

4-02 火山防災のための火山ハザード情報システム

宝田晋治^{1)*}・Joel Bandibas¹⁾・河野裕希¹⁾・米谷珠萌^{1),2)}・
苅谷恵美¹⁾・長田美里^{1),3)}・池上郁彦^{1),4)}

1) 産総研, 2) 明治大, 3) 茨城大, 4) タスマニア大
* E-mail: s-takarada@aist.go.jp

Volcanic Hazards Information System for the volcanic disaster prevention

Shinji Takarada^{1)*}, Joel Bandibas¹⁾, Yuhki Kohno¹⁾, Shuho Maitani^{1),2)},
Emi Kariya¹⁾, Misato Osada^{1),3)}, Fumihiko Ikegami^{1),4)}

1) GSI, AIST, 2) Meiji Univ., 3) Ibaraki Univ., 4) Univ. of Tasmania,
* E-mail: s-takarada@aist.go.jp

The Geological Survey of Japan, AIST, has been promoting the new "High-Precision Digital Geological Information Improvement Project for Disaster Prevention" project since 2022. Volcanic Craters DB, High-resolution Active Faults, Slope Disaster Risk Assessment, Digital Marine Geology, and Digital Transformation (DX) of various geological information projects are developing in this project. The outline of the Volcanic Hazards Information System project, part of the DX of geoinformation project, is introduced.

A real-time volcanic hazard assessment system is helpful because the eruption site, eruption type, scale, and distribution products are usually changed according to the sequence of the volcanic eruptions. GIS data of tephra fall, PDC, and debris avalanche distributions are necessary for volcanic hazard assessment. An online tephra fall volume estimation system is expected to assess volcanic hazards and risk quantitatively. Volcanic Hazards Information System project is developed for (1) real-time hazard assessment using online numerical simulations, (2) eruption parameter analysis at various volcanoes, (3) digitization of tephra fall, PDC, and debris avalanche distributions, (4) online tephra fall volume estimation, (5) display volcanic crater distributions, and (6) relation to various volcano databases.

The Volcanic Hazards Information System allows it to execute Energy Cone, Titan2D, and Tephra 2 numerical simulations on Quaternary volcanoes worldwide using ASTER GDEM and GSI 10 m DEM (Fig. 1). The Volcanic Hazard Information System has API functions to display simulation results on other servers and GIS software. Therefore, quasi-real-time volcanic hazard assessment is possible using a more rapid display and comparison with previous eruption cases. The examples of eruption parameters at major volcanoes help compare with eruptions in the past and other volcano cases. The examples of eruption parameters are essential for numerical simulations even after eruption initiation to determine the appropriate parameters, hazards and risk assessment, and future prediction of eruption scenarios. Currently, 164 cases of the Energy Cone model, 63 cases of the Tephra2 model, and 53 cases of the Titan

2D model, 280 cases in total, are shown on the system (as of May 2024). The API using WMS (web mapping service) provides all simulation results and allows them to be displayed on various servers, GIS software (e.g., QGIS), and Google Maps.

Digitized GIS datasets of volcanic eruptive products such as tephra fall, pyroclastic flow, and debris avalanches and providing them to the public are essential for volcanic hazards and risk assessments. Therefore, the digitization of major eruption products at volcanoes in Japan and abroad is being processed. Currently, 178 isopach map data of tephra fall deposits at Rausu, Kutcharo, Mashu, Tokachi, Tarumae, Usu, Yotei, Nigorikawa, Toya, Hokkaido Komagatake, Asama, Fuji, Kirishima, Sakurajima, Aira, Ata, Kutchinoerabujima, Calbuco and Kelud Volcanoes are digitized (as of May 2024). Digitized isopach maps of tephra fall deposits at Kuchinoerabujima and Yotei Volcanoes are published as GSJ Open File Report (Kohno et al., 2024; Maitani et al., 2024). Digitized GIS data are now registering on the viewer and preparing to download the GIS data and KML files, and available using API with WMS parameters.

The online tephra fall volume estimation system (Fig. 2) is developed using the segment integration method (Takarada *et al.*, 2001, 2016), Exponential method (Pyle, 1989; Fierstein and Nathenson, 1992), Power law method (Bonadonna and Houghton, 2005) and Weibull method (Bonadonna and Costa, 2012). The areas of each contour are calculated, and the volume of each segment is estimated.

Volcanic Hazards Information System, GIS data, and online tephra fall volume estimation system are expected to be used by many stakeholders, such as researchers in volcanology, Cabinet Office, JMA, Volcano Disaster Prevention Council members, students, and Geopark staff members for volcanic hazards assessment, eruption scenario, evacuation plan, revision of volcanic disaster prevention map, and education purposes.

産総研地質調査総合センターでは、「防災・減災のための高精度デジタル地質情報の整備事業」プロジェクトを推進している。本プロジェクトでは、防災計画に資する活断層・火山情報等の解析・評価、集約・情報提供対策のため、(1) 噴火口図・火口位置図データベースの作成、(2) 活断層データの高精度化、(3) 斜面災害リスク評価のためのデータ作成、(4) 海洋地質関連のデジタル化、(5) 各種地質情報のDX化の推進等を進めている。ここでは、各種地質情報のDX化として進めている総合ハザード情報システムプロジェクトのうち、火山ハザード情報システム構築プロジェクトについて紹介する。

1. 火山ハザード情報システム

火山噴火においては、噴火開始後、噴火地点、噴火様式、噴火規模、噴出物の影響範囲等が変動することが多い。そのため、条件を変えながら検討ができるリアルタイムハザード評価システムが必要とされている。また、降下テフラ、火砕流、岩屑なだれの噴出物分布のデジタルデータ (GIS データ) の整備も、ハザード・リスク評価においては重要である。さらに、ハザード評価のためには、噴出物の噴出量を迅速に解析できるシステムが必要とされている。そこで、火山ハザード情報システムプロジェクトでは、(1) オンラインシミュレーション機能

によるリアルタイムハザード評価, (2) 主要火山における噴火パラメータ解析, (3) 降下テフラ, 火砕流, 岩屑なだれ等の火山噴出物分布データのデジタル化, (4) 降下テフラオンライン噴出量解析機能, (5) 火口分布図の表示検索機能, (6) 火山関連データベースとの連携機能を目指し開発を進めている。

2. オンラインシミュレーションとパラメータ解析

火山ハザード情報システム (Fig. 1; <https://geohazards-info.gsj.jp/>) では, ASTER GDEM と国土地理院 10 m メッシュ DEM により, 全世界の約 3,000 の第四紀火山について, Energy Cone, Titan2D, Tephra2 モデルによるオンラインシミュレーションが可能となっている。シミュレーション結果を API により他のサーバーや Web アプリケーションで利用できる機能が追加されており, より迅速に噴出物シミュレーションの表示比較, 準リアルタイムハザード評価が可能となっている。また, 主要火山の噴火パラメータの解析事例をリスト化して示す事で, 過去の噴火や他の火山の噴火との比較検討に加えて, 噴火開始後もより迅速に適切なパラメータを設定し, 影響評価や今後の推移予測等に役立てることが可能である。2024 年 5 月時点で, 国内外の火山について, Energy Cone モデル 164 ケース, Tephra2 モデル 63 ケース, Titan2D モデル 53 ケース, 合計 280 ケースの解析結果の噴火パラメータを示している。これらのシミュレーション結果については, WMS (Web Mapping Service) による API を使って, 他のサーバー上や QGIS 等の GIS ソフト, Google Map 上等での表示が可能である。

3. 火山噴出物分布のデジタル化

降下テフラ, 火砕流堆積物, 岩屑なだれ堆積物等の火山噴出物分布の GIS データの整備公開は, 火山噴火によるハザード・リスク評価を行うために必要不可欠である。そのため, 国内の主要な噴火の噴出物の分布について, 順次デジタル化 (GIS 化) を進めている。2024 年 5 月時点で, 羅臼, 摩周, 屈斜路, 十勝, 有珠, 洞爺, 樽前, 羊蹄, 濁川, 北海道駒ヶ岳, 八甲田, 十和田, 浅間, 富士, 霧島, 桜島, 始良, 阿多, 口永良部島, カルブコ, ケルート火山等において, 178 噴火の降下テフラの等層厚線図のデジタル化を行っている。現在, 口永良部島及び羊蹄火山の降下テフラ分布図の GIS データは, 地質調査総合センターの研究資料集で公開されている (河野ほか, 2024, 米谷ほか, 2024)。今後, 火山毎に GIS データの公開を進める予定である。また, 各種火山噴出物のデジタル化, 閲覧検索システムへのデータ登録を進めると共に, Shapefile や KML ファイルのダウンロード, API によるデータ配信を進める予定である。

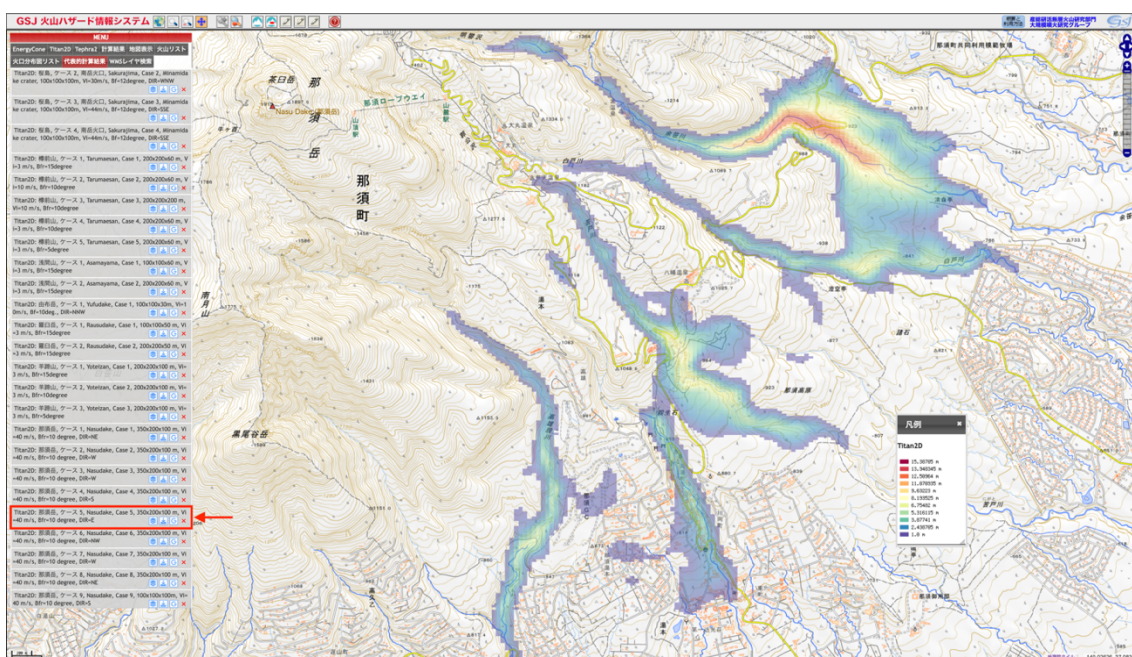


Fig. 1. Volcanic Hazards Information System. Representative analyzed eruption parameters at each volcano are listed. A case study at Nasu Volcano using Titan2D (300×200×100 m size lava pile, initial velocity 40m/s, basal friction angle 10 degrees) is shown.

4. 降下テフラのオンライン噴出量解析

噴火時の降下テフラの噴出量推定は、噴火時の基本情報の1つであるが、現在はエクセル等を使った手作業で推定作業が行われており、推定にはかなり時間がかかっている。特に緊急を要する噴火時には、噴出量は今後の噴火推移を検討する上での重要データであるため、迅速に推定することが求められている。そこで、区間積分法(宝田ほか, 2001; Takarada *et al.*, 2016), 指数法(Pyle, 1989; Fierstein and Nathenson, 1992), べき乗法(Bonadonna and Houghton, 2005), ワイブル法(Bonadonna and Costa, 2012)により、降下テフラの噴出量を推定することができるオンライン降下テフラ噴出量解析システム(WebTephraCalc)を構築した(Fig. 2)。

(1) GISデータ(Shapefile)をシステムにアップロードし、(2)等層厚線毎の面積を求め、(3)各手法により全体の体積を算出できる。給源近傍や遠方の外挿データの追加機能、直線近似する区間を選択する機能、自動的に最適な区間を探し出す機能、ユーザー登録の上GISデータをアップロードする機能などがある。

火山ハザード情報システムやGIS化されたデジタルデータ、降下テフラのオンライン噴出量解析システムは、火山研究者だけではなく、内閣府、気象庁、火山防災協議会や自治体等での噴火影響範囲、噴火推移予測、避難計画の策定、火山防災マップの改訂、大学やジオパーク等における教育目的など多方面に活用して頂ければ幸いである。

講演では、総合ハザード情報システムの一部として開発した AI 機械学習による斜面変動領域抽出システムや、総合ハザード情報システムの現状についても紹介する予定である。

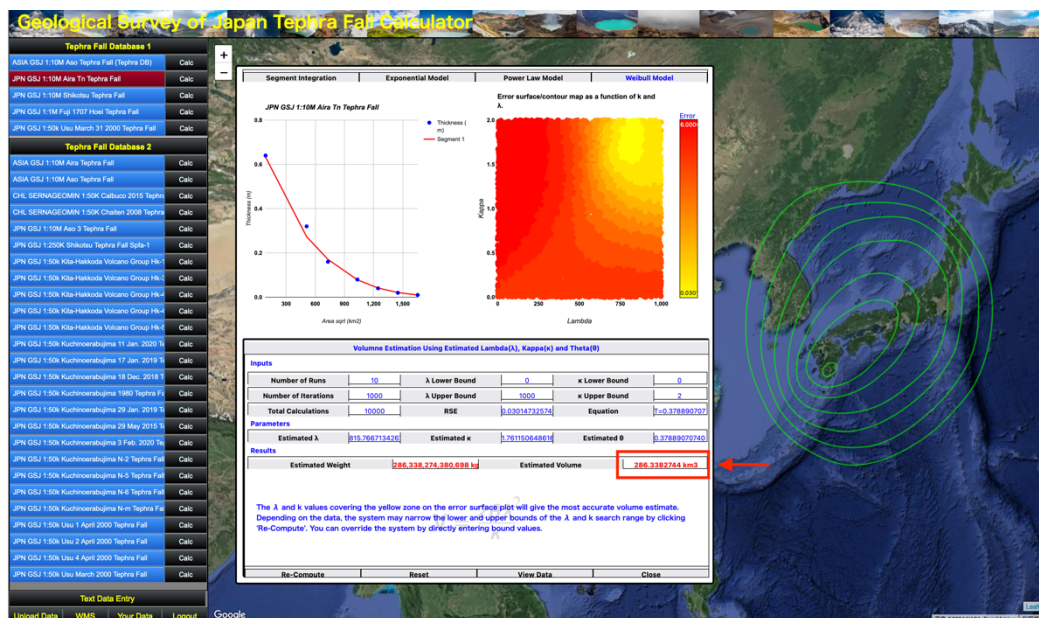


Fig. 2. Online tephra fall volume estimation system. Example of volume estimation of Aira-Tn Ash using the Weibull method.

キーワード : ハザード, GIS, シミュレーション, 噴火パラメータ, 降下テフラ, 体積
 Keywords: hazard, GIS, simulation, eruption parameter, tephra fall, volume

引用文献

Bonadonna, C. and Costa, A. (2012) Estimating the volume of tephra deposits: a new simple strategy. *Geology*, **40**, 415–418.

Bonadonna, C. and Houghton, B.F. (2005) Total grain-size distribution and volume of tephra-fall deposits. *Bull. Volcanol.*, **67**, 441–456.

Fierstein, J. and Nathenson, M. (1992) Another look at the calculation of fallout tephra volumes. *Bull. Volcanol.*, **54**, 156–167.

河野裕希・荻谷恵美・宝田晋治 (2024) 口永良部島火山の降下テフラ分布の GIS データ. 産総研地質調査総合センター研究資料集. no. 746, 産総研地質調査総合センター, 17p.

米谷珠萌・荻谷恵美・宝田晋治 (2024) 羊蹄火山の降下テフラ分布の GIS データ. 産総研地質調査総合センター研究資料集. no. 751, 産総研地質調査総合センター, 13p.

Pyle, D.M. (1989) The thickness, volume and grainsize of tephra fall deposits. *Bull. Volcanol.* **51**, 1–15.

- Takarada, S. (2017) The Volcanic Hazards Assessment Support System for the Online Hazard Assessment and Risk Mitigation of Quaternary Volcanoes in the World. *Front. Earth Sci.*, **5**, 102. doi: 10.3389/feart.2017.00102.
- 宝田晋治・吉本充宏・北川淳一・平賀正人・山元孝広・川邊禎久・高田 亮・中野 俊・星住英夫・宮城磯治・西村裕一・三浦大助・廣瀬 亘・石丸 聡・垣原康之・遠藤祐司・野呂田 晋・新井田清信・石塚吉浩・工藤 崇・相沢幸治・本間宏樹・江草匡倫・石井英一・高橋 良 (2001) 有珠火山2000年噴火の降灰と火口近傍の状況. 地質調査研究報告, **52**, 167-179.
- Takarada, S., Oikawa, T., Furukawa, R., Hoshizumi, H., Itoh, J., Geshi, N. and Miyagi, I. (2016) Estimation of total discharged mass from the phreatic eruption of Ontake Volcano, central Japan, on September 27, 2014. *Earth, Planets and Space*, **68**, 138, doi: 10.1186/s40623-016-0511-