

## 日本全土を対象にした火山被災年代マップの作成

早川由紀夫

小山 真人

佐々木達哉

山縣耕太郎

林 信太郎

市川八州夫

はやかわゆきお：群馬大学教育学部

こやまさと：静岡大学教育学部

ささきたつや：応用地質（株）

やまがたこうたろう：上越教育大学学校教育学部

はやししんたろう：秋田大学教育文化学部

いちかわやすお：応用地質（株）

### 要旨

火山噴火は、地震と違って、溶岩・火山灰・土砂が通過した地域全体を等しく壊滅させる。近い過去に火山災害にあった土地は再び被災しやすいと考えて、日本全土を対象にした火山リスクマップを作成する。このマップを見れば、特定の土地が火山危険から逃れて現在まで何年間安全だったかがわかる。

#### 1. はじめに

日本列島内の任意の地点について、そこが火山噴火あるいは火山体の大規模浸食によって最後に被災したのがいつかを示す地図を作成するプロジェクトを進めている。この地図を見れば、特定の土地が噴火や斜面崩壊などの火山危険から逃れて現在まで何年間安全だったかをひと目で知ることができる。

基図には、国土地理院発行の5万分の1地形図を用いている。日本列島を約1万個の領域に分割する予定である。ひとつ一つの領域には、年代と加害要因（噴火様式）を与える。現在までに領域わけを完了した5万分の1地形図の数は90である。北海道駒ヶ岳・鳥海山・浅間山・榛名山・赤城山・富士山・箱根山を含む。最終成果品は電子化して、パソコン上で自在に閲覧できるようにする。

#### 2. 火山リスク評価のためのマップ

近い過去に噴火した火山は、また噴火しやすいと考えて、火山リスク評価の重要パラメータとして被災年代を採用する。この考えは、地震リスク評価における「満期が近い活断層」（松田，1995）の考えと対極をなす。地震の場合は、繰り返し間隔に目安が得られていて、かつ前回のイベントから長い時間が経過していると、まもなく「満期」が来て次のイベントが起こるのではないかと心配される。逆に、近い過去に地震を経験したばかりの土地は、いましばらく「安全」が保証されているとみなす。この考えに基づいて、政府のいまの地震予知・防災対策は推進されているように見える。

しかし火山リスクは、これとはまったく異なる常識に支配されている。過去 1 万年間に M4.0 以上の噴火を 5 回繰り返し、かつ平安時代の 915 年 8 月以来噴火していない十和田湖がそろそろ次の噴火をするのではないかと真面目に心配する人はほとんどいない。むしろ 20 世紀に繰り返し噴火した北海道駒ヶ岳・有珠山・浅間山・伊豆大島・三宅島・阿蘇山・桜島などが、また同規模の噴火をするのではないかと心配する。基本的にはこの考えで、わが国の火山監視・防災は運営されているように見える。私たちもこの立場をとって、近い過去に大きな噴火をした火山ほど、大きなリスクを内包しているとみてこの作業を進める。

また火山噴火は、溶岩や火山灰や土砂が通過した地域全体を等しく壊滅させる。そこに留まっていた住民を通常ひとり残らず殺す。1995 年 1 月に 100 万都市神戸を襲った地震の死者は 6000 人ほどで、震度 6 を経験したひとの 1% 以下であることと、これは大きな違いである。この点においても、このプロジェクトが目指す火山被災領域を年代区分することの重要性が指摘できる。

### 3. マップ作成の基本方針

地域によって事情が違うが、原則として 10 万年ないし 100 万年程度まで遡る。20 世紀の最後の 10 年間に、火山噴火史の研究は急速に進歩した。テフクロロジー・海洋同位体ステージ・各種放射年代測定法の改良などによって、3 万年あるいは 5 万年ふきんにあったフロンティアが、いくつかの火山地域で、10 万年、30 万年、そして 100 万年へと拡張されたため、このような古い時代までの遡及が可能となった（早川，1995）。

中心火道から同規模の噴火が連続して発生した場合は、そのうちのひとつをとって代表させる。富士山のような大円錐火山は、そのような繰り返しで山体を構築した。同じような噴火を何回も繰り返すのは、火山の本質であるようだ。そういった噴火をすべてとりあげると、図が混雑して見にくくなってしまう。防災のためには、代表的なものをひとつかふたつ抜き出して図化するのがわかりやすい。ただし同規模でも別方向が被災した場合は、その噴火を図化する。円錐火山体をつくった溶岩流出は、他から際だつ溶岩流を原則ひとつ以上選んで（一回の噴火例として）図化したあと、円錐火山体を一括して図化する。

山腹噴火は、ひとつ残らず図化する。中心噴火とちがって山腹噴火は、住民にとって思

わぬところから火山が噴火することに当たる．そして災害を引き起こす．山腹噴火の規模は一般に小さいが，災害を引き起こしやすいから漏れなく注目して図化する．

ラハールは，その火山で目立つものだけを選んで図化する．ラハールとは，火山地域で発生する洪水・泥流・土石流の総称である．発生原因が噴火であるかどうかを問わない．大規模火砕流が発生すると，その末端からラハールが流れ広がる．このような（二次的）ラハールは従来火山学者の注意をあまり引かなかったが，災害を考える上では重要である．大きなラハールは，その流れを海まで追跡する．

新しく被災した領域の中に，古い被災が溶岩地形などとしてどんなに顕著にみえても，それは表現しない．たとえば浅間山の東中腹にある小浅間山は2万1000年前に上昇した溶岩ドームである．しかし，1万5900年前に浅間山頂から流れ出した平原火砕流が小浅間山溶岩ドームの上を通過したことがわかっているから，そこは平原火砕流の領域として扱う．

ただし降下テフラと弾道岩塊により被災を受けた領域が，過去に流れ災害を受けていたり山腹噴火が生じていた場合は，それらをかならず図化する．降下テフラと弾道岩塊は，流れ現象と違って，その地域全体を壊滅させるものではないからである．降下テフラは荷重によって建物を壊すことがあるが，ひとの命を奪うまでには至らない．弾道岩塊は，着弾した地点は壊滅させるが，領域内のすべてを覆い尽くすものではない．

降下テフラは50cm等厚線（閉じた曲線）で表現する．もしわずかでも降灰があったところまでを表現しようとするすると，曲線が大きくなりすぎて，噴出源との関係がわかりにくくなる．またそのような大きな曲線が多数あると，読図が困難になってしまう．防災の面からいえば，積灰深50cmは建物に深刻な打撃を与える目安としてみる事ができる．また，多くの文献に50cm等厚線が図示されているという実利的メリットもこの判断を促す．すべての降下テフラを50cm等厚線で表現するから，その噴火規模をひと目で比較することができる．2倍の面積の50cm等厚線をもつテフラは，2倍の噴出量（噴火マグニチュード：早川，1993）をもつ．

火砕流は，低所を厚く埋めるだけでなく，高所にも薄い堆積物を残すことが近年わかってきた（早川，1991）．そのような薄い堆積物は，噴火後ただちに風雨に浸食されて，失われやすい．かろうじて地層中に残された堆積物も，その薄さゆえ従来の地質調査では見過ごされることが多かった．火砕流が通過した地表は壊滅的打撃を受けたはずだから，被災領域としては，堆積物の分布範囲ではなく通過範囲を推定して書く必要がある．低所を厚く埋めた堆積物の特徴から，高所にも広く流れが到達したと判断できる場合は，堆積物が確認できなくても，被災領域をそこまで拡大する．

場所によっては，火山災害でない災害（たとえば氷期における山地での段丘形成や平野への出口での扇状地形成）が火山災害より新しい時代に発生している．しかしこの作業は火山リスクの評価を目的とするものだから，そのような災害を領域として採用することをここではしない．

#### 4. 領域の命名と年代決定

一回の噴火を基本単位とする。この基本単位にまず命名行為を行う。一回の噴火の中に、複数の地質単位が認められる場合は、それらひとつ一つに対してさらに命名行為を行って区別する。

次の噴火様式を、命名する名前の中に記号で入れ込む：溶岩ドーム D, 溶岩流 L, スコリア丘とスパター丘 S, タフリングとマール R, 火砕流（熱雲を含む）ig, ラハール lh, 岩なだれ da, 弾道岩塊 B, 火口 C。

地震動・津波・土地の隆起沈降・火山ガスによる災害は、図化しない。ただし火山体の崩壊とそれによる津波発生は図化する。

信頼できる噴火年代がわかっている場合は、その数値を採用する。西暦 2000 年から遡った年数を千年単位 (ka) で示す。放射性炭素年代は、暦年代に補正する。年代があいまいにしかわかっていないときは、もっとも確からしいと思われる数字をひとつ書く。～ 年前などと、範囲を示すことはしない。円錐火山体をつくった多数回の噴火を一括したときの年代決定精度は粗くなるが、それでも中央値をひとつだけ書く。

#### 5. 電子化の手順

データの電子化は以下の手順でおこなう。

##### 原図のスキャニング

国土地理院発行 20 万分の 1 地勢図ならびに 5 万分の 1 地形図（いずれも紙図）を原図とし、これらのスキャニングによりラスタデータを作成する。

スキャニングは大型のシートフィード型スキャナ（エヌエスカルコンプ社（現日本オセ）社製 ScanPlusIII800C）を用い、解像度 200dpi で 8bit インデックスカラー-tiff 非圧縮画像データを作成する。スキャンデータは任意の 2 点間のスキャン歪が 0.25% 以下であることを確認し、これを満足しないデータについては再度スキャンをおこなう。

##### ラスタデータのジオポジション

ラスタデータを各図郭の位置情報および投影法（今回はユニバーサル横メルカトル図法）の諸元を用い、汎用 GIS ソフトウエア ArcInfo で正規化を行い、地理座標の付加（ジオポジション）をおこなう。

##### デジタル化（ベクタデータ化）

ジオポジション済ラスタデータを用い、画像上に記載された火山噴出物の分布境界線および火山灰の等層厚線を、折れ点および折れ点間を結ぶ線分によりトレースすることにより、ベクタデータを作成する。ベクタデータ化は、原則的にオートデスク社製 CAD ソフトウエア AutoCAD 上で、同ソフトウエアのアドインソフトウエアである ImageTracer を用い

るが、一部補足的にマニュアルトレーシング（人力）作業を併用する。

#### データ変換および属性情報の入力

ベクタ化されたデータは、火山噴出物の分布境界については、線分データを領域データに変換し、火山灰の等層厚線とともに ESRI 社製汎用 GIS ソフトウェア ArcView で利用可能な形式（Shape 形式）に変換する。

さらに原図上に記載された火山噴出物および火山灰の記号を各領域データの属性データとして入力する。

## 6. 試作結果

北関東と南関東についての出力例を図 1 と図 2 に示す。どちらも 3 枚セットからなり、上から順に、最近 1000 年間、最近 1 万年間、最近 10 万年間の被災領域を示している。北関東には、10 万年以前に被災したが、その後被災していない地域もある（最下図の淡色部分）。

これらのうちで、注目すべき地域の説明を 5 万分の 1 図幅ごとに以下に示す。

**榛名山** 火砕流が榛名山頂から何回も下った。過去にさかのぼるほど広範囲を覆った火砕流が発生したため、たくさんの火砕流で地域を塗り分けることになった。陣馬岩なだれ (Smda) は、できたばかりの相馬山溶岩ドームが崩壊して生じたものである。2 万 0100 年前のことだった。榛名山では 6 世紀に 2 回の噴火があった。初めの噴火で、二ツ岳と伊香保温泉の間から発生した渋川熱雲 (FAig) はとても広い範囲を焼き尽くした。約 30 年をへだてて起こった二度目の噴火は、伊香保軽石 (FP) を噴出したあと、二ツ岳溶岩ドーム (FPD) を形成した。

**前橋** 2 万年前に形成された白川扇状地 (Sk1h) は、その上にたくさんの集落がつくられているから領域として認識して塗色した。三夜沢の扇状地 (Mi1h) は 9 万年前につくられたことが地形学的にわかるので、領域として認識して塗色した。1947 年のカスリン台風による土石流 (Ka1h) は荒砥川で顕著な災害をもたらしたので塗色した。前橋市内を北西から南東に縦断する広瀬川低地帯は、平安時代まで利根川の流路だったから、1108 年の浅間 B 噴火の洪水に覆われた領域 (Bi1h) として塗色した。正確に浅間 B のときに広瀬川低地帯全体が洪水に覆われたのではないかもしれないが、平安時代にこの低地帯が頻繁に水に浸かったことは、遺跡調査時に頻繁に出現する地層断面から確かである。利根川はこの広瀬川低地帯を流れる前は、榛名山の相馬山が崩れて生じた陣馬岩なだれ (Smda) がすっかり埋め立ててしまった流路（関越道の駒寄 PA から前橋 IC の区間にほぼ相当）を流れていた。南隣の高崎図幅の井野川が現在の流れにおよそ不似合いな広い氾濫原をもつのは、陣馬岩なだれがそこまで埋めることができなかったからである。

**高崎** 井野川が、その流れに比べていちじるしく不似合いな広い氾濫源を持つは、2 万

4300年前からの4000年間そこが利根川の流路だったからである。藤岡市内における高崎泥流 (Tslh) の到達範囲は、まだよく調べられていない。利根川を1783年8月5日に下った浅間山の泥流 (Alh) は、前橋台地 (Tkda) を通り抜けたあと、伊勢崎市戸谷塚で関東平野の低地に出て流れ広がり、付近に泥土を展開した。泥土に混じって、おびただしい数の遺体が流れ着いたという。戸谷塚の住民のなかには、泥流に飲み込まれた人はいなかったようだから、この地域全体が泥につかったわけではないだろうが、ここでは全体を塗色した。本庄市とを結ぶ坂東大橋の東側の河原には、泥土とともに流れてきた直径1メートルほどの黒岩がたくさん認められる。伊勢崎市街地を石山岩なだれ (Isda) が覆ったのは、流れ山 (権現山) の存在から確かだが、その南縁の位置ははっきりしない。

東京西南部 南西端を、箱根山からの東京火砕流 (TPig) が覆った。TPig が厳密にどこまで覆ったかは不明である。東京西南部の図幅面に入っているかどうかは今後の調査を必要とする。

藤沢 中央部を南北に流れる相模川沿いを、富士山からの泥流 (OFIh, 富士相模川泥流) が流れ下った。北西端を除く平野・丘陵地のほとんどを箱根山からの東京火砕流 (TPig) が覆いつくした。相模平野の地質はよく研究されており、埋没段丘も含めて富士相模川泥流の覆う面 (陽原面) や埋没谷の分布がよくわかっている。

山中湖 北東部を除く広い範囲が富士山および箱根山からの噴火堆積物に覆われている。富士山頂の北側 (地図の西端の一部) に塗色していない小領域があるが、ここには古い小御岳火山が顔を出している。南東部の一部には、現在の富士山の円錐火山体よりも古い山体 (古富士火山) が崩壊した時の岩なだれ堆積物 (OFda) が地形として残っている。新しい時代の噴火堆積物は、ここに示したものの以外にも小規模なものが数多くあるが、人間の居住地域に大きな影響をあたえうる中～大規模なものだけを描いた。2500年前に富士山が大規模崩壊をしたときの岩なだれ堆積物 (御殿場岩なだれ, Goda) が南部一帯をおおっている。箱根山からの東京火砕流 (TPig) が厳密にどこまで到達したかは、この地域が富士山からの新しい堆積物に厚く覆われていることもあって、不明である。

沼津 広い範囲が富士山・箱根山・東伊豆単成火山群起源の堆積物に覆われている。南西端に塗色してない領域があるが、ここには古い井田火山・大瀬崎火山が顔を出している。丘陵地のほとんどは、箱根山からの東京火砕流 (TPig) に覆われた。北端から中央部にかけて黄瀬川沿いを富士山からの泥流・溶岩流・岩なだれ (GoIh, OL, OFda) が流下し、南端から中央部にかけて狩野川沿いを東伊豆単成火山群カワゴ平からの泥流が流下した。黄瀬川扇状地と田方平野の地下地質には、足柄平野・相模平野などに比べると不明な点が多いため、ここでは暫定的なものを示した。

#### 参考文献

[1] 松田時彦 (1995) 活断層。岩波新書 423, 242p.

[2] 早川由紀夫 (1995) マスターテフラによる日本の100万年噴火史編年。火山, 40,

S1-S15 .

[3]早川由紀夫 (1993) 噴火マグニチュードの提唱 . 火山 , 38 , 223-226 .

[4]早川由紀夫 (1991) 火山で発生する流れとその堆積物 ---火砕流・サージ・ラハール・岩なだれ . 火山 , 36: 357-370 .

図 1 北関東の火山被災年代マップ . 上から順に , 最近 1000 年間に被災した領域 , 最近 1 万年間に被災した領域 , 最近 10 万年間に被災した領域を濃色で示す .

図 2 南関東の火山被災年代マップ . 上から順に , 最近 1000 年間に被災した領域 , 最近 1 万年間に被災した領域 , 最近 10 万年間に被災した領域を濃色で示す .

7000 字

( 1 ページ 1700 字 )

$1700 * 5 = 8500$