

ISSN 0386—5878

土研資料 第2076号

土木研究所資料

「第4回 砂防調査の成果活用に関する会議議事録」

昭和59年3月

建設省土木研究所
砂防研究室

Copyright ©1984 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。

砂防調査の成果活用に関する会議議事録

目 次

1. 会 議 日 程 表	1	
2. 筑波会議プログラム	2	
3. 挨 拶	建設省河川局砂防部砂防課 課長補佐 宮 本 登	3
4. 特 別 講 演	建設省土木研究所砂防部砂防研究室 室 長 瀬 尾 克 美	4
5. 話 題 提 供		8
6. 全 体 討 議		9
7. ま と め と 講 評		34
8. 閉 会 の 挨 拶		36
9. 参 加 者 名 簿		37
10. 参 考 資 料		41

1. 会 議 日 程 表

6月1日(水)	荒川沖駅南口集合	13:00
	受付(土研本館)	13:15~14:00
	土研施設見学	14:00~15:45
	土研概要説明(1階会議室)	16:00~16:45
	懇親会(1階会議室)	17:00~18:30
	筑波研修センター着	19:00(泊)
6月2日(木)	筑波研修センター発	8:30→研究交通センター着 8:45
	会議(午前)	9:00~12:10
	昼 食	12:10~13:10
	会議(午後)	13:10~17:00
	研究交流センター発	17:10→筑波研修センター着 17:25 (泊)
6月3日(金)	筑波研修センター発	8:30→研究交流センター着 8:45
	会 議	9:00~10:55
	研究交流センター発	11:00→荒川沖駅着 11:20(解散)

2. 筑波会議プログラム

会議場：研究交流センター

6月2日(木)

9:00～9:05	開発のあいさつ	本省砂防課	宮本 登
9:05～9:30	砂防調査の動向	土研砂防研究室	瀬尾 克美
9:30～10:00	西鴨谷川流域崩壊調査	倉吉工事	岸田 正人
10:00～10:25	阿武隈川水系荒川流域における 崩壊の斜面特性について	福島工事	松田 正實
10:25～10:40	(休 憩)		
10:40～11:05	神流川ダム容量調査	利根川水系砂防工事	久保田 哲也
11:05～11:35	植生調査	渡良瀬川工事	金田 正則
11:35～12:10	常願寺川砂防施設効果調査	立山砂防工事	伊藤 佳晴
12:10～13:10	(昼 食)		
13:10～13:45	黒部川総合土砂管理調査	黒部工事	青木 義男
13:45～14:10	わさび田影響調査	沼津工事	関 勲
14:10～14:35	砂防施設とその効果に関する研究	木津川上流工事	大槻 佐伯
14:35～15:00	重信川砂防設備機能調査	松山工事	岡崎 健二
15:00～15:15	(休 憩)		
15:15～15:40	地すべり調査の動向	土研地すべり研究室	吉松 弘行
15:40～16:15	赤崎地すべり調査	飯豊山系砂防工事	白石 吉信
16:15～16:30	直轄地すべりについて	本省傾斜地保全課	板垣 治
16:30～17:00	天竜川上流域の地すべりについて	天竜川上流工事	渡部 文人

6月3日(金)

9:00～9:30	軽石流出軽減対策試験工事	大隅工事	古賀 康之
9:30～10:00	赤土砂流出抑制対策調査	沖縄総合事務局	金城 正明
10:00～10:30	総括討論		
10:30～10:50	ま と め	本省砂防課	宮本 登
10:50～10:55	閉会のあいさつ	土研砂防部	安江 朝光

3. 挨拶

建設省河川局砂防部砂防課長補佐 宮 本 登

おはようございます。

本日は全国から筑波会議にお集まりいただきまして、ありがとうございました。

私は、本省砂防課で直轄の砂防を担当しております、宮本でございます。よろしく願いいたします。

ただ今から、皆様の日頃の砂防事業の調査業務の中で色々と御活躍いただいております成果を発表していただくわけでございますけれども、プログラムを見させていただきますと、色々な項目にわたる皆様の発表が掲載されております。全国の調査関係の方が御一同にお集まりいただきまして、お互いの情報を交換しあうということは、先ほど水山主任研究員の方からお話ございましたように、非常に機会が少ないのでございます。特に直技などにつきましては、タイトル、課題がすでに決まっているということもございまして、自由な形での課題について御発表いただくということは今回位ではないかと思えます。皆様から逐次、御報告いただくわけですが、ほかの事務所の御報告を聞き取りいただきまして、皆様方の業務の中に、なんらかの形で反映させていただくということが非常に重要ではないかと思っております。ご存じのように予算も、0シーリングということでございまして、非常に延びが厳しくなっております。そういった経済事情の厳しい時になりましただけに、特に効果的な調査をいかに経済的にやって行くかということが望まれるわけでございます。今日と明日少し長時間になりますけれども、よく皆様方の発表を聞き取りいただきまして、お持ち帰りいただき、なんらかの形で皆様方の日常の調査業務の中へ反映させていただくということが出来れば、非常に幸いかと思っております。

最後になりましたが、この会場の設営や宿舍の準備等、色々と御促勞いただきました、土木研究所の方にお礼申し上げます。

4. 特別講演

砂防調査の動向

土木研究所 瀬尾 克美

おはようございます。

今日はいよいよ本番ということでございまして、今回砂防調査の動向について話をせよと言うことですが、私は去年の10月に来たばかりでございます。それまではがけ崩れの関係をやっておりました関係上、しばらく砂防調査の方から遠ざかっておりました。それで今度土研にまいりまして、砂防調査に携さわせていただいているわけでございますが、今までに感じたことを少しお話させていただきたいと思っております。

まず、今回の会議を実施するに当りまして、各地建の方から主な調査項目というような形でそれぞれ一覧表を提出していただいたわけですが、それを概観させていただきました感想につきまして述べさせていただきますと、調査項目としましては、水源荒廃調査という項が非常に多いわけです。一番多く項目としては20あるわけでございます。このうち、水源荒廃調査というのは、私が建設省に入りまして最初に携わったのがやはり山腹崩壊という関係の調査で、その当時非常に多かったように記憶しておるのですが、やはり山腹崩壊、水資源荒廃調査なども内容的に進歩して来なければならないと思うわけです。一番の問題点と言いますと、山腹崩壊だけに留まるのではなくて、溪流全体に対しての量的な問題等でどんな意味をもっているのか、下流にどんなつながりがあるのかというわけでございます。そういう意味で今回、山の上から土石流区域、掃流区域、さらに堆積区域と一貫して土砂の流出モデルというものを作ろうという動きが出ているということでございますが、これに結び付くような水源地崩壊調査でなければならないということを強く感じたわけでございます。そしてまた崩壊というものが見直しされる時期ではないかという感じを持ったのでございます。といいますのは、長崎災害が昨年ありまして、そして我々も国土庁の調査、ならびに科学技術庁の調査、それから長崎県の砂防課の調査、災害留置予算で調査をするような機会があったのですが、その中等で感じたことは、大規模崩壊というのか土石流と言って良いのか分からないような現象で直接被害を被っている例が非常に多いわけです。そして崩壊そのものが、土石流のような形で流動化するかしらないか、そのようなことが更に研究されていく必要があると思われれます。

さらにまた、我々が科学技術庁の調査費等で調べた結果でございますが、大きな転石がゴロゴロと転るような土石流が出る前にまず山腹が崩壊して、泥流と言うようなかなり土砂分の多いものが先に走って、そしてそれが被害をもたらしております。そして特にその中には流木が含まれております。すなわち、山腹が崩壊するわけですから、その表層に立っている樹木も巻き込まれて、泥流と流木といったものがまず最初に発生して被害を引起している。その少しあとで転石を含む土石流が出る、そのような実態が今回の調査で出ているわけです。そういたしますと、やは

り最初の崩壊というものが被害に非常に強く影響しているということでございますので、崩壊を土石流と関連づけて見直す必要がある、そういう感じが強くしているわけでございます。

それから、最近砂防施設の影響調査が数多く行なわれているのを感じます。例えば大規模砂防ダムを作り、その下流がひどく洗掘される。これの対策をいかにすべきだろうか、あるいはダムを作ります。それが振動を起して周辺に影響するといったこと。あるいは、今日も発表があるようですが、わさび田に対する影響等々であります。我々がやはりこれだけ沢山の砂防施設を作ってくるとプラスの面もありますが、マイナスの面もあるわけです。例えば、六甲山系などは灘の酒で非常に有名ですが、灘においては宮水というのが採れるわけです。宮水は、海岸の貝殻層と六甲山から流れるカルシウム分を多く含んだ水とが混合して、非常に優秀な酒のためには良好な水が出るということになっているわけですが、そのためにはやはり我々が施設を作る場合には特に、流路工のような場合ですが、水が浸透するように非常に配慮して流路工を造っております。我々がこれだけ沢山の施設を持つという時代になったからには、そういう配慮が必要になって来ているという事をつくづく感じるわけであります。

それから経済調査という項目が目につきます。これは時代の風潮だと思いますが、最近、砂防事業の必要性というものをいろんな形で評価する、あるいは指標化する、そういう必要性に迫られています。特に財政が厳しくなりますと、簡単にはなかなか予算が付かないわけですから、あらゆる形で必要性をアピールする、訴える必要があるわけです。そのため財政当局に対してアピールするやり方および、各関係の市町村、地元の方にアピールするような指標の作り方、それぞれ指標なり、アピールの方法が変わるかと思うのですが、そういう意味で経済社会調査などが非常に要求されているという事でございます。また、特に外国のプロジェクトをまとめる場合におきましては、いわゆるFS（フィージビリティ・スタディ）というものをやるわけです。まず日本が金を貸して、そしてある国に砂防プロジェクトを行う場合には必ず、投資した金額に見合う効果が有るか否かをかなりシビアに判定するわけです。すなわち経済的な観点からもメリットがありますとか、あるいは社会的にも非常にメリットがありますといったものをかなり細かく算出することが義務付けられているわけです。ですからそういう意味では例えばインドネシア等外国でプロジェクトをまとめる場合においては、特にそういう点が必要とされるわけです。そういうことで経済評価の方法をどうしたらよいだろうとか、社会的な影響というものをどういうように把握したらよいのだろうとか、そういう事が要求されます。今後も開発途上国等への国際協力関係費は、国内の公共事業費が伸びなくても、防衛費等と同様、増額しようというのが一つの国策ではあります。そうしましたら、それに対してプロジェクトの裏付けをする必要があると思うわけです。やはり砂防事業というのは、インドネシアを中心として、各国に我々は手を出しているわけでございますし、また各国から期待もされているという事でございますので、我々の国だけではなく、外国にも応用できるような技術を開発する心構えもまた必要ではないかと思うわけです。それから最近、総合土石流対策という事で、特にソフトな面から土石流に対応しようという話が強く出ております。このあいだの津波の関係におきましても、防災の連絡体制に支障があっ

たということが数々報道されておりますが、やはりこういうソフトな話しについては、まだ我々は十分に馴れていない。そしてそれをまずやる体制というものが整っていないということを感じるわけです。それで実は総合土石流対策については委員会というのがございまして、その中で土研も警戒避難の基準雨量を設定する要綱を作りなさいというような仕事を割り当てられています。それと同時に、簡単に土石流が発生したというのがわかるような検知装置の開発等が分担となっています。それで今、問題になっております基準雨量を設定するという問題についてでございますけれども、建設省としては特に、一つ一つあるいは全国でこういう一つの基準を使って下さいということで基準雨量を設定して、皆様にお渡しするというようなことはできない話であると思っているわけです。これは個々の県なり市町村なりが地域防災の責任をとるべきであるというのが、災害対策基本法等でもはっきりしているわけでございます。今回我々がやろうとしておりますのは、各県なり市町村の方が警戒避難の基準雨量を設定されるそのため参考となる要綱作りということです。そして基本的には、日本も小さい国ではありますが、北と南におきましては気象はかなり違いますし、地質、土質も大きく違っているわけです。ですから日本全国で一つの雨量基準を設定することは不可能であるというのが基本的な考えでありまして、各市町村、あるいは市町村区域が大きいならば、市町村の中でブロック分けして各々に適当な基準を作らなければ適正な基準というものはできないと思います。ですから個々の地域におけるデータをそこに住む行政の責任者の方がとりまとめて基準を作るというのが基本的な考え方でございます。それで、今進めているやり方といたしましては、総合土石流の委員会はまだ人数が多いわけでございまして、近畿地建が担当ということで部会を作っております。そして部会には、兵庫と岐阜と愛媛県、それから大学の先生では、武居先生と京大防災研の芦田先生、本省の田畑補佐と私というような形で部会を作っております。そしてその案を土研で作ってそれをたたき台にして要綱を作り上げようということで進んでおります。

基本的な話といたしましては、これはあくまで土石流の発生ということに限っているわけですが、雨の強度と雨の総量によって、この2つを軸にして決定することにしております。しかし、毎年沢山土石流が発生しているようですが、個々の地域で集めてみようとしたらデータが無いところが多いです。

それで、発想転換しまして、これだけの雨が降ったけれども土石流は発生しなかったということで、土石流に対して安全領域を確認します。雨量の強度と総量との2つを軸といたしまして、この程度の雨なら大丈夫というラインを引いて、それ以上の雨が降ったら注意しようというようなことで基準を作ろうとしております。そして今、この警戒避難基準雨量というのは、土砂災害すべてに渡って設定できるものではないのではないかと思います。土砂災害といいますと、がけ崩れ、いわゆる家のすぐうしろが崩落するといったもの、5mでも落ちるとすぐ下に家があったり人がたまたまそこに居たら死者も出たり全壊したりというようなことになるわけです。すなわち、がけ崩れといいますのは、特異体質の地盤が崩れるわけでございまして、雨のみでなく、地質が非常に大きな要素となっています。これはかつてがけの事業を担当しておりました時、デ-

タ等を集めた事があったわけですが、この時は総雨量 50 mm にも満たないような雨で崩落しており、雨を基準に逃げるということは困難ではないかと思う訳です。この場合は、例えば大雨注意報あるいは警報が出た時、あらかじめ危険地は分かっているわけですから、関係する方はすぐ警戒体制をとってもらるか逃げてもらうことにしたらよいのではないかと個人的に思っております。そういう事で基準雨量の方も検討を進めているという事を紹介させていただきます。その他、土木研究所の方では流路工の模型実験をしております。土研の中の実験場でやれる数というのは年間処理するといいたしましてもせいぜい 5 ～ 6 本という所が限界です。さらに多くの模型実験をやりたいという所が、地建に限らず、各都道府県にも多くあるわけですが、その時は直接、コンサルタントに頼んで頂いて土研が技術指導するというようなことでしております。

しかし今後は、例えば砂防地すべり技術センターとかいった所で委員会を組織し、処理して行ったら良いのではないかと考えております。というのは、技術指導という形がどうしても直接、業者を指導するというような形になってしまいますし、このあたりをすっきりするために今後、模型実験等については一つのルールを作ったら良いのではないかと考えております。そのあたりを今年一年こういうルールがうまく行くのかどうか検討いたしたいと考えております。

最後になりましたが、今回これから討議があるわけですが、これは私の反省にもなってしまいますけれども、砂防調査で金を付けてやり出したけれど、そのあとの成果がどうしてもうまくまとまらないままになっている事が以外と多いのではないかと思うわけです。

そこでこういうような席で、一つ発表しようという事になりますならば、最後まで面倒を見て、そしてまた真剣にデータを洗い直してもう一度見直しをしてみようということになり、非常に良いことではないかと考えております。やはり最後まで物を整理しておく、そしてまたそれぞれの各調査を必ずペーパーに残しておく、後続く者にとって非常に参考になる資料になると思います。そういう意味で、ここ毎年、調査の発表会があるという事は、調査の整理をすることで、非常に意味があると考えております。これから、沢山の発表がなされると思います。ここでお互いに情報交換をし、実りあるものにして頂いたらありがたいと考えております。

5. 話 題 提 供

話題提供者及び話題提供の題目は、第2章の筑波会議プログラムに記載したとおりである。なお、その内容は、第10章の参考資料に記載したとおりである。

6. 全体討議

1) 西鴨谷川流域崩壊調査

司会（土研水山）

色々な意味を含んだ報告をしていただきましたが、同じ様な仕事をされている所は、ほとんど全事務所にあると思いますので、まず、このような崩壊調査に関係した研究をしている方はボタンを押して下さい。実施された時と比べて、今回の成果とどのようにちがうかというお話をしていただきたいと思います。

高野（宮崎工事）

宮崎工事の場合も、何回かこのような調査を実施しております。このような崩壊地調査を行って、計画にどう反映させるかという所が一番むづかしい所なのですが、実際には、今、基本計画に反映しているのは、いわゆる何時期かのうちの一時期ないし五年間の崩壊量、いわゆる崩壊土量を計算して、それをその期間の最大日雨量を出し、これを計画規模まで引き伸ばした形で計画土量として反映しているわけです。この方法が正しいかどうかということも、まだはっきりしていないのですけれども、このような形で施設配置を考えていますので、それが直接、砂防事業に結びつくということです。倉吉工事では、現地調査を徹底して実施されているようですが、うちとしましても、今後、さらに検討していきたいと考えております。

司会

雨と比較して、計画土砂量を見直すというような話につながって行くのでしょうか。

岸田（倉吉工事）

そういう目的で、表に載せましたように、昭和23年～昭和55年につきまして、ある程度の変化の傾向がつかめればと思っていますが、現地に入りますと、非常に違うという問題になると思います。

司会

この間の昭和23年～昭和55年の間にある降雨実績と言うようなものと、イメージがつかみ易いのではないのでしょうか。

岸田（倉吉工事）

目的はそういうことで、雨の相関付けをしてみました。成果がよくでない。データをどのように使っていくかを考えなければいけない。

司会

一番の問題は、写真から読み取った箇所数、面積などの値が現地調査の値と比較して2.5倍も差がある点です。小さいものも含めると、どの位の差があるのでしょうか。

岸田（倉吉工事）

面積だと38,000 m²に対して98,000 m²です。

調査は、写真で読んだだけですが、それでは精度が不十分だと思います。これについて御意見があれば、お聞かせ願いたいのですが。

あまり差がある写真だけでなく現地調査も行なわなければならない。写真だけでは、信頼のおけるデータが得られないと思います。

司会

2～3倍違う。今までにそういう例はあったのでしょうか。私は今までに聞いたことはないのですが。

岸田（倉吉工事）

1つの原因としては、写真を撮影した時期が悪かったと思います。

司会

倉吉工事としては、何月頃が写真を撮るのによい時期だと思われますか。

岸田（倉吉工事）

木の葉の落ちる時期をねらった方がよいと思います。

司会

そういう時期に撮らなかったのはなぜでしょうか。

岸田（倉吉工事）

国土地理院の航空写真を使ったためです。

司会

業者が撮る時には雪の降る前などに撮りますが、それでも1.5倍とか2倍とか差が出るかどうかチェックが必要です。崩壊地のサンプル基準値がありますが、残土率は15%と一律になっていて、あまりきれいな数値すぎるので、どの位の巾があっそうこう数字が出てきたのか、お教え下さい。

岸田（倉吉工事）

面積ごとに12ヶ所を調べており、そこで20～30というようにばらつきがあるのですが、平均15%という残土率が出ます。

司会

最大値はどのくらいでしょうか。50～60という大きいものはないようですが、30%などはよく聞きますが。

岸田（倉吉工事）

大きい値では30%ぐらいのものがあります。

司会

調査にはどの位の費用がかかりましたか。

岸田（倉吉工事）

400万円位です。

2) 阿武隈川水系荒川流域における崩壊の斜面特性について

司会

感心したのは、山腹と溪岸を分けて評価しているということで、直轄の事務所が土砂量を計算する時は、大抵、大きな降雨があって、沢山の崩壊が出るとそれを契機に土砂量全体でいくらかという話をするわけですが、今これからやるとしたら私も福島工事と同じような考えをもってまして、山腹と溪岸及び土石流に分けて評価しないとその結果が計画に反映されてこない。

「荒川では、砂防施設が他の流域に比較して集中的に多く施工されていることから、これらが崩壊の拡大及び新規発生を抑制する効果が生じているためと考えられる。」と資料に楽しい話を書いておりますが、これは、山腹と溪岸を分けて溪岸の方がウェートが高くてそれをうけて砂防施設が新規崩壊防止に役立っている、そういうことですか。

松田（福島工事）

そこまではやっていませんが、県の砂防施設が明治時代から施工されていまして、既設のものがかなり多く設置されているということ、下流に必要性があるということ、荒川というのは河川事業で大きい石がごろごろしている扇状地形を表わしていまして、いろんな事業者がいろんな事をやっている、そういうことで本来起こるべき河床が自然に放置されているのではないかと思います。

司会

写真の読み取りと現地との差のようなものは今回、調査しているのでしょうか。

松田（福島工事）

現地調査は実施しなければならないということで、空中写真と合せてサンプルで約100地点位を現地調査しています。

司会

その結果はいかがですか。

松田（福島工事）

比較はしていません。比較しなかったのは、すでに現地調査で読んだものをデータとして登録しているためです。もし、比較を行ってれば、倉吉工事と同じような結果が出たと思われます。

司会

崩壊調査を実施したことはありますか。

中島（静岡河川工事）

昭和57年8月に安部川の上流域で台風によって、土砂流という形で土砂が流出しました。今年度その崩壊地調査を全面的に行うということで、昨年度から準備しまして本年度まとめをやっていますが、崩壊調査の場合、現地をどのようにとらえるかという点が一番問題となってくると思います。最終的に、そのデータを使って計画に結びつけるという時にその設定がむずか

しくなってくるので、生のデータをいかに正確にとらえるかという問題になってくるのではないのでしょうか。

司会

生のデータというのは、航空写真を使ってとるということでしょうか。

中島（静岡河川工事）

写真もそうですし、現場において崩壊調査を歩いて行う場合も同様です。先ほどの残土率という問題もあります。

司会

すでにそのような作業を実施したわけではないですね。

中島（静岡河川工事）

これからまとめるといった段階です。

松田（福島工事）

航空写真なども、災害を受けた場所や、災害時のみを撮るのではなく、以前災害を受けた場所も含める必要があります。また時間的にかなりの期間があいてしまって途中のデータがないと、後で復元したり、現象を把握しようとしても、航空写真だけでははっきり読みとれないこともあるので、どのような区間で空中写真を集めるかというのも今後の課題だと思います。空中写真を収集するとき、よく気をくばって撮影していただきたい。

司会

福島工事の調査の中では、雨との関係がもう1つうまくいかないわけですね。

松田（福島工事）

雨との相関付けはやってみました。扇状地形が完全に出来上がった福島盆地ということでいきますと、相関係数が良くならない地域形状をなしているのではないかと思います。

確かに昭和56、57年と大きな雨は降ったのですが、それでも土石流とか崩壊が発生していないということで、昔、扇状地が形成され、現在の地形がどのような状態なのかを想定するのが、なかなかむずかしいので、近年10ヶ年とか20ヶ年の相関をとりにくい場所だと判断しています。

司会

扇状地を作ったというすごく長い時代の話になりますが、我々、崩壊土量うんぬんといったデータというのは、2点あるとか3点あるとか、その程度です。その程度が、傾向があるかなかなかむずかしいですね。破壊の現象ですから。しかも、すでに前に地質によるかもしれませんが、花崗岩などですと、御破算でねがいましてはという感じになりやすいのかもしれませんが、そうでない所で破壊している所というのは、強い雨が降っても本来土砂があれば落ちる、ないから落ちない、そういう考えも必要なのかもしれませんね。

松田（福島工事）

雨との関係それ以前に、地形指数の分類のしかたなどをもっと研究しなければならないと

思います。

3) 神流川ダム容量調査

原(富士砂防工事)

『神流川流域の砂防計画が適正か否かを現地調査によって検討する。』とありますが、結論としては、どちらなのでしょう。

久保田(利根水系砂防工事)

この調査で実施した限りでは、一応70%になるということで、大むね適切と言って良いかと思います。

坂元(土研)

砂防ダムでも10mを越えるダム高は多くありますが、10mで区切ってあるのはどのような理由によるものなのでしょう。

久保田(利根水系砂防工事)

普通、ハイダムと言うのは15m以上ですから、15mで区切るということもできると思いますが、うちの事務所で、過去、いろいろ調査を実施した所、15mの線でいきますと、現地へ行ってみまして5m以下でも何とか入るし、10mになるとかなり場所移動しなければならない所がでてきますから、土砂停止量のトータル的な考え方にしても15m以上かそうでないかということで簡易測量をする、しないの判断をしています。また、計画測量とか実施測量とかを計画して設計する段階になってから現地へ行ってみて、これはあまりにも違うというような結果になっていることも多いようですので、15mという線はあると思うのですが、この容量調査においては、過去の経験から10mとしました。

司会

今回の計画で15m以上のダムはいくつぐらいあるのですか。先ほどの図では、コンクリートボリュームに対して、効率はダム高が低ければ低い程よいという話だったのでしょ。それは場所にもよるのでしょうか。

久保田(利根水系砂防工事)

場所にもよりますが、低いのではなくて、効率は高ければ高い程よいということです。

司会

ダムが高くなれば高くなるほど、コンクリートボリュームに比べて効率はどうなるのでしょうか。

久保田(利根水系砂防工事)

ここに2つの特異な例を上げてみたのですが。

司会

この点は非常に重要なポイントでありまして、高い方が良いか低い方が良いか、私はまとめようとは思わないのですが、砂防学会でも低い方が良く、高いものは害ばかりあると言っ

ている方もおられる。それに対してそれは場合によるんだと強調したいわけですが、今回の結論としてはどうなのでしょう。

久保田（利根水系砂防工事）

低いほど効率が悪いという箇所は一部にみられますが、それほど多くはありません。

司会

どちらの方が効率が良いのでしょうか。

久保田（利根水系砂防工事）

結論からいうと場合によります。

司会

場合と言うと。

久保田（利根水系砂防工事）

真ん中位。

司会

10 m位ですか。なぜ10 mが効率が良いのか私自身には理解できないのですが。作れば高い方が効率が良いと思うのですが。

久保田（利根水系砂防工事）

それは場合にもよりますが、これは25 mの方が効率が良くなっています。

司会

どういう場合には高いダムが良くて、どういう場合には低いダムの方が効率がよいのですか。

久保田（利根水系砂防工事）

勾配の関係を入れて簡略式を用いて計算してみると、つまり地形が狭まっていて上流が広がっていると、あるいは、勾配がきついとかで地形に応じて測量した結果を用いて計算するわけです。それに依拠して高いダムになっている場合……

司会

お話の途中ですが、ちょっとまって下さい。

瀬尾（土研）

同じような事を事務所にいた時、やったことがあるのですが、規模が大きくなる、つまり経済性だけを考えた場合、非常にダムが小さい場合は貯砂量は少なく、貯砂1 m³当りの単価というような形で計画した場合は、小さいダムでも大きいダムでも非常に効率が悪く、ちょうどまん中あたりに、m³当りで最大の経済性が表われる。

司会

どの位の高さですか。

瀬尾（土研）

場所によって、地形によってちがう。地形が広がっている所、つながっている所、それは

ダムサイトによって違ってくる。そういう1つの経済性だけから一番有利であるという話が出るのと、もう一つは機能からいって高いダムが必要である。低いものが必要であるとかいう機能の話とこれはちがうと思うんです。経済性だけではなく、基本的に土砂の流れからもう少し大きいダムの方が良いとか、小さいダムが良いとか、土砂の流れからもう一つ加味するべきではないか、そんな感じがしますね。

久保田（利根水系砂防工事）

これはあくまで、コンクリートボリュームに対する経済効率でしょうか。それだけを見た、お金では出ていません。

司会

コンクリートボリュームでなく、工事費という話も入っているわけですね。

瀬尾（土研）

1 m³当りの建設コストです。

司会

谷が広がっていると、同じ1 m上げるのに高くなればなるほどコンクリートボリュームが増すわけですね。

瀬尾（土研）

ダムサイトごとに一番効率の良い高さというものが出てくるわけです。

司会

機構みたいなもので、決まっているんですね。

瀬尾（土研）

機構もありますが、川幅などによって上流法の勾配などもそうです。

司会

コンクリートも増えますが、土砂も増えてくるわけですね。

瀬尾（土研）

上流法の勾配などを総合した形で、m³当りの単価から見た適当な高さがそれぞれのダムサイトでちがうわけです。

司会

資料を追加していただきたいと思います。

4) 植生調査

佐藤（湯沢工事）

湯沢砂防工事事務所では、このような植生に関する調査をやっておりませんので、興味をもって聞かせていただきました。その中で植生調査フローといたしまして、フロー自体が

61年度以降実施というような形の工法検討施設計画というのにも入っていますが、そうしますと、第7次の5ヶ年計画の中にこのような緑化事業が事業化されて要求されているという

ふうに考えてよろしいのか、61年度以降まで調査が実施されて、いつから本格的に事業化されるのか、まだ未定であるとうけたまわってよいのでしょうか。

金田（渡良瀬川工事）

この調査は、56年度から始めていますが、スタートした時点は植生調査ということで工法的な検討をすればいいと考えていたのですが、予算要求の段階で計画規模調査だと、調査をやってその調査を工事に反映しなければならないという計画になったのだらうと思います。

第6次5ヶ年計画の最終年度に一応実施するという事で計画しております。ただ目標としまして、58年度から約3年間ほど実際の実施追求をやるということでありますが、調査項目も3年程度で方向付けするのは無理ではないかと思えます。

菅原（新庄工事）

この地域は、荒廃裸地を作った原因者というのがおられるわけで、同時に関係する機関というのがありまして、そういう関係でそれぞれ調査とかやっているとありますが、関係機関との調整、調査するにもどこで分担するというような調整をされているのでしょうか。

建設省の場合は、どこまで事業を行っていくのかという考えをもっておられるのですか。

金田（渡良瀬川工事）

通産、建設、農林では三省協定というのがあるそうなんです。今も調べているのですがはっきりとした資料がないので、どういう区分になっているのか不明です。

昭和32年に三省協定はやっております。国有林については営林局が治山工事をやります。民有林については県の治山課が行ないます。いわゆる溪流におけるダム工、護岸工等については建設省が担当するんだというような資料が若干残っているようです。それが現在、生きているのかどうかについてはわかりません。試験地を決定した根拠は、砂防指定地又はその周辺ということで、どの程度まで範囲をのばせるのか、その辺が問題となっております。

たとえば砂防指定地は、建設大臣が告示すればいいわけですが、直轄でやればすきな所はどこでも指定をかけていいのかというのと又、問題となりますが、方針としては民有林についてはできるだけ範囲を伸ばしていかなければ、今現在の土砂量を抑えることはできないので、ある枠を拡げていかなければならないという考えをしています。

司会

土砂量と言われましたが、裸地の所から土砂がでてきているという認識ですね。この報告の中に土壌との関係があったのですが、そういうことについてわかる方、多治見の石川さん、煙害というのはガスという感じがして、土壌の方の成分が生育を妨げているというような話があったのですがどうなのでしょう。もしそうなら対策を考えなければならないと思うのですが。

石川（多治見工事）

多治見の方は煙害というものがなくて詳しいことはわかりませんが、もし、裸地から大量に出るというデータが渡良瀬にありましたら、そういう調査を行なったことがあるのでし

ようか。

司会

土砂が裸地から出るということですか。

石川（多治見工事）

はい、山林がある場合と裸地の場合、どの程度の差があるか、そういう調査を当方でもやろうと思っているのですが、参考資料があまりないのです。

司会

最近、裸地から出る土砂量の調査は行なっていますか。

金田（渡良瀬工事）

現況を把握するために、土砂計画を見直そうと今年度より予算計上しております。

司会

雨が強いと崩壊が卓越するのですか、表面侵食ですか。渡良瀬は、岩が出ている所が沢山あって、特に川や谷に近い所ですと木を植えるのはかなり難しいのではないかと思いますのですが。

急勾配の所はほとんど表土が流されているという認識を持っていたものですから、木を植えるというのは難かしいのではないかと考えていました。

金田（渡良瀬工事）

営林局なり県の方で植生調査をやっているのですが、その工法についても色々経緯がありまして、最近では客土面に特に重点を置いて施工しています。

司会

思いきって斜面を切って階段にするというのはどうですか。

金田（渡良瀬工事）

専門家である宇都宮大学の島田先生は、荒廃裸地における山腹工は上から切り落してきて筋工を行うなど、上から決めてこなれば治まるものではないという報告もなされているようです。

宮本（砂防課）

これまで営林署や県の方で色々対策をしてきましたが、植生による対策としてこれがいいという結論は得られなかったという話がありましたが、営林署は植栽等についてはプロで、日常の仕事の性質からいいましても建設省に比べてこの件につきましても非常にキャリアを積んでいる官庁だといえます。その営林署がある程度の目安をまだつかんでいないところで、今、56年から始めておられるんですが、これから大きな規模で調査を行なっていくとおっしゃるんですけれども、今回提案されておりますこうした調査手法でもっていわゆる勝算、ある程度の成果が得られて事業に結びつく目安があるのかどうか。調査をやってもほとんど成果が得られないが何かやらなければいけないかなというのでは調査費のむだ使いになります。ここにある調査手法が少なくともこれまで営林署や県で行なっている調査手法とは別も

ので、別の見地からの検討だということがはっきりしていないといけないわけです。少なくともここで提案されている方法がすでに他官庁、県でやられてだめだという結論が得られているものではこまります。

金田（渡良瀬工事）

今現在、色々やっている中でだめだという見解はないのですが。

宮本（砂防課）

この調査をやってある程度の勝算、やって効果があり、それを事業に結びつけようという調査ですから、打率にして2割、3割の調査をして大きな調査費を投入して行こうということには、危険な賭的な要素があるのではないかと思います。この他にも色々調査をやらなければならない分野もあるかと思いますが、ここに調査費を継続的に注ぎ込むという観点から妥当な調査なのでしょうか。

金田（渡良瀬工事）

私個人としては確かにこれで行なって結論が出るのか、あるいは方向が出せるのか疑問はあるのですが、出発時点の所からまだ調べていませんので。

宮本（砂防課）

56年度から始めた調査で集められた資料の中に、これまで他官庁の行なった色々な試験施工やトライアルについての成果があります。そういう中の失敗例を良く検討して、少なくともその二の舞を演じないように、基本的なベースをしっかりとしてほしいと思います。

司会

このような調査内容は事務所のレベルで把握してほしいと思います。

5) 常願寺川砂防施設効果調査

町田（富士川工事）

データーがまとまっているので感心しました。勾配等につきましては色々議論の別れる所ではないかと思います。この場合では元河床の1/2で一般に言われているものと同じで、富士川については限りなく1に近い所もありますし、このデーターで言われているような堆積岩地帯の粒径の細かいものにつきましては1/2というのが妥当ではないかと思います。

貯砂効果では20%と言われておりますが、富士川ではまだデーター整理をやってませんので、これからこのようなまとめもやっていきたいと考えています。

司会

立山の整理方法を参考に全国的にそれぞれやっていきたいと思いますが、その時に、今計画で用いています計画堆砂勾配が元河床勾配の1/2とか、貯砂率10%というのは、非常に変動のある中で平均的なものをどうやって出すかということで、一応暫定的に計画値として使っているわけです。ですから本来の姿というのは、出て来る出砂の量とその時の水の量でずいぶん変わります。ですから、最大1から最低0位まで堆砂勾配も元河床に比べて変化す

るわけですし、最終的には、色々なデーターを調べてみた上で調節率はどの位で、計画堆砂勾配はいくらという話になると思いますが、データー整理される段階ではあまりそれにこだわらずに、実際はどういうふうに変化していくものかということを考えて頂きたいと思います。

6) 黒部川総合土砂管理調査

牧野（立山砂防工事）

流域全体の土砂管理ということで興味深く聞かせて頂きました。図-2の累加変動の所で、この要項の中では人為的工作物や河道地形によって変動に差が出ているということで、具体的にどういう施設がある所が堆積傾向にあり、どういう地形の所が洗掘傾向にあるのでしょうか。

図-5の所に系統図がありますが、この中で出来ダムと建設予定の宇奈月ダム、これらの位置付けをどのように考えているのですか。

今回は、モデル作成までで中間報告ということですが、これに具体的な数値が入ってシミュレーションとして1つのシステムが出来上がった時はどういったものが考えられるのでしょうか。

青木（黒部工事）

人為的なものとして考えているのは、現在ダムが中心です。ダムというのは、砂防ダムと電力がやっている発電ダムです。人為的なものは、黒礁と婆谷に入っているダム、電力会社が入っている本川の仙人、小屋平のような既設のダムです。河道をどうやってわけたということですが、河川、砂防で河床変動調査をやっています。この河床変動調査を整理しまして、航空写真と河床変動調査の成果を使って、河床の縦断、河道の平面形を組み合わせ、土砂の変動が特徴的に表われているというところを整理していき、今回の計算はモデルを少しでも簡略化するため、河道の特性量で、たとえば狭谷部分でほとんど土砂の変動はなく土砂が通過するだけで、堆積、洗掘を受けずにそのままの河床が続いているような所では一つのブロックに切りました。また、河道が、非常にせまい所から急に広くなるところについては、広がっているということは勾配も緩くなっていて、洪水時に土砂の洗掘、堆積が起きます。そういう所につきましては、それを切り出し、影響範囲という所を出して、その区間を又1つのブロックに分けているといった形で河道を分割していきました。

現在行っている主な作業は、現況を追跡することです。宇奈月、出平につきましては、現在、工事用道路等を施工中ですので、これらについては、将来のシミュレーションモデルを作成して行く中で考えていきたいと思います。

和田（中部地建）

中部の天竜川でも同じような調査をやっております、色々問題があります。たとえば、モデルの中で土砂流出モデルとか土砂流送モデルは色々な人の提案式がありまして、組むの

は比較的楽です。しかし、中でも一番困っているのは土砂生産モデルです。一番問題なのはデータ不足という点だと思いますが、このモデルを黒部川では具体的にどうされているのでしょうか。

この種の調査は、土砂動態の問題を水系一貫で議論しようということで、水系全体の土砂動態モデルを作って、それから計画論に向けて行こうという発想で調査が行なわれていると思いますが、天竜川の経験から言いますと、モデルを作って将来予測まではしますが、なかなか計画論までのステップがないのが実状で、黒部川で、モデルの後の計画論をどうしようかということをお考えでしたら教えて下さい。

青木（黒部工事）

モデルの中で崩壊から生産への経緯を捕えるというのは、非常にデータ不足です。黒部川でも写真を中心にし、過去にも写真を使って崩壊地調査をやって、降雨との相関式なども出しています。今回につきましても、新たな考え方を作ってモデルを新しく築いていくか、今ある資料を最大限使ってやるか、新たな考えではなくそれらの組み合わせでやって行くのだという2つの議論がありまして、今回は、今ある資料を最大限に使ってやるという考えで、崩壊についても、既存の資料や既存の式を参考にして相関式を作って検討しています。

これを将来どういう形で展開していくかと言うことですが、今黒部川で行なっている調査の流れから説明しますと、現在土砂動態モデルについては進行中です。さらにこのモデルを追いかけるようにしまして、河川調査の方で河道計画調査を要求して現在これに続くような調査を行なっています。合わせて砂防の方でもこれを追いかけるように、計画の見直し調査をやっておりまして、土砂流出というものを更につめた上で、今上げた河川と砂防の調査の中でその結果を反映させてやっていきたいと思っています。

和田（中部地建）

例えば土砂処理に関して今砂防で考えているのは、上流だけで押えてしまおうという方法ですが、こういうモデルを通じて土砂処理の問題を水系全体で行ない、たとえば下流の河道にも持たせるとかという発想をお持ちでしょうか。

青木（黒部工事）

これからどうするかは今後の調査の進み具合にもよりますが、私の個人的な感覚でいけば、土砂処理につきましては、上流で十分対応できる、本川まで持って行かなくても大丈夫であると思います。

ただ、本川は現在砂利採取の問題等も含めて、非常に河床低下が著しいという問題がありますので、そこに影響がない程度でどうやって土砂処理を行うのが1つのポイントであると思っています。

司会

宇奈月ダムなどが土砂を吐いた時に、どういう具合に下流に伝搬するかというのは、ダムとしては検討しているのでしょうか。

青木（黒部工事）

ダムの方では色々検討をしています。宇奈月ダムで土砂を全部止めると、下流河床で35m程度下がるという試算もあり、かなりの範囲で影響があるのではないかと考えています。ただ宇奈月ダムは、排砂門が付いているので全量ストップというわけではないので、排砂門の活躍しただいだと思っています。

司会

内容をもっと知りたいときには、事務所に連絡すれば要約版とか報告書などは有りますでしょうか。

青木（黒部工事）

調査が終わった時点で印刷物としてまとめたいと思っています。現在色々な作業に手を付けております。それは、モデルの中でかなり調査が進んでいるものと少し遅れている部分があり、中間報告としてもまだ一冊にまとめるところまでできておりません。今年の夏頃までは、現況だけでもまとめたいと思っています。

7) わさび田影響調査

司会

濁度に対する許容値は無いのですか。

関（沼津工事）

濁度に対する許容値はSSと同じ位です。

池野（金沢工事）

わさび田影響はこの程度の要素でいいのですか。例えば、金沢工事で自然環境の上で、建設省の資材用の道路を作るための影響調査を少しやり始めたのですが、関連する要素がいろいろ出てきてなかなか收拾がつかなかったのですが、単に水温、水質等ですむものなのでしょうか。

関（沼津工事）

マトリックスでやった場合には、こまかい点も検討しています。植物の方でいくと付着藻類、蘚苔類、動物については底生動物などを調査していますが、これは相当影響があります。しかし、わさび栽培そのものについては、さほど影響がないので項目から除外しています。

司会

わさびに関係ある仕事をされているという所はないですか。沼津工事だけでしょうか。

8) 砂防施設とその効果に関する研究

松田（福島工事）

青蓮寺ダムの計画堆砂が1.5～1.8倍になっているということで表にされていますが、特に流出の多い30%の花崗岩の地域が約80%の流出をしているということで氾濫していま

すが、砂防の方では、今回の調査結果をふまえて、青蓮寺ダムの対策をどのように進めているかとしているのでしょうか。

大槻（木津川上流工事）

木津川上流の砂防の考え方としては、土石流対策、都市対策砂防、青蓮寺ダムの堆砂の抑制という3本柱がありますが、特にそれら3つを総合的にみまして、青蓮寺ダム対策だけでなく、広い意味で砂防計画を立てたいと思います。

万膳（土研）

土砂移動モデルについて表-3と図-7について質問します。図-7では、上段で計算値が書いてありまして、（ ）内が実測値ということになっています。そして、計算値と実測値の値がよく一致しているわけですが、話をうかがうと、補正係数というものをを用いて計算値と実測値があうように修正されているのではないのでしょうか。

大槻（木津川上流工事）

その通りです。

万膳（土研）

補正係数と言うものがどのような意味を持つかという点に関して、たとえば表-3を拝見しますと、区間で補正係数が色々な値を採っていますが、どのような洪水の時でもこの補正係数を用いれば実測値とよくあう成果が得られると判断してよいのでしょうか。それともこの場合だけの値と判断したらよいのでしょうか。補正係数はどのような要素によって決まってくる係数なのでしょうか。

大槻（木津川上流工事）

色々、係数Kの値を換えて演算しているわけですが、まずKの値そのものは台風10号に限りましてたまたま実測値とよく合ってきたということにして、今後、色々なケースによりまして若干変わってくるのではないかと思います。しかし、一担こういう数字で台風10号は合ってますので、今後の出水等によりましては、この数字をまず最初の計算にあてはめてみる価値はあると思います。

司会

この研究は昭和57年度で終わっているわけですね。

この資料は事務所に連絡すればこまかい内容のコピーなどももらえるのでしょうか。

大槻（木津川上流工事）

資料とりよせ、発送は可能だと思います。

9) 重信川砂防設備機能調査

三木（北陸地建）

今、砂防施設の機能とその効果で、このような調節量と貯砂量の関係など、その辺を調べていきたいと考えているところなのですが、貴重なデータを多いに活用させて頂きたいと

思っています。調節量の考え方をもう少しお話ししたいのですが。

現地の河床変動調査などの面で、調節で決めているようなのですが、調節が及ぶ点での過程で決めているのか、それともその中で河床変動測量でかなり検討されて決めているのでしょうか。

岡崎（松山工事）

それは検討していません。今回は56～57年度の検討なのですが、昨年19号台風である程度資料が整っているんで、それを詳細な縦断測量を実施して、これの検証のようなことをもう一度実施してみたいと考えています。

司会

昨年の出水は含まれていないのですか。

岡崎（松山工事）

はいっていません。

司会

昨年の出水はこれまでに比べると大きいですね。

岡崎（松山工事）

昨年度の出水につきましては、6月位に縦断測量を、短いピッチで実施してデータを集めようと考えています。

宮本（砂防課）

今日の午前中に発表のあった「常願寺砂防施設効果調査」という報告と内容的に似ている所がありますが、モデルに使っている砂防ダムの4基中3基までが20m以上のハイダムなのですが、今回重信川で調査しました砂防設備、砂防ダム61基地、全70数ヶ所の砂防ダムの高さはどの程度ですか。ハイダムでしょうか、小さなダムですか。20m以上のダムが大きな割合を占めているようですと少し結論が違ってくるのではないのでしょうか。

岡崎（松山工事）

ハイダムはないと思います。きっちりとした数字では重信川は出ていません。微妙な所です。

司会

違がっているというのはどこでしたか。

宮本（砂防課）

元河床勾配と調節勾配と言っている調節量の方です。結論は少し違ってきます。

調節勾配というのは、現地調査を行いまして、段丘対策なり縦横断測量といったものを実際に見まして、それを結んで調節勾配としました。その結果は図-7の通りで、上流の方で元河床勾配とその線が平行になる所があるわけですが、その平行になる所は省きまして、平行にならない所を調節域とし、これの平均を調節勾配という形に考えています。

三木（北陸地建）

その時に実際の洪水の前後を比較して、その両方、このような仮定で作った調節量との関係というような図は検討されているのですか。

岡崎（松山工事）

10) 地すべり調査の動向

板垣（傾斜地保全課）

地すべりの地下水というのは直轄の地すべり、補助の地すべりを含め、非常に問題があります。なぜなら、土塊の中を水が流れるということで、時間の遅れ、地盤の持っている透水係数が問題となります。

フロート式の地下水位計で計っているのですが、これに対して地下水にうまく応答するかどうか調べてみたのですが、一応フロート式というのは、透水係数が 10^{-3} 以上だと降った雨の応答ができるだろうと言われています。 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ 、 10^{-5} になると、追従しないということで、ピエゾメーター方式パイプを立てて、その中の地下水を計って行こうということで、今後、地下水をとらえて行かない限り、地下水の予知とか、地すべりの予知とかいうのはむずかしいのではないかと思います。

今後、地下水のあり方をどうするかを保全課としてはメインテーマに考えてゆく予定ですが、 10^{-6} 以下になるとこういう方式ではダメで、間げき水圧計である程度の間げき水圧計測を入れてやって行かなければならないと考えています。

吉松（土研）

お話の通りで、今回のテーマもしぼったような状況です。4ページの図-1のハウスレブという人が地下水理論ということで現地模型実験をしたと思うのですが、これを見ると板垣さんの言う通りで、 10^{-4} cm/sec 位になるとすると、1時間位の狂いは出てくる。1時間の遅れというのは地すべりの予知においては非常に重要な問題で、なるべくこういったものを無くしたいと思ってます。

10^{-3} 位ですと10分位になりまして、フロート式でもなんとか行けそうだという感じになります。

高橋（九州地建）

1ページの降雨と地すべりの発生で、がけ崩れは降雨のピークと比較的良い対応がある、という話なのですが、瀬尾室長の「砂防調査の動向」の中では、がけ崩れの場合、ピークとの対応は土石流ほど良くないという話だと思ったのですが、その辺は部外に話す場合、どう説明したらよいのでしょうか。

吉松（土研）

私が焦点を当てたのは、地すべりとがけ崩れということで、地すべりに比べてがけ崩れは比較的降雨のピークと対応している、という表現をしたのです。実際に土石流とがけ崩れで

すが、2ページの図-6は今年の3月に瀬尾室長が砂防および地すべり防止講演会で講演された中からコピーさせていただいたものなので、これに比べると57年度に実際に発生した和田地すべりとか清水というのは対応が悪いということになります。この点につきましてはラグランジュの内挿公式や貯留関数方式などいろいろありまして、その付近で出た、沢山のデーターを解析しないと厳密な答は出ないと思います。経験的にこういうことは言えると思いますが。

瀬尾（土研）

長崎の2ページの表、長崎については急な立ち上りで特異な雨だと思います。こういう形で急傾斜地崩壊、土石流も雨と一致しているという傾向になるわけです。昨年以前、10年間位の全国のデーターで、補助関係での資料を見るとかなりバラつきがあるということで、一般にはがけ崩れそのものは雨と一緒に相関させるのはむずかしいという結果を出さざるを得ないデーターが出ています。もし参考にするなら、保全課から小冊子も出ていますので、それを見ていただいたらよいと思います。

吉松（土研）

補足しますが、降雨のピークとの対応をとるより流出関係で貯留関数方式で洪水の流出量を出しているのですが、そういった方式で流域の地下水という中間流出と言ったものを算出して、そのピークとがけ崩れの対応をとりますと非常によく合います。

室戸さんという方が、土質工学論文に発表してしまして、そういう考え方でやる必要があるだろうと思います。がけ崩れにつきまして、そういった考え方をする必要はあるだろうし、それ以上に地すべりの場合は、考え方を持ち込まない限りはだめであろうと考えています。

11) 赤崎地すべり調査

吉松（土研）

地下水と移動とは密接な関係があるということですが、地下水観測はフロート式ですか、それとも自記式ですか。地すべりは、凝灰岩層と泥岩層でできているという話ですが、その時のすべり面の間隙水圧測定はされているのですか。

白石（飯豊山系砂防工事）

すべり面の直上で水位を計るなり、間隙水圧を計れば、安定解析に利用できるのですが、ここでは1m近い動きを示しているので、土塊自体は内部にクラックがはいっていて相当乱れています。上層の礫混り土砂の透水係数は 10^{-2} cm/sで、すべり面とは上部の自由面地下水と連動しているということから、フロート式を使っています。

南（天竜川上流工事）

基本的な質問ですが、直轄化される前は、どこかで対策を立てていましたか。例えば、県ですとか、国鉄ですとか。直轄化された契機としては、大災害があったとか、動きが活発化したとか、そういうことがあったと思うのですが。

保全対象は何ですか。写真や図面を見ると、本川への影響もそれほど大きくないと思えますし、それに、関連した被害形態としてダムアップというものは考えていますか。

白石（飯豊山系砂防工事）

対策工事に関しては、国鉄で保安工をしています。実際に地すべりになっている所は、国鉄の保安林でして、国鉄が間に合わせ程度にやる排水路とか、枕木を使って防いでいるようですが、実際には役立っておらず、地すべり移動によって施設が破壊されています。

県では、県道が通っている所で昭和53年に大きな動きがあり、被害がでた所や移動量の大きかった所については対策をやっていますが、それ以外はほとんど手がつけられていません。

保全対策としては、地すべりの対岸には学校、役場、民家がありまして、試算によると400億円近い金額となっています。

被害の形態ですが、赤崎では大きな地すべりが現在までに突発的に動いたというデータがないのでわかりませんが、直上流にも1つ地すべりがありまして、この地すべりによって浸水した例はあるようです。赤崎地すべりの場合は土塊自体は相当の量になります。潭水した場合を考えると相当な被害が予想されると思います。

南（天竜川上流工事）

潭水するというと、1時間に10万 m^3 とか20万 m^3 位、1日で300万 m^3 という土砂が出てこないかと本川であれば、潭水しないと思いますが。三紀層の地すべりであれば、動きは緩慢であり突発的には動かないと思いますが、その辺の判断はどのようにされているのですか。

白石（飯豊山系砂防工事）

動きが緩慢であっても潭水することを予想した上で対策を考えるべきだと思います。また、下流にダムがありますので、保全対象として考えています。

南（天竜川上流工事）

具体的にはどのような指標で予想したのですか。

白石（飯豊山系砂防工事）

直接やっていないのでわかりません。

12) 直轄地すべりについて

質問等は個人的にお願いします。

13) 天竜川上流域の地すべり

瀬尾（土研）

河川への流出土砂量というのは、どのような計り方をするのですか。

渡部（天竜川上流工事）

地すべりブロックのボリュームを計算して、それに流出率、たとえば0.8をかけて流出土砂量を算出しています。

瀬尾（土研）

0.8というのは、どのようにして決めるのですか。決まったものとして使うのですか。

渡部（天竜川上流工事）

はい、そうです。

瀬尾（土研）

動いているかどうかというのは問題ではなくて、地すべりの土量によるということですか。

渡部（天竜川上流工事）

ブロックにどれだけの移動可能土砂があるかです。

瀬尾（土研）

はい、わかりました。

和田（中部地建）

この調査に関連して、先ほどの保全課の板垣補佐に質問します。

直轄地すべりの今後の方向について補佐にいただいた資料で、直轄地すべりの今年の伸び率をみると1.03で、補助の方は、それに比べて1.02ということで、河川局の他の予算、特に治水とか、砂防の予算に比べると注目すべき伸びだと思えます。特に、補助に比べて直轄が伸びてるという点は、あまり他に例がないようです。そういう数字をみると、かなりの重点を直轄地すべりに対しておいているのではないかと思います。砂防部全体の今後の事業の中で土石流対策等も、「目玉」になっているようですが、今後、直轄地すべりにある程度の重点をおいてやっていくつもりですか。特にこの例のような補助、直轄すれすれの地区を今後どのようにしていくのですか。

板垣（傾斜地保全課）

先ほど9ヶ所説明したのですが、56、57年度には例えば赤崎ですとか、善徳、怒田、八畝といった箇所を入れ込んだだけです。57年度の予算というのは、補助の場合1ヶ所3,000万円位なのですが、直轄は平均すると3億円位になるのですが、その3ヶ所では5,000万円位ということで伸びました。

地すべりと砂防の事業については、57年～61年度までの治水5ヶ年計画がありまして、砂防と地すべりのシェアみたいなことを決めています。この中で、地すべりの重要性を認識していただいてそのような数字になっているわけです。

その数字をみていただくと、確かに1.03になっているわけですが、補助の激特を除いた通常の地すべりになると伸び率は1.0ということで、さほど治水とはかわらないと考えています。

南（天竜上流工事）

瀬尾室長の方から河川の影響ということでその評価の仕方がどうなっているのかという質問がありましたが、補足させていただきます。すべり面を想定いたしましてそれを本川の方になるように滑らせる。そこで本川の断面でどれだけ土砂が溜るかということ、地すべり個々について算出したものです。先きほど、誤解を生むような「0.8」とかいう数字がありましたが、0.8という地すべりの数字もありますし、そうでないものもあります。ここに挙げました、入谷と程野につきましては、0.3～0.5の流出があるものと思います。

綱木（土研）

例えば、大きな規模の地すべりが滑るような場合には、相当な降雨があったときだと思いますが、河川の流れも大分増えている時に地すべりが起きた場合には、閉塞するでしょうが、じわりじわりくるタイプの地すべりには、河川水で洗われながら少しずつ落ちるのではないかと感じるのですが、流出率については、そのことを加味してやっていると解釈してよいのですか。

南（天竜川上流工事）

大西山の崩壊は地すべりなのですが、瞬間といってもいいようなもので、時間的には数分間の動きで流出土砂量が350万 m^3 でしております。したがって破砕帯地すべりについては、数分の単位で何百万 m^3 もの土砂量が落ちることが予想され、今回の地すべりにつきましても、この地帯では河川でいわれる掃流で流されるというようには考えておりません。

14) 軽石流出軽減対策試験工事

斉藤（新庄工事）

斜面崩壊の誘因は地表水だけですか。地下水の影響はありませんか。

古賀（大隅工事）

全部地表水だけです。また、土石流は通常10分間雨量が8～10mm位になると発生しています。

司会

現在試験施工されているものに、1つは溪岸、1つは斜面がありますね。その斜面の崩壊も浸透流ではなくて、地表水の影響が大きいのですか。

早坂（東北地建）

試験した結果、発芽状況はどうでしたか。種子の散布に際して雨を考慮して樹脂を混入したということですが、それが大体どの程度の時間が経過すると効果を発揮しますか。

古賀（大隅工事）

種子の散布につきましては樹脂を混合してまいたわけですが、樹脂の硬化時間を見てみると、2日から3日程度で効果を発揮したと思います。発芽状況につきましては施工後30日で40%位の発芽率です。

関東地建：

樹脂の透水性が表-3に出ているのですが、火山灰よりかなり透水性が高いように思うのですが、従前の表面の状況に対して樹脂散布を施工した場合の透水性の変化をうかがいたいと思います。また、樹脂散布工では緑化とともに、樹脂で表面を保護しようとしているわけですが、それぞれの役割、目的を教えてください。

古賀（大隅工事）

先の質問については調査していません。2番目の目的についてですが、侵食を止め、緑化と樹脂工で緑を回復することにより生産源地帯の軽石をどう止めるかということで、両方とも同じ様な目的でやっていたのですが、樹脂をまいて緑化できればそれで良いのではないかと思います。

亀江（関東地建）

樹脂というのは半永久的ということではなくて、最終的に緑をもたせようという発想なのですか。

古賀（大隅工事）

緑化の方は主感においたというわけではないのですが、緑化工については亜硫酸ガスが、多い時は20 PPMという形で斜面を降りてきて、亜硫酸ガスによって植生がやられるという状況があります。一方樹脂だけでもボラが止められるということもあるので、一応両方について検討を行いました。

原（富士砂防工事）

富士山でも昭和57年度にヘリコプターを使ってダム工事を行いました。桜島の場合は人力をなるべく使わないということですが、土工等も実施工されていないのですか。

古賀（大隅工事）

行っていません。試験地を溶岩が露出した所に選んだということもあって、そのままの状況の所にブロックや転石を持っていき据付作業を行っただけで、土工的なことはやっていません。

司会

試験施工そのものはいいののですが、軽石の多い場所がどこにあるかという調査を昭和58年度にやるようになっていきますね。こういう斜面をおさえると溪岸侵食を防止して軽石の流出を抑えるということ、どこか集中的に行えば軽石の流出をグッと抑えられるということがあるのではないのでしょうか。ないとしたら全面にやるような話になってお金もかかるし時間もかかる。そのような調査は事前にあるのでしょうか。

古賀（大隅工事）

航空写真等からいろいろ調べています。

司会

軽石対策試験工事を活火山地帯の砂防という観点でやっているのですが、富士山、渡良瀬

の場合とあまり差がないように思います。基礎的な試験も必要でしょうが、しっかりした基本姿勢に基づいてもっと効果的なものを考える必要があるのではないのでしょうか。その意味では委員会の提言があまりポイントを得てないのではないかと心配です。明日、明後日にも対策をせまられている問題について、まだ試験施工の段階というのでは余りにのんびりした話ではないかと感じます。

古賀（大隅工事）

前例があると一番よいのですが、堆積層の厚さが30 m程度あってこれが殆んど軽石なのです。

司会

そういうものは限られた場所で存在するのですか。

古賀（大隅工事）

桜島全土です。

司会

すごい時間と費用がかかりますね。

古賀（大隅工事）

時間と費用がかかるのは黒神川流域です。

司会

黒神川流域も広いでしょう。どこか1点で勝負できるなら集中的にヘリコプターを使うのも可能ですね。広範囲で斜面を順番に抑えていかなければならないという話では、緊急性を要する対策としては疑問ですね。

高橋（九州地建）

今指摘された点ですが、まず委員会の中の基本的な結論としては、火山活動が続く限りボラの生産はまず止められない。その中で流出をいくらかでも抑えることができる方法があるとなれば、そこにあげたような対策があるのではないかとのことになっています。実は陸上よりも海の中での被害のほうが大きく取り上げられまして、国会でも何回か問題になっています。ということで砂防の中でできる範囲で抑えられるのがどこまでかをひっくるめて、試験施工という非常に即施工的な話ですが、そういった対応を考えざるをえずスタートしています。ボラの保存量、ボラの特性の概略は委員会の調査でもやっています。

司会

試験施工をやって成功して、大々的にやるとなると、例えば数年位のうちに何10%ぐらいまで抑えられるという見通しはあるわけですね。

高橋（九州地建）

試験施工の後効果を見なくてはいけないと思うのですが、その効果次第では、事業費とどこまでペイするかというようなことで、施工の範囲を区切ったりするようになると思います。

司会

全体の計画として、黒神の遊砂地を掘るとか谷の出口に30m位のダムを、毎年追いかけてながらも造るとか、そういう議論はないのですか。

高橋（九州地建）

基本的に毎年100万 m^3 出てきているわけですが、除石するにしましても m^3 当り1,000から2,000円程度とすると10億から20億円かかると思います。下流で止めるような計画は今の限られた工費の中では無理でしょう。ただ生産源対策については、本来砂防の生産源緑地という基本方針に基づいた話なので、できると思います。まずは生産源対策ということに目をむけています。

司会

m^3 当り1,000円というのはトラックを使った場合ですか。

高橋（九州地建）

安ければ1,000円、高ければ2,000円です。

司会

10年も100年も使うような施設を考えれば経済的にならないですか。

高橋（九州地建）

捨土の利用も考えなければならないと思うのですが、今は、例えば島外に捨てられる場所がないとか、現実的な問題で捨土場所がとれないということで、検討の対象から一応外しております。

15) 赤土砂流出抑制対策調査 沖縄総合事務局 金城正明

石川（多治見工事）

浮遊砂調査方法は、どういう方法で水を採取して量等を測定するのですか。降雨は簡単に測定できると思いますが、すぐ現場に行ける態勢をとっているのですか。また掃流砂についてどういうふうに考えているのですか。

金城（沖縄）

浮遊砂の測定については、現場に観測員をはりつけています。水の観測、浮遊土砂は採水を行い、採水量については細かいことは聞いていませんが、1時間おきに排水を行って変化をとらえています。掃流砂については今のところやっていません。

牧野（立山砂防工事）

赤土砂の被害としては、河口閉塞とか漁場の荒廃とかいう形であげられていますが、その他に勾配の変化点等で堆積して問題があるかと思っています。また、赤土砂防止条例を定めている市町村があるという話ですが、その状況についておたずねします。

金城（沖縄）

まず、治水上の影響ですが、河道に堆積しまして流下能力が低減しているというのが実情

です。河口部の閉塞も場所によって状況がかなり違いますが、河口閉塞を起こしている所もあります。殆んどが2級河川、普通河川ですから県等が時々河床掘削等を行っているようですが、流下能力に与える影響は非常に大きいだろうと思っています。2点目の赤土砂の流出防止工に対する条例ですが、私の聞いた話では、非常にパインの栽培が盛んなある市町村で条例をつくっており、開発にあたってはそういう対策を行わないと開発を認めないという方針をとっています。現在そのような所は1町1村だけあると聞いていますが、名前は控えさせて頂きたいと思います。

牧野（立山砂防工事）

砂防上の問題に関してはいかがでしょうか。

金城（沖縄）

この調査の目的そのものは砂防上のそういった問題をとらえて行っているものですので、今後の対策について検討をしなければならないわけですが、今年度まで一応現地の調査に主眼をおいて、来年度になりましてから今年度の調査成果をふまえて総合計画をどうやればよいかというような事について調査していきたいと考えています。

亀江（関東地建）

それだけ治水上の影響もあるという事なら砂防指定地に指定して、ある程度条件を付けて土地開発をさせるというような事はできないのですか。

金城（沖縄）

砂防指定地はかなり指定されているようですが、農業開発に非常に大きなウエイトがあるという問題も潜んでいるのではないかとと思っています。

司会

観測をやられて河床材料だけでなく、地山・畑地の材料を調べられて赤土砂の流出算定式を考案されていますが、次は対策工の検討と、それから試験施工みたいなことをやってその効果を見ていくような話に発展していくように期待します。流出土砂の算定式の中で11度で分けていますが、11度というのは何か意味があるのですか。

金城（沖縄）

その辺は確かめていないのですが、（パイン畑はたいへん湿度をきらい）何かある勾配以上でないとその排水が悪いということです。11度がなぜ境界になったのかについては、はっきりとは解りません。

司会

他の国でも例えば台湾、フィリピン、ハワイとかパインを作っているところがあると思いますが、そういう所でも同じ様な問題が起きているのでしょうか。もし問題が起きていて、それなりに対応しているのなら、一度は見てきていただくのがよいかと思っています。

金城（沖縄）

赤土砂に関する文献はたくさん出されているようですので、外国の例も調べてみれば見つ

かと思っています。ただ私共の勉強不足のため、そこまで手が廻っていないというのが実情です。

7. ま と め と 講 評

河川局砂防部砂防課長補佐 宮 本 登

昨日と今日、どうも熱心なご討議ありがとうございました。実は私、数年前に一度この会議に出席させていただいたことがございます。その時は今と違ひまして、少しは気楽な立場でもございましたので、一番後ろの席に座りまして、昼食後、1時間2時間しますと思わずコックリコックリと舟を漕ぎ始めたという反省もやっておるわけですけれども、今日もそうですが、一番最初に挨拶申し上げたということもありまして、一番前の席に座りまして後ろを見させていただいたのですが、実はこういう席におりますと、前におりまして後ろを見ますと非常によく見えます。後ろから前を見ますとなかなか見にくいわけでございますけれども、ときどき後ろを見渡たさせて頂きますと皆さんの目付きが違ひように思ったわけです。これは司会の方が非常に上手な司会をしていただきまして、会議を上手に運んでいただいているということもでございますけれども、皆さんには熱心な活発なご討議をしていただきまして、喜んでいる次第であります。雑談はおきまして、まとめということで私が聞かせていただきました中で感想のようなものを少し述べさせていただきます。事務所からご発表いただきました件数が全部で13件でございます。中で、砂防が11件、地這りが2件でございますが、大きく分けますと、崩壊地調査に関するものが2件、流域のモデル化に関するものが2件、砂防施設、これは砂防ダムが主体でございますけれども、これの評価に関しますものが3件、地域対策が4件、それと地すべりが2件でございます。この分け方をもう少し大ざっぱに分けますと、砂防の全般にわたります計画論というのが約半分の7件でございます。それと地這り等も含めました地域の特殊な土地の利用状況、あるいは地域毎の地質事情に合わせた各々の現場からのご報告が6件で、約半分半分でございますけれども、その各々につきまして総括的なお話をさせていただきます。まず崩壊地調査関係の2件でございます。この調査は砂防調査の原点とでもいうべきものでございまして、非常に重要な項目でございますが、崩壊と雨量との相関という点に関しましては、まだ問題を種々残しておりますけれども、これを砂防施設計画にいかに関結び付けて行くかという問題意識を常に保持しながら崩壊調査に取り組んでいただきたいと思います。つぎに流域のモデル化の試みについてのご報告が2件ございました。モデル化につきましては、これまで砂防事業を行ってございました事業区域に限ってモデル化の試みがほとんどでしたが、今回は砂防事業だけではなく、流域を一貫した計画の下においた、すなわちダム事業あるいは河川改修事業等合わせました中で、砂防事業がどうあるべきか、どういう位置付けをすべきかといった、一歩進んだ段階での計画論をご報告いただいております。これは極めてだいじなことでございますので、ご発表いただきました地建だけではなくて今後、北陸からもご意見ございましたけれども、どんどんこういった調査を進めていただきたいと思うわけです。

つぎは砂防施設の評価に関するご報告でございます。これは砂防施設の効果を定量的にどのよ

うに評価して行くかという議論をする際の基礎的な資料の蓄積に関するご報告でございます。こういった調査が今だに行われているということは、見方によりますと、ちょっとおかしい話でございます。すでに数千基のダムが建設されております。それに対してこういった定量的な評価を与えるかという議論を今だにやっておるわけでございますが、ご承知のように砂防ダムは災害が来ないと、あるいは満砂した後でないとその効果が正確に目に見えたものにならない、測量が出来ないという特殊事情がございますので、これもいたしかたないと思いますけれども、できるだけこういった生のデータを数多く組み上げていただいて、できるだけ早く、こういった砂防施設の効果を定量的に、対外的に説明出来るような形でまとめて行きたいと思いますので、こういった分野に関しますご報告は非常に有難いわけです。砂防に関します中で、地域対策に関するご報告が4件ございました。これは、わさび田、あるいは荒廃した山腹で施工します植生による対策、あるいは軽石対策、それと一番最後にご報告いただきました赤土砂対策等でございます。各々の地域の特殊な事情のもとで砂防事業をどのように適用して行くかということにつきまして、非常に精力的に取り組んでいただいておりますのが推察できるわけでございます。今後、こういった課題が非常に多くなって来ようと思いますが、こういった問題一つ一つに精力的に真面目に取り組んで行くということが、ひいては将来、砂防事業を伸ばして行く原動力になるのではないかと考えております。今日は、非常に興味深いお話を聞かせていただいて有難かったと思います。

最後になりましたけれども、地すべりで2件ご報告いただいております。昨日参加致した傾斜地保全課の補佐も申しておりましたが、非常に有意義であったと、皆様に御報告して欲しいとの事でした。先づ赤崎の地すべりの方は現在、すべておりまして、その観測及び、その施設対策について具体的な報告をしていただきました。もう一件の天竜川の地すべりにつきましては、事業化を目指して調査を進めておられるなかでの中間報告であります。天竜川の方につきましては、データをもう少し煮つめていただきまして、事業化が可能となるよう期待いたします。全般的なお話でございますが、昨日、今日のご発表全13件の中におきましても、各々の事務所が互いに資料を交換していただいておりますら、もう少し内容も深められたのではないかなと思えるような課題も2、3見受けられました。ご発表いただいた後での感想でございますので、後で言うことになりますけれども今後はこういったご発表をいただきましたあと、出来るだけ皆様方横の連絡を取っていただきまして、少なくともだぶったような調査がないように、あるいは、同じような調査をすでにやっておられるのでしたら、情報あるいは資料を融通していただくという方法により、できるだけ互いに情報の交換を緊密に行っていただきたいと思うわけであります。特に今回の会議の名称が、砂防調査成果活用に関する会議ということでもありますので、互いに活用しないと何にもなりませんし、ただ発表するだけでしたら、印刷して皆様にお渡しするだけで済むわけでございます。こうした機会に一年間の成果を発表していただきまして、これに対するご質問、ご討議をしていただくことが非常に意味のあることであると考えているわけであります。

以上、感想のようなことを申し述べましたが、一応まとめということにさせていただきたいと思います。どうも有難うございます。

8. 閉 会 の 挨拶

土木研究所砂防部長 安 江 朝 光

会の終りにあたりまして、一言ご挨拶させていただきます。砂防事業の重要性というのが今後益々高まることはあっても、無くなることはなく、マクロ的に考えますと、我が国の限られた国土で、しかも3/4が山地であると、そこで世界的にもまれに見る、社会的、経済的な活動がされておるということを考えますと、これは当然認識されるわけです。一方、経済も高度成長から安定成長に変わってまいりまして、予算の執行という点に関しても、非常に厳しい見方をされているという事があります。そういう意味で、やはり砂防事業の効果についてもう一度、きめ細かいものを考えるということがどうしても今後、必要になって来ると思います。また、今回の発表にもありましたように、これ以外に砂防事業の及ぼす土地利用でのインパクト、環境等の問題といったようなものも今後、益々増えて来るのではないかと考えます。そういうような背景で、昨日、今日熱心なご討議、非常に有意義であったと思います。成果の活用というようなテーマでございますので、今後、砂防事業の中核でございます、直轄の皆様が、今回の成果を現場に持って帰しまして、また一年、それを立派に活用していただくということを願うものでございます。砂防事業の技術の性格から、急に飛躍的に技術が進むというのは、やはり無理でございまして、どうしても実態をもとにした地味な積み重ねというのが必要だと思えます。そういう意味で、やはり今回の成果を活用していただくと同時に、もう一年現場でいろんな問題をみつけていただいて、それに対していろんな創意工夫をしていただいて、そういったものをまた来年、この筑波の場で発表していただくということを非常に楽しみにしているわけでございます。

筑波も再来年、昭和60年には、国際科学博覧会が開かれます。私達が移って来る時は非常に広い所で、まだ荒れたような感じだったのですが、その後、漸次整備をされて来ていると思います。そういう所でございますので、また来年は筑波の地自身も少し装いを新らたに良くなっていると思います。今後一年の調査、あるいは現場でのお仕事を通じての創意工夫と言いますか、その問題を持って来ていただいて、また一年後、この地で楽しくディスカッションしようということを期待いたしまして、簡単ではございますが、まとめのご挨拶に換えたいと思います。どうも2日間、熱心なご討議、有難うございました。

9. 筑波会議出席者名簿

所	属	氏 名	官 職
本 省	砂 防 課	宮 本 登	課 長 補 佐
"	"	山 本 清	直 轄 技 術 係 長
"	"	萩 原 弘	技 官
"	保 全 課	板 垣 治	課 長 補 佐
北 海 道 開 発 局	河 川 計 画 課	岸 信 久	開 発 専 門 官
"	"	南 波 孝 吉	計 画 第 三 係 長
	土 木 試 験 所 河 川 研 究 室	御 坊 田 裕 己	副 室 長
東 北 地 方 建 設 局	河 川 部 河 川 計 画 課	早 坂 正 志	建 設 専 門 官
	"	大 類 正 法	主 任
	新 庄 工 事 事 務 所	菅 原 精 晃	調 査 係 長
	"	斎 藤 信 哉	技 官
	"	渡 正 昭	"
	福 島 工 事 事 務 所	松 田 正 實	洪 水 予 報 係 長
	"	松 井 幸 一	技 官
	岩 手 工 事 事 務 所	井 上 博 泰	"
関 東 地 方 建 設 局	河 川 部 河 川 計 画 課	亀 江 幸 二	建 設 専 門 官
	"	山 本 順 一	技 官
	利 根 川 水 系 砂 防 工 事 事 務 所	久 保 田 哲 也	調 査 係 長
	"	野 口 明 義	技 官
	日 光 砂 防 工 事 事 務 所	高 山 稔	調 査 係 長
	"	西 真 佐 人	技 官
	渡 良 瀬 川 工 事 事 務 所	金 田 正 則	調 査 係 長
	富 士 川 砂 防 工 事 事 務 所	箕 輪 佐 久 男	調 査 課 長
	"	町 田 勝	調 査 係 長

所	属	氏 名	官 職
北陸地方建設局	河川部河川計画課	三木 洋一	建設専門官
	〃	塚田 誠一	技 官
	松本砂防工事事務所	柳 智之	〃
	立山砂防工事事務所	牧野 裕至	調査課長
	〃	伊藤 佳晴	技 官
	湯沢砂防工事事務所	佐藤 一幸	調査係長
	〃	辻内 昭	技 官
	飯豊山系砂防工事事務所	白石 吉信	〃
	金沢工事事務所	池野 秀嗣	調査第一係長
	〃	笹倉 伸男	技 官
	神通川水系砂防工事事務所	中谷 守	調査係長
	黒部工事事務所	青木 義男	〃
中部地方建設局	河川部河川計画課	寺本 和子	建設専門官
	〃	和田 一範	調査第一係長
	〃	渡辺 守	技 官
	〃	谷田 良三	〃
	天竜川上流工事事務所	南 哲行	砂防調査課長
	〃	渡部 文人	技 官
	静岡河川工事事務所		
	〃	中島 一郎	技 官
	多治見工事事務所	石川 芳治	砂防調査課長
	〃	石橋 年孝	技 官
	沼津工事事務所	関 勲	設計係長
	〃	佐野 純一	技 官
	越美山系砂防工事事務所	福岡 司朗	調査係長
	〃	早坂 清	技 官

所	属	氏 名	官 職
	富士砂防工事事務所	中 島 大 正	調 査 課 長
	〃	原 義 方	〃
	〃	前 川 誠	技 官
近畿地方建設局	河川部河川計画課	岩 元 修 治	技 官
	琵琶湖工事事務所	黄 瀬 清 司	〃
	木津川上流工事事務所	大 槻 佐 伯	計 画 係 長
	〃	池 田 学	主 任
	福井工事事務所	村 田 行 雄	砂 防 係 長
中国地方建設局	河川部河川計画課	山 縣 一 登	調 査 第 二 係 長
	倉吉工事事務所	岸 田 正 人	調 査 設 計 課 長
四国地方建設局	河川部河川計画所	坂 口 哲 夫	建 設 専 門 官
	吉野川砂防工事事務所	中 村 良 光	調 査 課 長
	松山工事事務所	岡 崎 健 二	河 川 調 査 係 長
九州地方建設局	河川部河川計画課	高 橋 透	建 設 専 門 官
	〃	重 松 将 位	調 査 第 二 係 長
	川辺川工事事務所	山 元 利 廣	調 査 課 長
	宮崎工事事務所	吉 本 俊 裕	調 査 第 一 課 長
	大隅工事事務所	古 賀 康 之	計 画 係 長
沖縄総合事務局	河 川 課	金 城 正 明	技 官

所	属	氏 名	官 職
土 木 研 究 所	砂 防 部	安 江 朝 光	部 長
	砂 防 部 砂 防 研 究 室	瀬 尾 克 美	室 長
	〃	阿 部 宗 平	主 任 研 究 員
	〃	氷 山 高 久	〃
	〃	万 膳 英 彦	研 究 員
	〃	下 東 久 巳	技 官
	〃	鈴 木 浩 之	〃
	〃	大 場 章	〃
	〃	鴨 志 田 加 代 子	〃
	〃	福 本 晃 久	〃
	砂 防 部 地 す べ り 研 究 室	藤 田 寿 雄	室 長
		吉 松 弘 行	主 任 研 究 員
		綱 木 亮 介	研 究 員
		坂 元 靖 秀	技 官
		吉 田 克 美	〃
	砂 防 部 急 傾 斜 地 崩 壊 研 究 室	土 井 功	室 長
		服 部 泰 英	研 究 員
		北 山 滋 基	技 官
		右 近 則 男	〃
		峯 村 豊	〃

10. 参 考 資 料

以下に話題提供者が配布した資料を添付する。

西鴨谷川流域崩壊地調査

中国地方建設局

倉吉工事事務所 岸 田 正 人

1. はじめに

本調査は、大山の東部に位置する天神川水系西鴨谷川について、崩壊地を調査し、今後の砂防計画策定の基礎資料とするものである。調査は空中写真判読、図化と現地調査により、流域の荒廃状況、植生分布等を把握し、地形図を含めて流域の地形特性をまとめた。

2. 西鴨谷川流域の概要

西鴨谷川流域は、大山火山の東麓に位置し、烏ヶ山に隣接する標高 1230.6m の地点より源を発し源流から東北東にのびる地勢を有し、流域面積 4.94 km²、主流路長 7.1 km を示す。

a) 地 形

調査地域の北側は、標高 1,100 ~ 500m の尾根線により画され、南側は、笹ヶ平と称する標高 800 ~ 500m の平坦面が分布する。西鴨谷川はこの平坦面の形成後に刻まれたもので、侵食が初期の段階（幼年期）であり、しかも平坦地を形成する岩石が非常にもろいため、谷斜面は急斜面をなし、多数の崩壊が見られる。

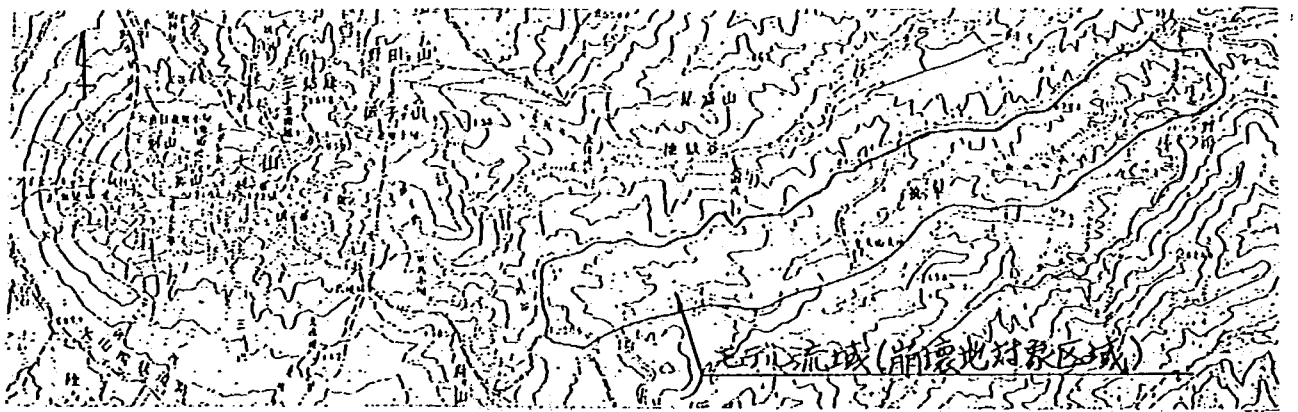


図-1 位置図

b) 地 質

西鴨谷川流域は、火山性の噴出物（大山火山噴出物）により構成されており、凝灰角礫岩および弥山熱雲堆積物よりなる、凝灰角礫岩は火山岩塊が火山礫および火山灰とともに凝結したものでほとんどすべて安山岩質である。弥山熱雲堆積物は、弥山の爆裂活動により生じたもので、当時の谷間を埋め、弥山から放射状に延び、本調査地域では、平源状の台地（笹ヶ平）を形成している。

3. 調査項目

調査項目を2つに分けて実施した。

a) 流域特性調査

傾斜区分図，地質図，流域区分図，植生分布図（4時期）を空中写真や地形図を用いて作成し，地形特性値をまとめた。

b) 崩壊地調査

4時期の空中写真判読図化により崩壊地分布図を作成し，現地サンプル調査結果から崩壊土量等をまとめた。

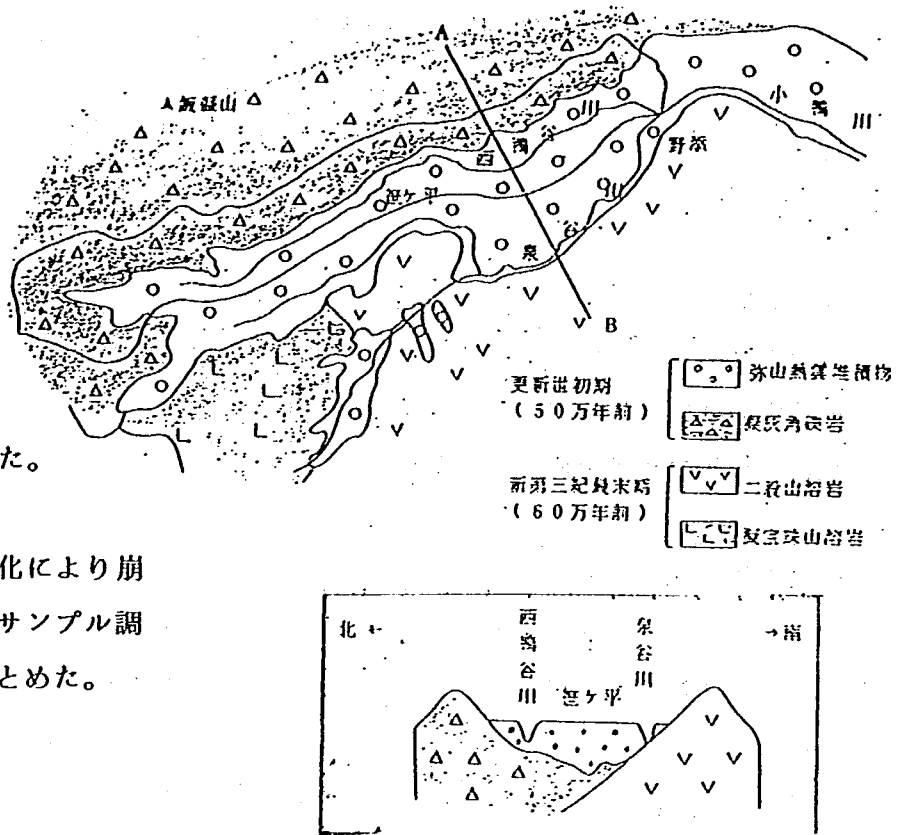


図-2 地質略図 地質断面図

4. 流域特性調査

a) 傾斜区分

地形図 1/5000 を用いて，調査地域を 100 m メッシュに区分し，メッシュ内の平均的な勾配を傾斜方向に対して求め，10° 毎 5 段階に区分して傾斜区分図を作成した。

- 1) 上流部：緩やかなV字谷で，勾配は20°～40°程度を示す。
- 2) 中流部：急峻なV字谷で，南側斜面の谷頭部は平坦面で，北側は30°～40°程度の勾配を示す。
- 3) 下流部：やや谷巾の広いL字谷で，両斜面は勾配30°～40°程度を示す。

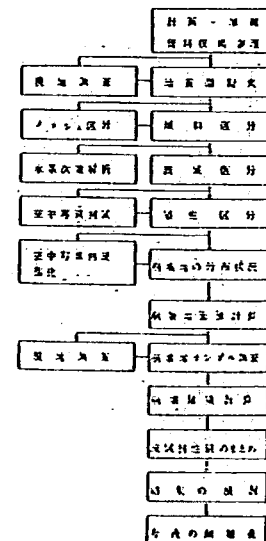
b) 流域区分

地形図 1/5000 を用いて，ホートンストレーラ法により水系次数解折をし，流域区分を行った。下図は流域区分図で，流域番号のⅠ，Ⅱは谷次数を示す。



図-3 流域区分図

表-1 崩壊地調査フロー



c) 植生区分

4 時期の空中写真 (S 23, 37, 49, 55 年) を用いて、植生区分図 (判読項目は針葉樹林地、農耕地、草地、宅地、荒地、裸地) を作成した。

5. 崩壊地調査

a) 空中写真判読

4 時期の空中写真を用いて、流域における崩壊地を判読した。崩壊地は山腹に位置しており、地形図上では平面的に表現される。崩壊土量計算では、崩壊地面積を斜面位置に直して計算した。平均位置での崩壊面積を斜面積に直すには、右図のとおりに変換する。

$$\cos \theta = \frac{\ell'}{\ell} \quad \ell = \frac{\ell'}{\cos \theta} \quad \ell_w = \frac{\ell'_w}{\cos \theta}$$

b) 崩壊地サンプル調査

調査地域における崩壊地は約 170 ケ所あり、その内の約 1/4 にあたる 50 ケ所の崩壊地について現地調査し、崩壊諸量を求めるデータを収集した。データは、崩壊地の規模 (面積、崩壊深、残土率、拡大の見込) 地形 (傾斜角、山腹形態、崩壊位置) 地質、植生、その他 (砂防施設) 等でスケッチ (正面図、側面図) に加え、現場写真を撮影した。なお、溪岸で切り立ってオーバーハングしているため、または樹木が生い茂っているため、S 55 年時点の空中写真上で判読不可能であ

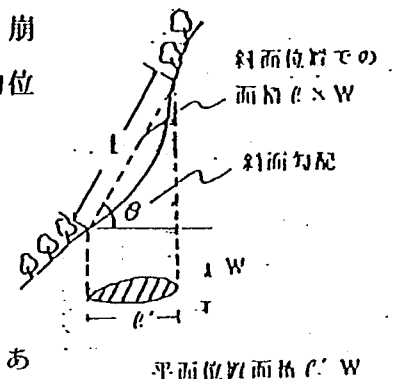


図-4 斜面積への変換

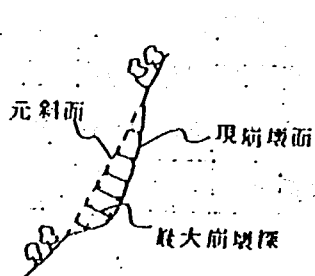


図-5 崩壊深の推定

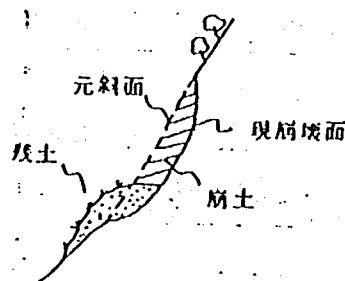


図-6 残土率の推定

った溪床付近の崩壊地を補足して、崩壊地分布図に追加記入した。

崩壊地サンプル基準値

面積	崩壊深	残土率
0 ~ 200 m ²	0.58 m	15 %
200 ~ 800 "	0.67 "	15 "
800 ~ 1400 "	0.98 "	15 "
1400 以上	1.04 "	15 "

現地調査結果のうち、崩壊土量等を求めるための基準値を崩壊地サンプルの面積に応じて平均値として求めた。

c) 崩壊諸量の算出

崩壊地諸量を次の方法で算出した。

- 1) 崩壊面積 : 空中写真判読図化による崩壊水平面積を斜面に変換した。
- 2) 崩壊土量 : 崩壊面積 × 平均崩壊深 = 崩壊土量

3) 崩壊残土量：崩壊面積×残土率＝崩壊残土量

下表は西鴨谷川流域における崩壊諸量集計表である。

表 - 3 推定による崩壊諸量集計表

崩壊番号	崩壊面積 (m ²)	崩壊箇所 (ヶ所)				崩壊面積 (m ²)				崩壊土量 (m ³)				崩壊残土量 (m ³)			
		S23	S37	S49	S55	S23	S37	S49	S55	S23	S37	S49	S55	S23	S37	S49	S55
① I - 1	0.54	1	14	4	3	112	3,739	1,744	992	35	5,903	1,178	914	14	1,315	176	126
					(6)				(1,049)				(105)				(138)
② I - 2	0.50	3	7	18	17	311	12,991	2,940	777	281	13,057	1,930	847	30	1,987	287	181
					(17)				(777)				(507)				(81)
③ I - 3	0.41	1	2	1	0	109	1,392	71	0	122	1,316	16	0	18	192	7	0
					(1)				(144)				(48)				(10)
④ I - 1	0.11	4	6	6	0	0	16,738	1,471	343	0	16,404	477	363	0	1,402	108	76
					(17)				(1,492)				(1,774)				(265)
⑤ I - 2	20.3	11	38	11	27	18,199	46,183	18,573	2,354	17,927	45,776	17,716	18,757	1,186	4,875	1,608	1,619
					(31)				(18,852)				(18,168)				(6,639)
⑥ I - 3	0.12	10	11	11	0	16,219	12,031	11,382	4,998	15,316	12,603	11,159	2,733	1,297	1,904	1,668	1,006
					(19)				(13,981)				(12,711)				(1,935)
⑦ I - 4	0.53	10	11	9	4	22,143	18,971	18,133	5,419	21,623	21,343	18,929	5,991	3,273	4,210	2,741	112
					(23)				(23,305)				(22,628)				(3,740)
⑧ I - 5	0.35	2	1	4	3	1,118	3,644	5,113	3,953	5,211	3,810	4,817	3,441	432	538	525	146
					(10)				(2,997)				(3,394)				(1,260)
全流域	4.99	34	97	38	41	13,915	128,937	61,362	37,916	49,895	127,114	52,383	37,839	16,444	19,164	8,322	1,268
					(172)				(98,100)				(91,946)				(12,668)

注) () 内は、現地調査により増加した数を示す。

6. 問題点

- 1) 崩壊地の空中写真判読図化では、空中写真の撮影時期（春～秋にかけての写真であり落葉していないため判読が難しい）に左右されて正確な崩壊箇所数がかめれない。また本調査地域、特に中～下流部では地形的にオーバーハングして崩壊地の判読が困難である。従って本調査では、現地調査により溪岸付近の崩壊地を追加補足した、その結果、空中写真（S55年）では64ヶ所しか判読できなかった崩壊箇所は、172ヶ所と約2.5倍以上も増えた。
- 2) 崩壊深について現地での測定は、ポール、テープを用いたが、小規模崩壊に対しては測定可能であるが、大規模崩壊に対してあくまで推定せざるを得ない。また残土率についても、小規模崩壊に対して推定しやすいが、大規模崩壊地については困難である。

7. まとめ

今後は、過去の調査資料の成果およびS57年度実施したモデル流域での崩壊地調査等をもとに区域を拡大した流出土砂量の推定を行う。また、計画雨量（流量）と崩壊土砂量（供給土砂量）との関係を把握し適正な砂防施設の配置を検討することにより水系全体を考えた最適な砂防計画の立案を策定する予定である。

阿武隈川水系荒川流域における崩壊の斜面特性について

福島工事事務所 調査課 ◎松 田 正 實

“ “ 松 井 幸 一

1. はじめに

崩壊などの土砂生産の場となる斜面と崩壊との関係を系統立てて整理・検討することは、将来における生産土砂量解析等に役立つデータを得るうえで重要なことである。本報告は、阿武隈川水系荒川流域における斜面特性と山腹崩壊との関係を、過去から現在に至る崩壊地の推移から調査した結果について、その概要を報告するものである。

2. 流域の概要

阿武隈川水系荒川流域は、福島盆地の南西縁部に位置し、吾妻小富士～一切経山～鬼面山～鉄山等の 1,500 ～ 1,900m 級の山々に囲まれ、これらの山々を水系の源とする流域である。本流域の本川である荒川は、西鴉川・東鴉川・塩ノ川等の支川を合流させ、荒川が形成した扇状地を流下し、須川合流後東へ向きを変え、阿武隈川に合流する流路延長 25.5 km、流域面積約 80 km² の荒廃河川である。

地形的には吾妻山・安達太良山等の第四紀火山活動による幼年期の火山地形で、火山噴山物や溶岩によって形成された台地状の緩斜面や、その台地周辺の急崖によって特徴づけられる。また、流域は荒川本川、塩ノ川、西鴉川、東鴉川、産ヶ沢が主要水系であり、他には小さな支沢が発達するだけで全般に水系の発達が悪く直線的な水系模様を呈し、侵食による V 字型の深い谷を形成している。

地質的には新第三紀の土湯峠層が基盤をなして荒川本川筋の河岸沿いに分布し、第四紀の火山噴出物がその上に広く分布している。これらの地層は、温泉作用による変質を強く受けている。特に荒川本川中流域では著しく変質脆弱化していて、崩壊からの土砂生産の場となっている。

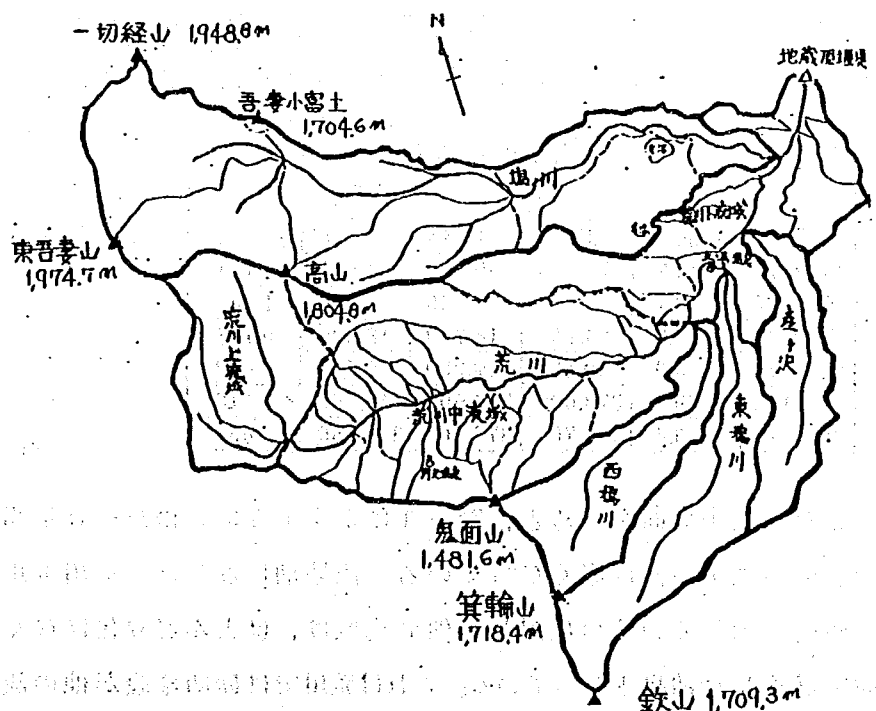


図-1 荒川流域区分図

3. 調査の手法

調査は、流域を単位斜面に分割し、崩壊という自然現象を、単位斜面の素因と誘因の関係から、崩壊の発生・非発生形態等の特性を、より明確に分析・評価するよう検討を行った。単位斜面の区分は流域内をストレーラ法により水系次数区分を行い、1次水系線を最小単位として、図-2に示すように、谷頭斜面及び谷壁斜面に区分した。区分された単位斜面数は、流域面積63.4km²(調査地域は地蔵原堰堤上流)に対して1,532斜面であり、流域面積で割ると0.04km²/斜面となった。また、崩壊に関与すると考えられる斜面素因を、地形・地質及び植生素因に分けて、表-1に示すように14項目を選定し、現地調査、空中写真判読、既存資料等から、各単位斜面毎にデータの作成を行った。

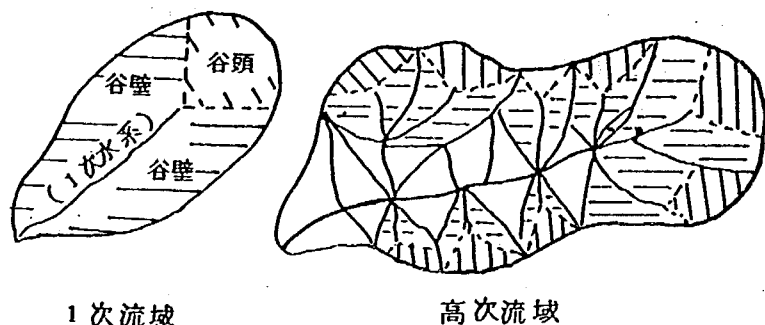


図-2 単位斜面区分モデル

また、昭和32年、41年及び57年の三時期の空中写真対比から崩壊推移調査を行い、各時期における崩壊面積の把握及び現況の崩壊状況特性について検討を行った。

表-1 斜面素因一覧表

データ特性		斜面素因			
地形素因	属性	斜面位置	斜面方位	斜面形状	地形すべり
	実数値	平均標高	起伏量	斜面面積	斜面密度
地質素因	属性	基盤の岩相	盤の作用	層厚	層厚
	実数値	層土層	層厚	層厚	層厚
植生素因		樹種・樹高			

4. 崩壊の推移

3時間における崩壊面積の推移をみると、流域全域では3時期をとおして減少する傾向にあり、表-2に示すように、昭和32年当時に比べて昭和57年では63%まで減少している。

表-2 流域の崩壊面積推移状況

項目	流域面積 (km ²)	崩壊推移面積				
		32年	41年	57年	57年	32年
塩ノ川	19.2	77,050	59,350	58,650	0.761	
産ヶ沢	3.7	1,600	300	2,950	1.844	
東鴉川	6.0	24,750	16,750	18,500	0.747	
西鴉川	5.0	20,400	19,200	20,650	1.012	
荒川本川	29.6	373,000	280,600	213,300	0.570	
合計	63.4	497,700	376,200	314,050	0.631	

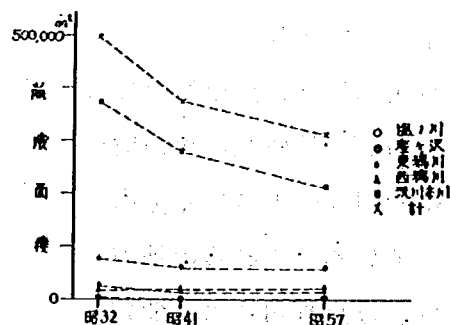


図-3 流域全域の崩壊面積推移図

また、減少傾向をみると、図-3に示すように昭和32～41年間の減少率が大きく、41～57年間ではやや減少傾向は緩くなっている。流域別にみると、荒川本川が3時期を通じて急激に減少する傾向を示しているのに対し、他の流域は、ほとんど変化はなく、減少傾向は荒川本川の減少傾向を反映した結果となっている。これは荒川では砂防施設が他の流域に比較して集中的に多く施工されていることから、これらが崩壊の拡大及び新規発生を抑制する効果が生じているためと考えられる。

次に流域別の山腹・溪山の割合を示したのが表-3で、全体的に溪岸崩壊の占める割合が大きいと思われる。また、現況崩壊面積では荒川本川が全体の70%を占めていて、荒川本川沿いに崩壊が集中している。表-4は荒川本川を上・中・下流に区分したもので、中流域に90%近くが集中している。つまり荒川流域の総崩壊面積の60%がこの中流域に集中して分布していることになる。

この原因は、中流域は開析された急傾斜の斜面となっており、かつ温泉作用により変質脆弱化しており、崩壊が発生しやすい条件にあるためと思われる。そのためにも今後この荒川本川中流域に、砂防施設を集中的に施工し、有害な土砂生産源を抑止する必要があると思われる。

表-3 流域別現況崩壊面積 (単位㎡)

項目 流域	流域面積 (km ²)	現 況 崩 壊 面 積			
		山腹崩壊	溪岸崩壊	面積計	平均面積 (m ² /km ²)
塩ノ川	19.2	15,150 (26%)	43,500 (74%)	58,650 (19%)	3,055
産ヶ沢	3.7	600 (20%)	2,350 (80%)	2,950 (1%)	797
東鴉川	6.0	14,950 (80%)	3,550 (20%)	18,500 (6%)	3,083
西鴉川	5.0	14,050 (68%)	6,600 (32%)	20,650 (6%)	4,130
荒川本川	29.5	125,000 (59%)	88,300 (41%)	213,300 (68%)	7,231
合 計	63.4	169,450 (54%)	144,600 (46%)	314,050 (100%)	4,953

表-4 荒川本川の現況崩壊面積

項目 流域	流域面積 A (km ²)	山腹 壊 B (m ²)	溪岸 壊 C (m ²)	面積計 D (m ²)
上流域	5.8	6,650 (48%)	7,200 (52%)	13,850 (6%)
中流域	14.6	112,100 (60%)	75,550 (40%)	187,650 (88%)
下流域	9.1	6,250 (53%)	5,550 (47%)	11,800 (6%)
合 計	29.5	125,000 (59%)	88,300 (41%)	213,300 (100%)

上流：鳥子川合流点から上流域
中流：西鴉川合流点～鳥子川合流点
下流：西鴉川合流点から下流域

5. 崩壊発生と降雨量

昭和32年、41年、57年の空中写真の対比から、3時期間における山腹崩壊の新規及び拡大崩壊の発生状況を示したのが表-5である。この表から、新規崩壊は昭和41～57年間で面積及び個数とも大きい値となっているが、崩壊1個当りの平均面積では逆に昭和32～41年間の方が大きい値となっている。これに対し、拡大崩壊の方は新規崩壊とは逆に昭和32～41年間で面積及び個数ともかなり大きい値を示し、崩壊1個当りの平均面積でも大きくなっている。

一方、昭和32～57年間の降雨状況を示したのが表-6である。この表から昭和32～41年よりも、昭和41～57年間の方がより大きな降雨が出現している。しかし、新規及び拡大崩壊の1個当り平均面積は小さい値を示していることから、日雨量又は時間雨量の大小は崩壊の発生・非発生に関与しても、かならずしも崩壊面積の規模を決定する要素とは言えない結果となった。

表-5 新規・拡大崩壊1個当りの面積推移

項目 流域	期 間	新 規 山 腹 崩 壊			拡 大 崩 壊		
		面積(m ²)	個数	平均(m ² /個)	面積(m ²)	個数	平均(m ² /個)
塩ノ川	S32～41	3,400	7	485	1,850	5	370
	S41～57	5,850	6	365	1,650	9	183
産ヶ沢	S32～41	0	0	0	0	0	0
	S41～57	500	2	250	0	0	0
東鴉川	S32～41	3,800	5	760	4,100	9	456
	S41～57	2,100	7	300	2,200	6	367
西鴉川	S32～41	5,450	9	605	1,100	5	220
	S41～57	5,650	8	706	1,450	3	483
荒川本川	S32～41	19,900	31	641	19,050	26	733
	S41～57	23,650	50	473	3,250	4	812
合 計	S32～41	32,550	52	626	26,100	45	580
	S41～57	37,750	83	455	8,550	22	389

表-6 観測所の降雨状況

項 目		S32～41	S41～57
土湯観測所	100mm以上の降雨回数	10回/10年	7回/16年
	最大日雨量(mm)	209	239
	最大2日雨量(〃)	257	265
	最大時間雨量(〃)	43	50
野地観測所	100mm以上の降雨回数	15回/10年	14回/16年
	最大日雨量(mm)	197	396
	最大2日雨量(〃)	250	404
	最大時間雨量(〃)	41	38

この原因として次のことが考えられる。

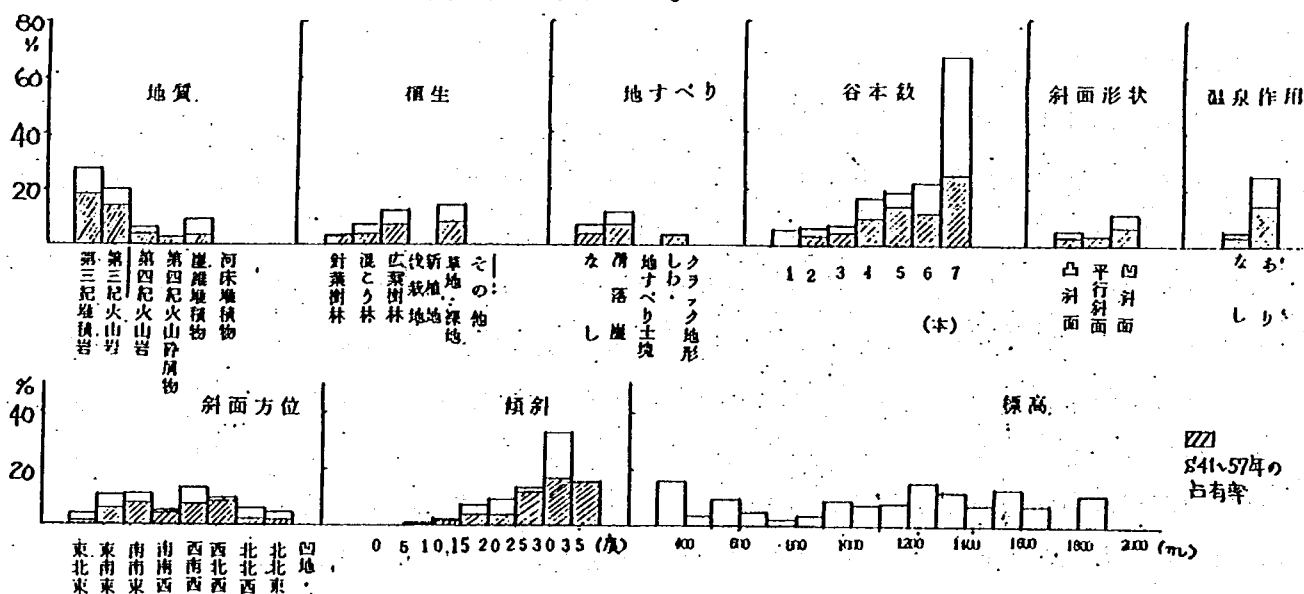
イ) 素因的にみて崩壊が発生しやすい斜面はすでに前期におこり、条件が比較的整っていない斜面が残ったため、その後の降雨量が増大しても後期の方が平均面積が小さくなる。このことは、崩壊の規模は、降雨量と斜面素因の総和的關係として行う現象であると考えられる。

ロ) 空中写真の期間が長いため、新規及び拡大崩壊発生箇所での消滅・減少面積が把握できないため、この面積の大小が平均面積に大きく影響するものと考えられる。

この2つの原因が今後の崩壊調査の重要な検討課題と思われる。

6. 新規崩壊発生と斜面特性

昭和32～57年間に山腹崩壊が発生した斜面（32～41年：37斜面，41～57年：62斜面）について、斜面素因別の発生率（発生斜面数 / 全斜面数）を調査した。この結果から、荒川流域では地質では第三紀の堆積岩及び火山岩分布域、温泉作用地域、谷本数の多い斜面、傾斜が30～35°の傾斜での発生率が高い値となっている。一方植生では、広葉樹林・草地裸地、斜面形状で凹斜面の発生率がやや高いが他に比べて極端な差はない。また、斜面方位、標高、地すべりは明瞭な関係は認められない結果が得られた。次に、昭和32～41年及び41～57年別の発生率を比較すると、2時期間の素因別発生率には大きな差異は認められない。



7. おわりに

今回の調査で崩壊に関与したと考えられる降雨量は、期間内最大値を使用したように、極めて大まかに決めざるを得なかったため、降雨量と崩壊発生及び規模について十分な説明がつけられなかった。また、空中写真の時期間での発生した崩壊地の削減・減少面積が把握できないため、これらの隠れた面積の変動が調査結果に反映されないことが問題点としてあげられる。

今後は使用する空中写真の時期間を短かくし、さらに大規模な降雨後に写真撮影を行い、降雨前後の崩壊推移を詳細に把握し、斜面素因と誘因である降雨量の関係から、崩壊機構・崩壊規模を明らかにしていく必要があると思われる。

神流川流域ダム容量調査

利根川水系砂防工事事務所 久保田 哲也

1. 目的

昭和52年から昭和54年度に実施された「砂防計画基本構想樹立調査」により、施設配置された神流川流域の砂防計画が適正か否かを現地調査によって検討する。また、砂防ダムの規模・貯砂量、扞止量等の概数を求め、目標整備率を満足し、かつ効果的な施設配置を検討する。

2. 流域の概要

神流川本流は、比較的緩い流れであるが、流域が細長く、急峻なV字谷のため、側方から流入する各支流は平均勾配が $10^{\circ} \sim 14^{\circ}$ の急流となっている。地質は、大部分が秩父古生層からなっているが、部分的には^{なめし}長瀬変成岩よりなり、上流部には、山中地溝帯と呼ばれる構造線（幅3 km）も分布する。古生層は主として砂岩、粘板岩、チャート、凝灰岩である。その他、緑泥変岩、結雲母片岩等変成岩を含んでいる。山中地溝帯は破碎作用が著しく、明治40年災（死者・行方不明者41人）、昭和10年（死者・行方不明者1名）、昭和13年（死者2名）、昭和22年災（死者・行方不明者3名）と災害が発生し、流出土砂の著しい区域となっている。しかし、植生は、クヌギ・コナラの二次林の他、ミズナラ・クリなど良好である。本地域は、過疎地域であり、社会資本整備の遅れが目立つ他、民家が台地、河岸段丘上に集中していることから危険度の高い流域である。

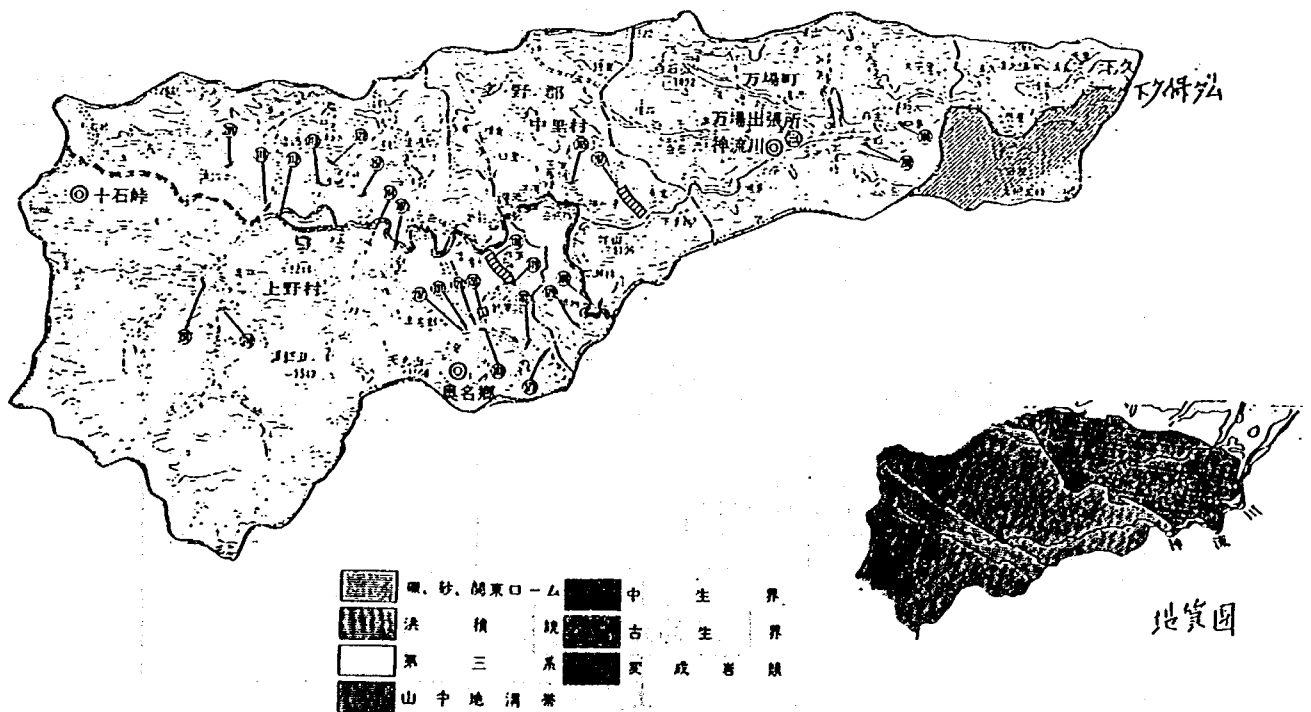


図1 神流川流域図

3. 調査方法

施設配置されているダムサイトについて、現地の地形、地質、植生等を調査するとともに、ダムサイトとして適当かどうかを検討する。不適当な場合は、計画地点附近に適地を選出し、地形・地質、状況、保全対象、総合評価を記した調査表を作成する。10 m以上のダムについては、実際の施工時に地質条件等からダム諸元を変更することもあるので、詳しい現調を実行することとし、簡易縦横断測量を実施、ダム高、立積、貯砂量、扞止量を次式で算出する。

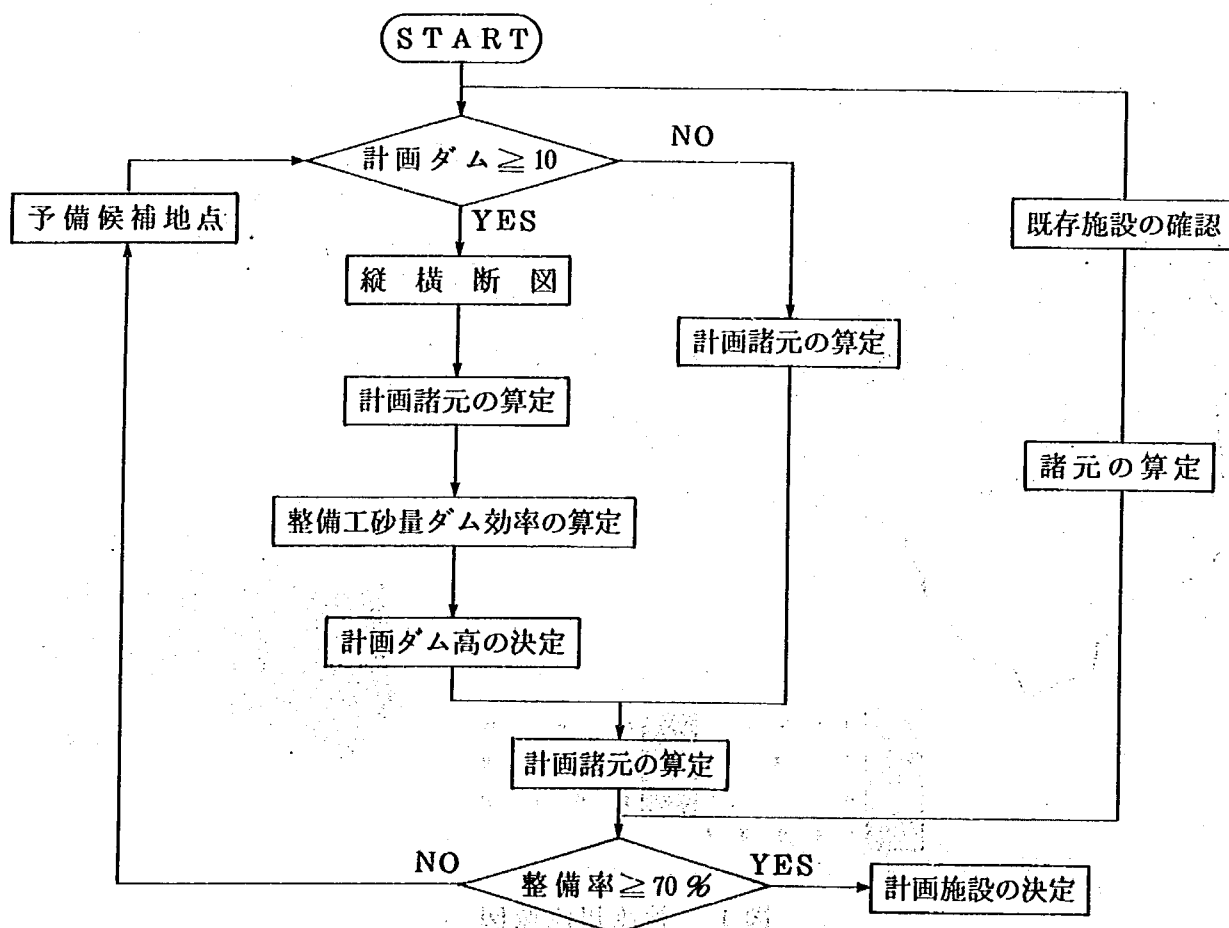
- ① 貯砂量 $V_s = n \cdot H^2 \cdot B$ （ H ：ダム高， B ：堆砂地平均幅， n ：現況河床勾配）
- ② 溪床扞止量 $V_{rb} = n h (2H_e + h) b$ （ h ：根入れ深， H_e ：有効高， b ：平均河床幅）
- ③ 溪岸扞止量 $V_{rs} = 2 n H^2 d$ （ d ：溪岸堆積物平均厚さ）

また、流路工の河道調節減少量及び扞止量も次により求めた。

- ① 調節量減少量 $V_{ea} = (1 - \ell/L) V_{eb}$ （ V_{eb} ：自然河道調節量， ℓ ：流路工延長， L ：河道全長）
- ② 扞止量 $V_k = V_d \cdot \ell/L$ （ V_d ：河床堆積土砂量）

ただし、堆砂勾配は、計画ダムの平均河床勾配の1/2とした。

このような計算により、ダム高5 m毎にダム高 H ～整備土砂量～立積 V_e 曲線を作成、ハイダム、あるいは低ダムの選択や基数の検討を行う。最終的には、流域全体の観点から規模を決定し、基準点、補助基準点での目標整備率となるようにする。（図2, 3）



なお、ダムサイトを含む溪流の主要河道沿いの地形データはデジタイザーにより電算処理する。
ダム高～整備土砂量～立積曲線（例は図2,3）によって（扞止量+調節量）/ダム立積が最大となるダム高（図中の点線で示されたところ。）を最適ダム高とし、各砂防基準点の整備率も考慮することにより施設配置を行った。

4. 成 果

各施設の土砂効率及び流域の土砂整備率を考慮することにより、ダムは、93基が90基となり、「砂防計画基本構想樹立調査」のものと大きく異なることはなかった。また、流路工については変更はなく流路工1区間とし、既往施設とともに、これらの施設の配置図を作製した。

最終的に配置された施設の土砂整備率は下記のとおりである。

<整備率>

補I-1 (A)	71 %
補I-2 (B)	76 %
A + B = C	74 %
補I-3 (D)	75 %
C + D = E	74 %
補I-4 (F)	50 %
E + F = G	70 %



地形条件の悪い補I-4(F)補助基準点を除けば、70%以上の整備率となっている。従って当初の目的は、ほぼ遂げられたこととなった。

5. 問 題 点

- 1) 補助基準点で目標整備率70%として、施設配置する水系砂防的な考え方の他、土石流危険溪流、活火山対策砂防等の溪流毎に優先順位を付して施工する地先砂防的な考えも必要と思われる。
- 2) 本調査においては他官庁施設との整合が図られておらず、整備率がこのようになるとは必ずしも限らない。

ダムサイト変更時の調査表 例

計画ダムサイト調査表		ダム名	⑦	溪流名	神流川木谷
地形 形状 状況	右岸：急斜面 左岸：急斜面 溪床：流水あり 河床勾配 2° 岩流散在 堆砂域：なし 搬入路：右岸に道路あり 施設その他：なし				
地質 状況	岩 種：珪岩 岩盤状況：塊状(割目間隔20 ^m 程度) 風化の程度：なし 断層の有無：なし 不安定土砂 { 溪岸：0.5～1.0 ^m 溪床：0.5～1.0 ^m その他：				
植生 状況	右岸：杉(小～中) 広葉樹(小～中) 左岸：広葉樹(小～中) 堆砂域：杉(小～中) 広葉樹(小～中)				
保全対象物	林道				
総合評価	地形条件よりダム高は10 ^m 程度である。				
ダムサイト横断面図			ダムサイト周辺平面図		

ダム名(15)

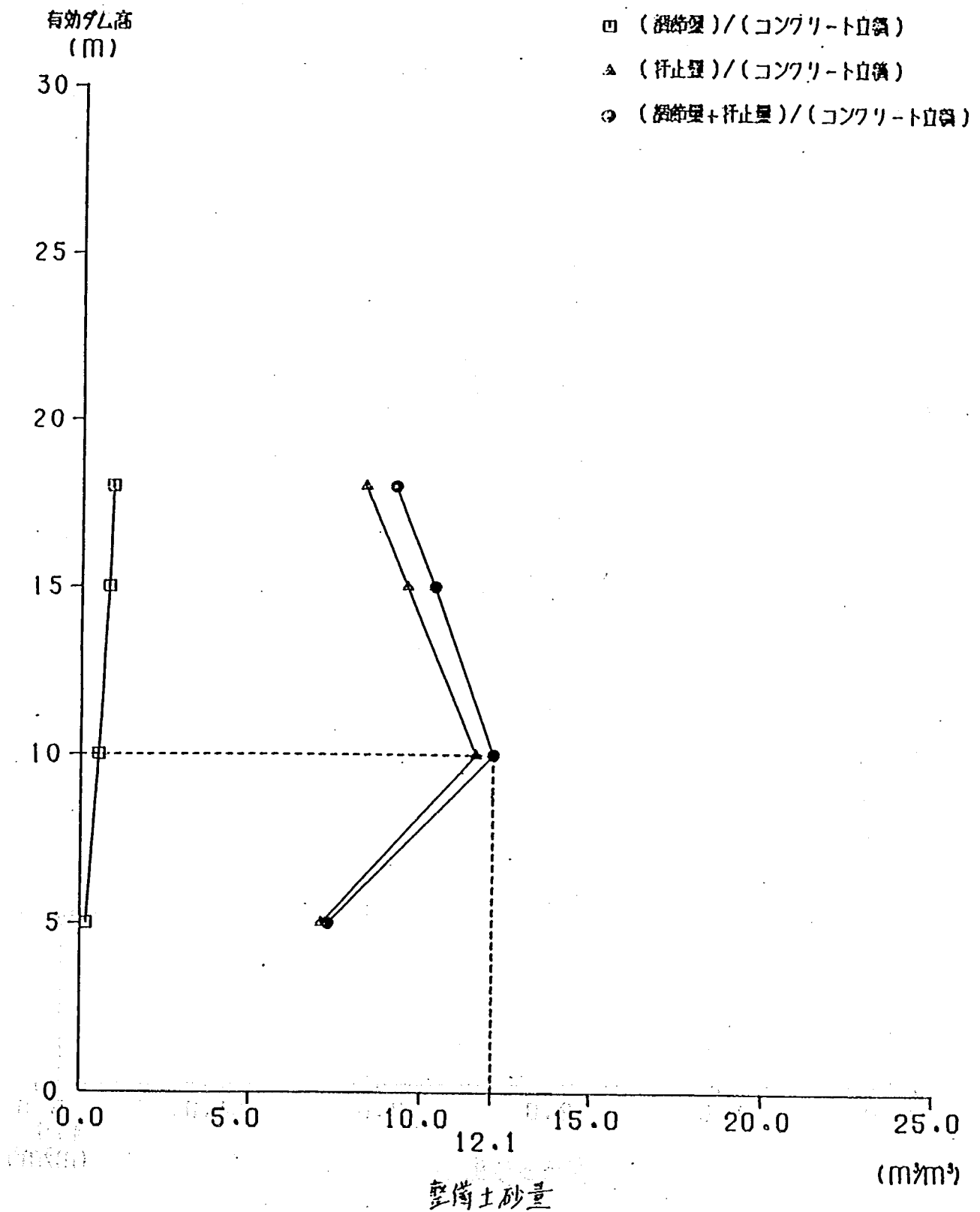


図2 ダム高～整備土砂量～立積曲線(例-1)

ダム名(22)

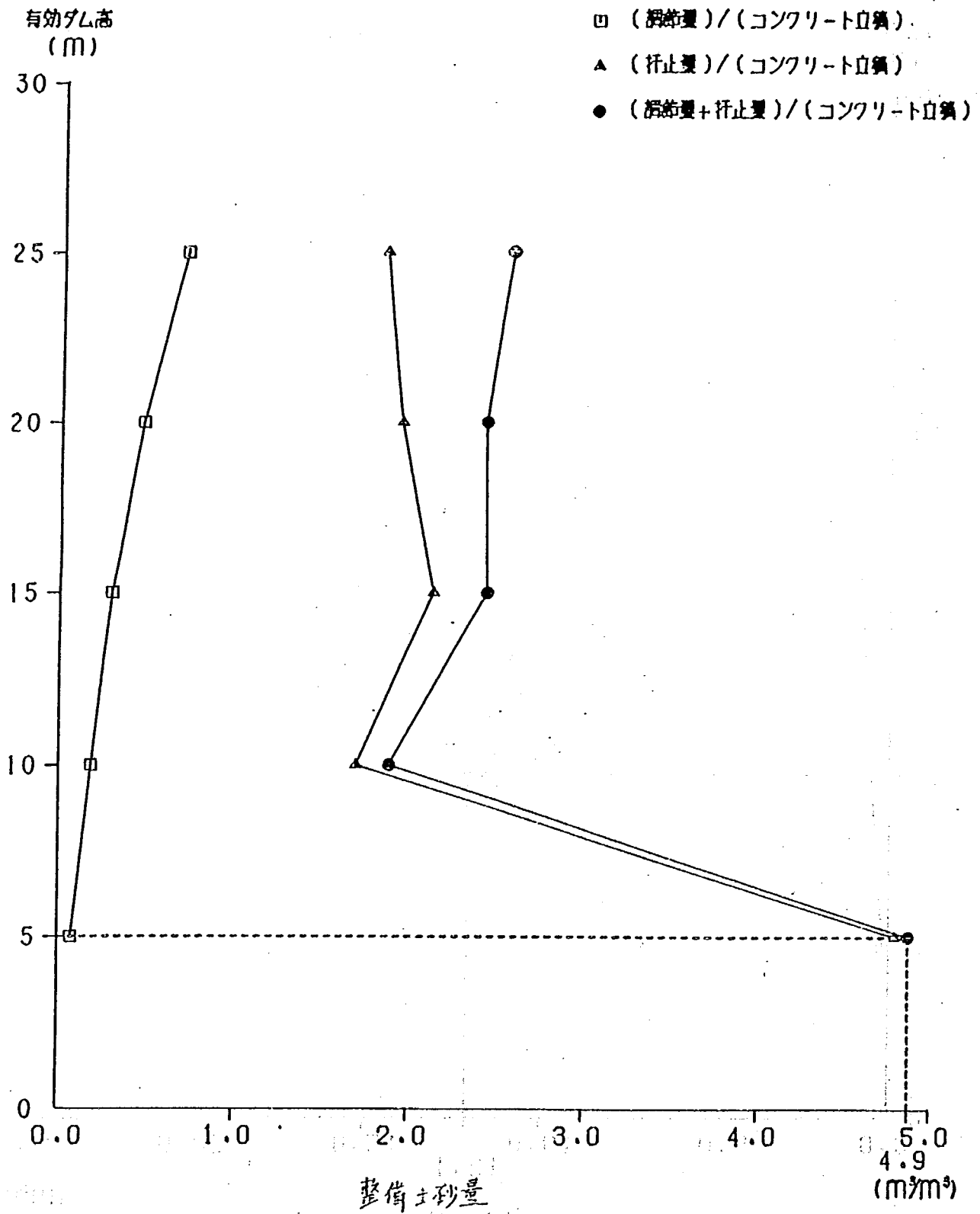


図3 ダム高～整備土砂量～立積曲線(例-2)

「植 生 調 査」

渡良瀬川工事事務所 金 田 正 則

1. 調査概要

1-1. 調査目的

渡良瀬川上流足尾地区において、足尾銅山の操業に伴う煙害、鉱山用材、製練用燃料の為の乱伐、頻発する山火事等により、広大な荒廃裸地が形成された。これらの荒廃地面積は、約 180 km² と言われ、急峻な地形と相まって、出水の度活発な土砂生産を繰り返している。

この様な土砂生産源の直接扞止を図る為、今後計画する山腹工、特に最適な緑化工法を導き出す為、足尾地区の自然、社会的環境条件を考慮した調査を行い、土砂扞止施設計画の樹立を図るものである。

1-2. 調査地の概況

本調査地は足尾山地に属し、その周囲は、皇海山(2143m)、杜山(1826.6m)、半月山(1753m)等に西北部を囲まれ、松木川、久蔵川、仁田元川及び庚申川等からなる、面積約130 km²の区域である。

地形はほぼ全域にわたり、絶壁や滝が連続する急峻な壮年期地形を呈しており、上流部は主に石英斑岩、下流部は古生層及び花崗岩等により形成されている。

本地域の荒廃度は著しく、その面積は約 180 km² にも及び、中でも松木川、久蔵川、仁田元川の合流点上流域は、56 km² の内、24 km² が無立林地と化し、表土は流亡し、風化した節理に富む基岩が露出し荒廃の激しい所では、その基岩すらも崩落し莫大な量の土砂流出を繰り返している。

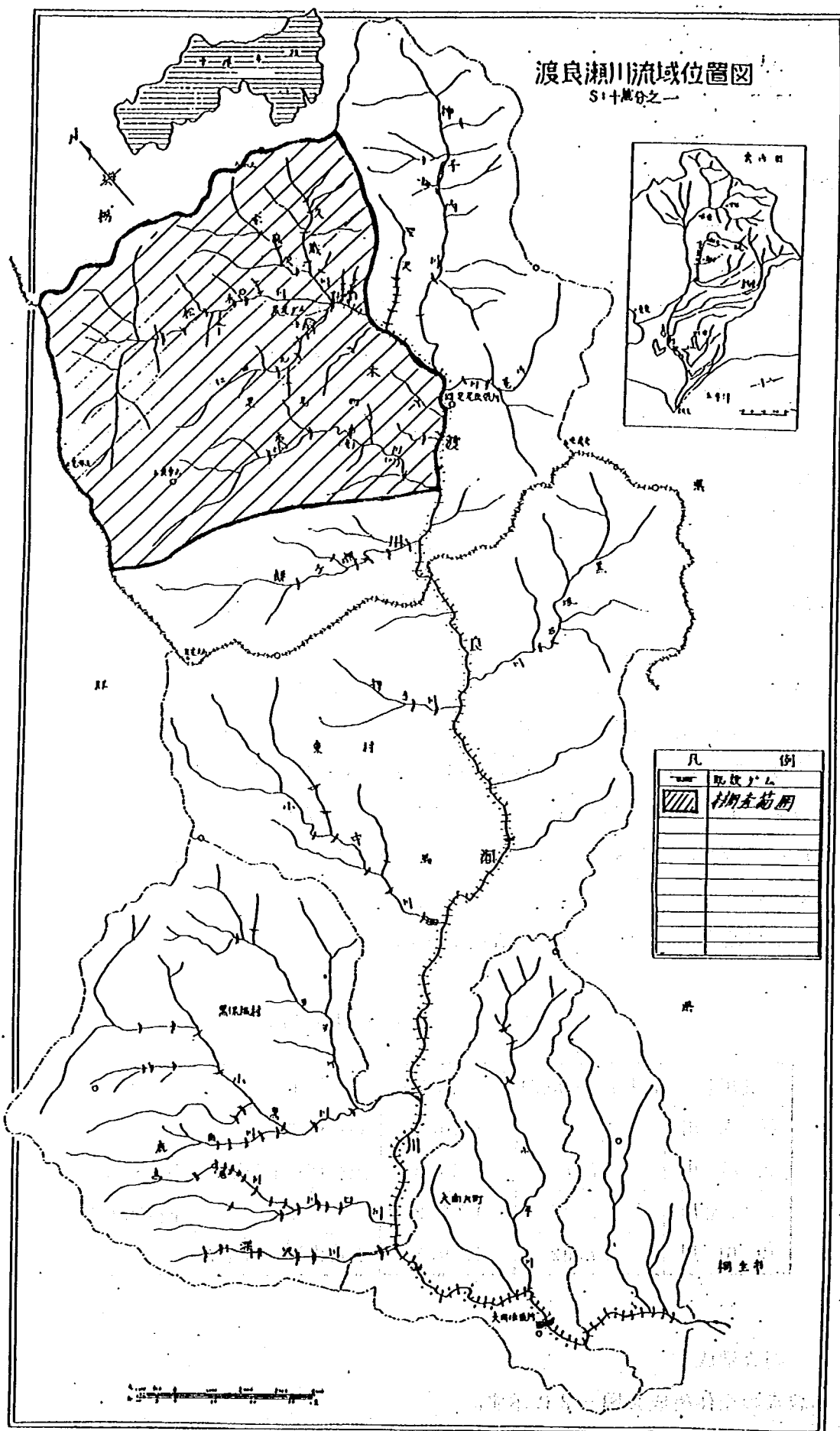
図-1に渡良瀬川の概況と本調査区域を示す。

表-1 主な支川の概況

支川名	流域面積(km ²)	平均勾配	主 な 地 質
松 木 川	31.16	1/10.2	石英斑岩
久 蔵 川	17.75	1/13.3	上流部・石英斑岩、中・下流部・花崗岩、古生層
仁田元川	7.27	1/7.2	〃 , 下流部・古生層
庚 申 川	27.92	1/9.3	石英斑岩、古生層

1-3. 調査構成

本調査の全体構成を図-2に示す。



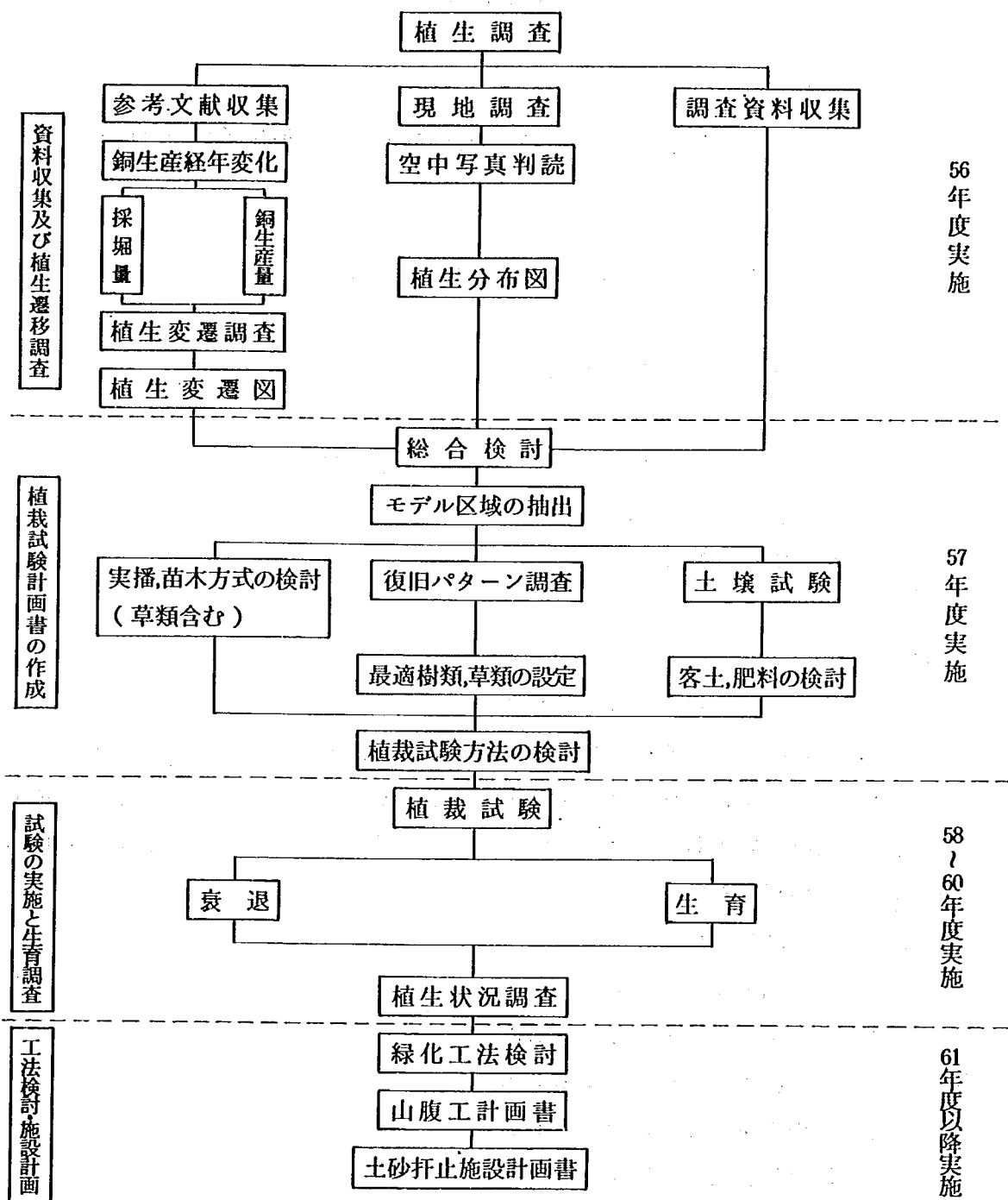


図-2 植生調査フロー

2. 調査内容

2-1. 調査項目

本調査は昭和56年度より行われている調査であり、各年度の調査項目を示すと下記のとおりである。

(1) 昭和56年度

- ① 既往調査資料、参考文献の収集整理

足尾地区について行われてきた調査資料及び参考文献の収集、整理を行い、本調査の基礎資料とした。

② 植生遷移調査

調査区域内における年代別の植生分布状況を把握し、植生遷移図を作成。

(2) 昭和57年度

① 植栽試験地の設定

昭和58年度以降に実施する植栽試験の試験地を設定。

② 復旧パターン調査

現在の植生状態に至るまでの復旧経過を調査。

③ 土壌調査

土壌成分分析及び発芽生育状況調査を行い、生育阻害の有無、その程度を調査。

④ 植栽試験実施計画調査

植栽試験の実施要領等を作成。

3. 調査結果

3-1. 既往調査資料、参考文献の収集整理

現在まで足尾地区について行われてきた調査結果を把握し、基礎資料とする為、宇都宮大学、大間々営林署、栃木県、農林省林業試験場、科学技術庁資源調査所及び当事務所における既往の調査資料、文献を収集した。収集された資料、文献は59編で、それぞれの調査内容により、下記の15分類に整理した。

- ① 足尾山地の地形、地質に関するもの
- ② " 気象に関するもの
- ③ " 土壌、地力に関するもの
- ④ " 植生、林相に関するもの
- ⑤ 足尾銅山の沿革、操業に関するもの
- ⑥ 足尾山地の煙害状況に関するもの
- ⑦ " 荒廃に関するもの
- ⑧ 渡良瀬川の水害、土砂流出に関するもの
- ⑨ 足尾山地の復旧対策、復旧事業（砂防、治山）に関するもの
- ⑩ " 耐煙樹草種に関するもの
- ⑪ " 山腹工に関するもの
- ⑫ " 植生盤工に関するもの
- ⑬ " ヘリコプター緑化工に関するもの
- ⑭ " 緑化工一般に関するもの
- ⑮ " 水源林造成に関するもの

3 - 2 植生遷移調査

調査区域内の現地調査，空中写真判読，収集資料及び大間々営林署，栃木県により施工された山腹緑化工の実績を加味し，年代別（昭和 23，41，51，56 年）の植生分布状況（樹種，人工林，自然林の別），荒廃状況等を取りまとめ，植生変遷図を作成し，又，足尾銅山の産銅量の多寡と植生遷移との相関について調査を行った。

本調査区域内の荒廃地形成に深いかわりを持つ足尾銅山は，慶長 15 年（1608 年）に発見され，その後幾多の盛衰を経て，明治 10 年（1877 年）古川氏の経営に移り，明治 17 年には大鉱脈が発見され銅山隆盛の基礎が築かれ，以来新鉱脈の発見が続き，その最盛期を向かえ，昭和 48 年閉山するまで実に 370 年余りに亘る歴史を持っている。

明治 13 年（1880 年）頃は銅の産出も少なく森林の荒廃の徴候も見られなかったが，明治 17 年（1884 年）の新鉱脈発見を契機に，鉱山用木，製練用燃料等として乱伐が行われ，また，明治 18 年，銅の生産量が 4000 t になった頃から煙害が出始め，明治 20 年（1887 年）4 月には，松木部落の失火（山焼き）から，現在見られる裸地の殆どと，下流は間藤付近までの山林，人家を焼き払ってしまった。この山火事が，足尾煙害地と言われる荒廃地を形成した第一歩であると言われている。

通常，この地域の立地条件から考えると，焼失した林地は数年で十分回復する事ができるはずであったが，足尾製練所から放出された亜硫酸ガスを主体とする鉱煙により植生の侵入が妨げられ，夏期の集中豪雨，冬期の凍上及び風蝕により表土は流亡し，表層剥落が進み基岩の露出が起こり，現在見られる様な広大な荒廃裸地が形成された。

このような足尾の荒廃化は，厳しい気象，急峻な地形，もろい地質構造等の自然的な素因もさる事ながら，煙害等の人為的なものが主因となったと思われる。これは，以下に述べる事からも明らかであろう。

① 明治 25 年（1892 年）に撮影した小滝製練所周辺（庚申川流域）の写真を見ると，鉱山用材，製練用燃料の為に乱伐され，樹木は殆ど見られずわずかに草木や灌木類が地表植生として見られる程度の裸地状を呈していた。

しかし，明治 30 年（1897 年）小滝製練所の廃止を境に，次第に植生の自然復旧が進み，さらにアカマツなどの人工造林も加えられ，74 年経過した今日ではヤシヤブシ，アカマツその他の樹種を交じえ，かなり整った林相を呈している。

② 明治 20 年の松木を中心とする大山火事のわずか 6 年後の明治 26 年には，わずかではあるが自然植生の復旧が見られつつあったが，ベッセマー式製練法の採用によってその自然生育の雑木に，煙害の徴候が現われ始めた。

図 - 3 に裸地部の推移状況を示したが，この図からも分かる様に，次第に裸地部は減少し，昭和 31 年には脱硫装置（鉱煙から亜硫酸ガスを除去する装置）の完成，人工的な復旧行為もあり，植生の復旧は急速に進んでいる段階にあると言える。

また，明治 10 年からの産銅量を調べ，産銅量の多寡と植生遷移との相関を調査したが，下記

に示す理由から、経年変化に応じて相関を示す事はできなかった。(産銅量の推移を図-4に示す)

- ① 明治18年に産銅量が4000tを越えた時、山林被害の徴候が表われたが、荒廃面積は明らかでない。
- ② 大正時代に産銅量の一つのピーク(約16000t)があるが、この時期の荒廃地拡大と言う事象があったかは不明である。
- ③ 昭和35年頃には、大正年間のピークを上回る産銅量となったが、この時期は脱硫装置が完成し、山腹工事も盛んになった事もあるが、遷移が後退したと言う現象は表われていない。
- ④ 以後産銅量は増加し、昭和42年には、30,000tを越え、54年には40,000tに達したが、上記③同様、遷移が後退したと言う現象は表われていない。

3-3. 植栽試験地の設定

昭和58年度以降に実施する植栽試験の試験地を設定した。

試験地は、砂防指定地及びその周辺とし、地形上の因子の他、試験地工上の資材運搬、管理、試験後の生育状況調査の便を考慮し設定した。(各調査箇所を図-5に示す)

本調査区域内の砂防指定地を地形的に大別すると、次の3区分になる。

- ① 松木川、久蔵川、仁田元川等本流兩岸の山腹基部或いは段丘状の地形。
- ② 大畑沢、大ナギ沢、井戸沢等の支溪における砂防設備兩岸の急傾斜山腹。
- ③ 砂防事業として実施された山腹工事箇所(大畑沢、仁田元川左岸)

以上の3区分について、試験地をそれぞれ1箇所設定する事とした。

①においては、兩岸が急峻で上部の山腹が荒廃している場合、砂防指定地部分のみ緑化してもその成果は期待できず、また、洪水時の溪岸浸食も起こり得る為、これらの条件外の箇所として選定すると、久蔵川下流右岸の段丘上の平坦部、著しくは緩傾斜部がある。この部分をモデルとして短期間に樹林化し、周辺地区への種子の供給源となる様な拠点とする。

②については、58年度以降の試験を緑化適期に実施する事を考え、特に基礎工を大がかりに施工する必要性の無い箇所として、大ナギ沢左岸山腹を選定した。

③については、仁田元川左岸は現在ヤシブシが成林している為、裸地の多い大畑沢とした。

上記の事から試験地は次の3箇所とした。

- ① 久蔵川下流右岸
- ② 大ナギ沢左岸
- ③ 大畑沢

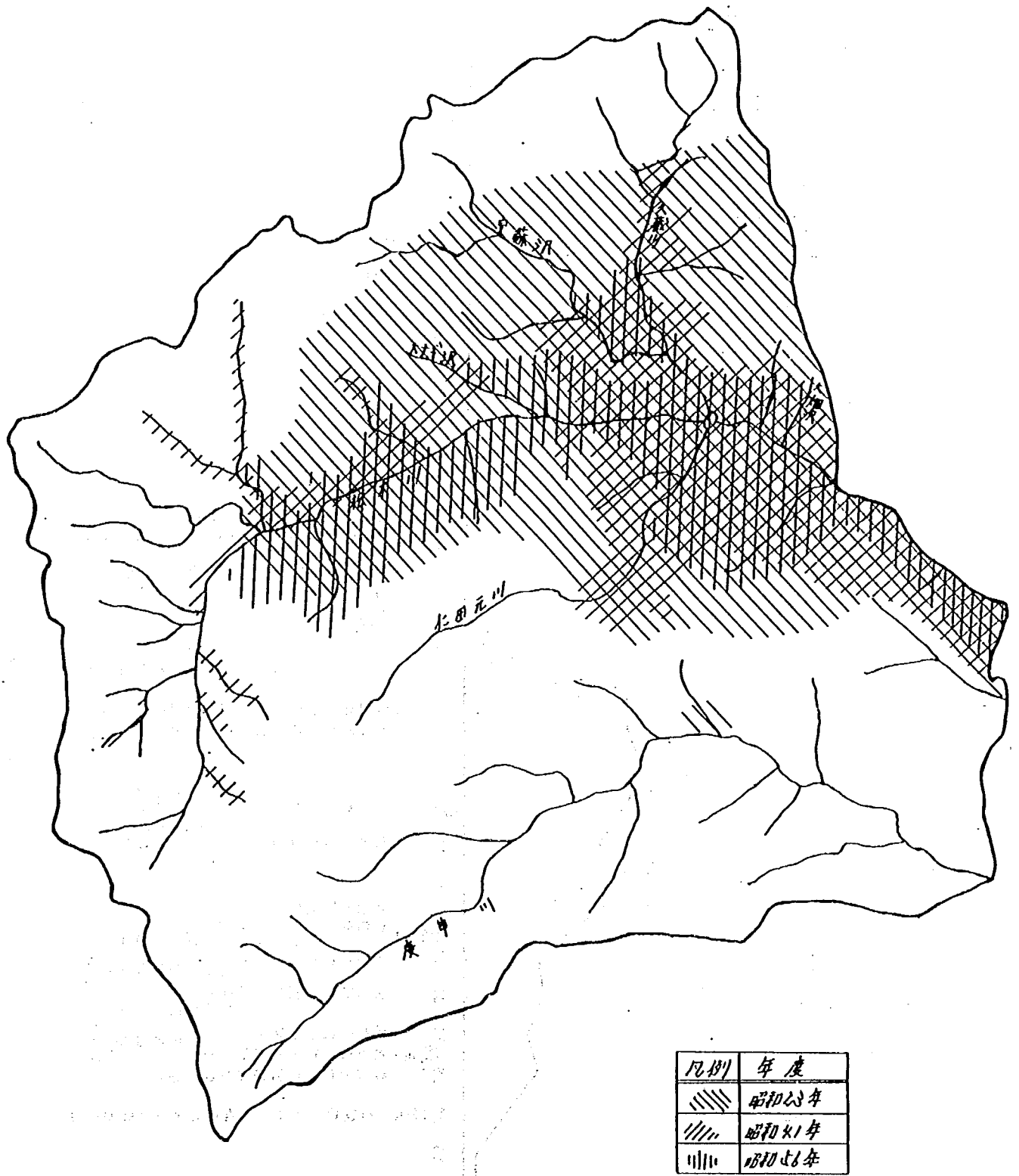


図 - 3 裸地部の推移状況

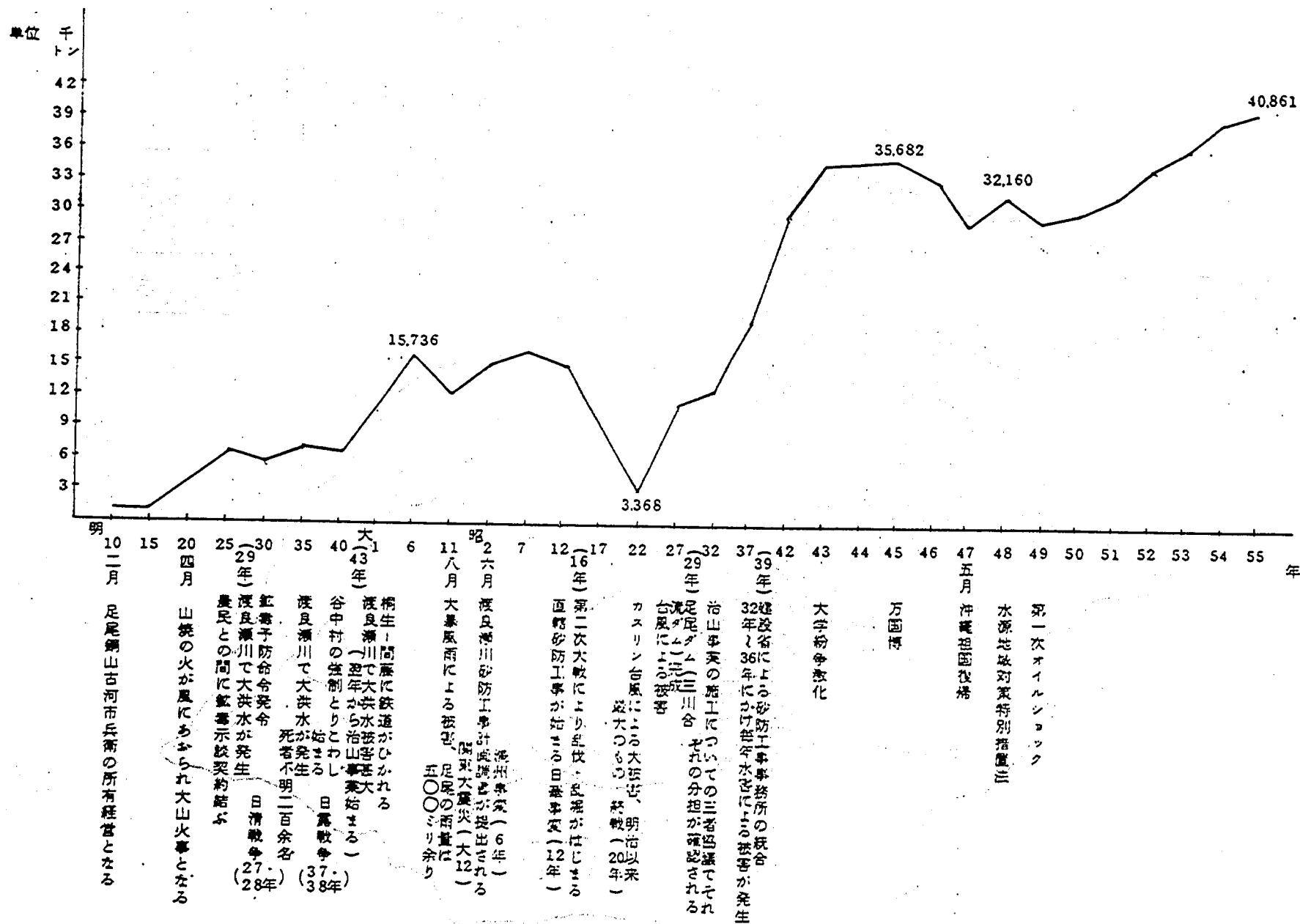


図 - 4 産銅量の推移

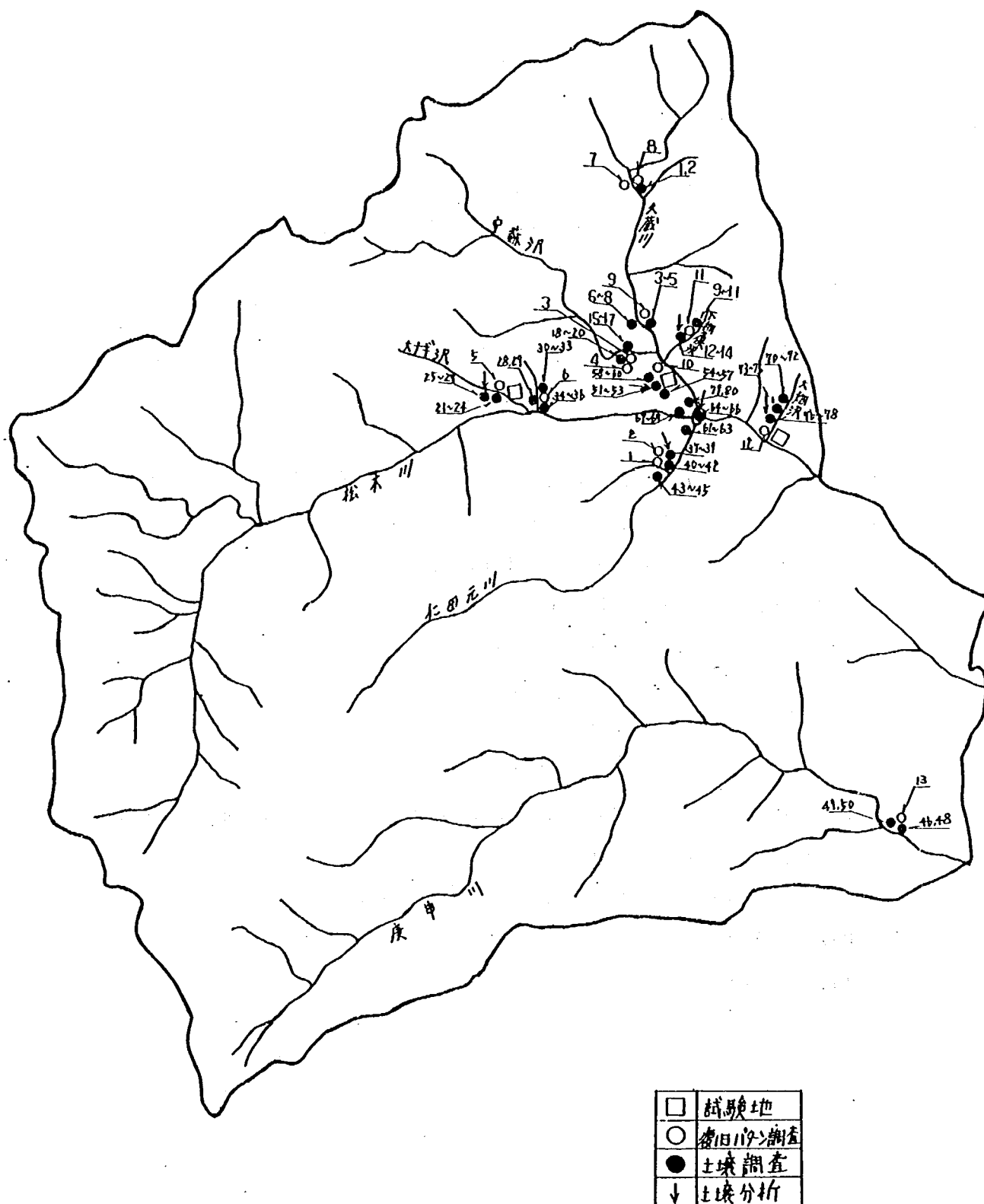


図-5 各調査箇所

3-4. 復旧パターン調査

一般の山腹崩壊地の様に荒廃地の周辺に自然林がある所では、土砂移動がおさまった所から植物が侵入し、林地が形成され始める。そして、最初に定着した植物の成長（時間経過）と共に侵入定着する種が増加し、ついには種の交代が起る。

この様に一般の山腹崩壊地では、時間の経過と共に樹種の交代が繰り返えされ、より良好な林地の形成に向かうが、本調査区域はどの様な復旧過程にあるかを、下記の調査により把握した。

調査対象箇所は、溪流別にダム工及び山腹工の施工箇所を整理し、施工年度（経過年数）により植生の復旧状況が異なるものと推定し、次の区分により13箇所について行った。

昭和 15 ~ 27 年	3 箇所	昭和 38 ~ 47 年	3 箇所
“ 28 ~ 37 年	6 “	“ 48 ~	1 “

調査方法は毎木調査とし、土壌型は、森林土壌調査手法による区分（21分類）により、植生出現種、植生の成立基盤について調査を行った。

(1) 毎木調査

毎木調査は、調査箇所に区画を設け、その区画に出現する全樹木の幹周を測定した。幹周が測定できない個体（株）は、最も高い幹について地表からの高さを測定し、各箇所毎に植生調査表として取りまとめた。（表-2に例を示す）

表中の被度は、次の6段階に区分した。

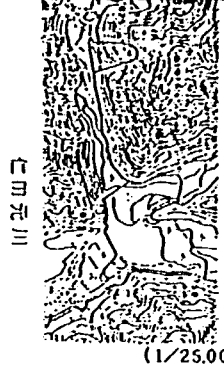
- 5 被度が調査面積の $3/4$ 以上を占める。
- 4 “ $1/2 \sim 3/4$ を占める
- 3 “ $1/4 \sim 1/2$ “
- 2 “ $1/10 \sim 1/4$ “
- 1 個体数は多いが $1/20$ 以下、又は $1/10$ 以下で個体数の少ないもの（1'）
+ 個体数も少く被度も少ないもの

調査箇所に見られた土壌型は、下記の2種類であった。

BD ; 適潤性褐色森林土

Im ; 未熟土

表-2 植生調査表

				調査点	7-1
				標高 (m)	800
				面積 (m)	65
				傾斜 (°)	35
				斜面方位	SE
				土壌型	1m
		雄雞(8型)上に、山腹工で植栽された 群落。地表から2-5cm下まで腐植の集 積がみられる。 ヤシヤブシ 35年 ※()は幹周			
階層	種名	高さ (m) . 幹周 (cm): 1.2m高			
木本	ヤシヤブシ	(50.2), (45.0), (41.7), (36.2), (35.7), (32.4), (24.7), (20.6), (18.5)			
	リョウブ	(7.4), (4.3), 180, 150×2, 130, 110, 100×2, 90×2, 80×2, 70×3, 50×4, 40			
	アキグミ	180, 70			
	ニシキウツギ	50			
	(ツツジ属)	20			
草本	ススキ (外来グラス)	被度 4 2			

調査箇所毎の出現種リストは、表-3のとおりである。

出現種数はNa13が最も多く、13種の木本類があった。この箇所は庚申川沿いにあり、いわゆる煙害地にあるNa1~Na12とは異った場所にある。

しかし、この林は周辺の林に比較すれば良好であるとは言い難い林ではあるが、煙害地の調査箇所よりも種数ははるかに多い。Na13以外の調査箇所での種数は、林令35年のNa1でも5種しかない。煙害地に出現する種の殆どは、植栽工、または、航空実播工等によって人工的に導入されたもの、あるいはこれを母樹として拡散した様な種である。Na7は溪床の段丘にあって、上流から流水によって運ばれて来た種子が漂着し易い所である。林令は10年であるが種数は4種しかなく、しかも殆どが緑化工で導入された種であり、植物相は貧弱であった。

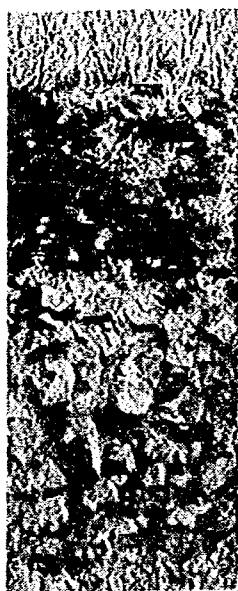
表-3 調査点ごとの出現種リスト(木本)

調査点名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
調査面積(㎡)	65	23	105	60	40	33	28	40	28	69	73	53	42
植生成立基盤	B	A	A	A	C	C	C	B	A	赤土	B	C	
植生の有・無	有	無	無	無	無	無	無	不明	有	有	有	有	
推定林分(%)	35	6	-	-	-	-	10	8	8	4	32	-	-
ヤシヤブシ	◎			+	○	○	◎	○		◎	◎	○	
リョウブ	○	◎		+			○	◎	◎				○
クダイカンバ			+				○		+				
ニシキウツギ	+	+											+
フジウツギ					+								
ニセアカシア											○		
イタナハダ											○		
アキダテ	+												
ヤマフツジ		+											
(フツジ属)	+												
(タチバナ属)							+						
(ヤマナシ属A)						+							
(ヤマナシ属B)													+
スルデ													+
アブラチャン													○
ミズナラ													+
イヌシデ													+
マルバアオダモ													+
ハウチワカエデ													+
イタヤカエデ													+
ノリウツギ													○
フリバナ													○
ヤマハンノキ													+

◎…優占して群落の外観をつくる種、○…それに次ぐ種、+…1~2個体ある、1種を指す

(2) 植生の成立基盤

河床に近い所で植物群落が成立する基盤は、主に角礫間を埋める細粒物の違いから下図の2型に分類する事ができたが、下図のA型とB型の違いが植生にどのような影響を及ぼすかは不明である。



A 型

礫間を頁岩風化物がうめ
ている。シル
ト～細礫であり
粘性はほとん
どない。



B 型

礫間を流紋岩風化物がうめ
ている。シル
ト～粘度が多
い。

図 - 6

(3) 復旧パターン

一般の荒廃地では図-7に示した例の様に、時間の経過と共に樹種の交代が行われる。

図-7に示したA樹種群は、崩壊地に最初に侵入し定着する樹種であるが、区画内に占める割合は時間の経過と共に徐々に減少し、逆に後で侵入してきたA'及びB樹種群の割合が多くなり、ある時期からは、A樹種群に代わりA'及びB樹種群が優先して定着する様になる。

しかし、本調査区域では表-3のNa1, Na11調査点の出現種が示す様に、緑化工によって導入された樹種に交代するものが現われていない。図-7で見ると、A樹種群に相当する導入種の相対密度は、年数が経過しても、ほぼ100%に近い密度のままである。

つまり、足尾荒廃地では、人工的に導入された樹種が時間の経過と共に成長しているだけで、他樹種の侵入は殆どなく、一般の荒廃地に見られる様な樹種の交代は行われていない様である。

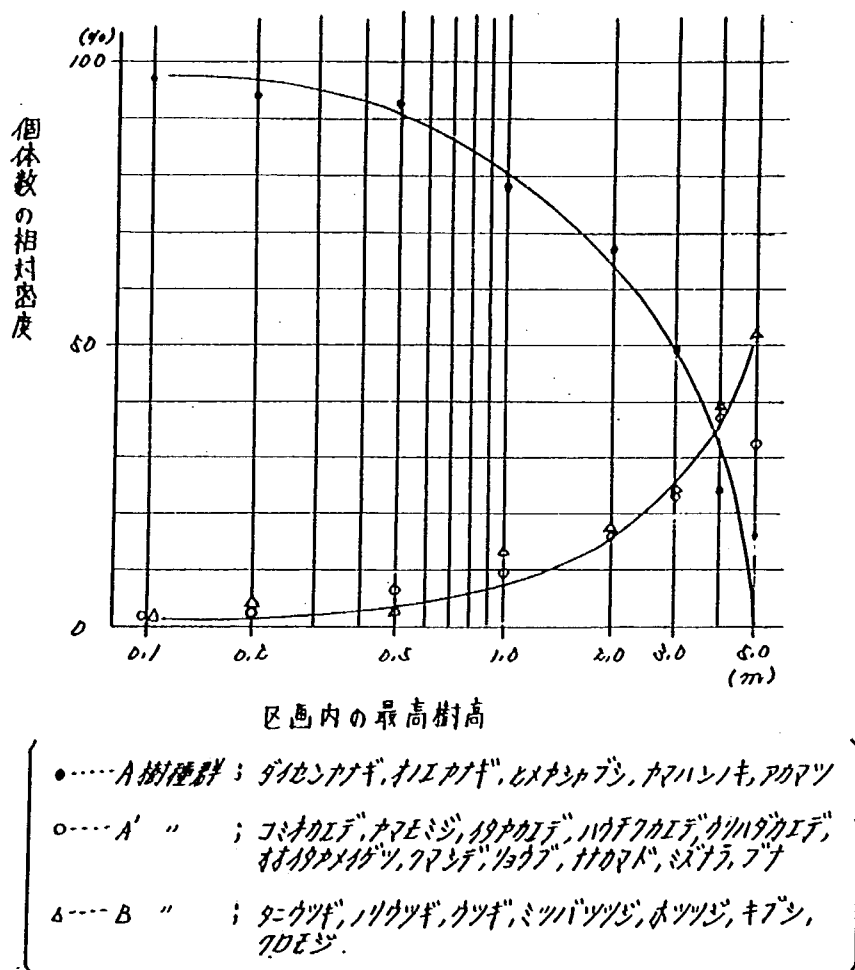


図 - 7

3-5. 土壌調査

煙害と言う特殊な環境だけでなく、土壌に蓄積された重金属等が植生の自然復旧にどのような影響を及ぼしたのか、土壌成分分析、発芽生育状況調査を行い、本調査地の土壌特性を把握し、生育阻害の有無、その程度について調査した。

(1) 土壤成分分析

土壤成分分析は、6 資料について下記に示す項目の分析を行った。

銅, 鉛, カドミウム, 窒素, リン, 鉄, マンガン, アルミニウム, 亜鉛, ひ素, 強熱減量,
PH

分析に当たって、植物の生育に何等かの阻害条件を与えると思われる銅, カドミウム等の重金属類は、一般に表層の方が多いと思われ、草木本類の初期の発芽、発根は比較的表層において開始されるところから、分析試料は表面から10~20cmの範囲で採取したものをを用いる事とした。

分析結果は、下表のとおりである。

表-4 土壤成分分析結果表

項 目	西 所	大畑沢	下瀬久保沢	久武川下流右	大井沢	井戸沢山	三合川	平 均
水 分 (H ₂ O) %		10.38	17.38	13.57	1.44	20.15	1.44	10.73
PH (H ₂ O 1:2.5, 18℃)		4.6	4.9	4.1	6.3	5.8	6.3	5.4
PH (KCL " ")		4.3	4.8	3.6	4.7	5.3	5.7	4.7
以下乾物換算値 窒 素 全 量 (N) %		0.37	0.18	0.05	0.15	0.08	0.17	0.17
有効態りん酸 mg/100g		2.9	1.2	2.9	18.3	2.8	7.9	6.0
マ ン ガ ン (Mn) %		0.06	0.13	0.13	0.05	0.14	0.06	0.10
鉄 (Fe) %		4.36	8.51	9.86	5.87	10.82	3.83	7.28
アルミニウム (Al) %		8.79	15.29	15.02	9.80	17.03	8.94	12.48
強 熱 減 量 %		29.83	36.54	26.29	3.24	39.76	3.90	23.26
カドミウム (Cd) mg/kg		6.2	2.9	5.7	1.5	5.4	1.0	3.8
鉛 (Pb) "		17	12	4.6	7.8	4.1	12	9.6
銅 (Cu) "		1200	130	57	37	60	32	252.7
亜 鉛 (Zn) "		110	120	130	100	130	84	112.3
ひ 素 (As) "		58	11	3.1	13	1.9	25	18.7
可溶性Cd(0.1NHCl抽出法) "		1.8	0.54	2.2	0.39	1.4	0.22	1.09
" Cu(") "		280	2.2	3.1	5.1	4.1	5.7	50.0
" Zn(") "		6.6	11	14	15	80	94	36.8
" As(INGI抽出法) "		4.9	0.05	0.01	4.2	0.03	5.7	2.5
土 壌 採 取 深 さ cm		15	15	10	20	15	15	15

昭和51年に足尾地区の土壤分析が行われており、共通の成分について比較したものを次表に示す。

採取位置はほぼ近接した位置にあり、6年を経過しても、各成分とも目立った変化は見ら

れない。

表-5 分析結果の対比

採取位置	深さ ^{cm}	調査年次	%	(KCL) PH	強熱減 量 %	PPM Cu	PPM Cd
久蔵川下流右岸	5	S 51	65-1	3.29	7.59	288	1.2
	5~15	"	65-2	3.72	10.48	304	1.9
	10	S 57	54	3.60	26.29	57	5.7
大畑沢	5	S 51	68-1	4.73	16.02	2080	21.0
	5~15	"	68-2	4.34	7.63	688	4.3
	15	S 57	73	4.30	29.83	1200	6.2

(2) 発芽生育状況調査

27地点から採取した80資料(土壌深により1地点2~3資料)に種子を播き付け、その生育状況を観察した。

試験種は、イタリアンライグラス(以下IRG)とコマツナの2種を用いた。

IRGは寒い地方に適し、寒期も生育が良い事から、コマツナは、毒性に対して極めて強い反応を示すところから試験種として用いたものである。

試験は、直径9cmのシャーレに採取土壌を詰め、それにIRG、コマツナを播き付け(1シャーレ33粒)実験室内で管理し、1日1回蒸留水を散水しその生育状況の観察を行い、生育阻害の有無、その程度について調査した。

以下に示す図は、各土壌におけるコマツナの播種20日後の生育状況を、棒グラフにまとめたものである。

(図中のcontの記号は、対照資料として東京農大構内の関東ロームを用いて、同等の試験を行ったものである。)

(考察)各土壌における生育状況は、下記に示すとおりである。

a. No 1, 2

深さ15cmから採取した土壌には、それ程強いものではないが生育障害が見られ、深さ50cmから採取した土壌では、さらに障害の程度が少くなり、土壌深が深くなる程障害が少くなる傾向を示している。このままの土壌でもある程度の生育は期待できるが、植物の導入に当たっては、土壌の改善を前提とする事が好ましい。

b. No 3~8

極めて強い生育障害が見られ、地中への根の侵入は全く見られず、このままの状態に植物を導入しても、植生の回復は極めて難しいと思われる。

c. Na 9 ~ 14

採取土壌の生育阻害作用は極めて強く、この阻害は表層部の土壌に最も強く現われている。この採取箇所周辺の裸地に植物が侵入し生育していないのは、表面土壌の強い生育阻害作用によるものと思われる。

d. Na 15 ~ 20

植生の有る箇所も、また、植生の無い箇所も地中への根系の侵入は見られず、殆ど同程度の生育障害が見られる。これは、まだ草生による土壌改善が行われていない為と思われる。

e. Na 21 ~ 27

各土壌とも、生育障害は見られない。

f. Na 28 ~ 36

各土壌とも、生育障害は殆ど見られない。

g. Na 37 ~ 45

生育障害の程度は極めて少いが、Na 42の土壌には強い障害が表われている。表層土の障害が少いののは、植物によって改善された結果と思われる。

h. Na 46 ~ 50

5 資料とも生育阻害が著しく、根系の侵入は殆どない。この地区は庚申川流域で、先に述べた復旧パターン調査からも、遷移の最も進んだ地域であり、Na 49, 50は杉林内において採取した土壌である。それにもかかわらず、著しい阻害反応が現われたのは、採取した土壌中の石礫をすりつぶし試験に用いた為、その石礫中に有害物質があり、その影響を大きく受けたものと考えられる。

i. Na 51 ~ 60

Na 51は表層土で、ヤシヤブシ植栽に当たって客土された層であり、この部分に障害は殆ど見られないが、土壌深が深くなると障害が現れてくる。

j. Na 60 ~ 69

表面土には多少障害が見られるが、15 cmの深さになると障害は少くなる。

k. Na 70 ~ 78

植生の有る箇所では障害が見られないが、Na 73 ~ 78の土壌では著しい障害が見られる。

l. Na 79, 80

上記 k 同様、著しい障害が見られる。

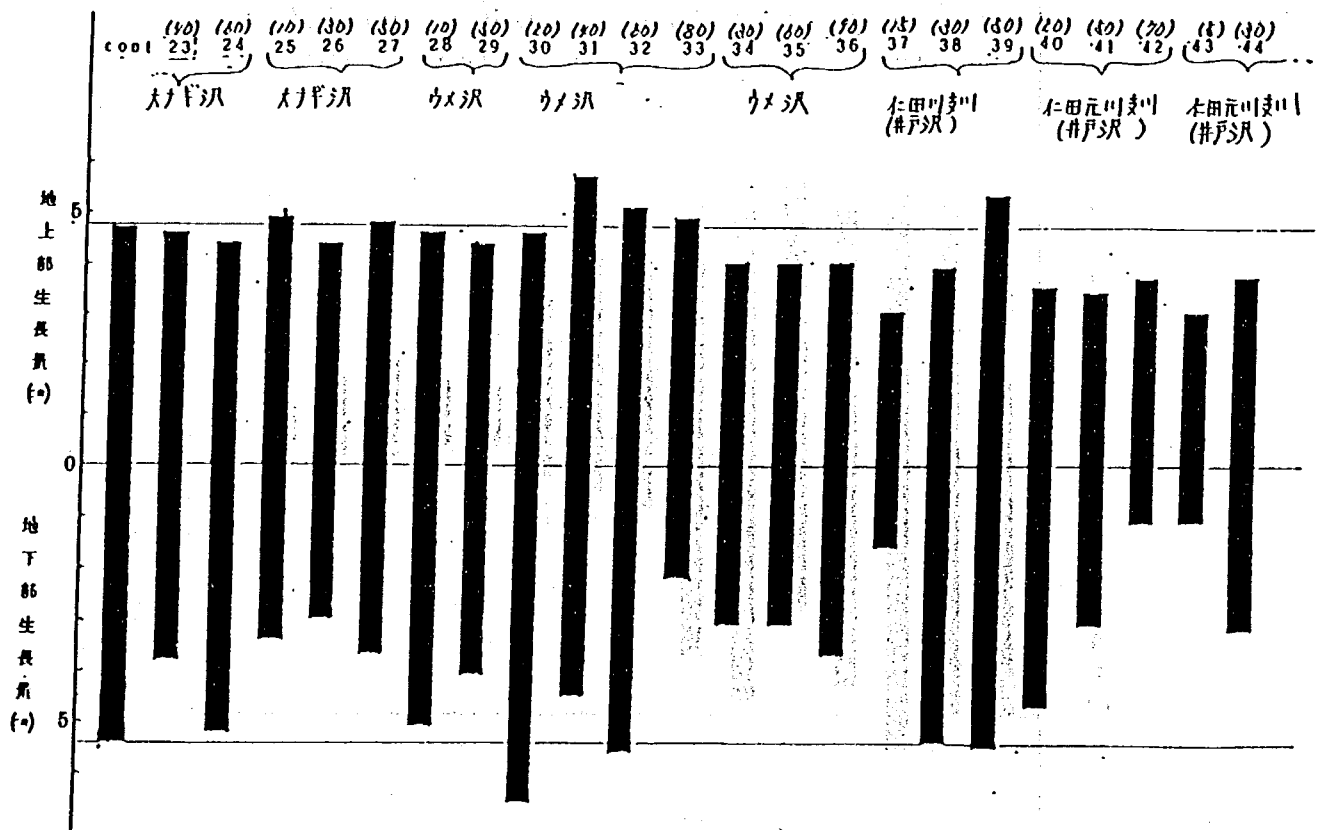
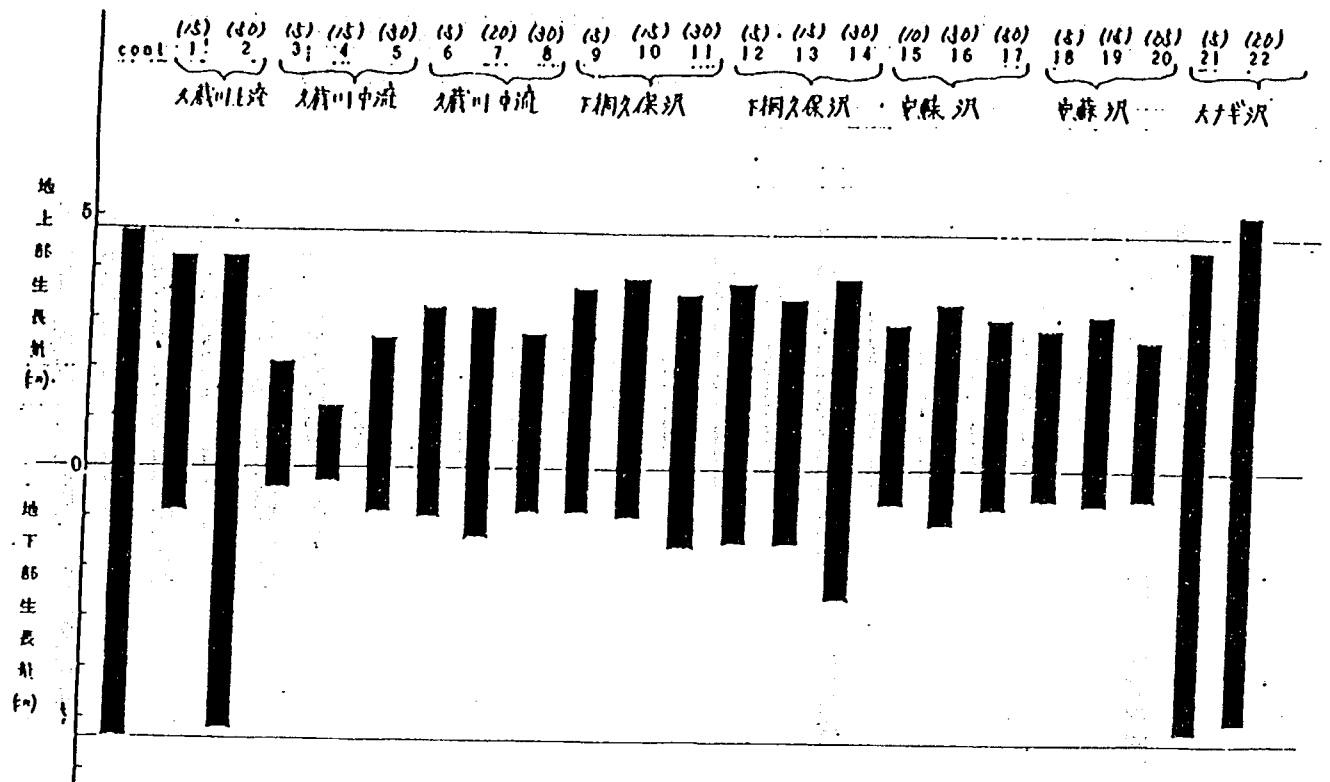


図-7 各土壌におけるコマツナの生育状況(播種20日後), ()書 土壌採取深 cm (1)

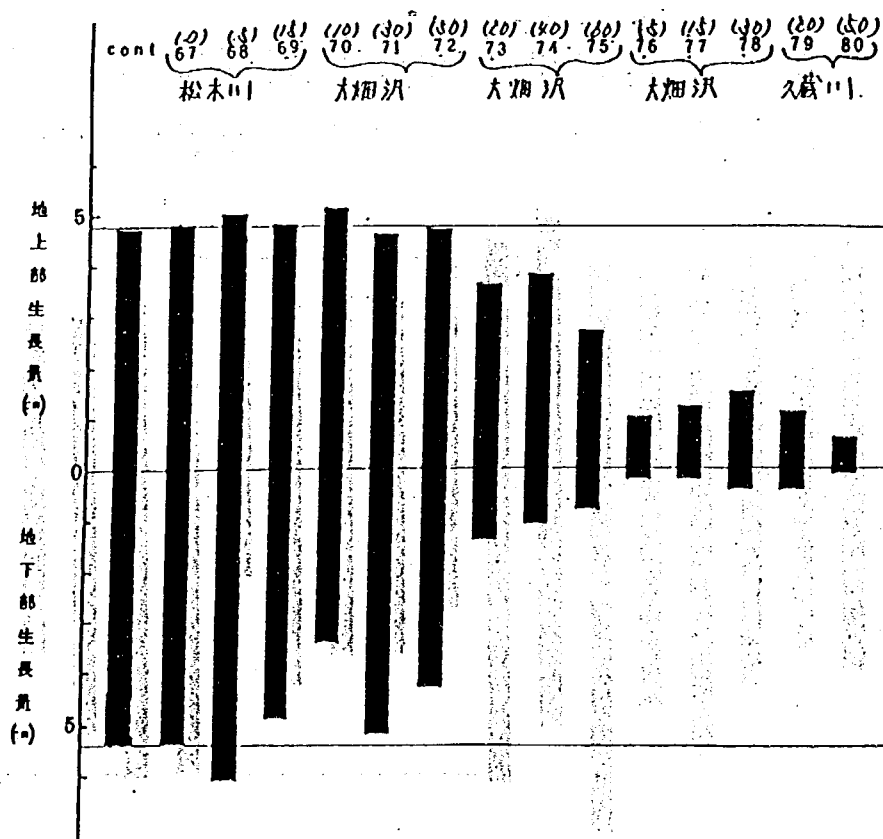
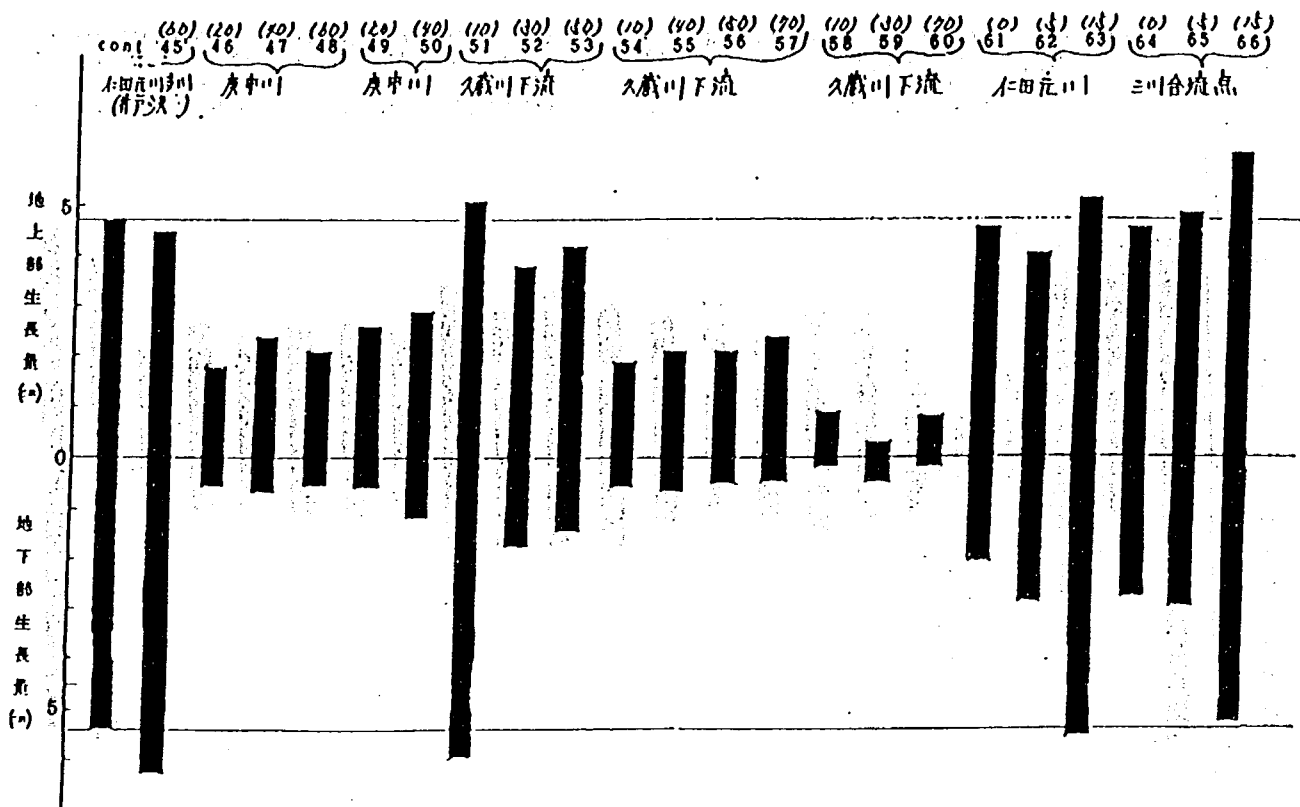


図-7 各土壌におけるコマツナの生育状況 (播種20日後), ()書 土壌採取深 cm (2)

以上の結果から、生育阻害と土壌の関係は以下に示すとおりである。

- ① 調査対象地の大部分の土壌は、程度には差があるが植物の生育を阻害する物質を含んでいると考えられる。
- ② この阻害物質が何であるかは、先に示した表-4の分析結果と併せて検討した。
分析を行った6資料の中で、阻害反応の現われていないのは、大ナギ沢(Na21)と、久蔵川(Na64)の2資料で、これと他の4資料との差を見ると、Na21とNa64の資料が他のものより低い値を示しているのは、カドミウム、銅、亜鉛、可溶性カドミウムの4要素であり、この4要素が主に植物の生育を阻害している様である。
しかし、その量の絶対値の差が、生育阻害にどれ程の影響があるかは不明である。
- ③ 裸地のまま放置されている箇所では、阻害作用は地表に近い程強く現われている。これは、土粒子の表面流亡により、銅等の有害物質が地表面程多く集積する為と考えられる。
- ④ 植生が長年存続していた箇所では阻害作用が少い。これは、植物が有害物質を吸収した為土壌中に少くなった事、或いは、有機物の増加による緩衝作用の為と考えられ、何れにしても、植物が長年生育すれば、生育阻害作用は減少するものと考えられる。
- ⑤ 生育基盤をある程度改善して植物を導入し、それを保護管理し永続させれば、やがて生育阻害の少い基盤へ改善されて行くと考えられる。

3-6. 植栽試験計画調査

先に設定した3箇所の試験地について、昭和58年度以降に実施する植栽試験の実施要領を作成した。

(1) 各試験地の現況と試験目的

(大畑沢試験地)

大畑沢は4基の砂防ダムが完成しており、現在もダム工1基を継続施工中である。また、昭和19年には山腹工事が実施された地区である。山腹は転石の多い裸地で、山腹工施工跡地も一部にヤシャブシ、クロマツを残す状況で、成林していない。

試験目的は、砂防ダムにより溪床の安定が図られ、溪岸及びこれに連なる山腹の早期緑化、特に、永続する群落の造成、森林状態の復元を目指し、a.復元の手法 b.施工後の遷移 c.保護・管理の手法 について検討する。

(大ナギ沢試験地)

大ナギ沢は松木川の左支溪(三川合流点より上流約2.3km)であり、既設砂防ダム1基がある。

試験目的は、このダムの下流左岸裸地を対象とし、緑化基礎工を最少限にとどめ、主に、急斜面の基岩露出地、転石の多い斜面に対する施工地や広大な面積を対象とする効率的な手法について検討する。

(久蔵川試験地)

試験地は久蔵川の右岸で、段丘状の平坦地を形成し、一部にはヤシャブシの植栽地が

ある。

この試験地では、溪岸の堆積地を樹林化する為、a. 植栽基盤の造成方法 b. 樹種の選定 について検討する。

(2) 試験項目

試験計画に当っては、各試験地ともいくつかの区画に区切り、数種の試験を行う事にした。

(大畑沢試験地) 15区画

① 植栽工と播種工の比較に関する試験

従来、植栽工が主に行われているが、より自然に適応した群落の復元及び広範な地域の復元を対象とする為、播種工を取り上げ、植栽工との比較を行う。(植栽工、播種工各3区画、計6区画 1200 m^2 , 1区画 200 m^2)

② 導入密度に関する試験

早期に森林状態を形成させる為の基礎試験として、上記①について、導入密度を変え試験を行う。(4区画 800 m^2)

③ 植栽用生育基盤造成に関する試験

植栽を行う場合の生育基盤改良(客土)の範囲を検討する為、点状と帯状客土の改良効果について比較を行う。(2区画 400 m^2)

④ 混播、混植に関する試験

早期に自己施肥系を確立する手法を検討する為、下記の試験を行う。

a. 主構成種の植栽+肥料木の播種

b. " +マメ科草本の播種

c. " +草本の播種 (3区画 600 m^2)

⑤ 施肥管理に関する試験

各区画を2分し、追肥、無追肥の生育比較を行う。

⑥ 生育状況調査

試験後の追跡調査として、下記の調査を行う。

a. 植栽木活着率(樹種別、区画別)

b. 植栽木生長量

c. 播種工、密度、草丈

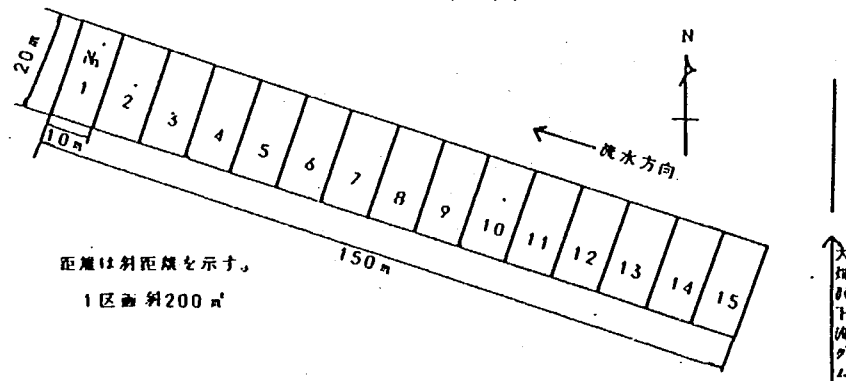
各試験に用いる試験材料は以下に示すとおりである。

(基肥は、パーク堆肥及び遅効性大粒径固形肥料を用いる)

(大畑沢試験地)

	No	記 号	試 験 材 料 等	備 考
①	1	植 a	ヤシャブシ 85 本/区画, ヤマハン 43 本/区画, クロマツ 43 本/区画	植生袋筋工として 施工
	2	b	ヤシャブシ 171 本/区画	
	3	c	ヤマハンノキ 171 本/区画	
	4	種 - a	ヤシャブシ 6.5 g/10m, ヤマハン 4 g/10m, クロマツ 100 g/10m	
	5	b	ヤシャブシ 10,000 粒/m ² ・13 g/10m	
	6	c	ヤマハンノキ 10,000 粒/m ² ・8 g/10m	
②	7	植 - 0.5	No 1 の半量	植生袋筋工として 施工
	8	植 - 2	No 1 の倍量	
	9	種 - 0.5	No 4 の半量	
	10	種 - 2	No 4 の倍量	
③	11	植 - 点	No 1 に客土植穴 40 × 40 × 40 cm	
	12	植 - 帯	No 1 に幅 40 cm 溝状に客土	
④	13	混 a	No 1 + ヤマハギ 2 kg/区画, ヤシャブシ 0.2 kg/区画	
	14	// b	No 1 + メドハギ 0.2 kg/区画, W.C 0.2 kg/区画	
	15	// c	No 1 + ヨモギ 0.06 kg/区画, イタドリ 0.2 kg/区画, CRT 0.2 kg/区画, 0.4 kg/区画	

区画配置図



(大ナギ沢試験地) 6区画

簡単な緑化基礎工(グリーンウォール設置, 金網張工)のみで, 直接緑化工を行う手法について検討する。

① 播種工用生育基盤造成に関する試験

客土種子吹付工等の機械施工により, 生育基盤を能率的に造成する手法について検討する。

- a. 従来の吹付工法
- b. 厚層有機質基材による方法
- c. 土壌微生物利用による改善方法
- d. 自然植生誘導法

(各 1 区画, 1 区画 300 m²)

② 緑化基礎工の効用に関する試験

上記 b の工法について、金網張工施工の有無による差について検討する。

a. 金網張工区

b. 無処理区

(各 1 区画)

③ 生育状況調査

試験後の追跡調査として、下記の調査を行う。

a. 発芽状況調査

b. 密度、草丈

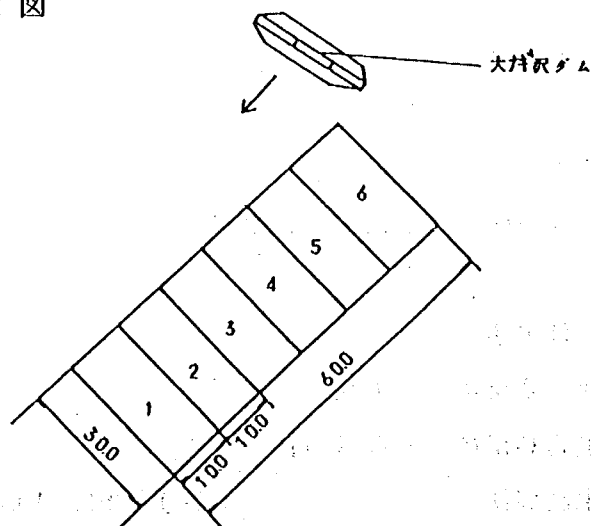
c. 斜面侵食状況調査 (金網張工の有無による比較)

各試験に用いる試験材料は以下に示すとおりである。

(大ナギ沢試験地)

	№	記号	試 験 材 料	備 考
①	1	a	○ K 31 F 3 g	1 m ² 当り
			○ CRF 1 g	"
			○ WC 1 g	"
			○ メドハギ 2 g	"
			○ ヤマハギ 4 g	"
	2	b	○ ススキ 0.5 g	"
			○ イタドリ 2 g	"
			○ ヨモギ 0.5 g	"
			○ ヤシャブシ 3 g	"
			(従来の吹付工)	
	3	c	№ 1 と同種同量	
			(厚層有機質基材による工法)	
			№ 1 と同種同量	
			(土壌微生物利による工法)	
			種子を含まず、客土のみとする	
	4	d	(自然植生誘導法)	
			№ 1 と同種同量	
			金網張工 (厚層有機質基材による工法)	
			№ 1 と同種同量	
			無処理工 (厚層有機質基材による工法)	

区画配置図



1 区画 300 m (斜)

(久蔵川試験地) 6 区画

① 生育基盤の改善に関する試験

- a. 客土式植栽(坪穴客土)
- b. 盛土式植栽(畝状客土)
- c. 直植式植栽
- d. aの方式の植栽に肥料本草の播種 (各1区画, 1区画 800 m²)

② 樹種の選定に関する試験

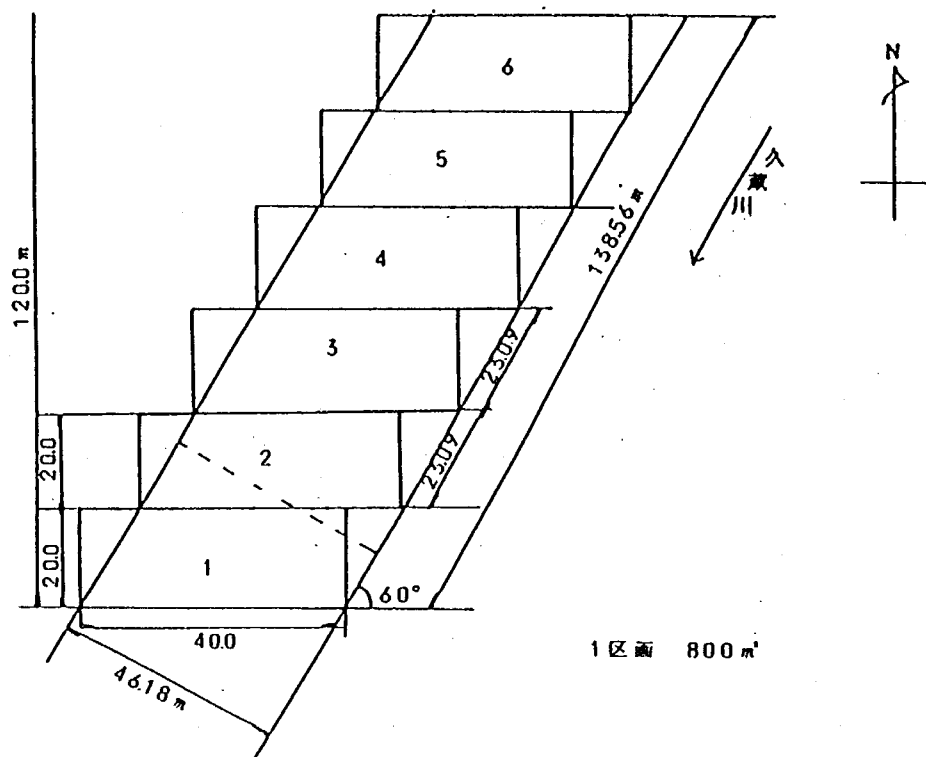
- a. 上記①のbの基盤(畝状客土)にヤシャブシ, ヤマハンノキ, ドロノキ, サワグルミ, ミズナラを植栽し, その生育状況を調査する。
- b. 上記①のaの基盤(坪穴客土)に次の樹種の山引苗の植栽を行う。
ニワトコ, ヌルデ, アカメガシワ, ウツギ類, ガマズミ, カエデ類, ナラ類, シデ類, 畝間は, イタチハギ, メドハギを播種する。 (各1区画)

各試験に用いる試験材料は以下に示すとおりである。

(久蔵川試験地)

No	記 号	試 験 材 料	備 考
1	a 穴	○ ヤシャブシ 252 本 ○ ヤマハンノキ 180 本 ○ ドロノキ 180 本 (客土式植栽)	1 区画, 800 m ² 当
2	b 畝	○ ヤシャブシ 180 本 ○ ヤマハンノキ 132 本 ○ ドロノキ 132 本 (盛土式植栽)	1 区画, 800 m ² 当
3	c 直	○ ヤシャブシ 252 本 ○ ヤマハンノキ 180 本 ○ ドロノキ 180 本 (直植式植栽)	1 区画, 800 m ² 当
4	d 穴一種	○ ヤシャブシ 252 本 ○ ヤマハンノキ 180 本 ○ ドロノキ 180 本 ○ イタチハギ 40 kg ○ メドハギ 800 kg (No 1 の植栽に播種)	1 区画, 800 m ² 当
5	a 一 植	○ ヤシャブシ 133 本 ○ ヤマハンノキ 133 本 ○ ドロノキ 133 本 ○ サワグルミ 133 本 ○ ミズナラ 133 本 (客土式植栽)	1 区画, 800 m ² 当
6	b 一 植播	○ アカメガシワ 60 本 ○ ウツギ類 60 本 ○ ニワトコ 10 本 ○ ヌルデ 10 本 ○ ガマズミ 10 本 ○ カエデ類 10 本 ○ ナラ類 10 本 ○ シデ類 10 本 ○ イタチハギ 3.3 kg ○ メドハギ 66.0 kg (盛土式植栽)	1 区画, 800 m ² 当

試験区画配置



4. 今後の調査と検討課題

本調査の最終的な目標は、足尾地区における広大な裸地部について最適な緑化工法を選定し、山腹工計画、土砂汙止施設計画の樹立を図る事である。

そこで、昭和57年度には、モデル試験として大畑沢、大ナギ沢、久蔵川の3箇所試験地を設け、それぞれの試験地について植栽試験の実施要領を作成し、昭和58年度より各試験を行い、その生育状況について追跡調査を行う。

そして、その試験結果を基に、各区域毎に緑化工法の設定及び土砂汙止施設の計画を行う訳であるが、計画に当っては、下記に示す事項を考慮し行わなければならない。

- ① 地形的条件により、植栽工のみで復旧が可能な区域、土砂移動を抑える為の工作物が必要な区域等の区域区分を行う。
- ② 先に示した土壌調査結果に見られる様に、阻害物質を持った土壌が多く存在しその程度も様々であり、それぞれの条件により異った植生導入方法が必要と思われる為、土質条件による区域区分を行う。

以上の2項目を念頭に置き、それぞれ異った条件下に設けた試験地において、その後の生長状態と遷移、保護管理について系統的に経年変化を追えば、どのような条件下において森林の復元がどの様に行われるのか明らかにする事ができ、また、生育阻害の見られる箇所においては、その対応策である客土の工法及び適正量について明らかにする事ができ、煙害及び山火事等により形成された足尾地区の広大な荒廃裸地における、最適な緑化工法を導き出す事ができるとと思われる。

常願寺川砂防施設効果調査について（特に調節量を中心として）

立山砂防工事事務所 副所長 小野寺 章

前調査課長 宇津江英三

調査課長 牧野 裕至

○調査課 伊藤 佳晴

1. はじめに

常願寺川は日本でも有数の急流荒廃河川であり，明治39年富山県，大正15年直轄施工開始以来，営々と砂防事業を続けられている。既設砂防施設の中には幾多の災害を経験し，その効果を發揮しているものもある。そこで今回は常願寺川本川筋の本宮砂防ダム～サブ谷砂防ダム間約13 kmに存在している4基の砂防ダム（鬼ヶ城砂防ダム，天鳥砂防ダム，瀬戸蔵砂防ダム，本宮砂防ダム）を対象に既往の河床変動測量資料（約30年間）粒径資料等より，砂防ダム上流の堆砂形態の経年的な把握を行ない，貯砂量調節量を算出し，また，調節量とその変動要因（勾配，堆砂面積，川幅，等）との関連性について検討を行った。

2. 調査内容

1) 砂防ダム上流の堆砂形態

本宮砂防ダムは昭和10年に着工し，昭和12年に完成している。その後堆砂を続け，昭和14年には満砂となっている。以降4段階の特徴的な堆砂形態を示す。図-2(1)

つまり満砂後も徐々に堆砂を続け，昭和19年に小康状態となる。この後昭和27年の大洪水で再び堆砂し，以降昭和44年までは若干の堆積傾向はあるもののほぼ安定状態を保つ。そして昭和44年の大洪水で大幅に堆砂量が増大する。以降，現在まで徐々に洗掘され昭和27年の状態に近づきつつある。

次に各時点の堆砂量，堆砂勾配，元河床との勾配比をみると表-1の様になる。堆砂勾配は27.7k付近を変曲点として凹状態となっていたが，昭和44年にほぼ一直線となり以降は再び凹

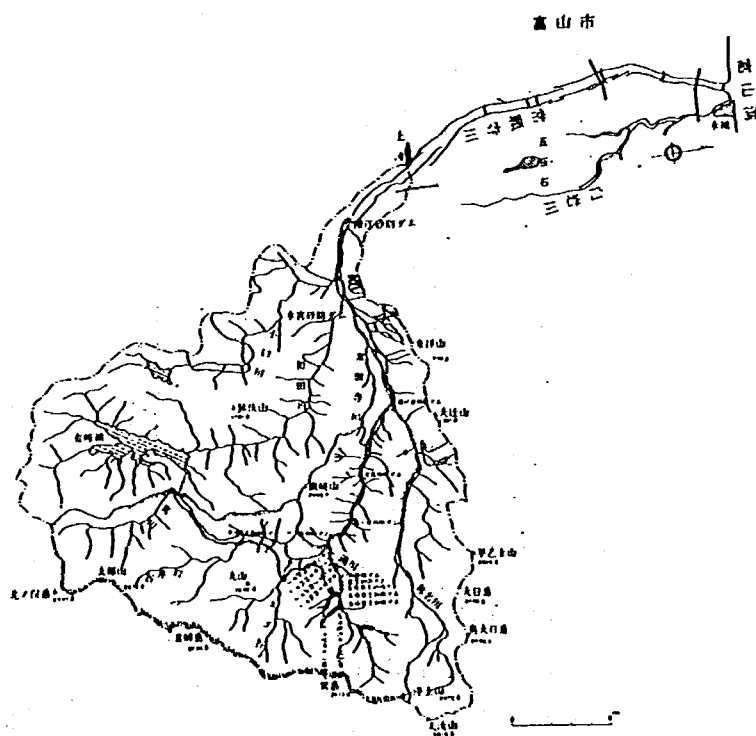


図-1 調査位置

状が復活してきている。また、これに関連して元河床との勾配比は次第に大きくなり、昭和44年には1/2を越えたが、以降再び小さくなって、一般に言われる1/2に近付いている。

このように本宮砂防ダム
の堆砂形態が何段階もあるのが大きな特徴であるが、そのうち昭和14年、19月は貯砂過程にあるとみられ昭和27年が最も安定していると思われる。この後、昭和44年の大出水で大きく堆積したが以後は徐々に洗掘されている。また、この事は本宮砂防ダムのような大規模ダムでは貯砂、調節過程のタイムスケールが大変長く、何十年のオーダーになる事も示している。なお本宮砂防ダム貯砂区域では、昭和32年より砂利採取が行われているが、仮りに土砂採取がなくても河床は、実績ほど早くはないにしても徐々に低下していくものと考えられる。

その他の砂防ダムの堆砂量、堆砂勾配、元河床との勾配比は表-2のとおりであった。

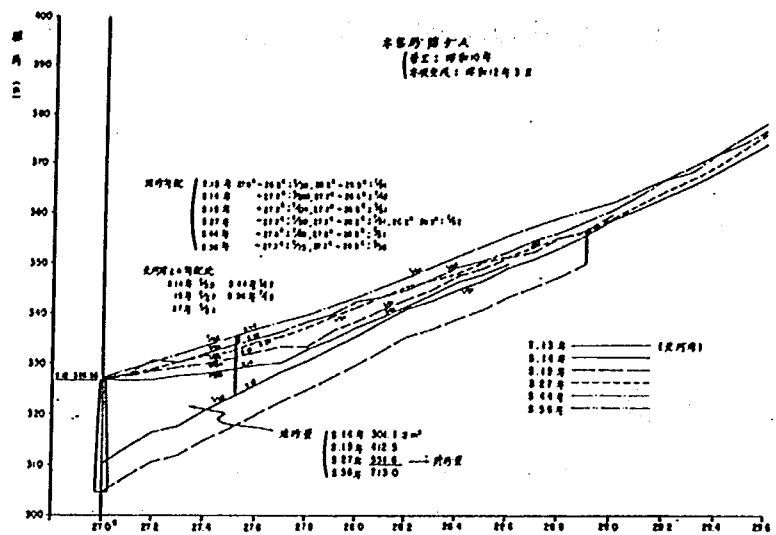


図-2(1) 砂防ダム上流平均河床縦断面図

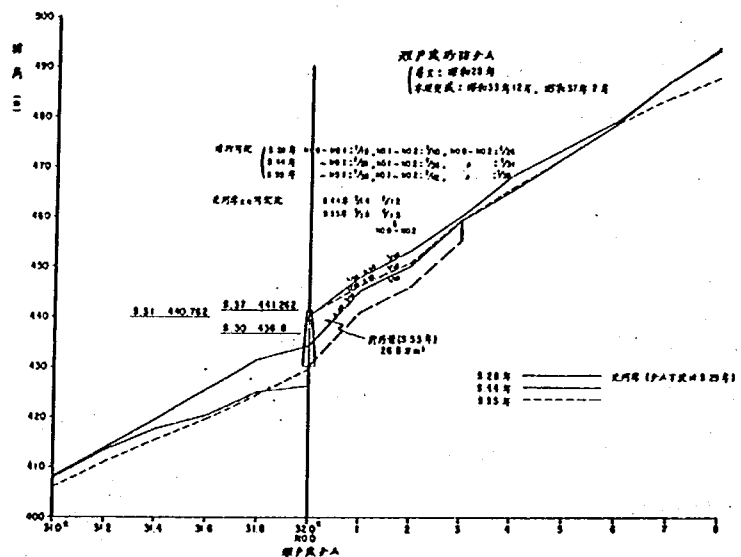


図-2(2) 砂防ダム周辺最深河床縦断面図

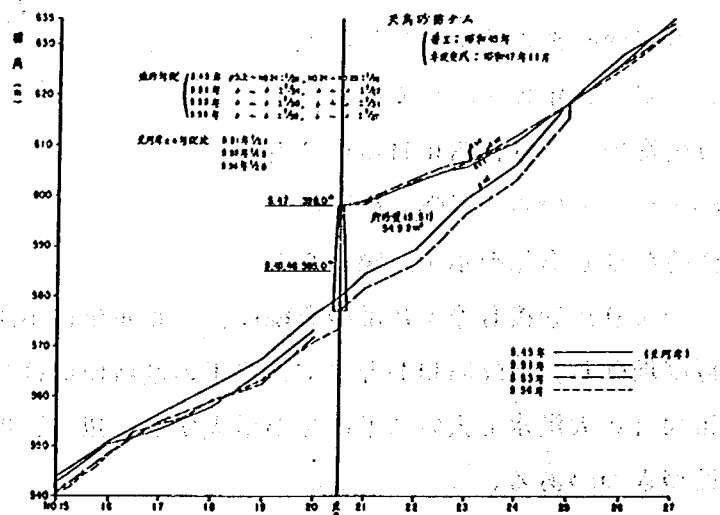


図-2(3) 砂防ダム周辺最深河床縦断面図

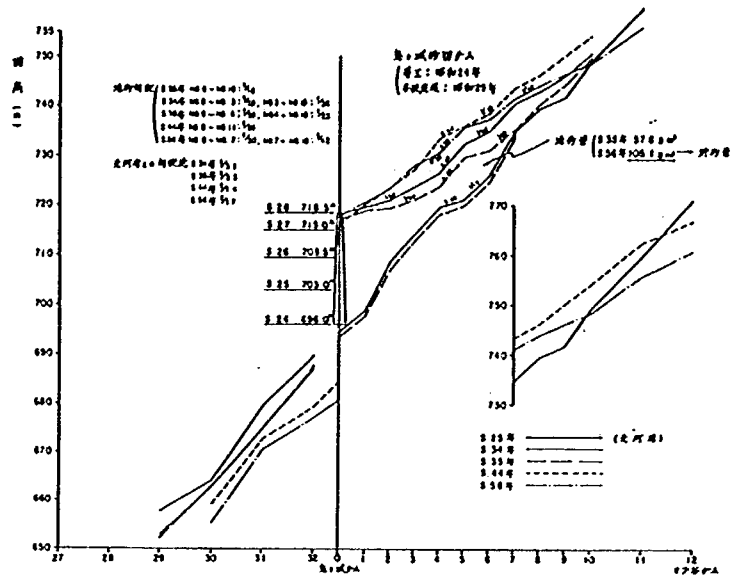


図 - 2 (4) 砂防ダム周辺最深河床縦断図

表 - 1

	堆砂量 (万 m³)	堆砂分配		元河床との分配比	
		27.7 ^k 下流	27.7 ^k 上流	27.7 ^k 下流	27.7 ^k 上流
T. 13 年	—	1/39	1/39	—	—
S. 14 年	(27.0 ^k ~ 28.9 ^k) 301	1/230	1/43	1/5.9	1/1.1
S. 19 年	(' ~ 29.0 ^k) 413	1/104	1/51	1/2.7	1/1.3
S. 27 年	(' ~ 29.0 ^k) 552	1/80	1/51	1/2.1	1/1.3
S. 44 年	(' ~ 31.0 ^k) 902	1/65	1/51	1/1.7	1/1.3
S. 56 年	(' ~ 30.4 ^k) 713	1/73	1/56	1/1.9	1/1.4

表 - 2

ダム名	年度	堆砂量 (万 m³)	堆砂分配	元河床との分配比
瀬戸蔵砂防ダム	S. 28 年	—	1/26	—
	S. 44 年	(NO.0 ~ NO.6) 47	1/31	1/1.2
	S. 55 年	(NO.0 ~ NO.6) 27	1/38	1/1.5
天馬砂防ダム	S. 45 年	—	1/26	—
	S. 51 年	(タ上 ~ NO.25) 55	1/54	1/2.1
	S. 53 年	(タ上 ~ NO.26) 60	1/50	1/1.9
	S. 56 年	(タ上 ~ NO.26) 55	1/53	1/2.0
鬼ヶ城砂防ダム	S. 25 年	—	1/18	—
	S. 34 年	(NO.0 ~ NO.10) 69	1/55	1/3.1
	S. 35 年	(NO.0 ~ NO.7) 58	1/59	1/3.3
	S. 44 年	(NO.0 ~ カ谷下) 111	1/26	1/1.4
	S. 56 年	(NO.0 ~ NO.10) 105	1/30	1/1.7

2) 貯砂量，調節量の算出

貯砂量は満砂後の安定状態に於ける堆砂量，調節量は貯砂量より上部の容量とされるが，実際には，満砂後の安定状態が幾通りも表われどこを基準としたら良いかの判断が難しいことから貯砂量，調節量を次のように定義して算出した。

(図-3)

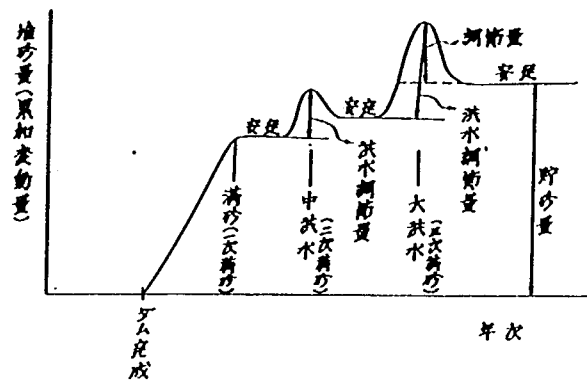


図-3 貯砂量，調節量の模式図

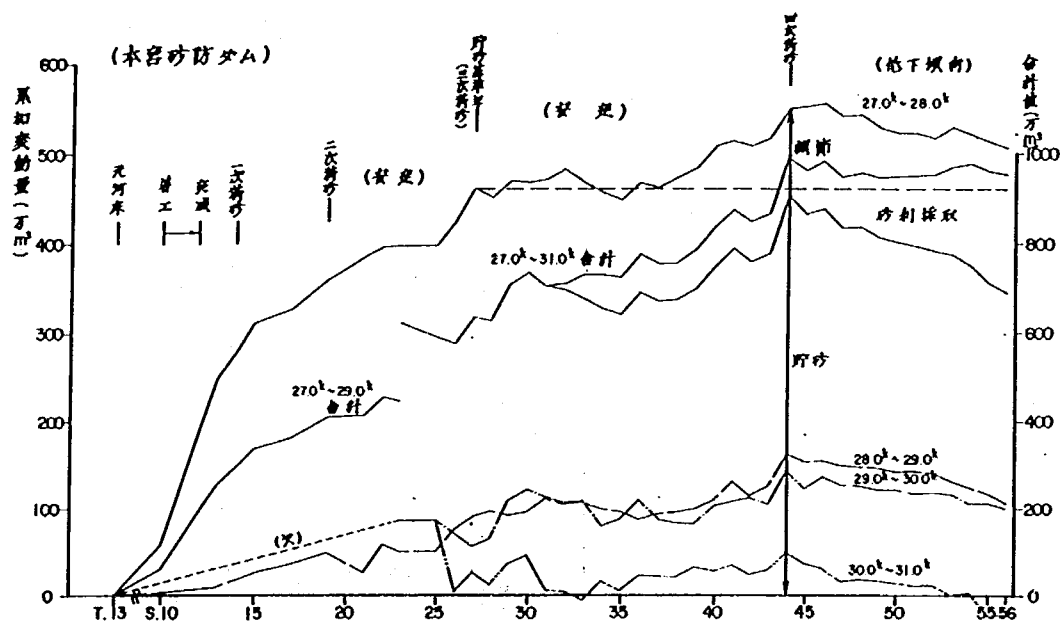


図-4 砂防ダム周辺累加変動量

表-3

ダム名	本 宮	瀬 戸 蔵	天 蔭	鹿ヶ城
ダム高(m)	22.0	10.5	21.0	25.0
流域面積(km²)	193.1	173.8	122.3	107.9
既存の計画貯砂量(万m³)	500	17	48	50
元河床	年度 T.13年	S.28年	S.45年	S.25年
勾配	1/39	1/26	1/26	1/18
貯砂基準年	S.27年	S.55年	S.51年	S.56年
貯砂区間	27.0 ^k ~29.0 ^k 2004m	NO.0~NO.3 600m	ダム~NO.25 890m	NO.0~NO.10 1000m
貯砂面積(ha)	74.5	12.7	14.3	11.8
貯砂量(万m³)	552	27	55	105
貯砂勾配	1/60	1/38	1/54	1/30
元河床との勾配比	1/2.1	1/1.5	1/2.1	1/1.7

各，砂防ダムの堆砂形態より最も最近の安定河床年（貯砂基準年）を選出して，貯砂量，貯砂勾配を求めると表-3のようになった。また，洪水調節量，調節量は表-4のようになる。

表 - 4 洪水調節量及び調節量

ダム		水			瀬戸蔵			天馬			鹿ヶ城								
元河床		T. 13			S. 28			S. 45			S. 25								
水調節量		S. 12			S. 38 + S. 37			S. 47			S. 28								
一次調節		S. 14			S. 44			S. 51			S. 34								
貯砂量(%)		S. 27			S. 55			S. 51			S. 56								
貯砂量(%)		551.6			26.8			54.9			105.1								
年度	項目	洪水調節量 (前年からの変動量)			調節量 (貯砂率との差)			洪水調節量 (前年からの変動量)			調節量 (貯砂率との差)			洪水調節量 (前年からの変動量)			調節量 (貯砂率との差)		
		区間	土量 (%)	貯砂率 (%)	区間	土量 (%)	貯砂率 (%)	区間	土量 (%)	貯砂率 (%)	区間	土量 (%)	貯砂率 (%)	区間	土量 (%)	貯砂率 (%)	区間	土量 (%)	貯砂率 (%)
S. 15	欠	270 ^k ~ 290 ^k	41.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 19	欠	—	47.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 22	欠	—	40.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 27	285	—	50.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 29	64	270 ^k ~ 310 ^k	79.8	270 ^k ~ 308 ^k	75.1	13.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 30	129	270 ^k ~ 306 ^k	31.4	270 ^k ~ 308 ^k	105.3	19.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 36	207	270 ^k ~ 310 ^k	48.8	—	61.9	11.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 39	430	270 ^k ~ 308 ^k	29.5	—	72.1	13.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 40	289	270 ^k ~ 298 ^k	54.2	—	123.6	22.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 41	154	270 ^k ~ 310 ^k	39.3	—	161.0	29.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 42	213	(270 ^k ~ 310 ^k)	29.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 43	130	270 ^k ~ 310 ^k	18.5	270 ^k ~ 308 ^k	152.2	27.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 44	609	—	123.5	270 ^k ~ 308 ^k	271.0	49.1	NO.0 ~ NO.12	72.6	NO.0 ~ NO.12	81.7	304.9	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 47	165	(270 ^k ~ 310 ^k)	42.7	—	—	—	(NO.0 ~ NO.6)	(-6.5)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 49	170	—	22.6	—	—	—	NO.0 ~ NO.4	1.1	NO.0 ~ NO.4	3.6	13.4	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 51	198	—	-9.6	—	—	—	(NO.0 ~ NO.6)	(-4.5)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 52	140	—	(-9.5)	—	—	—	()	(-0.9)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 53	263	—	(-9.1)	—	—	—	()	(-0.1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. 54	—	—	22.3	—	—	—	NO.0 ~ NO.6	3.3	NO.0 ~ NO.6	2.3	8.6	(NO.0 ~ NO.26)	(-1.4)	—	—	—	—	—	—
S. 56	—	—	(2.0)	—	—	—	(NO.0 ~ NO.6)	(-4.5)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

以上の調査結果によると本宮、天馬の両ダムの貯砂量は計画貯砂量に近い値となっているが、いづれのダムも計画貯砂勾配比との関係を図-5、図-6に示したが、一般に元河床勾配がきつければ貯砂勾配比が大きくなる事が知られているが、同図には、こうした傾向が表われている。この中で天馬ダムの貯砂勾配比が比較的小さいのは、同ダムが大出水を経験していない為で、大出水後は、1/2.1より大きくなると思われる。また、瀬戸蔵ダムの貯砂勾配比が小さいが、これはダム高が低い事と、本川と称名川の合流点で水流が複雑である事に原因があると考えられる。

次に調節量では最大値が天馬ダムで、S 53年他のダムは、S 44年であるが、その量は各ダム貯砂量の24~304%（瀬戸蔵を除く3ダムの平均は、36%）に上る。また、調節量の平均値は13~108%（同20%）である。

3) 変動要因の検討

図-7、図-8に示されたように各要因の中では平均川幅、堆砂延長、堆砂面積といった貯砂域

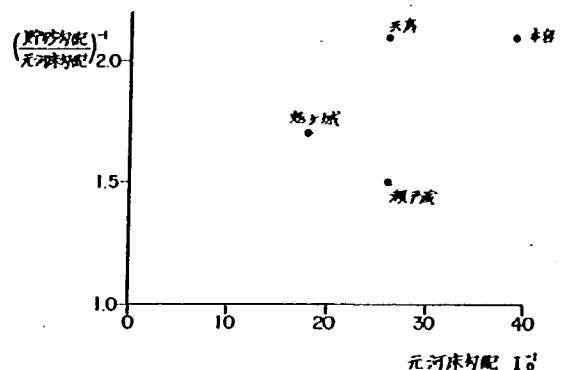


図-5 元河床勾配と河床勾配比の関係

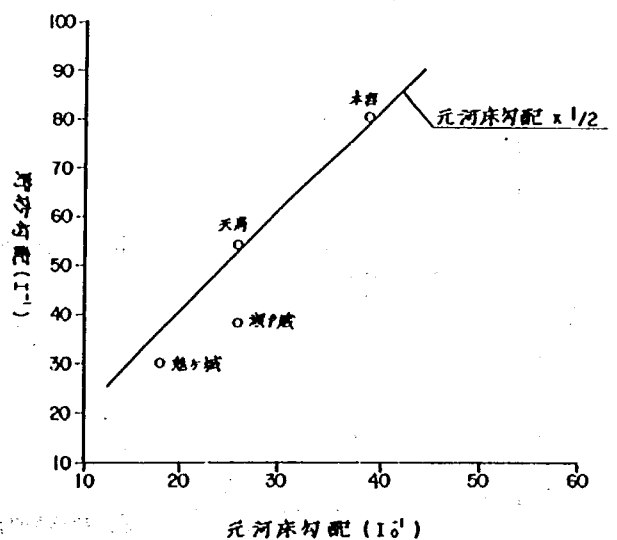


図-6 元河床勾配との関係

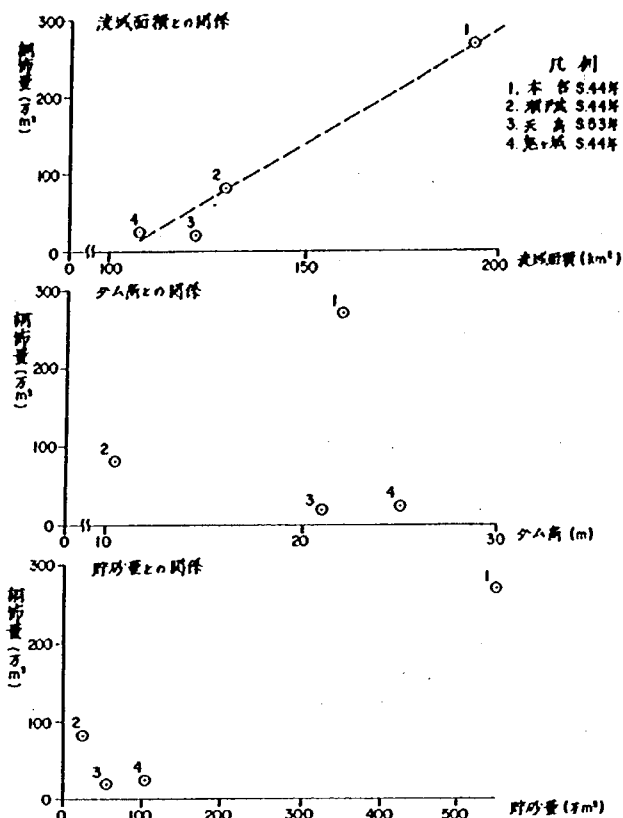


図-7(1) 最大調節量と地形要因との関係

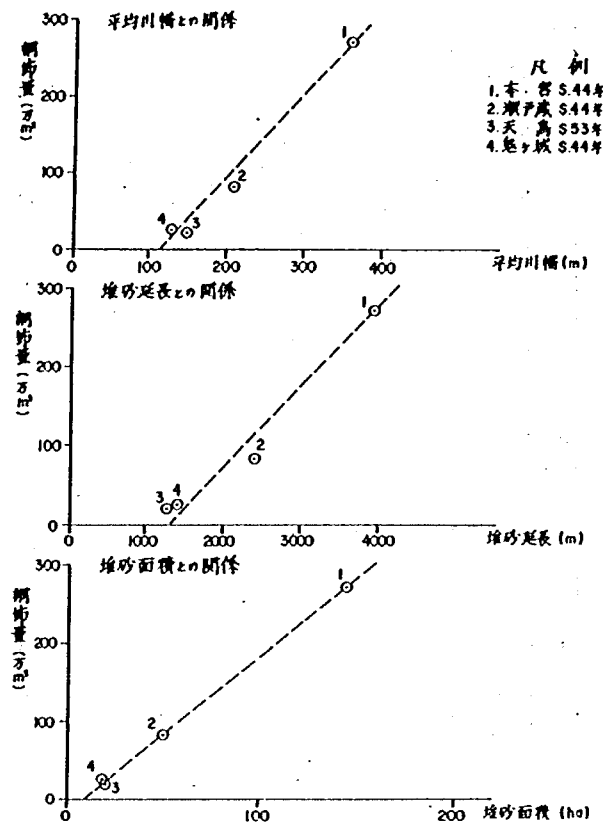


図-7(2) 最水調節量と地形要因との関係

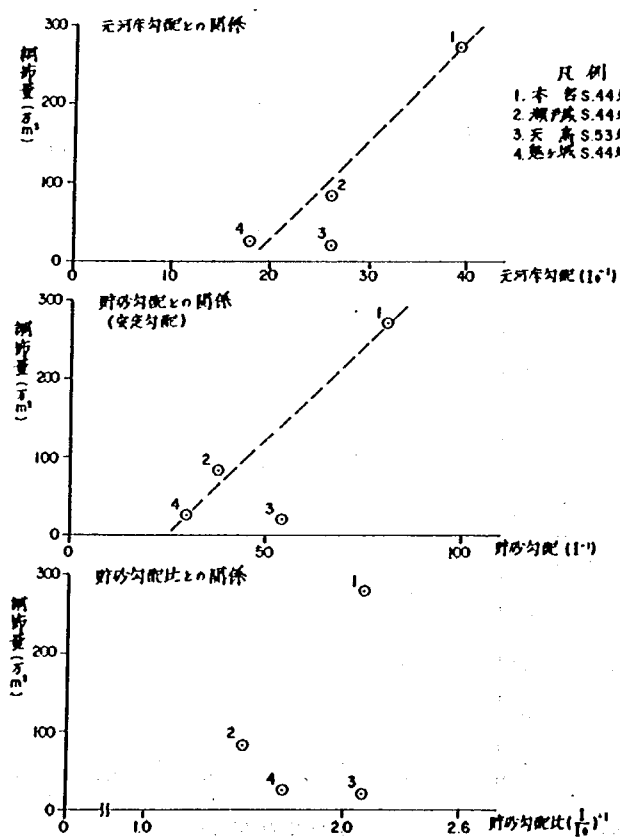


図-7(3) 最大調節量と地形要因との関係

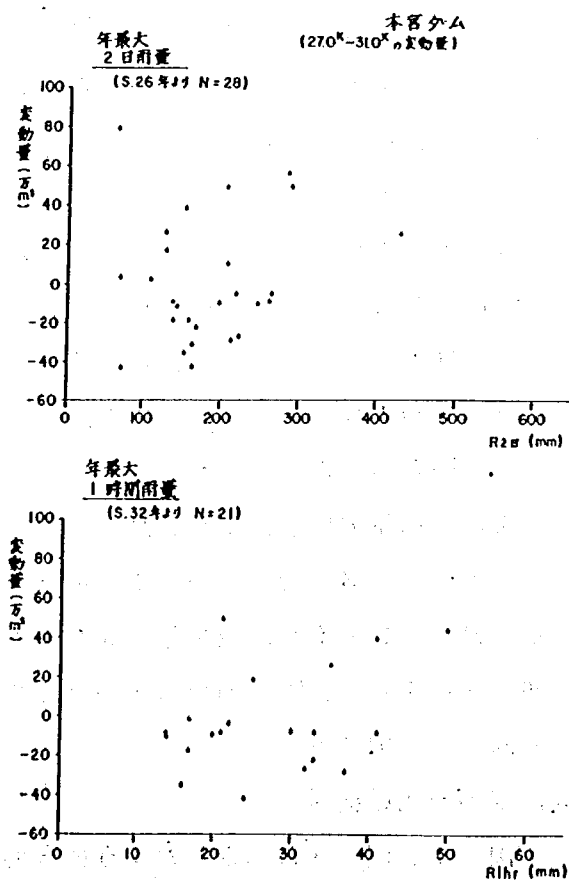


図-8 降雨量と変動量との関係

次の流域面積、元河床勾配、貯砂勾配との関係もまずまずであるが、これらの要因は、例えば流域面積が大きくなれば、通常河道規模も大きくなるといったように上記河道形状要因と深く関連しており、したがって、相関性が高くなる事は当然考えられる。なお各要因との相関図で、天鳥ダムの点が、直接関係よりはずれているものがいくつか見られるがこれは同ダムの洪水履歴が他3ダムと相違するためで、この先幾度かの洪水を経れば、より相関は、良好な方へ動く事が予想される。

次に降雨量と変動量との関係は2日雨量、1時間雨量いずれの場合も降雨が大きい程堆積（すなわち調節）も増える傾向が見られるが、その相関性は、さほど良くはない。これは1年間にわたる変動の結果を、その期間内のひとつの雨量で表現している事による誤差が原因と考えられる。

ダム上流の60%粒径の推

移を図-9に示したが、これによるとダム上流の60%粒径は、次第に小さくなってきており砂防施設建設の大局的な効果と見る事ができる。

一般にダム築造後は、勾配がゆるくなるため細粒化されると言われるが、データ数の点からダム単独では、こうした効果を明確にする事は、できない。

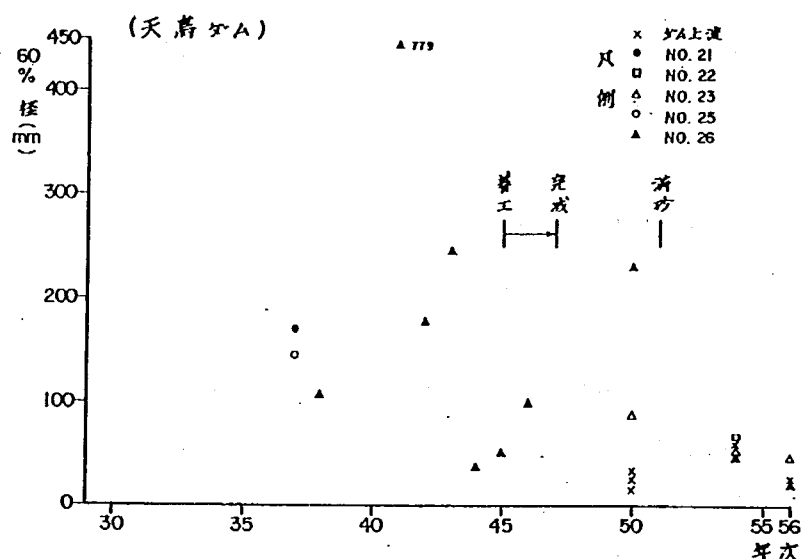


図-9 ダム上流60%粒径の推移

なお、既往最大の昭和44年出水後は、全地点で粒径が、急激に小さくなっており、洪水直後は、細粒化する事が、明白である。

この洪水後、若干粒径が、増大するのは、フルイ分け作用と考えられる。

3. ま と め

砂防ダムの効果のうち特に、調節量は、洪水時の瞬時の土砂を一時貯留し、中洪水で、フラッシュされる性質がある事が、本調査を通して確認された。

しかし今回は、4基のダムを調査したにすぎず、今後は、ダムの下流の洗掘状況などを含む水系全体としての効果を、調査する必要があると同時に、全国的なデータを集収すれば、さらに良い成果が、得られるものと思われる。

黒部川総合土砂管理調査

黒部工事事務所 調査係長 青木 義男

1. はじめに

治水関係事業として、河川、砂防、ダム事業があるが、事業相互の調整が必要な課題として、土砂問題があげられる。河川の上流においては、土砂災害の防止のため古くから土砂の扞止、調節を目的とした砂防事業が実施され、また、その下流において治水利水の各ダムが設けられ、各々の目的にあった効果を発揮しているが、付随的に下流河道への土砂流出が抑制され、貯水池内では土砂堆積、下流河道では河床低下という問題が起こっている。

この調査では、流域で生産される土砂が時間的、空間的にどのような挙動を経て流送され、そのような機構で堆積、洗掘現象を河道に発生させ、海域に流出するかという一連の現象をモデル化し計画論に反映するために、既往の文献、調査、観測資料をもとに、土砂の生産、支溪流における土砂の流出・貯留機構、本川ダム、砂防ダムの土砂貯留特性、主要支川、本川などにおける河床変動特性などを検討し、現況での土砂動態解析を行ったものである。

2. 黒部川流域における土砂動態の概要

黒部川の山地流域 484 km^2 （黒部ダム下流）には、昭和53年調査で約 4,200 カ所、 10.1 km^2 （流域の 2.1%）の崩壊地が分布しており、下流部への流送土砂量は多く、山地より下流部では典型的な扇状地河川を呈している。

崩壊した土砂は、1/100 という超急流河川であるため一気に本川を流下し下流部へ押し流され、過去数多くの災害を発生させてきた。この対策として古くから砂防事業の必要性が叫ばれ、昭和36年度から直轄による砂防事業が行なわれ、現在も土砂災害防止のため鋭意努力が払われている。

また、山地流域は降水量が豊富で河川勾配が急なこと等から古くから電源開発がなされ、現在は黒四発電所をはじめとする15ヶ所に発電所が設置され、そのうち愛本上流には9カ所（宇奈月より上流7カ所）があり、発電のための取水ダム（高さ15m以上）としては、黒部ダム、小屋平ダム、仙人ダムがある。その中でも黒部ダムは最上流に位置し、流域面積

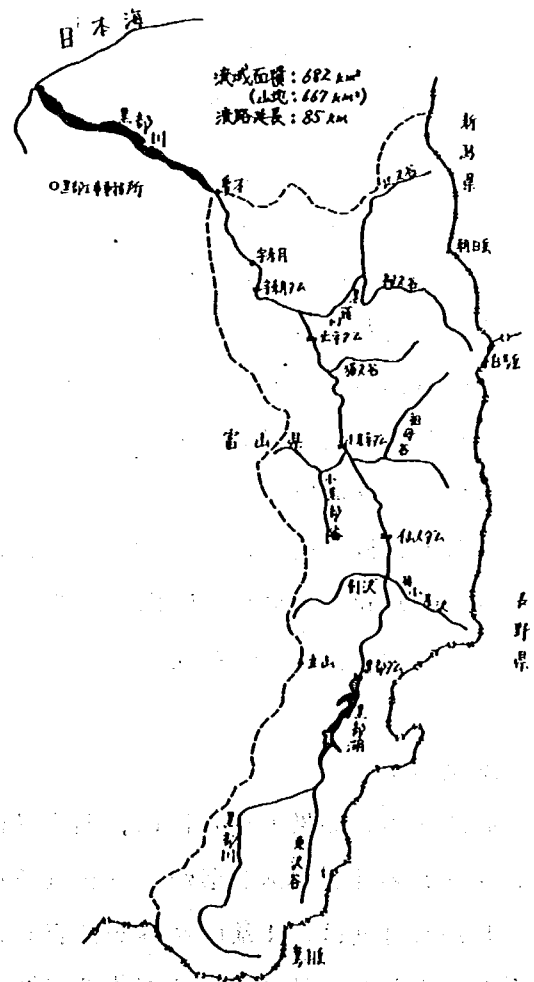


図-1 黒部川流域図

183.4 km² (全流域の1/4) を占め排砂設備を有していないため、ダム上流で崩壊した土砂はすべて遮断されている。更に、下流部(直轄管理区間)では、昭和38年から建設資材用の砂利採取が始まり最盛期には年間約70万m³採取しており、55年までの採取量は約8,000千m³にも及んでいる。

以上のようなことより、愛本より下流部の扇状地河道において昭和38年頃から河床低下の兆しが見られ、昭和55年まで平均河床高で約2 m程度の河床低下が起きている。また現在、直轄宇奈月ダム(H=97m)及び関電出平ダム(H=76.7m)の2ダムが本川に建設中であり、両ダムとも排砂設備を有しているが下流河床に及ぼす影響が多大であると思われる。

2.1 土砂生産機構

黒部川流域には、洪積世末の氷期に雪氷の営力によって生産されて崖錐性の堆積物が豊富に存在しており、これらの堆積物は、崩壊に対してきわめて免疫性に乏しく、莫大量の土砂の供給源となっている。また、昭和44年8月出水における黒部湖への流入土砂量に関する調査結果からは、ダム湖およびその上流部に流入堆積した土砂の約9割程度は、溪床等に堆積していた土砂によるものであることが明らかにされており、長年月にわたり溪床に堆積した土砂が、豪雨時に一気に流出したことを物語っている。

さらに、最近の不帰谷の土砂生産機構調査結果によると、崩壊地の中でも侵食量に大きな相違があることが明らかとなり、黒部川流域の土砂生産は、次のような三種の機構に分類できることがわかった。これは、豪雨時の新規・拡大崩壊によるもの、地すべり性の大規模な崩壊地における内部崩壊によるもの(H=36.57 cm/年)、および一般の表層はく離型の崩壊地における侵蝕によるもの(H=2.7 cm/年)である。不归谷の調査結果によると、日雨量100mm前後の降雨によって、莫大な土砂が生産され堆積しており、地すべり性の大崩壊地からの生産土砂は、黒部川流域の土砂生産に大きな比重を占めていると考えられる。

2.2 土砂流出機構

不归谷では、土石流は年に数回程度発生しており、これまでの調査結果によると、時間10数mm以上の降雨で土石流が発生している。侵食土砂の堆積につれ、土石流は周期的に発生しており、土砂輸送能力が極めて大きい土石流による土砂の押し出しは、崩壊侵食量の約50%にも及んでいる。支溪流の土砂流出機構は、昭和44年8月のような豪雨を引き金として、多量の崩壊残土および溪床堆積土砂等を伴って、支川や、本川へ土砂を流送するものと考えられる。

2.3 本川及び支川の河道変道

愛本～宇奈月間の広い河道地形に代表されるように、河道内の土砂の流送は、水理量の他に、河道の平面形状や、満砂後のダムの有無などによって、強く影響を受けている、同区間は、昭和44年8月の洪水時に約71万m³の土砂を調節し、その後6年にわたって、貯留した土砂を下流へ流送しつづけている。

図-2にみられるように河道地形および人為的工作物に規定されて、土砂を調節する区間と、上流河道から供給される土砂をそのまま下流へ流送する通過帯との2つの土砂流送形態に、河道は分類できる。また、堆積区間は周期的な変動を示している。

2.4 ダム上流の河床変動

すでに満砂の状態にある本川系のダムにおける土砂量の変動をみると、昭和44年8月の豪雨時のような場合には、一時に多量の土砂を調節堆砂し、数ヶ年をかけてこれを下流へ流送している。中小洪水時には、ダム上流部で堆砂は、あまり進まず、ほぼ上流からの土砂供給量を、そのまま下流へ流送しており、土砂調節効果は認められない。

また、砂防ダムでも同じような変動を示している。

3. 黒部川流域の土砂動態モデルの基本的考え方

黒部川流域における土砂の動態を考えると、流域斜面における土砂生産域、生産された土砂の主要支川・本川河道への流送を受けもつ土砂流出域、および主要支川・本川における土砂流送を受けもつ、土砂流送域の3種が基本構成をなすことがわかる。これらのそれぞれの土砂輸送過程で、堆積、洗掘が行われている。これを基本とし、砂防ダム、及び本川ダム等の土砂調節効果を取り入れることによって、当流域の土砂動態を表現することが可能となり、土砂動態の基本的な概念を、土砂タンクで表現することを検討した。これら土砂動態モデルの基本的な構成を示したものが図-3である。これは、土砂生産、土砂流出、土砂流送、砂防ダム、本川ダムの合計5種のサブモデルによって、流域の土砂動態を考えてゆくものであり、各サブモデルの考え方、特徴的な点を示すと以下の通りである。

3.1 土砂生産サブモデル

このサブモデルは、土砂の生産、堆積域として流域斜面及び、その直下の堆積地に当

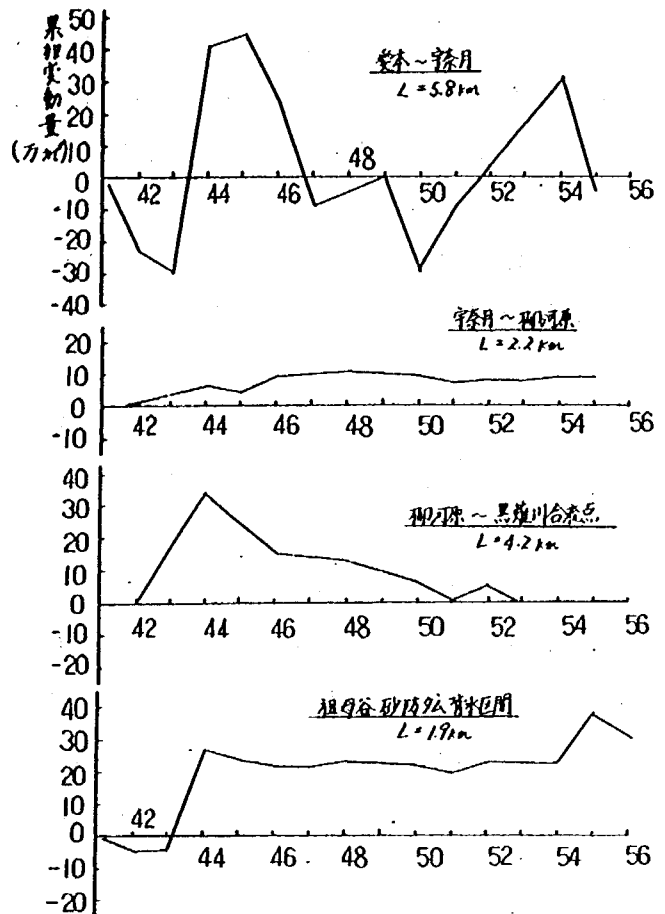


図-2 河道区間の河床変動状況

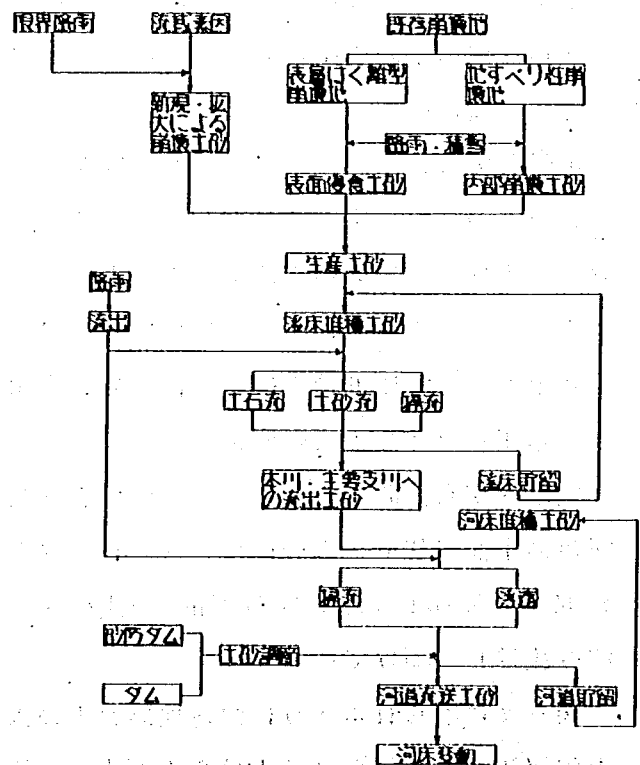


図-3 黒部川土砂動態モデル概念図

るものである。この土砂生産域では図-3の3種の生産土砂形態がとられ、新規 拡大崩壊地は、次の生産土砂の発生時には、表面侵食の生ずる対象域に組み込まれる。この生産域では、支溪流の土砂輸送能力を超えるものが、累積し堆積する過程も考えられている。

3.2 土砂流出サブモデル

このサブモデルは、土砂の生産地から主要支川や本川へ土砂を流出させる支溪流に相当するものである。このサブモデルでは、地形勾配と水理条件に応じて、土石流、土砂流、掃流の3つの土砂輸送形態を考えることとした。図-4に示すような方法により土砂輸送能力に相当する土砂量を下流へ供給してゆくものである。

3.3 土砂流送サブモデル

本川河道のように主として河道の水理条件に応じて、流出域より供給された土砂を受け、河道内で、掃流および浮遊の流送

形態をとりながら、土砂を流送する河道部に相当する。このサブモデルの1単位は河道の地形条件、河床勾配等を考慮し、数 km 程度の区間を考えることとした。

河道の土砂流送サブモデルにおける河床変動計算では各ブロック毎に交換層厚（ここでは最大粒径の3倍相当の1.5mを設定）、河道容積を考えた河床材料の粒度調整を考えることとした。

3.4 砂防調節サブモデル

主要支川における大型砂防ダムの土砂調節効果を表現するモデルであり、ダム背水区間の堆砂勾配の変化と堆積土砂量のバランスをモデル化し、土砂調節効果を表現するものである。基本的には、土砂流送サブモデルと同様の計算手順をとるものとする。

3.5 ダム調節サブモデル

本川系の既設ダムの土砂調節効果を表現するモデルであり、機能的には、土砂流送サブモデルで記した方法と同様の方法をとる。

3.6 黒部川流域の土砂動態の追跡系統

流域の崩壊地の分布、支溪流などの水路網、及び土砂流出の実態を考慮して、黒部ダム下流より愛本までの流域を図-5に示す68の土砂生産域、43の流出域、35の流送域よりなる土砂動態の追跡系統を作成した。

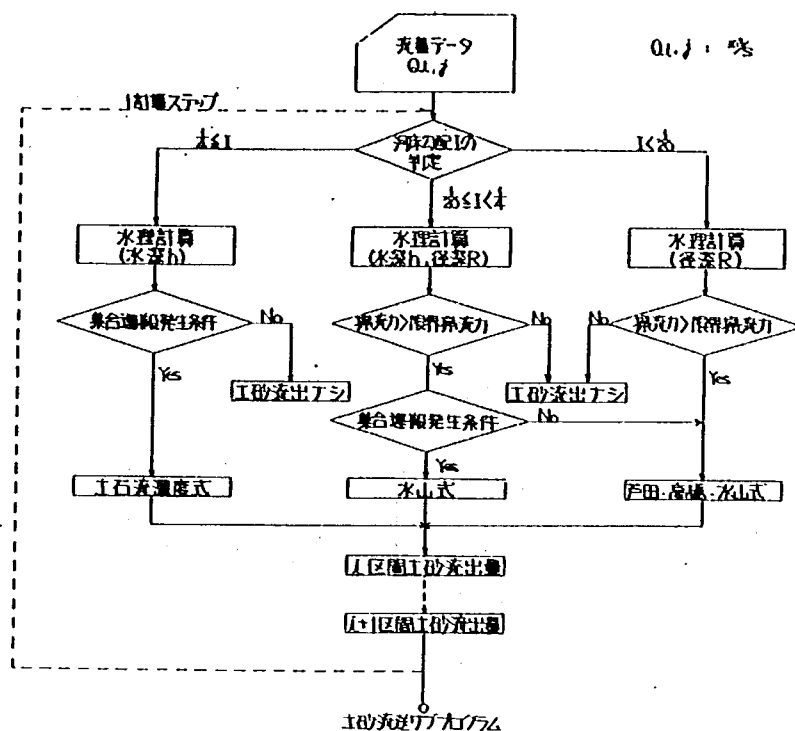


図-4 土砂流出サブモデル計算フロー

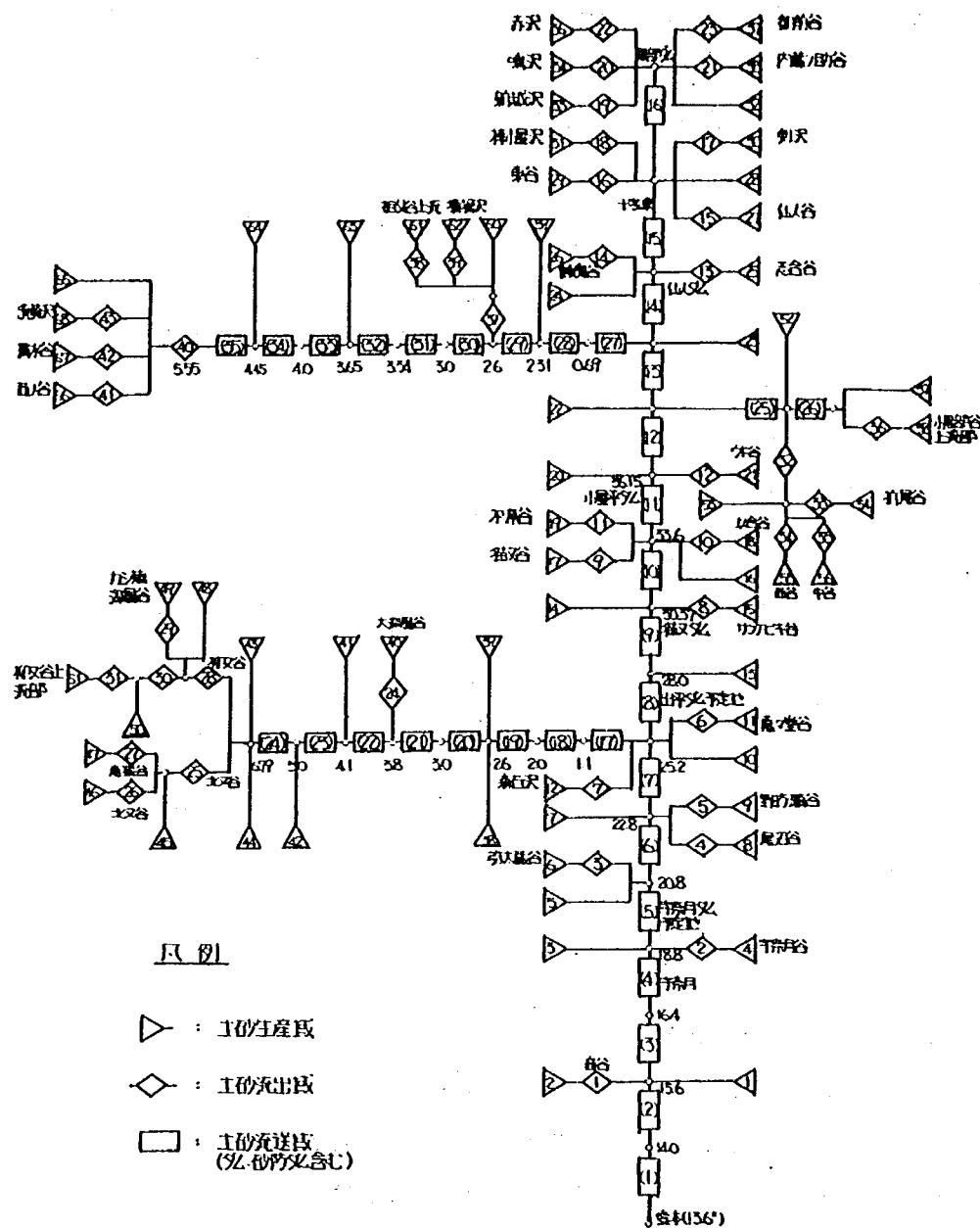


図 - 5 黒部川土砂動態追跡系統図

4. まとめ

生産土砂，流出土流，河床変動等土砂の移動に関する既往の資料及び測量成果を整備解析し，黒部川流域における土砂移動の特性及び機構を把握した。また，黒部川土砂動態シミュレーションモデル作成の一段階としてモデルの全体構想を検討し，全体構想に基づく各個別モデルの構成を現況把握の成果を踏まえて検討を行い，水系一貫した現況土砂動態シミュレーションモデルを作成した。今後は基本量把握の困難さなどがあるが，個々のモデルを更に詳細につめ全体の精度を高めていきたいと考えている。

ワサビ田影響調査

沼津工奉事務所 設計係長 関 勲

1. まえがき

静岡県は全国でも屈指のワサビ産出県である。そのうちでも伊豆地方は、栽培面積で県全体の70%を占め、全国最大の産地となっている。狩野川上流部に位置する地蔵堂川で、砂防ダム建設に伴うワサビ田への影響を調査、予測し、必要な対応策を検討するとともに、今後同様の工事を行う際の影響調査のマニュアルを作成しようとするものである。

2. ワサビの生育条件

ワサビの栽培の適、不適を決める環境要素、ワサビの生育を左右する環境要素には、生育温度、水質、日照などがある。

ワサビの環境要素			ワサビの生育条件
生育温度	気温	年平均気温	13 ~ 15°C
		最高気温	28 ~ 30°C をしばしば越えないこと
		最低気温	- 3°C 以上
	水温	適 温	8 ~ 18°C
		最適水温	12 ~ 13°C
水質	無機成分		窒素, リン酸, カリが一定量含まれる
	PH		微酸性~微アルカリ性
	DO		9.5 ~ 9.8 ppm 以上
その他	水量		10 アール当り 18 ℓ/S が基準
	日照		一般には 40 ~ 60 % 遮光を行う
	森林		広い面積の森林が必要

3. 環境影響評価項目の設定

環境影響要因とワサビ田の環境要素との係わり合いを要因要素マトリックスによって検討し、環境評価項目を抽出した。

環境項目	環境影響要因
S S 濁 度	伐開整地, 水替工, 材料調整, 掘削, ずり処理 コンクリート打設, 切盛土
D O 水 温 地下水	伐開整地, ダムの共用後 伐開整地, ダムの共用後 掘削
森 林	伐開整地, 運搬, 掘削, 切盛土, 構造物 ダム共用後の道路とダム

4. 現状調査

ワサビの生育にとって最も重要であると思われる水温と濁りについて地蔵堂川で現状調査を行った。また、地蔵堂川のワサビ栽培地域上流に砂防ダムを設置した場合の下流への影響を調査するため、既設砂防ダム（満砂ダム、半満砂ダム、未満砂ダム）の3つを選び、それぞれのダムの上流と下流とで水温や濁度の変化を測定した。

調 査 結 果 表

調査年月日 調査地点		第 1 回 (8月)				第2回(10月)		第3回(10月)		第4回(1月)
		水 温 (℃)	pH	濁 度 (ppm)	SS (ppm)	濁 度 (ppm)	SS (ppm)	水 温 (℃)	pH	水 温 (℃)
地蔵堂川	st. 1	15.4	6.8	1.0	0.1	1.7	2.4	11.7	7.0	6.5
	st. 2	15.2	7.0	1.6	0.8	2.3	4.8	11.8	7.0	5.8
	st. 3	17.6	7.0	1.4	0.2	3.4	7.2	12.6	7.0	8.1
	st. 4	17.4	7.2	2.4	1.6	9.0	19.6	13.0	7.0	7.5
	st. 5	16.7	6.8	3.0	0.2	22.8	56.6	13.2	7.1	7.9
管引川	管引第6流入前	15.2	7.0	1.2	0.4	15.2	57.0	12.0	7.0	7.1
	湛水池 (主堤・副堤の間)	16.4	-	-	-	-	-	12.1	7.0	7.2
	管引第6直下流	16.7	7.2	1.6	0.6	14.7	52.0	12.1	7.0	7.1
	管引第4流入前	19.8	7.1	1.6	2.3	21.4	78.8	12.4	7.0	7.1
	湛水池	20.2	-	-	-	-	-	12.9	7.0	7.0
	管引第4直下流	20.3	7.2	1.8	1.7	15.7	53.6	12.9	7.0	7.0
冷小川	冷小第2流入前	19.9	7.0	2.7	0.5	3.8	11.4	14.8	6.9	8.8
	湛水池	26.7	-	-	-	-	-	15.4	6.8	8.2
	冷小第2直下流	24.4	7.1	5.2	4.1	12.8	23.0	14.6	7.0	7.8

5. 砂防施設施工に伴う影響予測

ワサビの栽培・生育に係る環境要素のうち、砂防ダムの建設によって影響を受けると考えられるものは、水温、DO、濁度、SS、地下水などである。

1) 水温

砂防ダムの建設によって水たたきや湛水池に水が貯留された場合、夏期には1～5℃程度の水温上昇、冬期には0.1～1℃程度の水温の降下が予想される。

2) DO

水温によってその含有量が変化するから、砂防ダムの建設によって夏の水温が上昇した場合、DOが減少することも予想される。

3) 濁度、SS

砂防ダムが建設された場合、湛水池における沈殿作用によって濁度やSSの濃度が減少することや、微生物の繁殖や底質の舞い上がりによる増加、その他工事時の濁水の発生等が考えられる。

4) 地下水

砂防ダムの建設によって地下水脈が切断され、下流側の湧水が枯渇することが考えられる。

6. 対策工法の検討

1) 工事中

本川の水をバイパスさせるか沈澱池を作り処理する方法等があるが、地蔵堂第3砂防ダムでは、沈澱池によって処理することとした。

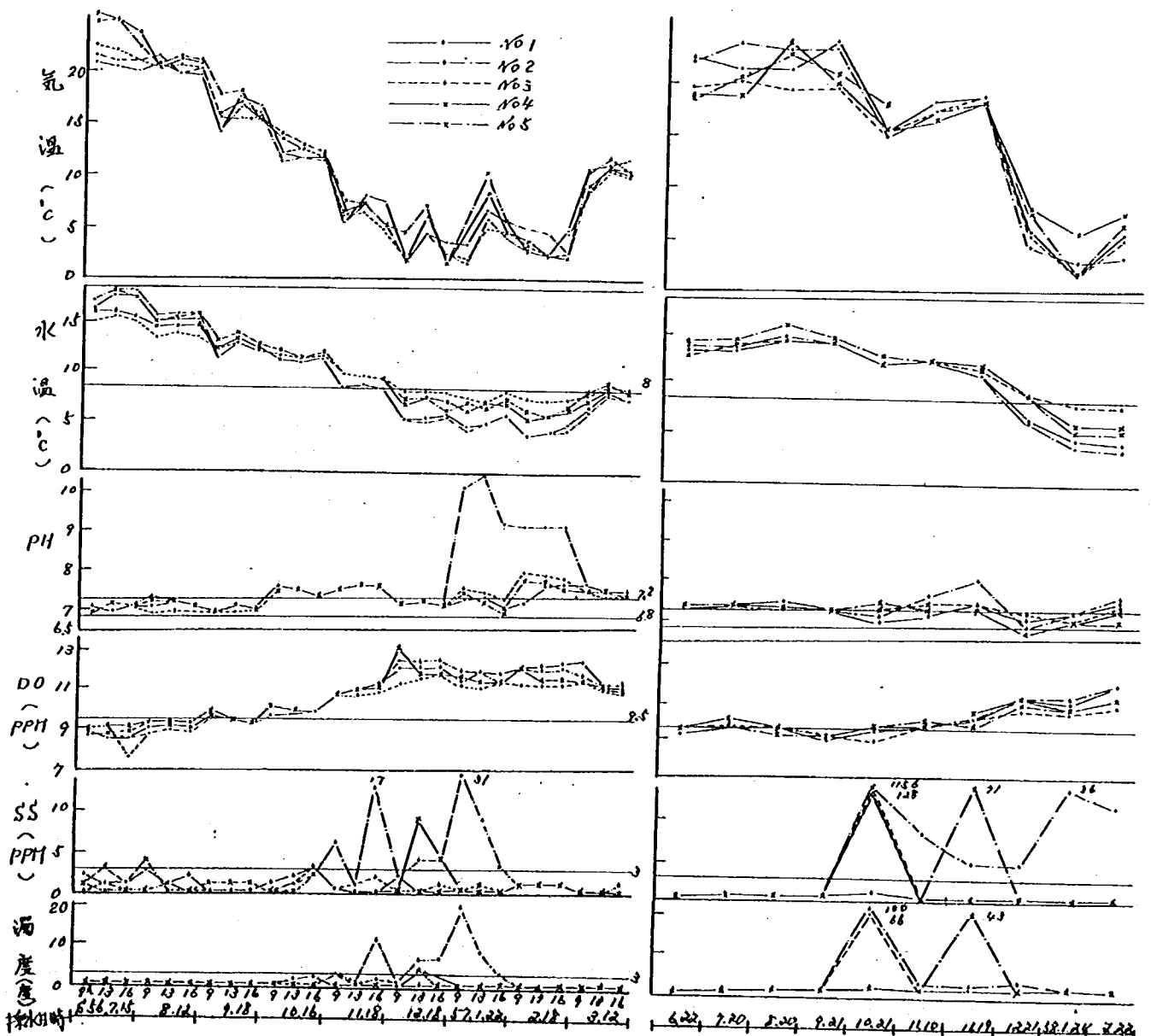
2) 完成後

水温、濁度、SSの変化は、すべてダムの水の貯留に起因しているのでスリットダムのような水を貯めない工法を採用するか、一部分であれば遮光ネットのような簡単な方法も考えられる。

7. 地蔵堂第3砂防ダム施行中における水質調査

1) 水流調査

地蔵堂第3砂防ダムはS56年度に着手したのでワサビ田に影響を与えると思われる水質について調査した。調査は気温、水温、PH、DO、SS、濁度の6項目について毎月1回の定期観測



測を濁水の発生が予想される掘削時やコンクリート洗浄時に臨時観測を行った。S 57年度も同様の方法で調査した。

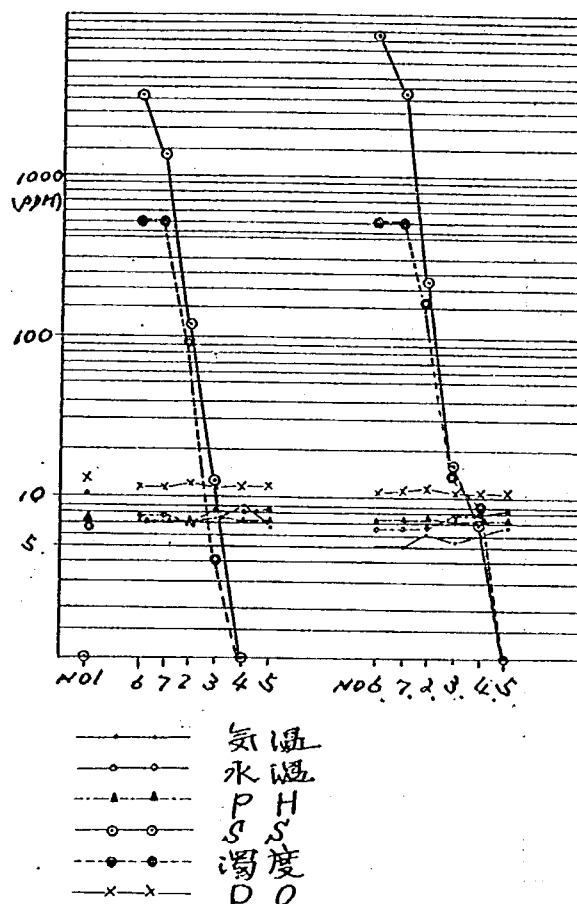
2) 沈澱池効果

施工時に設置した沈澱池の効果はどの程度のものか把握するため、人工的に濁水を発生させて観測した。その結果原水 3,141 ppm と 6,398 ppm の濁水が沈澱池より流出する時点で約50%の除去率であった。PO, PH等についてはSSと関係なく同じような値で流下している。

8. 今後の調査計画

地藏堂第3砂防ダムの工事期間中は下流のワサビ田に影響を与えないよう注意するとともに継続して観測して行く必要がある。沈澱池の効果が低下した場合は凝集剤等を使用し処理すれば問題はないと思われる。また砂防ダムの完成後は水温の上昇DOの減少等が考えられるが、完成後も調査を継続して行ない、その結果によって対応策を検討する必要がある。

水質測定結果

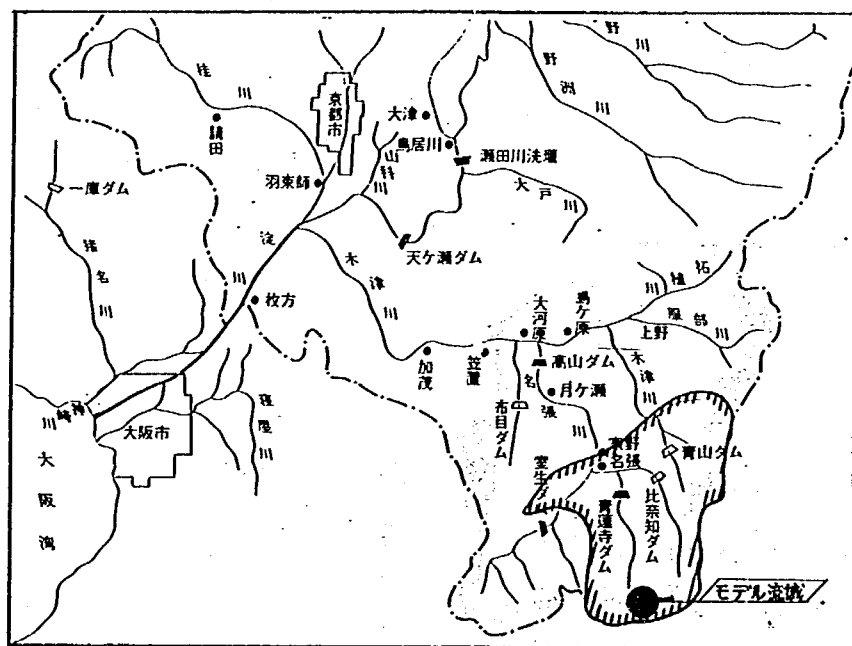


砂防施設とその効果に関する研究

近畿地方建設局木津川上流工事事務所 大槻佐伯

1. 流域の概要

当木津川は近畿、中部圏のほぼ中央部に位置し、流れは淀川水系の最上流域で淀川三大支川の内、最も警戒すべき暴れ川である。その流域は紀伊半島の最多雨地帯山系と背中合わせになっており、内陸盆地特有の気象で寒暖の差が激しく前線、台風の常襲地帯であると同時に、地質については脆弱な花崗質岩類、室生火山噴出地帯であり昭和34年伊勢湾台風では未曾有の災害が発生した。



そのため、淀川水系工事实施基本計画の一環として高山、青蓮寺、室生の各ダムが築造され、比奈知、川上、布目ダムの調査あるいは建設が進められている。

また、管内の土石流危険渓流は226渓流で、そこに住む人は約1万人に及ぶほか流域内では宅地開発が進み、名張市の人口増加率は全国的にみても上位にあり、現在、同市青山町でも宅地造成など約3,300 haの開発計画が進められている。

2. 目的

青蓮寺ダム上流100 km²の内、花崗質岩類地帯は約1/3の34.5 km²を占めており、これより流出する土砂量は全体の80%にも及び、下流青蓮寺ダムに流出しているが、その堆砂実績は計画堆砂量の1.5～1.8倍に達し、これらの諸条件を配慮するとダム堆砂対策の必要があり、砂防施設による対策が最も現実的である。

そこで、モデル流域の土砂動態を上下流一貫して追跡調査を行い、掃流形態卓越と、土石流発生及び待受の意味からも、渓流斜面の不安定土砂の状態をチェックしておくことが必要であり、モデル流域内の生産流出許容土砂量の実態把握と計画流出土砂量を水文資料と併せて検討し、砂防施設の機能とその効果を明確にせんとするものである。

3. 調査概要

昭和57年度は戦後伊勢湾台風に次ぐ大出水となった10号台風により、かなりの土砂生産を生じ

流出モデル、土砂移動モデルならびに流砂量式の適用について貴重な資料が得られた。

表-1 伊勢湾台風とS57年10号台風比較

出水名 観測所名	伊勢湾台風	10 号 台 風
諸 量	岩 端	土 屋 原
総 雨 量	645 mm	540mm
最大時間雨量	104 mm/hr	52mm/hr

(1) 降雨量, 流量

図-3 昭和57年10号台風出水

表-2 昭和54年9月以降の代表出水

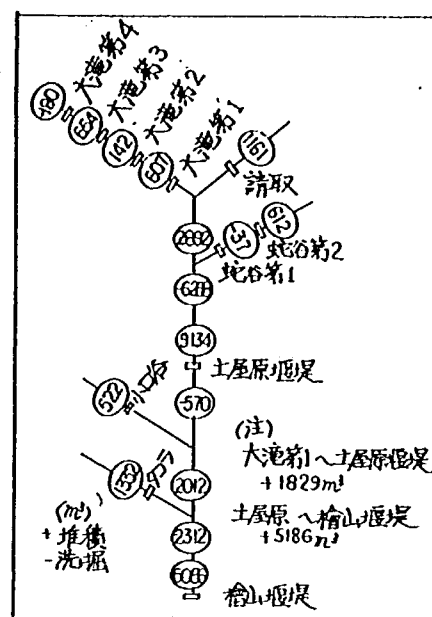
出 水 名	総 雨 量	ピーク流量
S. 54. 10. 18	266.8mm	60.7m ³ /S
55. 9. 10	259.7	26.8
56. 10. 8	120.0	21.2
57. 7. 31	540.0	93.9
57. 8. 26	171.8	24.1
57. 9. 11	160.0	28.5
57. 9. 24	128.5	27.9

(注) ピーク流量は開運橋地区

(2) 土砂収支

10号台風出水による土砂の動きを縦横断測量成果や後述の土砂移動計算結果等より整理すると図-4のような土砂収支であった。この図に示すように対象区間の上流域や支川より30,212

以上のように流出土砂量が約 $3,000 \text{ m}^3/\text{km}^2$ と伊勢湾台風時に比べて少ないのは、降雨特性のうち崩壊土砂量を左右する最大時間雨量が小さいこと、並びに流域の植生が当時より数段に改善されてきたためと推定される。



5. 各シミュレーションモデルによる10号台風の出水解析

山地小流域を対象とした降雨→流量交換モデルは大流域を対象とした場合のように降雨損失過程，流出過程が種々の地目や河道条件等を平滑化したような大まかな流出交換モデルでは，うまく流出現象を説明できない。これは対象

流域が小さいほど各流出過程の細部について充分反映したモデルでなければならないことによる。そこで流出過程を水理学的に追跡できるモデルとして等価粗度を用いることとした。

まず降雨量を有効雨量に変換する有効雨量モデルでは累加雨量～累加損失雨量の関係及び初期損失雨量～先行降雨量（A・P・I）について既往出水の降雨も含めて調べた結果、図-5～3のように初期損失雨量と先行降雨量では、2グループに分かれた相関がみられ降雨波形や規模等について今後検討する必要がある。

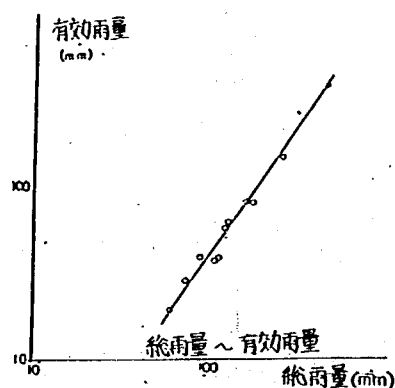


图 - 5 ~ 1

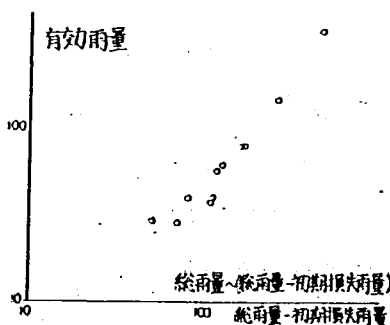


圖-5~2

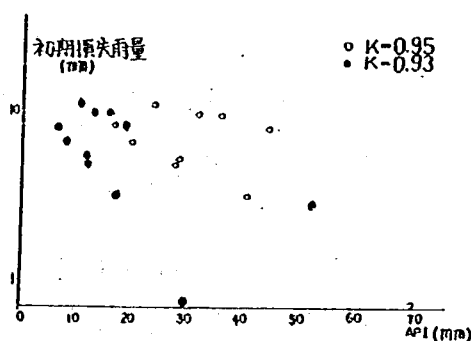


図 - 5 ~ 3

一方、累加雨量～累加損失雨量の關係は良好な相関がみられた。

次に流出変換モデルについては、表面流を対象とした取扱いでは等価粗度 $N = 2 \sim 5$ と過大になり、表面流とした物理的な意味が乏しくなったため、中間流を前提に愛媛大学小川先生が提唱されている Water - Pathモデルを用いて（表面流 $P = 0.6$ ，Water - Path $P = 0.45$ ）

10号台風及び昭和54年9月出水の定数検証を行った結果、図-6~1及び6~2に示すように

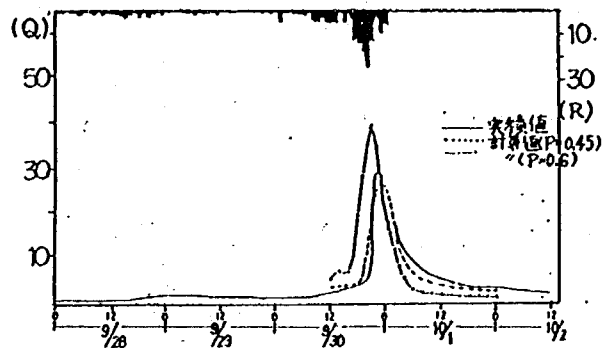


図-6-1 昭和54年9月出水

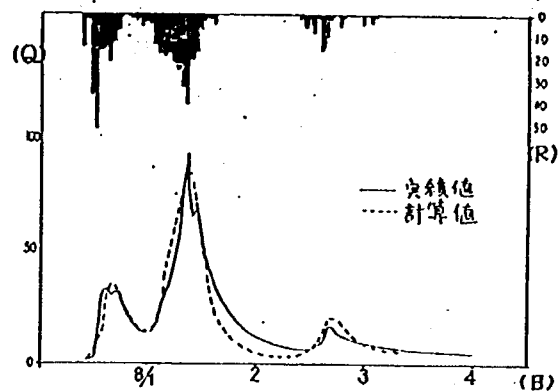


図-6-2 昭和57年10号台風

実績流量を充分反映していると判断できる。

(2) 土砂移動モデル

4.(2)に示したように台風10号による詳細な土砂収支が把握できたが、土砂の移動モデルによってこの土砂収支を検証し流砂量式の適用について検討した。

土砂移動モデルは土砂生産域と土砂輸送域に分けて、それぞれ土砂生産モデル、土砂輸送モデルを作成する必要があるが今回は特に輸送域での流砂量式適用について調べたものである。

対象河道は河床勾配 $1/20 \sim 1/50$ であり土砂輸送が掃流形態と判断されるため山地河川の式を使用し、また、実績との検証は等流計算により水理量を求め、これから計算される流砂量に定数 k を乗じることによって実施した。なお、変動巾はレジーム理論より $B = 3\sqrt{Q}$ を用いて制限した。

また、対象区間の支川から流入する流砂量は未満砂の土屋原堰堤堆砂実績及び河道堆積土砂量を用いて、支川出口の河道条件ならびに流量から求まる計算流砂量を補正している。さらに初期河床の不安定土砂量は、洗掘をうけた箇所においては洗掘量に見合う土量を不安定土砂量として与え、その他は零としている。

一方、堰堤堆砂区間の取扱いは未満砂堰堤では下流へ流出しないものとし、満砂堰堤では流砂量式による計算値に補正係数 k を乗じて実績値と合致させている。

検証計算結果を図-7、補正係数を表-3に示す。

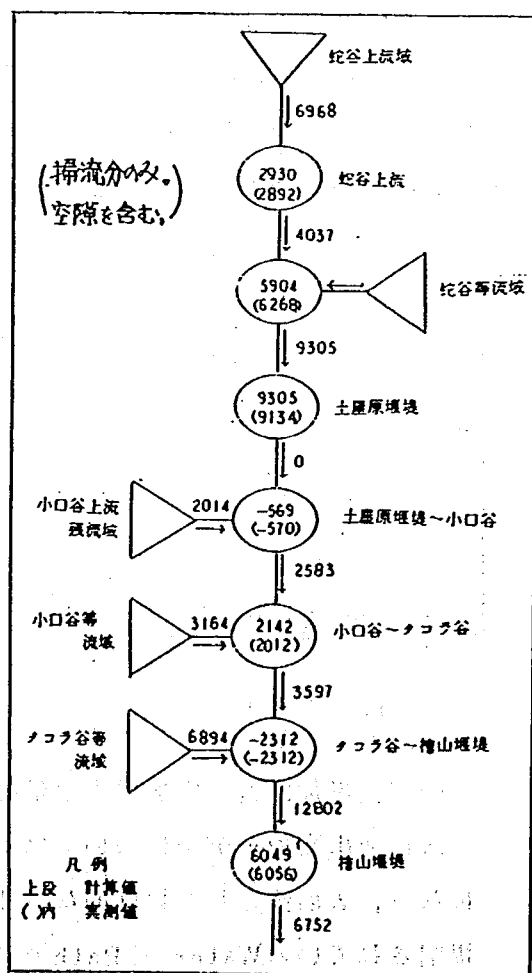


図-7 10号台風土砂移動計算結果

6. 計画規模（伊勢湾台風）降雨での予測

(1) 流量の予測

5.(1)で述べた有効雨量モデル、流出変換モデルを用いて昭和34年伊勢湾台風の実積降雨をもとに流出計算を行った結果、図-8に示すようにピーク流量は $Q=151\text{m}^3/\text{S}$ とのぼるものと推定される。

(2) 土砂収支の予測

5.(2)の土砂移動モデルにより初期河道残土を零として土砂収支の予測を行った結果が図-9であるが、これによると各支川から合計約 $31,000\text{m}^3$ の流入土砂があり、堰堤、河道に合わせて約 $21,000\text{m}^3$ ほど堆積し、残り $10,000\text{m}^3$ が桧山堰堤下流へ流下したことになる。

しかしながら、この土砂移動計算では初期河道残土を考慮していないほか、支川出口の河床勾配も詳細な測量に基づいたものではない。さらに溪岸浸食や溪岸崩壊により直接河道に流入する土砂が含まれていないなどの問題があるが、なによりも台風10号に対しての検証例のいわゆる外挿となり、土砂生産、輸送過程については掃流区間のみを対象としたモデルの適用には問題が残る。これ等の事情により、桧山堰堤流下量は過小な値と評価される。

7. むすび

台風10号は前述のようにモデル流域で総雨量 540mm 、最大時間雨量 52mm/hr の降雨をもたらしたが当流域での新規崩壊はあまり見られなかった。しかし、その他管内では新規の崩壊箇所が点在し、幸い人身事故には至らなかったものの一部で田畑の埋没や家屋の倒壊が発生しており、昭和54年以降モデル流域に設けられた水理水文観測所を主体とした観測資料や既往の調査検討資料、あるいは今後の調査などデータの蓄積を踏まえて検討、補足を進め治水砂防、土石流対策、貯水池堆砂対策など種類の目的に合った砂防計画の立案に役立てたい。

表-3 補正係数 k

区 間	河床勾配	補正係数 (k)
大滝第1堰堤～蛇谷流入点	0.014	4.8
～土屋原堰堤	"	2.7
～小口谷流入点	0.013	0.72
～タコラ谷流入点	0.021	0.33
～桧山堰堤	0.033	0.52
桧山堰堤	0.008	3.5

(注) 支川出口の補正係数 k は全て 1.1

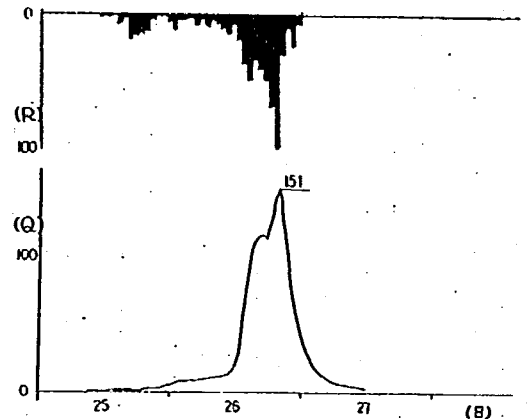


図-8 伊勢湾台風 予測流量

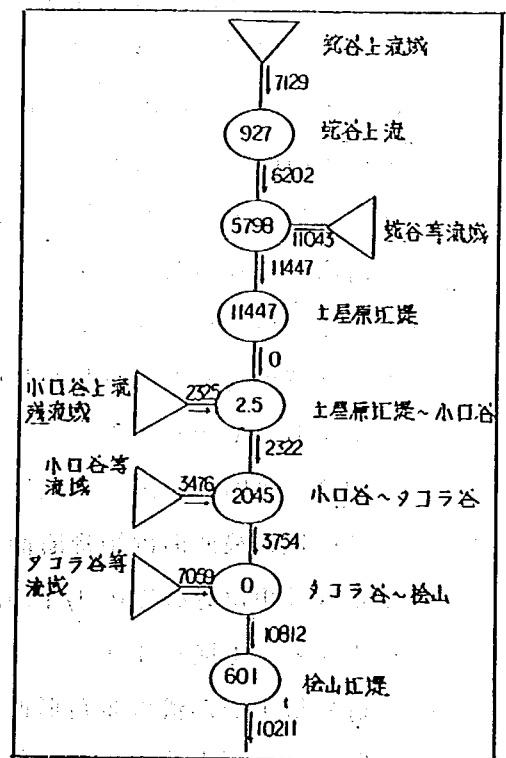


図-9 伊勢湾台風 土砂収支予測

重信川砂防設備機能調査

四国地方建設局

松山工事事務所 岡崎 健二

1. 調査目的

砂防設備の諸効果の評価及び構造上の安全性について検討し、砂防計画及び要対策箇所、の修繕の資料とするものである。

2. 調査方法

本調査の調査内容は大きく砂防設備効果調査と砂防設備機能調査に分けることができる。

2-1 砂防設備効果調査

砂防設備の効果としては、貯砂効果、調節効果、抑制土砂効果があげられ、それぞれの算定方法は以下のとおりである。

2-2-1 貯砂量の算定

貯砂量は貯砂面と元河床面で囲まれた区域を貯砂域とし、この貯砂域の土砂量を貯砂量とする。(図-1)

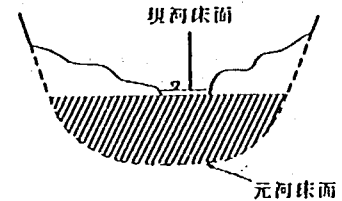


図-1

(イ) 貯砂勾配

貯砂勾配は、長期間に亘って観測された平均河床面を用いる必要があるが、本調査では、現河床面の縦断測量に基き、図-2に示すように、上下流の起伏を平均して、現河床面の縦断方向の勾配が明らかに変化している点を勾配変化点とし、この勾配変化点から堤体までの平均した河床面を貯砂面とする。

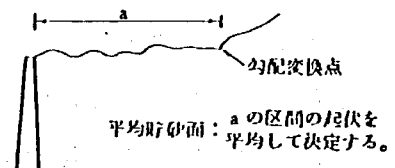


図-2

(ロ) 既存資料からダム施工位置の元河床勾配を求め、それが上下流の勾配と比較し著しい差がないことを確かめて決定する。(図-3)

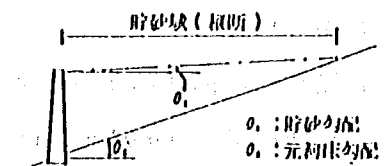
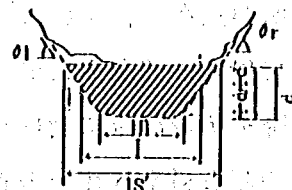


図-3

(ハ) 貯砂域横断面の矩形近似

貯砂域の横断面は矩形断面で近似し、平均貯砂巾は貯砂厚の1/4の高さの貯砂巾とする。(図-4)



01: 平均左岸頂斜
02: 平均右岸頂斜
1a: 最大貯砂巾
1: 平均貯砂巾
1b: 元河床巾
d: 貯砂厚

図-4

(ニ) 貯砂域平面形状の多角形近似

貯砂域の平均貯砂巾での平面形状をブロック分割し、多角形で近似し、各ブロック毎の面積を求める。(図-5)



(ホ) 貯砂量

前述した貯砂勾配及び元河床勾配より各ブロック分割位置での貯砂厚を求める。次いで各ブロック毎にそのブロックの上下流端での貯砂厚を平均し、先に求めたブロック毎の面積を乗じて、そのブロックの土砂量とし、各ブロック毎の総和を貯砂量とする。

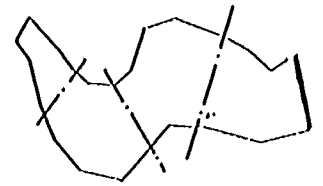


図 - 5

2-1-2 調節量の算定

調節量は河床より最も高い位置にある段丘伏堆積部の堆積と河床面で囲まれた区域を調節域とし、この調節域の土砂量を調節量とする。(図-6)

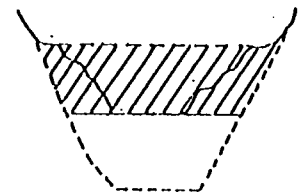


図 - 6

(イ) 調節勾配

段丘堆砂部の縦断測量の結果から、堤体の水通し天端と段丘堆砂部のピークを結ぶ面の勾配を平均し、この勾配を調節勾配とする。また調節域は、元河床面と調節面との交点あるいは堆砂部上流で元河床面とほぼ同一勾配を示す堆積部が存在する時は、この堆積面と調節面と交わる点を探め、堤体からこの位置までを調節域とする。(図-7)

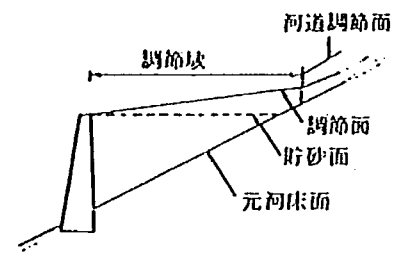
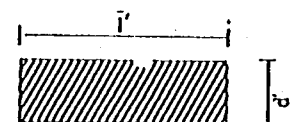
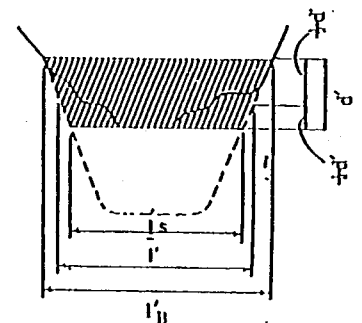


図 - 7

(ロ) 調節域横断面の矩形近似

調節域の横断面は矩形断面で近似し、平均調節巾は、調節厚の1/2の高さの調節巾とする。(図-8)



$\bar{r}$: 平均調節幅
 r_s : 最大貯砂幅
 r_m : 最大調節幅
 d : 調節厚

図 - 8

(ハ) 調節域平面形状の多角形近似及び調節量

前述“貯砂域平面形状の多角形近似”“貯砂量”に準じる。

2-1-3 抑制土砂量の算定

砂防ダム上流の堆砂により、河岸部で生産が抑制された土砂量を河岸抑制土砂量、河床部で生産が抑制された土砂量を河床抑制土砂量とする。(図-9)

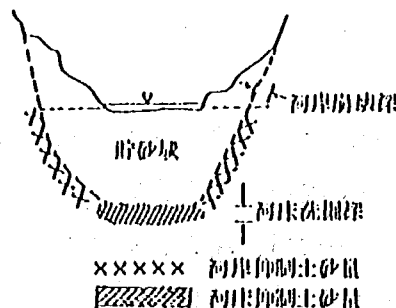


図 - 9

(1) 河岸抑制土砂量

(イ) 河岸延長

前述の貯砂域平面形状の多角形近似より各ブロック別に左右岸の延長を求める。

(ロ) 河岸崩壊深

本調査では、「昭和54年度重信川砂防基本計画調査業務委託報告書」の地質別崩壊深を河岸崩壊深とする。(表-1)

表 - 1

地 質	崩壊深
花崗岩・安成岩・安山岩・角閃岩	1.00 m
和泉砂岩	0.74 m

(ハ) 河岸斜面長

河岸斜面長は、図-10を参照に次式により求める。

平均河岸斜面長 (ℓ_y) = 貯砂厚 (d') $\times \operatorname{cosec} \theta(r, \ell)$

但し 平均河岸傾斜 $\theta(r, \ell)$, r ; 右岸, ℓ ; 左岸

(ニ) 河岸抑制土砂量

以上の結果より、次式で河岸抑制土砂量を算出する。

河岸抑制土砂量 = 河岸延長 $\times$ 河岸崩壊深 $\times$ 河岸斜面長

(2) 河床抑制土砂量

(イ) 河床面積

河床面積は、平均貯砂巾の比で求める。(図-11(1)(2))

(ロ) 河床洗掘深

本調査では「昭和54年度 重信川
砂防基本計画調査業務委託報告書」
の谷次数別堆積深を河床洗掘深とす
る。(表-2)

$$\text{河床面積} = \text{平均貯砂面積} \times \frac{\bar{l}' - l}{l} (\cot \theta_r + \cot \theta_l) \dots (11)$$

$\bar{l}'$: 平均貯砂巾 θ_r : 平均右岸傾斜
 d' : 貯砂厚 θ_l : 平均左岸傾斜

図-11(1)

(ハ) 河床抑制土砂量

以上の結果より、次式で河床抑制土砂量
を算出する。

河床抑制土砂量 = 河床面積 $\times$ 河床洗掘深

(3) 総抑制土砂量

総抑制土砂量 = 河岸抑制土砂量

+ 河床抑制土砂量

表-2

谷次数	堆積深
1次谷	2.25 m
2次谷	2.25 m
3次谷	3.00 m
4次谷	2.25 m
5次谷	2.25 m

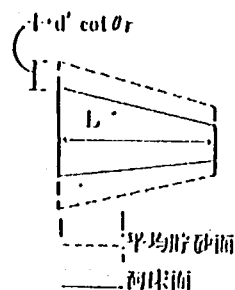


図-11(2)

2-2 砂防設備機能調査

重信川砂防管内の砂防設備について、破損状況等の堤体に重大な影響を与えると思われる項目について現地調査を実施する。また現地調査の結果及び既存資料を参考に、既存施設の機能について安定計算によりチェックする。

2-2-1 現地調査

重信川砂防管内の砂防設備(砂防ダム 基, 床固工 基, 流路工 箇所, 帯工 箇所について下記の項目について現地調査を実施する。

(イ) ダム工 床固工……破損, 洗掘, その他

(ロ) 流路工 帯工……洗掘, 破損, 亀裂

2-2-2 砂防設備機能調査

現地調査の結果及び既存資料を参考に、以下に述べる諸項目について検討する。

(イ) 水通し断面

現況の水通し断面流下可能量を砂防設計公式集編集委員会編「砂防設計公式集」(以下

公式集)により計算し、合理式で求めた計画高水流量と比較する。

(ロ) 水抜穴

堤体上下流の礫径と水抜穴の水平巾の 1/3 と比較する。

(ハ) 水叩工

「公式集」中の経験式により計算し水叩工の長さ、厚さを現況施設と比較する。

(ニ) 副ダムの位置と高さ

「公式集」中の経験式により計算し、現況施設と比較する。

(ホ) 天端幅

四国地建松山工事事務所では、土石流危険渓流に施工する天端巾を 2.5 m としているので、この 2.5 m と現況施設天端巾と比較する。

(ヘ) 安定計算

堤高 15 m 以上の設備及び土石流危険渓流に施工されている設備を対象とし、設計外力及び計算式は「公式集」による。

3. 調査結果

3-1 砂防設備効果調査

3-1-1 元河床勾配と調節効果率

満砂設備（堰堤工及び床固工）を対象に、地質、谷次数を考慮して、元河床勾配と調節効果率（調節量 / 貯砂量）の相関を求めた結果を表-3、図-12に示す。その結果あまり相関が高くない事がわかる。

表-3 元河床勾配および調節効果率の相関

条 件	共 分 数	相 関 係 数	一次回帰式 $y = ax + b$		目 的 値
			a	b	
全ての設備を対象	0.052	0.133	15.68	15.90	23
第3紀層の設備を除く	0.054	0.163	23.65	15.12	27
第3紀層・沖積層の設備を除く	0.077	0.231	33.67	14.03	24
3次谷にある設備を対象	0.102	0.402	43.81	9.17	19
4次谷	0.043	0.210	47.31	16.74	8
5次谷	-0.013	-0.200	-50.50	15.08	8

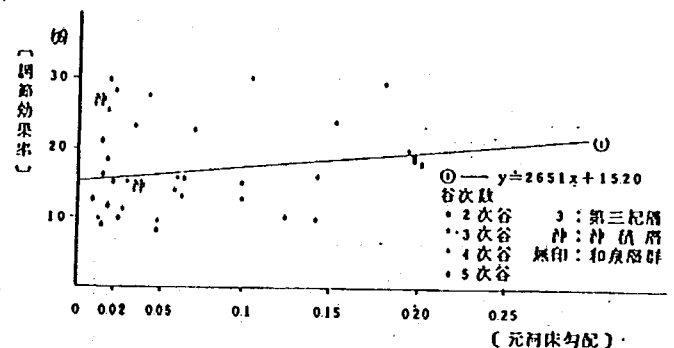


図-12

3-1-2 元河床勾配と貯砂勾配

元河床勾配の逆数と貯砂勾配の逆数の相関を満砂設備について、全資料、地質別、谷次数別に分けて求めた結果を表-4、図-13に示す。これによると全般的に相関係数が 0.8 近くの値を示している。谷次数別に見た場合、5次谷では(5)6の値を示す設備を除くと高い相関を示し、また3次谷では勾配 1/10未満で高い相関

表-4 元河床勾配の逆数と貯砂勾配の逆数の相関

条 件	共 分 数	相 関 係 数	一次回帰式 $y = ax + b$		目 的 値
			a	b	
全 体	812.75	0.79	2.50	1.38	23
和泉層群のみ	614.40	0.80	2.80	1.14	24
和泉層群+沖積層	788.05	0.77	2.57	1.01	23
5次谷 全 体	438.04	0.58	2.33	4.89	8
5次谷 同、6を除く	410.36	0.84	1.10	2.29	6
4次谷 全 体	548.03	0.70	3.20	-4.52	8
3次谷 全 体	39.129	0.63	0.99	18.30	10
3次谷 勾配 1/10以上	10.91	0.63	3.67	-3.49	7
3次谷 勾配 1/10未満	40.55	0.90	1.68	-0.17	3

を示している。

3-1-31 元河床勾配と調節勾配

元河床勾配の逆数と調節勾配の逆数の相関を満砂設備について、全資料、地質別、谷次数別に分けて求めた結果を表-5、図-14に示す。これによると元河床勾配と貯砂勾配の相関と同様に全般的に相関が高い。谷次数別にみた場合、5次谷、4次谷は0.9程度の相関を示し、また3次谷でも勾配1/10未満で高い相関を示している。

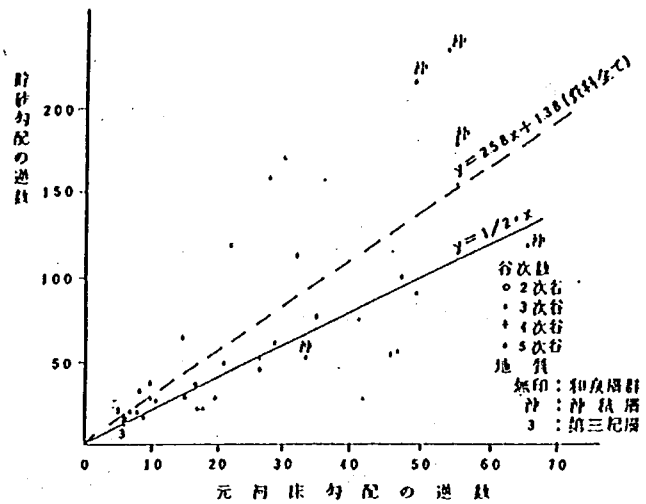


図-13

表-5 元河床勾配の逆数と調節勾配の逆数の相関

区 分	件 数	相 関 係 数	一次回帰式 $y = ax + b$		資料数
			a	b	
全 計	55240	0.92	1.74	1.95	29
地 質 別					
和歌山群の沖	35185	0.91	1.68	2.09	24
和歌山群+沖積層	53409	0.91	1.75	2.11	27
谷 次 数 別					
5 次 谷	28518	0.92	1.52	1.266	8
4 次 谷	31276	0.87	2.03	-1.59	8
3 次 谷	1111	-0.16	-0.18	21.41	10
勾配1/10以上	282	0.65	2.63	-0.86	7
勾配1/10未満	304	0.82	2.28	-2.63	3

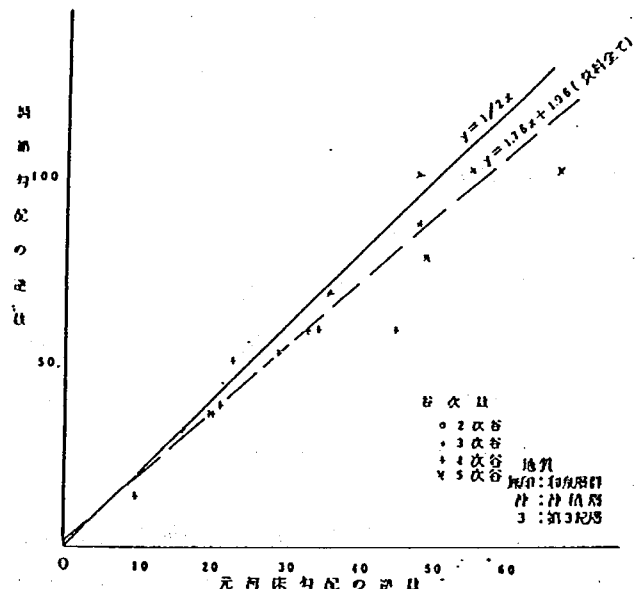


図-14

3-2 砂防設備機能調査

3-2-1 砂防設備機能調査

各種項目に対する基準満足度(%)を表-6に示すが基準を満足している施設はない。

表-6

検 討 項 目	水通し断面	水抜穴の水平巾	水叩工	副ダム	天端巾	安 定 計 算
基準満足度(%)	47	100	0	16	95	※100

地震時、洪水時に対しては、すべての施設に対して満足しているが、衝撃力 $30t/m^3$ 以上満足している施設は86%である。

3-3 計画効果量との比較

本調査で求めた貯砂量と計画貯砂量を貯砂量比(貯砂量比/計画貯砂量)により比較したのが表-7である。全般的に調査値が計画値に比べて小さい値を示している。

表-7

施設番号	貯砂量比(%)	施設番号	貯砂量比(%)	施設番号	貯砂量比(%)	施設番号	貯砂量比(%)	施設番号	貯砂量比(%)
1	46	13	54	25	51	37	159	49	46
2	34	14	37	26	108	38	183	50	70
3	23	15	48	27	106	39	48	51	37
4	63	16	63	28	37	40	186	52	102
5	66	17	61	29	45	41	87	53	99
6	79	18	132	30	56	42	187	54	60
7	26	19	70	31	86	43	44	55	113
8	27	20	59	32	66	44	125		
9	59	21	32	33	159	45	101		
10	23	22	58	34	36	46	77		
11	159	23	25	35	79	47	27		
12	65	24	24	36	73	48	85		

4. まとめ今後の問題点

2ヶ年に亘る調査の結果、元河床勾配の逆数と貯砂勾配の逆数及び元河床勾配の逆数と調節勾配の逆数の間で高い相関がみられた。また調節勾配、貯砂勾配ともにダムサイトの地質による影響は見られなかった。

今後の問題点として、さらに資料を収集し前述した結果を確認するとともに、元河床勾配の急な箇所ではこれらの相関がみられないのか等について検討を行う必要がある。

赤崎地すべり調査

飯豊山系砂防工事事務所 白石 吉信

1. 地すべり地の概要

赤崎地すべりは、新潟県東蒲原郡鹿瀬町(図-1参照)の西端に位置し、一級河川阿賀野川の右岸に聳立する赤崎山(371.9m)の南東向きに発達した約8°の緩斜面にあり、地すべり末端部は阿賀野川に突き出し、流れを阻害している。当地すべりの規模は、地すべり末端で幅約500m、斜面長が約1,000mに及び、末端部を底辺とした二等辺三角形形状を呈し、総面積約25万㎡に達する。地すべり地内は国鉄保安林であるが、主に広葉樹の雑木が繁茂している。

この地すべりが、発生したのは、おそらく数万年前的と思われるが国鉄が調べた文献によると、宝暦年間(1751年～1763年)であるということである。したがって宝暦元年(1751年)4月26日の高田大地震を契機に再活動が始まったと思われる。その後、一応安定状態に達したようであるが、明治20年(1887年)1月

20日夜半から急激な移動が始まり、3日間活動が続き、樹木に多大の被害を受けたといわれている。

国鉄は大正元年河岸から25m～70mの位置に磐越西線を開設した。以来、線路の変位は続いたようである。大正年間の記録は残っていないが、線路の変位にともない道床の補充、盛土、法面切土、暗渠水路の設置、補修などを行っている。

地すべり地及びその周辺の地質状況を図-2に示す。赤崎地すべりの北方及び東方4km付近には古生層が分布し、新第三紀層の基盤を成しており、これを新第三紀中新世の三河層、津川層が直接覆っている。当地すべりは津川層の分布域に位置し、地すべり地を構成する主な地質は、アルコーズ砂岩とそれに挟在される緑色凝灰岩よりなり、部分的に泥岩の薄層を挟む。また、石英粗面岩よりなる赤崎山とは断層で接し、赤崎山から供給された石英粗面岩の大小の転石が地すべり地を広く覆っている。地すべり末端部の露頭にみられる走向傾斜はN35°～60°E、NW22°～85°落ちの受け盤構造を呈している。その結果として、地すべり末端は盛上り現象が観察される。最近の大きな動きに対し、国鉄では道床材料の補充作業と軌道の移設を行っているが、国鉄の下方を通過している県道では無数の圧縮クラックが発生している。

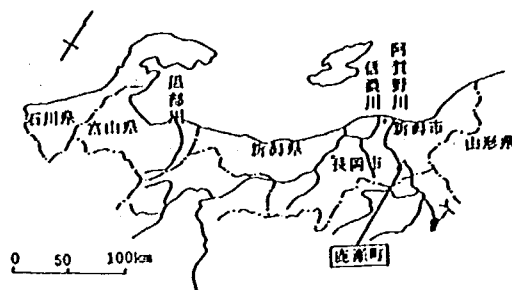


図-1 調査位置図

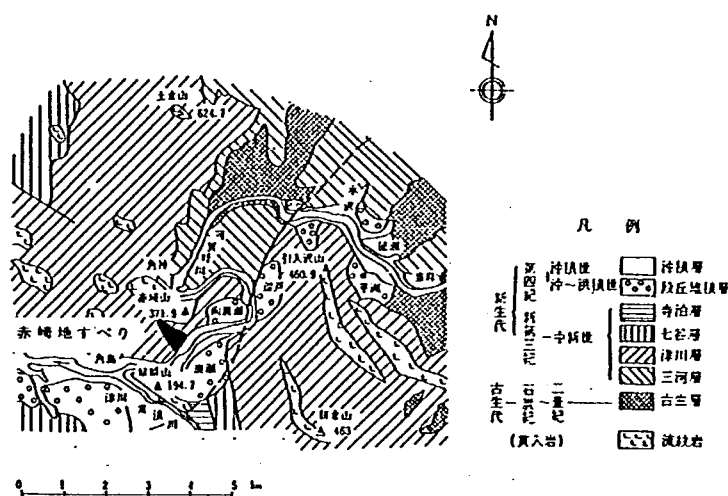


図-2 地すべり地周辺の地質

2. 調査方法及び内容

赤崎地すべりは、昭和56年度より直轄地すべり対策事業として新たに直轄施工区域に編入され、事業化が計られたものであり、本格的な調査は昭和56年度より開始された。

本調査は、地すべりの発生機構解明の為の資料の集積を行ない、対策工法及び工事数量を決定することを目的としている。

調査方法は、まず地すべり中央に主測線(B)を設定し、その両側に100m間隔でA、C、Dの副測線を設け、次に地すべり末端から地

すべり頭部にかけて100mピッチの横断測線を設け、各測線の交点及び測線を基本にボーリング調査、土質調査、すべり面調査、地盤変動調査、地下水調査を進めることとした。

ボーリング調査は、地すべりの主測線(B)と、それに直交する③ 測線及び地すべり末端部について実施した。

土質調査は地すべり末端に露出する凝灰岩を採取し、スラリー試料による残留強度試験、物理試験を実施した。また、地すべりのほぼ中央に位置するBV56-5のコアについても物理試験を実施した。

すべり面調査はボーリング掘進時の孔内状況、コア状態、それに計器観測により行いすべり面を決定した。

地盤変動調査は地すべりの範囲、ブロック分けを実施するために、傾斜計の設置、測量等を実施した。

地下水調査は、地下水の平面的な流下経路や水質及び水位変動の観測等を実施した。

表-1は調査方法と調査項目及び数量を示す。

調査位置は図-3の平面図に示す。

表-1 調査総括表

諸調査	調査手法	数量	備考
ボーリング調査	ロータリーボーリング	13本 (L=615.5M)	
土質調査	残留強度試験 物理試験	1式 #	スラリー
すべり面調査	孔内傾斜計 すべり面検知器 多層移動計	3ヶ所 2# 2#	
地盤変動調査	地盤傾斜計 見通しグイ測量 河床岩測量 縦方向移動計 観測帯設置	7ヶ所 6測線 1式 8ヶ所 1744M	
地下水調査	地下水追跡 地下水分析 地下水位観測	1式 # 5ヶ所	
工事関係	工事用道路	601M	B=4.0M

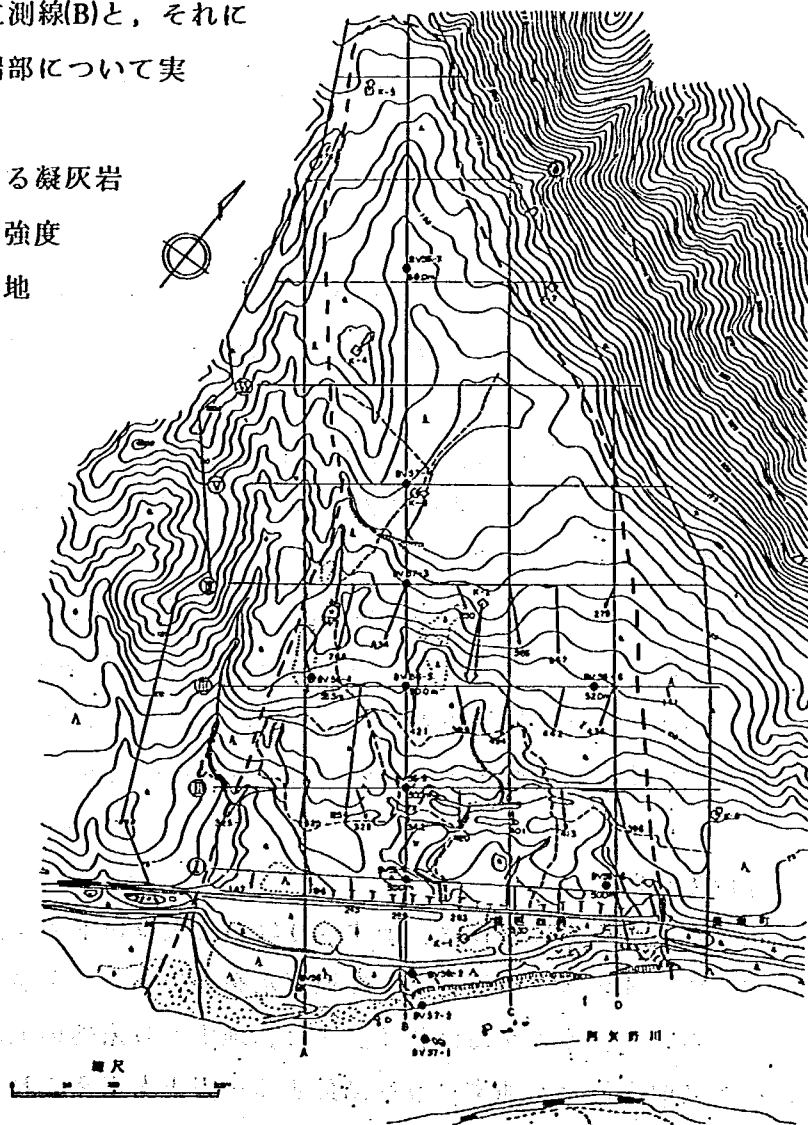


図-3 赤崎地すべり調査平面図

3. 調査結果

3.1 ボーリング調査

地すべり地内の地質構造は図-4に示すように、河岸部については56-2に、それより上部斜面については57-3に代表され、河岸部付近には硬質の凝灰岩が連続して出現し、一方上方斜面は、凝灰岩、泥岩を挟在した砂岩が連続する。

3.2 土質調査

移動土塊の物性は、凝灰岩のI.Pが154~228%、砂岩でも39~145%と非常に高い値を示し、砂岩のマトリクスは凝灰質粘土で充填されていることが予想される。2.3/100分のセン断速度で実施した残留強度試験の結果、 ϕ_r は9.8~13°、Crは0.0~0.04 kg/cm²の値が得られた(図-5)。この ϕ_r の値は、地すべり斜面の地表勾配に近似している。

3.3 すべり面調査

調査結果を表-2に示す。すべり面の枚数は、地すべり上部では1面、中段~末端にかけて1~3面が推定あるいは確認された。すべり面位置は、地すべり上部が礫泥り土砂と凝灰岩の境界、中段部は砂岩に挟在される凝灰岩、泥岩中、末端河岸部は硬質凝灰岩の上面に形成されているようである。

3.4 地盤変動調査

真通し杭測量の結果は図-3の調査平面図に示すが、これに地表踏査結果を加味すると、赤崎地すべりは概ね3つのブロックに区分される。1つは地すべり頭部から㊸測線と㊹測線の間付近まで、次がそこから㊸測線付近まで、3つ目がそこから河岸までを考えることができる。更に、2番目と3番目はB測線を境にして左右2つのブロックに区分できるようである。また、移動土塊の垂直的な変動は図-6に示すように、移動層は一体となって、シャープなセン断面に沿って移動していることが確認された。また、地すべり末端部の移動形態は図-7のように推定される。

3.5 地下水調査

地下水位観測の結果、地下水位は降雨に敏感に反応し、降雨から約1日程度の遅れでピーク水位に達する。これは水位の変動域が主に、礫泥り土砂の中であり、この土層の透水係数が大体0.02 cm/secであることから十分裏付けられる。また、地すべり各所にみられる湧水の地下水分析を実施したところ、ほとんど同一系(NaCl型~中間型)に属し、自由地下水と判断された。次に、地下水位と地すべり移動の関係(BV56-6)をみると、地下水位が4.5 mを越えるところから徐々に移動が表われ、3.0 mで急速に増加し、再び4.5 m位まで低下すると、移動はほぼ停止の状態を示す。このことはBV56-2, 5でも同様な結果を得ている。

4. 今後の課題

地下水調査結果によれば、地すべりはある水位以下では発生しないことが明らかになってきた。従って、地すべり対策としては地下水を排除することが有効であり、現在計画中のトンネル排除工の為の地質調査が急がれる。また、地すべり末端の上流側は阿賀野川の水衝部にあたり、流水による河岸侵食も地すべりを助長する一因とも考えられるので、河川改修計画を考慮した地すべり対策工が望まれる。

「天竜川上流域の地すべりについて」

中部地方建設局天竜川上流工事事務所

渡 部 文 人

1. 概 要

天竜川は、八ヶ岳連峰に端を発し、3000mを有する南・中央の両アルプスを刻みながら伊那谷を貫流し、遠州平野を形成しつつ遠州灘に注ぐ流域面積5,090km²、流路延長（本川）213km、平均勾配1/40の日本を代表する急流荒廃河川の一つである。

天竜川は、古くから「あばれ天竜」の異名をもち、天竜川上流域の歴史は、数多くの災害の歴史ともいえるくらい一旦豪雨に逢えば再び大災害なしとはいえない複雑な地質構造と地形的な因子をもっている。とくに天竜川上流域の三峰川、小波川、遠山川は流域内を貫く中央構造線等の大きな構造線の影響を受けて脆弱な所が多く、全国でも有数の崩壊、地すべりの多発地帯となっている。

表－1 地すべり防止区域指定状況比較

	全 国 (377,682km ²)		天 竜 川 上 流 域 (3,084km ²)		三 峰 ・ 小 波 ・ 遠 山 川 (941.6km ²)	
	面積又箇所数	比 率	面積又箇所数	比 率	面積又箇所数	比 率
地すべり防止区域面積	229,490 ha	0.6 ha/km ²	4,378 ha	1.42 ha/km ²	2,654 ha	2.82 ha/km ²
箇所数	5,051箇所	0.013 箇所/km ²	163箇所	0.053 箇所/km ²	65箇所	0.069 箇所/km ²
重 荒 廃 地	3,980 km ²	0.011 km ² /km ²	376 km ²	0.122 km ² /km ²	329 km ²	0.349 km ² /km ²
一 般 荒 廃 地	53,600 km ²	0.142 km ² /km ²	798 km ²	0.259 km ² /km ²	612.6 km ²	0.651 km ² /km ²

当流域の地すべりは、S.36.6月の梅雨前線豪雨時に死者行方不明55人を出した犬西山の大崩壊に代表される。いわゆる破砕帯地すべりに分類され一度動き出すと、その動きは、崩壊現象（滑落型）に近くしかも規模が大きく、一気に河川へ流出し、対岸、下流へ多量の土砂を供給するばかりでなく、河川の閉塞による被害も想定され、その影響はきわめて大きいものがあり、砂防計画上注目されてきた。

2. 地すべり箇所の特性及び経緯

天竜川上流域には、天竜川と南アルプス（赤石山脈）のほぼ中央を中央構造線が南北に縦貫している。中央構造線のすぐ西側には、構造線の運動により生成された圧砕帯（鹿塩マイロナイト）が南北に細く分布している。

また、中央構造線以東（西南日本外帯）には、御荷^{ミカブ}鉾構造線、仏像構造線が存在し、それらの構造線に挟まれて、三波川帯の変成岩類・古生層・中生層の堆積岩類が帯状に配列して、赤石山系を構成している。

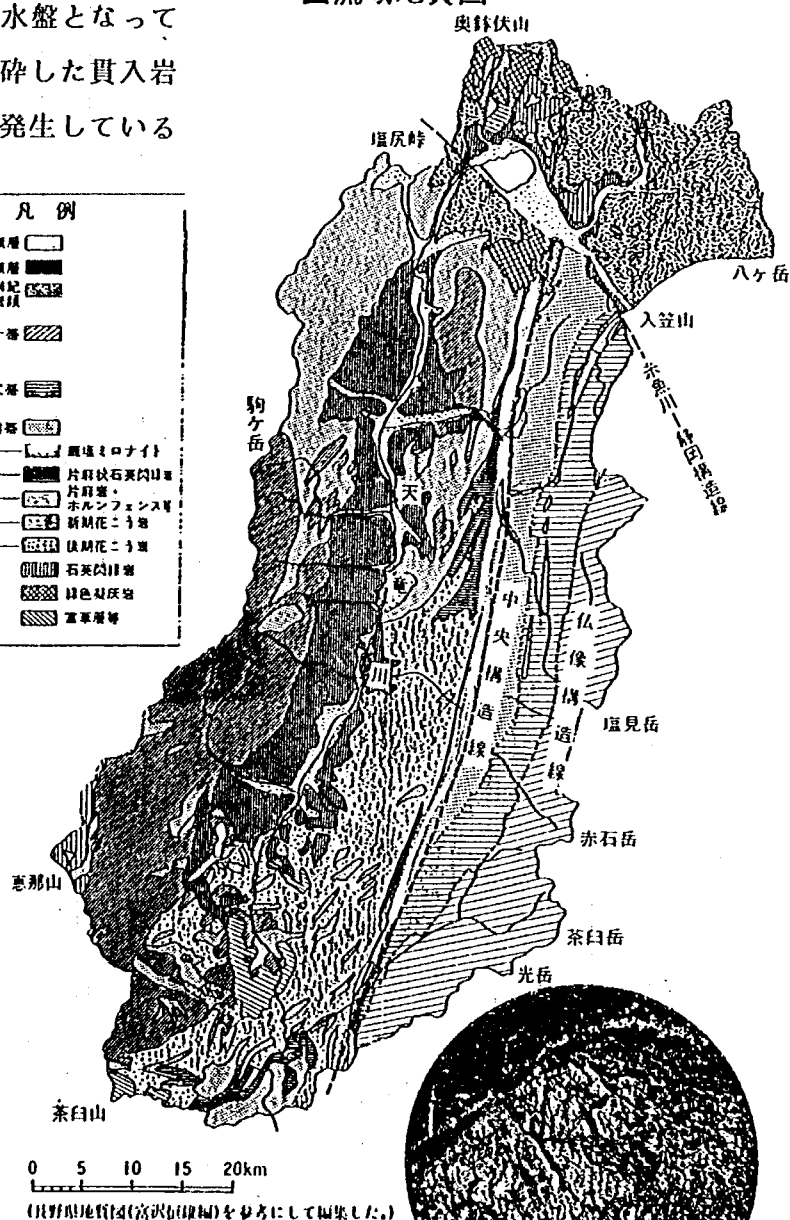
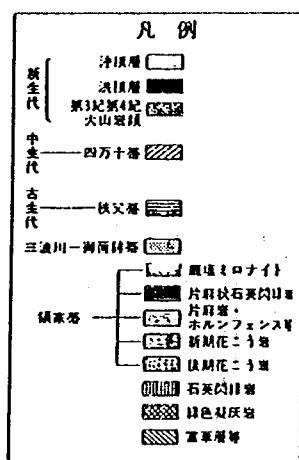
三波川変成帯の結晶片岩類（特に黒色片岩類）は、薄板状で剝離性が強く、脆弱になりやすく、
ミカブ御荷鉾緑色岩類と共に、地すべり発生の主要な素因となっていると思われ、また地形上流水盤となっている地域や受け盤となっていながら破碎した貫入岩である蛇紋岩の介在により地すべりが発生している地域も数多い。

■流域地質図



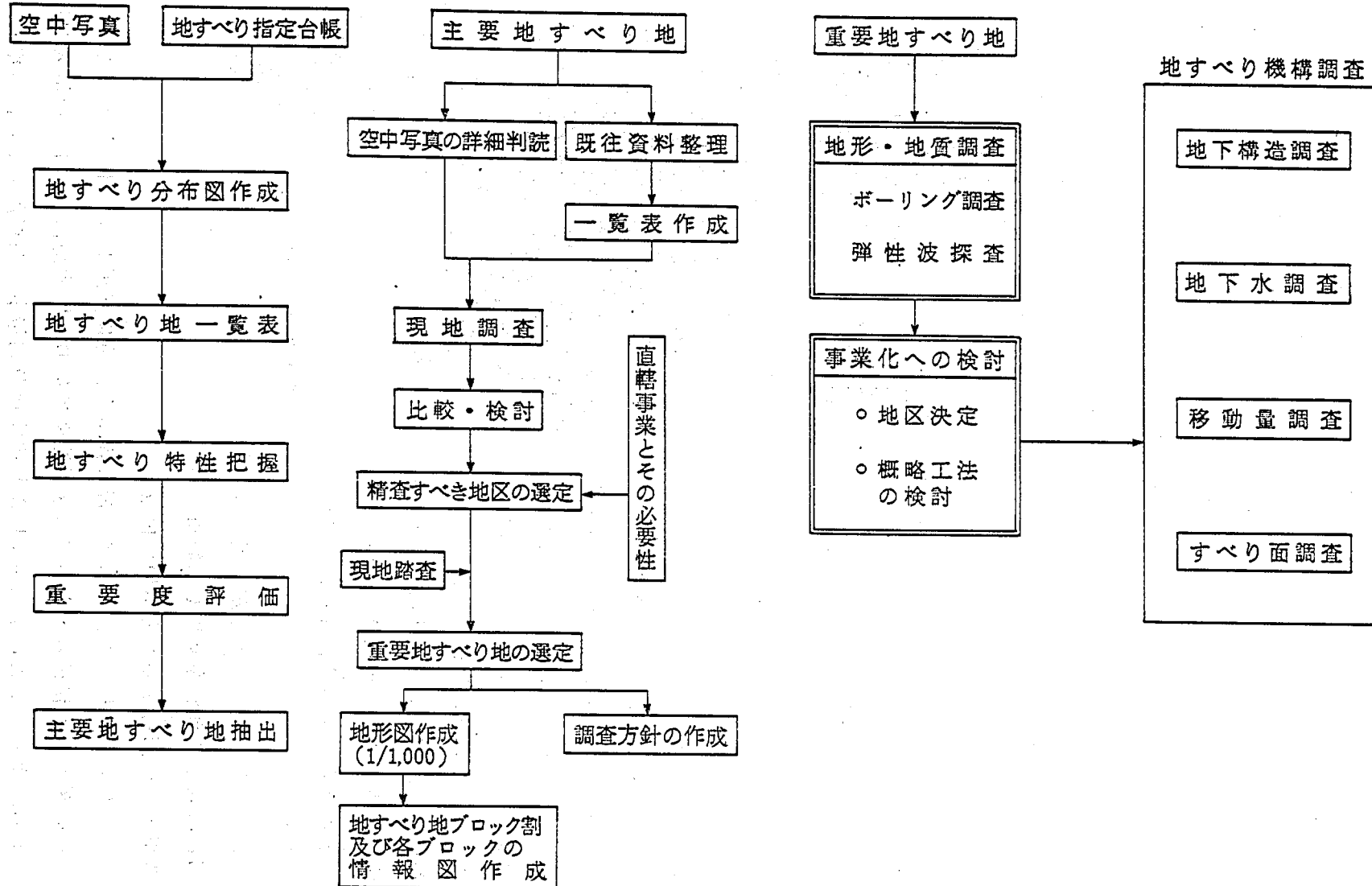
地すべり活動は、最近では昭和36年災害が最も大きく、それ以前まで緩慢に活動を継続していたものや災害ポテンシャルを内在していたもの等が一気に活動した。当地域は、地形・地質的な脆弱な地域であるだけに、今後も地すべり活動による地域社会や治水上砂防上に与える影響は、計り知れないものがある。

■流域地質図



●大鹿村下層木付近では、中央構造線のはっきりとした断層が露出している。

5 6 年 度	5 7 年 度	5 8 年 度	5 9 年 度 以 降
---------	---------	---------	-------------



3. 調査成果

56年度は、地すべり地形約320地区（約700ブロック）の総合評価を実施するため、空中写真判読、資料収集等の机上調査を中心に、今後より詳細に調査すべき主要地すべり地区17ヶ所、8地区を選定した。

57年度は選定された主要地すべり地について、現地調査、既往調査、資料整理、ブロック細分化、ブロック縦断図作成等を実施し、それに基づいて、地すべり地の規模、地形、地質、活動状況保全対象（直接・間接）、所轄等を調査した。さらに重要地すべり地区の選定の基準として

- ① 河川への影響度……河川への流出土砂量
- ② 活動性 …………… 現地調査・過去の活動（災害履歴）等により判断
- ③ 保全対象 …………… 直接・間接被害を含めて評価

の3評価項目を考え、これらについて相対的な総合判定をするため、各要素を三角形の頂点とした評価ダイアグラム（図-1）を作成し、次のⅠ～Ⅲのグループを区分した。

第Ⅰグループ	大栗、入谷、引の田、程野、此田
第Ⅱグループ	下芝平、浦、小塩、釜沢、御所平、三正、坊、下青木
第Ⅲグループ	菰立沢、戸草、雑沢、ウメゴメ沢、沢井

さらにⅠグループの5地区について、行政的判断（他官庁の指定及び計画区域等との関係）を考慮し、早急に対策の必要な箇所2地区を抽出した。

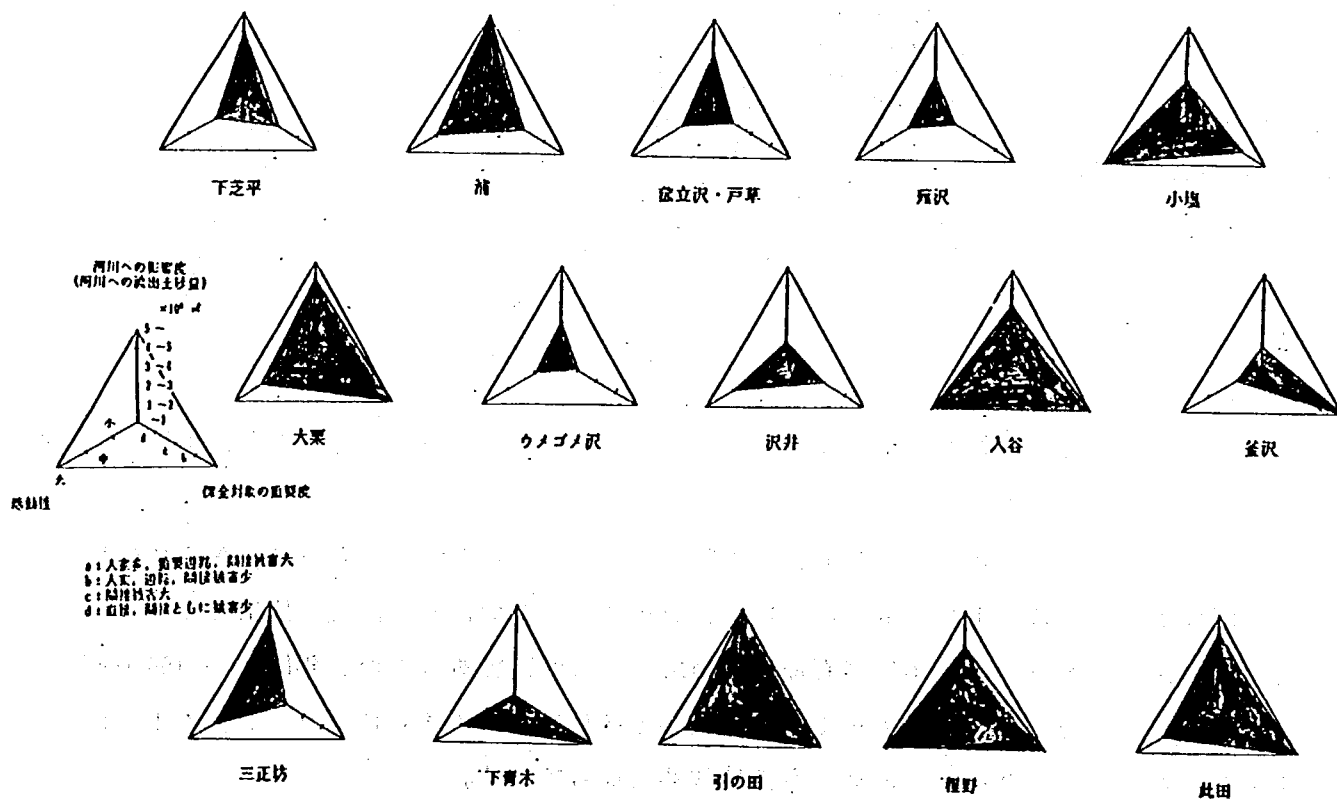


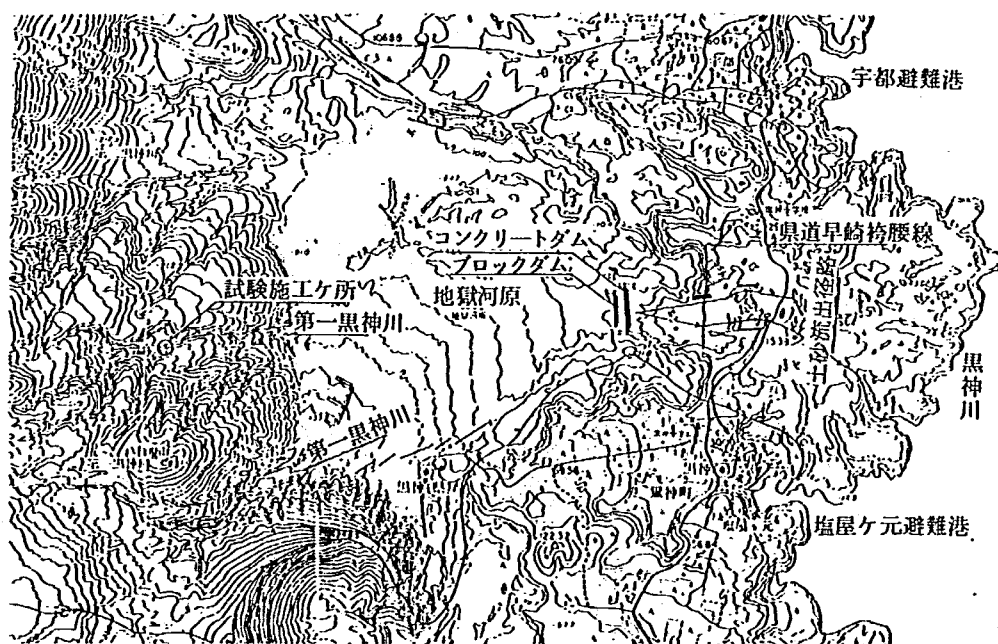
図-1 重要地すべり地評価ダイアグラム

軽石流出軽減対策試験工事について

九州地建大隈工事事務所 古賀 康之

1. はじめに

試験施工地は、火山活動の活発化により、荒廃の続く黒神川で位置は桜島東斜面に位置し、この溪流は、山地部、扇状地（通称地獄河原）、下流河道部及び河口部からなる溪流である。黒神川の土石流の流出は図－1に示すように、第1、第2黒神川を中心に大量の軽石が流出する溪流で、土砂流出は昭和51年頃までは第一黒神より土石の流出が主体で第二黒神はこの頃より荒廃が進み軽石流出の兆を見せ始めた。荒廃の速度は早く、地獄河原を扇状地化し、その末端は昭和51年末には県道まで到達し昭和52年には県道上流付近より道路を横断し塩屋ケ元地区の人家へ軽石が流出、その後昭和54年9月には、軽石は大量に河口まで達するようになり漁協関係者より軽石流出に対する実情調査の要望が出された。



図－1 試験施工ケ所及び施設位置

さらに、その後海への軽石流出は強まり、海での養殖漁業や船舶の航行障害を起す等悪影響を及ぼし大きな社会問題となっている。

これらの軽石流出の防止対策として、52年県道上流にブロック堰堤をもうけ、さらに氾濫防止として堰堤下流右岸に県道まで導流堤を施工、53年には左岸側にも導流堤を施工した。

当初このダムにより3～5年は軽石流出に対応できる計画であったが、年間80～100万 m^3 という大量の土石流に対して半年～1年で満砂の状態となり56年末にさらにブロックダム下流にコンクリートダムを施工したが、このダムも満砂状態となっている。

昭和56年度になって海への軽石流出に対する漁業関係者よりの苦情が更に強まり、その対策として昭和56年度に黒神川砂防技術検討委員会を設置し、現地状況把握と問題点を整理し、防災対策のあり方、基本方針等について検討され今後の方向が提言された。

対策基本方針としての提言の主な内容は、以下に示すようなものである。

- (1) 山地部（土砂生産源）対策として、噴石や土石流が頻発するため施設範囲が限定され、火山灰軽石を中心とした脆弱な地質及び急峻な地形を考慮し、①構造物の設計・施工を十分検討する。②崩壊地に対する対策として、滝保護工、溪岸侵食防止工、山腹工について効果、安全性、施工性、経済性等について十分検討する。
- (2) 扇状地及び下流河道部対策として、①扇状地の越流防止堤、②ダム下流河道の越流防止堤、③扇状地内の流出軽石分散滞留施設の検討
- (3) 河口部対策として、浮遊軽石の流出量、長期的な挙動等について、調査の上、浮遊軽石対策施設の規模構造を検討

が提言された。

これらの提言内容にもとづいて57年度を初年度として、図-2に示す調査方針を立案し、57年度は土砂生産源対策として試験的に山腹工、溪岸侵食防止工を実施した。

試験施工は図-1に示す第二黒神川の渓流地で、まず安全性、施工性を主体とした試験地として最良の適地を選定して、

①山腹工（樹脂散布工、

緑化工）、②溪岸侵食防止工をヘリコプターを使用した方法で試験施工を実施したので、その方法、問題点等について中間的に紹介するものである。

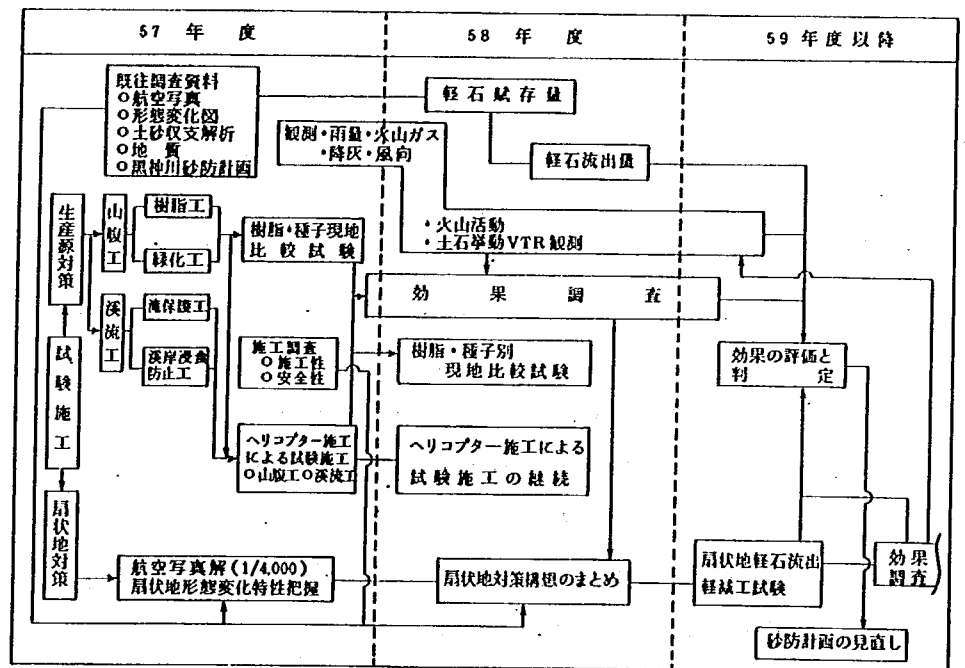


図-2 調査方針

2. 山腹工

2-1 試験調査

(1) 事前調査

緑化工及び樹脂散布工の試験施工を実施するに先立ち次のような調査を実施した。

1) 種子の選定調査

試験地は、せき悪、荒廃地で浸食が激しく、また土壌は酸性土壌という条件から表-1に示すような基準で、浸食及び酸性土壌、やせ地にそれぞれ強い8種類を選定した。また、これらの種子の発芽条件を表-2に示す。

表 - 1 種子の選定基準

種子の種類	選定基準	浸食に強い	酸性土壌に強い	やせ地に強い	長 所 ・ 短 所
カ ヤ		○	○	○	日本の代表的野草、やせ地・乾燥に強い、発芽にむら
ウィーピンググラス		○	○	○	酸性・乾燥に強い、成長が速い、湿地・日陰に弱い
パーミューダーグラス		○	○	○	やせ地・乾燥に強い、ほふく茎で被覆が速い、寒さに弱い
ケンタッキー31フェスク		○	○	○	法面保護の代表的なもの、どんな土壌にも根張りが良い
スイッチグラス			○		特に酸性に強い、やせ地に弱く発芽にむら
ディアタング			○	○	特に酸性、やせ地、乾燥に強い
イタドリ			○		酸性、乾燥、火山灰地に強い、冬に枯れ裸地状になる
クリーピングレッドフェスク		○	○		酸性に強い、成長が速い、やせ地に弱い

表 - 2 種子の発芽条件

(林野庁監修資料)

種 子 名	外来・在来	純度%	標準発芽率(%)	平均粒数(粒)	適応 PH	最低発芽温度(°C)	発芽適温(°C)
カ ヤ	在	—	20 ~ 70	8,700	4.0 ~ 7.0	10.0	15 ~ 25
ウィーピンググラス	外	95	80	3,300	5.5 ~ 7.0	10.0	15 ~ 25
パーミューダーグラス	外	97	85	3,530	5.1 ~ 7.0	15.0	20 ~ 30
ケンタッキー31フェスク	外	97	85	440	5.4 ~ 7.6	5.0	10 ~ 20
スイッチグラス	外	—	70 ~ 80	860	4.1 ~ 6.0	10.0	15 ~ 25
ディアタング	外	—	70 ~ 80	650	4.1 ~ 6.0	10.0	15 ~ 25
イタドリ	在	—	20 ~ 60	540	4.5 ~ 7.0	10.0	15 ~ 25
クリーピングレッドフェスク	外	96	80	1,130	5.4 ~ 7.6	5.0	10 ~ 20

2) 樹脂の選定調査

使用樹脂の選定については、多く市販されている侵食防止剤の中から、アクリル系1種類、酢ビ系4種類の計5種類を選定した、樹脂のそれぞれの組成・品名および特長を表-3に示す。樹脂の主な特長

表 - 3 使用樹脂の特長

品 名	組 成 ・ イ オ ン 性	特 長
SZ 100	アクリルスチレン アニオン	希釈安定性、浸透性、表面張力及び耐水性に優れている(浸透性型)
エスフィックス1号	酢ビエチレン 非イオン性	被覆層は透水、通気、柔軟性があり、種子同時吹付可(表面被覆型)
スミカフレックス	酢ビエチレン 非イオン性	浸透性、柔軟性があり、種子同時吹付可(浸透性型)
リナゾールAX	酢ビアニオン性	浸透性、保水性がある(浸透性型)
テンゾール	酢ビアクリル 非イオン性	" (")

3) 試験施工地山の現状

図-3に試験施工ヶ所の法勾配及び土壌の水分量、PH測定ヶ所を示す。

現地は一次堆積層の崩壊により急角度に切立った部分と崩土による二次堆積層の部分とからなっており、各々の試験地については、次のよう勾配であった。

①ヘリコプターによる空中散布ヶ所は右岸側(緑化工ヶ所)65°~80°、左岸側

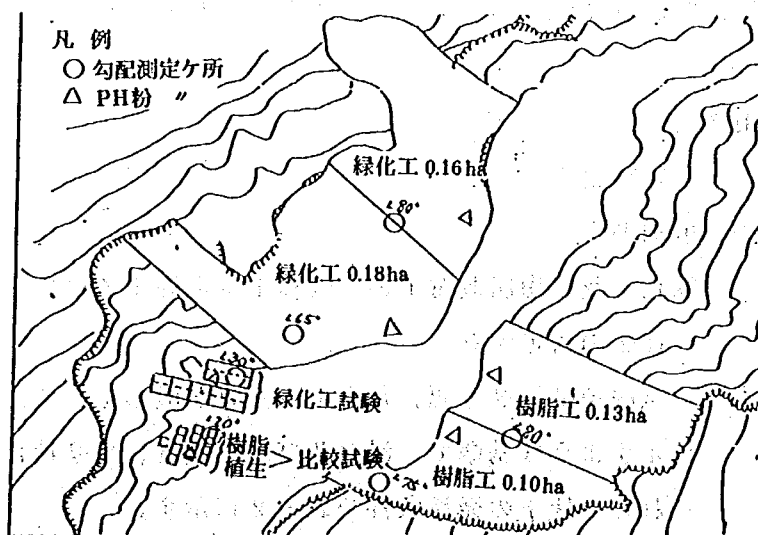


図 - 3 試験施工ヶ所現地測定位置

(樹脂工ヶ所) 75°~80 の斜度であった。

地上散布(比較試験及び緑化試験)ヶ所は、追跡調査等が比較的容易にできる勾配を選定したこともあって 20°~30° であった。

斜度の測定は勾配計を用いた。

表-4 試験施工地の土壌測定値

②PH及び水分量の測定結果を表-4に示す。各々の試験値で測定した結果は、PHが4.4~4.7程度で土壌としては強酸性土壌といえる。水分量は18%~29%程度で緑化の面からは特に問題とはなら

年月日	天候	温度		降水量 mm	地上試験地内				山腹工試験地内							
		最高	最低		PH		水分		PH				水分			
		°C	°C				%	%					%	%	%	%
57 10-12	晴	27.8	14.9		4.5	4.4	18.3	19.5	4.5	4.7	4.5	4.6	20.5	21.2	20.1	19.9
10-20	晴	23.6	14.1		4.4	4.4	21.0	21.8	4.5	4.4	4.7	4.4	22.4	22.8	22.2	21.9
11-6	小雨	22.4	18.2	0.5	4.4	4.6	26.2	25.5	4.5	4.6	4.5	4.6	28.2	29.1	28.7	28.3
12-14	晴	14.5	3.3		4.5	4.8	22.7	22.2	4.8	4.4	4.9	4.7	23.6	24.0	23.3	23.9
58 1-13	曇のち小雨	9.8	4.8	0.0	4.5	4.4	25.8	26.5	4.5	4.8	4.7	4.4	26.8	27.5	27.1	26.5
1-31	晴	13.9	3.6		4.4	4.6	22.0	22.7	4.5	4.4	4.5	4.7	24.2	24.8	24.5	24.0
2-1	雨	14.9	6.9	11.5	4.5	4.5	27.5	26.9	4.5	4.4	4.6	4.3	28.1	28.9	28.7	28.2
2-5	晴	14.0	4.8		4.5	4.4	25.2	25.9	4.5	4.5	4.7	4.4	26.2	26.5	26.9	25.9

ないが、樹脂施工については水分量が多く最適とはいえない状況であった。

(2) 植生及び樹脂の比較試験

植生及び樹脂の比較試験地は図-3に示すヶ所で試験効果測定の立入が可能でしかも自然崩壊地(2次堆積層)で施工しやすい場所を選定した。

比較試験の目的は、軽石層で火山降灰地に適応しうるかどうかについて

①植生については、8種類の種子を各々の区画に播種し、発芽・生育状況を調査し、より適応する種子の選定を目的とした。比較試験の種子及び肥料の配合は表-5に示すとおりで1m²当りの播種量は次式によった。

$$W = \frac{G}{S \cdot P \cdot B \cdot N}$$

W: 播種量(g)

G: 希望成立本数(約5000~6000本/m²)

S: 種子のg当り粒数

P: 純度

B: 発芽率

N: 発芽効率

但し生育本数は60日後を基準とする。

比較試験の施工は各々の量を混ぜて、手播で均一になるよう施工した。なお1種子の播種面積は4m²とした。

②樹脂については、5種類の樹脂を各々の区画に散布し、軽石層での侵食防止に適応する樹脂の選定につ

いて散布後の耐水性、固着性、耐候性等を調査目的として、表-6に示す配合で実施した。

表-5 播種の配合 4m²当り

種子名	播種量(g)	化成肥料(g)	有機肥料(g)
カヤ	20	400	400
ウィーピングラブグラス	16	400	400
パーミューダグラス	16	400	400
ケンタッキー31フェスク	108	400	400
スイッチグラス	60	400	400
ディアタング	68	400	400
イタドリ	200	400	400
クリーピングレッドフェスク	44	400	400

表-6 樹脂の配合 4m²当り

樹脂名	原液(ℓ)	清水(ℓ)	散布量(ℓ)
SZ=100	1.2	4.8	60
エスフィックス1号	1.2	4.8	60
ズミカフレックス	1.2	4.8	60
ルナゾールAX	1.2	4.8	60
テソゾール	1.2	4.8	60

(3) 緑化工試験

ヘリコプター散布と同資材を用い現地の法面勾配が除々に変化するヶ所に図-4に示すような試験地を選定した。左半分は樹脂、右半分は4種混合種子+樹脂を散布し

①樹脂については、被覆深、被覆度、浸食状況、耐久性等を調査目的とした。

②種子については、勾配による活着率、発芽率等を調査目的とした。

施工は、樹脂散布ヶ所および種子播種ヶ所とも表-7に示す配合で行った。樹脂はSZ100の5倍希釈液を小型揚水ポンプで散布した。

2-2 山腹試験工

(1) 緑化工及び樹脂工

黒神川渓流のガリ浸食による荒廃の拡大を発生源で防止するための種子と樹脂の併用による法面緑化工及び樹脂による法面保護工について、まず安全性、施工性について、崩壊地に対する試験施工をヘリコプター(204B)を使用し施工した。

①施工方法については、図-5に示すような機器の配置を行い、表-8, 9に示す配合で行った。乳剤攪拌は、種子吹付機用の攪拌機(容量1.8m³)を使用した。施工順序は攪拌機に清水、樹脂、肥料等を規定量投入

表-8 緑化工の配合

資 材	ha当りの 基本配合	SZ-100		エスフィックス1号	
		全量※①	1パッチ 当り配合 ※②	全量※①	1パッチ 当り配合 ※②
樹 脂	3,000kg	630.0kg	315.00kg	560.0kg	280.00kg
液 脂	1,000	216.0	108.00	92.0	96.00
分 散 剤	24	5.0	2.50	4.5	2.25
助 剤	12	—	—	2.3	1.15
着 色 剤	300	62.1	31.05	55.2	27.6
ウィーピングラブグラス	10	2.1	1.05	1.9	1.00
ケンタッキー31フェスク	70	14.5	7.25	12.9	6.50
パミューダーグラス	10	2.1	1.05	1.9	1.00
スイッチグラス	40	8.3	4.15	7.4	3.70
水	12,000	2,500.0	1,250.00	2,220.0	1,100.00
計			1,720.05		1,629.00

※①……15名のロス率を含む量

※②……1パッチとは種子吹付機1回の攪拌量

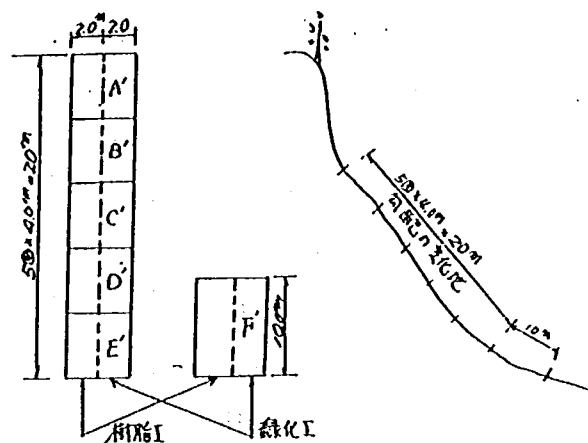


図-4 緑化工試験地状況

表-7 樹脂の配合

資 材 及 び 種 子	樹脂工	緑化工
SZ - 100	18.75ℓ	18.75ℓ
液 肥	—	6.25ℓ
清 水	75.0 ℓ	75.0 ℓ
ウィーピングラブグラス	—	62.5 g
ケンタッキー31フェスク	—	437.5 g
パミューダーグラス	—	62.5 g
スイッチグラス	—	250.0 g

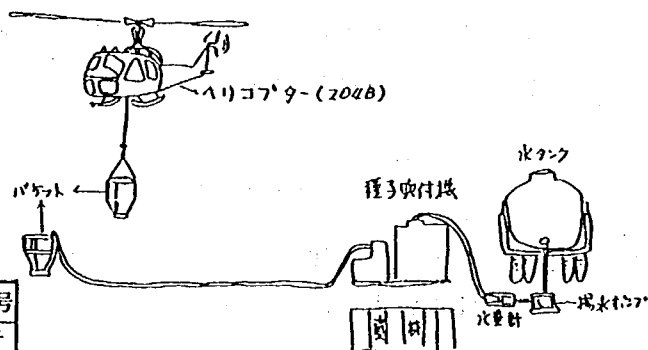


図-5 機器の配置

表-9 樹脂工の配合

	その当り 基本配合	SZ-100		エスフィックス1号	
		全量※①	1パッチ 当り配合 ※②	全量※①	1パッチ 当り配合 ※②
樹 脂	3,000kg	448.5kg	225.0kg	345.0kg	345.0kg
着色剤	300	44.9	22.5	34.5	34.5
助 剤	—	—	—	1.38	1.38
清 水	12,000	1,794.0	990.0	1,380.0	1,380.0
計			1,147		1,760.88

※① 15名のロス率を含む量

※② 1パッチとは、種子吹付機1回攪拌量

し、攪拌後吊下げ式バケットに移送し、ヘリコプターで運搬、散布を繰返し施工した。バケットの交換は着陸することなく、交換することができた。

散布飛行コースおよび各々の施工面積を図-6に示す。

② 施工状況及び対策

- 1) 火山活動の影響以外の施工上の問題は特になかった。
- 2) 種子を散布する場合は発芽時期を選ぶ必要がある。
- 3) 法面の筋状の沢にたまった軽石に対しては、樹脂工の効果は悪いようであった。
- 4) 垂直またはオーバハングとなった法面で崩壊の進んでいる箇所は樹脂工の効果が悪いようである。
- 5) 安全性については、進入方向の変更、散布高度の調整により安全施工ができた。
- 6) 火山灰による防塵処理の必要性がある。
- 7) 散布地も水だけでなく防塵処理剤を混入して散布する。
- 8) 噴火時風向によって降灰がはげしく着陸できないことがあったので緊急避難用ヘリポートを設置しておく必要がある。

以上が今回の施工で確認された。

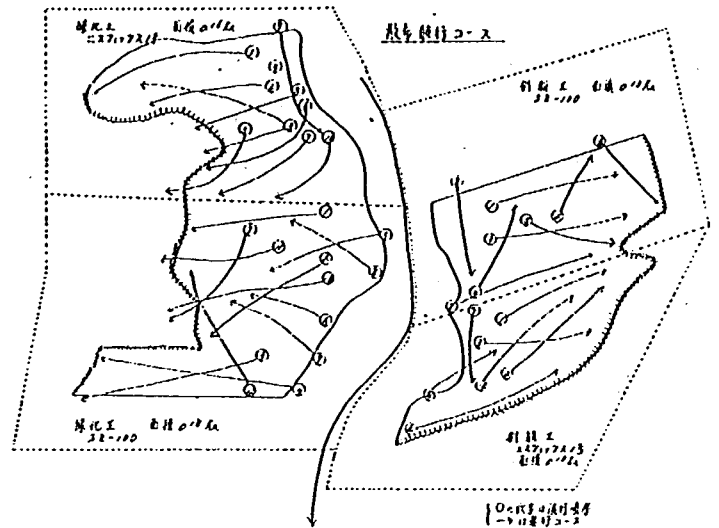


図-6 山腹工の散布飛行コース

3. 溪岸浸食防止工

溪岸浸食防止工は、土砂流による一次堆積層の基礎部侵食による堆積層の崩壊によって荒廃の拡大が進む現状を防止する目的で、施工性及び安全性等について試験施工を実施した。施工地は図-7に示す位置で、根固ブロックコンクリート工法および転石コンクリート工法の2種類について実施した。

(1) 施工条件

① 根固ブロックコンクリート

2層積(1層目2列, 2層目1列)

としブロック隙間は小空隙積とする。

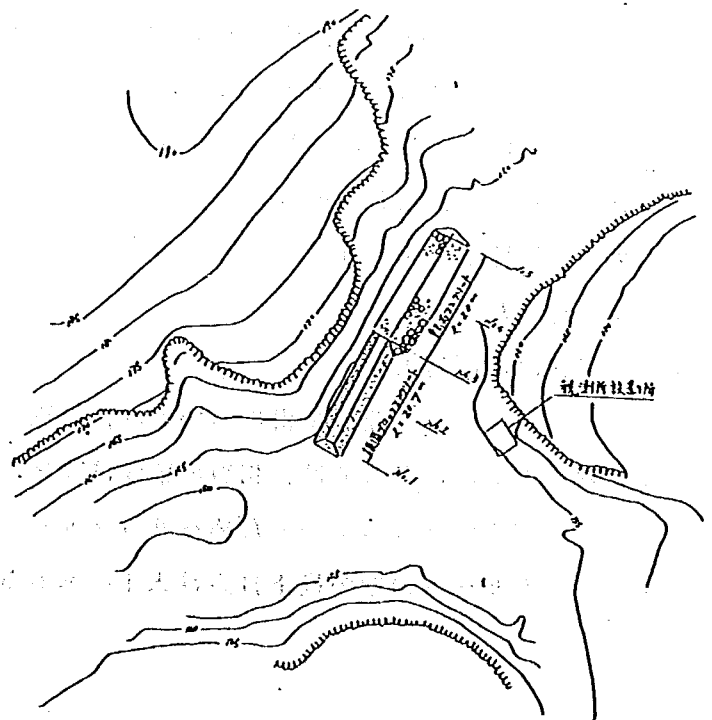


図-7 溪岸浸食防止工施工位置

② 転石コンクリート

転石重量 1 個当 200 kg 程度, 転石化 8 個/m³ 各々の標準断面を図-8 に示す。

③ コンクリート

根固ブロック及び転石コンクリートとも (160 kg/cm²-8 cm-40mm)

④ 飛行距離及び標高差

ヘリポートから施工現場までの距離及び標高差は 2,150 m, 88 m であった。

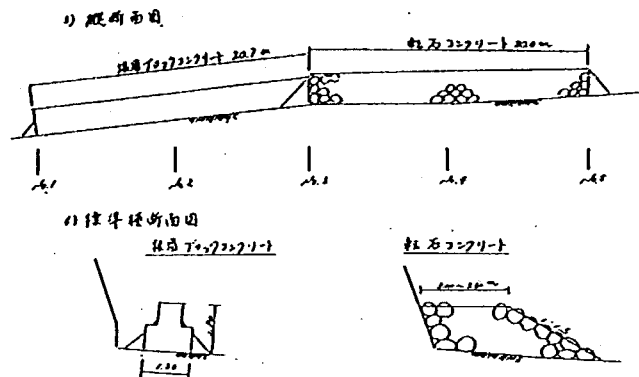


図-8 溪岸浸食防止工標準断面

(2) 使用機材

① ヘリコプターは、ベル 214 B 型で、諸元は平均積載量 2.0 t, 実用上昇限度 6,000 m, 巡航速度 222 km/H, 荷吊時速度 70 km/H を使用した。

② その他の機材として、生コン運搬は自動開閉式バケット, 水運搬は反転式バケット転石運搬はカーゴネットを使用した。

(3) 根固ブロックコンクリート及び転石コンクリートの施工方法

① 根固ブロックの据付は、溶岩に岩着することから傾斜が生ずる。あらかじめワイヤの吊長を調整して運搬しても空輪には支障はなく、ブロック間の施工精度も良かった。

② 転石据付は、カーゴネットを使用し荷卸したままでは、軽石間の隙間が大きくなり、チェーンブロック等で修正し調整した。

③ コンクリート打設は、荷卸をする際に、バケットがブロックに接触しないよう高い位置から荷卸するため平面的に広がり人力による仕上げが必要であった。転石コンクリートは、転石の据付能力, 作業の連続性から図-9 に示す打設順序で行った。

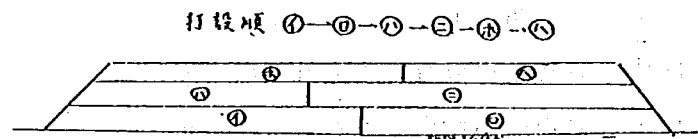


図-9 転石コンクリートの打設順序

(4) 施工状況及び対策

① ヘリコプターの運行歩掛については、計画と大差は無い。

② 材料の据付に当っては、相当の精度は望めるが転石は転ってしまう場合がある。

③ 溪岸が急崖となっているためヘリコプターが完全に近づく場合がある。

④ コンクリートの空中投下打設は人手を入れないとすれば相当ポラスなものになる。

⑥ 火山活動及び気象状況の変化がヘリコプターの運行に大きく影響する。

a. 火山灰対策	イ) 火山灰のためヘリコプターの回転部分のトラブル	}	火山活動で運行出来ない日数	
	ロ) ヘリボートの防塵		全運航行日の20%	5日
	ハ) 火山礫によるヘリコプターの損傷		待機	4回

- b. 気象
- イ) 山地のため気流の変化が激しい
- ロ) 霧のため視界不良になる場合がある。

⑥ ヘリコプターの風圧が強いので、風圧、防塵対策に細心の注意が必要

⑦ 火山活動により運行できなくなって、生コンクリートが硬化を始め捨てる場合もある。

4. 今後に残された問題

- (1) 追跡調査。
- (2) 安全性、施工性についてはほぼ確証できた。
- (3) 溪岸浸食防止工については、人の手を加えなくて、施工した場合の耐久性がどうか。
- (4) 滝の保護工は上記を考慮して実施したい。

赤土砂流出抑制対策調査

沖縄総合事務局 河川課 金城 正 明

1. まえがき

沖縄県では昭和47年度の本土復帰ののち、本土並み開発を目的として、本島中南部地域における土地開発と、北部地域における農業用地を中心に多種多様の開発整備が急速に行われた。これらの開発は複雑な地形と林相をもち自然度の高い山林や原野を大型の機械力によって、大規模に開発し、裸地部分を急増させ、土壌侵食を助長させる一因となった。そのため降雨時には赤土砂が大量かつ一気に河川、海域に流出し、河道堆積、河口閉塞、漁場荒廃、及び海域の汚濁等が生じ、観光沖縄の目玉である青い海、サンゴの生態等に悪影響を与えており、赤土砂流出対策の策定が強く望まれるところである。

2. 赤土砂とは

赤土砂は、沖縄本島中北部の主要土壌で、古生層の粘板岩、砂岩、千枚岩等が亜熱帯気候の風化作用によって生成されたもので粘土、シルトの微粒子を多量に含み鉄、アルミの酸化により赤褐色化したもので、通称「国頭マーザ」と呼ばれている。その風化は地域によって20mないしそれ以上に及んでおり、その土壌は酸性を呈し、自然肥沃度は低く、生産性も低い。その特性を生かして主としてパイナップルが栽培されている。

沖縄本島における赤土砂の分布と汚濁海域の分布を図-1に示す。

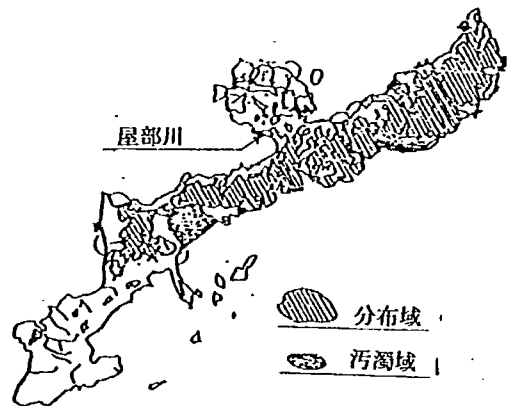


図-1 赤土砂分布図

3. 赤土砂流出防止対策の現状

現段階において、赤土砂流出を抑制するための施策としては、大規模な開発事業においては、植生吹付け、排水路の整備、網棚工、砂防ダム等が施工されているが、小規模な農地開発では、対策工は階無に等しい。特定の市町村では赤土砂防止条例を定めているところもある。また河道における対策工としては砂防ダムが中心であるが、その効果に対する定量的評価はなされてなく、流出する赤土砂の概略すら把握されていないのが現状で、この点からも総合的な調査が必要となっている。

4. 現在までの調査概要

赤土砂流出に関する調査は、昭和55年度から実施しており、その概要は表-1に示すとおりであるが、昭和57年度は昭和56年度までの成果をふまえて、モデル河川屋部川において、現地観測を主体に進めてきた。

表 - 1 調 査 概 要

年 度	調 査 概 要
S 55	・ 既往調査資料の収集 (地形・地質・土壌・雨量等)
S 56	・ 屋部川・辺野喜川・安田川・有銘川流域について (土地利用・土質特性・土砂流出量) ・ 海域の汚濁状況
S 57	・ 屋部川をモデル流域として現地調査 (土砂流出量観測・流出因・土質試験・流出量推算式の作成) ・ 土地利用図の作成 ・ 海域の汚濁範囲調査

5. 赤土砂流出の分析

(1) 赤土砂流出量の観測は、図 - 2 に示す屋部川流域の 10 地点で、57 年 9 月から 12 月までの間の 6 出水について実施した。

流域の選定は、赤土砂流出と流域の地質条件等との関連を見るために、パイン畑、都市的開発地区などそれぞれの特徴を考慮して選定した。

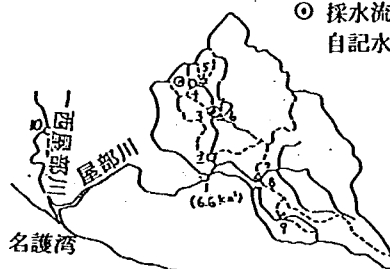


図 - 2 流域図

観測位置図

- ① 自記雨量計
○ 採水・流観
△ 採水
◎ 採水流観
自記水位計

表 - 2 観測地点名と流域諸元

観測地点 No	既路流域面積 (km ²)	主流路長 (km)	観測地点名
1	6.55	3.75	白 銀 橋
2	2.69	3.09	為 又 下 流
3	0.57	1.01	自 記 水 位
4	0.15	0.35	中山パイン園
5	0.11	0.39	パ イ ン 畑
6	1.59	2.23	為 又 上 流
7	1.86	2.65	ポ ソ フ 場
8	0.90	2.67	名 護 高 校
9	0.44	1.83	名護高校上流
10	7.24	4.50	西 屋 部 川

表 - 2 に各観測点の流域諸元を示す。

また、観測した 6 洪水の諸元と、それぞれの地点の赤土砂のピーク濃度を表 - 3 及び表 - 4 に示す。

観測の結果、最高浮遊濃度は上流パイン畑直下で 53,000ppm を記録したのを始め、パイン畑を主体とする流域では、ほとんど 20,000 ppm から 30,000 ppm を記録したが、名護市街地の都市的土地利用を主体とする地域では、10,000 ppm を越えることはなかった。

次に浮遊土砂濃度と、降雨、流量との関連をみると、図 - 3 の 10 分間降雨強度と SS 値の観測例に示すように、10 分間降雨波形と、SS 濃度波形がよく対応しているのがよみとれる。また、この SS 濃度波形の変化は、降雨の累加量とはあまり関係がなく、

表 - 3 調 査 対 象 降 雨 諸 元

	生 起 年 月 日	観 測 時 刻	降 雨 量			10 分間 最大降 雨強度	観測地点
			開始前	開始後	総雨量		
1	57. 9.23~24	9/23 09:00 9/24 12:00	0.5 mm	259.5 mm	260.0 mm	14.0 mm	中山パイン園
2	10.28	10/28 08:00 21:00	82.5	32.5	115.0	9.5	〃
3	11. 9~10	11/10 01:00 06:00	2.5	20.0	22.5	3.5	〃
4	11.19	11/19 14:00 20:00	2.5	30.0	32.5	6.5	〃
5	11.29~30	11/29 08:00 11/30 01:00	17.0	73.5	90.5	6.5	〃
6	12.21~22	12/21 21:00 12/22 13:00	14.0	39.0	53.0	3.0	〃

表 - 4 各観測地点における最高 SS 値と発生時刻

No	観測地点名	最高 SS 値	観 測 日 時
1	白 銀 橋	11150	9/23 12:20
2	為 又 下 流	8450	9/23 12:40
3	自 記 水 位	34900	9/23 14:10
4	中山パイン園	22190	9/23 14:10
5	パ イ ン 畑	53080	9/23 11:20
6	為 又 上 流	11893	9/23 14:20
7	ポ ソ フ 場	2871	11/19 14:40
8	名 護 高 校	7390	11/29 09:30
9	名護高校上流	4060	11/29 09:40
10	西 屋 部 川	5924	9/23 23:40

降雨後半でも、降雨強度に敏感に対応している。過去の調査によると赤土砂の流出は、10分間降雨が3mm以上になると急激に起こるとされており、この調査においても同様の傾向が見られておる。さらに、ピーク後の濃度の減衰傾向を見るために、強降雨後の濃度変化を片対数紙にプロットした。(図-4)これらは、他の観測地点においても同様の傾向を示している。

これらの結果をまとめると次のようなことがいえる。

- ① 濃度変化は、上流域ほど激しく、また、濃度変化の波形は各観測点とも類似している。
- ② 濃度は、累加雨量には関係なく、降雨後半でも降雨強度に支配されている。
- ③ 濃度は、降雨強度と対応関係があり、ピーク流量時にピーク濃度を示すわけではなく、ピーク降雨直後にピーク濃度となる。

- ④ 濃度の減衰の仕方は、指数関係の形をとる。
- 以上のことを、総合的に考察して下記要領により、各地点における赤土砂流出量の推算を行った。

- ① 各地点の流量は、中安氏の総合単位図法により推算した。
- ② 赤土砂流出濃度は、現地観測の結果から、ピーク濃度と減衰曲線を推算した。(表-5, 図-5)
- ③ ①②の結果により各地点の赤土砂流出量を求め、結果を表-6に示す。

表-5 各観測地点の土砂濃度「単位図」

	観測地点名	SSp	SS _t
1	白銀橋	$376.8(R_{10})^{1.09}$	$SSp * (t^{-1.12})$
2	為又下流	$266.5(R_{10})^{1.24}$	$SSp * (t^{-1.40})$
3	自記水位	$936.6(R_{10})^{1.36}$	$SSp * (t^{-1.36})$
4	中山パイソ園	$229.0(R_{10})^{1.45}$	$SSp * (t^{-1.55})$
5	パイソ畑	$476.0(R_{10})^{1.64}$	$SSp * (t^{-1.71})$
6	為又上流	$457.0(R_{10})^{1.19}$	$SSp * (t^{-1.34})$
7	ポソヅ場	$46(R_{10})^{1.12}$	$SSp * (t^{-2.53})$
8	名護高校	$36.6(R_{10})^{1.47}$	$SSp * (t^{-2.53})$
9	名護高校上流	$17.5(R_{10})^{1.32}$	$SSp * (t^{-1.34})$
10	西屋部川	$187.7(R_{10})^{1.13}$	$SSp * (t^{-1.21})$

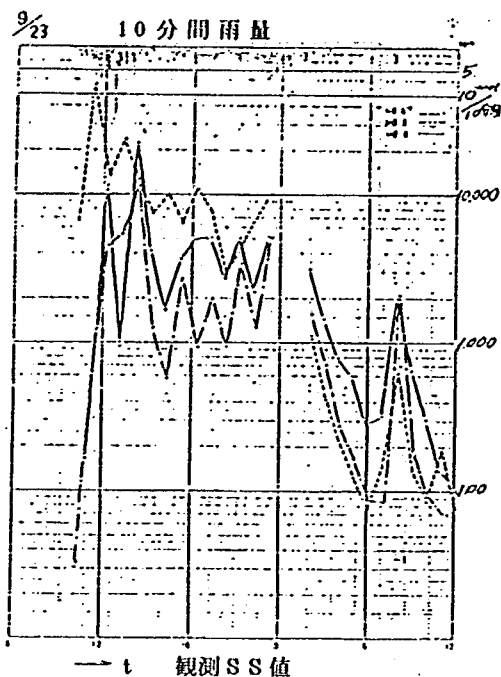


図-3 10分間雨量とSS濃度の例

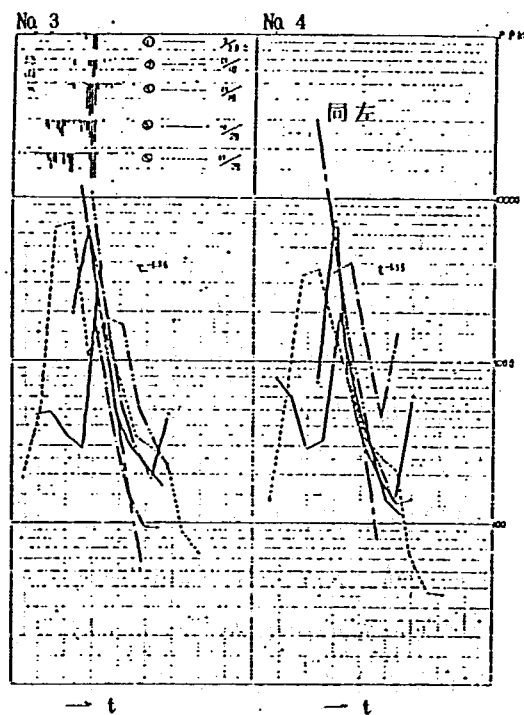


図-4 SS値の減衰曲線の例

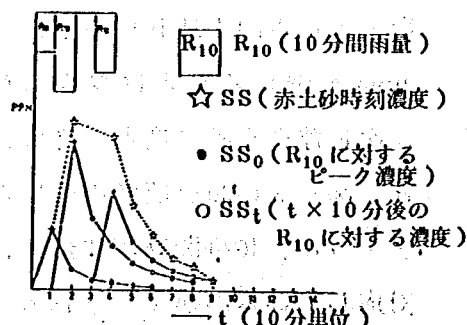


図-5 赤土砂濃度「単位図」の模式図

表 - 6 赤土砂流出量計算結果

赤土砂流出量 (m³)									単位面積あたりの流出量 (m³/km²)								
No		9/23	10/28	11/10	11/19	11/29	12/21	Total	No	Area(km²)	9/23	10/28	11/10	11/19	11/29	12/21	Total
1	白 銀 橋	1117	224	3.3	38	130	18	1530	1	(6.55)	171	34	0.5	6	20	3	234
2	為 又 上 流	467	95	1.5	16	56	8	645	2	(2.69)	174	35	0.6	6	21	3	240
3	自 記 水 位	241	55	0.6	9	24	4	334	3	(0.57)	423	96	1.1	16	42	7	586
4	中山パイン	95	22	0.4	4	13	4	138	4	(0.15)	633	147	2.7	27	87	27	920
5	パイン畑	88	23	0.3	4	11	2	128	5	(0.11)	800	209	2.7	36	100	18	1164
6	為 又 上 流	303	60	0.9	12	34	4	414	6	(1.59)	191	38	0.6	8	21	3	260
7	ポンプ場	112	23	0.4	4	14	2	155	7	(1.86)	60	12	0.2	2	8	1	83
8	名 護 高 校	36	8	0.1	1	4	1	50	8	(0.90)	40	9	0.1	0	4	1	56
9	名護高校上流	17	4	0.1	1	2	1	25	9	(0.44)	39	9	0.2	2	5	2	57
10	西 屋 部 川	810	161	1.8	26	86	12	1097	10	(7.24)	112	22	0.2	4	12	2	152

これによると、屋部川全体からの流出土砂量は 2,640 m³ (白銀橋 1,530 m³, 西屋部川 1,097 m³) となり、単純に雨量により推算すれば、1 年間に約 10,000 m³ が屋部川流域から流出していると考えられる。しかし、この観測は現地での観測時間が 1 時間であるため、観測値と計算値の関係がチェックできず、これらの検討は今後の課題としている。

(2) 赤土砂流出量推算式の作成

次に、赤土砂流出量を、その流出が裸地部分からの流出がそのほとんどを占めていることに着目して 10 分間雨量の累加値と、地表面の状態因子をもとに東屋部川の資料から作成した。

$$V = 1.97 \times 10^{-2} (Rsum)^{1.46} \times \chi + 1.10 \times 10^{-3} (Rsum)^{1.63} \times Y$$

ここに V ; 赤土砂流出量 (m³)

; 10 分間雨 1mm 以上でその超過分の合計値 (mm)

; 11° 以上の裸地 + 0.1 年生パイン畑面積 (ha)

; 11° 以下の裸地 + 0.1 年生パイン畑面積 (ha)

上式による計算の結果は図 - 6 に示すとおりであるが、この計算の適合性を検討するため、西屋部川で計算値と観測値を比較したが、計算値が約 1.5 倍程度多く出る結果となった。これは地表面の状態因子のパラメータのうち 0.1 年生の把握が十分に行えなかったことが原因と考えられ、今後の検討が必要である。

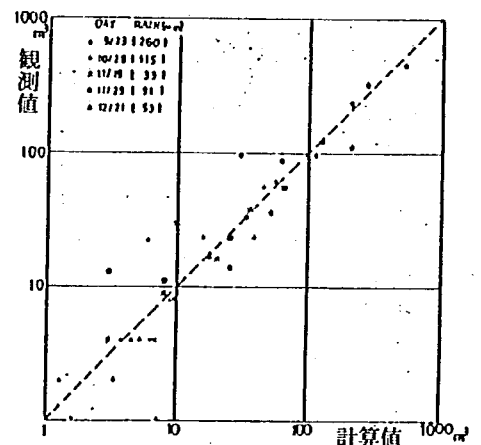


図 - 6 赤土砂流出量推算式による計算値と観測値

6. 今後の課題

今後の課題としては、赤土砂の基本的特性とその流出機構に関する特性を、より定量的に把握するため、現在行っている現地調査を継続し、その精度向上を図るとともに、流出防止策定のための調査検討を進めることにしている。

なお、本文の数式等はあくまでも昭和 57 年度に行った現地観測をもとに一次的に解析したもので、検討中のものであることをおことわりしておきます。

砂防調査の成果活用に関する
会議議事録

土 研 資 料 第 2 0 7 6 号
昭 和 5 9 年 3 月 (1984)
砂 防 研 究 室

キーワード 砂防調査

要 旨

昭和58年6月1日～3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

40円切手
をはって
下さい。

3 0 5 - □ □

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2076号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

