

平成24年（行ウ）第15号 東海第二原子力発電所運転差止等請求事件

原告 大石 光伸 外235名

被告 日本原子力発電株式会社

準備書面（84）

2019年10月1日

水戸地方裁判所民事第2部合議アA係 御中

原告ら訴訟代理人弁護士 河 合 弘 之 外

原告らは、原告準備書面(82)の理解を助けるために、火山活動と火山による災害・被害についての基礎的な知識をまとめ、以下のとおり主張を補充する。

## 目次

第 1	はじめに.....	- 3 -
第 2	火山の爆発とは.....	- 4 -
1	火山の爆発とは.....	- 4 -
2	日本は有数の火山国である.....	- 11 -
第 3	火山の爆発による災害の諸相.....	- 13 -
1	火山の噴火には様々なレベルのものがある.....	- 13 -
2	巨大噴火・破局噴火とは.....	- 16 -
3	厚さ50センチメートルの降灰があったらどんなことが起きるのか.....	- 18 -
第 4	歴史時代に起きた巨大噴火と破局噴火.....	- 25 -
1	紀元前17世紀のサントリーニ火山爆発.....	- 25 -
2	79年ポンペイを襲ったヴェスヴィオ火山の爆発.....	- 26 -
3	西暦535年に起きた異変.....	- 26 -
4	10世紀白頭山破局噴火.....	- 28 -
5	1783年アイスランド ラキ火山噴火（ウィキペディアより）.....	- 29 -
6	世界に夏のない年をもたらしたタンボラ火山の破局噴火.....	- 30 -
7	1883年クラカタウ火山巨大噴火.....	- 31 -
8	現代火山学が目撃したピナトゥボ(Pinatubo)火山の巨大噴火.....	- 31 -
9	鬼海カルデラ噴火以降の破局噴火と巨大噴火.....	- 33 -
第 5	日本における火山活動は1000年に一度の活動期を迎えており、火山活動の確率的評価においても、このことを考慮しなければならないこと.....	- 34 -
1	日本列島は1000年に一度の火山活動期を迎えている.....	- 34 -
2	地震・火山列島になぜ原発を建ててしまったのか.....	- 37 -

## 第1 はじめに

1 本準備書面は、本件原発について、原告準備書面(82)で論じた火山灰対策の不備について検討する前提として、火山活動に関する本件訴訟の争点の理解に資する目的で、火山活動に関する基礎的な知識と歴史時代における深刻な火山災害の実情、さらには日本列島が1000年に一度の火山活動に突入しているのではないかと考えられる根拠についてまとめたものである。

近時、裁判例や規制委員会の中に、VEI7クラス破局噴火(場合によっては六ヶ所再処理施設に関してVEI6クラスの巨大噴火まで入れて論じている国・規制委員会の見解まである)は、歴史時代に経験したことのないまれな事象であり、国の建築規制などでも火山災害は想定されていないので、これを無視することが社会通念であると論ずるものがみられる。福岡高裁宮崎支部平成28年4月6日決定(判例時報2354号)、福岡地裁令和元年6月17日判決などが代表的なものである。

規制委員会も、このような判例に沿うような見解を公表し(巨大噴火に関する基本的な考え方(平成30年3月7日))、破局噴火、巨大噴火に対する対策を講じないで良いかのような風潮が、行政と司法の中に蔓延している。

もちろん、こうした中で、破局噴火の危険性を無視することは許されないとする正しい判断を行った広島高裁平成29年12月13日決定(判例時報2357/2358合併号)の判断もある。

本件においては、火山に関しては、噴出物量 $5\text{ km}^3$ ( $\approx 2\text{ DRE km}^3$ )程度のVEI5の赤城鹿沼テフラ噴火が問題となっており、これまで原発訴訟で問題となり、原規委の「巨大噴火に関する基本的な考え方」で「巨大噴火」と定義される噴火よりもはるかに小さい(ゆえに噴火頻度も多い)規模の噴火が問題となっている(いわゆる「巨大噴火以外の噴火」に属する)。また、そもそも、赤城鹿沼テフラと同規模の噴火が発生することについては、被告も当然にこれを

想定するものとしており、この発生可能性について社会通念によって無視し得るか否かという、これまでの原発訴訟で争点となってきた問題は本件では争点となっていない。したがって、少なくとも本件に関しては、赤城鹿沼テフラと同規模の噴火について、社会通念上無視することが許されるかという問題について、裁判所の判断を求めるものではないし、むしろ、弁論主義の観点からは、社会通念を理由に赤城鹿沼テフラの影響を無視するという判断を行うことは許されない。

- 2 もっとも、地球の成り立ちとプレートテクトニクスの移動の原動力は、マグマの流動であり、火山の活動である。火山活動についての基礎的な知識を確実に持つことは、この争点について、正しい法的な判断を行うために必要不可欠な前提である。

歴史時代において、日本と世界が影響を受けた破局噴火、巨大噴火は多数存在するのであり、裁判所はこのことをしっかりと念頭に置いたうえで、判断を行うべきである。本件の争点とは直接的に関連しないが、火山活動に関する基本的な前提知識を論ずることの意味はここにある。

## 第2 火山の爆発とは

### 1 火山の爆発とは

- (1) まず、火山現象の原因とその現象について現在の地球科学がどこまでの事実を解明し、どのような事実が未解明のまま残されているかについて概観する。このような考察は、現在の火山学の科学技術水準とその限界を的確に把握するために必要であると考えられるからである。

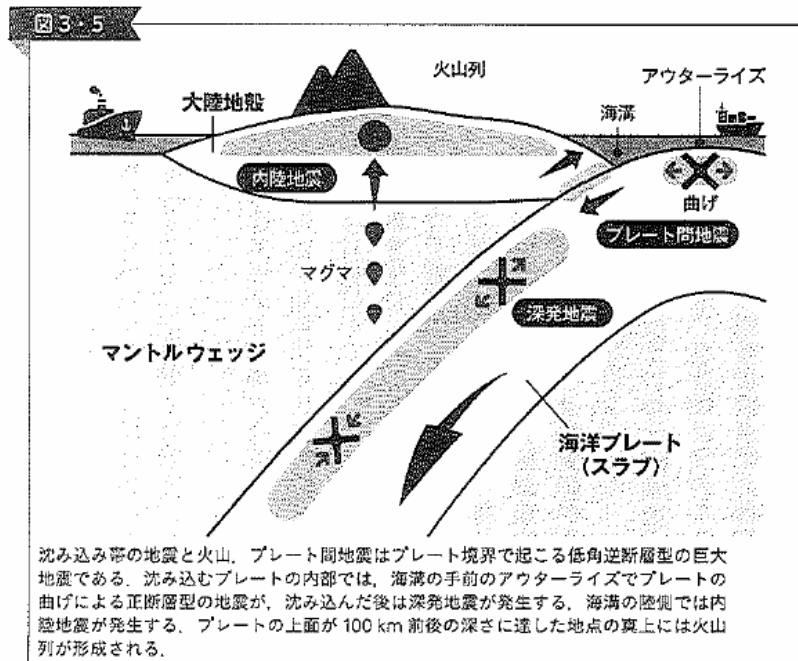
このような観点から有益な入門的な著作が相次いで発刊された。鎌田浩毅「地学のススメ」(甲D144)、井田喜明「地球の教科書」(甲D145)、古儀君男「火山と原発」(甲D146)、山賀進「地球についてまだわかって

いないこと」(甲D 1 4 7)がそれである。これらをふまえながら教科書的に説明していきたい。

(2) 火山の爆発とは、地殻内のマグマの噴出に伴う諸活動である。マグマはマントルの溶けたものである。

地殻内のマントルはマントル対流などの液体的な現象が知られているので、液状と考えられるかもしれないが、地震波(S波)を伝える固体である。マントルは長い時間をかければ液体のように流れるが、本質的には岩石である。

マグマは地下100 - 200キロメートルの深さで発生する。岩石は均質でなく固有の融点がない。しかし一定の温度で溶け始め一定の温度ですべてが溶ける。したがって、マグマは橄欖岩<sup>かんらん</sup>の中の溶けやすい成分を溶かしたものとなっており、マグマが玄武岩質の成分となっているのはそのような理由からである。しかし、国内の火成岩の大半を占める花崗岩がなぜこのように大量に分布しているのかは解明されていない(甲C 1 4 7・1 1 1頁以下)。



甲145・139頁図3・5

(3) 日本列島において火砕流噴火が九州と北海道に集中して起きている理由については、巽好幸（神戸大学）氏の協力の下に日経サイエンスの編集部がまとめた「浮かび上がるメカニズム」という、火砕流噴火のメカニズムに関する新しい見解が紹介されている（甲D148）。

この論文には、「巨大カルデラ噴火は山体噴火がスケールアップしたのではなく、噴火のメカニズムが異なる可能性が高い。」「世界中の噴火の約1割が狭い日本列島で発生している。」「巨大カルデラ噴火と山体噴火が起きている地殻では、プレート運動によってもたらされる歪みの蓄積スピードが違っており、このことが地殻内部のマグマの挙動に影響を及ぼしている可能性がある」「そしてM7以上の巨大カルデラ噴火が起きる確率は今後100年間に0.73-1パーセントに達する」「M6.5以上の噴火の場合は、この確率は更に上がる」などと記載されている。しかし、これらの点は仮説であり、科学的には解明されたといえない段階である。

マントルは橄欖岩<sup>かんらん</sup>という岩石できていると考えられているが、直接マントルの岩石が収集できた例はない。深海掘削船の「ちきゅう」はその能力はあるはずだがまだ試みられていない（甲D147・113頁）。

マントルが溶けている場所は3種類、プレートが生まれる海嶺（とその延長の地溝帯）、プレートの潜り込み境界（海溝）、大陸プレート同士の衝突境界である（甲D144・133頁）。

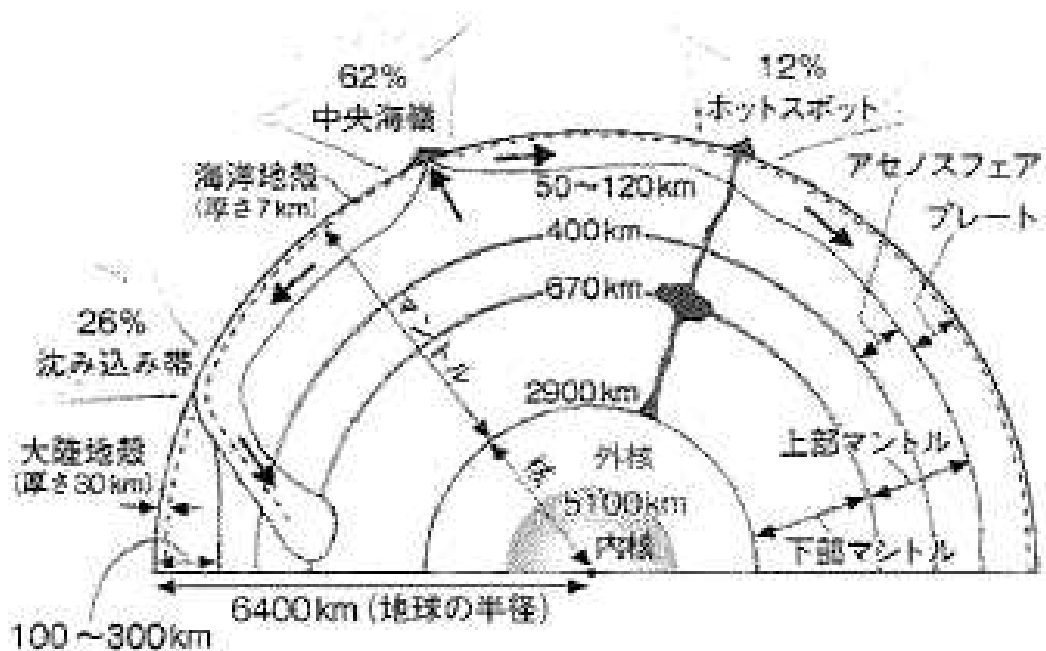


図5-2 マグマが噴出する場所 (佐野貴司氏による図を一部改変)

(甲D144・133頁)

- (4) 日本海溝は太平洋プレートが陸のプレートの下に潜り込み始めている場所である。

プレートの沈み込みでなぜマンテルの一部が融けて、マグマが発生するのかについては有力な見解はプレートによってかかる強い圧力によって岩石中の水分が染みだし、熱水の作用によってマンテルが融けてマグマとなるものとされる(甲D147・119頁)。しかし、一昔前にはプレートとマンテル上部の摩擦熱によってマンテルが融けるなどと唱えられていたものであり、決定的な通説とはいえず、この点も厳密には解明の途上である。

- (5) 火山爆発は、爆発の原動力という観点から見ると、①水蒸気爆発、②マグマ水蒸気爆発、③マグマ爆発に分類される。

① 水蒸気爆発は、原動力が高圧水蒸気で、火山体内部の地下水がマグマの熱によって水蒸気になって急激に圧力が増大して爆発する。噴煙は高温の

マグマ由来の火山<sup>さいせつ</sup>砕屑物を含まず、水蒸気が主体となっている。

- ② マグマ水蒸気爆発は、高温のマグマが地下水や海水に接して大量の水蒸気を急激に発生させてマグマと水蒸気が一緒に爆発しておきる噴火現象である。爆発によってマグマは膨大な量の破片たる火砕物となり、火砕流や降下火砕物として噴出する。
- ③ マグマの発泡による爆発は、地下のマグマ中には揮発成分が溶けているが、マグマが上昇して圧力が下がると揮発成分はマグマから分離してマグマ中に泡となる。これを発泡という。地下から上昇してくるマグマ中で揮発成分（噴出すると「火山ガス」という）が短時間で大量に発泡することによって起こる噴火である。マグマは破片状になり、火砕流や降下火砕物として噴出する。

(6) 火山噴火によって噴出する主なものは以下のとおりである。

- ア 気体として噴出するものは火山ガスと総称されるが、通常の火山ガスの構成物の90%以上は水蒸気で、その他に炭酸ガス、二酸化イオウ、ヘリウムなどが含まれる。
- イ 液体として噴出するのは溶岩であるが、見かけ上は径数10cm～数mの岩塊の集合体のような溶岩流もある。ただし、この場合、溶岩流の中心部は数100℃の高温の溶岩である。
- ウ 固形物として噴出するもののうち、溶岩以外を火砕物という（研究者によっては「テフラ」ともいう。）。

一般的な火砕物は粒径によって区分される。粒子の直径2mm未満は火山灰、直径2mm以上6.4mm未満は火山<sup>れき</sup>礫、直径6.4mm以上は火山岩塊と区分される。



粒子の直径	名 称	
	特定の形態や内部構造を持たないもの	特定の形態や内部構造を持つもの
64mm	火山岩塊	火山弾、溶岩餅、スパター、ペレーの毛、ペレーの涙 軽石、スコリア
	火山礫	
2mm	火山灰	

この分類以外に、特徴ある内部構造や形態をもつ火砕物粒子は上記の粒径分類とは関係なく特別の名称でよばれる。たとえば、発泡による気孔を多く持つ白～淡灰色の粒子や破片はその大きさに関係なく軽石と、黒～濃灰色のものはスコリアという。紡錘状火山弾、溶岩餅、ペレーの毛と呼ばれる火砕物もある。

このような岩塊を噴石と呼ぶ場合もある。噴石が発生するのは、火口内やその近くにある過去の溶岩破片が爆風で噴出された場合や、今回の火山爆発を起こしたマグマが爆発によって破片となって噴出した場合である。また、空中に噴出した細粒の火砕物が降下したことを一般的に降灰ともいう。

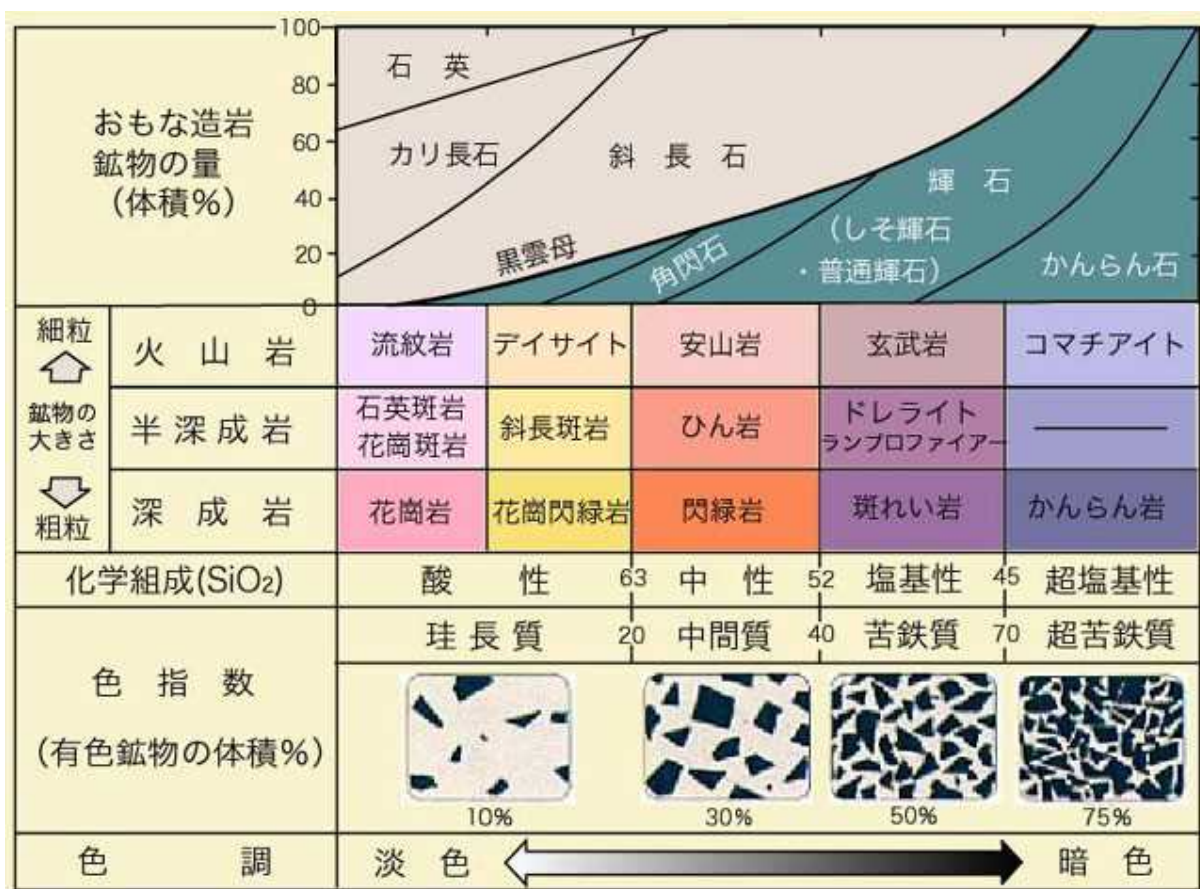
火山ガイドは、このほか、「大きさ，形状，組成若しくは形成方法に関係なく，火山から噴出されたあらゆる種類の火山砕屑物で降下する物」を「降下火砕物」と定義している（火山ガイド1. 4(8)項）。また、「爆発性破碎のさまざまなプロセスによって生じる平均直径 2 mm未満の火山岩の破片」を「火山灰」と定義している（火山ガイド1. 4(9)項）。

- (7) 岩石は、その成因から、大きく、火成岩、堆積岩、変成岩の3つに分けられることが多いが、このうち、火成岩とは、マグマから直接晶出した岩石及び成因はよく分からないけれどもマグマから晶出した岩石とよく似た見かけ

を持つ岩石を指す。固結して地表に現れたマグマの最初の形が火成岩である。教科書的には、火成岩は、火山岩と深成岩に分けられる。一般に、粗粒で等粒状組織を持った火成岩を深成岩といい、細粒で斑状組織を持った火成岩を火山岩と呼ぶことが多い。火山噴火によって急激に冷やされたものが火山岩であると説明されることも多い。

火成岩は、また、その含有する有色鉱物の体積パーセント（色指数）によって、超苦鉄質岩（色指数70 -）、苦鉄質岩（色指数40 - 70）、中間質岩（色指数20 - 40）、珩長質岩（色指数 - 20）に分けられる。

さらに、火成岩は、二酸化ケイ素（ $\text{SiO}_2$ ）の含有量によって、酸性（63% -）、中性（52 - 63%）、塩基性（45 - 52%）、超塩基性（ - 45%）とも分類される。



これらの分類をまとめると上図のようになる。珩長質の火山岩を流紋岩又

はデイサイトといい、中間質の火山岩を安山岩といい、苦鉄質の火山岩を玄武岩という。珪長質の溶岩は粘り気が強く、一般的に、爆発的噴火を起こしやすいとされている。他方、苦鉄質の溶岩は粘り気が弱く、噴火も穏やかなことが多い。

## 2 日本は有数の火山国である

日本は有数の火山国である。そして、このことを、この裁判の判断の基礎としなければならない。

吉儀君男著の『火山と原発』（甲D146 3-4頁）第1章では、「火山大国、日本」と題して、次のように記している。

「日本では気象庁が活火山の定義を定め、どの火山が活火山かを認定しています。それによると『概ね過去一万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』となっています。ずいぶん長い期間を対象にしている理由は、火山によっては数千年の活動休止期間をおいて噴火することがあり、火山の寿命も数十万年におよぶものが珍しくないからです。

この定義によると、日本には110の活火山があります（2014年現在）。研究が進むにつれ活火山の数は増える傾向にあり、将来さらに追加される可能性があります。

では、地球上にはどれくらい活火山があるのでしょうか。国・地域によって調査の精度に差があり、十分な調査がされていないところもありますが、おおよそ1500程度とされています。したがって、日本の活火山の数110は、地球上の火山の約7%を占めることとなります。日本の面積約38万km<sup>2</sup>は地球の陸地面積の0.3%にすぎないことを考えると、日本は異常に活火山が集中する『火山大国』といえます。」

日本における活火山の分布は次に示すとおりであり、まさに日本列島は火山



『火山と原発』（甲D146・7頁）では次のように述べられている。

「日本列島の下に沈み込む太平洋プレートとフィリピン海プレートは、いずれも海洋プレートです。この海洋プレートが地下深くへ沈み込んでいくとき、海水も鉱物中の結晶水などのかたちで一緒に運ばれます。プレートが深さ100kmくらいまで沈み込むと、この結晶水などが絞り出されその上部のマントルへと移動していきます。この水が固体マントルの融点を下げ液体のマグマを形成、そのマグマが上昇し地表で噴火するため、火山前線をつくると考えられます。

東日本火山帯は太平洋プレート、西日本火山帯はフィリピン海プレートの沈み込みによってつくられた火山帯だったのです。」

日本列島に暮らすようになった我々の祖先は、火を噴く火山におそれと畏敬の念を覚え、これを神として崇めてきた。日本神話における火山の神は女神イザナミである。日本国民は、古来から、火山活動が人の命を奪う災害をもたらすとともに、温泉などの恵みももたらすことを深く認識し、これを神として畏れ、敬ってきたのである。

### 第3 火山の爆発による災害の諸相

#### 1 火山の噴火には様々なレベルのものがある

(1) 火山の爆発には様々なレベルのものがある。

火山の爆発規模の大小を表す尺度として最も一般的なものが、マグマの噴出量である。

マグマ噴出量に関して注意が必要なのは、総噴出量（見かけ $\text{km}^3$ ）とマグマ噴出量（DRE $\text{km}^3$ ）の2種類があり、時に、後者についても、単に「 $\text{km}^3$ 」で

表されている点である。

噴火による堆積物は、その噴火に関連したマグマに起源を持つ「本来物質」と、噴火によって既存の山体や基盤岩が破砕・放出された「類質物質・外来物質」から構成される。厳密に言えば、それらのうちの本質物質の量がマグマ噴出量を示すことになる。

しかし、堆積物の本質物質、類質物質、外来物質の厳密な量比を求めることは容易ではない。そこで、一般に、全てのタイプの噴出物を溶岩と同じ比重（ $2.5 \text{ g/cm}^3$ ）と仮定してDRE体積を求めるという手法が用いられることが多い。見かけ体積で $2.5 \text{ km}^3$ の降下火砕物は、DRE換算体積で $1 \text{ km}^3$ となるわけである。

(2) 以上のような前提を踏まえつつ、世界で発生する噴火の噴出物量を概観すると、例えば、雲仙普賢岳の噴火は $0.2 \text{ km}^3$ 以下（明示されていないが、おそらくDRE $\text{km}^3$ と考えられる。以下、下図3については同様）であるのに対して、1991年のピナツボ大噴火は $5 \text{ km}^3$ とされる。

1815年のタンボラ火山の爆発でもマグマ噴出量は $50 \text{ km}^3$ であり、阿蘇4噴火の $200 \text{ km}^3$ の4分の1に過ぎない。

後述するように、日本列島の日本海を挟んだ大陸に位置する白頭山は、10世紀の歴史時代に破局噴火を引き起こしている。しかし、その被害が大きすぎたためか、歴史記録には明確なものがない。この点は後述する。

さらに、西暦535年には、世界中に気象の異常をもたらした大噴火が、おそらくインドネシアのクラカタウ火山で発生したと考えられる。

火山の爆発には $1000 \text{ km}^3$ をこえる巨大なものも報告されている。このような巨大な噴火が南九州で発生する可能性がある。しかし、実は、このような火山爆発も地球進化史上最大のものではない（甲D146・24頁）。

地球の生命の歴史には何度かの大量絶滅事件があったとされる。もっとも有名な大量絶滅は約7300万年前の中生代白亜紀末に起きた絶滅である。

恐竜など大型の虫類はすべて絶滅したのはこのときである。この原因は小惑星の爆発による地球の寒冷化が原因とされている（甲D145・91頁）。

他方で、2億3000万年前の古生代ペルム紀末に起きた大量絶滅は、地球上の生物種のうち96パーセントが絶滅したとされる。このとき、シベリアで起きた大量洪水玄武岩の噴出が原因として指摘されている。このとき地球の気温は約6度上昇し、海洋は無酸素化したとされる。（甲D145・90頁）。

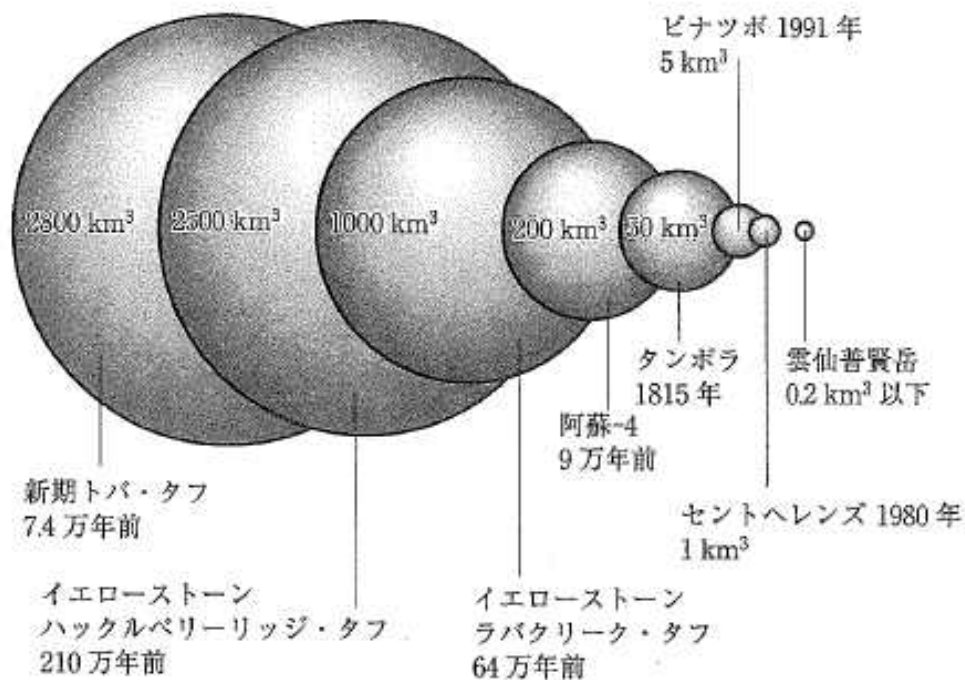


図3 過去の主な噴火におけるマグマ噴出量。噴出したマグマの体積を球で表している。高橋正樹『破局噴火——秒読みに入った人類壊滅の日』(祥伝社新書)を参考に作図

約7300年前に発生した鬼海カルデラの火砕流噴火では、「幸屋降下軽石 (K - K y P)」(体積は約20 km³)、「屋火砕流 (K - K y)」(竹島火砕流とも呼ばれる。体積は約50 km³)、「鬼海アカホヤ火山灰 (K - A h)」(体

積は約100km<sup>3</sup>)が噴出し、西日本、特に九州の先史時代から縄文初期の文明は、この噴火で絶滅したと考えられている。文書には残されていないが、日本列島の住民は、すでに火砕流噴火による絶滅を経験しているのである(甲D146・20頁)。そして、この火山爆発の恐ろしい経験が、日本の神話体系に大きな影響を与えているのではないかという研究も公表されている(蒲池明弘『火山で読み解く古事記の謎』文春新書)。

## 2 巨大噴火・破局噴火とは

それでは、「破局噴火(超巨大噴火)」とはどのような噴火をいうのだろうか。前記の『火山と原発』(甲D146・16頁以下)に従って説明していく。

火山の爆発についてよく用いられるのが火山灰や溶岩などの噴出物の量や、それをマグマの量に換算したマグマ量である。つまり、「噴出物量」や「マグマ量」の大小で噴火の規模を表そうというものである。

この噴出物量を基準にすると、破局噴火(超巨大噴火)はおおよそ100km<sup>3</sup>以上の噴火をさすことが多いようである。というのも、まだきちんと定義されているわけではなく、通常、噴火の規模はアメリカの研究者が提案した「火山爆発指数(V E I)」を用いて指数で表すことが多いからだ。この指数は、溶岩の量を含まない火山灰や火山礫<sup>れき</sup>などの火砕物の噴出量に基づき、噴火の規模を0(噴出物量1万m<sup>3</sup>未満)から8(1000km<sup>3</sup>以上)の九段階に区分したものである。超巨大噴火はこの指数の7と8に相当する。

さらに「破局的噴火」を「超巨大噴火」「カルデラ噴火」とよぶ研究者もいる。用語の使い方は統一されていない。

本準備書面においては、便宜上V E I 7以上を破局噴火、V E I 6を巨大噴火と呼ぶこととする(なお、この「巨大噴火」という用法は、原規委の「巨大噴火に関する基本的な考え方」における「巨大噴火」の定義とは異なることに



は注意を要する)。

1991年に雲仙普賢岳でたびたび火砕流が発生し、43人が犠牲となった。当時、マスコミはしばしば「大火砕流」の用語を使ったが、マグマ噴出物量は0.2DR E km<sup>3</sup>程度、破局噴火の500分の1にも満たない「小規模火砕流(噴火)」であった。

20世紀最大の噴火といわれたピナツボ火山(噴出物量約10 km<sup>3</sup>、マグマ量で約5 km<sup>3</sup>)ですら、破局噴火と比べれば10分の1程度の「巨大噴火」である。

巨大噴火以上の噴火では、カルデラが形成されることも多い。「カルデラ」とは、ポルトガル語で「大鍋」を意味し、直径がおよそ2 km以上の火山性の凹地をさす。巨大噴火で大量の火山灰や軽石などが一気に放出されると、地下にあるマグマ溜りに空洞ができるため、支えを失った天井が陥没し、円筒形の凹地ができると考えられる。また、激しい爆発によって山体が崩壊して、じょうご型の凹地ができることもある。今は多くの人々を魅了する美しいカルデラも、実は激しい爆発的噴火の痕跡なのである。したがって、大きなカルデラができるような超巨大噴火や破局噴火を「カルデラ噴火」とよぶことがある。

破局噴火は、一般的な感覚からすれば、めったに起きないまれな噴火といえるが、日本の火山の過去の噴火を調べた結果、ここ12万年の間に9回の破局噴火があったことが分かっている。つまり1.3万年に一回の割合で起きたことになる。また、これに巨大噴火を含めると合計17回となり、破局噴火と巨大噴火を合わせると、もっと短い7000年に一回の割合となる(以上、甲D 146・16-18頁)。これらは、過酷事故の発生頻度を1炉年あたり10<sup>-7</sup>以下に抑えることが国際的な常識になっている原子力安全の世界では、本来、当然に考慮されなければならない事象である。

歴史時代において、535年にインドネシアのクラカタウ火山で発生したと推定される破局噴火は、日本書紀にも気候の異変として記録されていることは後述する。白頭山の噴火については、同定はされていないが、この時期の多く

の降灰記録が寺社などの文献に残っている。日本は、近隣における破局噴火によって、確かに影響を受けているのである。

しかし、火山が学問の対象となってから我々が経験したのは、1883年のクラカタウ噴火（巨大噴火と破局噴火の中間程度）、1991年のピナトゥボ噴火である。火山学が火山を観測し始めてからは、破局噴火を経験したことがない状態で、我々は今後の火山活動についての予測を論じなければならないのである。

我々人類は、火山活動が比較的静穏な時代に近代文明をつくり上げてきたといえる。本件訴訟においては、地震と火山の集中した国である日本国民の、自然活動に対する畏敬の念と想像力が試されているといえる。

### 3 厚さ50センチメートルの降灰があったらどんなことが起きるのか

ここで、破局噴火に至らない、巨大噴火が人間の生活環境にどのような影響を及ぼすかを見ていきたい。

本件原発では、規制審査において、赤城火山の爆発により、50cmの降灰が想定されている。この噴火の際の火山生成物の噴出量は2DRE $\text{km}^3$ である。かなり大きな噴火ではあるが、破局噴火、巨大噴火に比べれば、小規模の噴火によって、本件原発には50cmの降灰が想定されているのである。このような降灰状況では、社会生活がきわめて困難な状況に追い込まれるであろう。

原告準備書面（63）も引用したところであるが、「富士山ハザードマップ検討委員会」が2004年に発表した富士山噴火の被害想定報告書にしたがって見ていくこととしたい（『火山と原発』（甲D146・44頁以下）に引用されている報告書の要約に従って説明する）。

もし私たちの街に、この想定のおよそ5分の1にあたる厚さ10cmの火山灰が降ってきたとしたら、どんなことが起きるだろうか。

九州の桜島に近い鹿児島市ではたびたび火山灰が降ってきて市民を悩ませているが、今までそれほど大きな問題として取り上げられたことはない。厚くても数cm程度でおさまっているからである。そこで、10cm程度の火山灰でも大したことはない、と考える人がいるかもしれない。しかし、実際には予想外の深刻な被害が次々と発生する可能性がある。そこで参考になるのは、内閣府に設置された「富士山ハザードマップ検討委員会」が2004年に発表した富士山噴火の被害想定報告書である。この試算は1707年の宝永の噴火と同じような噴火が起きたと仮定して作成された。

想定された東京での降灰の厚さは、数cmから10cm程度である。この報告書から、わずか10cm程度の降灰によってどんなことが起きるか、その深刻さを読み取ることができる。

## ① 健康障害

火山灰は細かい鉱物の破片やガラス片からなるが、特にガラス片は先が尖っている。また積もりたての火山灰の粒子の表面には硫酸や塩酸などの酸性物質が付着している。こうした火山灰を吸い込むと、鼻やのどの炎症を起こし、呼吸器疾患のある人は症状が悪化する。火山灰を長時間吸い込むと、火山灰に含まれる結晶シリカが、けい肺という病気の原因になることもある。さらに、目に入る火山灰が目の角膜を傷つけ、角膜剥離や結膜炎を引き起こす。特にコンタクトレンズをつけている人は角膜剥離を起こしやすいため、降灰時にはレンズを外すことが勧められる。

## ② 建物被害

①でも述べたように火山灰は細かいガラスや鉱物などからなるため、雪の約10倍の重さになることがある。したがって10cmの火山灰は、おおよそ1mの積雪に相当する。さらに雨などの水を吸うと、約1.5倍の重さにな

る。古い木造家屋や耐久性の低い建物は倒壊する危険性がある。

### ③ 道路

細かい火山灰は滑りやすく、とくに雨が降るとぬかるみ状態になり、スリップ事故が多発する。また、風や車によって巻き上げられ、空気中を漂う火山灰が視界を遮る。ヘッドライトをつけてもほとんど効果はない。停電によって信号機は使い物にならなくなる。こうして、すべての道路が完全にマヒしてしまうと予想される。

さらに雨が降ると傾斜地では泥流が発生し、道路は次々に寸断されていく。復旧には相当な時間がかかることになる。

### ④ 鉄道

火山灰は、鉄道にとってもさまざまな面で障害となる。架線に積もった火山灰は漏電や架線の切断の原因になり、停電によって鉄道システム全体がダウンしてしまう。停電で信号機が使えなくなるうえに、火山灰でポイントが詰まると、線路の切り替えができなくなる。線路上に積もった火山灰は列車をスリップさせ、制御困難にしてしまう。火山灰による視界不良も運行を難しくする。ほとんどの鉄道会社は、火山灰対策をしていない。電車もディーゼル車も完全にストップせざるをえなくなるだろう。

### ⑤ 航空機

火山灰が航空機に与える影響については、2010年のアイスランドの噴火と、1982年のインドネシアの噴火が参考になる。アイスランドの噴火では、大量の火山灰が噴き上げられヨーロッパの上空を広く覆ったため、約30ヵ国で空港が閉鎖され多くの便が欠航になるなど、一週間以上にわたって大きな混乱が生じた。その被害総額は、17億ドル（当時のレートで約1

600億円)に達したといわれている。

火山灰を構成するガラスや鉱物は700℃くらいになると溶け始めるため、飛行機のジェットエンジンに吸い込まれると、高熱によってガラスや鉱物の一部が溶ける。この溶けたものがエンジン内部に付着し、推力の低下や、最悪の場合はエンジンの停止を招く。インドネシアの場合は、ジャワ島上空で噴煙に巻き込まれたブリティッシュ・エアウエイズのボーイング747型機のジェットエンジン4基全てが停止。パイロットや機関士の懸命の努力でかろうじてエンジンの再始動に成功し、無事帰還したというものであった。この事故によって、火山灰の航空機に対する深刻な影響が広く知られるようになった。また、火山灰のガラスや鉱物は非常に硬いため、コックピットの窓ガラスに当たるとヤスリのように働き、細かいキズをつける。すると透明だった窓ガラスは曇りガラスのようになり、視界が利かなくなると、危険な状態に陥る。

## ⑥ 電気・ガス

硫化物などを含む湿った火山灰は電気を通しやすく、雨水を含むとさらに通しやすくなるため、碍子の部分で漏電が起きて停電を引き起こす。また、電線や電柱に積もった火山灰、特に水を含んだ火山灰はとても重いため、あちらこちらで送電線が切れたり、電柱が倒壊したりすることが考えられる。

火力発電所の発電方法にはいくつかのタイプがあるが、ガスタービン式の火力発電では外から大量の空気を取り込んで燃料を燃やして発電している。つまり航空機のジェットエンジンとよく似た原理になっており、取り込む空気に火山灰が混じっていると、航空機と同じようにガスタービンの故障の原因となる。フィルターはついていますが、空気中に浮遊する大量の火山灰を吸い込んで目詰まりを起こし、すぐに使い物にならなくなることが予想される。たとえ交換したとしても、大量の火山灰の前には焼け石に水であろう。

大規模な停電は、その継続時間にもよるが、さまざまな方面に深刻な影響を与える。電気エネルギーに依存する現代社会の危うさが一気に表面化するであろう。

(原発の非常用電源が維持できなくなる可能性については、すでに本訴において主張したとおりであり、非常用電源の喪失が深刻な事態に直結することは福島第一原発事故の経過から明らかである。)

都市ガスについては、パイプラインの大半が地下に埋設されており、火山灰の影響は受けにくいように思えるが、大規模停電のもとでは供給に支障が出ると考えられる。

## ⑦ 上下水道

浄水場に降り積もった火山灰は、沈殿池に堆積し、濾過用の砂などに付着して目詰まりを起こし、濾過ができなくなることが予想される。私たちが利用する水道水の大半は川や湖の水を浄化処理しているが、取水口から取り込むこれらの水にも大量の火山灰が含まれるため、長期にわたって取水・濾過不能となり、浄水場は機能を発揮できなくなる。たとえ火山灰の降灰がやんでも、あちらこちらでたびたび発生する泥流で、川や湖の水は長期間濁り続けると思われる。

また、浄水場は電気なしでは操業できない。先に述べた停電とあわせて考えると、私たちは相当長期にわたる給水停止を覚悟しなければならない。水なしで生活を維持することは不可能であり、もし東京や大阪のような大都市圏で浄水場が機能しなくなると、数百万人規模の生活、生命が危機にさらされることも考えられる。

火山灰を含む大量の汚濁水が流れ込む下水処理施設の機能停止も深刻である。火山灰は道路の側溝や下水管を詰まらせたりする恐れがあり、しかも、火山灰は一度固まってしまうと、除去しにくいのが難点である。

## ⑧ 通信・放送

大気中に噴き上げられて漂う火山灰は、静電気を帯びている。噴煙の中で稲妻が発生するのはそのためである。静電気を帯びた火山灰は、電波障害を起こす。先に紹介した航空機のトラブルでも、管制塔との無線通信に影響が出た。火山灰が大気中に漂っている間、電波による通信は正常な機能を発揮できなくなるであろう。

また、地上に設置されている通信ケーブルは、送電線と同じように、ケーブルの切断や柱の倒壊が起きて、機能が損なわれるであろう。たとえ機能の一部が健全であったとしても、電気の供給が絶たれば使い物にならない。

## ⑨ 農林水産業

火山灰による農作物や森林の被害については、今までにさまざまな報告がある。

それによると、畑作物は2 cm、稲作はたった0.5 mmの降灰で一年間収穫ができなくなる。この項で仮定している10 cmの場合は、農地の生産が回復するまでに10年近い年月を要すると見込まれている。火山灰は酸性が強くて養分に乏しいため、そのままでは作物は育たないからである。日本の農業は長期にわたって壊滅状態に追い込まれることになる。

森林については、1 cm以上の降灰で火山灰が樹木に付着して50%の森林に被害が出始め、10 cmになると木の枝や幹が折れ枯死してしまうなど壊滅的な被害が発生する。一度枯死した森が元通りに回復するまでには、数十年から数百年くらいの長期にわたる時間が必要であろう。

森林は雨水を貯え、崖崩れや土石流などを防ぐ重要な機能を果たしている。しかし、森林が消失すると至るところで泥流や土石流が発生し、河川は洪水を引き起こすなどして、国土は荒廃するにちがいない。

水産業については、1991－95年の雲仙普賢岳の噴火でエビなどが大幅に減少し、他の魚介類のグリコーゲンの含有率が減少して、味、栄養ともに劣ったとする報告がある。火山灰を5cm堆積させるとエビなどの魚介類の三割が死ぬとの研究もある。サンゴは2cmでも一部死滅する。

## ⑩ 産業活動

火山灰が製造業、商業、サービス業などさまざまな産業に与える影響については、計り知れないものがある。道路、鉄道、電気、水道などのライフラインの障害によって物資や人の供給が止まり、ほとんどの産業が操業・営業不能に陥るであろう。

ここで、コンピュータの障害についても触れておく必要がある。火山灰は静電気を帯びることがあるが、コンピュータなどの電子機器も静電気を発生するため、室内に漂う細かい火山灰が空気の吸入口などからコンピュータや電子機器の内部に侵入する。この火山灰が基板の上や電気回路に付着すると、コンピュータが誤作動を起こしたり故障したりする可能性がある。携帯電話やタブレット端末をはじめ、生活や産業の隅々までコンピュータが普及している現代社会で、この問題は深刻である。

## ⑪ 生態系

火山灰の降灰によって、陸上は灰色一色の世界に一変する。最初は汚れた雪が積もっているように見えるかもしれない。しかし雪と違って溶け去ることはなく、いつまでも留まり続ける。乾いた火山灰は、ちょっとした風が吹いても空気中に舞い上がる。雨が降ると火山灰は雨水を吸い込み泥流を発生させる。水を含んだ火山灰が乾燥すると、コンクリートのように硬く固まる。

地表が広くこのような火山灰に覆われてしまうと、植物は光合成ができなくなり、ほぼ全てが枯死するであろう。火山灰に含まれる硫酸や塩酸成分も



植物にダメージを与え、しばらく続くと予想される寒冷化が追い打ちをかけるであろう。

植物は生態系の土台をなす生産者であり、植物が壊滅状態になると、植物に依存する動物も生きてゆくことはできない。生態系は降灰後、短期間で崩壊してゆくであろう。私たちヒトが火山灰除去や土壌改良など積極的に環境に働きかけない限り、長期にわたって不毛の大地が続くと思われる。

\*

厚さ10cm程度の火山灰が降灰しただけで、市民生活は壊滅的な打撃を受け、産業活動は停止に至ることがわかる。その5倍の降灰があれば、人が車で移動することもできなくなる。食料や水、物資の不足による飢餓、健康障害、多発する泥流や洪水などによって、被災地域の住民の大半が、一時的に生存の危機に立たされるであろう。

もともと、火山事象による影響下に原発がなければ、それは深刻ではあるものの復旧・復興が可能な自然災害にすぎない。しかし、その被災地域に原発が位置し、その原発の燃料（使用済燃料を含む）の冷却ができなくなり、燃料溶融と放射能拡散が起きたとすれば、火山災害と重畳して、福島第一原発事故すら比較にならないほどの甚大な放射能災害が広範な地域を襲うこととなる。人々の多くが死に絶え、たとえ生き延びられたとしても、荒廃した国土で生活を営むことは困難となるであろう。また、復旧・復興も半永久的に困難となり、わが国は、文字どおり国土の一部を失う。大火山災害が起きた時に原発が稼働していたかどうかによって、住民の未来は決定的に異なるものとなるであろう。

#### 第4 歴史時代に起きた巨大噴火と破局噴火

##### 1 紀元前17世紀のサントリーニ火山爆発

以下に、歴史時代において発生したVEI6以上の火山爆発とその影響について

論ずる。

火山噴火として最初に歴史的に記録されているのが、地中海のサントリーニ火山の爆発である。この火山爆発の時期は、最新の研究では、紀元前1627 - 1600年とされている。

この噴火の規模はVEI 7である。アトランティス伝説で消滅した文明は、サントリーニ島のことではないかと論じられている。

また、中国の夏王朝の最後の帝王桀は、殷王朝の開祖湯によって滅ぼされたが、「史記」によると、この前後に、「黄色の霧が立ち込め」「太陽がおぼろになり」「七月に霜が降りて五穀は枯れ飢饉が到来した」と記載している。この記事が、サントリーニ火山爆発と関連している疑いがある。この破局噴火も、世界中に甚大な被害をもたらしたと思われる(甲D 1 4 9・5 8頁以下)。

## 2 79年ポンペイを襲ったヴェスヴィオ火山の爆発

西暦79年8月24日には、ナポリ近郊のヴェスヴィオ火山が爆発し、ローマの植民地だったポンペイ、ヘルクラネウムが火砕流と火山灰で埋め尽くされた。

この大惨事の模様は、当時17歳の青年であった小プリニウス（博物学者で著名な大プリニウスの甥）が、叔父が噴火時に亡くなった最期の状況を二通の手紙に書き記した。

噴火の犠牲者は2000 - 6000人とも、周辺も入れて3万人ともいわれる。記録が残されたことで、この噴火はきわめて有名であるが、破局噴火ではなく、VEI 6レベルの巨大噴火である(甲D 1 4 9・7 0頁以下)。

## 3 西暦535年に起きた異変

西暦535年に世界中で、気象の異変が起き、異常な寒波、飢饉、疫病の流行が起きている。

その詳細は、「歴史を変えた火山噴火」の第7章(84頁以下)にまとめられている。この章は、ティビッド・キーズ氏の「西暦535年の大噴火」の紹介である。グリーンランドに残されたこの年の地層から、硫酸イオンと火山灰が発見されている。南極のバード氷河の同時期の地層からも火山噴出物が確認された。また、スウェーデン北西部のアカマツの年輪幅を見ても、536年は過去1500年で2番目に幅が狭かった。同じような樹木の生長停止は北アイルランド、カリフォルニア、ロシア、チリでも見つかっている。

中国の歴史書「南史」には、535年に「黄色い塵が雪のように降ってきた」「南西の方角から雷鳴が2度とどろいた」との記載がある。536年には、「降ってきた黄色い塵を手で救い上げることができた」との記載もある。明らかにこれは火山灰である。中国では激しい干ばつ、飢饉が続き、税の納入延期を認めても、各地で住民は反乱や暴動を起こした。

異変は東ローマ帝国でも起きた。東ローマ帝国の歴史家プロコピオスの「戦史」には、「日光は一年中輝きを失って月のようになりきわめて恐ろしい前兆だ」と記載している。

ローマの政治家であるカッシオドルスは、「夏になっても寒く北風で冷え冷えとしていた。雨は降らず、作物も育たなかった」と記している。

食料の奪い合いのために、東ローマ帝国では戦乱と略奪が繰り返され、ヨーロッパ全域にペストが蔓延し、ヨーロッパでは一億人が死に、人口は半減したと伝えられる。イギリスとアイルランドでも、激しい飢饉が起きている。気候異変は、南米チリでも記録されている。

そして、日本の最初の歴史書である「日本書紀」にも、536年に大規模な飢饉と気候の寒冷化が起きていたことを裏付ける記載がある(宣化元年536年夏5月の詔)。

この気候異変の原因は火山の爆発のものとする見解が有力である。そして、爆発した火山は、特定はされていないが、おそらくインドネシアのクラカタウ

火山であろうと推定されている。ジャワ島西部には、当時「カラタン」と呼ばれる文明が存在していたが、この時期を境に消滅している。

この535年の謎の火山爆発は歴史にはっきりと刻まれた破局噴火の影響であるといつてよいだろう(甲D149・84頁以下)。ティビッド・キーズ氏の「西暦535年の大噴火」は文芸春秋社から公刊されている。

#### 4 10世紀白頭山破局噴火

現代火山学の知識においては、10世紀に中国と朝鮮の国境に位置する白頭山で破局噴火が発生したことは、疑いがない。

白頭山の火山活動の歴史と現状については、日本の東北大学、防災科学研究所と、韓国、北朝鮮、中国の4か国の専門家による共同研究が行われている。その中間報告が、東北大学総合学術博物館のホームページに掲載されている。この報告に基づいて、報告する(甲D150、なお白頭山については、甲D144・258頁以下にもまとめられている。)

白頭山は約3000万年前から、火山活動を繰り返してきた。プレート境界から、1000km以上離れた場所で、このような活発な火山活動が長期に渡って継続している理由は科学的にも解明できておらず、謎といえる。

この事実は、苫小牧に降り積もっている火山灰と同一の火山灰層が1970年代に日本海における海底地層調査で発見されたことから、さらに調査が進められ日本海における火山灰層が西に行くにつれて厚くなることから、白頭山の爆発が起源であることが裏付けられた。この研究を主導したのはテフラ学の権威である町田洋教授であった。

噴火の規模は、総噴出物量が83 - 117km<sup>3</sup>とされており、VEI7クラスの破局噴火といえる。

噴火の時期が明確になっている915年の十和田噴火の火山灰層よりも上に火山灰があることから、噴火時期は、これより後であることはあきらかである

が、中国でも、朝鮮でも歴史文献に記載がないことから、明確な噴火時期特定されていない。日本の研究グループの推定では噴火時期は936+8-6年と推定されている。

不思議なことに、この噴火は中国と朝鮮の歴史文書には記載がない。日本の同時期の歴史文書（寺院などに残されている古文書）には火山灰が降ったという記載が複数見られるが、他にも同時期に火山爆発が起きており、これらと区別することが難しく、正確な年代の特定には至っていない。

ただ、この時期に、渤海と遼のこの地域に存在した集落の多数が消失していることが文献上も確認でき、広大な地域に、火山の爆発のために人が住めなくなったことは裏付けられている。

また、この地域に残る満族や朝鮮族の民間伝承の中には、巨大な噴火が発生したことを裏付けるものが多数見つかっている。

白頭山は現在も活動を続けており、2002年以降火山性の地震動が増加している。東北大学と防災科学研究所の合成開口レーダー画像を用いた解析・共同研究によって、2004-2005年の一年間で、白頭山の山頂が2cm隆起していることが判明した。地下のマグマが蓄積されているためと考えられている。次の噴火時期が迫っている可能性があり、継続的な観測が行われている。

## 5 1783年アイスランド ラキ火山噴火（ウィキペディアより）

1783年6月8日、アイスランドのラキ火山で、地下水がマグマに触れて水蒸気爆発が発生し、長さ26kmにわたり130もの火口が誕生した。

この噴火はスカフタ川の炎（Skaftáreldar または Síðueldur）と呼ばれ、約15km<sup>3</sup>の玄武岩溶岩と0.91km<sup>3</sup>のテフラ（火山灰など）を発生した。溶岩噴泉は高さ800-1400mに達したと推定される。溶岩の噴出は5か月で終わったが、噴火自体は断続的に1784年2月7日まで続いた。

ラキ火山近郊のグリムスヴォトン火山でもまた1783年から1785年の

間に噴火が起きている。双方の噴火により、800万トンのフッ化水素ガスと1億2000万トンの二酸化硫黄ガスが噴出し、付近の羊の80%、50%以上の牛と馬を殺し、住民の21%の命を奪った飢饉が発生した。

噴煙は噴火対流によって高度15kmにまで達した。この粒子の影響で、北半球全体の気温が下がり、ヨーロッパでは「ラキのもや」と呼ばれた。イギリスでも火山灰が降り、1783年の夏は「砂の夏」(sand-summer) と呼ばれた。この噴火は火山爆発指数 (VEI) で9段階の6と評価されている。

## 6 世界に夏のない年をもたらしたタンボラ火山の破局噴火

タンボラ山はインドネシア中南部、スンバワ島にある火山である。標高2851m。山頂には直径約6km、深さ約600mのカルデラがある。1815年の大噴火は、過去2世紀に世界で記録されたもののうち最大規模の噴火であり、噴出マグマ体積は50km<sup>3</sup>とされるが、火山の崩壊の程度なども勘案して、VEI (火山爆発指数) は7とされる。しかし、VEI 7のレベルの噴火としては比較的小規模といえる。

1815年4月10日から同年12日にかけての大爆発音は1750km先まで聞こえ、500km離れたマドゥラ島でも火山灰によって3日間も暗闇が続いた。高さ3900mあった山頂は2851mに減じ、面積約30km<sup>2</sup>、深さ1300mの火口が生じ、大噴火による噴出物の総量は150km<sup>3</sup>におよび、半径約1000kmの範囲に火山灰が降り注いだ。

また、この大噴火後数か月にわたって世界各地で異常な夕焼けが見られ、この1815年の夏は異常に低温であった。アメリカ北東部では異常低温となり、雪や霜が6月までみられた。イギリスやスカンジナビアでは5月から10月まで長雨が続き、異常低温による不作で深刻な食糧不足が世界的に発生した。アイルランドの大飢饉もこの火山爆発が原因である。

翌1816年は「夏のない年」(Year Without A Summer) と言われた(甲D 1

49 「歴史を変えた火山噴火」第八章 101頁以下。なお、タンボラ山噴火については、甲D144・254頁以下にもまとめられている。

## 7 1883年クラカタウ火山巨大噴火

1883年には、クラカタウ火山が、3度にわたって巨大噴火を引き起こした。この噴火は、巨大噴火のニュースが世界中に電信で知らされたエポック的な事件である。



(噴火を伝えるリトグラフ)

噴火の際には、大きな爆発音が、シンガポール、オーストラリアのパースにまで届いたという。火砕流は海上40kmをわたり、スマトラ島ランブン湾に上陸した。報じられている死者数は3万6417人である。噴出物の総量は21km<sup>3</sup>に及ぶとされている。VEI6クラスの明らかな巨大噴火である（甲D149 第九章 119頁以下）。

## 8 現代火山学が目撃したピナトゥボ(Pinatubo)火山の巨大噴火

1990年7月16日、フィリピン・ルソン島中央部でマグニチュード7.8のバギオ大地震が発生した。震源はピナトゥボ山の北東約100kmである。

これが1991年の噴火の遠因と推測する火山学者もいる。

1991年3月15日、火山の北西にある村の住民が、地震を断続的に感じ始めた。それから2週間で、地震は次第に強さを増していき、なんらかの異変が迫っていると考えられた。4月2日、火山は眠りから目覚め、山頂直下に1.5 kmもの長きに渡る亀裂を生じて、そこから水蒸気爆発が起きた。その後、数週間は小規模な噴出が続き、周辺で火山灰が降った。毎日、数百件の火山性微動を検知した。

4月と5月を通して、火山活動はますます活発になった。二酸化硫黄の放出量の測定では、5月13日には1日あたり500トンだったのが、5月28日には1日あたり5000トンにまで急増した。5月26日初めて噴気孔のすぐ近くを震源とする地震が起きた。これらは新しいマグマが火山の直下まで上昇してきていることを示唆している。5月28日以降、二酸化硫黄の放出量が急激に下がり、何らかの原因でマグマからのガス放出が妨げられている恐れが高まった。これはマグマ溜まり内の圧力上昇につながり、爆発的な噴火が起きる可能性が高いことを示していた。

この火山爆発は巨大噴火であり、甚大な被害をもたらしたが、直前には噴火が予知され、住民の多くは避難することができた。

6月3日に最初のマグマ性噴火が起き、6月7日には最初の大爆発が起こり、高さ7000 m以上の噴煙が立ちのぼった。12、13、14日に大噴火が続き、15日に絶頂を迎えた。

4月7日、10 km地域に対して初の公式な避難命令が下された。6月5日、警報レベル3（2週間以内に大噴火の可能性あり）に変更。6月7日、警報レベル4（24時間以内に大噴火の可能性あり）に変更。10 - 20 km地域が避難の対象となった。6月9日には警報レベルが5になり、20 - 40 km地域からの避難が開始された。6月15日までに、火山から30 km以内の地域にいた6万人すべてが退去した。多くの市民が一時的にマニラとケソンに移住した。



6月10日、クラーク空軍基地に避難命令が発せられ、司令官以下必要最小限の人員だけを残して他の将兵と家族約1万4500人は避難した。

この噴火はVEI6とされ、その影響は2100万人に及び、家畜80万頭が亡くなった。

しかし、事前の避難の結果直接的な人命の被害は300人とどまった。この噴火時の予知成功は、近代火山学の大きな成果とされている(甲D149第10章 139頁以下)。

## 9 鬼海カルデラ噴火以降の破局噴火と巨大噴火

正確な情報を網羅することは困難であるが、ここで日本列島を最後に襲った紀元前7300年の鬼海アカホヤ破局噴火以降、世界中で発生したVEI6以上の巨大噴火と破局噴火を表として掲げる。これは、原告ら訴訟代理人が種々の情報を取りまとめたもので、完全に網羅はできていない。

年代	火山(噴火)	VEI	噴出物量
BC7300	鬼界アカホヤ噴火	7	150 km <sup>3</sup>
BC7000	摩周	6	
BC1627 - 1600	サントリーニ	7	
AD79	ヴェスヴィオ火山	7	
AD181	タウポ(ニュージーランド)	7	
AD535	スンダ海峡(クラカタウ?)	7 - 8	1000 km <sup>3</sup>
AD800	ニューブリテン島	6	10 km <sup>3</sup>
AD936 + 8 - 6	白頭山	7	83 - 117 km <sup>3</sup>
AD1783	ラキ(アイスランド)	6	
AD1815	タンボラ(インドネシア)	7	200 km <sup>3</sup>
AD1883	クラカタウ	6.5	21 km <sup>3</sup>

AD1991	ピナトゥボ（フィリピン）	6	10 km <sup>3</sup>
--------	--------------	---	--------------------

## 第5 日本における火山活動は1000年に一度の活動期を迎えており、火山活動の確率的評価においても、このことを考慮しなければならないこと

### 1 日本列島は1000年に一度の火山活動期を迎えている

火山学においては、地震が噴火の遠因になるという仮説も指摘されているところであるが、東北地方太平洋沖地震や近年の地震・火山活動から連想されるのは、平安時代初期の864年（貞観6年）から866年（貞観8年）にかけて発生した、富士山の大規模な噴火活動、いわゆる貞観噴火である。その火山排出物は1.4 km<sup>3</sup>とされる。

東北地方太平洋沖地震は、869年（貞観11年）に起きた貞観の地震・大津波の再来ともいわれている。

日経サイエンス特集「震災と原発」（甲D151）には、この平安時代の1000年以上前の「国史が語る大地動乱」がまとめられている。例えば、2015年1月31日日経新聞（甲D152）は次のように報じている。

「国内の火山活動が活発さを増している。2014年9月に起きた御嶽山の噴火は死者・行方不明者が63人と戦後最悪の火山被害で、小笠原諸島の西之島も1年以上噴火しながら島を拡大し続けている。11年3月の東日本大震災以降、日本列島が火山の活動期に入ったと考える研究者は少なくない。

14年は阿蘇山（熊本県）や口永良部島（鹿児島県）も噴火、桜島や西之島も年間を通じて活発な噴火活動を続けた。草津白根山（群馬県）や吾妻山（福島県）、十勝岳（北海道）では噴火こそ起きていないが、火山性微動などが盛んになり噴火警戒レベルが引き上げられた。11年に新燃岳（宮崎・鹿児島県境）が噴火した霧島山でも、新燃岳とは別にえびの高原に噴火警戒レベル2に相当する火口周辺への立ち入り規制が設けられた。

日本列島の歴史を振り返ると大規模な火山噴火や巨大地震が集中する時期がある。江戸時代中期の18世紀に、富士山の宝永噴火（1707年）をはじめ北海道・樽前山（1739年）や桜島の安永噴火（1779年）、浅間山の天明噴火（1783年）など大規模な噴火が続いた。山体崩壊による津波で火山災害としては歴史上最も多い約1万5000人の犠牲者を出した雲仙岳（長崎県）の噴火も1792年だ。

この時期の地震では富士山の宝永噴火の49日前に起きた宝永地震がマグニチュード（M）9前後と推定され、現在想定される南海トラフ地震と震源が重なると考えられている。他にも1703年に関東地方をおそった元禄地震などM8前後の地震がいくつも発生した。

東日本大震災と震源域が同じM9クラスの巨大地震と考えられる貞観地震（869年）や南海トラフが震源と考えられる仁和地震（887年）が起きた9世紀はさらに活発だ。864年には富士山が青木ヶ原樹海をつくった貞観噴火があり、同年に阿蘇山も噴火。前後して鳥海山（山形・秋田県境）や伊豆大島（東京都）も噴火したほか、886年には伊豆諸島の新島（同）が大規模な噴火を起こし伊豆半島にまで多くの火山灰を降らせた記録が残る。10世紀に入って間もない915年の十和田（青森・秋田県境）の大噴火は歴史に記録された噴火では最大規模とされる。」

「過去の記録も踏まえて最近の火山活動の活発化は『東日本大震災が起きたことが示しているように日本列島が活動期に入ったためではないか』（火山噴火予知連絡会会長である東京大学名誉教授の藤井敏嗣<sup>1</sup>さん）と考える研究者は多い。9世紀や18世紀のように火山の大規模な噴火や強い地震が頻繁に起きる危険性があるというわけだ。

火山の噴火と地震の連動性について科学による明確な説明ができるわけではないが、富士山の宝永噴火をはじめ巨大地震と前後して火山が噴火する例は世

---

<sup>1</sup> 肩書は書籍の作成当時のもの。

界でも多い。史上最大のM9.5を記録した1960年のチリ地震が発生した2日後に、チリのコルドンカウジェ火山が噴火した例は有名だ。地震が起きると地下にたまったマグマに加わる圧力が下がって上昇を始めたり、逆に地殻がひずんだ圧力でマグマが押し出されたりするのではないかと考えられている。

日本の火山活動は地震を引き起こす原因と考えられる海洋プレート（岩板）の動きと関係が深い。火山の多くは海洋プレートが日本列島の下に沈みこみ、深さが地下100kmに達する付近の真上に集中している。この『火山フロント』と呼ばれるラインは、北海道から東北を経て伊豆半島から小笠原諸島へと抜ける東日本のラインと、沖縄から九州を縦断して中国地方の日本海側へと至る西日本のラインにわかれる。ラインはそれぞれ太平洋プレートとフィリピン海プレートの沈み込みに対応している。

日本列島のように海洋プレートが沈みこむ場所で火山の源になるマグマができる仕組みは複雑だ。ハワイのキラウエア火山のようにホットスポットと呼ばれるような場所のマグマは、地下深くから上昇してきた高温のマントルが、浅い場所で圧力が下がるために溶けてできる。だが日本では冷えた海洋プレートがマントルの中に沈みこむため、単純にプレートやマントルが高温で溶けることはない。一定の条件を満たす地下深くで海洋プレートに含まれる水がしみ出し、周囲のマントルやプレートに混じることでマントルなどが溶けやすくなってマグマができる。

一方の海溝型とよばれる大地震は、沈む海洋プレートに引きずられた地殻が元に戻ろうとして起こる。藤井さんは『巨大地震が起きる時期は地殻が異常な状態になり、地震や噴火として現れるのかもしれない』と説明する。東日本大震災前後の地震や火山の状況は9世紀に似ていると指摘する研究者もいる。

このように、日本列島は、東北地方太平洋沖でのM9の巨大地震が起きたことにより、1000年に一度とされるような、段階を画する地震・火山爆発の

多発期に突入しており、過去の地震発生・火山爆発の通常の頻度を大きく上回るリスクを予想して対応しなければならない状況に立ち至っている。

## 2 地震・火山列島になぜ原発を建ててしまったのか

原発震災の発生を予見し、警鐘を鳴らし続けた地震学者の石橋克彦氏は、地震火山列島になぜ原発を建ててしまったのかについて、次のように説明している（甲D153・126頁）。

「地震列島の海岸に54基もの大型原子炉を並べることがどんなに危ういことか、人としての理性と感性があればわかるはずだ。」

「日本の既存原発は、建設ラッシュが始まった1960年代後半から70年代前半が、現代地震学の誕生・普及前夜で、かつ日本列島の地震活動静穏期だったために、多くが活断層やプレート境界巨大断層の直近に建てられ、古い地震学にもとづいて地震と地震動と津波が甘く想定された。」

ここで、石橋教授の言う地震、津波に火山を付け加えることが許されるであろう。原発の建設を議論した時期が、日本列島の地震・火山活動の静穏期だったということが、このような誤った政策がとられた背景となっている。本件原発について、火山の影響を論ずるにあたって、火山活動の基礎知識と火山活動が我々の市民生活に如何に大きな影響を与えてきたかについて、本準備書面において述べた、歴史的考察は欠かすことができないと考える。