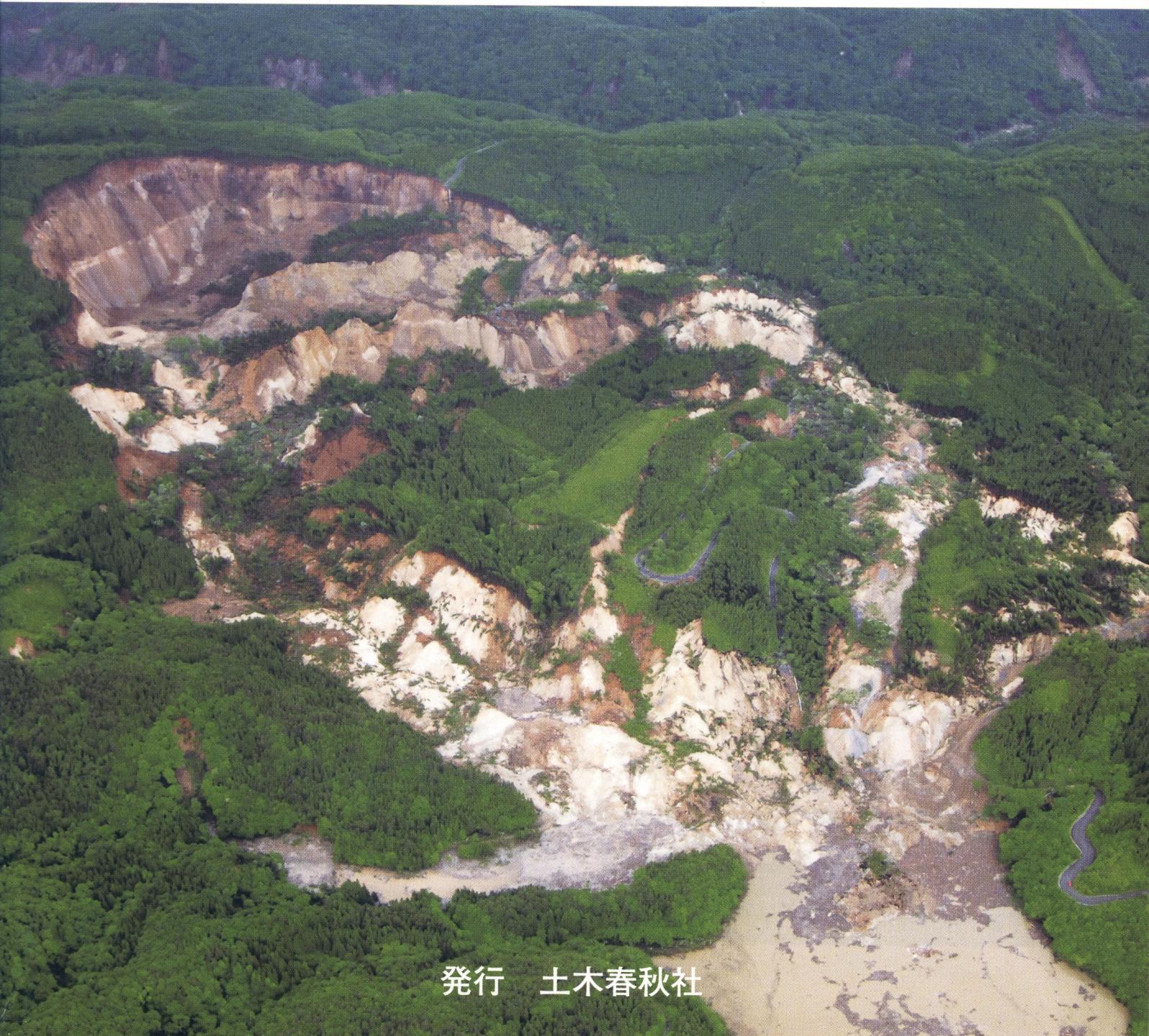


# 地質と調査

'10 第 2 号

〔小特集〕 災害とその後—情報で活かす防災最前線—

編集／社団法人全国地質調査業協会連合会



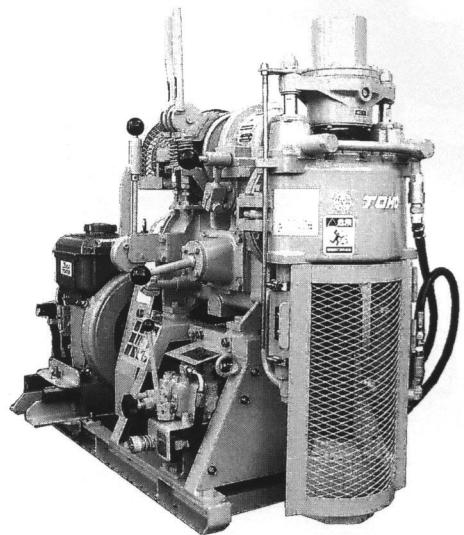
発行 土木春秋社



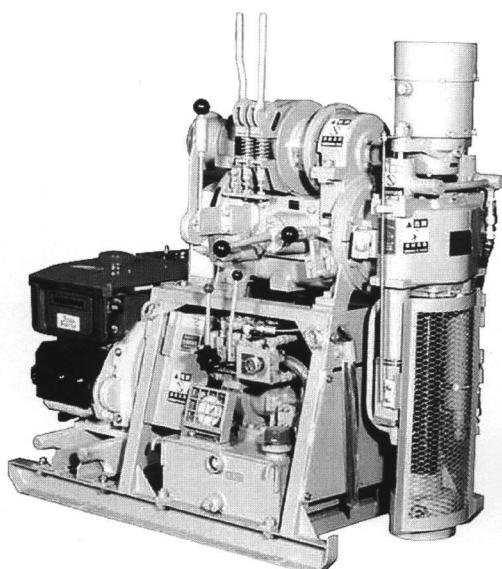
**TOHO**  
DRILLING EQUIPMENT

# 小型ボーリングマシン

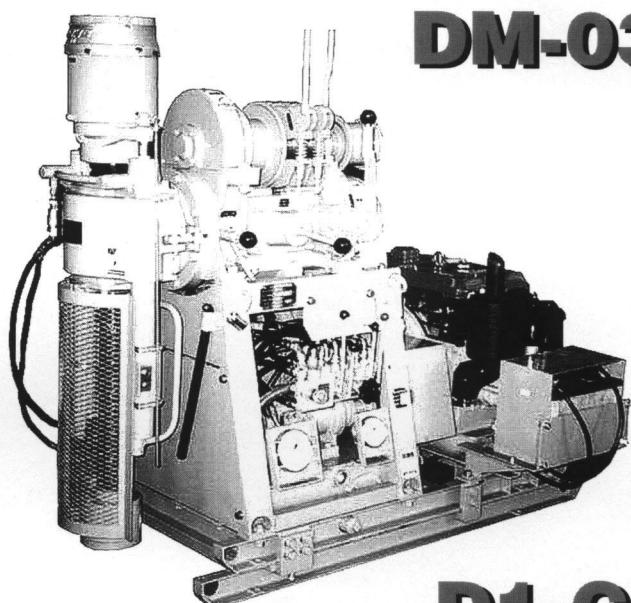
- ニーズに合わせて、ホイストドラムを取り外し  
コーンプリータイプに変更することができます。
- ブーリの交換で地質にあったスピンドル回転数  
が選択できます。
- 試錐ポンプが内蔵でき、しかも原動機は1台で  
すみます。



**DM-03**



**DO-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

**東邦地下工機株式會社**

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	092(581)3031	松山	089(953)2301
札幌	011(785)6651	広島	082(291)2777
仙台	022(235)0821	山口	083(973)0161
新潟	025(284)5164	北九州	093(331)1461
名古屋	052(798)6667	熊本	096(232)4763
大阪	0729(24)5022		

**卷頭言 災害に備えよ——社会資本整備を怠るな**

豊岡市長 中貝 宗治 1

**総 論 防災情報の共有と活用のあり方**

内閣府政策統括官(防災担当)付参事官  
(地震・火山・大規模水害対策担当) 越智 繁雄 2

**小特集 「災害とその後—情報を活かす防災最前線—」**

土砂災害警戒避難体制づくりの取り組み	三木 洋一	8
近年の豪雨災害—イメージと実態—	牛山 素行	12
建物倒壊シミュレーションによる防災学習システム	寺本 光治	16
洞爺湖有珠山マイスター～防災と地域振興を目指して～	山内 保夫	20
近年の豪雨災害に見る情報防災の課題	天野 篤	24

**教養読本** 科学技術コミュニケーションからみた防災情報伝達  
～小規模対話型イベントによる防災情報伝達の経験から～ 隈本 邦彦 34

**やさしい知識** 近年の局地的大雨による被害の軽減にむけた気象庁の取組み 弟子丸卓也 41

**大地の恵み** 火と水と緑の大地 支笏カルデラ 石井 正之 45

**各地の博物館めぐり** 大田市三瓶町多根 三瓶小豆原埋没林公園  
(四千年前の巨大地底林) 月森 勝博 47

**車窓から見る地形・地質** 静岡県静岡市清水区由比 JR東海道本線(由比駅) 柴田 達哉 49

**私の経験した現場** 8年間を振り返って 藤田 安秀 51

**(独)土木研究所と企業との共同研究①** 既設アンカー緊張力モニタリングシステム  
藤澤 和範・石田 孝司・横田 弘一・田中 尚 53

**(独)土木研究所と企業との共同研究②** 崩壊斜面の緊急計測手法「RE・MO・TE2」  
藤澤 和範・石田 孝司・下村 博之・坂東 和郎 55

**投 稿** 貫入棒による締固め度(Dc)の簡易判定手法  
国土交通省東北地方整備局東北技術事務所品質調査課品質検査係 57

**会 告** 全地連「平成21年度第47回通常総会」の開催について 60

平成21年度地質調査事業量は754億円 61

地質調査技士資格検定試験 受験申込者数 1,075名 63

全地連「技術フォーラム2010」那覇 63

『地盤環境調査基本研修』開催のご案内 64

## 小特集テーマ 「物理探査とその最前線」

- ・維持管理の時代において物理探査に期待するもの
- ・物理探査の現状と社会貢献

**防災・減災** 河川堤防調査における物理探査の適用性について

地すべり・斜面調査における物理探査の適用について

**環境保全** 放射性廃棄物地層処分における物理探査技術の高度化について

廃棄物処分場における漏水モニタリングへの物理探査技術の応用について

**維持管理** コンクリート構造物における物理探査技術の適用性について

道路舗装の予防保全における物理探査技術について

**教養読本** 地震波干渉法

**やさしい知識** モニタリングジオフィジクス—4次元探査—

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

## 【表紙写真を募集いたします！】

読者の皆様の撮影された「地質と調査」の表紙用写真を募集しております。

地形・地質・土・岩などこの雑誌にふさわしいと思われる自然現象をご投稿ください。

季節感のあるものでもかまいません。ただし固有名詞がはっきり見えるものは不可です。

土木春秋社 ホームページ <http://dobokushunjyuu.ehoh.net/>  
メールアドレス doboku-s@pd6.so-net.ne.jp へお願ひいたします。

データ条件（3008×2000ピクセル程度）

ご採用させていただいた場合は、図書券（1万円分）をお送りいたします。

# 災害に備えよ——社会資本整備を怠るな

豊岡市長 なかがいむねはる

2004年は、台風23号による大水害とともに市民の記憶に焼き付いている。

10月20日夕刻。追い詰められるようにして、避難勧告から避難指示へ。雨は止まない。19時過ぎ、職員が脂汗を浮かべてやってきた。「国交省がポンプを止めろと言っています」「なぜだ」「本流の堤防が危ない」。ポンプは止まり、街は水浸しになった。23時過ぎ、ついに円山川本流の堤防が決壊。暗闇の中で濁流が市民を襲った。

死者7名、床上浸水以上約5千世帯、災害ごみ3万6千トン。その数字の背後に、市民の途方もない苦しみが横たわっていた。

## 事後対策よりも予防措置を

被災後、国の激特事業により円山川の治水対策は飛躍的に進んだ。円山川の河道掘削と併せ堤防の嵩上げと強化が行われた。国交省を始め関係者には心から感謝している。

が、本当のことを言えば、整備の進んだ円山川の姿をあの災害の前に見たかった、というのが偽らざる気持ちである。全国被災地のすべてが同じ思いのはずだ。

実は、国の河川改修費は年々縮減される傾向にある。しかも、その枠内で被災地への対策が行われるため、結果として予防対策費が激減するという極めて憂慮すべき事態となっている。平成22年度の予防的河川整備費（直轄）は、平成9年度のわずか54%である。極端な言い方をすると、被災すればやってもらえるが、被災しなければ治水対策は行われないという情けない状況になっている。予防の効果と意義は明らかなのに。

荒れ狂う自然に対し美しい理念を説いても何もない。脅威はただやってきて、襲っていく。必要なことはリアリズムである。強大な敵への備えを着実に進めなければならない。

## さっさと逃げる

同時に大切なことは、さっさと逃げる、である。人間の努力を超える自然の脅威は必ずやってく

る。堤防強化の最中に災害に襲われることもある。「逃げる」は、ハード整備が進まない中の次善の策ではない。何が起きるか分からぬ中、自分の命を守るために個々人がとるべき当然の行動である。

しかし、人は逃げない。専門家は「正常化の偏見」と呼んでいる。その逃げない性向を持つ住民を逃がすために、市町村は、災害情報を早く正確に捉え、それを適切なタイミングと心に訴える方法で住民に伝えなければならない。そのシステムと技を身につけなければならない。他方、住民は、災害情報に耳を傾け、最後は自分の判断で行動しなければならない。自分が置かれた状況下で、避難所に逃げるか、自宅2階以上の高所にじっとしているか。どちらが助かる確率が高いのか。

逃がす態勢と逃げる智恵、そのどちらもまだ十分ではない。その反省に立って、豊岡市は今年度、防災専門機関と組んで職員の災害対応能力を高めるとともに、市民の災害対応能力を高めてもらう事業に取り組む。これも「社会資本」整備なのかも知れない。

## 危機管理の道の整備を

道路についても一言。

台風23号のとき、自衛隊も緊急消防援助隊も道路を使ってやってきた。交通ネットワークは、助けに来てもらう道であり、いつか恩返しに助けに行く道である。

それだけではない。阪神・淡路大震災で日本の交通は大打撃を受けた。東西交通がかろうじて保たれたのは、JR播但線や山陰線、播但連絡道路、空港等があったからである。南海、東南海、東海地震は確実にやってくる。首都直下も同様だ。そのとき被災地のみならず、交通途絶によって日本中が大打撃を受けるだろう。被災地を迂回して平常活動を保つために、「あれがダメでもこれがある」という、多様でしなやかな交通ネットワークの構築を急がなければならない。それは災害列島にとって不可欠な「危機管理の道」でもある。

# 防災情報の共有と活用のあり方

越智繁雄\*

## 1. はじめに

防災に関する情報は、災害を未然に防ぐ予防的措置から発災時の応急対策や災害からの復旧・復興活動に至るまでのあらゆる防災活動の根幹となる。また、国や地方公共団体など防災対策に一義的な責任を有する防災関係機関の災害対策のみならず、住民、コミュニティー、NPO、企業などの自助・共助の活動を円滑に行うために、防災情報の共有は極めて大きな意味を持っている。

死者・行方不明者 6437 名<sup>1)</sup>という戦後最大の犠牲者を出した 1995 年 1 月の阪神・淡路大震災は、これら防災情報の共有に関して様々な課題を浮き彫りにした。初期情報を把握・連絡する体制が機能せず被害状況の把握に時間を要し、大規模災害発災時に国の防災体制の中核となる官邸や国土庁(現内閣府)への情報集約が十分に行われず、また、災害対応に不可欠な防災機関間における情報共有ができなかつたため、災害派遣要請や相互連携など災害対応が適時・的確に実施されなかつた。さらに、被災住民への迅速かつ必要な情報提供や行政とボランティアの連携などの住民等との情報共有についても問題として指摘された。

このため、阪神・淡路大震災を契機に、発災時の政府の初動体制を強化するため内閣情報集約センターや緊急参集チームを設置し、初期情報の収集・連絡体制を充実するとともに、地震被害推計システムやヘリテレ画像システムを構築するなど、各分野において情報の把握・伝達・提供・共有の取組が行われてきた。

## 2. 防災情報の共有化への胎動

平成 14 年 7 月には、政府の中央防災会議(会

長：内閣総理大臣)の下に「防災情報の共有化に関する専門調査会」が設置され、阪神・淡路大震災以降の防災情報共有化に関する取組を振り返るとともに、防災対策上の要請と社会状況の変化に照らした防災情報共有化の課題と具体的な施策が平成 15 年 7 月にとりまとめられた。

防災関係機関の情報共有化への課題に対しては、

- ・情報収集の面からは、人工衛星や航空機からの画像情報等を活用した被災全体像の早期把握の精度向上
- ・情報集約・伝達の面からは、全国的な大容量防災通信ネットワークの整備
- ・情報の集約・有効活用に関しては、防災情報共有プラットフォームの構築

等が、住民等との情報共有化への対応としては、

- ・多様な手段による情報提供
- ・緊急な避難誘導に関する情報の確実な伝達
- ・災害時要援護者への確実な情報提供
- ・情報の受け手のニーズへの的確な対応
- ・ハザードマップ等を活用した災害時の防災行動に関する平常時からの周知

等が、具体的な施策として示された。

その他、防災関係機関とマスメディアとの具体的連携方策、住民等における災害時の情報通信手段の具体的確保策、住民等の中において、防災情報の共有を調整する人や団体の育成・支援、企業、NPO 等も参加し、充実した地域コミュニティーにおける防災情報のあり方、災害経験や教訓についての国際的な情報共有が課題として挙げられた。

専門調査会報告以降においても、平成 16 年 10 月の新潟県中越地震、平成 20 年 6 月の岩手・宮城内陸地震など、最大震度 6 強～7 の大きな地震災害が発生しており、通信路・交通路の途絶に伴う

\* 内閣府政策統括官(防災担当)付参事官(地震・火山・大規模水害対策担当)

孤立集落の情報収集や災害対策本部等との情報共有、被災地域外への情報発信や応急対策活動状況の広報のあり方、崖崩れにより生じた天然ダムへの対応と住民等への避難情報の伝達などが問題としてあげられており、専門調査会報告の施策への対応の重要性はますます高まっている。また、昨年7月中国・九州北部豪雨では特別養護老人ホームが土砂災害に見舞われ、同8月台風9号では住民が避難行動時に被害に遭うなど、情報伝達と住民避難のあり方に大きな一石を投じる事案も起きていている。さらに今後発生増加が懸念されている集中豪雨などの水害に備えた防災情報施策への取組も急務となっている。今年3月のチリ中部沿岸を震源とする地震による津波への対応では、アンケート結果<sup>2)</sup>によると、大津波警報が発表され避難指示や避難勧告が発令されたにもかかわらず、避難した人の割合は4割弱に止まり、また、避難はしたもの、津波の第1波が小さかったことを理由に避難先から帰宅した人の割合は3割強に上るなど、情報が必ずしも適切な避難行動等に結びつかないことが露呈した。兆候を察知し起こり得る事象を的確に把握するための情報収集、適切な対応を実施するための情報集約、住民等へ適切な行動を促す情報伝達をより迅速かつ効率的に実施するとともに、これらのがことが確実に行えるよう日頃から共通認識を醸成し防災リテラシーの向上を図っておく必要がある。

さらに、いつ起きてもおかしくないと言われ切迫性の高まっている東海地震、東南海・南海地震など大規模地震や、首都圏が水没するような大規模水害では、被害が複数の都道府県に及ぶ広域災害で、しかも甚大な人的・物的被害が想定されており、社会的にも経済的にも影響が大きいことから、防災情報の共有をはじめ広域的な連携による対応が不可欠である。また、首都直下地震が発生すると、約700万人の避難者、約650万人の帰宅困難者が発生することが想定されており、大きな混乱をきたさないようにするために、避難者の情報に関するニーズの把握とともに、効果的な情報提供体制の整備の必要性が指摘されている。

以下では内閣府防災担当における防災情報共有に関する取組について、特に、防災関係機関の有機的な連携を強化するための被害の早期把握や情報の統合・共有のための情報システムと、住民・企業等の自助・共助を促進するための情報提供に関する取組を中心に紹介する。

### 3. 防災情報システムの整備

#### 3.1 地震防災情報システム (DIS : Disaster Information System)

阪神・淡路大震災において、発災時における応急対策活動を円滑に行なうためには、被災地の状況を迅速に把握することの重要性が改めて指摘された。このため、地震発生直後に被害の規模を推計し、的確かつ迅速な初動体制の確立を目的とした地震防災情報システム (DIS) を構築し、平成8年から運用している。DISは、地震発生後、気象庁から観測された震度情報を受信し、最大震度4以上で自動的に推計を開始する。観測震度とあらかじめシステムに登録された地盤、建築物、人口等のデータに基づき、建築物の全壊棟数と建築物の全壊に伴う死傷者数を推計する。地震の規模によるが、推計は地震発生後概ね10分で行われる。

推計結果は中央防災無線網を通じて官邸や関係省庁に配信される他、地震発生後30分を目途に官邸で開催される緊急参集チーム会合で報告され、政府の初動対応の参考とされており、昨年8月の駿河湾沖を震源とする地震においても活用されている。

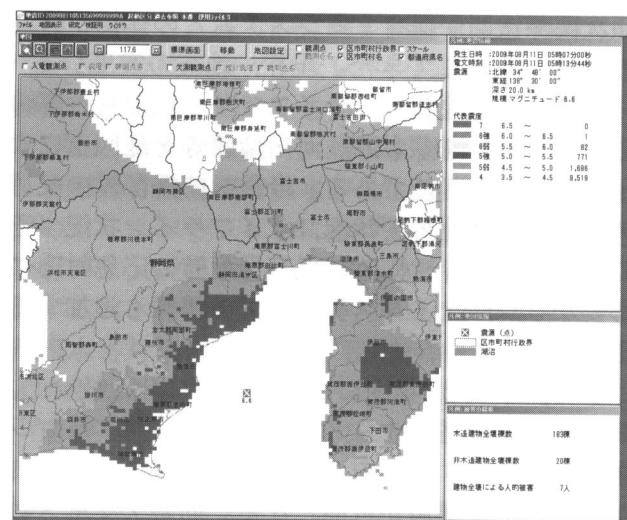


図1 DIS 推計結果

(平成21年8月駿河湾沖を震源とする地震)

#### 3.2 人工衛星等を活用した被害早期把握システム (RAS : Real-damage-information Analysis System by artificial satellites)

大規模災害発生時に、広範囲の撮影が可能な人工衛星等の画像を活用することにより、建築物の倒壊状況などの実被害情報を早期に把握し、迅速かつ的確な初動体制の確立を図ることを目的としたシステムとして、平成15年度にプロトタイプシステムを構築し、平成16年度より運用を開始

している。特に、発災後すぐの現地調査が困難な山間部等の土砂災害の発生状況などの把握に有効であり、平成 21 年 7 月の山口県防府市の土砂災害では、政府調査団の調査にも活用された。

### 3.3 防災情報共有プラットフォーム

先に記述した専門調査会報告において、「防災機関が横断的に共有すべき防災情報の形式を標準化し、国、地方公共団体等の各機関の情報を共通のシステムに集約し、その情報にいざれからもアクセスできる「共有プラットフォーム」を構築する」と提言されたことを受け、内閣府においては、防災関係機関の防災情報を、GIS（地理情報システム）を活用して共通の地図に集約し関係機関で横断的に共有するための「防災情報共有プラットフォーム」の構築を平成 17 年度より行っている。構築に当たっては学識経験者、各府省庁を構成メンバーとする「防災情報共有プラットフォーム検討会」を設置し、防災情報共有プラットフォームの利用ニーズと要求機能、集約する情報・データ、システム構築のための技術、運用ルール等について検討を行った。検討会での議論を基に、平成 17 年度にプロトタイプシステムを構築し、その後、順次関係機関が保有するシステムとの連携や機能の拡張を実施してきた。現在、地震の震度分布・被害推計、気象状況、ライフライン状況（一部の電力・ガス）、被災状況、河川情報等を地図上に表示することが可能である。今後、応援部隊の配置状況、交通通行可否状況、ライ夫ライン状況（その他電力・ガス・水道）、災害発生時の応急対応に必要なロジスティクス等に関する情報も追加する予定である。

また、平成 22 年度には、DIS、RAS と統合し、新しい機器に搭載するとともに、バックアップシステムを構築する予定であり、これにより効率的かつ安定的な運用が可能となる。同時アクセス数もこれまでの約 30 から約 200 に増加され、ネットワークも中央防災無線網が霞ヶ関 WAN につながり、防災情報共有プラットフォームによる情報共有の環境がより充実することになる。平成 23 年 1 月には新統合システムを稼働させ、政府の災害対応に必要な防災情報を、官邸はじめ防災関係機関と情報共有ができるよう整備を進めているところである。今後は機能面の充実と一層の利活用を進めるとともに、指定公共機関からも防災情報共有プラットフォームにアクセスできる環境の構築や、標準化したデータの住民等への提供などに取り組んで行くこととしている。

### 3.4 「防災見える化」の推進

平成 16 年の新潟県中越地震ではロジスティクスの混乱が指摘されており、要員・資機材等の状況を関係者が随時把握する「災害時の現場とロジスティクスの見える化」が大規模災害に対処する上で喫緊の課題となった。また、災害のリスクに関する情報として、各種のハザードマップや危険区域図等が国、地方公共団体により作成されているが、①対象とするハザードの規模、②計算の前提条件や手法、③計算結果のとりまとめ様式等が不統一であり、そのデータを利用したサービスの展開や行政施策への活用が容易にはできない状況となっている。

平成 20 年 10 月、産業界・学界・行政機関が参加し、地理空間情報に係る課題認識と情報の産学官の間での共有を図り、地理空間情報の効果的な活用を推進することを目的として「地理空間情報産学官連携協議会」が設置された。このうち、防災分野における地理空間情報の利活用推進のための基盤整備ワーキンググループにおいて、内閣府では、「災害リスク情報等の規格化（標準化）と利活用促進」に向けて検討を開始し、平成 25 年の運用開始を目標に、自然災害のリスクに関する情報（災害リスク情報）等の情報を、一目でわかるようになる「見える化」を推進するとともに、災害リスク情報を誰もが共有できる環境整備の推進に取り組んでいるところである。

これら「防災見える化」を推進することにより、災害時の応急対応の迅速性・的確性が向上するとともに、様々な災害リスク情報を共有することで、防災情報に関するサービスの向上が促進されることが期待されている。

## 4. 防災情報の共有化に向けたさまざまな取組

国、地方公共団体及び住民等の関係者間における

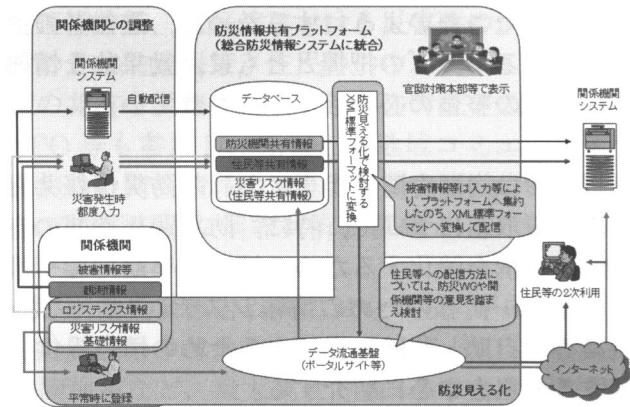


図 2 防災情報共有のイメージ

る防災情報の効果的な共有化について、内閣府が中心となって取り組んでいる、分かりやすい情報提供とそのあり方、確実な情報伝達、防災リテラシーの向上に向けての取組事例等を紹介する。

#### 4.1 受け手の立場に立った分かりやすい情報提供のあり方

##### (ア) 「国民目線」の情報提供

今年の2月28日に来襲した「チリ中部沿岸を震源とする地震による津波」では、大津波警報が発表され避難指示等の発令された地域の住民のうち、約6割が避難行動をとらず、その理由として「高台など、津波により浸水するおそれのない地域にいると思ったから」と回答した方が過半であった。これは、避難指示等の対象地域が、過去最大級（高さ10mなど）の津波を想定したハザードマップを基に発令されたものであり、今回の3mの警報に対しては広かったためと考えられ、住民の避難行動の向上につながる情報となるよう、津波の高さに応じた数段階のハザードマップの内容について検討する必要がある。このように行政が発表する防災・災害情報のあり方について、平時からその内容を自治体担当者や住民が正しく理解し、災害発生時には適切な避難勧告等の発令や適切な避難行動に結びつけることができるよう、地域における災害リスクを可視化する工夫や情報提供の実施手法について検討していくべきであり、その際、これらの情報を基に、災害時要援護者を含めた情報の受け手である住民が自ら適切な判断をとることができるような形で情報が提供されているか否か、「国民目線」の観点から評価することが求められる。

また、住民が避難の際に最も参考とする情報として「気象官署等の発表する天気予報や注意報・警報等の気象情報」を挙げている一方で（内閣府の世論調査より）、気象官署や都道府県が提供する情報は、予報精度の向上とともに年々きめ細かくなり、その内容も高度化している。市町村長が避難勧告等を発令しようとする際には、国、都道府県等防災関係機関が提供する情報は極めて重要な判断材料となるが、市町村自らが情報内容を正しく理解し、市町村や住民の適切な判断、行動を促すよう、できるだけ分かりやすく提供していくべきであることは言うまでもないことである。

##### (イ) 火山情報と噴火時等の避難体制について

「気象庁が発表する火山情報の改善」と「住民等の避難体制の構築」を車の両輪として、火山防災体制の充実・強化を図ることを目的として、平成

18年より「火山情報等に対応した火山防災対策検討会」を開催し、平成20年3月に「噴火時等の避難に係る火山防災体制の指針」が公表された。

それまでの火山活動度レベルは、住民の避難等を必要とする地域に影響する火山活動を主として5つの噴火規模によって表現していたが、これらと具体的な防災対応との関連が必ずしも明確でなく、避難準備や避難指示等を判断するには利用しにくいと指摘されていた。

検討会では、より効果的な噴火時等の避難体制に係る火山防災対策の充実を図ることを目的として、火山情報と噴火時等の避難体制について、「噴火警戒レベル」の導入による分かりやすい火山情報への改善、平常時等及び噴火時等の異常発生時等における体制整備、具体的で実践的な応急対応計画及び平常時における住民等への普及啓発活動等のあり方について指針に取りまとめている。

現在、噴火警戒レベルの設定が完了している活火山は、桜島、浅間山など26火山（全国には108の活火山）ある。それぞれ噴火活動度に応じてレベル2（火口周辺規制）、レベル3（入山規制）などの設定が行われており、避難勧告等を発令する自治体長、火山周辺で生活する地元住民、観光等の訪問者など、各者の行動や判断をより明確にしている。今後、噴火警戒レベルに連動した避難計画の作成を進めていく必要がある。

##### (ウ) 新たな取組～大規模水害対策～

首都圏で大規模な洪水が発生した場合の氾濫状況のシミュレーションに基づき被害様相の想定等を行い、大規模水害発生時の避難行動等を中心に講ずるべき対策等について、平成22年4月に「大規模水害対策に関する専門調査会報告」がとりまとめられた。

適時・的確な避難の実現による被害軽減のために実施すべき対策として、全体として整合性のと

・火山の活動度を、避難、避難準備及び入山規制等の具体的な防災行動に結びつくよう区分し、各レベルにキーワードを設定した噴火警戒レベルを導入。 ・気象業務法を改正し、平成19年12月より、レベル2～5は、噴火警報として発表。 ・地元自治体や関係機関等との調整を図り、平成22年3月現在、26火山で導入されている。				
<b>火山活動度レベル（従来）</b>				
緊急火山情報	火山活動度レベル (主として噴火規模により区分)	警報等の呼び方	対象範囲	噴火警戒レベル
5	極めて大規模な噴火活動等 広域で警戒が必要	噴火警報	居住地域及び それより火口側	レベル5 避難
4	中～大規模噴火活動等 火口から離れた地域にも影響の可能性があり、警戒が必要			レベル4 避難準備
3	小～中規模噴火活動等 火山活動に十分注意する必要がある	火口周辺警報	火口から 居住地域近くまでの 広い範囲の 火口周辺	レベル3 入山規制
2	やや活発な火山活動 火山活動の状態を見守って いく必要がある		火口から 少し離れた所までの 火口周辺	レベル2 火口周辺規制
1	静かな火山活動 噴火の兆候はない			
0	長期間火山の活動の 兆候がない	噴火予報	火口内等	レベル1 平常

図3 噴火警報及び噴火警戒レベルの導入

れた避難誘導等の対応行動をとるための体制や指揮命令系統等の仕組みを検討するとともに、避難勧告・指示等の判断に必要となる堤防決壊等の予測情報等の収集・伝達や関係者間での円滑な意思疎通を図るためにシステムの整備、判断支援のためのツールの開発等を行うことが必要であるとしている。

また、住民等における大規模水害対応力の強化が重要で、住民、企業等は、浸水危険性を適切に認識し、それに対する対応力を高めるために必要な防災情報の収集と理解、事業継続性の確保、必要な備蓄の実施、防災対応力の向上に向けた教育・訓練機会への積極的な参画等を通じて、自らの防災力の充実・強化に努めることが提言されている。一方、国及び地方公共団体は、住民等による自助を促進するため、例えば既往水害や大規模水害の被害特性の周知、訓練等の人材育成の機会の提供、防災資機材等の購入助成、防災対策活動に対するインセンティブの付与等の対策を平常時から実施するべきであるとしている。

## 4.2 確実な情報伝達の構築のためのシステム構築等の取組

### (ア) 緊急地震速報の周知・普及と精度向上に向けて

緊急地震速報は地震の発生直後に、震源の近くで地震（P波、初期微動）をキャッチし、位置、規模、想定される揺れの強さを自動計算し、地震による強い揺れ（S波、主要動）が始まる数秒～数十秒前に素早く知らせる地震動の予報及び警報である。気象庁は、関係機関と連携した研究開発を進め、平成18年より鉄道事業者等特定機関への情報提供を開始し、平成19年10月1日から、一般向けの緊急地震速報（警報）の発表を開始している。

平成20年の岩手・宮城内陸地震や昨年の駿河湾沖地震では、保育園での子供たちの安全確保、従業員による避難通路確保、半導体工場での製造機械の停止、集客施設での館内放送による身構えなどの効果を上げており、緊急地震速報を利用して、列車やエレベーターをすばやく制御させて危険を回避したり、工場、オフィス、家庭などで避難行動をとることによって被害を軽減させたりすることができる。

緊急地震速報は日常的なシステムとして国民にサービス提供が行われており、既に14回発表されている<sup>3)</sup>ものの、所期の目的どおりに稼働していないケースも見受けられることから、今後、海

底地震計の整備・活用などさらなる観測・監視体制の充実や、解析精度の向上を図り、国民に対して危険回避のための安全・安心情報の確実な提供に努めていかなければならない。

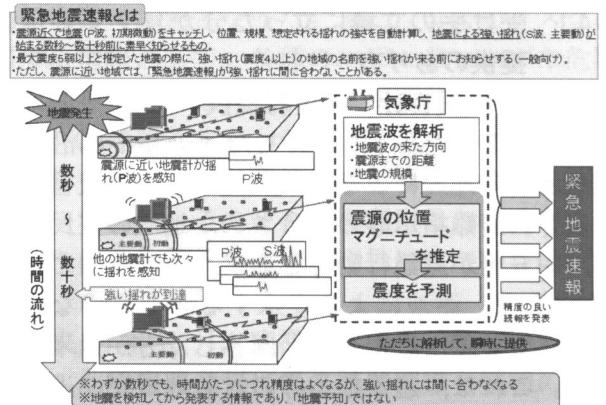


図4 緊急地震速報概念図（気象庁作成）

### (イ) 災害時要援護者の避難対策の取組

近年の風水害・豪雪や地震においては、死者の大半が65歳以上の高齢者となっているなど災害時要援護者（以下「要援護者」と略す。）についての対策は、災害時において人的被害を少なくしていくための重要な課題となっている。

要援護者の避難支援に関する確実な情報の伝達に関して、「災害時要援護者の避難支援ガイドライン（平成18年3月）」では、①防災関係部局と福祉関係部局等の連携が不十分であるなど、要援護者や避難支援者への避難勧告等の伝達体制が十分に整備されていないこと、②個人情報への意識の高まりに伴い要援護者情報の共有・活用が進んでおらず、発災時の活用が困難なこと等、確実な情報の伝達に関して、問題点として挙げている。

それに対する取り組むべき方向性として、①要援護者の避難支援は自助・地域（近隣）の共助を基本とし、市町村は、要援護者への避難支援対策と対応した避難準備（要援護者避難）情報を発令とともに、要援護者及び避難支援者までの迅速・確実な伝達体制の整備が不可欠である、②要援護者に関する情報（住居、情報伝達体制、必要な支援内容等）を平常時から収集し、電子データ、ファイル等で管理・共有するとともに、一人ひとりの要援護者に対して複数の避難支援者を定める等、具体的な避難支援計画を策定しておくことが必要であるとして、確実な情報伝達の為の体制構築が必要であるとしている。消防庁の調査（平成21年11月現在）<sup>4)</sup>によれば、全国の市区町村における要援護者対策の全体計画の策定、名簿の整備、個別計画の策定の状況は、それぞれ、約40%が策

定済、約80%が整備中、約65%が策定中となっており、今後により一層の充実が望まれるところである。

#### 4.3 防災リテラシーの向上に向けての取組

国、都道府県、市町村などの関係機関や住民などその他関係者において、我が国の防災のあり方についての正確な理解のもと災害やハザードに係る状況・情報を理解・認識し、これらに応じた適切な行動を迅速にとれる「防災リテラシー」の向上が求められていえる。

##### (ア) 「噴火時等の避難に係る火山防災体制の指針」

住民に避難の必要性を周知するには、火山ハザードマップに、噴火警報等の解説、避難所や避難経路、避難の方法、住民への情報伝達の方法等の防災対策上必要な情報を記載することが有効であるとしている。また、それらを有効に利用するには、日頃から地域住民や宿泊施設の事業者等にその内容を理解してもらうことが不可欠であり、簡明で分かりやすい地図を作成し、各戸及び各施設等に配布することや、ホームページへの掲載、看板等への掲示、気象や土砂災害等に関する必要な情報の種類や入手先についても記載することが望ましいとしている。

##### (イ) 「大雨災害における避難のあり方等検討会報告書」

自主防災組織への情報提供、研修会や訓練等学習機会の提供、避難方法の具体例の紹介等、多様な取組を通じて、住民自らが状況に即した適切な避難を実現するために必要な知識や情報を事前に習得できるよう、多様な啓発活動をより一層推進し、住民の防災リテラシーの向上を図る必要性を述べている。また、同報告書では、ハザードマップを含めた防災・災害情報について、市町村や住民が、平時からその内容を正しく理解し、ハザード発生時には適切な避難勧告等の発令や適切な避難行動に結びつけることができるよう、地域における災害リスクを可視化する仕組みを検討とともに、そのあり方全般を検討していくべきとしている。

##### (ウ) 津波防災意識の向上：「稻むらの火」

「稻むらの火」は、江戸時代末期（1854年）に日本で起きた巨大な津波被害を題材として作成された小学生向けの教材で、災害の教訓から学ぶこと、そしてそれを伝えていくことの重要性、災害時の迅速な判断と行動の必要性について教えている。この教材は、インドネシア、マレーシアなどをはじめアジア8カ国で、各国の風俗や習慣を取り入れて少しずつ変更しながら現地語の防災教材として作成・配布し、現地住民の防災意識の醸成に活用されている。

#### 5. 終わりに

防災情報の共有化の必要性が叫ばれて久しい。それは、防災対応力の向上とは平常時、応急対応時、復旧・復興期の全般にわたり、自助・共助・公助の能力を向上させることであり、その基礎となる防災情報の共有化は極めて重要だからである。

これまで防災情報の共有化といった場合、防災機関の内部あるいは防災機関の間での情報共有をいかに効率的に行うか、さらにはIT技術や情報インフラの整備・活用という点に主眼が置かれてきた感がある。先述のとおり防災情報機関での情報共有のためのシステムや通信ネットワークの整備は計画的に進められてきており、災害発生時の初動対応の確実性や迅速性が高まりつつある。

一方、近年の災害や防災対策の検討で明らかとなったのは、住民等が適切な避難等の行動を取るために必要な情報は何か、その情報をどう伝達するのか、さらには住民等が災害時に受け取った情報を基に避難等の行動に結びつけていくための平時からの備えができているかである。住民等不特定多数が様々な状況におかれているという難しさのある中で、単に情報を共有しても行動に結びつかなければ意味がないのである。

情報通信分野、地球物理分野など科学技術の進歩は著しく、防災情報の高度化、情報の収集、集約、伝達を的確かつ効率的に行うための取組並びに行政、住民も含め、情報を流通させるための取組をさらに推し進めていくことはもとより、住民等の適切な行動へとつなげる情報提供についても、災害時の人間行動やそれを踏まえた情報提供のあり方など、社会科学分野での調査研究などと一体となった総合的な取組が為されることが何よりである。

#### 参考文献

- 1) 消防庁：阪神・淡路大震災について（確定報）、2006
- 2) 内閣府、消防庁：チリ中部沿岸を震源とする津波避難に関する緊急住民アンケート調査結果について、2010
- 3) 気象庁公表資料（平成22年4月8日）
- 4) 消防庁報道資料（平成21年12月11日）

# 土砂災害警戒避難体制づくりの取り組み

三木 洋一\*

## 1. はじめに

近年、台風や集中豪雨により全国各地で毎年約1,000件の土砂災害が発生し、多くの人命が失われている。

土砂災害防止法が平成13年4月に施行され、市町村は、土砂災害警戒区域等として指定された区域において、土砂災害を防止するために必要な警戒避難体制に関する事項を市町村地域防災計画に定めることとなった。さらに、平成17年5月には土砂災害防止法の一部改正がなされ、市町村には災害時要援護者関連施設への土砂災害関連情報の伝達、土砂災害ハザードマップ等による住民への周知の徹底等、土砂災害警戒避難体制の充実が求められている。

しかしながら、平成22年4月末時点で約18万箇所の土砂災害警戒区域が指定されているにもかかわらず、市町村の警戒避難体制の整備が進んでいない実態があるのではないだろうか。目に見えない土砂災害の危機の迫り方を市町村防災担当者、地域住民が認識することの難しさによるものと思われる。

このため、国土交通省では、土砂災害警戒避難体制の整備を図るにあたっての取り組みのポイントや、取り組み事例などを記載した事例集「土砂災害警戒避難事例集～土砂災害警戒避難ガイドライン（平成19年4月）に沿った取り組みのポイント～」を作成・公表（平成21年9月）した。

土砂災害の警戒避難体制づくりは、土砂災害の特徴を踏まえたうえで、行政と住民の役割分担を明らかにし、継続的に進めることが重要である。土砂災害を経験した市町村の取り組み事例等を参考に豪雨時に機能する土砂災害の警戒避難体制づ

くりの取り組みについて紹介したい。

## 2. 土砂災害の警戒避難

土砂災害は突発的に大きな破壊力を持って発生するため、人命に関わる災害であるが、発生場所や発生時刻を正確に予測することが難しい現象である。水害のように河川の水位等から危険性を比較的認識しやすく、避難行動に結びつきやすい現象と異なり、土砂災害は目視による確認が困難で危険性を認識しにくい。

また、土砂災害が発生する大きな雨がある地域に降っても、崩壊する斜面、土石流が発生する渓流は、危険な状態になっている地域全体の斜面、渓流の一部であり、個々の住民から見れば避難行動は空振りの可能性が大きく、実際の避難行動に結びつきにくい現象といえる。

さらに、市町村によっては防災担当もおらず、総務担当が防災を兼任している状況の中、実際の豪雨時に雨が次第に強くなる中、道路、河川の災害に比べ土砂災害対策のプライオリティは相対的に低くならざるを得ないのが実態であろう。

市町村担当者、住民ともに土砂災害の特徴と対応をあらかじめ認識することが重要である。土砂災害防止法に基づく土砂災害警戒区域等の指定を通じて危険な区域を明らかにするとともに、想定される現象についての情報を共有することが必要である。土砂災害警戒区域等の指定にあたっての住民説明会は、土砂災害について共通認識を持つことができる貴重な機会となる。

平成18年7月豪雨時の長野県諏訪市<sup>1)</sup>の事例（図1）は、住民説明会を通じて土砂災害の危険性の認識を高めた区長等住民の情報が避難行動に結びついた事例である。隣接する岡谷市では土石流災害で8名の犠牲者が出ていたが、諏訪市とは土砂災害警戒区域等の指定の有無、土砂災害情報相互通

\* 砂防フロンティア整備推進機構上席研究員（兼）研究第一部長



図1 長野県諏訪市の事例

出典：「土砂災害警戒避難事例集」

報システムの有無、訓練の実施状況等で違いがあった。

### 3. 土砂災害の警戒避難体制の主なポイント

土砂災害の体験がない市町村では、実効性のある警戒避難体制の整備のやり方がわからないというのが本音ではないだろうか。前述の事例集を参考に土砂災害の危険性が大きくなるに従って、住民、行政がそれぞれ講じるべき警戒避難体制の主なポイントを整理してみた。（図2）

また、事例集の巻末資料に愛媛県新居浜市と鹿児島県垂水市の取り組み事例が紹介されている。両市とも人命を失う土砂災害を経験した後、災害経験で明らかになった課題に対して、新居浜市では防災ハンドブックの見直し、垂水市では地域防災計画の修正を行い、実態に即した体制を継続的に整えていった経過が紹介されている。これらのことから、豪雨時に警戒避難体制が機能するためには、それぞれの地域に即した型で事前に体制を整備していくことが重要である。（図3、4）

### 4. 災害時要援護者関連施設における警戒避難計画の検討

平成17年の土砂災害防止法の一部改正により災害時要援護者関連施設への土砂災害情報等の伝達方法を市町村地域防災計画に規定することとなった。しかしながら、依然として災害時要援護者の被災が多く発生しており、平成21年7月に発

生した山口県防府市の土石流災害は記憶に新しい。全国の土砂災害危険箇所内にある災害時要援護者関連施設（約13,800施設）のうち、ハード対策・ソフト対策が共に実施された施設（約530施設）は5%に満たない状況<sup>2)</sup>の中、災害時要援護者関連施設の警戒避難計画の策定は全国の市町村において喫緊の課題となっている。

警戒避難計画については、施設に影響を及ぼす土砂災害の特性と入居者、利用形態等施設の特性を把握したうえで策定することが重要である。群馬県上野村内の災害時要援護者関連施設集合地区では、地区全体が土砂災害防止法の土砂災害警戒区域に指定されているが、山間地という立地条件から、施設内の安全な場所への一次避難を念頭においた警戒避難計画及び避難ルールが検討されている<sup>3)</sup>。

#### ○土砂災害の特性（写真1、2）

- ・地区全体が土砂災害防止法に基づく土砂災害警戒区域内（土石流、急傾斜）
- ・現況流路は福祉施設集合地区の山側30～50m程度の地点で暗渠となっている
- ・山側に面した施設は土石流が施設に直撃する等の被害が想定される。

#### ○施設の特性

- ・高齢者集合住宅、認知症グループホーム、デイサービス等の利用者の要介護度・施設利用時間・職員の体制等が異なる。

これらの特性を踏まえて、一時避難場所、一時

住民の警戒避難行動	行政の課題	課題に対する取り組み
<b>降り始め</b> <b>警 戒</b> 多様な情報を収集し、土砂災害を警戒する。  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">広域の気象状況、台風の進路の把握</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">近隣の雨量、地区内の経験に基づく監視ポイントの把握</div>	現地の状況が十分に把握できなかった。  収集した情報が整理できず、被害の全体像が把握できなかつた。  複数の伝達手段を考えていなかつた。	避難所への地区連絡員を配備し現地情報の収集。  情報処理班による収集した情報の一元管理を行い避難勧告等の発令の判断に使用。  携帯電話や衛星電話、コミュニティFM、アマチュア無線など、多様な伝達手段を確保。
<b>豪雨時</b> <b>判 断</b> 気象警報や市町村防災体制状況等により、避難の判断を行う。  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">気象警報によって避難の準備</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">市町村や関係機関の防災体制の確認</div>	土砂災害に対する避難勧告等の発令の判断が難しい。  避難勧告を発令する避難単位を事前に設置していなかつた。	山間部や平地部等の地域特性、前兆現象、土砂災害警戒情報等を活用した発令基準の設定。  土砂災害警戒区域等の指定状況、在宅の災害時要援護者の避難支援体制を考慮した避難単位を事前に設定し、対象人家の連絡先及び人員構成等の把握。
<b>降り終わり</b> <b>避 難</b> 実際に避難するためには必要な情報を収集し、避難を行う。  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">避難の開始</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">避難せず</div>	地区長へ避難情報を伝達することはできるが、そこから各集落に伝達することは困難。  避難所の開設・運営方法に慣れていなかつた。  避難所では情報が隔離された。  指定の避難所に避難する人が少なかつた。  要援護者への支援が遅れたため、水に浸かりながら避難した。  要援護者の移送に苦慮した(市に搬送用車両がない)	消防団や自主防災組織等と連携し戸別訪問による避難の呼びかけ。  避難所運営者向けの手引書を作成。  情報収集機器を有し、日常から使用している地域のコミュニティー施設を利用。  指定避難所以外の避難先等を把握(避難勧告行動アンケート)  社会福祉施設の一時使用に関する協定を締結。  災害対策本部に避難対策部を新設し、交通弱者の避難体制の強化。
<b>平常時</b> <b>納 得</b> 事前に土砂災害に関する情報を収集し、土砂災害の危険性を納得する。  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">住民主体の防災訓練・ハザードマップの作成</div>	行政が一方的に与えた情報に住民が興味をひかれない。	住民が「自分の命は自分で守る」という意識を持ち、行政と協働して防災活動に取組むことができるよう、役割分担と行政の限界を明確に示す。  自主防災組織の中心となって活動できる防災リーダーを育成。

図2 土砂災害の警戒避難体制の主なポイント

従来の防災ハンドブックは地域防災計画を抜粋した内容であり、実際の災害に直面したときに、具体的な行動に結びつかなかつた。

災害対応における課題と対応を整理した上で、具体的な行動がわかるよう防災ハンドブックの見直しを行つた。

図3 愛媛県新居浜市の事例

出典：「土砂災害警戒避難事例集」

平成18年度には、全市共通だった避難勧告基準について、山間部の地域特性を考慮して連続雨量が平野部より50ミリ少ない雨量を基準として設定した。また、避難勧告発令の判断基準に土砂災害警戒情報、土砂災害警戒監視情報を採用し、地域防災計画に追加した。さらに平成19年度には、土砂災害警戒区域等についても、避難勧告基準を設定した。

図4 鹿児島県垂水市の事例

出典：「土砂災害警戒避難事例集」

避難に要する時間、一時避難基準、避難情報の伝達経路を定め、施設利用者用と誘導員用にそれぞれ警戒避難計画としてとりまとめている(図5)。

今後の課題としては、役場と施設の情報伝達経路の確立、地区住民との連携の強化、防災訓練の実施があげられている。



写真1 上野村福祉施設集合地区の全景  
(山側から撮影、矢印の方向は想定される土石流の流下方向)

## 5. おわりに

土砂災害の危険箇所に人が住まざるを得ない現実の中で、行政は危険な場所を積極的に明らかにし、その上で警戒避難体制づくりを行っていくこととなる。事例から見てきたように、行政のみの対応には限界があり、地域の特性をよく知っている住民と行政がそれぞれ果たすべき役割を認識し、双方が協働して納得できる警戒避難体制を構築していく必要がある。その際、土砂災害の経験の少ない市町村に対して、国、県、民間の砂防OBが体制づくりの時点から専門家として参加し、アドバイスできる仕組みづくりも一考に値するのではないか。

行政は住民が豪雨時に必要とする情報を必要なタイミングに提供し、住民は自らの命は自ら守るよう判断することができる体制づくりが求められている。



写真2 現況流路 暗渠呑口部

## 参考文献

- 1) 国土交通省砂防部砂防計画課：土砂災害警戒避難事例集，平成21年9月
- 2) 国土交通省砂防HP：全国における災害時要援護者への対策状況
- 3) 後藤宏二、儘田勉、笠原治夫、田口和男、川崎孝行、酒井順、三木洋一：群馬県上野村の災害時要援護者関連施設における警戒避難計画の検討，平成22年度砂防学会研究発表会概要集



図5 上野村福祉施設集合地区警戒避難計画 (誘導員用)

## 近年の豪雨災害—イメージと実態—

うし やま もと ゆき\*  
牛 山 もと ゆき\*

### 1. まず事実を直視する

「近年記録的な豪雨が激増し、豪雨災害が多発している」

さて、上記の文言についてどう思われるだろうか。「当たり前じゃないか、今更何を言っているのだ」と思われる方もいるかもしれない。が、本当に「当たり前」だろうか。自然科学系の技術者ならば、メディアの言う「当たり前」に流されず、冷静にデータをもとに考えていただきたい。

図1は、気象庁 AMeDAS 観測所（年により若干の変動があるが全国に約1300箇所）において1時間降水量80mm以上の極めて激しい雨を記録した回数の経年変化である。見た目でもわかるように、1990年代後半以降、記録回数の多い年が続いている。1980～1994年を前半、1995～2009年を後半として平均すると、前半14.5回、後半21.5回、後半の前半に対する比は1.48となる。「ほら見ろ、明らかに豪雨が増え続けているじゃないか」と思うかもしれない。

では、図2を見てみたい。これは同様な AMeDAS 観測所の観測値をもとに、日降水量200mm以上を記録した回数をグラフにしたものである。日降水量200mmは、地域によってもかなり意味が異なるが、ややまとまった降雨事例の回数とみ

なしてよい。こちらは1990年代後半以降記録回数が多い傾向は同様だが、1時間降水量ほど明瞭ではないように見える。平均は前半179.9回、後半210.3回、比は1.17で、やはり1時間降水量の場合ほどの差はないことがわかる。また、2008年、2009年の記録回数が少ないことも注目される。ここで示した30年間で、2008年は2番目、2009年は4番目に記録回数が少ない。つまり、最近2年間は「まとまった豪雨が記録的に少ない年」が続いたと言つていい。2008年は愛知県岡崎市などで豪雨災害があり、「ゲリラ豪雨」という言葉がよく聞かれたし、2009年は山口県防府市、兵庫県佐用町などで豪雨災害があったので、「まとまった豪雨が記録的に少ない年」という表現はにわかには信じがたいかもしれないが、これが事実である。両年とも、豪雨事例は見られたが、いずれもその範囲が限定的だったのである。

豪雨自体は、豪雨災害の原因（誘因）である。では、豪雨災害の「結果」とも言うべき被害の方はどのような傾向にあるだろうか。図3は、気象庁の資料を元として大雨による被害を年別に集計した結果である（2009年のみは暫定値として消防庁資料を利用）。ここで「全壊等」とは、住家の全壊・流失・全焼の合計である。また、死者不明者は縦軸を実数軸、全壊等、床上浸水は対数軸とし

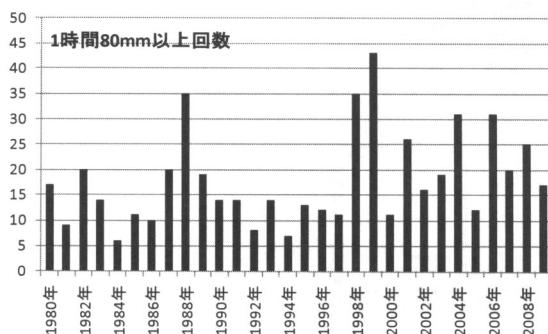


図1 気象庁 AMeDAS 観測所における1時間降水量80mm以上の記録回数（1980～2009）

\* 静岡大学防災総合センター 副センター長・准教授

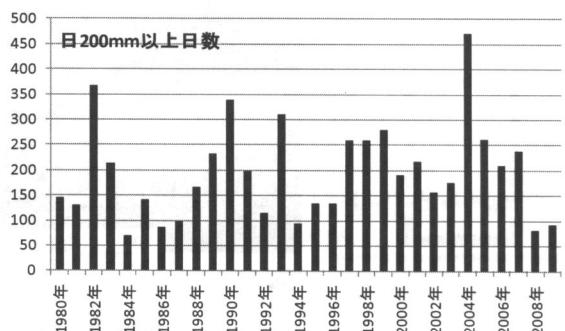


図2 気象庁 AMeDAS 観測所における日降水量200mm以上の記録回数（1980～2009）

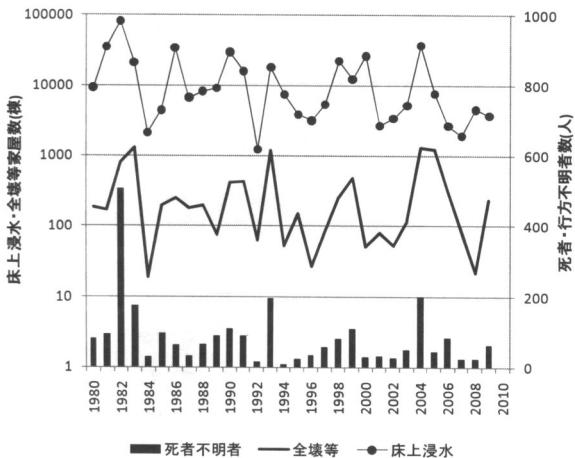


図3 大雨を原因とする被害高の経年変化（1980～2009）

ている。このグラフからは、「1990年代以降の急増」といった印象は持てず、集計期間中の増減傾向は不明瞭、もしくはやや減少気味のように見える。降水量と同様に、1995年を境に前半、後半に分けて比を取ると、死者不明者0.53、全壊等0.81、床上浸水0.50となる。災害による被害は様々な側面があるが、少なくとも人的被害、物的被害に関しては、「近年激増」「近年ますます深刻化」といった見方は妥当ではなく、むしろ減少傾向にあると言うべきだろう。

無論、筆者は「近年豪雨が増えてなどいない」、あるいは「豪雨災害は減っているのでもう心配はない」といったことを主張するものではない。「豪雨災害が増え続けている」といった漠然としたイメージが先行してしまうことを懸念しているのである。まずは、冷静に「事実」を見つめる必要がある。

## 2. ソフト対策は人に優しくない

近年「ハード防災対策には限界があり、ソフト対策の重要性が増している」といった指摘をよく聞く。ハード対策（構造物による対策）一辺倒で防災対策を行うことは不可能であり、ソフト対策（構造物によらない対策）と併用していく必要があること自体は間違いない。しかし、ソフト対策について、その効果を過大視したり、イメージ的にとらえたりしている側面はないだろうか。

そもそも豪雨災害において、ソフト対策の効果がどのような場面で現れるのかを冷静に考えてみたい。まず、人的被害については、予測技術、警報制度、その伝達システム、といった災害情報に代表される「ソフト対策」が完全に機能すれば、被害を受けうる人が避難して難を免れるという形で効果を発揮しそうである。経済的被害については、たとえば浸水域に所在していた車を高所に移

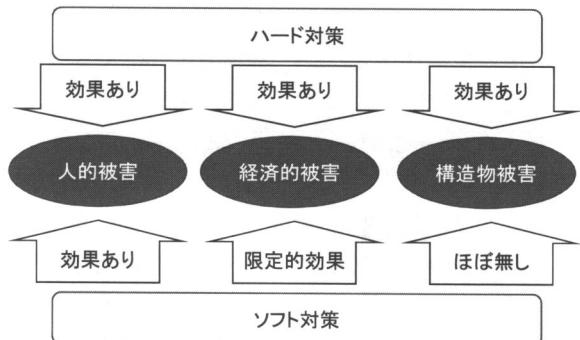


図4 ハード対策とソフト対策の効果の違い

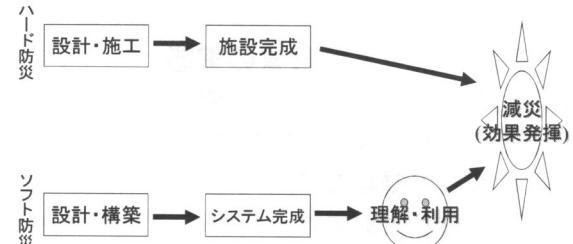


図5 ハード対策とソフト対策の構造的相違

動させることによって損失を免れるといった効果が考えられるが、移動可能な財物は限られるし、時間的余裕がないことも考えると、効果は限定的だろう。構造物に至っては、そもそも基本的に移動が不可能で、ほとんど効果が期待できない。

一方、ハード対策は、人的被害、経済的被害、構造物被害のすべてに対して効果を発揮することが期待できる。計画規模より大きな外力に対しては効果が発揮できない場合があるが、それはソフト対策においても同様である。少し考えてみれば当たり前のことであるが、ソフト対策は主として人的被害の軽減に効果が期待される対策である。ソフト対策はハード対策を代替するものではなく、相互に補完しあうものである。

ハード対策とソフト対策には、構造的な相違もある。ハード、ソフトともに、設計・構築し、なんらかの施設・システムを完成させるところまでは同じである。ハード対策の場合は、完成すれば即効果発揮につながる。一方ソフト対策は、完成した後に、その対策の存在や機能を受益者となる「人」が認知し、理解し、利用するという過程を踏まなければ効果を発揮しない。

たとえば、洪水調節ダムが完成すれば、たとえ完工式をやっている最中に豪雨に見舞われたとしても、当然計画通りの洪水調節効果は発揮される。下流域の住民がダムの完成を知らなかつたために洪水が調節できず浸水が広がった、などというバカげたことは起こり得ない。しかし、「雨量水位情報システム」が完成したとしても、それだけでは完成後に豪雨が発生した際に何の被害軽減もできな

い。そのシステムが完成したことを利用者が認識し、情報の読み方を理解し、適切な判断をして避難をすることによってはじめて効果を発揮する。

ソフト対策を「何となく簡単で、かっこよくて、すごく役立ちそう」などと甘く見てはいけない。作りさえすれば効果を発揮したハード対策と異なり、作った後に「人」という極めて面倒な要素が大きく介在する。整備者、受益者の双方が、かなり努力しないと効果を発揮しない、実に人に優しくない防災対策である。

### 3. 豪雨による人的被害の実態

豪雨災害とソフト対策（災害情報）に関する各論として、近年の豪雨災害に際しての人的被害発生状況に関して整理してみたい。

ここで整理した対象は、総務省消防庁がホームページ上で「災害情報」として公表している災害事例別の被害状況に収録された事例のうち、台風、大雨に関係する事例による犠牲者である。対象期間は2004～2008年の5年間で、対象者は計307名である。

まず原因別の分類である。分類法の定義を表1に示す。この分類のうち「事故型」は、「洪水」および「土砂」と区別するために設けた分類である。結果としては同じ「溺死」あるいは「土砂に巻き込まれた事による圧死・窒息死」でも、自らの意志で能動的に用水路や崖などに接近して遭難したケースは、その場所に危険があることを承知の上の行動と考えられる。一方、危険な場所に接近する意志はなかったにも関わらず、いわば受動的に巻き込まれたケースは、そもそもその場所の危険性を認知していなかったものと考えられる。この2つの被災形態は、今後の回避策を考える上で区別する必要があると考え、あえて分類しているものである。

原因別の構成比を図6に示す。最も多いのは「土砂」(32.9%)で、以下「洪水」(24.8%)、「事故型」(21.5%)の順である。「事故型」は全体の2割強を占める。このうち土砂災害に関連する者は5名で、残りのほとんど(61名)は用水路等に転落した事による溺死である。「洪水」はほぼ全員溺死なので、「洪水」「事故型」をあわせ、全犠牲者のほぼ半数が溺死ということになる。溺死は浸水や洪水による犠牲者のようなイメージが持たれるが、実際にはそのような遭難形態は溺死者の半数程度である。

「事故型」は、自らの判断で危険に接近したことによる犠牲者であり、言うなれば能動的な犠牲者

表1 原因別分類法の定義

分類名	定義	例
高波	沿岸部での犠牲者全般。高潮による浸水に伴うものは含まない。	高波による家屋損壊による死亡。沿岸で作業中・見物中に波にさらわれた。
強風	風による犠牲者全般。竜巻等も含む。	屋根などで作業中風にあおられて転落。飛来物に当たった。強風による倒木等に当たった。
事故型	移動や避難の目的ではなく、自らの意志で危険な場所に接近したことにより、溺れる、または生き埋めになるなどして死亡した者。	田や用水路の見回りに行き水路に転落。水路の障害物を除去しようと転落。土嚢積み等防災行動中(個人的なもの)の遭難。行政職員・警察官・消防団員・新聞記者等業務中の遭難。
洪水	在宅中、又は移動や避難の目的で行動中に、自らの意志とは関わりなく、浸水、洪水流、河川水に巻き込まれ、溺れるなどして死亡した者。高潮による浸水も含む。	屋内浸水で溺死。歩行中、自動車運転中に流された。路肩崩壊に気づかず川に転落。
土砂	在宅、または移動や避難の目的で行動中に、自らの意志とは関わりなく、土石流・崖崩れなど、あるいはそれらに破壊された構造物によって生き埋めとなり死亡した者	土砂によって倒壊した家の下敷きになった。土石流・かけ崩れによって堆積した土砂に巻き込まれた。土石流の流れに巻き込まれた。
その他	他の分類に含むことが困難な犠牲者。	情報が極めて乏しい犠牲者。河川敷生活者の死亡。避難中や復旧作業中に心筋梗塞。

である。このような犠牲者は、異常な状況なので対応しようとしているのだから、自らの行動が危険を伴っていることは理解していると考えられる。従って、豪雨に関する情報を単に伝達するだけでは軽減することが期待できない。そのような犠牲者が全体の4分の1を占めているわけである。

犠牲者の遭難場所は、屋外196名(63.8%)、屋内111名(36.2%)と、屋外が多くなっている(図8)。原因別でみると、「土砂」では80.2%(81名)が屋内だが、他の原因では8~9割が屋外と、まったく異なっている。「土砂」で「屋内」の81名の遭難場所は、知人宅6名、避難先2名、勤務先1名で、他の72名(「土砂」の71.3%)は自宅である。「土砂」の犠牲者の多くは、避難行動をとらず自宅にいたところを土砂災害に襲われて遭難している。「土砂」の犠牲者軽減のためには、困難ではあるが、自宅からの早期避難が効果的と言える。

「洪水」の「屋内」は25.0%(19名)で、内訳は知人宅1名、勤務先1名、自宅17名である。「洪水」の場合は、避難せずに自宅にいたところ遭難したケースは少数である。豪雨災害というと、洪水によって家が流され、逃げ遅れた人が犠牲になるというイメージがもたれそうだが、そのような

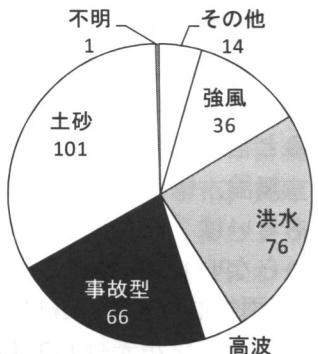


図6 原因別犠牲者数

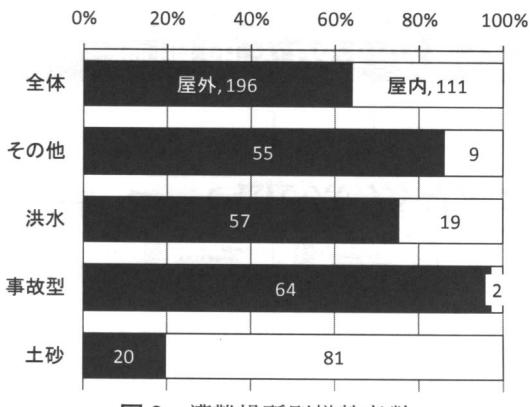


図8 遭難場所別犠牲者数

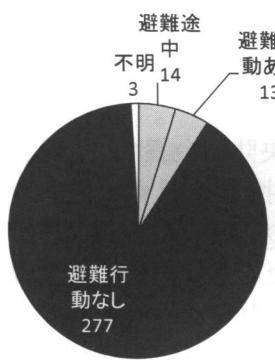


図9 避難行動別犠牲者数

遭難者はごくまれ（全犠牲者の 5.5%）である。すなわち、「洪水」の場合、居住者を対象とした災害情報の整備・伝達による自宅からの早期避難促進で軽減できる人的被害はそれほど多くは期待できない。「洪水」の遭難場所は主に「屋外」で 57 名だが、そのうち 52 名（全犠牲者の 16.9%）は車または徒歩で移動中、あるいは訪問先の公園などで遭難している。「洪水」の犠牲者軽減のためには、このような外出中の人にに対する情報伝達が重要になる。移動中の人に対する避難勧告等のリアルタイム災害情報伝達や、ハザードマップ的な危険箇所情報を知らせることなどは容易ではない。外出中・移動中は脆弱な状況下に置かれていることを我々は意識すべきだろう。

各犠牲者による避難行動の有無について集計した結果が図9である。図中「避難途中」は、避難の目的で移動中に土石流・洪水などに見舞われたケース、「避難行動有り」は、避難先が土石流・洪水などに見舞われたり、いったん避難場所へ移動したがそこを離れて遭難したケースである。90.2% (277名) は避難行動を取っていた形跡がなかったが、8.8% (27名) は何らかの避難行動を取っていたと認められた。

ここでの集計期間外だが、2009年8月9日に兵庫県佐用町を中心に発生した豪雨災害では、同町幕山地区で避難勧告前に自主的に避難した住民9名が、避難中に洪水流に流されて死亡・または行方不明となったというケースもある（写真1）。豪雨災害の場合、津波災害と異なり「避難する」ことが常に最善の選択とはならない。時間的に余裕



写真1 2009年8月9日の豪雨により兵庫県佐用町幕山地区で9名が遭難した現場

がある場合には指定避難場所への避難が最善だが、浸水が始まると、あるいは激しく雨が降っている最中であれば、無理に避難先へ向かうではなく、近隣の高所に移動するなど、次善の策をとった方がいい場合もある。ただし、「避難行動あり」の犠牲者のように、避難先で遭難するケースもある。たとえ一時の避難場所であっても、その場所の災害に対する安全性については十分な注意を払わなければならない。ハザードマップや各種警戒区域の指定情報などが大いに活用されるべきだろう。

#### 4. おわりに

豪雨災害とその防災に関しては、実態とやや乖離したいいくつかの「イメージ」が存在しているよう筆者には思われる。災害対策は、外力（豪雨など）や被害の発生状況といった「事実」にもとづいて策定されるべきである。社会的な「政策」が、ある程度「イメージ」に支配されてしまうことはやむを得ない面もある。しかし、少なくとも技術者は、「事実」を冷静に把握し、説明・提案をしていかなければならないだろう。近年、地域防災に対する取り組み方として「自助・共助」が強調されている。自助・共助とは、地域住民の熱意や経験「だけ」で行うのではなく、自然災害科学的な知見・技術も大いに盛り込むべきであり、そのための材料となる災害情報はますます整備が進んでいる。地域防災の現場に、冷静な技術者の視点が加わることを大いに期待している。

※本稿の一部は、高柳・牛山（2009）を改稿したものである。

#### 参考文献

高柳夕芳・牛山素行, 2004~2008年の豪雨災害による人的被害の原因分析, 日本災害情報学会第11回研究発表大会予稿集, pp. 121-126, 2009

## 建物倒壊シミュレータによる防災学習システム

寺本 光治\*

### 1. はじめに

大規模地震の発生が危惧される中、地震による被害を軽減するためには、住宅や建築物を耐震化し、倒壊等の被害を防止することが重要です。

そのためには、県民の皆さんに自宅の耐震性について認識していただき、耐震診断や耐震改修を始めとする自主的な対策をとっていただくことが必要です。

そこで、愛知県ではインターネット上で簡単に、大規模地震の際の自宅の揺れる様子を見たり、地域の防災情報等を得ることができる「防災学習システム」を整備し、平成20年4月から公開しています。



防災学習システム トップページ

### 2. 防災学習システム整備の背景

平成17年3月に東海地震、東南海・南海地震の地震防災戦略が中央防災会議で決定され、今後10年間にこれらの地震による死者、経済被害を半減させる減災目標が定められました。愛知県もこの目標を達成するため、地域の具体目標を定め、被

害軽減のための防災施策を講じていくこととした。

また、平成18年4月の中央防災会議では「災害被害を軽減する国民運動の推進に関する基本方針」が決定され、災害被害の軽減のために災害をイメージする能力を高めるための質の高い防災教育コンテンツの必要性が示されました。

一方、愛知県では、活断層アトラスや濃尾平野・三河地域堆積平野の地下構造調査、東海地震・東南海地震等被害予測調査などの調査研究を行っていましたが、ホームページの容量の制約で概要の一部しか公開できておりらず、全部の公開を求める根強い要望がありました。

そこで、これらの調査結果を活用し、大規模地震での住宅の危険性や建築物の耐震化に関する様々な情報を伝えるため、防災学習システムを整備することとした。

### 3. 防災学習システムの概要

防災学習システムは、平成16年度から平成18年度に愛知県及び名古屋市、名古屋大学が連携して実施した、住民の防災意識の向上を図る啓発モデルの開発を目的とする文部科学省の公募事業「防災研究成果普及事業」の研究成果を活用して整備しました。

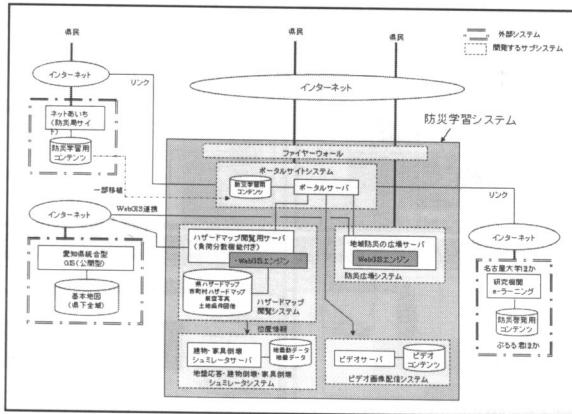
このシステムは、基本的に全てのシステムがインターネット基盤（Web基盤）で構成され、

- ①ポータルサイトシステム
- ②ハザードマップ閲覧システム
- ③地盤応答・建物倒壊・家具転倒シミュレータシステム
- ④防災広場システム
- ⑤ビデオ画像配信システム

の5つのサブシステムからなります。

また、ハザードマップ閲覧システムや防災広場

\* 愛知県防災局防災危機管理課主任主査



システム構成

システムで表示される背景地図については、愛知県統合型地理情報システムの公開型 GIS と連携しています。

主な機能は、

#### ①防災マップ

(震度分布等の地域の防災情報の閲覧)

#### ②建物倒壊シミュレータ

(木造住宅の倒壊シミュレーション)

#### ③地域防災の広場

(住民参加のコミュニケーションサイト)

#### ④ビデオ教材で学ぶ

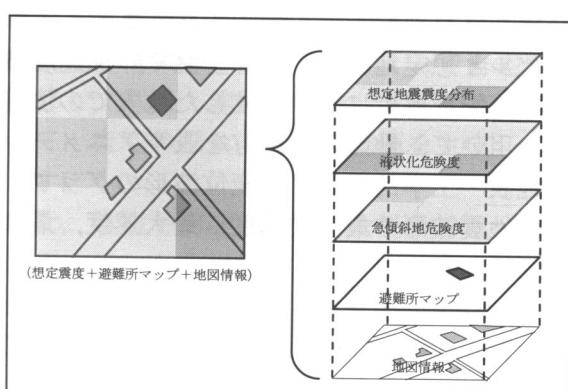
(防災に関する各種ビデオコンテンツの提供)

の4つですが、その他に防災情報閲覧システムとして、愛知県が実施した調査研究結果などを公開し、防災学習のための情報を提供しています。

## 4. 防災マップ

防災マップは、大規模地震時における震度や液状化危険度等の防災情報とともに、自宅周辺の崖・地すべり等の土地条件や避難所の位置を GIS により一元的に提供しています。

使用しているデータは、愛知県が平成14年度・15年度に実施した「愛知県東海地震・東南海地震等被害予測調査」でのデータ (500 m メッシュ)



防災マップのイメージ

データ	データ提供
想定地震震度	愛知県、一部市町村
液状化危険度	愛知県、一部市町村
土地条件図	愛知県、国土地理院
津波波高	愛知県
津波浸水深	愛知県
土砂災害情報	愛知県
避難所	愛知県
防災活動拠点	愛知県
緊急輸送道路	愛知県
地図情報	愛知県
空中写真	国土地理院

防災マップ掲載データ



シナリオ型マップ



自由選択型マップ

を基本としていますが、市町村でより詳細なデータが整備されている場合はそのデータを採用することとし、現在は9市町村からデータの提供を受けています。

また、空中写真や土地条件図を掲載し、震度等の防災情報と比較することで、震度や液状化危険度と地形との関係が分かります。

マップはシナリオ型と自由選択型の2種類を用意しています。

シナリオ型マップは、ボタン一つで表示が切り替わる簡単な地図で、シナリオに合わせて防災情報の解説文も表示されます。

自由選択型マップは、防災情報や防災関連施設等を自由に組み合わせて表示することができます。また、二画面表示にすることで、異なる地図

を比較することもできます。

## 5. 建物倒壊シミュレータ

建物倒壊シミュレータは、戸建て木造住宅を対象とし、自宅のある地域を選択して、構造や築年数、平面形態等の自宅の情報を入力することで、地盤や建物の状況に基づき、想定東海・東南海連動地震発生時における自宅の揺れる様子を模擬動画で提供しています。

自宅の情報の入力方法は、簡易法（選択式）と詳細法（CAD 入力）の 2 種類から選択することができ、簡易法では木造 2 階建てのみ、詳細法では木造 3 階建て以下のものを対象としています。

### (1) 簡易法

簡易法は、自宅の情報を主に絵や写真を選択して入力するため、手軽に自宅の耐震性を確認することができます。

地盤の状況については、震度を直接選択する方法（今すぐシミュレーション）と、地図上で選択した自宅の地点の震度を用いる方法（地図からシミュレーション）の 2 種類を用意しています。



今すぐシミュレーション

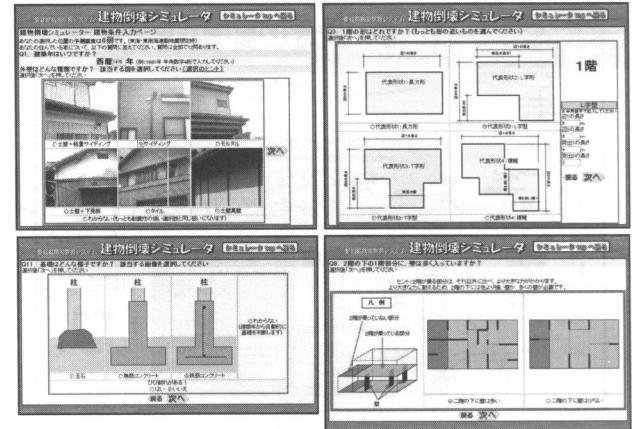


地図からシミュレーション

また、自宅の情報は、以下の 12 の質問に順番に答えていくことで入力されます。

- |            |             |
|------------|-------------|
| ①建築年と外壁の種類 | ②外壁の劣化状況    |
| ③1階の形状     | ④2階の形状      |
| ⑤立面形状      | ⑥屋根の種類      |
| ⑦内壁の種類     | ⑧1階の部屋割と壁の量 |
| ⑨1階の壁配置    | ⑩2階の部屋割と壁の量 |
| ⑪基礎        | ⑫重量物の有無     |

そして、選択した震度と入力した自宅の情報か



簡易法入力画面



建物倒壊シミュレータ（簡易法）結果画面

ら自宅の倒壊、非倒壊を判断し、想定震度毎に予め用意した動画により、自宅の揺れる様子を表示します。

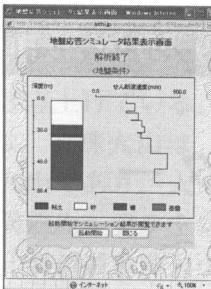
### (2) 詳細法

詳細法は、自宅の情報を CAD 図面を描くことで入力するため、高精度なシミュレーションが可能であり、建物が倒壊しない場合は、家具転倒シミュレータにより家具の安全性も判定することができます。

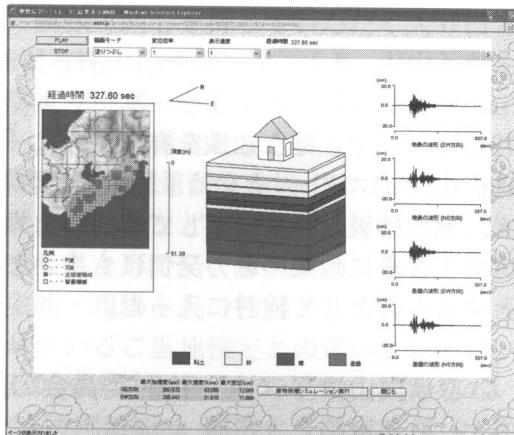
地盤の状況については、地図上で自宅の地点を選択すると、地盤応答シミュレータにより地盤応答解析が行われ、粘土、砂、礫、基盤の 4 タイプに分類された地盤モデルが表示されます。この地盤モデルと想定地震の工学的基盤での加速度波形から等価線形解析により生成した地表での加速度波形を用いて、地盤の揺れ方を表すアニメーションや地表・工学的基盤での変位波形のグラフ、地表での地震波形の最大加速度、最大速度、最大変位を表示します。

また、自宅の情報は、建築年と外壁の種類を入力した後、CAD 図面で以下の 9 項目について入力します。

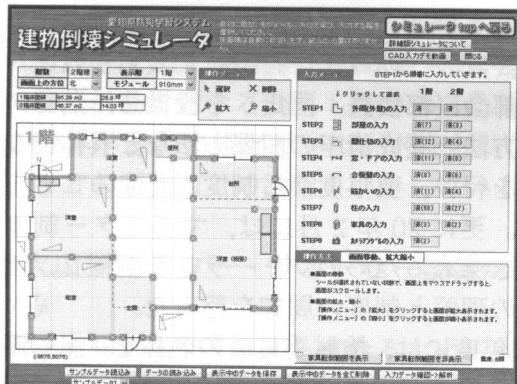
- ①外周（外壁） ②部屋 ③間仕切



地盤モデル



地盤応答シミュレータ結果画面



詳細法入力画面

④窓・ドア ⑤合板壁 ⑥筋かい  
⑦柱 ⑧家具 ⑨カメラアングル  
そして、地表の加速度波形と CAD により入力した自宅の情報から、リアルタイムで自宅の揺れを計算し、倒壊・非倒壊についても計算過程で判断して、自宅の揺れる様子を動画を生成して表示します。

また、建物が倒壊しなかった場合には、家具転倒シミュレータを起動することができ、建物倒壊シミュレータにより生成された建物の揺れの波形を利用して、家具の揺れる様子を表示します。



建物倒壊シミュレータ（詳細法）結果画面



家具転倒シミュレータ

## 6. おわりに

防災学習システムは、平成 20 年 4 月の公開以来、約 2 年間で延べ 12 万 8 千回、7 万 4 千人のアクセスをいただき、県民の皆さんの防災意識の啓発に活用してまいりました。

今後も新たな防災情報を追加するなど、内容の充実を図ってまいりますので、防災活動のツールとして、是非ご利用ください。

(<http://www.quake-learning.pref.aichi.jp>)

## 参考文献

- 1) 福和伸夫, 坂上寛之, 花井勉, 高橋広人, 飛田潤, 鈴木康弘: 耐震化を促進するための地域防災力向上シミュレータ, 日本地震工学会論文集, 第 7 卷, 第 4 号(特集号), 2007
- 2) 倉田和己, 福和伸夫, 飛田潤: 効果的な防災意識啓発を支援するための WebGIS 開発, 地域安全学会論文集, No 10, 2008.11
- 3) 愛知県東海地震・東南海地震等被害予測調査報告書

## 洞爺湖有珠火山マイスター ～防災と地域振興を目指して～

やま うち やす お\*  
山 内 保 夫\*

### 1. 火山マイスター認定の背景

有珠山は、北海道の南西部、洞爺湖の南に位置し、洞爺湖町、壮瞥町、伊達市の3市町にまたがる標高733mの活火山である。この地域は、道内のなかでも温暖な気候で「支笏洞爺国立公園」を成す景勝地であり、2008年のG8北海道洞爺湖サミット開催地としても知られている。1市2町の観光客入込客数でみると平成20年では698万人（北海道観光入込客数調査）を数える道内屈指の観光地となっている。

このような有珠山での直近の噴火といえば平成12年3月の噴火は記憶に新しいところであるが、今年でちょうど噴火から10年を迎えた。

この地域では、官民を問わず様々な人たちが「学び」と「伝え」のリーダー役として、火山との共生するための努力を積み重ねてきたが、地域住民の有珠火山の理解は十分とは言えず、平成12年の噴火の記憶も風化の兆しが見られるところである。こうした状況は、次なるリーダー役の担い手の育成が進んでいないため、さらなる悪化も懸念されていた。

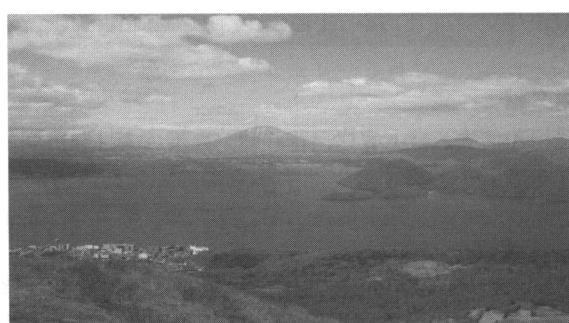
このような状況で、洞爺湖や有珠火山地域の自

然や特性について正確な知識を有する人に「洞爺湖有珠火山マイスター」という「地域限定の称号」を与え、地域防災リーダーとして育成し、地域防災力の向上とともに地域の魅力発信にも生かしていくとするものとして検討に入った。

### 2. いぶり火山マイスター検討委員会の設置

平成19、20年度の2カ年間、北海道胆振支庁（当時）の独自事業として火山マイスターの認定制度の検討に着手した。19年度には、胆振支庁が呼びかけた有識者、関係機関などで構成する15名で検討委員会（委員長：岡田弘北大名誉教授）及び専門部会（部会長：同氏）を設置し、名称、認定審査方法、養成講座の開催方法など具体的な制度設計を行い、翌年度から制度試行することを決定した。更に20年2月には、マイスター制度への理解を深めるためのフォーラムを開催し、地域住民への理解と制度の周知を行った。

20年度には、検討委員会の名称を「洞爺湖有珠火山マイスター運営委員会」（委員長：岡田弘北大名誉教授）として改め、洞爺湖有珠火山を学ぼうとする人をサポートするための養成講座を4回開催するのと並行して、「火山サポートー」の登録を開始した。



有珠山から見た洞爺湖、後方羊蹄山

\* 北海道胆振総合振興局地域政策部地域政策課 主査  
(地域政策)



平成21年度第2回運営委員会

### 3. 火山マイスター制度の3つの特徴

検討委員会では当初から火山マイスター制度の特徴として次の3点上げている。

1点目としては、有珠火山は、洞爺カルデラの南壁上に生じた火山であり、火山マイスターの学びや活動範囲を洞爺カルデラを含めた地域全体と想定し、名称を「洞爺湖有珠火山マイスター」とした。

2点目は、認定制度をマイスター、サポーターの2層構造とし、制度を根付かせるために、有珠火山に興味・関心を持っていただく入り口として「洞爺湖有珠火山サポーター」と、火山と共生する地域防災リーダーとしての「洞爺湖有珠火山マイスター」の2層構造とした。

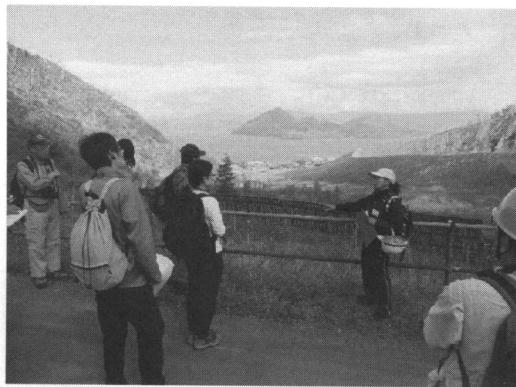
3点目は、「洞爺湖有珠火山マイスター」には、有珠火山の知識などを自主的に学び、その知識と経験を生きた形で伝える実践的な能力を期待する実践主義・現場主義の仕組としている。昨今、実施されているご当地検定との違いとしては、認定後においても当該地域での活動を期待しているため、火山マイスター試験の受験資格として居住地(伊達市、豊浦町、壮瞥町、洞爺湖町に居住している者)の要件を課している。

具体的な洞爺湖有珠火山マイスターに期待する役割・能力としては、実践的に伝える能力の他に、地域の防災活動に対する助言・協力や自治体主催などの野外学習会の講師やサポートなど防災面、ガイドなどの観光面での活躍を期待している。

### 4. 火山マイスター・サポーター認定の仕組み

洞爺湖有珠火山マイスターになるためには、一定の講習会を受講し「洞爺湖有珠火山サポーター」に登録することが必要である。その上で認定審査を受験し、合格者を「洞爺湖有珠火山マイスター」として認定している。認定審査の方法は、フィールド審査と面接審査により行い、資質、知識、技術の3点を審査している。審査員は、専門的識見者3名とガイド専門家1名の4名で構成し、合議制により合否を判定している。なお、平成20年度6名、21年度5名の計11名を火山マイスターとして認定している。

サポーター登録については、20年度には、5つの項目(4地域の現地学習会と有珠火山に関する基礎的な講習会等の受講)すべての受講を要件としていた



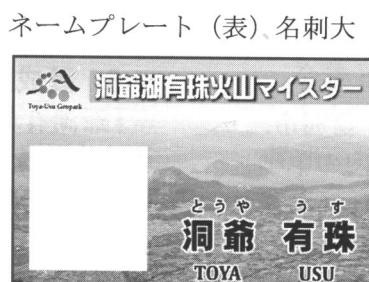
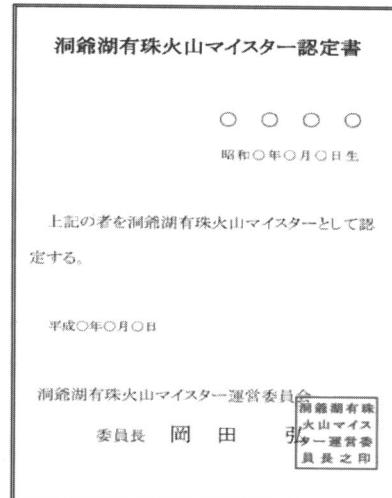
平成21年度のフィールド審査



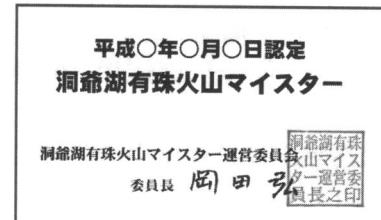
同年度の面接審査

同年度の面接審査

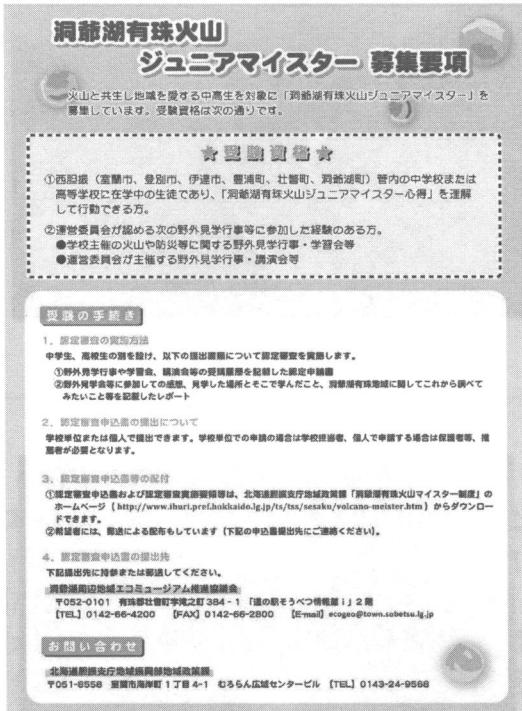
洞爺湖有珠火山マイスター認定書(A4)



ネームプレート(表)名刺大



ネームプレート(裏)



別記

**洞爺湖有珠火山ジュニアマイスター心得**

～火山と共に生きるために～

有珠山のある西胆振地域は、火山と共に生きることが大きなテーマとなっており、地域に暮らす人が火山の特性を正しく理解することや、噴火の状況や対策を次世代に引き継いでいくことが大切です。

私たち洞爺湖有珠火山ジュニアマイスターは、以下の心得を守り、勢りと責任を持って行動します。

私たちは、洞爺湖や有珠火山地域の自然や特性について自ら学び、正しく知り、伝えようとする心を持ち続けます。

私たちは、火山と共に生きるこの地域を愛し、自然を理解し、自然を大切にする心を忘れません。

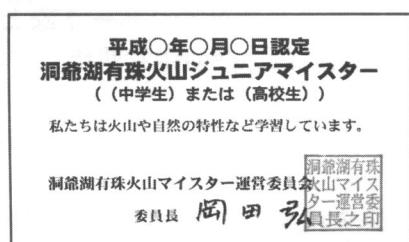
私たちは、この地域が火山と共に生きることやそのためには果たすべき役割について、自ら考え、行動する心を持ち続けます。

**ネームプレート**

表面



裏面



防災等に関する野外見学行事、学習会等や運営委員会が主催する火山学習会・講演会等に参加した経験のある生徒を対象としている。

申請時には、火山や防災等に関する野外見学行事などに関するレポートを提出し審査することとしている。平成22年4月末時点では38名「ジュニアマイスター」として認定しており、その中から火山マイスターの誕生が期待されている。

**6. 養成講座の実施**

「爺湖有珠火山マイスター養成講座」とは、洞爺湖や有珠火山に興味のあるすべての人が参加できる「学びの場」である。運営委員会が主催する「主催講座」と、関係団体が主催する学習会等のうち一定の要件を満たして運営委員会が指定した「連

が、洞爺湖有珠火山に興味をもってもらうきっかけ（入り口）とすることから要件を簡素化する必要があるとして、平成21年度から運営委員会が認める野外学習会等に1回以上参加経験があることを要件とする改正を行っている。受付は常時行っており、平成22年4月末現在では15名が登録されている。

**5. 洞爺湖有珠火山ジュニアマイスターの認定**

伊達市や壮瞥町の中学校などでは、火山防災教育や子供郷土史講座として有珠山、昭和新山の登山学習会が行われている。この現地学習会の子供たちのようすは、火山や台地の営みを肌で感じ、とても興味をもって受講していると聞いている。

このような行事の受講をきっかけに更に有珠火山に興味をもってもらおうと中高生を対象に、火山とともに生きるために洞爺湖や有珠火山地域の魅力や感動を知り、自然や特性について自ら正しく学び、伝えようとする心を養うことを目的として平成20年度から「洞爺湖有珠火山ジュニアマイスター」制度を開始した。

受験要件としては、西胆振（室蘭市、登別市、伊達市、豊浦町、壮瞥町、洞爺湖町）管内の中学校または高等学校に在学中の生徒であり、「洞爺湖有珠火山ジュニアマイスター心得」を理解して行動でき、運営委員会が認める学校主催の火山や



21年度養成講座（座学）講師：宇井忠英北大名誉教授



同講座（野外学習会）講師：宇井忠英北大名誉教授



同 講師：小川裕司洞爺ガイドセンター代表

携講座」の2種類としている。

平成21年度の火山マイスター養成講座の主催講座では、1日目を座学として洞爺湖や有珠火山の生成から噴火の特徴とガイド活動時の危険予知・予防などの内容で実施した。2日目には、野外見学会として2000年噴火遺構が残る西山山麓・金比羅火口域のフットパスコースを活用して、防災面と観光面、ガイド時のリスク管理などを学ぶ内容として実施した。

連携講座としては、原則として火山防災専門家が講師となっている野外見学会・講習会等を要件として指定している。平成21年度には、昭和新山登山学習会、有珠山登山学習ジオツアーなどがある。

## 7. 今後の課題等

洞爺湖有珠火山マイスターは、その知識や技術などを生かして地域に貢献することを目標として

いる。制度立ち上げの直後は、認知度も低く活動環境の支援が必要であった。制度試行時には、「地域防災リーダー」のキャッチフレーズから火山マイスターが単なる観光ガイドではないという理解は深まったが、逆に「防災」に偏った受けとめ方をされ、例えば火山マイスターが噴火予知をするのか、避難誘導の役割を担うのかなどの誤解が生まれた。

現在では、洞爺湖周辺エコミュージアム推進協議会（現：洞爺湖有珠山ジオパーク推進協議会）が申請していた世界ジオパークへの登録（平成21年8月）により、火山マイスターの活動がマスコミに取り上げられる機会も増え、上記のような誤解も解消に向かっているが、なによりも地域住民に対する周知が重要であり、より一層のPRが必要である。

また、火山マイスターの自主活動も動き出しており、今年3月に有珠山噴火10周年記念勉強会が企画実施された。これを契機に火山マイスター間のコミュニケーションが頻繁に図られるようになり、各火山マイスター間や火山マイスターと地域住民の新たな信頼関係の形成と発展により地域住民の自主的な防災活動等に繋がるよう期待している。

有珠山噴火災害は、防ぐことはできないが災害を軽減することは可能である。2000年噴火では、死傷者を1人も出すことなく避難できたが、次回噴火でも同様にできるかどうかは、地域住民自らの防災意識と活動にかかっている。

今後とも、有珠火山と共生するための「人づくり」を、ジオパーク活動や他団体と連携しながら長期にわたって続けていく必要がある。

## 近年の豪雨災害に見る情報防災の課題

あま の  
天 野 あつし  
篤 \*

### 1. はじめに

ソフト対策は魔法の杖ではない。災害のたびにもう少し何とかならなかつたか、情報をはじめとする警戒・避難体制が問い合わせられる。災害は稀にしか起こらず、起ころってみて課題の存在に気づく。そういうことがしばしば繰り返されている。

危急時の災害情報は、大きく「いつ」「どこで」「いかなる」リスクが迫っているかを扱う。自然災害で平素の暮らしがまさに脅かされようとしているとき、見舞われたら身の回りでどのような危機に瀕するのかを人びとに知らしめ、襲われる前に回避する行動を促そうという手段である。つまり、情報で人を動かし、被害を最小限に防ごうとする非物理的な方策だ。

災害情報の流れ(図1)の中で、各段階のどこかが詰まるとうまく機能しない。ともかく情報さえ流れれば人の命が守れるかというとそう簡単ではない。東京経済大学の吉井博明教授<sup>1)</sup>は、水害時早期避難の6条件とし、①市町村による避難準備・勧告・指示の時間的余裕を持った決定、②適切な内容の避難準備・勧告・指示情報の作成、③

情報伝達手段の整備、④安全で近い避難所・避難路の整備、⑤住民の避難準備・勧告・指示の受容、⑥災害時要援護者の避難誘導体制の整備をあげ、これらが満たされたとしてもなお避難しない住民が存在し、それを前提とした対応戦略が必要、と考察している。とくに後ろのほうの条件ほど全国一律には解決できず、ローカリティに即した具体的な運用体制を準備せねばならない。アラート情報を察知して、相応に評価し、わかるように伝え、それを我がこととしてうまく適応させ得るような“地域の主体性あるトータルシステム”を築いてこそ、はじめて防災・減災につながる。

地域、あるいは全国版の「災害情報の共有化」が唱えられて久しいが<sup>2)</sup>、現実はそれ以前のところでまだ打開できていない問題がたくさんある。本稿では、最近の豪雨災害事例から、情報による防災・減災効果発揮のむずかしさを、まずつまびらかにしたい。

取りあげた事例は、①2008年8月岡崎市水害、②2009年7月防府市土砂災害、③2005年台風14号垂水市土砂災害、④2009年台風9号佐用町水

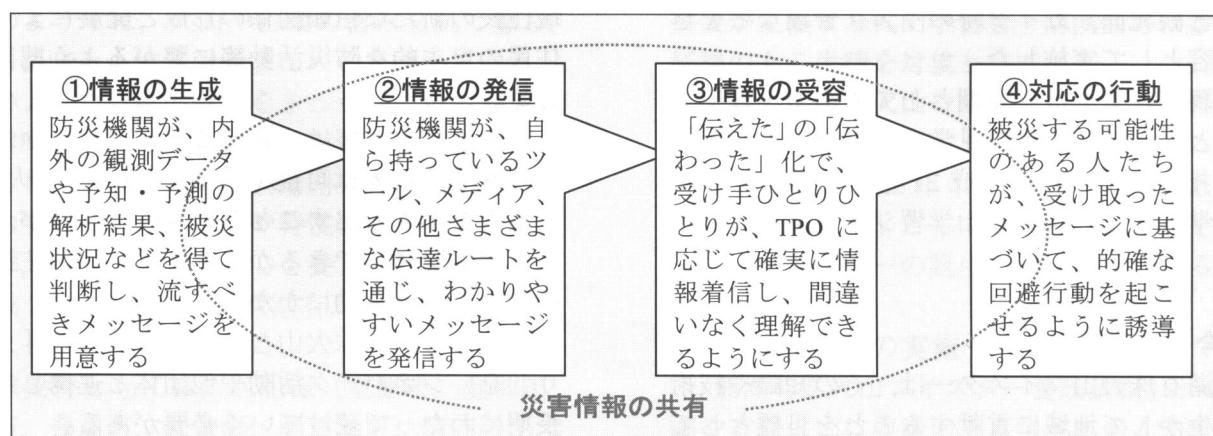


図1 アラート情報伝達のプロセスと災害情報の共有化

\* アジア航測株式会社



図2 岡崎水害の浸水域：ハッチング 死亡：×  
(Google Earthに加筆)

害で、いずれも事態に進行性をもつ、いいかえればアラート情報の防災・減災効果がもっとも期待される豪雨災害である。

## 2. 予測が間にあわなかつた2008年8月末豪雨（愛知県岡崎市の水害）<sup>3)</sup>

ソフト対策が機能するためには、避難などの防御動作に要するリードタイムよりも早く、予知・予測情報が流れなければならぬ。「ゲリラ豪雨」は、猛烈な雨の降り始めから発災までの時間がごく短く、対応が後手に回り被害が拡大しがちな水害だ。

2008年8月29日、岡崎市で2時までの1時間に146.5ミリの局地的短時間大雨が降った。暗闇の市街地では、吐ききれなくなった水が窪んだ一

帯にあふれ、中小河川の伊賀川もいっきに水かさを増してオーバーフローした（図2）。この災害により、岡崎市内で2名の高齢者が死亡した。

全市14万6千世帯37万人に避難勧告が出されたのは、強い雨のピークを過ぎた2時10分（図3）。「危険ですから避難行動をとってください」という呼びかけのアナウンスだった。避難所の開設ができていないことなどから、個別具体な指示は出なかった。

市の防災体制は全国水準以上の備えだったが、はじめて経験する深夜・突発の災害形態に虚を突かれた。市の「災害対応マニュアル」では、①避難情報の類型として避難準備情報・避難勧告・避難指示の3段階、②外水はん濫の判断基準として矢作川・乙川・広田川の水位、③土砂災害に係る判断基準として土砂災害警戒情報と累積雨量が具体に定められていた。しかし、①は避難準備情報を出すタイミングが無く、②は主要な川のみが対象でそれら水位には異常がなく、③も厳密には基準を満たさなかった。

最終的に避難勧告を発したきっかけは、④愛知県がWeb公表している土砂災害危険度情報で市内全域がレベル2（2時間以内に危険に達する予想）、土砂災害のおそれがある1,185箇所の過半エリアがレベル4（避難完了相当）に、⑤市内21点の雨量観測値が尋常でない（16点で40mm/hを超過）、⑥浸水被害の緊急通報があちこちから来た、⑦気象庁のfaxに「東海豪雨に匹敵」とあり極めて危険な状態だと感じたからだという。結局、発生しつつある被害の様相が十分特定できない、避難方法を明確に示せない、避難所の開設

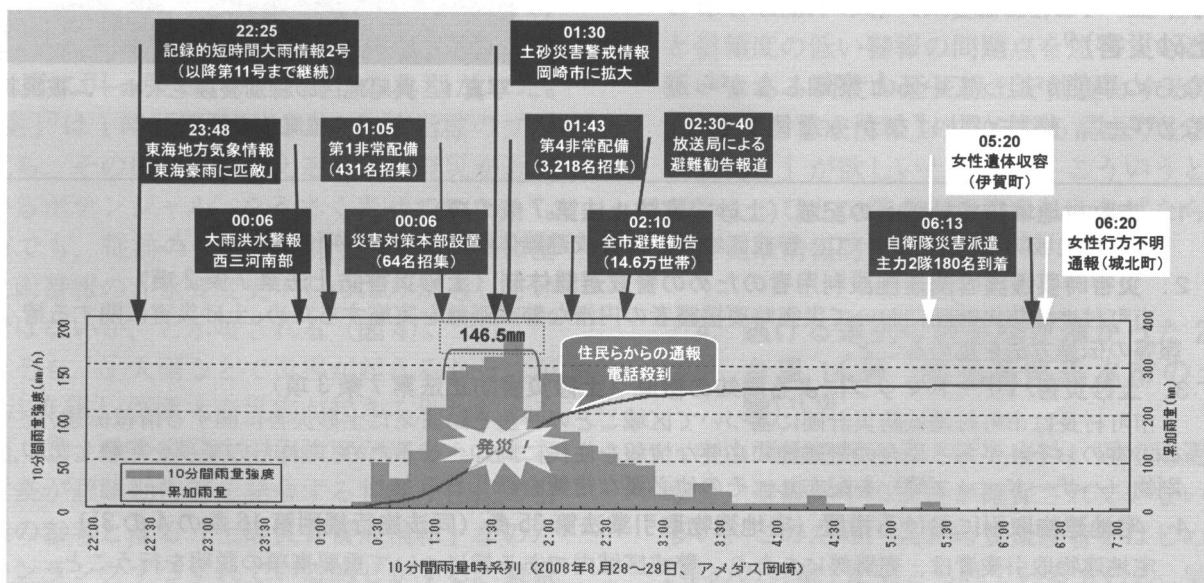


図3 岡崎市の降雨状況と防災気象情報と災害対応時系列

ができない中の苦渋の選択だった。

そして、真夜中の避難勧告は住民にほとんど届かなかった。市では防災緊急情報伝達手段として「防災防犯協会長の電話連絡網」「一斉伝達装置」「衛星携帯電話」「車両広報・警鐘・サイレン」「コミュニティ放送」「同報系防災行政無線（旧額田町範囲のみ）」「ホームページ」「同報メール」「ファクス」「県防災情報システム端末」を用意していた。が、実際に情報のプッシュに使われた手段は、職員自らの手による固定電話連絡だった。明け方まで手分けして全地区の総代に順次電話したもの、連絡網にある総代から組長、さらに個々の家にまで即座に届かず、効果的な同報伝達手段とならなかった。なによりも被災エリアはすでに停電し水没して電話が使えなかった。

災害後の現地聞き取りで、「避難勧告が出されたとしても住民に情報が届いてないと所詮意味がない」「緊急時の災害時要援護者支援は具体性が伴っておらず困難」とあったが、そのとおりだと思う。

このほか、①市の総合防災情報システムにあつた「通信指令システム連携」「災害対策支援」「避難所管理」「自動通報」機能が想定を上回るひどい災害には使えなかった、②被災地の真っ只中で職員参集や避難所開設がままならなかった、③市民からひっきりなしに通報電話がかかるなど災害対策本部業務が逼迫しているのに押しかけてきた取材攻勢に邪魔された、④中小河川については河道整備の遅れとともに洪水ハザードが想定されていなかったことなども、この災害の教訓といえる。

### 3. 予測しながらも犠牲を招いた2009年7月中国・九州北部豪雨（山口県防府市の土砂災害）<sup>4)</sup>

ただならぬ事態が迫っていると察知しながら避難につながらず、犠牲が防げなかった例もある。

#### 1. 市町村地域防災計画への記載（土砂災害防止法第7条1項）

市町村地域防災計画において、警戒区域ごとに警戒避難体制に関する事項を定めること。

#### 2. 災害時要援護者関連施設利用者のための警戒避難体制（土砂災害防止法第7条2項）

市町村地域防災計画において災害時要援護者の円滑な警戒避難を実施するため、土砂災害に関する情報等の伝達方法を定めること。

#### 3. 土砂災害ハザードマップによる周知の徹底（土砂災害防止法第7条3項）

市町村長は市町村地域防災計画に基づいて区域ごとの特色を踏まえた土砂災害に関する情報伝達、土砂災害のおそれがある場合の避難地に必要な情報を住民に周知させるため、これらの事項を記載した印刷物（ハザードマップ等）を配布し、その他必要な措置を講じること。

#### 4. 宅地建物取引における措置（宅地建物取引業法第35条（同法施行規則第16条の4の3））

宅地建物取引業者は、売買等にあたり、警戒区域内である旨について重要事項の説明を行うこと。

表1 土砂災害防止法「土砂災害警戒区域」における警戒避難体制の整備および住民への周知規定

現在の土砂災害ソフト対策がかたちづくられる契機となった、広島<sup>5)</sup>や福島<sup>6)</sup>の反省が活かされなかつたのは口惜しい。

2009年7月21日昼頃、防府市で多数の土砂災害が発生した（写真1）。現象は風化花崗岩地帯に典型的な大雨時の崩壊や土石流で、予め危険が想定されたところ（土砂災害警戒区域）で、発生の危険の高まりが予知された（土砂災害警戒情報）数時間後に、集中的に被災した。

この災害により防府市内では死者14名、負傷者34名の被害が出た。真尾にある特別養護老人ホーム1階が土砂で埋まり、入所者7名が生き埋めになったのは記憶に新しい。

防災気象情報は、4時18分に「大雨警報」、6時28分に「大雨・洪水警報」、7時40分にもっとも危険性が高い「土砂災害警戒情報」が出、それから3時間半以上経過してから土砂災害が起きた。一方、防府市が最初に避難勧告を出したのは14時10分で、13時50分に「佐波川はん濫危険情報」が発表された後のタイミングだった。もはや土砂災害の惨禍に見舞われており、避難情報の判断時機を逸したと指摘されている。

また、被災地周辺は、2008年3月25日に土砂災害警戒区域に指定されていた。本来であれば、



写真1 真尾地区の特別養護老人ホーム被災状況  
(アジア航測株撮影)

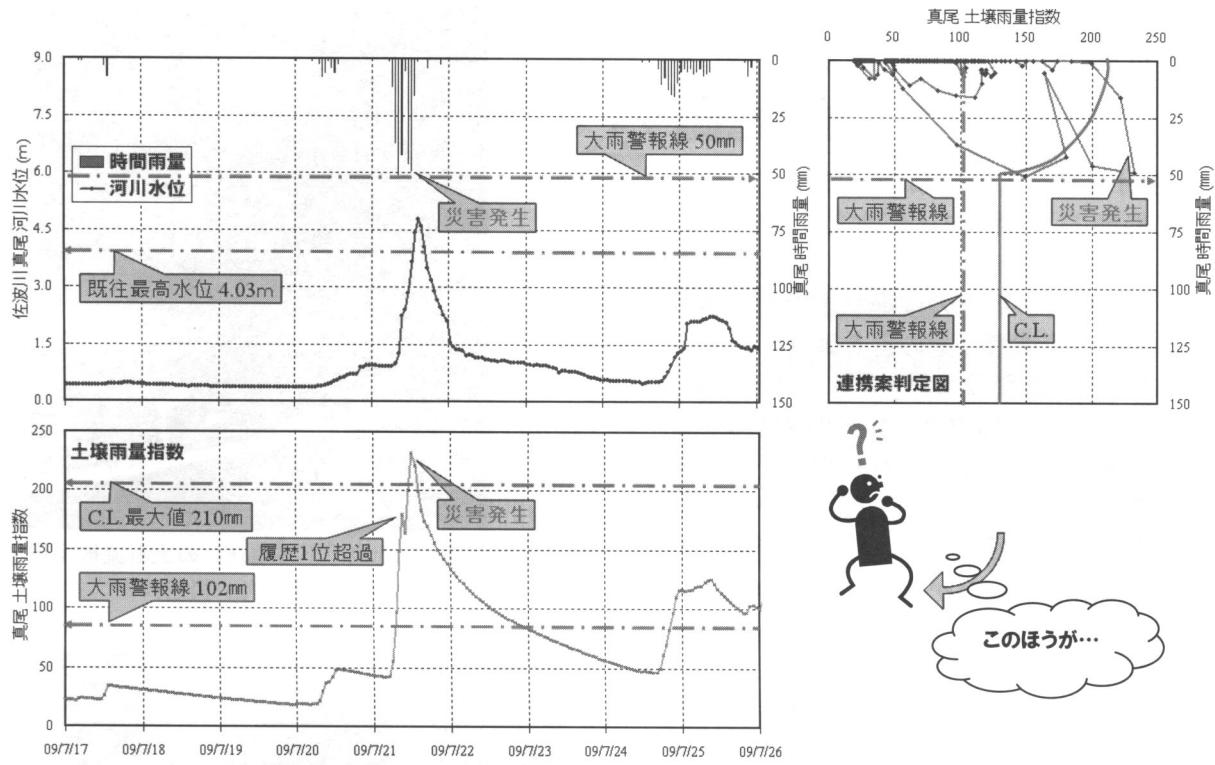


図4 防府市の降雨～水位状況と土砂災害警戒情報の値と災害発生時系列

市の土砂災害ハザードマップや災害時要援護者関連施設の警戒・避難計画などのソフト対策ができているはずだった（表1）。しかし、新法で描いた備えの構図は、必ずしも順調に進んでいなかった。これほど「とき」「ところ」が的中しても犠牲を防ぎ切れないことが明らかになり、情報防災への失望を誘ったケースだ。

「土砂災害警戒情報」については、次章でも触れるが、解析上の精度と表現に疑問がある。本稿を書き始めた2010年4月28日朝、住んでいる市に土砂災害警戒情報が発表された。結果は、最大1時間雨量48.5ミリ、最大24時間雨量148ミリで、被害は至極軽微。先行降雨はほとんどなく、短時間の強雨に引っ張られた空振りの典型だった。「連携案」<sup>7)</sup>は1時間雨量軸による危険指標のブレが目立ち、その影響で、伝えるべき“発災が近づいているポテンシャル”をうまく表せていない<sup>8)</sup>。防府市でも、従前の土壤雨量指数履歴順位<sup>9)</sup>に基づく大雨警報の「重要変更！」のほうが適していたのではないか、と示唆される（図4）。

そもそも、①大雨などで災害が起きるおそれがある「注意報」、②重大な災害が起きる恐れがある「警報」、③土砂災害発生の危険度が高まったとき市町村長が避難勧告等を発令する判断や住民の自主避難の参考となる「土砂災害警戒情報」なのだが、ワンランクずつずれている感じがする。東京大学の廣井脩教授<sup>10)</sup>は、1982年長崎大水害の住民

調査結果に基づき「警報が伝わらない問題もあるが、たとえそれが住民に伝えられたとしても、それが信用されなければ警報は有効にならない。警報を聞いた住民の受け取り方はそうではなかった。圧倒的多数の人々が大雨になるとは思わなかった。いつもの警報と同じでたいしたことがない、なんとなく信じられない、警報など当たらぬと考えている人が、計34%もいる。警報は一応は信じても、何も対応行動をしなかった人が圧倒的に多く、被害を軽減するための対策を講じた人は合わせて22%だった。警報に対して何らかの対応行動をした人は僅か1.5%にすぎなかった」と信頼度の低い警報の問題点を述べている。

いまある制度の延長線上を前提とするならば、「土砂災害警戒情報」のさらなる高まりを表す「重要変更！」が欲しいところだ。こういうところまでひとつひとつ細心の注意を払わねばならないのが、実は情報防災なのだ。

#### 4. 逃げる選択に現実味が薄かった2005年台風14号（鹿児島県垂水市の土砂災害）<sup>11, 12)</sup>

中山間地で起きた土砂災害は、近くに避難所がなく、避難途中の安全が確保されていないことが多い。このため、災害時要援護者をはじめとして「早めの避難」が唱えられているものの、早期であればあるほど“空振り”しやすく、どの段階で平

素の暮らしを放棄して逃げるべきかはとても難しい。いつ誰がどこへどう動けばより安全で無理や無駄がないか、依然としてそれに答えられるだけの具体的な判断材料は提供されていない。

2005年9月5日、鹿児島県のほぼ全域を覆う58市町村の範囲に、本邦初の「土砂災害警戒情報」が発表された。延々47時間にわたり45回。このとき県下で人的被害が出たのは垂水市内の3箇所計5名で、最初の新御堂「上の宮6地区」のがけ崩れ発生は「土砂災害警戒情報」より1時間半前、次の新城「小谷地区」(写真2)の土石流は同じく13時間半後、最後の新御堂「上の宮2地区」は16時間半後、それからさらに18時間半してようやく発表が解除された(図5,6)。雨域が発達してゆっくり進んだ台風だったが、冗長さは否めない。

ヒアリング調査で自治体や住民からは、①避難すべき対象の危険エリアが具体的に絞られていない(市町村単位の判定、広域合併も影響)、②「空振り」が多く精度が低い(発表基準が低め)などの注文が出た。実際の災害対策の動きに反映されてこそはじめて情報の意味があるが、長時間・広域にわたる大まかな“スーパー警報”をもらっても、県土のふだんの社会活動を止めてしまうことなどできない。

## 5. 想定を超えた規模の2009年台風9号(兵庫県佐用町周辺の水害)<sup>13)</sup>

最近筆者が目にした想像を絶する規模の激甚災害は、2009年台風8号(Morakot)による台湾南部の“88水災”だ(写真3)。90時間にも及ぶ連続雨量2,800ミリ、なんと2,000年に一度の大暴雨が降ったという。そこでは村落ひとつ丸ごと水と土砂にのみ込まれ、仮に身近なところに避難したとしても助かるすべもなかった。

気候変動による異常気象、計画を超す極端現象をハード対策で抑えるのは現実的でないと、「超過洪水にソフト対策」というフレーズをにする。けれども人智を超えた現象、イメージできない災害態様にまで備えられないと痛感させられた。

そこまでではないが、続いて発生した台風9号は、台湾と同じ日に日本で超過洪水を招き、(自主)避難行動が功を奏さない、いたましい水害を引き起こした。

2009年8月9日夜、佐用町周辺は台風に伴う大雨(1/600年確率)に見舞われ、同時多発した洪水により、町内だけで20名の死者・行方不明者を出した。当日は19時頃から急に雨足が強まり、21時までの1時間雨量は約80ミリに達した。佐用

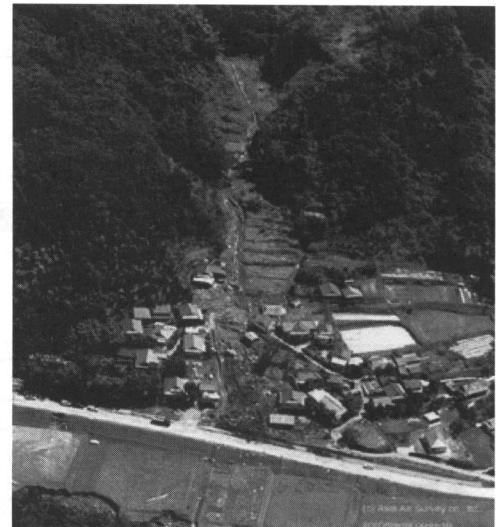


写真2 新城「小谷地区」の土石流被災現場  
(アジア航測(株)撮影)



図5 鹿児島県下の土砂災害発生箇所 (県資料)

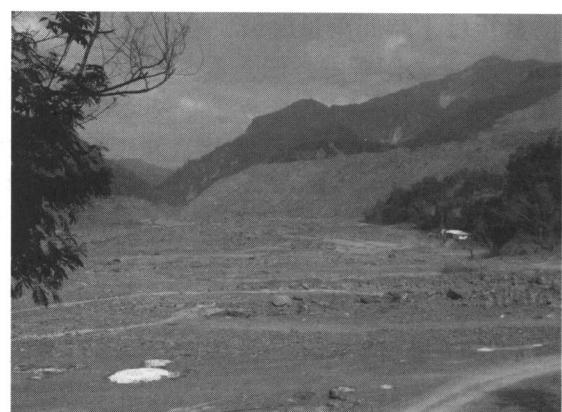


写真3 壊滅した台湾高雄県甲仙郷小林村  
(今も500人ほどが埋まっているという)

## 鹿児島県 土砂災害発生状況

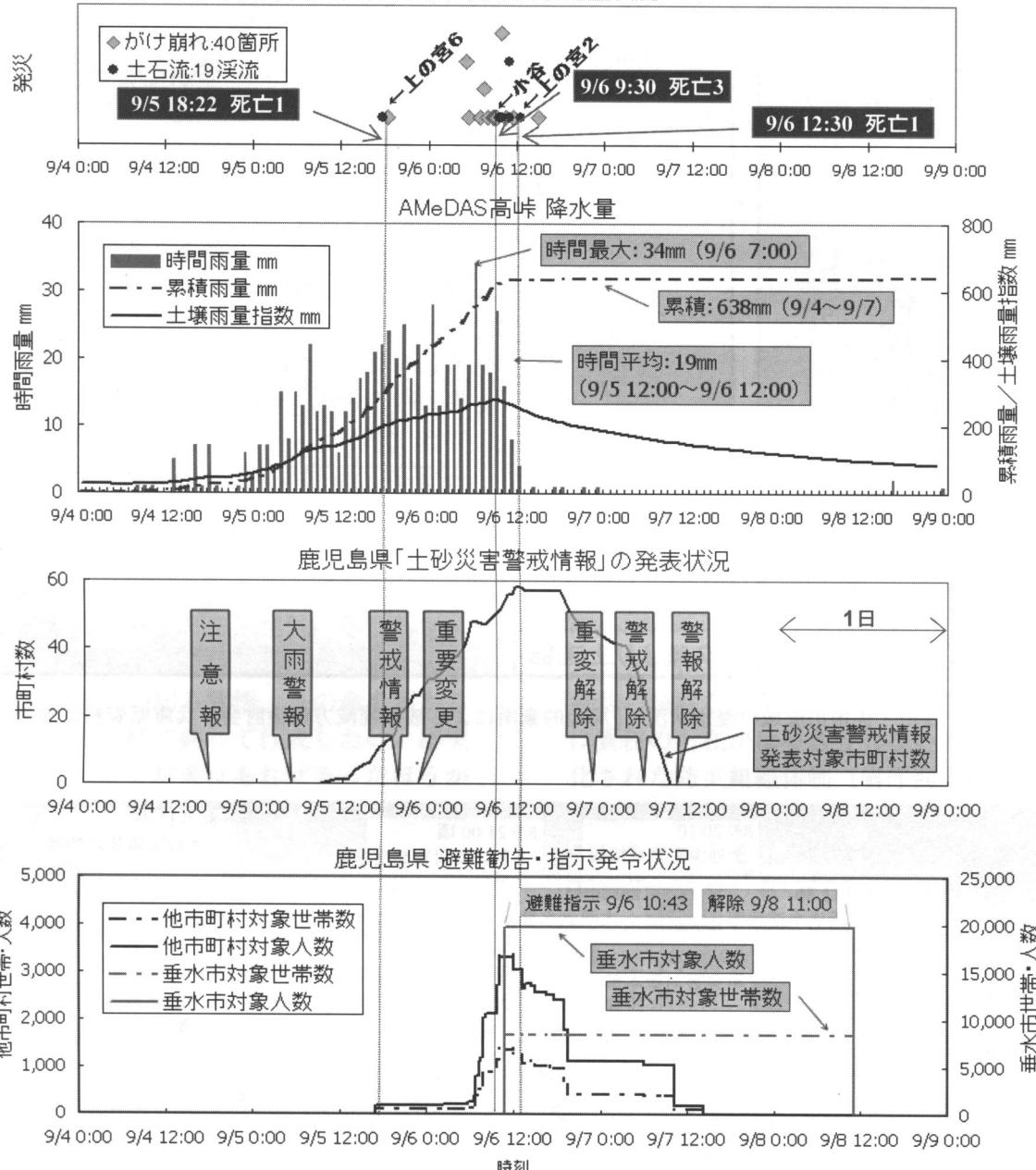


図 6 垂水市の降雨情報と防災気象情報と災害発生～対応時系列

川などの水位はみると上昇し、20 時には避難判断水位を超えた。その後いたるところで堤防から濁流が溢れ出し、あたり一面海のようになった(図 7, 8)。

町が避難勧告を出したのは 21 時 20 分。道路はもう冠水し、参集職員の自動車が水没するなど、容易ならざる事態に遭遇していた。町役場も浸水(写真 4)、防災気象情報や佐用川の「避難判断水位」超過情報が流れている中、日曜夜の急激な同時多発災害への緊急対応は、必ずしも円滑にいかなかった。

この災害では、避難途中などで徒歩や車に乗っていて流される遭難のしかたが目立った。非常



写真 4 外水はん濫で浸水した佐用町役場

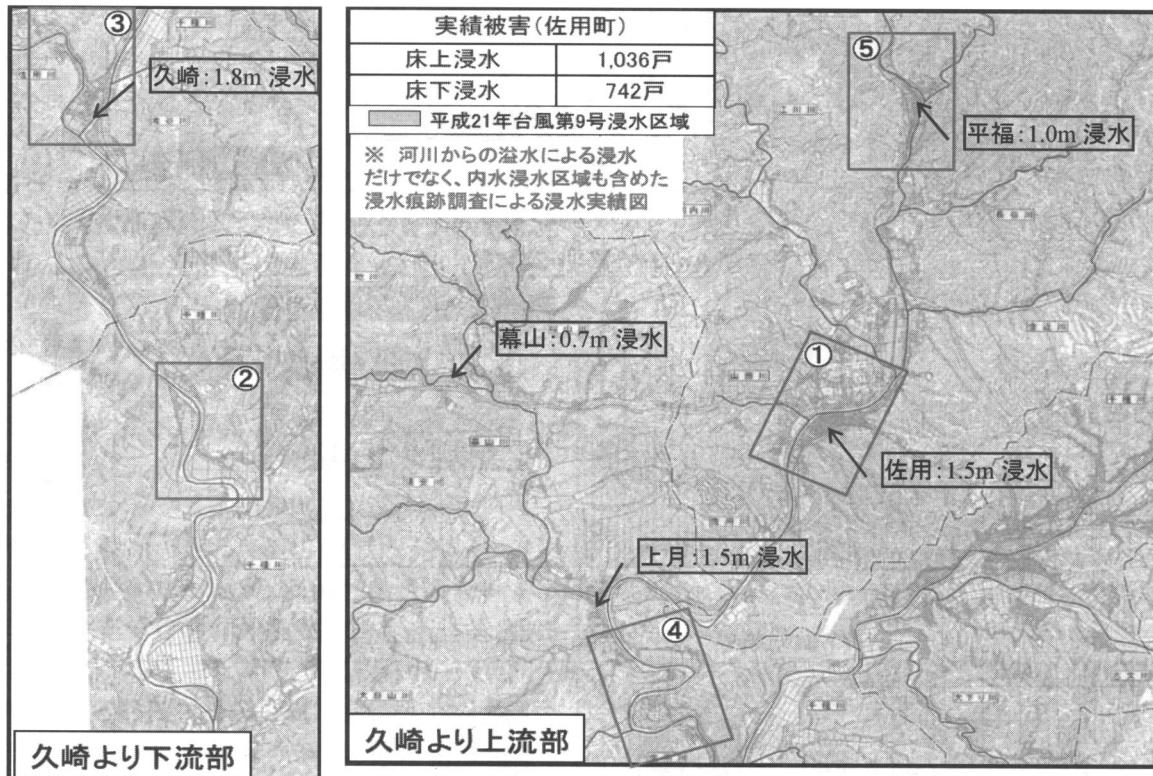


図7 千種川・佐用川流域の浸水状況（「局地的豪雨による被害軽減方策検討会」兵庫県資料に加筆）

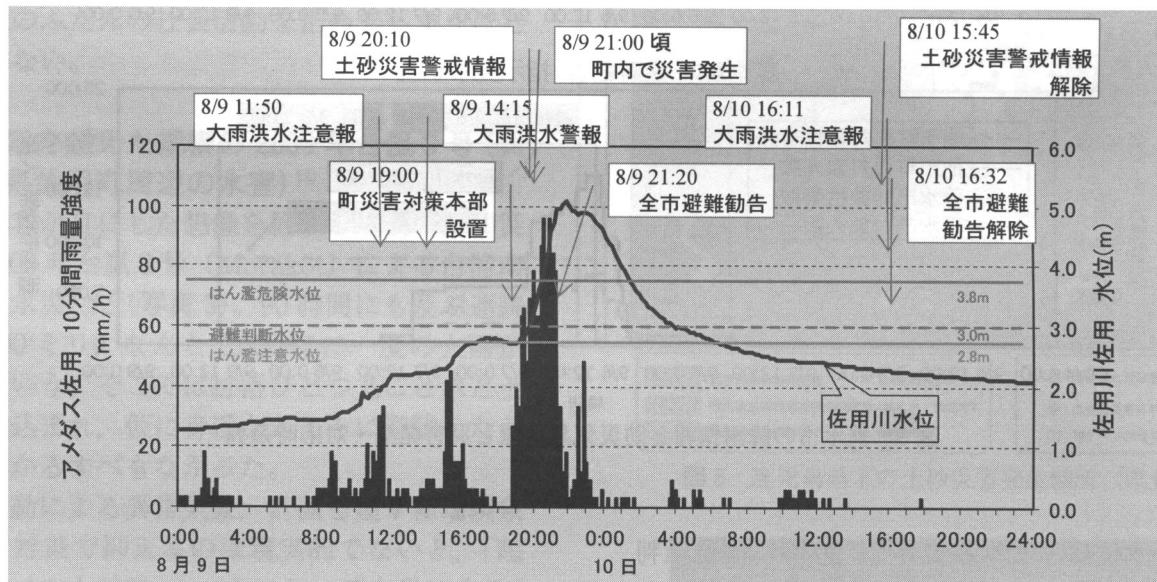


図8 佐用町の降雨～水位状況と防災気象状況と災害発生～対応時系列

に重要な問題に違いないが、小特集の筆者、静岡大学の牛山素行准教授の研究<sup>13)</sup>に詳しいのでここでは割愛し、9名というまとまった犠牲者がいた幕山地区の立地面について触れたい。

佐用町は、全域の防災マップをつくって公開している。掲載項目は、豪雨時に生起するおそれがある一連の現象と避難関連情報、すなわち、洪水浸水想定区域（深さ別）、土砂災害危険箇所（土石流危険渓流等）、崩壊土砂流出危険地区、がけ崩れ

危険箇所、山腹崩壊危険箇所、地すべり危険箇所）、避難場所および防災関係機関、災害時要援護者関連施設など多くを網羅している。世間一般横並びで見れば、よくできているほうだ。

だが、幕山地区の被災原因となった事象は、マップ上になかった。犠牲者らは、暗闇の雨の最中、住まいである町営住宅から指定避難所である幕山小学校へ向かう途中、幕山川沿いの谷あい一面に広がって流れる水の力で、次々と農業用水路へ押

し流されていった。地域の自主防災組織の役員を引き受けている住民も亡くなっている、防災マップは知っていたと察せられるが、難を逃れようとする前にそんな危険が待ち構えていようとは想像できなかつたのだろう。

この種のマップは、国や都道府県などから与えられたハザード情報をもとにつくられることが多い。幕山川のような小さな支川は、ふつう浸水想定区域シミュレーション計算の対象外だ。つまり、マップはあっても検討外の空白エリアが存在し、そこで被害に遭つたわけだ。このことは、新築住宅団地の立地場所、入居の選択、あるいは避難経路選びなどの際に、メタ・メッセージ<sup>14)</sup>となつた可能性をもつ。危険が及ぶ範囲を予測した地図は、その裏返しとして「ここは安全だ」ということをも示す。この性質から、上述した各種資料を地図上に展開し印刷物として編纂するだけでは不十分で、それらをベースに、実地の専門的な評価判定を加えて補つてこそはじめて使えるものとなる。要は安全を言い切る覚悟、人の命を預かる情報だということを肝に銘じて作成したい。確實性に乏しくてもソフト対策はあればあつたほうがいいと捉えられがちだが、間違つて伝わり逆効果を招くことだつてある。

## 6. 障壁が多い災害情報の共有化

かくのごとく情報防災は未熟、未完成な段階だ。三歩進んで二歩下がる実力で、情報共有化の実現などしばらく先のことかと思う。けれども、意義自体は誰しもが認めるところであり、編集者から与えられた御題として、少しだけ近況に触れる。

災害情報の共有化は、内閣府、総務省、国土交通省、APPLIC(全国地域情報化推進協会)、TVCML研究会、防災科学技術研究所、京都大学防災研究所を筆頭とした諸大学の手で、さまざまな取り組みがなされている。

これらの研究が実用化へと向かわぬ理由、若干かじつた経験から“ハドル”をざつと拾うと、①そもそも毎回顔つきが異なる自然災害の多様性をカバーしきれない、②多数の関係機関の情報ニーズ(コンテンツ内容、精度、時空間分解能など)が相違していくオールマイティにフォーマットを揃えようとしてもメリットばかりではない、③情報通信技術面(プロトコル、インターフェース、レイヤーアクセス権限、セキュリティ、技術の陳腐化など)から規格統一がなかなか進まない、④放送技術面(地上デジタル放送、ワンセグ、モバイル放送など)でも同様であり開発費用も足かせ

## 『安心・安全公共コモンズ』の構築

多様なメディアを活用して、高齢者をはじめ誰もが、いつでもどこでも、分かりやすい形式で地域の安心・安全に係るきめ細かい情報を迅速に入手できるようにするための具体的な仕組みを、早急に構築することが喫緊の課題

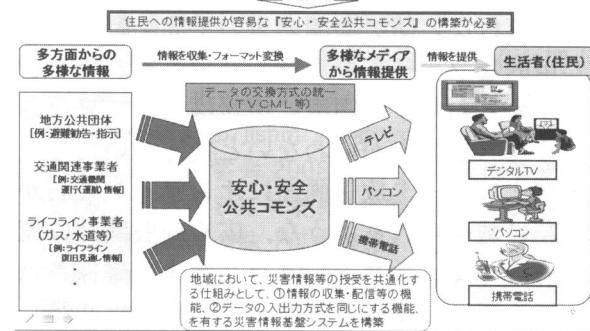


図9 公共コモンズの構想イメージ(総務省)

になる、⑤せっかくだから複数の伝達媒体(防災行政無線、ファクス、緊急告知ラジオ、エアメールなど)にワンソース・マルチユーズしようと構想ばかり膨らむ、⑥誰がサーバ運営を担つてコストを負担すべきかや情報を利用する際の権利と義務の議論などイニシャティブをとる主体あるいは責任の所在がはっきりしない、⑦縦割りと階層化された防災組織体制(省庁間、部局間、国と出先機関・都道府県と出先機関・市町村と消防など)のしがらみを離れられない、⑧ベンダーなど民間事業者の競争のあつれきももちろん生じる、が故に、各論時点での温度差があり、どうにも足並みが揃いにくい世界だ。

したがつて、GISも含めていっさくに防災情報の全統合を目指した基幹的システムを整備しよう、というのはいささか勇み足に感じられる。よってここでは、ひとまず行政機関やライフライン、公共交通機関などと放送局などのメディアの間をつなごうとする、総務省の「安心・安全公共コモンズ」(図9)に注目した。

2009年2月5日と25日、東海3県を舞台に「安心・安全公共コモンズ」の実効性を検証する実証実験が行われた<sup>15)</sup>(写真5)。①中京圏はちょうどいい大きさのまとまりで、②愛知県は愛知国際博覧会協会がサーバを立ち上げて在名放送事業者6社と博覧会情報のTVCML<sup>16)</sup>配信を共有した地、③岐阜県は全国に先駆けて地上デジタル放送のデータ放送に河川水文観測情報を常時オンライン提供中、④三重県は各地のお手本となったポータルサイト「防災みえ」<sup>17)</sup>(第9回防災まちづくり大賞総務大臣賞受賞)で一步先んじているといった素地に恵まれ、また、総務省にかかる深い枠組み設定なため、利害関係者のベクトルが比較的合わせやすかった。

実験の結果、もちろん高く評価される成果があり進展が認められた。その一方で、次に列挙するような難点も関係者の口から拾われた。

- ・市町村など防災機関の入力手間を軽減する実用的なフォームを用意したが、それでもシリオどおりすぐ円滑に情報は入って来なさそうだ（足並みが揃わないと使えない）。
- ・例えればデータ放送画面にオンラインで右から左に載せられるよう、広く一般向けに流し得るコミュニケーション品質まで確保されないので（やはり確認と書き直しは必須）。
- ・万人に伝えるべきプライオリティの高いミニマム情報と、個々の避難所などのオプショナル情報とが入れ混じって届くのをうまく捌ききれるか。
- ・順次届く情報が、差し替え（更新）なのか追加修正（差分）なのか、時系列で追いかけていかないとはっきりしない場合がある。
- ・ローカルな地名や言葉だけではわかりにくいで、文字以外にGISや映像データがあればいいと望まれつつ、使い勝手や負担の面から考えると決めかねてしまう。
- ・緊急情報の発信が、ゆとりのない災害対策時の負担軽減につながってプラスに作用する（行政の広報手段の拡充）のか、取材合戦のきっかけをつくるばかりでかえってマイナスに作用する（報道の取材手段の拡充）のかが疑



写真5 2月25日公共コモンズ実験の様子  
(総務省東海総合通信局撮影)

わしい。

- ・このような二律背反が生じないようにするには、「お互いに顔の見える」恒続的な信頼関係構築からまず入らないといけないのかも。

以上は、実証実験時ばかりではなく、在名テレビ局が日々個別に得ている3県の災害情報の実際を踏まえた話だ。多くはハードウェア、ソフトウェアの問題よりも、ヒューマンウェアにある。災害情報は、すべての人に確実に伝わることが常に求められる宿命を背負っているだけに、ゆらぎをもつ属人的要因の介在は厄介だ。

他の知見も交え全体像を示すと図10になる。災害情報の共有化は確かに理想だが、あちこちボトルネックがありジレンマに陥りやすい。あまり手を広げてしまうと、それぞれの抱える事情や都合の自由度を阻む制約の多いシステムになりがちだ。不謹慎かもしれないが、日本の文化を踏まえて率直に言うならば、“限定的な共有”が当面目指すべき姿、落としどころなのではなかろうか。

## 7.まとめ

情報防災は、なにが難しいのか。第一に、自然現象の予知・予測に完璧はない。防災情報のもとになる観測データや解析結果が、望ましいタイミングで必要十分なだけ得られる保障はない。また、発災に至っても初期段階では断片的にしか情報が入ってこない。そうするとベストな判断が下せず、発信するべき情報自体をきちんと作れない。

第二に、うまく適時的確な判断が下せても、メッセージをスムーズに行き渡らせることができるのは限らない。停電したり、音信が途絶えたり、地域が孤立してコミュニケーションがとれないこともある。

第三に、受け手が求めるアラート情報、その人にとって本当に必要なアーリーウォーニングに、いつでもどこでも行き当たりはしない。近年、災害情報は多様・大量化しているが、受け側に新しいメディアへのアクセス能力が求められるなど、

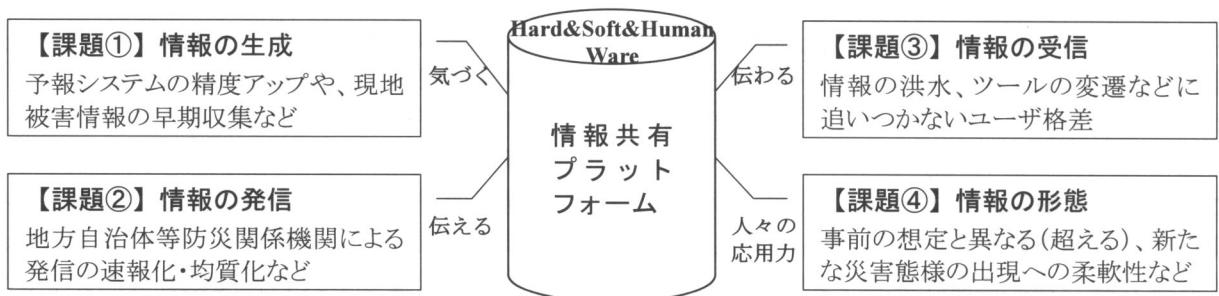


図10 災害情報共有化をめぐる主なボトルネック

情報格差がむしろ広がりつつある。

第四に、いざというときのリスク認知に「正常化の偏見」や「認知的不協和」が作用し<sup>18)</sup>、往々にして適切な回避行動がとれない。あたりの様子がよくわからない、しようにも実行できない境遇に置かれていることもある。ましてや普段暮らしていないところで遭遇すればなおさらだ。

そして、ソフト対策はやり続けることが絶対条件だ。ともかく人は忘れやすい。始めただけではダメで、忍耐強くつないでいかないと、やめた瞬間から効果は消え失せていく。まちや暮らしは常に変貌する。防災担当者も頻繁に交替し、住民も世代が変わって移り住んでいく。ヒューマンエラーの影響も受けやすいので頭が痛い。繰り返し周知を図らねばならないゆえんだ。

情報共有化については、自然災害に固有の特殊性、ITにつきものの技術革新の速さや脆弱性などの側面もありつつ、つまるところ、平時には、日本の社会構造から派生する利害や思惑の違いなどをたやすく越えられそうにない。トレードオフとひとことで括ってしまうと身も蓋もないが、おそらくそういう話だ。甚大な被害が危惧されている首都直下地震、東海・東南海・南海地震…、迫り来るそれらを乗り越えていく過程できっと進んでいくのかなど、おぼろげながら考えている。

## 8. おわりに

今般、災害調査をしていていちばん切なかつたのは、多くの事例で二階に上がれば助かっていた事実だ。日本語で「避難」というと、どうもその場を離れてどこかへ逃げて行く観念にとらわれてしまう。しかしケースバイケース、一概にそれがいいとは限らない。本質的に普段の経験の蓄積により“体得”できないだけに悩ましいが、頼みの綱は防災教育だろう。臨機応変に身を守る柔軟な対応力をいかに養うか、これも宿題のひとつだ。

ソフト対策はハード対策と違い「竣工」「概成」と呼べる時点がなく、永遠にPDCAサイクルを回して定着度合いや効果を追跡、確認し、焦らず歩みを積み上げていく謙虚な姿勢が求められる。

最後に、本稿の多くは日本災害情報学会、ならびに放送文化基金の助成・援助を受けた研究成果(代表:大妻女子大学藤吉洋一郎教授)から学んだものである。これまでご協力いただいた多くの皆様に深く感謝申し上げる。

## 参考文献

- 1) 吉井博明 (2006) : 避難勧告・指示と住民の避難行動—水害の被災現場から学ぶこと—, 日本災害情報学会誌「災害情報」No. 4, pp. 13-22
- 2) たとえば中央防災会議「防災情報の共有化に関する専門調査会」ホームページ (2010.5.5 参照), <http://www.bousai.go.jp/jishin/johokyoyu/index.html>
- 3) 日本災害情報学会 2008年8月末豪雨等調査団 (2009) : 2008年8月末豪雨災害等に関する調査報告, 日本災害情報学会誌「災害情報」No. 7, pp. 152-173
- 4) 天野 篤 (2009) : 災害情報のボトルネック～最近の豪雨災害事例から～, 日本災害情報学会第11回研究発表大会予稿集, pp. 85-92
- 5) 姫城賢一, 濑尾克美, 大田原幸亘, 菊井稔宏, 天野 篤, 船越和也, 牧 澄枝 (2000) : 平成11年6月29日広島災害における住民対応の実態と課題, 平成12年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 314-315
- 6) 濑尾克美, 平川泰之, 天野 篤, 小橋澄治, 菊井稔宏, 川満一史 (2001) : 1998年8月末福島県南部災害における崩壊と降雨の関係, 砂防学会誌 Vol. 53 (5), pp. 17-25
- 7) 国土交通省河川局砂防部, 気象庁予報部 (2005) : 都道府県と気象庁が共同して土砂災害警戒情報を作成・発表するための手引き, p. 18
- 8) 天野 篤 (2007) : 土砂災害を事前回避するための情報, 日本災害情報学会誌「災害情報」No. 5, pp. 19-24
- 9) 岡田憲治 (2000) : 土砂災害の軽減に向けた「土壤雨量指數」の開発, 消防科学と情報 60, pp. 22-28
- 10) 東京大学新聞研究所「災害と情報研究班」(1984) : 「1982年7月長崎水害」における住民の対応, 東京大学新聞研究所報告書, p. 187
- 11) 天野 篤, 藤吉洋一郎, 有馬正敏, 水上知之 (2006) : 台風0514号時の鹿児島県「土砂災害警戒情報」—垂水市の事例を省みて—, 平成18年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 4-5
- 12) 天野 篤, 高山陶子 (2007) : 土砂災害と防災情報—台風0514号災害の避難に学ぶ—, 日本地すべり学会誌 Vol. 43 (6), pp. 32-37
- 13) 牛山素行 (2010) : 2009年8月9日兵庫県佐用町を中心とした豪雨災害の特徴, 自然災害科学研究西部地区部会報第34号, pp. 37-40
- 14) 矢守克也 (2009) : 災害情報のダブル・バインド, 日本災害情報学会誌「災害情報」No. 7, pp. 28-33
- 15) 日本災害情報学会/デジタル放送研究会'3「活動報告」ホームページ (2010.5.5 参照), [http://www.jas-dis.gr.jp/06chousa/3rd\\_contents.htm](http://www.jas-dis.gr.jp/06chousa/3rd_contents.htm)
- 16) デジタル放送地域情報 XML 共通化研究会ホームページ (2010.5.5 参照), <http://www.tvcml.jp/tvcml/>
- 17) 「防災みえ」ホームページ (2010.5.5 参照), <http://www.bosaimie.jp/mie/index.html>
- 18) 三島和子 (2000) : 災害の心理学, セキュリティ産業新聞 2000.6.25-9.25 付

# 科学技術コミュニケーションからみた 防災情報伝達

## ～小規模対話型イベントによる防災情報伝達の経験から～

隈 本 邦 彦\*

### はじめに

筆者は以前、NHKの防災担当記者をしていたが、防災関係の科学者や行政担当者から「避難勧告を出しても住民がちっとも逃げてくれない」とか、「精緻なハザードマップを各戸配布しても結局タンスの肥やしになってしまう」といったぼやきをよく聞いていた。

こんなとき防災関係者の多くは、住民たちの知識不足や勉強不足を嘆いたり、まだまだ広報活動が足りないとばかりに啓蒙活動をさらに強化したりするように動きがちだ。思えば筆者自身も、放送メディアの一員として、もっともっとテレビ・ラジオを通じて住民に防災啓蒙活動をやらなければならぬと考えていた。

話がそれほど単純でないことに気づいたのは、2005年秋にNHKを退職し、北海道大学科学技術コミュニケーション養成ユニット=通称CoSTEP<sup>1)</sup>の教員になってからだ。

「科学技術コミュニケーション」という新たな観点からこの問題を考えてみると、避難勧告を聞いても逃げてくれない住民には逃げないなりの理由が、またハザードマップを見てくれない住民には見ないなりの理由があるのでは、と考えるようになったのだ。おそらくそうした「住民なりの理由」を克服しないかぎり、いくらがんばって広報啓蒙活動を強化したり、テレビ・ラジオで防災情報を伝えようしたりしても、あまり成果は期待できない。「聞く耳を持たない人」にどんなに説明しても、何も伝わらないのと同じだ。

では住民に「聞く耳を持ってもらう」ためには、いったいどうすればいいのか、そういう視点を、情報を伝達する側（科学者・行政側）があらかじめ持っておく必要があるのではないか、という考

えに至ったのである。

### 科学者と社会をつなぐコミュニケーター

筆者がこの春まで所属していた北海道大学・科学技術コミュニケーション養成ユニット（CoSTEP）は、科学者と世の中をつなぐ人材=科学技術コミュニケーション養成することを目標に、2005年、国の科学技術振興調整費によって設置された。おもに理系の大学院生と社会人を対象に、科学技術コミュニケーションに関する基礎知識や実践的コミュニケーションスキルを身につけてもらう1年間の教育プログラムである。プログラム設置と教員募集の情報を聞いたとき、筆者は、それまでNHKの科学・防災報道で培ってきた「難しい話をわかりやすく伝えるスキル」がコミュニケーター養成に生かせるのではと考え、報道関係から大学教員への転身を決意した。

ここで少し「科学技術コミュニケーション」という言葉について解説をしておこう。

そもそも、科学技術についての情報は、専門家である科学者と行政の担当者が把握していれば十分だと考えられていた時代が長かった。例えば江戸時代。佐渡の金山でどのような方法で金が製造されているかについて、金山の技術者と幕府の山奉行だけが知っていたのがよかつた。実際には鉛アマルガム法という環境への影響が少ない精錬方法がとられていたらしいのだが、そんなことは当時の地域住民（庶民）は、知る由もなかつたし、知らなくてもよいと考えられていた。まさに、“知らしむべからず寄らしむべし”という考え方であった。

ところが時代は変わり、民主主義の世の中になった。また、原子力・電子工学などの科学技術の成否が、そのまま国の存亡を左右する時代となつた。携帯電話、ICカード、遺伝子組み換え食品など最先端の科学が日常生活に入り込んできてい

\* 江戸川大学メディアコミュニケーション学部教授

る。そんな時代になると、科学技術について一般市民が何も知らなくていいということはありえないし、むしろそんな重要な問題を、科学者や行政だけに任せてはおけないと考える市民も増えてきた。

### 科学技術コミュニケーションの2つのモデル

そこで、重要視されるようになったのが「科学技術コミュニケーション」という言葉である。1985年の英国ロイヤルソサエティ報告書「The Public Understanding of Science/科学に対する公衆の理解」にその典型が見られるが、科学者は情報をできるだけ一般市民に提供し、理解をしてもらうことが大切だという考え方である。

この考え方では、図1のように政府や科学者はメディアや教育を通じて一般市民に科学情報を提供していく。こうした考え方をDeficit model=欠如型モデルとも呼ばれ、一般市民は科学的情報が欠如したいわば空っぽのバケツのようなものなので、そこに科学的知識を大量に流し込んでいけば、いずれバケツが一杯になるように科学への理解が進んでいくというものである。このモデルでは、「よく説明をする科学者が、よい科学者である」ということになり、かつての“知らしむべからず寄らしむべし”的時代とはまったく違った科学者像となる。

だが、こうした考え方があまりに素朴すぎたことが1990年代に入って明らかになる。たくさんの情報を発信していくれば必ず科学技術が一般市民に理解されていくという欠如型モデル的考え方を通用しない事例が、欧州でつぎつぎと発生したのである。

まずは英國に端を発したBSE（いわゆる狂牛

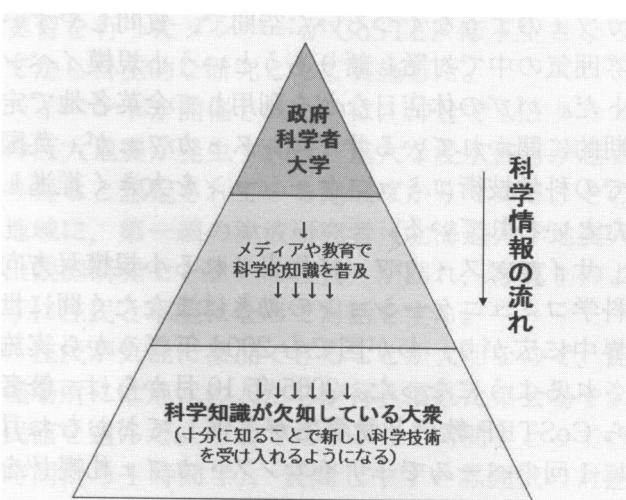


図1 科学技術コミュニケーションにおける「欠如型モデル」

病）問題。当時最も権威のある獣医学者を委員長とする政府の検討委員会が「食肉を通じてBSEがヒトに感染する可能性は極めて低い」という結論を出した翌年に、ヒトへの感染事例が確認され、検討委員会や農業大臣の面目が丸つぶれとなつた。それ以降、科学者や政府がいくらたくさん科学的情報を発信しても、肝心の国民にまったく信じてもらえないという状況になってしまった。

また米国から欧州への遺伝子組み換え作物輸入をめぐる問題では、欧州各国で行われたさまざまな研究で、「情報をより多く知った消費者ほど遺伝子組み替え食品を買わなくなる」という現象が確認された。細かい事例研究については紙面の関係で割愛するが、例えば遺伝子組み換え食品をめぐって、多くの市民は、政府や食品メーカーが懸命に伝えようとした「安全性についての詳細な科学的データ」ではなく、「遺伝子組み換え作物を受け入れることによって将来組み替え食品かそうでない食品かの区別ができなくなり消費者が選択できなくなるのではないか」とか、「結局、欧州の農業全体が米国の種子メーカーに牛耳られてしまうのではないか」といった質問への答えを知りたがっていた。政府や食品メーカーが伝えたい文脈と、一般市民が知りたい文脈とがかなり食い違っていたのである。

いまや一般市民が科学者や為政者の権威を素直に信じ、言われたことを素直に聞くという時代ではないことは確かであろう。

では、そういう時代に有効な科学技術コミュニケーションのモデルとはどのようなものだろうか？ その問い合わせへの一応の答えと考えられているのが図2に示すような「双方向コミュニケーションモデル」である。

科学者とメディア、メディアと市民、さらには市民と科学者が、それぞれ質問-答え、質問-答えを繰り返す双方向コミュニケーションの中で、科学情報を伝達していくイメージである。かつての「欠如型モデル」と対比して「Context model=文脈モデル」とも呼ばれることがある。質問-答え、質問-答えの繰り返しという双方向コミュニケーションが活発化すれば、欠如型モデルのように科学者・行政が情報を一方的に伝えるのではなく、市民の「知りたい文脈」に沿って伝えることが可能になると考えられるからだ。

ここで伝えられる科学情報の中身は、従来の欠如型モデルで見られたような「科学者が伝えたいこと」ではなく、（それでは一般市民は聞く耳を持ってくれないことが多いので）「住民が知りたい

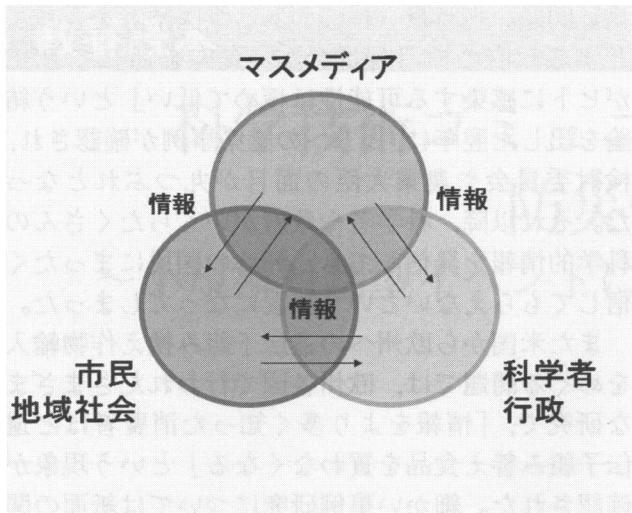


図2 科学技術コミュニケーションにおける「双方向コミュニケーションモデル」(文脈モデル)

こと」でなければならないのである。

### 科学技術コミュニケーションの立場から見ると

これまで論じてきた科学技術コミュニケーションの考え方から、本稿における最初の問い合わせつまり住民に防災情報への聞く耳をもってもらい正しく理解してもらうためにはどうすればいいか、という課題を考えてみよう。

まず現状で、科学者・行政と住民との間で双方コミュニケーションが成立しているかどうかという点が重要になる。

科学者は避難勧告を出しても逃げてくれない、というけれども、勧告を受けとる側の住民としては、自分が逃げるかどうかの最終的判断のために、「実際本当のところはどれほど危険なのか」ということを知りたがっていることが多い。すなわち、いますぐ逃げないと死んでしまうほど事態が切迫しているのか、それとも避難勧告は出ているが、役場の担当者が「とりあえず出しておかないと後で責められるから」という程度の理由で出しているのか、実はそのへんが知りたいのだ。

そんなこと言われても、と科学者・行政担当者は思うだろう。災害時には、事態はかなり流動的であり、信頼できる情報の量も少ない。本当にどの程度危険なのか科学者たちにも判断できないということもある。たぶん大丈夫だと思ったその数分後に非常に危険になるということもあるだろう。しかし、そうであっても「そのことも含めて知りたい」というのが、住民の「知りたい文脈」というものなのだ。

精緻なハザードマップが読んでもらえないという問題も同じ根っこをもっている。科学者たちが

なるべく多様な条件を想定して、科学的に精緻なマップを作れば作るほど、文字や記号は細かくなり、素人には理解し難いものになる。住民の知りたい文脈は“とにかく自分の家が水につかるかどうか”なのであり、学術的には妥当で正しいのかもしれないが、詳しそうに読みにくいマップを解説なしでいきなり渡されても、どう活用すればいいのかわからないというのが現実だ。だからタンスの肥やしにされてしまうのである。

賢明な読者はお気づきだろうが、上記のような住民の知りたい文脈というのは、かなり個別具体的で（ある意味勝手で）、人によって知りたい情報がそれぞれ違う。同じ町の同じ地区であっても高台に住んでいる人と海のすぐ近くに住んでいる人では知りたい情報が違うし、家にお年寄りや小さい子どもがいるのか、それとも若い独身男性なのかで、まったく知りたい情報の内容が違うのである。さらに被害の程度やパターンも災害のたびに違うため結局知りたい情報はきわめて多様になってしまうのである。

### 双方向コミュニケーションの場をつくる

とすると、従来からの防災啓蒙活動の主流である「大会場での防災講演会」「テレビ・ラジオでの報道」「ハザードマップの各戸一律配布」などでは、住民の真に知りたい文脈に十分答えることは難しい。会場にいる一人ひとりの文脈に沿った情報提供は、大きな会場では極めて困難だからだ。

そこで一つの解決策として考えられるのが、1990年代末の英国で、新しい科学技術コミュニケーションの手法として生まれたサイエンス・カフェである。サイエンス・カフェは、フランスの哲学カフェにヒントを得て、科学者と一般市民が、カフェのようなくつろいだ空間で、質問しやすい雰囲気の中で対話し語りあうという小規模イベントだ。パブの休店日などをを利用して全英各地で定期的に開かれているサイエンス・カフェが、英国での科学技術コミュニケーションを大きく推進したといわれている。

サイエンス・カフェに代表される小規模双方向科学コミュニケーションの動きはまたたく間に世界中に広がり、わが国でも2004年ごろから実施されるようになった。2005年10月からは、筆者らCoSTEP教員と受講生が主催しておおむね月に1回のペースで「サイエンス・カフェ札幌」<sup>②</sup>を開催している。

このサイエンス・カフェでは、科学者と一般市民が顔を合わせて対話し、質問一答え、質問一答

えの繰り返しの中で情報伝達をする。講演会のように科学者側から伝えたい情報を一方的に伝えるいわゆる「上から目線」の情報伝達ではないので、市民の個別の知りたい文脈にそった情報伝達がしやすい。

### 津波のリスクを伝える小規模対話型イベント

防災分野の情報伝達でも、こういう手法を使えば、科学者・行政が持つ防災情報・防災知識を、一般市民に正確に、過不足なく、しかも実感を伴って伝えることができる可能性があると考えられる。こうした考え方のもと、CoSTEPでは、科学技術コミュニケーション養成教育の一環として「住民に津波のリスクを伝達する小規模イベント」を実施することとした。フィールドは北海道東部の太平洋沿岸地域。2003年の十勝沖地震で当該地域を津波が襲ったが、この地域は、最近の津波考古学的な研究により、過去3000年間に6回にわたって（約500年に1回の頻度で）巨大津波に襲われていることがわかってきており。近い将来大規模な津波被害が予想されるこれらの地域で、科学者との直接対話を重視した小規模対話型イベント＝「津波版サイエンス・カフェ」を実施して、津波リスクについての情報を正確に、過不足なく、しかも実感を伴って住民に伝達できるかどうか試みることにしたのである。

最初にイベントを実施したのは2008年2月北海道厚岸町門静地区であった。このときはCoSTEP受講生の実習として行われた。

また、同年6月に豊頃町大津地区で、11月に別海町本別海地区と尾岱沼地区で、さらに2009年11月には釧路市大楽毛地区でもイベントを実施した。これらの4回は、最初の厚岸町門静地区で実習を行ったメンバーがCoSTEP修了生となってから自主的な研究として実施した。

イベントが開催されたのは、沖合でM8クラスの巨大地震が発生すれば、重大な浸水被害が起こり得ると想定されている地域ばかりである。その地域に、第一線の津波研究者（北海道大学地震火山観測研究センターの教員）が訪れ、写真1のように住民と車座になって対話をする。

住民が気軽に参加できることが大切なので、開催場所には地元の人たちが行き慣れた集会場や公民館を選んだ。そこでたっぷりと時間をとって（1時間から1時間半）、質問しやすい雰囲気の対話の場を提供するのである。

対話の中では、住民から「この前の十勝沖地震（2003年）の時には港の近くの道路まで水が来た。



写真1 科学者（奥で立っている人物）を参加者が取り囲むようにして対話する（豊頃町大津地区）

もっと大きな津波が来たら港の向こうの避難所に逃げられるのだろうか（豊頃町大津地区）」とか「テレビでいつも幣舞橋の様子が映るが、そこに津波が来るのを見てから逃げても間に合うだろうか（釧路市大楽毛地区）」といった、素朴な、しかし住民としてはぜひ知っておきたい質問が出ていた。また「町役場が指定した避難場所（高台の神社）は寒くて小さなストーブしかない。そんなところに真冬に長時間避難したら体に悪いのではないか（厚岸町門静地区）」といった、その地域特有の住民避難の阻害要因が、具体的に明らかになることもあった。

防災講演会などでは、科学者が長時間の講演をして最後の10分間程度で質疑応答ということが多いが、そういうやり方では、とても参加者個別の知りたい文脈にそった情報伝達ができないことは、前に述べた通りである。このため我々の小規模対話型イベントでは講演と質疑応答の時間配分を逆転させ、最初の話題提供は20分程度にとどめ、その後の質疑応答にその3倍近くの時間をとるというやりかたをした。

### 津波に対する自己の脆弱性を知ることも

科学者との対話の後、参加住民には、自分たちが自然災害に対していかに弱い存在であるか（Vulnerability=脆弱さ）について、実感を伴って理解してもらうために、実際に津波が襲来したことと想定した防災マップ作りを行ってもらった。（写真2,3）その防災マップ作りでは、単に避難ルートを確認するだけではなく、大きく引き伸ばした地区の航空写真を見ながら、自分の家と海岸線との距離の近さ、避難所からの距離の遠さ、介護をしているお年寄りがいるか、小さな子供がいるか、といった「津波に対する脆弱さ」を一覧表を使ってチェックしてもらい、見つかった脆弱さの数だけ自分の家にシールを張ってもらうという方



**写真2** 町内会ごとに防災マップを作成する参加型ワークショップの様子（2009年11月釧路市大楽毛地区）



**写真3** 航空写真に自分の町内の情報を書き込んだり、脆弱性チェックシールを貼る（2009年11月釧路市大楽毛地区）

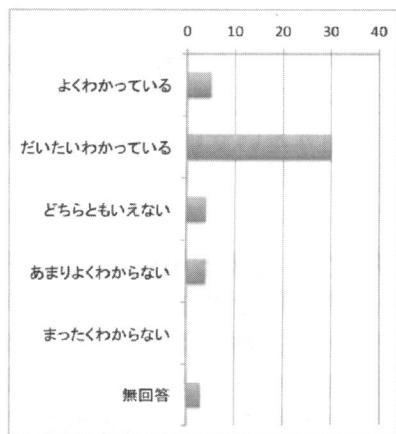
法をとった。この防災マップ作りの途中にも、**写真2**に見られるように専門家と住民との間で対話をしてもらった。

このような住民参加型ワークショップを導入した理由は、従来の啓蒙型情報伝達ではどうしても「津波はたいへん怖い、だから逃げなさい」というふうに災害被害=Hazardの大きさが強調されがちであるが、住民の多くは、そんな話を聞いても「確かにその通りだが…」「津波が怖いことはすでに知っている」と感じてしまがちである。それよりも津波に対する自己の脆弱さ=Vulnerabilityを理解するほうが避難行動につながる重要な点ではないかと考えたためである。

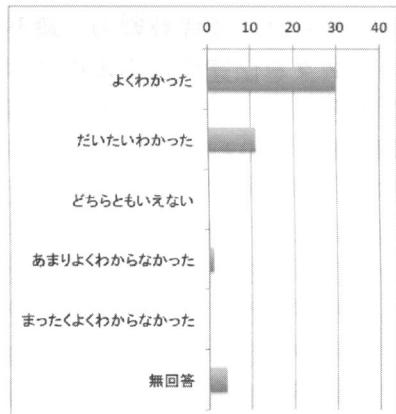
### 参加者アンケート結果から

これまで5か所で行った集会では、すべて評価のための参加者アンケートを行っている。

このうち「あなたは気象庁の津波警報でいう『津波の高さ』という言葉の意味を理解していますか」という質問に対して、イベント前のアンケートで、「だいたいわかっている」と答えた人がもっとも



**図3** イベント実施前「津波の高さ」の意味について



**図4** イベント実施後「津波の高さ」の意味について

多かったのに対して、イベント終了後には同じ質問に対して「よくわかった」と答えた人が大きく増えた。（**図3、4**参照）

そもそも津波の高さを表す学術用語には数種類あり、それぞれの違いは専門家以外には十分理解されていないことが情報の混乱のもとになっている。津波警報のいう「予想される津波の高さ」とは、その時の海面（天文潮位）に比べ、上方向にどれほどの偏位が予想されるかということであり、津波が標高何メートルのところまで上がってくるかという「週上高」とも、その場所の地上何メートルのところまで水に浸かるかという「浸水深」とも違う。アンケートの結果をみると、科学者との直接対話型イベントに参加した結果、参加者の多くが、その点について、あいまいな理解から明確な理解へと変化したと考えられる。

我々の小規模対話型イベントの目標の1つは、住民自身が自分たちで状況を理解して、ここは逃げるべきか、逃げないで様子を見るべきか主体的に判断をくだすことをサポートしていきたいということである。つまりいざというときに住民が主体的に判断するために知っておくべき知識や情報を、あらかじめ質問しやすい雰囲気の中の「専門家との対話」で得ておいてほしいというねらいだ。

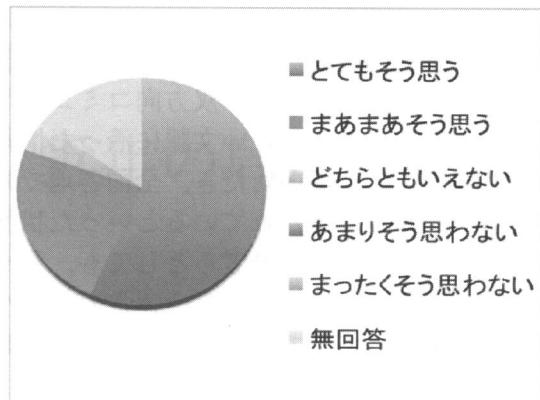


図5 イベントに参加したこと、津波警報への対応が的確になったと思いますか？

それに対する感想を、やはり集会後のアンケートで聞いてみたところ、図5のように、半数以上の参加者が「イベントに参加したこと、津波警報が出た時の対応が的確になったと思う」と答えていている。

### 対話による情報伝達の効果を示唆するアンケート結果

問題は、こうした双方向コミュニケーションを重視した小規模対話型イベントが、従来の啓蒙型防災講演会と明確な違いを出すことができたかどうかということである。参加者アンケートの中に、ひとつ注目すべき結果が得られたので紹介したいと思う。

5回の集会のプログラムは基本的には同じであったが、2008年11月29日に行った別海町本別海地区のイベントでは、「大津波は引き波から来るとは限らない」という情報を、我々が用意したコンテンツで積極的に情報伝達した。この時は、震源付近での海面の変化を示すわかりやすい模型なども作って、基本的に海溝型の巨大地震の際には当地には引き波から來ることも多いが、断層面の角度や場所によっては、そうではないこともあるということを説明した。このときの参加住民の理解度を調べると、図6にあるように「だいたいわかった」と回答した住民が22人ともっと多く、「よくわかった」と回答した住民13人を上回った。「まったくよくわからなかった」と回答した住民も1人いた。

これに対して、翌日の別海町尾岱沼地区のイベントでは、あえて我々から積極的に情報提供をせず、科学者と住民との対話の質疑応答の中で「昭和のチリ地震津波の時には潮が大きく引いてから津波がやってきたが、大きな津波はいつもこうやってくるのか」という質問が出たタイミングで、

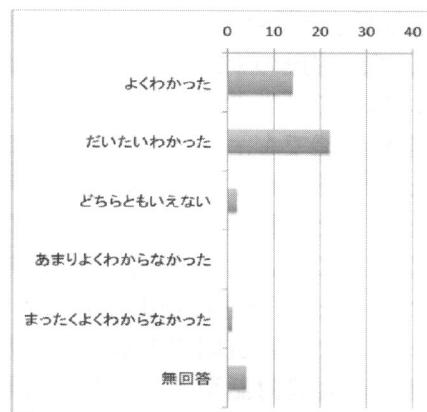


図6 主催者側から積極的に情報提供した場合（2008年11月別海町本別海地区イベントの際）の理解度

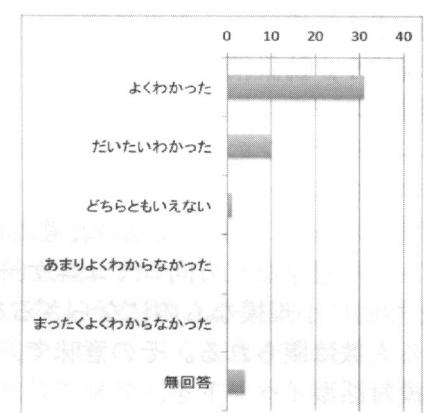


図7 住民の質問に答える形で情報提供をした場合（2009年11月釧路市大楽毛地区イベントの際）の理解度

専門家から「必ずしもそうとはいはず、押し波からいきなり來ることもあるし、引き波が小さくて気づかないということもあるので、そういう風に考えない方がいい」と回答した。その結果、「よくわかった」と回答した人が23人と、もっと多くなり、「だいたいわかった」という5人を大きく上回った。

この結果に力を得た筆者らは、翌2009年11月に釧路市大楽毛地区で行ったイベントでも住民側から同様の質問が出るのを待って、「大津波は引き波から来るとは限らない」という事実を伝えた。このイベント後のアンケートでは、やはり図7のように「よくわかった」と答えた人が31人ともっと多くなり、前年の別海町本別海地区と比較して参加者の理解度が格段に高かった。（図6, 7参照）

この結果に対する我々の現時点での解釈は、以下の通りである。

すなわち、どんなにわかりやすく（模型などを使って）説明をしたとしても、受け取る住民側にとっては、それはいま自分たちが知りたい文脈とは無関係に主催者側から提供される情報伝達、い

わゆる「お勉強」と受け取ってしまいがちである。それに対して、住民の中からそのときにふと生まれた質問に対して科学者が回答した場合には、たとえ同じ情報伝達でも、ちょうど住民が知りたい文脈にそった情報提供となり、いわば「みんなが知りたかったことに科学者が答えてくれた」という感覚になる。このような違いが、住民の理解度の違いにつながった可能性がある。このことは、いつでも好きなときに質問できる場と雰囲気をつくった我々の小規模対話型イベントの効果を示唆する結果といえるだろう。

### 終わりに

編集部の求めに応じて、科学技術コミュニケーションの現状や、防災情報伝達を通じたコミュニケーション養成の一端を解説した。おそらく科学技術コミュニケーションの手法としてその有用性が評価されつつあるサイエンス・カフェ的情報伝達は、防災情報の伝達にも十分役立つと考えられる。ただしこうした濃厚な双方向コミュニケーションの場合は、必然的に小規模なものにならざるを得ず、参加できる人数は限られる。その意味で、こういった小規模対話型イベントを、各地で数多く開催していかなければ、地域全体の防災力の向上には

役立たない。

ぜひとも多くの防災関係者（科学者・行政担当者）の皆さんにもこうした「雙方向コミュニケーション」や「住民の知りたい文脈に沿った情報提供」の重要性をご理解いただき、全国各地で同様のイベントが頻繁に開かれているといった状況を実現していただきたい。筆者らとしても、我々が実施したコンテンツの提供や集会運営のノウハウの公開などを行って、できるだけ普及の支援を行っていきたいと考えている。

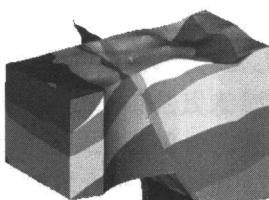
本稿で紹介した小規模対話型イベントのうち3回（別海町本別海、別海町尾岱沼、釧路市大楽毛）は、財団法人北海道河川防災研究センター研究助成金（20年度、21年度）によって実施された。

### 注

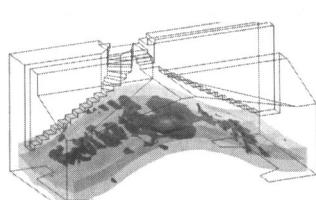
- 1) 北海道大学科学技術コミュニケーションユニットの詳細については、ユニットのウェブサイト <http://costep.hucc.hokudai.ac.jp/costep/> を参照してください。
- 2) サイエンス・カフェ札幌の詳細については、紹介ウェブサイト <http://costep.hucc.hokudai.ac.jp/costep/report/storytopic/2/> を参照してください。

## 3次元+時間 可視化技術

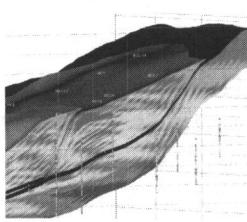
MVS(Mining Visualization System)  
EVS(Environmental Visualization System)



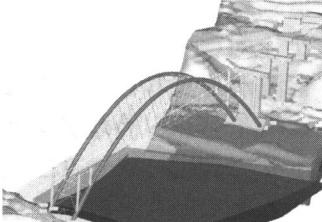
層状データ



連続値データ

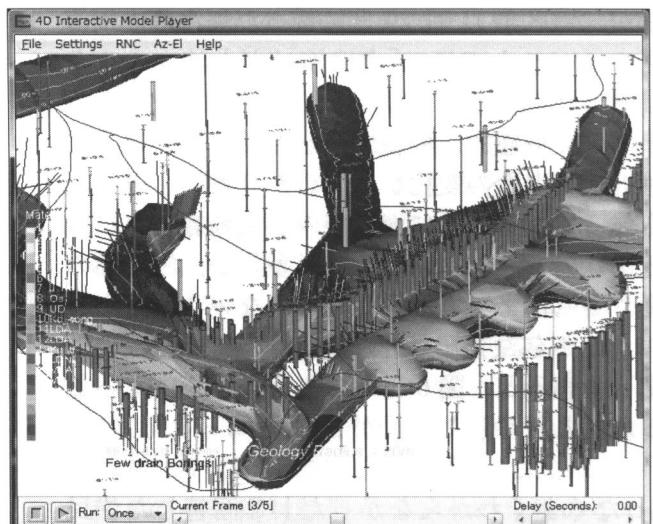


離散値データ



構造物データ

MVS・EVSは、地層のような層状データ、計測値・プリュームなどの連続値、岩級区分などの離散値、および構造物データを3次元表示し、その変化も表現します。そしてモデルは、無料のビューアーで顧客に配布できます。



4D Interactive Model Playerで自由に配布



[ohtageoresearch](#)

検索

有限会社 太田ジオリサーチ  
<http://www.ohta-geo.co.jp/>

無料3次元可視化モデル自動作成配信サービスは太田ジオWEBから

TEL 078-907-3120(担当:林)

# 近年の局地的大雨による被害の軽減に向けた 気象庁の取り組み

でしまる たくや  
弟子丸 卓也\*

## 1. はじめに

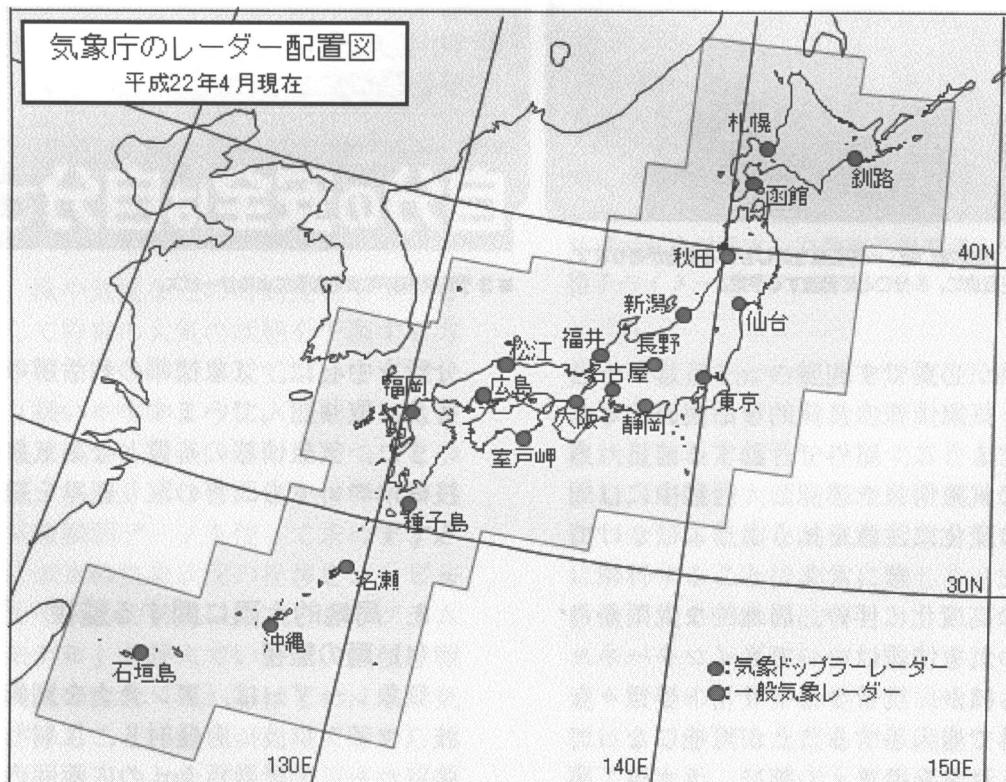
平成20年夏、都賀川（兵庫県神戸市）の親水公園で遊んでいた子供達が上流に降った雨による急な増水で流されて亡くなるという事故がありました。また、東京都大田区の呑川や豊島区雑司ヶ谷の下水道管渠内で、工事中の作業員が、突然降り出した雨による急な増水で流される事故がありました。

これらの事故は、都市部における日常的な生活空間や工事現場など、ごく身近なところが、雨の降り方によっては、生命にかかわる極めて危険な場所となることを示しています。また、事前に予

想が可能で避難勧告などの組織的な防災対策をとることができる台風や梅雨前線などによる大雨とは異なり、突然に狭い範囲で降る「局地的大雨」への対策の必要性を強く示しています。

## 2. 局地的大雨への対策

局地的大雨に対して安全を確保するためには、まず、このような雨によって身近な場所で発生しうる危険を知っておくことが重要です。そのうえで、事前に天気予報や雷注意報など気象情報を確認し、屋外で行動している間にも天気の急な変化に備えて最新の気象情報や周囲の気象等の状況に

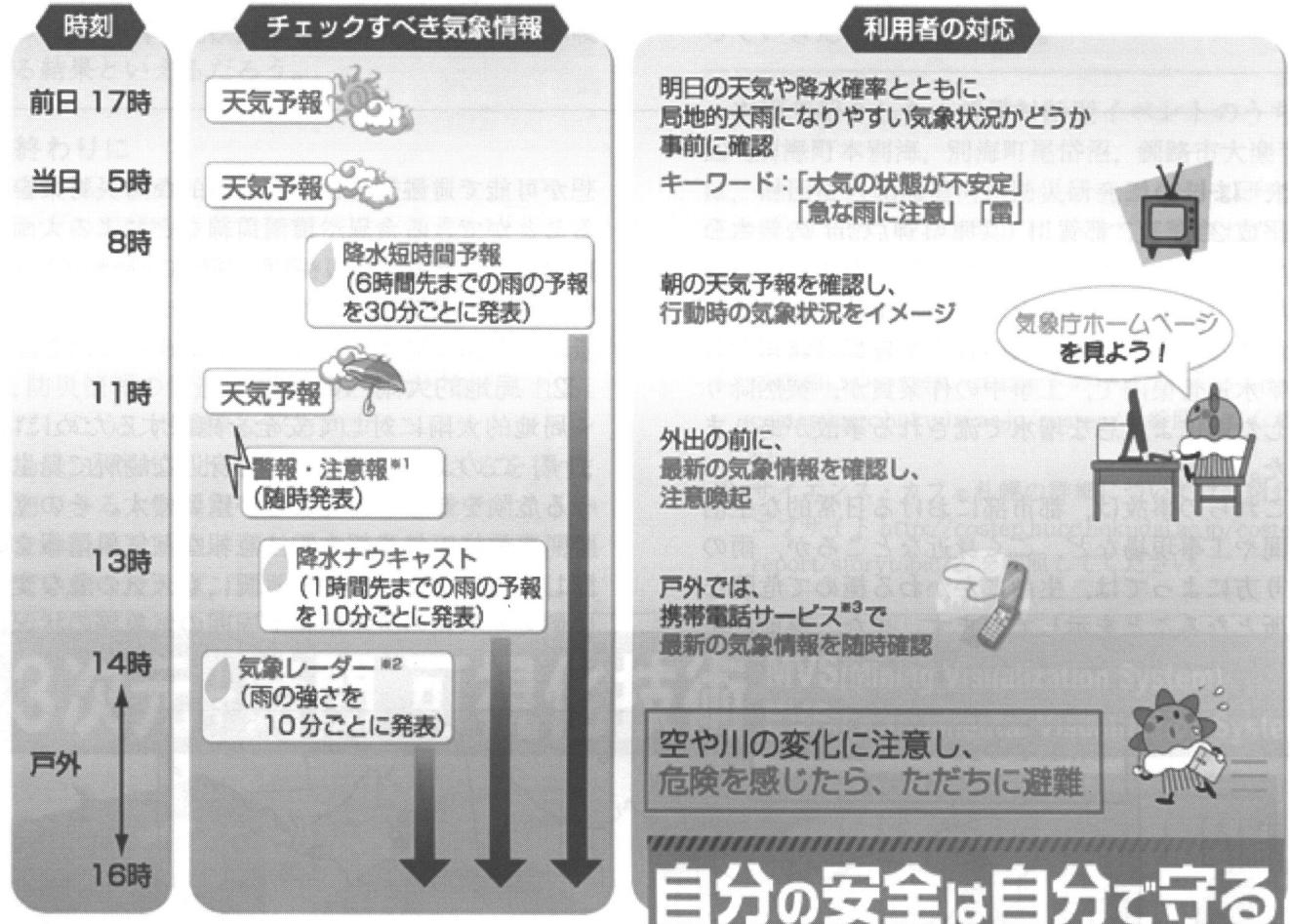


\* 気象庁予報部業務課

## 気象情報を事前に確認

局地的大雨から身を守るために、最新の気象情報を確認することが大切です。局地的大雨になりやすい気象状況かどうか、警報や注意報は発表されていないか、雨雲が近づいてこないか等を確認するとともに、周囲の状況の変化に注意を払い、天気の急変に備えることが必要です。

### (例) 14時から16時に戸外で行動する場合



注意を払うことが必要です。

気象庁では、気象情報の具体的な活用方法として、上図で示すように、屋外で行動する前日、当日など各段階で気象情報を確認し、行動中には周囲の気象状況の変化に注意を払うようよびかけています。

近年、ICTの高度化に伴い、局地的な大雨から身を守るための気象情報はいつでもインターネットで閲覧できるほか、携帯ウェブサイト等様々なメディアで屋外でも入手することが可能になってきています。これらを踏まえ、特に、下水道工事にかかる事業者への講習会や、学校関係者への説明会など、急な強い雨による被害を受けやすい

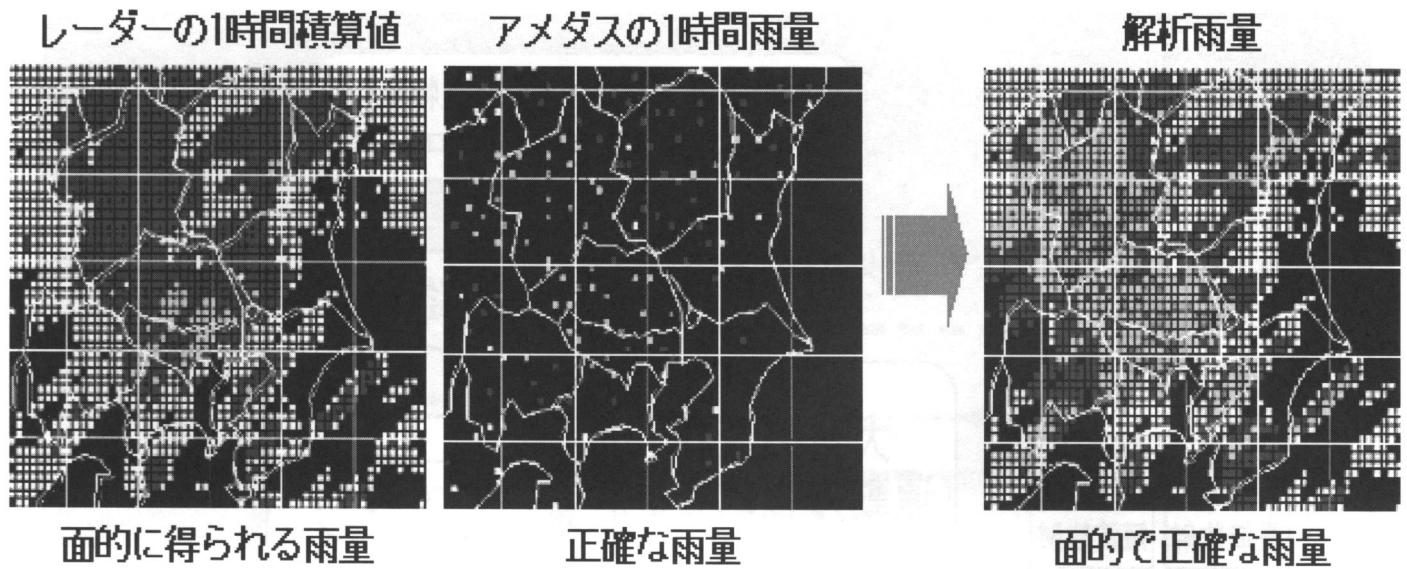
分野を中心に、気象情報の利活用の方法を含めて普及に取り組んでいます。

また、気象情報の基盤となる気象の監視・予測技術についても改善の取り組みを続けています。

### 3. 局地的大雨に関する監視・予測技術

#### (1) 雨の監視

気象レーダーは、アンテナを回転させながら電波（マイクロ波）を発射し、反射してきた電波の強さから、半径数百kmの広範囲内に存在する雨や雪の強さを観測するものです。気象庁では国内に20基のレーダーを設置し、全国の雨雲の様子



を監視しています。平成 20 年の局地的大雨の多発を受けて、平成 21 年 7 月に気象レーダーの観測間隔をそれまでの 10 分から 5 分ごとに短縮しました。また、気象庁では全国に約 1300 か所のアメダス（地域気象観測システム）を設置し、雨量計による観測を行っています。

気象レーダーによる観測は、高い山の影響やレーダーからの距離等によりある程度の誤差が生じます。また、雨量計は、観測地点ごとの正確な雨量を測定できますが、観測地点の間に降っている雨や雪の連続的な分布を得ることはできません。このため、気象レーダーで得られた雨の強度分布を雨量計の実測値により補正し、1 km 四方ごとに全国を覆う雨量分布である解析雨量を 30 分ごとに作成しています。

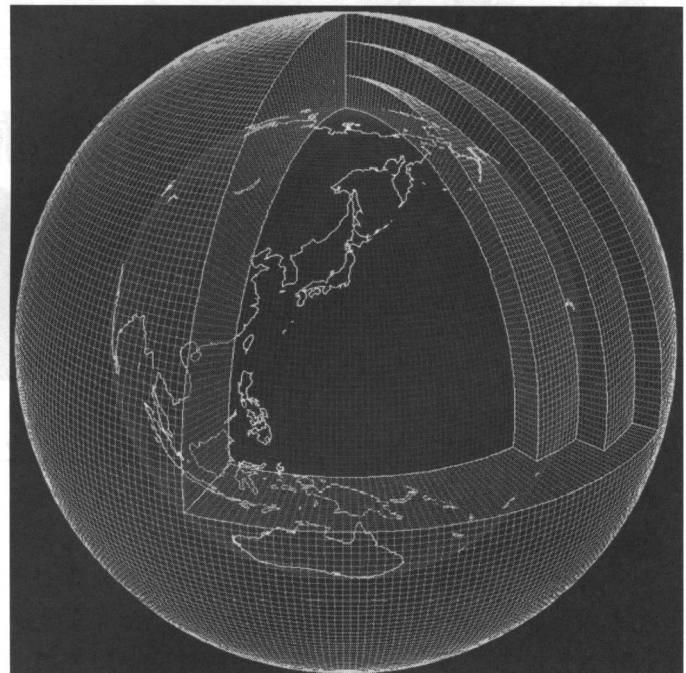
## (2) 雨の予測

### ア) 数値予報

数値予報は、風や気温などの時間変化をコンピュータで計算して将来の大気の状態を予測する方法です。数値予報を行う手順としては、まずコンピュータで取り扱いやすいように、規則正しく並んだ格子で大気を細かく覆い、そのひとつひとつの格子点の気圧、気温、風などの値を世界中から送られてくる気象観測データを使って求めます。

これをもとに未来の気象状況の推移をコンピュータで計算します。この計算に用いるプログラムを「数値予報モデル」と呼んでいます。数値予報モデルでは、大気の流れ（風）をはじめ、水蒸気が凝結して雨が降ること、地面が太陽に暖められたり冷やされたりすることなど、さまざまな現象が考慮されています。

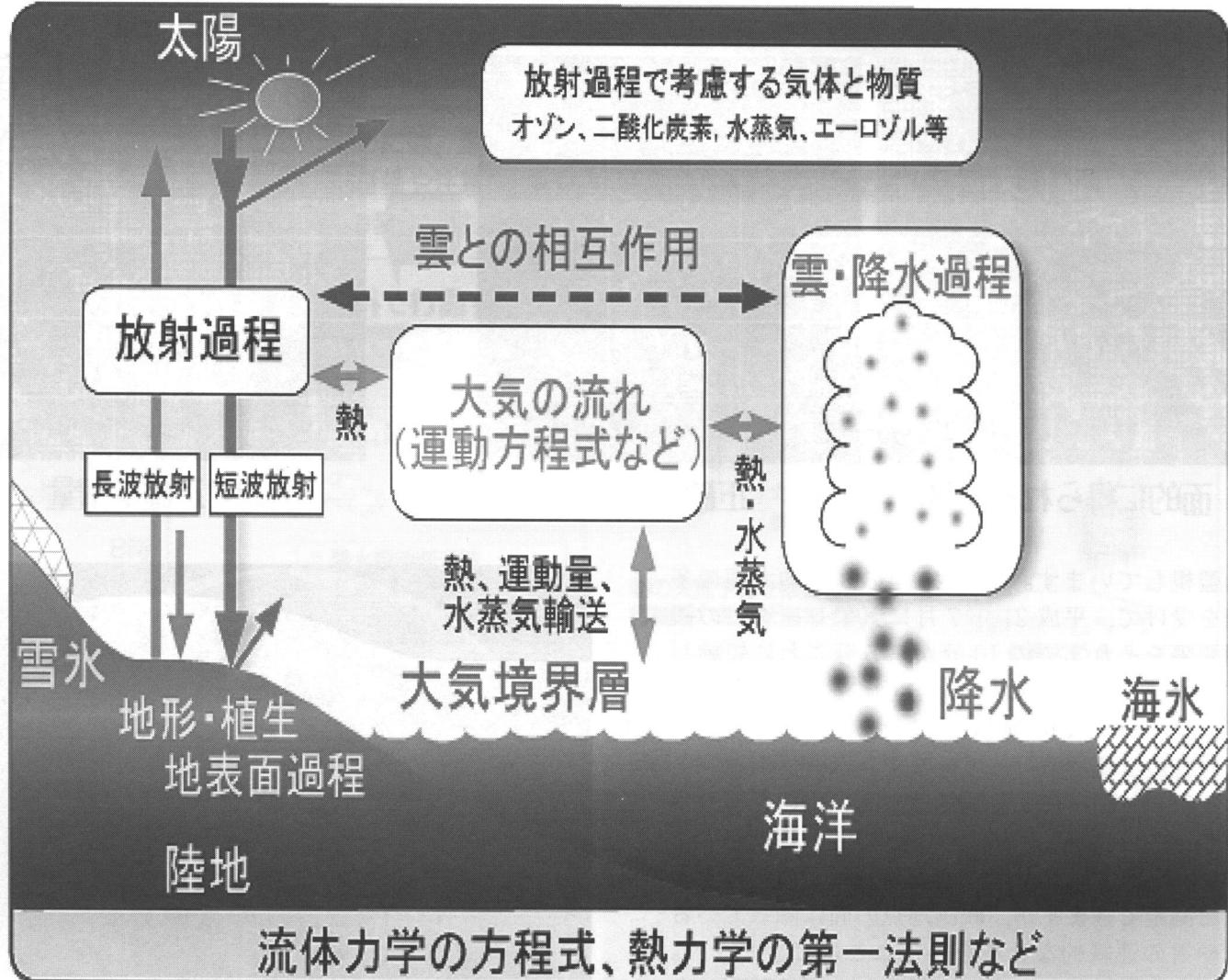
この数値予報によって、半日～1 日程度前から、



地球大気を対象とした数値予報モデルの計算に使われる格子のイメージ

数十～数百 km の範囲を対象に、積乱雲の発達しやすい傾向など、局地的な大雨が発生しやすい気象状況となることを予測することができます。しかし、局地的大雨をもたらす個々の積乱雲の消長につながる微細な大気の状態を気象観測から十分に解析することは非常に難しく、また、予測には、数値予報モデルの改善とともに、現在使用可能なスーパーコンピュータの能力をはるかに超える高速・大量の計算が必要で、局地的な大雨の数値予報による予測はただちには困難な状況です。

このため、気象庁・気象研究所や大学等において、局地的な大雨も含め集中豪雨など激しい気象現象の解明と予測の実現に向けた精力的な研究・



開発が進められています。

#### イ) 数時間先までの短時間予測

気象レーダーなどによる雨雲の最新の状況と過去数時間の雨雲の動きから、全国を対象に数時間先までの降水（雨・雪など）の量を、1 km四方のきめ細かさで予測することができます。解析雨量をもとに30分ごとに6時間先まで予測する「降水短時間予報」と、レーダー雨量強度をもとに10分ごとに1時間先まで予測する「降水ナウキャスト」があります。これらの短時間予報に関しては、解析雨量のさらなる精度向上や、雨雲の移動ベクトルの算出方法の高度化など、精度向上に向けた取り組みを続けています。

#### 4. 段階的な気象情報の発表

気象庁では、数値予報の結果などから局地的大雨の可能性が高いと予想される時には、天気予報などの中で注意を呼びかけています。

また、雷注意報を発表する際にも急な強い雨への注意を呼び掛けています。実際に雨が降り始めるような場合にはレーダーや降水ナウキャストから降雨の状況を知ることができます。これらの段階的に発表される気象情報が効果的に活用され、急な強い雨による被害を防止軽減できるよう持続的な取り組みを実施しています。

#### 参考

気象庁ホームページ「天気の急変から身を守るために」  
[http://www.jma.go.jp/jma/kishou/info/tenki\\_chuui.html](http://www.jma.go.jp/jma/kishou/info/tenki_chuui.html)

## 火と水と緑の大地 支笏カルデラ

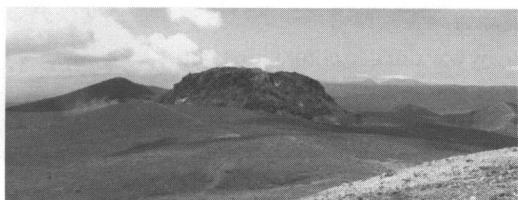
### 樽前山

七合目駐車場に車を置いて緑の木立の中を歩く。10分ほど歩くと展望台である。足もとには軽石の礫が転がっていて滑りやすいが、登ってきた方を振り返ると緑の山々に囲まれた支笏湖が見える。この景色を目に収めることができただけでも来たかいがある。

樽前山は山頂に溶岩ドームを持った独特の山容を示しているので遠くからでも容易に見分けることができる。約100年前の1909(明治42)年4月17日から19日にかけて誕生した。この間、樽前山山頂付近は雲に覆われていて19日に雲が上がって初めてドームが形成されたことが分かったという。ドームは高さ130m、直径450mである。外輪山に立つと支笏湖はもちろん、恵庭岳、羊蹄山、太平洋、夕張・日高の山々などを一望に収めることができる。



樽前山展望台から支笏湖を望む



外輪山から見る溶岩ドーム(右の遠くに羊蹄山と尻別岳が見える)

### 恵庭岳

札幌市街でも豊平川の河畔に出ると恵庭岳を見



恵庭岳の第二見晴台から見た支笏湖



恵庭岳頂上の岩峰

ここからは火口壁の縁を回り込むように頂上を目指す。第二見晴台ではさらに頂上が迫って見え岩峰に縦亀裂が入っているのがはっきりと分かる。

目を転じると爆裂火口と支笏湖、紋別山が眼下に広がっている。汗をかいて必死にここまで登ってきた苦労を忘れるができるすばらしい景色である。

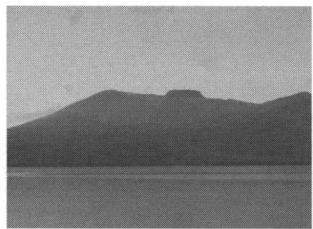
恵庭岳の噴火活動は約2000年前を最後に途絶えている。100年前にも噴火した樽前山の兄貴分と言うことになる。

恵庭岳の特徴の一つに、溶岩の流れた地形がはっきりと残っていることが挙げられる。南東に流れた溶岩は支笏湖の湖底にも連続した地形を形成している。

### 支笏湖

支笏湖は約4万年前の大規模な噴火によって形成されたカルデラ湖である。東西13km、南北5kmのマユ型をしている。湖面の標高は248m、湖底の最も深いところは水深360mであるから、

湖底は海面下 112 m になる。水深 350 m 以下は



支笏湖と樽前山

ほとんど平坦でありカルデラ（大釜）にふさわしい形をしている。

支笏カルデラの火碎流堆積物は、カルデラ周辺に広大な火碎流台地を形成し、北は札幌市街に及んでいる。この火碎流堆積物のうち、溶結凝灰岩は札幌軟石として、特に開拓期の石造り建築物の石材として利用された。現在も市内各所に札幌軟石の建築物が残っていて落ち着いた雰囲気を醸し出している。

ところで、支笏湖と言えばチップ（ヒメマス）である。このヒメマスは 1894（明治 27）年頃、阿寒湖から天然卵で移植されたものである。

支笏湖の在来魚種としてはアメマスとハナカジカがいる。その他に、外から持ち込まれたものとしてニジマス・ブラウントラウト・ウグイ・フナ・カワマスなど種類が多い。

### 千歳川出口の鉄橋—山線鉄橋—

支笏湖ビジャーセンターの脇を通り、坂を下ると赤い橋が見えてくる。山線鉄橋である。1908（明治 41）年から 1951（昭和 26）年まで、支笏湖畔や発電所への物資輸送のために苦小牧からここまで王子製紙が軽便鉄道を運営していた。

この橋は、北海道官設鉄道上川線の第一空知川橋梁であったものを王子製紙が払い下げを受けて 1924（大正 13）年頃現在の位置に移設した。鉄道ファンの間では根強い人気を保っている橋の一つである。

### 王子製紙第一発電所

支笏湖畔から千歳に向かい、苦小牧方面への T 字路の信号をそのまま進み、次の直角カーブを左に入ると水明郷がある。入り口は狭いが、中はイチイ（オンコ）、サクラの老木があり落ち着いた雰囲気の公園である。発電用鉄管路の落ち口からの眺めは圧巻である。

千歳川を挟んだ対岸に見える範囲だけで約 4 km になるが、その平均勾配は約 1° である。支笏



王子製紙第一発電所から見た火碎流台地

火碎流の上面がほとんどそのまま保存されている。平坦面の直下には強く溶結した崖が露出している。

鉄管路は千歳川の河床に設置された発電所まで一気に下っている。その落差 130 m である。

### 支笏カルデラの恵み

ここまで述べてきたように支笏カルデラの魅力は実に豊富で、その恵みについては述べきれない。

なんと言っても、火山の景観と登山の楽しみがある。また、支笏湖周辺の温泉は支笏湖の水面と温泉浴槽の水面が繋がっているものがあり、このような温泉ではお湯は足もとから湧き出している。泉源の上に浴槽があるのでその薬効は抜群である。

支笏カルデラの溶結凝灰岩である札幌軟石は草創期の札幌の街の建築材料として利用された。石材であるため火事に強いというのが採用された主な理由であったようである。

現在、札幌から支笏湖に向かう国道 453 号の右側に、唯一稼働している採石場がある。

支笏火碎流台地は幸い人の手があまり加えられておらず豊かな緑が広い範囲にわたって広がっている。札幌から支笏湖への国道も千歳から支笏湖への道々も夏は緑の木々の間を通り抜けていく。

今回は触れなかったが、支笏湖周辺には様々な生き物が生息し、いろいろな植物が繁茂している。山菜やキノコの宝庫でもある。

### 参考文献

北海道地質調査業協会ホームページ 支笏湖学のすすめ  
(<http://www.do-geo.com/index.php>)

国土交通省ホームページ

"[http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/c\\_actual/index.html](http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/c_actual/index.html)" 日本の水資源の現状・課題 水資源の開発  
(<http://www.mlit.go.jp/>)

辻石材工業株式会社

(<http://www.tsuji-nanseki.com/>)

在田一則ほか (2008) ライマンと北海道の地質—北からの日本地質学の夜明け—。北海道大学総合博物館。

〔文：石井正之（明治コンサルタント株式会社）〕

# 各地の博物館巡り

## 大田市三瓶町多根 三瓶小豆原埋没林公園 (四千年前の巨大地底林)

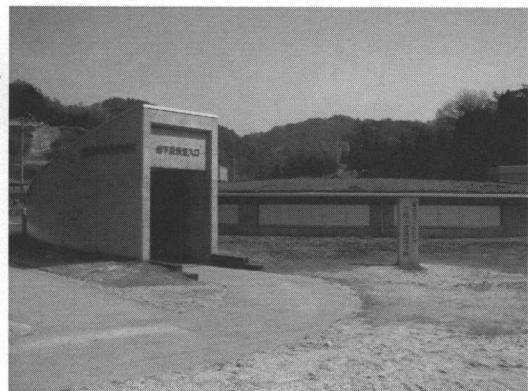


写真1 埋没林地下展示場入り口

### はじめに

中国地方の地質に係わる博物館等の中から、今回は約4,000年前の巨大地底林を紹介している「三瓶小豆原埋没林公園」を取り上げます。

この公園は、国立公園三瓶山の北麓の標高300～500mの低山地の谷間にあり、その標高は約200mです。公園には、「縄文の森発掘保存展示館」を中心に、古代バスの池（大賀二千年バス）、巨大杉根株展示棟（室内及び野外）などが配置されており、また少し高台にあがれば、三瓶山が近くに見え周辺の植生（森林）状況から容易に縄文の森がイメージされます。



写真2 公園全景。中央右の円形建物（直径30m）が展示館であり、地下に巨大杉が林立している。



写真3 野外で展示されている巨大杉の根株。

### 展示内容の紹介

展示館は、直径30m、地上1階、地下-15mの円筒状の建物であり、螺旋式の階段でおりていく構造になっています。（エレベーターも完備）

展示館の中には、約4,000年前の森林が根を張ったまま埋もれた埋没林が生きしく再現されています。三瓶小豆原埋没林は、三瓶火山の活動によって埋積されたもので、大木の幹が樹皮もそのままに残存していることが特徴といわれています。

発掘によって確認された立木状態の埋没樹は、30本であり、最も樹齢の高い樹は約600年といわれ、直径2.5m、幹高12.5mにもなります。樹種は、流木も含めると80%以上がスギで、トチノキ、ケヤキ、カシ類などの広葉樹を若干伴います。

放射性炭素法による年代測定によって、これらの樹木は、約3,500～3,700年前のものであることが判明しました。

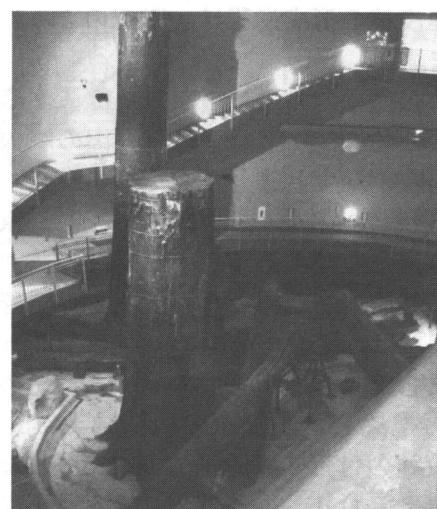


写真4 立木状態の巨樹

地下15mの位置に立って、この巨大スギを主体とする立木群を見上げると、約4,000年前の鬱蒼とした巨大樹の森が目の前に想像できます。また、木の状態はとても良くて朽ちていません。



写真5 (展示館における流下経路を示す資料)



写真6 土砂とともに流れ込んだ倒木が、立木によってせき止められた状況。片方向のみ積み重なる。  
((財)三瓶フィールドミュージアム財団資料より)

### 埋没林の形成過程

この埋没林の形成過程は、下記のように考えられています。

埋没林公園から約4km南方に位置する三瓶山の北麓で、約3,500年前、三瓶火山の噴火に伴って斜面崩壊が発生しました。その土砂は、土石流(岩屑なだれともいいます)となって三瓶川沿いの木々を倒しながら流下しました。当時、周辺では2つの谷筋(三瓶川と小豆原川)が発達しており、それらは、埋没林公園の下流約500mで合流していました。三瓶川を埋め尽くした土砂は、合流点から逆流して小豆原の川筋に入り込みました。埋没林の付近まで達した倒木を含む土砂は、勢いが衰えており、公園周辺の木々は倒されずに埋もれてしまいました。

三瓶山は、約10万年前から活動してきた火山で、7回の活動期がわかつており、埋没林に関わったのは最後の7回目の活動で約3,500年前の出来事です。

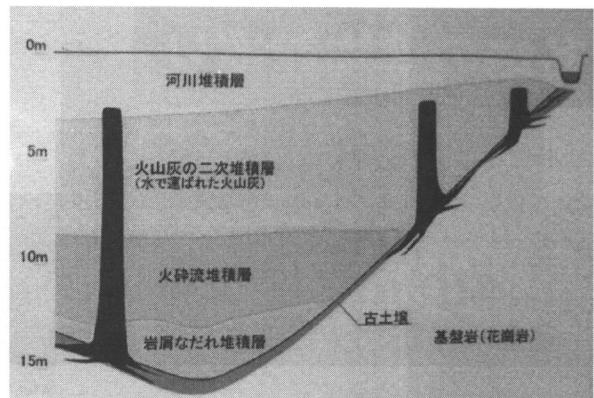


図1 埋没林の堆積推定断面図(展示館資料)

### 地質層所

埋没林を埋めている地層は、下図のように推定されています。

上から順に、「河川堆積層」、「火山灰の二次堆積層」、「火碎流堆積層」、「岩屑なだれ(土石流)堆積層」の4層に区分されます。全層厚は15m。

河川堆積層は、現河床氾濫堆積物である礫・砂・粘土等から構成されます。一部で立木の頂部を洗掘しています。

火山灰の二次堆積層は、7回目の三瓶火山の噴火で積もった火山灰が小豆原川で運ばれて堆積した層です。この層に注目です。下流の合流部がせき止められたため天然のダムができ、公園付近で6~7mも堆積し埋没林の長い幹が残りました。

火碎流堆積層は、高温(約350°程度)で流下した火山砂・礫を主体としており、水などが沸騰して抜けたと見られる二次噴気孔が多数認められます。

岩屑なだれ堆積層は、公園付近の谷を埋めた最初の堆積層です。

基盤岩は古第三紀の花崗岩が分布しています。

### 旅ネット情報

目的地：三瓶小豆原埋没林公園

国指定天然記念物の埋没林を地下展示館で公開。

入館料…………大人300円、小中高生100円

開館時間…………9:30~17:30

休館日…………火曜日(祝日の時は翌平日)

駐車場…………25台(無料)

アクセス…………① JR大田市駅より車20分

② 三瓶自然館より車15分

③ 中国道三次ICより車100分

所在地…………島根県大田市三瓶町多根

TEL…0854-86-9500, FAX…0854-86-9501

財団法人三瓶フィールドミュージアム財団

中国地質調査業協会島根県支部 月森勝博

# 車窓から見る地形・地質

## 静岡県静岡市清水区由比 JR 東海道本線（由比駅）

### 意味深い風景

徳川家康が、1601年五街道整備と宿を制定し、道としての「東海道」が誕生してから約四百年が過ぎ、家康の統治画策と共にそれぞれの宿場には人々の生活と多彩な文化が生まれている。その中の十六番目の宿である「由比」にも数多くの歴史的逸話や特異な地形・地質に起因した街道の変遷や自然災害の歴史がその風景に刻まれている。

東京から東海道線で富士川を渡り、蒲原駅を過ぎ、由比駅へ向かう途中に小さな扇状地平野が広がり、集落が密集する。車窓の左手側からは東名高速道路が併走はじめ、さらには急峻な山地が迫り、ますます海岸との距離は狭まり、東海道新幹線、国道一号および市道も併走していることに気づく。

さらに西側の蒲原駅との境には歌川広重の浮世絵で知られる景勝地であると共にかつての東海道で屈指の三大難所のひとつとされていた「薩埵峠」が右手側に近接してきて、トンネルを通過して隣町の蒲原に向かう。そんなどこにでもある風景の「由比」である。しかし、ここには情報通信網も併せ、日本の大動脈と比喩されるように情報や経済にとって重要な生命線が、狭隘部に山地と海岸に密集しているという特異な地形条件がある。



写真 1

### 地形・地質

由比地区は、日本列島を二分するフォッサマグナ帯の南西部に位置している。伊豆半島～富士山を含む南部地域は、南西日本弧、東北日本弧および伊豆・小笠原弧の三つの会合部という地質構造的な特徴を有するところである。

由比全体の地形は、平坦地が由比川沿いに僅かに分布するだけで、他は丘陵地や山地により構成されている。

標高 707 m の浜石岳から東南斜面は、中腹より上部で急傾斜、それ下方は 10° 前後のなだらかな勾配に転じて、典型的な「地すべり地形」を呈している。

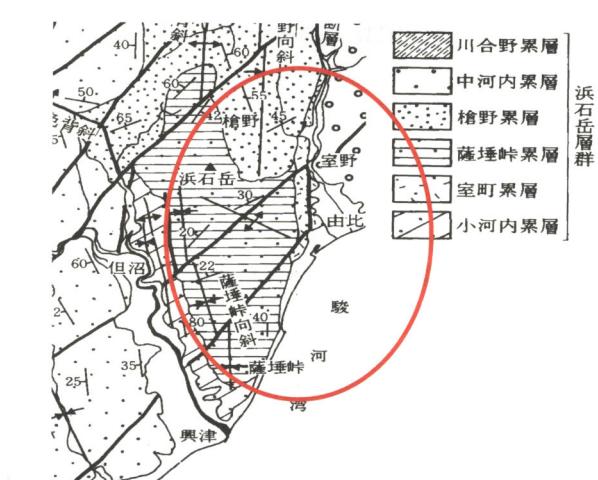


図 2<sup>2)</sup>

僅かな平坦地は、沖積層の砂礫層が分布するが、周辺山地を形成する基盤岩は、新第三紀浜石岳層群薩埵峠累層であり、砂岩、礫岩およびその互層によるが、斜面に対しては受け盤構造にある。

## すべりの歴史

由比の地すべりは、古くは安政元年（1854年）に東海地震により崩壊が発生している。また、その影響で海岸が2m隆起し、かつての磯道が復活した記録があり、人々の生活に影響を与える。その4年後の安政5年の大雨では、寺尾地区での大崩壊により大きな被害をもたらした記録が古文書で残る。その後、昭和23年、26年および昭和36年に寺尾地区、濁沢地区で大きな土石流、崩壊および地すべりが発生し、最近では昭和49年のいわゆる七夕豪雨により各所で崩壊や地すべりが発生している。被害の多くは、人家や森林・耕地であったが、特出すべきことはやはり当時の交通の要であった鉄道が土砂に埋もれ、不通を強いられた。その期間が高度成長を進める日本経済に打撃を与えていたことは想像に難くはない。

昭和36年に発生した寺尾の地すべりでは、崩壊土砂および対策工として採用された排土工の土砂搬出先に苦労されていたという。当時、トンネルでこの地区の山地を通過する計画であった東名高速道路工事で、海岸ルートに線形変更し、この土砂を海岸に埋立てに利用したという大胆な方策は、現代の事業でも発想の転換例として参考になることではないだろうか。

## 地すべりの備え

平成13年12月の中央防災会議資料によれば東海地震が発生した場合、この地域は深度6強もしくは7強が想定されている。また、平成16年度に設立された「由比地すべり対策検討委員会」の調査結果より、過去の地すべりブロックのさらに西側の薩埵峠周辺に顕著な地形が確認された。豪雨や東海地震などのより大規模な地すべりが発生することが懸念されることから国土交通省富士砂防事務所は、由比地すべり対策事業に着手し、現在順次、地質調査、抑制工および抑止工の設計が行われている。



写真2

脆弱な地質といわれる日本での自然災害対策で弱点となる生命線を維持することは、地元でも多いに期待されると同時に、問われている公共事業の役割では、大きな意味をつものと注目される。

また、由比地すべり管理センター（静岡県）と富士砂防事務所では、24時間自動計測システムにより地すべりの計測・監視が行われ、交通の要と人々の安全を守るための努力が続けられている。

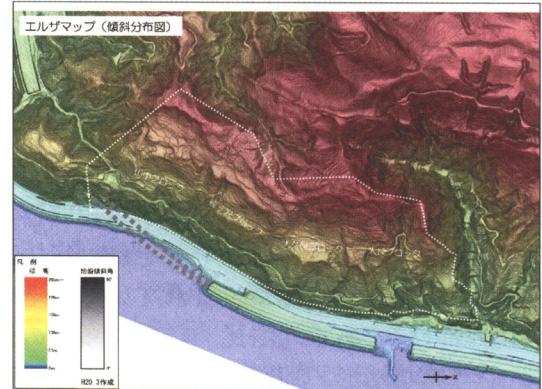


図3<sup>3)</sup>

## 自然の恵みと歴史

由比は、南向き斜面を利用して育った果樹、全国的に有名な「桜エビ」、知る人ぞ知る「倉沢の鰯」などの自然の恵みが豊富な町である。

また、今流行の幕末～明治維新逸話での江戸城開城の立て役者である山岡鉄舟ゆかりの「望獄亭」も今なお現存し、歴史的な見所も満載である。旧東海道の面影を残す街道を散策しながら、地すべり地形と複雑な交通網を眺め、おいしいものを食べる旅を楽しんではいかがでしょうか。



写真3 5月3日の桜エビまつりの様子

## 参考文献

- 1) 日本の地質4「中部地方I」共立出版(株) p3
- 2) 日本の地質4「中部地方I」共立出版(株) p99
- 3) 国土交通省富士砂防事務所提供資料

[柴田達哉 (株式会社ジーべック)]

## 8年間を振り返って・・・

ふじ　た　やす　ひで  
藤田 安秀\*

### 1. はじめに

この業界で仕事をはじめてもうすぐ8年になる。私は大学卒業後、建設コンサルタント会社に就職して「地質」と出会った。大学時代は土木工学を専攻する中で、地質とは縁のない世界ではなかったが、実際の仕事内容については、ほとんど理解していなかった。会社に入ってからの現場経験と先輩方から教わることは、教科書に載っているものではなく、現場で経験を積み重ねる毎日が、勉強であった。

今回、執筆させて頂く「私の経験した現場」では、まだまだ未熟な技術者の一人として、これまで悩みながらも、なんとか突き進んできた経験について、これからこの業界でがんばっていこうとする方々や、同じ業界で働く皆様へのメッセージと私の経験をいくつか紹介させて頂きます。

### 2. 初めての現場

入社して初めての現場は、神津島での災害復旧査定であったと記憶している。夏の猛暑の中での海岸沿いの法面崩壊の現場であった。島には東京都の職員のほか、国の査定官、事務官立会いのもと「立会」が行われた。査定官は、職員に災害状況や復旧概要の説明をうける中、現場は緊張した雰囲気であり、私は、その協議内容を野帳に必死にメモを取っていた（聞きなれない専門用語も多く、当時のメモは意味不明なものであったと思われる）。先輩達は、徹夜で設計図を修正、作成し、私は写真貼り合わせ（当時はまだネガ写真が主流であった）等を行って、手順のわからない作業を応援するばかりであった。崩れた斜面を目の前にただ、「どうするのだろう」と立ちすくんでいたのが始まりである。これをスタートとして、河川堤防や道路、砂防など、各地の地質調査、解析、設

計検討等の経験が始まった。

### 3. 三宅島での地質調査

防災を仕事として、がんばってやっていこうと地質と向き合う中、はじめの頃はすべてが不安であった。はじめてのボーリングマシン、はじめての標準貫入試験、はじめての検尺など、上司からの指示と刻々と掘りあがるボーリングコアとの間でドキドキする毎日である。当時は半信半疑の中での作業であり、コアを観察し、見えない地質構造をどう区分するか、どう繋がっていくかを地表踏査の結果や既往文献等と見比べて毎日悩んで考えていた。そんな中での平成15年から、三宅島での砂防堰堤設計に伴う地質調査のいくつかに携わるようになった。

当時はまだ火山ガスが多く発生しており、島民の帰還も行われておらず、島はほぼ島の復興作業関係者のみであった。竹芝（東京）から出港するフェリーに乗り約7時間、島に着くと「噴火の影響によりガスが発生しています。一般の方は船内から出ないようにお願いします」とのアナウンス。私は一般人ではないのかと不安を感じる中の島への上陸である。寝泊りは、脱硫装置のある共同宿泊施設でした。そこは、クリーンルームという名の広間ではあったが、シーツも十分に足りていない状況で、島内の復興作業に携わる工事作業員でごった返していた。現地調査は、ガスマスクをしたまでの作業も多く、調査と言えども防災に携わる仕事はたいへんであると痛感させられた。

三宅島では、夜中に腹痛で島唯一の病院に救急車で運ばれることもあり、数日間、午前中に点滴を打ってから現場へ出るといった経験もした思い出の多い現場である。

それから数年たった平成17年、三宅島の避難指示が解除された。私が携わったことは、ほんの一部であるが、そのニュースは、復興に携わった

\* アジア航測株式会社



写真1 復興作業中の三宅島（砂防堰堤の建設現場）

一人としてうれしいものであった。

#### 4. リベンジしたい地質

入社3年目の時にプライベートでも行ったことがなかった沖縄の業務に携わることになった。業務内容は沖縄中南部での地すべり地区の盛土調査および対策検討である。私は調査を担当し、ボーリングの現場管理、孔内傾斜計や伸縮計等を用いた動態観測、地下水観測等を行った。現場では、盛土部やその周辺に変状が確認されていた。

地質は、第三紀中新世から鮮新世にかけての海成堆積物である島尻層群の新里層で、帶緑灰色の半固結粘土を呈する泥岩からなる。ローカルネームで「くちゃ」「じゃあがる」と呼ばれる地質で、従前より、良好な支持層とみなされる反面、自然斜面では多くの崩壊・すべりが発生する地すべり頻発地帯としても知られている。

本調査地では、道路からの表面雨水等の流入により、泥岩を利用した盛土層がスレーキングによる粘土化、吸水膨張による強度低下を伴い、地すべり性の動態が発生しているものと推察された。

地質調査の結果、対策設計をする上で厄介な地質というものは多くあるが、その地形や地質とどう向き合って対策案を検討するかも、地質技術者としての悩みどころであり、腕の見せ所である。沖縄で見たこの地質もそれに当たるものであり、今振り返ってみると、もっといろいろと検討する材料があった地質であったと思われる。当時は対策工の検討までを行い、評価することが出来なかつたが、今後、リベンジしたい地質である。

#### 5. おわりに

地質調査において、何を目的としているかは重要であり、土質定数の設定や解析結果が、対策設

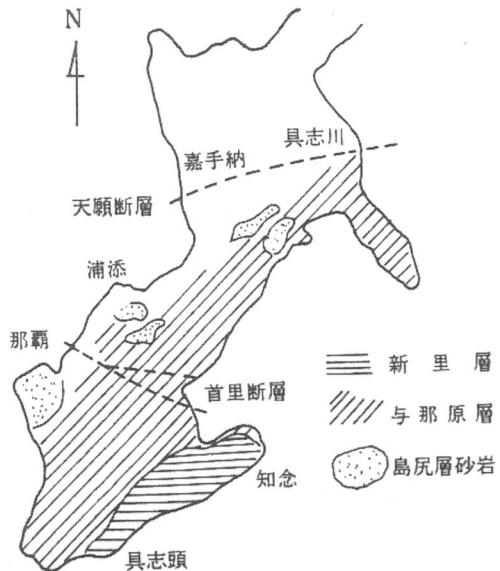


図1 島尻層群の分布略図

(土質工学会：九州・沖縄の特殊土、九州大学出版会、1983)

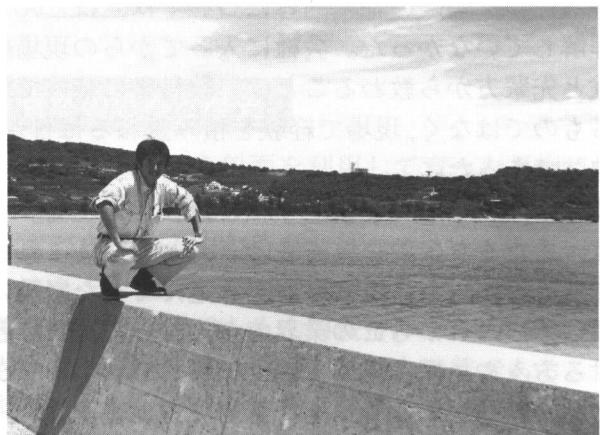


写真2 現場を背後に青い海とともに記念撮影

(現場での空き時間、かばんを開くと海パンが…。透き通る海に男一人で飛び込んだのもいい思い出である。食べ物もおいしいし、人も穏やかな沖縄。また行きたい場所である。)

計の基礎資料となり、今後の方針を左右することを思うと緊張が走る。これまで安全側の設定を行って、設計に反映する方法が取られていたが、解析手法が高度化し、よりリアルな数字の設定が求められる場面が多くなってきた。調査を担当し、その現場の地質を「見た」「感じた」者として、設計者に正確に伝えたいところである。しかしながら、真の土質定数はなかなか追い求めることが難しく、今後も悩み続ける課題であり、私自身も更に学ぶべきことが多いと感じている。

今回、執筆の機会を頂いたことは、これまでの業務を振り返り、反省する良い機会であった。今後は、先輩方が執筆しているような「私の経験した現場」を経験できるよう努力していきたい。

# 既設アンカー緊張力モニタリングシステム

藤澤 和範\*・石田 孝司\*\*・横田 弘一\*\*\*・田中 尚尚\*\*\*\*

## 1. はじめに

グラウンドアンカー(以下、「アンカー」という。)は1950年代後半にヨーロッパから導入され、今日までに地すべり対策や斜面安定対策として多数施工されている。アンカーが発揮する斜面安定メカニズムは、地中に挿入した引張材を健全な地盤に定着させ、地表面からそれを引張ることで斜面を安定化させるものである。そのため、アンカーは所定の緊張力を保持していることが重要であり、緊張力を把握し、その変化を捉えていくことがアンカー、ひいては斜面の健全性を評価していくためには不可欠である。

しかしながら、これまでに施工されたアンカー(以下、「既設アンカー」という。)の大多数は、現在の緊張力を把握できていないのが現状である。

そこで、既設アンカーの緊張力を把握すべく、既往の課題を解決し、「既設アンカー緊張力モニタリングシステム」(以下、「本システム」という。)を開発した。

なお、本システムは、(独)土木研究所地すべりチームを中心に民間企業8社(日特建設(株), 守谷鋼機(株), ライト工業(株), (株)共和電業, (株)エスイー, (株)東横エルメス, 坂田電機(株), (株)東京測器研究所)との共同研究により開発したものである。

## 2. 従来のアンカー緊張力計測の課題

従来の主なアンカー緊張力計測手法は、リフトオフ試験と荷重計設置によるものがある。

### 2.1 リフトオフ試験による計測

リフトオフ試験は、油圧ジャッキによりアンカ

ー頭部を緊張し、荷重-変位曲線から残存緊張力を求める方法である。課題としては、1) 得られるデータが試験時のみにとどまり、経時的な変化を詳細に捉えることには向きであること、2) 試験のための仮設が大掛かりになる傾向があること、などが挙げられる。

### 2.2 荷重計による計測

一方、荷重計による計測は経時的な計測データを得ることができるが、1) アンカー新設時に計画的に設置する必要があり後付けができないこと、2) 設置した荷重計が計測不能になった場合、荷重計の交換が不可能もしくは極めて困難であることなどの課題がある。

## 3. システムの概要

### 3.1 システムを構成する3つの要素技術

本システムの運用イメージを図1に、概要を図2に示す。本システムは、3つの要素技術からなり、①既設アンカーに対して取付け・交換ができる「荷重計」、②荷重計を取り付け・交換するための「緊張治具」、③「計測データ取得システム」から構成される。

荷重計は、既設アンカーヘッドの外側かつラムチェアの内側に配置できる形状・寸法になっている。荷重計は、「ひずみゲージ式」、「差動トランス

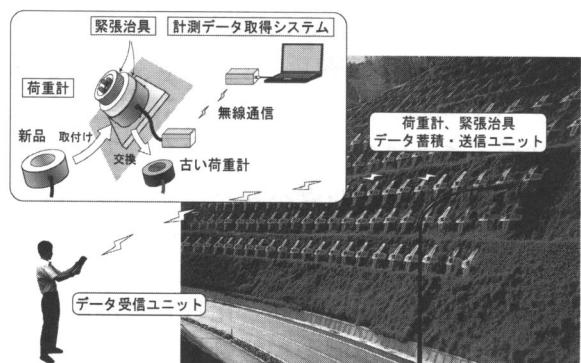


図1 システム運用イメージ

\* (独)土木研究所地すべりチーム上席研究員

\*\* 同上 主任研究員

\*\*\* ライト工業(株)・研究会会長

\*\*\*\* 日特建設(株)・研究会事務局長

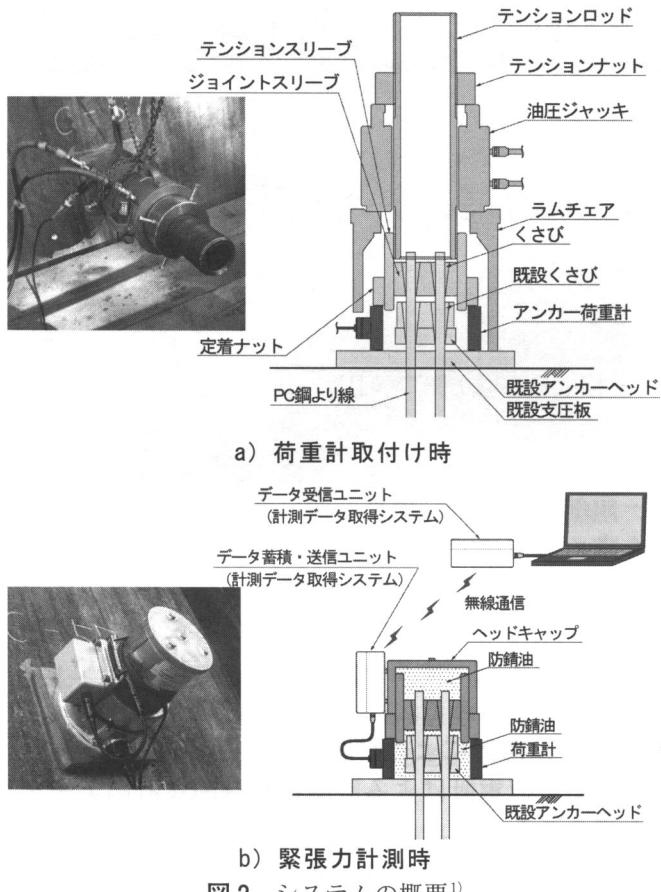


図2 システムの概要<sup>1)</sup>

式」、「油圧式」の3方式について、定格容量「500 kNタイプ」と「1,000 kNタイプ」を開発した。

緊張治具は、荷重計取付け時に使用する「ラムチア」、「油圧ジャッキ」、「テンションロッド」、「テンションナット」、また荷重計の取付けと共にアンカー頭部に存置される「ジョイントスリーブ」、「テンションスリーブ」、「定着ナット」がある。これも荷重計のタイプと対応し、「500 kNタイプ」と「1,000 kNタイプ」を開発した。

計測データ取得システムは、「データ蓄積・送信ユニット」と「データ受信ユニット」から構成される。アンカー緊張力の計測データは、アンカー頭部に取付けられた「データ蓄積・送信ユニット」にて計測・保存され、50 m程度の遠方から「データ受信ユニット」で任意に取得できる。

### 3.2 システムの特徴

本システムは、既設アンカーに荷重計を取付け・交換できるほか、次の特徴を有している。

特徴①：アンカーに導入されている緊張力を低下させることなく荷重計の取付け・交換が可能

特徴②：従来の同規格品と比較し、油圧ジャッキ等が小型かつ軽量

特徴③：簡易なデータ収録装置でデータを蓄積

し、さらに計測データを無線通信により遠隔から取得可能

### 3.3 アンカー緊張力の測定方法

通常、アンカー緊張力はアンカーヘッドから支圧板に作用しているが、本システムは既往のリフトオフ試験を応用し、緊張治具の特殊な構造により荷重計にアンカー緊張力を移行させることを可能にした。具体的には、円筒形の荷重計を既設アンカーヘッドの外側に配置し、PC鋼より線の余長部に取付けたジョイントスリーブ、テンションスリーブ、定着ナットを介し、荷重計にアンカー緊張力が伝わる構造としている。

荷重計の取付け手順としては、まず先行してリフトオフ試験を実施してアンカー緊張力を求め、それを指標に荷重計設置時の緊張力を決定する。なおこの時、あらかじめ荷重計取付けに必要な緊張治具を組立て、ラムチア内に納めておく。次に、リフトオフさせた状態（既設アンカーヘッドが既設支圧板から浮いた状態）で、定着ナットを締付けて荷重計に接触させる。そして、油圧ジャッキの圧力を解放してアンカー緊張力を荷重計に伝達させる。

その後、油圧ジャッキ等を撤去し、専用ヘッドキャップにて頭部処理を行う。また、データ蓄積・送信ユニットと荷重計を接続し、計測を開始する。

### 4. おわりに

今後、アンカーおよびアンカーにより安定対策された斜面の維持管理を行っていく上では、アンカー緊張力のモニタリングは必須項目であり、その重要性は益々高くなっていくと考えられる。

この度、「既設アンカー緊張力モニタリングシステム運用マニュアル（2010）」<sup>1)</sup>を作成し、「既設アンカー緊張力モニタリングシステム研究会」を設立した。

アンカー管理者及び斜面防災に携わる技術者等の関係者にはぜひ本システムを活用した効率的な維持管理を実施して頂きたい。

### 参考文献

- 藤澤和範・石田孝司・窪塚大輔（2010）：既設アンカー緊張力モニタリングシステム運用マニュアル、土木研究所資料 第4171号。

※参考文献は下記URLよりダウンロードが可能です。

<http://www.db.pwri.go.jp/kenkyu/indexD.asp>  
ページ内のキーワードに“アンカー”と入れて検索すると見つけることができます。

# 崩壊斜面の緊急計測手法「RE・MO・TE2」

藤澤 和範\*・石田 孝司\*\*・下村 博之\*\*\*・坂東 和郎\*\*\*\*

## 1. はじめに

地すべり等の斜面崩壊地において、人命救助、河道閉塞解消、道路通行確保などのために、その末端部で土砂除去作業を緊急に行う場合がある。通常、このような崩壊斜面では、動態監視のために伸縮計や傾斜計などの計測装置が設置されるが、この設置作業自体が二次災害に巻き込まれる可能性のあるリスクの高い作業となる場合がある。

そこで、土木研究所では平成17~18年度に民間企業との共同研究により、計測用の標的を遠隔から安全かつ精度よく設置し、これをトータルステーションによって計測する技術を開発した。この技術を「RE・MO・TE2(リモートツー: Remote Monitoring Technology 2)」と称している。

なお、本技術は、(独)土木研究所地すべりチームと、民間企業3社((株)興和、(株)パスコ、(株)レイディック)との共同研究により開発したものである。

## 2. RE・MO・TE2の概要

本技術のイメージを図1に示す。計測の視準点となる標的(ターゲット)は、インクを斜面の岩盤や岩塊へ塗布することにより設置する。このインクを封入したペイントカプセルをクロスボウ(洋弓)の矢の先端に取り付け、安全な位置から対象に向けて射出し、矢が対象に当たった際のガラスカプセルの破壊によりインクが付着し、計測用の標的が形成される。そして、計測対象に設置した標的をノンプリズム型トータルステーションに

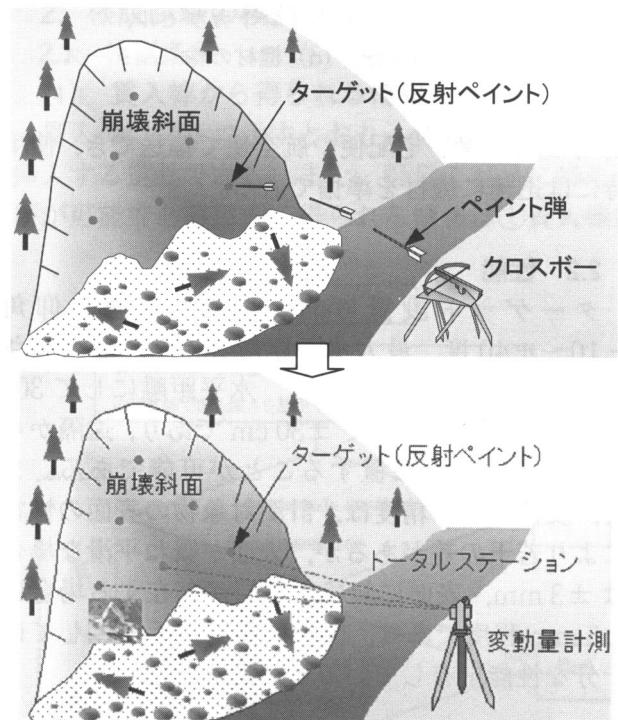


図1 RE・MO・TE2の計測イメージ

より観測し、その変動を精度良く計測する技術である。

### 2.1 機器の構成

RE・MO・TE2は、クロスボウ、矢、ペイントカプセル、発射台(図2, a~c)およびノンプリズム型トータルステーションから構成される。ペイントカプセルに封入しているインクには、トータルステーションのレーザー光の反射率を向上させるため、再帰反射の効果を期待できる直径50μmのガラスピーブを混入している。また、インクの色は、約50m離れた地点でのレーザー光の反射強度が最も高かった桃色の他に、視認性に勝る白色と黄色を用意する予定である。

また、機材一式を収納する専用ケース(図2,

\* (独)土木研究所地すべりチーム上席研究員

\*\* 同上 主任研究員

\*\*\* (株)パスコ・研究会会長

\*\*\*\* (株)興和・研究会事務局長

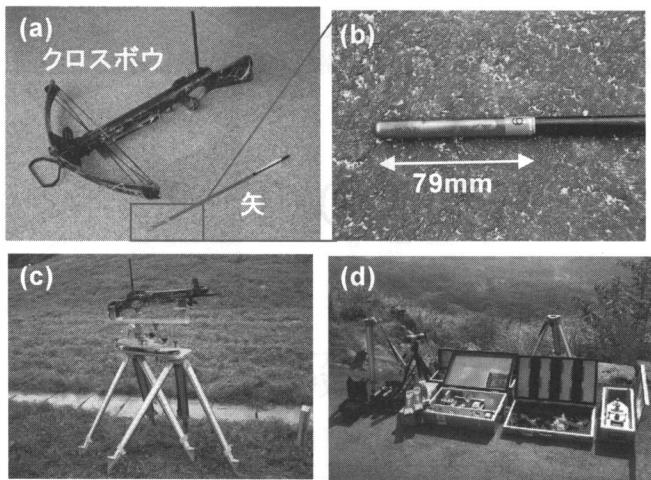


図2 RE・MO・TE2の機材

- (a) クロスボウと矢,
- (b) ペイントカプセル,
- (c) 発射台への設置状況,
- (d) 機材の輸送用ケース

d) があるため、宅配便や航空便で輸送でき、使用時には迅速に機材を準備できる。

## 2.2 性能

ターゲット設置可能範囲は、見通し仰角 $-10\sim+40$ 度、最大水平距離360m、最大高さ130mである。設置精度は、水平距離にして300m離れた地点において $\pm 30$ cmであり、遠隔から精度良く標的を設置することが可能である。また、変位計測の精度は、計測対象物の表面の性状により若干の差があるが、表面が概ね平滑な場合は $\pm 3$ mm、表面に起伏や亀裂が存在する場合は $\pm 5$ mm程度であり、緊急的な計測手法としては十分な性能を有しているといえる。

## 3. 設置手順

RE・MO・TE2を用いた計測用ターゲットの設置手順は、以下の通りである。

- ①計測ターゲット設置位置の決定
  - ②機材組立
  - ③目標点までの斜距離と見通し仰角の計測
  - ④発射仰角の決定
  - ⑤発射仰角と水平角の調整
  - ⑥発射
  - ⑦計測ターゲット確認
  - ⑧目標点までの斜距離と見通し仰角の計測
- は、ハンディータイプのレーザー距離計を利用し、
- ④発射仰角の決定には、発射試験と矢の軌道計算から求めた軌道曲線の早見表<sup>1), 2)</sup>を利用する。

機材組立から1回目発射までに要する時間は20~30分、10点程度の観測点の設置に要する時



図3 地震により岩盤が崩落した斜面での実施例

間は2~3時間程度であり、安全かつ迅速な観測体制の確立が可能である。

## 4. 適用事例

本技術を開発して依頼、現場での試験的な適用も含め5箇所で実施している<sup>2)</sup>。場所は様々であるが、採石場の崩落斜面や地震により岩盤が崩落した急崖斜面(図3)、地すべりにより河川に堆積した崩土の除去作業中における監視などの場で実施している。

## 5. おわりに

本技術については、「地すべり地末端の崩落斜面における地盤変位の計測手法マニュアル(2007)」<sup>1)</sup>を作成し、「RE・MO・TE研究会」を設立した。本技術の詳細については、以下のウェブサイトを参照いただきたい。

[http://www.pwri.go.jp/team/landslide/kanrisya/remote2/remote2\\_zone.htm](http://www.pwri.go.jp/team/landslide/kanrisya/remote2/remote2_zone.htm)

地すべり地だけではなく、岩盤崩落や急傾斜地の人力による計測ターゲットの設置が不可能な斜面や、現場への立ち入りが困難な場所で変位計測を行うには、有効な手法であるため、広く活用していただきたい。

## 参考文献

- 1) 藤澤和範・石田孝司・樋口佳意・池田学(2007)：地すべり地末端の崩落斜面における地盤変位の計測手法マニュアル、土木研究所資料 第4072号。
- 2) 樋口佳意・藤澤和範・斎藤浩之・坂東和郎・下村博之・榎仁一・坂田岳夫・金子綾一(2008)：崩壊斜面の緊急計測手法「RE・MO・TE2」の活用事例、土木技術資料、Vol. 50, No. 4, pp. 52-53

\*参考文献1)は上記URLよりダウンロードが可能です。

# 貫入棒による締固め度 (Dc) の簡易判定手法

国土交通省 東北地方整備局 東北技術事務所  
品質調査課 品質検査係

## 1. はじめに

河川堤防は、自然の生成物からなる土の不均一材料で構成された歴史的構造物としての性格を持っている。また、防災構造物としても社会的な重要性も高い。しかし、土は水との相互作用により非定常に変化し、時には豪雨により水が堤体に浸透して堤防の破壊が生じることがある。さらに地震などによる地盤の緩みで安定性の低下などが起これえることがある。

日常、河川堤防の盛土状態を把握し、災害の未然防止のために河川巡回点検を行っているが、河川堤防が長大であること、盛土の状態を簡易に判定することが難しいことから、盛土の状態を把握することは容易ではなかった。このため堤防の状態を把握する手法として「貫入棒による河川堤防の健全度評価事例」<sup>1)</sup>が報告されていることから、本報告はこれにヒントを得て「貫入棒と締固め度」に着目し、一般的な現場密度測定器等を必要とせず、貫入棒の貫入深さから簡易かつリアルタイムに締固め度を推定可能とするものであり、河川の日常管理における簡易な点検手法の一つとして紹介するものである。

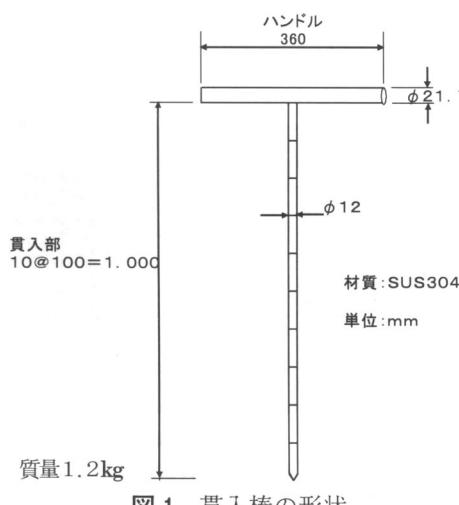


図 1 貫入棒の形状

## 2. 検証試験の検討フロー

### 2.1 検討条件

#### (1) 貫入棒から得られる情報

貫入棒は図1に示すとおり、体重を加えて土に挿入する道具である。また、軽量で容易に持ち運びが可能である反面、得られる情報は①貫入棒に

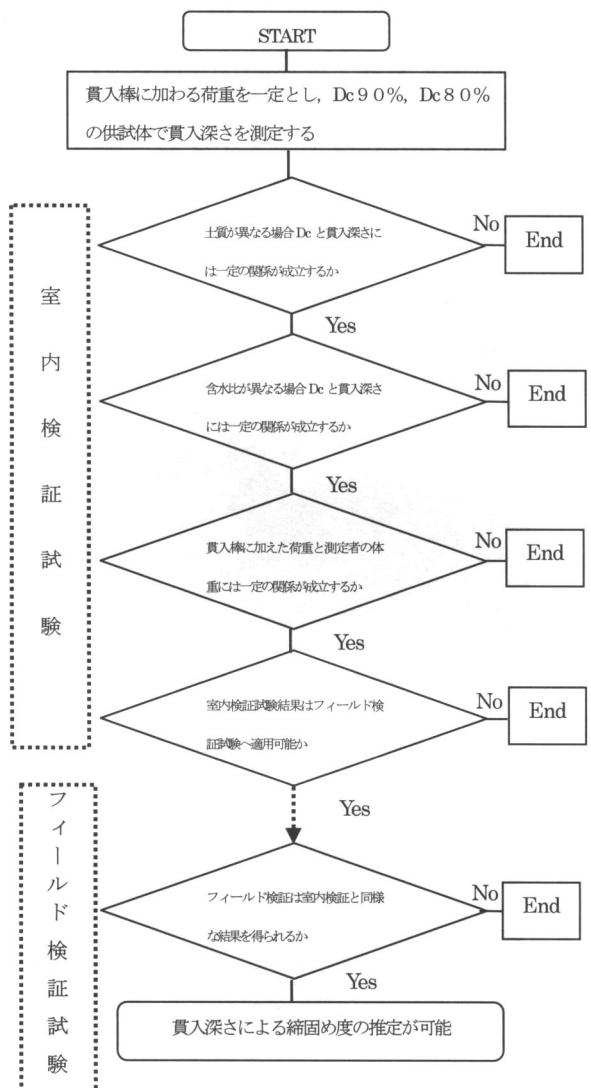


図 2 検証試験の検討フロー

加えられた荷重、②土中への貫入深さである。

## (2) 供用後の盛土の締固め度に影響する要因

①土質の違い、②含水比状態が考えられる。

貫入棒から得られる情報と締固め度に影響する要因との間に一定の関係が成立しなければ、締固め度を推定することは不可能であるため、図2に示す検討フローにより検証試験を実施した。

## 3. 室内検証試験結果

室内検証試験におけるパラメーターは、貫入棒による「荷重」、「貫入深さ」と締固め度による「土質」、「含水比」の4項目がある。

同時に3つ以上の組み合わせで室内検証試験を実施すると複雑となるので、「荷重を一定(40 kg, 50 kg, 60 kg)」にして試験を実施した。

### (1) 土質の違いによる貫入深さとの関係

対象とする土質は、実際の河川堤防(阿武隈川、吉田川)から「礫質土」「砂質土」「細粒土」の3種類を選定した。それぞれの土質に対してDc 90%とDc 80%となるように供試体を作製し、基準分銅により荷重を変化させ、貫入深さを測定した。写真1に室内貫入状況を示す。なお、供試体作製に用いたモールドは、直径30 cm 高さ60 cm の2つ割れのタイプを用いた。



写真1 室内貫入状況

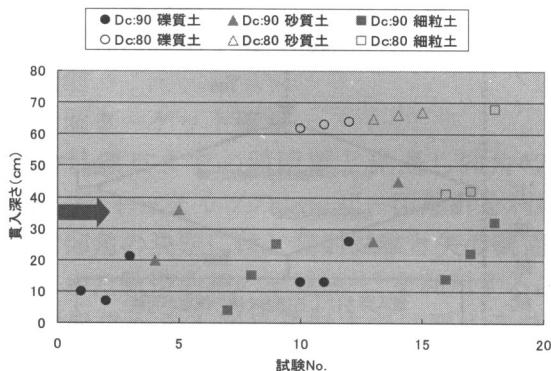


図3 土質の違いと貫入深さ

図3に示すとおりDc 90%とDc 80%では、土質の違いに関係なく、30~40 cm境に貫入深さによるグループ分けが可能である結果となった。

### (2) 含水比と貫入深さとの関係

試料条件は、「土質の違いによる貫入深さとの関係」で用いたものと同様である。含水比は、乾燥側、最適含水比、湿潤側の3水準とした。

図4に示すとおりDc 90%とDc 80%では、殆ど含水比には関係なく、30~40 cmを境にグループ分けが可能となった。

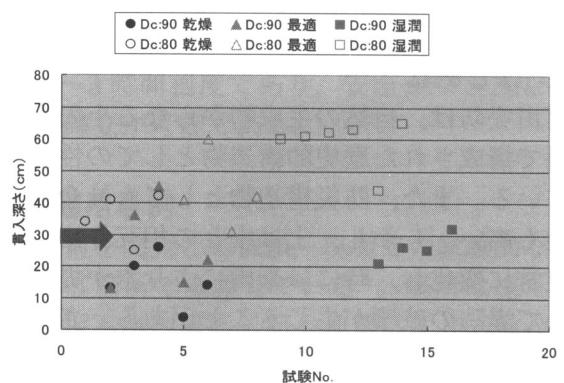


図4 含水比の違いと貫入深さ

### (3) 荷重と測定者の関係

貫入棒に加える荷重を一定(40 kg, 50 kg, 60 kg)としているが、実際の測定においては、測定者が異なれば当然貫入棒に加えられる荷重も変化する。そこで、荷重と測定者の関係について検証を行った。図5に示すとおり、荷重と測定者の体重の両者には相関関係が認められた。

図2の室内検証試験の検討フローに示したパラメーター「土質」「含水比」「荷重」「貫入深さ」の全てについて、一定の関係が成立することが確認できた。これらの関係が現地の河川堤防においても同様な結果となるか、フィールド検証試験を行った。

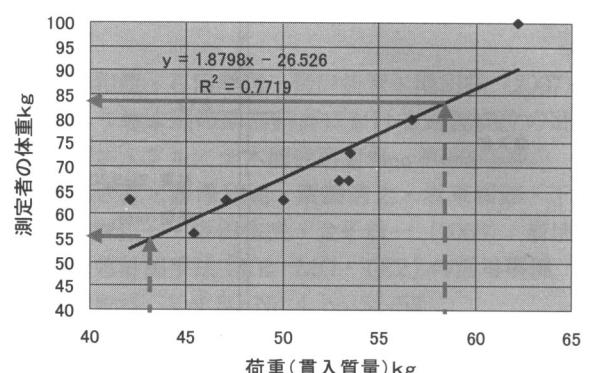


図5 荷重と測定者の体重

#### 4. フィールド検証試験結果

フィールド検証試験は、実際に河川堤防において測定者4名および基準分類を体重換算したものを含む1,080回の貫入試験を実施した。図6に示すとおり、貫入深さ30cmを境にグループ分けが可能であり、室内検証試験と同様の結果となった。このことから、測定者の体重が55kg～80Kg（破線枠内エリア）であれば、盛土内への貫入深さ30cmを目安に、締固め度が85%以上であることが簡便に推定可能であることが分かった。

●粘性土、■砂質土、▲礫質土(Dc85%以上)  
○粘性土、□砂質土、△礫質土(Dc85%以下)

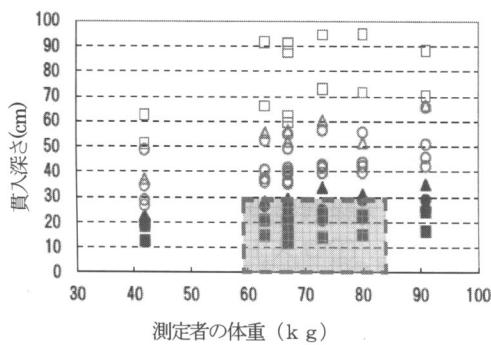


図6 フィールド検証試験結果



写真2 フィールドにおける貫入棒の使用状況

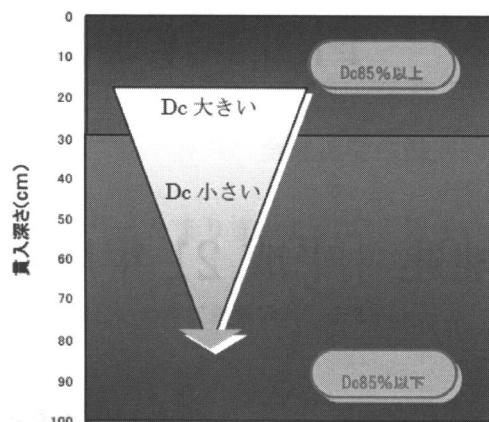


図7 Dc推定案

#### 5.まとめ

室内およびフィールド検証試験結果より①土質を選ばず ②含水比を選ばず ③測定者を選ばずに“貫入棒を挿すだけで締固め度が簡単に推定できる”ことが確認された。一般の密度測定器のように、締固め度自体を数値で確認することはできないが、河川土工の管理基準85%を満足しているか否かについて、簡便に推定する事が可能である。また、河川巡視の際に、適宜「貫入棒」を使用することで、堤防表面の異常の判定が可能であり、さらにモニタリング効果も期待できることから、今後の現場点検手法の一つとして有効であると考えられる。図7にDc推定案を示す。

#### 参考文献

- 1) 全地連「技術eフォーラム2005」(仙台)発表資料「貫入棒による河川堤防の健全度評価事例」小野哲治, 平出 亜, 三浦 剛