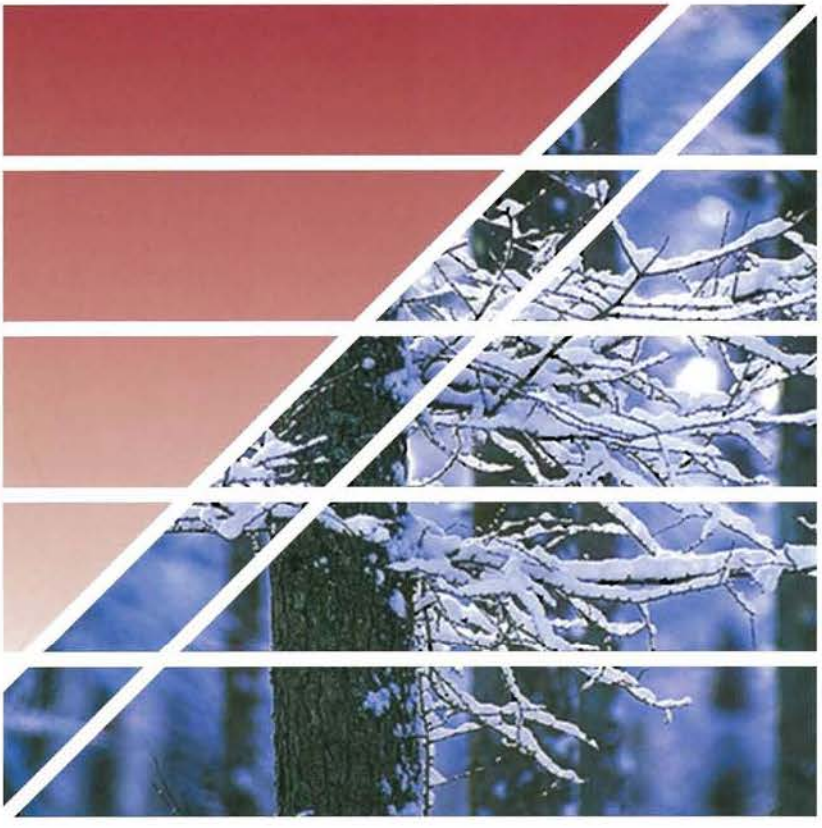
ISSN 1345-6997

SABO

VOL.68 JAN 2001



財団法人 砂防・地すべり技術センター

SABO Vol.68 Jan. 2001

目次

巻頭言
21世紀を迎えて　友松靖夫　(財)砂防・地すべり技術センター理事長　1

寄稿
雲仙普賢岳噴火災害の復興と教訓　吉岡庭二郎　3

私的イニシアティブに対する行政の役割　三本木健治　8
平成13年度砂防関係新規・重点事業勉強会　17

論説
砂防技術について　森　俊勇　建設省砂防部長　21

災害
2000.9.12岐阜県上矢作町の土砂災害における情報伝達状況と住民のニーズ
～現地聞き込み調査結果報告～　土砂災害ソフト対策研究会　26

研究成果
斜面内土要素の間隙水圧の繰り返し載荷に伴う強度劣化過程の実験的解明と地すべり安定解析に用いる強度定数に関する検討　大塚　悟　34

海外事情
1　独断砂防国際協力序説その7　渡辺正幸　45
2　中国雲南省小江流域の環境修復・貧困緩和と砂防　久保田哲也　48
3　第2回日伊土砂災害防止技術協力会議に参加して　瀬尾克美　黒川興及　53
4　ネパールＤＭＳＰプロジェクト短期専門家活動報告　比留間雅紀　59

トピックス
平成12年鳥取県西部地震速報　土砂災害ソフト対策研究会　61

研修
第4回「緑のゼミナール」開催　砂防部　63

センターニュース
行事一覧　67
理事会等の開催　68
人事異動等　68
平成12年度「技術研究成果報告会」の開催　69
島原の住民団体より当センター職員が感謝状を贈られる　70
役職員の海外派遣　71
海外研修生の受け入れ　72
海外担当非常勤顧問会議の開催　73
出版物のご案内　74

21世紀を迎えて

友松靖夫　(財)砂防・地すべり技術センター理事長

明治34年から始まった20世紀も幕を閉じ、平成13年1月1日から21世紀がスタートした。

20世紀の始まる直前の明治30年に、現行の「砂防法」が制定され、その後、「地すべり等防止法」(昭33)「急傾斜地法」(略称、昭44)が制定された。20世紀の砂防行政は、砂防法を中心としたいわゆる砂防3 法によって進められてきたが、20世紀最後の2000年に新しい法律「土砂災害防止法」(略称)が制定され、21世紀初頭の2001年4月1日から施行されることとなっている。

この法律は、土砂災害防止のためのソフト対策について定めており、21世紀の砂防行政は、従来からの砂防3 法に基づき実施されている土砂災害防止工事というハード対策と新法によるソフト対策を併せて進展していくものと思われる。実務的には色々な問題もでてくるだろうが、お互いに知恵を出し合い、新しい枠組みの中で、土砂災害防止に向けての大きな成果が上がることを心から期待したい。

私も昭和の後半から平成にかけて、砂防行政にかかわってきたが、20世紀のしめくくりとして、紙面の許される範囲で伝えておきたい事項を纏めてみた。

1．淀川流域の砂防

明治11年淀川流域で内務省直轄砂防工事が始まった。全国に先がけて何故淀川流域だったのか？当時、琵琶湖周辺の山々や、支川木津川流域の山々は禿山であった。表面侵食による土砂が河川に流出し、唯一の輸送機関であった舟運に影響をもたらしたからであろう。今ならばさしづめ、鉄道や高速道路が長期間ストップするに等しいことだ。

爾年130年、営々とした砂防工事により、田上山の一部を残し全て緑が回復した。昭和40年から3年間、工事課長として田上山の山腹工事に従事した。田上山のみが二度目、三度目の工事を繰り返していた。植栽した樹木も7年目ぐらいまでは順調に成育するが、それから徐々に衰退し15年目ぐらいには、全く元の禿山にもどるという繰り返しであった。虫害や肥料木による被圧の影響もあったが、何といっても腐植層の全くない、風化花崗岩の荒廃地のうえ、植えっぱなしで何も手をかけないというやり方が問題であった。植物も人間と同じ、10年ぐらいは目をかけてやろうと、追肥や間伐といった保育工事を導入した。今では再施工個所はないはずである。

生き物はこちらが目をかけてやれば、こちらの目にもきちっと反応してくれることを判らせてくれた楽しい職場であった。

2．砂防100年

淀川や木曽川での、国による砂防事業に続き、明治14年には広く府県においても砂防事業が着手され、今日の近代砂防の幕開きとなった。私が建設省砂防課の専門官をしていた昭和56年は、これから数えて100年であった。

この100年の砂防の歴史を記念しようと、昭和55年に当時の西村英一砂防協会長を委員長とする「砂防事業100年記念行事実行委員会」が設置され、55年12月から7ヶ月間、都道府県の記念式典を含め、さまざまな記念行事が行われた。記念切手の発行、社会科の副読本ともいうべき学校用資料の作成、作文絵画コンクール、科学技術館における10日間の記念展の開催、官界、学界、有識者に参加いただき、19課題に対する討論会が個別に開かれ、誌上シンポジウム「明日の砂防を考える」と題してまとめられたのも大きな成果であった。1981年12月発刊の「砂防と治水」(Vol 14. No3, 35号)に、誌上シンポジウム特集としてまとめられている。記念行事のフィナーレは、昭和56年6月27日にNHKホールで3000人が集った「砂防100年の集い」であった。

常陸宮同妃両殿下や、斉藤建設大臣、山内郵政大臣を迎えて行われたこの集いは、元NHKディレクターで、現参議院議員、建設政務次官にも就任された田村公平氏の総指揮で行われた一大イベントであった。なお、砂防100年記念の各種行事については1981年8月発刊の「砂防と治水」(Vol 14. No2, 34号)に報告されている。

3．さぼうランド

建設省砂防部長として在職中の平成2年4月1日から6ヶ月間、大阪で「花と緑の博覧会」が開かれた。この花博に建設省砂防部は、近畿地方建設局の協力を得て「さぼうランド」を出展した。「花博に何故砂防が？」とよく聞かれた。大阪が位置する淀川は、前述したとおり、砂防の原点ともいうべき場所であり、今、われわれが、ごくあたりまえに見ている緑も、実は先人達の苦労の結晶の賜物である。大阪で「緑」をテーマとした博覧会ともなれば、上述したような背景もあり出展することに決めた。

子供達が遊びながら、楽しみながら少しでも「さぼう」や「みどり」を意識してもらえるよう工夫した。人生の初期に「さぼうランド」で芽吹いた「さぼう」や「みどり」に対する芽が、たとえ幾人かでも、彼らの人生の中で、はぐくみ育てられればと期待したものだった。「さぼうランド」には160万人の人達が訪れてくれた。なお開期中の8月31日には外国からの参加者を含め、緑の興亡と題するEXPO'90 SABO国際シンポジウムが開催され下記のような提言がなされた。

花博会場跡地は、現在鶴見緑地公園として整備されているが、「さぼうランド」で子供達が遊びまわった、石積の砂防ダムや、流路工はそのままの姿で残されている。また、当時、田上山の山腹工事を模して施工された周辺地域はすでに美しい松林に変貌している。

砂防よりの提言　IN EXPO'90

近年地球的規模で進行している緑の衰退は、現代文明における人間と自然のかかわり方を根本的に問直すよう警告している。

過去に置ける人間の森林に対する働きかけは、貴重な資源を供給するとともに潤いのある緑の環境を築くことにも貢献してきたが、一方では無秩序な緑の収奪がその地域の生活を枯渇させ、民族の衰退をさえ招いたことを人間の歴史から学ぶことが出来る。しかしまた他方では、自然の営力や人間の攻撃によって失われていく緑を回復させるための営みが着実に続けられてきたこと、そして"SABO"こそその役割を担ってきたものであることも、銘記されるべきである。

いま我々は、先人が築き上げてきた文明を継承し、さらに新たな文明の転換期に立って、過去の自然に対する恣意的な働きかけを反省し、今後の調和を保った共存の道を模索するために、「自然に深くかかわりあいながら、より活力のある自然を育てていく"SABO"の理念と実際」を人間の共有の財産として活用し、ともに努力することを提言する。

EXPO'90 SABO国際シンポジウム

1990年8月31日

4．平成の砂防

昭和から平成へと時代が動いた直後に開かれた、第30回「砂防地すべり防止講習会」で「これからの砂防全体が目指すもの」という標題で話すよう依頼を受けた。この中で私は、これから砂防が目指すべき方向として、(1)線から面へ　(2)量から質へ　(3) 画一から多様へ　(4)ハードからソフトへの四つを提示し、その理由を述べた。

それから丸5年が経過した平成6年に、現実にその後の砂防がどのような方向に動いてきたのか、自分なりに検証し、平成6年「砂防と治水」8月号に発表したので、ここでは詳細は述べないが、確実にこの方向に進んできているし、当分はこの軌道を大きくはずれることはないと確信している。

5．附録

趣味の領域に入るかも知れないが、やりたいことがふたつある。

第一は、明治時代、淀川流域にかぎらず、禿山がたくさんあった。木曽川流域の瀬戸や多治見、六甲山も全山禿山であった。今、話題となっている愛知万博の開催地「海上の森」も100年前は禿山であった。先人達の努力によって、すべて緑に回復されている。ここに住んでいる人達でさえ、大部分は昔からこの緑があり、この自然があったと思い込んでいるだろう。われわれの世代がいなくなれば、先人の努力も埋もれてしまう。何とか色々の資料をさがし出し、20世紀始めの状況をできるだけ正確に把握し、どんな経緯をへて、どんな状態で21世紀へ引き継いでいったのか、地域ごとにまとめてみたいと思っている。全国の皆様のご協力をお願いしたい。

第二は、環壕集落と土石流のかかわりあいである。詳細は砂防学会誌、平成10年 Vol 51. No.4(通巻219号)に詳述したが、弥生時代に土石流対策として、環壕集落を形成したという考古学者の説を、何とか検証できないかと思っている。吉野ヶ里遺跡をはじめ、いくつかの環壕集落をみたが、検証できていない。趣味の領域で楽しくやっていきたい。

雲仙普賢岳噴火災害の復興と教訓

吉岡庭二郎*

はじめに

今から10年前、198年ぶりの雲仙普賢岳の噴火に起因する災害につきましては、1996年6月3日の噴火終息宣言を経ながら、全国の皆様方からの多大なご支援のもと、現在、様々な復興事業が急ピッチで進展してきております。

これまでの災害の経過や復興状況、今後の課題等について、以下、述べてみたいと思います。

噴火災害の経過

本市の西側にそびえる雲仙普賢岳から一筋の噴煙が上がったのは、90年11月17日のことでした。

初めは、新しい観光の名所にもなるのではとの期待の声もささやかれていたのですが、その後、噴火活動は活発化し、91年6月3日に、43名もの尊い命を奪う大火砕流が発生しました。

それからは、島原市と隣町の深江町は、度重なる火砕流と土石流の襲来を受け、本市における避難者は最大時で7,208人、また、被害状況については最終的に、火砕流や土石流による被害家屋が合計で2,511棟、農林水産、商工業、公共土木施設等の被害総額は、2,300億円にも上がりました。

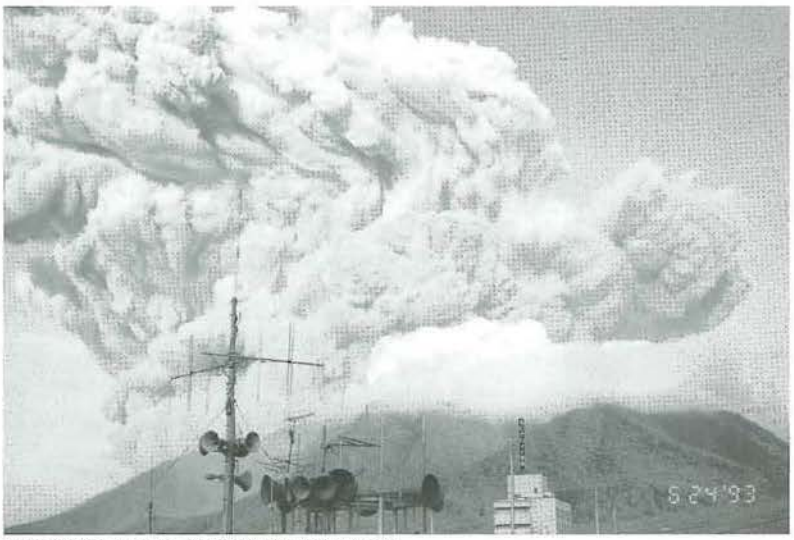
この間、全国の皆様方から、義援金や救援物資、チャリティーイベントの開催等、物心両面にわたる様々なご支援をいただき、また、多くの励ましもいただいたところであります。

その後、噴火から約4年半後の95年5月に噴火活動はほぼ停止状態との見解が発表され、翌96年6月3日に、噴火活動の終息宣言を行い、いよいよ、本格復興の幕開けとなりました。

火山情報伝達体制の拡充

噴火災害発生当初の火山情報、防災情報等の伝達は、長崎海洋気象台や雲仙岳測候所からの専用ファックスなどの情報をもとに、市の広報車や消防車等で市民に非難を呼びかけたり、住民向けチラシを作成して全町内に配布していました。

その後、火砕流や土石流が頻発し、災害が深刻化していく中で、住民への情報伝達体制を充実・強化するために、91年度と92年度において、同報系の防災行政無線の屋外子局を72箇所、個別受信機を市内全世帯に合計で1万5千個設置しました。それにより、ほぼ瞬時に全地域、全家庭に火山情報や防災情報、避難勧告等を伝達することが可能となり、緊急時の情報伝達に威力を発揮しました。噴火活動が終息した現在は、大雨洪水注意報・警報や台風情報等の伝達に活用しています。また、島原市内にある建設省雲仙復興工事事務所からは、地元ＣＡＴＶを通じ、河川等に設置された監視カメラの映像やレーダー雨量状況等の画像情報も常時提供されております。



島原市役所屋上より（1993年6月24日撮影）

復興の過程

本市復興の過程についてでありま

＊島原市長／(財)砂防・地すべり技術センター評議員

すが、災害が継続中ではありましたが、災害にくじけず、ふるさと島原での将来に明るい希望を持ち続けるためには、本市における災害復興計画の早期提示が必要でした。本市として92年を復興元年と位置付け、その年の10月には、住民代表や各種団体、市議会、学識経験者の皆さん方からなる島原市災害復興検討委員会を設置して復興基本方針や復興基本構想の検討を行い、93年3月には島原市復興計画を策定いたしました。

しかしながら、火山活動の推移とともに、中尾川流域や湯江川流域、さらに眉山六渓等においても被害拡大の危険性が増大してきたため、これらの地域においても、水無川流域同様に大規模な防災事業等の実施が図られることとなり、予想を超える災害の長期化にも対応するために、住民、各種団体、市議会、行政、学識経験者からなる島原市災害復興懇話会での検討も踏まえて、それまでの復興計画の見直し作業を行い、95年3月に島原市復興計画の改訂版を策定いたしました。

そこで明らかにした本格復興の指針とも言うべき「復興基本計画」の柱は、①住宅確保や農林水産業の基盤整備、商工業の再建や雇用対策を柱とする「生活再建」の推進、②避難システムの確立、治山や砂防事業の実施による土石流対策の充実や防災活動体制の強化を柱とする「防災都市づくり」の推進、③火山観光や地場産業の育成強化を柱とする「地域の活性化」の三つでした。

また、噴火活動の沈静化に加え、96年に雲仙岳災害対策基金の増額と延長が実現したことを機に、島原半島全体を視野に入れた島原地域再生行動計画（愛称　がまだす計画。＜がまだす＞とは、島原地方の方言で＜頑張る＞の意）が住民と行政の共同作業によって97年3月に策定されました。がまだす計画事業には、防災工事、農地の災害復旧、交通体系の整備などの基礎的事業から、農林水産業や商工、観光業の振興、各種公共施設の整備等に至るまで、計画策定前からの継続事業と新規事業を合わせて335の事業が掲げられ、島原市における復興事業もその多くが、「がまだす計画事業」として位置付けられております。

そのような、「島原市復興計画・改訂版」及び「がまだす計画」の後押しにより、次のような復興・被災支援事業が本格化しました。

まず、防災事業の進捗についてでありますが、普賢岳の溶岩の噴出量は2億4千万m^3と言われ、普賢岳の直下、水無川流域の復興には、流域の防災対策の確立が急務でした。まず、水無川の災害復旧事業として、長崎県により、河口から上流までの延長2.1kmの区間において水無川自体の河川拡幅と堤防嵩上、河床掘及び橋梁架け替え等の工事が着工され、95年度に完成いたしました。また、水無川上流部では、建設省の世界初の無人化施工技術を取り入れた砂防工事により、93年9月に着工された水無川1号砂防ダムが98年2月には完成し、また2000年3月には2号砂防ダムも完成しました。流域の基幹となる1号砂防ダムは、計画貯砂料100万m^3、高さ14.4m、堤長870mの日本一長い砂防ダムであり、計画貯砂量70万m^3を有する2号砂防ダムや、土石流の氾濫を軽減するために設置された30基の導流堤と合わせ、水無川流域の防災機能は大幅に高まりました。

また、93年に大規模な土石流災害に見舞われました島原市の北部を流れる中尾川流域につきましては、建設省により、94年から砂防ダム建設が始まり、2000年3月には、計画貯砂量37万m^3、高さ14.5m、提長476.3mの千本木1号砂防ダムが完成いたしました。また、日本最長747mの治山ダムをはじめ、多くの治山ダムも林野庁及び長崎県により建設され、山腹荒廃対策としての航空機による緑化工と併せ、中尾川流域におきましても治山事業が著しく進展しております。このほか、下流部においては、長崎県によって中尾川河川改修事業も実施されました。

水無川をはさむ道路網の整備につきましたは、土石流に対し安全な交通を確保するため、島原市の秩父が浦町から南高来郡深江町の諏訪名までの延長約4.6km区間について、建設省によって93年度から地域高規格道路「島原深江道路」が着工され、99年2月に、全線開通となりました。この道路は、94年12月に、諫早市までの地域高規格道路の計画路線に指定された「島原道路」の一部を構成しており、すでに県により着工されている「がんばロード」や、99年4月に着工準備が始まった「島原中央道路」の整備と合わせ、島原半島活性化のため、今後の進展に大きな期待がかかっております。

次に、水無川と導流提に挟まれた被災地域、通称「安中三角地帯」の安全性を確保し、当地での住宅再建を可能にするために、「安中三角地帯嵩上事業」

最大規模の土石流に襲われた安中三角地帯（1993.6.20撮影）

を実施いたしました。この嵩上げ事業は、土石流災害を蒙った安中三角地帯を噴火により発生する土石で平均6m埋め上げ、93haもの広大な造成地を作り出すという、画期的な事業でした。安中三角地帯嵩上げ計画については、93年3月策定の島原市復興計画に盛り込んだ後、地元住民により結成された安中三角地帯嵩上げ推進協議会との連携を図りながら、本市として建設省に嵩上げの要請を繰り返し、また、嵩上げ推進協議会の役員が中心となって関係住民の嵩上げ同意の取り付けなどにも奔走し、94年4月に三角地帯を土捨て場とすることが正式に決定されました。

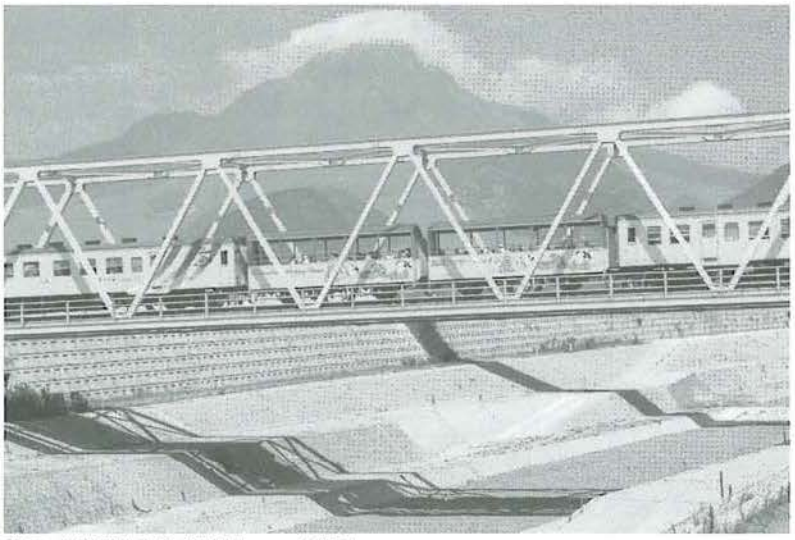
この事業は島原市が事業主体となり、市から委託を受けた島原市土地開発公社が事業を実施したもので、95年6月に着工し、2000年3月に竣工いたしました。事業費は90億7千万円で、その財源としては、建設省や長崎県等からの土捨て料を当てました。同造成地の上に実施した約43haの土地区画整理事業も2001年3月には完了の予定であり、完成した区画では、すでに住宅の建設も始まっています。また、嵩上げの地域では、農地の基盤整備事業も実施しましたが、今後、農用地の利用拡大と併せ、地元住民が中心となった安中三角地帯の夢のあるまちづくりに期待しております。

避難用公営住宅につきましては、91年から県営、市営合計で、島原市内に640戸が建設され、個人住宅建設に関しましては、93年から県、市の負担で被災者用住宅団地の造成を進め、3つの団地に合計224区画の宅地が完成して、すでに多くの住民が住まわれております。

教育施設の復興に関しましたは、中尾川改修工事に伴い、普賢岳噴火による土石流発生のため長期避難を余儀なくされた島原市立第4小学校の移転工事が進められておりましたが、2000年7月に新校舎が完成し、9月からは子供たちの新しい学校生活がスタートいたしました。

交通網の復興につきましては、地域高規格道路「島原深江道路」の供用開始と合わせ、島原半島の足であります島原鉄道についても砂防事業による補償工事としての高架化などにより安全が確保されることにより97年に全線開通し、今では、観光トロッコ列車が島原－深江間を好調に走っております。

また、今回の噴火により、多くの土石流が発生しましたが、堆積土砂を利用しての海岸埋立て事業を92



島原－深江間を走る「観光トロッコ列車」

地域活性化の拠点となる「島原復興アリーナ」

年から95年度にかけて実施し、26haの土地を造成して平成町と命名し、その土地の一角に、本市の復興のシンボルとして、また、地域活性化の拠点となる「島原復興アリーナ」が、今夏完成いたしました。このアリーナは、3,500人の収容能力を有し、スポーツ施設であると同時に、コンベンション機能を兼ね備えたものでありまして、隣接して建設されました島原勤労者総合福祉センターやこの秋に完成しました野外ステージ、さらには長崎県により建設が始まりました「雲仙岳災害記念館（仮称）」と合わせ、スポーツ、文化面の振興はもとより、火山観光化、地域経済の活性化に寄与するものと大いに期待しております。

本市の基幹産業の農業の復興につきましては、今回の雲仙普賢岳噴火による被災農地は、一部深江町を含む水無川流域で176ha、島原市の北部を流れる中尾川流域で59haにも上がりました。壊滅した農地を復興し、営農再開を図るため、94年1月から始まった、島原市と深江町にまたがる合計340haもの広大な圃場整備が、県営の農地・農業用施設災害復旧事業及び農地災害関連区画整備事業等として99年2月に完成し、施設園芸の導入など本格的な農業経営が始まっております。

次に、これも本市の基幹産業の一つであります観光産業復興についてでありますが、平成3年の噴火災害が起きる前は、年間200万人を超える観光客が島原市を訪れておりました。噴火災害直後は、観光客数は半数に落ち込みましたが、93年からようやく微増し、昨年は163万人となりました。96年5月には、溶岩ドームでできた標高1486mの新しい山を「平成新山」と命名し、本年3月には、間近に迫る「平成新山」や土石流・火砕流の凄まじい爪痕、砂防ダムや治山ダムなどの防災施設群を一望できる周遊ルート「島原まゆやまロード（県道・千本木島原港線）」も完成いたしました。それら新たな観光スポットの誕生は、地域高規格道路の完成や観光トロッコ列車も賑わう島原鉄道の復興と相まって、火山学習や自然体験と一体となったこれからの観光復興、振興に大いに貢献するものと期待いたしております。

商工業の復興に関しましては、県の雲仙岳災害対策基金や島原市義援金等の助成も受けて、アーケード街や街路灯の整備、様々な活性化イベント等への補助のほか、低利の融資制度の運用、特別施策の実施等により、地域経済、産業の活性化を図って参りました。また、災害の長期化により沈滞している地域経済の活性化を図るため、本市に寄せられた義援金を原資に、93年12月に1世帯当たり2万円の商品券、94年12月に1世帯当たり1万円の商品券を発行し、年末年始の特別見舞金として市内全世帯を対象に合計4億2千万円の商品券を配布いたしました。商品券の利用範囲は市内の商店、事業所に限定し、市内全域における消費の拡大と経済の活性化に絶大な効果を発揮し、99年度、国において実施された地域振興券事業の先駆けとなったものと思っております。

火山灰や流入や土石流等で被災した漁業の復興につきましては、漁場の整備、魚礁の投入や種苗放流等を実施しておりますが、2000年4月からは、普賢岳の火山灰を活用した干し魚の加工、販売も始まっており、それは、まさに「火山と共存」の実践ともなりました。

噴火10年復興記念事業

そのような中、島原市は、2000年に市制施行60周年を迎え、同時に、噴火からまる10年という節目の年に当たったことから、住民と行政が一体となって、島原復興アリーナでの大相撲島原場所や火山砂防フォーラム、1万人規模の野外ステージコンサートな

ど、様々な雲仙普賢岳噴火10年復興記念イベントを開催いたしました。今後、全国の皆様方には、災害から立ち直り、新しく生まれ変わりつつある島原に是非おいでいただき、復興状況とも合わせ、自然の驚異、営みを体感していただきたいと思います。

普賢岳噴火災害の教訓

普賢岳噴火災害の教訓は、大きく言って、3つ挙げられます。1つは、「自然の驚異」です。相次ぐ土石流や火砕流の波状攻撃にはなす術はありませんでした。これからは、自然学習、火山観光のスポットとして、「平成新山」土石流・火砕流の爪痕など、ダイナミックな大地の営みを後世に伝えていきたいと思います。二つ目は、「生命の尊厳」です。普賢岳噴火災害で、44名もの尊い命が奪われました。その教訓を生かして、人命最優先の防災対策を進める必要があると存じます。

三つ目は、「全国からのご支援に対する感謝」の気持です。雲仙普賢岳災害で、全国の皆様方から物心両面にわたる多大なご支援をいただき、復興事業も急ピッチで進んで参りました。災害から立ち直り、新しく生まれ変わった島原を、今度はぜひ皆様方にご覧いただきたいと思っております。そして、それら貴重な教訓をきちんとした形で後世に伝えるため、これから、本市としまして、噴火災害の公式記録集の作成に着手して参ります。

今後の課題

本市の復興計画を踏まえて95年に策定いたしました島原市勢振興計画において、目指すべき将来像として描いておりますのは、豊富な自然資源や史跡を活かした「火山とともに生きる湧水と歴史の国民公園都市」づくりであります。そして、その将来像を実現するために、5つの課題を掲げておりますが、その主なものは、「火山、湧水、歴史の公園都市づくり」であり、「火山と共生する強靭な防災都市づくり」であり、「西九州と中・南九州を連結する広域拠点都市づくり」です。復興事業の推進と併せ、今後の市政運営の指針となるそれら諸課題の達成に向け、尽力して参りたいと存じます。

雲仙普賢岳の噴火活動はほぼ停止状態にあるものの、依然として溶岩ドームは不安定な状況にあり、99年9月には小規模な崩落が起きるなど、土砂の供給源となっております。また、99年の同時期に土石流が2回発生し、約10万m^3の土砂は2号砂防ダムで捕捉したため、一般への被害はありませんでした。また、水無川、中尾川流域の火山堆積物は不安定な状態で存在し、豪雨により土石流が頻発しており、被害の発生が懸念されております。さらに、噴火を繰り返すこのような火山地域におきましては、将来の再噴火に備えて、地域の安全性をさらに向上させておくことが重要であります。このため、今後とも環境面に配慮しつつ、砂防施設の整備を強力に推進していく必要があると考えます。

北海道・有珠山の噴火に引き続き、東京都・伊豆諸島で過去に例を見ない規模の群発地震が発生する中、三宅島では火砕流を伴う噴火災害が発生し、全島民が避難を余儀なくされています。また、福島県・磐梯山や北海道・駒ケ岳においても火山活動が活性化して臨時火山情報が発表されるなど、全国の活火山に対する国民の関心も近年になく高まっております。このような状況の中、全国に86を数える活火山に対する観測と噴火の予知は、住民の生命・財産を守る上で欠くことのできない重要な対策であるとの考えから、本市が提案しました「火山観測・予知体制の強化」に関する決議が2000年9月の長崎県市長会で採択され、その後に開かれた九州市長会においても同決議が満場一致で採択され、関係省庁に要望されることとなりました。火山列島日本に生きる者として、また、後世の繁栄と安寧のため、火山観測・予知体制の強化、充実は、今や国民的課題と言えます。

終わりに

終わりになりましたが、有珠山の噴火に続き、伊豆諸島で頻発した地震の最中、2000年7月の三宅島・雄山の噴火によりまして、三宅島住民の方々は長期にわたる全島避難を余儀なくされております。住民の皆様方及び日夜、災害対策に全力を挙げておられる関係機関の皆様方におかれましては、予断を許さない、大変厳しい状況が続いておりますが、くれぐれも健康には十分留意され、必ずや、数々の困難を克服していかれるものと確信いたしております。

「一陽来復」の言葉のごとく、三宅島が一日も早く元の静けさを取り戻し、すばらしい山紫水明のふるさとと人の暮らしが甦りますよう心から祈念いたします。

私的イニシアティヴに対する行政の役割
――特に砂防の世界に関連して――

三本木健治*

最近公共事業について、その必要性、執行方法等について広く議論がなされているところです。国土保全にかかわる砂防事業に携わる者として、今後どのように対処すべきかを考えるため、公共事業全般について幅広い見識を備えておられる三本木健治先生から直接お話を伺い、質問をさせていただく機会を平成12年9月5日に得ることができました。その要旨を以下にまとめてみました。関係者の参考になることを期待するものであります。

（編集委員会事務局）

イニシアティヴはどこに？

「私的イニシアティヴ」は、最近のキーワードのひとつです。その最先端が、民間資金を活用した公共事業を推進するために、議員立法として成立した「ＰＦＩ（プライベート・ファイナンス・イニシアティヴ）推進法」です。

ＰＦＩは、今、多方面から関心を集めています。これをもっと幅広く考えてみたいと思います。

ファイナンスというと、料金を払ってペイするようにする有料事業がどうしてもポイントになります。そのため、今、道路関係や廃棄物関係などがＰＦＩの先頭に立っています。

これをもっと広範な面で考えていきますと、「そもそもイニシアティヴを誰が起すべきなのか」という問いにいきつきます。これまで公共サイドが「これが公共事業である」と考えて、その財源とか人員とか技術の範囲内で公共事業の定義が決まっておりました。ところが、ＰＦＩ法ができたことが大きな転換点になったと思うのですが、従来の公共事業のタガがはずれて、制約がなくなってしまったのではないか。極端に言うと、「人がたくさん集まって喜んでくれるようなものは、すべて公共事業である」ということになりそうです。

そこでまず、「イニシアティヴがどこにあるのか」というところから考えてみたいと思います。

4年前の夏に、行政改革が党本部の中で新たにスタートした時のキーポイントのひとつは、「行政は森羅万象のすべてに責任を持つものではない」ということでした。今までは、行政がすべてに責任を持つという自負や期待のもとにやってきました。たとえば、各省設置法には何でもできるように書いてあって、権限を拡大してきました。また住民のほうも行政依存体質が極限にまで達してしまったのです。「果たしてそうなのか」と、これをもういっぺん整理してみようというのが、スタートにあったわけです。

そのひとつとして、行政の中の「企画と執行の分離」というのがありました。行政をもっと身軽に、機動的に動けるようにしたうえで、省庁再編をするという段取りであったはずなのです。しかしながら、総選挙前の状況から、いわば各党の叩き合いみたいになって、省庁再編だけが先行して、いわゆる「エージェンシー」、執行機関（「独立行政法人」という妙な名前になっていますけども）がおまけみたいになってしまったという、逆の結果になったのです。そのため、「企画部門」（政策を打出す責任分野）の範囲は、依然としてあいまいなままです。

「イニシアティヴ」というのは発案とか、自主的取組みなどの意味をもっていますが、特に近年これが意識的に言われ出した最初は、「ローカル・イニシアティヴ」という言葉です。これは、国際政治学の論議から出たものです。

国際関係は一般に国と国との関係で成り立っていると思われていますが、かならずしもそうではありません。境界を接する2つの国の自治体とか住民というレベルで、経済活動なり環境保護の活動が、どんどん進んできました。

＊明海大学・同大学院教授

そのひとつの典型的な例が、ベネルクス三国です。ベルギー、オランダ、ルクセンブルクという三国の間で、国境を接する地域の住民の問題や環境の問題に関しては、国が直接口を出さないで、住民の合意にまかせるという条約を結んだわけです。これが「ローカル・イニシアティヴ」として、国際関係のひとつの典型的な例です。国の利害関係ではなくて、住民の利害関係を優先させるという趣旨です。そこでは、私人である住民・市民の関心、願望や発言が先立つべきものである、ということです。

これに対して、行政なり国家というものが、どのような特化した責任を担う関係になっていくかということが、私の筋立ての総論的なものになるわけです。

3種類の「責任」

そこで「責任」というのはどのようなものか、ということになります。日本語では一緒くたにされてしまっているのですが、3種類あると思います。

「ライアビリティ」というのは、法的な責任です。これがはっきりしているのは裁判所に対して出てくる文脈の問題です。それから「レスポンシビリティ」というのがあります。これは、何か対応しなくてはならない、リスポンスしなくてはならない、いわば国会に対する関係で出てくるような責任の問題です。

ところが、最近、「アカウンタビリティ」という言葉が、「説明責任」と称されて、いっきょに普及しました。実は、これも4年前の行革の議論の中から出てきた言葉です。私は、「これを説明責任というふうに訳すのは、おかしい」と申し上げましたが、「いや、この用語を普及させるんだ」ということで、あっという間に定着してしまいました。どこの役所も、これを「ＰＲ責任」というように理解をしているみたいです。

「アカウンタビリティ」は、もともとは会計検査院に対して出てくるような問題で、本来の意味は「会計責任」です。結果について説明できなかったら、弁償責任までとるというほどの厳しい会計法上の責任を言うのです。せめて、「結果説明責任」と訳してほしいものです。

逆に、日本のアカウンタビリティの施策を英語の文献に翻訳した場合に、「あれ、こんなことまで日本の政府なり行政は責任を持つのか」と、怪訝に思われるのではないかと思います。今のところは、マスコミの社説もふくめて日本中で「説明して納得してもらう努力の責任」という使い方をしています。まだ問題は表に出ていないのですが、私は「いずれ妙なことになるのではないかな」と、心配していますが、杞憂であれば幸いです。

イニシアティブの歴史的事例

今までの公共事業は、「公共のためなのだからやらせてくれ」という責任感が根底にありました。「これが一番いい計画」「最善の案」「工期もいついつまで」と決めてかかって、ひたすら説得に努めるという姿勢でした。これをもうちょっと覚めた目で見て、「やってくれ」と言われてはじめて取りかかるというポーズにすれば、これはまさに私的イニシアティヴを先へ立てるということになるわけです。

吉野川の第十堰の問題を例にとって考えてみますと、さまざまな見方がありますので、最近のことの論評は避けますが、かつて吉野川では、内務省が明治19年に直轄で河道の改修を始めました。しかし、その沈床工が原因で洪水が起ったと誤解され、地方騒擾にまで発展しました。そこで、県議会が工事を返上するという決議をしました。そのため、内務大臣山県有朋は、吉野川の内務省直轄の出張所を広島に移転してしまいました。その間にも洪水が頻発しましたが、ついに20年後に、県議会はもういっぺん再開してほしいという決議をして、吉野川の直轄事業が再開されたという経緯があります。

この事実を引用した新聞の社説は産経新聞です。他の新聞は、もっと説明責任を果すべきであるとか、あるいは河川法改正によって住民の意見を聞くという姿勢をとったのだから、この結果を尊重すべきだというようなものでした。さまざまな議論がありますが、歴史を振り返ることも大切ではないかと思います。

官民の役割分化の実態

「官民の役割分担」とよく言われます。そこで、役割分担がどうであるべきかということを決める前に、役割が分化していく姿をよく見てみないといけないと思います。ここには、「関心」と「対応」と「ダイナミックス」という3つのモチベーションないし側面があります。

「関心」と「対応」が、「散在的、日常的」か、あるいは「集中的、危機的」かという分析をした大変良い文献があります。ＮＡＴＯの科学委員会が環境アセスメントに関してこういう観点から分析したものです。国会図書館の国会向けの「レファレンス」という月刊誌に紹介したこともあります。

ここでは、集中的、危機的な問題については、行政が先頭に立ってやるという理解をしましたが、最近私は、かならずしもそうではない、と考えたりしております。危機的な状況の中で住民が先に立つというのが、ありうるわけです。集中的な問題だからといって、かならずしも行政が取り組まなければなければならない、ということにはならないのではないか、と思います。

日本的な社会の中では、「日常的、散在的」な問題の中にも、もっと行政がやるべきものがあって、「集中的、危機的」なものの中にも、住民が先頭に立つということがありうるのです。阪神大震災の救援活動もそのひとつの例ではないかと思います。これは、一概には決められないもので、社会の特性なり状況によって変わりうるものだ、ということです。

もうひとつは「ダイナミックス」です。現場の事務所で「川の楽校」をひらいて、地元の小学生に河川敷で楽しんでもらうということを行なっています。いろいろやっているうちに、小学生たちが河川の維持管理について注文をするようになりました。「なるほどこれはいい」というので、事務所はそれを取り上げたという話です。

これはまさに「求心的、主体的」に行政が企画したところが、その「客体」である小学生がいつの間にか「主体性」を持つようになってきたということです。「求心的な主体」のまわりに集まる「客体」というのは「遠心力」を持ちますから、なるべく縛られたくないという物理的な作用が働くのではないかと思います。その「遠心力客体」がいつのまにか「主体」になって、こちらが「お客さん」になるという現象も方々にあるようです。お金と技術が伴うのであれば、そういう注文を聞くのは大変結構なことでして、それではじめて水辺の楽しみ方、整備の仕方がもっと開けてくるということにもなるわけです。

そのへんに最近の新しい行政の役割分担という面が開けてきたということで、お金があればいくらでもつきあってもいいし、むしろお金を増やすために、そういう力を活用することも可能ではないか、と考えてみたわけです。

国土環境形成のための公共費の使い方

本来、公共事業には、「国家的事業」「広域的事業」「地域的事業」という3つの分類があると思います。

国家的事業には、たとえば大災害対策とか、国土保全のための国家的な問題があります。大規模予算であるがゆえに、その完成能力を争う競争になります。これが制限付き一般競争のほうでよければそれでもいいし、指名競争をルール化してもっと透明化してやるのもいいと思います。

広域的な事業は、道路のネットワークを整備していくというようなものです。砂防関係でも、下流から上流あるいは上流から下流にというように、一連の砂防ダムを造っていくということで、ネットワークと言えなくもないとも思います。また、それは次々と段取りをしていくというように理解してよろしいかと思います。いずれにせよ、広域的な事業というのは、逐次予算化され事業が延伸されていくというのが典型的な例です。そこで行われるのは、機会均等のための競争です。

「地域的事業」は、生活に非常に密着したもの、地域の希望を優先すべきものですから、私的イニシアティヴの性格が高いものです。そういうものについては、別の公共費の使い方があるのではないかということです。

たとえば、江戸時代には現場直営工事が一般的に推奨されていました。請負というのは、よそから業者がやってきて、「他国ではこうだった」と吹聴して、ひと儲けした後は、ほかへ行ってしまうというのです。現場直営の形でやれば地域の経済も潤うし、確実に地域の福祉になるということから、江戸時代には節約令・倹約令の一環として、請負禁止令が何度も出ています。江戸時代以来、建築は請負が主体でしたが、土木工事は戦後までそうではなかったのです。

私は建設省に入りまして、昭和37年に地方厚生課で、直轄事業の契約事務の取りまとめの仕事をしばらくやっていたことがありました。一番激動の時代で、暗いうちに寝たことはなかったという時期でした。明け方まで資料を作り、出勤して来た上司に説明をするというのが、ひと夏続きました。

その頃、現場事務処理要項と申しましたか直営事業に関する内訓がありまして、この改正を（最後の改正だと思います）やったことがあります。その数年後にこれは廃止されて、すべて請負に切り替えるということになったわけです。

わが国の歴史の中で何百年も続き、実際にごく最近まであった制度を、もういっぺん振り返ってみることも必要ではないか、と考えております。

生活利便の向上のための負担の在り方

生活の利便とか、生活利益の向上のために期待されているのが、ＰＦＩです。

私のゼミに、「卒論にはＰＦＩをやりたい」という学生がいました。「何をテーマにするの？」と聞きましたら、「私はサッカーが大好きだから、サッカー場を多目的スタジアムという形にすれば、なんとか公共性が出てくるんではないでしょうか」と、フランス、スペイン、イタリアなどからインターネットで資料を取り寄せていました。

しかし、「どうしてＰＦＩのサッカー・スタジアムが、公共事業の肩代りになるのかという問題が、最後まではっきりしません」と学生が言いました。そこで私は、「大勢の人が楽しむのならば、それだけで公共事業・公共施設と言っていいのではないか」と答えました。はたして、学生が１人に教員が20名も集まって発表会。私が言ったように学生が答えたら、「あっ、なるほど。そういう公共施設がこれからどんどん出てくるんだ。公共施設と称していいんだ。これでひとつ目が開かれました」とみんなが言っていました。

ＰＦＩ法によって公共事業・公共施設のタガがはずれて定義がなくなってしまったのです。ただし、「償還できるかどうか」という問題は常につきまとっています。3年前にＰＦＩ法案が議員立法として出かかった時に、私は、条文を全部チェックして、問題点を整理したことがあります。その結果がＰＦＩ法として成立したわけですが、その中で最後までつきまとったのは、償還不能の事態があったらどうなるかというリスクの問題です。

撤収することができないで、いつまでももたもたとやっていた第三セクターがみんな駄目になってしまいました。早く危険を察知して、撤収することができればそんなに心配いらないのです。民間でイニシアティヴをとって始めたものだから、役所の責任でもありません。また、20年ぐらい間があいても金利のリスクなどなければ、かまないのではないか。たとえば、ケルンの大聖堂のように800年かかったものもあります。バルセロナのサグラダ・ファミリアなどは、いまだに完成していません。

要するにどんどん債務が膨らむような事態を避けることができれば、あまり心配しなくてもいいのではないでしょうか。ＰＦＩ法の当初案にはリスク分担についてはっきり書いてありました。しかし、「そんなことを最初に言ったら、みんな恐がって誰も手を挙げませんよ。なるべくそういうマイナスイメージは、やめましょう」ということで非常におおらかにでき上がったのが、今のＰＦＩ法です。

ちなみに、ニュージーランドの行革が成功したのは、借金の膨らむ順番から整理したからです。放っておけば国民のほうにツケがまわってくるものを早く整理したことによって、成功したわけです。もうひとつのニュージーランドの成功の秘訣は、行革と同時に雇用保障法を作ったということです。生首を切るようなことはなかったわけです。

要は生活の利便、利益が向上するのであれば、ＰＦＩの需要はこれからどんどん増えてくるということです。ただこれを全部民間に肩代りさせるような、過大な負担になることはまず最初にやるべきではないということです。

イギリスの例などでも、あるトンネル区間とか、橋をもうひとつそばに架けて交通を緩和するというものを有料でやる。そうした部分的なものについてやったものは、みんな成功していますが、そっくり肩代りさせたものは、だめになっています。

では日本のＰＦＩ第一号を何にするかということでありました。ダイオキシン対策のために廃棄物処理場の能力の問題がありました。自治体の焼却場を全部改築するのは大変なことですが、燃料棒にして高熱を扱うところで、部分的に工程の一部を肩代りしてもらうというように、お互いにメリットのある範囲であれば今すぐできるのはないかということです。火力発電所や製鉄所という高熱を扱う場所でＲＤＦを処理するという形の廃棄物焼却場の部分的ＰＦＩ化が、日本版ＰＦＩの第1号として登場しました。

サッカー・スタジアムなども、フランスのワールドカップでは、国にお金がないのでＰＦＩとして募集したところ、みんなワッと手を挙げたとい

うことです。リスク分担の問題があったはずですが、フランチャイズ料として売り上げの何割かを召し上げるという形の大ざっぱな契約を結んでやっているようです。

ＰＳＩのコンセプト（プライベート・セイフティ・イニシアティヴ）

プライベート・イニシアティヴをもうひとつ安全対策の方面で考えてみてはどうかと、私は最近考えております。ＰＳＩ（プライベート・セイフティ・イニシアティヴ）という提案です。

安全のためにはずいぶんお金がかかっています。無形のものもずいぶんあります。精神的な苦痛や苦労も含めたら、とてもお金には換算できません。しかし、プライベートなイニシアティヴで、もっとも普遍的に考えられるのは、むしろＰＳＩではないでしょうか。

これに、どのように行政が対応していくのかということです。たとえば今回の「土砂災害新法」は非常にいい着眼をされたと思います。私は、講義の中で新法の説明を学生たちにしまして、試験問題も出しました。「自己の居住の利用に供する住宅を除くのはなぜか」。「自己責任」というキーワードが答の中にあれば、当りです。「高齢者対策を重視するのはなぜか」。「災害弱者」というキーワードがあればマルという具合です。

それから「今までの法律と基本的に違うのはどういうことか」という問に対して、「原因対策から結果対策へ」と書けば当りです。講義では「発生源地点対策」から「被害想定地点対策」へと、もっと丁寧に図を書いて説明したのです。

これより先に、阪神大震災の直後に、地震防災対策特別措置法という議員立法がありました。「阪神大震災のような事態に対応する新しい法律を作りたい」と議員から言われて、私はいろいろ選択案を提出しました。「今までのように予知を前提にした法律ではなく、地震発生の予知にかける対策よりも、補強とか避難とか救援という、結果の方に焦点を合わせて、対策をシステム化する制度が必要です」と申し上げまして、あの法律ができたのです。

幸いに大蔵省は「筋が通れば、なんでも結構」という理解を示してくれましたので、原案には10項目しか対策事業がなかったのですが、一挙に20項目に拡大したということがあります。

これは、予知は無理ならば被災想定地点対策を充実するもうひとつの制度です。予知を前提としたのは、大規模地震対策法でありますが、両様あいまってうまくいくという趣旨です。

そういう意味で今回の「土砂災害新法」は、非常にいいところに到達しています。これで初めて完結すると私は理解していますが、その前提には民間の活動、セルフ・ヘルプが当然あるわけです。

環境サミットのアジェンダ21の中では、「セーフティ・カルチャーを醸成すべきである」と言っています。「カルチャー」というのは、「耕す」「培う」という意味です。「培う」というのは大変いい言葉で、「ツチをカウと作物は実る」ということです。昔から「稲を作る」と言わないで、「田んぼを作る」と言います。身のまわりから国土全体までの安全を培うカルチャーが必要ではないかということです。

それから、例の玄倉川のことです。日本河川協会から原稿を頼まれて、親水活動に伴う危険について実際に見て歩こうと思って、川越辺の入間川に行って帰ってきたら、すぐあとに玄倉川のあの事故がありました。その原稿に書いたのは、「親しむ」と「避ける」に「教える」を加えて、三角構造にして対策を考える必要があるということです。「教える」、つまり情報伝達はこれから特に重要になる行政の仕事です。もうひとつは土地の古老であるとか、その地域の自然に詳しい、シェルパのような役割を担う人が必要になります。今年の谷川岳のあの事故からも、ひとつの教訓が残ったわけです。

渓流キャンプの事故の教訓は砂防の判例にもあります。横浜地裁が出した判決の中では、「砂防指定地は公物だから、砂防管理者にはたいていのことができる」というくだりがあります。砂防指定地が公物というのは勘違いですが、そこまで期待されるのであれば、その期待に応じることが、どのへんまでできるかということになります。行政のリスポンスとして、裁判所でのライアビリティじゃなくて、市民へのリスポンスということで、どのぐらいのことが可能かということになります。

山地渓流に親しんでおられる砂防の方々のノウハウは、ほかよりもずっと濃いと思われますので、私も期待しております。

ある研究会で聞いた話ですが、実際のところ、レスキューの当座の費用負担が大変なのだそうで

す。それを一時肩代りしてもらえれば、レスキュー活動も助かるという意見もあります。これも私的イニシアティヴに対する課題であると思います。

砂防行政への期待

大変おこがましいのですが、いくつか私が考えてまいりましたことを申したいと思います。

土砂総合管理。これは、流域における土砂の収支管理という点では、ずいぶん検討が進んでいるようです。むしろここでは、川に入ってくる土砂だけではなくて、土砂そのものについて考えてみたいということです。とくに「新法」の精神からすれば、砂防行政の側からもっと街づくりに参入されてもいいのではないか、と思います。建築構造と強度の問題、なかでも公益的な施設、高齢者施設、災害弱者施設に関することについてもっと発言権を持たれて、街づくりに参入していくことがあってもいい、と思います。これは、時機をとらえた国土整備の問題になると思います。

それから総合斜面管理ということは、私の本の中でもたびたび申し上げておりますが、前に、「建設オピニオン」という雑誌の地下空間活用特集号の巻頭対談で、がけを使った地下駐車場について話をしました。がけは表玄関です。そこに例えば急傾斜地の工法と負担ルールを適用し、「安全性」という、いわば首根っこを抑えます。あとは可能ならばいくらでも地下を掘り進んでいって、採算がとれる範囲で地下駐車場などＰＦＩ事業をやってはどうかと、勝手ながら提案させていただきました。立体的土地利用について、斜面一般を扱っておられる砂防の方々に大いに関心を持っていただければということです。

たとえば、モナコの地下駐車場では、海岸に近い道路からトンネルで入ってきて、10層の立体駐車場ががけの奥にあります。その駐車場をリフトでてっぺんまで上がりますと、山岳道路に出られるようになっています。観光にも非常に便利だというモナコの例です。六甲山のようなところのグリーンベルト構想の中でいかがでしょうか。

そういうものを取り込みながら、緩慢な形ではあっても国土改造をやっていくということです。

それからもうひとつ。何年か前の『砂防と治水』の中にも書きました「従来の砂防」です。明治30年の砂防法制定以前になされてきた「従来の砂防はこの法律を適用する」という規定が砂防法の中にあります。

砂防法は、ご承知のように、「治水上砂防のため」という思想で通しておりますが、従来の砂防となりますと、かならずしも治水砂防に限定されないものがあるのではないか。川と関係なく山を安定させるというと、治山砂防に近くなってくるのかもわかりませんが、それやこれやの土砂対策に砂防法の中で「従来の砂防」という位置づけがなされている。ということは、明治30年以前の歴史的なものを発掘すれば、砂防法で使えるということです。補助もできるし、国の事業としてもできるということになるのではないでしょうか、ということを何年か前に申したわけです。

私は実態のことはよくわかりませんので、明治30年以前にどんな砂防があったのか、治水砂防からはみ出すものに、どういうものがあり得るのかということを知りたいと思って、『日本砂防史』なども読みました。

新しい事業を興すとしても、資材と工法が変わるだけで、できあがった姿、パフォーマンス（出来上りの性能）として従来の砂防、昔の歴史的砂防に近いものがあればできるわけです。これはおそらく、コンクリートなどは使っていないわけですから、土と木を生かす国土管理ということになるのではないか。今、期待されているのは、そういう自然に近いものです。近自然工法は、河川のほうではやっていますが、砂防はもともと初めから近自然です。しかし、ここでもうひとつそういう流行に乗ってやることも考えられると思います。

私は、河川の環境整備事業は、ひとつの流行でして、ハードコアはやはり「治水・利水」であると考えています。日本では、古来から環境をよくしようという意識でやってきたのではなくて、おのずからそうなったのです。河川法を改正して、これを３つ目の柱にしたというので、たいへんみなさん喜んでおられる。私もご同慶にたえません。しかし逆に、「環境」を主体に河川法ができていたら、直轄事業はなくなっていたと思います。やはり治水利水というハードコアを持っていたからこそ、河川行政がいまだに盤石であるわけです。しかし、治水を軸にした砂防法の周辺にも、もうひとつ「従来の砂防」というのがありうるのではないか、と思っています。

おわりに、「ヴ・ナロード」とレジメに書きましたのはロシア語です。ロシアというお国ぶりはと

もかくとして、ロシア文学やロシア語は好きです。「ヴ・ナロード」という言葉は、マルクス・レーニン主義が出てくる前のロシアの社会主義的な標語で、「人民の中へ」「人々の中へ」という意味です。「役所の言うことは間違いないんだ」「これしかないんだ」と言わないで、まずそういう形で私的イニシアティヴを醸成する。役所は、そこにどこまでおつきあいするのか、というふうにもっとゆったりした気持で考えていけば、我々の事業はもっともっと増えこそすれ、減ることはないと思います。

質疑応答

Q ＰＦＩは、思ったより普及していないのでは……。

A かなり進んでいると思います。たとえばある市などは、市会議員さん一人一人がＰＦＩの構想を持っているというぐらい、いろんなものをやろうとしています。ですから、「いったい公共性があるのか」とか、「ほんとに必要なのか」ということで、誰が絞るのかが問題になってきます。縛るのではなくて、ほんとうに必要なのはどれかということです。あまり散漫になると、みんな絵に描いた餅になってしまうおそれがあります。それが一番心配だと思います。

先ほど申しましたリスク分担というのがあります。償還不能の事態です。しかし、これはやってみないとわからない面もあります。卒論の発表会では「なぜ今までのサッカー・スタジアムはだめだったのか」とある教授が質問しましたが、「あれはサッカーを知らない人がやっているからこうなるんで、ほんとにサッカーが好きな人が運営すれば、人が集まらないことはありませんよ」と学生が答えて大拍手喝采になりました。そういう情熱があればリスクはそれほど心配ない。それが、似たようなものがあってお互いにバッティングしたり、それから利益誘導や選挙の票集めに使われるようなことになりかねないですね。ＮＧＯの活動もそういう危険があると思います。

Q オーストラリアのＰＦＩ投資銀行の人と話していたら、日本のＰＦＩはまだ透明性が欠けている、と言っていました。透明性がないと、やはり投資銀行とか、入りにくいですね。

A 資金提供側の事業評価システムが非常に遅れています。公共工事では保証会社がそれらしいことをやっていますが、民間事業に対する評価機関は全くないですね。銀行自体がそういう審査・調査をやっていますが、それは表に出ません。表に出るプロジェクト格付け評価機関があればＰＦＩはもっと軌道にのると思います。

Q 日本の経済状態の厳しい中でＰＦＩのファイナンスをかってでるという組織や機関は、たくさんあって、心配ないのでしょうか？

A 今までのような不動産担保を主体にした銀行の在り方が問題になって、ひどい事態になっているわけですが、開発プロジェクト面でどこまで資金担保のルール化ができるかということですね。それから証券化という方法もあります。不動産証券、ＳＰＣです。発展性のある事業に対してＳＰＣを構築しなければ、一回かぎりで先に進まなくなってしまうだろうと言ったのですが、大蔵省は常に不良債権処理を先頭に立てて突っ込んできたのです。ようやく去年の2月ぐらいに優良なプロジェクトについてＳＰＣを奨励するということを、大蔵サイドの議員さんが言い出してやっとわかってきたなと思ったんですけどね。

優良プロジェクトの評価、格付けがあって、それに対する証券化なり、ＳＰＣなりが伴ってきて、それで資金調達が進んでいくことが、成功の秘訣ではないかと思います。

ちなみにＰＦＩに対して、「国の補助はいらない」と極言するゼネコンのスタッフの話もあります。また、そのプロジェクトそのものを小口証券化してしまうから、そこでペイすればいいですよと言うわけです。

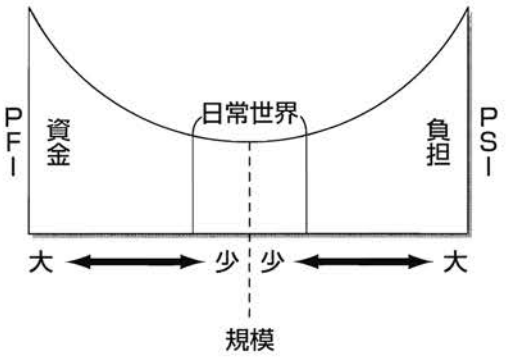
部分的なＰＦＩなら、それは十分ありうると思いますね。国は、コアの部分だけ公共事業で付き合って、それにプラス採算ペイする事業部分を肩代わりするという形です。それにしても透明性がない、客観的に評価するものがない、というのは問題です。

Q　採算がとれる部分ばかりが興味の対象になっていますが、広い眼で見た時に、償還不能に陥っていても救わなければいけないものとか、たとえばリサイクルの問題に対してＰＦＩが導入できるような事例の仕組作りなどについては、公共といいますか、行政の役割として望まれるのではないかと思いますが……。

A　私のイメージでは、ＰＦＩは、優良なもの優良でないものの程度の差があるとしても、利益を生むものです。その先のＰＳＩは、もともと償還とかファイナンスになじまないものです。ただし、それはこれまで公共事業と思われてきたのですが、その先にはもっと民間の希望するものがあるということです。

ですから、ＰＦＩですべてを律するのではなくて、もうひとつ、はじめから償還とかファイナンスは考えていないＰＳＩというのがあって、それがどこでつり合うのかですね。採算性がないとか、希望が少ないと言っても、希望している人が、大切な少数派でもありうるわけです。おそらく市議会あたりでみんなＰＦＩを提案し出したら、利益事業の中でも、うんと儲かるものもあれば、儲からないものもある。初めから儲からないけれど非常に大事だというもの、ある少数の人のためには絶対必要というものがあるわけです。こういう姿のプライベート・イニシアティヴをどのようにルール化していくのかということですね。

今はＰＦＩだけに目を取られていますが、現にさまざまな私的イニシアティヴがあります。「私的土地利用イニシアティヴ」とか、ＰとＩの間にいくらでもはめ込むものが出てくるのです。今のところ私は、ＰＦＩとＰＳＩを対応させて、凹レンズのイメージを持っております。やはり、もうひとつのＰＳＩというようなもので対応した構造を作らないと、全体が見えてこないのではないかということです。



Q　今の私鉄は、みんなＰＦＩのはずですね。

A　柳沢吉保が六義園をこしらえましたのは、自分のお客さんを遊ばせるためですが、今は東京都の公園になっています。何百年か後にＰＦＩみたいになったわけです。しかしそんな悠長なものではなくて、何年、何十年でペイするかどうかというのがＰＦＩなのですが、ＰＦＩに似た話はいくらでも出てきますね。

Q　仕分けをしてやるべきだと思いますね。従来の公共事業の中にもＰＦＩですんでいるものは、いくつかあるはずです。

A　基本的には、公共的な事業の範囲が広がって、全体が底上げされるということは、いいことだと思います。問題は、その中でのバッティングとか、競争をどうするのかですね。

Q　イギリスは、実際に成功している例のほうが多いのですか？

A　成功した例しか伝わってこないものですから……（笑い）。労働組合がどうしようもなくて、やらざるをえなくなったというのはうまくいっていないという例が上がっています。うまくいかなかった例は、いくらでもありうると思いますね。

行革の中でも、規制緩和の経済効果を出せといわれまして、たとえば、総合設計制度というのがありますが、方々でこういううまい例があると宣伝されていますけども、実はあるデベロッパーに聞きましたら、「いろんな規制の制約なり審査のタイム・ロスとかあって、9割は断念されている。うまくいったのは1割しかない」と言うのですね。

それで、「今できあがったものの総事業費を9倍すれば、経済効果になる。これでいいですね」と言って数字を出したこともあります。

しかし、成功例を作らなくてはなりませんね。

レジメ（9月5日当日、配布された資料です）

☆イニシアティヴの所在

行政は森羅万象のすべてに責任を持つものではない。私人・住民・市民の関心・願望・発言等が先立つべきもの。

広範囲な私的イニシアティヴに対する行政側の特化した対応の在り方を見直す。

責任：ライアビリティ、レスポンシビリティ＆アカウンタビリティ

☆官民の役割分化（→分担）

関心（Concern）：散在的～集中的

対応（Response）：日常的～危機的

動態（Dynamics）：遠心的(客体)～求心的(主体)

必ずしも官民がいずれかに分化するわけではない（例：ボランティア活動）。

☆安全な国土環境形成のための公共費の使い方

国家的事業：大災害対策、大規模予算の故に完成能力競争

広域的事業：ネットワーク整備、逐次予算化の中で機会均等競争

地域的事業：生活密着性・地域の希望優先、現場直営工事の復活も？

☆生活利便・生活利益の向上のための負担の在り方

有料事業・公共企業プラスＰＦＩの登場。

多くの人々が望む施設整備は総て公共性あり。

公共事業の定義・枠付けの変化。

償還不能事態の想定。

☆生活圏の拡大と事故対策・自己責任

土砂災害新法：原因（発生源地点）対策から結果（被災想定地点）対策へ

親水危険対策：親しむ･避ける･教えるの三角構造

啓発・情報提供：自己責任を全うさせるための「教えるサービス」

経済合理性：費用弁償システム(抑止力)、救援・補償基金（社会連帯性）

☆砂防行政の展望

土砂総合管理：各種指定地～新法による街づくり参入、時機的国土整備

総合斜面管理：立体土地利用・地下空間利用の表玄関、緩漫な国土改造

「従来ノ砂防」の歴史的評価（vs.治水砂防）：土と木を生かす国土管理行政は、人々の中へ(ヴ・ナロード)、私的イニシアティヴの醸成へ

著者略歴

1938年　生

1960年　東京大学法学部卒業・建設省入省
官房・全局のほか、環境庁・水資源開発公団等に勤務

1988年　建設省退官（河川局次長）
住友信託銀行顧問・日本下水道事業団理事・東京大学大学院工学系研究科非常勤講師、国立国会図書館調査及び立法考査局専門調査員・水文水資源学会副会長等を経て

1998年　明海大学・同大学院教授

同　年　国際水法学会（在ローマ）理事

著　書

共立出版「水法論」(金沢良雄教授と共著、1979年)

水利科学研究所「比較水法論集」　(1983年)

山海堂「論集　水と社会と環境と」　(1988年)

同　「公共空間論　水と都市をめぐって」(1992年)

同　「判例水法の形成とその理念」　(1999年)

同　「国土の管理と利用」　(1999年)

ほか　共著・研究論文等多数

平成13年度砂防関係新規・重点事業勉強会

10月25日に建設省砂防部との、来年度の砂防関係新規・重点事業に関する勉強会が、6階特別会議室において行われました。

砂防課関係は南砂防事業調整官より、「安全で活力ある21世紀の地域づくりのために」～平成13年度砂防関係新規・重点事業～を資料として、ご説明があり、質疑応答が行われました。新規・重点事業の内容については上記パンフレット（砂防広報センター発行）を参照していただき、ここでは補足説明と質疑応答についてメモします。

〔全体〕

平成13年度は火山対応を徹底的に行う考えである。火山に対する事業は国土交通省が対応する方針である。

ソフト対策については土砂災害情報相互通信システムにより、住民と役所との情報の相互通信を達成していく。個々の住民の方の土砂災害に関する情報を活用する。従来の災害対策基本法での、行政が主体となった警戒避難体制ではなく、住民からの情報提供を重視し、住民参加型の災害対応を目指す。

昨年の広島での災害では流木が相当出ている。また土石流災害も従来、河床勾配が3度位までが被害を受けると考えていたが、それが2度程度の所にある家屋も被害を受けていた。流木対策指針は不完全な部分もあるが、早期公表を重視した。

1．活火山対策の推進

ハザードマップは28の重要活火山についてはすべて作成したい。この内すでに作成されていて公表されているものもあるが、その公表のレベルがまちまちである。

例えば、役場に図面が張り出されている程度で、住民が存在を認識しているとはいいがたい所もある一方、有珠山では各家庭にマップが配布されている。現在28活火山の内でハザードマップが無い火山で来年度中に作成し、公表に持って行きたい。

本事業の概念を示したポンチ絵は、例えば岩手山近辺において、普段はキャンプ場、道路等に利用しながら、いざ噴火時にはそこが大遊砂地・導流堤にすることを考えている。中は砂防林等で整備していく方策もある。

〔質問〕

火山砂防対策指針において、噴火対応計画で火砕流についてもハードで対応することにしていたが、現実には難しいと思われる。建設省の噴火対応としてのハード対策のスタンスを教えて欲しい。

〔回答〕

噴煙、火砕流の熱風部のように空にあるものは除外するが、地面にある土砂（降灰）や、地面をはう土砂（火山泥流、火砕流本体）は砂防のハード対策の対象となる。

特に噴火のタイプによって、火砕流でも対応が可能であろう。前回の雲仙程度なら、ハード対策で止めようと考えている。

ところで今回の三宅島での現象は火砕流と言われているが、これは英語で表現すると、ash cloudと呼ばれ、本体部の無い現象であった。このようなものに対してはハードで対応することはできない。

規模においては現時点では、例えば200年に一度起こる等、限定する。しかしそれも技術の向上で、対象とする規模は変わり得る。とは言っても、姶良カルデラの噴火や磐梯山の山体崩壊のような巨大災害は永遠に対応不可能と考えている。

現状の火山砂防事業の一番の問題は、規模が示せないこととである。対策で守れる、守れないと言っても、より大きな噴火が起こった時に、その噴火規模をどう解釈するか、大きな問題である。

〔質問〕

将来の噴火に対する対応を雲仙では心配している。公共事業として、一般論でそこまでやる必要があるのでしょうか。

〔回答〕

有珠山でも同様の議論がなされており、次回の噴火が科学的に説明できる（例えば30年後にこの

当たりで起こる）のなら、そのための対策工事を実施することは認められると考えている。ところが、今回の有珠山の噴火は前回から期間は過去の予想どおりであったとしても、思ってもいない地点で噴火している。そもそも場所を予測するのは無意味だという意見も出ている。また、一般の砂防事業に比べれば規模が大きいかもしれない。

2．土砂災害防止法の施行

どの様な順序で区域設定をすることになるのか検討している。

3．根幹的な土砂災害対策の推進

危機管理という面で、土石流、地すべりやがけ崩れは直接的な土砂災害を防止するということで分かりやすい。これに対して砂防の国土管理はどう考えればよいのか。国土管理における砂防の役割は何か。砂防の役割は本来、砂防基本計画で明らかにすべきだと考える。そういった面で現在、新砂防基本計画、技術基準および流域土砂管理計画が検討されている。

例えば立山での説明（立山カルデラ内の不安定土砂量が、富山平野を厚さ2mで覆うという）が一般の人にイメージが理解されるか。また、現状を保全することを最善とするか。どれくらいの時間でどの様な現象が起こりうるのか、人間が生活して行く中で流域は変化していく。そう言った部分をいかに分かりやすく説明するかが課題となる。

〔質問〕

新砂防基本計画の検討が進められているが、危機管理の考え方を入れ込む考えはないか。

〔回答〕

水系砂防の基本計画は量的な話だけにとどめたい。土石流については危機管理があってもよいと考えている。針原川で起こった大規模崩壊は通常の計画では対象となり得ないが、実際にはその危険性を土石流危険渓流でははらんでいるので、このような現象を危機管理として対象とすることはあり得る。

ところが水系砂防が対象とする上流山間地で発生する現象は確率論ではいかない。危機管理対策としてのソフト対策の到達点（どこまでを100％対応したという）が示されないと難しい。

4．ＩＴ防災基盤整備の推進

斜面監視施設や光ファイバー網、土砂災害情報相互通信システム等、さまざまなＩＴ関連のアイデアをひとまとめに関連づけて考えていかなければならない。従来は、人命保全を第一に、ともすればコスト無視で対策施設によるハード対策を実施してきた。今後は高度化した情報基盤をもとにして、住民自ら警戒避難が行えるようにＩＴを活用したソフト対策を進める。例えば住民参加型土砂災害危険個所管理の一貫として斜面カルテの整備が進められている。

5．総合的な土砂災害対策の推進

これまで様々な施策が実施されてきた。危険個所の周知、土砂災害情報の収集等である。新しく土砂災害情報相互通信システムが導入されることによる大きな利点は土砂災害情報が住民から直接得られることであり、それは情報の価値を高めるということである。

例えば従来は住民からの土砂災害発生の通報は、警察や消防に入っていた。そこから役所への情報伝達が単なる通報に終わっており、本当の意味で流れていたとは言い難い。これが、相互通信によりインプットされるとモニタリング画面に状況の悪化が一目で分かるようになるとすれば、判断が迅速かつ合理的になされるようになる。

また、ＩＴを前提にすると従来の管理方法を変えていく必要がある。すなわちこれまでは、河川の水位上昇等目視が基本であったが、これからはリモートコントロールによる監視も認める必要がある。

〔質問〕

携帯電話等情報通信のためのツールのダウンサ

イジングが進む中、相互通信の枠組みの中に住民同士が互いに情報が流せる方策を取り入れることについてはどうでしょうか。

〔回答〕

行政から住民という従来の縦方向の情報の流れではなく、住民間等横方向につながることが効果を上げる。携帯はＮＴＴドコモが扱っているが、電電公社の流れを汲むＮＴＴは防災指定機関になっているのに対して、ドコモは災害対策基本法における指定機関になっていない。防災システムに携帯電話を活用していく上ではこの点も改善の余地がある。

なお、携帯電話に防災のサービスを付加するとなると、月額100～500円基本料金に追加する必要がある。小さな村だと、世帯数が500軒くらいで、仮に月500円／軒とすると、年額で300万円の費用が必要となり、村がそれを負担するのは難しいだろう。携帯の利用は若い人ではほぼ100％に近いが、防災情報対応はされていないであろう。しかしながらこの方法が防災に有効となれば、行政と個人の負担を折半する等を考えれば現実的な方法かもしれない。

以上のように情報が個人レベルで相互通信できるとなると、防災リーダーは従来の地域の世話役から若者等へ代わって行くかもしれない。

6．地域活性化を支援する砂防事業の推進

防災は国土管理であり、普段はその効果は分からない。目立たない縁の下の事業であるが、事業に付加価値をつけることにより、事業実施に対する国民の理解を得るようにすることができる。

7．緑の砂防事業の推進

グリーンベルトは他事業等との調整が重要であると認識している。従来の砂防事業は事業実施個所のすべての範囲で実施していた。砂防法が制定された明治以来、山と平地という関係で、山は100％砂防をやります、平地は全くやりませんという形であった。これからはある場所での事業をすべて砂防で行うことは、国民経済全体から見て効率的ではないので、他事業とも連携して実施していこうとするものである。すなわち、1か0ではなく、連携することにより0.2あるいは0.5は分担しましょうという考え方である。例えば保安林用の工事用道路も砂防で建設しましょうということである。占用工作物でも他事業と連携して工事していく考えである。

8．流砂系の総合土砂管理による国土保全の推進

まさに国土管理の一環であり、総合土砂管理自体が砂防基本計画であると考えている。現状で到達点を明確にすることは困難である。現在はモニタリングに力を入れて、とにかく流砂系を把握することにしている。ただしモニタリングはあくまでも手段であり、目的ではない。河川と砂防が連携して解析を行おうとしている。河川は流砂系検討のターゲットを河川環境、例えば瀬と淵に絞ってる。

〔質問〕

流砂系の検討は砂防、河川、海岸各々別々に検討されていて、調査・計画が融合されていないと思われるがどうか。

〔回答〕

今まではそれでも差し支えなかったが、問題となってきたので砂防で全体をくくろうとしているが、実際にはまだ充分ではない。

9．省庁連携の推進

国土交通省として来年1月6日にスタートするが、建設省を含め4省庁が1つになるということは、効率化することになると見られている。効率化とは
①人が減る（だぶりの部分がなくなる）
②事業の単価が減る
ことであると考えられている。

10．新技術・新工法

有珠山でも土研が開発した無人ヘリにより、監

視が効果を発揮した。また、雲仙で開発された無人化施工も実施された。現在、噴火等の緊急事態に、1週間以内に人も機材も準備できるような体制を整えつつある。雲仙のシステムを汎用型にするようにして、岩手山でモデル事業を実施する考えである。

11．事業の客観性・透明性の確保

従来の砂防事業の効果としては、事業実施に伴い氾濫範囲が減少して、被害軽減便益が上がるというような説明のみをしてきたが、今後はもっと異なる効果（アウトカム）の説明が必要となる。このアウトカム* 指標を今後検討する必要がある。

道路などが、渋滞の緩和等、誰にも効果及ぶのに対して、土砂災害での保全効果はその場所に住んでいない人には関係無いのが弱いところである。ただし都市部でのがけ地は、危険区域外の人にも景観面で効果をもたらしている。このような効果を計量化していくことが課題である。

＊アウトカムに関する説明

アウトプット：ある施策等の対象者に直接的に提供された金銭、モノ又はサービスの量や提供された数

アウトカム：ある施策等によりサービス等（アウトプット）を提供した結果として生み出される成果なり効果等

と説明されるが、これを砂防に当てはめるとアウトプットは、一般に「土砂整備率」となる。これに対して、アウトカムはどういう説明になるか、どう説明すれば分かりやすいか、これから工夫する必要がある。

ちなみに道路では、「3大都市圏での朝夕の走行速度を平成9年度末の21km/hを22km/hにアップさせます。」というようなアウトカム指標を示している。治水では「当面の目標とする時間雨量50mm相当の降雨において、氾濫防御が必要な面積約38,000平方キロに対する氾濫防御率を平成8年度末の約52％を平成15年度に約59％に高めます。」というアウトカム指標を示している。（建設白書2000, P.19, 建設省編）

〔質問〕

土砂整備率という指標ではなく、今後は砂防においてもアウトカム指標で説明することになるのでしょうか。

〔回答〕

財政当局への説明としては整備率は残るが、これはあくまでも投資計画を説明する言葉となる。また土砂整備率というのは施策ではなく、今後は施策としての事業の効果はアウトカム指標で説明する必要がある。

砂防技術について

平成12年度技術研究成果報告会（11月20日）での基調講演より

森　俊勇　建設省砂防部長

本日は砂防技術に関して、常日頃テーマと思っていることをかいつまんでお話し申し上げます。これらに関する研究とか取り組みは、皆様方それぞれの立場で今後に向けてがんばっていただきたいと思います。

1．施設設計の考え方とその機能

砂防ダムの機能、断面設計、強度

「砂防ダムいらないネットワーク」というものができております。『フライフィッシャー』という雑誌にずっと連載されておりますし、インターネットで配信されているようですから、皆さんもよくご存知かもしれません。内容的には、ある特定の渓流についての砂防ダム計画に対する反対活動がベースになっています。砂防の計画論についての知識も十分お有りでありまして、そういう点から私どもの砂防計画論そのものに対して大きな異議をとなえていらっしゃるように思います。

長良川の河口堰や吉野川の第十堰の改築等につきましては、建設省として治水の計画論あるいは利水の計画論という観点から施設の必要性というものを徹底的に説明してきているわけです。

「砂防ダムいらないネットワーク」が指摘している内容は、ある特定の砂防ダムについて、「なぜそこに、それだけの規模の砂防ダムがいるのか」ということです。われわれにとっては非常に厳しい指摘でありまして、これについて将来に向けて、この際真剣に議論して、説明できるような計画論に仕上げていく必要性があるということであります。

この部分につきましては、現在、砂防・地すべり技術センターにもご協力をいただきまして、担当の事務所等々で議論をスタートさせていただいておりますが、われわれ砂防の分野にとっては、大変大きな課題だと思っています。

さらに、砂防ダムの機能については、「河川砂防技術基準」の中で、貯砂量を考慮するケースも有りますが、一般的には調節量もしくは扞止量という従

来の計画論、施設機能の評価の考え方になっております。しかし、果たしてこれからの世の中に今の計画論がそのまま受け入れられるかどうかと考えてみると、不安が有ります。この際、もう一回原点に返って、砂防の計画論というものの見直しもあってしかるべきということで、現在、砂防課長がチーフになりまして、直轄の所長さん方と新しい砂防計画論のあり方について議論をすすめさせていただいているところであります。

次に、断面設計と強度についてであります。技術も進んでまいりまして、品質も非常に良くなってまいりました。そういう中で、仮に「本当に今の強固な砂防ダムがいるのか」という疑問が投げかけられた時に、説明しきる必要性があるわけです。

各地建によってコンクリートの呼び強度が多少違うようであります。そのために、横並びで見た時には、そうした疑問が出る事も有り得ます。これも「前からやっているからこうだ」、もしくは「すでにやったものがこうだ」ということの延長線で議論できるわけではなくて、あるべき必要性を十分考えていただいて説明できるようにしてやってゆく必要があると思います。

たとえば、土石流対策で強度が必要だということであれば、そうしたものを造ればいいわけですが、そうでない所について果たしてそれだけのものが要るのかどうか、そういうことも改めて検討していた

だければ、と思います。

なぜそういうことを申し上げているかといいますと、今は新しい技術が出てきます。新しい技術が出てきた時に、たとえばCSGという工法でありますが、それといわゆるマスコンクリートの構造物との関係からしますと、たぶんコアの強度は当然違うでしょう。それから、生コンクリートのようにJIS管理されているものとも品質的なばらつきも出てまいります。現地での施工の関係もいろいろ複雑な状況の中でやってゆくわけでありまして、新しい技術を受け入れようとする、もしくは新しい技術のものでいいということになりますと、今までやってきているマスのコンクリートの構造物が「そこまで要らない」ということにもなりかねないわけであります。そのへんもやはり、「すでにやっているから、それでいい」ということではなくて、考えていく必要性があると思っています。

特に、沢の中にシリーズで造っていく構造物の場合、直撃を受ける構造物とそうでない構造物とで強度的な差を設けてもいいような気がいたします。可能であれば、オーストリア等でやっている鉄筋コンクリートの構造物も、今後は十分有り得るのではないか、と思っているわけです。

そういうように、本来の必要性、必要となる強度というものを考えながら、幅広に施設設計をやってゆくべきではないかと思います。ただ現状では、「河川砂防技術基準」とかいろいろな制限があるわけでありますから、今後に向けた取り組みとして、大いに勉強していただきたいということでのご提案であります。

地すべり対策の排水ボーリング

たとえば地すべり対策の設計をされる時、技術的に入りうる範囲で集水井からの排水ボーリングを計画されます。その際、かりに今の排水パイプの機能より倍の機能のものが開発された時に、半分の本数でいいのかということを、私どもの担当課に聞きました。「いや、そうはなりません」という回答でした。

一般的には、「倍の機能があれば半分の本数でいいのではないか」と言いたいわけでありますが、どうも今の排水ボーリングの考え方からすると、必ずしもそうはなってないようであります。

金銭的にみますと、ボーリングそのものに相当のお金がかかるわけでありまして、パイプの経費は非常に小さいのであります。ですから、地すべりの排水ボーリングひとつにしても、どういうやり方をしていくのが経費の節減につながるのか、という観点から見直す必要性もあるのではないかと思います。段階的にやってゆくというやり方も当然おやりになっているとは思いますが、どうも現在の考え方からすると目一杯やってしまっているケースが多いように思うわけであり、工夫できる余地が有る様に思います。

急傾斜地崩壊防止施設

急傾斜地崩壊防止施設については、皆さんいろいろなケースでデザインを決めてやっていらっしゃると思うのですが、問題は施設の安全性であります。安全性といいますのは、斜面の崩壊との関係でありまして、どういう現象に対してその崩壊防止施設を造っているのかということを考えた時に、必ずしも統一されていないような気がするわけであります。

お気づきになっている方もいらっしゃると思いますが、横並びで一連の斜面の対策をやっている時に、左側の斜面が待受擁壁的なものになっている時に、右側の斜面にもっと強固な対策をやるわけにはいかないということもあるでしょうし、経費的な問題もあるのかもしれません。

ただ、今後はそこに住んでいる方々に、その施設の機能を十分説明していかなければいけない時代ではないかと思います。施設があるからということで安心して寝ていたら、崩れてきて死んでしまったということでは困るわけです。急傾斜地崩壊防止施設に限らず、今後は施設の限界というものも十分説明していく必要性があると思います。

2．砂防と環境

生態――魚類、猛禽類、植物

砂防と環境については、従来から言い古された部分でもあります。ただ、魚道ひとつをとってみましても、造ってはあるようですが、事実上は機能が発揮できていない魚道がたくさんあるようであります。これも、「砂防ダムいらないネットワーク」の方々にきびしくご指摘を受けている部分です。

もうひとつは、スリットダムもしくはジャングルジムタイプの砂防ダムについてです。これは、それなりに評価をいただいている構造物です。ただし、出水がありますと、木や石がからんで、事実上魚が行き来できない状態になっている写真をたくさん撮って雑誌に載せていただいております。

そうしてみますと、我々は渓流の魚がたくさん生息している地域を中心に仕事をしている割りには、魚のことをあまり真剣に考えていないのではないか、と思えてきたわけです。今後私達は、魚のことを十分考えていかなくてはいけないし、そのための勉強も改めてやっていかなくてはいけないと思います。

また猛禽類についても、前からケースバイケースで対応をせまられているテーマであります。ただ、われわれとして猛禽類に対する情報をどのくらい持っているのかというと、ある日突然、鷲鷹の研究会の方々から「あそこに営巣地があるぞ。このへんは飛来する場所だ。このへんは餌をとる範囲の場所だからそんな工事やられたら困る」といった指摘を受けてはじめて、あわてて調査をするということになっているのではないか、という気がするわけであります。

我々は山の中で仕事をする場合、当然、猛禽類との接触は避けられないわけでありますから、そういう猛禽類の行動や生息状況を、予備情報として十分つかんでいくべきではないかと思うわけです。そういう点がどうも受身になっていて、積極的に取り組んでいない気がするわけであります。

さらに、植物にしても然りであります。たとえば、砂防工事等で法面に厚層基材の吹付け工法をよくやります。その時の種はいったい何を使っているのかということを考えると、あまり周辺の植生に考慮した種を使っていない。一般的に、枯れてしまうからいいんだといいながら、牧草の種を入れたものを使っているケースもあるでしょうし、クローバーの種を入れているケースもあるかもしれません。ですけども、本当に植物生態のことを考えるのであれば、その付近に生息している自然の植物の種、もしくは類似した植物の種を混ぜるのが本当ではないかと思うわけです。その点も、どうも真剣な取り組みというか、そういう感覚で仕事がなされていないということを申し上げているわけです。

景観――素材、デザイン

景観については、最近いろいろ工夫した構造をしたものが出てきています。たしかに砂防ダムというものは、自然の中にも滝や滝壺があるというように、自然の構造と基本的には似ているわけでありますから、できるだけ自然と馴染むような砂防ダムを造ることは、デザイン的には十分可能なわけであります。何が問題かというと、袖の部分ではないかと思います。そういう点では今後、素材とかデザインについて十分ご検討いただけるのではないかと思います。

また、自然の中には直線の構造物はないわけでありますから、そういう部分を果たしてどのように展開していただけのかということが、ポイントになると思います。今は、石などいろいろな素材を使ったり、デザインも工夫したものができておりますが、まだまだ大いに研究できる分野だと思います。

3．事業の優先度判定

「土砂災害防止法」という新しい法律ができました。それにともなって、これから全国の危険な場所、もしくは危険な区域を公にしてまいります。そうすると、「おれのところを先にやってくれ」という話が必ずまいります。「なんであっちを先にやるんだ」という話もくるでしょう。そうなると、全国の各都道府県もしくは直轄の事務所の方々が、説明を求められます。その説明を求められた時に、はっきりと胸を張って説明できるような施設の施工の優先度の判定をやってゆく必要性が出てくるわけです。

ただし、百カ所あるとして、一番から百番まで決められるものではないと思います。ですから、せめてABCランクとかABCDランクという大きな色分けぐらいは、正確にやっていくべきではないかと思います。そういう中で、どこを先にやるかは、やはり地元の方々と十分議論して決めていくしかないと思います。

月に行って帰ってくる世の中ではありますが、まだまだ斜面の中の構造については十分把握できない状況であります。そういう点では、一時期勉強した優先度の判定手法というものを、今後一般の方に説明できる手法として考えてゆく必要性がある、と思っています。

4．警戒・避難の基準雨量

警戒・避難の基準雨量についても、「新法」がらみで、全国的に各渓流ごとに設定しなければならないことになっています。警戒・避難の基準雨量を提示しますと、それにもとづいて市町村長が警戒・避難の体制をとります。もし、結果的に基準雨量に達する以前に何かありましたら、そうした基準をつくったところにクレームがくる、もしくは裁判ざたになる可能性も有り得るのではないかと思います。

そういう点では、警戒・避難の基準雨量もしくは区域の設定についても、これからはひとつの線を引く、もしくは数字を決める時に、裁判になって自分が法廷でちゃんと説明できるように、仕事をしてもらいたい、と思っているわけであります。

5．総合土砂管理計画

総合土砂管理については、これから長い期間にわたって、砂防の分野が引っ張りながら計画をつくりあげていかなければならないと思っています。幸いにして、平成13年1月6日から海岸室が砂防部の組織の中に入ってきます。総合土砂管理という考え方の中では、砂防とダムと河川と海岸と一体となってひとつの計画をつくらなければいけないわけであります。

この計画を作る中で、砂防が従来悩んでいた、昔でいう「許容流砂量」の概念なども明確に位置づけられればいいと思っていますが、まだどちらの方向を向いて動き出すかわからない状況であります。これらについては今ようやく緒についたところでありますが、今後の砂防の大きな部分になってくると思っておりますので、皆様方もいっしょになって取り組んでいただければと思っています。

6．経済効果（ストック、フロー）

従来の経済効果論といいますのは、ストック効果を中心にいろいろ議論されています。特に砂防の場合は，人命保護ということで理解を求めてきている部分があるわけですが、これからはますますB／Cの議論が要求されてくるでしょう。そういった時に、単純に現在あるものや住んでいる方を守っていくということだけではなくて、地域の経済発展に及ぼす影響を効果としてアピールしていく必要性がある、と私は思っています。

たとえば長野県の白馬村があります。あれだけの発展をしてきている背景には「砂防ありき」ということを、前の白馬の村長が言っていただいているわけであります。姫川、松川という大きな川が落ち着いたことが白馬村の発展につながっていったわけであります。つまり、結果として土地の高度利用が進み、またいろいろな経済活動がなされておりまして、それらは村の財政にとって大きなプラスとなってきております。そういう部分を分析し、10年間でいくら、100年間でいくらというように考えてみますと、結構大きな経済効果が出てくるのではないか、と思っているわけです。そういう部分をフローの効果として分析していくことも必要ではないかと思っているわけです。

7．アウト・カム指標

今まで我々は、「土石流危険渓流を何渓流整備します」というようにして、自分たちの行政目標の指標を設けていました。しかし、アウト・カム指標というのは、国民がいかなる行政サービスを享受できるのかということを国民に対して説明するというように、受益者である国民の側に立った表現方法が求められます。たとえば「警戒・避難の基準雨量とか危険区域を、何年先には全国民が知ることができる、もしくは10年先には50パーセントの人が知るようになる」ということは、ひとつの表現方法として妥当だと思うのです。

一番むずかしいのが、従来から言われているように、大河川の上流で行っている砂防事業であります。常願寺川の上流でやっている砂防事業をいかにわかりやすく説明していくのか、もしくは利根川の上流でやっている砂防事業をいかにわかりやすく説明するのかということであります。従来の河川局の中の考え方は、砂防とダムと河川改修の３つで１つの効果を発揮するという考え方になっています。単独でできないところに苦しさがありますし、逆にいっしょになって埋もれてしまったら、何が砂防の効果なのかということが説明できないわけです。

このアウト・カム指標は、今後いろんな事業の評価をされる部分において導入されてまいります。そのへんを頭に置きながら、私ども砂防関係の仕事の説明の仕方を考えていかなくてはいけないわけであります。説明するためには、いろんな数値とかベースとなるデータがいりますので、そういうことも併せて考えていく必要性があると思います。

8．緑の活用と間伐材の活用

間伐材を使った仕事は、いろいろ展開してきております。河川局関係が多いと思っていましたら、先般まとめたデータからしますと、建設省関係全体で年間12万m^3くらいだそうです。そのうち、2万m^3くらいが河川局で、10万m^3くらいが道路関係だというのです。そんなに道路が扱っているとは思っていなかったのですが、積極的に展開しているようです。

岩手県の焼走りという地先で行っている直轄事業があります。床固工、護岸工を施工していますが、すべて木で造った施設であります。それが、「何ヘクタールの松林を間伐したのに相当する間伐材の使用量だ」という表現をしています。地域の間伐が進まないなかで、われわれが間伐材を活用する場合、「何m^3使っている」と言ってもあまりインパクトがないのですが、当該地域の松林を、たとえば10ヘクタール分の間伐をしたのに相当する材を使っているというような表現方法は非常にいい考え方だと思います。

間伐材を使うに際して、以前県におりました時に3つの注文を出しました。一つは、どういう場合に間伐材が使えるのか、間伐材を使った工法にもいろいろなものがありますが、どういう場合にはどういう工法が使えるのかというマニュアルをきちんと整理しなさいということです。二つ目は、たぶん現場の担当者は歩掛りに悩むから、仮でもいいから歩掛りを作りなさい、ということです。三つ目は、現場の施工管理の時に、どういう管理基準でやるのかをきちんと示しなさいということです。

そして、考え方をコンサルタントにも示しなさいと申し上げました。なぜかと言いますと、今は建設省や県の人たちはほとんど外注に頼っているわけです。ですから、コンサルタントの人を指導して、コンサルタントの人があるケースに遭遇したら自動的に間伐材を使った工法が絵になるような仕組みにしておけば、手っ取り早いわけです。

間伐材を使用する時に、10cmの材にしなさいと言えば、10cmにしたものを持ってきます。それでは、あまり意味がないように思っています。むしろ10cmから20cmくらいの幅があってもいいのではないかと思っているわけです。そういう点から、本来の必要性とともにどの程度の管理水準であれば現地近くの間伐につながりやすいか、もしくは現地の森林組合の間伐材の活用につながるのかということで、先程申し上げた施工管理の考え方を明確にしておく必要が有ると思います。

最近ある県では若年性の林を皆伐して、「間伐材」と称して売り込んでいる地域もあるようであります。いろいろなことを考える人はいるわけですが、我々はそういうことにめげずに間伐材を活用するとともに、われわれの仕事のエリアは川の中だけではないということを改めて皆さんにお願いしておきたいと思います。川の中だけが仕事の分野でなくて、山の斜面もわれわれの仕事の範疇であるということを改めてお話し申し上げて、私のお話を終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。

2000.9.12 岐阜県上矢作町の土砂災害における情報伝達状況と住民のニーズ ～現地聞き込み調査結果報告～

土砂災害ソフト対策研究会

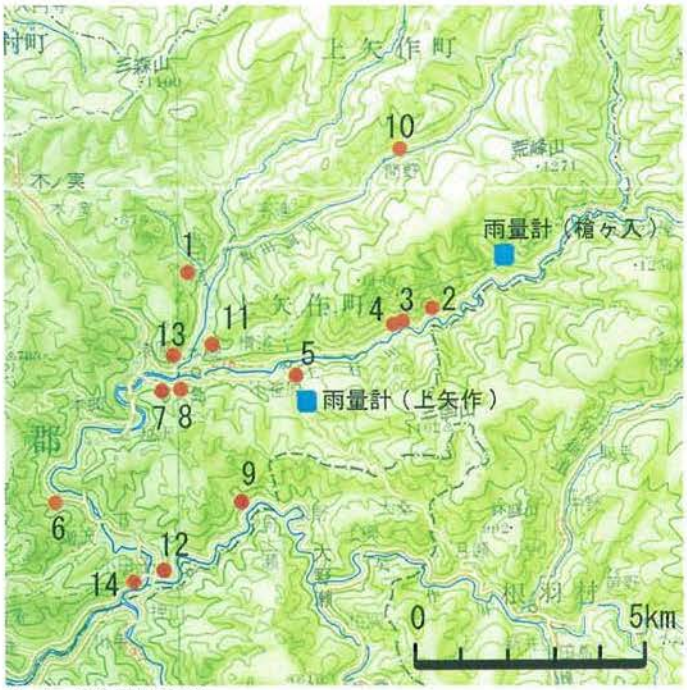
1．はじめに

2000年9月11日から12日にかけて東海地方を襲った豪雨により、岐阜・愛知・長野3県の県境付近において多数の土砂災害が発生した。

土砂災害ソフト対策研究会では平成10年度より、土砂災害発生後に聞き込みを主体とした現地調査を行い、発生時刻データの取得や災害時の住民行動の把握を行ってきた。今回は、建設省施策である土砂災害情報相互通報システム整備事業において「住民にとってどのような情報が欲しいか」「住民からどのような情報が発信できるか」といった情報の内容や通報手段が重要なポイントとなることを踏まえ、このような内容に重点をおいて、岐阜県上矢作町において現地聞き込み調査を行った。

2．調査箇所

調査対象は岐阜県上矢作町内の14箇所で、16人に対して聞き込みを行った(図—1、表—1)。



図－1　調査箇所位置図

表－1　調査箇所一覧

番号	区分	場所（全て岐阜県上矢作町）		人的被害※			建物被害※ 住家					非住家	聞込調査対象者数※※	発生時刻※※※（全て9月12日）	備考
		地名	渓流名・箇所名	死者	行方不明	負傷者	全壊流出	半壊	床上浸水	床下浸水	一部破損				
1	土石流	飯田洞	松ヶ沢	0	0	0	2	2	—	—	—	1	2	6:30～7:00(3波)	
2	土石流	達原	中新田沢	0	0	0	—	—	—	—	1	2	2	1:00～2:00頃	
3	土石流	〃	奥犬間沢	0	0	0	—	—	—	—	1	—	2	4:00すぎ～5:00頃	
4	土石流	〃	犬間沢	0	0	0	1	—	—	—	—	2	1	3:00～3:30	
5	土石流	横道	磯沢川	0	0	0	—	—	—	—	—	—	0	不明	
6	土石流	下久呂瀬	黒州谷	0	0	0	—	—	—	—	—	—	1	不明	
7	土石流	足沢	大洞沢	0	0	0	—	—	—	—	—	—	1	5:30頃	
8	土石流	万場	大兼沢	0	0	0	—	—	—	—	—	—	1	不明	
9	土石流	河上瀬	悪沢谷	0	0	0	—	—	—	—	—	—	0	不明	
10	土石流	間野	間野谷	0	0	0	—	3	—	—	—	—	0	不明	
11	土石流	飯田洞	暗井沢	0	0	0	—	1	—	—	—	—	2	5:00頃	
12	がけ	小田子	小田子①	0	0	0	0	0	—	—	1	—	2	未明	
13	がけ	本郷	陣屋洞	0	0	0	0	0	—	—	0	—	0	不明	
14	土石流	小田子	井取洞	(0)	(0)	(0)	(1)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	2	5:15～5:30頃	
												合計	16		

※被害については、14番以外は災害報告から転機。「—」は記入無しの意味。14番は災害報告が入手できなかったので調査結果より。
※※聞込調査対象者数が0の箇所は、災害箇所の近傍に人家が無かったか、留守であった事を意味する。
※※※発生時刻は聞き込み調査結果より。

3. 調査方法

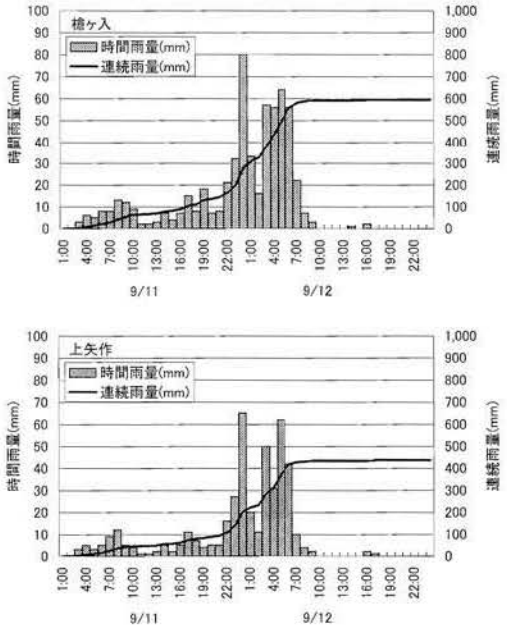
調査は平成12年10月26日（木）～28日（土）にかけて、（財）砂防・地すべり技術センターの荻田充祥・平川泰之、アジア航測（株）の飯塚史教・佐野寿聰の合計4名、2班構成で行った。調査項目は下記のように設定した。聞き込みに要する時間は1人あたり30分～2時間程度であった。

○現象と災害の概況（発生日時、現象名、被害状況、見取り図）
○避難行動（避難の有無、避難・非避難の理由、今回入手できた情報の内容と手段）
○現在の通信インフラ状況
○住民が入手したい情報の内容と手段（雨量、避難勧告、周辺の発災・避難状況等）
○住民から発信できそうな情報の内容と手段（発災情報、周辺異常、避難報告等）
○回答者の属性

4. 調査結果および考察

4.1 現象と災害の概況

発生時刻は表—1に示したとおり未明の1:00頃～7:00頃の間に分布している。当日の降雨状況（図—2）は深夜23:00～6:00にかけて、途中に数時間の小康状態を挟むものの時間雨量40mmを越す降雨（槍ヶ入で最大80mm/hr）が断続しており、災害発生時刻は降雨状況におおむね対応している。ただし調査対象の隣の小渓流で、雨の止んだ9時頃に土石流が発生したという証言もあった。



図—2 降雨状況（観測所位置は図—1参照）

調査対象となった土石流の堆積物はいずれも風化花崗岩（マサおよび角礫）から構成されており、また概して多量の流木を含んでいた。氾濫面積は数百～数千m²程度であり、特別に大きなものはない。発生源が確認できたものはいずれも、山腹崩壊に起因した土石流であった。

被害状況は全壊・流出4、半壊6などの家屋被害はあるが、人的被害はなかった。

4.2 聞き込み対象者の属性

表—2に示す通りである。

表—2 聞き込み対象者属性

性別	男性	7	世帯人数	2人	6
	女性	9		3～4人	4
年齢	20代	1		5～6人	4
	30代	3		7人	2
	40代	1	居住年数	10年未満	1
	50代	3		10～50年	2
	60代	1		50～100年	6
	70代	5		100年以上	6
	80代	2		不明	1

4.3 情報通信インフラ状況

テレビ・固定電話は16人全員、防災行政無線の戸別受信機は15人の世帯に設置されていた。携帯電話は世帯内の誰かが所有しているケースも含めると10人（うち1人は災害後購入）が所有しており、比高数百mの山に囲まれた谷あいの集落という地域特性を考慮すると、意外に普及率が高いという印象を得た。一方インターネットが利用可能なのは1人のみであった。

4.4 避難・非避難の事態と理由

避難した人としなかった人は各8人ずつであった。避難した理由（複数回答：以下特記無い場合は同様）としては自分の判断（5人）、消防団等の指示（3人）、役場からの勧告・指示（2人）があげられた。なお発災前に避難した人は1人だけであった。彼女は勧告や指示などは聞いていなかったが、家屋のすぐ横の渓流が増水し土砂や流木が流れるといった状況から自分で危険を判断し、自宅を流出させることになる土石流の発生から15～30分前に避難した。一方避難しなかった理由としては自分の家は安全だと思った（4人）、家屋を守るための作業（2人）、道路が寸断され逃げられなかった（2人）、土砂災害の危険を

写真－1　土石流流下区間の渓流の状況（松ヶ沢）

写真－2　土石流堆積状況（奥犬間沢）

感じなかった（1人）があげられた。

4.5　今回の情報伝達における実態と問題点

停電・断線・共同アンテナの切断操作などにより、ほとんどの家庭で（早いところでは深夜12時頃から）テレビ・電話・防災無線などの情報通信インフラが使用不能に陥った。防災無線は乾電池で動作するはずだが、動作しなかったケースでは電池交換を行っておらず電池切れになっていたものと思われる。この結果住民が入手できた情報は全般に少なく、最も容易と思われたテレビ・ラジオからの情報入手すら、行ったのは7人だけであった。

一方、上矢作町役場によれば0:10（消防団招集と大雨に対する注意）、3:05（250mmに達したため警戒）、3:46（避難勧告：290mmに達したため避難の準備）の3回の防災行政無線放送を行っており、これに対して8人の回答者が何らかの放送があったことを記憶している（表—3）。このうち1回目の放送（消防団の招集）をよく記憶していた回答者5人はいずれも家族内に消防団員が居る人であり、このため注意喚起が行われたようである。しかし3回目の放送（避難勧告）については、この時点で停電していなかった回答者少なくとも4人（調査番号8,12-1,12-2,14-2）のうち、「避難」の言葉があったのを記憶しているのは2人だけであり、さらに4人全員が自宅に関してはさほど危険を感じず放送後も発災まで家にとどまっている。すなわち町が発災前（一部地域ではすでに発災していたが）に避難勧告を出したにも関わらず、これが住民の避難を促す重要なインパクトとなり得ておらず、発災前の避難が行われなかった原因として停電だけでなく住民の意識にも問題があるといえる。

この他、消防団の訪問により避難指示を受けた人が5人いた。

また住民の側からの情報発信としては、唯一発災前に避難した回答者が、隣家へ避難する直前に消防団と弟に「これから避難する」との電話連絡を入れていた。

4.6　今後の情報伝達に関するニーズ

住民が入手したい情報については当初積極的な回答が得られなかったが、具体的な例示と丁寧な説明を行ったところ、「このような情報なら入手したい」というニーズを引き出すことが出来た。具体的には

表−3　防災行政無線の放送内容とそれに対応すると思われる聞き込み対象者の証言

実際の放送内容（町役場より） 調査番号	0:10 ○消防団招集 ○大雨に対する注意	3:05 ○250mm に達したため警戒するように	3:46（避難勧告） ○290mm に達したため避難の準備をするように
1－1	役場からの放送は無かった。		
1－2	*0:15 に消防の招集がかかった。*	―	―
2－1	１２時頃から停電して利用できなかった。		
2－2	停電のため戸別受信機は利用できず。屋外スピーカがなっていたが聞き取れなかった。		
3－1	屋外、戸別ともにならなかった。（１２時頃に停電）		
3－2	停電のせいか、情報が入らなかった。		
4	―（１２時過ぎに停電した）		
6	戸別受信機が配布されていない。		
7	*12 時くらいに消防の招集がかかった。*	200mm とか 400mm とかで注意を呼びかけていた。	
8	12 時くらい・3 時くらい・朝の３回、放送があったと思う。		
11－1	寝ていたので覚えがない。		
11－2	役場の放送は無かった。（1 時の時点で停電はしていない）		
12－1	*孫は消防に招集された。*	―	*夜中に「雨がひどいから土砂崩れの危険があるので避難するように」と放送があった。*
12－2	―	*3 時に「250mm 降ったから注意してください」と放送。*	逃げてくださいという放送は無かった。（5 時頃まで起きて仕事をしていた）
14－1	*12 時頃、消防の招集がかかっていた。*	注意といっていた。	
14－2	*12 時くらいに消防の招集がかかった。*	*3:30 くらいに「川沿いの人は避難してください」という放送があった。雨量も言っていた。*（停電は 5 時以降）	

※網掛けは何らかの放送を記憶しているもの、*斜字*は内容を比較的良く記憶しているもの。

雨量情報として図―3に示すような表現方法を例示したところ、時系列グラフと棒グラフ（共に4人）が比較的人気が高く、雨量情報以外では避難勧告・指示（5人）、周辺の災害発生状況（5人）などの回答が得られた。

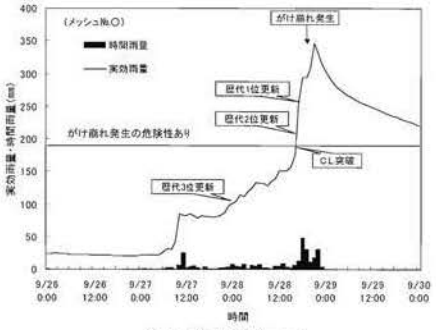
否定的な回答者からは「発信してくれる人がいないだろう」「アテにならない」などの言葉が語られたが、このような「あきらめ」に似た気持ちに対しては、技術的に提示可能な情報を具体的に示すことによって、理解を得るとともに潜在的なニーズを引き出していくことが重要と考えられる。

住民から発信できそうな情報については、災害時には余裕がないという理由から8人が無回答であった。実際に避難直前に連絡した人も1人いたが、これを標準と考えるのは期待しすぎであろう。まずは避難後の状況報告が確実に行われるようなシステムを構築することが重要と考えられる。

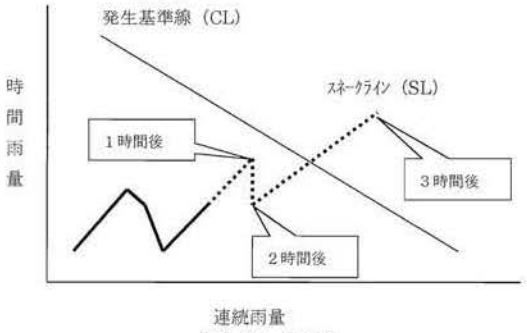
希望する情報伝達手段としては、発信は電話（固定／携帯）（8人）、受信は防災行政無線の戸別受信機（4人）が最も多かった。このほか各手段の問題点として、テレビは地域の詳細な情報が放送されない、電話やインターネットは災害時の停電・断線のためアテにならない、災害時の役場は対応に追われているため電話はかけられない、など従来からの問題点がここでもあげられた。また機械などでなく消防の人が来てくれるのが一番良いという声もあった。連絡先としては役場のほか区長、消防団、実家などがあげられた。

4.7　避難方法に関する問題点

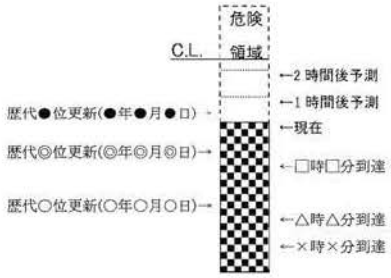
入手したい情報を問う中で、「情報をもらってもどうしようもない（避難できない）」という言葉が聞かれた。実際一部の集落では道路が寸断されており、12日の昼以降にヘリコプターで救助されている。



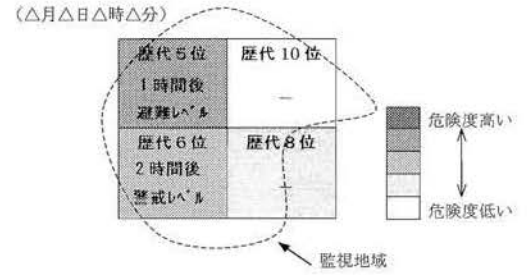
(A) 時系列グラフ



(B) CL／SL図



(C) 棒グラフ



(D) マップ情報

図－3　雨量情報の表現方法（聞き込み調査時に例示したもの）

また役場指定や集落内での慣例により決められた避難場所に対しては、遠くて避難できない、斜面直下にありかえって危ない等の意見があった。さらに避難先までの移動手段として車を利用したり、車の中で一夜を明かした（つまり車に避難していた）例もあった。このような避難方法（場所と手段）上の問題点は従来から指摘されているが、冒頭のような住民の声からは、情報伝達の問題と同時に避難方法の問題も解決していかなければ情報の活用は期待できないことがわかる。

5．今後の調査様式の改良点

今回は聞き込み対象者に対して雨量情報の表示方法を具体的に例示した（図―3）ことにより、対象者側でのイメージアップを促せ、結果的にある程度の回答を引き出すことが出来た。一方通信手段については言葉だけの説明であったため、例えばインターネットでどのような操作でどのような画面が見えるのかといったイメージが、回答者には把握しにくかったようである。これまで体験したもののないものに対するニーズを引き出そうとする場合、具体的な例示をすることが必要である。ただし調査にかけられる時間との兼ね合いが問題となる。

また発生時刻についてはその精度も重要である。今回の様式では避難行動の詳細を読めばおよその精度が判るようになっているが、とりまとめ作業の効率を考慮すると、発生日時の欄に何らかの指標で精度を記入する様式としておくのが良い。

この他、後日回答者に確認したいケースも発生するので、回答者の電話番号を記入する欄も設けておくと良い(もちろん聞き方には注意が必要であるが)。

6．まとめ

上記で抽出された問題の中には従来から指摘されているものもあるが、情報に対する不信感とともに潜在ニーズもあることを引き出せたのは大きな成果である。また限られた少数の調査対象ではあるが、住民の望む情報内容や手段についてデータが得られた。

建設省施策である土砂災害情報相互通報システム整備事業では、住民と市町村の間でやりとりする情報の内容が重要なポイントとなる。本調査で得られた知見を活かして、潜在ニーズを引き出せるような調査方法や、避難に役立つシステム作りをさらに検討していきたい。

最後に、調査にご協力頂いた岐阜県砂防課、恵那建設事務所、上矢作町役場の各職員、および住民の方々に謝意を表します。

（執筆担当：総合防災部　平川泰之）

東海地方豪雨災害　現地聞き込み調査表（1／3）　平川、佐野

渓流名・箇所名 井取沢	調査番号 14-1
住所 岐阜県上矢作町 小田子	調査日 10/27

(1)現象と災害の概況

①発生日時 9/12 5:15～5:30 くらい	②現象名 土石流

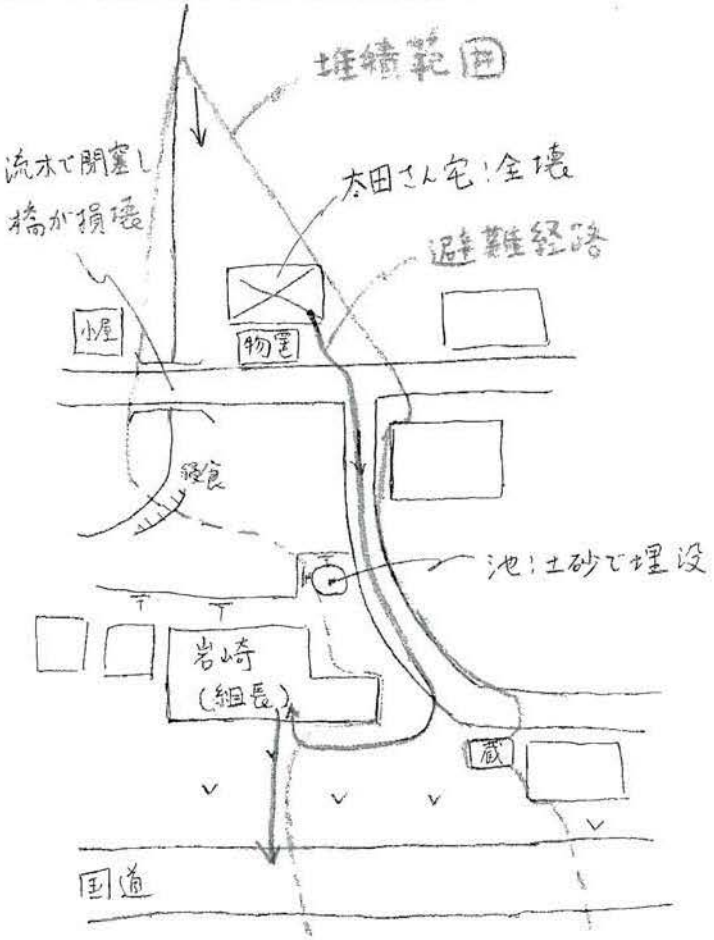
③被害状況（聞き込み対象者の世帯に関して）

人　的：~~死者~~　~~行方不明~~　~~負傷者~~　なし

家　屋：(全壊)　半壊　一部破損　床上浸水　床下浸水

その他：

④被災現場見取図（堆積深等の現地情報は適宜記入）



東海地方豪雨災害　現地聞き込み調査表（２／３）

(2)今回の避難行動

①災害発生と避難の経緯 雨の音がこれまでのとは違った。23:00ころから川を見ていたら、砂がどんどん流れていた。24:00ころ、防災無線で消防の招集がかかった。3:00ころが雨のピークで、このころには避難の準備ができていた（おじいさんが体が不自由なので）。　5:00ころ、消防団と男に「避難する」と連絡した後、5:05ころに岩崎さん宅に避難。おじいさんが眼鏡を忘れたというので1回家に取りに戻って、また岩崎さん宅に入る瞬間、土石流が出て家が流された。大きな木やらが流れていた。その後二次避難（郵便局長さん宅）、三次避難（実家）と移って、今も実家にいる。

②避難の有無：　(した)（5:05 時頃）　しなかった

③避難した理由
役場からの勧告や指示（ナシ）　消防団その他の指示（ナシ）　(自分の判断)
その他（　　）

④避難しなかった理由
土砂災害の危険を感じなかった　自分の家は安全だと思った
豪雨のため出られなかった　身体的都合により出られなかった
避難路や避難場所が危険だと思った
家屋等を守るための作業（土嚢積み等）
その他（　　）

⑤今回入手した情報の内容と手段（避難した人は避難前に入手できたもののみ）

	テレビ・ラジオ	インターネット	防災無線	その他
雨量				
土砂災害の発生のしやすさ（近年で最も高いとか）				
大雨警報				
役場からの勧告や指示				
消防団その他の指示				
周辺の災害発生状況				
周辺の避難状況				
その他			○注意 ○消防の招集	

東海地方豪雨災害　現地聞き込み調査表（3／3）

(3) 現在の通信インフラ状況

(戸別防災無線)　インターネット　ケーブルテレビ　携帯電話

その他（　　）

(4) 住民が入手したい情報の内容と手段

①内容

時系列グラフ(別紙 A)　CL/SL 図(別紙 B)

(棒グラフ(別紙 C))　マップ(別紙 D)

〔発生回数／CL超過回数〕が（　　）%以上なら注視する

(避難勧告や指示)　(周辺の災害発生状況)　(周辺の避難状況)

その他（　　）

これが一番

②手段

テレビ　ラジオ　(固定電話)　携帯電話　ファックス　戸別防災無線

インターネット　その他（消防の人が来てくれるのが一番良い。）

(5) 住民が発信できそうな情報と手段

①内容

(災害発生情報)　(周辺異常や前兆現象)　(避難の報告)

その他（　　）

今回、実際に行った。

②手段

(固定電話)　携帯電話　ファックス　インターネット

その他（　　）

(6) 聞き込み対象者の属性（教えて頂ければ）　（主人：81）

①氏名（太田貢の奥さん）　②性別（男・(女)）　③年齢（74）才

④家族構成　（2）人　内訳（本人とご主人　※娘は福武に在住）

⑤居住年数（75）年くらい　⑥職業（無職）

平成10年度（財）砂防・地すべり技術センター　研究開発助成報告

斜面内土要素の間隙水圧の繰り返し載荷に伴う強度劣化過程の実験的解明と地すべり安定解析に用いる強度定数に関する検討

大塚　悟*

研究題目：

斜面内土要素の間隙水圧の繰り返し載荷に伴う強度劣化過程の実験的解明と地すべり安定解析に用いる強度定数に関する検討

研究概要と成果：

本研究は2つの視点から構成される。1つは地すべりがどのように生じるのか、その破壊機構を土の状態変化から明らかにする。地すべりの特徴は緩速破壊にある。土砂崩れのような急速破壊でなく、何故有限な変形を繰り返し生じるのか。また、一度すべった地すべり斜面内の土要素は次のすべり破壊に対してどのような強度を有するのか。最終的にどのような状態に到達するのか。これらは本質的な問題でありながら、これまでに十分に明らかにされていない。2つ目は地すべり安定解析に用いる強度に関する検討である。地すべり機構を踏まえた安定解析が地すべりの安定性評価に不可欠である。本研究は地すべり斜面内の土要素を模擬した、初期せん断応力を受ける粘性土の間隙水圧載荷によるせん断挙動を実験的に調べることによって、土のせん断強度の変化の視点から地すべり破壊機構を明らかにすると共に合理的な地すべり強度の提案を目的とする。

実験から得られた主要な結論を箇条書きにする。

(1)供試体下端から間隙水圧を載荷すると、水圧が供試体上端にまで伝達するにはある（伝達）時間が必要である。水圧載荷によって供試体は吸水膨張するが、初期には弾性膨張のために伝達時間はほぼ一定であるのに対して、水圧を大きくするとある水圧から伝達時間が長期化し、破壊近傍では極めて長い時間をかけて変形が生じた。供試体が破壊し始めると非常に長い時間がかかる現象は、地すべりの緩速破壊とよく似ている。この原因には土が破壊し始めると土の骨格剛性が低下することによる圧密現象の長期化と、過圧密粘土のせん断による吸水膨張（ダイレイタンシー）が水の移動と共に生じるために土のせん断変形が水の移動と共に進行的に生じる（進行性破壊）ことによる。土試料は非排水条件ではせん断強度が大きくてせん断しないが、水を吸水すると塑性軟化してせん断変形を起こす。しかし、吸水には水の移動が伴なって長時間を必要とする。土試料の吸水による塑性軟化は新たなせん断を誘発してせん断が次々に進行する破壊機構を有する。

(2)間隙水圧載荷による供試体の軸変位に着目すると軸変位の急増する水圧がある。供試体の間隙比変化を調べると水圧載荷初期においては間隙比が弾性膨潤線上を推移するのに対して軸変位の急増点にて間隙比が急増して弾性膨潤線から離脱する。この土の膨張はせん断によるダイレイタンシーが生じたことを示しており、この点での平均有効応力を下降伏点と定義した。下降伏点は弾性限界に対応している。間隙水圧を更に載荷すると供試体のせん断変形が徐々に大きくなるが、最終的に所定の軸差応力を保つ事ができなくなる水圧に到達する。この後に供試体は著しいせん断変形を生じて破壊に至るが、この点を上降伏点と定義した。上降伏点は供試体のせん断強度が最大に発揮されているピーク強度に対応する。上降伏点以降は排水試験における土のせん断軟化挙動と同様に間隙水圧載荷試験においても破壊する。

「研究開発助成」について

当財団では、毎年研究開発助成事業を実施しています。この助成事業は、砂防ならびに地すべりおよびがけ崩れ対策に関する技術の向上を図るため、これらに関する技術開発および調査研究を対象として、特に問題意識が鮮明で、達成目標が具体的なテーマで、優れた人材を集結し十分な遂行能力を有する大学、高等専門学校等の研究者に対して実施しております。

＊長岡技術科学大学　環境・建設系

(3)供試体に作用する軸差応力を変化させた一連の実験から、下降伏点は土の摩擦角を示す限界状態線上にプロットされた。限界状態線は通常土の残留状態にて到達する点を示す事から地すべり解析等においても長期安定問題で用いるべき材料定数を与えるが、本実験から限界状態線は弾性限界にも相当する事が分かった。他方、上降伏点は有効応力による整理にて限界状態線の左側に位置するdry側にプロットされ、実験の範囲では線形関係が成立する結果となった。上降伏点はせん断強度をぎりぎりに見積る設計に対応する強度を与える。

(4)間隙水圧載荷試験から得られた下・上降伏点は地すべり斜面の安定性を評価する上で重要な設計定数を与えるが、斜面の地盤が有する土質定数とどのような関係があるのか検討した。土の最新の弾塑性構成式である橋口の下負荷面モデルを用いて間隙水圧載荷試験の数値シミュレーションを行った。降伏関数にはオリジナル・カムクレイモデルを用いた。その結果、数値シミュレーションによる弾性限界はほぼ限界状態線に一致して、下降伏点をシミュレーションによって適切に表現できた。従来の構成モデルによると弾性限界が限界状態線に一致する現象を構成モデルによって表現することは極めて難しかった。また、上降伏点は限界状態線を越えるdry側に実験結果は得られたが、構成モデルを用いたシミュレーションは実験結果を非常によく説明することができた。実験では上降伏点が限界状態線とほぼ平行な直線状にあるように観察されるが、構成モデルによると上降伏点は非線形な曲線を呈しており、従来に得られている土質工学的な知見とより合致する結果となっている。用いた構成関係は地盤の平均的な地盤定数を用いており、間隙水圧試験で得られた下・上降伏点はこれらの土質定数並びに地盤内土要素の応力状態に応じて求める事が出来るようになった。

(5)間隙水圧増加試験では正規圧密粘土に対して実験を行なったが、土の下・上降伏点が構成モデルによって表現できる事が示された事から、実際斜面の過圧密土に対しても下・上降伏点を予測する事が可能になった。初期状態が正規圧密である粘土の場合には上降伏点がほぼ限界状態線に平行な直線状にプロットされるのに対して、過圧密比が大きいと上降伏点が強い非線形曲線を呈する事が明らかとなった。

(6)本研究では当初健全な状態にある土試料が間隙水圧の増加によってどのように変形して破壊に至るのか観察した。しかし、この現象は地すべりでは初生すべりといわれるすべり形態に対応し、繰り返し地すべりが生じる再すべり型地すべりにそのまま対応するものではない。再すべり型地すべりの場合には既存のすべり面に沿う土の強度が非常に大きなせん断変形を経験することによって大きく変化することが指摘されており、本研究で行った実験条件とは異なっている。今後は大変形を経験したすべり面上の土要素のせん断挙動について調べる必要がある。初生すべりの場合に適用性が確認された構成モデルについてもすべり面上の土要素に対してどう適用するのか、モデルについても検討を加える必要がある。

研究報告：

1．はじめに

本研究は地すべりの誘因を、(1)斜面が有する幾何形状に起因する土要素のせん断応力と、(2)降雨や融雪などによる斜面内の間隙水圧の上昇ととらえて、三軸試験機を用いた間隙水圧増加試験を行った。斜面内の土要素に働くせん断応力は三軸試験における軸差応力として載荷して、軸差応力を一定に保つ条件にて土試料の間隙水圧を強制的に上昇させる試験を実施した。同種の考え方に基づく実験的検討は小川（例えば小川ら、1985）、片桐（1990）らによって行なわれている。しかし、これらの研究は土の変形・強度特性を調べる事を目的としており、土・水連成の視点から地すべりが間隙水圧の上昇によってどのように発生するのかを明らかにするものではなかった。地すべりの特徴は緩速破壊にある。土砂崩れのような急速破壊でなく、何故有限な変形を繰り返し生じるのか。また、一度すべった地すべり斜面内の土要素は次のすべり破壊に対してどのような強度を有するのか。最終的にどのような状態に到達するのか。これらは本質的な問題でありながら、これまでに十分に明らかにされていない。本研究は地すべりの破壊機構を土の状態変化から明らかにすることを目的とする。その結果を踏まえて地すべり安定解析に用いる強度に関して検討した。

2．既往の研究

本研究で行なう間隙水圧載荷試験に関する既存の研究について簡単にまとめる。

小川（1985）はリングせん断試験機を用いてせん断応力一定条件で全垂直応力を減少させる試験を行ない、土のせん断強さの変化を調べた。土のせん断ひずみの変化から、せん断ひずみの急増点（下降伏点と定義）並びに破壊点（上降伏点と定義）が存在する事を示した。ピーク強度は拘束圧が等しい場合に正規圧密土の強度よりも大きくなる、過圧密土に特有なせん断強度を示した。他方、Eigenbrodら（1987）は三軸試験機を用いて軸差応力を加えた状態の粘性土供試体の端面に間隙水圧を繰り返し増減させる実験を行った。実験から低応力レベルでは破壊包絡線が過圧密供試体の破壊包絡線の下方に位置することを報告している。片桐（1990）は同様に三軸試験機を用いて軸差応力を載荷した供試体の間隙水圧を強制的に増加させる試験を行っている。水圧載荷によって粘土試料が過圧密へ移行した後にどのようなせん断挙動を示すのか過圧密粘土の構成関係を念頭に実験的に明らかにした。

これらの研究は地すべりを念頭に、間隙水圧の上昇に伴なう土の有効応力の減少によって生じる土のせん断特性を調べたものである。最終的には地すべり斜面の安定性評価を目的とするために、主として土のピークおよび残留強度を求めることを主眼としている。しかし、地すべりは土砂崩れのような斜面崩壊と異なって、繰り返しすべり破壊を生じる特徴がある。何故、地すべりは緩速破壊を生じるのか、強度論と力の釣り合いに基づく従来の研究では現象を十分に説明することは難しい。本研究で行なう三軸試験機を用いた間隙水圧増加試験では土の強度・変形特性を調べるが、従来のような三軸試験は要素試験であるとの認識から離れて、地すべり斜面と同様の境界値問題としてのモデル試験として解釈する。実験当初においては要素（供試体は均質一様）に近い状態であるものが、せん断変形の進展によって次第に変形が局所化して最後にはすべり線が形成される過程をありのままに観察して、地すべりの緩速破壊の機構を考察する。浅岡（例えば1996）は三軸試験であっても、供試体内ではせん断の非一様性に起因して水の移動が随所で生じており、供試体内のある部分では水を排水するせん断が生じたり、他の部分では強制的に水が流入する条件で土のせん断が生じることを明らかにしており、粘性土のせん断挙動の理解には土と水の連成挙動の視点が不可欠であることを指摘している。

3．実験に用いた粘土試料の力学的性質

間隙水圧増加試験では新潟県長岡市にて露頭している粘土層から直接試料採取を行なった。採取試料は425μmふるいでふるい、その通過分を水と共に十分に練り返した後に予備圧密して三軸試験に用いる供試体を作成する。ふるい通過試料中に含まれる混入空気は、液性限界を十分に超える含水状態へ試料を調整し攪拌によって除去する。その後一昼夜静置して予備圧密を行なった。調整試料は自立可能な最低限度の予備圧密圧力で予備圧密する。本試料は予備圧密試験から上載圧を47kPaとして、1次元圧密が十分に終了するように予備圧密の期間を7日間とした。

試料の物理的性質を調べるために、土質試験法に基づき比重試験、液性試験、塑性試験、及び粒度試験を実施した。得られた結果を表3-1、図3-1に示す。

表3-1　試料の物理的性質

比重	G_S		2.67
液性限界	W_L	(%)	49.80
塑性限界	W_P	(%)	35.70
塑性指数	I_P	(%)	14.10

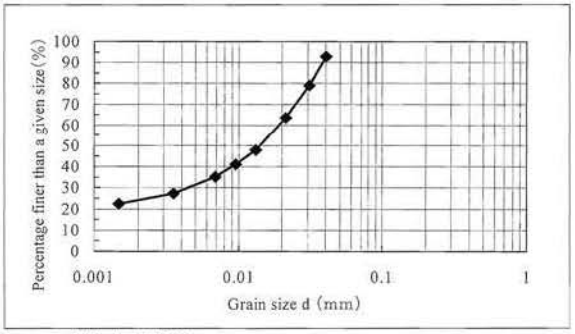


図3-1　粒径加積曲線

試料の圧縮、膨潤特性について三軸試験機を用いた等方圧密、膨潤試験の結果を示す。図3-2に実験結果を示すが、正規圧密曲線（NCL）の勾配（弾塑性圧縮係数）はλ=1.1123*10-1、膨潤曲線（OCL）の勾配（弾性圧縮係数）はκ=1.8205*10-2と得られた。

試料の内部摩擦角を等圧密非排水三軸試験により求めた。下図は圧密圧力200kPaと300kPaの圧密非排水せん断試験結果である。有効応力パスは両者にて

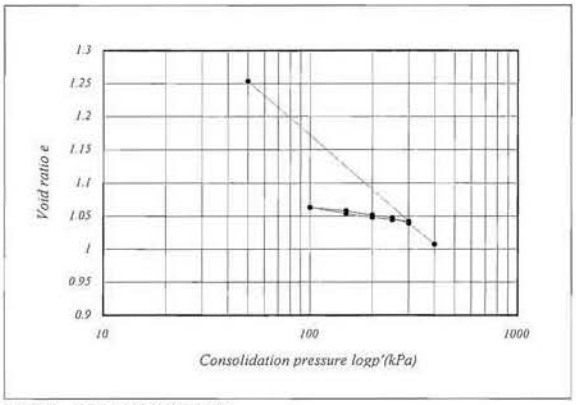


図3-2　等方圧密膨潤試験

ほぼ相似形をなし、正規化挙動が観察される。ピーク強度に対して原点を通る直線を当てはめると、限界状態線勾配が=1.53と得られる。限界状態線勾配Mは土の内部摩擦角と対応関係がある。

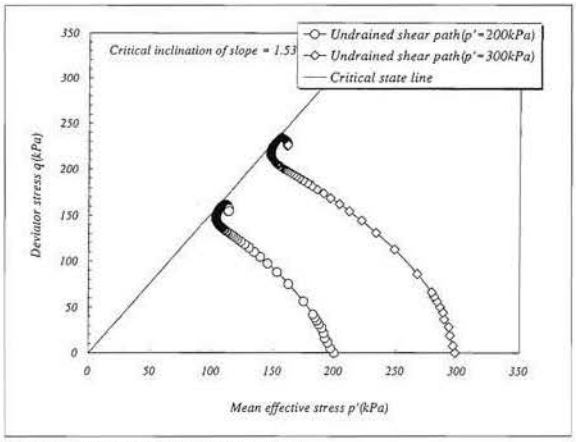


図3-3　等方圧密非排水せん断試験

4．間隙水圧増加試験の手順

間隙水圧増加試験では供試体を所定の圧密荷重で等方圧密し、正規圧密状態とした後に所定のせん断力を載荷する。本試験では供試体の間隙比の変化を測定するために、供試体に作用させるせん断力は非排水条件で載荷する。所定のせん断力を載荷後8時間放置した後に、間隙水圧増加過程に移る。間隙水圧増加過程では供試体下端にて水圧を強制的に載荷する。試料は透水係数の低い粘性土であるため、水圧の載荷速度を1.5kPa/minとし、10kPaづつの段階的な水圧載荷を行う。各載荷段階で下端部より与えた間隙水圧増分が上端部にて観測されると、供試体内の水圧は一様と判断して次の水圧載荷に移る。水圧の増分は本来小さく設定するほど試験精度への影響は少ないものと考えられるが、浸透力とノイズの関係から1ステップ当たり10kPaの間隙水圧増分とした。なお、水圧の伝達の判定は、突発的なノイズの影響を受けないように20秒に一回測定される値から5つの平均値を算出し、これが目標値を中心としたある範囲内に入った時点で水圧が供試体上端部まで伝達され、供試体内での分布が一様であると見なしている。

間隙水圧の増加により供試体は正規圧密から過圧密へと状態が移行する除荷過程において平均有効応力の低下に伴ない土試料は膨潤する。膨潤による供試体断面積の増大から軸差応力が低下しないように、20秒に一回測定される値（排水量、軸変位）から断面積を算定し、常に軸差応力を一定に保つように補正する。試験終了の判定は、供試体内部の間隙水圧とセル圧との差が5kPaに達したとき、または、供試体の軸変位が間隙水圧の増加（載荷）によってダイヤルゲージの定格容量である30mmに達したときである。試験終了後に含水比、乾燥重量の測定を行う。本実験では非常に長い時間を要する実験であるが、メンブレンの透水性に関する補正は行っていない。その理由として、間隙水圧増加試験では水圧の増加によって有効応力、すなわち、セル圧と供試体内部の水圧の差が小さくなるので浸透量は比較的小さいと考えられることによる。表4-1に間隙水圧増加試験での試験条件を示す。初期せん断力の大きさは圧密圧力200kPaでの非排水せん断試験強度140kPaを上限に適宜設定した。

表4-1　間隙水圧増加試験の試験条件

圧密圧力（kPa）	初期せん断応力（kPa）
200kPa	25
	50
	75
	100
	120
	130

5．間隙水圧増加試験における間隙水圧の経時変化

図5-1は供試体上端で観測される間隙水圧の経時変化を示している。全応力は一定に保たれているので間隙水圧の増加は有効応力の減少を伴う。水圧の経時変化は上に凸の関数形を示しており、供試体下端での水圧が上端へ伝達するにはある時間が必要で

ある。この挙動は圧密における水圧消散の経時変化と同様であると理解される。そこで間隙水圧の伝達を圧密理論に基づいて考えると、水圧が伝達されるまでに必要とする時間は圧密係数または排水距離に変化が生じない限りにおいて、各水圧の載荷ステップにて一定の値をとる。図5-1では水圧が小さい場合には各水圧載荷ステップにてほぼ伝達時間が等しく、水圧載荷初期においては圧密係数がほぼ一定であると考えられる。しかし、水圧が大きくなると伝達時間は徐々に長期化し、供試体が15%ひずみに達する最終ステップでは実に長い時間をかけて水圧の伝達が行われる。排水距離の変化は大変形を生じる最終ステップを除いてごく僅かなものであるため、伝達時間に影響を及ぼす要因として圧密係数の変化が考えられる。

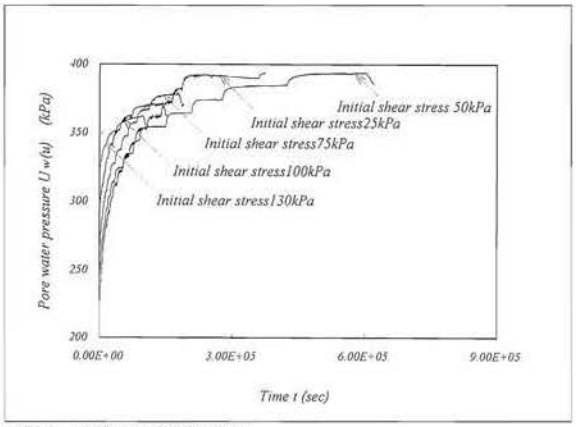


図5-1 間隙水圧の伝達時間

圧密係数は透水係数と体積圧縮係数の影響で変化する。試験が進むに従い供試体は吸水膨張し間隙比が大きくなる。透水係数は間隙比の関数であるため、試験が進むにつれ伝達時間が短くなることになり、今回の試験結果と一致しない。従って、試験での水圧伝達時間の長期化は体積圧縮係数の増加に起因するものと考えられる。体積圧縮係数の増加は土供試体の接線剛性が低下することを意味することから、伝達時間が長期化するのは塑性変形による粘土供試体の剛性低下が要因と考えられる。水圧載荷によって供試体が過圧密状態へと移行すると弾性的挙動を示すために水圧伝達時間がほぼ等しいが、間隙水圧の増加により塑性変形を生じると塑性軟化による圧密係数の変化によって伝達時間が長期化すると考えられる。

6．間隙水圧増加試験における軸変位と下・上降伏点

図6-1は間隙水圧増加試験より得られた軸ひずみと平均有効応力の関係を示したものである。図には等方圧密終了時からの変形を示している。本実験ではひずみ制御により0.05mm/minで非排水せん断を

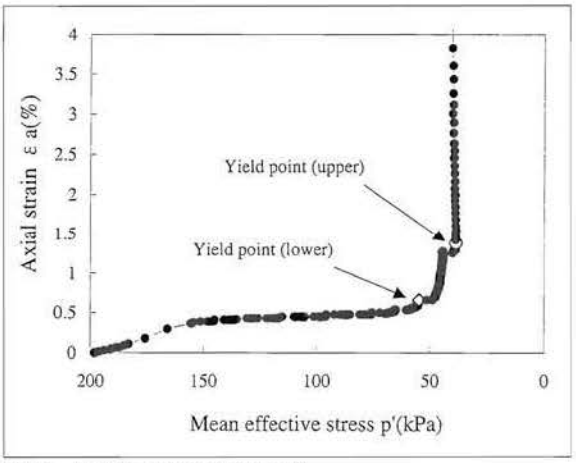


図6-1 軸変位～平均有効応力関係

行っているため非排水せん断時には図のように、有効応力の減少に伴い除々に軸ひずみは増加している。その後、所定の初期せん断力に達し間隙水圧増加過程に入ると軸ひずみはほぼ一定値に落ち着いており変化量はきわめて小さい。その後、下降伏点に達すると.軸ひずみは増加して、上降伏点に達すると平均有効応力の変化なしに急増して破壊に至っている。この図より、粘性土供試体の内部に間隙水圧の上昇が起こると破壊の直前になるまでその前兆はほとんど見られず､急速に破壊することが分かった。しかし、軸変位の急増点は小川が指摘するように2点観察された。ここでは小川の定義に従い、軸変位が生じる点を下降伏点、軸変位が大きくて破壊する点を上降伏点と定義した。

図6-2は初期せん断力75kPaでの平均有効応力と間隙比の関係である。図では非排水せん断中、間隙比に変化は生じず一定値のままに状態点が移動し、その後水圧載荷による膨潤を生じる様子が示されている。水圧載荷初期においては間隙比経路は膨潤線上を移動するが下降伏点の付近から膨潤線を離脱し、間隙比の増加を伴いながら破壊に向かう。この挙動は土要素が過圧密化に伴い弾性状態から塑性状態に移動していることを示している。膨潤線を離脱後の間隙比の変化は塑性変形の発生にともなう正のダイレイタンシーが生じたためである。ダイレイタンシ

ーが生じると吸水作用により塑性軟化が生じる。塑性軟化が生じるとせん断抵抗力は低下し更にせん断を促進させる。これは5.で述べた体積圧縮係数と接線剛性の関係からも説明できる。また、下降伏点を過ぎた辺りから、塑性変形の進行に伴い次第にせん断帯が形成されており、土の要素性が消失している。上降伏点を過ぎるともはや完全に要素性を失い有効応力一定の下で著しい体積膨張を生じながら破壊に至る。最終状態において限界状態線に至っていないが、限界状態線に向かって膨張する傾向がみられる。ダイレイタンシーは水の移動と共に進行的に生じる。しかし、水の移動には大変時間がかかるため破壊に至るまでには非常に長い時間が必要となる。図5-1において破壊が近づくにつれて水圧の伝達時間が長くなるのは、水の移動によって次々と進展する進行性破壊によって説明できる。この現象は地すべりの緩速破壊の現象を引き起こす大きな原因と考えられる。

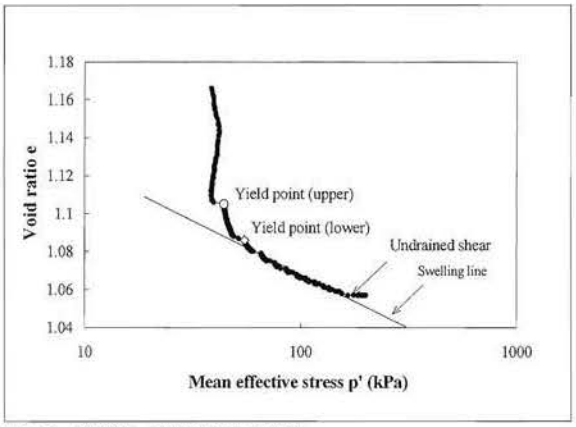


図6-2 間隙比－平均有効応力関係

次に体積ひずみ、せん断ひずみと平均有効応力の関係を図6-3に示す。図では軸差応力を載荷する初期の非排水せん断時においては供試体内への水の流出入がないために、体積ひずみの変化は生じていない。しかし、間隙水圧の増加試験過程に入ると水圧の流入に伴いほぼ一定の割合で体積ひずみは増大している。せん断ひずみは非排水せん断過程では軸ひずみの変化に伴い発生するが、間隙水圧の増加過程では軸ひずみがほぼ一定値であることを反映してせん断ひずみもほぼ一定値を示している。その後、下降伏点に至ると体積変化が急増し破壊に向かう傾向はせん断ひずみも体積ひずみも同様である。

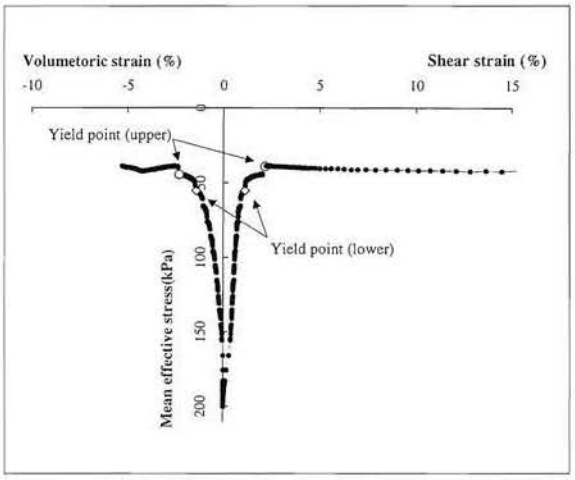


図6-3 平均有効応力～せん断ひずみ、体積ひずみ関係（初期せん断力75kPa）

7．間隙水圧増加試験における有効応力経路と下・上降伏点

図7-1は実験より得られた軸差応力と平均有効応力の関係を示したものである。図には非排水せん断試験から得られた非排水パスと、限界状態線、三軸試験機の測定限界であるTension cut off線、並びに上下降伏点を示している。

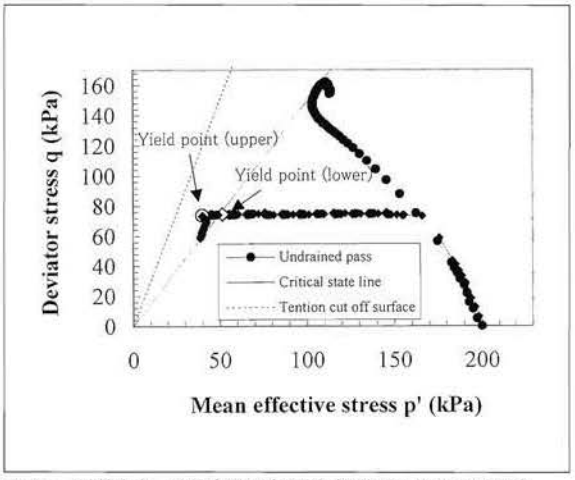


図7-1 軸差応力－平均有効応力関係（初期せん断力75kPa）

応力経路は圧密圧力200kPaを初期状態として初期せん断力の載荷によって非排水パス上を移動し、軸差応力が75kPaに達した時点で間隙水圧増加過程に移行する。軸差応力を一定とする応力制御のもと平均有効応力が減少する間隙水圧増加過程では、供試体が下降伏点・上降伏点に達して破壊に至る。図中の間隙水圧増加による有効応力経路は、限界状態線を越えて上降伏点を過ぎた辺りから軸差応力が急激に減少して限界状態線にたどり着く。この時に最終

的な破壊が生じている。この間に図では平均有効応力の増加と減少が生じており興味深い。この現象は他の初期応力の場合でも同様に観測されている。なお、上降伏点を過ぎるとすでに要素性を失い、せん断帯が形成されている。そのため、実験結果は土要素の平均の値であり破壊近辺の挙動を示しているのではないことに注意する必要がある。

図7-2に実験より得られた軸差応力と平均有効応力の関係を間隙比の変化と合わせて示す。

図は初期せん断力がの時の有効応力経路と共に間隙比の変化を示している。図には先に示した土質定数を用いたカムクレイモデルによる降伏関数も合わせて示している。粘性土の変形特性の変化を表す2つの閾値、下・上降伏点に着目すると、「下降伏点」は間隙比－平均有効応力関係において膨潤線と実験値が離れる点を示している。間隙水圧増加試験では有効応力の減少が生じるが、初期においては弾性的な挙動を示すために間隙比は膨潤線上を移動する。したがって間隙比が膨潤線から離脱するのは供試体内に塑性変形が生じたことを示しており、「下降伏点」は弾性から弾塑性への変曲点を示す。カムクレイモデルは降伏曲面の内部は完全弾性体と定義することから、カムクレイモデルでは観察された現象は上手く説明することが出来ない。他方、「上降伏点」は軸差応力－平均有効応力図において軸差応力を一定に保つことができなくなり、平均有効応力の変化なしに軸差応力が低下する点に対応している。この点に達すると供試体には急速に変形が進行して破壊に至る。したがって、「上降伏点」は粘性土の排水試験で言うピーク強度に対応している。上降伏点を過ぎるとせん断応力を一定に保つことが出来ず、低下する現象はピーク強度後の軟化現象に対応すると考えることができる。最終的に土の状態は図から判断すると限界状態線に向かって移行しているように見える。すなわち「残留状態」である。

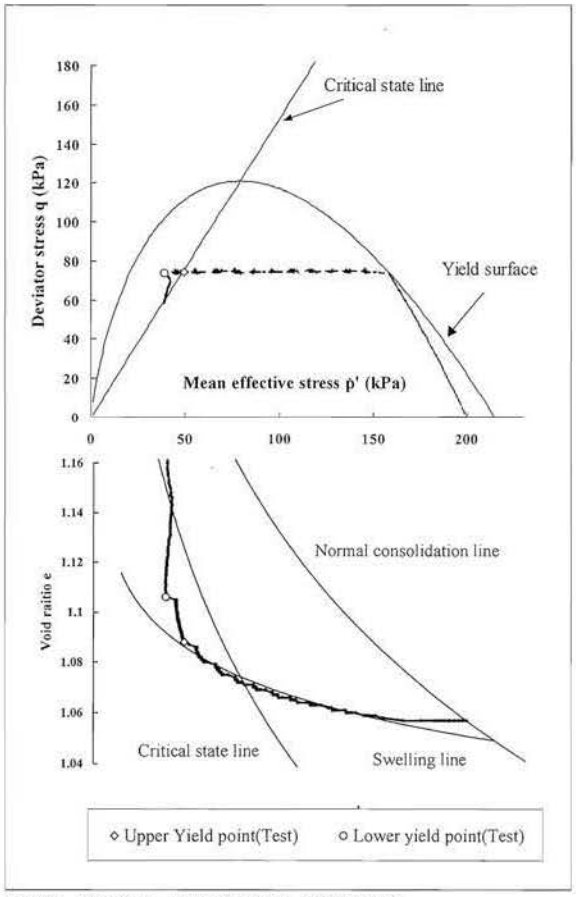


図7-2 軸差応力～平均有効応力～間隙比関係

8．間隙水圧増加試験から得られる下・上降伏点

初期の軸差応力を変化させて、間隙水圧増加試験を行うとそれぞれ下・上降伏点が得られる。図8-1は軸応力を変化させた場合の一連の実験における有効応力経路を示す。本研究では、表4-1に示したように初期せん断力を6段階に変化させて実験を行った。図中の◆、○はそれぞれ下降伏点並びに上降伏点を表し、●はピーク強度を表している。図では上・下降伏点ともにある直線状にプロットされているように見える。下降伏点は弾性限界を表し、上降伏点はピーク強度を表すことから下図の上・下降伏点の直線は設計に用いるべき定数を与えている。図では見え難いが上降伏点を超えると粘土試料は軟化を起こして残留状態に至る。残留状態は限界状態線への移行を示しており、限界状態線を含めると下降伏点、上降伏点、残留状態の3つの閾値が得られたことになる。これらの敷居値はそれぞれ、弾性限界による控えめな設計、ピーク強度を用いた積極的な設計、残留状態に着目した長期安定の設計に対応する。

図を見ると、下降伏点はほぼ限界状態線と一致している。これは間隙水圧の増加に伴なう弾性除荷は限界状態線に至るまで生じて、限界状態線近傍の下降伏点にて塑性化して弾塑性挙動をすることを示す。下降伏点と限界状態との一致は弾性限界を用いた控え目な設計と、残留状態に着目した長期安定を図る設計が一致した敷居値を与えることになり、興味深い。この傾向が本実験に用いた試料だけの特殊な傾向か否かは後述する構成式を用いたシミュレー

ションにて検討する。上降伏点は限界状態線を越えた左側（ドライ側）にプロットされている。実験では上降伏点を結ぶ直線が限界状態せんに較べてやや勾配が小さく、両者は下図の非排水せん断経路と限

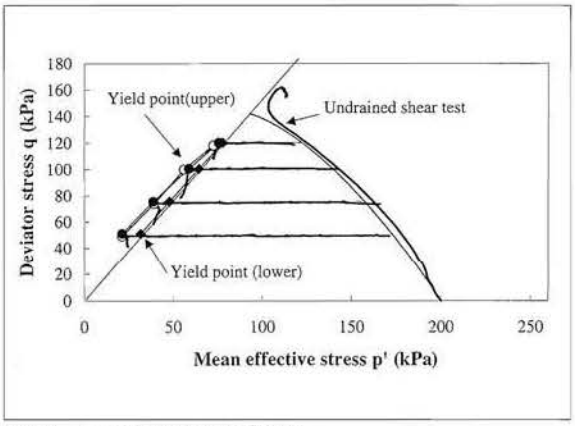


図8-1　上・下降伏点と限界状態線

界状態線との交点近傍にて交わるように見える。この現象は、間隙水圧載荷試験は土試料を過圧密化しながらせん断すること、初期せん断力が大きいと正規圧密状態でのせん断が土試料を有するせん断抵抗力の大半を占めていること、を勘案すると圧密圧力と非排水せん断強度で限界状態線、上・下降伏点を正規化して示すことが出来る可能性を示しており、土の構成式における研究と整合した結果を与えている。

9．下負荷面モデルによる間隙水圧増加試験の考察

間隙水圧増加試験は、所定のせん断力に達したあと間隙水圧を増加させることにより有効応力を低下させる。当初供試体は正規圧密状態であったが、水圧載荷によって過圧密化するために、観察される挙動は過圧密な粘土のせん断特性を示す。土の構成式として標準的に用いられるカムクレイモデルは正規圧密粘土のせん断挙動を比較的良く表現するが、本実験は過圧密粘土の挙動を示すためにカムクレイモデルではせん断挙動を適切に表現出来ない。そこで本研究では橋口による下負荷面モデルを適用して間隙水圧増加試験の考察を行なう。

下負荷面カムクレイモデルは基本的にはカムクレイモデルを拡張したものなので、使用するパラメータもほとんどはカムクレイモデルと同じである。ここでは本モデルに使用したパラメータについて述べる。

(1)弾塑性圧縮係数、弾性圧縮係数

、は等方圧密試験を行うことにより求めることができる。は正規圧密状態におけるの勾配であり、経験的に信用できる。そのための値は圧密試験より求めた＝0.111を用いる。しかし、の確定には単に膨潤試験から得られる値をパラメータとして用いると解析結果が実験の諸現象を巧く表現しない。これはモデルが土の挙動を完璧に表現するものでなく、ある挙動を巧く表現するようにパラメータを定めると他の挙動においてモデルと実際の挙動との差異（ギャップ）が生じる問題を抱えていることによる。ここでは応力経路に着目して、非排水経路を巧くフィッテングする視点からを求めることとする。図9-1に＝0.111での値が＝0.0182、＝0.025、＝0.03のときの有効応力経路と実験結果の有効応力経路を示す。

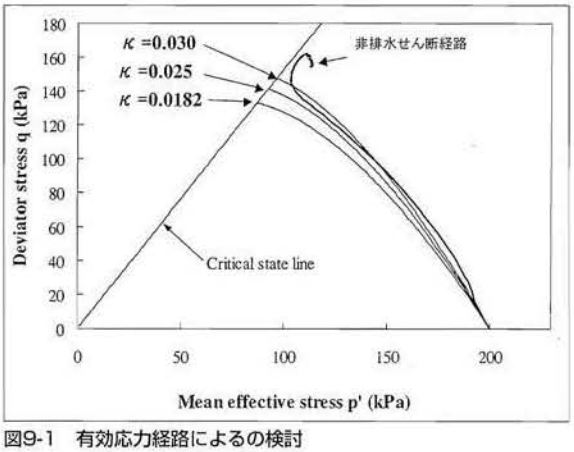


図9-1　有効応力経路によるの検討

図より応力経路の初期立ち上がりの角度、ピーク時の軸差応力の値から＝0.025の時が最も実験結果と整合する。図9-2は＝0.0182、＝0.025、＝0.03の

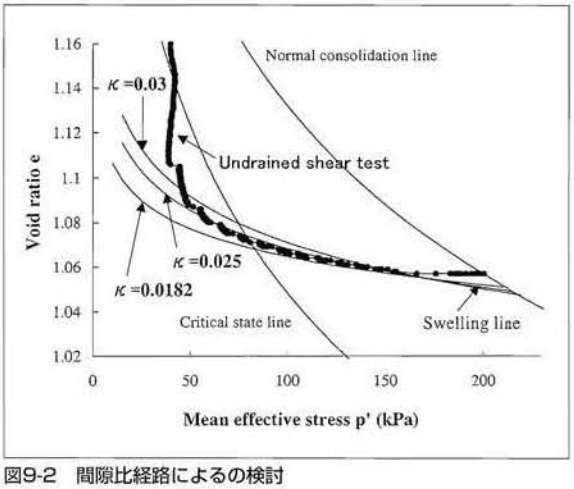


図9-2　間隙比経路によるの検討

間隙比経路と実験による間隙比経路を示すが、＝0.025の時の膨潤線の傾きが最も良く実験結果と整合している。以上の結果より、下負荷面カムクレイモデルに用いるの値は＝0.025を用いることにする。

(2)進展則の確定

橋口による下負荷面モデルをカムクレイモデルに適用すると、降伏関数内にある下負荷面は次式のように表される。

$$f_s = q + Mp' \ln \frac{p'}{p'_s} = q + Mp' \ln \frac{p'}{p'_y} - Mp' \ln R \equiv f(\sigma, p'_y) - Mp' \ln R = 0$$

ここにfはカムクレイモデルの降伏関数を表しており、py'は硬化パラメータを表す。パラメータRは下負荷面の位置を表す係数であり、過圧密土の場合にはRの変化がモデルの性質に大きく影響する。Rの進展則に関しては決定的なモデルが存在していないが、橋口は次式を提案している。

$$\dot{R} \equiv U\left\|\dot{\varepsilon}^p_s\right\| = -\mu \ln R \left\|\dot{\varepsilon}^p_s\right\|$$

本研究では上式を用いてパラメータを操作して、間隙水圧増加試験を上手く説明するを次のように求めた。図9-3はの値を1,10,15,20,100と変化させて、実験結果の上・下降伏点と比較したものである。この図よりの値を大きくするほど上・下降伏線は左にずれ、が1の時には限界状態線とほぼ等しくなることが分かった。また、の値をかなり小さくとっても限界状態線より右側に位置することは無かった。図より上降伏点の値に着目すると＝15が最も実験結果を表現できている。

(3)間隙水圧載荷試験のシミュレーション

間隙水圧増加試験結果を有効応力経路、間隙比経路および下・上降伏点に着目し考察を行う。図9-4は初期せん断力50,75,100,120kPaの条件で行った間隙水圧増加試験より求めた有効応力経路と、下負荷面モデルから求めた有効応力経路を示したものである。図には実験及び下負荷面モデルより求めた上・下降伏点も示している。

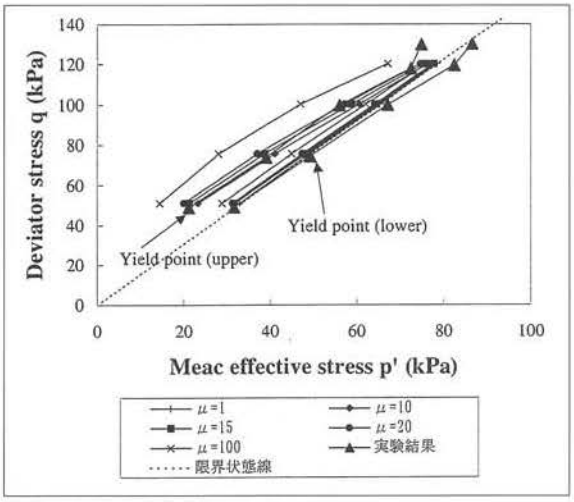


図9-3　Rの進展則とパラメータ

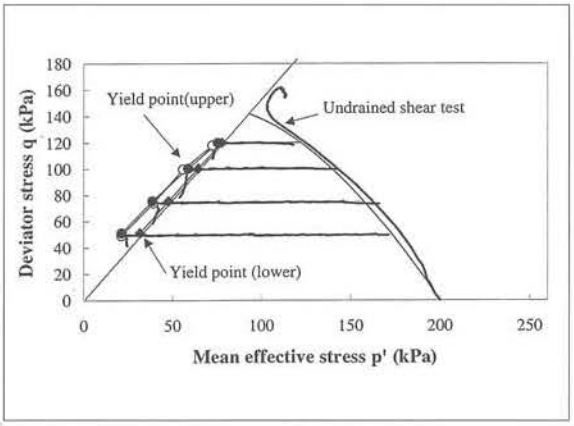


図9-4　実験結果とモデルによる応力経路の比較

図9-4では実験値とモデルの上・下降伏点が非常に良く一致している。下負荷面カムクレイモデルによる下降伏点は限界状態線にほぼ一致しており、実験結果を良く説明している。従来のカムクレイモデルなどの構成式では過圧密領域でのせん断特性をうまく表現することはできないが、下負荷面カムクレイモデルを用いると弾性限界（下降伏点）をよく説明できた。上降伏点は限界状態線の左側に得られており、実験値と軸差応力が大きい場合に若干の相違がみられる外は良く一致している。以上から、下負荷面カムクレイモデルを用いた間隙水圧載荷試験のシミュレーションの可能性が示された。実験では上降伏点を越えた後に軸差応力の低下を生じ、引き続いて残留状態である限界状態線へ有効応力がすり付く傾向が見られるのに対して、シミュレーションは上降伏点までしか行なう事が出来ない。これは上降伏点はピーク強度に対応しており、この近傍になると土供試体は要素性を失っている事から、要素性を仮定した数値シミュレーションを行なっても意味の無いことによる。逆に言うと、実験についても上降伏点以降の状態について要素性を仮定した整理は厳密な意味がない。しかしながら、巨視的な視野で有効応力変化を捉えると、有効応力は傾向として限界状態線に向かっていると言える。

図9-5は下負荷面カムクレイモデルにおける初期せん断力が75kPaの時の有効応力経路、間隙比経路

を模式的に示したものである。下降伏点は間隙比経路において膨潤曲線上から離脱した点であり、上降伏点は有効応力経路において所定の軸差応力を維持できなくなる点である。図では下降伏点を点c、上降伏点を点dとしている。点aの状態より非排水条件にてせん断を行い、点bにて所定の軸差応力に達したとする。非排水条件であるのでこの時点では間隙比の値は一定であり、モデルでも巧く表現できている。次にb点より間隙水圧増加試験を開始する。間隙水圧増加試験では軸差応力を一定に保ちながら有効応力を低下させるために、図のように有効応力経路は点b－点cのように直線になる。この間、土要素の中では、有効応力の低下にともない、吸水による体積膨張が起こっている。間隙水圧増加過程の初期においては弾性膨潤のみが発生しているため間隙比経路は膨潤線上を移動している。

その後点cつまり下降伏点に至ると塑性変形が始まる。下負荷面はこれまで縮小のみであったが、下降伏点以後拡大に転じている。下負荷面モデルでは下負荷面の拡大・縮小により塑性変形が発生する。下降伏点と限界状態線はほぼ一致しており、下負荷面の拡大による塑性変形の発生とが同時に起こっている。急速に塑性変形が発達しながら最終的にd点に達した。

次にせん断ひずみと体積ひずみと平均有効応力との関係を図9-6に示す。図中の記号（点a－点d）は先ほどの図9-5に対応している。図の体積ひずみは非排水せん断時（点a－b間）には発生せず、b点にて水圧を載荷すると除々に体積膨張によって生じる。この体積膨張は図9-5の膨潤線上（点b－c）の動きと対応しており弾性体積膨潤による。点cに達すると急激にひずみが増えて点dに達する。この体積ひずみは過圧密粘土がせん断されると発生するダイレイションによるものであり、塑性変形が生じる点c以降に顕著に表れる。塑性膨張は土のひずみ軟化を促進するために土供試体は素早く破壊に至る。他方、せん断ひずみは非排水せん断時にはほぼ一定の割合で増加しているが、b点の間隙水圧増加過程に入ると一定値に落ち着く。水圧載荷過程では下降伏点に達するまでは弾性応答を示すが、下降伏点に達すると急激にせん断ひずみが増大し上降伏点に達する。図には実験結果を合わせて示しているが、下負荷面カムクレイモデルは実験結果を良く説明している。

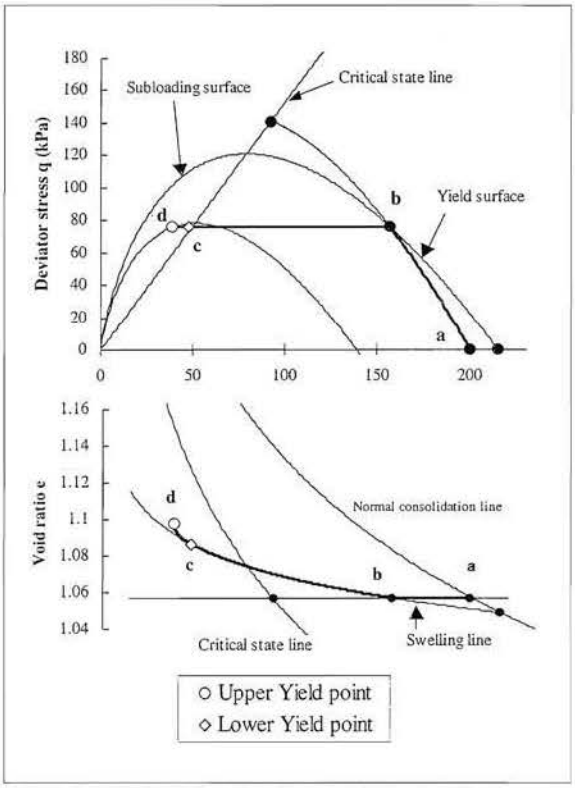


図9-5　下負荷面カムクレイモデルによるシミュレーション

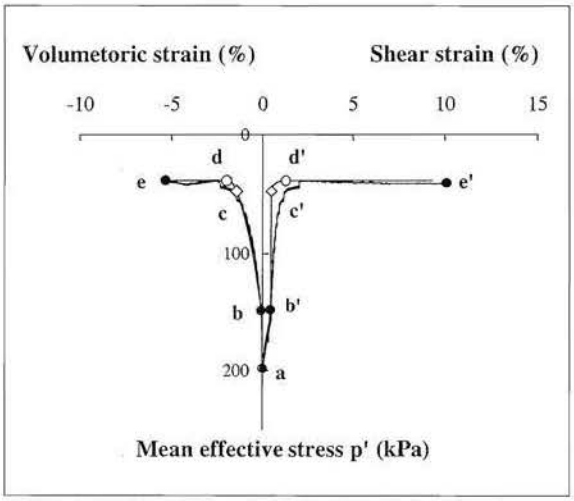


図9-6　下負荷面カムクレイモデルによるシミュレーション

10．下負荷面モデルによる間隙水圧増加試験の考察

実際の設計では土の上・下降伏点を簡単な試験から求める必要がある。下負荷面カムクレイモデルを用いると、上・下降伏点の予測が比較的精度良く行なうことが出来た。これによって土の基本的な土質定数より容易に上・下降伏点を定められる。モデル

化の利点は限られた実験結果からの他条件への外挿や、土の基本的な力学試験から上・下降伏点を定められること、地すべりの破壊メカニズムを総括的に把握すること、が可能になることにある。図10-1は土試料が過去に非常に大きな荷重を受けた場合の上･下降伏点の予測である。ここでは過圧密比を変化させて上・下降伏点を下負荷面カムクレイモデルを用いて予測した。精度の検討は課題であるが通常の試験機では実験を行なう事が出来ない条件に対しても、モデルを用いると上・下降伏点を定める事が出来る。図には過圧密比（Over Consolidation Ratio:OCR）をOCR=1,10,20,100と変化させたときの上降伏点・下降伏点を示した。図中の黒塗りの点は上降伏点を示し、白抜きの点は下降伏点を示している。この図より上降伏点は過圧密比が大きいと勾配が大きく、また直線ではなく滑らかなカーブを持った曲線になる。得られた予測の是非は実験による検証が必要である。しかし、モデル化によって随分と現象の構造は明らかにされたと言える。

実際の地すべり斜面では間隙水圧の変化は本研究で実施したように単調に増加するのではなく、繰り返し増減する。これが本来地すべりの緩速破壊に大きく影響するのであるが、本研究では水圧の繰り返し変化については十分な検討が行なわれていない。今後、水圧履歴の変化による土の状態変化に着目して、上・下降伏点や残留状態への影響に関して検討すると共に、モデルの適用性について検討する。

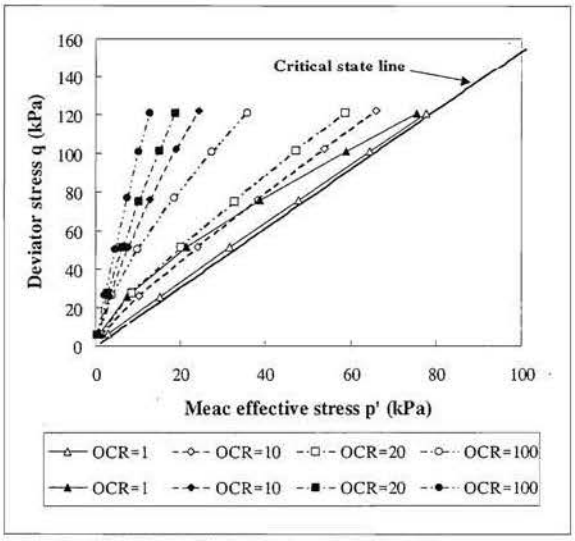


図10-1 過圧密比の変化による上・下降伏点の変化

謝辞

本研究を行なうに当たって、(財）砂防・地すべり技術センター研究開発助成を受けました。また実験に関しては長岡技術科学大学大学院・宮田善郁君の協力を得ました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

(1)浅岡顕、中野正樹、野田利弘、蒲池孝夫（1996）：滑っては止まり、滑っては止まりを繰り返す超過圧密粘土の進行性破壊、第31回地盤工学研究発表会講演集、pp.799-800.

(2)片桐雅明（1990）：飽和粘性土の有効応力減少過程における変形特性、東京大学博士論文.

(3)小川正二、池田俊雄、和田正、目黒和利（1985）：有効垂直応力を減少させた粘性土の地すべり斜面安定解析、第20回土質工学研究発表会講演集、pp.1439-1440.

(4)Eigenbrod,K,D., J.P.Burak and J.Graham（1987）：Drained deformation and failure due to cyclic pore water pressure in soft natural clay at low stresses, Canadian Geotechnical Journal, Vol.24, pp.208-215.

添付資料

(1)大塚悟、宮田善郁、中嶋智之（1999）：間隙水圧増加試験による粘性土の吸水せん断特性とシミュレーション、第34回地盤工学研究発表会講演集（投稿中）.

(2)Ohtsuka,S., Y.Miyata and H.Toyota（1999）：Pore water pressure loading tests of a clay, International Symposium on Slope Stability Engineering （under contribution）.

独断砂防国際協力序説その7

渡辺正幸*

まあ、そう深刻になりなさんな！　そういう日本にも無視された災害死の事例がわんさかあるのです。たとえば1945年９月17日の枕崎台風による広島県呉市の死者2,012人に関する公刊の資料は昭和26年に広島県砂防課がまとめた「昭和20年９月17日における呉市の水害について」以外には全くないと柳田邦男は「空白の天気図」で述べている。

1945年１月13日に愛知県南部幡豆郡で起きたM=7.1の三河地震は死者1,961人をだしたが、当時の軍部の戦意を喪失させるとの判断で秘匿されて世間に知らされることはなかった。

「昭和20年８月15日をもって地上における最大の災厄である戦争は終結した」と防災ハンドブックが記すとおり、戦場で起きた被害・損害を秘匿したり過小評価するのはどちらの軍部もやることであるが、帝國陸海軍は度が過ぎて完全な負け戦を嚇々たる武勲にしたてあげていたことは史書を見れば明らかである。1945年帝國陸軍の関東軍は保護の任に当たるべき日本人居留民200万を旧満州の荒野に置き去りにして逃げている。当時オールマイティーで満州国に君臨した軍の任務に国民の保護があったはずであるがそれは無視された。

いずれにせよ、万オーダーの人命の帰趨が明確でないままに社会が動いているという事実を認識しなければならない。「そのような社会なのだ」とも「その程度の社会なのだ」とも考えられるが、その事実があらわす社会はどういう社会なのだろうか？「10人十色」と言い、「所替われば品変る」とも言うが、人の命の値打ちが変ることはないと信じたい。“渡辺さんは日本では人として認められているかもしれないが、ここへ来たらスープの材料だよ”なんていう所へは行きたくないからだ。

民主主義社会では、A氏あるいはBさんの行方が判らないとなれば大騒ぎになる。大捜査や時として山狩が行われる。一人ひとりは戸籍をもち住民として登録されているから、死ねば戸籍から抹消されるがその時には検死という法律上の手続きを得なければならない。災害で行方不明になった場合には生死が不明なわけであるが、戸籍からの抹消は提出された失踪届を裁判所が判断して決めることになる。戸籍からの抹消といった問題でなくても、人ひとりの存在は税・兵役・保険・教育・保健等の義務・公課・サービスの対象として行政のシステムに組込まれているはずである。だからこそ、人がいなくなれば遅かれ早かれ法的・行政的な決着が必要になるはずである。

しかし､そのような気配は半年経っても何も無い。したがって、唯一考えられることは、万人オーダーの人が行政的に認知されることなく住んでいるということである。

このようなことは開発途上国では珍しいことではない。行政に無視されるどころか全く行政をアテにしていない生活があるのも珍しいことではない。そういうところでは行政はありがた迷惑なのである。何もしてくれないくせに規制だけはうるさい－無いほうがいいという考えをもつ人達も多いのである。

ヴェネズエラの社会の特殊性に目を向けるとその背景が浮かんでくる。

ヴェネズエラは産油国だから石油の値段が高騰すると景気がよくなる。すると、隣国のコロンビアから労働者が収入の機会を求めて越境してくる。国境警備はなきに等しいから金になる話に尾ヒレがついて人口流入が続く。言葉が同じスペイン語だから生活には全く不自由はない。しかし、ヴェネズエラも中南米の国の御多分にもれず貧富の差が極端で、良い土地はウルトラ・リッチの大土地所有者に占有されている。金をもたない新参者が住んだり耕す土地はどうしても、大土地所有者が見向きもしない余った土地、すなわち斜面・谷底あるいは段丘面に限られる。とりたてて教育も技術ももたない新参者がどっと流入した場合、労働力は買い手市場になり新参者が貧しい境遇から脱け出す機会は日を追って少な

＊元建設省土木研究所砂防部長

写真－5　カリブ海に沿う扇状地のリゾートとその背後の断崖斜面に張付く被災したスラム

くなる。こうして、斜面・谷底・段丘はスラムとして固定される一方でその数は増加していく。

輝く三角末端面はそのような人達が住むスラムなのです。世界には貧しい人の集団が住んでいるスラムが沢山あります。悲惨かつ陰惨な貧困の中に一瞬の喜劇をみるカルカッタのスラム（歓喜の街：河出書房新社刊）、マニラのトンド、その形成と８千人の命とともに消えた経過が入念かつ愛を込めて語られているレイテ島のイルサヴェルデ（洪水で消えた街：草思社）、そして街の半分近くがスラムになっているダッカやラングーン、リオデジャネイロのファベラ、グアテマラのレモンシティ等々私が訪れたスラムは結構多いのですが、このようなスラムも大きく２種類に分けられるように思います。

前に挙げた５つが「おこぼれ依存型」であり、あとの２つが「独立自尊型」だというものです。前者は、人口比率でおそらく数パーセント程度以下のウルトラ・リッチの食べ残しを残りの住民が分け合って暮すものであるのに対して、後者は独立採算制で自分の食い扶持は自分で稼ぐ－政府の世話にはならない分だけ政府の干渉も排除するという気高いタイプです。

独立自尊型は力をもっていて、政府が不用意に彼らに干渉しようものなら、そのために派遣された役人や警官は生きて彼らの支配地域から出さないという徹底したものです。リオデジャネイロでこのようなことが実際に起こりました。1990年の環境サミットが当地で行われるに先だって、ブラジル連邦政府が治安確保のためとして送り込んだ警官隊１個小隊が生還しなかったのです。「共和国の中にあって別に主権をもつ独立国」と言っても過言ではない状態です。どうしてこのように共和国の中に独立主権国家が存在するという状態になるのでしょうか？

この、スラムの２大分類からみると、ヴェネズエラのスラムは中間種と考えられます。

大部分が生計をおこぼれに依存していながらも、社会秩序や権力に対抗するある程度の力をもっているからです。意識的に「対抗する」というよりも、「政府が本気に相手にしない」から「やりたいようにやっている」ということかもしれません。下級の軍人や警察官には貧困層の出身者が多いために－金持ちは叩き上げの警官や軍人になりたがらない－法律を執行しろといっても、警官が住民に同情して取り締まりの実効が挙がらないというところに断層三角末端面のイルミネーションの理由があるのです。

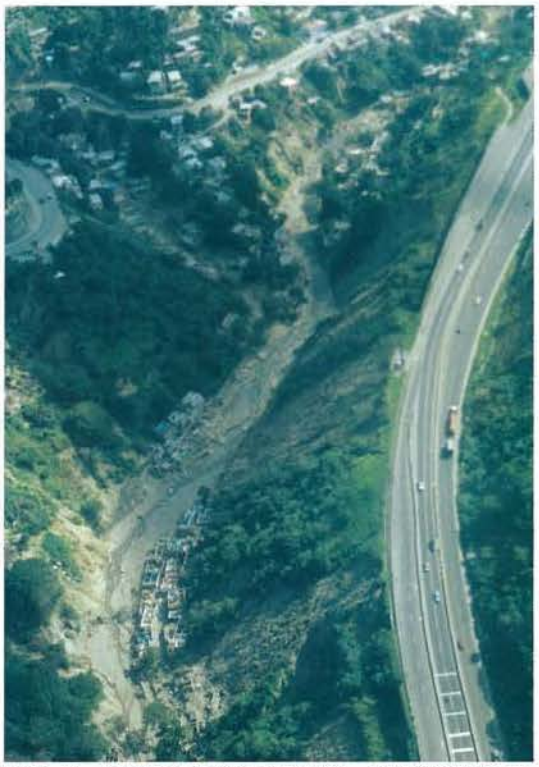
法律は「盗電は犯罪である」としている。しかし、犯罪を取り締まる警察官が貧困層の出身なので、厳正に取り締まらない－電気は無料だ－夜になってもスイッチを切らなくてよい－という論理が確立しているのです。

「電気代を支払わなければ電線を切る」などと言えば袋叩きに遭って命の保障はないというそれなりの秩序ができているのです。「法律がある－法律は正義である－法律は執行される」という常識が成立たない独自の正義をもつ社会が厳存しているのです。「それは俺達の正義でも常識でもない」と主張できる力を備えたスラムがあるということです。

ヴェネズエラのスラムが中間種だと思われる根拠はその居住環境－といえば聞こえがいいが実際は危険度の幅といった方がはやい－の幅の広さです。

「おこぼれ依存型」の場合は居住環境が、多くの場合、一連托生の状態にあります。雨期にはスラム全域が水没して住民はなけなしの堤防の上に鈴なりの状態に追い込まれる。海岸低地のスラムでは波にさらわれて全員平等に消滅する。土石流段丘や河岸段丘のスラムでも一発の土石流や洪水で全員消滅の危険性が極めて大きいというように、「まるごと」、「All or Nothing」で住民が同じ運命に平等に遭う－水没から「死ぬ順番待ち」の状態まで災難のレベルの違いはあれど－危険性を共有しているという特徴があります。

一方の「独立自尊型」は日本のウサギ小屋型の住宅事情からみると、外見はスラムとはいえないサイズと高級感をもつ家屋からなる団地が、地域としてのまとまりを保ってできていてその生活水準や危険



写真－6　こんな所にも住んでいるの?!　「死ぬ順番を待つ」ているに等しい危険な斜面に上下にある住居群

度に大きな差がないように見えます。難点はその立地が住みにくい、従って金持ちが住まない斜面だという点です。

ヴェネズエラのスラムは、絢爛たるイルミネーションを誇る三角末端面のスラムから河床低下が進む渓谷の急斜面まで、すなわち、豪雨でもなければ崩れない“安定”斜面から自重で崩落しつつある“危険斜面”に至るまで、交通の便だけを頼りに斜面利用が極限まで進んでいることです。貧困層の中にも生活水準と居住環境の危険度にかなりの差があります。

ともあれ、発言力をもたないスラムは、夜になると蝋燭あるいはケロシン・ランプの明かりになり、その余裕もない貧しさでは暗黒の闇という生活を強いられるのです。

その力の源泉は何か？　が問題です。独立した共和国のなかに独立した地域を維持するにはそれなりの力（発言力・実行力）が必要です。政府が本気に相手にしないと言っても、ある日、軍隊を動員して爆撃でもすれば敵わぬことは一目瞭然、しかし、それをしない－それができない－それをさせない－政府をそこまで本気にさせない－そんなにしても何の得にもならないという理由があるはずです。

それはどうやら「麻薬」のようです。麻薬取引が生み出す資金だと思われます。

麻薬の生産・精製地域と大消費地（市場）を結ぶルートにあるスラムは元気がいいと言えそうです。麻薬のルートからそれたスラムは名実ともに貧困だというのです。問題は、裕福なスラムも、名実ともに貧困なスラムも、ともにサイズが大きくなり数が増加し人口が増大していることです。

麻薬産業がルート上の地域社会を活性化するとしても、末端の消費市場の社会は悲惨です。結末は人生の破滅そして社会の荒廃・破壊です。たとえ、独立自尊のルート上の社会にしても、それが民主主義や人権が尊ばれる社会でありうるわけがありません。鉄の規律と暴力が支配する専制者の社会であることはパナマのノリエガ氏の経歴が物語ります。どっちにせよスラムの生活は人類社会の恥部であり消滅させなければなりません。

スラムと砂防事業がどう関わるんだ？　と聞くあなたの感性はすばらしいと思います。

砂防事業でスラムの悲惨を解消することができるのか？　私は可能だと信じています。これからますます可能性が大きくなると考えています。問題は砂防事業に携わる人の社会を見るすなおな眼力・生きることへの共感・構想力・計画力・実行力そして体力だと思います。

中国雲南省小江流域の環境修復・貧困緩和と砂防

久保田哲也*

1．はじめに

この記事をお読みの方々の中で、砂防あるいは治山関係者の方は、砂防技術が山地・斜面の環境修復や安全な国土の維持、つまり地域の社会的安定に有効なことを疑う人はいないと思います。ところが、大学で講義などをしていると案外この点が理解されていないように感じることが多いものです。

この度、砂防地すべり技術センターの池谷理事とともに10月13日～25日の13日間、JICAの小江総合土砂災害対策短期専門家として中国雲南省に派遣される機会を得ましたが、この極度に荒廃した小江流域こそ環境修復及び安全で豊かな社会作りに砂防技術を活用する格好の場所かと考えられます。

そこで、現地の状況をここに報告して貧困など小江流域の社会的問題を解決するために砂防技術がどのように役立かを報告できればと考えます。ただし、小江流域の土砂流出などについては、これまで砂防学会誌上に数編の報告がなされていますので、これら既往の報告と重なる点があれば、ご容赦願います。

2．自然的背景

概要だけを簡単に述べます。小江の位置する雲南省は人口約4000万人で、面積の94％は山地・高原が占めています。最高峰は6740m、平均標高は約2000mの山がちな立地になっていますが、森林面積はたった24％と発表されています。また、雲南省は中国一の河川「長江」と東南アジアの代表である「メコン川」の上流・源流にあたります。気候は亜熱帯～熱帯モンスーンに属し温暖で、ランなど花の生産で有名です。

小江は揚子江（長江）の上流部である金沙江の右支川で、流域面積約3千43km²、四川省との境界で本川に合流します。度重なる大地震や人為の影響により植生が少なく、崩壊・土石流・土砂流出の頻発する見事なばかりに荒廃した地域となっています

写真－1　小江流域の国道（河床路）

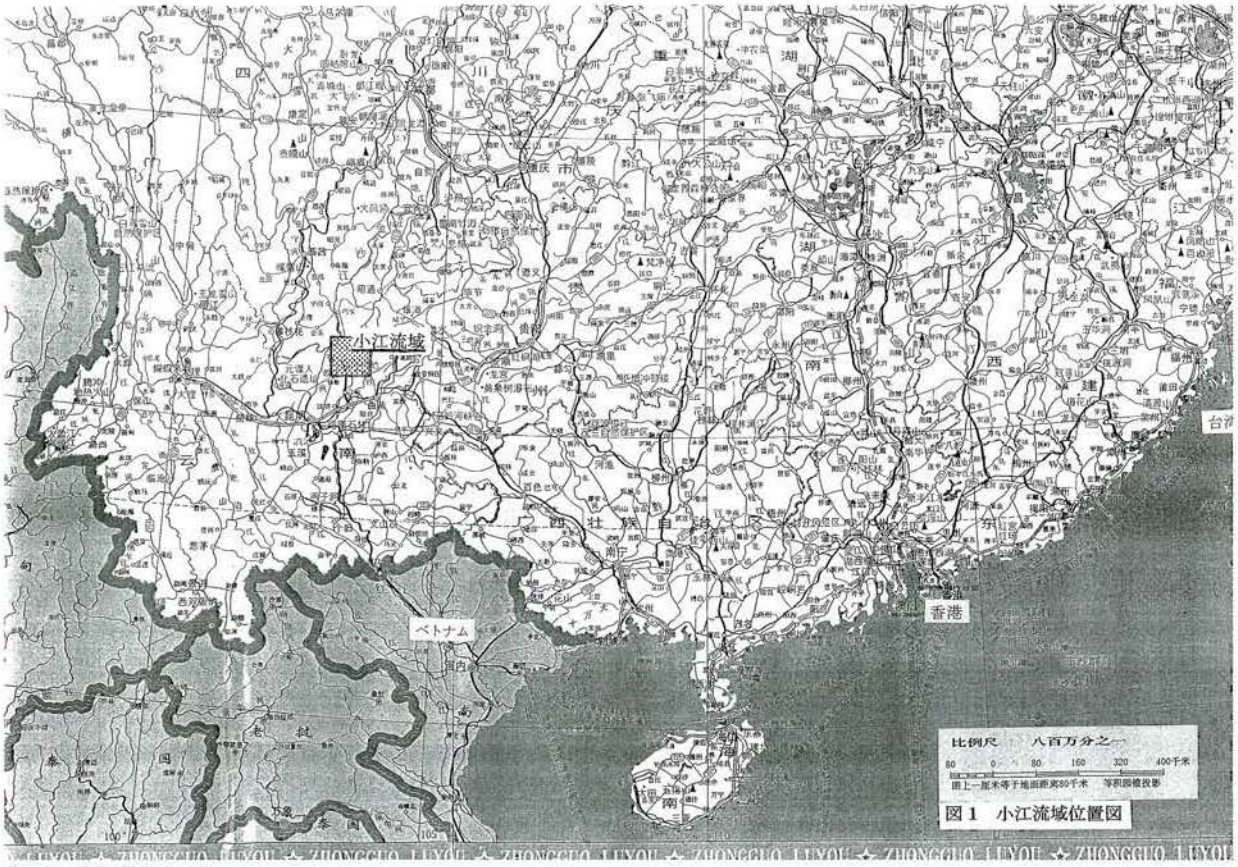
写真－2　小江流域（支川からの土砂流出）

（写真1、2、図1）。この流域では昆明市東川区（人口約30万人、昆明市中心市街の約180km北西、旧東川市、写真3、4）や会澤県会澤（写真5）が主要な都市となって、中国側の砂防対策もこの周辺では進んでいます。

気候は山岳地の割に温暖で、降雨も年間1300mm程度あるとされています。

流域の地質は、「インドシナ期造山帯」と呼ばれ中生代三畳紀～ジュラ紀に形成されたものとされます。岩質は、熱帯地方の浅海で堆積・形成された赤

*鳥取大学農学部生物資源環境学科森林科学講座　緑地防災学研究室



図－1 小江流域位置図

写真－3 昆明市街

写真－4 東川区市街

色頁岩や泥岩を中心に、多色泥岩からなっている他、石灰岩、玄武岩なども見られます。表層はこれらの風化生成物の赤色土が分布していますが、これは森林褐色土よりやや化学的風化と溶脱が進んだもので、熱帯性のラテライトと良く間違われますが異なるものです。劣悪な土壌ではないようですが、腐食質が少ないので侵食に弱いものとなっています。

地質構造はインドプレート（インド亜大陸）とユーラシアプレートの衝突に起因する北西方向の造構応力場（圧縮・横ずれ）に支配され、「小江断裂」と呼ばれるトランスフォーム断層が発達し、活断層や構造線性の直下型大地震も多い場所となっています。新生代にもここでは、地殻の隆起を伴うインドプレートとユーラシアプレートの衝突活動は続いており、急峻な地形の維持と活断層及び地震の成因となっています。

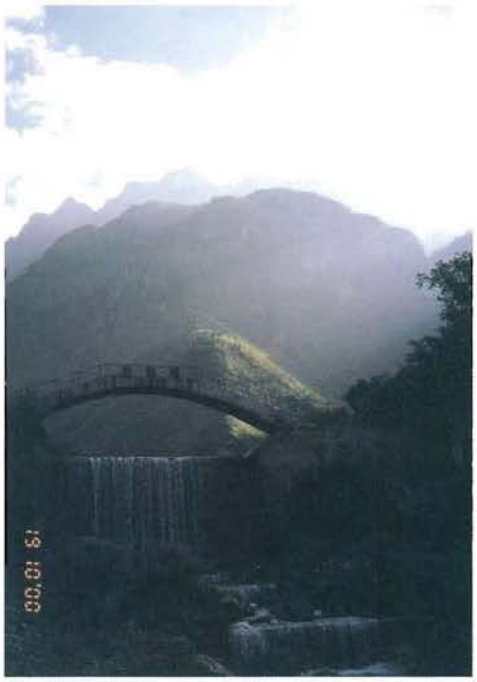
写真－5　会澤市街

写真－6　金沙江と小江の合流点（土砂流出）

このような地震時に形成されたと思われる大規模崩壊が上流に存在する場合、それらの支川・渓流からの土砂流出が極めて多くなっています。既往の報告にもありますように、年平均土砂生産量は4000万tから7000万tと言われており、世界でも最大級の荒廃状況と考えられます。この土砂は金沙江を通じて下流の長江に流出し（写真6）、洪水の原因となっていると報告されています。

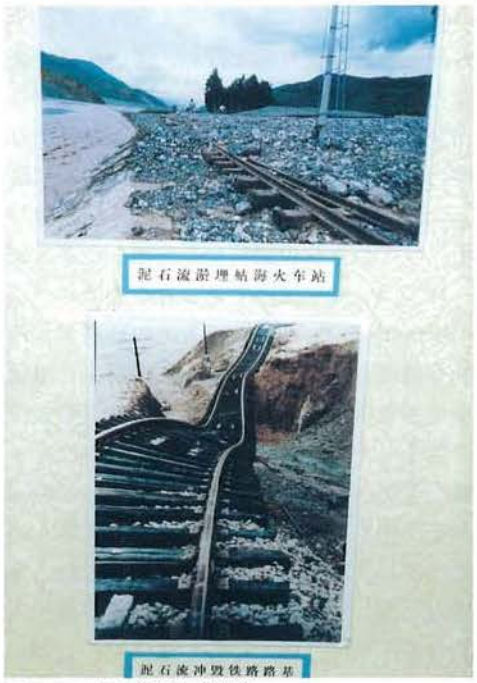
3．社会的背景

最近、経済成長の著しい中国ではありますが、首都北京から2100kmも離れている言わば辺境の地である雲南省は、90年代初頭まで上海など沿海地域に比べて経済発展が遅れてきた地域です。とは言うものの、1980年～1996年の平均GDP成長率は10％と高く、97年も9.3％を維持して中国平均の成長率8.8％を上回っています。これは、タイをはじめとする成長著しい東南アジアの影響を受け、メコン川流域圏開発に代表される東南アジア経済発展の中国側カウンターパートとなり得たからと言われています。従って、これら周辺国との国境貿易も盛んです。成長率は近年では中国随一となっており、昆明（人口367万人、写真3）を中心に今後も活発な投資とインフラ整備が期待されます。外資の直接投資も盛んで、昆明周辺では精密機器などの工業も盛んとなっているとのことです。



写真－7(a)　東川区郊外の砂防ダム

写真－7(b)　東川区郊外の流路工



写真－8　土石流災害（鉄道）

写真－9　土石流シェット（鉄道）

また、雲南省は中国一の少数民族の省であり、石林など豊かな観光資源と合わせて観光業も極めて盛んで、昆明は歴史文化都市に指定されてもいます。

この様な明るい見通しを妨げているのが山岳地の多いこと、並びにその山岳地域の災害・人為による環境の破壊と貧困です。小江流域では、銅鉱山の精練工場から排出された有毒ガスの被害により森林・植生が消滅したと言われる箇所もあります。

ただし、中国中央政府も1999年の中央経済工作会議で雲南省を含む「西部大開発」の方針を決定すると同時に、地域の生態環境の復元と保全を前面に掲げる国策を取っていますので,小江流域の土砂災害対策にも弾みがつくものと期待されています。

4．小江の土砂災害対策の現況

先に述べたような自然条件のもとで、ガリーを伴う激しい斜面侵食が生じており、これが発達すると表層崩壊や土石流の発生に至ることから、雲南省水利庁を始めとして諸機関において砂防施設の整備と植林の他、勾配25度以上の傾斜地での耕作の禁止など土地利用規制も行われています。緑化木としてはネムノキが良く使われていますが、土砂流出の落ち着いた扇状地などでは、ユーカリ、アカシヤ、くるみなども植林されています。また、植林をする場合もなるべく商用となる樹種を選び、経済林とすることを旨としているとのことです。

土石流対策としては、流路工、砂防ダム（写真7）の他、鉄道災害（写真8）対策の土石流シェッド（写真9）、などが作られており、一部では一定の成果を挙げて、東川モデルと呼ばれる中国国内の土砂災害事業のモデルとなっているとのことでした。
地すべりも発生しており（写真10）、これに対しては家屋の移転などが行われています。この他道路対策として洗い越し解消のための沢にかかる橋梁の整備、鉄道の高架化とルート変更なども進められていますが,土砂流出量の多さと予算上の問題から整備は徐々にしか進まないように聞きました。

5．小江の総合土砂災害対策の今後と貧困改善・環境の保全

本題から離れて恐縮ですが、まず文明論的な話題から入らせていただきます。小江流域の貧困と地域開発の遅れは悪名高い中国のトイレ事情の存続程度から推定できると感じました。東川区へ向かう国道のドライブイン（道の駅）のトイレは古いタイプでも最悪の衛生状態（蛆の養殖場状態）でしたが、中国でもかなりの部類だったらしく同行した中国の人達もかなり汚い方だと言っていましたし、小江流域内の山村のトイレもかなりのものでした。これらは山中の村落にも設置されている衛星放送用パラボラ

写真－10　地すべり（会澤県）

写真－11　小江砂防学術検討会

アンテナや普及している携帯電話などハイテク製品とは好対照でしたが、農村の人が外で用を足さずに農地に設置されている共同トイレに向かう姿を見ていると、何千年もの悠久の昔から原野で用を足すことのなくなった「文明国」（古代・中世での先進国）である中国の懐の深さを感じたのは私一人なのでしょうか？

さて、今後は中国政府も西部内陸部の開発に力点を移すと宣言しているわけですが，この観点からも、小江流域のような荒廃山地を無くして地域環境を改善するとともに住民の生活を安定させ、貧困から脱出していく事は重要であると考えられます。そのためには渓流の荒廃度分類を行い、河床整理・盛土と捨石などローコストな方法を考えに入れながら、土砂流出が比較的小さい成果の出やすい渓流から着手して砂防を進める手法が、池谷団長を中心に話合われました。現在、土砂のコントロールに成功している個所では商品作物の栽培や養魚場などが営まれており、経済の発展が期待できるところですが、砂防施設の計画規模が小さいので上流の砂防ダムの除石必要性も指摘されました。さらに、河床に堆積した膨大な土砂を排土することにより土砂氾濫と洪水が軽減できるとともに、今後の雲南省におけるインフラ整備に需要が見込める建設用資源としての「川砂利の有効利用」とその収益に基づくこれからの砂防事業の経済的負担見通しが検討されました。重度の荒廃渓流に関しては山腹工による森林の回復など長期的な対策を考えざるを得ない状況でしたが、地元の熱意を考えると優先順位を含む良い計画さえあれば、将来の環境回復と地域の安定は可能と思われます。明治以降過去に類似の経験を持つ日本はこの面で技術協力の良いパートナーとなり得るでしょう。

現地調査に基づく以上のような意見交換とともに、地元技術関係者、砂防行政関係者を対象にJICA水利人材養成センター主催の小江砂防学術検討会（セミナー）が開かれ（写真11）、短期専門家の他、科学院成都山地災害及び環境研究所の欧国強教授及び雲南省地理研究所唐川教授、雲南省・昆明市関係者からも発表があり、討論が繰り広げられましたが、これらの意見交換が小江流域の土砂災害軽減と環境改善・貧困の解消など小江流域の発展に、少しでも寄与できれば幸いと考えています。

最後に、種々御指導いただいた建設省砂防部の担当者の皆様、中国においてすべての点でお世話をおかけした欧国強教授、熱烈な歓迎をしていただいた雲南省関係者の皆様、ご面倒をおかけした氏家清彦リーダーを初めとするJICA水利人材プロジェクトの皆様、在北京大使館及びJICAの関係者の皆様、北京のワールド防災の皆様に記して感謝いたします。

第2回日伊土砂災害防止技術協力会議に参加して

瀬尾克美*、黒川興及**

1．これまでの経緯

1998年5月5日～6日、イタリア南部サルノ市周辺で豪雨により死者行方不明者160名にのぼる土砂災害が発生した。これに対して土木研究所がイタリア政府総理府、サレルノ大学と共同で調査を実施した。同年1月2日～5日に「第6回日伊科学技術協力合同会議」で、土砂災害という共通の課題を持つ両国が日伊科学技術協力協定に基づき土砂災害防止のための共同研究及び科学技術交流会議を新たに実施することが提案され、実施について合意された。[1]

合意事項中で

・東京、ローマで1年交代で開催

・第1回会議は1999（平成11）年に東京で開催

が決められ、第1回は11月1日～5日にかけて日本で開催された。今回（2000年）はこれを受けて10月16日～20日にかけてイタリアで開催された第2回目会議である。この会議の様子やイタリア北部の砂防に関する現場視察の状況を述べる。

2．会議の全容

日本からは建設省を中心に以下のメンバーが参加した。

団長　森　俊勇　建設省砂防部長
団員　水山高久　京都大学大学院農学研究科教授
〃　藤田壽雄　元(社)地すべり学会会長
〃　杉浦信男　建設省砂防部砂防課火山・土石流対策官
〃　松本直也　建設省河川局治水課流域治水調整官
〃　反町雄二　建設省土木研究所砂防部長
〃　仲野公章　建設省土木研究所砂防部砂防研究室長
〃　山田　孝　建設省土木研究所砂防部砂防研究室主任研究員
〃　水野秀明　建設省土木研究所砂防部砂防研究室研究員
〃　今田幹男　広島市建設部参事兼河川課長
〃　瓜生守幸　鯖江市理事（建設担当）
〃　町田修一　赤城村建設部
〃　小林英昭　(社)全国治水砂防協会理事
〃　瀬尾克美　(財)砂防・地すべり技術センター専務理事
〃　黒川興及　(財)砂防・地すべり技術センター企画部次長

一方、イタリア側の主な参加者は次のとおりである。

ウベルティーニ教授（国家研究評議会〔CNR〕、水文土砂災害防止グループ団長）
ボボリン博士（サレルノ大学土木講師）
シルバーノ博士（CNR水文土砂災害防止研究所、所長）
パスート博士（CNR水文土砂災害防止研究所、研究員）
スクッセル博士（雪崩研究センターベルーノ主任研究員）

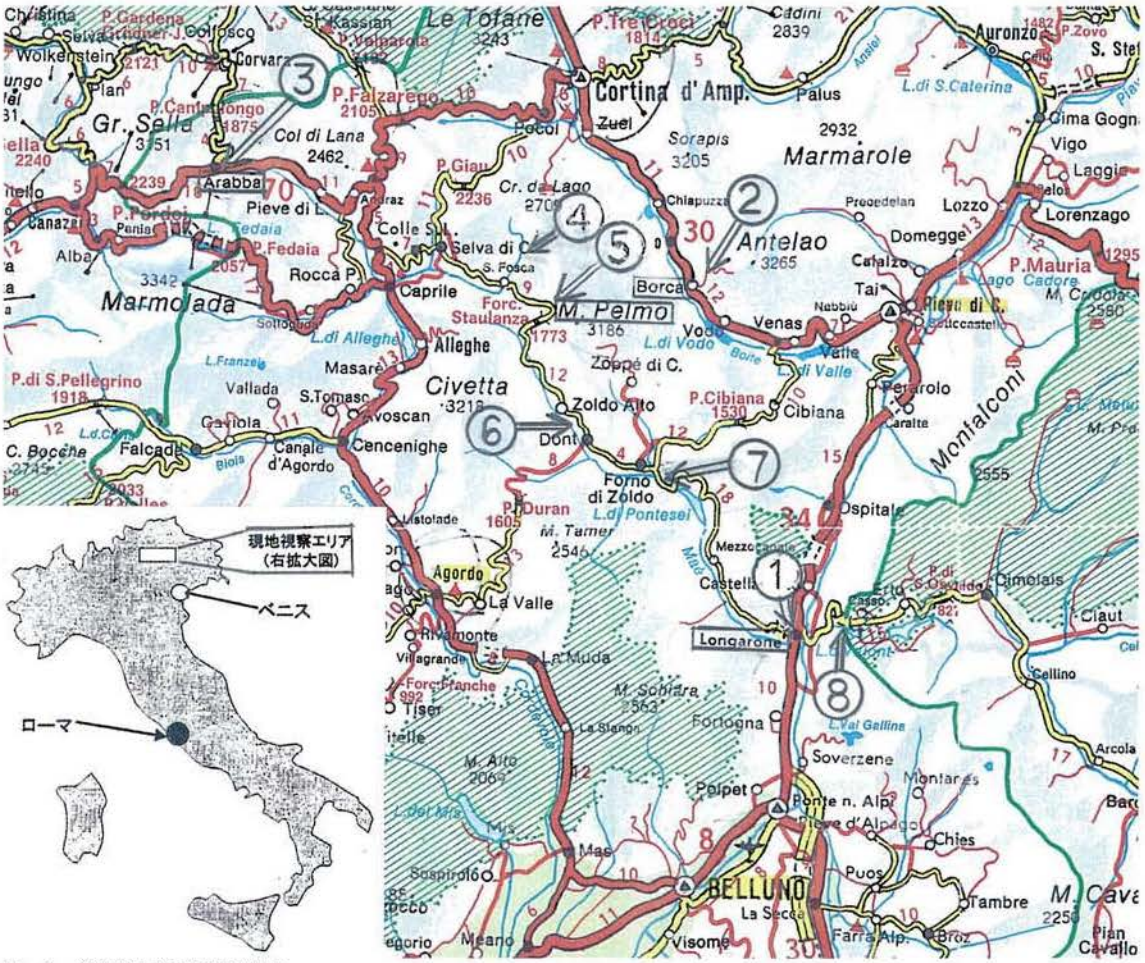
会議の日程、発表テーマおよび現地視察箇所（図－1参照）は次のとおりである。

16日（月）

1）ローマ、総理府市民保護局
① 市民保護局の挨拶
② 日本側：森団長の挨拶
③ イタリア側：ウベルティーニ教授の挨拶

2）ローマ、国家消防隊の高等消防学校
① デリーチョ博士（国家消防隊視察官）挨拶
② 基調講演
・森団長：日本における総合的な土砂災害対策の確立
・ウベルティーニ教授：イタリアにおける土砂水文災害に対する研究活動

＊（財）砂防・地すべり技術センター専務理事
＊＊(財）砂防・地すべり技術センター企画部次長



図－1　会議および現地視察箇所

17日（火）

3）ベニス、CNRベニス支部にて本会議

① 午前セッション1（座長：杉浦団員）

・バルフィ技師（ベニス、流域管理庁）：イタリアにおける土壌保全

・水山団員：コンピューターによる砂防施設計画システム

② 午前セッション2（座長：シルバーノ博士）

・カサリン博士（ベノト州環境公共事業長官）

・松本団員：日本の洪水対策

③ 午後セッション1（座長：森団長）

・杉浦団員：総合的な土砂災害対策

・瀬尾団員：ＧＩＳを活用した土石流警戒避難支援システム

④ 午後セッション2（座長：ウベルティーニ教授）

・シルバーノ博士／マルチ博士(CNR、IRPI)：山地における崩壊および土砂生産モニタリング　－最近の北部イタリアの事例

・反町団員：自然環境に調和した土砂管理計画

4）歓迎夕食会

18日（水）

5）ロンガローネ（図－1の①）

ワークショップ1（座長：仲野団員）

・藤田団員：日本における地すべり対策の実状と問題点

・山田団員：土石流による鉄筋コンクリート家屋の被害

6）ボイト川支川パンチャ川他土石流監視および遊砂地対策現場視察（図－1の②）

19日（木）

7）アラッバ、雪崩研究センター（図－1の③）

① ワークショップ2（座長：ルチェッタ博士）

・仲野団員：流域全体における流出土砂管理のための流砂モニタリング

・フォンタナ教授（パウダ大学）：
アルプス流域における崩壊・斜面安定調査のためのＧＩＳ技術
・ファローニ博士（フローレンス大学）：
エクアドル、グアグア・ピチンチャ火山のラハールモデル
② 座長：反町団員
・ソマビラ博士（雪崩研究センター）：
ベネト州における雪崩対策手法－型式、目的および維持管理
・パスート博士（CNR、IRPI）：
西部イタリアアルプス地方の活動地すべりの監視

8）コルドン川流砂量等観測施設の見学（図－1の④）
9）ペルモ山山腹崩壊箇所の視察（図－1の⑤）
10）マエ川のスリット砂防ダム視察（図－1の⑥）
11）フォルノ市内の災害復旧現場視察（図－1の⑦）

20日（金）

12）バイオントダムおよび上流大規模地すべりおよび堆砂状況視察（図－1の⑧）
13）災害記念博物館においてクロージングセレモニー

3．イタリアにおける土砂災害対策にかかわる組織について

昨年来日して、今回も直接我々の受け入れ側となったのは、ＣＮＲ（国家研究評議会）という組織である。イタリアにおける土砂災害（砂防）に関する組織を正確に説明すると長くなるので、メンバーの水野研究員の報告[2]を参考にしていただきたい。今回、お世話になった組織についてのみ以下に概要を述べる。

まず初めに訪問したのが、総理府の市民保護局という組織である。市民保護（Civil Protction）活動の中央組織として機能し、内閣の活動を補助すると共に、予知活動・防止活動・救助活動・復興活動に関する国家事前計画を作成する。また、非常事態（大規模災害）情勢の分析と評価、救助活動に関わるすべての組織に対して統一的な調整を行っている。

我々がイタリアへ到着する直前にイタリア北西部のスイスとの国境のアルプス地方で豪雨による大災害が発生して、ローマ市内の役所を訪問した時にはまさに緊急対策会議の最中であった（写真1）。この会議は市民保護局が、消防、軍隊、環境省、公共事業省等の関係機関を集めて、前述のような災害に対する調整を行う場である。[3]

写真－1

市民保護局は政府組織であるが、現在、その機動性をより高めるために、独立行政機関としてのエイジェンシー化が進められている。従って国の機関とエイジェンシーの2本建ての組織となっており、保護局の局長（Dr.D'ASCENZO）とエイジェンシーのヘッドであるバルベリー教授の両方がおられた。余談であるが、局長は女性で、前任地のペルージャでは中央政府代表官（市民保護局の各県のトップ）だったそうであるが、任期中は日本からのお客の相手で忙しかったとコメントされた。お客とは、サッカーの中田選手に対する取材陣の事であった。なお、日伊技術協力会議はこの市民保護局が持つ海外技術協力予算で行われているとのことである。

市民保護局の下部に市民保護に関する国家サービス実施組織が数多くあり、国家研究評議会（ＣＮＲ）もその内の一つである。災害に関する事前計画の作成に関して科学的な研究を実施する組織であり、大学の研究者等が参加している。そういった意味では大学の組織ではないが、大学も関わっている組織と言える。この内、土石流・地すべり等の土砂災害に関して研究するグループが、今回の相手側であり、そのチーフがウベルティーニ教授である。教授はローマ大学にも席をおいている。

また、同じく国家サービス実施組織として、国家消防隊がある。これは日本ではさしずめ自治省消防庁といった組織になるが、日本の消防活動より大規模なようであった。これは、16日に国家保護局の後に訪問した付属高等消防学校でのプロモーションビデオを見る限り、日本では自衛隊がやるような救助活動も行っていたことからうかがえる。

4．イタリアの砂防技術について

今回、砂防技術に関わる現場を視察する機会がもてたが、その中で特に印象に残った箇所について以下に述べる。

(1)ボイト川支川パンチャ川土石流監視および遊砂地対策現場

上流域は写真－2に示すような凍結融解に伴うと思われる土砂生産の活発な流域である。最高点がアンテラオ山の頂上の標高3,263mであり、下流扇状地部に存在するボルカ村（標高1,200m）に対して土石流被害を及ぼしており、その対策が実施されている。

イタリア北部の山岳景勝地として有名なドロミテ地方の中心に位置するが、最近10～15年の間に土砂災害が多くなっている。ここでも1994年に大きな土石流が発生して、さらに1996年にはそれ以上の規模で発生し、集落までに40,000m³の土砂が流出して被害を与えた。ここは別荘地としても開発が進められて、保全の必要性が高い。

まず写真－3に示すような、超音波計で土石流（波高）を検知して、下流に警報を流す監視体制がとられている。対策工事としては、サンドポケット（遊砂地）を設けている。遊砂空間を鉄線蛇篭を積み上げて確保している（写真－4）。なにかの足しにはなるが、使用されている鉄線も細く、大規模な土石流がきたら容量的にも、力学的にももたないような印象を持った。計画規模対応で実施されている日本の砂防工事を見慣れている目には、不十分な印象をもった。なお予算が少ないとの説明をしていた。

(2)コルドン川流砂量等観測施設

昨年の第1回会議でも説明を聞いて、興味を持ったところであるが、現地を見て改めてその施設に感心した。

流域面積5km²の渓流を観測対象にして、渓流の出口に流量、土砂量等を直接観測する施設を設置し（写真－5、6、7）、1985年から観測を行っている。主な観測内容は次のとおりである。

・沈砂池では掃流砂を全部捕捉してその量を計測（写真－6）
・浮遊砂は採水および沈砂地により計測（写真－7）
・Wash Load は濁度計で計測（写真－7）
・超音波水位計で水位（流量）を計測
・圧力センサーにより堆積土砂の量を計測
・地下水位は流域内3ヶ所のボーリング孔で計測
・流域内2箇所で雨量を観測
・テレメーターでデータはＣＮＲ水文研究所に伝達

様々な観測の目的の一つはステップ・プールの研究とのことであった。写真－5に写っている観測所には寝泊まりの施設があり、雨期に当たる10、11月には泊まり込みで観測するとのことである。観測対象となるような規模の土砂流は1987に４回発生したが、その後あまり発生していないとの説明であった。

(3)マエ川のスリット砂防ダム

この川では1966年に土石流にともなう災害が発生して、写真－8のスリットダム下流で18名の死者が出た。この対策としてこのスリット砂防ダムがウベ

写真－2

写真－3

写真－4

写真－5

写真－6

写真－7

写真－8

ルティーニ教授の設計でＣＮＲとバドバ大学協同で水理模型実験委員会を設置して検討を行った。

ダムは副ダムもあるため、スリットダムながら、魚道が設置されている。なお、ダム上流に堆砂した土砂は州政府が建設用材として売っている。

⑷バイオントダムおよび上流大規模地すべりおよび堆砂状況

ダム技術者、土木関係技術者なら誰でもご存じのバイオントダムを見ることができた。周辺は公園等があり、当然見ることはできるが、今回は立ち入り禁止になっている、ダム内部の施設を見ることができた。提高260mのアーチ式ダムであるバイオントダムは現在、砂防ダム状態になっているので、提体に検知センサーを埋め込みダムの破壊を監視している状態であり、提体内部へは入れない。しかしながら、提体前の導水管端から日の前に提体を文字通り仰ぎ見ることができた（写真－9）。さらに発電タービン室になる部屋を見たが、提体の上を200mの高さの段波が越えて行き、導水管からその分、圧力を増した水がタービン室を破壊して流れたという説明を、なにか実感を伴わない気持ちで聞いていた。

ダムの上流側から提体を見たのが写真－10である。写真でみるとちょっと大きめの砂防ダムがまだ満砂状態になっていないなという印象であるが、大規模崩壊（写真－11）が一望に見える現場からは、ダムの空き容量はわずかなものである。ダム直上流の左岸側斜面が、試験湛水を経て、HWL762mに対して本格的に貯水して710m達した1963年10月9日に崩落したものである。崩落土砂量2億5千万m³との説明であった。

段波は下流、対岸、上流側3波に別れて発生した。対岸では200～230mはい上がってきた。下流はダムを200mオーバーフローして、直下流のロンガローネの集落を襲った。上流でもエルト村を襲い、村人270名、ダムの工事従事者57名と、下流域での被害者会わせて死者・行方不明者約2,000人の大参事を引き起こした。

これが教訓になり、その後の貯水ダムの建設は、周辺地すべりの可能性についてより詳細な調査と、慎重な試験湛水が行われるようになった。このバイオントダム建設時点でもある程度の、貯水池周辺地すべりの知識はあったため、この災害も人災として

写真－9

写真－10

写真－11

本年まで約40年に渡って、イタリア政府により遺族等への補償を行ってきた。補償は今年でうち切られるが、その教訓を長く後世に残すため、ロンガローネに博物館の建設計画があり、日本からの土砂災害に関する展示資料を、ウベルティーニ教授から求められた。

5．これから

日伊土砂災害防止技術検討会は今回が第2回で、毎年交互に実施する申し合わせになっており、第3回は来年日本で行うことが合意された。また、検討テーマについては、森団長から以下のものをあげて、イタリア側も了解した。

1）危険区域の設定方法
2）警戒避難の基準の考え方
3）ＧＩＳを活用した危険度判定
4）モニタリングシステム－計測手法とその有効性

なお、イタリア側は土砂災害に関する日本との技術協力に強い期待を持っている。それは、今回の一連の会議の冒頭の総理府市民保護局における挨拶に示されている。内容は以下のとおりである。

『イタリア、日本は先進国の中でも土砂災害被害の多い国で、イタリアは従来からアメリカとの協力はあったが、これからは土砂災害と闘うために日本との協力を進めたい。

イタリアはＥＵの一員としてCivil Protection を押し進めたい。ただ、ＥＵの隣国との関係を築くだけではなく、日本との関係を深めることが重要と考えている。

2001年6月から日伊の重要なイベントがある。一つは商業・文化に関するイベントが、イタリア海軍の船が日本に停泊して、その中で開催され、そこに市民保護局の催し物も企画されている。もう一つは地震・火山に関するもので、市民保護の新しい技術がとりあげられ、日本の洪水・土砂災害も取り上げられる。

この2001年からのイベントの中で、日伊交流の合意が結ばれることを期待している。』

今回の会議に際して、大変お世話になったイタリア政府市民保護局、ＣＮＲや、日本側建設省等に対して感謝申し上げて本報告を終わる。

参考資料

1） 第1回日・伊土砂災害防止技術会議　記録集
2） 水野秀明：イタリア共和国における土砂災害対策に関する法律と行政組織（2000）、砂防学会誌（新砂防）Vol.53,No.4
3） Establishment of the National service of Civil Protection, Law N.225,24,Feb. 1992

ネパールDMSPプロジェクト短期専門家活動報告

比留間雅紀*

1．ネパールの砂防技術協力の沿革

ネパールに対する砂防の技術協力は、1976年にネパール政府から、自然災害防止対策の長期専門家に関する派遣要請が、日本政府になされたことを契機として、始まった。1977年4月の玉光弘明氏、松下忠洋氏の視察を経て、1977年9月から1年1ヶ月、故・橋本明氏が、森林省土壌・水保全局（当時）の個別専門家として、ネパールの土砂の問題に関して精力的に調査・技術指導を行った。

この報告をベースに開発調査やアドバイスチームの派遣等が実施され、その後、1990年のネパール政府の要請により、何回かの調査団派遣を経て、プロジェクト方式技術協力、DPTC（Water Induced Disaster Prevention Technical Centre）プロジェクトが始まった。同プロジェクトでは、1991年10月から、1993年の大災害の影響による2年半の延長を経て、1999年3月までの7年半、砂防・地すべり・河川技術の技術移転が行われた。

そして1999年9月から5年間の予定で、地域防災・災害復旧・情報システム化を目的としたDMSP（Disaster Mitigation Support Programme）プロジェクトが進められている。

なお、本年4月に組織の恒久化が認められ、水資源省治水・砂防局（Department of Water Induced Disaster Prevention：DWIDP）となった。

2．短期専門家活動内容

2000年9月9日から3週間、DMSPプロジェクトの「低コスト工法」短期専門家として、訪ネした。目的は、地域防災モデル活動において、現地の自然および土地利用状況に適し、かつ住民自身が実施可能な低コストの防災対策の検討を行い、ネパールに適した住民参加型防災活動の促進を図ることである。

当初、DWIDPの技術者に対して、ネパールにおいて適用が可能と思われる日本の伝統的工法の紹介と、工法選定に至るまでの現象把握、計画立案のプロセスに関してプレゼンテーションを行った（写真－1）。

写真－1　講義中

次に地域防災モデルサイト（河川ならびに砂防分野）のギルバリ川の現地調査を行った。その後3日間にわたり担当部署の技術者とワークショップを行い、ギルバリ川の全体計画・今後必要な調査等についてカウンタパートと討議を行った。これをレポートに取りまとめ、他の技術職員、長期専門家に対してプレゼンテーション、質疑応答を行った。

3．ギルバリ川について

ギルバリ川（Giruwari-Khola）は、DSMPプロジェクトの2つの地域防災モデルサイトの一方で、ガンジス川へと流れるナラヤニ川の1次支川である。流域面積250km²程で、ミッド・シワリク山地を下刻する上流部と、扇状地を削り幅広い河床を持つ中下流部とに大別できる。

9月13日から4日間、カウンタパート、長期専門家、そしてタマサリヤ地区の開発コミッティ議長のRayamaji氏と共に、ナラヤニ川合流点から、約20km上流のジャルバス集落上流地点まで、現地調査を行った（写真－2～4）。

現況では、上流部と中流部左岸山腹で大規模に焼き畑農業が行われ、土砂生産の一因と言われている。中下流部では数段の段丘面が存在し、主に水田とな

*（財）砂防・地すべり技術センター企画部国際課長代理

写真－2　上流部の河床と焼き畑（とうもろこし）

写真－3　中流部（水際近くまで水田）

写真－4　下流部ナラヤニ川合流点付近（蛇篭護岸が部分的に存在）

っている。洪水時には河道の首振りにより段丘面が削られたり、低位段丘面に溢水したりして、農業被害をもたらしている。住民によれば、上流部からの土砂流出により河床が上昇し、水田が被害を受けやすくなっている、とのことであった。上流、中下流の住民組織は別なので、本当に上流が荒れているのか、早急に調査する必要を感じた。

現時点では、河床縦横断測量、雨量、流量や、上流域の土砂生産・流出状況に関してデータがなく、多くの推定を含む机上検討による全体計画であるが、今回の踏査をもとに一通りの流れに沿った計画を立案した。特に、予算が不足し全川にわたる工事の実施が不可能な中で、生起する現象は全流域で定性的に押さえ、どういうレベルで対策を行っていくかを、できるだけ早く決める必要があろう。

4．第2フェーズの側面

現在、プロジェクトには日本人長期専門家６名がアドバイザーとして赴任しており、精力的に活動しているが、活動計画書に上らない課題もあり、これらの対応に苦慮し、手間を取られている。日本からは見えにくいことを、2点ほど紹介する。ネパールの習慣に関わる問題もあり、日本の尺度では測れないものもある。解決策・打開策をお持ちの方は、是非お聞かせ願えれば、と切望する。

4.1　技術者の育成

プロジェクト第1フェーズの開始から9年経過したが、転勤等があり、中核となる、エンジニアクラスの技術者の定着率は低い。砂防では起こった現象から将来予測をして計画を立案していくが、調査から計画までの技術思想・哲学を身につけるには場数を踏む必要がある。私自身第1フェーズの専門家であり、そうした技術者を育成仕切れなかったことに強い自責の念を持つが、新しく来た技術者をある程度のレベルに引き上げることが、いつの段階でも必要であり、時間と忍耐力が必要な陰の作業となっている。

4.2　技術者のモティベーション

ネパールの技術者たちは留学経験を持つものも多く、優秀な人が多いが、国内予算が乏しく事業の絶対量に欠けることから、大規模建設プロジェクトに従事することが、彼らにとってステータスとなる。一方、第2フェーズ（DMSPプロジェクト）では、プロジェクト終了後の持続可能性を考え、事業予算を押さえて住民参加型の対策推進という事業形態を模索していこうとしている。技術者の興味が向きにくい仕事を進めていこうとするなかで、いかにネパール人技術者が意識を持ち、イニシアティブを取っていけるかが、今フェーズの重要なポイントとなると感じた。

参考文献

DPTC・JICA：DPTCネパール治水砂防技術センター、（プロジェクト終了時セミナー資料）、1999
橋本明追悼文集編集委員会：追想　橋本明、（非売品）、1994

平成12年鳥取県西部地震速報

土砂災害ソフト対策研究会

1．はじめに

平成12年10月6日13時30分頃、鳥取県西部地下約10kmを震源とした「平成12年（2000年）鳥取県西部地震」が発生した。マグニチュードは7.3（暫定10月6日気象庁発表）と、平成7年1月17日に起きた兵庫県南部地震（M7.2）に匹敵する大きな地震であり、鳥取県境港市や同県日野町で震度6強を記録したのを始め、中国・四国地方の広い範囲で震度4～5の強い揺れを生じた。その後は余震が続き、8日にはマグニチュード5.0の最大の余震が発生したが、平成12年11月15日現在、余震活動はほぼ収束している。鳥取・島根県地方に於ける規模の大きな地震は1943年に死者1,083人を出した鳥取地震（M7.2）以来約半世紀ぶりである。鳥取県西部地震の発生箇所では、活断層は知られていなかったが、余震の震源分布や発震機構からみて、北北西－南南東方向の断層が活動したものと考えられている。

図1　震度分布図

2．地震災害の概要

今回の地震では鳥取県日野町・西伯町・境港市、島根県伯太町・広瀬町・安来市、岡山県新見市に被害が集中している。地震の規模が大きかったにも係わらず幸い死者は0人であったが、負傷者は138人に上り、住宅も約2,000棟が全半壊するなど大きな被害が出ており、一時は鳥取県内だけで2,700人余りが避難生活を強いられていた。また、境港市では港湾施設などに液状化現象による噴砂の発生や、中山間部ではがけ崩れなど、土砂災害が多数発生している。

表－1　鳥取県西部地震による被害

	人的被害		住家			がけ崩れ
	死者	負傷者	全壊	半壊	一部損壊	
鳥取県	0	97	289	289	3,119	195
島根県	0	11	19	19	3,703	6
岡山県	0	18	7	7	453	5
他府県	0	12	0	0	43	1
合　計	0	138	315	315	7,318	207

平成12年10月30日11時00分現在　消防庁（37報）による

米子市青木地区における墓石の転倒状況

日野町道三原上流における斜面崩壊状況

3．震後の降雨状況

平成7年の兵庫県南部地震や本年の伊豆諸島・神津島の地震活動では、地震動によって斜面が不安定化し、後の降雨によってがけ崩れを始めとする土砂災害を引き起こしやすい状態にあった。当地域では地震後しばらくは目立った降雨はなかったものの、10月末から11月初頭にかけて温帯低気圧による大きな降雨を記録している。この降雨により、がけ崩れが発生し、伯備線が根雨（日野町）～生山（日南町）間で長期間不通になるなど各地で被害を出している。

4．センターの取り組み

この地震災害を受けて、鳥取・島根両県では、震後の土砂災害基準雨量の検討を行うこととなった。地震による地山状況の変化を考慮して、土砂災害警戒避難基準雨量値の引き下げを検討するもので、学識経験者と行政担当者からなる「震後土砂災害警戒・避難基準雨量検討委員会」（委員長：小橋京都大学名誉教授）を設置し、検討することとなった。

対象地域は豪雪地域に指定され、融雪による土砂災害の警戒・避難についても考慮する必要があり、今後それらの検討を進めて行くことにしている。第1回検討委員会は11月27日（月）に米子市において開催した。

これに先立ち、11月7～8日に瀬尾専務理事を中心とした調査チームが現地入りし、被害の大きかった日野町を中心に現地状況調査を行った（写真）。

現地の状況としては、屋根にブルーシートが多く見られ被害が決して小さくはないことが窺えた。10/6の地震による崩壊に対しては、応急的な対策がなされているところであるが、降雨等による崩壊の拡大が懸念されるところであり、11/2の雨により崩壊が散見され、現在応急的な対応も含め実施されているところである。

また、瀬尾専務理事の恩師にあたる日野町長により、日野町内の現場をご案内いただいたことや、調査中にお会いした地元の方々から地震時に「山腹や土蔵・土壁等の崩壊などにともなう土煙が激しかった」などの話を伺い、現地の状況把握に役立った。

（執筆担当：総合防災部　小野弘道、片嶋啓介）

第4回「緑のゼミナール」開催パネルディスカッションⅠ
「渓流の周りの緑について考える」

砂防部

1．はじめに

平成12年10月31日に砂防会館別館シェーンバッハ・サボーにおいて「第4回緑のゼミナール」が開催された。緑のゼミナールは平成10年から毎年開催されており、当センターは共催機関の一つである。午前中は森俊勇建設省砂防部長が講演を行い、続いて、「里山の森林：その歴史と環境保全」と題して塚本良則東京農工大学名誉教授が講演を行った。午後からは、パネルディスカッションを2部に分けて、Ⅰ部では当センター主宰による「渓流の緑について考える」と題して話題提供及びパネルディスカッションが実施された。

パネルディスカッション（Ⅰ）では、今後の砂防林（または渓畔林）を活用した積極的な事業が促進されるように、行政、研究機関、民間企業の方々から広く議論していただくことを目的として実施された。

その内容としては、まず、中村太士教授（北海道大学大学院）からこれまでの研究成果等を踏まえて渓畔林の必要性について、話題を提供して頂いた。次に、長野県鳥居川を事例とした水と緑の生態学的保全・復元として福留脩文所長（株式会社西日本科学技術研究所）から紹介を頂き、同流域の渓畔林を活用した砂防計画として坂口哲夫課長（長野県土木部砂防課）から紹介頂いた。さらに渓畔林が土砂移動に与える影響の実験的研究として、仲野公章室長（土木研究所砂防部砂防研究室）から紹介頂いた。

これら話題提供を受けた後、話題提供者と大手桂二氏（京都府立大学名誉教授）のパネラーとコーディネイターとして池谷浩理事・砂防技術研究所長（財団法人砂防・地すべり技術センター）によるパネルディスカッションが行われた。（写真1参照）

第4回緑のゼミナールの参加者は官公庁職員や大学、コンサルタント等を含めて総勢377名であった。本稿は、パネルディスカッション（Ⅰ）における話題提供の概要及びパネルディスカッションの内容をとりまとめたものである。

2．なぜ渓流の周りに樹林帯が必要なのか

北海道大学大学院教授　中村太士

水辺の植生群落は、洪水・流路変動などの影響を受ける一方、日射遮断、リター供給、地下水脈による物質交換等を通じて河川の地形、水質、生物生息場の形成に多大な影響を与える。さらに、河川は山地源頭部から河口までつなぐ物質運搬経路であり、河川と植物群落の相互作用は河川の上流から下流に向かって変化し、流域斜面で発生した自然・人為的攪乱の影響は最終的に水辺域に集結する。結局、水辺域は陸域と水域の生態系を結ぶ接点に位置し、攪乱の波及など集水域全体の生態系を考える上で極めて重要な区域としてとらえることができる。ここでは成立した水辺林がいかなる生態的機能を果たすのかについて紹介する。

水辺林の日射遮断については、北海道苫小牧地方の落葉広葉樹林帯の調査結果によると、樹冠により河川水面が鬱閉されているところでは日最大日射量で1/4、日総量では1/7まで低下することが明らかになっている。山地小渓流における水面熱収支を考えた場合、収支項目の中で純放射量の占める割合が極めて高い。このため、水温変動は上流域で樹冠に覆われていない区間長を求めることにより、容易に回帰式で推定できる。

山地渓流におけるエネルギー収支を落葉広葉樹林帯で調査した結果を参考にすると、山地渓流において渓流外の山腹斜面から供給される有機物量は溶存態のものを含めると全体の99％以上にものぼり、リター供給は極めて重要なエネルギー源である。

朽ちて渓流内に倒れ込んだ倒木、さらに移動した流木は渓流の微地形形成、さらに渓流内の物質移動に重要な役割を果たしている。淵体積の約40％は倒流木によって形成されている。このような微地形変化に伴う淵形成は魚類生息場として注目され、倒流木の本数もしくは体積と魚類の種類や数の関係が研究されている。倒流木は淵の形成のみならずカバー構造にも影響する。カバーとは、障害物などの陰に

できる暗い場所や流れの遅い場所のことで、魚類の生息場所として重要な要素として知られている。米国の研究成果では倒流木量が増えると魚類の量が増える傾向を示し、倒流木が形成する環境は魚類生息場として欠かせない要素であると考えられている。日本における倒流木量とニジマスの関連の調査結果は、倒流木による淵形成とこれに伴うニジマス現存量の上昇を明らかにしている。

地下水脈と森林との相互作用として、間隙水域として注目を集めており、ハンノキ類など窒素固定を行うことができる樹種をつうじて栄養元素の交換、さらに水生生物の生息場提供など、地下水を通じて氾濫源の役割が注目されている。

河畔域の構造と機能を維持するためには、物質輸送の連続性を保証する上流と下流のつながり、森林と川のつながり、地表水と地下水脈とのつながり、川と地域のつながりを保持することが重要である。日本の川のほとんどは、この4つのつながりが遮断されているのが現状であることから、今後はこれらのつながりをいかに回復してゆくかが、今後の川づくりの基本理念となりうる。

3．水と緑の生態学的保全・復元について
－鳥居川を事例として－

(株)西日本科学技術研究所所長　福留脩文

鳥居川おいて、砂防河川での生態学的な環境保全や、その復元に関する土木工法を検討した。ここでは、その過程で試みた護岸工、水制工および床固め工の新しい構造と、その役割について報告する。

従来工法の生態学的な改善方法は以下の通りである。

①まず河川生態系の復元は、従来の固い直線的護岸によって形成される水辺環境でなく、護岸がない時のような多様な水辺環境に着目する。ここに、生態系の底辺を成す藻類や、水生昆虫が生育する入江水域を確保する。

②河道とその堤内との生態学的な連続性を保つため、河岸の脚部から法面にかけ、河床と河岸の材料および植生遷移の連続性を保てる護岸構造を目指す。

③平水時の生態学的な地形特性は、平面的には低水流が形成する蛇行を、横断的には蛇行に応じた侵食および堆積地形を、そして縦断的には瀬や淵の連続する河道を再現する。

この方針を実現するため、本来の河川や砂防の工法である、護岸工、水制工および床固め工を基本構造とし、自然の野石で高石垣を築く日本の伝統工法を参考に改善を試みた。

(1)護岸工

護岸工の天端ラインは護岸の計画法線に準じ、根石から始まる裾部の構造に緩やかなアーチ構造とし、そこに入江状の水際空間を取り込むよう提案した。上流からの大きな外力を避けるために、アーチ支点から上流側の形状はその流れに沿わせ、下流側はそこに入江状の空間を作る形状とした。同時に巨石の構築法として、コンクリートを使った練り積みでも、横目地を直線に通す布積み様式を廃し、野石を波状形に積み上げていく方式を提案した。

(2)水制工

水制頭部周辺の河床洗掘を防ぐため設けられた根固めをやめ、頭部基礎構造は根入れを深くし、その周辺に若干の洗掘を許容して淵を形成させる構造とした。水制頭部の構造は、河床から1.5～2.0m深く床掘りし、波状積みの根石と築石で台座を作り、その中央部に現場で得られる最大級 ϕ 1.3～1.5m程の巨石を、天端石として落とし込むように据えた。胴部は河床から1.0メートル深く床掘りし、根石を配置して波状積みに石を組み、天端は0.5～1.0mの巨石仕上げとした。

(3)床固め工

その基本的な構造は、斜路工の河床に、半円アーチの頂点を上流に向けた石組みを施すものである。そして最終的な構造としては、半円下流側の2支点と頂部1箇所の3ポイントに、“力石”としての巨石を据え、その間にアーチリングの“輪石”を配置するものである。そして、すべての石材は控を上流側に向け、その尻部を河床より下に下げて、洪水や土石の流れに抵抗せず、逆にこれを安定方向にも使う構造とした。

4．長野県鳥居川渓畔林を活用した砂防計画の一考察

長野県土木部砂防課長　坂口哲夫

長野県上水内郡信濃町黒姫地籍を流下する鳥居川は、流域面積49km²、河床勾配1/20～1/30の急流河川であり、平成7年7月の梅雨前線豪雨により渓岸侵食及び異常埋塞・氾濫の災害が発生し、現在、砂防工事が行われている。鳥居川においては、従前から有していた自然環境を復元させるため、生物相互のつながりが維持でき、特定の種（イワナ・ホタル等）の復元に固定せず生態系全般を見据えた新しい環境に対する概念により『川づくり』を試みている。

鳥居川における渓畔林の活用については、既存林の活用方式と河積拡大方式を採用し、水辺の自然環境への影響をできるだけ低減することとした。

(1)既存林の活用方式

現況の河道を拡幅して流下能力を向上させるのではなく、遊砂地として位置づけ流水が乗り上げる計画とした。場の選定は、河積が狭く、樹林地へ乗り上げた流水が背後地へ氾濫しないような地形である区間とした。粗度係数については河道部を0.035、渓畔林部を0.1と設定した。縦断計画は砂防事業の全体計画を踏襲した。横断計画は現況河道幅を用いた。

計画上の注意点としては、渓畔林地内の土砂流出防止、渓畔林地内の排水処理(立枯れ防止)があげられる。

(2)河積拡大方式

基本設計としては農業用取水堰は取り壊さずに、砂防計画との整合を図ることとした。このため取水堰は左岸袖部を中洲として残し、その裏側を放水路的に新規開削を行うことで流下能力を向上させた。植生復元としては河積の拡大に伴い渓畔林の面積が減少するため、鳥居川の沿川に自然植生しているサワグルミ、ミズナラ、イヌコリヤナギ等を代償として復元することとした。縦断計画は砂防事業の全体計画を踏襲した。横断計画は拡幅部左岸側の法面は提内外地の動物及び植生の復元を考慮し、1：5の緩勾配とした。

今回の試みでは、既存林の活用方式及び河積拡大方式の双方ともに、計画高水位に余裕高を加えた範囲まで渓畔林として利用するものである。砂防施設として、よりよい水辺環境を復元・保全及び創造していくためには、水理学的妥当性の検証、環境面の検討、砂防計画へ反映方法を整理していく必要がある。

5．渓畔林が土砂移動に与える影響

建設省土木研究所砂防研究室長　仲野公章

渓畔林の重要性に対する認識が高まりつつあり、土木研究所においてこれまでに渓畔林に関する調査・研究を行っている。今回はその中から土砂移動に与える影響に着目した実験的研究として、①横工直上流の樹林帯の土砂堆積促進効果、②木本植生の渓岸侵食抑制効果、③渓畔林を保全するための流路整備手法（洪水流に対する整流効果）を紹介する。

(1)横工直上流の樹林帯の土砂堆積促進効果

袖のある横工背後の樹林帯には土砂堆積促進効果があるが、高い効果が発揮されるのは横工から離れた位置であり、そこでは樹木占有面積率が高いことで効果を上げることができた。逆に横工にごく近い位置においては、樹林帯自身による土砂堆積促進効果はあまり発揮されなかった。よって袖のある横工背後の堆砂敷上にある樹林帯には土砂堆積促進効果があるが、それがよく発揮されるのは横工袖堰上げ範囲より上流側であると考えた。

(2)木本植生の渓岸侵食抑制効果

渓岸上に木本植生があることによって侵食抑制効果は発揮されることが分かった。渓岸侵食土砂量を定量的に表現するために、下記式を仮定した。

$$\frac{q_e}{\sqrt{sgd^3}} = Dx'\tau_*^{5/2}$$

ここに、qe：単位幅単位時間での渓岸侵食量、

s：砂礫の水中比重、g：重力加速度、d：渓岸土砂の粒径、Dx'：渓岸侵食土砂量係数、τ_*：無次元掃流力である。

侵食抑制効果量としては樹林専有面積率が高くなると、渓岸侵食土砂量係数の値が小さくなることによって、渓岸侵食土砂量も小さくなることが分かった。

(3)渓畔林を保全するための流路整備手法（洪水流に対する整流効果）

床固工群と渓畔林を組み合わせることによる、低水護岸を用いない流路整備の一手法の実現可能性を示すことができた。ただし、対象箇所が段丘等の河床との比高差を有する地形状況の場合には、側岸侵食は崖状に進行する可能性があり、渓畔林の安定性を確保するために今回検討した袖の長い床固工や部分的な護岸工を用いて侵食崖を形成させにくい流路構造としておき、また冠水頻度の高い範囲では流木化を防ぐための人工構造物の整備も考える必要がある。

今回樹林帯が土砂移動に与える影響に関する実験的研究を三つ紹介した。これらの研究は、定量的評価がまだ不十分であるので引き続き検討を行うことが必要である。また得られた実験結果の現場での適用性についても考察しなければならないと考えている。

6．パネルディスカッション

パネルディスカッションの内容をまとめると、以下の通りであった。①計画・設計における現状の技術レベルと課題の確認、②モニタリングの必要性、③渓畔林の積極的展開の必要性、④緑を用いた工法の時間軸の議論、⑤横断的な緑の連続性、⑥現場技術者の心得（現場をしっかり見ることが重要）、⑦地元の声を聞く仕組みを検討する。

（執筆担当：砂防部　栃木敏仁）

行事一覧　平成12年9月～11月

○行事

月　日	行　事　等	場　所
9月1日	第1回伊豆諸島土砂災害対策検討委員会	都内
9月4日	地震・活断層セミナー「山梨県の地震、活断層と防災について」	甲府市
9月6日	鋼製砂防構造物委員会	砂防・地すべり技術センター
9月6日	建設ＩＴフォーラム「情報技術が築く新生産システム」	都内
9月7日	第2回伊豆諸島土砂災害対策検討委員会	都内
9月8日	第1回泉郷地すべり解析検討委員会	村山市
9月12日	口坂本地すべり対策検討幹事会	静岡市
9月12日	フォーラム「貧困緩和戦略ペーパーについて」	都内
9月13日	STC技術検討会	砂防・地すべり技術センター
9月13日～15日	日本火山学会2000年度秋季大会	水戸市
9月21日	第3回伊豆諸島土砂災害対策検討委員会	砂防・地すべり技術センター
9月21日～23日	土木学会平成12年度全国大会「第55回年次学術講演会」	仙台市
9月26日	評議員会	砂防・地すべり技術センター
9月26日	理事会	都内
9月28日	セミナー「警戒避難基準雨量の設定法」	都内
9月27日～29日	平成12年度（第13回）砂防研究報告会	つくば市
9月30日	第1回秋田駒ヶ岳火山防災対策検討委員会	秋田県田沢湖町
9月30日～10月1日	富士山砂防30周年記念事業「富士山御中道ぐるっと歩こう360°」	富士宮市
10月5日	第32回砂防学会シンポジウム「斜面都市における防災を考える」	長崎市
10月10日	有珠山土砂災害対策検討委員会	北海道虻田町
10月10日	セミナー「有珠山、三宅島、新島・神津島の活動と災害情報」	都内
10月10日～11日	第3回砂防ＣＳＧ工法（仮称）検討会	甲府市
10月13日	第1回富山県土砂災害警戒避難基準雨量検討委員会	富山市
10月13日	新型鋼製砂防構造物開発技術検討会	砂防・地すべり技術センター
10月14日～22日	第2回日伊土砂災害防止技術会議	イタリア
10月17日	第4回伊豆諸島土砂災害対策検討委員会	砂防・地すべり技術センター
10月18日	大網地すべり対策総合解析検討委員会	長野市
10月25日	土砂災害情報通報システム整備事業に関する意見交換会	砂防・地すべり技術センター
10月26日	瀬田川砂防計画関連業務連絡会	京都市
10月28日	ネパールヒマラヤの地質とランドスライド災害講習会	千葉市
10月31日	第4回緑のゼミナール	都内
10月31日	第2回泉郷地すべり解析検討委員会	山形市
10月31日	北股入沢崩壊対策検討幹事会	長野県白馬村
11月1日	地すべり概成判断検討委員会	砂防・地すべり技術センター
11月1日	第1回鳥海山火山噴火警戒避難対策計画作業部会	山形県三川町
11月1日	新法関連業務検討会	都内
11月1日～2日	第7回河川整備基金助成事業成果発表会	都内
11月7日	第11回民間開発建設技術報告会	都内
11月7日	砂防ソイルセメント工法検討会	砂防・地すべり技術センター
11月7日	鋼製砂防構造物の損傷およびその対策に関するワーキング	砂防・地すべり技術センター
11月9日	鳥海山火山防災マップ策定検討委員会	酒田市
11月10日	海外担当非常勤顧問会議	砂防・地すべり技術センター
11月15日～16日	平成12年度総合防災学院・総合防災セミナー	都内
11月16日	平成12年度治水事業促進全国大会	都内
11月20日	平成12年度技術研究成果報告会	都内
11月22日	第8回リバーフロント整備センター研究発表会	都内
11月22日	第4回砂防ＣＳＧ工法検討会	砂防・地すべり技術センター
11月24日	鋼製砂防構造物設計便覧に関するワーキング（第7回）	(財)砂防・地すべり技術センター
11月26日～12月3日	第15回日中河川及びダム会議	中国（武漢）
11月27日	鋼製砂防構造物委員会	(財)砂防・地すべり技術センター
11月27日	震後土砂災害警戒避難基準雨量検討会	米子市
11月27日	島々谷技術検討会	砂防・地すべり技術センター
11月27日～29日	平成12年度総合防災学院・総合防災セミナー	都内
11月30日	伊豆諸島土砂災害検討委員会（斜面分科会、土石流・泥流分科会）	(財)砂防・地すべり技術センター
11月30日	フリーフレーム協会創立25周年記念講演会	都内

○協賛（後援）

月　日	行　事　等	主　催
10月19日～20日	地すべりフオーラム2000，にしあいづ	地すべりフオーラム2000にしあいづ実行委員会
11月11日	「さぼうランド」出展10周年記念	「さぼうランド」出展10周年記念行事実行委員会
11月17日～18日	2000火山砂防フオーラム	火山砂防フオーラム実行委員会
11月18日～19日	'雲仙普賢岳フェスティバル'2000	特定非営利活動法人　島原普賢会

理事会等の開催

【平成12年度第3回理事会】

第3回理事会が、平成12年9月26日午後、アルカディア市ヶ谷6階「阿蘇」の間で開催され、次の議案について審議が行われました。

報告事項(1) 理事の選任について
報告事項(2) 非常勤顧問の委嘱について
報告事項(3) 有珠山噴火に対する対応について
報告事項(4) ベネズエラ災害に対する対応について
報告事項(5) 伊豆諸島土砂災害に対する対応について

【平成12年度第3回評議員会】

第3回評議員会が、平成12年9月26日午前、当センター会議室において開催され、次の議案について審議が行われました。

第1号議案 理事の選任を求める件
報告事項(1) 非常勤顧問の委嘱について
報告事項(2) 有珠山噴火に対する対応について
報告事項(3) ベネズエラ災害に対する対応について
報告事項(4) 伊豆諸島土砂災害に対する対応について

人事異動等

●職員の採用等

		氏　名	所属（旧所属・転出先等）
9月1日付	【新規研修】	村上　治	砂防部技術課（朝日航洋㈱）
9月30日付	【辞　職】	保科　幸二	理事兼砂防技術研究所長（砂防広報センター）
10月1日付	【委　嘱】	池谷　浩	理事兼砂防技術研究所長（顧問）
	【昇　任】	矢野　将之	砂防技術研究所研究課主任技師（砂防技術研究所研究課）
	【昇　任】	藤田　久美子	企画部国際課専門職（企画部国際課）
	【新規研修】	松原　智生	砂防部技術課（㈱建設技術研究所）

平成12年度 「技術研究成果報告会」の開催

企画部企画情報課

理事長挨拶

去る11月20日（月）、砂防会館（東京都千代田区）において、「技術研究成果報告会」を開催いたしました。建設省・都道府県をはじめ、関係する法人・企業等より多数の方々にご参加いただきました。ここに改めてお礼申しあげます。

当財団では、これまでにさまざまな調査・研究活動、公益事業等を行なっております。特に、平成4年度より「研究開発助成事業」*として大学等研究機関に所属される研究者の方々に助成を行なっております。このたび、技術研究成果報告会では、過去の研究開発助成の成果の中から一部を発表させていただきました。

報告会では、建設省砂防部長　森俊勇氏より基調講演をいただくとともに、研究開発助成を利用された研究成果の中から2題と当財団が自主研究として実施してきました中から2題の計4題についての発表を行ないました。

まず、基調講演として森砂防部長より、「砂防技術について」示唆をいただきました。研究発表の1題目として立命館大学の江頭教授より、「流出土砂予測法の開発」についてご発表いただきました。東京大学大学院の鈴木教授には、「林地斜面崩壊監視モニタリングシステムの現地適用について」ご発表いただきました。当財団からは菊井課長（総合防災部）より、「住民に分かりやすい防災システムについて」、最後に吉松部長（斜面保全部）より、「1999年ベネズエラ共和国における土砂災害について」紹介させていただきました。発表に対し会場より質問があり、有意義な報告会であったと考えております。

なお、「技術研究成果報告会」は、研究開発助成における研究成果の発表の場として、来年度も開催する所存でありますので、今後ともよろしくお願い申しあげます。

また、発表内容については次号（平成13年3月発行）に掲載する予定です。

＜プログラム＞　「技術研究成果報告会」

基調講演	砂防技術について	森　俊勇（建設省砂防部長）
発表1	流出土砂予測法の開発	江頭　進治（立命館大学理工学部）
発表2	林地斜面崩壊監視モニタリングシステムの現地適用	鈴木　雅一（東京大学大学院）
発表3	住民にわかりやすい防災システムについて －地域防災学習マップの作成－	菊井　稔宏（(財）砂防・地すべり技術センター）
発表4	1999年ベネズエラ共和国における土砂災害	吉松　弘行（(財）砂防・地すべり技術センター）

*「研究開発助成事業」：当財団で実施している公益事業の一つであり、「砂防並びに地すべり及びがけ崩れ対策に関する技術開発及び調査研究」を対象として、平成4年度より実施しており、これまで8ヶ年41課題の助成実績があります。

※この成果報告会の予稿集は、無料でおわけしております。（送料はご負担いただきます。）ただし、数に限りがございますので、ご希望の方は、お早めにお申し込み下さい。

【問合せ・申込先】

企画部　ＴＥＬ（03）5276-3271　ＦＡＸ（03）5276-3391

島原の住民団体より当センター職員が感謝状を贈られる

雲仙普賢岳の噴火に伴う土石流災害によって人家が土石に埋まるなど壊滅的な被害を受けた島原市の安中地区住民主催の復興シンポジウムが11月19日（日）に、安徳海岸埋め立て地に完成した復興アリーナで開催されました。

このシンポジウムは噴火10年という節目を迎え、災害対応に苦労された方をパネラーとして、当時の体験を紹介するとともに、「火山と共生する」ための今後のあり方について住民自らが考えようと実施されたものです。

シンポジウムでは、池谷砂防技術研究所長が基調講演をし、また、建設省在職中に発言した「住民へのエール」をまとめた語録集が参加者に配布されました。そして、シンポジウム終了後、住民代表から高田前長崎県知事、池谷前建設省砂防部長（当センター砂防技術研究所長）、太田前九州大学地震火山研究所教授、松井元雲仙復興工事事務所長（当センター砂防部長）、三木前雲仙復興工事事務所長らに感謝状が贈られました。

災害経験の教訓探る

安中地区住民がシンポ

災害の教訓などについて考えた住民主催・復興シンポジウム＝島原市平成町、島原勤労者総合福祉センター

【島原】雲仙・普賢岳噴火災害で壊滅的打撃を受けた島原市安中地区の住民と関係者が災害の教訓を探る住民主催・復興シンポジウムが十九日、同市内で開かれた。約百五十人が出席し、災害に対した経験の伝承や火山地域の街づくりについて考えた。

住民と行政が協力し、安中三角地帯かさ上げ事業など古里再生を進めている安中地区の住民組織でつくる同シンポ実行委員会（大町辰朗委員長）が主催した。

シンポジウムでは、池谷浩・前建設省砂防部長が基調講演。平常時からの街づくりに関する住民間の論議や、地域を守り育てる次世代の人材育成などの必要性を説明した。

パネル討論では、住民と当時の関係者が意見交換。高田勇前知事は「雲仙岳災害対策基金で臨機応変に対応できた。特別立法では逆に縛りがあったと思う」、大町委員長は「行政は住民がやる気を持てば後押ししてくれる」と話した。太田一也九州大名誉教授は、四十三人の犠牲者が出た大火砕流発生前後の心のかっとうなどを語り、上田實男前安中地区町内会連絡協議会長は「消防団員らのどうしようもない憤りの声が今も耳に残っている」と声を震わせた。

（長崎新聞、平成12年11月20日）

役職員の海外派遣

○短期専門家の派遣

■ネパールDMSPプロジェクト短期専門家（低コスト工法）
1.派 遣 者：比留間　雅紀（企画部国際課長代理）
2.派遣期間：2000.9.9 ～ 29

■中国雲南省小江砂防短期専門家
1.派 遣 者：池谷　浩（砂防技術研究所長）
2.派遣期間：2000.10.13 ～ 25
3.活動内容：

世界でも有名な土石流多発地域の小江流域は中国の重大貧困地域でもある。また、長江の上流部に位置していて、毎年多量の土砂を長江に供給し、長江水害の遠因ともなっている。

これら解決すべき多くの問題に対し、総合的な砂防事業を実施することにより地域の安全を確保するとともに、緑を復元させ生態環境を改善させ、かつ、土地の高度化利用を可能にして経済的自立による貧困からの脱却を図るための開発調査を申請するべく中国政府は検討している。

昆明市での意見交換会議事録のサインをする日中両国代表

そこで、案件形成に向けての指導・助言のため専門家派遣の要請があり、現地に派遣されたものである。小江流域（約3,000km²）を4日間にわたって上流域から金沙江合流点まで視察し、これらを提言としてまとめて中国側に提出してきた。

技術的な視点からは日本と中国の土砂災害とその対策に関するセミナーを開催した。また雲南省水利庁を中心とする関係機関と意見交換会を開催し、議事録として記録したところである。

これらの内容を在中国日本大使館に報告したところ、谷野大使から「大変すばらしいプロジェクトになる」との言葉をいただいている。早急に開発調査が開始され地域の安全、環境及び活性化が図られることを期待している。

■第15回　日中河川およびダム会議（中国武漢）
1.：派 遣 者：松井宗広（砂防部長）
2.：派遣期間：2000.11.26～12.3
3.：活動内容：個別課題「総合的な土砂災害への取り組み」について発表

○国際会議等への参加

■第2回　日伊土砂災害防止技術会議
1.：派 遣 者：瀬尾克美（専務理事）
　　：黒川興及（企画部次長）
2.：派遣期間：2000.10.14～22

海外研修生の受け入れ

■10月5日(木)「地震後砂防対策の研修」台湾　行政院農業委員会水土保持科技師

楊　健昌氏
林　成偉氏
何　富吉氏
蔡　明發氏

■10月5日(木)6日(金)「ネパールDMSPプロジェクト・カウンターパート研修」

「地域防災計画」Mr. Ram Hari PANNTHA(土壌保全技官：36才)
「災害調査・復旧」Mr. Bhuban GHIMIRE(技官：34才)

左から
比留間課長代理
Mr. PANNTHA
Mr. GHIMIRE
友松理事長

■10月18日(水)「ネパールDMSPプロジェクト・カウンターパート研修」

「GIS」Mr. Prakash Man SHRESTHA　(技官：40才)

左から
Mr. SHRESTHA
友松理事長

海外担当非常勤顧問会議の開催

企画部国際課

10月1日より、センターに海外担当非常勤顧問をお迎えすることになりました。

早速11月10日、お忙しいなか皆様にお集まりいただき、第1回「海外担当非常勤顧問会議」を開催いたしました。会議には、建設省より岡本砂防課長がかけつけてくださり、「砂防における海外技術交流の現状」について、お話しいただきました。また企画部国際課より、センターがめざす海外技術協力について、1.砂防関係海外技術協力に関する状況　2.国際課の業務内容　3.本年度の活動状況、を報告いたしました。

ますます国際化がすすみ、砂防の世界でも国際協力の必要性が高まっています。海外専門家として経験の豊かな非常勤顧問の方々には、海外の砂防の現状や、センターが砂防関係の海外技術協力のなかで何を担っていくべきか、またそれぞれの得意分野についてご意見を伺っていく予定です。

海外担当非常勤顧問（50音順）

板垣　　治	財団法人　砂防フロンティア整備推進機構	理事
小川　祐示	国際航業株式会社	常務執行役員
清野　雅雄	株式会社　オリス	取締役
杉本　良作	株式会社　ニュージェック	東京本社理事
西田　一孝	株木建設株式会社	常務取締役大阪支店長
保科　幸二	砂防広報センター	専務理事
牧田　一男	八千代エンジニヤリング株式会社	取締役
宮本　　登	株式会社　アイ・エヌ・エー	取締役
山内　　修	社団法人　雪センター	研究調査部長

出版物ご案内

平成12年12月現在

書名	編著者	発行年月日	備考
土石流対策のための土石流災害調査法	池谷　浩	1980・11月	山海堂へ注文下さい
土砂災害の実態	土砂災害年報編集委員会編	1982～毎年	
英和・和英砂防関係用語集	砂防関係用語編集委員会編	1986・6月	
目で見る砂防水理模型実験		1990・7月	山海堂へ注文下さい
流木対策に関する講習会テキスト		1990・12月	コピー版
鋼製砂防構造物設置事例集	鋼製砂防構造物委員会編	1991・5月	白黒コピー版
火山砂防計画策定（案）等に関する講習会テキスト		1992・5月	コピー版
鋼製砂防構造物設計便覧	鋼製砂防構造物委員会編	1993・3月	
砂防技術－設立20周年記念出版－	20周年記念出版物編集委員会編	1995・7月	
砂防地すべり技術研究発表会予稿集－設立25周年記念－		1999・11月	
平成12年度「技術研究成果報告会」予稿集		2000・11月	

上記書籍のお問い合わせ及びご注文は、企画部（TEL03-5276-3271/FAX03-5276-3391）までお願いいたします。

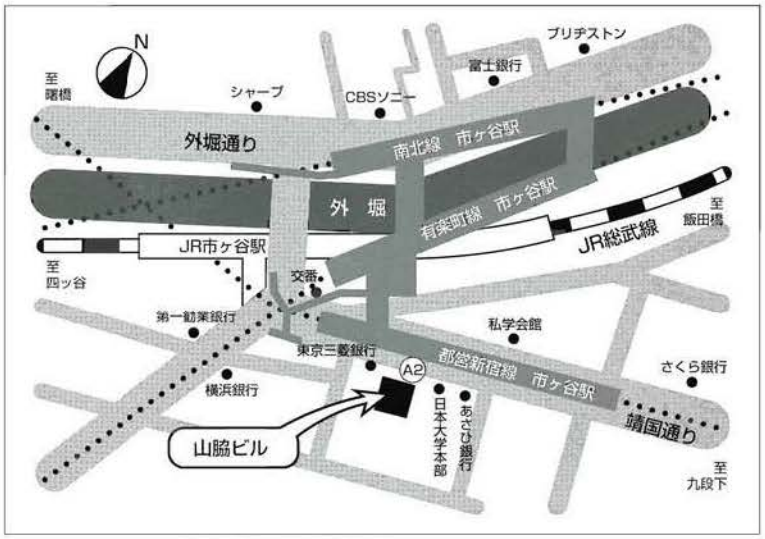
○編集後記

いよいよ21世紀の幕開けとなりました。新しい時代を迎え、新鮮な気持ちで前向きに暮らしていきたいものです。

さて、地球温暖化の影響か今年も暖冬という予想でしたが、それぞれの地域ではいかがでしょうか。

行政改革で国の組織も新しくなり、当センターの所管も国土交通省となりました。さらに、公益法人の見直しもより一層、進められることになり、実施する業務も公益法人にふさわしいものであることがより一層、厳しく求められることになります。現在残されている課題、新しく生じた課題にパイオニア精神で、積極的に取り組んでいく所存です。

年度末となり、なにかと慌ただしい時期となります。皆様のご健勝とご活躍、ご発展を真に祈念いたします。



JR総武線市ヶ谷駅徒歩1分
地下鉄営団有楽町線・南北線（A2出口）徒歩1分
都営地下鉄新宿線（A2出口）徒歩1分

印刷所　日本印刷株式会社

SABO TECHNICAL CENTER

SABO
VOL.68 JAN 2001
2001年1月1日　発行

編集　SABO編集委員会
発行　財団法人　砂防・地すべり技術センター
〒102-0074　東京都千代田区九段南4-8-21　山脇ビル
総務部・企画部（6F）　TEL（03）5276-3271　FAX（03）5276-3391
砂防部（7F）　TEL（03）5276-3272　FAX（03）5276-3392
斜面保全部・総合防災部（8F）　TEL（03）5276-3273　FAX（03）5276-3393
砂防技術研究所（8F）　TEL（03）5276-3274　FAX（03）5276-3394
http://www.stc.or.jp/