

土 木 研 究 所 資 料

第 6 回砂防調査の成果活用に関する 会 議 議 事 録

昭和61年 2 月

建設省土木研究所
砂防部砂防研究室

Copyright © (1986) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

第6回砂防調査の成果活用に関する 会議議事録

砂防研究室 矢澤 昭夫
原 義文
大場 章

要 旨

昭和60年4月25日～26日に開催された全国砂防関係技術者による「砂防調査の成果活用に関する会議」の内容を取りまとめたものである。

会議は、昭和59年度に行われた代表的な砂防調査の成果報告を行うとともに、「山腹工」「鋼製砂防施設」「総合土石流対策」「災害調査」「地すべり地形」というテーマを取り上げ、的を絞った討論を行った。テーマについてはグループに分かれて討論を行い、各事務所から実例の報告や現在抱えている問題の提示があり、より具体的な討論内容となっている。

キーワード：砂防調査，山腹工，鋼製砂防施設，総合土石流対策，災害調査，地すべり

はじめに

昭和60年4月25日～26日に開催された第6回砂防調査の成果の活用に関する会議の議事内容をここにとりまとめた。この会議の目的は直轄砂防事業調査に携わる者が、年に一度集まり、調査成果の紹介、諸問題の討議を行うことにより、既往調査成果を、今後の砂防調査、砂防事業に役立ててゆこうとするものである。この第6回会議も有用な成果報告及び活発な討議が行われ、新しい調査手法に対する意見や今後の研究の方向等重要な発言が多くなされ有意義な会議であった。

第6回会議は昨年に引き続き、本省と土木研究所からの講演、前年度調査成果発表及びテーマに関する討論という形式で行った。テーマ討論は、砂防テーマとして「山腹工」、「鋼製砂防施設」、「総合土石流対策」、「災害調査」、地すべりテーマとして「地すべり地形」を設定して、話題提供、グループ討論、全体討論という順序で進めた。まず話題提供では、全体会議の場で各テーマに関する既往調査成果発表が行われ、グループ討論では更に具体的な討論を行った。全体討論は、グループ討論の場で出された意見をまとめたものを全体会議に持ち込み、他のグループも含め全体で討論する形式をとった。

討論の状況としては、全体討論、グループ討論ともに活発な討論がなされた。しかし、全体討論、グループ討論ともに時間が少なく十分な討論ができなかったことが残念である。事前準備のあり方、討論の活用の方法を含め反省点とし、今後に生かしてゆきたい。

最後に、本会議の開催のために協力していただいた北海道開発局、沖縄総合事務局及び、各地方建設局並びに各工事事務所の砂防関係の皆様にご礼申し上げます。

建設省土木研究所砂防部砂防研究室

室 長 矢 澤 昭 夫

研 究 員 原 義 文

建設技官 大 場 章

目

次

はじめに

1. 会議日程	1
2. 会議プログラム	2
3. 開会の挨拶 土木研究所砂防部長 藤田 寿雄	4
4. 砂防調査及び研究の動向	1
4.1 砂防調査について 本省砂防課長補佐 近藤 浩一	6
4.2 急傾斜地崩壊研究室紹介 土木研究所急傾斜地崩壊研究室 本田 孝夫	10
5. 昭和59年度の代表的砂防調査	13
5.1 北海道開発局事業の紹介 北海道開発局	15
5.2 ヘリコプター写真測量による土砂変動調査 新庄工事事務所	20
5.3 砂防施設の基礎地盤改良について 松本砂防工事事務所	25
5.4 アンケート調査からみる住民の防災意識と その普及手法について 天竜川上流工事事務所	32
5.5 土石流基準雨量の設定について 倉吉工事事務所	38
5.6 怒田八畝地すべり 吉野川砂防工事事務所	44
6. テーマ討論	49
6.1 テーマ討論の概要	51
6.2 「山腹工」	53
6.2.1 「山腹工の砂防効果」 琵琶湖工事事務所	55
6.2.2 「林野庁での山腹工」 林野庁林業試験場	62
6.2.3 第1グループ討論まとめ及び全体討論	70
6.3 「鋼製砂防施設」	75
6.3.1 「鋼製砂防施設概要」 砂防・地すべり技術センター	77
6.3.2 第2グループ討論まとめ及び全体討論	81
6.4 「総合土石流対策」	87

6.4.1 「中津川総合土石流対策モデル事業について」	多治見工事事務所...	89
6.4.2 第3グループ討論まとめ及び全体討論		92
6.5 「災害調査」		95
6.5.1 「富士川昭和57年災害調査について」 ...	富士川砂防工事事務所	97
6.5.2 第4グループ討論まとめ及び全体討論		104
6.6 「地すべり地形」		109
6.6.1 「地すべり地形」	土木研究所新潟試験所	111
6.6.2 第5グループ討論まとめ		114
6.7 「河床変動測量」		115
7. 閉会の挨拶	土木研究所砂防研究室長 矢澤昭夫	125
8. 参加者名簿		127

1. 第6回筑波会議会議日程表

会議場：筑波研究交流センター

宿 泊：研修センター

4月25日(木)

13:00	常磐線 荒川沖駅集合
13:30	受 付 (研究交流センター)
14:00	
	会 議 (研究交流センター)
17:00	
17:30	研修センター着 (泊)

4月26日(金)

8:30	研修センター発
9:00	
	会 議 (研究交流センター)
11:40	
	(昼 食)
12:40	
	会 議 (研究交流センター)
17:00	
17:30	
	懇親会 (研修センター)
19:30	(泊)

4月27日(土)

8:30	研修センター発
9:00	解 散

2. 第6回砂防調査の成果活用に関する会議スケジュール

月 日	時 間	題 名	発 表 者
4月25日	14:00	開会の挨拶	土木研究所砂防部長 藤田 寿雄
	10	砂防調査について	本省砂防課長補佐 近藤 浩一
	25	土木研究所急傾斜地崩壊研究室紹介	土木研究所急傾斜地崩壊研究室 本田 孝夫
	45	会議進行の説明	土木研究所砂防研究室 原 義文
	15:00	「北海道開発局事業の紹介」	北海道開発局 吉井 厚志
	20	「ヘリコプター写真測量による土砂変動調査」	新庄工事事務所 長坂 剛
	40	「砂防施設の基礎地盤改良について」	松本砂防工事事務所 上原 信司
	16:00	「アンケート調査からみる住民の防災意識とその普及手法について」	天竜川上流工事事務所 藤沢 和範
	20	「土石流基準雨量の設定について」	倉吉工事事務所 中村 正俊
	40	「怒田八畝地すべり」	吉野川砂防工事事務所 綱木 亮介
4月26日		テーマ討論のための話題提供 〔テーマ：山腹工〕	
	9:00	紹 介	近畿地方建設局 石川 芳治
	10	「山腹工の砂防効果」	琵琶湖工事事務所 水池 良春
	30	「林野庁での山腹工」	林野庁林業試験場主任研究官 堀江 保夫
		〔テーマ：鋼製砂防施設〕	
	50	紹 介	関東地方建設局 杉浦 信男
	10:00	「鋼製砂防施設概要」	砂防・地すべり技術センター 浅川 信雄
		〔テーマ：総合土石流対策〕	
	20	紹 介	六甲砂防工事事務所 蒲 正之
	30	「中津川総合土石流対策モデル事業について」	多治見工事事務所 秦 耕二
		〔テーマ：災害調査〕	

月 日	時 間	題 名	発 表 者
4月26日	10:50	紹 介	中部地方建設局 南 哲行
	11:00	「富士川昭和57年災害調査について」 (テーマ:地すべり地形について)	富士川砂防工事事務所 森山 裕二
	12:20	紹 介	土木研究所新潟試験所 吉松 弘行
	12:40	(昼 食)	
	12:40	テーマ別グループ討論	
		グループ内発表	各発表者
		グループ討論	各座長
	15:00	(休 憩)	
	15:15	テーマ全体討論	司会者
	17:00	閉会の挨拶	土木研究所砂防研究室長 矢澤 昭夫

グループ名	テ ー マ	座 長	グ ル ー プ 内 発 表
第1グループ	山 腹 工	石川専門官	「大雑山腹試験植栽」 日光砂防工事事務所 酒谷 幸彦
第2グループ	鋼製砂防施設	杉浦専門官	「大瀬沢第二砂防ダム施設計画について」 富士川砂防工事事務所 下田 孝徳
第3グループ	総合土石流対策	蒲 専門官	「六甲山系総合土石流対策モデル事業の概要と問題点」 六甲砂防工事事務所 蒲 正之 「桜島における総合土石流対策モデル事業」 大隅工事事務所 花岡 正明
第4グループ	災 害 調 査	南 専門官	「昭和58年台風10号による災害時の情報収集」 天竜川上流工事事務所 藤沢 和範
第5グループ	地すべり地形について	中野専門官	地すべり地形についての講習 土木研究所新潟試験所 吉松 弘行

3. 開会の挨拶

土木研究所砂防部長 藤 田 寿 雄

皆さん、ようこそ筑波へおいでいただきました。非常に交通の便の悪い所でございまして、特に北海道とか九州とかから来られた方々に御苦勞をおかけしたかと思ひます。

59年度は10月にこの会議を行ひまして、主として直轄技術研究会の進行などについての討論が行われた訳でございますが、今年度はこの4月の末に行うということになりましたため開催間隔が短かったという事もありまして、指定課題についての討論はなかなか時間的にも用意ができないという事情となりました。そこで、今回は身近で具体的な内容での討論を主体にしようという事になった様でございます。それぞれの地方建設局によって、砂防を取り扱う内容も違ふかと思ひます。それぞれの分野で自分が担当している所を討論していただく趣旨だと思ひますが、自分が担当していない分野でも、砂防全体をながめていただくためには、あまりなじみのない様な所のものであっても耳を傾けていただきたいと思ふ訳でございます。今、矢澤室長からもお話しがありました様に、今回は高率補助金のカットという事がありまして、それと引き替えに若干の事業費の伸びが認められたというのが今年度の特徴であろうかと思ひますが、この高率補助金をまた元に補助率を戻すという事になりますと、相当に予算的な伸びがない場合には、事業費の削減というマイナス面が如実に表われてまいりますので、補助率が元に戻るというのはすぐになるかどうか分からない様な状況でございますが、いずれにしても何年後かにはそのつけが回ってくる様な気がいたします。こういう時期にあつては、やはり調査研究が非常に大事な事でありまして、そういう事業費の足りない分を調査研究である程度合理化をすすめる等という事で、補って行こうという事も1つ考える必要があるかと思ひます。

昨年から今年にかけては土砂災害としては、あまり大きいものがなかったので、ほつとしていた訳でございますが、今年2月15日に新潟県青海町の玉の木地区で地すべりがございました。これは急傾斜地崩壊危険箇所に指定され対策工事が施工されておりましたので、最初は施工済みの箇所での大きな崩壊だという事で問題になりましたが、具体的な調査が進み地すべりであつたという事がわかり、今までのがけ崩れ対策とは若干違った対策がなされようとしております。こういう時にいつも言われる事ではありますが、災害の予知がどうしてできなかったのかという事について、報道陣が非常に興味を持って、我々にもいろいろな質問が来る訳でございます。災害が予知できるかという事は、がけ崩れ対策の様に保全対象がはっきりしていますと、これは全数調査が可能でありますので、ある条件下にある箇所については、見落としがほとんどないという事になりますが、地すべりの様にあらゆる斜面が対象となる現象では公共施設、河川とか道路も含めてそういう保全対象がある場合もありましようし、全くそういう物が無い場合もある訳でございますが、地すべりの危険性を判断するという事は、表面からの観察のみによる判定だけではなくすべての斜面についての土砂崩壊なり地すべり機構の実態を調べて、その重要度を判別しなければならぬということでもあります。こういうものについての調査研究は、実は非常に難かしい事であります。1

箇所1箇所具体的にボーリングなり計器設置などを行って、調査すればこれはある程度の予知をする事が可能だと私は考えておりますが、現在我々が予知予測の手段としておりますものは、空中写真あるいは地形図といった様な非常に漠然としたデータでございまして、これから予知予測が100%できる様になるというのには、まだまだ時間が必要だろうというふうに考えられます。

地形的には地すべり危険地分布がある程度把握されていますので、災害が起こった場合に、非常に地すべりの分布が多かった所だから事前に予測できたのではないかという事が言われます。それから即座に私達が具体的な現地調査に着手できないのが残念でございしますが、それ以前に大学の先生のように比較的身軽に行動される方の意見が報道網にのるのが非常に早くて、どうもその辺の意見を後追いするといった様なかっこうになる訳でございまして。これが一つ方向が若干ずれたりしますと、それを修正するのに非常に時間がかかり、また我々の観点を理解していただくためには、その何10倍かの労力を費して説明をしなくてはならなくなるといった様な事でございまして、最近の災害事例を通じまして非常に教訓になったと思っております。したがって、単発的な土砂災害の調査にも現地の事情が許せば、我々はできるだけ早く出かけるべきではありましょうが、先生方やマスコミの方々に、がけ崩れ災害の対策はどのような過程で実施されているのかなどをもっと知っていただければ、玉の木のような大きな崩壊は、事業実施の過程では予測できなかったのだということを理解していただけるかと思えます。しかし、現状の斜面安定予測のレベルで良いということではありません。そのようなことから、現場の担当者の方々にも予知、予測技術の向上が増々要望されてきているのだと思えます。ただいま報道されているような、結果論的に山のあり方を見まして、十分わかっているはずだというような決めつけ方は、どうもいただけない様な感じがいたします。これと似た様な事は長野県西部地震の時にもありまして、粉体流という一般には聞きなれない専門用語でお茶の間の人々をも焚きつけましたが、これも調査が進むにしたがいまして、粉体流などという事は考えなくても通常の土石流でいけそうだという考えにだいたいなりつつあります。最初に非常に人受けする様な説明がどうしても先に走ってしまって、それを訂正するのに大変時間がかかるという事は、非常に残念な事だというふうに考えます。

我々の斜面の見方とか予知、予測、それがどういうふうに崩壊するかといったような事についても、我々の調査研究でももう少し具体的に世の中にアピールできる様な分類とか、予知、予測の精度の高い手法、データを世に示したい、というのが我々の願いであります。機会がありまして昨日、玉の木地すべりを見せていただきました。精進が悪くてひどい雨に降られまして十分に見てこられた訳ではございませんが、それなりに得るところがありまして、この方面での我々の調査研究の重要性を痛感いたしました。土木研究所の方針もその辺に重点がおかれるという事でございまして、皆様方の御協力もよろしく御願いたいと思えます。御挨拶がわりに最近の感想を述べました。

4. 砂防調査及び研究の動向

4.1 砂防調査について

本省砂防課長補佐 近藤 浩 一

今回は、第6回の筑波会議という事ですが、私は一回目から参加させてもらっております。昭和55年に私は吉野川砂防におりまして、吉野の池田の山奥から会場に来まして、びっくりした思い出があります。特に今年は、砂防の国際シンポジウムがこの会場で9月3日から5日にかけて行われる様ですし、このような国際会議場を使つての調査担当者会議というのは、建設省の中でも砂防だけだと思います。6回と回を重ねている訳でございますが、今日テーマを見てみますと、非常に興味深いテーマがあります。事務所、あるいは地方建設局におりますと、他の所ではどういう事をやっているかというのはたまに送られてくる成果報告書の本を見るだけであって、あまり具体的には良くわからないと思います。ぜひこういう機会を生かしていただいて、あそこの事務所ではああいう事を考えているのか、うちの事務所に照らし合わせた場合にそういうアイデアが出て来ないかとか、あるいはそれが応用できないかといった面で役立たせて下さい。

話題は変わりますが、本日は調査関係の皆様がお集まりな訳ですが、先程砂防部長が言われました様に、例の補助金の一括法案がなかなか通らない状況で、自達ではほんのわずかしき自達されておられません。特に調査旅費もまだ認められていない段階でして、いろいろ御不便をかけているかと思ひます。しかし、まだ見込みがわかりませんのでもう少ししばらく御不便をおかけするかと思ひますけれども、そういう状況ですのでおくみおきをくださいます様御願ひしたいと思います。

それから60年度の砂防予算ですが、対前年比はほとんど伸びないというような状況であります。基本計画調査あるいは、計画調査を中心に重点的な配分をしている訳でございますけれども、新しい調査の方向といたしまして、砂防基本計画の見直しというものが出ております。昭和46年度に全国的に調査、制定し、あるいは要項に基づきまして立てられました基本計画の見直しの時期がそろそろ来ておりました、現在、検討部会を設けて基本計画の見直しという作業に入っております。具体的な中身についてはまだ私も十分聞いていない訳ですが、今年それらの新しい基本計画に基づきまして、モデル河川において実際に適用して行こうということでありますので、関連する事務所におかれましては、検討を御願ひしたいと思います。

それから、総合土石流に関する調査というものにも重点をおいております。経費的にはたいした事はなくほとんどテストにおんぶしている状態なのですが、こういった総合土石流対策というのは、本来県、並びに市町村はもちろん地元も含めて警戒避難体制に基づいた政策ということになる訳ですが、そういった警戒避難を実際に行つてゆく予算といったものが現在建設省に関連する補助制度にはありません。ということで2年程前から要求している状況ですけれども、砂防法の性格上からなかなかみとれないという事もありまして、現在試行という事で直轄のいくつかの区域内において実施されております。59年度は4地区、そして今年60年度には3地区において実施するという事になっておりました、それぞれ雨量計あるいは観測装置というものを設置し、現地からそれが連結する伝達先の市町村に情報を伝える、コミュニ

ケーションシステム等をセットしておりまして、59年度より開始している訳でございます。これに関連した調査という事で、モデル地区以外におきましてもまだはっきりしておりません警戒避難体制に基づく基準雨量の設定というものや、あるいは伝達システムをさらに具体的にどのようにすすめるかといったような調査も、重点的な項目になっております。それから他に特色のある調査としまして、昨年度の長野県王滝村での地震による土砂災害といったものの今後の調査マニュアル、あるいは点検マニュアルといったものを本省の河川局としても取り組んでいこうという事で、砂防課長が委員となりまして、検討を進めるという事になっております。関係地建には、その準備等を御願いしている所であります。それから、今後さらに調査に力を入れていきたいと思っておりますのは、山腹工、あるいは樹林帯といったような緑化関係の調査で、今後取り入れていってはどうかというふうに考えております。今回テーマの中にあります日光の大薙、あるいは中部地建の安倍川、富士山等で、そういった調査を行おうと思っています。もちろん近畿地建の田上では以前から調査している訳ですが、もう少し広い範囲で樹林帯、山腹工を活用できるような方向で事業にもって行こうという考えがありまして、今後緑化あるいは植生といったものに目を向けていただければと思います。それから災害についてですが、先ほど部長が言われましたように59年度は非常に全国的に少雨ということもありまして、あまり災害はありませんでした。特に王滝村あるいは五木村などの他は、そう被害の大きかった災害というのはありません。また直轄区域におきましても桜島等の頻発する土石流以外にはほとんどありませんでした。私がふり返ってみますと、56年あるいは57年に直轄区域で災害があったはずですが、その前後、直轄区域内ではあまり災害が起こっていない訳です。しかし、万が一区域内で大災害でなくても山崩れあるいは土石流が起こりました場合には、それは貴重なデータですので十分に原因調査、災害の形態調査といったものに即座に取り組んでいただきたいと思います。たとえば私が以前おりました中部地建の天竜川上流工事事務所で、古い話ですけれども36年の大災害のときに事務所は非常に勢力的に調査されておりまして、災害直後から5年位の歳月をかけて細かく調査を行っております。当時は空中写真等の技術もそうなかった頃だと思いますし、そういった基礎的な調査は精度の問題が少々あるとは思いますが、それが60年台になった今もなお原点になって来ている訳です。ですから、やっぱり基礎的な調査はどんどん取り組んでいただきたいと思います。36年から59年ともう20年以上経つ訳ですけれども、やはり災害時の崩壊地の分布だとか崩壊の発生した箇所、あるいは雨量の分布だとかそういったものは20年すぎた今でも使っておりまして、原点というものはやはり大事ですので、災害がもし起こった場合の対応の仕方というものを良く考えておいていただきたいというふうに思います。

最近の調査の動向については私も良く知りません。と言いますのは、2年間インドネシアの方に行っておりまして、帰って来たばかりで状況がまだ良くわからないのです。そこで、海外の話をちょっとしたいと思います。私がおりましたのは、インドネシアのジョグジャカルタといいましてジャワ島にあります。ジャワ島には、20以上の活火山がありまして、その火山はほとんど連続的あるいは10年、20年周期で噴火する様な所であります。ですから、日本の砂防とかなり異なっておりまして、しいて日本の砂防に近い所といえば日本の中では桜島、あるいは少し小さいですけども焼岳、あるいは有珠といいますかそういった所があります。しかし、インドネシアの場合には火山の規模がもっと大きい訳で、非常にスケールの大きい対策が要請されている訳です。そして、その砂防の指導のために、日本人4名が派遣されております。

して、現地技術者への技術の指導を行っています。まあ、技術の指導と言いましても、現地で直接指導するという形ではなくなりまして、むこうの若い土木技術者、特に河川あるいは砂防の仕事を今後やろうという技術者を、対象に研修を行っております。それ以外にむこうのセンターに現地の職員が36名程おりまして、砂防の研究に携わっています。そこでどういう研究をしているかと言いますと、日本と同じで土石流に関する研究を行っています。むこうでは火山泥流と言っておりますが、火山泥流の予警報の研究を行っております。裏のいきさつはまたあるわけですが、しょっちゅう発生する泥流に対処するために、もちろん砂防工事也非常に行っております。しかし、そんなに予算のある所ではありません。たとえばメラピ山という富士山に似た火山がありますけれども、この工事事務所の予算が15億ルピアですから日本円で3億円そこらです。工事費からいけば3億弱だと思います。

その位の予算でやっていく訳ですから、広いエリアを治めていくのは非常に大変な所です。そのため起こりそうな場合では逃げましょうという事で正に日本と同じようなことをやり始めております。具体的には小型レーダー雨量計というものを設置しまして、それから泥流の発生雨量をつかんだり、あるいは雨域の移動を予測したり、雨域移動の特性というようなものを把握して、それを住民の人に連絡しようと取り組んでおります。日本では、まだ小型レーダー雨量計は設置されておきませんので、この面ではインドネシアの方が早く進んでいると言えます。

そんな新しい計器を入れても、なかなか今後は大変だろうということもありますが、むこうの人も非常に熱心に取り組んでおります。それから他にどういう調査をしているかと言いますと、もちろん施設の設計の為の測量とか、それに基づく設計とかも行っております。それ以外にインドネシアのセンターとしましては、インドネシアにもっと合った工法を探しだそうという調査も以前から行っています。

たとえば、むこうは火山地帯ですので、洪水後副ダムの下流が非常に簡単に10m位洗掘される場合があります。そうしますと、また副ダムを根継ぎしなければならないというような事もありますし、堤体が底抜け、あるいは沈下してしまうといった様な事がわりと見うけられました。日本の山岳地域ではわりと岩盤のある所がありますが、そういった所と違いまして容易に構造物下流が10m位掘れてしまうので、もう少し金がかからない、もしくは金をかけなくても10mも掘れないような対策ができないかというような事を調査しております。それからしばしば泥流が顕発しますので、天端あるいは袖等そういった所の摩耗が非常にひどく、これは施工性、あるいは材料の問題もあるのでしょうか、その摩耗の対策といったようなことも調査しております。センターのような研究組織ができてからまだ約3年程度で動き出したばかりですが、むこうの人も興味をもって調査しております。今センターの事をお話した訳ですが、それ以外にももちろん、砂防事務所が5つありますし、河川の事務所、ダムの事務所というのがジャワ島だけでも10近くあります。それらの中でも、日本と同じ様な河岸侵食だとかガリ侵食などが非常に発達しておりますから、そういった土地保全の工事といえますか砂防工事も行われています。

最後にインドネシアにいた時に感じたことですが、インドネシアでは基礎的な調査としまして、雨量観測とか水位観測も事務所で行っておりますが、それ以上の調査になりますとどうもなかなか進んでおらず、そういったデータに基づいた解析は行っているのですが、あるプロジェクトの計画を作ろうあるいは、ある施設の計画を作ろうといった場合に私の感じた限りでは、どうも日本のコンサルタントや

カナダとか他の国のコンサルタントに発注しているようです。となると、英語で書かれた報告書が出てくるので、それを受けていくらかは設計等に利用する訳でしょうけれども、それらの人がほとんど報告書の内容を理解しないで作るだけ、あるいはその細部測量をするだけで終わってしまっている訳です。ですから、ほんとうにそれらの技術、調査法といったものをわかっている人が少ないと言えます。これを日本に照らし合せてみますと、同じことが言え、人も少なくなっていることもあります。ほとんどコンサルタント業務になってしまって、コンサルタントから報告を聞くというだけで、それをあまりチェックしないとか討論しないという傾向が、少しあるのではないかと思います。それにはやはり、普段から自分で考えるとか自分で鉛筆を持って解析してみる必要があります。このような事は誰がいうまでもなく一番大事な事ですので、コンサルタントに片寄りすぎるというかコンサルタントの報告をそのままのみに近い様な状態にならない様に、普段から勉強していただきたいと思います。私も先程言いました様に2年間ブランクがあるので、最近どういう特色のあるユニークな調査が行われているのかということに、非常に興味をもちしております。この2日間いっしょに参加し、勉強させていただきたいと思います。どうもありがとうございました。

4.2 急傾斜地崩壊研究室紹介

土木研究所砂防部急傾斜地崩壊研究室

主任研究員 本田 孝 夫

今日、急傾斜地崩壊研究室の紹介という事で、若干時間をいただきましたが、急傾斜地崩壊研究室と言いますと、皆様方にあまりなじみのない研究室ではないかと思えます。といいますのは、急傾斜地崩壊対策事業は補助事業のみでございまして、ここにお集まりの直轄関係の方にとってはほとんど経験のない事業だと言うことが一点、それと一般的に申しまして地すべりと急傾斜とはどう違うんだという様な事がございまして。先日の読売新聞、2日前のものを読みますと、やっぱり地すべりとがけ崩れが混同されているような感じがいたします。土研には海外から色々な方がいらっしゃいますが、最初の質問というのは、landslide と slope failure とどう違うんだと言うことです。現象的な大別としましては、前の砂防部長の渡などが大別しておりますが、非常に限界までいきますともうまったくわからないと言ってよく、地すべり性崩壊とか崩壊性地すべりなどということばが出て来ます。ここではそういっためんどうな問題は省略させていただいて、まず研究室の歴史的な流れから紹介させていただきます。

研究室の発足が昭和45年です。ちなみに申しますと地すべりが43年で、砂防が33年という事でもっとも遅く発足しておりますが、昭和45年以前にも土研の内部で急傾斜地崩壊研究会というものがございました。河川災害等が戦後大きく取り上げられていたのですが、だんだん鎮静化されてしまいがけ崩れ、地すべりも含めまして土砂害による人的被害が非常に増大したという事で研究会が発足し、それを受けて45年に発足したわけです。

その当時、当研究室に一番望まれておりましたことは、調査法の確立ということと、あと斜面の危険度判定法の確立、それから対策事業というのは42年から行っていたんですが、モルタル吹きつけとかブロック積み擁壁とかという借りものが多くて、急傾斜にもっとも最適な対策工はないかという3点でした。当時の関係者の方に伺いますと、がけ崩れの事についてはその当時全く何もわかっていなかったということで、取りかかったのががけ崩れの災害の実態調査でありまして、災害報告とか現場調査を行い色々調べました。それから解析などを含めて整理しましてわかったことは、がけ崩れは地域的な特性がないということ、地質的な対応も非常に少ないという事、あと地形的にも、全く何の変哲もないような直線斜面や明瞭な沢型でないやや沢型の斜面などが表層1 mか1 m50 cmの深さでいとも簡単にすべってしまうという事などでして、これをある人がスコップで掘れる様な斜面ならすべていつか崩れるというようなことでございまして。こういう実態調査の結果でその後の危険度判定とか、調査法あるいは対策工というようなものを決めていかなければならなかった訳なんですけど、実はこの3つの問題点はいまだに残っておりまして、これらは今でも研究テーマとして基本的にはある訳です。このようにがけ崩れの実態的な特徴がわかりますと、結局どんな斜面でも崩れるという事で、すべり面の断定が非常に難しいということ、それから突発的に起こりますので地すべり等で良くありますクラックとか、地盤の隆起などの前期現象がなく調査も非常に難しいわけでした。調査法としましては、手軽な現場調査という事で、「斜面調査簡易貫入試験土研式」とか言っていますが、そういうものでサウন্ディングしています。これは補助事業でございましてしかも受益者負担ということもあり、調査費が非常に限られていますのでボーリング等の予算のかかる調

査はあまり行われておらず非常に安い調査法が望まれている訳でございます。今言いましたように、すべり面も断定できませんし前駆現象もないということで調査するのは非常に難しく、また、対象とする斜面もどんな斜面でも崩れるという事で、非常に計画が立て難いと言えます。河川などの場合は、河川の重要度に応じて降雨確率等で計画の基礎がございしますが、がけ崩れの場合には、たとえば一昨年度57年におきました長崎災害などでは時間雨量が200年とか日雨量が400年とか言われておりますが、このような大災害でも実は急傾斜の施設に変状があったというような報告はなく災害に対しては非常に良い結果だったのですが、私共研究室の者にとっては、壊れたら困りますが何か少し変状があってくれたら良かったなという感想を持っております。計画論が立て難いために非常に安全側に施工されていると言え、これも問題点としてございます。それからあと対策工につきましては現在一番大きな問題は、長大斜面对策であります。これに対する対策工としましては、斜面全部をおさえるのは無理ではないかという事で、待受擁壁が良く使われています。しかし、擁壁に作用する衝撃力をどう評価するかという問題がございまして、現在実験中でございます。それから対策工のもう一つの問題点といたしまして、環境問題がございします。人家の密集地域で対策を行いますので、コンクリートで斜面を覆ってしまうと照り返しが強いかとか暑くて困るとかという話が出てまいりまして、あとは美化の問題もあり、環境に非常に敏感な条件下で対策を考えなければなりません。これに対処する工法としては、法枠工などが非常に良く用いられておりますが、これも今テーマとして取り組んでいます。それから、法枠の中の植生を含めた植生工を今後研究テーマとして取り上げていくべきかと思ひます。また、がけ崩れに対するソフトな対応として、警戒避難体制がございします。がけ崩れと雨量の関係は、規模のバラツキも大きく非常に様相がバラバラでございしますので、限界雨量が非常に決めづらいと言えます。現在、長崎、島根の災害を対象にこれを解析しておりますが、両方の災害の特徴が良く出ておりまして、長崎の場合には短時間降雨指標が、非常に良くまいていますが、島根の場合にはいくらか長時間になっているということで、警戒避難体制を作る場合には、短時間降雨と長時間降雨の両方を加味したような型でみていかないと降雨によってかなりバラツキが出てまいります。これも今研究を継続中です。以上研究室の概略についてお話しして来ましたが、最後にありますが、崩壊の一部始終を記録にとったというデータがあまりございませんので、もし皆様方のお持ちの現場で、何か崩れそうな現場、崩れても危険が及ばないような現場がございましたら御一報いただきたいと思います。以上でございます。

5. 昭和59年度の代表的砂防調査

RESEARCH AND DEVELOPMENT 5

北海道開港局

表-1 直轄砂防事業内訳

このように、北海道の主要都市である旭川・帯広の上流域、石狩川上流・十勝川砂防事業を実施し

昭和60年度					完成中施設
水系名	河川名	延長 km	面積 ha	完成施設	完成中施設
石狩川	石狩川 上流	46	1,057.2	砂防ダム 15基 床固工 1	砂防ダム 3基
	忌別川	53	235.8	砂防ダム 1基	砂防ダム 2基
	美瑛川	調査中	93.0		
	豊平川	57	662.0	砂防ダム 2基 床固工 3基	水路工 3流況
十勝川	札内川	47	249.3	砂防ダム 3基	砂防ダム 2基
	戸巻別川	48	200.3	砂防ダム 2基	砂防ダム 1基
	岩内川	55	115.6		砂防ダム 1基

てきたが、昭和50年頃から北海道、中心都市札幌においても、土砂災害が以前にも増して深刻な問題になってきた。

札幌市を貫流する豊平川流域では、人口の急増に伴い宅地区域が上流へと拡がり、土砂流出が直接災害に結びつくようになった。特に昭和56年8月には札幌市南区川治・石山・篠野地区で甚大な被害があり、そのため、昭和57年度より石狩川開発建設部による豊平川砂防事業が開始された。

3. 直轄砂防事業の特徴

北海道における直轄砂防事業の特徴として、前述の北海道砂防の特徴とほぼ同様の事項があげられる。

石狩川上流・豊平川・十勝川砂防区域の上流部はそれぞれ、大雪山国立公園・支笏洞爺国立公園・日高山脈・樺太国立公園に指定されており、公園内においても砂防施設の建設を行っている。特に忠別川上流の羽衣ダムでは、環境庁の要請もあり景観との調和を保つために、砂防ダムの表面に玉石を張り張り石工を用いており、また現在施工中の黒岳沢ダムは化粧型枠を用い、コンクリート面を自然に見せる工夫を行っている。

黒岳沢は国立公園内の工事であると同時に、活火山である黒岳を源とする荒廃渓流であり、その上、下流扇状地上に道内有数の層雲峡温泉街が開けているため、計画上及び事業実施上難しい問題を抱えている（図-2）。

そのため、黒岳沢砂防基本計画の委員会を構成し、砂防ダム・流路工構造については、水理模型実験を行った上で決定している。

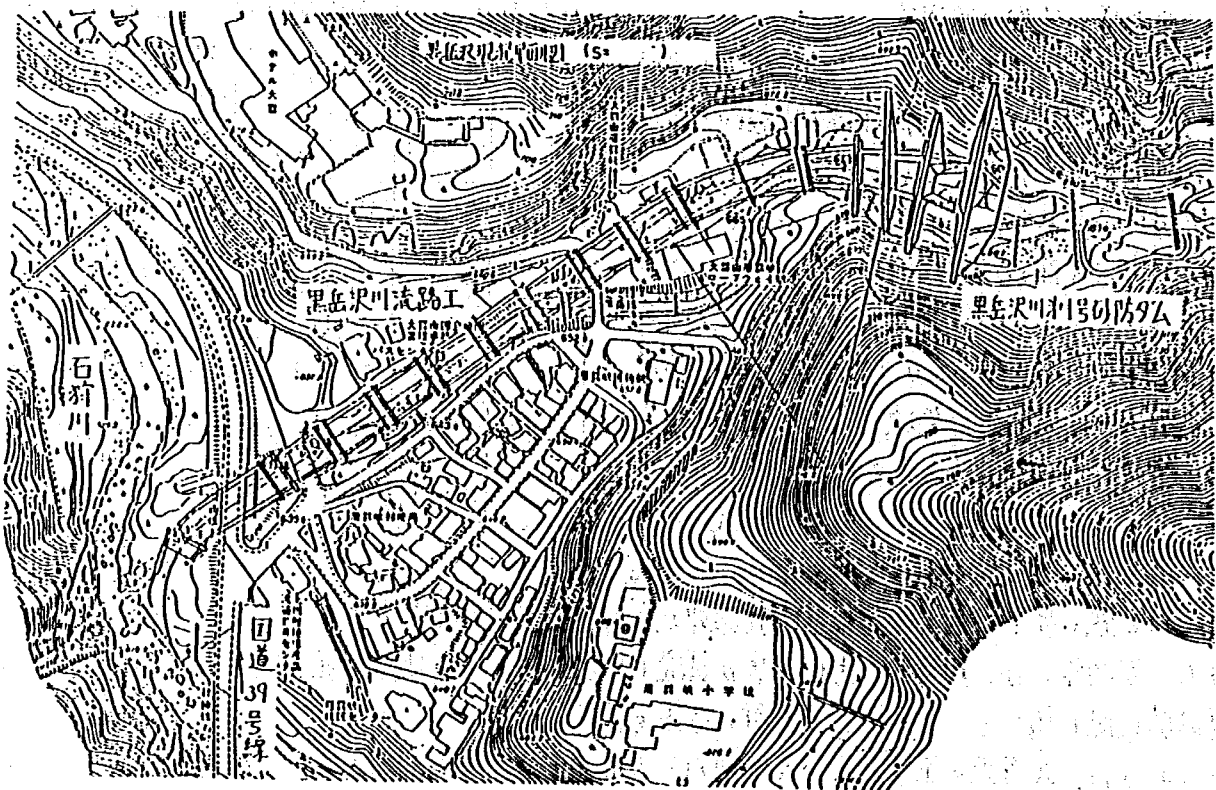


図-2 黒岳沢川砂防ダム・流路工計画

また、昭和57年度より始まった豊平川砂防事業については、重点を都市砂防に置いており、札幌市南区の住宅地を再度災害から守ることを当面の目標としている。

現在、昭和56年災時に土砂流出が著しかった4溪流の上流部に基幹ダムを設置し（南の沢川・オカバルシ川は補助事業）、特に下流部で被災の大きかった、野々沢川・オカバルシ川・南の沢川の流路工及びオカバルシ川遊砂地を建設中である。

この区域は現在も宅地化が著しく、また道路・上下水道・電々ケーブル等の整備も進んでいるため、用地の先取り、他事業との調整が急がれている。

4. 砂防調査関係

ここでは、砂防調査の中から北海道として特徴的な2つの例を示す。

(1) 砂防施設計画指針案の作成

これは、昭和24年より続けられている北海道の砂防事業について整理し、自然的・

社会的な地域特性を把握し、それぞれの地域特性を反映した砂防施設のあり方を検討するものである。

現在既往砂防施設について調査・整理を行っている段階であり、今後は北海道庁・北海道大学等との連携のもと検討を進める予定である。

(2) 低ダム群工法に関する調査 (直接「砂防施設としての効果に関する研究」)

北海道の砂防・治山事業として、山間部における砂防ダムと併に、扇状地上・溪間広幅部において低ダム群工法がとられている例が見られる。これは北海道の地質が脆弱であり、地形的にダムサイドに限られ、その上扇状地上の土砂移動が激しいことから用いられているものである。

ところが、低ダム群工法の効果について定量的に把握されていないため、現地調査、水路実験を行い、その効果について検討中である。

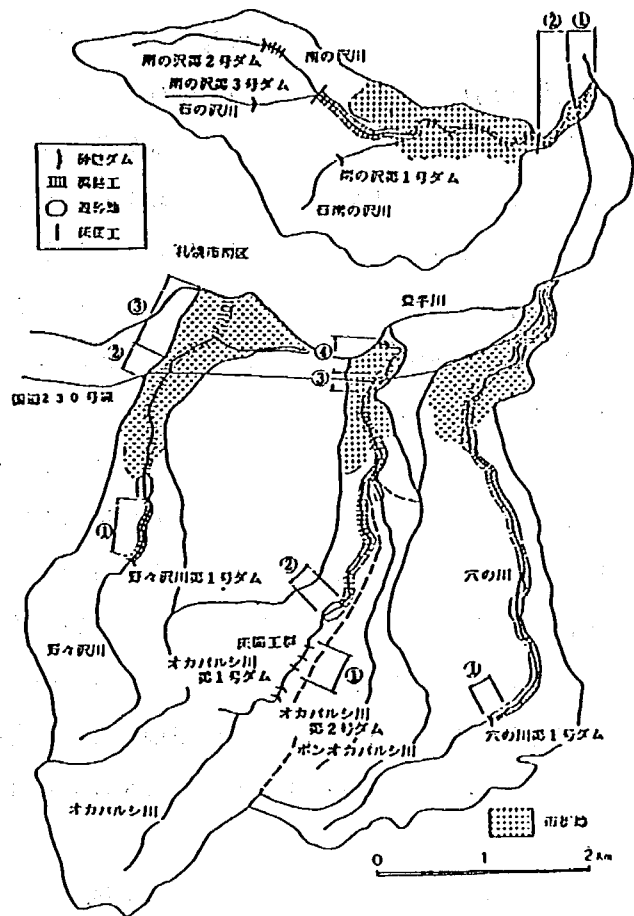


図-3 豊平川都市区域4溪流砂防施設計画

北海道開発局事業の紹介

発表者：北海道開発局河川計画課計画第3係長 吉井厚志

志田（東北・局） ちょっと不勉強なものでわからないのですが、57年度から豊平川砂防事業は重点を都市砂防にしているという事が書かれているのですが、ここで言う都市砂防とはどういう事を言っているのかということと、基幹ダムの下流を流路工又は床固工群で行うという事をおっしゃったのですけれども、この河床勾配等を教えてください。

発表者 まず、豊平川都市砂防事業として行っているということですが、豊平川砂防区域というのは大きく3つに分けられまして、1つは水源地対策と言いますか、ダムの上流の区域、それともう1つは、都市砂防対策区域、それと現在、治水ダムが設けられていない所の水系砂防区域の3つに分けられております。57年度に直轄砂防に取り込みました。経緯といたしまして、札幌市の宅地化が豊平川上流域に広がっており、そういう所で少量の土砂移動によって災害が頻発しているという事で、都市区域の砂防について力を入れているという意味でございます。それと2つ目の基幹ダムの下流の床固工群、流路工の話でございますが、だいたい基幹ダムから下流側の勾配は $\frac{1}{20} \sim \frac{1}{40}$ 位の勾配でございます。それで、なぜ床固工群と流路工に分けるのかと言われると思いますが、かなり開発が上流まで進んでおりまして、床固工としての用地がない場合に流路工を計画しております。開発が進んでおらず多少土砂が遊んでも床固工で要所要所を押えればよいという部分については、床固工で押えております。

志田 わかりました。それからもう一点お聞きしたいのですが、都市区域でやっている都市砂防ということは、これは市街化区域の指定かなにかを受けてやっているという事でしょうか。

発表者 この資料3ページ目の図-3に点々で示してある区域は、市街化区域です。それから上流については市街化調整区域です。

水山（土研） この豊平川の砂防計画を見ますと、遊砂地と流路工というのが目立って上流の方に砂防ダムがほとんどないという形になっておりまして、普通の見方からしますとちょっと奇異な感じがします。遊砂地と流路工ということになりますと、砂防ダムを作らないかわりに遊砂地を作っている訳ですから遊砂地を一生懸命掘らなければいけないと思います。後々の手当ができるかどうかというような事から出発して、現在は上流にダムサイトがないので床固工群という形になっているのですがもう少し上流にダムを展開した方がいいのではないかと思います。将来的にもっと土地利用が進んだら床固工群のあたりに人が住み込んで来て、今は先取りしようとしている訳ですがそれが十分許されなくなって引込んでしまえというような事になるのではないかと思います。要するに、ダムの数が他の地域から比べると非常に少なくてこれでいいのかなあと、上はもうどこかに任せたのかなあという感じがするのですが、そういう事でしょうか。

発表者 実際は、北海道の方で民有林治山として、規模の小さい谷止め工が上流にかなり密に入っています。それを整備されていると考えないにしても現在野々沢川ですとかオカバルシ川のダム二基で整備率というのはごく不明瞭な表現なのですけれども、およそ50%近く整備されているという事で、その堆砂状況を見て上流側に展開しようということを考えております。それで、ちょっと56災害にと

られすぎというご指摘もございますが、実際に土砂の変動の激しい所をまずは押えて、下流の開発が進んでもうどうしようもなくなる前に流路工を整備しておきたいという考えから、上流の堆砂状況を見ながら下流に手をつけている現状でございます。

阿部（土研） 今の水山さんの質問と同じ事と、それともう1つ床固工群についての考え方をお伺いします。床固工群の施工場所と言いますか、施工区間はどのような所で用いているかと、先程流路工と床固工群の違いについてお話しがありましたけれども、心配するのは、もしそういう都市砂防的ないわゆる都市河川的な所で床固工群を施工した場合、護岸がないわけですから横方向の侵食が起こる恐れがあり、そのような流れに対してはどういうふうに対処しているのか教えて下さい。

発表者 この床固工群としては、現在オカバルシ川の上流で実際に床固工が3基入っているのですがこれを流路工にするか床固工にするかについてはかなり議論がなされましたが、初めに昔からの空中写真を用いまして、流路変動が一般に激しくまた現地調査からかなり横方向の侵食が大きい部分ですとか、あまり変動が起きていない部分を調べました。そして、変動が起きていないような所を集中的に床固工で押えていって、流路変動が起きている部分の下で床固工で押えていこうという考え方で床固工を配置しております。

阿部 そうすると、床固工群を施工するには上流から土砂の供給が比較的無い場所だろうと一般に思われていますし、また私もそういうふうに考えておりますが、そういう事で解釈してよろしいでしょうか。

発表者 オカバルシ川の床固工群については遊砂地とはちょっと考え方を覚えておりまして、オカバルシ川の1号ダム、2号ダムで上流の整備はおよそ50%位進んでいます。それでいながら下流側の流路変動、溪床、溪岸の洗掘、崩壊によって土砂流出がかなりあるという部分について、その要所要所を押えるという意味で床固工を設置しております。

5.2 ヘリコプター写真測量による土砂変動調査

東北地方建設局 新庄工務事務所

1. はじめに

積雪地帯における土砂流出現象は、降雨、洪水による土砂生産流出に加えて、積・融雪によるものも非常に重要な要因となっているものと思われる。しかしながら積・融雪による土砂移動については降雨によるものに比べて調査例は少ない。今回、最上川水系立谷沢川左支川玉川流域において、春秋の2時期に、各崩壊地においてヘリコプターによる写真測量および実測河床変動測量を実施した。

本報告ではヘリコプター写真撮影による崩壊地変動量の算定方法、変動土砂量、および河床変動量等を中心に述べることにする。

2. 調査流域および崩壊地の概要

調査流域である玉川は更荒廃地域である月山北斜面に位置し、流域面積 6.4 km^2 、流路延長 6.5 km で羽状の流域を呈し、ほぼ直線的に北に向かって流下している。河床勾配は $\frac{1}{10}$ 程度、河床中は $20\sim 100\text{ m}$ 前後となっている。標高は $300\sim 1,400\text{ m}$ であり冬期間の積雪は最大 $4\sim 10\text{ m}$ にも達する豪雪地帯である。

地質は、大部分が第四紀の月山火山噴出物で覆われており、この火山噴出物は、火山碎屑物と火山泥流とに分けられ、前者は安山岩質溶岩、火山灰砂、安山岩礫などを含み風化が著しく固結度は低い。後者は凝灰質未固結泥流で安山岩、凝灰岩の風化物を含み、きわめて軟質である。

当地域には昭和57年現在の調査で大小9つの崩壊地が存在している。その特徴は図-1～3に示すように、①南～西向き斜面が多い(56%)、②平均傾斜は $30^\circ\sim 50^\circ$ に多く分布(74%)、③凹型の斜面が多い(81%)といえる。

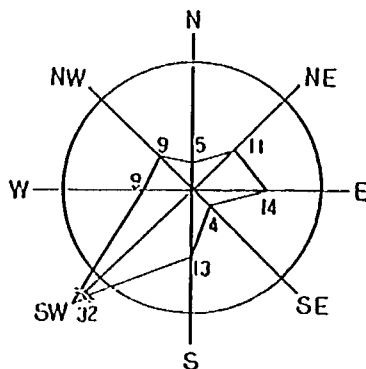


図-1 崩壊地の方位

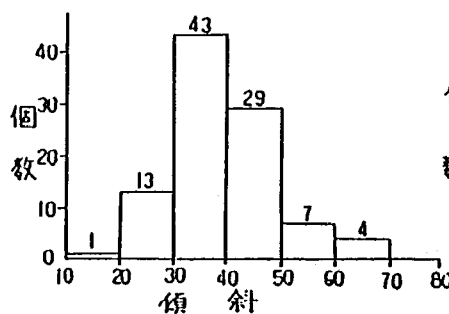


図-2 崩壊地の平均傾斜

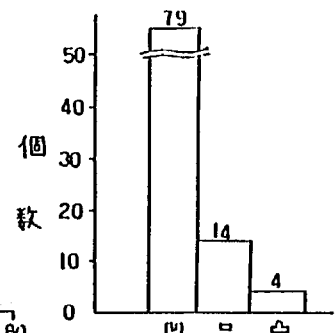


図-3 崩壊地の横断形

3. 崩壊地の変動土砂量

3-1 変動土砂量の算出方法

変動土砂量の算出方法は図-4に示すように空中斜写真を撮影、図化、計測し、これを2時期につ

いて実施することにより、その間の変動量を求めるものである。

まず標定点の設置であるが、標定点はヘリコプターおよび地上からも容易に認知することができるように、崩壊地周囲の状況にあわせて1崩壊地につき3点以上を均等に設置した。次に標定点測量は、各崩壊地毎に工事用多角測量に準じて行ない、任意座標にて測量を行なった。これは雪崩あるいは崩壊の拡大等により標定点が紛失した際に復元再設置するためである。ここまでは、調査を開始する初年度のための作業であり、次年度以降についてはこれから述べる撮影以下の作業について実施すればよい。

写真撮影はヘリコプターにより実施したがその理由としては次のような点があげられる。

- ① 各崩壊地とも傾斜が急で崩壊先端の高い位置にあり地上からの撮影は困難。
- ② 大縮尺となるため低空・低速航行の必要があり航空機での撮影が困難。

ヘリコプターによる写真撮影は、崩壊面にほぼ平行となる位置よりステレオカラー写真撮影を行なった。この時の撮影高度は、崩壊地の大きさや撮影モデル数等により違って来るが、概ね100~300mで行ない崩壊地の変動状況を精度よく把握するのに十分な縮尺($1/200 \sim 1/300$)となるようにした。

撮影された写真をもとに解析図化機を用いて、自動メッシュ計測を行なった。メッシュ間隔は崩壊地の規模により、 $2m \times 2m$ または $1m \times 1m$ とした。図化計測点は図-5に示すように計測基準面(任意)にセットしたメッシュ交点より垂線をおろし、この垂線と崩壊地面との接点を測定標高とし、各メッシュの4交点を平均したものをそのメッシュ内の平均標高とする。こうして計測された各2時期の標高の変化を各崩壊地毎にとりまとめれば、その崩壊地の侵食あるいは堆積土量を算定することができる。なお今回撮影および図化計測に使用した機器を表-1に示す。

3-2 侵食、生産土砂量について

ヘリコプターによる写真測量は昭和58年11月、昭和

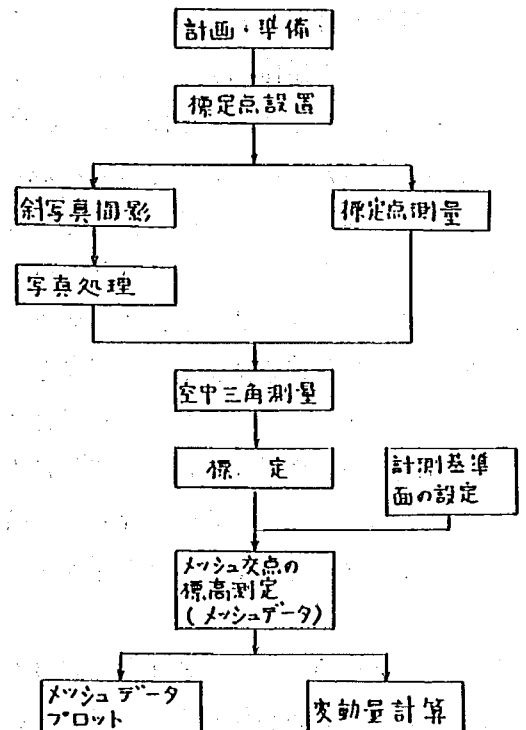


図-4 変動土砂量算出フロー

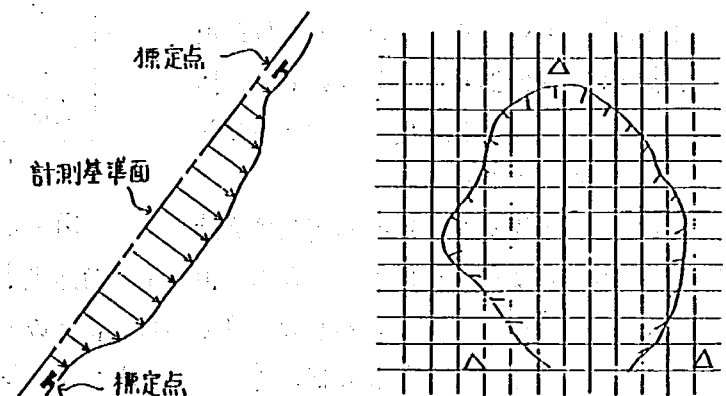


図-5 図化・計測

表-1 使用機器

1) ヘリコプター	: ベル206B ジェットエンジン
2) カメラ	: ハッセルブラッドMK70 (560mm)
3) 図化計測	
空中三角測量	: 移写器、スコープメーカー
図化	: 解析図化機 (7ピクセル AC-1) (Wild社)
メッシュデータプロット	: 高速自動型図機 (ムドウシステム7000M) 自動展開機 (I-B-Mシリーズ1)
計測	: 電算機 (NEC ACOS-350)

57年6月および11月の3回実施している。

これについて前述した方法により降雪前～融雪後（積融雪期）、融雪後～降雪前（夏期）について侵食土砂量を算出したのが表-2である。なおこれはサンプル崩壊地クヶ所について示したものである。表よりサンプル崩壊地の侵食土砂量について見ると、積融雪期では $17 \sim 268 \text{ m}^3$ と夏期の侵食土砂量 $9 \sim 137 \text{ m}^3$ に比べて2倍近い結果となっている。また平均侵食についても積融雪期では $2 \sim 6 \text{ cm}$ 、夏期では 1 cm 前後であり、夏期に比べ積融雪期がより深く侵食されているという結果を示した。なお、この侵食深について他の調査例と比較すると、田中⁽¹⁾は非積雪地帯である丹沢山地での既崩壊地の平均侵食深は 10 mm オーダーであるという結果を出している。

次に 表-2の値より崩壊地面積と侵食土砂量との関係を示したのが図-6である。その相関について見ると、積融雪期における相関係数は 0.895 、夏期では 0.983 となっており、非常に高い相関があるといえる。このことから玉川流域の崩壊地では局部的な侵食よりむしろ、崩壊地面全体について、ある程度平均的に侵食されているものと推察できる。

ここで図-6の結果及び、過去の現地調査結果により得られている崩壊地残土率 38% を用いて、崩壊地生産土砂量（侵食土砂量 $\times$ （ $1 - \text{残土率}$ ））を玉川流域全体について求めたものが表-3である。表でみると積融雪期で 2958 m^3 、夏期で 764 m^3 が崩壊地から生産されたと推定できる。なお、単位面積あたりの生産土砂量は 58 t/km^2 年となり、山形県の比叡砂量⁽²⁾である 448 t/km^2 年とほぼ同じオーダーである。

4. 奥測河床変動測量

上記により崩壊地の生産土砂量が求められた。ここで河床変動、ダム堆砂との関係を見るため、奥測の河床変動について、

表-2 サンプル崩壊地生産土砂量

崩壊地 NO.	崩壊地積 面 (M^2)	積融雪期(5811-596)		夏期(596-5911)	
		侵食土砂量 (M^3)	平均侵食深 (M)	侵食土砂量 (M^3)	平均侵食深 (M)
NO.12	3500	159	0.045	44	0.013
NO.13	11750	233	0.020	137	0.012
NO.69 70	1200	33	0.028	11	0.009
NO.16	8085	268	0.033	111	0.014
NO.84 85	3257	90	0.028	21	0.006
NO.81	1255	79	0.063	20	0.016
NO.90	750	17	0.023	9	0.012

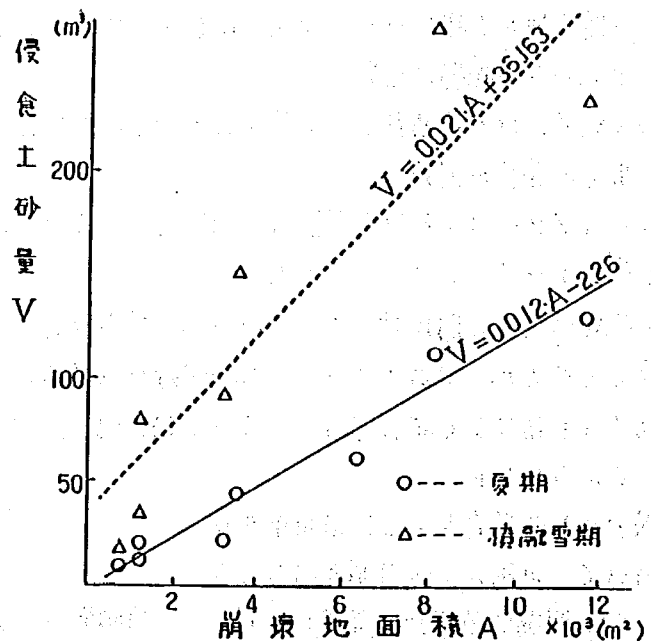


図-6 崩壊地面積と侵食土砂量の関係

表-3 玉川流域崩壊地生産土砂量

流域名	NO.	流域面積 (KM^2)	崩壊地積 (M^2)	積融雪期		夏期	
				侵食(m^3)	生産(m^3)	侵食(m^3)	生産(m^3)
玉川	① 玉川上流	1.44	9290	1280	793	276	184
	② 冷水沢	1.68	18580	1561	967	335	222
	③ 左支川	0.67	150	39	24	9	6
	④ 玉川本川	1.86	36170	1894	1174	551	352
	⑤ 残流域	0.75	0	—	—	—	—
全流域		6.40	64290	4774	2958	1171	764

とりまとめてみた。

玉川流域内の河床変動調査は、57年度より年2回実施している。調査方法は50mピッチおよびダム地点において縦横断測量を実施している。河川変動量は2時期の横断形の違いより、両端断面平均法により求めた。調査区間内には直轄施設ダム6基、治山ダム7基が施工されており、流域末端に位置する玉川第6ダム（昭和50年完成）を除いてすべて満砂状態となっている。このため、玉川第6ダムの堆砂と河床変動を分離したほうがその傾向を掴みやすいものと考えた。この結果を表-4に示す。河床変動について見る

表-4 河床変動量および玉川第6ダム堆砂量

時期	57.8 (侵) — 57.9	57.9 (侵) — 58.7	58.7 (侵) — 58.10	58.10 (侵) — 59.6	59.6 (侵) — 59.10
河床変動量	1736	-5898	-485	-516	-2854
〃 (1年)		-7202	-6383	-1001	-3370
玉川第6堆砂量	1810	725	1228	3290	799
〃 (1年)		2535	1953	4518	4089
流域全体	74	-5173	743	2774	-2055
〃 (1年)		-5399	-4430	3517	719
生産土砂量				2958	764
〃 (1年)				3722	

(侵)：侵食 (増)：堆積時期 —：侵食

と、ばらつきはあるものの全

期間とも侵食傾向にあり、1年間でみると3000~6000^mとなっている。玉川第6の堆砂量についてむばらつきはあるが、すべて堆積傾向にある。流域全体にみても場合に河床変動で侵食量が多い期間は堆砂量が少なく、逆に侵食量が少ない期間に堆砂量が多く持っているように見える。これは

河床部からの生産土砂量と下流ダムの堆砂量とが、正の相関を持つのではないかとこの当初の予想と反する傾向であった。

また、玉川第6ダムが本流域の末端に位置しており満砂であることから、すべての流出土砂がこのダムに堆砂するものと仮定すると、堆砂量は生産土砂量に河床変動量から求まる侵食量を加えたもので、概算量が表せる。写真測量より生産土砂量の把握されている、昭和58年10月から昭和59年10月までの1年間の堆砂量を表-4より推定すると、7,092^m (3,722+3,370) となるが、これに対してこの期間の実測堆砂量は4,089^mで、約3,000^m少ない値となっている。これは、測量における精度や生産から流出までの時間的遅れなどの影響も考えられるが、実際に浮遊砂の状態で砂防ダムを通過していることも考えられるので、今後、調査をすすめる予定である。

5. 垂直写真撮影による河床変動測量

今回、崩壊地の斜写真撮影と同時期に実測河床変動測量を実施している河床において、垂直写真を撮影し、写真測量による河床変動調査を試みた。これは実測の河床変動調査において、50mピッチの測量結果からの変動量の精度に疑問があること（特に大出水がなく変動が小さい場合には、変動量算出の精度の影響が大きいと考えられる）、測量が長時間にわたり測量期間中の変動を無視できないと思われる。また、費用の軽減を計ることができないか等の問題を検討するためである。調査区域は、玉川第4ダムから第5ダムまでおよそ300^mである。作業のフローは前に示した図-3とほぼ同じであるが、標定点については第4および第5ダムの天端を用いたほか、河床内の転石、樹木等を準標定点とした。計測されたメッシュデータより変動量を求めてみると-900^m（侵食）となり実測値であ

る-1500m³と差はあるものの全体として侵食傾向にある点では一致している。この差の原因の最も大きな点としては、写真測量は面的に変化をとらえているのに対し、実測はあくまで50mピッチの断面でとらえているためと思われる。なお写真測量より実測の横断箇所(正確には一致しない)を図化してみると、その形状はほぼ一致しており、標定点を適切に設置することにより実測に劣らない精度を得ることができるものと思われる。またメッシュデータから平面図を作成することにより、これまで断面でしかとらえられなかったものを、断面を含めて平面的に変動を見ることにより、山地河川における土砂の侵食、堆積のメカニズムを解明するうえで大縮尺垂直写真による河床変動測量は有効な手段であると思われる。

5. おわりに

今回報告したヘリコプターによる土砂変動測量は、崩壊地測量や河床変動測量、あるいは災害時の調査などその活用範囲は広い。特に砂防においては山間部、あるいは急傾斜地などのように地上からの調査の難しい場所においても、短期間にしかも安全で効率的な調査ができ、経済面あるいは精度の問題などが残るものの今後類似の調査が増加してくるものと思われる。なお崩壊地生産土砂量あるいは河床変動については、今後さらに調査を進め、次の機会に詳しい報告をすることとしたい。

参考文献(1)田中正栄：円沢山地の崩壊地における岩屑生産「地理学評論」48巻第4号/1975

(2)吉良八郎、石田陽博、沢武志：貯水地の堆砂に関する基礎的諸問題(1)、日本における貯水地堆砂の実態、神戸大学農学部研究報告、11(2)1975

5.3 砂防施設の基礎地盤改良試験について

北陸地建・松本砂防工事事務所

1. 目的

本試験は、土石流頻発地及び急峻な溪岸部でかつ掘削土量の比較的大い砂礫堆積箇所において、砂礫地盤を改良し、ダム本体の構造検討を行う外、工事の安全性を考慮しダム本体施工の省力化を図る工法を開発しようとするものである。

2. 工法検討

各工法を比較検討の結果、法入工法のうちソレタージュ工法により実施することとした。

図-1に工法検討フローを、図-2に工法比較を示す。

図-1、工法検討フロー

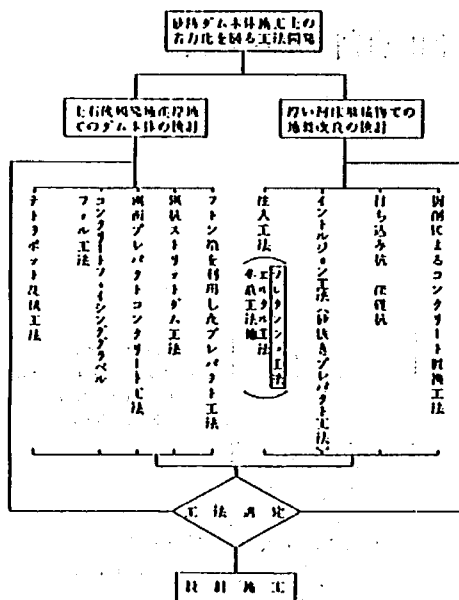


図-2、工法比較検討

工法	地盤改良	材料	設備	作業	安全	環境	コスト	工期	その他
ソレタージュ工法	○	○	○	○	○	○	○	○	○
インテリジョン工法	○	○	○	○	○	○	○	○	○
スクリュー工法	○	○	○	○	○	○	○	○	○
コンクリートパイル工法	○	○	○	○	○	○	○	○	○
その他	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○…適 Δ…可 ×…不可

よりジェットグラウト工法が最適で、次いでインテリジョン工法、スクリュー工法である。このうちインテリジョン工法は、ジェットグラウト工法と原理的に同じであるので、比較対象から除外した。ジェットグラウト工法及びスクリュー工法のうち、今回は工費の安いスクリュー工法により行うこととした。

3. 試験施工

1) 試験施工範囲

試験施工範囲は、小範囲であると注入液が範囲外へ流出した場合、効果確認が不可能となる。このため本試験では、注入効果が十分期待出来る場所での効果確認を行うため図-3に示す範囲とした。さらに注入液の範囲外への流出を防ぐため、外周部にLW液（珪酸ナトリウムとセメントの混合液）注入によるコーキングを行った後に、CB液（セメントとベントナイトの混合液）を注入した。

2) 注入孔配置

注入孔配置は、注入対象地盤と注入材料によって決められる。試験地の地盤（砂礫）と注入材

料(CB液)の場合は、これまで1.50～2.00m間隔での施工が一般的であるが、強度の確保という今回の試験目的から1.50m間隔とした。

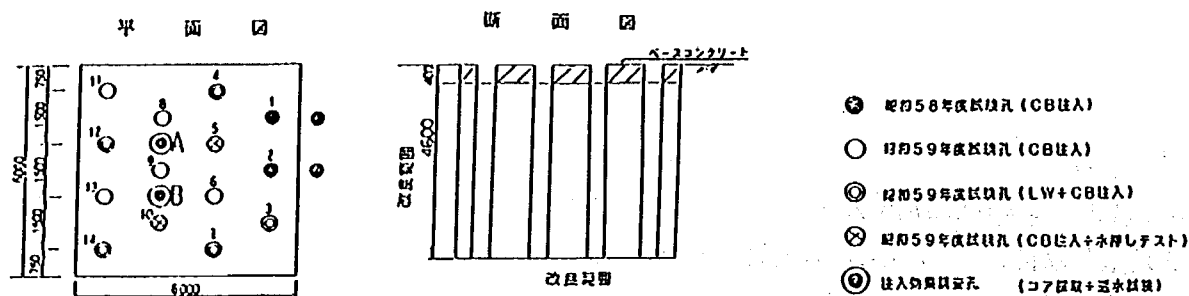


図-3. 施工範囲及び注入孔配置図

3). 計画注入量

計画注入量は、改良範囲止境に上巻試験より得た空隙率を乗じた量とした。

$$\text{計画注入量} = 6.0^{\text{m}} \times 6.0^{\text{m}} \times 4.60^{\text{m}} \times 0.40 = 66.24 \quad (66,240 \text{ l})$$

この量を図-3に示す注入孔より1次注入～3次注入の3回に分割し注入する。

- 1次注入量 全注入量の60%
- 2次注入量 全注入量の20%
- 3次注入量 全注入量の20%

4). 試験箇所及び作業順序

試験箇所は、飯川流域の松川の低水位丘面で、図-4に示す作業フローにより実施した。

・注入孔削孔

削孔は、パーカッション式ボーリングマシンを用い、φ100mmのケーシングにて深度5.0mまで削孔した。削孔完了後、ケーシング内にスリーブグラウトを注入し、マンシエットチューブを建込み、ケーシングを引き抜いた。

・注 入

注入は、ベースコンクリート養生後、先端にダブルパッカーを装着した注入パイプを、マンシエットチューブ内にセットし注入を行った。

注入はまず外周部にLW液を注入し、その後にCB液注入を行った。

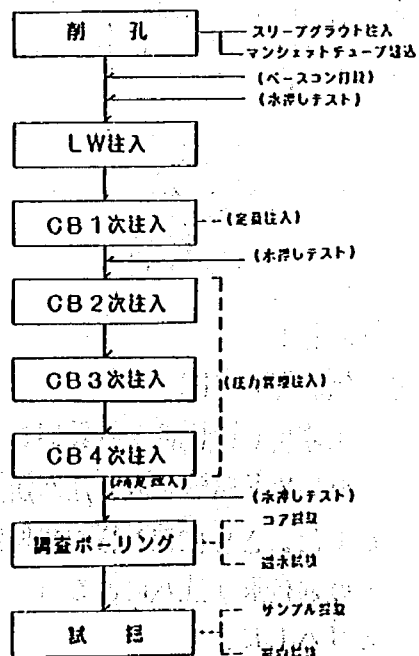


図-4. 作業フロー

注入圧力管理は下記によった。

α. 1次注入

1孔当り平均注入量の60%が注入出来るまでの定量注入とし、比表部並くの注入はブローが発生した時点で、注入を取り止める。

β. 2次、3次注入

図-5に示す圧力管理規定をもうけ注入を行った。注入圧力が

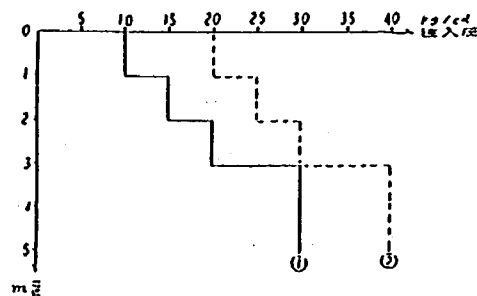


図-5. 圧力管理

1). 図中①の圧力未満の時

吐出量 6 l/min で定量(各々20%)を注入

2). 図中①以上②未満の圧力の時

吐出量 4 l/min に落としても、①の圧力よりも下がらない時は、^{※1}20 l 注入して完了とする

3). 図中②以上の圧力の時

吐出量 4 l/min に落としても、②の圧力よりも下がらない時は、^{※2}10 l 注入して完了とする

⇒ 圧力が 50 kg/cm^2 以上の時

吐出量を 4 l/min に落としても 50 kg/cm^2 以下にならない場合は、注入完了とする。

注) ※1, ※2 は、ダメ押し的な注入で経験的に決めたもの。

又、注入効果確認のため水押しテストを2孔で実施した。

注入したLW液及びCB液の配合は下表のとおりである。

L W 配合

A 液		B 液	
3月 月4日ナトリウム	水	セメント	水
250 ^{kg}	250 ^{kg}	200 ^{kg}	435.5 ^{kg}

C B 配合

	セメント	ベントナイト	水
配合	550 ^{kg}	50 ^{kg}	803 ^{kg}
比	1	0.09	1.46

5). 注入結果

注入量は、計画注入量 66,240 l に対し、52,500 l が注入され注入率は 79.3% となった。

14孔のうちN01孔、N02孔は、前年度施工により固結状態にあったものと推定され、注入率は 11.6%、9.8% と極端に低く、これらを除く12孔の平均注入率は 90.4% となり、ほぼ計画通りの注入が出来た。

4. 注入効果判定

注入効果を見るため、次の調査・試験を行った。

○ ボーリング調査

調査位置は、図-3で示したA、Bの2箇所で油圧式ロータリーボーリングマシンを用い、φ66mm、無水屈進により試料を採取した。試料は柱状での採取は出来ず、当初計画していた本試料による一軸圧縮強度試験は出来なかった。しかし採取試料にフェノールフタレイン液を

吹付けたところ、A、B孔共ほぼ全体に着色反応を示し、注入が全域にわたっている事を示した。

・ 注水試験

C B液注入前、1次注入終了後及び注入完了時の3回に分け、注水試験を行った。注入圧力(P)と注入量(Q)の関係を表わす曲線パターンについては明確な定説はないが、一般に往復の線形が閉塞型をなしている場合は、良好な地盤とされている。又、線が高角度を示すのは、それだけ透水係数及びルズオン値が低いことを表わす。

図はNO5孔とNO10孔の試験結果であるが、注入前に比べグラフが高角度に変化している事は、改良状況を表わしている。

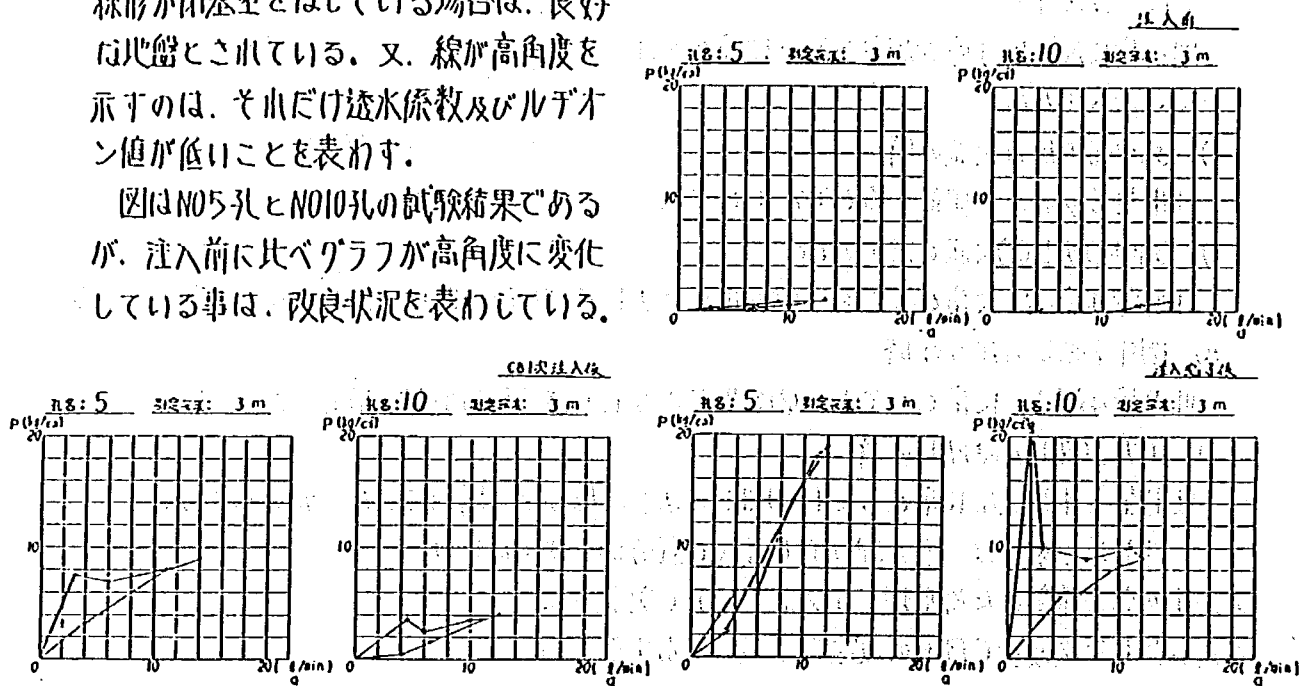


図-6 現場注水試験結果

・ 透水試験

試験は注入後のみ実施したもので、注入前後の正確な対比は不明であるが、前年の注入前の数値と比較すると表-2のとおりとなる。

この数値は、地盤改良として普通ポルトランドセメントを主体とする注入剤を使用した場合の改良効果としては、ほぼ限界に近い数値と考えられる。

表-2 透水試験結果表

NO	試験深度(m)	ルズオン値(L)		透水係数(R)		地質
		注入前	注入後	注入前	注入後	
A	2.0~3.0	227	28.1	2.7×10^{-3}	3.7×10^{-4}	砂礫
	3.0~4.0	460		3.4×10^{-3}		砂礫
	4.0~5.0	70	26.8	2.9×10^{-3}	3.5×10^{-4}	ビート
B	2.0~3.0	227	59.7	2.7×10^{-3}	1.8×10^{-4}	砂礫
	3.0~4.0	460		3.4×10^{-3}		
	4.0~5.0	70	3.7	2.9×10^{-3}	4.0×10^{-5}	ビート

・ 室内試験

調査ボーリングでは、柱状試料の採取が出来なかったため、試掘による注入効果の目視と、柱状試料を採取し、次の室内試験を行った。

① 改良地盤の一軸圧縮強度試験

② セメントの含有量の測定

結果を下表に示す。

圧縮強度			セメント含有量の推定			
No	試体寸法	圧縮強度	No	CaO (%)	セメント (%)	単位セメント量 (kg/m ³)
① 川原川コンクリート -0.1~0.1m	Ø5 × 10 cm	80 kg/cm ²	①	30.3	47.0	850
② 山形川コンクリート -0.1~0.1m	Ø5 × 10 cm	37 kg/cm ²	②	5.6	8.6	155
③ 山形川コンクリート -0.1~0.1m	Ø5 × 10 cm	42 kg/cm ²	③	14.1	21.9	390

上記のCa²⁺はEDTA法で測定した値である。
(セメント含有率: 1800%)

・ 注入時圧力比較による効果測定

C工液注入時の圧力変化を図-7に示す。N01, N02孔は注入不可能な状態で、これは前年度試験の注入後の固結化によるものと考えられる。

1次注入段階では、10kg/cm²を超える区域はN01孔、N02孔付近と、小範囲の区域が点在していたものが、2次注入の段階ではGL-3.0m以浅では、ほぼ10kg/cm²以上の圧力となっている。さらに3次注入後は、ほぼ全域にわたり注入圧力は10kg/cm²以上となっている。

GL-3.0m以浅に関しては2次注入後に比べ、20kg/cm²以上の範囲が拡大しており、改良の進行がうかがえる。

5. 考 察

以上の諸試験、調査から、注入そのものについてはほぼ計画どおりの成果であったが、砂防ダムの基礎構造物とした場合、圧縮強度の確保と均質化が今後の課題となる。

空隙も大きく、比較的均一な砂礫層であれば注入後の圧縮強度のバラツキは少なくなるものと思われるので、今後の研究によってはハイダム及び嵩上げダム等の代盤改良工法として適用も可能となる。

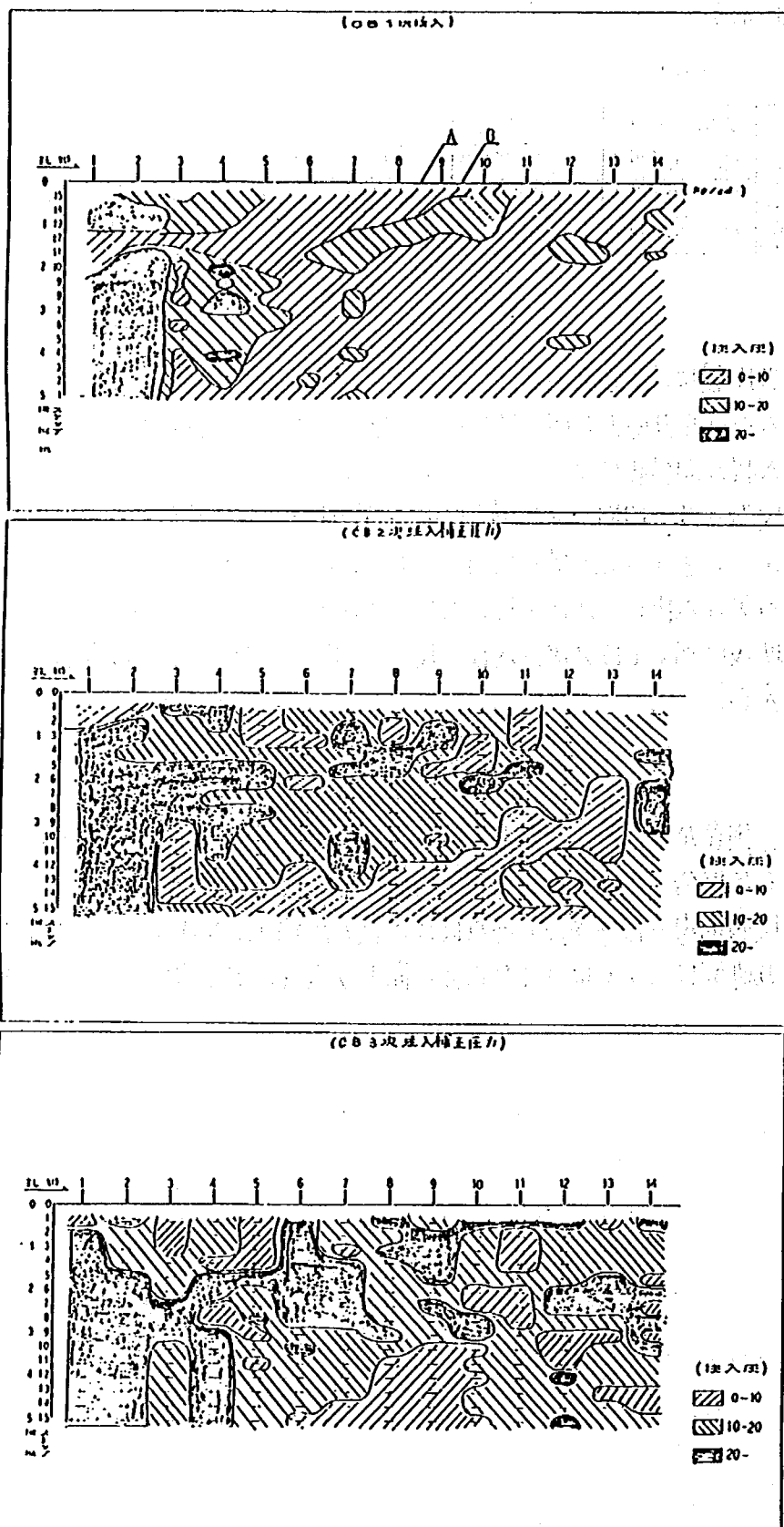


图-7. 注入压力分布图

砂防施設の基礎地盤改良について

発表者：松本砂防工事事務所 上 原 信 司

佐々木（飯豊山系砂防） 今の本題と少しずれるかも知れませんが、基礎処理上の必要性、すなわち今止水とか言った事をイメージされてその対策を述べられたように思いますが、通常フローティングダム等を建設する時、砂防ダムに止水という効果が必要なのかどうかという事が1点、それと目標とするルジオン値あるいは透水係数はどのように設定するのかというのが1点、さらにグラウトを行う時のカバーコンクリートと言いますか、ある程度リフトを立ち上げてその上からやるのか、あるいはグラウトをやった後コンクリートを打つのかどうか、また、その時のコンタクト面の処理等をどのように考えていったらいいのか、という点についてお伺いします。

発表者 最初の2点はちょっと同じ様な質問だと思いますので、まとめてお答えします。当初、考えましたのは、我々も今佐々木さんが言われましたように砂防ダムで止水をする必要がないと言いますか、フローティングダムの場合ですと下を水が行ったり来たりして流れていると思いますし、そんなに止水を目標に考えた訳ではないのです。最初に言いましたように、掘らないでそれを堤体にしてしまえばいいんじゃないかという事を最初考えまして、実際やり始めた作業です。やっていると、思ったようになかなか強度が出てこないということがありまして、実際今効果の判定そのものは、主に透水係数の変化とか、ルジオン値の変化とかいうもので表わしていますが、実際は止水を目標にしているのではなくてある程度強度を持たせたいという事ではじめた試験でして、私共としてはそちらの方へ持って行きたいと考えている訳でございます。ですから、透水係数をいくらにしなければいけないとか、そういった事は特に問題にしていなかったのです。それから後の方の注入前のベースコンクリートの話ですけれども、今回はベースコンクリートは約40cm位のもので打っています。やはり実際にはもしこの方法でやるとすれば、ある程度ベースコンクリートを打った後に注入しないといけないのではないかと思います。それは、やはりある程度圧力をかけてありますので、リークしてくるという問題がありますので、今回試験範囲も狭いんで40cm位でしたが、まあ少なくとも1m位はベースコンクリートを打った上で、やっていかなければいけないのではないかと考えております。その打ち継ぎ目の処理等については、たとえば鉄筋を入れると言いますか差し筋でせん断に対して補強したりするということで、対応は可能じゃないかなと言うふうに考えます。

佐々木 コンクリートの浮き上がり量などは、計測を継続されていますか。

発表者 浮き上がり量と言いますと。

佐々木 圧力をかけた時、コンクリートが浮いてくる量です。

発表者 ベースコンクリートが浮く量ですね。今回は、そういう現象はなかったです。

5.4 アンケート調査から見る住民の防災意識とその普及手法について

(小学生の砂防工事見学会の効果も含めて)

天竜川上流工事事務所 砂防調査課 藤沢和範

1. はじめに

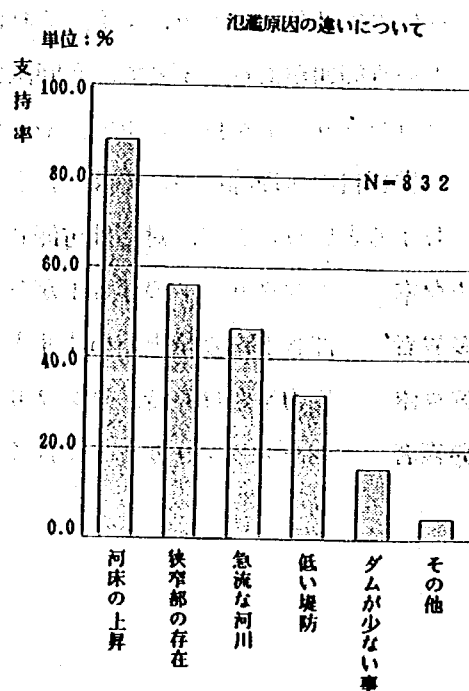
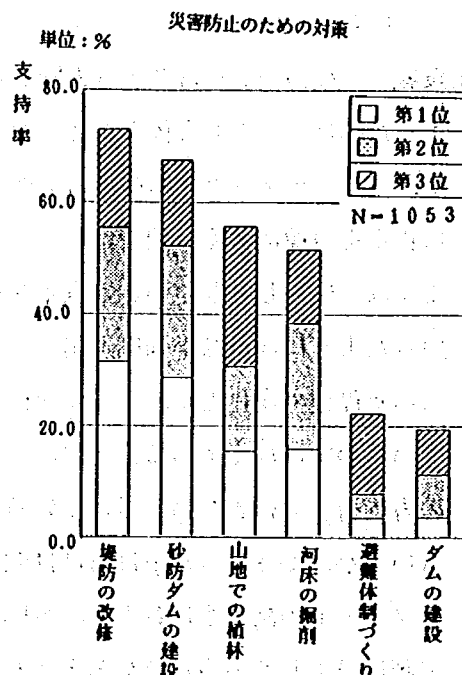
天竜川上流域の住民が流域の特徴、土石流災害や砂防事業についてどの様に受け止めているかを調査し、今後の広報活動及び事業計画の進め方を検討するための資料とするものである。又、土石流災害防止月間に行なっている小学生の砂防工事見学会についても調査を行ない、見学会の効果や父兄への波及効果を把握し、今後の見学会のあり方を探るものである。

2-1 住民の意識調査について

伊那谷地区の市町村の中から16市町村を選び、各市町村の住民基本台帳より20～69才の男女2000名を抽出した。また、1市町村の最低サンプル数は90名とし、各市町村の性別、年齢別人口構成比に比例して無作為に抽出を行なった。総サンプル数2000名に対し回収数1053名、回収率は52.7%であり男性が51%である。

アンケートの導入の質問として伊那谷のイメージを調べたところ、「災害の多い地域」であり「美しい自然」に恵まれており「一生住み続けたい」と考えている人が多い。危険を感じる災害は、大雨によるものが大部分でありその防止のためには「堤防の改修」の必要性が高く、「砂防ダムの建設」=ズミに次ぎ高い。市町村別にも差がみられ、「砂防ダムの建設」の必要性は、伊那谷の東部、南部で7割を越えており、「堤防の改修」は、大鹿村で9割近くと著しく高く松川町、南信濃村、豊丘村、宮田村で8割強と高い。天竜川本川からの距離によっても災害防止の対策に差がみられ、本川に近い地域ほど「堤防の改修」や「河床の掘削」などの対策にウェイトを置いており、「砂防ダムの建設」は本川から遠い地域ほど重要性を認識している。

伊那谷地区と天竜川下流部での氾濫原因の違いについては8割の住民が違いがあると答えており、具体的な相違点については「河床の上昇」と答えた人が最も多く、伊那谷地区の特徴として理解されている。狭窄部の存在や急流河川であることは半数程度である。性別では、ほとんど差がみられず、年齢別では、「河床の上昇」「急流な河川」であることが、市町村年齢層ほど理解が高い。砂防事業についての理解度は、

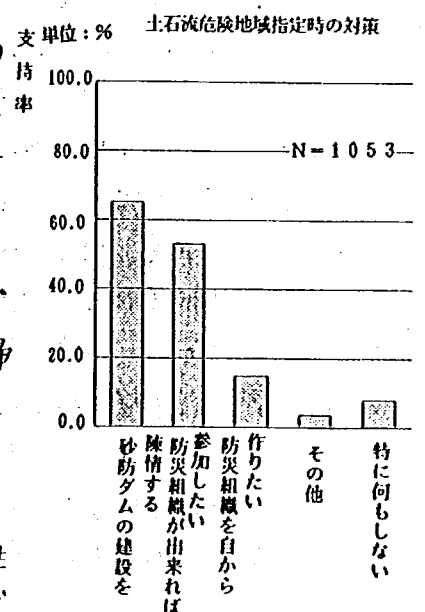
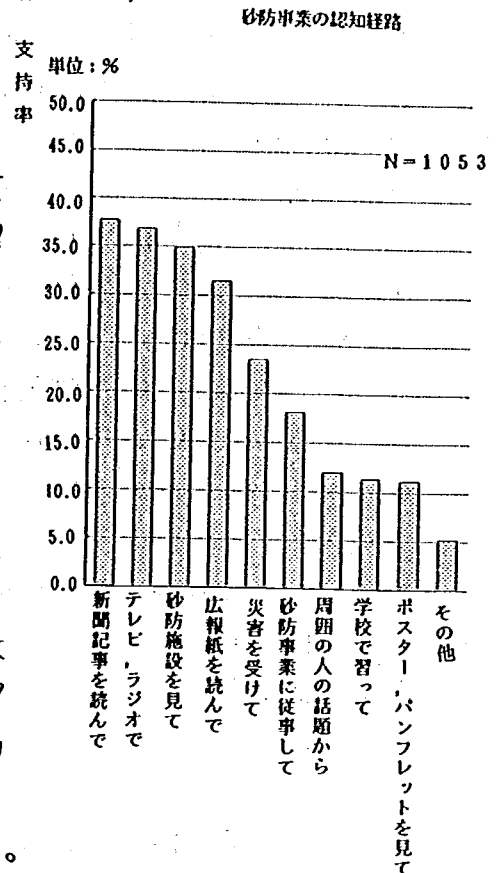


「砂防事業」という言葉を初めて聞いた人(1.7%)は、ほとんどおらず、言葉を知っていても内容は知らない人(7.1%)を合わせても1割に満たず、砂防事業の理解度はけなり高い。性別にみると女性の理解度がやや低く、年齢別にみると若い層ほど低い。職業別では「主婦専業」「パート内職、無職」で知らない割合が高い。千代川本川からの距離別では「大量の土砂の本川への流出防止」は、本川に近い地域ほど認知度が高く、逆に「土石流災害の防止」や「河床の安定、河岸の侵食防止」については、本川より離れた地域の方が高くなっている。砂防事業と自分の生活との結びつきをみると、

全体の64.4%の人が「自分の生活と結びついた重要な仕事」と理解しており「重要だと思うが自分の生活とはあまり結びつかない」(33.7%)という人をかなりまわっていることから伊那谷における砂防事業は、生活と密着した重要な事業であると思われる。砂防ダムの調節効果についての理解度は、半数強の人が「砂防ダムは土砂が溜っても役に立っている」と答えている。ただし地域別にはけなりの差がみられ、本川左岸の山間部地域で理解度が最も高く、本川右岸の段丘部では低い。

砂防事業の認知経路は、「新聞記事」「テレビ、ラジオ」「広報紙」などのマス媒体が中心になっているが「砂防施設を見て」知った人も35%と多い。若年層に「学校で習って」知った割合が高いが、これは砂防についての内容が中学校の社会科の教科書に記載されているためであろう。特に「伊那市」や「長谷村」では、「学校で習って」とする割合が高くなっているが、両市村の近くには美和ダムもあり、砂防について先生から、様々な話がなされているためと考えられる。

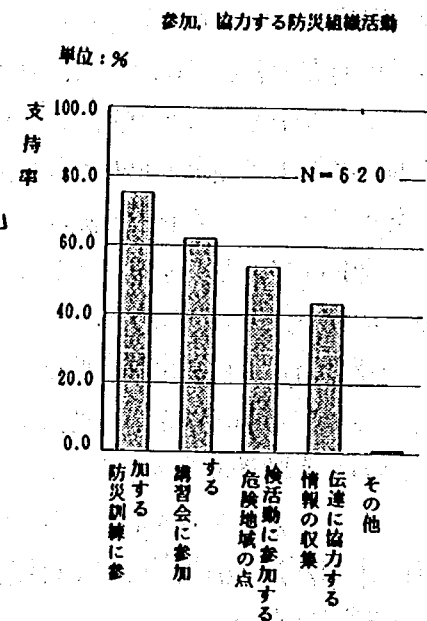
土石流の認知度は97.4%と高く、ほとんどの人が知っていた。昨年調査時(87.5%)に比べ認知度が1割アップしているが、この背景には昨秋の長野県西部地震の影響があるものと考えられる。又伊那谷で土石流が発生した場合、被害が「ほぼ全域に発生する」と理解している住民は4割であり、「山間部の一部に発生するだけ」(45.4%)と思っている住民の方が多い。女性では「わからない」(22.3%)という答が多い。年齢別では30代、20代の若い層で理解度が高い。職業別では「公務員」で理解度が高く、逆に「主婦専業」層では「わからない」割合が高くなっている。現住地が土石流の危険地域に指定された場合には、「砂防ダムを建設するよう運動する」という人が最も多く、「自主的な防災組織を自らつくりたい」と地域活動に積極的意向のある人も15%程度みられる。性別では、「男性」で「砂防ダムの建設運動」が高く、「50代」で



は「砂防ダムの建設運動」と共に「自主防災組織づくり」の意向が高い。職業別で見ると「砂防ダムの建設運動」は「公務員」で、また「自主防災組織づくり」は「農業、林業」従事者でそれぞれ高くなっている。現住地が土石流の危険地域に指定された時、「自主的な防災組織を自らつくりたい」「防災組織があれば参加したい」と答えた人に、具体的に参加、協力する防災組織をたずねたところ「防災訓練への参加」の意向が最も高い。性別では、「男性」の方が「危険地域の点検活動」や「防災情報の収集、伝達」への協力という地域活動への積極参加意向が高い。年令別では、積極参加意向は高年令になるほど高く「危険地域の点検活動」や「防災情報の収集、伝達」への協力する割合が高くなっている。職業別で見ると、「主婦専業」では「防災訓練への参加」や「防災知識講習会への参加」などの割合が高い。

2-2 住民の意識調査についてのまとめ

伊那谷の住民は長年の災害の経験を通して、その災害の原因の1つが土砂であることを天竜川上流域の特徴と合わせてよく理解している。しかし最近、話題となっている土石流災害については、認知度は高いものの土石流災害は山間部の一部で発生すると考えている人が半数近く、わからない人が15%あり、土石流の実態について理解が乏しいと考えられる。土石流対策として、早期に砂防ダムを建設することが困難な現在、ソフト面での対策を強化するために、土石流の実態についてPRを強かに進め住民の意識高揚を図る必要があると思われる。



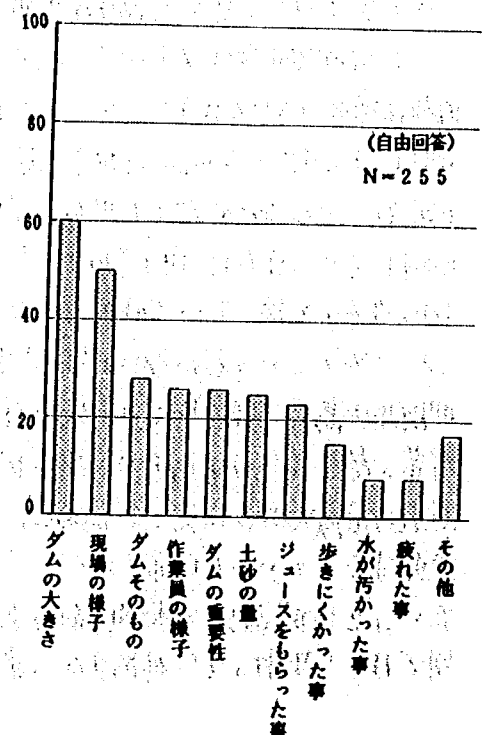
3-1 小学生の砂防工事見学会について

(小学生アンケートの結果)

まず、砂防ダムの建設主体としては「長野県」(72.5%)「国」(46.7%)「市町村」(39.6%)の順となっており「長野県」のイメージが非常に強い。

砂防工事見学会の印象としては、「ダムの大きさ」や「現場の様子」がよく印象に残っている。また「砂防ダムに溜まった土砂の量に關心した」(25名)、「砂防ダムの重要性がわかった」(26名)という意見も比較的多く、見学会の成果として評価できる。印象に残っている砂防ダムとしては、すでに出来上がっているものよりも、建設中の砂防ダムであり小学生にとっては、砂防ダムそのものを見るだけよりも、建設の現場の様子を見学した方が強い印象として残っていることがわかる。

砂防工事見学会で印象に残っていること



家庭への砂防工事見学会の伝達の有無については、92%の小学生が家庭へ伝達しており、対象は「母親」が最も多く9割「父親」が7割、次いで「兄弟姉妹」、「祖父母」の順になっている。

(父兄アンケートの結果)

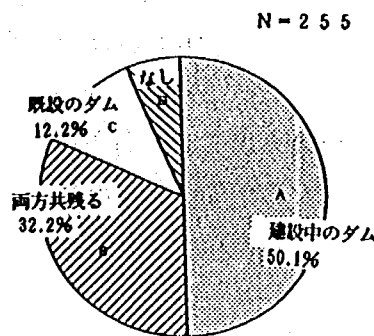
「子供が砂防工事見学会に参加した父兄」(A)と「参加していない父兄」(B)の間で砂防に対する意識などに違いがあるのか、否かを調査し、今後の父兄に対する啓発のあり方についての参考資料とした。

父兄の砂防ダムの認知度は高く、「知らない」と答えた人は2%にすぎず、A Bの父兄で差はみられない。

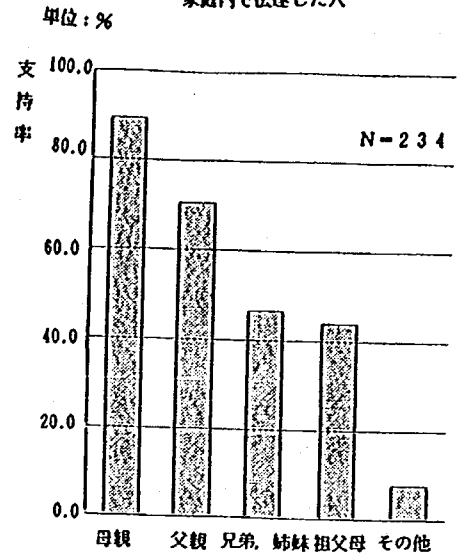
砂防ダムの調節効果については、「砂防ダムは土砂が溜まって役に立っている」と答えた人は、砂防ダム認知者の5割を占めており、A Bの父兄で差がみられず、また一般住民アンケートと同じ結果である。

家庭内での子供との話題性については、Aの家庭の方がよく砂防について話しており、砂防工事見学会は話題づくりのきっかけとなっている。子供と話す内容は「がけ崩れ」「土石流」について、A B両父兄とも半数の人があげており、話題の中心になっている。以下「砂防ダムの役割」「伊那谷の災害」「地すべり」の順となっており、Bと比べAでは「伊那谷の災害」についての話題性が高くなっていることもわかった。又、Aの9割が見学会に参加したことを子供から聞いており、親子とも伝達の有無を覚えている。子供から聞いた見学会の内容としては「砂防ダムの役割や必要性」「砂防ダムの大きさや場所」や「現場の様子」など様々である。

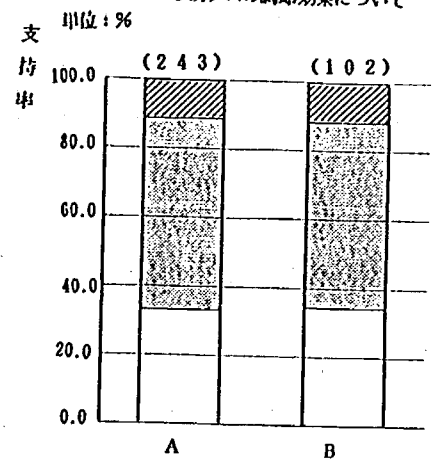
印象に残っている砂防ダム



家庭内で伝達した人

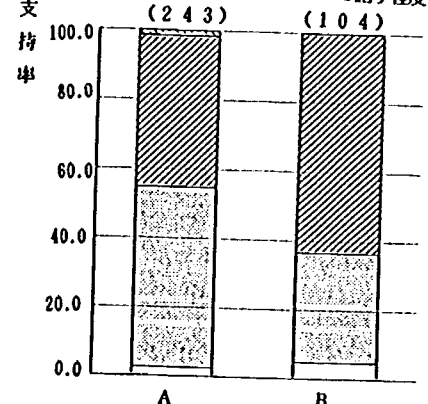


砂防ダムの調節効果について



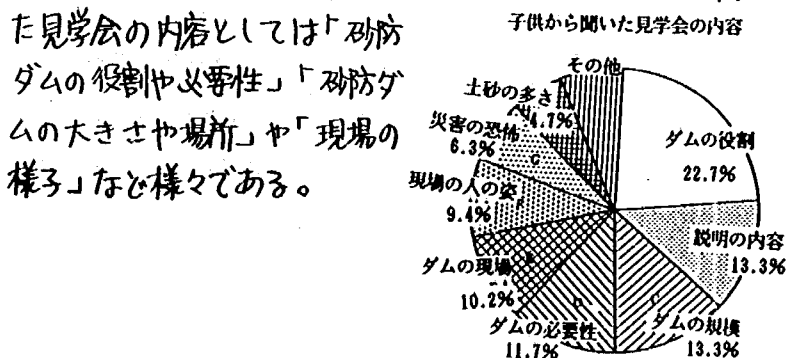
☐	砂防ダムは土砂が溜まると役に立たなくなる
☒	砂防ダムは土砂が溜まっても役に立っている
☐	わからない

単位: % 家庭内で子供と砂防について話す程度



☐	よく話をする
☒	たまに話をする
☐	ほとんどしない
☐	不明

子供から聞いた見学会の内容



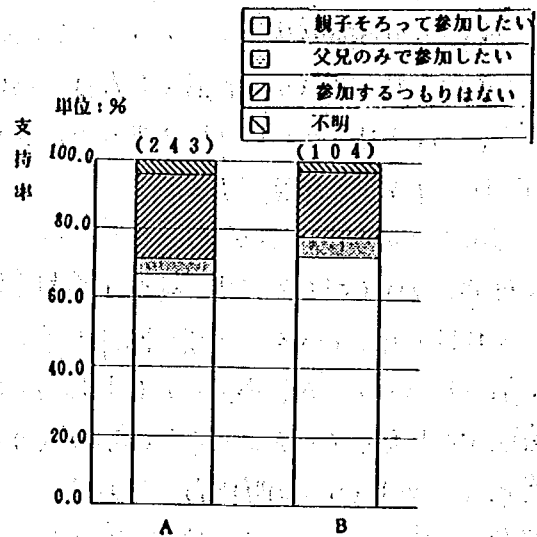
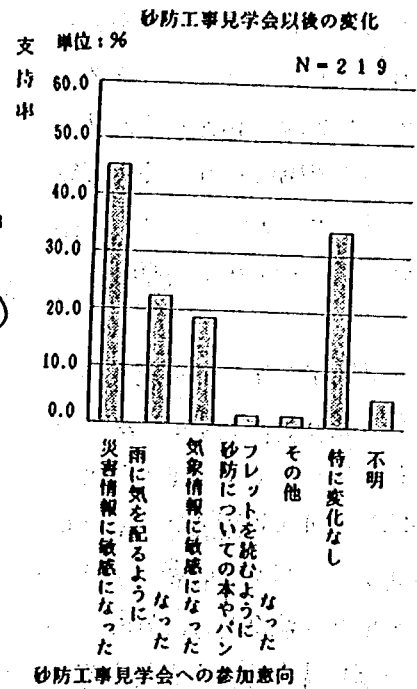
砂防工事見学会後の変化について尋ねたところ「特に変わったところはない」(34.2%)、「不明」(5.0%)を除く6割の父兄は「変わった」と答えていることから、見学会は小学生の有効なPR手段の1つであると思われる。

砂防工事見学会の評価としては「社会勉強の一環として有意義」という意見が7割を越えており「働いている人の姿を見せるのがよい」(47.3%)「建設省の仕事の内容を知るのによい」(41.6%)との意見もみられる。

砂防工事見学会への父兄の参加意向は、7割と高く参加方法としては、「親子そろって参加」を望む声は大部分であり、今後考慮したい。又、非参加の理由としては、「行かなくても砂防ダムへのことはよく知っている」が多く、「忙しくて行く暇がない」「興味がない」と続いている。

3-2. 小学生の砂防工事見学会についてのまとめ

今回の見学会は、小学生の啓蒙には役立っている様であるが、父兄の知識を深めるところまでは発展していない。しかし家庭の中での話題づくりには役立っており、過去の災害経験や新聞、テレビに登場する災害などについても話されている様である。父兄の砂防工事見学会への参加意向も高いため、今後小学生だけでなく、父兄も含めた形での見学会を実施すれば、家庭の中などでより深い話し合いが行われ、有効なPR手段になるものと思われる。



アンケート調査からみる住民の防災意識とその普及手法について

発表者：天竜川上流工事事務所 藤 沢 和 範

志田（東北・局） アンケートの内容の中で質問します。伊那谷地区にどのような施設が配置されているかわからないのですが、河床の上昇が氾濫原因の一位にあがっているということについてこの辺は貯水ダムとか電力関係のダム等があると思われませんが、そのダム上流の河床上昇という意味でしょうか、それを教えて下さい。

発表者 河床上昇による氾濫というのは本川側に住んでおられる方でもかなりおられましたが、比較しますと支川側です。ダム上流での河床の上昇という指示回答された方のほうが多かったと考えています。

青木（北陸・局） アンケートの解答の中の4の1ですが、本川に近い地域の人ほど堤防の改修や河床の掘削というところに対策のウェイトをおいており、本川から遠い人は、砂防ダムの建設の方にウェイトをおいているというように書いてあるわけですが、この違いというのはどこから出てきたものだと考えていますか。

発表者 この結果は生活と密着しておりまして、本川の河床が上がって氾濫するというのは、水がなければもちろん氾濫しませんし、河積が小さくならなければ氾濫しないわけで、理由はなかなかどちらが原因と言にくいのですが、一般の方が見るからには、それはあきらかに堤防が低くて水が氾濫して災害を受けたのだ、ということから堤防の改修を本川沿いの人は望んだし、山地側の人では砂防ダムの建設を望んだのではないかと考えます。

森山（富士川） 4の2のところで、砂防事業の認知経路についてですが、広報紙と書いてありますが、これは市町村の広報紙のことですか。

発表者 ポスター、パンフレットも含まれますので、これは市町村のものです。

5.5 土石流基準雨量の設定について

中国地方建設局

倉吉工事事務所

1 概要

大山山系直轄砂防事業は、一級水系天神川($CA = 97.5 \text{ km}^2$)、及び日野川($CA = 147.1 \text{ km}^2$)からなり、天神川砂防は昭和11年、また日野川砂防は昭和49年より直轄砂防事業に着手している。

大山は新生代四紀に形成された火山で、約1.1万年前まで活動が続いていたとされる死火山である。山体はすでに解体過程に入り、崩落が多い。地質は安山岩類、弥山熱帯(大山礫火山灰)凝灰角礫岩、花崗岩が分布しており、岩質はもろく堆積物は侵食に対する抵抗が弱く、また、溪床勾配が急であり、直轄砂防区域内には、165ヶ所(天神川砂防78ヶ所、日野川砂防87ヶ所)の土石流危険渓流が点在している。このような状況下にあつて、昭和57年度、「総合的な土石流対策の推進について」の一環として、全国で16ヶ所のモデル渓流が選定され、大山山系・鳥取県日野郡江府町下蚊屋地先に「土石流予警報システム(丁装置)」を設置している。

本報告は「土石災害に関する警報の発令と避難の指示のための降雨量設定指針(案)」に基づく基準雨量の設定及び降雨の自動モニタリングを行う「予警報システム」への適用についての検討を行うものである。

図-1に基準雨量設定手順を示す。

2 雨量観測所の選定

モデル地域(江府町下蚊屋地先)周辺には図-2に示す4観測所が点在し、これらの観測データと岩井法による確率計算し、さらにこの結果と偏差値による検討を行った。図-3を全体的にみる

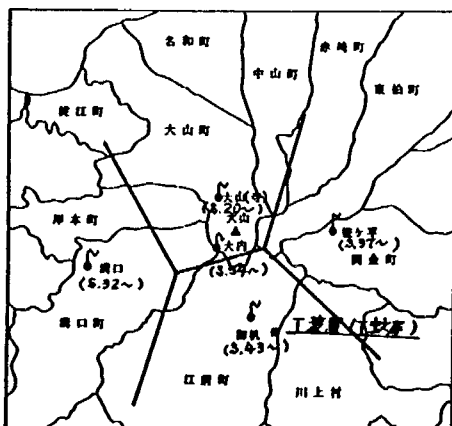


図-2 ティーセン区分と行政区分

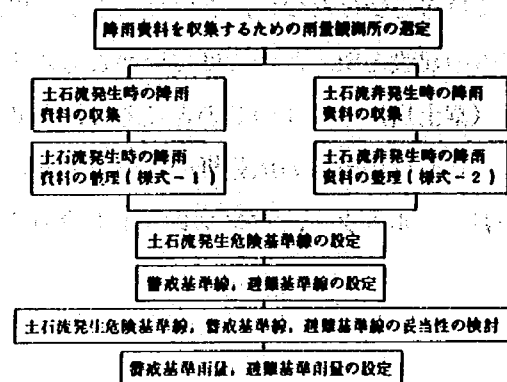


図-1 基準雨量の設定手順

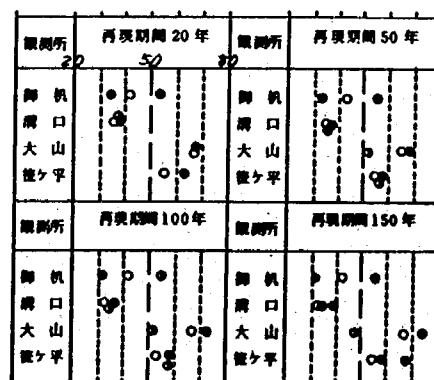


図-3 偏差値による降雨特性

x_1 : 全平均値を50として示す比。

と、御机、溝口と大山、笹ヶ平に2分割される。しかし、1時間、2時間の短時間雨量は各観測所により異なっている。このことは、御机、溝口は大山山麓の西～南部・平野部に位置し、一方、大山、笹ヶ平は北～東部・山地部に位置することから、降雨量の差異がみられる。

以上のことから、降雨の地域特性は大きく分けて御机、溝口と大山、笹ヶ平に分けられるが、図-3に見るように4観測所において降雨量の差が見られることから、ティーセン法による地域分割を行い、モデル地域における基準観測所は御机とするものである。

3. 土石流発生時及び非発生時の降雨

土石流発生降雨と降雨、非発生降雨(総雨量80mm以上または1時間雨量強度20mm以上)48降雨について資料の収集を行い、図-4及び図-5により土石流発生降雨は①土石流発生1時間前までの実効雨量②土石流発生時の1時間雨量等/8項目についての整理を行う。また、非発生降雨も同様に①非発生降雨における最大1時間雨量②最大1時間雨量発生時までの実効雨量等/4項目について整理を行った。

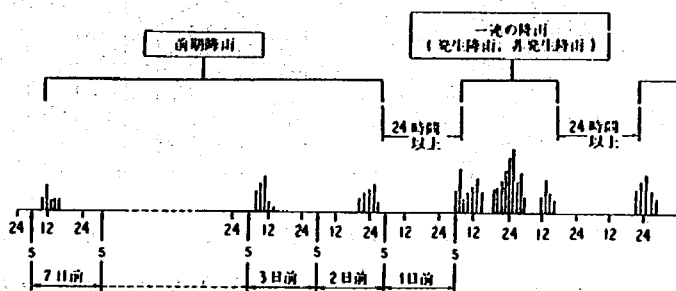


図-4 一連の降雨と前期降雨

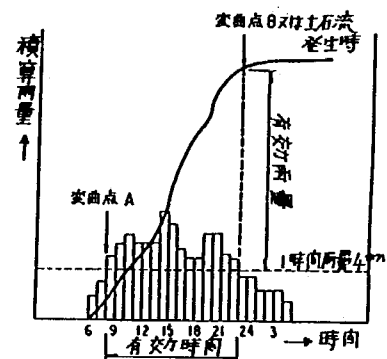


図-5 変曲点Aと変曲点B

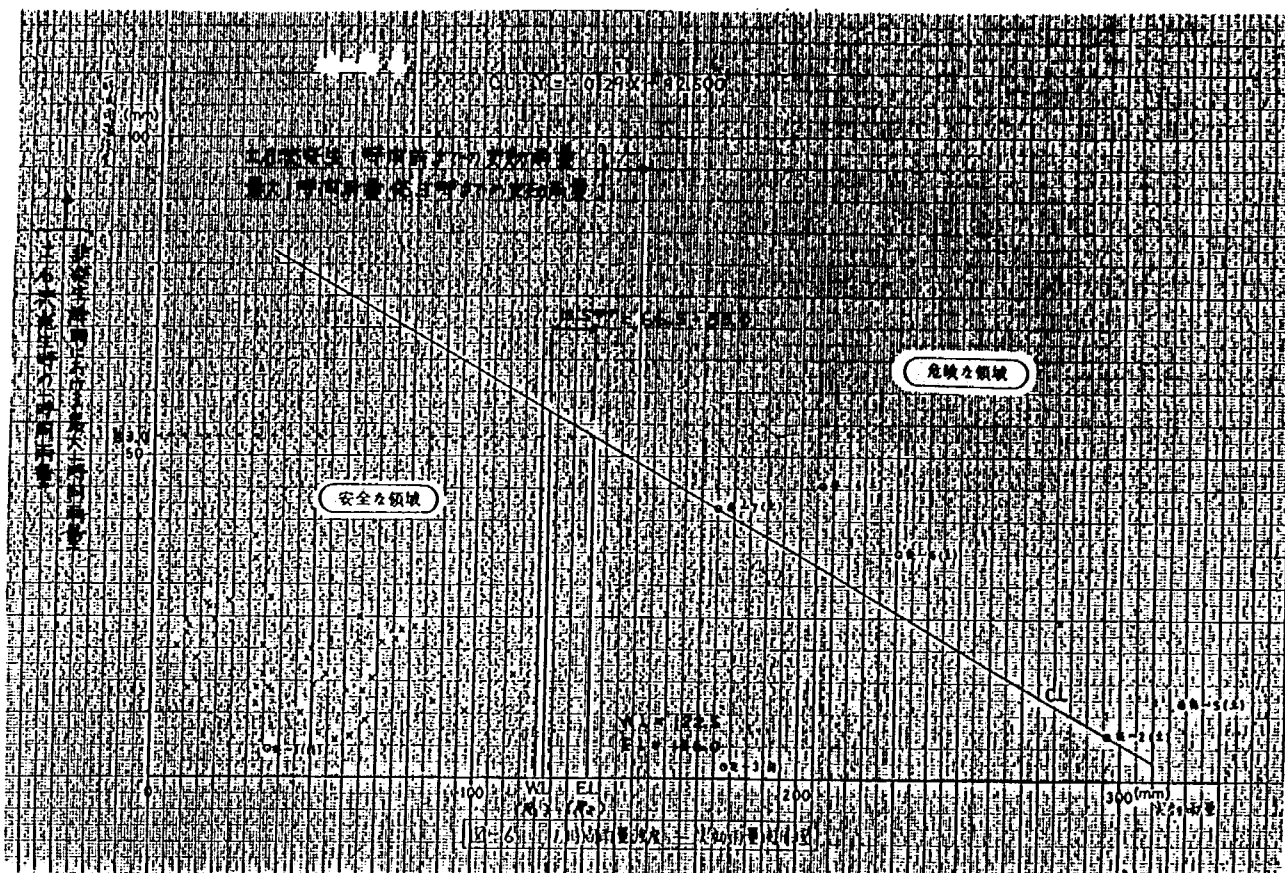
4. 土石流発生危険基準線の設定

土石流発生降雨及び非発生降雨における降雨指標を用いて図-6に示す1時間雨量強度～実効雨量関係図を作成した。同図の横軸は土石流発生1時間前までの実効雨量(発生降雨)及び最大1時間雨量発生時までの実効雨量(非発生降雨)また縦軸は土石流発生時の1時間雨量(発生時)及び非発生降雨における最大1時間雨量(非発生)となっている。次に、同図に発生降雨と非発生降雨がよく分離されるように境界線(土石流発生危険基準線: Critical Line: CL)を引くが、このCASEでは土石流の発生降雨の下限線である発-2と発-7を結んだ線で設定し、土石流発生基準線の妥当性の検討により検証するものである。

5. 警戒基準線・避難基準線の設定

警戒の発令を行うための基準線(警戒基準線: WL)及び避難の指示を行うための基準線(避難基準線: EL)を設定する。いまここでは、CLに達する2時間前に警戒の発令を、1時間前に避難の指示を行うこととし、対象降雨は既往最大1時間雨量及び2時間雨量を用いるものとする。

(1) ELの設定



御机観測所の既往最大1時間雨量 (R_{H1M}) は 53.0 mm ($S46.7.25, 13 \text{ h} \sim 14 \text{ h}$) である。図-6において、いま、ある降雨の実効雨量が R_2 と越えたものとする、その後もし R_{H1M} の雨量があれば CL の上側、既に危険な領域に入ることになる。現段階では R_{H1M} の発生予測が不可能であり、 R_2 と境界として、実効雨量がそれより大きくなれば1時間後には危険な領域に入ると考えられる。したがって縦軸上に R_{H1M} をとり、その点を通り横軸に平行な直線を引く。次に、この直線と CL との交点から横軸に向って垂線を下し、これを EL とする。

(2) WL の設定

御机観測所の既往最大2時間雨量 (R_{H2M}) は 66.5 mm ($S46.7.25, 13 \text{ h} \sim 15 \text{ h}$) である。 EL に達する1時間前が WL であることから、 EL と $(R_{H2M}) - (R_{H1M}) = 66.5 \text{ mm} - 53.0 \text{ mm} = 13.5 \text{ mm}$ だけ零方向に平行移動した直線を WL とする。

6. 各基準線の妥当性の検討

設定した各基準線 (CL , EL , WL) の妥当性の検討は、分離性、発令頻度、空振り頻度について行う。

(1) 分離性の検討

CL の分離性を検討するため、図-7のように非発生降雨を用いて、分離性 $SL = K_{nc} / K_n$ によって求めると、 98% と高い分離性を示し、妥当な CL 設定であると考え

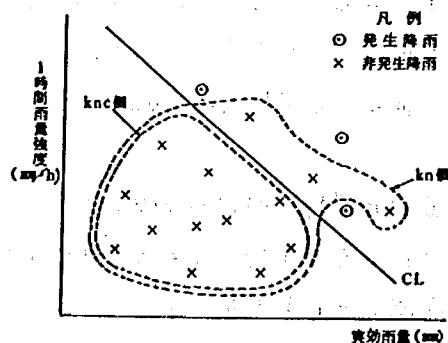


図-7 分離性の検討

られる

(2) 発令頻度

総突効雨量（一連続雨量＋前期突効雨量）が、図-6に示すWL、ELを越える土石流発生降雨数を K_{YW} 、 K_{YE} また、土石流非発生降雨数を K_{NW} 、 K_{NE} とし、警報の発令頻度 $F_W = K_{YW} + K_{NW}/n$ （資料収集回数）避難の指示頻度 $F_E = K_{YE} + K_{NE}/n$ によって求めると、 $F_W = 1.4$ 回/斗、 $F_E = 1.1$ 回/斗となる。しかし、この数値の妥当性を評価する基準がなく、今後の調査、研究が望まれる。

(3) 空振り頻度

警報の発令、避難の指示が行われても土石流が発生しない頻度について、警報の発令空振り頻度 $M_W = K_{NW}/n$ 、避難の指示空振り頻度 $M_E = K_{NE}/n$ によって求めると $M_W = 1.0$ 回/斗、 $M_E = 0.6$ 回/斗となる。しかし、これも発令頻度同様に評価基準がなく、今後の調査、研究が望まれる。

7. 土石流予警報システム（T装置）への適応性の検討

(1) システムの概要

本装置は、受水器、雨量強度計、制御器、非常通報装置、電源（太陽電池）等と一体とし、降雨状況から土石流を予知し警報を出す無人方式の土石流予警報装置である。

雨量と大型の受水槽（強度計受水口1.0m×1.0m）と通常の受水口（前期降雨、一雨雨量受水口φ=20cm）とで受け、総雨量（前期降雨＋一雨雨量）、降雨強度により図-9のように6段階のレベルに分類し、3段階の警報を出すものである。また

警報信号は、公社線を利用して、あらかじめ設定した責任者の所へ警報の種類と音声により伝える。一方、内部制御器に小型のプリンターを持ち、警報の発生時刻、種類、雨量強度、一雨雨量、電話応答の有無及び定時通報時刻、日雨量等を印示する。

(2) 観測事例紹介

図-10は昭和59年8月5日16時06分の警報発令事例の降雨状況図である。この時の前期降雨は0mmであった。このため、16時05分の時刻での総雨量は、37mmで図-9の総雨量6段階のレベルのどれにも該当しないが雨量強度は74mmと雨量強度6段階レベルの4に該当し、警報1（注意）が発令されたものである。

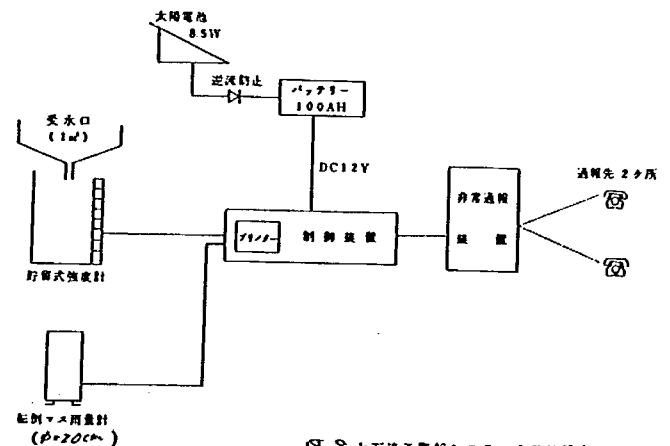


図-8 土石流予警報システム（T装置）系統図

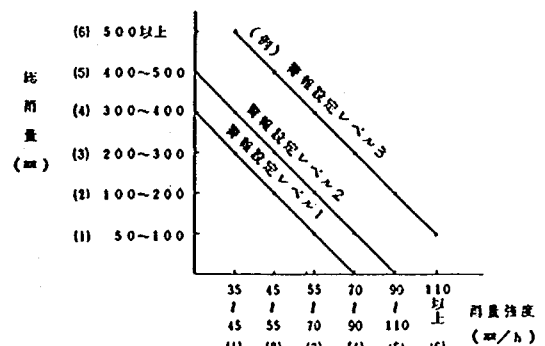


図-9 設定レベル

(3) T装置への適応性の検討

図-6と図-9の対比にみるように、警戒レベルの設定方法が異なっていることがわかる。図-9は従来の方法「以下(旧法)」というので、また、図-6は「土砂災害に関する警戒の発令と避難の指示のための降雨量設定指針(案)」による方法で「以下(新法という)」で設定したものである。

旧法では、段階的にレベルが設定してあるが、新法により下蚊屋地区の地域特性にあった設置方法を考えると、段階方法での対応は物理的に不可能である。このため、既往システムの機構と連続的レベル設定に改造するものである。

(4) 改造システムの概要

図-8に示す警戒システムのうち受水口の機能を廃止し、雨量強度及び総雨量の算出は転倒マス型雨量計のデータによって行うものとする。

雨量データのカウント間隔は従来どうりの5分間とし、また雨量強度(mm/h)は30分間雨量の倍とする方法とする。

(5) 改造システムの問題点

今回設定した基準雨量は、警戒基準雨量=122.5mm、避難基準雨量=136.0mmと、この差が、13.5mmと小さいため、警戒の発令なくしていきなり避難指示の発令が危惧される。表-1は過去の豪雨での検討結果である。

同表によると降雨NO5が同時発令のケースであり、継続の検討を要する。

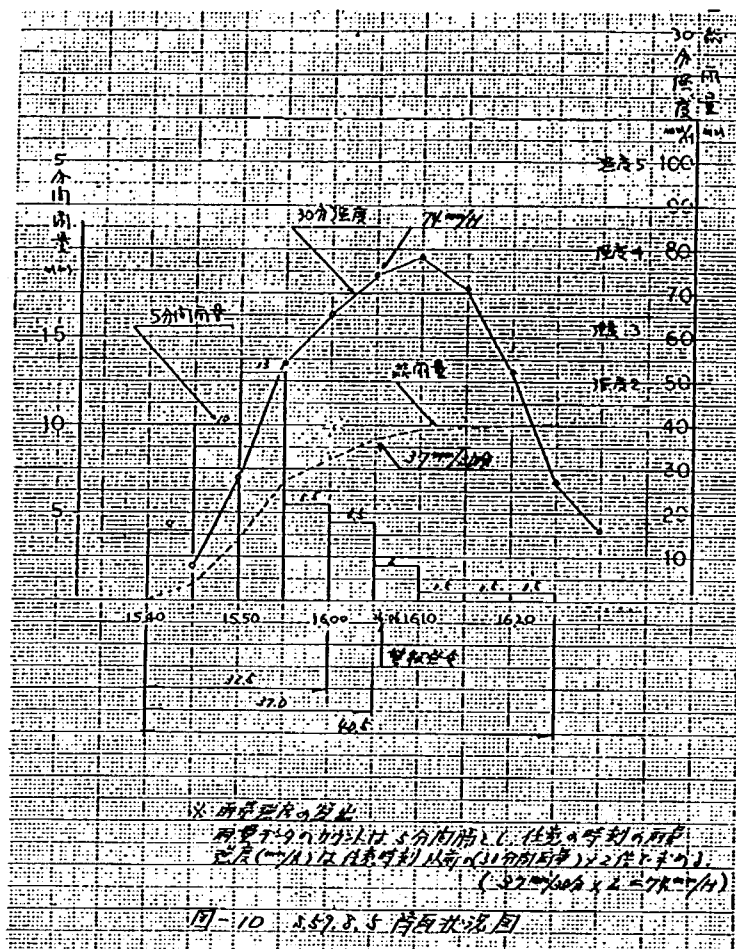


表-1 新法による警戒発令、避難指示状況

区分	降雨No	警戒発令日時	避難指示日時	区分	降雨No	警戒発令日時	避難指示日時
発	2	21日 13時	21日 15時	非	12	31日 7時	31日 11時
"	3	10・19	10・20	"	19	9・4	9・6
"	4	26・16	26・17	"	22	14・2	14・4
"	5	16・13	16・13	"	26	10・10	10・13
"	6	10・1	10・3	"	34	3・3	4・9
"	7	19・5	19・6	"	39	30・23	30・24
非	6	15・24	16・5	"	41	27・3	28・1
"	11	26・8	26・23				

土石流基準雨量の設定について

発表者：倉吉工事事務所調査第二係長 中 村 正 俊

原（司会、土研） 質問がないようですので、私の方から質問させていただきます。一度警報が鳴ったそうですが、その時は土石流は発生しなかったのですね。

発表者 その時は発生しておりません。

原 わかりました。それから図-6ですけれども、基本的にかっこ書きで「土」と書いてあるのは土石流ですね。それで「崩」と書いたのが崩壊の発生ということですね。

発表者 図-6ですね。丸印が土石流発生です。

下の方の×印が非発生です。

原 ×印の中に丸印で「崩」と書かれてあるのは、おそらく崩壊発生という意味ですね。

発表者 ちょっと調べておかなかったものですから。

原 一般的には、必ずしも土石流だけではなくて崩壊の発生もこのようにプロットしますと土石流発生の目安になりますので、こういう方法は非常に良いと思います。この事例は、割合うまく土石流の発生と非発生が分かれている場合だと思いますが、この場合少し問題なのは、危険な領域と安全な領域の間に比較的大きな空間があるということです。今のC.L.ですと少し危険側の設定になっている可能性もあります。その空間に雨が少ないのでそういう可能性が出て来るわけですが、からぶりを考えますとこの設定は妥当だということになると思います。

白石（湯沢） 代表観測所がどの位のエリアをカバーできるのか、また、カバーさせようと考えているのか、お聞かせ願います。

発表者 代表観測所が、どれぐらいの面積をカバーできるかということですか。

白石 土石流の危険溪流が、例えば10ヶ所あったら10ヶ所の代表観測所でもってカバーするのかということですか。

発表者 現在の土石流の危険溪流の面積は0.1平方km位のわずかな所をモデル地域に設定してそれを対象にしておりますが、将来数が増えた場合は、雨量観測を行っている流域はティーセン分割をしていますので、その範囲は適応できるのではないかとことも考えられますが、現在ではモデル地域だけを対象にしております。

1. 緒言

怒田(めた)・八畝(ようね)地すべり地区ではそれぞれ昭和38年度、39年度から高知県の手によって地すべり対策事業が続けられていたが、その社会的重要度等から昭和47年度に直轄に編入されて地すべり対策事業が継続されている。これまでの調査は怒田地区を中心に行なわれており、また調査期間も短いので断定的な結論を下せない部分も多いが、以下に怒田地区における幾つかの調査結果について報告を行なう。

2. 怒田地すべりの概要

怒田地すべりは四国山地のほぼ中央部、高知県長岡郡大豊町怒田地区に位置する(図-1)。地すべり防止区域の最大長約1,000m、最大巾約2,000m、面積は195.4haに及び、50戸余りの人家、村道5400m、林道4000mがその範囲に含まれている。標高200~700mに広がる地すべり斜面の平均勾配は約20度で末端部まで続き、吉野川水系南小川の左支川南大王川によって足元をすくわれるような断面形をなしている。

基盤岩は御荷鉾緑色岩類を主体とするが、北部には三波川結晶片岩が、南部には扶父古生層が分布する。御荷鉾帯は塩基性火成岩類や泥質の堆積岩が弱い変成作用を受けてできた岩石からなり、全体として断層運動等によって破碎されている。そのため風化を受け易く厚い粘土化帯を形成することが多い。同時に地下水は一般に豊富で、当地区も含めて斜面は水田として利用されることが多い。この御荷鉾緑色岩類を覆って礫混りの粘性土及び段丘堆積物が堆積しており、地すべりの移動層を構成している。図-2に現在の主たる調査区域とな、ているN-2ブロックの平面図を示す。

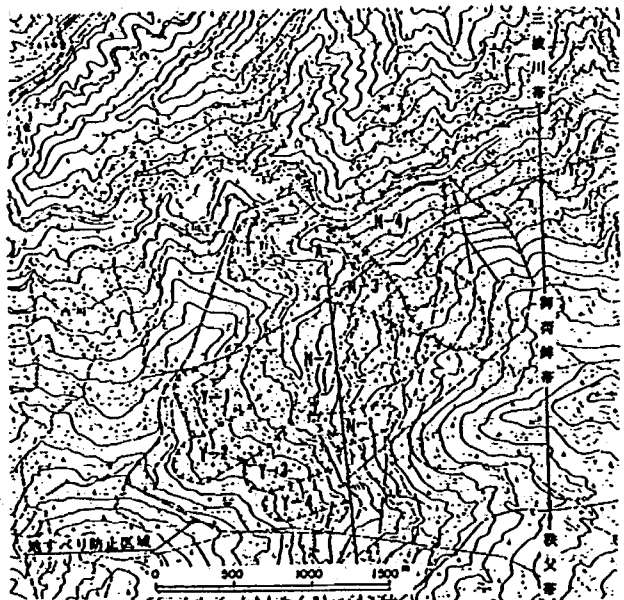


図-1 怒田・八畝地すべり位置図

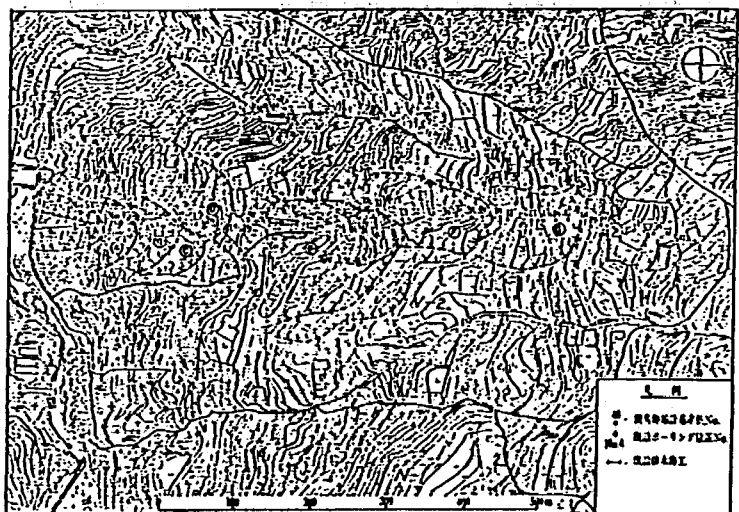


図-2 怒田N-2ブロック平面図

3. これまでの調査結果

3.1 ブロック区分

現在怒田地区でなされている調査、対策工計画のためのブロック区分は現地踏査や空中写真判読の結果等から図-1の破線のように示されている。しかしながら前述のように地すべりの規模が非常に大きいため現実の調査や対策工はすべてのブロックをカバーするというわけにはいかず、現在特に動きの激しいN-2ブロックを中心として実施されている状況にある。

また、大きなブロックはこれら4つに分割されるが、たとえばN-2ブロックのみをとりあげた場合にも地形的な特徴、移動状況などからさらにその中に小さなブロックが区分され得る。特に後述するようにN-2ブロックにおいては崩積土層のすべりが活発な動きを示しているため、地表には小さな凹凸や勾配の変化点が多頻に見られることとなる。以下、主としてN-2ブロックについてこれまでの調査結果の概要を述べる。

3.2 地下構造

地すべりの地下構造を調査するため、N-2ブロックでは弾性波探査と地質調査ボーリングが実施されている。これらのうち、前者についてはほぼブロックの頭部から末端部までの結果が得られている。一方、地質調査ボーリングは特に移動が激

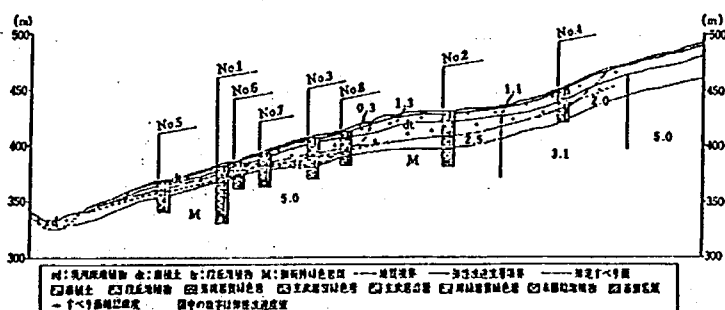


図-3 怒田N-2ブロック断面図

しく、かつ南大主川への影響が大きい。ブロックの末端部周辺で集中的になされている。これらの調査結果から得られたN-2ブロック下部の断面図を図-3に示す。

地質構成を極めて大まかに述べれば、最大層厚約20mに達する崩積土層の下に玄武岩質緑色岩や輝緑岩質緑色岩などの緑色岩類が存在している。また、No. 5・1・6・7・8孔には崩積土層と緑色岩類との間に円礫・重円礫を含む段丘堆積物がみられ、高位と低位の2段に区分されるようである。

No. 1～8孔においては孔内傾斜計による観測が実施されていたが、いずれのボーリング孔においても曲がり激しく、現在では観測不能となっている。これらの観測結果から得られたすべり面の推定線を図-3に一点鎖線で示した。このような崩積土のすべりのほかに、緑色岩中のすべりが存在するという説もあり、詳細については今後の調査成果に待ちたい。

3.3 移動形態

3.3.1 斜面全体の移動形態

図-4は図-2に示した測線沿いの簡易伸縮計による移動量観測の結果である。この図は斜面末端部を不動点と仮定して斜面上方へ向けて各スパンの伸縮量を累積したもので右上がり圧縮区間を、左上がり引張り区間を示している。この結果に基づいて当斜面を大きく区分すると、表-1のように分割可能である。この表から図-4に破線で示した幾つかの小ブロックの存在が

推定される。

3.3.2 観測点間の移動形態

図-5に簡易伸縮計の観測点間の移動量の最も大きいNo.47~48間の累積移動量と累積降雨量との関係を示すが、両者には極めて強い相関のあることがわかる。特に昭和58年9月末から10月にかけてと、昭和59年8月中旬の降雨に伴う急激な変状が目につく。簡易伸縮計の観測回数をより密に行えば、この関係はより明瞭になると思われる。

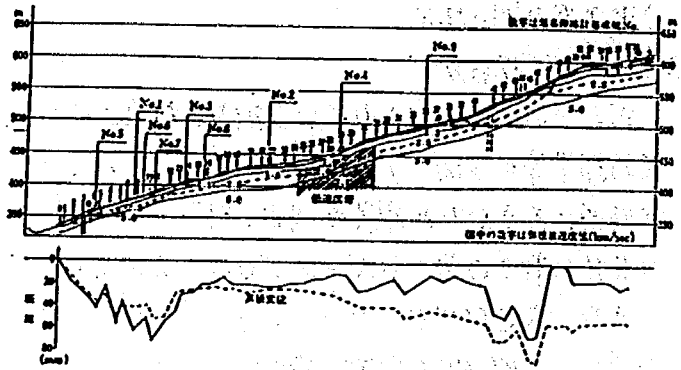


図-4 簡易伸縮計観測結果

		158							159						
No.	観測点	0	11	14	39	47	48	58	0	11	14	27	47	48	72
		圧	引	圧	引	圧	引	圧	圧	引	圧	引	圧	引	圧
0		19	20	15	22	33	16	19	20	11	20	33	16		

No. 簡易伸縮計基座状, 圧; 圧縮区間, 引; 引張り区間
平; 見かけの平均区間, 0; 斜断勾配

表-1 簡易伸縮計観測結果に基づく斜断勾配

3.3.3 孔内傾斜計による移動量観測結果

前述のように、地質調査ボーリング孔No.1~5においては孔内傾斜計による移動量観測が実施されている。図-6はその結果を基に累積降雨量とNo.3孔のすべり面における累積移動量の経時変化を示したものである。両者には非常に明瞭な応答関係が認められ、さらに詳細にみると累積移動量には降雨に伴う一時的な階段状の増加形態も現われている。これは3.3.2で述べた結果とも一致している。

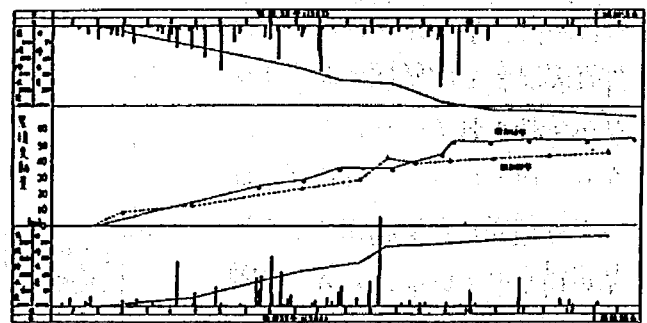


図-5 簡易伸縮計No. 47~48間の累積移動量

一方、図-6について、2ヶ月間の降雨

量とその期間の孔内傾斜計の移動量との関係を示したものが図-7である。降雨量の増加にほぼ比例して移動量の増加が認められ、その線形関係は非常に明瞭である。

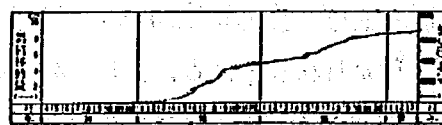


図-6 累積降雨と累積移動量 (No.3孔)

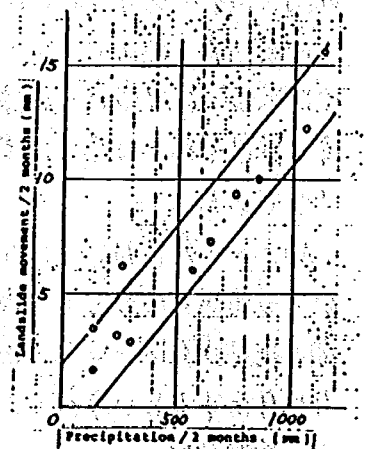


図-7 期間降雨量と期間移動量

3.4 地下水・地表水

地下水位の観測は現在No.2・3・4・7(自記)・8(自記)孔で行われているが、No.7および8孔を除けば観測が月1回となっている。過去にはNo.1および7孔でも自記観測を行っていたが、孔曲がりが多い現在では自記観測は不可能となっている。以下に各孔の地下水位変動の状況を述べるが、観測孔が少ないことから地下水の面的な分布については不明な部分が多い。

地下水位の状況については、No.1では特に降雨との応答関係が明瞭で、GL-8~-12mを上下している。No.5も降雨に敏感であるが、地下水位は低く、GL-14~-19m付近にある。また

No.7および8では地下水位の経年変化量はNo.1および5に比べると小さく、No.7で4L-11m、No.8で4L-7~-8m付近にある場合が多い。これらの傾向は基本的には現在も同様である。

4. 結語及び対策の方向

これまでの調査結果から次の諸点が明らかにされた。

1) 大きなブロックはN-1~4までの4つに分割されるが、それらのブロックの中でも移動形態、地形的な特徴などからさらに小さなブロックの存在が推定される。

2) このような小ブロックの移動層は主として最大層厚約25mに達する崩積土からなり、比較的活発な動きを示している。

3) 崩積土層の移動形態は主として定常クリープ的であるといえるが、微視的には連続雨量が200~300mm以上に達すると急激な動きを示す場合がある。

4) 降雨量と移動量との間には非常に明瞭な応答関係が存在し、特に2ヶ月の期間ごとに両者を比較すると概ね比例的な関係がみられる。

5) 地下水は崩積土層内にあり、厚い粘土層に規制されて大きな降雨があれば地すべりを活発化させる原因となっている。

以下の調査観測結果からみて怒田地区(特にN-2ブロック)の地すべり対策工法として、崩積土層内の地下水の排除が有効であると考えられる。降雨が地下へ浸透することを防止するための表面排水路工の整備も重要である。これらの排水工によって、現在最大50~60mm/年の移動量のある程度まで減少させ、しかも後に図-4に破線で示したような小ブロックを対象とした抑止工によって安全率を目標値まで上昇させることが可能であろう。

(参考文献)

青藤実ほか(1984): 四国の地質と災害特性、土と基礎、Vol. 32, No. 10

坂口哲夫(1983): 怒田地すべりの調査と対策、地すべり学会関西支部現地討論会資料

網木亮介(1984): 怒田地すべり、地質と調査、第3号

網木亮介(1985): 怒田地すべりの移動特性に関する一考察、土木学会中国四国支部研究発表会(投稿中)

吉松弘行ほか(1983): 下地蔵寺、怒田地すべりからみた御荷鉾緑色岩地帯の地すべりの特性について、地すべり、Vol. 19, No. 3

6. テーマ討論

6.1 テーマ討論の概要

(討論テーマ)

グループ名	テ　　マ	座　　長	グ　ル　ー　プ　内　発　表
第1グループ	山　　腹　　工	石川専門官	「大難山腹試験植栽」 日光砂防工事事務所 酒谷　幸彦
第2グループ	鋼製砂防施設	杉浦専門官	「大棚沢第二砂防ダム施設計画について」 富士川砂防工事事務所 下田　孝徳
第3グループ	総　合　土　石　流 対　策	蒲　専門官	「六甲山系総合土石流対策モデル事業の概要と問題点」 六甲砂防工事事務所 蒲　正之 「桜島における総合土石流対策モデル事業」 大隅工事事務所 花岡　正明
第4グループ	災　害　調　査	南　専門官	「昭和58年台風10号による災害時の情報収集」 天竜川上流工事事務所 藤沢　和範
第5グループ	地すべり地形について	中野専門官	地すべり地形についての講習 土木研究所新潟試験所 吉松　弘行

(討論の進行)

討論の進行は、P 7、8の会議のスケジュールに示したとおり、まず、テーマ討論のための話題提供として、テーマ紹介と話題の発表を全体会議の場で行った。テーマ紹介では、次に行うグループ討論の座長がテーマに関する問題点の整理及び討論のポイント等の説明を行い、討論の方向を示した。話題の発表では、テーマに関する調査結果の紹介や、林野庁林業試験場、砂防、地すべり技術センターといった専門家による発表があり、それぞれの発表について質疑応答が行われた。次いで、テーマ毎のグループに分かれて、グループ討論を行ったが、この中でも上に示したように、話題提供が行われるとともに、テーマに関係した調査を行っている他の事務所から、資料提供もなされた。討論は、話題提供を踏まえて問題点についての自由な討論が行われた。総括討論としての全体討論では、まず、グループ討論のまとめを座長が発表し、そのまとめの結果を含めてテーマ毎に全体議論を行った。なお、地すべりテーマについては、講習会形式として、基本技術の説明が行われた。

（討論の記載）

討論の進行は、以上のとおりであったが、本報告書では、読み易いように、テーマ毎にまとめて、①話題提供資料、②質疑応答、③グループ討論のまとめ、④全体討論内容、の順に記載した。なお、グループ内での話題提供資料については、省略した。

（テーマ選択と討論概要）

砂防テーマの選択について前回は、砂防計画における基本的な問題点をテーマに選んだが、今回は、現在話題となっている比較的新しいテーマとして、「山腹工」「鋼製砂防施設」「総合土石流対策」を選び、また昭和57年、58年の直轄地域の災害から教訓を整理する意味で、「災害調査」を選んだ。

テーマの中で、「山腹工」は、むしろ古い話題と思われがちであるが、大崩壊地をかかえる砂防地域では、新しい技術を投入して、試験施工を行っており、山腹工は、古くて新しい課題である。議論の方は、多岐にわたったが、計画論的なものが多かったようである。「鋼製砂防施設」については、近年砂防施設として、様々なものが製品化されており、その機能、特徴も様々であり、的確な選択を行って使用することが必要となっている。議論は、オープンタイプのダムについて多くなされた。「総合土石流対策」は、長崎、島根災害以降、土石流に対するソフトな対策として、特に、クローズアップされて来たもので、昭和60年度現在、6地域でモデル事業が行われており、その地域の実情に応じた土石流警戒、避難体制の確立を目ざしている。議論の中で、地域特有の問題が様々あり、解決すべき問題が非常に多いということが理解できた。「災害調査」では、効率的な災害調査について様々な意見が出され、特にヘリコプターを利用したビデオ撮影についての論議が目新しかった。

地すべりテーマについては、本年は、地すべりの基礎知識として「地すべり地形」について、講習会形式にて行われた。

なお、本章の最後 6.7 には、事前に集めた河床変動測定の効率化についての意見をとりまとめた。

6.2 第1グループテーマ「山 腹 エ」

6. 2. 1 山腹工施工概要

近畿地方建設局

琵琶湖工事事務所 水池良春

1. 山腹工標準断面.

田上山山腹工は、風化花崗岩の充補地における山腹工として施工されており、現在施工されている標準断面は、図-1のような工法で施工されている。

2. 各種工種の概要.

1). ブロック板積工、ブロック板段積工

この工種は、山すそや谷の出口で斜面の勾配を緩和する各種山腹工法の基礎固めとなるものである。

2). フラ段積苗工、芝段積苗工.

山腹斜面の法切り、階段切り等によって生じた堆積土を安定させるための工種で、フラを使用するものをフラ段積苗工、芝を使用するものを芝段積苗工といい、肥料フラの伏込は陥没の原因となるので使用していない。

3). 斜面緑化工

山腹階段工の間の表土侵食防止の為に、斜面をフラで被覆し、その下に人工芝を植付ている。

4). フラ積苗工、芝積苗工.

水分を貯留し、植栽木の生育を助長させると共に、水平階段によって雨水を分散させ、斜面の侵食を防止する為の工種である。

5). 播種工.

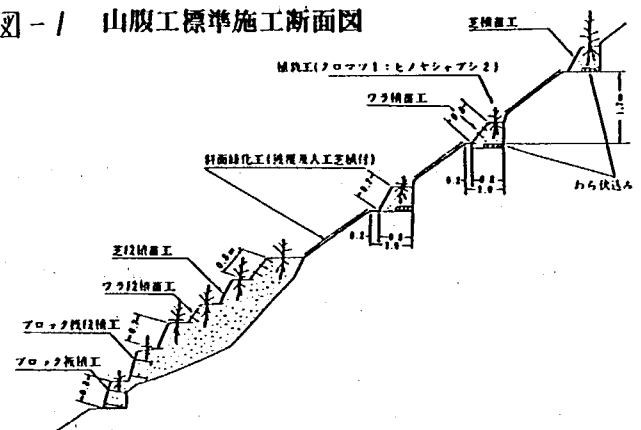
フラ積苗工が完成した後の春に草木の種を播きます。種類は、ウィベシググラス、ケンタッキー-31フェスクで、同時に化学肥料も施肥する。これは、山腹斜面を早期に被覆するためです。

6). 斜面緑化の播種工.

斜面緑化工に行なう播種は、エニシダとメドハギの種子を播き、同時に化学肥料も施肥する。

7). 植栽工.

植栽木はヤシヤブシと松を2:1の割合で使用し、植付距離は、積苗区では40cm、段積苗区では80cmとする。



山腹工の砂防効果

近畿地方建設局

琵琶湖工事事務所 水池長啓

1. はじめに.

淀川水系、瀬田川流域の田上山地は、風化した花崗岩のはげ山地域で、明治11年から直轄で山腹工が施され続けて来た。

この山腹植栽による砂防効果について調査してきた、川向、若女谷裸地、若女谷、備岩の名試験地の土砂流出量について報告します。

2. 試験地の概要と流出土砂量.

1). 川向試験地.

試験地は、流域面積 2.66 km^2 の流域で、流域の最高標高は約 230 m 、最低標高は約 170 m で平均河床勾配は $1/4$ である。

試験地の流域は、1951年に山腹植栽工事が施されて、流域の90%以上が植生によって被覆されているが、一部に露岩地が存在し、全体としては植生は貧弱である。

この流域で1962年から流出土砂量の測定をして来た。

測定方法は、試験地下流端の量水堰上流の沈砂池に堆積する土砂を毎日排土することにより測定している。1977年～1983年までの月毎に集計したものが、表-1である。また、1962年以来の年流出土砂量を集計した結果を表-2に示した。

土砂流出の特徴は、大きい出水時にその大部分が生じている。表-1における1977年7月、1982年8月の比較的大きい値はこれらの月に生じた大きい出水と対応して生じたものである。

表-2に示した年流出土砂量の時系列的変化を見ると、1960年代は、山腹植栽工施工後まだ植生が貧弱であった時の値で $15.79 \text{ m}^3/\text{km}^2$ であったのに対し、1976年に粉状の化学肥料散布までの1970年代では、 $8.43 \text{ m}^3/\text{km}^2$ となり、肥料散布後の施肥効果によって、松の伸長成長増大と、下層植生繁茂の効果は流出土砂量を年単位で $1/8$ ～ $1/4$ に減じ、植生を良好に維持する方策が、下流河川に土砂を流出させないことを一つの目的とする田上山地の砂防事業にとって重要な効果的であったことを示す結果といえる。

表-1 川向月流出土砂量

(単位: t)

n	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1	0.13	0.09	1.36	1.13	0.69	0.79	0.48
2	0.16	0.27	1.19	0.41	0.99	0.50	0.91
3	2.40	0.37	3.38	1.11	1.84	1.16	1.20
4	1.93	0.40	3.48	4.75	2.03	0.80	1.96
5	1.70	2.91	2.46	3.53	2.33	0.60	1.38
6	6.56	38.90	10.90	3.88	2.37	0.92	2.33
7	47.77	4.10	22.20	5.62	10.20	2.78	2.32
8	0.00	3.06	0.77	14.83	9.49	53.71	1.80
9	19.80	1.55	0.46	4.83	3.26	2.65	4.00
10	1.38	3.25	17.08	2.19	13.03	0.00	1.36
11	15.06	1.26	1.62	1.81	0.89	1.53	0.16
12	0.00	0.38	0.51	1.11	0.55	0.75	0.43
計	97.34	52.85	45.43	45.20	47.67	66.19	18.33

表-2 川内年流出土砂量

年	土砂量	土砂量	年	土砂量	土砂量	年	土砂量	土砂量
	t	m ³ /km ²		t	m ³ /km ²		t	m ³ /km ²
1962	723.91	27.21	1970	335.91	12.63	1977	97.34	3.66
1963	171.22	6.44	1971	160.99	6.05	1978	52.85	1.99
1964	23.20	0.87	1972	510.60	19.20	1979	45.43	1.71
1965	1123.76	42.25	1973	78.14	2.94	1980	45.20	1.70
1966	423.71	15.93	1974	83.70	3.15	1981	47.67	1.79
1967	534.05	20.08	1975	166.28	6.25	1982	66.19	2.49
1968	277.52	10.43	1976	234.59	8.82	1983	18.33	0.69
1969	83.18	3.13						
平均	420.07	15.79	平均	224.32	8.43	平均	53.29	2.00

1962年：5月よりの合計

2) 若女谷裸地試験地

試験地は、山腹に未施工地で裸地の状態で保存されており、流域面積は、1.88 km²の小流域で平均的斜面勾配は1/4、平均斜面長25mの流域で、流出土砂量は量水堰上流の沈砂池と量水堰整水槽の排水量を測定して求められている。

表-3は、これまでに測定された排水量の一覧表である。同表における日付は、土砂移動の生じた日とただちに対応しないが、降雨量、流出量記録と対比すると、土砂移動の生じた出水を特定することができる。

表-3の結果を年単位で集計すると表-4を得る。

毎年の流出土砂量は10m³前後であり、土砂生産量が冬期の凍上ではごく少量に規定されるという説明を裏づけるものといえる。

表-3 裸地A流域の土砂排出量

No.	排出作業日	排水量(t)	No.	排出作業日	排水量(t)	No.	排出作業日	排水量(t)
1	1978. 7. 1	800	31	1980. 9. 9	470	61	1983. 4. 12	0.4
2	9.30	60	32	1981. 6. 26	3	62	4.20	2.5
3	1979. 4. 23	2,390	33	7. 2	112	63	5.20	55
4	5.31	60	34	7. 3	4,350	64	5.27	2.5
5	6. 7	1,500	35	7. 7	21	65	6.13	0.5
6	6.14	690	36	7.13	2,455	66	6.23	3,250
7	6.21	3,340	37	7.20	7	67	6.27	21
8	6.28	300	38	8.13	3	68	7. 1	2
9	7. 1	280	39	8.20	170	69	7. 6	45
10	7. 4	1,000	40	8.27	32	70	7.13	1
11	8.10	20	41	9. 1	62	71	7.20	14
12	8.30	10	42	9. 7	320	72	7.26	3.6
13	10. 4	160	43	9.13	67	73	8. 1	57
14	10.19	850	44	9.20	48	74	8. 8	2
15	11. 2	19	45	9.27	6	75	8.15	1.5
16	11.22	13	46	10.14	3,625	76	8.22	35
17	1980. 3. 29	2,800	47	10.20	2	77	8.29	1
18	5.22	750	48	11. 3	3	78	9. 2	6.2
19	7.15	450	49	11.27	1	79	9.12	81.0
20	7.21	5	50	1982. 5. 3	3	80	9.19	3.5
21	7.22	490	51	6. 7	8	81	9.26	6.0
22	7.28	11	52	7.26	3	82	9.29	4,620
23	7.30	1,280	53	8. 4	4,754	83	10. 3	128
24	8. 2	2,223	54	8. 6	56	84	10. 7	3
25	8. 7	4	55	8.15	17	85	10.13	2.5
26	8.21	3,038	56	8.21	28	86	10.20	1
27	8.22	658	57	8.27	43	87	10.27	1
28	8.27	179	58	12.27	0.4			
29	9. 2	16	59	1983. 1. 6	0.2			
30	9. 8	28	60	1.16	270			

*：量水堰整水槽のみの排水

**：量水堰、沈砂池とも調整して下流にあふれた。実際の生産土量はより多い。

表-4 裸地A流域の各年流出土砂量

年	土砂量(m ³)	面積当り土砂量(m ³ /km ² ・年)	浸食深(mm)
1979	10,632	5906.7	5.91
1980	12,399	6888.3	6.89
1981	11,287	6270.2	6.27
1982	—	—	—
1983	8,616	4786.7	4.79

3). 若女石試験地

試験地は、山腹工事が施工された流域で比較的良好に植栽木が生育している。流域面積 2.88 km^2 の流域で、1982年より量水堰沈砂池に堆積した土砂を週1回測定し、流出土砂量が求められている。

この結果を表-5に示した。1982年の流出土砂量は、 192.09 t 、1983年は 8.07 t であった。

これを平均河口あたりの土砂量に換算すると、 $6.65 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 、 $0.82 \text{ m}^3/\text{km}^2$ という値となる。

また、この2年間の流出土砂の大部分は1982年8月の台風10号の出水にともなって生じたものであり。

表-5 若女谷月流出土砂量 (単位: t)

月	1982	1983
1	0.00	0.30
2	0.00	0.00
3	0.00	0.80
4	0.30	0.70
5	0.46	0.57
6	1.22	1.05
7	1.27	2.00
8	186.74	1.55
9	1.80	0.30
10	0.00	0.80
11	0.00	0.00
12	0.30	0.00
計	192.09	8.07

4). 笹岩試験地

標高約50mの東南斜面で傾斜約 35° の中5m、斜面長20mの試験地2ヶ所を設置し、裸地斜

面と、山腹工施工斜面(植苗工5段、筋工3段の交互施工)での流出土砂量の測定を行って来た。

表-6は裸地斜面と植栽地斜面の流出土砂量を暖期(5月~10月)と、寒期(11月~4月)および年間流出土砂量に区分して各年ごとにあらわしたものである。

表-6を見ると、まず裸地と植栽地の流出土砂量の違いに気が付く、すなわち、裸地の年間流出土砂量は $4500 \text{ m}^3/\text{km}^2$ であるのに対し、植栽地では、 $14.8 \text{ m}^3/\text{km}^2$ と少ない。更に、裸地の年間土砂量は、ほとんど暖期のものと占められ、寒期はわずか3%程度が関与しているだけであるのに対し、植栽地では、平均で見ても、寒期の土砂量は多く、暖期の半分程度にもなっている。この暖期の平均値は観測初年の量だけが大きく関与している。

この年は、まだ山腹植栽工を施工してそれほど年月を経ないため、樹木も小さく、斜面が落ちついていなかったとして除外すれば、暖期

表-6

笹岩の斜面流出土砂量

		裸地		植栽地	
		半年間の土量 cc	1年間の土量 m^3/km^2	半年間の土量 cc	1年間の土量 m^3/km^2
1962年	暖	751,995	9,180	4,405	53.8
1963年	寒	12,390	157	340	4.15
	暖	355,840	4,344	800	9.76
1964	寒	23,990	293	360	4.39
	暖	405,610	4,951	460	5.61
1965	寒	14,270	174	210	2.58
1966	寒	—	—	—	—
	暖	858,070	10,474	250	3.05
1967	寒	16,720	204	310	3.78
	暖	213,700	2,609	290	3.54
1968	寒	8,900	109	450	5.49
	暖	195,370	2,385	390	4.76
1969	寒	7,840	95.7	1,010	12.32
	暖	229,250	2,798	620	7.56
1970	寒	10,290	126	240	2.92
	暖	482,390	5,889	610	7.44
1971	寒	11,710	143	480	5.85
	暖	227,560	2,778	560	6.83
1972	寒	3,250	39.7	460	5.62
	暖	334,480	4,083	360	4.39
1973	寒	13,070	160	430	5.25
	暖	93,340	1,139	480	5.86
1974	寒	3,910	47.7	460	5.62
	暖	65,040	794	460	5.62
1975	寒	4,760	58.1	490	5.98
	暖	244,530	2,985	680	8.30
1976	寒	34,340	419	690	8.42
	暖	548,040	6,690	710	8.67
平均	寒	156	1.94	5.56	6.83
	暖	4,364	53.2	9.66	11.7
計		5,171,155	62,641	17,005	208.1

注) N年寒期はN-1年11月からN年4月まで、N年暖期はN年5月からN年10月までを指す。△は完全な1年でないことを意味する。

と寒期の土砂量がほとんど変わらず、むしろ、寒期の土量が多い事もみられることがわかな。

もっとも、この寒期の量も、裸地斜面の寒期の土量にくらべて約 $1/30$ と少ないが、暖期の差異と比較すれば、その差はずっと小さくなっていることがわかな。

すなわち、植栽地では暖期の出水によっても、ほとんど土砂が出ていなく、むしろ、寒期の凍結・融解がその土砂移動に関与していることをうかがわね。

しかし、裸地は、寒期の土砂移動量も、植栽地に比較すれば多いけれども、それにも増して暖期の出水による量をほとんどを占めていることがわかな。

3. まとめ

田上山地の各試験地の観測結果をまとめたものが表-7である。

この表からみてもわかなように、山腹に植栽地の流出土砂量は、裸地に比較して、 $1/800 \sim 1/300$ に減少し、浸食深でも同じことがいえね。

このことから、裸地に山腹植栽工を施工し、植栽樹木を良好に維持伸長成長させることにより、山腹斜面からの土砂生産流出を抑制するということ事で、砂防に大きな効果を発揮している。

表-7 田上山地、(裸地、植栽地) 生産土砂量、浸食深

種 別	試 験 地	面積当り生産土砂量 (m ³ /ha・年)	浸 食 深 (mm)
裸 地	若女谷裸地	5963	5.96
	猫 岩	4500	4.50
砂 防 植 栽 地	川 向	8.74	0.0087
	若 女 谷	7.47	0.0075
	猫 岩	14.80	0.0148

話題提供に対する質疑

水山 裸地から1年間に平方km当たりだいたい5,000 m³/位、また、それ以上出て来るわけで、10年間を考えると50,000 m³となって1回の土石流といいますか、それを少し平均した値に匹敵する位の土砂量になるわけです。山腹工をやりますと、それが1/1,000オーダー位まで落ちてくる訳ですが、田上山全体で一番ひどい時で管内に何平方kmの裸地があって、現在何平方kmまで落ちて来ているのでしょうか。

発表者 裸地と言われているのが、今35ヘクタール程度までに減っております。あと、植栽木を過去に施工した所、あるいは自然な山で、いわゆる樹木の貧弱な所というのが依然として180ヘクタール程まだ残っております。

水山 もともと対象となった裸地面積は、どの位あったのでしょうか。

発表者 一番当初の数はちょっとわからないので、また調べてお答えしたいと思いますが、信楽と両方合わせた値で約19平方kmだと記憶しております。

村上（中部：局） 山腹工という事で工事をやった場合に土砂量もさることながら出てくる土砂の質にかなり変化があるように思いますが、いかがでしょうか。

発表者 土砂の質ですが、所々に直径3 mとか1 mとかいういわゆる浮石というのですか、風化した花崗岩地域という事で全体としてはマサ化しているのですが、その中に浮石が斜面の上に乗っています。それについては、一番初めの斜面均しという時に、全部下へ落していくということで、全部表面はマサ化した斜面にしてその部分に山腹工を施工して行っております。

村上 山腹工をした後に、従前の裸地から出る流出土砂の質と、施工後はまあ特に粒径が変化するのではないかという気はするのですが、山腹工をした前後で何か流出土砂の質の変化ということはありませんでしょうか。

発表者 質の変化はあまりないように思いますが、きちんと調べた資料がありませんのでわかりませんが、同じような粒径で出て来ていると思います。

村上 明治時代からずっと山腹工をやられていて、下流部の河道に何か河床低下とかそういった意味で影響が出ているような事はありませんか。

発表者 これは田上で顕著にあらわれていることですが、天神川の流路工を施工した所ですが、河床に葎が生えだしたということで非常に流出土砂量そのものが減っているのではないかと考えております。

水山 土砂の流出を減少させる効果というのは非常に良くわかったのですが、ここで観測されております試験地で、降雨の流出率とかピーク流出係数等に対して山腹工がどんなふうに寄与しているかということは、これまでのデータ整理の中で何か見い出されておりますでしょうか。

発表者 まだそこまでは見い出していないのですが、いろいろ地元の人達の意見、あるいは京大の防災研の先生方の意見を聞くと、植栽工を行ってから、降雨時の出水量は確かに減りますが、その反面、乾期で雨が長く降らない時の溪流の流出水の量も同じように植栽工が成功した場合に減っているということで、やはり樹木の吸い上げる量によってかなり流出水が減るということは、保水機

能ということを考えると逆効果になっているというような感じを持っております。

水山 逆効果といいますと、平時の流量が多くなっているという事ですね。そうじゃないんですか。

発表者 逆ですね。植栽工が成功していけば、いわゆる渇水期の流出水の量が減るということです。

ですから、裸地のままであれば表面蒸発だけの量で規定されるわけですけども、そこに、樹木による蒸発も入ってくるということで減っていると言われています。

水山 わかりました。ピーク流量についてはどうですか。

発表者 ピーク流量についても、確かに植栽工を成功させれば減っております。

水山 それを明瞭に示せるような図とか表は、すでにあるのでしょうか。

発表者 それはまだできていないのですが。

原 流出土砂量の測定方法は、具体的にどのようにして行っているのかをお聞きしたいのですが。

発表者 流出土砂量の測定には、沈砂池を用いています。量水堰で流出水の量を測っているわけですけども、その上流端に沈砂地ということで小さなダムのようなものを設けて、その中へ流れ込んでくる量をバケツで取って計っております。ですからほぐした土量になっております。

6.2.2 林野庁で一般的に施工している山腹工法

農林水産省林業試験場 防災部

主任研究官 堀 江 保 夫

山地治山事業は、荒廃山地又は荒廃に移行するおそれのある山地を未然に防止するために、治山施設を適切に配置し、森林の造成・整備を行うことにより、災害の防止又は軽減を図ることを目的とした事業の総称である。

山地治山事業は、荒廃山地を復旧、整備する復旧治山と、山地の荒廃を未然に防止するための予防治山が基本となっており、それぞれの工種等を組み合わせて実施される。

山地治山として施工される山腹工の工種、工法としては、次のように分けられる。

1) 山腹工

(1) 山腹基礎工：①のり切工 ②土留工 ③埋設工 ④水路工 ⑤暗きょ工 ⑥張工 ⑦アンカー工 ⑧のり枠工 ⑨モルタル吹付工

(2) 山腹緑化工：①さく工 ②秋苗工 ③筋工 ④実播工 ⑤種子吹付工 ⑥伏工 ⑦植栽工

山地治山の計画、設計に当っては、それぞれの事業の目的に応じて、地形、地質、土壌、気象、水文、植生、荒廃の現況、荒廃の原因等を適確に、計画的に調査して、各種の土木的施設を適切に配置し森林の抵抗力を増強・補充するとともに、山地崩壊・土砂流出等を防止又は軽減する。

治山計画を具体的に策定する場合には、荒廃地をその地質、荒廃成因等によって類型化して、復旧工法を検討する。

2) 山腹工法

(1) のり切工

不安定な斜面を安定させるための工法で、不安定土層を切取って傾斜を緩和させるとともに不規則な斜面を整地し、安定した斜面を造成して、山腹斜面の崩壊、流出を防止する。のり切の計画勾配は、一般に普通土砂で30度内外であるが、崩壊地の位置及び周辺山地の地形等の条件により一率には断定し難い。自然に放置される山腹斜面である以上、常に降雨凍上、地震というような外的要素に支配されるので、気象、

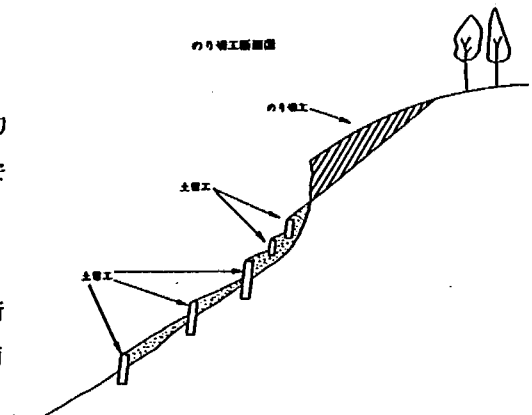
地質及び物理的性質、あるいは周辺の安定地形等を十分検討したうえで勾配を決定しなければならない。

のり切後の斜面は、緑化工によって固定されるので、緑化工の工種、工法と併せて検討する。

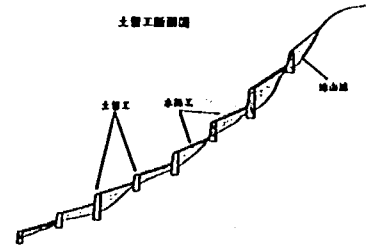
(イ) 機械によるのり切工は、土砂の切取り量が大きく、地形的にも機械による施工が可能な場合に採用する。

(ロ) 人力によるのり切工は、土砂の切取り量が少なく機械の搬入が不可能な場合、及び機械による施工が困難な場合に採用する。

(2) 土留工

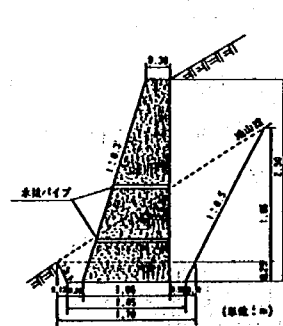


土留工は、山腹斜面の安定及び他の施工工種の基礎とすることを目的とし、山腹工事の骨格をなすもので最も重要な工種である。その配置、規模、構造等の適否は、山腹工事全体の成否に関係する工種である。土留工は、①のり切土砂量が多く、堆積土も多い箇所で、土砂の移動、流出を抑止する目的として設ける場合、②滑落しそうな土塊の抑止を目的とする場合、③地すべり的な土層の移動を防止することを目的として設ける場合がある。この場合、土圧に対して相当の抵抗力、安定性を持たせる必要がある。

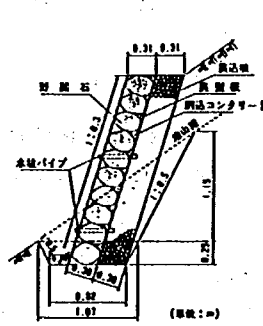


土留工の構造の決定因子としては、水路工と併用される場合は水路工に左右される因子が多くなり、水路工を必要としない場合にはのり切土砂量の抑止に重点がおかれる。

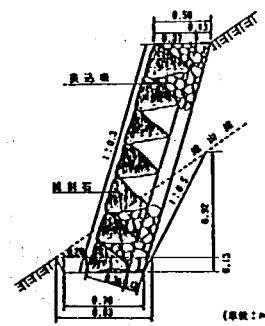
- (イ) コンクリート土留工 : 土圧が大きく、空積土留工や他の土留工では安定が期待できない場合。
- (ロ) 練積土留工 : 野面石の入手が容易で、特に景観保護が必要な場合等。
- (ハ) 空積土留工 : 背面土圧が小さい箇所に施工され、小崩壊地の山腹基礎工として施工される場合。
- (ニ) 鉄線かご土留工 : 地盤が軟弱な箇所の場合、また、崩壊斜面に玉石等が多く整理する場合。
- (ホ) 丸太積土留工 : 強度を必要としない小規模な崩壊地脚部、のり切斜面の維持の場合。
- (ヘ) コンクリート板土留工 : 他の土留工に比して背面土圧に対する抵抗力が小さい箇所の場合。
- (ト) 枠土留工 : 地盤が軟弱な場合、不規則な土圧を受けるおそれのある場合。



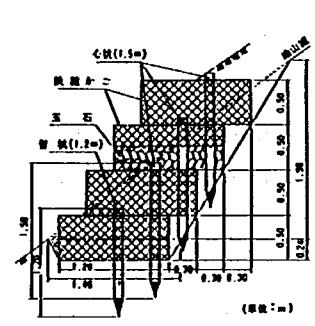
コンクリート土留工



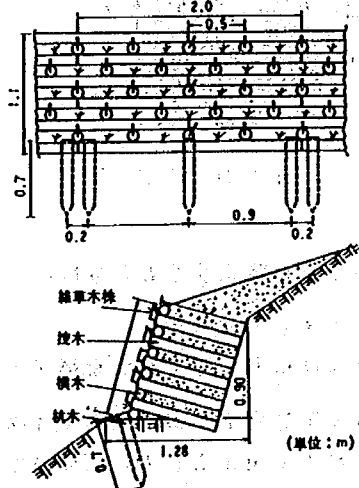
練積土留工



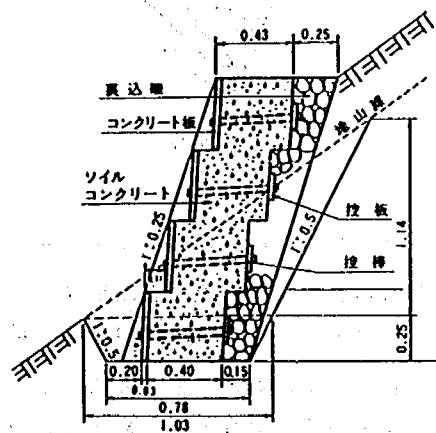
空積土留工



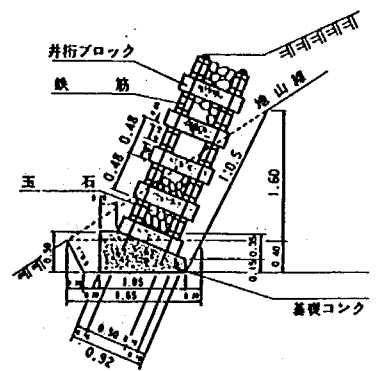
鉄線かご土留工



丸太積土留工



コンクリート板土留工



枠土留工

(3) 水路工

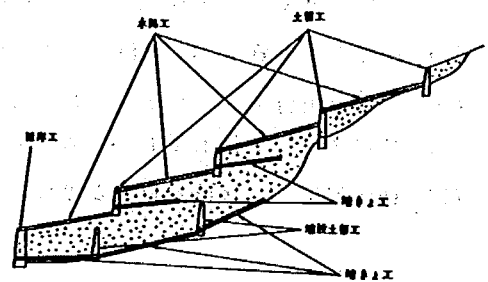
水路工は、のり面の侵食防止、浸透による土の強度低下、間隙水圧の増大を防止し斜面の安定を図るために施工する。また、自然流路の固定を図る。

山腹斜面の水路工は、山腹が緑化され植栽木の根の発達によって土壌が緊縛されるような状態になるまでの補的手段で、必ずしも永久作物としての必要性はあまりない。現場条件による標準的な使用例を表にまとめた。主な水路工種は①コンクリート水路工、②コンクリートブロック水路工、③練張水路工、④鉄線かご水路工、⑤木さく水路工、⑥コルゲートフリューム水路工、⑦コルゲート管水路工、⑧土のう水路工、⑨金網水路工などがある。

標準的な使用例		区 分	種 別
常水のある場合	緩斜面	幹水路	コンクリート コルゲートフリューム
		支水路	コンクリートU形
	急斜面	幹水路	コンクリートブロック 練 張
		支水路	コルゲート管
常水の無い場合	緩斜面	鉄線かご(蛇かご) 木 橋 木 芝	
	急斜面	鉄線かご(フトン、寛形かご) 空 張 土 の う 金 網 マツト(土木安定シート)	

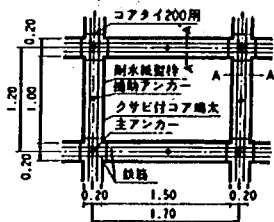
(4) 暗きょ工

暗きょ工は、土留工及び水路工と組合せて施工し、暗きょ工で集水した地下水等を土留工の下部から明きょの水路工に地表水として排水する方法が一般的な工法である。工種には、①鉄線かご暗きょ工、②集水管暗きょ工等がある。

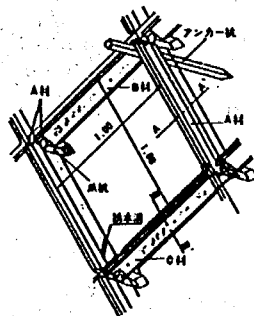


(5) のり枠工

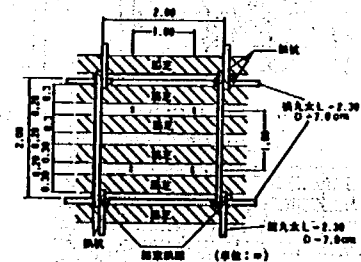
のり枠工は、格子状に部材を設置又は造成してその内部を緑化するものである。内部の緑化が不可能な場合には、コンクリートはモルタルを張り付けるが、ゆり水の多い場合にはブロック又は玉石等で空張りすることもある。のり枠工部材には、コンクリート又はモルタルを使用する枠工と軽量な材料を用いる軽量のり枠工とがある。主な工法を次に示す。



耐水紙型枠のり枠工



板のり枠工



丸太のり枠工

(6) さく工

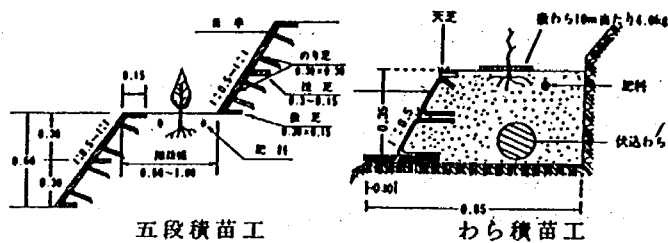
さく工は、山腹斜面又は階段上にさくを設け、地表水の流下による表土の移動を防止するとともに、さくの背面に埋め土をして植栽木の成育に良好な環境条件を造成するために施工する工種である。

さく工は、0.5～1.0m 間隔に杭を打ち、杭の間を各種の材料で編み上げ又は組み上げて壁面を構成するものである。壁面を構成する材料によって、編さく工、丸太さく工、板さく工等があるが、金網や合成樹脂製ネットの二次製品によるさく工もある。堆積土砂や膨軟な地山等に簡易な土留工として、土砂の流出やガリーの発達を防止することを主な目的として計画する場合がある。この場合、階段上や壁材の間に

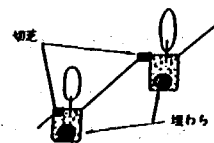
— 65 —

化を図る工法である。積苗工は、ハグ山の復旧工事から発達したものであるが、近年はこれらに代えて二次製品を使用して同様な効果を期待する工法が開発されている。

段積苗工は、積苗工が水平階段を切り付けて施工するのに対し、階段状に積苗工を築設する工法である。即ち、積苗工を連続して何段か積上げたもので、目的とする斜面の安定により、五段積苗工、七段積苗工等と称している。わら積苗工は、切芝の代わりに稲わらを用いて生育基盤を造り、斜面の安定と緑化を図る工法である。二段わら積苗工が一般的である。



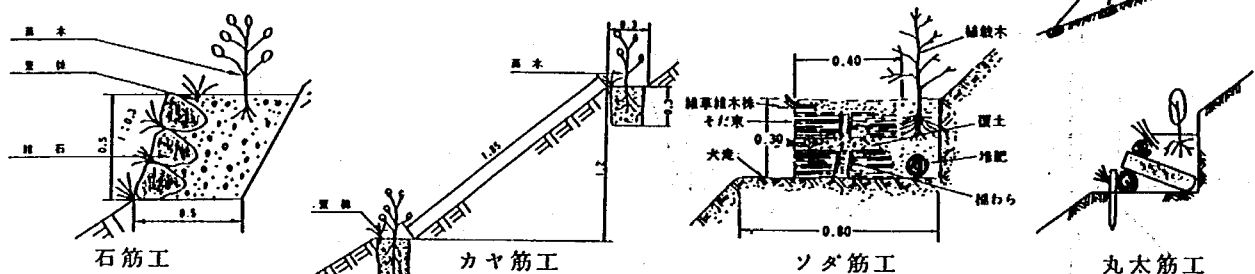
①階段を切って施工する芝筋工



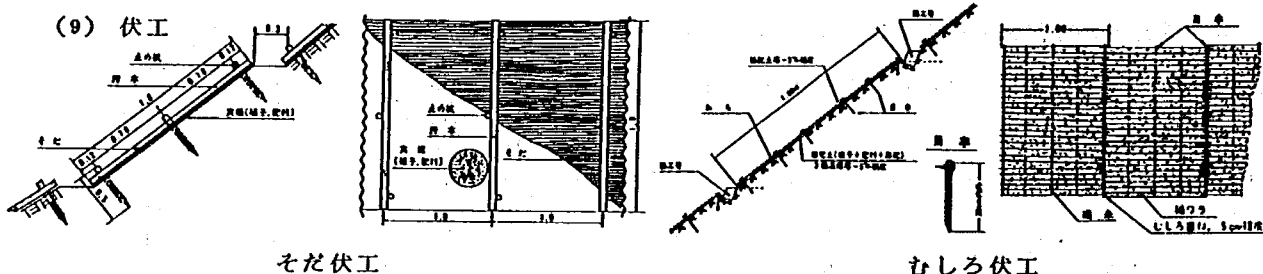
②階段を切らないで施工する芝筋工

(8) 筋工

筋工は、筋状の植生ベルトを造成して緑化を図るものである。階段上に施工す



る工種には、石筋工、そだ筋工、速束そだ筋工、丸太筋工等がある。斜面に直接施工する工種には、かや筋工、芝筋工、植生盤筋工、植生袋筋工等がある。石筋工は、崩壊斜面に散在する石れきを集めて整理し植生を導入し易くする目的があるが、う水が多く他の筋工では不適当な場合にも用いられる。かや筋工はかやの生長力を利用して緑化を図るもので、広い階段の切り付けが困難な急斜地でも施工できる。そだ筋工は、積苗工の代りに用いられる。この工法は、傾斜が急な箇所や地表流下水が集中する箇所はさける。植生袋筋工は、袋に肥料・種子・土を混合し詰め筋状に敷き並べて固定する。客土効果大きい。



伏工は、凍上・霜柱等によって斜面が崩落する場合、粗しょうな土質又は降雨によって侵食され易い場合、乾燥しやすい箇所の播種を保護する場合等に最も多く用いられる工法である。使用材料によって、そだ伏工、むしろ伏工、わら伏工、網状伏工等がある。一般に伏工は、実播工と併用されるが被覆と播種を同時に施工できるようにした二次製品が開発されている。

(10) 航空実播工（ヘリコプター実播工）

ヘリコプターを使用し、種子、その他の緑化材料を散布して緑化を図る工法である。

＊ 土木研究所資料第2272号「第6回砂防調査の成果活用に関する会議議事録」

話題提供に対する質疑

P67～69の差し替え

森山（富士川） 水路工についてお聞きしたいのですが、いろいろ現場を見せていただきまして、特に災害査定関係で、ずいぶん各地を見せてもらったのですが、その時水路工が適性であったかがかなり被災の原因になっているというふうに私は思ったのですが、水路工の断面の考え方とその密度、それから暗渠の併用もあります。密度の考え方についてちょっとお聞きしたいと思います。それからもう一点、植生工ですが、一番私が気にしているのは、肥料の効果の持続性の長期化ということなのですが、よく肥料があるうちは成長するのですが、肥料が無くなるとばたっと枯死してしまうことになって、肥料をいかに長くもたせるかという問題があると思うのですが、それについてもお聞きしたいと思います。

発表者 第1点の水路の問題ですが、これはなかなか非常にお答えしにくい問題が多分にあると思います。こういう配置がいいだろう、あるいは、この場所ではどういうふうにした方がいいのだというのは、ケースバイケースで難しい問題があるかと思いますので、その件については後で考えさせていただきたいと思います。それから肥料の問題ですが、昔の植栽の時には持続性のある形で中に有機物を入れたり、植栽する所の土壌の物理構造を非常に良くしてから植栽していましたが、現在行っているものはそれほどそういった条件を作っているものは少ないわけで、意外と化学肥料にたよっている部分がございます。ほんとうは、有機物を中心とした植栽方式をとった方がよいわけでございますけれども、それは非能率的という面があってなかなか実行されていません。ですが、最近の肥料になりますと、非常に持続性の高いものがございます。コーティングされたような肥料などを使いますと、750日位まで持続性があるというような結果も出ております。最近多く使われておりますのは、コーティング肥料では180～370日というようなコーティング材料の肥料を使っております。それから山用の肥料としましては、マルリンスーパーなどを使っておりますが、一般の化学肥料より非常に持続性がございまして、こういうものを使っております。あるいは、化成肥料関係ですと非常に速効性ですので、せいぜい2～3ヵ月程度の効果の肥料が多くなっております。肥料関係については、意外と肥料会社関係の方たちも考えておられ、特に草生緑化あるいは、肥料木本をできるだけ生やすための肥料の配合等を考慮したものがございまして、

藤田（土研） 埋設工の具体的な工種はどんなものがあるかということと、山地治山事業となっていますが、山地とついているのは何か意味合いがあるのでしょうか。山地治山事業というのは、正式な名称なののでしょうか。この2点をお伺いしたいのですが、

発表者 埋設工の場合、非常に法切りをする土量が多いような場合には、コンクリート土留工を作ってその上をさらに埋設してしまうという場合もございますし、簡単な場合で

工と粗朶程度のものを埋設するだけというものもございませう。それから、山地治山というような名称をここで申し上げましたのは、たまたま山地治山の写真集ができておりまして、その中で山地関係で用いているという意味合いの工種・工法が全部網羅されたので、それを活用させて頂いたというような事でございませう。これといった意味合いを私は持っておりません。

仲野（土研） 主に山腹基礎工について2点ほどお聞きしたいのですが、まず1点目ですが、土止め等を見ますと、一応コンクリートの土止め工とかそういうやや永久構造物的で土木的な工作と、それからたとえば、土のう積みの土止め工みたいな、ある程度仮設的工法をお使いになっていると思いますけれども、この辺の工法選定時の種分けといいますか、どういう対象の現場ではそういう半永久構造的なものを使い、どういう現場ではそういう仮設構造物的なものを使っているのか、それをお聞きしたいことが1点と、それからもう1点は、その全体の流れとして、昔は現場の近くにあった自然の材料を多く使っていましたが、ところが最近の全体的な風潮として二次製品を使うことが多くなったというお話でしたけれども、それはいろんな理由があると思いますが、大きな理由の1つとして既往の自然を生かした工法では多くの現場でうまくいかなかったという反省があってそういうやや土木的な二次製品を使うようになったのか、もしくはもっと大きな理由があったのか、その2点についてお聞きしたいのですが。

発表者 第1点の方につきましては、私は復旧関係の特に植生を中心にやっておりますので、その辺につきましてはちょっとお答えしにくい部分がございませう。第2の問題につきましては、やはり労務関係だと思います。実際はもっときめ細かな山腹事業をすべきだと思いますけれども、そこまでできない部分があります。そこに考えられてきたのが、製品化の問題だろうという感じをもっております。

仲野 極論で申しますと、現在の労働の量と質から考えて昔からの工法では山地の荒廃地をおさえる事は難しい、という結論にもなるわけでしょうか。

発表者 いや、それはないと思います。やはり昔の工法でやってりっぱになっている所は沢山ございませう。それを無視するわけにはまいりませう。それだけの工費をかりに今かけますと、莫大な経費になってくるだろうと思います。ですから、多くの人件費が必要になる問題がいちばん大きいんじゃないかという気がいたしております。

高野（宮崎） 今、林野庁の方ですすめておられる伐採の方法についてですが、かなり伐採の方法そのものが皆伐という形で進んでいるのではないかと思います。そのことが我々砂防をやっている方から言うと、土砂の生産につながってくる面が非常に多いのではないかと思います。それで皆伐という形ではなくて、小さい木は残せないのかという気がするのですが、そのことをお伺いしたいのです。人工林の伐採についてですが。

発表者 伐採の方法については、なかなか私ではコメントできないのですが、皆伐されることによって小径樹まで全部きれいに切り払ってしまう、あるいはブッシュのような植物まで切り払ってしまうという一面は確かにおっしゃるような事があると思いますが、やり方自体としては択伐式な方式もございますが、いっせいに育った同年齢のような人工林の場合には、そういう訳にいかないだろうと思います。その森林を経営する面からは、いろいろな伐採方式あるいは、森林を造成する方式はございます。たとえば、最初から二段林作業にしておいて抜き切りをしていくというやり方で、皆伐をさけるやり方、あるいは択伐的に伐採していくというやり方もあると思いますが、それは経営の方の問題ではないかと思います。ただ防災関係から言うと、皆伐されていくということはあまり好ましくない状況ですので、ある程度伐採面積は規制されている、というようなことになっています。

星野（新庄） 植栽工は、緑化することを最終的な目標として行っているわけですが、植栽木の選定でちょっと伺いたいと思います。東北地建の我管内では、シラスの崩壊地のある沢があります。このシラス崩壊地のまわりは、すべて日本海側特有のブナ林になっている訳です。こういう場合に、教科書的に考えれば、ヤシャブシとかそういうものを植えているわけなのですが、そのブナ林を生かした形でただちにブナの植生ができないものかどうか、そういう選定方法が具体的にありましたら教えていただきたいと思います。

発表者 ある所が破壊されて、それを復元しようとする時の植生をいかにすべきかというのは、非常に難しい問題がございます。特に崩壊地のブナのような場合ですね。これが、人工的に植栽されて成林したという事例は、非常に少ないです。ただ、私達も文献的にそのような事例を追いかけていますが、「ここで実行した」として植栽活着等はこれこれでございます。」という報告がございますが、それを30年なり40年なりまで後を追いかけてみると、その施工地はもうないわけでございます。このような先人達の実施した報告事例というのは、沢山ございます。20年位たった、あるいは50年位たったようなブナ植栽林地があるかというとなかなか見つかりません。自然の形のものしかないというのが、実態でございます。おそらくブナを天然更新的に発生させるということは、地表を焼いてやるとか、剥離させてやった所では、非常に稚樹の発生がよく出ております。その稚樹をいかに大きくさせていくかという事には、当然技術があるわけですが、その辺を我々も活用しようとしているわけです。崩壊地あるいは開発行為が行われた地域でブナの種をまきましても、発生はするのですが成育はしていかないというのが実状でございます。それから、また植栽をしておりますけれども、植栽そのものも非常に成長が悪く、活着しておりますも翌年行ってみますと枯れ戻りといいますか、地上部が全部枯れまして根本10cm位がやや生きているだけで、それがある程度また翌年に萌芽してくるといった繰り返しを何回もしているような状況のものがございます。それをもって直ちにブナの植栽が可能であるというふうには、言えないと考えております。

話題提供に対する質疑

森山（富士川） 水路工についてお聞きしたいのですが、いろいろ現場を見せていただきましたが、特に災害査定関係で、ずいぶん各地を見せてもらったのですが、その時水路工が適性であったかどうかかなり被災の原因になっているというふうに私は思ったのですが、水路工の断面の考え方とその密度、それから暗渠の併用もありますが、密度の考え方についてちょっとお聞きしたいと思います。それからもう1点、植生工ですが、1番私が気にしているのは、肥料の効果の持続性の長期化ということなのですが、よく肥料があるうちは成長するのですが、肥料が無くなるとばたっと枯死してしまうことになって、肥料をいかに長くもたせるかという問題があると思うのですが、それについてもお聞きしたいと思います。

発表者 第1点の水路の問題ですが、これはなかなか非常にお答えしにくい問題が多分にあると思います。こういう配置がいいだろう、あるいは、この場所ではどういうふうにした方がいいのだというのは、ケースバイケースで難しい問題があらうかと思いますので、その件については後で考えさせていただきたいと思います。それから肥料の問題ですが、昔の植栽の時には持続性のある形で中に有機物を入れたり、植栽させる所の土壌の物理構造を非常に良くしてから植栽していましたが、現在行っているものはそれほどそういった条件を作っているものは少ないわけで、意外と金肥にたよっている部分がございます。ほんとうは、有機質を中心とした植栽方式をとった方がいいわけでございますけれども、それは非能率的という面があってなかなか実行されていません。ですが、最近の肥料になりますと、非常に持続性の高いものがございます。I B関係のコーティングされたようなものなどを使いますと、750日位まで持続性があるというような結果も出ております。最近多く使われておりますのは、コーティング関係では180~370というようなコーティング材料の肥料を使っております。それから山用の肥料としましては、マルリンスーパーなどを使っておりますが、非常に持続性がございます。こういうものを使っております。あるいは、化成肥料関係ですと非常に速効性ですので、せいぜい2~3カ月程度のものになっております。肥料関係については、意外と肥料会社関係の方たちも考えておられたようでございます。とくに、早成緑化あるいは、肥料木本をできるだけ生やすための肥料の配合等も考慮されたものがございます。

藤田（土研） 埋設工の具体的な工種はどんなものがあるかということと、山地治山事業となっておりますが、山地とついているのは何か意味合いがあるのでしょうか。山地治山事業というのは、正式な名称なのでしょうか。この2点をお伺いしたいのですが。

発表者 埋設工の場合、非常に法切りをする土量が多いような場合には、コンクリート関係のものを作ってその上をさらに埋設してしまうという場合もございますし、簡単な場合ですと粗朶程度のものを埋設するだけというものもございます。それから、山地治山というような名称をここで申し上げましたのは、たまたま山地治山の写真集ができておりまして、その中で山地関係で用いているという意味合いの公式工法が全部網羅されたので、それを活用させていただいたというような事でございます。これといった意味合いを私は持っておりません。

仲野（土研） 主に山腹基礎工について2点ほどお聞きしたいのですが、まず1点目ですが土止め等

を見ますと、一応コンクリートの土止め工とかそういうやや永久構造物的で土木的な工作と、それからたとえば、土のう積みの土止め工みたいな、ある程度仮設的工法をお使いになっていると思いますけれども、この辺の工法選定時の種分けといいますか、どうゆう対象の現場ではそういう半永久構造的なものを使い、どういう現場ではそういう仮設構造物的なものを使っているのか、それをお聞きしたいことが1点と、それからもう1点は、その全体の流れとして、昔は現場の近くにあった自然の材料を多く使っていましたが、ところが最近の全体的な風潮として二次製品を使うことが多くなったというお話しでしたが、それはいろんな理由があると思いますが、大きな理由の1つとして既往の自然を生かした工法では多くの現場でうまくいかなかったという反省があってそういうやや土木的な二次製品を使うようになったのか、もしくはもっと大きな理由があったのか、その2点についてお聞きしたいのですが。

発表者 第1点の方につきましては、私は多少復旧関係の方の特に植生を中心にやっておりますのでその辺につきましてはちょっとお答えしにくい部分がございますけれども、第2の問題につきましては、やはり労働関係だと思います。本当はもっときめ細かな山腹事業をすべきだと思いますけれどもそこまでできない部分があります。そこに考えられてきたのが、製品化の問題だろうという感じをもっております。

仲野 極論で申しますと、現在の労働の量と質から考えて昔からの工法では山地の荒廃地をおさえる事は難しい、という結論にもなるわけでしょうか。

発表者 いや、それはないと思います。やはり昔の工法でやってりっぱになっている所は沢山ございます。それを無視するわけにはまいりません。それだけの工費をかりに今かけますと、莫大な経費になってくるだろうと思います。ですから、多くの人件費が必要になる問題がいちばん大きいんじゃないかという気がいたしております。

高野(宮崎) 今、林野庁の方ですすめておられる伐採の方法についてですが、かなり伐採の方法そのものが皆伐という形で進んでいるのではないかと思います。そのことが我々砂防をやっている方から言うと、土砂の生産につながってくる面が非常に多いのではないかと思います。それで皆伐という形ではなくて小さい木は残せないのかという気がするのですが、そのことをお伺いしたいのです。人工林の伐採についてですが。

発表者 伐採の方法については、なかなか私ではコメントできないのですが、皆伐されることによって小径樹まで全部きれいに取り払ってしまう、あるいは物資のような物までとりはらってしまうという一面は確かにおっしゃるような事があると思いますが、やり方自体としては拓伐式な方式もございしますが、いっせいに育った同年齢のような人工林の場合には、そういう訳にいかないだろうと思います。その森林を経営する面からは、いろいろな伐採方式あるいは、森林を造成する方式はございます。たとえば、最初から二段林作業にしておいて抜き切りをしていくというやり方、皆伐をさけるやり方、あるいは拓伐的に伐採していくというやり方もあると思いますが、それは経営の方の問題ではないかと思います。ただ防災関係から言うと、皆伐されていくということはあまり好ましくない状況です。ので、ある程度伐採面積は規制されている、というようなことになっています。(66) 報告

星野（新庄） 植栽工は、緑化することを最終的な目標として行っているわけですが、植栽木の選定でちょっと伺いたいと思います。東北地建の我管内では、シラスの崩壊地のある沢があります。このシラス崩壊地のまわりは、すべて日本海側特有のブナ林になっている訳です。こういう場合に、教科書的に考えればヤシャブシとかそういうものを植えているわけなのですが、そのブナ林を生かした形でただちにブナの植生ができないものかどうか、そういう選定方法が具体的にありましたら教えていただきたいと思います。

発表者 ある所が破壊されて、それを復元しようとする時の植生をいかにすべきかというのは、非常に難しい問題がございます。特に崩壊地のブナのような場合ですね。これが人工的に植栽されて成林したという事例は、非常に少ないです。ただ、私達も文献的にはそのような事例を追いかけていまして、ここで実行した。そして植栽活着等はこれこれでございます、という報告がございますが、それを30年なり40年なりで後を追いかけてみると、それはもうないわけでございます。このような先人達がやっていた報告事例というのは、沢山ございます。50年位たった、あるいは20年位たったようなブナ植栽林地があるかというとなかなか見つかりません。自然の形のものしかないというのが、実例でございます。おそらくブナを天然更新的に発生させるということは、地表を焼いてやるとか、剥離させてやった所では、非常に稚樹の発生は出ております。その稚樹をいかに大きくさせていくかという事には、当然技術があるわけですが、その辺を我々も活用しようとしているわけですが、崩壊地あるいは開発行為が行われた地域でブナの種をまきましても、発生はするのですが成育はしていないというのが実状でございます。それから、また植栽をしておりますけれども、植栽そのものも非常に成長が悪く、活着しておりますと翌年行ってみますと枯れ戻りといいますか、地上部が全部枯れまして根本10cm位がやや生きているだけで、それがあつた程度また翌年に萌芽してくるといった繰り返しを何回もしているような状況のものがございます。それをもってブナの植栽が可能であるというふうには、言えないと考えております。

6.2.3 第1グループ討論のまとめ及び全体討論

近畿地建河川部 石川専門官

1. 討議の内容

- 1) 各地の山腹工に関する調査・試験及び施工例の紹介
- 2) 山腹工の砂防計画上の位置づけ
- 3) 山腹工の技術上の問題点

2. 各地の山腹工に関する調査・試験及び施工例の紹介

1) 大難山腹試験植栽……………日光砂防工事事務所

成層火山の男体山（2,484m）の南東斜面（標高1,200m前後）で、昭和37年より山腹基礎工、山腹緑化工を試験施工してきており、その経過とこれまでの結果が報告された。この中で植栽工の成否を決定する重要な要因として地表土の安定が重要であり、このため現在は自在樺工、鋼製編柵工、グリーンウォール工を用いていることが報告された。また山腹緑化工では植生袋筋工、ヒドゲン盤筋工、客土吹付工が草本の導入において良い結果を得た。さらに木本の導入については、昭和59年よりポット苗による試験植栽を行ったが冬には鹿によるハンノキ、ヤシャブシの芽の食害を受けており何らかの対策を講ずる必要があることが報告された。

2) 足尾地区山腹工試験施工……………渡良瀬川工事事務所

渡良瀬川上流域にある足尾地区は足尾銅山の煙害、鉱山用材、製練用材の乱伐、山火事等により広大な荒廃裸地が形成されている。この土砂生産源の直接扞止のために山腹工が計画されており、そのための試験施工を実施中である。試験施工では砂防ダムにより安定した溪岸堆積地において植栽工（ヤシャブシ、ヤマハンノキ、クロマツ）及び播種工（ヤシャブシ、ヤマハンノキ、クロマツ、ヤマハギ、CRF、K31F）の比較等の試験を実施している。

3) 大沢崩山腹工試験施工……………富士砂防工事事務所

富士山大沢川源頭部の御中道付近（標高約2,100m）において山腹工を施工すべく昭和59年度には斜面表土の安定と斜面上方からの土砂移動を防止するための山腹基礎工（もたれ式擁壁工）を施工した。また作業者の安全を計るため落石防止柵、落石防止網等を設置している。また試験施工箇所は国立公園内でもあるので環境等を考慮して、資材・コンクリート等はヘリコプターによって空輸されている。

4) 大谷崩山腹工試験施工……………静岡河川工事事務所

安倍川上流にある大谷崩の下部斜面（標高約1,300m）において現地に適した山腹緑化工、山腹緑化工を探るための試験施工を実施している。山腹基礎工としては斜面上部より落石防止柵、面状基礎工（金網覆工）、階段状基礎工（編柵工）が施工されており、山腹緑化工としてはヤナギ、ハンノキ、ヤシャブシ等の植栽を行っている。

5) 田上山地区山腹工……………琵琶湖工事事務所

瀬田川流域の田上山地区では明治11年より山腹工が実施されて次第に改良され、現在ではほぼそ

の技術も完成に近づいている。田上山地区は標高も約 300 m と低く、地形も比較的なだらかであるが、地質は強風化花崗岩であり、奈良時代からそれまであった森林の乱伐や兵火による焼失により明治初期には田上山一帯の山地は一面のはげ山となっていた。明治 11 年より山腹工が積極的に施工され、種々の改良がなされて積苗工を主体とした山腹工により現在でははげ山はわずかに残るだけとなっている。

6) 崩壊地対策山腹工 …… 木津川上流工事事務所

木津川支川青蓮寺川上流域において昭和 34 年の伊勢湾台風により生じた崩壊地からの土砂流出の抑制及び崩壊拡大の防止を目的として施工された山腹工の例が紹介された。崩壊地の長さは 110 m、巾は 10 m と比較的小規模であり、使用した工種としてはフトン籠工、張石水路工、山腹擁壁工、種子網工、そだ積工、暗渠排水工、ブロック板積工がある。

3. 山腹工の砂防計画上の位置づけ

日本の砂防における山腹工は明治初期の淀川流域砂防として開始された。当時淀川の上流域の瀬田川、木津川流域には広大な禿緒地が広がっており、ここから流出する土砂が下流河川の水運・灌漑を阻害していた為これらの被害を軽減・防止するために蘭人工師デレーケの指導により土堰堤などの溪流工事と組み合わせて施工された。瀬田川及び木津川においては明治初期から昭和初期にかけて山腹工は砂防の主体となる工事であったが、現在では山腹工の成果により禿緒地も田上山地区にわずかに残るのみとなり、工事の主体も砂防ダムを主体とした溪流工事に移っている。また全国的に見ても砂防の目的で山腹工を実施している例は極めて少ないのが実情であり、このような状況の中で山腹工を進めて行くための、山腹工の砂防計画上の必要性について討議を行った。そのまとめとしては以下の通りである。

① 山腹工による土砂流出抑制効果は琵琶湖工事事務所の流出土砂量調査結果から明らかであり、禿地、崩壊地に対する砂防効果は大である。

② 砂防の効果に対する経済性の比較では、単価当りの整備土砂量は一般に砂防ダムの方が大きい場合が多いが、場所によっては山腹工の方が優れている場合もある。特に貯水池対策などの平年流出土砂量の抑制や、長期的な流出土砂の抑制には効果が大きい。

③ これまで砂防ダムにより整備することが効果的な箇所を選定して砂防ダムを施工してきたが、整備率がある程度上って、砂防ダムにとって有利な箇所が減ってくると、経済性の比較においても山腹工の方が有利となってくる箇所が増加することが予測される。

④ 山腹崩壊地からの土砂流出の抑制は砂防ダム等の溪流工のみでは完全には対処できない場合が多く、山腹工を併用することにより効果が大きくなる。また、山腹工によらなければ対処できない土砂生産源もある。

以上のような観点から各流域ごとに砂防計画を見直して山腹工の新しい位置づけを行う必要がある。

4. 山腹工の技術上の問題点

山腹工の調査・設計・施工・保育に関する種々の技術上の問題点について討議した結果は以下のとおりである。

1) 山腹植栽工の選定について

- ① ヤマハシノキ、ヤシヤブシの挿木は困難である。
- ② 大難山腹試験地では種子付のむしろ (350 g/m^2) が適すると思われる。
- ③ 足尾地区で行っている客土吹付は試験的には良いが全域に施行する場合は経済的に費用がかかり過ぎると思われる。また50 cm や 100 cm 間隔の植栽は実施に当たって費用が大となる。
- ④ 山腹工は植生の自然復旧力も考慮して10年位を目標にして行うべきである。

以上の指摘が林業試験所の堀江氏からなされた。

2) 山腹工基礎工の設計について

- ① 山腹基礎工の間隔の決定方法、外力として土圧のみを考慮すれば良いのかあるいは山腹斜面全体の安定まで考慮する必要があるのかといった質問がなされたが結論は得られなかった。
- ② 水路工の設計において間隔をどのように決めたら良いかという質問があった。それに対して植生が安定するまでの期間（一般的には約10年）機能すれば良いのでその位の確率雨量の計算を用いれば良いのではないのかという意見が出た。

3) 鹿等による植栽木の若芽等の食害対策について

- ① 樹種としては広葉樹よりも針葉樹の方が被害が少ない。草木類のオーチャードグラス、ケンタッキー31フェスク、クローバー等は被害が大きい。
- ② 食害防止法としては、現状では植栽木にネットをかぶせる方法が効果的である。

以上のことが林業試験所の堀江氏より説明された。

(全体討論)

原(司会、土研) これから建設省が力を入れて、生産域の中に入って山腹工を行っていくという事なんです、砂防ダムの効果と山復工の効果をうまく比較できるものなのかどうかというのが1つあると思います。特に砂防基本計画の中では、いわゆる流砂量式などは使わないでやっているわけで、たとえば流砂量式でやると必ずしも生産域の土砂が下流まで到達するかどうかかわからないということから、効果的に薄いのではないかと思いますのですが、その点でどなたかご議論ございますでしょうか。

特に下流に対しましては、おそらく保全対象の直上流に作った砂防ダムが一番効くと思われますし、流砂量計算でやれば効いてくることが計算上から言えるのではないかと思いますのですが、そういう中で山腹工を今後どういうふうに評価していくんだらうか、というような事についてはあまり話は出なかったでしょうか。

石川(近畿・局) 話し合う時間が短く、そのような細かい所まで話ができなかったのですが。

村上(中部・局) 山腹工ということになじみが薄いので教えて欲しいのですが、発表の中でダムで対処できない地域、本来的に向いていない地域という意味なのかも知れませんが、たとえば山腹工で対処する所というと、崩壊斜面などといった所が対象になるかと思うのですが、特に山腹工のなかでもまったく自然の状態で崩れる場合もあるというふうになると、再度災害みたいなものの危険性がでてくると思います。山腹工で10年なら10年、やっとおちついたといった時に再度、災害を受ける可能性もあるわけです。そういったものに対してたとえばダムであれば、マスとして半永久的に効くと

いう事が言えると思いますが、その辺あたりの考え方はどういうふうに整理すればいいのでしょうか。

森山（富士川） 答えになるかどうかはわかりませんが、私は林野におりましたので、その辺はずいぶん林野の方でも溪間工とそれから山腹工の整備の考え方というのは非常に悩んでいたのを知っております。林野は整備水準ということばを使いますが、これは、面的なもので整備率をとらえているので、山腹工の方がかえって整備量としては出しやすいという事で使っているのですが、再度災害という話につきましてはうちの管内でも、釜無上流部で東京営林局がやった治山事業がございしますが、面的に非常によくやっていただきまして、今ではその禿緒地がなくなって緑がいっぱいという状態で、定常的土砂流出はありません。

砂防ダムで一発工事の土砂をとめるというのも一つの方法ですけれども、面的に広い範囲にわたって形状的に土砂が出てくる場合、やはり山腹工でしか対応できないんじゃないかという感じがします。

西山（富士） 山腹工の砂防設備としての管理について、山腹工を行っている事務所の方に具体的にどのようにやっているかお伺いしたいと思います。

石川 琵琶湖工事の話ですけれども、植栽木の管理という事では實際上明治から植えておりますので、総数何本植えたかという事についてはなかなかつかみにくいという事ですが、ヘクタール当りのその時々植えた本数は、ヒメヤシャブシと松が2対1で植えている時代、あるいは1対1で植えている時代ということで、だいたい該数でつかんで管理をしている状態です。

西山 用地についてはどうなっているのでしょうか。すべて国有地として買収されているのでしょうか。

石川 用地については、全部民地あるいは、それぞれの町の共有地、町有林として残しております。用地買収はいっさいしておりません。

原 議論が戻るようですが、先程の再度災害の話ではおそらく今の砂防計画の中ですと、山腹より生産される土砂というのは新規崩壊量又は崩壊拡大見込み量という形で押さえられているのですが、要するに木が生えていても崩れるということで新規崩壊量、新規崩壊拡大見込み量を含めているわけで、そういうことから考えると、おそらく拡大見込み量が本来はもっと大きいはずだという気がします。それで、いわゆる崩壊地を森林で覆う事によって拡大見込み量は無くなるのですが、ただ全体の新規崩壊量というのは今の中では変わり得ないような気がするのです。ただそういう数字がもう少し実態として、たとえば木が無い場合に実際にどれ位出てくるかということをしかり見直せば、それなりの効果ということになるのではないかと思います。

いちおう山腹工につきましては、まだこれからという感じです。もう一つ全体に意識が低いような感じがしますし、砂防としてももう少し全体にピーアールしてもいいのではないかという気はしています。ただ、その際には効果というものがどの程度あるかという事がわかっていれば、もっとわかりやすく説明できるのではないかと思います。山腹工は、見た目には最近の傾向からして非常によろしいのではないかと思います。まっ白いコンクリートダムをどんどん作るよりは、緑の復旧だという意味では話しがし易いのですが、効果的な話しをうまく説明することが課題だと思います。

6.3 第2グループテーマ「鋼製砂防施設」

6.3.1 鋼製砂防構造物概要

財団法人 砂防・地すべり技術センター 浅川 信雄

1. はじめに

近年では鉄鋼、鋼材メーカーにより多数の鋼製ダム等が開発され、各地で施工されているが、これら構造物の特性を考慮した計画、設計に関し、統一的な考え方や設計基準等の整備が十分でないため適切な利用がなされていない面も見受けられる。このようなことから、現在開発されている鋼製砂防構造物について評価、検討するとともに、鋼製砂防構造物が必要とする一般的な計画及び設計条件の検討を行い、これら構造物の効果的利用及び普及を図ることを目的として、当財団で鋼製砂防構造物研究委員会を設置し、検討を行って来たが、ここにその概要を紹介する。

2. 鋼製砂防構造物の特徴

鋼製砂防構造物は屈撓性や透過性などの機能面、工期短縮や通年施工、あるいは省力化などの施工面等で、コンクリート構造物では得にくい長所がある。適地において適切な利用がなされれば、非常に有益な工法であると考えられる。

しかし、鋼製砂防構造物は酸による腐食や、土石流等の衝撃に対して抵抗性が小さいことなどの短所もあるので、施工箇所の選定と防食対策及び構造上の検討に対し十分留意することが必要である。

3. 鋼製構造物の問題点

鋼製構造物の現状における問題点としては、第1に施設配置計画における鋼製構造物の位置づけや、計画目的及び現地条件に合った構造形式の選択など、砂防施設配置計画に関する基本的考え方が十分整理されていないことである。第2には、鋼材の材質規格、許容応力、腐食、摩耗に対する耐久性及び構造物の安定性の検討方法、土石流の取扱いや荷重条件、ならびに鋼製特有の構造規格や、構造計算方法など構造設計上の統一的な指針がないことである。第3には、スリットダムや格子形ダム等のオープンタイプダムにおける開口部間隔と貯砂調節機能の関係など施設の機能上の検討課題があることなどが上げられる。

4. 施設配置計画の基本的考え方

鋼製砂防構造物については、比較的計画論の中になじんでいて、対策計画の中ですでにある程度位置づけがなされているように考えられるものと、まったく新たな位置づけとして考えなければならないものに大別できる。現在すでにある程度実績もあり計画上の位置づけも明確なものとしては、

①地すべり地や地盤変動地における枠工（鋼製枠構造類）

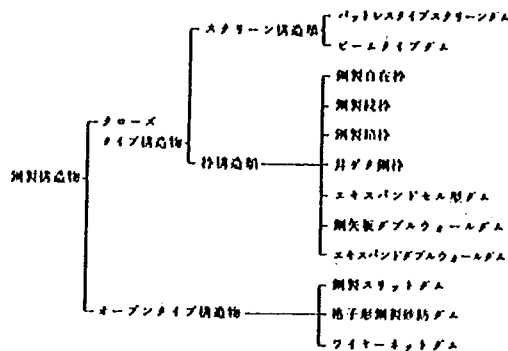
②湧水の多い谷頭部での谷止工としての透過性のある構造物（スクリーン構造類、鋼製枠構造類）

③応急措置として、特に時間的に急を要する場合の仮設構造物

などがある。これらの構造物は規模も比較的小さく、すでに製品も開発されているものがほとんどである。一方現状では、ほとんど計画論上もまた構造物の機能・性質等にも定量的に説明できないものがある。たとえば、土石流対策としての構造物でこれらはその期待される内容から比較的大型の構造物となるが、土石流の性質がいまだ不確定なところが多いため、現地での試験施工の段階にあると考えられる。

鋼製砂防構造物による土石流対応及びオープンタイプダムについては、現在当財団で設けている委員会において検討中であり、近く最終の委員会を開催し取りまとめる予定である。

なお、鋼製構造物の機能及び構造形式分類と、一般的選択指針を示すと次のとおりである。



区 域	土砂の移動形態	目 的	鋼製構造物の形式
一般の区域	土石流区域	谷間の土石流発生防止	側製堤防、スクリューダム
		土石流の貯留、減勢、土砂と水の分離 護岸崩壊の防止	オープンタイプ構造物 側製堤防、スクリューダム
地すべり区域	地すべり	護岸崩壊の発生防止および貯留	側製堤防、スクリューダム
		下流の河床低下防止	オープンタイプ構造物
地すべり区域 （地すべり防止、抑制）	地すべり	地すべり防止、抑制	側製堤防
活火山区域 （地盤変動の激しい区域）	土石流、崩壊区域	護岸崩壊の発生防止および貯留	側製堤防

5. 計画、設計のための調査

鋼製砂防構造物の計画、設計のための調査については、通常実施している調査とともに次の調査が必要である。

- 1) 流水あるいは地下水のPH値及び土の比抵抗値（電気伝導度の逆数）
- 2) 枠構造物の場合には、中詰材料の材質及び工学的性質

なお、PH 5 未満、土の比抵抗値 $20 \Omega - m$ 未満の場所では使用を見合わせるべきである。

6. 設計の考え方（オープンタイプダム、土石流対応構造物は除く）

鋼製のダム、床固工、帯工、擁壁工、護岸工についての設計の考え方のうち、鋼製構造物として特有なものは次のとおりである。

- 1) 鋼製砂防構造物は維持管理面についてはメンテナンスフリーであることを原則として設計する。
- 2) 鋼材の標準規格、最小板厚（6 mm）許容応力度と定めた。
- 3) 腐食対策については、さび代（標準片面 1.5 mm）を見込むか、さび代と亜鉛メッキを併用（さび代片面 0.5 mm + 500g / m² 亜鉛メッキ）することによって、耐久性を保障する。
- 4) 高さ15m未満の構造物の安定計算に用いる荷重については、基本的には高さ15m未満のコンクリートダムと同様洪水時静水圧と自重とするが、ダム高さに応じ、堆砂圧、浮力又は揚圧力、地震時慣性力、地震時動水圧を追加し、チェックする。

ダム高さ	設計に用いる荷重の組合せ	チェックする荷重の組合せ
5 m 未満	洪水時静水圧 および自重	—
5 ～ 8 m	同 上	洪水時静水圧、堆砂圧および自重 ①洪水時静水圧、浮力又は揚圧力、堆砂圧および自重
8 ～ 15 m 未満	同 上	②常時静水圧、浮力又は揚圧力、堆砂圧、地震時慣性力、地震時動水圧 および自重

- 5) 安定計算については、転倒、滑動、地盤に対する安全性は、コンクリート重力ダムと同様であるが、これに加えて構造物が一体として働くことを保証する計算を行う。

枠構造物の場合、一般には変形を 1 ～ 2 % 許すものとするが、高さ10m以上で人家に近い場合は変形を許さない計算を行う。

6) 構造計算法は許容応力度法によるものとする。計算式は次のとおりである。

抵抗モーメントは式(1)で計算するのを標準とする。

(1) 変形を許さない場合

$$M_r = \frac{1}{6} r R_o l l_o^2 \quad \text{----- (1)}$$

とてK:

M_r : 抵抗モーメント (t・m/m)
 R_o : $\frac{2}{3} r_o^2 (3 - r_o \cos \beta) \tan \beta \sin \beta$
 r : 中柱の換算単位体積重量(中柱の単位体積を一定とした場合の単位体積重量) (t/m³)
 l_o : 換算高さ(中柱の換算単位体積重量を用いた場合の中柱による抵抗モーメントを計算するための仮想の高さ) (m)
 $r_o = B/l_o$
 B : 換算体積幅 (m)
 β : 中柱の内側摩擦角 (度)

(2) 変形を許す場合

式(1)において、 $R_o = r_o^2 (3 - r_o \cos \beta) \sin \beta$ とする。

せん断変形に対する抵抗は次式で求めることとする。

$$F \leq \frac{M_r}{M_d}$$

とてK:

F : 安全率
 M_r : (1)または(2)で求められる抵抗モーメント (t・m/m)
 M_d : 基礎地盤における変形モーメント (t・m/m)

安定計算に用いる数値は、ダムの重量度が高い場合には原則として資料によって求めることとするが、その外の場合は既設ダムで用いられた数値か、下記に示す一級に用いられている数値を参考とすることができる。

- (1) 鋼材の密度 7.85 t/m³
 (2) コンクリートの単位体積重量 2.3 t/m³
 (3) 水の単位体積重量 1.2 t/m³
 ただし、異常な土砂流出を示す河川では別途考慮する
 (4) 堆砂見算単位体積重量 1.5~1.8 t/m³
 (5) 中柱材料 原則として下表に示す数値とする。

材 別	単位体積重量 (t/m ³)	内側摩擦角 (度)
割石(一般のもの)	1.8	40
割石(もろい材質のもの)	1.6	35
割ぐり石	1.8	40
切込砂利	1.8	30
玉石	1.8	35
砂 礫	1.6	30

7) 水通し天端表面は摩耗しろを考慮した鋼材、又はコンクリートなどの耐摩耗性材料で被覆することを原則とする。枠ダムの天端幅は 2.0m 以上、床固工は 1.5~ 2.0m、帯工 1.0~ 1.5m とする。

8) 抽取付部は水の滲透や流水により破壊され易いので、不透透構造としたり、間詰工、護岸工で補強する。

また、衝撃に対する緩衝工法についても考慮することが必要である。

9) 過度な変形による構造物の破壊を防ぐため、洗掘防止対策を十分計画する。

7. 施設の維持管理

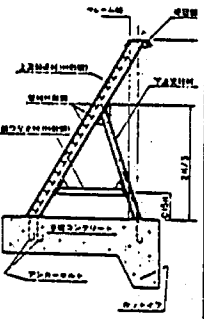
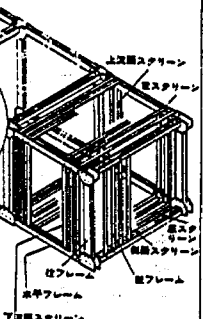
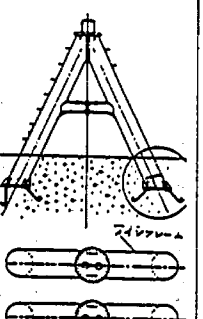
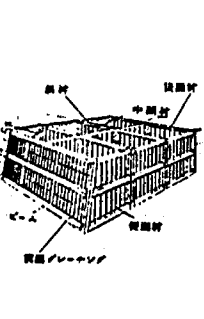
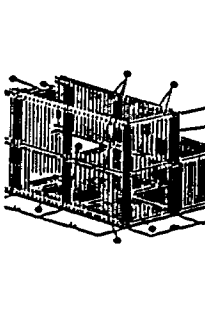
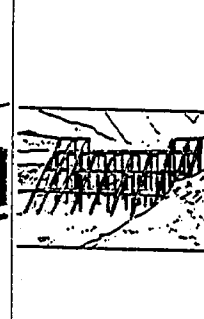
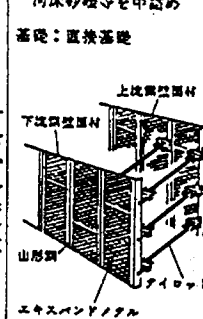
1) 鋼製砂防構造物は原則として、メンテナンスフリーとして設計するので定期的な補修作業は原則として必要ないが、定期点検と出水後点検を行い異常の早期発見に努める必要がある。

2) 鋼製砂防構造物の異常な天然現象による施設災害の被害発生率はコンクリート構造物とはほぼ同様である。被災原因としては、土石流等の衝撃によるものが多い。

3) 異常な天然現象による施設の災害復旧については、施設の従前の効用が喪失された場合で、例えば本体の損傷(枠の軽微な損傷の修繕のみ、少量の抜石の補充のみは除外)、基礎(前庭部、袖部)の洗掘(直接影響のない地盤低下は除外)などを対象とすることが妥当ではないかと思われる。

8. 既開発済みの各種鋼製砂防構造物

既に開発され、各地に施工されている鋼製砂防構造物の概要をまとめると次のとおりである。

	日鐵建設工業(株)	日鐵建設工業(株)	新日本製鐵(株)	川鉄建設工業(株)	住金鋼材工業(株)	(株)神戸製鋼所	共生機構(株)
名 称	鋼製スクリーン堰堤	鋼製自在枠	鋼製スリットダム	鋼製親枠	鋼製箱枠	格子形鋼製砂防ダム	鋼製ダブルウォールダム
ダム高	3~9m(本体部高さ)	2~6m	2~10.5m(本体部高さ)	2~14m(7段積み)	2~14m	8~20m	2~14m
構 造	本体：H形鋼パットレス フレーム壁材としてスク リーン状にH型鋼を取付 け 基礎：コンクリート床版 	本体：H形鋼と山形鋼骨組 1段高さ2.0mの枠(各側 面は折曲げ鋼板)に砂礫 を中詰め 基礎：直接基礎 	本体：鋼管人型フレーム構 造、コンクリート充填 基礎：コンクリート床版 	本体：角形鋼管骨組、1段 高さ2.0mの枠(各側面は平 鋼スクリーン)に砂礫を中 詰め 基礎：直接基礎 	本体：H形鋼骨組構造、 1段高さ2.0mの枠(各側面 はネジ鉄筋スクリーン)に 砂礫を中詰め 基礎：直接基礎 	本体：鋼管立体格子骨組構 造 基礎：コンクリート床版 	本体：山形鋼とエキスパ ンドノタルからなる壁面バ ネル群を多段タイロッド で連結したダブルウォー ール構造に埋戻土砂または 河床砂礫等を中詰め 基礎：直接基礎 
主たる 使 用 材 料	コンクリート H形鋼	H形鋼、山形鋼 平鋼(折曲げ加工) 中詰用材	コンクリート 大径鋼管	角形鋼管 平鋼 中詰用石材	H形鋼 ネジ鉄筋 中詰用石材	コンクリート 大径鋼管	山形鋼 エキスパンドノタル タイロッド 埋戻土砂または河床砂礫
使 用 実 績	昭和41年から	昭和49年から	昭和51年から	昭和53年から	昭和44年から井ノ口鋼管 昭和56年から箱枠	昭和54年 (小六郎沢ダム)から	昭和58年から

6.3.2 第2グループ討論のまとめ及び全体討論

関東地建河川部河川計画課 杉浦専門官

(グループ討論のまとめ)

グループ内発表ならびに全国各事務所から既説の鋼製砂防施設について説明をうけた。

その内容を整理すると

- ・大棚沢第二ダム（富士川砂防）における鋼製スリットダム選定理由ならびに外力、施設効果測定のための調査計画について説明をうけた。
- ・小六郎沢（新庄）のオープンタイプダムでは、設置後、土石流が発生していない。
- ・白水谷（神通川）のオープンタイプダムでは、昭和58年に小規模の土石流が発生したが、砂防施設の外力測定に対しては規模が小さすぎて測定できなかった。
- ・八右エ門沢（松本砂防）では、国立公園の特別保護区に指定されており、工事施工に種々の制約があるため、環境及び地形条件に対応した工法として鋼材の特徴を生かして鋼製砂防施設を施工している。
- ・能郷谷（越美山系砂防）のコンクリートピア鋼製スクリーンダムは、下流で顕在化している河床低下に対し、土石流発生時の大量土砂への対応と、平年流砂による河道の安定を計る為計画実施された。

流木によるスクリーンの目詰まりが生じ、その管理が必要である。

- ・大沢川（富士砂防）の底面水抜きスクリーンダムは昭和55年度と58年度に施工された。58年度に施工されたスクリーンは通常の出水に対しては目詰りにくい様に部材に工夫されているが、スクリーン間隔の検討も必要である。
- ・滝ヶ谷第三堰堤（六甲砂防）は風化花崗岩地帯の小流域での鋼製格子枠ダムの施工例として説明があった。

この他、六九谷砂防ダム群（立山砂防）と大谷崩れの七段乗越沢（静岡河川）の鋼製砂防施設の資料が提供された。

これらの説明、資料提供をうけて鋼製砂防施設とくにオープンタイプについて意見交換がなされ、その意見を要約すると、

現状での問題点としては

- ・鋼製砂防施設とくにオープンタイプのダムは実績が少なく、その効果がいまだ詳細に確認されていない。また経験者も少ない。
- ・オープンタイプの機能として、従来いわれていた調節機能の自然回復は考えられず、一方では従来のダム機能（貯砂、抑止効果）を阻害する。
- ・鋼製スリットダムは型式が非常に少なく、かつ機能的な差が明瞭ではない。

という意見が出された。

今後の計画、設計等については

- ・オープンタイプは除石をすることを前提として設計、施工しなければならない。

- ・オープンタイプの効果としては、土石流の転石だけを捕捉すればよく、通常の出水では貯砂容量を常に確保するよう流出土砂を流下させておいた方がよい。
- ・オープンタイプのダムは何十年に1回土石流が発生するような場所に適し、試験施工は別として、土石流が頻発するような場所での施工は、その効果の維持、管理に手間がかかりすぎることになる。
- ・スリット間隔が最大粒径の1.5～2.0倍というのは、目詰りの境界値であり、その設定については、安全側で考えればそれより狭いスリット間隔とすれば良いが、試験施工の結果を踏まえて検討して行く必要がある。
- ・鋼製砂防ダム（スリットタイプ）は、現在袖部をコンクリートで施工しているが、より経済的なタイプとして袖部も鋼製とした砂防ダムを検討して行く必要がある。
- ・砂防ダムの調節効果を高めるため、スリット効果の他に人工的な狭窄部を作ることも考える必要がある。

（全 体 討 論）

西本（立山） 鋼製ダムについてはかなり全国的に施工例があるという事で、それなりにすぐれた点もあると思いますけれども、鋼製ダムとコンクリートダムをどう使い分けたいかという議論がなされたかという事が1点と、それから立体格子型ダムでは、一旦土砂が詰まりますと人工的に取り除きませんと機能が回復できないのではないかと私は思うのです。調節効果という点でオープンダムの話しですが、中小の出水に対しては、小粒径の土砂を流す事ができ、また大洪水、いわゆる土石流が出てきたときに、転石がかみ合って堆積したらこれはそこで除石するなどの処置が必要ではないかと私は個人的にそう思います。

杉浦（関東・局） コンクリートとの使い分けにつきましては、鋼製ダムの優れた点についての話しが午前中あった訳ですが、それを前程としてその機能に合わせて、使うべき所に使うのだらうという話ししか出なかったようです。それから転石が詰まった後の機能の回復の問題ですが、その議論を行って先程言いましたように回復しないだろうと、人工的に取り除かなければ無理だろうという話しでまとまりました。

矢澤（土研） オープンタイプの鋼製ダムの効果は、土石流が来た時に効果を発揮できるように空容量を確保しておくという事ですので、今まで設置した所で、これまでに中小洪水でダムをスルーして流れた土砂があるのか、ということ把握しておられるでしょうか。

杉浦 その議論がありまして、神通の白水谷で三回土石流が観測されました。まあ小規模なもので、流れ出ていった土砂の量がどの位あるかということは現在調査されていないのですが、今後把握して行きたいという意見でした。それで現状では、まだ調査していないという状態です。

矢澤 空容量として残っている訳ですから、その効果はある程度発揮されているという形での整理と、それがコンクリートダムだったらどういう形になっているのかという整理をして比較する方法もあるのではないのでしょうか。

杉浦 同じ意見も出まして、結局コンクリートダムであれば、常にその分だけ空容量が減って行くだ

ろうし、それが鋼製スリットダムでは土砂が流下して、空容量が確保されているという評価の仕方ができるだろうという事で、その検討を行うという事です。

吉井（北海道・局） 私は有珠山の例しか知らないのですけれども、鋼製砂防構造物というのは条件の悪い場所で設けられる例が多いと思うのです。それで午前中のセンターの方のお話しでは、それほどコンクリート構造物と比べ被災の程度の違いはないと言っておられましたけれども、その被災の状況と、どういう部分が被災しやすいのかということについてお聞きしたいと思います。

原（司会、土研） どうでしょうか。どなたか、特に被災を受けた所の事務所がありましたらお聞かせ下さい。

西本 私は以前、北海道の有珠山にいました。その時に、A型スリットダムに上流から土石流が流下して来て4m、4m、2mで重量約50トンの転石が、スリットの頭部に直撃いたしました。そのA型スリットは600mmの鋼管で出来ておりまして、スリットの頭部の構造はそれを半分に切って、まん中にプレートが付いていて、それをハイテンションボルトで留めておりましたが、そのボルトが飛びまして、約5～6cmのずれが出来ておりました。そして災害復旧で、その1フレームを全面的に取り替えたという例がございます。

宮越（松本） 私どもの方で被災を受けたのはA型スリットで、今回ちょっと記載していたのですけれども、土石流で全部吹き飛んでしまったという事で、それがあつた程度ひとつの指針になって方格というようなダムの考え方が出てきたのだと思いますが、A型の場合は圧力を直接90に受けるといいますか、まっすぐ受けるといいますか、そのような状態で外力を受ける場合は強いわけですが、サイドから外力が作用するとA型というのは非常にもろいというような事が、問題になりました。それに対する詳しい報告書は、全国の技術研究資料に掲載されていますので、それを参考にさせていただきたいと思います。

原 それと松本砂防にお聞きしたいのですが、以前コンクリートによるスリットダムがございましたけれども、被災を受けて結局埋め込んでしまつて、スリットでないダムにしたようなのですが、あの場合やっぱりコンクリートのスリットというのは限界があるという判断だったのでしょうか。

宮越 コンクリートのスリットダムそのものは、土石流に対してある程度の損耗というのはあつたのですけれども、基本的には壊れたというわけではありません。

しかし、土石流が頻繁に出る所においては、非常にスリットダムの維持管理が難しいという事で、コンクリートで埋め込みました。

上原（松本） そのダムですが、あれは壊れたのではなくて、スリットに石が詰まつてしまつたのです。特にスリットの上の方が広くて下の方が狭かつたことから、詰まつた石はくい込んで行つて取れなくなり、取り除こうとすると堤体が傷ついてしまう等、除石をしてもスリットとしての効果を發揮しないということで埋めてしまつたのです。

原 そうするとまだ、形状を変えれば生き残る道はあるということなのですか。

上原 つか取り除くのが可能かどうかという事なのです。鋼製の場合ですと取り除く事ができるのですが、コンクリートですと重機で取り除いている時にスリット部が破壊されてしまう問題がある

ので、それに対してなんらかの答えがあればいいのではないかと思います、その答えがないと取り除けないという事で、難しいと思います。

原 わかりました。西本さんにお聞きしたいのですが、有珠山の場合、A型スリットは除石後の状況しか知らないのですが、あれはうまく除石していたように思うのですが、割合除石しやすいのでしょうか。

西本 当然、土砂が出て来たら除石をしなければいけないだろうということを前程にして、上流に進入道路をつけております。

大転石は火薬で破壊して、その後重機で取り除いています。それで、床版はコンクリートでできていますので、その上を重機で引っかきますと傷がつくということで20~30cmの土砂を残して取り除いた後は、人力で最終的な取り除きをするという方法で作業を行ってまいりました。

水山（土研） コンクリートのスリットダムの可能性というのは別になくなった訳ではなくて、以前ですと土石流衝撃力を適確に推定しておりませんでしたので、いわゆるマスコンのスリットダムという可能性もあった訳ですが、現在ですとそれはかなり難しだろうという事になりますので、H鋼なりパイプなりを立てたまわりをコンクリートにするといいますが、まあ鉄筋でもいいのですが、そういうものを入れてコンクリートにするという方法があります。越美の例などや、これから作られようとしている静岡河川の例などはそのような構造です。したがって、その方がいわゆる鉄パイプのものよりは永久構造的なものになる可能性があります。除石は確かに長さが長くなればなるだけめんどろでしょうが、必らずしも消えてしまったわけではないと思います。

原 ありがとうございます。どうしても土砂の流れに応じて堰上げ効果が必要で、いわゆるスリットで巨石をとめるという意味ではなくて一波形の洪水中で調整するという意味から考えると、案外コンクリートで遮閉部分を広げた方が堰上げ効果が望めるわけで、逆に、今のA型ですと割合遮閉部分が70cmとか少なく、これは富士山の方で実験をやった結果ですが、透過率がいいと言いますか、あまり堰上げ効果がないような気がいたしまして、そういう意味ではコンクリートでそういう事を期待するならば、割に大丈夫ではないかという気がします。

水山 今堰上げの話が出ましたが、堰上げは必ずしもいい方に働くとは限りませんで、土石流の流下するような所で堰上げさせますと、土石流はダムまで到達しないで手前で止まるわけです。バックウォーターの終点あたりから堆積が始まりますので、スリット部分を閉塞しないでフロント部分が先に止まってしまう、ダムに到達する前に止まるという可能性があります。そうしますと、調節効果はあるのですが土石流が出た時には下流には出さないという働きが期待できなくなる可能性が強いと思います。これは非常に堰上げ効果をみごとに発揮した場合です。今の場合は、かえってダム地点までは必らずもってくるということで確実に閉塞するという事を期待しております。

原 わかりました。程度の問題で色々な現象が起りうるわけで、それに応じた形で設計とか計画をすべきなのでしょうね。

水山 あともう1点申し上げますと、これまで作ってきましたスリットダムというのは、松本砂防の場合やそれから今現在観測を続けております神通の場合の様に、土石流がある程度出る所で作ったも

のと、それから新庄や六甲のようにめったに出ないという所に作ったものと分けて考える必要があり、
どんどん出る所に作ったものについては、当時は放っておいても土石流がくれば詰ってそのあと自然
に手をそれほど加えなくてもある程度機能を回復するであろうという考えもあって導入されたのです
が、結局は人工的に除石をせざるを得ないという事がわかったわけです。ただ試験的な意味合いが非
常に強かった為に土石流の発生するような場所につくる必要があった訳で、今からそういう事を考え
ますと、要するに放っておいて土砂が抜けないという事を考えますと、土石流の発生頻度の高いよう
な、除石をしばしばやらなければならないような所に作るというのは不適當であると思います。

6.4 第3グループテーマ「総合土石流対策」

6.4.1 中津川総合土石流対策モデル事業について

—地元との対応を中心にして—

中部地方建設局 夕谷見工事事務所

1. 総論

中津川の総合土石流対策モデル事業は、昭和59年度より全国直轄砂防区域のうち4箇所を実施しているもののうちの一つである。

当モデル地区のある中津川市は、岐阜県南東部の木曽谷沿いに開けた人口約5万3千人の中規模程度の都市であり、中央アルパスを貫く恵那トンネルの西側に位置し、旧中山道により栄えた馬籠宿のすぐ近くにある。市の中心部は木曽川左岸の急峻な山地の麓に発達した扇状地地形の上に形成されており、その地形的特性上から過去幾度かの土石流災害を受けている。その中でも最も顕著なものは、昭和7年8月に発生した、「四ツ目川災害」と呼ばれる大規模な土石流災害である。この災害では、土石流により、死傷者26名、家屋全壊・流出167戸という大きな被害を出している。

このため、地元では、災害の記念碑を立て、災害から50年以上経た現在でも、毎年8月に「流出・お水の日」を設けて記念行事を行っている。また、この災害を契機として昭和12年より中津川地区の直轄事業が開始され、今日まで事業が継続されている。昭和7年の四ツ目川災害以降は、大規模な土石流は発生しておらず、また、砂防設備の整備も進捗しているのもでそれ以降大きな災害は起、てなく、昭和7年災害の経験者の高齢化とあいまって、災害に対する住民の認識は薄れてきている状況にある。

2. 昭和59年度の事業概要

59年度の総合土石流対策モデル事業対象地区は、中津川市の直轄砂防区域であり、面積154.7 Km²、土石流危険渓流数15渓流、保全対象人家戸数380戸、保全対象人口約1,500人である。

(1) 機器関係の整備

今年度における機器関係の整備としては、土石流発生監視装置の監視局を、夕谷見工事事務所中津川出張所および中津川市役所に各1台ずつ設置し、雨量観測局を前山と川上の2地区に各1箇所ずつ設置した。これら2箇所の雨量観測局からの降雨データは、公社回線を通じて中津川出張所と中津川市役所に送られて、監視装置本体により演算処理されるようになっている。

避難命令等の発令については市で行うので、市役所に設けられた監視装置により、降雨が警戒避難基準に達した場合は、市の防災責任者は、避難命令等の発令の判断を下した後、市役所に設けられた同報無線により各地区の住民に伝達するものである。また、警戒避難の基準雨量については、過去の雨量資料および災害実績等の資料を収集して、「土石流災害に関する警戒の発令と避難の指示のための降雨量設定指針(案)」に基づき調査を行い、土石流発生監視装置関係の機器の設置と並行して基準雨量を設定した。

(2) ソフト面での対応

土石流発生監視装置等の機器の整備とあわせて、モデル事業実施にあたっては、ソフト面での対応も重要なものである。ソフト面での体制作りにおいて当面、対象となるのは、市当局をはじめとする関係機関と地元住民である。

59年度においては、市をはじめとする関係機関については、「中津川総合土石流対策モデル事業検討委員会」を設置して、モデル事業についての理解と協力を求めるとともに、事業実施についての問題点を検討した。また、住民については、以下に述べるように、市、関係機関の協力のもとに、防災訓練、説明会を実施し、理解と協力を求める活動を行った。

(3) 避難訓練

地元住民にモデル事業を理解してもらい、かつ協力してもらうことは重要であるが、それは、同時に相当の努力が必要なことである。先に述べたように当モデル地区での大規模な土石流災害から50年以上も経っており、かつ砂防事業も、未だ要設備量は少ないものの、進捗してきているので、住民の土石流災害に対する認識は比較的薄れてきている。このため、ごく最近、激甚な土石流災害をこうむったような地区に比べれば、警戒避難体制整備の必要性について身近な問題としてとらえられる傾向が少いのが現状と言える。

このため、警戒避難に対する住民の認識を高め、モデル事業をより良く理解してもらうためには、市等関係機関と住民が一体となって、一度自分の体で覚えてもらうのが得策であるので、昭和59年7月14日、モデル地区内の川上地区において、土石流防災避難訓練を実施した。

この訓練には、建設省、市、消防団、警察署、自主防災会および地元住民など250名が参加するとともに、パトカー、消防車などが出動して行われ、本番さながらに、同報無線による情報伝達から所定の避難所までの住民の避難、人員の確認、炊き出し、応急手当等の訓練を行った。また、この機会をとらえて、住民に対しては、土石流災害についての説明会を開き、各種のパネルやビデオテープを用いて、分かり易く目につく伝える方法により土石流災害の恐ろしさ、警戒避難体制の必要性について理解してもらうよう努めた。

しかし、この避難訓練を実施するまでには、かなりの時間と労力を費す結果となった。すなわち、市等関係機関において、総合土石流対策が必要なのは概念的には理解されても、具体的にそれを住民にまでおろして警戒避難体制を整備してゆくにはどうすればよいかということを理解してもらうことは容易なことではなく、警戒避難体制が整備されれば、もう砂防施設は作らなくなるのではといった素朴とも言える疑問にも逐一応じてゆく必要があれば、数日とあけずに事務所から市へモデル事業の説明に通うといった状況が続き、ようやく避難訓練の実施までこぎつけたのである。

また、避難訓練の実施にあたっては、参加住民の中には高齢者もいるため、晴れた日の昼間という好条件の下ではあるが、避難行動訓練中の万一の事故に備えて救急車と看護婦を配置するということが、ど万全の配慮として臨んだのである。

3. まとめ

以上のように、59年度は土石流発生監視装置の設置、基準雨量の検討、避難訓練等を実施したが、雨そのものは、台風の上陸もなく渇水の年であったので、警戒、避難命令の発令はゼロであった。

地元との対応においての今後の問題点としては、今回の川上地区のような山間の狭い地に集落が散在するような地形条件のところにおいては、近くに土砂災害、水害に対して安全な避難場所が得にくく、かといって安全な避難場所を求めれば、かなりの遠距離であり、さらに避難路に土砂災害等の危険箇所が数多くあり、避難途中に被災する恐れがあるため、住民にとっては、実際のところ、避難しないうえに安全なのか、避難しないほうがかえって安全なのか判断に苦しむところであると思われる。住民の理解と協力を得て警戒避難体制を整備してゆくうえでは、この基本的問題の解決が必要である

6.4.2 第3グループ討論のまとめ及び全体討論

六甲砂防工事事務所 蒲 専 門 官

(グループ討論のまとめ)

当グループは、昭和60年度新規着手事務所を含め総合土石流対策モデル事業担当事務所が集まり、モデル事業の実施状況及び問題点についてフリーな討論を行った。

以下、内容について概要を紹介する。

1. グループ内発表

1) 六甲山系のモデル事業（六甲砂防）

対象として土石流、山崩れ、がけ崩れを選定。大都市であることから危険地を表示したマップ作成の予定。

※問題点

土石流の取り扱い、マップの利用方法

2) 桜島のモデル事業（大隅工事）

20分間雨量で基準雨量設定。通報ミスも生じている。

泥流が21回発生、37回警報発令（この発令は、主として市の判断）

※問題点

降雨だけでは、発生、非発生を表現できない。

観測所の位置が問題（2 km の範囲立入できず）

基準雨量の精度（避難時間の確保）

無線化が必要

桜島では、泥流より噴火に注意が集まっている。

2. 討論

1) モデル事業実施上の問題・疑問点

- ・モデル事業と防災施設計画の関連
- ・特に砂防施設の評価
- ・モデル事業の範囲、性格

◎モデル事業の範囲について

今後の市町村で実施のパイロット的な役割として、ノウハウを作り出してゆくべきとの結論。

2) 新規着手事務所の問題点等

・北海道

委員会は発足させた。基準雨量の設定が問題（事例が少ない）

土石流的な流れも対象とする。

・日光砂防

基準雨量の定め方が問題。砂防施設の評価が困難。

・富士山

融雪の問題、危険区域の設定が必要（大扇状地のため無害な土石流も多い）

以上の討論を通して問題点として

- ① 砂防施設の評価の必要性
- ② 危険区域設定の //
- ③ 情報提供の協定、施設の精度等の問題（多治見の事例）

があり、今後の検討課題として確認された。

なお、土木研究所から

。基準雨量の設定手法は絶体でなく今後改善してゆきたい旨のコメントがあった。

又、モデル事業の性格として、大旨、ノウハウを形成することとの一致をみたが今後、河川情報センターとの関連が問題となる旨の指摘があり特に、情報の伝達では、問題があるとの意見が出されている。

（全 体 討 論）

野田（北陸・局） ただ今六甲砂防の方で山崩れ、がけ崩れも含めて危険度マップを作成中であるという事ですけれども、最終的に市町村が警戒避難体制をやろうとした場合に、がけ崩れと地すべりと土石流の発生の時間的なずれと、発生降雨のずれというのがあると思うのですが、かといって市町村の方でがけ崩れ、地すべり、土石流にわけて警戒避難体制をやるわけにもいかないと思いますので、そのところを何かお考えがあれば伺いたいというのが1つと、それから総合土石流対策をすでに着手している事務所の中で、一旦避難した後で避難命令を解除する場合の基準を作っておられる例があれば教えていただきたいと思います。

蒲（近畿・局） まず第1の質問は、対象として土石流と山崩れ、がけ崩れが入っていると、それで発生時間、発生降雨等につままして当然ずれがあるので混乱をきたさないかという主旨だと思いますが、六甲のモデル事業では、山崩れ、がけ崩れを含めた理由は、一つ切実な問題がございまして、総合土石流と言いながら六甲山系でまず問題になるのは山崩れ、がけ崩れなんだという認識が、六甲山系を囲む各市あるいは、地域の住民にございまして、六甲の土砂災害を云々する場合にはまず、山崩れ、がけ崩れというのはどうも抜くわけにいかないというのがございます。それで、発生雨量のずれとかあるいは発生雨量自体が、山崩れ、がけ崩れについて、求められるのかという問題、それから警戒避難にどう活かしていくかという問題は、あくまでも私共六甲砂防としては実態を調査しまして、危険区域につまましては先程申しました危険度マップのようなものにマッピングするわけでございまして、これは基本的には住民サイドの方に将来的には公表していくのだと、あるいは、理想的には公表するのだというような位地づけでおります。そしてそういうものは、実態を把握した上で各市にひとつのデータ、情報として提供する、それからもう一つは、将来的には市民の方にも知っていただくというような利用のしかたを計ろうかと思っております。それで警戒避難につまましては、神戸市の消防局の方でも、現在山崩れ、がけ崩れについて今私共のやっております基準とは若干違ってきているのですけれども、そういう対応を図っておりますので、神戸市の対応の中で消化してもらえないのではないかと考えております。それともう一つの質問は、

野田 2 番目の質問は、すでに総合土石流対策をやっておられる事務所で警戒避難命令を解除する場合、たとえば何時間雨がやんだら解除するといった基準を定めている例があれば教えていただきたいと思います。

蒲 特に今日発表していただいた中では、解除については特に触れられていなかったんですけど、資料の中で桜島の方では、基準雨量の中に解除雨量というのを定められているようでございます。これは、皆さん方のグループ討論資料の中に基準雨量の表がございまして、それに記載してございます。

花岡（九州・大隅） 私も着任したばかりで良くわからないのですが、いちおう20分の雨量強度で、3段階に避難基準雨量を設定してありまして、それとは別に20分間の雨量強度が3mm未満になったら、避難解除通報と言いますか、そういうものが消防分遣隊の方に行くようにはなっているわけですが、この辺は、私も良くわからないのですが。

野田 20分雨量で雨量強度が3mm以下で解除になるということでしょうか。

花岡 いちおうそういうことになりますが、3mmですと3mm未満になることは多々あると思いますから少しおかしな気もするんですが。

原（司会、土研） それでは、また帰って調べていただいて機会がありましたら、発表していただきたいと思います。

6.5 第4グループテーマ「災害調査」

6.5.1 富士川昭和57年災害調査について

富士川砂防工事事務所

1 はじめに

当事務所は、富士川流域の内、南アルプス北端の鉢山を水源とする釜無川右支川と、日本第二位の高さをもつ北岳を水源とする早川の流域を管轄している。これらの流域には、糸魚川-静岡構造線が走り、南アルプスの3,000 m級の山々があるため、地形、地質的には非常に複雑な条件下におかれている。このため、洪水のたびに多量の土砂を生産、流出させ、下流側に甚大な被害をひきおこしている。昭和57年に8月の台風10号、9月の台風18号により、最大日雨量では、564 mm（長畑、台風10号）と、当事務所設立の契機となった昭和34年の大災害時の307 mmを上回る豪雨に見舞われ、釜無川、早川ともに、各溪流から莫大な土砂流出があり、河床上昇の著しい所では、10数mに及び、河幅も拡大し乱流偏流を起し、山腹崩壊のほかに、溪岸の決壊や山脚の崩壊も認められた。

当事務所は、災害復旧工事ならびに再度災害の防止のための砂防工事の推進に全力を上げると同時に、昭和57年度より昭和59年度まで3ヶ年かけて、今後の砂防計画の基礎資料を得ることを目的に、降雨解析、崩壊推移、河床変動及び土砂流出状況の把握などを内容とする災害調査を行った。

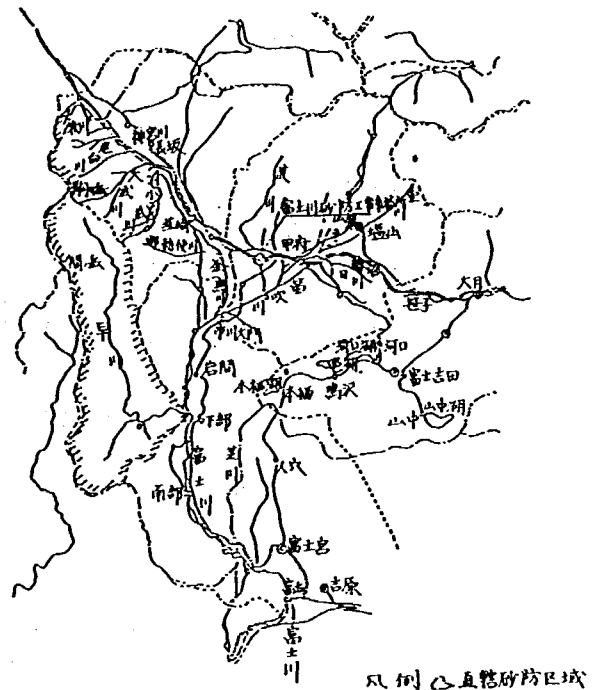
57年災は、34年災と同様、管内全流域約700 km²にわたる広域的な災害であり、しかも、台風10号、18号と短期間に連続して豪雨が襲った災害であったため、その全体像を短期間に把握することも、それぞれの台風ごとの災害状況を分離して解析することも極めて困難であった。

こういった大災害における現象を正確に把握し、解析することは、砂防計画の立案上、極めて重要なことである。また、砂防施設の効果についても、施設災害等の分析などから、その施設計画の妥当性についての解答が得られる。自然災害に対処した施設事業の計画全般に言えることだと考えるが、やはり、自然災害そのものより学ぶことが一番多いのではないかと考える。従って、災害調査をいかに早く、正確に、しかも、経済性も含めて効率よく行うかは、砂防計画調査の上で、極めて重要なことである。

以下、当事務所で3ヶ年かけて行った57年災害調査について、その調査の考え方、調査内容および調査の反省も含めた問題点を紹介し、災害調査をどのようにして行っていくべきかの話題提供としたい。

1 調査内容

図-1 富士川砂防の概要図



昭和57年災害についての調査の内容は、以下のとおりである。(表-1)

表-1

	〔水文関係〕	〔土砂生産関係〕	〔土砂流出関係〕	〔その他〕
57年度	・降雨資料収集 ・水位・流量資料収集 ・流出解析 (レーダー雨量計による平均時間雨量を用いた)	・生産土砂調査	・洪水痕跡調査 ・土石流調査 ・河床状況調査 ・粒度分布調査	・砂防施設の効果調査 (大武川・小武川流域) ・空中写真撮影 (全流域) ・空中写真撮影 (河道全流域)
58年度	・降雨解析 ・流出解析 (総合貯留関数法)	・崩壊推移図作成 ・崩壊土砂量算出	・河床変遷図作成 ・河床変動量算出 ・流出土砂量の把握	・測量 〔実測縦横断面測量 空中縦横断面測量〕
59年度		・崩壊土砂調査 (現地調査 小武川流域 河道部)	・土砂動態調査 〔土砂収支計画 河道形態状況 現地調査 (小武川と釜無川合流点 下流部)〕	

(1) 昭和57年度調査

昭和57年8月の台風10号、9月の台風18号による災害の現地の状況の把握と記録を主目的とした調査を行った。

- (1). 資料収集として、降雨資料、水位、流量資料など水文関係資料の収集を行った。
 - (2). 洪水痕跡調査として、現地で簡易横断面測量を行い、河床横断面図を作成し、その横断面図に現地の状況から判断した洪水痕跡を記した。
 - (3). 土石流調査として、管内で土石流の発生がわかっている4渓流について、土石流の発生原因、堆積状況等を調べ、土石流状況図を作成した。
 - (4). 災害状況及び河床状況調査として、河床が土砂の堆積、洗掘等により変化した状況を調べ、あわせて、かけ崩れ、河岸洗掘、浸水範囲等も調査した。
- 災害状況と河床状況は、流域状況図としてまとめた。

(ホ). 粒度分布調査として、小武川では線格子法、春木川では床掘り法、その他の支川では写真法もしくは大礫調査法で粒径を調べた。

(ヘ). 生産土砂調査として、大武川と小武川流域で、昭和56年と昭和57年の2時期の空中写真から崩壊推移図を作成し、概算崩壊諸量を算出した。

(ハ). 流出解析として、レーダー雨量計のハードコピーから時間雨量を算出し、総合貯留関数法で各流域の流出量をもとめ、さらに土研式、芦田、高橋、水山式、Brown式、M.P.M式を用いて流送土砂量を算出した。

(ニ). 砂防の効果調査として、大武川と小武川流域において、昭和34年の災害と今回の災害状況を比較し、砂防施設の効果調べた。これらの諸調査と併行して、災害前の昭和56年度撮影の空中写真(管内全流域、縮尺 $1/25000$)と災害後の状況を比較するために、管内全流域、同縮尺で空中写真撮影を行った。

また、河道状況を広域的に把握するため、全流域で河道に沿って、縮尺約 $1/8,000$ で空中写真の撮影を行った。

(2) 昭和58年度調査

昭和58年度は、昭和57年度の調査結果を踏まえて、昭和57年の台風10号、18号の流出土砂を定量的にとらえることを目的とした調査を行った。

(イ). 空中写真判読

昭和57年災害以前は、昭和51年から昭和56年までに大きな降雨がないため、流域状況がほぼ同じであるとし、昭和51年時の荒廃状況図を用いた。昭和57年撮影の空中写真を判読し、昭和51年の荒廃状況図に重ねて崩壊推移図を作成した。

河床の変化状況については、昭和56年撮影の空中写真と昭和57年撮影の空中写真を用いて河床部を判読して、河床変遷図を作成した。

(ロ). 現地踏査

現地踏査は、サンプル流域で行い、作成された崩壊推移図をもとに、新規崩壊地と拡大崩壊地について、サンプル抽出を実施し、現地でそのサンプル崩壊地の崩壊深、残土率等を計測して崩壊地調査表を作成した。

(ハ). 崩壊土砂量の算出

崩壊面積は、崩壊推移図から計測し、現地踏査より得た崩壊深、残土率の基準値をもとに崩壊土砂量を算出した。大規模崩壊については、空中写真判読および既往調査資料によって土砂量を算出した。

(ニ). 河床変動量の算出

災害前後の実測縦横断測量図および空中縦横断測量成果をもとに河床変動量を算出した。

(ホ). 流出土砂量の把握

崩壊土砂量および河床変動量の算出結果より富士川流域の昭和57年災害時の流出土砂量を把握した。

(ヘ). 降雨解析

調査範囲内の各雨量観測所の年最大日雨量を収集、整理し、欠測値があるところは近辺の観測所との相関により補填した。各観測所について、確率雨量をもとめ、釜無川流域と早川流域については、流域平均雨量をもとめた。

(ハ). 流出解析

台風10号、台風18号について、総合貯留関数法を用いて流出解析を行い、あわせて流砂量計算も実施した。

(3) 昭和57年度調査

昭和57年災害で最も土砂流出の顕著であった小武川流域と小武川が合流してからの釜無川本川における災害時の土砂動態をできるだけ立体的に再現して説明し、58年度で算出した土砂量と合わせて、現象を定量的に把握することを目的とした調査を行った。

(イ). 土砂収支計画

小武川流域での57年災害の流出土砂について、細かく把握するために小武川流域を支川の流入点、構造物等を考慮して、分割した。

分割された流域ごとに、崩壊土量と河床変動量を集計し直して整理した。

(ロ). 河道形態変化状況

河道形態変化について、土砂の生産、流出、堆積状況の定性的な見直しを行い、57災時の変化状況を把握した。

(ハ). 崩壊土砂調査

既往調査資料と現地調査結果により、土砂の生産および崩壊と土砂流出の発生機構について調査した。

(ニ). 土砂動態調査

既往調査資料と以上の調査結果を踏えて、土砂の生産、流出、堆積機構などの土砂の動的な挙動についてとりまとめた。

2. 調査結果及び調査における問題点

調査結果については、昭和57年災害の現象について、定性的にも定量的にも、ほぼ把握できたと思う。調査結果の具体的内容については、昭和57年度の砂防および地すべり防止講習会、昭和57年度のこの会議ですでに一部発表しており、近々、「新砂防」にもくわしく報告するので、ここでは省略したい。

昭和57年から3ヶ年にかけて災害調査を行ってきたわけであるが、大きな問題点としては、まず第一に、当事務所管内約700 km²にわたる広域的な災害について、その全体像を短期間に把握する必要があったが、その最も有効な手段と考えられる洪水直後の空中写真も全流域が撮影完了するのには、かなりの時間がかかったということである。当然、現地調査にはいるころには、空中写真はなく、現況の把握のみにとどまらざるを得なかった。従って、富士川57年災害のような広域にわたる災害については、とても災害発生年度だけで災害調査を完了することはできない。広域にわたる災害の調査については、2～3ヶ年くらいの全体計画の中で調査していくものとして、災害発生年度は、災害の概況の把握と災害現象（崩壊状況洪水痕跡、流出状況、施設及び保全対象の被害状況など）の資料収集とその記録に全力を上げるべきで、その解析については、後年度にまわすほうが得策ではないかと考える。ただ、災害発生年度では、現地踏査で入れない区域もあり、その区域については、次年度のできるだけ早い時期に現地踏査を行うべきである。そうしないと、次期中小洪水で、災害の痕跡が洗い流されてしまうかもしれないからである。この点で、当事務所は、58年度の調査で、実測縦横断測量

は行ったが、57年度で現地踏査できなかった部分の追加調査を早期にできず、58年の中小洪水で、57年災害の痕跡(特に上流部のもの)を確認できなくなり、反省している。

問題点の第二は、災害現象の定性的定量的解析を行うのには、災害前後の比較が必要であり、特に流出状況を定量的に把握するためには、河床変動量の調査が必要であるが、河道の縦横断測量を行っていない流域や行っている流域でも、ある部分のみであったりして、災害前の河道状況が正確にわからず、比較できなかったことである。この点については、強く反省しているが、災害調査といっても単に災害発生後の調査をどうするかということだけではなく、常日頃から、管内流域の把握として必要な調査は、効率よく、もれがないように行っておく必要がある。

以上、当事務所の富士川昭和57年災害調査について、反省している点を中心に述べてきたが、災害調査についてまず、災害規模から調査の全体計画を立て、どの時期に何が必要なのか、どの時期に何をしておくべきか、それらを効率よく行うにはどのような手段を用いるのがよいかなど、災害調査のマニュアル的なものが必要ではないかと考える。また、当事務所では、災害調査は、57年度で終了したが、雨畑川流域など昭和57年災害で異常な堆積現象が発生した箇所については、今後も観測を中心に継続して調査していきたいと考えている。

話題提供に対する質議

水山（土研） なかなか、管内が広くて一気にやれなかったというのが、非常に残念です。また、測量を行って以前のものと比べてみようと思うとダムの入っているあたりまでしか測量結果がないということが、富士川をしてもこれだけとすると、他はもうほとんど望みないというような感じが57年の災害の時にいたしました。が、今報告されました中で最終的に土砂収支図のような形式でできていますが、あれから発展させて何を言うかということになると、57年の災害で、小武川ではいくらの土砂が出ました。全体ではいくらの土砂が出ましたよ、と何かそのあたりで話がとまりそうな感じがします。もしそうだとしますと、昭和30年代の災害でも昭和50年代の災害でも得られるものは何か似たようなものだけとなってしまって、進歩がない感じがするんですね。そこで、一つは、いくら時代が進んだからといっていっぱい労力をかけるわけにはいけないので、同じ労力でもっとアピールするものは何かということを検討していただきたいと思います。何をアピールするかと言いますと、やはりこれまでやってきた砂防施設がどんなふうに働いたか、逆に、どんなふうに働かなかったのかということも含めて、さらにそれをうけて、こういうものが必要なんだとか、こういう具合に改良する必要があるんだとか、これまではダムをやっていたけれどもこういう工法の方がよかったかもしれない、とかなどそういう議論に進ませたいと思います。そういうことからしますと、土砂収支図で終わってしまっていてはもうデータがあるわけですからもったいないという感じです。そうなりますと1つはやはり縦断図が必要になると思います。先程、土石流の高い痕跡とその後の低い現河床の写真がでておりましたけれども、そういう痕跡を連ねたような線と現在の河床及び出水前、言いかえますと出水前と出水直後及びその後、そういう縦断図、それからせっきく横断もとっているわけですから土砂収支の計算だけ行うのではなく代表的な横断図を示すことも必要だと思います。たとえば、この河床が上がった付近は前と比べてこうです、河床が下がったこの付近は前と比べてこうですとできるだけ少ない枚数でアピールできるものが必要だと思います。そういう所から一つ砂防施設の効果云々という話ができるのではないかとというのが1点と、もう一つは、これはちょっとよくわからないのですが、我々はこれまで水源崩壊地調査ということで、崩壊地にかなり目がいていたわけですが、富士川の57年災害を見ましても溪岸侵食と言うのでしょうか、河床だけではなくて溪岸の侵食もずいぶんあるのではないかと思います。ですから土砂生産量いくらという時に、土石流でここからいくら、大きい崩壊が起こっていくら、溪岸侵食によりこの区間でm当りいくらとか、河床からいくらとか、そういう土砂の生産形態に合わせて議論ができると思います。それができれば次にどこへ行くかと言いますと、たとえば、そのウエイトによって崩壊は目立つけれどもたいした事はなく、下流から考えれば溪岸侵食の方が問題だ、ということになれば対策としても崩壊対策をやるよりは溪岸侵食防止対策が必要だという話になって来るかもしれません。そういう具合に、やはり過去とは違う新しい災害を最良の先生として、前に進めなければいけないと思います。私が考えておりますのは、土砂生産崩壊ということばで一括してしまわないで、土砂生産の形態に合わせて土砂量を議論するということ、砂防施設の効果の話を極力行うということです。ですから土砂収支図にしても、大きな主要な砂防施設で区切って考えることが必要だと思います。そうすると上で止めたけれどもその分、下から流出していっ

たとかそのようになるかもしれません。それならそれで、それを防ぐにはどうするかと次へ進めるわけです。大きくはこの2つですが、ぜひお願いしたいと思います。

発表者 言われるとおり良く分っております、59年度は小武川だけに注目いたしまして、先程の土砂収支図をもとにもう一度現地を歩きまして堆積している部分とか溪岸侵食とか先程の崩壊を詳しく分けまして、しかも流域分割をさらに細かくして、施設の効果を調べるために詳細な分析も行っております。ただ、時間もないという事で、そういう検討により出した結果を、別の機会を見つけて発表したいと思います。できるだけ立体的に再現して、災害をもう1度復元すると言いますか、そのような形で解析できればと思います。以前長野県の災害の時にちよっとやってみた方法があり、それは単流域で非常に単純だったからできたのですけれども、小武川では逆で、非常に難しいという事で苦しんでいるのですが宇原川の災害の調査と同じようなことができないかという事で今頑張っておりますので、しばらく時間を下さい。

水山 期待しておりますのでよろしくお願いします。

近藤（本省） 流域内の土砂収支だとか、あるいは施設の効果とかいろいろ調査されているようですが、それらの調査方法を踏まえて、水系砂防といいますか富士川本川への影響はどの程度調査されているのでしょうか。かなりの降雨量であったと先程の発表で聞きましたけれども、かなりの水も出たでしょうし、土砂も出たと思います。本川の河床上昇だとか水系砂防としての見方、砂防の効果と言いましょうかその辺の解析はいかがなものかお聞きしたいのですが。

発表者 それにつきましても、富士川で58年度から甲府工事といっしょに水系砂防としての効果の研究会を作ってやっておりますけれども、現在開店休業中みたいな状況でございますが、補佐が言われているような事を、全流域で調べるのは大変なので、今申し上げました小武川と本川との河床上昇について調査しています。この出水では本川でも2～3mの河床上昇があったという事で、小武川からの土砂流出と本川の河床変動との関係を調査しております。それから本川につきましては、上流部は県の指定区間で県が管理しておりますが、その区間については資料がなかったという事で、昨年度事務所で実測の河床変動の測量をしております。やはり災害直後はいいのですけれども、34年からしばらく40年代50年代のはじめまで災害がなかったもので、水系砂防の効果の認識がうすれていましたので、また同じような事にならないようにできるだけその辺についても調べようと思っております。

6.5.2 第4グループ討論のまとめ及び全体討論

中部地建河川部 南 専 門 官

(グループ討論のまとめ)

グループ討論としてのポイント

- 災害時の体勢の整備
- 河床変動測定の精度と経費

1. 災害時の体勢の整理

1) 問題点の整理

一部の地域を除いては、砂防計画問題となる災害は数年に1度あるいは十数年に1度といった頻度で発生するものである。従って、災害時における現場での対応は、災害調査マニュアルといったものがないために担当者それぞれの経験にもとずいて調査が行われておりその時の反省点が整理されないまま、次の災害を迎えているのが現状である。

この反省点について、討論会に先だつ各地建からの意見をまとめてみると

- ① 人員の確保
- ② 調査のための経路の確保（陸上交通路の遮断）
- ③ 精度のバラツキと経費（最終的に利用する場合には、最も精度の悪いデータに合わせた解析し
かできない。また、経費的にも精度の限界がある。）
- ④ 資料の保存（時間の経過と共に資料が散在する。）
- ⑤ 調査もれ（災害時の混乱の中で、災害後の解析に必要な調査項目を忘れることがある。）
- ⑥ 契約を行うまでに時間がかかる（災害直後の生データがとれない。）

の6点にじぼられた。

2) 問題点への対応

- ①～⑥については、本省・土研の指導による「調査マニュアル作成グループ」なるものを発足させて全国統一された「災害調査マニュアル」を作成する。
- そのマニュアル作成にあたっては5WIH（何時・誰が・何を・何処で・何故・いかにして）に項目を整理して行う。
- 整理された項目をさらに時系列的に組み合わせる。すなわち

1. 出水中
2. 出水直後（出水後7日以内程度）
3. その後の調査

出水中の調査項目については、本省・局からの被害報告資料要求に耐えるものとして考える。ただし、直轄砂防の守備範囲も明確にする必要がある。

出水直後の調査については、目的別に整理する。たとえば、直轄緊急等の事業計画に必要なもの・基本計画の基礎資料とするもの・土石流調査に関するもの等である。各調査の精度は、それぞれの目的によって異なる。

4. ⑥については委託を行う民間企業等に対して単価契約を行うこととする。

2. 河床変動測量の精度と経費

このテーマについては昨年から持ち越されたものであり、討論出席者の事務所の現況をまとめると次のようになる。

災害がなければ

空中写真を5～6年毎に撮影する。(縮尺については特に決めていない。)

河川縦横断測量を200mピッチで隔年毎に実施する。

河川縦横断測量を100m又は200mピッチで毎年実施する。

等、事務所によりさまざまである。

これら各流域の特徴により経済的でしかも有効な測量のあり方として次の結果が得られた。

1. 河床の比較的落ち着いている流域では毎年行わなくてもよい。

河川の規模によっては縦断測量だけでもよい。例えば、

天竜川のように支川であっても流域面積の大きいものについては、下流区間での横断測量も必要である。

重信川のように流域面積が50～60 km² 中規模なものについては、3～5個の測点でもよいかもしれない。(松山工事事務所で試行したところ比較的精度の良い結果が得られた。)

3. 水源地の1次谷・2次谷のように河川が比較的是っきりしているものについては縦断測量だけでもよい。

(全 体 討 論)

水山(土研) 今日富士川のところでもお話ししましたように、大きい変化が起きた後に測量をやり、航測をかけるということになるのですが、中流部から上流部は災害前は植生があるために谷のようすが良くわからないというのが実状で、どうもその辺の誤差が非常に大きいようです。ダムを作っている所まではそれなりに測量結果があると思いますが、管内のどこまでやるかという問題はもちろんありますが、いちおう全域のベースになる測量結果というのはどこの事務所でもあるんでしょうか。

南(中部・局) グループ討論の中で参加した人達の話の総合しますと、古い事務所で行っていないという事務所もございました。5～6年前に縦、横断測量を一度とったきりで、その後は無いというところもございまして、横断測量をだいたいは何年かに一度は測っているということでした。写真も同様です。

水山 上流のかなり上まで測っていますでしょうか。土砂の生産源だとかを考えますとかなり上流部分に集中するわけですが、それに対応するようなもの、要するに富士川でベースになるようなものが無くてと言っていたことと同じことが無いような状態なのでしょうか。

南 申し訳ないのですが、グループ討論中ではどこまで縦、横断測量をとっていますかという議論はしていないので、こちらの方では分かりかねますが、天竜川だけの話をさせていただきますと、崩壊が起ころというようなところまではやっております。測量している所は、いわゆる河川が変動すると

というような所ぐらいまでで、例えば小波川で言いますと山頂から5 kmぐらいでしょうか、かなり急勾配なところまでやっていることはやっているのですが、いわゆる斜面が20度とかきつい所はやっておりません。

水山　　そういう所は写真でやるしかないということですか。災害が起ってから作業をして比べるということですね。

南　　今のところそのようになっております。と言うのは、水源部まで、登りますと非常に沢の数が増えて、非常に経費がかかるという面が1つ、それから作業的にもかなり奥地に入ることになり危ないということで、現実には行っていないということです。

水山　　お金のかかる部分は、何年に1回そこに戻ってくるかという間隔をあければ対応できると思うのですが、要するにそういうものが必要であるか必要でないかということだと思います。

南　　まあ資料としてはあった方がいいと思いますので、とりたいような気もするのですが、今のところはとっていないということです。

水山　　あと、そういった定期横断測量の結果や、災害時の調査ということとちょっと違いますが、調査項目を整理された中でそのデータの活用方法といいますか、これをこうしてこれを求めてみたというような話は、されたわけですか。

南　　今日の会議の時間的な制約もありまして、何が必要なかということを経列した段階でして、これをその目的別にどう結びつけてどう組み合わせしていくか、時間の流れで追っていくという所までの話はできませんでした。

村山（中部・局）　　特に砂防管内というのは、午前中の議論にもあったように一旦災害が発生した場合は、道路が寸断されるというような事態になって調査体制そのものをとることが難しくなるということで、先程の話にもありましたヘリコプターの有効利用というのがあるかと思うのですが。最近では人の目で見るという以外に、ビデオカメラで災害現場等を撮ることができるわけですし、それを事務所を持ち返れば、ビデオカメラで撮影したものはそのまま画像として事務所でも見れるわけですので、その辺はいかがでしょうか。

南　　その話がありまして、ビデオで撮るべきだという意見が出ております。

泰（多治見）　　今のビデオの話ですけれども、ビデオの利点というのは要するにその災害情報をいかに早く人に伝えるかということにありまして、今日の議論の中では直接ビデオという言葉は出たのですが、使い道までは議論は出ませんでした。去年の西部地震の時にうちの事務所でもビデオを撮ったのですが、その経験から言うと、第三者に対して非常に説明が簡単であること、それともう一つ写真をやく手間がいらぬということですね。撮ってきたらすぐに見れるという大きなメリットがあると思います。

村上　　今の発言にちょっと付け加えますと、特にその調査体制を決める時に、初動でその都度どういう体制をとるべきかという情報を得るためにビデオを使えないものかと思います。例えば道路の寸断状態とか、とりあえず構造物の破損状態の把握だとかそういったものに使えないかという気がするのですがいかがでしょうか。多治見の調査課長、経験上いかがでしょうか。

秦 非常に有効に使えらると思います。ただどこをビデオで撮るのかという情報は、やはりそれ以前の地元から入る断片的な情報を、いかに上手に全体を推定することに使っていくかという検討を、それ以前の段階で1回経なければいけないことは事実です。

水山 お金の問題もあるとは思いますが、それなりに災害が起こったようだという時点で飛べばいいのではないですか。寸断されていれば地元からあがってくる情報は無いですし、富士川でも57年に出張所が閉じ込められた例もありますので、もっと早い時期に飛べばいいと思います。もう1つ提案したいのは、さっき事前に飛んで回るという話がありましたけれども、川沿いの映画を撮っている川もありますね。常願寺川などでも撮っていたかもしれませんが、下流から上流に向かってか上流から下流に向かってかわかりませんが、我々が写真を撮りましても木の下であまり良く見えないかもしれませんが河川で川沿いに写真を撮っているようにビデオで下流から上流に向かって何々川、何々支川という形式でファイルしておくことは災害後に比べるのにも役に立つのではないかと思います。これは映画のネタにもなるわけですし、いいと思うのですがいかがでしょうか。

秦 経費の面ですけれども、ちなみに西部地震の時に使用しましたヘリの単価は、だいたい20万~30万ですので王滝村をずっと見てきますと、約50万~60万で済むと思います。それとさっき最初の情報を取らなければいけないと言いましたのは、たとえば、暗黙に飛びあがっても被災地がどこかわからなくて関係のない所を飛び回るだけで良い資料が得られないので、どこかの被害がひどいのかそれぐらいの情報がないと動けないと、そういった程度の意味です。

水山 ヘリに乗って高い所から見わけですから、かなりの範囲を飛びまわればわかるのではないですか。

秦 雲がかかっていたり天候などが悪いと、なかなか撮れません。この度現実に御岳山の大崩壊の絵を撮影したわけですが、暗黙に飛んでいたら災害が起ってから数日しないとその絵はお手もとにとどかなかったと思います。私も実際飛びあがってみて、そんなに見えるものではありませんでした。高度の問題もあると思いますけれども、御岳山頂ぐらいまで高度をあげたのですけれども、土砂災害というのは高度をあげたら今度は見えませんのでなかなかうまくいかないです。

水山 20万、30万むだになってもいいではないですか。地建ごとと比較したらまずいかもしれませんが、ヘリの使い方はやっぱり北陸の方が慣れているから上手ですが、中部はやっぱり遅いですね。非常に躊躇している感じがします。まあ慣れていないからだと思いますが。

南 中部のヘリの使い方の対応というのは、ひとえに局の責任でして、以後暗黙とまでいかないですけれども、それを理由にしてできるだけ多くの方が上から地形とかを見て勉強の材料にしていきたいと思っておりますので、その辺も土研の方からバックアップのほどをお願いします。

水山 よろしくをお願いします。

仲野(土研) 一言だけちょっと付け加えさせていただきたいのですけれども、ヘリで飛びましても一番の問題は、やっぱりビデオを撮った場合、どこを撮っているかわからないと、場所さえわかればあと他の人に伝えるのはとっても楽なのですけれども、どこを撮っているのかわからないということは住々にしてあると思うのです。その場合、たとえばそのヘリに乗っていると、まあいろいろ操縦師

と撮影師、それからあとナビゲーターらの会話がありますので、それを録音しておいたら高度とか位置とかそういうのがわかりますので、その辺をくれぐれも録音するような努力をして頂きたいと思います。もしヘリをチャーターしているならば、チャーターしている会社にそういう施設を整えるよう言うべきです。そういう準備をしていた方が後々役立つ資料を得られると思いますので、その点を付け加えたいと思います。

6.6 第5グループテーマ「地すべり地形」

6.6.1 地すべり地形

土木研究所

新潟試験所 吉松 弘行

1. 地すべり地形の定義

地すべり活動によって生じた地形

2. 地すべりの定義

・Mass Wastingの運動形態¹⁾ - - -

崩落、前方転倒、滑動、水平方向拡大、流動、

・すべりの語句として滑動現象 - - - 崩壊との区分、不明瞭(崩壊性地すべり) 渡による区分

・地すべり等防止法による地すべりの定義(オ一章オ二条)

土地の一部が地下水等に起因してすべる現象又は移動する現象

	地 す べ り	崩 壊
1) 地 質	特定の地質または地質構造の所に多く発生する。	地質との関連は少ない。
2) 土 質	主として粘性土をすべり面として滑動する。	砂質土(マサ、ロナ、シラス等)の中でも多く起こる。
3) 地 形	5°~20°の緩傾斜面に発生し、特に上部に台地状の地形を持つ場合が多い。	20°以上の急傾斜地に多く発生する。
4) 活動状況	継続性、再発性	突発性
5) 移動速度	0.01 mm/day~10 mm/day のものが多く、一般に速度は小さい。	10 mm/day 以上で速度はきわめて大きい。
6) 土 塊	土塊の乱れは少なく、原形を保ちつつ動く場合が多い。	土塊はかく乱される。
7) 誘 因	地下水による影響が大きい。	降雨特に降雨強度に影響される。
8) 規模	1~100 ha で規模が大きい。	規模が小さい。
9) 徴 候	発生前にキレツの発生、陥没、隆起、地下水の変動等が生ずる。	徴候の発生が少なく、突発的に滑落してしまふ。

3. 地すべり地形の特徴(Varnesによる模式図)

下図は地すべりが活動中であるか、休止中であるか活動期が古いか新しいかによって地すべり地形の明瞭さが異なる。

地すべり地形の一般的な特徴²⁾

- 1) 等高線の異常配列: 大縮尺の地形図を用いれば、等高線が不ぞろいで緊密部と膨張部が不規則な配列をなす(これに対して一般山地であれば等高線はほぼ一定間隔の連続で表現される。)
- 2) 池、沼、湿地などの規則的配列
- 3) 分離小山の存在
- 4) 水系異常: 小溪、沢、河川などの異常なカーブや屈曲、剪断面の存在や土砂、土塊の押し出しによるものの存在
- 5) 河川が不自然に狭くなっているところ: 地すべり土塊の押し出しによる。

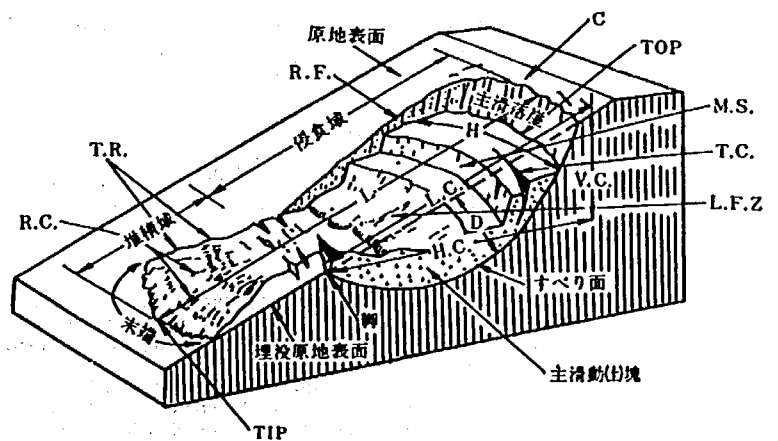


図-1 地すべり地形の各部分のよび方 (Varnes, D. J. 1978 より一部改変)

R.F.: 右岸側方崖 M.S.: 副次滑落崖 T.C.: 横断クラック
R.C.: 放射状クラック L.F.Z.: 縦断クラック帯 TOP: 上端
TIP: 先端 H: 頭部 C: 冠頂 L: 変動域の全長(斜距離)
LC: 主滑動(侵食)域の全長 D: 主滑動(侵食)域の最大厚さ
HC: 侵食(発生)域の水平距離 VC: 侵食(発生)域の比高

- 6) 山腹に遷移線が形成され、前面が緩傾斜～平坦な斜面が発達しているところ、滑落崖と押し出し堆積物。
- 7) 4)にも関連するが、沢の小体への切り込みが必然的でなくそのような複数の沢が一点で交わるように発達しているところ：剪断面の存在の示唆
- 8) 尾根における鞍部の切り込みが不自然に著しいところ
- 9) 沢の発達とその集水面積に比べて著しく良く、破砕面等の存在を予想させるもの
- 10) 山腹の前面の明瞭な崩壊前線が形成されており、山体がゆるんでいることを予想させるところ

地すべり地形の例



図 2 新潟県小土山付近の地形、地理院 1/2.5 万地形図「雨中」より。

運動の形態	運動以前の物質の類型			
	基岩	砂礫	土砂	崩壊体・崩壊体
I. 傾斜	1) 傾斜	2) 傾斜	3) 傾斜	4) 傾斜
II. 前方転倒崩壊 (トッピング)	5) 傾斜	6) 傾斜	7) 傾斜	8) 傾斜
III. 滑動	9) 傾斜	10) 傾斜	11) 傾斜	12) 傾斜
IV. 水平方向に人運動	13) 傾斜	14) 傾斜	15) 傾斜	16) 傾斜
V. 流動	17) 傾斜	18) 傾斜	19) 傾斜	20) 傾斜
VI. その他	21) 傾斜	22) 傾斜	23) 傾斜	24) 傾斜

図 3 マスムーブメントの類型 (Varnes, D.J., 1978)

Varnes, D.J. (1978) が1958年版の改訂に当たって、5), 6), 8), 15), 19), 20), 23), 24), 25), 26), 13), 14), 21), 27), 28), 31), 41) は著者の加筆。21), 28), 41) の引用文献は文献欄に記した。→も活断の錯相によって異なるので、ここでは省略した。

1) 岩石崩落、2) 岩屑崩落、3) 土砂崩落、4) 表層崩落、5), 6) 基岩トッピング、7) 岩屑トッピング、8) トッピングスランプ、9) 基岩スランプ、10) 基岩多重スランプ、11) 岩屑スランプ、12) 土砂スランプ、13) 表層スランプ、14) 層状多重山崩すべり、15) 山崩壊形陥没すべり、16) 基岩層すべり、17) 岩屑層土砂層方伸すべり、23~25) 深層基岩クリープ、26) 谷底陥没クリープ、27) 浅層基岩クリープ、28) 34) 深層飽和土砂流、35) 急速土砂流、36) 乾燥土砂流、37) レスフロー、38) 水中すべり、39) 土砂32), 33), 38), 39), 40) が付加されている。32), 33) を除き引用文献は文献欄に記した。2), 3), 4), 10), 11), は両者の運動形態に関係があることを示す。名称(仮称)は下記のようにしておく。運動速度については同じタイプで

ング、8) トッピングスランプ、9) 基岩スランプ、10) 基岩多重スランプ、11) 岩屑スランプ、12) 土砂スランプ、すべり、18) 土砂ブロックスライド、19) 山崩壊形陥没方伸すべり、20) 基岩方伸すべり、21) 水浸凍融陥没、22) 斜面陥没すべり、29) 土砂流、30) 岩屑なだれ、31) 崖線(チーラス)クリープ、32) 岩塊流、33) ソリフラグション、押し出し、40) 表層クリープ、41) 先端陥没すべり

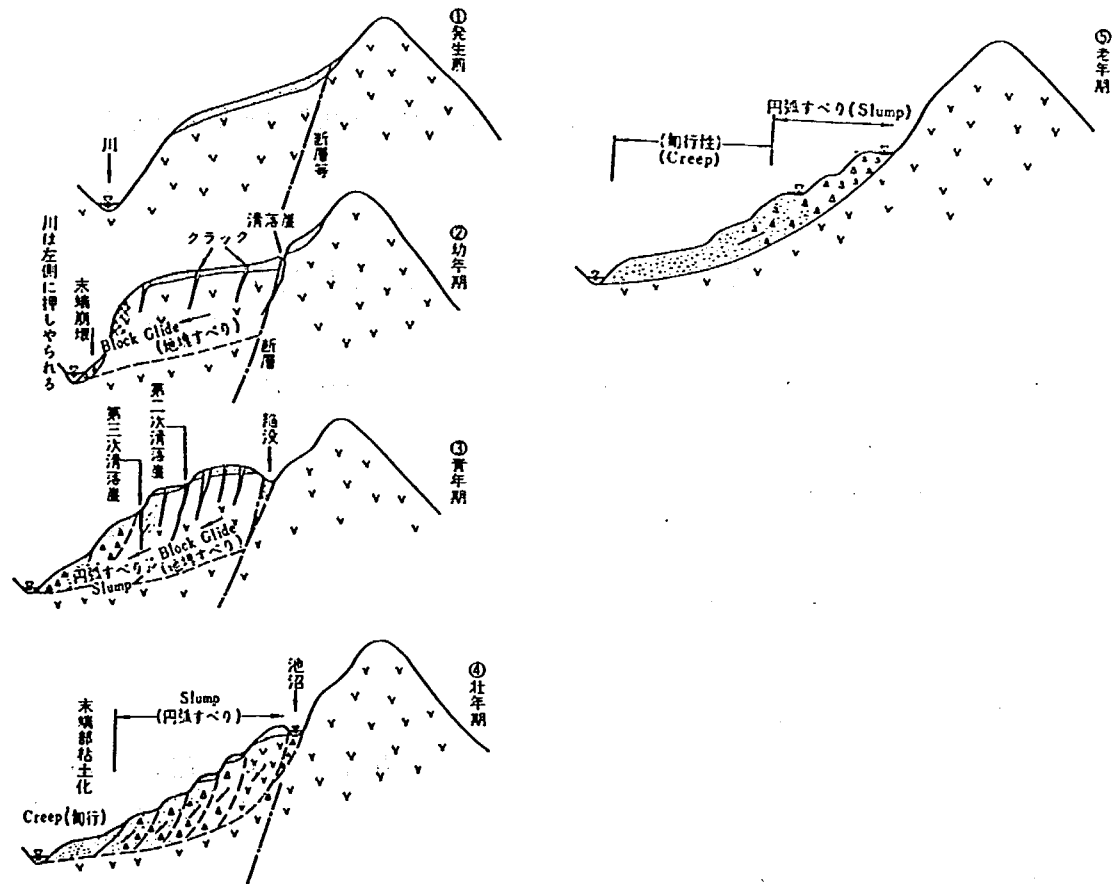
地すべりの地域性

物質因子群(地質構造等) --- オ三紀層地すべり、礫砕帯地すべり、温泉地すべり
環境因子群(誘因 --- 融雪、豪)

地すべり現象の遷移性

地すべりの発達、遷移性

液による地すべりの発達特性



6.6.2 第5グループ討論のまとめ

四国地建河川部 中野専門官

1. 地すべり地形

池, 沼, 湿地

等高線の乱れ
断層
水系異常

} 航空写真判読等

2. 地すべり地形の遷移 (かなり類型化)

1) 地すべりの動き

断層, 河川の浸食 → glide → スランプ型, 末端の粘土化 → 円弧に近いすべり面, 末端でクリープ

※ glide (グライド)

すべり粘土が未発達で重力により生じる滑動作用

2) 地形

尾根状の部分 → 台地化 → コンターの乱れ → 小さいブロック化, 池等

3) 型

岩盤型 → 風化型 → 崩積土 → 粘性土盤

4) 対策

深層地下水 → 排除 → 表面排水路工

3. 直轄地すべりの実状

豊牧, 平根 — 積雪による傾斜地

怒田, 八畝 — 平面的には範囲が確定されるものの, 深さ方向のすべり面位置がわからない。崩積土もあるが風化岩層もある。

甚の助 — 範囲, 深さは未確定

天 竜 — 未調査

4. 評価, 予知, 予測

評価 簡便法の域を出ない。対策工の数量は出るが, いつ地すべりが発生するか確定できない。

5. 反省

各直轄地すべり対策ヶ所の地形的特徴等について参加者に明らかにしていないので, 今回は, 講習会的性格に終わったが, 次回はそれぞれの特徴について報告し, それについて事例研究をするという方向の議論をする方が良い。なぜなら, 各地すべりは性格, 進度が異なり—まとめにしようかということは無理なためである。

6.7 「河床變動測量」

河床変動測量について

北海道開発局

北海道開発局では、測量及び試験費等の節約のため、河床変動測量は縦断測量と一足方向からの写真撮影によって把握し、異常に土砂流出があった年のみ横断測量による精査を行うよう計画している。

また、北海道有数の荒廃溪流であるヌツカフシフラノ川における河床変動測量は、やはり各測点の前年度の横断写真との比較を行い、測量箇所を決定している例がある（北海道大学 砂防工学研究室）

河床変動測量は、それほど精度を要求されないため、このような方法を取り入れることを考えていきたい。

河床変動測量について

東北地方建設局

1. 河床変動に影響すると考えられる程度の河床材料にマーキングして、河床状況がわかるように写真撮影としておき、測量にあたっては、このマーキングを確認しながら河床変動状況と写真によりチェックし、変動の確認された区間のみ測量を行う。
2. 測量が広範囲にわたる場合は、ヘリコプターによる空中写真測量が考えられる。
3. 砂防計画で利用するのであれば、測量のサイクルを5年程度とし、洪水があった時は、その都度実施する。なお、土砂動態把握のためであれば、モデル流域を設定し実施する。
4. 川幅が広い場合には、前年度に大出水があれば低水路部のみ実施する。
5. これまでの測量結果から河床変動状況としらべ、変化の少ない所は、測量間隔を粗する。
6. 測量の成果を数値データとし電算処理可能なようすれば、解析の費用も軽減できるのではないか。

河床変動測量について

関東地方建設局

河床変動測量について

①河床変動測量の効率化についてのアイデア

- 河床縦断測量のみを通常行い、横断方向の測定は写真撮影をしておき、同箇所にて概略判読程度で良いと思う。
- 横断測量は、必要に応じて行う。

(以上、利根川水系砂防)

- 経費節減を考えた場合、航空測量でも良いと思われる。
- 流域の代表支川及び災害時を除き、5年間期程度の測量で十分と思われる。

(以上、富士川砂防)

②意見

- 調査範囲の各支川において大縮尺の航空写真を撮影しておくことにより、同縮尺の航空写真測量での比較又は実測量との比較においても誤差の少ない結果が得られると思われる。

(富士川砂防)

- 経費節減のために縦断測量だけと言うのではなく、横断測量もやはり必要であろう。

たとえば

(1)起伏量あるいは現地観察より、最大粒径を知る。

(2)最低河床の位置から偏流のしかたと推定する。

(3)形状比較から、洗掘、堆積順序の推定。

(4)断面上の最大粒径の移動の有無から掃流力の検証等。

(日光砂防)

河床変動測量について

1. 各事務所の意見

北陸地方建設局

① 立山砂防工事事務所

- ・河床変動の大きいところは、徹底的に実施すべき。
- ・電算機の利用によるデータ整理、保存(各横断測線等を座標で入力しておく)
- ・河道のみを大縮尺で定期的に撮影、保存しておく、必要なときには空中縦横断測量で再理する。

② 湯沢砂防工事事務所

- ・測点間隔と河川特性から考慮して500～1000m間隔でもよいのではないか。
- ・河床変動は計画日雨量(近地点雨量)の50%(仮定)以上のときのみ実施し、方法は1/250程度の平面図を作しておく、出水後新たに作成のうえ、任意区間における河床変動量把握できるようにしておく。

③ 金沢工事事務所

- ・測量の年間隔は、2～3年で良い。
- ・横断方向の測量範囲を河床部のみとし、平均河床的な取り扱いとする。

④ 黒部工事事務所

- ・各支流に代表測線を設定しておく、その測線において大きく変動している場合には支流全体を実施する。
- ・現在ある河床変動データと色々測線間隔を変えて解析し、その支流の河床変動特性を表せる最も大きな測線間隔とする。
- ・最低でも代表的な支流については、経年的に測量を実施し、詳細なデータの蓄積を計っておく。

⑤ 飯豊山系砂防工事事務所

- ・横断間隔は、流路幅程度とし、横断測量はハンドレベル程度で良い。

⑥ 松本砂防工事事務所

- ・河幅の狭いところは、河床にペイントをしておき、消えたところについてのみ、測量を実施したらどうか。
- (支流の測線本数の20%くらいを目安とする。)

⑦ 神通川水糸砂防工事事務所

- ・河床変動測量の成果の活用方法について充分検討したのち、検討結果に基づく合理的な測量であるべきではないか。
- (単に方法論とか金額で抑制されるものではないのでは?)

「河床変動測量」について

中部地方建設局

○河床変動測量の効率化について、問題となるのは予算との関係であるが、省略出来るものと出来ないものを踏まえて考えた時、小規模河川（溪流）については次のような方法が考えられる。

- (1) 大きな洪水があった時には、縦、横断測量ともに必要であるが、洪水が無い場合には
 - i) 縦断測量のみを実施する。尚この場合も、流域の荒廃状況、将来調査も考慮の上測量箇所を選定する。
 - ii) 全流域について毎斗実施するのではなく、毎斗かで流域を一回りするような計画とする。
 - iii) 横断測量を実施する際に、測量巾を狭く（例えば低水、平水程度に相当する断面）して実施する。
- (2) 横断測量を実施する際、洪水の大きさに応じて測量のピッチを変える。（例えば20mピッチが荒ば入、であれば40mピッチ等に変える）
- (3) 横断測量を実施する際、従来直接水準で行なっていたのをスタジア測量に切り変える。
- (4) 空中写真の撮影のみを行なうにおいて、必要に応じて図化する。

ただし、(3)、(4)については大河川（平水位が高く縦断測量等作業が困難な場合）についても同様に考えられる。

グループ討論「河床変動測量」用資料

近畿地方建設局

1. 河床変動測量の効率化についてのアイデア・意見

- (1) 現地測量を主体とする場合には、洪水のない斗の横断測量巾は平常時の流水巾程度とするなど測量の敷量を必要最低限まで減少させて経費を節約する。但しどこまで必要最低限かを定めるのに問題が残る。
- (2) 測量結果のまとめ方、整理方法についても改良を行う。例えば測線付近の現場の写真と毎回撮影しておき、河床の変動に関する情報と増加し理解の手助けとする。また成果の利用目的とし、かりと把握しておき、目的に応じ大数量解析を行う。
- (3) 現地測量によると経費がかかり過ぎ、また大洪水後においては迅速が現地測量を行うことは困難であるので、ヘリコプターによる（斜め）空中写真の利用を考える。精度上の問題は撮影縮尺を大きく（ $1/3,000$ 程度）することと、正常時から河道付近の標定点設置、測量を実施しておくことで対処する。但し、河床に樹木等が繁っている場合には精度上の問題があるので現地補測等を実施する。また河床変動がわずかな場合には空期的な写真撮影のみを行い、必要に応じて図化を実施することと経費の節約を計る。

- ・縦断方向のみの測量では、河床の相対的な判断しかできないのでは。
- ・測量年間隔については、5年に一回の程度でもよいと思うが、河床変動が著しいと判断される場合は従来どおりでもよいのではないか。

地 建 総 括

事務所意見をふまえて検討してみると、河床変動測量には多額の費用を要しているのが実態であり、その費用により他の調査が圧迫されているのも事実である。

本来、河床変動調査とはその河床の特性を把握し、砂防施設計画の用立てるための重要な基礎的調査の一つであると考ええる。

しかるに、砂防で河床変動成果をどのような時にどのような形で活用するのかを見極めて、今後取り組む必要がある。

決して無駄ではないが、利用されているとは、現在言い難い。

実施時期及び間隔は、松本、黒部が提案している管理河床を設ける方法でも充分であると考えられるし、又、方法については空中縦横断測量と積極的に活用することも良いのではないかと考える。

河床変動測量について

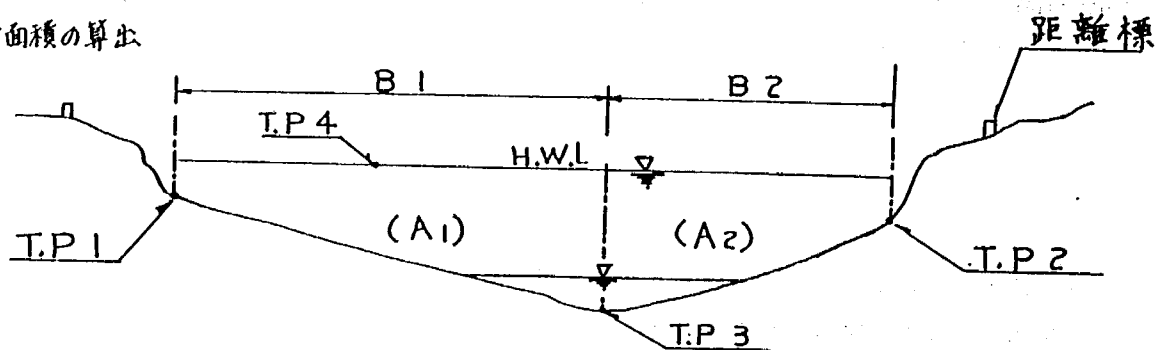
中国地方建設局

1. 河床変動測量は現在、縦横断測量を出水後に行っている。
2. 縦断測量のみを実施した場合には予算的には効率化されるが、河床変動量の把握は定性的なものとなり、定量的に把握するためには横断測量を合わせて実施する必要がある。
3. 河床変動測量を効率化する方法として次の方法が考えられる。
 - (1) 概往観測資料により、土石流発生時の雨量を把握する。
 - (2) 土石流発生時の雨量以上の降雨があった場合に、出水後に縦横断測量を行えば、測量回数が減少し効率化される。

河床変動測量について (簡易法)

四国地方建設局

1. 断面面積の算出



$$A_1 = \{(T.P. 4 - T.P. 3) + (T.P. 4 - T.P. 1)\} \times \frac{B_1}{2} \quad (\text{台形面積})$$

$$A_2 = \{(T.P. 4 - T.P. 3) + (T.P. 4 - T.P. 2)\} \times \frac{B_2}{2} \quad (\quad // \quad)$$

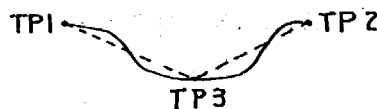
$$A = A_1 + A_2$$

1) 測点については、T.P. 3 (最深河床) の縦断測量およびT.P. 2 (最深河床) の横断的な位置を測定する。

2) T.P. 1, T.P. 2については、変化があったときのみ測量を実施する。

2. 検証結果

A1, A2を台形として算出することとなるので、河床の形状が直線にどの程度近いかによって精度は異なる。



簡易法による経費及び堆積量の実例比較結果を以下の(1), (2)に示す。その結果、経費が安くなるにもかかわらず、堆積量の精度には大きな問題はないと思われる。

(1) 経費の比較 (559単位)

横断測量 : 直接費で約3,000千円 (17.5 Km, 100mピッチ)

縦断測量 : 62.3千円/Km × 17.5 Km ≒ 1,090千円 (路線)

差 額 : 3,000千円 - 1,090千円 = 1,910千円 (間接費) 1,910千円 × 1.56 = 3,000千円

Km当り差額 : 3,000千円 ÷ 17.5 Km = 170千円/Km 安くなる。

(2) 堆積量比較計算

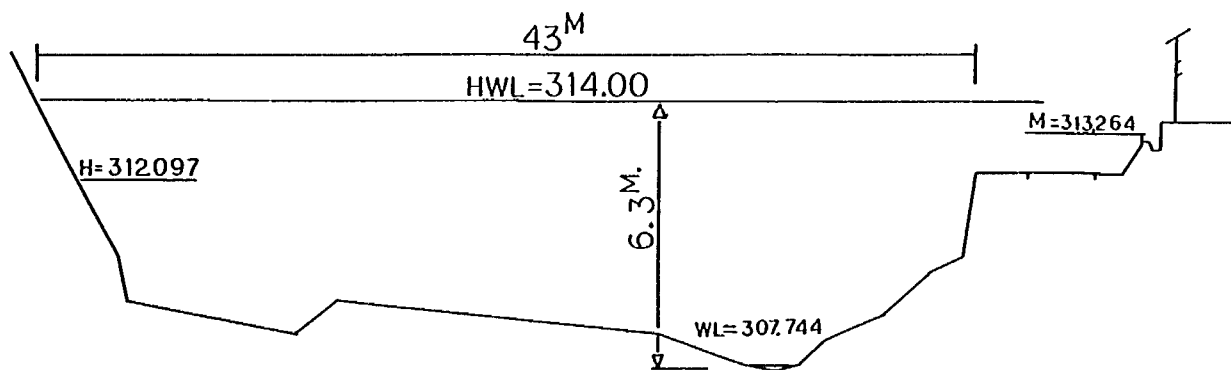
上図に示す簡易法で計算した場合と、実測横断測量断面図をプランニメーターにより求積した場合と比較すると下記のとおりであった。

重信川流域 本谷川

・ケース1 $K 900 \sim 3 K 800 \quad L = 0.9 \text{ km}$
 実測横断測量 108.655 m^3
 簡易法 108.715 m^3] 差 $60 \text{ m}^3 (0.1\%)$

・ケース2 $5 K 100 \sim 6 K 200 \quad L = 1.1 \text{ km}$
 実測横断測量 149.950 m^3
 簡易法 144.552 m^3]

(本谷川計算区間の代表断面)



1. The first part of the paper is devoted to the study of the properties of the function $f(x)$ defined by the equation

$$f(x) = \int_0^x \frac{1}{1+t^2} dt$$

$$f(x) = \arctan x$$

$$f(x) = \arctan x$$

$$f(x) = \arctan x$$

$$f(x) = \arctan x$$

$$f(x) = \arctan x$$

$$f(x) = \arctan x$$

$$f(x) = \arctan x$$



7. 閉会の挨拶

土木研究所砂防研究室長 矢澤 昭夫

昨日、今日と熱心なご討議ご苦勞様でした。私もちょうどこの会議の始まる前年度まで地建の専門官をやっておりましたが、専門官のポストを離れた年からこの会議が始まったということで、今回はじめて会議に参加させていただきまして、非常に有意義な事をやっていると感じました。特に砂防の調査の仕事というのは、それぞれ地建に帰られて河川調査担当者の中で話をする場合、その河川の砂防計画上の問題点を皆さんがいろいろ一生懸命考えておられても各地建ごとではなかなか議論ができない状態だろうと思います。その意味でも、こういう会議を叩き台にして、また地建に戻られて砂防の調査担当者会議などそういう機会を積極的に活用して意見交換をやっていただければ、よりいっそう効果がでると思います。またこの種の会議では、それぞれの問題点について色々発散した議論がなされているだろうと思います。逆に、その発散した議論の中で問題点のヒントを得て「ああそういう考え方、あるいは問題があるのか」というような事で帰られて検討していただければそれなりの効果があるというように考えております。ちなみに第6回砂防調査の成果活用に関する会議資料の中に最初の資料の一番最後のページから2枚目に、60年度の土木研究所の砂防研究室で行っております調査項目を掲載してありますので、そのことについて会后各事務所へ照会あるいは作業等を依頼することがあるかと思いますが、よろしくお願いします。また、現在砂防事業実施上あるいは研究上問題になっていることを御理解いただきたいと思います。

砂防の調査は大きく分けて2つに分かれるのではないかと思います。まず一点は、計画を立てるための調査、それからもう1点は個々の場所での工法を選定するための調査です。砂防調査で、特に土木研究所のような所が行えるものは、個々の場所での工法検討あるいは、直接土砂害の範囲を実験的に検討することが限界でございまして、基本的な砂防計画を立てるための土砂量の把握などは、現場で正確に目的をもって決めていかないと、なかなかまとまったものがないというように考えています。それから各事務所、地建でたぶん次のようなことが問題になっているのではないかと思います。各事務所の現場の状況によっては、計画論の作成が楽な所から難しい所と様々です。現在までに、ある程度直接土砂害の区域について計画論的なものが相当な範囲で進んでおり、それを適用して行える事務所では、調査もしやすいということで、それを使つての計画は非常にスムーズにいつていると思います。また、調査の結果を地元に対する説明あるいは、上部団体に対する説明に役立てることができ楽な形で計画論がなされているだろうと思います。次に中間的に、大きな河川を対象にしております場合、それを上流域と下流域に分けて、あるいは、中流域にも分かれるという形で、ある区域までの説明をすれば、計画が実施可能になる場所が2番目に難しい場所だろうと思います。それからもう1つは、さらに海までの水系砂防というものの計画を求められている所があるのではないかと思います。その様な事務所では、これまでは土砂量を中心とした追跡によって砂防効果を説明していましたが、この方法では、現実を調べれば調べる程明解に説明できないという様な状態に陥いつているのではないかと思います。一番難かしいと言えます。そのためにも色々

災害調査とか、過去の地形の変化とか、砂防施設の効果を調べる事によって、できるだけ現実に合った水系砂防の計画を作らなければいけないのではないかと思います。今までにも過去の諸先輩方がいろいろ苦勞してやろうとしても十分にはできなかった事ですが、砂防施設の効果調査あるいは、災害調査を追跡し、ある仮定を置けば砂防事業の効果を明確に説明できるというような情報をこの会議などで提供し合いながらやっていたら可能になると思いますし会議も非常に実りあるものに発展していこうと思います。その点今後ともよろしく願います。昨日、今日どうも御苦勞様でした。

8. 第6回砂防調査の成果活用に関する会議参加者名簿

地 建 名	事 務 所 名	官 職	氏 名
建 設 本 省	河川局砂防課	課 長 補 佐	近 藤 浩 一
		係 長	山 下 勝
		技 官	五十嵐 弘 和
	傾斜地保全課	係 長	大 西 満 延
		技 官	高 橋 博 己
北 海 道 開 発 局	河 川 計 画 課	計 画 第 三 係 長	吉 井 厚 志
東 北 地 方 建 設 局	河 川 計 画 課	建 設 専 門 官	志 田 武 司
		技 官	三 原 金 吾
	新 庄 工 事 事 務 所	調 査 課 長	星 野 和 彦
		技 官	佐 藤 信 男
		〃	加 藤 順 一
		〃	長 坂 剛
	福 島 工 事 事 務 所	洪 水 予 報 係 長	米 沢 谷 誠 悦
		技 官	横 山 喜 代 太
	岩 手 工 事 事 務 所	洪 水 予 報 課 長	鈴 木 興 道
		計 画 係 長	大 類 正 法
関 東 地 方 建 設 局	河 川 計 画 課	建 設 専 門 官	杉 浦 信 男
		計 画 第 二 係 長	川 口 信 幸
		技 官	湊 隆
	利 根 川 水 系 砂 防 工 事 事 務 所	調 査 課 長	小 板 橋 芳 司
		調 査 係 長	田 中 良 寿
		技 官	小 林 建 吾
		運 転 手	
	富 士 川 砂 防 工 事 事 務 所	調 査 課 長	森 山 裕 二
		調 査 係 長	芹 沢 恒 弘
		技 官	下 田 孝 徳
		運 転 手	
	日 光 砂 防 工 事 事 務 所	調 査 係 長	高 山 稔
		技 官	小 島 隆

地 建 名	事 務 所 名	官 職	氏 名
関東地方建設局	日光砂防工事 事務所	技 官	酒 谷 幸 彦
		運 転 手	
	渡良瀬川工事 事務所	調 査 係 長	金 田 正 則
		技 官	山 口 勝 己
北陸地方建設局	河 川 計 画 課	調 査 第 二 係 長	青 木 義 男
		技 官	塚 田 誠 一
	立山砂防工事 事務所	調 査 課 長	西 本 晴 男
		調 査 係 長	中 田 定 男
		技 官	保 要 牧 央
	湯沢砂防工事 事務所	調 査 課 長	田 畑 邦 雄
		調 査 係 長	白 石 吉 信
	神通川水系砂防 工事事務所	調 査 課 長	村 岡 俊 丸
		調 査 係 長	佐 藤 義 晴
		技 官	福 井 義 隆
	松本砂防工事 事務所	調 査 課 長	宮 越 英 紀
		調 査 係 長	広 瀬 俊 博
		技 官	渡 瀬 智 保
	金沢工事事務所	調 査 第 一 課 長	羽 原 伸
		河 川 調 査 係 長	細 川 和 作
		技 官	中 山 信 一
	黒部工事事務所	調 査 係 長	馬 場 和 夫
	飯豊山系砂防工事 事務所	調 査 課 長	野 田 猛
		調 査 係 長	佐々木 重 義
中部地方建設局	河 川 計 画 課	建 設 専 門 官	南 哲 行
		調 査 第 一 係 長	村 上 由 高
		技 官	山 本 幸 泰
	天竜川上流工事 事務所	調 査 課 長	井良沢 道 也
		技 官	藤 沢 和 範
	静岡河川工事 事務所	技 官	高 橋 正 行

地 建 名	事 務 所 名	官 職	氏 名
中部地方建設局	多治見工事 事務所	砂 防 調 査 課 長	秦 耕 二
		専 門 官	水 野 正 和
	沼津工事事務所	設 計 係 長	吉 岡 善 則
		技 官	鈴 木 聡
	越美山系砂防 工事事務所	工 務 課 長	浅 井 千 秋
		技 官	三 浦 彰 夫
	富士砂防工事 事務所	調 査 課 長	石 沢 博
		調 査 係 長	西 山 幸 治
		技 官	岡 村 和 久
近畿地方建設局	河 川 計 画 課	建 設 専 門 官	石 川 芳 治
		総 土 対 策 係 長	後 藤 宏 二
	六甲砂防工事 事務所	建 設 専 門 官	蒲 正 之
		計 画 係 長	青 木 幹 雄
	琵琶湖工事 事務所	設 計 係 長	水 池 良 春
	木津川上流工事 事務所	計 画 係 長	村 瀬 靖 典
	福井工事事務所	砂 防 係 長	村 田 行 雄
中国地方建設局	河 川 計 画 課	建 設 専 門 官	速 水 正 辰
	倉吉工事事務所	調 査 第 二 係 長	中 村 正 俊
四国地方建設局	河 川 計 画 課	建 設 専 門 官	中 野 泰 雄
	吉野川砂防工事 事務所	調 査 課 長	網 木 亮 介
	松山工事事務所	技 官	西 森 弘
九州地方建設局	河 川 計 画 課	建 設 専 門 官	増 元 四 郎
		調 査 第 二 係 長	財 津 寿 比 古
		技 官	永 江 純 一 郎
	川辺川工事 事務所	工 務 第 二 課 調 査 係 長	山 元 利 廣
	宮崎工事事務所	技 官	高 野 泰 則
	大隅工事事務所	砂 防 調 査 係 長	花 岡 正 明
		技 官	石 田 隆 二
沖縄総合事務局	河 川 部 河 川 課	調 査 係 長	長谷川 修

地 建 名	事 務 所 名	官 職	氏 名
林 業 試 験 場	治山第二研究室	主 任 研 究 官	堀 江 保 夫
砂防・地すべり 技術センター		技 術 課 長	浅 川 信 雄
土 木 研 究 所	砂 防 部	部 長	藤 田 寿 雄
	砂 防 研 究 室	室 長	矢 澤 昭 夫
		主 任 研 究 員	阿 部 宗 平
		〃	水 山 高 久
		研 究 員	原 義 文
		部 外 研 究 員	森 田 昭 宏
		〃	藤 田 昇
		技 官	下 東 久 巳
		〃	鈴 木 浩 之
		〃	大 場 章
		〃	鴨志田 加代子
		〃	福 本 晃 久
	地すべり研究室	室 長	中 村 浩 之
		研 究 員	久保田 哲 也
		〃	石 黒 互
		部 外 研 究 員	土 屋 智
		〃	田 辺 政 貴
		技 官	吉 田 克 美
		〃	中 嶋 茂
	急傾斜地崩壊 研究室	室 長	浅 井 涌太郎
		主 任 研 究 員	本 田 孝 夫
		研 究 員	仲 野 公 章
		部 外 研 究 員	中 西 宏
		〃	千 葉 淳
		技 官	右 近 則 男
		〃	工 藤 賢 二
		〃	大 浦 二 郎

第6回砂防調査の成果活用に関する会議議事録

ISSN 0386-5878
土研資料第2272号
昭和61年2月(1986)

矢原 昭夫
大 澤 義文
場 義章

要 旨

昭和60年4月25日～26日に開催された全国砂防関係技術者による「砂防調査の成果活用に関する会議」の内容を取りまとめたものである。

会議は、昭和59年度に行われた代表的な砂防調査の成果報告を行うとともに、「山腹工」、「鋼製砂防施設」、「総合土石流対策」、「災害調査」、「地すべり地形」というテーマを取り上げ、的をしぼった討論を行った。テーマについてはグループに分かれて討論を行い、各事務所から実例の報告や現在抱えている問題の提示があり、より具体的な討論内容となっている。

キーワード：砂防調査、山腹工、鋼製砂防施設、総合土石流対策、災害調査、地すべり地形

郵便はがき

305-□□

40円切手
を貼る
下は
さい

建設省土木研究所

砂防研究室 行

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第 2272 号(第 6 回砂防
調査の成果活用に関する会議議事録)

土木研究所資料第 2272 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印



土木研究所資料第 2272 号(第 6 回砂防
調査の成果活用に関する会議議事録)