

降灰予報の高度化に向けた提言

平成 25 年 3 月

降灰予報の高度化に向けた検討会

降灰予報の高度化に向けた提言（概要）

降灰予報の基本的な要件

- ・ 現在の噴煙高度の閾値を基準とする発表ではなく、一般住民の生活やライフライン等に影響がある降灰量が予想された場合に発表すること。
- ・ 一般住民が理解しやすく、適切な対応行動をとりやすいものとし、降灰だけでなく小さな噴石の情報も含めること。

降灰予報の情報体系

- ・ 降灰予報に対する一般住民、自治体防災担当者及び交通・ライフライン・農林水産業等各分野のニーズと情報の予測精度を考慮し、“噴火前の情報”、“噴火直後の速報”及び“噴火後の詳細な予報”の3種類に分けて発表すること。

降灰量の階級

- ・ 降灰量の情報を防災対応に有効なものとするため、健康、交通、ライフライン等各分野における降灰の影響、対応行動と降灰量の関係を把握し、降灰量の階級を導入すること。

降灰予報の高度化を進めるにあたって

- ・ 当面は噴火活動の活発な桜島をモデルケースに、地元自治体等の協力を得て、情報の試験的な提供を行うとともに、情報内容や発表基準等の改善を図ること。併せて降灰量、降灰の影響及び対応行動事例の収集・整理に努めること。
- ・ 降灰予測手法の課題について、大学や研究機関等の研究成果の導入等により改善すること。

なお、降灰についても、噴火警報や噴火警戒レベルを的確に運用することにより、住民の避難を支援することを基本とする。降灰に関する避難のあり方が議論され、降灰に特化した警報が必要と判断された場合には、警報化を検討する。

目 次

1. はじめに	1
2. 降灰予報の課題と検討会の役割	
(1) 降灰予報の課題	2
(2) 検討会の役割	2
(3) 検討の基本方針	3
(4) 検討事項	3
3. 提言	
3. 1 降灰予報の基本的な要件	
(1) 降灰予報の発表タイミング	4
(2) 降灰予報が対象とする火山及び噴火の規模	6
3. 2 降灰予測技術	7
3. 3 降灰の影響、対応行動と降灰量の関係の把握	8
3. 4 降灰予報の仕様	
(1) 降灰量の階級	9
(2) 降灰予報の発表基準	10
(3) 降灰予報で提供すべき内容	11
(4) 降灰予報の提供方法	13
3. 5 降灰予報の警報化について	14
3. 6 降灰予報の高度化を進めるにあたって (まとめ)	
(1) 当面の取り組み (桜島で実施すべき作業)	15
(2) 今後の取り組み	15
別紙 1 降灰予報の高度化に向けた検討会 委員名簿	
別紙 2 降灰予報の高度化に向けた検討会 開催状況	
別紙 3 降灰予報に関連した気象庁の業務の変遷	
別紙 4 現在の降灰予報など	
別紙 5 降灰に関する情報の発表の流れのイメージ (現在及び高度化後)	
別紙 6 降灰の影響と降灰量対照表	
別紙 7 降灰予報で使用する降灰量の階級表、発表基準の設定イメージ	

1. はじめに

火山噴火により放出される火山灰は、広い地域に様々な被害や影響を及ぼす。気象庁では、これら火山灰による被害を防止・軽減するため、昭和58年9月から鹿児島地方気象台が天気予報サービス電話で高層風の実況値発表を開始したのを始め、平成20年3月から降灰予報を発表している。

現在の降灰予報は、広範囲に降灰の影響があると推定される噴火が発生した場合に発表し、6時間先までの予想される降灰範囲の情報を提供している。気象庁では、平成21年の浅間山噴火、平成23年の霧島山新燃岳の噴火活動、近年の桜島の噴火の際に降灰予報を発表している。

一方、火山噴火による降灰の被害については、建物倒壊、交通障害、ライフラインや農林・水産業への被害、呼吸器系疾患など多岐にわたって発生し、被害の程度は分野ごと降灰量ごとに異なることが知られている。したがって、降灰量の予測情報が提供されるようになれば、社会にとって役立つものとなることが期待される。

近年、気象庁気象研究所において気象レーダーの利用等による降灰の量的予測の研究が進み、また気象庁のスーパーコンピュータの更新により詳細な降灰予測計算が可能になるなど、降灰量の予測に向けた技術的な課題は改善されつつある。一方で、降灰量の予測を被害の予防や軽減に結びつけるためには、利用者のニーズを踏まえて、防災情報として適切な内容や方法で提供することが必要である。

気象庁では、降灰予報を降灰量の予測情報を含めた情報（量的な降灰予報）に改善するため、平成24年3月～10月に、桜島、霧島山及び浅間山周辺を中心に、防災担当者や各分野、一般住民等を対象にヒアリングやアンケート調査を実施し、風に流されて降る小さな噴石（以下、小さな噴石）も含め、降灰予報に関するニーズの把握を行った。

また、有識者と関係機関から構成される「降灰予報の高度化に向けた検討会」を設置し、降灰予報を防災情報として適切な内容（発表タイミング、表現方法、提供手段などを含む）とするため、ニーズも踏まえ、警報化を念頭に置いて、降灰予報としての方向性について検討することとなった。

本検討会は、平成24年7月から平成25年2月までに3回開催し、上記事項についての議論を行ってきた。

以下に、これまでの本検討会における議論をとりまとめ、提言とするものである。

2. 降灰予報の課題と検討会の役割

(1) 降灰予報の課題

現在の降灰予報は、広範囲に降灰の影響が及ぶ恐れがある場合に、噴火後 30～40 分後を目途に、噴火から 6 時間先までの降灰範囲の予測情報を提供している。

一方、降灰の被害については、建物倒壊、交通障害、ライフラインや農林・水産業への被害、呼吸器系疾患など多岐にわたって発生し、被害の程度は分野ごと降灰量ごとに異なることから、降灰量の予測情報は重要である。また、気象庁が平成 24 年 3 月～10 月に行った、桜島、霧島山及び浅間山周辺などの防災担当者や各分野、及び一般住民等を対象に実施した降灰に関する情報のヒアリングやアンケート調査では、噴火後できる限り速やかな発表、噴火前の情報、小さな噴石の情報等についても求められている。

これらのことに鑑み、現在の降灰予報には次のような改善すべき課題がある。

- ・ 防災情報として、わかりやすく、対応行動をとりやすいものでなければならぬが、現在の降灰予報では、噴火の時刻や噴煙高度、予想される降灰の範囲のみを提供しているため、利用者がどのように対応すればよいかわからない。
- ・ 現在、噴火直後に速やかに発表する情報として“噴火に関する火山観測報”を、噴火前の情報として“火山上空の風情報”を発表しているが、いずれも降灰の情報が含まれていない。
- ・ 現在の気象庁の降灰予測モデルでは降灰量の予測が行えない。量的な降灰予測を行うための技術開発が必要である。また、小さな噴石の情報を提供するためには、小さな噴石の落下予測技術の開発も必要である。
- ・ 降灰量の予測情報をわかりやすく提供するためには、降灰量の階級表現が必要である。そのための降灰量と降灰の影響及び対応行動との関係を示すためのデータを集積する必要がある。

(2) 検討会の役割

近年、気象庁気象研究所において気象レーダーの利用等による降灰の量的予測の研究が進展するとともに、気象庁のスーパーコンピュータの更新により、空間分解能の高い気象予測データが算出されるようになること、それを利用することで詳細な降灰予測計算が可能になることなど、降灰量の予測に向けた技術的な課題は改善されてきている。

一方で降灰量の予測を被害の予防や軽減に結びつけるためには、利用者のニーズを踏まえて、防災情報として適切な内容や方法で提供することが必要である。また、情報の利用者が適切に対応できるよう行動指針を策定することも重要である。

本検討会では、技術の進歩と利用者ニーズを背景に、降灰予報をより有効な防災情報とするために、降灰量ととるべき行動との関係について検討するとともに、降灰予報の情報体系や内容（表現方法、発表基準などを含む）だけでなく、技術的課題や改善を進めるにあたってとるべき手順について、降灰予報としての方向性について議論を行い、提言としてとりまとめた。

(3) 検討の基本方針

降灰予報の目的は、「社会生活に影響を与える降灰（降り積もることによって被害が発生する火山灰や小さな噴石）に対し、事前または事後の対策を実施することで、被害発生や拡大の予防もしくは軽減を図ること」であることから、本検討会では、防災情報の観点から、一般住民にとって有効な情報とすることを基本方針として、所要の検討を行った。

(4) 検討事項

降灰予報の課題を踏まえて、本検討会では以下の項目について検討を行った。

表1 検討会の検討事項

検討項目	内容	本提言の該当箇所
1. 降灰予報の発表タイミングと各情報の役割	事前、噴火直後、噴火後それぞれの情報の役割と発表タイミングについて、予測の精度、提供する情報量をポイントに検討。	3. 1 (1)
2. 降灰予報が対象とする火山及び噴火の規模	火山噴火は規模や頻度が様々であるが、降灰予報が対象とすべきはどこかについて検討。	3. 1 (2)
3. 降灰予測技術	降灰量の予測に用いる降灰予測技術について、さらなる改善が必要な課題および対策について検討。	3. 2
4. 降灰の影響、対応行動と降灰量の関係の把握	降灰の影響、対応行動及び降灰量の関係について、整理の手法、内容をポイントに検討。	3. 3
5. 降灰量の階級	降灰予報に降灰量の情報を記載するために必要な階級について、階級の数やその閾値、表現等をポイントに検討。	3. 4 (1)
6. 降灰予報の発表基準	予想される降灰量を基準とすることをポイントに検討。	3. 4 (2)
7. 降灰予報で提供すべき内容	わかりやすい情報、記載すべき項目をポイントに検討。	3. 4 (3)
8. 降灰予報の警報化	降灰に係る事象で“警報”が必要となる場合の取扱いをポイントに検討。	3. 5
9. 降灰予報の高度化を進めるにあたって	検討結果を、実際に降灰予報に反映させていくために有効な手順等について検討。	3. 6

3. 提言

3. 1 降灰予報の基本的な要件

(1) 降灰予報の発表タイミング

●求められる要件

- 降灰の影響は噴火後短時間で発生する。そのため、降灰予報はできるかぎり速やかに発表されなければならない。

●現在の降灰予報

- 降灰に係る情報として、現在は次の情報を発表している。
 - ア) 火山上空の風情報
噴火の発生に関わらず、定期的に、火山上空の風の予想を発表。桜島、霧島山等の噴火のおそれがある火山で実施。
 - イ) 噴火に関する火山観測報
噴火直後（5分程度）に、噴火時刻及び噴煙の高度、流向等の情報を発表。
 - ウ) 降灰予報
噴火の30～40分後に、6時間先までの予想される毎時の降灰範囲を発表。

●各情報の役割と内容についての提言

- 一般に、発表の速さと予測の精度は相反する。ニーズと技術的限界を考慮し、情報を“噴火前”、“噴火直後”、“噴火後の詳細”の3種類に分けて発表する。
 - ア) 噴火前の情報
噴火のおそれがある火山周辺の住民が、計画的な対応行動をとれるようにするため、噴火の発生に関わらず定期的に発表し、噴火した場合に予想される降灰範囲や小さな噴石の落下範囲等を提供する。
 - イ) 噴火直後の速報
火山近傍の住民が、噴火後すぐに降り始める降灰や小さな噴石に対する対応行動をとれるようにするため、噴火の発生を通報する“噴火に関する火山観測報”に続いて、噴火後速やかに（数分程度）、予想される降灰範囲や小さな噴石の落下範囲等を提供する。
 - ウ) 噴火後の詳細な予報
火山から離れた地域の住民も含め、降灰量に応じた適切な対応行動をとれるようにするため、発表がやや遅くなっても（噴火後30分程度）、降灰量の情報を含めた精度の高い予報を提供する。
- 具体的な情報名については、受け手が混乱しないよう、わかりやすい名称を使用する必要がある。

●今後の取り組みに関する提言

- 噴火前の情報については、生活情報としても利用できるよう、朝夕の天気予報の時間帯に合わせて提供すること。

- 噴火直後の速報については、噴火後速やかに発表できるよう、噴火時刻や噴煙高度を想定した降灰予測計算を事前に実施し、噴火直後に入手した噴煙高度に最も近い計算結果を用いて発表すること。

- 噴火後の詳細な降灰予報については、遠望観測による噴煙高度をもとに降灰予測計算を行い、発表基準に達していれば速やかに発表すること。また、基準に達していなくても、噴火直後の速報を発表している場合や気象レーダーなどによる噴煙高度を用いることで発表基準に達した、あるいは噴火が継続し、予測される降灰量が大きく変化した場合には、計算し直したものを速やかに発表すること。

(2) 降灰予報が対象とする火山及び噴火の規模

●求められる要件

- 降灰予報は、活動の頻度が高い火山だけでなく、頻度の低い火山での発表も考慮する必要がある。
- 降灰予報は、噴火の規模の違いも考慮する必要がある。
- 地元のニーズに応じた発表頻度とする必要がある。

●当面実施すべきことに関する提言

- 現在の桜島の噴火活動が活発であることから、桜島を対象として、試験的な提供を行いつつ、地元自治体等とも協議しながら情報内容や発表基準の見直しを行う。

●今後の取り組みに関する提言

- 運用開始後の一般住民の利用を促進するためには、試験的な提供を行っていく中で、地元にとりだけ理解してもらえるか、利用しやすい情報となるかが重要であり、情報を育てていく意識が大切である。
- 大規模の噴火の際の火山から離れた地域や低頻度火山の周辺住民など、噴火の経験の少ない住民にも利用しやすい降灰予報の仕様や発表基準等となるように努めること。

3. 2 降灰予測技術

●求められる要件

- 降灰の範囲だけでなく、降灰量や小さな噴石の落下範囲を予測できることが必要である。

●現在の状況と課題

- 現在の予測手法（降灰予測モデル）では、降灰量や小さな噴石の落下範囲の予測ができない。
- 気象研究所で研究開発された予測手法を用いることで、降灰量や小さな噴石の落下範囲を予測することができるようになるが、次のような課題が残されている。
 - ア) 初期値に使用する噴煙柱モデルは、風の影響のない状態を仮定したものであり、噴煙が傾くなど風の影響を受けた噴煙柱モデルの検討が必要である。
 - イ) 火山灰総質量の見積方法について、過去の大規模噴火および連続的な噴火のデータから求められた経験則に基づいており、単発噴火や低い噴煙の場合の見積方法の検討が必要である。
 - ウ) 降灰量や小さな噴石の落下範囲の予測は、噴煙高度を基にした予測手法を用いており、従来の目視観測のほか、気象レーダーや気象衛星の解析結果を使うことで噴煙高度を正確に計測することを前提としている。これらの観測種目で計測できない場合の計測手法を研究することが必要である。

●当面実施すべきことに関する提言

- 気象研究所の研究成果を用いて、降灰量や小さな噴石の落下範囲の予測を行う。
- 気象レーダーを利用し、目視による噴煙高度の観測ができない場合でも降灰予報を発表する。

●今後の取り組みに関する提言

- 単発噴火及び低い噴煙については、火山灰総質量を見積る適当な方法は未だないことから、既存の噴煙柱モデルを使用するものの、予測計算結果と実況が合うようにパラメータを調整すること。
- 噴煙形成時の風の影響については、大学や研究機関等における3次元シミュレーションを用いた噴煙柱形成モデルの研究結果を取り入れ、気象庁の降灰予測モデルを改善すること。
- 気象庁の降灰予測モデルでは、噴煙高度の把握が精度の維持に重要である。噴煙高度の計測手法について、目視観測や気象レーダー観測、気象衛星観測だけでなく、他の種目による推定手法（空振計や地震計、傾斜計データの利用等）の導入も検討すること。

3. 3 降灰の影響、対応行動と降灰量の関係の把握

●求められる要件

- 降灰量の情報を防災対応として有効利用するためには、健康、建物、交通、ライフライン、農林水産業、二次・三次産業等の各分野における、降灰の影響、対応行動と降灰量の関係について把握しておかなければならない。

●当面の降灰の影響と降灰量の対照表に関する提言

- 降灰の影響、対応行動と降灰量の関係について、文献や報道資料等からデータを収集し、“降灰の影響と降灰量対照表”（以下、対照表）として整理した（別紙6）。桜島での試験的な提供の中で、この対照表をさらに改良する。

●今後の取り組みに関する提言

- 降灰の影響、対応行動と降灰量の関係について、事例収集等の調査を継続的に行い、対照表の充実を図ること。
- 事例収集等の調査においては、国内外を問わず広く情報収集に努めるとともに、桜島等の噴火の頻度が高い火山周辺の地元自治体や大学等研究機関の協力を得て、噴火後の積極的な情報収集に努めること。
- 事例収集だけでは必ずしも十分ではないため、実証実験の結果を取り込むよう努めること。

3. 4 降灰予報の仕様

(1) 降灰量の階級

●求められる要件

- 降灰量を情報で取り扱うためには、降灰量の階級表現が必要である。階級は、降灰量だけでなく、状況を示す適切な表現、一般住民への影響及びとるべき対応行動を含み、一般住民に理解しやすいものでなければならない。

●階級に関する提言

- 階級の項目には、その名称、表現例、一般住民への影響ととるべき行動、その他の影響が必要であり、表2のように細分するのが適当である。

表2 階級の項目

名称	表現例			影響ととるべき行動		その他の影響
	厚さ キーワード	イメージ		人	道路	
		路面	視界			

- 階級の数3つとし、その名称は降灰量の多い順に、「多量」、「やや多量」、「少量」とする。また、その厚さ及びキーワードは表3のように設定する。

表3 階級の名称、厚さ及びキーワードの設定値

名称	厚さ	キーワード
多量	1 mm 以上	外出を控える
やや多量	0.1mm 以上、1mm 未満	注意
少量	0.1mm 未満	

- “厚さ”は、厚さ (mm または cm) を基本とするが、わかりにくい場合は単位面積当たりの重量 (g/m² または kg/m²) を適宜用いる。

●今後の取り組みに関する提言

- 閾値 (“厚さ”の数値) については、対照表の充実とともに運用開始後も適宜見直しを行うこと。
- “イメージ”には、文字表現の他に、状況を的確に表現する写真または映像を添付すること。
- “影響ととるべき行動”は、階級ごとにキーワードと簡潔な解説文を記載すること。また、短時間で強く降る場合についても言及すること。

(2) 降灰予報の発表基準

●求められる要件

- 降灰予報は、社会活動に影響がある降灰量が予想された場合に発表する必要がある。

●現在の状況

- 現在は降灰量の予測ができないことから、降灰予報は、広範囲に降灰の影響が及ぶおそれがある場合として、一定以上の噴煙高度が観測された場合に発表している。
- 桜島では、噴煙高度が基準に満たなくても、噴煙（火山灰）の放出が数時間続くなどにより社会活動への影響がある場合が時々見られ、改善が求められている。

●降灰量に基づく発表基準の考え方に関する提言

- 噴火後の降灰予報の発表基準は、予想される最大降灰量が基準値を超えた場合とする。
- 基準値は、降灰予報の内容に合わせて、降灰量の階級の“やや多量”を基本とするが、火口近傍では常に多量の降灰が予想されるため、火口周辺は基準値設定地域から除外する等、社会的な条件を踏まえた適切な数値が地域ごとに設定できるようにする。
- 以上を踏まえ、地域（概ね2 km四方メッシュ）ごとに発表基準として設定する値（“やや多量”、“多量”、“基準対象外”）を地元自治体と調整した上で設定することとする。

●今後の取り組みに関する提言

- 精度のよい噴煙高度の計測結果が得られない場合の基準も検討すること。

(3) 降灰予報で提供すべき内容

●求められる要件

- 降灰予報は、利用者である一般住民が理解しやすく、適切な対応行動をとりやすいものでなければならない。また、噴火では、降灰だけでなく小さな噴石の影響も大きいことから、小さな噴石の情報も必要である。

●現在の状況

- 現在、発表している降灰に関する情報として提供している内容は次のとおりである。
 - ア) 火山上空の風情報
 - ・ 3時間ごとの予想される火山上空の風向・風速
 - ・ 凶情報
 - イ) 噴火に関する火山観測報
 - ・ 噴火時刻、噴煙の高度及び流向
 - ・ 文字情報
 - ウ) 降灰予報
 - ・ 6時間先までの予想される毎時の降灰範囲
 - ・ 降灰が予想される都道府県
 - ・ 凶情報

●降灰予報の改善内容に関する提言

- 噴火前の情報、噴火直後の速報、噴火後の詳細な予報の共通事項
 - ア) 情報の目的に応じた適切な内容とする。
 - イ) 文字情報と凶情報の両方を提供する。
 - ウ) 降灰量の情報を基本とするが、予測精度が悪い場合は降灰範囲のみとする。
 - エ) 情報の全内容を記述した“詳細”の前に、内容を簡潔に示した“主文”を併せて記載する。
 - オ) 対応行動について記載する。
 - カ) 小さな噴石についても記載する。
- 情報ごとに必要な記載事項
各情報において、記載すべき事項は表4のとおり。

●今後の取り組みに関する提言

- 対象地域の細分及び名称は、火山ごとに異なることから、火山ごとに地元自治体と気象庁で協議の上設定すること。
- 情報の形式は、文字情報や凶情報だけでなく、放送機関等による周知が速やかに行われるよう、専用データによる提供も検討すること。

表4 降灰予報の情報別に記載すべき事項

		降灰範囲	小さな噴石	降灰量	降灰開始時刻
噴火前の情報	文字情報	主文	方向（八方位）		
		詳細	方向（八方位） 方向（代表する地域名） 距離（km）	（同左のため省略） （同左のため省略） 距離（km）	
	図情報	降灰が予想される範囲	小さな噴石の落下が予想される範囲		
噴火直後の速報	文字情報	主文	最大到達市町村	方向（八方位） 距離（km）	最大階級と当該地域名
		詳細	方向（八方位） 方向（代表する地域名） 降灰市町村	方向（八方位） 距離（km）	最大階級と当該地域名
	図情報		小さな噴石の落下が予想される範囲	降灰量に応じて色分けした地域	
噴火後の詳細な予報	文字情報	主文	最大到達市町村	最大階級と当該地域名	
		詳細	方向（八方位） 方向（代表する地域名） 最大到達市町村		各市町村の階級 各市町村の降灰開始時刻
	図情報			降灰量に応じて色分けした地域	6時間先まで1時間ごとの図

(4) 降灰予報の提供方法

●求められる要件

- 降灰予報は、一般住民が利用しやすく、適切な対応行動をとりやすいよう、ニーズ及び情報の目的に応じた方法で提供されなければならない。

●現在の状況

- 現在、発表している降灰に関する情報の一般住民への提供方法は次のとおりである。
 - ア) 火山上空の風情報
 - ・ 気象庁ホームページに掲載
 - ・ 都道府県予報の天気概況
 - ※天気概況に基づき、地元放送局が報道
 - イ) 噴火に関する火山観測報
 - ・ 気象庁ホームページに掲載
 - ・ 気象業務支援センター経由で利用者へ提供
 - ※地元放送局が、気象業務支援センター経由で受領し、文字放送等で報道
 - ウ) 降灰予報
 - ・ 気象庁ホームページに掲載
 - ・ 防災情報提供システム経由で都道府県に提供
 - ※例えば、鹿児島県では、降灰予報を受信後、必要に応じて火山周辺の市町へ情報提供

●降灰予報の提供方法に関する提言

- 各情報において求められる一般住民への提供方法は以下の通り。
 - ア) 気象庁ホームページへの掲載
 - イ) 防災情報提供システム経由で都道府県に提供
 - ウ) テレビ放送等が行えるよう気象業務支援センター経由で放送機関等に提供。

●今後の取り組みに関する提言

- 放送機関等、一般住民に伝達する機関にとって加工しやすい提供データ及び方法についてさらに検討すること。
- 携帯メールによる提供が行えるよう、関係機関と調整すること。

3. 5 降灰予報の警報化について

本検討会では以下のように提言する。

- 火山噴火による災害を軽減するには、噴火警報や噴火警戒レベルを的確に運用し、住民の避難を支援することが基本である。

- 降灰に関する避難のあり方が検討され、降灰に特化した警報が必要と判断された時点で速やかに検討する。

- 検討は、噴火警報との役割分担及び降灰量の階級との関連を十分に整理した上で行わなければならない。特に、階級における“多量”の中、降灰量が極めて多くなった場合、及び降水により火山灰による生活への影響が変化した場合の注意の呼びかけ方について整理が重要である。

3. 6 降灰予報の高度化を進めるにあたって（まとめ）

（1）当面の取り組み（桜島で実施すべき作業）

- 高度化を進めるにあたっては、桜島をモデルケースにして、情報の利用者である地元自治体等の協力のもと、実際の噴火活動に沿って、以下の作業を進めていく。実際の作業にあたっては、気象庁と地元自治体等協力機関との間で十分調整して行うこと、また、他の火山へ適用していくことを念頭に行うこと。
 - ア) 標準的な仕様の確定のため、運用開始に向けて行う作業
 - ・ 降灰量の階級の改良（3. 4（1）関連）
 - ・ 情報案の提供による降灰予報の仕様の確定（3. 4（3）関連）
 - イ) 桜島に関する基準値等の設定のため、運用開始に向けて行う作業
 - ・ 適切な発表基準、地区名称等の設定（3. 4（2）関連）
 - ウ) 予測精度の向上や“降灰の影響と降灰用対照表”を充実させるため、運用開始後も継続的に行う作業
 - ・ 降灰量、降灰の影響及び対応行動の調査及び情報共有（3. 3 関連）
 - ・ 研究機関等が独自に行った調査結果の収集（3. 3 関連）

（2）今後の取り組み

- 桜島を対象とした試験的な提供の成果に基づき、情報内容や発表基準の見直しを行っていくことにより、一般住民が理解し、利用しやすい情報に発展させることが必要である。
- 気象庁の降灰予測モデルでは、単発噴火及び低い噴煙についての火山灰総質量の推定精度、噴煙形成時の風の影響について課題があることから、既存モデルに対する適切なパラメータ調整及び他の研究成果の導入を検討する。
- 噴煙高度について、目視観測や気象レーダー観測、気象衛星観測以外の推定手法も検討する。また、運用に際しては、精度のよい噴煙高度の計測結果が得られない場合の発表基準も検討する。
- 降灰の影響、対応行動と降灰量の関係について、事例収集等の調査を継続的に行い、対照表を充実していく必要がある。国内外を問わず広く情報収集に努めるとともに、噴火後の積極的な情報収集に努める。
- 降灰量の階級の“イメージ”、“影響ととるべき行動”及び“その他の影響”について、一般住民や各種事業者に理解しやすくなるように表現方法を工夫する。また、閾値については、対照表の充実とともに運用開始後も適宜見直しを行う。
- 情報の形式は、文字情報や図情報だけでなく、放送機関等による周知が速やか

に行われるよう、専用データによる提供も検討する。

降灰予報の高度化に向けた検討会 委員名簿

検討会メンバー (◎：座長 ○：副座長)

<学識者>

- ◎田中 淳 東京大学大学院 情報学環 総合防災情報研究センター長・教授 (災害情報)
- 石原 和弘 火山噴火予知連絡会副会長、京都大学名誉教授 (火山物理学)
- 小屋口 剛博 東京大学地震研究所 教授 (火山学、火山現象のモデリング)
- 関谷 直也 東洋大学社会学部メディアコミュニケーション学科 准教授
(社会心理学、災害情報・環境情報の社会心理)

<地元の各分野>

- 大坪 篤史 宮崎県総務部危機管理局 次長兼危機管理課長 (危機管理)
- 福永 敬大 鹿児島県危機管理局 危機管理防災課長 (危機管理)
- 中村 行次 鹿児島市建設局道路部 道路維持課長 (道路管理)
- 黒岩 晋 J A 孺恋村 営農畜産課長 (農業)
- 郡山 千早 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 准教授 (医療)
- 田上 憲一郎 株式会社南日本放送 報道局長 (報道)

<報道>

- 山崎 登 日本放送協会 解説主幹

<国の機関>

- 藤山 秀章 内閣府政策統括官 (防災担当) 付参事官 (調査・企画担当)
- 山口 英樹 消防庁 国民保護・防災部 防災課長
- 山口 真司 国土交通省水管理・国土保全局砂防部砂防計画課 地震・火山砂防室長
- 鈴木 英一 国土交通省鉄道局施設課 鉄道防災対策室長
- 鈴木 正則 国土交通省航空局交通管制部 管制課長 (第1回)
- 鈴木 昌智 国土交通省航空局交通管制部 管制課長 (第2、3回)

降灰予報の高度化に向けた検討会 開催状況

第1回検討会	平成24年7月5日(木) 気象庁大会議室	(1) 現在の降灰予報と予測技術の改善について (2) 降灰の影響及び対策 (3) 降灰予報の改善点について
第2回検討会	平成24年11月8日(木) 気象庁講堂	(1) 第1回検討会で示された課題について (2) 降灰予報の高度化に向けた改善点について
第3回検討会	平成25年2月19日(火) 気象庁大会議室	(1) これまでの検討内容の確認 (2) 残された課題について (3) 降灰予報の高度化に向けた提言について

降灰予報に関連した気象庁の業務の変遷

年月日	内容
1965(昭和40)年. 1. 1	火山情報の発表を正式に開始。
1983(昭和58)年. 9. 1	鹿児島地方気象台が、降灰対策を目的に、鹿児島上空の高層風実測値の発表を開始。1985(昭和60)年2月からは、高層の予想風向も追加。2010(平成22)年4月から、桜島上空の風情報をホームページに掲載開始。
1993(平成5)年. 5. 11	火山情報の見直し。緊急火山情報、臨時火山情報、火山観測情報、定期火山情報の4種類の情報に。
1997(平成9)年. 3. 3	東京航空路火山灰情報センター(VAAC)が航空路火山灰情報の発表を開始。
2001(平成13)年. 10. 1	気象庁地震火山部及び札幌・仙台・福岡管区気象台に火山監視・情報センター発足(翌2002年3.1に業務開始)。
2007(平成19)年. 12. 1	気象業務法が改正・施行され、噴火予報・警報の運用開始(従来の緊急火山情報、臨時火山情報、火山観測情報等は廃止)。噴火警戒レベルの提供を開始
2008(平成20)年. 3. 31	降灰予報の発表を開始。
2008(平成20)年. 7. 28	桜島噴火により、降灰予報を発表。以後2012(平成24)年まで10回発表。
2009(平成21)年. 2. 2	浅間山噴火により、降灰予報を発表。
2011(平成23)年. 1. 26 ～ 4. 18	霧島山(新燃岳)の噴火により、降灰予報を発表(39回)。
2011(平成23)年. 1. 27	鹿児島地方気象台が、霧島山(新燃岳)の噴火に伴い、霧島山上空の風予想を府県予報の天気概況で発表開始、同年6月から霧島山上空の風情報をホームページに掲載開始。

現在の降灰予報など

(1) 火山上空の風情報

噴火のおそれがある火山に対して、噴火が発生していなくても、定常的に气象台HPに火山上空の予測風を図情報で掲載（毎時更新、活動が活発な火山を対象）（現在、霧島山及び桜島について、宮崎及び鹿児島地方气象台HPに掲載）。

(2) 噴火に関する火山観測報

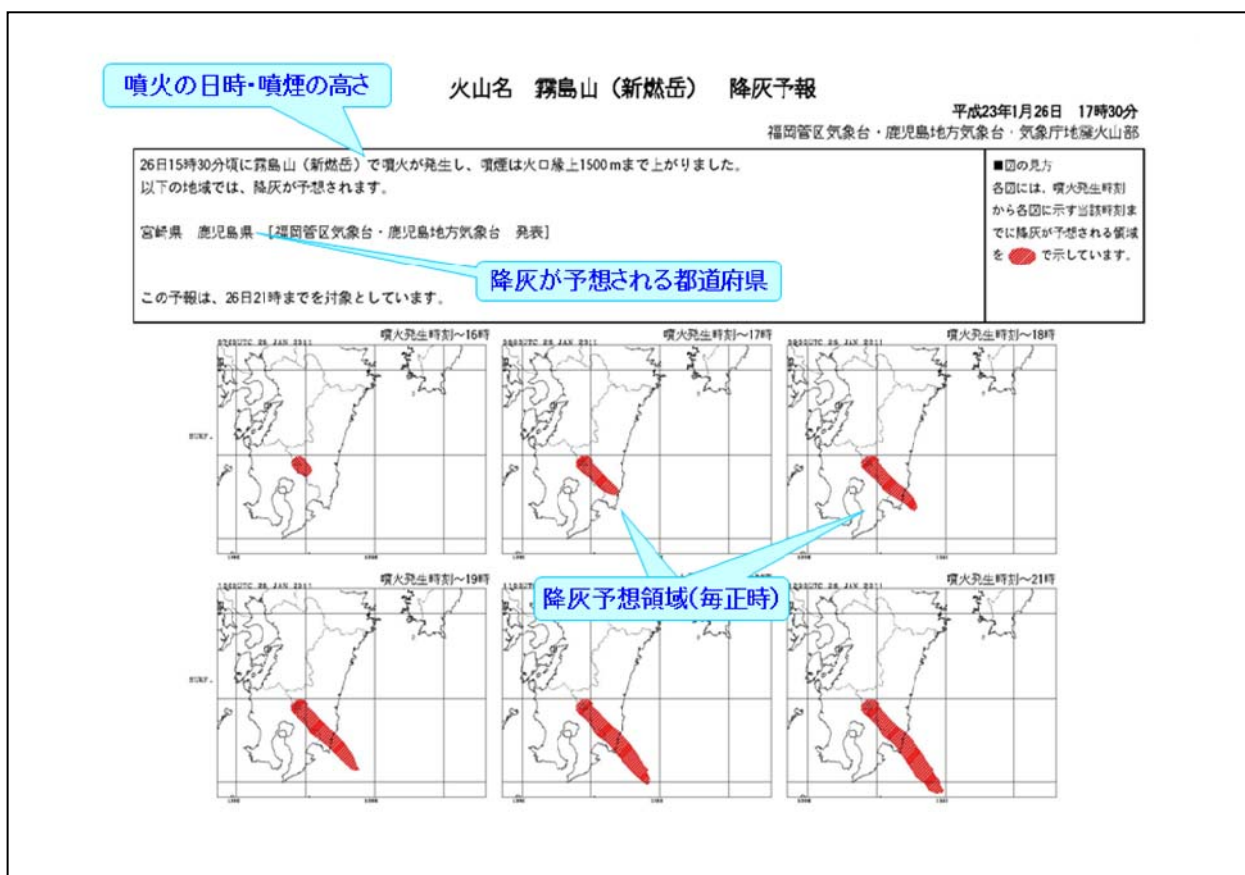
噴火直後に発表し、噴火時刻、噴煙の高さ及び流向について、气象台HP等に文字情報で掲載。

(3) 降灰予報

国内火山で噴火が発生し、広範囲に降灰があると予想した場合*に図情報で発表、防災情報提供システム等で提供する他、气象台HPに掲載。

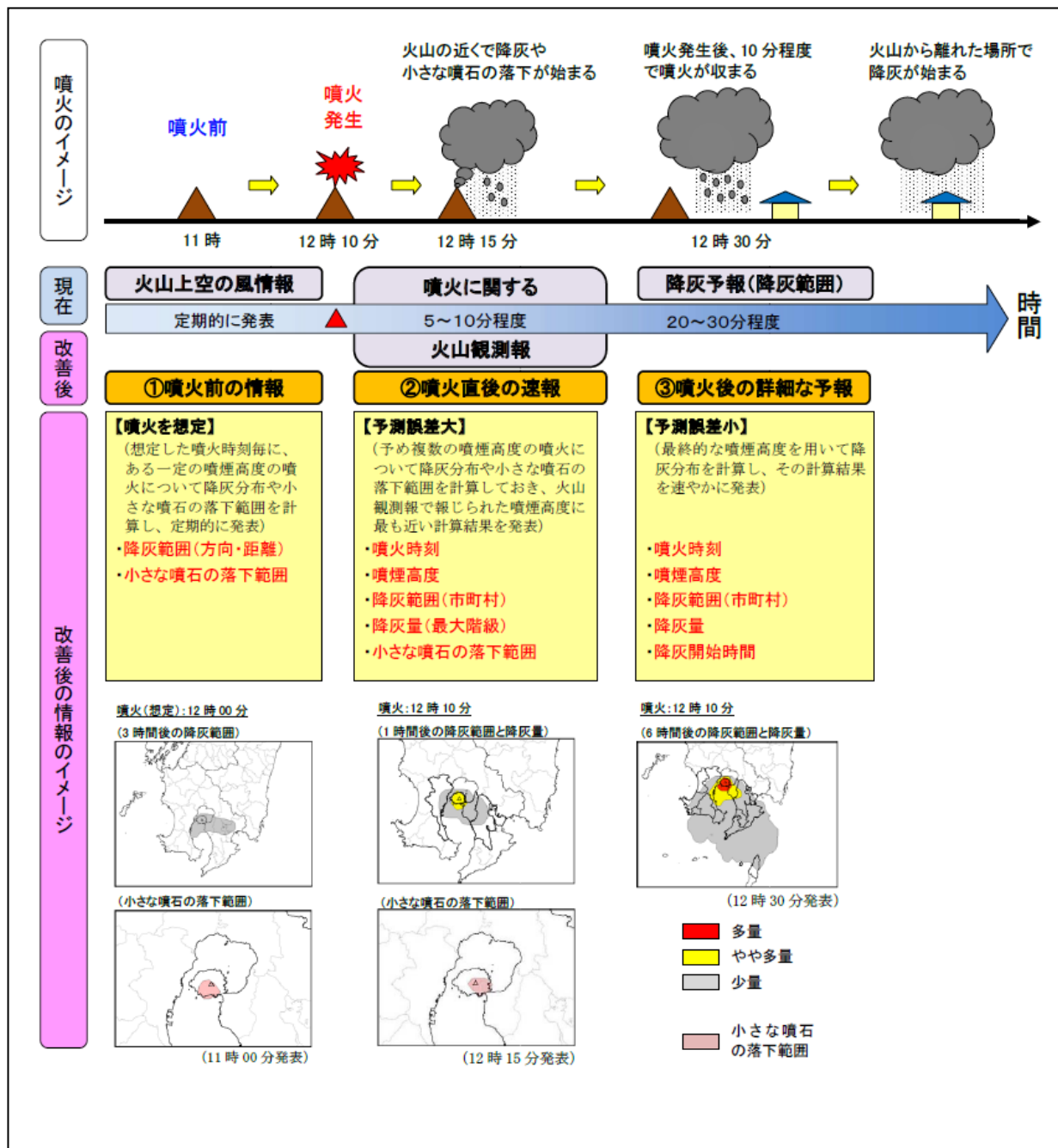
※現在は、国内火山で噴煙の高さが火口縁上3千メートル以上観測された場合（霧島山（新燃岳）については2千メートル以上）、あるいは噴火警戒レベル3相当以上の噴火など、一定規模以上の噴火が発生した場合に発表

降灰予報では、噴火日時や噴煙の高さの他、降灰が予想される都道府県、予報の対象期間（概ね6時間）を記載し、噴火発生から毎正時までに降灰が予想される範囲を図示している。（下図）



降灰予報の例

降灰に関する情報の発表の流れのイメージ（現在及び高度化後）



降灰の影響と降灰量対照表

降灰量		交通			ライフライン		二・三次産業	農林水産				健康	生活
厚さ	重さ ※1	道路	鉄道	航空	電力	水道	商業	農作物	森林	水産物	畜産		建物
1m超	1000kg/m ² 超							200cm 柴田村では98年後でも復旧した農地は噴火前の23%(富士山1707)					300cm 須走村で75戸のうち38戸が倒壊、残りの37戸が火山レキの熱で焼失(富士山1707) 120cm 軽井沢宿で焼失家屋52戸、倒壊83戸(浅間山1783) 100cm 家屋の多くが倒壊(富士山1707、タプルブル1994)
1m ~ 10cm	1000kg/m ² ~ 100kg/m ²							50cm 生産力が噴火前のレベルに回復するのに15~45年要す(富士山1707) 30cm 復興の目途がたつのに10年を要す(富士山1707) 15cm 翌年の収穫が皆無(富士山1707)					80cm 浄水場の建物の梁に亀裂(有珠山1977) 60cm 鹿部村で全焼・全壊335戸(北海道駒ヶ岳1929) 50cm 洞爺湖温泉の保育所、雨が加わり屋根が崩壊。築8年の比較的新しい建物。(有珠山1977) 18cm 坪田地区では平均18cmの降灰礫に埋まり、住家は屋根に積もった灰の重みで危険な状態になった(三宅島1983) 10cm 牧場の堆肥保管の建屋が灰の重みで全壊(霧島山2011) 30cm 湿潤時の降灰における木造平屋の家屋の最大耐力(富士山HM)
10cm ~ 1cm	100kg/m ² ~ 10kg/m ²	7.5cm 高速道路完全閉鎖5日間(セントヘンズ1980) 2cm 通学路に2cm以上で臨時休校(霧島山2011) 1.8~2cm 道路が灰雨でぬかるみ走行中の車がハンドルをとられ衝突。多量の火山灰が雨でたたきつけられてフロントガラス破損(桜島1979) 1.3cm 市内交通規制5日間、速度制限(セントヘンズ1980) 5cm 除灰不可能で通行不能(富士山HM)	7.5cm 鉄道寸断、運転再開後も9日間速度制限。湿った灰でショートしあらゆる信号点灯(セントヘンズ1980)	6cm 三宅島空港の滑走路も全面厚さ6cmの灰に覆われ完全に機能を奪われた(三宅島1983)	7.5cm 水力発電の機械除灰で6~8時間停電。変電所、電柱、碍子等の除灰(セントヘンズ1980) 1.8~2cm 泥灰が電柱碍子に粘着し島内1600戸が6時間停電(桜島1979) 1.3cm トランス故障、電柱火災発生。停電は短時間。碍子、ワイヤー除灰(セントヘンズ1980)	1cm 上水道浄水場で旧式濾過装置目詰まりで給水停止(有珠山1978)	7.5cm リッツェル市は完全回復まで9日間。商品が灰をかぶる。コンピュータ故障で休業。保安上の観点で休業命令。(セントヘンズ1980) 1.3cm チェニー市は完全回復まで8日間。灰による直接的被害。(セントヘンズ1980)	7.5cm 収穫前の作物全滅。灰による汚染で品質低下(セントヘンズ1980) 3cm 収穫間近のホウレンソウ(露地)が壊滅状態。ビニールハウスの光線透過率低下のため除灰(霧島山2011) 1~3cm 作物の種類によって壊滅的な被害を受ける降灰量(桜島1914)	1cm 降灰1cm以上の地域で人工林に被害(有珠山1977)	5cm 火山灰を5cm堆積させるとエビなど3割が死亡。味、栄養も劣ってくる(雲仙岳1991~5) 2cm 海中のサンゴが一部死滅(霧島山2011)	7.5cm 軽い呼吸器疾患。速やかな手当てを要したものは人口の1~2%(セントヘンズ1980) 2cm 降灰が2cm以上の地域で、灰の再飛散による目・鼻・咽・気管支の異常等報告あり(有珠山1977) 1.3cm 降灰後1週間は呼吸器の症状(咽の腫れ、気管支炎、慢性的な喘息・肺気腫の悪化)の患者数50%増(セントヘンズ1980)	300cm 須走村で75戸のうち38戸が倒壊、残りの37戸が火山レキの熱で焼失(富士山1707) 120cm 軽井沢宿で焼失家屋52戸、倒壊83戸(浅間山1783) 100cm 家屋の多くが倒壊(富士山1707、タプルブル1994)	
1cm ~ 1mm	10kg/m ² ~ 1kg/m ²	7~8mm 高速道路降灰除去のため1日通行止(桜島1995) 6mm 高速道路完全閉鎖2日間、視界不良、自動車エンジン故障(セントヘンズ1980) 1.3mm 市内交通規制5日間(セントヘンズ1980) 1~2mm 視界不良でノロノロ運転、交通事故(新潟焼山1974) 5mm 降雨時は除灰車使用不能で通行不能(富士山HM)	5~10mm 信号誤作動の恐れで運行見合せ実施、小雨混じりで悪化(桜島1987)	4mm 国際空港使用不能、回復に10日間(ヒナツホ1991) 1~2mm 空港閉鎖7日間(レバントル、エグアドル2002)	6mm 変電所の除灰中の送電停止のため停電(セントヘンズ1980) 6mm 雨交じりの降灰で碍子発火、停電(リタウ1989) 3mm 湿った火山灰の付着により碍子が発火して停電(ルアベ1995/96) 1mm 湿った火山灰の電柱上トランス付着によりショートで停電(阿蘇山1990)	9mm 集落の簡易水道が降灰の濁水で断水(御嶽山1979) 6mm 上水道の水質低下(pHの減少)(セントヘンズ1980)	6mm エレンズバーク市は完全回復まで1週間。灰が店内に入り込んで商品に積もる(セントヘンズ1980) 1.3mm ミズーラ市は平常時の90%以上回復まで5日間。大気汚染規制条例等で休業(セントヘンズ1980)	6mm 牧草に若干の被害(灰の重みで草が倒れる、灰による汚染)(セントヘンズ1980)				6mm 咽、鼻、眼の異常の訴え、入院患者や治療を受けた患者数増大。健康障害を訴えた割合1000人当たり2~4人(セントヘンズ1980) 1.3mm 慢性的な肺の疾患を持つ人の健康上の問題が増加する懸念(セントヘンズ1980)	
1mm ~ 0.1mm	1kg/m ² ~ 100g/m ²	0.5mm 桜島、道路の白線が見えなくなると道路除灰実施(富士山HM) 0.1~0.2mm 鹿児島市除灰作業開始(桜島) 5mm 降雨時は除灰車使用不能で通行不能(富士山HM)	0.2~0.7mm JR運休(レールの積灰による電車の位置情報入手不可のため踏切等の操作不安定、ポイントの動作不良)(桜島2012) 0.2mm 火山灰が市電軌道に積もり電車脱線(桜島1980)	0.3mm 滑走路や誘導路のマーキングが見えなくなる(霧島山2011)								0.1mm 喘息患者の43%が症状悪化、軽症と中等症の患者に有意な影響(浅間山2004)	
				空港に降灰 降灰が想定される範囲では運行不可(富士山HM)				0.5mm 稲作は0.5mmの降灰の範囲では1年間収穫できない(富士山HM)				0.5mm 火山噴出物が0.5mm堆積しただけの所で、中毒が起きる可能性がある(O'Hara et al.,1982)	

※ 乾燥時の重さ。降水時には重さはおよそ1.7倍になる。

(注)点線の上段は実際の事例、下段は想定値。

『出典』

(文献)

Thomas M. Wilson et al.(2012): Volcanic ash impacts on critical infrastructure. *Physics and Chemistry of the Earth*

植原茂次・幾志新吉・諸星敏一・横溝邦雄(1980): 1979年御岳山噴火による災害 現地調査報告。主要災害調査第16号、41p.

O'Hara et al.(1982): Superphosphate poisoning in sheep the role of fluoride. *New Zealand Veterinary Journal*, **30**, 191-201.

鹿児島県(1928): 桜島大正噴火誌

門村浩・岡田浩・新谷融(1988): 有珠山その変動と災害。北海道大学出版会、272p.

気象庁(2012): ニーズ調査。降灰予報の高度化に向けた検討会(第1回)、参考資料3

気象庁(2012): 降灰予報の高度化に向けた検討会、第1回議事概要

京都大学防災研究所附属桜島火山観測所・東京大学地震研究所(1995): 1995年8月24日桜島南岳の噴火と最近の火山活動。火山噴火予知連絡会会報, **63**, 88-91.

熊谷良雄・須藤茂(2004): 大都市における火山灰災害の影響予測評価に関する研究。平成15年度運輸分野における基礎的研究推進制度研究成果報告書(概要版)、47p.

小出崇(1994): 水道施設の火山災害と対策。土木学会、火山工シンポジウム-火山工学の確立を目指して-発表論文集、65-72.

清水泰生ほか(2005): 浅間山火山噴火における急性喘息症状変化及び投薬内容変化の検討。第55回日本アレルギー学会秋季学術大会

消防科学総合センター(1998): 地域防災データ総覧 地震被害・火山災害編、517p.

鈴木建夫(1990): 火山噴火時における降下火砕物災害の予測。職業訓練大学校紀要A理工学・技能編, **19**, 1-17.

須藤茂(2004): 降下火山灰災害-新聞報道資料から得られる情報。地質ニュース, **604**, 41-65.

関谷直也・廣井脩(2003): 「富士山噴火の社会的影響: 火山灰被害の影響についての企業・行政調査-富士山噴火対策研究: 噴火による社会経済的影響に関する調査研究 その1-」。東京大学社会情報研究所調査紀要, **20**, 1-151.

高橋和雄、藤井直(1977): 雲仙普賢岳の噴火活動による降灰の地域への影響及びその対策に関する調査。自然災害科学, **15(4)**, 253-267.

東京都(1985): 記録 昭和58年三宅島噴火災害。431p.

内閣府(2005): 三宅島噴火災害教訓情報資料集

内閣府(2012): 大量の降灰への対策(大都市圏/山麓)。広域的な火山防災対策に係る検討会(第3回)、資料2、27p.

内閣府(2012): 過去の火山災害事例に見られる課題等。広域的な火山防災対策に係る検討会(第2回)、参考資料1、10p.

富士山ハザードマップ検討委員会(2002): 宝永噴火が発生した場合の被害想定。富士山ハザードマップ検討委員会第4回活用部会資料、23p.

富士山ハザードマップ検討委員会(2004): 富士山ハザードマップ検討委員会報告書。132-138.

宮崎県(2011): 新燃岳の降灰における土壌改良対策について(第2報)。6p.

宮地直道(1993): 富士山1707年噴火の推移と噴出物の特徴。文部省科学研究費「火山災害の規模と特性」研究報告書、111-119.

J.B.Wardman et al.(2012): Potential impacts from tephra fall to electric power systems: a review and mitigation strategies. *Bull Volcanol*, **74**, 2221-2241.

渡辺一徳(2001): 阿蘇火山の生い立ち。一の宮町史 自然と文化 阿蘇選書⑦, 241p.

渡辺義徳(1984): 昭和54年・55年における鹿児島県の地震と火山活動状況。鹿児島県の地震と火山, 第13・15合併号、1-35.

(新聞記事)

朝日新聞。2011年1月28日、夕刊

日本経済新聞。2012年2月5日、朝刊

日本農業新聞。2011年1月28日、29日、朝刊

南日本新聞。2012年5月22日、7月25日、朝刊

宮崎日日新聞。2011年2月20日、朝刊

降灰予報で使用する降灰量の階級表

名称	表現例			影響ととるべき行動		その他の影響
	厚さ キーワード	イメージ※1		人	道路	
		路面	視界			
多量	1mm 以上 【外出を控える】	完全に覆われる 	視界不良となる 	外出を控える 慢性の喘息や肺気腫が悪化し健康な人でも目・鼻・のど・呼吸器などの異常を訴える人が出始める	運転を控える 降ってくる火山灰や積もった火山灰をまきあげて視界不良となり、通行規制や速度制限等の影響が生じる	がいしへの火山灰付着による停電発生や上水道の水質低下及び給水停止のおそれがある
やや多量	0.1mm ≤ 厚さ < 1mm 【注意】	白線が見えにくい 	明らかに降っている 	マスク等で防護 喘息患者や呼吸器疾患を持つ人は症状悪化のおそれがある	徐行運転する 短時間で強く降る場合は視界不良の恐れがある 道路の白線が見えなくなるとおそれがある(およそ0.1~0.2mmで鹿児島市は除灰作業を開始)	稲などの農作物が収穫できなくなったり※2、鉄道のポイント故障等により運転見合わせのおそれがある
少量	0.1mm 未満	うっすら積もる 	降っているのがようやくわかる	窓を閉める 火山灰が衣服や身体に付着する 目に入ったときは痛みを伴う	フロントガラスの除灰 火山灰がフロントガラスなどに付着し、視界不良の原因となるおそれがある	航空機の運航不可※2

※1 掲載写真は気象庁、鹿児島県、(株)南日本新聞社による
 ※2 富士山ハザードマップ検討委員会(2004)による想定

発表基準の設定イメージ

