sabo

Vol. 107 7. 2011

論　説

土砂災害と危機管理

TOPICS

- 改正土砂法による新たな取り組み
  ――土砂災害緊急調査
- 奄美大島土砂災害現場報告ついて
- 浅間山ロールプレイング方式
  防災訓練について

技術ノート

表層崩壊予測精度向上のための斜面土壌水分空間分布計測

歴史探訪

斜面環境 山の辺の道「1」

財団法人 砂防・地すべり技術センター

sabo
Vol. 107
Apr. 2011

Contents

1 巻頭言
天災を忘れないようにするために
平野 啓子 語り部・大阪芸術大学 教授・武蔵野大学非常勤講師

2 論説
土砂災害と危機管理
牧野 裕至 (株)社会安全研究所 上席研究員

8 TOPICS
改正土砂法による新たな取り組み
――土砂災害緊急調査
越智 英人 国土交通省砂防計画課地震・火山砂防室 課長補佐

12 奄美大島土砂災害現場報告
嶋 大尚 (財)砂防・地すべり技術センター 砂防部 技術課長代理

15 浅間山ロールプレイング方式防災訓練について
㈶砂防・地すべり技術センター 綜合防災部
瀬戸 秀治 総合防災部 技師
安養寺 信夫 総合防災部 部長
吉田 真也 総合防災部 課長代理
池田 一 総合防災部 技師

20 連載エッセイ❷
くらしと水――よもやま話
尾畑 納子 富山国際大学 現代社会学部 教授

22 技術ノート
表層崩壊予測精度向上のための
斜面土壌水分空間分布計測
小杉 賢一朗 京都大学大学院農学研究科 准教授

30 歴史探訪
斜面環境 山の辺の道「1」
中村 三郎 防衛大学校名誉教授・理学博士

36 海外事情
スリランカ国の防災事情 土砂災害対策を中心として
綱木 亮介 (財)砂防・地すべり技術センター 斜面保全部長

39 台風委員会と参加国の土砂災害担当機関
比留間 雅紀 (財)砂防・地すべり技術センター 企画部 国際課長

42 世界の土砂災害(2011 その1)
㈶砂防・地すべり技術センター 企画部国際課

43 CENTER NEWS

47 編集後記――市ヶ谷便り

表紙の写真
撮影者：向井 啓司
(財)砂防・地すべり技術センター
斜面保全部 課長
撮影日：2008年6月17日
場　所：徳島県三好市東祖谷
(旧東祖谷山村)菅生名頃
概　要：吉野川支川祖谷川上流に
架かる「奥祖谷二重かずら橋」の
うち女橋

巻頭言

天災を忘れないようにするために

平野 啓子 ひらの けいこ
語り部・大阪芸術大学 教授・武蔵野大学非常勤講師

今年3月11日に起きた東日本大震災で、予想を超えた大津波により多くの方々が犠牲になった。今なお続く行方不明者の捜索。避難生活も長期化する見通し。負けるな！と声をかける一方で、誰もが無力感を感じていると思う。ただただ一日も早い復興を祈るばかりである。昔から日本は幾多の災害を乗り越えてきた。世界でも、これほど多様な自然災害が発生する国は稀である。台風、集中豪雨、地震、津波、火山噴火、豪雪……そしてそれによる地すべり、土砂災害、洪水などもある。地震が多く、火山活動も活発なのは、日本がプレート境界に位置するためだという。地形が急峻なことや、火山灰が堆積している地質、降水量の多い気象など、災害がいつどこで起きても仕方ないような条件を抱えている宿命でもある。「日本書紀」に地震の記録があるし、「古事記」のヤマタノオロチは川の氾濫のことを言っているともいわれている。今は、津波に関心が集中しているが、これからの季節、山津波といわれる土砂災害のことも気になる。

「sabo」に執筆するに当たって、以前から気になっていた「崩れ」（幸田文作）を熟読する機会を得たのは、「語り」を職業にする私には嬉しい限りだ。富山の鳶山の崩れなど、有名な崩れがいくつも綴られていて、著者が70歳を過ぎて崩れに魅かれた理由、自然への畏怖の心が伝わってくる。幸田文の父、露伴が描いた「五重塔」は既に何度も上演しており、風雨にびくともしない五重塔を建立する大工の姿に感動する、と最近特にリクエストが多い。「崩れ」と、このタイミングで出会うのは何かの縁か。これもいつか上演したい。

人は自然の猛威の前にはきわめて弱い存在だ。人工的な構造物による対策も必要だが、危険が迫ったときには、早めに安全な場所へ避難するしかない。

災害の体験を伝え続けることは、とても大切である。前述した「崩れ」には、作者自身が若いときに、長雨が続き、東京・伊皿子（いさらご）の傾斜地にある自宅の家の中に、腰の高さまで土砂が崩れて入ってきた経験が書かれている。土から足を抜くのが容易ではなかった様子などが手に取るようにわかる。まさかと思えるような都心部での土砂崩れの貴重な記録だ。

沼津出身の私は、子どものころ、津波が来たときの心得を大人からよく聞かされていた。夏休みの海水浴場で、浮き輪で遊んでいるときに、サイレンが鳴れば、一目散に引き上げる準備をした。津波の教訓は地元の民話にもある。例えば、伊豆下田の「波きり地蔵」。親孝行の息子が、見知らぬ老人から「津波が来る。高いところに逃げなさい」と忠告される。息子が山に登ると、しばらくして大津波が村を襲う。また老人が現れ、「波は何度も来るから戻るな」と言う。その老人は昔から村に祀られていた波きり地蔵だった、という話だ。津波と聴いたら、ともかく一刻も早くひたすら高台へ逃げ続けなさい、という普遍的な教訓の民話で、犠牲者を一人でも少なくしたいとの願いを込めて伝えられてきたものだ。

スマトラ沖地震の際に注目された「稲むらの火」の話も、明治三陸地震津波の被害に心を痛めた小泉八雲が、和歌山県に伝わる故事から英文で書き残したものだ。また、同じ和歌山県で、約120年前にトルコの船エルトゥールル号が難破したときに、トルコの人を日本人が助けた話は両国で伝えられていて、現在の友好親善に結びついている。私や私の語りの仲間は、「稲むらの火」「エルトゥールル号海難事件」「波きり地蔵」など防災や共助に役立つ話を、国連防災世界会議や日本ユネスコ国内委員会、東京消防出所式、防災講演など語りのボランティア活動として語っている。

内閣府中央防災会議「災害教訓の継承に関する専門調査会」では8年間にわたり、過去の25の災害についての調査を行い、昨年度、報告書をまとめた。防災の専門家でない私も参加させていただいたが、引き続き、先生方の資料提供に基づき、子どもにもわかりやすい短い体験集を作成することになった。「天災は忘れたころにやってくる」と昔からよく言われるように、絶えず災害教訓を伝え続けることが各人の「心の備え」につながる。

そして、なにより命を守るための日頃からの訓練が大事だ。私は今、芸能・文化人で構成する「がんばれ消防応援団」の一員であるが、消防職員や消防団員の消火、水防、救助などの訓練を間近に見ると、とても頼もしい。その訓練で培われた力をもって、災害発生時には、取材カメラも踏み込んで行けないようなところまでどんどん入って救助活動をするのだ。自衛隊、警察もそうなのであろう。このほか、「人命を守る」ためには、私たち国民一人一人も、ハザードマップなどにより身近な防災に関する正しい知識を持つとともに、避難訓練などに進んで参加することが大切である。

論説

土砂災害と危機管理

牧野 裕至
まきの ひろし
㈱社会安全研究所 上席研究員

はじめに

土砂災害の現場は悲惨です。土砂災害は人の命を一瞬のうちに奪うのみならず、地域とそこに育った文化を破壊します。日本は古くから各地で毎年のように土砂災害が発生してきました。土砂災害の防止や被災からの復興は長年の間に日本国民の生活の中に組み込まれ、日本人の歴史観や世界観にも影響を及ぼしてきました。

命を大切にする考えは、現代においては普遍的なものとなっており、今回の東日本大震災を通じて、益々大きなものとなっていると感じられます。砂防・防災に対する要求レベルは高まるばかりです。

今回の東日本大震災は大きな衝撃でしたが、短期・局所的合理性だけでは私たちの暮らしが成り行かなくなっていることを示唆しているように思えます。こうしたなか、私たちの生活や価値観に大きな重みを持ち、防災の一つの考え方を具現してきた土砂災害とその対策について、危機管理の観点から私見を述べたいと思います。

Ⅰ 危機管理

Ⅰ-1 リスク管理とクライシスマネージメント

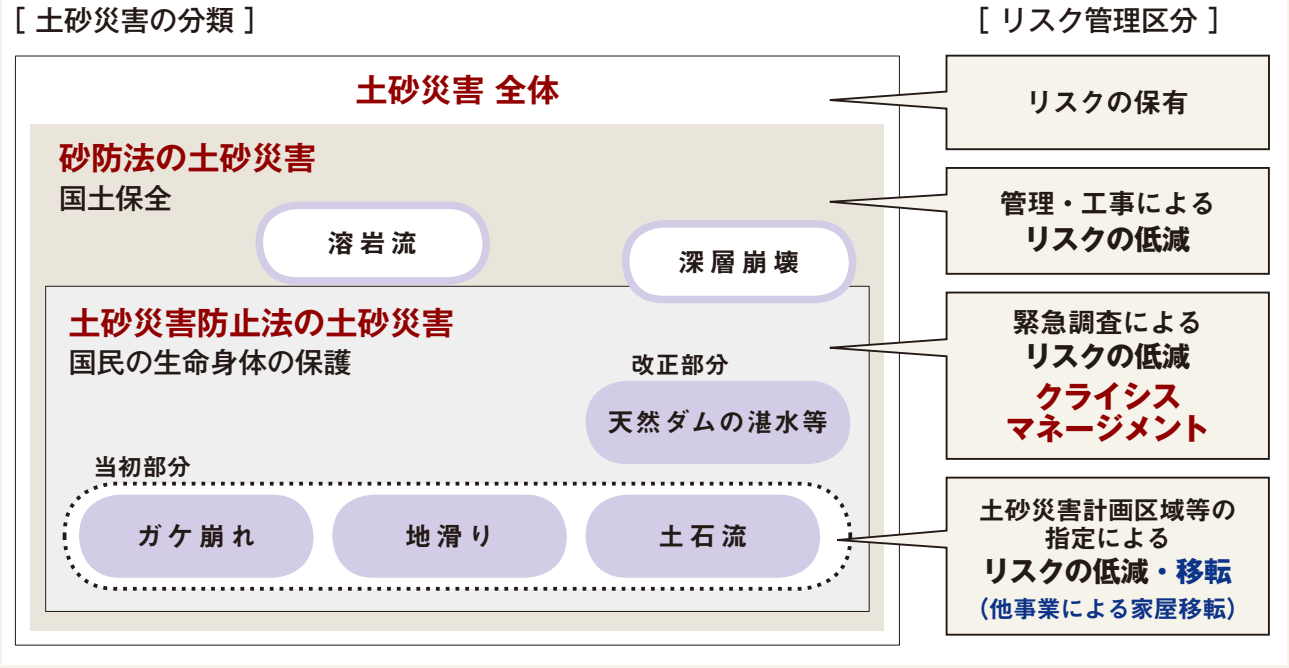
危機管理は大きくリスクマネージメントとクライシスマネージメントに分類されます。

一般的に、リスクマネージメントとは危害や損失の発生を予防（回避・低減・移転）するためのリスクの分析とその対処のことをいい、クライシスマネージメントは危機事態の発生後の対処方法のことを指します。

〈リスクマネージメント〉

土砂災害対策では、土砂災害を引き起こす可能性のある降雨等を想定し、土砂の到達する可能性のある区域を明確化しなければなりません。「土砂災害警戒区域に於ける土砂災害の防止に関する法律」（以下土砂災害防止法と言います）で、土砂災害警戒区域や土砂災害特別警戒区域を指定する事がその大きな一歩とな

図-1 土砂災害の分類とリスク管理区分



ります。土砂災害防止法は、平成13年に施行されました。10年後の平成23年当初で、土砂災害警戒区域として約22万カ所と、土砂災害特別警戒区域として約10万カ所が指定されています。砂防の管理や工事を実際に行っている都道府県の担当者が、現場を調査し、地元の人々と直接話を行いながら指定がなされます。制度を生きたものとするためには、現場での意志決定を忘れてはならないでしょう。

ところで、土砂災害の種類は土砂災害防止法に定める、がけ崩れ・土石流・地滑りの三つだけではありません。土砂災害防止法は平成22年秋の臨時国会で一部改正され、本年5月1日の施行により、天然ダムの発生に伴う湛水等も、土砂災害とみなされることになりました。しかし、火山噴火に伴う溶岩流等の土砂災害については土砂災害防止法の対象とはなっていません図-1。

砂防法が対象とする土砂災害は、土砂災害防止法の土砂災害の概念より広いものとなっています。これは、土砂災害防止法では、土砂災害特別警戒区域における特定開発行為を行おうとする民間事業者に、一定の対策を行う条件のもとで開発を認めていることに対し、砂防法では国（国土交通大臣）が国土保全の観点から砂防指定地の指定を行い、また、都道府県との役割分担のもとにそれぞれが管理や工事の主体となり、溶岩流や深層崩壊等を含んだ幅広い土砂災害に対し対策を行うことに起因しています。

〈クライシスマネージメント〉

火山噴火により大量の火山灰が山地に堆積して大規模な土石流が発生する、あるいは地震等により大規模な天然ダムが発生するという事態となり、その状況が刻一刻と変化するような場合はクライシスマネージメントのレベルとなります。このような例として、雲仙岳、有珠山、三宅島の噴火に伴う土砂災害対策や、中越地震や岩手・宮城内陸地震における天然ダムの緊急対策等があげられます。

こうした事態の危機管理水準を向上させるため、平成22年に土砂災害防止法を一部改正し、国土交通大臣または都道府県知事が、土石流、地滑り又は河道閉塞による湛水を発生原因とする、重大な土砂災害の急迫した危険が予想されるときは、重大な土砂災害が想定される土地の区域及び時期を明らかにするための、緊急調査を行うこととなりました。土砂災害防止法が平時

のリスクマネージメントのレベルから緊急時のクライシスマネージメントをも含んだ法律に脱皮したのです。

砂防は上記のような現場を通じ、数年に一度危機的な状況を経験しています。その経験や知識が、国の行政や研究機関、財団法人等に蓄積され、さらに、新たな研究・開発が進められていくことになります。

しかし、今回の東日本大震災の津浪（常用漢字の表記は津波ですが、ここではあえて津浪と記述します。宮古市姉吉地区に残る津浪の教訓が記された石碑には「大津浪記念碑」となっています）でもわかるように、発生事象が数百年から数十年に一度の災害に対しては、その知見の蓄積・伝承・研究開発が難しくなります。クライシスマネージメントに当たって留意すべきでしょう。

Ⅱ 危機管理

危機管理の段階は以下のものがあります。

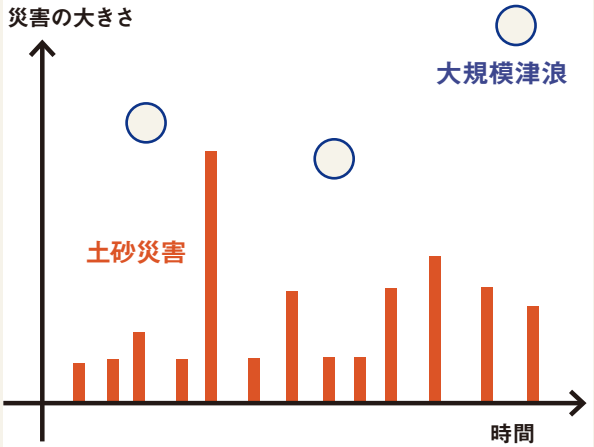
1：想定・予防
2：発災時の評価・判断・行動
3：復興
4：再評価

それぞれの段階ごとに危機に対する評価を行い、各段階それぞれの実施状況を踏まえ、次期段階にフィードバックすることが不可欠です。自然は多様ですから、規模においても性質においても前回の災害と同じものが次回も発生するとは限りません。また、被災者となる私たちの生活も日々環境変化しています。土砂災害は、自然現象と人間の生活の接点で起こる災害である事に留意し、技術の向上を図らなければなりません。

Ⅱ-1 想定・予防

どのような事象を想定するか。東日本大震災では津浪の規模が想定外であったとよく聞きます。津浪は海溝周辺を震源とする地震を契機として発生することが多いため、ある大津浪から次の大津浪までの再現期間が長くなり、想定規模を決定することが困難となっています。北海道から千葉県の太平洋沿岸部にかけ被害を及ぼした津浪としては、今回の東北地方太平洋沖地震以前には、51年前の昭和35年、チリ津浪が起こりました。さらにさかのぼると、チリ津浪から27年前、昭和8年の昭和三陸津浪、そして、その29年前、明治29年の明治三陸津浪となります。

図-2 発生頻度と被害規模　土砂災害と大規模津浪



これに対して、土砂災害は、毎年どこかで発生し、何年かに一度は大規模土砂災害が起こっています。津浪に比べて頻繁に発生するため、過去の統計から、その到達範囲や建築物に作用すると見込まれる力をある条件の下で想定することができます。また、ある程度の降雨等があれば、土砂災害が発生する確率が高いことから、ガケ崩れ等の日常的に発生する土砂災害については、全国一律に法の網をかけることが可能となります。平成11年当時土砂災害防止法はこの考え方で作られました。

平成20年の岩手・宮城内陸地震に伴う天然ダムの発生は記憶に新しいと思いますが、その前に天然ダムが発生したのは平成16年の中越地震の時でした。このように土砂災害は、津浪等と比較しますと頻度が高く発生しますので、計画規模や土砂の到達範囲等の情報を収集分析・研究しやすいといえます図-2。

しかし、実際問題として、大規模な土砂災害の予知・予測を、何時・何処で・どの程度といった具体的レベルで行うことは非常に困難です。

土砂災害防止法の改正がなされ、危機管理の概念は導入されましたが、その困難性に変化はありません。

写真-1 左：復興当時（平成17年）と、右：現在（平成23年）の山古志

昨年「深層崩壊」の全国調査結果が発表されました。深層崩壊による土砂災害は、一旦発生すると被害が大きくなるため、今後も地道な調査・研究を続けていくことが欠かせません。

Ⅱ-2　発災時の評価・判断・行動

大規模な土砂災害において、発災の評価・判断は高度な技術が要求されます。降雨等によって崩壊が発生した場合、それが再度崩落する可能性があるのかどうか。たとえば、最初の崩壊によって、人が土砂の下敷きになっている可能性があり、一刻も早い救出が必要な場合などでは、その判断が救出に向かった人々の生死を分けることがあります。過去の例として、死者60名となった昭和49年の繁藤災害があげられます。平成8年の蒲原沢土石流災害の捜索では、二次災害防止に全力を傾注するため全国から砂防の専門家が集結しました。

悲惨な災害を教訓に砂防技術も向上し、伸縮計、GPS移動計等の観測機器も発達しました。こうした技術の向上と並んで、災害の救助・救難に携わる消防団等の方々の土砂災害に対する教育や学習も進んできています。

大規模な災害における初動の大切さは、今回の東日本大震災災害でも体感しましたが、災害の大きさ、深さ、を把握した上で、社会的影響度を評価し、その対策に当たらなければなりません。岩手・宮城内陸地震における国土交通省研究機関等の速やかな調査と、それを受けての緊急的な対策工事の実施、また、今年に入っての霧島新燃岳の噴火に対する処置は、初動の大切さを実現した例と言えるでしょう。

このような実績を踏まえつつ、法整備等を含んだ各種改善を積み重ねることにより、発災時の評価・判断等の初動が迅速・的確に実施されることが期待されます。

Ⅱ-3　復興

この春、平成16年中越地震の被災地、旧山古志村を訪ねました。避難所の開設・運用、仮設住宅の建設、砂防や道路の復旧、住宅や養鯉業等の本格復旧という長い道のりを経て、山古志は静かな雪解けを迎えていました。被災から7年目の春、地域の復興への思いと、行政が互いに密接に連携した長い時間でした。こうした復興とともに、各家庭や事業主の方々の経済的・精神的復興が何処まで進捗したか、静かな検証も必要と感じました写真-1。

復興への道は決して一本のものではなくそれぞれの災害や地域によって異なったものとなっています。土砂災害に遭われた方はおそらく初めての経験でしょうし、行政、特に市町村の場合、様々な経験を組織内に持つことは困難です。しかし、よりよき復興のためには、過去の復興の道のりにおける各種課題を整理し、避難所の運営、広域的な支援のあり方等について過去の経験を蓄積し、技術の進歩を取り入れて体系化すること

図-3 砂防の考え

が欠かせません。こうした役割を、学会やボランティア等の組織が支援する体制も整備されてきています。

Ⅱ-4　再評価

再評価は大切な視点であり、過去の土砂災害も東日本大震災も冷静な再評価を行うことが必要です。

今回の東日本大震災を通じて、砂防の特色が見えてきました。

砂防は、

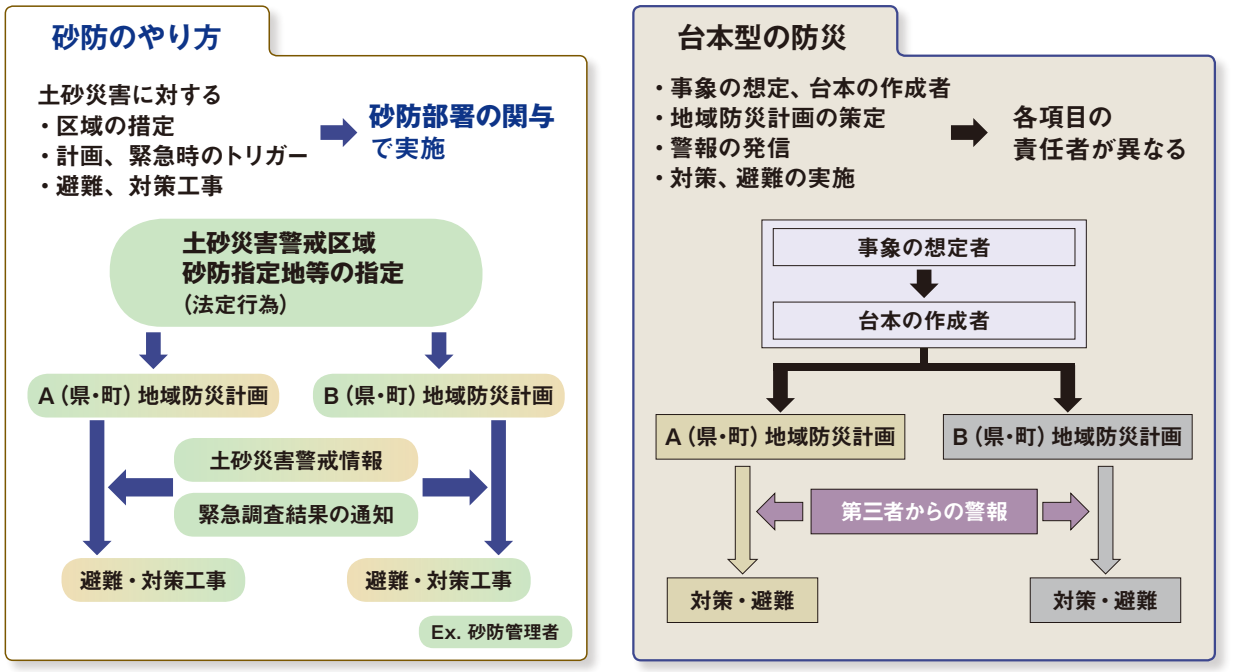
- 土砂災害を受け得る土地に立ち、山を見て過去の土砂災害がどうであったか、この山が崩れるとどのような被害が発生するか、等を
- 渓流や斜面ごとに想像・想定・計画し
- 避難場所や砂防堰堤等の施設を住民と共に計画

して行きます図-3。

土砂災害防止法での土砂災害警戒区域や砂防法等の指定に当たっては、住民は勿論、市町村・都道府県の砂防担当の職員、直轄事業にあっては砂防関係事務所職員が、地域と一体となって対策を作り上げていきます。つまり、住民から行政組織職員まで、自分たちの土地の持つ危険性と避難や砂防工事の対策によって得られる安全レベルの共通認識を持つことができます。また、対策の計画・実施に当たっても絶対安全を保証しているものではなく、コストも加味した相対的な安全を目指した対策であることも共有できると思います。また、このシステムは土砂災害を防止するための機能体としての垂直統合型の組織であり、事象の想定、避難計画と施設の策定、土砂災害警戒情報等避難の情報発信の各段階に対して、砂防管理者が深く関わることによって動きます。

ここでは、議論が現場主義であり、ボトムアップで地域と行政が共通認識を得やすくなっています。このため、大規模土砂災害が発生し危機管理の状態となり、情報や指揮命令系統に混乱が生じたとしても、住民や市町村それぞれの行動が自立的に機能することが可能です。ネットワーク型の組織とも言えましょう。垂直統合と自立的なネットワーク型組織が一体となった柔軟で冗長性（リダンダンシー）の高いシステムです。

図-4 砂防のやり方



永年土砂災害を少しでも軽減しようと地域とともに築き上げた砂防の文化といってよいでしょう図-4。

一方、台本型の防災は、

●ある地点である時刻にある一つの事象が発生するとし
●他の地区においてもその事象による被害を想定し
●その事象に対する対策を計画する

ものです。事象やそれに伴う被害の想定は大切な事ですが、ある想定をそのまま防災の計画に組み込むと、遠くで起こると想定した事象が、実際は近くで発生した場合等、各種の防災機能を確保することが困難になる可能性があります。また、台本型の防災では、ある事象を想定する人・組織と、防災の計画を策定する人・組織、事象の警報を発信する人・組織がそれぞれ異なることもあります。発生する可能性のある災害を調査・研究する事は大切な事柄ですが、成果を防災にどのように反映させていくかについて、静かな議論が必要です。

終わりに

今回の東日本大震災を契機に、国土の保全を基本とした国造りを進めることが重要となってきます。関東大震災以降の帝都復興や太平洋戦争敗戦からの復興は、次なる時代や環境に適合した時代を拓くことでした。一度作られたバランスが破壊され再度バランスを構築する、その連続動作が歴史かもしれません。

近年、専門性が著しく不当に否定されてきましたが、現下の国難・民難にあっては、全体を俯瞰しうる「専門性」の復権が必要です。少し前のことですが、鳥インフルエンザの対応等でも実感されたことと思います。

また、「短期・局所的合理性」に傾注した価値判断を、「長期・広域的合理性」も含めて見直し、双方のバランスが取れた価値判断がなされていく社会を再構築することが重要ではないでしょうか。

砂防が成してきたことは、今後の日本が選択すべきあり方を示唆しているように思えてなりません。

最後になりましたが、今回の災害で不幸にして亡くなられた方々のご冥福をお祈りすると共に、被害に遭われた方々にお見舞い申しあげます。

TOPICS

改正土砂法による新たな取り組み
――土砂災害緊急調査

越智 英人
おち ひでと
国土交通省砂防計画課地震・火山砂防室 課長補佐

1．はじめに

2011年5月1日に「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」の一部を改正する法律（以下、「土砂災害防止法」という）が施行された。

国土交通省では、霧島山と桜島について、これまでの噴火活動に対する調査を、同日から土砂災害防止法第27条に基づく緊急調査に移行した。このうち、1月26～27日に戦後最大規模の噴火があった霧島山について、緊急調査の内容及び土砂災害防止法29条に基づく土砂災害緊急情報の通知等について紹介する。

2．霧島山（新燃岳）の噴火と降灰調査

2011年1月19日から始まった噴火で小規模な降灰が発生したが、21日と22日に九州地方整備局（以下、「地整」という）及び独立行政法人土木研究所（以下、「土研」という）が行った調査では、土砂災害防止法に基づく緊急調査を行う要件には該当せず、噴火活動は一旦小康状態となった。

同26日から噴火活動が再び活発化したため、翌27日から地整及び土研による現地調査写真-1を行った。現地で単位面積当たり降灰重量を計測写真-2し、単位体積重量から降灰厚を推計したところ、新燃岳から南東方向に約20km、幅約3kmの帯状の範囲で、降灰厚が1cmを超えていることが明らかになった。降灰範囲と土石流危険渓流を照合し、降灰厚が1cmを超える範囲が、10°以上の勾配の流域面積の5割以上を占めていると推定される35渓流図-1を抽出した。

写真-1 降灰量調査（ヘリ）

写真-2 降灰量調査

3．噴火による降灰等の堆積後の降水を発生原因とする土石流災害が想定される区域の調査

地整及び土研では、35渓流を抽出後、直ちに、噴火による降灰等の堆積後の降水を発生原因とする土石流災害が想定される区域（以下、「想定区域」という）の調査に着手した。想定区域の調査は、噴火による降灰等の堆積によって流域内降灰範囲での浸透能が極端に低下、表面流が増加することによって土石流が発生し、扇状地で氾濫することを想定して実施した。

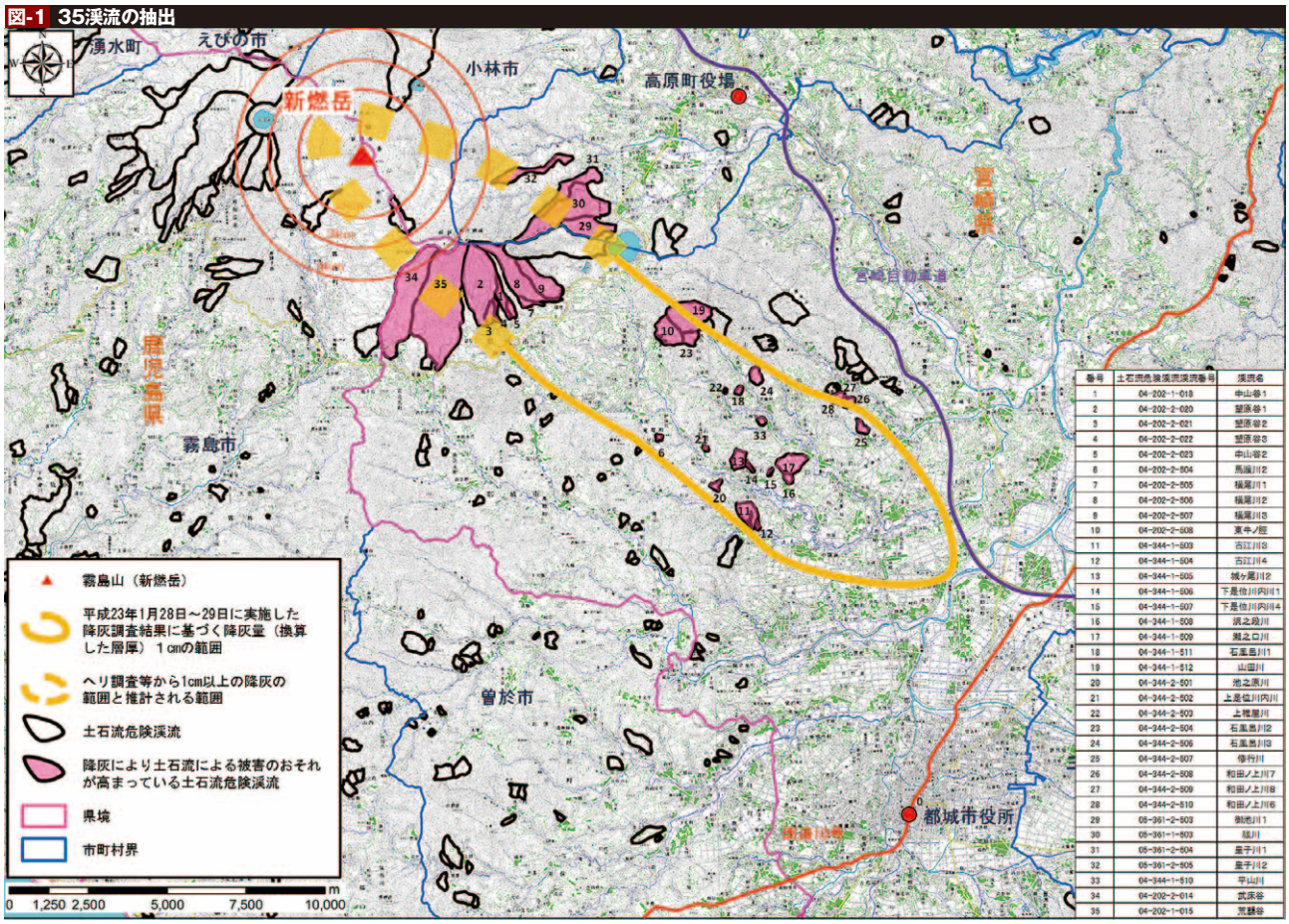
流域内の浸透能の低下によって表面流が増加する現象を想定したハイドログラフを算出し、このハイドログラフを元に、2次元氾濫計算を行う写真-3ことで、想定区域を求めた図-2。

写真-3 想定区域調査

4．噴火による降灰等の堆積後の降水を発生原因とする土石流災害が想定される時期の調査

国土交通省砂防部及び土研では、噴火による降灰等の堆積後の降水を発生原因とする土石流災害が想定される時期（以下、「想定時期」という）の目安として、土石流の発生が想定される時間あたり雨量を明らかにすることとした。なお、霧島山では降灰後の土石流と雨量の関係が明らかになっていなかったことから、1999～1995年雲仙普賢岳や、2000年三宅島の噴火後の降雨と土石流の発生状況を調査した。三宅島の土石流

図-1 35渓流の抽出



の発生状況から、想定時期は時間当たり4mmを目安とすることとした。

5．想定区域及び想定時期の説明

地整では、2月4日に、想定区域に関連する宮崎県、都城市、高原町に想定区域及び想定時期の情報を説明した。想定時期の情報については、時間当たり4mmで土石流が発生する事が想定されることから、地方整備局や宮崎県が35渓流周辺で観測している雨量の実績値や、宮崎地方気象台等が発表する災害時支援情報等の気象情報を参考に避難勧告等を行っていただくこととなった。

6．降雨と土石流の発生調査及び想定時期の変更

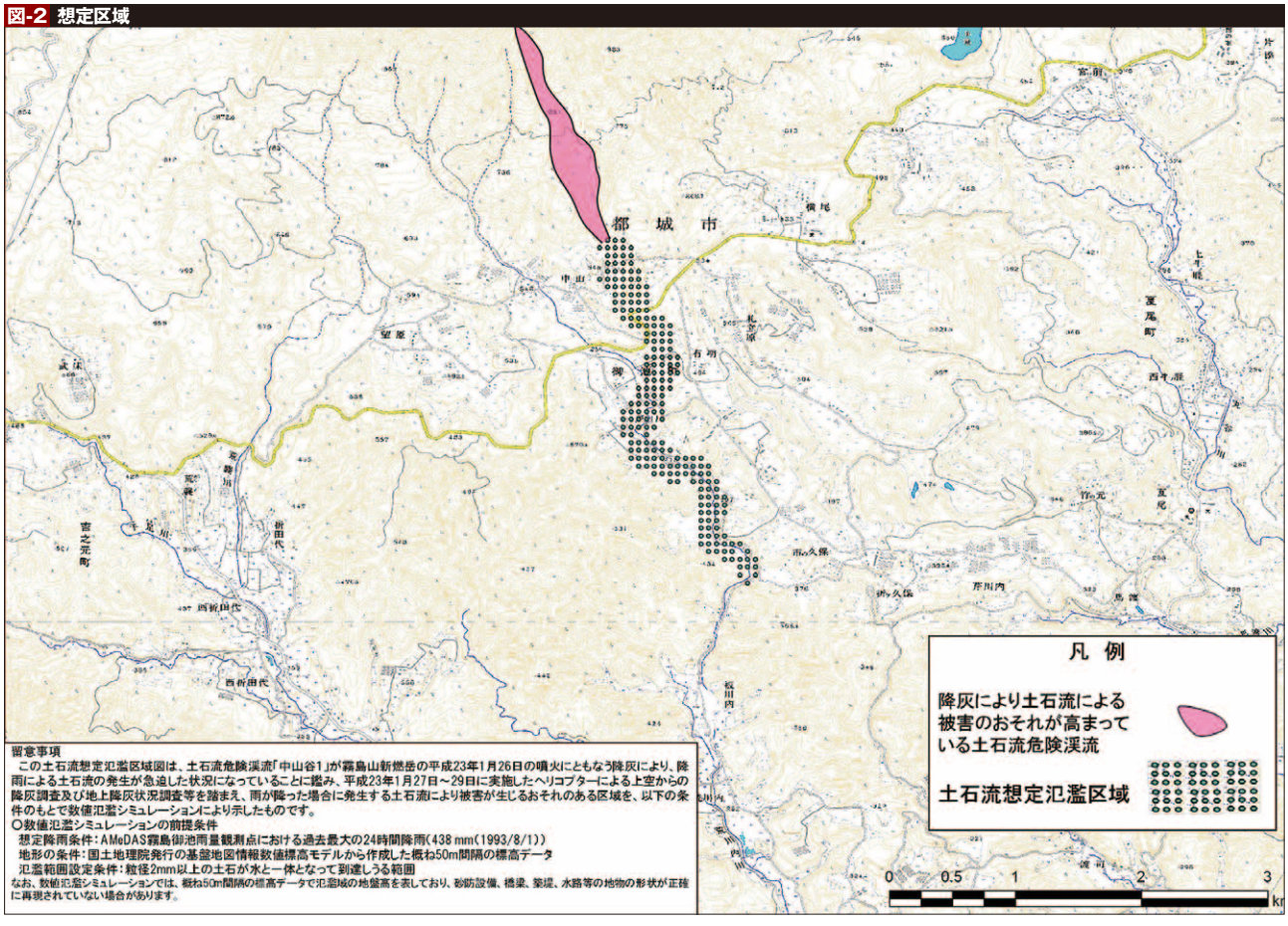
3月3日の土研の調査によって、高千穂峰の標高の高い地点でのごく小規模な土石流が確認されているが、渓流内で停止していた写真-4。また、2月4日の想定区域及び想定時期の説明以降、5月1日の土砂災害防止法の施行までに幾度かの降雨を経験しており、地整及び宮崎県によって、基準雨量を上回る雨が観測される度に、現地調査を実施写真-5しているが、山麓部での土石流の発生は確認されていない。

このような調査結果を受け、適宜、想定時期に関する時間当たり雨量を見直しており、土砂災害防止法施行後、5月2日に通知した土砂災害警戒情報図-3では、高千穂峰周辺の14渓流で時間当たり15mm、その他丘陵地の21渓流で時間当たり20mmとしている。

7．今後の新燃岳の噴火に関する緊急調査の見通し

新燃岳の噴火に伴う降灰範囲では、本年は例年になく少雨傾向であり、幸い、土石流災害は発生していない。しかしながら、他の火山の例を見れば、このよう

図-2 想定区域



な多量の降灰があった場合には、その後の降雨によって土石流が発生している事例が数多く見られることから、今後、梅雨期時を迎えるにあたって、今まで以上に、土石流の発生に対する警戒を強化する必要があると考えている。

なお、想定区域及び想定時期については、現地調査等によって新たな知見が得られた場合には、適宜見直しを行い、都城市及び高原町が実施する避難勧告等がより適切に実施できるよう支援していきたい。

写真-4 小規模土石流

写真-5 渓流点検

図-3 土砂災害警戒情報

平成23年5月2日

土砂災害緊急情報〔霧島山（新燃岳）〕 第１号

宮崎県知事 殿

都城市長 殿

高原町長 殿

九州地方整備局長

土砂災害防止法第29条第１項の規定に基づき下記のとおり通知します。
なお、関係市町村長におかれましては、災害対策基本法第60条第１項の規定に基づき、適切に処置願います。

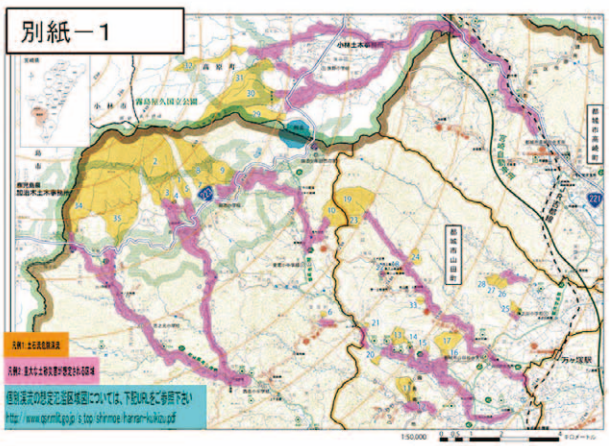
記

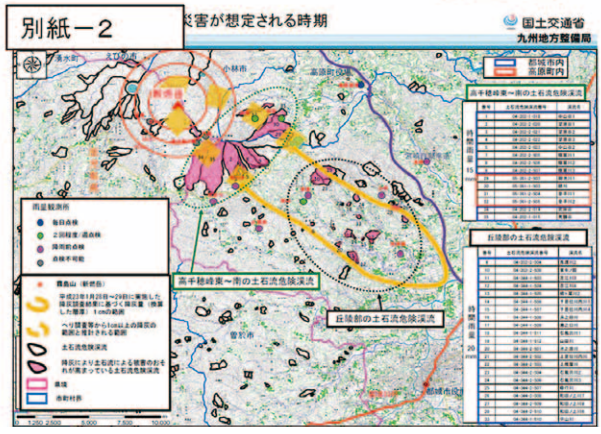
1 重大な土砂災害が想定される区域
重大な土砂災害が想定される区域は別紙－１のとおりです。

2 重大な土砂災害が想定される時期
重大な土砂災害が想定される区域より上流の流域において、時間雨量がそれぞれ別紙－２に示す雨量に達する時期に、土石流が発生する恐れがあります。なお、４月２７日～５月１日の降雨により、雨量基準を見直しております。

3 今後の変更
今後、現地の状況等によって重大な土砂災害が想定される区域又は時期に変更があった場合には改めて通知します。

【問い合わせ先】
国土交通省 九州地方整備局 河川計画課 建設専門官 瀧口 茂隆
国土交通省 九州地方整備局 地域河川課 建設専門官 池浦 光文





TOPICS

奄美大島
土砂災害現場報告

嶋 大尚
しま ひろなお
(財)砂防・地すべり技術センター 砂防部 技術課長代理

写真-1 龍郷町浦地区の地すべり

1. はじめに

2010年10月19日～21日に秋雨前線と台風13号の影響により鹿児島県奄美大島で記録的な豪雨が発生した。最も雨の多かった20日には住用地区で日積算雨量691mm、最大時間雨量131mm図-1と過去に台風の襲来を受けてきた奄美大島でも最大級の豪雨となった。この集中豪雨による土砂災害発生件数は56件であり、その内訳は土石流20件、地すべり4件、がけ崩れ32件図-2であった。

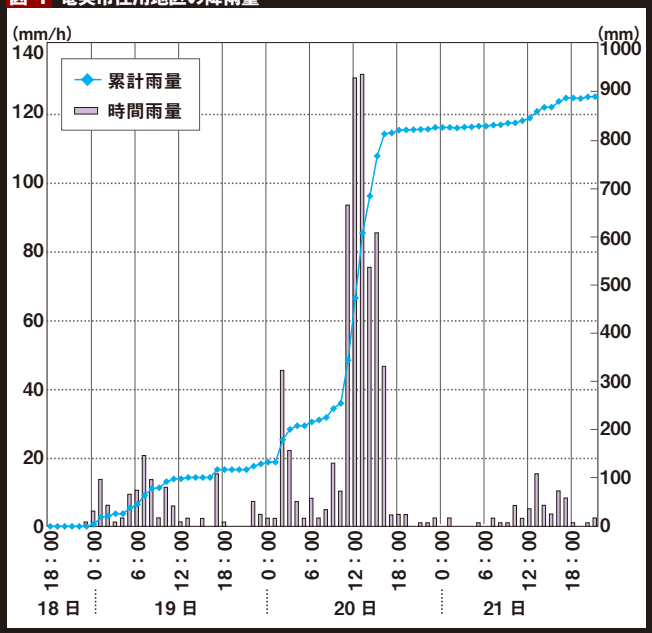
今回、これらの災害発生箇所のうち、地すべりのあった浦地区、土石流が発生した与蓋川、洪水災害のあった住用川の下流域の西仲間地区等の被害状況に関する調査機会を得たので、その概要を報告する。

2. 龍郷町浦地区の地すべり

浦地区で発生した地すべりは、2回目の大きな降雨ピークを迎えた20日の18：56頃に発生した。累積雨量が約700mmに達したとき、集落背後にある山体の尾根の末端斜面がすべった写真-1。これにより、石材店の工場、JA、民家等が被災したが、被害の大きかった工場等には被災時に人がいなかったこともあり、この地すべりによる死者は出なかった。

家屋被害を受けた住民に災害の前兆現象や土砂災害に対する危機感等についての話を伺うことができたの

図-1 奄美市住用地区の降雨量



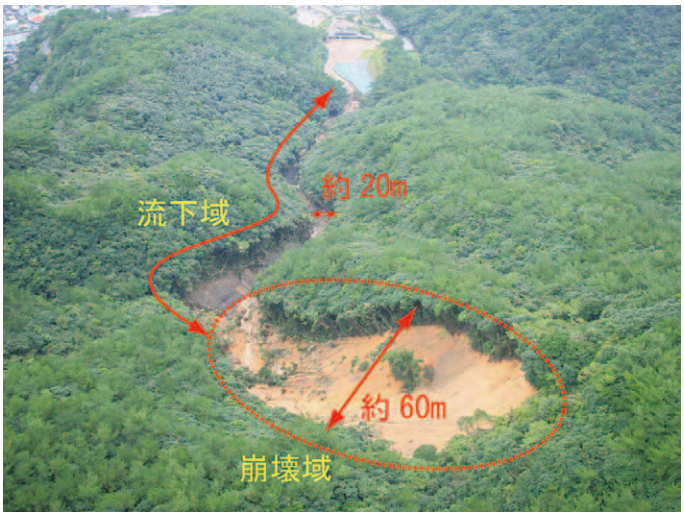


写真-2 与蓋川の崩壊地と流下域

写真-3 与蓋川の砂防堰堤

で以下に紹介する。

地すべりが起こる前に、家の天井の方で「ピキピキ」という今まで聞いたことがないようなヘンな音がしていると感じていたが、自分の家は山から離れており（約50m）、山と自宅の間には道路も通っていたので土砂災害とは無縁であるとの感覚を持っており、それが土砂災害の前兆だとは思っていなかった。この感覚は、知り合いに「自宅が土砂災害に遭った」と言っても、「何でお宅が土砂災害に遭うの？」と聞き返されることからも、自分の家が危険な位置に建っていないと思う感覚は自分だけの感覚ではないと思う。しかし今思えば、そのヘンな音は裏山の斜面から聞こえていた前兆現象の音ではなかったかと思っている。

3. 与蓋川（よふたがわ）の土石流

奄美市に位置する与蓋川は流域面積0.24㎢の土石流危険渓流であり、下流に1981年に砂防堰堤が建設されていた。このような渓流で20日の18時頃に土石流（生産土砂量約9,000㎥）が発生し、下流に位置するゴルフ練習場等が一部被災した。

崩壊地と流下痕跡を見ると、写真-2に示すように崩壊地の幅に比べて土石流流下幅が極端に狭く、堰堤上流に堆積した土砂の上に明確な流水の痕跡がほとんどなかった。

このことから、与蓋川の土石流は崩壊土砂が流水によって流されたものではなく、浸透した降雨で崩壊地の土砂がゆるみ、そのゆるんだ土砂が豪雨をトリガーとして流動化した可能性がある。

図-3に示すように、砂防堰堤がなかった場合、土石流は小学校や幼稚園にまで到達していたと推定されているが、実際には、約9,000㎥の土砂のうち砂防堰堤

図-2 集中豪雨による土砂災害発生箇所

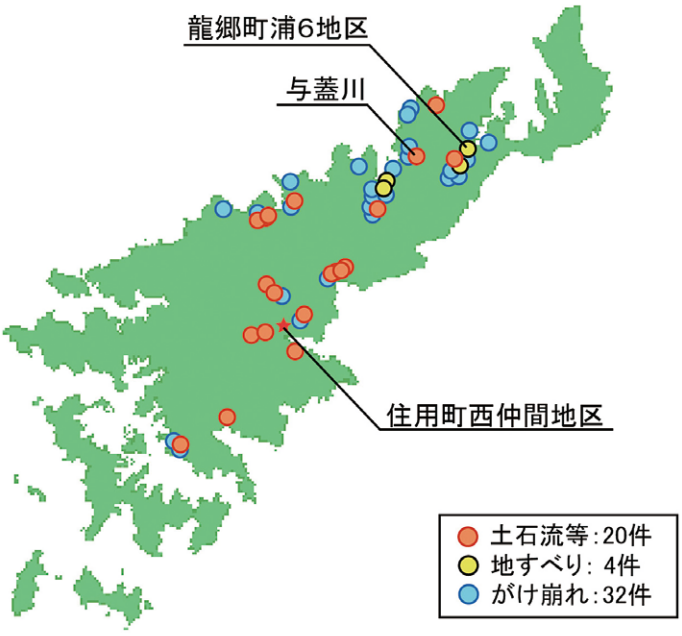
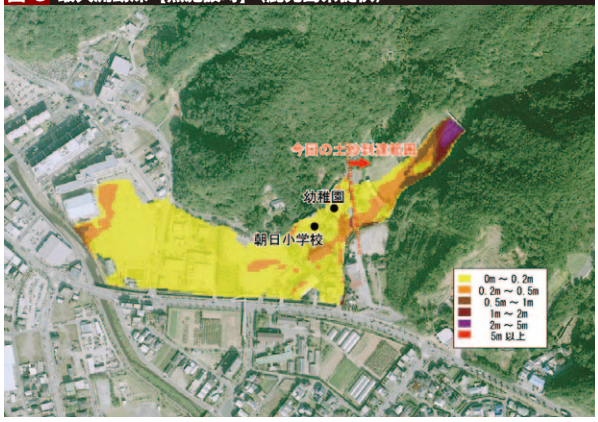


図-3 最大流動深【無施設時】（鹿児島県提供）



で約6,000㎡の土砂を捕捉できたため、下流の小学校や幼稚園には土砂の到達を防ぐことができた。

4. 西仲間地区における住用川の洪水氾濫

住用川は全長16km、流域面積47㎢で、大島郡大和村から南東の住用湾へ流れ込む２級河川である。また、河口域にはメヒルギ・オヒルギの両種が繁茂するマングローブの特別保護地区になっている。

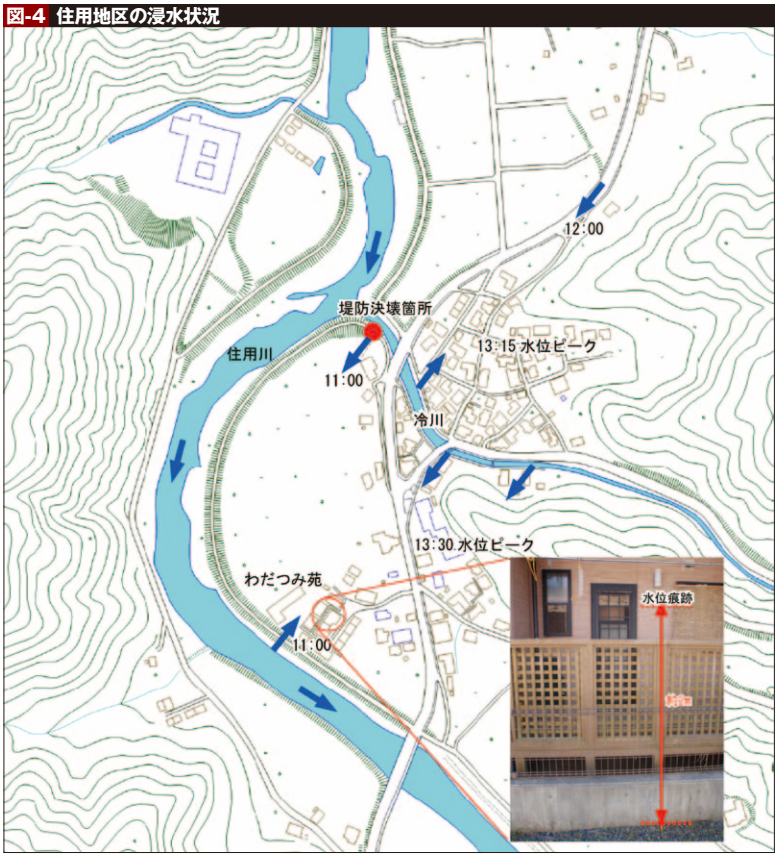
今回、調査を行ったのは住用川河口から約2km上流にある西仲間地区での洪水氾濫による被害状況である。この洪水によって、図-4に示す「わだつみ苑」で2名の高齢者が犠牲となった。

西仲間地区への浸水は20日午前11:00頃から始まり、住用川の左支川である冷川との合流地点の堤防が一部決壊したことにより、わだつみ苑のある地区へ流水が流れ込んだと考えられる。わだつみ苑周辺の家屋に残された水位痕跡から災害時の水深は最高で2.0m程度写真-4になっていたと思われる。

5. おわりに

奄美大島は台風等の影響により年ごとに降雨量にバラツキはあるが、平均的な年降水量は2,850mm（名瀬）と全国平均の約1,700mmを上回る地域である。今回は

図-4 住用地区の浸水状況



わだつみ苑周辺の建物に残された水位痕跡

直接台風の襲来でないにもかかわらず、数日間でほぼ半年分（800mm以上）の雨が降った地域もあった。

近年、全国各地で集中豪雨の発生頻度が高くなっている傾向があり、今まで経験したことがないような豪雨が降る可能性も否定できなくなってきている。

今回の土砂災害では、物的被害は甚大であったが、（家屋全壊10棟、半壊479棟、床上浸水119棟、床下浸水767棟、一部損壊11棟、通行止め37箇所）土砂災害の多くが昼間に発生したということもあり、人的被害は死者3名、軽症2名と少なかった。しかし、今回の災害が夜間に発生していた場合、人的被害も甚大なものとなっていた可能性もある。

これからの備えとして、夜間の降雨量にも注意し、明るいうちに避難することが肝心である。しかし、それが困難な場合は、自宅内の2階あるいは、がけや渓流から遠い部屋で眠るなど、個人でできる最低限のリスクマネージメントが重要になると考えられる。

TOPICS

浅間山 ロールプレイング方式 防災訓練について

㈶砂防・地すべり技術センター
総合防災部

技師
瀬戸 秀治 せと しゅうじ

部長
安養寺 信夫 あんようじ のぶお

課長代理
吉田 真也 よしだしんや

技師
池田 一 いけだ はじめ

【実施日時】
平成23年2月25日(金)、11時～17時(実訓練14時～16時)

【実施場所】
国土交通省 関東地方整備局 利根川水系砂防事務所

【演習参加者】
- 国土交通省利根川水系砂防事務所
- 気象庁(前橋地方気象台)
- 群馬県警(長野原警察署)、長野県警(軽井沢警察署、小諸警察署、佐久警察署)
- 消防(吾妻広域町村圏振興整備組合消防本部、佐久広域連合消防本部)
- 群馬県(群馬県県土整備部砂防課、群馬県総務部危機管理室、中之条土木事務所、吾妻行政事務所)
- 長野県(長野県建設部砂防課、長野県危機管理部危機管理防災課、佐久建設事務所、佐久地方事務所)
- 市町村(小諸市、佐久市、軽井沢町、御代田町、長野原町、嬬恋村)
- 自衛隊(陸上自衛隊第12旅団司令部第13普通科連隊)、浅間山火山防災連絡事務所等の約25機関から約120名参加

【参加者役割】
プレイヤー：37名、コントローラー：38名、
運営補助：23名、訓練補助：10名、見学者：12名

【主　催】
浅間山火山防災対策連絡会議・
国土交通省利根川水系砂防事務所

【共　催】
群馬県、長野県、気象庁、㈱プリンスホテル鬼押出し園

1. はじめに

融雪型火山泥流は、積雪期に高温の火山噴出物が山頂付近の雪を融かすことにより発生すると考えられており、発生予測が困難であること、移動速度が速く検知してからの行動時間が短いこと、破壊力が大きいこと等が特徴である。浅間山では、明治以降の小～中規模噴火で発生した火砕流によって、小規模ではあるが融雪型火山泥流が発生しており、規模が大きくなると居住地域にも被害が及ぶと想定されている。

平成19年12月から運用が始まった噴火警報・噴火警戒レベルにより、浅間山では、融雪型火山泥流発生時には噴火警報・噴火警戒レベル4(避難準備)、5(避難)が発表される。このような融雪型火山泥流による災害に対する防災対応を実施するうえでは、①短時間で住民の安全を確保すること、②各関係機関が速やかに情報共有・情報伝達すること、③防災関係機関が連携した行動をとること、等の課題がある。そこで、融雪型火山泥流による災害に対する迅速な状況判断および適切な防災対応力を向上させるため、実践的防災訓練方

訓練会場の状況

法であるロールプレイング方式防災訓練（以下、RP防災訓練）を企画・実施し、訓練効果の確認と防災対応を充実化するための課題を抽出した。

2. 浅間山における防災対応行動指針

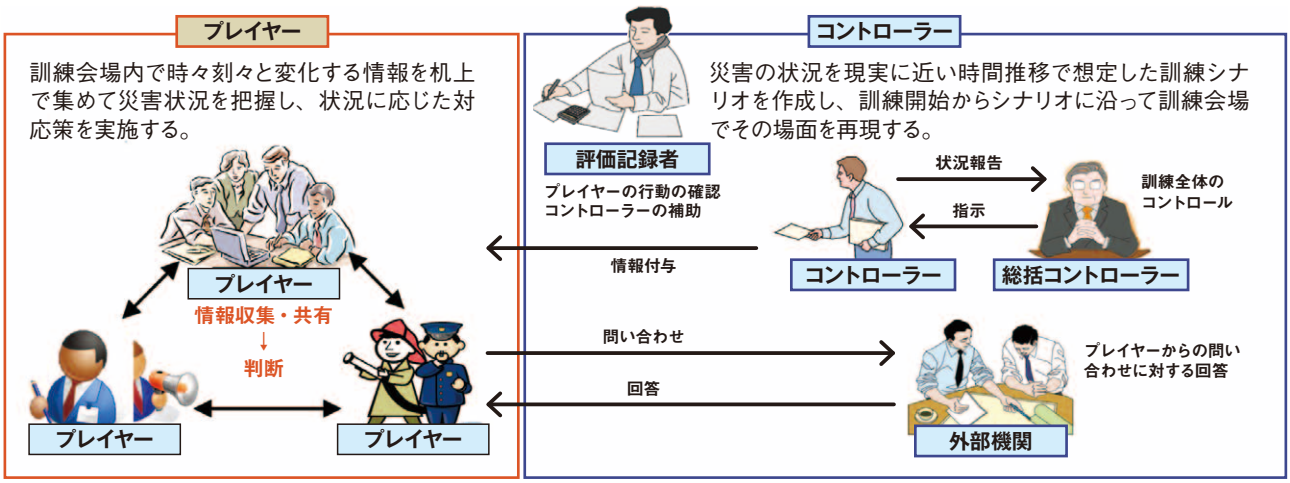
浅間山では、噴火警戒レベル3（入山規制）までの防災対応行動に関しては、平成19年度に「浅間山火山防災対策連絡会議」において「浅間山噴火警戒レベル導入に係わる防災対応についての申し合わせ書」が作成されており、平成21年2月の噴火警戒レベル3となった噴火においても申し合わせ事項を迅速に実行できた。また、居住地域での避難準備および避難が必要な噴火警戒レベル4、5に対しては、現在、防災マップの検討が進められており、同時に「浅間山融雪型火山泥流に係る防災対応についての申し合わせ書（案）」として具体的な防災対応行動内容の検討が進められている。

3. RP防災訓練の概要

従来から実施されている避難や水防等の実地訓練は、技能や手順の習熟を主な目的としたものが多い。これに対してRP防災訓練は、情報を机上で集めて災害状況を把握し、状況に応じた行動を判断して対応する疑似体験訓練であり、対応の結果によりその後の展開が変わるため、より実践的な訓練であるといえる。

RP防災訓練は、コントローラーとプレイヤーに分かれて行う。コントローラーは、情報の付与・対応行動の記録・外部機関役等を演じることで、訓練当日の進行に必要な補助をする。プレイヤーは与えられる情報をもとに災害状況を判断して、実際と同じ防災対応

図-1 プレイヤーとコントローラーの概念図



訓練状況

訓練状況

行動を展開する。

訓練の効果としては①平常時には見えない問題点等が把握できる、②担当職務に応ずる判断や対応結果の適否について検証できる、③関係機関との連携のあり方について検証できる、等が挙げられる。

4. これまでの訓練概要と今回の訓練目的

浅間山でのRP防災訓練は平成19年度から毎年1回、計3回実施している。訓練での火山活動の想定は、平成19年度が噴火警戒レベル3まで、平成20年度が噴火警戒レベル4になる直前まで、平成21年度は噴火警戒レベル3～5までである。

これまでの訓練では、「申し合わせ書」が作成されている噴火警戒レベル3までの防災対応行動は迅速に実施できたが、噴火警戒レベル4、5の防災対応行動については、各機関で少しずつ対応が異なっていた。また、情報伝達が1対1の対応となってしまい、各関係機関の情報共有のあり方に課題が残った。

表-1 訓練中の想定現象とプレーヤの想定防災対応行動

<table>
<tr><th>時間</th><th>噴火警報レベル</th><th>前橋気象台</th><th>利根川水系
砂防事務所</th><th>群馬県長野県
(危機管理)</th><th>市町村</th><th>自衛隊</th></tr>
<tr><td>訓練開始前</td><td rowspan="2">レベル3
(入山規制)</td><td colspan="5">火山活動はやや活発、天気曇り、山頂付近で1m程度の積雪</td></tr>
<tr><td>14：00</td><td colspan="5">火口周辺警報(噴火レベル3)が継続</td></tr>
<tr><td rowspan="4">14：05</td><td rowspan="5">レベル4
(避難準備)</td><td colspan="5">中規模噴火発生(雲により噴火方向の確認不可)
噴火警報(噴火警戒レベル4)</td></tr>
<tr><td>噴火警戒レベル4の
情報連絡</td><td colspan="4">噴火警戒レベル4の対応確認</td></tr>
<tr><td>住民・マスコミ対応</td><td>マスコミ対応</td><td colspan="2">住民・観光客・マスコミ対応</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="5">蛇掘川(長野県)で融雪型火山泥流発生(浅間山荘から通報、ワイヤーセンサー切断)</td></tr>
<tr><td>14：30</td><td colspan="5">融雪型火山泥流発生と降灰状況情報連絡</td></tr>
<tr><td rowspan="3">15：00</td><td rowspan="6">レベル5
(避難)</td><td colspan="5">噴火警報(噴火警戒レベル5)</td></tr>
<tr><td>噴火警戒レベル5の
情報連絡</td><td colspan="4">噴火警戒レベル5の対応確認</td></tr>
<tr><td>住民・マスコミ対応</td><td>マスコミ対応</td><td colspan="2">住民・観光客・マスコミ対応</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="3">15：30</td><td colspan="5">東泉沢(群馬県)で融雪型火山泥流発生(住民から通報)</td></tr>
<tr><td colspan="5">融雪型火山泥流発生と降灰状況情報連絡</td></tr>
<tr><td>関係機関への火山
活動状況の連絡</td><td colspan="4">融雪型火山泥流または降灰による被害の対応</td></tr>
<tr><td>16：00</td><td>住民・マスコミ対応</td><td>マスコミ対応</td><td colspan="2">住民・観光客・マスコミ対応</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="6">訓練終了(アンケート・講評)</td></tr>
</table>

訓練に使用したCG

終了報告会の状況

今回は、噴火警戒レベル3までの防災対応行動が実行されている状態から訓練を開始し、「申し合わせ書（案）」等による噴火警戒レベル4、5の防災対応行動を確認することを目的とした。また、情報伝達・情報共有のツールとして、「防災情報共有システム」を導入し、訓練を実施した。訓練中の浅間山の想定現象およびプレイヤーの想定防災対応行動内容を表-1に示す。

5. 訓練結果

主な訓練結果について、課題別に以下にまとめる。

①短時間での住民の安全確保について

○各市町村では、ハザードマップを活用し、「申し合わせ書（案）」に従い、噴火警戒レベル4に応じて、避難所の開設や避難準備情報の提供等、避難勧告等を速やかに実施することができた。

表-2 RP防災訓練結果一覧表

噴火警報レベル	主な防災対応行動内容	前橋気象台	利根川水系砂防事務所	群馬県	長野県	軽井沢	御代田町	小諸市	佐久市	嬬恋村	長野原町	自衛隊
噴火警報（避難準備）噴火警戒レベル4	噴火警戒レベル4の情報伝達	○										
	融雪型火山泥流の発生状況確認	△										
	降灰量調査		△									
	緊急減災対策砂防の実施		○									
	応援要請の検討		○									
	通行規制			○	○	○	○	○	○	○	○	
	住民への周知					○	○	○	○	○	○	
	避難準備の開始			○	○	○	○	○	○	○	○	
	住民・観光客・マスコミの問い合わせに対する対応	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	災害派遣活動の準備											○
噴火警報（避難）噴火警戒レベル5	融雪型火山泥流発生と降灰状況の情報連絡共有	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	噴火警戒レベル5の情報伝達	○										
	気象情報収集	△										
	降灰量調査		○									
	工事の安全確認		○									
	RTHMの提供		○									
	融雪型火山泥流発生箇所への応急対策		○									
	被害状況調査					○	○	○	○	○	○	
	災害予想区域内避難誘導					○	○	○	○	○	○	
	避難所の運営					○	○	○	○	○	○	
	通行規制範囲の検討			△	△	○	△	○	○	○	△	
	避難区域内への交通流入阻止					○	△	○	○	△	○	
	自衛隊への災害派遣要請準備			△	△			○		△		
	自衛隊への派遣要請・受入体制			△	△			○		△		
	住民・観光客・マスコミの問い合わせに対する対応	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	災害派遣活動の準備											○
	小諸市への連絡員の派遣											○
	災害派遣活動準備											○
	災害派遣											○

○ 対応が出来た行動内容　△ 対応が遅れて課題が残った行動内容

図-2 今回の訓練を通じて、不安に思った項目

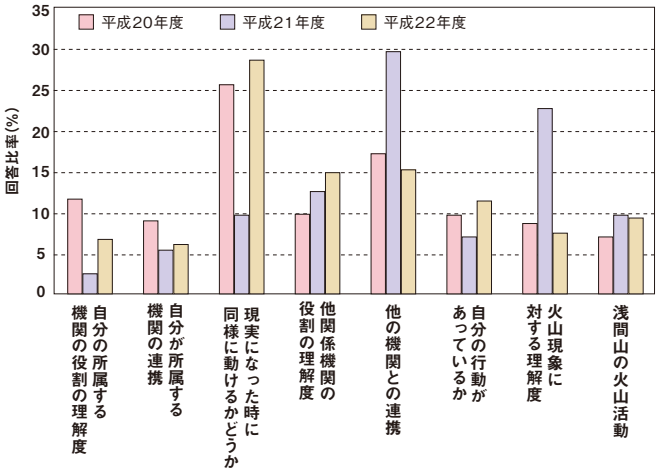
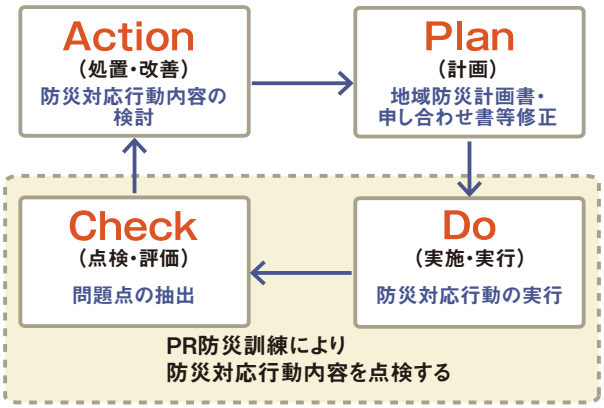


図-3 PDCAサイクルによる火山防災対応力のスパイラルアップ



×避難に関する情報について、テレビ、ラジオ、HP等を用いた広報ができなかった。

②各関係機関の情報共有、情報伝達

○「防災情報共有システム」を使用して交通規制箇所や被害状況等の情報を入力し、各関係機関で情報を共有した。

△訓練参加者は、システムを使用することで有効性を確認することはできたが、操作に不慣れなため、情報入力や情報確認に手間取る場面があった。

×情報連絡の遅延や、誤った内容の情報伝達が散見された。

③自衛隊等との連携

○自衛隊から各関係機関へ連絡員が派遣され、被害状況や交通規制状況等の情報連絡を実施することができた。

×自衛隊への派遣要請について各機関の対応の不一致があった。

6. 訓練直後のアンケート結果

図-2に「今回の訓練を通じて不安に思った項目」について、過去2年間の回答結果とともにまとめた。これらを比較すると、「現実になった時に動けるかどうか」、「自分の行動があっているか」といった防災対応行動そのものに対する不安や「他関係機関の役割の理解度」、「他機関との連携」について不安を感じているという結果が得られた。

7. 今後の課題

①防災対応行動について

訓練後のアンケート結果から、防災対応行動に対する不安が明らかとなった。今後も継続的にRP防災訓練等を実施し、防災対応行動の体得を図る必要がある。

②情報共有システムについて

噴火時に情報共有システムを有効活用するためには、平常時からシステムの利用を促し、操作に慣れておく必要がある。

③情報伝達について

今回の訓練では、情報伝達の遅延や誤情報の伝達が認められた。情報の正確さ・迅速さは、防災対応行動をとるうえで非常に重要であることから、今回得られた具体例を踏まえて情報連絡・確認体制について、再度検討する必要がある。

④自衛隊との連携

今回の訓練では、自衛隊への派遣要請について各機関の対応の不一致が認められた。今後は、自衛隊の役割や具体的な派遣要請のあり方を検討していく必要がある。

8. まとめ

今回の噴火警戒レベル4、5に対する訓練では、防災対応行動に対する不安や、関係機関との連携、情報共有・情報伝達等で課題が明らかとなった。今後は、課題を踏まえた、より具体的な防災対応行動内容の検討や、RP防災訓練を継続して実施することにより、PDCAサイクル図-3を機能させ、浅間山の火山防災対応力のスパイラルアップを図ることが重要である。

2
連載エッセイ

くらしと水
——よもやま話

尾畑 納子
おばた のりこ
富山国際大学 現代社会学部 教授

蒸し暑い梅雨から夏にかけては、カビや細菌などが原因となる悪臭や食中毒などが発生しやすい季節なので、清潔で健康な生活に心がけることが大切である。あの東日本大震災からはや４カ月が経とうとしているが、被災され今も避難生活を余儀なくされた方々の不自由な生活を想うと、環境を衛生的に保つことが望まれ、一日も早く元の普段の生活に戻られるよう心からお祈りしたい。

私たちが清潔で健康に暮らすには、前回述べたように水の浄化力を使うことも大切であるが、やはり今日のような化学物質の溢れた社会では、洗剤や洗浄機械などが清潔を維持するために不可欠なものとなっている。さて、いつからこんなにも清潔用品が世の中に出回るようになり、必需品となってしまったのであろうか。今回は、筆者が専門とする衣類の清潔に欠かせない洗剤の変遷と水との関係から述べてみたい。

天然の洗剤『せっけん』と洗濯——和洋比較

古代。水が持つ洗浄力を使って衣類やからだをきれいにしていた時代では、汚れた衣類に水を浸み込ませて、踏んだり、叩いたりしながら、力で汚れを落としていた。やがてくらしの中で、汚れを落としやすい植物や煮炊きした後の灰汁など、水よりも除去性の良いものが見つかると、次第に魔法の水として洗いに利用するようになった。

前回、既述したように、紀元前3,000年頃のシュメールの粘土板に残された記録や古代エジプトに見られるせっけんに類似した生成物を使用した時代を経て、ローマ時代初期には「ヤギの脂肪とブナの灰で作ったせっけんが最上である」と書かれた資料が発見され、これがせっけん製造に関する最も古い製法でないかといわれている。以後何百年もの間、ローマ帝国文化圏ではこの方法で家庭を中心に作られた。「せっけん」とは、脂肪とアルカリを混合して得られる生成物のことを指すのであるが、８世紀頃には、スペイン、イタリアなどでは地中海沿岸で栽培されたオリーブの油に木灰を混合させて製造するようになる。この成分はカリウム分を多く含んでいるため軟らかなもの（軟せっけん）であった。後にフランス、イギリス、ドイツでも同様な手法で作られるようになり、せっけんは洗剤として欠かせないものとなっていく。この頃から需要が増大し、手工業的ではあるが生産量が増え、深く人々の生活に浸透していく。さらに12世紀に入ると、地中海で採れるひじきのような海藻を焼いた灰をオリーブ油に混ぜる方法に変わるが、海藻が利用されることからアルカリ成分にはナトリウムが多くなっていく。このようにせっけんの成分も時代とともに変化していった。

一方、江戸末期までの日本では、日常生活にせっけんを使うことはなく、むろん、製造の技術もないので古典的な灰汁、鶯のフン、植物のエキスなどが使用されていた。尤も16世紀頃、せっけんは外国人の宣教師から織田信長や当時の権力者たちへ薬として献上されていた。「羅葡和字典」によれば、「西洋ではせっけんが衣裳などの垢を落とすもの（シャボン）」として紹介もされているが、当時の日本人のくらしに広がることはなかった。江戸時代の後期には蘭方医による西洋医学も紹介されるようになったが、ここでも洗濯を目的としたせっけんの製造が行なわれることはなかったのである。さらに日本人によるせっけん製造への挑戦は宇田川榕庵親子により行われたが、これも薬用としてであった。

19世紀末の開国によって外国人がせっけんを入浴や洗濯に使用することが紹介されてようやく、洗濯とせっけんが結びつくようになる。西洋から著

しく遅れてようやく家庭にせっけんが紹介されていく。このように遅れたのは生活水準の低さというよりも、当時の日本人の生活様式や食習慣は西洋と大きく異なり、汚れ成分には油分が少なかったと推定される。したがって豊富な水や灰汁やむくろじ、さいかちなどの洗浄補助剤によって大半の汚れは除去されるので、あまりせっけんの必要性を感じなかったのであろう。

天然から合成、そして更なる“洗い”の進化

日本ではまだ日常生活で廃棄される灰汁が洗剤として用いられていた19世紀初頭、ドイツでは動植物油に硫酸を反応させて得られる生成物が洗浄性を発揮することを発見、長い歴史を持つ「せっけん」から合成品としての洗剤が誕生した。その後、２度にわたる世界戦争で、洗剤の原料である油の不足から天然の油脂を使用しない洗剤の研究が始まり、1917年、ついに石炭や石油を原料とした現在の洗剤に近い成分のものが初めて開発された。以後、水質に恵まれないドイツを中心に化学合成洗剤の開発が進んでいく。

私たちの衣生活では、綿や麻などの植物繊維や毛や絹のような動物繊維など異なった性質の繊維を同時に着用している。これらの手入れにはそれぞれの繊維の性質にあった洗剤で洗濯することが衣類を長持ちさせるコツである。次第に繊維の性質に配慮した一般家庭用の洗剤の開発が進んでいく。日本では、昭和12年に高級アルコール系の絹や羊毛用の洗剤が家庭用として発売された。そして開発は洗剤に留まらない。昭和初期に国産の撹拌式電気洗濯機が発売され、従来の『天然の洗剤と人力』による洗濯作業が『化学洗剤と洗濯機』へと変わっていく大きな転換期を迎える。むろん一般家庭に洗濯機が普及するのは昭和30年代の経済成長期に入ってからであるが……。

便利さの裏にあるもの——水環境問題の発生

戦後から復興に向かう厳しい時期を経て高度経済成長の時代を迎え、私たちの生活様式は大きく変化していった。戦後の油不足でせっけんがなく洗濯や入浴などで不自由な時期もあったが、その後の復興によってせっけんは増産され市場に出回るようになった。同時に国内で合成洗剤も徐々に普及していった。本来水質に恵まれた日本において、せっけんも合成洗剤も洗浄性ではそれほど差はなく、使い手にとってはどちらでもよかった。しかし昭和37年頃をピークにせっけんの生産量は減少しはじめ、逆に合成洗剤が急速に増加し始めたのである。せっけんを駆逐したのは電気洗濯機であった。

それまでの洗濯作業はすべて手作業のため、女性にとっては時間のかかる重労働であった。この重労働から解放したのが家庭用電気洗濯機であり、折からの経済成長の波に乗って文化的な生活に欠かせない『三種の神器』の一つとして各家庭に普及しはじめた。手作業時代では洗濯板とたらい、固形せっけんの組み合わせであったが、電気洗濯機で洗濯するには固形のせっけんは使いづらく、水に溶けやすい粉末状であることが必要であった。こうして、電気洗濯機・粉末合成洗剤が組み合わされたことで利便性が向上、粉末の合成洗剤の使用が急増していくのである。

この合成洗剤はこれまでの手洗いせっけんと違い便利な道具であったが、使い方も異なり、適正な使用方法も十分理解されないまま便利さが優先した形で急速に普及していった。昭和40年代に入ると東京や大阪などの人口集中地域で家庭洗濯に使用された洗濯排水が一挙に河川に流れ込み、洗剤液の泡が河川の表面を覆いつくしたため、魚が窒息死したり水生生物に影響を及ぼしたことが社会問題になった。この要因は様々挙げられる。各家庭の生活スタイルが類似していて、洗濯はおおむね午前中に行われていたため、その洗濯排水が午後２時から３時頃に河川に同時に大量に流れ込む状況であったこと、合成洗剤の使い過ぎが、自然浄化の範囲を超えることへの認識不足、当時の下水処理施設も不十分であったなど、新しい科学技術に使い手がまだまだついていけなかったことが伺える。

その後経済発展の代償としての公害問題・環境汚染が社会問題化されるようになり、環境への配慮が大きなテーマとなった。製品を提供する側・消費する側の意識の変化、そして使用されたものを適正に浄化分解して環境へ戻す公共事業側の努力が少しずつ同じ方向に動き出しているように見える。しかし、今後も地球の資源を使い、便利で豊かな生活を送っていくであろう私たちにとって、それぞれの立場で資源の大切さを認識し、環境を守る地道な活動を実践していくことが大切なことである。3. 11の大地震以降、日本人の意識は大きく変化している。豊かさ・便利さの追及から節電・節約・省エネの工夫へ。そして生活環境を守る方向へと、大きく舵を切る時がきたのかも知れない。

イラスト：仲野順子

技術ノート

表層崩壊予測精度向上のための斜面土壌水分空間分布計測

小杉 賢一朗
こすぎ けんいちろう
京都大学大学院農学研究科 准教授

1 はじめに

豪雨の度に繰り返される土砂災害のなかで、表層崩壊は最も発生件数が多く、人命および財産に莫大な被害をもたらしており、その予測が大きな社会的要請となっている。近年、航空機レーザプロファイラによる精密な数値地形図の整備が急速に進み、崩壊発生場所の予測に大きく貢献しているが、同時に、表面地形からの予測には限界があることも明らかになってきている。例えば写真-1のように、同様の地形を呈する斜面でも、崩壊が発生する箇所としない箇所があり、その違いを説明するのは容易ではない。さらに、地形からは水の集中が起こりにくい凸型斜面で発生する表層崩壊も決して少なくなく、予測を困難にしている。このような斜面を崩壊発生後に踏査すると、基岩の割れ目などからの湧水が頻繁に見つかり、実は水が集まりやすい場所であったことが分かる。このような土層の内

写真-1 2009年7月に防府市で発生した表層崩壊（アジア航測㈱提供）

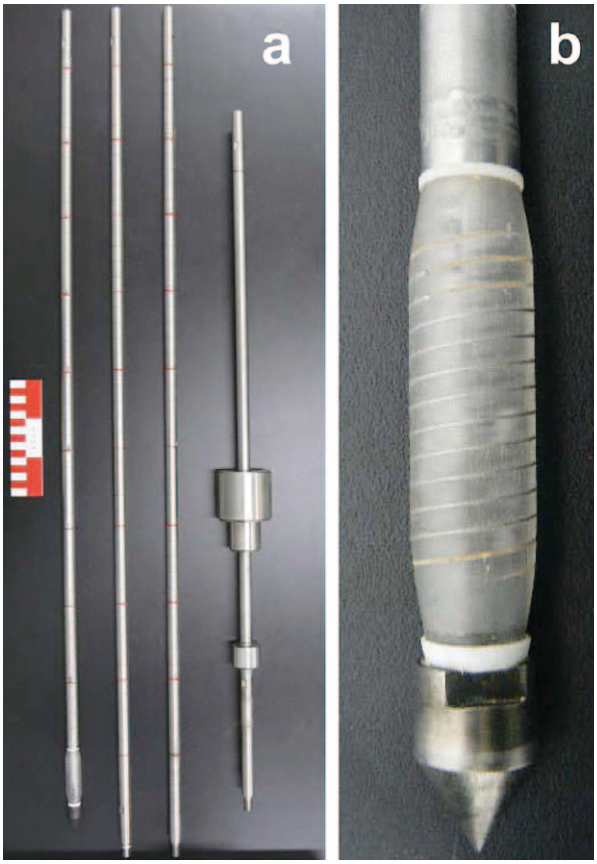
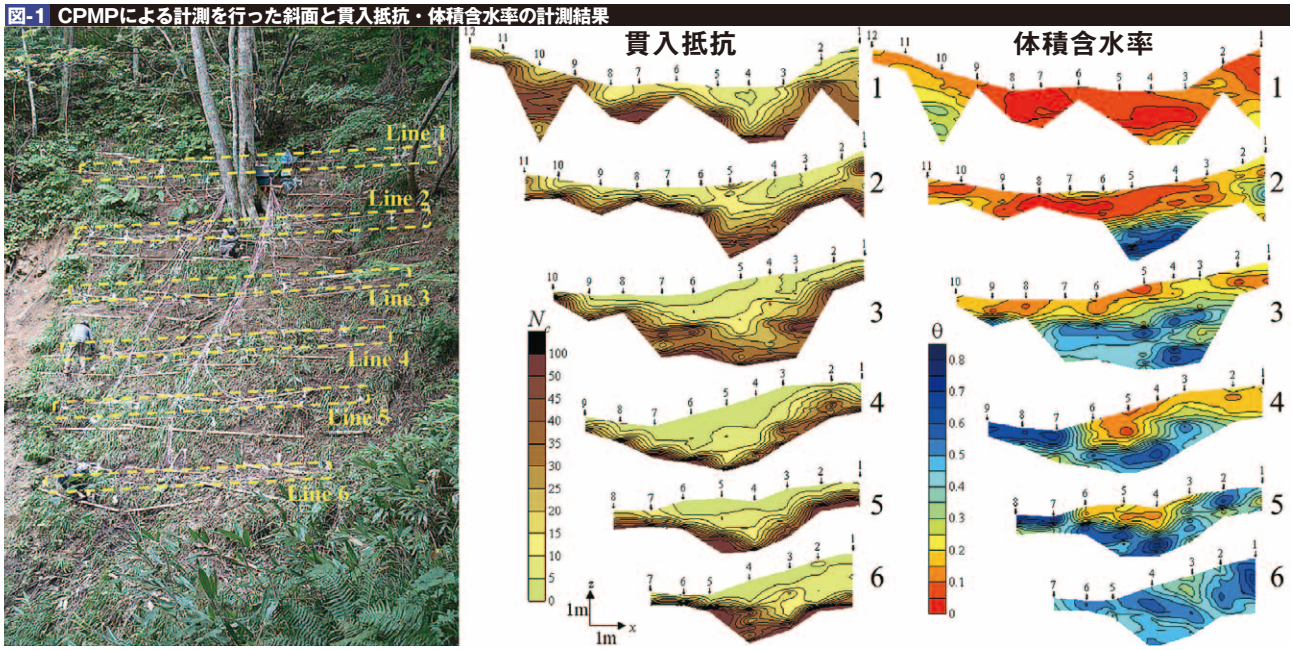


写真-2 水分計付貫入計（CPMP）の全体（a）と先端部（b）

図-1 CPMPによる計測を行った斜面と貫入抵抗・体積含水率の計測結果



部に隠された集水性の高い部分の存在は、崩壊が発生する以前に、地形から直接判断することは非常に難しい。

我々の研究室では、表層崩壊の予測精度を向上させるためには、土層の内部構造、特に土層内の水の集中に関する情報を得ることが不可欠だと考え、種々の研究に取り組んでいる。ここではその中から、土壌水分計付貫入計を用いた調査、高密度テンシオメータ網を用いた観測、高密度電気探査、赤外線リモートセンシングについて紹介する。

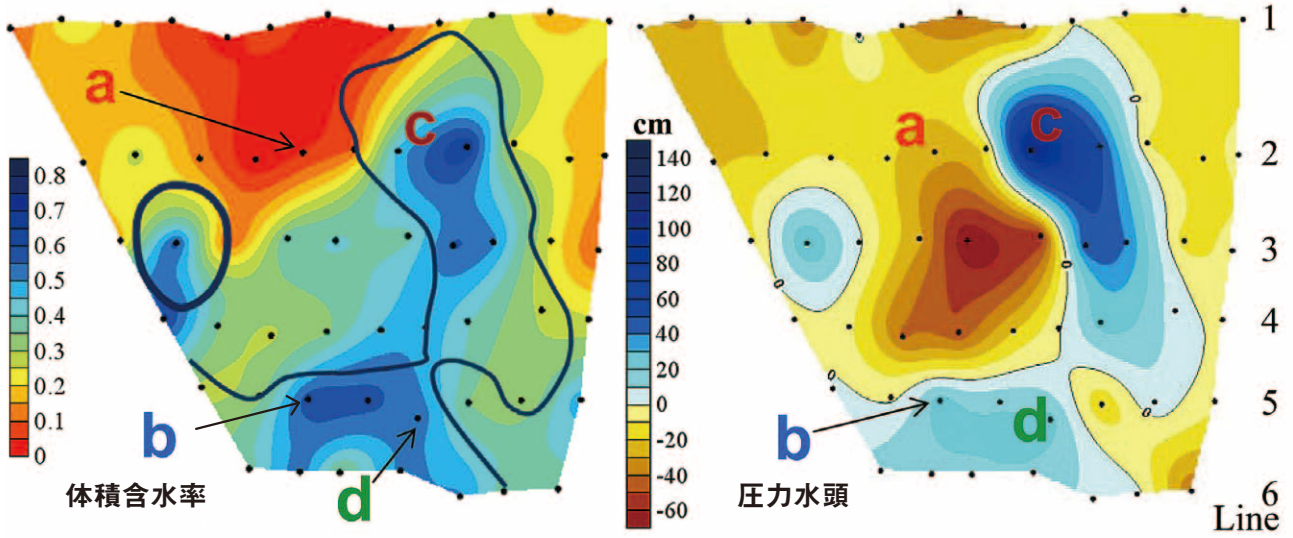
2 水分計付貫入計CPMPを用いた斜面土層の調査

斜面内部の水の集中具合を知るには、土壌水分の空間分布を計測することが有効である。そのためには、テンシオメータや土壌水分計を埋設すればよいが、この場合、データの空間的な分解能がセンサーの数に依存してしまうという問題がある。センサーは一台数万～数十万円してコストがかかるうえ、測器の設置に手間と時間がかかり、機動性を重視した使用には適さない。

一方、最も標準的な秤量法による計測では、決められた体積の土壌を、土壌断面を掘削したり専用のオーガーを用いたりして採取せねばならず、非常に効率が悪い。かつ、破壊的な計測方法である。

そこで我々は、斜面の土層厚計測を目的として頻繁に実施される貫入試験に着目し、土壌水分計付貫入計（CPMP；Combined penetrometer moisture probe）の開発を行った（小杉ら、2004；山川ら、2007；Kosugi et al.，2009；Yamakawa et al.，2010）。この測器は、土壌貫入計のロッドの先端に小型の水分計を取り付けたものであり、貫入抵抗を測定しながら同時に土壌水分の鉛直分布を計測できる。その写真を写真-2に示した。長谷川式土壌貫入計をベースとして設計されていて、2kgの錘を50cmの高さから自由落下させたときの衝撃で、先端に直径20mmの貫入コーンが取り付けられたステンレスロッドを土層内に貫入させていく（写真-2a）。貫入ロッドの長さは1m程であるが、延長が可能であり、土層が厚い場合でも計測できる。土壌水分計測にはTDR式水分計の原理を用いた。貫入コ

図-2 図-1の計測斜面における基岩面上の体積含水率と間隙水圧の分布
（左パネル内の青線は，圧力水頭＝0 cmの等値線を表す）



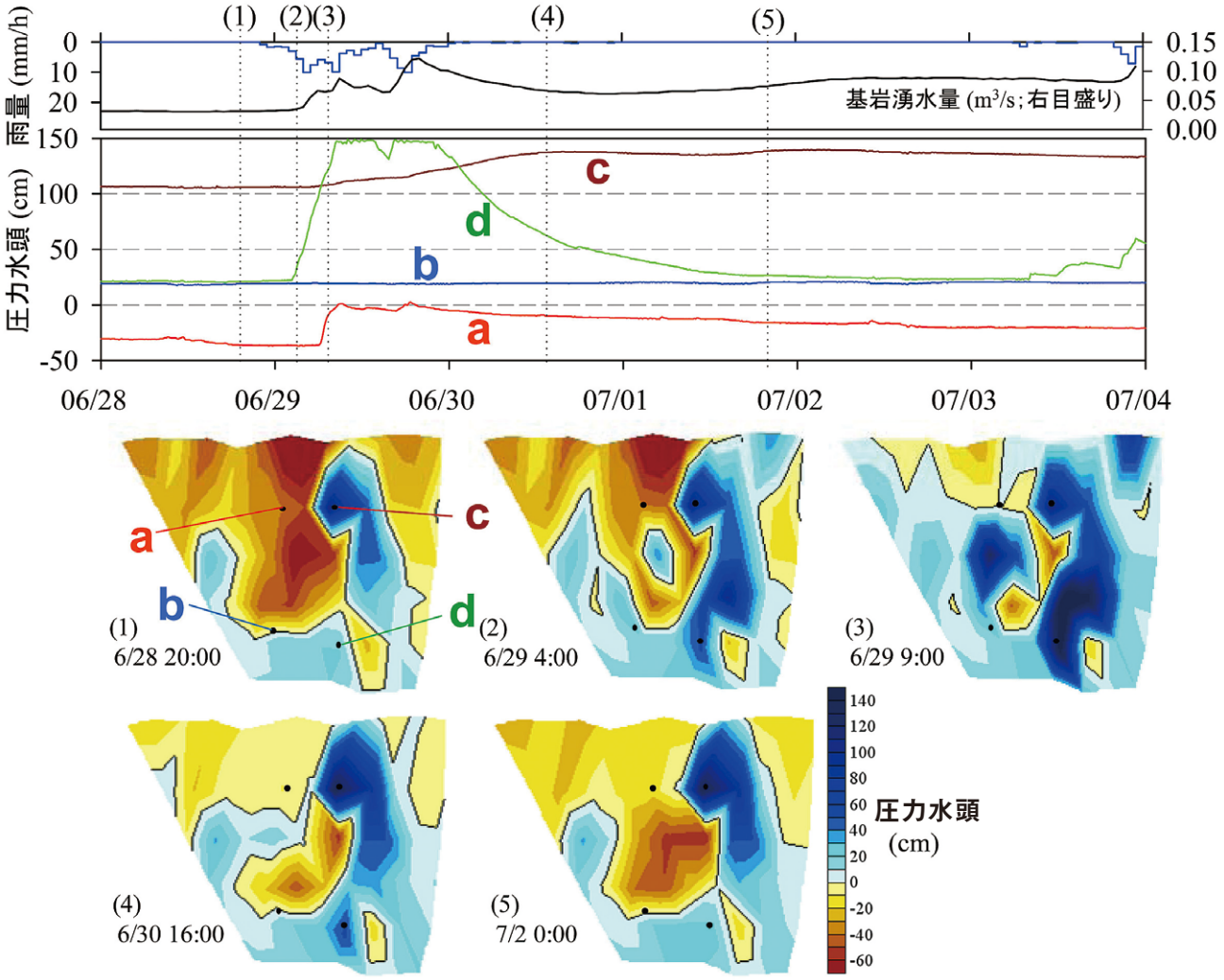
ーンの直上がセンサー部であり、アクリル管の周囲に二本のステンレスワイヤをコイル状に巻き付けた構造をしている（写真-2b）。ステンレスワイヤは、それぞれ同軸ケーブルの信号線とシールド線に繋がれ、中空にした貫入ロッド内部を貫通して貫入計上端から取り出され、電磁波パルスの発生・解析装置と接続されている。計測された比誘電率は、専用のキャリブレーション式により体積含水率θに変換される。

このCPMPを用いて、山地斜面内部の水分分布を計測した。観測斜面は、京都大学防災研究所穂高砂防観測所のヒル谷試験流域内に設けた。この地域の年間降水量は2,000 mmで、そのおよそ4分の1が冬期の積雪によってもたらされている（気象庁アメダスデータ；栃尾）。ヒル谷は、割谷山溶岩・火砕岩、砂岩・チャート・玄武岩・石灰岩を含む中生界メランジ堆積物、花崗岩質岩脈等から成る複雑な地質構造を持ち、観測斜面の地質は花崗斑岩に属している。観測斜面は平均勾配40°のほぼ平行な地形を呈し、下端では常に湧水が見られた（図-1左側パネル）。また、既往の崩壊地が隣接しており、この崩壊地内には基岩割れ目からの湧水が確認された。

観測斜面上に6本の横断測線を設け（図-1左側パネル）、各測線において1m間隔でCPMPによる計測を実施した。各断面で得られた貫入抵抗（Nc値；10cmの貫入に必要な打撃数を表す）の分布を示したものが図-1の中央パネルである。各断面図の下端は、土層と基岩の境界面を表しており、ここでは既往研究（沖村・田中、1980；吉松ら、2002）に倣って、Ncが100を超える深さを境界面と定義した。土層―基岩境界面には複雑な凸凹があり、地表面形状が平坦であるのとは対照的である。またLine2より下流側では、中央が窪んだ集水地形を呈していることがわかった。土壌の体積含水率θ（図-1右側パネル）は、最上流部のLine1で全体的に小さくなっていた。Line2より下流側では、土層―基岩境界面が凹んだ部分で含水率の上昇が見られ、Line6では断面全体が湿っていた。またLine4と5では、斜面に向かって左側の土層が薄い部分でも含水率の大きな上昇が見られた。このように、一様に見える斜面内でも、土壌水分はかなり不均一に分布していた。

図-2の左側パネルは、基岩面上で計測された体積含水率の二次元分布を示したものである。Line2の中央やや右寄りの高含水率部は、下流のLine3～6の高含水率部と連続しており、一連の水みちを形成していることが窺える。これとは別に、Line3とLine4の左端付近にも、小規模な水みちの存在が示唆された。

図-3 雨量・基岩湧水量・間隙水圧の時系列（短期）と基岩面上の間隙水圧分布

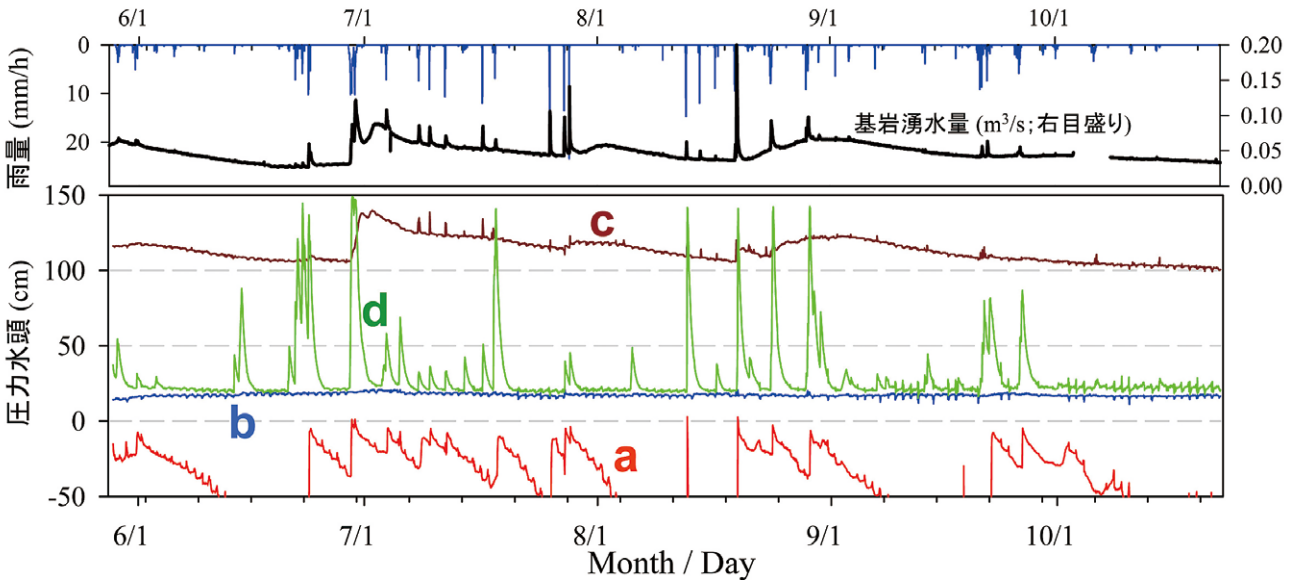


3 テンシオメータ網による土壌間隙水圧の観測

CPMPによる計測を実施した図-1斜面の各地点において、テンシオメータを土層―基岩境界面に設置し、基岩面上の土壌間隙水圧を観測した。間隙水圧は、その上昇が表層崩壊発生の直接の原因となることから、崩壊予測において最も重要となる物理量の一つである。図-2の右側パネルには、無降雨時に観測された土壌間隙水圧（圧力水頭表示）の平面分布を示した。間隙水圧は非常に不均質に分布し、その分布の様子はCPMPで計測された含水率の分布（図-2左側パネル）とよく対応していた。例えば、Line2中央やや右寄りの含水率が高い部分では、80cm以上の大きな間隙水圧が観測された。さらに、この高含水率部から下流側に続く水みちに沿って、飽和帯が分布していた。また、Line3の左端付近の含水率が高い部分でも、間隙水圧が大きくなっていた。以上のように、CPMPで計測された土壌水分の空間分布から、土壌間隙水圧の不均質分布の状況を的確に把握できるといえる。

図-3には、積算雨量112mm、最大時間雨量10.2mm/hの降雨時に観測された、間隙水圧の変動を示し

図-4 雨量・基岩湧水量・間隙水圧の時系列（長期）



た（Masaoka et al., 2010）。降雨前の間隙水圧分布（時刻(1)）は、図-2に示したものとほぼ同様であった。降雨中（時刻(2)および(3)）には、CPMPによる含水率分布や降雨前の圧力水頭分布（図-2）で示された水みちの周辺で、間隙水圧が鋭敏な上昇を示した。特に地点dでは、間隙水圧が最大150cmまで達した。降雨が終了すると、ほとんどの地点で間隙水圧は低下を示した。ただし、Line2中央やや右寄りの地点c周辺では、間隙水圧は降雨後も上昇を続け、降雨終了後13時間たった時点（時刻(4)）でピークとなり、その後長期間にわたって高い値が維持された（時刻(5)）。この降雨イベントでは、観測斜面に隣接する既往崩壊地内の基岩割れ目からの湧水量も、降雨に遅れた二次的な上昇を示していた（図-3上側パネル）。このことから、地点cにおける間隙水圧の変動は、基岩からの湧水の影響を受けたものだと考えられた（Masaoka et al., 2010）。以上の間隙水圧の応答パターンは、他の降雨イベントでも観測された（図-4）。

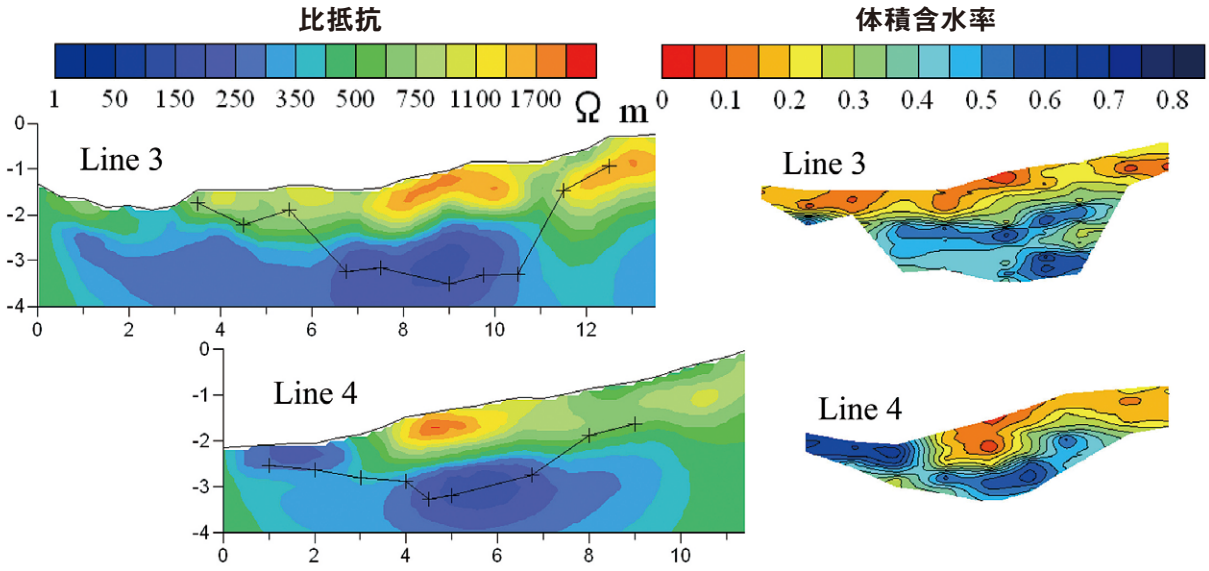
CPMPによる計測結果（図-1、図-2）においては、地点c付近の基岩面上において周囲よりも突出して高い含水率が検出されていた。よってCPMPは、土層内の水みちのみでなく、土層内に隠された基岩湧水ポイントの探査にも有効であると考えられた。

4 高密度電気探査による水分分布の把握

CPMPを用いた斜面調査と、その結果を受けて実施したテンシオメータ網による観測で、斜面内部の水分集中箇所や水移動の様子を把握することができた。しかしながら、これらの調査・計測は斜面上の各地点で実施する必要があり、空間的に連続した水分分布を把握するには手間がかかる。そこで同じ図-1の斜面において、非接触計測技術の一つである高密度電気探査を実施した。対象としたのは、図-1のLine3、4に沿った横断測線である。電極の配置にはダイポール・ダイポール法を用い、電極間隔は0.5～1.0mとした。

横断面内の比抵抗分布は、図-5の左側パネルのようになった。図中には、CPMPによって計測された土層－基岩境界面を黒線で示している。また、CPMPにより計測された含水率分布を図-5右側パネルに示した。Line3、4とも、土層－基岩境界面の凹みで含水率が高くなっているが、この部分では低比抵抗値が計測された。さらに、Line4左側の高含水率部でも、比抵抗が小さくなっていた。このように、電気探査により計測された比抵抗分布は、CPMPにより計測された含水率分布と良好な対応を示したことから、高密度電気探査

図-5 図-1の計測斜面における比抵抗と体積含水率の分布



は斜面の土壌水分空間分布を知るための有力な手法と考えられる。

ただし、電気探査では、CPMPの計測で得られた局所的な含水率の増加部・低下部は検出されず、空間分解能的には劣ると考えられる。その一方で、CPMPでは計測不可能な土層－基岩境界面より深い部分についても比抵抗分布が得られ、基岩内部の水分状態を把握できるという利点もある。このようなことから、高密度電気探査とCPMPによる計測を適切に組合わせることによって、精度の高い水分分布計測を効率的に行えると考えられる。

5 赤外線リモートセンシングによる水分分布の把握

CPMPによる計測や高密度電気探査を、膨大な数・面積に及ぶ急傾斜地崩壊危険区域や土石流危険渓流の全てで実施することは不可能であり、調査対象斜面の抽出方法が重要となろう。そのような手法の一つとして、赤外線サーモグラフィを用いたリモートセンシングについて検討した。

土層内に隠された水みちや基岩湧水ポイントでは、日頃から土壌水分が高いことが予想される。このような場所では、高温・乾燥時であっても、樹木が活発に蒸散を行うことによって、樹冠表面温度が低く抑えられると予想される。従って夏期の乾燥時に、リモートセンシングによって樹冠表面温度分布を計測することによって、水分集中箇所の大よその位置を把握できる可能性が高い。そこで、40年生のスギを植生とする平行斜面（写真-3）を対象として、赤外線計測を実施してみた。計測には、サーモトレーサTH9100MLN（NEC三栄株式会社）を使用した。この機械の計測温度範囲は-20～100℃、計測分解能は0.04℃、熱画像画素数は320×240ドットである。計測は快晴日（2009年8月19日）に実施し、対象となる斜面を見渡せる位置から、熱画像と可視画像をセットで撮影した。

得られた熱画像（図-6上側パネル）から、樹冠表面温度が周囲よりも低くなっている部分が検出された。図-6下側パネルでは、これらの低温エリアを可視画像上にマークしている。可視画像の上では、低温エリアと非低温エリアとの違いは明確でないことがわかる。

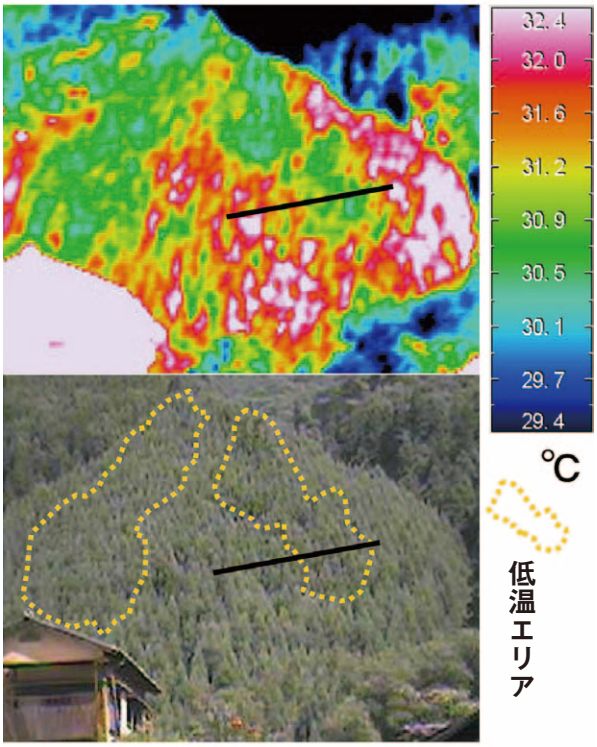
次に、低温エリアと非低温エリアの両方を含む横断測線（図-6中の黒線）を設定し、CPMPによる計測と高密度電気探査を実施した。この測線上では、斜面に向かって右側の部分の樹冠表面温度が低く、左側の部

写真-3 熱赤外リモートセンシングを行った斜面

分の樹冠表面温度が高くなっていた。CPMPによる計測は測線上の11地点で行った（図-7の青丸印）。結果を図-7上段パネルに示す。土層の厚さは57～228 cmであり、平均値は114cmであった。体積含水率は、バラツキが大きいものの、総じて斜面に向かって右側の部分（水平距離約6～20m）で大きく、左側の部分（水平距離約20～28m）で小さい傾向にあった。これらはそれぞれ、樹冠表面温度が低い部位と高い部位に対応しており（図-6参照）、熱赤外計測によって得られた温度分布が土壌水分量と良好に対応することが示された。

高密度電気探査は、ダイポール・ダイポール法を用い、電極間隔を1.5mとして実施した。得られた比抵抗の分布を、図-7の下側パネルに示す。パネル中には、貫入試験によって計測された土層―基岩境界面も併せて示している。比較的高い土壌水分が計測された斜面に向かって右側の部分（水平距離約6～20m）では、土層内の比抵抗が低くなっており、良好な対応が見られた。一方、斜面に向かって左側の部分（水平距離約20～28m）では、低い土壌含水率に対応して高比抵抗領域が広がっていた。これらの比抵抗分布は、樹冠表面温度（図-6）の分布とも良好に対応していた。なお、

図-6 熱画像ならびに対応する位置での可視画像
（図中の黒線は図-7の調査を実施したラインを表す）



計測範囲の右端付近（水平距離約8～10m）では、土層内の低比抵抗部分が、基岩の比較的浅い部分の低比抵抗帯に繋がっている様子が見て取れる。このことから、この位置において、基岩地下水が土層内に湧水し、土壌水分量を増加させている可能性がある。

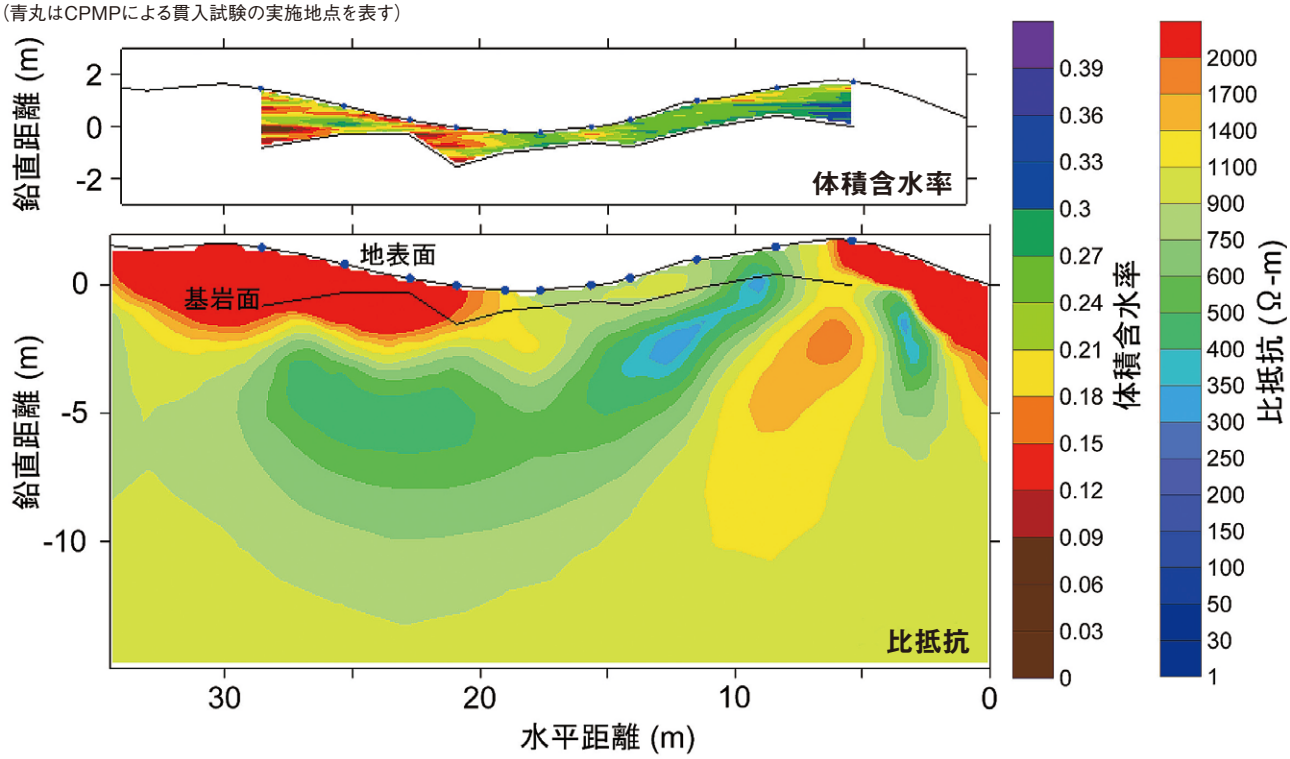
以上のように、熱赤外リモートセンシングによって樹冠面上の異常低温部を検出することで、斜面土層内の水分集中箇所を推定できる可能性が示された。

6 おわりに

表層崩壊発生の正確な予測には、表面地形の情報のみでは不十分であり、土層内の水みちの発達具合や基岩からの湧水箇所といった、斜面内部の集水性の把握が必要である。そのためには、斜面の土壌水分空間分布を計測することが有効と考えられる。本稿では、土壌水分分布を効率的に計測する幾つかの手法について、これまで行ってきた調査・研究の内容を紹介した。

図-7 CPMPによる土層厚と体積含水率の計測結果（上）と高密度電気探査による比抵抗の計測結果（下）

（青丸はCPMPによる貫入試験の実施地点を表す）



その成果から、「熱赤外リモートセンシングによって水分集中が予想される斜面を絞り込んだうえで、高密度電気探査と水分計付貫入計を組合わせた水みち・湧水箇所の精査を行う」ことにより、崩壊危険箇所を的確に把握できると考えている。ただし、これら一連の手法は限られた数の斜面に適用されただけであり、その有用性の検証は不十分である。今後、調査事例を増やすことで、手法の検証・改良を進めていきたい。

謝辞

京都大学農学研究科山地保全学分野の山川陽祐君、正岡直也君をはじめとする大学院生、学生の方々には、現地調査に協力いただいた。京都大学農学研究科環境デザイン分野の今西純一氏には、サーモグラフィを貸与していただいた。堤大三氏をはじめとする京都大学防災研究所穂高砂防観測所のスタッフには、現地観測に関してご協力いただいた。深く謝意を表します。

引用文献

★ 小杉賢一朗・堤大三・水山高久・長谷川秀三（2004）：斜面土壌水分空間分布計測のための土壌水分計付貫入計の開発，砂防学会誌，Vol. 57, No. 3, p. 3-13

★ Kosugi, K., Y. Yamakawa, N. Masaoka, and T. Mizuyama, A combined penetrometer-moisture probe for surveying soil properties of natural hillslopes, Vadose Zone J., 8, 52-63, doi:10.2136/vzj2008.0033, 2009.

★ 沖村 孝・田中 茂，一試験地における風化花こう岩斜面の土層構造と崩壊発生深さに関する研究，砂防学会誌，33(1)，7-16, 1980.

★ Masaoka, N., Y. Yamakawa, K. Kosugi, and T. Mizuyama, Intensive measurements of soil pore water pressure for analyzing heterogeneous hydrological processes on a hillslope, Int. J. Erosion Cont. Eng., 3, 53-58, 2010.

★ Yamakawa, Y., K. Kosugi, N. Masaoka, Y. Tada, T. Mizuyama, Use of a combined penetrometer–moisture probe together with geophysical methods to survey hydrological properties of a natural slope, Vadose Zone J., 9, 768-79, doi:10.2136/vzj2010.0012, 2010.

★ 山川陽祐・小杉賢一朗・梁 偉立・水山高久，土壌水分計付貫入計の改良，砂防学会誌，60(4)，34-39，2007.

★ 吉松弘行・川満一史・瀬尾克美・長谷川秀三・村中重仁，斜面の表層構造調査用の簡易貫入試験機について，平成14年度砂防学会研究発表会概要集，392-393，2002.

歴史探訪

斜面環境
山の辺の道「1」

中村 三郎
なかむら さぶろう
防衛大学校名誉教授・理学博士

図-1 新第三紀―鮮新世の日本列島・古地図（600-300万年前）

○；淡水湖　⌇⌇；断層　Ya；大和堆　Ni；日本海
（URBANN KUBOTA No.12より）

1 はしがき

「秋津洲（あきつしま）二つに分ける大割れ目あくまで究む身のつずくまで」という詩を雑誌で見ました（諏訪兼位2010）。1940年代の太平洋戦争直後の物質に恵まれない時期、研究生活をされていた構造地質学者大塚弥之助博士の詩であります。敗戦直後の混乱期当時の苦難を克服されつつ研究成果を挙げていましたが、肺結核のため惜しまれつつ47歳の若さで世を去られた氏の心意気が感じられます。詩に読まれた「二つに分ける……」と云うのは大断層フォッサマグナを指しているものと思います。古第三紀末期～新第三紀・鮮新世ユーラシヤ大陸から離れ移動しつつ日本列島は大きく二つに割れ、それに付随して幾多の断層や山なみ等が形成され地盤の変異が繰り返されてきました。

沈み込み変動帯に位置する日本列島、山はより高く海溝は深く、居住適地としての平地は少ないことから、古来祖先は山地や台地周縁に居住し生活を展開してきました。日本列島は断層地形が卓越しているということもあり、山を背後に控えた集落や、人の行き来するいわゆる「山の辺の道」がいたる所に見られます。山を背にした集落・住家という条件は、居住する人々にとって落ち着きや安らぎを得られるのであろうか、とりわけ断層等に由来する山地・山麓などを訪ねると、「自然と人」に関わる長い・ながーい歴史と歴史のもつ底力をも感じるような気がいたします。また社会・経済の変化に伴う地盤環境の変遷も考えられます。

日本最古の遊歩道とも云われる奈良盆地の「山の辺の道」や、近世社会の変化と共に変遷したフォッサマグナ沿いの事例などについてその変貌を考えてみたいと思います図-1。

2 奈良盆地

奈良は、西を金剛・生駒山脈（生駒断層）、東を大和高原（三百断層）によって囲まれ、南北約30km・東西約16kmの盆地であります。特に盆地の東縁の三百断層帯は、京都府城陽市の南から奈良県桜井市までのほぼ南北方向・長さ約35kmの活断層帯であります。西側に対して東側の地塊が相対的に隆起する逆断

層ゾーンで横ずれは認められないと地震調査会（2001年）で報告されています。資料によれば過去数万年間における奈良盆地の上下方向の挙動量は概ね3m程度と推定されており、その活動期間は概ね5000年程度ではないかと推測され、可能性が取り沙汰されています。東縁断層帯は幾つかの断層と撓曲によって構成されていますが、まとめて三百断層帯などと云っています。断層の走行は概ね南北方向で10° W、断層の傾斜50～60° 東傾斜（地下600m以浅）と報告されています。

奈良盆地は内陸性気候のため降水量が少なく、水田の水確保のため昔から多数のため池がつくられていました。このことは「古事記」や「日本書紀」にも記録されています。奈良盆地を流下する大和川は、盆地の灌漑用水を供給するために重要な役割を果たしていました。一方東山塊、三百断層沿いの山麓緩斜面地帯では、古来断層の間隙水と考えられる湧水を利用した農耕地が拓かれ、場所によっては環濠集落に見られるように、湧水あるいは流水を大切に活用するための工夫もなされています。また断層ぞいの新旧の扇状地面あるいは押し出し地塊の周縁は、古墳群や陵墓の地域となっているが、これは当時の権力者等に関わる陵墓等の地盤の安全性などについて配慮した位置の設定などが考えられます。

3 大和川と「海柘榴市（つばいち）」

早春、大和高原から奈良盆地を眺めると、遙か霞のかなたに大和川と金剛・生駒・二上の山々が望見できます写真-1。笠置山地に源を発する大和川（上流は初瀬川）は奈良盆地の水を集めて、亀の瀬渓谷を抜け、大阪平野を経て大阪湾へと流下する近畿地方最大の水系であります。約百万年前、大和高原北方の古瀬田川上流には古琵琶湖、今日の奈良盆地には古奈良湖の存在も考えられています図-2、3。

この大和川は古代から現代に至るまで様々に変遷し、奈良盆地の文明・文化に大きな影響を与えてきました。流域には先史時代からの集落跡が多数出土確認されており、大和川は灌漑用水として大和の農耕社会

図-2 古奈良湖・古琵琶湖のイメージ図

（国交省大和川河川事務所による）

約300万年前から100万年ほど前まで、奈良盆地から京都盆地にかけて古奈良湖の存在が推測されています。この時期、生駒山地が隆起し始め、大和川の渓谷を堰き止め湖ができたと考えられています。大和川の狭さく部に「亀の瀬」が位置しています（大和川河川事務所による）。

写真-1 大和平野の眺望(三輪山麓より西方向)　遠方左より、金剛山・葛城山。前景左より、畝傍山・耳成山と市街地。三輪神社の大鳥居が目立つ

を成立させ、さらに難波と結んで中国から伝播した文明を運ぶという重要な役割をも果たしていたと考えられています。弥生から古墳時代に入り、3・4世紀頃日本最古の王朝・大和政権の基盤が固まったといわれています。古墳群の分布から見ると、その拠点は初期の奈良盆地南東部(三輪山麓や断層崖下の前方後円墳群)を経て、応神天皇陵を擁する南河内の大和川沿いや仁徳天皇陵のある和泉地域における転移分布が顕著であります。

写真-2「山の辺の道」 始点とも言われている「海柘榴市（つばいち）」と言われる古代の市場（金屋）付近

図-3 奈良盆地と大和川の流域図

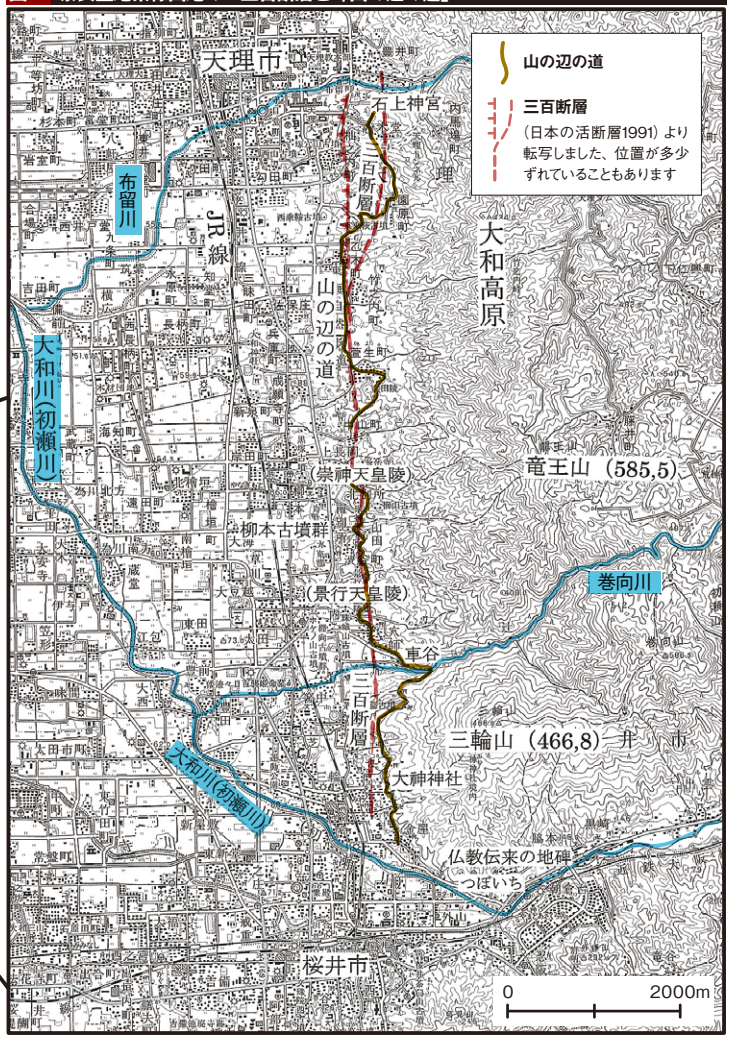
（国交省大和川河川事務所に加筆）

笠置山地に源を発する大和川（初瀬川）は奈良盆地のいくつかの支流の水を集めて亀の瀬渓谷を抜け大阪平野に注ぐ。

大和川は、古来灌漑用水路として大和における農耕社会の成立に大きな役割を果たす一方、曲流によって勾配を緩め運河として難波と「海柘榴市（つばいち）」を結び、中国から伝播した文明を運ぶという重要な役割をも果たしていました。桜井の街を経て初瀬川の馬井手橋を渡ると、その正面にわが国の「仏教伝来の地碑」を中心に瀟洒な小公園がありました。このあたりを「つばいち」と言い、わが国最古の交易都市であったと言われております。古代大和朝廷の中心でもあり、この付近は、難波津から大和川を遡行してきた舟運の終着地でもありました。欽明天皇の13年10月、百済の使節がこの港に上陸し、仏教が初めて日本に伝えられてきた記念すべき地と記録されております。

釈迦仏の金剛像一駆と経綸等がこの地に運ばれ、それが献上され仏教伝来の端緒となりました。仏教伝来の話は以前から聞いていましたが、目の前で改めて、

図-4 奈良盆地東縁山地の 三百断層と「山の辺の道」



その場を記念碑と共に確認できたのは感無量でありました。加えてこの地は「山の辺の道」の始点でもあります写真-2。

4
「山の辺の道」

「山の辺の道」は、桜井市大和川上流初瀬川沿いの「海柘榴市」を始点に、三輪山山麓の大神神社をへて天理市石上神社・奈良市春日山に至る約20kmの古道で、「古事記」や「日本書紀」に初めて登場する道路の名称でもあり、大和における最も古い道といわれています。標高約100mラインを縫うように遊歩道があります。道は細く曲がりくねり時に山側へ険しく登る坂もあるが、小高い丘などに出ると展望がよい。小学生の頃、歴史の授業の中で、歴代の天皇が奈良盆地を眺め「民家の竈の煙の立つ状態を眺めつつ民の暮らしに思いを寄せておられた」という話を聞いていました。今日、山の辺の道をたどると眺めがよく大和平野を眺望できる場が各所にあり、為政者はこの古道を行き来して人々の暮らしぶりを推しはかっていたのだろうかなどと思いつつ古道をたどりました図-4。

人間は居場所を求めるとき、背後に拠る所があると落ち着くようであります。断層地形との関わりの中でも、断層線沿い湧水池付近や断層前面に発達する扇状地形周縁に集落の発達している様子を各地で見ることができます。三百断層沿いの山の辺の地も背後に山を控え、古来、地域の人々に安定感をもたらし、断層沿いの湧水の条件も加わり、前面の緩斜面は格好の生産・生活の場となっていたものと考えられます。

4-1　三輪山　ご神体そのもの

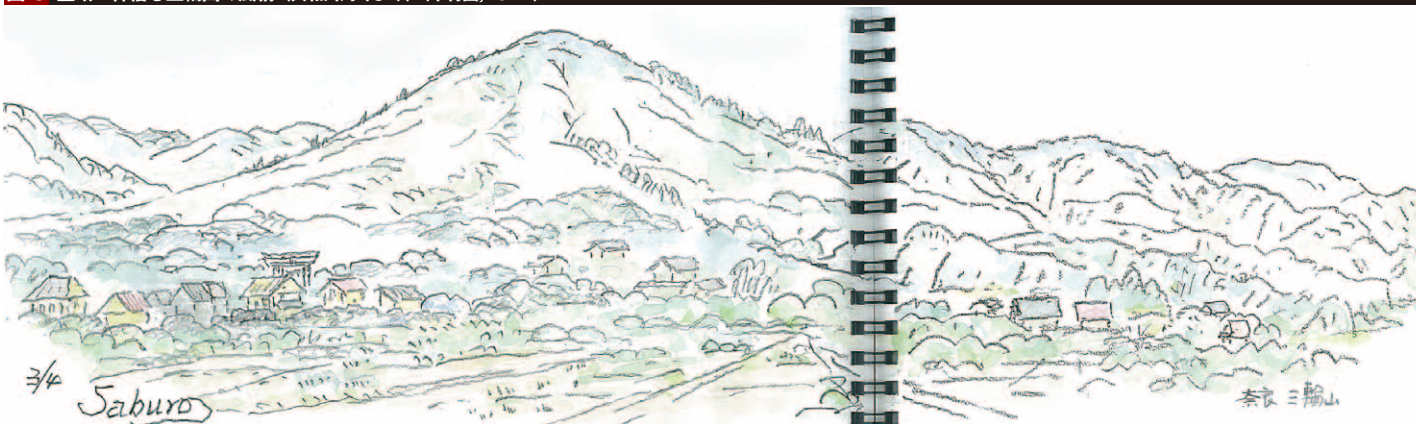
大和高原・三百断層沿いの山々の中でも、笠を伏せたような美しい山容を示す三輪山があります。標高466.81mで、古代からわが国で最も聖なる山とされ神の籠もる山として崇められてきた山体でもあります。山体は主として斑糲岩よりなり、山中には巨岩群の露出が見られます。これらについて、山頂付近の奥津磐座、中腹の中津磐座、山麓の辺津磐座というように呼ばれそれぞれの磐座には大物主神、大己貴神、小彦名神が宿り鎮まるといわれています（天理市観光課）。

桜井市の街はずれ、盆地側の水田から三輪山とその山麓を眺望しなおしてみました。端正な円錐形の美しい山容、山腹から山麓にかけて古松・古杉と様々な植生の入り混じった風情をしばらく遠望していると、この山容は古代人と同じ様相を眺めているのだろうかなどという思いもつのり、不思議に安らぎが得られるような気持ちになるのは私の先入観でしょうか。この気持ちに加えて、山そのものが神、先祖が宿っている山、山中浄土観……など様々な思いが頭をよぎります図-5。

三輪山の前面に三輪山そのものをご神体とする「大神神社」の社殿が位置しています。わが国最古の神社であり「古事記」にも記載されています。二千年前に大和における文化の中心であった三輪の大神神社は、今もなお多くの人々の心の拠り所であり訪れる人が絶えません。何時の頃からの産物か定かでありませんが、訪れる人々への思いやりの心か、その由来を確認しないまま通り過ごして来ましたが、古くから知られている「三輪そうめん」 そして里と神域との間に聳える大神神社の巨大な鳥居は印象的でした写真-1。

再度、三輪山を仰ぐと「里は人の住むところであっ

図-5 聖域　神宿る三輪山の風情（大和川河畔より）（中村画,2011）



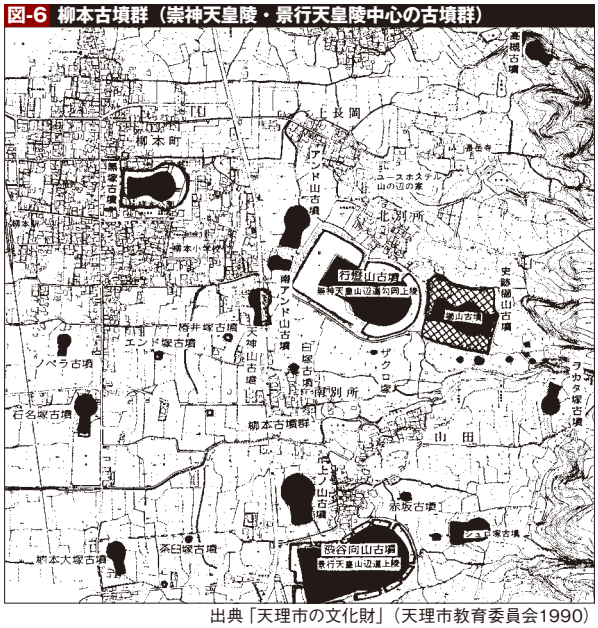
たが､山は特別の場」という思いを改めて強く感じます。

4-2　断層前面緩斜面の古墳群

大神神社から北へ1.5kmの位置に桧原神社（ひばらじんじゃ）がありますが、このお宮も三輪山そのものがご神体であるため拝殿も本殿もなく、三輪山へ向けて鳥居のみが三つ立つユニークな構えの神社で、大神神社の摂社であります。「山の辺の道」を北方へ移動すると、巻向川へ出ます。川沿いに30戸ほどの集落があり、巻向川の谷は俗に「車谷」と呼ばれ、川の上流は断層崖のV字谷を流下し、その後三輪山北麓を西流し下流は初瀬川に合流しています。川の流れを利用して、当時車谷では30を超す水車を稼働させ、三輪そうめんの原料である製粉、あるいは油絞りなどが盛んであったと言われています。

巻向川をこえて竜王山（585.5m）の西山麓には、新旧の扇状地緩傾斜面が発達しており、一部押し出し地形とも考えられる尾根状地や、埋積地塊状の地形起伏を見ることができます。この地帯一面に「柳本古墳群」があります図-6（天理市2004）。2基の巨大な前方後円墳を核として構成された古墳群であり、古墳群北東部に位置する行燈山古墳（崇神天皇陵）、南に位置する渋谷向山古墳（景行天皇陵）の他17の古墳が報告されており、奈良県において最も重要な古墳群の一つとされています。一般に断層沿いの地形と集落との関係をみると、集落は断層直近部分か扇面末端付近に認められ、この位置は湧水との関わりの深いことが十分

図-6　柳本古墳群（崇神天皇陵・景行天皇陵中心の古墳群）



出典「天理市の文化財」（天理市教育委員会1990）

考えられます。巨大古墳は、扇面側端部あるいは大小の尾根地形末端など、比較的安定した地盤条件を選んでいるようであります。柳本古墳群を形成する大型古墳の大部分は古墳時代前期～中期の築造と推定されております。

今日「山の辺古道」は崇神・景行陵東の山稜側に位置していますが､桜井市教委の調査（1985）によれば､「古事記」など御陵の記載に「山の辺上陵」と記載されていることや、数々の遺跡調査結果から、古道の位置は崇神・景行陵の西側に位置していたのではないかとも指摘しています。更に当時､古道の西は俗の世界、東は聖なる区域として、また天皇陵や神社・寺は何れも「山の辺の古道」と共に安定した山中他界の区域としての認識があったのではないかと思います。

渋谷向山古墳とその周縁の調査、柳本古墳群北のノムギ古墳等で3月積極的な調査が進められていました、その成果も待たれます。

「日本の原始、新しい夜明けを考える貴重な切っ掛けが、ここ柳本古墳群にあります」

5
古代と現代をつなぐ古道

私達は歴史を学ぶとき、当初は伝説ばなしのような内容に心惹かれ耳を傾け、さまざまなことを想像しながら話の先を追っていました。弥生時代後期（100～300年）における卑弥呼の登場について、それがどのような切っ掛け・成り行き・事実に由るのか、判らないままに興味を持っていました。卑弥呼登場前の国内は、各地の地域政権的社会が現れ、相互間の紛争が激しく、加えて2～3世紀にかけて異常な干魃と降雨による自然災害が繰り返され、世相の混乱もありこれが一つの切っ掛けとなって、各部族が卑弥呼を盟主として共立することになったと聞きました。記録によると卑弥呼は三輪の大物主神に仕えた神巫で、聡明で未然を識ることができ「最高の神巫が最高の神の託宣をうけて全体の意志を統一する」ということから卑弥呼が盟主としての役割を果たすことになったといいます。しかしこれも伝説の類でありましょうか（水戸部1989）。日本の歴史時代発足の端緒であったかどうか確かな認識をもてないままでありました。

当時、社会の体勢を変える一つの切っ掛けともなっ

た、自然災害と関わり深い異常気象問題について、最近の報道（読売2010）では、名古屋大の中塚武（地球化学）教授が、木の年輪の分析結果から、2～3世紀にかけて確かに干魃や激しい大雨の時期が繰り返し存在していたことを実証しています（中塚2010）。歴史や考古学の記載でも、当時大和地方における自然災害の頻度は多かったようであります。造構造運動の激しい日本列島、モザイク状の複雑な列島は、モンスーン地帯ということもあり災害の頻度激しく、古来為政者は自然災害との対応に苦労してきました。このような自然条件の中でも、3世紀前半頃には大和の稲作農村社会は逐次発展し、支配階層は強力となり勢力圏も拡大しました。この頃、順次多数の原始的国家の並立に終止符をうち、大和に統一国家としての大和王権を出現した（日林調1998）とあります。

前記柳本古墳群北東部に位置する行燈山古墳に祀られている崇神天皇（258年没）が、日本最初の統一者であったということは、古典に「御肇国天皇」と記載され讃えられていることから、確かであると指摘されています(水戸部1989)。崇神陵は山麓に墳丘を築き、周りをダムアップして環濠としたもので、かなり高度の技術を要した立派な陵墓で、肇国の英雄にふさわしいその功績を後世に伝えようとした往時の人々の意向が伺えます**写真-3**。

大和王権出現の頃から、奈良盆地を中心とした地域間の交流はますます緊密となり、人の行き来する手段としての「山の辺古道」は大きな役割を持ちました。同時に大和川は国内外の歴史・文化を育み、人々は国の安泰と共に、国土の防災に伴う地域の安全・安定のための防災意識を強く持つことになります。

最近の兵庫県南部地震（1995）・新潟県中越地震（2004）、そしてこの度の東日本大地震（2011.3.11）において日本人は大変な被災経験をしています。調査等で来日された国外の人々が異口同音に賞賛する、被災地における日本の人々の行動と冷静さと秩序の良さがしばしば報じられています。これは、古来頻度激しく地震や風水による災禍を経験し、耐えてきた日本人の心の中には、万物の生滅変化の過程で天然の無常という感覚が培われ、それが国民性・精神性に大きな影響を与えているのではないかと言われています。

人間には人間の都合、自然にも計り知れない自然の都合があり、その狭間で私達の生活は展開しております。「山の辺の道」をたどりつつ周縁の風情を展望していると、古奈良の「人と自然」に関わる経過と歴史を感じることができます、同時に何時の世も「アメニティー」と地域防災の大切さを改めて思考させてくれるような気がします。

謝辞　本小文記載に当たりお世話様になった、前大和川河川事務所長 藤井政人氏、同調調査課長 西村宗倫氏および、川崎地質(株) 宮川純一氏、河村弘之氏、現地にてノムギ古墳・柳本古墳群・三輪山等をご同行ご教示下さった森島和之氏に厚く御礼申し上げます。

写真-3 北より望む行燈山古墳（柳本古墳群の主墳）（写真提供：天理市教育委員会）

参考文献

★ 諏訪兼位（2010）；科学を短歌に詠む、学士会会報、No,885
★ 紺野義夫（1975）；日本海と大和堆、日本列島の地殻構造とその進化、アーバンクボタNo,12
★ 活断層研究会編（1991）；日本の活断層、東京大学出版会
★ 大和川河川事務所（2007）；大和川水系流域図、国交省大和川河川事務所
★ 寒川旭、衣笠義博、奥村晃史、八木浩司（1985）；奈良盆地東縁地域の活構造、第四紀研究、24巻2号
★ 天理市教育委員会（1990）；天理市の文化財、天理市
★ 中村三郎（2007）；斜面環境～断層脇往還、「SABO」Vol,91、Jul,
★ 奈良県学校教科研究会編（2007）；奈良県の歴史散歩上、山川出版社
★ 中塚武（2010）；年輪成分の分析、「卑弥呼登場背景に天変地異」、読売記事（8・14）
★ 水戸部正雄（1989）；図説 歴代天皇紀、秋田書店
★ 下中邦彦（1981）；奈良県の地名、日本歴史地名大系、平凡社
★ 日本林業調査会（1998）；日本の森と木と人の歴史、日本林業調査会
★ 奈良県立橿原考古学研究所（2003）；天理市ノムギ古墳発掘調査現地説明会資料

海外事情

スリランカ国の防災事情

土砂災害対策を中心として

綱木 亮介
つなき りょうすけ
（財）砂防・地すべり技術センター 斜面保全部長

1．はじめに

筆者は平成23年４月24日から５月７日まで、JICAの短期専門家としてスリランカに派遣されました。この派遣の目的は、本年１月に同国東部で発生した水害・土砂災害の調査と災害被害逓減のための助言を行うこと、及びこの災害をケーススタディとして、同国でJICAが実施中の「気候変動に対応した防災能力強化プロジェクト」の活性化を図ることです。日本から見ると非常に遠い国で、読者の皆さんにもあまり馴染みのないことと思いますが、以下に同国で見聞してきた、土砂災害対策を中心とした防災事情の一端をご紹介します。

2．スリランカの概要

スリランカは、「インド洋の真珠」とも呼ばれ、インド亜大陸の南東に位置する、面積65,525㎢、人口約2,000万人の島国です図-1。最高峰は中南部に位置するピドゥルタラーガラ山で、2,524mの標高を有し、その周辺には1,000m前後の高原が広がっています。また、北部と海岸沿いには平地が広がっています。

地質的には先カンブリア代の変成岩が国土の90％をカバーしており、さらに北部及び北西部には中新世花崗岩、南部及び東部海岸には第四紀堆積物が分布しています。変成岩の起源は、２億年前にゴンドワナ大陸の一部であったインド亜大陸及びスリランカが北東に移動を開始し、４千５百万年前にアジア大陸に衝突したため、その過程の中で元々の堆積岩が高温・高圧下の変成作用を受けたものです。

気候は、低地では熱帯気候で平均気温は27° C、中央の丘陵地は涼しく、ヌワラエリア（Nuwara Eliya、標高1,890m）では平均気温が16℃です。5月から7月にかけて、西部・南部・中央地域に南西モンスーンが発生します。また、12月と1月には、北部と東部に北東モンスーンが発生します。そのため多湿で、例えばコロンボでの年間降水量は2,500mmにも達します。

3．スリランカの防災体制

スリランカにおける防災を総括する組織は、Disaster Management省のDMC（Disaster Management Centre）です。そこに日本人の専門家が昨年から派遣され、「気候変動に対応した防災能力強化プロジェクト」が進められています。常時においては、DMCは防災に関する組織間での情報共有、活動の調整を行うとともに地域住民の啓発活動、防災コミュニティーの構築・充実あるいは地域を含めた避難訓練などを行っていま

図-1 スリランカ及び主な調査地

す。一方、災害時には予警報の伝達、地方組織を通じた情報収集とその取りまとめや報告を行うことで、緊急対応や援助物資配布の支援を行ったりしています。また、災害後には災害状況、被災したインフラなどの復旧状況を把握し、報告書として取りまとめています。

その他、このプロジェクト（防災）に関連する主な組織は次のとおりです。

① NBRO（National Building Research Organization）：同省で、ハザードマップの作成や土砂災害対策の計画を策定しています（特に土砂災害の多い10のDistrict）。また、調査や工事も実施しています。

② 気象局（Department of Meteorology）：気象観測（水文観測は含まない）及び観測データの提供、悪天候（大雨を含む）や津波に関する予警報の発令はしますが、洪水や地すべりといった個別災害の予警報業務は含まれていません。

③ 灌漑局（Department of Irrigation）：ダムの管理や主要４河川流域での20箇所の雨量観測等を行っており、それらの流域における警報を発する組織です。

4. 幾つかの地すべり地の状況

国滞在中、10箇所以上の現場を訪問することができましたが、以下に、そのうちの２箇所の状況を報告します。

4-1 Mahawewa地区

DMCが、日本からの専門家の協力の下に伸縮計観測並びにボーリング調査を実施しているモデルサイトの一つで、Nuwara Eliya District管内に位置しています。今回の災害で16戸が被災したということで、幅は最大で約300m、長さ約700～800mに達すると見込まれます。頭部は平坦で、部分的に池や湿地が広がります写真-1。そこから中央部にかけては15～20°程度の勾配の斜面となっています。それよりも下部では20～25°の勾配となり、移動土塊は二手に分かれます。斜面上部から見て右の分岐写真-2、3は、幅70m程度で土塊が比較的乱されているため、移動速度は相対的に大きかったものと考えられます。この分岐の末端付近から数十m離れた側部には小中学校があります（写真-2の奥の建物群）。移動土塊からこの学校までは一定の比高があるとはいえ、相応の対応が必要と考えられます。一方、左側の分岐土塊は今回はほとんど移動していなかったように見受けられます。この部分では、2007年に顕著な移動が記録され、90戸が移転したということです。

写真-4に、最上部の滑落崖付近に設置された伸縮計を示しま

写真-1 Mahawewa 地区頭部の平坦地（時には池が形成される）

写真-2 斜面上部から見て右の分岐部
（乱れた土塊の向こう側に見えるのが小中学校）

写真-3 斜面上部から見て右の分岐部（学校の敷地から望む）

写真-4 頭部付近の伸縮計

写真-5 Bodhikotuaa地区頭部の被災家屋

写真-6 末端部の状況

写真-7 Disaster Management省への報告会

すが（現在は観測を休止中）、これらの伸縮計を含む５基の観測データの総体的な傾向を見ると、上部の２基では、12月下旬から１月上旬にかけて20cm程度（計測の限界量まで）の引っ張りが観測されているのに対し、中央部に設置されている３基では、11月下旬から12月中・下旬にかけてほぼ同量の引っ張りが観測されています。この結果から、当地区では下部が移動することによってそれが上部に波及するという移動形態が推定されます。しかしながら、今後とも同様の移動形態を示すかどうか、という点に関しては継続的な観測や詳細な現地踏査等が必要です。

4-2 Bodhikotuaa地区

当地区はKandy市から20kmほど北方のMatale District管内に位置しています。今回の災害で民家４戸が全壊、２戸が半壊しました写真-5。幅は末端部で最大約150m、長さ約80～100mと見込まれます。道路直下に位置する頭部には被災した民家が連たんしており、その下部斜面は雑木林で、勾配20°ほどの短い斜面（15～20m）となっています。さらにその下部、約20m間は水田として利用されており、10～15°程度の勾配をもって末端部の小渓流に達しています写真-6。雑木林と水田との境界には灌漑水路が敷設してありますが、今回の地すべりで被災しました。

頭部滑落崖の比高は最大で３mほどですが、地すべりの移動は２～３週間にわたって継続したということです。そのため、被災家屋が６戸も生じたにもかかわらず住民は避難しており、人的被害が生じなかったことは幸いでした。

5. おわりに

限られた期間ではありましたが、スリランカの地すべりを中心とした土砂災害や防災体制について垣間見ることができました。また、今回の調査結果と団員の所感等は、最終的にDisaster Management省に対して報告をしました写真-7。筆者からの主な助言内容は、①ハザードマップの精度向上策に関する点、②土砂災害に対する警戒避難基準の見直し方針に関する点、③モデルサイトにおける地すべり調査・観測手法の方針に関する点等です。進行中の「気候変動に対応した防災能力強化プロジェクト」を通じて、今後同国が種々の課題を克服していけることを切に願うものです。

最後になりますが、JICAの関係の皆様を始め、今回の調査でお世話になった方々に心から御礼申し上げます。

海外事情

台風委員会と参加国の土砂災害担当機関

比留間 雅紀
ひるま まさき
（財）砂防・地すべり技術センター 企画部 国際課長

雪の済州空港

1．はじめに

第43回台風委員会総会が2011年１月17日から22日までの６日間、韓国の済州島で開催された。今回この会議に出席した際、参加各国の土砂災害担当機関についてヒアリングを行った。会議の概要と共に報告する。

2．台風委員会について

台風委員会（Typhoon Committee）は、環太平洋地域の台風災害軽減を目的として国連アジア・太平洋経済社会委員会（UNESCAP）が世界気象機関（WMO）と共に1968年に設置した、データの相互利用や被害軽減方策の提示、方向性の議論などを行う検討機関である。加盟国は、中国（本邦、香港、マカオの3カ国扱い）、フィリピン、日本、韓国、北朝鮮、ヴェトナム、カンボジア、ラオス、タイ、マレーシア、シンガポール、アメリカの12ヶ国で、事務局（TCS）はマカオに置かれ、例年、秋に統合ワークショップ、12月～1月頃に総会が、各国持ち回りで開催されている。

台風委員会には気象、水文、防災の３ワーキンググループが置かれ、日本からは、気象（WGM)）には気象庁から、水文(WGH)には国土交通省河川局が、防災（WGDRR）には内閣府防災担当から、それぞれ毎年参加して多くのプロジェクト（課題研究）を行っている。各国の洪水災害には多く土砂災害が含まれることから、2001年末のホノルル総会から国土交通省砂防部が参加して「土砂災害警戒情報策定プロジェクト」(2002～2009年、リーダー：国総研・水野秀明主任研究官（当時)）主宰することとなった。当センターも2007年のマニラWSから参加してプロジェクト実施支援を行っている。

3．土砂災害ハザードマッピングプロジェクト

現在、土砂災害防止のプロジェクトは、「土砂災害ハザードマッピングプロジェクト」(リーダー:国総研･林真一郎研究官)が国土交通省砂防部、国土技術政策研究所砂防研究室の主導で行われている。中国、香港、フィリピン、タイ、米国、日本の6カ国が参加している。

2009年に日本から土砂災害危険区域の設定手法、ハザードマップ作成の考え方を提示している。これを参考に各国でモデルサイトを決めて危険区域を設定し、避難場所等の情報を加えてハザードマップの作成を進めている。当初予定では、2011年に危険区域の設定技術、各国の検討事例等をとりまとめたガイド

カントリーレポートを発表する越智課長補佐

総会会場の様子

ラインを作成する予定であったが、昨年の統合ワークショップで行ったフィールドトレーニングが好評で再度実施希望が寄せられたため、2011年11月に開催予定のヴェトナムワークショップでもフィールドトレーニングを実施することとなった。このため、ガイドライン作成は2012年に行うこととなり、プロジェクトは2012年までに延長された。

4. 参加国の土砂災害対策担当機関

ヒアリングは、豪雨を誘因として土砂災害が発生する（した）場合の対策の主な種類表-1を説明したうえで、応急の被害拡大防止、再度災害防止・復旧のための構造物対策（ハード対策）を所管する機関はどこか、情報伝達や調整、警戒避難などの非構造物対策（ソフト対策）を所管する機関はどこか、を各国の出席者に尋ねた。

ヒアリング結果を、台風委員会への参加部局と共に、表-2に示す。

ハード対策担当機関は、その国で卓越して発生する現象のタイプにもよるが、主として公共事業省や水資源省系の部局が多かった。中国やフィリピンなどでは、渓流対策は公共事業省系の部局が、そして斜面災害対策は地質系の部局が担当している。またマカオでは特別行政区の大半が都市部に属し、岩山がほとんどのため、土砂災害といえば造成地の法面崩壊を指すとのこ

表-1 Type of Measures against Sediment-Related Disasters

Time	Rain	Events	Structural Measures	Non-Structural Measures
↓				Preparedness - Hazard Mapping - Establishment of Warning/ Evacuation System Awareness - Training/Seminar for Residents
		Beginning of Rain		Warning/Evacuation
		Disaster! -Debris Flows -Landslides	Emergency Works - Sediment Removal - Secure X-section of Stream	Evacuation Rescue Operation
		End of Rain		Warning/Evacuation
			Restoration/Rehabilitation Works - Check Dam - Channel Work - Retaining Wall - Hillside Work etc.	Preparedness - Hazard Mapping - Establishment of Warning/ Evacuation System Awareness - Training/Seminar for Residents

とで、公共事業官庁が担当している。

ソフト対策は、ハード対策担当機関とは別の危機管理調整機関が主管する国が多かった。たとえばフィリピンやマカオ、マレーシア、タイなどでは、大統領や首相直属の危機管理担当委員会が、関連省庁を横断的に調整しつつ、災害軽減や早期復興を目指す。アメリカやそれを参考として組織を作った韓国では、危機管理担当部局がハード対策も含めて担当する。また、フ

表-2 台風委員会参加国の土砂災害対策担当機関

国名	土砂災害対策担当機関		台風委員会への参加部局	
	ハード対策	ソフト対策	水文部会(WGH)	防災部会(WGDRR)
カンボジア	欠席のため、未確認		水資源気象省気象局 Department of Meteorology, Ministry of Water Resources & Meteorology	
中国	水利部建設管理局 Department of Construction and Management, Ministry of Water Resources 国土資源部地質環境局 Dept. of Geological Environment, Ministry of Land and Resources	水利部洪水・干ばつ対策 本部Office of State Flood Control and Drought Relief Headquarters, Ministry of Water Resources 国土資源部地質環境局Dept. of Geological Environment, Ministry of Land and Resources	水利部水文局 (国立洪水予測センター) Bureau of Hydrology (National Flood Forecasting Center), Ministry of Water Resources	中国気象局 応急減災公共サービス課 Department of Emergency Response, Disaster Mitigation and Public Services, China Meteorological Administration
北朝鮮	欠席のため、未確認		国家水文気象局水文部 Department of Hydrology State Hydrometeorological Administration (SHMA)	
香港	香港特別行政区 土木開発局地質工学事務所 Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department	未確認	香港気象台 The Hong Kong Observatory	
ラオス	欠席のため、未確認		気象水文省水資源・環境局 Water Res.and Envir.Administration Department of Meteorology & Hydrology	
マカオ	国土公共事業道路局 Land, Public Works, Transport Bureau(DSSOPT)	安全保障調整事務所 Security Forces Coordination Office	マカオ気象地球物理局 Macao Meteorological & Geophysical Bureau	安全保障調整事務所 Security Forces Coordination Office
マレーシア	農務省潅漑局水文・水資源部 Hydrology & Water Resources Division, Department of Irrigation & Drainage	国家安全評議会危機・災害管理局 Disaster and Crisis Management Division, National Security Council	農務省潅漑局水文・水資源部 Hydrology & Water Resources Division, Department of Irrigation & Drainage	国家安全評議会危機・災害管理局 Disaster and Crisis Management Division, National Security Council
フィリピン	公共事業・道路省 Department of Public Works and Highways 環境資源省鉱山地質局 Mines and Geosciences Bureau, Department of Environment and Natural Resources	国家災害リスク軽減・管理評議会 National Disaster Risk Reduction and Management Council (NDRRMC)	科学技術省大気地球物理天文局 Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration (PAGASA), Department of Science and Technology	国家災害リスク軽減・管理評議会 National Disaster Risk Reduction and Management Council (NDRRMC)
韓国	消防防災庁 National Emergency Management Agency(NEMA) 山林庁 Korea Forest Service	消防防災庁防災研究所 National Institute for Disaster Prevention (NIDP), National Emergency Management Agency (NEMA)	国土海洋部 Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (MLTM) 韓国建設技術研究院 水資源研究局 Water Resources Research Department, Korea Institute of Construction Technology	消防防災庁防災研究所 National Institute for Disaster Prevention, National Emergency Management Agency
シンガポール	欠席のため、未確認		国立環境庁気象局気候部 Climatology and Marine Met Services Meteorological Services Division National Environment Agency	国立環境庁気象局予報部 Operational Services Department Meteorological Services Division National Environment Agency
タイ	農務省潅漑局水利部水文課 Hydrology Division, Office of Hydrology and Water Management, The Royal Irrigation Department	内務省防災減災局 Dept. of Disaster Prevention and Mitigation (DDPM)	農務省潅漑局水利部水文課 Hydrology Division, Office of Hydrology and Water Management, The Royal Irrigation Department	内務省防災減災局研究国際協力部 Research and International Cooporation Bureau, Dept. of Disaster Prevention and Mitigation
アメリカ	連邦緊急事態管理庁 Federal Emergency Management Agency (FEMA)		商務省海洋大気局気象局 National Weather Service (NWS), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	
ヴェトナム	農業・農村開発省堤防洪水暴風管理局洪水暴風管理部 Flood and Storm Control Division, Dept. of Dyke Management, Central Committee for Flood and Storm Control, Ministry of Agriculture and Rural Development	農業・農村開発省堤防洪水暴風管理局洪水暴風管理部 Flood and Storm Control Division, Dept. of Dyke Management, Central Committee for Flood and Storm Control, Ministry of Agriculture and Rural Development	国立水文気象予測センター National Hydro-Meteorological Forecasting Center (NHMS)	農業・農村開発省堤防洪水暴風管理局洪水暴風管理部 Flood and Storm Control Division, Dept. of Dyke Management, Central Committee for Flood and Storm Control, Ministry of Agriculture and Rural Development

気象系部局　公共事業省、水資源省系部局　市民防衛系部局

ィリピンやヴェトナムでは、国レベルでは表に示す機関が担当するが、同様の機能を有する地方レベル、県レベルでの調整委員会が存在し、災害の規模や被害の大きさによっては対応を任せている。

5. おわりに

今回のヒアリングは、台風委員会の出席者から聞き取ったものであり、国によっては気象部局に所属する人間であるため、場合によっては他省庁、他部局で行われている土砂災害対策には詳しくないこともあった。このため、ヒアリングで得られた担当機関は必ずしも網羅的にはなっていない。国によっては環境部局や森林部局が担当している部分もあるだろう。各国の更なる情報や、誤りのご指摘を頂ければ、幸いである。

暖かかったホテルのオンドル部屋

何十種類ものキムチが並ぶスーパー、手にするのは４Kg入り

世界の土砂災害（2011 その1）

（財）砂防・地すべり技術センター 企画部国際課

2011/1/1～2011/3/31			
発生日	国名	種別	概要
2011年 1月12日	ブラジル	＊崩壊・ 土石流	ブラジル南東部リオデジャネイロ州の州都リオデジャネイロ（Rio de Janeiro）から北東約100kmにある町テレゾポリス（Teresopolis）で、1月11日から降り続いていた大雨により、周辺丘陵斜面の至る所で崩壊が同時多発的に発生した。土砂は、直接山すその人家を襲ったり、土石流化して集落に流れ込むなどして、周辺の同州ノバ・フリブルゴ（Nova Friburgo）やペトロポリス（Petropolis）などの被害も合わせると、合計で803名が死亡し、ブラジル史上最悪の災害となった。
1月 1～31日	フィリピン	土石流・ 崩壊	1月を通して前線が停滞し、特に5～8日、15～23日、26～31日に集中的に強い雨が降った。これにより、ルソン島南部からレイテ島、ヴィサヤ島、ミンダナオ島等で土砂災害が頻発した。レイテ島南部のセントベルナルドでは崩壊で子供3名死亡、8名が負傷、キャラガ島では崩壊で2名、土石流で2名が死亡。これらを含め全国で、土石流で3名、崩壊で6名の計9名が死亡、10名が負傷、3名が行方不明となった。その他洪水や高潮被害を含めると、75名死亡、22名行方不明、13名負傷、影響集落2200、40万世帯200万人が影響を受け、うち14万世帯68万人が避難した。
2月27日	ボリビア	地すべり	ラパス（La Paz）南部のヴィラデラスフローレス（Valle de Las Flores）地区で、数週間降り続いた雨により2月27日に大規模な地すべりが発生し、斜面を折り返しながら登る道路と沿道の約400軒の家が全壊した。予兆から滑動までに避難が行われたため、死者はなく、数名が軽傷を負った程度で済んだ。
3月10日	インドネシア	土石流	スマトラ島西部のナングロ・アチェ・ダルサラム（Nangro Aceh Darussalam）州ピディー（Pidie）郡の山間部にあるタンセ（Tangse）県で、3月10日夜の驟雨で土石流が発生、家屋数棟が流され、21名が死亡。
3月11日	日本	地すべり	3月11日14:46に本州の東北地方から関東北部にかけてM9.0の地震が発生し、海岸部では津波で壊滅的な被害が発生した。津波とは別に、山間部では、土石流等6件、地すべり16件、がけ崩れ75件、計97件の土砂災害が発生した。福島県白河市葉ノ木平で発生した地すべりで人家10戸が全壊し13名死亡、栃木県那須烏山市川西で発生した地すべりで2名が死亡、福島県いわき市田人町石住で発生したがけ崩れで3名死亡するなど、計19名が亡くなった。

注）今号から掲載期間区切りを、1～3月、4～6月、7～9月、10～12月とする。＊は前号にも掲載したもの。

行事一覧（4月～6月）

協賛（後援）

●5月31日	日本の景観を良くする国民運動推進会議（協賛）
●6月1日~30日	平成23年度土砂災害防止月間（後援）
●6月1日	平成23年度砂防ボランティア基金（協賛）

理事会等の開催

【平成23年度第1回理事会】

第1回理事会が、平成23年5月25日、当センターで開催され、次の議案について審議が行われました。

第1号議案　平成22年度事業報告の議決を求める件
第2号議案　平成22年度収支決算の議決を求める件
第3号議案　平成23年度事業計画案の議決を求める件
第4号議案　平成23年度収支予算案の議決を求める件
第5号議案　財団法人砂防・地すべり技術センターにおける最初の評議員の選任方法に関する件
第6号議案　財団法人砂防・地すべり技術センターにおける最初の評議員選定委員会設置･運営規則の制定に関する件

【平成23年度第1回評議員会】

第1回評議員会が、平成23年5月25日、当センターで開催され、次の議案について審議が行われました。

第1号議案　平成22年度事業報告の同意を求める件
第2号議案　平成22年度収支決算の同意を求める件
第3号議案　平成23年度事業計画案の同意を求める件
第4号議案　平成23年度収支予算案の同意を求める件
第5号議案　財団法人砂防・地すべり技術センターにおける最初の評議員の選任方法に関する件
第6号議案　財団法人砂防・地すべり技術センターにおける最初の評議員選定委員会設置･運営規則の制定に関する件

人事異動

●4月1日付	【採　用】	秋山 一弥	斜面保全部調査役(国土地理院企画部防災企画官)
		斉藤 祐巳	企画部調査役((独)国際協力機構 二本松青年海外協力隊訓練所長)
	【配置換】	佐藤 一幸	企画部長(砂防技術研究所調査役)
	【昇　任】	増田 澄雄	総務部長(総務部次長)
●5月16日付	【採　用】	三上 幸三	砂防技術研究所技術部長(国土交通省中部地方整備局企画部企画調整官)
	【委嘱解除】	松井 宗廣	砂防技術研究所技術部長兼務の委嘱を解く
●5月31日付	【出向期間満了】		
		小川 浩一	砂防部技術課技師
		川上 誠博	砂防部技術課技師
		小段 慶司	砂防部技術課技師
		井藤 嘉教	斜面保全部技術課技師
		宮本 弘介	斜面保全部技術課技師

		村岡 洋	斜面保全部技術課技師
		池田 一	総合防災部技術課技師
		鈴木 雄介	総合防災部技術課技師
		瀬戸 秀治	総合防災部技術課技師
		溝口 裕也	総合防災部技術課技師
●6月1日付	【配置換】	水野 忍	総務部総務課(総務部契約課)
		三浦 知子	総務部契約課(総務部総務課)
	【新規出向】	上杉 大輔	砂防部技術課技師
		土井 賢一	砂防部技術課技師
		西尾 陽介	砂防部技術課技師
		宮田 直樹	砂防部技術課技師
		森 義将	砂防部技術課技師
		吉田 圭佐	砂防部技術課技師
		上松 昌勝	斜面保全部技術課技師
		佐藤 直行	斜面保全部技術課技師
		山下 裕之	斜面保全部技術課技師
		戸松 敬	総合防災部技術課技師
		高橋 健太	総合防災部技術課技師
		藤澤 康弘	総合防災部技術課技師
		藤田 浩司	総合防災部技術課技師

STC短信

依頼講師

講師	派遣日	相手先	内容
近藤 浩一	4/14～7/14	筑波大学大学院生命環境科学研究科	「環境防災特別講義」非常勤講師
近藤 浩一	4/1～9/30	日本大学理工学部	「砂防防災工学」前期非常勤講師
安養寺 信夫	4/11	小諸市役所	防災勉強会 講師
綱木 亮介	7/15	(社)全国地質調査業協会連合会	最新：地すべり技術講習会 「最新技術編・対策工の設計施工と管理」講師
向井 啓司	5/16	(財)熊本県建設技術センター	研修会「砂防・急傾斜と地滑り」講師
嶋 丈示	5/24	砂防鋼構造物研究会	砂防鋼構造物研究会研究報告会 「三宅島腐食調査報告及び鋼製砂防設計便覧改定」講師
松井 宗廣	6/4	島原市	「災害・復興シンポジウム」にかかるパネルディスカッション パネリスト
松井 宗廣	5/30	筑波大学大学院生命環境科学研究科	環境防災施設論「砂防ソイルセメントを用いた手法」講師
池田 暁彦	6/6		環境防災計画論「土砂災害対策の便益評価手法に関する調査研究」講師
安田 勇次	6/13		環境防災計画論 「土砂移動現象に関する氾濫シミュレーションの技術開発」講師
菊井 稔宏	6/20		環境防災計画論「総合土砂管理に係わる政策・手法に関する研究」講師

海外研修

国	出張者	期間	目的
イタリア	池田 暁彦	2011.6.12～20	土石流国際会議

研究開発助成

5月24日(火)アルカディア市ヶ谷で行われた標記委員会の審議を経て、本年度の研究助成該当者は下記のように決定いたしました。

	応募課題	代表申請者	所属機関
1	河道閉塞(天然ダム)決壊過程に関する現地実験	里深 好文	立命館大学
2	集団的記憶としての土砂災害伝承の研究	吉川 肇子	慶應義塾大学
3	3方向変位計測可能な傾斜計による斜面崩壊発生予測のための斜面変形・破壊モデルの構築	笹原 克夫	高知大学
4	支川合流を考慮した土石流の一次元数値シミュレーション手法の検討	中谷 加奈	京都大学
5	深層崩壊の発生予測手法確立のための岩盤内地下水流動経路の探索とそのモデル化	平松 晋也	信州大学
6	地域と共に創りあげる防災啓発プログラム手法の開発	井良沢 道也	岩手大学
7	2010年メラピ火山噴火に伴う複合土砂災害実態に関する調査研究	権田 豊	新潟大学

平成23年度砂防学会通常総会並びに研究発表会

5月18日(水)から20日(金)にかけて、(社)砂防学会主催の砂防学会通常総会並びに研究発表会が神奈川県民ホールにおいて開催されました。研究発表会には一般参加をふくめ900名に及ぶ盛会となり、活発な議論が繰り広げられました。当センターからの発表者と論文タイトルは以下の通りです。

		発表者	タイトル
1	砂防部	菊井 稔宏	土砂災害警戒情報の解除タイミングに関する一考察
2		小川 浩一	鹿児島県船石川における土石流計算条件の設定方法
3		道畑 亮一	融雪に伴う土石流発生基準の検討
4		嶋 大尚	平成21年7月山口災害における剣川の流木流出実態について
5		川上 誠博	磐井川における岩手宮城内陸地震後の崩壊状態について
6		宮瀬 将之	土砂災害発生時における前兆現象認知状況
7	総合防災部	瀬戸 秀治	浅間山でのロールプレイング方式防災訓練による火山防災対応力のスパイラルアップ
8		池田 一	融雪型火山泥流に対する住民避難を検討するための火山ハザードマップ
9		五十嵐 勇気	火山噴火緊急減災対策を迅速かつ効果的に実施するための“緊急対策カルテ”の提案
10		吉田 真也	火山の噴火確率に対する統計学的手法の適用について
11		溝口 裕也	地上型合成開口レーダーによる監視観測の試み
12		厚井　高志	十勝岳における火山噴火緊急減災対策の実施タイミングの検討
13		植　弘隆	砂防工事における無人化施工の実態と課題について
14		鈴木　雄介	噴火直後の記録写真と文字記録による焼岳昭和37年噴火後土砂移動現象の推移復元
15		前寺　雅紀	富士山大沢川における渓床対策工の機能検証
16	斜面保全部	加藤　誠章	ALOS／PALSARを用いた山形県月山周辺部における土砂移動懸念箇所の抽出と現地状況との対照
17	技術研究所	池田　暁彦	土石流発生源における渓床堆積土砂の変形と土砂流出実態について
18		嶋　丈示	礫径調査における最大礫径の設定に関する一考察
19		川村　崇成	砂防ソイルセメント(INSEM)の発現強度について

平成23年度　砂防・地すべり技術センター講演会開催

6月21日(火)砂防会館別館シェーンバッハ・サボーにおいて「平成23年度　砂防・地すべり技術センター講演会」を開催いたしました。当日は300名ものご参加を頂きまして、誠にありがとうございました。詳細は次号でご報告いたします。

『土砂災害の実態　平成22年』発行

当センターでは昭和59年（1984）より、毎年全国で発生した土砂災害に関する資料を収集し、その実態を分析して取りまとめ、冊子「土砂災害の実態」として発行しております。そして砂防関係技術の発展および広報の一助として頂けるよう、国・都道府県の砂防部局や大学等の研究機関に配布しています。

今年も「平成22年版」を発行いたしました。本誌は平成22年1月から12月までに発生した土砂災害を取りまとめたものです。本誌により、土砂災害についての認識を深め、土砂災害対策を考えるうえで、参考にして頂ければと考えております。

本誌はバックナンバー（絶版の平成5年以前版と平成16年版を除く）も含めて頒布しております。ご希望の方は下記当センターホームページ「書籍頒布」ページから申込用紙をダウンロードし、必要事項を記入してFAXもしくは郵送にて注文頂ければ、送料着払いでお送りします。詳細についてはホームページを参照するか、下記当センター窓口までご連絡ください。

問い合わせ・申込先：(財) 砂防・地すべり技術センター 企画部　砂防センターHP：http://www.stc.or.jp/
TEL：03-5276-3271　FAX：03-5276-3391　E-mail：webmaster@stc.or.jp

東日本大震災に義援金

当センターでは職員からの募金をあわせ、日本赤十字社に義援金を送らせていただきました。
被災地の一日も早い復興をお祈りいたします。

さて何食べよ？
界隈食べある考
16

亜熱帯カレー

夏です。暑い。そんなときはカレーです。暑いときは熱いものを食べて汗をかくのがよい暑気払いになります。今回は日本のカレーライスではなく、シャパシャパした市ヶ谷のカレーを紹介します。

【ムンバイ市ヶ谷店のインドカレー】

麹町郵便局を越え、一口坂交差点を左折、30m先左側。青い内外装が涼しげなインド料理店。九段に在日インド大使館があるせいでしょうか、「インド大使館御用達」とあります。

ナマステ〜。ここのランチセット(890円) は、カレーとナンかターメリックライス、サラダがセットになったもの。カレーは、日替わり（取材日はゴーヤとチキンでした)、シェフの気まぐれ、チキン、エビとマッシュルーム、ベジタブル、マトンの6種類から選べます。このナンが大きくて嬉しい！ ライス・ナンのお代わりは100円、タンドリーチキン追加（1個）は250円。レディーススペシャル（990円）はカレー2種類とミニナン&ミニライス、サラダ、デザート付きとなります。重要なポイントをひとつ。一口坂交差点付近で、インド人店員がサービス券を配っていますので、必ずもらっていくこと。マンゴラッシーがサービス(通常200円)になります。なお、持ち帰りの弁当は690円。

ムンバイの日替わりカレーセット

ティーヌンのグリーンカレー

夜は、ほうれん草や豆のカレーも加わります。ガーリックナンやロティ（薄焼き小型の味なしパン、インドではナンより一般的）も食べられます。タンドリーチキンやカバブ、サモサ、パコラ（ちぎり揚げ）などをつまみにすれば、ビールが進みます。夜のパーティーコースは1990円〜。飲み放題を付けて2990円です。

【ティーヌンのグリーンカレー】

また出たか、ティーヌン！ と言われそうですが、暑い国のものはやはり夏に合います。グリーンカレーと言われるゲーン・キョウワーン（820円)。青唐辛子とタケノコ、チキンなどが入ったココナッツカレー。タイではカレーと認識しないそうですが、甘くてあとで辛い味は依存性があります。レッドカレーもありますが、グリーンカレーが一番人気。長粒のタイ米が汁とよくマッチします。スプーンとフォークで食べ進むと、あれ、ご飯がもうない。ご飯お代わりは200円。

前回ここのガパオ弁当を紹介しましたが、5月から持ち帰り弁当の種類が増えました。店で食べるより、大体200円引きです。これまでのガパオ(600円)、グリーンカレー（620円）のほか、シンガポールチキンライスのカオマンガイ（620円)、タイ風焼きビーフンのパッタイ(青唐辛子を浸けたお酢と砂糖をかけて食べるのが通らしい／620円)、生春巻（1本250円）が加わりました。　(H)

【ムンバイ市ヶ谷店】
東京都千代田区九段北4-1-35
GLAX101　1F/BF
TEL：03-3239-2705
http://www.mumbai.co.jp/ichigaya/

*

【ティーヌン】
東京都千代田区九段北4-2-15
市ヶ谷プラザ1F公園側
TEL：03-5214-6515
http://spiceroad.co.jp/tinun/t4.html

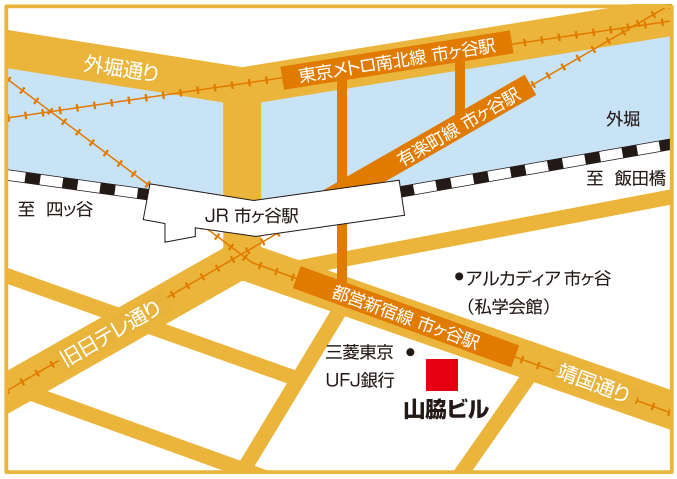
編集後記
市ヶ谷便り

家路をたどる外堀通りから見上げると、夕映えにきらめく高層ビルの上に広がるのは、残照の初夏の空です。お堀に映る新緑のみずみずしさ、東京の街の美しさに気づいたのは、街の灯が控えめになったせいかもしれません。

いまだ出口の見えぬ多くの問題を抱えたまま、東日本を襲った災害から４か月が経とうとしています。照明が落とされた街路や駅構内、止まったエスカレーター、シャッターの下りたATM……、知らぬ間に慣れっこになっていた過剰な便利さ、ぜいたくさに今さらのように気づかされました。義援金箱にいささかの志を託し、節電を心がける……私たちにできることはあまりにわずかです。TVで報道される被災地の現状を見るにつけ、多くの人が感じるやりきれなさの中に、この春は過ぎていったように思います。

晩春というには肌寒い５月の一夕、神田神社で「鎮守の杜からの祈り――日本神話と災害教訓の夕べ」と題された催しがありました。新春号に随想を下さった清水襴宜の進行のもと、内閣府中央防災会議有志によるシンポジウム、今号の巻頭を飾ってくださった平野啓子先生の変幻自在な語り……その中で、この国は幾度となく絶望の淵に立たされながら、そのつど不死鳥のように蘇って現在の繁栄を築いてきたのだということもまた、思い出させていただいたのです。

ささやかな喜びを見いだしながら日々を前向きに大切に生きる、そんな意識をもつことが、たとえ個々は微力であっても、日本という国を動かす「希望」へとつながるのではないだろうか……、揺らめくかがり火に照らされ、巫女舞いが奏でる清澄な鈴の音におのずと頭を垂れて、そんな想いを抱いた鎮守の杜でのひとときでした。　（J）



ＪＲ総武線市ヶ谷駅徒歩1分
東京メトロ有楽町線・南北線市ヶ谷駅（A2出口）徒歩1分
都営地下鉄市ヶ谷駅（A2出口）徒歩1分

「sabo」についてのご意見、ご感想をお待ちしています。

『sabo』についてのご意見、ご感想をお待ちしております。
「役に立った」「印象に残った」記事、あるいは「こんな記事が読みたい」など、
みなさまのご意見、ご感想を、FAXやメールなどで下記の事務局までお寄せ下さい。
なお『sabo』バックナンバーはホームページからダウンロードしてご覧いただけます。

「sabo」事務局宛
FAX:03-5276-3391／e-mail:sabo-kikanshi@stc.or.jp
http://www.stc.or.jp/