

地質調査

'09 第 1 号

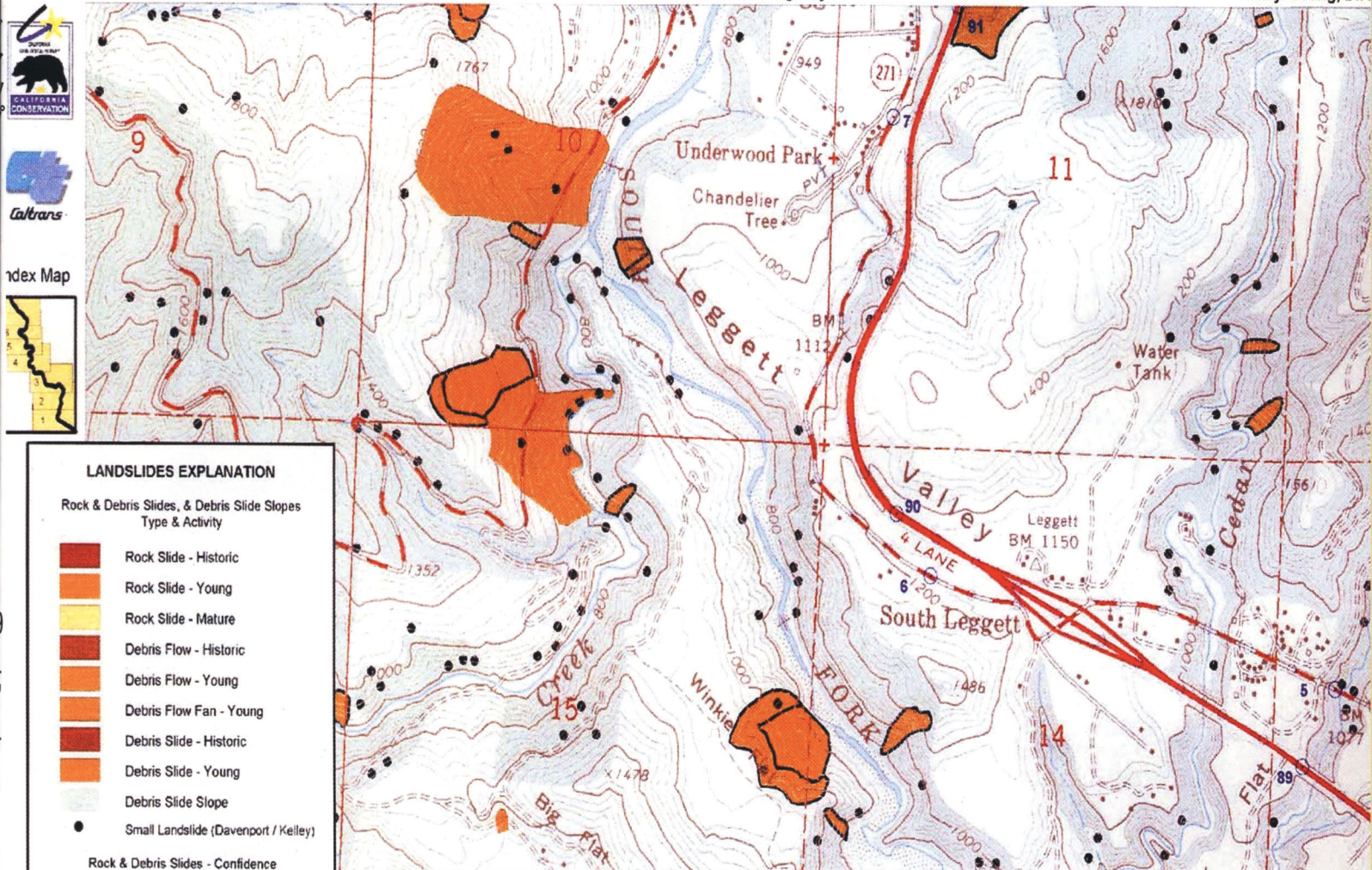
[小特集] ハザードマップ

編集 / 社団法人全国地質調査業協会連合会

California Geological Survey
James F. Davis, State Geologist

State of California
The Resources Agency

California Department of Conserva
Darryl Young, Director



Geology and Slope Stability Along the Leggett - Piercy Highway Corridor

Highway Corridor Photointerpretive Landslide Map

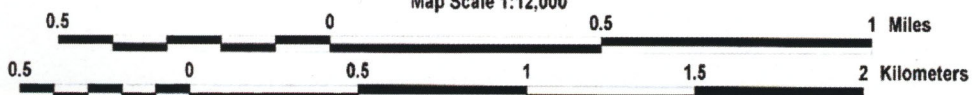
USGS Quad: Le

May 15,

Mile Posts

91 Miles
Tenths

Map Scale 1:12,000



Plat
Map 1 c

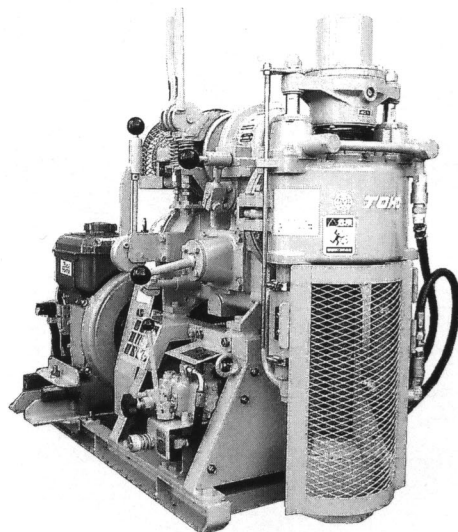
発行 土木春秋社



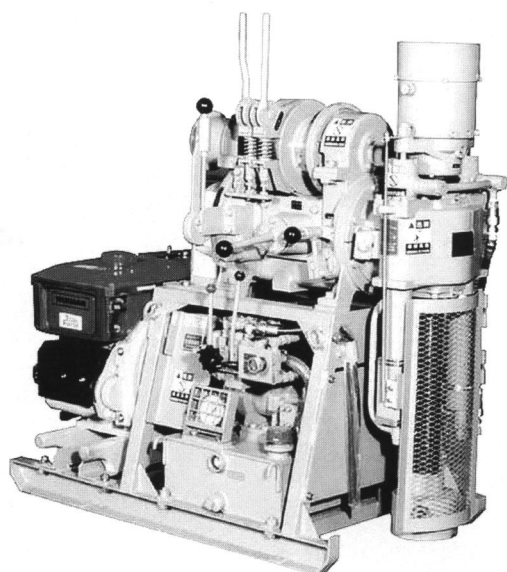
TOHO
DRILLING EQUIPMENT

小型ボーリングマシン

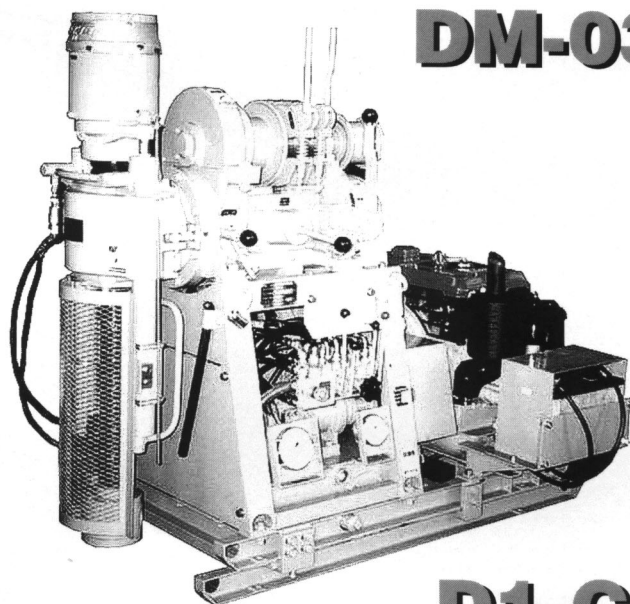
- ニーズに合わせて、ホイストドラムを取外し
コーンプリータイプに変更することができます。
- ブーリの交換で地質にあったスピンドル回転数
が選択できます。
- 試錐ポンプが内蔵でき、しかも原動機は1台で
すみます。



DM-03



D0-D



D1-C

仕 様

右操作・左操作をご用意致しております。

機 種 名		DM-03	D0-D	D1-C
穿孔能力	m	30	100	280
スピンドル回転数	rpm	65、125、370	(A) 60、170、330 (B) 110、320、625	(A) 65、130、250、370 ※2 (B) 90、170、320、490
スピンドル内径	mm	47	43	48 ※2 58
スピンドルストローク	mm	300	400	500
ホイスト巻揚げ能力	KN (kgf) 400	3.9 (400)	5.9 (600)	10.8 (1,100)
フレームスライド	mm		※1 油圧式 300	油圧式 300
動 力	kW/HP	3.7/5	3.7/5	5.5/8
質 量	kg	180 (本体)	315 (本体)	550 (本体)
寸 法 H×W×L	mm	960×500×1,115	1,200×660×1,180	1,390×735×1,580

※1 オプション

※2 スピンドル内径58の場合

東邦地下工機株式会社

東京都品川区東品川4-4-7 TEL 03 (3474) 4141
福岡市博多区西月隈5-19-53 TEL 092 (581) 3031
URL: <http://www.tohochikakoki.co.jp>

福 岡 〆 092 (581) 3031
札 幌 〆 011 (785) 6651
仙 台 〆 022 (235) 0821
新 潟 〆 025 (284) 5164
名 古屋 〆 052 (798) 6667
大 阪 〆 0729 (24) 5022

松 山 〆 089 (953) 2301
広 島 〆 082 (291) 2777
山 口 〆 083 (973) 0161
北九州 〆 093 (331) 1461
熊 本 〆 096 (232) 4763

巻頭言	ハザードマップの現状と課題	国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター長 西本晴男	1
総論	自然災害の防災・減災への取り組みとハザードマップ	京都大学防災研究所災害研究センター長/教授 河田恵昭	2
小特集	ハザードマップ		
	土砂災害ハザードマップの現状と課題	池谷 浩	6
	道路斜面防災におけるハザードマップの現状と課題	佐々木靖人	12
	洪水ハザードマップの現状と課題	榎村康史	18
	地震防災ハザードマップ「宮城県における市町村地震防災マップ作成の取り組み」	千葉博之	23
	ハザードマップを支える基礎技術	小野田敏	27
教養読本	GIS を活用したハザードマップの現状と課題	江崎哲郎 邱 駿	32
やさしい知識	リスク・コミュニケーション	若林 亮	36
各地の博物館めぐり	移動地質博物館「地質情報展 2008 あきた」	高野邦夫	39
車窓から見る地形・地質	飛水峡～中山七里 岐阜県 七宗町～白川町～ 下呂市 JR 高山本線, 国道 41 号線	古田一彦	41
私の経験した現場	谷埋盛土造成地における既設埋設管調査	細沼紀康 奥 一步	43
	台風災害直後の応急復旧工事における現場管理	松川浩一	46
会告	地質情報管理士資格検定試験 94 名が合格		49
	平成 20 年度第 1～第 3 四半期の受注金額は, 前年比 17.1%減		50
	「地質調査技士」資格取得者 13,634 名に		51
	平成 21 年度「地質調査技士資格検定試験」の実施要領		

小特集 地盤と災害

地盤災害の低減に向けた取組の現状

経済社会の変化に伴う地盤災害

- (1) 地質調査-災害を受けやすい国土
- (2) 気象変動-地震と降雨による斜面災害
-地球温暖化に伴う洪水災害
- (3) 都市化-内水氾濫
-ヒートアイランド現象と地熱利用
-鉄造施設の地下水害
-災害廃棄物による環境汚染リスク

教養読本 いのちを守る! 災害対策大百科

やさしい知識 土壌雨量指数

各地の博物館巡り

大地の恵み

車窓から見る地形・地質

私の経験した現場

ハザードマップの現状と課題

国土交通省国土技術政策総合研究所
危機管理技術研究センター長

西本 晴男

1. はじめに

ハザードマップとは、災害予測図、危険範囲図等とも呼ばれ、一般に、ある条件のもとで災害を想定し、その影響範囲や被害の程度を地図として示したものである。洪水ハザードマップ、土砂災害ハザードマップや火山ハザードマップはこの範疇に属するものである。一方、地震工学の分野で地震（動）ハザードマップと呼ばれるものは、一般に、最大加速度や震度といった地震による揺れを表現したものであり、必ずしも、地震による被害と直結するものではない。また、洪水ハザードマップ、土砂災害ハザードマップや地震ハザードマップでは、例えば、100年といったある期間内に発生が予想される大雨や地震動の強さを確率論的に算定することが行われるが、火山ハザードマップでは、ある噴火のパターンを（確定論的に）想定した上で、溶岩流、火砕流や泥流の影響範囲等を算定することが行われる。このように、一口にハザードマップといっても、実際には多くの種類がある。ここでは、ハザードマップの現状と課題について概説する。

2. ハザードの評価方法

ハザードの評価方法には、大別して2種類の方法がある。一つは、洪水ハザードマップ、土砂災害ハザードマップや地震ハザードマップで多く見られる発生頻度を条件としてハザードを評価するものである。具体的には、ある期間内にそれ以上の大きさの事象が発生する確率（例えば、100年間に10%）や再現期間を設定した上で、その頻度に応じた事象の大きさを地図上に表現するものである。台風や地震のように小規模事象は多数発生するが、被害をもたらすような大規模事象は稀にしか発生しないという特性を踏まえ、リスクの構成要素の一つである発生確率を直接的に表現してい

るため、地点間の比較やある事象により引き起こされるリスクを他の事象によるリスクと比較する際には便利である。その反面、対象となる災害の発生シナリオが具体的に示されないため、災害のイメージがしにくいとともに、前提となる確率を正しく理解することが必ずしも容易ではないという問題がある。

もう一つのハザードの評価方法は、災害のシナリオを想定する方法であり、火山噴火のように、事象のシナリオがある程度特定される場合に用いられることが多い。シナリオの数が限定される災害であれば、それぞれのシナリオの発生確率を付与することにより前者の発生頻度を考慮した評価と同様になる。しかしながら、一般には、発生頻度が不明であるか、十分な精度をもって発生頻度を推定できず、シナリオのみが設定されることが多い。本評価方法の特長としては、シナリオを想定することにより状況が直感的に理解しやすいということが挙げられる。他方、例えば、地震の発生場所が特定されず、多数のシナリオが想定されるような場合は、ある地点に対して最悪となるシナリオが他の地点にとっては必ずしも最悪とは限らず、リスクを比較する際には注意が必要である。

3. 今後に向けて

かつては、ハザードマップを公表することにより、不動産価格の低下や観光客の減少といったネガティブな影響が生じることを懸念し、ハザードマップの作成に対して慎重な意見もみられたが、近年は、防災意識の向上や情報開示の観点から、各種ハザードマップが作成・公開されるようになってきている。今後は、ハザードマップの内容の更なる充実とともに、それをどう活用し、被害の軽減につなげていくかという視点からの取り組みが重要性を増すと考える。

自然災害の防災・減災への取り組みと ハザードマップ

かわ た よし あき
河田 惠 昭*

減災とスマート対策の推進

1995年の阪神・淡路大震災のあと、災害対応は防災から減災へと変わった。『減災』とは、わかりやすく言えば「被害が発生することを前提とした対応を用意し、被害の最小化に努める」ということである。わが国の防災対策の基本方針が確定したのは1923年の関東大震災であった。この震災を契機にして、地震で壊れない建物や構造物を作ることが対策の基本となった。耐震設計指針の改訂は、1968年十勝沖地震、1978年宮城県沖地震を経て行われてきたが、1995年の阪神・淡路大震災を経験して、設計思想が大きく変わった。すなわち、性能設計の概念の採用と2段階設計方式の適用である。これによって、初めて建築物や構造物が地震で壊れることを想定し、被害が発生することを前提とした設計思想が採用されたと言える。

一方、この方針は、風水害でも適用され、1930年代の初めから本格化した治水計画では、既往最大洪水を対象とした治水計画が策定された。しかし、第二次世界大戦後、雨量や洪水流量に対する確率的な取り扱いが飛躍的に進歩した結果、洪水については計画高水流量の中に確率的な概念を導入し、流量改訂を再現期間(リターン、ピリオド)の長期化によって実現してきた。しかし、これらの治水対策は、地球の温暖化に起因した集中豪雨の全国的な発生を前に、変更せざるを得なくなった。なぜなら、あまりにも極端な降雨のために、市街地の内水氾濫と河川洪水の外水氾濫の同時発生やそれぞれの氾濫規模の増大が頻発し始めたからである。2004年4月に施行された『特定都市河川浸水被害対策法』は、このような都市水害の被害発生の多発を踏まえて、市街地の浸水被害を軽減することを目的としたものである。ここに至って

初めて、異常な降雨によって市街地の浸水発生をゼロにできないということが示されたわけである。

このような歴史的背景のもとで、今日的な地球温暖化の進行に伴う風水害の多発・激化の脅威にどのように対処しなければならないのであろうか。その鍵は、やはり「減災」である。風水害の減災対策の基本は、下記の通りである。

1) 新しい減災対策の施行によって、いずれの地域も現状より安全度を低下させない。

その典型例は河川改修であって、実施すれば必ず下流の流量が増える。したがって、河川改修は下流から実施することが基本である。上流や中流を改修するときには、必ず下流の安全性を現状以上に向上させることが基本である。

2) 防災・減災構造物の役割は、異常外力の大きさを低減させることである。

ハード対策としての防災・減災構造物は機能をもっている。この機能を発揮させるためには適切な情報、すなわちソフト対策が必要である。阪神・淡路大震災では情報の重要性が広く認識されたことも影響している。しかし、高質かつ大量の情報があっても、それらの使い方、すなわちマネジメントができなければ、災害対応は失敗する。したがって、ハードとソフト対策をいかにうまく組み合わせることで減災を実現するというスマート対策(Smart countermeasure)を一層充実させなければならない。

3) 被害リスクをゼロにすることはできない。

図1は、防災、減災におけるアクセプタブル(受容)リスクとトレラブル(受忍)リスクの関係を示したものである。アクセプタブルリスクとは、たとえば床下浸水程度の被害は我慢するというリスクであり、トレラブルリスクとは、地下空間にどの程度の浸水を許すかといったリスクである。例を挙げれば、東京・荒川の場合、地下鉄の各地

* 京都大学防災研究所巨大災害研究センター長/教授

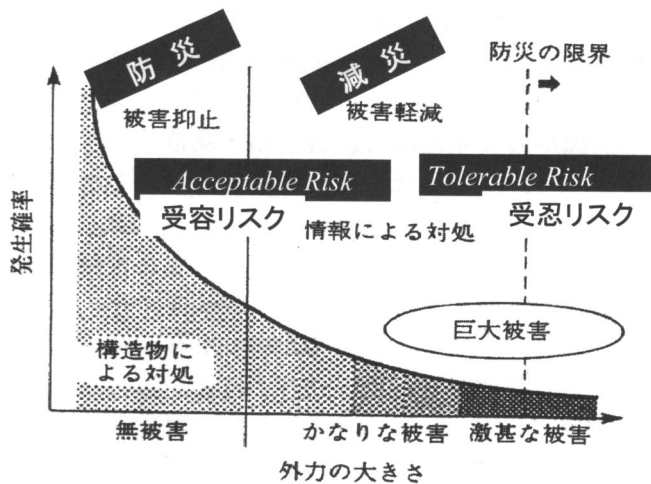


図1 防災、減災と受容リスク (acceptable risk) と受忍 (tolerable risk) との関係

上連絡口で1メートルの高さの止水板を設けたと仮定すれば、200年に一度の洪水で河口から10キロの右岸堤防が破堤すれば、地下空間に地上氾濫量の約10%に当たる1,200万トンが流入することがわかっている。これがトレラブルリスクになるかどうかは、被害の程度や排水能力との関係で決定されることになる。

4) 防災・減災事業推進の意思決定では、**人間社会の論理だけで決定してはいけない。**

環境問題を考慮しなければならない防災・減災事業においては、いきなりステークホルダーに決

定をゆだねてはいけない。まず、ステークホルダーが認める意思決定のルールを決める必要がある。ルールがなければ、たとえ十分な情報が提供されても意思決定は不可能である。

5) 防災・減災事業には、**時間的制約とコストの制約がある。**

制約条件がなければ、意思決定は不可能である。ただし、ステークホルダーが技術情報を正しく理解している必要がある。

地球温暖化のように、外力の変化にトレンドがある場合には、各種の減災対策が有効であるかどうかを繰り返し評価することが必要である。とくに構造物には耐用年数があり、これを視野に入れた維持・管理が必須となっている。たとえば、計画高潮の見直しが直ちに防潮堤のかさ上げにつながるものではない。そこでは、高潮時の許容流入量（市街地が床下浸水にとどまる流量や排水に必要な日数など）などの新しい概念が必要となる。

どこでも発生するゲリラ豪雨

表1を見ていただきたい。2008年7、8、9月に発生した約60地域で発生したゲリラ豪雨の中で、住宅の浸水被害を伴った主な事例を示したものである。よく見ると、つぎのことに気がつく。

- ① 同じ日あるいはその前後に複数の地域で発生していることが多い。

表1 2008年に我が国で発生した主なゲリラ豪雨災害例

番号	発生日	発生地	10分間	1時間	日	床上浸水	床下浸水	死者数	負傷者数
			雨量 mm	雨量 mm	雨量 mm	棟	棟	名	名
1	7月8日	富山市ほか	15	110	135	7	197	1	—
2	7月18日	滋賀県長浜市	17	84	109	11	203	—	—
3	7月28日	神戸市都賀川ほか	17	38	49	—	8	5	—
4	7月28日	金沢市浅野川ほか	30	76	111	541	2141	—	—
5	7月28日	富山県南砺市ほか	18	75	143	92	273	—	3
6	7月28日	京都府京丹後市	16	81	157	22	515	—	—
	小計	7月末豪雨(15府県)				536	2464	6	13
7	8月5日	東京都千代田区ほか	18	66	112	34	14	5	197
8	8月5,6日	群馬県長野原町ほか	21	56	115	—	5	—	—
9	8月6日	大阪府枚方市	26	72	74	126	1959	—	—
10	8月14日	茨城県水戸市ほか	20	83	86	—	13	—	—
11	8月16日	富山市ほか	19	31	113	90(合計)	—	—	—
12	8月19日	新潟県佐渡市ほか	14	40	91	1	28	—	—
13	8月29日	愛知県岡崎市	31	147	264	1079	2211	2	—
	小計	8月末豪雨(31都府県)				3286	17637	3	3
14	9月3日	福島県会津若松市ほか	21	75	76	4	39	—	—
15	9月2,3日	岐阜県大垣市ほか		112	377	26	84	—	—

- ② ピンポイントの被災と言えるような局所的集中豪雨災害が多い。
- ③ 最大10分間雨量が14ミリ以上で被害が起こっており、日雨量は最大1時間雨量の約2倍以下であることから、極めて短時間に集中豪雨が降っていることがわかる。

これらのことも含めて、ゲリラ豪雨が発生する要因は、つぎのように考えられる。すなわち、まず、我が国の上空に前線が停滞し、そこへ南方の台風や低気圧から暖かくて湿った空気が供給され、大気的不安定な状況が存在していることである。その中で、局所的な不安定が起こる原因は、つぎの要因が絡んでいると推定される。まず、2008年とくに集中豪雨が多かった理由は、地上気温が非常に上昇したということである。全国的に35°Cを超える地域が多かったことは記憶に新しい。熱くなった大気は軽くなって上昇する。これと前述した暖かくて湿った空気が合流するような状況で、1) 急激に冷える、あるいは、2) 近くに低温の大気が存在すると、気温の不連続面で不安定な状況が起こる。1) は山の存在であり、2) は海や湖の影響である。表1で示した被災市町村はすべてこれらの条件を満たしていることがわかる。

1) では、山に向かって暖かくて湿った風が吹き付けると斜面にそって上昇し、急激に気温が下がる。そうすると水蒸気が雲そして雨になる。この過程が急速に進むとき雷を伴う積乱雲(入道雲)が発生する。8月4日に山梨県の山岳部で落雷が多発し、東京電力の約60万を数える契約件数(世帯)が停電した。2008年、全国的に落雷が多かったのはこれが原因である。停電どころか落雷による火災が発生した事例も起こっている。

2) で指摘した海や湖の影響とは、つぎのメカニズムを通して顕在化する。海面や湖面に接する大気気温は水温に支配されるから、盛夏でも30°Cを超えることはない。ところが、市街地の気温は35°Cから40°C近くまで加熱され軽くなって上昇する。これを補うために、周辺の湖や海から昼の日なかに市街地に向かって比較的冷たい大気が供給されると、市街地上空で気温の不連続面ができる。ヒートアイランド現象がそれである。

このような条件は全国の至るところで見られる。すなわち、結論を言えば、我が国ではどこでもゲリラ豪雨は起こるということである。他人ごとではないのである。

表1の番号3の神戸市・都賀(とが)川(流域面積7.5平方キロ)の例は、ヒートアイランド、山、海、前線の組み合わせで豪雨が降った。10分

間に17ミリの雨が降った。しかし、20分も続かなかった。だから1.3メートルの急激な増水が起こったが氾濫しなかった。1998年(台風)と99年(梅雨前線)の2年連続で、神戸市・新湊川(流域面積30平方キロ)流域に豪雨があり、いずれも氾濫した。そのときの10分間、1時間、日雨量は次の通りである。ただし、括弧内の説明は、豪雨発生の前後の気象状況である。

1998年9月22日(台風7号が和歌山県御坊市に上陸) 23/80/149ミリ

1999年6月29日(四国沖の梅雨前線が北上) 19/67/240ミリ

中小河川といえども、氾濫を起こすには、表1も参照して(番号6の金沢市・浅野川や番号4の長浜市・米川の事例)、1時間に70ミリ程度以上、日雨量で100ミリ程度以上の降雨が必要であることもわかる。このような雨が市街地に降れば、都市河川は溢れ、川がなければ道路が川に変化して流れ下る。

日常生活でも活用できるハザードマップ

さて、ゲリラ豪雨の時に問題になったことがある。それはハザードマップがないということである。自治体が用意した洪水のハザードマップは、川から洪水が氾濫したときの浸水危険度を表すものが大半である。市街地に降った雨による浸水(内水氾濫と呼ぶ)は対象とはなっていない。なぜなら、内水氾濫の危険は、傾斜地以外ではどこでも起こりうるという特徴をもっている。地盤の低い路上に下水からあふれた水が集中するのであるから、地盤高についての情報が必要となろう。これは土砂災害のハザードマップにも共通する。なぜなら、極端な言い方をすれば、雨さえ降れば斜面は滑るのであり、現に5度のこう配で土砂災害が起こった例がある。そうすると、傾斜地やがけ地に面したところに住む住民は、雨の降り方に注意を向けなければならないことになる。降り始めから100ミリを超えれば、つぎの1時間にどれくらい降るかによって、土砂災害の発生はほぼ規定される。

しかも、大雨は気温が下がる真夜中に起こる危険性が大きい。典型的な犠牲例は、高齢者がトイレの問題もあって一階で寝ていたところを、裏山からの土石流やがけ崩れで生き埋めになることである。しかも、二階に比べて一階で寝起きしていれば、屋根を打つ雨音もさほどやかましくない。それに備えて、大雨警報や洪水警報が発令されているときは、日常生活の延長上で漫然と過ごすの

ではなく、目前で起こり得ることに構えなければならぬ。避難勧告が発令されているかどうかにかかわらず、その準備をしなければならない。

この種の問題の助けになるのは、日常生活の上で重要な情報が掲載されたハザードマップの作成である。すなわち、日常的に利用価値が高いことが重要である。たとえば、交通事故の多い交差点、痴漢の出やすい通り（神戸市の小学校区ごとに作られた防災福祉マップにはこの情報が入っているものがある）、薬局や医院、コンビニやガソリンスタンドの位置、停電、ガスの異常、電話不通などの問合せ先電話番号などは重要な情報である。住宅の背後地が傾斜地やがけ地であれば、そこを赤く着色して注意を喚起するなどであろう。

要は、ハザードマップが日常生活に便利なものになり、よく目立つところに張ってあって利用しないと、いざという時に役に立たない。

自助・共助努力とハザードマップの普及

このような状況でハザードマップを普及させるには、いきなりできあがったハザードマップの配布をやってはいけぬ。図上演習やワークショップを通して自分自身の問題であるという意識を持たなければいけないということであろう。これは自主防災組織やまちづくり協議会を通してでも良い。要は自助・共助努力とは自己責任の原則を確認するということであろう。そこで、マニュアル中に示されている住民理解促進方策を紹介してみよう。

地域における洪水や土砂災害に対する避難計画などを検討するにあたっては、きめ細かな地域情報に精通した地域住民の意見を取り入れ、地域の実情に合わせた計画を作り上げることが肝要である。そこには、過去に浸水被害が発生した地域をとくに注意するような着色や、急傾斜地の指定を受けている地域とそこを通る道路が通学路になっていないかどうかの検討（もしなっておれば、改善策を実行する）を行わなければならない。また、計画づくりに地域住民も参画することは、周知、利活用の促進においても極めて重要である。このため、ハザードマップ作成段階において、住民と行政とで実施するワークショップによって、住民に「自分が主体的にハザードマップ作成に参加している」という意識を持ってもらうことが、ハザードマップの利活用促進には不可欠である。

その他の住民理解促進方策としては、地域学習会の開催、PTA 総会での紹介、インターネット等を活用した双方向型電子版ハザードマップの作

成・公開、防災啓発ツールの作成（例：ビデオの作成・上映）などが考えられる。そこで、ワークショップの開催について、注意すべき点などを紹介してみよう。

ハザードマップは、地域には長く住んでいる地域住民にしかわからない危険があり、マニュアル的に作成されたハザードマップでは、利活用の視点が欠落することもありうる。その対応として、地域住民に、より主体的に地域防災に関わってもらうために、地域各層の住民が参画するハザードマップ作成のためのワークショップを開催することが考えられる。ワークショップは、10人程度を1つのユニットにすればよく、大人数の場合は幾つかの組に分ければよい。そして自治体関係者や自主防災組織などに属するコアメンバーと一般参加者より、それぞれの立場から洪水・土砂災害ハザードマップに記載すべきと考えられる事項などについて意見聴取を行う。ワークショップでの検討内容としては、趣旨説明、ハザードマップの概要理解、事務局作成のハザードマップの説明、その配布・活用方法の提示及びそれらに対する意見聴取が考えられる。ハザードマップにおける住民意見などの適確な反映のため、ワークショップは、進捗状況に合わせて複数回行うことが基本である。

また、実際に現地に行き地域の危険状況、避難所要時間などについて確認することも重要である。このとき、災害イメージの固定化を招かないように、マップはあくまでモデルケースである等の説明を行うなどの配慮が必要である。

そこで、ワークショップの運営例としては、1回のワークショップ開催にあたっては、1地域約30人を目安に（すなわち3組）、町内会や班、自主防災組織等の既存の組織を通じて各住民に声をかける、または直接住民に参加の呼びかけを行う。ワークショップにおいては、1つの地域で地区ごとに班に別れて、具体的な避難計画を策定する作業を行うため、あらかじめ1つの地域を4～5班に分けて住民の参加を呼びかけることが望ましい。開催時間・回数なども地域の現状に合わせて決める。会場は、参加者が多くてもある程度余裕を持って運営できる広さを確保し、OHPや液晶プロジェクター、ホワイトボード、模造紙など必要なものを準備する。机は、各班ごとに地図を置くことができるくらいの大きさのものを用意する。

このような諸点に注意して実行すれば、大きな減災効果の期待できるハザードマップが作成できるだろう。

土砂災害ハザードマップの現状と課題

いけ や ひろし
池 谷 浩*

1. はじめに

一般的にハザードマップ (Hazard Map) とは危険な状況や破壊を引き起こす可能性のある現象を図に示したものを言うが、本文では土砂の移動に伴い災害の危険が生ずる区域を図示したもののみではなく、防災情報を加えたものも含めた総称としてハザードマップという言葉を用いている。

土砂災害ハザードマップを作成するためには、発生する土砂移動現象の危険範囲を科学的かつ定量的に評価できなければならない。すなわち、ある土砂移動現象について一定レベルまでの学術的な研究が進まないとは基本的な危険区域の特定ができないのである。特に土砂災害をもたらす現象は多様でありかつその発生の予知予測が難しく、ハザードマップ作りを困難にさせてきたが、近年、土砂移動現象ごとの科学的な研究が進みその成果が出てきたことから、ハザードマップの精度が防災対策として使えるレベルになってきた。

例えばハザードの区域を決定する手法としては、過去の災害実績を示すもの、自然現象の規模などの条件を与えて地形的要因を主にその危険区域を示すもの、数値シミュレーション等で予測を含めた範囲を示すものなどがあり、記述した順に新手法として開発がなされてきている。マップについても危険区域のみを示すものから、防災に関する諸情報 (避難場所、避難ルート、病院等) を加えた防災マップへと移り、最近ではマップを活用する対象により防災業務用マップ、住民配布用マップ、観光客用マップなどが作成されている。このようにハザードマップと一口に言っても現在では多様なものとなっている。

一方、ハザードマップが作られていたが、約2万5000人の死者がでた1985年のネバド・デル・ル

イス火山(コロンビア)の火山泥流災害などから、避難行動には住民の防災意識の向上が大切との教訓も得ている。それ故、マップさえ作られていれば良いのではなく、住民にわかりやすく、いざという時に役立つマップの必要性が求められている。すなわちハザードマップが実際に活用されることが大切であることが指摘されている。

また、ソフト対策への活用にとどまらず、施工される構造物の効果が最大となる規模や施工位置を知るなど、ハード対策へのハザードマップの活用も大変重要である。そして、ハード対策の実施により具体的にどのように危険区域が変化するかを住民に示すことも今後求められていくことになるだろう。

そこで本文では、土砂災害を防止、軽減するため、ハード面、ソフト面の対策に必要な土砂災害に関するハザードマップをとりあげ、その活用の現状と課題、そして今後の展望について紹介するものである。

2. 土砂災害防止対策とハザードマップ

2.1 概説

最近の雨の降り方が「今までと違って異常である」と感じている方が多いと思う。事実2005年9月の台風14号時には、宮崎県南郷村で総雨量1322mm、時間雨量でも60mmを超す大雨が記録された。

このような豪雨が発生すると、急峻な地形と脆弱な地質の国土では山崩れや崖崩れなどの土砂の移動現象が容易に発生する。台風14号時にも全国18の都県で352件の土砂災害が発生し、死者・行方不明者22名という悲惨な被害が生じている。台風や大雨になれているはずの南九州を中心にこのような土砂災害が発生したということは、今後の雨次第では全国どこでも同様の土砂災害が発生

* 財団法人 砂防・地すべり技術センター理事長

してもおかしくない状況になってきていると考えて良いだろう。

この他、2004年新潟県中越地震、2008年岩手・宮城内陸地震など地震が頻発し、多くの土砂災害が発生している。加えて雲仙普賢岳、有珠山、三宅島、桜島など活火山の噴火活動により悲惨な土砂災害が発生している。

このように我が国では多様な自然現象に伴い土砂災害が容易に生じており、今後も土砂災害により多くの被害が発生する可能性がある。

これらの土砂災害を未然に防止するための対応が砂防事業を主として実施されている。対策としては砂防堰堤などの構造物によるハード面での対策と警戒避難体制の整備などによるソフト面の対策とがあげられる。

だが危険箇所でのハード面の対策すなわち構造物による整備状況は、全国平均で約20%にすぎない。このような状況を考えると、少なくとも土砂災害から人命を守るためにはソフト面での対策、特に警戒避難体制を整備し、災害が起こる前に安全な場所に避難してもらう対応が必要となる。

災害のたびに多くの尊い人命と貴重な財産が失われている現状から、土砂災害対策は現在の我が国において緊急課題の一つになっている。その土砂災害を防止するためのハード面、ソフト面の対策をより効果的に実行するには土砂移動現象を理解し、その発生に伴う危険区域を知ることが大切である。すなわち、今まさに土砂災害ハザードマップの整備と活用が急がれているのである。

2.2 豪雨に伴う土砂災害防止対策とハザードマップ

豪雨に伴う土砂災害を防止するための危険区域に関する研究は、土石流研究の一分野として1975年前後より本格的にはじめられた。特に行政からの視点での調査としては、地形要因を主として1974年建設省砂防課¹⁾によってなされた。その後1976年香川県小豆島土石流災害等の事例から土石流に関する危険区域の設定手法が提案²⁾された。当時の技術を参考にして、建設省砂防部は、1978年「土石流危険渓流および危険区域調査の実施について」を国、都道府県の関係機関に通達³⁾している。その後もたびたび建設省は土石流危険区域調査を実施してきているが、これらはすべて法的なものではなく、「土砂災害防止法」に至ってはじめて法的にハザードマップが評価されるようになった。

1999年6月29日広島市、呉市等を襲った豪雨により死者24名、負傷者14名、全・半壊家屋138

棟という悲惨な土砂災害が発生した。この災害を契機として、総合的な土砂災害対策のための法制度のあり方が議論された。「土砂災害から国民の生命及び身体に対する安全を確保するため、ハード対策と併せて、土砂災害の危険性のある区域を明らかにし、その中でソフト対策（警戒避難措置、立地抑制策）を充実させていく必要がある。」という河川審議会から建設大臣への答申をふまえ、「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」（土砂災害防止法）が2001年4月に施行された。すなわち、土砂災害警戒区域（イエローゾーン）と特別警戒区域（レッドゾーン）の指定が法的に整備されることとなった。その後の法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⁴⁾され土砂災害防止の対策がより効果的におこなわれるようになってきている。

2.3 火山噴火に伴う土砂災害防止対策とハザードマップ

活火山地域での土石流氾濫区域に関する研究としては1977年に噴火した有珠山において、ランダムウオークモデル⁵⁾を用いた事例があるが、行政面からのハザードマップとしては、1981年十勝岳において、大正泥流の災害実績を基に作成されている。1990年11月に噴火活動を再開した雲仙普賢岳では、その後火砕流や土石流が頻発し、44名の死者と家屋被害2511棟という悲惨な被害が発生している。火山噴火に伴う土砂災害を防止すべく1991年6月には火山災害危険区域図が作成され、その後も時点修正がなされて地域の安全確保に有益な情報となった。

火山噴火に伴う土砂災害は多様で広域にわたり、かつ人的な被害が発生しやすいことから、国は、1989年度から火山砂防事業制度を創設し、国土の保全と民生の安定に資することとした。また雲仙普賢岳の悲惨な被害を契機に1992年度より火山噴火警戒避難対策事業を創設して、ハード面、ソフト面の対策を実施している。

これらの基本となるのが、火山噴火に伴う土砂災害のハザードマップである。

1992年には建設省砂防部により「火山災害予想区域図作成指針（案）」が、また同年国土庁により「火山噴火災害危険予測図作成指針」が策定され、ハザードマップの方向づけがなされた。その後、特にツールとしての数値シミュレーション手法が開発改良され、火山噴火時に発生する現象ごとに、より現実的な危険区域を表現することが可能となった。そして、これまでに火山活動による社会的

影響の大きい浅間山、富士山、桜島など 29 火山の全てでハザードマップが作成されている。

国土交通省砂防部は、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、内閣府等の関係省庁や地方公共団体等と連携してハード・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の策定ガイドラインを作成し、全国 29 の火山で順次緊急減災対策計画を作成していくこととしている。

2.4 地震に伴う土砂災害防止対策とハザードマップ

2008 年岩手・宮城内陸地震など毎年のように発生する地震により地すべり、崩壊、土石流など土砂災害による被害が生じている。しかし、行政機関において、地震発生前に地震によって発生する土砂災害のハザードマップが策定されることはなかった。これは、現時点において発生場所や震度の予測が難しく、地震の発生以前に土砂災害に対して警戒避難体制を整備し、適切に避難することは困難とされているからである。すなわち地震による土砂災害の被害軽減には、ハード対策による平時での対応が重要と考えられている。そして、そのためには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、現在いくつかの手法をもとに研究が進められている。

地震発生と同時に発生する土砂災害の事前予測は大変難しいが、地震による崩壊で形成された天然ダムの決壊の危険性については、事前にハザードマップを作成して、住民にその危険性を知らせることが可能である。

これは、江戸時代の地震災害、たとえば善光寺地震（1847 年）や飛越地震（1858 年）の際に天然ダムが形成され、その後の決壊により下流域で多くの人命と財産が失われたことを教訓に、2004 年の中越地震の際に形成された東竹沢の天然ダムについては、その決壊の危険性をハザードマップ(図 1)にして、下流の住民に公表し、いざという時の対策としたのである。

今後は地震発生前に地震に伴って発生する土砂災害についても、ハザードマップが作成され、ハード・ソフト両面からの対応がとられることが望まれるところである。

3. ハザードマップの具体的な活用と課題 —2000 年有珠山噴火を例として—

3.1 概説

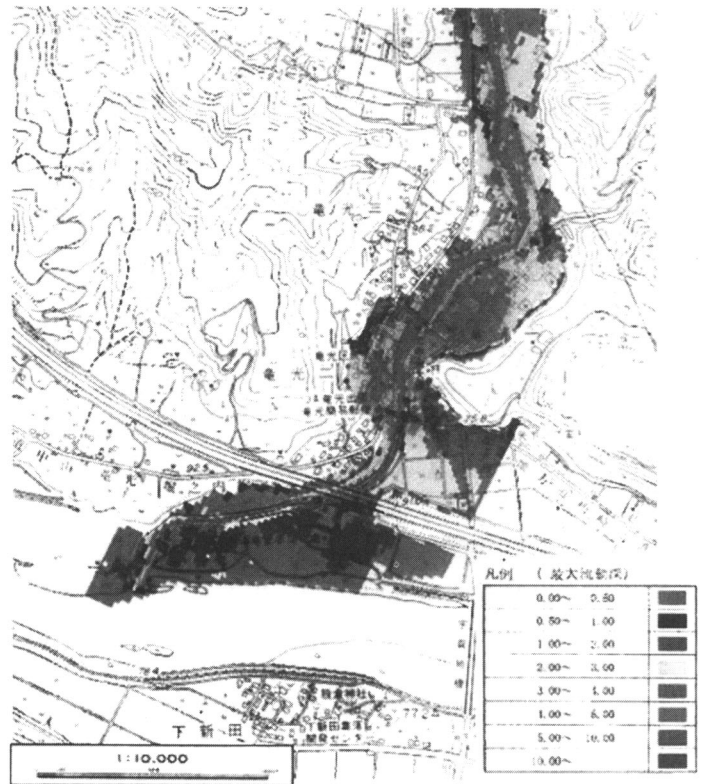


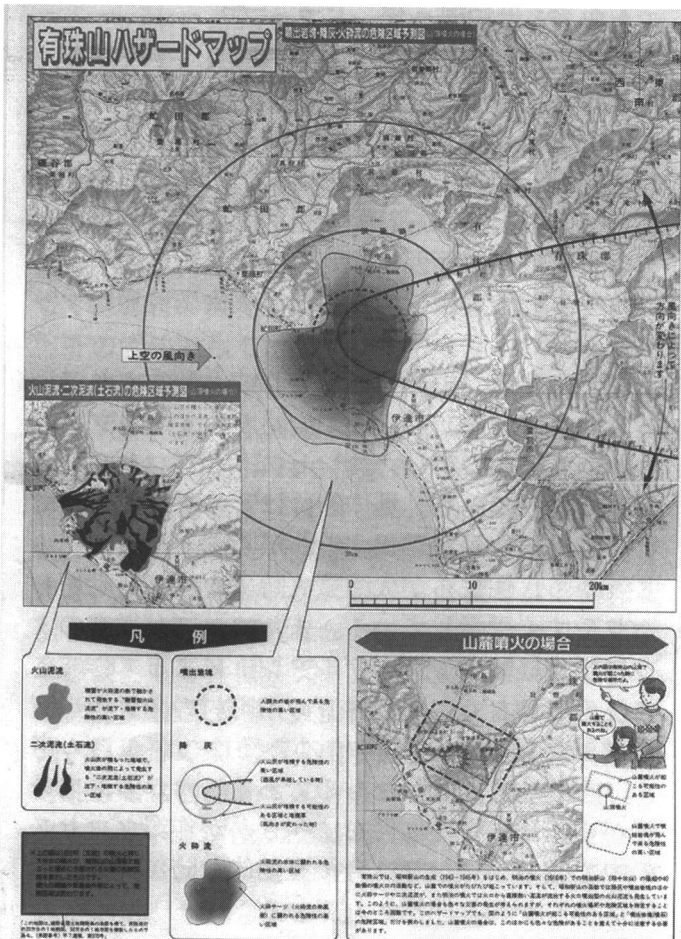
図 1 東竹沢の天然ダム破壊によるハザードマップ

2000 年 3 月 31 日有珠山は西山西麓から噴火を開始した。翌日には北西山麓でも火口群を形成している。この火山噴火活動に際し、有珠山周辺の 3 市町では住民の避難勧告を発令し、一人の死者も出さずに住民の生命を守った。住民の避難行動がスムーズにいった一つの理由として事前に配布されていた「有珠山火山防災マップ」(図 2) すなわちハザードマップがあったことが挙げられている。その活用実態と課題について三松、田鍋の論文⁶⁾から紹介しよう。

3.2 ハザードマップが住民に配布されるまでの事情

1977 年の有珠山噴火時、有珠山周辺の地域では防災議論イコール危険情報・マイナスイメージという拒絶の風土があった。加えて 1910 年、1944 年の噴火では被害・犠牲者が極めて少なく、有珠山の噴火は危険が無いという誤解も定着していた。

1977 年 8 月 6 日早朝から地震が頻発し始め、次第に強さと頻度が増す中、昭和西山麓広場では花火大会が実施されていた。このイベントの主催者の多くは昭和西山噴火の体験者であったが、昭和西山の火山活動が前兆地震から 6 カ月後であったので、噴火はまだ先の事と思い込んでいた。しかし、翌 7 日午前 9 時 12 分に山頂で噴火が始まった。もしこの噴火が夜間に生じていれば大変な被害が生じただろう。噴火直後の数日は人々も火山



戸に配布されたのである。

3.3 ハザードマップの活用とその課題

① 住民への避難勧告・指示に関する活用

火山活動の予測は難しく、行政判断もまた難しいものがある。しかし、科学的知見を集積したハザードマップと専門家の助言は、避難措置を行うにあたって大変重要な判断材料となり、また、住民への説明材料となった。

有珠山周辺では避難措置は、ハザードマップに示された危険度に対応する地域コミュニティ（自治会）を単位として、避難準備、自主避難の呼びかけ、避難勧告・指示と段階を経て行われている。また、火山噴火の経過で変化する危険度に伴い避難指示区域の拡大がハザードマップをもとに決定された。

② 街づくりへの活用

ハザードマップによると壮瞥町では、町の中心市街地の約7割が火砕サージの到達想定範囲となった。そこで2000年噴火後に町が策定した復興計画では、ハザードマップをもとに、より安全な地域に防災施設の整備を位置付け、防災の拠点となる消防庁舎を1km東方(有珠山から遠方)に移転し、あわせて有珠山や各地の火山資料を集積する火山防災情報センターを併設整備した。また、小学校や病院等もハザードマップをもとにより安全な地域へと移転し、災害に強い街づくりを推進している。また、次の噴火時に寸断することのないようハザードマップを活用して道路ネットワークを整備することが検討されている。

③ ハザードマップ活用の課題

火山災害の防止とりわけ避難勧告等に行政がハザードマップを活用する場合、火山活動状況をもつつ判断しなければならないので勧告等の発令のタイミングが難しいことになる。

それを適切に実行するためには、ハザードマップに記述されている現象や危険性をまずハザードマップの活用者が充分理解しておくことが大切である。また、火山現象は刻々と変化するので専門家との連携を密にしておくことが必要となる。特に避難や避難解除にあたっては、火山活動の変化に迅速に対応することが求められることから、ハザードマップに示されていない情報も含め判断していくことが大切である。特に想定外の現象や発生規模に対しては、リアルタイムハザードマップの活用が必要となる。

2000年有珠山噴火災害対応の最大の特色は、行政と住民の適切な避難行動により一人の死傷者も

図2 住民に配布された有珠山のハザードマップの猛威におののいていたが、噴火の勢いがやや低下すると共に避難解除・観光再開の大合唱となり、9月10日には、2000人余の住民が参加して「生活危機突破町民大会」を施行した。これを受けて首長が防災関係者の反対を押し切り、政治判断を下して47日目の観光再開となった。完全な火山活動の終息は1982年であり、その間1978年8月には火砕サージの発生や同年10月には土石流により3名が死亡するという災害が発生したが、防災意識の醸成には至らなかった。

その後、1991年から始まった雲仙普賢岳の火砕流や土石流被害の怖さを住民は視覚として疑似体験する。しかし、当時の行政は、ハザードマップの必要性を認めつつも、土地の資産価値を下げることになるという地権者の抗議に抗しきれないとして、ハザードマップを作成し配布することができなかった。

このような状況のなか昭和火山生成50周年記念事業として昭和火山国際火山ワークショップが1995年に壮瞥町で開催された。この時、地域の防災意識の高さをアピールする目的でハザードマップの作成と配布が提言され、国や道の支援を得て「有珠山火山防災マップ」が同年9月に刊行され全

ださずに済んだことである。これは、平時に火山の専門家と一緒に火山を知る取り組みを通してハザードマップ情報が住民に共有されていたことが大きな要因と言えよう。

4. 今後の展開—21世紀型ハザードマップを目指して—

4.1 概説

これまで本文で述べてきたように、土砂災害の防止・軽減のためにハザードマップが果たす役割は大きい。しかし、このハザードマップを用いたソフト面の対策、および構造物によるハード面の対策が、関係機関により鋭意実施されているにもかかわらず、毎年土砂災害による被害が生じており一向に土砂災害が減少する傾向がみえない。すなわち「土砂災害から死者ゼロ」という政策目標がなかなか達成されていない。

今後、地球温暖化の影響により異常豪雨が多発する傾向が指摘されており、土砂災害はむしろ増加していくことが懸念されることに加え、近年の公共事業予算の減少により、現状でも必ずしも十分な整備水準にあるとはいえないハード面の整備率が今後急に上がることは考えにくい。このような現状においてハザードマップの防災に果たす役割は、益々大きくなってきている。

一方、これまでのハザードマップには、配布しても住民の認知率が低いとか、住民の災害に対する「正常化の偏見」によるマップの不使用、あるいは紙ベースという媒体のもつ性格からくる情報伝達の限界によりいくつかの課題が顕在化してきている。

このようなこれまでの土砂災害ハザードマップの課題を克服するためには、

- ① ハザードマップの見やすさ、わかりやすさをさらに工夫していくこと
- ② 「正常化の偏見」をなくす工夫
- ③ 静止した「絵」(目から入る情報)だけでなく、動き、音、振動など、できるだけ五感に訴える情報伝達

などを考慮した新しい形態の土砂災害ハザードマップ(空間情報)の開発が必要であると考えられる。

以下に、少子・高齢化にますます拍車がかかる一方、一層情報化の進展する21世紀の社会において、土砂災害による人的被害をできるだけ軽減していくために必要と考えられる21世紀型ハザードマップについて述べることにする。

4.2 21世紀型ハザードマップ⁷⁾

① 従来型ハザードマップの改良

ハザードマップの改良の方法は種々考えられる。たとえばマップに示す情報を避難に必要な情報に特化して示すなどである。ここではその一例として、「緊急時の避難」を目的として、具体的なトリガーと避難範囲を設定した富士山火山ハザードマップの改良版である富士山火山防災避難マップを紹介しよう。

富士山北麓(山梨県側)で作成・配布されているこのマップは、これまでのハザードマップにない、いくつかの新しいコンセプトとプロセスにより作成されている。具体的にはどのタイミングでどの地域の住民が避難するかが明確となっていることから、住民らが火山噴火時にすべき行動をわかりやすく図示している。またマップが従来のように学識経験者やコンサルタントによって作成されたのではなく、山梨県下の市町村の防災担当者が学識経験者のアドバイスを受けながら自ら考え、理解して作成したものであることから、自分達がいざという時に何をすべきかが作業プロセスの中で明らかになり、今後実効的な防災対策が可能になるものと期待されている。

② 住民参加型土砂災害ハザードマップ

平成16年の台風21号による土砂災害を契機に住民参加型の取り組みが始まった愛媛県西条市の事例を紹介しよう。同市はこれを「地域防災地図作成会」と呼んでいる。

この取り組みにはいくつかの工夫が見られる。市から提供された地形図に、住民は3種類の付箋を貼るのである。黄色の付箋には住人の意見や過去の被害を、赤色の付箋には避難に関する問題点、青色の付箋には問題の解決策をそれぞれ記入し地図に貼り付けていくのである。

このような試みの最大の長所は、住民自らが作成する過程で正常化の偏見をなくし、防災意識が高まり地域防災力が向上するという点であると考えられるが、専門的知識や経験が不足していることや予算(地図購入、印刷など)をどうするかなどの課題もでてきている。これらの課題は地域ごとにそのレベルが異なることから、知恵を出しあって実行していくことが望まれるところである。

③ 高機能土砂災害ハザードマップ

高機能土砂災害ハザードマップとはWeb-GIS機能など最近のコンピューター技術や情報通信技術を用いた多機能でインテリジェント化されたものをイメージしており、総合的な機能・仕組みを有するハザードマップシステムと呼べるものであ

る。この中において、マップは中核的な情報の役割を果たすが、一方でGIS機能などを持つ新たなハザードマップの開発が求められている。

以下にその一つの事例ともいえる火山災害に対するリアルタイムハザードマップについて述べる。リアルタイムハザードマップとは実際の噴火情報を基に、より具体的な火口や発生現象を特定して、被害の発生を予測するマップである。

その手法としては、プレ・アナリシス・システム（以下PAS）型とリアルタイム・アナリシス・システム（以下RAS）型の二つが考えられる。PAS型は、想定される複数のケース（噴火規模や発生する現象など）に対して、あらかじめハザードエリアを特定しその情報をGIS上に格納しておき、火山の活動状況に応じて必要となる情報を引き出すことを可能としたシステムであり、「事前準備型」もしくは「データ蓄積型」といえる。

一方、RAS型は、火山活動をリアルタイムに観測し、地形の変化や火山噴出物の物性、量、範囲等をもとに数値シミュレーション計算等を行い、火山ハザードマップを随時迅速に見直すことを可能とするシステムであり、「逐次計算型」のシステムである。これらのシステムを活用することにより防災関係機関は、その時々状況からどのような被害がどの範囲におよぶのかを把握し実現象に即応した防災対策が可能となる。

リアルタイムハザードマップシステムは開発が始まってからまだ日が浅いので、具体的な活用事例はないが、火山防災においてはロールプレイ方式の防災演習に活用されている。

しかし、リアルタイムハザードマップ作成にもいくつかの課題がある。最も大きな課題は、刻々と変化していく火山現象をどうとらえていくか。また、発生現象の規模を定量的にどう把握するかである。噴火が始まると火口周辺に直接人間が入って観測することは不可能となるので、リモートセンシング技術を応用した現象や規模の把握手法の開発が望まれるところである。

5. おわりに

土砂災害ハザードマップは、過去に発生した災害の実績図によるものから地形因子や土砂水理学的要素を取り入れたものとなり、最近では動画など新しいツールを活用したハザードマップが提案されている。

しかしその目的や利用する人によって必要な精度、情報が異なることから1枚の図ですべてが解決するわけではない。むしろ防災システムの構築

や意識の向上のためのスタート役が出来たと言っても良いだろう。加えて、土砂災害をもたらす現象そのものの予測も未だ難しい状況にある。その意味では過去の災害から得られる災害実績図も大いに役立つ情報として活用すべきである。

ハザードマップの活用法に関しての課題としてハザードマップは多くの前提条件が設定されているという事が挙げられる。すなわち、条件が変わればマップに表示された内容も変わるということである。そのためにも土砂移動のメカニズムが明らかにされることが大変重要である。

ハザードマップの作成と活用は、一般的には災害から人命を守る避難対策やハード対策の効果をより大きくするために使われることとなっている。しかし、本文でも紹介したように自然災害の危険区域の多い我が国においては、街づくりや道路などの重要交通網の整備にも活用することが望まれるもので、いわば多目的利用に役立ててほしいものである。

いずれにしても、これらのハザードマップは新たな技術を駆使し、形態は変わっても行政と住民、作り手と受け手が同じ土俵でわかりあうものにする努力が必要となる。そのためには技術面での精度の向上とともに確率表記などの技術開発が期待される所であり、防災啓発には個人の防災意識の向上のみに頼らず地域や職場での人と人とのつながりを強くする工夫が求められる。

本文で述べてきた土砂災害ハザードマップに関する情報が安全で安心して生活できる地域づくりや街づくりに役立つことを願っている。

参考文献

- 1) 建設省河川局砂防部砂防課；土砂等氾濫地域調査要領、昭和49年12月
- 2) 泉 岩男、池谷 浩；土石流危険区域調査および警戒避難基準雨量の想定方法に関する一試案、砂防学会誌 No. 108, 昭和53年7月
- 3) 国土交通省砂防部監修；砂防関係法令例規集15年版、(社)全国治水砂防協会、平成15年3月
- 4) 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 No. 166, 平成17年8月
- 5) 中筋章人ら；土石流の氾濫危険区域設定に関する一考察、砂防学会誌 No. 116, 昭和55年8月
- 6) 三松三朗、田鍋敏也；土砂災害ハザードマップ、5. ハザードマップの活用一有珠山周辺の事例一、土と基礎、Vol. 56, No. 1, 2008年1月
- 7) 池谷 浩、松井宗廣、吉田真也；土砂災害ハザードマップ、7. 21世紀型ハザードマップの取り組み、土と基礎 Vol. 56, No. 3, 2008年3月

道路斜面防災における ハザードマップの現状と課題

ささき やすひと
佐々木 靖人*

1. はじめに

日本の道路総延長は平成19年4月1日現在1,253,048 kmである(林道・農道は含まない)。一方、総人口は平成19年1月現在、約127,765,000人なので、赤ちゃんからお年寄りまで国民一人が道路延長10 mの管理を担っていることになる。

直轄国道総延長に占める山地区間は3割以上に及ぶ。車線の両側がのり面の場合も多いことから、管理すべきのり面斜面の延長は道路延長の3割程度とすれば、のり面の奥行きは数m～数10m程度、自然斜面では災害の起こりやすい範囲に限っても奥行き100 m程度はあるので、全体として管理面積は国民一人300 m²(約100坪)程度になる。

ちなみに日本の宅地平均面積は平成15年時点で296 m²(都市部は概ねその半分)なので、国民一人が実に自宅の広さを超える道路のり面斜面を管理しなければならない。

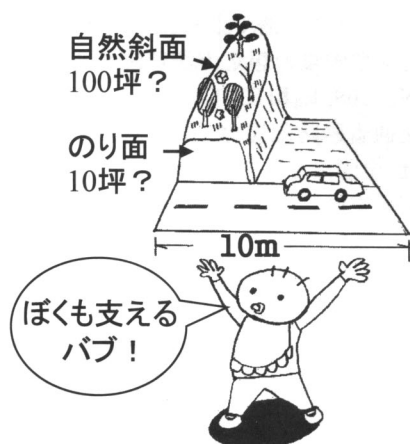


図1 国民1人が支える道路斜面の分量

厳しい経済状況の中でハザードマップに課された使命は、単に危険箇所を示すだけでなく、効率的な国土管理のための強力なツールであることだ。ここではその視点から、道路斜面防災におけるハザードマップの活用の現状と今後の課題を述べる。

2. 道路のり面斜面点検の現状と課題

2.1 既存ののり面点検体制

道路斜面防災においては、ハザードマップによる管理は未だ行われていない。道路防災点検をはじめとする以下のような重層的な既存の点検体系があるためである。

- ① 道路防災点検 (概ね5年に1回)
- ② カルテ点検 (概ね1年に1回)
- ③ 日常点検 (道路パトロール, ほぼ毎日)
- ④ 緊急点検 (豪雨後, 地震後, 災害後等)
- ⑤ 不定期の点検 (劣化が顕在化した場合など)
- ⑥ 道路防災ドクター等による点検 (防災関係委員会等に関連して実施)
- ⑦ その他, (モニタリング計測, 施工時の地山確認, 完成検査等)

これらの点検体系はそれなりに機能しているが、それでも災害はその隙間をすり抜けるように発生している。そこでここでは、道路防災点検とカルテ点検を例に、既存の点検体系の課題を整理する。

2.2 道路防災点検の課題

昭和43年の飛騨川バス転落事故を契機として開始された点検である。ちなみに、降雨時事前通行規制の制度もこの事故を契機として設定されている。道路防災点検は概ね5年に1度の割合で実施され、「要対策」, 「カルテ対応」, 「対策不要」,

* 独立行政法人土木研究所 材料地盤研究グループ
地質チーム上席研究員

「点検不要」に振り分けられる。最近では平成8年に実施された後10年間未実施であったが、直轄国道については平成8年以降の災害の分析等を踏まえて平成18年にフォローアップ点検として一部手法を改訂して部分的に実施された¹⁾。改訂された手法は、土木研究所等におけるハザードマップ研究の成果²⁾などを一部取り入れる形で、災害履歴を重視するとともに地形判読により面的なチェックを行う体系となっている。ただし残念なのは、せっかく整理された面的な斜面データをハザードマップとして活用する管理体系になっていないことである。

評価方法にも課題がある。その評価方法は平成2年以降、地形・地質土質・湧水・変状・対策工の効果等の各要素を確認して点数化する、いわゆる評点法を用いている。ちなみに平成2年度は福井の国道305号の岩盤崩壊を受けて防災点検に初めて「岩石崩壊」の項目が追加された年である。当時「落石・崩壊」の配点は、数量化解析により専門家の判定ランクに近づける工夫がなされたが、「岩石崩壊」については、災害事例が少ないため、専門家委員会でのブレインストーミングにより配点が決定された。評点法は一定の成果を上げ、平成2年以降大きな変更なく利用されているが、以下のように多々課題があり、かゆいところに手が届かない部分がある。今後はこれらの課題を解決していくことが必要である。

- ① 一斉点検のため時間が少なく精度が不十分
- ② 災害実績の分析をふまえた点数評価の再検討がなされていない
- ③ 全国一律の評価法のため地域特性が考慮されにくい
- ④ 箇所別評価であるため広いエリアを一律に評価しがち
- ⑤ 毎回同じ点検を一から行う形でありデータが蓄積・高度化されない
- ⑥ 面的評価でないので点検者が斜面のどの部分を見て評価しているのかが不明確
- ⑦ 最近ではLPなどによる詳細な地形データがある箇所もあるが上質なデータを活用した評価に発展させにくい など

2.3 カルテ点検の課題と方向性

カルテ点検では、のり面・斜面を全体的に確認するとともに、必要に応じてのり面の開口亀裂などの着目すべきポイントに対して、継続的に観察ないし計測を行う。カルテ点検は直轄国道では一般には1年に1回程度実施されているが、地域・

路線等によって多少対応が異なるようである。カルテ点検は、予算や用地取得等の事情で未対策の要対策箇所についても同様に行われる。カルテ点検の方法は道路保全技術センターにより要領化されているが、加えて中部地方整備局では、地域特性に応じたやや詳しいカルテ点検要領が作成されている。また、カルテ点検とは別に構造物としての健全度を調査する構造物点検を実施しているところもある。

カルテ点検の課題としては、まず、義務的に点検をしている感があることだ。特段変化もないと思われるが決まったところを年に1回観察しなければならない、という感覚がある。毎年同じポイントを確認する部分も必要だが、せっかく点検するのだから、新しいデータを蓄積していく点検体系にできないか。たとえば、以下のようなカルテ点検はどうか。

- 1年目：LPデータを整備（地形判読図作成）
- 2年目：のり面目視調査（変状マップ作成）
- 3年目：自然斜面の詳細踏査（踏査図作成）
- 4年目：のり面変状の増加箇所の確認と必要箇所での詳細調査（詳細調査図作成）
- 5年目：自然斜面の地質調査（地質図作成）
- 6年目：のり面地山調査（地質図作成）
- 7年目：のり面、自然斜面等の変状追加調査、追加地質調査 など

このようにすれば、次々に新しいデータ、詳しいデータが蓄積される。あわせてハザードマップの再検討業務を盛り込んでおけば、新しいデータが蓄積されるたびにハザードマップが更新され、いつの間にか高度なハザードマップが完成しているはずである。

道路防災点検はもともと新規対策箇所を選定するための手法であるが、現在は老朽化したのり面などを調査するカルテ点検の必要性の方が高い。10回やっても資料としての蓄積がほとんど無い防災点検を5年に1回繰り返すよりも、このようなメニューの異なるカルテ点検を毎年地道に実施していく体制にシフトしていく方が生産的であり、アセットマネジメントの思想にもあっている。

また、カルテ点検では、カルテ箇所のみを観察する体系になっているが、実際の災害は要対策箇所やカルテ箇所以外からも発生し、このような災害は直轄国道でさえも6割に達する。新規カルテ点検箇所は5年に1回の防災点検でしか抽出しないシステムになっているが、実際にはカルテ点検の中に、カルテ箇所以外の隣接エリアまでも踏査するスキームが入っていれば、このような見逃し

災害を防ぐことができる可能性が広がる。

3. 道路斜面ハザードマップの試み

3.1 概要

2章では既存の点検体系の課題と方向性を述べた。この中には、ハザードマップ化すれば解決する課題とそうでない課題があるが、いずれにしても最近の災害実績を詳しく分析するなどして、既存の点検体系を高度化させることが必要である。その際に、ハザードマップ的な考え方が重要な役割を果たすはずである。

道路斜面のハザードマップには、以下のようにいくつかの段階が考えられる。

- ① 災害図 (disaster map)
- ② 災害素因図 (inventory map)
- ③ 不安定度予測図 (susceptibility map, vulnerability map)
- ④ 災害影響範囲予測図 (hazard map)
- ⑤ 道路管理者向けのハザードマップ
- ⑥ 市民向けのハザードマップ

これらを広義のハザードマップと考えることができる。以下では各種マップを紹介しながら、道路斜面におけるハザードマップの可能性を検討する。

3.2 災害図

災害図 (災害履歴図) は、過去の災害履歴の種類や内容を範囲や位置で示したものである。

図2 (上) は直轄国道における近年15年間における通行止めを伴うのり面・斜面災害1,310件の分布である³⁾。これも簡単な災害図といえる。これによると、災害原因は9割が降雨によるもので、地震はわずか2%である。災害種別は表層崩壊 (自然斜面の表層崩壊や土石流出、のり面の浅い崩壊等) が81%であり、表層崩壊に対する点検・対策技術の高度化が極めて重要であることがわかる。なお、落石と土石流がそれぞれ6%程度でそれに次ぐ。落石は北海道や四国の海食崖で多く、海岸区間も注意が必要であることがわかる。

図2 (中) は道路への到達土量である。これも広い意味での災害図といえる。小さい災害ではデータがないものも多いが、1,000 m³ を越える災害も多く起こっており、時には10,000 m³ を越えるものもある。いくつかの事例を調査したところ、災害の3/4は既設の対策工がある箇所が発生しており、落石を想定していたが表層崩壊が発生した事例や、想定崩壊規模を過小評価していた事例など

が認められた。このことから、災害形態・災害規模の予測精度の高い点検技術の開発が必要である

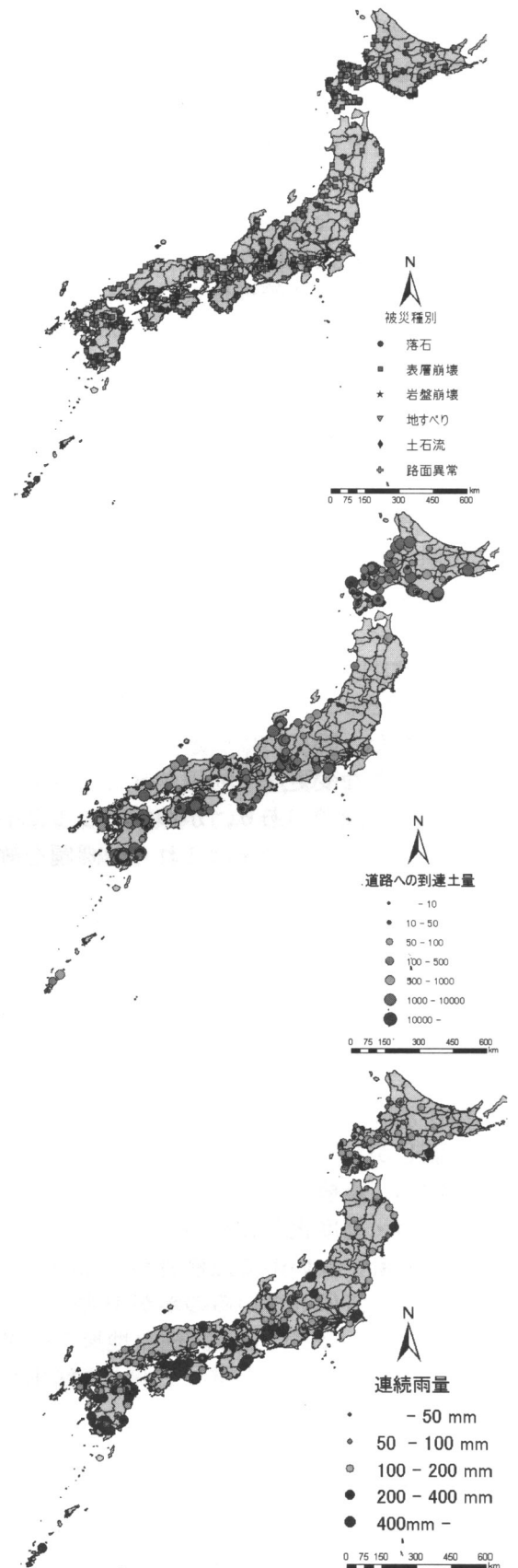


図2 国道指定区間の土砂災害 (過去15年間) の被災種別 (上), 道路への到達土量 (中), 発見時までの連続雨量 (下, 1 mm 以上のもの)³⁾

ことがわかる。

図2(下)は災害発見時までの連続雨量である(1 mm以上の連続雨量で発生した災害をプロット)。これによると低い雨量で発生している災害が相当数認められ、例えば連続雨量25 mm以下の災害は約30%に及ぶ。この原因としては、短時間豪雨、断続する長雨や融雪、以前の雨や地震等の影響が考えられる。低い連続雨量で災害が発生する箇所は連続雨量による事前通行規制では対応が不可能である。以上のように、この災害図からは、低い雨量や弱い地震等による災害箇所の特徴を分析し、このような危険箇所を優先して抽出する手法を開発することの必要性が浮かび上がる。

3.3 災害素因図

災害素因図は、災害の素因となる要素を示したものである。

図3は国土地理院で作成していた道路防災土地条件図である。この図には、地形的な要素が示されているが、このほかに、不安定な地質を示した図、構造物の変状図、あるいは災害図自体も災害素因図といえる。ハザードマップを作成するには、このような災害素因を地道に調査し図化する作業が不可欠であるが、国土地理院でさえも、道路予算の制約等から現在は本図の作成は行われておらず残念なことである。今後はこのような基礎的な作業を、各機関連携しつつ効率的に実施し蓄積していく体制を再度確立する必要がある。

3.4 不安定度予測図

不安定度予測図は、災害素因図などをもとに災

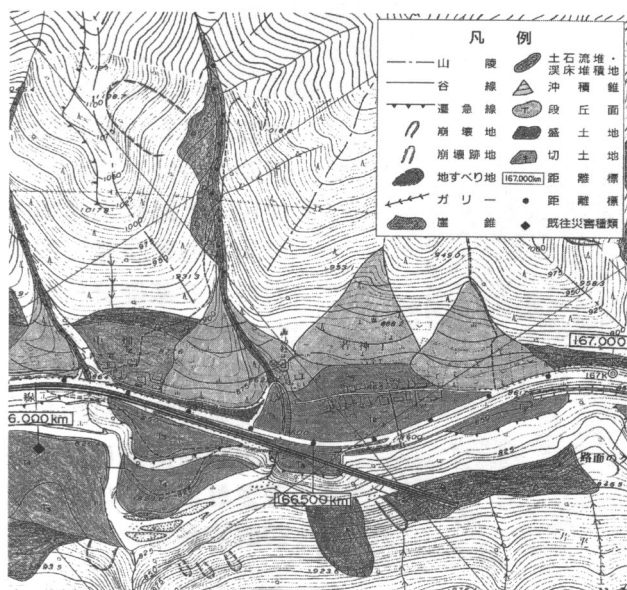


図3 道路防災土地条件図(国土地理院パンフレットより)

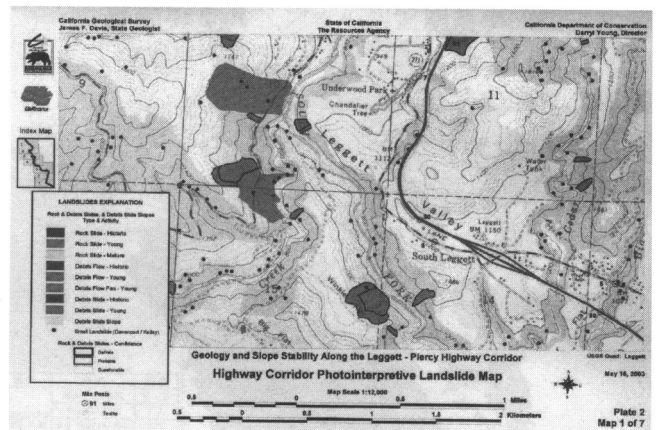


図4 カリフォルニア州道路のランドスライドマップ⁴⁾

害の起こりやすさを分類ないし定量化して示したものである。図4はカリフォルニア州道路のランドスライドマップである。米国ではFEMA(米国危機管理庁)がHazardMaps.govというwebページを開き様々なハザードマップをダウンロードできるが、これは州レベルでの取り組み例である。本図では、斜面変動のタイプを岩盤すべり、崩積土すべり、土石流などに分類した上で、最近の過去の発生箇所(Historic)、地形的に若い箇所(Young)、地形的に古い箇所(Mature)、などの分類を行ったうえで、その範囲の確からしさも分類して示している。道路防災科学技術研究所で発行している地すべり分布図においても地形の明瞭度で地すべりを分類しているが、このような分類は斜面の不安定度とも間接的に関連していることから、このような図面は一種の不安定度予測図と見なすことができる。

図5は道路長1 km・15年あたりの道路斜面災害の予想発生数を示したものである⁵⁾。同図は図2で示した災害履歴と50 mメッシュDEMによる平均勾配およびシームレス地質図における地質分類の相関性を用いて算出している。このような図も一種の不安定度予測図である。この不安定度予測図はマクロなものなので個別箇所の防災にはあまり役に立たないが、広域的に見てどの路線の災害リスクが大きいか、どの路線を優先して対策を実施していくべきか、といったマクロな道路計画には役立つものであろう。

3.5 災害影響範囲予測図

災害影響範囲予測図は狭義のハザードマップである。火山のハザードマップや洪水ハザードマップはこの定義に沿うものが作成されている。土砂災害防止法においても土砂の到達範囲を特別警戒区域、警戒区域として設定するスキームとなって

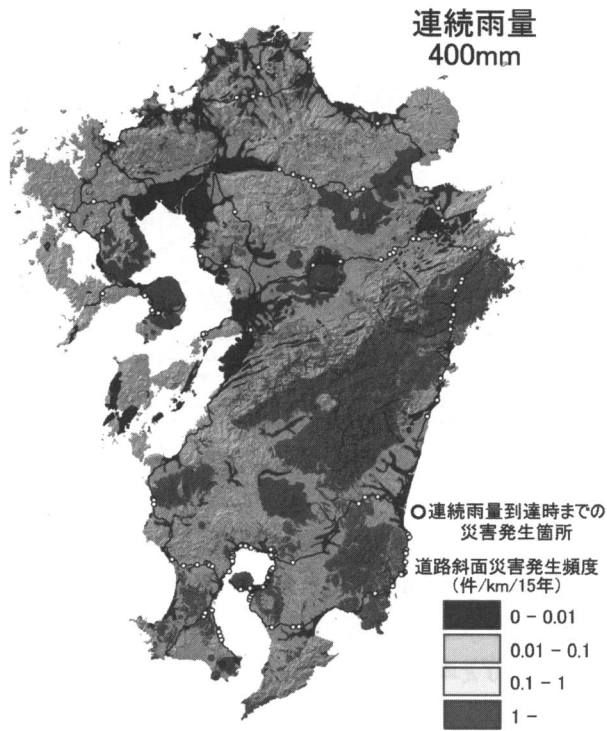


図5 道路斜面災害の発生頻度予測図⁵⁾

おり、道路斜面においても何らかの方法で危険な範囲を設定することは可能と考えられる。ただし土砂災害防止法による区域設定は主に自然斜面災害を対象としたものであるが、道路の場合は様々なり面構造物があるため、その取り扱いに工夫が必要であるほか、多くの路線区間が一律に警戒区域になる場合などには危険箇所の絞り込みが必要になる。このため、より詳細な予測が必要と考えられる。

図6は過去の災害履歴と10mメッシュによる地形(斜面勾配, ラプラシアン)の関係から斜面の崩壊しやすさ(左図の「特性値」)を求め、次に過去の災害履歴を用いた土砂災害シミュレーションプログラム(SLSS)を用いて崩壊土砂の到達確

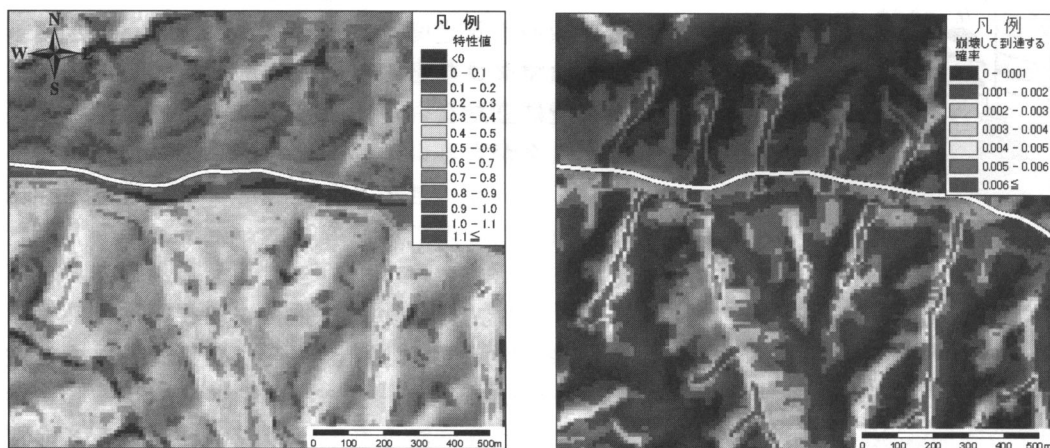


図6 崩壊しやすさの「特性値」(左図, 赤ほど崩壊しやすい)と、「崩壊して土砂が到達する確率」(右図, 降雨量 400 mm)⁶⁾

率を求めたものである⁶⁾。この際に、降雨量と「特性値」の関係を求めておくことで、「何ミリの雨が降ったらどのくらいの確率で土砂が到達するか」を定量的に求めることができる。図をみると、崩壊しやすい斜面は多くあるが、道路に土砂が到達しやすいエリアはある程度限定できる。このようなシミュレーションは近隣地域の災害履歴とDEMデータのみで実施できる。この図を参考にすると、危険な範囲を感覚的にわかりやすい形で定量的に把握することができるため、防災点検やカルテ点検での見逃し箇所のチェックならびに現地踏査などの調査優先箇所の選定に利用することが可能である。

3.6 道路管理者向けのハザードマップ

通常ハザードマップは災害影響範囲が示されるが、道路管理者にとっては、対策や道路管理等に関する情報も必要である。著者らは、道路管理者向けのハザードマップを「道路防災マップ」と位置づけ、作成方法をマニュアル化した。図7はその例である⁷⁾。道路防災マップは、豪雨等の異常気象時における道路斜面の「弱点」と、その「対応」を示した防災情報地図である。「弱点」とは斜面災害を引き起こしやすい素因やその箇所のことであり、災害地形や、防災カルテ等の日常・定期点検結果、被災履歴等から推定される。落石シミュレーション等を用いて危険箇所を予測した結果などもこれに含まれる。一方、「対応」とは防災点検要領における「要対策」、「カルテ対応」、「対策不要」などの管理者の対応である。事前通行規制区間、監視箇所等もこの対応に含まれる。このようなマップを整備して日頃の管理に活用することで、道路の弱点を総覧することができ、効率的に点検・対策し、災害時に迅速に対応することができ

る。また、通行規制区間の解除・緩和や、住民・道路利用者等への防災の説明等に説得力のある基礎資料ともなる。このようなマップは平成18年の防災点検を実施していれば基本的な情報は既に整理されているので、比較的容易に作成することができる。関東地方の一部の国道事務所では既にGISを用いて

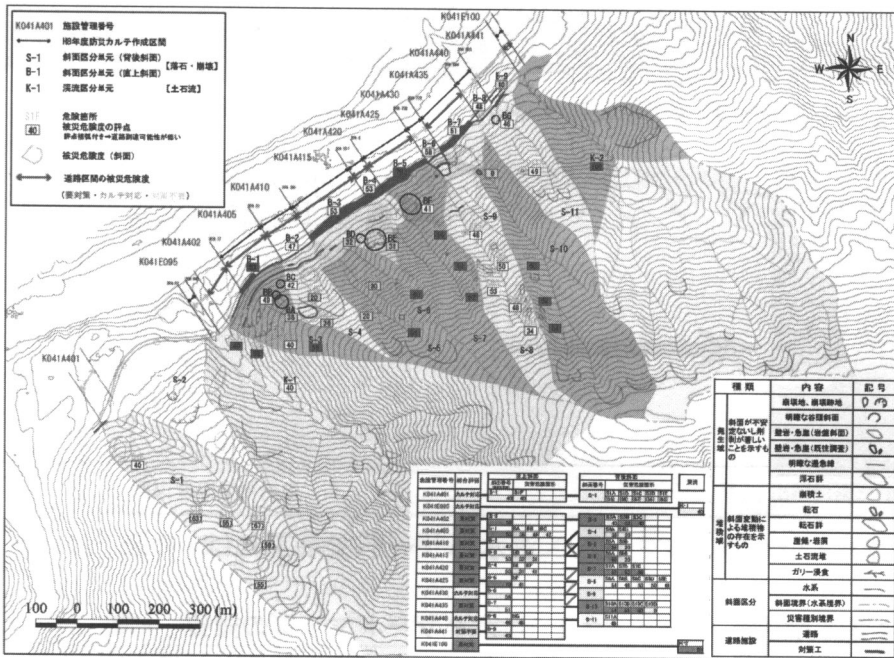


図7 道路管理者向け道路防災マップの例(色分けは防災点検による危険度ランク)²⁾

浜トンネル岩盤崩落事故後に北海道開発局が作成した道路防災マップがある(図8)。この図は、道路利用者のために配布されているもので、不安定斜面の多い重点監視区間や通報施設のある位置、管理事務所の電話番号などが示されているほか、路線沿いの観光スポットも掲載されている。

4. まとめ

道路斜面は他分野よりもハザードマップの導入が遅れているが、見逃しのない防災を効率的に進めるために至急導入すべきである。そのためには、災害事例を詳しく分析するとともに、ハザードマップとカルテ点検を関連づけ、蓄積型のカルテ点検を行うとともにハザードマップをあわせて更新するスキームにすることが効率的である。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：(参考資料) 点検要領, 平成 18 年 11 月 28 日道路防災点検講習会資料, 国土交通省道路局, 179 p, 2006.
- 2) 土木研究所, アジア航測(株), 応用地質(株), 基礎地盤コンサルタンツ(株), 国際航業(株), 住鉱コンサルタンツ(株), 日本工営(株)：GIS を利用した道路斜面のリスク評価に関する共同研究報告書 道路防災マップ作成要領(案), 第 350 号, 120 p, 2006.
- 3) 佐々木靖人, 矢島良紀, 倉橋稔幸：全国国道斜面災害データベースの構築と過去 15 年間の災害分布特性, 日本応用地質学会平成 18 年度研究発表会講演論文集, pp. 377-380, 2006.
- 4) California Geological Survey (2003) : <http://www.conservation.ca.gov/cgs/rghm/landslides/Pages/index.aspx>
- 5) 矢島良紀, 佐々木靖人, 倉橋稔幸：災害履歴特性に基づく広域的な道路斜面災害発生予測地図の作成, 平成 20 年度日本応用地質学会平成 20 年度研究発表会講演論文集, pp. 159-160, 2008.
- 6) 塩見哲也, 佐々木靖人, 阿南修司, 福田徹也：GIS を活用した斜面崩壊確率変化予測図(フラジリティマップ)の作成法, 日本応用地質学会平成 18 年度研究発表会講演論文集, pp. 373-376, 2006.



図8 一般向け道路防災マップ(北海道開発局作成・配布)

基本的なデータをマップで閲覧できるようにしている区間もある。

3.7 市民向けのハザードマップ

道路管理者や専門家向けのハザードマップは一般市民に対しては利用しにくい。そのため、市民にとって重要な点に絞って記述した市民向けのハザードマップも重要である。道路斜面に関してはこのようなマップはほとんど見あたらないが、豊

洪水ハザードマップの現状と課題

えのむら やすふみ
榎村 康史*

1. はじめに

我が国は国土保全上厳しい自然条件下にあり、また、河川のはん濫区域内に人口及び資産が集中しているという社会条件もあって、水害による甚大な被害を受けやすい状況にある。近年では、平成16年の新潟・福島豪雨や福井豪雨及び台風23号による河川堤防の破堤を伴う洪水はん濫被害など、台風や前線の集中豪雨による水害の頻発に加え、平成20年7月末の石川県金沢市や同年8月末の愛知県岡崎市を中心とした突発的な大雨、いわゆる「ゲリラ豪雨」による浸水被害や水難事故の発生が記憶に新しいところである。

こうした水害による被害を緩和させるためには、治水施設の整備などによるハード対策を着実に推進し、起こり得る災害を未然に防止することが重要であるが、これらハード対策は多大な費用と時間を必要とするため、緊急的にハード対策を完了することは困難である。さらに、地球温暖化に伴う気候変化の影響により降雨の増加、洪水の増大が今後懸念されており、治水計画で想定している規模を超える洪水が発生する危険性も視野に入れた対応策も検討していく必要がある。

そこで、「公助」としての行政による堤防などの治水施設の整備によるハード対策と並行して、住民自らが災害対応を行う、いわゆる「自助」・「共助」を促すために、災害情報の伝達や避難誘導などによるソフト対策を推進することが重要であり、洪水ハザードマップは、ソフト対策の一環として位置づけられている。

本稿では、洪水ハザードマップの現状と問題点及び、それらに対する取り組み事例等を紹介する。

2. 洪水ハザードマップとは

2.1 洪水ハザードマップの概要

平成12年の東海豪雨を契機として平成13年に水防法が改正され、洪水予報河川を対象とした浸水想定区域の指定・公表、ならびに浸水想定区域毎に洪水予報等の伝達手段や避難場所等を市町村地域防災計画に定めることが義務付けられた。あわせて、市町村地域防災計画に定めた上記事項について住民への周知に努めることとなり、住民への周知手段として洪水ハザードマップが位置づけられるようになった。

さらに、平成16年に発生した全国各地での豪雨災害で明らかになった課題を踏まえ、平成17年に水防法が改正され、浸水想定区域の指定・公表を主要な中小河川にも拡大するとともに、浸水想定区域の指定を受けた市町村に対して洪水ハザードマップ等による住民への周知が義務付けられることとなった(図1)。これを受けて、全国の市町村で洪水ハザードマップの作成・公表が進められているところである。

洪水ハザードマップとは、「洪水ハザードマップ作成要領」(平成17年6月 国土交通省河川局治水課通知)によると、破堤、はん濫等の浸水情報および避難に関する情報を住民にわかりやすく提供することにより人的被害を防ぐことを主な目的として作成されるもので、① 浸水想定区域が記載されている、② 避難情報が記載されている、③ 市町村長が作成主体となっている、の3つの条件を満たすものと定義されている。

洪水ハザードマップに記載される情報は、上記作成要領を具体的に解説した「洪水ハザードマップ作成の手引き」(平成17年6月 国土交通省河川局)においては、浸水情報や避難情報等の原則として全ての洪水ハザードマップに記載すること

* 国土交通省国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター水害研究室長

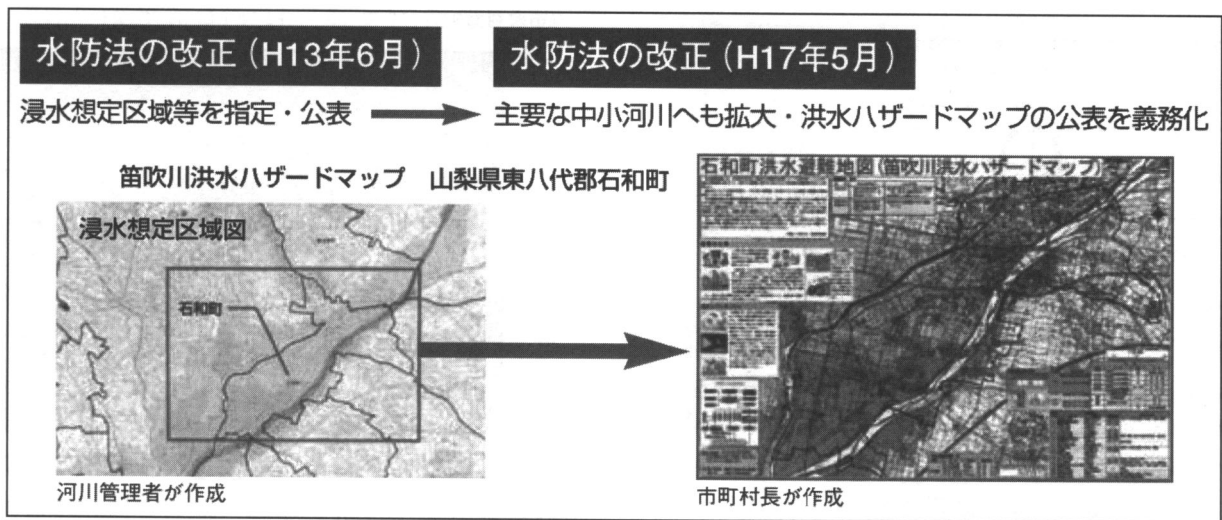


図1 水防法改正と洪水ハザードマップ (国土交通省河川局パンフレット「河川事業概要 2007」より)

表1 洪水ハザードマップの記載項目

共通項目	<ul style="list-style-type: none"> ・浸水想定区域と被害の形態 ・避難場所 ・避難時危険箇所 ・洪水予報等, 避難情報の伝達方法 ・気象情報等の在りか
	<ul style="list-style-type: none"> ・浸水想定区域以外の浸水情報 ・避難の必要な区域 ・河川のはん濫特性 ・避難時の心得 ・避難勧告等に関する事項 ・地下街等に関する事項 ・特に防災上の配慮を要する者が利用する施設の情報など
地域項目	<ul style="list-style-type: none"> ・水害のメカニズム, 地形とはん濫形態 ・洪水の危険性, 被害の内容, 既往洪水の情報 ・気象情報に関する事項 ・水害に備えた心構え など

が必要な「共通項目」と、より地域に密着した洪水ハザードマップとするため地域の状況に応じて記載するかどうかを判断すべき「地域項目」に分類している(表1)。例えば新潟県糸魚川市が作成した「姫川洪水ハザードマップ」においては、急流河川である姫川のはん濫水の流下特性を考慮し、はん濫水の到達時間、流速及び歩行避難困難度を別図に記載して住民の適切な避難判断への活用を図っている(図2)。

2.2 洪水ハザードマップの効果

洪水ハザードマップの公表により、日頃の防災意識の向上と、事前の備えが図られるとともに早めの避難行動による減災が期待できる。平成10年の集中豪雨による福島県郡山市での水害における災害後のアンケート調査によれば、事前に洪水ハザードマップを見ていた住民は、見ていなかった住民より避難率が約10%高く、また避難開始時間

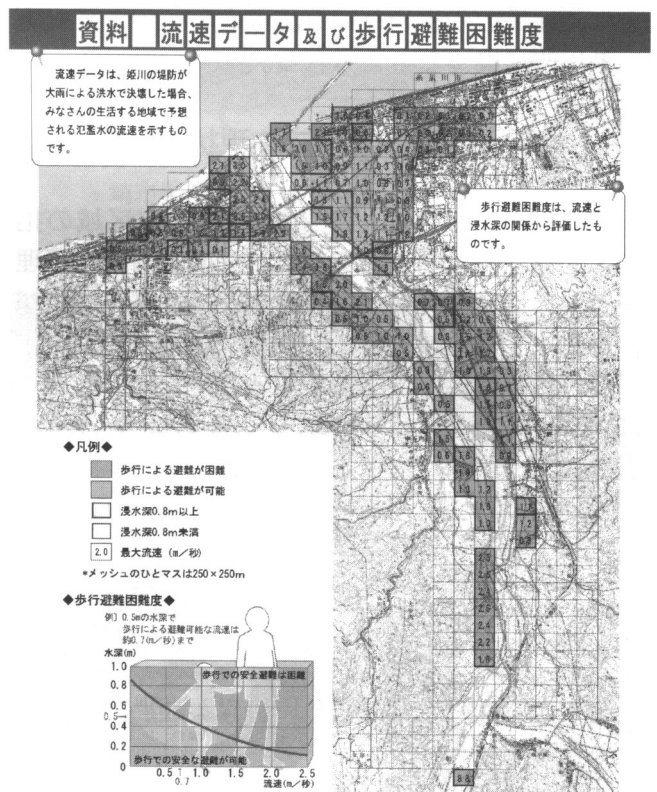


図2 流速データ及び歩行避難困難度を記載した事例(糸魚川市:「姫川洪水ハザードマップ」より)

も約1時間早い(図3)など、避難が円滑に行われたことが明らかになっており、洪水ハザードマップの効果が具体的に示されている。

洪水ハザードマップは、住民に対する効果だけではなく、洪水危機管理担当者への効果もあると考えられている。ハザードマップの作成過程では、予想される浸水域を求め、その地域にどのくらい住民が住んでいるかを把握する必要があり、それらをもとに、避難所の配置など、避難計画を決定していく。この過程が、実際に洪水が発生した場

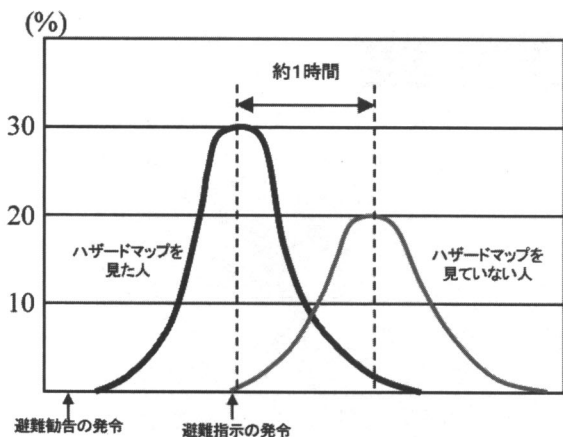


図3 洪水ハザードマップの効果（群馬大学片田研究室「平成10年8月末集中豪雨災害における郡山市民の対応行動に関する調査報告書」をもとに作成）

合に、住民の効率的な避難誘導等の危機管理対応に効果的に働くと考えられる。

3. 洪水ハザードマップの現状と課題

平成20年12月31日現在の浸水想定区域の指定・公表状況は図4に示すとおりである。国管理河川と都道府県管理河川を合わせて1,634河川が指定対象となっているのに対して、299河川が未公表の状況である。洪水ハザードマップの作成には、浸水想定区域図が必要不可欠であることから、引き続き浸水想定区域指定・公表の推進に取り組んでいく必要がある。

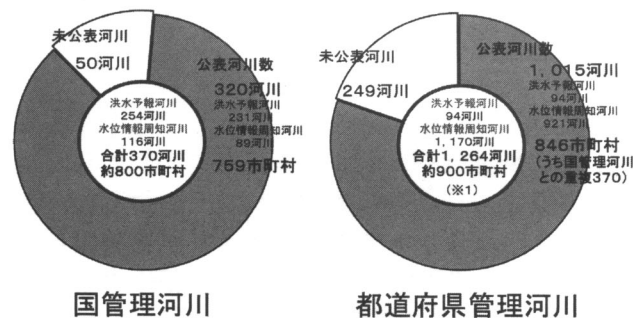


図4 浸水想定区域の公表状況（平成20年12月31日現在：国土交通省資料より作成）

洪水ハザードマップの作成状況を見てみると、平成6年から整備が本格化し、平成17年の水防法改正以降整備が加速され、平成20年12月31日現在で887市町村が作成・公表している（図5）。このうち、浸水想定区域を含まない地域で洪水ハザードマップを作成・公表している市町村を除くと846市町村であり、ハザードマップを公表すべき対象となっている1,235市町村に対しての公表率は69%にとどまっている。このため、市町村にお

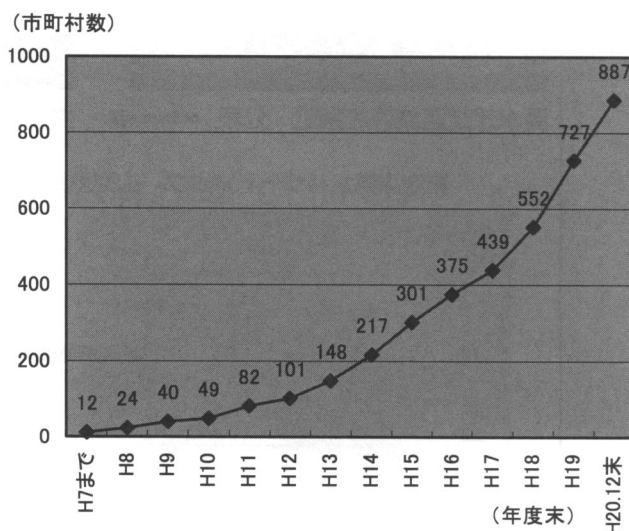


図5 洪水ハザードマップの作成・公表状況（国土交通省資料より作成）

ける洪水ハザードマップの一層の作成促進、及びそれに向けた国や都道府県による支援が必要である。

洪水ハザードマップでは、河川の破堤に伴うはん濫（外水はん濫）による浸水被害を対象としているが、近年、時間降雨100mmを超えるような集中豪雨が多発しており、このような降雨の場合、破堤や溢水が発生しなくても、低地に水が溜まったり、排水能力を超えた水が下水道から溢れたりすることによって発生する内水はん濫による被害が多発している。このような内水による浸水被害は、外水はん濫による被害よりも発生頻度が高く被害軽減のための対策が求められており、ソフト対策の一環として内水ハザードマップの作成・公表の促進も課題となっている。

洪水ハザードマップは作成すること自体が目的ではなく、住民がハザードマップの存在を認知し、その内容を正しく理解してもらうことで、水害による被害を軽減することが目的である。したがって、洪水ハザードマップの認知を高め、理解を深めるための取り組みが重要である。さらに、浸水想定区域の変更等基礎資料が修正された場合や、避難場所の新設・変更等市町村地域防災計画が修正された場合には、洪水ハザードマップの記載内容についても常に最新の情報となるよう適切な更新を行い、改めて住民への周知を行う必要がある。

4. 洪水ハザードマップ作成・普及に関する取り組み

4.1 洪水ハザードマップの作成促進

「国土交通省安全安心のためのソフト対策推進

大綱」(平成18年6月)では、平成21年度末を目途に、洪水予報河川及び水位情報周知河川の浸水想定区域に係るすべての市町村(約1,500市町村)において、洪水ハザードマップが作成・公表されることを目標としている。国土交通省では、この目標達成に向け、四半期毎に浸水想定区域及び洪水ハザードマップの作成状況を公表するとともに、国の各河川事務所に災害情報普及支援室を設置し、河川事務所・都道府県・市町村からなる災害情報協議会を開催してハザードマップ作成に必要な情報共有や市町村への技術支援を行うなどの促進策を強化している。また、都道府県管理河川の浸水想定区域の作成・公表を推進するための技術的資料の作成や、浸水想定区域調査及びハザードマップ作成調査費用に対する予算補助についても平成17年度から実施している(平成21年度まで)。

4.2 内水ハザードマップの作成促進及び洪水ハザードマップとの連携

内水による浸水被害の最小化を目的として作成される内水ハザードマップは、平成20年11月末現在83市町村で作成されているが、平成9年度以降床上浸水被害が発生した地区等を有する約500市町村に対する公表率は約17%にとどまっており、その作成促進を図る必要がある。国土交通省都市・地域整備局下水道部では、市町村における内水ハザードマップの早期作成を支援するため、平成20年12月に「内水ハザードマップ作成の手引き(案)」を改定し、内水ハザードマップ作成で重要となる内水浸水想定手法の追加、洪水・内水情報を住民に一体的にわかりやすく提供するための洪水ハザードマップとの連携についての解説・事例紹介、内水ハザードマップ作成の基本方針の検討等についてとりまとめている。

洪水ハザードマップとの連携については、作成時に使用する基礎資料や浸水シミュレーションモデルを共有・活用する他、1枚のハザードマップに内水と洪水の浸水想定区域を表示するなど、ハザードマップ作成そのものの連携を図ることにより、より効率的に効果的なハザードマップを作成することが可能になる。内水ハザードマップと洪水ハザードマップで連携する場合の浸水想定区域図の表示方法例としては、内水浸水想定区域図と洪水浸水想定区域図を重ねて表記する「重ねせ表示」、両浸水想定区域図を並列表記する「並列表示」、並びにそれらの組合せによる「複合表示」が挙げられている(図6、図7)。

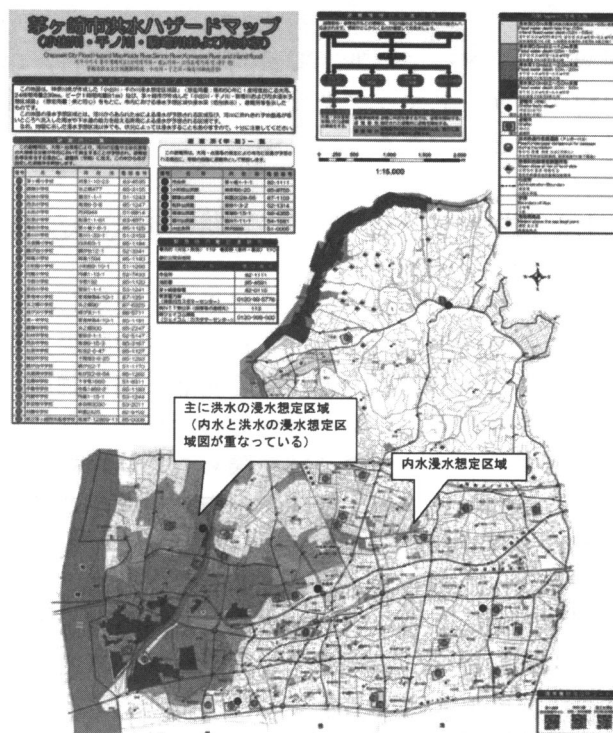


図6 内水と洪水の浸水想定区域の重ねせ表示の事例(茅ヶ崎市洪水ハザードマップ:「内水ハザードマップ作成の手引き(案)」より)



図7 内水と洪水の浸水想定区域図の並列表示の事例(大阪市防災マップ:「内水ハザードマップ作成の手引き(案)」より)

4.3 ハザードマップの一元的な検索・閲覧

ハザードマップの認知を高めるためには、住民がいつでもハザードマップの提供を受けられるようにすることが重要である。インターネットを利用したハザードマップの公開は住民や学校、企業のみならず、多くの人々がいつでもハザードマップを見ることが出来る状態の確保に効果的であると考えられ、作成したハザードマップをホームページ上で公開している市町村も多い。国土交通省は、平成19年4月に、災害に関する各種ハザードマップ(洪水、内水、高潮、津波、土砂災害、火山)を一元的に検索・閲覧可能なポータルサイトを(<http://www1.gsi.go.jp/geowww/disaportal/>)を開設した。ポータルサイトでは、各市町村のハ

ザードマップの作成・公表状況を確認することができ、インターネット上で公開している場合、市町村がハザードマップを公開しているページへ移動することができる。

4.4 洪水ハザードマップの理解を深めるための取り組み

洪水ハザードマップを住民が正しく理解し、洪水時の避難行動に活かされ、真に地域の防災力を向上させるためには、説明会の開催、出前講座、防災訓練での活用、学校教育での活用などを通じて、ハザードマップの理解を深めることが必要であり、全国各地で河川管理者と市町村等が連携した種々の取り組みがなされている。

このような取り組みの一つとして、「まるごとまちごとハザードマップ」が挙げられる。「まるごとまちごとハザードマップ」とは、浸水深や避難所等洪水に関する情報を洪水関連標識として生活空間である「まちなか」に表示するものである。これにより、日常時には洪水への意識を高めるとともに浸水深・避難所等の知識の普及を図り、発災時には安全かつスムーズな避難行動に繋げ、洪水による被害を最小限にとどめることが期待される。国土交通省河川局では平成18年7月に「まるごとまちごとハザードマップ実施の手引き」を作成し、この取り組みを支援している。平成20年6月現在、荒川（東京都北区）や円山川（兵庫県豊岡市）をはじめとして全国14水系で標識の設置が行われている（図8、写真1）。



写真1 洪水関連標識の設置事例（豊岡市）

5. おわりに

本稿では、洪水ハザードマップの現状と課題、さらにハザードマップの作成・普及に関する取り組みを紹介した。洪水ハザードマップの効果が十分に発揮されるためには、普及や理解を深めるための取り組みを一過性のものでなく継続的に行うことが必要不可欠である。あわせて、洪水ハザードマップが常に最新情報を提供するものとなるよう情報の更新を怠らないこと、利用者である住民にとって理解しやすく使いやすい洪水ハザードマップであるために住民意見も適切に反映しつつ記載内容や表現方法の改善に努めることも必要である。

特に、近年頻発する突発的局地的な大雨に際しては、事前に避難行動を取る時間的余裕が少ないため、浸水発生後に公設の避難所に避難することが必ずしも最善ではなく、自宅の2階や近隣の高い建物等に避難することが適切な場合もあり得る。このため浸水・はん濫形態の違い等により、住民が適切な避難行動をとることが出来るような洪水ハザードマップの改善についても検討する必要がある。

国土交通省国土技術総合研究所水害研究室では、適切な避難を支援する河川情報提供のあり方についての研究を実施しており、地形状況やはん濫特性による被災シナリオと適切な避難形態パターンの分類、およびそれに基づく浸水リスクマップの作成等についてこれまで検討を行ってきたところである。今後さらに検討を進め、洪水ハザードマップの改善等への活用を図っていきたいと考えている。



図8 洪水関連標識に使用される図記号の意味と目的

地震防災ハザードマップ

—宮城県における市町村地震防災マップ作成の取り組み—

ちば ひろ ゆき
千葉 博之*

1. 概要

宮城県では、市町村ごとの地震ハザードマップ（以下「地震防災マップ」と言います。）を、既存地震被害想定データを活用し、一部の作業工程を宮城県建築物等地震対策推進協議会の事業として実施することにより作成しました。こうした方法によることで、市町村の費用負担を抑え、かつ、市町村間で精度に差のない一定の品質の地震防災マップを短期間に作成することができました。今後の参考になればと思い、紹介させていただきます。

2. 背景

平成19年1月に改正耐震改修促進法が施行され、都道府県は耐震改修促進計画の策定が義務付けられました。国土交通省では、住民の地震防災に対する意識の啓発を図るため、同計画の作成の手引き（案）において、「地震ハザードマップの作成・公表」が全ての市町村で平成20年度までに行われることを求めています。

3. 平成19年度に地震防災マップを作成しないと国庫補助が受けられなくなる!?

県及び市町村では、住宅・建築物の耐震化の促進のための耐震診断・耐震改修等の事業を、国土交通省の補助制度「住宅・建築物耐震改修等事業」を活用して実施しています。平成19年度当初の東北地方整備局からの説明では、市町村において市町村耐震改修促進計画が策定されており、かつ、地震ハザードマップが作成されていないと、平成

20年度以降は市町村において同補助制度を活用することができなくなる予定とのこと。そうなるたとえばこれまで宮城県内では住宅の耐震診断を実施する耐震診断士派遣事業を市町村が事業主体となって年1,000件以上実施してきましたが、これを国庫補助なしで実施するということになり大変なことです。

また、地震防災マップ作成に要する費用についての国庫補助の適用は平成19年度で打ち切りとの説明です。

前任者から引き継いだ地震防災マップの作成費用の概算によると新たに作成するとなると少なくとも数百万円はかかるようです。小規模の市町村にとっては、年間数十万円の国庫補助を受けるために、地震防災の啓発のために必要とはいえ、数百万円をかけて地震防災マップを作るというのは現実的にはなかなか困難なことです。

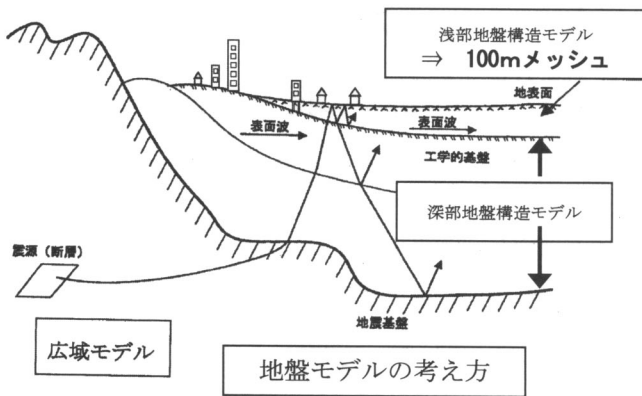
県としては市町村と連携を図りながら平成27年度末までに住宅の耐震化率90%以上を目指していますが、目標達成が危ぶまれます。

4. 早く、安価に、全市町村で一定の品質の地震防災マップを作るには…

必要なものは必要！しかし、費用は抑えたい。既存のデータを加工して費用を抑えて地震防災マップを作成した某県の資料を前任者が東北地方整備局からいただいていた。なんとかならないものか、県の地震被害想定を作成したコンサルタントに相談したところ、全県分の100mメッシュの浅部地盤モデルとそれに基づく揺れやすさや危険度など、地震防災マップ作成に必要な最低限のデータは、地震被害想定作成時の資料を基にすれば費用を抑えて作成することができるとのこと。なるほど、まとめて一気に作成すれば、時間

* 宮城県土木部建築安全推進室 技術補佐

も比較的にかからず、安価に、しかも県下統一的方法により一定の品質の地震防災マップが作成できるわけです。



※工学的基盤以深の深部地盤構造モデルについては、既存の地震被害想定資料(500mメッシュ)を利用し、工学的基盤より浅い地盤については、100mメッシュに対応した浅部地盤モデルを再構成し、これに基づき地表最大震度と震度等を推計。

5. 解決すべき課題と対応

明かりが見えてきましたが、ここで解決すべき幾つかの課題も明らかになってきました。

【課題1】 100mメッシュのマップで良いの？

国は「都道府県耐震改修促進計画の作成の手引き(案)」において、個々の建築物の所在地が認識可能となる程度に詳細な地震防災マップの作成を求めており、例えば50mメッシュや町丁目等による区域の区分が考えられると解説しています。一方、既存のデータを加工する方法によると50mメッシュに細分化することは精度の上から好ましくなく、100mメッシュが適当とコンサルタントからアドバイスを受けています。

⇒[対応] 「仙台市近郊の某市の町丁目の規模を検証」

東北地方整備局の担当官のアドバイスにより、仙台市近郊の某市の中心部の町丁目の規模を検証したところ、100mメッシュと同程度であることが判明し、実用上支障ないことが確認されました。

【課題2】 成果品としての地震防災マップは一樣ではない？

地震防災マップを利用して住民へ普及啓発を図る具体的な方法は、例えば町内会単位で説明会を

開催するとか、大判のものを地区の公共施設に掲示するとか、広報紙に挟み込んで全戸配布するとかさまざまやり方があります。また、印刷物として住民に積極的に示す地震防災マップについても、地域によって宮城県沖地震を想定したものとしたいとか、既知の断層帯を想定したものとしたいとか、予想される最大値としたいなど市町村によって同一でないことが考えられ、成果品としての地震防災マップは一樣でないと思われました。

⇒[対応] 「2つの工程に分けて作成」

成果品としての地図の印刷の方法などを各市町村で独自に設定できるよう、「データ作成」(既存データ等を加工し「揺れやすさマップ」と「地域の危険度マップ」の数値データを作成する作業)と「地図作成」(数値データを地図化する作業)の2つの工程に分けて地震防災マップを作成することにしました。

【課題3】 複数の市町村の地震防災マップの作成業務の委託を一業者にできるの？

県内のある程度まとまった区域について一つのコンサルタントが一気にデータを加工・作成することによって費用を抑えることができます。しかし、複数の市町村が一つのコンサルタントを相手方として業務委託契約を結ぶというのは、地方公共団体の契約制度上かなり困難なことです。

⇒[対応] 「宮城県建築物等地震対策推進協議会の事業として実施」

県が所有する地震被害想定既存データを加工等する「データ作成」の業務は、宮城県建築物等地震対策推進協議会*の事業として実施することとし、同協議会からコンサルタントに発注しました。なお、費用については、参加した市町村に応分の負担(基本額+面積に応じた額)をいただきました。

※宮城県建築物等地震対策推進協議会(会長 東北工業大学 田中礼治教授)は、近い将来高い確率で発生が予想される大地震に向けて、県内の建築物の地震対策を進めるために設立した協議会で、学識経験者、県、市町村及び建築関係団体等が会員となり、官民一体となって様々な課題に取り組んでいます。

市町村地震防災マップの作成工程

データ作成

- 既存データを加工する等して地震防災マップ作成に必要な数値データを作成する業務
- 宮城県建築物等地震対策推進協議会の事業として実施（コンサルタントに発注）
- 市町村は応分の負担
- 国庫補助（補助率1/2）を活用



地図作成

- 上記数値データを地図化する業務
- 市町村ごとに発注
- 国庫補助（補助率1/2）を活用

【課題4】 どれくらいの市町村が参加するの？

少なくとも半数程度の市町村が参加しないとスケールメリットがでないこととなります。しかも、県内のある程度のまとまった区域で参加いただかないと、データの加工・作成が効率的にできません。

⇒[対応] 「県の担当者の粘り強い電話掛け」

会議を開催し呼びかけを行ったところ、当初は県内約半数の市町村の参加が見込まれました。その後、県の担当者が粘り強く電話掛けを続けたところ、最終的には全市町村*が参加することになりました。（※この時点で独自にデータを所有するなどしていた2つの市は別個に作成）

結果的に34市町村が参加してデータ作成業務の費用を分担したため、各市町村数十万円の負担でデータ作成業務を実施できたこととなります。（最高負担額852千円 最低負担額174千円）

なお、地震防災マップの作成に要する費用には国庫補助（補助率1/2）が適用できたため、実質的な負担は更に軽くなっています。

6. 全ての市町村で地震防災マップが整備完了

以上、ご紹介しましたとおり、県では上記のしくみを考え、既存地震被害想定基礎データを提供し、宮城県建築物等地震対策推進協議会のデータ作成業務の発注のお手伝いをするなど、県内ほぼ全ての市町村で平成19年度に安価に地震防災マップの作成を終えることができました。

一部の市町村では予算の手当の関係で完成が平

成20年度にずれ込みましたが、本誌が刊行されるころには全市町村に地震防災マップが整備されています。

7. 終わりに

最後になりますが、県からの少々無理な呼びかけにに応じてくださいました市町村の御担当者の皆様、専門的な立場から御指導・御助言をいただきました東北文化学園大学の柴田明徳教授、東北大学大学院の源栄正人教授、宮城県建築物等地震対策推進協議会市町村地震防災マップ利活用ワーキングで議論を導いてくださいました東北工業大学の田中礼治教授、東北大学の前田匡樹准教授、何度も協議に応じていただきました東北地方整備局の御担当者様、宮城県建築物等地震対策推進協議会の事務局として労をお取りいただきました財団法人宮城県建築住宅センターの御担当者様、短期間にデータ作成業務を実施いただきました応用地質株式会社東北支社の御担当者様、その他関係の皆様へ深く感謝申し上げます。

本マップが有効に活用され、住民に対する地震被害に関する知識の普及啓発がなされ、住宅・建築物の耐震化の促進が図られるよう、県としまして市町村や関係団体と連携を図り、住宅・建築物の耐震化の促進に努めてまいります。

＜参考1＞

「地震防災マップ」とは

（某市の地震防災マップ住民配布用の説明書きより）

地震による被害の軽減のためには、住宅等の耐震化を図ることが大切であり、併せて市民の皆様に地震の大きさと揺れによる建物の危険性を良く知っていただく必要があります。このため、発生の恐れのある地震による揺れや建物の被害の可能性をわかりやすく示した「地震防災マップ」を作成しました。マップは「揺れやすさマップ」と「地域の危険度マップ」の2種類です。

① 「揺れやすさマップ」

地震による揺れやすさを「震度」で地図上に示したものです。なお、ここに示した震度は、地震の規模や震源の距離から予想される平均的な揺れの強さです。地震の発生の仕方によっては、揺れはこれより強くなったり、弱くなったりすることがあります。

② 「地域の危険度マップ」

地震による木造建物の被害想定（全半壊率）を地図上に示したものです。地震の発生の仕方によっては、被害の状況はこれより大きくなったり、小さくなったりすることがあります。

〈参考2〉

作成したマップ（想定した地震）

① 「宮城県沖地震（単独型）」によるもの

宮城県沖の日本海溝沿いのプレート境界を震源域とする地震です。県内で大きな被害がでた1978年の宮城県沖地震と同様の場所と規模と考えています。平均で37年に一度、繰り返し起きており、これからの30年間の発生確率は99%といわれています。マグニチュード7.6を想定しています。

② 「宮城県沖地震（連動型）」によるもの

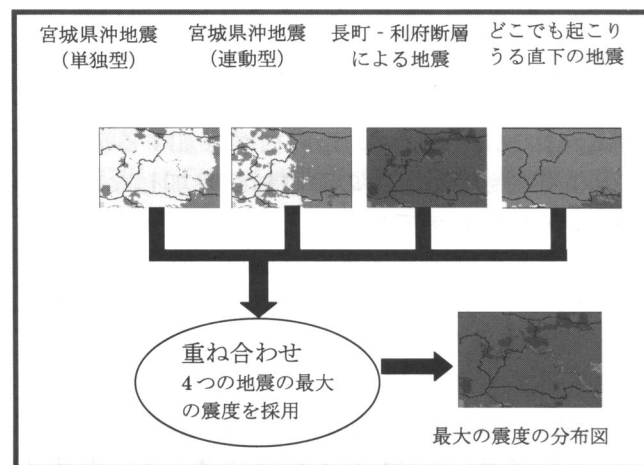
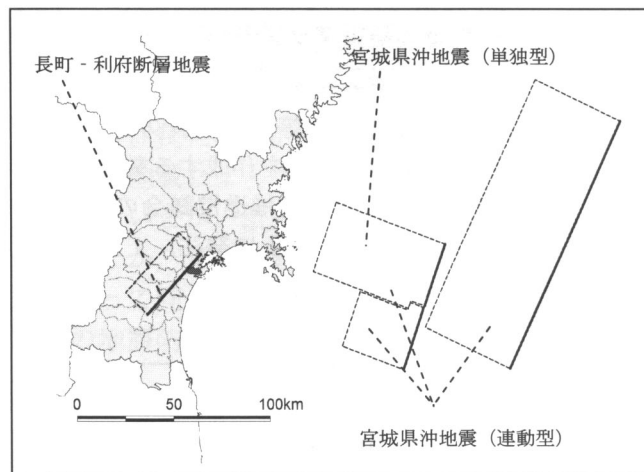
宮城県沖の日本海溝沿いのプレート境界を震源域とし、単独型の震源域を含む広い領域を震源域とする地震です。1793年に同様な地震が起きたのではないかと考えられています。次の宮城県沖地震でも起きる可能性があると考えられています。マグニチュード8を想定しています。

③ 「長町-利府線断層帯による地震」によるもの

仙台市から利府町にかけて、ほぼ南北に延びる長さ約40kmの活断層です。この断層は、約3000年に一度程度の割合で繰り返し地震を起こしているとされ、最後の活動は約2000年前ではなかったかといわれています。この断層では、マグニチュード7.1の地震を想定しました。

④ 「どこでも起こりうる直下の地震」によるもの

2003年宮城県北部で発生した地震のようなマグニチュード6クラスの地震の場合、地震断層が地表に現れないケースが多いため、過去の活動を



調べるが大変難しいとされています。こうした地震はいつ、どこで起こるかわからないのが実情です。そのため、防災上の可能性として、県内全域にマグニチュード6.9の地震を想定しました。（内閣府の「地震防災マップ作成技術資料」を参考として作成しています。）

⑤ 「想定する4つの地震の最大値」によるもの

①～④の地震による震度のうち最大となる震度を、各地点で想定される最大の揺れ（「揺れやすさ」）としました。

ハザードマップを支える基礎技術

キーワード：ハザードマップ/基図/計測技術/レーザ DEM/精度

おのだ さとし
小野田 敏*

1. はじめに

現在、各方面で様々なハザードマップが作成されています。一般的にハザードマップとは、(自然)災害を回避するために危険な地区(ハザードゾーン)を予測して表現したマップと言えます。ハザード(hazard)そのものは「危険要因」のことで、それが人間生活に影響しないところで存在する場合は自然現象のひとつに過ぎません。人々の活動領域と重なる場合に災害発生危険領域と認識され、人的被害や日常生活、財産等に被害を及ぼした場合に災害となります。すなわちハザードそのものは災害をもたらす危険要因のひとつに過ぎません。それらと人間活動領域が地理空間的にどのように位置しているのか、更には災害発生の可能性や災害規模(危険度、リスク)はどのようなものか、これらのハザードや災害発生時にどのように対応すべきか等を記載したものが広い意味でハザードマップと認識されています。これらをまとめるとハザードマップとは、1) ハザード要因と2) その影響範囲等が情報として示されており、さらに3) 危険度(規模、可能性)を予測し、その程度が示されているものや4) 被災を避けるための対応方針(避難路等)が示され、利用者の便宜が図られているものと考えられます。

ここで問題となるのがハザードマップの精度です。前述したようにハザードが地理空間的にどのように位置しているのか示す必要があるため、基図の精度にハザードマップ精度は大きくゆだねられます。さらにはそのハザードを特定する調査精度や発生可能性や影響範囲を解析手法、リスク算定手法等も含め、総合的な情報精度を認識した上で、ハザードマップを利用することが求められて

います。後述するようにレーザ計測等の迅速で精密な空間情報計測技術が実用化されています。そのため、従来の2万5千分の一地形図に変わり、様々な分野で高精度の地図データが使用されるようになりました。

本稿では、ハザードマップ作成にどのような技術が利用されているのか、その技術を用いたハザードマップを紹介するとともに課題について述べます。基本的に正確な情報が記載された基図を使用することが、ハザードマップの信頼性を高めることにつながりますので基図の重要性を認識していただければ幸いです。

2. 最新の空間計測技術

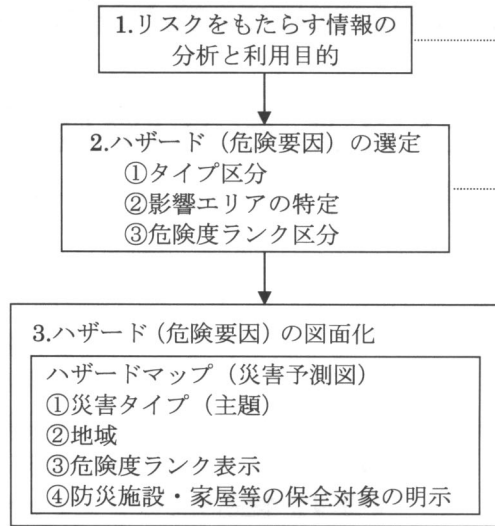
国土地理院ではハザードマップ基礎情報整備の一環として火山、洪水ハザードマップ作成を進める上で、防災の基礎となる情報を国が統一的かつ高精度で調査し、数値データとして早急に整備提供する必要があるとしており、数値データ整備を進めています。さらに地理空間情報活用推進基本法の中でも、世界測地系にあわせて基盤地図情報を規定して統一の精度(高さ精度は都市計画区域内で1.0m以内、外は5.0m以内等)を規定して広く公開する方針が示されています。これらの一環として都市域や一部海岸線等ではレーザ計測によるDEMデータが既に公開されています。

2.1 航空レーザ計測

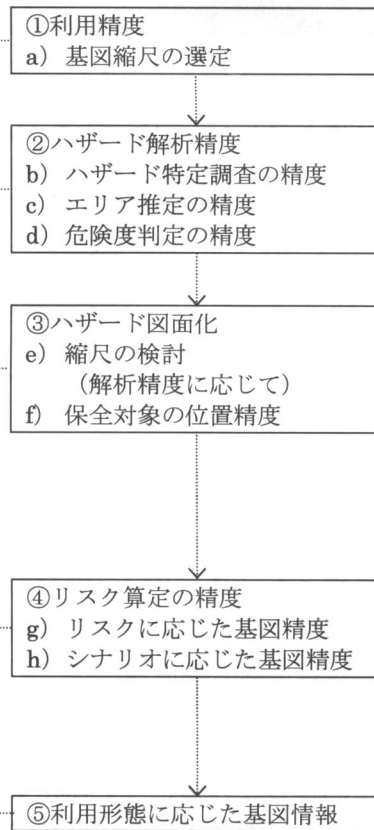
近年、精密な地形データを取得する目的で、航空レーザ計測が多く実施されています。航空レーザ計測は、航空機等から地上に向けて多数のレーザパルスを発射し、地表面(植生等を含む)や地物で反射して戻ってきたレーザパルスから、高密度の三次元デジタルデータを取得する新しい計測

* アジア航測(株) プロジェクト推進室

I ハザードマップの作成



精度の検討



II ハザードマップの利用

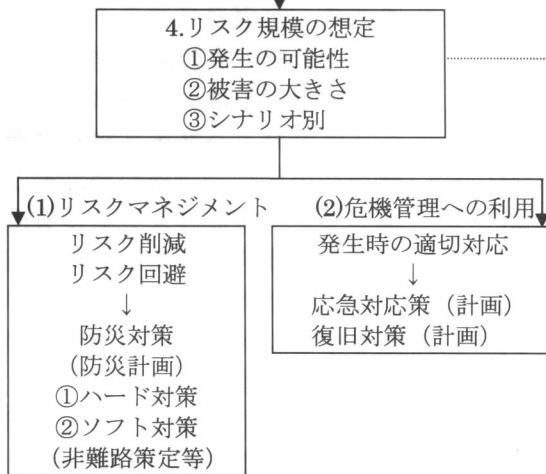


図1 ハザードマップの構成¹⁾に加筆

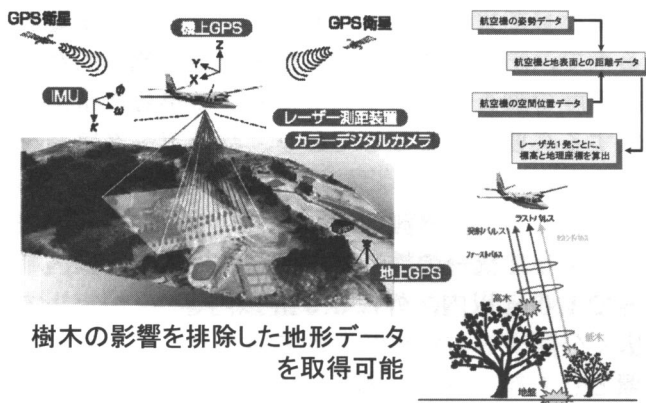


図2 航空機レーザ計測のイメージ

技術です。従来の写真測量と比較して短時間に広範囲かつ高密度の数値地形データを取得することが可能であり、災害時等にも迅速に詳細な地形情報を取得できるようになったのが大きな特徴です。また、デジタル情報としてGIS上で容易に扱え、ハザードマップ等へ応用し易い利点もあります。

但し、レーザ計測データはXYZの点群データであり、従来の空中写真から作成された等高線データとは異なり、地表面データとするには地形面以外の反射データを取り除くフィルタリング処理等が必要です。また、ハザードマップ作成に必要な家屋や道路等の構造物は別途空中写真や画像処理等により認識されます。

2.2 高精度デジタル航空写真

近年、ハザードマップに家屋一軒毎の位置も求められることがあります。そのため、レーザ計測等を補完する目的で高精度のデジタル航空写真が併用されています。例えば、高度約500mから約5cmで分解可能な精度のものが実用化されています。この他、ラインセンサーにより100パーセントオーバーラップステレオ画像を取得し、単画像では取得不可能なビル街などの三次元画像を取得することが可能となっています。また、広域をカバーする目的で衛星写真等も利用されていま



図3 高精度デジタル写真での被災状況把握

す。

2.3 地形表現手法

ハザードマップは、(自然)災害を回避するために危険な地区(ハザードゾーン)を予測して表現したマップであるので、災害地形を認識しておくことが重要です。例えば過去に土石流や地すべりが発生した箇所は地形的にもその痕跡が残っており、専門家が見れば危ない地域というのがある程

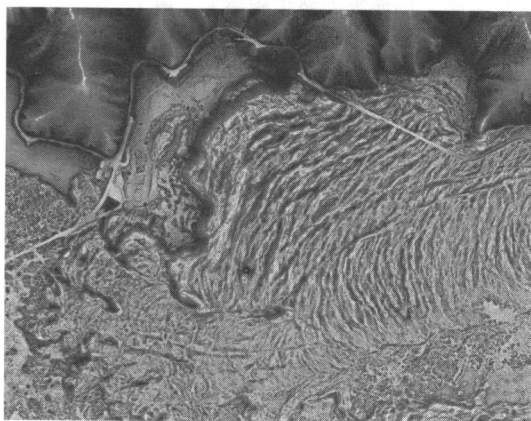


図4 DEM地形データを画像処理することにより過去の溶岩流の分布と現在の道路との位置関係が明瞭となる²⁾

度認識することが可能です。すなわち、過去の災害地形をより分り易く表現することにより、一般の方々にも容易に認識することが可能となり、地形図そのものも一種のハザードマップとなり得ます。高精度の地形情報が、ハザードを直接表現できているのです。そのハザード上に我々の社会生活の基盤がどのように位置し、ハザードが我々の生活と時間軸も含めてどのように関係しているのかを理解することが重要です。

2.4 三次元可視化システム

前述した高解像度のデジタル写真やDEMデータを組み合わせ、地形と構造物からなる町並みを表現することも可能となりました(図5参照)。これらを基図として、洪水、土石流、津波等をアニメーションにより非常にリアルに氾濫域等を表現し、想定されたハザードによりどのような被害がわが町で起こるのかを実感できるハザードマップも作成されています。図6に示したように土石流を時刻とともに数値演算したハザードマップであれば、保全対象に達するまでの時間や土石流の流れ等も実感でき、具体的な避難行動も想起されます。



図5 町並み表現図

津波や洪水時の基図としても利用される

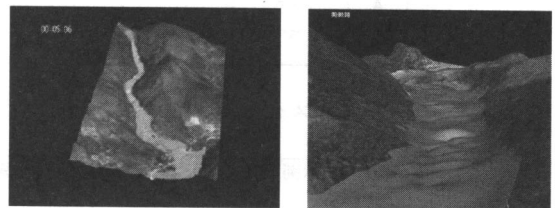


図6 ハザードマップのアニメーション表示

DEMによる地形データ上に流体としての土石流を表現し、時刻とともに土石流の流れる範囲や人家との位置関係、砂防えん堤等の施設効果も視覚的に把握でき、右図のように視点も任意に設定できる

3. ハザードマップの利用目的と精度

ハザードマップの精度を議論する上では、様々な考え方があります。例えば、表1に示した道路斜面情報図ハザードマップレベルでも、それぞれ必要とする基図等の精度が異なります。

人家への被災や落石1個の道路面への到達判定をする際などは、航空レーザ計測で取得した1m格子DEMデータ等の利用が有効ですが、全てのハザードマップにその精度が必要ではありません。利用目的に応じての精度と基図縮尺等を考える必要があります。

4. 災害発生確率等の表示

斜面崩壊のリスクを面的・定量的に評価する手法として、教師データを用いた面的な危険度評価(フラジリティ解析)手法を紹介します。ここでの「フラジリティ」とは斜面の崩壊のし易さを表し、

複数の斜面のうち、雨などの外力に対して崩壊する可能性を段階的に判断します。DEMから算出した地形要素(傾斜・起伏・ラプシアン等)をもとに、既往豪雨災害時の斜面崩壊を教師データとして危険度評価を行い、得られた式から各メッシュの崩壊発生率予測値を表示するものです(図7参照)。

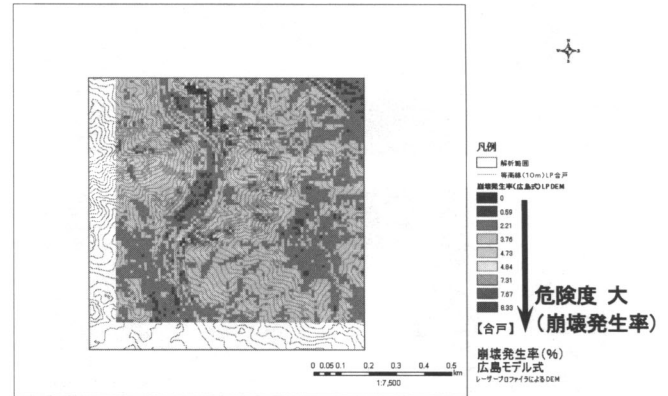


図7 フラジリティマップのイメージ⁴⁾

表1 道路斜面情報図のレベル一覧表³⁾

レベルと名称		表示図面 ^{*1}		主な必要情報 ^{*3}	ハザードの表示方法 ^{*4}
		広域図 (小縮尺 ^{*2})	個所別図 (大縮尺 ^{*2})		
0	被災履歴マップ	○	△	<ul style="list-style-type: none"> 被災履歴情報 道路や管理の基本情報(線形や交通量等) 	広域図に過去の被災個所を表示する。詳細な記録がある場合には、個所別図で被災状況等を表示する。
1	既往点検個所マップ	○	△	<ul style="list-style-type: none"> 「H8点検」結果や防災カルテ等の既往点検情報 	広域図に点検結果を表示する。防災カルテからハザード情報を表示する。
2	防災地質図	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 大縮尺での地形/地質情報や変状の情報 対策工の情報 	個所別図で、不安定土塊等の想定災害発生源と対策工及び道路の位置関係が判るように表示する。
3-1	ハザードマップ	○	◎	<ul style="list-style-type: none"> ハザード評価結果(簡易評価と詳細評価がある) 	個所別図で崩土等の到達範囲や危険度を表示する。
3'	ハザード確率マップ	○	◎	<ul style="list-style-type: none"> ハザード発生確率 	崩壊等の発生確率と、道路の被災確率を表示する。
4	リアルタイムハザードマップ	○	◎	<ul style="list-style-type: none"> 雨量や斜面モニタリングデータ、情報板表示等の異常時管理の関連情報 	管内における雨量情報とその雨量情報とその雨量による危険度をリアルタイムに表示する。
5	リスクマップ	○	◎	<ul style="list-style-type: none"> 区間毎のリスク評価結果 	危険個所の分布と、区間単位でリスク評価結果を表示する。

^{*1}(表示画面) ○:標準で作成 △:情報があれば必要に応じて作成 ◎:DEM情報が必要となることが多い

^{*2}(縮尺目安) 小縮尺 1:200,000 ~ 1:25,000程度 大縮尺 1:5,000 ~ 1:2,500程度(場合により1:1,000)

^{*3}(主な必要情報) 表中の項目は、下位レベルの情報に追加する情報を示す【例:レベル1ではレベル0の情報に加え、表中の既往点検情報や対策工情報を加えて表示する】。なお、レベル4やレベル5では、必ずしもレベル0~3'の全情報の表示を必要とはしない。

^{*4}(表示方法) 災害形態には落石や地すべり、土石流等各種あるが、全ての災害形態を同一図面上に表示する。

更に国道等への土砂流出の可能性までを定量的に表現し、土砂到達範囲の可能性までをGIS上で色分けしたハザードマップが図8です。同様に、地震時の加速度に応じた崩壊し易さ等を確率的に表現したマップも作成されています⁵⁾。

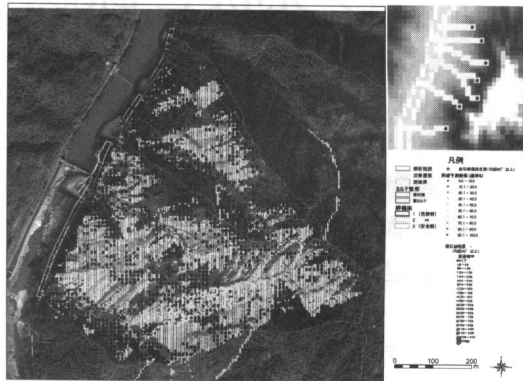


図8 1 mDEMと50 mDEMを用いた解析⁶⁾に加筆

このようなハザードマップは、視覚的に危険箇所が把握可能であり、かつ発生確率等が定義されており、定量的に扱うことも可能となります。そのため、道路斜面への防災対策の優先度や投資効果等も算定することが可能となります。更に降雨や地震等の誘因等は可変パラメータとして扱うことが可能なため、実際の雨量等に応じて崩壊し易さをリアルタイムに表現することも可能です。現段階では、地域毎に地質や地形の特性が異なるため、教師データとなる既存崩壊データが問題となりますが、将来的にはこれらの情報が統合され、各地域特性に応じた評価式や一般式化も目指しての検討が進められています。また、解析プログラムがいくら優れていても、図8の右上に示したように基図が50 mDEMとなると大まかな傾向しか判明できなくなります。やはり必要目的とハザード解析レベルに応じた基図の策定が重要となります。

リアルタイムハザードマップとしては、基図と

なる地形情報そのものが刻々と変化(例えば火口位置等)する場合もその都度迅速な計測手法で把握し、地形状況等に応じた溶岩流の到達範囲を予測するリアルタイム火山ハザードマップも検討されています⁷⁾。

5. おわりに

ハザードマップが各方面で積極的に利用されるようになりましたが、作成者も利用者も基図の持つ精度を認識せず、危険エリアの結果のみが重要視されている傾向があります。最近のハザードマップは、特定の人家に対する啓蒙情報として利用されることもあり、そのハザードマップの持つ精度や信頼性がますます重要となってきます。これらを踏まえ、作成者、利用者ともが共有できるハザードマップの信頼性のあり方、基図の更新、利用方法等が今後の課題となります。

参考文献

- 1) 社団法人日本測量協会(2005):ハザードマップ, 33 p, 112 p 他
- 2) 千葉達朗他・小山真人:「青木ヶ原樹海の地形が見えた」国土交通省富士砂防事務所広報誌「ふじあざみ」38:1~2 p
- 3) 独立行政法人土木研究所他(2004):道路斜面ハザードマップ作成要領(案), GISを用いた道路斜面のリスク評価に関する共同研究報告書, 12 p
- 4) 柴田光博, 佐々木靖人(2002):DEMデータを用いた斜面崩壊のフラジリティ解析, 平成14年度, 日本応用地質学会研究発表会講演論文集, 351-354 p
- 5) 小山内信智他(2007):既往崩壊事例から作成した地震時斜面崩壊発生危険度評価手法の新潟県中越地震の適用, 砂防学会誌, Vol. 59, No. 6, 60-65 p
- 6) 中部地方整備局監修(2004):平成16年度 道路防災カルテ運用・点検マニュアル(案) 巻末参考図
- 7) 中筋章人(2008):リアルタイムハザードマップの必要性と有効性, 応用地質, Vol. 49, No. 5, 293-303 p 他

GIS を活用したハザードマップの現状と課題

え ぎ き て つ ろ う
江 崎 哲 郎*
崎 悠 郎**

1. まえがき

わが国は過去に多大な自然災害を経験しており、事故や人為に起因する災害を含めて、安全な社会の構築を目指した災害に対する危機管理への対応が急務となっている。1995年の阪神・淡路大震災以降、国土マネジメントの基本となる地理空間情報（地球上の位置に関連づけられた情報、時点情報を含む空間上の位置を示す情報）の整備が急速に進みつつある。最近では、GPS、レーザプロファイラ、高分解能衛星、合成開口レーダ、地上レーザスキャナなど、新たな空間情報取得技術も実用化が進み、我々が入手できる空間情報はさらに増加し、多様化してきている。また、WebGIS等の空間情報とその解析機能をネットワーク上で共有する技術も一般化しており、情報利用者にとっての環境も急速に整ってきた。2007年5月に成立した「地理空間情報活用推進基本法」は、国が地理空間情報の活用推進に関する施策の基本理念を定めるほか、国、地方公共団体の責務や施策の基本事項を定めている。信頼性の高い情報が安定的に享受できる体制が整備されることで、新産業の創出、国民の安全・安心、利便性向上など、空間情報技術を我が国全体を支える基盤として捉え、今後の建設分野における中心的技術としての確固たる地位を築くことが期待されている。

その中でGISを活用したハザードマップは地震、火山、洪水・高潮、土砂災害など全ての自然災害を時空的に捉えて評価し発信する、安全・安心に寄与する情報技術として近年大きな進歩を遂げている。すなわち、紙地図からデジタルの地図へ、災害発生後の後追いの対応から予知・予測へ、

災害に対する官主体の活動体制から市民サービスの立場やヒューマンファクターを重視した民の支援へといった新たな自然災害への取組みを実現するものとしての期待が高まっている。

本稿では、土砂災害に関するGISを活用したハザードマップに関して、国際的に見たGIS技術、GISハザードマップの現状、課題および将来展望について解説する。特に、最近土砂災害に関するハザードマップに関連して、IAEG、ISRM、ISSM-FEなどの関連国際学会組織では、適正な土地利用計画を視野においた**地すべり** (landslide) に関する**区域分け** (zoning) や用語の定義による明確化の作業が行われており、これらの内容を紹介する^{1),2)}。ここで用語として用いる**地すべり**とは、岩、土石または土がマスとして斜面を移動する現象、マスマーブメント、すなわち狭義の地すべり、斜面崩壊および土石流の全体を含むものと定義される。なお、太字体とした用語の文献¹⁾²⁾における定義を文中に示している。

2. GIS技術の発展

地理情報システム (GIS) は、約40年前に大量の空間データを取り扱う目的で、カナダの行政機関およびアメリカの公的機関によって初めて開発された。1970年代後期に、マイクロコンピュータ (PC) が誕生すると、プログラムの開発が急速に進展した。80年代後期に、優れたOSとPCが次々と利用可能となるにつれ、GISは土地利用を専門とする研究者に多に利用され、様々な商業GISソフトが出廻るようになった。

最近では、多くの空間解析機能が備わったGIS汎用ソフトが開発され、様々なデータを創造的に解析・管理するツールとしての機能が充実してきている。もはや、初期のGISのような「空間デー

* 九州大学大学院工学研究院教授

** 九州大学大学院工学研究院学術研究員

タの記憶・検索・表示を行うツール」ではなく、各種地図や属性データの重ね合わせ、各種シミュレーション技術との結合などにより、これまで個人の思考・能力では対応できなかった分析や高度な解析を実現できるプラットフォームとして、高いレベルでの利活用の道が拓かれつつある。今日のGISは「空間的な位置参照ができる実世界の存在を数値データとして取得・管理・解析を行ない、困難な問題解決のための先進的な能力を専門家に付与する意思決定支援システム」に近づいており、各種の空間情報の統合能力と解析機能を十分に活用して、安全・安心問題など複雑な問題の本質をとらえるツールとして期待されている。

3. GISを用いた地すべりハザードマップの発展²⁾

GISを用いた地すべりハザードマップの開発は、殆んどが1990年代に入ってから始まった。

地すべりへのGISの適用として、インベントリーマップ(inventory map, ある区域に発生した地すべりの位置、種別、規模、活動度、時期、その他の特性を記録する地図)が、第一のステップである。「国際防災の10年」(1991-2000)の活動を契機として多くの国の政府機関によってGISをベースとした地すべり地図プロジェクトが進められた。また、GISツールおよびリモートセンシング技術の普及によって、多くの大学や研究機関は地質的ハザード、地すべりに関する様々なレベルの情報を提供するようになった。80年代後期以降、この主題に関する数百編の論文が公表され、優れた自然災害評価の政府サービスの実施例がある。しかし、一方で様々な評価手法の整理、高度化、および各国での地すべりハザードマップ使用の法的不備など重要な課題が残されている。

Varnes^{3),4)}が提案した、当時の経験と知識に基づいて提出した地すべりの区域分け(zonation)の3原則(後に(4)が加えられた)は、(1)過去と現在は将来の予測のキーである。(2)地すべりを発生させる主な要因が特定できる。(3)ハザードの程度が予測できる。(4)地すべりによるリスクが評価、および定量化できる。であり、現在でもGISをベースとした区域分けの基本となっている。

4. 地すべりハザードマップの現状

日本国内では、これまで土砂災害対策に用いられる各種危険度を表わす地図が各機関等で数多く作製されてきたが、これらの定義、区分方法の共

通の認識は十分とはいえないように思われる。池谷ら⁵⁾によって21世紀型ハザードマップの方向性として、1)従来型ハザードマップの改良、2)住民自らが手作りで作るハザードマップ、3)Web-GIS機能などを有するインテリジェント化された高機能土砂災害ハザードマップが提案されているが、ハザードの定義等については必ずしも明らかではない。他方Fell¹⁾、Chacon²⁾らによると、地すべり防災を目的としたハザードマップは、以下の4種類に分けられ各々定義されている。

1) **インベントリーマップ(Landslide inventory map)**: ある特定の区域で発生した地すべりの場所やその概要を記録する地図である。小縮尺のインベントリーマップは地すべりの発生位置だけを記録するのに対して、大縮尺のインベントリーマップは地すべりの状況、種類などの関連情報を記録できる。

2) **敏感性マップ(Landslide susceptibility map)**: 地すべりの発生しやすい区域を区分するために、不安定になる過程に関連した要素の空間分布を考えるものである。この手法は、過去の崩壊や降雨・地震などの記録が不足している場合によく使われる。区域の安定性をランク分けするほかに、崩壊の密度や発生頻度などを表示する場合もある。

3) **ハザードマップ(Landslide hazard map)**: Varnes^{3),4)}によれば地すべりハザードとは、特定の区域で、一定の期間に危険な破壊現象が発生する可能性として定義されている。例えばUSGSのハザードマップは、ある地区での地すべり発生年間確率を示す区分図のことをさす。また、彼らの理想とするハザードマップは、ある特定の場所で発生する可能性だけではなく、その場所が上部斜面で発生する崩壊に襲われる可能性も反映すべきであるとしている。図1および2に文献2)に例示されたハザードマップの国内の事例を示す。

4) **リスクマップ(Landslide risk map)**: リスクマップは、地すべりの発生確率および財産や人命などの可能性のある被害要素の分析に基づいて計算した、影響をうける区域の年間コストをさす。Varnes³⁾はまた、リスクマップの作成に有用なリスク要素、脆弱さ、特定のリスクおよび合計リスクの概念を提案している。

リスク要素は、ある区域内の人口、財産、経済活動(公共サービスを含む)などを指し、各種地すべりの自然現象に起因する損失の程度、いわゆる脆弱性(vulnerability)を示す。ここで脆弱性と

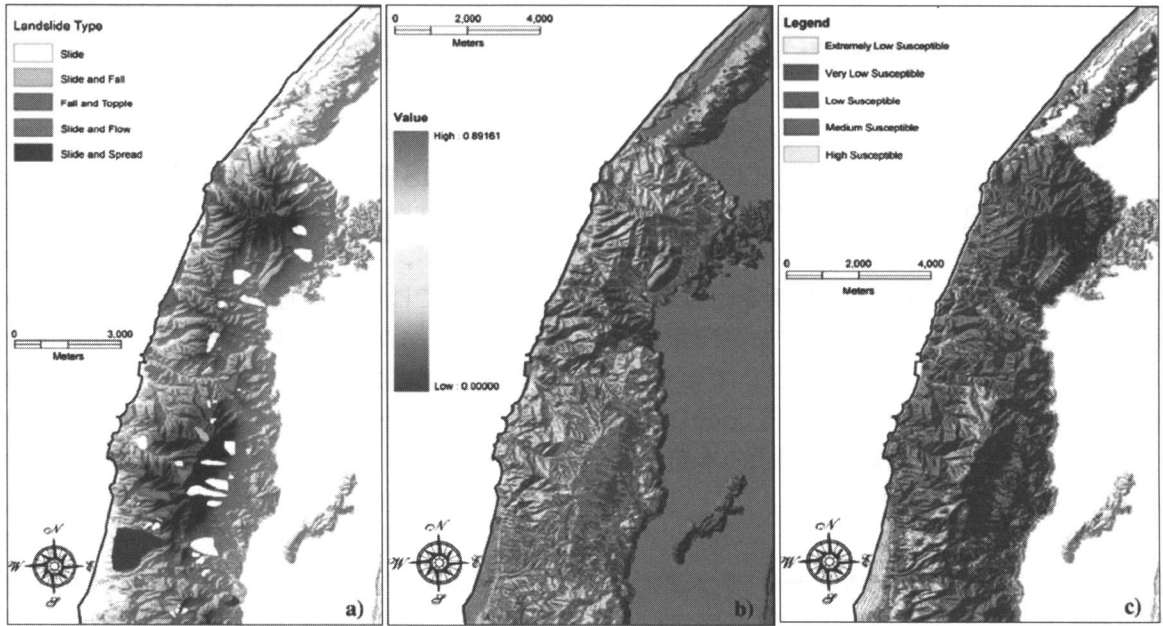


図1 新潟県角田・弥彦山地の敏感性マップ (Ayalew and 山岸, 2005)⁶⁾, a. インベントリーマップ
b. 確率マップ c. 敏感性マップ

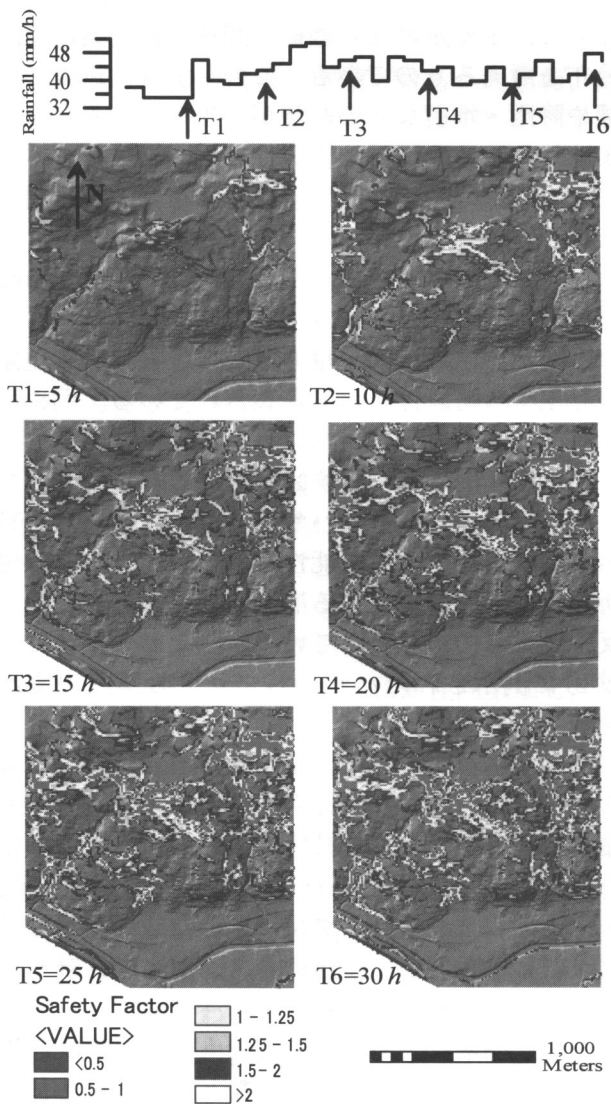


図2 降雨の時間的経過に伴う地すべりハザードの時空間アプローチ (謝・江崎, 2004)⁷⁾

は、地すべりによって影響される区域内における単一の要素 (Element) 或いは複数の要素の損失の程度を指し、0 (損失なし) から 1 (全損) までのスケールで表す。損失の程度というのは、財産については全価値に対する損壊部分の価値であり、人間については影響を受ける区域内の失われる生命の確率である。各リスク要素は、地すべりのタイプや状況によって脅威の程度が異なるので、脆弱性の値も異なる。最終的な合計のリスクは、特定のタイプの地すべりの発生確率とその地すべりのタイプに対応する脆弱性の値によって決められる。従って、ある区域の、ある地すべり災害の合計リスクは、区域内のすべての被害要素の脆弱性を総合したものとなる。しかしながら、地すべり被害の定量的な評価や異なる様々な状況に対応した脆弱性の決定などに関する研究や実績が足りないため、この定義に基づく実際のリスクマップの作成はまだ困難と考えられている。

Fell¹⁾ はさらに**受容リスク (acceptable risk)** という概念を示している。これは自然災害に対して地域住民が持っている広い意味の自発的リスクを考慮する考え方であり、人工的に建設された斜面構造物による災害の場合と異なるとしており、将来考慮すべき事項と考えられる。

上述したインベントリーマップ、敏感性マップ、ハザードマップ、およびリスクマップの考え方に対して、これまで公表されているこれまでのハザードマップは、必ずしも適合していない。この理由は、問題を取扱ってきた歴史過程、国別の考え方、実際の行政等の事情によるものであろう。例

例えば地すべりハザードマップや斜面安定マップ (slope stability map) と呼ばれる地図は、実際に敏感性マップに非常に類似している。リスクという用語に関しては、外国語への翻訳によって意味が様々である。したがって、現状では、類似の用語が異なる国で異なる意味として使われるなど、多少混乱していると思われる。

5. GIS ハザードマップの課題と将来^{8),9)}

ハザードマップには、地すべり発生場所、規模、時間、およびその影響範囲を明らかにすることが求められる。これまで4種類のハザードマップについて解説した。インベントリーマップは発生した地すべり情報を記録する地図であり、他の3つの地図は現場観察と理論的考察から発生の予測を記載する地図である。敏感性マップは可能性のある場所および規模の空間的な情報を提供し、ハザードマップは時間的な予測も含む。また、発生する崩壊のもたらす影響の確率を示すのがリスクマップである。

自然災害は、いつかどこかで必ず発生する。したがって被害を最小化する予測的な減災の技術が重要である。長期戦略指針「イノベーション25」(2007.6閣議決定)では、自然災害の高度な予測技術と災害情報ネットワークの高度化、土砂災害発生予測技術、リアルタイム被害想定技術などが重点課題となっている。また、具体的には、2010年迄に豪雨による土砂災害危険度の予測手法の開発、2010年以降に土砂災害の発生危険度について時間と場所を予測する手法の開発を行う目標が掲げられている。

これまでも防災の共通社会基盤として、内閣府の「防災情報共有プラットフォーム」をはじめ各省庁、自治体で整備が進んでいる。今後はこれらを横断的に高次連携する、位置と時間を基軸とした Interoperability な展開が求められる。また、自然災害に関して既に膨大な情報(基盤情報、統計、観測データ、社会的情報)が存在するが、緊急時、平常時を問わず、行政、技術者、市民のどの立場の人も、本人に必要な支援情報が迅速に得られる体制の実現が課題である。

さらに図3に示すように「地理空間情報を基軸とした防災のサイクル」すなわちリスク評価に基づく災害の軽減計画策定、前もっての準備、発災時の対応、復旧・復興といった防災のサイクルを実現すること、特に災害経験を体系的にフィードバックして、災害発生前に予測、準備する戦略的な対応の研究開発が重要である。また衛星測位、

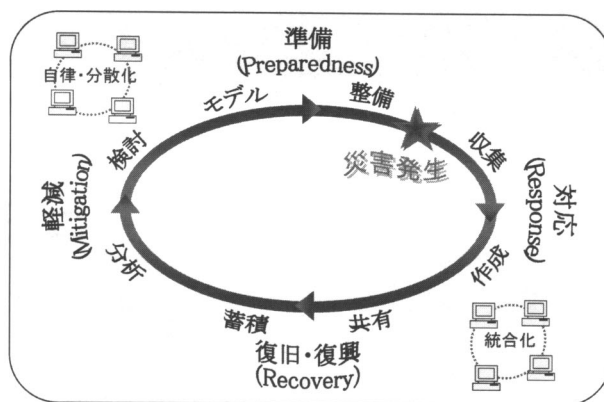


図3 地理空間情報を基軸とする防災のサイクル

各種センサ情報を地理空間情報と融合することによって、ダイナミックなシステムを構築して、危機対応の行動に役立つようにしなければならない。

地理情報システム (GIS) は、空間情報を統合して管理および解析を行い、これらの解決のために役立つツールとして、多くの分野に応用への期待が大きく、今後の産官学関係者の取組みに期待したい。

参考文献

- 1) Fell R. *et al* (2008) : Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning, *Eng. Geol.* 102, pp. 85-111.
- 2) Chacon J. *et al* (2006) : Engineering geology maps: landslides and GIS, *Bull. Eng. Geol. Environ.* 65, pp. 341-411.
- 3) Varnes D. J. (1984) : Landslides and other mass movements on slopes, *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*, IAEG, UNESCO, *Natural Hazards Series*, 3, 63 pp.
- 4) Varnes D. J. (1978) : Slope movement types and processes, *Transportation Research Board Special Report 176*, National Academy of Science, Washington, DC. pp. 11-33.
- 5) 池谷 浩・松井宗廣・吉田真也 (2008) : 土砂災害ハザードマップ, 7. 21世紀型ハザードマップへの取組み, *土と基礎*, 56-3 (602), pp. 52-59.
- 6) Ayalew L. and Yamahishi H. (2005) : The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan, *Geomorphology*, 65, pp. 15-31.
- 7) Xie M., Esaki, T. (2004) : A time-space based approach for mapping rainfall-induced shallow landslide hazard, *Env. Geol.* 46, pp. 840-850.
- 8) 江崎哲郎 (2007) : 地盤工学における GIS の利活用の現状と可能性, *基礎工*, 35-9, pp. 25-28.
- 9) (社)地盤工学会 (2007) : GIS の防災・環境への適用, 入門シリーズ 33, 165 p. 地盤工学会, 東京.

リスク・コミュニケーション

わかばやし りょう
若林 亮*

1. はじめに

近年、全国各地で地震や洪水、高潮、津波、土砂災害、火山といった自然災害に対するハザードマップの作成が進められている。ハザードマップは、平時における住民の防災意識の向上や防災対策の推進、発災時の適切で迅速な避難行動への活用、二次災害の防止などを目的として作成されてきている。

国土交通省は、2007年4月より地方公共団体が作成した各種ハザードマップを、一元的に検索・閲覧できるポータルサイトを公開した。

その結果、住民は、自分が住む地域におけるハザードマップの有無や内容を、インターネット上で簡単に検索・閲覧できるようになったものの、ハザードマップは、行政機関から住民へ向けた一方方向のインフォメーションツールとなることが多く、行政機関がハザードマップに期待する効果は必ずしも十分には達成されていない状況にある。

この問題を解決し、住民の防災意識の向上や防災対策の推進などを実現するためには、ハザードマップを作成する行政や専門家と、住民や地域団体など関係者間でのリスク・コミュニケーションが不可欠である。

本稿では、リスク・コミュニケーション・ツールとしての、ハザードマップの利活用について述べる。

2. リスク・コミュニケーションとは

リスク・コミュニケーションとは、リスクに関する情報を関係者間で共有し、意見交換など双方

向の情報伝達を通じて、意思疎通や相互理解を図ることである。例えば、工場で使用される化学物質による環境リスクに関する情報を、住民・事業者・行政機関が共有し、意見交換などを通じて相互理解を深めることにより、各関係者の対策や活動を進め、環境リスクを低減する取り組み等がこれに相当する。リスク・コミュニケーションの流れを図1に示す。

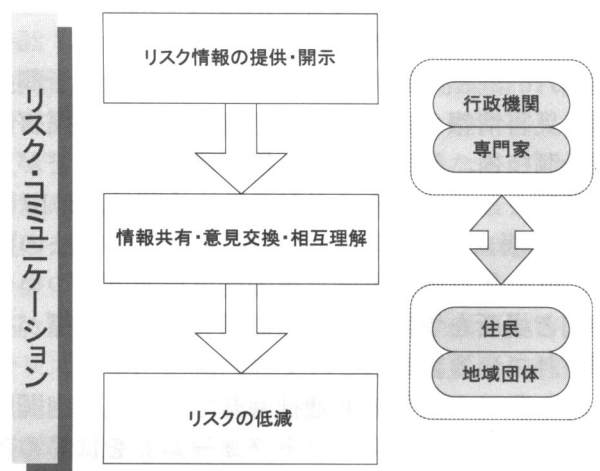


図1 リスク・コミュニケーションの流れ

これに対し、ハザードマップは、従来、行政機関と専門家が住民へ向けた一方方向的なリスク情報(想定されるハザード情報)伝達のためのツールとされてきたが、リスク・コミュニケーションの中で、行政機関や専門家と住民が相互理解を深め、防災意識の向上や防災行動の推進を進めていくためのリスク・コミュニケーション・ツールとして利用されるようになってきている。

3. ハザードマップを利用したリスク・コミュニケーションの事例

本章では、ハザードマップをリスク・コミュニ

* 株式会社イー・アール・エス

ケーション・ツールとして活用している事例を紹介する。

3.1 有珠山火山防災マップ

2000年3月に噴火した有珠山では、最大15,815人の住民が避難指示・勧告の対象となったものの、迅速な行政機関の避難指示と住民の避難行動により、人的被害が発生しなかった。

人的被害を免れた要因と考えられる事項は、以下の通りである。

- ・噴火直前に予知情報が出された（事前の噴火予知に成功した）。
- ・事前に有珠山火山防災マップを作成し、住民への配布が行われていた。
- ・自治体や火山の専門家に加えマスメディアも連携し、地域の住民に対して、火山防災に関する啓蒙活動が行われていた。
- ・地元の小学校では、独自に「有珠山火山マップ」を作成し、火山の活動史や過去の災害についての勉強をしていた。

このように、火山噴火リスク情報に対し、行政機関、専門家、マスメディア、地域住民により想定される被害やその危険性、避難方法などを十分に理解することができていたこと、すなわち、リ

スク・コミュニケーションが進んでいたことが、適切で迅速な避難を可能にしたと考えることができる。

なお、図2は2000年の噴火を受けて、2001年度に更新された有珠山火山防災マップである。この



図2 有珠山火山防災マップ（表面）

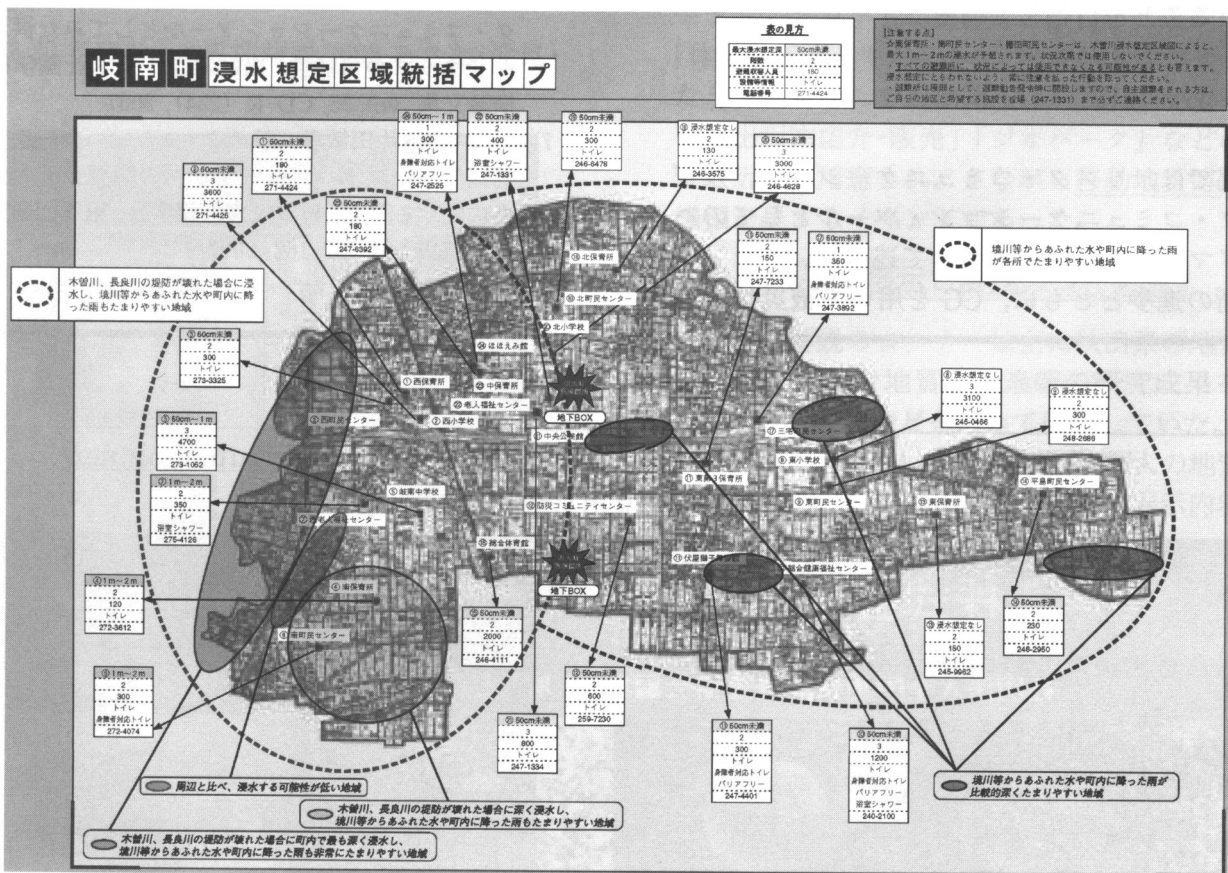


図3 岐南町 浸水想定区域統括マップ

改訂では、山麓噴火に関する予測を充実させたことに加え、家庭や施設において掲示しやすいように配慮する、火山活動に関する詳細情報は別冊ガイドブックにする、といった工夫がなされている。

3.2 岐南町ハザードブック洪水編

岐南町では、住民が行政機関と同じ認識を持って災害に対応すること、住民自らが洪水時取るべき行動や対応を自発的に考えられることを狙いとした「岐南町ハザードブック洪水編」が作成されている。

このハザードマップの特徴は、木曾川・長良川(1級河川：国管理)、境川(県管理)の3河川それぞれの氾濫による浸水リスクを考慮し、概略的に地域の浸水リスクの傾向を示していることである(ハザードブックには、3河川それぞれの浸水想定区域図も添付されている)。

浸水リスクを概略的に表現することで、住民に「わかりにくさ」を印象づけ、行政機関とのリスク・コミュニケーションのきっかけとする意図が含まれている。

また、「公助」だけでは災害対応ができないとの考えから、「自助」、「共助」の重要性も明示し、専門家の協力を得ながら、行政機関と住民とでリスク・コミュニケーションを推進し、地域の防災力を高めることを目指している。

4. おわりに

本稿では、リスク・コミュニケーション、及びリスク・コミュニケーション・ツールとしてのハザードマップの利活用について述べた。

技術の進歩とともに、CGを用いて被災状況を

イメージするハザードマップや、時々刻々変化する情報を更新するリアルタイムハザードマップの研究・開発が進められており、一部に実用化されているものもある。

しかしながら、ハザードマップをより有効に活用するためには、行政機関・専門家・地域住民らによるリスク・コミュニケーションが重要であり、リスク・コミュニケーションを推進することで、これまでに増して地域防災力の更なる向上が図られると考えられる。

<参考資料>

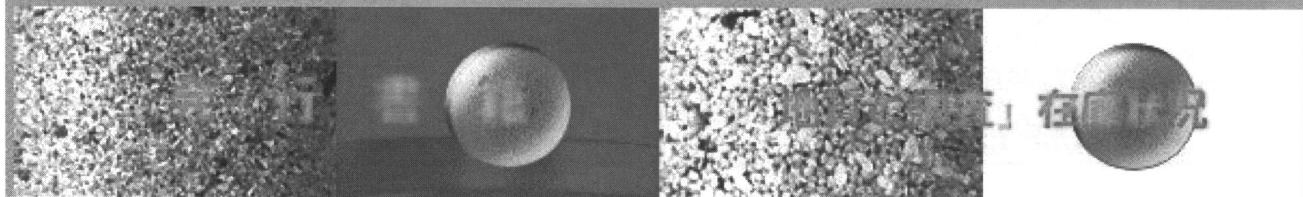
- 1) 国土交通省：ハザードマップポータルサイト、<http://www1.gsi.go.jp/geowww/disapotal/index.html>
- 2) 内閣府：平成13年度版防災白書、2001
- 3) 岡田 弘：ぎりぎりのセーフ：2000年有珠山噴火と減少災害の科学、リテラポプリ(北海道大学広報誌)第12号、2002
- 4) 北海道防災会議地震火山対策部会火山対策専門委員会(監修)、国際航業株式会社(製作)：有珠山火山防災マップ、2002
- 5) 片田敏孝・木村秀治・児玉 真：災害リスク・コミュニケーションのための洪水ハザードマップのあり方に関する研究、掲載雑誌：土木学会論文集D部門、Vol. 63 No. 4, pp. 498-508, 2007
- 6) 片田敏孝・木村秀治・児玉 真・及川 康：災害リスク・コミュニケーションツールとしてみた洪水ハザードマップの可能性、掲載雑誌：土木計画学研究講演論文集、vol. 35, CD-R (234), 2007
- 7) 児玉 真・片田敏孝：リスク・コミュニケーションを前提とした洪水ハザードマップの開発とその公表効果に関する研究、日本災害情報学会、第9回研究発表会予稿集、pp. 157-162, 2007
- 8) 岐南町：岐南町ハザードブック洪水編、2006

土木春秋社のホームページができました。 <http://dobokushunjuu.ehoh.net/>

1996年4号から小特集の見出しが全て閲覧できます。

株式会社 土木春秋社

社団法人全国地質調査業協会編集の「地質と調査」を発行しております。



各地の博物館巡り

移動地質博物館 「地質情報展 2008 あきた」 地球からのおくりもの



写真1 床のシームレス地質図に見入る人々

1. はじめに

東北には、いくつかの地質に関する博物館があるが、これらの紹介は別の機会におこなうこととし、今回は昨年秋田で開催された地質情報展について紹介する。

地質情報展は平成9年より地質学会学術大会に合わせて開催され、今回で12年目となる。主催者である(独)産業技術総合研究所地質調査総合センターの研究内容を広く知ってもらうために、最新の地質学の研究成果を展示パネルや映像を使って専門外の人たちにわかりやすく紹介するイベントである。

平成20年度の「地質情報展 2008 あきた・発見・

体験! 地球からのおくりもの」は、産業技術総合研究所地質調査総合センター、日本地質学会、秋田市教育委員会・秋田大学工学資源学部附属環境資源学研究センターの主催、秋田大学、秋田大学鉱業博物館、NHK秋田、東北地質調査業協会、石油鉱業連盟、秋田県教育庁生涯学習課の後援により平成20年9月19日(金)~21日(日)に秋田市民交流プラザ「ALVE (アルヴェ)」1階「きらめき広場」で開催された。

幸いにして、筆者は秋田への出張があり、初日の午前中に訪れることができた。会場は、最新の地質学に関する成果を紹介する「展示と解説のコーナー」と見学者が実験などを行うことができる「体験コーナー」のほか、「地質標本館がやってきた」、「地質なんでも相談」、「地質調査総合センターの出版物紹介・販売」「ジオパーク」などの特設コーナーも用意され、さながら移動地質博物館の様相を呈するイベントであった。

2. 展示と解説のコーナー

展示と解説のコーナーは主に秋田県の地質を題材にして広範な地質学の最新の研究成果をパネル、映像、標本などを用いて展示していた。21のブースが用意され、各ブースでは数人の地質調査総合センターのスタッフが見学者に展示内容をわかりやすく説明されていた。

以下に展示内容を紹介する。

【秋田の地質コーナー】(1) 秋田の大地を形作るもの、(2) 段丘地形：大地の変動をさぐる、(3) 20万分の1日本シームレス地質図。

【海洋地質コーナー】(4) 海の地質調査、(5) 日本海の環境変化、(6) 秋田沖にもある海底活断層、(7) チムニー：海底火山の金属資源。

【地震・地すべり・火山コーナー】(8) 秋田県の活断層、(9) 海を田畑に変えた地震：1804年象



写真2 地質情報展開会直後の会場

瀧地震，(10) 秋田県で発生した大地震：1896 年陸羽地震，(11) 秋田沖の海底地質と 1983 年日本海中部地震，(12) 津波が釣り人を襲う瞬間，(13) 秋田周辺の深部地盤構造，(14) 地すべりの牙と恵み，(15) 噴火の脅威とその恵み。

【地下の恵みコーナー】(16) 足下にあるエネルギー：地熱，(17) 秋田県の石油・天然ガス資源，(18) 秋田県の金属鉱物資源(鉱物の写真を配布)，(19) 秋田の水，(20) 金属リサイクル，(21) 東北地方の砂。



写真3 海底火山から採取されたチムニー

海底の熱水噴出孔に形成された煙突状の硫化鉱物鉱体。同様のものが秋田県花岡鉱山に産した。

3. 体験コーナー

体験コーナーは、16 のブースが用意され、様々な実験や実演を通して子供達にも楽しく地質学を学べるように工夫されていた。

以下に体験コーナーの内容を紹介する。

① 自分だけの化石レプリカを作ろう！② 地層のでき方—地層をつくろう—，③ いろんな化石をさわってみよう！石を割ってみよう，④ 顕微鏡で石を観察してみよう！⑤ フライトシュミレーター（東北地方のシームレス地質図でフライトシュミレーターが楽しめた），⑥ ペットボトルで地層の液状化が楽しめる，⑦ 自然の不思議「鳴り砂」（実験した鳴り砂を配布），⑧ 不思議な砂箱

「砂変化」（砂で東北の地形図ができる優れもの），⑨ 砂を観察してみよう！⑩ パソコンで地学クイズにチャレンジ！⑪ できるかな？自分で作る「飛び出す火山」，⑫ ゆすって知ろう，地下の様子（弾性波探査の実演），⑬ マンガン団塊を採ろう！（マンガンノジュールを配布），⑭ 海底の泥を顕微鏡で見よう！⑮ キッチン火山実験（ココアパウダーとコンデンスミルクで火山噴火を再現），⑯ 岩石破壊実験—実験室でミニチュア地層を作る—。

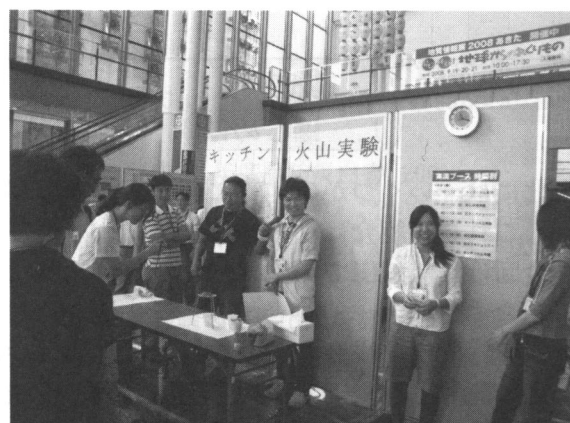


写真4 キッチン火山実験の実演の様子

秋田大学教育文化学部の林研究室の学生さん達がココアパウダーとコンデンスミルクで火山噴火の様子を再現していた。

4. おわりに

地質情報展は、秋田県の地質のすばらしさを地元の方々にも知ってもらうとともに、郷土の地質を通して大地の多様さ、おもしろさ、有用性（地下資源など）、危険性（地震、地すべり、火山噴火などの自然災害）などの広範な地質現象に加えて、地球温暖化対策、金属のリサイクルなどについてもわかりやすく理解できるように様々な工夫がなされていた。

各ブースの展示物は見学者が手で触れることができ、産総研のスタッフが見学者に気さくに話しかけて展示物について説明されるなど随所に開催者の誠意が感じられた。おそらくは本展示会を見学した子供達の中から次代の地質学を担う逸材が輩出することと思われる。

本展示会は、子供からお年寄りまで楽しみながら学習できるように細やかな気配りがなされており、これを企画された地質調査総合センターの方々の熱意とご努力に脱帽した次第である。

（東北地質調査業協会 高野邦夫）

車窓から見る地形・地質

飛水峡～中山七里

岐阜県 七宗町～白川町～下呂市

JR 高山本線, 国道 41 号線

はじめに

JR 高山本線は、岐阜市から富山市へと至る、全長 225.8 km の鉄道である。

当路線は岐阜市を出発すると、温泉地で有名な下呂市や飛驒の小京都と呼ばれる高山市を経て富山市へと続いている。

一方、国道 41 号線は、愛知県名古屋市から富山市へと至る一般国道である。岐阜県内では、概ね JR 高山本線のルートと平行するが、JR 高山本線が急勾配を避けるため、飛驒細江駅(飛驒市)～猪谷駅(富山市)間で宮川の流れに沿った越中西街道を通っているのに対し、国道 41 号線は数河峠を越える越中東街道を通っている。(図 1 参照)

JR 高山本線の岐阜駅は濃尾平野の北端部に位置し、長良川の働きによって形成された扇状地上にある。北側には美濃山地の南端部が迫り、南側には広大な沖積平野が広がっている。

岐阜駅を出発した列車は、しばらくは扇状地や

段丘台地などの平地を走るが、美濃太田駅を過ぎると徐々に山間部へ入り、景色は一変する。岐阜県は約 8 割が山地であり、JR 高山本線もそのほとんどが山間部を走っている。

山地に進んだ列車の車窓からは、温泉地で知られる下呂までの間に、『飛水峡』や『中山七里』と呼ばれる二つの渓谷を望むことができる。この二つの渓谷は、いずれも兩岸に断崖絶壁の迫った険しい河谷を形成するが、基盤を成す岩盤の違いにより、その景観は異なった印象を受ける。

飛水峡

美濃太田駅を通過した列車は山間部に入り、七宗町上麻生付近から飛水峡を迎える。飛水峡は、ここから上流約 12 km の区間であり、白川町白川口までの間、深くえぐられた峡谷が続く。1968 年には国道 41 号脇の小さな谷で土石流が発生し、避難停車中の観光バス 2 台を呑込んで飛水峡の谷底へと転落させる大惨事が発生した。国道脇には、被災者を悼んで慰霊碑(天心白菊の塔)が建てられている。

この峡谷は、ほとんどが中生代三畳紀～ジュラ紀の美濃帯堆積岩からなり、主にチャートや砂岩が分布する。特にチャートが卓越する箇所では層状チャートが薄い板を束ねたような縞模様を作り出している。ここの飛驒川は側方へ川幅を広げるのではなく、下方へ削り込むことで深い峡谷を作っている。JR 高山本線や国道 41 号線の車窓からは、遙か下方に断崖絶壁の谷底が見え隠れする。

飛水峡の最下流部



図 1 JR 高山本線および国道 41 号線 路線図

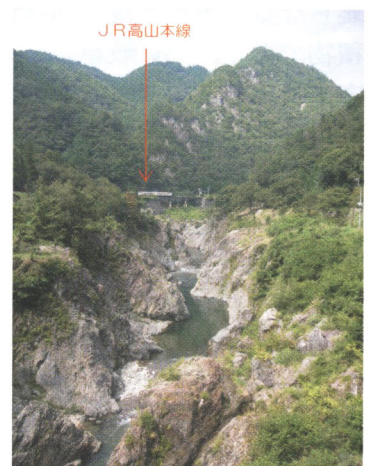


写真 1 飛水峡

にあたる七宗町上麻生には、日本最古の岩石を含む上麻生礫岩が分布する。この礫岩は美濃帯の一部であるが、その中に含まれる片麻岩礫(花崗岩が変成したと思われる珪長質片麻岩)が、約 20 億年前という年代値を示し、日本最古の岩石と言われている。

上麻生礫岩の分布地から上流に約 1.8 km 上ると、そこには層状チャートに刻まれた大小さまざまな甌穴(おうけつ=ポットホール)が見られる(写真 2)。その数はおおよそ 1000 個とも言われ、「飛水峡の甌穴群」として国の天然記念物にも指定されている。この地質は硬質な層状チャートからなるが、甌穴は、割れ目などの窪地に入り込んだ礫が、速い水流によって渦巻き運動を起し、徐々に大きな甌穴を形成したと考えられている。



写真 2 甌穴群

中山七里

飛水峡からさらに上流へ進むと、下呂温泉への玄関口として、中山七里と呼ばれる渓谷を見ることができる(写真 3)。

中山七里は、豊臣秀吉の武将・金森長近が、5 つもの峠を越える旧道が不便なため、金山町から下呂市三原までの険しい飛驒川沿いの難所を切り開き、新たに約七里(26 km)の街道を開通させてその名が付けられたとされている。

この付近の地質は、濃飛流紋岩類の溶結凝灰岩からなる。濃飛流紋岩類は世界第一級の火砕流堆積物であり、実に岐阜県の 1/3 以上に露出して分布する(図 2)。岩質は非常に硬質であるが、飛水峡に分布するチャートのように薄い板状構造は持たず、実質的には三次元的な割れ目が発達する塊状岩盤といえる。そのため、この付近の峰々は飛水峡に比べて丸みを帯びている。

中山七里には、奇岩や怪石と呼ばれる岩盤露頭が見られるが、金山町地蔵野では河川の浸食により作られた高さ 10 m、幅 3 m の奇岩があり、牙岩と呼ばれている。また、下呂市門原には屏風岩と呼ばれる幅 200 m、高さ 80 m もの巨大な岩壁がそびえている(写真 4)。



写真 3 中山七里

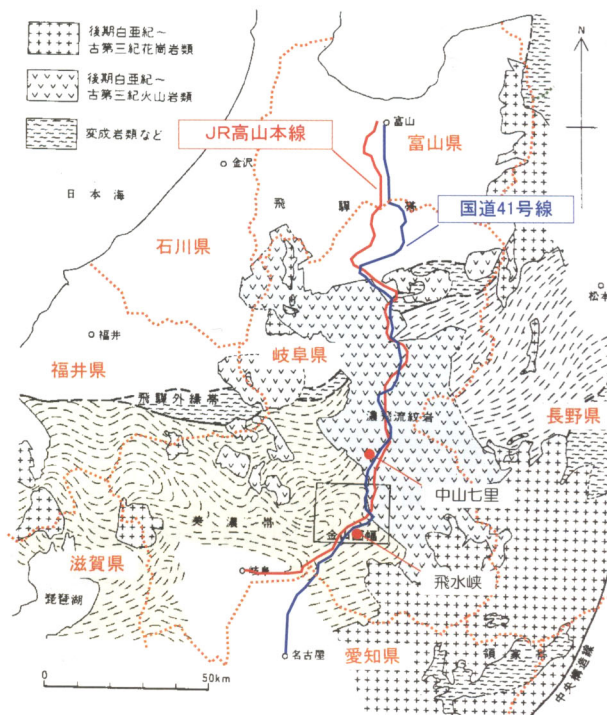


図 2 濃飛流紋岩類および美濃帯の分布図(文献 1 に加筆)

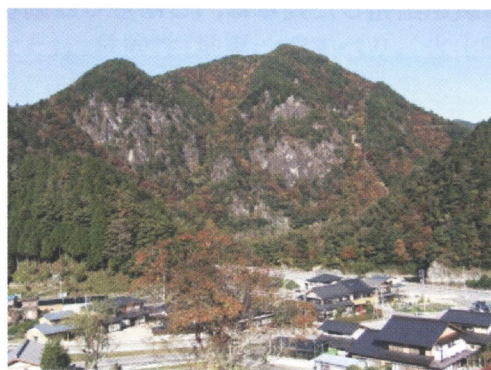


写真 4 屏風岩

中山七里は、エメラルドグリーンの水と白い岩肌が美しいコントラストを成し、四季折々の渓谷美が楽しめる景勝地で、飛驒木曾川国定公園にも指定されている。ぜひ一度、紅葉シーズンなどに足を運ばれてはいかがでしょうか。

参考文献

1) 地質調査所：金山地域の地質，1992

[古田一彦(朝日土質(株))]

谷埋盛土造成地における既設埋設管調査

ほそ ぬま のり やす
細 沼 紀 康
おく かず ほ 歩
奥 一 *

1. はじめに

ボーリング調査は、土木・建築の基礎地盤調査から斜面・地下水・土壌汚染・構造物維持管理関連など様々な分野の調査に用いられており、調査対象物を直接確認できるという点でその利用価値は依然として非常に高いといえる。

本報文では、谷埋盛土造成地における既設埋設管位置の探査において、物理探査を併用したボーリング調査を行った事例について失敗例を混じえて紹介する。

2. 調査の目的と課題

調査地は山間部の産業廃棄物最終処分場内にあり、谷部を10m程度埋め立てた盛土造成地である(写真1)。

調査の目的は、この盛土を行った際、谷底に埋設された排水管(φ1500ヒューム管；以後、谷底排水管と呼ぶ)の位置を特定し、あわせてこの管のメンテナンス用に立坑を新設するための土質調査を行うことであった。

本調査の課題としては、①造成地内には、上記



写真1 調査地全景

埋設管のほか地表部にコンクリート水路が、また地中浅部数mには別の排水管(φ600ヒューム管等；以後、浅部排水管と呼ぶ)が複数本設置されており、これらを破損することなく谷底の排水管位置を特定する必要があったこと、②谷の両岸に分布する安山岩が石材として採掘され、谷形状が改変されていたため、既存資料と現況地形の対比をどのように行うか、等があった。

3. 調査計画立案

谷底排水管の位置を特定する方法としては、ヒューム管材のコンクリートと空洞を直接確認し、また立坑新設のための土質調査を兼用するため、垂直ボーリングによることとした。

しかし、谷底排水管の土かぶりは10m程度とかなり深いことや、石材採掘により谷幅が60~100mとかなり広がっていたことなどから、ボーリング調査前に別の方法で埋設管の探査範囲を絞り込む必要があった。このため、まず谷底の横断形状を推定し、旧谷線付近にボーリング調査範囲を絞り込む目的で、谷を横断する方向に「比抵抗二次元探査(2測線)」を計画した。

また、浅部排水管を破損しないよう、これらの埋設ルートを外してボーリング位置を選定するため、「地中レーダー探査(3測線)」を計画した。

ボーリングの本数は、土質調査兼用ボーリング1本、ノンコアボーリング4本の計5本を計画した。

4. 調査結果

(1) 事前調査

1) 管理設工事関係者からの聞き取りにより、

* (株)東建ジオテック 松山支店

谷底排水管および浅部排水管のおよその埋設ルートを確認した。

- 2) 工事資料は、排水管敷設状況の写真が数枚あるのみで、敷設ルートが記された図面は存在しなかった。このため、写真の撮影位置を地形改変が行われていない、両岸斜面上部の地形・植生状況から推定し、埋設ルートの推定材料とした（写真2）。



写真2 谷底排水管敷設工事資料

- 3) 盛土造成前の森林基本図を入手し、現況地形図に重ね合わせて対比、旧谷線を推定した。
- 4) 上記調査結果より推定した排水管理ルートをもとに、新設立坑の施工方法および作業ヤードについて発注者と協議し、谷幅が最もせまく、かつ立坑施工が可能な地表水路の右岸側にボーリング調査範囲を絞り込んだ。

(2) 物理探査

1) 地中レーダー探査

図1は、探査結果の断面映像である。このうち、地表水路左岸側には、1m付近に凸状の反射波形

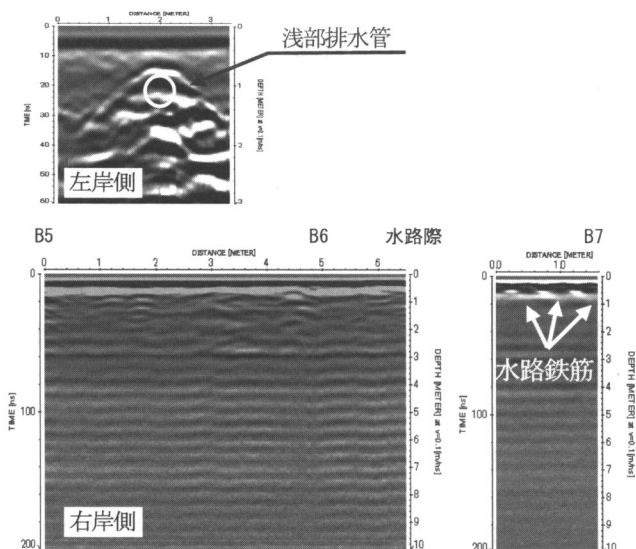


図1 地中レーダー探査映像

が見られ、その大きさや聞き取り調査から浅部排水管と判断した。

一方、右岸側および地表水路直部では、上記のような波形は認められなかった。

以上のことから事前調査で絞り込んだ右岸側ボーリング範囲には浅部埋設管は存在しないものと判断した。

なお、地表水路部の探査映像には、水路底版内に鉄筋の存在を示す明瞭な波形が複数認められた。

2) 比抵抗二次元探査

図2は、比抵抗二次元探査結果を示した断面図である。左右両岸付近では、地表面から4~6m以深で高比抵抗値を示し、両岸斜面の露岩状況から基盤岩分布をあらわすものと推定した。しかし、最も重要な谷中心部付近では、地表水路の両岸下方に低比抵抗部が島状に2箇所存在し、深部に向かって広がる形状を示した。これは、地中レーダー探査で確認された、水路底版内の鉄筋の影響で生じたゴースト（虚像）と判断した。

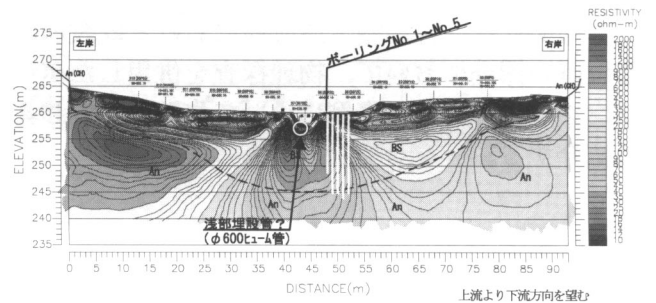


図2 比抵抗二次元探査結果

このゴーストにより、谷中心付近の基盤岩分布状況は不明瞭となり、旧谷線位置を推定できるような結果は得られなかった。

(3) 調査ボーリング

調査ボーリングは、事前調査と物理探査の結果をもとに絞り込んだ地表水路右岸側において1mピッチで実施した。

その結果、水路に最も近い5本目のボーリングで、GL-10m付近に谷底排水管のコンクリートおよび空洞を確認した。（写真3）。

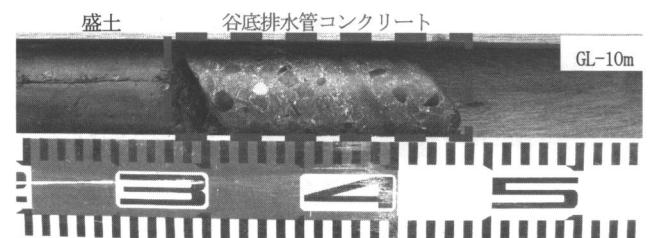


写真3 No.5 ボーリングコア写真

空洞確認後は、ボーリング孔内に CCD カメラを挿入して管内状況を目視確認し、保孔管を設置した。

5. おわりに

今回調査では、幸いにして当初計画内の 5 本目のボーリングで谷底排水管を確認することができた。しかし、工事資料がほとんど存在しなかったことや、現況地形が旧地形から大きく改変されている状況では、埋設ルート の推定精度はかなり低くなり、谷底排水管を確認するためのボーリング本数が当初計画より大幅に増える可能性があった。

また、比抵抗二次元探査では、地表水路底版に

入っていた鉄筋の影響でゴーストが発生してしまい、谷底の横断形状推定は事実上不可能であった。

本事例の反省としては、以上に述べたような調査リスクを十分考慮し、必要な調査項目および数量を検討すべきであった。例えば、地表水路内の鉄筋の存在を綿密な聞き取り調査や事前の確認を行うことで把握できていれば、比抵抗二次元探査に代えて別の探査方法を検討できたであろう。

また、埋設ルート推定精度に応じて、あらかじめボーリング本数を多く設定するなどの対応も考えられた。

さらに、発注者に対しては、事前に調査リスクについての十分な説明を行い、理解を得ることが大切であると実感した。



恒久排水補強パイプ NETIS登録No. : KT-040081-A




擁壁




宅地



鉄道・道路

対策対象

- 宅地谷埋盛土
- 道路沢埋盛土
- 鉄道谷渡盛土
- 液状化懸念地盤
- 風化岩盤法面
- 河川堤防裏法面




文化財修復

耐震耐雨工法

有限会社 太田ジオリサーチ

<http://www.ohta-geo.co.jp/> TEL 078-907-3120(担当:太田)

<http://www.あんしん宅地.jp/>
あんしん宅地. JP

台風災害直後の応急復旧工事における現場管理

まつかわ こういち
松川 浩一*

1. はじめに

平成 17 年 9 月 4 日に九州地方西部を通過した台風 14 号は、台風接近前からの記録的な豪雨により宮崎県に未曾有の災害をもたらした。がけ崩れ・土石流・地すべりによる斜面災害では死者や負傷者が発生し、河川の増水や氾濫による住宅浸水被害や暴風による住宅破損被害は合計 9000 棟以上と甚大であった。多発した斜面災害により各地で道路が寸断され、宮崎県北部では自治体が孤立するという極めて憂慮する事態も発生した。

このような台風直後の法面災害箇所では、私が携わった道路の応急復旧工事の現場管理業務について紹介する。

2. 法面災害状況

2.1 災害規模と形態

- ・災害発生日：平成 17 年 9 月 6 日（火曜日）……台風 14 号が九州西部を通過する。
- ・災害の概要・規模：東臼杵郡東郷町（現在の日向市東郷町）鎌柄地区において、国道 446 号沿いのモルタル吹付法面が幅 50 m、長さ 40 m に亘り崩落する。崩土が長さ 60 m に亘り国道を埋め尽くし、その一部は隣接する鎌柄谷川に達している。崩壊した法面の上部には風化した頁岩（数 m の砂岩を伴う）が崩壊面に露出している。厚い崩土の表面にはモルタル片が散乱し、大きな砂岩の岩塊も認められる。崩壊面からの湧水はない（写真 1、図 1）。
- ・災害の形態：急勾配の法面状況や、崩壊面に広く風化頁岩が露出することから、風化頁岩の岩盤崩落と想定される（図 2）。

2.2 災害斜面の地形・地質

（地形）1：25,000 地形図によると災害箇所は、鎌柄谷が蛇行する凹地形の斜面である。周辺地形は東西方向に伸びた標高 400～500 m の山地であり、その山地から南北方向に伸びた枝尾根の東側凹型斜面で今回の法面災害が発生している。

災害箇所の法面は、60 度傾斜の急勾配モルタル吹付法面であり、施工時期はかなり古い。崩壊法面に残存するモルタル吹付法面には、縦横に亀裂



写真 1 崩壊法面全景写真

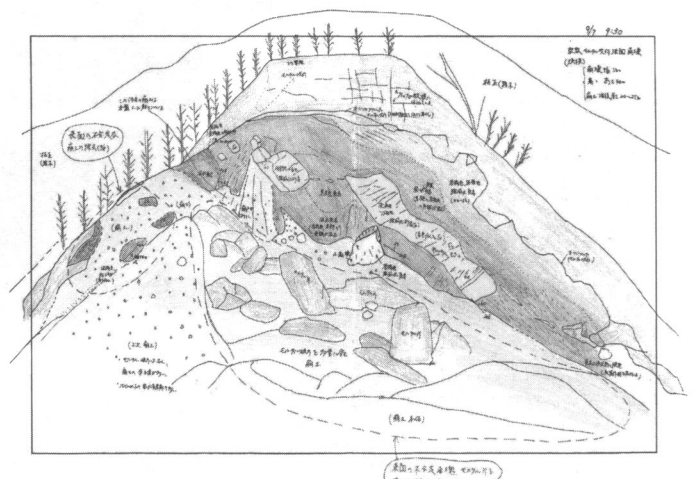


図 1 法面災害スケッチ図（上部）

* (株)国土地質調査事務所

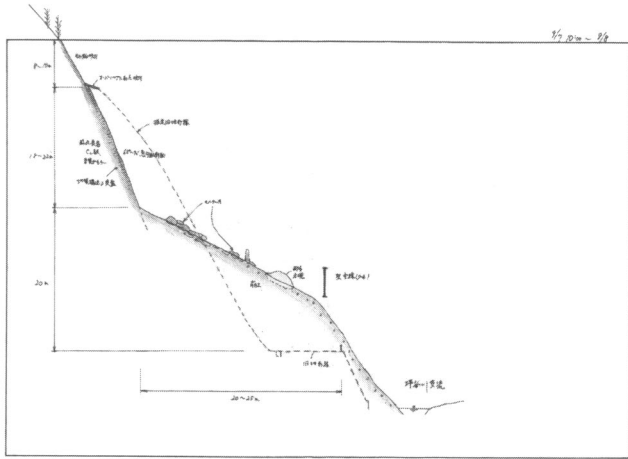


図2 法面崩壊後の推定横断面図

が存在し、不安定な状態にある。

(地質)市販の地質図(1:50,000の地質図—神門—)によれば、災害箇所の地質は、四万十累層群日向層群上井野層の頁岩主体層である。崩壊後の斜面にも頁岩が広範囲に露出し、数十cm～数mの砂岩を層状、ブロック状、レンズ状に挟んでいる(図1)。

崩壊箇所に露出する頁岩は、全体が褐色や茶褐色による風化作用に加えて、淡灰色による変質作用を受けて軟質化している。岩盤の地質構造は北西傾斜(40°～60°)を示し、道路に対しては受け盤構造となっている。

3. 応急対策工事と現場管理

3.1 応急工事の概要

法面災害発生箇所の国道446号線は日向市—東郷町—南郷村(現在は美郷町南郷区)を結ぶ幹線道路であり、近隣住民の重要な生活道路となっている。このため、当該災害箇所を緊急に応急対策を施して仮設道路を構築し、早期に交通を回復させる必要が生じた。

私は宮崎県の要請を受けて、地質技術者の立場から崩壊法面を注意深く観察・監視しながら地元の建設会社と応急工事を、迅速かつ安全に進める管理業務を請け負った。その際、以下の厳しい条件が提示された。

- ① 1日で仮設道路を構築すること
- ② 大型車の通行できる仮設道路とすること

3.2 応急工事の手順と結果

私は、建設会社の現場代理人と協議をしながら工事を進めたが、上記の条件を満足させようとした場合、以下のような問題点や障害が明らかとなった。

- a. 台風直後の法面災害であり、復旧工事中に

二次災害の危険性がある。

- b. 道路上に堆積した崩土の直上に12本の架空線があり、崩土を大きく切土しないと大型車の通行が困難である。
- c. 大がかりな防護柵の設置を行う時間的な余裕がないので、交通解放後も小規模な斜面崩壊(落石や局所的な表層崩落)を止める対策が必要である。

このような制約条件の中で私は、崩土や上部斜面の観察・監視を行いながら建設会社の現場代理人と随時協議を行い、段階的に次のような手順で応急工事を進めた。

(第1段階) 崩土末端部の試験切土による崩土の性質を把握し、さらなる掘削可能性の判断を行う

(結果) 崩土は風化頁岩の軟質な崩落岩塊であるが、含水比が低く、崩土内部では岩盤の成層構造が乱れずに残っている。崩土内部は一体化して安定していると考えられるため、切土による二次崩壊の可能性は少なく、大幅な切土も可能と判断した(写真2)。

(第2段階) 現道路上の架空線の存在を考慮して崩土の排土工法を採用する

(結果) 第1段階の判断結果を受けて、現道路上にある架空線(電線・電話線計12本)に接触せず大型車を通行させるための建築限界を確保する必要があることから、現道路上に堆積した崩土を大きく切土して搬出する排土工法を採用し、工事を進めた。

(第3段階) 斜面に残る不安定岩塊・崩土やモルタル片の除去を行う

(結果) 防護柵を設けずに車両を通行ができるように、崩壊面や崩土上に存在する不安定な岩塊・土砂、散乱するモルタル片を全て除去した(写



写真2 第1段階の判断

真3)。建築限界に余裕を持たせ、崩土の切土量を抑えるため、架空線の最下部にある電話線3本を川側のガードレールに布設替えした。

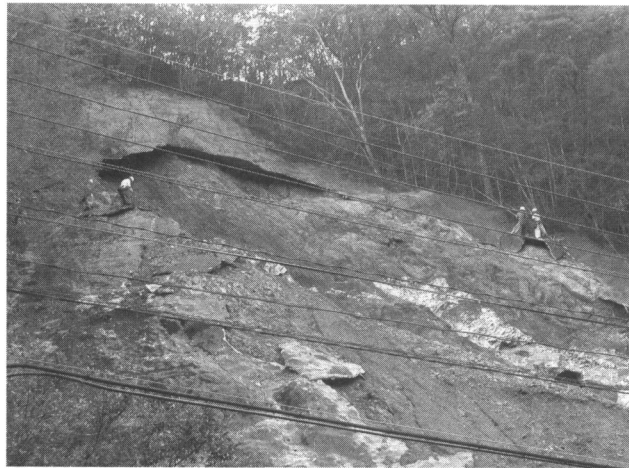


写真3 第3段階の作業

(第4段階) 崩壊面・崩土を監視しながら本格的に排土工事を行う

- (結果)
1. 不安定岩塊やモルタル片を除去したのち、崩土の上部に崩落土砂止めのポケットを設けた。
 2. 3台のパワーショベルを使い、崩土の上部より掘削し、掘削土はダンプトラックで搬出した。
 3. 現道や残存する法面を考慮して、崩土の法切り・法面成形を行いながら、崩土を切り下げた。
 4. 架空線との距離を確認しながら、排土を進め、最下線より4m以上の離れを確保できた時点で排土を終了した。

(第5段階) 仮設道路を構築する

- (結果) 1. 崩土の掘削土を利用して仮設用の



写真4 第4段階の作業

道路盛土を構築し、転圧した。

2. 鉄鋼スラグを用いた路盤の構築、敷き成らし、転圧を行った。
3. バリケードによる仮設ガードレールを設置した。

(第6段階) 一般車両の通行を解放する

以上のように応急工事が大規模な土工事となったため、交通を解放するまでに3日を要してしまっていたが、安全に復旧作業が終わり、大型車の通行が可能となり、業務の目的を達成することができた。これより本復旧までの期間は、降雨量が少なかったこともあり、大きな崩壊や崩落はなく、一度も通行止めの措置はとられなかったと聞いている。



写真5 第5, 6段階の作業

4. おわりに

通常の災害業務では、二次災害の有無や崩壊法面の安定を確認した上で調査・設計なり復旧工事にとりかかることになるが、今回のような緊急を要する災害現場での管理業務は初めての経験であった。現場で採用した対策・対応は、通常では一般的な方法であり、さらに良好な対応ができたかもしれないが、一刻を争う切迫した状況では、時間がかかったとはいえ最善の方法であったと考えている。応急工事では地元の建設会社の方々が早朝から深夜まで作業を行ってようやく仮設道路が完成した。工事関係者のご努力に大変感謝している。

なお、工事中に度々作業を中断して、人を通したり、物資を運んだりしており、住民の方々の早期交通解放への思いがひしひしと伝わってきた。地質技術者は、人々の安全や安心な生活を守るために、このような特殊な業務にも対応できるよう常日頃から注意深く露頭を観察したり、現場を見る目を養っておく必要があると再認識した。