

富士山ハザードマップについて

荒 牧 重 雄¹⁾

1. 火山防災情報へのアレルギー

1999年に放映されたNHKテレビ報道によると、富士山の火山防災対策の必要性を認めた建設省と静岡・山梨県が、富士火山災害実績図の公開について、地元の自治体関係者にアンケートを行った結果、多くの回答が否定的なものであったという。「寝ている子を起こすようなことはしないでほしい」、「公表することは住民の混乱を招きそうなので避けたい」、「住民が勘ぐる」などのコメントがあったとのことである。その結果、公表は当面見送られるという結末になった。

災害実績図ですらこのありさまであるから、災害予測を表現したハザードマップの公開などをもってのほかという雰囲気のようにある。反対の理由は、いわゆる「風評被害」に対する恐れ、富士山が噴火するという、短絡した情報によって、観光客の減少が予想されるというのである。

このような「地元の反応」は、程度の差こそあれ、過去に多くの火山地域で見られた現象であるといっても差し支えないだろう。

富士火山の噴火情報に関する騒動は、過去において「富士山大爆発、1983年9月X日」という本が出版され、富士山が指定された期日に大噴火するという予想が述べられていたことが引き金となった。もちろん、噴火は起きなかったが、その結果起きた「風評被害」は、例年の観光客の10% (300万人) 減という規模になったという。上に述べた、地方自治体の関係者のハザードマップ公開に対する拒絶反応は、このような「悪夢」の記憶に基づいているに相違ない。

このような風評被害の威力や、その実態は大変

重大でかつ興味ある問題であり、その解明にかなりの時間とエネルギーを割く必要がある問題である。ここではそれ以上深く議論はしないが、ひとつだけ気になったことを述べる。それは、ハザードマップ作成に明瞭な反対の態度を表明したのは、観光業者のように、風評被害によって直接ダメージを受ける者ではなく、地方自治体の行政職員であった点である。このような事象は、他の似たようなケースにも見られるので、かなり普遍的であり、日本の公務員気質、あるいは官対民の意識構造の問題として根が深いものがあるということも考えられる。

2. 富士山ハザードマップ検討委員会

2000年10月から11月と2001年5月の2回、富士山直下で「低周波地震」が群発した。火山性の低周波地震の実体はまだ解明されていないのだが、経験的には、マグマの活動に関係が深いらしいというのが、火山研究者の間のコンセンサスである。これがマスコミの知るところとなって、騒ぎが大きくなった。このころはまだ、有珠山と三宅島の噴火が進行中であり、雲仙普賢岳の災害などの記憶も新しく、富士山周辺の自治体の関係者各位も、数年前に見られた、否定的な反応ではなく、この際前向きに富士山噴火の防災対策を考えるべきであるとの意見を持つようになった。

国(担当は内閣府)は、県知事、市町村長、国務大臣レベルの「富士山火山防災協議会」を2000年7月に発足させ、同時に作られた「富士山ハザードマップ検討委員会」に諮問を行った。「ハザードマップ」を作ることが委員会の主要な仕事であることはたしかであるが、さらに自治体が策定すべき「地

1) 富士山ハザードマップ検討委員会委員長

キーワード: 富士山、ハザードマップ、災害予測、噴火

域防災計画」の内容についての実質的な検討をも含んでいる。

なお、「ハザード」という語は、火山活動によって発生する物理的な破壊作用に限られ、人命の喪失や、経済的な損害まで含める「リスク」という語とは、厳密には区別される。そこで、検討委員会の最終報告書では、「ハザードマップ」の代わりに「防災マップ」と表記することになっている。

検討委員会は現在も作業中であり、予定より遅れているが、今年(2003年)秋をめどに、最終報告書を「富士山火山防災協議会」へ提出する予定である。

3. 富士火山災害の特性

富士山は日本国を象徴するような火山であることは一般に認められているが、それは必ずしも日本の代表的、平均的な火山を意味するものではない。富士山は数ある日本の火山のうちで最も標高が高く、最も体積が大きい火山である。これは富士山が決して平均的な規模でなく、突出して大きな火山であることを意味する。噴出するマグマは、いわゆる玄武岩質の組成を持ち、安山岩質のマグマが圧倒的に多い日本の火山の中では異色である。さらに過去の噴出物を調べると、火山灰の生産量が顕著に多いが、これは玄武岩質のマグマには通常見られない特徴である。このように、火山学的に言えば富士山は、日本列島ではむしろ特殊な、際だって大型の火山であるということになる。

なぜ、そのような特徴を富士山が示すのかは、火山学的に見ても重要で興味ある問題であるが、実際のところあまり明快な説明がなされていないのが現状である。富士山はユーラシア、北米、フィリピン海、太平洋の各プレートが角を接しあってひしめいている会合点の近くに位置しているのが特徴であり、火山の特異性もプレートテクトニクス上の特異性と密接に関係していると思われる。事実としてははっきりしているのは、古富士・新富士の活動期10万年間を通じて、マグマの噴出率がきわめて大きかった($>2\text{km}^3/\text{千年}$)・・・すなわち噴火活動度が抜群に高かったということである。このことは、将来も富士山で噴火災害が頻繁に起きることが予想されることを意味する。

最近1万年間は、新富士火山の活動期であるが、さらに5期に分けられる。第1期(10,000~8,000年前)は特にマグマ噴出率が高く、大規模な溶岩流を多く流出した。最近6,000年間の山体成長曲線を描いてみると、最近約2,200年間は、それより前と比べてゆるい傾斜を示すのがわかる。ちょうどこの時期は山頂噴火が起きていない時期に相当し、第5期と呼ばれる。富士山の将来の噴火を予測するには、最も近い過去の実績を重視するのが合理的であるから、最近約2,200年間の実績を最も重要視し、次に過去3,200年までさかのぼった実績を考慮することとした。

最近2,200年間の噴火活動は、山腹割れ目火口群からの小中規模のスコリア・火山灰噴出と溶岩流出のケースが最も多い。約1,500年前頃、北側斜面から火砕流が発生し、高度1,100m地点まで到達した。最も新しい噴火は、西暦1707年(宝永4年)に発生した。南東斜面五合目付近に生じた大火口から大量のスコリアを空高く放出する噴火であった。成層圏まで達したスコリアは偏西風に乗せられて江戸まで達し、須走村で2mくらい、横浜で20cm、江戸でも南部は最大5cmの厚さに積もった。火口に近いところでは建物が潰れ、遠いところでも灰砂の除去に手間取って、多くの亡村、飢餓難民、さらに土石流・洪水の大災害が発生した。

もう少しさかのぼって、富士山の第4活動期、約3,200年前までに注目すると、山頂火口からの大規模な溶岩噴泉を伴う火砕噴火や火砕流発生、山体崩壊による大規模な土石なだれなどの特徴的な活動が追加される。3,200年前までの実績を考慮に入れば、富士山で発現する火山災害のほとんどすべてのタイプを網羅することが出来ると考えられる。

最近2,200年間には少なくとも75回の噴火が知られているが、そのうちの87%は小規模噴火(噴出マグマの量が 0.02km^3 以下)である。単純計算では27年に1回噴火する頻度となり、しばしば噴火すると言われる有珠や三宅島火山の噴火頻度とほぼ同等である。すなわち富士山の将来の噴火はかなり頻度が高い確率で予想されねばならない。

4. 将来の宝永噴火は予知できるか?

ところが、ここで問題になるのが、1707年(宝永4

年)の大規模噴火である。この噴火は新富士火山過去3,200年間のうちで知られている大規模噴火3例のうちの1つであり、巨大なプリニー式噴火をした点でも特異なケースである。しかもこの噴火の後には、300年もの間噴火が起こらず、現在に至っている。言い換えれば、過去3,200年間の活動史の中でも、無噴火という特異な300年間の状態が現在まで続いているのである。ある研究者は、宝永噴火以後は火山全体のシステムに大きな変化が起きたため、今後はそれ以前2,900年間の活動とは異なった推移をたどるかも知れないと考え、別の研究者は今後も過去2,900年間と同じような活動を続けるだろうと考える。とにかく両方の説ともに、具体的な証拠を欠いているので、確実な予想は出来ない。

いずれにせよ、宝永の噴火は史料や野外の地質学的な証拠も豊富に残存している、噴火の条件や経緯を検証するのに適していることと、一般市民にも身近な記憶として残っていることなどから、将来の大規模噴火のシナリオとしては適当であると考えられる。委員会の活動の一部として、史料や野外調査を補足的に行い、降下スコリア・火山灰の数値シミュレーションも数多く試してみた。

また、現在の高度に発達した都市環境で、宝永噴火と同様な噴火が起きたらどのような被害が想定されるかという、算定をも試みた。最も条件の悪い、梅雨期のケースでは、経済的な損失は2兆5千億円にもものぼることがわかった。将来の東海地震が起きた際の経済損失は100兆円を上回るとの記述をどこかで読んだ記憶があるが、今回の試みでは、死者は1名も想定されなかったが、宝永相当の富士山噴火でこの程度の額の被害が出るということは、やはり現代の日本社会に与えるショックは相当に大きなものであるといえるだろう。

富士山のこのような大規模噴火を予測することは可能であろうか？ 検討委員会に協力して、気象庁噴火予知連絡会内に設置された「富士山ワーキンググループ」が主体となって、予測の可能性が検討された。その結果、「可能である」との結論が出た。宝永噴火の際には、1ヶ月以上も前から火山性と思われる地震が発生しており、十数日前からは有感地震の数が急増した。地震の強度と頻度は噴火の前日からさらに増大した。結局0.7km³のマグマが

噴出したわけで、地下にはその何倍ものマグマが急速に岩脈として貫入したはずである。適当なモデルを想定すると、噴火の前日までは、傾斜変動などの地殻変動も確実にキャッチされ、緊急火山情報の発令が可能であるとの結論に達したのである。

将来の仮想的な噴火について、緊急火山情報の発令が定量的に予想されたのは画期的なことであった。もちろん、それより緊急度の低い臨時火山情報の発令も、適時行われるわけである。

5. 将来の噴火の可能性マップ

検討委員会は、新富士火山の過去3,200年間の噴火活動に基づいて、将来起きる噴火の可能性について評価を行った。第1図は既存の火口の位置を示したもので、噴火の規模を小規模(噴出したマグマの量が0.02km³以下)、中規模(同0.2～0.02km³)、大規模(同0.2km³以上)に分けて示した。火口の分布は明らかに北西-南東方向に偏っており、地殻上部に加わったこの方向の圧縮応力に応じて割れ目火口が生じやすいことを示している。

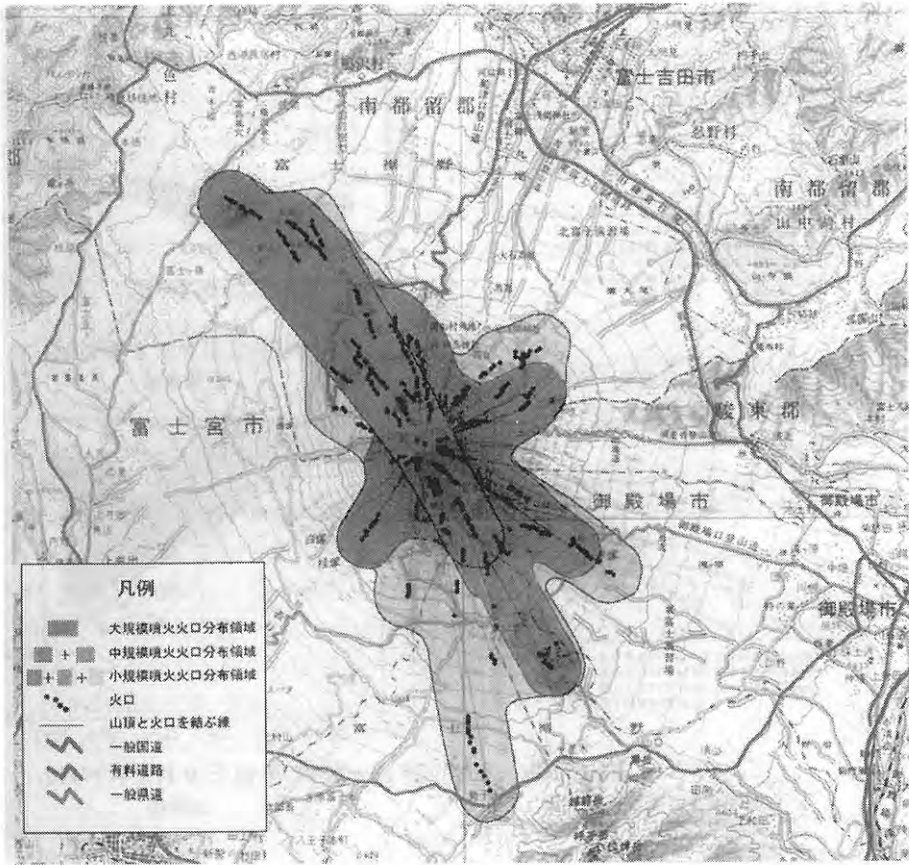
一般論として、ハザードマップには、

1. 個々の特定された条件の下に起きる事象に限定して記述するマップ(例えば特定の地点から特定の噴出率、温度、マグマの種類、継続時間などで流出する溶岩流の予想マップ)と、
2. 当該地域で特定の期間内に発現するすべての事例を累積的に表現するマップ(例えば特定の期間内に任意の地点が溶岩流によって覆われる確率を示すマップ)

の2種類を想定することが出来る。

1のケースは、現象の物理モデルが知られていれば、数値シミュレーションにより決定論的に予想することが可能となる。現時点で数値シミュレーションが試みられている火山現象としては、溶岩流、噴石(投出岩塊)、プリニー式噴火による火砕物降下、土石流、火砕流、ガス拡散などがある。個々のシミュレーションによって描かれた分布図は、検討委員会では「ドリルマップ」と呼んでいる。

2のケースは確率的なアプローチが必要であるが、火山活動のように過去の事例数が多くない場



第1図 過去3,200年間の実績に基づいた火口形成の可能領域を示す図。

合は極めて困難な作業となる。本委員会では「可能性マップ」とも呼ばれている。

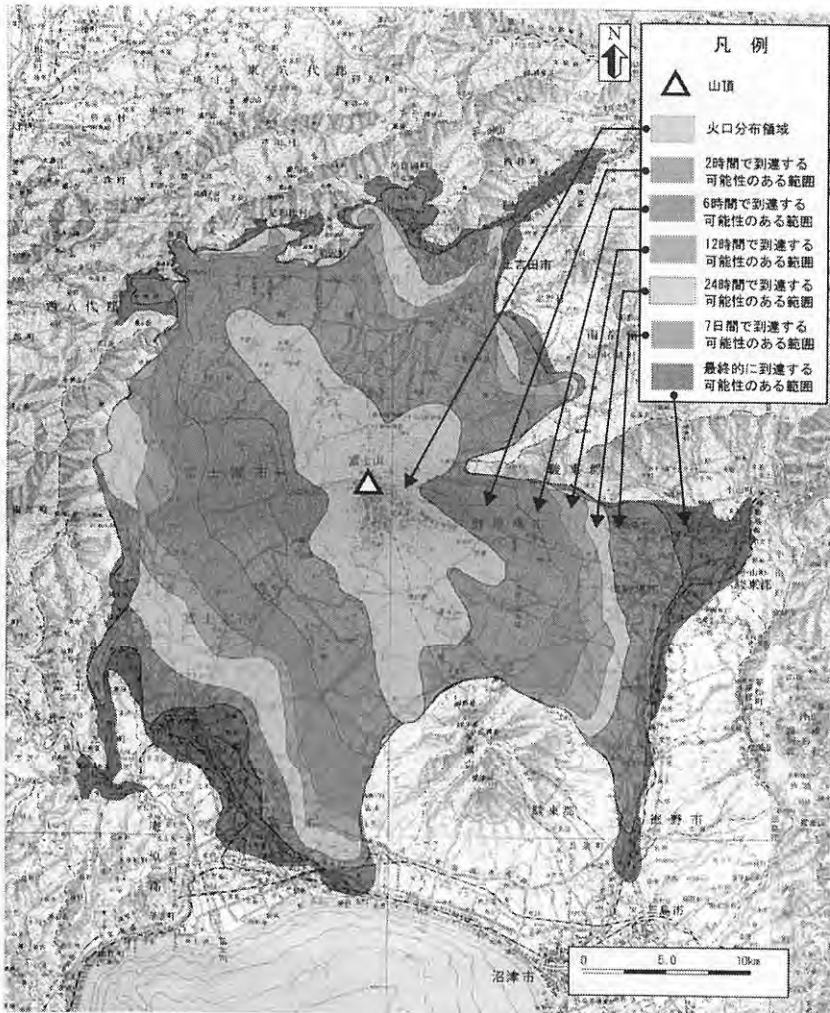
第2図は1と2を折衷した様なマップであるが、溶岩流が流出してからどのくらいの時間で現地に到達するかを、危険度の低い側(安全度を大きくとった側)に限って表現した図である。この図を作成する手順は次の通りである：

まず、小規模噴火の場合に限って考察すると、第3図のように、小規模噴火の場合の火口分布範囲の最外側の任意の地点から溶岩が流出したと仮定し、数値シミュレーションを行う。任意の噴出地点は第3図では丸印で示してある。全部で22個の例について計算した。それぞれのシミュレーションについて溶岩の到達時間を色分けで示した。

同様なシミュレーションを中規模噴火の火口範囲の最外側に複数の火口を設定して計算する。さらに大規模噴火についても同様の計算を行う。こうして全体で52個の例について計算した。これらを全

部重ねて到達時間が最も外側に来る地点をつなげて線を引いたのが第2図である。この図は、富士山で噴火が始まると、任意の地点に最短で何時間以内に溶岩流が到達する可能性があるかを示している。注意すべき点は、過去3,200年間の実績を参考にしてはいるが、最悪の最も早く溶岩流が到達する場合だけを示したものであって、確率的な表現はなされていないという点である。しかし、防災・減災の観点からは、最も悪い条件のケースに注目し、最も安全度が高い対策を考えるという哲学は、ある意味では肯定されるべきであろう。

第2図のような方法を使って、様々な噴火の加害現象について、危険な領域の範囲を設定することが原理的には可能である。口絵1はその例であり、火砕流の到達範囲、火口から投出される噴石の到達範囲、融雪時に発生する泥流の到達範囲および溶岩流が2時間以内に到達する範囲(第2図から引用)が示されている。大ざっぱな表現をすれば、こ



第2図 溶岩流の到達時間を示す可能性マップ. 説明は本文を参照.

これらの範囲を示す図は住民などの避難をあらかじめ計画する場合に基準となりうるものである。

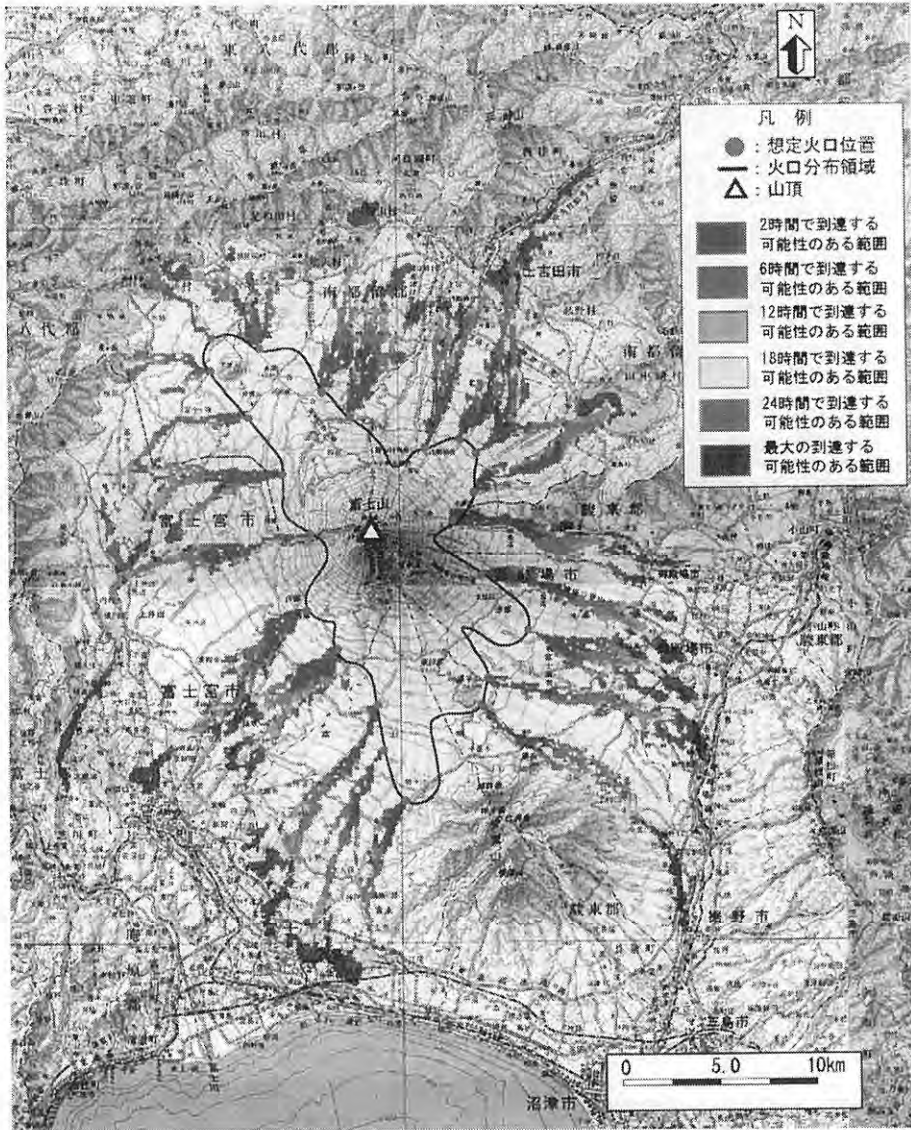
6. 富士山の火山防災マップ

最終的な富士山の防災マップの形態については未だ確定していないが、おおよその内容は議論が済んでいる。本委員会が総力を挙げて作成する噴火による被害図は、総括的な範囲を示す図(上に述べたタイプ2の図、可能性マップ)の何枚かによって総括される。成果物として予定されるマップは次の3種類がある：

1. 一般配布用マップ。主に富士山の全域を1枚にまとめたものが多い。原案ではA1版サイズの表

面をこれに当て、裏面には各地方自治体ごとに関連する地域を拡大してマップを示し、避難行動などに参考となる情報を示した図を掲げる。したがって、裏面の大部分は各市町村の防災担当が主体となって図を作成することになる。これに加えて、火山災害の種類や特徴、富士火山の活動史、火山情報の種類、防災上のヒントなどの囲み記事がちりばめられる。

2. 観光客用マップ。ピラあるいはハンドブックタイプを予定。
3. 防災業務用マップ。防災担当者が対策業務を遂行する際に役立つようなマップ。各火山現象などの可能性マップ各種、防災ドリルマップ各種、地域ごとに個別に、避難所、避難経路、医療機



第3図 小規模噴火による溶岩流のシミュレーションの例。

関、交通規制計画など、関連する多種類の情報を記載したマップ。

7. 富士山の火山防災対策

富士山ハザードマップ検討委員会の作業の中で、相当の部分が噴火災害の防止・減災対策を立案する努力に向けられている。この点では、これまで作られてきた他の火山のハザードマップとは顕著に異なっている。前に述べたとおり、富士山の噴火災害は、多都県にまたがる広範囲で大規模なものにな

る可能性があり、市町村レベルにとどまらず、都県レベル、さらに国レベルでの視野をもって、高度の知識・技術の資産を動員して、基本に立ち戻って防災対策を策定する必要があるとの認識に基づいているからである。

委員会の終盤では、活用部会を中心として、富士山の火山防災対策の概要を研究議論して、広域防災計画や地域防災計画を立案する際にガイドラインとなりうるような資料、提言をまとめる作業が行われている。当然、既存の「防災基本計画・火山災害対策編」などに準拠して議論を進めるべきである

が、火山災害に特有の事情や状況をふまえて、かなり抜本的な案を作ろうという意欲を持って当事者は作業を進めておられるように強く感じられる。

8. 富士山火山防災対策策定の意義と今後の問題

富士火山はその高い活動度と巨大な山体のため、過去の噴火活動履歴も極めて多様な現象を網羅してきた。したがって、火山防災全般を展望するにも好都合な調査研究対象である。それと同時に、地政学的に重要な位置にあるため、規模の大きな災害が起きれば、現代の日本社会に深刻な影響を与え得る点でも重要な火山である。さらに、繰り返し述べたように、日本における火山ハザードマップ作成の動きが一巡した現時点において、火山防災の観点からハザードマップ作成の方法論を総括し、見直す時期に来ている点でも重要なケースとなっている。

幸い、関係者の深い理解と情熱に支えられて、極めて質のよい富士山ハザードマップが作成される見通しが立っている。日本におけるハザードマップ作成史の際立ったベンチマークとなるであろう。しかし、防災対策そのものについての指針の作成は、はじめての経験でもあり、未だ最終段階に達していないので、どの程度満足な成果が得られるかわからない。

最後に私個人の強い印象を申し述べたい。これ

までに作成された日本の火山ハザードマップの大部分は、作成者がはっきりと意識していたかどうかは別として、結果的には一般住民（観光客を含めて）へ配布するためのマップであった。多くの専門家が努力を傾注して作成したため、学術的には極めて正しく、程度の高いマップが多いと思う。世界的に見てもそう思われる。

一方、災害現場を経験すると、本当に大切なのは現地の防災担当者が、適切な情報を適切な時期に受け、同時にその情報を正しく理解し、適切な防災行動を取ったり、住民に説明するということがわかる。そのためには、第一に、防災業務用の各種マップ及びそれにとりまなう参考資料、解説資料の充実が緊急課題である。さらに、防災担当者が火山災害現象をよく理解するためには、定期的な研修を継続的に行うことが極めて重要である。日本の役所の特徴として、2、3年ごとに担当者が交代するということは、防災に関する専門的な知識を増進するという目的にとっては重大な障害になりかねない。これらの問題についてはまだまだ不満足な状態が現況であり、早急に抜本的な措置をとることが必要である。富士山防災マップの作成は、この問題へ大きく切り込んだ最初の試みである。今後の発展のために、礎の一つとなることを祈っている。

ARAMAKI Shigeo (2003) : Hazard map of Fuji volcano (preliminary edition).

<受付：2003年9月18日>