

「広域的な火山防災対策に係る検討会」 (第3回)

【大量の降灰への対策(大都市圏／山麓)】

○本資料における火山活動のシナリオや被害想定は、大規模火山災害発生時における課題と対応策を検討するための参考とするため、既存の火山ハザードマップや過去の災害事例を参照しつつ、一定の被害の程度を想定したものである。

○本資料に記載の被害想定は、精緻な計算や調査に基づいたものではなく、将来、特定の火山で発生する被害を想定したものではないことに留意されたい。

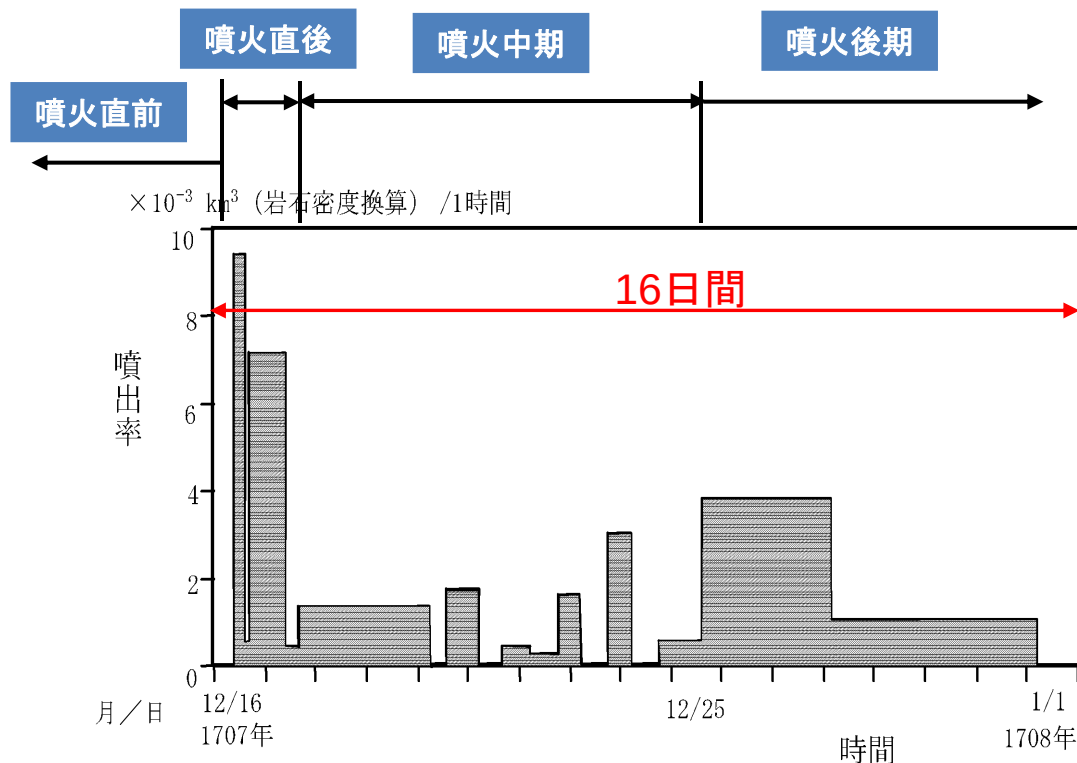
大規模噴火時に想定される課題

想定する降灰

降灰は、富士山宝永噴火(1707年)の実績と同程度とし、**総噴出量約7億 m^3** の火山灰が**16日間**降り続く現象を想定する。

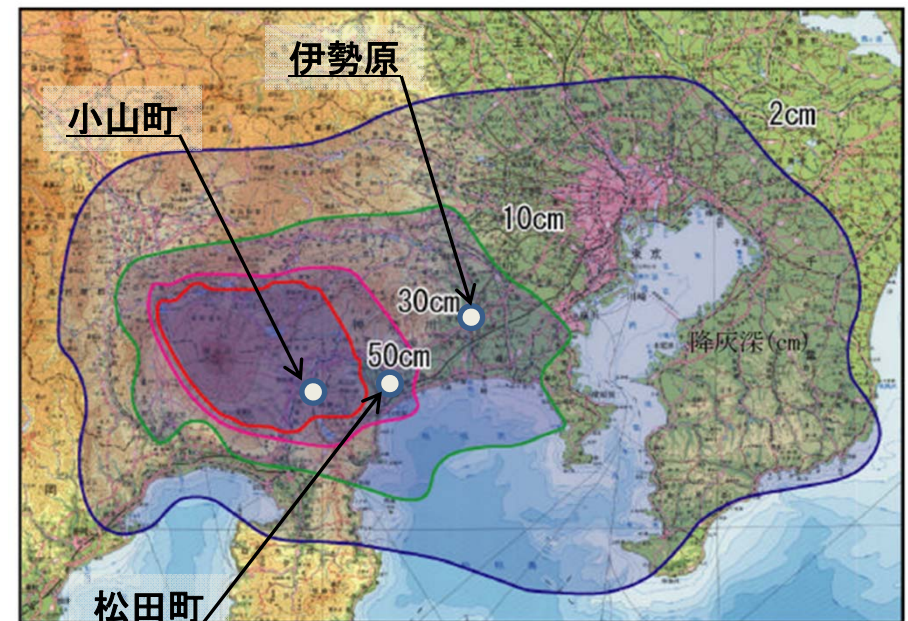
降灰シナリオは、下図に示す「宝永噴火の噴出率の推移(宮地・小山2002)」を参考に、噴火直後では、**20,000mの噴煙柱、空振、噴石の落下(8km)、軽石からスコリアへの移行**についての噴火現象とした。噴火中期では、**一旦小康状態となった後、0m~3,000m程度の噴煙柱を伴う噴火が7日間にわたり繰り返す様子**をシナリオに取り込んだ。噴火後期においては、**10,000m程度の噴煙柱を伴う噴火が7日間続いた後、一連の噴火活動が終了**するシナリオとした。

降灰範囲、堆積深は、富士山ハザードマップ検討委員会報告書(平成16年6月)に示される降灰可能性マップを参考とする。



宝永噴火の噴出率の推移(宮地・小山2002)

噴出率: 1時間あたりの噴出量

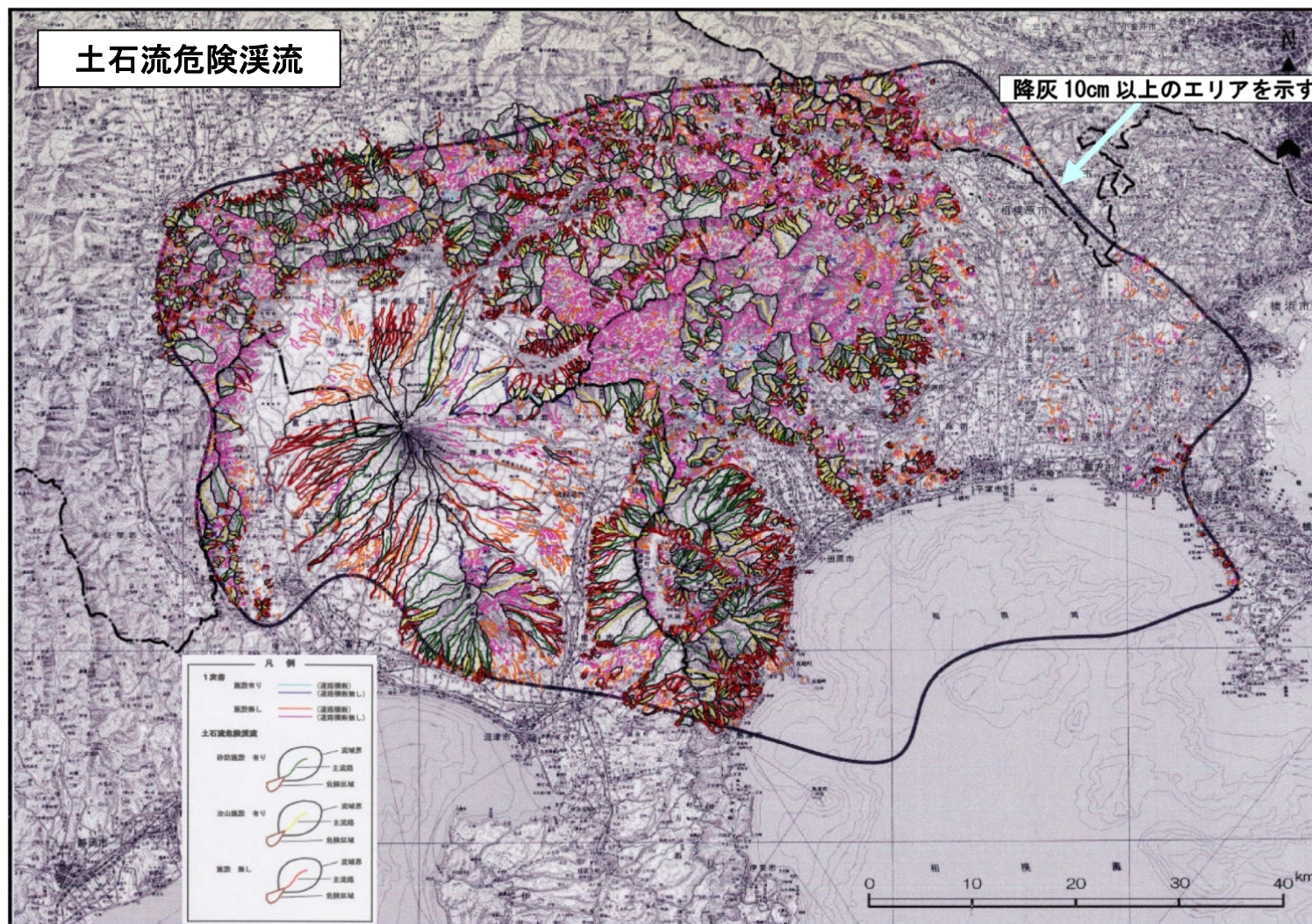


降灰可能性マップ

想定する土石流

土石流による災害は、富士山ハザードマップ検討委員会報告書(平成16年6月)に示される土石流可能性マップを参考に**降灰堆積厚10cm**程度以上の範囲に位置する土石流危険渓流において**降雨時に発生**すると想定した。

土石流シナリオでは、降雨のたびに土石流が発生、支川(渓流)から本川(河川)に流入した大量の土砂が河床に堆積し、河川の流下能力が不足して降雨時に河川はん濫が発生するシナリオとした。



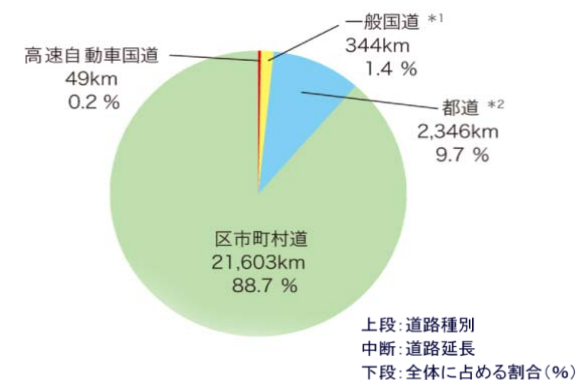
東京都全域に1cmの降灰があった場合の主要道路清掃の試算

1. 東京都の道路総量

東京都における道路状況(平成22年4月1日現在)

区分	行政区域面積(km ²)	道路延長(km)	道路面積(km ²)	道路率(%)
区部	621.98	11,841	101.290	16.3
多摩部	1,159.89	11,025	74.130	6.4
島しょ部	405.78	1,476	7.122	1.8
計	2,187.65	24,342	182.542	8.3

出典: 東京都建設局H.P. <http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/douro/gaiyo/06.html>



* 1 一般国道とは、指定区間と指定区間外であり、指定区間外については、都で管理している。

* 2 都道には、首都高速道路191kmを含む

1cmの降灰があった場合

東京都の降灰量 = $0.01\text{m} \times (621.98 + 1,159.89)\text{km}^2 = 1,782\text{万m}^3$ (10トンダンプ205万台)
(島しょ部除く)

23区の降灰量 = $0.01\text{m} \times 621.98\text{km}^2 = 622\text{万m}^3$ (10トンダンプ71万台)

次ページにつづく

東京都全域に1cmの降灰があった場合の主要道路清掃の試算

2. 東京都の主要道路の除灰に要する時間の試算

ロードスーパーが1時間あたりに除灰できる距離

降灰量10mmの場合、

1時間あたり除灰できる可能距離は**0.36km/h・台**(図参照)

東京の主要道路延長

= 高速自動車国道49km + 一般国道344km + 都道2,346km = **2,739km**
(都道には首都高速道路含む)

東京の主要道路(総延長2,739km)の道路清掃を行うには

$2,739\text{km} \div 0.36\text{km/h}\cdot\text{台} = \mathbf{7,608\text{h}\cdot\text{台}}$

東京道路清掃協会が保有する**ロードスーパー85台**で道路清掃を行うと

$7,608\text{h}\cdot\text{台} \div 85\text{台} = \mathbf{90\text{hr} = 3.8\text{日} \Rightarrow 4\text{日間}}$

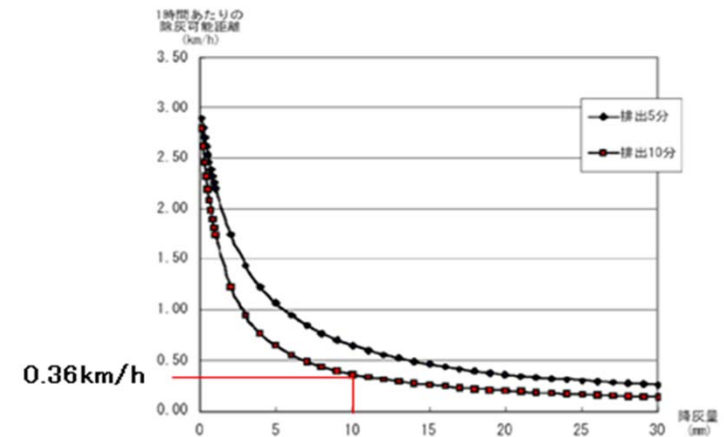


図 ロードスーパーが1時間あたりに除灰できる距離

出典: 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)

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(2001-01)平成16年3月 筑波大学、産業技術総合研究所

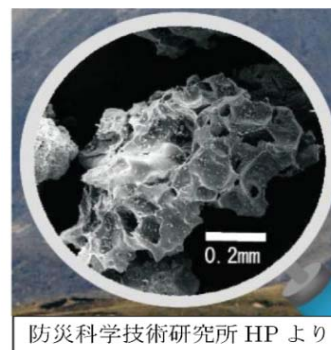
【参考】宝永噴火の火山灰処分量の目安

■ 富士山宝永噴火(1707年)と同様に南関東一帯に大量降灰があった場合の除灰量は**約1億5,000万 m^3 (=2億2,500万トン※1)**と想定。(※1: 火山灰の単位体積重量を1.5トン/ m^3 とした場合)除灰作業には、**10tダンプトラックが延べ約2,250万台**必要となる。

■ 東日本大震災のがれきの量は、岩手県約395万トン、宮城県約1,200万トン、合計約1,595万トンである。(環境省H.P.より)
宝永噴火の火山灰の処理量は、**東日本大震災において発生したがれき総量の約14倍程度**と想定される。

火山灰の特徴

- 粒子径が2mmより小さな火山噴出物(火砕物)で2mm～0.063mmを砂、0.063mm以下をシルトと呼ぶ
- マグマが噴火時に破碎・急冷したガラス片・鉱物結晶片
- 亜硫酸ガス(SO_2)、硫化水素(H_2S)、フッ化水素(HF)等の火山ガス成分が付着している
- 水に濡れると硫酸イオンが溶出する
- 乾燥した火山灰粒子は絶縁体であるが、水に濡れると硫酸イオンにより酸性を呈し、導電性を生じる
- 硫酸イオンは金属腐食の要因となる
- PHは、4～5程度で酸性を示し、火山ガス成分に影響される(桜島、雲仙普賢岳)
- 溶出した硫酸イオンは火山灰に含まれるカルシウムイオンと反応し、硫酸カルシウム(石膏)となる。そのため湿った火山灰は乾燥すると固結する
- 火山灰粒子の融点は、一般的な砂と比べ約1000度と低い
- 粒径分布は生成過程の噴火様式によって異なる
 - 苦鉄質(シリカに乏しい)マグマ ⇒ 溢流的噴火 ⇒ 細粒粒子の生産率少ない
 - 珪長質(シリカに富む)マグマ ⇒ 爆発的噴火 ⇒ 細粒粒子の生産率多い



2011年新燃岳噴火 農作物被害

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(1)

健康障害

【富士山噴火による被害想定調査 報告書 平成14年3月 内閣府】

- 有珠山(1977): 降灰が2cm以上の地域で目・鼻・咽・気管支の異常等、肉体的障害が報告された
- 雲仙普賢岳(1990~95): 島原市では、市民の約66%が健康面への影響を受けた。うち眼の痛み約8割、喉の異常が約6割

【桜島火山活動に伴う降灰等に関する意見交換会(鹿児島県)平成22年9月】

- 鹿児島県および鹿児島市が実施した降灰に係る健康影響調査では、降灰を要因とする明確な健康障害は確認されなかった。
＜近年の調査実績＞
 - ・鹿児島県: 降灰検診事業(平成7年度~平成9年度) 桜島から半径20km以内の住民を対象に、耳鼻・咽喉科等の検診
 - ・鹿児島市: 桜島降灰検診事業(昭和47年度~平成20年度)

【霧島山(新燃岳)噴火時の事例 宮崎県におけるSPM、SO₂の観測】

- 新燃岳の風下の都城市及び日南市でSPMとSO₂の濃度の上昇がみられたが、注意報を発令するような高濃度は観測されなかった。
 - ・浮遊粒子状物質(SPM): 高濃度で呼吸器系に影響を及ぼすほか、酸性雨の原因物資となる
 - ・二酸化硫黄(SO₂): 大気中に長時間滞留し、高濃度で肺や気管等に沈着して呼吸器に影響を及ぼす

(参考)SPM、SO₂による警報等発令基準値(宮崎県)

注意報基準	警報基準
SPM: 2mg/m ³ 以上が2時間継続した場合 SO ₂ : 0.2ppm以上が3時間継続した場合	SPM: 3mg/m ³ 以上が2時間継続した場合 SO ₂ : 0.5ppm以上が3時間継続した場合

火山灰と、健康被害の関係については、調査事例が少なく、不明な点が多い。
健康への影響を明らかにするには、火山灰の化学的・物理的性質を踏まえた調査が必要。

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(2)

建物の倒壊

【富士山噴火による被害想定調査 報告書 平成14年3月 内閣府】

- 過去の建物倒壊の事例(富士山(1707)、浅間山(1783)、北海道駒ヶ岳(1929)、ピナツボ(1991))での、倒壊が発生した降灰量は60cm～300cm
- 家屋の積雪に対する耐荷重基準は地域によって異なる**。静岡県では約30cm
これを灰の厚さに換算すると10cm(湿潤)～15cm(乾燥)(雪密度0.2g/cm²、灰の空隙率0.55、粒子密度2.5g/cm²の場合)
- 実際の建物は耐荷重基準を上回っていると想定**
- 別途調査による木造平屋の最も弱い部分の垂直荷重は525kg/m²
これを灰の厚さに換算すると灰の厚さは30cm(湿潤)～45cm(乾燥)
- 富士山噴火による被害想定では、
降灰が乾燥時は、45cmから倒壊が発生し、45～60cmで倒壊率30%、60cm以上で倒壊率60%と仮定
降灰が湿潤時は、30cmから倒壊が発生し、30～45cmで倒壊率30%、45cm以上で倒壊率60%と仮定

建築物の耐荷重は地域ごとに大まかな傾向があると想定される。

しかしながら、個別の建築物の耐荷重には大きく差異があるため、現状では、倒壊が発生する降灰量を一律に設定することは困難であり、避難勧告の基準を決めるには調査研究が必要。

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(3)

道路通行

【富士山噴火による被害想定調査 報告書 平成14年3月 内閣府】

- 桜島：500g/m²(約0.5mm)以上の降灰で、道路の白線が見えなくなると緊急体制により道路の降灰除去を実施する。
- 有珠山：道路上に湿潤時5mm、乾燥時2cmの降灰が堆積するとスリップ発生により通行不能となった。

【災害復旧事業(道路)の災害査定基準

- 降灰が車の運転に支障をきたす堆積量
 - ・2000年有珠山噴火 北海道：2cm以上の堆積
 - ・2011年霧島山(新燃岳) 宮崎県：1cm以上の堆積

※現時点では、降灰に対する統一的な災害査定基準は定められておらず、災害ごとに実地調査により基準を定めることになっている。

過去の事例より、湿潤時は1cm以下の降灰で、乾燥時においても2cm程度で道路通行に支障をきたすことがわかる。実際の通行の可否は、火山灰の粒度、道路の起伏や路面状況、走行速度やタイヤの状況等にも依存し、上記数字以下でも通行止めは発生し得る。

自動車

【自動車メーカー電話ヒアリング 平成24年11月】

- 一般的なエアフィルターの交換時期は5万キロごと。降灰地域では交換間隔が短くなると可能性はあるが、明確なことは言えない。吸気量に影響するフィルターの目詰まりに関する試験は行っているが、試験結果は社外秘

【電力中央研究所ヒアリング(平成24年10月)】

- フィルターが目詰まりするまでは運転が可能。降灰が激しい場合はフィルターの交換・清掃が頻繁に必要

どの程度の条件(降灰濃度×時間走行)まで走行可能かは、主にフィルターの性能に依存すると考えられる。フィルターの性能については情報が不足しており、定量的評価のためにはさらに調査が必要。

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(4)

鉄道運行

【富士山噴火による被害想定調査 報告書 平成14年3月 内閣府】

- JRや鹿児島路面電車が降灰により運行停止する等の基準はない。
- 昭和60年にJRや鹿児島市電が運行不能になった事例があるが、鹿児島市交通局へのヒアリング結果によると、電車の車輪とレールの間に灰が5mm程度以上挟まると電流が流れず電車が動かなくなる、信号機や警報機が誤作動する等の障害が生じている。
- 鹿児島市交通局では、灰が2mm以上になると除灰を実施している。

【鹿児島市交通局への電話ヒアリング 平成24年10月】

- 降灰が原因で運行停止になったことは、数年ない。(2011年新燃岳噴火、2012年桜島噴火による運行停止はない)
- 降灰による信号機の故障は、一年に1回程度である。原因は、機器に火山灰が侵入することによって考えている。レールの清掃は、散水車で水をかけて清掃している。

【電力中央研究所ヒアリング(平成24年10月)】

- 鉄道レールには、リレー信号を確認するシステムが線路上にあり、濡れた火山灰がレールを覆うと漏電により電位差が取れなくなり、電車を止めることになる。

【参考:リレー信号】

レール間を列車の車軸で短絡することによって列車を検知する方法が最も安全で信頼性の高い方法であるとしてJR各社で広く採用されている。

レール踏面への降灰、レールの厚錆、落葉等の付着が原因で短絡不良が生じ電車が誤作動を発生することがあるとされる。

(公益財団法人鉄道総合技術研究所発行「RRR」2009年1月号)

降灰時に火山灰がリレー信号に影響を与え、運行システムに障害が発生することが想定されるが、詳細なメカニズムや停止する降灰量の閾値、鉄道各社の対応状況については更なる調査が必要

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(5)

航空機

【富士山噴火による被害想定調査 報告書 平成14年3月 内閣府】

- 降灰による航空機への被害は、**ウインドシールド損傷やエンジンの停止**である。このうちエンジンの停止は火山灰がジェットエンジン内部で溶解、冷却固着し、燃焼ガスの流れを乱すことによる。
- エンジン停止事故はガルングン火山噴火(1973)に伴い初めて発生し、その後リダウト火山(1989)、ピナツボ火山(1991)で発生。ピナツボ火山のケースでは、15機以上の旅客機が火山灰に遭遇し、5機の旅客機のエンジンに停止や損傷等のトラブルが発生。

【電力中央研究所ヒアリング結果 平成24年10月】

- チャイテン火山(チリ)2008年噴火では、航空機が高度2km以下の低空で火山灰と遭遇し、エンジンが損傷する事例が3件発生した。
- 三宅島火山2000年8月18日の噴火による噴煙に複数の航空機が侵入し、エンジンは停止しなかったものの、2機はエンジンの交換を要した。
- 火山灰粒子の融点は、一般的な砂と比べ1000℃程度と低い、航空機のカスタービンは燃焼室温度が1400℃以上になるため、火山灰粒子が燃焼室で融解しタービンブレードに付着して固結し、結果として燃焼が停止する。**タービンブレードに付着する条件は、大気中の火山灰濃度に継続時間を掛けあわせた、火山灰の総量**による。

【桜美林大学小野寺教授ヒアリング結果 平成24年10月】

- 火山灰は約1000℃で融解する。**ターボエンジンの燃焼室で火山灰が融解し、燃焼室の直後にあるタービン冷却孔付近で火山灰が凝固し穴を塞ぐ。ターボエンジン内は加熱状態となり、加熱検知器が作動しエンジンが停止する。**
- 航空機エンジンに、自動車のようにフィルターを付けることは、非常に困難。**
- 飛行中に目詰まりしたフィルターから火山灰粒子を除去したり、洗浄する仕組みはない。費用対効果の関係から開発は不可能である。

降灰域での飛行機の運行の可否について評価するには、火山灰が航空機エンジンに影響を及ぼす火山灰総量(=火山灰濃度×継続時間)について、定量的な評価が必要。

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(6)

航空機運航

【桜美林大学小野寺教授ヒアリング結果 平成24年10月】

- ICAOが民間航空機の運航に関する安全基準ルールを決めている。なお、地域ごとにルールを定めることが可能
- VAACが世界の空域を9つに区分して航空火山灰の観測をしている。降灰が発生した場合、担当する空域の航空会社に航空路火山灰情報を発表する
- 降灰時の運航判断は、VAACの航空路火山灰情報を受けて、各航空会社が行う。
- 国交省航空局は、ノータムを発行することができるが、降灰時の運航停止に関し権限(強制力)を有しない。
- 飛行場には、降灰に関する規定はない。しかしながら、降灰の有無にかかわらず、滑走路が滑りやすい場合は飛行機の離発着を行わないことにしているため、火山灰が空港に堆積しているときは飛行機は運行停止する。

ICAO:国際民間航空機関 VAAC:航空路火山灰情報センター

【2010年エイヤフィヤトラヨークトル火山噴火(アイスランド)の概要】

- 2010年4月14日、アイスランド共和国のエイヤフィヤトラヨークトル火山が噴火。
- 噴煙は上空10,000m以上の成層圏に達し、火山灰は上空の気流に乗り西ヨーロッパ全土に拡散したために、航空機が飛行不可となった。
- さらに、英国内の空港が閉鎖となったのをはじめ、フランスやドイツでも空港閉鎖となり、ヨーロッパの空港を中心に航空路の大混乱が生じた。欧州約30ヶ国の空港が一時閉鎖し、1週間に航空機10万便が運休した。
- これまで航空路火山灰が存在していると飛行禁止とされていたが、当局は暫定ローカルルールを策定し、航空路火山灰の濃度に応じて飛行の禁止基準を緩和し飛行区域を3つに分けた。現在ICAOで欧州基準の妥当性及び、現行基準の見直しのための検討がなされている。

出典:「アイスランドにおける火山噴火と航空関連の大混乱」京都大学防災研究所年報第54号A平成23年6月

ICAOが大気中の火山灰量に応じた一般的な航行安全基準について見直しを検討中。滑走路が事実上閉鎖する降灰の定量的基準は定められておらず、どの程度で実際に閉鎖状況に追い込まれるか調査が必要。

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(7)

送電施設

【富士山噴火による被害想定調査 報告書 平成14年3月 内閣府】

- 電力施設への降灰の影響の一つには、送電機器の一つである碍子に灰が付着し、降雨時に濡れて漏洩電流が流れ、事故防止のために電力供給がストップするものがある。
- 桜島の事例では、昭和59～60年に降灰による停電が頻発。
当時、近傍の観測所で観測された1日の降灰量は $119\text{g}/\text{m}^2 \sim 6,697\text{g}/\text{m}^2$

【電力中央研究所が発行する調査報告書及びヒアリング結果 平成24年10月】

- 湿った火山灰粒子が碍子に付着すると絶縁特性が低下し、漏れ電流が増加してせん絡(フラッシュオーバー)が発生し停電する。停電事例は、雨天時、霧中の噴火、積雪のある火山の噴火による降灰で発生している。
- 降下火山灰による停電は、低圧の配電網では $1 \sim 2\text{kg}/\text{m}^2$ (比重1なら層厚 $1 \sim 2\text{mm}$)の降灰量でも発生している。各事例では降灰と同時、または直後に雨が降るか、霧が発生し、停電に至った。
- 碍子の形状や設置方法により火山灰の付着の仕方が異なる。高圧の送電設備は碍子の傘が大きく、火山灰が奥まで吹き込み難いので低圧の送電設備よりせん絡に至り難く、水平に設置された碍子など特定のものにせん絡が発生する。
- 対策・予防措置としては、海塩粒子対策に倣い、耐塩碍子の使用、碍子の設置角度の工夫、碍子洗浄装置や除去作業等が有効と考えられる。

【電力会社問合せ 平成24年10月】

- 耐塩碍子の設置などの対応状況等について問い合わせたが、11月1日現在で回答なし。

降灰による停電の発生は、耐塩性碍子の採用程度や、碍子の形状などに関係する。降灰による停電の発生に関する評価のためには、碍子の状況について調査が必要。

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(8)

火力発電所

【電力中央研究所が発行する調査報告書及びヒアリング結果 平成24年10月】

- アラスカ(2008~12年)や在フィリピン米空軍の火力発電所(1991年)では、降下火山灰を被った事例がある。この時の発電所では、フィルター未設置のタービンは予防的に停止させた。その上で、蒸気タービンを建屋内に設置し、空気吸入口にフィルターを設置した。これにより、細粒粒子に富む火山灰降下時にも発電が可能となった。
- 我が国の火力発電所のガスタービンは、かつては、野外に露出していたが、現在では室内に設置しフィルターを装着している。そのため、フィルターが目詰まりするまでは、使用可能。ただし、降灰が大量かつ長期継続した場合には、フィルター交換、洗浄等のため停止せざるを得ない可能性がある。

少量の降灰では、火力発電所の稼働は可能であると考えられるが、どの程度の降灰総量(=火山灰濃度×継続時間)まで連続稼働が可能であるかは不明。閾値についての定量的調査が必要。

水力発電所

【電力中央研究所が発行する調査報告書及びヒアリング結果 平成24年10月】

- 水力発電は、河川に土石流のような粒子が粗いものが流れ込んだ場合、タービンの目詰まりを起こすことが知られているが、火山灰の場合は粒子が細かいためほとんど影響が無い模様で、事例を聞いたことはない。

水力発電所においては、降灰後の降雨により発生する土石流による影響が懸念されるが、詳細条件等の把握には調査が必要

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(9)

発電機

【電力中央研究所が発行する調査報告書及びヒアリング結果 平成24年10月】

■ディーゼル発電機については、建屋と発電機にフィルターがついていれば、フィルターが目詰まりするまでは使用可能。

非常用電源として、野外に発電機を設置している施設は多数あると想定される。排熱効率等の問題から完全に建屋に覆われていない施設が多数あると想定される。降灰の影響は大きいと推定され実態調査が必要

電子機器

【電力中央研究所が発行する調査報告書及びヒアリング結果 平成24年10月】

■濡れた火山灰が電子機器の電子回路基盤に付着した場合、火山ガス成分により腐食を生じる可能性がある。

しかしながら、基盤は箱に囲まれており、濡れた火山灰が隙間に入り込むことは難しいため、実質、影響はほとんど生じないと考えられる。

影響は深刻ではない可能性がある。しかしながら、調査事例が少ないことや、精密機械(や製造工場)への影響などの調査が必要

船舶

【鹿児島市船舶局への電話ヒアリング結果 平成24年10月】

■桜島フェリーでは、ここ数年の桜島噴火に伴う火山灰の影響で運航を停止したことはない。また、降灰に対し特別な整備等を行っていない。

船舶はディーゼルエンジンで稼働しているものが多く、火山灰の影響が想定されるが、ほとんど事例がなく影響が不明で、フィルター設置など対応状況について調査が必要。

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(10)

上水道

【富士山噴火による被害想定調査 報告書 平成14年3月 内閣府】

- 水平流式沈殿池では、一般に泥だめは30cm以上を見込んでいる。沈殿池の有効水深は3～4mが標準であることから、水1に対し泥0.1以上で泥だめがいっぱいになり、掃除をして廃水処理施設に送ることが必要となる。
- 水質に関しては、有珠山の周辺の市町村での水質調査の結果、異常は認められていない。

【2011年 霧島山(新燃岳)噴火の事例】

- 地下水のpHとフッ素について、2月14日に都城市の井戸5地点で調査した結果、影響は確認されなかった。
 - 河川水のpHとフッ素は、環境基準値内であった。また、SSは降雨後、火山灰や土砂などの流れ込みにより、わずかに上昇がみられた地点があったが、特に問題となる数値は確認されていない。(平成23年2月25日現在)
- 環境基準値(AA類型) : pH: 6.5以上8.5以下、SS(浮遊物質): 25mg/ℓ以下、フッ素 : 0.8mg/ℓ以下

出典:霧島山(新燃岳)噴火による被災及び対応状況 平成23年3月18日現在 宮崎県

浄水施設の仕組みにも依存するため、どの程度の影響を受けるか不明である。水質への影響は降灰量とともに、その化学組成が大きく影響を及ぼすと考えられる。定量的な評価にはさらに調査が必要。

下水道

【富士山噴火による被害想定調査 報告書 平成14年3月 内閣府】

- マンホール等から灰が混入するのは微量であり、これらは汚水と一緒に押し流してしまうため問題になるようなことはまずない。
- 桜島では沈殿池についても、特別な対策はしていない。降灰が問題になった事例はない。
- 側溝、集水溝が詰り、水が溢れることが想定される。また、雨水は開渠から暗渠へ繋がるため、降水があれば火山灰が下水道に混入する可能性がある。

火山灰が大量に側溝に流れ込むと、下水道の機能不全を引き起こす可能性がある。定量的な評価にはさらに調査が必要。

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(11)

農作物(1)

【富士山噴火による被害想定調査 報告書 平成14年3月 内閣府】

■桜島(1914)の事例 <壊滅的な被害となる降灰量>

麦:1cm以上、野菜:3cm以上、まめ:1cm以上、果樹:1.5cm以上、ビワ:3cm以上

火山灰は、**土壌へも影響を及ぼす**。鹿児島県では、桜島の降灰地域の農地において、土壌矯正事業により農地の酸性を矯正している。

■ヒアリングによれば、**降灰により稲が倒れて水に浸かると発芽したり精米の時に灰が混じるため、商品価値がなくなる。**

■**農作物の種類、生育ステージにより被害は大きくことなる。**

■作物は枯死しなくとも、降灰により商品価値が低下することで被害が生じる

【防災営農対策の採択要件(活動火山対策特別措置法)】

■**降灰量1m²あたり1,000g以上**

【農地災害復旧事業の採択要件】

■**降灰の堆積厚** : 粒径1mm以下の場合2cm以上、粒径0.25mm以下の場合5cm以上

【2011年 霧島山(新燃岳)噴火の事例】

<畑作物>

■ほうれんそう、千切りだいこん、キャベツ、はくさい等の**露地野菜** ⇒ **収穫不能・収量や品質低下。**

■その他、イタリアンライグラス、エン麦等の飼料作物に被害

(対策)

■**葉茎菜類の作付けは、被害甚大となりやすい**ため、比較的被害が軽い根菜類への作付転換を行う。

(さといも、かんしょ、ごぼう、にんじん、だいこん、たまねぎ、らっきょう等)

■葉茎菜類としては、火山灰が付着しにくく、洗浄で除灰できる作物を選定する。(ねぎ類白ねぎ等)

■**降灰後は、直ちに作物及び被覆資材等に付着した火山灰の除灰を行う。**散水による除灰は、十分な水量を用いる。

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(12)

農作物(2)

【2011年 霧島山(新燃岳)噴火の事例】

＜土壌＞

■北諸県・南那珂地域を中心に降った粒子の粗い火山灰は、pH5～6程度の弱酸性で硫黄や硫酸、塩基等の成分含は低く、すき込んでも土壌への影響は比較的少なかった。

(対策)

■圃場対策

- ・降灰量3cm未満: 混層耕転あるいは反転すき込み
- ・降灰量3cm以上: 可能な限り積灰深を3cm未満になるまで除去し、その後反転すき込み

■火山灰を混和したほ場においては、土壌の保肥力を高め、地力を維持するために堆肥等の有機質資材の投入を行う。

■有機質資材は、有機物を多く含む牛ふん堆肥を利用し、施用量は降灰量1cm当たり、10a当たり600kgを目安とする。

■西諸県・中部・児湯地域を中心に降った粒子の細かい火山灰は、pHが4～5と低く、硫黄や硫酸、塩基等の成分含量が高いため、すき込む火山灰量が多い場合は、土壌の酸性化が懸念された。また、吸湿すると固まりやすく、透水性が低いいため多量に混ざると土壌の物理性が悪化する。

(対策)

■圃場対策

- ・降灰量1cm未満: 混層耕転あるいは反転すき込み
- ・降灰量1cm以上: 可能な限り積灰深を3cm未満になるまで除去し、その後反転すき込み

■火山灰を混和したほ場においては、土壌の保肥力を高め、地力を維持するために堆肥等の有機質資材の投入を行う。

■有機質資材は、有機物を多く含む牛ふん堆肥を利用し、施用量は降灰量1cm当たり、10a当たり800kgを目安とする。

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(13)

農作物(3)

【2011年 霧島山(新燃岳)噴火の事例】

＜水田＞

(対策)

■水田において3cm以上の大量の降灰がある場合は、代かき時に粒子の粗い火山灰が早く沈殿し硬盤層を形成する恐れがあるので、必ず火山灰を圃場外に持ち出す。

■火山灰をすき込む圃場では、水を掛け流しにして耕耘を繰り返すことで、灰に含まれる酸性物質を洗い流し影響を軽減する効果がある。

＜ビニールハウス・施設園芸＞

■きゅうり、いちご、ピーマン、スイートピー等は、光線透過率の低下に加え、除灰作業で栽培管理が届かず、収量や品質低下。

■ハウス内の光線透過量は、被覆資材面に100g/m²の降灰があると約30%の光量に、また、200g/m²の降灰で約20%の光量となる。

(注)主要品目の光飽和点は、キュウリ5万ルクス、ピーマン・イチゴ4万ルクス、トマト7万ルクスとなっている。スイートピーは、光線透過量の減少が続くと落蕾につながるので、特に注意が必要

(対策)

■ビニールハウス等の被覆資材に付着した火山灰は、速やかに除去する。

■被覆資材面の除灰には、動力噴霧器による高圧ノズル(鉄砲ノズル等)を利用した洗浄が最も効果的である。

以上出典:「新燃岳の火山活動による農林水産関係被害の概要について(3月31日とりまとめ)宮崎県農林水産部

農作物への影響は、作物の種類、生育ステージ、火山灰の物理的・化学的性質により大きく異なる。作物への一次的影響の他、圃場条件(pHや団粒構造等)を変えることによる二次的な影響もある。個々の作物への影響などを明らかにするにはさらに詳細な調査研究が必要。

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(14)

森林

【富士山噴火による被害想定調査 報告書 平成14年3月 内閣府】

■人工林については、有珠山(1977)の調査事例がある。

降灰量1cm以上の地域について、カラマツ、トドマツ、アカエゾマツの順に被害が発生

■被害の内容は降灰付着による幹の倒伏折損、湾曲倒伏が多く、他には変色落葉、枯死など

■被害の程度は灰の堆積深が増加すると大きくなり、幹折れ以上の激害木は、堆積深7～10cm以上でかなり著しい傾向を示した。

影響の要因は、火山灰の重さによる倒壊、硫黄等の火山ガス成分による枯死、土壌の固結など多岐にわたり、また樹種により各条件への耐性が異なる。影響の評価のためには更なる調査が必要。

水産

【富士山噴火による被害想定調査 報告書 平成14年3月 内閣府】

■灰が海に降ると、重いものは海底に沈む、軽いものは海中に浮遊(懸濁)することにより魚類等に影響がでるが、降灰量との関係は不明である。

■餌の死滅で連鎖的な影響を受けるものもある。

■三宅島の例では、トコブシを中心に被害が発生し、トサカノリの品質低下、テングサへの降灰、鮮魚の出荷不能となった。駒ヶ岳の例では、昆布漁場が壊滅的な被害を受け、回復に長期間要した。灰の程度(濁度、海底への堆積量等)により被害も変化する。

【2011年 霧島山(新燃岳)噴火の事例】

■ヤマメ養殖場において、稚魚20万尾がへい死

出典:「新燃岳の火山活動による農林水産関係被害の概要について(3月31日とりまとめ)宮崎県農林水産部

水産物への影響は、そのメカニズムが不明な点が多く、調査が必要。

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(15)

畜産

【富士山噴火による被害想定調査 報告書 平成14年3月 内閣府(防災担当)】

- 1977年有珠山噴火(北海道農業試験場の農業災害調査報告)では、
 - ・灰は少量の水分で「どろどろ」になりやすく、また、乾くと「がちがち」になる。そのため2cm程度の降灰があった場合に土壌の攪拌をしなければ、雨により固まり飼料作物が発芽しない。
 - ・火山灰を一日1kgずつ30～40日餌に混ぜて乳牛と食用牛に食べさせた結果、当初は飼料の嗜好性が低下して乳量が減少する。解剖した結果では、肉や骨やミネラルバランスに特に異常は見られなかった。
- 雲仙普賢岳での畜産に関する研究成果(平成4年度九州農業試験場 研究成果の概要)では、雲仙・普賢岳の火山灰を牛、山羊に(体重比0.15%/日)90日間投与した結果、健康を阻害したという特筆すべき変化は認められないという調査結果が出ている。

【草食動物への影響 (O'Hara et al., 1982)】

- 干草のフッ素の含有量が250ppmを超える場所で、羊に中毒症状が発生している。
- 草食動物にとって最も危険な状況は、通常、火山灰などの火山噴出物の堆積層が非常に薄くてためらうことなく牧草を食べるような、噴火している火山から離れた場所で生じる。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。
- 急性中毒では、うつ状態、食欲不振、筋肉のひきつけ、呼吸異常、鼻汁過多、けいれん、肺浮腫、腎臓および肝臓の障害、視覚消失、昏睡ならびに死亡を伴うことがある。

家畜への影響は、不明な点が多い。火山灰の化学的な性質に依存するものと考えられるが、影響を与える物質の閾値等は不明であり、調査が必要。

火山噴火に伴う降灰による影響と課題(16)

電波・携帯電話

【富士山噴火による被害想定調査 報告書 平成14年3月 内閣府】

無線機器、携帯電話メーカーへのヒアリングにより、以下のような実態が判明

- 雲仙普賢岳噴火時に火砕流が発生したときに計測センサーの電波信号が受信できなかったことがある。
- 地中探査などでも電波信号は減衰するので、降灰時になんらかの影響は考えられる。ただし、どの程度の降灰によりどの程度の障害が発生するのかは不明
- 2000年の有珠山の噴火時では、携帯電話等が用いられたが電波障害の報告はない。
- 火山灰に鉄分が多く含まれれば、なんらかの障害は発生すると考えられるが、それがどの程度なのかは不明。
- インドネシア・ガルングン火山噴火の際には、航空機の通信(VHF)に通信障害が生じた。アラスカ・スパー火山噴火の際には、噴火10日後であったが、通信状態が悪かった。

【桜美林大学 小野寺教授ヒアリング結果 平成24年10月】

- 2000年三宅島噴火の際、VHF電波の一部の周波数において送受信に影響があつ模様

【電力中央研究所が発行する調査報告書及びヒアリング結果 平成24年10月】

- 火山雷の際には、電波障害が発生することが考えられる。

【携帯電話事業者ヒアリング結果 平成24年10月】

- 降灰による電波障害についての被害報告はなく、特に調査・対策は行っていない。

降灰が通信に影響を与えるか否か、与える場合の要因や閾値については不明であり、対策も行われていない模様。大量の降灰があつた場合の影響について調査が必要。

火山灰処理の法令上の取り扱い

火山灰は、

- 「**廃棄物の処理及び清掃に関する法律**」における「**廃棄物**」に該当しない。
- 「**土壌汚染対策法**」の対象外
- 「**海洋汚染防止法**」における「**廃棄物**」に該当し、**海洋への廃棄は原則禁止**。

- 土砂として、各施設管理主体、市町村の判断で土捨て場等で処分されるべきもの。**
ただし処分方法について条例等で規定されている場合はそれに従う。

○ただし、大規模火山噴火にともない大量の降灰があった場合などにおいて、緊急に処理することが必要と環境大臣が判断した場合は海洋への廃棄が認められる可能性がある（海洋汚染防止法第10条第6項）。

（東日本大震災時に腐敗水産物を海洋廃棄した事例が初の適用事例）

火山灰処理の事例

■桜島（鹿児島市）

- ・火山灰は「捨て土」扱いで処理されている。
- ・道路除灰作業で除去した火山灰は、ロードスweeperから直接ダンプに積み替え、市街地の場合は川上町の捨て場（民間）に運搬し、ダンプトラックの台数と積載量を計測している。
- ・火山灰は基本的に自然界のものであるため、最終処分にあたり環境への配慮はそれほど重視されていない。ただし、除灰作業の中で混入する空き缶などの量が多い場合は、手作業で取り除いている。
- ・各家庭で集めた灰は、「克灰袋」に入れて「宅地内降灰指定置場」に出され、2tトラックで回収される。

■2000年 有珠山噴火

- ・除灰作業により収集された火山灰は、ダンプトラックで運搬され、虻田町内の碎石採取の跡地（民有地）や壮瞥町内の河川敷堤内に捨てられた。
- ・捨ての実施にあたっては、環境への影響を確認するため灰の土質試験が実施された。

■2011年 霧島山（新燃岳）噴火

- ・高原町は、役場近くに2箇所の用地を確保した。
- ・都城市では、約8万トンの容量がある市有地約4000m²を確保し、風による灰の飛散を防ぐため、集積場はいっぱいになり次第、表面を土で覆う。

■地方公共団体の火山灰の処分場確保の現状

○仮置き場の確保 都道府県 0／20 市町村 20／143

○最終処分場の確保 都道府県 0／20 市町村 13／143

※47火山の周辺地方公共団体を対象に内閣府が調査を実施。対象都道府県22（うち回答20）、対象市町村160（うち回答143）

火山灰による公共施設被害対策

■ 災害復旧事業

(公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法)

異常な天然現象により地方公共団体が管理する公共土木施設が被災した場合に、被災した施設を原形に復旧する、あるいは、被災前の効用を復旧する事業について、その事業費の一部を国が負担する制度

事業の対象施設：公共土木施設

河川、海岸、砂防施設、林地荒廃防止施設、地すべり防止施設、急傾斜地崩壊防止施設、道路、港湾、漁港、下水道、公園

採択要件：・異常な天然現象により生じた災害

- ・地方公共団体又はその機関が維持管理している公共土木施設の被災
 - ・地方公共団体又はその機関が施行するもの
- ※ただし、負担法第6条(適用除外)に該当しないものであること

負担割合： 2/3(4/5※1) ※1: 島嶼部

実施主体： 都道府県、市町村

実績： 北海道(2000年有珠山): 2cm以上の降灰があった道路
鹿児島県(2011年霧島山): 1cm以上の降灰があった道路

実施内容： 降灰の収集、運搬、処分

■ 都市災害復旧事業(堆積土砂排除事業)

(都市災害復旧事業国庫補助に関する基本方針)

市街地において、災害により発生した多量の堆積土砂の排除事業を実施

事業の対象施設：①都市計画区域内で都市施設以外の地域に堆積した土砂

②都市計画区域外で市街地に堆積した土砂

採択要件： 1市町村の区域内での堆積土砂の総量が30,000m³以上
2,000m³以上の一団をなす堆積土砂 等

負担割合： 1/2

実施主体： 市町村

実施内容： 集積場所からの運搬、処分

■ 降灰除去事業(活動火山対策特別措置法)

火山の爆発に伴い多量の降灰があった市町村に対し、区域内の都市排水路、公園及び宅地について当該降灰の除去事業を実施

事業の対象施設：①市町村が管理する「道路」②下水道③都市排水路④公園⑤宅地

採択要件： 連続する2月の期間において毎月1回以上の降灰、かつ年間の降灰重量が1000g/m²以上

負担割合： 道路： 1/2(2/3※1)、下水道、都市下水路： 2/3
都市排水路、公園、宅地： 1/2

※1: 多量の降灰により道路交通に著しい支障を生じ、又は生ずるおそれがあると認めて国土交通大臣が指定した市町村の区域内に存する道路

実施主体： 市町村

実績： 鹿児島県: 鹿児島市、垂水市(対象火山: 桜島)

実施内容： 降灰の収集、運搬、処分

市町村が指定した場所に集積された降灰の運搬、処分

火山灰による農業被害対策

■防災営農対策(活動火山対策特別措置法)

避難施設、防災営農施設等の整備及び降灰除去事業の実施

事業の対象地域：

- ①内閣総理大臣による「避難施設緊急整備地域※1」の指定
- ②都道府県による「防災営農施設整備計画等」の策定

採択要件：降灰量1m²あたり1,000g以上

負担割合(地域自主戦略交付金交付要綱)：

宮崎県：交付金事業地区＝県10%以内＋国50%

県単独事業地区＝県60%以内

鹿児島県：交付金事業地区＝県25%以内＋国50%
(激甚地区) 県単独事業地区＝県75%以内

実施主体：市町村、農業協同組合、農業者団体等

実績：鹿児島県21市町村(対象火山:桜島)
宮崎県18市町村(対象火山:桜島、霧島山)

実施内容(鹿児島県・宮崎県):計画に基づき

- ・石炭資材や有機資材投入による**土壌の矯正**
- ・畑地**かんがい施設の整備**
- ・野菜・花・果樹の**被覆対策**
- ・茶・葉たばこ・野菜の**洗浄対策**

■農地災害復旧事業

(農林水産業施設災害復旧事業費国庫補助の暫定措置に関する法律)

被災した**農地の復旧(降灰の除去等)**を実施

火山噴火の降灰等による農地被害

降灰堆積厚：粒径1mm以下→2cm以上
粒径0.25mm以下→5cm以上

採択要件：1箇所の復旧工事費が40万円以上

補助率：農地50%(通常)

激甚災害に指定された場合は、暫定法の補助残の部分について補助の嵩上げが適用

事業実施主体：都道府県、市町村、土地改良区等

実績：鹿児島県(鹿児島市、垂水市)
(対象火山:桜島)S.48～54年度、S.59～H.4年度

実施内容：堆積した灰を集積し土捨て場に搬出

※1：避難施設緊急整備地域(法第2条)＝「火山の爆発により住民等の生命及び身体に被害が生じ、又は生ずるおそれがある地域で、その被害を防止するための施設を緊急に整備する必要がある地域」

(参考)火山灰処理に関する法律

■廃棄物の処理及び清掃に関する法律

(昭和45年12月25日制定 最終改正:平成24年8月1日)

(目的)

第一条 この法律は、廃棄物の排出を抑制し、及び廃棄物の適正な分別、保管、収集、運搬、再生、処分等の処理をし、並びに生活環境を清潔にすることにより、生活環境の保全及び公衆衛生の向上を図ることを目的とする。

(定義)

第二条 この法律において「廃棄物」とは、ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不要物であつて、固形状又は液状のもの(放射性物質及びこれによつて汚染された物を除く。)をいう。

2～6 略

■海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律

(昭和45年12月25日制定 最終改正:平成22年5月28日)

(海洋汚染等及び海上災害の防止)

第二条 何人も、船舶、海洋施設又は航空機からの油、有害液体物質等又は廃棄物の排出、油、有害液体物質等又は廃棄物の海底下廃棄、船舶からの排出ガスの放出その他の行為により海洋汚染等をしないように努めなければならない。

2 略

(定義)

第三条 この法律において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

一～五 略

六 廃棄物 人が不要とした物(油及び有害液体物質等を除く。)をいう。

六の二～三 略

七 排出 物を海洋に流し、又は落とすことをいう。

七の二～十五 略

(船舶からの廃棄物の排出の禁止)

第十条 何人も、海域において、船舶から廃棄物を排出してはならない。ただし、次の各号のいずれかに該当する廃棄物の排出については、この限りでない。

一 船舶の安全を確保し、又は人命を救助するための廃棄物の排出

二 船舶の損傷その他やむを得ない原因により廃棄物が排出された場合において引き続き廃棄物の排出を防止するための可能な一切の措置をとつたときの当該廃棄物の排出

2 前項本文の規定は、船舶からの次の各号のいずれかに該当する廃棄物の排出については、適用しない。

一～三 略

四 公有水面埋立法 第二条第一項の免許若しくは同法第四十二条第一項の承認を受けて埋立てをする場所又は廃棄物の処理場所として設けられる場所に政令で定める排出方法に関する基準に従つてする排出

五 次に掲げる廃棄物の排出であつて、第十条の六第一項の許可を受けてするもの
イ 廃棄物の処理及び清掃に関する法律 第六条の二第二項若しくは第三項又は第十二条第一項若しくは第十二条の二第一項の政令において海洋を投入処分の場所とすることができるものと定めた廃棄物

ロ 水底土砂(海洋又は海洋に接続する公共用水域から除去された土砂(汚泥を含む。))をいう。)で政令で定める基準に適合するもの

六 緊急に処分する必要があると認めて環境大臣が指定する廃棄物の排出であつて、排出海域及び排出方法に関し環境大臣が定める基準に従つてするもの

七～八 略

3 略