

六ヶ所再処理施設 行政処分取消訴訟

# 準備書面 (202) ~ (204) の口頭説明

## 火山事象に対する安全の欠如

---

2024.3.22 Fri  
青森地方裁判所

原告ら訴訟代理人弁護士 中野 宏典

- 1 準備書面（202） 主に争点Ⅲについて
- 2 準備書面（203） 争点Ⅳについて

# 1 準備書面（202） 主に争点Ⅲについて

---

## 準備書面（202）の内容（目次）

## 第1 はじめに

## 第2 降下火砕物の特徴と原子力施設に対する影響

- 1 降下火砕物の特徴と被害の波及イメージ
- 2 長期の外部電源喪失と復旧の困難性
- 3 外部からのアクセス制限事象の発生及び復旧の困難性
- 4 非常用DGの機能喪失
- 5 中央制御室等への侵入（換気系）
- 6 コントロール建屋等への侵入と電装系への付着（電気系・計装制御系）
- 7 まとめ

## 第3 争点Ⅲ③ 気中降下火砕物濃度想定に関する基準の存在しないし不合理性

- 1 被告の主張 (1)
- 2 自然現象の「想定」は設計の前提であること
- 3 気中降下火砕物濃度は「設計」にも用いられること
- 4 段階的安全規制は希薄化していること
- 5 後藤政志意見書における指摘（要旨） (2)
- 7 まとめ

## 第4 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

- 1 令和元年火山ガイドの定めに沿った評価の流れ
- 2 火山ガイドの変更により、噴火可能性評価から、特定の火山事象の発生可能性評価へと後退したこと (3)
- 3 巨大噴火に至らない規模の噴火を考慮しないこと
- 4 巨大噴火以外の噴火に関する噴火規模想定への誤り
- 5 被告の主張に対する反論

## 第5 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 (4)

- 1 降下火砕物の気中濃度に関する平成29年火山ガイド改正の経緯
- 2 推定手法自体が持っている不定性 (5)
- 3 「3.1の手法」及び「3.2の手法」は保守的なものとはいえないこと
- 4 いずれか一方を採用するという基準は不合理であること
- 5 降下火砕物検討チームにおける専門家の意見を捻じ曲げていること
- 6 まとめ

(1) 自然現象の想定は指定変更許可処分段階における判断事項であること

(2) 後藤政志意見書における指摘(要旨)

(3) 影響評価に関する火山ガイドの改悪

(4) 降下火砕物の気中濃度に関する平成29年火山ガイド改正の経緯

(5) 気中濃度推定手法自体が持っている不定性

**争点Ⅲ③ 気中降下火砕物濃度に関する設計基準の不存在**

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) 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) 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	本書面

## 段階的規制と気中降下火砕物濃度の想定

- ▶ 設計から運転に至る過程を段階的に区分し、それぞれの段階に対応した許認可等の規制手続を要求し、これらを通じて原子炉の利用に係る安全確保を図るもの(原規委『実用発電用原子炉に係る新規規制基準の考え方について』・p9)

問題の区分		対応する段階
① 敷地にどの程度の濃度の降下火砕物が到来するかという問題	基本設計	事業指定（変更許可）
② ①の濃度に対して、どのような設計で対応するかという問題。	詳細設計	工事計画（変更）認可
③ ①の濃度に対して、どのような運用で対応するかという問題。	運用	保安規定（変更）認可

準備書面(202)・p46 図表13

**到来濃度の想定は、運用（保安規定）の問題なのか？**

指定変更処分に係る法令の定め

指定変更許可処分

炉規法44条の4の3Ⅰ、Ⅲ

指定処分の要件を準用

炉規法44条の2Ⅰ④「**災害の防止上支障がないものとして規則で定めるもの**」

指定基準規則

9条Ⅰ「想定される自然現象が発生した場合においても**安全機能を損なわないものでなければならない**」

規則の解釈

9条Ⅱ 想定される自然現象に「**火山の影響**」が含まれる

火山影響評価ガイド

法令ではなく、火山影響評価方法の一例ではあるものの、**実際に**本件の審査において**参照された基準**である

2013（H25）.6.19

火山ガイド制定

甲D203

2017（H29）.11.29

火山ガイド改正（**気中濃度部分の改正**）

甲D340

2019（R1）.12.18

火山ガイド改正（**立地評価部分の改正**） ←本件で用いられた基準

甲D338

自然現象を「**想定**」し、想定自然現象に対して**安全機能を損なわない**ことの確認を求めている



火山ガイドも、「運用」だけでなく、「設計」による対応を求めていること

## 火山ガイド・添付1 『気中降下火砕物濃度の推定手法について』 1項

### 不確実だから設定が困難？ 困難なら設定しなくてよい？

報告の中で、降下火砕物濃度の推定に必要な実測値（観測値）や理論的モデルは大きな不確実さを含んでおり、基準地震動や基準津波のようにハザード・レベルを設定することは困難であることが示された。（注釈-1）

そこで、総合的判断に基づき気中降下火砕物濃度を推定する手法を本文に示す。本手法により推定された気中降下火砕物濃度は、設計及び運用等による安全施設の機能維持が可能かどうかを評価するための基準として用いる。

運用だけでなく設計でも用いる

【注釈-1】ハザード・レベルとは、自然現象の影響を考慮する際に想定する水準である。設定に当たっては、既往最大の実測値（観測値）や検証された理論的モデル評価などを用いる。

**敷地にどの程度の濃度の降下火砕物が到来するかは、設計の前提であり、基本設計の問題であること**

問題の区分		対応する段階
① 敷地にどの程度の濃度の降下火砕物が到来するかという問題	基本設計	事業指定（変更許可）
② ①の濃度に対して、どのような設計で対応するかという問題。		詳細設計
③ ①の濃度に対して、どのような運用で対応するかという問題。	運用	保安規定（変更）認可

準備書面(202)・p46 図表13 加筆

**到来濃度の想定は基本設計（事業指定）の問題**

(1) 自然現象の想定は指定変更許可処分段階における判断事項であること

(2) 後藤政志意見書における指摘(要旨)

(3) 影響評価に関する火山ガイドの改悪

(4) 降下火砕物の気中濃度に関する平成29年火山ガイド改正の経緯

(5) 気中濃度推定手法自体が持っている不定性

後藤政志意見書（準備書面（202）・p48-、甲D431）

意見書

～火山影響評価に関する不当性～

2023（令和5）年8月21日

名古屋地方裁判所 御中

住 所 神奈川県茅ヶ崎市下町屋 2-9-13

氏 名 後 藤 政 志



- ▶ 後藤政志氏は、東芝で原発の設計にも関わっていた技術者であり、技術と安全に関する専門家。
- ▶ 本意見書は、原発の安全規制に関し、火山事象規制の杜撰さ、不合理性についての意見書であり、名古屋地裁に提出されたものではあるが、再処理施設たる本件の安全規制にも基本的に妥当する。

甲D431・p1

## 設計条件が検証等によって示されていないこと（準備書面（202）・p49-50）

## 2.5 設計条件の重要性と欠落

原発の事故対策において最も重要なことは、設計上装置として組み込むことであるが、どのグレードにするかに関わらず「設計条件」の設定をしなければならない。当該装置の設計条件として、圧力や温度、放射線量はじめ、周囲の環境条件を設定しなければ、「装置が作動できるか保証できない」し、「人が作業できる環境であるかどうか分からない」ことになる。

火山の影響に関して、広い意味の設計条件として、例えば火山灰が降り注ぐ原発内外の状況が原子力発電所全体あるいは様々装置類にどのような不具合やダメージを与えるかなど、何も評価されていない。

適切な設計基準の設定を放棄したこと (準備書面 (202) ・p50-53、甲D431・p13-14、p18-19)

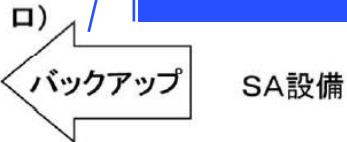
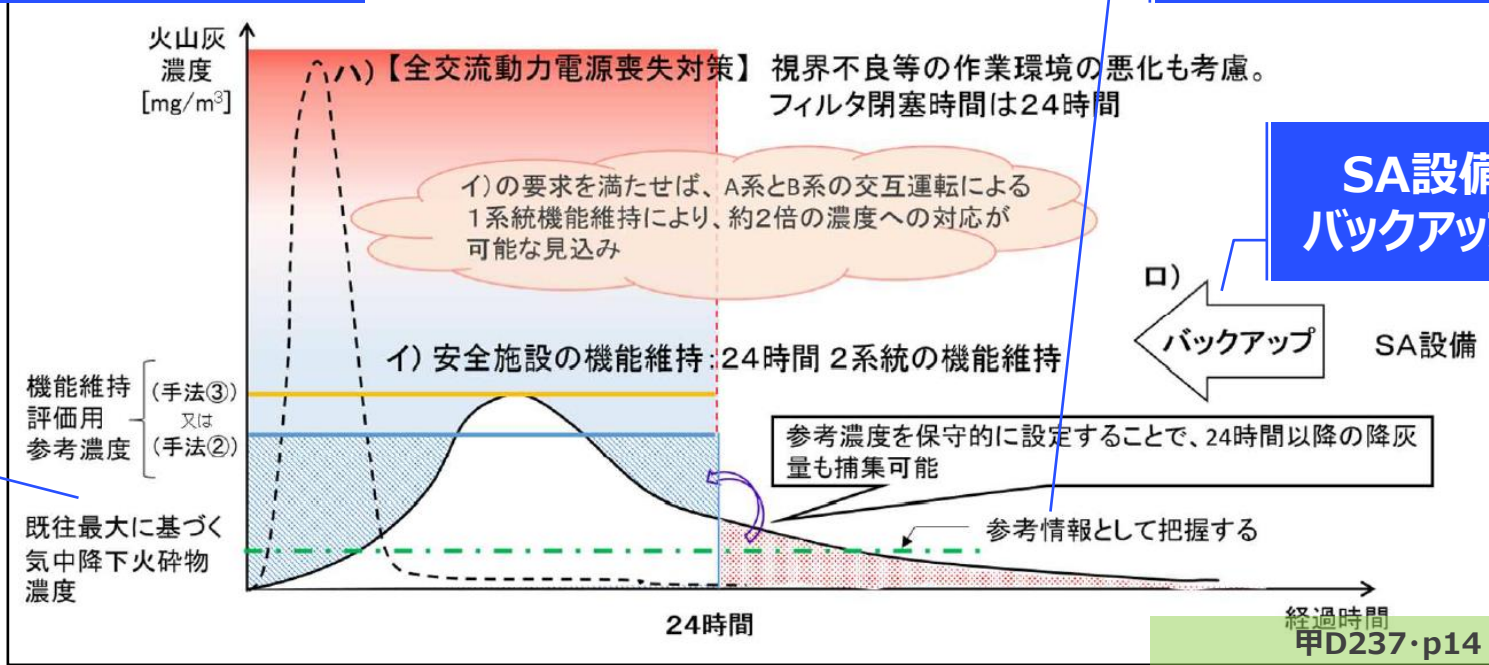
2017(平成29)年7月19日 原規委第25回会合資料2 『発電用原子炉施設に対する降下火砕物の影響評価に関する検討結果及び今後の予定について』

設計基準と参考濃度のダブル・スタンダード

気中降下火砕物に対する規制上の考え方(案)

設計基準は参考情報

SA設備によるバックアップに期待





段階的規制の枠組み、深層防護に反すること（準備書面（202）・p53-55）

## 「後段否定」とは

レベル1 原発に異常を発生させないこと

レベル2 異常が発生しても事故に拡大させないこと

レベル3 事故が発生しても  
放射性物質が外部に放出する事態に発展させないこと

レベル4 放射性物質が外部に放出する事態になっても  
異常な放出に発展させないこと

レベル5 異常な放出に発展しても  
公衆に対する放射線被害を回避すること

### 【後段否定】

レベル4の防護が機能することに期待して、レベル3の防護対策（想定）を緩めてはならない  
（＝背水の陣のつもりで対策せよ）

▶ レベル4の、SA設備によるバックアップに期待して、レベル3までの対策（設計段階における対策）をおざなりにすることは、深層防護の考え方（特に、後段否定の考え方）に明確に反する。

(1) 自然現象の想定は指定変更許可処分段階における判断事項であること

(2) 後藤政志意見書における指摘(要旨)

(3) 影響評価に関する火山ガイドの改悪

(4) 降下火砕物の気中濃度に関する平成29年火山ガイド改正の経緯

(5) 気中濃度推定手法自体が持っている不定性



## 争点Ⅲ① 巨大噴火に至らない噴火規模に関する基準の不合理性

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) 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) 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	本書面

## 争点Ⅲ① 火山ガイドの定めと評価（準備書面（202）・p56-57）

5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価  
(略)

ただし、降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物が降下するものとする。なお、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は考慮対象から除外する。

また、降下火砕物は浸食等で厚さが小さく見積もられるケースがあるので、文献等も参考にして、第四紀火山の噴火による降下火砕物の堆積量を評価すること。（解説-17）

甲D338・p11 加筆

原則

敷地及びその周辺調査から求められる最大の降灰 = 十和田八戸テフラ（**To-HP**）  
北八甲田では、甲地軽石（**WP**）

例外

噴出源である火山事象 = **To-HP**が運用期間中に発生する可能性が十分小さい⇒除外  
**To-HP**以外で敷地及びその周辺調査で確認できる降灰 = 十和田中掬テフラ（**To-Cu**）

特定の噴火規模の火山事象だけを  
例外的に除外できる規定となっている

## 本件火山ガイドと旧火山ガイドとの比較

本件火山ガイド

## 5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価

(略)

ただし、降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物が降下するものとする。なお、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は考慮対象から除外する。

また、降下火砕物は浸食等で厚さが小さく見積もられるケースがあるので、文献等も参考にして、第四紀火山の噴火による降下火砕物の堆積量を評価すること。（解説-17）

甲D338・p11 加筆

## 6. 原子力発電所への火山事象の影響評価

(略)

ただし、降下火砕物に関しては、火山抽出の結果にかかわらず、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物が降下するものとする。なお、敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物で、噴出源が同定でき、その噴出源が将来噴火する可能性が否定できる場合は考慮対象から除外する。

また、降下火砕物は浸食等で厚さが低く見積もられるケースがあるので、文献等も参考にして、第四紀火山の噴火による降下火砕物の堆積量を評価すること。（解説-14）

甲D203・p11 加筆

旧火山ガイド

本件火山ガイドと旧火山ガイドとの比較

旧火山ガイド	本件火山ガイド
火山抽出の結果にかかわらず	(削除)
敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物で、	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 <b>火山事象</b> が
<b>噴出源</b> が同定でき、	噴出源である <b>火山事象</b> が同定でき、
その <b>噴出源</b> が	これと同様の <b>火山事象</b> が
<b>将来噴火する可能性</b> が	原子力発電所の <b>運用期間中に発生する可能性</b> が
<b>否定</b> できる場合	<b>十分に小さい</b> 場合

準備書面(202)・p59 図表17

噴出源…火山噴出物が噴出した源である**火山**ないし火口を指す言葉。  
 特定の火山事象を指す言葉ではない。

## 火山噴火予測の現状-特に噴火規模の予測は困難であること（争点 I ③と同様）

## 火山噴火予知研究の現状と目標

## 火山噴火予測の5要素

時期, 場所, **規模**, **様式**, **推移**

## 【噴火予測の発展】

段階1. 観測により, 火山活動の異常が検出できる.

気象庁噴火警戒レベル

段階2. 観測と経験則により, 異常の原因が推定できる(経験的予測).

噴火シナリオに基づく噴火予測

段階3. 現象を支配する普遍的な物理法則が明らかにされており, 観測結果を当てはめて, 将来の予測ができる.

中田節也・東京大学名誉教授

「噴火の予測には五つの要素があって、時期と場所、それから、規模、様式、推移という、そういう五つの要素があるわけですがけれども、…（略）…**噴火の規模**、様式、…（略）…それから、どういう順番で起こるかというのが推移です。**どういう大きさで起こるか**というのが規模ですがけれども、その三つについては、**我々はまだできていない**と考えています。」

「最近の噴火のどれをとってみても、**ある程度失敗**をしているというのが実情です。というのは、それぐらい**完全には予測ができていない**ということです。」

(1) 自然現象の想定は指定変更許可処分段階における判断事項であること

(2) 後藤政志意見書における指摘(要旨)

(3) 影響評価に関する火山ガイドの改悪

**(4) 降下火砕物の気中濃度に関する平成29年火山ガイド改正の経緯**

(5) 気中濃度推定手法自体が持っている不定性

## 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

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) 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) 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	本書面



当初は全国一律で約3[mg/m<sup>3</sup>]であったこと（準備書面（202）・p69-73、p76-77）

観測値		住民側の主張	宮崎支部決定	広島地裁決定
アイスランド エイヤハトラ 氷河噴火 3.241[mg/m <sup>3</sup> ]	①層厚	5mm⇔150mm	触れず	○
	②粒径	10μm⇔火山灰2mm以下	○	○
	③時期	3週間以上経た再飛散値	○	○



観測値		住民側の主張	宮崎支部決定	広島地裁決定
アメリカ セントヘレンズ 火山噴火 33.4[mg/m <sup>3</sup> ]	①層厚	8mm⇔150mm	触れず	触れず
	②粒径	10μm以下が90%以上	検討チーム第1回会合・石峯発言	
	③時期	当日の24時間平均	-	-
	④機器	測定器の限界	検討チーム第1回会合・石峯発言	



年月日	出来事等	濃度	備考
H25.6.19	火山ガイド策定	一律3mg/m <sup>3</sup>	事業者は、他に適切な例がないことを理由に、無批判にヘイランド観測値を採用。 →原規委もごまかしを見抜けず了承。
H28.4.6	宮崎支部決定	33mg/m <sup>3</sup>	ヘイランド観測値は過小の疑い。ヤキマ観測値は過小と認定せず。
H28.4	電中研報告	1g/m <sup>3</sup>	富士宝永噴火の際の横浜地区（16cm）における推定値。
H28.10.5	第35回原規委	3mg/m <sup>3</sup> は過小	美浜原発に関するパブコメで、ヘイランド観測値の妥当性に疑問を呈する意見が寄せられ、ヤキマ観測値による再確認を事業者を指示する旨回答する。
H28.10.19	第21回技術情報検討会	1g/m <sup>3</sup> ?	電中研報告が、新知見として、初めて議論される。
H28.10.26	第40回原規委	33mg/m <sup>3</sup> は過小?	電中研報告は妥当ではない疑いがあるが、ヤキマ観測値も過小の可能性があり、事業者からヒアリングをすること、ガイド改正を踏まえた検討を行うことを明示。
H28.11.16	第43回原規委	33mg/m <sup>3</sup> は過小	事業者からのヒアリングによりヤキマ観測値での安全を確認。電中研報告の妥当性確認とガイド改正を踏まえた検討を行うことを明示。
H29.1.25	第57回原規委	33mg/m <sup>3</sup> は過小	降下火砕物検討チームを設け、濃度の評価・推定手法について考えをまとめ、規制基準等への反映に関する検討を開始。
H29.3.29	第1回検討チーム	一例2~5g/m <sup>3</sup>	①②③の推定手法が示される。山元氏から、電中研報告の1g/m <sup>3</sup> は変な数字ではない、ヤキマ観測値は全く参考にならないとの指摘。
H29.3.30	広島地裁決定	33mg/m <sup>3</sup>	電中研報告は妥当でない疑いがあるから、ヤキマ観測値でかまわないと認定。
H29.5.15	第2回検討チーム	一例2~5g/m <sup>3</sup>	気中濃度は1~2日程度数g/m <sup>3</sup> が継続するというのが常識的な数値であると確認。 ②と③の手法で推定する方向性を確認。
H29.6.22	第3回検討チーム	一例2~5g/m <sup>3</sup>	電事連から出された各事業者の評価（②と③の手法）は概ね1~4g/m <sup>3</sup> 。
H29.7.19	第25回原規委	概ね1~4g/m <sup>3</sup>	検討チームでは両方を前提に議論されていたにもかかわらず、②の手法か③の手法のいずれか一方でよいとされた。
H29.7.21	松山地裁決定	33mg/m <sup>3</sup>	電中研報告は妥当でない疑いがあるから、ヤキマ観測値でかまわないと認定。
H29.11.29	第52回原規委	概ね1~4g/m <sup>3</sup>	火山ガイドの改正を了承。
H29.11.29	火山ガイド改正	概ね1~4g/m <sup>3</sup>	3.1の手法と3.2の手法のいずれか一方で算出すればよいとされた。

「他に適切な例がない」  
では安全とは限らない

宮崎支部決定が  
不当だったことが明らかに

火山ガイドの改正に  
向けた取組み開始

裁判所だけが  
ヤキマ観測値を正当化

降下火砕物検討チームの推定方法の結果は常識的に起こり得るものであること（準備書面（202）・p74-75）

降下火砕物検討チーム第2回（甲D238・p25）

「やはり降灰の量からあまり常識、常識的というのは何が常識かという話がありますけど、**常識的な範囲内でのやっぱり想定をするべきではないか**というふうに今考えるのが、この資料で言いたいことです」

× 保守的な設定

○ 「常識的」

∴ **十分起こり得るもの**

降下火砕物検討チーム第2回（甲D238・p27）

「この考え方で**一番大事な結論**といいますか、シミュレーションをやった結論というのは、この15頁の計算結果の一番下を書いてある『**いずれの条件においても、気中濃度は1～2日程度数g/m<sup>3</sup>が継続する**』、これですかね」



安池由幸・安全技術管理官付専門職



石渡明・原規委委員

- (1) 自然現象の想定は指定変更許可処分段階における判断事項であること
- (2) 後藤政志意見書における指摘(要旨)
- (3) 影響評価に関する火山ガイドの改悪
- (4) 降下火砕物の気中濃度に関する平成29年火山ガイド改正の経緯
- (5) 気中濃度推定手法自体が持っている不定性

## 火山ガイドの定め

### 3. 気中降下火砕物濃度の推定手法

原子力発電所において想定される気中降下火砕物濃度は、以下に記す 3.1 又は 3.2 の手法により推定する。

3.1 降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法

3.2 数値シミュレーションにより気中降下火砕物濃度を推定する手法

なお、3.1 の推定手法では、降下火砕物の粒径の大小に関わらず同時に降灰が起こると仮定していること、粒子の凝集を考慮しないこと等から、3.2 の推定手法では、原子力発電所への影響が大きい観測値に基づく気象条件を設定していること等から、いずれの推定値も実際の降灰現象と比較して保守的な値となっている。このため、3.1 又は 3.2 のいずれかの手法により気中降下火砕物濃度を推定する。



## Tephra2 ユーザーマニュアル (準備書面 (202) ・p79-81)

## Tephra2 Users Manual

Spring 2011

甲D437の2、p4-7

- ▶ **Tephra2の最小粒度は6Φで、凝集や他の複雑なプロセスを経た粒子はモデル化されていない。**
- ▶ **広範囲に長時間降灰を及ぼす大規模な噴火には不適とされている。**

MAX\_GRAINSIZE (最大粒度) 火山から噴出したテフラの最大粒径 ( $\phi$ )

注: 推奨限界値:  $-6\phi$ 。大きな粒子は噴出口のすぐ近くに着地し、テフラの堆積モデルは失敗することが知られている。

MIN\_GRAINSIZE (最小粒度) 火山から噴出したテフラの最小粒径 ( $\phi$ )

注: 推奨限界値:  $6\phi$ 。凝集や他の複雑なプロセスを経たより小さな粒子は、Tephra2によってモデル化されていない。

Tephra2は現在検証中である。Tephra2によって予測された堆積物の形状は、ニカラグアのセロネグロ火山の堆積物の形状とよく一致している (2011年に Bull Volc.<sup>2</sup>に投稿された Kruse らの論文)。 このモデルを完全に検証するためには、さらなる比較が必要である。

Tephra2モデルは、あらゆるサイズの粒子がプルーム全体で十分に混合されていることを前提としている。

この前提は、プルームダイナミクスの正確な描写ではない可能性がある。

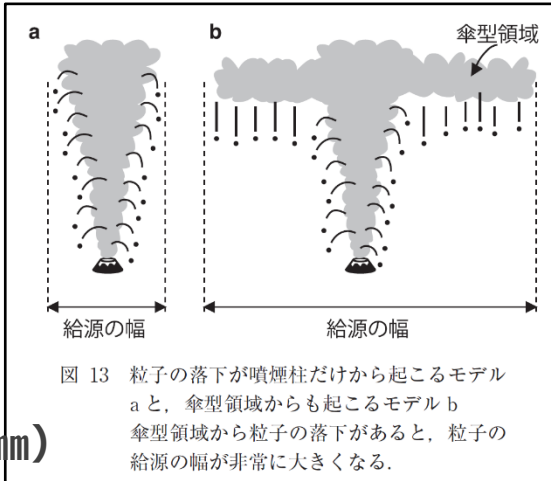
それにもかかわらず、大気を水平面内で一定の値を持つ静的なものとして近似すると、モデルが単純化される。 これは、広範囲に広がったり長時間継続したりしない小規模な噴火には有効である。 より規模の大きい噴火や風の変化が激しい場合には、この大気モデルでは現実をうまく表現できない可能性が高く、これらの場合、Tephra2モデルでは地上でのテフラの質量負荷を正確に予測することはできないと考えられる。

## 萬年一剛「降下火山灰シミュレーションコード Tephra2の理論と現状」(準備書面 (202) ・p81-86)

第四紀研究 (The Quaternary Research) 52 (4) p.173-187 2013年8月

降下火山灰シミュレーションコード Tephra2 の  
理論と現状—第四紀学での利用を視野に  
萬年一剛\*

甲D439・p175、185

ラピリ=火山礫  
ラピリサイズ (粒径 2 ~ 6 4 mm)

さて、傘型領域からの落下という重力流モデルの肝の部分は、Tephra2 に盛り込まれていない (図 13)。我々はこの点こそが、Tephra2 の現時点で最大の問題点であるのと同時に、今後大幅な改善が期待できる点でもあると考える。先に述べた、Tephra2 のインバージョンでは小さい噴火の噴出量と噴煙高度を精度よく決めることに成功したが (Connor and Connor, 2006)、大きな噴火の場合は噴煙高度を決めることがほとんどできなかった (Volentik *et al.*, 2010)。

Tephra2 は風について単純なモデルしか仮定できないが、それが大きな弱点と言えるかというところでもないだろう。なぜならば、火山周辺 100 km のオーダーで風向きが大きく変わるといえるのは考えにくいからである。したがって、100 km のオーダー以下で考える場合 Tephra2 は一定の実用性があると考えるべきである。100 km 以遠にラピリサイズの粒子を飛ばすのはかなりの大噴火であるから、逆に言うと、ラピリサイズの粒子が堆積している範囲について Tephra2 を適用して作業するのはほとんど問題ないと言えるだろう。

これは、大きな噴火の場合、噴煙柱より遙かに幅が大きい傘型領域からもたらされるために (図 13)、噴煙柱の高さを調節するだけでは堆積物の分布を説明できず、拡散係数を大きく動かす必要があるためである。実際、経験的な方法で 36~20 km の噴煙高度があるエクアドル Pululagua 火山の 2450 BP 噴火では、インバージョンにより 92,000 m<sup>2</sup>/s という異常に高い (弱い噴火では普通、数百 m<sup>2</sup>/s としたとき良好な結果を得られる) 値を得ている。

## 浜田信生 地球惑星合同学会ポスター掲示 (準備書面 (202) ・p86-88)

H-CG33-P02 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  
Problems on the volcanic hazard simulation for safety evaluation of the nuclear power plant site

浜田 信生

HAMADA Nobuo

キーワード (Keywords) : Titan2d、Tephra2、茂木モデル (Mogi's Model)



地球惑星合同学会2017  
ポスター掲示

甲D440

## 大規模な噴火に伴う降灰予測への Tephra2 の利用について

Tephra2 は、南フロリダ大学で開発され公開された、移流拡散モデルに基づく、降灰シミュレーションプログラムの一つである。結論から言えば、Tephra2 は、噴火時の気象条件が不明な、比較的小規模な過去の噴火を解析するために、噴煙が拡散降下する過程を単純化した研究用のツールの一つであって、シミュレーションの入力パラメーターの設定は任意性が大きく、将来の大規模な噴火の降灰量を評価予測するだけの精度、信頼度はない。

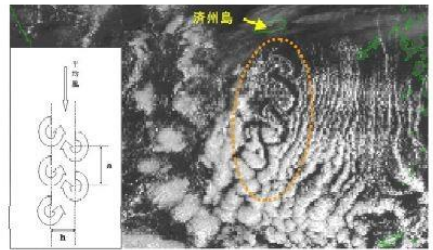
第一の問題は、大規模な濃度の高い噴煙に、はたして移流拡散モデルが適用可能かという問題で、これは Tephra2 に限らず移流拡散モデルを用いた降灰予測プログラムに共通する課題である (新堀、2016)。移流拡散方程式の適用対象は、例えば大気汚染物質や黄砂などに代表される大気に含まれる希釈な物質であって、大気の性質に影響を与えるような濃い物質ではない。大規模な噴火によって大気中に供給される大量の火山灰、火山ガス、熱等は、大気場そのものに影響を与えるはずであるが、VEI5 以上のような大規模な噴火についてその影響はほとんど解明されておらず、評価は今後の課題として残されたままである。

- ▶ 元気象庁の浜田信生氏は、Tephra2について、将来の大規模な噴火の降灰量を評価予測するだけの精度、信頼度はない、と発表している。これに対して学会で反論はない。
- ▶ 理由①：大規模な濃度の高い噴煙 (VEI5以上) に、移流拡散モデルは適用できない。  
←本件で問題となっているTo-HPは**VEI6**



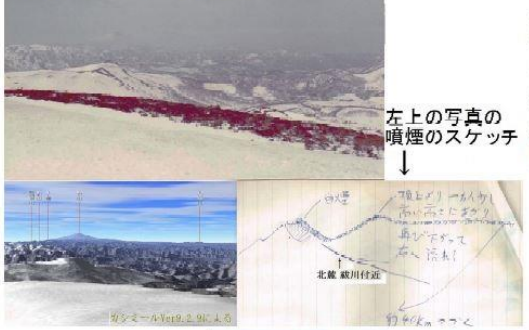
第二の問題は、火山灰の移流拡散について、Tephra2 は大幅に単純化した物理過程を用いていることである (萬年, 2013)。例えば、火山灰の輸送については風向きと風速は各高度で一定と仮定されている。水平方向の拡散は取り入れられているが、垂直方向の拡散は考慮されない。しかし現実の気象場は下の図の例に示すように複雑で、特に独立峰の火山ではその影響は無視できないものと思われる。噴煙が流れる風下に、カルマン渦ができなくとも水平方向の擾乱乱流は発生する。また山岳波 (重力波) は火山灰の上下方向の拡散に影響を与える。このような擾乱の影響は、Tephra2 は勿論のこと、他の降灰予測プログラムでも、大気場の数値モデルがまだ現象を表現するだけの分解能を持たないため事実上考慮されていない。

これほど極端でなくとも、山の背面には水平方向の擾乱も存在する



2005年11月18日09時の可視画像(気象衛星トランス) 気象庁ホームページから

山岳波の影響を受ける島海山 (1974年) の噴煙 (栗駒山からの遠望)



さらに大規模な噴火には付きものの、下図のような巨大な傘状噴煙からの火山灰の落下の過程は、Tephra2 の物理過程には含まれていないため、見積もることが出来ない。傘状噴煙の拡大が止まった段階での傘状噴煙、噴煙柱に含まれている火山灰の三次元的な量的分布が分かれば、それを初期値とした拡散予測は可能であるが、実際には火山灰の分布を即座に把握することは困難である。

甲D440

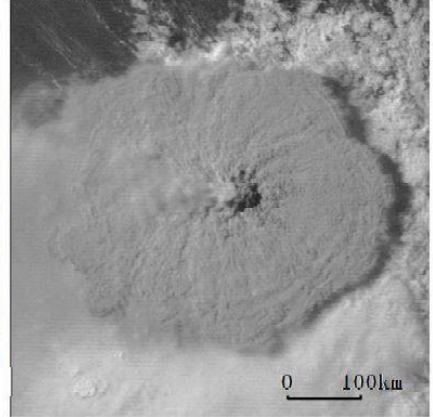
▶ 理由② : Tephra2はぶつり過程を大幅に単純化している。擾乱乱流や傘型噴煙を考慮していない。

※「擾乱」…大気が乱れる現象。  
「乱流」…流体が時間的空間的に不規則に変化する流れ。



The 4 December 2015 paroxysm plume from Mount Etna's Voragine crater, as seen from Duseinò, Messina, at 9:37 Greenwich Mean Time. Wutan Yan, 2016, Can We Predict How Volcanic Ash Disperses After an Eruption? JCOM, 07, No.7, 29.

GMS-VS :GMS-4 1991Y6M15D7h42m53s910 pinatubo火山の噴煙



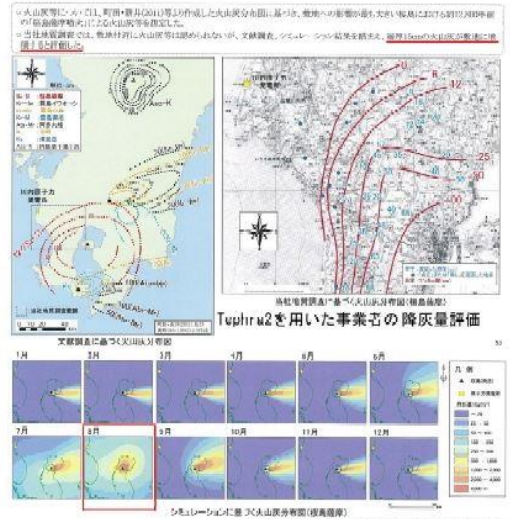
比較的小規模なイタリアエトナ火山の傘状噴煙 (左) と、フィリピンピナツボ火山の巨大な傘状噴煙 (右)



甲D440

第三の問題は、降灰を予測する上で必要な気象条件、噴出物の量や粒度分布などの入力パラメータの推定と設定である。事業者の降灰シミュレーションは多くの場合、影響の大きいと考えられる風向が卓越する月の平均的な風向風速を条件として与えている。しかし平均化した分布によるシミュレーションでは、最悪シナリオのハザードを評価したことにはならない。

▶ **理由③：入力パラメータが保守的ではない。影響が大きい月の平均的な風向風速を条件とするのは、最悪シナリオを評価したことにならない。**



2013年9月25日原子力規制委員会審査資料より

大山の過去の降下堆積物分布 山元(2017)による



左側：九州電力による桜島薩摩噴火相当 (VEI=6) の噴火時の川内原発に於ける降灰予測。東風の多い8月の平均風向、風速を評価に用いている。

中央：大山の噴出物の分布、東風の卓越した時の降下物の分布 (DMP) は、月単位の平均気象条件を用いたシミュレーションの結果とは降灰のパターンは大きく異なっている。

例えば大山 DMP のように東風時に堆積した実際の降灰分布は、事業者の示すようなパターンにはならない。またこの場合、噴出物の量が桜島薩摩噴火の約 1/5 程度であるにもかかわらず火山から桜島-川内原発の距離に相当する 50km 離れた地点で 50cm 近い堆積物が認められる。また須藤他 (2007) による火山灰データベースの表 (左) によれば、薩摩川内市付近での降下火砕物

市町村 コード	都道府県	区郡市町村名	過去1千年				過去1万年				過去10万年				20後降下火山灰全体			
			最大層厚	最高回数	最小層厚	最低回数	最大層厚	最高回数	最小層厚	最低回数	最大層厚	最高回数	最小層厚	最低回数	最大層厚	最高回数	最小層厚	最低回数
46215	鹿児島県	薩摩川内市	11.7804	1	0.0072	1	166.0694	3	26.9178	1	202.6356	9	88.2379	4	385.4512	11	88.2378	4
40206	鹿児島県	阿久根市	0	0	0	0	29.342	1	27.1824	5	148.4246	5	115.1812	4	152.4912	6	118.2088	5
46219	鹿児島県	いちき串木野市	3.3278	1	0.0604	1	49.1749	2	32.4116	1	222.874	7	146.1878	6	227.8863	9	146.7576	6

須藤、猪俣、佐々木、向山(2007)より

の量は過去一万年の期間で最小で 27cm、過去 10 万年の期間では最小 88cm となり、いずれの観測資料に基づく堆積物の厚さの推定量と比較しても、事業者の 15cm という層厚の予測は大幅な過小評価である。



## 2 準備書面（203）争点Ⅳについて

---

## 準備書面（203）の内容（目次）

### 第1 はじめに

### 第2 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

#### 理性

- 1 被告の主張
- 2 甲地軽石の降灰分布 (2)
- 3 50cmを上回る降灰の例
- 4 噴出物量の推定方法と不確実性
- 5 噴火当時の降灰量が重要であること-圧密、侵食・風化 (1)
- 6 まとめ

### 第3 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

- 1 参加人の評価
- 2 密度を小さく設定することによって濃度を小さくみせていること (3)
- 3 粒径分布が実際の現象と比較して大きい方向に偏っていること
- 4 推定に用いた粒径分布は実測値と大きく異なること (4)
- 5 まとめ

(1) 降灰当時の降灰量が重要であること-圧密、浸食・風化

(2) 50cmを上回る降灰の実例

(3) 密度を小さく設定することによって濃度を小さく見せていること

(4) 推定に用いた粒径分布は実測値と大きく異なること



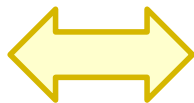
## 争点Ⅳ① 最大層厚の想定に関する基準適合判断の不合理性

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) 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) 本書面

## 重要なのは「降灰当時」の降灰量・層厚であること

現在の層厚と比較しても、「再現性」はない

Tephra2による  
降灰想定 (層厚)



現在における層厚



風化・侵食や圧密の影響で  
堆積当時よりかなり薄くなっている



降灰当時の層厚

降灰当時の層厚と比較して、はじめて「再現性がある」といえる

本件では、甲地軽石 (WP) から、  
既に約27万年も経過

ここで注意する必要があるのは、図に示された火山灰の厚さは現在の地層の厚さであって、降灰当時の厚さではないことです。地表に堆積した直後の火山灰の多くはサラサラしていて粒子同士の間にすき間がたくさんありますが、時間が経つと、自らの重みや、その上に積もった新たな堆積物の重みによって火山灰層は圧縮され、しだいに薄くなっていくからです(火山灰の粒子の大きさや経過時間などの条件にもよりますが、堆積当時の三分の二から半分程度になるともいわれます)。

(1) 降灰当時の降灰量が重要であること-圧密、浸食・風化

(2) 50cmを上回る降灰の実例

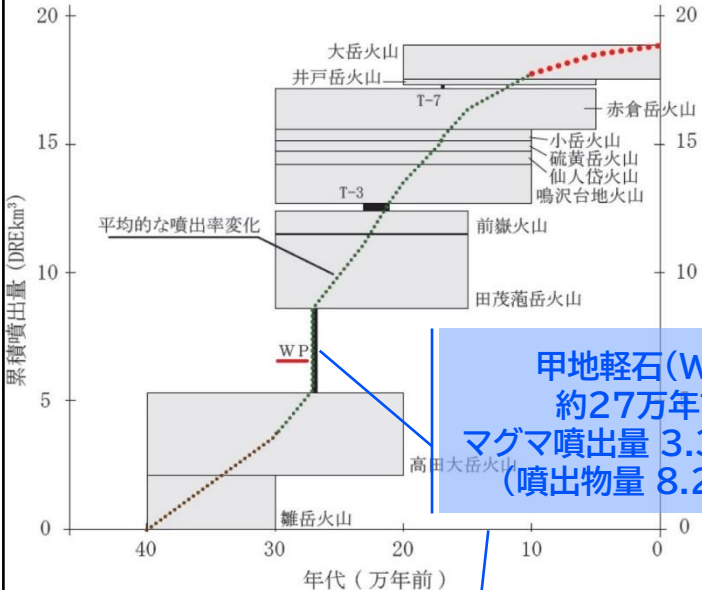
(3) 密度を小さく設定することによって濃度を小さく見せていること

(4) 推定に用いた粒径分布は実測値と大きく異なること



# 甲地軽石 (WP) 噴火

北八甲田火山群の階段ダイアグラム



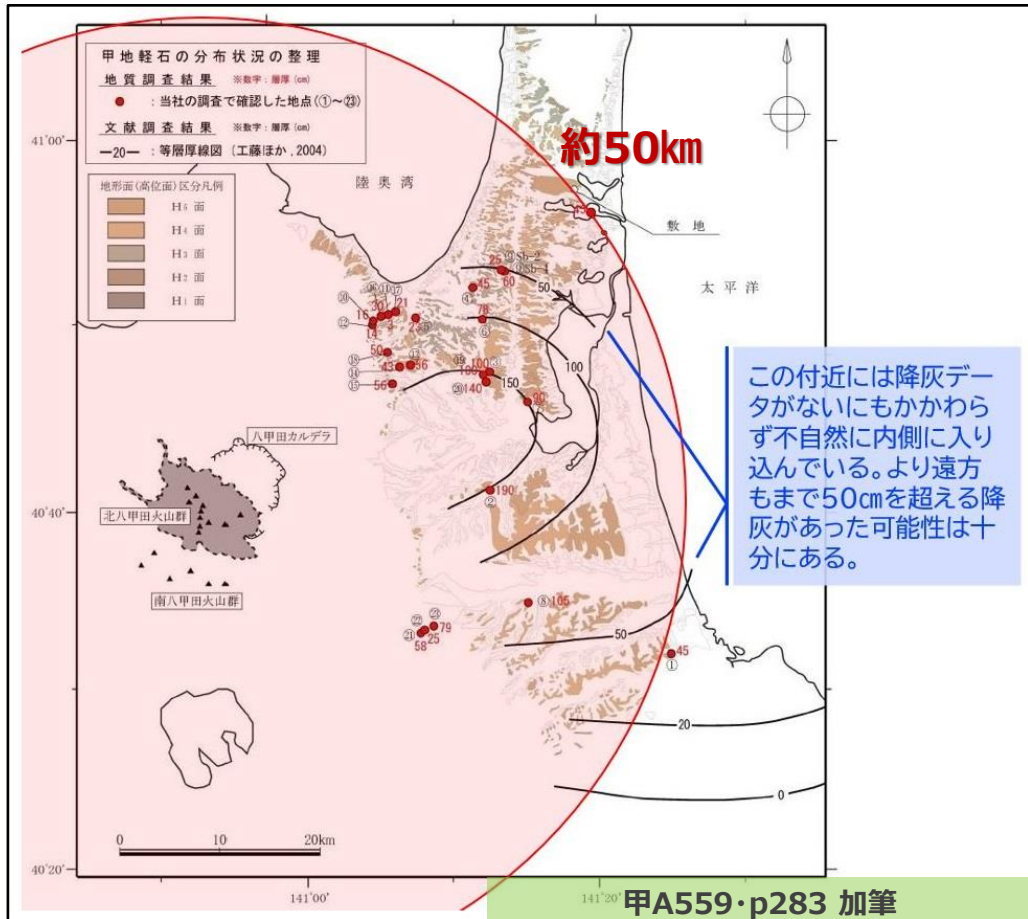
甲地軽石 (WP)  
約27万年前  
マグマ噴出量 3.3DREkm<sup>3</sup>  
(噴出物量 8.25km<sup>3</sup>)

火山体	年代	噴出量	降下火砕物	年代※	噴出量
大岳火山	0.2Ma ~ 現在	1.3DREkm <sup>3</sup>	T-7	0.17Ma	0.1DREkm <sup>3</sup>
井戸岳火山	0.2Ma ~ 0.1Ma 以降	0.25DREkm <sup>3</sup>	T-3	0.23Ma ~ 0.21Ma	0.3DREkm <sup>3</sup>
赤倉岳火山	0.3Ma ~ 0.1Ma 以降	1.6DREkm <sup>3</sup>	甲地軽石 (WP)	0.27Ma	3.3DREkm <sup>3</sup>
小岳火山	0.3Ma ~ 0.1Ma	0.45DREkm <sup>3</sup>			
硫黄岳火山	0.3Ma ~ 0.1Ma	0.43DREkm <sup>3</sup>			
仙人岳火山	0.3Ma ~ 0.1Ma	0.51DREkm <sup>3</sup>			
鳴沢台地火山	0.3Ma ~ 0.1Ma	1.4DREkm <sup>3</sup>			
前嶽火山	0.3Ma ~ 0.15Ma	0.91DREkm <sup>3</sup>			
田茂菴岳火山	0.3Ma ~ 0.15Ma	2.9DREkm <sup>3</sup>			
高田大岳火山	0.4Ma ~ 0.2Ma	3.2DREkm <sup>3</sup>			
雛岳火山	0.4Ma ~ 0.3Ma	2.1DREkm <sup>3</sup>			

※八甲田第2期火砕流堆積物と洞爺火山灰の年代及び堆積物間の土壌層厚からの推定値

噴出物の区分、年代及び噴出量は工藤ほか(2004)に基づき、階段ダイアグラムより算出

甲A559-p89 抜粋・加筆

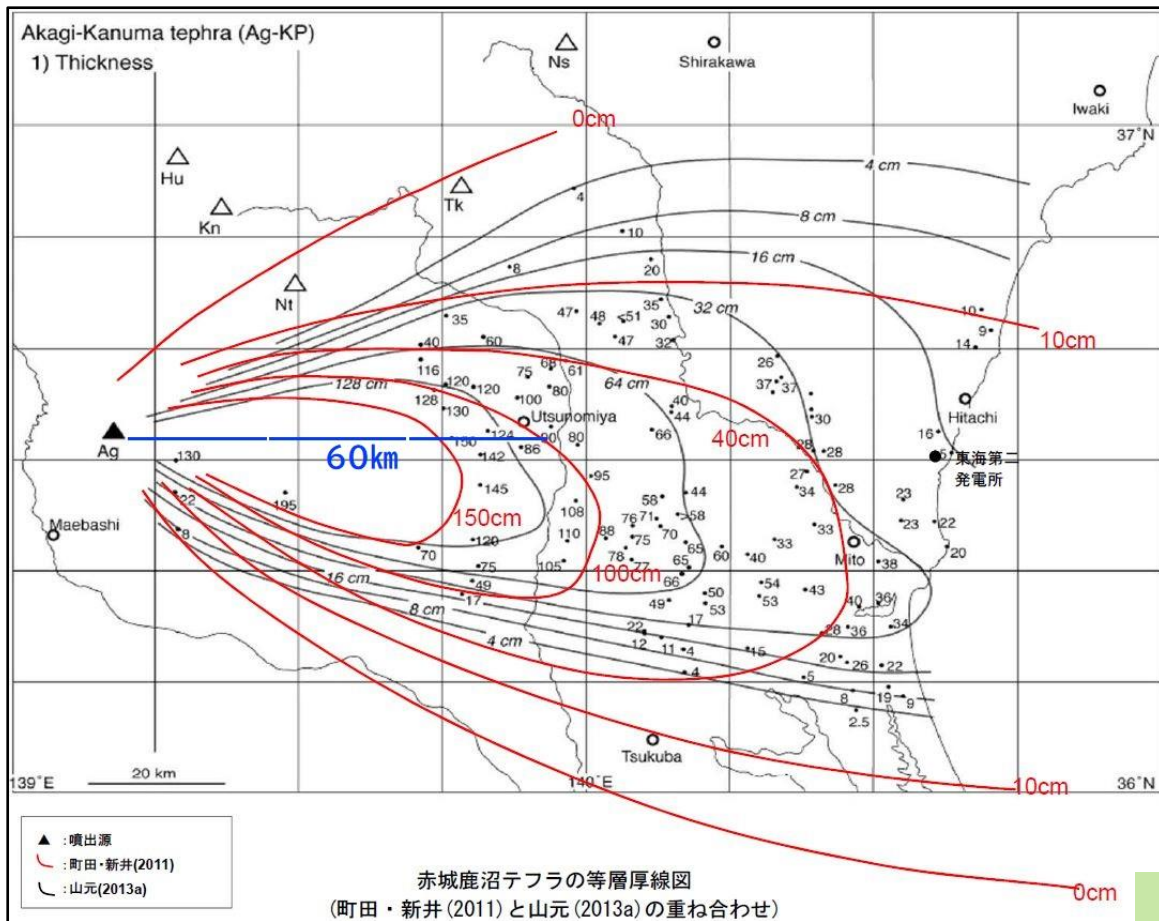


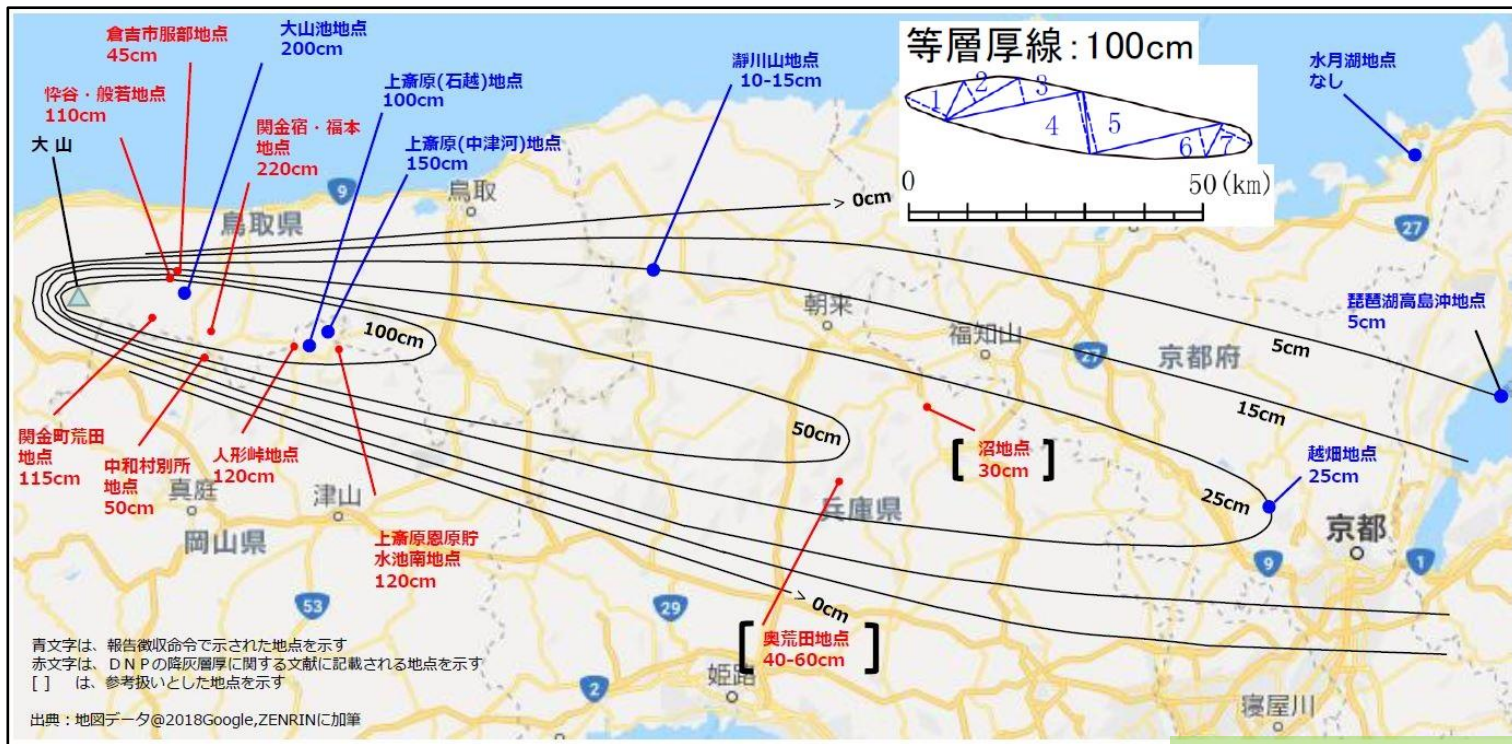
この付近には降灰データがないにもかかわらず不自然に内側に入り込んでいる。より遠方もまで50cmを超える降灰があった可能性は十分にある。

甲A559-p283 加筆

赤城山・赤城鹿沼テフラ (Ag-KP) 噴火-噴出物量約 $5\text{km}^3$ 

- ▶ 赤城鹿沼テフラ (Ag-KP) 噴火は、赤城山における約5万年前の噴火。
- ▶ 50km近い地点で150cm、60km以遠でも100cmの降灰が見られる。
- ▶ 噴出物量は約 $5\text{km}^3$ とされており、甲地軽石 (WP) 噴火の $8.25\text{km}^3$ や、十和田中掬テフラ (To-Cu) 噴火の $6.68\text{km}^3$ よりも小さい。



大山・大山生竹テフラ (DNP) 噴火-噴出物量約11km<sup>3</sup>

準備書面(203)・p12 図表5

- ▶ 大山生竹テフラ (DNP) 噴火は、大山における約8万年前の噴火。
- ▶ 50km以上離れた地点で100cm、120~130km離れた地点で40~60cmの降灰が見られる。
- ▶ 噴出物量は約11km<sup>3</sup>で、甲地軽石 (WP) 噴火の8.25km<sup>3</sup>よりやや大きい。

(1) 降灰当時の降灰量が重要であること-圧密、浸食・風化

(2) 50cmを上回る降灰の実例

(3) 密度を小さく設定することによって濃度を小さく見せていること

(4) 推定に用いた粒径分布は実測値と大きく異なること

## 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存在

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) 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) 本書面



参加人による具体的な濃度算出条件①-降下火砕物密度 = 0.6[g/cm<sup>3</sup>]

	入力条件/計算結果	備考
設計層厚	36cm	Tephra2による計算値に基づき算出
総降灰量 $W_T$	$2.16 \times 10^5 \text{g/m}^2$	設計層厚 × <u>降下火砕物密度0.6g/cm<sup>3</sup></u>
降灰継続時間 t	86400s(24h)	想定噴火である十和田中掬テフラのVEI5規模の事例をCarey and Sigurdsson(1989)より参照。
粒径iの割合 $p_i$	別表1参照	Tephra2による計算値
粒径iの降灰量 $W_i$		式①
粒径iの堆積速度 $v_i$		式②
粒径iの終端速度 $r_i$		Suzuki(1983)参考
粒径iの気中濃度 $C_i$		式③
気中降下火砕物濃度 $C_T$	$3.7 \text{g/m}^3$	式④

甲D438・p73 加筆

- ▶ 十和田中掬テフラ (To-Cu) 噴火の噴出物量6.68km<sup>3</sup>を前提としている。
- ▶ 層厚を修正 (36cm→55cm) する前の値。
- ▶ 降下火砕物の密度を**0.6**[g/cm<sup>3</sup>]と設定している。



## 他の原子力施設との比較 (準備書面(203)・p18-23)

施設	噴火	噴出物量	距離	層厚	密度	濃度
六ヶ所	十和田中楢テフラ	6.68km <sup>3</sup>	66km	36cm	0.6g/cm <sup>3</sup>	3.7g/m <sup>3</sup>
東海第二	赤城鹿沼テフラ	5km <sup>3</sup>	127km	50cm	0.8g/cm <sup>3</sup>	3.5g/m <sup>3</sup>
美浜	大山生竹テフラ	11km <sup>3</sup>	230km	22cm	1.24g/cm <sup>3</sup>	3.91g/m <sup>3</sup>
高浜	大山生竹テフラ	11km <sup>3</sup>	180km	27cm	1.22g/cm <sup>3</sup>	3.78g/m <sup>3</sup>
島根	三瓶浮布テフラ	4.15km <sup>3</sup>	55km	56cm	1g/cm <sup>3</sup>	8.74g/m <sup>3</sup>
伊方	九重第一軽石	6.2km <sup>3</sup>	108km	15cm	1g/cm <sup>3</sup>	3.01g/m <sup>3</sup>
玄海	九重第一軽石	6.2km <sup>3</sup>	139km	10cm	1g/cm <sup>3</sup>	3.8g/m <sup>3</sup>
川内	桜島薩摩	11km <sup>3</sup>	51km	15cm	1g/cm <sup>3</sup>	3.3g/m <sup>3</sup>

▶ 密度を0.6〔g/cm<sup>3</sup>〕とすると、1〔g/cm<sup>3</sup>〕とした場合に比べて、濃度を4割も小さく見せることができる。

甲D456を基に作成

## 一般的な気中降下火砕物の密度

## ○火山灰の密度

火山灰・雪の密度 (g/cm<sup>3</sup>)

項目		アメリカ 地質調査所※	宇井 (1997)	土志田 (2011)	須藤 (2004)	木佐・他 (2012)
火山灰	乾燥状態 (乾燥し締め固められていない)	0.5~1.3	0.4~0.7	—	1程度	1.5
	湿潤状態 (湿りけを帯びて締め固められた)	1.0~2.0	1.2を越えることもある	1.2~ 1.5以上	—	
雪	新雪	0.05~0.07				
	湿りけを帯びた新雪	0.1~0.2				
	固結した雪	0.2~0.3				

▶ 1[g/cm<sup>3</sup>]は標準的な密度の数値。

本来、保守的に考えれば、より大きい数値（最大値）とすべき。

※10cm 堆積時

甲地軽石 (WP) ×密度1[g/cm<sup>3</sup>]での試算

六ヶ所再処理施設 八甲田山・甲地軽石噴火 大気中降下火砕物濃度の試算

【噴出量を8.25km<sup>3</sup>として計算】

## 甲D455 抜粋

日本原燃 (従前) 層厚36cm 密度0.6g/cm <sup>3</sup>	粒径 Φ		-log <sub>2</sub> D	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
	粒径 D		μm	1000-2000	500-1000	250-500	125-250	62.5-125	31.75-62.5	15.875-31.75	7.9375-15.875	
	粒径iの割合 Pi	式	%	0.00013%	7.6%	61.0%	23.0%	7.50%	1.20%	0.0410%	0.0016%	100.343%
	降灰量 Wi	Pi · WT	g/m <sup>3</sup>	2.81E-01	1.64E+04	1.32E+05	4.97E+04	1.62E+04	2.59E+03	8.86E+01	3.46E+00	2.16E+05
	堆積速度 vi	Pi · WT/t	g/s · m <sup>3</sup>	0.00	0.19	1.53	0.58	0.19	0.03	0.00	0.00	
	終端速度 ri	Suzuki1983	m/s	2.80	1.80	1.00	0.50	0.35	0.10	0.03	0.01	
	気中濃度 Ci	vi/ri	g/m <sup>3</sup>	0.000	0.106	1.525	1.150	0.536	0.300	0.039	0.004	3.66

日本原燃 (層厚変更) 層厚55cm 密度0.6g/cm <sup>3</sup>	粒径 Φ		-log <sub>2</sub> D	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
	粒径 D		μm	1000-2000	500-1000	250-500	125-250	62.5-125	31.75-62.5	15.875-31.75	7.9375-15.875	
	粒径iの割合 Pi	式	%	0.00013%	7.6%	61.0%	23.0%	7.50%	1.20%	0.0410%	0.0016%	100.343%
	降灰量 Wi	Pi · WT	g/m <sup>3</sup>	4.29E-01	2.51E+04	2.01E+05	7.59E+04	2.48E+04	3.96E+03	1.35E+02	5.28E+00	3.30E+05
	堆積速度 vi	Pi · WT/t	g/s · m <sup>3</sup>	0.00	0.29	2.33	0.88	0.29	0.05	0.00	0.00	
	終端速度 ri	Suzuki1983	m/s	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	0.10	0.03	0.01	
	気中濃度 Ci	vi/ri	g/m <sup>3</sup>	0.000	0.161	2.330	1.757	0.818	0.458	0.060	0.006	5.59

日本原燃 層厚55cm 密度1g/cm <sup>3</sup>	粒径 Φ		-log <sub>2</sub> D	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
	粒径 D		μm	1000-2000	500-1000	250-500	125-250	62.5-125	31.75-62.5	15.875-31.75	7.9375-15.875	
	粒径iの割合 Pi	式	%	0.00013%	7.6%	61.0%	23.0%	7.50%	1.20%	0.0410%	0.0016%	100.343%
	降灰量 Wi	Pi · WT	g/m <sup>3</sup>	7.15E-01	4.18E+04	3.36E+05	1.27E+05	4.13E+04	6.60E+03	2.26E+02	8.80E+00	5.50E+05
	堆積速度 vi	Pi · WT/t	g/s · m <sup>3</sup>	0.00	0.48	3.88	1.46	0.48	0.08	0.00	0.00	
	終端速度 ri	Suzuki1983	m/s	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	0.10	0.03	0.01	
	気中濃度 Ci	vi/ri	g/m <sup>3</sup>	0.000	0.269	3.883	2.928	1.364	0.764	0.100	0.010	9.32

(1) 降灰当時の降灰量が重要であること-圧密、浸食・風化

(2) 50cmを上回る降灰の実例

(3) 密度を小さく設定することによって濃度を小さく見せていること

(4) 推定に用いた粒径分布は実測値と大きく異なること

## 参加人による具体的な濃度算出条件②-粒径分布

降灰量が同等の場合、粒径が小さいものほど(終端速度が小さいものほど)気中濃度への寄与率は大い

粒径 $i$ $\phi$ ( $\mu\text{m}$ )	-1~0 (1,414)	0~1 (707)	1~2 (354)	2~3 (177)	3~4 (88)	4~5 (44)	5~6 (22)	6~7 (11)	合計
割合 $p_i(\text{wt}\%)$	$1.3 \times 10^{-4}$	7.6	61	23	7.5	1.2	$4.1 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-3}$	100 ※
降灰量 $W_i(\text{g}/\text{m}^2)$	0.28	$1.6 \times 10^4$	$1.3 \times 10^5$	$5.0 \times 10^4$	$1.6 \times 10^4$	$2.6 \times 10^3$	89	3.5	$W_T = 2.16 \times 10^5$ ※
堆積速度 $v_i(\text{g}/\text{s} \cdot \text{m}^2)$	$3.3 \times 10^{-6}$	0.19	1.5	0.58	0.19	$3.0 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-3}$	$4.0 \times 10^{-5}$	—
終端速度 $r_i(\text{m}/\text{s})$	2.8	1.8	1.0	0.5	0.35	0.1	$2.6 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	—
気中濃度 $C_i(\text{g}/\text{m}^3)$	$1.2 \times 10^{-6}$	0.11	1.5	1.2	0.54	0.30	$3.9 \times 10^{-2}$	$4.0 \times 10^{-3}$	$C_T = 3.7$
(参考)噴煙柱 からの降下時 間 $25\text{km}/r_i(\text{h})$	3	4	7	14	20	69	267	694	—

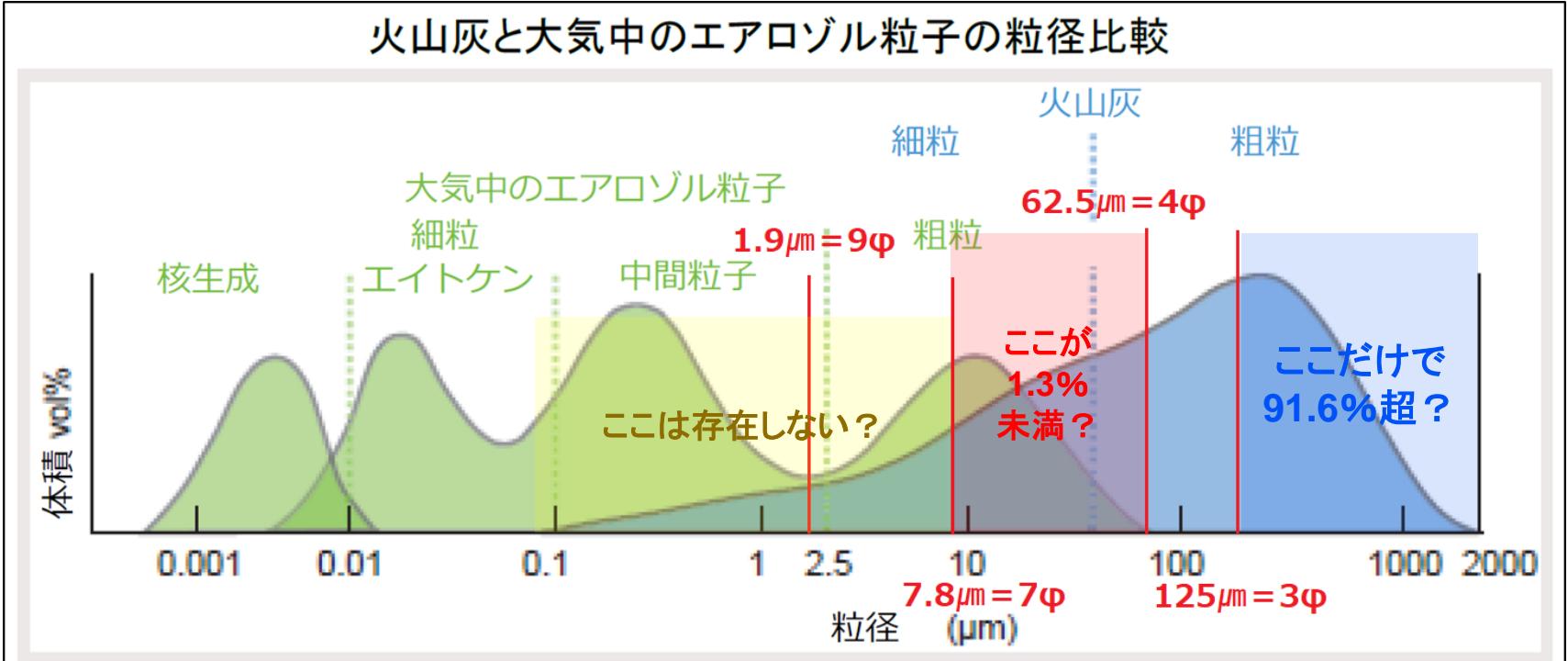
※ Tephra2による計算値は有効数字2桁までしか示されないため、「割合」および「降灰量」の粒径ごとの合計値は、最右列の「合計」と完全には一致しない。

甲D438・p74 加筆

3 $\phi$ (125 $\mu\text{m}$ )までで  
91.6%超

4 $\phi$ (62.5 $\mu\text{m}$ )未満が  
1.3%に満たない

平均的な値 (全粒径) でも4Φ以下が相当存在する

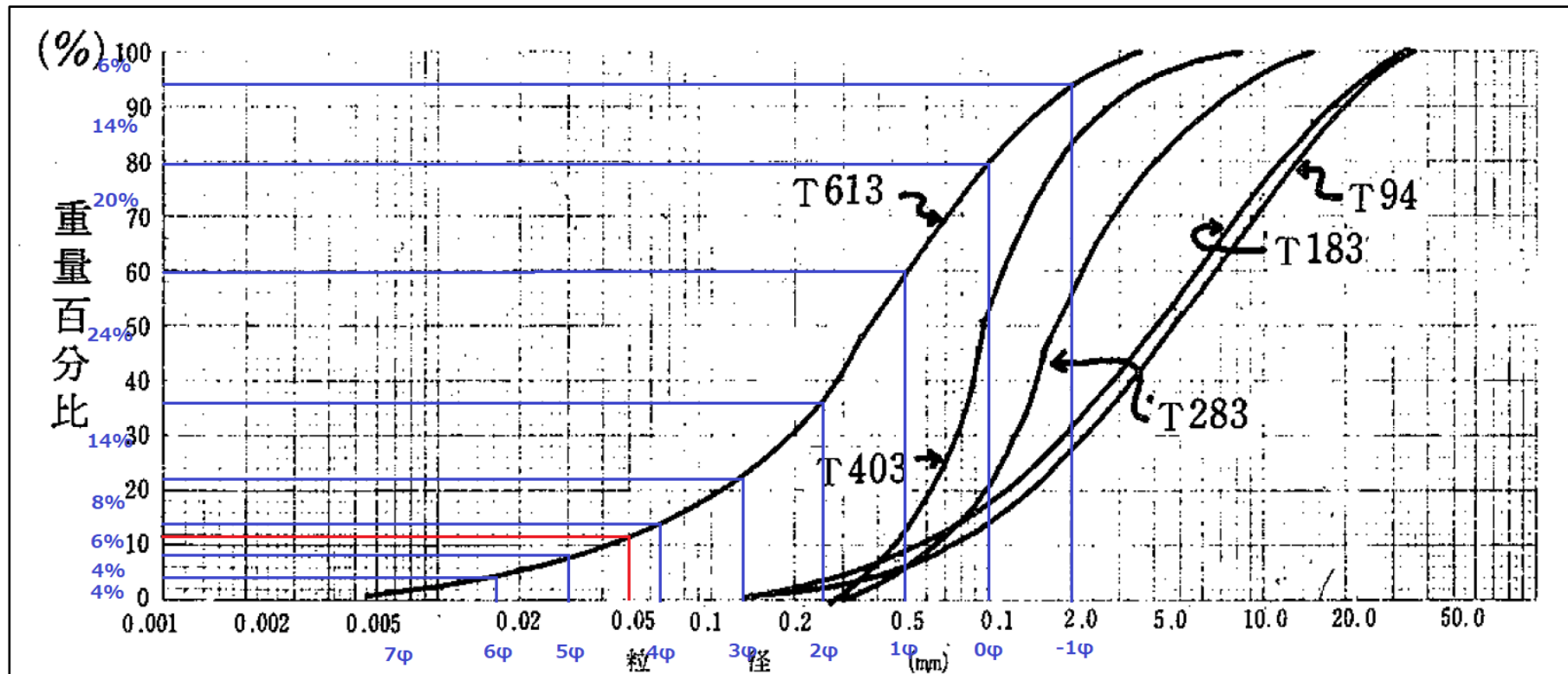


Durant et al. (2010)に内閣府和訳

火山灰には、PM2.5(粒径 2.5 $\mu\text{m}$  以下の細粒粒子)も含まれており、このサイズの粒子は、気管支や肺にも入り込むことができる。



## 1739年の樽前噴火 (Ta-a) でも4φ以下が14%ほど存在する



甲D457・p732 加筆

表64-4 樽前a 降下軽石堆積物の累積頻度曲線

## 2000年の有珠山噴火ではシルト(4-8φの碎屑物)が全体の約半分を占めること

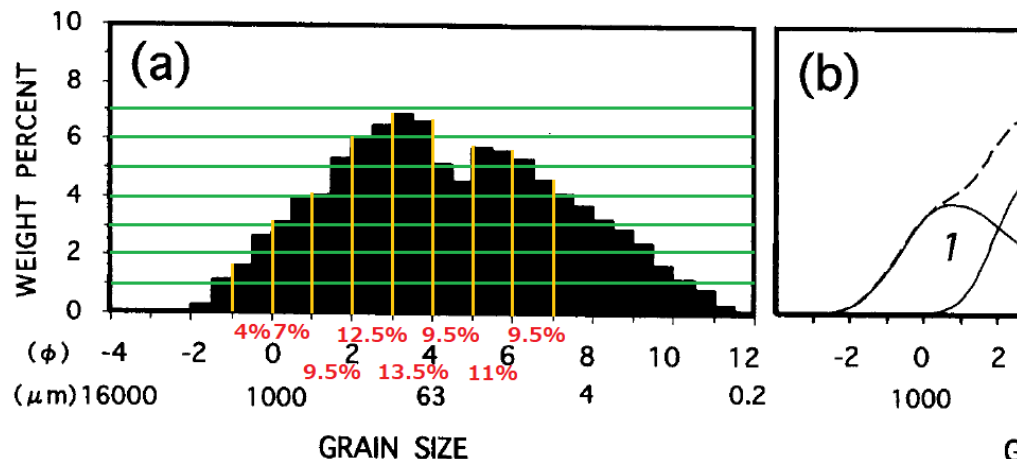


Fig. 6. Estimated whole deposit grain size population of the March 31 tephra showing the estimated total grain size distribution of the March 31 tephra of whole deposit grain size population into four subpopulations (I, II, III, IV) distribution. Broken line shows the population composed of 4 subpopulations.

図6 有珠山2000年噴火3月31日テフラの全堆積物粒度分布。(a)有珠山2000年噴火3月31日テフラの全堆積物粒度分布を示すヒストグラム。(b)全堆積物粒度分布の小集団分割。イタリック数字は、表2の小集団の番号に対応。点線で示した分布は、表2の小集団の割合を用いて小集団を再合成した分布。

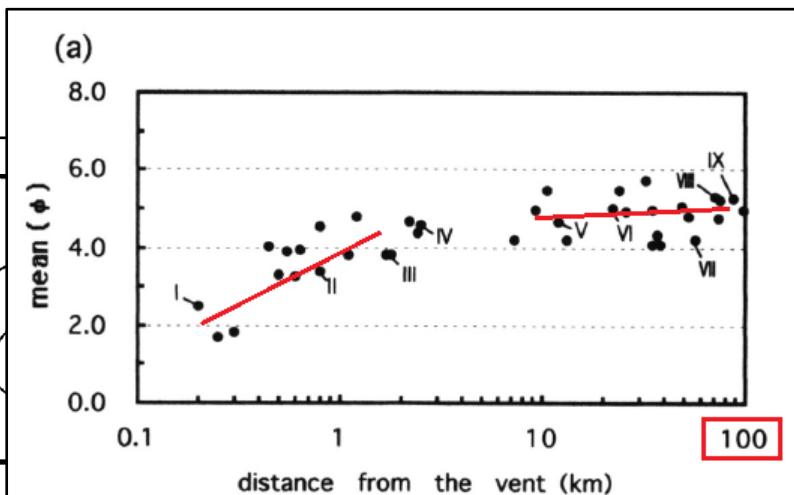


Fig. 2. Spatial variation of grain-size parameters of the March 31 tephra. I~IX: samples shown in Fig. 3. Parameters calculated by moment method. (a) mean grain size, (b) sorting ( $\sigma\phi$ )

図2 3月31日テフラの粒度統計値の距離別変化。I~IXは、図3に粒度ヒストグラムで示される試料。(a)平均粒径。(b)淘汰度。

甲D458-p609 加筆

甲D458-p613 加筆

## 樽前 (Ta-a) と有珠 (2000) の粒径分布を用いた試算

樽前Ta-a (1739)	粒径 $\Phi$		$-\log_2 D$	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
		粒径 D		mm	1~2	0.5~1	0.25~0.5	0.125~0.25	0.0625~0.125	31.75-62.5	15.875-31.75	7.9375-15.875
	粒径iの割合 Pi	式	%	20.00%	20.00%	24.00%	14.00%	8.00%	6.00%	4.00%	4.00%	100.00%
	降灰量 Wi	Pi · WT	g/m <sup>3</sup>	1.10E+05	1.10E+05	1.32E+05	7.70E+04	4.40E+04	3.30E+04	2.20E+04	2.20E+04	5.50E+05
	堆積速度 vi	Pi · WT/t	g/s · m <sup>3</sup>	1.27	1.27	1.53	0.89	0.51	0.38	0.25	0.2546	
	終端速度 ri	Suzuki1983	m/s	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	1.35	0.35	0.03	
	気中濃度 Ci	vi/ri	g/m <sup>3</sup>	0.509	0.707	1.528	1.782	1.455	0.283	0.728	8.488	15.48

有珠 (2000)	粒径 $\Phi$		$-\log_2 D$	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
		粒径 D		mm	1~2	0.5~1	0.25~0.5	0.125~0.25	0.0625~0.125	31.75-62.5	15.875-31.75	7.9375-15.875
	粒径iの割合 Pi	式	%	4.00%	7.00%	9.50%	12.50%	13.50%	9.50%	11.00%	9.50%	76.50%
	降灰量 Wi	Pi · WT	g/m <sup>3</sup>	2.20E+04	3.85E+04	5.23E+04	6.88E+04	7.43E+04	5.23E+04	6.05E+04	5.23E+04	5.50E+05
	堆積速度 vi	Pi · WT/t	g/s · m <sup>3</sup>	0.25	0.45	0.60	0.80	0.86	0.60	0.70	0.6047	
	終端速度 ri	Suzuki1983	m/s	2.50	1.80	1.00	0.50	0.35	1.35	0.35	0.03	
	気中濃度 Ci	vi/ri	g/m <sup>3</sup>	0.102	0.248	0.605	1.591	2.455	0.448	2.001	20.158	27.61

【注釈-2】粒径分布は、実測値を用いることを基本とするが、<sup>甲D455 抜粋</sup>実測値の使用が困難な場合は、類似火山噴火の降下火砕物のデータを参考に粒径分布を設定する。また、想定される降灰量を数値シミュレーションにより求めた場合は、降灰量と同時に算出される粒径分布を使用する。<sup>甲D338・p30</sup>

- ▶ 数値シミュレーションを用いた場合に実測値や類似火山と比較しなくてもよいという規定だとすれば、基準自体不合理。