかし、そもそも宮崎支部決定が持ち出したいわゆる「社会通念論」においては、破局的噴火の発生可能性が、科学的には十分小さいとは判断できないものの、破局的噴火についてのみ、社会通念を理由に、言い換えれば、科学とは違う価値判断として、そのリスクを無視しようというものであるから、例外に該当せず、社会通念論を適用できない「破局的噴火以外の噴火」については、

それが発生するものとして考えなければならないというのが論理的帰結である
 (図表 1 5)。



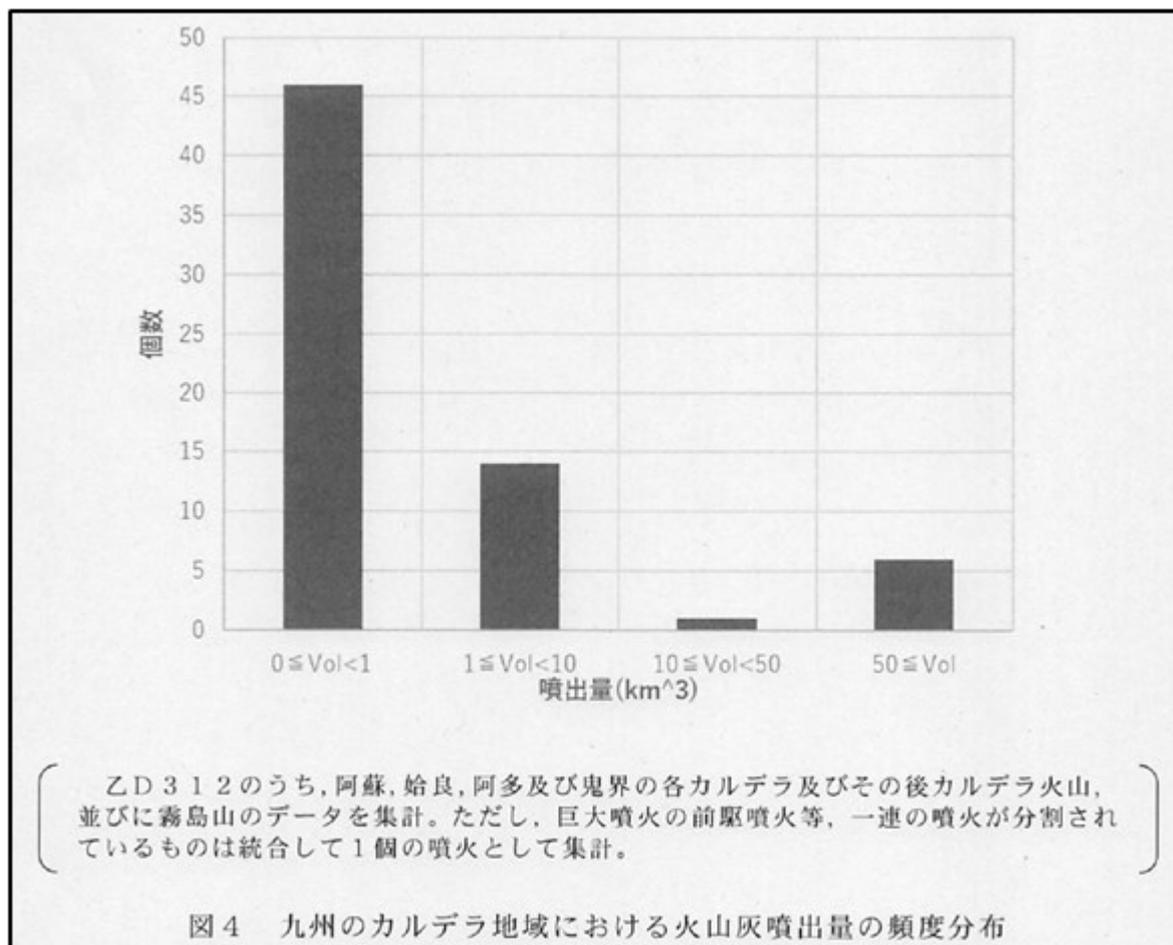
図表 1 5 阿蘇火山を例にした社会通念論と活動可能性評価

2 基本的な考え方の不合理性等

これに対し、四国電力は、図表 1 6 のように、九州のカルデラ地域において、噴出量 1 0 km³ を超え 5 0 km³ 未満である噴火の発生数が極めて少ない (5 0 km³ を超える噴火よりも少ない) ことを理由に、これを考慮する必要がないかのよう
 に主張していた。

しかし、巽氏は、噴火規模には噴火マグニチュードが小さくなるほど発生確率が上がるという逆相関の関係が統計学的に認められており、連続的に起こる可能性が十分に考えられるという。そして、「基本的な考え方」について、一つの火山で、例えばマグニチュード 8 の噴火が起きているのであれば、それ以下の、マグニチュード 6 の噴火が起きてもおかしくないと考えるのが当然とし、巨大噴火が起きて以降最大の噴火というふうに限定することに大きな違和感を

感じると述べる（甲D464・37～38頁、甲D466・番号170～172）。



図表16 九州のカルデラ地域における火山灰噴出量の頻度分布（甲D465・22頁）

そして、四国電力の主張に対して、データ自体の不合理性（火山灰のみのデータである点）を指摘し、また、70というデータ数について、もっと多量のデータを使うと別の傾向が見えているのだから、そちらを優先すべきと述べている（甲D466・番号173～174）。

九州で特別に VEI6 の噴火が少ないということは統計学的に認められない（甲D464・38頁、甲D466・番号175）。

- 3 破局的噴火に準ずる規模の噴火の発生確率は、破局的噴火よりも大きいこと
- 巽氏は、自身の2014年の論文⁸で、日本におけるVEI4以上の噴火マグニチュードごとに、どの程度の頻度で噴火が発生するかをまとめている（図表17）。

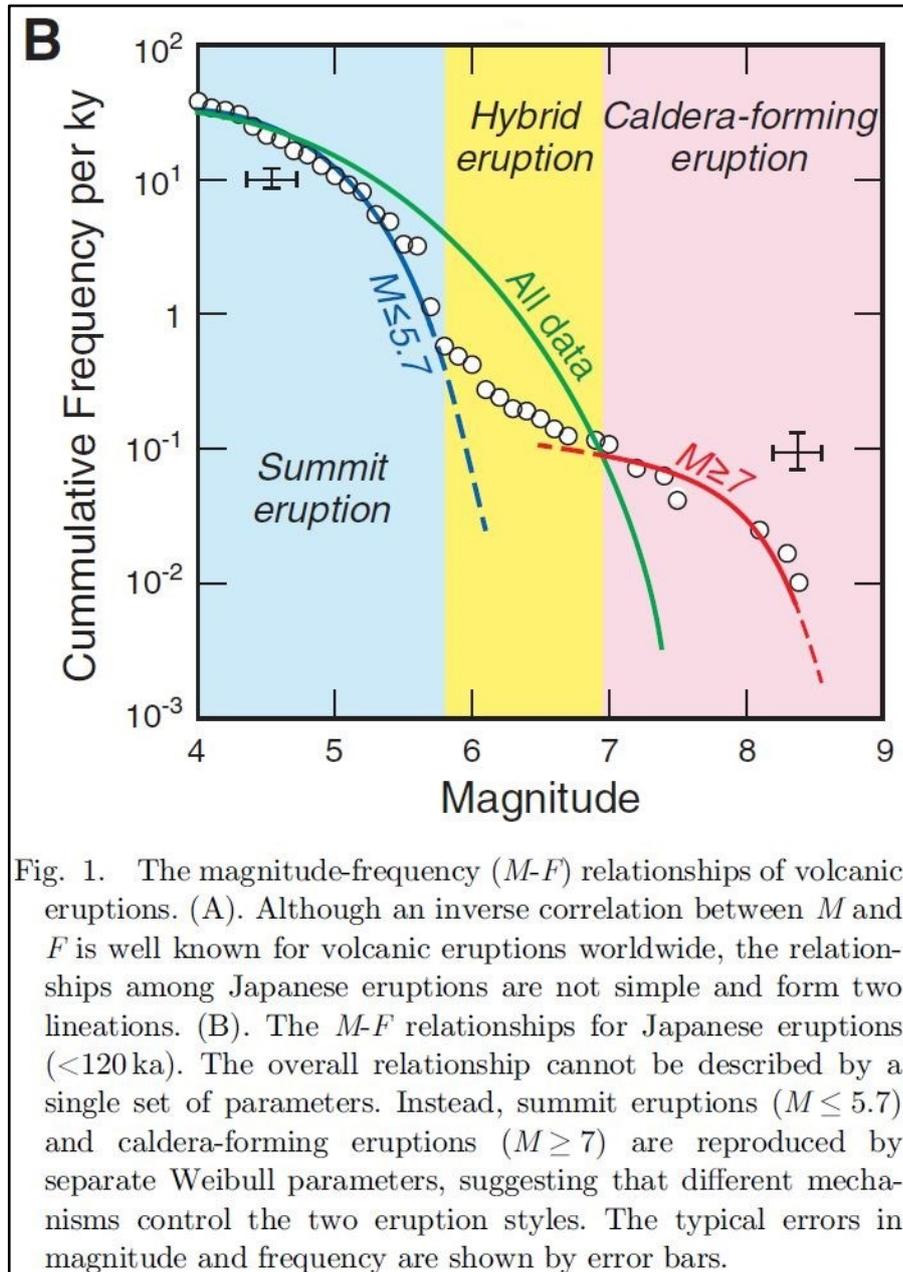


Fig. 1. The magnitude-frequency (M - F) relationships of volcanic eruptions. (A). Although an inverse correlation between M and F is well known for volcanic eruptions worldwide, the relationships among Japanese eruptions are not simple and form two lineations. (B). The M - F relationships for Japanese eruptions (<120 ka). The overall relationship cannot be described by a single set of parameters. Instead, summit eruptions ($M \leq 5.7$) and caldera-forming eruptions ($M \geq 7$) are reproduced by separate Weibull parameters, suggesting that different mechanisms control the two eruption styles. The typical errors in magnitude and frequency are shown by error bars.

図表 1 7 火山噴火におけるマグニチュードと頻度の関係（甲D465・23頁）

⁸ Yoshiyuki Tatsumi, et al. "Cause and risk of catastrophic eruptions in the Japanese Archipelago" 2014 p348 figure1 B 図

これによれば、噴火マグニチュード5.7以下（山体噴火）と、噴火マグニチュード7以上（カルデラ形成噴火）で頻度に大きな山が見られるが、その中間においても噴火が発生していないわけではなく、その両者が混ざったような噴火が多数発生していることが分かる（ハイブリッド噴火）。

図表17の横軸は噴火マグニチュードを示し、縦軸は集積頻度を表している。集積頻度とは、頻度を足し合わせたものであり、図の○印が一つ一つの火山噴火に対応し、○印と○印との間の間隔が、1つの発生頻度を表す。ハイブリッド噴火の黄色部分でも、集積頻度が右下に下がっているということは、VEI6の噴火も相当程度の頻度で発生していることが分かる。

巽氏は、このグラフから、噴火マグニチュード7の破局的噴火よりも、マグニチュード6の巨大噴火の方が発生確率が小さいとは言えず、むしろ発生確率が高いことが分かる、という（甲D464・38～40頁、61～62頁、70～71頁。甲D466・番号176～182）。

4 後カルデラ期であることを理由として噴火規模を切り下げることの不合理性

(1) 長岡教授の噴火サイクル論の曲解

もともと、九州電力の川内原発に関する審査において、九州電力は、南九州の各カルデラについて、故・長岡信治長崎大学教授が博士論文として発表した長岡1988⁹における噴火サイクル論を都合よく曲解し、現在の南九州のカルデラ火山が後カルデラ噴火ステージにあるとして、破局的噴火の可能性を否定していた。

これに対して、長岡氏の博士論文執筆時の指導教官であった町田氏は、「ここで言っている、いろんなサイクルという考え方は、さて、将来を見通すの

⁹ Shinji Nagaoka "The Late Quaternary Tephra Layers From The Caldera Volcanoes In And Around Kagoshima Bay, Southern Kyushu, Japan" 1988

に役に立つかどうかは、怪しいです。」「（この論文が長岡氏の意図するところと同じように使われているかどうかについて）あんまり使われているという印象はないですね、残念ながら。」「（長岡氏は、カルデラ火山がここで挙げられている噴火サイクルを必ず辿るという意図でこの論文を書いたのかについて）そんなことはないですよ。こういうふうに整理すると、まあ説明できるかなという。将来予測のためにこれが使われるなんて、夢にも思っ
てなかったでしょう。」などと述べている（甲D462・番号254～258）。

(2) 後カルデラ期であることは巨大噴火が発生しない根拠にならないこと

ア また、これとは別に、四国電力は、現在の阿蘇の状態がカルデラ形成期ではなく後カルデラ期にあるから、巨大噴火が起こるような状態ではないと主張していたところ、これに対して、巽氏は、「この考え方も、ある程度周期性が担保されている場合に通用する考え方で、カルデラが形成した後は一定期間、超巨大噴火が起きないような状況にあること、これが後カルデラ期というふうに呼ばれています。ただ、周期性がないことは先ほど申し上げましたし、実際に、鬼界カルデラの例では、7300年前に破局的噴火を起こしてカルデラを形成した後、現在までの間に超巨大噴火が起きています。ですから、後カルデラ期にはという言葉自身が当てはまらない例が、少なくとも一つはあるということです」と、後カルデラ期にあるという評価自体が不確実であり、周期性のないものに周期性を当てはめようとする誤りを指摘している（甲D464・31頁）。

本件でも、参加人は、十和田が後カルデラ期にあるという理由で十和田大不動火砕流（To-Oh）や十和田八戸火砕流（To-H）のような噴火が発生しないと主張し、被告もこれを是としたが、同様の批判が当てはまる。

イ また、四国電力は、この「後カルデラ期」という評価について、阿蘇4

噴火の後で大きな変化があったと主張するが、巽氏は、仮にそのような変化が見られたとしても、だからといって破局的噴火が発生しないとはいえないと述べる。例えば、四国電力が引用するステファン・スパークスの意見書については、マッシュ状の巨大マグマ溜まりがある場合には、十分に噴火の可能性があるのにステファンはそのことに言及せず、ステファンは、巽氏が指摘するような破局的噴火のメカニズムとは異なる仮定に立って、そのようなメカニズムでは破局的噴火が発生する可能性が小さい、と指摘しているだけで、巽氏が指摘する可能性を考慮しないという誤りがある、という（甲D466・番号119～125）。

これは、前述した①「結晶分化」というメカニズムだけを考慮し、②「部分融解」というメカニズムを考慮しない、ということの意味している。巽氏は、ステファン氏も②のメカニズムを知っているはずであるが、なぜこのような意見を述べているのか、奇異に感じると証言している（甲D466・番号126～128）。

ウ マグマの組成が変わったとの点についても、具体的に、鬼界カルデラの例を挙げて、マグマの組成が変わっても破局的噴火を起こす可能性は否定できないことを紹介している。

これまで、一般に、鬼界カルデラが最後に破局的噴火を生じたのは7300年前の鬼界アカホヤ噴火と考えられてきたが、巽氏らの近年の研究によって、鬼界の海底に40km³を超える溶岩ドームが形成されていることが明らかになった。これは、爆発的噴火を伴わないが溶岩の流出という点で噴火であり、一步間違えれば爆発的破局噴火を起こしてもおかしくない状態だったという。これがいつ形成されたものであるかは明らかでないが、少なくとも、7300年前から現在までの間に、ごく短期間に、マグマ噴出量40km³を超える破局的噴火が発生していたのであり、しかも、鬼界アカホヤ噴火とは組成の異なるマグマでも、このような噴火が起こったとい

う事例である（甲D466・番号131～140）。

(3) 小括

このように、四国電力の主張は、全て巽氏に論駁されており、阿蘇は、後カルデラ期であるという理由で、破局的噴火やこれに準ずる規模の噴火を起こす可能性が小さいということとはできない。

参加人が似通った主張をしている十和田についても然りである。現在が後カルデラ期であるかどうか不明確だし、仮に、現在の状態が後カルデラ期と名付けるとしても、だからといって、巨大噴火やこれに準ずる規模の噴火を起こす可能性が小さいということとはできない。

5 まとめ

以上のとおり、科学的に、破局的噴火（ないし巨大噴火）に至らないが、これに準ずる規模の噴火は、破局的噴火（ないし巨大噴火）よりも発生確率が高く、破局的噴火（ないし巨大噴火）についてその発生可能性が十分小さいと言えない以上、これに準ずる規模の噴火は、当然、発生可能性が十分小さいとはいえない。

第5 テフラ（火山碎屑物）の広がりと降灰シミュレーション

1 噴出物量の推定方法とその不確実性

(1) 噴出物量の推定方法に含まれる不確実性

争点Ⅲ②及び争点Ⅳ①に関して、前提として、火山学で扱われている噴火規模（噴出物量）の推定方法に相当大きな不確実性が存在するという点については、準備書面（203）・第2の4項において、Legros（2000）の方法（甲D449）を示すとともに、実際に噴火規模の上方修正がしばしば行われていることを述べた（同書面・13～15頁）。

また、同書面・第2の5項でも、噴火当時の降灰量が重要であること、圧密、風化・浸食などにより、現在確認できる層厚は降灰当時より減少していること、したがって、噴出物量についても、降灰当時の量を精度よく推定することは困難であることを述べた（同書面・16～18頁）。

(2) 噴火規模はオーダー（桁）で把握されるべきものであること

噴出物量は、準備書面（203）・第2の4項(1)の図表6で示されているように、現地調査によって現在確認できる堆積層の地点と厚さを地図上でプロットしていき、等層厚線を書いて面積を求め、それに厚さを掛け合わせることで総体積を算出する。算出の基礎となるのは現在の堆積量であるから、降灰当時の実際の降灰量とは異なり、浸食や風化によって減少したものである。そのため、我が国における火山砕屑物（テフラ）研究の第一人者である町田洋・東京都立大学名誉教授も、正確な数値は出せず、せいぜい桁（オーダー）で把握することしかできないといい（甲D462・番号21～30）、また、海では痕跡が残りにくいため、海にまで降灰があったようなケースでは、大きな誤差が生じることもあるという（甲D462・番号37）。

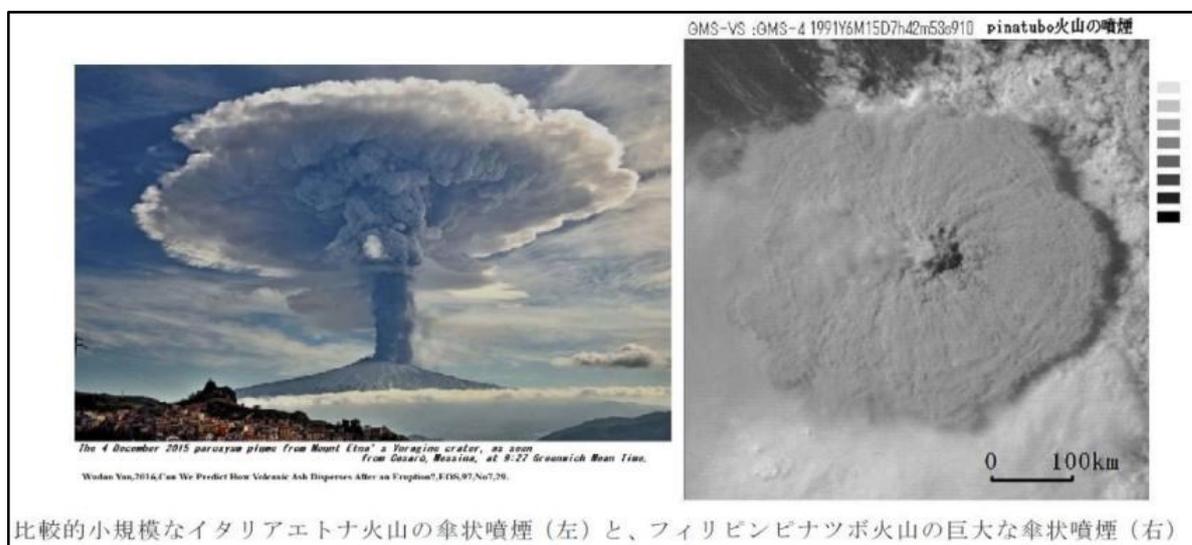
また、新たな場所で新しくテフラの堆積（痕跡）が見つかり、従来の噴出物量が上方修正されることもある（具体的には後述）。そのため、現時点で、噴出物量を根拠として、これ以上の規模の噴火は起こらないということにはできない（甲D462・番号31～38）。巽氏は、「現在の噴出量というのは最低レベルを示していると考えてよい」と述べている（甲D464・3～4頁）。

町田氏は、噴出物量について、桁（オーダー）で議論しているのだから、細かいところまでは分からず、研究者によって体積の見積もりが違えば、大雑把に言って、どのくらいのオーダーかという目で見ることしかできない、とも証言している（甲D462・番号16～20）。

火山ガイドや電力事業者は、例えば、本件の甲地軽石（WP）や十和田中掬テフラ（To-Cu）の噴火規模について、 8.25 km^3 とか 6.68 km^3 とし、これ以上の規模の噴火は発生しないかのような前提に立っているが、この噴出物量の推定事態に非常に大きな誤差があり、少なくとも、深刻な災害が万が一にも起こらないように万全の安全を確保すべき原発の審査において、「これ以上の規模の噴火が発生しない」といえるような精度の高いものではない。

2 大規模噴火におけるテフラの広がり（傘型噴煙の形成）

VEI 5～6を超えるような大規模な噴火で傘型噴煙を生じることが、準備書面（202）・第2の1項(2)（15～17頁）で述べた。傘型噴煙の例を、図表18として示す。



図表18 傘型噴煙（甲D440・2枚目）

噴煙の標準的なモデルは、「重力流モデル」と呼ばれる（準備書面（202）の上記個所のほか、第5の2項(3)イ（81～85頁）で指摘）。

もともと、実際には、プリニー式噴火においても火口近傍で厚い堆積が見られることから、万年氏も、何らかの理由で粒子が離脱していることは否定できない、としている（甲D439・184頁）。その意味では、重力流モデルも

確立した知見というほどではないが、いずれにせよ、大規模な噴火によって傘型噴煙という現象が発生することは間違いない。

3 降灰シミュレーション (Tephra2) の不確実性

元気象庁の浜田信生氏が、2017（平成29）年5月の地球惑星合同学会においてポスター掲示によって公表した「原発立地の安全審査に関わる火山災害シミュレーションの問題点」については、準備書面（202）・第5の2項(3)ウで詳述した（同書面・86～89頁）。

重要なのは、上記ポスター掲示について、その後、学会において何らの異論・反論もないことである。

巽氏は、浜田氏の指摘について、代理人から、「浜田さんがこの Tephra2 の利用についても批判的な見解を公表しています。これらの浜田さんの見解について、先生から見ておかしいと感じるところはありますか。」との質問に対し、「いいえ。少なくとも、論理的に不利な点はないと思います。」と述べ、発表後に浜田氏の見解がおかしいという文献や発表は聞いていないという（甲D464・40～41頁）。

巽松山尋問においては、火砕流の到達範囲に関する部分ではあるが、シミュレーションの適用範囲か適用範囲外かということがどのような意味を持つのかという質問に対し、巽氏は、「適用範囲内では、ある程度の確実性を持って、そのシミュレーションの結果を適用することは可能であると思います。ただ、適用範囲外になると、いろいろなパラメータがどういうふうに変ってくるかという予測ができていないからこそ、適用範囲外になっているわけで、そのような現象をシミュレーション結果から予測することはできません」と発言し、適用範囲外のものに無理やり当てはめても、科学的に意味のある結論にならないとしている（甲D466・番号153～154）。

なお、巽氏は、シミュレーションを行う上での一般的な注意点として、「存

在している既存のシミュレーションソフトを使う場合は、必ずそのシミュレーションソフトのある意味で使用限界というものがあります。パラメータの有効な範囲で行うということが基本的に重要なことになると思います」「目的、それから自分が対象としているものの物性、それから規模等を合わせてです」「例えばどういうパラメータが真の値に近いかが分からない場合に（パラメータを操作することは）よく使われる手法です。ただし、そのパラメータがもともと想定されているパラメータの外挿部分、すなわち外側にあるような適用されない部分を使うということは、シミュレーションの方法としては間違っています。」などとも指摘している（甲D464・36～37頁）。

さらに、再活性化のタイムスケールに関するシミュレーションの個所では、パラメータの設定が難しい、不確実性をできるだけ減らすために適正なパラメータを選ぶことが不可欠（甲D464・25頁）、ある程度不確かさはあっても、適用範囲を考えたいうで保守的にシミュレーションすることは可能、などと（甲D466・番号74）、シミュレーションを行うとしても、パラメータを保守的に設定することの重要性を述べている。

4 まとめ

以上のとおり、争点Ⅲ②及び争点Ⅳ①に関し、降下火砕物の層厚及び気中濃度の前提となっている噴出物量の推定方法には大きな不確実さがあり、せいぜい、桁（オーダー）のレベルでしか把握できない。

降灰シミュレーションとして、**Tephra2** というシミュレーションコードが用いられるところ、**Tephra2** では大規模噴火を適切に再現できず、大規模噴火に**Tephra2** は適用できない（少なくとも、非常に不確実性が大きい）。

専門家の証言によって、これらのことが裏付けられているのであり、これを踏まえれば、気中降下火砕物濃度について、**Tephra2** によるシミュレーションに過度に依拠する火山ガイドは不合理であり（争点Ⅲ②）、実際に、**Tephra2**

によって算出された粒径分布等を用いて気中濃度を算出し、これを他の実現象と比較しないまま濃度推定に用いることは不合理というほかない(争点Ⅳ①)。

第6 社会通念について

2016(平成28)年4月6日福岡高裁宮崎支部決定は、破局的噴火のリスクについて、いわゆる「社会通念」論を持ち出し、その発生の可能性が具体的に示されない限り、そのリスクを無視してよいという独自の理論を持ち出し、住民側の主張を排斥した。

これを奇貨とした原規委は、当初社会通念によって破局的噴火のリスクを無視しようなどとは全く考えていなかったにもかかわらず、この理論に便乗し、令和元年火山ガイド改正に踏み切った。

しかも、その際、宮崎支部決定が社会通念論の適用に当たって念頭においていた「破局的噴火」(=VEI7以上の噴火)をさらに拡大し、VEI6の「巨大噴火」についてまで無視できるような解釈を取った。

令和元年火山ガイドのように安易にその評価を緩和し、実質的にみて巨大噴火を考慮しなくても原発を稼働できるかのような基準はそれ自体不合理である。この点について、町田氏と巽氏の証言を引用する。

1 町田氏の証言

町田氏は、まず、阿蘇以外の南九州のカルデラについて、今後数十年あるいは数百年の間(運用期間中)に、大規模なカルデラ噴火が発生する可能性が十分小さいとは言えないという。そして、こういった大規模なカルデラ噴火について、その発生可能性が具体的に示されない限り、社会通念上容認できるという司法判断がなされていることについて、次のように述べている。

「その判断が本当に合っているかどうかは問題ですが。というのは、ちょっと火山とは外れて、地震のことに思いを巡らしてみてもいいですか。御承知の

東北地方の巨大地震、2011年の巨大地震、あれは、誰一人として予知できなかった。しかし、我々の調査では、平安時代の十和田の火山灰の下に、内陸かなり深くまで津波堆積物があるということが分かっておりました。それは、津波堆積物のすぐ上に、十和田Aという、911年の噴出物、平安時代の噴出物のすぐ下なんです。そこに、内陸かなり深いところに厚いのが見付かっている。ということは、それは文献に残っている、貞観大地震のイベントだというふうに判断することができそうです。そういう結果が分かっているから、福島原発等々、東日本の原発の津波対策を見直すべきだというふうに、我々の仲間は声を上げておりました。にもかかわらず、それは無視されて、とうとうあの原発事故が起こってしまった。津波がものすごく高かった。で、貞観地震みたいな巨大地震というのは、何千年置きかに起こるのに違くないんですけども、その心配を十分にしていなかった付けが、福島の事故に起こったわけです。そういった例を火山に及ぼしてはいけないというふうに私は考えています。」

そして、低頻度だというだけで対策を怠ってはならず、過去の歴史を調べてみる必要性を指摘している（甲D462・番号285～287）。九州においては、その歴史とは、例えば甲D463号証の40頁であり、北海道も含めたものが41頁である。

この発言には、長年研究者として身を捧げ、その知見に基づいてリスクを訴えていたのに、それが一般に届かなかった結果として大事故が起こってしまったという無念の思いが滲み出ている。研究者のこのような声を、安直に「社会通念」などという素人的思い込みで排除することは許されない。

本件においても、噴火間隔や発生頻度の小ささをもって、安易に不確実性を無視ないし軽視することは許されないし、明らかに不合理な令和元年火山ガイドについて、社会通念などを持ち出して差止めを認めないという判断をすることは絶対に許されない。

2 巽氏の証言

巽氏は、四国電力の代理人から、巨大噴火を前提としなければならないことになる、多くの地域で社会生活自体が成り立ち得なくなりかねないというような気もするが、社会として、巨大噴火に対してどのように対処していくべきと考えるか、と質問されたのに対し、「今おっしゃった、そういう気がするところ、私が今日、社会性として未成熟だと申し上げた点です。それが、なぜ、どういうふうに立ちいかなくなるのかということが分かれば、それをどう防ぐかということも分かってくると思います。ですから、そういうふうな火山現象が起きた場合には、どの地域でどういう影響が出て、そのために何が起きるのかということから始めて対策を講じるべきだというふうに思います」と、主観で判断することの不合理性、まして、十分な科学的知識がないままに巨大噴火のリスクを無視してしまうことの危険性を述べている（甲D464・67頁）。松山における尋問でも同様である（甲D466・番号189～191）。

巽教授は、リスクを定量化するため、まず、甲D465号証の28頁を示して、発生確率を次のように考えるべきとする。

「この図は、過去12万年間、データが地層に非常によく残っている噴火について、その噴火マグニチュードと年代をプロットしたものです。先ほど来申し上げてますように、噴火マグニチュード7以上のところ、黒丸で示してある部分が超巨大噴火に相当します。この図で、まず分かることは何かというと、超巨大噴火に関して周期性は認められないということです。それから、もう一つは、こういうふうな噴火を記述する、若しくはその確率を求めるということには、一つ一つの火山というのは独立にマグマの進化を続けているわけです。ですから、独立な事象が重なっている場合の確率過程として、ポアソン過程を使うのが妥当かと思います。ですから、そのポアソン過程に基づいて100年間の発生、噴火の発生確率を求めたのが、その右側の矢印の上にも書いてある数字です。具体的に申し上げますと、マグニチュード7以上では約1パーセント、

100年間で1パーセントであるということになります」「（巨大噴火であれば、4パーセントということかとの質問に対し）はい、そうです」「（1万年に1回という表現を用いると）1万年というのはあたかも周期のように受け取られてしまう可能性があります。1万年に1回の噴火が起きてきて、直近には7300年前だから、2700年の猶予があるというふうに通じた解釈を生むことがあるので、私は1万年に1回という言葉はやめて、100年で1パーセントという言葉を使うべきだというふうにこの論文で主張しています」（甲D464・41～43頁、甲D466・番号183～186）

そして、甲D465号証の29頁を示して、「この表は、幾つかの災害や事故に関して、その危険値を求めたものです。危険値というのは、数学用語で申し上げますと期待値と呼ばれるもので、この図で、この場合ですと想定死亡者数と年間発生確率を掛けたものです。それが数学では期待値。ただ、言葉としてあまり適切でないので、危険値というふうに示しています。この図を見ると、例えば九州の破局噴火というのは、年間にすると平均的に約4000人程度がなくなるだけの危険値を持っている。ほぼ同じものは何かと申し上げますと、交通事故であるということです」「社会通念という言葉は、よく法解釈で使われるというふうに聞いております。ただ、私たち科学者からすると、これは社会通念として許されるのではなくて、社会通念が未成熟、若しくは間違っているというふうに理解すべきだと思います。そういう根拠は何かと申し上げますと、先ほど示した危険値で申し上げますと、交通事故とほぼ同じだけの危険値を持っているわけですから、頻度が低いからといって決して侮ることができない災害であるということで、社会通念の成熟度が低いと言わざるを得ないと思います」

「（火山の専門家の中で、原発の安全を考える際に破局的噴火のリスクを社会通念上容認されているのだと考えるような専門家はいるかとの質問に対し）少なくとも、私が知っている限りではいません」「容認というよりは無知という言葉がいいのか、十分に（リスクを）認識していないというふうに考えるべき

だというふうに思います」(甲D464・43～45頁、甲D466・番号187～188)

3 まとめ

以上のとおり、大規模低頻度事象について、社会通念を根拠として安易にその影響を無視ないし軽視することは、科学者の立場から見ても不合理であり、福島第一原発事故の教訓に反しているといわざるを得ない。

まして、破局的噴火よりも1～2桁小さい規模の噴火であれば、甲D465号証の28頁の図によれば、今後100年間で4パーセント程度の発生確率となり得る。

このような頻度で発生する事象に対し、万が一発生した場合に、これに対する備えが不十分で、冷却機能や閉じ込める機能を維持することができず、周辺環境に大量の放射性物質が拡散する事態となった場合の被害の大きさは計り知れない。想定が過小となることは、万が一にも許されない。

社会通念によって、巨大噴火のリスクを無視しようとする火山ガイドは不合理というほかない(争点I①及び争点I②)。

以上