

ISSN 0386-5878

土研資料 第2075号

土木研究所資料

第3回砂防調査の成果活用
に関する会議議事録

昭和59年2月

建設省土木研究所
砂防研究室

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. 挨拶	2
土木研究所砂防部長 水越三郎	
河川局砂防部砂防課長補佐 池谷 浩	3
3. 特別講演	7
河川局砂防部建設専門官 酒井淳行	
4. 話題提供	11
5. 分科会の組織表	12
6. 分科会報告議事録	13
7. 全体討議	27
8. 総 括	41
土木研究所砂防研究室長 渡辺正幸	
9. 閉 会	42
河川局砂防部砂防課長補佐 池谷 浩	
10. 参加者名簿	44
11. 参考資料	49

1. 会議日程表

時：昭和57年 5月20日～22日

場所：科学技術庁研究交流センター

5月20日

13:30 開会の辞
13:30 挨拶
14:00 案内その他説明
14:10 話題提供 (1)
14:55 話題提供 (2)
15:55 話題提供 (3)
17:00 終了

5月21日

9:00 特別講演
9:15 話題提供 (4)
10:15 話題提供 (5)
11:00 分科会討議
12:00 昼食
13:00 分科会討議
17:00 終了

5月22日

8:45 分科会報告 (1)
9:10 分科会報告 (2)
9:15 分科会報告 (3)
9:30 分科会報告 (4)
9:45 分科会報告 (5)
10:00 分科会報告 (6)
10:15 分科会報告 (7)
10:30 休息
10:40 全体討議
11:30 総括
12:00 閉会

2. 挨拶

建設省土木研究所 砂防部長 水越三郎

土木研究所の水越と申します。本日は本省はじめ地建の皆様にはこの筑波会議にお集りいただきまして御苦労様です。

御承知の様に昭和57年度から建設省技術研究所では、砂防施設とその効果に関する研究をとりあげることになっております。内容的には、私共、砂防に携わります者のメインテーマでございまして、対象とする土砂の動態の捕らえ方、あるいは計画のとり方、施設の配置の仕方であるとか、あるいは事業の進め方、効果の見方と、まさに私共にとりまして根幹にかかわるようなものにつきましての総合研究、あるいは総合調査であるわけでございます。有意義な成果の得ることを期待をいたしております。とりわけ、事業実施というような面をながめましたときには、砂防事業は定性的と申しますか、また経験的な技術判断というものが占める割合の多い分野だという風に考えておりますが、そういうことは豊かな経験の持ち主によって、効果的な、あるいは極めて個性的な砂防事業というものが期待されます反面、又、十人十色といおうか、百人百様の見方もそこにでてくる可能性もございまして、外から見ますとなかなか分かりにくいものになりがちな一面もあるわけでございます。先程、本省の池谷さん、あるいは山本さんから伺いましたが、なかなか事業費に関する見通しがあまり明るくないようでございます。そういう状況ですと、これは当然事業の投資効率というものに対する厳しい審定というものが当然ありうるわけでございまして、そういうものに対応する為にも、まず私共が今やっております、あるいはこれからやろうとしていることに関して、対内あるいは対外的にいずれをとりましても、やはり分かりやすいものにする、これがまず必要であろうと思います。施設の配置の仕方、あるいは仕事の進め方、効果の見方、いずれをとりましても、その必要性というものは大きいわけでございます。今年から始りますこの技術研究会の指定課題、「防砂施設とその効果に関する研究」でございますがやはりその大きい狙いと申しますか、底流は決して難かしい議論を展開しようとか、あるいは高度な理論を組立てようということではなく、私共が、所請、経験的にあるいは実証的にやっていること、そのこと自身は大変、大事なことで貴重なものであるわけでございますが、そういうものを含めまして、まずはともかく、分かりやすいものにしよう、そういう努力をしようということであろうと私なりに考えております。その為、今日からあさまで、たいへんな大会議でございますが、皆様方に討議とりまとめをしていただけていただくわけでございます。その過程で、現在、私共、砂防分野でもっております技術、あるいは他の分野の知識等、応用いたしまして、討議を通じて、作業方針なり具体的な取り組み方が決まる部分、そういう部分が多いことがもちろん望ましいわけでございますが、そういう部分もございまして、又、なかなか作業方針を決めにくい、あるいは具体的な取り組み方もよく分らないと、いう部分もかなりあるだろうという風に予想いたしております。私からこういうことを申し上げるのはどうかと思いますが、是非そういうものにつきましては、土木研究所の機能を有効に御活用いただきたいと思いますと考えております。現在、土木研究所におきま

しては、筑波に移転しましたのを契機に、長期研究計画の見直しが進んでおりますし、又、当面五ヶ年でとりあげる研究課題の最終的な詰めも進んでおります。私共といたしましては、行政あるいは社会からのニーズに適切に対応した研究課題というものをとりあげなければならない。これは当然なことでございますが、是非、こういう機会を通じまして土木研究所に対する課題提起というものをお願いをいたしたいとこう思っております。指定課題と申しますと、私も以前にとりまとめの総括を担当いたしましたこともございます。なかなか限られた期間にそれなりの成果をあげようということ、なかなか大変でございますし、いくら笛を吹いてもなかなか踊ってくれないという面もございます、苦労した経験もございます。今回の内容を見ますと、なかなか三年という期間では足りないというものもあるかとございます。是非、三年程度の短期の目標、そういったものにこだわらない長期の目標につきましても充分、御審議をいただきたいとこう思っております。お集りの皆様方、それぞれ地建あるいは事務所に戻れますと、課題実施につきまして、やはり指導的な立場に立たれる方々という風に理解しておりますが、是非、内容の重要性というものを、より一層、関係者の皆様方に徹底していただき、又、こういう課題を地道に又、真剣にとりあげますことが、私共、砂防技術、実質的な意味での砂防技術の向上に貢献するということを充分に御理解いただきまして実施をするようにしていただきたい、こう思っております。簡単でございますが、挨拶にかえさせていただきます。

建設省河川局砂防部 砂防課長補佐 池 谷 浩

高い席からではございますが、建設省の砂防課を代表しまして、一言皆さんに御挨拶申しあげます。今回、第三回の砂防調査の成果の活用に関する会議にあたりまして、皆様方、全国から、所請、調査の第一線で御活躍の皆様がお集りになりまして、今日を含めまして三日間、有意義な討論をされるということで非常にその成果を期待しているところでございます。

現在、職場では、最も忙しい時期ではないかと思えます。そういう中を、非常に貴重な時間を三日間ここで費やすわけですので、有効な討議になってほしいということを願っているわけでございます。皆さん御承知のように今年度は砂防事業そのものでも直轄で伸び率が1.02、調査につきましては0.98というような非常に厳しい状況でございます。来年度につきましては、現在、非常に難しい話がでております。昨今の報道によりますと、ゼロシーリング、もしくはマイナスシーリングというような噂も飛び交っておりまして、ますます財政的に非常に厳しい状況下にあるというのが公共事業の宿命でございます。一方では、御承知のように、りんちょう絡みの問題がございまして、部局の統廃合が問題になっております。このように財政と行政の両面から非常に厳しい棒を突きつけられているというのが現状かと思えます。反面、砂防事業に省みましてみますと、市町村、地方自治体もしくは地元の方々からの砂防事業に対します要望というものが、高まっておりまして、所請、地元からのニーズというのが、最近、非常に大きくなっております。こういう面を見ますと、片方では非常に厳しい行財政からの圧迫があり、一方から下は、事業を促進してほしいという非常に大きな要望がありまして、この二つの間に挟って、今、皆さんを含め我々は、頑張っているわけでありましたが、こういう時期に

は、ますます砂防事業というものが効率的で効果的でなければならないということになってまいります。そういう面では、砂防事業を説明する対象によって、もちろん内容が変わりますので、例えば、大蔵に説明するもの、そして皆さん方が本省なり局に説明するもの、また皆さん方が地元の住民の方に説明するものという風に、説明する内容によってはその話し方が変わりますが、要は、砂防事業を、相手に納得していただくように説明できなくてはならないわけでございます。そういう中で、皆さん方が第一線で活躍されてます、その所請、砂防事業の調査というものが一番大きなウェイトを占めることになります。事業に関する調査を実際やっているのは、日本ではここにお集まりの皆さんだけであり、皆さんがとりもなおさず、砂防事業の最も先端を担当されているわけでございます。言いかえれば、これからの砂防事業の進む道は、皆さん方の手中にあると言っても過言ではないと思います。そういう非常に厳しい事態の中で非常に優秀な皆様方がお集まりいただきまして、これから三日間、特に今回はテーマとしましては、「砂防の施設とその効果に関する研究」と申しまして、砂防事業のいわゆる評価をどういう風にもっていくか、プライオリティをどういう風にもっていくかという非常に重要なパートを占める部分の研究を検討していただくということで、三日間の皆さんの有意義な御討議とその成果を非常に期待しているわけでございます。最後になりますが、今日は我々建設省の、実は内部の研究の会議でございますが、建設省だけでなく、防災センター、それから林業試験場、同じ建設省の中からも国土地理院という所から、それぞれ御専門の先生方をお招きまして、いろいろ御討議それから話題提起等をしていただけると聞いております。我々の事業に新しい目で御指導をいただけることは大変よろこばしいことであり、快く本会議に御参加いただきました林業試験場・防災センター・国土地理院の皆さん方に心から御礼申しあげたいと思います。又、このすばらしい会場のセット等、非常にたいへんな労力がかかるわけございまして、私も実は、昨年までは、この会議ではそちらの司会の席で司会をやっていた関係がございまして、この内容を良く存じているわけでございますが、実際、この百名に近い人々の三日間の世話というのは、大変なことでございますが、それを毎年快くやっただいております、建設省土木研究所の砂防部の皆さん、特に砂防研究室の皆さんには厚く御礼申し上げるとともに、このような立派な会議場を借していただけてます研究交流センターに対しまして御礼申しあげたいと思います。簡単ではございますが、三日間の討議がより有効に終わりますようにお願いいたしまして御挨拶に変えさせていただきます。どうも有難うございました。

建設省土木研究所 砂防研究室長 渡 辺 正 幸

砂防研究室長の渡辺でございます。建設省技術研究会の課題として設定されました「砂防施設の機能と効果に関する研究」は、題名は非常にやさしくて、答えは非常に難かしいもの、どのように皆さん方と一緒にやっとうかとは私は大変、苦慮いたしました。ところで、先程、砂防部長並びに池谷補佐の話にもありましたように、私共自身がやっております砂防については金を配分する大蔵省並びに一般市民の方々や、登山者から空っぽの堰堤を指摘されて、何の役に立つんだとたずねられたり投書がきたり、新聞にのったりしますが、そういうたものに対して、これはこういう意味があるんだと

いうはっきりした説明ができるようにするにはどうしたらいいかということを常々考えておるわけです。例えば、私共の子供達から建設省で何をやっているのかと聞かれた時に砂防ダムを作っているよと答えます。それじゃ子供の非常に素朴な質問、即ち、何の為に作っているのとか、どうしてこういう大きさに決めたのとか、という風に問いかけるわけです。人里離れた山奥に20mの砂防ダムを作ると、どうして3m位にしないのかと、山に登る時に登りやすいじゃないか、20mだと登りにくい、3mだと登りやすいし、落ちてても痛くないということになるわけです。そういった非常に素朴な質問に答えるのに我々はどういう根拠をもっているかということを考えます。そのような素朴な質問にどう答えるか。即ち、問題としては、上流から来る多すぎる土砂、それから下流へ送る少なすぎる土砂、それからここから何km上流で、どういう形で土砂がでそう。そういう時にこういう物を作れば、その下流何kmではもう心配しなくてもいいとか、また、上流何kmで何mmの大雨が降った時にこんな形で土砂が出そうとかそういう場合の対策として、流域の形から見てダムが出来る、あるいはダムが出来ない、床掘り土砂、掘削土砂でダムの容量が自ずから塞ってしまう、ダムが埋っちゃうような土砂が出る、そういうおかしなこともありうるわけですが、そういう場合は防ぎようがないから逃げると、そして又同じ物を作るのであれば安い方法で作ろうと、こういういろいろ考えなくてはならないことがたくさんあるわけです。その為には現地で私共が事業をやっております流域の状態を良く知らなければならぬ。知るということは、これは測って知るということだと思います。それで測るためには、即ち自然現象を良く知るためには何を測るかという眼力が必要になってきます。骨董屋さんの偽物と本物を見分ける眼力、医者之眼力—不安定な患者の訴えをよく聞いて、病名を診断して、そして有効な処方を考えだす医者之眼力、我々は土砂害を防ぐという意味でのプロを自負しておりますから、やはり骨董屋之眼力・医者之眼力に相当する眼力を備えなければならないと思うわけです。それは河床を見たり、あるいは河の縦断形を見たり、あるいは流域の地形やらを見たり、それから災害の跡地に立ってその状況を見たりすることの中から何かの規則性を見い出して、その中に働いている有害な因子をどうやって消したらいいかと、どういう物を作ればそれを消せるかということを考えるわけです。因子としましてはパンフレット・資料の中に説明してありますように河床高とか水深とかあるいは構造物の区間距離とか、石の粒径とかいろんなものがございますが、そして又、そういった物を造った後、期待どうり効果が現れておるかどうかといったようなことを、又、確認しなくてはならないわけです。そういう風に考えますと、計画と調査、それから施設計画それから維持管理といったような私共の担当しております一連の仕事が必ずつながりをもってくる筈ですし、そして又、そういったものがはっきりすれば、計画と調査の面で下流河川との接続もうまくいって、上流から海まで一貫した河川管理、土砂管理ができるという風に考えられるわけです。ところで先程、我々は土砂の管理に関するプロとして、それ相当の眼力が必要だと申しましたが、それに関してはいささか足りない、まだ不十分な所もあります。そこで問題はどのようにしてその眼力を養うかということです。そして又、せっかくの眼力を持ち合わせておりまして、その眼を持って現地に行かなくてはならないわけです。患者の診断をしなくてはいけない、患者は山にいるというわけですが、どうやって、その患者と接す

る時間を生み出すかという風に考えますと、私共、特に現場の皆さん方は非常にお忙しい毎日を送っておられるわけで、現地で特ち前の眼力を発揮して、そして有効な診断を下していただく為には時間をどうやって生み出すかということが非常に重要な問題であるわけです。ここでその本省の方々にも是非、御一考願って現場で、事務所で作る書類を極力減らす、あまり現場に書類作りをさせない、できるだけ体力を使わず、頭を使うような仕事のシステムを本省から現場の末端まで考える必要があるんじゃないかと思います。もちろん、土木研究所もそうだと思います。ところで、測るという仕事は、物によっては非常に稀な現象を扱うわけでもありますから、その測る対象は気長に待たなくてはいけない。そして、そういった現象が起こった時には、逃さずに計らなくてはいけない。ところで時間がない、ということになるとここ一発ふんどしをしめて、じっくり何を測るか、どういう風にして測るか、ということを考えて、あらかじめ、そのカルテを作っておかなくてはならない、と同時に、せっかく起きた時に、それを逃さないように極力、自動観測をしなくてはいけないという風に考えるわけです。今回は、そういった、これからの将来のデータ作りの為にできるだけしっかりした基準作りをしようと、そして根気よく、20年、30年位かけて人が変わっても測る対象は変わらないといった組織作りをしていけたらと思います。私がいきました、調査実施要領は私自身の不勉強のせいもあって、非常に判かりにくいという御批判を受けております。判かりにくいのは当然の話で、書いた本人が分っていないからであります。そのあたり何とぞ皆さん方の熱意と智恵とで補っていただいて、先程来、でておりますという素朴な質問に対して答えられる、そして誇りをもって仕事ができる、そういう風にもっていききたいものと願っております。国土地理院をはじめ、多官庁の方々の御協力も得まして、期待する成果が出来るだけ多くなりますようお願いいたします。どうも有難うございました。

（中略）

3. 特別講演「インドネシアで要求されている砂防技術について」

建設省河川局砂防部建設専門官 酒井 淳 行

おはようございます。ただ今、御紹介にあずかりました酒井でございます。今日、私はこのような会を開くというようなことを知りまして、急きょ、ホットなニュースということで、インドネシアで体験してきました問題点といえますか、どのようなことをインドネシアは要求しているかというようなことを皆様にお伝えいたしまして皆様方がいろいろ、これから技術開発を行っていく上の参考にさせていただければ幸いと思っております。ただ今、本省の専門官という御紹介でございましたが、私の発言は本省の専門官という立場からの発言ではなく、インドネシアにおりました砂防の専門家ということで、お聞きいただかないと、いろいろの問題があるんじゃないかというので、あらかじめ、お断りいたします。

私が着任しました1979年から3年間、この5月までインドネシアにいたわけなんです、行きました早々、マラピ火山というスマトラの西部にありますけど、そこで80人位の人が土石流で亡くなり、その後1980年には中部ジャワでやはり、100名近い人が土石流で死んでおります。それから1981年の5月14日、たまたま土木研究所の渡辺室長がリーダーになって、マスタープランのガイドラインを作るということでスメール火山に調査団でいらっしゃっていた最中、やはり大土石流が起きまして404人の人が亡くなっているというようなことで、火山周辺の土石流による災害ということが非常に大きな問題となっております。そういうようなものに対して、もちろん、インドネシア自身もいろいろ努力しておりますが、やはり、技術的にもまだ発展途上国です、1970年の初めから日本の技術援助で、いろいろな砂防技術の紹介がされておまして、そういうものを祖借しながら、今、インドネシアが独自にいろいろな砂防の問題に取り込んでいるわけです。そういう中で、我々、専門家が直面しました問題というものを15分という限られた中で御説明するにあたりまして、私は4つばかり、テーマを拾ってみました。一番目の問題としまして、リターンピリオドの問題、デザインディスチャージの問題、それからソイルコルサルベーションの問題、それから施設の設計等の問題という風に4つに区分して説明させていただきます。これは特に、ここで話題提供をするにあたりまして、やはり前提というものを十分、御理解いただかないと、誤解する問題があるんじゃないかと思います。まず、日本の場合、非常に行政が進んでおりますし、砂防先進国であると同時に水害というもの、公共投資に対する整備水準というのはかなり諸外国に比べても進んでいるわけですし、特に日本の場合は、治水の問題という中で、河道の整備の問題と、土砂整備の問題というようなものを分けて、非常に効率的に実施している。これに対して、インドネシアの場合、まだ開発の途についたばかりの国でございまして、火山周辺の災害の防除というのは、火山砂防の事務所に全て任されている、そういうようななかで問題に取り込んでいくわけですので、日本のように、土砂だけとか河だけという風にいかない、又、インドネシアは御承知のとおり、石油大国でありまして、他の発展途上国に比べますと、かなり経済的にも余裕があるわけですが、やはり現代の社会状況というか、世界状況の中では、発展途上国

は、当然、先進諸国から技術、同時に経済の援助を受ける資格があるといいますが、そういうような概念のなかで、世の中が進んでおりますので、すべてといえますか、あらゆる分野における社会投資というようなものに対して、世界銀行なりアジ銀なり、あるいは日本独自のOECAフローンというようなものを頼りに事業を進めていく、そういうようななかで事業化をするのにどんなものが必要になってくるかという時に、投資額に対して、どういうベネフィットがあるかということはかなり厳密に要求されるわけでございます。日本の場合、その辺、自分の国の金でありますし、あるいは社会状況といえますか、そういう国民的コンセンサスの中で災害を失くそうというようなことでなんか外国にいた私たちから言わせると、ベネフィットに対する吟味といえますか、そういうものに少い甘いところがあるんじゃないか、そういう意味で、特に我々が関連しています土石流をそういうプロジェクトとしてホームレイトしようという時に、必ずぶつかるのがリターンピリオドの問題です。例えば、先程、挙げましたような3つの災害が何年確率位で起きるんだろうか、そういうものがはっきりしませんでした、いくら金をかけるかというようなことがでてこない。我々としては、水は雨が降れば、デイスチャージが起きる。そういう相関性があるということが技術基準にものっけてありますが、土砂の場合、そういうものがはっきりしない、はっきりしないというだけでは、どうにもならない問題につきあたってしまう。そういうようなことで、やはり、これから皆様が、いろいろな、国内で砂防技術向上に努める中でそういうものも取り込んでいただいて、今後、日本が果たさなくてはならない国際協力場で生かせるような技術にしていきたいというのが一点でございます。特に、リターンピリオドの問題は、今までの報告書の中でも、土砂の動きというのは雨だけではないというようなことは、言わなくても、向うも理解しているわけですが、じゃ、どうしてどういう風に起きるのか、それを計画に乗っけるにはどうすればいいかというようなことで、具体的に行き詰まってしまうというようなことで、我々も何か無い知恵を出して、あるいは、とにかく、その場はつくろってはきているわけなんです、非常に苦しいということでは是非、近々の内に、そういうものを解決していただければ、非常に海外で働く人たちにとっても心強いんじゃないかという風に考えております。

二番目のデザインデイスチャージの問題に移らせていただきますが、先程も、昌頭、御説明いたしましたように、インドネシアという国は、まだ砂防とか河川とかいう風に分かれておりません。それで、我々がやる場合、すべての問題をひっくるめてやるわけなんです、例えば、我々がやはり技術者として何かをやろうという時に必ず、河川砂防技術基準というようなものも、一つの大きな武器として、我々の持っている武器の最大のものという風に我々は一応、考えておりますので、それを見ますと、これは特に私の意見でありまして、砂防課の意見ではございません。一つの河の断面を設計しようというような時に、特に、インドネシアの場合ですと、我々が対象としているような区間は土石流が起きる場所でございます。その土石流が起きるような場所でもありながら、有堤部といいますが、築堤がしてありまして、オランダ時代に造られた、1910年代に造られた堤防が今も残っている場所もあれば、何回か災害を受けて壊れたというような場所もあります。今回、1981年5月に起きた土石流で404名の人々が亡くなったという場所もそういう土石流区間であって、有堤部であるというような所

で災害が起きています。たまたま、渡辺室長以下、日本の調査団が来ていたわけですが、それでは、その河道の断面をどういう風に造ればいだろうかというような具体的な問題がでた時に、ラショナル式から持ってきたような式、あるいは、そういう流出解析から持ってきたような流量でいいんだらうかと、そのようなことにすぐ、直面するわけで、今回はその当時の災害の痕跡というようなもので高さは決めましたということで、一応解答したわけなんです。その後、投資規模の問題が具体的にになってきて、いろいろな、これはくだらない話ですが、あまり小さな規模のプロジェクトであれば自分でやればいいじゃないかと、日本が援助する以上は、やはり、ある程度、大きなものでないと意味がないということで、当初提案したよりも、ちょっと上げようというような話が起きて、実際にプロポーズした時に、当初したもの築堤よりも1m嵩上げしようということで、ある金額にまとめたわけです。その時に1m増すことによってどういようなベネフィットがでるのか、要するに普通の河川堤防の場合ですと、1m上げることによって、超過確率を何年まで引き上げることができるというようなことで、簡単にベネフィットも説明できるわけですが、もともとデザインディスチャージといういようなものに対して、我々、砂防技術基準の中にも、そういうものを見つけることができません。そういういようなことから、1m上げるといういような説明が非常に難しくなったといういような問題を私、事例としてここで説明したい、そういういようなことで、日本のように整備された行政機関の中での計画というものと、インドネシアのいような発展途上国において、砂防も河川も一緒にやっていくといういような中で、どういような計画をやっていけばいいかといういようなことで、これも厭味たらしくなりますが、世界に通用するいような一つの設計基準といういようなものにしていただければと望む次第でございます。

それから、3番目のソイルコルサルベーションという問題をとり上げたわけですが、山腹工事とか植栽による流砂の防止といういようなことで細かい技術というものが非常に日本では進歩して、そういうものが確立されているということは、私も確信しております。しかし、実際に、どのいようなことで私が問題にぶつかったかと申し上げますと、カランカデツダムというものが、東部ジャワにあるわけですが、これは日本の賠償で造られた約3億トンの貯水量を誇る大きなダムでございます。キャッチメント・エリアがだいたい1050km²あるという、そういういようなダムが完成後10年足らずで非常に堆砂の問題がでてきていると、いろいろ問題はありますがリザボアの中に溜まっている砂を観ますと、非常にファインサンドというか、ファインシルトみたいなものが多いと、そういういようなことから、河道そのものの不安定によって流出されるものというよりはむしろ、流域の田畑といひますか、田んぼはそんなに問題ありませんけど、イリイゲーション施設のない畑といういような所から出てくる土砂が非常に大きな問題であり、そういうものを流すウォッシュロードの問題というものがここでは非常に大きな問題になっているわけです。それで、どういような風にすればいいかということで、インドネシア側としては、即、砂防ダムを造ってみてくれと、こういう提案がありまして、私、現場に行ったわけですが、今、申しあげたいような、河道の勾配も非常に緩やかですし、河床の材料を観ても細かいといういようなことから、河道自身を安定させるといういようなことでは、とてもこの流砂は止

められない、やはりソイルコルサルベージョンといいますか、斜面そのものを安定化させるというようなことがなくちゃいけないんじゃないかということを提案したわけなんです、なにせ1050kmもの中、広いキャッチメントエリアを対象にどんなようなソイルコルサルベージョンをやればいいのかというようなことで、1つ1つの武器は、道具はあるわけですが、そういうものの組み合わせというようなことで、そういう広流域のものにどういう風に対応させていけばいいかというようなことで、どうも私の勉強不足が99%かもしれませんが、何か、砂防技術基準を見ても、そういうような対応が高校卒業4年の程度の人では分かるようには書いてないなという風なことで是非、具体的にあるいは流域として対応する為にはどういう風にコルサルベージョンをしていけばいいのかということ、今後、日本では問題になりにくいかもしれませんが、諸外国で砂防の問題をやっていくとしたら、当然つきあたる問題ではないかということで、提案させていただきました。

それから、最後になりましたが、砂防ダムの設計というようなことで、最初にも申しあげましたように1970年代の初めから、日本の技術者がたくさんインドネシアに行って技術指導をやっているわけなんです、実際に出来た砂防ダムが今回の土石流でも何基か壊れております。それはどういうことで壊れたかといいますと、袖部を土石流が越流して壊れている。これは日本でも良く見受けられる現象であります、且つ、見受けられるにもかかわらず、今だにそういう地域の設計基準が確立されていないんじゃないか、特に、インドネシアの場合ですと水通し断面というようなものはラショナルで求めた流量を基準に広頂堰の式、その流れる水通し面積を決めてやるというような普通の掃流区間におけるような設計をしています。それは、使う人が悪いといわれれば、一步、引き退がりまして、袖の効用といいますか、土石流区間における袖というようなものが、マイナス効果といいますか、思わぬ方向に土石流を跳ね飛ばすというようなことも起きるわけですし、やはり土石流区間における砂防ダムの設計法というようなものについても出来る限り早い機会に御検討していただいて世界に使えるようなものにしていただきたい。時間になりましたので省略させていただきましたが、いろいろとばしちゃいましたので、分かりにくい点多々あったかと思いますが、以上4つについて皆様方の技術検討会の中で、あるいは今後の課題の一つとして御参考にいただければ、非常に幸いと存じます。有難うございました。

4. 話題提供

本章は、本会議における話題提供者と話題提供の題目を下記のとおり列記した。なおその内容は第11章の参考資料に記載したとおりである。

話 題 提 供 者	題 目
1) 中国地建 河川計画課 調査第2係長 山 懸 一 登	天神川流域における流出土砂の特性について
2) 国土地理院 地理第2課 調査第2係長 熊 木 洋 太	国土地理院の溪流調査
3) 林業試験場 防災第2研究室 室長 新 田 隆 三	積雪地帯における土砂生産
4) 中部地建 河川部 建設専門官 近 藤 浩 一	砂防計画, 施設計画の問題点
5) 四国地建 河川部 建設専門官 松 井 宗 広	重信川における砂防ダムによる遊水池効果について

5. 分科会の組織表

No	分科会のテーマ	主務の地建	分科会のメンバー		土研担当	備考
			土地条件	北陸, 関東		
1	既往資料解析・追加調査	関東	斜面	北陸, 近畿, 関東, 九州	仲野(急)	
			溪流	中部, 九州, 関東		
2	砂防計画, 施設計画	九州	北海道, 北陸, 近畿, 中部, 九州		万膳(砂) 福本(砂)	
3	モデル流域・観測	四国	観測	関東, 北陸, 沖縄 四国, 中国, 東北	上原(砂)	
			解析 評価	東北, 北陸, 四国 中国, 沖縄, 関東		
4	施設の機能・効果の 測定・基礎調査及び 構造・試験・実験	北陸	北海道, 関東, 中部, 九州 北陸, 近畿, 四国, 東北		阿部(砂) 鈴木(砂)	
5	常時土石流が発生する 流域	中部	北陸, 九州, 中部		北山(砂)	
6	掃流形態卓越・土石 流待受	近畿	関東, 北陸, 中国, 近畿		渡辺(砂)	
7	積雪研防	東北	北海道, 東北, 近畿, 北陸		吉松(地)	

・本表は「土木研究所資料第1796号, 建設省技術研究会砂防施設とその効果に関する研究調査実施要領 昭和57年2月」中の「表-3 研究会の組織」(11ページ)を57年4月28日打合せに基づいて再編成したものである。

・土研担当は, 今回の筑波会議の各分科会出席者及び今後の調査研究, 連絡調整担当者である。

6. 分科会報告議事録

本省は各分科会の代表者が各分科会で討議した内容を取りまとめて発表したものをテープレコーダーから文章化したものです。テープからの文章化のため、分科会、あるいは発表者の主意からはずれ文章もあると思いますが、その点はお詫び致します。

6.1 第1分科会（既応資料解析、追加調査）

1. 調査目的

砂防計画もしくは砂防施設の計画、効果を20年～30年後を見越した形で明確にするための資料を作成する。

2. 分科会の検討項目

- 1) 土地条件調査
- 2) 斜面調査
- 3) 溪流調査
- 4) 流出解析、河床変動計算の既応資料の整理

3. 各調査の具備すべき内容の検討

1) 土地条件調査

土地条件とは、流域特性のことで、気象、地形、地質、水文、植生、雪崩等を含む調査である。

(1) 土地条件調査（調査対象流域の周辺を含めた）

25,000分の1の地形図を使用して、モデル流域を含めたその地域が、現在どのような位置付けにあるのかを明らかにすることに主眼をおいてモデル流域のおよそ10倍位いの範囲の規模で調査を行って、主に一般資料をまとめる。

- ① 地形調査………対象流域の侵食ステージ、もしくは地形発達史的なものを整理する。
- ② せっぽう面図、起伏図、谷密度の資料を整理する。
- ③ 地形分類調査

遷急線、遷緩線というような地せい線の整理と斜面の区分、段丘、扇状地、がけすい、地すべり地形、崩壊地形の整理を行う。

④ 地質調査

基礎の地質等を利用して地質図を作成する。また、地質構造、地質構造の発達史について整理する。

⑤ 気象情報に関する調査

降水量、気温、異常気象資料に関する調査資料を整理する。

(2) 調査対象流域（モデル流域）を中心とした土地条件調査

既応資料あるいは追加調査結果が中心となる。

① 1/2,500の地形図をつくることについて討議した

数kmでモデル流域が固まっているところによいが、20~30kmという対象流域面積をもつモデル流域では1/2,500の地形図の作成が困難だとの意見があり、1/5,000とするか1/2,500を義務づけるか、結論を得るに達しなかった。

② 地形計測等を主体とした基礎データの整理で遷急線、遷緩線、谷底等の地勢線の整理を行う。

- メッシュマップ等を作成し、コンピュータファイリングを行う。
- 基礎データの収集は水系図を作成し水系乗数解析をする。
- 流域面積から流路の平均勾配、起伏量、起伏量比、主流路長、流路本数、谷密度、等のデータの計測を行う。
- メッシュマップの作成を行う。これは1/2,500の地形図上で1cm四方（実距離で25m四方）のメッシュを作って、それに基づいてデータの管理を行う。
- デジタルマップを作成する。こうしてんのメッシュマップによる各こうしてんの標高、方眼内の最高、最低標高、方眼の2辺を切るコンター数とを読み込んで、傾斜方眼内の谷数、谷密度、斜面長、せっぽう面図、せつこく面等を電算機で作図していくことを考える。

③ 地形分類図の作成

山頂緩斜面、開析斜面、（表層崩壊、大規模崩壊、地すべり、谷頭、こくへき斜面、ガリー等の微地形を表現整備する）山麓堆積地については、崖すい、土石流態、溪床堆積物、沖積錐、扇状地の項目で整理する。

段丘は高位、中位、低位に区分して整理する。これらの全ては、メッシュマップと対応させて、データのファイリングをしておく。

④ 地質調査を行い、表面地質図を作成する。

⑤ 植生調査を林地、草地、裸地に区分して行う。林地は樹種、樹高、疎密度の区別を行う。

⑥ 崩雪調査は崩雪分布図を作成する。

2) 溪流調査

① 溪床の縦・横断測量を行う。横断測量は溪床幅の2~3倍位の間隔で実施したらどうかとの提案をしたが、実際に50~100m間隔で横断測量を実施しているところが多い。

② ダム堆砂測量は50mを標準として必要に応じて中間点（25m）を追加する。

③ 一洪水中の移動土砂の層厚を調査する。（調査法としてはレンガやリングを河床に埋込んでおく方法がある）

④ 河床表面礫に色をつけておくなどして掃流距離の調査を行う。

⑤ 土石流区域、移行区域、掃流区域を区分する。

- ⑥ 河床材料調査を行う。これは砂防ダム工事の床掘り終了後の段階で断面の各層毎の粒度分布を調査する。
- ⑦ 土砂移動の状況について、主に「もくこう植物」の年輪に頼って過去 100 年位いの範囲でどのように変動した可能性があるかを推測する。
- ⑧ 砂堆、砂州、プールとシュート、流水の蛇行、植生等を合せて溪岸の侵食状況とそれからの押出し、溪岸崩壊以前との流出状況の変化等を記録し、後述する斜面調査との関連をこの調査で調べる。
- ⑨ 溪流調査は、以上に述べてきたデータを基に溪流台帳の作成を提案する。また、台帳管理のあり方について提案する。

3) 斜面調査

斜面で起こる土砂の生産現象というものが河道にどのように供給されているかが調査の目的になる。

- ① 既存の崩壊地調査等のデータを積極的に生かす。データが全くないか、あってもデータが使えないことが明らかになった場合にはデータの整理方法を提案する。
- ② 斜面区分、斜面台帳を作成する。これは、谷頭斜面と谷壁斜面について分割する。なお、谷壁斜面の分割をどのような形でするのが検討事項になっている。
- ③ モデル斜面を選定する。これは、斜面の区分がなされた斜面のうちからモデル斜面を抽出し、斜面の縦断形の計測、表土の厚さ等の測定を行う。
- ④ 新規拡大崩壊等の変動後のチェックを行う。表面侵食量調査、ガリー侵食が卓越する所における調査、崩壊地の形態をとるような所での拡大崩壊調査、さらにこれらに基いて斜面下部に残存する残土の粒度分布等を定期的に変動状況をチェックする。
- ⑤ 最終的には斜面台帳に整理する。

4) 参考資料や基本文献の整理

- ① 地形図等がどういう形で整理されているかという既存の地形図の整理、既存の主題図、そのうちでも特に砂防関係になじみやすいと思われる地質図、地形分類図、土地条件図、土地利用図等について、例えば、ある事務所のある地域のデータというのが果してあるのか、あるとすればどの位いの縮尺で、どこに聞けばわかるか等について整理する。
- ② 空中写真、データもしくは基礎的な情報を整理して提供できるようにする。
- ③ 災害資料の整理用式を提案する。
- ④ 気象、水文資料のデータ整理方法を提案する。
- ⑤ 文献整理台帳の整理方法を提案する。

6.2 第2分科会(砂防計画、施設計画)

分科会の目標とするところを何におくか、目標達成のためにどんなアプローチをすればよいか、

具体的な作業手順をどうするかについて討論した。

1. 分科会の目標

(1) 4年後の目標

- ① 施設計画の計画論の方向づけが4年間でできている。
- ② 現行の砂防調査で計画論を構築するために不足しているものを指摘する。
- ③ モデル渓流において新たな計画論で砂防計画をたててみる。

(2) 30年後に期待する調査の方向

30年後には現在の砂防計画のもっている問題点が解消されて、砂防計画、施設計画がすでに構築されるような方向で調査を行う必要がある。

2. 目的達成のためのアプローチ

(1) 現在の砂防計画の問題点

- ① 土砂移動をうまく説明することが難かしいので、砂防計画の位置づけが不明である。例えば水系砂防などでは、下流河川計画との整合、あるいは河川計画担当者と砂防計画担当者の交流も全然なされていない問題が指摘されている。

河川の側では、総合河川計画として、従来の治水、利水、河川環境の喪失、保全というような流域管理の考え方をとり入れつつあるのに対して砂防計画は流域管理の考え方をとり入れていない。しかし、流域管理の観点から砂防計画を見直す必要があるのではないか、そのためにも砂防の効果を数値的に表現することが必要なのではなかろうか。

- ② 許容流砂量の考え方が計画に反映されていない。
- ③ 河川の計画規模と砂防の計画規模が接合区間でうまく整合しない。

(2) 具体的な手順

- ① 対象河川のどの区域の、どのような現象の、どのような応答を期待するのか、その応答を得るために砂防の立場から土砂移動現象にどのような人工的な手を加えればよいかの観点から砂防計画と施設計画への今後の方向づけと、それに向けての現行の砂防調査への提言を行う。
- ② 実際の作業として、過去に論議された砂防計画論に関する情報を整理して、問題点をあらい出す作業を行う。

(建設省技術研究会、砂防施設とその効果に関する研究)

土砂害に関する社会経済面からの欲求に、景観保護あるいは自然保護等の環境面を加える必要があると考える。

土砂害の現象と社会、経済からの欲求との関係をどのように表現していくかの検討を進める一方で、保全区域と砂防区域を結び合せて説明できる土砂移動現象に伴う土砂災害を防止する工学的手法があるか、土砂災害を防止する工学的手法の有する限界は何か、現在の砂防調査でどこまで土砂移動現象を追うことができるかを整理する必要があるのではないかと

れらを整理する過程において、他の分科会での砂防、施設計画あるいは調査関係の成果の活用が必要となる。

他の分科会の成果、土砂移動に係わる工学的手法、土砂移動現象に伴う弊害を記述する手法等を整理する過程において、土砂移動に係わる手法がある程度しばられてくるであろう。ただし、その手法に対してどのようなディメンジョンを与えるか、例えば、計画を与える場合にどういう広さを、時間スケールと距離のスケールをどのように考えるかが問題となろう。さらに欲求を計画目標に変換する場合の具体的な手法の設置と評価が必要であろう。

砂防計画の方針が決まると、砂防計画のそれ自体が施設をどのように配置するかにつながる。施設計画は、砂防計画の成果として当然でてくると考える。

(3) 昭和57年度の作業

- ① 分科会のメンバーが所管している河川について、現在の砂防計画で何か問題となっているのか、例えば第六次五ヶ年計画のなかで問題になっているようなことを含めて抽出整理する。同時に他の分科会から同様な作業で砂防計画に対する諸問題を指摘してもらう。
- ② 分科会のメンバーの所管する河川で、可能であれば河道を区分して、その区分した河道ごとに、どのような弊害が起きているか、どのような欲求があるのかを場の条件を考えながら整理する。可能であればランクづけ、ウエイトづけまで行いたい。
- ③ 砂防計画とか施設計画と言うような非常に抽象的な話が主体となって具体的な調査の内容が論議しにくい。そこで、他の分科会との交流や成果の活用ができるような機会を本省の方で用意してもらいたい。

6.3 第3分科会「モデル流域の観測に対する分科会」

1. 討議の内容

- 1) モデル流域の選定
- 2) モデル流域内の既応の調査内容
- 3) モデル流域内で実施する今後の調査内容

2. モデル流域の選定

1) ミクロモデルの選定条件

モデル流域をどこにどのような選定条件で、どういう場所に考えるかを議論した。また議論はモデル流域をどう考えるかということをもふまえて、モデル流域内の調査方法のあり方、解析方法等に進展した。

モデル流域は、54～56年の直枝のモデル流域を生かすことを原則とし、直枝のモデル流域のなかに、さらにもう少し小さなモデル流域を考える。流域面積を限定する理由として、予算的な面、労力的な面、効率的な面、調査密度等を考慮し、将来（5～10年先）の調査結果と比較するための十分な調査資料の収集を可能にすること等が挙げられる。

調査は、土砂生産、斜面調査、支川を含む河道調査を重点的に行う。

流域面積は5km²かあるいは5km²以下とすることについて討議したが5km²ではまだ大きすぎるという意見もあり、マイクロモデル流域にモデル河道（総流域河道調査）を加えるというところえ方をすることで検討した。マイクロモデル流域内での河道調査は、このモデル河道区内よりもさらにピッチが細かい精度の高い河道調査も必要であることを提案する。マイクロモデルの選定条件として、

- ① 54～56年度の直枝での流域内に包含される流域を選ぶことが望ましい。
- ② 流域面積は5km²、あるいはもっと小さい流域を目安とする。
- ③ 中小の出水時でもデータが得られることを意識して、山腹崩壊、あるいは土石流の発生するような中小の出水でも土砂流出の多い流域を選定する。
- ④ マイクロモデル流域のなかでは主に土砂生産域での集合運搬形式の形を経済的に表現するという調査を重点的においてやる。

モデル河道は、54年～56年の直枝のなかで対象としたモデル流域のなかの掃流区間、いわゆる河床変動計算というテクニックが使える区間に設定する。砂防施設の機能評価というタイトルの観点から、過去からの河床変動測量のデータの蓄積がある所で、58～59年程度の間で砂防施設が新たに施工されるような河道をモデル河道に選び、モデル河道内における砂防施設に与えるインパクトを前後でチェックする。そして、マイクロモデルにおける土砂生産をモデル河道にドッキングさせて最終的な河床変動計算を行う。

3. マイクロモデル流域での調査の内容

1) マイクロモデル内の調査項目

マイクロモデル流域内に存在する山腹崩壊地からの土砂供給が雨をインパクトして与えられるが、これをできるだけ詳しく時系列的にチェックする必要がある。時系列的に現象をとらえるためには、中小出水等についても例えば雨と侵食量との関係について調査する。そのためにもマイクロモデル流域を小さくしないと予算的にもできないだろう。予算的な面を考慮すると表面流出が著しい雨に対しては、雨ごとに斜面の状況を斜め前方から撮る地上写真でチェックし侵食量等を測定する方法が考えられる。その他、杭を斜面に埋没しておいて、雨ごとに計っていく方法が提案されている。この方法は杭間距離の問題、コストの問題、労力、危険性の問題があるので、地上写真を利用する方法もあるのではないだろうか。

マイクロモデル流域内では拡大崩壊のほかに、現在崩壊していない山腹斜面に対しても斜面調査（例えばマサ化している風化層の厚さ、侵透係数、透水係数といった諸元）する。

調査期間内でこのような調査の成果をもとに雨と崩壊との関係を予測（設定したレベルの雨が降ればどのような崩壊が起こる）することまで調査内容に入れてたらどうであろうか。もし調査期間内に設置しているレベルの雨が降らない場合に将来は、積極的に人工降雨実験による現地斜面での実験を行うことも考えたらよい。

マイクロモデル内での土砂流出量のトータルサム（合計量）を把握するためには、積極的にマイクロモデル流域の出口、本川のモデル河道区内の出口におけるチェックを行う必要がある。満砂ダムがある場合はそれを積極的に掘っておいて、中小の出水での堆砂量をその都度自由な測量をしてカントしていく方法がある。未満砂の場合にはそれを測定する。施設がない場合は、土砂量把握の為の例えば高さ5 mあるいは10 mの谷止工を造ることを等して積極的に取組む。

浮遊砂の観測についても、マイクロモデルの出口と、54年～56年に実施している直技のモデル流域の下流点の2点は少なくとも実施すべきであり、時系列的にハイドロミあい、例えば一時間間隔で採るべきであろう。

モデル流域には原則として雨量計を最低1ヶ所新設すべきである。

流量観測は、マイクロモデルの出口で少なくともH～Q曲線から水位を測定すれば流量がわかるようにする。

4. モデル河道での調査項目

- ① 河床変動測量は原則として50 m、場合によっては100 mの間隔で行う。砂防ダムの構造物等の上下流区間においては、必要に応じて測定間隔を細かく（例えば25 m）して精度を高くする。
- ② 大出水には必ず空中写真を撮る。
- ③ 河床材料調査は粒度構成が均一だと判断される区間の代表地点のそれぞれで実施する。具体的には、支川合流点の中間地点、勾配変化点、粒度構成の変化点の区間の代表点で実施する。横断方向には水みち、左右岸の付近の3点の調査が必要である。
- ④ 砂礫堆を形成している溪流では、地上写真により砂礫堆の変化を時系列的に把握する。

6.4 第4分科会「施設の機能、効果の測定、基礎調査及び構造試験・実験に関する分科会」

1. 調査目的

構造試験実験に関するものとしては、砂防施設の個々の機能、効果の研究を調べて可能なものから事業に反映する。

施設の機能とその機能がもたらす効果、施設の機能、効果の測定、基礎調査というものは、施設の機能とその機能がもたらす効果をできるだけ多くの観点から抽出して定量的に評価、又じけい変化を捕えてそれを砂防計画に反映させることを目的とする。

2. 機能と効果の定義

機能と効果を次のように定義する。すなわち、機能とは、施設を設けることにより改変される事項、例えば砂防ダムを設けることにより河床が上昇する。勾配が緩和される。河幅が拡大される等のことを言う。これに対して効果は、その機能がもたらす事項として、河床高が上昇することにより山腹が固定される。また、河幅が拡大されることにより、山腹が固定されると同時に、勾配が緩和されることにより流出土砂が減少する。このようなことを効果と定義する。

3. 実施内容

1) 構造試験・実験について

施設の設計に必要な外力、それに対する応力、変移、歪などを把握する。

外力、揚圧力、土圧、流水の単位体積重量、単位空隙率、などについて過去のデータを収集し解析する。

計測されていない項目を含め全ての項目について調査手段、調査計測機器などを開発して実際に観測する。これに関して模型実験、現地試験施工の計画もたてている。

土研の資料にみられる過去の施設の被災例は、主にダム前庭部の法掘、水たたき部の破損、水通し部の破損、ダムのクラック、倒壊、袖部の損壊などが挙げられるが、これらの過去の被災例を収集することにより、洗掘位置を決定し、本ダム・副ダム間の距離、護床工の長さ等の設計に役立たせることができないか、また、落下水に対する岩種別対侵食性についても分かるのではないか。さらに、ダムの倒壊等の被災例を収集することによって、ダムにかかる外力についてもある程度わかるのではないか。

砂防施設の個々の機能、効果の研究に関連して、特徴的なモデル流域の調査方法について述べる。

- ① 北海道開発局は低ダム群工法について群としての砂防施設の機能及び効果を研究したい。
- ② 中部地建では、底面水抜きスクリーンダム（富士砂防）。また、格子枠スクリーンダム（越美山系）について調査を継続したい。
- ③ 九州地建では、土石流が頻発し砂防施設の被災が多い桜島において、水置し、袖部、前庭保護工、間詰、打継め等の被災側を調査し構造及び設計上の問題点を解消するための資料を得たい。
 - 効果という問題に関連してマイナスの効果についても調べる。
 - 現地試験、施工を考える場合に、モデル流域をその項目毎にしぼる必要性がある。
 - 他の分科会との重複を考えて整理する必要がある。

2) 年次計画について

- ① 57年度は調査実施要領を作成し、砂防施設被災例を収集する。砂防ダムの災害実態調査はすでに土砂資料として整理されているので、流路工での被災例調査を実施したい。

調査実施要領の作成を受けて、モデル流域、砂防施設を選定する。モデル流域において動態観測体制の準備をし、現地試料箇所を選定する。

- ② 58年度は砂防施設被災例収集を受けて被災例調査結果をまとめる。
- ③ 模型実験、モデル流域において動態観測を進め、59年度には問題点の整理、現地試験施工、実験を実施する。
- ④ 60年は解析、まとめを行う。

以上

6.6 第5分科会「常時、土石流が発生する流域」

1. 調査目的

常時土石流が発生するモデル流域において一貫して、発生から堆積、停止まで追究し、さらに、その中間地点における施設の機能、効果を研究する。

モデル流域での施設の機能、効果を検討するために、極力土砂の一連の流れをとらえていく必要があることから、集中観測体制を敷いていく。すでに集中観測体制の敷かれている所では、どういう点が抜けているのか、あるいはどの点をさらに継続、重点的に調査していけばよいかの問題であり、これらを討議した。

2. 発生、流下、堆積に関する調査

1) 発生に関する調査

- ① モデル流域そのものの発生条件が、それぞれ土石流の代表するような発生機構である。例えばモデル流域は桜島のような火山灰地帯のガリーの発達が原因となって発生する土石流、あるいは滑川のように溪床の堆積物の移動、進行性破壊のような原因を有する流域に選定されている。このことからそれらの代表地点を観測することによって一般的なことが言えるような足がかりにさらに進めていきたい。

発生期に関する調査については、現地の困難性を伴うので発生地点をどのようにとらえるかが難しい。できるだけ航空写真を利用したり、測れる範囲までの測量や現地踏査を取り入れながら発生地点を見極めていく。溪床の変動状況、斜面の崩壊、ガリーの発達状況、溪床材料の構成などを中心に発生時に関する調査を行う。この場合、できるだけ一年なら一年の経年変化でなく、一つの土石流というような一土石流に対するものの流れのなかでとらえていく。

- ② 発生機構あるいは発生の誘因について。

既に松本砂防や桜島において、発生と雨量との関係について検討されている。ただし、発生に直接関連する雨量かどうかということが非常に問題であり、発生期に近いような雨量というものが実態としてとらえられないので非常に難しい観測になるかもわからないが、改良したい。

2) 流下域に関する調査

現在実施している変動測量あるいは変動状況の変化の調査はさらに継続し集中していく。土石流の波高、先端流速、後続流、粒度組成、特に波高、先端流速は定量的、定性的にとらえていく。

土砂濃度の測定について、現在の採水方法だとある程度限界があるということで、今の方法で仕方がないだろう。先端部だけでなく、できれば流れのなかで測定できないか、土砂濃度の分析等は土研と相談して取りまとめたい。

土石流の挙動のなかで局部での流動をとらえていないので、局部の流動をとらえるようにす

る。既に桜島の野尻川については、このような観点から観測が始められているし、滑川においても局部の所ができるだけ観測できるように改良していく。

流下部、流下地点の解析は、要因に関するものを一つの土石流の流れのなかで分析することを考えて、流下の形態と巨礫の移動の把握あるいは、土砂の収支、流速に関連する要因の分析、流出解析を行う。流出解析は現在の直枝の考え方に基づいて進めるが、これは、総洪水に対する土砂の量を測定し、計画の時に役立てていく。

波高、水位についての考察、局部での特性は現在、土研で実験を行っているので、実験と現地との比較、検討を行いたい。

3) 堆積、停止区域に関する調査

現在の現地測量、粒度分析、現地踏査による考察に加えて、流動部の構成とか後続流の氾濫域、及びこれに関連する停止要因、到達距離の要因を一つの土石流毎に解析する。

3. 砂防施設の機能、効果に関する調査

1) 発生域における施設の機能は、発生を抑止することを求められるが、発生域で、施設そのものがあまりないこともあって、今後調査をどのような形で進めていくか、どのような表現をするかについて検討していきたい。

2) 流下域に関しては、砂防ダムや床固といった実際の施設があるので、これらについては、先程の調査を一つの土砂の流れでみたときにどういう効果があるかということ再度分析してみる。例えば、砂防ダムでは土石流の増加防止だとか、フロントの分散状況の実態、流速の低減の効果などが実際にみられるのか、一連の流れのなかでの観測体制で調べていく。

砂防ダムの機能として、調節、ダム相互間の影響、粒度に与える影響、波高に与える影響等があるが、これらは砂防計画、設計に非常に影響してくる。それらの為にもう少し集中体制で観測していく。さらに、分級効果を目的として施設が配置されているが、これについての追跡調査をお願いしたい。例えば、オープンダムについては全国で5～6例の施工例があるが、そのなかで常時、土石流が発生しやすいという所で、その機能の追跡をしたい。北陸地建の神通での効果測定の調査を第4分科会と合せて取りまとめる。富士山についてはもう少し観測を整備して、底面スクリーンを通過する土砂がどのような挙動を示したか、どういう効果をもたらしたかと言うことを測定したい。

3) 氾濫域に関して、どのような扇状地でどういう形で氾濫し、どの位の土砂量をカットしたかということについて、もう少し具体的に分かりやすい項目でとらえていくことを考えている。

効果として、下流にどういう効果があったかを追跡して求めることは非常に難しい。例えば扇状地に流入する土石流の量が施設に入ったことによって、どのように変化するか、砂防ダムの貯砂各量と下流域との変効量に関連させてその効果を表わすことができれば都合がよいが、現場のなかでそういう形で対応できないこともあって、今後さらに検討していきたい。

4. 構造設計に必要な調査

土石流の衝激力を何如に計っていくかをもっと改良していく。桜島では、 195l/m^2 というような大きな転石の点としての数値は出ているが、この値をいきなり設計外力としては使い難い。圧痕計で観測しても動的な感じを如何に解析いくか、測り方をどうするかという問題は残っているが、とり合えずどのような挙動をもって当っているのかを観測していく。

コンクリートの摩耗、落下による洗掘、落下水の飛距離といったものが、今のところよく分かっていない。これらについては、各モデルのなかで場所を設定して、ピアノ線を張るとか、カメラを設定する。あるいは痕跡調査をするというような形で挙動を調べたい。このことは、ダムの本副間の距離を決める資料として役立つ。

5. 調査手法の整理

調査の手法について、成功例だけでなく、どういう点で失敗したか等の失敗例について主部の中部地連で整理し、あるいはさらに数字そのもののデータを整理して関係の人に配る。

6.6 第6分科会（掃流形態卓越、土石流待受）

1. 討議の内容

1) 調査目的とモデル流域の考え方

2) 土石流発生の可能性を検討し、待受けることは具体的に何と意味するのか、何をしたらいいのか。

3) 上下流一貫して土砂動態を追跡する場合、何をどういう方法で、何回観測したらよいか。

2. 調査目的と、モデル流域の考え方

調査の目的は

流域の土砂動態を上下流一貫して追跡していく過程で、施設の機能・効果を検討する。将来、発生する可能性のある土石流に対してはその可能性を検討して土石流を待ち受けることにある。この目的に対応するためには、モデル流域はどうあるべきかについて議論した。この結果、流域を縮めて上下流一貫した現象がとらえられるようにする。下流で生じる現象を上流で生じている現象に関連させて説明できるような計測を行う。

望ましいモデル流域はどうあるべきかを考える。

交通の便が悪いか、調査に危険を伴うような流域は思い切って変更を考えるか、自動化を考えられないか。モデル流域の選定のなかで測る必要のあるものは測る。計画が、理解できるようなものと調査項目として設定したらどうか。以上のことが可能となるようなモデル流域が最も望ましい。

3. 掃流形態卓越とは何か、実施要領の内容をどのように理解するか。

掃流形態卓越の意味を次のように定義した。

1) 通常土石流が出ないか、将来、土石流が発生する可能性のある所を指す。ないしは将来、土

石流となる原因ができつつあるもの、計測が可能である、ないしは、計測する必要がある所を掃流形態卓越土石流待ち受けて定義する。このようなことで、基本的な掃流形態卓越土石流がどのような事務所に入り、且つ何を目的とし、モデル流域をどう考えるかを議論した。

2) 調査内容

- ① モデル流域のできるだけ上流部を踏査する。
- ② 土石流が発生する危険のある溪流での土砂の堆積状態等、土石流の発生条件が準備されているか否かをチェックする。

現在は土石流の発生する条件はないが、過去の災害に関係した雨量で、斜面崩壊によって土石流が発生する可能性の有無、何か安定を崩すような条件が用意されているのかどうか、等をチェックする。

これらをチェックするためには、過去の例（例えば豊平川、岩木山、妙高）を調べて、現地との対応を行って現地の状況を把握する。さらに、上流に向っての土石流待ち受け体制の準備と下流部に対しては、土石流の発生時期にかかわらず土石流がいつ発生しても支障のないように土石流の観測の体制を整備する。モデル流域に観測施設（例えば、ビデオカメラ、赤外線センサー、計測ネット等）を活用する。観測施設のない溪流については、土石流発生前の元の地形（斜面、河道）の縦横断測量を必ず行う。土石流は発生しないが、明らかに河床や溪岸に大きな変動が生じた時は、その都度断面を押えるようにする。

4. 具体的な調査内容

土砂動態を上下流一貫して追跡していく場合の調査内容と測定方法、頻度をどう考えるかについて討議した。

- 1) 調査要領にもあるように、計画対象区域における現象と計画目標の相関ということで、種々の防止したい現象がある。これが砂防計画に対する必要性であろう。各事業事務所のなかで例えば、事業目的に貯水池対策砂防事業というものが位置づけられている所では、何を目的として砂防事業が要求されているのか、土石流対策として位置づけられているものは何か。治水、砂防上の一関のなかで侵水とか土砂害が起らないようにするということだったら何んなのかを改めて見直して問題点を整理する。次に、問題となる現象の原因を解消すべき施設があるのか、施設の効果が判定できるのか等について見る。

実際に問題となる現象にはどのようなものがあるかについて討議した。例えば

- ① 貯水池対策では、計画堆砂量と実際のダム堆砂量とが合わない場合は、ダム堆砂量を計画堆砂量のなかに納めるような対策が必要となる。
- ② 濁水対策と粒径、流入量の関係。
- ③ 治水、砂防の一貫であれば許容変動幅で示す。

などである。

2) 以上のような内容についての測定と整理の方法をどうするか。

災害発生時における基準点毎の土砂の移動量の把握を行う。これに対して砂防計画上の許容値とか目標値があり、許容の変動幅があるであろう。例えば、ある洪水に対して生じる河床変動が、許容変動幅のなかに納っていれば災害の発生もないであろう。このような目標値に対して現状はどうか、施設を入れた場合毎年調査を行って数年後、どう変わっていくのかをおさえたら、ある程度施設の効果というもののイメージが作れるのではないか。ただし、モデル流域の条件は、あくまでも将来、砂防施設計画のあるものでなければならないだろう。砂防施設計画のあるなかで、施設を入れてその前後でどうかというような観測可能な体制にモデル流域は考えたい。

観測を行う場合にどういう測点を押さえていくのか、そのピッチをどう決めるかということについては、第3部会と連絡をとりながら要領を作りたい。

具体的な観測方法等については、各々その事務所毎に調査が可能となる項目について整理し、各地建を通じて事務所をお願いしたい。

3) 今後の予定

当面は60年までを第1段階として調査を進める。モデル流域の特性を十分に把握し、調査条件を把握し、各事務所で何ができるのか、何が一番分かり易く説明できるのか、といったテーマを今年決定したい。そのなかで、モデル流域を決定し、調査テーマを設定し、計測箇所を決定し、調査を今年から何らかの1つでも開始したいと考えている。

6.7 第7分科会(積雪砂防)

積雪、有害に伴う土砂移動を主に流域の土砂動態を一貫して追究していく過程で、施設の機能、効果を考えるという大前提を立てて、これを、次のような4つの小課題に分けて調査を行っていく。

- 1) 雪崩等による施設のあり方、施設の被害例
- 2) 雪による土砂被害例
- 3) 雪による土砂生産
- 4) 土砂動態調査

なお、3)、4)はモデル流域を対象にして行いたい。積雪砂防の対象に地すべりも含める。

1. 雪崩等に対する施設のあり方について、雪崩による施設の被災の実態調査を行う。これについては第4分科会との調整によって、被災の例の有無を全国に問うてみる。

次に有雪期の出水による施設の被災例があるかどうかを構成メンバーの各モデル流域で一年位調査を行い、もし例があれば、雪崩による施設の被災の実態調査と同様な要領で全国に問う。

2. 雪による土砂災害の例について調査する。雪崩が直接災害になるものは対象外とする。有雪期の地すべり、崩壊、土石流というような土砂が主となる災害について考える。これらの地すべり、崩壊、土石流についてはなるべく労力を要さないような調査を考えて県を含む全国からデータを

集める。

3. 雪による土砂生産と土砂動態調査のモデル流域に関する調査については、秋と春の土砂生産、移動を写真や現地調査によって定性、定量的に比較するというような、各事務所の調査要領が話されたが、そのなかで雪とそれに山奥であり、急峻な斜面を持っている流域では、現地調査が非常に危険で困難である。有雪期においては多量の有雪水もあり、ますます困難になる。それに対応して空中からの調査では精度や予算面からのしぼりがあるというような難かしい問題が生じてくるという話がなされた。

積雪、有積資料に関しては他機関の調査資料が使えるか否かを検討したい。

4. 具体的な調査要領については次回で検討し7月位までには共通調査事項等についてもまとめた

い。

7. 全 体 討 議

司 会

それでは、ただ今から、今までにいただきました報告それから分科会に分かれてのディスカッション等に関連する討議を会場の皆さんと一緒にやっていきたいと思います。第1分科会から第7分科会まで非常に熱心な討議が行なわれまして、かなり具体的な建設的な提案並びに考え方の紹介がなされたわけですが、分科会の順番を問わず、できるだけ私共の考えております内容を明らかにしていつて、実際の調査活動と結びつけるように考えを整理していくという主旨で質疑応答をお願いしたいと思います。

松井（第3分科会）

四国地建の松井ですが、第1分科会の森専門官の方だと思いますが、斜面調査のことでお伺いします。崩壊調査について整理して斜面区分、斜面台張等を作成し、モデル斜面をピックアップするということの御紹介がありました。それから拡大崩壊の変動量、変動後のチェックと、残土がいくらあって、表面侵食量、あるいはガリー侵食、崩壊、崩壊地の調査をやろうということの御紹介が斜面調査でありましたが、モデル斜面のピックアップというのは第3分科会で我々が論議しております、所謂、斜面調査をより密度濃く考えていこうという意味でマイクロモデルと名づけて論議していったわけですが、そういう概念で、我々の考え方と多少重複しておると考えていいのかどうか、その点が第1点と、斜面調査の頻度といいますか要するに第3分科会では雨というインパクトが起こったら、その都度、インパクトの大きさの区分は別にするとしまして、直接表面流出を伴わないような降雨につきましては無視するということですが、一流出のある一定のインパクト以上のものはその都度、その後に拡大、侵食量のチェックをしていくという風なことの、頻度の考え方ですね、拡大崩壊の変動後のチェックそのチェックの回数については、どのようにどんな議論をなされたか、そのあたりを御紹介いただければと思います。

司 会

第1分科会の方よろしくお願いします。

森（第1分科会）

第1分科会の森でございます。四国地建の松井専門官の御質問にお答えいたします。一つは、モデル斜面の考え方が第3分科会の松井専門官の方で御提案された、マイクロモデル流域の概念と合致するものかどうかということですが、どうも、お話を聞いていますと、私共で考えているモデル斜面と申しますのは、マイクロモデル流域の中の更に斜面分類をした内の一部分ということになってくると思います。先程も御説明しましたわけですが、松井専門官の方で御提案されているマイクロモデル

流域の中を更に斜面分類を細かくしてまいりまして、そのうち例えて申しますと、既に崩壊が発生していて、今後の変動が予想されるような斜面、又は、現在未崩壊なんですけど、今後、新規に崩壊の発生が予想されるなど、適宜選出していただきまして、その斜面をモデル斜面として今後、観測をしていきたいと思いますということでございます。ただ二番目の御質問の斜面調査の頻度でございますが、これにつきましては誠に縦割り行政的で申し分けないんですが、第3分科会の方に委ねたいということでございます。第1分科会ではどういうデータをどういう形で整理して、もしくは測定しておきましようということまでを議論しまして、あとその頻度もしくは加工の仕方につきましては、各分科会で御検討いただければという風に考えています。お答になりますでしょうか。

司 会

直ですね、列の頻度の問題ですが、第1分科会の方では基本資料の文献収集ということもございしますので、直その点についてよろしくお願いします。有り難うございました。

坂井（第6分科会）

第6分科会の坂井ですが、第3分科会のモデル流域観測に関する分科会の方に御質問します。第6分科会としては、今年の梅雨時をひかえて観測、測定項目の頻度とか、どこで測定したらいいのとか、こういう所で変動要因があるんだから、そこは最低限チェックした方がいいんだらうということを出来るだけ早い時期にお教え願えたらと思っておるんですが、いかがでしょうか。

司 会

今の質問に関して、関連する分科会の方々如何ですか。

松井（第3分科会）

第3分科会ですが、実はですね、議論が、モデル流域をどう扱うかということにかなりの時間を裂いたので、どういう頻度で調査を行なうという所まではあまり突っ込まなかったわけです。一つにはですね、今まで多い事務所では過去10数年間にわたって河床の縦横断測量をやって来ているというのが一つありますので、これについては、年1回という形で今まできておったということがありますが、出来る限り、予算の許す限り、中小出水があれば、その都度、出来るだけやるということに留めております。それと山復針面につきましても、先程、森専門官の方から御提案のありましたような議論も実はありまして、マイクロモデルというのはそういう先程、森専門官側から御紹介いただきました、針面分類しておいて、その内の現在ある崩壊地というのを重点的に見ていくんだということの議論も、そういうものを含んだ流域でマイクロモデルというのを考えるということの議論もありまして、そういう意味でマイクロモデルといった概念の地域を、出来るだけ早く選んでその内の複数箇所について、例えば、山復崩壊が現在あるならば、その地点を、地上写真等で機動的にですね、安く、且つ効率的に

斜面の侵食量を握めないかという提案をしたわけですが、それが精度的に問題があるということであれば、山復斜面のメッシュを、崩壊地のメッシュの測量をしておく、それを降雨の度に繰り返すといったようなこと。それからあるいはその斜面直下に例えば柵を設けておきまして、それから、その斜面から雨によっていくらずつ供給されておるのかという風なことの調査を、この雨からでもとれるようなこととお考えいただければという風に思います。

司 会

他にございませんか。

岡本（第4分科会）

これから調査・研究を進めていく上で、要望というか意見を少し、7つの分科会それぞれに非常にボリュームのある内容が盛り込まれているせいか、現段階では、分科会によっては、個々の事務所で設定されたモデル流域で目指しているものが若干違っているケースもあり、しばらくは現場事務所が混乱すると思います。しかしそれは追々、具体的な調査要領を作成していく形で整理されていくと思います。

今年は、基本的なデータを主に整理して、それをどういう風に料理するかということにかかるとは、例えば、施設の機能・効果の測定については、従来ある河床変動測量を少しいじってみれば結構いいのがでてくるのではないかと、あるいは、粒径調査の粒径を上流から下流まで追いかけていったらどうなのかとか、基本データを中心にものがどの程度言えるかということが非常に大切な今年度の調査の主題になると考えます。

今後、差し当っては、各分科会でいろんな調査要領を作っていくことになるのですが、馬車をひく7頭の馬がそれぞれ勝手な方向に走らないように、御者の役割を是非土研にお願いしたい。各分科会で、調査要領を作成し事務所に流す場合は、土研というフィルターを通して一つの目的、つまり砂防施設とその効果に向かうようにしていくべきだと思います。

それから、他の分科会との情報交換についてですが、今回はこの筑波会議で他の分科会はどうなっているのか大体分かったわけですが、今後この調査、研究全体がどういう風に進んでいくのか判らない状況になると困るわけで、情報交換の場を作っていくべきではないかというのがもう一点。

それと、第4分科会でも非常に問題になったのですが、実際の施設の機能効果、あるいは現地実験をする場合、あるいは集中観測体制を敷いて、自動観測をした場合等それだけ金がかかるわけで、本省にあってはできるだけ現場の熱意をくみ上げていただきたいとの要望です。

司 会

有り難うございました。ただ今の岡本専門官の要望・希望等について関連、御意見をお持ちの方、如何ですか。

今の意見に関連してですが、例えば今回のモデル流域の選定においてはかなり大きなウエイトが入ると思うんです。それで例えば、第3分会の中でマイクロ流域の取り扱いとかですね、それから第6分会で、新しい砂防ダム施設がある流域をモデル流域として選ぼうという風な理由はいろいろあると思うんですが、こういう各分科会の理由づけですね、その理由があるのといえますか、土研の方で、各分科会で独自に地建に問うのかですね、あるいはまとめて土研の方で一括してその条件を提出して、土研でまとめて地建に問われるのかですね、その辺の所をよろしくお願いしたいのと、それと、あと一点、各分科会があるわけなんです、それでその該当地建というのがあるわけですが、その該当していない地建についても全部これを調査するのか、7つについて調査全部行なうのか、その辺の所をひとつお願いしたいと思います。

司 会

いろんな調査項目が提案されております。それぞれの調査項目は、各現場での砂防計画をこうすることが必要なんだということを説明、証明する為の調査ということになるわけですから、当然、その現場の条件が違えば、やることも違うということで必ずしも全国のそれぞれの現場が同じ調査をするという風に限ったわけではないと思います。ただ、そういうものを最初から、お宅はこれだけでよろしいとかということじゃなくして、一応共通の網をかぶせると、そしてこれについては、調査項目が該当しないと、別の項目については更に高い精度の調査を必要とするといったような判断になるんじゃないかと思います。その点の詳細につきましては、ただ今、御要望がありました通り、混乱が起きないように、私共、本省と協力して調整すると同時に、皆様方と情報交換の場をできるだけ作ることで漏れがないようにやっていきたいと思っています。そういうことでよろしいでございますか。

他に関連意見お持ちの方どうぞ。

森（第1分科会）

第1分科会の森です。近畿の坂井専門官から今年の梅雨期から、もうすぐデータ測定を出来ればしてほしいというような御提案があったのですが、第1分科会の希望を申し上げれば、来年の5月以降位にお願いできれば、ある程度、調査のやり方等が、統一的に煮つまってくると思いますので、手戻りが少ないんじゃないかという気がいたします。それともう一つは、このテーマそのものが、30年後位を見越した調査だという非常に大きな哲学もございますので、敢てここ1,2年焦ることはないんじゃないかなという気もするんですけども、その辺は、別に敢てゆっくりすることもないという気もいたします。ですから当面もし、おやりになるのであれば特異な、特色のある場所で特色のあるテーマで取り組まれる場合は、いいと思うんですけども、全国的に統一した方がいい内容については、第1分科会のある程度の方が出来上がった後でも、けっして遅くはないんじゃないかという気がいたします。第1分科会からの御意見です。

司 会

有り難うございました。ところで、ただ今、その30年というその年数についての話がございましたが、昨日の討議を伺っておりまして、かなり、混乱といいますか、理解しにくかった点があったようです。それに対して、私が30年という数字を敢て印刷いたしましたのは、こういう考えがあったからです。即ち、それぞれのモデル流域がどんな特性を持つか、特性というのは、計量可能な量に置き換えてみますと、①どういう雨が降った時にどういう流出をするかという流出に関するもの、それから同じく、②どういう雨が降った時にどういう斜面が、③どういう土砂の出し方をするか、それから、④どういう条件をもった溪流が、⑤どういう土砂の動かし方をするかという、そういう従来からやっておったデータそのものが流域特性を構成するものだと思いますが、そういったものは、過去3ヶ年の調査等それから若干の追加調査を加えて出来るだけ早急にまとめることが望ましいと思っております。そういう意味では30年というのは意味がありませんで、もう1日も早くといったようなところでございます。そういう意味では、松井専門官のところから出された、ミクロモデル溪流それから河床変動計算のネックポイントになっておるところを早く消去しようという意味でミクロモデル溪流とモデル河道とをリンクさせた流域の設定の仕方、これは非常にすばらしい考え方だと思いますが、そういうことで流域特性が速やかに理解された後、やはり、砂防施設を入れて、流域を人為的に乱してやる必要があるわけです。流域を乱してやったその効果、反作用といいますのは、すぐ出てくるとは限らない。そして又、その施設を入れた箇所だけに限るとは限らない。下流何キロかその効果を追跡していかなくちゃいけないわけですし、それには時間がかかります。5年や6年で、その施設、1つの施設、あるいは複数、グループの施設、そういったものの効果、影響を追って行くのは時間がかかろうということですから少なくとも2~30年位は同じ網をかけて、同じ見方で見ていかなくてはならんだろうという事で30年という数字を出したわけです。30年と書いてあるから、のんびりやろうやというのは一面そういう態度も必要でしょうけども、やはり、緊急にやるべきことと、それから時間をかけてやるべきことと、いろいろ作業内容によって分かれるでしょうが、御理解をいただきたいと思います。

これに関連してでも結構ですし、又、別の新たな問題についても結構でございますので、どんどん御意見をお願いいたします。

友町（第7分科会）

東北地建の友町です。森さんの方からのお話なんですけれども、私のところの担当の積雪砂防も、今年の秋位からデータを集める積りでいたんです。今の森さんのお話だと、まだもう一年位待たないと手戻りになるようなお話だったんですけども、それは、森さんの方で考えているモデル流域に、うちの方で選んだモデル流域が該当しないという風になるということですか、それとも何かデータ上で手戻りになってしまうというようなことが考えられるという意味ですか。

森（第1分科会）

ちょっと若干、誤解があるようではございますけれども、第1分科会の方では例えば積雪砂防の分科会の方でお考えになっているような調査の中身をどこまで突っ込めるかといいますと若干、疑問があるわけです。第1分科会の範囲というのはあくまでも全国横並びでの論議をした方がいいものの統一化、もしくはデータの整理の仕方の提案ですから、例えば横断測量につきましても、ある場所で100 mピッチでおやりになる所があったり50 mピッチでおやりになったりする所があると思います。横断測量というのは、川幅だとか勾配だとか、それぞれの場所のいろいろな要素によって100 mがいいのかやはり50 mがいいのかということを、どこかで誰かが何らかの根拠で決めなければいけないのではないかと考えているわけです。例えば横断測量であれば、こういう目でこういう感覚でおやりいただいたらどうだろうかというような提案をしていきたいと考えているわけです。逆に積雪砂防という分野に関しましては、具体的に雪の話ということであれば、第1分科会で提案できそうなのは、その土砂の生産源として、土砂の一つの生産現象としての雪崩現象をデータとして整理しましょうという程度の提案ですから、先程も申しましたように、必ずしも、第1分科会の成果がでないと、どの分科会も動けないということではないと思います。先程、朝、概要の御説明いたしましたとおり、第1分科会では、調査のガイドラインを整理して提案することとなりますので、より深く突っ込んでいただく調査については、どんどんおやりいただいて結構だと思います。それから先程の渡辺室長からのお話もあったと思いますけれども、基本のデータの解析もしくは分析でものが言える、もしくは言えそうだということについてはどんどんおやりいただいていいと思いますので、どんどん進めて下さい。

高橋（第2分科会）

第2分科会の九州地建の高橋でございますけれども、第1分科会の方にお聞きしたいことがあるんです。お話をお聞きしてますとエリアっていいですか調査をやろうとする区域が砂防を実施する区域とその周辺といいますか、非常に近接された所だけを対象にされているような、これは誤解かもしれませんが、そういう気がしたんです。ほとんどの事務所が水系砂防ということで、沖積河道とか、あるいは河口デルタとかそういう所まで対象にして、砂防の効果を議論しなくてはならないのではないかというようなことを、第2分科会の方では考えとったわけですが、そういう下流っていいですか、砂防を実施する区間からかなり離れた所のデータの解析とか、そういうものについては何か準備っていいですか、打ち合わせはされてませんか。

森（第1分科会）

それは、第1分科会では現在検討の対象に入れていません。逆に、例えば第2分科会の方で、どういうデータがどういう形でほしいというような、御提案がもしあれば、それも含めて、第1分科会で検討するということも考えられると思います。もともと第1分科会では、モデル流域内を中心に考えていますので、それ以外についてはほとんどないと、検討していないといって過言ではないと思いま

す。

司 会

今の御質問と森専門官の御意見に関連して、第6分科会で、若干議論しましたので、できたら金沢の池野さん何かアドバイスいただけますか。

池野（第6分科会）

先程の事に関連しているかどうかはわかりませんが、私が初めて砂防をやり、第6次5ヶ年計画を作成した時の感想を述べさせてもらって、砂防施設の持つ意味を根本から考え直してみてもどうかと思っています。

今、砂防ダムはどこでも造られています。毎年、各事務所で1基か2基、新設されているはずですが、それを、砂防ダムの効果という点で考え直してみると、既設ダムの堆砂を除去しても、新設ダムと同じ効果が得られるはずですが、それなのに、上流で砂防ダムを造らなければならないのは、基本計画で、この谷筋に何基造らなければならないという事になっているので、造っているのではないかと思える所があるのです。

ところが、基本計画の中で最も重要な総生産土砂量は、どこから出てくるかという点、極めて曖昧なところから出ているような気がします。扨止量とか、貯砂量とか、調節容量とか、そういう諸元から計画ができ、ダムの数が決まる訳で、砂防事業計画の中では、理屈の通った話かもしれませんが、そう沢山造らなくても出来る事は沢山あるのではないかと思います。例えば、国立公園中に造るために、仮設道路の建設でかなり苦勞しています。そういう状況なら、既設ダムの貯砂容量を再生させた方が得策なのではないかと思います。でも砂防ダムというのは、そんなポケットが大きくありませんので、洪水の度に浚渫しなければなりません。

それ以外のメリットとして、急流河川では、必ず止めた砂のために、河床低下をきたしているはずですので、その砂を下流へ流してやるのも、河床低下対策の一つになると思います。その場合、維持土砂量なんですけど、砂防には、許容土砂量という概念があるのですが、河川にはそんなものがなく、いくら土砂を流せばよいのか分かりません。

話題提供の時に、河川側と砂防側とで意見交換しながら、一つの水系を考えていったらどうかという意見がありましたけれども、私も、そういう所がどうも砂防にも河川にもお互いに同じ河川を扱っているが、抜けている所があると思います。以前から私が砂防におかしいと思っている事が二つあります。それは、ダムは何でもコンクリートで造らなければならないという意識と、それから基本計画の諸元の根拠です。土砂の動きは水以上に分かりにくいものですが、それを砂防では扱っているわけで、その分かりにくい土砂の動きを数量化するのですから、難しい事だと思います。しかし一旦、数量化され、計画化されると、その数量のために、ダムを造ってしまう恐れが出てきて、砂防というのは、ダムを造る事が仕事みたいな形になってきている所を、もう一度考え直していかなければいけ

ないかなという気がします。

先程の人の意見を聞き逃したもので、どう答えてよいか、分からなくてどうもすみませんでした。

司 会

いや、聞いていなかったとおっしゃいますけど、正に今の話、そういう話になっているんじゃないかと思いますが、これどうしましょうかね。非常に面白い、考えるべき御意見を今、述べていただいたんだと思いますけども、こういうことも含めて議論していただく部会が第2であったと思うんですが、第2分科会の方は検討していただけましたでしょうか。

高橋（第2分科会）

第2分科会高橋ですけど、昨日の打ち合せでは、具体的な施設計画の話までには至っておりません。実際の、砂防基本計画を作る過程で、その計画論を構成する時には、特に水系砂防の場合であれば、下流河道への影響というのが、許容流砂量という表現が今なされているわけですが、それを別の形で、調査要領に提案されているような、例えば河床変動高あるいは流砂形態それから河床形態ですか、そういう様な指標で表現するとしたら、砂防計画というのは、どんなものになるんだろうか。又、その数字を、決めた後でもって、施設計画っていうものは組み立てられるべきであろう。という程度の議論しか、まだいたしておりません。その後砂防施設はどのように設けるべきかという話も、本当は同時にやらないと意味がないのかもしれませんが、まずはそういう現象面をどういう風に押さえるかということと、それを料理する道具、特に、土砂水利学なりあるいはそういう土砂を、移動現象を追跡できる調査研究の実態等、それから現状の調査水準を踏まえながら、どの手法を使えばいいんだろうかということをまず、まとめることが先決事項だろうという風に考えております。

司 会

次々と御意見出していただきたいと思いますが、

岡本（第4分科会）

先程の意見に関して、参考になるかどうか分かりませんが、北陸地建管内の黒部川で、56年度から特定調査という形で、黒部川総合土砂管理調査を行っています。砂防を含めてダム・海岸・河川を通して、もちろん、その間には人工的な土砂の掘削も考慮して急流河川における土砂管理システムを作成するという非常に難しい命題を与えられています。調査を始めて一年目ですが、今の段階では、下流の河床低下あるいは海岸線の後退に関与している土砂量は河川から土砂採取であり、その量と河床変動の波とは対応しているわけです。今後は、定量的に解析し、土砂動態シミュレーションを作成していく方向で向かうわけで、このようなデータとか結果が第2分科会の方で参考になるのではないか

と思います。

松井（第3分科会）

先程の議論ですが、金沢工事の方からの御提案ですが、非常に僕らも耳が痛いような気がします。四国地建の松井ですが、その今、御提案のあったような議論というのは極めて重要な事かと思っています。と言いますのは、我々はその要するに砂防をやるんだという気持ちでおりますから、そういう見方にどうしてもなるわけですね、ですから河川サイドからみた砂防ということについての意見など、もっと話の議論の輪が広がらないとですね、今おっしゃったような見方というのがなかなか出て来ないと思うんですね。例えば開発課のダムを造ろうという人たちの見方、あるいは河川の改修をしようとする人たちの見方という風な議論の輪を広げていかないと、なかなか、本当に砂防の将来はどうあるべきかみたいな議論はなかなか出て来ないんじゃないかと思います。それとですね、もう一点ですね、私共の分科会の方で、特に主に議論になったものは、モデル流域を何処にするかということにかなりウェイトがいったわけですが、その結果、今までの54から56までの直技の中でどういう風な観測をやった結果、失敗あるいは成功したという風なことについて、なかなか議論が及ばなかったわけですけども、この場でですね、是非うちの地建のこういう流量観測がこうだったからということで紹介しておきたいという風なことがあれば、各地建の各事務所の方に御紹介していただければと、特に、関東それから北陸もそうですが、例えば超音波流測計みたいなのを天端等に設けられてやっておられると、いうことがあるんですが、あれは通常の簡易フロート式の観測では何か具合が悪くて、ああいう風な近代兵器を導入されて来ておるとのことだと思いますが、そういう近代兵器を導入するに至ったその経過とといいますか、そのあたり御紹介いただければ、有り難いんですが。お願いします。

坂井

近畿地方の坂井ですが、たまたま六甲砂防で前直技で、そういうモデル流域を作り、水門観測体制を整備しようということで、53、4年頃ですが、水位計の設置例を、全国적으로お尋ねしまして、水圧式、所請、クォーツ晶発信式の水位計を六甲砂防の宇治川で入れた経緯がございます。それで今日、六甲砂防の方、おられるならば現在どういう状況なのか御説明下さい。

司 会

今日、六甲からの方はちょっと他に要件があっておられませんので、説明が出来ません。それでどうですか、近畿以外の他の地建の方、如何ですか。関東地建の日光の方、如何ですか。

寺本（第6分科会）

私は前、日光で超音波水位計設置の検討を担当しておりました。また、今おります富士川の方はす

で超音波の水計がついているんですけど理由といっても特に深いわけじゃなくて、ただ一つ水の中に物を入れれば、土砂流出が激しい所ではすぐ壊れちゃうとかつまってしまうとかいうことで間接的に計れるものという意味で超音波水計をつけているわけです。ただ、それも問題があって、それは、フロート式とかそういうものと同じだと思うんですけど、偏流が激しい所だもんですから、一点で測っているもので、正確な水位が測れないというので、それを何とかもうちょっと精度を上げて測れるようにしなければいけないという問題があります。

司 会

有り難うございました。他に今まで過去3年の動態観測の結果からこうしたけれども、こうすりゃもっと良かったといったような経験談、改良すべき点等の提案等について御意見を伺いたいと思います。

野田（第3分科会）

北陸地建の神通砂防の野田といいます。先刻の問題ですが、新型兵器といいますか、当事務所で今、超音波式の水位計と、それから、レーダー式の流速計を、いずれも一台ずつ、モデル流域の基準点につけております。神通川の場合、過去の例をみますと、かつては、フロート式などを使用したことがありまして今、現場で残骸が残っておりますけれども、そういったものが3年と続かなかったということです。しかも洪水が終わってみますと、流れが川の反対側に変わったりしまして、先程、寺本さんが言われましたけど間接的に測る方法がないかということで採用したわけです。それで、その採用にあたっては、既に神通川の管内で観測しております大学で実績があったということで、それを使ったわけですが、一番良いのは、欠測が少ないという点です。ただ超音波式の流速の場合は一点を捕えているものですから、浮子などと、検証すれば、概して流速が速く出るという傾向にあるようです。浮子はある距離をえんえんと流れると、一般に平均流速が遅くなるという、そんな関係だと思いますが、今まで水理水文関係、特に流量関係が未整備だったものですから、精度もありますけども、とにかく、欠測のないように努めようというのが発想であります。

司 会

有り難うございました。私の考えとしては今おっしゃった、欠測がないというのが非常に重要なことだと思います。それで出来れば今おっしゃったように出来るだけ精度の高い方法と検証することによって実際はできるだけ単純な方法でやるということが、金も少なく、危険も少ないといったようなことになるんじゃないかと思います。それでこの実際の計測方法、モデル流域の設定の仕方等についてはもっともっと細かい、技術的な問題点があることだと思いますので、そして又、議論するには時間が足りないと思いますので、後ほど私共の方から紹介をして、あるいは、松井さんの分科会とも連絡を取りながら、改善していくように努力したいと思います。ところで、先程、第2分科会の方から

出されました、下流の沖積地、下流のその河川での、河川で上流の砂防を検証する必要性はないかということですが、これはいったい何に着目して検証するかという問題、重要な具体的な問題が出て来ると思うんですけども、これについては何か、ただ今の所、成算はあるでしょうかね。上流で砂防がやられて、下流で河川事業もやられている事務所の方、如何でしょうか。

高梨（関東地建）

関東地建の渡良瀬川工事事務所の高梨と申します。先程の金沢の方が言われた事に関しまして、2、3言わせていただきたいと思います。私も砂防がどうあるべきかということを常に考えているわけなんですけど、今回このような砂防施設とその効果に関する研究というものがいろいろな意味を含めて、今後4年、あるいは30年に渡ってやっていくということに関しましてものすごい期待をかけているわけなんです。それはさておきまして、先程言われた方の中で、砂防ダム一つとってみてもいろいろ問題がある、疑問点があると、私も同感でございます。昨日ですか、渡辺室長が3mダムと20mダムと、どのような違いがあるのかと、あるいはそれぞれどのような意味をもっているのかということも同様ですが先程の一つの、今たまっている土砂を掘削するのか、あるいは新規に新しいダムを1つ造るのか、この問題も見逃がせない問題だと思います。今までも考えながら砂防ダムを造っているはずですけど、それに対して疑問が出て来たわけですから、第4分科会の施設の機能とか効果に関する問題を追究していくという分科会や、砂防計画そのものを見直すという第2分科会もでございますし、その辺を討議していただきたいと思います。今の問題を言わせていただくなら、やはり砂防ダムが掘削しないでもっている機能というもの、砂防ダムのもつ機能というのは、御承知のようにいろいろあるわけですから、それは現場、現場によって、違うわけであり、その辺を十分検討していただきたい。もちろん掘削した方がいい場所もございます。というのは、もっと総合的にやはり流域あるいは河道特性、その辺を見ながら施設計画がなされていくべきだと思います。その辺の検討が今まであまりなされていなかったという提案に関しては、私も賛成でございます。先程のお話も、もう少し言わせていただければ、一つの河道に砂防のダム、特に大ダムを造るということは当然そこにある河道特性を変えるわけですから、いろいろなメリット、デメリットがでてくるわけです。我々はメリットに注目して、今まで砂防事業、砂防計画、砂防施設計画というものをやってきたわけですけども、やはり当然デメリットというものもうらはらにあるわけですから、その辺のデメリットというものを今後検討していくということにも、この分科会、それぞれの分科会の意味があると考えてます。先程の方はちょっとデメリットのほうを強調しすぎているのではないかという気もしたので砂防に関係している事務所の関係上申し上げておきます。ただ全般的な事に関しては賛成でございます。それから先程、渡辺室長がいわれた、砂防と河川の事務所の者としての意見をということですけども、渡良瀬の事務所は、明治44年に渡良瀬川改修事務所としてできたわけですけども、その後昭和12年に渡良瀬川の砂防事務所というものが併設されました。河川改修の事務所が先に出たということに我々は気づくわけですが、それは、下流部の住民たちが生活していく場合に、やはり洪水ごと土砂が流れてきてあるいは

それがたまってそれで洪水が氾濫したとそのような下流農民のあるいは下流住民の訴えにおいて、国が動かされて、河川改修事業が始まったわけでございます。その後それだけではどうしても川は落ちつかないということで、その原因はどういうことからくれば土砂の供給が多すぎるということで山の対策が始まったわけです。その対策によって、川は当然下がってくるというふうに我々は予想したわけでございますけれども、そのへんのデータは昔の事ですから、感覚的なものでは、なかったのかと思われまゝ。山を保全する治山砂防事業というのは、非常に効果あると、誰が考えてもそう思いますし、そのへんのデータも徐々に集まっております。その後渡良瀬川の河というのは、昭和30年までは、ず～と上昇傾向にありました。砂防事業、河川改良事業をやってもまだ上昇傾向が昭和30年まで続くわけです。しかしながら昭和30年を境に、渡良瀬川の上流部、あるいは下流部の河道というのは、下がってくるわけでございます。上流部と申し上げますと少し誤解が生まれますが、足尾ダム下流域数十kmの範囲ですが、いずれにいたしましても渡良瀬川の下流部、直轄河川改修区域と、渡良瀬川遊水地から上流約40キロ区間の河道は昭和30年から50年までの間、約20年間に平均して約2.5 m、ボリュームにしますと約1千万㎡の土砂が無くなっているわけです。それが上流部の砂防ダムの築設か、林地保全の影響によるものかあるいは下流部の河川改修、築堤工事のための掘削等によるものなのかを検討した結果、明らかに河道改修計画のための河床掘削によるもののウエイトが高いということが、明確になったわけです。1千万㎡どころか1千200万㎡という数値がもちさられているということがわかったんです。答にあるかどうか、わかりませんが今のところ明確に上の方の砂防事業というものが、下の方へどういう影響を与えているかということは当事務所をみるかぎりまだ数値的に明確ではございません。以上でございます。

池谷

皆様方のお考えの中で若干問題があるという点がありますのであえてちょっと発言させていただきます。まず金沢工事の方が、問題にされたのは大きく2点ございまして1点は土砂の取り扱い方の問題でございます。これは何を根拠に基本計画を作っているかという、いわゆる基本計画への問いかけでありまして、これは当然今回の研究会で自分のところの流域の自然の現象というものを整理していかなくてはいけません。これを実は私、最初の挨拶で「ここにお集まりの方は、いわゆる砂防の第一線の方で日本の砂防の担い手である」というふうにお話したわけでございますが、そういう砂防の第1線におる方の中にも、まだ非常に疑問の点が多いということはもちろん砂防をやっている方だけではなくて、今河川をやっている方、ダムをやっている方、それからいわゆる第三者には、もっとそういう疑問がある、それを各々の方にわかりやすく説明できるようなものを今後、流域の中の自然の現象それから自然の現象に対する対応というものを通じながら解説していく、説明していくというものを作っていくのが今回からの直技の一つのテーマではないかと思っています。では、今まで何もなかったのかというとそれは決してそうではなかった。一応今までの中にも根拠はあったわけでございますが、非常にそれはわかりづらいという点があったのではないかと。ですから少なくとも、ここにおられる皆さん

方は、今までにどういう考え方があったかというのは、当然事前に勉強しておくべきであろうと、自分がわからないから全然わからないというのではなくて、今まで、そういう問題は全くなくて根拠がなく行われていたわけではありませんので、自らそういうものを勉強しておくという事が必要じゃないかと思います。そういう意味でたとえば、特にダムの掘削の話がでておりましたが、ダムの掘削がいいのか、新しく作るのがいいのか、なんていうのは、これは以前からの問題で論議されておりました、その問題についてもその対応で今までできているわけでございますから、これはそういうものをよく調べて頂く、勉強していただくということで、解決する問題でございます。もちろんダムの掘削が悪いといっているわけではございませんで、現在も建設省の事業としても必要なところについては、ダムの掘削をしております。そういう実態というのも皆さん御理解頂かないと今までのことはもう1回始めから全部やり直すなんていうことをやっておりますとこれは大変な事ですから今までわかっていることは皆さんの中で自分たちでまず勉強するというのを是非お願いしたいと思います。もう一つの点は、コンクリート工作物をつくるだけの対応に対する話題提起でありました。これにはさきほどお話ししました砂防ダムの新設か土砂の掘削かという点と、土砂をとめるという批判、いいかえれば、水系一貫とした土砂の流れをどう考えるか、という点になると思います。具体的には、個々の河川の問題となりますので局なり事務所なりで河川と砂防をドッキングして考えていただきたいと思います。ここで参考になるかどうか分かりませんがちょっとお話したいのは、昭和51年だったですか、石狩川で大きな出水がありました。その時に、そこを担当されている所長さんの話を又聞きで聞いたもんですから、どれだけ正しいかどうか分かりませんが、その所長さんは河を管理しておりまして、自分の所に刻々と入ってくる雨量のデータそれから水位のデータを見ながら管理をしていったわけですが、ある橋で、現場を見ておられた監視員の方が非常に大きなスタンディングウェーブが立ち橋の所の水位が上がって、危ないから交通規制をしてくれと事務所に入れたというんです。所長はその報告を受けまして、一方では雨量と上下流の水位を見ているわけですから、それを見ながら、そういうことは有り得ないと、この雨であれば、そういう水位にはなり得ないということで、信じなかったというわけですね。ところが、実際に流水が橋にかかりかけた、もうかかったという話になって、あわてて現場の方が、所長そんな事言うなら現場に見に来い。俺は嘘を言っていないぞという報告をした。所長はあわてて、そこで初めて、その交通規制の話に同意したということなんでございますが、それはあとでよく考えますと、複断面河道のところで、低水路に、流出してきた土砂が堆積しまして、低水路が完全に埋没しまして、その上にスタンディングウェーブができたということらしいのです。土砂の量とか、濃度とかを考えますと、当然ある水の量に対しては土砂が流れるわけですから、洪水流による直接的な破堤だけでなくたとえばスタンディングウェーブによる局所的な破堤も考える必要があるのではないかと思います。すなわち、我々が、今まで考えなかったような土砂の河川への影響っていうものも実は出てるんじゃないかと考えています。ですから単に平均的な河床変動高の河川への影響とか、それから流過能力的な影響で下流河川への影響を考えるだけじゃなくて、その下流の河川管理のウィークポイントへの土砂の影響も考えますと、当然これは土砂の問題と河川の問題とが直

接つながいかなければならないわけです。そういう意味で、もう一度、河川への影響っていうものを是非洗い直してほしいと思います。これは土砂を流す問題と、一方では砂防やっている下流側には治水ダムとか発電ダムとか大きなダムがいっぱい出来てまして、それが、土砂で埋没するという問題がでてるわけでございまして、こういう所に対しては、土砂を止める砂防っていうものもある意味では必要になります。昔の社会的情勢と、現在の社会的な情勢が大分、変わっています。下流側の施設も変わってきています。そういう意味で、ある場合は土砂を止め、ある場合は土砂を流すという、土砂のコントロールの仕方を是非この研究会で御検討いただければ有り難いと考えております。ちょっと気になった問題が2,3ありましたので、一言、意見を言わせていただきました。どうも有り難うございました。

司 会

有り難うございました。ただ今の議論を通じて言えることは、大規模な土砂流出があって、予測していなかったことが起きた。下流でも誰も予測していなかった、信じなかった。上流でもこれだけ土砂が下へ行くといったようなことをまさかと信じられなかったということで、上でも信じられない、下でも信じられない、これからその辺りをしっかりしたスクリーン、メッシュをかけてやってみようという所だと思います。

8. 総 括

土木研究所砂防研究室長 渡 辺 正 幸

だんだん終りの時間に近づいてきましたので、残念ながら、この辺りで締めくりたいと思うんですが、この3日間に渡りました議論でまず最初、7つに分科会を分けましたけども、この7つというのは実際、議論するテーマが厳密に分かれるものじゃございまして非常に深く関連しあった内容について、議論していただきたいということでございます。それで今後の問題といたしましては、やはり3人寄れば何とやらと申しますので、横の連携を十分密にとって、そしていいメッシュを出来るだけ早く造っていききたいということでございます。それからもう一つはやはり熱意あふれる議論をしていただいたわけですが、やはりその熱意を裏づけるものは、具体的な技術とそれからより現実的な予算の問題でございます。予算の問題はこれは仕事の量を規定すると同時に我々の身体の安全にもかかわるものです。しかし、予算がだんだん厳しくなるとは言いましても、ここ2,3年あたりは、まだ高度成長の余熱が残っておりまして、それと我々のその熱意とを加えますとまだまだかなり思い切ったことが出来るんじゃないかと思います。むしろここ2,3年で思い切ったことをやって、そして金がいよいよなくなった時にああ準備しといて良かったなという風にもっていきたいもんだと思っております。それから3つ目の問題は第2番目の問題とも関連するんですが、非常にいい提案が沢山出てきて、それをどう具体化するかということですか、測定項目にしましても、それからそのデータを解析するにしましても、やはり、それを生かすのは根拠になる理論とデータ採集、解析に至る具体的な我々の技術でございます。腕でございます。最初、私は皆さん方に我々は医者と同じ様に、土砂がいに関する問題を扱うプロとして眼力がなくてはならないと申しましたが、この具体的な理論と技術にどのように習熟するかということでございます。いろいろ盛り沢山のすばらしいその観測課題を準備したはよろしいけれども、仕様書をコンサルが作り、実際の観測をコンサルがやり、そして取りまとめをコンサルがやり、かんじんの建設省の職員は何も分からなかったといったようなことになっては何のその楽しみもないわけだと思しますので、こういった仕事を通じて新しいことが分かる喜びとそれからそういった仕事をささえる技術に習熟して、より我々の能力を上げていくといったようなことも同時に必要ではないかと思えます。こういったことについても本省と協力して具体的な問題、それから実行可能な方法等について皆さん方の御意見を伺いながら考えていきたいと思えます。尚、個々の分科会の検討内容については、ものによっては、もっともっと深く議論する必要があるものもございいます。それらにつきましては今後、これは土研をフィルターとして漏れとか混乱のないようにやっていかれたいという御意見がございましたが、そのようにやっていきたいと思っております。

以上で議論と総括を時間の関係がありまして、十分には尽くせませんでしたが終わりたいと思えます。それで最後に閉会の挨拶を本省の池谷補佐の方からお願いいたします。

9. 閉会のあいさつ

河川局砂防部砂防課長補佐 池 谷 浩

閉会にあたりまして、ひとこと御挨拶申し上げます。今日を含めまして3日間、皆様方には非常に御熱心に本会議の話題提供および討議をしていただきまして、沢山の新しい、非常に有意義な話題又、討議ができたことを心から喜んでおります。私も分科会の方に入っておりますので、お話を全部ではございませんが、お聞きし、又、本日の総括討議を聞いた中で皆さんと同じ技術屋として考えます点は、先程ちょっと申しましたが、まず、話題として疑問点は、全部出し、そしてその中で、すぐに皆で討論するという前にまず自分でその問題を一回整理してみる。自分の疑問点を出すのは非常に結構でございます。どんどん出していただきたいと思います。ただし、その疑問点というのは多分皆さん方が日本で初めて、現在初めて出した疑問点じゃなくて、これまで約100年にわたってきました砂防の歴史の中で、諸先輩が必ずや一度は疑問に思ったことじゃないかという点がかなりあるんじゃないかと思うんです。もちろん今日的な問題もございますので、今回皆さん方が提案していただいた疑問点というのが本当に初めての疑問かもしれません。しかしほとんどの問題は多分、今まで、先輩の方々が非常に苦勞してなされた中で、悩んできた問題じゃないかと思うんです。ただ、その答が非常に不明確であったり、若しくは、非常に個人的といいますか、特殊な方だけが、答を持っておったりという問題もあると思います。そこでそういう問題が、今までどういう風に対処されてきたのかというのをまず皆さん方が勉強していただき、その対応だけでは現在の砂防にはもう無理だと、若しくはもう少し第三者にちゃんと、説明出来るものでなくてはいけないというものを、選びだしその問題についてどういう風に説明していこうかというのが基本であると考えております。この砂防の調査、今回から始まります、約4年にわたる調査でございますが、あるものは4年あるものは1年でも答を出さなければならぬ問題も御座います。そしてあるものは30年、40年かけてやらなければいけない問題もあると思います。これからの皆さん方の御協力を心からお願いするとともに砂防事業の根幹に係る調査で御座いますのでぜひ強力にこの調査の推進をしていただきたいと思います。私どもも出来る範囲で土木研究所と協力いたしまして皆さん方のバックアップをしていきたいと考えておりますのでよろしくお願いいたします。これからのスケジュールとしましては、今年の10月28、29日に東京におきまして、直轄技術研究会が御座いましてその指定部門で皆さん方の何人かには御発表いただくということになっておりますので、その際までに分科会毎の結論をある程度まとめて、一つの方向を出していただくということでとりあえず今年の仕事をスタートしていただきたいと思います。息の長い仕事になると思いますけれども皆様方の御協力を御願いしたいと思います。また、最後では御座いますが、この会議を非常に立派に運営していただきました土木研究所の皆様方に厚く御礼申し上げます。閉会の言葉としたいと思います。どうもありがとうございました。

司 会

どうも有り難う御座いました。それではこれもちまして第3回砂防調査の成果の活用に関する打ち合せ会通称「筑波会議」を終らせていただきます。

この会議を運営するに当たりまして参加者の皆様方、それから各地建の担当専門官の皆様、それから車を段取りしていただいた関東地建の皆さん、大変お世話になりました。有り難うございました。厚く御礼申し上げます。又、この後のスケジュールとしては、建設省技術研究会に向けての作業、それから息の長いこれからの本格的な観測、解析、等が始まるわけでございます。尚、一層の御協力、御努力の程をお願いいたします。どうも有り難うございました。

10. 出席者名簿

No	氏 名	機 関 名	所 属	役 職	分 科 会
----	-----	-------	-----	-----	-------

建設本省 4名

1	池 谷 浩		砂 防 課	課 長 補 佐	5
2	山 本 清		"	直 轄 技 術 係 長	6
3	萩 原 弘		"		1
4	田米開 隆 男		傾 斜 地 保 全 課	地 す べ り 係 長	7

北海道開発局 4名

5	鈴 木 富 雄		河 川 計 画 課	開 発 専 門 官	7
6	南 波 幸 吉		"	計 画 第 三 係 長	1
7	森 田 康 志		土 木 試 験 所 河 川 研 究 室	主 任 研 究 員	2
8	吉 井 厚 志		石 狩 川 開 発 建 設 部 札 幌 河 川 事 務 所	砂 防 係 長	4

東北地建 8名

9	反 町 雄 二	河 川 部		建 設 専 門 官	7
10	菅 原 精 晃	新 庄	調 査 課	調 査 係 長	7
11	鈴 木 幹 夫	"	"		7
12	石 黒 互	"	"		7
13				運 転 手	×
14	松 田 正 實	福 島	調 査 課	洪 水 予 報 係 長	3
15	松 井 幸 一	"	"		3
16	川 名 慶 紀	岩 手	洪 水 予 防 課		4

関東地建 10名

17	森 俊 勇	河 川 部	河 川 計 画 課	建 設 専 門 官	1
18	山 本 順 一	"	"		4
19	板 垣 進 栄	利 根 川 水 系 砂 防	調 査 課	砂 防 調 査 係 長	1
20				運 転 手	×
21	高 山 稔	日 光 砂 防	調 査 課	調 査 係 長	3
22				運 転 手	×
23	高 梨 和 行	渡 良 瀬 川		副 所 長	Free

No	氏 名	機 関 名	所 属	役 職	分 科 会
----	-----	-------	-----	-----	-------

24	下 田 孝次郎	渡 良 瀬 川	調 査 課	調 査 係 長	4
25				運 転 手	×
26	寺 本 和 子	富 士 川 砂 防	調 査 課	調 査 課 長	6

北陸地建 14名

27	岡 本 正 男	河 川 部		建 設 専 門 官	4
28	加 藤 順 一	"	河 川 計 画 課		7
29	宇津江 英 三	立 山 砂 防	調 査 課	調 査 課 長	2
30	中 田 定 男	"	"	調 査 係 長	6
31	池 野 秀 嗣	金 沢	"	調 査 第 一 課 長	6
32	青 木 義 男	黒 部	"	調 査 係 長	1
33	石 河 満	飯 豊 山 系 砂 防	"	調 査 課 長	2
34	谷 吉兵衛	"	"		4
35	亀 江 幸 二	松 本 砂 防	"	調 査 課 長	7
36	富 沢 淀	"	"	監 督 官	4
37	広 瀬 俊 博	"	"	調 査 係 長	5
38	佐 藤 一 幸	湯 沢 砂 防	"	調 査 係 長	7
39	辻 内 昭	"	"		6
40	野 田 猛	神通川水系砂防	"	調 査 係 長	3

中部地建 13名

41	近 藤 浩 一	河 川 部		建 設 専 門 官	5
42	渡 辺 守	"	河 川 計 画 課		2
43	川 田 孝 信	天 竜 川 上 流	調 査 課	調 査 第 二 係 長	4
44	下 島 利 雄	"	"		4
45	竹 村 具 美	静 岡 河 川	調 査 課	調 査 課 長	1
46	中 川 宏 之	"	"	調 査 係 長	1
47	矢 代 弘 二	多 治 見	砂 防 調 査 課	"	5
48	石 橋 年 孝	"	"		5
49	松 下 三 郎	沼 津	工 務 二 課	工 務 二 課 長	2

No	氏 名	機 関 名	所 属	役 職	分 科 会
----	-----	-------	-----	-----	-------

50	関 勲	沼 津	工 務 二 課	設 計 保 長	2
51	和 田 守 人	越 美 山 糸 砂 防	工 務 課		4
52	中 島 大 正	富 士 砂 防	調 査 課	調 査 課 長	4
53	前 川 誠	〃	〃		5

近畿地建 6名

54	坂 井 素 夫	河 川 部		建 設 専 門 官	6
55	桶 谷 公 治	〃	河 川 計 画 課		6
56	堀 内 成 郎	六 甲 砂 防	調 査 課	調 査 係 長	2
57	形 田 浩 三	琵琶 湖	工 務 第 三 課	設 計 係 長	1
58	坂 野 晴 敏	木 津 川 上 流	工 務 第 二 課	計 画 係 長	6
59	堀 義 隆	福 井	調 査 課		7

中国地建 2名

60	山 一 登	河 川 部	河 川 計 画 課	調 査 第 二 係 長	3
61	岸 田 正 人	倉 吉	調 査 設 計 課	調 査 設 計 課 長	6

四国地建 3名

62	松 井 宗 広	河 川 郎		建 設 専 門 官	3
63	坂 口 哲 夫	吉 野 川 砂 防	調 査 課	調 査 課 長	4
64	岡 田 周 三	松 山	〃	河 川 調 査 係 長	3

九州地建 5名

65	高 橋 透	河 川 部		建 設 専 門 官	2
66	重 松 将 位	〃	河 川 計 画 課	調 査 第 二 係 長	5
67	上江川 勝 弘	川 辺 川	工 務 二 課	調 査 係 長	1～3
68	高 野 泰 則	宮 崎	調 査 一 課	主 任	1～2
69	佐 藤 嘉 明	大 隅	工 務 二 課	工 務 二 課 長	4

沖縄総合事務局 2名

70	町 野 健 治		河 川 課	補 佐	3
71	仲 里 純 勇		河 川 課	調 査 係 長	3

No	氏 名	機 関 名	所 属	役 職	分 科 会
----	-----	-------	-----	-----	-------

国土地理院・林場試験場 2名

72	熊 木 洋 太	国 土 地 理 院	地 理 第 二 課	調 査 第 二 係 長	Free
73	新 田 隆 三	林 業 試 験 場	防 災 第 2 研 究 室	研 究 室 長	7

土木研究所

74	水 越 三 郎		砂 防 部	砂 防 部 長	×
75	渡 辺 正 幸		砂 防 研 究 室	研 究 室 長	6
76	阿 部 宗 平		〃	研 究 員	4
77	万 膳 英 彦		〃	研 究 員	2
78	北 山 滋 基		〃		5
79	上 原 信 司		〃		3
80	鈴 木 浩 之		〃		4
81	福 本 晃 久		〃		2
82	鴨志田 加代子		〃		×
83	吉 松 弘 行		地 す べ り 研 究 室	主 任 研 究 員	7
84	福 井 義 隆		〃		7
85	服 部 泰 英		急 傾 斜 地 崩 壊 研 究 室	研 究 員	×
86	仲 野 公 章		〃	研 究 員	1
87	右 近 則 男		急 傾 斜 地 崩 壊 研 究 室		4

11. 参 考 資 料

以下に話題提供者が配布された資料を添付する。

2014/01/01 00:00:00

天神川流域における流出土砂の特性について

中国地方建設局河川計画課 山 縣 一 登

1. モデル流域の概要

モデル流域に選定した西鴨谷川流域は天神川水系小鴨川の右支川で、大山火山群の東南部に位置する流域面積4.95㎢の流域である。(図-1を参照) 大山火山群の噴出物より成る地域で、このうち弥山熱雲堆積物は流域中央に特徴的な平坦面(笹ヶ平台地)を形成しており、そこには急傾斜面を有した谷が刻みこまれている。この谷は現在幼年期の過程にあり、谷斜面及び河岸の崩壊による土砂の生産が活発である。また、西鴨谷川には4ヶ所の砂防えん堤があり、下流の西鴨第1号、第2号及び第3号は未満砂状態である。

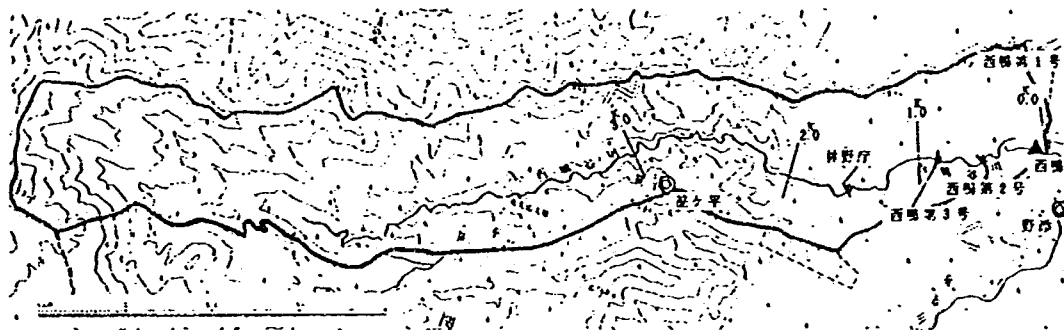


図-1 西鴨谷川流域図

2. 観測概要

西鴨谷川流域における水理・水文及び土砂観測の概要を表-1に示す。昭和54年6月、9月、10月に行われた河川縦横断測量については、各期間に大きな出水(昭和54年9月洪水、10月洪水)を含んでいる。また、上記2洪水については、洪水ピーク付近の浮遊砂を観測した。

表-1 観 測 概 要

調 査 項 目	調 査 地 点	調 査 期 間	種 別	摘 要
雨 量	野 添	S37.9~	自 記	
	笹ヶ原	S37.6~	自 記	
水 位	西 鴨	S47.1~	自 記	C. A = 4.54 ㎢
河川縦横断測量	$k_0 \sim k_5$ 0.0~2.5	S54.6~S55.10 (6月, 9月, 10月)	—	50m ピッチ(51断面)
浮遊砂観測	西鴨第1号 えん堤上流	S54.9.4, S54.10.19	—	ひしゃくによる採水 採水量 { S54.9.4 5,700cc S54.10.19 17,100cc
河 床 材 料	$k_0 \sim k_5$ (6ヶ所)	S54.10	JIS	0.3mの立方体にて採取したが地形的な制約によりフルイ分けには50mm以上の粒径は含まれていない。
	$k_0 \sim k_5$ (12ヶ所)	S55.10	JIS	法面採取3ヶ所

表-2に示す15洪水を抽出し、それらの諸元を整理した。雨量にはティーセン法により算出した流域平均雨量(笹ヶ平及び野添雨量観測所)を用い、流量は西鴨第1号えん堤において観測された自記水位よりゴビンダラオの公式を用いて求めた。

出水 No	出水 No	始元	堤上敷	堤底出取	ピーク 流量 ($\times 10^3 \text{ m}^3$)	到達 時間 (hr)	ピーク 流出係数	堤底 出取	前期到達 日数	前3日間 降雨量	前5日間 降雨量	堤上損失 量	降雨継続 時間 (hr)	初期損 失	$\Sigma R/T_R$	γ_p
		生起年月日	ΣR	ΣQ	Q_p	T_A	f	f_d	D_N	R_{p3}	R_{p5}	ΣR_L	T_R	R_{L0}	$\bar{Y}$	(mm/hr)
1	S47. 9. 8	111.7	106.4	6.7	1.0	0.207	0.210	7	0	0	88.2	11	1.6	10.2	25.6	
2	S50. 8. 23	303.4	589.7	29.8	1.25	0.550	0.428	3	0	38	173.5	21	16.4	14.4	43.0	
3	S51. 8. 28	147.7	148.2	9.4	1.0	0.277	0.221	0	104	117	115.1	27	54.2	5.5	26.9	
4	S51. 10. 24	79.6	130.9	6.7	4.0	0.526	0.362	0	9	24	50.8	11	49.2	7.2	10.1	
5	S53. 9. 15	144.9	174.6	8.2	1.0	0.227	0.265	3	0	105	106.5	19	7.4	7.6	28.7	
6	S54. 5. 15	118.0	156.1	4.3	4.5	0.406	0.291	4	0	6	83.7	31	8.2	3.8	8.4	
7	S54. 7. 1	64.6	83.0	4.0	1.5	0.222	0.282	0	41	108	46.4	20	8.8	3.2	14.3	
8	S54. 9. 2	127.9	214.9	21.8	1.92	0.403	0.371	12	0	0	80.2	14	16.2	9.1	42.9	
9	S54. 9. 4	232.5	610.3	47.8	1.17	0.748	0.578	0	125	125	98.1	23	28.6	10.1	50.7	
10	S54. 10. 19	258.5	805.5	21.8	0.75	0.549	0.686	10	0	0	81.2	30	2.5	8.6	31.5	
11	S55. 4. 6	33.2	46.3	3.7	4.5	0.281	0.307	4	0	7	23.0	11	16.3	3.0	10.4	
12	S55. 7. 11	93.1	99.5	2.6	3.0	0.200	0.235	0	63	170	71.2	28	27.5	3.3	10.2	
13	S55. 8. 23	70.5		2.6	3.0	0.119		0	5	7		17	9.5	4.1	17.4	
14	S55. 10. 14	79.8	119.3	7.0	1.0	0.414	0.329	0	102	133	53.5	15	0.4	5.3	13.5	
15	S55. 11. 21	192.3	183.6	4.6	2.0	0.155	0.210	6	0	0	151.9	38	27.5	5.1	23.6	

ピーク流量 (Q_p) と洪水到達時間 (T_A) の関係を図-2に示す。洪水到達時間が短いとピーク流量が大きくなるという傾向が認められるが、あまり明瞭なものではない。角屋らは洪水到達時間を推定する経験式として次式を提案している。

ここに、 T_d :到達時間(時間)、 C :流域による定数(丘陵山林地では290、市街化地域で60~90程度)、 A :流域面積(km^2)、 Q_p :ピーク流量(m^3/s)である。

図-4は、各時間雨量とピーク流量の関係を示したものであるが、他に比較して1時間雨量とピーク流量の相関がみられる。

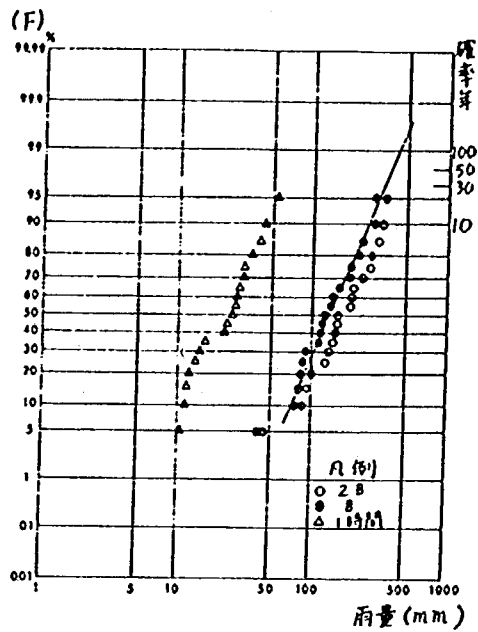


図-5 確率雨量図

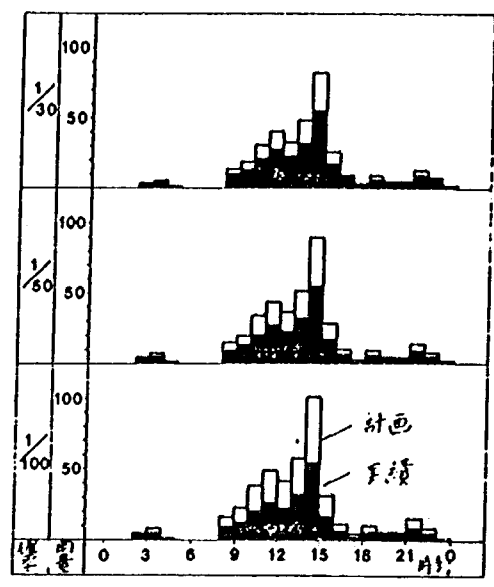


図-6 計画ハイレートグラフ

5. 流出解析

水位観測を実施している西鴨第1号えん堤を基準点として流出解析を行った。

5.1. 有効雨量の算定

総雨量～総損失雨量の関係(図-3を参照)より、流出土砂量の調査されているNa9洪水とNa10洪水を重視して、中安型の損失雨量曲線($\Sigma R_L = \Sigma R - \alpha \cdot R^\beta$)の定数 α , β を最小二乗法により算定した。

$$\left. \begin{array}{ll} \Sigma R < 150 \text{ mm} & \Sigma R_L = \Sigma R - 0.02187 \cdot R^{1.560} \\ \Sigma R \geq 150 \text{ mm} & \Sigma R_L = 96 \text{ mm} \end{array} \right\} \dots\dots\dots(2)$$

5.2. 流出計算のための流域分割

流域分割は勾配の急変点, 砂防えん堤の各地点で行った。(図-7を参照)

5.3. モデル定数及び分割流域の諸元

各分割流域のモデル定数及び流域諸元を表-5に示す。河道のK, Pの算定は各河道断面について各種流量における等流計算を行い, 流積と流量の関係を両対数紙にプロットし, それを直線で近似することにより行なった。($A = KQ^P$)

粗度係数は, Na9洪水における痕跡水位より検討した結果, 概ね 0.05 程度であることが判明した。

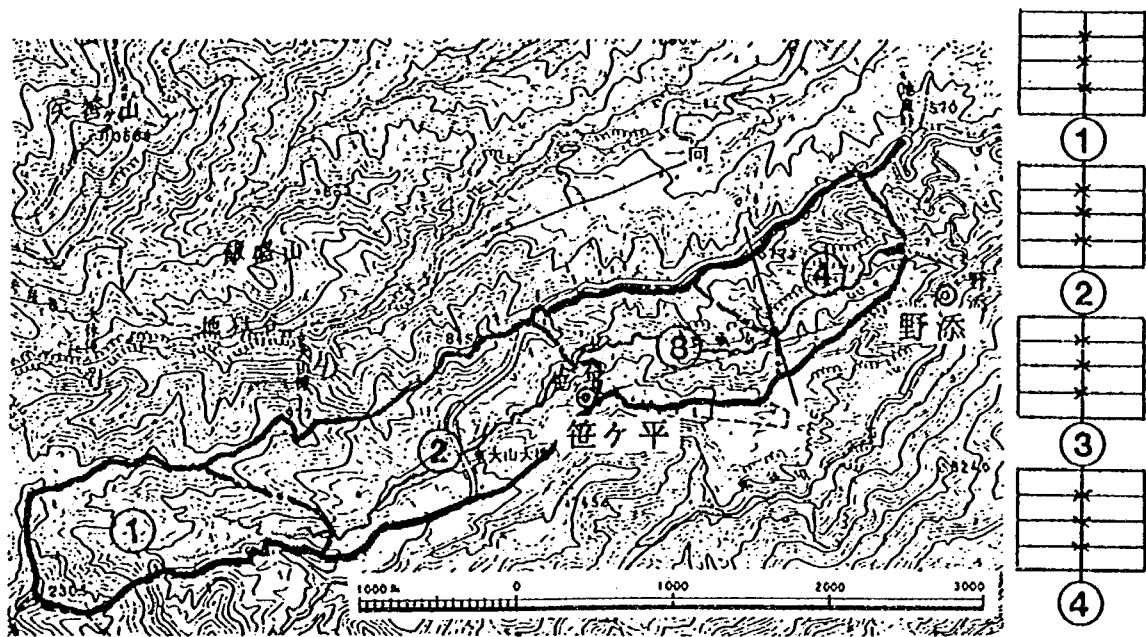


図-7 流域分割とモデル

表-5 モデル定数及び流域諸元

5.4. 計算結果

解析の対象とした15洪水のなかで、流出量が多く洪水波形の明瞭なNo 9洪水とNo 10洪水についての計算結果を図-8と図-9に示す。図中の実線

ブロック No	流域 面積 (km ²)	河 道					斜 面						
		流路 長 (km)	流路 勾配 (%)	粗度 係数 n	Pr	Kr	斜面 長0.2 (m)	斜面 勾配 (%)	Ks				Ps
1	1.14	1,200	0.143	0.05	0.62	0.58	475	0.361	N=0.6	N=0.8	N=1.0	N=1.2	0.6
2	1.66	2,200	0.067	0.05	0.74	0.61	377	0.292	1.06	1.27	1.45	1.61	0.6
3	0.89	1,300	0.048	0.05	0.72	0.70	342	0.474	0.92	1.09	1.25	1.40	0.6
4	0.85	750	0.042	0.05	0.73	0.72	567	0.567	0.87	1.04	1.19	1.32	0.6

は全分割流域に一樣な流域平均雨量を用いた場合を示し、破線は上流3分割流域（ブロックNo①～③）に笹ヶ平雨量観測所の雨量，下流1分割流域（ブロックNo④）に流域平均雨量を用いた場合を示している。また、計算は斜面の等価粗度係数（N）を0.6～1.2に変化させて行ったが、ピーク流量には大差はなかった。これは当該流域の斜面長が短かく、流出流量に対して等価粗度変化の影響が敏感でないためと考えられる。

また、2タイプの雨量による流出流量についても同様の理由で、あまり変化がない。今後の流出計算では等価粗度を1.0とし、全分割流域に一樣な流域平均雨量を採用することにした。

6. 土砂収支と流量～流出土砂量の関係

昭和54年6月～昭和55年10月に行なわれた6回

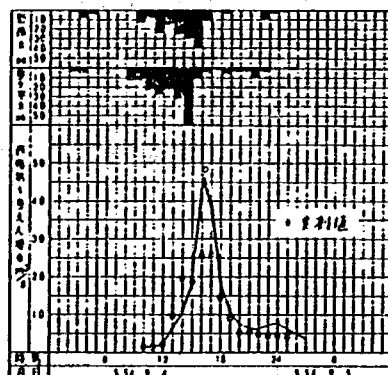


図-8 流出計算結果
(No 9洪水)

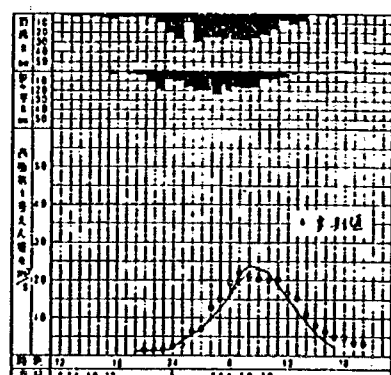


図-9 流出計算結果
(No 10洪水)

の縦横断測量の成果(0.0

k~2.5k, 50mピッチ)を用いて、土砂収支と流量~流出土砂量の関係を調べた。

6.1. 土砂収支

各期間における河床変動量を横断図よりプランニメータで計測し、平均断面法によって算出した。図-10に各期間別の河床変動量と累加河床変動量を示す。昭和54年6月~9月の期間にはNo 8洪水とNo 9洪水、また、同年9月~10月の期間にNo 10洪水が生起しており、河床変動量は他の期間に比較して極めて多い。

下流3ヶ所の砂防えん堤(下流より西鴨第1号、第2号、第3号)は現在未満砂状態にあり、土砂収支は各砂防えん堤で完結するものと考えられる。(但し、浮遊砂は除く。) 図-11に土砂収支図を示す。これによると、昭和54年6月~9月の期間における砂防えん堤への流出土砂量は、下流より4,964 m³, 6,685 m³, 18,955 m³, また、同年9月~10月については、それぞれ1,738 m³, 3,759 m³, 7,322 m³ となっており、河道侵食量に比較してかなり多く、当該モデル流域の崩壊土砂量の多いことがわかる。昭和55年については、

河床変動量が少なく測量誤差程度と考えられる。(例えば、第3号えん堤上流の河道侵食量を変動高で表わすと、約1cm程度となる。) なお、ここでいう崩壊土砂量は、砂防えん堤への流出土砂量より河道侵食量を単純に差し引いた量であり、崩壊地調査より算出したものではない。

6.2. 流量~流出土砂量の関係

ピーク流量と流出土砂量の関係を各砂防えん堤について示したものが図-12である。(但し、第2号えん堤、第3号えん堤については実測流量が不明なため、基準点の実測流量より流域面積比で求めた。) データ数が少ないが、4回の出水についてみる限りでは、ピーク流量が大きくなると流出土砂量も多くなるという傾向は認められる。また、図-13は、ピーク流量

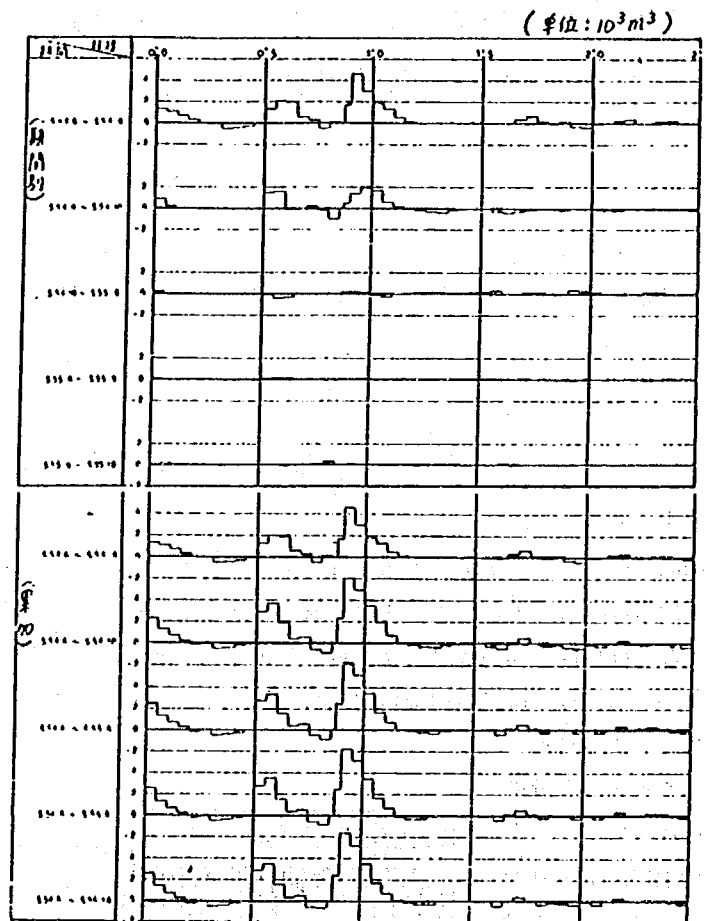


図-10 期間別河床変動量と累加河床変動量

と崩壊土砂量（1kmあたり）の関係を示したものであるが、同様の傾向が認められる。当該モデル流域の谷が崩壊しやすい弥山熱雲堆積物により形成され、しかも幼年期にあることを考えれば、将来大きな出水の度に多量の崩壊土砂量が生じるものと思われる。

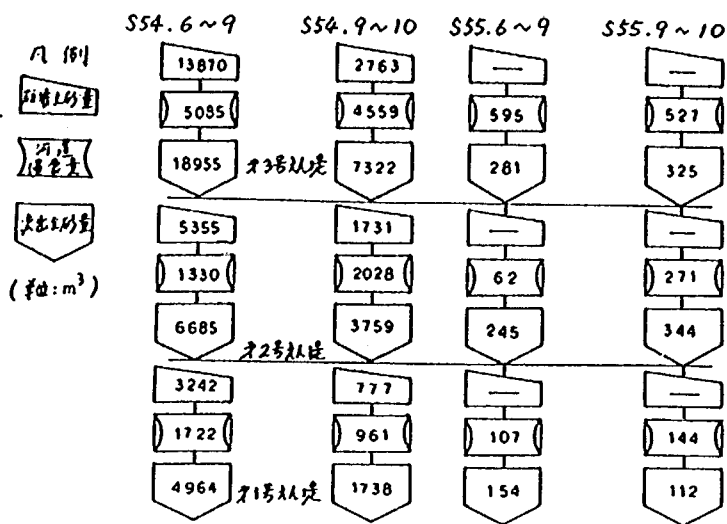


図-11 土砂収支図

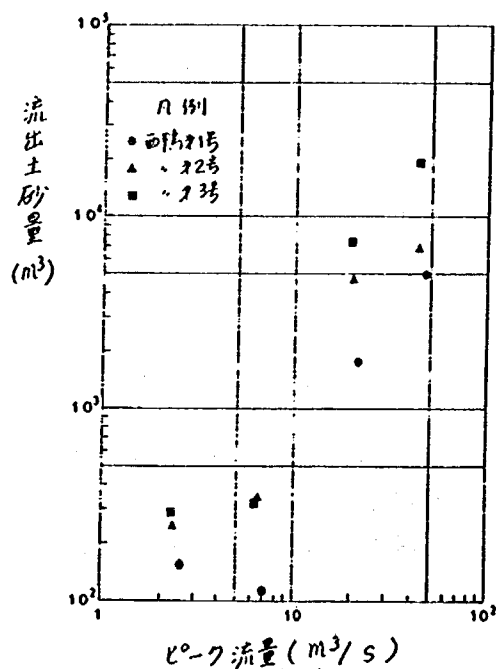


図-12 ピーク流量～流出土砂量

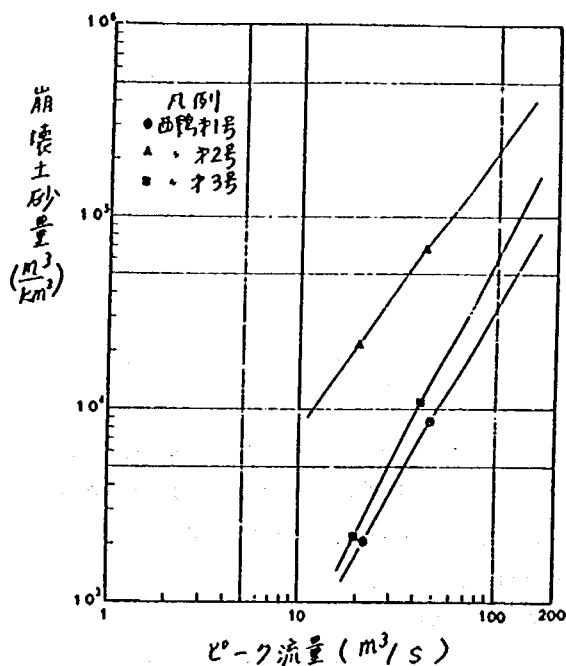


図-13 ピーク流量～崩壊土砂量

7. 河床変動シミュレーション

河床変動の著しい昭和54年6月～10月を対象にして河床変動シミュレーションを行った。ゼネラルフローを図-14に示す。

7.1. 計算手法

1) 水理計算

時間的に変化する流量を時系列的に定常扱いとし、分割時系列の各時点ごとに不等流計算によって水理量を算定した。

$$\text{運動方程式} - \frac{dH}{dx} = \alpha \frac{d}{dx} \left(\frac{v^2}{2g} \right) + i_f \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{連続方程式} \quad Q = A \cdot v \quad \dots\dots\dots(4)$$

上式を差分化すると、次の数値計算式を得る。

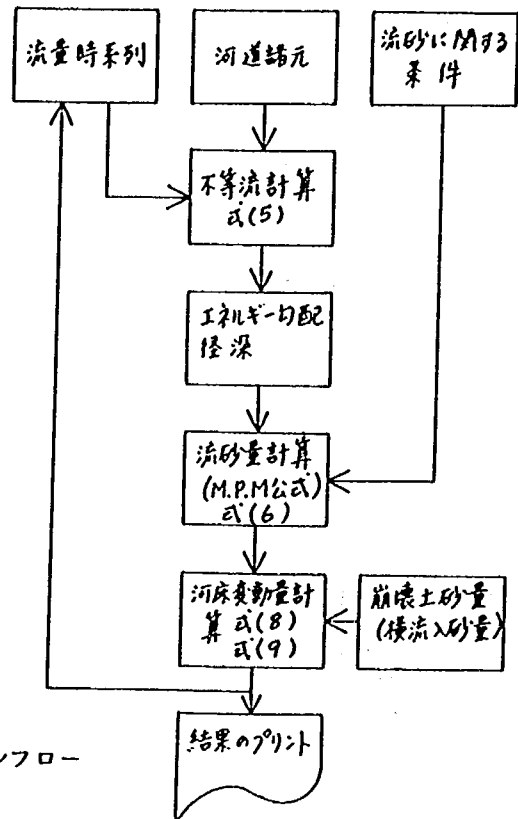


図-14 ゼネラルフロー

$$H_2 = H_1 + \frac{\alpha Q^2}{2g} \left(\frac{1}{A_1^2} - \frac{1}{A_2^2} \right) + \frac{h^2 Q^1}{2} \left(\frac{1}{A_1^2 R_1^{1/3}} + \frac{1}{A_2^2 R_2^{1/3}} \right) \quad \dots\dots\dots(5)$$

ここに、 H ：水位、 A ：流積、 R ：径深、 Q ：流量、 v ：流速、 n ：マンニングの粗度係数、 i_f ：摩擦損失水頭、 Δx ：区間距離、添字 1、2 は断面位置を示す。なお、西鴨谷川は急流河川のため、砂防えん堤の背水区間を除けば、ほとんどの区間で射流となるため、その区間については便宜的に限界流として取り扱った。

2) 流砂量計算

流砂量計算には、山地河川に適用可能な Meyer・Peter Müller の公式を採用した。

$$\frac{q_B}{\sqrt{(\sigma/\rho - 1)gd^3}} = 8 (\tau_* - \tau_{*c})^{3/2} \quad \dots\dots\dots(6)$$

ここに、 q_B ：単位幅あたり流砂量、 σ ：砂の密度（＝2.65）、 ρ ：水の密度（＝1.0）、 g ：重力の加速度、 d ：平均粒径、 τ_* ：掃流力（ $\equiv u_* / (\sigma/\rho - 1)gd$ ）、 u_* ：摩擦速度（ $\equiv \sqrt{gRI}$ ）、 τ_{*c} ：限界掃流力（＝0.047）である。不等流計算によって算出された水理量を式(6)にインプットして、各断面における流砂量を分割時系列ごとに計算する。

3) 河床変動計算

河床変動計算は、次の流砂の連続式を差分化することによって計算した。なお、今回の計算では、堆積土砂の空隙率は考慮しなかった。

$$-\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{1}{(1-\lambda)} \frac{\partial Q_B}{\partial x} + Q_s = 0 \quad \dots\dots\dots(7)$$

式(7)を差分化すると、次式を得る。

$$\Delta Z_i = \frac{QB_{i+1} - QB_i}{(SB_{i+1} + SB_i) \cdot \Delta x / 2} \cdot \Delta t + \frac{QS_i \cdot \Delta t}{(SB_{i+1} + SB_i) \cdot \Delta x / 2} \quad (\text{常流}) \quad \cdots (8)$$

$$\Delta Z_{i+1} = \frac{QB_{i+1} - QB_i}{(SB_{i+1} + SB_i) \cdot \Delta x / 2} \cdot \Delta t + \frac{QS_{i+1} \cdot \Delta t}{(SB_{i+1} + SB_i) \cdot \Delta x / 2} \quad (\text{射流}) \quad \cdots (9)$$

ここに、 ΔZ ： Δt 時間の河床変動向、 S_B ：掃流幅、 Q_S ：横流入砂量、 Δx ：区間距離、 Δt ：計算時間間隔、添字 i ：下流から上流に向かって付けた断面番号を示す。

西鴨谷川の場合、常流区間と射流区間が存在することから、常流と射流の場合とで差分の取り方を逆にしたものが式(8)と式(9)である。なお、このような差分化によって、常流と射流の遷移断面では ΔZ が計算不能となるため、今回のモデルでは前後断面の ΔZ により補完した。

7.2. 計算条件

対象とした 0.0k ~ 2.5k 区間には未満砂の砂防えん堤が 3 ケ所(西鴨第 1 号、第 2 号、第 3 号)あるため、河床変動シミュレーションは 3 区間に分割して行った。

1) 河道条件

あらかじめ初期現況断面(昭和54年6月)において、数種類の流量による不等流計算を行ない、河床変動に対して支配的な流量付近(10~50 m/s)の平均水面幅を河床幅として複雑な現況断面を長方形断面に置き換えた。なお、設定した河床幅は変化しないことにした。(昭和54年6月~昭和55年10月の横断面図を河床幅について調べた、結果、2、3の断面を除いて、ほとんど変化していない。)表-6に河道諸元を示す。

表-6 河道諸元表

杆 標	追加距離(m)	平均河床高(T.P.m)	河床幅(m)	杆 標	追加距離(m)	平均河床高(T.P.m)	河床幅(m)
*0K000	0	378.5	96.50	1K300	400	435.5	14.47
050	50	380.0	84.12	350	450	438.6	15.35
100	100	381.0	72.21	400	500	441.2	17.05
150	150	381.7	46.40	450	550	444.5	13.70
200	200	382.2	22.64	500	600	446.4	13.06
250	250	384.2	29.48	550	650	458.0	24.56
300	300	386.5	11.12	600	700	459.0	26.67
350	350	389.3	8.23	650	750	462.0	20.83
400	400	392.3	10.77	700	800	462.7	16.54
450	450	395.0	13.94	750	850	465.0	21.71
*500	0	405.0	46.12	800	900	468.2	17.03
550	50	406.7	44.74	850	950	471.3	19.36
600	100	407.6	46.71	900	1,000	474.0	26.25
650	150	408.7	31.25	950	1,050	477.5	14.54
700	200	409.8	28.96	2K000	1,100	479.9	11.75
750	250	411.5	17.93	050	1,150	482.3	17.07
800	300	413.2	16.53	100	1,200	485.4	18.24
850	350	416.1	17.51	150	1,250	489.2	17.04
*900	0	420.4	42.75	200	1,300	491.6	15.53
950	50	422.3	49.83	250	1,350	497.0	10.88
1K000	100	423.8	31.98	300	1,400	500.7	20.88
050	150	425.5	22.31	350	1,450	502.3	17.03
100	200	427.4	16.94	400	1,500	504.6	10.92
150	250	429.4	14.13	450	1,550	507.4	12.28
200	300	431.6	11.87	500	1,600	509.4	16.70
250	350	433.3	10.38	—	—	—	—

*砂防堰堤(下流より鴨第1号、第2号、第3号)

2) 流量時系列

昭和54年6月~10月の期間には、No 8洪水、No 9洪水及びNo10洪水の3回の出水が記録されており、計算にはこれらの実績ハイドログラフを与えた。計算時間間隔 Δt は小流量に対しては1時間、ピーク流量付近の流量(10~50 m/s)に対しては更に細かく分割し、 $\Delta t = 5$ 分とした。(ハイドログラフの立上がり急なため、 $\Delta t = 1$ 時間では ΔZ の変化が大きく、計算が発散した。)

3) 河床材料

昭和54年10月及び昭和55年10月の2回にわたり、0.0 ~ 2.5 区間の河床材料調査が行われている。しかし、平均粒徑には 10 cm 以上の粒徑が除かれているため極めて小さな値を示している。今回の計算では、除かれた試料を考慮して平均粒徑を修正した。表-

7に比較表を示す。表より修正後にお

ける左右岸の平均的な値を採用し、次のように与えた。 $0.0 \sim 0.15 : 6 \text{ cm}$, $0.2 \sim 0.45 : 12 \text{ cm}$, $0.5 \sim 0.6 : 4 \text{ cm}$, $0.7 \sim 0.85 : 6 \text{ cm}$, $0.9 \sim 1.2 : 10 \text{ cm}$, $1.25 \sim 1.5 : 17 \text{ cm}$, $1.55 \sim 2.5 : 15 \text{ cm}$ とした。

表-7 平均粒径比較表

(単位: cm)

If 標	左 岸		10cm以上の試料	右 岸		10cm以上の試料
	JIS	10cm以上の試料を考慮		JIS	10cm以上の試料を考慮	
OK 150	0.3	1.0	10×8, 12×6, 13×6	0.6	11.2	15×8, 13×10, 17×10 22×14, 25×22,
300	—	—	—	1.1	12.0	10×10, 12×10, 15×8, 16×16 20×15, 20×15, 23×16, 18×12 23×16
450	1.2	2.6	15×12, 11×6	—	—	—
550	0.2	2.4	13×10, 13×11, 15×10	1.0	5.2	12×12, 12×7, 12×10, 12×10 12×12, 14×13, 15×13
800	1.4	4.0	13×8, 13×8, 13×12, 18×10	1.4	7.7	10×8, 16×16, 20×13, 28×10
950	0.7	11.3	17×13, 20×15, 25×22	0.5	8.6	12×7, 14×9, 15×8, 15×13 17×14, 18×14, 19×15
1K 250	1.2	14.7	13×10, 13×12, 13×12, 20×13 20×14, 20×15, 20×15, 20×18 22×21, 22×20, 25×13	1.6	19.8	10×10, 15×12, 16×12, 18×12 24×12, 30×25, 32×24
600	1.6	18.1	12×18, 12×18, 15×8, 15×12 18×15, 30×18, 33×23	1.4	6.3	10×10, 13×9, 13×10, 15×12 16×12, 20×13
2K 050	1.0	9.7	10×8, 12×10, 13×10, 15×8 15×10, 15×15, 18×13, 25×18	2.2	21.0	10×10, 15×8, 15×10, 15×11 18×15, 18×17, 20×12, 21×11 38×27

4) 横流入砂量(Q_S)

土砂収支図(図-11を参照)より、各期間中の崩壊土砂量を横流入砂量とし、ピーク流量時の1時間内に各区分均一の量を与えた。

5) 先掘限界

岩盤高が不明なため、縦横断面図より実測の侵食状況を調べ、 $0.0 \sim 0.85$ については初期河床高より1m 0.9 より上流については 0.5 m の高さに設定した。

7.3. 計算結果の検討

表-8に実績流出土砂量と計算流出土砂量の比較表を示す。これによると、6月～9月の第3号えん堤における計算値が約1万 m^3 少ないことと9月～10月の第1号えん堤における計算値が約2,300 m^3 多いほかは、計算値と実測値は良く一致している。流出土砂量に占める崩壊土砂量の割合が大きいことから、崩壊土砂量の与え方によって流出土砂量に差が生じるのかもしれない。図-15と図-16は平均河床高の縦断的な変化について、実測値と計算値を比較したものである。砂防えん堤の近傍においては、計算値は実測値にほぼ一致しているがそれより上流の急流区間になると計算値がすでに洗掘限界に達した断面もみられ、実測値に比較して侵食量が多くなっている。しかし、区間全般の堆積・侵食の傾向についてみれば、計算値と実測値は比較的良く一致していると考えられる。

表-8 流出土砂量

(単位: m^3)

項目 えん堤	S.64.6~9		S.54.9~10	
	実 績	計 算	実 績	計 算
西鴨第1号	4,964	4,810	1,738	4,020
西鴨第2号	6,685	6,150	3,759	2,950
西鴨第3号	18,955	8,160	7,322	8,230

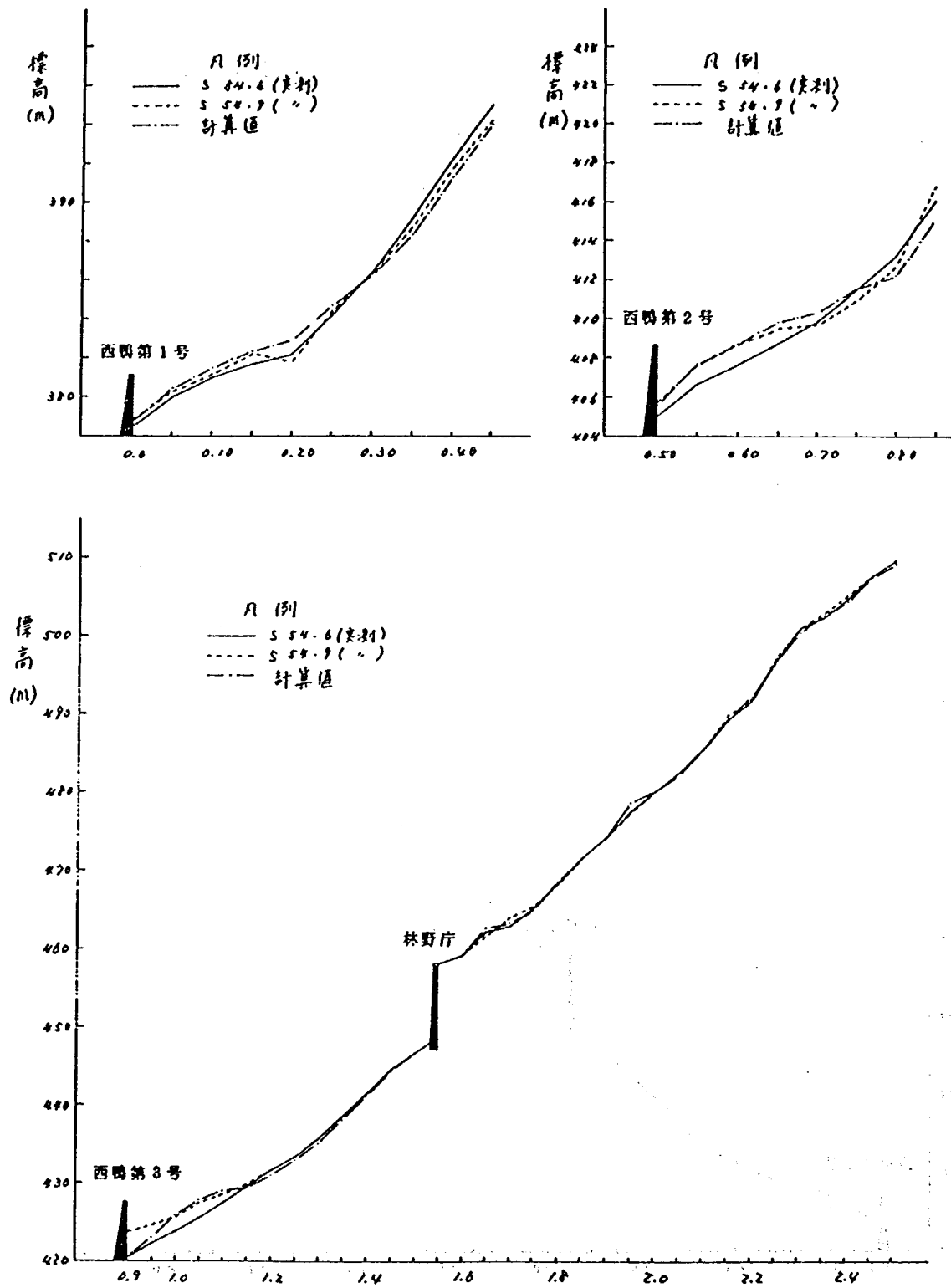


図-15 平均河床高の縦断変化(昭和54年6月~9月)

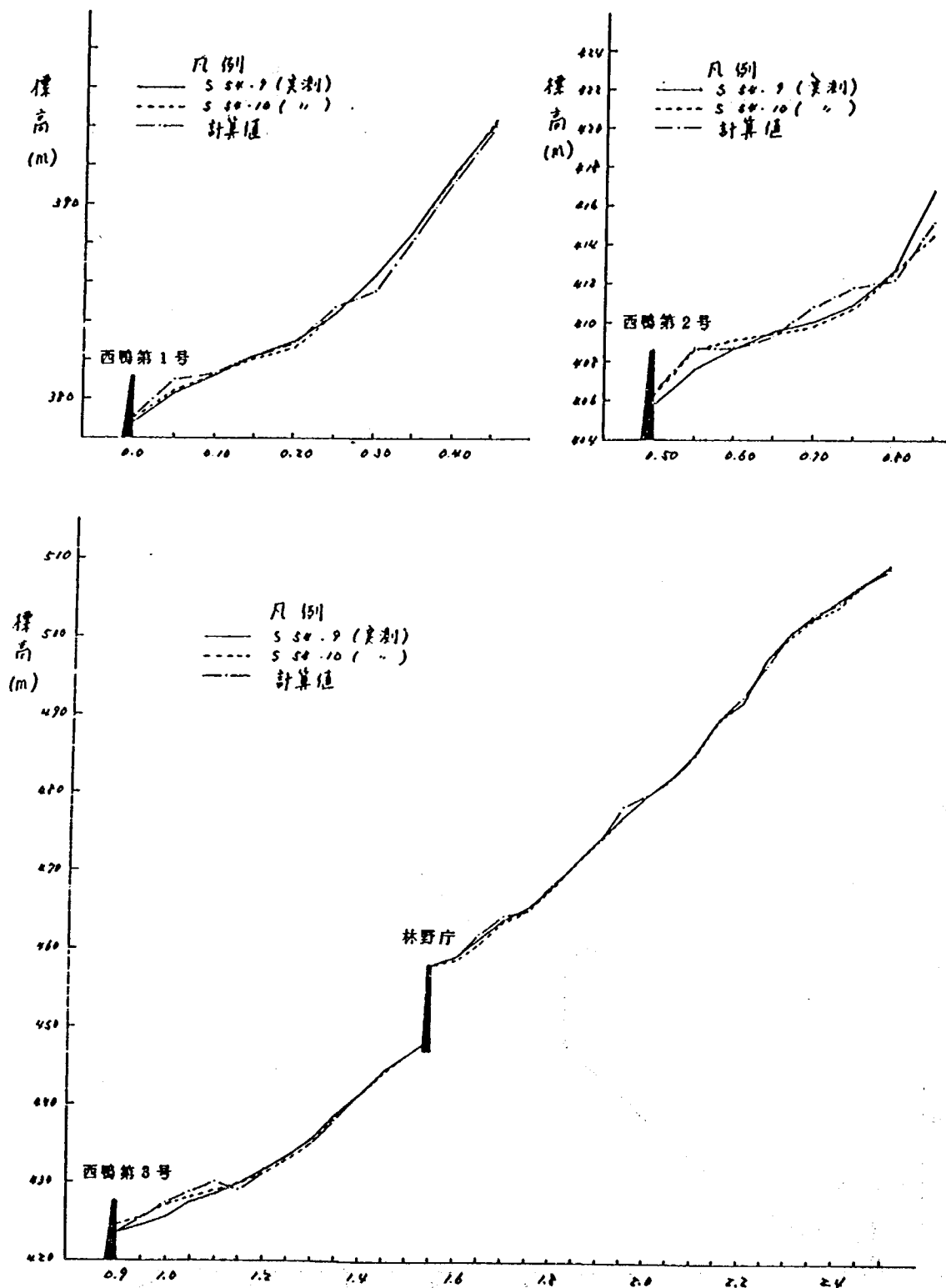


図-16 平均河床高の縦断変化(昭和54年9月~10月)

以上の河床変動計算には下記の問題が残されている。

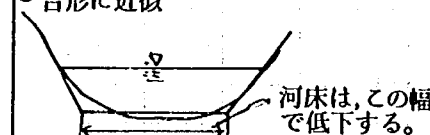
- (1) 均一粒径を対象としているために計算対象区間上流の射流区間では、仮定した洗掘限界(0.5~1.0m)まで洗掘された。これについては適切な洗掘限界が設定できなかった点にも一因があるが、未満砂ダム下流で顕著なアーマコート現象が考慮されていない点も原因としてあげられる。
- (2) 計算時間間隔(ピーク流量付近で $\Delta t=5\text{ min}$ とした)設定の根拠が不明確である。
- (3) 河道断面をすべて長方形断面に近似している。
- (4) 河床材料の取扱い方法等

以上のことを勘案しケース②(追加検討)を実施した。

ケース①(前述までの検討)とケース②の比較を表8-1に示す。

ケース②検討結果の概要をP8~P10に示す。

表8-1 河床変道計算比較

項目	調査時点	ケース①	ケース②(追加検討)
計算対象河川		天神川水系西鴨谷川	
計算対象区間		杆標 0.0 K ~ 2.50 K	
計算断面		51断面(50ピッチ) (未満砂の砂防えん堤が3箇所があり、各砂防えん堤で計算区間)を分割し、各区間単独に計算を実施した。 ・西鴨第1号えん堤区間 0.0K~0.45K ・西鴨第2号えん堤区間 0.50K~0.85K ・西鴨第3号えん堤区間 0.90K~2.50K	
計算対象洪水		昭和54年9月洪水(2洪水) $\left\{ \begin{array}{l} Q_p=21.8\text{ m}^3/\text{s} \text{ (比流量 } 4.8\text{ m}^3/\text{s/kd}) \\ Q_p=47.8\text{ m}^3/\text{s} \text{ (" } 10.5 \text{ ")} \end{array} \right.$ 昭和54年10月洪水(1洪水) $Q_p=21.8\text{ m}^3/\text{s} \text{ (" } 4.8 \text{ ")}$	
計算手法		均一粒径による一次元河床変動計算	混合粒径による一次元河床変動計算
水理計算		不等流計算と等流計算を組合せて実施した。 (各砂防えん堤の背水区間では不等流計算、それより上流の射流区間では擬似等流に近似した。	
流砂量公式		Meyer・Peter・Muller 公式	佐藤・吉川・芦田公式 芦田・道上公式 } 混合粒径用に修正
限界掃流力		岩垣 公式	① Egiazroff (道上による修正式)
断面特性		矩形に近似 	② 台形に近似 
計算時間々隔		$\Delta t=1\text{ hr}$ を基本とし、ピーク流量($10\text{ m}^3/\text{s}$ 以上)付近では、 $\Delta t=5\text{ min}$ とした。	③ 差分方程式の安定条件(C.F.L条件)を用いて、計算ステップごとに最適な Δt を求めた。
河床材料		平均粒径	粒度分布を6段階に分割した。各段階の代表粒径は1.0, 5.0, 10.0, 50.0, 100.0, 200.0mmとし、それらの占める割合を求めた。
洗掘限界		定期縦横断面測量成果より推定した。 0.5 ~ 1.0 m	洗掘限界が不明確であるとして、設定しなかった。
崩壊土砂量の供給		横流入砂量として、ピーク流量時に瞬間的に供給した。(供給量は各断面間均一)	
上・下流端条件		・各砂防えん堤断面での流砂量=0、第1,2号えん堤区間上流端では河床低下がない。第3号えん堤区間上流端では、掃流力見合いの流砂量を与えた。	
空隙率		0.4	

④ 追加検討の条件及補足説明

① 掃流砂量公式としては、粒径別の限界掃流力の算定式（Egiazaroff式）と均一粒径式である佐藤・吉川・芦田式及び芦田・道上式を混合粒径式に書換えた式を採用した。

前者は有効掃流力を粗度係数 n によって考慮した式であり、後者は流速分布の対数則により有効掃流力を算定した式である。

② 河道断面は、台形に近似し、境界条件は未満砂えん堤の下流へは給砂量がないことを条件として与えた。

③ 計算時間 Δt の設定に際しては、基礎方程式（流砂の連続式、粒度分布の連続式）を差分化した近似的な数値計算を行うことから、差分方程式の安定条件であるC.F.L条件^⑤を適用して Δt を決定できる。

⑤：擾乱の伝播速度（ dx/dt ）は差分間隔（ $\Delta x/\Delta t$ ）より小でなければならない。

⑥ 追加検討結果

表 8-2 流出土砂量の比較表

えん堤 区 間	昭和56年 6月～9月			昭和54年 9月～10月		
	実績値	計 算 値		実績値	計 算 値	
		S・K・A	A・M		S・K・A	A・M
西鴨第1号	4,964	5,739	4,595	1,738	4,753	3,036
" 第2号	6,685	7,042	5,584	3,759	5,777	2,764
" 第3号	18,955	8,869	8,896	7,322	8,300	6,305

図 16-1

平均河床高断面変化図

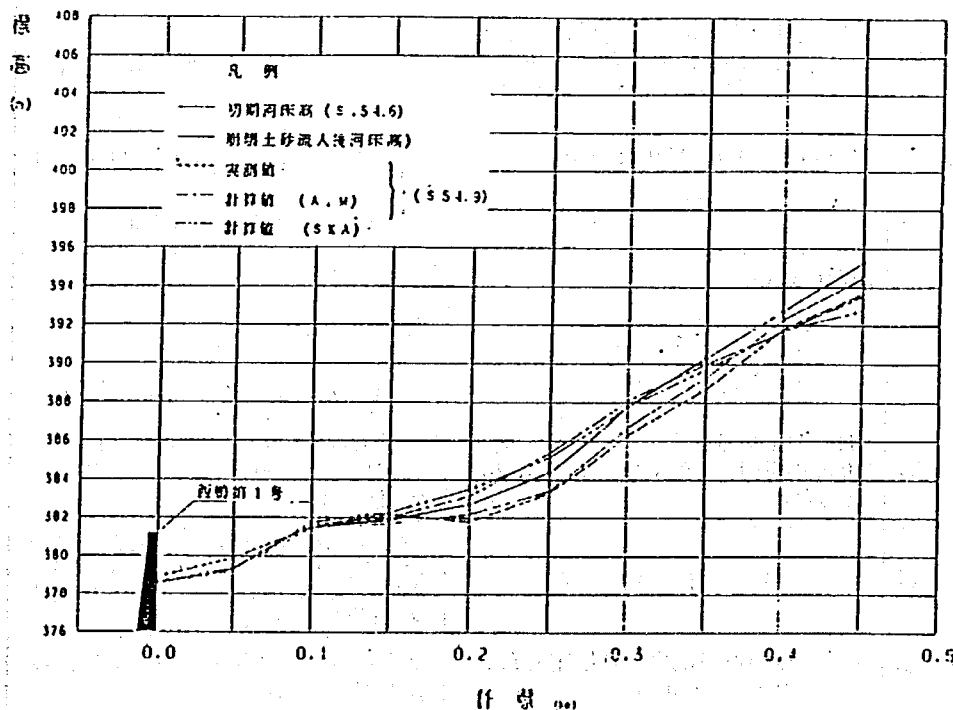


图16-2 平均河床高程断面变化图

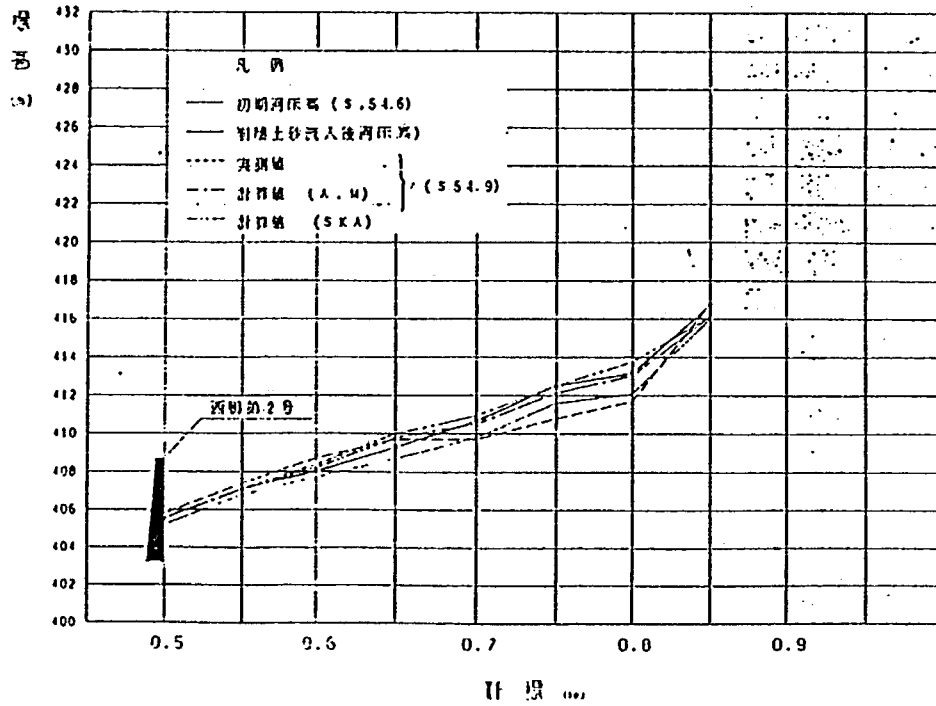


图16-3

平均河床高程断面变化图

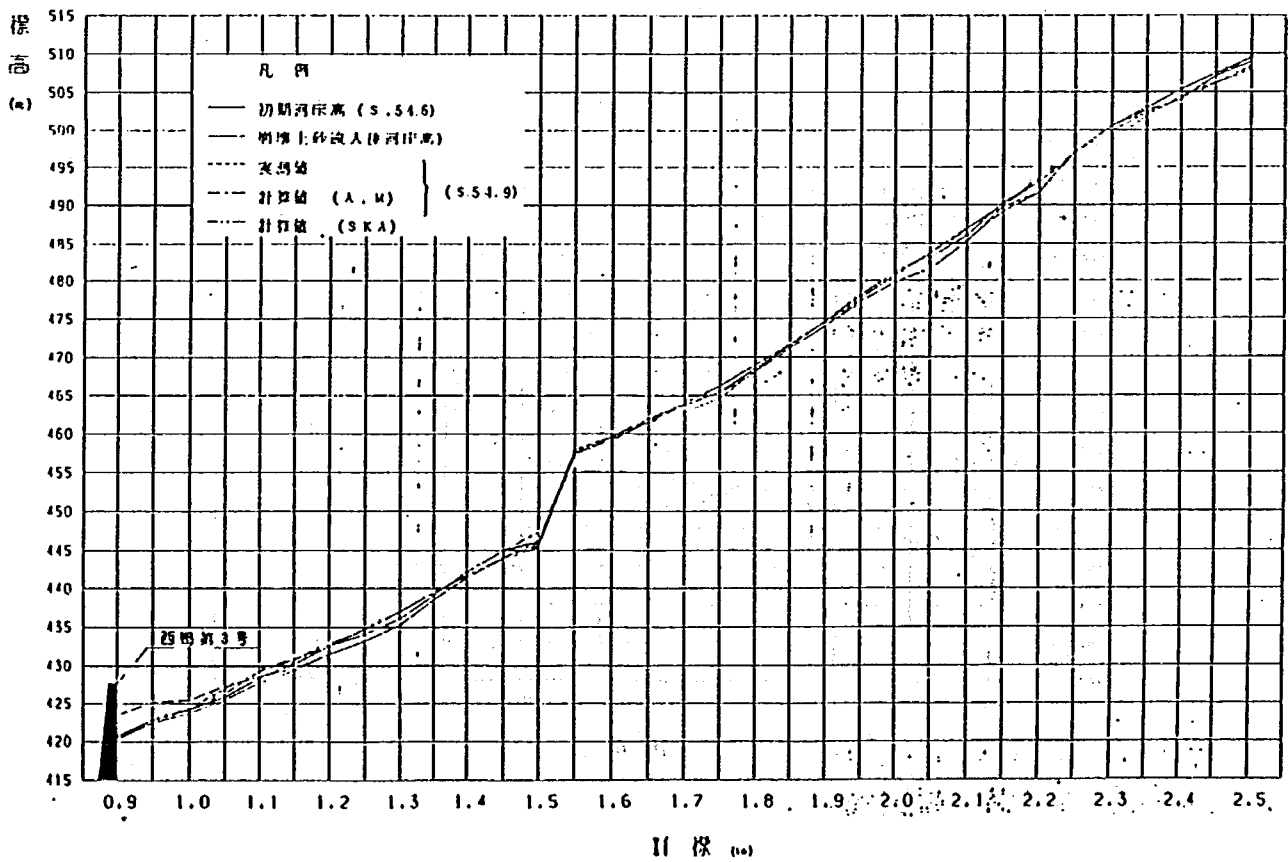


图 16-4

平均河床高程断面变化图

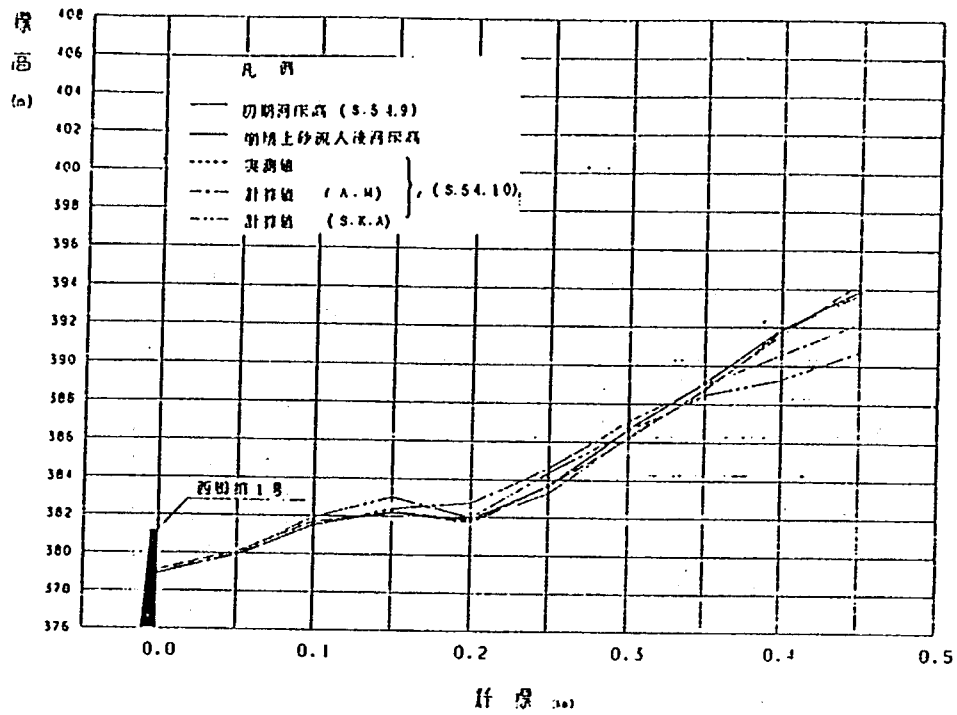
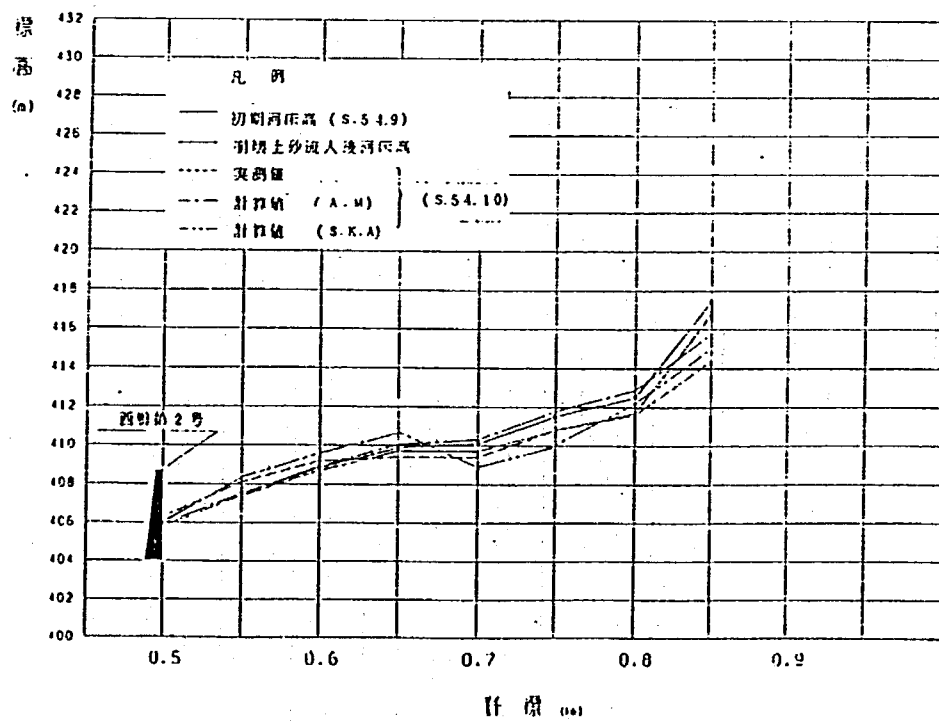
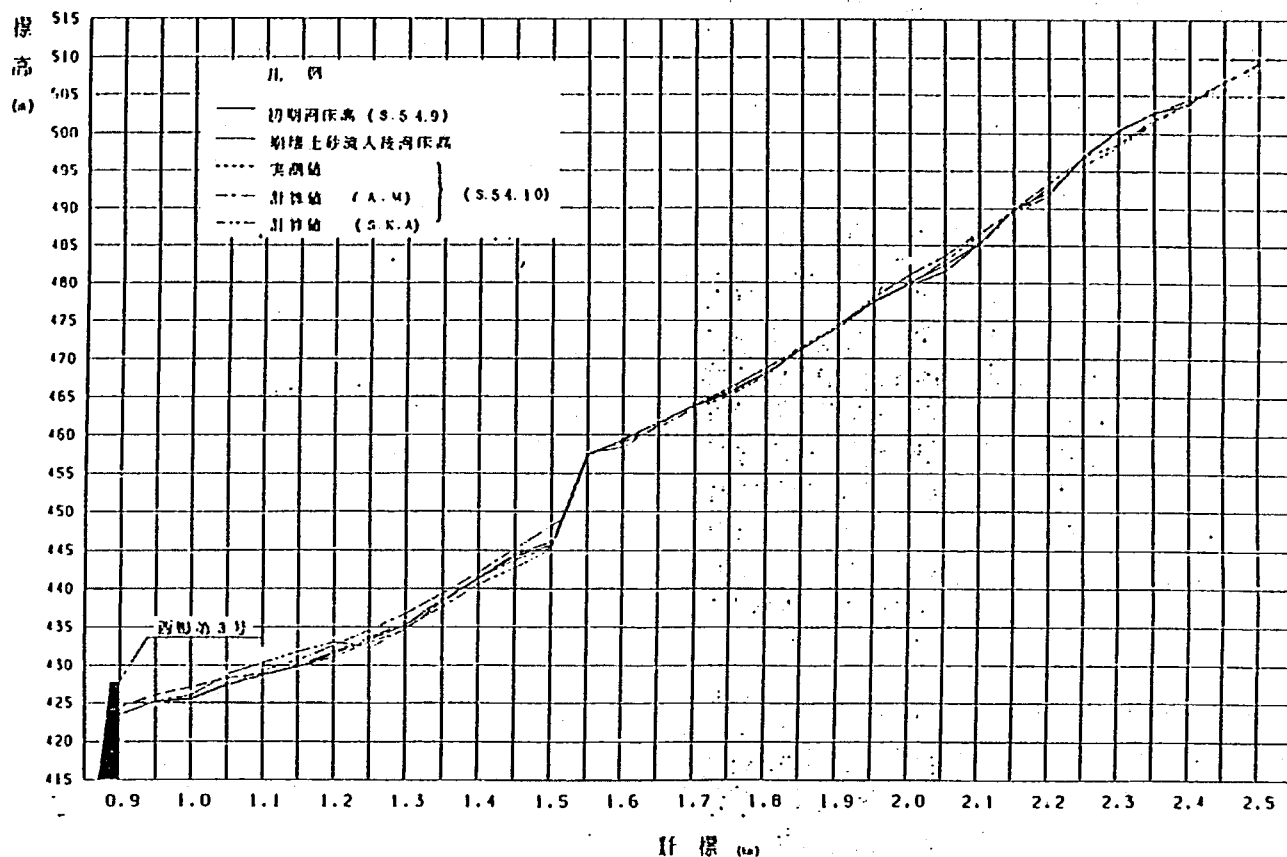


图 16-5

平均河床高程断面变化图





3. 河床変動量予測

当該モデル流域においては、平常時にはほとんど流出土砂がなく、比較的大きな出水時に多量の流出土砂が各砂防えん堤に堆積している。そこで、さきに作成した計画ハイドログラフ（確率1/10, 1/30, 1/50 及び 1/100）について流出計算を行ない、確率規模ごとの計画ハイドログラフを流量時系列とした場合の河床変動計算より、降雨確率と流出土砂量の関係を調べた。

3.1. 計画ハイドログラフ

図-17に計画ハイドログラフを示す。

3.2. 崩壊土砂量の想定

流出土砂量に占める崩壊土砂量の割合が大きいことが確認されており、流出土砂量を予測する場合無視できない。そこで、今回の計算では、ピーク流量と崩壊土砂量の関係（図-13を参照）より各砂防えん堤ごとに崩壊土砂量を想定した。表-9に各降雨確率ごとの想定崩壊土砂量を示す。

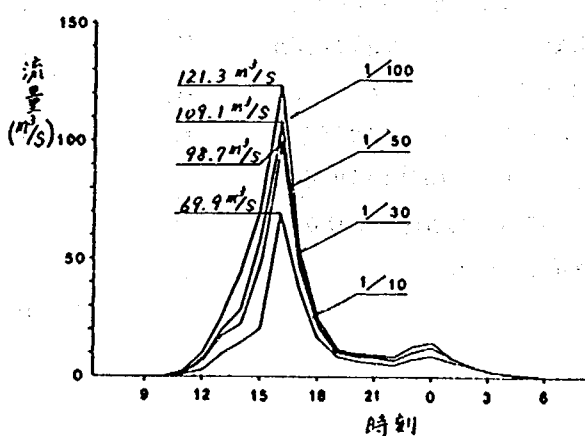


図-17 計画ハイドログラフ

3.3. 河道条件

昭和55年10月測量の横断面図より、7.

2.1と同様の手法で作成した。なお、洗掘現界は前述(7.2.5)と同一とした。

3.4. 河床材料

平均粒径は7.2.3の値と同一とした。

3.5. 計算結果

表-10に各降雨確率ごとの砂防えん堤への流出土砂量を示す。西鴨第1号えん堤については崩壊土砂量に比較して流出土砂量が多いが、第2号えん堤及び第3号えん堤については逆で、とくに第3号えん堤の流出土砂量は崩壊土砂量の1/4程度になっている。また、図-18に降雨確率と流出土砂量の関係を示した。

9. 浮遊砂の流出実態

昭和54年のNo.9洪水とNo.10洪水について、浮遊砂観測を行った。観測結果を表-11に示す。

浮遊砂と河床材料(杆標0.80k)の粒度分布を図-19に示す。これによると、浮遊砂には0.2mm~1.0mmの粒径が約10%程度含まれている。

図-20と図-21は、それぞれピーク流量と土砂濃度、ピーク流量と浮遊砂量の関係を示したものである。一般に、ウォッシュロードの量は流量の二乗に比例すると考えられており、次式で表わされる。

$$Q_s = \alpha \cdot (a/A) Q^2 \quad (10)$$

ここに、 Q_s : ウォッシュロードの量、
 α : 係数、 a : 崩壊地面積、 A : 流域面積、 Q : 流量である。崩壊地面積が不明なため、 $\alpha \cdot (a/A)$ の値を求めると、西鴨谷川流域の場合、 4.082×10^{-5} となり、全国平均の値 1.0×10^{-7} (河川砂防技術基準(案)に示される値) よりかなり大きな値を示している。

表-9 想定崩壊土砂量

(単位: m³)

確率 えん堤	1/10	1/30	1/50	1/100	流域面積 (km ²)
西鴨第1号	6,460	12,540	14,820	18,240	0.38
西鴨第2号	10,640	17,600	20,000	24,000	0.08
西鴨第3号	38,410	76,800	89,600	115,200	1.28

表-10 流出土砂量

(単位: m³)

確率 えん堤	1/10	1/30	1/50	1/100
西鴨第1号	8,670	15,630	19,450	22,280
西鴨第2号	7,210	12,220	15,390	18,240
西鴨第3号	9,550	17,540	21,950	26,950

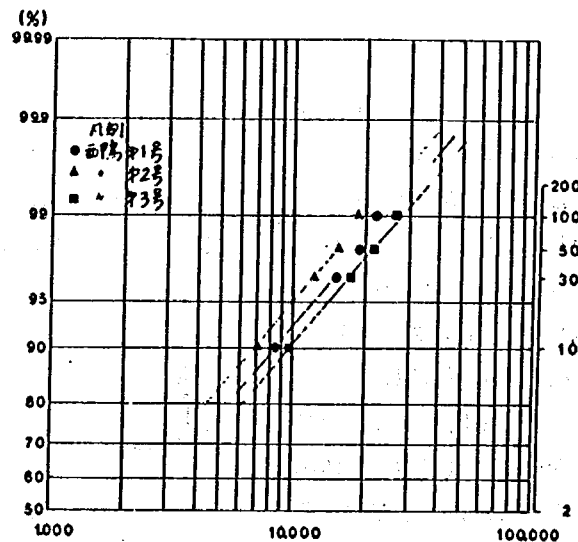


図-18 降雨確率と流出土砂量

表-11 浮遊砂観測結果
昭和54年9月4日観測(No.9洪水)

観測地点	観測時刻	流量 (m^3/s)	採水全量 (cc)	土砂量 (g)	土砂濃度 (%)	粒度分布 No	採水方法
西鴨第1号えん堤	16:00	47.82	5,700	162.5	2.85	1	ひしゃく
西鴨第1号えん堤	17:00	26.60	5,700	44.2	0.78	2	ひしゃく
西鴨第1号えん堤	18:00	14.38	5,700	16.1	0.28	3	ひしゃく

昭和54年10月19日観測(No.10洪水)

観測地点	観測時刻	流量 (m^3/s)	採水全量 (cc)	土砂量 (g)	土砂濃度 (%)	粒度分布 No	採水方法
西鴨第1号えん堤	11:00	20.69	17,100	14.8	0.087	4	ひしゃく
西鴨第1号えん堤	12:50	14.38	17,100	7.0	0.041	5	ひしゃく
西鴨第1号えん堤	14:00	11.57	17,100	3.6	0.021	6	ひしゃく

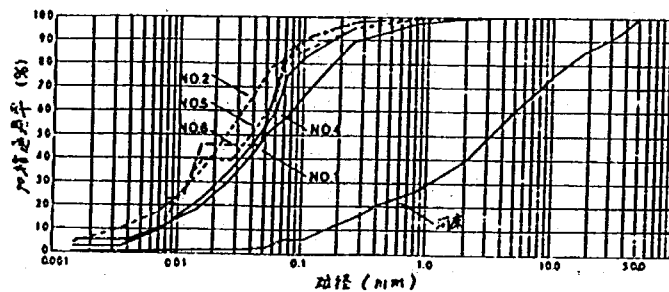
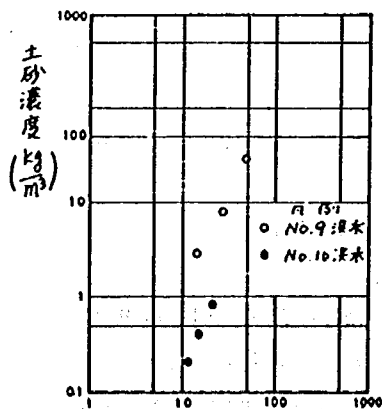
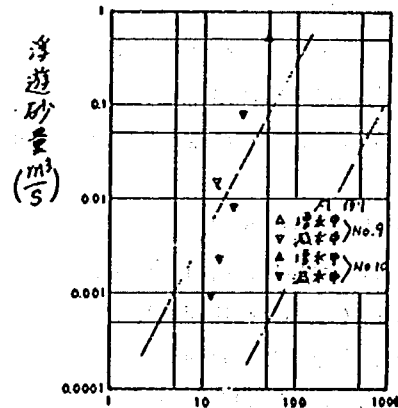


図-19 浮遊砂と河床材料の粒度分布



ピーク流量 (m^3/s)

図-20 ピーク流量と土砂濃度



ピーク流量

図-21 ピーク流量と浮遊砂量

10. まとめ

10.1. 流出解析

1) 昭和47年～昭和55年の水理 水文観測データより損失雨量曲線の中安型で近似し、特性曲線法による流出解析を実施した結果、作成した流出モデルによる計算値が実測値に良く一致することが確認された。

2) しかし、今回の中安型の損失雨量曲線では、比較的流出流量が多く、流出土砂量調査の行われているNo.9洪水を対象とし、損失状況の異なるNo.2洪水については棄却した。

10.2. 土砂収支と流量～流出土砂量の関係

1) 各砂防えん堤(下流より西鴨第1号, 第2号, 第3号)が未満砂状態にあることから, 土砂収支は各えん堤において完結するという前提で考えた。(崩壊土砂量は, 横断面より計測された流出土砂量より河道侵食量を単純に差し引いた量として定義した。) その結果, 西鴨谷川流域においては, 流出土砂量に占める崩壊土砂量の割合が極めて大きいことがわかった。このことは, 当流域が崩壊し易い大山火山群の火山灰(主に, 弥山熱雲堆積物)により形成されていることから理解されるが, 今後, 崩壊土砂量と流出土砂量の関係を明確にするために, 崩壊地調査及び砂防えん堤に堆積している流出土砂の材料調査を実施し, これらと河床材料との比較・検討を行う必要がある。

2) 流量～流出土砂量の関係については, 昭和54年6月～昭和55年10月のデータについて限りピーク流量が大きくなると流出土砂量も多くなるという傾向は認められた。

3) 縦横断面測量については, 現在50 mピッチで行っているが, 河床幅が狭く, また湾曲・屈曲の多い急流河川では, 現地の状況等を勘案して適切な測線を設定する必要がある。

10.3 河床変動シミュレーション

1) 山地河川に適用可能な Meyer・Peter・Müller の公式を採用して, 昭和54年6月～9月の河床変動シミュレーションを行い, 流出土砂量と平均河床高の縦断変化について, 計算値と実測値の比較・検討を行った。その結果, 代表粒径として10 cm以上の試料(最大30 cm)を考慮して修正した平均粒径(6～17 cm)を採用し, また, 崩壊土砂量(土砂収支図の値)をピーク流量時の 時間内に全区間均一な量として与えた場合, 平均河床高の縦断変化についてはほぼ実測の変動傾向を再現し得ることがわかった。流出土砂量についても一部を除いて, 計算値と実測値は良く一致した。

2) しかし, 崩壊土砂量の与え方には検討の余地があり, 今後の課題として残された。

3) 洗掘限界については, 今回の解析では実測横断面の侵食状況を調べて設定し, (1)で述べたとおり実測値をほぼ再現し得ることがわかったが, 現地調査を行って確認する必要がある。

4) 追加検討結果について

i) 計算値と実測値との適合度はあまり良くない。とくに, 各砂防えん堤の直上流付近の堆砂傾向について計算値は上流に偏っている。

これは, 各断面間に均一な量として与えた崩壊土砂量が砂防えん堤まで掃流されなかったことによる。

ii) 各砂防えん堤区間の上流区間については, 今回の計算では洗掘限界を設定しなかったが, 粗粒化現象が進行した結果, 概ね1～3 mの洗掘で止まっている。

iii) 掃流砂公式間の変動高を比較すると, 芦田・道上の式による値は佐藤・吉川・芦田の式より小さい。これは主として 有効掃流力の取扱いか両式で異なるためと考えられる。

iv) 計算時間々隔 Δt (Δx は50 mで固定) を C, F, L 条件を満足する最小時間についてみると, 西鴨谷川のような山地河川で急勾配河川の場合にはピーク流量 $50 \text{ m}^3/\text{sec}$ (比重量 $10 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^3$) 付近で5～150 sec といった極めて短い時間々隔による計算が必要となる。

5) 混合砂礫の採用について

i) 河床材料として与えた粒度分布は河床ではなく, 左, 右岸の通水断面外の粒度分布である。

ii) 洗掘限界についての調査資料がなく, 今回の計算では(追加検討)これを設定しなかった。[ⓧ]

各砂防えん堤の上流区間の洗掘は粗粒化現象が計算に再現されたことによって, 1～3 mに抑制されたが, 基礎岩盤等が確認され洗掘限界を適切に設定することが出来れば, ケース②の手法により実測値との適合性は良くなると考えられる。

ⓧ ケース①の検討においては, 均一粒径を対象とした変動計算手法を採用しており, 洗掘限界は実測の変動状況から推定している。したがって, 上流の射流区間ではすべて洗掘限界まで洗掘される結果となった。

iii) 崩壊土砂量を各断面に均一な量として瞬間的に与えたが、とくに区間の長い第3号えん堤区間では上流区間の崩壊土砂が下流に掃流されなかった。この点については、崩壊地の分布調査を実施する必要がある。

iv) また、西鴨谷川のように崩壊土砂量の多い河川においては、河床材料と崩壊土砂の粒度構成は大きく異なるものと考えられる。この点で均一粒径による河床変動計算ではそれぞれの粒度特性が考慮できない。

10.4. 河床変動量予測

1) 西鴨谷川流域においては、1回の出水による流出土砂量が主体であると考え、確率規模 1/10, 1/30, 1/50, 1/100 の計画ハイドログラフについて流出計算を行い、確率規模ごとの流量ハイドログラフを流量時系列とした河床変動計算より、降雨確率に対する流出土砂量の予測を試みた。(崩壊土砂量は、ピーク流量と崩壊土砂量の関係より各降雨確率ごとに想定し、ピーク流量時の1時間内に全区間均一な量として与えた。)

2) しかし、流出土砂量に占める崩壊土砂量の割合が大きいことから、崩壊土砂量の想定如何によって予測される流出土砂量は大幅に変化する。したがって、西鴨谷川流域において、今後このような予測システムを検討する場合には、まず第一に、崩壊土砂量予測のための調査(崩壊地調査等)が重要である。

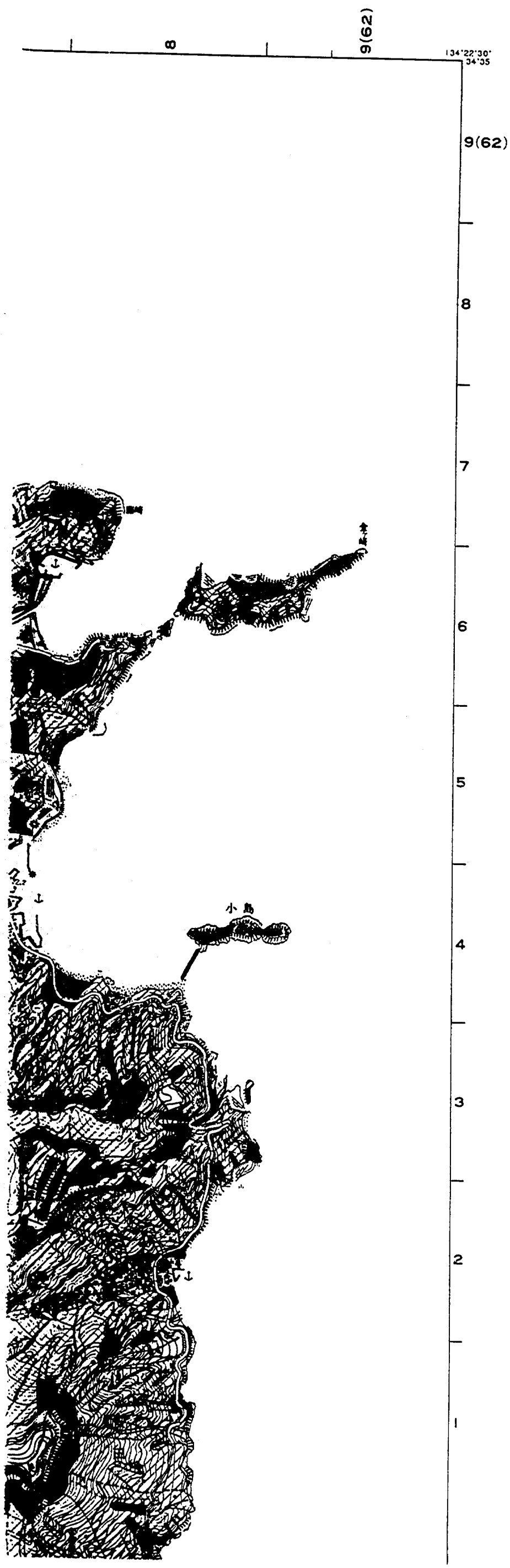
10.5. 浮遊砂の流出実態

これまでに観測されたデータは、昭和54年のNo.9洪水とNo.10洪水についての2回のみであり、これだけのデータ数で議論はできないが、ピーク流量が大きくなると土砂濃度、浮遊砂量とも増加するという傾向は認められた。また、西鴨谷川流域における浮遊砂量は全国的な値に比較して、極めて多いことがわかった。しかし、データ数が少ないことから、今後その集積に努める必要がある。

あ と が き

今回の指定課題の調査研究は、過去54年、55年に引き続き本年度で取りまとめを実施したものである。今回の調査は、天神川水系の西鴨谷川をモデル流域としてとらえ、検討を進めたものであり、調査範囲の規模、また収集データも少なく、必ずしも十分満足の出来る成果とはいえない。しかし、検討の成果としては、流出機構の解明、洪水による河床変化の再現、また、浮遊砂量観測等による浮遊砂の流出実態等が挙げられ、砂防調査が一步前進したと考えている。

当報告にて、確率降雨による流出土砂量等について検討を行ったが、今後より多くのデータの蓄積により確証を行い、より効果的な砂防施設計画の策定にあたっての一資料として利用が計られる様努力する方針である。



1:25,000 土地条件図
(国土地理院, 1982)

小豆島

記号

I 地形分類

斜面	山頂・山稜平坦面		変形地	地すべり小丘	
	急斜面		変形地	地すべり凹地	
	一般斜面				
山麓堆積地形	崖線		低地の微高地	砂礫段丘	
	麓斜面		低地の微高地	扇状地	
	土石流・土砂流 押出堆積部		低地の微高地	自然堤防	
	段丘化した麓斜面		低地の微高地	砂(礫)堆	
	侵食谷底		低地	砂(礫)州	
	堆積谷底		低地	谷底平野	
	雨裂状の谷		低地	沿岸平野	
	主要分水界		頻水地形	三角州	
	速急線		頻水地形	後背低地	
	変	谷線		頻水地形	旧河道
地形	崖		頻水地形	浜	
	露岩・壁岩		頻水地形	河川・水源線 および水面	
	崩壊地1 (昭和49年以前)		人工平坦化地		
	崩壊地2 (昭和49年集中豪雨時)		切土斜面		
	崩壊地3 (昭和51年集中豪雨時)		人	水面上の盛土地	
	地すべり地形		工	干拓地	
	滑落崖		地	谷底平野上の盛土地	
	主滑動域		地	海岸平野・三角州 上の盛土地	
	堆積域		形	改変工事中の区域	
				不明確な地形界	
			地形界		

II 各種機関および施設

町界 浄水・給水場

国土地理院における山地の調査

地理調査部 熊木洋太

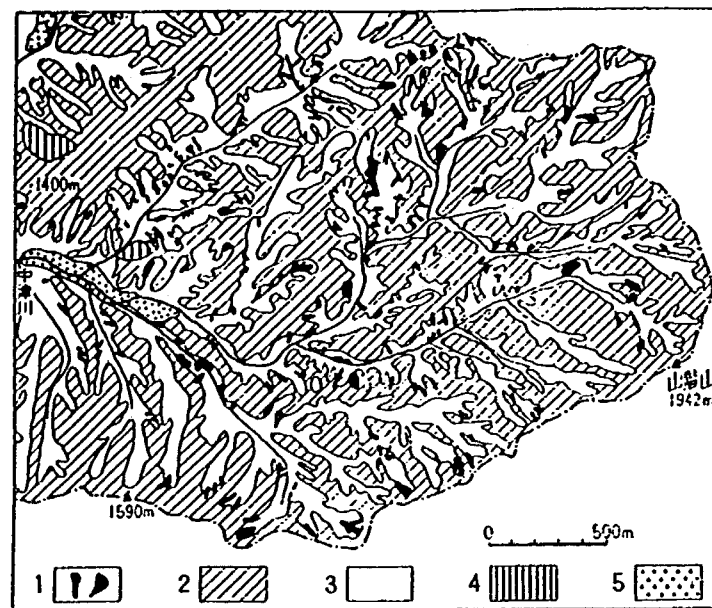


図1・14 中津川上流の崩壊地形分類図 (大矢：1972年の1部)

1: 崩壊地 2: 凸型斜面 3: 凹型斜面 4: 等斉斜面 5: 低位段丘群

表2・15 住吉川流域における地形分類単位と崩壊との関係
(国土地理院 1966による, 説明一部変更)

地形単位	傾斜	面				段丘	谷
		尾根型	谷型	両側型	両側型		
平地	A	1	1	—	—	3	1
	B	100	100	—	—	100	100
	C	—	—	—	—	—	—
中斜面 (10~15°)	A	7	10	4	3	1	1
	B	100	90	100	100	100	100
	C	—	—	—	—	—	—
急斜面 (25°)	A	12	15	5	75	—	—
	B	23	19	23	15	60	13
	C	77	15	34	—	—	—
急斜面 (40°)	A	56	32	—	—	—	—
	B	44	15	68	13	—	—
	C	—	—	—	—	—	—

$N=267$ (全測点数、200m方網の交点で計算)
地形単位の割合×100(%)

A	12
B	73
C	15

右側の数値を100としたときのA, B, Cの比率

A	新しい崩壊斜面
B	古い崩壊斜面
C	崩壊が主になかった地形・植生により判別される斜面

(国土地理院, 1976)

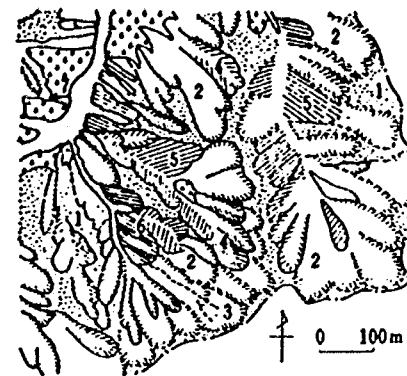


図1・26 根尾川上流下津巻谷における山崩れの分布 (守屋以智雄, 1972)

1: 凸形斜面, 2: 平座型山崩れ, 3: 平座型山崩れ, 4: V字型山崩れ, 5: 平座型山崩れ, 6: 両側型山崩れ, 7: 崖線。
輪郭が破線で描かれているものは、古い山崩れの痕を示す。

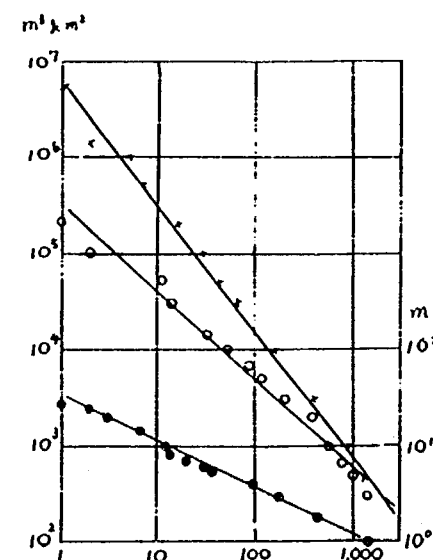


図2・3 崩壊規模と箇所数の関係(羽田野誠一) 1968

縦軸、崩壊土量のばあい m^3 、崩壊面積 m^2 、右側は崩壊地平均深 m 、横軸 箇所数

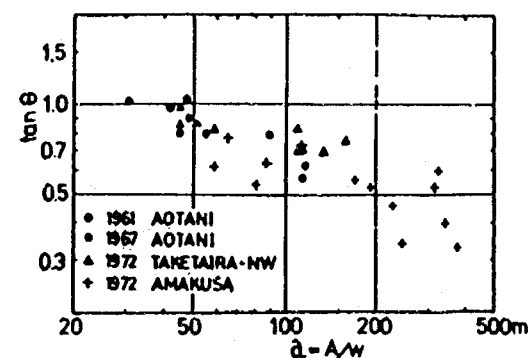


図3.3.1 崩壊源の傾斜 $\tan \theta$ と集水域平均奥行き a の関係

(羽田野, 1979)

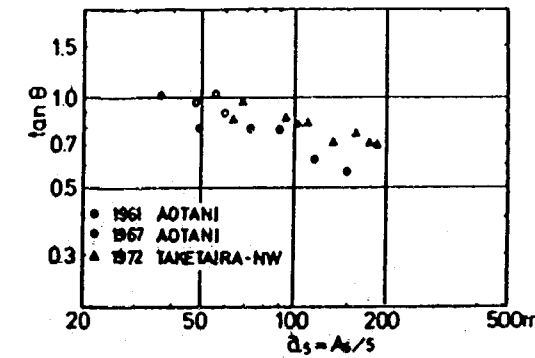


図3.3.2 崩壊源の傾斜 $\tan \theta$ と幅5mあたりの集水域平均奥行き a_s の関係

(羽田野, 1979)

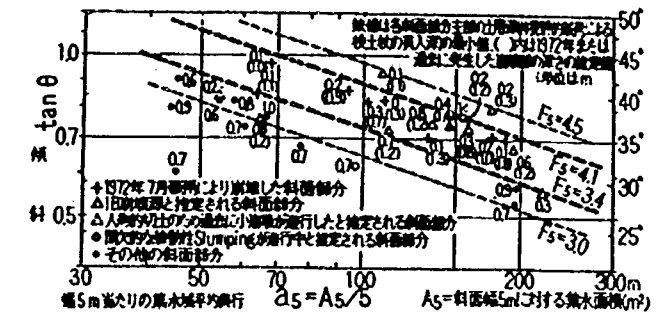


図5 調査斜面部分の性状(傾斜、集水域平均奥行き、土層深)と表層すべり発生・非発生の解析例(瑞浪市の小流域内一次谷源頭斜面)

1972年に表層すべりが発生した斜面部分は基岩の表面が断続的に凹形を呈し、その中の最凹部を含む比高9m以上、奥行き8m以上の地表傾斜が35°以上、その主要部に比較的小さい表土層が基岩と比較的明確な境界をもって0.7m以上の鉛直深で分布するが、斜面下方ではそれよりも浅所に基岩が伏在し、その位置での幅5mあたりの集水域平均奥行きが64m以上、地形的滑動力指数 $F_s = \tan \theta \times (a_s)^{1/3}$ が3.4以上という条件を満たしており、非発生斜面部分はこれらの条件の一つ以上が欠けていたと考えられる。

(羽田野, 1976)

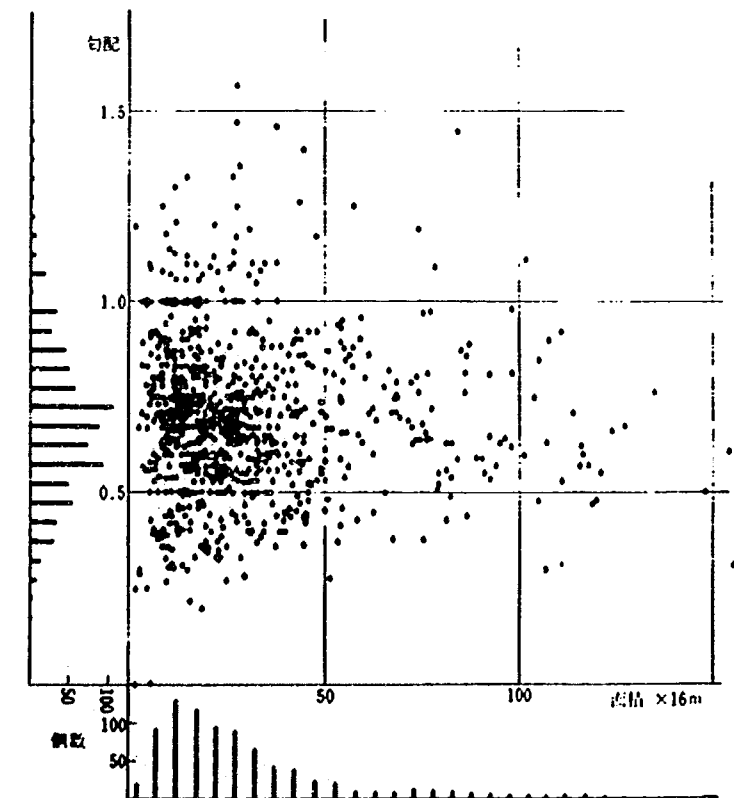


図2・22 崩壊地の上の集水域の面積と平均勾配

(鳥居栄一郎ほか, 1974)

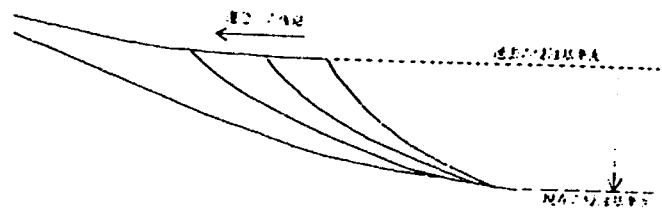


図1・52 急点のつき方

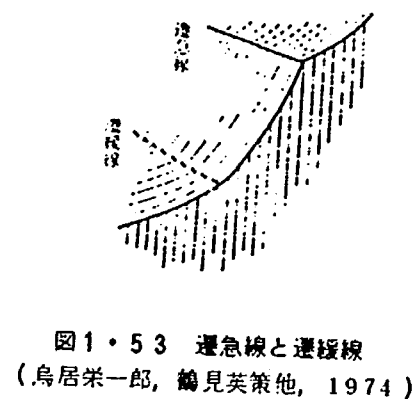


図1・53 急線と変緩線
(鳥居栄一郎, 鶴見英策他, 1974)

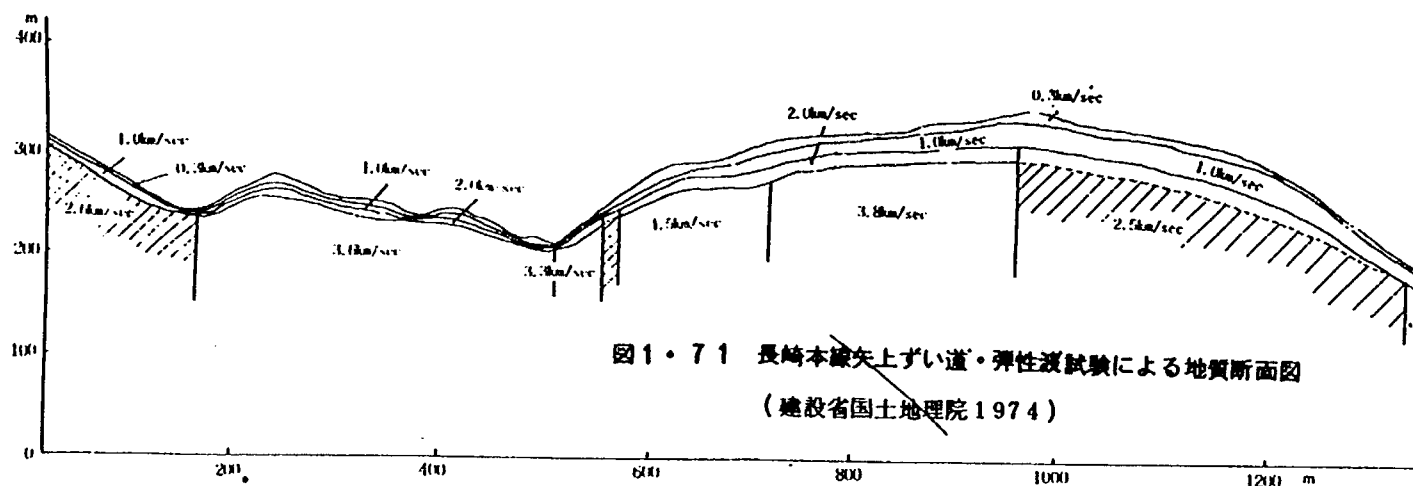


図1・71 長崎本線矢上ずい道・弾性波試験による地質断面図
(建設省国土地理院1974)



図1・57 急線と崩壊発生地点
数字は急線の相対的な古さを示す
点は崩壊発生地点
(鳥居栄一郎, 鶴見英策他, 1974)

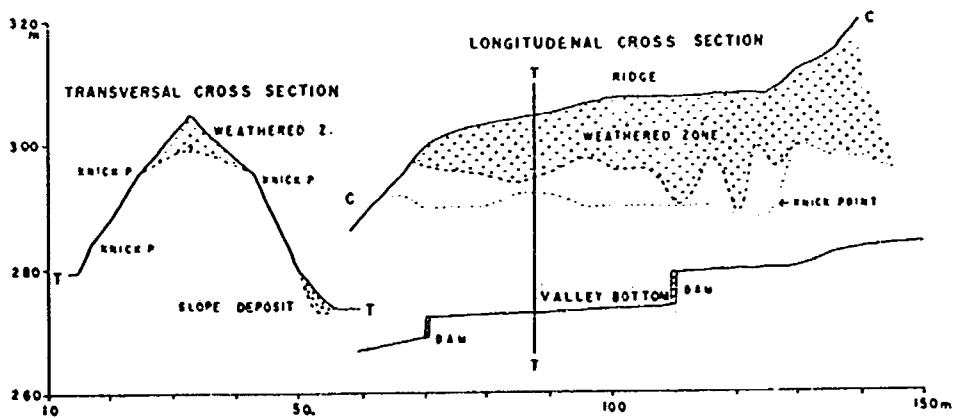


図1・68 A cross section of a ridge showing the relationship between the existence of Weathered zone and Topography.
(松田博幸, 奥西一夫, 1970)

表-1 各地における崩壊地の特徴

地 域	1	2	3	4	5	6	7	8	9
地質的崩壊区分	表層滑落 節理	表層滑落 節理	不明	不明	不明	表層滑落 節理	不明	表層滑落 節理	表層滑落 節理
分布密度及び断面上の位置	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
基 盤 地 質	花崗岩類 古生層	花崗岩類 変成岩類 第三紀層	古生層	花崗岩類 岩型IV 岩型I	花崗岩類 岩型I	花崗岩類 右引型 六甲型	古生層 中生層	花崗岩類	花崗岩類

1~9は地域名(1. 兵市, 2. 愛知県北設楽郡豊根村, 3. 美濃加茂市, 4. 愛知県西加茂郡小笠村, 5. 六甲山奥部, 6. 六甲山西部, 7. 自治, 8. 市, 9. 丹沢山)
◎, ○, ⊙は同一地域内での崩壊地分布密度の相対的大小を示す。右方ほど大きい。

(江川良武, 1979)

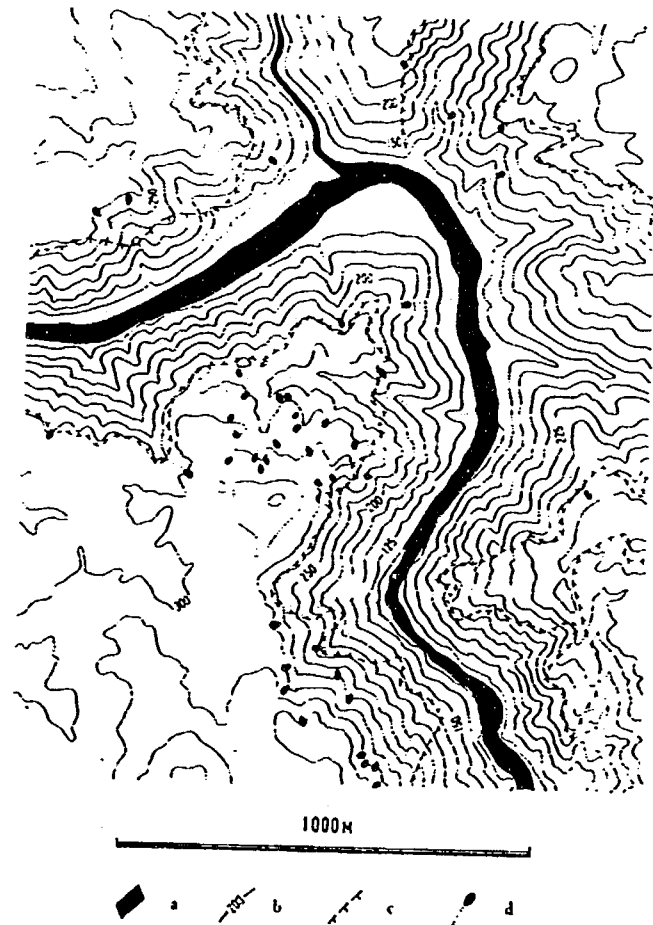
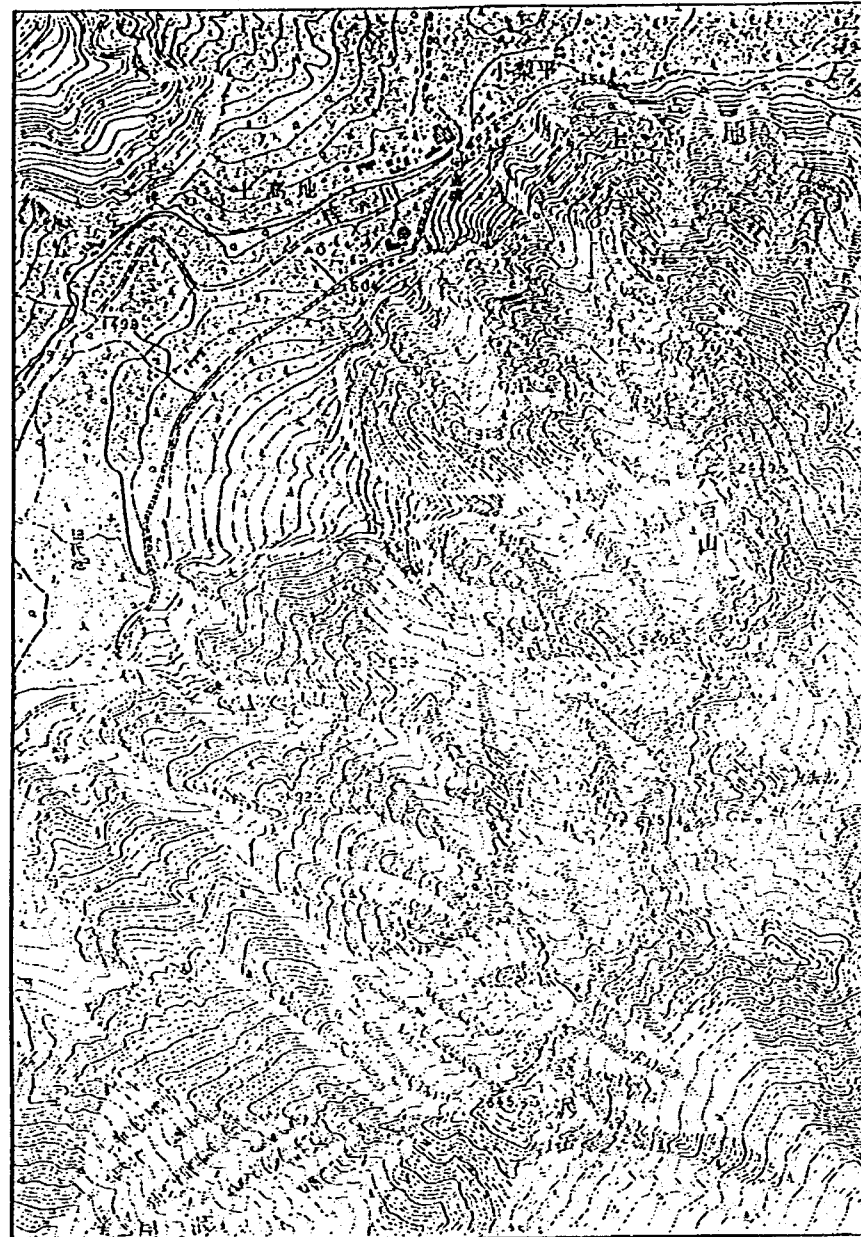


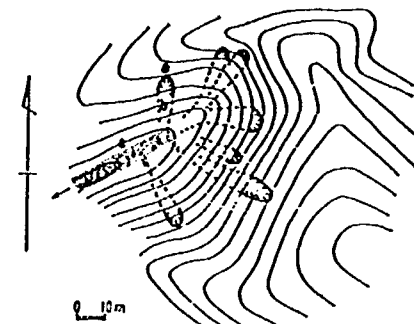
図-4 六甲山奥部における崩壊地
(江川良武, 1979)

図 1-24 霞沢岳北部山地の地形分類図



青色の斜面は氷期に形成されたとされる斜面（尾根型斜面を主体とし、うすい岩層におおわれる）。
無色の斜面は完新世に浸食がはげしく行なわれた斜面（谷型斜面を主体とし、谷底部にのみ岩層があり、急斜面は裸岩が露れる）。
赤色の部分は完新世の扇状地、崖線、および河床。
(1/2.5万 地形図「上高地」)

(町田 洋, 1979)

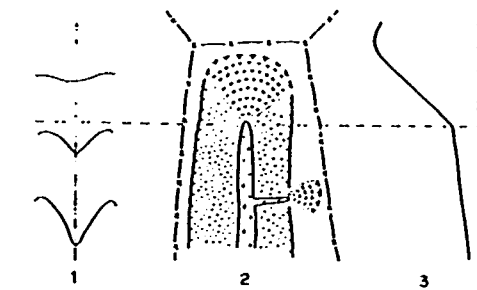


a. 崩壊源, b. 流路, c. 土石流
図-5 崩壊地の地形改変作用と斜面地形
(三井, 1979)

表-2 表層滑落型、及び陥没型崩壊の特徴

	発生位置	分布密度	発生機構	雨量に対する応答
表層滑落型崩壊	谷頭部	大	流動的	敏感
陥没型崩壊	谷壁部	小	重力的	敏感でない

(江川, 1979)



1. 横断面, 2. 平面図, 3. 縦断面, 4. 谷頭斜面, 5. 谷壁斜面, 6. 谷底平地, 7. 尾根線, 8. 明瞭な急斜面, 9. 不明瞭な急斜面
図-2 斜面区分
(江川, 1979)

(江川, 1979)

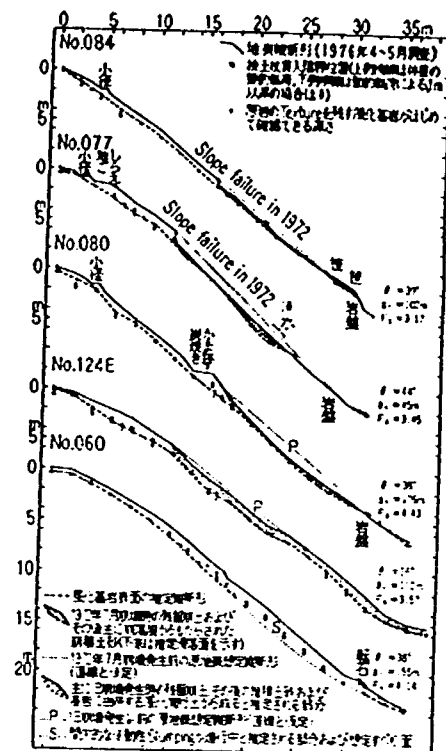


図 4 斜面縦断形と土層構造の調査例
(図 5 でとり扱った中の代表例)

上の2つは1972年に表層すべりをおこした斜面で、084は滑落部の深さが最小の事例、残り3つの非発生斜面のうち、080は比較的最近の地くずれ跡、124Eは古い地くずれ跡、060は粘質土から成り徐動性スランプが進行中と推定される斜面例。

(羽田野, 1976)

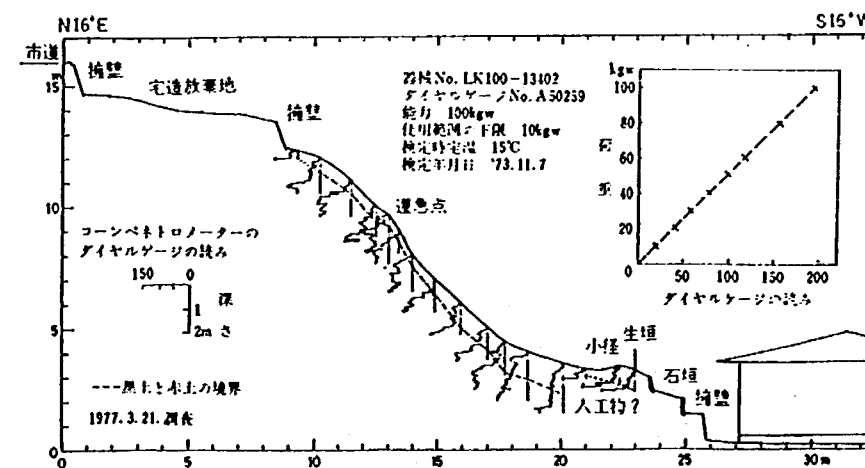
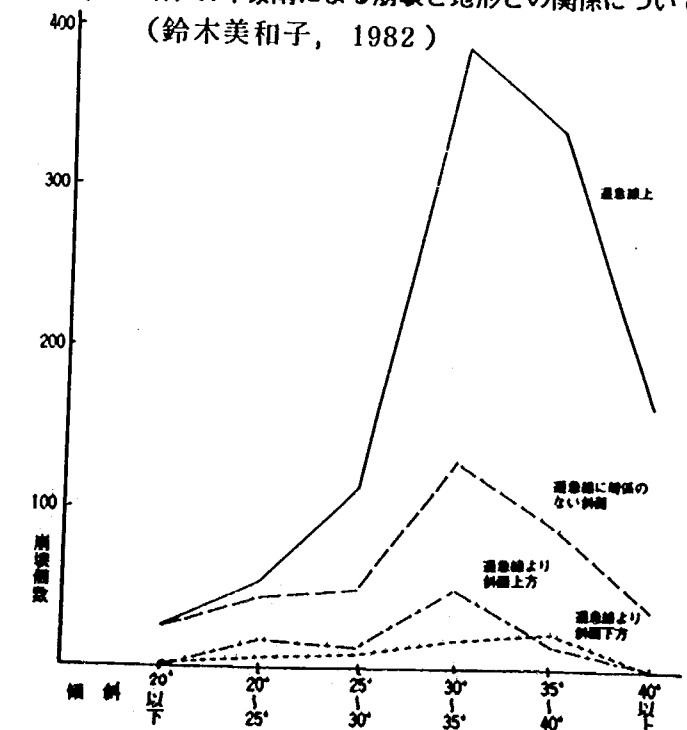


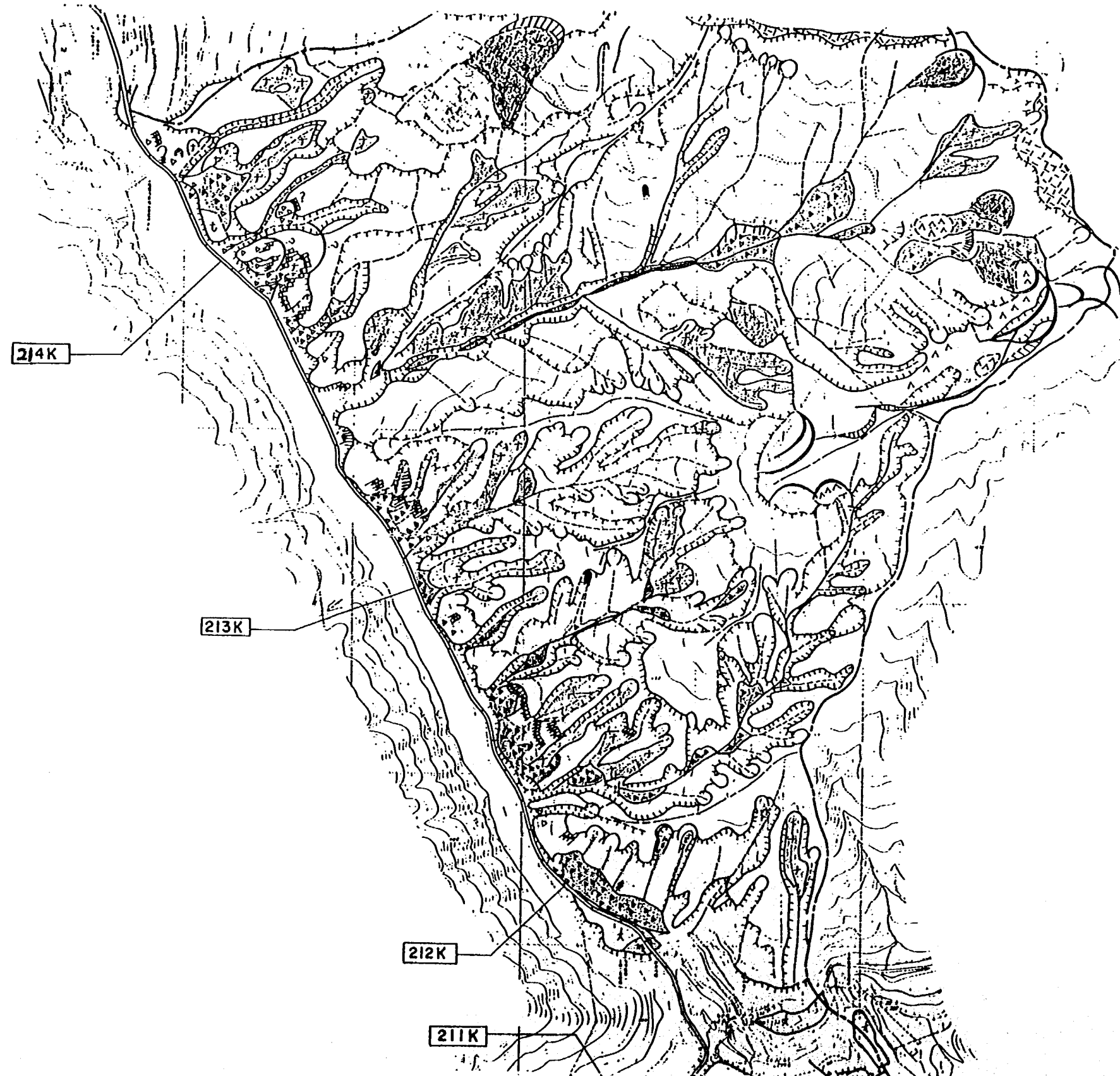
図 2 調査斜面の縦断形と土層構造(八王子市N氏宅裏)

土の貫入抵抗値の求め方: 右上の換算図表(キャリブレーションカーブ)を用いて、ダイヤルゲージの読みからコーン指数(kg)を求める。これをコーンの底面積(6.45cm²または3.23cm²)で割るとコーン支持力(単位面積あたりの貫入抵抗値, kg/cm²)が得られる。

(大八木規夫, 羽田野誠一, 1977)

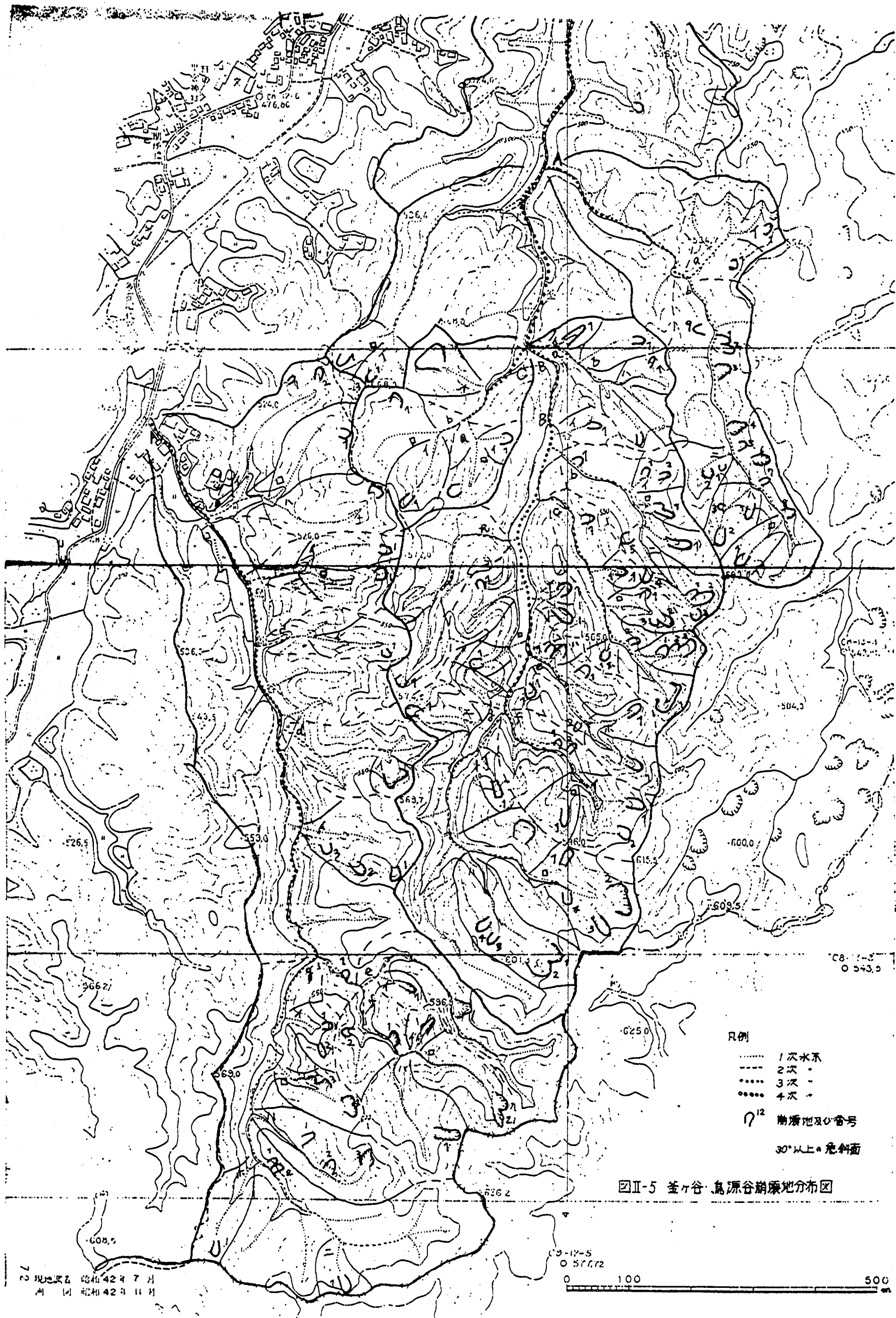
図 8 昭和51年豪雨による崩壊と地形との関係について
(鈴木美和子, 1982)

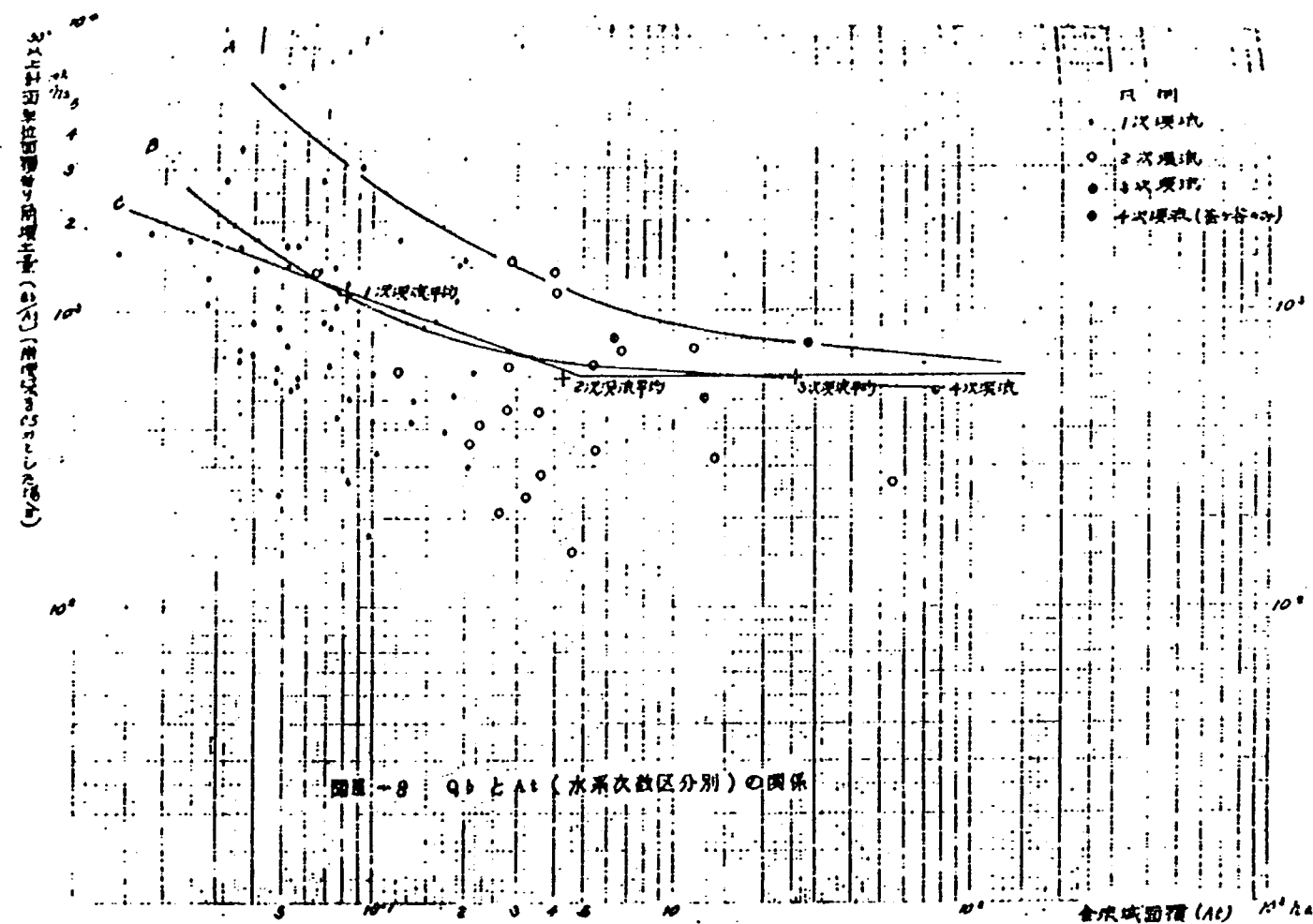




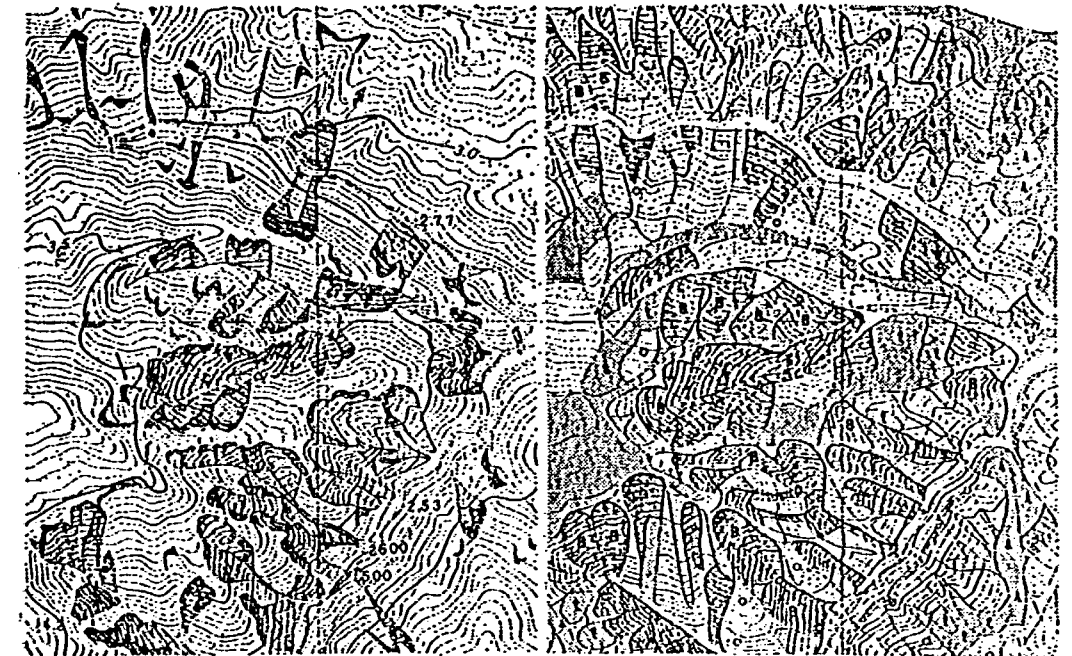
凡例

地性線	形態の名称	記号	
	山 稜 谷 底 遷急線(明瞭) 遷急線(不明瞭) 遷緩線	    	
地形分類	形態の名称	新 期	旧 期
	山頂緩斜面(小起伏面) 開析斜面 雪崩侵蝕斜面 表層崩壊地 発生域 崩送域 堆積域 開析斜面中の微地形 谷頭斜面(谷型斜面) 地すべり地大規模崩壊地 地すべり地内の大滑り崖 及び移動ブロック 地すべり地内の微小滑り崖 又は、クラック 地すべり小丘 凹地 徐動性地すべり地 表層クレープの著しい地域 水系線 ガリー 露岩 山麓堆積地 山麓堆積地の細分 崖壁—落石堆 崩積土堆 溪床堆積物 土石流堆 沖積錐 谷底平野	                         低地 	                        段丘 
その他	形態の名称	記号	
	人工改変地 登 土 切 土 道路距離 キロポスト 100メートルポスト 調査区域界	      	





塩鳥由道原図
(琵琶湖工事事務所, 1979)



凡 例	
積雪深分布	100
全雪なだれ・おれ目	100
表層なだれ・ずり動き部	100
なだれ地帯の境界線	100
雪 丘	100
地上車道	100
積雪深 (最大積雪深) m	0.2 (1.5)
積雪深 (平均積雪深) m	0.1 (1.0)
積雪深 (最小積雪深) m	0.05 (0.5)
積雪深 (雪崩発生域) m	0.1 (1.0)

図11 積雪深・なだれ分布図
Fig. 11 Snow depth and snow avalanche distribution

凡 例	
なだれ危険度 (ランク1)	100
なだれ危険度 (ランク2)	100
なだれ危険度 (ランク3)	100
なだれが発生しない斜面	100
なだれ到達距離	100
計測樹 (樹高4m以上)	100
計測樹 (樹高4m未満)	100
広葉樹 (樹高4m以上)	100
まばらな森林	100
積雪深 (最大積雪深) m	0.2 (1.5)
積雪深 (平均積雪深) m	0.1 (1.0)
積雪深 (最小積雪深) m	0.05 (0.5)
積雪深 (雪崩発生域) m	0.1 (1.0)

図12 なだれ危険度分類図*
Fig. 12 Danger-degree of snow avalanche

* ランク1はほぼ毎年, ランク2は数年に1度程度, ランク3はごく希に, それぞれ, なだれの発生する斜面をさす。

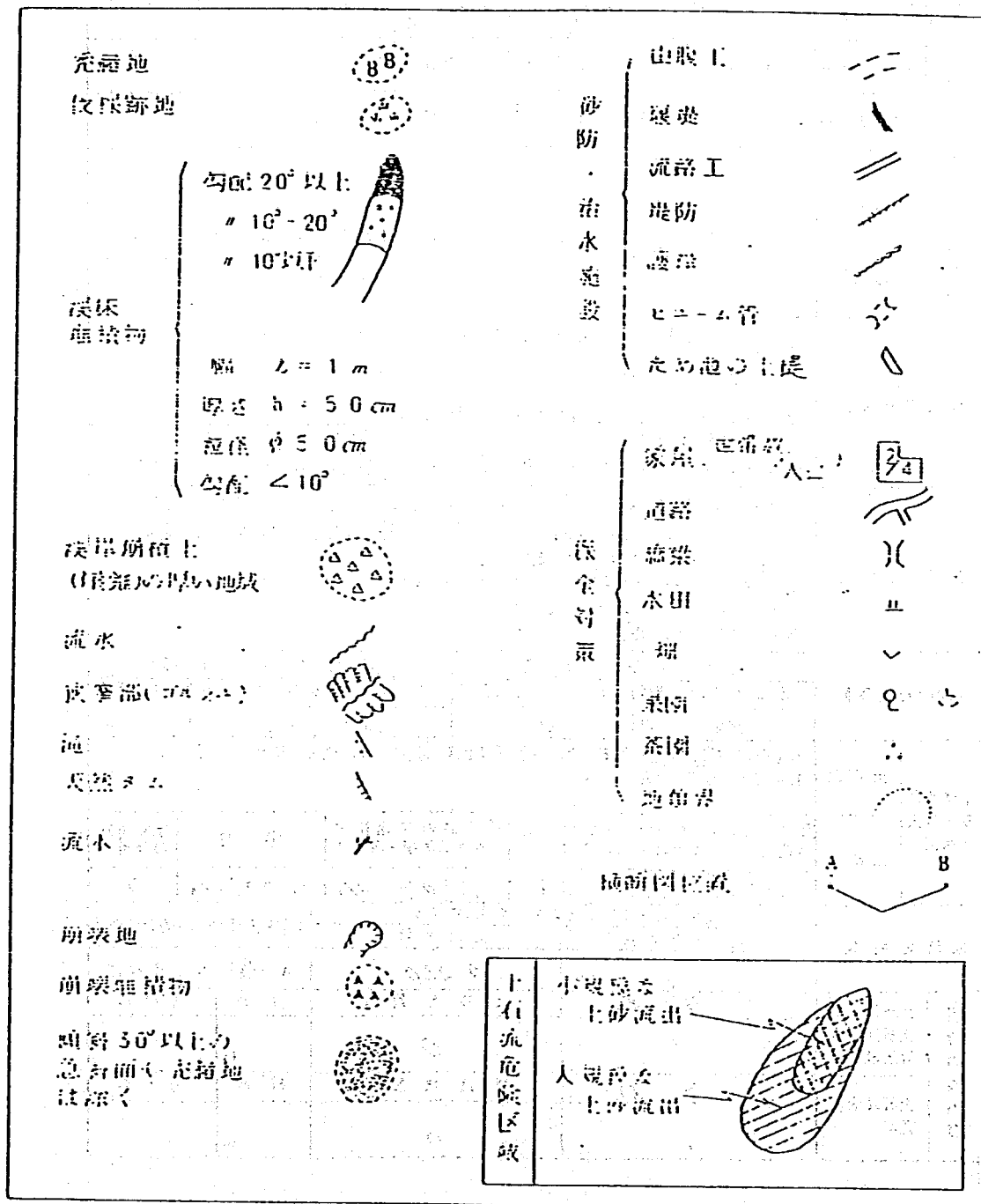
A, Bはなだれの規模がそれぞれ大 (衝撃力80t/m²以上), 中 (80~40t/m²) であること, 無記号は小 (40t/m²以下) 程度であることを示す。

(大竹一彦, 1972)

昭和52・53年度調査分（溪流No. 1～175）に対する凡例

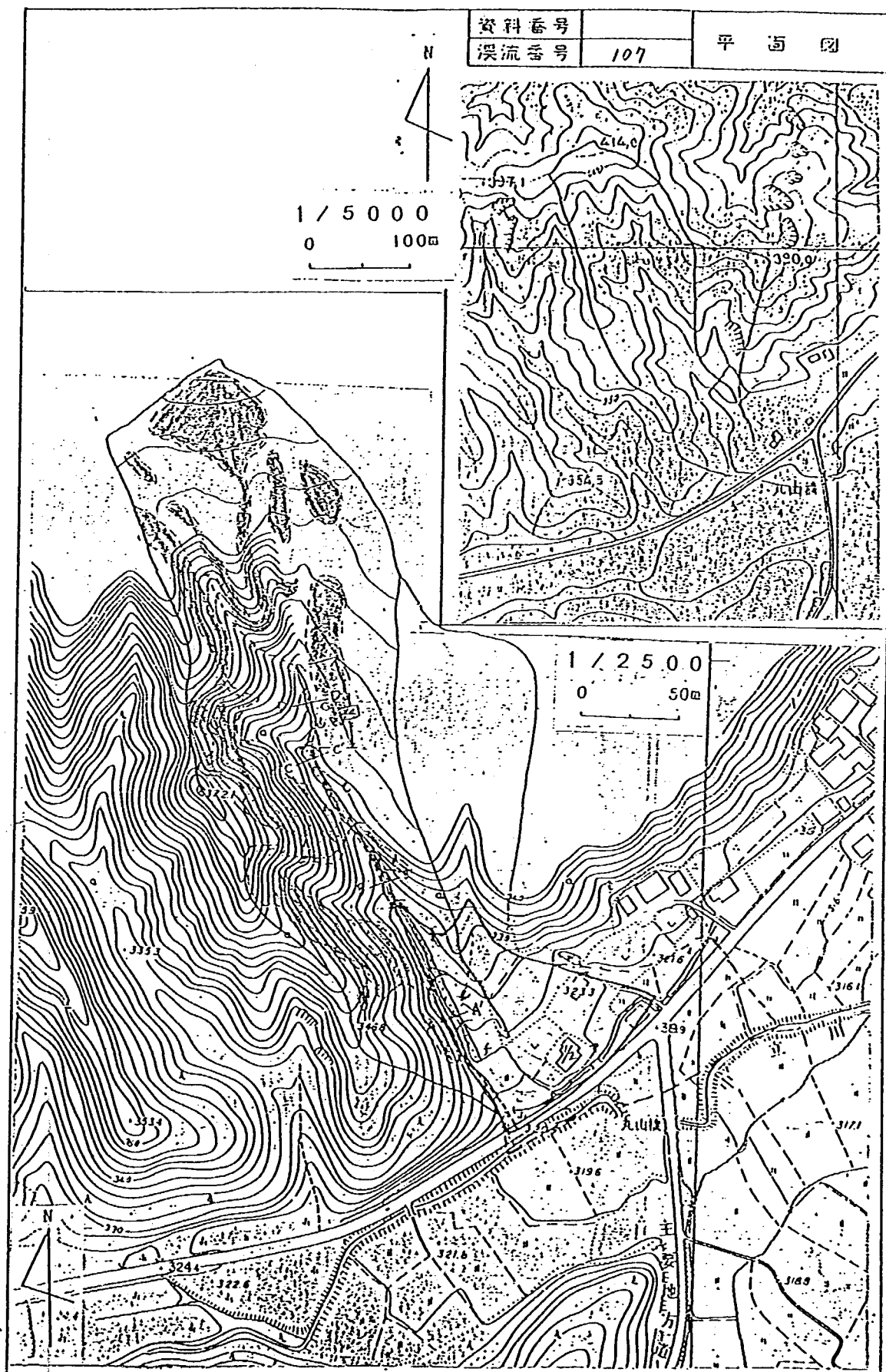
土石流危険区域設定溪流危険度判定台帳・平面図凡例

（平面図は 1/2,500 および 1/5,000、時として 1/10,000 使用）



溪流危険度判定台帳

					溪況 番号 107	
水系名 淀川		河川名 大戸川		支川名		溪況名
甲賀 市		信楽 町		大字		〒 中野
流域面積	勾配 3° 地点より上流域		10° 地点より上流域		15° 地点より上流域	
	3.3 km		0.9 km		0.4 km	
既設砂防・治 山施設状況	既設工	既設工	既設工	山腹工	砂防ダム	同遊砂防(5区分: 湧砂・⅓・⅓・⅓・⅓)
			基	基	基	
過去の 災害 発生 状況	災害の種類	崩壊・地すべり・土石流・土砂流・洪水氾濫				
	発生年月日時	年 月 日 午前 時 分				
	土砂流出・氾 濫の状況	流出土砂量 m³, 流出面積 m², 最大(平均)堆積厚 m				
	被害状況					
流域荒廃状況		△図は急な斜面にあって、斜面下部では 既設した防護堤、崩壊土砂でつくっている。 基盤変化状況：花崗岩が可成り崩壊、砂を流出。 表土層の発達状況： 植生状況：上流域は杉林、下流域は雑木林 溪床状況：上流は10°地点より上流域の30°以上急傾斜地の面積 0.43 km				
溪床堆砂状況		溪床は連続してT字状の砂に埋められ、厚さも厚く、深さ約2.0m、上流部は1.0m、下流部は、上下流とも砂がたまっており、堆砂の移動は、少ない。溪床が氾濫の危険は、少ない。 溪床堆砂：上流、水深7.7m、下流、水深2.5m 卓越地帯 1 cm, 流水状況： 溪床堆砂の均一性：() 不均一・不明				
移動可能土砂量		溪床堆積土砂量		移動可能土砂量		
		勾配10°地点より上流域	15°地点より上流域	10°地点より上流域	15°地点より上流域	
		44 m³	0 m³	689 m³	400 m³	
予想される土砂流出状況	土石流	地形分類：() 谷底平野、危険区域面積 6600 m², 最大堆積厚 3~5 m 計画流出土砂量 2760 m³				
	土砂流	①全流域による10%土砂量 入最大洪水流量(100年1回)	溪口水路施設 の種類	②水路の流通能力 (通水路面積×流速)	① - ②	水路施設の 選否
		0.479 m³/s	自然水路	1.505 m³/s	-1.026 m³/s	0
危険度判定		溪床勾配10°以上より上流域に対する 溪況不安定度		「調査要領」による危険度分類		
		749 m³/s		0.230		
保全対象内容	土砂流及び 土石流の危険区域	人家	公共施設等	耕地	その他	
		1	0	1a		
	土石流危険区域	人家	公共施設等	耕地	その他	
		1	0	1a		



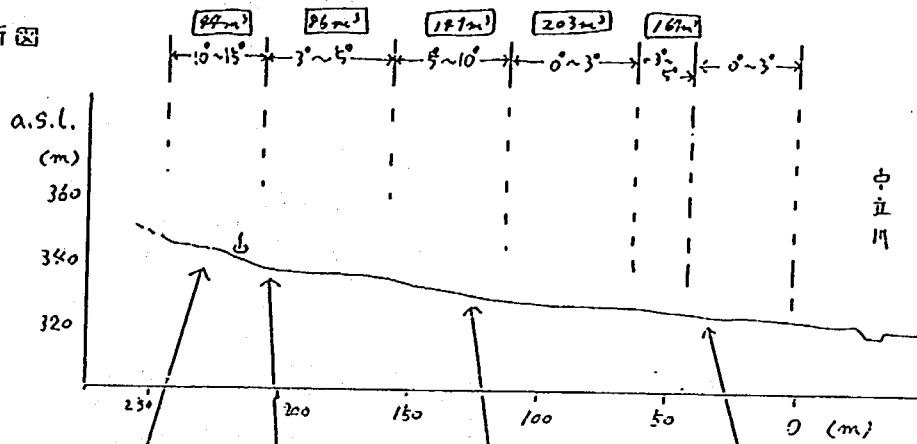
資料番号

溪流番号

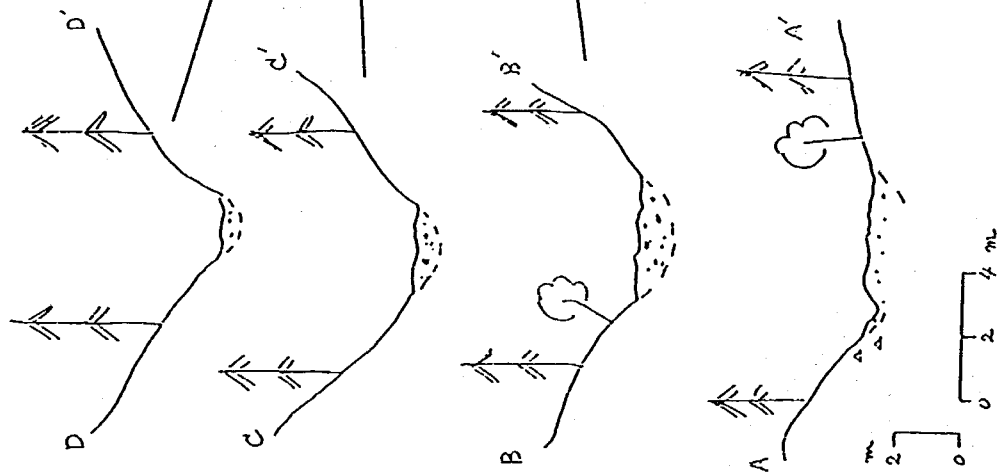
107

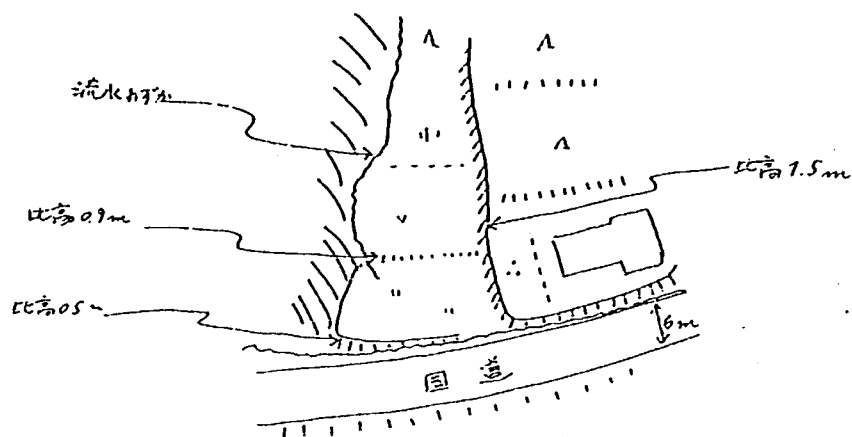
縦断面図・横断面図

縦断面図



横断面図





溪口付近模式平面図



B2336-2 by Kumaki

K-23-1

溪口付付を望む。手前は水田になっている。

山腹はヒノキ主体の混交林である。

昭和54・55年度調査分（溪流No 176~239）に対する凡例

凡

例

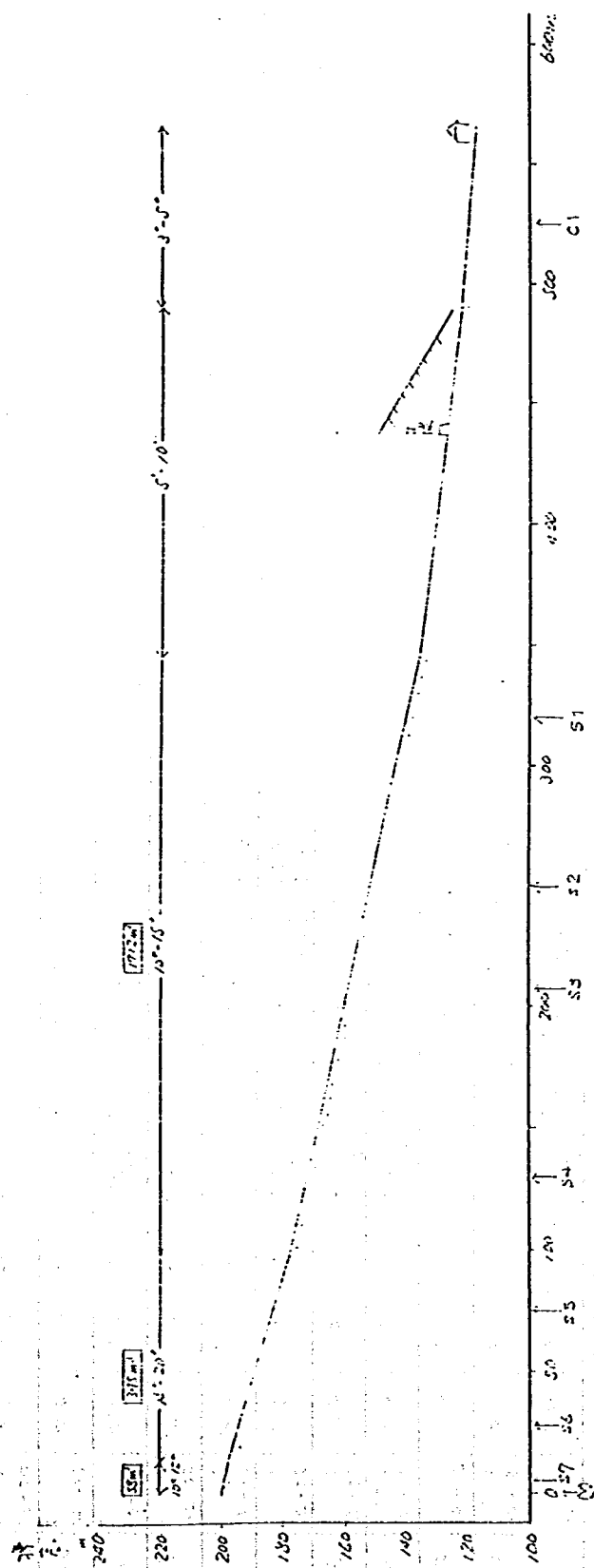
	調査対象溪流流域界及び溪流番号 *は入る3ハレ
— SI	現地踏査による
— PI	空中写真判読による
	} 溪床堆積物調査地点
...	勾配 20'以上
^	15'以上 20'未満
^	10' ~ 15' .
^	5' ~ 10' .
^	5' ~ 5' .
	} 溪床勾配区分
+7847+	区間の移動可能溪床堆積物の量 (m ³)
⊙	1次谷繁始点
山	常時湧水箇所
目	溪床に埋砂の存在する区間
...	溪床に基盤の出ている区間
+	滝
...	狭窄部
...	崩積土の厚い地域（溪岸及び谷頭崩積土堆）
...	崩壊地
...	崩壊跡地
...	伐採跡地、禿地
...	30'以上の急傾斜地
...	砂防ダム
...	谷止め工、山越工、床固工
...	流路工、護岸工
	} 砂防工作物
...	土石流危険区域
...	土砂流危険区域

溪流危険度判定台帳

			渓流番号 204	
水系名 瀬田川		河川名 大ア川		支川名 天神川
大津 町		大字 田上		字 校所
流域面積		勾配 3° 地点より上流域		10° 地点より上流域
9.26 km^2		7.32 km^2		3.82 km^2
既設砂防・治山施設状況		流路工	護岸工	床固工
		差	差	差
過去の災害の種類		崩壊・地すべり・土石流・土砂流・洪水氾濫		
発生年月日時		年 月 日 午前 午後 時 分		
土砂流出・氾濫の状況		流出土砂量 m^3 、流出面積 m^2 、最大(平均)堆積厚 m		
被害状況				
流域荒廃状況		基盤劣化状況：花崎等、河川に近接している(25月化) 表土層の発達状況：厚く、砂防工事等により(砂防) 植生状況：アサマツ、カキ、ササ等		
渓床堆砂状況		渓口付近 谷中：約 2.5m 程の二堤が堆積している(砂防工事?) 渓床植生：カキ、ササ、シロモリ等 卓越粒径 50 cm、流水状況：あり 渓床堆砂の均一性：均一・不均一・不明		
移動可能土砂量		渓床堆積土砂量		
勾配 10° 地点より上流域		15° 地点より上流域		
3695 m^3		1274 m^3		
移動可能土砂量		10° 地点より上流域		
1267 m^3		1898 m^3		
予想される土砂流出状況		地形分類：扇状地形・谷底平坦、危険区域面積 8000 m^2 、最大堆積厚 5~6 m 計画流出土砂量 29980 m^3 土砂流・砂防工事等により、流出が抑制される。		
土石流		①合流式による10%土砂流入最大洪水流量(100年計画)		
土砂流		②水防の氾濫能力(過水断面積×流速)		
1.258 m^3/s		16.657 m^3/s		
①-②		15.299 m^3/s		
危険度判定		渓床勾配 10° 以上より上流域に対する		
流出危険度		「1」標準による危険度分類		
720 m^3/ka		1.350		
人 家 円		公共施設等		
2		0		
0.67 ka		①・B・C・その他		
土砂流及び土石流の危険区域		人 家 円		
土砂流危険区域		公共施設等		
1		0		
0.37 ka		①・B・C・その他		



縦断面



浜床堆積物調査現地野帖

調査番号	204	水系名	海田川	河川名	大戸川 ・荒川	調査名		所在地	下江	国	大津	下江町
------	-----	-----	-----	-----	------------	-----	--	-----	----	---	----	-----

No. 1 / 2

浜床堆積物状況

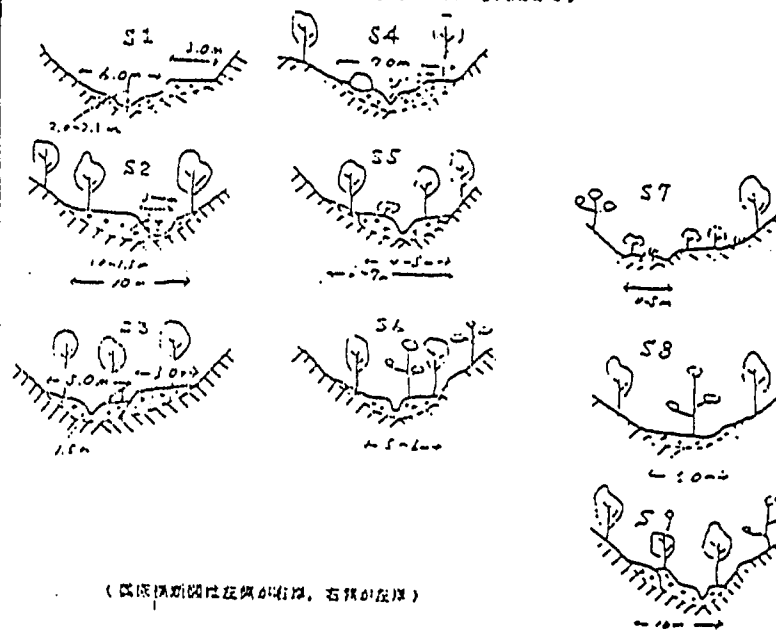
#1 地点番号	#2 深 度 (°)	浜床深 (m)	堆積物層厚		#5 堆積物断面図(°)	#6 区間長 (m)	#7 区間堆積量 (m)	#8 深 度 (m)	#9 備 考	現場写真 又は撮影 の有無
			#3 厚さ(m)	#4 厚さ(m)						
S 1	10-15 ()	9.0	1.5	S	9.5 ①	35	333	0.6 ()		
S 2	10-15 (11)	10.0	1.5	S	10.5 ①	58	609	0.6 ()	法がよい	
S 3	10-15 ()	8.0	1.5	S	8.4 ①	50	420	0.6 ()	=	
S 4	10-15 (14)	6.0	1.2	S	5.0 ①	70	350	0.7 (1.3)	=	
S 5	15-20 ()	5.0	1.2	S	9.2 ①	35	147	0.6 (1.2)	=	
S 6	15-20 ()	5.5	1.2	S	4.6 ①	43	198	0.5 (0.7)	法がよい	
S 7	10-15 ()	4.5	1.0	S	3.2 ①	19	58	0.4 (0.4)	法がよい	
S 8	15-20 ()	5.0	1.2	S	4.2 ①	75	315	0.7 (0.7)	法がよい	
S 9	10-15 ()	4.5	1.0	S	3.2 ①	38	122	0.8 ()		
P 10	10-15 ()	4.0	1.0	S	2.8 ①	45	126	()		
P 11	15-20 ()	4.0	1.0	S	2.8 ①	42	118	()		
P 12	20-25 ()	3.0	0.7	S	1.5 ①	42	63	()		
P 13	10-15 ()	4.0	1.0	S	2.8 ①	50	140	()		

砂防工作物状況

地点番号	区 間	#7 砂防ゲムの場合			施工年度	施工主体	備 考	現場写真 又は撮影 の有無
		#8 高さ(m)	#9 幅(m)	#10 貯砂量(%)				
		()						
		()						
		()						
		()						
		()						
		()						
		()						

#7 Pは資料による。Sは現地実測値。

#8 ()内はゲムの内径の高さ。(堆砂面から天端まで)



#1 Bは現地実測による。Pは空中写真判読による。

#2 ()内は現地実測値。

#3 原則として最大厚。< >内は平均厚。(○)は水路の両岸(堤防)の取捨厚。

#4 Bは実定、B'は実定に基き算出。B''は実定のところどころに基き算出。B'''は水路のBが算定される場合の算定。

#5 ①は浜床堆積物が浜防方向に蓄積に砂している場合 (B=B'+d)

②は - - 半円状に砂している場合 (B=0.8B'+d)

③は - - 四角状に砂している場合 (B=0.7B'+d)

④は - - 長方形に砂している場合 (B=0.5B'+d)

⑤は - - 不定形に砂している場合(実測)

#6 断面に存在する砂堤で比率的に大きな砂堤のうち最も多く存在するもの。()内は最大値

調査年月日 昭和55年 / 月 / 2日

調査員 土田

地形・地質現地調査野帖

調査年月日 昭和 35 年 / 月 / 日 調査者: 塩島

溪流番号	204	水系名	瀬田川	河川名	大瀬川・天神川	溪流名	
溪流所在地	大津	町	大津	大字:		字:	大津
地質条件	表土層の発達状況	厚い、普通、(薄)					
	崩積土層地帯の存在	(有) 無					
	風化岩地帯の存在	(有) 無					
	火山岩屑地帯又は火砕流堆積地帯の存在	(有) 無					
	火山灰地帯の存在	(有) 無					
	砂礫帯の存在	(有) 無					
	第三紀層の存在	(有) 無					
	その他の地層・岩石	(有) 無					
常時湧水個所の存在		(有) 無					
崩の 発生 地帯	1000㎡≦/1個所の崩壊地	(有) 無					
	崩壊規模	崩壊面積	㎡	崩壊深	α	崩壊土量	㎡
	拡大見込数	㎡					
新しい亀裂・滑落崖の存在		(有) 無					
積雪地帯		(有) 無					
地盤状況 (裸地・発露地・伐採跡地の存在 (5年))		(有) 無					
山腹勾配 (45°以上の斜面の存在)		(有) 無					
溪流の勾配と流域面積		勾配	15-20°	流域面積 (15°≦)	3.82	ha	
溪床勾配および溪床勾配15°以上での流域面積による危険度		a1・(a2)・b・c					
地形による 地盤危険 調査	比較的規模の大きい(1ヶ所1000㎡以上)崩壊の発生危険度	合計点	6点	4点以下 (流域の崩壊発生10%以上の評価へ)			
	流域の10%以上の崩壊の発生危険度	合計点	点	4点以下			
	危険度分類	(a)・b					

() 内評点は比較的規模の大きい崩壊の発生危険度評価の場合

○ 内評点は流域の10%以上の崩壊の発生危険度評価の場合

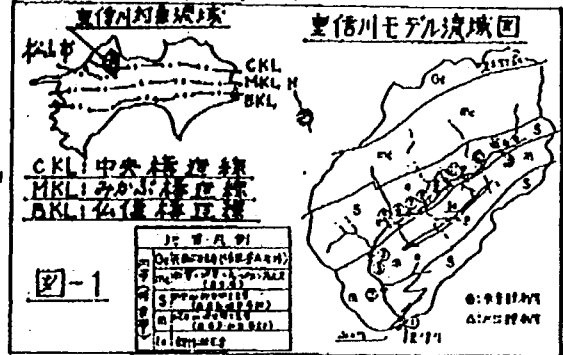
1.はじめに

満砂状態の砂防ダム群が存在する山地河川において洪水流出を追跡するにあたり、砂防ダム群による遊水池効果を考慮することにより、良好な適合性が得られたので報告する。

2.調査対象流域の概要

調査対象流域は重信川の上流域に位置する。(図-1) 地質的には内帯に属し、北から領家帯深成岩類、古生層(砂質～泥質ホルンフェルス)、中生層白亜系和泉層群(砂岩・泥岩互層)より成っている。

流域面積は57.9km²、幹線流路延長14.8km、平均河床勾配約1/34であり、幹線流路沿いには砂防ダムが14基築設されており、このうちの11基は満砂状態にある。



3.流出解析

3-1. 流域分割

河道形態(主要支川の状況)、砂防堰堤等の構造物も考慮し、

7流域に分割した。(図-2)

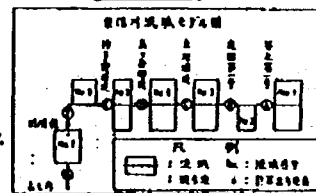


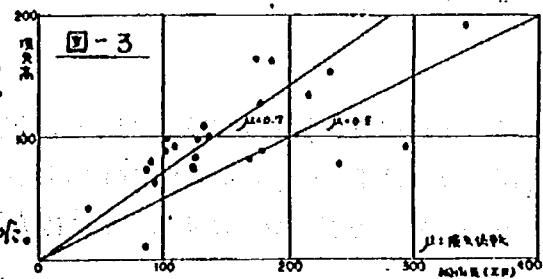
表-1

流域番号	流域面積	分岐点
1	2.8	①→②
2	2.7	②→③
3	9.8	③→④
4	12.8	④→⑤
5	8.8	⑤→⑥
6	8.8	⑥→⑦
7	10.1	⑦→⑧
合計	57.9	⑧→⑨

3-2. 降雨解析

主要24洪水について、総雨量(ΣR_T)と総流出高(ΣQ)を求め損失高($\Sigma R_L = \Sigma R_T - \Sigma Q$)を計算し、流出率を検討した。総雨量についてはテーゼン法と支配圏法の2ケースを比較した。この結果によれば(i)テーゼン法と支配圏法とでは、最大でも3%前後しか変わらず、本流域においては、どちらの方法によっても実用上問題はない。このことは、本流域における雨量観測所の密度が高いことに起因しているものと考えられる。

(ii) 損失係数についてはバラツキが大きい。平均的には $\mu=0.7$ 。下限値は $\mu=0.5$ 程度となる。



3-3. 流出モデル

斜面及び支川の河道については、次式に示す特性曲線法を用いた。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} &= q \\ A &= KQ^P \end{aligned} \right\} \text{---(1)}$$

ここに、A: 流水断面積、Q: 流量、q: 単位長当りの横流入量、t: 時間、x: 流路距離、K、P: 定数である。

本川河道については、多くの砂防ダムが満砂状態にあり、ダム上流では河巾が数百mといった河道幅が随所にみられ、遊水池効果により流出ハイドログラフの低減が考えられる。このような現象を評価するため、本川河道については運動の方程式を(2)式に示す貯留関数法により流出計算を行った。

$$S = KQ^P \text{---(2)}, \text{ここに、} S: \text{河道貯留量、} Q: \text{流量、} K, P: \text{定数。}$$

3-4. 定数解析

斜面については単位巾当りの斜面を水が流れるものとし、等価粗度 n 、斜面勾

$$K_s = (N/\sqrt{I})^{0.6}, \quad P_s = 0.6 \quad \text{--- (3)}$$
$$A = K'(AR^{2/3})^{P'} \quad \text{-----} (4)$$
$$K_R = K' (n/\pi)^{p'}, \quad p_R = p' \quad \text{--- (5)}$$

表-2 定数一覽表

[illegible]

昭和40～54年の主要24洪水のうち、主要9洪水について実測値と、本川河道の遊水池効果を考慮した場合と、していない場合についての比較を表-3に、またハイドロ(昭和43年7月28～29日)の1例を図-4に示す。

図-4 山之内地点流量ハイドロ

○ 観測値
 — 計算値(α=0.5)
 - - 計算値(α=0.2)

表-3

洪水No	基準地点	洪水年月日	E-7 流量 m^3/s			Q-O ₁	Q ₂ -O ₂
			O ₁	Q ₁	O ₂		
1	山之内	3.12.7.9	47.3	36	50	8.7	2.2
2	"	43.7.28	104.2	120	98	15.8	6.2
3	"	13.9.23	111.3	128	116	16.7	4.7
4	"	15.8.21	206.6	336	232	199.4	23.4
5	"	49.9.1	156.9	204	180	47.1	23.1
6	"	47.9.8	112.6	156	136	43.4	23.4
7	"	54.6.27	163.3	183	155	21.7	8.3
8	"	54.6.29	128	136	131	28	23
9	"	54.9.30	82.9	102	86	19.1	3.1
7	木地	54.6.27	64	70	64	6	0
8	"	54.6.29	39	55	51	16	12
9	"	54.9.30	63.5	75	62	11.5	1.5

本報告に示したように、幹線流路沿いに満砂の砂防ダム群が多数存在する場合には、貯留園数法と特性曲線法を組み合わせるにより良好な洪水追跡結果が得られることがわかった。

しかしながら、満砂の砂防ダムが存在しない場合や、対象となる流域がより広い場合についてもこの様な手法が有効であるかどうかについては、今後さらに検討する必要がある。

- 〈参考文献〉 1) 松山工事事務所：豊信川流土砂動態解析作業委託報告書(55-3)
2) 同上：同上(56-3)
3) 同上：豊信川流量調査(54-3)
4) 同上：豊信川定数解析他1件業務(50-3)
5) 近畿地方建設局猪苗川工事事務所：神崎基本計画(流量)解析(47-3)

砂防計画・施工計画の問題点

中部地方建設局

近 藤 浩 一

1. はじめに

砂防の目的は土砂の生産、移動の過程で生ずる様々な形態の「土砂災害」を防止することにあるわけであり、砂防計画は土砂生産、移動現象を適確に踏まえその現象が人間社会に与える damage を予測し、その damage を了め防止、軽減するためその有害な現象が生じないように、或いは damage を軽減するよう現象の規模、頻度を変化させる方策について、その時期の最も合理的で且つ効果的な土砂（処理）計画、施設計画でなければならない。

こうした理念のもとに我々は対象とする流域に事業を進めるためのバックボーンである砂防計画（基本計画）を絶えず求めている分であるが、今さら言うまでもなく水理現象とりわけ土砂に係る現象は複雑であり説得力ある砂防計画、水系一貫した砂防計画をたてる上で大きな障碍となっている。しかし満点の砂防計画は無理としても、現在迄積み上げてきた貴重な経験、或いは研究成果、実験と検証、自然の与えてくれる情報等を充分理解し最大限に駆使することによって50点なり70点かもしれないがその時点で最も有効な砂防計画を樹てることができるであろう。

以下砂防計画を検討する上でどういう点が問題点となっているかを中心に、個人の意見や提案も一部述べてみたい。尚、砂防計画として、100年に1度といった洪水時の把え方と、平年的な土砂の生産、供給で考える場合があり、許容流砂量あるいは施設効果に影響するわけであるが、ここでは前者を中心に進めることにする。

2. 現在の砂防計画

最大洪水流砂量と許容流砂量を計画の基本量とし、超過土砂量を砂防施設の直接扞止効果と間接調節効果によって低減させていく所謂、木村構想が引き継がれ現在に至っている。現在の基本式は、

$$E = (Q + A - B)(1 - \alpha) - C - D$$

E：計画許容流砂量

Q：上流基準点からの計画流出土砂量

A：計画生産土砂量

B：計画生産抑制土砂量

α ：河道調節土砂量の（Q + A - B）に対する割合

C：計画流出抑制土砂量

D：計画流出調節土砂量

計画規模の洪水時に生産され流出する総量を計画の対象としているので単位は1洪水当り〇〇万㎡

で表わされ河川計画の時間単位、ピーク時量との対応が難しい。河道貯留率については後にふれるとして流域区分の分け方によって流出土砂が可成り変わるので取り扱いを充分吟味することが当然必要である。次に基準点より上流を一括した超過土砂量の処理計画であるため、生産土砂量の対象位置を計画上はっきりさせないと実際の施設そのものの効果と対応できない。また貯水池上流での砂防計画はある期間内の累積流入量が問題で、経年的な砂防施設の効果が期待されるが、この辺の計画論が定かでない。

3. 生産土砂量について

河川砂防技術基準に拠れば「計画生産土砂量とは山腹及び溪岸における新規崩壊土砂量、既崩壊拡大見込土砂量、既崩壊残存土砂量のうち崩壊等の発生する時点で河道に流出するもの、及び河床等において堆積している土砂量のうち2次侵食を受けるものをいう」とある。

新規崩壊量の予測は崩壊現象自体、降雨による地盤のせん断強度の低下や浸透水圧の増加といった斜面内部の変化によるものであり、広域を対象とする砂防に於いてそうした意味での予測は不可能である。

計画の規模を既往災害と同程度に定める場合は、既往災害の崩壊量を計画面量とすることは説得力はあるが、既往災害が計画規模に対して小さい場合は計画降雨時の崩壊量を何らかの方法で予測するわけである。方法として、既往災害の崩壊実態を統計的に分析し類推するのが可成り一般的に採られている。

例えば、降雨量と崩壊量の関係を

$$y = K (R - R_c)^a$$

のような相関式を求めたり、複数の崩壊に関連するであろう要因を多変量解析により

$$y = f(\text{地形, 地質, 植生, 降雨} \dots \dots \dots)$$

$$= aX_1 + bX_2 + cX_3 + dX_4 \dots \dots \dots$$

のような数量化式により類推する方法である。

村野によれば崩壊要因として、流域係数（侵食特性を示すもの）と流域傾斜を用いて崩壊面積を

$$\log Ca = C + paD + qhR$$

という結果を得ている。この場合、降雨量、風化土層の厚み、林相などはほぼ同じという前提である。

流域はばう大な斜面で形成されている分で、どの斜面も絶えず降雨、風化、地盤変動等により不安定化しており崩壊の可能性を持っている。その可能性の差は一つの豪雨に対して崩壊頻度の差として出てくると考えられる。頻度差の原因は何かについて前に掲げたような多くの要因を計測し、関係深い要因を見出してそれで頻度を予測しようと数多くの解析がされている。一率的な取扱いは難しいようだし、砂防計画としては、各流域への特性を反映した要因で推測出来れば充分であろう。

崩壊残土率とか拡大量については現況調査あるいは、サンプリング調査によって地質別あるいは

崩壊規模別といった形で、代表値を求め使用すればよい。ただし崩壊土砂のほぐれ容量を見込むことが多いようだが、この辺りの係数については、計画数量が大きく異なってくるので見込む必要があるかどうか実態に即して検討すべきである。

4. 流出土砂量

無施設時の計画流出土砂量は $Q = A(1 - \alpha)$ or $(Q + A)(1 - \alpha)$ で表わすことにしているが、これは山間溪流での土砂流送については不明確な所が多く水理量に対応した時系列的流砂量を算定することが困難なため、便宜的に河道貯留率 α を用いている。

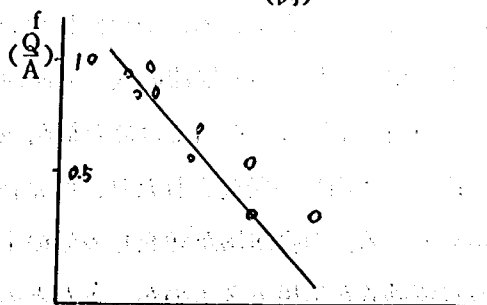
本来、流出土砂量は水理学的にはその地点の輸送能力と上流の土砂供給量に支配されるものであるが、1次谷や2次谷などの低次谷では計画規模降雨時は土砂の集合運搬が中心になりその流出土砂量については、未解明であり物理的に算定することは現段階では出来ない。こういう区間の実際の現象として、崩壊による生産土砂量よりも流下する途中で溪床堆積物を巻き込みながら或いは、溪岸を侵食しながら増量し流出土砂量の方が大きくなることが多い。

上流部流出土砂 下流部流出土砂

災害例	発発時期	流域面積	崩壊生産土砂量	溪床・溪岸生産土砂量	上流部流出土砂	下流部流出土砂
妙高白田切川	53年8月15日	8.3 km ²	275 千m ³	347 千m ³	622 千m ³	107 千m ³
洞谷	54年8月22日	2.4	5	69	74	(66 + α)
宇原川	56年8月23日	14	32	215	247	153

こうした低次数流域については災害時の実態を把握し、土砂収支計算を行なって、土砂流出率 f と谷次数との関係とか、流域面積とか、溪床勾配との関係崩壊土砂量に対すを溪流貯留率などを調査しデータを積むことが第一歩であろう。

(例)



低次各の土砂貯留要素 $(\frac{L}{A}) \cdot \frac{1}{T}$

また柿式によれば、流出率を河床勾配と流域面積で表わしている。

$$f = I^n / A^{\frac{1}{m}}$$

$$n = 0.4$$

$$A \leq 1 \text{ km}^2 \text{ のとき } \frac{1}{m} = 0.3$$

$$A > 1 \text{ km}^2 \text{ のとき } \frac{1}{m} = 0.2$$

こうした土砂集合運搬区域内での流出土砂の理論的予測が検討され始めている。

例えば、

$$\text{土石流発生条件の式} \quad \tan \theta = \frac{C_* (\sigma - \rho)}{C_* (\sigma - \rho) + \rho (1 + h_0/d)} \tan \phi$$

$$\text{土石流フロントの濃度式} \quad C_d = \frac{\rho \tan \theta}{(\sigma - \rho) (\tan \phi - \tan \theta)}$$

$$\text{土石流量} \quad Q_r = \frac{C_*}{C_* - C_d} Q$$

$$\text{掃流状土石流量} \quad Q_s = 5.5 (\tan \theta)^2 Q$$

こうした式がどのような条件の所に適用できるのか、あるいは粒度 d が砂礫濃度 C_* などの取扱いについてよく分からないが、現場での土砂収支のデーターがあればこうした理論式を使って検証してみることである。例えば最近では洞谷の土石流災害での動態について理論の適用性について発表されているが（新砂防）最近こうしたシュミレーションが行なわれつつある。広範囲な水系砂防対象流域では砂防基準点は掃流あるいは浮遊形態で土砂が移動する所に置かれていることが多い。こうした区域の計画流出土砂量を生産土砂量に対する河道貯留率 α でもって推定しているのであるが、砂防計画に最も基本となる量であり、また下流河川との継ぎといった点でも重要な量である。掃流砂、浮遊砂が卓越する区域では水理学的に対応した土砂量を計画値とすべきである。上記の区域に限った理由は、先に述べたように低次谷での土砂移動を水理量、時系列的に対応した形で予測し更に掃流域に連動させていくことは不明な点が多く困難でありそうした所は当分過去のデーター分析や経験的判断に基づいて処理せざるを得ないと考えからであり、しかし将来の姿としては時系列的な土砂動態としての砂防計画にもっていくべきである。掃流砂については種々理論式が発表されている。ここで問題なのは、従来よく用いられている掃流砂式を砂防河川に適用した場合砂防計画での比流出土砂量の標準値（河川砂防技術基準等）を当てはめた概略値と大きく掛け離れる。最近、山地河川の掃流砂式（芦田・高橋・水山）が研究されたり、直轄技術研究会のテーマとして、山地河川に $M \cdot P \cdot M$ 式で検討を始めている。山腹崩壊が頻発し多量の土砂が河道に供給されるような洪水の時、山地河川でどのような流砂式が適用できるのか、またどのような河道勾配に適用できるのか補正係数の範囲はどうなのかなど実績の流出土砂量との検証を積み重ねていくことが必要である。また奥田が提案している土砂輸送能力の指標として、stream power を表わす（流域面積 A ）・（日雨量 R_d ）・（河床勾配 I ）でもって流出土砂量の実績と比較してみることも計画量を

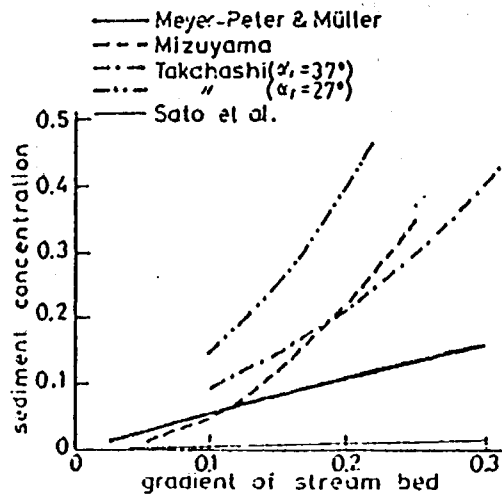


図-3 勾配による土砂濃度の変化

推定する手法として有意義と思う。

$$Q_s = \alpha (A R d I)^2$$

基準点を通過する土砂量 $q_s = f(I, H, d, B \dots)$

総流出土砂量 Q_s

供給源（生産土砂量，上流基準点からの流出土砂量） $A + Q$

$A + Q \geq Q_s$ のとき 計画流出土砂量 $Q_p = Q_s$

対象流域内堆積 $A + Q - Q_s$

$A + Q < Q_s$ $Q_p = A + Q_s$

以上は基準点或いは補助基準点での輸送能力総量でもって砂防計画を樹てた場合であり完全な時系列になっていないが一つの策定方法である。

ある流域の砂防計画は既往災害程度を計画規模として砂防計画を樹てているがその計画流出土砂量は生産土砂量に対し河道調節率を掛けて22百万 m^3 としているが，基準点附近のダム堆砂実績によると約2.5百万 m^3 に過ぎない。砂防対象流域内のあらゆる溪河道内への流出土砂の総量は20万 m^3 とかいう生産土砂量に近い数値になるであろうし，そうした河道内堆積土砂が流域内で災害をもたらす分であるが，基準点を通過する土砂量としてはダム堆砂実績量が示すようにそれ程大きな数値は余程の事（基準点附近での大規模崩壊，或いは大きな天然ダムの形成後の破壊など）がない限り一洪水分として疑問である。災害時等自然が示すデータは非常に貴重であるのでそうした場合は早急に精度の高い実態調査をしておくことが大事である。

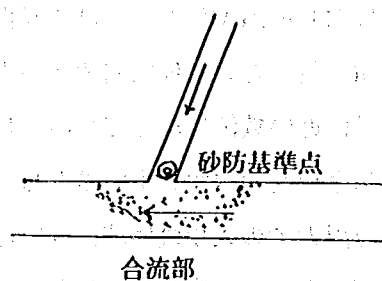
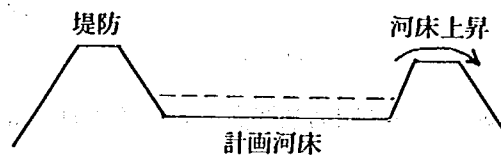
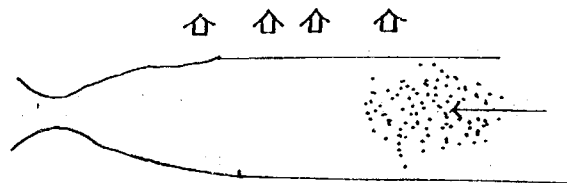
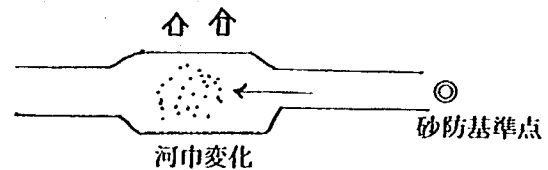
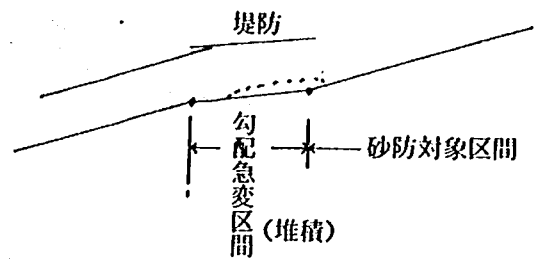
5. 許容流砂量

今までの生産土砂量とか流出土砂量については，どの程度精度を高めて推定するかが問題点であり，それらは貴重な過去の経験的判断をベースにしながらより進められることと思う。一方，許容

流砂量は、流域という人間社会の生活、生産の場として社会的に希求されるものであり、それは土砂の氾濫防止とか、河床の安定、ダム埋没防止他、様々な要求あり、いろんな対応での許容流砂量というものがあるであろう。それで要求される内容によっては対応が困難あるいは他の要求と背反するようなことも生じるであろう。許容流砂量の第一義は河道の土砂流送能力に見合った供給土砂量ということであり、それを超過する量を上流で抑制することになる。また、河床粒度を变化させ下流河道の安定化を図るものであろう。

水系砂防での本基準点は普通掃流区間に設置されている。つまり水理量に対応した計画流出土砂量が流下する分であり、河状が大きく変わらない限り基準点下流と河床変動に極端な変化は起こらない。つまり河床勾配が変化する、河幅が大きく変わる、狭窄部や堰での背水現象や合流部基準点のように水理現象が変化する、そうした所で河床上昇が起り、保全対象が被害を受けたり堤防が破壊され大きな被害となる。

以上のような河床の変化が計画、高水時に起こらない程度にまで上流で土砂の供給を抑制する。この量が許容流砂量と言うことではないかと考える。下流河川より上流全てが砂防計画の対象でなく部分的支川を対象としているような場合、全域を見ての土砂計算であり、土砂生産流送の予測をして、対象区域のもつべき土砂抑制量（許容流砂流）を設定することになる。



<砂防計画事例>

流域面積約27km²の比較的小さい流域ではあるが、崩壊面積率が4%の荒廃急流河川であり、上流部は過去に土石流が頻発し、中流部は土砂氾濫原を呈している。事業に着手して日が浅く限られた資料、調査に基づき、砂防計画を樹てている。

計画規模 既往最大降雨量 359mm

計画崩壊生産 崩壊推移量調査より 崩壊面積 $y = ax - b$ で回帰

生産土砂量 $V = (\text{崩壊量}) (\text{流下率 } 0.75 \sim 0.81) (\text{ほぐれ率 } 1.51)$

渓床推積土砂量 1, 2次谷 サンプリング調査, 空中写真等により不安定土砂推定
3次谷以上 空中写真からの河床変動測定で、最深河床以上の堆積物を対象とする方法を採用する場合があるが、ここでは河幅が広く氾濫原であることを考えレジーム論を適用している。

$$B_{\max} = 3.5 Q^{\frac{1}{2}}$$

計画流出土砂量 谷次数, 土砂の流出状況, 河床勾配等を考慮し流域を8流域に区分している。
計画降雨時の各地点での土砂流送能力を算定し、洪水後の流出土砂総量に対する河床変動, 土砂収支を行い計画流出土砂量としている。

上流域(土石流形態) 土石流濃度式で検討

↓ 発生回数, 継続時間が不明

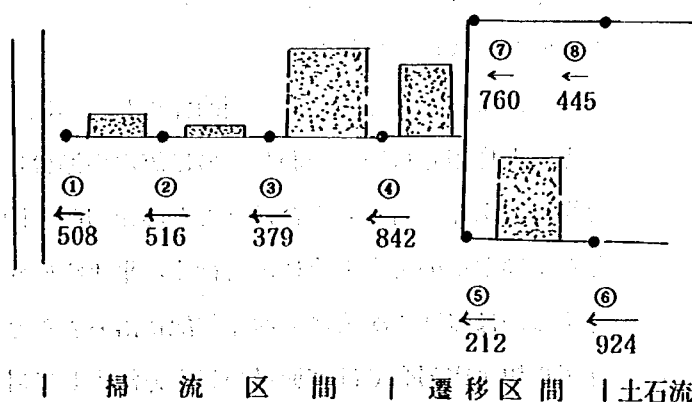
生産土砂全量を対象(河通貯留なし)

中流域(土石流と掃流の境界領域) $q_s = 5.5 (\tan Q)^2$ で流出土砂量を算定

下流域(山地河川掃流域) 山地河川掃流式を適用

基準点	流域面積	河床勾配	総生産土砂量	流出土砂量
⑥	10.65	1/10	924	(246) 924
⑤	4.03	1/20	497	212
⑧	4.85	1/7	445	(114) 445
⑦	0.75	1/8	315	(148) 760
④	1.27	1/9	768	842
③	3.13	1/14	635	379
②	1.22	1/12	159	516
①	0.3	1/12	170	508
計	26.2		3,916	(508)

土砂収支模式図 単位千m³



() 書は土石流濃度式

6. 砂防施設の効果

砂防施設の効果として、現在の砂防計画に位置付けられているものとして

1. 生産抑制 (扞止効果)
2. 流出調節 (調節効果)
3. 流出抑制 (貯砂効果)

また施設或いは施設群が下流等に与える総体的な効果(影響)として

1. 流出土砂量
2. 河床変動高
3. 粒度変化
4. 平面河状
5. 流砂形態

などが考えられる。

先づ、扞止効果については、溪河床堆積物の再移動防止の効果は、普通計画堆砂勾配の及ぶ当りまでの堆積土砂を見込む方法を採用しているが効果範囲がどこまで実際に及んでいるかダム堆砂量測量実績から調査してはと思う。

次に山腹、溪岸崩壊に対する扞止効果については、計画上の効果量(見込み量)は崩壊するであろう範囲および深さを推定して算出しているのが大方であるが、崩壊予測であるため不確定の所が多い。常願寺川上流や安倍川大谷崩れでの山脚保護によって非常に安定した状態を示している所も多いが、逆に堆砂も河床を上げることによって新たな斜面の崩壊が生じている所もある。山腹斜面や溪岸に与える影響について経年的に観察、把握しておくことが必要である。調査効果については、堆砂地の縦断形という面で種々の研究がされており、砂礫の限界流速から静的な安定勾配を求める方法や、流砂の運動方程式と連続式から動的な安定勾配を求める方法などが研究されている。村野は縦断形を2次放物線として表わし、放物線の係数を集水面積・平均粒径(D/F)で求める試みをしている。

平尾らは砂防ダムの満砂後の変動を河床変動の式により解析的に求め、前述の係数の時間的变化を説明し実験値と比較している。

矢野によると「砂防ダムの調節作用が一瞬極端に出てくるのは土石流の扞止のような場合であり、ほとんど作用しないと思われるのは流水の節分け作用が進んで、流水中の含砂の粒径が一様になった場合である。前者の場合ほとんどの元勾配と同じ位堆積するし後者ではほとんど堆積を見ず流下した土砂がそのまま下流に出て行く。平年流砂が大きく粒径が均一化した河川では調節の機能を期待するのは無理で次第に元河床勾配に落ち着こうとする傾向をもつ」と述べている。また砂防長期計画構想研究部会では調節量の算定方法として計画堆砂勾配を平年流量と河床構成材料の90%粒径が形成する静的平衡勾配として求め、調節勾配を堆砂地を通過する土砂量の差分が形成する河床勾配(動的平衡勾配)として求め、両者の勾配の間の量を調節量とする方法を紹介している。

いずれにしても砂防計画を樹てる場合、普通貯砂量の1割程度或いは急勾配の近では2～3割といった経験上の判断を踏襲しているのが現場の実態であり未だよく分かっていない所である。回復作用があるのか、回復現象はどのような水理、土砂等の状況によって生じるのか、中小洪水のとき堆砂面上をどのような河道幅、河道流路を形成して流れる回復作用をもたらしているか、粒度はどう変化し堆積しているか、多くのわからない点がある。

砂防計画、施設計画は実施された砂防工事が当初想定した効果を発揮しているかどうか、絶えず検証することによって問題点を把握し計画を改良していくことが大切である。計画時に想定した効果とは何か、それは計画規模降雨（例えば100年に1度）時の崩壊量を予測し、その流出量の推定し、施設によって流域内の土石流災害なり河床上昇災害なりを防ぐという効果である。そのような規程の際の効果は余り検証する機会はないであろう。（土石流が頻発しているような所はまた別である）

毎年の大小様々な洪水によってどのような土砂移動現象が起こるか、砂防施設によって効果として考えられる要素がどのように変化しているかを把握し、施設の効果をチェック、施設規模、配置の検討等に役立たせる必要がある。例えば施設区域内及び区域下流に対し流下形態、河床変動、粒度変化など土砂の挙動がどう変化しているか、また流路工内でも想定している効果、例えば安定的勾配、流状の改善（偏流、乱流、砂堆など）、局所洗掘防止などが発揮されているか、不十分な場合は何故かを調査することが必要である。

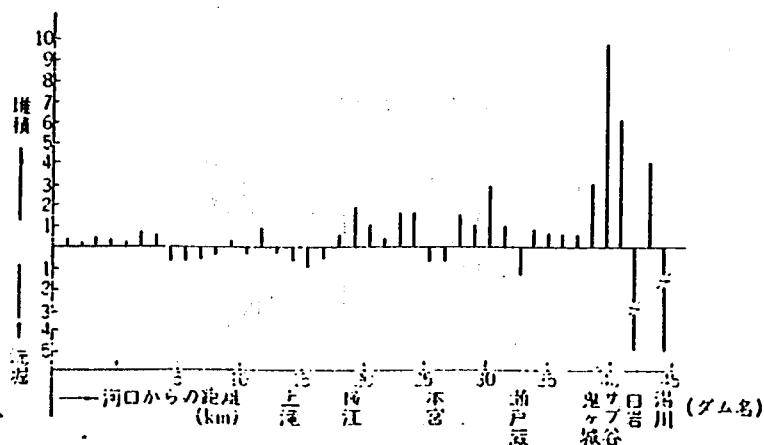


図 5.4 常願寺川における昭和14年8月洪水による平均河床高の変化（約5m毎による）

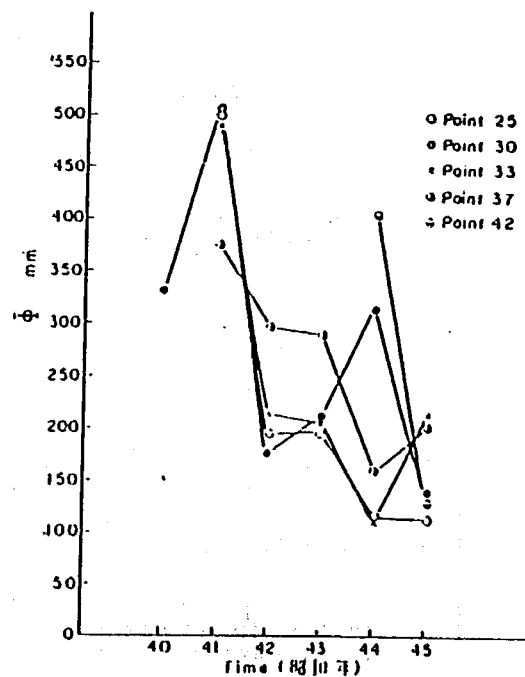
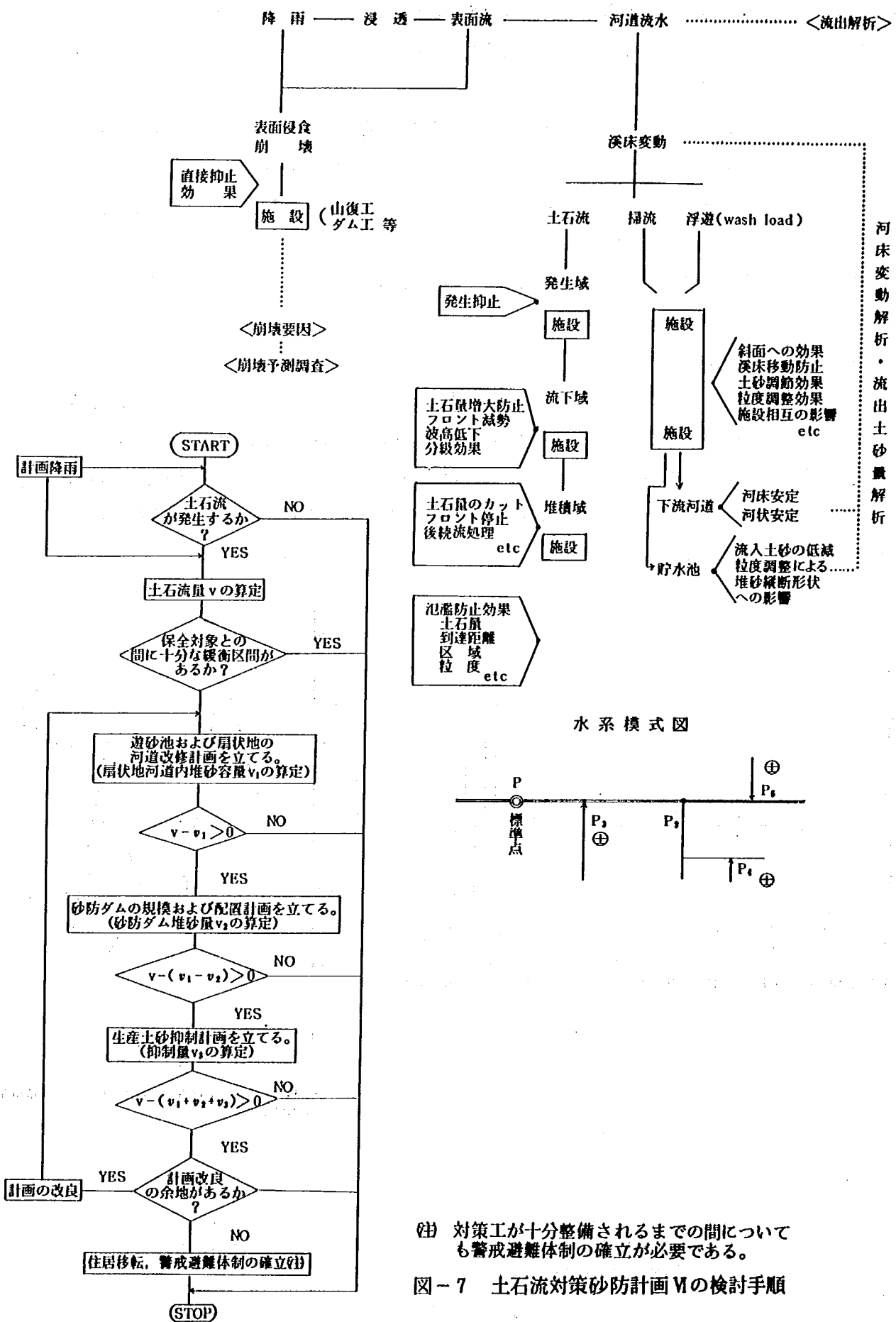


図 5.14 各地点における平均堆積量の経年変化（常願寺川における例）

土砂動態と砂防効果



第3回砂防調査の成果活用に関する会議議事録

土研資料第2075号
昭和59年2月(1984)
砂防研究室

キーワード 砂防調査

要 旨

昭和57年5月20日～22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2075号（第3回砂防
調査の成果活用に関する会議議事録）
部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印