

中央防災会議 防災対策実行会議
大規模噴火時の
広域降灰対策検討ワーキンググループ
第2回議事録

内閣府（防災担当）

中央防災会議 防災対策実行会議
大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ（第2回）
議事次第

日 時：平成30年12月7日（金）15:00～17:11

場 所：中央合同庁舎第8号館3階 災害対策本部会議室

1. 開 会

2. 挨拶

3. 議 事

- (1) 今後の進め方について
- (2) 火山灰の特徴について
- (3) 富士山の宝永噴火における降灰について
- (4) 降灰による影響の想定のかえ方（交通分野）（案）
- (5) その他

4. 閉 会

○事務局（林参事官） それでは、定刻となりましたので、ただいまより「大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ」第2回会合を開催いたします。

委員の皆様におかれましては、御多忙の中、御出席いただきまことにありがとうございます。

司会進行を務めます、内閣府防災担当調査・企画担当参事官の林でございます。よろしくお願いたします。

それでは、会議の開催に当たりまして、海堀政策統括官より御挨拶申し上げます。

○海堀政策統括官 皆様こんにちは。本日は本当に大変お忙しい中、年末お集まりいただきましてどうもありがとうございます。

実は私、この会議に出るのが今回初めてでございまして、ことし、地震あるいは台風など立て込んでおりましたものですから、1回目の会合に出席できず大変申しわけございませんでした。

1回目のワーキングでは、委員の先生方から降灰が与える影響、これは相互に関係をしている。だから一つ一つの事象を捉えるのではなくて、全体を総合的に要素として考えるべきではないか。また、除灰に要する期間が地域社会にどれだけ影響を与えるのか、また、その許容できる範囲がしっかり検討されることが重要ではないか。また、アウトプットとして今後、世にいろいろなことを問うていくときに、火山灰そのものの性質が社会の方々、一般の方々に認知されることが非常に重要ではないかという御意見をいただいたと伺っております。

広範囲にわたって降灰が及んだ事例が少ない中で、今、首都圏など非常に都市機能が集積している地域に降灰が及んだ場合に、どのような対策をしなければいけないか。これを検討するに当たってまず何が起こるのか。これを丁寧に示して今後の議論の道筋を示していくことが必要だという御意見をいただいたと伺っております。

これらを踏まえまして、本日は1つは火山灰の特徴について再度、先生方に御確認をいただくとともに、被害の様相の検討に用います、富士山の宝永噴火についての整理をさせていただき、今後さまざまな分野を検討し、その後全体を総合してということになります。まずは交通分野の影響について御議論をいただければと思っております。忌憚のない御意見をいただければと思っておりますので、どうかよろしくお願い申し上げます。

○事務局（林参事官） それでは、初めて御出席される委員の御紹介をさせていただきたいと思っております。

田中博委員でございます。

○田中委員 筑波大の田中です。

私の専門は気象学になります。火山灰追跡モデルというのを開発しており、実はおととまでインドネシアで火山灰と航空安全に関する研修会等をやっておりました。

今後ともよろしくお願い申し上げます。

○事務局（林参事官） ありがとうございます。

本日、関谷委員、長谷川委員については御欠席となっております。

なお、オブザーバーとして、関係省庁及び関係地方公共団体の方々にも御出席をいただいております。

それでは、マスコミの方はここで御退室をお願いいたします。

(報道関係者退室)

○事務局（林参事官） 議事に入ります前に、会議、議事要旨、議事録及び配付資料の公開について申し上げます。

会議は、原則傍聴可とし、別の会議室において会議のテレビ中継を実施したいと考えておりますが、よろしいでしょうか。

(委員首肯)

○事務局（林参事官） 特段、異議はないようですので、今後そのように取り扱わせていただきます。

なお、委員席には自動で音声を拾うマイクを設置しております。議論の際に御発言される場合には、そのまま御発言いただければと思います。

次に、議事要旨、議事録についてですが、議事要旨は議事の要点のみを記載したものを事務局で作成し、藤井主査に御確認いただいた後に速やかに公表することとしたいと考えております。

また、議事録につきましては委員の皆様にご確認いただいた上で、発言者の名前も記載した上で公表したいと考えております。議事要旨、議事録について、この方針でよろしいでしょうか。

(委員首肯)

○事務局（林参事官） こちらにつきましても、そのように取り扱わせていただきます。

最後に資料についてですが、基本的に公開したいと考えております。ただし、審議途中の内容が含まれるなど、公開することで社会に混乱を来すおそれがあるものについては、皆様にお諮りした上で机上配付のみとしたいと考えております。

本日お配りしている資料については、全て公表とさせていただきたいと思っておりますので、よろしくをお願いいたします。

それでは、お手元に配付している資料を確認させていただきます。

議事次第、配席図、委員名簿、資料1、資料2、資料3、資料4であります。

不足している場合は、事務局までお知らせください。

あと、前回の会議資料を机の上のファイルに取りまとめておりますので、必要の際、ご活用いただければと思います。

それでは、以降の進行につきまして藤井主査をお願いしたいと思います。藤井主査、よろしくをお願いいたします。

○藤井主査 それでは、議事に入りたいと思います。

まず議事1ですけれども、「今後の進め方について」ということで事務局から説明をお

願いたします。

○事務局（浦田補佐） 事務局の浦田でございます。よろしくお願いいたします。

まず資料1でございますけれども、先回の第1回のワーキンググループの資料1の中に入れさせていただいたものですが、第1回の御議論を受けまして加筆・修正をいたしましたので、御確認をいただければと考えてございます。

第1回ワーキンググループ資料からの加筆・変更箇所を赤字・下線で記載してございます。1ページ目は、遠隔地の範囲を明確にすることで、このワーキングで今後議論する範囲をもう少し明らかにしておくべきという御意見をいただきましたので、火山現象の直接の影響により避難を要しない地域における降灰の応急対策を対象とするということで記述を追加しております。

また、2ページは検討の流れとして、対策を検討する降灰の状況を設定した後に、各分野での条件を設定して、すぐに対策といったような流れでお示していたところでございますけれども、まず分野ごとの検討をした後で、どの地域でどのようなことが起こるのか、地域地域の様相を明らかにすることが対策の検討には重要であること、またそれぞれの分野の波及効果、それぞれが関連し合っているということもしっかり検討すべきである、というふうに御意見を頂戴いたしましたので、その旨、まずタイトルのほうでどの地域で、どのようなことが起こるのか被害の様相として整理するという点と、②の部分、直接的な影響だけではなくて、ほかの分野の波及効果も含めて検討するという点。さらに③の部分ですけれども、影響が生じる範囲、継続期間を設定して地域地域の被害の様相をどういうふうに表現するかということ整理するという形で再度、書かせていただいているところです。また、設定する降灰条件に関しては、まずは富士山の宝永噴火時の降灰状況をしっかり検討した上で、必要があれば条件を変更したケースも検討するという点で整理いただきましたので、その旨を書かせていただいております。

その被害の様相をまとめた上で応急対策の基本的な考え方を整理するという点で、被害の様相を踏まえまして、住民目線の対策という点も非常に重要な視点だろうということで御意見を頂戴いたしておりましたので、その旨を社会経済生活を維持するために施設管理者や住民等の各主体に望まれる応急対応を検討という形で記載を追加させていただいているところです。

以上でございます。

○藤井主査 どうもありがとうございました。

今、前回の議論を受けまして、今後の進め方についての修正を加えたものの説明をいただきましたけれども、これについて御質問、御意見をいただきたいと思いますが、いかがでしょうか。

○大野委員 細かい指摘で恐縮ですが、1ページの一番下に記述されている遠隔地の定義ですが、火山現象の直接の影響により避難を要しない地域と書かれているのですが、直ちに避難を要しない地域と書かれたほうが明確で、後の応急対策と関連が分かりやすいと思

います。

○事務局（浦田補佐） 事務局としては追記をさせていただきたいと考えてございます。よろしいでしょうか。

○伊藤委員 1点よろしいですか。2ページ目の2の①ですけれども、各施設管理者や住民等の各主体に望まれる応急対応を検討とありますが、基本的に応急対応と言う言葉としては事後、発生した後の対応、もちろんそれも重要だと思えますが、例えばいろいろなインフラの対応としては、事前にやれるべきものもあるので、もしこういうものがあるのではないかと、あるいは国民の皆様こんな形で対応したほうがいいのかというのであれば、事前のことも含めて書かれたほうがいいのかと思います。事前のリスクマネジメントのことも書くべきではないか、検討すべきではないかと思います。

○事務局（浦田補佐） そうしましたら、応急対応の前のところに事前対策というところについても追記をするという形で記載をさせていただきたいと思います。

○藤井主査 事前対策、応急対応と並べるわけですね。それでよろしいですか。

○伊藤委員 はい。

○石原委員 今のですが、それと関連する②の大規模噴火時の降灰対策の基本的な考え方を整理というところに入るような気がします。この中身が書いていないので今のような、伊藤先生の質問だと思うのですが、そこら辺も含めて検討いただければと思います。大事な指摘だと思いますので、この②と関連してどうか変わるのか、②が大枠しか書いていないので、整理をよろしくお願いします。

○藤井主査 ほかにいかがでしょうか。ございますか。

○重川委員 同じく2の応急対策の①の下のほうなのですが、降灰・火山灰処分場確保等の考え方を検討と書かれているのですが、前回も申し上げたのですけれども、処分場のみならず、民有地、公有地含めて処分のプロセスといたしまししょうか、復旧に向けたプロセスと仮処分なり最終処分なり、そういうものが連動してくると思いますので、処分プロセスと処分場確保との考え方というふうにしていただければありがたいです。

以上です。

○藤井主査 事務局よろしいですか。

○事務局（浦田補佐） はい。

○藤井主査 処分プロセスというのをそこの処分場確保の前に入れる。

○事務局（浦田補佐） もしくは除灰プロセスと火山灰処分場確保等の考え方という並びでいかがでしょうか。

○藤井主査 重川さん、よろしいですか。では、そこは少し修正していただくということで、ほかよろしいでしょうか。山崎さん、どうぞ。

○山崎委員 質問ですけれども、被害の様相の1に括弧して「（どの地域でどのようなことが起こるのか）の整理」と書いてありますが、その地域をしっかりと決められるなら、そんないいことはないのですけれども、例えば同じ10センチの降灰があっても、毎日毎日う

っすらと積もって行って、最終的に10センチになるところと、数時間のうちで10センチになるところでは全然対策が違うと思うのです。そうするとケースについては考えなくていいのかというか、地域で対応できるのか、そこがちょっと疑問ですが、その辺はいかがでしょうか。

○事務局（浦田補佐） 事務局の案が誤解を生じているかもしれないのですが、今回、降灰の時系列も含めた形でどういうことが起こるかというのを検討しようというところがございまして、どういうふうな降り方をしたときにどんなことが起こるのかというように被害の様相というところを整理できればと考えているところでございます。

○山崎委員 この地域という言葉は、火山から近い地域とか遠い地域ということではなくて、要するに火山灰の降り方を意味している地域というふうに考えていいわけですか。

○事務局（浦田補佐） そうです。第1回のときでもどれぐらい降るようなところでは、どのようなことが起こるのかという形で、全体としてどのようなことが起こるのかというところをお示しするのが必要だろうというお話でしたので、どこまで細かくケース分けできるかというところはやってみないと、ごらんいただきながらどれぐらい必要かというところになるかと思っておりますけれども、山からどれぐらい離れているかというよりは、どういう降り方をするとところかがポイントになってこようかと考えてございます。

○山崎委員 分かりました。

○郡山委員 先ほど出た意見に関連してなのですが、今のスライドの2ページ目の大項目の2が応急対策の基本的な考え方の整理となっておりますが、これは実際に先ほど事前対策の話が出たので、事前対策を別に項目を分けたほうが整理としてはすっきりするのかなと思ったのですが、いかがでしょうか。

○事務局（高橋企画官） 先ほど伊藤委員からも御質問がありましたとおり、事前対策でやるべきことも当然入ってくるだろうと思っておりますが、どちらかという主は降り始めた後の応急対策のほうがメインになろうかと事務局では考えておりますので、例えば主に応急対策の考え方で、中の細かいところについては事前対策も入っているという整理をさせていただければと思います。むしろ事前対策をしっかり議論したほうが良いという御意見であれば、別に立てるということもあろうかと思っております。

○藤井主査 いかがでしょうか。事前対策でどれだけのことがやれるかというのが、今の時点ではまだよく分からないところがありますので、一応、今、事務局から整理をされたように、事前対策のことも当然入れるけれども、主としては応急対策ということで、このやり方で先ほどの修正で当面やってみるといえるのはいかがでしょうか。

○郡山委員 分かりました。事前対策、例えば何かを想定して住民レベルでも事前に対策できることとか、あるいは自治体レベルでもできることがもしあれば、本当はそこを、噴火してから慌てて考えるのではなく、要するに前もって考えておくということのほうが良いのかなと思った次第なのですが、今回のワーキンググループではむしろ応急のほうがメインということであれば、そちらのほうが。

○藤井主査 多分メインとしては応急のほうになると思いますが、桜島でやっているように住民にあらかじめビニール袋が配られていて、それで集めるとか、そういうことも場合によっては出てくるかもしれませんので、それは議論の中でまた触れたいと思います。

それでは、資料1については今、申し上げたような修正をするということで、議事2に移りたいと思います。火山灰の特徴について、資料2について事務局から説明をお願いします。

○事務局（浦田補佐） 第1回の際に、火山灰の性質や特徴など、火山灰はどういったものかということについても、しっかり社会の皆様へ情報共有することが必要という御意見をいただきまして、事務局のほうで火山灰の特徴について整理をいたしましたので、御確認、御検討をいただければというところでございます。

資料2について御説明を申し上げます。

1 ページ目、火山灰の特徴として、まず上空の風によって風下側へ運ばれるということで、火口から近いところほど火山灰の粒径は粗く、火山灰の堆積厚についても厚くなる、火口から遠いところほど細かく薄くなる、という大まかな特徴がございます。

2 ページ、さらに火山灰ですけれども、粒径によって分類されておりまして、地質学の区分に基づきますと、火山灰は直径2ミリ以下のものを指してございます。さらに2～0.0625ミリのものが砂、それ以下のものがシルトという形で分類されております。

本ワーキンググループは、右上に※で書かせていただいておりますけれども、便宜的に火山礫も含めて火山灰と呼称させていただいております。

粒径による分類の下のほうをごらんいただきますと、こちら大気中の微粒な粒子の基本的なというか、標準的な粒径と、火山灰の粒径の分布を対比したグラフでございまして、緑色が大気中の微粒、青色が火山灰ということになってございますけれども、重なっている部分が幾つかございます。細粒な部分については粒径2.5μm以下の細粒な粒子も火山灰の中に含まれていて、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ぐらい微小なものでございます。

右側の写真にありますのが火山礫と火山灰の粒子でございまして、火山灰、マグマが噴火時に破碎・急冷したガラス片や鉱物の結晶片からなっていて、固くて角張っているといった形状をしているものが多いというのが特徴でございます。お写真を見ていただいても若干分かりにくいかとは思いますが、丸まっていないとか、角張っているという特徴が見てとれるかと思えます。

3 ページ、なかなか火山灰を見る機会がないというところで、性質は異なるかもしれないのですが、火山灰の粒径と大体大きさが同じような堆積物を持ってまいりました。左側から細粒の火山灰ですと、洪水流の堆積物の細粒の部分に近い粒径。粗粒の火山灰ですと砂浜の海岸に近いような粒径で、火山礫になりますと砂礫海岸に近いような粒径というイメージを持っていただければと思います。先ほども申し上げましたが、右下に※で書いてございますけれども、河川や海岸の堆積物は運搬の途上で丸まっていることが

多いですので、火山灰とか火山礫は角張っている特徴があるというところに、全く同じようなものではないということに留意が必要かなということで、※を追記させていただいております。

4 ページ、粒径による特徴と生じる状況のイメージということで、粒径ごとの特性を並べさせていただいております。細粒の火山灰の中でもさらに粒径によって1段分かれておりまして、粘土とシルトとございますけれども、粘土質のものですと最初から粘着質で、水を含むとさらに粘り気が強くなったり、固結しやすかったり、付着性がかなり高くてこびりついて取れにくくて、タイヤの溝を埋めてしまったりというような特徴がございます。

細粒のものについては、濡れると粘り気があったり、というところがあるのですが、シルトですと乾いたときに粉塵として舞うような特徴がございます。

もう少し大きくなって粗粒の火山灰になりますと、先ほど砂浜と対比をいたしましたけれども、砂状であるので水を含んでも固まりにくく、また、空隙が多いので水を含むと重くなるといったような特徴がございます。

さらに大きくなりまして火山礫・火山岩塊ですと小石ですとか、かなり大きな重量を持つものもあるという形でありまして、噴火事例の中でも粘土ですとかシルト、それぞれ重なっているものもありますが、粘土質のものについては水蒸気噴火で生じやすいという特徴もでございます。

状況については下に写真をおつけしてございます。

5 ページ、火山灰の密度ということで、やはりこれは雪と対比したほうが分かりやすかろうということで、火山灰と雪の密度の比較としてお持ちをいたしました。大体湿り気を帯びたような新雪ですと 0.1g/cm^3 というところ、火山灰もいろいろございますけれども、おおむね $1\sim 1.5\text{g/cm}^3$ が多いのかというところで、大体10倍ぐらいの密度になってございます。先ほども水を含んだらという御説明を申し上げましたけれども、水を含んだ場合の影響ということで、湿っている場合に堆積した場所にこびりついたり、固まったりをする。細粒の場合、特に雨で流されずにかえってこびりつくようなことがあるということと、湿っていると水を含んで重くなるので、屋根などの構造物に負荷をかけるといった特徴がございます。

下の3つの写真ですけれども、火山灰が乾燥しているところに水を含ませて、その後、乾燥させたものでございますが、乾燥後については固まったような様子を示した例でございます。

右側は新燃岳等で湿潤状態の火山灰の写真を御提供いただきましたので、御紹介をしているものでございます。

右上、再移動と書きましたけれども、降灰が終了しても乾燥状態の火山灰が地面に積もっている状態ですと、風や人の活動、車の動きなどにより再度巻き上げられて視界を遮るというような特徴もございます。

6 ページ、導電性と書きましたけれども、火山灰は乾燥時には絶縁体なのですが、水を

含んで湿っている状態ですと導電性を持つということで、電柱の碍子などに付着した場合に、短絡などによって停電が起きることがあるという特性がございます。また、火山ガス成分を含んでいるため、腐食等の要因にもなる。また融点が低いことから航空機のガスタービンのエンジン等に影響があるという特性もございます。

7ページ、これまで特性のところを申し上げておりましたけれども、火山灰が概ねどれくらい降ったときに、どのような降り積もり方をしているかというのが、なかなか数字と状況のイメージが付きがたいのではというところで、火山灰の降灰量の調査をされている機関、研究の方々が調査時に写真を撮られた例がございましたので、御提供をいただいております。

こちらのスライドで誤植がございましたので、口頭で訂正をさせていただきますけれども、左上と左下3つの写真の引用先、土岐・井村（2018）とありますが、土岐・井村（2016）の間違いでございますので訂正させていただきます。

こちらのスライドは厚さと重さが左から右に向かってだんだん大きくなっていますけれども、一番左のほうは厚さが測れないような、火山灰が積もっている下の素地の部分も見えているような状況ですけれども、大体真ん中より右側、厚さ0.1ミリくらいになってきますと、地面が全て覆われるような様相になってきて、一番右側の写真は $3,836\text{g}/\text{m}^2$ とありますけれども、 1m^2 中に3.8キロぐらいの重さのところだと、大体2ミリぐらいの厚さが測れるぐらいの堆積になっているというような様子を示しております。

さらに桜島含めて最近の噴火事例でどれくらい降っていたのかということも、少しイメージして御紹介できればと思ひまして、8ページ以降にまとめております。8ページ目は桜島の2013年8月18日の噴火のときの様子でございます。このとき鹿児島市役所で計測されたもので、1日で大体 $300\text{g}/\text{m}^2$ 、厚さにして約0.2~0.3ミリ程度の降灰を観測されております。このとき鹿児島市街地のところではJR日豊線が運転見合わせでしたり、ライトを点灯して徐行する車が目立ったり、歩行者の方は傘をさしたりハンカチを顔に当てる様子が見られた。翌朝からは清掃作業がされたというような影響が出てございます。そのときの様子が下の写真でございまして、16時半に噴火が発生した後、17時10分ぐらいの鹿児島中央駅のあたりですと大分視界が遮られていて、大分暗いような様子が見てとれるような形になってございます。

9ページは、霧島山新燃岳の際の降灰分布をお調べになった文献から引用させていただいておまして、左側は2011年の噴火のときの分布でございます。こちらの図は kg/m^2 で示されておりますけれども、大体先ほどの換算ですとコンターで3と書いてあるようなところが大体2~3ミリぐらいの厚さに対応するのではないかとこのところですが、このとき九州自動車道の通行止めですとか鉄道の運転見合わせ、空港の滑走路等の閉鎖が影響として取りまとめられているところです。

右側、2018年4月5日の噴火は2011年よりも規模は小さかったところですが、山の東側に降灰がありまして、こちらも鉄道の遅延ですとか航空機の欠航、宮崎自動車道の

速度規制等が行われたという事例がございます。

10ページは浅間山でございますけれども、2004年と2009年に噴火がございまして、その際の噴出物の分布等を調べられた文献から引用しております。特に大きな被害は国道等の通行規制とか、鬼押ハイウエーの一部通行規制と、どちらも道路以外の影響というのは特にまとめられていなかったところですが、2009年2月2日の噴火の際には、関東のほうまで降灰が確認されたという事例でございます。

11ページは有珠山の例ということで、後ほど交通分野の影響の想定のお考え方のところにも事例として出てくるということで御紹介をさせていただきます。

12ページも御参考でして、こちらは海外の文献で火山からの距離と降灰の影響の模式図ということで一覧して影響を、イラストつきでまとめた例がございましたので、御参考までこちらもおつけしているところがございます。

13ページは参照文献として、使わせていただいた文献をまとめたところです。

以上でございます。

○藤井主査 どうもありがとうございました。

それでは、今、御説明いただいた資料2について委員の皆様から御質問、御意見をいただきたいと思いますが、いかがでしょうか。よろしく願いいたします。

いわゆる火山灰の特徴について今まとめていただいたわけですが、どうぞ。

○伊藤委員 今、粒径による分類の御説明がございましたけれども、粒径によっていろいろな性質が違ってくるのは分かりましたが、成分の違いによる火山灰の性質の違いというのはあるのでしょうか。

○藤井主査 私のほうからお答えしますが、成分によって余り違いはないのですが、成分が形状に反映されて、それによる影響というのはございます。

それから、ここにも書かれていますが、火山灰に吸着しているガスの成分なんかはマグマの成分によって変わってきますので、特に硫黄の成分みたいなものは玄武岩質というかシリカの少ないマグマに多いので、そういうものの噴火で出る火山灰にはSO₂が多くなるということがございます。ですから雨に濡れるとpHが変わりやすいとかそういう影響はありますけれども、それ以外に既に噴出して固まったものですので、むしろ粒径のほうが一番効く。

ほかにいかがでしょうか。

○万年委員 例えば水蒸気噴火なんかの場合は石膏が多くなったりして固まりやすくなるとか、そういうことはあるとは思いますが、富士山の場合は考えなくてもいいことにしますでしょうか。

○藤井主査 富士山の化学組成のときということですか。

○万年委員 富士山の化学組成ではなくて、例えば三宅島なんかでも噴火のある時期に噴出したものに関しては、火山灰が固まりやすくなったというのがあると思うのですが、富士山の場合はサラサラの火山灰で全て考えるということにしますか。いつも悩むの

ですが。

○藤井主査 どうでしょうね。噴火するときには地下水や何かの影響があるかどうかというのがかなり効いてくると思いますけれども、マグマの組成によって変わっているわけではないと思いますので、固まりやすいかどうかには石膏があるかどうかというのは非常に効きますけれども、今、何かを決めるわけにはいかないですから、それ以上、何か細かいことを言ってもしょうがないかなという気がします。それでいいですか。

○事務局（浦田補佐） まずは実際、宝永噴火の堆積物ですと、そこまで石膏がというところではなかったと思いますので、まず基本的なというか、ベーシックなところから取り扱わせていただければと考えております。

○藤井主査 ほかにはいかがでしょう。

○秦委員 教えていただきたいのですが、粒径がいろいろ効いてくるよというお話がございまして、その後、過去の近年の国内の実績を見ると、火山灰量という単位面積当たりの重さ、重量が書かれているものと、堆積の厚さが書かれているものがあるって、どちらかは粒径に関連したものが、厚さは粒径は関係ないと思うのですがけれども、火山灰量のほうは粒径を意味していることになるのですか。

○事務局（浦田補佐） 粒径というよりは、量が少ないとなかなか厚さははかれないので、こういった g/m^2 という形で表現されることが多いのではないかと幾つかの論文を拝見して事務局としては感じたところなのですけれども、先生方のほうで補足いただければ。

○万年委員 それでよろしいかと思えます。

○秦委員 では、その上で伺いするのは、そうすると厚さだけではなかなか表現できなくて、粒径が影響には効くというときに、粒径の情報はどう見たらいいのでしょうか。地図の分布みたいなものに粒径を反映させるのか、それとも粒径は距離がある程度効いてくるような気もします。いずれにしても、粒径が影響するのであれば、グラフに粒径が表現できていないように見えるのですが。

○万年委員 粒径ごとにマップをつくるというのは、もちろんやる場合もありますが、それはすごくふるいをたくさん振るわなければいけないので、やる場合とやらない場合があって、なかなかやらないことが多いように思います。

○秦委員 そうすると今回、影響を評価しなければいけないときに、粒径が効くぞという話をしているわけなので、粒径ごとのマップをつくって、それから影響を議論することなのですか。厚さだけではなくて。そこが知りたかったのですが。

○事務局（浦田補佐） どれだけ精密に粒径の分けをするかというところで、そんなに精密なものではできないと思っております、ただ、それが砂粒なのか、非常に細かい粘土質ぐらいのものが優勢なのかといった程度、それぐらいこちらのほうは粘土質が優勢なのだから、そちらの影響が強いよねというぐらいの分けが現実的ではないかと考えております。

○秦委員 分かりました。ありがとうございます。

○藤井主査 ほかにはいかがでしょう。

○山崎委員 大変特徴を分かりやすく整理していただいて、なるほどなと思って見ましたけれども、いろいろな影響の中に健康面のことが一つも書いていないのですが、何かこのくらいのときは健康に影響が出始めるとか、そういうことというのはなかったのでしょうか。それとも、それはなかなか難しいということですか。

○事務局（浦田補佐） これぐらいのときになるとというのは、被害の影響のほうでもう少し調べてまとめさせていただこうと思うのですが、2ページ目のほうでエアロゾルとの対比を書かせていただきましたが、細かいものが多いとほかの大気中の微粒子と同様に呼吸器の中に入り込める大きさということで、呼吸器系のところに影響が出得る大きさですというところをまず特徴としては出させていただいて、もう少しどれぐらいの火山灰の量で、どのような影響があるかというところは被害のまとめのほうで整理させていただければと考えております。

○山崎委員 例えば2013年8月の桜島とか、こういうときにはそういう影響は報告されていないと理解してよろしいですか。

○事務局（浦田補佐） この桜島の2013年8月18日の噴火について特に被害をまとめられていることは余りなくて、ところどころにあるような記述を今回、影響等でまとめさせていただいておりまして、なかなかこのときに影響が健康という意味であったかどうかというところは、情報が我々もないところです。

○山崎委員 分かりました。

○郡山委員 地元なので。実際には確かにこういう大量の降灰があったときに、例えばぜんそくの患者さんが救急外来に来たとか、実際にそういう調査は今まで私も聞いたことがないので、仮にあったとしてもそれほど多くないのかもしれないし、もっと調査が必要なのかもしれないですね。そこは実際の臨床の現場でも余り耳にしたことはないです。

○藤井主査 ほかにはいかがでしょう。

○田中委員 資料の2ページに粒径分布がありまして、エアロゾルと火山灰を比較しています。このブルーの領域の分布を見ますと一番ピークが200 μ mぐらいですね。そして、2ミリ以上の粒径の粒子はないという分布になっていますが、恐らく火口から出たときにはもっと大きなものがありまして、それが刻々と大きなものからどんどん落ちていって、何分後かにこの粒径分布になります。噴火から大体5分とか10分後の粒径分布と思われるのですが、本当の粒径分布というのは、実はもう少し大きな粒径のところまで膨らんでいるのかなと思います。皆さん御存じのことだとは思いますが、それを正しく調べるのはとても難しいことだと思います。

○藤井主査 ほかにはいかがですか。

○石原委員 では1つ。4ページのところに火山灰の粒径による特徴と生じる状況のイメージというところで、主な被害の例ということで自動車が例に挙がっていますね。スリップ、スタックとか、では粗粒火山灰の上は何も影響はないのですかという話。

例えば一番直接的なのは、霧島の新燃岳の噴火のときもありましたけれども、小さな礫

があって車のガラスが割れるという被害が出ていますね。スリップは大きいときは減るのだけれども、粗粒火山灰ぐらいまではスリップもあるのではないかと思うのですが、車を例に挙げるのであれば、もう少し特徴を整理していただければと思います。

○事務局（浦田補佐） 自動車関係の記述はもう少し整理させていただきます。

○藤井主査 ほかにはよろしいですか。

それでは、資料2は以上にして、議事3に移りたいと思います。富士山の宝永噴火における降灰についてです。資料3について事務局から説明をお願いします。

○事務局（浦田補佐） 資料3についてですけれども、今回モデルケースとして用いている富士山の宝永噴火の降灰について、これまでの研究等で明らかになっているところがどのようなものなのかということでもまず御説明をさせていただければと思います。

1 ページ、第1回のときも図は同じようなものを記載させていただいたのですけれども、富士山の宝永噴火、新暦で言いますと12月16日の正午前ごろに発生したと言われておりまして、16日間にわたって継続したわけですが、そのうちずっと同じように噴いていたということではなくて、消長を繰り返しながら継続していた。主に16日から17日と25日から28日ごろに噴火活動の高まりがあったというふうに考えられております。宝永噴火の噴出物は、ほとんど降下火砕物（火山礫・火山灰）というところで、最終的には総噴出量が約17億 m^3 の火山灰等が堆積したというものでございます。

おめくりいただきましてスライド2ですけれども、災害教訓の継承に関する専門調査会の報告書で、過去の古文書の記載等から富士山の宝永噴火の推移がまとめられておりまして、そこに江戸等の遠隔地の記載もございましたので、噴火の推移の様子がイメージできるのではということでも抜粋をさせていただいております。こちら記載のほうで日付はそのまま抜粋させていただきましたので、日付は旧暦で、括弧内が新暦になってございます。また、文章中、丸囲みの数字がございましたけれども、それは右側の地図の上の位置と対応してございます。

右側の地図、①～③が切れているのですけれども、①は伊勢、②が名古屋、③が長野県の下伊那郡でして、富士山から西側の地域の数字がいくつか欠落しておりますけれども、その旨、御了承いただければと思います。

先ほど申し上げましたように、噴火開始というのは新暦で言うと12月16日の正午10時から12時ごろであると言われておりまして、その当日の日没ごろ、噴煙から降下する礫とか火山灰の色というのが白色から灰色、黒色へと変化したというような記述がございますし、23日の午後から次の日の朝までが噴火のクライマックスであった。これは地質調査から得られている堆積物の特徴と調和的であるとされております。噴火の推移と終了ですけれども、噴火開始後、ずっと噴いていたということではなくて、記述から考えると小康状態になったような期間が幾つかある。噴火当日も夕方の前ですとか次の日の朝から昼にかけてですとか、こちらに並べてございますけれども、何日か小康状態になっているようなときも存在したという記録が残されております。

降灰の部分を拾ってご説明して参ります。おめくりいただきましてスライド3ですが、一番上の○、噴煙柱が江戸でも火口から東方へたなびいていく様子が噴火の全期間を通じて観察をされているということ。4ポツ目ですけれども、江戸においては砂が降ったという記録は新暦で言うと12月28日の未明まであって、その後、新暦の1月1日の未明の爆発を最後に噴火を停止したという形で、消長を繰り返しながら噴火が推移していったというような記録がございます。

こういった記録を江戸の部分と江の島、横浜の部分と拾ってまいりましたのがスライド4でございます。赤字の部分降灰に関する記述でございます。噴火の開始がこちら新暦で示しておりますけれども、10時から12時。その後、間もなくのところ江の島、横浜では暗闇・降砂、午後になりますと降下軽石、江戸のほうでも降砂があったというような形で記録がなされております。そして江戸のほうだと夜中に降砂やむということで一旦、降灰がおさまったような記述もでございます。江戸のほうの記述は大体降砂とありますように、少し砂のような粒径のものが降ったのではないかということがこちらから見てとれるのかなというところがございます。

スライド5、先ほど粒径の分布というのはどれぐらい調べられているのかという話もございましたけれども、宝永噴火の最初の噴火ステージ、Ho-Iと書かれておりますけれども、最初のころの噴火の際の最大平均粒径の等値線図が宮地(1984)で調べられておまして、黒い丸が調べられた点なのでございますけれども、遠隔地に行くほどまばらになっているところがございます。横浜周辺で4~8ミリ、神奈川県と東京都の境のあたりだと大体1ミリ程度のものが見つかっています。

次のページになってしまうのですが、遺跡の調査から得られたものがもう少し幾つか近年、発表されておまして、千代田区ですとか文京区ですと平均粒径が0.数ミリ程度、練馬区だと0.05ミリ程度の火山灰が発掘というか発見されているということで、発見された場所とその文献から得られている粒径だったり写真だったりを示したのがスライド6でございます。

さらにおめくりいただきましてスライド7でございます。こちらは堆積厚の図になりますが、Miyaji et al (2011)で噴出の各ステージでどれぐらいの堆積厚があったかというコンターをつくられているところなのですが、なかなか調査地点が遠隔地になるほど少ないというところで、遠隔地のほうではコンターが届いていないような状況がございますので、宝永の実績で時系列的に被害の様相を考えようとしたときには、今分かっているものだけでは描き切れないのかなというところがございまして、実績が不明な部分については、少し計算で補わせていただく必要があるのかなと考えております。ただ、この補完のためにシミュレーションさせていただこうとして萬年先生に御協力をいただきながら、予備的な作業をしているのですけれども、なかなかうまくいっていないところもありまして、今回お示しすることができていないという状況でございます。

ただ、16日後に10センチ火山灰が積もるといってもどれぐらい毎日降っているのかとい

うのがなかなかイメージできないのかなというところで、ごくごく簡易的、16等分するよりはまだよいというぐらいかもしれませんが、最終の堆積厚の厚さに毎日の噴火の噴出量の比を掛けまして、1日ごと、仮の噴出量比で配分してみた図がスライド8でございます。

こちら最終厚が一緒ですと全部同じグラフになりますので、3つしか記載しておりませんが、最終厚さ16センチ程度ですと一番初日が噴出量が多くなっていますので、数センチ程度です。一番右ですけれども、最終厚さが1センチ程度ですと数ミリ程度というような1日ごとの降灰の量になっていくのかなというのを、こちらは噴出量比で配分しただけですので簡易的なものですが、イメージとしてこういった時系列的なものを使って、その地域の被害を考えていく基礎的なデータにできればと考えているところでございます。

以上です。

○藤井主査 どうもありがとうございました。

それでは、資料4の内容について委員の皆様から御質問、御意見をお伺いしたいと思いますが、いかがでしょうか。

○秦委員 基本的な火山学の知識が不足しているので確認させてもらいたいのですが、資料2の2ページのところに火山堆積物の分類と、右上に便宜的に火山礫も含めて火山灰と呼称すると書いてあると思うのです。それで今回の資料が資料3になるとほかの文献をいろいろ取ってくるので、この整合が多分とれなくなっているのです。

3ページに災害教訓のところから引っ張ってきた文献による宝永噴火の推移というのがあって、これだと降礫という言葉と降砂という表現が出てきて、5ページだと今度は軽石になっていて、最大平均粒径が図を見ると0.5というのもありまして、2ページの分類だと軽石は64ミリより大きいものが軽石となっていて、こういう小さい粒径のものも軽石と専門的に呼ぶのかもしれないのですが、この辺が私の中では混乱していて、あと遠くに行くほど粒径が小さくなるという話は非常に分かりやすかったですのですけれども、そうするとある程度、粒径の大きさは遠くなるほどある程度この範囲が限定されて、近いところが結構ばらつきが大きくなるので、いろいろなケースが出てくるというのが多分社会的なところではそこが問題になるのかなと思って見ていたのですが、今、言葉が幾つかあって定義が混乱しているというのと、もう一つは5番目のスライドが初日と書いてあるので、初日は軽石なのか時間がたつと軽石でないものが飛んでくるのかというのがその辺もよく分からなくて、基本的なことを教えていただきたいということなのですが。

○事務局（浦田補佐） 富士山の宝永噴火の際、その記述が不足しておりましたけれども、最初の噴火のときには軽石質のものが多かった。その後、徐々に色も黒色に変わってきたという記述がありましたけれども、噴出物が変化していったというような研究というか、調べがされているところです。こちらで軽石といったときには、軽石質の大きさが礫以上かどうかではなくて、軽石質のものが最初のHo-Iのステージでは出てきたという意味で、スライド5の図がまとめられているのかなと。

○秦委員 飛んできたものが軽石質のものだから、それを粒径に応じてこの図にしてあるという理解ですね。

○藤井主査 先ほどの資料2の2ページにあった、粒子が多孔質のものと書いてあって、軽石、スコリアと書いてあるのは粒径に関係なしで、たまたまこういう並べ方をしているので誤解を招いて、スコリアのほうが細粒で軽石が64ミリ以上ととられたかもしれないのですが、そうではない。これは粒径に関係ないです。

○秦委員 関係ないですね。分かりました。

○藤井主査 軽石と書いてあるのは、白い穴のあいたもので、スコリアと書いているのは黒いもので穴があいたもの。

○秦委員 なるほど、分かりました。それで誤解していたのですね。承知しました。

○藤井主査 ほかにはいかがでしょうか。

○田中委員 いろいろ情報があるのですが、噴煙高度というのは分からないのでしょうか。

○藤井主査 宮地さんと万年さんが解析した礫の大きさや何かから噴煙高度を求めてあります。それはこの資料の中にはないのですけれども、基本的には噴火しているときは10キロよりも大きい。初日は23キロまで上がったというような、多分どこかで文献を事務局で用意できるかと思いますが、日付ごとに噴煙高度が変化している様子が既に論文になっています。

○万年委員 ただし、宮地の論文によると初日が23キロで、その後、徐々に下がって行って、最後のほうは13～15キロぐらいで推移しているとしてあるのですが、これは風がないときに、この噴出率であればこの程度であろうということでした。その後、2010年代に入ってから風のある影響下でこの噴出率であれば、こういう高さという計算方法が出まして、それでやってみると大幅に下がってくると思います。風を入れると高度が下がります。ですからその高度は一応、開発しているので、それに基づいたお示しも事務局と相談してできるかもしれませんが、ちょっと改定が必要かもしれないところです。

○田中委員 分かりました。ありがとうございます。

○藤井主査 ほかにいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、続いて議事4「降灰による影響の想定のお考え方（交通分野）（案）」に移りたいと思います。資料4について事務局から説明をお願いします。

○事務局（浦田補佐） 資料4でございます。

こちらは被害の様相全体を整理するに当たって、まず各分野での影響を整理した上で、それぞれの波及効果等を検討するというところの基礎的なところになるのかなと思うのですが、どうしても、どういうふうに想定をするか材料をお持ちしたところがございます。

スライド1は被害の波及イメージということで、先回の第1回のときは各分野別々に考えますといったようなメッセージになってしまったのかなということがございましたので、それぞれ交通、ライフライン、建築物・施設設備と各分野がそれぞれが生活だったり、

経済活動に関連し合って影響を与えるということで、それも含めて今後、検討していくというところが分かるように、少し相互関係のイメージのスライドを追加させていただいております。

スライド2は検討する流れと今回の検討ということで、前回、過去の被害事例でどういった影響があるか洗い出しをさせていただきましたけれども、今回はその影響について条件の考え方を交通分野について整理させていただき、この整理の仕方だったり考え方でおおむねよろしければ、ほかの分野も同じように整理をさせていただければと思っております。その後、波及する影響の検討を行うというのが分かるように、下に1つ四角の追加を第1回資料からはさせていただいているところでございます。

今回、交通分野ということで道路と鉄道と航空について想定される影響と、被害の様相を描くに当たってどういう条件で考えていくかということの整理の案をお持ちしたところでございます。なかなか過去の災害の発生事例のみでも分かりませんし、海外事例を含めていろいろ研究が進められている部分で、かっちりと何センチ以上というのはなかなか難しい状況がまだあるのですけれども、その中でなるべく合理的なところに着地できればと考えているところでございます。

①道路ですけれども、こちら想定される影響として車線等の視認の影響ですとか視界不良、あとは摩擦の低下、スリップとかそういったところですが、こちらについて速度低下ですとか通行不能が発生するような区間ですとか距離というところで、定量的に影響が想定できるのではないかと考えているところでございます。

2ポツは第1回の資料の再掲でございまして、過去の事例における発生している影響というところで、もう一度載せさせていただいております。

スライド4から各影響についての考え方を整理させていただきました。

まず車線等の視認障害ですけれども、Blake (2016) では道路上の白線、路面標示がどれぐらいの灰の厚さで見えにくくなるかというのを、玄武岩、安山岩、流紋岩質の岩石の種類で3種類、さらに細粒、中粒、粗粒の火山灰の粒径で3種類用意されて室内実験を行って、ドライバーから表示が見えなくなる閾値として白線の塗料が見えているのが8%以下になったような厚さというのがどれぐらいかというのを求められた例がございまして。

この結果ですと、路面標示が見えにくくなる降灰の厚さは、中粒の玄武岩のところでは0.2～1ミリ、粗粒の玄武岩で1～2.5ミリとされているところです。これは実験結果ですけれども、あとは実際のほかの海外での整理事例としては、アメリカの地質調査所では約1ミリを超える厚さの火山灰で表示が見えにくくなって、運転者に混乱を与える可能性があると書かれているところです。

これをもとに、視認障害によって速度低下が発生する区間というのは、おおむね1ミリ以上とし、細粒、中粒以下のところでは、もう少し少ないところから見えにくくなるという実験結果がありますので、細粒の火山灰が卓越するようなところでは、もう少し少なく0.5ミリ以上と想定してはどうかと整理をしたところです。

2つ目が視界不良の影響ですけれども、この視界不良の影響は火山灰でなかなか調べられた例がないということで、吹雪を対象とした研究の事例を参考にはどうかということで持ってきております。武知・他（2012）と武知・他（2015）で道路上の視認性と運転困難度の研究がなされておりまして、視認距離と走行速度の調査が行われているところです。50メートル平均視程が100メートル程度未満ですと、20～30キロまで自然と速度が低下する傾向が見られる。さらに竹内（1980）では国道の実際の交通を調査されて、視程が50メートル以下になると低速運転とか渋滞が始まって、30メートルを下回ると交通が止まるという結果が出ているところです。これらを使って右上の視程の低下によって交通不能とか速度低下が発生する区間というのを以下のように想定してはどうかという整理でして、視程が30メートル以下になると通行不能、30～60メートルのところでは速度が10キロ、これは徐行、のろのろ運転ぐらいの速度ですが、さらに60～125メートルですと走行速度は徐行ということで30キロというような段階分けで整理ができるのではないかと。

その視程を降灰とどう結びつけるかということですが、降灰と視程の関係はBlake et al（2018）で実験的に降灰量と視程の関係が求められていますので、1時間単位の降灰量と視程の関係をを用いるということで想定ができるのではと考えているところです。

さらに降灰終了後も先ほど火山灰の性質のところに出てまいりましたが、乾燥状態のときには車両の走行ですとか風だとか人の動きとかで巻き上げられて視界不良が生じるという性質がございまして、道路上の灰が除去されるまでの間は速度低下が継続すると考えられています。2011年の新燃岳の噴火のときも、車の通行で繰り返し道路上の火山灰が巻き上げられて、視程の低下が発生したという記述もあるのですけれども、その地域の堆積厚というのは不明というところがございます。

海外事例で見えますと、セントヘレンズの噴火のときに大体1～4センチ程度の降灰があった道路では、15～30キロの速度制限が行われたというような記述がアメリカ地質調査所のホームページにございまして、これらを用いると降灰終了後の視程の低下による速度低下というのは、堆積厚さ1センチ以上で徐行速度の30キロということが想定されるのかというところで整理をさせていただきます。

5ページ、タイヤの接地面の摩擦の低下、スリップの起こりやすさということですが、こちらは有珠山の1977年の噴火のときに、北海道と室蘭土木現業所が走行速度の実測データを整理されておりまして、2センチ以上でスリップ発生、10センチ以上で走行不能という結果が出されております。さらに山下・他（2015）の室内実験で、降灰の厚さが10センチぐらいだと深い泥濘地等々と同じぐらいの転がり度で走行抵抗だという結果が出ております。

さらに九州地方整備局九州技術事務所、日本工営が桜島で現地実験が行われているのですけれども、ここでは勾配10%の登坂能力がどれぐらいあるか調べられているのですが、1センチでは降灰なしとほぼ同じだけれども、5センチあると滑りが認められて、10センチだと空転して発進できない結果が示されてございまして、これらをまとめますとタイヤ

接地面の摩擦の低下で走行速度が低下したり、通行不能となる降灰の厚さというのは10センチ以上で走行不能、5～10で走行速度10キロのほぼのろのろ、2～5センチのところで走行速度20キロというところがまとめられるのかなと考えております。

さらに（４）で湿潤条件のことを調べられた事例が2つございます。先ほども登坂実験をされた上條・他（2015）で湿潤条件で実験をされていて、湿潤状態になると制動距離、止まるまでの距離が通常の降灰なしのときよりも1.5倍程度大きくなるとか、右側、前田2012は粒径が礫状のものとパウダー状のものと条件を変えて走行速度20キロで走られておりますけれども、こちらは乾燥と湿潤と堆積厚さでも余り差異は出なかったという結果になっていますが、1センチ以上のところでは確保すべき制動距離の3.6メートルを超過したという結果が出ております。

さらに実際の噴火事例では、湿潤時には5ミリ程度の厚さで走行困難になったという記録がございます。これらをまとめまして、湿潤状態では5ミリ以上で最徐行速度の10キロまで速度低下して、3センチ以上で通行不能という仮定ができるのではないかと考えたところ です。

これら（１）～（４）から、一番少ない量を拾ってまとめたものが4の想定する影響の条件になります。これでまとめますと、まず降灰中は降灰の厚さ10センチ以上、ただし降雨条件下では3センチ以上で通行不能、降灰中の視程は30メートル以下。降灰後から除灰終了まで、灰が道路の上にある状態では視程は通行不能のところに入れておりませんでしたので、視程30メートル以下というのを条件から外したというのが通行不能区間。

速度低下区間に関しては、走行速度10キロのところ降灰中で5～10センチ、降雨条件下で先ほど5ミリと申し上げていたところが0.5センチ以上。走行速度20キロが2～5センチ、30キロが0.1～2センチ未満というところで、道路標示、白線の見え方のところで細粒のほうが見にくくなるという条件を付加しましたので、細粒火山灰では0.05センチというところを入れております。降灰後から除灰終了までの部分は視程に関する記述を除いたものということで、右側に載せているところ です。

これらを使って今後どれぐらい火山灰が降ったところではこのようになるというのを表現するときには、高速道路ですとか一般国道、主要地方道、こういった道路のデータを用いて影響を受ける区間の分布、総延長規模というのが数字としては出てくると思うのですが、これらを分布としてどの地域がというところをお示しした上で、除灰が必要な量の時間的変化というのを算出することで、これも仮定になると思いますけれども、除灰速度を仮定して除灰を行ったときにどれぐらいの期間、影響が継続するののかというのを算出するという形で、被害の表現ができるのではと考えたところ です。

まだしっかり見切れていないところもございますけれども、スライド8に除灰速度の考え方（案）ということで、九州での除灰の作業の例を用いまして除灰を行う機材というのを想定するとともに、除灰速度については玉置・他（2014）で実質の走行速度というのが整理されておりますので、こちらの手法を使わせていただければと考えております。

さらにこちらはロードスイーパーの除灰速度だったのですが、堆積厚がもっと大きくなると、ロードスイーパーでは除灰作業ができないというのが新燃岳のときの都城の例でございましたので、そのほかの土木工事に使うような資機材に関しては、土木工事における施工能力というのを仮定していくのがよいのではないかと考えているところです。

活動可能な資機材については、その降灰の影響下にある都県内の所有台数を仮定した上で、除灰日数を算定してはどうかというふうに考えているところでございます。先行事例というか、これまでに、順序を考えない最短除灰期間ですけれども、除灰日数を推定した例としては熊谷・他（2004）と玉置・他（2014）がでございます。これらの例では保有台数を仮定だったり、その場所で使えるものということで設定して4日ですとか3.6日といった期間を算出した例も過去にはありますので、同じような考え方でやらせていただくのがよいのかと考えているところでございます。

続きまして、②鉄道の部分でございます。鉄道の部分に関しては、想定される影響として車輪とレール間の通電不良による障害ですとか、視界不良、ポイントの動作不良、レールの埋没という影響によって運行不能が発生する区間ですとか距離を定量的に想定できるのではないかと。信号故障ですとか電気設備等への影響については、まだこちらについては定量的な記述というのが今、難しいのかなと考えているところでございます。

2ポツは前回資料の再掲でございます。

スライド10にそれぞれの影響についてまとめております。車輪やレールの通電不良による障害ですけれども、レールが火山灰で覆われると、そのレールと車輪間の通電不良で、その列車の位置を把握するシステムですとか、踏切に障害が発生した例があるという文献がでございます。新燃岳の例ですけれども、井口2011でレールの上の面が灰によって完全に隠れてしまうと、軌道短絡ができなくなってしまう、ただ、覆われてしまわなければ一応可能であったというような記述がでございます。これをもとに通電不良による障害が発生する範囲をレールの踏面が隠れるほどの降灰量の地域として、実例で厚さは測られてはいないのですが、道路の路面標示の実験結果から持ってくると、0.05センチというのが設定できるのではないかと考えました。

さらに新燃岳と桜島の対策例、こちらは清掃後、異常がないことが確認されるまでの間は運行不能にするというのが実事例としてございますので、点検に要する時間というのは運行不能と考える必要があるということで、この点検に要する時間は地震時の運休時間の推定方法というのが高浜2011で考えられておりましたので、こちらを仮定してはどうかと考えております。

さらにお話をお聞きしますと、降灰という経験のない状況、特に関東のほうではそういう経験がない状況であるので、微量の火山降灰の場合であっても当初は運転を停止して、一度、点検の上、初回の降灰が終わった後、速度を落として走行するのではないかとというふうに考えられますので、初回については一旦、運行停止するという想定ができるのではないかと考えたところでございます。

右側の視程の低下については、一般的には列車については信号が視認できない視程となる範囲で速度低下または運休の措置がとられているとお聞きしております、降灰についても同等と考えて、想定では視程が50メートル以下になる範囲で速度低下と想定ができるのではないかと考えております。視程と降灰速度の関係は、道路のときに使ってはどうかと申し上げたBlake（2018）の実験結果を用いてはどうかと考えております。

ポイントの動作不良に関しては実績しかございませんでしたので、桜島の2012年の噴火の事例から0.05センチ以上の範囲と考えられるのではないかと。さらにもっとひどい状況になったときに、レールの埋没というの也被考えられるのですけれども、こちらについてはレールの規格から15センチ以上の範囲というふうに考えられるのではないかとこのところでございます。

右下、参考ですけれども、2011年の新燃岳の噴火のときの列車の運休状況と、浅間山2004年、2009年、先ほど資料2で御紹介しましたけれども、関東のほうまでうっすら降灰が確認されたときですが、このときに降灰が原因の運行の休止が行われた記録はないとお聞きしております。

これらを踏まえまして、鉄道全体としてどういうふうに想定するかというところですが、運転停止の区間のところは通電不良の部分から持ってきてまして、降灰の厚さ0.05センチ以上。ただし、初回の噴火のときは安全側を見て微量でも停止するのではないかと。速度の低下区間のところは視程が50メートル以下の部分と、この車輪やレールの通電不良による障害を考慮して、微量のところでも速度を低下しながら走るのではないかとこの想定としてはどうかと考えております。ほかの分野の影響としては、停電エリアで運行ができないという状況が条件として設定できるかと思えます。

被害の表現の方法としては、これらの条件を使って路線のデータからどこまでの列車が止まるかという区間の分布と、総延長規模が算出できるかと思ひまして、そこから清掃速度とか点検時間から、影響が継続する期間が算出できるのではないかと考えているところでございます。

最後、航空ですけれども、こちらについては滑走路上に灰が積もって、それを除去したことが過去の事例でございますので、そういったところと、あとは空気中に火山灰が存在するところは避けて通るということで、欠航の便数と降灰域を通過する、飛ぶ航路に影響がある便数というのが定量的にお出しできるのではないかとこのところで、2ポツが再掲なのは同じでございます。

3ポツですけれども、こちらは余り過去事例ですとか文献がございませんでしたので、鉄道、道路で言うところの3ポツ、4ポツをまとめて記載させていただいております。

1ポツ目、除灰作業等による空港（滑走路等）への影響ということで、鹿児島島の事例ですけれども、滑走路上のマーキングの視認が次第に難しくなる程度、0.2～0.4ミリの降灰で離着陸の間隔ですとか航空機の運用について関係者で協議を実施する。もっと降灰が増えると滑走路ですとか誘導路の除灰を検討するという運用がされてございます。新燃岳の

噴火のときには、実際に除灰作業中に滑走路が一時閉鎖されたという記録がございます。これを用いますと滑走路等が灰色一色、これが大体2ミリではないかというところなのですけれども、これらにおいても滑走路上の除灰が行われるのではないかという想定ができるのかなと考えてございます。

通行不可となる区域ですけれども、航空機、機長等の判断で火山灰の影響を回避して運行されるという運用がなされておりまして、このワーキングでの想定については機長の判断というところがありますが、大気中に火山灰が存在している区域では迂回等の措置をとるという形で仮定をしてはどうかと案を作成したところです。

他の分野の影響ですけれども、こちらでも停電エリアの空港は操業不能と仮定ができるのではと考えたところでございます。

被害の表現の方法ですけれども、これらの条件を用いて滑走路が閉鎖されるような空港と、その空港を離着陸する航空機の1日の平均でどれぐらいが欠航となるのか。さらに除灰速度を用いて除灰が終わるまでどれぐらいの影響が続くのかというのが想定できるのかなと考えてございます。さらに降灰が終わるまでの間は空中の区域を通過する路線、その路線の1日の平均の便数から影響を受ける便数というのが算出できるのではないかと考えているところでございます。

スライド14は参照文献ですので、省略をさせていただきます。

以上でございます。

○藤井主査 どうもありがとうございました。

それでは、ただいま説明いただきました資料4について、御質問あるいはコメント等をお願いしたいと思います。特にこれから後、どういうふうに被害を表現していくかというところも含めてお願いいたします。

○大野委員 今回の進め方としては富士山の宝永噴火が今、起こったらどうなるかという観点でまとめるお話でしたので、降灰の堆積厚というのが非常に大きな意味を持つてくると思うのです。

先ほどの資料3の8ページに宝永噴火の時の堆積厚の図があり、堆積厚のイメージがここで表現されています。この図が大事になってくるんだなと思って見ていたのですが、3つ図が書いてあって、噴火量とこの3つの図の関係がよく分からなくなってしまったのです。これは16日間の場合ですが、ここで大事なのは一日に降る灰の量が最悪ケースで宝永噴火の時どれぐらいだったのかなというのが大事になってくるのかなと。要は雪でも一度多く降るとなかなか除雪できないのと同じで、灰も恐らくそうなると思います。16日間あるのですけれども、一度に降った時の最大値というのはどれぐらいになるのか大事なポイントになってきます。図の最終堆積厚さが8センチ程度、16センチ程度等と書いてあるのですが、この資料の意味が分かりにくいので教えていただきたいのと1日に灰の積もる最大値が宝永噴火の時どれぐらいだったと推定できるのか教えていただければと思います。

○事務局（浦田補佐） まず資料3のスライド8の意味から御説明をさせていただければ

と思うのですけれども、大野委員おっしゃられるように、16日後に降った結果は推定されるのですが、その間がどうだったかというところが被害を描くためには必要かなと思ってはいるのですが、そこは現在分かっている中では描き切れていないところがありまして、その中で仮に噴出量の比はこれまでの既存研究で算出することができますので、富士山そのものからの1日ごとの噴出量比で、最終堆積厚の16センチを分割してグラフにしたのが、この左下のグラフになります。例えばですが、横浜市ですと16センチのコンターが近くを通っていますので、この16センチのコンターが通ったあたりのところでは、噴出量比そのものの比率どおりに毎日降ったと仮定すると、1日目は大体3～4センチぐらい降って、2日目はもう少し少なくてというような推移をたどっていくのではないかと。噴出量比そのものと降る量は違いますので、本当は違うのだと思うのですけれども、噴出量比で見るとこういった日ごとの推移をたどるといふふうにイメージできるのではないかと考えてイメージとしてお持ちいたしました。

○大野委員 これは最終堆積厚が16センチメートル程度の地点の場合と読むわけですね。そういう意味ですね。分かりました。だからコンターごとの地点の、例えば横浜から茅ヶ崎、秦野、この辺は1日目にも3～4センチ以上積もるといふようなイメージで見ていけばいいということですね。

○事務局（浦田補佐） ざっくりと噴出量比で配分すればという形ですけれども、そのようなイメージでとれるのではないかと。

○大野委員 やはり初日が一番多いので、恐らくこれが1日で降った量の推定最大値でしょうけれども、この3～4センチをベースに考えると車も通れない、鉄道も走れないという結果が出てくるのですね。分かりました。ありがとうございます。

○藤井主査 どうぞ。

○多々納委員 まず道路のことなのですが、道路種別を考えなくていいのかという点が一番気になります。高速道路と一般道、規制のしやすさ、しにくさ等の区別です。特に、高速道路は、流入規制が可能な反面、一旦流入した車両への規制は事実上できないという特性を持ちます。すなわち、入るときには制限がかけられますが、高速道路上で何もできないという問題があります。地震時でも入るのは規制できますが、走っている車をとめたりできないという問題もあるので、この場合どうするかが課題です。また、一般道においても、降灰量に応じて単に走行速度が低下するという解釈と走行速度を規制するということの解釈が可能です。速度制限10キロ、30キロを実施するということなら、その速度を守ればスリップしないのだろうということなのかなと思うのですが、桜島で前にお年寄りに聞いたりしたりしていますと、ちょっと降るだけでもすごく事故が起きるらしいのです。知らないからそれなりのスピードで走ってきて、火山灰の上で滑ってしまって事故を起こしてしまう。

そう考えると、実際には噴火の初期に多くのところで恐らく今言う5センチも積もっていない状況でも走らせてはいけない状況が発生するのではないかと。ある程度慣れてきたら

それがいいという話になるのだろうかというふうに、普通にはそう思うのですが、そのあたりの規制をするほうの立場とか、あるいはどういったことができそうかということも考えて、道路の場合は検討いただけないかなと思った次第です。

○事務局（浦田補佐） ありがとうございます。規制をするかどうかというところで、一般道に関しては速度規制という概念が余りないとお聞きしております、ここの速度低下区間として考えたのは、新燃の事例でお話を伺ったところ、少しでも積もっていると白線も見えなくなるし、滑りやすいので皆さん自然と速度が遅くなる。のろのろ運転になるというような話をお聞きしておりましたので、この走行速度、20キロと30キロにどれぐらい意味があるのかというのはありますけれども、自然と徐行になるだろうという想定で、この速度低下区間というのは設定をしたところでした。走行速度10キロというところはほとんどのろのろ運転ですし、上條・他（2015）のところでは四輪駆動でない立ち入るのには坂道を考えると難しいのではないかという話もありましたので、全ての車が10キロで走れるというよりは、全く走れなくなるような区間を通行不能区間と設定をして、少しでも走れる可能性があるところを速度低下区間として今、事務局案では残しているところなのですけれども、そこの考え方としてももう少し規制でしたり安全に走行できるところとこのを入れるかどうかというところかなと。

○多々納委員 そうだと思います。

○事務局（高橋企画官） 事務局から補足させてもらっていいでしょうか。

まずは10キロ、20キロ、30キロということで、どういうところの区域が1日目なのか、2日目なのか、それは降灰量によって影響が出る範囲をまず示したいと思っております。それがまず被害の想定といたしますか、被害の様相をお示しすることになりまして、多々納委員おっしゃいますように、そのときに10キロで本当に走れるかどうかは、被害想定を踏まえてやはり走れないということであれば、そういうことも今後検討していく必要があるのではないかと。規制のやり方を考えていく必要があるのではないかと。これを最後の対策といたしますか、そちらのほうで御指摘いただいて、それをまとめるようなイメージを事務局のほうでは持っておりますが、そのようなイメージでよろしいでしょうか。

○多々納委員 では高速道路を含めて、例えば10センチ以下であれば走行可能であるという判断をしていこうという御提案だと理解していいですか。

○事務局（高橋企画官） まず被害の様相を描く際に、今の文献、データからすると、この区間については大体10キロ程度しか走れないのではないかと。この区間をまずはイメージとして出させていただく。その上で実際に本当のいろいろな文献ですとか現場のお話を加味させていただいて、対策を考えていく上で例えば10キロのところは本当に走れるのかどうか、規制をどうすればいいのか、安全面をどうすればいいのかみたいなところは、今後、こういうことを考えながら政府なのか、地方公共団体なのかはありますが、検討していく必要があるのではないかと。また、そこまですべてがワーキングで御議論をいただくイメージかなと思っておりますが、その辺はまた先生方の御意見を踏まえて、どこまでそれをどうい

順番で議論をしていくかということはあるかと思えます。

○多々納委員 被害の様相を描くという、その観点の問題だと思うのですが、要するに高速道路機能が維持されつづけるのかそうでないのか。そのあたりで随分違ってくると思うので、それで申し上げているのですが、私は降灰時には規制が実施され高速道路がほぼ使えないというのが実態だと思うのです。規制を実施せずに、走行速度10キロでなら使えとか20キロでなら使えるというふうに想定して検討をスタートするというのを意図されていると思いますが、3ページの表を見せていただいていると、実際には過去の事例ではほとんど人為的な判断による影響というところに書かれてはおり、規制によって高速道路はかなり降灰の小さいところでもとめられていますね。これはやはり危ないからだということで、実際に事故が起きたら今度は逆に本当に使えなくなってしまうのだと思うのです。事故を起こした車両をどけなければ通行できませんから。だからそういうことで言われていると思うのですが、一つの考え方として「規制を考えない」という前提で進めるという事務局のお考えは分かりましたが、道路の種別によっては「規制」を考慮した現実的な機能性を考えていくケースもあったほうがいいのではないかと、私としては思っております。

以上です。

○事務局(高橋企画官) もう少し高速道路会社の方にもヒアリングをさせていただいて、その状況をお伝えした上で、まず初期の被害の様相をどう描くかは次回以降、御提示をさせていただいて、御議論いただければなと思えます。

○伊藤委員 道路の関係で言いますと、私は実際に桜島を降灰中に車で走ったことがあるのですけれども、基本的には、そのとき葉っぱが真っ白になる。葉っぱの緑が見えない状態で地面に1センチぐらい積もっている状況でしょうか。降っているかどうかは分からないような状況でしたけれども、その場合は車が走ると前の車の後ろについていけないのです。全く見えません。それと、向こうから対向車が来ると、しばらくの間、真っ白になってしまって何も見えません。風が吹くと見えません。ということは、基本的にはものすごく視界が悪くなるということで、滑るという問題よりも視界不良で車はとまらざるを得ないのです。そして、前の車とはものすごい間隔をあげないと灰が落ちませんので、1分ぐらいするとやっと見えてくるのですと進む。向こうから今度車が来ると、逆にこれはすれ違った後はしばらくはとまらざるを得ないという状況ですから、基本的に高速道路では数ミリ降るといえるか、ある程度積もった場合は全く通れない。一般道では基本的にはのろのろ運転でやっと行けるかどうかということになるのでないかと思えます。ですからそれはもちろん厚さにもよりますけれども、1センチを超えるようだと極めて危険だという状況だと思います。もちろん雨が降ったりすれば状況は変わりますけれども、基本的には非常に危険で、道路交通というものはほぼ難しくなってくるという状況だと思います。

○海堀政策統括官 私のほうから、ことし2月の福井の大雪のときに、これは灰とは違って大雪だったのですけれども、今みたいなことで高速道路を早目にとめたのです。とめた

後、その車がみんな一般道に行ったのです。それが原因となって数日間、スタックして動かなくなりました。

今、先生方おっしゃるように最初の段階で高速で走らせるのはいけないからとめるというのはいいのですけれども、その後の避難とかいろいろなことを考えるときに、高速道路であっても10キロや5キロで走らせたほうが、一般道を走らせるよりも円滑に走れたのではないかということが事後の検証であるので、先ほどうちの高橋から申しましたように、事象としてどういうことが起こるかということと、物理的に走れるかどうかということと、その後の対策でどう活用していくかということのある程度整理を分けてさせていただいて、そこは今後、御議論をいただければと思います。

○藤井主査 山崎さん、どうぞ。

○山崎委員 教えていただきたいのですけれども、自動車は結構降灰があっても、積もっても走れるみたいですが、鉄道は見ると例えば先ほどの資料3の最終堆積の厚さが1センチ程度のところの初日、2日目でも鉄道はだめだというくらいのレベルだと考えていいのですか。

○事務局（浦田補佐） 全部の範囲かということ、そうでもないと思いますが、0.5ミリというところなので。

○山崎委員 鉄道は要するに交通としてはほとんど期待できないというか、そのくらいのレベルだと受けとめていいのでしょうか。

○事務局（浦田補佐） 安全な運行に一番必要な踏切の部分ですか、信号の部分というのが、レールと車輪の接地のところで効いてくると文献等でもなっておりまして、それが新燃岳の噴火のときではレールの表面が完全に覆われてしまった。完全に覆われるということ、資料1で幾つか写真を並べて厚さでござんいただきましたけれども、大体0.1～1ミリの間で大体全部覆われているような状況になっていますので、その状況からそんなに違わない数字ではないかと考えていまして、そうすると除かれるまでの間というのは、列車は動くのは難しいのではないかとというのが今回の案でございます。

○山崎委員 私もよく分かりませんが、例えば徐行しながら走れば、例えば荷物運搬くらいには使えるのか、もう全く期待できないということなのかというのは、ちょっと知りたいなと思ったのが1つ。

2つ目は、道路の清掃の話が出ていますよね。交通分野の8ページの囲みの中ですけれども、東京都の清掃局が持っている車を全部投入すると、24時間体制で4日弱だって、これは全ての道路のことを言っているのですか。それとも緊急輸送道路だけのことなのか。全ての道路をやるということですか。

○事務局（浦田補佐） 本当の小道まで全てではなかったと記憶しているのですが、緊急道路だけでもなかったです。都道も含めての積算をされていたものです。正確にどの道路までというのは今すぐ申し上げられなくて恐縮ですが、緊急道路だけではなかったです。

○山崎委員 そうすると、生活道路も含めてかなりの道路をやるとこのくらいかかりますよということですね。

○事務局（浦田補佐） そうですね。生活道路がどこまでかというのはすみません、正確では今ないので、追って調べさせていただきます。

○藤井主査 今の間答に関連しますが、熊谷・他はリファレンスがないのですか。

○事務局（浦田補佐） すみません、リファレンスが抜けております。

○藤井主査 分かりました。

○山崎委員 対策を考えるときにはどのくらいの道路をどうやったのかというのはぜひ教えていただきたいと思います。

○藤井主査 では先に秦さん。

○秦委員 道路の想定で傾斜とか勾配は考慮する必要がないかということです。特に都市部はアンダーパスとか跨線橋とか高速道路も相当勾配があるので、そういうところは厚さ以上に傾斜が効くような感じもするのですが、そこはいかがなのでしょう。

○事務局（浦田補佐） スリップという点で一応、勾配10%の登坂能力のデータを使ったときに5センチでは滑りが認められていて、10センチでは無理というような結果が出ているということも使いつつ、10センチでは本当にだめだろうという想定を書かせていただきました。なので5センチで10キロというのができると言い過ぎではないかというところはあるのかもしれないのですが、一応、4WDですとか車によっては登坂可能という結果が出ていますので、全く通行できないという設定にはしない案にしたというのが事務局案でございます。

○秦委員 分かりました。

○藤井主査 永田さん、どうぞ。

○永田委員 2点ほど聞きたいのですけれども、先ほど山崎委員の1ページの囲みのところでございますが、これはあくまでも一律的に1センチという理解でよろしいのでしょうか、資料3の8ページにありますのは、東京でも南部のほうはコンターでいきますと8センチ、あと4センチであるとか2センチという数値が出ている。そうしますとあくまでもこれは大体24時間フルで4日間という前提なのですけれども、これはもっとかかるという認識でよろしいということと、当然ながら降灰量が初日は多いということで、作業が初日からできるというわけではないですよ。そうすると資料3の8ページを活用するとどれくらいになるのか算定されるという理解でよろしいのかというのが1つです。

あと、同じ8ページの日当たりの標準作業量ということで、ホイールローダーとバックホウというものが出ているのですけれども、これは集積されたものを処理するという理解でいいのか、一般的に平面的なところをホイールローダーやバックホウで処理するのか。多分、後者ですとかかなり作業能力がものすごく落ちると思うのですけれども、このあたりどう考えられているのか教えていただければと思います。

○事務局（浦田補佐） まず1点目でございますが、熊谷2004は本当に一律に全部平らに

降らしたものでやっていらっしやいますので、そういう意味で最終的な宝永噴火のものでやったときに、どういう数字になるのかというのは日ごとの堆積量との重ね合わせで今後、想定というかどれくらいの日数かかるのかというのは、出させていたいただきたいと考えているところです。

施工能力のところでは道路上のものなのか、平面的にというのは、そこは今すぐ、その想定を特に変えて考えておりませんでしたので、そこは除灰速度を想定するときにもう少し精査させていただきたいと思います。

○藤井主査 どうぞ。

○郡山委員 2点、確認をさせていただきたいのですけれども、まず航空の、例えば空港の除灰作業に関しては、空港が持っているロードスウィーパーがあると考えていいのですか。それとも道路に使うロードスウィーパーをここに回すという考えなのかというのが1つと、船舶については本当に考えなくていいのでしょうかというところです。抜けていますけれども。

○事務局（浦田補佐） まず空港での除灰のお話ですけれども、こちらは空港によって全然違うことも想定されますので、その辺はもう少し空港のお話を聞かせていただいといる形になろうかと思えます。

船舶のほうを考えなくていいのかというお話をいただきまして、船舶はやはり視界が一番効いてくるだろうというところはあるのですけれども、まとめられるほどの知見というのは今、持ち合わせていなかったというところで資料をお出しできていないという状況でございます。

○藤井主査 ほかにはいかがですか。

○万年委員 8ページで降灰厚ごとにロードスウィーパー、ホイールローダーと書いてあって、厚いやつに関してはホイールローダーを使っていきましょうということだと思っておりますけれども、ホイールローダーだけ投入すればすぐゼロになるわけではなくて、その後、本当にクリーンアップするのであれば、ロードスウィーパーを使わなければいけないことになると思っておりますけれども、それはどうやって考えているのでしょうか。

○事務局（浦田補佐） 新燃のときも鹿児島るときもそうだったと思えますけれども、先生ご指摘のとおり、ホイールローダーやバックホウで取り除いた後に最後にロードスウィーパーで取り除いていらっしやっていますので。

○万年委員 そうですね。ですから結局、除灰速度ということになると、例えば10ミリ以上のものでもホイールローダーだけで終わるわけではなくて、ホイールローダー＋ロードスウィーパーみたいな形になるわけですね。そのような計算でやっていくということですね。

○事務局（浦田補佐） そのように計算できればと考えております。

○万年委員 もう一つですけれども、同じ8ページで影響下にある都県内の所有台数を仮定すると書いてありますが、例えば神奈川県の場合、30センチ以上のところがあるわけで、

秦野から横浜に持っていくとか、横浜の南から北に持っていくことはできないわけです。これはだからその場所のせめて横浜とか東京だったら区とかそういうものでやるべきではないかと思うのですが、いかがでしょうか。

○事務局（浦田補佐）　そこまでの分解能を持って所有台数が分離できるかどうかにかかってくるのかなと。ここで都県内の所有台数を仮定すると書かせていただいた意図としては、外から持ってくるということを考える前に、まずエリア内でやったらどうなるかというのを整理させていただくのがいいのではないかと。もともと山麓地域のほうに物資なり資機材なり投入しなければならないだろう中で、遠隔地でどうするかというお話から始まっていますので、まず外から持ってくるのではなくて、中のところでやったらどうなるかを想定して、量としては考えてみてはどうかというところで書かせていただいています、地域を区にするのか県にするのか、どこまで分割できるのかというのはちょっと検討させていただいたほうがいいのかなど。

○万年委員　そうです。だから都市部のほうが道路事務所とかも割と小さな区域であるように思うので、もう少し分解能が高い統計がとれるような気がするのですが、可能であればぜひトライしていただきたいと思います。

○多々納委員　ホイールローダー云々の話もちろんあると思いますけれども、機械も例えば除雪用のラッセル車みたいなものとかいろいろなものが使えると思うので、そういう工夫は後で考えてもらったらいいと思う。道路についてはある程度いいと思ったのですが、ほぼ同様の議論を鉄道でもここで書かれるべき話だったと思うのです。0.5ミリをどうやれば解消できるんだという議論だろうと思うのですが、それもいろいろな機械があったりいろいろして、比較的道路に比べてかえって同じ堆積厚であった場合に早期運行再開ができるのではないかなと思ったり、あるいは実績として桜島でも0.5ミリ以上の堆積というのは過去にはないのですかね。0.5ミリ以上の灰が積もるということは鹿児島ではないのですかね。

○石原委員　しょっちゅうあると思います。

○多々納委員　ですよね。そういうときにはどうなっているかということでも分かるはずだと思うのですが、そう考えると鹿児島での経験とかでどの程度のスピードで鉄道を復旧できるかということは、もう一度考えていただけないかなと思います。

それから、航空ですが、ここに関しても結構こちらは意外とポジティブな感じがしているのです。ポジティブというのは楽観的な感じがしているのです。マーキングが見えなくなったらどうこうという議論もありますが、空域の話はある程度空域のところにかかっているのが続いているという議論がありますが、空港自身に堆積している場合に飛行機は降りて来られるのでしょうか。どの程度までだったら降りて来られると判断するのか。先ほどと似たような話ですが、空港の保安上の観点からどの程度までなら許容できるかという議論は押さえておいていただいたほうがいいかなと思ったのですが、この2点です。

○事務局（浦田補佐） 鉄道に関しては、まさに鹿児島ของきにどうだったかというのがあります、2013年8月18日の噴火の例を資料2の8ページに出させていただきますけれども、これが0.2～0.3ミリ程度を鹿児島市役所で観測されていて、観測地点と日豊本線の位置の関係で全然違った可能性はあるかもしれませんが、1時間半にわたって運転を見合わせたということで、列車に影響があった事例というのは鹿児島でも幾つか記録としてはあるのかなというところです。

JR九州は除灰の対策というところで、除灰用の装置等もお持ちというのは以前にお伺いしたことがあるところですが、それが首都圏でどういうふうにできるかというのは、もう少しお話等を伺わないと厳しいのかなというところがございます。

空港のお話ですけれども、保安上どうするかというところもございますが、鹿児島の実事例で今、書かせていただいていますけれども、経験のない九州以外の地域のところでは、もう少し厳し目の対応をされる可能性というのは、御指摘のとおりあるかと思しますので、そこは空港のお話を伺わせていただければと考えております。

○多々納委員 鉄道の話も今おっしゃったことでいいのですけれども、要するにとまるとまらないの部分の判断基準はこれでいいのだけれども、先ほどの道路に比べると除灰の部分の話について少し説明が余りはっきりしていないので、誤解を招いているところがあると思ったのです。要するに薄ければ取り除きやすいので早く再開している例もあるということですね。だからそういう取り除いていくところの作業手順とか、そのあたりのイメージがもう少し出てくると、ここの鉄道も使えるというのが分かるのではないかと思います。

○藤井主査 鉄道に関しては11ページに清掃速度と点検でどのくらいかかるか、それに基づいて今後計算していくということになっていますので、実際上ここにどのくらいで清掃できるかという目安の時間が書いてあります。だからずっととまるということではないです。ですからこれを一旦清掃してしまえば、次が降ってこなければ使えますが、連続して降灰があるような状態ではなかなか難しい。桜島みたいに単発的に噴火をするような火山と、今、想定している宝永の噴火のように、ほぼ隙間なく降ってくるような場合とでまた状況がかなり違うかと思しますので、これはここに書いてある表現の情報に従って、もう少し検討していただくことになるのかと思います。

○多々納委員 先生に御質問なのですけれども、例えば堆積厚そのものと速度とは変わらない、関係しないのですか。清掃速度は2～3キロとか10キロとか書いてあるのですけれども、厚くなっても。

○藤井主査 非常に厚くなれば別ですけれども、普通だと試験車がどこにいるか運行司令では分からなくても、試験車そのものは一旦は走ることができるのです。しかし、普通の乗客が乗っている列車ですと、列車がどこにいるかを運行司令で分からないと走らせられないので、鉄道は止まってしまいます。試験車そのものは導通がなく、運行司令でその位置を把握できなくても、最初にクリーニングのために走らせることは可能です。だから試

験車を使って、かなりの降灰量までは表面を取り除くことは可能だと思います。

ほかにいかがでしょうか。

○伊藤委員 今、藤井先生もおっしゃいましたけれども、想定する火山の性質というか量というのは、基本的に今回まず宝永噴火をやってみようということであるとすれば、初日にこれだけの灰が降ったときに、例えば道路清掃を行っても積み残しというのは相当あると思うのです。積み残した上にさらに降ってくるとすれば、それがどのような形で結果的に16日間、降ってどうなっているかという想定をしていかなければいけないと思うのです。そこら辺も1つ宝永でやるならやるという形で、それがどういうことになるんだということを考えてみるほうが、後が分かりやすいような気がします。

まず中心部の東京や横浜がどうなるんでしょうねというところが一番大きな今回の課題だろうと思いますので、結局ここはもう処理能力がありませんというところは、ある程度出ますよということで考えていく必要があると思うのです。

○藤井主査 それで一番よく分かっている宝永を、実際に起こった噴火をとということをやったのですが、実際には最初に見ていただいたように分からないことがいっぱいあるので、特に時間ごとにどう降ってきたかという分解能は江戸時代の噴火ですからありませんので、どこかでシミュレーションを行って時間推移みたいなものをやらざるを得ないことになります。

前回の委員会で宝永でともかくやってみろということでしたので、その結果が今日表現されているわけです。これ自体はもう少しきちんと詰める必要がありますが、シミュレーションも必要になるでしょう。シミュレーションをやればそのとおりに起こるというわけではないのですけれども、対策の目途をつけるためには何らかの手法により、細かいスケールで降灰がどう変化していくかということは今後やっていくことになると思います。よろしいですか。

○大野委員 今の方向で結構です。私もそのとおりでと思います。確認ですが、資料にTephra2による計算については現在実施中という記述がありました。今後そのTephra2の結果によって前提になる結果が変わってしまうということがありますか。いかがでしょうか。

○事務局（浦田補佐） 私の説明が不十分だったと思うのですが、資料3でお示しをさせていただいていましたけれども、今、計算を萬年先生の御助力をいただきながらやっているのですが、なかなかうまくいかないというところがありまして、どこまで時間推移をシミュレーションでできるのかというところは、引き続きやらせていただくのですけれども、それはそれとして今の段階で噴出量比で仮に配分したのが資料3の8になりますので、計算のシミュレーションがうまくいけば、こういう時間的な推移ももう少し仮に日噴出量比で配分ということではなくて、議論の前提として使うものが出せるのではないかと。

○大野委員 今のお話は、議論の前提になる結果そのものが、現在の資料と異なった内容で提示される可能性があるということですね。

○事務局（浦田補佐） そうです。

○大野委員 それだと時間軸も例えば今回は16日間ですが、時間軸と降灰量もある程度今回と同じように分かることになり、それを前提に被害想定をしていけばいいという話でよろしいですか。

○事務局（浦田補佐） そうです。被害想定に必要な分解能を持っている降灰分布で被害の予想を描く必要があるのかなと思いますので、それが宝永噴火の降灰と一致するということはおそらく無理なので、そこはどこまでのものができるのか。

○大野委員 完全に再現しているわけではないけれども、根拠づけとしては今とり得るベストなやり方であるということと言えればいいと思うのですが、そういうことでございませぬ。

○事務局（浦田補佐） はい。

○大野委員 分かりました。

○藤井主査 秦さん、どうぞ。

○秦委員 1点、事前にかなり火山ごとに特徴が違って、いろいろな成分の違いとかあるという話と、今日の資料でもかなり粒径の話もあったのですが、今回、道路のところを見ると粒径とかは余り議論がなくて、一律的な厚さで議論をしている。つまり社会的な影響のほうは厚さがかなり支配的なので、厚さで議論すればいいというのが、もしあるのであれば、どこかでそれを書いていただいたほうが分かりやすいのかなと思ったのが1点。

あと、宝永噴火の場合はかなり遠くまで粒径の大きいものが飛んでいるように見えるのです。この軽石のやつを見ると。粒径の大きいほうが支配的なきに影響は、細かいほうが細粒火山灰だと影響が道路には出るように書いてあるので、大きいのは実は余り影響がないから、細かいものだけ見ていけばいいんだということになっていてと理解したらいいのですか。データがないから厚さで議論しているのか、大きいのは余り影響がないので細かいところを見ればいいだけで、厚さが支配的だということなのですが、そこがあればどこかで明示的に最初のほうで書いたほうが分かりやすいのかなと思いました。

○事務局（浦田補佐） 実験結果等でそんなに事例がないということで、余り粒径ごとにどうだということまではっきり分けられてはいないのですけれども、1つ白線、道路面上の表示が見える見えないのところは、粒径での実験結果がございましたので、道路のほうでも入れさせていただいているところでして、そういう粒径ごとの。

○秦委員 今のは視認性の話です。

○事務局（浦田補佐） そうです。視認性のところでは入れさせていただいている。それ以外のところでは分離できるほどのデータが数字上のものは今はない。

○秦委員 ないので厚さで議論する。そこはどこかで書いたほうが考え方が整理されるので。

○事務局（浦田補佐） 考え方としては、基本としては厚さなのだけれども、粒径の要素で条件が付加できるものは付加をするという方法をとっていますので、その旨をどこかでしっかり書かせていただくという形で修正いたします。

○秦委員 粒径が大きいほうが視認性ではなくて走行性が条件的にどちらになるかというデータはあるのですか。細かいほうが影響が出るのか、粗いほうが出てしまうのか。

○事務局（浦田補佐） 極細粒のときに、雨が降ったときには泥ですとかシルトというのは粘性が高くなってこびりつきやすいので、走行の低下に効いてくるというのは三宅ですとか有珠の例で言われているのですけれども、それが粒径がどのくらいなのかとか、そういったところですか、では砂だったら低下しないのかということについての知見というのは見当たっていないので、分離できるほどの表現ができていない。

○秦委員 アスファルトの上に砂が結構まいていような道路を走ると相当スリップした経験があって、なかなか難しいなと思ったものですから、どちらにしても考え方を書いておかないと、読んだ人が前提が分からなかったり、もしくは何でこういう整理になっているのかというのが分かりにくいので、書いていただいたほうが親切かなと思いました。

以上です。

○事務局（浦田補佐） ありがとうございます。書かせていただきます。

○藤井主査 どうもありがとうございました。

もう既に予定時間を超過しておりますので、どうしても最後にとということがありましたらお受けしますが、いかがでしょうか。よろしいですか。

それでは、事務局にお返しします。

○事務局（林参事官） 本日はどうもありがとうございました。

今後のスケジュールにつきましては、また別途調整させていただいて、御連絡させていただきたいと思います。

また、時間の関係で御発言いただけなかったところもあるかもしれませんが、その部分につきましては、また別途メールとか事務局まで御連絡いただければと思っております。

資料の送付を御希望される方は机の上に置いていただいて、封筒にお名前を書いておいていただければと思います。

それでは、以上をもちまして本日の会議は終了とさせていただきます。どうもありがとうございました。