

土砂災害ハザードマップ

2. ハザードマップと土砂災害対策

大 野 宏 之 (おおの ひろゆき)

広島県土木部長 (前 国土交通省 砂防部砂防計画課 砂防計画調整官)

2.1 はじめに

我が国では毎年1000件もの土砂災害が発生し、多くの人命が失われている。原因として、日本の地形が急峻で、地質も脆弱であり、さらに梅雨や台風に伴う豪雨が多い事、また火山、地震活動が活発である等の自然条件があげられる。また国土の7割が山地、丘陵地であり、非常に稠密な土地利用が行われているという社会条件も災害の原因となっている。

2006年も1400件を超える土砂災害が発生し、25名もの人命が失われた。全国には21万箇所にもおよぶ土砂災害危険箇所（人家5戸以上）がある。これは土石流、地すべり、がけ崩れが起こった場合に人命、人家、公共施設等が被害を受け、災害が発生する危険性が高い箇所を示している。これらの箇所では、施設による整備等が行われるのであるが、その整備状況は低く、全国平均では約20%にすぎない。

このような状況を鑑みると、土砂災害から人命を守るためには、警戒避難体制を整備し、土石流、地すべり、がけ崩れが起こる前に安全な場所に避難してもらう必要がある。

また、国土の中で土砂災害を受けやすい土地の利用規制を行うことも必要である。これらの施策を実施するためには、どの箇所が、どの範囲まで危険であるかを示す必要がある。そのためには、全国を調査した上で、ハザードマップを整備し、これを活用した警戒避難体制や土地利用規制を行い、少なくとも人命を恐ろしい土砂災害から守らなければならない。今後ともこのハザードマップの整備、活用が急がれている。

この章では、ハザードマップに関連する現在までの国の施策とその内容について紹介を行うものである。

2.2 今までの取り組み

2.2.1 土砂災害危険箇所の調査の経緯

土石流の危険渓流の調査が初めて全国規模で行われたのは、1966年に山梨県足和田村の西湖根場の集落が土石流で全滅した「足和田災害」を契機としている。元々は予防的砂防施設を計画するための行政の基礎資料として調査が行われた。その後、1967年にはがけ崩れ危険箇所が、1969年から地すべりの調査が開始されている。以降、おおむね5年に1度程度調査が実施されてきている。さらに、1974年の小豆島災害、1976年の仁淀川

災害を受けて、土石流危険区域の公示に努めてきたところである。

2.2.2 土砂災害危険箇所調査の結果

現在、国が公表している土砂災害危険箇所は人家が5戸以上存在する箇所について集計すると21万箇所になるが、人家5戸未満、0戸の箇所を含むと52万箇所もの数になる（表—2.1参照）¹⁾。これは2003年調査による数である。

またその数は土石流、がけ崩れ、地すべりにみても調査の年度ごとにその数が増え続けている（図—2.1～2.3参照）。これは、都市化に伴い、人家が山地、丘陵部に伸展している事が原因の一つとしてあげられる²⁾。また、調査に用いる地図の縮尺の違いなど調査精度が向上していることもその原因の一つである。

参考）2003年調査による土石流危険箇所の定義³⁾

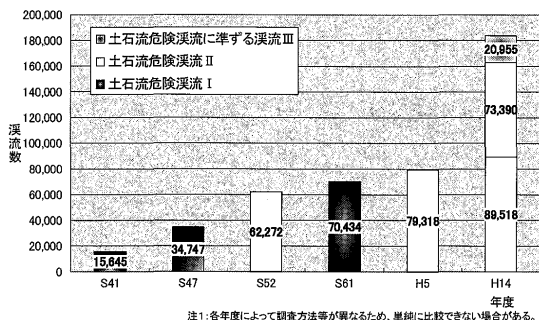
- ① 土石流危険渓流：土石流発生の危険性があり、1戸以上の人家（人家が無くても、官公署、学校、病院等の公共的な施設等の有る場所を含む）に被害を生ずる恐れのある渓流。今回調査では土石流危険渓流に準ずる渓流として住宅地が新規に立地する可能性があり、一定要件を満たした渓流も調査対象としている。
- ② 地すべり危険箇所：地すべりの発生するおそれのある箇所で、人家（人家が無くても官公署、学校、病院等の公共的な施設等の有る場所を含む）に被害を生ずる恐れのある箇所をいい、国土交通省所管の地すべり対策事業が実施される可能性のある箇所を対象に調査を実施。
- ③ 急傾斜地崩壊危険箇所（崖崩れ危険箇所）：傾斜度30度以上、高さ5m以上の急傾斜地で、1戸以上の人家（人家が無くても、官公署、学校、病院等の公共的な施設等の有る場所を含む）に被害を生ずる恐れのある箇所。今回調査では急傾斜地崩壊危険箇所に準ずる箇所として住宅地が新規に立地する可能

表—2.1 土砂災害危険箇所

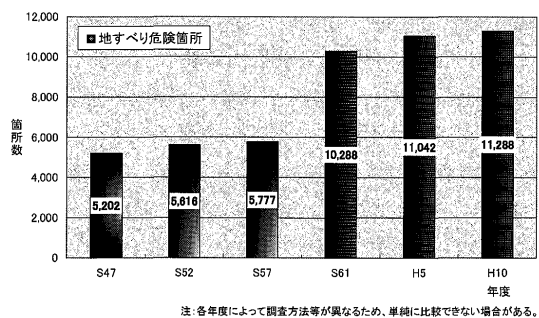
	危険箇所数	うち、人家5戸以上の箇所数
土石流危険渓流	183,863	89,518
急傾斜地崩壊危険箇所	330,156	113,557
地すべり危険箇所	11,288	—
合計	525,307	214,563*

※ 地すべり危険箇所については、人家5戸以上の数について調査が実施されてないため、地すべり危険箇所の全てを加えた。

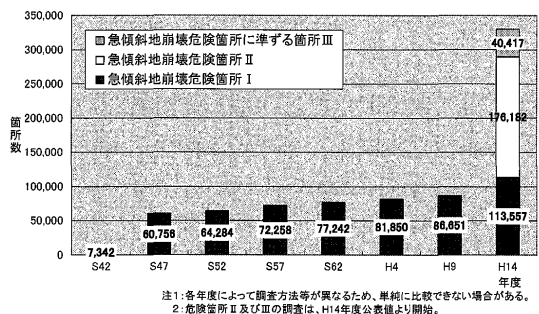
講座



図—2.1 土石流危険渓流数の推移



図—2.2 地すべり危険箇所数の推移



図—2.3 急傾斜地崩壊危険箇所数の推移

性があり、一定要件を満たした箇所も調査対象である。

2.2.3 土砂災害危険箇所調査結果の活用と課題

土砂災害危険箇所の調査結果が、住民の警戒避難に用いられ、いわゆる施設中心のハード対策からソフト対策へ施策転換が行われたのは、1982年の長崎豪雨災害からである。この災害は299名の人命が失われた近來まれに見る大災害であったが、そのうち225名は土砂災害による死者であった。土砂災害では人命が失われやすく、土石流、がけ崩れ、地すべりが発生してから避難するまでの時間はほとんどないため、事前の避難行動が重要である。しかしそのためには、自分たちの住んでいるどの地域が危険であり、どこへ避難すればよいのかを事前に住民が認識している必要がある。この長崎災害以来、土砂災害危険箇所を地図に記入し、住民配布を行ったり、役場等で供覧できるようにし、事前の情報提供に努めてきた。

豪雨を対象とした土砂災害危険箇所は、1/25 000の地形図に危険箇所を記入し、都道府県ごとに整備している。

これらは原則として住民が箇所を確認する事ができるようになっているのであるが、県によってはさらに積極的にホームページ等で公表しているところもある。

また、危険箇所周辺の住民に県がはがきで周知している例もある。現時点では、約94%の市町村で公表されている。しかし、この公表方法では危険な箇所は明示するものの、土砂がどこまで氾濫するのかなどの情報は精度の問題もあり公表を控えていた。つまり、土石流等が発生する場所のみを示すものであった。

そこで、平成11年度より、地形条件等によって土石流等の到達・堆積・氾濫が予想される区域で、地形、過去の実績等を基に、想定される最大規模の土石流、がけ崩れが到達・氾濫すると予想され得る範囲を「土砂災害危険区域」として調査が実施された。現地点では、約72%の市町村で公表されている⁴⁾。しかし、これはあくまで行政によるサービスであるため、その取り組みも都道府県、市町村毎でまちまちであった。また、危険箇所調査結果を積極的に活用し、土砂災害を想定した避難訓練を実施している地方自治体、町内会等も有る一方、このような危険箇所が十分に浸透していない地域も多くあるのが事実である。

2.3 土砂災害防止法とハザードマップ

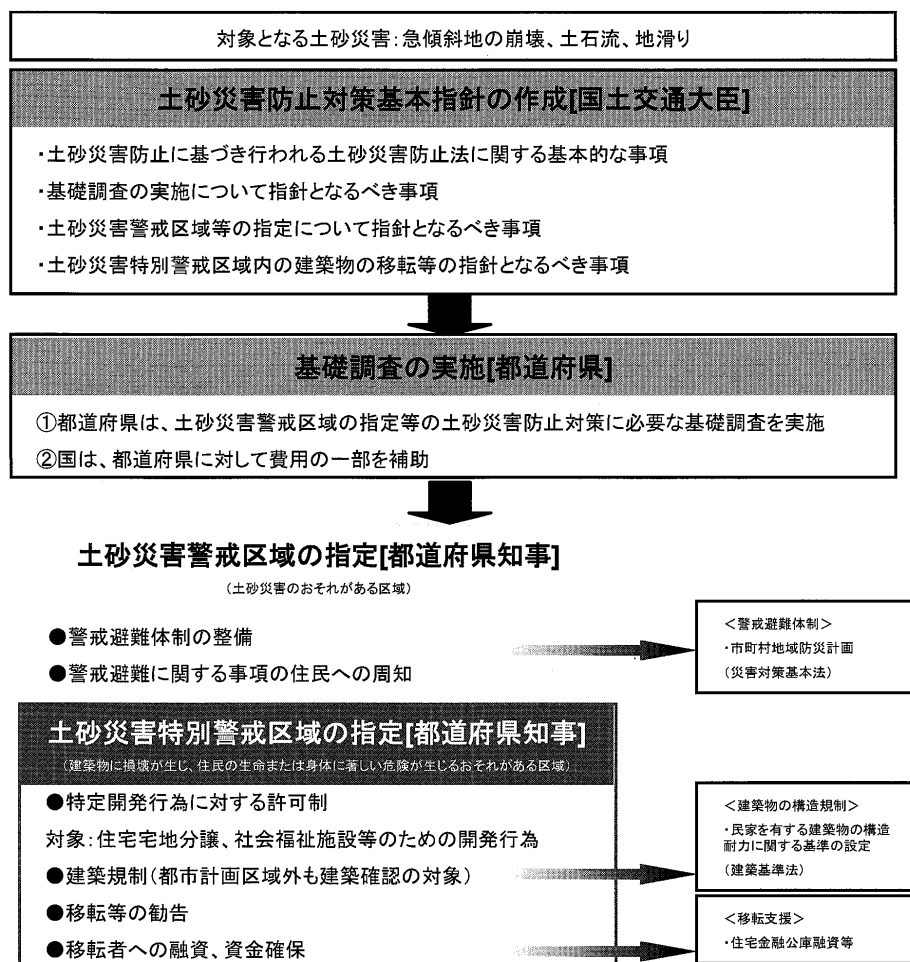
2.3.1 土砂災害防止法について

土砂災害に関する警戒避難体制が法的に整備されたのは2001年に施行された「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」（以下「土砂災害防止法」と称す）による。この法律は死者24名を出した1999年の広島災害を契機として法整備が図られた。この法律をもって初めて土砂災害が発生する恐れがある土地の区域があきらかになり、当該区域における警戒避難体制の整備が法的にはかれることとなった。

土砂災害防止法では、被害を受ける恐れのある区域（「土砂災害警戒区域」）を指定した上で、警戒避難体制の整備を行うとともに、警戒区域のうち家屋に損壊が生じるなど特に著しい被害を受ける恐れのある区域を「土砂災害特別警戒区域」に指定し、①特定の開発行為に対する許可制（宅地分譲や災害弱者関連施設の建築等）、②建築物の構造の規制、③建築物の移転等の勧告を行うことにより被害の発生を軽減しようとしている（図—2.4）⁵⁾。

2.3.2 基礎調査と土砂災害特別区域等の指定について

土砂災害防止法の施行に伴い、土砂災害により被害が生じる恐れのある区域（警戒区域）を設定するとともに、さらに、警戒区域のうち、建築物に損壊等の被害が生じる可能性が高い区域（特別警戒区域）を設定することが必要となった。全国にある膨大な土砂災害の危険箇所において、警戒区域、特別警戒区域を設定するに当たっては、「手法の簡易さ」と「精度の高さ」を併せ持つ必要がある。このような観点から、「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律施行令第2



図—2.4 土砂災害防止法の概要

条第2号の規定に基づき国土交通大臣が定める方法等を定める告示」(平成13年3月28日国土交通省告示第332号)がなされた。

特別警戒区域の設定にあたっては、建築物に損壊が生じる範囲を設定する必要があることから、①土石流、がけ崩れ、地すべりによって生じた土砂の移動・堆積により土砂が建築物に作用する力、②土砂の移動・堆積によって建築物に作用する力に対する建築物の耐力を推定し、①が②を上回る範囲を抽出し、「土砂災害特別警戒区域」とする。それに対し、過去の土石流等の災害データを分析した結果に基づき、土砂が到達する可能性の区域を「土砂災害警戒区域」とする^{6)~8)}。

また、土砂災害警戒区域および土砂災害特別警戒区域の指定その他土砂災害防止法に基づき行われる土砂災害防止対策のための調査が必要な区域に対して、土砂災害の恐れのある土地に関する地形、地質、降水の状況および土地利用状況に関する調査を「基礎調査」として、平成12年度より、都道府県が実施している(図—2.4)。区域指定結果は、通常1/2500の図面に図示され住民に公開されている(口絵写真—13)。平成18年末までに、23324箇所の土砂災害警戒区域、11535箇所の土砂災害特別警戒区域の指定が全国で行われてきた。

2.3.3 基本指針の改定と法改正

2005年7月には、土砂災害防止法が一部改正された。

この改正に伴い、土砂災害警戒区域に指定された箇所については、ハザードマップを作成・配布することが義務化された⁹⁾。また、平成18年9月には、近年、集中豪雨等による土砂災害が多数発生し、多くの死者・行方不明者が発生するなど、警戒避難体制等のより一層の充実が必要となっていることから、土砂災害防止対策基本指針(土砂災害防止法に基づき、土砂災害の防止のための対策の推進に関する基本的な方向を示すものとして、平成13年7月に国土交通大臣が定めた指針)を初めて変更し、土砂災害防止対策の効果的な推進を図ってきた¹⁰⁾。指針の変更に伴い、都道府県が行う基礎調査において、新たに警戒避難体制に関する事項として、ハザードマップに関する調査を行うこととした。

2.3.4 土砂災害ハザードマップの作成と活用

平成17年7月には、国土交通省砂防部では、国土技術政策総合研究所と連携し、土砂災害防止法の改正によりハザードマップを作成・配布することが義務化されたことに伴い、「土砂災害ハザードマップ作成のための指針と解説(案)」¹¹⁾(以下、「指針」)を作成した。土砂災害ハザードマップとは、土砂災害警戒区域等ならびにこれらの区域における土砂災害の発生原因となる自然現象の種類(急傾斜地の崩壊、土石流、地すべり)を表示した図面に、土砂災害防止法に規定する事項(①土砂災害に関する情報の伝達方法、②急傾斜地の崩壊等の恐れ

講 座

がある場合の避難地に関する事項、③その他警戒区域における円滑な警戒避難を確保する上で必要な事項)を記載したものをいう。土砂災害ハザードマップは市町村の長が作成するものであり、適切な方法を用いて住民に周知することによって警戒区域における円滑な警戒避難を確保する。

土砂災害ハザードマップに関して、土砂災害防止法施行規則第5条において、必要な措置として以下の2点が示されている。

○土砂災害警戒区域および土砂災害特別警戒区域ならびにこれらの区域における土砂災害の発生原因となる自然現象の種類を表示した図面に法第7条第3項に規定する事項を記載したもの(電子的方式、磁気的方式その他の人の知覚によっては認識することができない方式で作られる記録を含む。)を、印刷物の配布その他の適切な方法により、各世帯に提供すること。

○前号の図面に表示した事項および記載した事項に係る情報を、インターネットの利用その他の適切な方法により、住民がその提供を受けることができる状態に置くこと。

土砂災害ハザードマップはこれら土砂災害防止法の規定に基づき市町村の長が作成するものであり、適切な方法を用いて住民に周知することによって警戒区域における円滑な警戒避難を確保する。

そこで、指針では、土砂災害ハザードマップの記載する内容は、共通項目と地域項目にわけ、「共通項目」とは、土砂災害防止法に基づく最小限の記載項目をいい、すべての土砂災害ハザードマップに記載する項目、一方、「地域項目」とは、土砂災害防止法に基づき地域の特性に応じて警戒避難時に活用できる情報や、平常時における住民の土砂災害に関する意識啓発等に役立つ情報をいい、記載項目については作成主体である市町村の長が判断する項目であるとし整理した(表-2.2)。また、指針では、土砂災害のハザードマップは、図-2.5に示したように、同一の避難行動をとるべき地区単位(避難単位)を基本に共通項目と地域項目をわかりやすく表示し、住民等の意見を反映しつつ作成することを原則とした(口絵写真-14)。

指針に従い、平成18年末時点で、全国で、1109箇所作成されており、今後、土砂災害ハザードマップの作成を急ぐとともに、平常時における土砂災害警戒区域等の周知、防災知識の普及、土地利用調整等に活用するとともに、警戒避難時には災害時要援護者等への情報伝達、避難誘導等に活用していく必要がある。

表-2.2 土砂災害ハザードマップの記載項目

項 目	
共通項目	○土砂災害警戒区域等並びにこれらの区域における土砂災害の発生原因となる自然現象の種類 (1)土砂災害警戒区域等；土砂災害警戒区域及び土砂災害特別警戒区域 (2)自然現象の種類；急傾斜地の崩壊、土石流、地滑り
	○土砂災害に関する情報の伝達方法 (1)伝達手段 <記載例> 平常時(広域)：ホームページ、市町村だより、テレビ、ラジオ 平常時(地域・個別)：回覧板、電話、FAX、ホームページ、電子メール 警戒避難時(広域)：テレビ、ラジオ 警戒避難時(地域・個別)：防災行政無線、サイレン、広報車、電話、FAX、電子メール (2)伝達経路※ ・行政から住民への情報の伝達経路 ・住民から行政への情報の伝達経路 ※伝達される情報についても記載することが望ましい。
地域項目	○急傾斜地の崩壊等のおそれがある場合の避難地に関する事項 ・避難場所に関する情報
	○土砂災害に関する情報の伝達方法 ・災害時要援護者関連施設への伝達手段及び伝達経路
	○急傾斜地の崩壊等のおそれがある場合の避難地に関する事項 ・主要な避難路
	○その他警戒区域における円滑な警戒避難を確保する上で必要な事項 ・雨量情報 ・土砂災害警戒情報 ・警戒避難基準雨量(降雨指標値) ・避難準備情報 ・避難勧告情報 ・避難指示情報 ・避難時危険箇所 ・土砂災害危険区域 ・土砂災害の特徴 ・土砂災害の前兆現象 ・避難が困難な場合の対処方法 ・土砂災害履歴 ・避難時の心得 ・避難時の携行物 ・夜間時の避難の心得 ・広域的な警戒避難計画 ・観光客等を対象に警戒避難を確保する上で必要な情報 ・前兆現象を確認した場合の連絡方法 ・災害時要援護者に対する配慮 ・その他

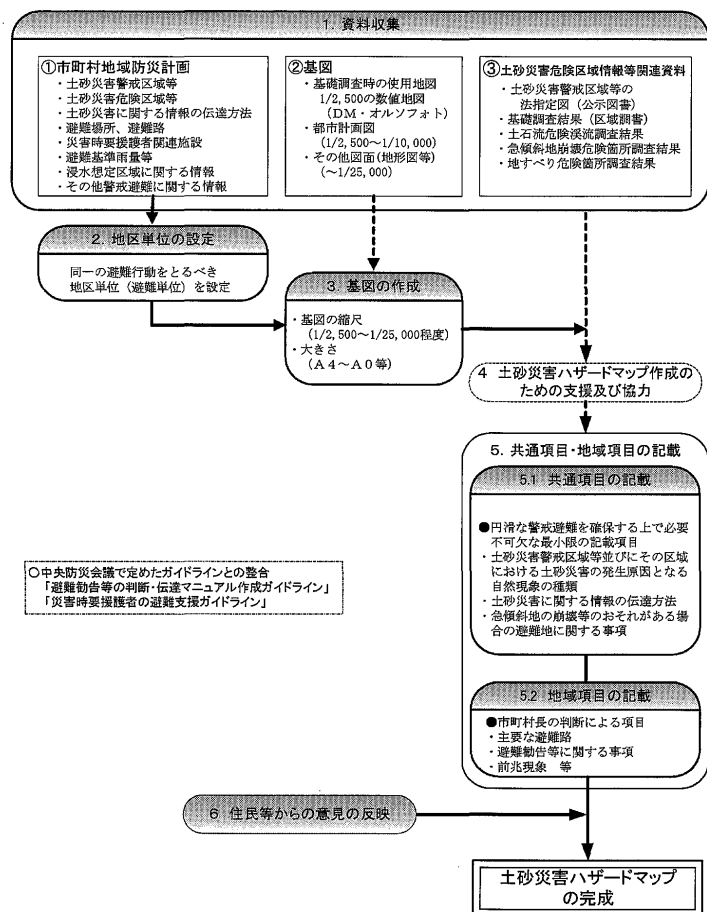


図-2.5 土砂災害ハザードマップの作成手順

2.4 火山活動・地震に関するハザードマップ

土砂災害は豪雨以外に、火山活動や地震によっても発生する。近年においても、平成12年有珠山、三宅島における火山活動や平成16年の中越地震などにより土砂災害が発生している。そこで、本節では火山、地震による土砂災害に関するハザードマップについての取組みについて概説する。

2.4.1 火山活動に関するハザードマップと活用

火山噴火に関するハザードマップが初めて策定されたのは、1970年代から入ってからとされており、1980年のアメリカのセントヘレンズ火山の噴火で初めて活用されている¹²⁾。一方、国内では、1981年に十勝岳、1987年に北海道駒ヶ岳においてハザードマップが作成された。また、1990年に火山活動を活発化した雲仙普賢岳において、平成3年春に、火山活動が活発化したのに伴い急遽ハザードマップの作成が行われた。しかしながら、1991年6月2日には、43人の犠牲者を出す大規模な火砕流が発生した。これを契機に、建設省砂防部では、1992年に火山噴火等に起因する火山泥流、火砕流、溶岩流等の突発的かつ大規模で広範囲に及ぶ異常な土砂の流出によって発生する災害に対して、火山地域の住民の警戒避難体制の整備等を進めることを目的に、「火山噴火警戒避難対策事業」を創設し「火山災害予想区域図作成指針（案）」¹³⁾を策定した。また、国土庁においても、同年、「火山噴火災害危険区域予測図作成指針」¹⁴⁾が策定された。これらに伴い、全国で行政機関により火山噴火に関するハザードマップが作成され、これまで、火山活動による社会的影響の大きい29火山のすべてで火山ハザードマップが作成されてきている（図-2.6）。なお、富士山、有珠山におけるハザードマップの作成・活用については本講座の4章、5章に詳述されている。

今後、国土交通省砂防部では、ハザードマップを活用し、火山噴火時に発生が想定される種々の火山噴火災害による被害を軽減（減災）するため、内閣府、防衛庁、消防庁、気象庁、林野庁、地方公共団体等と連携し作成するハード・ソフト対策からなる火山噴火時の緊急対応を定めた火山噴火緊急減災対策計画を全国29火山で順次作成していく予定である¹⁵⁾。現在、火山噴火緊急減災対策計画策定に関するガイドラインの策定作業中である。

2.4.2 地震に関するハザードマップとその活用

近年においても、2003年の宮城県北部地震、2004年の中越地震、2005年の福岡県西方沖地震等において斜面崩壊による被害が発生している。また、中央防災会議において切迫性の高い東海地震、東南海・南海地震、首都直下地震等の発生時の斜面崩壊による被害予測が行われている。その結果、首都直下地震の被害推定では、全体死者数のうち約2割以上ががけ崩れであると予想されている。

一方、行政機関において、地震によって発生する土砂災害のハザードマップが、豪雨により発生する土砂災害

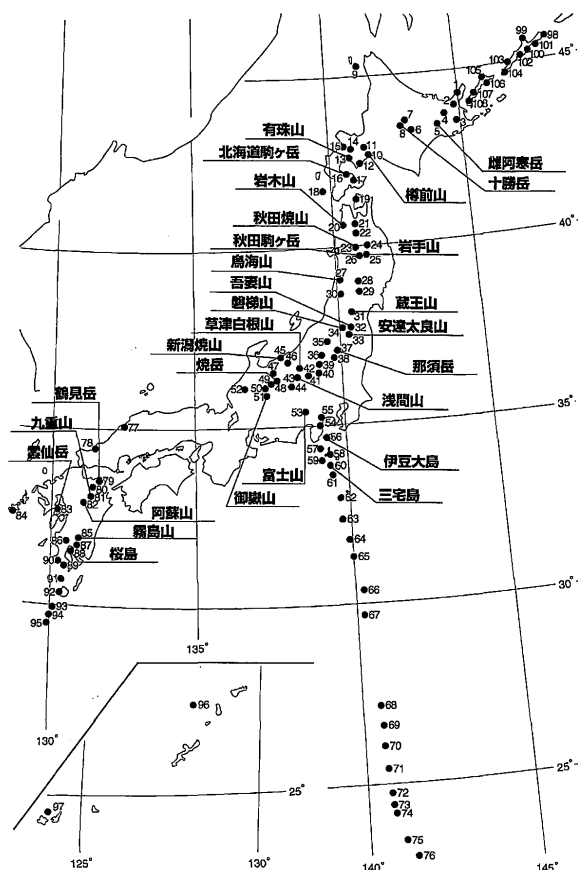


図-2.6 社会的影響が大きい火山ハザードマップが作成されている29火山

のハザードマップとは区別して策定されることはなかった。これには、地震による土砂災害の発生箇所がおおむね豪雨による土砂災害の発生箇所と重なっているためであった。しかしながら、現時点においては、地震については、豪雨以上に発生予測が難しく、土砂災害の発生以前に警戒避難体制を整備し、適切に避難することは困難であり、地震による土砂災害の被害軽減には、ハード対策によるところが大きいと考えられる。そのため、地震による土砂災害を軽減するために、地震時の山腹斜面を対象とした精度の良い崩壊危険度評価手法が必要とされている。これまで研究レベルで提案されてきた地震時の斜面崩壊予測手法は以下の二つに大別される¹⁶⁾。

- ① 有限要素法などを用いて3次元動的振動解析を基本とする方法
- ② 既往地震時の崩壊実績から、地形等の要素と崩壊地分布の関係に基づく経験的手法

①の手法は、物理的な解析手法に準拠しているため、被災事例がない地域や異なる特徴を有する地震動波形による崩壊危険度評価に用いることができる可能性が高いが、地下情報が十分に得られない、広範囲に計算を実施する場合、モデル作成の手間や計算時間が膨大になることなど、実務面では依然として課題がある。一方、②の手法は、GISの技術の進歩などにより、実用可能性は高いと考えられる。しかし、既存の崩壊分布実績を基に作成された手法が、他地域、または異なる特徴を有する地震動波形に有効であるかという手法の汎用性を検討する

講 座

必要性があるがこれまで行われてきていない。

これに対して、国土技術政策総合研究所では、兵庫県南部地震時の六甲山地の崩壊実績から、地形等の要素と崩壊地分布の関係に基づく経験的手法を作成し、平成12年の神津島における地震や中越地震に適用し、手法の汎用性を確認した新たな地震による斜面崩壊危険度評価手法を開発した^{16),17)}。同手法は、斜面の勾配、平均曲率（斜面の凹凸の度合いを表す指標）、地震動の最大加速度から、斜面の崩壊危険度を評価するものである。

今後、国土交通省砂防部では、首都直下地震等の際に発生するがけ崩れにより、地域に甚大な被害を引き起こす恐れのある箇所において施設整備を推進し、人命の保護を図ることを目的とし、平成19年度より、地震による崩壊の防止に係る急傾斜地崩壊対策事業の推進を図っていくこととしている。地震による崩壊の防止に係る急傾斜地崩壊対策事業では、はじめに国土技術政策総合研究所で開発された手法を用いて、がけ地の地形的特徴等から地震による崩壊の危険度を評価し、その上で、コミュニティ（集落や自治体の単位）に大きな被害を及ぼす恐れのある箇所について、急傾斜地崩壊防止施設を重点的に整備することとしている。

2.5 おわりに

本章では、行政機関における土砂災害のハザードマップの作成およびその活用状況に関する取組みについて概説した。本章で概説したように、これまで、旧建設省、国土交通省が、土砂災害に関するハザードマップの作成および作成に関する技術開発等を指導してきた。

各種の土砂移動現象に関するシミュレーション技術に関する研究・技術開発が行われ、精緻な計算手法が数多くて提案されている一方で、膨大な計算、多くのパラメータの同定が必要となる計算手法も少なくない。全国にある膨大な土砂災害の危険箇所において、ハザードマップを策定するには、コンピュータ能力が向上し、GIS等の活用が実用化されてきた現在においても、手法は「簡易さ」と「精度の高さ」を併せ持つ必要があり、今後、ハザードマップの精度向上のために、「簡易さ」と「精度の高さ」を併せ持つ土砂移動現象のシミュレーション方法の開発・改良が求められる。

また、本章で紹介したように、地震については、斜面崩壊発生危険度を評価する手法を示したが、これまでのところ豪雨に起因する土砂災害に関するハザードマップにおいては、発生確率、発生危険度は表示されていない。今後、必要箇所にハード対策施設を整備した上で、土石流、地すべり、がけ崩れが起こる前に安全な場所に避難

してもらうとともに、国土の中で土砂災害を受けやすい土地の利用規制を行うためには、どの箇所が、どの範囲まで、どのくらい危険であるかを示すことが望ましく、土砂災害の発生危険度を評価する手法の確立が求められる。

また、ハザードマップの精度向上と併せて、ハザードマップの住民に対する周知は極めて重要である。土砂災害は日常的に起こる現象ではないため、住民の関心はそれほど高くない傾向があり、ハザードマップの作成とともに、土砂災害防止法に基づく土砂災害警戒区域の指定を行う際等に、土砂災害の危険性に関する周知・啓発を図っていくことが重要である。

参 考 文 献

- 1) 国土交通省砂防部監修：平成15年度版 砂防便覧，全国治水砂防協会，2003.
- 2) 板屋英治：砂防の解説，河川，pp. 9～23，2003.
- 3) 国土交通省砂防部監修：平成18年版 砂防関係法令例規集，全国治水砂防協会，2006.
- 4) 地盤工学会：土石流 ジオテクノート 12，2003.
- 5) 国土交通省河川局水政課・砂防部砂防計画課監修：土砂災害防止法令の解説，全国治水砂防協会，2003.
- 6) 砂防フロンティア整備推進機構：土砂災害防止に関する基礎調査の手引き，2001.
- 7) 寺田秀樹・水野秀明：土石流による家屋被災範囲の設定手法に関する研究，国土技術政策総合研究所資料，No. 70，146p.，2003.
- 8) 小山内信智・内田太郎・曾我部匡敏・寺田秀樹：がけ崩れによる家屋被災範囲の設定手法に関する研究 国土技術政策総合研究所資料，No. 225，95p.，2005.
- 9) 国土交通省砂防部砂防計画課砂防管理室：土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律の一部改正について，砂防と治水 166，pp. 99～101，2005.
- 10) 国土交通省砂防部砂防計画課：土砂災害防止対策基本指針の変更について，砂防と治水 173，pp. 43～47，2006.
- 11) 国土交通省砂防部・国土技術政策総合研究所：土砂災害ハザードマップ作成のための指針と解説（案），2005.
- 12) 宇井忠英編：火山噴火と災害，東京大学出版会，1997.
- 13) 建設省砂防部：火山災害予想区域図作成指針（案），1992.
- 14) 国土庁防災局：火山噴火災害危険区域予測図作成指針，1992.
- 15) 国土交通省砂防部：2006年砂防の目指すもの 土砂災害防止対策基本指針の変更について，砂防と治水 170，pp. 6～15，2006.
- 16) 内田太郎・片岡正次郎・岩男忠明・松尾 修・寺田秀樹・中野泰雄・杉浦信男・小山内信智：地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究 国土技術政策総合研究所資料，No. 204，91p.，2004.
- 17) Uchida, T., N. Osanai, S. Onoda, T. Takayama, K. Tomura (2006): A simple method for producing probabilistic seismic shallow landslide hazard maps, Proceedings of Interpraevent, pp. 529–534, 2006.