

■自然災害/財物リスク情報■

2015.02.05

火山噴火リスクと企業の取るべき対策

1. はじめに

2014年9月27日に御嶽山が噴火し、死者57名、安否不明者6名が出る戦後最大の火山災害となりました。また、小笠原諸島の西之島では、海底火山の噴火により新島が誕生する過程を目の当たりにしています。御嶽山の噴火は、東北地方太平洋沖地震以降に富士山をはじめとした活火山の噴火が不安視され、国や地方自治体、企業ともに噴火への備えを万全にするよう対策を講じ始めているなかで発生した火山災害であったため、火山災害への備えを講じる動きが加速すると思われます。

そこで本レポートでは、過去の火山噴火の被害状況を確認するとともに、噴火に伴う現象の中でも広範囲に甚大な被害を及ぼす可能性の高い火山灰について企業の取るべき対策を紹介します。

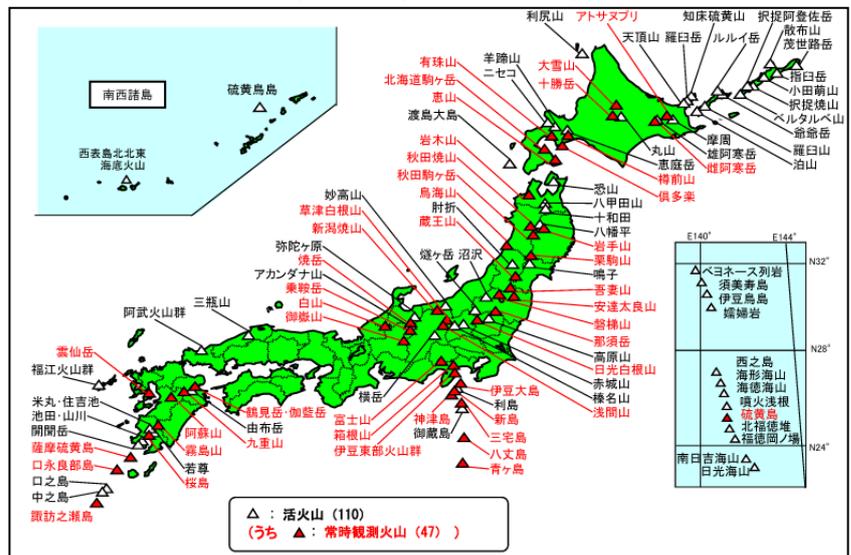
2. 活火山の活動とその影響

(1) 日本の活火山の分布

日本は、環太平洋造山帯に位置し、図表1に示すとおり110もの活火山があり、その数は世界の活火山の7%が集中している状況です。なお、活火山は、「概ね過去1万年以内に噴火した火山および現在活発な噴気活動のある火山」と定義されています。日本周辺では、ユーラシアプレート、北米プレート、太平洋プレート、フィリピン海プレートの4プレートがあり、それらのプレートの複雑な動きやプレートの沈み込みにより生成されるマグマが地上に噴出することで火山が噴火します。また、それら火山分布の海溝側の境界線を火山フロントと呼びます。火山は、我々の生活にとって身近な存在になっており、その恩恵は美しい景色や温泉などの観光資源、地熱発電など多岐に亘りますが、一度噴火が発生すると火山灰や土石流などにより広範囲に甚大な被害が発生することも広く知られています。

また、110ある活火山のうち47火山は、気象庁の火山予知連絡会によって火山防災のために監視・観測する体制の充実が必要な火山として選定されており、噴火の前兆を捉えて噴火警報等を適確に発表するために地震計、GPS観測装置、遠望カメラ等の機器を設置して24時間体制で常時観測しています。さらに、2009年以降、火山活動の高まりが確認されている八甲田山（青森県）、十和田（青森県・秋田県）、弥陀ヶ原（富山県・長野県）の3火山が新たに常時観測火山に追加される見通しです。

図表1 日本の活火山分布



出典：内閣府「平成24年版防災白書」

(2) 過去に発生した火山災害

過去に発生した世界の主な火山災害は以下のとおりです。御嶽山では水蒸気爆発による大きな噴石の飛散により多数の死傷者が発生しましたが、溶岩流や火山灰などによる被害も多く発生しています。

① 御嶽山（日本）

- ・2014年9月に水蒸気爆発により御嶽山が7年ぶりに噴火。
- ・大きな噴石の飛散により登山者に死者57名、安否不明者6名、負傷者69名の被害が発生。
- ・建物被害は山小屋の倒壊等以外に確認されず。

② キラウエア火山（アメリカ）

- ・2014年6月末にアメリカハワイ島のキラウエア火山が噴火。
- ・噴火により流れ出した溶岩が、居住地区に侵入し、一部住民が避難。

図表 2 御嶽山 火口付近の状況



出典：気象庁「御嶽山の火山活動」

③ エイヤフィヤトラヨークトル火山（アイスランド）

- ・2010年4月にアイスランドのエイヤフィヤトラヨークトル火山が200年ぶりに噴火し、ヨーロッパ各国に降灰。（ヨーロッパ各国で1週間に亘り航空機の欠航および空港閉鎖。）
- ・航空機の欠航等により日本におけるサプライチェーンにも影響。大手自動車メーカーでは、国内工場に部品（空気圧センサー）が届かず生産ラインが停止。

④ 三宅島（日本）

- ・2000年8月に、噴煙の高さが8,000mに達する大規模な噴火が発生。
- ・その後も断続的に噴火が観測されるようになり、9月1日全島避難が決定、4,000人余の島民は島外へ避難し、5年後の2005年2月1日ようやく避難指示が解除された。

⑤ 雲仙普賢岳（日本）

- ・1990年11月から噴火活動を再開。
- ・1991年6月3日、噴火開始後最大規模の火砕流が発生し、死者・行方不明者43人の被害。
- ・噴火活動は長期化し、土石流や火砕流等により家屋、道路、農地等に甚大な被害をもたらした。

⑥ ピナツボ火山（フィリピン）

- ・1991年にフィリピンのルソン島西側にあるピナツボ火山が400年ぶりに噴火。
- ・火山灰の堆積により学校の屋根の崩落、教会・バスターミナル・病院が倒壊。
- ・100km離れた国際空港に火山灰が堆積し、10日間に亘り使用不能。

⑦ 三原山（日本）

- ・1986年11月15日に山頂付近で噴火を開始し、その後カルデラ床から割れ目噴火。
- ・溶岩が斜面を流れ下り3,000人が住む元町集落に迫ったため、全島民約1万人が船で脱出し、およそ1ヶ月間に亘り避難。

⑧ セントヘレンズ火山（アメリカ合衆国）

- ・1980年5月にアメリカ合衆国ワシントン州のセントヘレンズ火山が100年ぶりに噴火。
- ・火山灰が道路上に堆積し、走行時に灰が舞い上がることによる視界不良や灰でスリップする恐れがあるため、5日間に亘り高速道路を閉鎖。

(3) 噴火に伴う現象

火山の噴火には、溶岩が溢れ出るような形式と爆発を伴う形式の二つがあります。噴火形式を決めるのは、マグマの粘性やガス成分などです。日本列島はプレートが沈み込む境界に位置し、形成されるマグマは粘性が高くガスを多く含みますので、爆発を伴う火山が多く分布しています。また、爆発の大きさにより、噴火に伴う現象が異なります。これは、高温で高圧のマグマが地表近くまで上昇すると、溶けていたガスが気化し体積膨張することで、ガス分離を伴いながら爆発を伴う噴火が起き、爆破の大きさにより、噴出する火砕物の種類や量、噴出速度などに違いが生じるためです。図表 3 に、噴火に伴う現象とその空間的な被害の影響範囲を示します。

図表 3 噴火に伴う現象とその空間的な影響範囲

現象	内容
大きな噴石	【現象】直径 50cm 以上の岩石が飛散する現象。被災した場合は、建物の屋根を貫通するほどの破壊力。 【影響範囲】火口から数 km 程度。
小さな噴石/ 火山灰	【現象】噴火により噴出した固形物が風によって運ばれる現象。降灰し続けることで堆積すると、家屋が倒壊する可能性あり。 【影響範囲】火口から 200km に及ぶ。
火砕流	【現象】火山灰や溶岩などが火山ガスや空気と混合し、高温熱風を伴いながら速いときで 100km/h を超える高速で流下する現象。火砕流は時には 600°C 以上の高温となることから、被災した場合は、木造家屋は倒壊し全焼。 【影響範囲】山体内でとどまる程度。
溶岩流	【現象】噴火で地表に流出したマグマが流下する現象。温度は 1,000°C 前後と高温で被災した場合は、全焼する。 【影響範囲】山体内でとどまる程度。
火山ガス	【現象】マグマに溶けていた水蒸気や二酸化炭素、二酸化硫黄、硫化水素が放出される現象。特に硫化水素と二酸化硫黄は有毒なので、吸引すると死に至る。また二酸化炭素も濃度が高い場合、酸欠状態になる可能性大。 【影響範囲】火口、噴気地帯など特定な場所に限定。
土石流/泥流	【現象】噴火により堆積した岩石や火山灰が降雨によって流下する現象。流下速度は 20~40km/h 程度で、被災した場合は、家屋は一瞬で壊滅。 【影響範囲】山体内でとどまる程度。
融雪型火山泥流	【現象】積雪した火山が噴火することで、溶けた雪が土砂を巻き込みながら流下する現象。 【影響範囲】火山もしくは近傍に源流を持つ河川を中心とした範囲でとどまる程度。

出典：気象庁 HP「主な火山災害」などより作成

3. 企業の取るべき対策

(1) ハザードマップの作成状況・活用方法

火山ハザードマップとは、噴火に伴う火山現象（大きな噴石、火砕流等）に応じて、火山現象が到達するおそれのある危険な区域を地図上に示したものです。企業としては、企業活動に影響があると考えられる火山のハザードマップを事前に確認しておく必要があります。

前述のとおり日本には110の活火山、そのうち常時観測火山が47火山ありますが、(独)防災科学技術研究所が2013年7月に公表した日本の火山ハザードマップ集によりますと、火山ハザードマップが整備されているのは37火山しかありません(図表4)。地震や洪水などのハザードマップは断層や河川ごとに整備されている状況と比較すると火山防災対策の取組みは遅れているといえます。

特に大雪山、栗駒山や日光白根山などは観光地としても知られていますが、火山ハザードマップが作成されていません。1979年に阿蘇山が噴火した際、火口1km以内を立ち入り禁止にしていたが、火口から約850mの距離にあったロープウェイ火口東口駅が規制措置から外れ、ロープウェイも運行されていました。その結果、噴火による大量の噴石が観光客に直撃し、死者3名、重軽傷者16名を出す災害となりました。この事例は、観光優先、安全は二の次という姿勢が招いた人災と位置付けられます。観光客は、自治体の防災情報を得る手段に乏しく、かつその土地に不慣れなため、危険の度合いを判断することが難しい状況にあります。そのため、火山ハザードマップは、住民の防災意識の向上や企業の防災対策に加え、観光業者が観光客に危険を知らせるために重要となるほか、行政が避難計画を立てる上での検討資料となるため、早急な整備が求められます。また、気象庁の資料によると、日本では、18世紀以降、火山噴火により、約2万人の死者が発生していますが、うち1.5万人は1792年の雲仙岳の火山性津波¹によるものです。火山性津波の発生は頻度が低いものの、大きな被害となるため、想定される場合には海洋火山についてもハザードマップの整備が求められます。

図表4 常時観測47火山と火山ハザードマップの整備状況

	北海道地方	東北地方	関東・中部地方	伊豆・小笠原諸島	九州地方
火山ハザードマップ整備済	アトサヌプリ 雌阿寒岳 十勝岳 樽前山 倶多楽 有珠山 北海道駒ヶ岳 恵山	岩木山 秋田焼山 岩手山 秋田駒ヶ岳 鳥海山 蔵王山 吾妻山 安達太良山 磐梯山	那須岳 草津白根山 浅間山 新潟焼山 焼岳 御嶽山 富士山 箱根山 伊豆東部火山群	伊豆大島 三宅島	鶴見岳・伽藍岳 九重山 阿蘇山 雲仙岳 霧島山 桜島 薩摩硫黄島 口永良部島 諏訪之瀬島
未整備	大雪山	栗駒山	日光白根山 乗鞍岳 白山	新島 神津島 八丈島 青ヶ島 硫黄島	

出典：(独)防災科学研究所「日本の火山ハザードマップ集(第2版)」より作成

¹ 火山活動により山体が崩壊し、その土砂が海や湖に流れ込み発生する津波。

(2) 火山灰への対応

前述のとおり噴火に伴う現象により空間的な被害の影響範囲が異なりますので、企業の施設位置によって想定すべき現象は異なります。火山の近傍に位置する場合には土石流などの現象が想定され、火山から遠い位置であれば「小さな噴石/火山灰」が想定されます。噴火に伴う現象の中でも、比較的広範囲に影響を与え交通・物流の途絶などの二次的被害による経済損失への影響が大きい「小さな噴石/火山灰」による被害予想と対策を図表 5 に示します。

図表 5 「小さな噴石/火山灰」による被害予想と対策

項目	主な被害予想と対策
建物被害	<p>【被害】積雪の耐荷重基準および北海道駒ヶ岳の事例から火山灰の堆積厚さが 10cm 程度から木造建物に被害が出始め、湿潤時には 30cm で、乾燥時には 45cm で全壊に至る。降雨時と降灰時が同時となる可能性もあることから、堆積厚さが数 cm 程度の余裕のある段階で除灰作業を行う必要がある。</p> <p>【対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・積載荷重に対する補強をおこなう。 ・建物の倒壊を防ぐため、屋根を除灰する。なお、火山灰が風で巻き上げられるのを防ぐため、水で軽く濡らす。
機械設備被害	<p>【被害】堆積した火山灰が漏電等を引き起こす可能性がある。</p> <p>【対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備をカバーで覆う。 ・火山灰が周囲からなくなるまで電源を切っておく。
健康障害	<p>【被害】有珠山の事例から降灰量で 2cm 以上の範囲が対象で眼鼻喉気管支の異常が報告されている。</p> <p>【対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・目への刺激を防ぐためコンタクトレンズを装着せずゴーグルやメガネを着用する。 ・建物に入る前に外で着ていた衣類は脱ぐ。 ・防塵マスクを着用する。
交通・物流障害	<p>【被害】航空機は、ジェットエンジンに吸い込まれた火山灰がエンジン内部の熱によって融解しタービンブレード等の部品に付着して、エンジントラブルを引き起こすため航行不可となる。その他、鉄道・自動車等も運行不能となることが想定され、物流網は麻痺する。</p> <p>【対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・重要な部品や商品等の代替輸送ルートおよび代替調達先を確保する。

出典：内閣府（2013）「広域的な火山防災対策に係る検討会 大規模火山災害対策への提言参考資料」などより作成

(3) 降灰予報の活用

このように、広く被害を及ぼすことが想定される火山灰の降灰予報は、気象庁から発表されており、2015 年 3 月からは内容の改定が予定されています。現在の降灰予報では、降灰の範囲のみを 6 時間単位で予測して公表していますが、対応策を講じる目安となる降灰量が分からないため、活用状況としては不調でした。改定後の降灰予報は、火山噴火の活動状況に応じて以下の 3 予報が公表されます。また、降灰量の情報をわかりやすく、対応策を講じ易いように降灰の厚さによって「多量」「やや多量」「少量」の 3 つの降灰階級に区分して公表され、活用しやすくなります（図表 6）。

① 降灰予報（定時）：

噴火の可能性が高い火山に対して、想定した噴煙高を用いて 18 時間先までに噴火が発生した場合の降灰範囲や小さな噴石の落下範囲を計算し、定期的に公表。

② 降灰予報（速報）：

噴火発生直後、事前に計算した想定噴火のうち最も適当なものを抽出し、1 時間以内の降灰量分布や小さな噴石の落下範囲を噴火後 5～10 分程度で速やかに公表。

③ 降灰予報（詳細）：

噴火発生後、観測した噴煙高を用いて精度の良い降灰量分布や降灰開始時刻を計算し、6 時間先までの詳細な予報を噴火後 20～30 分程度で公表。

図表 6 2015 年 3 月改定予定の降灰予報における降灰階級

降灰階級	降灰の厚さ	イメージ	対応方法	
			人	道路
多量	1 mm 以上	路面が完全に覆われて視界不良となる	外出を控える	運転を控える
やや多量	0.1 mm～1 mm	白線が見えにくい	火山灰用マスク等で防護	徐行運転する
少量	0.1 mm 未満	うっすら積もる	窓を閉める マスク等で防護	フロントガラスの除灰 (ワイパー使用不可)

出典：気象庁 HP 量的降灰予報の説明に一部追加

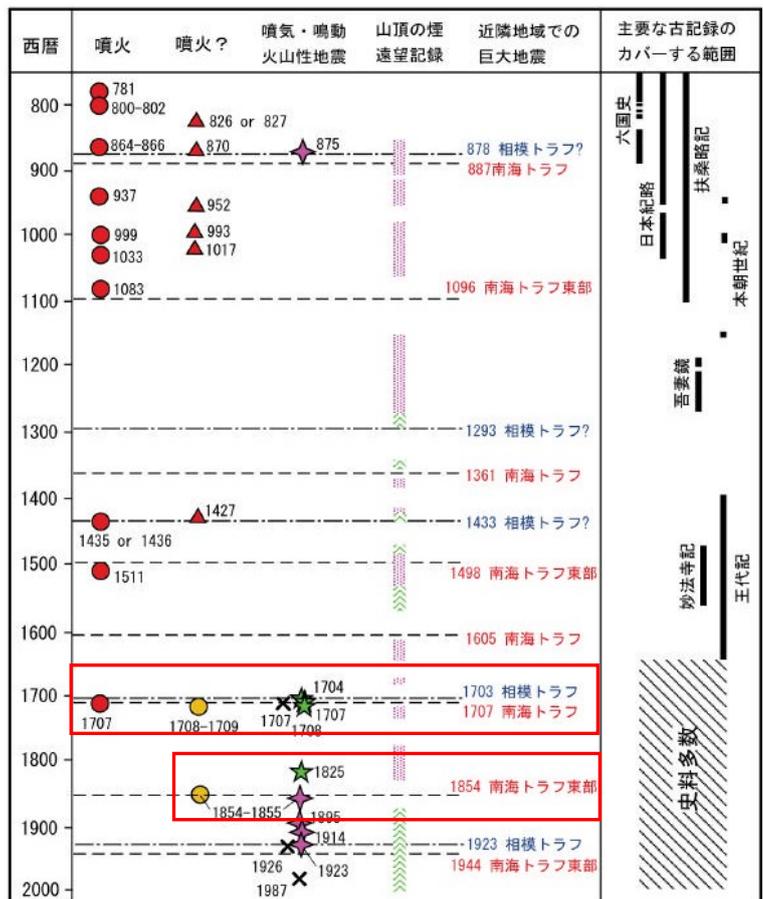
4. 富士山噴火の影響と対策

(1) 富士山噴火の可能性

日本の活火山のなかで富士山の噴火が新聞やテレビなどでクローズアップされています。防災科学研究所が行った研究によりますと、2011 年 3 月 15 日に起きた静岡県東部地震の発生によりマグマ溜りに 1707 年に発生した宝永噴火よりも高い圧力が掛かっていることが判明し、近く噴火する可能性を高める一因となっています。また、過去の歴史を振り返ると、宝永噴火は噴火の 49 日前に発生した宝永地震（マグニチュード 8.6～8.7）によりマグマ溜りに掛かる圧力が高まったことが引き金になったとされています。さらに、1854 年の安政東海地震後に噴火には至らなかったものの、富士山の山頂から噴煙が上がったことが記録されています。

また、2014 年 10 月 19 日には、富士山の噴火を想定して策定された「富士山火山広域避難計画」の実効性を検証することを

図表 7 富士山噴火と周辺地震の関係



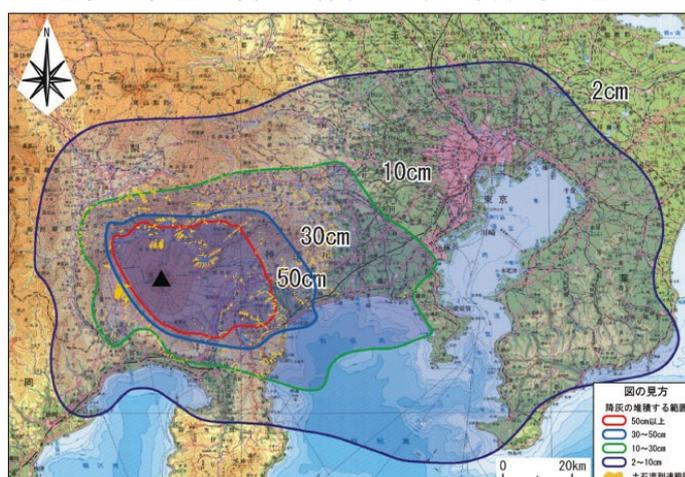
出典：山梨県環境科学研究所 「富士山の歴史噴火総論」

目的として、国と静岡県、山梨県、神奈川県 の 3 県の合同防災訓練が初めて実施されました。訓練には住民約 3,900 名が参加して車での避難ルートを確認し、避難計画の問題点等を洗い出して今後の改善に繋げる予定になっています。火山噴火の研究は、未だ過去の事象分析に留まっており、今後の火山活動状況や確率分析などの研究まで至っていないため、合理的な対策を進めることができません。まずは人命安全のための最低限の準備をしておくことが重要となります。

(2) 富士山火山防災マップから想定される影響

内閣府の富士山火山防災協議会が公表している富士山防災マップでは、災害をもたらす火山現象として、発生頻度と被害の大きさから溶岩流、火砕流、融雪型火山泥流、降灰、噴石、土石流の 6 現象のハザードマップを作成しています。その中で被害が最も広範囲に及ぶのは降灰であり、家屋が倒壊する可能性のある 30 cm の堆積範囲は小田原にまで達し、土石流の発生する可能性が高くなる 10 cm の堆積範囲は横浜付近にまで達すると想定されています。さらに、東京都心や埼玉県および千葉県の首都圏にも 2 cm 以上の堆積が想定されています (図表 8)。降灰により、図表 9 の

図表 8 富士山噴火に伴う火山灰の降灰予測図



出典：内閣府 富士山火山防災協議会

ようなライフラインの寸断、交通機関の麻痺や経済活動への影響が想定されます。

なお、富士山火山防災対策協議会の富士山ハザードマップ検討委員会の報告書 (2004 年公表) によると、宝永噴火と同等規模の噴火が起こった場合の降灰による経済的損失は最大で約 2 兆 5,200 億円、健康障害は約 1,250 万人と想定されています。

図表 9 降灰によるライフラインと経済活動への具体的な影響

項目	具体的な影響
電力	変電所の除灰作業による一時停電と柱状トランスに湿った灰が付着してショートすることによる停電が想定される。ただし、東京 23 区では、変電所が全て地下にあるため、除去作業による一時停電はないと思われる。
水道	浄水場に沈澱池の能力を上回る火山灰が流入した場合、給水能力が低下する。特に、静岡県と神奈川県を流れる酒匂川流域内に位置する浄水場が取水停止となる可能性がある。
鉄道	降灰により視界不良となり信号目視ができない場合や電力供給の遮断により東海道新幹線をはじめ首都圏の在来線や私鉄各線の電車が運行停止となることが想定される。
道路	東名高速道路や中央道は、緊急輸送路に指定され、一般車両が走行できない可能性がある。
経済活動	交通網の停止による原材料の供給停止や労働力の集約不可などによる生産力の低下や抑制により全国的に経済活動が停滞することが想定される。 【影響が大きい製品とその理由】 ・抗癌剤など特定医薬品：静岡県下に所在する大手医薬品製造会社が主に製造している。 ・医療用ソフトカプセル：富士市、富士宮市周辺で全国シェア約 80%を占めている。 ・複写機のトナー、医療用フィルム：静岡県および神奈川県西部で主に製造している。

(3) 企業の対応

企業の対応としては、自社のサプライチェーンの中に富士山噴火による影響を受ける企業が含まれているのかを確認する必要があります。降灰の影響を直接受けない企業であっても、重要な部品や商品を供給する企業が影響を受けて生産停止や物流が滞ることになれば、サプライチェーンは寸断されてしまいます。したがって、事業を継続するためには、代替調達先の確保も検討する必要があります。

また、富士山麓にある企業も噴火時でも事業継続できるよう対策を取り始めています。企業のホームページや新聞報道によると、自動車メーカーでは、建物の耐荷重診断を実施して 50 cmの降灰に耐えられる強度に補強、大量の降灰を素早く除去する灰回収車の導入を検討、灰の付着による漏電被害を防止するために屋外の電力施設にカバーを設けるなど対策を進めています。また、医療機器メーカーでは、操業停止による製品不足に備え、中国地方に新工場を建築して生産拠点を分散、海外拠点に汎用品の製造を移管する予定です。さらに、外食チェーンでは、静岡県にあるセントラルキッチンの一部機能を関東に新設する計画を立てています。

各企業とも、東日本大震災を教訓に自然災害への備えを準備していますが、工場の移設など多額の費用を要する対策を取れる企業は限られています。そのため、機械設備や屋外の電力施設にカバーを設けるなど比較的費用が安価で一定の効果が得られる対策が広く求められます。

5. おわりに

日本における噴火リスクは、110もの活火山を有しているため、世界的にみても高いと評価されていますが、その対策については地震リスクと比較して遅れているのが現状です。対策が遅れている原因としては、近代において大規模かつ広範囲に被害を及ぼす噴火が発生していないこと、マグマ噴出の仕組み解明が十分ではないこと、火山周辺の地質ストレスの観測が出来ていないことなど不確定要素が多すぎる事が挙げられます。特に昨年9月の御嶽山のような水蒸気噴火は予測が難しいと言われています。ただし、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により日本列島の地殻変動が起きているため、富士山をはじめとする活火山の噴火リスクが高まっていることは複数の専門家が指摘しています。

活火山のある各地方自治体では、必ずしも火山ハザードマップや避難計画等を作成できているわけではないため、企業が噴火後の対応策を立てることは難しい状況ではありますが、現時点で取れる最善の準備を行うことが望まれます。また、噴火による損害は、地震リスクと同様に火災保険では支払われませんので、罹災後の復旧のための資金調達としては、銀行とコミットメントラインの設定、デリバティブや地震保険への加入が考えられます。なお、地震保険は、各保険会社によって補償内容が異なり、噴火リスクが補償の対象に含まれていないケースもあるため、補償内容を再確認することをお勧めします。また、一部の保険会社では、噴火による財物損害だけでなく、営業停止により生じた喪失利益や復旧活動に必要な費用を補完する新型の地震保険も取り扱っています。

【参考文献】

- ・内閣府（2014）「平成 26 年御嶽山噴火非常災害対策本部 第 15 回本部会議議事録」
- ・内閣府（2012）「平成 24 年版防災白書」
- ・（独）防災科学技術研究所（2013）「日本の火山ハザードマップ集（第 2 版）」
- ・（独）防災科学技術研究所（2007）「降灰への備え」
- ・気象庁 HP 「量的降灰予報の説明」
- ・山梨県環境科学研究所（2007）「富士山の歴史噴火総論」
- ・富士山火山防災対策協議会（2004）「富士山ハザードマップ検討委員会報告書」
- ・産総研地質調査総合センター（2004）「地質ニュース 604 号」
- ・気象庁（2012、2013）「降灰予報の高度化に向けた検討会会議資料」
- ・気象庁（2015）「御嶽山の火山活動」
- ・内閣府（2013）「広域的な火山防災対策に係る検討会 大規模火山災害対策への提言参考資料」
- ・気象庁 HP 「主な火山災害」
- ・国土交通省 HP 「国会等移転審議会資料」
- ・新潟県 HP 「用語と気象庁が発表する火山に関する情報の解説」
- ・国土交通省 HP 「土石流とその対策」
- ・東京大学社会情報研究所（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」

【本レポートに関するお問合せ先】

銀泉リスクソリューションズ株式会社 保険リスクコンサルティング第一部 猪俣達也 鈴木洋介

102-0074 東京都千代田区九段南 3-9-14

Tel : 03-5226-2212 Fax : 03-5226-2884 <http://www.ginsen-risk.com/>

*本レポートは、企業のリスクマネジメントに役立てていただくことを目的としたものであり、事案そのものに対する批評その他を意図しているものではありません。