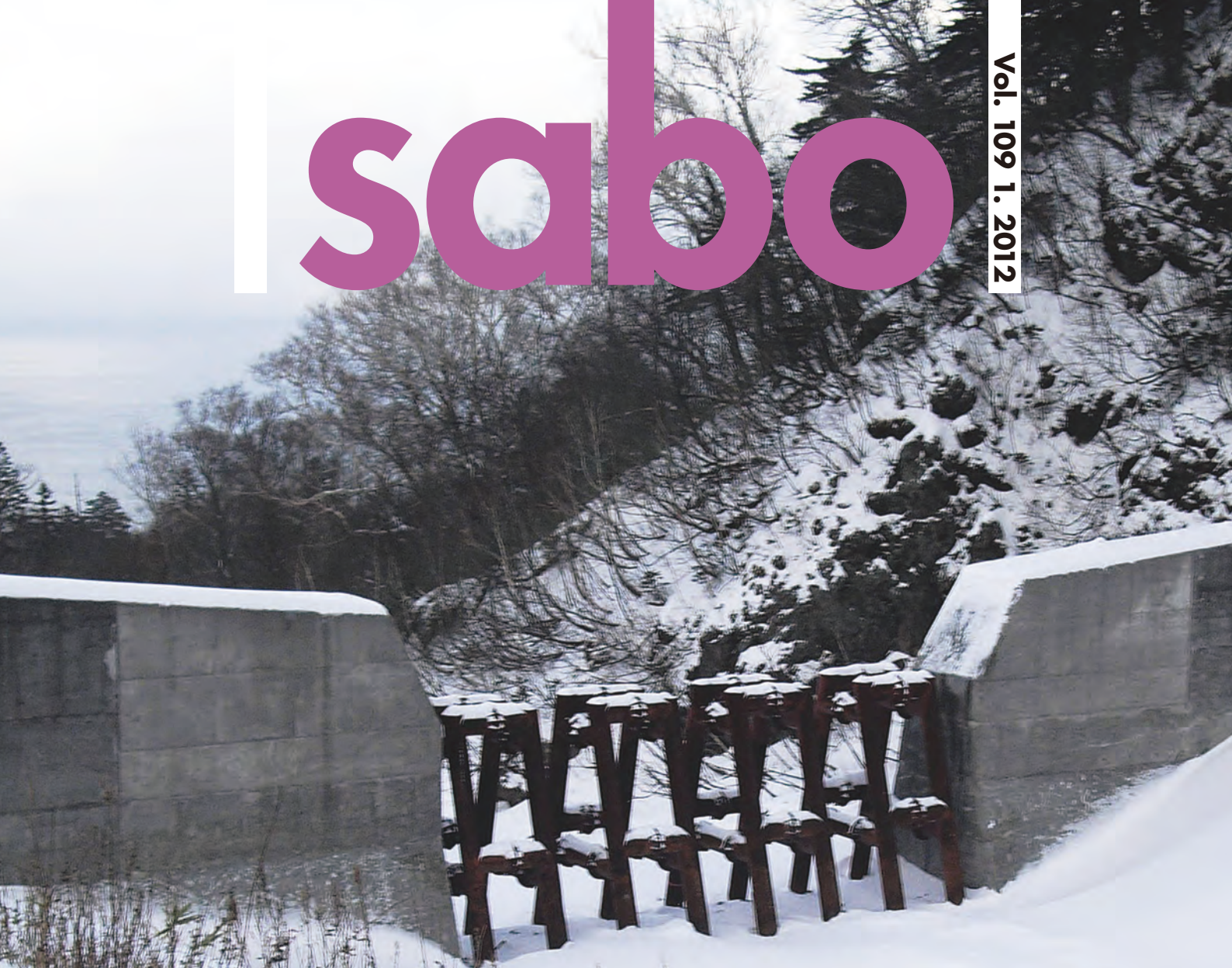
sabo

Vol. 109 1. 2012



年頭所感

2012 年の展望

特別企画

講演：砂防ソイルセメントの発展と今後の課題

座談会：砂防ソイルセメントと今後の砂防の取り組み

TOPICS

平成23年台風12号による土砂災害発生箇所の現地調査報告

寄　稿

コミュニティ早期警報のための雨量計・水位計の開発・普及
――世界と日本の土砂災害危険地域に対する防災支援

財団法人 砂防・地すべり技術センター

ISSN-1345-6997

sabo
Vol. 109
Jan. 2012

Contents

年頭所感　2012年の展望

1 **安全な地域づくりへの道程――「災」を転じて**
近藤 浩一　(財)砂防・地すべり技術センター 理事長

3 **紀伊半島級災害に備える**
中野 泰雄　(財)砂防・地すべり技術センター 専務理事

4 特別企画1　講演
砂防ソイルセメントの発展と今後の課題
水山高久　京都大学 大学院 農学研究科

9 特別企画2　座談会
砂防ソイルセメントと今後の砂防の取り組み
石塚 忠範　(独)土木研究所 土砂管理研究グループ 火山土石流チーム
本臼 茂　国土交通省 北陸地方整備局 大町ダム管理所
片山 哲雄　(社)建設コンサルタンツ協会 技術委員会 砂防・急傾斜専門委員会
高野 広明　(社)新潟県 建設業協会 六日町支部
嶋 丈示　(財)砂防・地すべり技術センター 砂防技術研究所

16 TOPICS
平成23年 台風12号による土砂災害発生箇所の現地調査報告
厚井 高志　(財)砂防・地すべり技術センター 総合防災部

20 連載エッセイ❹
くらしと水――災害と水
尾畑 納子　富山国際大学 現代社会学部

22 技術ノート
ラジコンヘリを用いた崩壊地の簡易測量技術
花岡 正明　新庄河川事務所　道畑 亮一　(財)砂防・地すべり技術センター

24 海外事情
インドネシア・メラピ山2010年噴火災害地を訪ねて
佐藤 一幸　(財)砂防・地すべり技術センター 企画部

26 **2011年台風委員会統合ワークショップ参加報告――ベトナム ニャチャン市**
近藤 玲次　(財)砂防・地すべり技術センター 企画部

29 **世界の土砂災害 (2012 その3)**
(財)砂防・地すべり技術センター 企画部国際課

30 **ヌリシャムさん、Mata Oaishimashou！**
斉藤 祐巳　(財)砂防・地すべり技術センター 企画部

32 講演会報告
平成23年度　砂防地すべり技術研究成果報告会

36 建設技術審査証明の紹介
技術審査証明23　砂防堰堤ウォール工法／技術審査証明24　インパクトバリア工法

38 寄稿
コミュニティ早期警報のための雨量計・水位計の開発・普及
――世界と日本の土砂災害危険地域に対する防災支援
大井 英臣　国際砂防協会

43 CENTER NEWS

45 編集後記――市ヶ谷便り

表紙の写真
撮影者：川村 崇成
(財)砂防・地すべり技術センター
砂防技術研究所
撮影日：2009年11月20日
場　所：北海道利尻郡利尻富士町
概　要：雪の中の雄忠志内川3号堰堤

年頭所感

2012年の展望

財団法人 砂防・地すべり技術センター

(財)砂防・地すべり技術センター 理事長
近藤 浩一（こんどう こういち）

安全な地域づくりへの道程
――「災」を転じて

大津波災害の教訓と土砂災害

2011年の春まだ浅い３月11日に起きた大地震、大津波が全世界を震撼させ、2012年に年が明けてもまだ多くの被災者が避難生活を強いられており、本格的な復旧復興もこれからである。この日本観測史上、最大規模の巨大地震、津波によって東日本の特に沿岸部は壊滅的な被害を受け､多くの住民が津波にのみ込まれた。三陸地方は、51年前にチリ地震津波に襲われ、78年前は昭和三陸津波に、115年前には明治三陸津波とこの100年ほどの間に4回も激甚な津波災害に見舞われた。今回の平成の世に起きた津波の規模や海岸部の地盤変動は、平安時代の貞観地震（869年）で生じたと推定されている現象、規模などが同程度と見られ、千年に一度の大規模な地震津波であったとされる。

中央防災会議に設置された専門調査会では、今回の大災害を教訓に防災対策の対象とする地震・津波の考え方として、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの現象を検討する､そのために貞観地震津波を記した「日本三大実録」のような古文書等の分析、地形、堆積物等の調査などの科学的知見に基づき想定地震・津波を設定すると提言している。従って対策を構築するにあたっては二つのレベルを想定し、最大クラスについては、避難を軸とした総合的な対策を整備し、発生頻度が高く大きな被害をもたらすクラスについては人命の保護と生活拠点、経済活動基盤の保全のため施設等を整備していくとしている。

こうした考え方は土砂災害対応にも共通していて、以前から議論され今日までハード対策とソフト対策を両輪として砂防事業が進められている。発生頻度が比較的高い降雨に起因する土石流やがけ崩れは施設整備を進めながら、要対策箇所の施設整備完了までに多くの歳月を要するため、警戒避難体制の整備も併せて進められている。一方、頻度が低い火山噴火による溶岩流や火砕流、連動する土石流などは、噴火の規模によっては避難を軸とした減災対策が火山ごとに検討されている。

今般の大震災で得た教訓を生かし、災害に強い地域づくりを被災地はもちろん全国に進めていくため､「津波防災地域づくりに関する法律」が制定されることになった。この法律の骨格として、国土交通大臣が津波防災地域づくりに関する基本方針を策定し、都道府県知事が基本方針に基づき津波浸水区域を設定する。そして知事は警戒避難体制を整備すべき区域を津波災害警戒区域に、また警戒区域のうち津波災害から国民の生命及び身体の保護のために一定の開発行為及び建築を制限すべき区域を津波災害特別警戒区域として指定することができるとなっている。こうした構成は、1999年（平成11）6月29日梅雨前線豪雨により広島県で発生した土砂災害を契機に翌2000年5月8日制定された「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」（土砂災害防止法）と同様であり、特に生命に著しい危険性のある区域を特別警戒区域（レッドゾーン）に指定し、開発等を規制し災害に

強い地域づくりを推進していくものである。津波の場合、レッドゾーンの範囲（規制の範囲）が広範囲に及ぶと推定されるが、今回の大災害の経験から我が国の国土の将来を見据えて、新たに総合的な防災対策に取り組んでいくため法制化されたと思う。

火山噴火も豪雨災禍も繰り返す

昨年は１月19日に霧島山新燃岳が噴火活動を開始した。新燃岳の噴火はおよそ50年ぶりであったが、今回はマグマ噴火であったことなどから、300年ほど前の享保噴火の再現かと危惧された。爆発的噴火が頻発し、それに伴う火山噴出堆積物からの土石流発生の危険性が高まった。享保噴火では爆発、火砕流など一連の噴火活動が断続的に１年半ほどに及び、多量の土砂噴出によって高崎川では土石流や河床上昇による氾濫等が起きたとされており、今回の噴火も同様に長引くことも想定した対応がとられている。

また９月には台風12号がもたらした豪雨により紀伊半島では多数の山腹崩壊や土石流が発生し、激甚な災害を引き起こした。特に一級水系新宮川の上流域に位置する奈良県十津川村は、1889年（明治22）の豪雨によって激甚な土砂災害に見舞われ、村民のうちおよそ2500人が北海道へ移住せざるを得ないほどの被害を受けた歴史があったが、120年ほど経過した今回また大きな土砂災害が再発した。寺田寅彦は「津波と人間」という随筆の中で「科学の法則とは畢竟『自然の記憶の覚え書き』である。自然ほど伝統に忠実なものはないのである」と記している。地震、津波、豪雨など自然災害は特有の周期で日本の国土、日本の社会へ出現するのである。

減災対応技術の普及と開発

奈良県や和歌山県の山間部では大規模崩壊により天然ダム（土砂ダム）ができ、決壊すると大変な災害になるため、国土交通省では土砂災害防止法を改定したばかりの条項に則り、緊急調査や対策がとられた。それよりも前の新燃岳噴火時でも、降雨による火山噴出物の土石流化による災害の恐れが高まっていたため緊急調査が行われ、危険渓流と想定氾濫区域等が示されるとともに緊急対策も進められた。当センターもそうした調査計画の業務を支援した。

噴火直後の土石流や土砂ダム決壊による二次災害などを防止するため、官民関係者の昼夜を問わない懸命な努力が続けられており、今日まで大きな二次災害もなくきている。火山土石流、土砂ダム土石流のどちらの緊急調査も住民の避難に繋がっているので、特に区域の設定や避難基準の設定などは神経を使う仕事である。こうした緊急時に法に基づき情報提示していく際に、住民に分かりやすく、またメディアを通じて広く速やかに知らせていかなければならない。緊急時には、道路や通信施設が被災し、まだ現地の状況が充分把握できていず、計測にも限界がある状態で、推定や判断せねばならない場合も多い。そのため例えばリモートセンシングによる地形変化測定、火山噴出物堆積厚と分布測定、粒度構成把握、流量や積雪量早期推定、土砂流出氾濫想定とその条件設定など精度をより上げていく技術の開発、そして基本的なことであるが、土砂災害対応の経験を蓄積し継承して行くことが求められており、今後それらに応える取り組みをしていかなければならない。また、「流域」、「火山」、「地域」により現象や災害の性格も異なること、「災害は繰り返す」ことを踏まえ、火山地質学、災害史学、古地震学等で取り組んでいる成果や手法も参考に、過去の地形変化と災害履歴について地道に調査し蓄積していくことも、土砂災害対策そして安全な地域づくりに大切な情報となると思う。

最後に被災地の一日も早い復興を願い、今年が良き年でありますよう祈念しています。

(財)砂防・地すべり技術センター 専務理事
中野 泰雄（なかの やすお）

紀伊半島級災害に備える

明治22年（1889年）8月19日に、奈良県吉野郡十津川郷を中心とする地域では、台風による土砂災害が多発し甚大な被害を被った。この十津川大災害により、十津川郷をはじめとする吉野郡内12ヶ村では、大規模崩壊1147箇所、死者249名、流出戸数365戸、全壊戸数200戸、新湖（天然ダム）数53箇所が記録（「吉野郡水災誌」より）されている。また、耕地や山林の被害も甚大だったため、生活基盤を失った者を中心に640戸、約2500名が同年末に北海道へ渡り、村の名を母村にちなんで新十津川村と名づけたのが現在の新十津川町である。

十津川大災害から122年を経た昨年8月25日、マリアナ諸島の西の海上で発生した台風第12号は、日本の南海上をゆっくり北上して、9月3日に高知県東部に上陸し、四国地方、中国地方を縦断して4日未明に日本海へ進んだ。この台風は、動きが遅く、上陸後も大型の勢力を保っていたため、長時間台風周辺に非常に湿った空気が流れ込み、西日本から北日本にかけて広い範囲で記録的な大雨を降らせた。

特に、紀伊半島では、降り始めの8月30日17時からの総降水量が、多い所で（奈良県上北山）1800ミリを超えた。この台風による土砂災害は、奈良県、和歌山県、三重県の三県で101件に上り、全国で発生した202件の半分を占めた。また、土砂災害による死者・行方不明者数は56人（11月2日現在）と三県のみに集中した。さらに、土砂災害による人的被害は、台風第12号の死者・行方不明者数94人の6割に達し、土砂災害における被害の大きさが改めて浮き彫りとなった。特に日本の原風景として世界遺産登録された熊野参詣ルートが通る那智川での土石流被害は大きい傷跡を残した。

大きく報道された河道閉塞箇所は、国土交通省の調査で17箇所あり、このうち全閉塞した天然ダム（土砂ダム）は5箇所になった。この天然ダム形成の原因は、深層崩壊によるものが多く、決壊の危険性があるため帰宅できない住民もおられる（11月10日現在）。和歌山県田辺市伏菟野（ふとの）地区では、深層崩壊により住宅6戸が土砂に巻き込まれ5名が死亡している。1889年十津川大災害での深層崩壊は27箇所であり、新湖（天然ダム）は53箇所であることに比べ、2011年台風第12号での深層崩壊数はまだ未確定であるが、天然ダムは十分の一と少ない。

今回の台風第12号でもたらされた観測史上最多との降雨も、2009年8月に台湾小林村で深層崩壊を発生させた、台風第8号による総降水量2726ミリ（嘉義県阿里山）に比べて少ない。

しかし、今後、地球温暖化の影響により、今回の紀伊半島以上の降雨量が発生することも十分に考えられ、1889年の十津川大災害を超える規模の土砂災害が発生しないとも限らない。

紀伊半島には、中央構造線と平行に走る御荷鉾（みかぶ）構造線、仏像（ぶつぞう）構造線などが東西に発達しており、十津川はこれらの地層を南北に切って流れるため、非常に蛇行が多い河川になっている。このような地質特性も影響してか、1889年の十津川大水害で深層崩壊を起こしている同じ地名（宇井、長殿、杉清、野尻）のところが、今回も河道閉塞を起こした。

このことは、同じ地域で崩壊が発生しやすいことを示している。このような特徴を過去の災害から学び、深層崩壊を初めとした土砂災害発生地の特定を進め、必要に応じ現在の技術を結集したハード対策と、次期出水期(本年梅雨期）までに少なくとも、運用を開始しているXバンドMPレーダ雨量情報を活用するなど、幅広い観点から災害を防ぐソフト対策を同時に進めていくことが求められている。

特別企画1　講演

砂防ソイルセメントの発展と今後の課題

水山高久
みずやまたかひさ
京都大学 大学院 農学研究科 教授

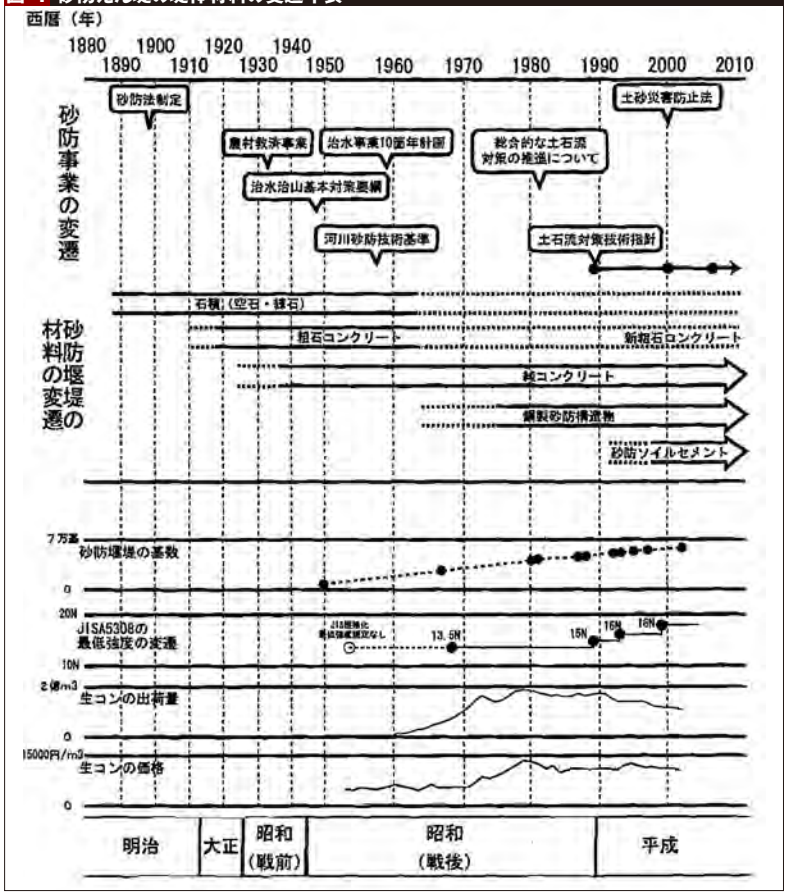
1 砂防堰堤材料の変遷

明治期以降の砂防堰堤の材料を振り返ってみると、石積みに始まります。石積みと言いましても、実は大きい砂防堰堤では土で盛ったアースダムの上に石を並べるといったものでした。それが粗石コンクリート、普通のコンクリートと変化していきます。全国の砂防堰堤の基数は、現在７万基近くに上るようですが、歴史を重ねる間にコンクリートの強度も上がってきました。最近ですと、土石流対策を中心に鋼製砂防構造物が造られるようになり、その後、砂防ソイルセメントというのが出てまいります。

砂防学会誌を見ますと、戦後にソイルセメントに関する研究が行われています。京都府立大学の大手桂二先生が研究されているのですが、実際にどのぐらいソイルセメントが使われたかは知りません。戦後のセメント不足の時代に、いかにセメントを減らして砂防堰堤を造っていくかということであったようです。その後、現地にある巨石を取り除いて砂防堰堤を造るのはもったいないということで、コンクリートの中に粗石を放り込むとか、逆に大きな石を組んで、そこにセメントミルクを流し込むといった試みもなされました。

砂防ソイルセメントについて特筆すべきは、雲仙・普賢岳での取り組みでした。平成７年に着工された水無川１号砂防堰堤は、越流部はRCC、すなわちコンクリート構造ですが、袖部に導入されたのがCSGでした。当時は名称もダム事業で使われておりましたCSGを用いていました。その後開発された工法もあり、多少言葉も混乱しておりましたので、全部を総括することとして、現地発生材にセメントを混ぜて堰堤その他の砂防構造物の材料にしていくものをINSEMと呼ぼうということにいたしました。私がINSEMに関わったのは、（財）砂防フロンティア整備推進機構で実施されていた六甲砂防の除石土砂の処理の検討以降です。運び出そうとすると産業廃棄物と同じぐらいの処分料を払わねばならないということでした。そのまま掘削して置いただけでは、流出してしまって元の黙阿弥です。これにセメントを混ぜて現地に置けないかということから、セメントをどれぐらい混ぜたらどれぐらいの強度になるかという基礎的な検討を行っていました。

図-1 砂防えん堤の堤体材料の変遷年表



出典：平成20年度砂防学会研究発表会概要集「砂防堰堤の材料の変遷について」（独）土木研究所武澤ほか

一方、北陸地方建設局（当時）では、ツインヘッダを用いてセメントミルクを混ぜる工法が開発されます。特に砂防堰堤基礎部の掘削の際に事故が多いというので、工事中の安全確保のためという発想のようです。基礎部を改良することにより人工の地盤をつくっていく工法として、ISMが提案されました。その後ISMは、基礎部を扱う基本施工に加え、混ぜたものを外部保護材の間に入れて砂防堰堤や床固をつくっていく応用施工にも展開されています図-1。

2 砂防堰堤に求められる材料強度

雲仙・普賢岳で使われ始めたときの議論が私の記憶に残っています。砂防ソイルセメントをコンクリートの代替物として扱うという考え方の一方で、土に強度を与えた地盤改良と捉え、土よりましなら、いいではないかという考え方がぶつかり合いました。私は個人的には、後者の考えでした。特に水通し部分はRCCですし、袖部に使うわけですから、コンクリートの代替物である必要はないと考えたわけです。泥流が袖部をオーバーフローすることを仮定して、あらかじめ侵食される部分を想定しておき、残りの部分で安定するような構造、強度でいいのではないかという考えでした。結果的には、コンクリートの代替物という考え方で現場は動きました。

平成14年になると『砂防ソイルセメント活用ガイドライン』ができ上がってきます。これ以前に砂防ソイルセメントでの床固はいくつかつくられております。全部を砂防ソイルセメントでつくっているわけですから、強度もかなり高かったと思います。振り返ってみますと、砂防構造物は長くコンクリートで造られてきました。砂防堰堤の造られる渓流は当然ながら土砂が流れますから、天端が摩耗します。高強度のものを目指していました。富士川砂防では、鉄板で天端を覆うなど随分苦労していました。非常に強いものを造ってきましたから、いわゆるダム屋から「何で砂防はそんなに上等なコンクリートを使うのか」と言われたことを思い出します。本当は表面だけ、天端と下流法ぐらいが強ければいいのですけれども、構造物全体が小さいので途中で使い分けるのも手間がかかるというので、全体が非常に上等なコンクリートになっていました。砂防屋がダム関係に盛んに人事交流した時期もあって、砂防屋は、砂防屋というよりもコンクリート屋になった時期があるような気がします。

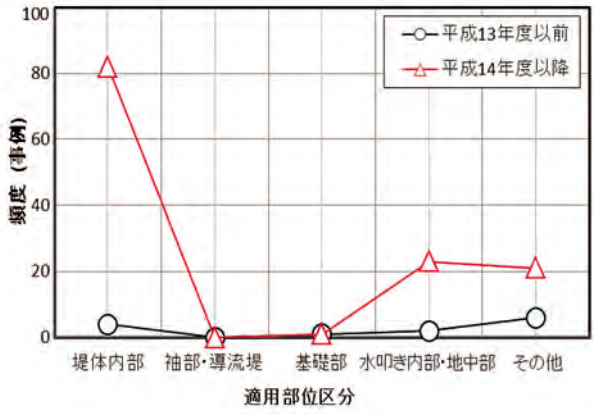
そういう歴史のなかで砂防ソイルセメントが出てきて、砂防構造物に必要な材料の強度は本来どういうものか、求められる性能はどんなものかという問題を突きつけられた状態になりました。それから現在に至るのですが、結局表面が侵食されては困るわけですけれども、それ以外だったら重さがあれば良いではないかというのが基本であります。

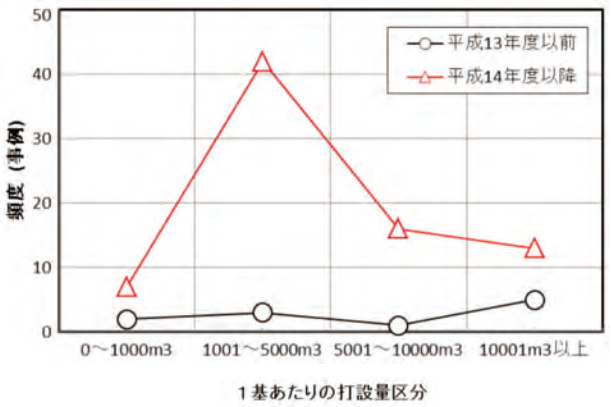
3 砂防ソイルセメント発展の時代

平成14年のガイドラインはまだ「皆さんもっとソイルセメントを使いましょう」と呼びかけるようなものでした。ガイドライン発刊以降、全国の使用実績が増加します。直轄と都道府県と分けてみますと、直轄主体に施工例が増えて行き、追って都道府県施工も増えてきます。ひとつの変革点は外部保護材等の開発です。対摩耗性と施工上の問題に対する解決策の１つとして、いくつかの外部保護材が出てきました。一時使用実績の伸びない時期がありましたが、近年再び砂防ソイルセメントの使用件数が増加してまいりました。特に顕著なのは、近年の都道府県での使用件数が増えてきていることです。平成21年には、公共工事積算基準に砂防ソイルセメントに関する歩掛が追加されました。直轄だけが引っ張ってきた時代から、都道府県でも盛んに使われはじめ、安定した時代を迎えたと思います。

最近ある外部保護材の工法研究会の方から聞いた話では、平成15年あたりから講習会をいろいろなところで開催し、外部保護材を広めるというよりは、砂防ソイルセメントの使い方というのを随分丁寧にお話をされてきたそうです。本来安くて良いものは自ずと使われるのだと思っておりましたが、黙っていてこういう具合に使われてきたわけではありませんでした。また、ガイドラインの発刊直後の平成14年からは「砂防ソイルセメントを用いた工法推進ワーキング」が本省砂防部を中心に開催され、土木研究所の皆さんにも全国を

図-2 ガイドライン前後の変化





回って「もっと使いませんか」というキャラバンをやっていただきました。そういう皆さんの努力のおかげで定着してきたと認識しております。

平成14年のガイドラインの以前、以後で適用部位の分類を直轄で見てみると、以前は基礎部分、地山部分を中心に使われてきましたが、ガイドライン以降は、堤体内部、水叩きでも使われるようになります。砂防堰堤に関して言えば、本体とその周辺で使われるような方向に変わってきているのがわかります。

１件当たりの打設量では、初期の頃は雲仙での大量打設がありましたが、ガイドライン以降、1,000～5,000㎥という辺りが増加します。ちょうど今回の便覧の中でも、施工量が大きくなると、普通のコンクリートよりも砂防ソイルセメントのほうが安くなるという図がありますが、その辺りがボーダーとなっております。

これまでに砂防ソイルセメントが発展してきた利点を整理いたしますと、①物を持ち出さない＝ゼロ・エミッション、②コストが安い、③工期も短縮されるといったところが挙げられます図-2。

そういう利点があってよく使われるようになってきたわけですが、初期には問題点も出てまいりました。最初に心配されたのは、凍結融解による劣化の問題です。もともと強度がそれほど高くないので、凍結融解でぼろぼろしていくのではないかとの心配です。実際凍結融解で表面は少し傷むものの、さらに内部には進行しないのですが、やはりそれでは使う側からすると心配になります。そこに出てくるのが種々の外部保護材です。これでもって一気にこの種の問題は解決し、施工性も上がりました。

また、砂防ソイルセメント施工過程における六価クロム溶出の問題も一時ありましたが、問題は特定されました。チェックは必要ですけれど、そんなに心配することはないというのが実態だと私は認識しております。

さらに強度に関しては、外部保護材を前提とした砂防堰堤の場合、内部に用いるものはもともとそれほど強度を要求しなくてもいいのですが、やはりある程度以上の強度を要求しています。直轄の現場では、例えば富士川をイメージしていただくと、河原にたくさんの砂礫があるわけで、ああいうものにセメントを混ぜれば強度はいくらでも出ます。ところが、これを県の土石流対策なんかに使い始めますと、田畑を掘り返した土を使うような話になって強度が出ません。セメントの投入量を相当に増やしても強度が出ないという話が出てまいります。ゼロ・エミッションで、そこの場所にある土砂をそこの場所で使うのですけれども、材料が足りない場合もあります。こういった場合には、粒度調整をすればいいのではないかというアイデアが出てまいります。このあたりは土木研究所が作業されておりますが、その土砂の粒度分布を見て、ここまで粒度分布を調整すれば強度が出るというところに向かって、粒度を調整するという方法で問題を克服した事例が多くあります。また、採石を使うという方法もあります。例えば、ある外部保護材メーカーは、全部採石を用いるようなところから製品開発をスタートされましたが、もっと採石をうまく使うというのもあるかと考えています。以前ですとセメントを入れても強度が出ないから、砂防ソイルセメントとしては不向きと判断した材料でも、粒度調整すれば使える現場が増えてきました。現在では、ほとんど全ての土砂が使用可能になっております。

それから、施工効率ですが、これも発注者側だけが考えていたのではなかなか進まなかったと思うのです

写真-1 ネパール国ギルバリ川の床固

が、最近では機械化が進んでおります。ISMはもともとツインヘッダで混ぜるのですけれども、INSEMに関しても各種機械が提案され、使われるようになってきました。

このように、現場での問題点をはっきりさせれば、それに対する提案があり、試みがあり、解決されていきます。良いスパイラルで、砂防ソイルセメントを用いた工法は発展してまいりました。

4 海外での砂防ソイルセメント

ガイドラインを作った時には、この工法は、セメントが貴重な発展途上国に向いた工法ではないかと思いました。英語版のガイドラインを日本からの専門家が提供するという対応も行われ、徐々に海外にも定着しています。

インドネシアのスラウェシ島ではバラカワエンの大崩壊というのがありまして、その下流のビリビリダムという水道水源に使っているダムへの土砂流入が問題となりました。そこでの砂防堰堤、また最近活発に噴火しておりますメラピ火山の砂防堰堤にも砂防ソイルセメントが使われています。フィリピンのピナツボ火山でも使われているようです。フィリピンでは、日本と同様に、内部にソイルセメントを使って、表面をコンクリートでライニングする方法が導入されています。さらにネパール南西部ギルバリ川の床固では、本体には石詰めの布団かごが用いられ、基礎部と前庭部にソイルセメントを用いられております。ネパールでは堰堤のほか山岳道路が降雨等で壊れた箇所の復旧にも使われています写真-1。

それぞれの場所で、そこの土砂に対してどういうセメントをどのくらい混ぜるとどのぐらいの強度になるかということをチェックしながら作業がされております。施工事例のデータを広く集めて、どういう場所ではどういうやり方をするとこういう結果だというようなものをデータベース化すべきと考えます。国内のみならず海外につきましても、こういう事例をうまく集めて、もっと使いやすいように誘導していくべきだと考えております。

5 今後の展望

先ほど機械化の話をしましたが、いわゆる土質改良工法に用いられた機械が砂防ソイルセメントの分野でも使われています。ある例では、INSEM材を作るプラントを４トントラックで運んで使っていました。こういう施工効率を上げようというニーズが発生すると、こういうのはどうですかという提案があって、さらに効率が上がる方向に向いていくと思います。

最近、砂防ソイルセメントを適用させようとしたのだけれども、現地の掘削土砂とかでは材料が足りないという話を聞きます。そういうときには無理して使うこともなかろうと思いますけれども、一番適しているのは土砂がたくさんある場合です。火山が噴火して土砂が多量に発生するにもかかわらず、他からコンクリートを持ってきて堰堤をつくるというのはもったいない話です。しかも火山噴出物というのは、強度も出やすく砂防ソイルセメントに向いた材料です。こういうもので堰堤あるいは導流堤をつくり、そこで除石した土砂でまた砂防施設をつくっていくという、いい循環がほぼ定着しつつあるのではないかと思います。霧島新燃岳でもそういう方向らしいのですが、工事が発注されてから試験を

行うのでなく、発注する前に、どのくらいのセメントを混ぜてソイルセメントとして使っていくかの目安をつけるシステムが望まれるところです。

さらに、天然ダムへの対応につきましても、非常に大量の土砂があるわけですから、それを安定化するのに砂防ソイルセメントは適当だろうと思います。中越地震、それから岩手・宮城地震では多く使われたと聞いております。紀伊半島の災害復旧も、これから本格的に始まるようです。砂防ソイルセメントの活用を考えたいところです。例えば鋼製枠構造の砂防施設が計画される場合においても、石を他から運び込んで造るのではなく、土砂は地元にあるわけですから、例えば吸い出し防止材を用いながら、ソイルセメントにして枠の中に放り込めばいいのではないかと個人的には思っております。どうしても丸くないといけないのであれば、砂防ソイルセメントで石の形のものを作る方法もあるかもしれません。

以前、私は災害復旧の現場でソイルセメントがあまり活用されていないと聞いていましたが、山口県防府市の災害現場を見て感激いたしました。堰堤部分は通常のコンクリートで造っているのですが、袖部分はソイルセメントが使われており、随分砂防ソイルセメントの適用が定着してきたと認識いたしました。

6 今後の課題

これまでは、どちらかというと砂防ソイルセメントでは不透過型の砂防堰堤をつくってきましたが、土石流対策を中心に砂防堰堤は透過型主体に収束していこうとしております。これからは、砂防ソイルセメントの部分と透過型の堰堤の部分を組み合わせていくことが必要だという提案をしたのですが、最近は越流部分が鋼製で、周辺が砂防ソイルセメントという構造のものも施工されているそうです。

次に最大骨材の関係です。締め固めないといけないというので最大骨材径をこの便覧でも縛っております。私個人的にはそんなに締め固めなくてもいいではないかと思っておりますが､発注者をはじめ皆さんは､きちんとしたものをつくりたいので締め固めたいとおっしゃいます。そんな時に、クラッシャーランを使うというのも１つの方法であります。大きな石は大きな石で使い道があればいいのですけれども、それがなければ粉砕して、INSEMの材料として使えばいいではないかと考えます。

さらに、外部保護材も様々なものが出てまいりました。開発されておられる方からすればあまり他に出てきてほしくないと思っておられるかもしれませんが、もっと安くて早くて便利というものができればいいと考えます。コスト縮減、施工環境改善、まだまだ考える余地はあるかもしれません。

また、砂防だけでなく治山とか道路とか、他分野での適用も可能性は高いと思います。雲仙・普賢岳の最初のころは、かなりの規模でないとこの種のものは割が合わないという感じだったのでが、最近聞いていますと、治山工事でも随分使われているようです。山の上に資材を運び上げるのは大変なわけですから、比較的少量のセメントを持って行き、そこでソイルセメントができれば、規模は小さくてもいい方法なのかもしれません。砂防ソイルセメントの技術は、適合できるところには別に無理に誘導しなくても適用されていくなと思っているところです。

最後に、ガイドラインから10年近く経ち、施工事例も整理されてきて、今回『砂防ソイルセメント設計・施工便覧』ができました。大変喜ばしいことだと思います。しかし、実際使い出してみると、ここの記述はちょっと書き過ぎじゃないかとか、不足じゃないかとかということが必ず出てまいります。砂防・地すべり技術センターのホームページ（http://www.stc.or.jp）に、そういったコーナーを設けるとのことですので、どんどん質問をいただいて、それに対して、筑波の研究機関にも一緒に入ってもらって答えを出していく、そうすると今回の便覧とそのＱ＆Ａとがセットになってより良くなっていくことを期待しております。

以上、砂防ソイルセメントの歴史を振り返って、今後に期待するということでお話をさせていただきました。ありがとうございました。

＊本稿は、平成23年12月13日に砂防会館にて開催された「砂防ソイルセメント設計・施工便覧　講習会」における、特別講演「砂防ソイルセメントの発展と今後の課題」の内容を基本としてとりまとめたものです。

特別企画2　座談会

砂防ソイルセメントと今後の砂防の取り組み

開催日：平成23年11月9日(水)
開催場所：(財)砂防・地すべり技術センター

参加者：

石塚 忠範
いしづか ただのり
(独)土木研究所 土砂管理研究グループ
火山土石流チーム 上席研究員

本臼 茂
もとうす しげる
国土交通省 北陸地方整備局
大町ダム管理所 所長

片山 哲雄
かたやま てつお
(社)建設コンサルタンツ協会 技術委員会
砂防・急傾斜専門委員会

高野 広明
たかの ひろあき
(社)新潟県 建設業協会
六日町支部

進行・まとめ
嶋 丈示
しま じょうじ
(財)砂防・地すべり技術センター
砂防技術研究所

『砂防ソイルセメント設計･施工便覧』の発刊にあたり、当時新しい工法であった砂防ソイルセメントを砂防事業に定着させるため、熱意と創意工夫でさまざまな問題を解決されてきた方々にお集まりいただきお話を伺いました。思い出深い現場や苦労されたこと、また現状での課題等から、砂防ソイルセメントの将来に向けての糧としていただければと思います。

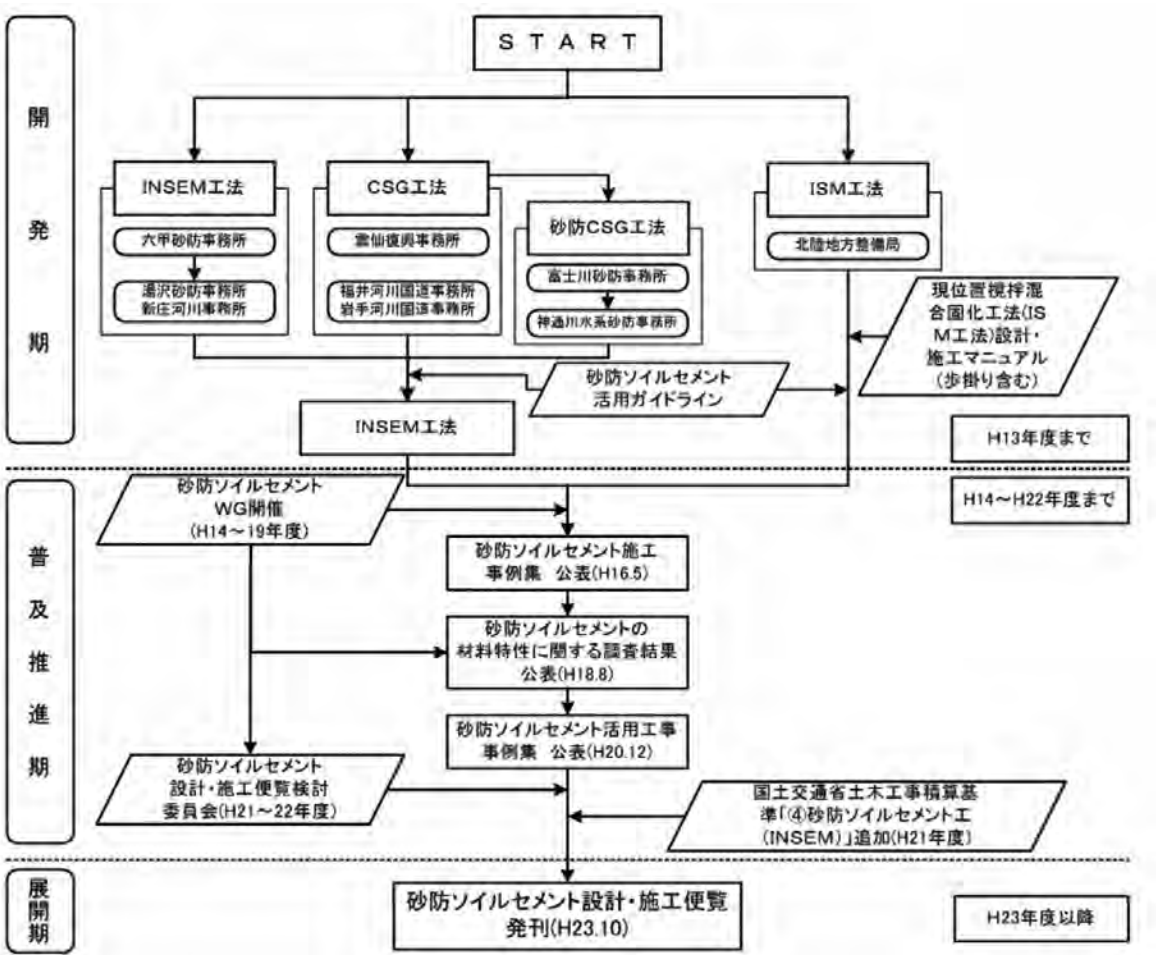
1 新たなチャレンジと事例の積み上げが新技術につながる

嶋●本日は、「砂防ソイルセメントと今後の砂防の取り組み」と題して語って頂くということで４名の皆さんにお集まりいただきました。最初に自己紹介をかねて砂防ソイルセメントに関して担当された思い出などを順にお願いします。

石塚●砂防ソイルセメントについては、運搬土砂が少なくなることで環境への負荷の低減や、コスト縮減にも繋がるということで、土木研究所でも取り組みを支援してきました図-1。一例をあげますと、発生土砂の適用フローを検討し、どのような土砂がどのような強度で使用できるかといったデータの整理などです。

こうした取り組みでの苦労としては、基準がないと現場の担当者は新技術の採用に踏み切れず、結果として事例が増えません。土木研究所で作成した基準の多くは事例に基づいています。基準作りと事例数を増やすことはニワトリと卵の関係と言えばよいでしょうか。発注者の新技術採用を後押しするのも土木研究所の重要な役割かと思います。直轄事務所に直接出向いて技術に関する意見交換を行う「一日土研」や、整備局ごとに勉強会等を実施するなどして、発注担当者の皆さんに事例紹介をさせていただき、新たな発注へと繋げていきました。その後､本省砂防部と連携して「砂防ソイルセメントワーキング」を立ち上げ、全国の整備局から意見を聞くとともに、施工関係の資料収集などを行いました。平成18年には、それらの成果を「砂防ソイルセメントの材料特性の調査」という形でまとめており、今回発刊された便覧にも反映されています。便覧は、行政担当者や施工に携わられた建設業者、建設コ

図-1 砂防ソイルセメント工法の活用経緯



ンサルタント等々の関係者の皆さんの連携の賜物だと思います。

本臼●砂防ソイルセメントのスタートは、平成4年の北陸地方建設局での取り組みからではないでしょうか。私は河川工事課の砂防係長をしておりました。当時の田畑茂清河川部長から「技術者として先輩から経験を引き継ぐのもよいが、新しい発想でしか対応できないこと増えている、新しい発想を提案しなさい」と指示が出され、砂防堰堤と魚道の基礎部分にトラクターのようなもので土砂とセメントを混合する方法を事務所とも相談しながら提案しました。特に、砂防堰堤の基礎部については掘削時の崩落等による事故が発生しておりましたので、掘らずに基礎ができないかと考えました。作業員の方の安全性の確保、省力化を目指した「現場からの発想」でした。

もとより、北陸地方は冬場の積雪により砂防工事に制約を受けるために、現場で確保できる工期も限られております。砂防ソイルセメントを施工する現場では、含水比をはじめ施工管理が大変で、厳しい工程を組まざるを得ません。初めて砂防ソイルセメントを扱う不慣れな請負業者の場合は、なおさら厳しいものになります。今回『砂防ソイルセメント設計・施工便覧』が発刊されたことは、担当される皆さんの共通認識につながると思います。よく読んで現場施工に活用し、問題点等がフィードバックされ、さらに進化した砂防技術に発展していくことを望みます。

高野●私は新潟県内のいくつかの現場で砂防ソイルセメントを担当しました。なかでも思い出深いのは、平成14年に担当した湯沢町二居というところでの冬期施工の現場でした**写真-1**。

まず、問題になったのが砂防ソイルセメントに使用する母材をいかに確保するかということでした。二居

写真-1 冬期施工による砂防ソイルセメント工法（INSEM）

写真-2 圧縮試験により破壊された供試体

は湯沢町の中では比較的降雪量の少ない地区ですが、それでも２ｍ以上の積雪は覚悟しなければなりません。本来であれば夏場に材料をストックしておいて養生しておいたものを当日使う方法が一番よいのでしょうが、受注後準備にかかるとそうはいきません。私は現場代理人としてあれこれと検討し、ダンプトラックやバックホウが屋内で稼働できる大きさの雪寒仮囲いを構築し、本格的な降雪の前に使用する母材を集積することで発注者に提案し、採用していただきました。冬場の現場は雪もさることながら雨も多いので、母材の含水比が相当高くなります。砂防ソイルセメントの場合、特にINSEM工法の場合には、含水比の調整というものが品質のかなりの部分を左右するといっても過言ではありません。散水により母材を湿潤側にもっていくことは簡単ですが、逆は容易ではありません。発注者の理解により何とか砂防ソイルセメントの冬期施工を無事に行うことができました。

片山●私の思い出深い仕事として、平成16年から17年にかけて天竜川上流で実施した業務があります。当時砂防工事が実施されていたエリアから、土質的に異なる５地区を選定し、土砂の違いによる砂防ソイルセメントの性質の違いを検討する業務を行いました。将来的な砂防ソイルセメント工法の導入に先駆けて、土質が異なると作業性や発現強度にどのような差異が出るかを確認しました写真-2。発注者から、セメント量や練り混ぜ回数などを具体的に決定していかないと現場施工ができないとの相談を受け、設計を進めました。天竜川の現場は急流で寒冷地でもあり、摩耗試験、凍結融解試験なども行い、防護壁や外部保護材に関しても検討を行いました。定められた基準のないなか、手探りで仕様を設定したのを思い出します。土木の世界では、オーソライズされたものがない、経験が積み上げられていないものは、スタート時点で苦労が多いものです。現場に即した新技術の採用を提案した場合に、最初は否定的な行政担当者も、新技術の適用事例が相当数あると理解を示してくれます。もっとも、災害後の緊急工事では、現場に即したものであれば、論を待つことなく採用されます。そういった対応のなかから徐々に事例を積み上げていくことが、とりわけ砂防工事では重要だと思います。

2 被災地での早期復旧に貢献した砂防ソイルセメント工法

嶋●先ほど、片山さんから災害後の緊急対応の話がありましたが、本臼さんは北陸地方整備局で中越地震の対応にあたられましたよね。

本臼●中越地震後の緊急工事では、東竹沢地区と寺野地区において水路の呑み口と吐け口にセメント改良を行いました写真-3,4。軟弱な地盤であり仮設資材置き場でもセメント改良を行いました。シルト混じりの土砂でも一定の強度が発現でき、本当に助かりました。現地での工夫として、強度が出ない場合には、セメント量を追加したり、砕石を混ぜたりといった施工管理で乗り切りました。東竹沢地区においてはINSEM

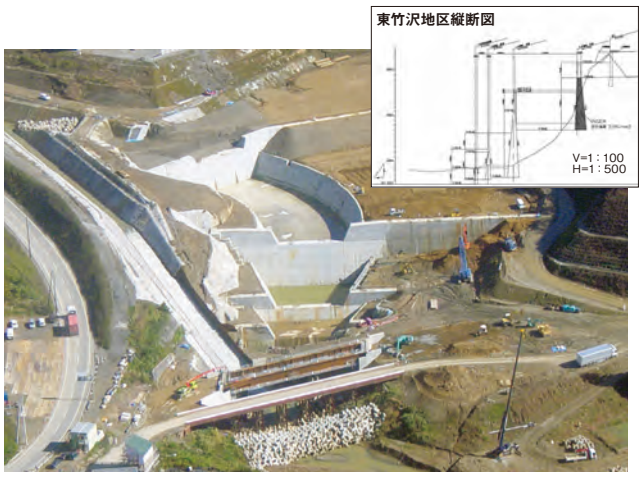
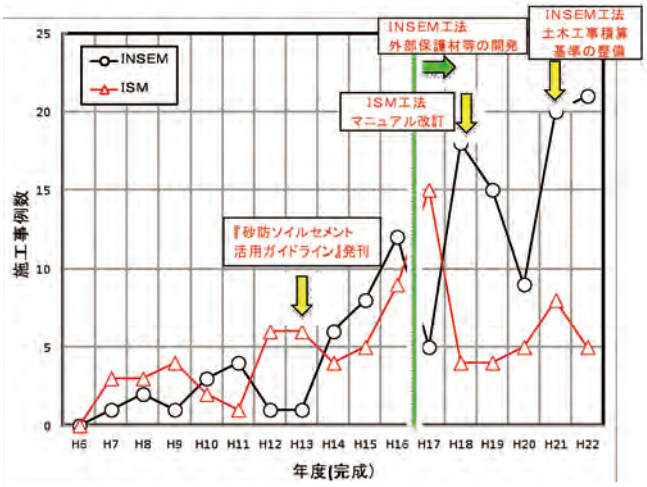


写真-3 東竹沢地区（INSEM）

写真-4 寺野地区（ISM）

図-2 砂防ソイルセメント工法の施工年度別の事例数の変遷



工法が、寺野地区においてはISM工法が採用され、また、砂防ソイルセメントを内部材料として活用する工法が選択された砂防堰堤もありました。大規模災害の現場では、施工量も大きく、国債導入による複数年施工箇所もあり、スケールメリットがありました。大きな現場では、土砂を分類して、適した土砂を適した場所に振り分けた現場もありました。そんな中、今考えても寺野地区はISM工法でしかできなかったと確信します。砂防ソイルセメントのなかでも現地の土砂に応じて、最適な工法選択がなされていました。

応急対策に続いた恒久対策においても土砂は大量に発生しました。周辺では被災した道路の復旧工事も同時展開され、発生した土砂を地域外に大量に持ち出すことは困難でした。そんな背景もあり砂防ソイルセメント工法の導入が選択されました。各地で復旧・復興事業が進んでいる時期で生コンも不足しており、砂防ソイルセメントの活用は、地域全体の復旧スピードをアップさせたのではないでしょうか。

3 砂防ソイルセメントの適用拡大に向けて

嶋●砂防ソイルセメントについては、平成の時代に入って開発され、各地で試験的に実施され、徐々に施工実績を増やしてきました。特に、平成13年には『砂防ソイルセメント活用ガイドライン』が発刊され、直轄砂防の現場のみならず都道府県施工の現場でも用いられるようになりました。近年では、外部保護材等の開発も並行して進められ、事例数が着実に増えつつあります。今後の砂防ソイルセメントの適用拡大が期待されるところです図-2。

次に、皆さんの各々の立場から砂防ソイルセメントの取り組みに関して、今後の目指すべき方向について語っていただきます。

片山●砂防ソイルセメントに関してはコスト縮減に貢献できる優れた工法であることは知られているところですが、より広く施工業者に施工や管理のノウハウを広めていく必要があると感じております。洗練された工法とするためには、より簡易な管理方法を求めていくことが重要で、我々建設コンサルタントの役割としては、施工業者の要望や出来上がりの品質を考えながら、より簡易な管理方法を提案し、とりまとめていく

表-1 外部保護材を活用した砂防堰堤(技術審査証明)

取得年月日	名称	外部保護材
平成17年2月22日	INSEM－ダブルウォール(DW)工法	上流；セグメント鋼矢板／下流；エキスパンドパネル
平成17年2月22日	INSEM－SBウォール工法	上流；軽量鋼矢板／下流；コンクリートブロック
平成20年10月11日	BSBブロック砂防えん堤工法	上流；コンクリートブロック／下流；コンクリートブロック
平成23年6月29日	JSウォール堰堤工法	上流；波形鋼板パネル／下流；コンクリートパネル

ことではないかと考えます。

砂防工事現場の土砂は、その性質が一様ではありません。さまざまな土砂を使用して強度をいかに発現していくか、現場の管理が複雑になります。そのような場合に、特に不慣れな方でも少しでも管理の手間暇を軽減できるよう、管理基準をしっかり定めていくことが大切だと思います。

バラツキのある土砂でも、水の管理を徹底することで一定強度は得られる傾向にあるようですし、それでも足りない場合はセメント量を多くすることで強度の確保が可能になります。ただし、細粒分が多いケースではセメントの増量のみでは対応できない場合もありました。

また、砂防工事の現場では、今後、発生土を減らす努力など環境への配慮がより重要となってきます。技術開発の面でも、六価クロムに代表される有害物質を抑える配合技術やセメント開発などが重要と考えます。

高野●皆さんおっしゃるとおり砂防ソイルセメント工法は現場での発生土の抑制、工事費の節減、環境負荷の低減等、今後の砂防工事において有効な工法の一つであると思います。ただし、現時点では施工事例がそれほど豊富なわけでなく、出水後の損傷の有無等施工後の状況も追跡調査を行うことも重要だと考えます。そのような調査から問題点の抽出を行い、その結果を設計にフィードバックすることが必要です。現場を担当する施工業者としては、現地状況見合いで設計変更の比較工法の一つとして積極的に提案していきたいと思っています。

工期の確保という観点からは、準備工含めた適切な工期設定という部分にも発注者に配慮をお願いしたいところです。砂防ソイルセメントは現場ごとに試験施工が必要で、時間が不足がちになります。加えて、試験施工を含めた各種の調査では実際に使用する建設機械を用いることが重要ですが、砂防ソイルセメントの適用に必要な施工機械の種類も量も限られており、現地対応でのネックになっているのも事実です。砂防ソイルセメントの母材となる土砂に関しても、他の公共事業等も含めた情報共有により、どの時期にどの現場から発生するのか、地域内連携を広域的かつ長期的視点であらかじめ行っておくことも大切だと思います。

また、近年は砂防堰堤の内部材としての砂防ソイルセメントの現場が増えてきました。内部材としては締固めをしっかりやることがポイントですが、外部材の部分にも、たとえば安定性が確保されているかといった課題があります表-1。砂防ソイルセメントを用いた技術とは言いながらも、周辺にある他の技術との連携をしっかりさせることも考えなくてはいけませんね。

もう一つ、砂防ソイルセメントの現場に限った話ではないのですが、現場では重機と作業員が近接して作業にあたります。作業標準のようなものを確立して、安全かつ効率的な現場環境を構築していくための努力も重ねていくべきだと考えます。

石塚●トータルとしての工期を短縮するためには、試験施工での強度確認を材齢28日まで待つことなく７日で行うことができないかと考えます。これまでに各地で取り組まれた試験施工のデータから一定の割り切りが可能ではないでしょうか。

また、今後は維持管理にも軸足を置いていく必要があると考えます。将来にわたって施設の効果が発揮されていくためには、PDCA各サイクルに則った維持管理を考える必要があり、これはコンクリート構造物も同様です。施工後年月を経た現場で、比較的大きな規模の出水後に、砂防ソイルセメントがどのようになっているか等データを蓄積していくべきでしょう。

さらに、各種データの共有体制の確立も重要です。現場で得られた情報を蓄積するとともに、それらを簡

便に引き出せるような仕組みが求められます。過去の施工事例が容易に参照できることで、砂防ソイルセメントがより適切に採用される環境が整えられることになります。また、従来の施工管理基準や指針等の枠にとらわれずに、砂防ソイルセメントを考えるといったことも、今後必要であるように感じます。

本臼●確かに、砂防事業では発生する土砂は可能なかぎり現地で使うことが効率的ですが、一方で、現場では土砂のストックヤードがありません。仮設のスペースが必要になります。短い工期なのに仮設や段取りに時間がかかり、結果として、プラントから生コンを運んだほうが「確実で効率的」という声につながります。最近では、無人化施工や砂防ソイルセメントといった新技術が砂防現場で必要とされる場面が多くなっているので、こういった従来の流れに単純に戻らないようにするためには、仮設をコンパクトにするなどして、施工業者と発注者の双方が砂防ソイルセメントを使うメリットを見い出せることが必要です。事例の追跡研究や分析を行いながら、情報発信していただきたいと思います。

また、先ほどから工期の話題が出ておりますが、実際の工事現場では天候によって工程が遅れることだってあります。また、現実には発注者の発注作業にも時間が必要です。現場での技術的な面だけでは解決に至らない部分も含めて、発注者の側も現場条件をトータルに理解することが求められています。

4 今後の砂防の取り組み

嶋●ここまでは、砂防ソイルセメントを話題の中心に置いてきましたが、ここからは砂防関係事業の今後の展開ということで、少し話題を広げていきたいと思います。

片山●昨年の台風12号による災害には驚きました。現場では相当な土砂があちこちで流出しており、豪雨災害の凄まじさを体感しました。平成10年ごろから特に強い集中豪雨が時々発生していますが、今後このような集中豪雨に対応する技術を確立させる必要があると考えます。

近年では災害対応では、ソフト対策を推進していこうという動きが顕著でしたが、台風15号による災害では名古屋市で広域的な避難勧告が発令され、情報伝達や住民側の避難先確保といった点でソフト対策の問題点が指摘されました。特に大規模な災害に対しては、ソフト対策とハード対策をうまく組み合わせて減災し、逃げる時間を稼ぐ手法の開発が求められると考えます。

石塚●近年、土木研究所が中心になって、深層崩壊や河道閉塞への対処方策を模索してきました。大規模で多様な災害に対処するためには、ソフト面での取り組みと合わせて、ハード面でも目的や外力、現場条件など、対策施設に求められる多様な要求性能に合わせて、幅広く工法の選択肢を準備しておくことが重要だと考えます。片山さんがおっしゃったハード対策を組み合わせた減災ですが、多様な選択肢から最適なものが選択できるよう、幅広いツールを日ごろから持っておくことが重要ではないでしょうか。近年は土砂災害が多様化し、被害も甚大なものとなってきています。国土マネジメントの観点から、ハード対策とソフト対策をうまく絡めた技術開発等を進めていくことが大切だと思います。

本臼●日本では地震や土砂災害は避けては通れません。地域の首長と話しをすると、「どこへ逃げたらいいんだ」と質問されます。雨の降り方や地形により地盤の高い方向へ逃げることが必ずしも安全とも言えず、答えに窮するわけです。砂防では「セイフティコミュニティモデル事業」が実施されてきました。砂防事業で発生した土砂や工事用道路を面的に活用し、避難場所の造成を行う等地域防災力をあげる取り組みです。まさにハード対策とソフト対策の組み合わせです。また、砂防事業が必要な地域は高齢化が進展し、一部には観光地化が進んでいるところもあります。正確に判断できなくても命だけは助かるという手だてが必要だと考えます。さらに、ハード対策にあっても、平常の自然と喧嘩せず、地域が受け入れやすい外観、機能があれば形にとらわれない施設も開発したいですね。一方で、安全の思い込みも危険であり、情報提供や防災教育も続ける事が重要と思います。

高野●平成23年は東日本大震災をはじめ、新潟・福島豪雨、その後の台風の本土直撃等自然災害の頻発した

年でした。また、豪雨による家屋の浸水や土石流の発生等が各地で見られその被害も大きいものでした。そうした中で、土木施設の重要性、ことさら最前線で土砂災害を防止している砂防施設の重要性が広く再認識されたのではないでしょうか。受発注者を問わずこうした機会に砂防工事の重要性をアピールし、地域住民のみなさんはじめ各方面の理解が増進されれば、建設業のイメージアップにもつながると思います。災害後一番に現場に駆けつけるのは、施設管理されておられる行政担当者や応急対策にあたる我々建設業者ですが、あまりにも軽視されているのではないかと日頃から感じています。

この時代に、現場特性に応じて砂防ソイルセメント工法を採用するのは、意義深いと考えます。分業化が進んだ中で、個々のスペシャリストは育っているもののトータルでものを見ている者は確実に少なくなっているのではないでしょうか。現場からスタートした建設技術ですが、昨今では現場を見ずして対応できる部分が増えてきました。砂防ソイルセメントは母材の確保にはじまり、材料の撹拌・調整、現地での打設、その後の管理に至るまで、個々の現場に応じた対応が求められます。まさに『現場回帰』とも言える技術です。日本各地で団塊世代の勇退等により技術伝承が確実になされないことを問題視する声があります。このような時代だからこそ、「現場回帰」の砂防ソイルセメント技術は、次なる世代に着実に伝達し、育てていかなくてはいけない大切な技術だと思います。

嶋●昨今の異常気象は、既往最大を毎年更新するような状況です。これからは、過去のデータに加えて、その時々の状況に柔軟に対応することが必要かと思います。当然、臨機応変な対応も各人の経験の積み重ねに裏打ちされた信頼感があってのものです。砂防ソイルセメントは、現地発生材を利用するという性格から、決まったことを淡々とこなすことが難しく、その現地の状況に柔軟に対応していく必要があります。その意味で、砂防ソイルセメントを大いに利用することで、その臨機応変な対応を身につける格好の材料になるのではないでしょうか。

本日は、砂防に携われる皆さんから、たくさんの貴重なご意見をいただきました。砂防ソイルセメント工法は現場からの発想による、現場対応を大切にする工法です。昨年10月に（財）砂防・地すべり技術センターは、多くの関係者の皆さんのご理解とご協力をいただき『砂防ソイルセメント設計・施工便覧』を発刊させていただきました。多くの砂防工事現場で活用いただくとともに、施工技術のさらなる研鑽により、一層進化した技術につながるよう心より願っております。本日は誠にありがとうございました。

座談会風景

TOPICS

平成23年 台風12号による 土砂災害発生箇所の 現地調査報告

厚井 高志
こうい たかし
㈶砂防地すべり技術センター
総合防災部 技師

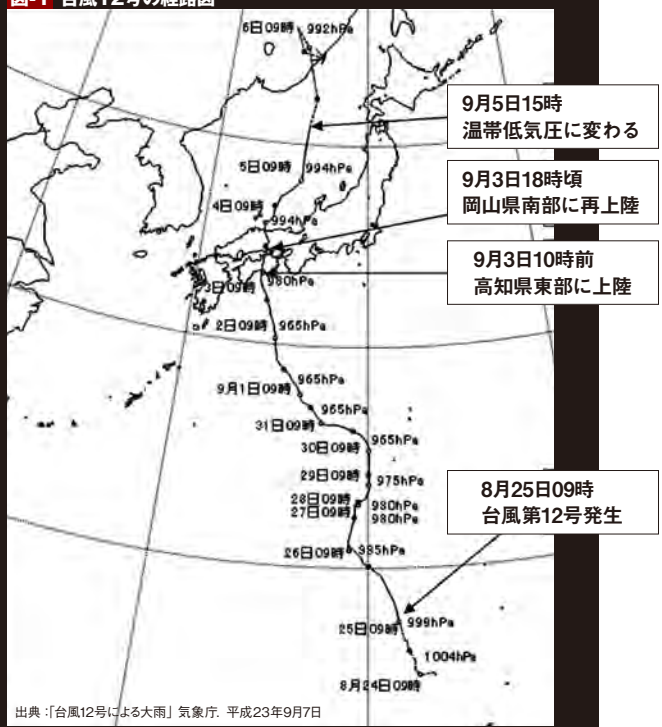
1．はじめに

平成23年（2011年）8月25日にマリアナ諸島付近で発生した台風12号（Talas）は、強い勢力を保ちながら北上し、9月3日には高知県東部に上陸した後、瀬戸内海に抜けて岡山県南部に再上陸、9月4日に日本海に抜けると、翌5日に温帯低気圧に変わった図-1。この台風12号の通過に伴い、紀伊半島を中心に日本の広い範囲で大雨が降り、各地で土砂災害が発生した。当センター（STC）では、国土交通省国土技術政策総合研究所、独立行政法人土木研究所と合同で、９月16日から18日にかけて、奈良県下における土砂災害発生箇所における現地調査を実施した。本報告では、現地調査参加者を代表して、主に現地で確認された土砂移動状況について報告する。

2．台風１２号の概要

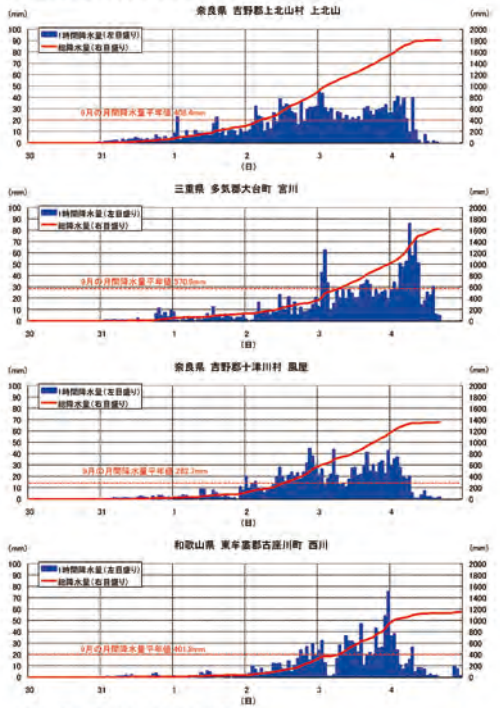
台風12号は、日本列島の南の海上にあった８月31日頃から九州や東北の一部地域を除く日本の広い範囲で雨を降らせた。特に、紀伊半島周辺では、降り始めからの雨量が多い所で1,800mmを超えるなど、記録的豪雨となった。この雨で、奈良県上北山村上北山では最大72時間降水量が1,652.5mmとなり、平成17年（2005年）９月の台風14号の際に記録された1,322mm（宮崎

図-1 台風12号の経路図



出典：「台風12号による大雨」気象庁．平成23年9月7日

図-2 降雨量時系列（アメダス8月30日～9月4日）上北山、宮川、風屋は9月4日18時から欠測



出典：「台風12号による大雨」気象庁．平成23年9月7日

県美郷町神門）を抜くなど、多くの地点で観測史上1位を更新した（気象庁）。三重県、奈良県、和歌山県の観測地点における時間雨量および累加雨量の時系列変化を図-2に示す。こうした豪雨がもたらされたのは、台風12号が大型で強い勢力を保って日本近海を北上したことに加えて、“自転車並み”と呼ばれた移動速度であったために、南から湿った空気が紀伊半島周辺に供給され続け、同一地域に強い降雨が降り続いたことが大きな要因となった。この雨により、日本各地で、土砂災害や河川の氾濫が発生し、大きな被害が生じた。

3．被害状況

台風12号では、台風通過に伴い発生した土砂崩れ、土石流、河川の増水などにより、東北地方から四国地方にかけての2府16県で人的被害が発生した。11月2日時点の人的被害は、死者78人、行方不明者16人となっており、そのうち、和歌山県（死者52人、行方不明者5人）、奈良県（死者14人、行方不明者10人）の占める割合が多い（消防庁災害対策本部）。一方、台風12号による土砂災害発生件数は202件であり、その内訳は、土石流等92件、地すべり28件、がけ崩れ82件となっている（国土交通省発表、11月2日10時時点）。土砂災害の発生地域としては、紀伊半島の他、中国、四国、東海地方、北関東、北海道などとなっている。土砂災害による被害者は、死者41人、行方不明者15人、家屋被害は、全壊53戸、半壊29戸、一部損壊38戸となっている（国土交通省調べ）。

また、台風12号に伴う土砂災害として、マスコミ報道等でもよく耳にした“河道閉塞（天然ダム）”が複数箇所で形成され、被害が発生したことが特徴的として挙げられる。国土交通省が確認した河道閉塞は奈良県と和歌山県で合わせて17箇所であり、このうち5箇所（五條市大塔町赤谷、十津川村長殿、十津川村栗平、野迫川村北股（以上、奈良県）、田辺市熊野（和歌山県））については、平成23年５月１日に施行された土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（土砂災害防止法）の一部を改正する法律に基づく緊急調査の要件を満たしたため、９月６日（北股は９月13日）に国が緊急調査を実施した。

4．現地調査結果

現地調査は、奈良県内で主に河道閉塞が形成された箇所において、河道閉塞を引き起こした地すべり地や崩壊地、土砂移動の状況を調査した図-3。主な調査結果を以下に概説する。なお、台風15号の接近に伴う天候悪化の影響もあり、調査初日の９月16日午後に災害対策基本法第63条に基づく警戒区域が指定されたため、当初17日以降に調査予定であった長殿、野尻（以上、十津川村）、北股（野迫川村）については、調査を取りやめた。

■清水（宇井）－五條市大塔町

９月４日に熊野川（川幅約50m）右岸斜面で地すべりが発生した。地すべりの規模は長さ約250m、幅約240mと推定され、対岸の土塊の比高は約40mにも達する写真-1。その末端は熊野川を超えて対岸の旧国道の上まで乗り上げており、対岸にも土塊が残存していた写真-2。一時、河道が閉塞されたようであるが、調査時には河道内の崩積土砂は流出していた。この地区では、死者6人、行方不明者５人の人的被害が生じた。

■芦の瀬A－天川村

九尾ダム上流の坪内地区では、近接して3箇所で土砂移動が発生した。発生直後は河道が閉塞され上流域は湛水被害が発生した。芦の瀬地区は、最上流の箇所であり、長さ約200m、幅約90mにわたって斜面が移動し、一部は土石流化して渓流を流下して天ノ川に流入した写真-3。流入した土砂は対岸の住宅を押し流し、死者1人の人的被害が生じた。移動土塊（長さ約130m、幅約30～40m、推定層厚10m程度）は、傾斜が緩い状態で堆積しており、土塊全体としては一定の

図-3 奈良県内の調査箇所位置図

＊当初予定の長殿、野尻（十津川村）。北股（野迫川村）は、警戒区域指定により取りやめ

写真-1 崩壊地の状況（清水（宇井））

写真-2 対岸に乗り上げた土砂（清水（宇井））

写真-3 滑落崖付近の状況（芦の瀬）

写真-4 確認された段差亀裂（芦の瀬）

写真-5 崩壊土砂による湛水（冷水）

安定度を有していると推測された。一方、斜面右側の滑落崖上部斜面には滑落崖と平行な開口亀裂、また、右側方斜面には段差亀裂が確認された写真-4。

■冷水-天川村

坪内B地区は、天ノ川右岸の斜面が長さ約500m、幅約250mにわたって移動し、県道と道路擁壁を押し流し、一部は天ノ川に流入し河道を閉塞した。人的被害は発生していない。崩壊斜面上部は急勾配で崩土が堆積していた。閉塞土塊は侵食され、流下断面は確保されているものの、上流側は依然として崩壊土砂による湛水が解消していない写真-5。

■坪内谷-天川村

天ノ川左支川の左岸斜面が長さ約330m、幅約150mにわたって移動し、支川の河道を閉塞した。人的被害は発生していない。崩壊地脚部には崩壊土砂が残存するとともに、その脚部侵食に伴うと推測される流出土砂により、河道内には多量の土砂が残存しており、天ノ川本川までの区間（100m程度）の河床が上昇し、橋梁に土砂が堆積していた写真-6。

■赤滝１（柏原谷川）-黒滝村

9月5日朝（時刻不明）に黒滝川右支川の柏原谷川の左岸斜面が長さ約300m、幅約210mにわたって崩壊し、河道を一時的に閉塞した。崩壊発生箇所から約400m下流に人家10戸の集落があるが、人的被害は発生していない。崩壊土砂は斜面下部および柏原谷川の河床に堆積していた写真-7。

■赤滝２（黒滝川）-黒滝村

9月5日早朝に赤滝集落の上流約800m、釜ヶ谷合流点付近の斜面が長さ約270m、幅約210mにわたって崩壊し、河道を閉塞した。その後、湛水池は上流大江川で前日（9月4日）に発生した斜面崩壊堆積物の二次移動により埋塞した。人的被害は発生していない。崩壊地内、河道閉塞部およびその上流域には多量の土砂・樹木が堆積していた写真-8。赤滝２崩壊地脚部にあった鋼製透過型砂防堰堤は上流大江川での斜面崩壊に伴う多量の土砂流出や赤滝２崩壊地からの流出土砂により埋没し、堰堤天端より５m程度の高さまで堆積している状態であることが確認された。

■桧股-野迫川村

9月3日午前9時頃に長さ約230m、幅約90mにわたって崩壊し写真-9、桧股川を一時的に閉塞し林道桧股線が冠水した。人的被害は発生していない。調査時は河道閉塞箇所は開削により通水断面が確保されていた。滑落崖上部、左右側方斜面には、開口亀裂や段差亀裂が多数確認された。河床勾配は２度程度と緩いものの、崩壊斜面や河床には崩壊土砂が堆積していた。

写真-6 橋梁に堆積した土砂（坪内谷）

写真-7 崩壊地下部に堆積した土砂と樹木（赤滝1）

写真-8 崩壊地脚部の堆積状況（鋼製透過型堰堤が埋没している）（赤滝2）

写真-9 崩壊地の状況（桧股）

写真-10 道路を埋塞した土砂と樹木（長山谷）

■長山谷-御杖村

長山谷川右岸斜面が、長さ約120m、幅約60mにわたって移動して、村道北京線に被害が生じている写真-10。人的被害は発生していない。移動距離は40m～60m程度と推定される。移動土塊は元の状態を留めたまま移動しており、長山谷川を閉塞しているが、流水は移動土塊の先端付近を回って流下しており、完全閉塞とはなっていない。上流部には幅約10m、長さ約100mの湛水池が生じている。地すべり斜面の左側には、土塊が滑落崖直下に残存しており、傾斜も急で不安定な状態であった。

5．おわりに

台風12号では、記録的な豪雨による土砂災害や河川の増水により、死者・行方不明者合わせて94人の人的被害があり、平成の時代に入ってからは、平成16年10月の台風23号（死者・行方不明者98人）に次ぐ人的被害となった。今回の現地調査では、崩壊斜面または河道内に不安定な崩壊土塊が残存している箇所や、滑落崖周辺に亀裂等の変状が確認された箇所があった。今後の降雨等により堆積土砂の二次移動や崩壊地の拡大が生じる可能性もある。また、いくつかの箇所では、河道が閉塞した状態が継続しており、天然ダムの決壊、土石流の発生が懸念されている。国土交通省では、土砂災害防止法の一部を改正する法律を受け、緊急調査を実施し、湛水池における仮排水路設置やポンプ排水、土砂の埋め戻し等の対策を実施しているほか、湛水状況を継続的に監視し、降雨時の土石流発生に対する警戒を強めている。奈良県でも今回調査が実施された箇所などで対策が進められているところである。

河道閉塞の形成過程や、決壊、堆積土砂の流動化のメカニズムについては未解明の部分も多い。今後、上記の対策を着実に実施するとともに、関連する調査・研究をさらに進め、今回のような土砂災害が発生した場合には流域住民の安心安全を確保できるような情報を提示していくことが、砂防や防災に関わる技術者や研究者に求められている。

最後に、今回の災害で亡くなられた方々のご冥福をお祈りすると共に、被災地の一日も早い復興を心よりお祈り申し上げます。

引用文献

★ 消防庁災害対策本部．平成23年11月2日．台風12号による被害状況及び消防機関の活動上等について（第16報）

★ 気象庁．平成23年9月7日．台風12号による大雨

4
連載エッセイ

くらしと水
——災害と水

尾畑 納子
おばた のりこ
富山国際大学 現代社会学部 教授

私たちにとって生きていくうえで欠かせない命の水、天地を巡り、万物を洗い浄めて健康な生態系を持続させる大切な水、そして水災害の防止に挑む人々やそれを支援するサポーターの活動紹介など、「くらしと水」をテーマに水を取り巻く身近な話題に着目して書かせていただいた。最終回は、生物多様性の保持、水源の保全と土砂災害の防止などを目的とした森林整備活動を学生とともに6年間にわたって行ってきた内容を中心に紹介しながら、締めとしたい。

キャンパス周辺の環境と森林整備活動

2004年頃、富山県内の里山に近い町中の民家にクマが出没したというニュースが頻繁に流れた。私が通う大学は、映画「剱岳　点の記」の舞台となった立山山麓上滝駅付近にあり、杉、竹など雑木林に囲まれた美しい環境の中にいくつかの学校や企業の研修センターが集まっている。

もう少し説明させていただくと、大学は10haを有する緑豊かな敷地内に建設され、赤いレンガの屋根にグレーのコンクリートの低層の建物が村のように美しく配置されている。しかし建築されて20年余りが経ち、当時植樹された若木も成長して現在は雑然と乱立し、森林の荒廃が目立つようになってきた。当初は自分たちのキャンパスにクマやサルなどが出没するのを防止するために、数名の学生が中心となって2006年に環境サークルを立ち上げキャンパスの森林整備を始めた。

学内では講義科目としてのカリキュラムは整備されていなかったが、幸い富山県の森林政策の一環として、とやまの森づくりサポートセンターが設立され、森林整備の作業の手順や機器・チッパー等の扱いの指導が充実しており講習を受けて実施できるようになった。さらに富山市の呼びかけで発足した森林整備ボランティア団体きんたろう倶楽部（2011年よりNPO法人きんたろう倶楽部）のメンバーや地域の近隣住人、ボランティアの人々とともに学生たちは下草狩り、除伐、植林などをしている。また、2009年からは企業と協働での森林づくり事業も始まり、現在３企業と協定を結ぶまでになった。具体的には毎年春と秋に３～４回、キャンパス周辺の竹林や多種の雑木林で計画的に除伐や下草刈りを行う。作業が終わった後は、雑談しながらみんなで作った手作りの豚汁とおにぎりを食べるのも楽しみの一つである。

今は伐採された木々を活用して、しいたけ栽培、炭焼き、チップ化などの資源化・循環型社会への取り組みへと繋げ、環境専攻の学生の生きた活動の一つとなっている。クマ騒動をきっかけに始まったキャンパス周辺の森林整備であったが、生き物と自然の共生をテーマとした持続可能な社会づくりへと一歩踏み出したように思える。

植林活動を通した国際貢献活動

キャンパスや地域での整備活動はゆっくりではあるが確実に成果を出している。そんな折、我々の活動を知ったオイスカ富山支部から海外での植林活動の誘いを受け、タイでの植林ボランティアに参加する機会を得たのである。

タイでは、1960年頃に半分以上を占めていた森林面積がそれ以降徐々に減少し、1978年～1985年の間に年平均で3970㎢ずつ熱帯林が減少してきたといわれている。その結果、

イラスト：仲野順子

森林の保水力が低下して洪水、水不足、土壌流失による農地被害などが多発した。こうした危機的状況を打開するためには植林が重要な回復策であり学生たちは植林活動に意義を感じて参加してくれた。

2007年8月23日～25日のわずか３日間であったが、タイ南部のラノーン県ラノーン市ラチャクルット町バンラン村で初めての海外植林活動を行った。日本からはボランティアスタッフとして私たちを含めて36名、現地の小・中・高校生たち130名を加えた250名の協力を得て、干潮時の３時間あまりの間でオオバヒルギ7,000本、面積にして2.1haを植林した。学生たちはぬかるみの中で汗と泥にまみれながらも、村の子供たちとわずかな言葉とたくさんの笑顔で交流を楽しんだ。

最終的には約３haに10,000 本を植林したが、当初の目標の60%しか達成できなかった。残った苗木はオイスカ職員の監督のもとで村人たちに植林を継続してもらうことになった。マングローブ林は自然生態系と生物多様性を育む環境を形成する。植林3 年目当たりから成長が旺盛になり、日照時間や冠水時間などによって多少異なるが、１haあたりのCO_2固定能力は6.9t という研究報告もあることから、1回の面積は少なくても持続することにより確実に温暖化防止効果を発揮するであろう。また、植林を通じた現地の子供や村の住民との交流で、言葉を超えた深い一体感を得る機会となったのは何よりの大きな成果である。

第２回目は、2010年８月24日～29日の６日間にわたって北部タイで本学学生10名とチェンコン県リンコン村でバンムワァンカン学校の児童・生徒達、村人など総勢246名で400haの裸地にの一部に4,000本のチーク材の植林を実施した。

植林を行った北部タイのチェンコン地区は、バンコクから北へ約800km離れたラオス、ミャンマーの国境付近にあり山岳民族が生活していた地域である。かつてはケシ栽培で現金収入を得ていたが、栽培が禁止されるようになってからはトウモロコシやミカンなどの栽培による焼畑農業が長く行われていた。周辺の山は荒廃して赤土が表出し、山間を流れる川の水は赤く濁っている。近くを流れるメコン川への土砂流出も激しく、水の色は赤色に見える。雨季になると下流の村では洪水が頻発し土石流や土砂災害に見舞われるとのこと。昨年タイ全土に甚大な被害をもたらした大洪水は記憶に新しいが、我々が訪ねた時も水田や道路のあちらこちらに水が溢れていた。

慣れない気象条件の下、傾斜の強い斜面での植林作業は学生たちにとって体力の消耗が激しく、現実の厳しさを知ることになったが、日本に留まっていては得ることのできないこうした異文化体験は、国際社会への見方や今後の社会生活を送るうえで大きな力になるといえよう。

学生との植林活動を通して

国内外における植林活動は、学生が環境問題への関心を高め問題解決能力を育てることのできる実践的教材として有効な手段であった。たとえば、私たちの食生活を支える輸入エビは安価でいつでも入手することができるが、これはマングローブ林の過伐採によって作られた養殖池で育てられている。現地へ行って初めてその実態を見聞し、南部タイの沿岸地域に住む人たちの生活環境を破壊していることに気づく。あるいは雨季の北部タイに出かけて、

豪雨の中、傾斜の強い禿山から大量の水が流れて洪水が発生した様子を見たことで、身をもって森林と洪水との関連を実感する。このように、短期間ではあっても実際に現地に出向き、植林活動や村人との交流を通して学生たちは多くを気づき、今後の生活を見直すきっかけとなったことであろう。

方開発途上地における住民に対して、外部団体による植林ボランティア活動は、たんなる破壊者側の反省としての行動という意味だけではなく、現地での環境再生活動に巻き込むことによってタイの村人自身の環境保全に対する意識を高め、自らの力で地域の森林を管理するコミュニティ・フォレストを育てることに意義がある。

大学周辺の地域的な環境保全活動から始まり国際的な活動へ発展させたこの６年間の活動は地方の小さな大学のささやかな取り組みである。しかし、21世紀の社会を担う学生たちに地域や国際社会で貢献するための実力と自信を持たせるチャンスであり、環境問題に積極的に挑むリーダーに成長して欲しいと思う。私自身にとっても環境教育とは何かを自問自答させられた期間であり、激変する環境にたくましく向き合う若者を世に送り出していきたいとひそかに願っている。未来を切り拓く力を秘めているのは彼らなのだから。

技術ノート

ラジコンヘリを用いた崩壊地の簡易測量技術

花岡 正明
はなおか まさあき
新庄河川事務所 所長

道畑亮一
みちはた りょういち
（財）砂防・地すべり技術センター
砂防部主任技師

写真-1 MKコプターMK8XLと仕様

機体型式	MK8-XL
駆動方法	ブラシレスモーター
電源	リチウムポリマー電池
機体重量	3.1kg
有効積載量	2kg
飛行可能範囲	最大1500m
対地飛行高度	300m
飛行時間	10～20分
飛行可能風速	12m/秒
機体操作	2.4GHzプロポ（送受信機）
自動飛行制御	GPS/IMUによるPID制御による自律飛行が可能
機体情報及び設定	Bluetoothによる機体情報の受信及び各パラメーター/飛行コースの送信
画像伝送	5GHz帯無線LAN

図-1 調査対象流域（濁沢流域）（9月撮影のLP測量結果とオルソ画像より作成）

1 まえがき

山間地における土砂災害の状況を把握する手法として、航空機による空中写真の撮影や測量が一般的ですが、航空機による撮影は気象条件に左右されやすく、安全性の面から、迅速なデータの取得が困難となる場合があります。また、山間部ではアクセスが限られているため、目視による確認も困難な場合があります。

近年、「ラジコンヘリ」や「小型飛行ロボット」などに高画質デジタルカメラを搭載して撮影する技術が開発されてきており、GPSやバッテリー等の技術進歩により、安定した飛行で高解像度の撮影ができる環境となってきています。これらの技術により、現場調査者の操縦による空中写真撮影や測量が可能となり、徒歩でのアクセスが困難な地点などでの災害直後のデータの取得が容易となると考えられます。

本稿では、新庄河川事務所管内の濁沢流域で今年5月に発生した地すべり性の大規模崩壊地において、ラジコンヘリを用いた写真撮影と測量を試行したものを紹介します。

2 ラジコンヘリの仕様・概要

使用したラジコンヘリ「MKコプターMK8XL」は、複数ローター型無人飛行体（UAV）に分類されるもので、8枚のローターの回転数をマイコン制御により調整するだけで望む方向に進め、最大12m/秒までの風速条件での飛行が可能であり、ホバリングなどもできます。

また、あらかじめ緯度・経度・高度情報をインプットすることで、飛行コースとホバリング位置、高度・

図-2 崩壊地全景

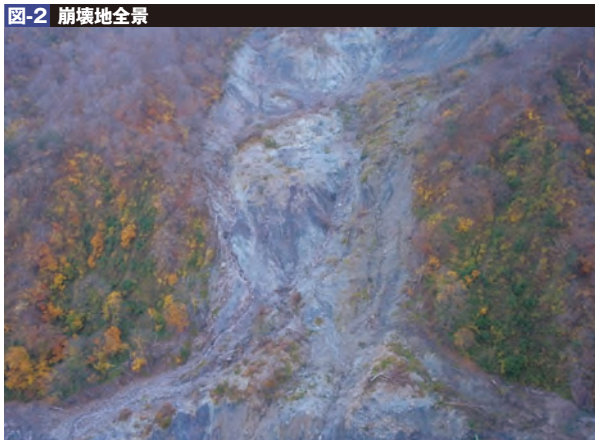


図-3 不安定な頭部滑落崖の状況

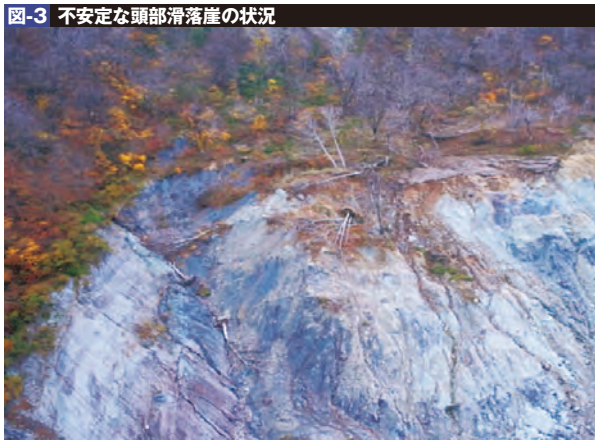


図-4 崩壊地上部。写真測量解析により3次元化した画像

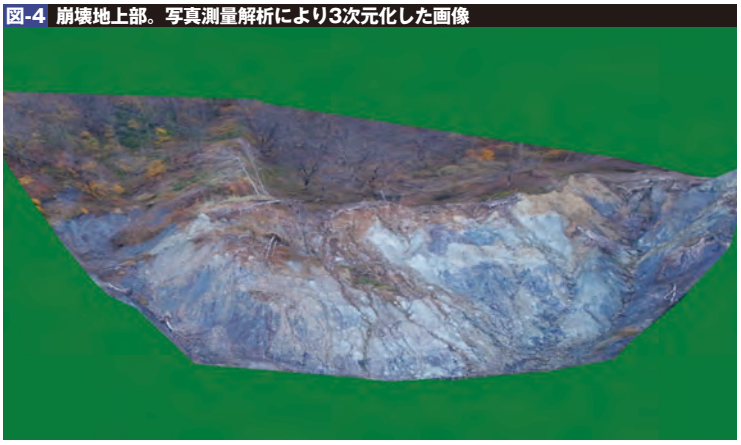
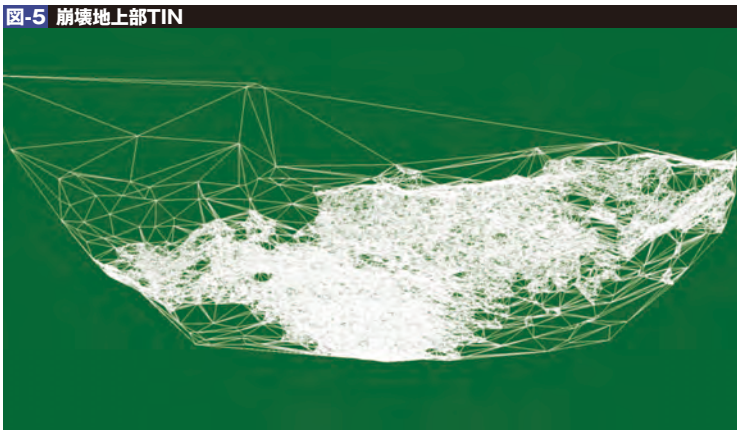


図-5 崩壊地上部TIN



機体方向の自動操縦も可能で、随時マニュアル操作に切り替えることもできます。

機体のサイズは、ローターを広げた状態で80cm程度、重量は数キロと軽くコンパクトで、乗用車での運搬や現場での持ち運びが可能です。

写真-1 MKコプターの仕様と写真を示します。

3 ラジコンヘリ撮影の試行

ラジコンヘリを用いた試行は、2011年11月２～３日に濁沢流域内の崩壊地を中心に行いました図-1。今回の試行では、Google Earthを活用して飛行航路情報を入力した自動操縦により、飛行距離約1000m、飛行高度約150mでの撮影を実施しました。

空中写真撮影結果とその解析による測量結果の一部を紹介します図2～5。

4 今後の活用

崩壊地情報の取得にラジコンヘリを活用した事例は、まだほとんど事例がない状況です。撮影が容易であることや風等の影響を受けにくいため、災害直後の積極的な活用が期待されます。現時点では、バッテリーのスペック等で往復1500m程度の範囲での計測に限られていますが、今後の技術の進展により広域をカバーできる可能性があります。また、今回実施した濁沢での崩壊地に見られるような不安定な頭部滑落崖の拡大の有無など、経時的な監視にも活用できるものと考えらます。

今後ラジコンヘリによる活用が期待される事例を示します。

①災害直後の状況把握（特に降雨等で空中写真撮影できていない時点）

・崩壊地や天然ダムの画像取得
・崩壊地や天然ダムの測量
・過去のLP等測量結果との差分計測による土砂収支の把握

②経時的な監視

・天然ダム閉塞部の定期的な監視（画像取得）
・不安定な崩壊地や地すべり地の監視（画像取得）
・変状発生地点、および土砂収支の把握（測量結果の重ね合わせ）

海外事情

インドネシア・メラピ山2010年噴火災害地を訪ねて

佐藤 一幸
さとう かずゆき
㈶砂防地すべり技術センター
企画部 部長

写真-1

写真-2

写真-3

1．はじめに

2010年噴火から１年近く経過した2011年９月にメラピ山の南麓のジョクジャカルタを訪問し、乾期の被災地を視察する機会を得たので報告する。

ジャワ島中央部に位置する火山で標高は2,980m。インドネシアで最も活動的な火山であり、インドネシア語名称のGunung Merapiは「火の山」を意味する。表記（Mt.Merapi）をローマ字風の発音をすると「メラピ」であるが、現地では「ムラピ」と発音されていた。

日本人の多くは､1991年６月３日の雲仙普賢岳の噴火映像で「火砕流」を知るところとなった。あの火砕流、安山岩質の溶岩ドームが崩落し発生するタイプの火砕流は「メラピ型火砕流」と呼ばれ、火山防災や砂防の関係ではおなじみの山（火山）である。
日本でも「ムラピ」と表記する資料もあるが、ここではなじみのある「メラピ山」と呼ぶこととした。

2.メラピ山2010年噴火災害の概要

噴火警戒レベルを最高度（Ⅳ）に引き上げ、10km圏に避難指示が出された翌日の2010年10月26日17時頃に噴火した。火砕流が山頂から５km地点に到達、火砕サージでメラピ山の山守マリジャン翁と信者など約40人が死亡した。その後も連日のように噴火を繰り返し、避難区域が20km圏に拡大された。11月5日には噴煙高度が上空10km、火砕流が15km地点以遠にまで到達する最大の噴火が発生した。今回、一連の噴火に伴う死者は386人となった。

1,300人以上の死者を記録した1930年噴火より、今回のほうが規模は大きいが警戒避難によって犠牲者は抑えられている。2010年噴火による噴出物総量は１億4000万㎥であり、インドネシア火山地質災害対策局では噴火活動は1872年の噴火以来の大規模なものとしている。

3.2011年９月メラピ山山麓　現地視察

（1）ゲンドール川（Kali Gendol）

火砕流堆積物が最も多い南側のゲンドール川の火口から約6km地点、標高1,000m付近を訪問。今回の噴火で火口南側壁の開きが大きくなり、火砕流が南側に多く流出堆積したとのこと写真-1。

噴火前は深く掘れた河道であった。河床まで比高差が70から80mあった。しかし現在は30mぐらいで、河床が40から50m上

昇したことになる。

１月時には雨が降ると河岸段丘面の３m付近から湯気を出していた。３月もまだ湯気が出ていて、表面から30cmの深さで300℃を観測したと聞いた。

2011年雨期間には土石流が発生した。３月下旬、４月中旬、４月29日、５月１日２日は土石流の規模が大きく最下流域まで達した。温度低下にともない更に大規模な土石流が2012年雨期に発生することが心配される。

火口から約10km地点で火砕流堆積物が15m程度覆っている写真-2。

河道堆積物を堀上げ､横にバンクを盛って高くし、河道流路を固定しようとしたことが、期待以上の効果を発揮し、その後の越流氾濫が押さえ込まれた。火砕流が到達しなかったところは写真-3のような風景が広がっている。

河道掘削に重機が２機、トラックの台数もかなりの数働いている。サンドマイニングは採取料金を重量徴収して実施させている。堆積量の約1/3相当がサンドマイニングによって外へ搬出されると聞いた写真-4。

（2）プティ川（Kali Putih）

南西側に位置するプティ川では雨季の土砂流出に伴う河床変動にともなって砂防設備が多数被災し、応急復旧が進められていた。

最上流部に位置する砂防施設は、右岸の導流堤はプティ川とブロッケン川を区切る機能を有している。訪問時の9月現在は公共事業省が導流堤を保全するためにガビオン（布団かご）整備を実施中であった。

さらに下流には首都ジャカルタとを結ぶ幹線国道が位置しており、雨季に土石流が延べ12日発生し交通がストップしてしまった。現地は、河道が狭くしかも国道で屈曲していることから、土石流は地形なりに直進し始め国道をしばしば襲っている。写真-5

4.おわりに

これまでのメラピ火山砂防マスタープランは、500万㎥規模の噴火規模を対象としたものであり、今回の噴火は1億4000万㎥とも見積もられる噴出規模である。砂防設備は減災効果を発揮したが、堰堤袖部も越流し流路をかえて氾濫したり、下流が洗掘されて堰堤が被災し、ひどいものでは倒壊したものもあった。

日本との技術協力によるメラピ火山砂防マスタープランは、インドネシア国内でその防災・減災効果を評価されていた。しかし、今回の経験を踏まえマスタープランの見直しが求められている。現地では、2012雨期を迎え土石流被害の頻発が危惧されるところであるが、砂防設備の復旧工事が進み、被害が最小限に抑えられることを念じている。

最後に、現地視察にはジョクジャカルタ勤務の八千代エンジニアリング(株）の諸兄に大変お世話になりました。厚くお礼申し上げます。

写真-4

写真-5

★参考資料
★　インドネシア・メラピ山2010噴火災害報告(速報)
(砂防学会誌,Vol.63,No.5,p.47-51,2011)

海外事情

2011年 台風委員会 統合ワークショップ 参加報告

――ベトナム ニャチャン市

近藤 玲次
こんどう れいじ
(財) 砂防・地すべり技術センター
企画部 主任技師

図-1 ニャチャン位置図

表-1 行程表

2011年 11月5日(土)	移動: 成田→ホーチミン空港→ニャチャン空港
6日(日)	砂防WS室内講義 砂防WSフィールドトレーニング
7日(月)	開会式キーノートレクチャー (トピック的な講演) パラレルミーティング (気象、水文、防災の各WGごとの会議): 各プロジェクトの活動レビュー (1) (水文)
8日(火)	パラレルミーティング: 各プロジェクトの活動レビュー (2) (水文): 次年度計画・予算 (1) (水文)
9日(水)	パラレルミーティング: 次年度計画・予算 (2) (水文) ニャチャン市内施設視察
10日(木)	各WGの成果・次年度計画報告 午後より移動: ニャチャン空港→ホーチミン空港
11日(金)	移動:ホーチミン空港→成田空港

1. はしめに

台風委員会統合ワークショップが2011年11月7日から11日にかけてベトナム社会主義共和国南部の都市ニャチャン（図-1参照）で開催された。また、これに先駆け、11月6日に「土砂災害ハザードマッピングプロジェクト」のワークショップが開催され、そのなかで室内レクチャーとフィールド研修が行われた。これらに参加したのでここに報告する。

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（台風員会成立時の情勢から、本邦、香港、マニラの3カ国扱い)、フィリピン、日本、韓国、北朝鮮、ベトナム、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（グァム州）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。気象、水文、防災の３ワーキンググループが置かれており、日本からも関係機関がそれぞれのワーキングに参加し、プロジェクトに携わっている。

水文部門では主として洪水対策について議論されてきたが、参加メンバーの土砂災害防止に関する高いニーズがあり、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1プロジェクトを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。

2011年の統合ワークショップの会場はベトナム社会主義共和国の南に位置するニャチャン市で行われた写真-1。

3. 土砂災害ハザードマッピングプロジェクト

3-1 土砂災害ハザードマッピングプロジェクトの概要

「Sabo」（Vol.105, vol.107）でも紹介したように、現在、土砂災害防止のプロジェクトとして、水文ワーキンググループ内で、「土砂災害ハザードマッピングプロジェクト」（リーダー：国土交通省国土技術政策総合研究所・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おり、砂防・地すべり技術センターも協力している。

本プロジェクトには中国、香港、フィリピン、タイ、アメリカ、

日本の6カ国が参加している。当初予定では、2009年から2011年の3ヶ年でプロジェクトを完了し、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ラインを作成する予定であった。しかし、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ことから、期間を一年延長し、今年度のベ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し、2012年にガイドラインを製作することとなった。

3-2「砂防ワークショップ」

今回の統合ワークショップに先駆け、11月6日に「砂防ワークショップ」としてハザードマップ作成に関する室内講義、及び実際に現場で土石流危険渓流を視察するフィールドトレーニングを行った。砂防ワークショップには6ヶ国（ベトナム、中国本邦、日本、韓国、ラオス、タイ）計20名が参加した。

室内講義は11月6日の午前中に統合ワークショップの会場であるニャチャン市内のミケリアホテルで行った写真-2。国土技術政策総合研究所の林研究官から、施設を作らずに災害対策を行うことの意義、日本の土砂災害防止法の土砂災害警戒区域の設定手法の紹介、警戒避難体制を機能させるための関係機関、住民の実施すべき事項等について説明を行った。

午後からはニャチャン近郊の渓流でフィールドトレーニングを行った。

ニャチャンは漁港と美しい砂浜に恵まれ、フランス領時代から観光地として整備されたベトナムの代表的なリゾート地である。中心地である3km四方の平坦な市街地には近代的ホテルや商業施設が整備されているが、十数分も車で移動すれば山地に突き当たる地形となっている。中心市街地は現在もビル建設などの開発が進んでおり、それを受けてか、近郊も山麓まで開発されている箇所も見られる写真-3。今回ワークショップ開催に関して対応いただいたベトナム国立水文気象予測センターの方によると、ニャチャン市内でこのような箇所は多く、土砂崩れは発生しているそうだが、被害は把握していないという。

今回フィールドトレーニングのサイトとして、流域面積約2.0㎢花崗岩質の渓流を選定された写真-4。近年ここに移住したという住民に聞き取り調査を行ったところ、人的・家屋被害が発生したことはないものの、昨年、渓岸の侵食によって庭の一部に侵食が生じており、降雨の規模によっては被害発生の可能性のある流域である。実際に危険のある箇所を見ることで、参加者らの危機感を喚起できたことを期待する。

なお、フィールドトレーニングを行うに当たって、事前にベトナム国立水文気象予測センターにフィールドの選定を依頼し

写真-1 ニャチャン市街地からの風景

写真-2 室内講義の様子

写真-3 山麓までの宅地開発の状況の例（フィールドトレーニングの流域とは別）

写真-4 フィールドトレーニングの様子

写真-5 パラレルミーティングにおける進捗状況報告
（砂防センター　近藤発表）

写真-6 タイからの参加者による洪水被害の報告

写真-7 ニャチャン居住区の中心地にあるチャンタン広場。観光の中心地

ていたが、紹介されたフィールドは河岸侵食により家屋の倒壊が懸念される場所で土石流危険渓流の例としては不適切であり、10月23日から27日にかけて行った視察時に急遽フィールドを選定し直したということがあった。土石流災害への認識のずれを感じた。

4. 台風委員会統合ワークショップ

11月7日から11日まで、表1のように、統合ワークショップが開かれた**表-1**。

開会式に続いて、各国のトピック的な研究成果（キーノートレクチャー）を発表する場が設けられた。日本からは、社団法人 国際建設協会の池田研究第二部長より人工衛星から観測された降雨情報を反映した洪水警報システムGFAS（Global Flood Alert System）についての発表がなされた。その他、各国より衛星技術やGIS等新技術を用いた災害対策の研究成果について報告がなされた。

7日の午後から9日にかけては各ワーキンググループ（水文・気象・防災）ごとに分かれ、ワーキング内の各プロジェクトの進捗状況の確認、今後の計画・予算について調整するパラレルミーティングが開催された。水文部門のパラレルミーティングにおいて、筆者より土砂災害ハザードマッピングプロジェクトの進捗状況についての報告、国土技術政策総合研究所の林研究官より次年の計画説明が行われた**写真-5**。

来年で終了予定の土砂災害ハザードマッピングプロジェクトに続くプロジェクトとして、2002～2009年の「土砂災害警戒情報策定プロジェクト」（プロジェクトリーダー:国総研（当時）・水野秀明主任研究官）、進行中のハザードマッププロジェクトの成果を引き継ぎ、警戒避難体制を有効に機能させるための関係機関、住民の実施すべき事項について、各国への調査、各国における改善点の抽出、解決策の検討を実施する「土砂災害警戒避難態勢構築プロジェクト」の提案が林研究官より行われた。

また、10月初めよりの洪水被害で大変な状況にあるタイの参加者から洪水に関する報告も行われ、貴重な情報を知る機会を得られた**写真-6**。

5. おわりに

今回初めて土砂災害対策に関わる国際的な会議に参加したが、土砂災害対策は、気象情報の共有や河川流量の調整等のように各国で調整することの必要性・メリットが少なく、各自で自由に行うことを良しとする風潮を感じた。しかし、ニャチャ

ン郊外で見られたように、経済発展が著しい東アジアの国では山麓までの土地開発状況が日本に似ている部分も多く、日本で培われた土砂災害対策の手法が参考になるケースも多いと感じられた。

今後とも、日本の海外への技術移転が行われることを期待したい。

世界の土砂災害 (2011 その3)

(財)砂防・地すべり技術センター 企画部国際課

2011/7/1~2011/9/30			
発生日	国名	種別	概要
7月1日	バングラデシュ	地すべり	前日から降り続いた豪雨により午前6:30過ぎ、チッタゴン（Chittagong）市に近いバタリーヒル（Bata lee Hill）地区で地すべりが発生、斜面脚部の擁壁を倒し、家屋数棟を埋めた。これにより17名死亡、2名負傷。
7月7日	ネパール	崩壊・土石流	6月末から続いたモンスーン雨により、南部テライ（Terai）平原を中心に14県で洪水・崩壊・土石流が多発し、7日までで25名死亡、4名負傷。内訳はカスキ（Kaski）県6名、アチャム（Achham）県5名、タナフ（Tanahu）県5名、パルパ（Palpa）県5名、その他4名。
7月18～23日	バングラデシュ	土石流	7月18～23日にかけて、バングラデシュ南端に近いコックスバザール（Cox's Bazar）周辺の7村で土石流が多発7名死亡、1名負傷、全壊家屋3,897戸の被害をもたらした。
7月25日	エクアドル	地すべり	7月25日午後8:45頃、コロンビア国境に近いスクンビオス（Sucumbios）州ファマ(Fama) 町で地すべりが発生、数棟の家屋にいた7名が生き埋めになり、死亡した。なお、生後8日の乳児ががれきから救出された。
7月26～28日	韓国	地すべり・土石流	7月26-28日にかけて韓国北部の京畿道、江原道を中心に停滞前線が活発化し、総降雨量500-680mmの豪雨となった。ソウル（Seoul）市南部では27日未明に113mm/hの雨があった。これにより漢江の一部や中小河川が溢れ、死者52名、住宅約1万棟が浸水し、5000世帯、1万1000人が影響を受けた。27日早朝、江原道（Gangwon-do）春川（Chuncheon）で崩壊が発生し、13名死亡。また、ソウル市瑞草区（Seocho-gu）牛眠(Umyong)山でも崩壊が生じ、流動化した土砂が土石流となってマンションに流れ込み16名が死亡した。
8月25～27日	フィリピン	崩壊	台風11号（Typhoon Nanmadol）がフィリピン・ルソン（Luzon）島北部を広く直撃し、25-27日にかけて多発した崩壊により、15名が死亡、22名が負傷した。北部バギオ（Baguio）では、ごみ集積所が土砂と共に崩壊し、8名が死亡した。影響は7州で95,540世帯、403,193名に及んだ。
8月29日	ウガンダ	崩壊	29日午前1時頃、大雨が降り続いていたウガンダ東部・ブラムブリ郡（Bulambuli district）マボノ（Mabono）村で土砂崩れが発生し、20余りの住宅が土砂に押しつぶされた。この土砂崩れでこれまでに6人の子どもを含む28人の死亡が確認された。同じ頃、同郡内、ブルガニャ（Buluganya）地区でも土砂崩れにより16名が生き埋めとなり、亡くなった。
9月26日	フィリピン	崩壊	9月24-28日にかけてフィリピン北部を横断した台風17号（Typhoon Nesat）により、洪水・崩壊等が多発し、全国で死亡83名、負傷91名、行方不明20名の被害を生んだ。避難者も58747世帯、25万人に及んだ。うち、数カ所で起きたがけ崩れにより、7名が死亡、14名が負傷した。

海外事情

ヌリシャムさん、Mata Oaishimashou！

斉藤 祐巳
さいとう ゆうし
（財）砂防・地すべり技術センター
企画部 調査役

第２回コースの経緯と概要

JICA研修「火山学・総合土砂災害対策コース」の第２回コースは、昨年３月16日から９月10日まで実施する予定でした。研修員の受入準備を整え、来日を待つばかりであった３月11日、東日本大震災が発生しました。地震の被害調査や対応策の検討などで、本件コースの講師の方々には講義をお願いできる状況でなくなりました。また、交通機関やライフラインにも地震の影響が出ていることに加え、東京電力福島第一原発の事故が市民生活の混乱に拍車をかけている状況では、研修員も来日を躊躇するであろうと思われたため、関係者による協議の結果、急遽、開始を延期することになりました。

その後、地震の影響も徐々に収まりをみせてきたので、再度関係者間で協議を行い、ほぼ当初のカリキュラム通りに７月13日から12月17日まで開催することになりました。４ヶ月程度の遅れで第２回コースを開催することができたのは、関係者の皆様方のご理解とご協力の賜と考えます。この場をお借りして、心から感謝を申し上げます。

受入期間の変更はありましたが、１名の研修員（マレーシア）を除き、当初の受入予定者から参加の回答があり、最終的には中国、コンゴ（民）、インドネシア、フィリピン、エルサルバドル、マレーシア、ネパール、パキスタン、ベネズエラの９ヶ国計11名（火山学で５名、総合土砂災害対策で６名）の研修員が参加をしました。これに加えてフィリピンから、無償資金協力事業「カミギン島防災復旧計画」のカウンターパート１名が、個別研修以外（註）の部分に参加しました。

今回は、東日本大震災後の受入れであり、各国で防災の一翼を担っている研修員に、自然災害の凄まじさを理解してもらい、自らの業務の大切さを再認識してもらう絶好の機会であると考え、石巻市の被災状況視察を急遽研修日程に加えました。研修

国土交通省南哲行砂防部長とともに(左端がヌリシャムさん)

桜島展望所にて

員からは大津波の恐ろしさ、地震による地盤沈下や斜面崩壊の状況を直接見ることができ、大変参考になったとの感想が述べられました。

註：本件コースは、共通プログラム、火山学コースと総合土砂災害対策コースとに分かれての分野別プログラム、及び各研修員ごとの個別研修で構成されている。

STCでの個別研修

当初受け入れる予定であったマレーシアの研修員は、受入期間の変更により業務の都合で参加できなくなりました。このため、マレーシア政府から代替候補者の受入要請が提出され、検討の結果、気象局トレンガヌ地方事務所のヌリシャム・ビン・ムハマドさんを受け入れることとなり、個別研修は当センターで行うことになりました。

ヌリシャムさんは９月26日から12月13日まで斜面保全部の指導の下、降雨指標を用いた土砂災害の警戒避難基準の作成について研修を行いました。当初、本人はマレーシアのケースを使った研修を希望していたのですが、雨量データが限られていることに加え、地形図も入手できないため、日本のケースを使っての研修となりました。この間、モデルサイトとして取り上げた新潟県長岡市（旧栃尾市）の平成16年７月新潟・福島豪雨の水害被災箇所や雨量観測所の現地調査も行いました。

ヌリシャムさんは1979年７月生まれの32歳で、マレーシアに家族を残しての来日でした。毎朝幡ヶ谷にあるJICAの東京国際センターから市ヶ谷の当センターまで通って来て、真面目にこつこつと研修に励んでおりました。また敬虔なイスラム教徒で、毎週金曜日には昼休みに代々木上原のモスクにお祈りに通っていました。例年の受入期間は３月から９月までなのですが、今年は７月から12月までとなりましたので、東京の夏から初冬までの季節を経験しました。長岡市ではわずかの量ではあったのですが、雪が見たいとの念願を果たすことができたと喜んでいました。

この研修は受入期間が長いので、ヌリシャムさんは次々と来日する研修員たちから頼りにされる存在になっていたようです。東京タワーには、案内を頼まれて５回も行ったそうで、本人は「もう東京タワーには行きたくない」と言っていました。

日本語も少しずつ覚え、毎日夕方には「また、お会いしましょう」と言って帰って行きました。

帰国後、大雨などの影響で発生する土砂災害で怪我をしたり、命を落とす住民が出ないよう、日本での研修成果を大いに役立ててほしいと思います。また、日本文化への理解も進んだようですので（日本のアニメやキャラクターのファン）、日本とマレーシアの架け橋となってくれるよう期待しています。

鹿児島大小林先生を囲んでの現地研修

京大井口先生の研究室での講義

長岡市（旧栃尾市）での現地調査

講演会報告

平成23年度
砂防地すべり技術研究成果報告会

平成23年11月15日（火）午後１時30分より、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研究成果報告会」が開催されました。本報告会は、当センターの公益事業の一環である研究開発助成による研究の成果を広く一般に公表し、関連事業及び今後の各方面での研究活動に役立てていただくことを目的として、毎年実施しているものです。

本年度の発表は、平成22年度研究開発助成事業により実施された研究6題であり、そのいずれもが今後の砂防事業の礎となる貴重な成果であります。会場には228名の聴講の方々を迎え、盛況のうちに終了となりました本報告会の概要を以下に紹介するものです。

講演1

山地流域の雨水流出、土砂生産流出シミュレーター

水山 高久
みずやま たかひさ
京都大学 大学院
農学研究科 教授

山地流域において、合理的に土砂流出のコントロールを行うには、任意の雨量を与えて各地点での流量を予測し、崩壊、土石流の発生、その後の土砂流出が推定できるシミュレーターの開発が必要であり、これにより、リアルタイムに入手できる降雨データから土砂災害、洪水災害をリアルタイムに予測し通報することが可能となる。

本研究では、山地流域の雨水流出、土砂生産流出シミュレーター（SERMOW-II）を開発し、流砂が観測されている足洗谷に適用した。この数値シミュレーションを用いて、足洗谷流域における土砂移動現象を定性的に分析することができた。流砂量や移動土砂の粒度分布に関しては、河床材料の初期条件が不明確であったために精度面に課題が残る結果となったが、出水ごとに山地河川の土砂移動傾向が変化する理由が、移動可能な土砂の存在する位置の初期条件から説明できることが明らかになった。

さらに、土砂の供給源と観測点の位置関係が、山地河川で観測される流量に対する流砂量のヒステリシスの要因の一つであることが示された。今後の課題として現地観測に対する計算精度を向上させることが挙げられるが、適切な土砂生産シナリオの設定、現地の河床材料の調査、河道の土砂供給過程の考慮、流域内の高密度雨量観測による降雨分布の把握などを行い、適切な初期条件を設定し、目的に応じたシミュレーターの開発を行うことで、土砂移動量の定量的な予測が可能になるものと考えられる。

講演2

流木捕捉工の捕捉メカニズムに関する実験および解析法に関する基礎的研究

香月 智
かつき さとし
防衛大学校
建設環境工学科 教授

本研究では、掃流区間に設置される流木捕捉工の捕捉性能について、平成22年７月、広島県庄原地区豪雨災害で発生した流木の実態調査結果を参考に、水路実験により捕捉性能を評価する手法を検討するとともに、個別要素法による流木の挙動解析と流木捕捉率の推定信頼性向上について検討した。

平成22年７月、広島県庄原地区豪雨災害で発生した流木の実態調査により、流木の特徴や長さ等の分布特性が対数正規分布に従う傾向があり、流木の平均長と平均直径はいずれも最大長と最大直径の半分以下となる傾向が確認された。水路実験により、流木長、捕捉工間隔比（捕捉工間隔と最大流木長の比）、樹根の有無といった流木の形状の違いによる流木捕捉率の変化をみると、①同じ捕捉工間隔比においても流木長が短くなると捕捉率は低下する、②捕捉工間隔比や最大流木長が同じであってもいろいろな流木長が混在することにより捕捉率は低下する、③根付き流木は根なし流木に比べて顕著に捕捉率が上昇することが確認された。また、この実験結果を踏まえて、掃流区間に単独設置される流木捕捉工の捕捉性能を評価する推定式について、代表流木長を平均流木長に、捕捉工間隔を部材の外側間隔に修正した推定式を提案した。

流木捕捉シミュレーションでは個別要素法に円柱形要素導入し、水の流れを流速分布モデルを用いて表現することで流木捕捉工の閉塞挙動を解析する手法を提案し、これにより流木捕捉時の流木の複雑な挙動や流木長や捕捉工間隔比の変化に伴う捕捉率の変化を良好に再現でき、根付き流木の挙動についても捕捉率の変化も含めて概ね良好に再現できた。

講演3

ゲーミング手法を活用した土砂災害リスク・コミュニケーション

矢守 克也
やもり かつや
京都大学 防災研究所 教授

地震災害を念頭に開発した防災ゲーム「クロスロード」を、土砂災害を含む複合災害に適用し、土砂災害に関する新たなリスク・コミュニケーション手法を開発した。さらに、より継続的かつ地域に密着した、土砂災害避難行動を誘発するリスク・コミュニケーション・プログラムの構築を目指して、小学校における授業プログラムを構築、実践するとともに、その効果を定量的・定性的に分析を行った。

その結果、定量分析より、授業実施後に土砂災害のリスク認知が高まったほか、専門家・行政依存や自主性低減などの負の効果が低減したことが示された。また定性分析では、自分のことだけでなく保護者のことを考慮したり、葛藤したことがうかがえる児童がいたことが示された。さらに授業内容についても担当教諭から概ね好意的に受け止められたことから、一定の効果があったと考えられる。近年の災害事例で、「災害情報あれど活用されず（避難せず）」という課題が続発しているが、これは情報自体の性質よりも、各種ハザードの専門家と実際に災害行動を行う自治体職員および子供を含む地域住民が、災害情報をめぐって、ど

のような「関係性」にあるかという社会心理学的な問題が重要な役割を果たしていると思われる。このような課題の解決に、ゲーミング手法を活用した共同問題解決型のリスク・コミュニケーションが大きな効果を上げるものと期待される。

講演4

地すべり土塊の3次元形状推定技術の開発

森 伸一郎
もり しんいちろう
愛媛大学 大学院
理工学研究科 准教授

地すべり土塊の領域と深さの特定を行うため、微動が測定できる振動計を用いて、３次元的なすべり面形状の短時間･低コスト･非破壊簡易調査法を開発した。微動測定の信頼性、S／N比、波動源と波動の種類に関して吟味できるような微動観測を行うとともに、複数の地すべり地での観測を基にして研究を進めた。

問題点である微動レベルが極めて小さい地すべり地では、２つの方法（電気ノイズを差し引くこと、微小地震観測の利用）を開発し、検証のために表面波探査手法を用いた。その結果、微小地震観測が改善策になりうることを示した。

その結果、以下６項目の結論を得た。

①地すべり地の微動は振幅が低く、電気ノイズに埋もれてしまうことが多いため、安易な微動探査は有効に用いることができない。

②微動が出現するところでは、水平動スペクトルを直接用いて、電気ノイズのスペクトルを比較することでS／N比の観点から信頼度を高めて卓越振動数を固有振動数と読み取ることができる。

③微小地震観測による卓越は、微動観測における卓越とほぼ同じ周波数で見られたため、地すべり地における卓越振動数の評価に有効である。また、周波数応答特性や増幅特性の評価のためには主な周波数領域でS／N比が2以上を見込める程度の大きさの微小地震が必要である。

④微動のフーリエスペクトルから得られる卓越周期と表面波探査から得られるせん断波速度を、１／４波長則に適用することで、地すべり深さの推定ができる可能性がある。

⑤表層地盤のせん断波速度を利用し、すべり土塊を複数横断するような測線に沿った微動観測により、３次元のすべり土塊分布を推定することができる。

⑥地すべりブロック外側の安定した地山を基準にした時、ブロック内側の移動土塊部分の水平動スペクトル比（H／H比）は卓越振動数地震応答特性の評価に有効である。

講演5

ALOS衛星画像を用いた安倍川上流域の土砂災害危険度の評価手法の開発

土屋 智
つちや さとし
静岡大学 農学部 教授

陸域地球観測技術衛星「だいち」（ALOS）で撮影された画像からDEM（DSM、10m×10mメッシュ）を作成後、斜面安定解析ソフトを適用し、安倍川上流域で土砂災害の発生危険度を相対的に評価したものである。地盤の安定度評価に使用した分布型斜面安定解析ソフトであるSINMAPは、DEMの各セルごとに入力した標高データなどから、安全率を基にした斜面安

定指数を算出し、斜面の安定性を相対的に評価することができる。

安倍川流域は、急勾配な地形と複雑で脆い地質のうえ年降水量が多いという、土砂災害の発生しやすい条件を備えている。このうち、有東木から門屋までの流域面積181k㎡を解析範囲としている。解析結果をもとに、安倍川上流域の地形と斜面安定性との関連を見るために、標高、傾斜、斜面方向と安定度を比較したところ、標高との比較では、標高が高くなるに従って、安定域の割合が減少していく傾向にあった。傾斜との比較では、傾斜が急になるに従って危険域の割合が増加し、40～50°が最も高い範囲となった。斜面方位との比較では、極端な偏りはみられなかった。解析対象地を小流域に区分して安定度を比較した結果、流域の平均傾斜が大きくなるほど、危険な領域の割合が多いことがわかった。解析対象域で、相対的に危険なのは、安倍川上流域と仙俣川・有東木・白沢流域で、安倍川下流域や大沢川流域は相対的に安定と評価された。

講演6

2009年台風8号による台湾における大規模複合土砂災害に関する調査研究

宮本 邦明
みやもと くにあき
筑波大学 大学院
生命環境科学研究科 教授

2009年台風８号により、台湾南部の山岳地帯では総降水量が2,000mm超に達し、洪水氾濫や土砂災害等が多数生じた。特に小林村では、深層崩壊と、それに伴う河道閉塞の形成・決壊によって壊滅的な被害が発生した。

本研究では、小林村での大規模複合土砂災害について、深層崩壊の発生から崩壊土塊の運動、河道閉塞の形成、決壊までの一連の現象を説明づけた。深層崩壊の発生については、浸透流解析と斜面安定解析を組み合わせて、降雨に対する斜面の応答を評価した。その結果、崩壊時には土層はほぼ飽和状態にあったことが示された。また、飽和状態で流動化した崩壊土塊の運動を数値シミュレーションで評価し、崩壊の直撃を受けた小林村の被災範囲と形成された河道閉塞の形状が、生存者の証言や残存している河道閉塞の一部から推察されるものとよく一致していることを示した。さらに、河道閉塞の決壊に至るまでの時間を、湛水量と上流域の降雨量から推定し、複数の証言や水位観測結果から示される時間（40分程度）と一致することを示した。

このように、小林村での一連の現象については説明することができた。しかしながら、崩壊発生時には小林村内外の橋はすべて流失しており、仮に深層崩壊の発生が予測可能であるとしても、事前の避難は不可能であった。今後の防災対策を考えるうえで、小林村が孤立する原因となった支渓（角埔渓）での土砂流出過程等を把握することが重要であり、引き続き調査・研究を継続することの必要性を示した。

＊報告会講演論文集を領布しております。お問い合わせは企画部03-5276-3271まで

建設技術審査証明の紹介

（財）砂防・地すべり技術センター 企画部

技術審査証明 23

技術名称　砂防堰堤ウォール工法

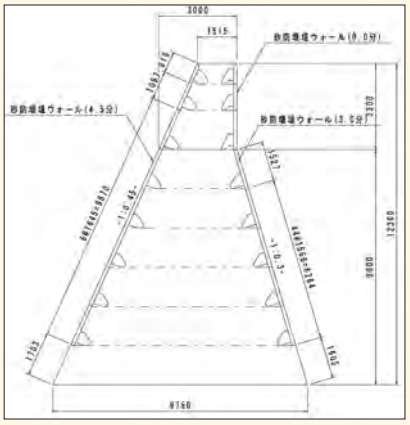
審査証明取得日：平成 23 年 9 月 13 日　審査証明取得会社：丸高コンクリート工業株式会社

技術の詳細に関する URL：http://www.marucon.co.jp/

技術の特徴・概要

砂防堰堤ウォール工法は、コンクリート砂防堰堤構築において、堤体内部の現場打ちコンクリートとの一体構造化を図った上下流の自立式砂防堰堤ブロックを用いた工法です。

この工法は、足場工設置と脱型作業を必要とせず広い法面積（3㎡以上）の砂防堰堤ブロック工法で、製品本体の背面転倒の恐れがない脚付安定型のコンクリート製砂防堰堤のブロックです。本技術は、施工性と強度が高く堤体コンクリートと一体化させることにより安定性の高い砂防堰堤ウォール工法を開発したもので、異なる法勾配用の製品を使用しても1リフトの上下流の高さは 1.5 mを基本としています。



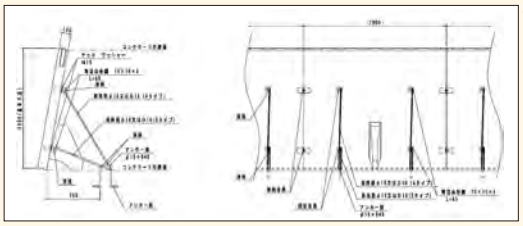
現地での施工状態や技術が活用されている図・写真・コメント等

設置

金具の取付作業

取付完了

堤体コンクリートの打設


背面金具図

完成全景

実際に技術を適用して困った点、今後の改良課題について

現地状況によっては一体化向上のための施工段階での工夫を行い改良を図る予定です。

また、すでに施工された砂防堰堤の堤体の破損、摩耗状況等についての実態を調査確認し今後の改良等の参考にする予定です。

技術のアピールポイント、得意とする現場条件や施工法と比較して有利な点など

- 法面積（3㎡以上）が広く、設置時にブロック本体の転倒の恐れがない自立式である。
- 5厘刻みの勾配の製品で、上下流の法勾配差があっても必ず天端高が同じとなる。
- 袖部天端の勾配や袖折れ部等の特殊な形状の場合も製品化しており、現場でのブロック切断による建設廃材を出さない。

技術審査証明 24

技術名称　インパクトバリア工法

審査証明取得日：平成 23 年 9 月 22 日　審査証明取得会社：東亜グラウト工業株式会社

技術の詳細に関する URL：http://www.toa-g.co.jp/

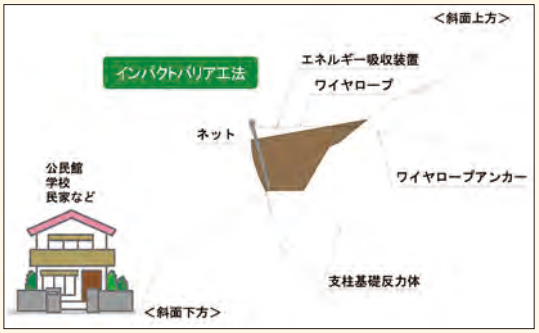
技術の特徴・概要

インパクトバリア工法は、斜面崩壊により発生した崩壊土石等の衝撃力を減勢しながら、崩壊土石等を捕捉する柵構造の待受け工です。外力作用時に、主にリング状のネットとエネルギー吸収装置が変形することで大きな衝撃エネルギーを吸収できます。

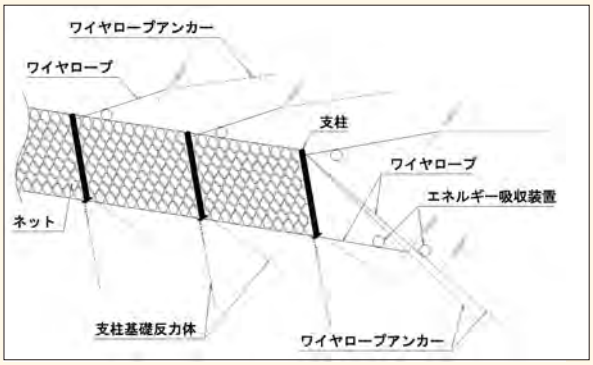
【性能】

①最大 150kN/m^2 までの衝撃　力に対応できます。

②柵の変形後も所定の崩壊土石等の捕捉容量を確保することができます。



現地での施工状態や技術が活用されている図・写真・コメント等



構造模式図

施工事例（神奈川県）

実際に技術を適用して困った点、今後の改良課題について

変形を許容する構造であることから、保全対象物との離隔(支柱長)を確保する必要があります。

今後、適用範囲の拡大と経済性の向上を図るため、検討を続ける予定です。

技術のアピールポイント、得意とする現場条件や施工法と比較して有利な点など

- 施工範囲が狭く、土地の改変度が小さいことから周辺環境を保全できます。
- 従来工法（待受け擁壁）の適用が困難な地形・地物条件に適用できます。
- ネット構造であるため透過性が高く、自然景観によくなじみます。
- 本体製造時のCO_2排出量を著しく低減でき，環境負荷低減効果が見込めます。

寄稿

コミュニティ早期警報のための雨量計・水位計の開発・普及

――世界と日本の土砂災害危険地域に対する防災支援

大井 英臣
おおいひでとみ
国際砂防協会 代表

1. はじめに

JICAのカリブ地域防災プロジェクトを担当していたとき（2002-2005）、開発途上国のコミュニティに適した雨量計・水位計の必要性を感じた。政府の防災力が弱い開発途上国では「コミュニティ早期警報」（市町村・集落における観測・警報・避難）が必要であるが、まず何よりも、コミュニティ自ら製作可能な観測機器が必要である。外国の援助で供与した機器にはメンテナンスの問題がつきまとう。

以来、雨量計・水位計の開発に取り組んで数年になる。大町、上田両氏[★1]との３人のグループ「コミュニティ早期警報促進同好会」で試作を繰り返し、一応実用的なレベルに達したので開発途上国に寄贈し役立ててもらっている。

日本でも、約30年前、簡易な雨量計を各自治体に設置する計画があったが（山口県、鳥取県）、気象庁の観測網の整備等により全県的に普及するまでには至らなかった。しかし最近は、紀伊半島の台風12号災害のように局地的豪雨災害が多発し、そのような災害にはコミュニティ自ら状況を把握し、判断し、行動する必要があることから、コミュニティ早期警報の重要性が強く認識されるようになった。コミュニティ早期警報のリバイバルである。

同好会はこれまで開発途上国支援に重点を置いてきたが、国内でも役立つのではないか、役立つべきではないか、と考えるようになった。山口、鳥取両県で自治体での雨量計設置を推進した西崎増夫氏[★2]に会って当時のお話を聞きそのような気持ちを一層強くした **Box-1**。同好会としては、今後地方自治体に機器について広く紹介し、要望があれば提供することとした。

国内での活動を開始するに当たり、『sabo』誌を借りて雨量計・水位計の概要と、開発・普及の経緯について述べさせていただくこととした。地方自治体やコミュニティ活動グループにはこれらの機器の導入の可能性を検討していただき、国の行政機関や研究機関には、機器の開発・普及について引き続き理解と支援をお願いしたいという趣旨である。

2. 観測機器

2-1　特徴

長所

1）自動警報装置があるので、注意報・警報がなくても

Box-1

西崎増夫氏が推進した豪雨計の全県設置（山口県、鳥取県）

筆者が雨量計・水位計に取り組むようになった動機の一つに、約30年前に西崎増夫氏が山口、鳥取両県で推進した「豪雨計の全県設置」の記憶がある。同氏は建設省防災課での大先輩である。昨年12月24日、西崎様宅を大町さんと一緒に訪問し当時のお話を伺った。

『建設省時代、治水課や防災課でずっと災害を担当した。当時大河川の氾濫による死者は減少していたが、ゲリラ的集中豪雨による土砂災害は増えていた。高知県へ災害査定で行ったとき、災害が多い地方では庭先に空き缶、洗面器をおいて雨量を計り、危機一髪避難して多くの人が助かったという話を聞いた。

避難の決断をするためには、目の前で降っている豪雨を知り、自ら危険を判断する必要がある。各家庭では消火器や健康のための血圧計まで常備する傾向にあるが、災害から守るための器具こそ必要。場所が少し離れただけで雨の量も強さも非常に異なる。豪雨の時住民はテレビで、後追いでしかも異なる地点の降雨状況を知る。実際の災害例をみると、異常豪雨と分かった時にはすでに大災害が発生していて、避難指示はおろか緊急対策の段階になっているのがほとんど。

山口県河川課長時代に建設省土木研究所の協力で「豪雨計」を開発し県内に設置を始め（1978年）、鳥取県土木部長時代には市町村と協力してすべての危険個所に設置することとした（1983年）。家の窓から見える庭先などに置き、累加雨量と雨量強度を観測し、警報ランプが点灯するもので、これらが夜間でも見えるよう蛍光目盛、蛍光浮子を使用した。

従来雨量観測は行政が担当し住民は受け身の立場であったものを、住民自ら観測し、機敏な行動がとれるようになることに大きな意義がある……』

「防災の現代的課題」の核心を突くお話の内容で、30年の時間の空白を感じさせない印象的なインタビューでした。

山腹農家の雨量計（山口県）

また深夜であっても、突然の豪雨や急な増水を見逃すことはない。

2）安価。部品代はおよそ雨量計2000円、水位計2000円、モニター5000円、雨量計・水位計とモニターを繋ぐケーブル100円/m（2011年4月東京秋葉原価格）。材料は「世界中どこでも入手可能」が原則（雨量計はペットボトル、モニターケースはランチボックス等）。ただしブザー用リレーはインターネットで購入。

3）簡単な構造。素人の防災担当者でも製作や修理ができるが機器の重要性から電気技術者の参加が望ましい。

4）モニターは室内に置かれるので、暴風雨中でも安全に観測することができる。

短所

1）累加雨量のみに対応し雨量強度には対応しない（ただし、目視により雨量強度にも対応可能）

2）自記記録装置はない（将来の解析のため、雨量・水位の変化を記帳することが望ましい）

3）観測所の近くに信頼できる観測人が必要Box- 2。

2-2　機器の概要

観測機器は、1）モニター、2）雨量計、3）水位計からなる写真- 2。モニターは観測人の家に置かれ、雨量計と水位計は戸外に設置される。モニターと観測機器はケーブルで連結される。電源は12ボルト電池、一般家庭電源、または太陽電池。

1）モニター

モニターは雨量計、水位計それぞれに必要であるが、構造は同じ。LEDは、各レベルに達するごとに自動的に順次点灯する。警報ブザーは、鉗子をセットしたレベルに達すると作動し、その都度次のレベルへセットする。

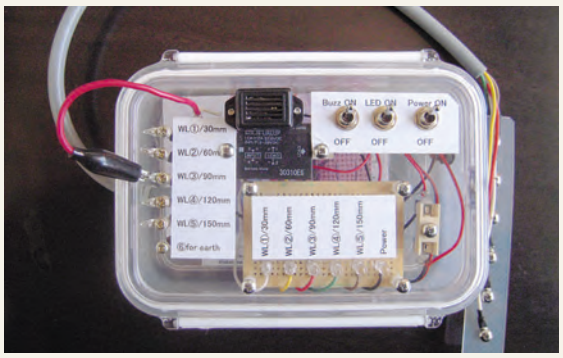
Box-2

コスタリカ・カルタゴの観測人

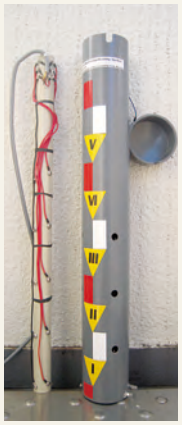
早期警報対象地域。1964年土石流でカルタゴ市が壊滅的被害を受けた。世銀の援助で被災地の両岸に堤防を建設したが、その後大きな災害がないため貧困者（主として隣国のニカラグア人）の河道内居住が増加。

下流の担当者と交信中の観測人。使命感から無報酬で観測を続ける。メリットは無線機を私用に使えること。月に一度の防災機関職員の訪問と長官表彰が心の支え。「私は人を助ける仕事ができて幸せだ。下流の人が一言でもお礼を言ってくれたらもっと幸せななんだけど」。対象地域の人との接触が少ないのが少し寂しそうだった。

観測人の家。粗末な家だが、河川上流にあり洪水の危険はない。



モニター



水位計。左のセンサーは右のケースに内蔵され河岸に設置される。高さは河川によって異なるが2m～3mが多い。

屋外に設置された雨量計（フィジー）

写真-2 モニター、水位計、雨量計

2）雨量計

モデル機器は便宜上径12cmのペットボトルを使用しているが、地域の降雨特性を考慮してサイズを選定する。雨は電導度が小さく作動しない場合があるので、観測期間中毎日少量の食塩をボトルに入れる。

3）水位計

水位計は、河岸に設置する（護岸や立木に取り付ける、またはコンクリートで基礎を作る**写真-3**）。モニターと繋ぐケーブルが家畜などにより損傷されないよう地中に埋設する等工夫する。

3. 開発・普及の経緯

3-1　中米の水位計からカリブの雨量計へ

2003年９月、ジャマイカで開催された「カリブ地域防災会議」で中米防災機関（CEPREDENAC）から参加したDr. Juan Carlos Villagran[★3]が「中米におけるコミュニティ洪水警報」と題した講演で「警報装置付水位計」について紹介した。この水位計は、1998年のハリケーンMitchを契機に彼が考案し、彼の出身母体である「グアテマラ国家防災機関」のMr. Ruben Avalosが製作し中米各地で使用されている。Mr. Avalosは高学歴ではないが、中米における水位計製作の第一人者としての自負をもって製作に取り組んでいる**写真-4**。

カリブの島嶼国は地形が急峻で土砂災害やフラッシュフラッドが多い。中米の水位計と同じメカニズムの雨量計ができれば、カリブ諸国のコミュニティ早期警報に役立つと考え、CDERA（カリブ防災機関）関係者に提案した。

早速、トリニダードトバゴにある西インド大学のJacob Opadeyi教授**写真-5**から、大学には電気、機械、水文分野の教授が揃っているので、協力して雨量計を製作したいとの申し出があった。試作品は2004年に完成した。カリブ諸国に雨量計の普及を図るべく、JICAフォローアップ事業でOpadeyi教授が各国を巡回指導した。

3-2　日本での改良、日本から世界へ

これらの機器（中米の水位計、カリブの雨量計）を

写真-3 水位計の設置例　コスタリカ　グアテマラ　インドネシア

写真-4 Mr. Ruben Avalos

写真-5 Jacob Opadeyi教授

日本に持ち帰り改良を加えた。KK拓和（砂防情報通信技術研究会）や大町さんが勤務していた八千代エンジニアリングに協力していただいた。

改良しつつ途上国へ寄贈した。寄贈は各国２～３セットに限定している。「自力製作」を主旨としているので、寄贈した機器をモデルに現地で量産することを期待している。製作指導ワークショップ写真-6も行っている。また国際機関への寄贈や国際会議でのプレゼンテーションにより広く機器の紹介を行っている★4 写真-7。

4. 途上国からの報告

これらの機器はすでに、いくつかの国で実用に供されているが、うれしい成功事例の報せが届くようになった。

スリランカ：2007年11月22日、土石流が発生したが、雨量計が作動し警報をタイムリーに出すことができた。住民は土石流が発生する前に避難した。

ICIMOD（国際山岳地域開発センター）：ネパールにある国際機関で2010年7月のネパール政府に対する講習会に参加。2010年7月、メンバー国であるインド・アッサム州に雨量計、水位計を設置、その直後に洪水が発生したが、雨量・水位計のおかげで多くの家畜が助かった。地元の要望で現在新規に３セットを追加設置中。

機器の改良も現地で自主的に進められている。ICIMODは独自に改良型を考案し、メンバー国が多いので民間企業と提携してメインテナンス体制を確立するとともに量産体制に入っている。インドネシアではJICA専門家とカウンターパートが協力して機器の改良を行い写真-8、すでに改良型が現地で稼働している。ラオスではJICA専門家が中心となりラオス大学工学部と連携して改良中。

5. 今後の活動

5-1　国内活動

1）広報活動：各種団体の機関誌、講演会等を利用
2）機器の改良：使用結果に関する現場からの報告、研究機関の助言等を参考にする
3）機器の寄贈と技術指導
4）地方自治体の観測機器についての情報収集

5-2　国外活動

1）広報活動：国際機関の機関誌等への投稿、国際会議等での発表

写真-6 製作指導ワークショップ、左：ネパール、右：フィジー

写真-7 ESCAP（国際アジア太平洋地域経済社会委員会）での説明

写真-8 機器の改良（吉田専門家とカウンターパート）

2）途上国への機器の寄贈と技術指導

3）情報共有：国際機関等による情報共有活動への参加、コミュニティ防災に熱心な援助機関との技術情報交換

5-3　活動方針

以上のように国内、国外で多岐にわたる活動を考えているが、基本的に「ボランティア活動」を継続するので、組織的、資金的限界から活動量には自から限界がある。「コミュニティ防災に適した観測機器の開発・普及」は小さいが防災の重要な分野であると考えるので、国（国土交通省、内閣府）及び関係団体、研究機関などに引き続き理解と協力をお願いしたい。

活動の目的は、コミュニティ防災の促進であり、同好会が開発した機器の普及ではない。この機器はその特徴から多くのコミュニティに役立つと考えるが、、コミュニティはバラエティに富むので様々な機器の開発が必要であり、同好会の機器もその一つである。同好会の活動はささやかではあるが、この分野における国際的な情報共有が促進され、コミュニティ早期警報、さらにコミュニティ防災の進展に少しでも貢献できればと考えている。

なお、これまで「コミュニティ早期警報促進同好会」（Volunteers for the promotion of Community Early Warning（VCEW）の和訳）という名前で全くボランタリーに活動を行っているが、今後国内で普及活動を行うためにはある程度公的な認知が必要であろうという意見がある。公的な組織との連携を検討したいと考えている。

註

★1 大町利勝：建設省（北陸地方建設局河川部長等）、国際建設技術協会（専務）、八千代エンジニアリング（専務取締役）を経て現在はフリー。海外経験はタイ（国連アジア太平洋地域経済社会委員会）、インドネシア、パナマなど。
上田進：電気管理技術者。2008年の神戸市都賀川での小学生グループの水死事故以降、洪水や地すべり警報装置を独自に考案し、綾部市など地域の防災に貢献。

★2 西崎増夫
昭和23年建設省（現在の国土交通省）入省、河川省（治水課、保全課）、技術調査室で要職を歴任。山口県（河川局長）、鳥取県（土木課長）へ出向。

★3 Dr. Juan Carlos Villagran
中米グアテマラ防災機関（CONRED）出身。UN Platform for the Promotion of Early Warning（UNPPEW）（国連早期警報促進機関、ボン）を経て現在UNU EHS(国連大学環境と人間の安全保障研究所、ボン）に勤務中。

★4 機器を寄贈した国: フィリピン、ラオス、タイ、インドネシア、フィジー、スリランカ、ネパール
機器を寄贈した国際機関：UNPPEW、WMO(世界気象機関)、国際赤十字連盟、ESCAP（アジア太平洋地域経済社会委員会）
講習会の実施：ネパール、フィジー、日本（コンサルタント6社）
国際会議での発表：第2回防災世界会議（2005年神戸）、第4回世界水フォーラム（2006年メキシコ）、世銀GFDRR会議（2009年ジュネーブ）など

行事一覧（10月～12月）

後援（協賛）

●10月6日　（社）斜面防災対策技術協会「斜面防災対策技術フォーラム'11in 富山」（後援）

●10月13日～14日　2011火山砂防フォーラム（協賛）

●10月19日～20日　（社）砂防学会シンポジウム「雲仙普賢岳噴火対策２０年の研究・技術開発と他地域への展開」（協賛）

●12月1日～7日　平成23年度雪崩防災週間（協賛）

理事会等の開催

【平成23年度第３回理事会及び第３回評議員会】

第３回理事会及び第３回評議員会が、平成23年10月７日、当センターで開催され、
理事会、評議員会ともに次の議案について審議が行われました。
第１号議案　一般財団法人への移行認可申請に関する件
第２号議案　寄附行為の変更（一般財団法人移行後の定款（案））に関する件
審議の結果、一般財団法人に移行するための認可申請書を作成し内閣府へ提出することについて及び
新法人移行後に制定することとなる定款の内容について承認されました。

STC短信

11月15日シェーンバッハサボー「砂防地すべり技術成果報告会」開催（詳細本文参照）
12月13日シェーンバッハサボー「砂防ソイルセメント設計・施工便覧　講習会」開催（詳細本文参照）

依頼講師

講師	派遣日	相手先	講義（講演）内容
池谷 浩	通年	内閣府	「大規模火山噴火対策に関する勉強会」
綱木 亮介	通年	京都大学防災研究所	「地すべり対策工の効果の評価、 地震時の地すべりの安定性及び対策計画」非常勤講師
池谷 浩	10／6～10／7	国立大学法人群馬大学	「社会環境工学特別講義Ⅳ」非常勤講師
池谷 浩	10／12・ 11／30・12／7	神奈川県横須賀市	横須賀市民大学「火山噴火と土砂災害」 「地震と土砂災害」「異常気象と土砂災害」講師
安養寺 信夫	10／10	飯能市	「命を守る避難行動」シンポジウム講演」講師
池谷 浩	10／14	富士吉田市	富士箱根伊豆交流圏市町村サミット 「自然災害から命を守るために」講師
安養寺 信夫	10/18	環富士山火山防災連絡会	「環富士山火山防災連絡会定期協議会」 ――「火山災害の多様性と防災対策の課題」講師
嶋 丈示	10／21	砂防鋼構造物研究会	鋼製砂防構造物に関する講習会 「鋼製砂防構造物設計便覧の改訂について」講師
佐藤 一幸	10／25	国土交通省 国土交通大学校	専門課程砂防研修「砂防事業の実施と危機管理」講師
池谷 浩	10／26	NPO法人環境防災総合政策研究機構	浅間山登山道検討会
近藤 浩一	10／26	彩の国ボランティア協会	「砂防研修会　土砂災害防止について」講師
吉田 真也	10／26	軽井沢町	住民説明会「浅間山融雪型火山泥流マップ詳細について」
三上 幸三	12／9	中部建設青年会議 岐阜県支部	第４回支部会議　基調講演
中野 泰雄	12／9	木曽木材工業協同組合	信州建築職人ネットワーク委員会　講演会

海外研修及び協力

国	出張者	期　間	目　的
オーストリア・ クラーゲンフルト	池谷 浩	2011/11/8～11/13	インタープリベント幹部会・理事会出席
ベトナム ニャチャン	近藤 玲次	2011／10／23～10／27 2011／11／5～11／11	ガジャマダ大学セミナー参加及びムラピ火山視察など

「砂防ソイルセメント設計・施工便覧　講習会」in 中部 開催のおしらせ

開催日時：平成24年1月31日(火)13:30～16:20
開催場所：名古屋銀行協会2F
〒460-0002 名古屋市中区丸の内2-4-2　TEL (052)231-7851

問い合わせ先：（財）砂防・地すべり技術センター　砂防技術研究所
TEL：03-5276-3274　FAX：03-5276-3394　岩岡
＊この後の開催予定はHPでお知らせいたします。**http://www.stc.or.jp**

さて何食べよ？
界隈食べある考 18

羊肉好吃！

【味坊】
東京都千代田区鍛冶町2-11-20
TEL：03-5296-3386
11:30～23:00　日祭休
1階は厨房と10名、2階は25名まで収容。予約可。
＊JR神田駅東口を出てガード沿いに秋葉原方向に150m、ガード下。
店の頁ではないけれど紹介
URL:http://homepage3.nifty.com/TamTam/JPAJIBOU.htm

浅田次郎の「中原の虹」を読むと、満州の馬賊たちが大釜で羊肉を塩茹でにして白酒（パイチュウ）と共にかっ喰らうくだりがある。羊というとジンギスカンが浮かぶが、タレが強くて肉の味がぼやける。羊肉そのものを味わう喜びを味わえないものだろうか。探した。代々木の「ビストロひつじや」。モモの丸焼きがあるが8人以上で行かないと食べられない。ほかのメニューはフォークとナイフで食べるのにふさわしい上品な量だ。99号に載せた「小尾羊」。ラム串焼き1本120円はうまいが、他はワイルドさに欠ける。で、見つけた。JR神田駅に近いガード下に間口二間ほどの小さな店を構える、中国東北料理「味坊」である。

「エラッセーイ」お、日本語通じるかな。生ビールとじゃがいもの家庭風炒め（700円）、ラム肉のクミン炒め(980円)を何とか注文する。「オマチトーサマー」、じゃがいも到着。細切りした生じゃがいもをニンニクと塩で軽く炒めたもの。シャキシャキさを残した火加減が絶妙、優しい味だ。グビッ。

程なく、ラム肉のクミン炒めが「来た来た」。サイコロ状ラム肉は、塩とたっぷりとクミンシードをまぶして炒めたもの。脂肪の少ない赤身肉の旨さがにじみ出してやみつきになる味である。グビグビッ、うっ、箸が止まらん。「すみませ～ん、パイチュウ小さなグラスで一杯ちょうだい」。

周りを見ると、結構な年のおじさん達が、嬉しそうに何か茶色いものを手づかみで口に入れ、しゃぶっている。それが醤大骨（背骨の醤油煮込み）。中華丼用どんぶりに山盛りで（700円）。満州スペアリブとでも言えばいいだろうか、3時間かけて煮るそうで、骨に残った肉は味が染みて柔らかそうだ。すする、せせる、しゃぶる。こういう食べ物は格好を気にして食べられないが、妙にうまい。じゅるっ、カン！食べ尽くした骨をボールに捨てる音があちこちで響く。くそー、大人数で来るんだった。

そうだ、元々この店は餃子繋がりで見つけたんだった。「羊肉餃子（ヤンロウジャオズ：ラム肉水餃子）イーゴ！」皮は肉厚の正調中国東北餃子。かすかな酸味は、羊のミンチにトマトを加えているらしい。うまい！グビ。

拌干絲（干し豆腐の冷菜）、椒塩小帯子（貝柱の香菜炒め）、酸菜白肉（豚バラ肉と白菜漬けスープ煮）、葱油餅（葱入り薄焼きパン）も食べたいが、もう入らない。「表で網で焼いてるラム串焼き（羊肉串）10本（1600円）お土産に包んでくれる？あ、そのうち、2本だけ今食べるから持ってきて。」塩と唐辛子、クミンをまぶした串焼きは熱い。「パイチュウお代わり！」噛みしめるほどに滋味が溶け出す。なんて素晴らしい組み合わせだろう。

ああ、コックさんをほめたい。美味しいってなんて言ったっけ？そうだ、陳健一がCMで言ってた。「お勘定！兄さん、兄さん、羊肉好吃（ヤンロウハオツー）！」「アリアトコツァイマシュター！」　（H）

ラム肉のクミン炒め

ラム肉水餃子

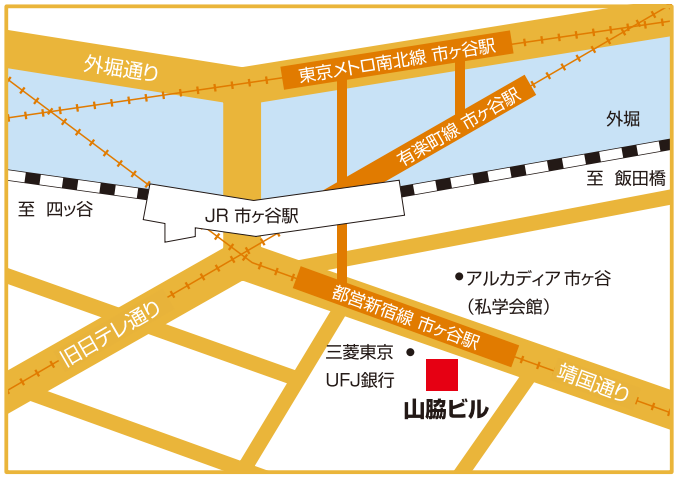
じゃがいもの家庭風炒めと豚の煮こごり

編集後記
市ヶ谷便り

つややかな濃緑の葉と濃淡の紅に咲く豊かな花、山茶花はモノトーンに沈む季節の鮮やかな彩りです。時に雪帽子をかぶりながら次々と堅いつぼみを咲かせるさまは、木枯らしの中をひたむきに歩む少女の紅い頬を思わせます。「さざんか、さざんか咲いた道・・」で始まる童謡と共に、幼い頃のかじかんだ手の冷たさを思い出す、なんだかなつかしい冬の光景ですね。

「区別がつくのは桜とチューリップだけ」と豪語される方も多いこの業界ですが、同じ頃咲く椿と山茶花との見分け方をご存じですか？ ひとひらずつ花弁を散らすのは山茶花、花首から落ちるのは椿、葉にギザギザがあり肉厚で堅いのは山茶花、そうでないのが椿……などの説も、双方の交配が進む現在では例外が多く、外観から厳密に見分けるのは難しいというのが本当のところです。サザンカという名称自体も、もとは中国語の椿を意味する「山茶花（サンザクヮ）」が、いつの間にか意味も発音も変化して伝わったものだと言われていますから、見分けがつかなくても不思議はありません。花言葉は「困難に打ち勝つ」

2011年は、ありふれた平凡な日常がいかにもろく、また有り難いものかを、身に沁みて感じさせられた一年でした。年が明けた現在も、復興への長く険しい道を歩む被災地の報道を見るたび、失われた物の大きさ、豊かさを痛いほどに感じさせられます。年末年始と華やかなイベントが続くこの季節、大切な人や暮らしを奪われた方々の無念さはひとしおでしょう。それでも前を向いて歩み続ける日々に、一片の優しい言葉や一輪の花に慰められ、いやされるひとときが訪れる事を願い、新年を寿ぐ言葉に代えて山茶花の花言葉を贈ります。 (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/