



Title	富士山噴火の予防
Author(s)	藤井, 義明; 児玉, 淳一; 福田, 大祐
Description	一般社団法人資源・素材学会 2020年度 春季大会、2020年3月15日～17日、千葉工業大学 津田沼キャンパス、習志野市（開催中止）
Citation	資源・素材講演集, 8 (2020) (1 (春・千葉))
Issue Date	2020-03-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/77144
Type	conference paper
File Information	04_3K62501-09-09_2019-MMIJ-spring.pdf



一般講演

開発機械/岩盤工学/資源開発技術

2020年3月17日(火) 08:40 ~ 11:50 第4会場 (6号館 2階 625講義室)

[3K62501-09-09] 富士山噴火の予防 Prevention of Mt. Fuji's Eruption

○藤井 義明¹、児玉 淳一¹、福田 大祐¹ (1. 北海道大学)

○Yoshiaki Fujii¹, Jun-ichi Kodama¹, Daisuke Fukuda¹ (1. Hokkaido University)

キーワード：富士山、噴火、予防、超臨界地熱発電

Mt. Fuji, Eruption, Prevention, Supercritical Geothermal Power

破局噴火・巨大地震といった破滅的災害の予知は現段階では不可能である。仮に予知が的中したとしても、人的被害を多少減らせるだけで、インフラの壊滅は不可避である。一方、破滅的災害を予防することができれば被害はゼロになる。そこで、著者らは、これまでに、破局噴火を超臨界地熱発電で、都市直下型地震を地震断層への注水で、海溝型巨大地震を地下核実験で予防するコンセプトを提案してきた。破局噴火の例としてはイエローストーンを取り上げたが、近年、マスメディア等において、富士山噴火の可能性について言及されることも多いので、ここでは超臨界発電による富士山噴火の予防の可能性について検討し、その経済的利益やリスク等について検討する。

1. はじめに

破局噴火・巨大地震といった破滅的災害の予知は現段階では不可能である。たとえば、原子力規制委員会は、川内原発と玄海原発について、周辺にある 5 つのカルデラ火山の巨大噴火の予知は困難なので、火山の監視を強化し早期に対応を取る方法について検討を進めることになった(NHK News Web)。仮に予知が的中したとしても、人的被害を多少減らせるだけで、インフラの壊滅は不可避である。一方、破滅的災害を予防することができれば被害はゼロになる。そこで、著者らは、これまでに、破局噴火を超臨界地熱発電で、都市直下型地震を地震断層への注水で、海溝型巨大地震を地下核実験で予防するコンセプトを提案してきた(藤井ら、2018、Fujii et al., 2018)。破局噴火の例としてはイエローストーンを取り上げたが、近年、マスメディア等において、富士山噴火について言及されることも多いので、ここでは富士山噴火の発生確率とその超臨界地熱発電による予防について検討し、技術的課題・コスト・リスク等について検討する。

2. 富士山噴火による被害予想

信頼性の高い史料に記録された確実に富士山噴火と考えられる事象が、西暦 781 年から最後の 1707 年宝永噴火までに 10 回ある(小山、2007)。これらの平均間隔は 102.9 年、標準偏差は 100.2 年である。最後の噴火からは 2020 年現在で 313 年経過しており、富士山は、いつ噴火してもおかしくはないが、噴火間隔に正規分布を仮定して計算してみると、2020 年から 30 年で噴火の確率は 50%を超える(図 1)。

富士山の噴火は、人類の存亡にかかわるものではないが、噴石による死傷者、降灰(図 2、富士山ハザードマップ検討委員会、2004)等による交通・ライフライン・農林水産業等、最大で 2 兆 5 千億円程度の損害が予想されている。この額は、国家予算約 100 兆円や GDP 約 5000 兆円に比べれば大きな額とはいえないが、首都機能を麻痺させ国民生活への大きな打撃となる。

なお、降灰範囲に原発があると種々の危険な事態の発生が予想されるが、幸いなことに、富士山に一番近い浜岡原発でも火口から十分離れており、火山灰降灰 2 cm の範囲に原発はない。

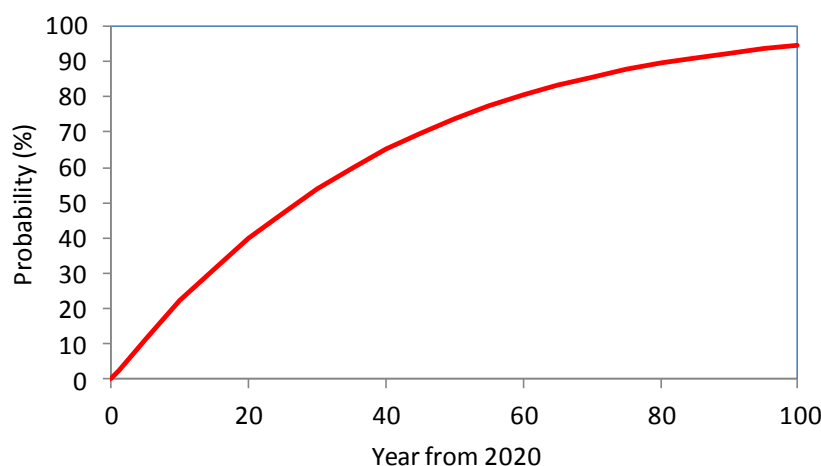


図 1 富士山の噴火確率

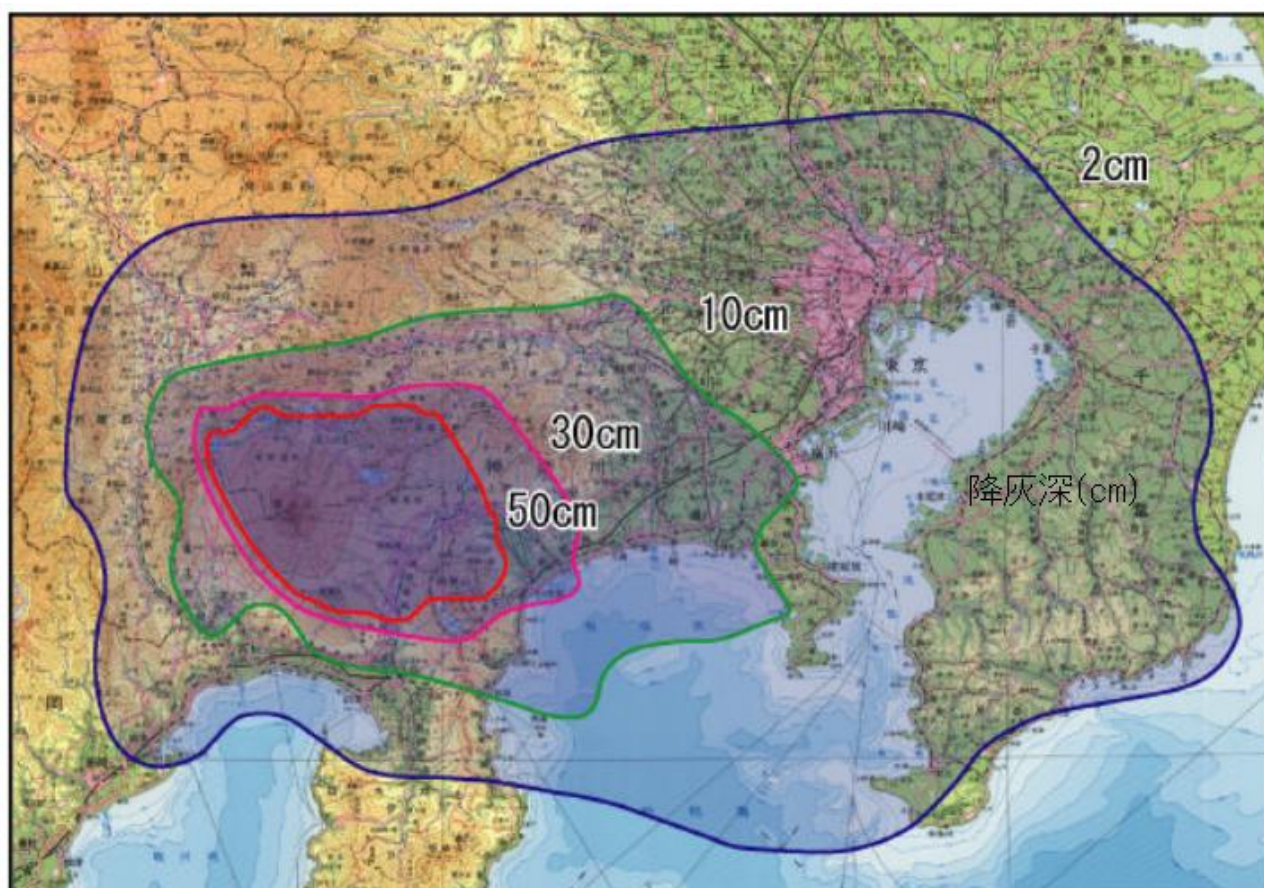


図2 富士山噴火による降灰可能性マップ(富士山ハザートマップ検討委員会、2004)

3. 富士山噴火の予防方法

新富士火山の過去 11,000 年の噴出量は、約 33 km^3 (宮地、2007)、平均すれば年あたり $3 \times 10^6 \text{ m}^3$ となる。火山噴出物量は正確にはエネルギーに換算できないが以下の大まかな換算式(藤井ら、2008)、

$$E_E = 8.4 \times 10^7 V$$

ここで、 E_E は噴火エネルギー(J)、 V は噴出物体積(m^3)、を適用すれば、新富士火山の平均噴火エネルギーは年あたり 252 TJ/y、つまり、8000 kW となる。普通の原子力や火力発電所の出力 100 万 kW のオーダーと比べれば約 1/100 と、発電の規模としては非常に小さく、イエローストーンの場合の 3400~8600 kW (Fujii et al., 2018) とほぼ等しい。

このエネルギーを超臨界地熱発電で解放すれば噴火が予防できると考えられる。超臨界地熱発電とは、従来の地熱発電よりもマグマの近くまでボーリングを行う発電方法であり、NEDO の 2018 年度~2020 年度のプロジェクトにもなっている。長期的には、切りがよい数字で 1 万 kW でよいと考えられるが、現状は、噴火エネルギーが溜まっている状態と思われるので、例えば、10 万 kW 程度を目標に建設したほうが、より安全、といえる。富士山のマグマ溜まりは深さ約 15 km 程度にあるのではないかとされている(藤井、2019)。マグマ溜りの位置を詳細に調査し、これを取り巻くように 1 万 kW 程度の超臨界地熱発電所を 10 か所程度建設すればよいと思われる。

4. 技術的課題・コスト・リスクなど

現状の地熱発電所は出力 5 万 kW 程度のものがざらにあるので、1 万 kW という出力が大きすぎるという問題はない。超臨界地熱発電の技術的課題は、主に、マグマ溜まり近傍における低 pH と高温によるロッドの腐食とビットの摩耗である。前者についてはシリカカーバイト複合材料(Nakazato et al., 2013)、後者については高圧パルス掘削(Shiegg et al., 2015)により、近い将来解決可能と考えている。

地熱発電のコストの大部分は坑井の掘削費用である。しかしながら、高圧パルス掘削のコストは 100 EUR/m とされており、15 km の坑井でも 1,500,000 EUR 程度、1 EUR を 120 円とすれば、1.8 億円程度、10 本で 18 億円程度で掘削できることになる。一方、10 万 kW を 1 年間安定的に発電して 87600 万 kWh を 12 JPY/kWh で売電できれば 105 億円の収入となる。このほかのもろもろの経費

を考えても、発電で利益を産むことができると予想される。スケール付着対策技術の開発等による耐用年数の増加により利益は増大するものと期待される。

一方、掘削等の刺激により、かえって噴火を誘発するリスクが指摘でき、もちろん事前の十分な研究が必要である。

5. まとめ

富士山の噴火史を調査し、富士山噴火が今すぐにでも起き得ること、30年後までの発生確率が50%を超えることを述べた。富士山噴火の予防方法として、超臨界発電によるエネルギーの解放を提案した。技術的課題としてロッドの腐食とビットの摩耗を取り上げ、シリカカーバイド製のロッドと高圧パルスボーリングにより、近い将来解決され得るという見通しを示した。コストについて検討し、高圧パルスボーリングが適用されればむしろ事業が黒字化すると述べた。掘削等の刺激によりかえって噴火を誘発するリスクがあり、事前に十分研究する必要があると述べた。

本原稿執筆中にNHKスペシャルで首都直下型地震が起きた場合に生じる地獄絵図に関する予想が放映された。その地獄絵図が30年以内に生じる可能性が70%であるとされている。NEO (Near Earth Object)については衝突回避策を検討し(たとえばCNEOS, Center for computing asteroid and comet orbits and their odds of earth impact web site)、地球温暖化に対しては、二酸化炭素排出量を減らして気温上昇を緩和しようと試みるのに、なぜ、噴火や地震に対して人々は、座して地獄を待つのだろうか？

筆者らは、直下型の大地震や海溝型の巨大地震についても予防方法を提案している(Fujii et al., 2018)が、残念ながら反響はほとんどない。筆者らの提案している方法はまだ概念段階であるし、成功するかどうかはわからない。しかし、試みなければ永遠に予防は不可能であり、世界的には、トバ火山・タンボラ山・唐山地震・スマトラ地震級、わが国でも始良カルデラ・関東大震災・東北大震災級の地獄絵図がいつか生じることは確かである。

引用文献

CNEOS Web Site, <https://cneos.jpl.nasa.gov/> (2019年12月2日閲覧)

藤井敏嗣(2019)、富士山の地下構造とマグマ、<http://www.kazan-g.sakura.ne.jp/J/koukai/04/2.pdf> (2019年12月2日閲覧)

藤井義明・児玉淳一・福田大祐(2018)、巨大災害の制御と予防、平成30年度土木学会全国大会、IV-143、8/31、北海道大学、札幌

Fujii, Y., Sheshpari, M., Kodama, J., Fukuda, D., Dassanayake, A. B. N. (2018), Prevention of Catastrophic Volcanic Eruptions, Large Earthquakes underneath Big Cities and Giant Earthquakes at Subduction Zones, Sustainability, Vol. 10, No. 6, doi: 10.3390/su10061908

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、<http://www.bousai.go.jp/kazan/fujisan-kyougikai/report/> (2019年12月2日閲覧)

小山真人(2007)、富士山の歴史噴火総覧、荒牧ら(編)、富士火山、山梨県環境科学研究所、pp. 119-136、<http://www.mfri.pref.yamanashi.jp/yies/fujikazan/dlfujikazan.htm> (2019年12月2日閲覧)

宮地道直(2007)、過去1万1000年間の富士火山の噴火氏と噴出率、噴火規模の推移、荒牧ら(編)、富士火山、山梨県環境科学研究所、pp. 79-95、<http://www.mfri.pref.yamanashi.jp/yies/fujikazan/dlfujikazan.htm> (2019年12月2日閲覧)

Nakazato, N., Kohyama, A. and Kohno, Y. (2013), Effects of pressure during preform densification on SiC/SiC composites. Open Journal of Non-metallic Materials, 2013, 3.

NHK News Web, <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20191128/k10012193771000.html> (2019, 12/2 閲覧)

Schiegg, H.O., Rodland, A., Zhu, G. and Yuen, D.A. (2015), Electro-Pulse-Boring (EPB): Novel super-deep drilling technology for low cost electricity. Journal of Earth Science, 26, 037–046.