

中長期的な噴火の可能性の評価について

— 監視・観測体制の充実等の必要な火山の選定 —

平成 21 年 6 月

火山噴火予知連絡会 火山活動評価検討会

中長期的な噴火の可能性に備えた

監視・観測体制の充実等の必要性の評価について

1. 目的

気象庁は全国の活火山について、火山防災を目的として監視を行なっている。それらのうち、活発な火山活動を繰り返しているなど、必要と考えられる火山に対して、近傍に地震計等を設置し連続監視を行ってきた。また、近年は多項目観測の実施や、機動観測により連続監視火山を増やすなど火山監視の強化を進めた。

今後、さらに火山防災対策の充実を図るために、中長期的な噴火の可能性を評価して、監視・観測体制の充実等が必要な火山を選定することとした。中長期的な期間については、概ね100年程度とし、噴火の可能性を検討することとする。噴火の時期や規模を定量的に求めることは現在の火山学の知見では困難であるが、過去の噴火履歴と現在観測されている火山活動の状況から、噴火の可能性を検討する。その上で、噴火による周辺の社会的な影響についても考慮することとする。

また、選定された火山については、具体的な監視・観測体制を検討に資するため、噴火準備過程や、噴火プロセス等に関する知見に基づいた整理を行うこととする。

2. 評価方針

評価にあたっては、過去の活動履歴（有史以降の噴火履歴）や現在の活動状況（過去約100年間の火山活動の状況、火山活動としての兆候）を参照する。これに加え、予測困難な突発的な小噴火の発生時に、火口付近で被害が生じる可能性が考えられる火山についても、監視・観測体制の充実等が必要な火山として選定する。

具体的には以下のような内容で評価を進める。

(1) 近年、噴火活動を繰り返している火山

以下の噴火活動について確認する。

- a. 過去数十年程度の間、頻繁に噴火している。（桜島、諏訪之瀬島など）
- b. 100年以内の間隔で噴火を繰り返している。（有珠山、伊豆大島など）

上記のような噴火活動がみられる火山については、周期的、あるいは定常的にマグマ等が地下深部から供給されていると考えられる。今後も噴火を繰り返す可能性が大きく、早い場合は数年で次の噴火が発生することも考えられる。このことを踏まえて監視・観測体制の充実等が必要と考えられる。

(2) 過去 100 年程度以内に火山活動の高まりが認められている火山

以下のような火山活動状況についてそれぞれ確認する。

c. 地震活動

過去 100 年程度の山体浅部の地震活動（マグマの動きに関連したものなど）

d. 地殻変動

過去 10 年程度のマグマ貫入等に伴う地殻変動

e. 噴気活動・地熱活動

過去 100 年程度の活発な噴気活動、地熱活動

近年は噴火が発生していないものの、上記のような火山活動がみられる火山については、それぞれ以下のように判断する。

① 地震活動

活発な火山性地震の活動あるいは火山性微動（以下「山体浅部地震活動」）の発生については、地下のマグマの動きや圧力の増減、あるいはそれに伴う熱水の動きや圧力の増減等に伴うものと考えられる。このような活動がみられる火山については、今後噴火が発生する可能性があるものと考えられ、火山活動の監視・観測の充実等を実施することが必要と考えられる。

また、周辺部の地震活動や、やや深部で発生する低周波地震（以下「深部低周波地震」）の活動については、中長期的な噴火の可能性との直接的な関連性は良く分からないため、判断には用いないこととするが、火山活動の参考となるものとして取り扱う。

② 地殻変動

地殻変動について、特に山体の膨張を示す変動がみられる場合、地下におけるマグマの蓄積や上昇を示す、若しくは、熱水の圧力が増大していることを示す可能性が高い。このことから今後噴火が発生する可能性が高く、これらの活動を十分監視・観測できる体制を継続する必要があるものと考えられる。

③ 噴気活動・地熱活動

噴気活動や地熱活動については、その活発化が地下のマグマの上昇や熱水の圧力増加を反映していることがある。噴気活動・地熱活動の活発化に加えて、地震活動や地殻変動等に変化がみられる場合には、噴火の可能性を視野に入れた監視・観測体制を十分整える必要がある。

(3) 現在異常は見られないが、過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる火山

現在は、火山活動に特に異常は見られていないが、過去に規模の大きな噴火を繰り返し発生させており、その噴火間隔等から判断すると、中長期的にみて噴火の可能性があると考えられる火山については、監視・観測体制などの充実が必要な火山と評価する。

(4) 予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性が考えられる火山

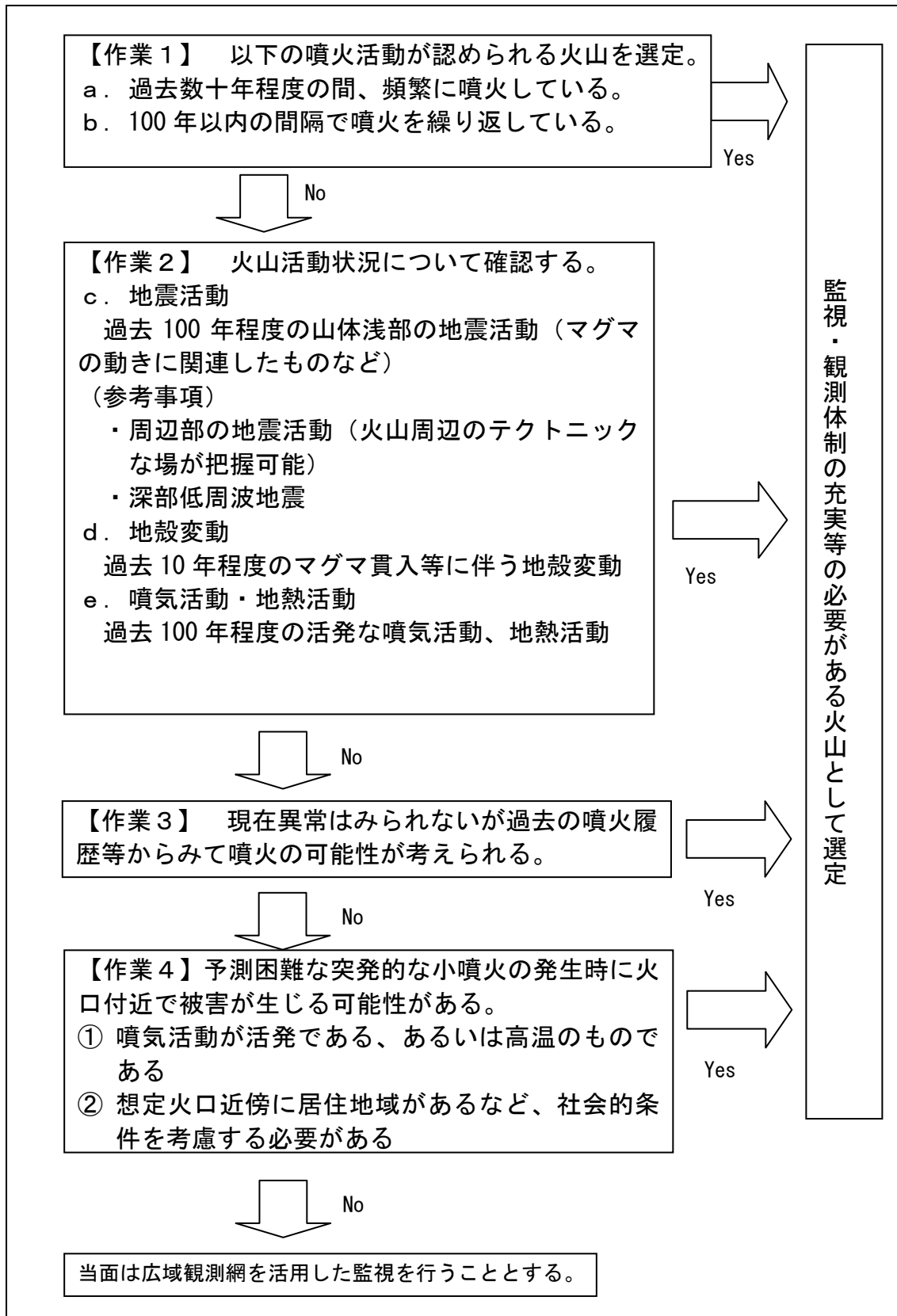
ある程度以上の規模の噴火が発生する場合には、噴火に結びつく前兆現象と思われる地震活動や地殻変動の異常が、ある程度広範囲で観測されることが期待できることから、広域観測網による監視・観測体制により、異常を把握することができると考えられる。しかし、火口付近まで居住地域が迫っている、あるいは多くの観光客が訪れる火山については、

小規模な噴火でも、被害に結びつく場合があります、監視・観測体制の充実等が必要であると
考えられる。今回は、噴気活動が活発であるか、噴気が高温のものであり、かつ、活動し
ている火口で社会的条件を考慮する必要のある場合に、監視・観測の充実等が必要である
火山と選定した。

以上（１）から（４）までの作業の流れを図１に図示した。

上記評価方針に基づいて選定された火山については、今後、監視・観測体制を充実させる必要があるが、監視・観測体制を検討する際に、これまでの調査研究成果を活用することにより、より効果的な監視・観測体制を構築することができることから、選定された火山については、推定されるマグマ溜りの位置や、地震発生のメカニズムなどの、噴火発生の予測の手掛かりとなるような、火山学的知見に基づいて整理を行うこととする。

監視・観測体制の充実等の必要な火山の選定手順（図1）



3. 評価対象とする火山

全国の活火山を対象とするが、原則として無人島、海底火山を除くものとする。また、北方四島の火山については、資料不足のためここでは噴火の可能性を判断しない。

評価の対象としない火山は以下の 27 火山とする。

渡島大島、ベヨネース列岩、須美寿島、伊豆鳥島、嬬婦岩、西之島、海形海山、海徳海山、噴火浅根、北福德堆、福德岡ノ場、南日吉海山、日光海山、若尊、硫黄鳥島、西表島北北東海底火山、茂世路岳、散布山、指臼岳、小田萌山、択捉焼山、択捉阿登佐岳、ベルタルベ山、ルルイ岳、爺爺岳、羅臼山、泊山

4. 各火山について監視・観測体制の充実等の必要性の評価

ここでは、2章における評価方針に、3章に掲げた検討対象の各火山の状況を照らし合わせて評価した結果、監視・観測体制の充実等が必要であると選定された火山とその選定理由を記載する。なお、それぞれの評価のための具体的な状況については別添資料に記載した。

(1) 近年、噴火活動を繰り返している火山

過去数十年程度の間、頻繁に噴火している、あるいは、100年以内の間隔で噴火を繰り返しており、選定された火山は以下の 23 山である。

○雌阿寒岳

最近数十年間噴火頻発

1955-1966年、1988年、1996年、1998年、2006年、2008年に水蒸気噴火を繰り返している

○十勝岳

噴火間隔 100 年以内

1926年、1962年、1988-89年とマグマ噴火を繰り返している

○樽前山

最近数十年間噴火頻発

1804-17年、1867-74年、1909年に噴火が発生し溶岩ドームができる。1917-55年に時々と、1978-79年、1981年に水蒸気噴火を繰り返している

○有珠山

噴火間隔 100 年以内

1822年、1853年、1910年、1943-45年、1977-78年、2000年とマグマ噴火を繰り返している

○北海道駒ヶ岳

噴火間隔 100 年以内

1640年、1694年、1856年、1929年、1942年とマグマ噴火を、1996年1998年、2000年と水蒸気噴火を繰り返している

○秋田焼山

最近数十年間噴火頻発

1948-1949年、1951年、1957年、1997年に水蒸気噴火を繰り返している

○秋田駒ヶ岳

最近数十年間噴火頻発

1932年（水蒸気噴火）、1970-1971年（マグマ噴火）に噴火を繰り返している

○吾妻山

最近数十年間噴火頻発：1950年、1952年、1977年に水蒸気噴火を繰り返している

○那須岳

最近数十年間噴火頻発：1953年、1960年、1963年に水蒸気噴火を繰り返している

○草津白根山

最近数十年間噴火頻発

1882年、1897年、1902年、1928年、1932年、1937-42年、1958-59年、1976年、1982-83年に水蒸気噴火を繰り返している

○浅間山

噴火間隔 100 年以内

1961年まで頻繁に繰り返す。1973年、2004年にマグマ噴火を繰り返している

○新潟焼山

最近数十年間噴火頻発

1949年、1962-63年、1974年、1983年に水蒸気噴火を繰り返している

○焼岳

最近数十年間噴火頻発

1907-13年、1915年、1916-39年の間に時々噴火、1962-63年、1995年に水蒸気噴火を繰り返している

○御嶽山

最近数十年間噴火頻発

1979年、1991年、2007年に水蒸気噴火を繰り返している

○伊豆大島

噴火間隔 100 年以内

1912-14年、1950-51年、1986年にマグマ噴火を繰り返している

○三宅島

噴火間隔 100 年以内

1940年、1962年、1983年、2000年にマグマ噴火を繰り返している

○硫黄島

最近数十年間噴火頻発

1978年、1980年、1982年、1999年、2001年、2004年に水蒸気噴火を繰り返している

○阿蘇山

最近数十年間噴火頻発

最近100年はほぼ毎年噴火を頻発しており、最新は2005年に噴火している

○霧島山

最近数十年間噴火頻発：1959年、1991年、2008年に水蒸気噴火を繰り返している

○桜島

噴火間隔100年以内

1914年、1946年、1955年以降、マグマ噴火を繰り返している

○薩摩硫黄島

最近数十年間噴火頻発：1998年以降小噴火が頻発している。最新の噴火は2004年

○口永良部島

噴火間隔100年以内：1841、1933、1966年にマグマ噴火を繰り返している

○諏訪之瀬島

最近数十年間噴火頻発：1956年以降毎年マグマ噴火を頻発している

(2) 過去100年程度以内に火山活動の高まりのある火山

過去100年程度に山体浅部の地震活動（マグマの動きに関連したものなど）が観測された火山、過去10年程度にマグマ貫入等に伴う地殻変動が観測された火山、過去100年程度に活発な噴気活動、地熱活動が見られ、選定された火山は以下の18山である。

○アトサヌプリ

火山性地殻変動

1993-1995年リシリドーム付近中心に最大25cm隆起がみられた（藤原ほか、2005）

噴気活動・熱活動

溶岩ドーム付近で沸点以上の噴気活動がみられる

○大雪山

山体浅部地震活動

広域地震観測網や機動観測により、発生が確認されている。1990年にはBT型地震を数個観測した

噴気活動・熱活動：旭岳爆裂火口で沸点以上の噴気活動がみられる

○恵山

山体浅部地震活動：微少な地震が時々多発

噴気活動・熱活動：溶岩ドーム西側爆裂火口で沸点以上の噴気活動がみられる

○岩手山

山体浅部地震活動

1995年に火山性微動が発生し、その後1998年をピークに地震活動が活発化した

火山性地殻変動：1998年にマグマ貫入による地殻変動が観測された

噴気活動・熱活動：1998年から数年間にわたり地熱・噴気活動が活発化した

○栗駒山

火山性地殻変動：2004-05年に山頂部でわずかな膨張の可能性（地理院、2006）

○蔵王山

山体浅部地震活動：刈田岳付近で時々多発

○安達太良山

山体浅部地震活動：1995-97年に火山性微動が発生

火山性地殻変動：1998-2001年沼ノ平火口でわずかな膨張がみられた

噴気活動・熱活動：沼ノ平火口で1996年泥水噴出、1996-2004年噴気活動が活発化

○磐梯山

山体浅部地震活動

1988年に地震多発、2000-01年にも地震多発と火山性微動の発生がみられた

○日光白根山

山体浅部地震活動：1993-95年に多発し、火山性微動も発生

○乗鞍岳

山体浅部地震活動：山体浅部に地震活動が認められる

○白山

山体浅部地震活動：山体浅部に地震活動が認められる

○箱根山

山体浅部地震活動：時々多発

火山性地殻変動：2001年、2006年にダイク貫入と考えられる地殻変動が観測される

噴気活動・熱活動：大涌谷などで活発な噴気活動が継続している

○伊豆東部火山群

山体浅部地震活動

1978-98年に顕著な活動を繰り返し、2002年以降も時々多発を繰り返している
火山性地殻変動

地震活動に伴い、東伊豆の歪計に顕著な地殻変動が時々みられる

○新島

火山性地殻変動：新島一式根島間でマグマ蓄積によると見られる膨張がみられる

○神津島

火山性地殻変動：1996年以降、北東部中心にマグマ蓄積による隆起がみられる

○八丈島

山体浅部地震活動：2002年に顕著な活動がみられた

火山性地殻変動：2002年にダイク貫入と考えられる地殻変動が観測された

○鶴見岳・伽藍岳

山体浅部地震活動：時々多発

噴気活動・熱活動

鶴見岳の山頂北側に噴気のみられ、1949年と1974年には一時活発化した。伽藍岳の山頂部に噴気のみられ、1995年に泥火山を生成した

○九重山

山体浅部地震活動

山体浅部に地震活動が認められる

噴気活動・熱活動

星生山北東側山腹に沸点以上の活発な噴気のみられる。1995-96年には噴火が発生した。

(3) 現在異常は見られないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる火山

現在異常は見られないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられることから選定された火山は以下の4山である。

○岩木山

噴火履歴

1600年、1783年、1845年、1863年に水蒸気噴火をしており、約20~200年間隔で噴火している。最後の噴火から145年が経過しているものの再び噴火の可能性がある

○鳥海山

噴火履歴

9~10世紀、17~19世紀に噴火発生。最新の1974年の噴火からは35年経過したものの活動期は継続していると考えられる

○富士山

噴火履歴

約 11,000 年前から頻繁に噴火を繰り返している。9 世紀以降、数十年～約 300 年間隔で噴火発生。1707 年の最新の噴火から 300 年余経過しているものの、噴火履歴、地震活動等からみて、噴火の可能性はある

○雲仙岳

噴火履歴

1663 年、1792 年、1990-95 年にマグマ噴火をしており、活動期が続いていると考えられる

- (4) 予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性が考えられる火山
噴気活動が活発であるか、噴気が高温のものであり、かつ、火口近傍に居住地域があるなど、社会的条件を考慮して、選定された火山は以下の 2 火山である。

○倶多楽

噴気活動・熱活動

噴気・熱水活動がみられ、時々泥水を噴出し、地熱域も拡大している。

社会的影響

活動火口から 500m 以内に 1000 人以上の人が居住している。冬季に噴火した際、融雪泥流が居住地域まで短時間に到達する可能性が高い

○青ヶ島

噴気活動・熱活動

3000 年～2400 年前に顕著な噴火活動があり、また、17～18 世紀には噴火が頻発し、1785 年の噴火では島民の死者多数。1984 年機動観測によると、池の沢火口内に沸点程度の噴気地帯がある

社会的影響

活動火口から 1.2km 程度に居住地域がある。孤島であり、噴火した場合には早急に避難する必要がある

以上、選定の結果を表 1 に取りまとめた。

表1 監視・観測体制の充実等の必要がある火山とその選定理由

選定理由	火山名
①近年、噴火活動を繰り返している火山 ・過去数十年程度の間、頻繁に噴火している ・100年以内の間隔でマグマ噴火を繰り返している	雌阿寒岳、十勝岳、樽前山、有珠山、北海道駒ヶ岳、秋田焼山、秋田駒ヶ岳、吾妻山、那須岳、草津白根山、浅間山、新潟焼山、焼岳、御嶽山、伊豆大島、三宅島、硫黄島、阿蘇山、霧島山、桜島、薩摩硫黄島、口永良部島、諏訪之瀬島（23火山）
②過去100年程度以内に火山活動の高まりが認められている火山 ・地震活動 過去100年程度の山体浅部の地震活動 （マグマの動きに関連したものなど） ・地殻変動 過去10年程度のマグマ貫入等に伴う地殻変動 ・噴気活動・地熱活動 過去100年程度の活発な噴気活動、地熱活動	アトサヌプリ、大雪山、恵山、岩手山、栗駒山、蔵王山、安達太良山、磐梯山、日光白根山、乗鞍岳、白山、箱根山、伊豆東部火山群、新島、神津島、八丈島、鶴見岳・伽藍岳、九重山 （18火山）
③現在異常はみられないが過去の噴火履歴等からみて噴火の可能性が考えられる	岩木山、鳥海山、富士山、雲仙岳 （4火山）
④予測困難な突発的な小噴火の発生時に火口付近で被害が生じる可能性が考えられる	倶多楽、青ヶ島 （2火山）

5. 監視・観測体制の充実等が必要な火山についての、火山学的知見に基づいた整理

ここでは、4章において監視・観測体制の充実等が必要であると選定された火山について、具体的な監視・観測体制を検討に資するために、火山学的知見の有無に基づいた整理した結果を記載する。なお、それぞれの整理のための具体的な状況については別添資料に記載した。

(1) 十勝岳

考えられている前兆現象は以下の通り

- ・数年前から熱的異常（地温上昇や溶融硫黄の生成など）
- ・噴火発生の数年前、特に1年～半年前から、噴気・地震活動
- ・噴火が近づくとつれ益々活発化し、火口付近に亀裂・新しい噴気孔の形成、その他の異常現象

(2) 有珠山

最近約100年間のマグマ噴火は概ね30年間隔で繰り返されており、それらの噴火活動に関する調査研究により、短期予測が可能であると考えられている。

- ・大森房吉（1911）は地殻変動が最も著しい所に地震や火口が位置し、僅かな変動は広く火山体の周辺部迄及んでいることを明らかにし、「有珠山等では山腹に於いて微動計観測を不断に施行し、依りて以て爆発を予知し得らるべきなり」と結論した（岡田、1986）
- ・噴火の短期予測として、高粘性マグマ特有の有感群発地震発生、M4～6級の地震群、A

型から B 型地震への移行が考えられる（北海道防災会議、1973）

- ・噴火の数十時間～数日前（例えば 1977 年の噴火では約 30 時間前、2000 年の噴火では約 4 日前）から群発地震発生
- ・1977 年噴火前に山頂部の顕著な地殻変動（火口原での目撃情報、ロープウエーケーブル長の縮み）があった（門村・他、1988）
- ・2000 年噴火前に 3 月 28 日 GPS 観測開始から 31 日 12 時噴火直前までの 60 時間に変位量が 1 m を超える非常に大きな地殻変動が進行していた（高橋・他、2002）
- ・多くの場合、噴火開始の数日前まで何らの顕著な兆候も現れないことにも注意する必要がある

（3）岩手山

1998 年に地震活動の活発化と明瞭な地盤変動が観測された。地震活動は山頂西側で始まり、西方へ約 10km にわたり伸展した。これに同期して、地盤変動源の西方移動も観測された。このことから、1998 年の活動は深部から山頂西側へ上昇したマグマが浅部で停止し、西方へ貫入したことによると解釈された。以上の観測成果は、1998 年当時と同程度の観測を継続すれば、浅部へのマグマ貫入は捕捉可能であることを示している。しかし、深部から浅部へのマグマ上昇過程を明瞭に捉えるには至っていない。また、浅部に達したマグマが地表へ達し噴火するか、浅部で横に貫入し噴火未遂に終わるかの予測は現状では困難。

- ・深部からのマグマ上昇過程など未解明な部分は残っているが、様々な観測データを統合的に説明できるモデルが提案されるなど、活動特性の理解はある程度進んでおり、今後も同様な活動があれば、噴火発生をある程度予測することが可能であると考えられる（結果として噴火に至らないこともある）。
- ・1998 年の異変や過去の噴火から、噴火開始地点に幅があり噴火様式も多様であることを考慮する必要がある。

（4）浅間山

20 世紀前半から 1973 年噴火までの爆発的噴火が頻発した時期には火口底までマグマが上昇したため、爆発前に明瞭な地震増加や火映などの熱活動の高まりが捉えられた。1982 年～1983 年頃の噴火は、マグマが火口底まで上昇しなかったため、噴火規模が小さく従来のように明瞭な前兆は捉えられなかったが、火道内の物理的状態を示す地震活動様式の変化を観測した。

2004 年噴火を含む最近の観測事実からマグマ供給系の解明がある程度進んだ。現在認識されている火山活動概要は以下の通り

- ・西側山麓で深部からマグマがダイク状に貫入、関連して山体周辺に A 型地震が発生
- ・マグマから分離した高温ガスが火道を上昇して山体浅部に熱を供給し、山頂火口では噴煙活動や B L 型地震活動が活発化し、場合によっては小規模噴火が発生
- ・マグマの火道上昇あるいは高温ガスの増加に伴い、火口底で地下水等との熱交換による特異な長周期地震が多発、火口底の高温化が進行して特異な長周期地震活動が無くなった後、さらにマグマが上昇すると山体浅部の膨張及び BH 型地震の急増が始まり、その数時間～1 日後に爆発的噴火が発生

(5) 富士山

近代的観測の開始以降、噴火は経験していないが、火山噴火予知連絡会富士山ワーキンググループにおいて、古文書等歴史資料、地質資料等をもとに、噴火発生域及びダイク貫入モデルによる1707年宝永噴火シナリオを想定して地震活動及び地殻変動量を推定したほか、それらに基づき観測網の検知力についても調査を行った。それらの結果を踏まえ、噴火観測事例はないものの、火山学的知見に基づき噴火発生予測がある程度可能と判断される火山と位置づける。

- ・噴火発生の可能性のある地域は広大であることを考慮した観測網の維持・整備が必要

(6) 伊豆東部火山群

1989年に発生した手石海丘からの噴火やその前後に発生した地震の多発時とそれに伴う地殻変動の観測から、以下のことが知見として得られた。

- ・東伊豆の歪変化量と、ダイクの貫入によると思われる体積増加量には、高い相関が認められ、歪変化量からおおよそのマグマ貫入量を推定することが可能である
- ・震源位置（特に深さ）を正確に推定することが、噴火の可能性を評価するために重要。貫入マグマの密度中立点（深さ数 km）の深部活動で止まる場合は、噴火の可能性は低く、震源が密度中立点を越えて浅部への移動が始まる場合は噴火に至る可能性が高いと考えられる。

(7) 伊豆大島

最近約250年間は30~40年程度の間隔でマグマ噴火を繰り返している。火山噴火予知連絡会伊豆部会で噴火シナリオを検討するなど、過去の観測事実から噴火準備から噴火に至る過程の理解がある程度進んだと考えられる。1986年噴火時の観測から次の知見が得られている。

- ・噴火準備期には深部へのマグマ注入による膨張が長期的に継続し、噴火数年前になると鈍化がみられる
- ・噴火の数ヶ月前からマグマ上昇により火山性微動発生、地磁気・比抵抗変化の加速、熱異常等がみられる可能性がある（山頂周辺の顕著な地殻変動はみられない可能性がある）
- ・噴火直前にはさらなるマグマ上昇により火口内の噴気活動の活発化、微動振幅増大があり、山頂噴火に至る可能性が高い

割れ目噴火は、山頂噴火が前駆する可能性が高い。1986年噴火では割れ目噴火の2時間前から急速な地殻変動と地震活動の顕著な増大がみられた

(8) 三宅島

最近約100年間は20年程度の間隔でマグマ噴火を繰り返しており、2000年噴火を含む観測事実からマグマ供給系の理解がある程度進んだと考えられる。

- ・長期的な深部へのマグマ蓄積による膨張傾向がみられる
- ・地震を伴って深部から浅部に急速にマグマが貫入して噴火に至ると考えられ、地殻変動源や震源から噴火地点が予測できる可能性がある
- ・顕著な異変が現れてから数時間で噴火に至る場合を想定した監視体制が必要

(9) 阿蘇山

火山活動に関する主な知見は以下の通りであり、最近と同様な活動であれば噴火直前の前兆現象を捉えられる可能性がある

- ・ 「湯だまり」→土砂噴出→「赤熱現象」→火山灰噴出→鳴動→「ストロンボリ式噴火」→「湯だまり」の三角ダイアグラムが提示されている（須藤、他）
- ・ 火山性地震の震源分布には火山活動に伴う変化は見られないが、火山性微動は活動に対応して大きく変化する
- ・ 広帯域にわたる多種類の火山性微動が常に観測されており、さらに短周期微動には連続的の微動から孤立型微動までである。連続型微動は噴火活動前期から振幅増大し、卓越周波数が徐々に低くなり、活動最盛期には2Hzまで低下する。高周波から低周波への周波数変化は火道拡大を示すと考えられている（須藤、他）
- ・ 火山活動に伴う地盤変動が極めて小さい火山である（須藤、他）
- ・ 火口近傍の全磁力観測により、火口直下（深さ200m程度）での温度上昇が検知されている（田中他）
- ・ 20世紀初頭の噴火は最近の噴火よりも大規模であり、噴火地点も第1火口に限らず第4火口まで噴火していることに留意すべきである。
- ・

(10) 雲仙岳

1990～1995年の活動では震源移動や傾斜計の観測により、溶岩流出の予測に成功している。今後も同様な活動であれば噴火発生予測はある程度可能と考えられる。予想される活動推移は以下の通り。

- ・ 約4ヶ月前から橘湾から橘湾東部、島原半島内へと震源移動が捉えられた。さらに2ヶ月前には島原半島西部の地震が増加
- ・ 溶岩ドーム出現直前には、地殻変動に山体膨張を示す急激な変化、全磁力観測でマグマの上昇による急激な熱消磁、数日前に火口付近での地割れを確認
- ・ 傾斜計の長周期振動振幅からマグマ供給量が推計された

以上の経過から、次のような活動サイクルが想定されている。橘湾で群発地震→マグマが島原半島方向へ移動→島原半島内で地震が発生→普賢岳山頂付近で群発地震→噴火→溶岩ドームの形成・成長→火砕流の発生→溶岩ドームの成長停止→火山活動の低下または溶岩ドームを形成せず溶岩流が発生

(11) 桜島

ブルカノ式噴火の予測は研究が進んでいる。他方、大正噴火（1914年）規模の山腹噴火では、噴火発生の前日から有感地震多発などの前兆現象が確認されており、適切な観測と迅速な評価がなされれば、噴火予測ができる可能性が高い。得られている知見は以下のとおり。

- ・ 主マグマ溜りは桜島北方、始良カルデラの地下深さ10kmに存在し、副マグマ溜りは桜島の直下の約4kmに存在すると推定されている。地下深部から主マグマ溜りへのマグマ供給率は、年間約1000万立方メートル、1914年噴火以降のマグマ貯蓄量は10億立方メートル以上と見積もられ、現在でもマグマ蓄積が継続している

- ・ A型地震の多くは南岳山頂直下の発生(0~4km)及び沖小島付近で発生(6~10km)、始良カルデラ内の東部でも発生することがある。桜島南西沖の地震活動は、始良カルデラから桜島を横切るマグマの貫入イベントに関連するという解釈もある。
- ・ BH型、BL型地震や爆発地震は南岳山頂直下の浅い所で発生(0~3km)
- ・ 噴出物の多い山頂噴火については、発生の10分~数時間前から微小な前兆地盤変動(火口方向隆起・膨張 0.01~0.2 μ rad.)が観測されることが多い
- ・ B型地震の群発中に特定周波数が卓越するなど、波形単純化が進行すると、群発地震終了後に爆発的噴火が多発する例が多い
- ・ 2006年6月からの昭和火口噴火に先立っては、数年前から桜島周辺部のA型地震の発生増加や昭和火口の噴気・地熱の異常以外顕著な兆候は認められなかった。昭和火口からの噴火繰り返しにより火口が拡大し、噴火の規模が漸次大きくなっている。
- ・ 山頂噴火の激化、昭和火口からの溶岩や火砕流の流下、また現時点では可能性が低い、山頂噴火や始良カルデラ内の海底噴火なども想定した監視・観測の整備と維持が必要。

以上11の火山のうち、十勝岳、伊豆大島、桜島については、以下に記載する理由により、近い将来に、避難等の防災対策が必要となる噴火(噴火警戒レベル4以上)の発生が予想されることから、具体的な監視・観測体制を検討する際には考慮する必要がある。

○十勝岳

最近約100年間のマグマ噴火発生間隔及び現在の活動状況を考えると、近い将来に避難等の防災対策が必要となる規模の噴火(たとえば1962年噴火、積雪期では1988~89年噴火)の発生が予想される。

○伊豆大島

1986年の噴火以降、消長を繰り返しながら、山体の膨張が継続しており、地下のマグマ溜りにマグマが蓄積されていると考えられる。最近約250年間は30~40年程度の間隔でマグマ噴火を繰り返していることから、近い将来、マグマ噴火が発生すると考えられる。

○桜島

始良カルデラの主マグマ溜りでは、昭和火口での噴火が始まった2006年以降も、マグマ蓄積が着実に継続している。すでに1914年の噴火(大正噴火)時のマグマ噴出量(約15億立方メートル)の8割程度を再蓄積していると考えられ、近い将来の山頂火口や昭和火口での噴火活動の激化、あるいは山腹等での大噴火発生の可能性が高いと考えられる。

6. 選定に当たったの残された課題

上記の選定、及び整理については、現在の火山学の知見に基づいて選定、整理を行ったものである。しかし、噴火の可能性については、時期や規模を定量的に求めることは現在の火山学の知見では困難である。また、過去の噴火履歴については、過去の噴火による堆積物等が詳し

く調査されている火山や有史以降繰り返し噴火をしている火山など、地質調査結果・文献記録が豊富な火山がある一方で、このような調査がほとんどなされていないか、噴火の可能性を判断できる噴火実績がほとんどない火山など、評価を行うのに十分な過去の噴火履歴が判明していない火山がある。今回の選定においても、評価が必ずしも十分に行なわれていない火山があり、選定すべきかどうか意見が分かれた火山もある（例えば、羅臼岳、摩周、十和田、由布岳、中之島など）。

今回は無人島、海底火山について評価を行わなかったが、過去の噴火で津波が発生するなど居住地域に影響を及ぼした事例もあることから、これらの火山も含めて、今後の調査・研究の成果により、新たに知見が得られ、選定結果等に変更が必要であると認められた場合には、火山噴火予知連絡会において検討を行い、適宜変更を行うものとする。

参考資料：各火山の選定理由の取りまとめ資料
各火山の火山学的知見に基づいた整理資料
中長期的な火山活動評価に関する検討経緯