

I S S N 0386—5878

土 研 資 料 第1616号

土 木 研 究 所 資 料

砂防調査の成果活用に関する会議議事録

昭和55年10月

建設省土木研究所

砂 防 研 究 室

Copyright © 55年度 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 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、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

ま え が き

標題の「砂防調査の成果の活用に関する会議」は、完成間もない筑波研究学園都市の土木研究所と科学技術庁研究交流センターで行なわれました。これは砂防調査に関する全国的な打合せとしては初めてのケースであったが参加者全員の熱心な討議が実って有意義な三日間であったと思います。この会の開催にあたっては建設本省ならびに各地建、工事々務所の方々の御協力を得ました。報告書を編むにあたって感謝いたします。さて、神の業ともいえる山崩れや土石流の流出等の現象、ならびにそれらにともなって発生する災害を、さまざまな営力条件を含めて論理的にしかも一般化して説明するというのは、永らく経験則でとおしてきたわれわれにとっては大へんむずかしいことであります。十分な経験をつむには充分な時間と場所が得られなくてはならないし、経験を深めるためには目のつけどころを探し出さなくてはならないからです。

世の中の動きも人の動きもはげしく、巾が大きく、やることが分化してしまった現在では、このような腰のすえ方はムダとか悠長なこととして排除されるようになったのではないかと思います。

幸い水文学や水理学、地形学等の進歩により、また災害のつど失われてきた尊い人命の犠牲と現場の砂防技術者の努力のうえに、科学的な目のつけどころが次第に明確になり、災害を解析してもまだ一部ではあるが科学的に説明がつけられるようになり、ひいては模型実験や現地で再現されようとするところにまで至ったといえます。

しかし、調査の基本は不変であり、最新式の機械や測定技術にしても所詮は人間の目と手足の代用品でしかない。何を見るか？、何を測るか？、データーをどう解析するか？、どのように応用するか？……等々の一連のすじ道と手続は不変であると思われます。現場で正しく問題が認識され、合理的に測られ、正しく解釈されて一般化されるための努力をより重ねていくしかないのだというのがこの会議のねらいであったわけです。そして、砂防調査を担当している建設省の技術者がその成果を身につけるとともに、実力をたくわえて方向をしっかりとつかんで砂防調査を自信をもって続けていけるように協力していくのも大切なことと考えます。関係各位の御協力、御鞭撻をお願いするしだいです。

また末筆ながら会議の議事録をテーブルコードから文章化する難しい仕事をやりとげ、報告書とした土木研究所砂防研究室の伊巻技官、会議の会場の設営議事進行を担当した砂防研究室の諸氏に感謝いたします。

昭和 55 年 10 月

砂防部砂防研究室

室 長 渡 辺 正 幸

砂防調査の成果活用に関する会議

目 次

ま え が き

1. 会 議 日 程 表	1
2. 開 会 の 辞	2
3. 話 題 提 供	3
4. 分 科 会 報 告	4
5. 全 体 討 議	18
6. 総 括	26
7. 閉 会 の 辞	27
8. 参 考 資 料	29
9. 参 加 者 名 簿	74

1. 会議日程表

時 昭和55年5月21日(水)~23日(金)
場 所 建設省土木研究所
科学技術庁研究交流センター

5月21日(水)

13:20 実施要領説明
14:00 土木研究所概要説明
14:30 土木研究所砂防部紹介
15:00 土木研究所施設案内
17:00 終 了

5月22日(木)

9:00 開会の辞
9:10 話題提供(I)
12:05 昼 食
13:00 話題提供(II)
14:35 分科会討議
17:00 終 了

5月23日(金)

9:00 分科会報告
10:30 全体討議
11:30 総 括
12:00 閉 会
12:30 昼食後解散

2. 開 会 の 辞

土木研究所砂防部長 吉 岡 良 朗

全国から砂防調査の実務担当者の皆様にお集まりいただき、新装間もない筑波で、打合せ会を開催するにあたり、土木研究所を代表して歓迎の御挨拶をさせていただきます。砂防事業は予算の伸びも著しく、技術の進歩も目をみはるものがありますが、世の中の変貌も激しく土砂害に対する備えも決して手をぬけないといった現状であります。一方社会の変化を見てみますと、以前は人々の生活と流域の諸条件との関連が密接で、それだけに人々は川の性質をよく知り、そして建設省の技術者もよく現場を歩くことにより、土砂害防止のための合意形成が住民一体のかたちをとって行われてきたといえます。ところが最近はこの点について状況が一変し、われわれが土砂害の予測、防止のための全てについて負託されかねない状況であります。自然の摂理そのものを相手にするわれわれの仕事として考えても、これは誠に厳しいものがあります。どういう理由で、どれだけの砂防事業を、どれほどの持ち時間で実施するかということの説明を求められるわけです。いうまでもなく、われわれは、以前からこのために、砂防調査をやってきたわけですが、よりいっそう効率よく、そして重複しない課題設定をして継続することが望まれます。また調査の成果とその利用の方法についても、それらを一部のあるいは一地方のみのものとせず、ローカリティを認識したうえで手法とともにできるだけ広く知らせ、あるいは一般化することが望まれます。そのためにはどうしてその調査を始めることとなったかといういきさつ、調査手法、データー、データーのとりまとめと解釈、結論の導き方、応用の仕方、フィードバックの仕方等について共通の認識をもつことがぜひ必要です。このような明確な方針を欠いたやり方は、調査の意味を失なわせ、その成果は膨大な紙屑となります。このように考えていきますと調査担当者の責任は誠に重大であり、ここにお集まりいただいた担当者の皆さんの熱心な討議を期待するものであります。

また、残された問題や新しく浮び上がった問題については現場に持帰って考えたうえまた持寄って話合うといったこの場の継続が望まれます。最後になりましたが、このような国際会議場をふくむすばらしい会場をお借りいただいた科学技術庁筑波研究交流センターの川本所長に心から感謝申し上げます。

3. 話 題 提 供

本章は、本会議における話題提供の題目、話題提供者を下記のとおり列記した。なお、その内容は第7章参考資料に記載したとおりである。

(1) 砂防事業の効果評価手法

砂防事業の評価について

— 最上川水系立谷沢川を例として —

東北地建 新庄工事事務所

調査係長 牧 野 裕 至

(2) 格子型鋼製ダム等の計画と施工

北陸地建 神通川水系砂防工事々務所

調査課長 高 木 恒 夫

(3) 砂防事業と環境調査

鬼怒川上流域魚類生態影響調査

関東地建 日光砂防工事々務所

調査課長 高 橋 秀 夫

(4) 表面侵食量調査

田上山地土砂生産流出解析調査

近畿地建 琵琶湖工事々務所

設計係長 山 田 曙

(5) 流量・流砂量の観測

四国地建 河川計画課

調査第二係長 芦 田 義 則

(6) 土石流の観測と調査

九州地建 大隅工事々務所

計画係長 戸 次 真 一

北陸地建 松本砂防工事々務所

調査課長 岡 本 正 男

4. 分 科 会 報 告

本報告は、前章の提供話題6 題目について分科会の議題として討論した結果を分科会司会者がまとめたものである。なお、話題提供番号と分科会番号は対応している。

(1) 砂防事業の効果評価手法について

四国地建 吉野川砂防工事々務所

調査課長 近 藤 浩 一

砂防事業の効果評価手法について東北地建新庄工事々務所の立谷沢川をモデル流域とした砂防事業の経済的評価が紹介された。その内容は、保全的效果、高度化効果、地域乗数効果（所得、雇用）の経済的評価を試みたものである。

当分科会では、砂防事業の効果について今後どのように評価していくべきかを討論した。これは砂防事業だけの問題ではなく公共事業全体に係るものであり、大変難しい課題であるので討議の全体的傾向を要約してみた。

評価の前提として、公共事業は不特定多数の受益者に対する公共財の提供であり、国家的社会資本の形成である。

砂防事業は山地国日本の宿命として過去営々と進められてきた根幹をなす事業として位置付けられる。その砂防事業も今までは災害復旧的な色彩が強い形で進められてきた。

しかし近年、国土の急速な開発、土地の高度利用、環境対応、住民意識の高揚など社会の変化に伴ない砂防事業も多面的になりつつある。

こうした時期に、治水上砂防、河川施設と一体となった砂防として本来の Benefit（保全便益）について、カウントしなす必要がありその際、他の公共事業の経済効果評価方法も参考としてはという意見が出た。

次にその本筋だけでなく従来から定性的に言われている高度化便益について定性的なものではなく定量的に把握し位置付しておく必要が大いにあるという意見となった。

高度化便益とは、砂防事業が実施されることに起因して受益地において社会経済活動が増大する利益であり、生産、所得、雇用増出効果や土地の高度利用による効果等が考えられる。

そうした社会経済効果について今後いくつかの地域で定量的把握の方法とその効果量について調査し特殊解を積み上げ一般解を求めていくべきであり、土砂害に対する保全効果に社会評価を加味し、長期的計画の中に投資配分、重点方針、優先度等に反映させてはという意見となった。

今回報告された立谷沢川モデル流域の高度化便益では、砂防工事により、新たに造り出される生活基盤を予測し、また事業の投資による地域内の生産、所得、雇用の増出を推定している。

最近こうした公共事業の波及効果について経済分析がされつつあり神奈川県、山口県などでも実施されており、砂防事業に於いても吉野川の過疎山村地域でも同様の計量分析が試みられている。

公共事業にはその目的と進め方があり、進め方のチャートとなるような社会経済効果評価を考えていくべきである。

(2) 鋼製ダムの計画について

中部地建 河川計画課

専門官 宮本 登

討論された内容は、「鋼製ダム」の設計段階での問題から、施工、製作、維持、管理の分野に及び、主として、現在、砂防ダムの代表的な構造として、そのほとんどの現場に採用されている重力式砂防ダムとの効用を比較するという形で議論が進んだ。勿論、鋼製ダムには「重力式砂防ダム」では考えられない様な特殊な機能を期待する場合もあるが、鋼製ダムの施工例が少ない事、あるいは、鋼製ダムの施工後、その機能を追跡調査して資料としてとりまとめた事例があまり無い事等「重力式砂防ダム」との比較をしようにも、鋼製ダムに関する実績データがあまりに少ないため、大部分は模型実験による効果をその機能として仮定せざるを得ない状況である。

しかし「鋼製ダム」の中の限られた型式ではあるが、施工完成後、それなりの機能を果たした「鋼製ダム」の実例も幾例が議論をしてゆく中で紹介され、貴重な意見として討論に反映された。

現在、計画中あるいは施工済のものを含め、「鋼製ダム」が、土石流地域に計画した場合、外力としての土石流を 20 ton/m^2 として設計している事例が多く見うけられる。

土石流を外力としてどれ程の数値を構造物の設計上、見込むべきか、未だ議論がまとまっていない現段階では、「重力式タイプダム」と比較して不経済ではない。どの結論を考慮しても当面 20 ton/m^2 は妥当な数値であるという結論に達した。

鋼製ダムを積極的に採用していくべきか否かは、設置した鋼製ダムの機能の追跡調査を行ない、その成果をいかに有効にとりまとめ解析するかにかかっており、今後の観察に大きな期待をかけるものである。

以下は設計、施工（製作）、維持管理に分離して、当日の議論を整理したものである。（利点）（欠点）として分類しきれない項目も数多くあるが、区分しきれない場合は（特徴）として整理したので御了解願いたい。

i) 設計について

a) 利 点

- ① 上流から供給される土砂礫を分級してダム下流に対する流出形態を緩和させ、衝撃力を減少させる。
- ② 鋼製部材の組み合わせにより、種々の粒径調整が可能である。

b) 欠 点

- ① 全体構造は、鋼部材のみでなく、鋼部材へ働く外力を伝達するコンクリート（盛立て）部との合併構造物となっているため、鋼部材とコンクリート（盛立て）部との接続点が構造上の弱点

となる。

② 設計の基本的な考え方が確立されておらず、特に外力をどの様に設定するか、早急に検討を必要としている。

③ 腐蝕しるを見込む等特別の考慮が必要である。(特に河川水が酸性を示す場合は計画は不可)

c) 特 徴

① ダム壁面全体から土砂が流出する。

② ごく低いダムを除いて、ダム袖部(地山への嵌入部)および水叩き部は、流水・土砂の衝突・移動による浸食を防止する必要があるため、コンクリートあるいは盛立て材料を利用した形式にならざるを得ず、鋼部材のみの構造は困難である。

③ 設計上、温度応力を考慮する必要がある。

④ 粒径を分級して大粒径を堆砂池内に貯砂させるとの機能に期待して計画する場合が多いため、その設置位置が、溪流の上流に計画される事が多い。

d) 課 題

シリーズとしての砂防施設の中に、鋼製ダムをどの様に位置付けるかの検討が急がれる。

ii) 施工・製作について

a) 利 点

① 鋼部材の工場製作が可能であるため、良好な品質管理が可能である。

② 鋼部材の工場製作が可能であるため、現地コンクリート(盛立て)打設工事と併行作業が可能で、全体工期が短縮できる。

③ 工事中の仮排水路の設置が不要である。

b) 欠 点

① 鋼部材は各現場毎の条件に応じた特注品とならざるを得ず汎用性に欠ける。

c) 特 徴

① コンクリート堰堤と比べ、必らずしも安価とはならない。

② 鋼部材とコンクリート(盛立て)材との合併構造であるため、コンクリート(盛立て)材による施工に伴う施工管理が不要になる訳ではなく、工事用道路仮設もコンクリートダムと同一の施設を必要とする。

③ 上流(流水の衝突する側)と下流とで、鋼材の材質を使い分ける場合がある。

iii) 維持・管理について

a) 利 点

① ダムの機能(堆砂・調節機能)を復元させる事ができる。

② ダムの上下流で粒径を調節する機能を持たせる事ができる。

③ 型式によっては、部材の部分的な補修・交換が可能である。

b) 欠 点

- ① 鋼部材の局部的な損傷・破壊が、構造物全体の破壊に繋がる場合がある。
- ② 満砂後の水通し天端に相当する上端部材の摩耗対策が確立されていない。
- ③ 流木等が鋼部材間でひっかかり、管理上の問題となる場合がある。
- ④ 塗装・鋼部材の補修等コンクリートダムに比較すると維持に用する手間が多い。

3. 砂防事業と環境調査

中部地建 富士砂防工事々務所

調査課長 竹 村 具 美

i) は じ め に

砂防事業は、道路、港湾、空港等の建設、水資源や電力開発のためのダム建設等のように、経済効果を主に追求する事業と異なり、事業実施自体が自然環境の保全、回復につながるといった性格を持っている。

昭和53年7月、建設省は、建設省所管事業に係る環境影響評価に関する当面の処置方針を定め通知したが、砂防事業については、環境影響評価の対象事業からはずれている。

しかし、自然環境の保全に注意が払われるようになった昨今の社会状況下に於いては、砂防事業といえども環境問題は避けて通れない問題である。したがって、ここでは砂防事業と環境調査の問題について、分科会で討議した結果をとりまとめ述べてみたい。

ii) 砂防事業における環境調査の係り

砂防事業における環境調査の係り方は、大別すると次の二つに分けられる。

- ① 砂防事業の環境影響評価に役立てるための環境調査砂防事業は、さきに述べたように事業実施自体が、環境の保全や回復につながるとは言え、砂防事業全体を広くみわたしてみると、環境にかなりのインパクトを与える部分も見られる。

たとえば、砂防ダムの建設や山腹工事を行う場合多量の資材や人員を運ぶため工事用道路が必要となるが、この工事用道路の建設による環境への影響や、また砂防ダムの建設が河川魚の回遊や生態に影響を与える問題等である。このような砂防事業の実施に伴う負の効用をあらかじめ予測し、その対策の立案や事業実施の是非および代替案の総合評価に役立てるために行われる基礎調査としての環境調査をここに位置付ける。

- ② 適正な砂防工法選定に必要な環境調査

砂防事業の計画を立案する場合は各種代替案を設定し、これを総合評価することにより適正工法が選定される。

この場合、砂防事業を行う地域周辺の自然環境を正しく把握し、適正工法を選ぶことが必要となる。

たとえば山腹砂防工事の計画において植栽する樹木は工事地域周辺の自然環境を調査し、周辺環境とマッチし、かつ生育状況が良好なものが選ばれるのが普通である。

したがって、このような場合を適正砂防工法選定に必要な環境調査と言う。

iii) 環境調査の具体的事例

さきに述べた分類に従って分科会で討議された環境調査の具体的事例を述べたい。

a) 砂防事業の環境影響評価に役立てるための環境調査

この問題については、各事務所から

- ① 砂防ダム群の建設が河川魚の回遊や生態に与える影響と対策
- ② 砂防工事に必要な工事用道路の環境問題
- ③ 砂防ダム工事に伴ない発生する濁水の環境への影響と処理について
- ④ 砂防ダム建設に伴う溪岸山脚の崩壊問題

等が提起され活発な議論が行なわれた。以下その内容を順をおって紹介したい。

・ 砂防ダム群の建設が河川魚の回遊や生態に与える影響と対策

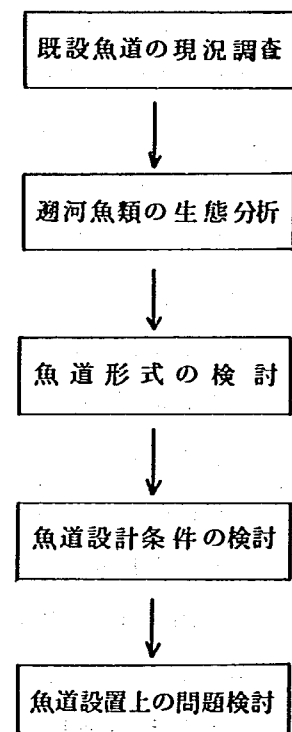
最近、溪流に砂防ダムが計画・施工されていることから河川の魚の回遊や生態に影響を与える場合がある。これは外からの要求といった形で顕在化する場合もあるし、計画立案者自身がこの問題に積極的に取り組んでいる場合もある。中部地建の沼津工事事務所では、狩野川流域においてかなり精度の高い調査を続けており、対象魚種はアユ、ウナギ、アマゴ等である。

調査は表-1のフローで進められており、まず中上流域においてすでに設置された77基におよぶ砂防ダム等魚道の構造、魚の遡上状況等を調査し、また既往の文献と合せて遡河魚類の生態を調べた。その結果、稚アユについては最適遊泳速度、限界流速、魚のジャンプ力等魚道設計に必要な基礎資料を収集した。このデータをもとにして魚道形式、魚道設計条件の検討を行っている。

魚道設置上の問題点としては、まず第一に維持管理の問題が上げられる。調査結果によると、既に設置された砂防ダムの魚道については、維持管理の不充分さに加え構造上の不充分さも重なり機能を十分に発揮していないものが多くあったことが指摘されており、当初設計への留意もさることながら維持管理の重要性が強調されている。

また第2としては、満砂の遅いダムにおける対策の必要性が上げられる。一般に魚道はダムが満砂した場合を想定し計画が立てられるため、未満砂で中間標高に水を貯留している状態では、魚道が機能をはたさないといった問題があり、暫定的な対応策を考えるべきことが指摘された。

表-1 調査フロー



また関東地建日光砂防工事事務所においても鬼怒川の川治ダム上流域で、イワナ、ヤマメ等の陸封された魚の生態を調べ、砂防ダム建設によりどのような影響をうけるかを検討している。また砂防ダム建設による負の効用を補うべく砂防設備の構造について各持の有益な提言を行っている。

以上のように砂防ダム建設に関連した河川魚への影響解析は個々の事例ではかなり突込んだ検討が行なわれているが、各地域毎の特殊性もあるため本省等においても、魚道設置対策を標準化する段階でないともいわれている。したがって各事務所においては、対象となる魚の種類や砂防ダムの特殊性を充分ふまえ、また過去の研究成果を生かしながらケースバイケースで計画を立案してゆく必要があること。さらに、事務所相互間等の情報交換を綿密に行って行く必要があるとの結論に達した。

- 砂防工事に必要な工事用道路の環境問題

最近の砂防工事においては、多量の資材、人員の輸送および建設機械の搬入のために工事用道路の建設が必須の条件となる。

この問題の具体的事例としては、関東地建の日光砂防工事事務所において、砂防ダム建設に必要な工事用道路を建設しようとしたところ、自然を守る会から“白やしお”（植物の一種）の生態に重大な影響を与えるので改善するよう申し入れがあり、工事用道路をやめ索道方式に切り替えたとの報告があった。

また、北陸地建の飯豊山系工事事務所からも同様に、砂防ダム建設に必要な工事用道路が国立公園内の優れた自然環境に影響を与えるとといった問題が、自然保護を重視する立場の人達から提起されているとの紹介があった。

また、富士砂防工事事務所においては、現在富士山大沢川の扇状地安定化のための工事を行っているが、大沢川砂防計画の第一の目的である。大沢崩れの拡大防止（源頭部対策）に、今後積極的に取り組まなくてはならない段階に入っている。

源頭部対策には、多量の建設資材、人員等が必要となり、輸送ルートの確保が重要な点である。一方大沢川源頭部は、富士・箱根国立公園に属し、また、文化財にも指定されているため厳しい環境上の制約をうけている。したがって、このような厳しい制約をのりこえて輸送ルートを確保し工事を推進してゆくためには、充分なる環境調査と事前評価を行って人々のコンセンサスを得る必要がある。以上述べた例は、砂防事業においても環境アセスメントを欠くことのできない好例と言えよう。

- 砂防ダム工事に伴ない発生する渇水の影響と処理問題

沼津工事事務所において狩野川に砂防ダムを計画しているが、ダムサイト下流にワサビ田が広範囲にひろがっており、この対流が重要な課題となっている。ワサビ田は、清浄な水が要求

されるため、砂防ダム建設によって発生する渇水の処理を如何にすべきか検討中であり、また、工事前後の状況を明らかにするため、現況の河川水質調査を実施中であるとの報告があった。

砂防ダム建設による渇水の発生と処理の問題は、今後各地で直面する問題であると考えられる。通常のダムの渇水処理については、渇水処理プラント、沈澱池等を設け、かなり大がかりに行うのが普通になっている。しかし砂防ダムの場合は渇水量そのものが少ないこと。また、渇水処理に向けられる費用も限られることからなかなか思うように渇水を処理できないのが実情であろう。したがって今後いかに安価にかつ効率よく渇水を処理するかを検討しなければならないと思われる。

- ・ 砂防ダム堆砂地周辺の溪岸、山脚の崩壊問題

砂防ダムの新設に伴って堆砂地周辺の溪岸、山脚が崩壊しやすくなる問題が、中部地建越美山系砂防工事事務所から提起された。この問題については、砂防ダム建設のマイナス面として、古くから因果関係、対応策が検討されており、砂防ダム新設に起因して溪岸、山脚崩壊が計画策定時点で予測される場合は、砂防施設として護岸工等を設置すべきであるとの結論を得た。

砂防事業自体が環境を保全し回復するために行なわれるとは言え、上記に述べたように事業実施によるマイナス面もかなりある。したがって砂防計画を立案する場合は、事業実施による負の効用をあらかじめ正しく把握し、その防止対策を立てるとともに、防止対策によりカバーできないマイナス面を十分考慮して事業実施の適否や計画代替案の選定を行う必要があるだろう。

また、国立公園内で砂防工事を行う場合は、環境面が重視される昨今、ある程度、景観工学の考え方をとり入れた砂防施設の設計や計画立案を行う必要があるとの結論を得た。

- b) 適正な砂防工法の選定に必要な環境調査

これは、中部地建の静岡河川工事事務所から紹介されたもので山腹植栽工等の適正工法選定において行なわれた基礎データ収集としての環境調査である。

山腹植栽工の工法を決定する流れは、一般に表-2のごとくであるが、このフローの中でまず最初に実施されるのが環境調査である。このような調査は各所において実施されているが、静岡河川工事事務所の場合は、安倍川の“大谷崩”の山腹植栽工の計画立案のために行なわれている調査である。

調査内容としては、植生調査、土壌調査、(物理性調査、化学性調査、根系調査、年輪測定等)である。

ただ、このような環境調査を実施する場合には、その目的、主眼をどこにおくかを明確に定めておかないと、調査範囲が広がり焦点がぼけるきらいがあるので、当初調査計画をしっかりと立ておく必要があるとの指摘もあった。

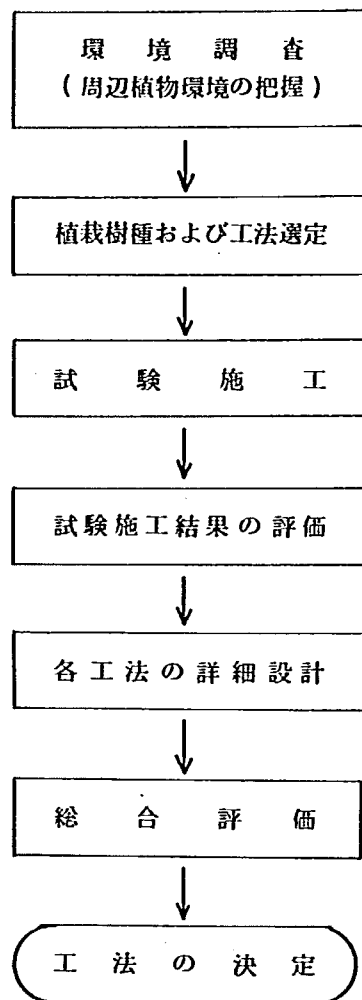
iii) ま と め

砂防事業に於いて、環境調査を行う目的は2つある。砂防事業においそ環境影響評価を行うことにより、事業の実施によって生じるマイナス面を正しく把握し、その防止対策を検討する一方、防止対策で対応できない部分を考慮しつつ、事業自体の適否や、代替案の総合評価を行うのが適切と考える。

また、適正砂防工法選定の為に基礎として行なわれる環境調査は、山腹植栽工法の選定の例にみられるものであるが、この場合は、調査の目的、主眼をしぼった効率の良い調査をすべてであるとの結論に達した。

最後に、この報告をとりまとめるにあたり、熱心に御討議いただいた分科会のメンバーである各地建の方々、また適切な助言をいただいた土木研究所、本省の方々に謝意を表すものである。

表-2 山腹植栽工法決定
フローチャート



(4) 表面侵食量調査

北陸地建 河川計画課

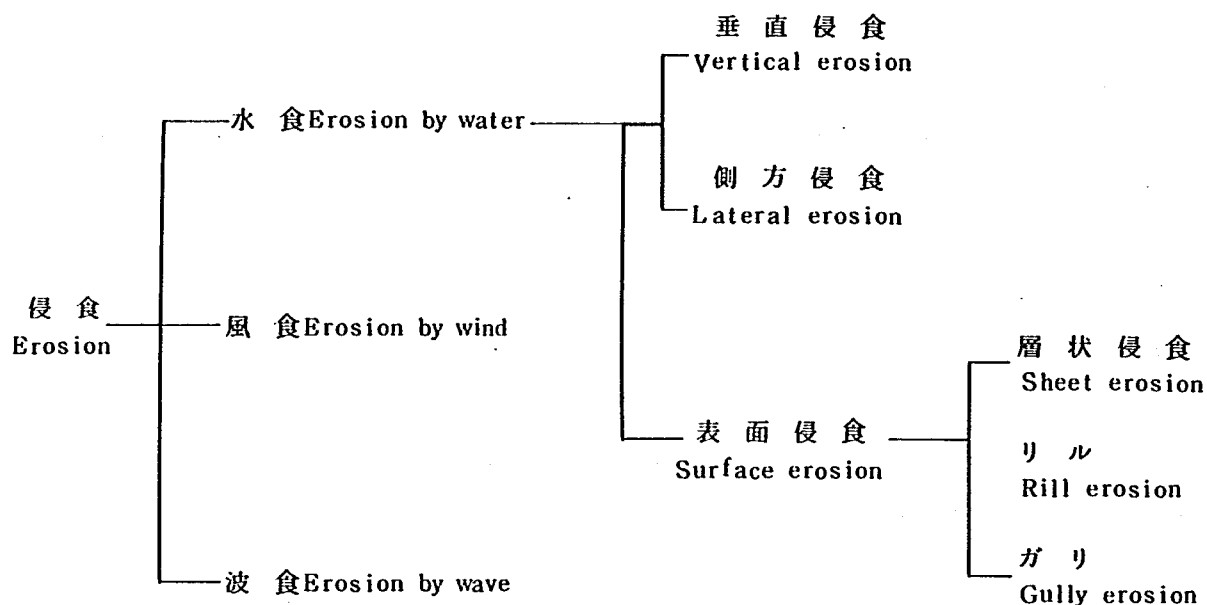
専門官 小林 英 昭

討論は、表面侵食の定義、表面侵食量調査の目的及び表面侵食量調査の手法と留意点の3つに大別して実施したが、本レポートは、内容の理解を助けるため実際の討論内容に若干の説明を加えた。

i) 表面侵食の定義

表面侵食量調査を議論するに当たり、議論の対象を明確にするため、定義について話し合いを行なった結論としては、この場では定義については深く吟味しないこととした。すなわち、通常いわゆる表面侵食は発生の過程にしたがって大きくはシートエロージョン (Sheet erosion)、リルエロージョン (Rill erosion) 及びガリエロージョン (Gully erosion) の3つに別けられるが、これらは相互に関連性があり、全く別の現象ではないので、これら3者を含めて広い意味で地表で起る侵食現象を取扱うこととした。したがって崩壊、地すべり、土石流、表面侵食というような大きな範ちゅうで分類される程度の認識で話を進めていくこととした。

以下、参考までに通常いわれている侵食の分類を示すが、これは人によって意見が異なることを付言しておきたい。



ii) 表面侵食調査の目的

調査の目的を認識することは、調査の意義・方法及び必要とするデータの精度等にも関係し重要なことである。したがって、表面侵食の実態を知る必要があるものについて、砂防を中心に一部他の分野にまで議論を広げた。以下その概要について述べる。

表面侵食は、崩壊、土石流等に比較してその現象が緩慢であるため、時には軽視されがちであるが、河川における流送土砂の源として長期にわたって溪床に不安定に堆積し、又河床の上昇をもたらし、豪雨時に土石流や洪水氾濫の一原因となる。また火山噴出物が厚く堆積している所では、侵食、特に下刻作用が激しく、その結果溪岸の崩落的侵食が著しく、土石流等土砂害の原因ともなっている。したがって現象の実態把握、生産土砂の抑制・調節計画及び施設の工法・規模の検討の基礎資料として侵食量の把握をすることは重要である。この他、山腹緑化計画においても植生導入と表面侵食との関係は密接であり、表面侵蝕の防止軽減は、その表土の安定性確保の面から重要である。

その他、砂防計画以外で表面侵食と関係があると思われるものについて意見が出された。その主なものとしては、ダム計画（貯水池計画）における計画堆砂量の推定、森林計画における造林・保育をはじめ水源のかん養、土砂流出・崩壊防備等の森林効果測定及び治山計画の資料、農業における耕地、牧草地、茶園及び果樹園等の表土流出防止計画、さらに、ニュータウン、工事団地、スキー場、ゴルフ場造成等大規模開発事業に起因して設ける防災沈砂池の計画等があげられた。

iii) 表面侵食量調査の手法と留意点

最後に、調査の手法と留意点について討論した。以下、概要について述べる。表面侵食量調査に限らず、すべての調査について言えることであるが、効果的調査を実施するために、目的によって調査手法、調査の範囲、調査期間（調査完了の判断）、期待する精度及び関連調査事項（水理・水文・気象・植生・地質・土質等）が異なるので、事前に十分検討しておく必要がある。

表面侵食量調査の主な手法と特徴は次のようである。

(a) 杭 打 法

杭を地面に設置して、その露出高を測定して、侵食量を把握しようとするものである。測定時、踏跡により、地表面が乱されるおそれがあること、面的把握が不十分であること等の欠点はあるが、比較的簡便で経済的であることから、一般に広く実施されてきた方法である。

(b) 縦横断測量による方法

調査区域に測線を設けて、高低測量により侵食量を求めるものである。広範囲にわたって比較的経済的に、かつある程度の面的な把握が容易であるが、踏跡による地表面への影響は避けられない。

(c) 地上立体写真測量による方法

調査区域あるいは、その周辺に標定点を設けて、地上から立体写真撮影をして、図化あるいは電算処理により侵食量を求めようとするものである。調査区域に測定員が入れないような地形のところでも測定が可能であり、特に急傾斜地の侵食、あるいは崖の崩落過程の調査には威力を発揮する。精度も撮影距離のとり方によっては十分期待でき、面的把握はもちろん、地表の変化を写真記録として残しておくことも可能である。難点としては、経費が高いことがあげられる。

iv) 堆砂池による方法

調査区域の下端に堰又は、トレンチを設けて、そこに流入堆積した土砂量により侵食量を求めようとするものである。調査区域の大きさ、あるいは、地形によっては、表面侵食以外の流出土砂も堰に流入するので区域の設定に当っては注意を要するが、量としての測定精度は期待できる。難点としては、堰又はトレンチの設置に経費がかさむこと、緩濬が必要となること。地表面の変化は別途調査しないと把握できないこと等があげられる。

(5) 流量・流砂量の観測

近畿地建 六甲砂防工事事務所

調査係長 蒲 正 之

本分科会のテーマは、流量、流砂量の観測であるが、現在実施中である直轄技術研究会（以下直技）のテーマそのものであるため、主として直技テーマに関する議論に終始した。なお、このテーマについては前日の話題提供の場で四国地建、吉野川砂防から大変まとまった事例報告があったが、一方分科会の各事務所は、各々に問題が、山積し苦労されているようであった。

分科会に於ける話しは、観測事例・観測体制事例の紹介と、調査上の問題点の討論という形で行なわれ以下その概要を報告する。

i) 事例の紹介

調査に関する事例の紹介が、中国地建・倉吉工事及び関東地建富士川砂防からあった。

倉吉工事々務所では既往データの欠如が多く解析等に支障をきたしていたため、新に観測体制の整備に着手、終えたところで既往最大の出水に遭遇し、観測に成功したと報告された。また富士川砂防工事々務所から調査計画の説明があり、満砂ダムの掘削等の試みも含まれ長期的視野にたった計画が提示された。調査がややもすれば、まとまりを欠き目的が不鮮明になる場合があることを考えればこうした計画は、基本的なだけに重要なことである。

ii) 問題点等

直技では各事務所が同一步調で系統的な調査観測に取り組むため地建あるいは事務所の事情等による数多くの問題が提出された。

(a) 観測上の問題

この問題について多くの指摘があり特に作業実施上の安全性が強調された。

出水の場合、夜間になる場合も多く現地に行くまでの危険性、観測作業の危険性が山地部河川だけに常につきまとっている。これは請負にしたところで回避しうる問題ではなく基本的な障害となっているようである。

また、観測対象が主として山間の砂防河川であるため、段波あるいは流れの首振り等のため、水文観測機器の設置場所あるいは観測方法など技術的な問題も多く実施をより困難なものにしている。

(b) 既往資料の問題

直技のテーマには既往資料が大きなウェイトを占めるが資料の欠如も多くの事務所で問題となっている。

特に流量資料は皆無という事務所も多く、ゼロからスタートとなるところさえある状況である。このため、とても全国的に同一步調はとれないとの発言もあったが今回の直技テーマは長期的視点にたつべきテーマであり観測体制など各事務所で整備等の充実を計る必要がある。

(c) 経費の問題

直技テーマに関しどの事務所でも水文観測施設の増設が必要となっており、試験流域によってはゼロからのスタートとなれば無視できるものではない。さらに水文観測機器の費用のアンバランスが事務所間であるようである。機械の仕様あるいは器種等の違いはあると思われるが、横の情報交換の不足にも起因していると考えられ是非とも情報交換の必要性が認識された。

(d) 事務所独自の問題

事務所の特異性による悩みも湯沢砂防及び立山砂防から提示された。

湯沢砂防では隔雪出水が残雪のため観測不能との事、また立山砂防では浮遊砂観測時、身の危険さえ感じるとの発言が担当者から出ているという話があった。また、当事務所は観測の持続のため

種々の工夫をしており、災害対策運営計画の利用も考慮中とのことである。

(e) そ の 他

採水試料の分析特に粒度分析は調査上のネックとなっているようである。粒度分析に用いる試料はかなり多数となり、さらに沈降分析では経費時間とともにかかり問題となっている。浮遊砂については最近流砂量に占める重要性が認識されており是非とも必要な観測項目である。今後、収集データを検討の上、沈降分析の要否あるいは、分析範囲等を見直してゆくべきと考える。なお土木研究所からも検討の必要のある旨発言があった。

さらに極めて初歩的な問題として水文観測機器の維持点検の重要性が指摘された。

以上、分科会で話題となった主たる問題点を概述したが、調査観測を行なえばかならず発生する普遍的な問題もあり分科会の中で結論に達することはできなかった。しかし観測の事例やら工夫などの情報交換あるいは土木研究所からの助言等今後の調査の中で生かされてゆくものとする。

砂防の場合、その難解さの一端は、移動可能能力と云える流砂量計算値と移動可能土砂といえる生産土砂とのギャップにあると思われる。そうした意味においても今回の直技テーマは3年間で終了する性格のものではなくむしろ、これを契機として継続調査し流送機構の解明を目指し砂防サイドとして最終的には流域シュミレーション的段階まで発展させ提示してゆく必要があると総括された。したがって今回の直技テーマでは若干の歩調の乱れはあるが、長期的な展望の下に調査観測の継続の努力をはらう必要がある。

(6) 土石流の観測と調査

近畿地建 河 川 部

建設専門官 関 信 明

本分科会では、主に土石流調査について建設省のような行政機関が土石流調査をするとしたら「何が必要だから、どういうことをしなければならなくてどういうことが出来るか」ということを重点に討論した。

まず、九州地建の大隅工事と北陸地建の松本砂防では毎年多額のお金を土石流調査に投じているが、土石流調査のどのような成果が、土石流対策を行なうにあたってどのように役に立ったか具体的に説明してほしいというところから議論に入って行った。

これに対して大隅工事では計画流量（土砂量込みの流量）の決定とか、あるいは砂防ダムの計画堆砂勾配を決めるために河床変動測量の成果はよく使っているということであった。

また、松本砂防では、非常に難しい質問で答えにくい問題であるということで正直に言って、

i) 事業に反映している面があまりない。

ii) 河川砂防技術基準にもあまり反映されていない。

強いて言えば土石流の衝撃力ぐらい。

iii) 大学の意向の入った調査を行なっているため、計画に使いつらい。

ということであるが、しかしデータは沢山とれており、

- i) 雨がこれぐらい降れば土石流が発生する。
- ii) 流速はこれぐらい、
- iii) 停止勾配はどれぐらい。

といったことは定性的には分かる。これについても焼岳の上々堀沢だけの話でこれらを現在全国的に行なわれている土石流危険渓流調査に適用させようと思ったら適用しがたい。また、土石流対策工法の設計には一層反映されにくいということであった。

10年前は幻の土石流と言われていたものが、このような土石流観測で映像記録をとることによって、土石流というものの概略が分かって来たとし、また、焼岳の観測技術が桜島や浦川に適用されているということでそれはそれで意味があったわけであるけれども、これからの計画・対策工法に役立たせるといふと疑問がある。そこで後々、観測を縮小するか拡大するかを含めて何が分かっているかということについて、他の現場の声を聞いて見た。

東北地建の福島工事から、土石流危険渓流調査をやって見て欲しいと思ったものは、

- i) 土石流の量
- ii) どれだけの施設を作れば土石流に対処できるか。
- iii) 土石流に耐え得る施設を作るとしたら衝撃力等をどう考えたら良いのか。

ということであった。

これについては、土研の方からの解説があった。それによると土石流対策の基本的な考え方としてまず、第1に、やはり土石流の量を定めることが必要であろうということであった。決める方法としては、流域内に現存する不安定土砂量や単位面積当りの流出土砂量といったものから決める方法が考えられる。そしてこの土石流の量は土石流対策として必要な施設数に関係するのだが、その場合、土石流の後続流とその継続時間といったことが問題になろうということであった。第2に土石流対策施設の強度の問題、すなわち土石流の衝撃力をどのように把握するかという問題があるということであった。これについては、桜島のような泥流であれば衝撃力を流体圧としてとらえ、また礫がぶつかるというような形であれば施設を弾性体として考えるといった方向で研究が進んでおり現在、土研と中部地建の富士砂防で共同研究中ということであった。

ここで現在実施している土石流危険渓流調査の中で、不安定土砂量の把握1つにしても非常に困難であるということで「地形から堆積厚を推定する方法」というのがあり、それを題材にして議論した。

次に建設省各県等の行政機関が土石流調査について、いったいどういうことが出来るのか、すなわち何が必要だからどういうことをしなければならなくてどういうことが出来るのかということをも明らかにするために、最近5ヶ年間の砂防学会の研究発表に見られる土石流調査の動向という資料をもとに具体的にどういうことが問題になっているのか議論した。

この資料の分類によると災害報告、現地観測、野外調査、資料調査（生産土砂量解析を含めて計画上の問題をどうするかといった調査）、降雨条件、発生危険度、危険渓流調査、基礎実験、対策工、計画

の9つの分類になっているがこの中で行政機関から出ているものは、野外調査、資料調査、発生危険度・危険渓流調査、対策工、計画の5つぐらいで、この辺が行政機関として出来る範囲についてのヒントになるのではないかとと思われるということであった。

この中で建設省として出来ることをどんどんやっていく必要がある。とくに必要なのは予知的な危険渓流調査やいままで土石流区域に施工した砂防ダム等の施設の効果があったのかどうかといったもの、土石流をどのようにしたら減勢させたり停止させることが出来るのか等、実際の施設を計画したり設計したりする考え方、工夫をどんどん出して欲しいということであった。

その他、土石流の野外実験についてとかこれから土石流観測を新たに始めるとしたらどんな形が良いか、等種々議論した。

以上、種々議論した中で第6分科会の結論を述べれば次のようである。

松本砂防を例にとれば10年間土石流観測を強力に進めて来た。体制としては大学と協力という形であったが各々目的が異なる。大学は土石流現象の解明という目的であったが建設省の立場からすればもっと欲しいものがある。その辺が組織上の問題もあってうまくいかなかった。結果として、10年間多額の投資をしてきたが、有効なものは得られなかった。幻の土石流というような状態であったものが、土石流とはどんなものかということが分かったということで一定の役割を果たしたが今、振り返って見ると良い手法ではなかった。

それを踏まえて、後々どういうことが必要かということ、土石流危険渓流調査を含めて不安定土砂量の把握と砂防工法の選択ということで土石流の量と衝撃力の把握が必要で工法に関しては砂防ダム等の堤体の設計法と施設の配置すなわち砂防計画に必要な土量の把握が必要ではないか。これからの土石流調査は主にそういう点に絞ってやったらどうか。

土石流調査をやるにしても一番問題になるのは、土石流調査が進んでいない現場があるが、各現場の間にデータの互関性というか一般性というものがあるのかどうかということだが、それは恐らくないだろう。たとえば、土石流の発生と雨量との関係を見ても、松本砂防のものと全国的なものとはやはり異なるだろうし、従って松本砂防のデータを使ってそのまま全国的に進めるデータにはならないだろう。必要ならば各現場単位でそれなりの調査が必要だろう。

それで土石流調査を多目的にやるのではなく、焦点を絞って観測、調査なら調査を集中的に行なう必要がある。具体的にどういうものが必要かということ、土石流の量とか砂防ダム等の設計に必要な衝撃力と流速、ある程度参考にするために、その現場での土石流の特色をつかむための調査に焦点を絞ってやったらどうか。

それから土石流の特性といっても1つの現場において10年ぐらい調査をやれば、たとえば流速にしても、ほとんどある範囲に入ってこれ以上やっても意味がないのではないか。密度粒度特性にしてもほとんど変らない。それで、これからの調査は具体的な砂防施設の現地実験といった調査が必要となってくる。さらにこのような土石流の現地実験以外に土石流の災害調査が必要なのではないか。土石流災害が起こったところの調査の手法の統一といったことも必要になるということであった。

5. 全体討議事録

本章は会場における全体討議の内容をテープレコーダーから文章化したものです。

文章化するため多少口語体を文語体に修正しています。また聞きとりにくいテープからの文章化のため発言者の主意からはずれる文章もあるかと思いますが、その点はお詫びいたします。

本文中、氏名の敬称は略させていただきました。

司会（土研 池谷）

ただいまから、全体討議をおこないます。各分科会の御発表に対して、御意見、御質問がありましたらお願いいたします。

森（関東地建）：（第二分科会への質問） 資料の写真を見ましても鋼製堰堤といっても袖はコンクリートになっているわけです。応力的に問題がなければ現地施工されている現場は比較的源頭部といえますか、そうとう山奥ですので工事用道路や施工を考えると、コンクリートが非常に施工しにくい現場じゃないかと思います。袖部のほうまで鋼製でというような発想は今はぜんぜんないのでしょうか。

宮本（中部地建）：鋼製堰堤といいますが、これまでに施工されました鋼製堰堤につきましては、主要な部分は鋼でございますが袖の部分はコンクリートです。その議論の中でコンクリートの部分も鋼製できないかといった議論はでておりません。山をおさえる部分は、ある程度コンクリートの使用というのは、避けられないような気がしています。

阿部（土研）：袖部分をコンクリートにしないで、鋼製で全部つくるとなると、部材に外力という意味で弱点がでてくるのではないかとある文献で読んだことがあります。そういうこともあって袖部をコンクリートにすることが考えられているんじゃないかと思います。

牧野（東北地建・新庄工事）：昨年施工いたしまして皆さんの御手もとに鋼製ダムのパンフレットをお配りしてありますが、そこで新庄のほうで検討するにあたりまして全部一体で鋼製でできないかと議論ができていろいろ検討いたしました。まずいちばん最初に下流地山の安定、流心を一定することにしても部分的には蛇行の問題がありまして袖部のほうがやられてしまうのではないかと。それから現地条件といたしまして袖部のほうは岩がでていないわけです。

それで検討書のほうにもくわしく書いてありますが、引抜き応力がかかりますのでその時に岩着しておいてボルト等で固定すると、よりそういった施工性の問題から袖部のほうはコンクリートのほうがのぞましいんじゃないかというかたちで議論を進めてきたわけです。

司会：もう一つつけ加えさせていただきますと、谷の幅に対して水通し部をどのくらいとるかという話があります。

砂防ダムは溪岸部にそって水を通せないという思想があるわけですから、そういう意味での通水性や非透水性が検討されればよいと思います。

阿部：砂防事業の評価に関する考え方についてお話をうかがいたいと思います。

砂防工事が完成したという状態を考えますと、完成したから絶対に洪水に対して安全なんだという考え方は若干問題があると思います。しかし砂防工事がいちおう促進されると土地利用の高度化がなされてくる。このような状況のもとで、もし万が一災害が発生した場合その被害状況あるいは額が増大するといった見方もある。こういったことを砂防事業としての評価にどのようにとり入れていったらいいかということのを常々考えていたが良くわからないのでお聞きしたい。

近藤（四国地建・吉野川砂防）：たしかに砂防事業が進めばそこに人が集まり、高度の土地利用ができるというような一面からみれば非常に危険な範囲に人が集まってくるといった逆の結果をもたらすことになるわけです。けども砂防工事そのものの目的から言って最終の姿といいますか、いわゆる基本計画が終わったものに対して安全な範囲での土地利用を考えること。すなわち技術なら技術上、計画上の安全を確保されたうえでの土地利用をしてもらう、ということじゃないかと思います。

牧野：阿部さんの御指摘になった議論がでてくると思います。今まで議論されたなかにもあると思うんですが、行政としてどうとらえていくかといった問題は、今まで長期計画等でソフトな対応ハードな対応といった問題に対する一つの今後の行政のありかたというもの、それに問題がでてきているんじゃないか。たとえば立谷沢で今回話題提供させていただきましたが、流路工によって今までの自然状態での区域が高度利用される場合にはおのずと制限といったものがくわわってくるんじゃないでしょうか。たとえば住宅地として使用するということに対しては、やはりなんらかの部分的な制限というのは必要になってくると思うし、それを農業的に使用するとなれば特に問題ないとかというソフトな行政的対応というのが今後の問題といいますか、私たちの方向づけにはなっていくんじゃないかなという感じがしました。

是沢（東北地建）：今の話は治水事業の根本にかかる問題なんですが、そういうことに対して私たち現場におりましたときにどういうことをやったかということなんですが、流路工等地元説明の時に「こういうふうな規模でこういうふうな流量を仮定して、それに対して安全なものであるということを書いて、それ以上と同じようにまたこういう流量に対しては危ないのだ」というようなことで模型実験の際にマイクロバスをしたてまして、実際に何の太郎兵衛というふうな人に名まえをつけ白いペンキで書きまして、現況ではこんなふうな河川に対してはこのような結果が生じる。そして今我々が9年間でつくろうとしている大流路工が完成した暁にも、これだけの流量がきた時には何の太郎衛さんの家が浸水します、ということで安全ではない、すなわち安全というのはある程度のこういう規模に対しては安全であろうということを説明し、我々が現場で地元説明その他をしている時に、人間の計画したものがいかに不定なはっきりしないものであるかということを示すことが必要であると思います。ただし、それをあまり強調しますと周辺の安定ということから、また支障があるということで少なくともここまでの流量に対しては責任がもてるんじゃないか、というようなことを必らず言うておく必要があるという感じがしました。

司会：非常にいいコメントをいただきました。やはり計画に絶対的な安全性というのはないわけですし計画量があるわけですから、そこで土地利用の考え方、もう一つは地元の方の賛同と理解をいただくという点は非常にいいコメントじゃないかと思います。その一つの方法として、模型実験の時に地元の方に見ていただくというような考え方も是沢さんの方からご提案されました。非常に皆さんの参考になるんじゃない

いかと思います。

菅原（北陸地建・湯沢砂防）：砂防事業の評価の対象についての質問ですが、話題提供になりました、新庄の立谷沢のように全部砂防事業の対象になればよいのですが、湯沢ですと以前は陸の孤島みたいになっていたようで、その後清水トンネル、三国トンネルなどの開通によりましてスキー場の開発もできました。これらは交通機関による影響というのが大きい比重をしめていると感ずますところから、全部が砂防事業の評価にならないかという見方が成立します。

それとまた数年後に新幹線ならびに高速道路、インターなどが建設されますと、それなりに関連事業による総合的な評価がでてくるわけで、その中で砂防事業の分野、評価について考える場合、他の事業によるそれと、どの辺で分離して考えればよいのか教えていただきたいと思います。

牧野：最初御指摘いただきました砂防事業の高度化開発効果は、非常にむずかしい問題だと思います。今回発表させていただきました中で流路工等によって土地が新らしく生み出されてくる場合、これは純粋に砂防事業による効果量といえるわけですが、その他スキー場客の増とか、またキャンプ場客の増あるいは工業団地による生産誘発額の増、こういったものをそのままとりあげていくのは多少の問題となりますし、無理があると思うんです。しかし今回の場合最大に見積るとどうなるかということをご提案したものです。といいますのも、当初直接被害において年費用便益費を出しますと非常に小さい値になっている。そこで砂防事業が多少なりとも効果として関係しているところはすべてとりあげました。それに第一分科会でとりまとめがございましたが、砂防事業そのものは、やはり国民の国土保全のためのものという考えが妥当です。逆にこの考え方がみとめられないかぎり、砂防事業を実施しても便益だけの判断では意味をなさない、というふうな考え方ももう一つ成り立つのではないかと思います。

しかし、それはある面におきましては、砂防を担当しているもののおもい上がった考えかもしれません。これにつきましてはもう少し検討しなければならないところでありますし、むしろここにお集まりになっています皆様がたの御知恵を拝借したいというふうに感じております。それで答えにならないと思いますが、今の所はそういうふうに感じております。それから二番目の人口の変化の季節変動の考え方でありますが、もう一つ国土保全、人命財産の保全と言うことを砂防事業の基幹と考えますと、やはりそれは、観光地であれば最大の危険の状態を考えていくのがより妥当だと思います。ただスキー客というかたちになってきて、災害の過去の例から考え見て、時期的に発生するかしらないかという問題もでてくると思います。やはり最大限を考えていくのがより妥当な考えではないか、こういうように考えます。

司会：これはここにいる皆さんが、共通の問題として今後考えていかなければならない問題の一つだと思いますが、非常にむずかしい問題で砂防で考えれば砂防が全部効果があるといいたいのはやまやまなんです、他の人から見たら砂防の効果がないんじゃないかという批判をもうけるかもしれません。そういう意味で今牧野さんのほうでは、かりに砂防が全部効果をもつとしたらという仮定で一つの結論をだされていますが、それに対しての問題を菅原さんが提案されまして、そういう問題を今後みんなで考えていきたいと思っています。第一と第二分科会のほうに質問が集中しているんですが、まだ残りの四つのテーマもございまして御質問ございましたらお願いしたいと思います。

渡辺（土研）：第一分科会の砂防事業の評価について、もうこれ以上意見を出すのは時間的にも問題があると思ったのですが、立谷沢の報告にしましても将来とりこめる要素を全部とり込んで事業評価を行っているくらいがあるのではないかなと思うんですが、図表を見ても立谷沢流域の人口が減っていると判明する要因に出稼ぎにいつているという事があって、これは非常におもしろいと思うんですが、将来こうなるであろうというこれから先に向かって条件を設定するんじゃなくて、砂防をやり初めてから昭和12年以降、砂防をやり初めてから現在までの社会の変化が、我々の条件設定の仕方の妥当性を証明しているかどうか、その辺をチェックすることが一つ今菅原さんが提案されたような問題、牧野さんがいわれたような認識をうらづける一つの根拠になるんじゃないかという気がします。公表するとかしないとかを別にして、いちおう足元を見るという意味でやっておく必要があると思うんですがいかがでしょうか。

牧野：この調査のもっともいかなかった所を指摘されたという感じがしております。それで当初そういう考えもありまして、と申しますのは大部分の所で流量規模別また、状態別というかたちでやってきたわけなんです。ただもう一つ肝心なものがありまして、それは、流域の砂防工事の初まったころの流域状況保全を受ける側の状況の変化というのがこの議論の中には入れなかったわけです。と申しますのは、効果量を昔に返ってということになりますと、状況のデータ数から一つの事をいうにはちょっと不足していたというわけでありまして。その資料そのものが比較的、立川町を中心としたもので立谷沢流域内を具体的にとらえるというデータが過去、たとえば昭和20年前後のものが非常に少なくそれから現在をみてもというふうな議論がちょっと不可能だったわけです。同じく将来展望に立ちましても、現在から流域がある程度完成して砂防施設が完成した場合こんどは流域全体の人口が減っているというかたちがありまして、今回はとりあえず保全をうける側、すなわち流域内の変化が今、現在のものを採用して議論を進めていったわけです。

ですから、今後の問題としては、やはり先ほど指摘になりましたように過去にふり返ってみて、砂防事業がなければ現在の人口減がさらにいちだんと進んでいるとか、出稼ぎの数が今後減少ぎみになってますが、それがそういう状態にはならなかったのではないかなといった議論をもう少し積みあげてみたいと思います。

司会：第二の御意見お答えだったんですが、根本的にはこういう問題についての渡辺さんからコメントとしておききしていただいて、今後検討される時の一つの考え方として取り上げて行く必要があると思います。

水山（土研）：調査全般の話に対する私の意見なんですが、特に第四セクションの表面侵食量についてですが、我々がやっている調査というのは、計画につながるべきであるというのは誰しも納得することではありますが、調査を調査だけで終わらせない方法というのを考えて見ますと、具体的な手法は不明であっても計画までのフローを必ず書くというのが必要だと思います。そして、それは、最初に書くのは非常に大ざっぱなフローでしょうが、そのフローの中で1年～3年単位くらいで小さく目標目的を設定していくというような事が非常に大事じゃないかと思います。完全な資料が集まるという事はないわけで、細かい事について、一生かけて仕事をするような予定でなくて、目的に見合うものが取れたかどうかというものを判断しまして、そういう小さい目的を先ほど言

いました大きなフローの中でやる。逆に言いますと、やめる勇気を持つといいますか、それに対してもちろん判断が必要となります。表面侵食量調査は、裸地と植栽地の差を見るということからおそらく始まったと思うんですが、そういう目的については、調査開始から数年たてば答えが出ているということがあると思うんです。そうすると、現在何のためにやっているかという話になりまして惰性的な感じを受けないでもない。さらに今回昭和54年から区域拡大されたということで、そうしますと、何のためかという感じを強くもつんです。その他の調査項目でも同じようなことが言えまして、その大きなフローを書くという事、その中でまた細かく書くという事によって事務所のために行なう本来の姿に修正できるんじゃないか。また、我々の現場に対する理解も進むんじゃないかと思います。今言いましたように小さい目的を設定して調査を始める場合には、1、2年たってめどをつけておく時に成功不成功にかかわらずその時点での結論を出す。その結論をこういう機会が継続されるでしょうからそれらを通して情報を全国的に流してほしい。そうすることによって全国的な調査の対率もあがってくるのではないかと。さらに強くいいますと事務所の方からはずれるものにつきましては、たとえば大学の要請、コンサルタントの要請があっても行なわれない、現在行っているものはやめるというくらいの強い方向性というんですか、そういうものが必要なんじゃないかと全体の話をつながいながら感じました。

第四セクションのそう言う点の雰囲気をもたえたいと思います。

小林（北陸地建）：今の意見御質問に対しての結論を申し上げますと、その議論はされなかったと言うのが実状です。しかし今の意見に対しまして感じますのは、一つに何の目的で調査をやっているのか、第四分科会では何の目的で表面侵食量調査をやっているのか、という事について先ほど申しましたように若干の議論をしたわけなんです。今調査の発議と最終目的である成果、その使用方法についてのコネクション インプットとアウトプットのインターフェース的なことであります。その大まかなフローチャートは比較的書けると思うんです。問題なのは、ますとますの間の棒がわからないのが実状だと思います。

表面侵食量調査におきましても具体的には砂防計画の基礎データを収集したと言う事で終わったのです。

最終的に砂防計画というのは、計画があって施設が作られてその結果砂防の効果を発揮し、それが最終目的だと思うのです。そこへの結びつきというのは非常に難しいのが実状です。

けれども実際起っている現象を把握しておき、少しでも目的に向かって役立たせることだと思います。

フローチャートのますとますの間の棒をどのように結びつけて行くか、又は、組み合わせて行くかということとは非常に難しいし、これは表面侵食だけでなくこれからすべての調査、たとえば技術研究会でやる流砂量の観測なども同じではないかと思っています。

司会：流れにつきましては水山さんがご指摘のこと、そして内容については小林さんが言われたようなことで水山さんは、難しい所の判断をある一定区間で年数だけだらだらと10年20年とやらないで2、3年単位で見なおしながらやる。いらぬ所はやめて行くという勇気をもったらどうかという提案でして、わからない所は非常に難しいという小林さんのご指摘の通りだと思います。そういうものの一つに分科会の表面侵食量がたまたま例に上がったわけですが、けしてこれは表面侵食量調査だけではなく、ほかの調査の中にも10年一律でやって何をやったのか答えがまったくわからないというのはたくさんあると思うの

で、ぜひ皆様お帰りになったら自分の事務所なり地建なりの中での調査を1回見なおされるというご検討のコメントとしてうかがいたと思います。これにつきましてはこの辺でうちきりまして次の問題・質問ありましたらお願いします。

岡本（北陸地建・松本砂防）：私の考えですが第一・第二分科会に質問なんですが、第一分科会に関しましては、近年国土庁が中心にモデル定住圏と言う事で50年から自由研究に指定し55年も指定している。端的に言えばモデル定住圏というのは、中核都市とその周辺を整備してその事によって人口をそこに定住しておく。そういった基地を作って全国的には拡散させようという意図だと思うのですが、たとえば農村砂防、そういった各地域の地先砂防的なものが見捨てられるのではないかなというような実感をもっているわけですし、砂防計画にしても、その辺の砂防事業の評価に積極的にとり入れたかたちでこういった問題も考えながら砂防計画というのを考えたいと思います。それと第二分科会でスリットダムの事についてお伺いしたいんですが、スリットダムの分級作用という事、そういう効果をもたせるにはスリットの間隔、それが一番重要だと思うのですが、浦川のA形スリットダムについてですが、議題の議論になっているタイプとはまったく違いますが浦川のスリット間隔は4mです。この場合土砂が堆積して流れなくなりました。実験では確かに最大粒径の2倍という形でいい結果が出ているんですが、現地で粒径調査する場合に特に土石流地帯である場合は、それが表面に出てこなくて下にもぐっているわけです。その辺で粒径の決め方、調査のしかたの議論がなかったのでしょうか。それをちょっとお聞きしたいと思います。

宮本：スリットダム、鋼製堰堤によります分級作用の追跡調査なんですが、そこまでつっ込んだ議論はございませんでしたが、議論があった中にちょっと結論にふれたような形で砂防ダムの堆砂地域、鋼製堰堤の上流ですが、上流のデータと下流のデータと比較するという話があったわけです。下流のダムの堆砂地の中をほり起こしてまでやって行ったらどうかという議論はなかったのですが、先ほど申しましたように追跡調査をする事で具体的に今お話ありましたように、たとえば除石をやる計画がありましたが結果的には堀り起こすことになりますから除石の際に今の話のような形で堆積しているものを下までほり起こしてやるというのも一つの方法だと思います。現実的に、すぐ下に貯砂ダムがありました場合にはできるんですが、ない場合には不可能です。結論を申しますと、御質問のようなつっこんだ話はございませんでした。

司会：スリットダムが土石流対策の施設として認知され効果があるとされたわけではありませんが、現在それを模索しながら現地実験をしているという段階じゃないかと思います。そういう段階で、たとえば粒径調査をして、想定した大きさでやって見たがつかまる所がつかまらなかったとか、つかまらないはずがつかまったとかという現地での実験、試験された工作物と出水との関連をよく調べながらその原因がどこにあったかというふうに追跡、もしくは作る前に存在していた礫の大きさや位置の調査をしていかないうちとわからない面があり、設計に結びつきづらい面もかなりあるんじゃないか。かってに礫の大きさを決めておいて、その2倍だから何mという間隔の決め方ではいけないという事です。特に土石流対策のスリットはそういう感じです。掃流区域に入りますと、流れてくる礫の大きさはある程度想定できますから、それに対するスリットの大きさというのは、計算からもある程度想定できると思います。特に土石流の場合は非

常に難しい。ただ特別大きな礫が出て来るということは確率的には少ないし、例えば2 mの礫が一個出てきたらすぐつかまるというような問題ではなく過去の災害、もしくは昔の土石流から出て来た堆積物をはって見て、粒径の大きさを想定するのも一つの方法だと思います。現在作られているダムで今後より多くの調査をしていただいて、そういうものを今後の設計条件に使っていただいたらいいのではないかと思います。

水山：第三分科会の環境調査をやる場合には、まず始めてみて外向きに対しては「現在やってます」と言う話だと思いますが、我々のサイドからすると、最終的にどの辺にするんだという事をかなりはっきり持ってそのための資料を整理して行く必要がある。魚の話にしても最終的にどういう魚道を作るか作らないのかという個人的な試案を持って始める必要があります。もちろん最初はどのような魚がいるかという事から始めなければならないのですが、その次にはいろいろなものを具体的に働きかけてためしてみる。最初からコンクリートの最終的なものを作るわけにはいかないと思いますが、その段階でただ魚を見るだけでなく、たとえば木などで簡単な魚道を作ってみることが必要と考えます。調査についても言えるのですが、ただ見ていると非常に時間がかかってしまいます。したがってある程度の案をきめてその限られた結果の中でためしを現地でやってみて答えを求めて行くという手法が比較的短期間に答えに近づく方法だと思います。そういう手法というのは土石流、今のスリットダムの効果などでも具体的に土石流を発生させてみようという話にもなるわけです。答えが10年先、20年先ではこまるわけで、この数年のうちにほしいというものに具体的に働きかけるという事になるかと思います。

竹村（中部地建・富士砂防）：文献調査を行なう場合、目的とか試案をはっきりさせておかないと非常にむだになるという事で、その辺の議論は水山さんからご指摘があったような議論が中でありました。それからもう一つ魚道の問題なのですが、魚道でその模型というか現地に当てはめてみてその効果を見るという話もあり、実際には木などで魚道の模型などを作って魚がどの程度のぼるかという実験などもやって見たらいいのではないかという話も出ました。

森：水山さんの方からご指摘いただきました議論は、富士砂防の竹村さんから説明したように、実際に模型を作って現地で魚が遡上するかどうかをやってみたいというふうな事が討議の中でなされたわけです。水山さんの指摘になった中で到達的に何をめざして調査するかという話と、具体的な話で魚道について現地で実験をやっていないとつまらないという指摘があったと思います。

分科会の中で議論がでましたのは、環境調査という事で影響調査を始めたけれどもいったい何の為にやっているのか、今後どういう方向に進めたらいいかという提案がありました。その中で討議したのは、流域の環境調査という事で、現象的に環境アセスメントの対象事業には砂防事業はなっていないわけです。そういった国立公園の中などで比較的事業が多くなされていると考えてみると、はたして今のままやって良いのだろうかという疑問が出て来ました。

ただなんとなくやっているのでは、結果的に言って調査だけで終わってしまうのではないかと思います。たとえば流域で私達は比較的容易に調査するが、実際専門の方が歩くと、ある場所には大切な樹木・もしくは生物がいるという。

そういう面を捉えたとすれば、流域全般的にサンプリング調査をしてやるような一般的な環境調査といえ

ます。樹種の分布とか樹齢の状況、それら動物の生態そのものの分布を調べてもなんら事業には反映していない、そして重要な樹種とかその他の植物が分布しているというのが、事業に関係するのであればそういう目でみて調査しなくてはならないと考えます。

魚道の方の結論では日光砂防で話題提供しましたのは、むしろヤマメとかイwanaというような陸封された魚で、魚道をどう作るかというようなお話だと思います。

沼津工事の場合は対象魚というのはアユです。これはようするに相当行動範囲が広いという事で、非常に大きな違いがあるといえます。

司会：ただいま森さんからコメントをいただきましたが、このような機会にぜひ環境調査は関東地建、表面侵食量関係は北陸地建というふうに調査を分担して、それにかかわる文献や既往調査の内容および成果をストックするといったデータベースシステムをぜひ御検討いただきたいと思います。

議論もまだつきないようですが、そろそろ予定の時間になりましたのでこの辺で全体討議を終わりにしたいと思います。不慣れな司会・記録のため進行に支障を来しましたことを、この場を借りてお詫言いたします。

出席者の皆さん、たいへん長い時間ご苦勞さまでした。

6. 総 括

河川局砂防課長補佐 西 田 一 孝

公共事業の抑制化、さらには国民のニーズの多様化の中にあつて、砂防事業も例外でなく、より有効・適切で効率的な対応が迫られている時、社会の要望を先取りし事業執行のための基礎的で基本的な諸量を決定して行くことが調査の役割とでもいえよう。

そのため、砂防事業調査の成果の活用さらに全国的な情報の交換、調査費等の効率的な運用等、砂防調査に関連した諸問題を巾広く議論するため第一回、砂防調査担当打合せ会を行った。今回は現場の第一線で直接砂防事業調査を責任ある立場で担当しておられる人に出席していただいて、現場の生の声を必ず一人一回は発言していただくことを条件に次の様な課題について話題の提供と分科会を通して議論を行った。

(1) 砂防事業の効果評価手法

— 砂防事業の評価について —

(2) 格子型鋼製ダム等の計画と施工

(3) 砂防事業と環境調査

(4) 表面侵食量調査

(5) 流量・流砂量の観測

(6) 土石流の観測と調査

(1)については砂防事業のもっとも遅れている研究分野である。本来的な保全防災だけの評価だけでなく、砂防事業としての公共投資がどのような社会的効果としてインパクトを与えているかについては、今後砂防事業の一評価として定量的把握の必要性が求められ、国の中の経済的な位置づけの上での砂防事業の執行が求められていくであろうし、砂防事業のもう一段の飛躍のためにも必要となってくるであろう。そのためこの分野の調査を進めて行く必要があると考えられる。

(2)と(6)については、それぞれ土石流の諸特性の研究とその対策工法ということになると思われるが、土砂流出現象とそれに適応した対策工法の研究は今後も進めて行かなければならない課題である。

(3)については、国民の価値確認の多様化と供に、砂防事業としても環境問題はさけて通れない時代になって来ている。まだ環境の基礎的な現況把握の段階であると思われるが、今後砂防事業と環境問題の調整や接点を見い出す必要に迫られており、その努力をしていただきたい。しかし、あくまで環境のみにかたよることなく砂防上の目的を的確にしてやって行くよう注意していただきたい。

(4)と(5)については、砂防計画をたてる上での基礎的な調査であり、計画の見直しも含めた砂防の永久的課題と考えてよいと思われる。しかし、こういった調査を実のあるものにするためには組織的にも時間的にも相当の努力が必要であるため、現場においては現在よりももう一段の努力をされて、それが通常の業務となるように努めていただきたい。

最後に、終始熱心に討議を下さった出席者の皆様、並びに今回の会議の進行さらに事務局として御世話願った土木研究所に対して厚く御礼申しあげます。

7. 閉 会 の 辞

土木研究所砂防研究室長 渡 辺 正 幸

延べ3日間にわたった検討会を参加者全員の熱心な御討議を得てここに終えることができました。議事運営と会場・宿泊所の段取りについては不行届きがたくさんあったことと存じますが、この点につきましても皆様の御協力を厚く感謝いたします。

この会議の目的は、はじめの挨拶にもありましたように、“日頃の砂防調査を砂防事業にどう生かすか”を考えてみようということにありました。もちろん砂防調査は一年や二年の短期間でやれるものでもなく、方法も未確立なものがたくさんあるわけですが、限られた予算で効率良く、そして重複のない調査をやる必要があります。その意味で、この検討会は調査の実務担当者が知恵を出しあって、実のある調査を全国的に組立てていく場として今後も継続していく必要があると考えております。それから調査の本質は砂防事業に必要な、いいかえると砂防の必要性を主張するための根拠を現場から拾ってこようという仕事であると思います。仕事がふえて山へ行くことは大へんな苦痛ではありましようが、山へ行かずに計画を議論することが砂防の崩壊につながることを認識して、つとめて時間を作って何のデータをとろうとしているのかをはっきり確認することだと思ひます。

それぞれの現場での皆様の御健闘をお祈りして閉会のご挨拶といたします。

8. 参 考 資 料

以下に討論の際に配布された資料を添付いたします。

砂防事業の評価について

—最上川水系立谷沢川—

二 宮 寿 男*
牧 野 裕 至
島 貫 徹

1. はじめに

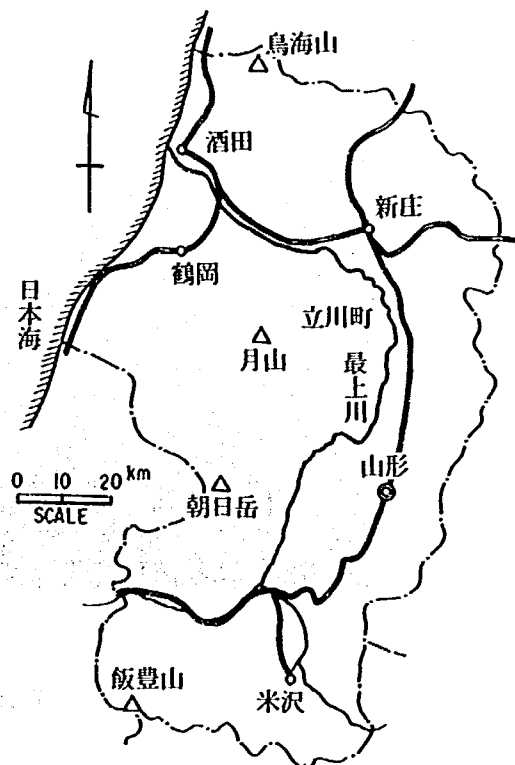
砂防事業は、従来、土砂流出を抑制・調節することにより、土砂の生産・流出に起因する土砂災害から人命や資産を守る為に実施されており、国土保全の面で多大な貢献をなして来た。しかしながら、近年の国土利用の変化に伴い、保全を受ける側の形態の変化により、砂防事業の性格に変化が生じており、それに関連して砂防事業の意義づけの再検討が望まれている。今報告は、農山村の中規模河川で、かつ過疎地域である最上川水系立谷沢川をモデル流域として砂防事業の評価を実施したものである。

立谷沢川流域は、水源に月山の重荒廃地域を、最上川合流点下流には日本の穀倉地帯である庄内平野を持ち、典型的な水系砂防として昭和12年以来砂防事業が営まれ、その成果を上げている。本報告では、本川を含めた土砂氾濫形態及び土砂に起因する氾濫実態の把握の困難さから、立谷沢川流域内にのみ砂防事業が表われると仮定した。もとより、砂防事業は水系一貫した思想の中で把握され評価されなければならないが、前記仮定はこの理念と矛盾する。しかしながら、砂防対象流域内に限ってとは言え治水経済的観点で砂防事業を評価することは意義あるものと思える。今後は調査の対象を最上川全域（立谷沢川合流点下流）にまで拡大して行く予定である。

2. 立谷沢川流域の現況

最上川水系立谷沢川は、水源を月山（1,980 m重荒廃地域）に発する流路延長 35.1 Km、流域面積 164.0 Km²、平均勾配 1/7.8 の急流荒廃河川であり、この流域内に 384 世帯、1,831 名が生活を営んでおり、昭和 54 年度で 11.5 億円の砂防事業が実施されている。特に、立谷沢川流路工は 17.2 Kmが計画され、昭和 54 年度までに 3.7 Kmが竣工している。

流域内の生活は、農業（水田単作）と林業が中心で、冬期は 3 m を越える積雪の為、出稼ぎが重要な位置を占める。また、東北地方の山間部に一般に見られるように過疎化が



(図-1) 調査位置図

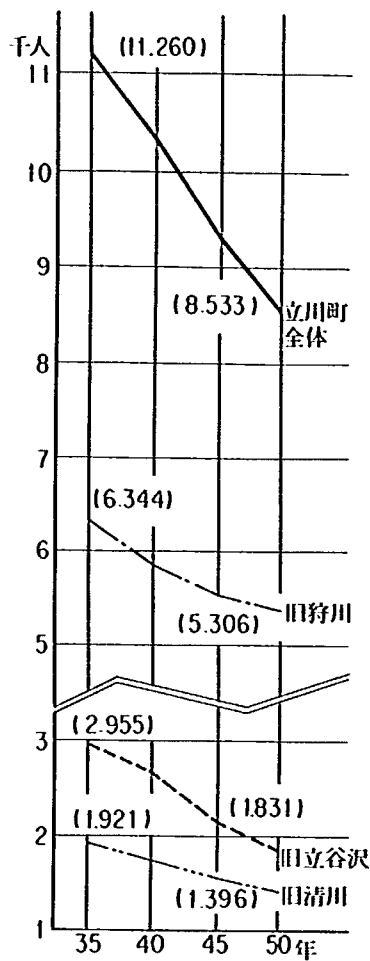
* 現建設省傾斜地保全課建設専門官



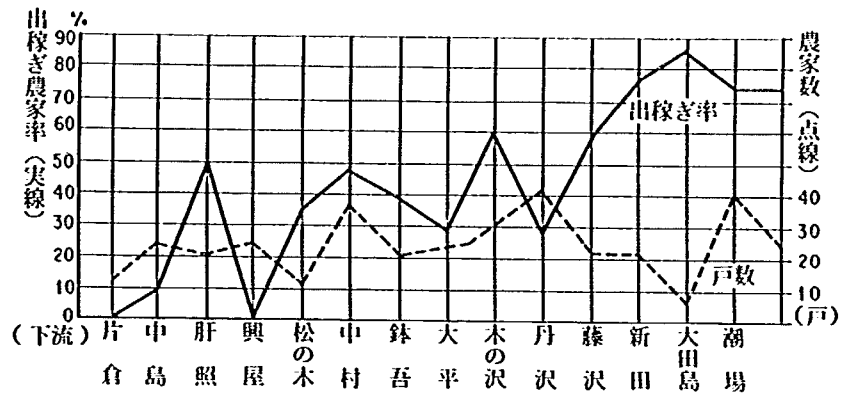
立谷沢川・最上川合流点



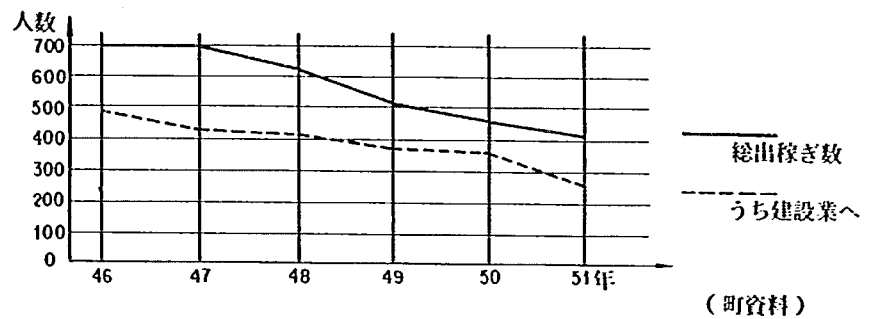
立谷沢川上流・濁沢崩壊地



(図-2) 人口推移図



(図-3) 各集落別出稼状況



(図-4) 立川町出稼者数の推移

立谷沢(清川含まず)
総農家数 331戸

44 %
(147戸)

立川町
総農家数 1,146戸

22 %
(85戸)

山形県
総農家数 106,353戸

17 %
(181.7戸)

全国
総農家数 4,953,071戸

4 %
(177,977戸)

('75年センサス)

(図-5) 出稼ぎ農家数率

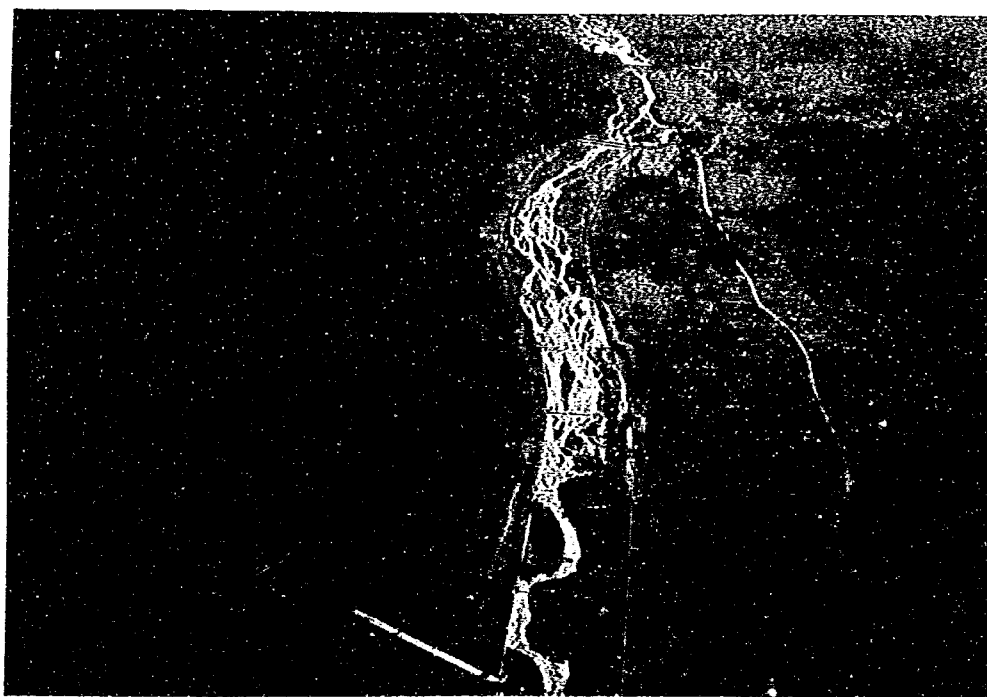
地域生活確保の上で重大な問題となっている。

3. 効果の内容

砂防事業の効果は、保全的效果・高度化効果・地域乗数効果の三つに大別される。各効果の内容及び測定方法の考え方を（表－１）、（図－６）に示す。効果の算出については、直接被害の軽減効果は治水経済調査にのっとり算出し、土石流災害等による人命被災については、被災予想人口を計上する。間接被害の軽減効果は直接被害を受けると想定される各種資産の持つ機能が他とどのような関連を持っているかを把握し、機能低下の程度から被害額を算出するよう努める。

高度化効果は、流路工の建設によってこれまで利用できなかった土地が、安全性の向上によって高度的利用が可能となることに対する効果として計られる。効果の算定はその土地の利用形態を想定し、その利用形態によって生み出される効果を経済価値として計測する。立谷沢川流域では、流路工施工による乱流防止により、流域内平地面積の $\frac{1}{4}$ にあたる 113 ha の土地が利用可能となることから、この土地を、地域住民の意向、立川町の振興計画を踏まえ、農業的に利用するものである。また砂防事業により圃場整備事業が可能となり、生産性の向上が見込まれる。さらに立川町の意向では流域に工業副団地の建設を予定しており、この予定地は砂防事業の寄与区域に含まれることから、この効果も高度化効果とみなす。その他、工事用道路が立川町の林業・観光振興計画区域に含まれ、工事用道路の林道・観光道への転用が期待されていることから、これらの効果も組み入れる。

地域乗数効果のうち所得増出効果は砂防事業によって投下された事業費が、流域内で消費投入され、所得を生じる量を把握することにより算出する。また雇用増出効果はどの程度の雇用が地元が発生するかによって効果を計る。



立谷沢川流路工

(表-1) 砂防事業の効果測定のための枠組

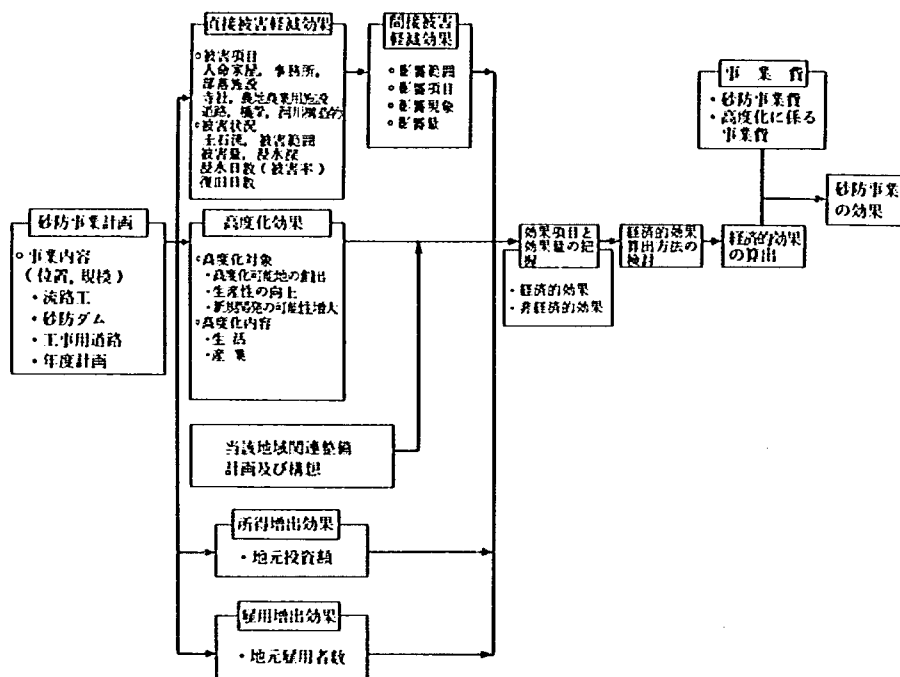
分 類			概 要	内 容	測定方法の考え方	
保 全 的 効 果	直接被害の 軽減効果		土砂流による施設の 埋没、損傷等物的被害の軽減	・死傷者の減少 ・家屋・事業所・公共公益施設被害の軽減 ・農用地・農作物被害の軽減 ・ダムの堆積防止、河道の安定化 ・その他	・災害地域を想定し、当該区域内の被害要因の資産価値を評価する。 「砂防便覧」による想定被害額の算定方法	
	間 接 被 害 の 効 果	災害により 損われる 便 益 の 軽 減 効果	通常の活動が阻害されることによって生ずる被害の軽減効果	・設備稼働の低下に伴う生産・販売の減少の軽減 ・労働力の不足に伴う生産・販売の減少の軽減 ・家屋・家財被害による生活レベルの低下の軽減 ・その他	・生産要素（設備、機械、原材料、労働力）のフル稼働状態に対する被害率を想定し、生産額の減少を推定する。 河川計画課経済係作成試案	
		災害により発生する費用の軽減効果	災害の軽減効果 災害対策費用	避難や復帰等、災害対策に要する費用の軽減効果	・避難に要する費用の軽減 ・現状復帰に要する費用の軽減 ・その他の災害対策に要する費用の軽減	・既往災害における実績費用を調査し、直接被害額との相関をみる。 ・対策費用を費目別に推定し、積算する。
			代替活動に要する費用の軽減効果	通常の活動を維持するための代替手段に要する費用の軽減効果	・代替交通機関を使用することによる費用増加の軽減 ・代替原材料・設備を使用することによる費用増加の軽減 ・臨時雇用による費用増加の軽減 注）代替手段に要する費用増加は、当該手段によって発生する便益を控除して考えなければならない。	・同 上
	高 度 化 効 果			土地の安全性が向上し、高度的な利用が可能となることにより生ずる効果（潜在的開発効果）	・利用可能地の増大 ・土地の高度利用の可能性増大（生産性の向上） ・地価の上昇（資産価値の増大） ・その他	・安全性が向上する土地の利用形態を想定し、当該利用形態による生産額の増加を推定する。
地 域 乗 数 効 果	所得増出効果 （投資乗数）		砂防事業への投資から波動的に生み出される所得の増大	・公共投資が地域の有効需要を喚起することによる市町村民所得の増大	・既往事業における事業費と所得実績を調査し、相関をみて、乗数を想定する。 ・産業連関表を作成して、波及状況を想定する。	
	雇用増出効果 （雇用乗数）		砂防事業への雇用およびその波及から生み出される雇用の増大	・公共施設が地域の雇用に刺激することによる雇用の増大（または、過疎防止効果）	・既往事業における事業費と雇用実績を調査し、相関をみて、乗数を想定する。	
そ の 他 の 効 果			以上の効果以外の効果	・他事業における土砂災害に対する対策費用の軽減 ・災害に対する不安からの解放 ・地域のイメージの向上 ・その他	・砂防事業が実施されない場合において、同様の効果を上げるために余分に支出される費用を推定する。	

4. 効果量について

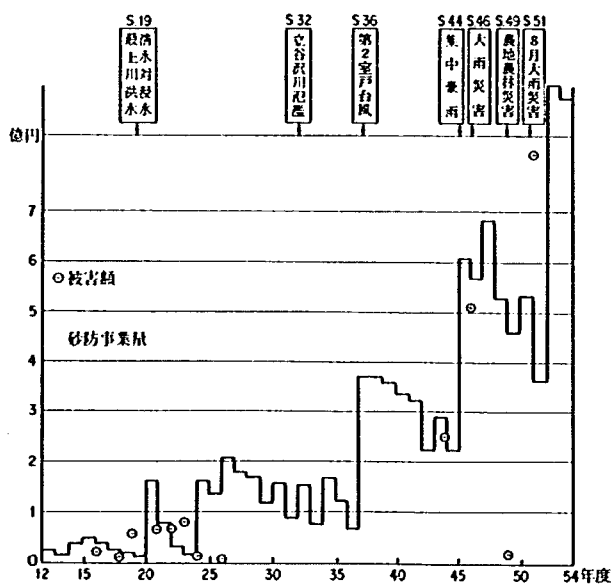
4-1 直接被害の軽減効果

本節では、立谷沢川水系の瀬場から清川地先の区間について、砂防施設がない状態・現在の砂防施設の
状態・計画完成後のそれぞれの場合について、流量規模別に想定被害額を求め砂防事業の効果量を計測する。

流量の規模は、流路工の最上部である瀬場ダム地点で $600 \text{ m}^3/\text{sec}$ (1/11.5) ・ $900 \text{ m}^3/\text{sec}$ (1/150)
・ $1,200 \text{ m}^3/\text{sec}$ (1/1,430) の3段階について行なった。



(図-6) 砂防事業の効果算出フロー



(図-7) 砂防事業量・被害額推移図(52年度単価)

4-4-1 資産調査

流域内資産としては、・家屋、・家庭用名、・農家財産、・事業所財産、・農作物、・農家用施設、・河川構造物、・道路、・橋梁が上げられる。

4-1-2 被害額の推移

土砂害に起因する氾濫による被災資産の調査は、建設省河川局河川計画課「治水経済調査要綱（改訂案）」に準じて実施した。被害率は、氾濫形態が土砂災害であることから、土砂堆積 50 cm 以上の被害率を採用した。

4-1-2-1 洪水氾濫区域の設定

立谷沢川流路工による洪水防除効果を検討する為の資料として、次に示す 3 ケースの河道条件に対し任意の流量 3 種について水理計算（不等流計算）を行ない、この結果を基に氾濫区域の設定を行なった。

河道条件	流量（流路工最上部瀬場ダム地点）
a) 自然河道（砂防施設なし）	600 m ³ /sec (1/11.5)
b) 現況河道	900 m ³ /sec (1/150)
c) 計画河道（砂防施設完成）	1,200 m ³ /sec (1/1,430)

a) 自然河道に於ける氾濫区域

流域内に、土砂生産抑制及び貯蔵施設がない場合の河道状態を推定し、これを自然状態と考え、不等流計算により氾濫区域の設定を行なった。この場合、現在の砂防施設を差し引かなければならないが、その考え方として以下のように実施した。

立谷沢川の土砂整備は、昭和 52 年度までに次の通り実施されている。

生産抑制量	2,556,000 m ³
貯砂量	6,559,900 m ³
計	9,115,900 m ³

上流に施設が無いものと考えれば、この量はすべて河道へ流入するものと考えられ、一方、最上川本川へは立谷沢川最下流地点での流砂能力に見合った量が流送されと考えられることから、先の土砂整備量から、「流出土砂量×年数」を差し引くことにより、河道に堆積したであろう量が推定できる。

戦前に濁沢にダム 3 基が完成されたが、本格的砂防事業の開始を昭和 20 年とすると、基準年である昭和 52 年までに、

$$9,115,900 \text{ m}^3 - 108,019 \text{ m}^3/\text{年} \times 33 \text{ 年} = 5,551,280 \text{ m}^3$$

の土砂が立谷沢川河道に堆積したことになる。

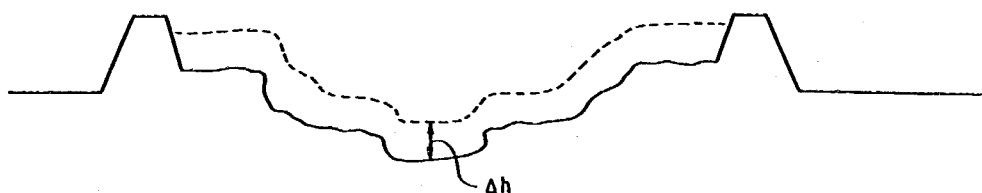
次に河床変動高 Δh_i は、

$$\Delta h_i = \{ (V/L) / \bar{B} \} \times \bar{B} / B_i \quad \text{ここに } \Delta h: \text{変動高}$$

V : 河道堆積量 (5,551,280 m³) $\bar{B}$: 平均川幅 ($\sum B_i / N$) N : 断面
 L : 河道延長 (17,000 m) B_i : 任意断面の川幅

で示され、河川横断面はこの変動高だけスライドされるものと考え、変化後の断面特性を用い不等流

計算を行ない氾濫区域を決定した。



b) 現況河道・計画河道での氾濫区域

現況河道及び計画河道での氾濫区域の設定は、各状態で不等流計算を行い氾濫区域を設定する。

4-1-2-2 被害額の算定

流量規模別被害額、河川状態別被害額の計算結果を次表に示す。

(表-2)は、土砂に起因する氾濫被害を示しているが、土砂災害という特性を考慮に入れ土砂氾濫による復旧費として農地からの堆積土砂搬出費と、耕土の客土費を直接被害額に組み入れると(表-3)の如くなる。

(表-3)からも明らかなように、自然状態で計画規模の洪水があれば、容易に立ち直れない程の被災となり、地域生活を根本から破壊してしまうことが判明する。

4-1-3 土石流災害による被害について

「土石流危険渓流及び危険区域調査要領」(昭和53年11月、建設省河川局砂防部砂防課)により、昭和54年度に実施した調査結果を(表-4)に示す。人命は、もとより、金銭的に評価することは不可能である。しかしながら、(表-4)より明らかなように、土石流発生可能な降雨があれば最悪の場合流域内人口の15%程度の人命を失うという状態が予測される。

(表-2) 流量規模別・河道状況別被害額

(昭和52年単価, 単位 百万円)

流量規模 \ 河道状況	自然状態	現況状態	計画状態
流域資産	14,545	14,545	14,545
600 m³/sec	2,646	343	—
900 m³/sec	5,915	499	—
1,200 m³/sec	7,078	874	—

(表-3) 農地復旧費を見こんだ場合の被害額

(昭和52年単価, 単位 百万円)

流量規模 \ 河道状況	自然状態	現況状態	計画状態
流域資産	14,545	14,545	14,545
600 m³/sec	(55%) 8,000	(29%) 4,162	—
900 m³/sec	(78%) 11,327	(34%) 4,894	—
1,200 m³/sec	(86%) 12,527	(39%) 5,695	—

(表-4) 土石流危険区域調査結果

	危険度	保全対象5戸以上	保全対象1戸以上
土石流危険渓流数	A	7	11
	B以上	11	19
危険区域内人家戸数	A	58(14%)	58(14%)
	B以上	71(17%)	79(19%)
危険区域内人口	A	255(14%)	255(14%)
	B以上	310(17%)	345(19%)
危険区域内公共施設	—	学校1, 農協1, 公民館1	学校1, 農協1, 公民館1
流域内戸数(50年)	—	407	407
流域内人口(50年)	—	1,831	1,831

4-2 間接被害の軽減効果

間接被害は直接被害の結果発生するものと言えるが、直接被害の対象となる施設や機能が集積していない地域ではその地域が壊滅状態となったとしても他に大きな影響を与えることはない。

間接被害を大きくするものとしては、大都市のような諸機能を有していて、他地域がその地域に依存している場合や幹線となる道路・鉄道が寸断され、迂回路がないような場合である。

立谷沢川流域では他に大きな影響を及ぼすような施設や機能を有していないため間接被害はそれほど大きなものとならない。

ここでは、立谷沢川流域で各種機能の集積が小さいことと、データ面の制約とから、間接被害項目を取り上げ、その計算方法を提示することにとどめた。

4-3 高度化効果の算定

砂防事業（流路工、砂防ダム、工事用道路）によって生み出された土地、あるいは砂防施設を活用した場合、施設の耐用年数期間内でどの程度地域に経済効果を与え得るかということについて、主として経済効果を軸にして想定を行った。ここでは次に示すものを高度化効果の対象として考えるものとする。

(1) 流路工施工による乱流防止により新たに生み出される空間地（113.4ha）の活用

- ・農地として活用し、一部公園として整備する。

(2) 砂防ダム（奥地大ダム、周辺小ダム）の活用

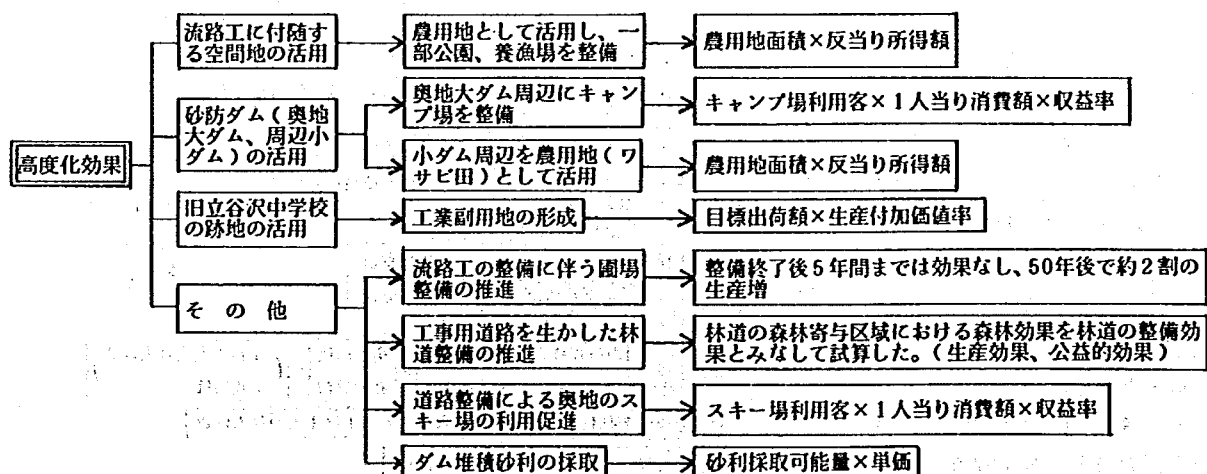
- ・奥地大ダムの周辺はキャンプ場を整備し、林道整備とあわせ月山登山ルートへの1拠点づくりを行う。

(3) 氾濫区域であった旧立谷沢中学校の跡地利用

- ・工業導入を図り、工業副団地を形成する。

(4) その他

- ・流路工の整備に伴う圃場整備の推進
- ・工事用道路を生かした林道整備の推進
- ・工事用道路を生かした、北月山スキー場へのアプローチの設備
- ・砂防ダムからの砂利の採取



（図-8） 高度化効果の考え方

(表-5) 間接被害の考え方

直接被害		間接被害軽減効果		
		軽減効果項目	効果の算定式	備考
一般産業	家屋	1. 家屋修復のための休職に伴う所得の減少	$\frac{\text{被害家屋関連就業人口}}{\text{被害家屋関連就業人口}} \times \frac{\text{復旧のための休職日数}}{\text{復旧のための休職日数}} \times \frac{\text{1日1人当り所得}}{\text{1日1人当り所得}}$	・産業別
		2. 就業先の生産利益減少	$\frac{\text{被害家屋関連就業人口}}{\text{被害家屋関連就業人口}} \times \frac{\text{復旧のための休職日数}}{\text{復旧のための休職日数}} \times \frac{\text{1日1人当り純生産額}}{\text{1日1人当り純生産額}}$	・就業先市町村別 ・産業別
	家庭用品	1. 用品購入のための交通費負担	$\text{被害家屋世帯数} \times \text{購入先までの交通費}$	
	商店	1. 消費者の高額購入のための交通費負担	$\text{被害家屋世帯数} \times \text{購入先までの交通費}$	
		2. 工業製品の市場出荷不可能による市場価格の高騰 ↓ 消費者の購入費増額負担	$\frac{\text{当該工業製品の関連圏域消費人口}}{\text{当該工業製品の関連圏域消費人口}} \times \text{価格高騰による差額}$	・価格高騰による差額 (定価 × 需給バランス崩壊によるアップ率)
	農(漁)産物	1. 器具購入のための交通費負担	$\text{農(漁)業被害世帯数} \times \text{購入先までの交通費}$	
		2. 農産物の市場出荷不可能による市場価格の高騰 ↓ 消費者の購入費増額負担	$\frac{\text{当該農産物の関連圏域消費人口}}{\text{当該農産物の関連圏域消費人口}} \times \text{価格高騰による差額}$	価格高騰による差額 (上記に同じ)
	農作物	1. 農作物の市場出荷不可能による市場価格の高騰 ↓ 消費者の購入費増額負担	$\frac{\text{当該農作物の関連圏域消費人口}}{\text{当該農作物の関連圏域消費人口}} \times \text{価格高騰による差額}$	価格高騰による差額 (上記に同じ)
	道路	1. 通勤不可能による就業先での生産利益減少	$\text{通勤不可能者数} \times \text{通勤不可能日数} \times \frac{\text{1日1人当り純生産額}}{\text{1日1人当り純生産額}}$	就業先市町村別、産業別
		2. 道路通行不可能による原材料の搬入減少 ↓ 域内生産額の減少	$\frac{\text{生産額/原材料搬入量}}{\text{生産額/原材料搬入量}} \times \frac{\text{通行不可能日数}}{\text{通行不可能日数}} \times \frac{\text{1日当り原材料搬入量}}{\text{1日当り原材料搬入量}} \times \frac{\text{1日当り純生産額}}{\text{1日当り純生産額}}$	交通ルート別
		3. 道路迂回による燃料費、タイヤの摩滅、時間ロス負担	$\text{通行不可能日数} \times \text{1日当り道路迂回による負担額}$	道路迂回による負担額 燃料費等
土木施設	下水道施設	1. 下水処理能力停止・減少による工場稼働率の低下	$\frac{\text{工場生産額/下水処理能力}}{\text{工場生産額/下水処理能力}} \times \frac{\text{下水処理能力停止・減少日数}}{\text{下水処理能力停止・減少日数}} \times \frac{\text{1日当り生産額}}{\text{1日当り生産額}}$	
	上水道施設	1. 上水の給水能力停止・減少による工場稼働率の低下 2. 上水の給水能力停止・減少による代替活動(給水活動)経費負担	$\frac{\text{工場生産額/給水量}}{\text{工場生産額/給水量}} \times \frac{\text{給水能力停止・減少日数}}{\text{給水能力停止・減少日数}} \times \frac{\text{1日当り生産額}}{\text{1日当り生産額}}$ $\text{給水活動日数} \times \text{1日当り給水活動経費}$	
	河川砂防農業施設	1. 取水停止・減少による上水工業用水、農業用水不足	$\frac{\text{工業・農業生産額/取水量}}{\text{工業・農業生産額/取水量}} \times \frac{\text{取水停止・減少日数}}{\text{取水停止・減少日数}} \times \frac{\text{1日当り生産額}}{\text{1日当り生産額}}$	
	教育施設	1. 教育機会の減少による教育水準の低下		・質的低下
	営業停止による損失	1. 従業員の一時解雇による従業員所得の減少	$\text{従業員解雇期間} \times \frac{\text{1日1人当り所得額}}{\text{1日1人当り所得額}}$	・産業別
その他の	水防活動費用	1. 水防団・警察・自衛隊などの出動に伴う費用 2. 水防用具材料購入に伴う支払	$\frac{\text{単位面積当り必要人員}}{\text{単位面積当り必要人員}} \times \frac{\text{被害区域面積}}{\text{被害区域面積}} \times \frac{\text{復旧日数}}{\text{復旧日数}} \times \frac{\text{1日当り人件費}}{\text{1日当り人件費}}$ $\frac{\text{単位面積当り必要水防用具量}}{\text{単位面積当り必要水防用具量}} \times \frac{\text{被害区域面積}}{\text{被害区域面積}}$	
	避難のための費用	1. 避難、誘導及び避難場所の確保による支出	$\frac{\text{被害規模/避難誘導のための必要面積原単位}}{\text{被害規模/避難誘導のための必要面積原単位}} \times \frac{\text{単位面積当り整備員}}{\text{単位面積当り整備員}}$	注) 被害規模: 被害面積 被害度合
		2. 避難、誘導のための備品整備による支出	$\frac{\text{被害規模/避難誘導のための必要備品原単位}}{\text{被害規模/避難誘導のための必要備品原単位}} \times \frac{\text{備品整備原単位費}}{\text{備品整備原単位費}}$	
	緊急・公衆衛生活動費用	1. 清掃、薬剤散布などによる支出	$\frac{\text{被害規模}}{\text{被害規模}} \times \frac{\text{単位規模当り必要清掃薬剤のための人夫+薬剤量}}{\text{単位規模当り必要清掃薬剤のための人夫+薬剤量}} \times \frac{\text{衛生活動必要日数}}{\text{衛生活動必要日数}} \times \left(\frac{\text{1日1人当り人件費}}{\text{1日1人当り人件費}} + \frac{\text{+薬剤量}}{\text{+薬剤量}} \right)$	
	緊急警察活動費用	1. 交通整理に伴う支出 2. 被害調査などに伴う支出	$\text{交通整理必要日数} \times \frac{\text{1日必要人員}}{\text{1日必要人員}} \times \frac{\text{1日1人当り人件費}}{\text{1日1人当り人件費}}$ $\text{調査必要延人員} \times \frac{\text{1日1人当り経費}}{\text{1日1人当り経費}}$	

4-3-1 流路工により生み出される空間地(113.4 ha)の活用

この空間地は様々な利用が考えられるが、地元アンケート結果、町の振興計画、付近(庄内地方)の実績、土壌条件から考え農地(柿栽培)として利用した場合を考える。但し、地域住民を対象とした近隣公園、養漁場、さらに流路沿いに管理用道も整備するものとする。

① 農業生産効果： $1,081^{10a} \times 256^{千円} / 10a = 276,740^{千円}$

柿栽培面積 庄内農業試験場調べ

② 50年間の累積： $276,740^{千円} \times 45^{年} = 12,453,300^{千円}$

流路工の耐用年数を50年とし、作付けから5年間は生産できないので45年間とした。

③ 農地構造費コスト： $1,081^{10a} \times 100^{千円} = 108,100^{千円}$

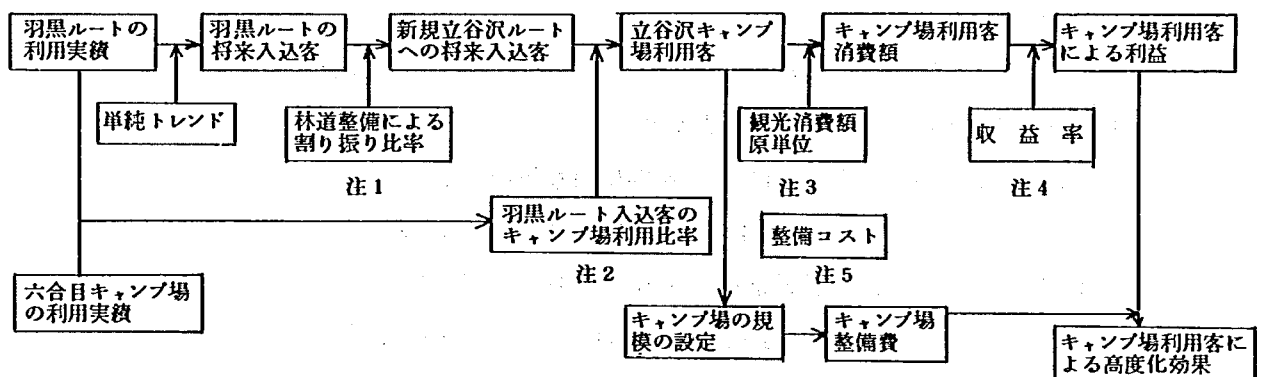
④ 農用地としての活用による高度化効果： $12,453,000 - 108,100 = 12,345,200^{千円}$

又、この新規農用地開発により雇用力が大きく増すことになる。「立川町総合計画によると1人当たり所得の目標値は2,600^{千円}で、新規雇用力は次のようになる。

$$276,740^{千円} \div 2,600^{千円} = 106^{人}$$

4-3-2 砂防ダムの活用

立谷沢奥地の自然的土地利用及び月山への観光、登山のベース地として、奥地大ダム周辺をキャンプ地として利用可能な様に整備する。



注1 道路状況、沿道の観光的資質、魅力等の総合的判断から1/5とみなす。

注2 $800^{人} / 354,200^{人} = 0.00226$ の2倍とみなす。 0.00452
(S53年) (既存のキャンプ場の比率)

注3 一般のキャンプ場の実績から500円/4人(キャンプ使用料)+100円/1人=225円/1人

注4 一般のキャンプ場の実績による収益率は総収入額の10%

注5 造成費：3,000円/㎡
テント購入費：4人用 20,000円/1基
6人用 40,000円/1基

しかしながら、キャンプ場の収容力(60人程度)に規定され、ダムの耐用年数100年間を見込んで観光による高度化効果量は1,760^{千円}にとどまる。

4-3-3 氾濫区域であった旧立谷沢中学校の跡地利用

立川町総合計画では、目標年次60年に年間出荷額110億円の工業導入計画を目標とし、内、30

$$\textcircled{1} \text{ 所得効果: } 3,000,000^{\text{千円}} \times 0.269 \times 0.64 = 516,480^{\text{千円}}$$

*全国平均
付加価値率

*給与率
(÷所得率)

*日本の統計

工場立地 ハンドブック

$$516,480^{\text{千円}} \div 4,200^{\text{千円}} = 123^{\text{人}}$$

a) 流路工の整備に伴う農業水利施設による農業生産への効果

$$M = \sum_{i=1}^{45} \left\{ \frac{25^{\text{千円}}/10^a}{45} \times 340^{10^a} \right\} = 267,060^{\text{千円}}$$

一方、34 haの圃場整備費として $340^{(10a)} \times 50^{千円/10a}$ の投資が必要である。

林道の生産効果：寄与区域 × 面積当り生産効果

$$1,154 \text{ ha} \times 30^{\text{t}}/\text{ha} = 34,620^{\text{t}}$$

林道の維持管理費：林道延長 × 延長当り維持管理費

$$11,540 \text{ ha} \times 250 \text{ 円/m} = 2,890 \text{ 千円}$$

$$50 \text{ 年間の生産効果: } (34,620 - 2,890)^{\text{千円}} \times 50^{\text{年}}$$

$$= 1,586,500^{\text{千円}}$$

```

graph LR
    A[立川町の人口] --> B[立川町住民の総スキー需要発生量]
    B --> C[奥地スキー場の利用客]
    C --> D[スキー場による消費額]
    D --> E[スキー場の利用促進による経済効果]
    F[スキー需要の発生原単位] --> A
    G[奥地スキー場の誘致率] --> B
    H[スキー客の消費単価] --> C
    I[収益率] --> D
    J[一般のスキー場の実績値] --> H
    K[一般のスキー場の実績値] --> I
  
```

参考)「観光の需要予測量」(社)日本観光協会

50年間の累積効果は4,725冊となる。

d) ダム堆積砂利の採取

奥地大ダム（計画貯砂量 50 万 m³ 以上）を対象に砂利の採取を行うものとする、6 ダムから 530 万 m³ を採取可能であるが、ダムの保護も考え 65 % が砂利として使用価値があるとみなし、3,450 千 m³ が利用可能とした。

$$3,450 \text{ 千 m}^3 \times 2,000 \text{ 円/m}^3 = 6,900,000 \text{ 円}$$

4-4 高度化効果の取りまとめ

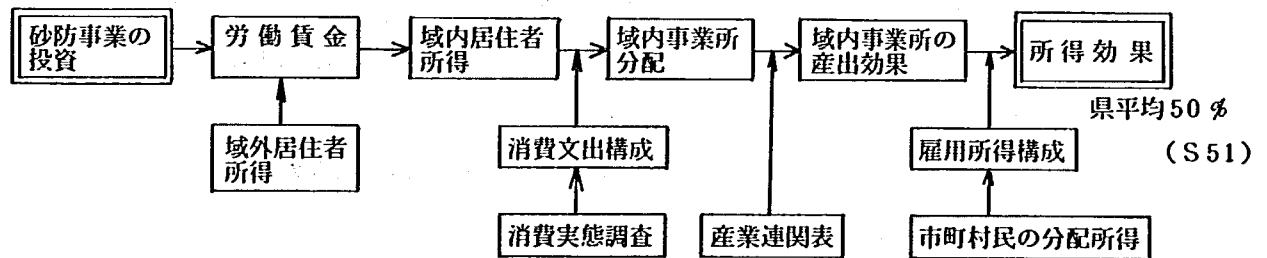
以上の各項目について取りまとめると（表-6）の如くなる。効果額は高度化効果により生み出される額を、事業費は高度化効果を生み出すに必要な事業量となる。

（表-6） 高度化効果の一覧表

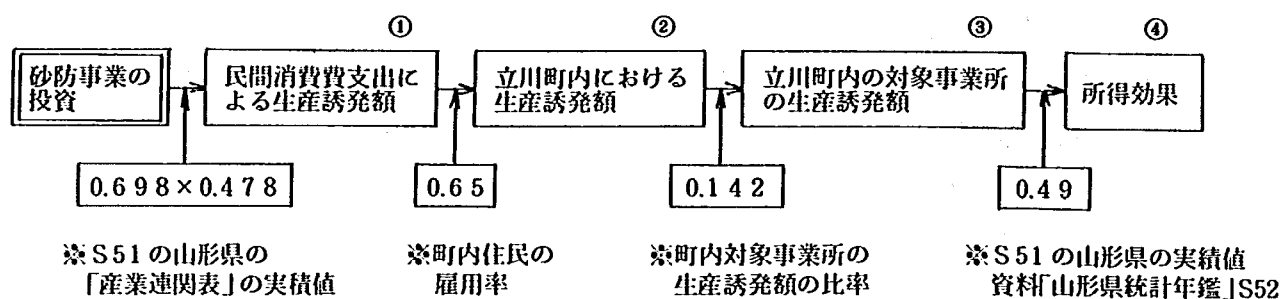
	効果額	事業費
a 柿の栽培	13,245,200 円	108,100 円
b キャンプ場	3,620 円	1,860 円
c 工業副団地	25,824,000 円	200,000 円
d 圃場整備	267,060 円	17,000 円
e 林道	1,586,500 円	円
f スキー場	4,730 円	円
g 砂利採取	6,900,000 円	円
合計	46,931,110 円	326,960 円

4-5 所得増出効果

所得増出効果とは、砂防事業の投資によって発生した所得（賃金）が家計費として支出され、これが域内各事業所の収入となり、次々と所得を生み出して行くと言う効果を意味する。



- ・ 立谷川流域の砂防事業の雇用労働力実績についてみると、「ダム」「流路工」あわせて 166 人のうち町内の労働力は 108 人で全体の 65 % である。
- ・ さらに、町内の事業所は、「食料品」「繊維製品」「製材・家具」「窯業土石製品」「鉄鋼・非鉄金属製品」「機械」「その他の製品」といったものが対象となってくる。
- ・ そこで、本調査における砂防事業による所得増出効果は次のようにして算出される。

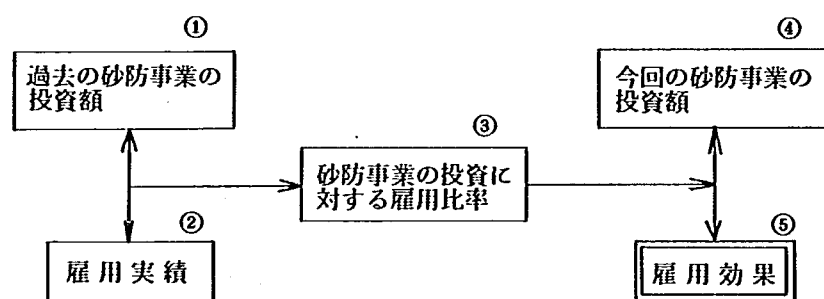


- ・ 民間消費支出による生産誘発額 $26,161,000 \text{ 円} \times 0.698 \times 0.478 = 8,728,460 \text{ 円}$
- ・ 立川町内における生産誘発額 $8,728,460 \text{ 円} \times 0.65 = 5,673,500 \text{ 円}$
- ・ 立川町内の対象事業所の生産誘発額 $5,673,500 \text{ 円} \times 0.142 = 805,630 \text{ 円}$
- ・ 所得効果 $842,820 \text{ 円} \times 0.49 = 394,760 \text{ 円}$

4-6 雇用効果

本来であれば、砂防事業の投資で生じた雇用か雇用効果として他の産業にも波及する効果を測定するものであるが、当地域においては建設業以外にある程度の数を雇用として受け入れる事業所も無いことから、ここでは砂防事業内でどれだけの人数を雇用できるかについて算定する。

算定方法は過去の砂防事業に伴う雇用実績から、今回の砂防事業の雇用効果を算定する。



- ① 過去の砂防事業の投資額 $595,070 \text{ 円}$
 (流路工第2工区床固め、第1工区床固め、濁沢第4ダム、前の川第4ダム、妹沢ダム)
- ② 雇用実績 (延人員) $25,579 \text{ 人}$
 (内立谷沢町 $25,579 \times 0.65 = 16,626 \text{ 人}$)
- ③ 砂防事業の投資に対する雇用比率 $23,264 \text{ 円/人}$
- ④ 今回の砂防事業の投資額 $26,161,000 \text{ 円}$
- ⑤ 雇用効果 (延人員) $26,161,000 \text{ 円} \div 23,264 \text{ 円/人} = 1,124,527 \text{ 人}$
 内立谷沢町内雇用効果 $1,124,527 \times 0.65 = 730,943 \text{ 人}$

5. 年便益の算出

直接効果の年費用、年便益は治水経済調査要綱に基づいて算出した。高度化効果の算定方法もこれに準じた。

$$C = \text{年利子} + \text{年償却費} = I \times \left(i + \frac{i}{(1+i)^n - 1} \right) = S$$

$n = 50$ のとき $S = 0.0506$

$n = 100$ " $S = 0.0456$

$$b = B - M$$

ここに、 C ：年費用

I ：流量規模別事業費

n ：施設の耐用年数（流路工 50 年、ダム 100 年）

M ：施設の維持管理費（ $I \times 0.5\%$ ）

B ：想定年平均被害軽減期待額

5-1 直接被害を対象にした年便益比

（表-7）に直接被害を対象にした年便益比を示す。

（表-7） 直接被害を対象にした年便益

年平均被害軽減額の算出

（百万円）

流量規模	年平均超過確率	年平均生起確率	想定被害額	平均被害均害	年平均被害額	年平均被害軽減額
600 m ³ /S	0.0869		4,162			
900 m ³ /S	0.0067	0.0802	4,894	4,528	363	363
1,200 m ³ /S	0.007	0.006	5,695	5,295	32	395
摘 要	N_n	$\frac{①(N_n - 1)}{-(N_M)}$	L_m	$\frac{②L_m - 1 + L_m}{2}$	$① \times ②$	B

年費用、年便益の算出

（百万円）

流量規模		年 費 用	維持管理費	年 便 益	年便益比率
600 m ³ /S	26,117	1,321	131		
900 m ³ /S	26,161	1,324	131	232	0.175
1,200 m ³ /S	27,484	1,391	137	258	0.186
摘 要	I	$C = I \times 0.0506$	$M = I \times 0.005$	$b = B - M$	b/C

5-2 高度化効果を加えた年便益比

(表-8)に直接被害に高度化効果を加えて評価した場合の年便益比を示す。

(表-8) 高度化効果を加えた年便益

年平均被害軽減額の算出

(百万円)

流量規模	年平均超過確率	年平均生起確率	想定事業効果額	平均事業効果額	年平均事業便益	事業便益累積額
600 m ³ /S	0.0869		51,093			
900 m ³ /S	0.0067	0.0802	51,825	51,459	4,127	4,127
1,200 m ³ /S	0.0007	0.006	52,626	52,226	313	4,440
摘要	Nn	①(N _m -1)-N _m	L _m	$\frac{L_{m-1}-L_m}{2}$	①×②	e

年費用、年便益の算出

(百万円)

流量規模	事業費	年費用	維持管理費	年便益	年便益比率
600 m ³ /S	26,444	1,338	132		
900 m ³ /S	26,488	1,340	132	3,995	2,981
1,200 m ³ /S	27,811	1,407	139	4,301	3,057
摘要	I	L $I \times 0.0506$	M $I \times 0.005$	E $e - M$	E/C

注) 高度化効果を流量規模別にみると、想定沈澱区域も事業費もあまり大きな差がないため直接効果に同一額を加えた。

6. まとめと考察

以上、最上川水系立谷川をモデルに、砂防事業による効果を議論してきたが、(表-7)に示すように、直接被害軽減額から見た年費用・年便益は、計画規模で0.175と極端に小さな値となっている。この理由として、巻頭で述べたように、

(1) 今回、砂防事業の寄与範囲を立谷沢川流域に限ったこと。

(2) 流域が過疎地域であり、流域内資本形成がきわめて小さいこと。

があげられる。しかしながら、(表-3)各流量別被害額、(表-4)土石危険区域調査の結果から明らかに、砂防施設がなく、一度計画規模の洪水があれば、地域社会は壊滅的被災を蒙ることは明白である。このことは、江戸時代の末、立谷沢川に沿って18部落が生活を営んでいたが、度重なる洪水により移転し、

現在15部落になっていること。明治時代まで、洪水時、被災を最少限にいとめる為に対岸集落の護岸を破壊しあったといった抗争が存在したこと、また、第二次大戦前、洪水から集落を守る為に民力にて霞堤を構築し、その資金担保に水田を当てたことにより、流域内の水田が庄内の地主の所有に移っていったことなどの社会的歴史事実からも証明できる。

次に、高度化効果を加えた場合の年費用・年便益の関係は、(表-8)に示されるようになり1.0を大きくうわまわる。しかしながら、前提となる高度化の内容が、立川町の計画をベースにしているとはいえ、あくまで目標値で確定的なものではない為、工業導入を中心として、今後、この点をどう考えるかが課題となろう。

さらに、産業連関分析からは投資額の約1.5%(4億円)の所得増出効果、また、事業実施により、今後、工事終了までに約73万人の雇用効果を産み出し、地域の深刻な問題である雇用確保・出稼ぎ問題の解消にも貢献していることが実証され、砂防事業の波及事業の大きさが推定される。

一方、今調査からは、砂防計画論的には一体として働くべき砂防ダムと流路工の評価に於て、特に高度化効果に対して、流路工が非常に大きなウェイトを占めており、このバランスを考慮する必要があると思われる。

今後の問題点としては、まず、対象区域を、最川上本川にまで拡大していくことがあげられる。そこには砂防事業による本川流域での効果量をどのように見積るかと言った非常に困難な問題を含んでいるものの、水系砂防を正しく評価するためには、避けて通ることのできない問題であり、これを正しく評価することにより、直接被害額を対象とした年費用・年便益比も、さらに今回考え方をあげるにとどまった間接被災額の把握も正確な数字となることが予想される。

この評価は、重荒廃地域を水源に持った山村の過疎地域をモデルとした言わば、特殊解であり、砂防事業による効果の定量的把握と言った一般解を求めて行く為には、水系を越え、全国各地での特殊解を積み上げてゆく必要があると思われる。

最後に、本調査は、東北地建河川部前専門官、保科幸二・同じく専門官、是沢一樹の両氏からご指導をいただいた。ここに感謝の意を表します。

参 考 資 料

たちかわ(S.49)	山形県統計年鑑	県経済の成長と構造変化 (S.53, S.50年産業連関表)
山形気象台資料	山形県の商業	立川町総合計画基本構想(S.48)
土地分類図(経企庁)	山形県土地利用基本計画図 (S.50)	立川町大堰台工業団地立地概要書
庄内広域市町村圏計画(S.47)	山形県農林水産統計年報	立谷沢地区農業構造改善事業計画
国勢調査報告	林業構造改善事業実績書	治水経済調査要綱(S.52)
農林業センサス	立川町林道台帳	豊川水害による間接被害の把握手法の検討(S.53)
町固定資産税概要書	立川町過疎地域振興計画 (S.46, 49)	砂防基本計画調書(S.46)
農地動態調査	山村振興計画(S.49)	日本の統計
農業地域振興計画書(S.50)	農村地域工業導入実施計画 (S.51)	工業立地ハンドブック

格子型鋼製ダム等の計画と施工 白水谷第2号砂防ダムについて

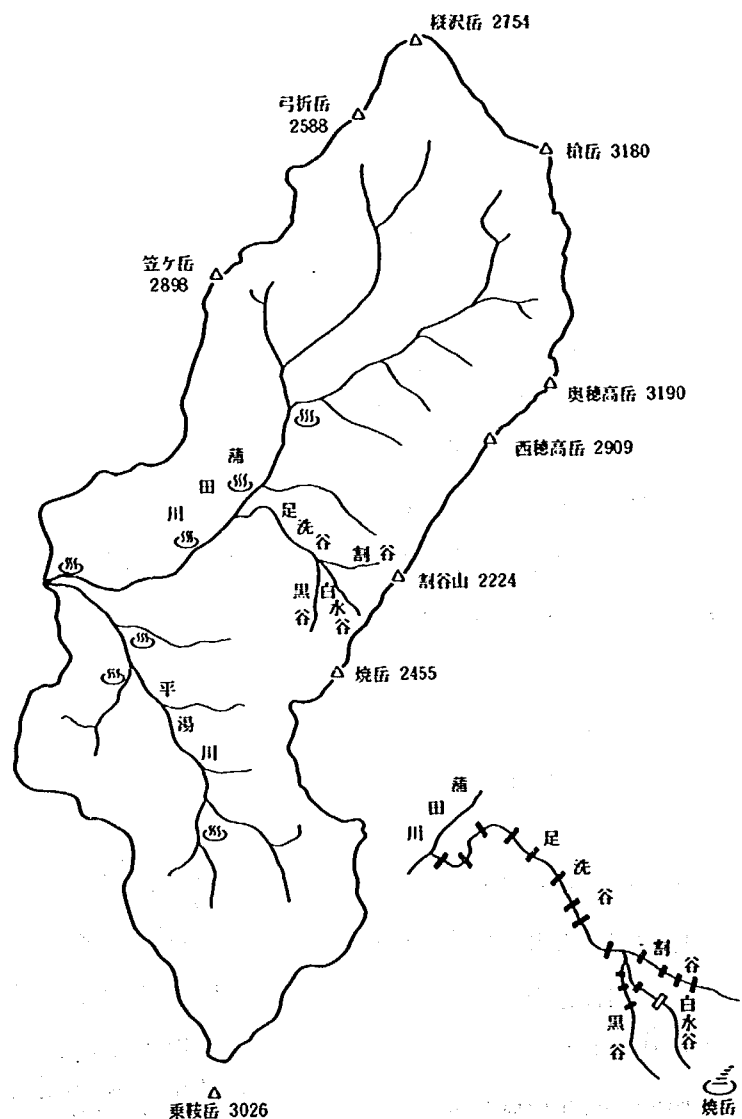
高 木 恒 夫

神通砂防の砂防計画の対象としている流域は、神通川右支高原川新猪谷ダムを基準点とする約760K²で、このうち現在直轄工事区域としているのは、岐阜県吉城郡上宝村の蒲田川と平湯川合流点上流域の約160K²である。この流域は二つの地形に大別することができる。一つは、山岳地形で、山腹の傾斜は急で侵食が激しく、高山性の崩壊が随所にみられる槍ヶ岳、穂高岳等に代表される区域と、もう一つは、火山活動によって形成された焼岳、乗鞍岳等の火山地形の区域である。

白水谷は、この中で飛騨山脈中唯一の活火山である焼岳を源流にもつ蒲田川左支足洗谷筋で流域面積約2.2K²の小支流である。白水谷は、神通砂防の中でも最も生産土砂量の多い溪流で、年間2～3回の大小の土石流の発生する溪谷で、砂防施設計画においても重点箇所の一つである。しかしながら白水谷はV字型溪谷を形成しているので施工性、工期の面で、極めて困難な場所である為、最も効果的な施設を採用すべく検討を重ねた結果、①土石流発生源直下で土石流をとらえ、足洗谷への流出土砂を出来るだけ調節し、足洗谷の安定を図ること。②短期間で施工が可能で、ある程度の貯砂量の確保が期待できること等を考えて立体格子ダムを計画したものである。

この格子ダムも、問題点は計画、設計、施工といくつかあげられるが、本打合せ会では設計面を主体に話題提供をしたい。

なお、当ダムは本年度新規着工の予定である。



鬼怒川上流域魚類生態影響調査

高橋 秀夫

1. 目 的

鬼怒川上流流域（川俣ダム上流域）における魚類底性動物及び付着動物の生育環境を定性的及び定量的に把握し、砂防施設と生態系との調和についての検討を行い、今後の砂防計画の基礎資料とする。

2. 調査手法

(1)採取 (2)観察 (3)聞き取り (4)資料の活用により調査を行った。

3. 魚類底性動物及び付着生物の生息状況について

魚類の主な生息種は、イwanaとヤマメである。川俣ダム湖にはコイも多い。現存量は6月が最も多く次いで7～9月の順になっている。

地点では川俣温泉付近に多い。

底性動物は、砂防ダム上流や、工事による影響で川床状態の不安定な場所では生育がいちじるしく抑制される。

付着生物は鬼怒川が有機汚濁をうけていない清廉な川であり非常に少ない。

4. 砂防施設の影響

砂防ダム上流部は土砂の堆積が進み、川床が不安定である。

また堆積した土砂の上を流れる川は流れに変化がなく魚の隠れ場所が無く生息が難しい。砂防ダムの下流部分で問題となるのはダム建設工事による濁りだろう。しかし建設後は、濁りも減少し、生物相は次第に以前の状態にもどってくる。

5. 砂防設備の魚道への提言

イwanaやヤマメについて流速、色、音などの生活環境について調べられないため利用できる魚道の構造を決めるのは難しい。

小山によれば可能な魚道は、ダムの中に内蔵したものであるという。

また一本の魚道がどの魚類にも適合するのは無理なのでどの魚種をその水域の代表とみなしどう守っていくかという自然環境の評価が先決である。

鬼怒川上流ではいくつかの砂防ダムがすでに建設されているが、ヤマメやイwanaの生息密度は比較的高い。しかし将来、他の魚種の回遊が無いと言えないので砂防施設の建設には可能なかぎり魚道の配慮がなされるべきだろう。

田上山地土砂生産流出解析調査

山 田 曙

1. 目 的

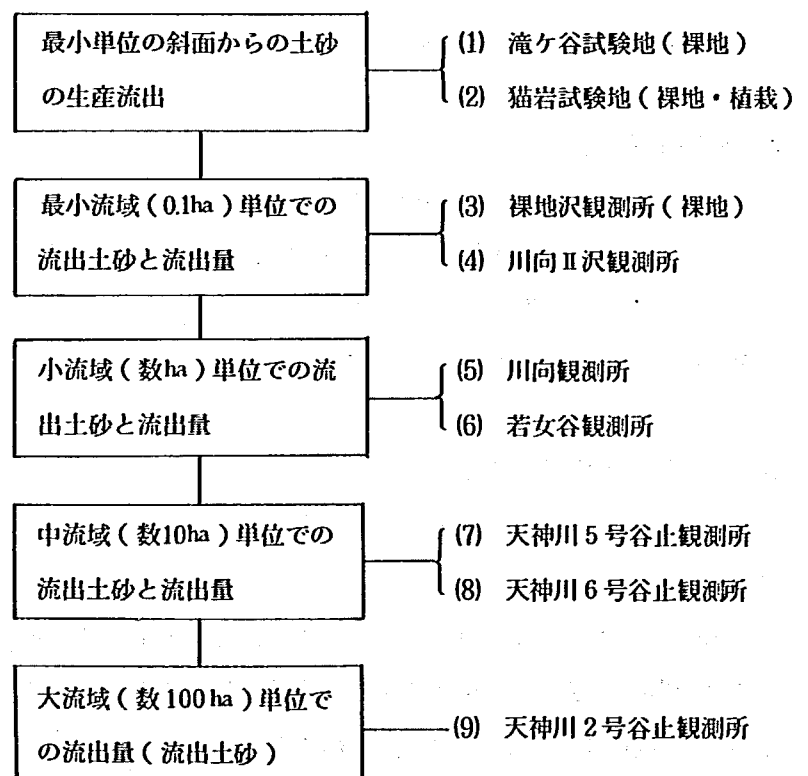
瀬田川流域の田上山は千数百年以前はスギ、ヒノキの一大美林であったと推定されるが、その後奈良、平安時代における宮殿、社寺の造営等にもなう乱伐によって一大禿地となり、下流に多量の土砂を流出した。これらの流出した土砂は天神川等の天井川を形成しさらに大戸川を経て瀬田川下流にも流出し数多くの水害の原因となった。この田上山も明治初期より始まった山腹工を主にした砂防工事の成果によりかなりの点まで緑が回復してきている。しかし一度荒廃した花崗岩地域での植生の完全復旧は難しく、以前より減少したとはいえまだ相当量の土砂が豪雨等によって流出すると考えられる。現在のところこの土砂の生産、流出機構はまだ十分解明されておらず、田上山流域での砂防計画も明確に体系づけられていない。今後さらに田上山での十分な砂防計画を確立するため、田上山地内に観測所、試験地を設け基礎資料の収集、解析を行っている。

2. 調査方法と内容

土砂の生産源である山腹斜面から流域下流への土砂の流出状況を把握するために上流から下流への流域の大きさ毎に見合う観測所（試験地）を設け観測を行なっている。（図－1 参照）

(1) 滝ヶ谷試験地（昭和40～54年度）

裸地斜面における侵食量が勾配によってどのように変わるかをみるために3区画の試験斜面を設定し観測を行なった。侵食量の測定は、試験区に2m間隔の格子状に打ち込まれた杭の高さを毎月1回読みとる方法で行なった。試験地の規模については表－1参照。又積算侵食量と月雨量との関係を図－2に示した。



図－1 流域毎の試験地及び観測所

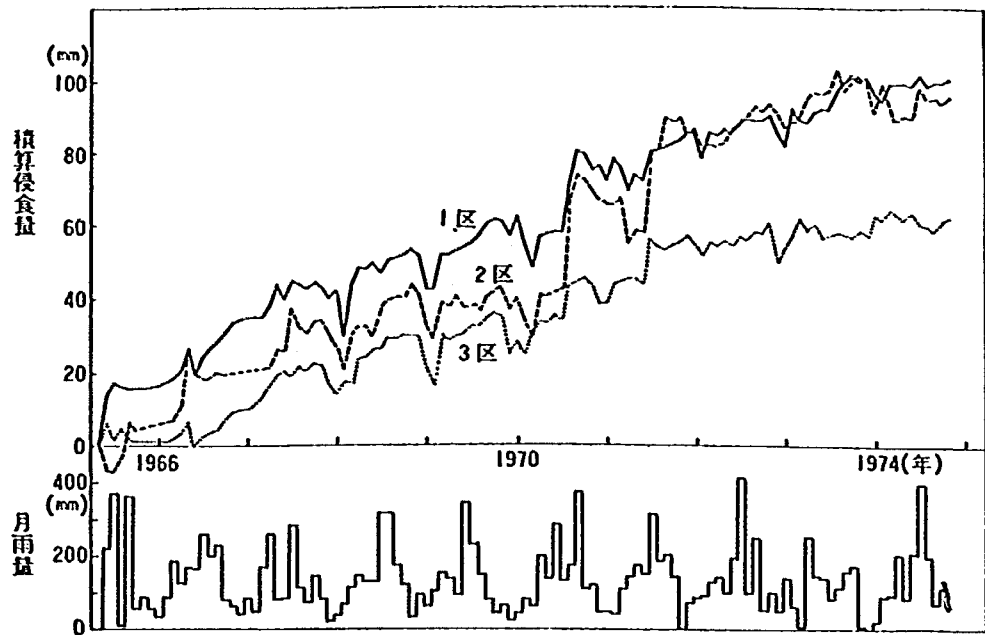


図-2 各区の積算侵食量と月雨量

(2) 猫岩試験地(昭和37年～51年度)

本試験地は2台のラインメーターを用いて裸地と植栽斜面の土砂流出を比較する目的で調査を行なった。ラインメーターは斜面長20m、巾5m、勾配35°である。測定は各斜面の流出土砂、流出水及び雨量である。年平均流出土砂量を表-2に示した。

表-1 滝ヶ谷試験地

区	方向	勾配	斜面長	面積
1	西	35°	10m	110m ²
2	東	34°	"	115
3	南	28°	"	70

(3) 裸地沢観測所(昭和54年～、0.178ha)

裸地斜面からの流出水と流出土砂の測定。

表-2 年平均流出土砂量

1962年 ～ 1976年 平均	寒 暖	
	裸地m ³ /Km	植栽地m ³ /Km
	156	5.56
	4,364、4,500	9.66、148

(4) 川向Ⅱ沢観測所(昭和54年～、0.38ha)

植栽斜面からの流出水と流出土砂の測定。

(5) 川向観測所(昭和36年～、2.66ha)

地形的にⅡ沢を含む2次の流域で、昭和26年に山腹施工を行っており、流域の90%は植物によって被覆されている。ここでは1回/日、流出水、流出土砂を測定している。

(6) 若女谷観測所(昭和53年～、2.87ha)

川向と同じく小流域の流出水を調査するものである。

(7) 天神川5号谷止観測所(昭和53年～、15.6ha)

(8) 天神川6号谷止観測所(昭和53年～、42.5ha)

(7)、(8)共谷止工を利用して中流域の流水を測定する。

(9) 天神川2号谷止観測所(昭和53年～、139ha)

田上山地での大流域での流出水を測定しており、又出水的に掃流砂、浮遊砂の観測を行なっている。

3. ま と め

川向観測所等で10数年来流出土砂量の測定を行なって来た結果、これらのデーターをタンクモデル、MPM式に用いることにより、小流域の土砂の生産、流出機構が明らかにされつつある。今後、田上山全体の土砂の生産流出機構を明らかにするため大流域を含めた各流域単位での観測を行なっている。

「流量・流砂量の観測」要旨

芦 田 義 則

1. 緒 言

砂防計画をたてる場合、計画降雨を設定し、その降雨によって発生する崩壊量を予測し、溪床堆積土砂を加算し、河道調節し乍ら、順次高次河道を流下させ基準地点の流出土砂を決定している。

崩壊量の予測、2次谷や3次谷（土石流的土砂移動域）での流下土砂量の設定、いずれも定量的に予測、算定することは現象の複雑性等から困難である。

広範囲な水系砂防計画の中で流出土砂量を設定するのに、過去の災害実績値などを定めて全体的に推定したり、比較的緩勾配の本川では掃流公式によって流出土砂量を設定したりする場合がある。そうした場合、河道調節率が可成り大きくなったり、大きくバラツキを示したりする場合があり、計画の安全性、土砂移動の突発性を考慮して計画値を修正することが必要となる。

このような状況の下、より確度の高い砂防計画を行なうためには、フィールドでの観測を通して計画モデルを設定することが重要である。

ここでは、吉野川砂防、重信川砂防区域内の観測実例について紹介を行なう。

2. 吉野川砂防の例

① 流域の概要：吉野川砂防区域は吉野川（C.A. 3750 Km²）の中流に位置し、昭和46年に直轄指定された。そのため、砂防区域内の資料の集積は多くなく、吉野川支川南小川左支川南大王川をモデル地区（C.A. 300.5 Km²）とし観測 解析が行なわれている。

モデル地区の河床勾配1/24（基準点）、地質は流域内を御荷鉾構造線が走る「破碎帯地すべり」地帯で、地すべり脚部で表層崩壊が時々発生している。一方、流域は豪雨地帯で雨なれしており、多少の降雨では崩壊しにくい。最近は上流からの崩壊等による土砂供給がないので河床はアーマリングのような状況にあると思われる。

② 観測概要：雨量、流量、流砂量の観測概要を表1に示す。これら資料のうち、1洪水についてすべての項目が観測されているのは昭和54年の5洪水のみである。

③ 観測結果の検討：流量実績値と計算値の比較例を図-1に示す。

ここで、流出計算モデルは等価粗度法を用い、N=2.6で計算している。図-2に流量・流出土砂の関係を示す。

表-1 吉野川砂防の観測状況（モデル流域）

項 目	ヶ所数	調 査 期 間	種 別	備 考
雨 量	2	S44	普通2 自記2	
水 位	1	S48	自記1	
洪水時流観	1	S48	浮子、見通し80m原則1hピッチ	
堆 砂	6	S48	—	未満砂堰堤 3ヶ所
河 床 変 動	—	S46.48.49.53.54	—	200m ピッチ
浮 遊 砂	1	S54. 6洪水	2Lバケツ 採 水	
河床粒度分布	—	S54	JIS	5地点
崩 壊 地	—	S45～	航 測	出水後

これによるとマイヤーピーターミュラー式の係数を3とした時が実績値に近くなっている。

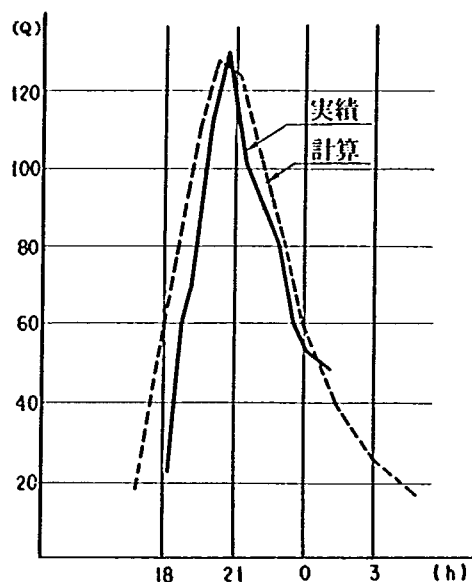


図-1 ハイドログラフ

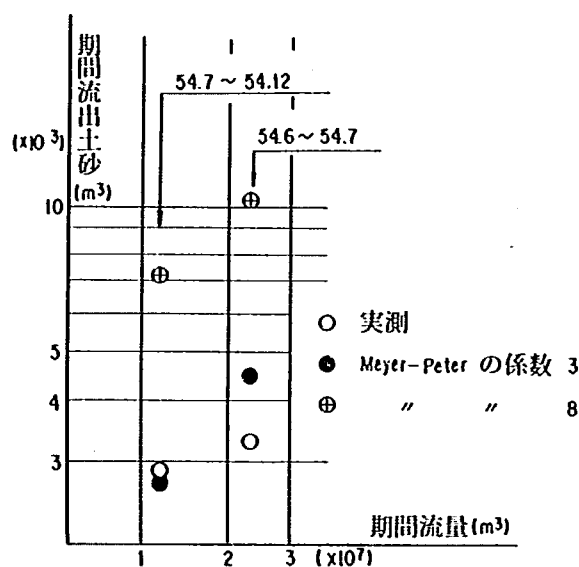


図-2 流量・流出土砂相関

④ 発生した問題点等：①H～Q式の高水部は中規模出水までしかとらえていない。②流観地点と自記水位地点が異なるため、補正が必要となった。③流量が小さい洪水しか観測されておらず、データ数が少ないためデータの蓄積が必要である。

3. 重信川砂防の例

① 流域の概要：重信川砂防区域は重信川（C.A. 445Km）の上流に位置し、流域面積136.4Km²、河床勾配1/10～1/65、比高1,100mであり、地質は花崗岩、ホルンフェルス、砂岩、頁岩、結晶片岩より成っている。

② 観測概要：雨量、流量、河床変動等の観測概要を表-2に示す。重信川砂防区域における調査は昭和29年より始っており、浮遊砂観測を除く資料は昭和42年洪水よりあるが、浮遊砂観測を含めた資料は昭和54年以後の洪水のみである。

③ 観測結果の検討：流量の実績値と計算値の比較例を図-3に示す。ここで、流出解析は等価粗度法貯留関数法混合モデルであり、 $N=0.8$ であった。

河床変動実績値と河床変動解析値の比較例を図-4に示す。ここで、計算

表-2 重信川砂防の観測状況（山之内上流）

項目	ヶ所数	調査期間	種別	備考
雨量	7	S31	普通3 自記7 テレ1	
水位	3	S37	自記3 テレ1	
洪水時流観	3	S37	浮子	原則 1hピッチ
堆砂	4	S41	—	未満砂堰堤1ヶ所
河床変動	—	S41	—	100mピッチ
浮遊砂	1	S54.4洪水	2リットル採水	1洪水 4～7回
河床粒度分布	—	S53.S54	JIS	
崩壊地	—	S48.S52	航測	

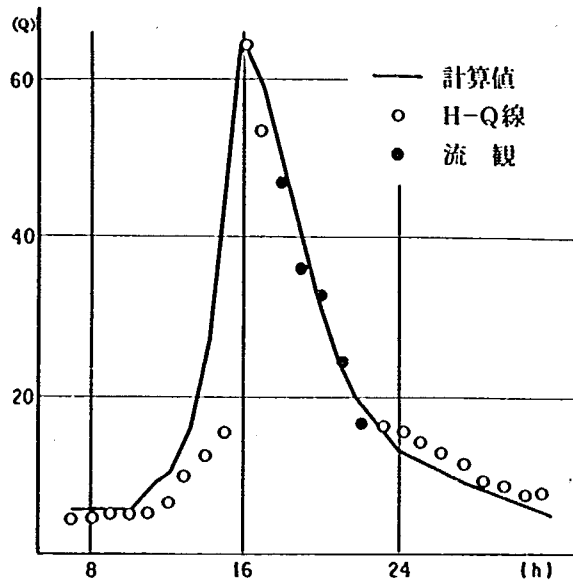


図-3 ハイドログラフ

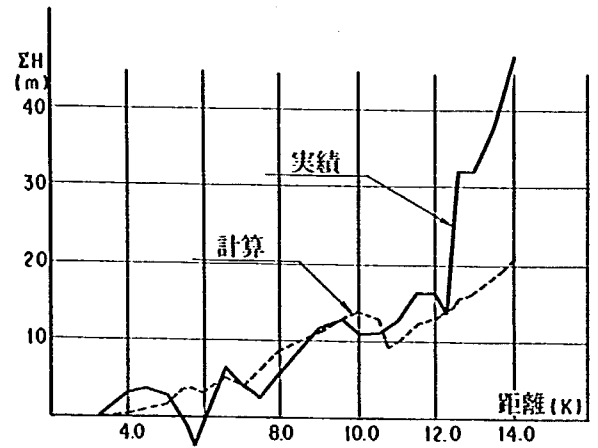


図-4 累計河床変化高

は、昭和42年以降の9洪水を与え、それに対応する掃流砂量を土研公式により計算し変動量を算定している。

4. 結 言

個別流域の特性を反映した砂防計画策定のためには同一水系で同一洪水について、雨量、流量、河床変動量等のデータが得られることが望ましい。しかし実際には、不十分な箇所が多いと思われる。その要因は表-3のようにまとめられるが、観測精度を上げるには、これらの要因を改善するよう努めねばならない。また同時に、限られた予算、マンパワーの下で、効率良く観測を行うための観測システムの検討が必要である。

表-3 観測誤差要因

項目	要 因
観測人	熱意、知識、余裕時間
器 械	精度、操作性
体 制	予算、マンパワー、メンテナンス体制、資料整備
環 境	気象、地理的、設置年

焼岳土石流観測と経過

岡 本 正 男

1. 土石流観測経過

松本砂防工事々務所は、昭和46年より京大防災研究所地形土壌部門奥田節夫教授の協力を得て、焼岳東麓の上堀沢及び上々堀沢において土石流の調査を行ってきた。

幻の土石流を見るという事から始まった観測に調査が加わり、現在では上々堀沢の土石流の発生部である源流域から停止堆積部である扇状地まで観測調査が広がっている。

2. 土石流動態調査法

2-1 映 像

焼岳の土石流観測では、8mmシネカメラ（白黒）、16mmシネカメラ（白黒）8mmデジタルカメラ（白黒）、35mmモータードライブカメラ、ステレオカメラ、ビデオカメラ（白黒、カラー）を使用している。

2-2 センサー

ワイヤーセンサーとコンタクトセンサーを使用している。今後、振動計を利用して土石流の発生を捉えることを検討している。

2-3. そ の 他

i) 土石流材料の採取

採泥缶や採泥筒を使用。

ii) 土石流の流量測定

電磁波流速計及び空間フィルター流速計を使用。

2-4 現在の観測体形

テレビカメラ、インターバル8mmシネカメラ等のカメラ類をはじめとして雨量計、センサー及び土石流衝撃力計、流体速度計、振動計等のピックアップはそれぞれ溪床や溪岸にセットしている。

観測中継小屋には、映像用のFM送信機、土石流衝撃力計流体速度計、オシログラフ、振動計を設置している。観測小屋には観測機器、操作器、ビデオコーダー、カラーテレビ、モニターテレビ、デジタルクロック、デジタルコーダー類を置いている。電波は、AC-100V及びDC-24Vを使用している。

指令系統は10系統あり、センサーのどれか切断されても機器が自動的に働く系統が1つと、特定のセンサーが切れると8mmシネカメラが動くようになっている系統が5つと、計6つの自動指令系統と、4つの手動系統から成る。

3. 土石流発生条件

土石流の発生を時間雨量でみると 12 mm/hr 程度で発生しており、一般に言われる、土石流発生限界雨量強度 (35 mm/hr) より、かなり小さい。

土石流の発生の時期は、7月後半から9月前半にかけた豪雨性降雨の影響が大きい。

4. 土石流の規模

土石流の土砂量は、 $1,000 \sim 2,000 \text{ m}^3$ / 1回程度であり小規模である。

5. 土石流材料の粒度分布と密度

5-1 土石流材料の粒度分布

従来肉眼で観察されているように中央粒径と最大粒径とも先端になる程大石が分布している。

採泥筒によってサンプリングした土石流の先頭部の土砂礫の平均粒径、中央粒径とも $0.25 \sim 0.75 \text{ mm}$ の粒径が最も多い。

5-2 土石流の密度

2.0 g/cm^3 程度のものが多い。

6. 土石流の流動

最大流速と波高の関係は

$$v = 1.8 h \text{ (cm/sec) という経験式が得られる。}$$

流速・波高とも土砂量とともに増加する。

7. 土石流の停止堆積

土石流停止点は、 3° 近傍である。

堆積量は土石流の方が土砂流よりも大きく、浸食量は逆に土砂流の方が大きい。

8. 土石流の衝撃力

$$F = 0.153 h v^2 \text{ (t/m}^2\text{)} \quad \text{流体}$$

$$P = 12.05 v^{1.2} d^2 \text{ (t/m}^2\text{)} \quad \text{礫}$$

但し、 h = 波高、 v = 最大流速、 d = 土石流フロントの最大礫径

土 石 流 観 測 と 調 査

戸 次 真 一

大正3年の大噴火に代表される様に多くの噴火歴を数える桜島は、今なお衰えを見せない。昭和32年以来、長期にわたる噴火活動は、山麓周辺住民の生活にさまざまな障害をもたらしている。(表-1に火山活動状況を示す)降灰、火山ガスによる農業被害は深刻で、みかん、ビワを中心とした果樹園芸は、ほぼ全滅に近いものがある。

一方、山頂付近では、絶えまない噴火活動のため植生限界が除々に下降、荒廃の進行が著しい。山腹には無数のリル、ガリーが発生し、降雨のたびに拡大、樹枝状の大形崩壊地を形成している。このため降雨時には土石流が発生し多量の土砂を流出する。特に昭和47年火山活動の激化と期を一にして、土石流が頻発するようになった(表-2に土石流の発生状況を示す)。この様な状況のもと、人身災害も発生するに至り、昭和49年、多発する土石流に対処すべく、土石流観測を中心とした直轄砂防調査を開始した。

ここに桜島における土石流観測と調査について紹介する。

表-1 火山活動の状況

年 項目	S 40	41	42	43	44	45	46	47
爆 発	29	44	127	37	32	19	10	108
噴 煙	36	225	511	351	128	355	45	483
地 震	10,312	17,117	35,174	30,383	16,081	18,264	10,974	31,949

年 項目	48	49	50	51	52	53	54	55
爆 発	144	362	199	176	223	231	149	90
噴 煙	673	1,222	709	490	447	478	307	209
地 震	74,883	122,795	73,297	64,055	83,491	88,334	77,261	18,077

S. 55年は4月末現在

表-2 土石流の発生状況

年度 河川名	48	49	50	51	52	53	54	55
野 尻 川	12	16	20	24	22	24	15	4
春 松 川			3	6	4	2	4	2
持 木 川			4	6	10	14	13	3
第二古里川			3	5	10	4	7	3
第一古里川			4	5	6	5	8	1
有 村 川			4	8	11	4	6	1
黒 神 川			2	6	11	10	11	3

S. 55年は5月13日現在

1. 調査の目的

土石流は桜島の砂防において、最も重要な問題である。土石流対策を考える場合、まず土石流の性質を知らねばならない。土石流は近年、多くの技術者、研究者によって精力的に研究され、除々に解明されつつあるが、未解明な部分も多い。又これらの研究成果がそのまま、桜島の我々が土石流と呼んでいる現象にあてはまるかどうかかわからない。土石流現象の解明こそは最も重要な調査である。

こう言った目的のもとに土石流の動態をとらえ、その流下堆積機構を解析するための基礎資料を集積することにした。

調査すべき事項は次のようなものである。

- ① 土石流発生と雨・灰の関係
- ② 土石流流下量と雨・灰の関係
- ③ 土石流流動形態 外力測定
- ④ 堆積形状

2. 土石流観測及調査方法

(1) 雨量観測

野尻ほか6ヶ所計7ヶ所でS 50. 10 より観測 日巻 0.5 パルス、転倒樹式

(2) 土石流観測

名 称	観 測 所		採水分析	衝撃力測定	堆積量・形状測定	備 考
	位 置	器 種				
野 尻 川	1.河口(0/200左) 2.第二野尻橋(0/450左) 3.流路工(0/030右) 4.5号ダム(2/750右)	3mmメモーションカメラ T.Vカメラ, VTR (A.O) TVカメラ, VTR 35mmオートドライブ, 16mm (D.C)	・4号ダム水通 ・第二野尻橋下	・圧コン板4ヶ所 ・3ヶ所	・土石流発生毎 海中流路工観測 ・年1回河道河床 変動観測	照明塔1本
春 松 川	1.流路工(0/600左)	T.Vカメラ, VTR (A.C)	・第一野尻橋下		・年1回河道河床 変動観測	工事のため土 石流観測所移 桑中
持 木 川	1.流路工(0/600左)	T.Vカメラ, VTR (A.C)	・流路工		"	
第二古里川	ホテル下 1.流路工(0/000左)	T.Vカメラ, VTR (A.C)	・流路工		"	
第一古里川	1.流路工(0/420左)	T.Vカメラ, VTR (A.C)	・国道橋下		"	
有 村 川	1.流路工(0/220右)	T.Vカメラ, VTR (A.C)	・国道橋下	・圧コン板1ヶ所	"	
黒 神 川	1.黒神ダム(1/500左) 2. " (" 左右) 3.第1黒神(2/850左)	8mmカメラ T.Vカメラ, VTR T.Vカメラ, VTR		・圧コン板1ヶ所	・年1回河道海中 変動観測 ・扇状地堆砂量 水標81本	
計 7 河 川	1 2カ所	5機種 13台	他河川に3ヶ所 10ヶ所	計7ヶ所		

(3) 土石流観測の内容

1) 土石流観測の仕組み

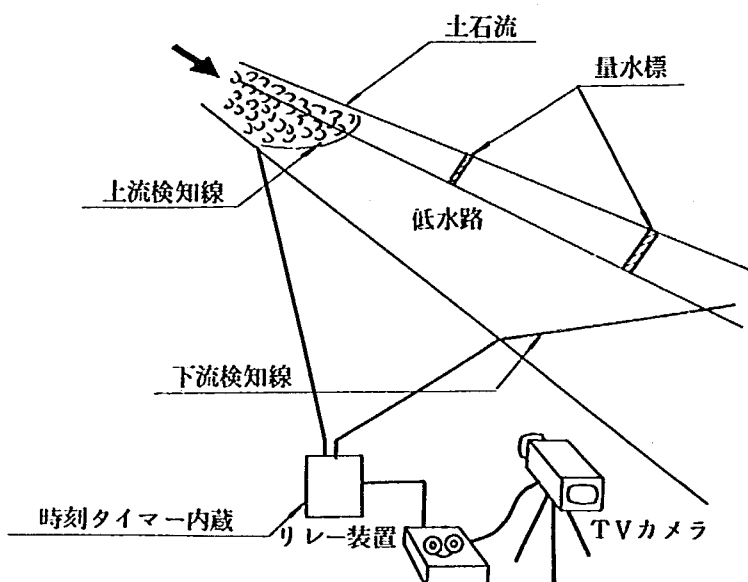


図-1

各カメラは流路工又は溪岸に設けたワイヤーセンサーを土石流が切断するとリレーが作動しカメラを起動して撮影を開始する様にしている。

2) 土石流の発生及発生時間の確認

検知線の切断による。

3) 土石流の継続時間

ビデオ及現地調査による。

4) 水理諸量等の計測記録

① 水位（水深）

流下状況を V.T.R.により再生し、画像中の量水標を目視によって判読する。

② 流速

先端流速は、④流体が、上・下流の検知線を切断する所要時間による。

⑤流体が量水標間を通過する所要時間による。

後続流速は、④ V.T.R. 再生時、流体中に目標見出し、その量水標間の所要時間を計時する。

③ 流量

④瞬間流量 V.T.R.判読結果による算出

⑤流出量 V.T.R.判読結果による積算及土石流前後の陸上、海中深浅測量による。

5) 収録テープの状況

表-4

	S.50 年度		51		52		53		54		55	
	収録	解析	収録	解析	収録	解析	収録	解析	収録	解析	収録	解析
本数	27	15	15	7	21	3	3	3	16	6	3	

※他に他の方法で解析 7

S.55は5月13日現在

6) 採水分析

① 採水の方法

各河川の橋桁やダム水通しに吊るす。又は据付けた鋼製採水箱（15cm×15cm×30cm）により土石流が撃突すれば自動にフタが締る首吊り方式

② 試験内容

粒度試験、含水比、単位体積重量試験

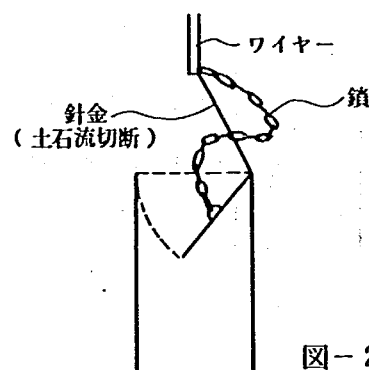


図-2

7) 衝撃力測定

① 衝撃力測定方法

ゴム軸、橋脚に取付けたアルミ製圧痕計（鋼製ケース入り $15\text{cm} \times 15\text{cm} \times 1\text{cm}$ ）に土石流が激突して出来た圧痕の深さを計測し推定する（圧痕の深さと荷重又はEの関係はあらかじめテストしておく）。

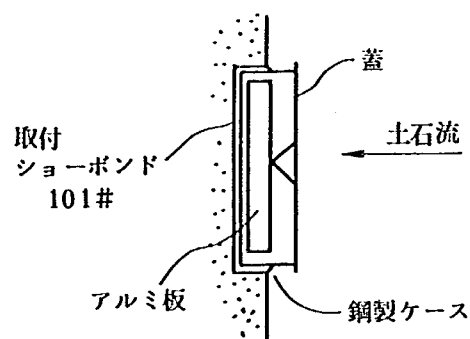


図-3

② 流路工擦減力測定

野尻川流路工において床版コンクリートの擦り減り量測定

8) 流出土砂量及堆積形状

① 野尻川では土石流毎の総流出土砂量をつかむため、土石流前後の海中深淺測定、流路工堆積測量実施

② 黒神川扇状地（地獄河原約 15km^2 ）では、土石流の堆砂形状を調査するため 100m メッシュに 81 本の量水標を設置し観測中

3. 調査結果

(1) 土石流発生と降雨との関係（S.54 現在）

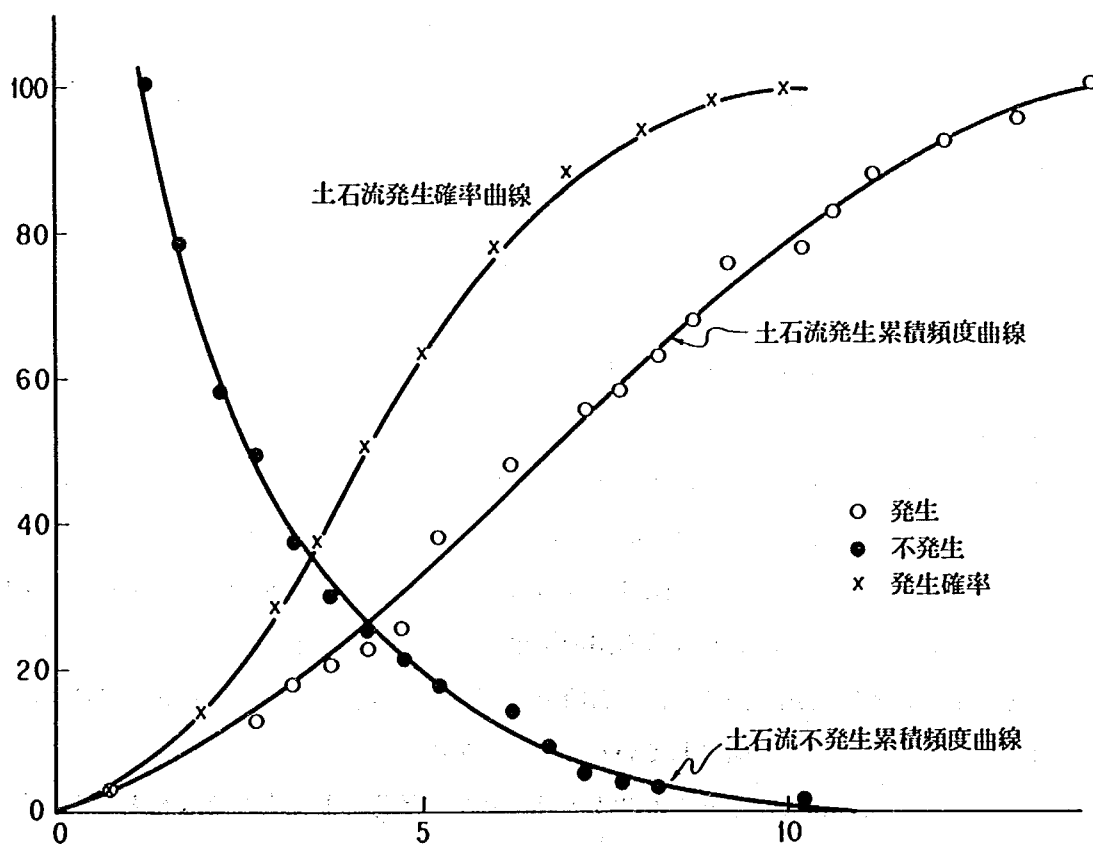


図-4 10分間最大雨量 R_{10} 土石流発生頻度曲線

表 - 5

	発生 確 率	河 川 名				
		野 尻	持 木	第2古里	第1古里 有 村	黒 神
連続雨量	10%	28	32	36	33	33
R T	95%	64	60	58	58	60
日 雨 量	10%	34	35	31	36	40
R D	95%	64	61	65	68	66
時間最大	10%	11.5	13.5	13.5	12	12.5
R ₆₀	95%	16.5	22	23.5	20.5	20
10分間 最大	10%	5.5	6	6	5.5	5.5
R ₁₀	95%	8.5	10.5	10	9	8.5
有効雨量	10%	20	21	25	20	20
R _e	95%	46	44	40	44	42
有効雨量 強 度	10%	10.5	11.5	11	9.5	2
r _e	95%	22	26	21	19	21

表 - 6

	土石流発生降雨	土石流不発生降雨
有効雨量 (R _e)	10~30 mm	10 mm以下
有効雨量強度 ($=\frac{R_e}{T_e}$)	5~10 mm/hr	5 mm/hr以下
ピーク10分雨量	5~10 mm	5 mm以下
有効雨量継続時間	1~2時間	1時間以下

表5は図-4の様な土石流発生頻度曲線より発生確率別の各種降雨をもとめたものである。70% 確率で見ると野尻川で従来検討された表6と略一致するが、発生、不発生を50%境界値とするとたとえば10分間最大雨量では $R_{10} = 4 \text{ mm}$ で、 $5 \text{ mm}/10 \text{ min}$ では発生しないとした従来の

値より小さい。これは我々が現地で経験した状況と一致する。

(2) 土石流記録

表-7は従来の土石流解析記録にその後の観測結果を追加して示したものである。最大流量、総流出量はバラツキがあるが流速をとってみると野尻川ではフロント流量が $200 \text{ m}^3/\text{sec}$ を越えると、流速は $10 \text{ m}/\text{sec}$ を越えるとされていたが、表-7で見る限り境界値はもっと小さく、 $80 \text{ m}^3/\text{sec}$ 附近で流速は $10 \text{ m}/\text{sec}$ を越えるか、それに近い速度となる。これは持木川の結果を見ても同様である。

図-5はS.54.6.18野尻川で観測した土石流をV.T.R.の判読からハイドログラフにしたものである。これからは、数波の段波が次々と襲来していることがわかる。

又図-6はS.50.6.4の同じ野尻川で発生した土石流で、桜島の土石流の波形をよく代表するものであるが、この様に桜島の土石流は一発型と数波型がある。

最近の観測では野尻川では数波型が多く、持木川は一発型のみである。

表-7 土石流記録

河 川 名	発生年月日	ピーク流量 (m^3/sec)	土石流総量 (m^3)	VTR地点 流速(m/sec)
野 尻 川	S.50. 4. 8	210	94,000	11.5
	" 4.17	480	194,100	13.6
	" 4.29	180	64,200	7.8
	" 6. 4	290	121,200	10.0
	" 6.19	1	300	1.0
	" 6.20	5	2,000	2.8
	" 9. 5	10	900	2.8
	" 10. 3	20	7,100	5.3
	" 10. 7	60	4,300	7.0
	" 10.12	2	500	2.0
	" S.51. 4.30	100	14,400	9.7
	" 5.16	310	56,000	15.1
	" 6. 9	120	86,000	10.0
	" 6.24	130	48,500	12.0
	" S.52. 3.17	86	42,000	10.0
	" 9.11	104	35,700	10.0
	" 9.15	40	10,700	8.3
	" S.53.10.27	35	12,600	9.9
	" S.54. 6.18	85	49,100	10.0
持 木 川	S.53.10.27	111	20,300	10.0
	" S.54. 6.18	93	45,100	11.8
	" 7.16	31	16,600	7.7
	" 8. 6	28	15,300	8.0
有 村 川 第2古里川 黒 神 川	S.50. 9.17	330	80,300	8.5
	S.50. 9.17	60	8,100	15.0
	S.50. 9. 9	9	1,300	1.7
	" S.54. 7.16	43		2.6
	" 8. 6	149		7.5

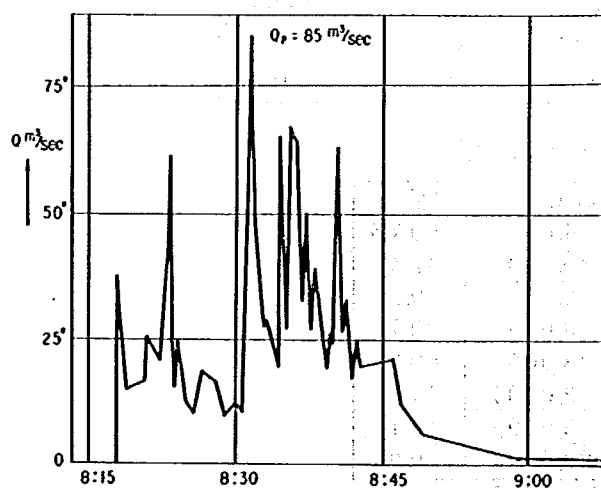


図-5 野尻川S.54.6.18土石流ハイドロ

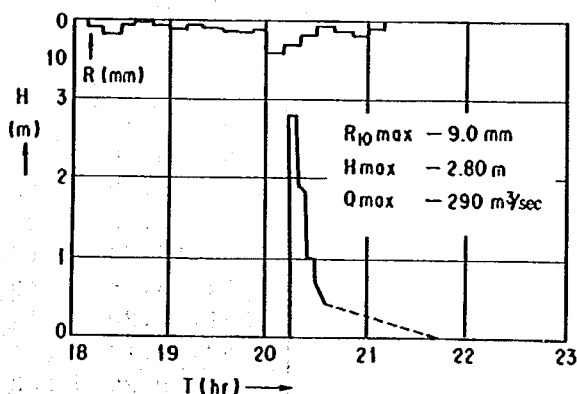


図-6 野尻川S.50.6.4

(3) 採水分析

S.54年度野尻川で採水箱により採水した資料を分析したところ

単位体積重量 $\div 1.87 \text{ g/cm}^3$

含 水 比 $\div 25.1\%$

土 粒 子 比 重 $\div 2.61$

土 砂 濃 度 $\div 40.1\%$

であった。

(4) 河床変動測量

1) 野尻川流出土砂量

海中及流路工における土石流毎の測量により流出土砂総量の経年変化は次の通り

S.51 536,800 m^3

S.52 539,000

S.53 535,000

S.54 161,830

表-8 野尻川土石堆積測量結果

土石流発生月日		河口部堆積		
年 月 日	発生時刻	河 道	海 中	全堆積量
S.54. 5. 7	22:55	7,370 m^3	24,520 m^3	33,890 m^3
6.18 2回	8:18 12:55			
6.28	5:30			
6.29	14:30			
6.30	11:14			
7. 2	5:10	1,420	7,750	9,170
7.16	16:36	5,890	31,850	37,740
8. 6	15:44	1,050	150	1,300
9. 3 2回	15:30 21:10	10,650	41,870	53,530
10.18 2回	9:40 19:07	5,100	14,610	19,710
11. 4		6,040	1,560	7,600
S.55. 3. 9		不明	不明	不明
計 15回		39,520	122,310	161,830

表-9 野尻川土石流含砂率

土石流発生日	総流出量	総流出土砂量	含砂率
S51. 5.16	56,012 m^3	34,000 m^3	60.7%
51. 6. 9	86,020	36,500	42.4
53. 8. 9	27,860	2,600	9.3
53.10.27	13,242	3,000	22.7
54. 6.18	49,131	33,900	69.0
(S51. 4.30)	(14,411)	(2,040)	(14.1)
(52. 3.17)	(41,996)	(5,500)	(13.1)
(53. 9.29)	(33,354)	(20,000)	(60.0)

※()は総流出量を水力計算により推算したもので
実測ではない。但し流出土砂量は実測

2) 堆砂勾配

桜島の各河川は非常に変動が大きく砂防設備の配置に当って堆砂勾配の決定は慎重な検討を要する。
野尻川3号堆砂地及黒神扇状地で検討した1例を示すと

野尻川3号堆砂地 最緩100m毎平均5.6%

最急 " " 9.9%

黒神扇状地 4%~6%で除々にボラ堆積地の第二黒神川では1.2%~1.7%で土石
流毎の変動は全んどない。

3) 土石流の流下巾

野尻川において土石流が自由に流路巾を形成していると考えられる1k400~2k800間のS.52~
S.54年の3年間の流路巾は

④ S.52 前~21.2m

⑤ S.53 ~10.4m 平均巾18.6m この間の土石流 Q_p の平均流量は $119.4\text{ m}^3/\text{sec}$ で

⑥ S.54 ~24.3m

これを Regim 理論 $B = \alpha\sqrt{Q}$ で α を求めると $\alpha = 1.70$ となった。

4) 衝撃力

① 野尻川においてS.54.9.3土石流を4号砂防ダムの袖に取付た圧痕計で観測した結果では
 $P = 78\text{ t/m}^2$ であった。

② 野尻川流路工の床版工の擦り減り量は、土石流1回につき $t = 2.2\text{ cm}$ であった。野尻川流路工の
底版コンクリートは厚さ1.0mであるが約2年(土石流46回)で地盤が露出した。

4. 成果の活用と問題点

(1) 桜島の土石流調査成果を効果的に利用するため、桜島以外の土石流と比較し類似点、相違点を明らかに
する必要がある。

(2) 土石流到達地点での定性的な把握と定量的面で少し明らかになって来たが、調査期間が5年と短く、
今後土石流発生点と考えられる上流域での調査を行ない、上、下流一貫した発生流下機構の調査が必要で
ある。

(3) 砂防事業へ反映させるためには、現在野尻川丈の資料で代表しているため他桜島河川に適用出来るか
疑問が多い。河川別の土石流特性を調査する必要がある。

(4) 土石流対策第2法を計画するに当り、土石流防止の対策別に調査資料を分類整理し、土石流対策上不
足しているもの明らかにする必要がある。

(5) 土石流観測資料とは別に、現地に生じている状況や、砂防設備の破損の状況等実測調査し、現状合致
した資料の使用が必要である。

たとえば河床変動測量成果は有用で即利用出来る。

白水谷第2号砂防ダムについて 立体格子型ダム

§ 1. 流域概要

神通砂防の計画の対象としている流域は、神通川水系右支高原川新猪谷ダムを基準点とする約760K²で、このうち現在直轄工事を施工している区域は、岐阜県吉城郡上宝村の蒲田川と平湯川合流点上流域の約160K²である。

この流域は、二つの地形に大別することができる。一つは、山岳地形で山復の傾斜は急で侵食が激しく高山性の崩壊が随所でみられる槍ヶ岳、穂高岳等に代表される区域と、火山活動によって形成された乗鞍岳、焼岳等の幼年期火山地形である。

白水谷は、この中で飛騨山脈中唯一の活火山である焼岳を源流にもつ蒲田川左支足洗谷筋で流域面積約2.2K²の小支流でその特性は、表-1のとおりである。

表 - 1

諸 元	
流 域 面 積K ²	2.2
谷 密 度 km/K ²	9.25
崩 壊 面 積 率%	6.44
ガ リ 面 積 率%	5.54
1 次 河 道 率%	59.6
焼 岳 上 部 溶 岩K ²	0.236
焼 岳 下 部 溶 岩	0.236
割 谷 山 安 山 岩	0.115
焼 岳 火 砕 流	0.725
古 生 層	0.702

焼岳火山の溶岩は、下部に分布する前期のものと、円頂岳を形成する後期のものに分けられるが、いずれも角閃石安山岩である。

火山噴出物の堆積による裸地では、降雨によるガリ侵食が盛んで、細粒成分の洗い出しが著しいが、火砕流堆積層から供給されるものは粒径範囲が広く、巨れきも多く含まれるが細粒径の成分も多いことが特徴である。

§ 2. 立体格子ダム計画

白水谷は、前期のとおり、火砕流堆積層を侵食する為、生産土砂量が多い溪流で、土石流の発生も多いことが特徴の一つで年間2～3回の発生をみている。

その中でもS50.7.13.には、白水谷と同程度の黒谷流域で約300～400m³/Sの土石流が発生し、白水谷でも同じような土石流の発生は予想される。S54.8.22洪水では約12万m³の流出土砂が下流足洗谷に

異常堆砂したが、小規模の土石流は、下流地点（足洗谷）まで流出することは、ほとんど稀れである。

このような溪流において、その対策として

- (1) 比較的大規模の土石流を想定して、足洗谷への流出を出来るだけ調節し、足洗谷の安定を図る。
- (2) 土石流のフロント部を止めても大部分の土砂が流下する可能性のあるものではなく、後続流も含め、一旦止められる規模のダムとする。
- (3) 白水谷の地形からして、工事の施工性は、非常に困難なことから、ダムを多数施工することは避け、ダムの機能を出来るだけ有機的に利用して稼働年数を伸ばすことのできることを。
- (4) この型式の中でも、或る程度高いダム、通過密度が高く巨れきの衝撃に対しても弾性に富むこと。
- (5) 施工性においても、短期間に施工が出来ること等も検討して、立体格子ダムの採用を決定した。

§ 3. 立体格子ダムの概要

土石流対策として考えられる主なる方法は、二つあり、その一つは、発生した土石流のすべてを阻止する方法、他の一つは、流出形態を変化させる方法である。

本ダムは後者として設計するものである。

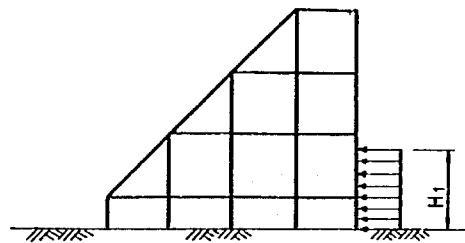
すなわち、巨礫を含んだマスとしての土石流を、巨礫と泥土（小さな礫も含む）に分離し、土砂流状のものへ質的变化を図り、衝撃力（破壊力）を緩和させようとするものである。

本ダムの主な効果は次のものが掲げられる。

- (1) 想定土石流の規模により格子目の間隔を自由にとることができ、一定以上の大きな石礫を阻止し、小さな石礫や泥土を通過させ稼働年数を著しく延ばすことができる。
- (2) 鋼製一列スリットダムに比し、本ダム構造が立体格子骨組であるため、作用外力に対しより安全である。このため高いダムの施工が可能である。
- (3) 同規模のコンクリートスリットダムに比し、通過密度を大きくとることができる。
- (4) 水通しまで堆砂した場合、ロックフィルダム状となり本ダムがその骨組となる。
- (5) 河川の持つ有機的な機能を損わない。
- (6) 部材は工場製作し、現場搬入するため、工期の短縮をはかることができる。

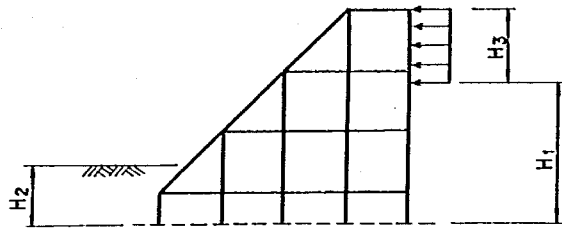
§ 4. 設計条件

Case A 最初の土石流

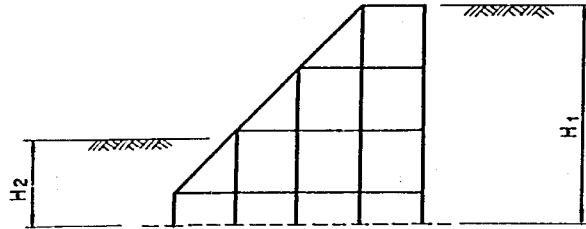


Case B 土石が途中（水通しより m 下った点）まで堆砂した。

段階における土石流



Case C 水通しまで堆砂した場合



設計外力としては、

- (1) 土石流による流水圧
- (2) 巨礫による衝撃力
- (3) 土圧（堆砂圧）
- (4) 静水圧
- (5) 動水圧
- (6) 地震力

を考慮し、荷重の組合せと割増係数の考え方として

- (1) 土石流と地震が同時に発生する確率は極めて低くこれは同時に考えない。
- (2) 温度応力の最大値と土石流あるいは地震が同時に発生する確率は極めて低くこれは同時に考えない。
- (3) Case - C の場合、水通しまで堆砂しているため温度変化の影響は受けない。
- (4) 主荷重に温度変化の影響を加える場合、割増係数は 1.15 とした。
- (5) 主荷重のみの場合には、割増は行なわないものとした。
- (6) 一般に衝突荷重が作用するのはまれであり、鋼材に対しては 1.70 の割増係数を用いているが、本ダムの構造の目的から 1.50 に低減した。
- (7) 主荷重に地震を考慮する場合、割増係数は 1.50 とした。

荷重の組合せと割増係数

Case	骨組自重	流水圧	衝撃力	土圧(堆砂圧)	静水圧	動水圧	地震力	温度応力	割増係数	備考
A	○	○	○						1.5	
B	○	○	○	○	○				1.5	
	○			○	○	○	○		1.5	
	○			○	○			○	1.15	
C	○			○	○				1.0	
	○			○	○	○	○		1.5	

§ 5. 水理実験

(1) 目的は、立体格子ダムの格子間隔と、その他水理機能上の問題点を究明する。

(2) 実物での現象スケール

1) 河床材料

白水谷での踏査の結果等から土石流の粒度構成は、最大粒径が2 m程度で、それ以下の粒度成分のものがほぼ一称に混合しているものと考えられる。

2) 土石流流量

どのような土石流の規模のものが流出するかは、発生地点、土砂の賦存状況、降雨強度等に依存しており、簡単に推定することはできないが、同流域の黒谷流域から発生した土石流が最大で約300~400 m³/Sであったと推定され、したがって白水谷においてもこれと同程度の土石流が生ずることは十分考えられる。

3) 土石流の砂礫濃度

土石流中の砂礫濃度は格子ダムでの堆積特性にかなり重要な影響をもつことが予想される。砂礫濃度は、発生地点及び流下地点の溪床勾配に依存しており、土石流の規模とはあまり関係のないことがわっている。しかしながら発生地点を特定することは困難であるから、その勾配を予め設定することはできず、したがって流出土石流の濃度を場合によって変化することが考えられる。

4) 土石流の総流出土砂量及び継続時間、溪床堆積物が土石流となるのであるから、その量は場合によって変化する。しかし前述の黒谷流域では総流出土量は6万m³を下らないと推定している。ちなみに6万m³の堆積は長さ1000m幅20m深さ3mに相当している。また、このときの土石流継続時間は約1時間であった。

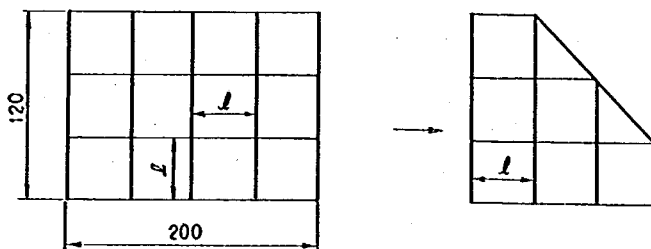
(3) 模 型

実験水路は巾20cmであるので現地の流路巾を勘案して1/100歪みのない模型を採用し、実物の土石流継続時間1時間は、6分間に相当する。また流量縮尺は $Q = 300 \text{ m}^3/\text{S}$ は模型では3ℓ/Sである。

使用材料は、現地の粒度分布に近くなるように配合し、最大粒径は約2cmとした。

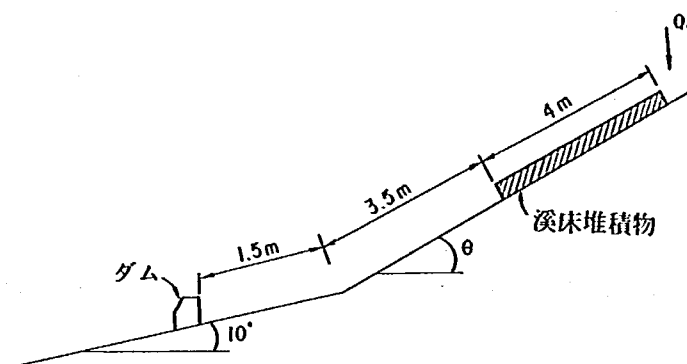
模型砂防ダムは、右の図のような形状をしており格子は立体格子状になっている。

格子間隔 l は、使用材料の最大粒径を勘案して 20 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm のものを製作した。格子を形成している材料は、模型製作上径 4 mm の鋼棒を使用した。



(4) 実験方法

実験水路は、巾 20 cm で右の図で示したように途中で折れ曲がるようになっている。下流側水路を自水谷の現場勾配に合わせて 10° ($1/1.5$) に設定し、上流側水路は、各種の濃度を形成させるため、 15° ($1/3.7$)、 18° ($1/3.1$)、 20° ($1/2.7$)、の 3 種類を採用し、このときの濃度は、それぞれ 0.284、0.383、0.464 である。



実験に先立ち、上流側水路の上流部約 4 m の区間にわたって、厚さ 4 cm で河床材料を敷きならした。これは現地における溪床堆積物の量 32000 m^3 に相当する。

溪床堆積物は、予め十分に水分を与えておく。このようにしたとき上流端に Q_0 の流量を与えて形成される土石流の流量 Q_T は、 $Q = 15^\circ$ 、 18° 、 20° に応じてそれぞれ $Q_T = 1.56 Q_0$ 、 $1.95 Q_0$ 、 $2.43 Q_0$ となる。実験では $Q_0 = 1 \text{ l/sec}$ を与えた。すなわち、実物の土石流流量は、それぞれ $Q_T = 156 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $195 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $243 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。

(5) 実験結果の概要

Run 1、2、3 : ダムのない自然状態における堆積勾配がどのようになるかを調べた実験である。

このようなときの堆積勾配 r は、計算式では、 $Q_0 = 0.55 \text{ l/sec}$ 、 1.0 l/sec 、 1.8 l/sec に対してそれぞれ $r = 6.6^\circ$ 、 $(1/8.6)$ 、 4.8° ($1/11.9$)、 3.5° ($1/16.3$) であり、実験から得られた値の $r = 7^\circ$ ($1/8.1$)、 5° ($1/11.4$)、 4° ($1/14.3$) とほぼ一致している。

Run 4、5 : 格子間隔が 40 mm のものであって、土石流が流下して来た直後は、わずかに堆積するが、以後簡単に流出してしまう、すなわちダムを設置することによる利点は、ほとんど現われない。

Run 6、7、8 : 格子間隔が 40 mm のものであって、土石流段波が到達すると同時に堆積が始まり、一部分は流出する。すなわち土石流先端部の破壊力の大きい部分を調節する役割を演ずる。十分堆積した後濃度の薄い部分の流入によって侵食が進行する。

Run 9、10、11 : 格子間隔が 30 mm のものであって、流下土石流は、到達と同時にほとんどすべて堆積し、堆積物は、その後の濃度の薄い流れによっても格子を通しては、流出しない。

Run 12、13 : 格子間隔を上流側で大きく、下流側で小さくした構造に対する実験であって、下流側の格子間隔が 30 mm、および 20 mm と小さく、これによってすべて堆積する。先の Run 9、10、11 の場合と

の相違点は、前者が砂防ダムの主体的な構造の内部にはほとんど堆積を生じないのに対して、この実験ケースでは構造物内部にぎっしりと砂礫が堆積する点である。

Run 14：格子間隔が20mmのもので、30mmに対する実験結果から推察のつくように、格子のない通常の砂防ダムとほぼ同称の機能をはたす。

Run 15、16：格子間隔40mmのものについて、満杯状態に堆積している石礫が中小出水によって、洗掘され、格子を通して流出して、ダムの土石流調節効果が回復されるかどうかを調べた実験である。

$Q=0.23\text{ l/sec}$ 、あるいは、 0.256 l/sec で、5及び6分の通水により、ほぼ半分程度まで侵食が進んだ後、安定状態となった。なお、 0.23 l/sec は実物では $23\text{ m}^3/\text{sec}$ であり、通水時間5分は、50分に相当する。

Run 17：50mm間隔の格子のものについて、Run 15、16と同様のことを行ってみたものである。この場合は容易にすべて流失する。

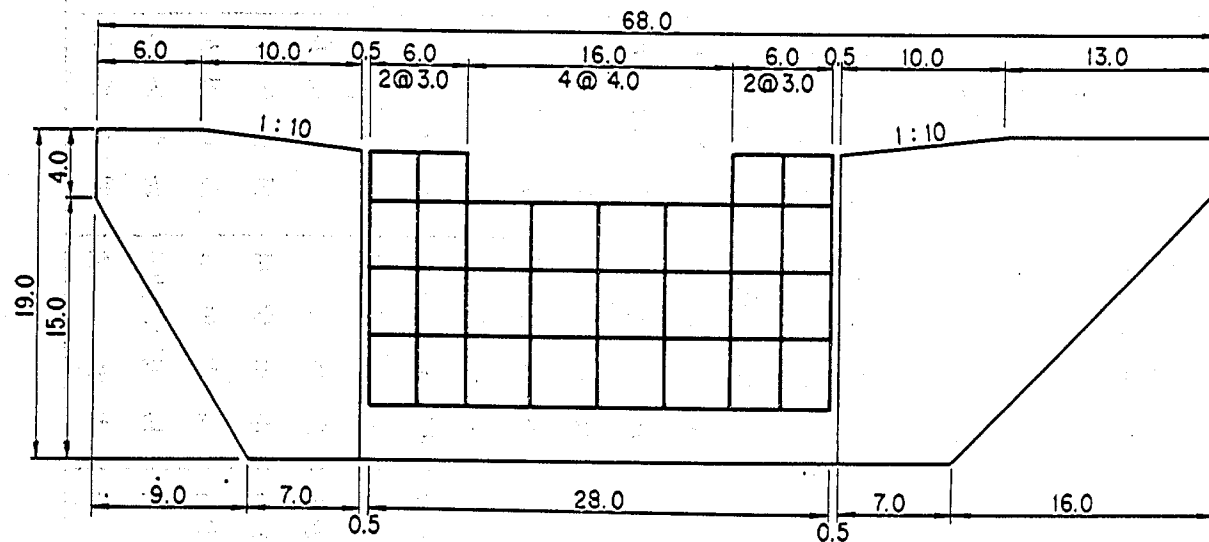
(6) まとめ 今後の検討課題

各種の実験の結果、破壊力の大きい土石流先端部を貯留し、その後の出水によって、徐々に排して、再び貯留能力を回復して、次の土石流にそなえるという目的をはたす可能性をもっている立体格子ダムの格子間隔は、実験を行った範囲では、40mmであると結論される。

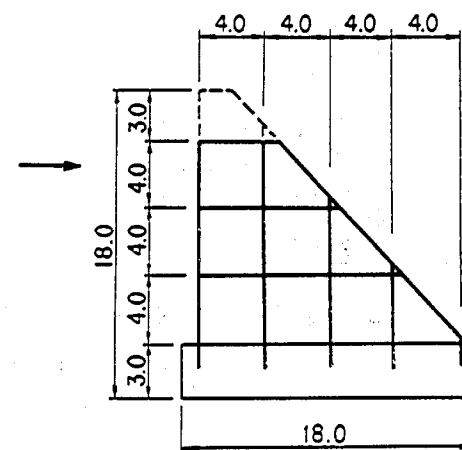
このような立体格子ダムやスリットダムはダム壁面全体から礫が流出できる構造をもっているのが、特徴であり、貯砂能力回復という機能上の利点となっている。しかしながら、ダム基礎の処理問題や、ダム下流の洗掘の問題、あるいは、ダム上流部における側岸侵食の問題など不明な点が多く、今後詳細な実験的研究を必要とする。

実験番号	ダ ム (格子mm×mm)	水路勾配 [°] 上流 下流	供給水流量 Q ₀ (ℓ/sec)	備 考
1	ナ シ	18 4	0.55	堆積勾配 $\gamma \approx 7^\circ$ $\gamma \approx 5^\circ$ $\gamma \approx 4^\circ$ 堆積勾配を求めるための実験
2	ナ シ	18 1	1.0	
3	ナ シ	18 1	1.8	
4	50×50	15 10	1.0	当初少し堆積したが、その後の水流ですべて流出
5	50×50	20 10	1.0	"
6	40×40	20 10	1.0	先端部堆積したが、その後の水流ですべて流出
7	40×40	18 10	1.0	210sec間通水後ダム地点で高さ約5cm 堆積勾配 $\gamma \approx 5^\circ$
8	40×40	15 10	1.0	ダム地点で約7cm以上の高さには堆積しなかった
9	30×30	15 10	1.0	堆積物の後の水のみ流れでも流出せず
10	30×30	18 10	1.0	"
11	30×30	20 10	1.0	"
12	前50×50 後30×30	18 10	1.0	格子ダム内に堆積するものの、ダム上流部の 状況は、Run 9、10、11、とほぼ同様
13	前40×40 後20×20	18 10	1.0	
14	20×20	18 10	1.0	30×30の場合とほぼ同様
15	40×40	18 10	1.0 (0.23, 0.48)	土石流先端部がダム地点に到達したとき通水停止、その後Q=0.23ℓ/secで通水、水みち巾約10cmで侵食、5分後ほぼ安定、その後10分経過石が1個はずれ再び侵食再開15分後に安定、通水16分間ひきつづきQ=0.48ℓ/secで通水、5分経過で安定
16	40×40	20 10	1.0 (0.265, 0.5)	Run 15と同様、Q=0.265ℓ/secで約6分通水後安定
17	50×50	20 10	1.0 (0.25)	先端部到達時に停水するも、その後の水流により、中央部少し洗堀、Q=0.25ℓ/secで3分通水後ほぼ完全に流出

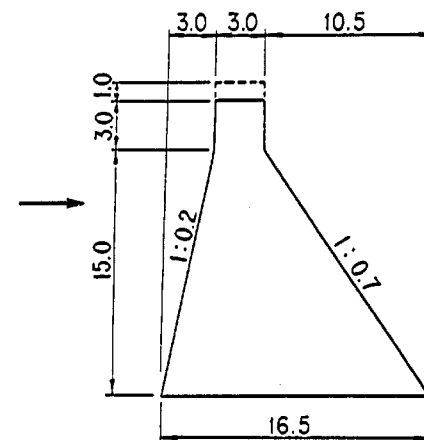
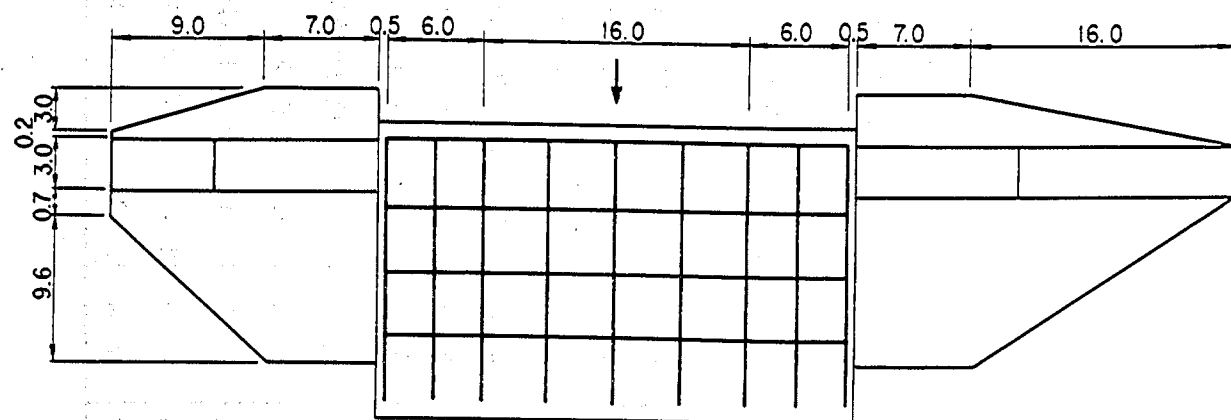
正面图



断面图



平面图



参 加 者 名 簿

(1) 参加者の所属につきましては、会議開催当時のものとあります。

(2) 氏名の敬称は略させていただきます。

	機 関 名	所 属	氏 名	役 職	分科会
1	建設本省	砂 防 課	西 田 一 孝	補 佐	5
2	建設本省	砂 防 課	山 本 清	係 長	1
3	建設本省	砂 防 課	東 川 敏		3
4	建設本省	急 傾 斜 地 保 全 課	船 崎 昌 継	主 任	1
5	北海道開発局	河 川 計 画 課	鈴 木 富 雄	専 門 官	6
6	北海道開発局	土 木 試 験 所	竹 木 成 行	河川研副室長	4
7	東北地建	河 川 計 画 課	是 沢 一 樹	専 門 官	1
8	東北地建	河 川 計 画 課	大 類 正 法		3
9	東北地建	新 庄 工 事 事 務 所	鈴 木 武 夫	調 査 課 長	2
10	東北地建	新 庄 工 事 事 務 所	牧 野 裕 至	調 査 係 長	1
11	東北地建	福 島 工 事 事 務 所	吉 田 光 雄	調 査 課 長	6
12	東北地建	岩 手 工 事 事 務 所	庄 司 尚 武	水質保全係長	5
13	関東地建	利根川水系砂防工事々務所	小 林 文 位	調 査 課 長	1
14	関東地建	日光砂防工事々務所	高 橋 秀 雄	調 査 課 長	3
15	関東地建	渡良瀬川工事々務所	下 田 孝次郎	工務第二係長	5
16	関東地建	富士川砂防工事々務所	門 間 敬 一	調 査 課 長	4
17	関東地建	河 川 計 画 課	森 俊 勇	専 門 官	3
18	関東地建	河 川 計 画 課	坂 井 睦 郎	係 長	6
19	北陸地建	河 川 計 画 課	小 林 英 昭	専 門 官	4
20	北陸地建	河 川 計 画 課	加 藤 順 一		1
21	北陸地建	松本砂防工事々務所	岡 本 正 男	調 査 課 長	6
22	北陸地建	湯沢砂防工事々務所	菅 原 精 晃	調 査 係 長	5
23	北陸地建	飯豊山系砂防工事々務所	向 嶋 光 男	調 査 係 長	3
24	北陸地建	立山砂防工事々務所	中 田 定 男	調 査 係 長	5
25	北陸地建	神通川水系砂防工事々務所	高 木 恒 雄	調 査 課 長	2
26	北陸地建	黒 部 工 事 事 務 所	柳 沢 今朝次郎	調 査 係 長	2
27	北陸地建	金 沢 工 事 事 務 所	本 田 武	調 査 係 長	6

	機 関 名	所 属	氏 名	役 職	分科会
28	中 部 地 建	沼 津 工 事 事 務 所	唐 木 利 章	工務第二課長	1
29	中 部 地 建	沼 津 工 事 事 務 所	関 勲	工務第二設計係長	3
30	中 部 地 建	沼 津 工 事 事 務 所	佐 野 純 一		4
31	中 部 地 建	静 岡 河 川 工 事 々 務 所	中 川 宏 之	調 査 係 長	3
32	中 部 地 建	静 岡 河 川 工 事 々 務 所	尾 畑 功		2
33	中 部 地 建	天 竜 川 上 流 工 事 々 務 所	坂 井 素 夫	工務第二課長	6
34	中 部 地 建	天 竜 川 上 流 工 事 々 務 所	西 本 晴 男		2
35	中 部 地 建	天 竜 川 上 流 工 事 々 務 所	遠 山 弘	調 査 課 長	5
36	中 部 地 建	天 竜 川 上 流 工 事 々 務 所	中 島 一 郎		4
37	中 部 地 建	多 治 見 工 事 々 務 所	水 野 正 和	調 査 課 長	4
38	中 部 地 建	多 治 見 工 事 々 務 所	矢 代 弘 二	調 査 係 長	6
39	中 部 地 建	富 士 砂 防 工 事 々 務 所	竹 村 具 美	調 査 課 長	3
40	中 部 地 建	富 士 砂 防 工 事 々 務 所	藪 崎 義 之	調 査 係 長	2
41	中 部 地 建	富 士 砂 防 工 事 々 務 所	杉 山 勉		6
42	中 部 地 建	越 美 山 系 砂 防 工 事 々 務 所	大 野 勝 昭	工 務 課 長	1
43	中 部 地 建	越 美 山 系 砂 防 工 事 々 務 所	矢 島 達 一	調 査 係 長	3
44	中 部 地 建	越 美 山 系 砂 防 工 事 々 務 所	井 口 泰 行		4
45	中 部 地 建	河 川 計 画 課	宮 本 登	専 門 官	2
46	中 部 地 建	河 川 計 画 課	尾 中 宗 久		6
47	近 畿 地 建	河 川 計 画 課	関 信 明	専 門 官	6
48	近 畿 地 建	河 川 計 画 課	正 垣 忠 俊	計 画 第 二 係 長	3
49	近 畿 地 建	河 川 計 画 課	村 瀬 靖 典		4
50	近 畿 地 建	六 甲 砂 防 工 事 事 務 所	蒲 正 之	調 計 係 長	5
51	近 畿 地 建	琵琶湖工事事務局	山 田 曙	設 計 係 長	4
52	近 畿 地 建	木 津 川 上 流 工 事 事 務 所	東 正 文	計 画 係 長	2
53	近 畿 地 建	福 井 工 事 事 務 所	栗 田 英 男	砂 防 係 長	3
54	近 畿 地 建	大 和 工 事 事 務 所	松 山 宜 行	調 査 第 二 係 長	1
55	中 国 地 建	河 川 計 画 課	小 原 敏 郎	補 佐	5
56	中 国 地 建	倉 吉 工 事 事 務 所	牟 田 口 勝 平	調 査 係 長	2
57	四 国 地 建	吉 野 川 砂 防 工 事 事 務 所	近 藤 浩 一	調 査 課 長	1
58	四 国 地 建	河 川 計 画 課	芦 田 義 則	調 査 第 二 係 長	5
59	九 州 地 建	河 川 計 画 課	直 江 延 明	調 査 第 二 係 長	3
60	九 州 地 建	川 辺 川 工 事 事 務 所	上 江 川 勝 広	工務第二課係長	5

	機 関 名	所 属	氏 名	役 職	分科会
61	九 州 地 建	宮 崎 工 事 事 務 所	村 松 正 明	調 査 第 一 課 長	1
62	九 州 地 建	大 隅 工 事 事 務 所	戸 次 真 一	調 査 係 長	6
63	沖 縄 開 発 局	河 川 課	堤 英 雄	調 査 係 長	4
64	沖 縄 開 発 局	河 川 課	小 田 島 栄 治		5
65	土 木 研 究 所	砂 防 部	吉 岡 良 朗	部 長	
66	土 木 研 究 所	砂 防 研 究 室	渡 辺 正 幸	室 長	
67	土 木 研 究 所	砂 防 研 究 室	池 谷 浩	主 任 研 究 員	6
68	土 木 研 究 所	砂 防 研 究 室	阿 部 宗 平	研 究 員	2
69	土 木 研 究 所	砂 防 研 究 室	水 山 高 久	研 究 員	5
70	土 木 研 究 所	砂 防 研 究 室	伊 卷 幹 雄		2
71	土 木 研 究 所	砂 防 研 究 室	北 山 滋 基		1
72	土 木 研 究 所	砂 防 研 究 室	上 原 信 司		3
73	土 木 研 究 所	砂 防 研 究 室	鈴 木 浩 之		4
74	土 木 研 究 所	急 傾 斜 地 崩 壊 研 究 室	仲 野 公 章	研 究 員	6
75	土 木 研 究 所	急 傾 斜 地 崩 壊 研 究 室	石 川 芳 治	研 究 員	4

砂防調査の成果活用に関する
会議議事録

土研資料第 1616 号
昭55年10月(1980)

砂 防 調 査 室

キーワード 砂防調査

要 旨

昭和55年5月21日～23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」の内容をとり
まとめたものである。



郵便はがき

3 0 5 - □ □

20円切手
をはいて
下さい

建設省土木研究所

砂防研究室 御中

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 1616 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

