

アジアリスク情報 <2017 No.1>

インドネシアとフィリピンの火山

本号では、一般に公開されているデータと資料を踏まえて、インドネシアとフィリピンの火山に関する監視体制や噴火時の噴出物等について概要を解説しています。

両国はプレートの境界線上に位置しているため、領域内に多数の火山が存在しています。また、火山は登山などの主要な観光地にもなっていることから、両国内の火山に関する情報を確認しておくことは、従業員の日常生活においても役立つ情報になると考えられます。

1. 火山について

(1) 火山とは

火山とは、地下深部で作られたマグマが地表または水中に噴出することによってできた地形をいいます。したがって、火山には噴出物が堆積して作られた地形もあれば、カルデラのように地下にあったマグマが噴出して空洞ができ、地面が落ち込んで出来た地形もあります（参照【図 1】、【図 2】）。



図 1：プロモ山



図 2：フィリピン ピナツボ火山

（出典：Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi）

（出典：Philippine Institute of Volcanology and Seismology）

(2) 火山の分布

「活火山」の定義は、国によって異なっています。例えば、日本で現在使用されている活火山の定義は火山学における国際的な考え方にあわせており、「概ね過去 1 万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山」を活火山の定義にしています。同定義に基づく日本の活火山の数は、現在 110 です。

世界の火山の地図を見ると、環太平洋地帯に火山が多く分布していることが分かります（【図 3】参照）。火山が多数分布している環太平洋地帯は「Ring of Fire（環太平洋火山帯）」と呼ばれることもあり、地震活動も活発であることが知られています。



図3：世界の火山

(出典：国土交通省 国土地理院ウェブサイト)

2. プレートテクトニクスとマグマ

【図3】で見られるようにインドネシアとフィリピンには多くの火山があります。これは、地球上のプレートの動きが影響しているためです。

(1) プレートテクトニクス

地球は、核、マントル、地殻という層構造になっていると考えられています。地球と上部マントルの地殻に近いところは板状の岩盤になっており、これを「プレート」と呼びます。地球の表面には、大きく分けて十数枚のプレートがあります。

プレートは大陸プレートと海洋プレートに大別されますが、海洋プレートは年間で数 cm 程度移動しています。地球の表面ではプレートがお互いに離れていたり、すれ違ったり、片方のプレートがもう一方のプレートの下に沈み込んだりしています（【図4】参照）。

プレート同士の動きを分類すると、大きく以下の3つに分けることが出来ます。

インドネシアやフィリピンは、一方のプレートがもう一方のプレートの下に沈み込む「収束境界」に位置しています。

表1：プレート同士の動き

1	プレートの収束境界	2つのプレートがぶつかって、一方が片方の下に沈み込む境界
		例：フィリピン海溝、ジャワ海溝 など
2	プレートの拡大境界	プレートが作られて、二手分かれて離れてゆく境界
		例：東太平洋海嶺、東アフリカ地溝帯 など
3	プレートの横ずれ境界	2つのプレートが水平方向にずれ動いている境界
		例：サンアンドレアス断層 など

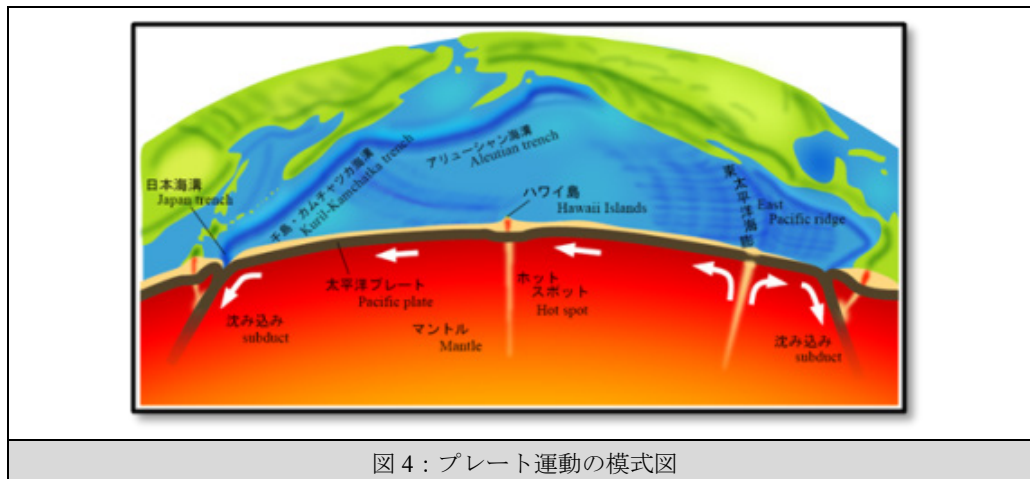


図 4：プレート運動の模式図

(出典：気象庁ウェブサイト)

(2) マグマが作られる仕組み

火山を作り出すマグマは、プレートの下部にあるマントルが溶けて作られています。マントルが溶けてマグマが作られる主な仕組みとして、次の2つの部分融解があります。

インドネシアやフィリピン、日本などの沈み込み境界では地下深くで「揮発性成分によるマントルの部分融解」によるマグマが作り出されて地表へ供給されている箇所が多く、そのマグマによって多数の火山が作られています。

表 2：マグマが作られる仕組み

1	減圧融解
マントルが持ち上げられることで、高温のまま周囲の圧力が下がり、マントルが部分融解すること。 (例) 中央海嶺などのプレートの拡大境界で生じているマグマ	
2	揮発性成分によるマントルの部分融解
沈み込んでいる海洋プレートの内部から水などの揮発性成分が放出されることで、岩石の融解温度が引き下げられて、マントルや地殻が部分融解すること。 (例) 日本やインドネシアなど、プレートの沈み込み帯付近にある火山のマグマ	

(鎌田浩毅「マグマの地球科学—火山の下で何が起きているか」を基にインタ・アジアにて作表)

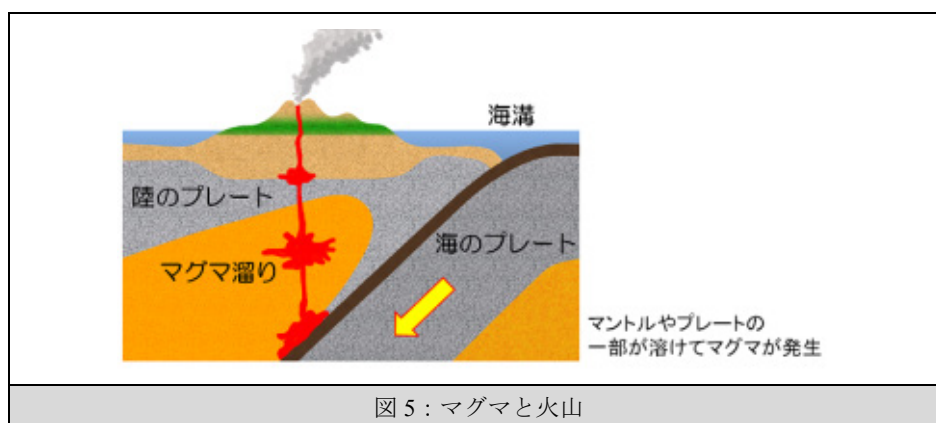


図 5：マグマと火山

(出典：国土交通省 国土地理院ウェブサイト)

3. インドネシアの火山

(1) インドネシアの火山監視体制

インドネシアの火山観測実施機関である「Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG / Centre of Volcanology and Mitigation of Geological Disaster / 火山地質災害軽減センター)」の資料によれば、同機関が登録している火山（Gunungapi）は合計で 129 であり、Type A、Type B、Type C の 3 つに分けて管理されます。（【表 3】【図 6】【表 4】参照）

表 3：インドネシアの火山の分類

タイプ	概説
Type A	1600 年以降に噴火したことがある火山
Type B	1600 年以降に噴火した記録はないが、噴気口があり、噴気、硫化活動がある火山
Type C	人の活動期間における噴火の記録は見られないが、噴気口における微弱な噴気や硫化活動などかつて火山活動があったことを示す形跡が見られる火山

（出典：Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi – Booklet Gunungapi を基にインタ・アジアにて邦訳）



（出典：Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi – Booklet Gunungapi）

表 4：インドネシアの火山の数

地域	Type A	Type B	Type C	合計
スマトラ島	13	12	6	31
ジャワ島	21	9	5	35
バリ島	2	-	-	2
ロンボク島	1	-	-	1
スンバワ島	2	-	-	2
フローレス島	16	3	5	24
バンダ諸島 (バンダ海)	8	1	-	9
スラウェシ島	6	2	5	13
サンギヘ諸島	5	-	-	5
ハルマヘラ島	5	2	-	7
合計	79	29	21	129

（出典：Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi – Booklet Gunungapi）

（２）火山の警戒情報

①MAGMA Indonesia と警戒レベル

PVMBG は、MAGMA Indonesia（Multiplatform Application for Geohazard Mitigation and Assessment in Indonesia）というウェブサイトを通じて、インドネシアの火山情報を一般に分かり易く公開しています。

MAGMA Indonesia で提供されている火山情報のうち、各火山に対する警戒情報は以下の区分に基づいています。



図 7：MAGMA Indonesia

（出典：MAGMA Indonesia (Website)）

表 5：インドネシアの火山の警戒レベル

図	警戒レベル等		説明	住民避難について
	レベル	インドネシア語		
	Level IV	Awas (避難)	噴火の危険性がとても高い。 周辺居住者は避難が必要。	Hazard Areas (KRB) II 及び III の地域に居住する住民は避難等が必要。
	Level III	Siaga (避難準備)	火山活動が顕著に活発になっており、噴火の可能性が高い。 Hazard Zone II の範囲周辺で噴火するおそれあり。	Hazard Zone II 以内の地域で人が活動することは禁止される。
	Level II	Waspada (注意)	地震現象および目視の両方で火山活動が活発化していることが確認できる。 Hazard Zone III の範囲周辺で噴火するおそれあり。	Hazard Zone III 以内の地域で人が活動することは禁止される。
	Level I	Normal (平常)	地震現象および目視のいずれにおいても、火山活動に変化はない。	噴火口周辺以外であれば、一般的な活動が可能。

（出典：MAGMA Indonesia (Website)を基にインタ・アジアにて日本語訳）

②ハザードマップ

PVMBG は、警戒が必要な火山についてハザードマップを作成しており、ウェブサイトで公開しています。ハザードマップでは噴火が発生した場合に、溶岩や噴石で損害等を被ると考えられる地域が示されています。

ハザードマップの具体例事例を次の「(3) インドネシアの火山とハザードマップの事例 (スメル山)」で示します。

(3) インドネシアの火山とハザードマップの事例 (スメル山)

インドネシアの火山のハザードマップの具体例を示すため、ここでは PVMBG が公表しているスメル山 (Mount Semeru) の事例を紹介します。

スメル山の概要			
地理的 情報	緯度	南緯 8.108	
	経度	東経 112.92	
	標高	3,676 m （海拔）	
	行政区域	Lumajang, Malang, Jawa Timur	
火山活動 の概要	MAGMA – 警戒レベル	Level II (Waspada)	
	火山活動の概要	➤ スメル山は東ジャワ州にある活火山であり、ジャワ島内で最も高い山です。 ➤ 1818 年以降、少なくとも 55 回の噴火が記録されており、1967 年以降は継続して火山活動が活発な状態です。	

(出典 : Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi – G. Semeru を基にインタ・アジアにて作表)

最近の噴火活動	
発生年	概要
2002	12 月 23 日に噴火口で 8 回の噴火活動が発生し、12 月 25 日にも 1 回の噴火活動が発生した。12 月 26 日に 7 回、12 月 27 日に 8 回の噴火が噴火口で起き、12 月 29 日にも 7 回の噴火活動が記録された。
2004	1 月 20 日に土石流と火砕流が発生した。 10 月、11 月、12 月にも火砕流が発生した。
2005	12 月 29 日に火砕流が発生した。
2007	11 月 15 日に火砕流が発生した。
2008	5 月 15 日から 22 日にかけて火砕流が複数回発生した。

(出典 : Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi – G. Semeru を基にインタ・アジアにて作表及び日本語訳)

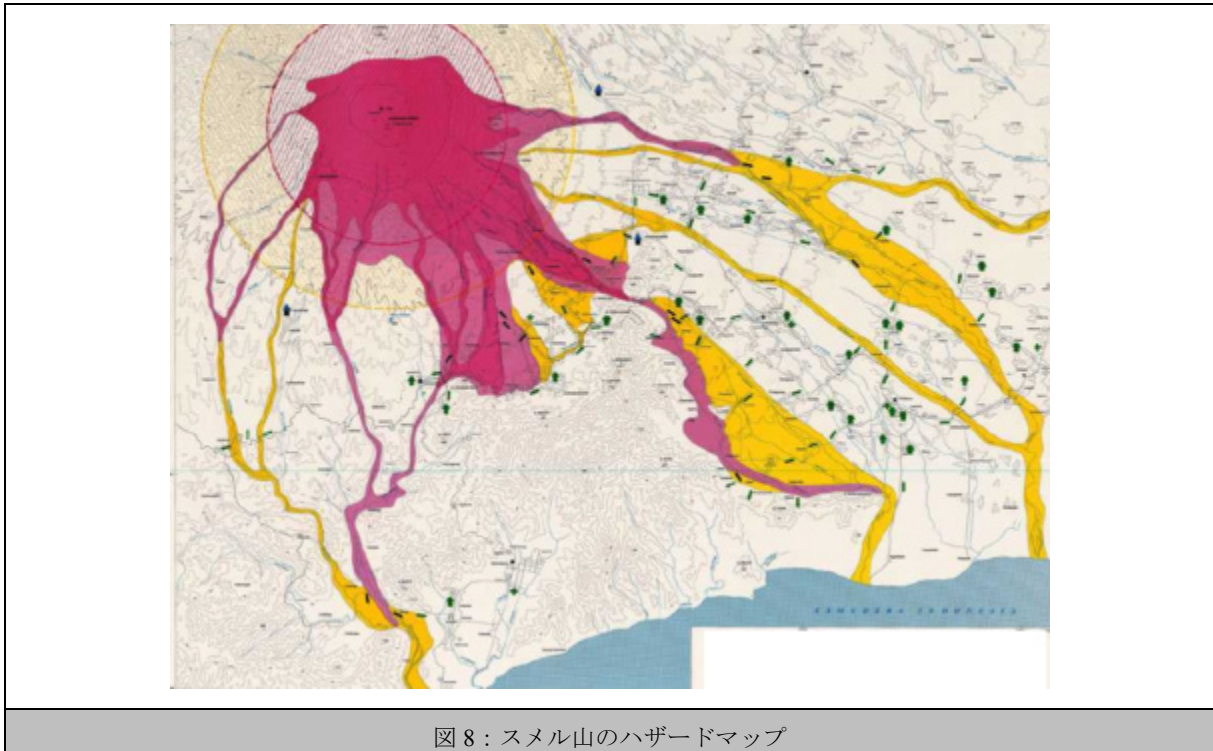


図 8：スメル山のハザードマップ

(出典：Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi – G. Semeru)

Hazard Zone III	
	火砕流や溶岩流、高温の噴石および火山性ガスによる影響を受けると想定される地域
Hazard Zone II	
	火砕流や溶岩流、高温の噴石および火山泥流により影響を受けると想定される地域
 5 Km	半径: 5km
	高温の噴石及び大量の火山灰が降ると予想される地域
Hazard Zone I	
	火山泥流による影響を受けると想定され、火砕流や溶岩流による影響を受ける可能性も考えられる地域
 8 Km	半径: 8km
	火山灰の降灰が想定され、高温の噴石も降る可能性も考えられる地域

(出典：Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi – G. Semeru を基にインタ・アジアにて作表及び日本語訳)

4. フィリピンの火山

(1) フィリピンの火山監視体制

フィリピンの火山観測実施機関は、「Philippine Institute of Volcanology and Seismology: PHIVOLCS」(フィリピン火山地震研究所)です。同研究所はウェブサイト上で、フィリピン国内の活火山等の名称と位置を公開しています。

同サイトで公表されている情報を基にすると、現在フィリピンで「活火山 (Active Volcano)」として登録されている火山の数は 22 です。

表 6 : PHIVOLCS における火山の区分

火山の種類	説明
活火山	過去 600 年間に噴火した記録がある火山もしくは年代測定によって過去 10,000 年以内に噴火したことが分かっている火山
Active volcanoes	Erupted within historical times (within the last 600 years), accounts of these eruptions were documented by man; erupted within the last 10,000 years based on analyses of datable materials.
活火山と思われる火山	形態的に年代が経過していないと考えられるが、噴火の記録が無い火山
Potentially active volcanoes	Morphologically young-looking but with no historical records of eruption.
活動していない火山	噴火の記録無し：深い峡谷があるなど、風化・浸食によって物理的に形態が変化した火山
Inactive volcanoes	No record of eruptions; physical form is being changed by agents of weathering and erosion via formation of deep and long gullies.

(出典：Philippine Institute of Volcanology and Seismology を基にインタ・アジアにて日本語訳)

表 7 : フィリピンの活火山

Iraya	Babuyan Claro	Didicas	Camiguin de Babuyan
Cagua	Pinatubo	Taal	Banahaw
Iriga	Mayon	Bulusan	Biliran
Kanlaon	Cabalian	Hibok-Hibok	Musuan
Ragang	Makaturing	Leonard Kniaeff	Matutum
Parker	Bud Dajo	—	

(出典：Philippine Institute of Volcanology and Seismology)

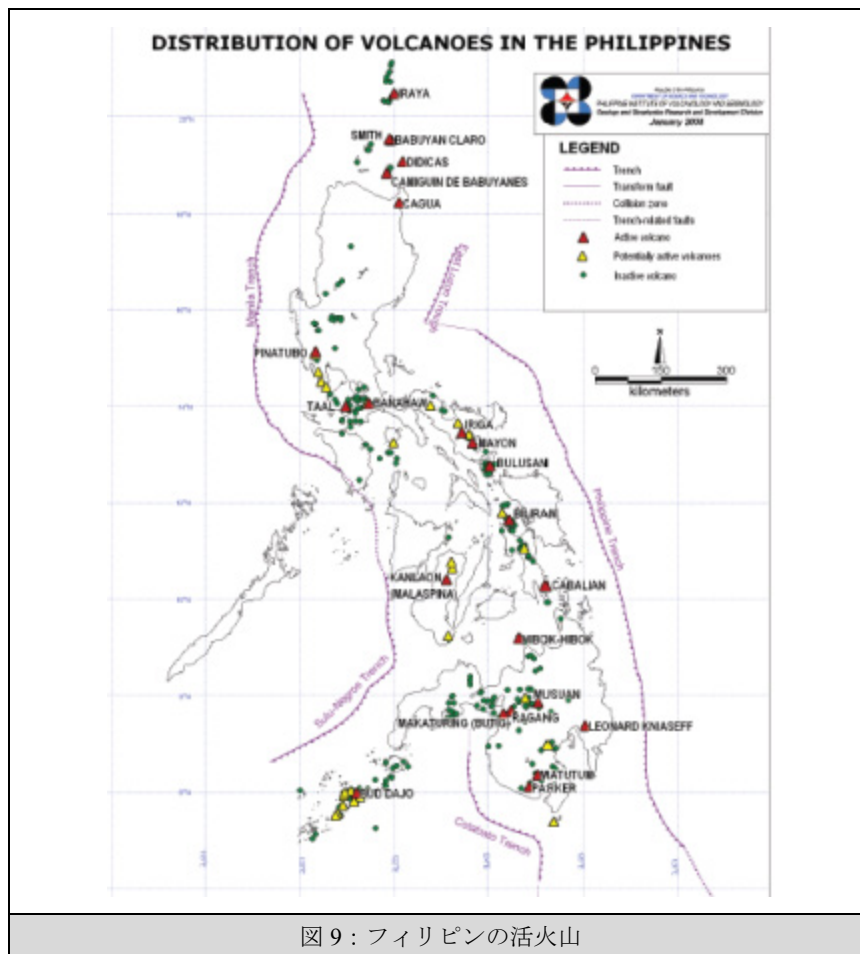


図 9：フィリピンの活火山

(出典：Philippine Institute of Volcanology and Seismology)

(2) 火山の警戒情報

PHIVOLCS のウェブサイトには、【表 8】に記す活火山ごとに警戒レベルの定義が掲載されています。ここでは、参考事例として、フィリピンの中でも特に火山活動が活発で、2013 年、2014 年にも噴火しているマヨン山 (Mount Mayon) の警戒レベルを紹介します (【表 9】参照)。

表 8：警戒レベルの定義が掲載されているフィリピンの活火山

Taal	Mayon	Bulusan	Hibok-Hibok
Pinatubo	Kanlaon		

(出典：Philippine Institute of Volcanology and Seismology)

表 9 : マヨン山の警戒レベル

警戒レベル	主要基準	概説／行動目安
0 異常なし	静穏 各観測値は通常レベル	当面噴火の恐れなし 前触れなく水蒸気／灰噴出が起こることがあるため、常時危険地域（山頂から半径 6 キロメートル以内）への立ち入りは勧められない
1 異常	低い火山活動 地震活動の若干の増加 SO ₂ （二酸化イオウ）放出量の若干の増加 弱い火映が観測されることがある（マグマの上昇によるものとは断言できない） 単発の水蒸気／灰噴出が起こることがある	目先の噴火の恐れなし この活動は熱水やマグマが関与している可能性のほか、テクトニックな要因の可能性もある常時危険地域（半径 6 キロメートル以内）の立ち入り規制
2 火山活動の上昇	中程度の火山活動 低～中程度の地震活動 SO ₂ （二酸化イオウ）放出量の増加 低～中程度の火映 山体膨張が検知されることがある 雨期、井戸水や泉の水位低下が報告されることがある	マグマが関与しているものと思われる；噴火に至る恐れあり クレーター頂が低い方向の斜面について、危険地域を半径 7 キロメートルに拡大することがある
3 噴火の準備段階	やや高い火山活動 火山性地震、微動の更なる増加 SO ₂ （二酸化イオウ）放出量の更なる増加 山頂部での落石 活発な蒸気活動／明瞭な火映 山体膨張の継続	マグマがクレーター付近に近づく 活動が上昇傾向の場合、数週間以内に噴火の恐れあり クレーター頂が低い方向の斜面について、危険地域の拡大が検討される
4 被害噴火間近	高い火山活動 火山性微動の継続、低周波地震の増加 SO ₂ （二酸化イオウ）放出量は引き続き増加傾向もしくは急な減少 極めて明瞭な火映 山頂部での溶岩光（溶岩ドーム、溶岩泉、溶岩流など）	数日内に被害噴火の可能性 クレーター頂が低い方向の斜面について、危険地域を半径 8 キロメートルもしくはそれ以上に拡大することを勧める
5 被害噴火	被害噴火の発生 火砕流、大規模な噴煙柱、強い降灰の発生	火砕流が（特にクレーター頂が低い方向の斜面）谷沿いに流下することがある 噴火の状況に応じて危険地域の拡大が行われることがある 付近を航行する航空機に対する危険（噴煙の高さ及び流向による）

（出典：Philippine Institute of Volcanology and Seismology、文部科学省 科学技術・学術審議会一測地学分科会
一火山部会 第 18 回配布資料（9）海外状況調査資料を基にインタ・アジアにて日本語訳）

5. 火山噴火による被害

火山が噴火した際の噴出物は、主に【図 10】の通りです。ここでは、火山噴火による噴出物等について概要とその危険性について説明します。

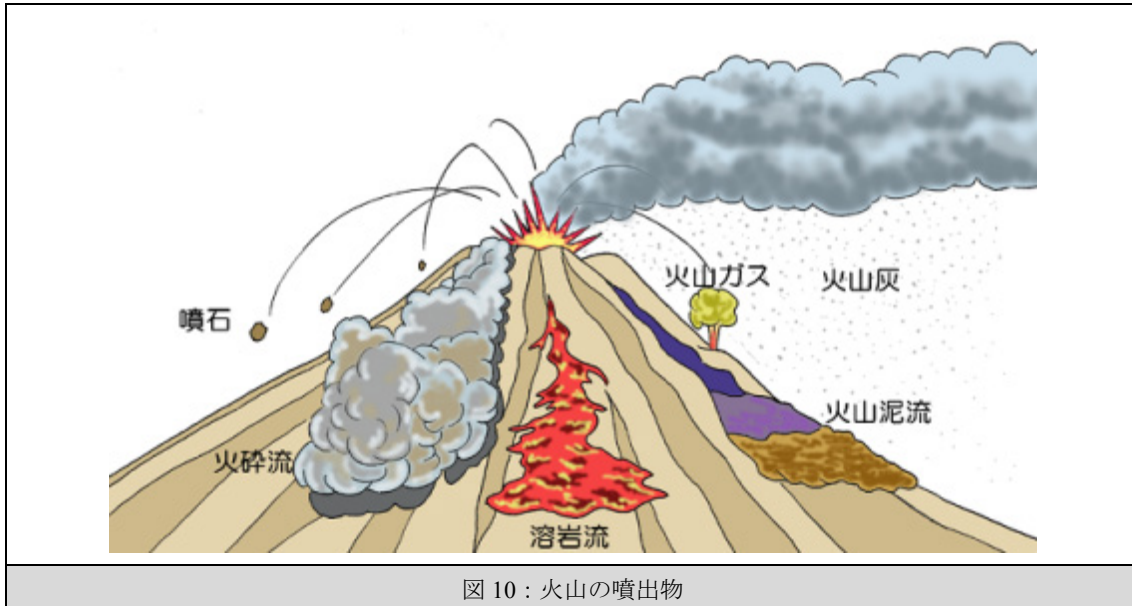


図 10：火山の噴出物

（出典：国土交通省 国土地理院ウェブサイト）

（1）火山灰や小さな噴石

噴火により噴出した小さな噴石や火山灰は、風の影響を受けて火口から遠くまで風に流されて降下します。火山灰は時に数十 km から数百 km 以上運ばれて広域に降下し、農作物被害、鉄道や道路の不通、航空機のエンジントラブルなどを引き起こし、多くの人々の社会生活に影響を及ぼします。



図 11：プロモ山（2004 年）

（出典：Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi）

（2）大きな噴石

爆発的な噴火によって火口から吹き飛ばされ、風の影響を受けずに弾道を描いて飛散する噴石で、噴火から短時間で落下します。2013 年にフィリピンのマヨン山が噴火した際、噴石の飛散によって登山客と登山ガイドが死傷するなどの災害が発生しています。



図 12：浅間山（2005 年）

（出典：気象庁「火山 その監視と防災」）

（３）火砕流・火砕サージ

火砕流は、高温の火山灰・軽石等が、火山ガスと一体となり高温で流下する現象です。規模の大きな噴煙の崩壊や、溶岩ドームの破壊などにより発生します。火砕流は、温度が数百度、最大時速は 100km 以上に達することがあります。

火砕サージは、火砕流と比較して溶岩片が少ない高温の爆風が流下する現象です。

火砕流、火砕サージの両方とも、大規模な場合は地形の起伏にかかわらず広範囲に広がり、その通過域では焼失・破壊など壊滅的な被害が発生します。



図 13：インドネシア ムラピ山（2006 年）



図 14：雲仙岳（1994 年）

（出典：Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi）

（出典：気象庁「火山 その監視と防災」）

（４）火山泥流

岩石や土砂が水と混合して一体となって流下する現象です。時速 60km を超えることもあり、谷筋や沢沿いをはるか遠方まで一気に流下します。噴火に伴う火砕流の熱による融雪に起因した泥流（融雪型火山泥流）や、熱水の噴出、火砕流の河川への流入のほか、もろい火山堆積物が降雨により流されるといった要因で発生します。

（５）火山ガス

火山ガスには、マグマに溶けていた水蒸気や二酸化硫黄、硫化水素など様々な成分が含まれており、人体に悪影響を及ぼすことがあります。また、火山ガスは目に見えないため、ガス濃度が高くなっていることに目視で気付くことが困難であり、高濃度のエリアに入り込んで、人的被害が発生することがあります。

カメルーンでは、1986 年 8 月 21 日に火山湖であるニオス湖で湖水爆発が発生し、それが引き金となって 160 万トンの二酸化炭素が大気中に放出されました。二酸化炭素は近隣の居住地に流れ込み、20km 圏内にいた約 1,800 人と家畜等が二酸化炭素中毒または窒息で死亡しました。

（６）溶岩流

火口から噴出した溶岩が、地形に沿って流下する現象です。流下速度は地形や溶岩の温度・組成により異なりますが、比較的ゆっくり流れるので人の足による避難が可能です。溶岩流は高温のため、溶岩流の通過域では全てのものが焼き尽くされます。

以上
インターリスク・アジア 工藤信介

■参考文献・資料■

朝久野晃一、「災害リスク情報（号外）2014.10.6」、インターリスク総研、2014年
 鎌田浩毅、「マグマの地球科学—火山の下で何が起きているか」、中央公論社、2008年
 気象庁、「火山 その監視と防災」、気象庁、2015年
 Loughlin, S.C., Vye-Broun, C. Sparks, R.S.J., and Brown, S.K., *Global volcanic hazards and risk Summary background paper for the UN-ISDR Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2015*, Global Volcanic Model and the International Association of Volcanology and Chemistry of Earth's Interior, 2015

■Web■

気象庁：火山噴火の仕組み <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/2-4.html>
 （最終アクセス 2017年3月20日）
 気象庁：活火山とは
http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/katsukazan_toha/katsukazan_toha.html （最終アクセス 2017年3月20日）
 国土交通省 国土地理院：地理教育の道工具箱—火山による地形
http://www.gsi.go.jp/CHIRIKYOUIKU/chikei4_0.html （最終アクセス 2017年3月20日）
 文部科学省 科学技術・学術審議会—測地学分科会
 —火山部会 第18回配布資料（9）海外状況調査資料
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu6/002/siryu/06081416/007/005.htm
 （最終アクセス 2017年3月20日）
 BBC・Philippine volcano Mount Mayon in deadly eruption
<http://www.bbc.com/news/world-asia-22430378> （最終アクセス 2017年3月24日）
 Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi <http://www.vsi.esdm.go.id/>
 （最終アクセス 2017年3月20日）
 Philippine Institute of Volcanology and Seismology <http://www.phivolcs.dost.gov.ph/>
 （最終アクセス 2017年3月20日）

株式会社インターリスク総研は、MS&AD インシュアランスグループに属する、リスクマネジメント専門のコンサルティング会社です。アセアン進出企業さま向けのコンサルティング・セミナー等についてのお問い合わせ・お申込み等はお近くの三井住友海上、あいおいニッセイ同和損保の各社営業担当までお気軽にお寄せください。

お問い合わせ先

㈱インターリスク総研 総合企画部 国際業務グループ
 TEL.03-5296-8920 <http://www.irric.co.jp/>

インターリスク・アジアは、シンガポールに設立された MS&AD インシュアランスグループのリスクマネジメント会社であり、アセアン各国のお客さまに、火災・洪水・電気等の各種リスクサーベイ、労働安全、盗難リスクなどの各種リスクコンサルティングサービスをご提供しております。お問い合わせ・お申込み等は下記までお気軽にご連絡下さい。

お問い合わせ先

Interisk Asia Pte Ltd
 16 Raffles Quay #19-05A Hong Leong Building Singapore 048581
 TEL.+65-6227-4576 <http://www.irricasia.com>

本誌は、マスコミ報道など公開されている情報に基づいて作成しております。
 また、本誌は、読者の方々に対して企業の事業活動等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。

不許複製／Copyright 株式会社インターリスク総研 2017