ISSN0386－5878
土木研究所資料第2437号

土 木 研 究 所 資 料

第７回砂防調査の成果活用に関する
会 議 議 事 録

昭和62年３月

建設省土木研究所
砂防部砂防研究室

Copyright © 1987 by P.W.R.I.

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

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

土木研究所資料
第2437号 昭和62年2月

第7回砂防調査の成果活用に関する
会議議事録

砂防研究室長　矢澤　昭夫

阿部　宗平

下東　久巳

要　旨

昭和61年5月7日～8日に開催された全国砂防関係技術者による「砂防調査の成果活用に関する会議」の内容を取りまとめたものである。

会議は，昭和60年度に行われた代表的な砂防に関する調査の成果報告を行うとともに，「大規模崩壊跡地対策」，「生産土砂調査」，「総合土石流対策」，「景勝地内の砂防計画」，「地すべりの計測」というテーマを取り上げ，的をしぼった討論を行った。テーマについてはグループに分かれて討論を行い，各事務所から実例の報告や現在抱えている問題の掲示があり，より具体的な討論内容となっている。

キーワード：砂防調査，大規模崩壊跡地対策，生産土砂調査，総合土石流対策，
景勝地内砂防，地すべり計測

はじめに

昭和61年5月7日～8日に開催された第7回砂防調査の成果の活用に関する会議の議事内容をここにとりまとめた。この会議の目的は直轄砂防事業調査に携わる者が，年に一度集まり，調査成果の紹介，諸問題の討議を行うことにより，既住調査成果を，今後の砂防調査，砂防事業に役立ててゆこうとするものである。この第7回会議も有効な成果報告および活発な討議が行われ，新しい調査手法に対する意見や今後の研究の方向等重要な発言が多くなされ有意義な会議であった。

第7回会議は，土木研究所と砂防地すべり技術センターからの砂防調査におけ事例紹介，直轄砂防工事事務所からの前年度調査成果発表及びテーマに関する討論という形式で行った。テーマ討論は，砂防テーマとして「大規模崩壊跡地対策」，「生産土砂調査」，「総合土石流対策」，「景勝地内の砂防計画」，地すべりテーマとして「地すべりの計測」を設定して，問題提供，グループ討論，全体討論という順序で進めた。まず話題提供では，全体会議の場で各テーマに関する既住調査成果発表が行われ，グループ討論では更に具体的な討論を行った。全体討論は，グループ討論の場で出された意見をまとめたものを全体会議に持ち込み，他のグループも含め全体で討論する形式をとった。討論の状況としては，全体討論，グループ討論ともに活発な討論がなされた。

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

建設省土木研究所砂防部砂防研究室
室　　長　　矢澤昭夫
主任研究員　　阿部宗平
建設技官　　下東久巳

目　　次

はじめに

1．会議日程 …… 1

2．会議プログラム …… 2

3．開会の挨拶 …… 土木研究所砂防部長　藤田　寿雄 …… 3

4．挨拶（災害対策の情勢） …… 本省傾斜地保全課長補佐　高橋　透 …… 5

5．砂防地における事例紹介 …… 13
　5.1　長野市地附山地すべりについて …… 地すべり研究室　石黒　　互 …… 15
　5.2　雪崩対策について …… 土木研究所急斜地崩壊研究室　仲野　公章 …… 17
　5.3　震後の調査・対策について …… 財団法人　砂防・地すべり技術センター …… 26
　5.4　水理模型実験について …… 砂防研究室　阿部　宗平 …… 31
6．テーマ討論のための話題提供 …… 35
　6.1　大谷崩れと対策 …… 静岡河川工事事務所 …… 36
　6.2　山地流域における土砂生産の想定について …… 吉野川砂防工事事務所 …… 43
　6.3　基準雨量の精度とモデル地区での課題 …… 土木研究所砂防研究室 …… 51
　6.4　上高地（特別保護地区）の砂防計画 …… 松本砂防工事事務所 …… 60
　6.5　地すべりの計測 …… 新庄工事事務所 …… 66
7．グループ討論のまとめと全体討論 …… 71
　7.1　大規模崩壊跡地対策 …… 関東地建河川部 …… 73
　7.2　生産土砂調査 …… 九州地建河川部 …… 76
　7.3　総合土石流対策 …… 中部地建河川部 …… 79
　7.4　景勝地内の砂防計測 …… 近畿地建河川部 …… 83
　7.5　地すべりの計画 …… 四国地建河川部 …… 86
8．閉会の挨拶 …… 土木研究所砂防研究室長　矢澤昭夫 …… 90
9．参加者名簿 …… 92

1．第7回筑波会議会議日程

会議場：筑波研究交流センター
宿　泊：研修センター

昭和61年5月7日（水）

12：03	荒川沖駅集合
12：30	研究交流センター着（受付）
13：10	会議（地附山地すべり，雪崩対策，震後対策，水理模型実験について）
15：00	研究交流センター発
15：30	土研内施設見学
16：30	研修センター着
17：00	懇親会（研修センター）（泊）

5月8日（木）

8：40	研修センター発
9：00	会　議（テーマ討論のための話題提供）
11：05	〃　（分科会）
12：00	昼　食（弁　当）
13：00	会　議（分科会）
15：10	〃　（全体討論）
17：00	研究交流センター発
17：25	荒川沖着

2．会議プログラム

5月7日（水）　司会（土木研究所砂防研究室長　矢澤昭夫）

13：10～13：20	開会の挨拶	土研砂防部長	藤田寿雄
13：20～13：30	挨拶	本省傾斜地保全課長補佐	高橋　透
13：30～13：50	地附山地すべりについて	土研地すべり研究室	石黒　亙
13：50～14：10	雪崩対策について	土研急傾斜地崩壊研究室	仲野公章
14：10～14：30	震後対策について	砂防地すべり技術センター	安江朝光
14：30～14：40	（休　憩）		
14：40～15：00	水理模型実験について	砂防研究室	阿部宗平
15：00～15：30	移　動		
15：30～16：00	水理模型実験見学	砂防研究室	

5月8日（木）　司会（土木研究所砂防研究室　阿部宗平）

9：00～11：05	テーマ討論のための話題提供		
9：00～9：25	1）大谷崩れと対策	静岡河川工事事務所	堤　博志
9：25～9：50	2）山地流域における土砂生産の想定について	吉野川砂防工事事務所	奥村　勉
9：50～10：15	3）基準雨量の精度とモデル地区での課題	土研砂防研究室	原　義文
10：15～10：40	4）上高地（特別保護地区）の砂防計画	松本砂防工事事務所	牛木広夫
10：40～11：05	5）地すべりの計測	新庄工事事務所	加藤順一
11：05～15：00	分科会（テーマ別グループ討論）		

分科会	内容	座長
第1分科会	大規模崩壊跡地対策	古賀省三専門官（関東）
第2分科会	生産土砂調査	増元四朗専門官（九州）
第3分科会	総合土石流対策	南　哲行専門官（中部）
第4分科会	景勝地の砂防計画	蒲　正行専門官（近畿）
第5分科会	地すべりの計測	星野和彦専門官（四国）

15：00～15：10	（休　憩）		
15：10～16：50	テーマに対する全体討論	各分科会の座長	
16：50～17：00	閉会の挨拶	砂防研究室長	矢澤昭夫

3．開会の挨拶

土木研究所砂防部長　藤　田　寿　雄

本日は，本省はじめ地建や事務所の皆様には忙しい中をお集りいただきまして大変御苦労様でした。第７回になります砂防調査成果の活用に関する今回の会議を皆様方の討論で増々良いものにして頂きまして，今後の調査に生かせる実りある会議にして頂ければ幸いかと思います。

ご存知のように昨今の経済情勢から行きまして，公共事業費の停滞ということが言われています。これは我々の実際の事業あるいは研究についても非常に厳しい制約が行われているわけでございます。この厳しい中でもそれをいかに適切に活用するかということが大事になってくるわけでございますが，建設省もそういう中でこれをいかにして活用するか，ということでは色々な先端技術の活用とか，民間活力の活用とかを模索している所であります。

近年の砂防事業は，ハードな対策とソフトな対策ということで進められていますが，ソフトな対策というのは，もっと自立するような研究も進めなければならないということを感じるわけであります。最近の海外の例で申しますと，コロンビアのネバドデルルイスの火山の場合には既に泥流危険区域が予測されておりました。土石流がもしおこったとすればこういう所に来るからこの辺は危険ですよという地図が一応は完成しておりました。その地図も頂いてきておりますが，現場にいってみてまずびっくりするのは，一番被害を受けましたアルメロという町が普通のいわゆる扇状地の真中にできている町，扇状地の出口の所からその町がずっと広がっておりまして，町全体が扇状地の真ん中にのっているという状況であります。たまたま1845年といいますから 100年以上前に同じ様な災害があったという事ですが， 100年経ちますとそういう意識は薄れてまいりまして，人家はどんどん便利なといいますか，水が得やすいような所に移って行くということで扇状地の出口まで町が広がってしまっているということであります。また，たまたま河川は，扇状地の中に走っておりませんで扇状地をよけて山側を走っておりましたが，当然ながら大きな土石流でありますればその沢の形は問題でなく，直進して災害を大きくする訳であります。日本で言えば扇状地は災害の発生地帯であるというのは常識でありまして，恐らくあんな大きな町が扇状地の真ん中に砂防の施設も無しに存在するなどという事は考えられません。しかし，まだまだ中南米では砂防事を行なうほどの国力がかありませんので，砂防事業の認識というものは非常に薄い訳でありますが，それよりも土石流というものを見たことが無いという事もあります。おもに，この種の仕事は地質調査所みたいな所がやっていた訳でありますが，こういう土石流が来るとこういう所が危ないですよと言われても，現地の人たちはそれを認識しないということが災害を大きくする一番大きな原因ではないかと思われます。技術的に分かっていることも実際の現場ではなかなか理解してもらっていないという所に一つの問題があるのではないかと思われます。ただ単に予測図があったから予測頭を有効に生かせなかったという事だけではなくて，災

害をみんなが認識するという事があれば，この種の防除には非常に役立つのではないかということが一つ考えられます。地附山の場合にも，周辺には地すべり地が沢山ある訳でありますから，地すべり地帯でありながらという声もありますが，ただ私達も一つの盲点だったと思いますのは，裾花凝灰岩崩壊というものは，あのように大きなものが急速に滑ってくるものということは予測してなかったというところもあります。かなり長い距離を土塊が走りまして，距離にすれば数百メートルも走っている訳であります。一般的に裾花凝灰岩の地すべりは，非常に小さい崩壊性のものが多かった訳でありまして，地元の先生方でもその点について研究されたものは非常に少なかったようでありまして，今回の災害を見て裾花凝灰岩の崩壊にはこういうものもあるかということを新たに認識したという事であります。毎年毎年の災害による新しいデータの積み重ねにより土砂災害の予知，予測に生かされるデータが作られ，我々のバックグラウンドが形成されていくのではないかと思います。また，これらを研究することによりまして，災害の防除に役立つデータを集めたいと考えます。本日と明日の２日間色々な討議を願う訳でありますが，是非自由な意見を述べて頂きたいと思います。砂防事業に始めて携わられる方もございましょうし，また違った面からの発言も是非お願いしたい次第でございます。以上で，開会の御挨拶にいたします。

4．挨拶（災害対策の情勢）

本省傾斜地保全課長補佐　高橋　透

傾斜地保全課の高橋でございます。本日は砂防調査成果の活用に関する会議，通称筑波会議と称していたかと思いますが，その第７回目ということで約90名の方が各地から御参加されていると伺っております。御参加の皆様方の熱意と事務局となって会議の運営にあたっておられる土研の皆様方あるいは車等の御手伝いを頂いた関東地建の皆様方にまず心から敬意を表したいと思います。

実は，私もうろ覚えなのですがこの会議の第１回から第３回までは出席させていただいたような記憶がございます。各地建で砂防の色々なテーマに取り組んでおられる方々と知り合いになれる機会がこの会議を通じて得られたということと，話題提供や分科会討論会では非常に緊張しながらかつ新鮮な思いで対応した事をよく覚えております。今日，皆様方に挨拶をするという事でございますが，実は私４月１日に国土庁から建設省の方へ復帰したところでありまして，砂防部で現在取り組んでおります話題を皆様に紹介できるほどの材料を持ち合わせておりません。したがいまして，３月まで在職しておりました，国土庁の防災局で防災白書の作成の御手伝いをしておりましたので，その防災白書につきまして概要を皆様に紹介いたしまして，土砂災害を取り巻く我が国の災害対策の情勢といいますかごく簡単な概要につきまして説明して皆様の参考に寄与したいと思います。参考資料の防災白書概要版を基に話を進めます。防災白書は，毎年４月の通常国会に国会報告がなされる白書という事で各省庁色々な白書がございまして，それぞれ閣議報告あるいは記省発表されますけれども，法的に義務づけられ国会に報告される報告書は，防災白書が唯一のものだと思います。参考資料は，防災白書の概要版をさらに抜粋したものでございます。防災白書そのものは，防災に関与します29省庁，29機関がその調整に基づてそれぞれ記述しておりまして，防災に関する政府の見解ということになっています。まず，災害の状況と対策ということで，参考資料のグラフを見ていただきますと，自然災害による死者数と，災害に伴う施設関係被害額とＧＮＰに対する比率が示されております。死者数は，戦後から昭和34年の伊勢湾台風時に年間 5,000人近い人が亡くなっておりまして，昭和20年代から昭和30年代前半にかけても 1,000人から 2,000人オーダーの大災害が頻発した時代であるとしかしながら，30年代後半以降は，人的被害は減りまして， 1,000名というような災害はでておりません。また，施設関係被害を見ると，ＧＮＰに対する物的被害の比率は相対的に下がっておりまして減少傾向にある訳でございます。しかし国土利用の変化に伴う人口・資産の危険地区への集中，あるいは都市化の進展に伴う洪水危険度等の増大あるいは急傾斜地の開発といったような国土利用の変化に伴いまして，長崎災害のような都市災害，あるいは大規模な土砂害であった訳でございますが，土砂災害の要因が新たに生みだされているという状況でございます。次に，国土庁の防災局の方で色々な情報をベースにして21世紀にむけてどのような課題を持っているかという事をお話ししたいと思います。まず，

1番目が都市構造の変化への対応ということです。これは中核管理機能が集積されることによる災害に対する脆弱性，あるいは市街地の過密化に伴う災害危険要因の拡大というような問題があり，ハード面だけではなくソフト面の強化が今後必要になってきます。2番目の課題としましては，技術革新・高度情報化への対応ということです。昨今言われますニューメディアの活用など情報強化システムを格段に強化する事によって，災害の軽減が図れるのではないかと考えられます。ただし，情報伝達システムが非常に発達したことが原因となって複雑多様化する災害の事例で，昭和59年度におきた世田谷の電話ケーブル火災のような，新たな，災害が発生しないようにする必要があります。3番目に高齢化への対応という事で，災害に対する社会的弱者である高年齢層にとりまして，防災対策が今後我が国において非常に重要ではないかと考えられております。4番目に国際化への対応という事で，砂防の分野はかなり先進的に取り組んでいる訳でございますが，メキシコの地震，あるいは部長の先程のお話しにございましたネバドデルルイス火山等の国際的な対応が現在必要になってきております。次に，土砂災害対策についてお話しいたします。防災白書では昭和57年に発生した長崎災害の後，毎年白書の中の1章に土砂災害と題して書いてきております。これだけ土砂災害に対する認識が深まっているという訳です。たとえば，国会の場におきましても土砂災害に注目が集まっています。ここ2～3年間に開かれた国会の衆議院あるいは参議院の災害特別対策委員会においては，砂防部長あるいは砂防課長，傾斜地保全課長がほとんど皆勤といえるぐらい出ていまして質問に受け答えしているという状況がずっと続いています。土砂災害対策の概要は参考資料に書いてありますので省略しまして，地附山の話もこの後で話題が提供されるようですので省略します。土砂災害対策の今後の課題という事で，参考資料に6点ほど書いてあります。見ていただきますと分かるように，これは土石流あるいは砂防ではすでに手をつけた事ばかりではないかと思われるのではないでしょうか。確かにその通りです。建設省が近年取り組んできたことばかりが取り上げられているという状況です。建設省の砂防の分野でやっているものが時代の先取りであったという事です。さて，参考資料の最後に書いてありますが，政府においては，昭和59年10月に関係10省庁からなる土砂災害対策推進連絡会議を設け，昭和60年度から学識経験者による土砂災害検討会を発足させているということで，全省庁をあげて政府としての取り組みが強化されています。

以上，非常に簡単ですが砂防，地すべり，急傾斜を含めまして砂防情勢を取り巻く環境をざっと紹介したわけでございますが，国土庁に居りまして横から見ていますと，政府の土砂災害対策の中でも特に建設省の砂防は先頭をトップランナーとして走っている所であります。昨今では，危険度の把握，周知あるいは警戒非難体制といったソフトの話が非常に大きな問題となっていまして，事業執行についても様々な行政分野との兼ね合いがあって調査をされる皆様方には大変御苦労の多い所かと思い増すが，ひとつ頑張っていただきまして砂防の将来を築いて頂きたいと考えております。今日から始まりましたこの会議は，非常に密度の濃いものになると思いますが，皆様が積極的に会議に参加される事によりまして，より実りあるものになる事を期待いたしまして私の挨拶としたいと思います。

参考資料（昭和61年度版（「防災白書」の概要版より）

第１部　災害の状況と対策

Ⅰ　災害の状況

1.　近年の災害の態様変化

昭和３０年代後半以降、超大型台風や大規模な地震等の発生が少なかったことに加え、国土保全施設の整備水準の向上、防災体制の整備、防災関連科学技術の進歩、国民の防災意識の向上等があいまって、自然災害による人的被害は大幅に減少し、物的被害についても国民総生産に対する比率でみると減少傾向にある。

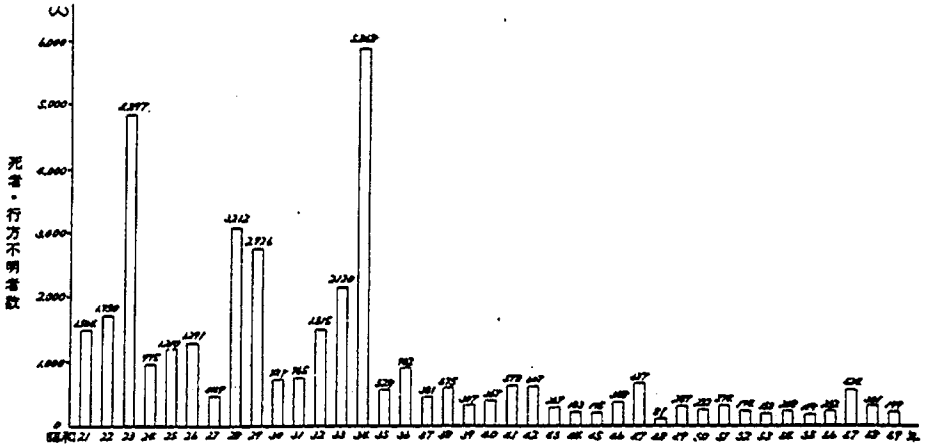
しかし、災害危険区域への人口・資産の集中や、都市化の進展に伴う河川流域の保水機能の低下とこれに伴う洪水危険度の増大、急傾斜地や谷地、低地等の地盤軟弱地域への居住地の拡大等国土利用の変化に伴う諸問題は、都市水害、土砂災害などの新たな災害の発生要因をつくり出している。

また、都市空間の高度利用に伴い、地下街爆発、ビル火災など都市型災害の増加が目立っている。特に近年では都市への中枢管理機能の集積に伴って、通信ケーブルの焼損・切断による都市機能のマヒ、電力・ガス・水道等のライフラインの障害などの発生の危険性が増加している。

更に、自然災害ばかりでなく、大規模な事故等人為的な災害も増加している。

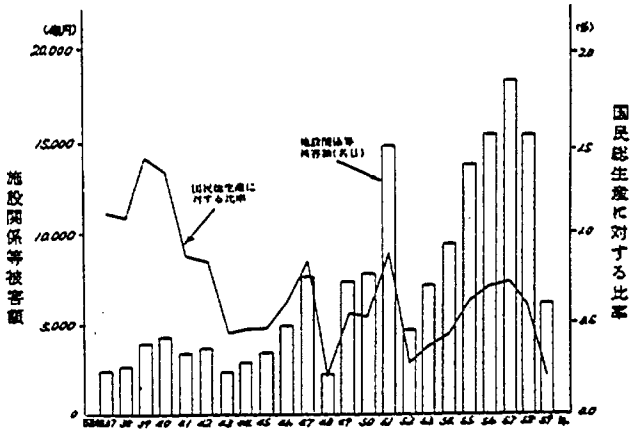
このように、近年においては、都市化、情報化等の進展など社会経済環境の変化に伴って被災対象の質的変化が生じ、これが災害の発生構造をも変化させており、災害の態様は著しく複雑多様化するに至っている。

○ 自然災害による死者・行方不明者数の推移



資料：昭和21～27年は日本気象災害年表。昭和28～37年は警察庁調べ。
昭和38年以降は消防庁調べによる。

○ 施設関係等被害額及び同被害額の国民総生産に対する比率の推移



2. 今後の防災対策の視点

我が国経済社会は、今後２１世紀に向けて、都市構造の変化、技術革新・高度情報化、高齢化、国際化などがますます進展するものと見込まれている。

災害から国土を保全し、国民の安全を守ることは、国政の基本であり、政府においては、防災に関する科学技術の研究の推進、災害予防の強化、国土保全の推進、迅速・適切な災害応急対策及び災害復旧の実施などに重点を置いて災害対策の推進を図っているところであるが、今後それらの社会経済環境の変化に十分対応し得るよう、次のような点にも留意しつつ、これらの防災対策を総合的に推進していく必要があろう。

(1) 都市構造の変化への対応

大都市地域においては、中枢管理機能の集積や市街地の過密化等に伴う災害危険要因が増大しているほか、ビル火災・地下街ガス爆発など新たなタイプの災害の潜在的危険性が増大しており、近郊都市や地方都市においては、無秩序な開発に伴う災害の脅威の増大などが見込まれている。また、大規模地震の発生に伴う複合災害や二次災害の発生が危惧されているが、これらに伴う被害の拡大をいかに防止し、都市の安全性を高めていくかが重要な課題となっている。都市の防災施設設備の整備の推進などハード面の対策だけでなく、合理的で安全な土地利用の確保、予警報伝達・避難体制の整備などソフト面の対策を更に充実強化していく必要がある。

○ 複雑多様化する災害等の事例

発生年月日	災害名等	備考
昭和 年 月 日 53. 6. 12	宮城県沖地震（M7.4）	死者28名、負傷者1,227名、建物全壊1,383棟、ガス管被害552カ所、配水管被害401カ所、変電所の系統運用に支障、一般加入電話2万4千回線に故障
54. 7. 11	東名高速日本坂トンネル火災	死者7名、車両189台焼失
55. 8. 16	静岡駅前ゴールデン街ガス爆発	死者15名、負傷者222名
57. 2. 8	ホテルニュージャパン火災	死者32名、負傷者34名 焼損面積4,186㎡
58. 11. 22	つま恋LPガス爆発	死者14名、負傷者19名
59. 11. 16	世田谷電話局ケーブル火災	一般加入電話約9万回線の途絶等

(2) 技術革新・高度情報化への対応

先端的な技術革新の成果を活用しつつ災害発生要因そのもののコントロールに向けて一層の努力を払っていくほか、被害の拡大を最小限に止める努力を重ねていく必要がある。特に大災害発生時において住民の避難誘導に果たす情報伝達システムの効用が極めて大きいことにかんがみ、ニューメディアの活用等による情報伝達体制の一層の整備を図っていくことが重要である。

反面、高度情報化の進展に伴い、生活の情報への依存度が高まるにつれて、システムの一部に障害が生ずると社会全体の機能が停滞しかねないという潜在的危険性も増大するものと見込まれるため、交通・通信をはじめとした都市の重要機能が途絶しないよう、安全対策の強化に努めるほか、代替機能や補完機能の確保を一段と充実強化していく必要がある。

(3) 高齢化への対応

高齢化の進展とともに、高齢者の被災比率がますます高まる傾向が見受けられるが、これら社会的弱者に対する防災対策を更に強化していく必要がある。

また、関東大震災や戦災など過去の被災体験者の高齢化や減少、自主防災組織の構成員の高齢化などの現象が生じているほか、地域社会の結合力が弱まる傾向がみられるが、高齢者の生活体験や能力の積極的活用、高齢者等のコミュニティにおける防災活動への積極的参加等を図っていく必要があろう。

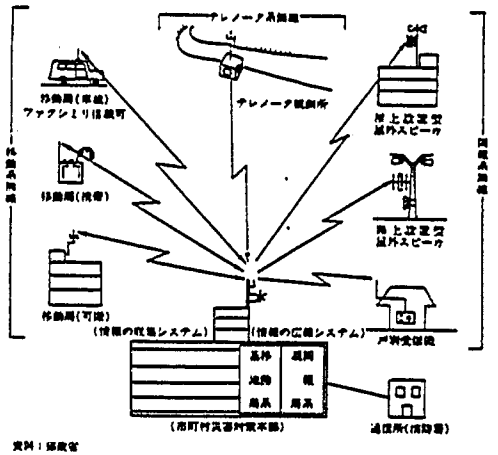
(4) 国際化への対応

国際化の進展に即応して、防災対策の面でも国際化に柔軟に対応し得る体制を構築していく必要がある。

訪日外国人や在日外国人が増加する中で、言語や風習の相違から生じる発災時の対応の障壁を克服し、外国人の安全の確保を図っていく必要があるほか、防災に関する科学技術の研究や情報の国際交流を促進するとともに、国外の災害に対する救助体制を充実するなど国際協力を進めていく必要がある。

○ 住民への情報伝達システムの例

（市町村防災行政無線のシステム概念図）



資料：郵政省

Ⅲ　土砂災害対策

1.　近年の土砂災害の状況

近年の自然災害による死者・行方不明者の原因別状況の推移をみると、土砂災害によるものが多数を占めており、特に最近５年間で急上昇している。

特に、昭和５７年の長崎豪雨災害と５８年の山陰豪雨災害では、死者・行方不明者の約８割が土砂災害によるものであり、５９年９月の長野県西部地震災害による死者・行方不明者は、すべて土砂災害によるものとなっている。また、昭和６０年２月には新潟県青海町で土砂災害が発生し１０名の死者が出たほか、７月には長野市において大規模な地すべり災害が発生し２６名の死者が出ている。

2.　長野市地附山地すべり災害

(1)　被害状況

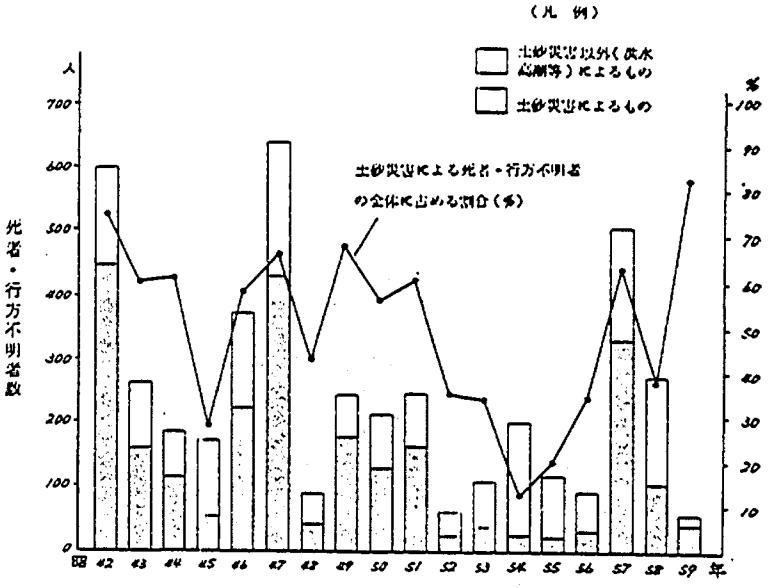
長野市地附山に発生した地すべりは、死者２６人、負傷者４人、住家の全壊５２棟に及び、道路、河川等の施設関係等被害額は約２９億円に達した。

(2)　主な災害対策

災害発生とともに、警察、自衛隊、消防機関を中心として、行方不明者の捜索、被害状況の把握等の災害応急活動が行われた。

県では、崩壊土砂の流出を防止するため、H鋼杭による応急土留工を緊急施工するとともに、災害関連緊急地すべり対策事業により、仮排水路、排土等の工事を実施した。また、恒久対策として、集水井、抑止杭等の工事を実施している。

○ 風水害による死者・行方不明者の原因別状況の推移



資料：建設省，国土庁

3. 土砂災害対策の今後の課題

土砂災害対策の推進に当たっては、治山、砂防事業の国土保全事業の推進を図ることが重要であるが、このようなハード面の対策と併せて、ソフト面の対策、すなわち、地域住民の日頃の備えを充実強化し、災害時の防災活動を円滑に展開できるよう、土砂災害危険箇所の周知の徹底、予警報の伝達、避難体制の整備などの対策を更に積極的に推進していく必要がある。

なお、昭和６０年２月に総理府の実施した「河川と土砂害に関する世論調査」によると、土砂災害に対処するためにどのような方法が最も有効と思うかという問に対し、「土砂災害の危険性のある地域に建物を建てることを制限する」が３７.０％、「山地部の開発を制限する」が３１.３％と開発行為の規制等の推進に対する国民の期待は高い。

このような観点から、今後次のような課題を踏まえて土砂災害対策を積極的に推進していく必要があると考えられる。

① 土砂災害の予測等の研究の推進

土砂災害の発生機構解明のための研究を推進するとともに、土砂災害の予知・予測技術の開発を積極的に推進する必要がある。

② 予警報伝達体制、避難体制の整備

土砂災害は突発的に発生する傾向があるため、予警報の伝達や避難の体制の整備は特に重要であり、今後とも積極的に推進する必要がある。

○ 土砂災害対策の整備の現況と目標

土砂災害危険箇所	要整備量	5箇年計画			備考
		計画期間	当初整備率	目標整備率	
		年度	%	%	
土石流危険渓流	62,272渓流	57～61	14	18	59年度末整備率 16％
地すべり危険箇所	11,323箇所				
うち建設省所管	5,777 〃	58～62	24	28	〃 25％
急傾斜地崩壊危険箇所	57,935 〃	〃	13	20	〃 15％
山腹崩壊危険地区	64,211地区	57～61	21*	38*	
崩壊土砂流出危険地区	63,507 〃	〃	34*	48*	

注 1. 当初整備率は、5箇年計画の初年度の前年度末の値である。
2. 目標整備率は、5箇年計画の最終年度末における値である。
3. ＊は着手率で示す。

資料：農林水産省及び建設省調べ

③　土砂災害危険箇所の住民への周知徹底、防災知識の普及等

土砂災害危険箇所の把握の徹底とその周知、防災訓練の実施等を通じた住民への周知徹底、土砂災害に関する防災知識の普及、防災意識の高揚等を促進する必要がある。

④　土砂災害危険区域の指定の促進を図るとともに、各種の土地利用計画の策定段階においても防災面に十分配慮することが望まれる。

⑤　国土保全事業の促進等

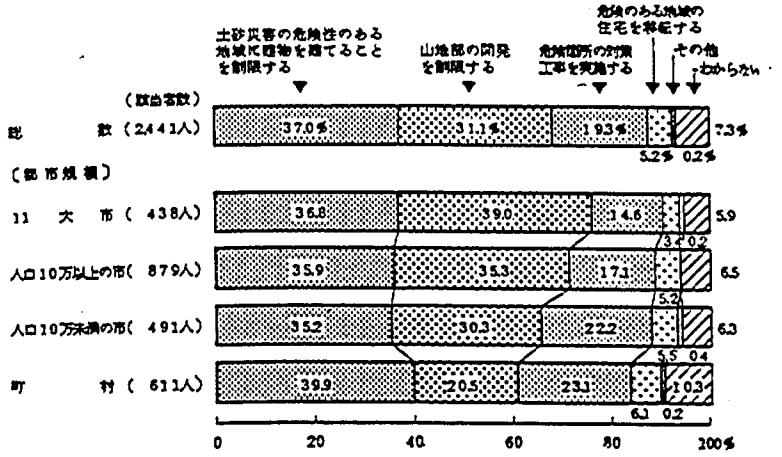
治山事業、砂防事業等の積極的な推進を図るとともに、新たな工法・技術の開発を進め、土砂災害防止技術の革新に努める必要がある。

⑥　総合的な土砂災害対策の策定と推進

土砂災害に対処するためには、上記のハード、ソフト両面の対策を、住民の自主的な参加と理解を得て、地域の実情に応じた形で総合的有機的に講じていく必要がある。

なお、政府においては、昭和５９年１０月に関係１０省庁からなる土砂災害対策推進連絡会議を、また、６０年度から学識経験者による土砂災害対策検討会を発足させており、今後地方公共団体等の意見を反映させながら、総合的な土砂災害対策の策定とその積極的な推進を図ることとしている。

○土砂災害への対処方法



資料：総理府「河川と土砂等に関する世論調査報告書」（昭和60年2月）

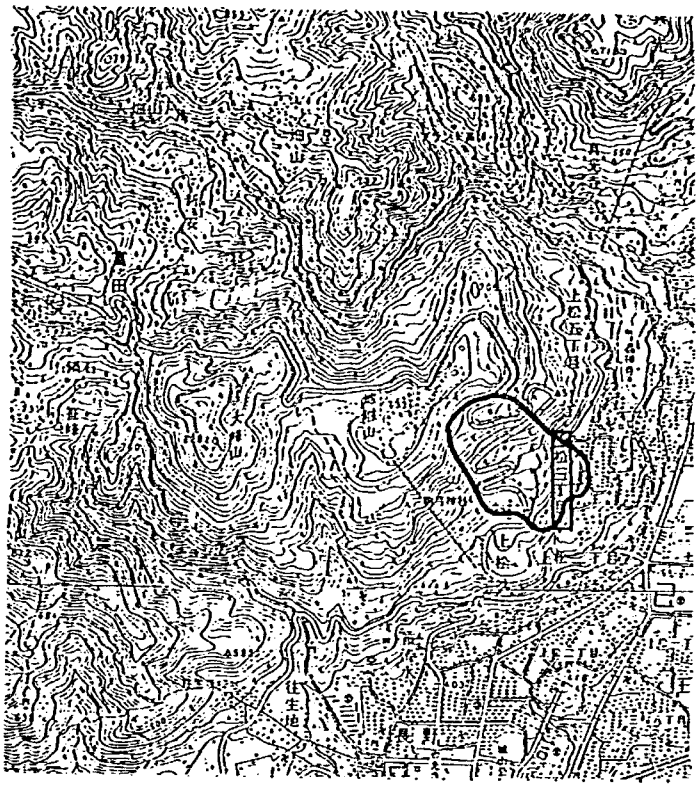
5.　砂防調査における事例紹介

5.1　長野市地附山地すべりについて

地すべり研究室　　石黒　亙

1) 地すべりの概要

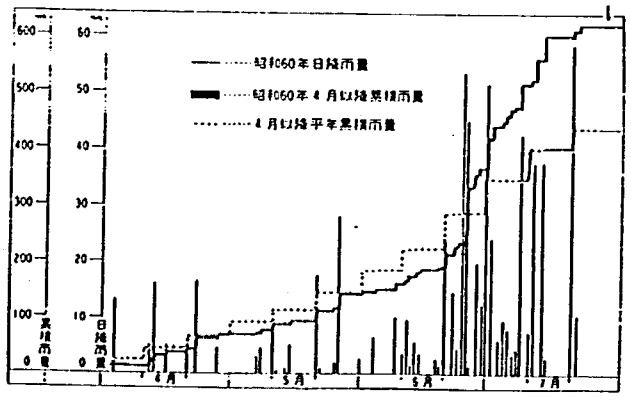
地附山は長野市の北部，善光寺の北1.5Kmに位置する標高733 m の比較的なだらかな山でその南東斜面の裾野は，最近の人口増加を反映して大規模な団地が幾つも造成されている。このうちの一つ湯谷団地の平和を一瞬のうちに切り裂く地すべりが南東斜面で発生したのは，昭和60年7月26日午後4時58分で，その規模は幅500m，長さ700m，深さ30m，崩壊土量500万m^3と市街地の地すべりでは最大規模のもので，湯谷団地では被害家屋64戸，老人ホーム松寿荘では死者26名と極めて甚大な被害に至った。



地すべり発生

2) 気象状況

昭和60年の気象状況を見ると，この地域の4～7月の期間の降雨量は，4～5月は平年より少なめであったものの，梅雨入りの6月初旬より全般に雨の日が多くなり，特に6月末～7月中旬の台風6号による大雨，梅雨前線の活発化による大雨と異常な降雨が続き，長野市では梅雨37日間（6月8日～7月15日）で総雨量が449.5mmと，この期間の平年雨量である230.5mmのほぼ2倍にも至っており，これは観測史上2位の記録である。このような異常な前期雨量が，地すべりの発生には大きな影響を与えたものと考えられる。



長野市の4～7月の雨量の平年と昭和60年の比較

3) 地形地質

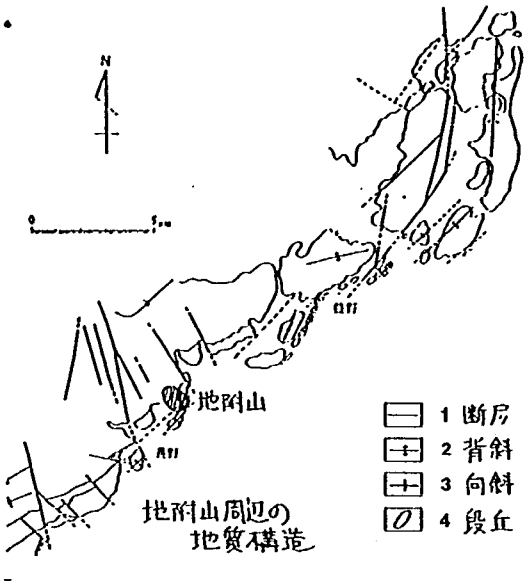
地附山は盆地面からの比高約480mで山頂は極めて平坦であり，大峰面相当（標高約800m）で連なった丘陵地であったものと想像される。現在の地形は南浅川の侵食作用でできたものと考えられ，全体に20°前後のなだらかな斜面となっているが，地すべりの発生した南東斜面は，段丘と思われる平坦面や緩斜面と急斜面とが入り混り，周囲に比べ等高線の乱れた複雑な地形になっていることから古い時代における何らかの変動が起っていたものと考えられる。

また地質的に見れば地附山一帯は第三紀中新世の流紋岩質凝灰岩，凝灰角礫岩からなる裾花凝灰岩を主としているが，この地域は糸魚川－静岡構造線の東側で北部フォッサマグナに属しており，造山

運動に判なう変成作用を受け地質構造的に数多くの断層や背斜，向斜を含み複雑になっている。このため，裾花凝灰岩はかなり深部にまで風化が進んでいる。

特に風化した裾花凝灰岩は，現地で採取した試料による土質試験およびX線回折結果から，多量のモンモリロナイトを含んでおり，塑性指数が80～100とかなり高塑性で保水性に富み容易に粘土化する性質を持っていることがわかる。

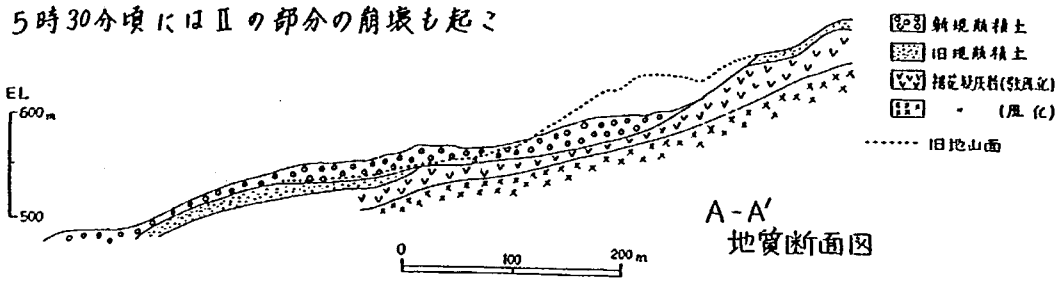
以上より地すべりの素因は，著しく風化し，粘土化した地質，誘因は平年の2倍に近い大量の前期降雨と考えられよう。



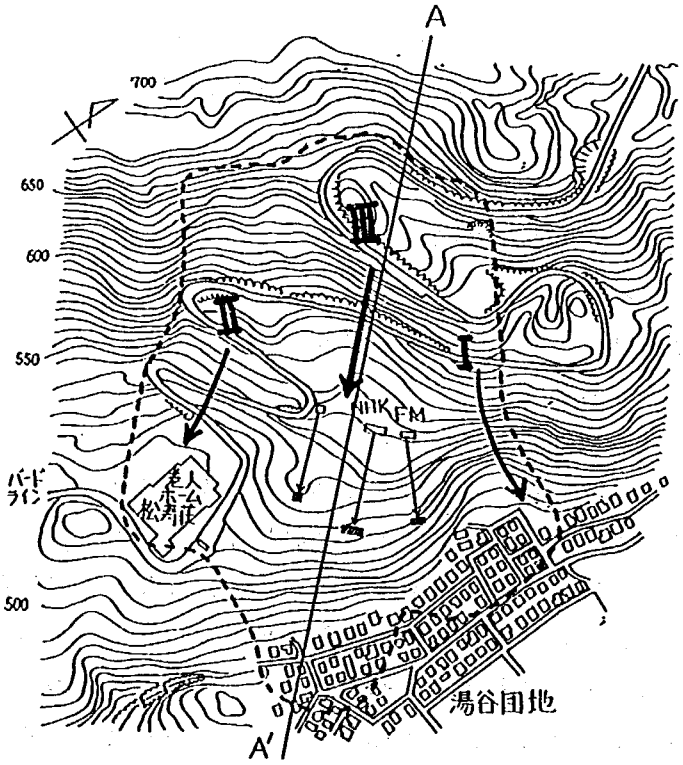
地附山周辺の地質構造

4) 地すべりの状況

7月26日午後4時58分Ⅰの部分が崩壊を始め，その土砂が矢印のように流下すると同時に崩壊は山側に向って拡大していった。5時30分頃にはⅡの部分の崩壊も起こりその土砂は老人ホーム松寿荘に向ってゆっくりと押出し始めたが，このときの状況は末端の押出し土砂が前面に4～5mの壁をつくり，その進行方向手前の表土を2～3mほどブルドーザでめくり上げるようにして進んでいったという。5時35分には主要部とも言えるⅢの部分が崩壊を始め本格的な地すべりに至った。地すべりの速度は1～2Km/hrと人がゆっくり歩く程度で，移動方向はほぼNW→SEである。実際崩壊を起こしたのはほぼ580mより上の部分で，その土砂が表土を巻き込んで流下したものと考えられるが，6時30分には松寿荘全壊，6時44分には湯谷団地50戸全壊と，発生してから2時間足らずで大被害をもたらして停止に至った。なお現在は，排水トンネル工，集水井工等地下水排除工を中心とした抑制工，深礎工を中心とした抑止工が，地すべり対策工事として営々と進められているところである。



A-A′
地質断面図



5.2　雪崩対策について

土木研究所　急傾斜地崩壊研究室
主任研究員　仲野　公章

1．雪崩対策事業の創設
　昭和60年度３ヶ所
　昭和61年度７ヶ所
2．災害実態調査
　昭和61年度　現在実施中
3．雪崩危険個所総点検
　昭和61年度　実施予定
4．砂防関係以外の他事業との関連
　治山，道路防災
5．砂防関係の他事業との関連
　砂防，地すべり，急傾斜地崩壊
6．雪崩研究一般
　内外の経緯
7．土研で重点的に研究しようとしている項目
・導流，減勢，防護工法の設計法の合理化
・氾濫シミレーション手法の開発

1．雪崩対策事業の創設　昭和60年度　　56豪雪，59豪雪

表－1　昭和61年度雪崩対策事業予算（政府案）

区分		昭和61年度 本来費	昭和61年度 国費	昭和60年度 本来費	昭和60年度 国費	対前年 本来費	対前年 国費
内地	補助 雪崩対策事業費補助	324	162	160	80	164 (2.025)	82 (2.025)
内地	内地計	324	162	160	80	164 (2.025)	82 (2.025)
	全国計	324	162	160	80	164 (2.025)	82 (2.025)

対策工事実施個所

昭和60年度　　新潟１，富山１，福井１　　計３ヶ所

昭和61年度　　新潟２，富山１，福井１，石川１，岐阜１，鳥取１　計７ヶ所

＊　事業の実施方針

①　事業の採択基準

豪雪地帯対策特別措置法（昭和37年４月５日法律第73号）第２条の規定により指定された豪雪地帯において，集落保護を目的とする雪崩防止工事のうち

１．移転適地がないこと。

２．雪崩対策事業に係る区域内に，人家おおむね５戸（公共的建物を含む。）以上，又は公共施設のうち重要なものに倒壊等著しい被害を及ぼすおそれのあるもの。

に該当する場合で，事業費 1,000万円以上のものについて実施する。

②　補助率 1/2

③　事業主体　都道府県

表－2　豪雪地帯の指定市町村数

	市町村数	人口	全国比	面積	全国比	指定要件
豪雪地帯	967	千人 20,330	% 18.2	km² 195,450	% 51.7	累年平均積雪積算値（毎日の平均積雪量の一冬の累計）が5,000cm・day以上等。
うち特別豪雪地帯	280	3,963	3.5	74,909	19.8	累年平均積雪積算値が15,000cm・day以上等，他。
備考		国土庁・豪雪地帯の現状と対策57．3（人口は，昭和50年国勢調査）				○豪雪地帯の指定基準に関する政令 ○特別豪雪地帯の指定基準

㊟　５８年に北海道砂川市が新たに特別豪雪地帯に指定されている。

2．災害実施調査

昭和61年度　現在実施中

・作業手順（参考）

消防防災担当部局で災害発生箇所の一覧表等をもらう（様式－1の総数となる）

↓

発生箇所を地形図(1/25000or1/5000等）にプロット

↓

各箇所の被害想定区域（点検要領Ⅲを参照）を設定する。

↓

想定区域内に保全人家（人家，公共施設等が1戸以上）があれば様式－2に必要事項を記入する。

↓

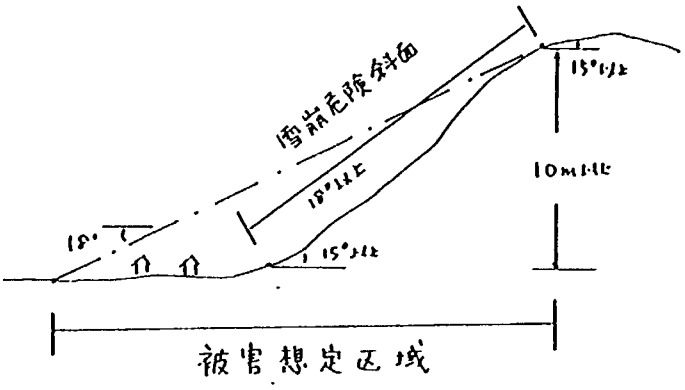
昭和56年～60年の5ヶ年分行う

詳細な実態把握は今後の問題

近年の主な雪崩集落災害

昭和55年12月29日	岐阜県宮川村小谷	死者2名
昭和56年1月7日	新潟県守門村大倉	死者8名，軽傷3名，住家全壊4戸，非住家全壊4戸
昭和56年1月18日	新潟県湯之谷村下折立	死者6名，重軽傷7名，住家全壊1戸，老人ホーム一部破損
昭和59年2月9日	新潟県中里村清津峡	死者5名，負傷者2名，旅館1戸全壊
昭和61年1月26日	新潟県能生町柵口	死者13名，重軽傷9名，住家全壊8戸，非住家全壊9戸

3．雪崩危険箇所総点検　　昭和61年度実施予定



・箇所名
・位置
・地形
・地質
・植生
・過去の雪崩
・気象
・危険度
・人家等
・法的規制
・利用状況

昭和59年度　建設・林野合同アンケート調査
（災害対策総合調整費）　　5,126箇所

表－3　数量化Ⅱ類による要因別階級別評価得点

要因	階級	階級別重み	最小の重みを差引いた値 ①	①を2倍した値 ②	評価得点
傾斜	1. 30°未満	−2.5617417	1.8434537	3.6869074	4
	2. 30°～40°	−0.7302862	3.6749092	7.3498184	7
	3. 40°以上	0.4886938	4.8938892	9.7877784	10
植生	1. 裸地、草地、樹高2m未満のカン木、樹冠疎密度20％未満	0.5233868	4.9285822	9.8571644	10
	2. 低木：疎密度20～100％ 中木：疎密度20～50％	0.0096929	4.4148883	8.8297766	9
	3. 中木：疎密度50％以上 高木：疎密度20～50％	−1.0109949	3.3942005	6.7884010	7
	4. 高木：疎密度50％以上	−2.3222501	2.0829453	4.1658906	4
積雪深	1. 100cm未満	−4.4051954	0	0	0
	2. 100～200cm	−1.3299788	3.0752166	6.1504332	6
	3. 200～300cm	−0.9310310	3.4741644	6.9483288	7
	4. 300cm以上	0.1722749	4.5774703	9.1549406	9

注）相関比　0.223130

偏相関係数
傾斜　0.3420073
植生　0.2828107
積雪深　0.2256111

表－4　危険度の分級基準

危険度	得点	評価	備考
A	27以上	なだれ発生の起こりやすさが大	ある積雪深を与えた時、なだれ発生の起こりやすさが大きい（発生確率30～50％以上）斜面
B	23～26	なだれ発生の起こりやすさが中	ある積雪深を与えた時、なだれ発生の起こりやすさが中程度（発生確率10～30％）の斜面
C	20～22	なだれ発生の起こりやすさが小	ある積雪深を与えた時、なだれ発生の起こりやすさが小さい（発生確率10％未満）斜面

注1）「ある積雪深」とは、基準の利用目的に対応して設定することができる。
注2）得点19以下は安全な斜面として考える。

表－5　なだれ発生危険斜面の判定基準（建設省）

植生	傾斜	積雪深			
		1m未満	1～2m	2～3m	3m以上
裸地・草地、カン木 低中高木（疎）	40°以上～	20	26	27	29
	30°～40°	17	23	24	26
	～30°未満	14	20	21	23
低木（中密） 中木（中）	40°～	19	25	26	28
	30°～40°	16	22	23	25
	～30°	13	19	20	22
中木（密） 高木（中）	40°～	17	23	24	26
	30°～40°	14	20	21	23
	～30°	11	17	18	20
高木（密）	40°～	14	20	21	23
	30°～40°	11	17	18	20
	～30°	8	14	15	17

27　なだれ発生危険度　A　　20　なだれ発生危険度　C

24　なだれ発生危険度　B　　19　安全

注1）　この判定基準の適用範囲は斜面の傾斜角20°以上60°未満である。
注2）　植生の疎、中、密はそれぞれ樹冠疎密度20％未満、20～50％、50％以上
注3）　表中の数値は、3要因による合計得点である。

表－6　なだれ発生危険度判定基準（林野庁基準）

林相＼傾斜	24°以下	25～29°	30～34°	35～39°	40～44°	45～49°	50°以上
無立木地（裸地・草地）							
天然林低木林							
天然林中木林（疎）							
天然林高木林（疎）							
天然林中木林（中）							
人工林低木林							
天然林高木林（中）							
天然林中木林（密）							
天然林高木林（密）							
人工林中木林（疎）							
人工林中木林（中）							
人工林中木林（密）							
人工林高木林（中）							
人工林高木林（密）							

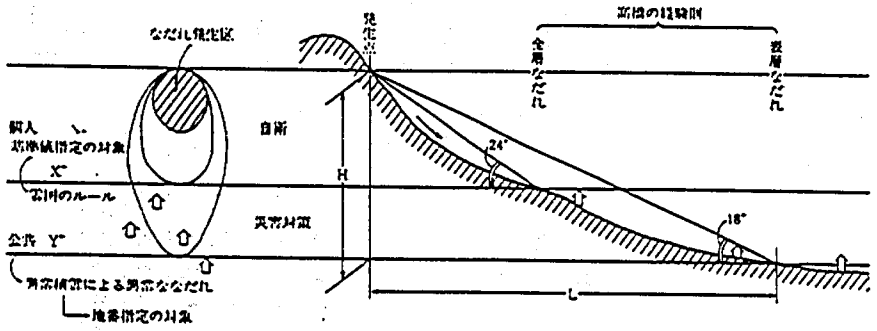
なだれ発生危険度　A　　なだれ発生危険度　C

なだれ発生危険度　B　　安　全

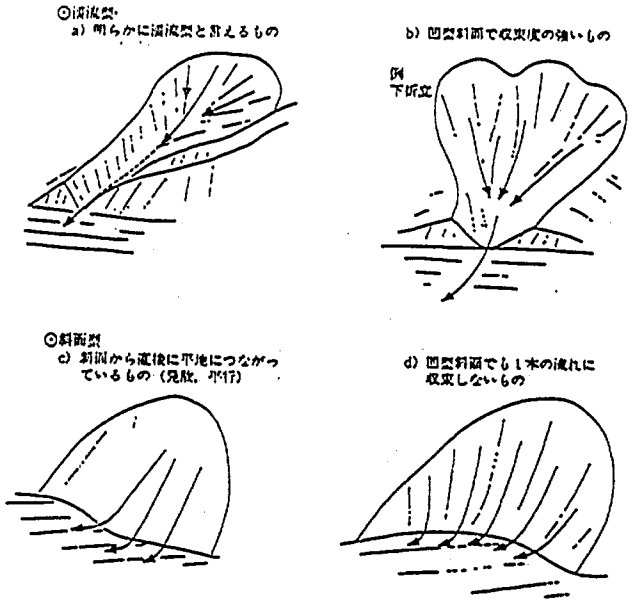
表－7　雪崩の分類要素

雪崩分類の要素	区分名	定　　義
雪崩発生の形	点発生	一点からくさび状に動き出す。一般に小規模。
	面発生	かなり広い面積にわたりいっせいに動き出す。一般に大規模。
雪崩層の雪質	乾　雪	雪崩層が水気を含まない。
	湿　雪	雪崩層が水気を含む。
すべり面の位置	表　層	すべり面が積雪内部。
	全　層	すべり面が地面。

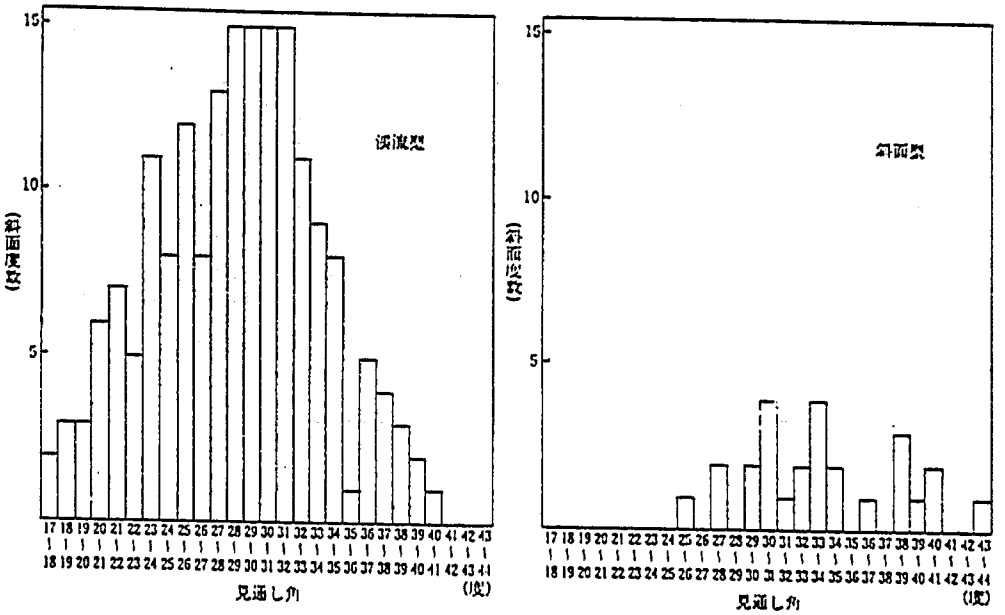
（日本雪氷学会による）



図－1　二重ゾーニングの考え方



図－2　斜面形状パターンの定義



図－3　渓流型・斜面型の斜面度数分布比較図

4．砂防関係以外の他事業との関連

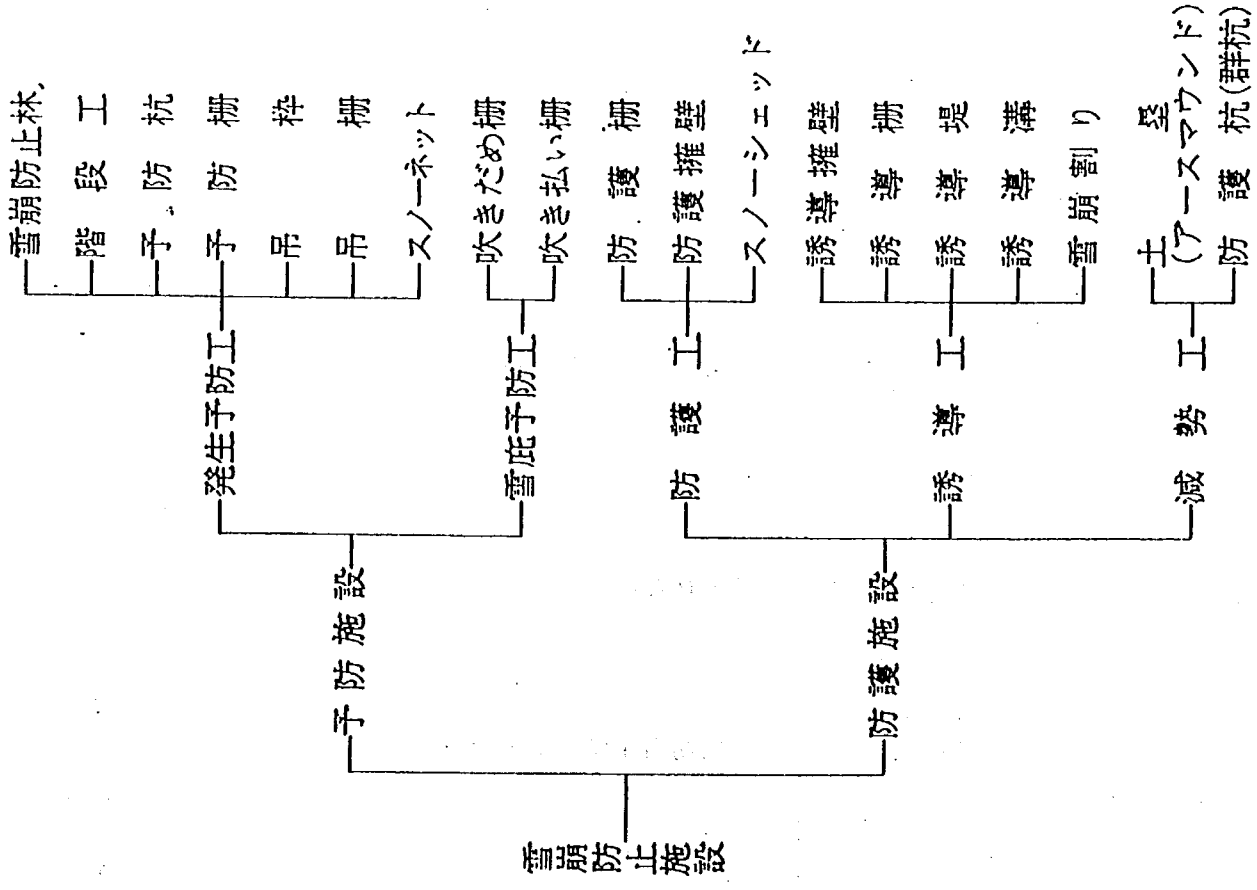
＊森林法に基づく治山事業としてのなだれ防止林造成事業

＊雪寒法に基づく雪寒地域道路事業としての防雪事業

雪崩対策事業

表－8　主な雪崩対策事業の特徴

主な雪崩対策事業の目的	主な保全対象	保全対象の分布形状
森林の保全	山林 樹木	面的
道路・鉄道の防災	交通 道路・鉄道施設 通行物（自動車・電車等）	線的
集落の保護	人家 人命	群（点）的



5．砂防関係の他事業との関連

＊砂防事業

土石流危険渓流，砂防施設の雪崩被害

＊地すべり対策事業

雪崩対策工事の施行による地すべりの誘発

＊急傾斜地崩壊対策事業

急傾斜地崩壊危険区域

表－9　土石流危険渓流と雪崩危険度

地区名	単位斜面	見通角18°以上斜面	雪崩危険度			
			A	B	C	D
新潟県	61	(31.1) 19	(26.3) 5	(21.1) 4	(36.8) 7	(15.8) 3
小谷村	66	(39.4) 26	(19.2) 5	(50.0) 13	(19.2) 5	(11.6) 3
白馬村	47	(59.6) 28	(32.1) 9	(42.9) 12	(10.3) 3	(14.3) 4
合計	174	(42.0) 73	(26.0) 19	(39.8) 29	(20.5) 15	(13.7) 10

単位：上段（%）
下段（ヶ所）

6．雪崩研究一般

＊現象解明

ヨーロッパアルプス―― 乾雪

日　本　　―― 湿雪

＊シミュレーション

アメリカ，カナダ，ノルウェー，スイス，オーストリー

国立防災科学技術センター

＊雪崩災害危険区域図

同　上

国土庁災害対策総合推進調整費（建設・林野）

＊雪崩対策工事

スイス基準

予防工 ―― 新防雪工学ハンドブック

保護工等 ――

シミュレーション

＊質点（剛体）系

$$m\frac{dv}{dt}=F-R \quad : \quad R=a_0v_0+a_1v_1+a_2v_2+\cdots\cdots$$

＊流体系

Voellmyのモデル

2次元非圧縮性粘性流体

$$\frac{dv}{dt}=g(\sin Q-\mu\cos Q)-\frac{g}{\xi h}v^2$$

＊粉体系

離散ボールモデル

$$v_1=\sqrt{\xi h(\sin Q-\mu\cos Q)}$$

7．土研で重点的に研究しようとしている項目

・導流，減勢，保護工法の設計法の合理化

実験的検討（室内，現場）

・シミュレーション手法の開発

流体系，粉体系

・砂防施設の補強方法

5．3　震後の調査・対策について

財団法人　砂防・地すべり技術センター　　安江　朝光
菊井　稔宏

1．はじめに

我国は、世界的に見ても有数な地震国として知られているが、地震による被害は地域的で、特に都市における建造物や交通関係の被害が強調されている。

しかし、昭和59年9月の長野県西部地震による大規模崩壊、崩土による天然ダムの形成、土石流の多発等に見られるように、地震を誘因とした土砂災害についても看過できないものがあり、再度災害防止および社会的な観点からも、震後の土砂害に対して迅速かつ的確な調査とそれに合致した対応策の必要性が唱えられてきている。

このような状況に鑑み、地震による土石流、がけ崩れ、天然ダムの発生状況といった土砂災害の状況に加え砂防施設等の状況を速やかに把握して、適切な対応策を講じる体制を確立しておくことが必要となる。そこで、震後対策として調査・対策が迅速かつ的確に行われるように表－1に示す3種類の要領について検討を行っているものであるが、ここでは、震後の調査の流れと砂防施設等の点検要領について紹介する。

表－1　震後対策要領

要　領　名	内　　容
震後砂防施設等点検要領	砂防ダム、流路工、地すべり防止工、急傾斜地崩壊防止工など、各施設ごとに点検リストとそれによる評価方法を示した要領。
震後土砂災害調査要領	震後の土砂災害の状況を迅速かつ的確に調査し把握するための調査・判定要領。
震後土砂災害対策要領	震後の土砂災害に対する、応急対策ならびに恒久対策を示した要領。

2．震後の調査・対策の流れ

震後の調査の流れを図－1、対策の流れを図－2に示す。地震が発生したら、まず管内でどの様な事態が発生し、今後避難などの緊急事態、応急復旧、本復旧について、どのような事態が予想されるか大ざっぱで良いから、大局を間違えないように把握することが必要である。本復旧については詳細な調査が必要であり、時間もかかるためこの調査は震後1週間程度経てからになる。

震後の調査は三つの段階に分けられ、それぞれの段階での調査の内容を簡単にまとめると、

①第1次調査：管内における砂防施設被害及び土砂災害の概要を地震直後に把握するとともに保全対象に対する警戒、避難等の緊急措置が必要な箇所の判断を行うためのものである。

②第2次調査：第1次調査の結果、被害が発見された箇所を中心に、原則として管内全施設に対して被害状況の把握、応急復旧工法の選定及び本復旧工法の方針を決めるための調査である。従って、この段階においても、詳細な調査よりも図面等との照合になり大局的な調査が基本となり、簡易な測量、地盤調査等を併用することになる。

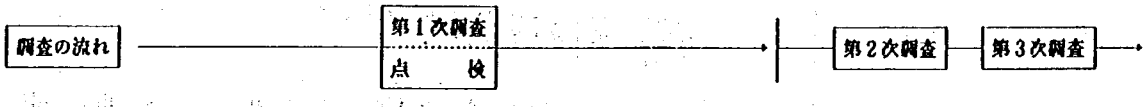
③第3次調査：本復旧を行うための調査であり、この段階になると震後の混乱もかなり収まっていることから、かなり詳細な調査法を採用することができるようになる。この段階の調査では、調査項目に被災原因の究明に関わる調査も適宜取り入れるのが良い。

第1次調査（緊急調査）	第2次調査（応急調査）	第3次調査（本復旧のための調査）
時期 被災直後～3日	**時期** 3日～1週間	**時期** 1週間以降～
調査目的 1）施設被害の概要を知る。 2）被害分布の把握 3）緊急復旧事業の必要性 4）詳細調査の必要性，内容の決定 5）2次災害防止のための規制，警戒 6）他官庁，市町村からの情報収集	**調査目的** 1）被害状況の詳細な把握（被害分布図の作成） 2）災害復旧事業量の決定 3）測量等，試験調査計画 （対策工法の方針） 4）他官庁，市町村からの情報収集	**調査目的** 1）対策工に合致した各種調査 2）耐震に関する研究の基礎資料 3）その他
調査方法 ① 立入可能……現地調査（目視） スケッチ，写真 ② 立入不可能……空中写真，ヘリコプター VTR	**調査方法** 現地踏査 既往調査資料収集 測量 現場試験	**調査方法** 測量 崩壊地調査等（危険箇所調査） ボーリング 物理探査，土質試験等

※ 砂防施設の点検は原則として第1次調査段階に行う。

図－1　震後土砂災害調査の流れ

震災復旧	第1段階（緊急措置）	第2段階（応急対応）	第3段階（本復旧）
	重要な箇所を中心に施設及び流域の被害の概略を把握するとともに、2次災害につながる危険性が認められる箇所に緊急な対応をとる。	全体的な被害状況を把握し、必要に応じて応急復旧を行う。	震後の混乱が収まり、本復旧のために必要な調査を行うとともに本復旧を行う。
時期	地震発生後12～24時間	地震発生後半日～3日	地震発生後3日以降～
対策	斜面崩壊、渓流での2次土石流発生、天然ダムの決壊等が危惧される場合は警戒・避難を助言する。シートカバー、仮設防護柵等については可能な限り実施する。	斜面崩壊に対する伸縮計の設置など2次災害に対する対応をとる。仮設防護工の設置、天然ダムの開削等の応急対策を行う。また地すべり土塊の頭部の排土、末端での押さえ盛土、蛇籠の設置等の応急対策工を施工する。	測量、地盤調査等を行い、これに基づいて本格的な復旧工を設計し、資材が到着次第施工に移す。



図－2　震後土砂災害対策の流れ

対策の流れは、図－2に示したとおりであるが、調査結果により保全対象の居住区に危険が危惧される場合には地域防災計画に従い、責任者に通報し警戒避難を助言する。また、保全対象に直接被害が及ぶと懸念される箇所にはシートカバー、仮設防護柵等の設置を可能な限り実施する。

応急対応は、砂防施設の損傷や、地すべり、がけ崩れによって、余震、融雪、降雨時に2次災害の発生が危惧される場合に対応するもので、仮設防護柵、天然ダムの開削、地すべり土塊頭部の排土・末端での押さえ盛土等の応急対策を施工することになる。また斜面崩壊に対して設置した伸縮計等から2次災害の危険が迫っている場合は、避難することになる。

本復旧では、震後の混乱が収まるのを待って、測量、地盤調査等を行いこれに基づいて本格的な復旧工法の設計、施工に入る。

3．砂防施設等点検要領

施設の点検は、第1次調査段階で行われるものであり、施設と流域の状態を把握して次の段階の調査・対策へ繋げるためのものである。「震後砂防施設等点検要領」は、施設個々の被害の状況を把握するためのもので、そのチェック項目と評価方法を示したものである。ここでの評価は施設個々のものであり、流域全体としての評価は流域の調査と合わせて技術者が総合的に判断する。

点検要領の一例として、砂防ダムの点検項目及び点検記録様式例を示すと表－2、表－3のようである。表－2に示した項目に従って被害の有（大中小）・無および状況をチェックして行き、その被害状況から施設の評価を求めるものである。最終的にその評価を、A，B，Cの3ランクとし、それぞれAは応急対応するもの、Bは2次調査後対応を決めるもの、Cは次の点検で対応するものする。その他の施設についても同様な点検を行い管内の施設の状態を把握するものである。

以上の評価はその後の対応および第2次調査の調査内容の計画立案の基礎となる。

これら点検要領は、地震災害に限らず、通常の出水時の点検にも適用できよう。災害時の点検、調査を迅速かつ効率的に行うため管内の砂防施設の配置状態およびその施設の状況を事前に把握しておく必要があろう。

表－2　砂防ダム点検項目

対象物	点検項目	内容（状況、程度）	被害	測定方法
ダム本体	(イ) 堤体の変位	変位の有無（標高、平面位置）変位の状況及び程度	被害・有（大，中，小），無	目視，巻尺，ポール その他
	(ロ) 堤体のクラック	クラックの有無 クラックの状況	〃	目視，ポール 巻尺，その他
	(ハ) 漏水	漏水の有無及び漏水量の変化	〃	目視，計量マス，その他
	(ニ) その他	ダム本体にずり落ちてきた土砂の有無等	〃	目視 その他
基礎地盤	(ホ) 基礎地盤	変位，洗掘の有無及び状況	〃	目視，ポール 巻尺，その他
取付部周辺地山	(ヘ) 漏水	新しい漏水箇所及び漏水の状況	〃	目視、その他
	(ト) 亀裂、段差	亀裂、段差有無及び状況	〃	〃
	(チ) 崩落	崩落の有無及び状況	〃	〃
堆砂地	(リ) 堆砂状況	堆砂状況の変化	〃	〃
	(ヌ) 堆砂地周辺の地すべり	地すべりの有無、規模、今後の拡大予想など	〃	〃
その他		副ダム・水たたき等での異常の状況、特にダム機能の損傷程度及びダム下流に与える影響について記録し、評価する。		

表－3　砂防ダム地震時点検記録様式例

様式－1(1)

砂防ダム地震時点検記録様式例

・ダム名　　砂防ダム　　・点検年月日　　年　　月　　日
・河川名　　川水系　　川　　・点検者所属　　部　　課
・所在地　　・点検者氏名

a.ダム型式　　b.構築材料　　c.竣工年　昭和　　年　　月　　日

A)被害

対象	点検項目		被害有（大中小）無	状況	測定方法
ダム本体	イ）堤体の変位	ブロック継目でのずれ	有（大中小）無		目視・ポール その他（　）
		〃 転倒	有（大中小）無		目視・その他
		〃 滑動	有（大中小）無		目視・その他
		〃 沈下	有（大中小）無		目視・その他
	ロ）堤体のクラック		有（大中小）無		目視・その他
	ハ）漏水		有（大中小）無		目視・その他
	ニ）その他		有（大中小）無		目視・その他
ホ）基礎地盤		変位	有（大中小）無		目視・ポール 巻尺 その他（　）
		洗掘	有（大中小）無		
周辺部付近地	ヘ）漏水		有（大中小）無		目視・その他
取付部	ト）亀裂、段差		有（大中小）無		目視・その他
	チ）崩落		有（大中小）無		目視・その他
堆砂地	リ）堆砂状況の変化		有（大中小）無		目視・その他
	ヌ）周辺の地すべり		有（大中小）無		目視・その他
その他	ル）水たたき		有（大中小）無		目視・その他
	オ）側壁		有（大中小）無		目視・その他
	ワ）副ダム		有（大中小）無		目視・その他

注1）測定方法がその他の場合、方法を記入すること。
注2）被害有（大）ただちに応急対応するもの
　　〃　（中）2次調査後対応を決めるもの
　　〃　（小）次の通常点検で対応を決めるもの

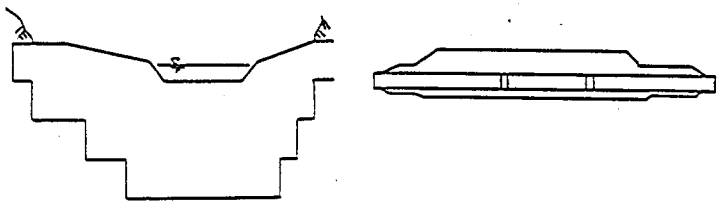
様式－1(2)

B)緊急度（有・無）

対象	点検項目	可能性	測定方法
ダム本体	ダム本体の破損が著しく本体の破壊と、これに伴う土石の流出の可能性	高・低	目視 その他（　）
基礎地盤	基礎地盤の変状から、ダムを支える地山自体がダムと共にすべる可能性	高・低	目視 その他（　）
取付部周辺地山	取付部周辺の地山の変状から、地山自体がダムと共に崩壊する可能性	高・低	目視 その他（　）
堆砂地	堆砂地周辺の地山が大きく崩壊し、ダムのポケットからみて、多量の土砂が流出する可能性	高・低	目視 その他（　）
評価	A・B・C		

－ポンチ絵－（標準タイプ）

正面図　　平面図



－写真－

－ポンチ絵－
（その他のダムの場合）

ダム諸元	H　　m	L　　m	本堤立積　　m³	計画貯砂量　　m³

4．天然ダムの事例調査について

斜面崩壊、地すべりなどに対する調査・対策手法は地震災害に限らず、ある程度確立されたものが上げられる。

しかし、天然ダムに関しては、その緊急性から見て調査および決壊の判断など、即座に対応せねばならないにも関わらず確立されたものは無いのが現状である。

以上から、既往の地震による土砂害とその対応策の整理に加え、天然ダムに関する調査及び危険性の判断・対応策についての検討が重要となる。そこで、まず地震災害に限らず天然ダム形成事例を収集・整理した。調査件数は39災害、87件である。調査事例の一覧表を表－4に示す。調査は、既往の文献・地形図・写真をもとに表－5にある調査様式に示した項目について整理、計測した。

今後、この結果をもとに天然ダムの調査・対策について定量的な取り扱いを行う予定である。

表－4　天然ダム調査一覧

番号	調査箇所	年	番号	調査箇所	年
1	白山大地震・庄川	1586	21	徳山・白谷	1965
2	五十里洪水	1682	22	姫川・小土山	1971
3	大谷崩れ	1702	23	西吉野村・和田	1982
4	上韮生川・堂の岡	1788	24	王滝川・御岳山	1984
5	善光寺地震・犀川	1847	25	新潟県内の地すべりによる天然ダム、計8箇所	
6	蔦崩れ	1858	26		
7	磐梯山	1888	27		
8	十津川災害	1889	28		
9	松川・ガラガラ沢	1891	29		
10	那賀川・高磯山	1892	30		
11	海部川・保瀬	1892	31		
12	ナンノ崩壊	1895	32		
13	半田新沼	1901	33	Lake San Cristobal	13C.
14	稗田山崩れ	1911	34	Lower Gros Ventre Landslide	1925
15	焼岳・大正池	1915			
16	関東地震・震生湖	1923	35	Madison Canyon Landslide	
17	大和川・亀ノ瀬	1931	36	Mt.St.Helens	1980
18	番匠川・大刈野	1943	37	Thistle Landslide	1983
19	有田川災害	1953	38	Rio Santa	1970
20	小渋川・大西山	1961	39	Mantaro	1974

表－5　天然ダム調査様式例

地区名		場所			災害名称		
整理番号		河川名			1:25000 図名		
堰き止め日時	西暦　年　月　日　時　分 (　　年)	直接の誘因	地震 火山 降雨 融雪 その他	(規模　　)			
流域面積	A_1　km²	水系次数		平常時平均流量	Q　m³/sec		
河床勾配	上流 I_1 下流 I_2	地質	(時代)　(岩質，地質名)　(地質構造など)				
土砂移動の形態	① Land Slide ② Rock fall ③ debris flow ④ その他	発生源面積	m²	土量	m³		
		頭部から堰き止め地点までの距離	m	比高	m		
天然ダム	堰き止め高さ	H_1　m	堰き止め幅	D　m	堰き止め長	L　m	
	堰き止め土量	V_1　m³	谷壁斜面から[a]，本川上流から[b]，支川上流から[c]				
	湛水高	H_2　m	湛水面積	S　m²	湛水量	V_2　m³	
欠壊日時	年　月　日	継続時間		欠壊原因			
被害	堰き止めによるもの						
	ダム欠壊によるもの						

5．おわりに

以上、地震後に迅速かつ的確な対応を行うために点検要領と調査・対策の流れを紹介したが、調査と対策の要領は現在検討中である。

地震動は土砂生産の大きな誘因の一つであり、地震国である日本では地震による土砂災害を防止するための体制を地震後のみの対応に限らず確立しておくことは重要であろう。

5．4　水理模型実験について

建設省土木研究所砂防部砂防研究室主任研究員

阿　部　宗　平

はじめに

昭和43年以降，砂防ダム，遊砂地・砂溜工，流路工，土石流対策工など砂防施設計画，諸元の検討をする手法として，水理模型実験を行うことがかなり一般的になってきた．これを施設別にみると流路工に関するものが最も多く59年度現在で総件数60件の内53％を占めている．また，最近の傾向として土石流対策工に関する水理模型実験も多くなっていることを見逃すことができない．

本文は砂防計画のなかで，水理模型実験がなぜ必要となるか，いかに有効な手段であるか，水理模型実験によって何がわかるかなどについて記述し，水理模型実験の実例を紹介している．本文によって水理模型実験がよりいっそう理解され，有効に実施されることを願うものである．

1．砂防計画と水理模型実験

砂防計画をたてる場合，降雨などに伴って流域のどこに，どれだけの土砂が生産され，それがどのように流下するか，計画基準点から下流河川などに対して，無害かつ必要な土砂量はどの程度かの基本となる土砂量を算定し，有害土砂量に対してこれを処理する流域の砂防施設計画を策定する必要がある．これらの基本的な考え方は，河川砂防技術基準（案）に定められている．

土砂の動きは，洪水の規模（流量，流下時間，供給土砂量），粒径，河道幅の変化，河床縦断勾配の変化，湾曲の形状などによって異なり，断続的である．このような土砂の移動を伴う流れは複雑で，机上の水理学的及び河床変動解析などの検討だけでは，計画規模の出水で生じる平面的及び縦断的な河床変動の実態を予測し，その河床変動に見合う最適な工法，施設の配置や設計諸元を決定することはできない．特に平面的な流水や河床の変化の把握には，水理模型実験が不可欠である．

水理模型実験は，実物と力学的に相似な模型を製作し実河川で実際に生じている現象や，これまでに経験していないが将来生じるであろう現象を模型上で直接的，間接的に観察，測定し解析しようとするもので，定性的，経験的判断によって策定された計画案をより定量的，合理的なものとするために実施するものである．

水理模型実験実験は，模型上で洪水時の流水や土砂の動きの変化を連続的にとらえて，直接観察でき，現河道の問題点やその原因を知って，必要となる施設を検討しその施設の効果を直接，自分の目で確認できる利点を有する．

さきに述べているように，これまでに実施されている水理模型実験は，流路工に関するものが最も多い．その他，遊砂地・砂溜工，床固工群，砂防ダムの前庭保護工，スリットなど特殊な構造を有する砂防ダムの形状と機能，土石流対策施設とその効果に関するものから土石流氾濫危険区域の設定に関するものなど多種多彩である．

砂防計画で問題となる基本土砂量の算定を目的とする実験は，特定区間の河床変動の測定を除いて，現在のところ例はないが，今後，大いに水理模型実験の活用が期待される分野である．

2．水理模型実験の役割

2.1　水理模型実験の特色

水理模型実験の主な特色を挙げると次のようである．

① 現在の河道状況のもとで洪水が発生した場合の問題点を知り，砂防ダム，砂溜工，護岸，床固工，流路工などの施設の必要性，施設の配置計画などを検討する資料を得ることができる．

② 考えられる工法，施設の配置，規模などについて比較検討を行って利点，欠点を整理して現場に最も適合する計画案をある程度合理的に選定できる．

③ 施設の設置が流水や土砂の移動に与える影響を模型上で実測して，合理的に施工順位の検討が行われる．

④ 実験条件として自由に流量，給砂量を変化させたり，洪水を重ね合せるなどして，机上で計画，設計した施設が安全かどうか，機能を十分に発揮できるかの検討がなされ，施設の計画，設計諸元の修正の検討を比較的容易に行うことができる．

⑤ 砂防施設の効果を直接，模型上で判定できる．

⑥ 現地調査などの調査と水理模型実験との結果から氾濫発生点とその原因や氾濫危険区域の想定ができ，工事計画，経済効果の測定，施工順位の検討を行う資料を得ることができる．

⑦ 砂防施設によって対象区域を含めて下流がどのように安全になるかの検討だけでなく，対象とする区域において地形的条件や土地利用などによる規制条件から，流出土砂量を処理する十分な施設が得られない場合には，保全対象物を安全に守るための許容流砂量を実験的に検討し，上流の砂防施設計画を議論する資料を得ることができる．

⑧ 土砂の運動形態が，土石流から土砂流に変化する複雑な領域での流路工などの施設計画，諸元の検討を行うことができる．

2.2　水理模型実験の役割

次に，流域での土砂移動や砂防施設として代表的な砂防ダム，流路工，土石流対策を例にとって，砂防計画における水理模型実験の役割について記述する．床固工，砂溜工，水制工などの砂防施設についても水理模型実験から検討されているが，ここでは省略する．

2.2.1　流域での土砂移動

水理模型実験は，模型上流端より想定洪水（流量，給砂量）を与えて，特定区域（模型に取り入れた区域）での現状河道や施設を配置した場合の土砂移動の平面的及び縦断的な河床変化量を測定し，模型下流端より流出する土砂量を測定し，土砂収支を行いこれを比較することによって施設の効果を検討することができる．

2.2.2　砂防ダム

① 砂防ダムによる土砂調節量は，砂防ダムの貯砂面積，堆砂勾配，粒径，流砂量，洪水の規模（流量，流下時間）などに加えて，ダム上流の河道屈曲などの地形条件，ダムの構造などによって異なる．特にダム上流の複雑な地形は，貯砂量や土砂調節量に影響すると考えられるので，これらの量をより定量的に算定する必要のある場合は，縦断的な河床の変動だけでなく，平面的な河床の変動を測定できる水理模型実験が有効に活用される．

② 高い砂防ダム[1]や大越流水深を有する砂防ダム[2]の前庭保護工，さらに湾曲部に位置する砂防ダムの前庭保護工の諸元は，経験式を適用して決定することに限界があるので，水理模型実験による検討が有益となる．

③ ダム堆砂によって生じる流水の蛇行，偏流を考慮して，水通し部の幅や袖の高さなどの形状を検討できる．

④ 砂防ダムによる調節機能の増加をはかるスリット砂防ダムや大開口を有する砂防ダムが提案され施工されているが，その機能の有効性や機能を発揮する形状の検討が実験的[3][4]に行われている．スリット砂防ダムの実験的研究[5]で，河幅に対して流量が極端に小さいと，ある偏りを示して河幅の一部が流路となること，スリットの

閉塞条件として礫1個の動きが関係していて，最大礫径の存在確率が重要な要因となることなどが指摘されている．このことから，個々のスリットダムにおける調節量やスリット構造は，水理模型実験によって検討することが望ましい．

大きな水抜暗渠を有する砂防ダムの土砂調節量は，流量，流入土砂量のほかに，砂防ダムによるせき上げの程度，水抜き暗渠の大きさによって異なので[4]，より定量的にその効果や調節量を測定するには，水理模型実験が有益である．

2.2.3 流路工

(1) 掃流区域に計画する流路工

建設省土木研究所が実施してきた水理模型実験や流路工計画に関する基礎実験から考えると，流路工計画諸元に次に列挙する内容が含まれる場合は，模型実験を実施して設計諸元を検討することが望ましい．

① 流路工幅が過去に多く施工されてきたものより特に広いまたは狭い場合[5]．

② 過去に被災を受けているようなきつい湾曲部をもつ場合．実験的研究[6]によると $\theta \leqq 30°$，$R/B<10$（θ：交角，R：曲率半径，B：河幅）の形状を有する湾曲部では，湾曲部及び湾曲部の下流部での局所洗掘深が直線河道に比べて大きく，局所洗掘防止対策が必要となる．また，S字型の反曲線部[7]が挿入される場合．

③ 流路工計画区間の河道内に取水堰，砂防ダム，床固工などの横断構造物があり，その前後で計画縦断勾配が不連続になる場合．

④ 多量の土砂（$Q_s/Q>5\%$）が流路工に流入する可能性のある場合．

⑤ 流路工の計画に遊砂地や砂溜工が含まれる場合や土砂調節機能を有するような流路工計画の場合．

⑥ 流路の変遷や河床変動の経年変化が著しい場合．

⑦ 流況や河床変動からみて，分合流する支川の影響が大きい場合．

⑧ 計画する流路工がその下流の河川改修工事などに接合する場合で，接合部の処理が水理的にあるいは施工上から問題となる場合．

⑨ 計画案が全国の既設流路工データ[8]から大きくはずれる場合．

⑩ 机上で設計した流路工が大規模なものとなり，工事に長期間を要し，施工優先順位の検討が必要となる場合．

水理模型実験は，①現在の河道状況のもとで洪水があった場合に，どのような原因で災害が生じるかを調べ，計画案を作成するための現況実験と，②机上で作成した流路工の計画案を模型化し，計画された流路工が「機能を十分に果たすか否か」「安全か否か」などについて検討する計画案に対する検討実験とがある．

a) 現況実験でみられる現状河道の問題点

現況実験にみられる現状河道での土砂災害は，①上流からの流送土砂で流路の埋没する．②検討対象流路区間の上流部で生産された土砂が下流部に堆積して氾濫する．③流水の蛇行によって水衝部が生じ，護岸沿いでの局所洗掘深が大きくなって破堤，氾濫するものなどがある．①に対しては上流域の砂防工事が必要となるが，②及び③に対しては適当な流路工を施工することによって災害を防止できる．

流水の蛇行は，河道屈曲部などの地形的な要因によるもの，災害復旧工事などで施工した護岸法線形状の誤りや，河道内に形成する単列砂礫堆などが原因として挙げられる．前述のように，より合理的な流路工を計画するためには，対象とする河道が，どのような災害形態をとるかを把握する必要があり，これらを検討するのに十分な現地の調査資料が得られない場合に，現況実験が有益となる．

b) 流路工計画諸元の検討

流路工で検討する項目は，①法線形状，②流路幅，③河床勾配，④断面形，⑤床固工・帯工の要否，位置，間隔，方向，形状，⑥護岸工の要否，護岸高，護岸基礎，⑦前庭保護工の形状などである．支川が本川に合流する場合で，支川が本川の流況や河床変動に与える影響が大きいと判断される場合は，合流点処理に関する検討が必要である．

以上の項目のなかの主なものについてこれまでの水理模型実験によって判明している比較的一般的な計画上の留意を述べると次のようになる．

① 法線形状

湾曲部では，護岸越水や護岸基礎の局所洗掘による災害を受けやすいので，法線は強力直線とすることが望ましい．しかし，実際に流路工を計画する場合に湾曲部を挿入せざるを得ない場合が多い．

湾曲部における水位上昇量や局所洗掘深は流量，粒径，河床勾配などの条件に加えて，流路幅，曲率径，交角などの幾何学的な条件に影響される．しかも，水位上昇量や局所洗掘深の程度は，同じ湾曲部の中の各点で異なり，湾曲部の形状によっては，必ずしも湾曲部内で水位や局所洗掘深の最大値が生じるとは限らない．さらに単一湾曲か，S字型に連続する湾曲か，あるいは湾曲部間にどの程度の長さの直線区間を設けているかによって，水位及び河床高の変動は異なってくる．

以上のように，さまざまな形状の湾曲部と直線部とが組合わされた複雑な流路内で生じる流水の集中や水位，河床の変化を理論的な検討のみで解くことは困難である．

水理模型実験により湾曲法線の影響によって生じる流水の集中の程度や水位上昇量，河床変動の様子を定量的に観察，測定し，法線の問題点を整理し，問題点を解消するために法線を修正することができる．法線の修正が地形的条件，用地，土地利用計画，既設河道工作物などの制約条件を受けて困難な場合は，例えば床固工などを設置して，流水の整流や局所洗掘深の低減をはかるための対策を検討することができる．また，水位上昇量と最大水位の生じる位置を知って，必要な護岸のかさ上げ高やかさ上げを必要とする区間が設定できる．さらに，局所洗掘深と洗掘範囲を知ることによって，護岸根入深や根固工の要否，範囲をある程度合理的に設定できる．

② 床固工と帯工

河床勾配を緩和することを目的とする床固工の間隔は，元河床勾配に対して計画河床勾配と床固工の落差が与えられると決定できる．この他に床固工は，流水の整流化と，帯工を併用して単列砂礫堆を制御し局所洗掘を低減させる働きを有している．流水の整流化と局所洗掘を低減させる床固工や帯工は，設置位置，間隔，方向の決定が困難な問題で，水理模型実験によって計画案が修正される場合が多い．単列砂礫堆が形成され，流水が集中することによって生じる局所洗掘深を低減させるには，床固工と帯工を流路幅の2倍程度の間隔で設置すると効果的であるとの実験的研究成果[9]が得られているが，護岸沿いの局所洗掘深と計画護岸根入深との関係によっては，流路幅の2倍以上の間隔で床固工や帯工を設置してもよい場合があるので，水理模型実験によって適切な床固工と帯工の設置間隔を決定することにより，経済的かつ安全な流路工とすることができる．

床固工の方向は，下流流心を左右する作用が著しく，特に洪水時においてはこの作用が顕著である．床固工の方向が少し誤まっていても下流護岸が水衝部となり破壊されることがある．床固工の方向は原則として下流流心に対して直角とすべきだといわれているが，湾曲部では図上で床固工の中心点がその上流床固工の水通し中心点において方向線に立てた垂線上にあるように，床固工の方向を定めても，湾曲部では湾曲の内湾側に砂州が発達し，外湾側に流水が集中するなどの現象が生じるために，流水は整流されずに，下流護岸が水衝部となる場合もあり，水理模型実験で，床固工の方向が修正されることが望ましい．

さらに，床固工の機能を有効に発揮させることにより，護岸工が不必要になる場合もある．また，流れが常流で河床勾配が緩く，河床材料の細い河川では，床固工や帯工を設置しない方が河床変動や流況からみてよい場合もある．以上のように水理模型実験は，床固工，帯工の要否，適切な設置間隔，方向と形状，さらに護岸工の要否，など合理的に検討できる利点を有している．

(2) 土石流区域における流路工

土石流の発生する可能性のある扇状地では土石流の先端部を砂防ダムなどで貯留させた後，後続流による渓床侵食を防止し，後続流を安全に流下させるための流路工が必要である．後続流を処理する流路工は，流路工幅，護岸高の決定が重要であり，湾曲部における水位上昇量[10]は，水面勾配と遠心力の均合い式で与えられる値以上になるので，実験的に明らかにすることが大切である．また，河口部など，流路工の末端部で土砂が堆積して氾濫するなどの問題に対して，河床勾配の検討，許容流砂量などの検討に水理模型実験が有効である．

2.2.4 土石流対策

土石流による災害を防止する対策として，砂防ダムなどの構造物によって対応するハードなものと，予知，警戒避難または，災害を被る危険性の高い地域には住ないといったソフトの対応がある．

(1) 土石流対策工の種類と効果[11]

土石流対策工は，その目的（機能）から，①土石流発生部その他で移動可能な土砂を固定する工法(床固工，谷止工)，②発生した土石流の一部または全量を貯砂する工法（砂防ダム，スリットダム），③土石流の流動を阻害し，ピーク土砂量を減少させ，流送土砂量を時間的に平滑化する工法（間隔の広いスリットダム，大きな暗渠を有するダム），④土石流から水分を抜いて土石流を堆積させる工法（スクリーンダム），⑤導流堤によって土石流を安全な場所に誘動する工法に分類され，その機能が実験的に検討されている．どのような種類の土石流（泥流か砂礫型）に対してどのような場所（発生域，流下域，堆砂域）に，どのような工法を用いるのが最も効果的かを小規模な実験水路を用いた水理模型実験により，短時間にかつ比較的容易に検討できる．

(2) 土石流氾濫危険区域の設定

池谷[12]は，砂礫型土石流の危険区域を実験によって推定する方法を昭和54年8月岐阜県洞谷に発生した土石流について研究し，適当な条件（供給水量とその継続時間，土砂量）を与えることによって，土石流危険区域は実験によっても設定が可能であることを明らかにした．

泥流の危険区域の設定も含めて，この種の実験的研究をさらに進めることによって，危険区域内に存在する家屋の構造の検討や土地利用計画のあり方などの検討を行うことができる．

3. 水理模型実験の実例

(1) 松川流路工水理模型実験[13]

河道内に単列砂礫堆が形成され，流水は蛇行し，水衝部では深掘れが生じて破堤，氾濫することがある．このような河道特性を有する河川として姫川左支川松川を例に挙げることができる．

松川流路工水理模型実験では，現河道の問題点とその原因を把握するために，扇状地の危険度調査[14]を行って，過去の破堤点，氾濫区域を設定し水理模型実験でその原因を追求している．

扇状地災害の危険度調査は，災害史，既設工作物，空中写真と地形図からの読取りに加えて扇状地面の微地形調査と地元住民に対する面接調査を行い，過去の破堤，氾濫発生点，氾濫主流路，氾濫区域を調べた．戦後における松川は，昭28和年，34年，36年，40年に破堤，氾濫による災害を受けているが，これらの災害は扇央部より下流の右岸扇面で多く発生していて，同一扇面とはいえ，洪水に対する危険度は異なっている．

空中写真により河道内の砂礫堆の形成と移動，流路の変遷を調べ水理模型実験で検証した結果，災害原因は河道内に形成し，固定化した砂礫堆であることが明らかに

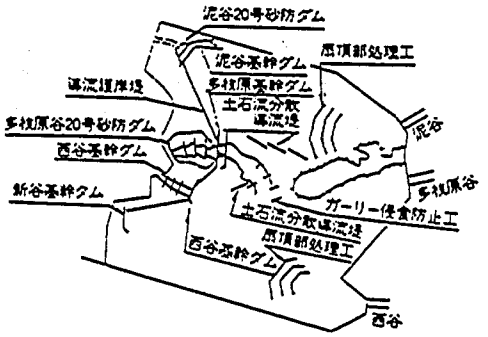


図-1 多枝原平砂防施設配置案（ASE-6）

表-1 砂防施設の比較

	谷名＼Case	1	4	6	5	7
平内の堆積量（流入土砂量に対する割合%）	泥谷	27.2	88.6	81.3	89.3	(54.0) 70.6
	多枝原谷	−8.5	12.8	25.0	37.9	34.3
	西谷	73.7	65.7	62.4	−7.0	20.5
	多枝原平	31.4	51.5	52.3	32.4	34.7
ピーク流出土砂量（m³/sec）	泥谷	24.4	2.1	3.3	0.7	(2.4) 1.3
	多枝原谷	28.8	20.7			
	西谷	13.0	23.9	36.3	20.9	5.0
最大流出土砂濃度（%）	泥谷	103.3	13.9	18.2	20.0	(27.7) 13.4
	多枝原谷	73.8	53.9			
	西谷	62.2	96.0	63.9	94.7	23.3
流出土砂平均粒径（mm）	泥谷	78.7	111.8	163.7	140.8	(87.1) 82.0
	多枝原谷	189.5	131.2			
	西谷	168.4	157.2	221.5	152.9	145.9
	評価	△	○	◎		

泥谷の（ ）内に，扇頂部処理工がない場合のデータである．

なった．

松川は上流域で砂防ダム等の工事を行う一方で，固定化している砂礫堆を取り除き，計画流量に見合う流路幅で流路を固定し，さらに河道内の不安定土砂の流出防止と，砂礫堆を制御する対策が必要となった．流路幅はレジューム理論により設定し，床固工と帯工は流路幅の2倍程度の間隔に配置すると，不安定土砂の流出と砂礫堆が流路工に与える影響を小さくできるなどの実験的結論を得ている．

(2) 多枝原平における土石流対策に関する実験[15]

常願寺の水源部多枝原平は，安政年間に発生した高山崩壊の崩土によって形成された台地状の地形をなし，多枝原平に流入する泥谷，多枝原谷および西谷は過去において土石流が多発しており，過去の土石流堆積物の調査から泥谷では泥流　土石流，多枝原谷および西谷では，砂礫型土石流が発生，流下及び堆積していることが判明している．本実験は，この2つの条件を考慮し，多枝原平を利用して土石流として流下する土砂をより有効に堆積させることを目的としている．土石流対策について水理模型実験を実施して以下のことを明らかにした．

① 実験における土石流の流れの性質および土石流による堆積範囲は，既往災害の現地調査結果とほぼ一致しており，土石流実験によって対策計画を検討する意味があることが明らかになった．

(2) 土石流対策においては，土石流の種類や土石流対策を実施する場の地形（扇状地形か渓谷地形か）によって変わるもので，本実験によって土石流の種類や地形条件に対応した対策の基本的な考え方が明確となった．

③ 多枝原平の土石流対策としての砂防施設は図-1に示す施設が表-1に示す結果から最も効果的だと考えられる．

④ 多枝原平では，砂防施設を設置することにより，流入土砂量1600×10³ m³に対して約50〜60%の土砂を堆積，調節することができる．

おわりに

水理模型実験をより有効に活用するためには，砂防計画上の問題をよく把握して，水理模型実験で何を得るかの目的を明確にしておく必要がある．その目的によっては，問題点だけを抽出して行う部分実験だけで答えが得られることもあるし，場合によっては現地模型を製作することなしに，室内の二次元水路を用いて実験を行うこともできる．

水理模型実験の利用の可能性は，砂防技術の向上とともに益々高まってくるであろう．砂防計画において水理模型実験がさらに有効に活用されることを願うものである．

参考文献

1) 2)，阿部宗平；砂防ダムの前庭保護工に関する実験的考察，第28回建設省技術研究会報告，pp 637～642，1974
3) 池谷 浩，上原信司；スリット砂防ダムの土砂調節効果，土木技術資料 Vol. 22，No. 7，pp35～38 1980
4) 水山高久，福本晃久；大きな水抜き暗渠を有する砂防ダムの土砂調節効果に関する水理模型実験報告書，土研資料第2066号，1964
5) 芦田和男，高橋保，水山高久；流路工計画に関する水理学的研究，新砂防 No. 97，pp.9～16，1975
6) 阿部宗平，鈴木浩之；流路工の彎曲部に関する実験的考察，土木技術資料 Vol. 25，No. 3，pp3～8，1983
7) 阿部宗平，鈴木浩之；流路工のS字彎曲部における水位及び河床変動に関する実験的考察，土木技術資料 Vol. 26，No. 10，pp 21～26，1984
8) 田畑茂清，阿部宗平；流路工に関する研究(III)，土研資料944号，1974
9) 阿部宗平，渡辺正幸，泉 岩男，池谷 浩；単列砂礫形成領域での横工の効果，新砂防，No. 121，pp27～34 1981
10) 水山高久，上原信司；彎曲水路における土石流の挙動，土木技術資料，Vol. 23，No.5，pp15～20，1981
11) 水山高久；土石流(III)－土石流の機構と対策の原理－土木技術資料 Vol. 23，No. 8，pp17～24，1981
12) 池谷 浩；土石流危険区域設定に関する実験的研究，土木技術資料 Vol. 23，No.4，pp9～14，1981
13) 渡辺正幸，阿部宗平，北山淑基，鈴木浩之；松川流路工水理模型実験報告書，土研資料1740号，1981
14) 池谷・浩，阿部宗平；扇状地における土砂危険度調査の一手法，土研資料1267号 1977
15) 池谷 浩，五十嵐豆彦，永井正市，阿部彦七，坂東高；多技原平における土石流対策に関する実験的研究，新砂防，No.124，pp38～45，1982

6.　テーマ討論のための話題提供

6．1　大谷崩れと対策

静岡河川工事々務所　調査課長　堤　博志

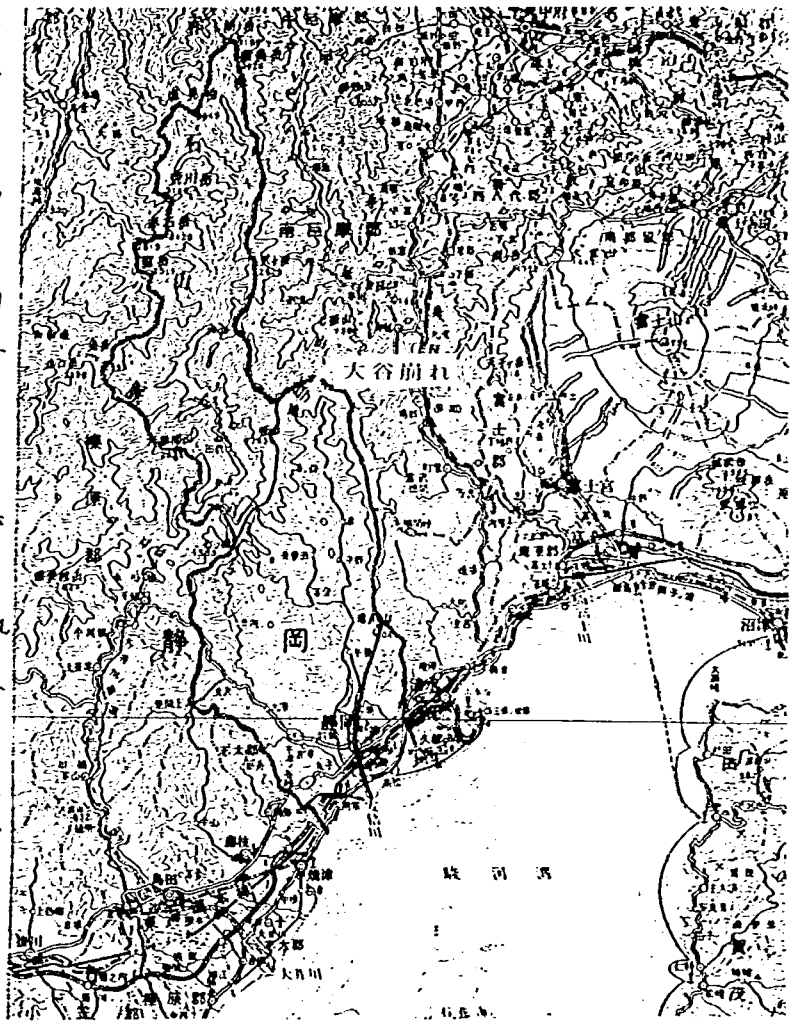
1．大谷崩れの概要

大谷崩れは、静岡県の中央部を流れる安倍川の源頭部に位置する大規模な崩壊地である。

大谷崩れの規模は、水平面積180ha、幅1.8km、高度差800mであり、崩壊土量は約1億2千万m³と推定されており、平均約70mの厚さで崩れたことになる。崩壊土砂は、ある時には洪水流、ある時は土石流の形で流下し、安倍川上流部の谷を深く埋めつくしたものである。大谷崩れ直下から孫佐島まで約7kmの区間に発達する段丘面（谷幅400m、中流部で崖の比高が40～70m）はその名残りで、この時埋積された河床の位置をあらわしている。

大谷崩れの生い立ちについて述べる前にその自然的概要を安倍川流域と共に紹介する。

安倍川は、日本有数の急流河川であり、海抜2,000m前後の山陵に源を発し、ほぼ南流し静岡市南部で駿河湾に注ぐ流路延長53.3km、流域面積567km²の一級河川である。



図－1　位置図

図－2　大谷崩れ

i．地形

安倍川流域は、南アルプスの主峰間ノ岳より青薙山～大谷嶺～真富士山～文珠岳と伸びる陵線によって区切られて富士川流域と分水界をなし、西側はこの陵線より再び派生する笹山～三ッ峰～天狗石山と続く陵線によって大井川流域と分水界をなしている。

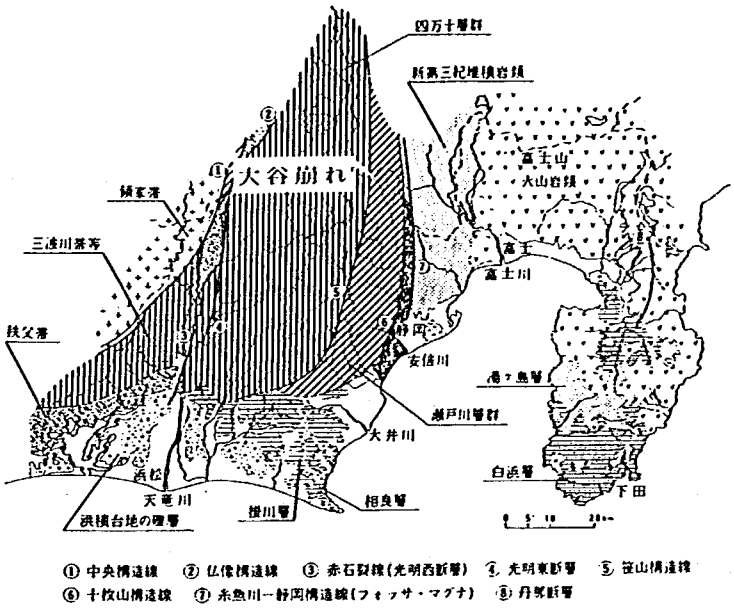
これらの山陵は、標高1,000～2,000m

の高峰が連続している。安倍川の山地地形の特色は、谷に面した急斜面が長大であるのに対して、山頂部の起伏が小さく、平坦面ないし緩斜面が残っていること、東縁の山陵の西向き斜面は一般に急斜面をなす一方、中腹に平坦ないし緩斜面も発達している（俵峰、有東木、中の段等）ことがあげられる。

大谷崩れ内は、基岩の崩壊（崩落）→崖錐の形成→流水による流動（土石流等）→扇状地性堆積地の形成→段丘形成という土砂の生産から運搬・堆積に至る各過程に対応する地形が発達している。

ii．地質

安倍川流域は、西南日本外帯の最東端に位置している。西南日本と東北日本を分かつ糸魚川一静岡構造線は、流域の北部では東縁の分水界の十枚山～丈珠岳を連ねる山陵のわずかに東を南北に走り、南部では賤機山の東側にでている。この構造線からフォッサマグナと呼ばれる大きな地溝帯にあたり、主として新第三紀か第四紀に属する地層岩区が分布しているのに対し、この線より西はより古い古第三紀～古生界に属する地層が分布している。安倍川流域には、東側に狭くアルカリ玄武岩類がそして流域の大部分に瀬戸川層群が、さらに西側には三倉層群が分布している。



図－3　静岡県の地質図

大谷崩れの地質は、新生代古第三紀暁新世～始新世の瀬戸川層群（最下位の逆川累層に該当すると考えられる）の粘板岩（頁岩）、砂岩を基盤岩とし、これを現河床堆積物、崖錐及び扇状地堆積物よりなる未固結堆積物が覆っている。基盤岩の瀬戸川層群は、全般に走向N10°～40°E、傾斜30～50°西落ちの単斜構造をとるが、三の沢上部の手切崩れ、四の沢源頭部、第五尾根には過褶曲が存在する。

iii．気象

大谷崩れを含む安倍川流域の年降水量は、平均年雨量3,260mm程度、最大年雨量4,844mm（S13年）、最大日雨量671.5mm（S57.8.1）、最大時間雨量130mm（S41.9.26）と言う多雨地帯である。また、源頭部では11月から4月までの半年間は凍結現象が起り、凍結融解による岩石の破壊も著しい。

大谷崩れの生い立ちについては、明確な記録に乏しいが、梅ヶ島村誌や大河内村誌によると表－1のようにまとめられる。大谷崩れの大きな変貌は、元禄15年（1702年）

年号（西暦）	事　項
正慶3年（1330年）	地震大崩れ。大谷崩もこの時期とする説もあり[illegible]崩れる。
慶長2年（1597年）	洪　水
9年（1604年）	慶長大地震（マグニチュード7.9）により崩れが拡大した。（2月）
10年（1605年）	洪　水
18年（1613年）	冬に大地震があり[illegible]の変を高めた。
元和2年（1616年）	8月の大洪水により大量の土砂が流出した。このための三畳河上、中流部の[illegible]は山腹崩壊と推定した。
元禄元年（1688年）	大洪水
（1660年代）	洪　水
元禄15年（1702年）	大量の土砂が流出し、三尻河川が埋まるまで大崩が起きれた。また、新田河原の段丘堆も成もこの時期と推定される。
元禄16年（1703年）	再び大地震
宝永4年（1707年）	宝永大地震（マグニチュード8.4）

表－1　大谷崩の発生

の時までに終っており、その後は谷を幅広くおおって下流まで流下するような土石流は起らなかったようである。

2．大谷崩れ対策の計画上の位置付け

i．生産土砂調査

表－2に、大谷崩れ内の崩壊面積の推移状況を示したが、近年は崩壊面積に大きな変動がないことが判る。しかし、大谷崩れ内の土砂移動は激しく、特に一の沢・三の沢での土砂流出が激しく、土砂移動、流路変動が著しい。また、57年台風10号による豪雨では七段乗越沢の土砂移動が最も顕著だった。このため中・下流の渓床・渓岸を侵食し、東南陵斜面下部の崖錐堆積物が再移動した。

	流域面積 (10 2×m 2)	昭和31年		昭和39年		昭和41年		昭和49年	
		CA	CA/A	CA	CA/A	CA	CA/A	CA	CA/A
①七段乗越沢・東南陵斜面地区	3700	2461	66.5	2313	62.8	2324	61.0	2298	62.1
②一の沢地区	3800	3333	87.7	3192	84.0	3059	80.5	3093	81.4
③三の沢地区	810	336	41.5	284	35.0	236	29.1	246	30.4
④三の沢地区	2130	1604	75.3	1421	66.7	1293	60.7	1325	62.2
⑤宿の地区	2090	1670	79.9	1687	80.7	1613	77.2	1628	77.9
⑥大谷右岸上流側地区	1690	448	26.5	321	19.0	348	20.6	397	23.5
⑦大谷右岸下流側地区	3880	0	0.0	28	0.7	37	1.0	36	1.0
合　計	18100	9852	(54.4)	9218	(50.9)	8910	(49.2)	9023	(49.9)

表－2　崩壊推移状況

CA：崩壊面積　(100m 2)
CA/A：崩壊面積率 (%)

ii．計画上の位置付け

大谷川地区は、著しい破砕の影響を受けており、山地荒廃をきたす有力な要因を持っており、かつ河床不安定堆積土も多く、安倍川砂防対象区域のなかでも最も重要な地域のひとつである。更に計画対象生産土砂量（昭和45年策定基本計画）から見てみると、安倍川砂防区域の中で、赤水の滝上流（三河内川含む）の占める面積率23.5%であるのに対し、全崩壊面積の64.4%、河床堆積物の57.1%、計画対象土砂量の55.2%がこの地域に分布していることからも、その重要性は明らかである。

3．大谷崩れ対策

i．砂防工事の経緯

安倍川流域の砂防事業は、明治34年10月11日安倍郡玉川村奥仙俣（中河内川）について、砂防設備を要する土地の指定が行われ、明治35年に国庫補助の県による砂防事業に着手した。大谷崩れ及び大谷川地域の砂防事業は、大正5年に国庫補助の県工事として着手され、工事は大谷崩れ直下の崩土を固定する階段工床固群と、それから下流安倍川本川との間の大谷川の床固工、流路工を主体として、昭和16年までの26年間施工された。

建設省の直轄事業は昭和12年より開始した。工事の着工にあたり、下流河川に対する速効性のある対策工の要求が強く、施行に長年月を要する工事の着手は難

年　月	記　　事	備　考
明治35年	安倍川流域の補助事業開始	中河内川
大正 5年	大谷川流域の補助砂防事業開始（～昭和16年） <大谷崩れ直下の階段上床固群及び大谷川の床固工と流路工の施工>	
昭和12年	安倍川流域の直轄砂防事業開始	
〃13年5月	大河内砂防ダム着手（～昭和26年3月完成）	安倍川本川
〃26年4月	金山砂防ダム着手（～昭和31年1月完成）	〃
〃30年9月	孫佐島砂防ダム着手（～昭和32年3月及び昭和44年12月～46年3月）	〃
〃31年7月	新田砂防ダム着手（～昭和34年3月完成）	〃
〃33年6月	大谷崩れ地区の直轄砂防事業開始 <大谷床固工群…県施工床固群の上流（昭和51年8月完成）>	
〃45年7月	大島砂防ダム着手（～昭和52年7月完成）	〃
〃54年9月	本谷砂防ダム着手（～昭和58年2月完成）	大谷崩れ内
〃57年	東南陵斜面に試験　として植栽が始まる。	〃

表－3　安倍　砂防事業の経緯

しい状況にあったので、本川34K附近の大河内ダムから着手し、その後引き続いて本川筋に4基の砂防ダム（金山・孫佐島・新田・大島）工事を実施した。その結果、土砂の河川流出も著しく軽減されたため、昭和33年より安倍川流域の砂防事業の基幹工事である大谷崩れ内の事業に着手した。事業内容は、県施工床固工につづく大谷床固工群（15基、昭和33年～昭和52年）、本谷砂防ダム（昭和58年完成）、七段乗越沢谷止工（全9基の内4基完成）、生産抑制対策として山腹工（昭和57年より試験施工にて実施）である。現在は、七段乗越沢谷止工と山腹工が実施されている。

ii．対策の基本方針

大谷崩れは、地形の項で述べたとおり、生産から運搬、堆積に至る各過程に対応する地形が発達しており、この状況をふまえ段階的な対策を立案する必要がある。

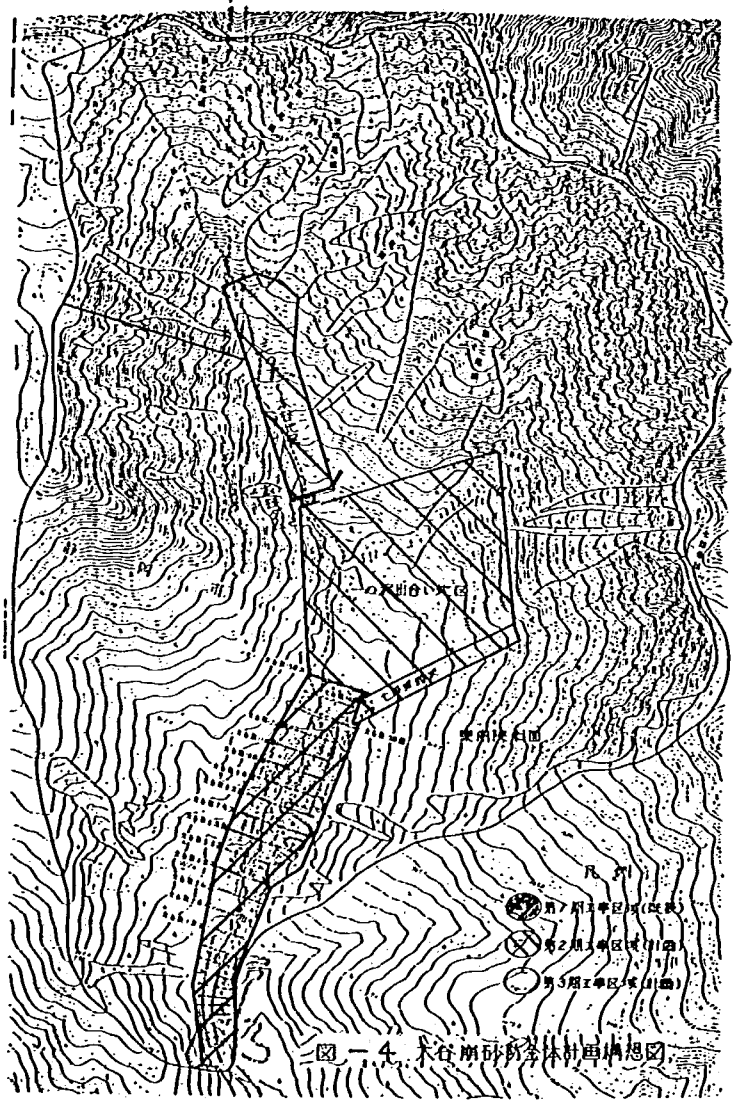
Ⅰ．流出土砂安定、河床堆積物の抒止、流路の固定（第一期対策）

Ⅱ．山脚保護対策、河床・渓床の安定強化（第二期対策）

Ⅲ．崩壊、崖錐斜面への直接対策（第三期対策）

以上の第一期対策、第二期対策及び第三期対策を基本に施設配置計画を行う。この内、第一期対策については、昭和57年度に本谷砂防ダムが完成したことにより完了している。

その外の施設配置の基本方針は、土砂移動形態を勘案しながら各工区ごとに策定した。各工区ごとの詳細説明は割愛するが、その概略は、土砂移動の激しい一の沢出合い地区、三の沢及び七段乗越沢の山脚保護対策、河床の安定を目的とした床固工、谷止工と東南陵斜面の表層土砂の移動の抑止を目的とした山腹植栽工となる。



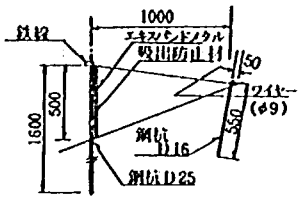
図－4．大谷崩砂防全体計画構想図

iii．工法

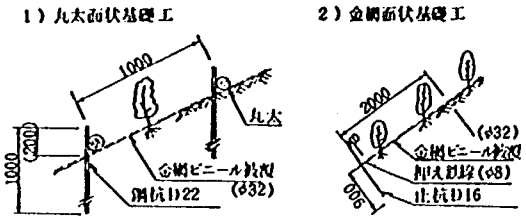
工法の項では、特に東南陵斜面の山腹植栽工について紹介する。

東南陵斜面は、大谷崩れの中でも特に安定化のある崖錐斜面である。当斜面は、黒色頁岩の崩壊岩層より形成された大規模な崖錐により形成された標高1300～1500mの斜面であり、崖錐の傾斜は30～35°でほぼ安息角に近いものと思われるが、崖錐上の急崖では日常的に小規模な崩落（落石）が起っている。しかし、斜面下部には植生の進入が著しく、中腹部にも草本類が進入し始めている。

本地区における植栽は、昭和40年代当初に一部行われたが、試験植栽として継続的に行われだしたのは昭和56年度からである。しかし、昭和57年の台風10号の豪雨により昭和56年植えの試験地の大半が埋没した。したがって現存する植栽工は昭和57年以降の試験工区である。尚、昭和61年度より本工事として継続していく。

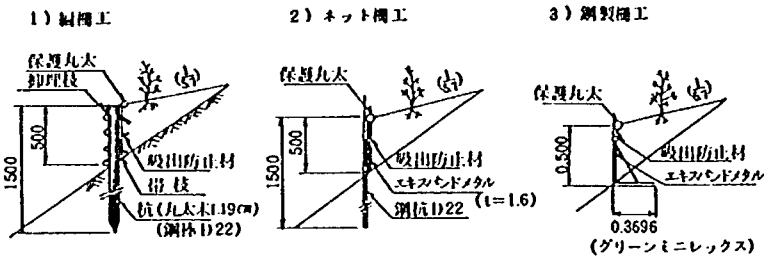


図－5　落石防止柵



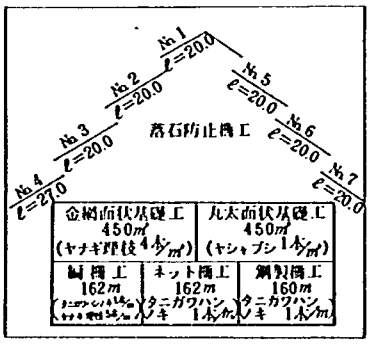
図－6　面状基礎工

工法は、植栽木、埋枝及び各種基礎工を落石より保護する落石防止柵（図－5）、表土の移動抑止及び落石の緩衝地帯として面状基礎工（図－6）、面状基礎工の下部に客土のある階段状基礎工（図－7）に分けられる。これらを図－8のように配置した。尚、植栽木は、オノエヤナギ埋枝、ヤシャブシ、タニガワハンノキの三種とし、配置図に示すように各基礎工別に割り振った。（昭和59年度工事分のみ）



図－7　階段状基礎工

一年後に追跡調査を実施した結果、植栽木の活着率はオノエヤナギ63%、タニガワハンノキ50%、ヤシャブシ2%であった。ヤシャブシがほぼ全滅したのは、落葉時期が遅く植付時点ではまだ着葉し活動していたため、植付後の寒風による乾燥により枯死に至ったものと思われる。また、施設（落石防止柵、基礎工）の破損は見受けられなかった。



図－8　配置図

尚、その他の植栽木（昭和57年、58年度試験工事）の活着率は、ウラジロモミ、カラマツ100%ミズナラ96%、ウリハダカエデ77%となっている。各植栽木の植栽本数は20本強である。

4．大谷崩れ対策の問題点と課題

現在、大谷崩れの対策については、昭和50、51年度「大谷崩砂防計画検討委員会」によって検討された内容により実施されている。その施設計画の骨子は、①、大谷第15号床固工の嵩上げ、本谷砂防ダムの建設　②、山腹植栽工　であり、①の第一期対策は、昭和57年度に完了している。

しかし、昭和57年台風10号及び後追い豪雨により、特に七段乗越沢、一の沢の土砂流出が著しく、渓岸・渓床の侵食や異常堆積が各地区で起り、大谷崩れ内の様相が一変した。このため、第一期対策から第三期対策へ直接移行するには難しい状況となり、計画の変更を余儀無くされた。

したがって、当事務所では57豪雨後直ちに崩壊地調査等を実施し、大谷崩れ全体構想の再検討をしているところであるが、

1．流出抑制の施設配置計画（基本方針で述べた第二対策で特に一の沢出合い、三の沢が該当）
2．植栽工の将来的展望（将来まで残す樹種の選定、育成方法等）
3．自然的環境面から見た位置付け．
4．生産量予測の検討（特に大規模崩壊の危険性の検討及びその対策）
の四点が検討課題として残っている。

6.2　山地流域における土砂生産の想定について

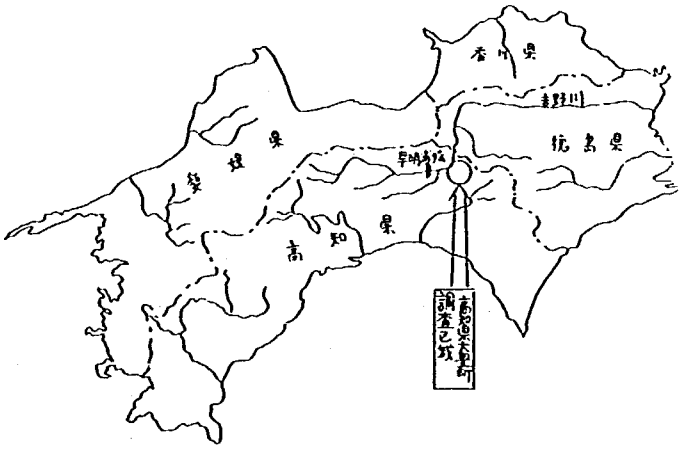
四国地方建設局
吉野川砂防工事事務所

1. まえがき

流域の砂防基本計画の樹立に際しては、対象とする土砂量とくに生産土砂量が 1)どういう降雨量のとき(計画降雨量) 2)どこで(場所) 3)どういう土砂生産形態をもって(形態) 4)どれだけ崩れるか(土砂生産量)を明確にすることが大切である。これまでの砂防計画は計画基準点において、流出土砂量を推定し、これに対して施設計画を検討しており、これ等4つの問題に対して十分に明確な回答を与えたうえで策定されているわけではありません。そこで試行的に高知県大豊町南大王川流域約30km^2の範囲をモデル流域として4つの問に答えを与えた砂防計画の基本土砂量の算出を試み、今後の砂防計画上のより好ましい手法を確立することを目的として実施したものである。

2. 調査概要

砂防計画では、生産土砂量をどう推測するかが最大の問題となる。従来の計画では、1)既往最大の降雨時に実際に生産された土砂量もしくは、2)これをもとに100年確率に修正した土砂量をもって、「生産土砂量」としている。またその際の土砂生産形態としては、斜面崩壊に重点がおかれ、これに渓床や渓岸からの生産土砂量を加味した程度である。



図－1　調査位置

このような従来の手法では、

(1) 斜面崩壊や渓床からの生産以外の土砂生産形態がほとんど考慮されていない。このため、地すべり，大規模崩壊，土石流，渓岸侵食などの形で生産される土砂量が無視もしくは、軽視されがちである。

(2) 不安定土砂の分布場所としては把握されてはいるものの、基本的に土砂生産の場所が不明確のまま計画されている。もちろん既往の崩壊発生状況が考慮されはするが、これはあくまでも過去の傾向を数値化しているにすぎない。このため、計画対象域の中での渓流別にみた生産土砂量の推算が、現実ばなれしている可能性がある。

(3) 計画生産土砂量は$\frac{1}{100}$確率（計画）降雨時のみの推算に終っているため、計画降雨に達しない降雨時での生産土砂量の目安がつかない。

といった難点がある。これらの難点を克服し、少しでも現実に近づけるために、次のような方針のもとに生産土砂量を算出しようと試みた。

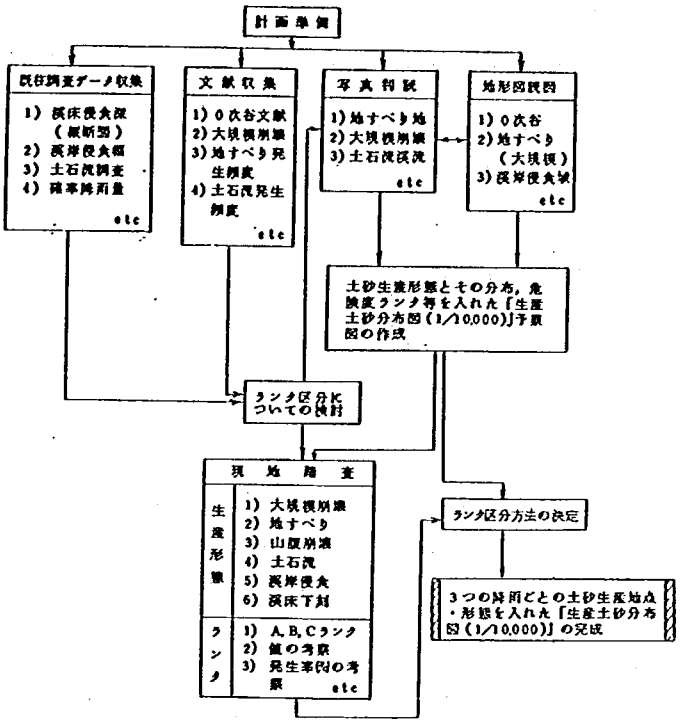
内容を大別すると

(1) 土砂生産形態の区分と、その発生場所の把握

①地すべり　②大規模崩壊　③山腹崩壊　④土石流　⑤渓岸侵食　⑥渓床洗掘

(2) 3つの計画降雨量（30年確率，50年確率，100年確率）ごとにみた、発生場所の推定と、そこでの生産土砂量の予測

調査のフローを図－2に示す。



図－2　調査のフローチャート

3. 調査内容

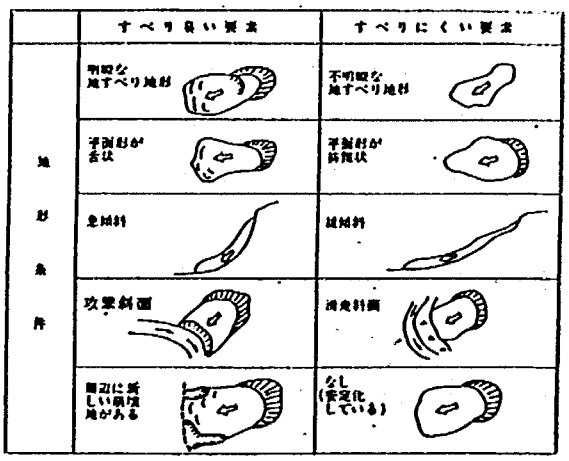
3-1 各生産形態別の土砂生産ランク区分基準土砂の生産形態によって、ある降雨による土砂生産のひどさは違うため、ここでは土砂生産のランク区分は、各生産形態ごとに設定することとした。

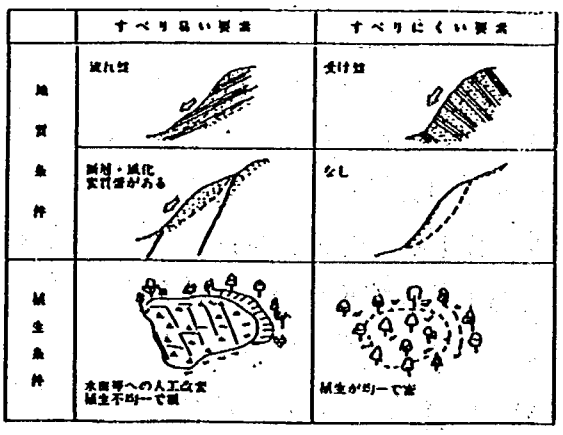
3-1-1 地すべり

地すべりの発生の約90％は既往の地すべり、すなわち過去に動いたことがある地すべりの再移動であると言われている。また実際問題として、これまで滑ったことのない新規の地すべりがどこに発生するかを予測するのは非常に難かしい。そこでこの調査では豪雨時に滑動し、河川に土砂を供給するような地すべりも既往の地すべりの再移動がほとんどだとの考えに立って調査地内に分布する既往の地すべり地を空中写真判読によって抽出し、豪雨時のすべり易さのランク区分（A, B, C, Dに区分）を行った。

A：非常にすべり易い（動きが大きいと推定）　B：すべり易い（動きが小さいと推定）

C：かなり安定　D：安定





図－3. すべり易さの判定要素模式図（今村，中筋，1983）

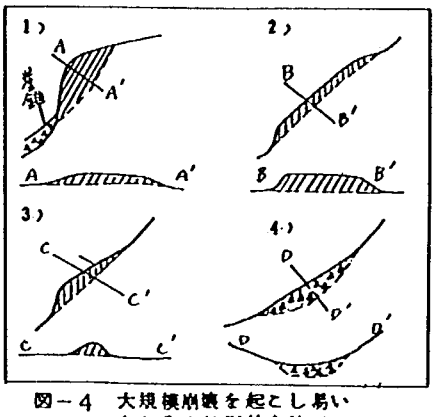
3-1-2　大規模崩壊

ここでの大規模崩壊の定義は、全く地すべり地形を示さず、従って地すべり地としてはとり扱わないけれども、地形的にかなり大規模(数万m³オーダー)に崩落を起こしそうな個所のことである。あくまでも地形的にみた予定地にすぎない。従って地すべり地の動きほど確実性の高いものではない。

(1) 図－4の中の1)のように斜面の中腹ないし裾部が急崖になっていて、しかもその部分が平面的に(水平方向に)少し出っぱっているところ。とくにその下が崖錐になっているところは頻度が高いと考えられる。

(2) 斜面の中途がもりあがり、その部分が水平的にも数10m～数100mつづく部分。

(3) 2)の変形であるが、斜面の一部がまわりより鼻状に突出している部分。



図－4　大規模崩壊を起こし易いところの地形的な特徴

(4) 斜面の一部が凹地形をなし、そこに厚い崖錐がたまっているところ。

以上のように、平滑であるのが自然と考えられる斜面の一部が突出していたり、斜面の一部が凹地化し、そこに多くの土砂がたまっているような個所は崩壊の危険性が高く、発生規模も大きいと判断した。

現在のところ、このような地形的特徴をもった個所相互の"崩れ易さ"を比較する資料がないため、ここでは仮に抽出した全ての大規模崩壊予測個所の約30%が100年確率降雨時に崩れるものと仮定した。

3-1-3　山腹崩壊(豪雨型崩壊)

豪雨時に山腹で発生するいわゆる"豪雨型崩壊"は0次谷の分布と密接な関係があることがわかっている。とくに細粒風化堆積物を主とするような地域での"豪雨型崩壊"は0次谷を単位として発生することがわかっており、(塚本ら1973)次のように整理することができる。

(1) 0次谷の中に、ほぼ1個の山崩れ発生地点(谷の成長点)がある。

(2) 成長点の位置は多くの場合0次谷の最凹部流線上(谷線上)にある。

(3) 成長点が崩壊現象をおこすと、平均して0次谷の5～10%の面積が崩壊する。この崩壊による山腹下部の損傷もあわせると、0次谷の15～20%が裸地化する。

(4) 山崩れは、0次谷の上半分の谷線上に発生するものが多く、そこに発生するものは他のものに比べて、山腹下部に大面積の損傷地帯をつくる。

以上のような、これまでの研究成果から、大部分の豪雨型崩壊は0次谷に発生するものと考え、0次谷の分布をもとに豪雨時の崩壊発生を予測した。この場合にも0次谷相互間の崩れ易さを比較するような基準は今のところないため、ここでは、ある確率雨量では0次谷の一定パーセントが崩れるものと仮定した。

3-1-4　土石流

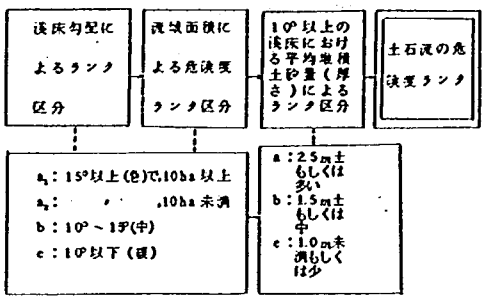
土石流の発生危険度については、昭和53年の調査要領に(1)流域面積、(2)地形,地質条件、(3)渓床勾配、(4)渓床堆積物の厚さなどから、ランク区分する手法が示されている。そこで基本的には、これに従ってランク区分を行った、その決定方法は図-5や表-1である。その際渓流の出口が扇状地性の地形を示すかどうかも判定のデータとして加味した。

各ランクは次のとおりである。

A：非常に発生し易い渓流（危険度大）

B：発生し易い渓流（危険度中）

C：発生しにくいが発生することもありうる(危険度小)



図－5　渓流の土石流発生危険度の判定手順

表－1　渓流の土石流発生に対する危険度

	要因の組合せ*		危険度
	渓床勾配と流域面積	堆積土砂量	
①	a_1	a	A
②	a_2	a	A
③	a_1	b	A
④	a_2	b	B
⑤	a_1	c	B
⑥	a_2	c	B
⑦	b	a	B
⑧	b	b	B
⑨	b	c	C

＊　これらの要因のほかに，沢口における土石流痕の有無も加味して判断した。

3-1-5　渓岸侵食

洪水時の渓岸の侵食は、渓岸が攻撃斜面（水衝部）であるか否かによって、土砂生産の有無が決まるものと設定した。各水衝部間の侵食のされ具合についての研究成果などはほとんどないため、ここでは50年確率と100年確率などそれぞれの確率雨量によって、渓岸侵食幅を仮定した。

3-1-6　渓床洗掘

渓床洗掘は河床変動計算により求めるため、とくにランク区分は行わなかった。

以上、各土砂生産形態別にみた降雨量（確率規模別）と生産土砂量の関係は表－2のようにまとめることができる。

表－2　土砂生産形態別にみた降雨量と生産土砂量の関係

確率降雨／生産形態	30年確率降雨	50年確率降雨	100年確率降雨	備考
地すべり	——（ほとんど移動しない。）	A：（河道に接するAランクの地すべり地でのみ土砂生産あると設定）（V＝隣接長×生産土砂量（単位幅））	A，B：（河道に接するA，Bランクの地すべり地で土砂生産あると設定）V＝隣接長×生産土砂量（単位幅）	1)河川に隣接しないものでは，多少のすべりが発生しても，それは流出土砂量とはならないと考える。
大規模崩壊	——（発生しない）	——	大規模崩壊発生危険地の約30％が崩れると設定	1)30％が崩れるという明確な根拠がある訳ではない。
山腹崩壊（豪雨部崩壊）	0次谷数の10％が崩壊 流出率：60％	0次谷数の30％が崩壊 流出率：60％	0次谷数の60％が崩壊 流出率：60％	1)渓岸沿いのものは100％流出するものと設定

確率降雨／生産形態	30年確率降雨	50年確率降雨	100年確率降雨	備考
土石流	——（発生しない）	A：（Aランクの渓流でのみ土石流が発生すると設定）（V＝渓流長×渓床幅×堆積厚）	A，B：（A，Bランクの渓流で土石流が発生すると設定）A：堆積厚2.5m B：堆積厚1.5m	1)Cランクの渓流では，上流側で崩れて流入する土砂量と，渓床から流出する土砂量がほぼ同じと仮定
渓岸侵食	——（発生しない）	水衝部で平均0.5m侵食（V＝0.5m×水衝部長×渓岸高）	水衝部で平均2.0m侵食（V＝2.0m×水衝部長×渓岸高）	

3－2　計画生産土砂量の算出

3－2－1　流域および河道分割

生産土砂量算出のために、流域全体を2次渓流程度に図－6に示すように103個の流域に分割した。

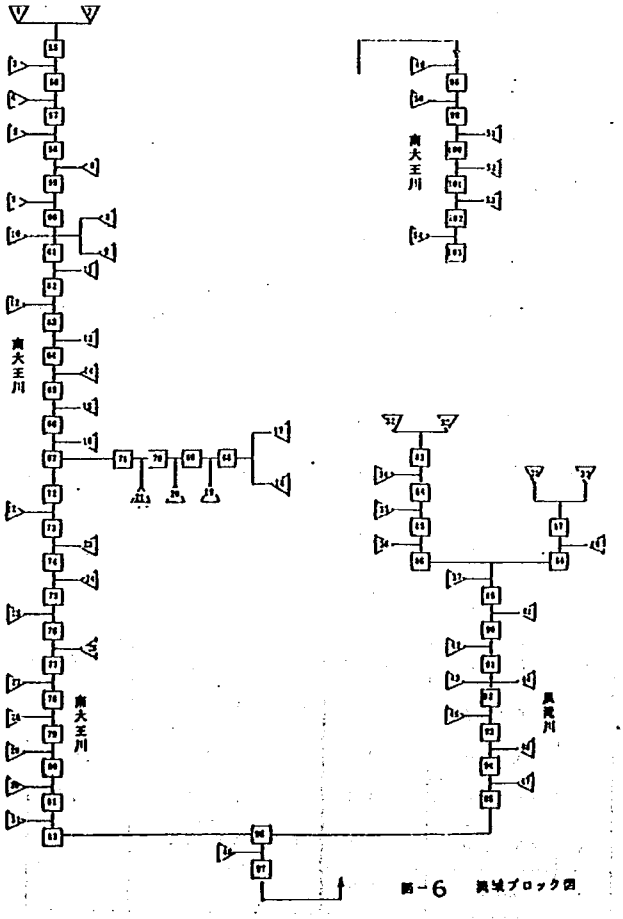
3－2－2　生産形態別土砂生産源

土砂生産源分布図をもとに生産形態別の土砂生産源をとりまとめると表－3のようになる。

これらの土砂生産源のうち、山腹崩壊（豪雨型）、土石流渓流について、流域単元別に整理したものを表－4に示す。また地すべり、大規模崩壊については、それぞれ表－5，表－6にとりまとめた。地すべりは河道に接するもののみをとりあげ、各河道区間に接する地すべり巾を併記した。大規模崩壊については、その面積と、流入する河道区間番号を示した。

表－3　生産形態別土砂生産源一覧表

生産形態＼ランク	A	B	C	D	合計	
山腹崩壊（0次谷）	1.071				1.071	（ケ所数）
土石流渓流	20	33	1	－	54	（渓流数）
地すべり	1	7	11	17	26	（ブロック数）
大規模崩壊	9 9				9	（ケ所数）
渓岸侵食	3535				35	（ケ所数）



図－6　流域ブロック図

表－4　流域単元別生産源

流域番号	流域面積	0次谷数	土石流ランク	流域番号	流域面積	0次谷数	土石流ランク
1	0.224	9	A	53	1.285	37	A
2	0.147	9	B	54	2.488	31	－
3	0.110	8	B	55	0.093	4	－
4	0.049	2	A	56	0.064	3	－
5	0.053	3	A	57	0.024	1	－
6	0.502	27	A	58	0.094	4	－
7	0.205	14	B	59	0.038	2	－
8	0.533	30	A	60	0.126	6	－
9	0.063	4	A	61	0.040	1	－
10	0.061	2	B	62	0.029	1	－
11	0.051	3	A	63	0.022	1	－
12	0.184	11	B	64	0.357	12	－
13	0.160	10	A	65	0.080	1	－
14	0.047	3	B	66	0.076	3	－
15	0.021	1	B	67	0.019	0	－
16	0.008	0	B	68	0.033	2	－
17	0.765	47	A	69	0.075	3	－
18	0.273	19	B	70	0.048	2	－
19	0.027	1	B	71	0.078	2	－
20	0.029	1	B	72	0.110	5	－
21	0.483	17	B	73	0.035	0	－
22	0.024	1	B	74	0.033	3	－
23	0.609	14	B	75	0.507	16	－
24	0.080	3	B	76	0.107	7	－
25	0.140	9	B	77	0.447	18	－
26	0.445	23	B	78	0.105	3	－
27	0.287	20	B	79	0.124	2	－
28	0.616	31	B	80	0.450	0	－
29	0.054	0	B	81	0.499	26	－
30	0.112	0	A	82	0.150	8	－
31	0.036	2	B	83	0.107	2	－
32	0.385	15	A	84	0.149	4	－
33	1.150	46	B	85	0.067	4	－
34	0.081	2	A	86	0.119	3	－
35	0.545	24	A	87	0.164	7	－
36	0.065	3	B	88	0.306	13	－
37	0.226	27	A	89	0.019	0	－
38	0.729	37	B	90	0.089	2	－
39	0.633	19	B	91	0.072	0	－
40	0.317	15	B	92	0.026	1	－
41	0.509	27	B	93	0.096	4	－
42	0.203	17	A	94	0.071	1	－
43	0.144	10	A	95	0.404	12	－
44	0.050	0	B	96	0.115	2	－
45	0.038	2	B	97	0.152	4	－
46	0.636	38	A	98	0.294	10	－
47	0.079	6	B	99	0.144	6	－
48	0.078	4	A	100	0.201	4	－
49	2.510	83	B	101	0.363	2	－
50	0.912	37	A	102	1.128	10	－
51	0.360	15	B	103	3.452	21	－
52	0.149	4	B				

表－5　河道に接する地すべりの幅

No	ランク	河道に接する幅	隣接する河道番号
1	B	75	13
2	A	130	24
3	B	100	43
4	B	140	44
5	B	150	45
6	B	100	47
7	B	120	49
8	A	60	50
9	B	290	50
10	B	100	53
11	A	30	55
12	B	30	55

表－6　大規模崩壊想定地の面積

No	面　積	流入する河道番号
1	4300.0	63
2	29400.0	49
3	10400.0	18
4	8500.0	32
5	8600.0	72
6	6400.0	41
7	6000.0	94
8	8100.0	40
9	6500.0	39

3－2－3　各降雨規模別土砂生産量

各降雨規模別の生産土砂量を表－2，表－4の規準に従って算出した。ただし土石流の発生渓流の判定には、前記の空中写真判読を中心とした危険度ランク基準のほかに、高橋ら（河川の土砂災害と対策，森北出版，1983）の提案した判定基準を併用した。高橋らは、土石流発生渓流の判定基準として、

$$X = Q_0 / \left(\frac{8 \sin \bar{\theta}_1}{1 k^3} g d^3 B^2 \right)^{1/2} \geq 1$$

を用い，災害実績に適用して，

これが有効な指標となることを示している。

Q_0　：流量

d　：平均粒径

B　：流路幅（$B = 5 Q^{1/2}$）

$\bar{\theta}_1$　：勾配

土石流発生危険度と発生率

危険度　X	渓流数	土石流発生渓流数	発生率
X≧12.1	10	8	0.800
12.1>X≧6.1	22	15	0.682
6.1>X≧3.0	60	24	0.400
3.0>X≧1.5	89	36	0.404
1.5>X≧0.76	42	13	0.286
0.76>X	17	1	0.059
計	240	96	0.400

（河川の土砂災害と対策、森北出版、1983）

ここでも、この指標を、空中写真判読を中心として判定した危険度ランクA，Bの渓流に適用し、土石流発生渓流を決定した。（X≧2.5：土石流発生とした。）

また、地すべりについては、既往の計画値（150 m^3/m）を採用し、大規模崩壊については、前述の危険個所9箇所のそれぞれの面積の30％が平均崩壊深10mで崩れるものと想定して生産土砂量を算出した。以上の結果、各降雨ごとの生産土砂量は表-7～表-10に示す結果となった。

表－7　地すべり生産土砂量（100年確率）

No	生産土砂量	河道番号	No	生産土砂量	河道番号
1	11,250 m^3	13	7	18,000 m^3	49
2	19,500	24	8	9,000	50
3	15,000	43	9	43,500	50
4	21,000	44	10	15,000	53
5	22,500	45	11	4,500	55
6	15,000	47	12	4,500	55

合計（198,750 m^3）

表－8　大規模崩壊（100年確率）

No	生産土砂量	河道番号	No	生産土砂量	河道番号
1	12,900 m^3	63	6	19,200 m^3	41
2	88,200	49	7	18,000	94
3	31,200	18	8	24,300	40
4	25,500	32	9	19,500	39
5	25,800	72			

合計（264,600 m^3）

4. まとめ

今回の調査では土砂生産の形態を主として、豪雨型崩壊，大規模崩壊，地すべり，土石流に分け、南大王川をモデル流域として、各生産形態毎にその発生位置を特定して、100年，50年，30年確率降雨時における生産土砂量を算定した。この生産分布図は今後この流域における渓岸侵食対策，土石流対策，大規模崩壊防止など予防的に進めるのに位置，規模等、インプットデータとして推定された生産土砂を入力し、豪雨時の河道状況予測や砂防施設配置計画の適否にも利用できると考えられますが、現段階では、まだ不明な点が多く、かなり大ナタをふるった。特に土砂生産の位置とその発生率については、充分な裏付けがなされていない。これについては、今後実績値の収集と理論的追及が望まれるところである。

表-9 生産土砂量（100年確率）…崩壊および土石流

流域番号	崩壊土量	土石流土量	流域番号	崩壊土量	土石流土量	流域番号	崩壊土量	土石流土量
1	8300㎥	—㎥	36	2700㎥	—㎥	71	1800㎥	—㎥
2	8100	—	37	24000	—	72	4500	—
3	7200	—	38	33000	54000	73	—	—
4	1800	—	39	17000	15000	74	2700	—
5	2700	—	40	14000	—	75	14000	—
6	24000	12000	41	24000	—	76	6300	—
7	13000	—	42	15000	—	77	16000	—
8	27000	53000	43	9000	—	78	2700	—
9	3600	—	44	—	—	79	1800	—
10	1800	—	45	1800	—	80	—	—
11	2700	—	46	34000	22000	81	23000	—
12	9900	—	47	5400	—	82	7200	—
13	9000	—	48	3600	—	83	1800	—
14	2700	—	49	75000	51000	84	3600	—
15	900	—	50	33000	—	85	3600	—
16	—	—	51	14000	—	86	2700	—
17	42000	65000	52	3600	—	87	6300	—
18	17000	—	53	33000	79000	88	12000	—
19	900	—	54	28000	—	89	—	—
20	900	—	55	3600	—	90	1800	—
21	15000	25000	56	2700	—	91	—	—
22	900	—	57	900	—	92	900	—
23	13000	—	58	3600	—	93	3600	—
24	2700	—	59	1800	—	94	900	—
25	8100	—	60	5400	—	95	11000	—
26	21000	—	61	900	—	96	1800	—
27	18000	—	62	900	—	97	3600	—
28	28000	—	63	900	—	98	9000	—
29	—	—	64	11000	—	99	5400	—
30	—	—	65	900	—	100	3600	—
31	1800	—	66	2700	—	101	1800	—
32	14000	—	67	—	—	102	9000	—
33	41000	26000	68	1800	—	103	19000	—
34	1800	—	69	2700	—			
35	22000	—	70	1800	—			

合計（960,000㎥）（402000㎥）

表-10 各降雨規模別生産土砂量

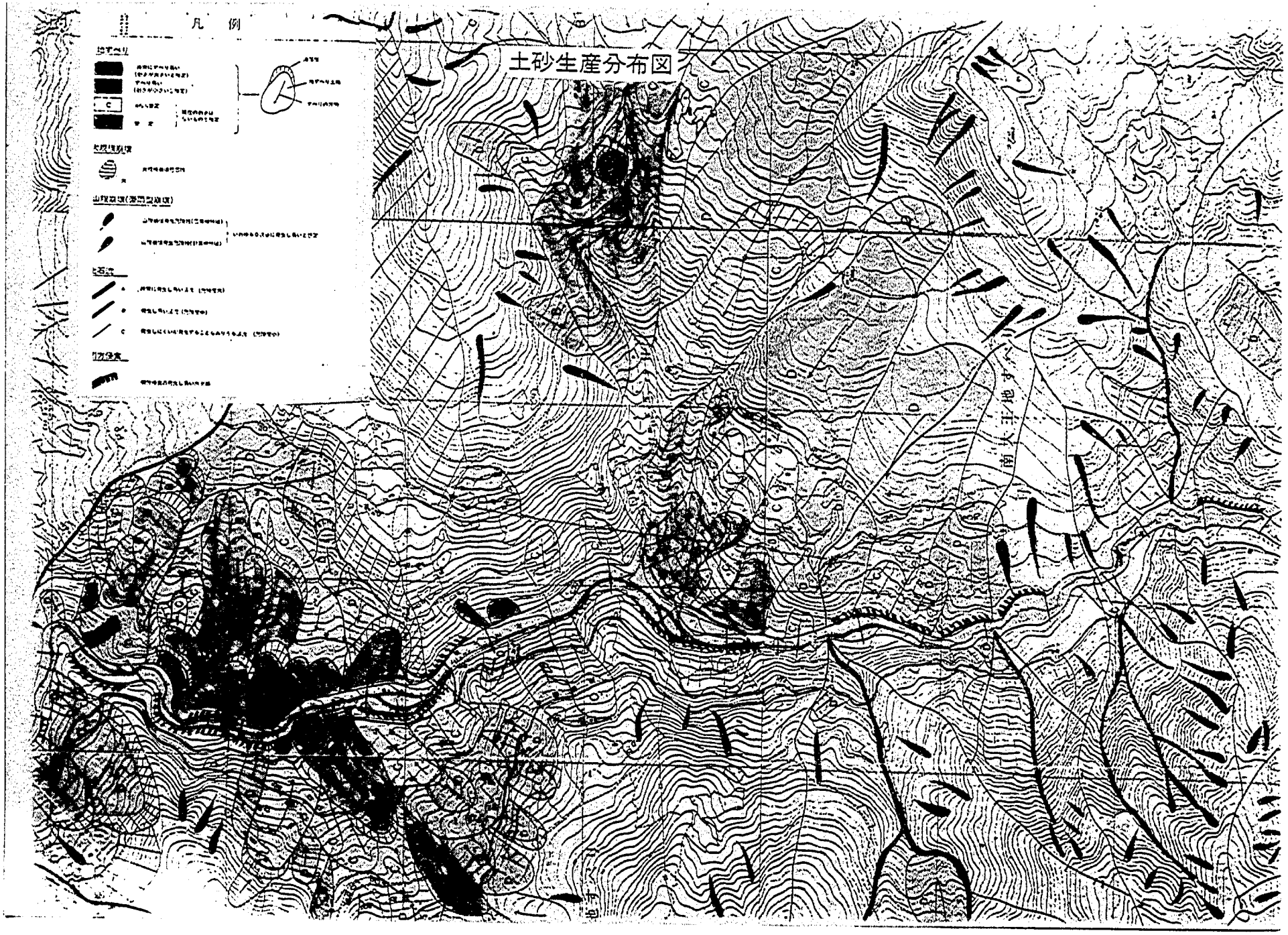
生産形態＼降雨規模	30年確率	50年確率	100年確率
豪雨型崩壊	160,000㎥	480,000㎥	960,000㎥
地すべり	—	78,000	243,750
大規模崩壊	—	—	264,600
土石流	—	211,000	402,000
渓岸侵食	—	7,950	31,800
合計	160,000	776,950	1,902,150

表-11 規模別雨量

雨量＼規模	30年確率	50年確率	100年確率
連続雨量	586.9 mm	658.7 mm	719.3 mm
最大時間雨量	99.8	112.0	122.3

参考文献

1) 侵食谷の発達様式に関する研究 I, III, IV, V, VI
（塚本他，新砂防 87, 89, 90, 93, 107）
2) 地形解析による山崩れの研究 I, II
（大村他，新砂防 99, 100）
3) 豪雨型山崩れの研究 天竜川上流流域について
（村野，新砂防 56）
4) ひと雨による山腹崩壊土量の実用計算法試案
（打荻，新砂防 69）
5) 大規模崩壊地調査報告書
（建設省中部地建越美山系砂防工事事務所 昭和54年）
6) 怒田・八畝地すべりについて
（建設省四国地建吉野川砂防工事事務所 昭和60年）
7) 善徳，怒田，八畝地区地すべり対策検討委員会資料
（建設省四国地建吉野川砂防工事事務所 昭和58年）
8) 河川の土砂災害と対策
（芦田他 森北出版 昭和58年）


土砂生産分布図
凡例

6.3　基準雨量の精度とモデル地区での課題

土木研究所砂防研究室　原　義文

現在，総合土石流対策のうち，警戒．避難体制の確立について，モデル地区の中で，調査．試行を進めつつある。ここでは，警戒．避難の判断基準となる，基準雨量の精度，空振り，及び課題について筆者なりに箇条書きに整理した。本会議での討論の材料となれば幸いである。

1). 基準雨量の精度

(1) 場所的精度・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・資料１．参照

(2) 土石流発生危険基準線（ＣＬ）の精度

①指標としての適性・・・・・・・・・・・・・・・・・・・資料２．参照

②データプロット時の精度（資料数，年数等）・・・・・資料１．及び３．参照

③ＣＬを引く時の精度（直線近似，接辺と傾き等）・・・資料４．参照

(3) 警戒．避難基準線（ＷＬ．ＥＬ）の精度

①指針Ｂ方式における近似式の影響（前期実効雨量＋先行雨量≒０）

・・・資料１．参照

2). 空振りの問題

(1) ＣＬの空振り

(2) ＥＬ．ＷＬの空振り

①条件による違い（既往最大時間雨量，年確率雨量強度，短時間降雨予測）

②空振りの質（長雨における長時間空振り等）

3). 基準雨量の課題

(1) 適性指標の選択→地域の実情に応じた指標

①指針による指標の改良（中断時間等）

②新しい降雨指標の検討（残留雨量等）

③降雨以外の指標の導入（降灰量，積雪量等）

④がけ崩れも含めた降雨指標

(2) 空振りの低減

①短時間降雨予測

②年確率雨量強度

(3) 空振りを承知のうえでの運用

基準雨量の精度

1 概 説

予測の要素として時間，場所，規模が挙げられるが，基準雨量は土石流の発生の有無の予測方法であるため，ここでは場所と時間について考察する。解析における基本情報は過去の実績であるので，予測精度を上げるためには正確な情報を収集しなければならず，また統計的手法によることから解析に使用する情報量もある程度以上ないと精度を下げる。いずれにしても誤差を0にすることは困難なので，誤差を前提に置いた警戒・避難体制としなければならない。とくに，時間的誤差はいくつかの原因を合わせると相当大きくなり，ELからCLに達するまでの時間が30分程度に短くなる可能性もある。

2 場所的精度

場所的精度はどの渓流に土石流が発生するかしないかを予測することが要求されるが，実際には統計的手法の限界から特定の1渓流において論議することは困難である。したがって，危険渓流をいくつか含む，ある範囲内のどこかでの発生を予測し，それをその範囲での発生とする。この範囲を広げると範囲全体を見た場所的精度は向上するが，逆に範囲を狭めると場所的精度が落ちる。

3 時間的精度

時間的精度は住民の避難行動に必要な時間を確保できるよう要求され，計針案では災害が発生すると予測される時刻の1時間程度以前に避難指示を検出できることが望ましいとしている。ここで注意しなければならないのは，避難指示の「検出」が1時間前であって，「避難命令（勧告）の発令」が1時間前ではないということである。時間的精度に影響する要素は次のものがある。

① 過去の降雨資料の収集間隔による雨量の誤差

② 過去の降雨資料の収集間隔による変曲点位置の誤差

③ B方式の近似式の影響

④ 過去の雨量・災害資料に含まれる誤差

（1） 過去資料の収集間隔による誤差

過去の降雨資料は一般に正時単位で整理保存されているので，必ずしも災害発生直前の降雨量を正確にとらえているとはいえない。また，変曲点の位置も正時単位でしか設定できないので，時間雨量4 mm/Hの時点を正確にとらえられない。災害発生時点の雨量と変曲点の位置の計算上の最大誤差は1時間まで考えられるが，これは極く短時間で大量の降雨があったと仮定した場合で，現実的には多くても20～30分と思われる。降雨資料数がある程度多くなれば，変曲点の位置は統計的に正確な数値に近づくし，発生降雨資料数が多くなれば災害発生時点の雨量も統計的に正確な数値に近づく。

さらに，これらの数値が警戒・避難検出時刻に直接影響するわけでないので，過去の降雨資料の収集間隔による時間的誤差は，5～10分あるいはそれ以下と思われる。

（2） B方式の場合でWL・EL算出時の近似式

WL・EL算出時に前期雨量・初期雨量を0と近似しているため，前期雨量・初期雨量が大きい降雨に対して警戒・避難の判定をしようとするときは，時間的誤差を生ずる場合がある。

（3） 過去の雨量・災害資料に含まれる誤差

基礎となる資料の時間的誤差は手法によって解決できないので，資料の収集時に十分な吟味を要する。

4 近似式の影響

近似式の影響が何時間になるかの一般式を求めるのは困難なので，実際の降雨を例に取って確認する。

降雨例としては，先行雨量が大きかった高知の昭和30年10月降雨（図－ 1参照）および昭和49年8月降雨（図－ 2参照）を用い，雨量判定図にスネーク曲線を描き，曲線上の10分ごとの各点において，そのあとに既往最大時間雨量が降ったとすればどの位置に達するかを計算した。

計算は次の3ケースでおこない，結果は図－ 3～図－ 5に示した。

CASE 1　降雨資料；30年降雨　半減期；1日　前期実効雨量；15.8 mm

CASE 2　降雨資料；49年降雨　半減期；1日　前期実効雨量；15.8 mm

CASE 3　降雨資料；49年降雨　半減期；3日　前期実効雨量；75.9 mm

（注） ケース1と2の前期実効雨量が同一なのは偶然である。

本来，スネーク曲線がWL上にあるときに既往最大2時間雨量が降れば2時間後にCLに達し，EL上にあるときに既往最大1時間雨量が降れば1時間後にCLに達するはずであるが，図によると，より以前にCLに達しており，とくに2時間後は最初から最後までCLを超えてしまっている。EL上のスネーク曲線の点と，CLから既往最大1時間雨量分戻ったスネーク曲線上の点の時間差は次のようになる。

CASE 1（半減期；1日）　0分

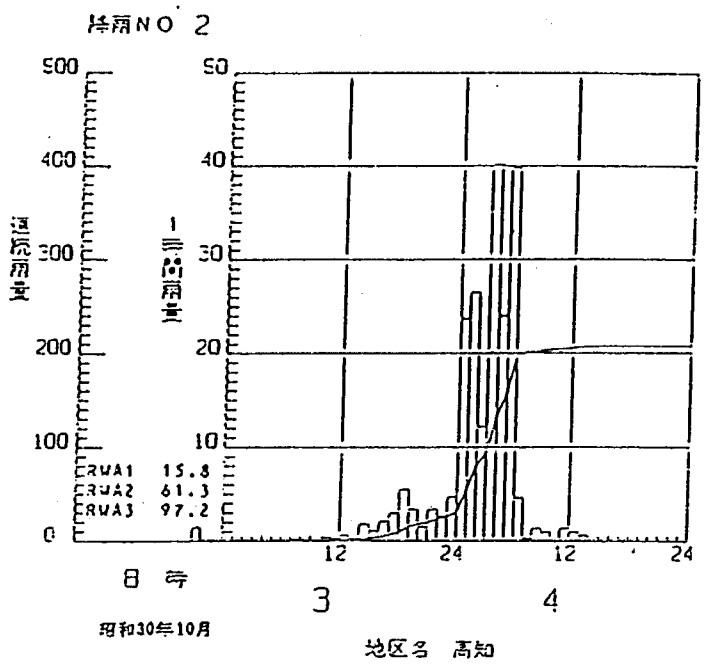
CASE 2（半減期；1日）　10分（EL上の点が遅れる）

CASE 3（半減期；3日）　30分（EL上の点が遅れる）

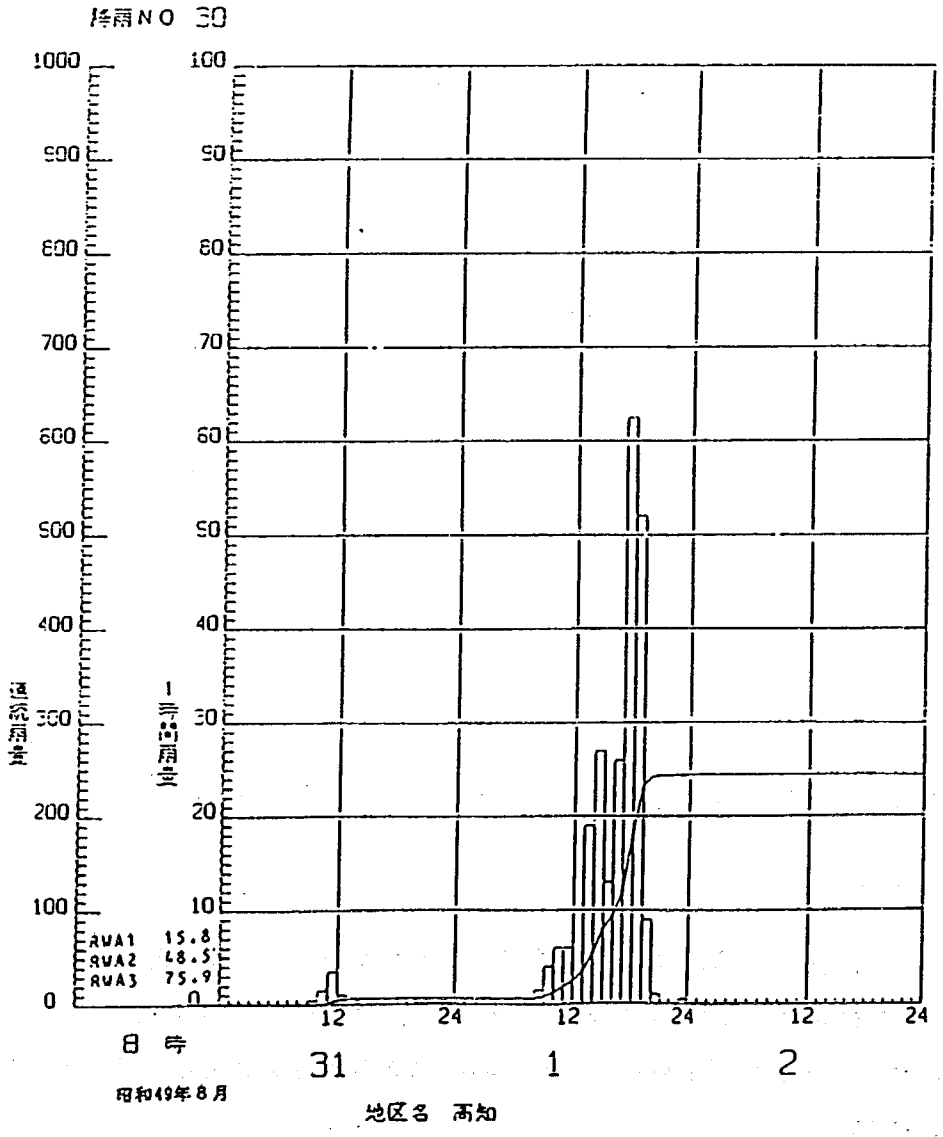
EL上の点が遅れるということは，CLに達したのを検出するのが遅れることになり，予知という点では危険側といえる。また前期実効雨量が大きくなると誤差も増える方向である。

5 WLとELの時間差

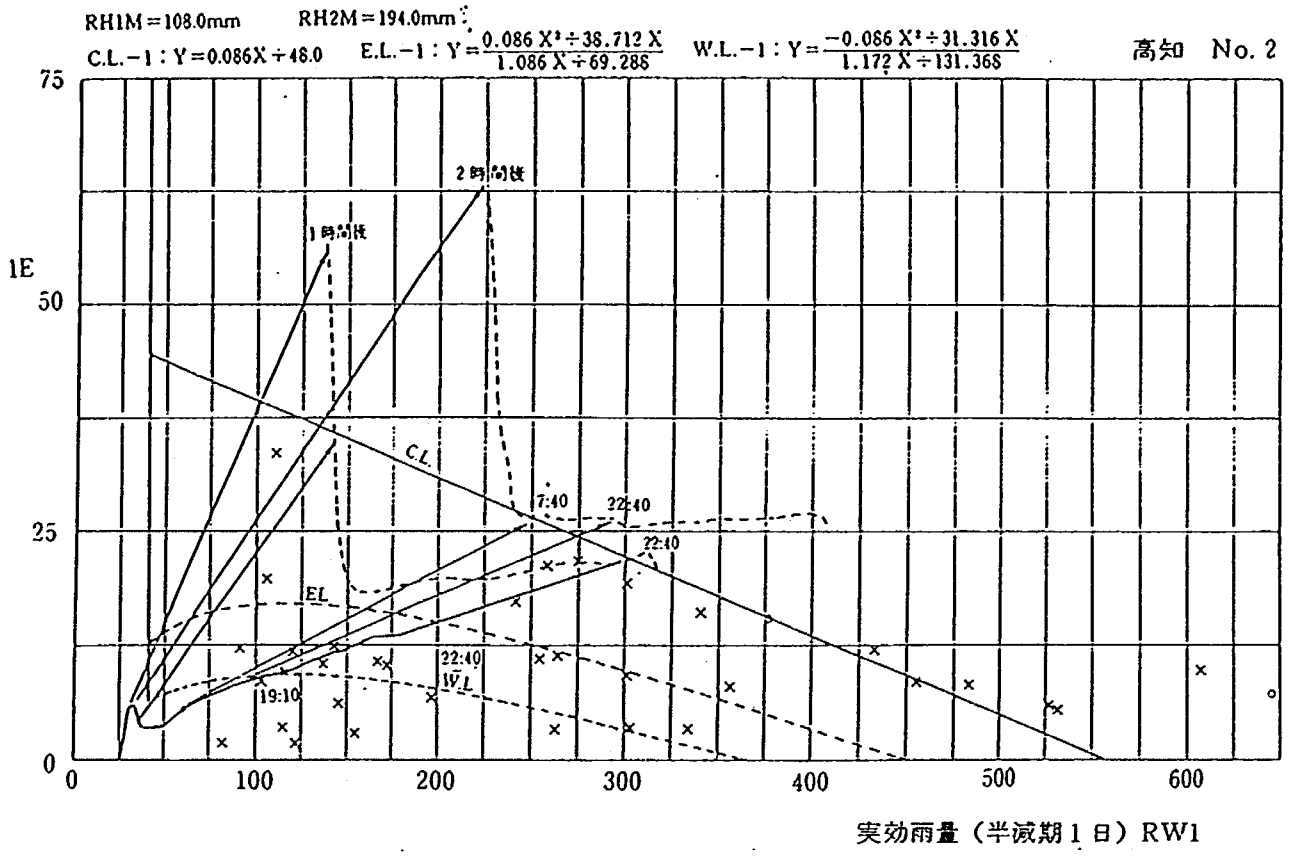
ELの設定は発生の1時間前，WLの設定は発生の2時間前としているので，一連の降雨におけるWLとELの時間差つまり警戒の発令から避難の指示までの時間間隔は1時間になるように思える。しかし必ずしもそうではなく，ちょうど1時間になるためにはある条件が必要なので，一般には1時間でない方が多いと思われる。



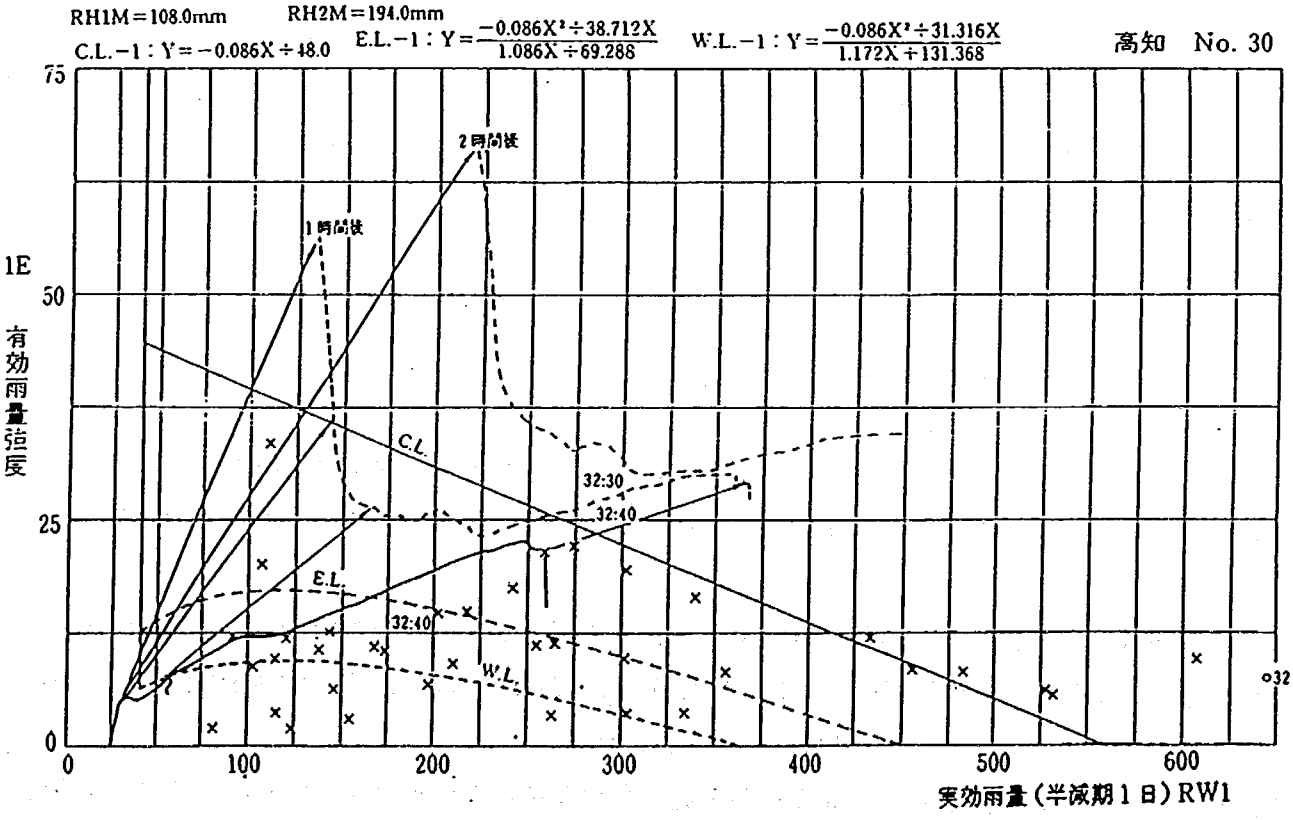
図－1　高知　昭和 30 年 10 月降雨パターン



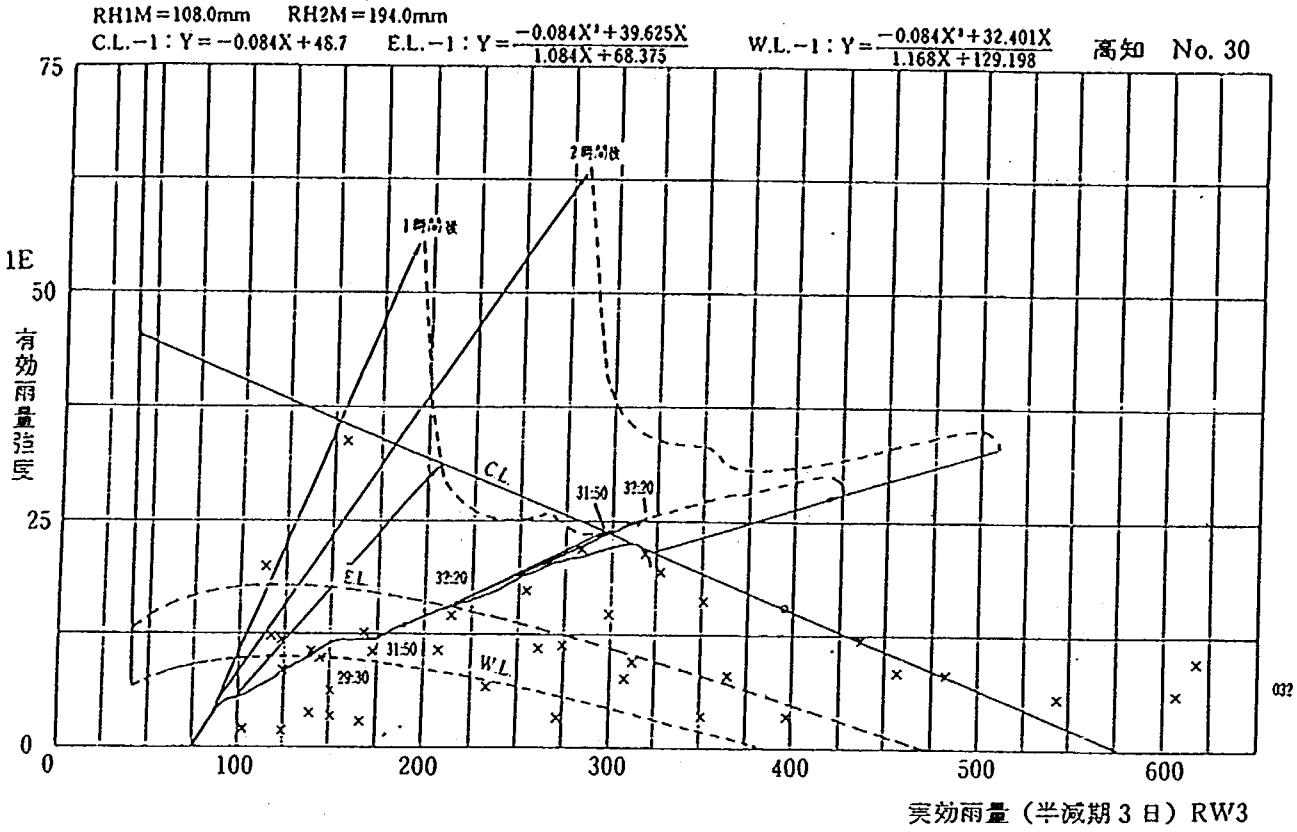
図－2　高知　昭和 49 年 8 月降雨パターン



図－3　昭和30年10月降雨に対する雨量判定図（半減期1日）



図－4　昭和49年8月降雨に対する雨量判定図（半減期1日）



図－5　昭和49年8月降雨に対する雨量判定図（半減期3日）

6　精度に関する考察

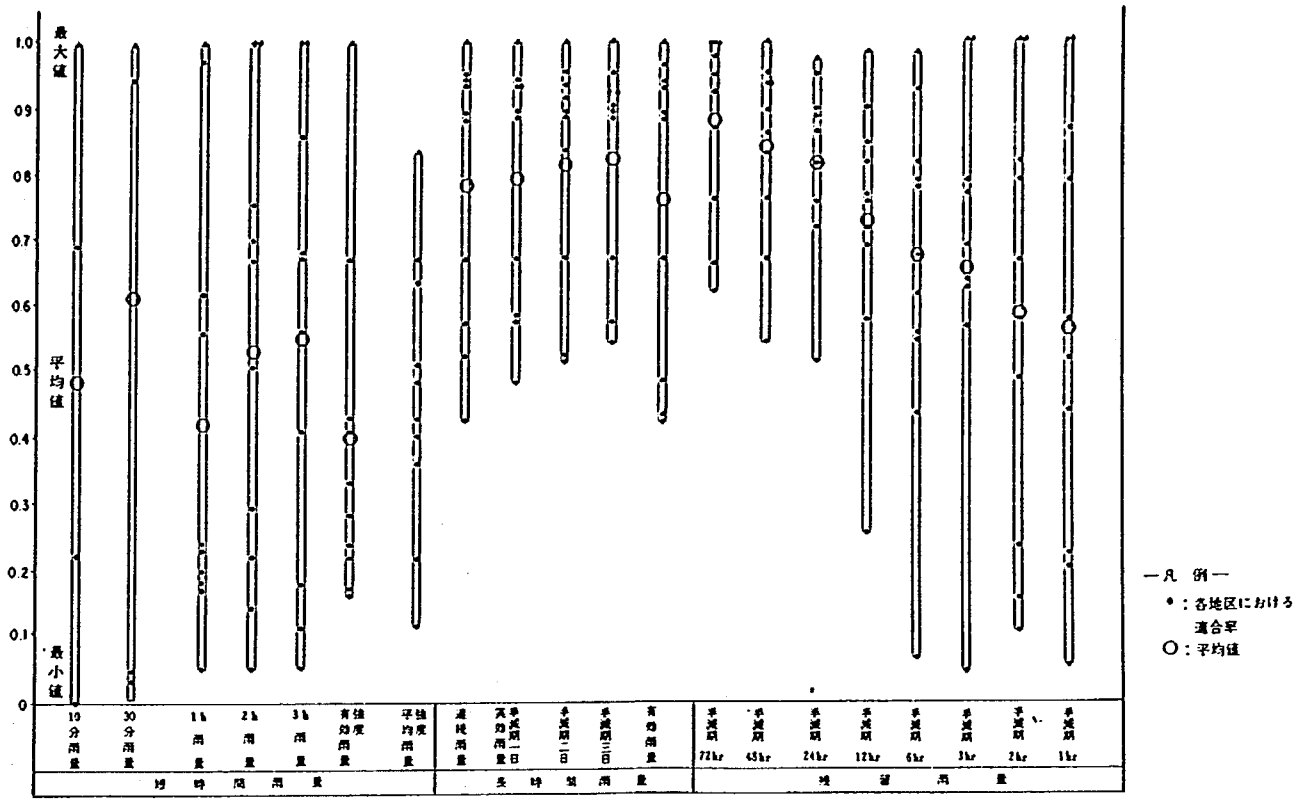
避難命令の発令につながる避難情報の検出時刻に対する時間的誤差は，次のように整理できる。なお，この他に災害資料に含まれる誤差も考えられるが，具体的な数値を示すことができないので，ここでは言及しない。

	A方式	B方式
① 収集間隔による雨量の差	−10分～0分	−10分～0分
② 収集間隔による変曲点位置	——	0分～＋10分
③ B方式の近似式の影響	——	0分～＋30分

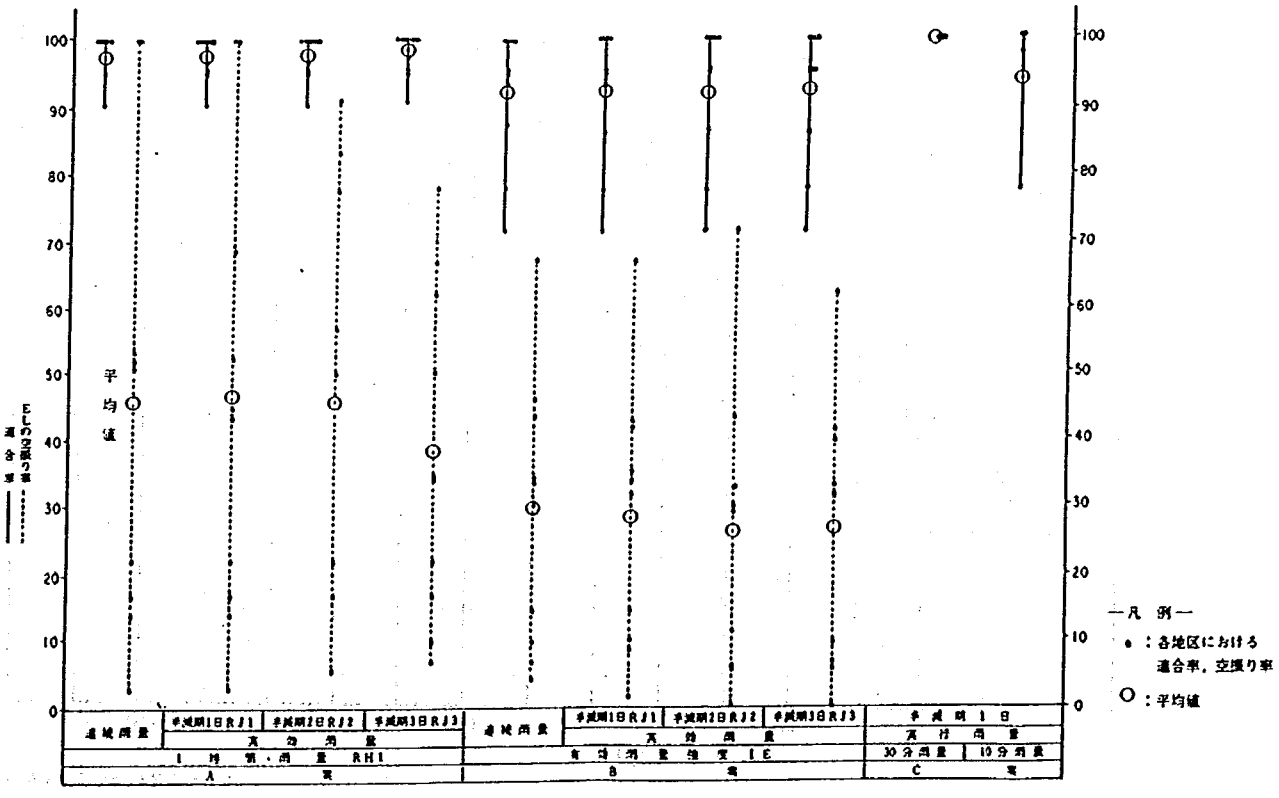
ここで，マイナスの数値は安全側（早めに検出）であり，プラスの数値は危険側（遅めに検出）であるので，A方式は避難情報を目標値より早めに検出する傾向にあり，空振りが多くなる傾向にあるといえる。

また，B方式は避難情報を目標値より遅めに検出する場合があり，その場合は，避難情報検出から発生危険基準線CLまでの時間が短くなる。したがって，避難命令の伝達時間や避難行動に要する時間は，できるだけ短くするように心掛けなければならない。

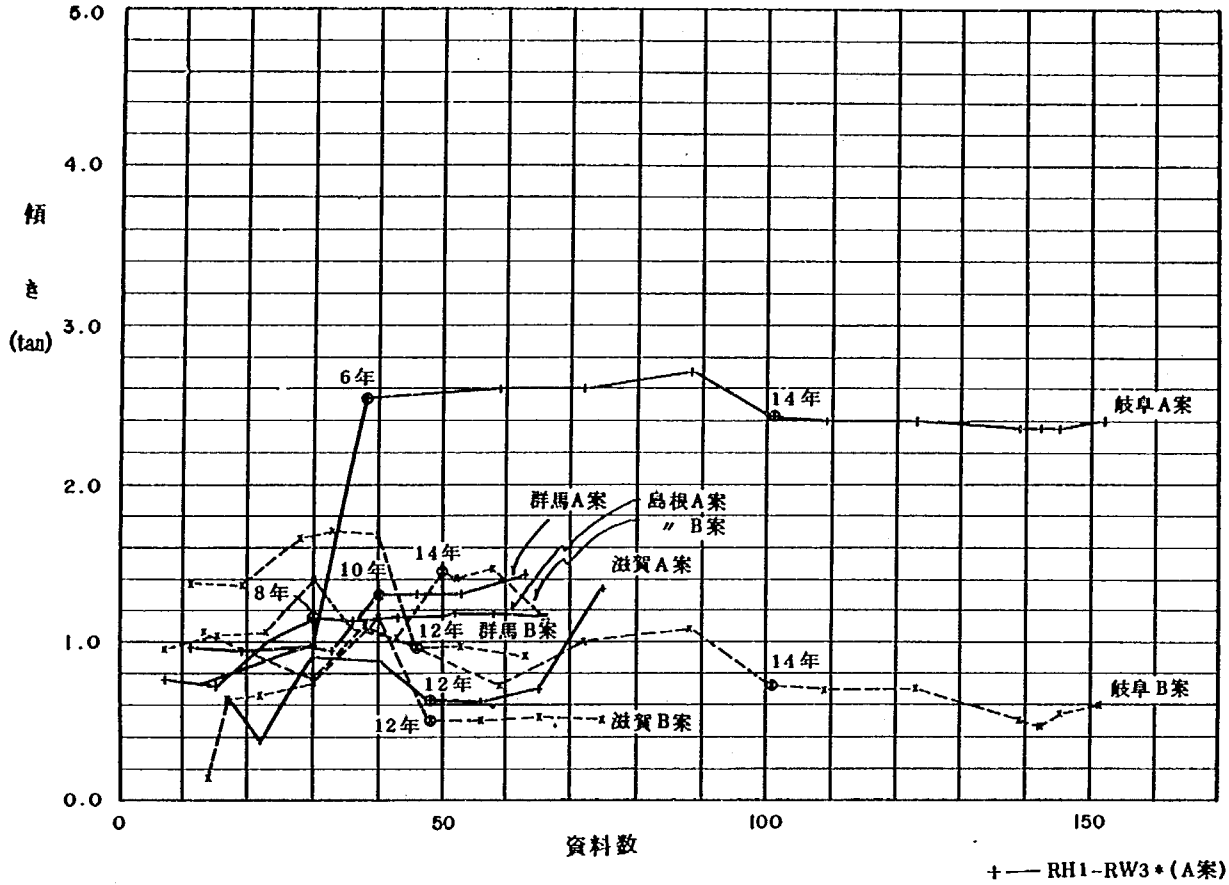
空振りを減らすために，避難基準線ELから発生危険基準線CLまでの時間を短く（例えば30分）想定して基準雨量を設定することも考えられるが，その場合は，上に述べた精度を踏まえ，時間的誤差を考慮した慎重な検討が必要である。



単一雨量指標の適合率

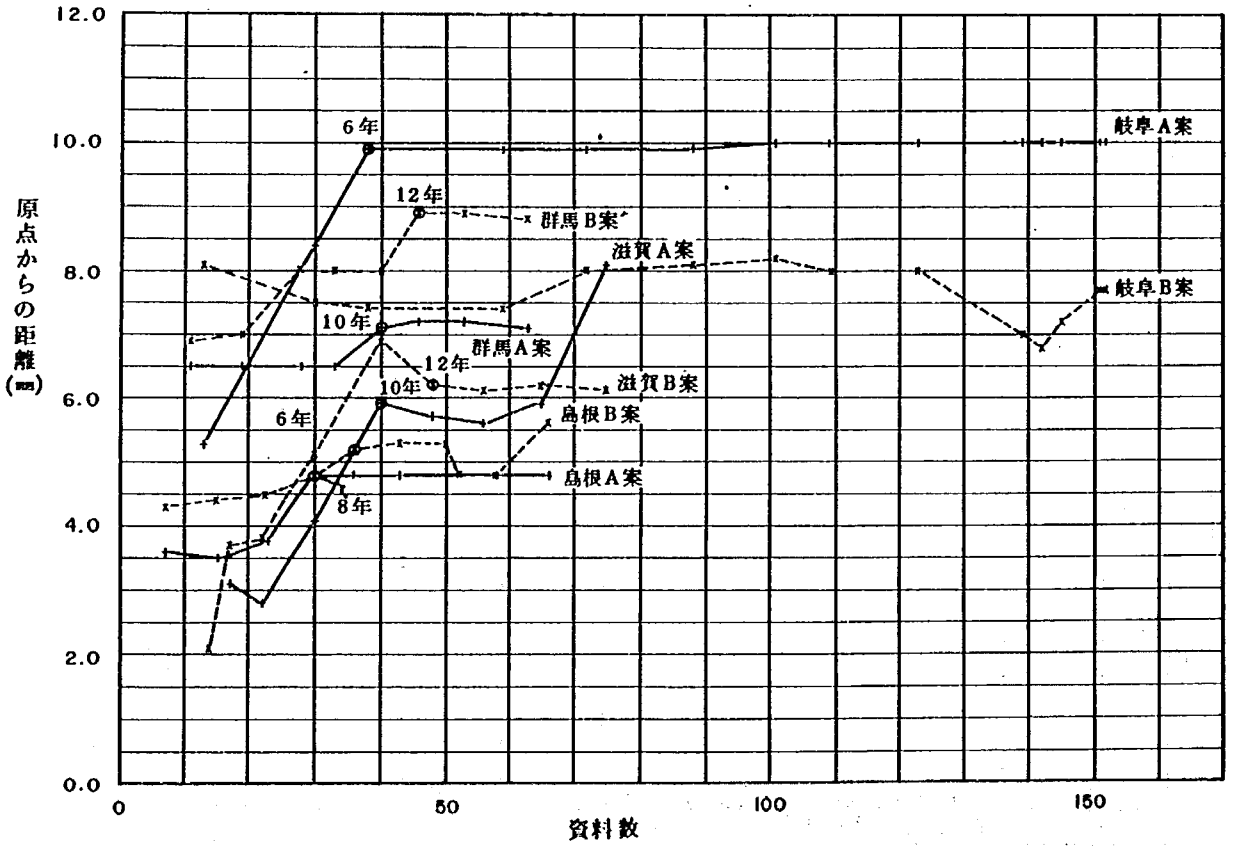


複数雨量指標の適合率と空振り率



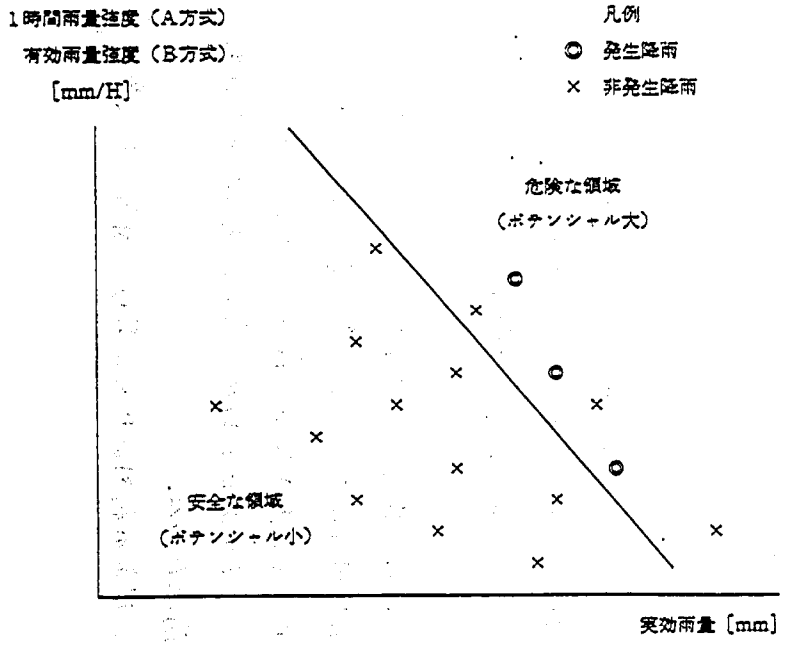
+ —— RH1-RW3＊(A案)
× …… IE－RW3 (B案)
⊗ 傾きが安定するポイント

サンプル数と非発生降雨集団上限包絡線の傾きの関係

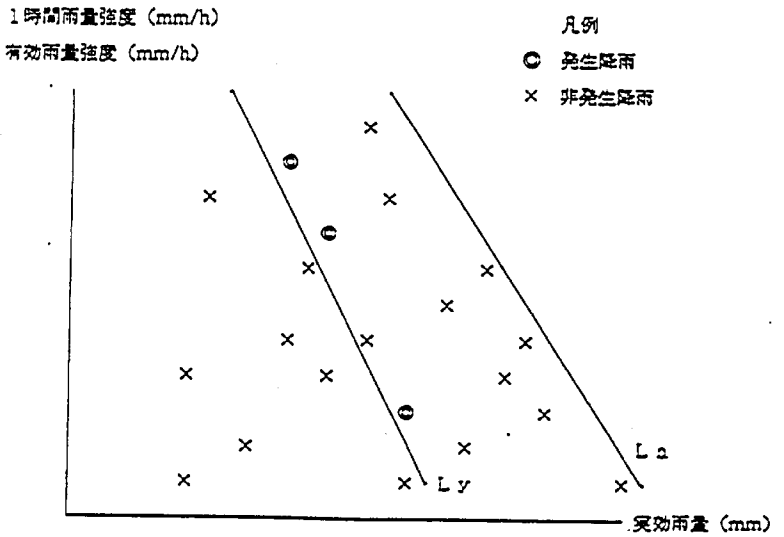


+ —— RH1-RW3＊(A案)
× …… IE－RW3 (B案)
⊗ 距離が安定するポイント

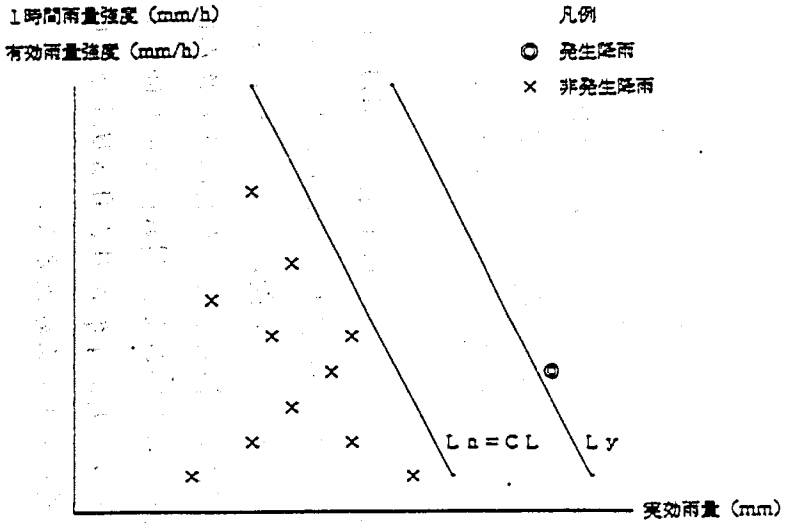
サンプル数と非発生降雨集団上限包絡線の原点からの距離の関係



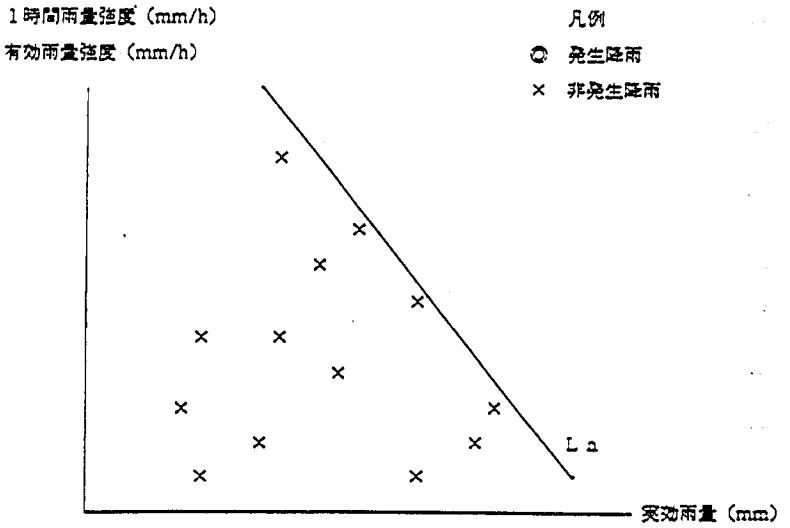
土石流危険基準線CLの設定



発生降雨が多く分離の悪い例



発生降雨が少なくて分離よくが非発生降雨との間隔が広い例



発生降雨が悪い例

6．4　上高地（特別保護地区）の砂防計画

北陸地方建設局　松本砂防工事事務所
調査課　牛木　広夫

1．はじめに

上高地は、北アルプス（標高3,000m級）連峰の狭谷に形成された谷底平地である。この地は中部山岳国立公園（国立公園S9.12.4，特別保護地区S40.12.22）の中心をなし我が国でも有数の景勝地で、真夏で気温20度を越えることが少ない清澄な地として、シーズンには利用者が日最大1万人、年間60～70万人に達する。しかしながら、近年周辺の山岳地域からの土砂の流出が最近目に付くようになり、大正池の埋沈が進み、梓川の河床の上昇で河童橋を始めとする梓川周辺の旅館等の観光施設や公共施設に対する洪水氾濫に対する危険性は、ますます増大している。

また、大雨の際には、崖崩れや土石流が発生し道路交通の途絶により観光客がとじ込められる事態が過去何回か発生している。

我が国でも代表的な景勝地内での砂防計画についての検討を行なっていくものである。

2．自然環境

1）地質

この地域は、古生層、花崗岩類、角閃粉岩、火山噴出物、および第四紀堆積物より成る。

古生層は、砂岩、粘板岩、チャートからなり、徳本峠から蝶ヶ岳にかけて南東部に広く分布する。

花崗岩類は、主に閃緑花崗岩と黒雲母花崗岩で常念岳から梓川上流部にかけて分布する。

角閃粉岩は、穂高連峰の急峻な山塊を形成するもので上高地西北部から南北に分布している。

火山噴出物は、焼岳の火山活動によるもので大正池右岸に分布し、ガラス質な安山岩から成る。

このほか、第四紀堆積物は、梓川沿いに広く分布している。

2）地形

上高地は、梓川沿に形成された延長1.6km，巾2～3kmの低平な谷底盆地で周囲を標高3,000m級の急峻な壮年期の山脈に囲まれている。梓川は槍ヶ岳を水源とし、二の俣谷、一の俣谷、横尾谷、徳沢、岳沢などを合流して大正池に流入する。約118km²の流域面積を有する河川である。

上高地の地形は、いつ頃出来たか明白ではないが、古い時代梓川は、現在の大正池で西に曲がり、岐阜県側の蒲田川に直結していた。ところが突然、この梓川をふさぐ形で焼岳が噴出し、梓川は完全にせき止められ、上高地一帯に、巨大な湖が出現した。その大きさは、長さ12km（現在の横尾合流付近），最大巾1.5kmまで及んだ。やがて、せき止めた土砂が欠壊し、湖の水が流れ出し現在の梓川を形成し、湖の底の平な部分が現在の上高地である。

大正池は、大正4年6月6日の焼岳の大噴火により、焼岳の斜面が巨大に割け、滑落した大量の土砂が梓川をせき止め出来た。

3）気候

上高地の気候は、裏日本型気候と表日本型気候の中間型であり、年平均気温は約6度、最高気温は8月の約23度、最低気温は約－14度であるが、盆地であるため寒暖の差は著しい。降水量は長野県内の最多雨域のひとつで、年間降水量は約2400mmと松本平の2倍以上となる。積雪は11月から4月まで続き、最深積雪は平均160cm程度である。

4）植生

上高地地区では、大正14年以降森林の伐採は禁じられており、植生は一部の地域を除き大部分が自然植生に回復している。これらの自然植生のうち、上高地地区の保存すべきものとして①固有性、②復元の困難性、③学術的な価値および稀少性の3つの観点から評価すると次のものがあげられる。

i)、ケショウヤナギ群落

ケショウヤナギは本州では、この地域だけに隔離分布する群落で昭和2年に発見され、固有性、学術的な価値および稀少性は高い。群落地域は、河童橋上流から徳沢合流点までの河床の広がる部分に分布している。

ii)、ハルニレ林

ハルニレは、上高地の景観を特徴づけるものであり固有性が高い。群落は山地土砂の堆積した平坦地など比較的湿潤な地域に分布する。

iii)、田代池周辺の湿生草原（アブラガヤ、クロアブラガヤ、ヤマアゼスゲ群落）

湿原そのものとしては、比較的未発達の湿原で学術的な価値は低い。しかし、湿原は全国的に稀れであり稀少性は高い。また、上高地地区の景観にとって田代池周辺の湿原は特徴的なものとなっており固有性も高い。さらに湿原は復元性が非常に低い。

5）動物

上高地は、動物の生息地としては恵まれた環境である。特別天然記念物のカモシカをはじめ、大型哺乳類や昆虫類は、長野県下に生息するほとんどのものがこの地域に生息すると考えられる。

魚類については、この地域は本来の魚相はイワナ一種であったが、近年移殖魚の放流により、放流されたカワマスと在来種であるイワナと交雑種が増加傾向にあり、在来種であるイワナは、明神池より上部の地域にしか分布していない。

6）上高地を代表する景観地区

上高地を代表する景観地区として、大正池、田代池、田代橋～河童橋、明神池、明神橋、徳沢～横尾等の周辺である。

上高地地区の特性として次の地区に分類される。

① 現在の利用性を守るためには、手を加えてでも自然、景観、施設の保全整備を考えていく地区として――河童橋周辺

② 現状の利用が自然接触型利用のため、自然、景観にはできるだけ手を加えないで、現状の利用を守る地区として――明神～徳沢付近及び徳沢～横尾付近

③ 登山中心の利用であり今後も自然、景観にはできるだけ手を加えない地区――横尾以奥

以上のように上高地は、歴史的に多く人に利用されており、利用者の満足度と再訪意欲からしても景観に対する評価は高い。

3、社会的環境

1）上高地の利用状況

上高地は、観光と登山の基地として利用されシーズンには、日最大1万人、年間60万～70万人に達する。利用者は、土地条件にうとい人達でスケジュールをもった短期滞留型である。

この地区の施設は、駐車場、キャンプ場、旅館（14軒）、橋梁（5ヶ所）、総合案内所（1ヶ所）、環境庁、林野庁、建設省（各1ヶ所）、神社（1ヶ所）、バスターミナル（1ヶ所）で狭い谷底の平地に全てが立地し、アクセスは、県道上高地公園線のみで入るにも出るにも道路は1本のみである。なお、宿泊者の収容人数は、施設、交通の輸送能力から7～8千人である。

2）上高地の行政的規制

- 国立公園特別保護地区（自然公園法）
- 特別名勝特別天然記念物（文化財保護法）
- 鳥獣特別保護地区（鳥獣保護及び狩猟に関する法律）
- 水源かん養保安林（森林法）
- 国有林野の貸付（国有林野法）
- 河川区域（河川法）
- 砂防指定（砂防法）

4、災害の履歴

最近の主要な豪雨災害と被害状況は次のとおりである。

1）昭和36年6月23日～30日

（梅雨前線）

- ゼンロク沢で土石流発生
- 西糸屋に土砂流入
- 河童橋左岸で内水氾濫

2）昭和44年8月10日～13日

（集中豪雨）

- 7～8時間　130mm
- 各渓流からの土石流で県道不通
- 観光客約3,000人が足止め
- バスターミナル付近で内水氾濫
- この災害を契機に、国道158号線（沢渡～中の湯間）及び県道上高地公園線で大雨時の通行規制が実施される。

3）昭和50年7月3日～13日

（集中豪雨）

・最大日雨量 191.5mm
・八右衛門沢，白沢で土石流が発生．県道不通．
・観光客約1,500人が足止め
・ホテル，旅館の一部．床下浸水

4）昭和53年6月19日～30日
（梅雨前線）
・去文沢，ビンロク沢，白沢で土石流発生
・河童橋付近で内水氾濫

5）昭和54年8月20日～25日
・最大日雨量231.5mm
・各渓流で土石流が発生．県道不通
・観光客約3,000人が足止め

5．砂防事業の沿革

上高地における砂防事業は，昭和11年に，高さ29m，長79mの我が国はじめてのアーチ型式の釜ヶ渕上流砂防ダムが市木正雄博士の手により計画され着手して以来今日までに砂防ダム19基，床固14ヶ所，山腹，護岸工4ヶ所を直轄事業として完成している．

一方，調査分野においては，昭和45年より土石流観測所が日本で初めて開設され，土石流の流下状況を把握するための写真と記録を撮るためのセンサーシステムの開発から始まり，土石流の発生，流動，堆積に主眼を置いたこの研究と観測の結果として，多量のデーターと記録フィルムが得られ，これらは砂防事業のみならず学問分野へも多大な貢献を果している．

試験施工においては，土石流対策砂防施設は種々のものが考案され室内試験等によってその効果が確認されている．底面水抜きスクリーンもその一つであるが，実際に現地でその効果を確認するまでに至っていない．そこで従来から土石流観測体制の充実されている焼岳上々堀沢において，その効果，問題点を把握すべく試験施工を実施し，昭和60年7月21日に発生土石流がVTR等に記録され効果，問題点等が確認された。

また当地方は，昭和59年度より「総合土石流対策モデル事業」を実施している．

6．上高地の砂防計画

1）アンケート調査

上高地の利用者に対して砂防事業についての意識を把握して，上高地における今後の砂防事業の計画立案の基礎資料とするため，昭和56年にアンケート調査を行なった。その結果次の3点について考察した．

① 安全性に対する意識

約半数の観光客が，なんらかの形で上高地で自然災害があることを意識しており，上高地へ来る観光客は比較的安全性に対する関心は強い．

業務滞在者は、自然災害に対する意識は非常に強く、観光客との間には上高地地区の安全性に対してかなりの開きがある。

② 上高地に砂防施設を建設することに対する意識

観光客、業務滞在者の両方で、各設問とともに「防止のための手を加えるべきだ」という回答が、「人工的な手を加えず放っておく」という回答を上まわっているが、観光客では砂防施設そのものを具体的にイメージしているものが約50%であることから、数字だけみて観光客の大部分が砂防施設の設置に積極的であるとは必ずしも云えない。

③ 防災と景観保護についての意識

防災のための砂防施設建設については、過半数以上の人が賛成しているが、景観保護という意識はかなり強く、できるだけ現在の景観を維持するような工法が必要である。

2) 上高地地域の保全整備計画

上高地地域の災害防止や、景観の保全のための総合的な保全整備計画を策定することを目的として、昭和57・58年度の2ヶ年にわたって、環境庁、国土庁、林野庁及び建設省の共同調査として、国土総合開発事業調整費によって上高地地域保全計画調査が実施され、防災計画指針、自然環境保全整備計画、森林保全整備計画、砂防計画が検討され以下の基本的考え方のもとに上高地保全整備計画が策定された。

① 山腹及び渓流の荒廃を防止し、現在の景観及び自然を維持保全するとともに災害対策を講ずる。

② 上高地の歴史的な利用特性を尊重するとともに、現状の利用実態を踏まえ利用施設を整備するなど、より適正な利用の推進を図ることとする。

③ 森林については、同地域の寒冷、劣悪な土壌等厳しい自然条件にかんがみ、現況森林の保全を基調としつつ、適切な施業により森林の有する水源かん養、土壌抑止及び保健休養等の公益的機能の維持増進に資する。

④ 上高地地域等を土砂災害から守るため、砂防設備の整備を図る。

⑤ 災害対策については、利用者の実態を踏まえ、生命及び財産を保護することを第一の目的とし、これに直接関連する宿泊施設等についても安全性を確保する。

⑥ 以上の対策の実施に当っては、景観及び自然に対する影響ができるだけ少なくなるよう施設の配置及び工法等を配慮する。

3) 上高地における砂防計画の基本的な考え方

上高地における砂防施設は、砂防施設としての目的が十分発揮でき、かつ景観の与える影響を最少限にするよう計画されなければならない。

① 砂防施設と景観の調和をはかる

自然環境には長大な直線状のものは元来存在しない。また、コンクリート構造色彩は、自然がおりなす四季変化に調和しない。施設を視覚的に景観に調和されたことを基本とすれば次の方法が考えられる。

イ、植生（周辺と同一の草木類）により施設を遮へいする。

ロ．施設の表面処理により周辺環境へなじませる。

ハ、構造物の露出を極力少なくするため．可能部分を河床材料により成立て、隠ぺイする．

ニ．構造物の形態を極力自然になじむ姿とする。

②．親しみやすい水辺を確保する．

現状では．恩沢園．明神橋．小梨平周辺は観光客が入りやすい場所で．梓川の清流と親しみやすい場所として．レクリエーション．散策等に利用されている．施設を設置することにより新たに水辺とへだてることが生じない計画とする．

③　水生生物の保全を図る

魚類等が生息できるような水流を確保するとともに．植物の植生（特にケショウ柳）に適した河床状況を確保できる構造物とする．

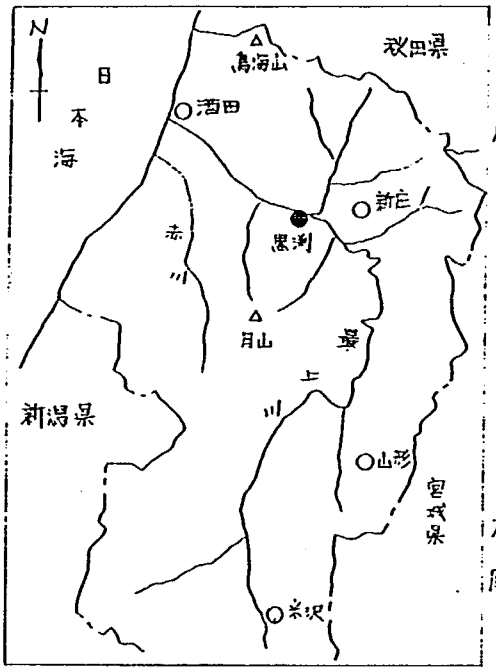
その他，工事中の騒音．振動．濁水．交通障害．地形変化等の影響は大きい．技術的に可能な限りの対策が必要である。

現在．当事務所では砂防施設の目的を確保し．環境に対する影響を極力少なくする計画で．各関係機関と協議．検討中である。

6．5　地すべりの計測

―黒渕地すべりの調査上の問題点について―

1　黒渕地すべり概要



黒渕地すべりは，山形県北部の最上川左岸に位置している。この地域は，山形県の中でも特に地すべり分布の多い銅山川，角川流域に接しており，古くから地すべり活動があったとされている。

当地すべりの地形は，南北に走る尾根を頭部とし，両サイドを支尾根に囲まれたなだらかな丘陵地で，地表面の傾斜は8°前後となっており，巾約750m，長さ約650mが地すべりの範囲と推定されている。

また，地質的には，第三系の古口層の黒色泥岩～砂質泥岩が基岩を成し，これを同岩の風化層及び崩積土が覆っている。風化層は，褐～暗褐色を呈する粘土である。崩積土層は，径1m以上の砂岩の転石を混入する礫混り粘土層である。この風化層と崩積土層の厚さは，数m～10m程度で，本層が浅層すべりの主体を成している。

黒渕地すべりの記録は，次のとおりである。

時　期	移動状況・被害等
約200年前	緩漫な地すべり活動開始．活動の度毎に最上川河底が盛上り，岩礁が河面に露出し，船舶の運行に支障をきたし，人命及び貨物の流出が絶えなかった．その為に，河岸に小祠を祭り「黒渕明神」と称して遭難者の霊を尋らった．
明治11年　春	家屋移転
大正5年～昭和19年	3回の小変動あり
昭和19年　7月	10数町歩移動．家屋8棟倒壊，最上川河床の岩石隆起（明神岩の数増える）
昭和26年　2月	気象異動のための融雪，8町歩が1.5移動．道路450m間移動 陥没落差は，新庄側2m，酒田側3m，河床隆起で中島出現
昭和41年　8月	国道47号線に馬蹄形の亀裂，沈下発生
昭和52年　8月	最上川の増水により地すべり末端部が洗掘作用を受けた為に最大30m/分の速度で活動を開始し，国道47号線は8日夜から11日昼まで3日間全面通行止めとなった．

表からわかるように，黒渕地すべりの活動は，融雪期のみではなく，7月～8月の降雨及び河川の増水の影響によるものも見受けられる。

現在，黒渕地すべりは，顕著な動きが観測されておらず，対策工事の効果が除々にあらわれてきているものと考えられる。

― 指定関係 ―

昭和35年2月16日　建告203号（地すべり防止区域）　58.7 ha

昭和54年9月7日　建告1433号（直轄編入）

― 保全対象 ―

家屋6戸，一級河川最上川750m，国道47号線750m，水田，畑，林地

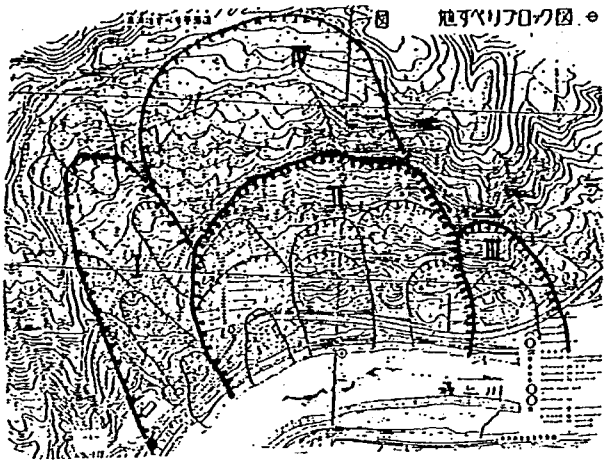
2. 調査の現状

① 調査の経緯

— ブロック区分 —

黒渕地すべりのブロック区分は右図のように4つに分けられ、そのうち、特に危険性の高いと想定されるIブロック及びIIブロックを中心に調査・対策が進められてきた。

各ブロックの概略的な特徴は、下表のとおりである。



Iブロック	IIブロック	IIIブロック	IVブロック
巾600m×長800m (EL 30m~100m) 地盤傾斜 8°前後 崩積土層、基岩層共ほぼ地形なり。 崩積土層厚 3~14m 地下水位 GL-0~2m 崩積土層下面で地下水流動帯を確認 4ブロック中最も古い変動による。	巾450m×長350m (EL 30m~80m) 8°~10° 10m前後 崩積土層中に水位形成しており、頭部では、泥岩中キレツ面に水位形成している所もある。 最も新しい変動による。	巾150m×長240m (EL 30m~70m) 10°~20°の山麓斜面から4°~8°の緩斜面 10m前後 崩積土層及び風化岩上面に地下水流動帯が確認されている。 他のブロックに見られない安山岩あるいは花崗岩の円礫を有する砂礫層あり。	巾340m×長230m (EL 80m~140m) 15°前後 末端部は、IIブロック頭部の急崖。 10m未満 風化岩底面に地下水流動帯が確認されている。降雨に敏感に反応する。 末端部崩壊に伴う不安定化が想定される

② 調査項目

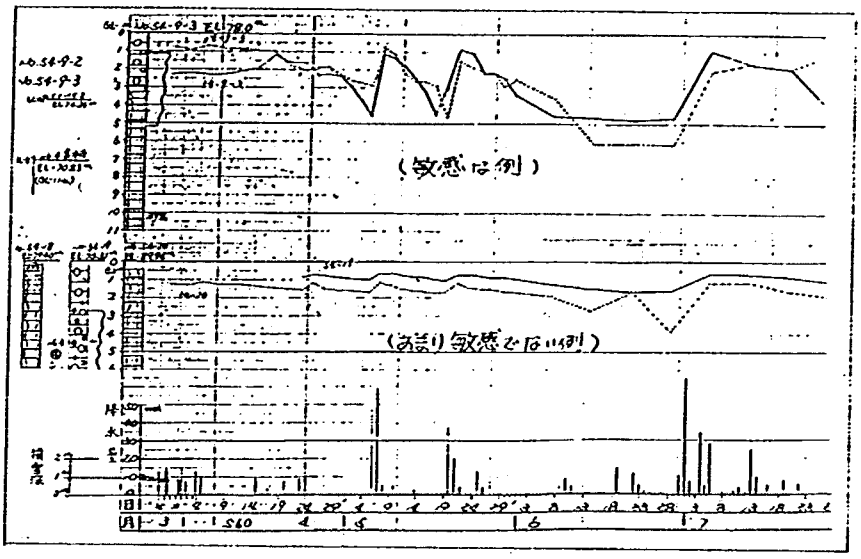
昭和53年度以降右の表の調査を行っている。

項目的には、一通り行っている。

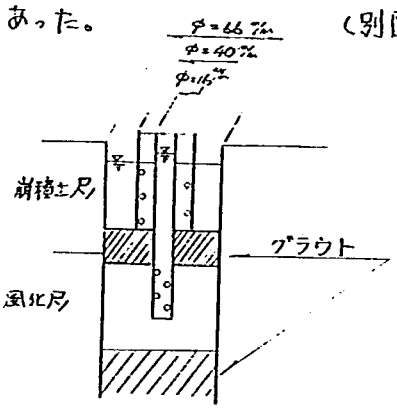
既住調査概要表

年度	水文調査	基礎調査	移動量調査			地下構造調査				地下水調査				すべり面調査		その他
			相対計	巾縦計	保住箇所	ボーリング	弾性波探査	電気探査	その他	地下水位	地下水位観測	地下水流量	その他	孔内傾斜計	孔内傾斜計	
昭和53年度		踏査一式	3箇所												1箇	
昭和54年度	降雨量観測一式		3ヶ所			24m 35m		電気探査4箇	クリーブワッシャ 地表土質試験一式 クリーブ試験4箇 地盤調査12ヶ所	20ヶ所	14箇		降雨量水位観測2箇 水質分析試験一式		8箇	安定計算
昭和55年度	降雨量観測一式	地表面及び地下水位観測及び地盤変位測定一式	18ヶ所			28m 30m			クリーブワッシャ2基	42ヶ所	10箇	一式	降雨量水位観測10箇 水質分析試験一式		8箇	
昭和56年度	降雨量観測一式		16ヶ所	2ヶ所		30m 40m	15m 40m			18ヶ所	3箇		降雨量水位観測3箇 水質調査2ヶ所 地盤変位観測2箇所	地表傾斜計観測 孔内傾斜計観測	8箇	集水井設計一式
昭和57年度	降雨量観測一式	地盤変位測定一式	3ヶ所	2ヶ所		10m 30m				1ヶ所	2ヶ所		降雨量水位観測 2ヶ所 水質調査 2ヶ所	地表傾斜計観測 孔内傾斜計観測 水位観測 2ヶ所	8箇	
昭和58年度	降雨量観測一式	踏査一式	1ヶ所	2ヶ所		40m 45m				14箇所	4箇		降雨量水位観測 4箇 水質調査 2ヶ所	地表傾斜計観測 孔内傾斜計観測 水位観測	8箇	排水定量工設計一式
昭和59年度	降雨量観測一式	踏査一式	1ヶ所	2ヶ所		10m 40m		2箇所	地表面調査1ヶ所	17箇	3箇	2ヶ所	降雨量水位観測 3箇 水質調査 2ヶ所 地下水量調査 2ヶ所	地表傾斜計観測 孔内傾斜計観測 水位観測 2ヶ所	8箇	自定所作一式
昭和60年度	降雨量観測一式	踏査一式	14箇	2ヶ所		—			地表面調査1ヶ所	17箇	—	—	地下水量調査 2ヶ所 地下水量調査 2ヶ所	地表傾斜計観測 孔内傾斜計観測 2ヶ所	8箇	自定所作一式
計						184m										

①降雨に敏感な地下水位　　地すべり面に作用している間隙水圧の観測の代用として最適な観測方法及び頻度となっているか。



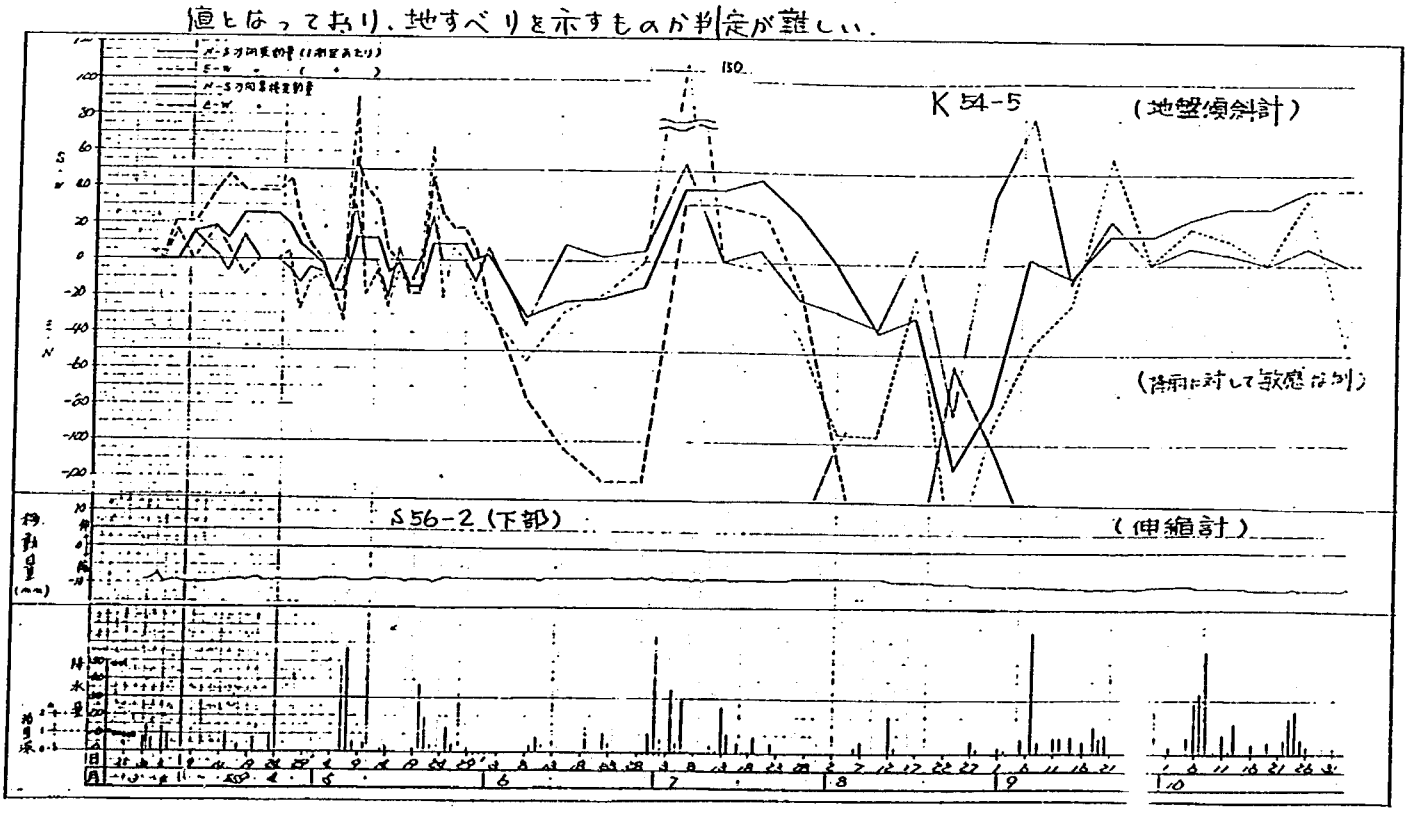
一部観測孔では、カサグランデ方式として観測したが、結果はまちまちであった。　(別図)

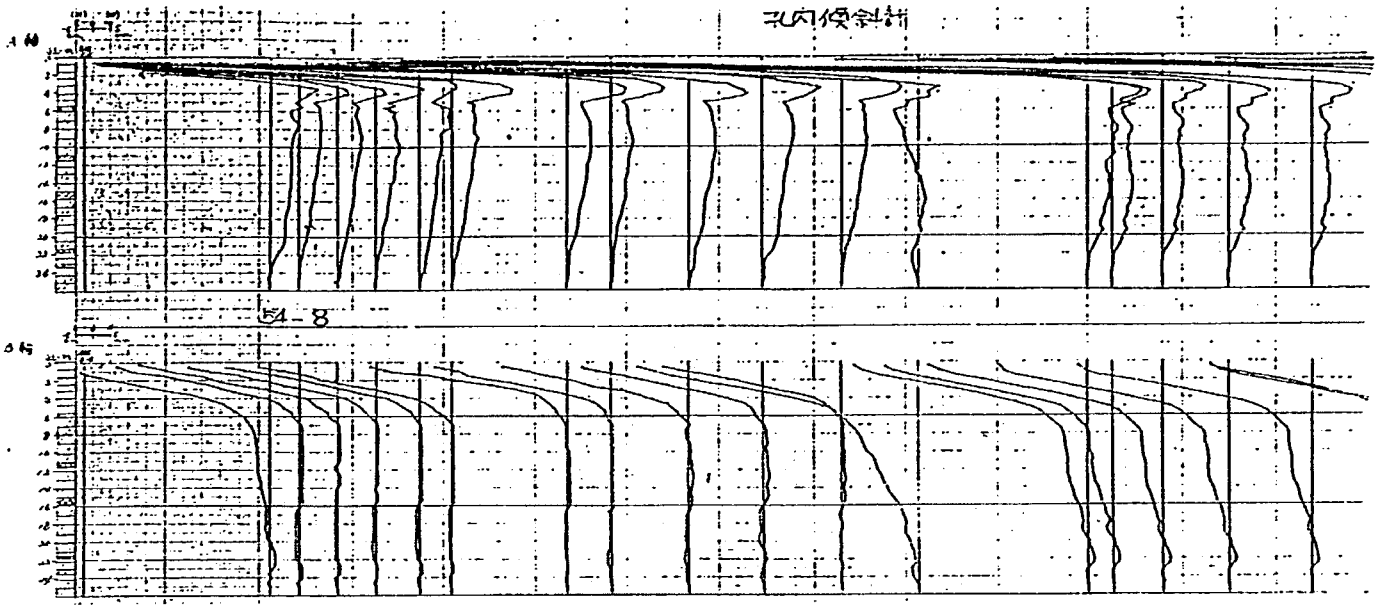


⑤積雪中の観測　　2mを越える積雪の中の観測を実施するにあたって　移動、除雪が困難であり、また　冬期観測の位置付が不明瞭になっていないか

冬期観測種目としても、Ⅱブロック主測線のみは　夏期と同じ観測を行っているが、頻度を少なくして実施している状況である。

⑥不明瞭な活動の計測　　地すべり活動が殆んど観測されない現状である。計測値も小さな値となっており、地すべりを示すものか判定が難しい。





⑧テレメータ化の不備　　防災体制の整備の基本は、正確な情報をいかに早く収集するかにかかっており、異常時の調査や対策を検討するためには　リアルタイムの観測が必要とされてくる。現在、情報収集は、リアルタイムとはなっていない。

⑨観測計器の精度と寿命　　地すべりの観測計器や方法にはいろいろあるが、精度や寿命についてわからない点が多い。

例えば、

地下水位観測……水面検出器を使用している→途中の湧水により水面以外で反応する。

カサグランデ方式→パッカーあるいはグラウトが完全かどうか不安。

間隙水圧計→長くて1～2年の寿命……機器の設置時要注意

地すべり面に対する水位を正しく反映しているか。

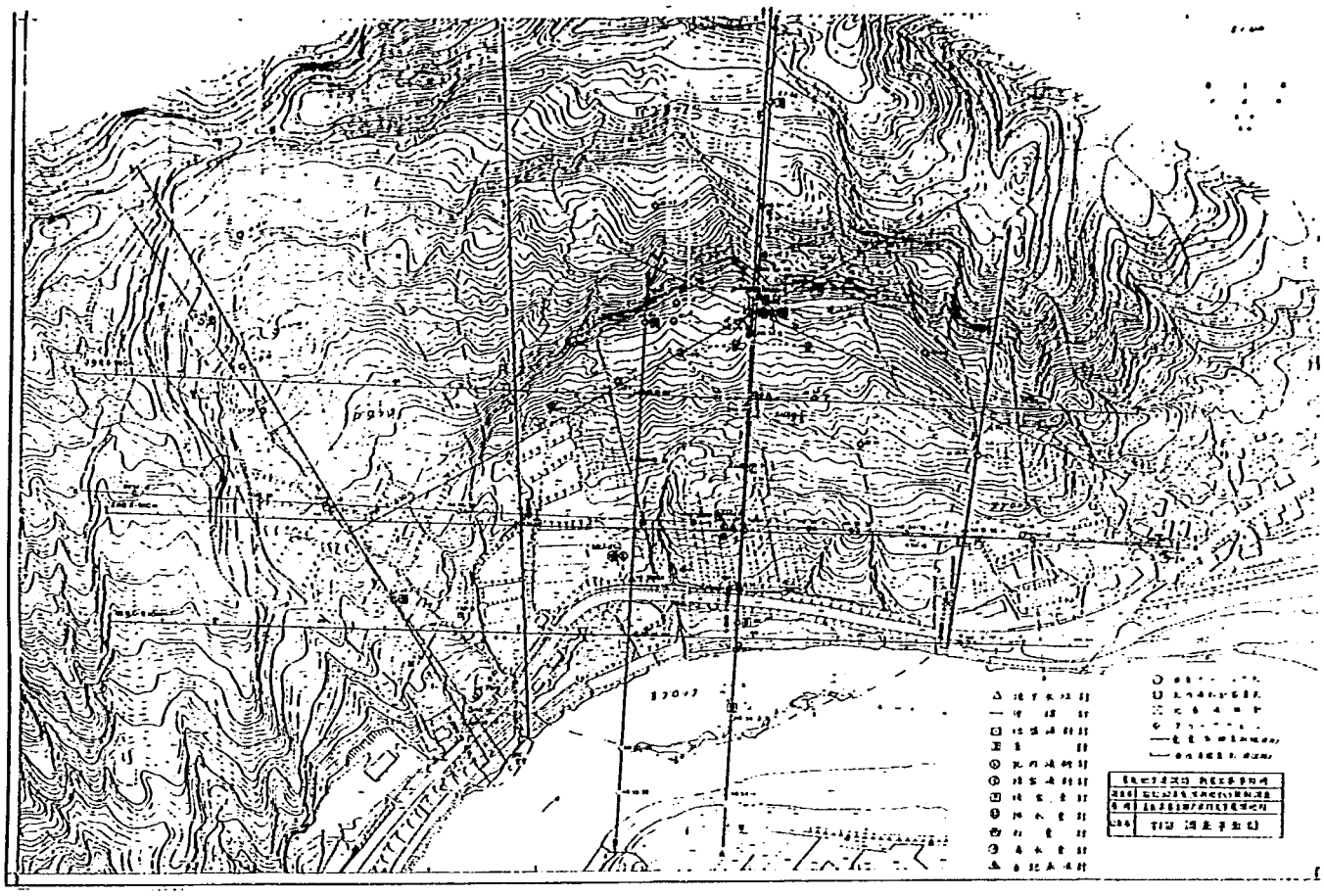
パイプ歪計観測……歪計専用孔でない→パイプ自重の影響はないか

ゲージ線やリード線等の寿命は、3年程度とかいわれているが、その間の保守点検は？、精度の確認は？

孔内傾斜計観測----観測深度（現在0.5m毎）の微妙なズレで観測値は大きく違ってくる。

⑩対策工の効果確認と維持管理のための調査　　対策工の周囲に観測孔を配置するとともに集水状況や排水状況を把握する必要がある。

以上、黒澤地すべりにおける問題点をあげてみました。



3. 調査の問題点

— 黒渕地すべり調査における問題点 —

調査計画上の留意点として、①降雨に敏感な地下水変化（融雪期以外でも危険度高い）②末端部が常に河川の流水の侵食を受けている③複数のすべり面が想定（崩積層＋風化層の下面＝浅層と泥岩中のすべり面＝深層）④不明確な地下水脈⑤積雪中の観測⑥不明瞭な活動の計測⑦防災対策上の監視体制としてのテレメータ化の不備⑧調査担当者のデータ解釈の能力不足（経験）⑨観測計器の精度と寿命及びメンテナンス⑩対策工の効果確認及び維持管理のための調査不足⑪その他の諸問題等があげられる。

これらの問題は、黒渕（新庄工事事務所）固有のものであったり、東北地方（積雪寒冷地または第三紀層地すべり）の共通問題であったり、一般的な問題であったりしている。

このうち、計測に関する問題点としては、①、⑤、⑥、⑦、⑨、⑩が関係するものと考える。

（②は、特に計測していないし、③は、各深度を歪計で観測中、④は、今後追加調査対象項目、⑧は、計測後の問題である。）

7.　グループ討議のまとめと全体討論

7.1　大規模崩壊跡地対策

7.1.1　第1分科気のまとめ

関東地建河川部　　古賀　省三専門官

1．大規模崩壊跡地対策の事例紹介

1）七面山崩れ —— 富士川砂防工事事務所

富士川流域早川右支春木川の大春木沢源頭部にあり崩壊面積は約33haを有している。1854年安政東海地震により発生し，生産土砂量調査によると，昭和58年6月から10月の出水期に約34万m^3の土砂が生産されており，崩壊面積当りの浸食深は約1mとなる。土砂の生産は主に凍結融解によるが，崩壊地からの土砂生産は非常に活発である。地形が非常に急峻であるため崩壊地への直接の立入は困難であり，その下流に床固群，砂防ダムを施行している。

2）稗田山崩れ —— 松本砂防工事事務所

姫川左支浦川の金山沢源頭部にあり崩壊面積は約60haを有している。1911年の豪雨により発生し，崩壊土砂量は $3.0\times10^7 m^3$の規模であった。現在，崩壊地からの土砂生産はほとんどなく比較的安定しているが，金山沢から姫川合流点にかけて崩壊土砂が厚く堆積しており，さらに稗田山崩れに隣接する地域や浦川上流風吹岳では地すべり性崩壊が起っており，これらを総合すると，$6.7\times10^7 m^3$もの土砂生産能力が潜在している。

3）鳶山崩れ ——— 立山砂防工事事務所

常源寺川流域湯川左支泥谷，多枝原谷の源頭部にある大規模崩壊である。1858年の大地震により発生し，崩壊土砂量は $4.1\times10^8 m^3$もの規模であった。この時の崩壊土砂がまだ，$2.0\times10^8 m^3$も不安定土砂となって残っており，崩壊地からの土砂生産も活発であり，常源寺川流域の主要な土砂生産源となっている。砂防工事は湯川及び泥谷，多枝原谷で行われており，現在までに数多くの砂防ダム，床固工が完成している。

4）ナンノ崩壊 —— 越美山系砂防工事事務所

揖斐川流域坂内川右支ナンノ谷の源頭部にあり，崩壊面積は約21haを有している。1895年の豪雨により発生し，崩壊土砂量は約 $1.5\times10^6 m^3$の規模であった。現在，崩壊地から土砂の生産はほとんどないが崩壊残土の2次浸食，特に，崩積土先端部の河岸浸食による地すべり性崩壊の危険性がある。砂防工事は坂内川本川で行われており砂防ダムが施行されている。

5）大沢崩れ ——— 富士砂防工事事務所

富士山を水源とし，崩壊面積は約97haを有している。約1,000年前から起ったと言われており崩壊土砂量は $7.5\times10^7 m^3$の規模であった。崩壊地の源頭部の地質は玄武岩熔岩とスコリヤ層が互層となっており非常に崩れ易く，生産土砂調査によると年平均生産土砂量は約20万m^3，年平均の浸食深は0.2mである。砂防工事は扇状地対策と流路工の整備が行われているが，崩壊地源頭部における調査工事が昭和57年度より開始されており現在，崩壊地拡大防止のための基本計画が検討されている。

6）大谷崩れ

安部川源頭部にあり，崩壊面積は 180haを有している。1530年の豪雨により発生し，その後1604年，1703年の大地震により拡大した。崩壊土砂量は約 $1.2\times10^{8}m^{3}$の規模であった。現在，崩壊地の拡大は少ないが崩壊地内の崖錐堆積物が再移動しており安部川の主要な土砂生産源となっている。砂防工事は大谷崩れの下流端を中心に実施されており，現在までに床固群（15基）等が完成している。

2．大規模崩壊跡地対策の必要性

1）土砂生産の特徴

我国の代表的な大規模崩壊跡地から土砂生産のタイプは３つに分類できる。

① 崩壊土砂の２次浸食による土砂生産が多いタイプ

稗田山崩れ，ナンノ崩壊

② 崩壊跡地から土砂生産が多いタイプ

大沢崩れ，七面山崩れ

③ 両方とも多いタイプ

鳶山崩れ，大谷崩れ

2）大規模崩壊跡地対策の必要性

土砂収支の面から定量的な必要性に関する検討はあまりなされておらず，ここで定性的な必要性を整理した。

① 下流に多目的ダムがあり年平均流出土砂量を減少させる。

② 下流で対応する崩壊跡地で対応した方が経済的である。

③ 下流には，地形的な制約があって崩壊跡地対策をやらざるを得ない。

④ 崩壊跡地対策により下流の既設ダムの安全性が確保できる。

⑤ 我国を象徴する山であり，崩壊跡地対策により山を守る。

3．大規模崩壊跡地対策の今後の課題

1）大規模崩壊跡地対策の計画上の位置づけ

崩壊跡地対策は山腹工による生産土砂の直接打止が中心となるため，山腹工の定量的，定性的効果，経済性，施行性，景観等について検討し，砂防計画上の位置づけを明確にさせる。

2）土砂生産調査による生産機構の確認

崩壊跡地から土砂生産の特徴は３つのタイプがあるが，適切な施設配置を図るため，土砂生産調査を行い，土砂生産機構を明確にさせる。

3）山腹緑化対策の工法検討

崩壊跡地の緑化は，自然条件が厳しいため，非常に困難であるため，同一条件下での試験施行が不可欠である。

7.1.2　第1分科会に関する全体討論

水山（土研）　テーマ討論のため話題提供に限った話しなんですが，安部川の第3期対策の図には基礎工の話しや落石防止策の話しが限られた図だけ示してあって，尾根から川筋までの全体としての図がないので説明図として不十分ではないかと思います。高度や気候その他の影響を受けてどういう土砂の残り方に対してどういう対策を行っていくか，跡地をどう処理していくかという事が問題になると思いますが，斜面の植栽，山腹工的なことを考えますと，特に試験植栽として木の種類を色々な場所で（ここだけではなくて他の場所でも）チェックしているケースが多い訳ですが，もっと具体的に山腹工を成功ささせるには基礎工が大事で，日光の大薙のように基礎工が終わったから植栽を始めるというような手順が必要ではないかと思います。安部川を見ますと，下の方基礎工だけやっているのは，上からは落石防止策だけでＯＫということだと思いますが，ちょっと疑問に思いまして，そういう議論はなされませんでしたでしょうか。

堤（静河）　斜面の山腹工の範囲につきましては，さきほど説明した中では斜面全体の計画について申し上げなかった訳ですが，斜面の上部，峰からの 1/3ぐらいのところまでは岩の露頭が見られまして，今具体的に計画を立てていますきのは，斜面の法長で約 1/2程度でございます。そこにつきましては基礎工で固めて表土の動きを止め，今ご指摘ありましたように表土の動きが止まれば直ちに植栽を行なうという方針でやっていましたが，基礎工そのものが編柵とか杭木を使っている関係で，植栽樹木の成長の度合いを考慮して基礎工と同時にやるということで考えています。植栽樹木の点につきましても，まだ，一部に課題が残っていまして，これは本工事をやりながらも今まで試験植栽した樹木の中で最終樹木としては深根性のウラジロモミとか他のものを予定していますが，初期の段階で活着の良いものを選定してやらなければあとの成育が悪いということがありますのでその点は課題だと思っています。また，斜面における落石防止柵は，落石発生源の直下までやらなければならないと思っていますが，全体緑化は今のところめどがついていない状況です。

水山　よく分かりませんが，１つ言いたいのは，かなり思い切ってやらないと成功しないのではないかということです。上が岩だと言うならそれはそれでいいのですが，それも考慮の中に含めて狭い幅でもいいから尾根まで一体として処理するような方向でやっていただいたら成功する可能性が高くなるのではないかと思います。他の場所の河岸で樹木の検討だけやっているうちに流されてしまうとか上に土砂がかぶってしまうとかいうことを繰り返している所もありますから，（もちろん試験植栽で本工事費を送り込んでいる訳ではないので，そうなってしまうわけですけれども）場合によっては上部を切ってでもやるようなことが必要ではないかと思っています。分科会の中には急傾斜地崩壊研究室のメンバーも居られたようなのでそういう議論があってもよかったのではないかと思いました。

7.2　生産土砂調査

7.2.1　第2分科会のまとめ

九州地建河川部　　増元　四郎専門官

1．はじめに

明治11年，近代化砂防は政府の手によって直轄砂防工事として着手されたのが最初である。以来，今日まで 100年を経過し，その間幾多の調査が実施されてきたが，生産土砂についての確立された手法は未だ完全なものは無いと言って過言ではない。現在の砂防基本計画等で取り扱っている生産土砂は航空写真，河床変動調査等を利用し

① 山腹の崩壊浸食

② 河床，渓床の浸食

③ 河岸，渓岸の浸食

の量を，流域一括して検討していた。これに対し，砂防ダム等を設置することになる訳であるが，超過土砂流に対して大規模な砂防ダム築造によって見かけ上の整備率は上がり，施設整備に不都合な面も考えられる。

当グループでは，各工事事務所で実施している生産土砂調査の検討手法を紹介していただき問題点の整理と，新しい検討手法について四国地建，関東地建の事例について討論し，今後の調査の進め方を取りまとめた。

当グループでは，生産土砂調査について討論していただくため，事例に各工事事務所から現在まで実施してきている調査手法等について提出していただいた。報告された手法を大きく分類すると。

1. 航空写真を時系列に対比し，併せて崩壊地等の現地調査を基に推定。――― (13工事事務所)
2. 山体等が裸地状の地域において航測による空中横断あるいは，全流域をメッシュ化し標高の経年変化を基に推算 ――― （3工事事務所)
3. 数量化Ⅱ類により解析 ――― （1工事事務所)
4. 空中γ線を用い不安定土砂流の把握 ――― （1工事事務所)
5. 部分的に直接測量 ――― （3工事事務所)

であった。航空写真の対比によって推定する方法としては，既住の現象が計画降雨まで拡大されたものとして土砂生産があるとしているが，必ずしも生産量を示すが疑問が残るところである。したがって，この調査法で検討解析するためには，調査間隔，航空写真の精度，その他必要な調査事項は何かについて討論した。

次に，新しい手法によって不安定土砂量を推定する方法として，自然界のγ線を利用し，不安定土砂の範囲，堆積厚を求める方法を議論した。現在，データがほとんどなく不安定土砂量を把握したとしても，これが，超過土砂と，どのように関係するかについて不明な点が多く，今後の資料蓄積が必要である。ただし，予算的に当調査は高くなる。数量化Ⅱ類を利用した方法については，傾向はうまく表現出来そうであるが評価基準について検討を加える必要がある。

最後になったが，四国地建で実施した方法であるが非常にユニークな考えに基づいて検討してい

る。基礎データとしては過去の災害実態が地形的，地質的にどうであったかを解析し，このデータを基に砂防基本計画での対象降雨を流域に降らせ，過去に崩壊，地すべり等が発生してなくても，既住災害個所と地形，勾配，地質の類似地点では発生するものとして解析したものである。この手法では，これから発生するであろう土砂生産場所が分り，砂防設備の適正配置により有効な手法と考えられるが，これについても他の地域での検討を行い精度の向上が必要である。

以上のように，各事務所は，種々の手法により，生産土砂量を調査し，砂防施設の適正な配置を検討しているが，現段階では確立された手法は発現していない。今後もより的確に生産土砂量が把握できるように，新な手法の開発を含めて検討を進めていく必要がある。

7.2.2　第2分科会に関する全体討論

安部（土研）　1つお伺いしたいのですが，午前中話題提供のありました吉野川における調査の中で，土砂生産形態別に見た降雨量と生産土砂量の関係ということで確率降雨を30年，50年，100年と切っ場合，地すべりにおいて30年確率降雨ではほとんど移動しないとか，いうように聞きましたが，この辺の確率降雨の決め方に対しての討論はなかったのでしょうか。

増元（九州地建）　若干御座いまして，例えば1/70の時はどのようになるのかという話しも御座いましたけども，その間で読んでいくことにせざるを得ないということで深い討論は御座いませんでした。

安部　この辺の決め方で，調査の結果がかなり変わっていくような気持ちが致します。このような調査は私自身も意義のあるものと思いますが，こういった調査を続ける場合どういう方向で続けていくか，例えば，先程の降雨に関連してで御座いますが人によっては変わってくるだろうまた，そういう見方が非常に大切だということもある程度理解できるつもりで御座いますが，更に発展させる為にはどういうことが必要になるかというような事についてはいかがでしょうか。

増元　先程ちょっと触れましたように，確率降雨だけではなくて，生産形態，例えば地すべりでは1/30であれば滑らないような言い方をしているのですが，多くはそのところを感と言いますか割り切って決めています。しかし，本来ならば例えば1/30の雨の時にどの程度地すべりを起こしたか，あるいは起こしていなかったかと過去の事例を参考に決めていくべきであろうというような議論を致しました。

古賀（関東地建）　吉野川の生産土砂量調査では 100年確率の場合全体で 190万m^3という数字がでているのですけれども，現在，基本計画等を持っていらっしゃると思いますがそれと比べて量的にどうなのか，大きくなったかと言うのが1点と，今後砂防事業を行っていく上である程度対象土砂量を大きくする必要があるかどうか御聞かせ下さい。

増元　それは吉野川の方に答えて頂きたいと思います。けれども，その前に大きくするとか，あるいは基本計画等との整合はどうかという話しが御座いましたが，それは他の事例の時に議論されまして，ある事例で基本計画の整合が取れないというのが問題であったのですが，そういう言い方をするのであれば何の為の土砂生産調査なのだろうかということで，もっと謙虚に土砂生産調査というものはやっていくべきではないかという意見が出されております。それでは，吉野川の方の意見をお願いします。

奥野（吉野川）　調査結果と基本計画の整合ということで午前中にも申し上げましたけれども，山腹崩壊についてはほぼ整合がとれているということであります。

7.3　総合土石流対策

7.3.1　第3分科会のまとめ

中部地建河川部　　南　　哲行専門官

1．はじめに

総合土石流対策は，いわゆる砂防設備によるハード対策と警戒非難体制によるソフト対策を組合わせたものと言える。本分科会では，時間の関係上，ハード対策については別の機会に譲り，ソフト対策を進める上での問題点の整理とその対応策について検討した。なお，特に警戒非難体制の基本的事項である基準雨量について，土研から話題提供してもらった。

2．討論方法

総合土石流対策モデル事業を実施している事務所等から事業の概要と問題点について報告してもらい，その対応等について討論した。また，モデル事業ではないが試験的に土石流発生監視装置について，それぞれの事務所からその現況を紹介してもらった。

① 昭和59年度着手（4地区）

中津川地区（中部・多治見工事）　　上高地地区（北陸・松本砂防工事）

六甲地区（近畿・六甲砂防工事）　　桜島地区（九州・大隅工事）

② 昭和60年度着手（3地区）

札幌地区（北海道・石狩川開建）　　日光地区（関東・日光砂防工事）

富士宮地区（中部・富士砂防工事）

③ 試験的に設置（討論出席事務所のみ）

新庄工事，利根川水系砂防，沼津工事，木津川上流工事，倉吉工事

3．討論要旨

(1) 問題点の整理

① 技術的

i）警戒非難基準雨量の精度―― いわゆる「空振り率」

ii）氾濫区域の設定の精度 ――― 危険区域

iii）砂防設備の効果の基準化 ―― 整備率及び危険度の評価

② 行政的

i）警戒非難に関する市町村の対応

ii）住民の防災意識

iii）建設省の責任の明確化と他省庁との調整

iv）誤測時の責任

③ その他

モデルとしていつまでやるのか ―― 直轄は将来とも実施するのか

(2) 対応策

① 警戒非難基準雨量について

降雨予測を行うことにより精度は上がる。現在，土研において降雨予測を含めた基準雨量を研究中であり，61年度中には試験的に実施してみたい（土研より）。また，監視装置表示を「非難」を「警報」といった表示にしたらよい。

② 警戒非難に関する市町村の対応

六甲地区では，最近は逆に地元の市の方が熱心になってきた。その理由は，実務者レベルでの研究会を作り，頻繁に実施したためだと考えられる。したがって幹部だけの会ばかりではなく，実務者レベルでの会を地道に行うのも一方法である。また，財政難の町村もあり，補助制度も考えられる。

③ その他

討論不十分のため，残された問題点を検討するために，「土石流対策研究会」というような実務者レベルでの調査を続ける会の設立が提案された。

4．おわりに

本分科会では与えられた討論時間，司会の不慣れ等により問題点の整理にとどまった。しかし，これらの問題点は短期間に対応できるものではないと考えられ，地道な努力を続けるしかないと考えられる。その推進にあたっては，本分科会で提案された「土石流対策研究会」といった実務者レベルで調査・研究を続ける必要がある。

7.3.2　第3分科会に関する全体討論

水山（土研）　六甲で神戸市が非常に積極的だという話しが御座いまして，やって欲しいという話しですが何をどうやって欲しいということか，また，それを受けて神戸市に情報が行ってないようですが，その辺を具体的に教えて下さい。

南（中部地建）　六甲の場合は，現在の直轄の範囲内で6ヶ所テレメータ化した雨量観測所を持っておりまして，それを今まで事務所で集めてきた訳ですけれども，神戸市も直接情報がほしいという話がありまして，六甲砂防の守備範囲が六甲山系の東半分となっているのですが，西半分については，神戸市でテレメータ化して全域をカバーする形でやっていきたいという要望があります。ただ，あまり市の方が熱心にやると建設省は逆に何をしたのかという話になり，ただテレメータを置いて市に情報をやっただけではないかということになります。この辺は将来どういうふうにあるべきかという問題は1つ残ると思います。六甲の場合は，土石流による災害というものに対して危機感をもち，直轄総合土石流対策モデル事業というものを契機に色々整備するということで，災害をなくす面では非常にうまく言っている事例ではないかと思います。

水山　今　伺いますと，雨量データを欲しいということですか。

南　そうです。

水山　それは総合土石流対策でも何でもないと思いますが，基準雨量や警戒非難についてはどうなっているのですか。

南　受信機は，総合土石流対策としての受信機，監視局を置きますので，その中に六甲で観測した基準雨量が入っていまして，それは神戸市でも同時に見られます。

水山　モデル事業と言うのはその運用をデモンストレーションするのか一緒にやるのが一番良いと思いますが，そういうものではないのですか。警戒非難については，例えば非難基準に達したときに神戸市は動く訳ですか。

南　まだ実例はありません。

水山　その辺が一番難しい。例えば非難基準に達しても，結局は達したという話しで全然動かない。従来よりも雨量データが多く，建設省が雨量情報を提供しただけの話しで，総合土石流の警戒非難という話しは少しも動かないということになるのではないでしょうか。

南　現在のモデル事業の性格の問題だと思います。当初は建設省が非難命令とまではいかないですけれども勧告を出すくらいの勢いで始めたのですが，結局，市町村の責務だと非難命令は現状のようになってしまいます。実例でいきますと，六甲の場合受信機で六甲から得た情報により一回だけ防災指令一号と言うのが出されております。

水山　そうすると，建設省は何をすればいいのですか。雨量データを提供してこういう手順もありますよと，そこまでいい訳ですね。

南　今のところそういうスタイルでやっています。

水山　警報機付き雨量計はどうなるのですか。

南　警報機付き雨量計は今回のモデル事業では議論してないのですが，実験的に置いてあるモデル事業では自主防災組織の中に組み込んでやっているという状況です。

水山　色々なスケールに合わせて，例えば村に対するものとか大きな市に対するものとかいう問題について，最初スタートした時は，具体的にどれに対するものかというものがハッキリしなかったのですけれども，それを分類しながらここまでやるつもりだったが，ここまででいいんだとか，割りに目敏くやっているのでしょうか。方向を修正したりしなくてはならないのでしょうか。

南　実際問題の中で，どこまでやるべきかという見通しがまだはっきりしないでやれる範囲でやっていくとなると，今おっしゃったように結果的に雨量を提供しているだけだとか，観測したものを提供しているだけだというようになってしまう訳です。その辺をモデル事業としておかしいと言うのであれば違うやり方を見付けていかなければなりませんし，その根拠も見付けなければならないということになります。

水山　ありがとうございます。

7.4　景勝地内の砂防計画

7.4.1　第4分科回のまとめ

近畿地建河川計画課　　蒲　正之専門官

最近，国立公園内などの景勝地においては，景観等と調和した砂防事業を望まれるケースが増えている。また，実際，対応されている事例もでてきている。

以上のような状況を踏まえ，今回の筑波会議分科会のテーマとし「景勝地内の砂防計画」を選び，直轄各地の現況の認識を共有すると共に，若干の討論を行った。

1.　分科会話題提供

全体会議で北陸地建松本砂防工事事務所から上高地の砂防計画について紹介があったが，分科会において，さらに富士砂防，日光砂防，及び神通川水系砂防から事例紹介があった。

①　富士砂防

富士山の大沢崩れ源頭部の砂防

昭和43年 —— 調査開始

昭和46年 —— 試験施行に入る。

※環境景観上の留意点 …… ・資材搬入（ヘリコプターを使用）
・構造物（カラーコンクリートの使用，仕上り面処理の導入）

②　日光砂防

日光砂防管内 —— 70％が国立公園で国有林
動植物の貴重な地域であり，自然保護団体の活動も活発な地域。

※環境・景観に関する問題

・施行ヶ所によっては，資材搬入路を施行せず，索道による施行を行っている。

③　神通川水系砂防

管内 ——— ・中部山系の国立公園であり，景観及び温泉を中心とした観光の地域 ——— 地元自治体を支える観光事業
・一方，土石流など土砂災害の危険の高い地域である。

※環境・景観上の配慮

・景観を考慮した砂防計画（使用材料，工法）
景観対策と，水と親しむ環境維持

2．討論等

①　1.での事例報告を受け，参加メンバーから現状の紹介があった。

松本砂防

上高地では，人眼につきやすい施行が多い。このため我国の貴重な地域での事業であり，でき

るだけ景観・環境に影響の少ない方法を求められている。

※砂防計画上の対応――― 効率的で最小限の施設

砂防による景観保護を村から期待されている。

北海道

都市域での砂防 ――― 環境対策が優先的に要求される。

対策として「修景検討委員会」を発足させ対応を考えている。

飯豊，宮崎，等

国立公園内で，計画論上で，高さ，位置，の検討を環境面からも行う。又，工事道路についても同様。

その他

ダム掘削残他の処理，あるいは魚道設置の要望が紹介されている。

② 提案・意見の概要

イ）環境面を含めた砂防計画案の必要性

砂防施設による現況の環境の保全，あるいは新しい景観の創出という発想もある。

ロ）自然公園事業の１つとしての砂防事業，例えば遊砂地の利用。

流路工の緑化については，地域との協力も必要。

ハ）河道計画で横工中心の流路工は考えられないか。

護岸と極力少いものにする。――― 親水性，自然性

ニ）直轄砂防の環境対策

現在，直轄では，環境対策がないため，どこまで環境対策ができるか，判断が難しい。また，流路工等で，環境等への配慮を欠けば無味乾燥なものにしかなり得ず将来的に問題を残す可能性もある。

3．当分科会では，他に土木研究所の急傾斜地研究室長から砂防ダム周辺の緑化工法に関するレクチャーもお願いした。

分科会でのテーマ「景勝地内の砂防計画」についての結論までには，とても至らなかったが，景観・環境への配慮を否定する意見はなかった。

現在，直轄には，環境対策はないが，その地域の特色をとらえ，様々な工夫がなされ，周囲の環境との調和が図られようとしている実態が，参加者の共通認識となったものと思われる。

7.4.2　第4文科会に関する全体討論

水山（土研）　今，個別に対応していくような最後のまとめがあったのですけれども，最終的にはそうだと思いますが，環境庁や自然保護団体とやりあいながら受けて立っていく方法と，もう少し積極的に共通項みたいもものを整理するか，それなりの工法開発，例えば国立公園の中ではこういう工法でいくというように積極的な建設省流は，これだというような案があればかえって交渉のねたになるのではないかと思うのですがいかがなものでしょうか。

蒲（近畿地建）　そうですね。先程ちょっと申しましたけれども，突き詰めていけば環境か防災かというような討論にもなりますし，建設省流のやり方だといったものもある程度メニューを揃えてみる必要があるかと思われます。分科会の討論には出てきませんでしたけれども，そういった整理の仕方もしておく必要があるのではないかと思います。一例を紹介させていただきますと，飯豊山系の国立公園の中で砂防計画を立てるに当たって，環境庁サイドから出そうなクレームを想定しまして砂防計画を立案しました結果，すんなりと事務所の思い通りに出来たというものも御座いました。1つ皆さんの意見として，現在，補助では環境整備事業がある訳ですけれども，直轄には直轄の位置付けがあってなかなか容易でないのは分かりますが，そういった環境対策的な事業が直轄で計画できないために環境問題に対してどこまで対処できるか事務所では苦慮しております。それから，富士山は別としまして多大の経費が必要であるといったようなことが御座いまして，そろそろ直轄砂防でそういった面を考えて貰えないだろうかというような意見がかなり出ておりました。

水山　逆に，普通のものを作っていって更に環境的なものを追加するという話しになるとお金がどうしてもプラス掛かります。もちろん相手は環境的なことを要求してくるでしょうが，それを当初から考慮して同じ程度のお金の範囲内でどの程度環境対策に費やせるのかということを考えておく必要があるかと思います。例えば普通のダムをう造ってそこに色を着けるとか石を張るとかいうことになると，プラス断面を増やしていることになるのでお金が掛かるのでしょうけれど ――― 。

蒲　そうですね。対症療法的なものが現在大体どこでも行われているようなんですけれども，カラーとか或は自然石を使うとかいうことが，どこまで出来るのか分かりませんけれども，そういった意味では上高地で行なわれている砂防計画，飯豊山系でなされた計画等は参考になるのではないかと思います。

水山　ありがとうございました。

7.5　地すべりの計測

7.5.1　第5分科会のまとめ

四国地建河川部　　星野　和彦専門官

1．はじめに

分科会は，事業実施中である東北地建新庄工事（黒淵地区），北陸地建飯豊山系砂防工事（赤崎地区），近畿地建大和工事（亀の瀬地区）の担当者と調査中である中部地建天竜川上流工事の担当者及び土木研究所地すべり研究室，新潟試験所の出席により議論を進めた。

既に話題提供の冒頭でも述べたが，この分科会に集まった個々の地すべり地区は，それぞれの持っている地形，地質，移動状況，地下水況，発生原因などの違いや対策工事の進捗の差及び対策工法の性格の違いが非常に大きく，このことからそれぞれの抱えている問題点やその認識も様々であった。

各地区の担当者の意見を集約した結果，共通の問題としては計測データのの的確な解釈を行うための組織作りの必要性と，計測自動化の推進の２点が挙げられた。

2．計測における問題点

計測における具体的な問題点を列挙すると次のようになる。

1）地下水位計測について，赤崎地区では保孔管の切断と変形とが，黒淵地区及び亀の瀬地区では細砂等による孔詰まりが問題となっており，これらの解消策として間隙水圧計への転換が提唱されたが，地下水位計のデータと間隙水圧計のデータとの間には，絶対値及び変動の巾等に大きな差が生じることがあり，歴史があってデータ量が多い場合には切り変え時のデータ整理や安定計算等に使用する場合の解釈について難しさがあるとの指摘もあった。

2）移動計測について，赤崎地区では移動杭の測量に依っているが，伸縮計等の他の計測結果と合わない部分が生じていること，黒淵地区では積雪地域であることと移動量が小さいため融雪期の確実な計測手法が見出せないこと，亀の瀬地区では移動量が小さく計測誤差の影響が考えられること等が問題であったが，決定的な答えはみつからなかった。

3）傾斜計測について，赤崎地区ではデータを移動ブロックと不動地との区分に使用していたが，ブロック区分の完了と予算面とから廃止する方向にあるといい，一方黒淵地区では地すべりの移動状況を把握するための重要な部分を占めているが，変動量が小さいため誤差あるいは，他の要因によるものとの区別が難しくなってきているなど，同じ計測手法でも個々の地すべりによって重要度に差が生じている。その他，計器の耐用年数が短いこと，保守点検が難しいことなどが話題となったが，これらについては今後の開発に期待するという結果になった。

3．計測密度と効果把握

対策工の効果把握にあたって計測結果をどのように用いているかについては，抑制工について，黒淵地区及び亀の瀬地区では，地下水位の低下量と地下水排水量を指標としていることから，かなり密度の高い計測を行い対策工の効果について判定できる程度までになっている。これに対して，赤崎地区及び善徳地区（四国地建吉野川砂防工事）では対策工事がすすんでいないため，外的要因

である降雨の変動を分離して対策工の効果のみを抽出できる段階に達していないという差が生じている。また後者2地区では観測密度も1ブロック2～3点程度と必要最小限となっていることから，今後密度を上げるなど効果把握のための体制を整えてゆく必要性が考えられる。

4．計測データの解釈

計測データの整理と解析にあたっては，各地区ともコンサルタントに委託していた。解析結果の解釈及び計画立案にあたっては，主な節目で土研に応援をお願いするケースが多かった。また基本計画等の策定においては委員会を設置して検討を行っている所が多いが，日常業務の中での計測データの意味付け，対策工の効果判定，委員会の資料作成等にありっては，過去の地形の変化，膨大な地質データ，地下水データ等，その地すべりにおける経験が重要であることから，古くからその地すべりを研究している，いわゆるホームドクター的な先生に助言をお願いしている所（亀の瀬地区，善徳地区）もあった。これらについてはデメリットの有る場合もあるが，今後積極的にすすめる方向で検討したら良いのではないかという結論となった。また，地建の中での地すべり技術者不足，経験者不足が実態としてあるので，養成の場がほしいという意見もあった。

計測手法の簡略化や計測上の問題点の解決にあたって，直轄の地すべりにおいては性質の違いから，個々の地すべり毎に最適解が存在すると考えられることから，他地区の事例をそのまま流用することは難しく，その地すべりの中の試行錯誤的にやらざるを得ないのではないかということになったが，全国の進度や手法にばらつきが生じないよう，共通の認識で議論でき，情報交換が可能な組織が望まれている。

5．計測の自動化，テレメータ化

計測計器の自動化による合理化及び，テレメータ化によるデータの即時入手の必要性について，多くの意見が出た。一つは，歴史が古く既に相当対策工事が実施されており，計測計器の種類や数が多くなっている，亀の瀬地区と黒淵地区に共通するもので，計測の自動化と集中管理による省力化及び地すべりの移動が起きた場合に住民非難，交通の緊急遮断を行うための地すべり状況等の迅速な収集が，大きな問題となっている。

このことについては，大和工事の亀の瀬地区で，情報伝達システムの一環として既に進められており，テレメータ方式で事務所へデータが入るという。亀の瀬地区と同じように一級河川に接しており，国道，人家に影響のある黒渕地区においても検討中ということであった。さらにこのようなシステムは，常時安全度の変化を監視し，対策工の効果をすぐに把握できるという副次的なメリットもある。

7.5.2　第5分科会に関する全体討論

水山（土研）　地すべりの計測に関連して新しい機器開発というものをあげるとしら一つ何でしょうか。また，地すべりの計測についてはシステム化していく方向の話しが出ていますが，それ以外は問題ないのですか。

星野（四国地建）　システム化の中で問題なのは観測計器等の信頼性の問題が1つ出ております。結局，システム化しても機械そのものは現在のものをつかう訳ですので，長持ちをするデータが安定して取れるというような計器が望まれております。そういう開発を土研の方に一部お願いしているというのもありますし，民間の方にもお願いしているものがありますが，安定したデータがとれるセンサーの開発が一番望まれております。具体的に言いますと間隙水圧を計る機器或は移動量を計る機器等で御座います。

水山　今の機器では不満足ということですか。

星野　そういうことになります。例えば寿命が1年というものがありまして，それでは毎年機器を替えることになりた，条件が変わってきますのでデータの続きが取れないというようなことがあります。

水山　かえって何年間も持つような機械を備え付けて，狂ったことも知らないでデータを取り続けているよりは1年替えている方がいいのではないでしょうか。

星野　それは有るかもしれません。経年変化で狂ってくるものが結構有りましてこれも問題ですね。ストレンゲージ等を使ったものもてき面に狂ってきます。

水山　そういうもののチェックの仕方は確立されているのですか。

星野　それがなかなか確立されておりません。全体の中での異常値が有るか無いかぐらいでしかチェックできない状態です。例えば全体数で10ヶ所測定をしている場合に，10ヶ所全部が同時に狂ってくればどうしようもない状態です。

水山　ありがとうございました。

原（土研）　亀の瀬の方でデータの収集システムを整備しているそうなんですけれども，その利用方法と他の場所でも行なっていくかどうかという2点を御聞かせ願いたいと思います。

星野　亀の瀬については，最終的には移動量を監視して，移動が出てきた時にそ関係住民や被害を受けると予想される住民等に周知するということを考えているようです。他の事務所で特に熱心であったのが新庄工事事務所で，同じように川に面しており国道が走っておりまして，そこでも防災体制の一環という形でデータを収集し，常時監視をしようと考えております。

西（大和）　亀の瀬については今のところ伸縮計を主にしまして移動量を計る形になっておりますけれども，それが監視局の方へ来た段階である程度以上の移動量があった場合に危険であるかどうかを基準値に則って判断しまして，それによって警戒の信号が出るような形になっています。それを事務所の方で判断しまして，最終的には市町村の方へ下ろして，そちらの方の防災関係で住民の方へ非難等の勧告まで含めた形でやっていきたいとは思っています。

石黒（土研）　それにつきまして，地すべりの将来あるべき姿ということで今年から建設省の方でも集中管理システムを拡充させまして，それで危険度を察知して土石流で言えば警戒非難体制みた

いなものを確立させようと，いうことで，今，亀の瀬で例をとって行なっています。いずれは色々な所に拡充させまして，将来，地すべりのあるべき姿というものを作っていきたいという方針になっております。

水山　亀の瀬の検討を河川情報センターに出しておられるのは本当ですか。

西　今年，河川情報センターへ委託いたします。事務所の方へ来た情報をどのような形で市町村へ伝達できるか，具体的には河川情報センターの情報システムで御座いますけれど，それにのってどのような情報をどういう形で伝達するかを今後，検討することにしています。

水山　石黒研究員が言われる地すべりのあるべき姿というのは，河川情報センターを使った地すべり情報の伝達なのですか。

石黒　今のところ，河川情報センターを間に入れてうんぬんということはまだ考えておりません。今後，どう転ぶかというのは知りませんが，とにかく情報を速く集めるということが一つあります。地すべりと言いますのは，安全率うんぬんといいますけれどもそれは完全に止めた訳ではなくて，あくまで危険度を減らすという意味で安全率を考える訳でありますので，また異常な災害が起これば いつ動くか分からないものですから，そういうものに対して常時監視体制を強めていかなければならないという意味で集中管理システムを置く訳です。河川情報センターうんぬんにつきましては，今後の行政の成り行きをみないと分かりません。

水山　総合土石流に関連して南専門官の意見を聞きたいのですが，地すべりの方は河川情報センターを使って動き始めているのですけれども土石流についてはどうですか。

南　中部では，例えば市町村において予警報に関する一手段で使うような形は考えていますけれども，事務所で総合土石流のために集めた資料全部を情報センターに流して，それで関係市町村に提供するというような形は考えていません。

水山　行政的なスタンスとして，地すべりと土石流では対応の仕方がかなり違ってきたようですね。地すべりの方が正解ではないかという気がしますけれどどうですか。

南　私の意見でしょうか。

水山　本省判断があったのかもしれませんし，本省判断がなく大和工事事務所が動いたのかもしれませんけれど，非常に重要な別れ道みたいな気がしますね。

南　土石流については，当初からまだ方向性が分からない中，身軽にうごけるような形として独自に動いていると，将来広く，例えば中部で行なっていますような中津川市だけではなくてその周辺，例えば長野県までまたがるような形で多治見工事事務所がやただすという形になると，また状況が変わってくるとは思うのですけれど，今のところは身軽に動けるような形として独自に動いているという形で進められています。

水山　わかりました。

8．閉会の挨拶

土木研究所　砂防研究室長　　矢澤　昭夫

昨日，今日と長時間の間御苦労様でした。配布しました資料の中に砂防研究室が行なっている調査内容が残っておりますが，砂防事業費そのものでやっている調査は，土石流に関する調査，それから土砂の流出に関する調査と，土砂生産に関する調査の３つで全てやっている訳でございます。特に最近は高橋補佐の説明の中にもありましたように，土砂災害に関して調査的に興味ある，あるいは行政的に興味あるものとして現在では捉えられている。かつ高度情報化社会ということで，色々情報化が進む中にあって情報化のベールにのらない災害の一つ，取り残された災害の一つが土砂災害ということがあり，あちこちで非常に土砂災害の予知について要望が強い訳であります。そういうことで，科学技術庁の振興調整費あるいは国土庁の災害対策総合推進調整費等全て土砂災害に関するものですがやることはほとんど同じであります。たとえば，火山の噴火があった場合，土砂災害が起こるのか起こらないのかということが情報として有るのか，いや現在は有りません，それでは調査しましょう，というような状況下にあります。そこの中で一番問題なのは土砂の生産機構が全然分かっていない訳であります。その生産機構がわかれば土砂災害の予知というのは簡単にできる訳です。その生産機構が分からないから土砂災害の予知はできないということです。現況の砂防調査の方向等は以上のような感じですが，この砂防調査の成果活用に関する会議は第７回になりました。それぞれ各年度毎にテーマを変えて，色々なことを議論さこれているかと思います。それなりに考えているのは，分からないことを議論し，分からないことが分かる，つまり，分からないことを解決するのではなくて現在こういう事が分からないから今後どういう事をやっていかなければならないかということを，現場で直接担当されている方々が議論することによって，それぞれの調査の方向性あるいは問題点のもって行き方等を確実に把握された上で各事務所あるいは，地建に戻られて調査検討，あるいは計画をなされていけば，それなりに，この会議が進歩して行くのではないかと考えています。先ほど，各分科会の座長の方が説明された事は，大体その趣旨に則った形で今後の問題点の整理と今後の方向性，やらなければならないことは何が残っているかという形で整理されていましたので，それぞれ出席者の方は各会議でもっと細かい事が話し合われていましたので，それぞれ出席者の方は各会議でもっと細かい事が話し合われたと思いますので，各地建あるいは事務所に戻られて，その情報を伝えて頂きたいということを要望したいと思います。そういう意図がありますので，現在の行政的な需要あるいは，各事務所でこういう事で困っているのではないかという議題を選りすぐってこの会議の議題にしている訳です。そういう意図をくんで頂きまして一つお願いがありますが，大体２ヶ月から３ヶ月前にこういう事でやるという形で調整させてもらい，その間にアンケート調査もさせてもらっている訳ですが，その会議の議題に応じて当番で各事務所１人とかいう話ではなくて，その種の問題が３つに別れていれば３人出る。１つしかなければ１人というような対応をされていただければさらに発展していくのではないかと思っております。そういう話も事務所に戻られたら所長なりに，そういう話があったという事と，さらに内容の説明をして頂ければより発展して来年の仕事あるいは各事務所に戻られての自分の調査の位置づけというものが明確に説明できるのではないかと期待して御挨拶に変えさせていただきます。どうも御苦労様でした。

昭和６１年度　調査研究内容

土木研究所砂防部砂防研究室

１　砂防事業調査費

１．土石流対策システムに関する調査（５７～６３）　土石流危険区域の推定，土石流対策施設の効果評価

２．土石流対策工法に関する調査（５７～６１）　土石流対策マニュアル関連，新工法

３．土砂流出調節工法に関する調査（５９～６５）　砂溜め工，砂防施設配置

４．土砂生産の機構と対策工法に関する調査（６１～６５）　山腹崩壊，渓岸侵食，斜面侵食，大規模崩壊

５．災害留置き

雪崩……土石流危険渓流における雪崩発生危険性の調査と対策の検討

２．行政部費

土砂災害の警戒・避難システムに関する研究（５９～６１）

３．道路事業調査費

山岳道路の土石流による災害防止に関する試験調査（６１～６３）

４．科学技術庁振興調整費重点基礎研究

地震に伴う大規模斜面崩壊に関する研究（崩壊土砂の流下機構）（６０～６１）

５．科学技術庁振興調整費

土砂災害危険度予測システムの開発に関する研究（未定）

６．国土庁災害対策総合推進調整費

火山噴火に伴う泥流災害危険区域の設定に関する調査（未定）

７．建設省技術研究会指定課題

砂防施設の設計，施工に関する研究

８．文部省科学研究費

砂防ダムの機能と配置法に関する研究（研究代表者；京大防災研，芦田和男教授）（６０～６１）

土砂生産に関する研究（研究代表者；岐阜大学，河村三郎教授）（６１～６２）

９．測量試験費

１．鋼製砂防ダム緩衝材試験（６０～６２）新庄

２．鋼製砂防施設に関する部材試験（６０～６２）富士川

３．八右衛門沢水理模型実験（６０～６１）松本

４．富士山大沢扇状地水理模型実験（５８～６１）

５．土石流氾濫危険区域模型実験（６０～６１）六甲，住吉川

６．松川流路工水理模型実験（６１）福島

７．大暗渠を有する砂防ダムの河床変動に与える影響に関する検討（６１）神通，日影１号上流ダム

８．大規模崩壊の発生機構と下流への影響に関する実験（６１～６３）天竜上流

9．参加者名簿

地建名	事務所名	官職	氏名	分科会
建設本省	砂防部砂防課	直轄技術係係長	渡部文人	
		技官	五十嵐弘和	
	砂防部傾斜地保全課	課長補佐	高橋透	
北海道開発局	河川計画課	建設専門官	橋本三郎	4
		計画三係長	吉井厚志	3
東北地方建設局	河川計画課	技官	斉藤信哉	2
	新庄工事事務所	工務第二課係長	佐藤和雄	5
		調査係長	三原金吾	2
		工務第二課主任	矢口文夫	4
		技官	加藤順一	5
		技官	長坂剛	3
	福島工事事務所	工務第一課課長	結城健二郎	2
		砂防係長	大嶋武志	4
	岩手工事事務所	建設監督官	本間一夫	4
		工務第一課計画係長	斉藤潤一	2
関東地方建設局	河川計画課	建設専門官	古賀省三	1
		技官	湊隆	2
	利根川水系砂防工事事務所	調査課長	坪谷久四郎	4
		調査係長	田中良寿	2
		技官	杵淵新一	3
		運転手		—
	日光砂防工事事務所	調査係長	渡辺侃	1
		技官	萩原弘	3
		技官	小島隆	4
		運転手		—
	渡良瀬川工事事務所	調査係長	池田護	4
		技官	植村修	1
		運転手		—

地建名	事務所名	官職	氏名	分科会
関東地方建設局	富士川砂防工事事務所	調査課長	西本晴男	2
		調査係長	芹沢恒弘	3
		技官	下田孝徳	1
		運転手		—
北陸地方建設局	河川計画課	調査第二課係長	青木義男	5
		技官	上原信司	4
	松本砂防工事事務所	調査課長	木下照和	3
		調査係長	牛木広夫	4
		技官	古山利也	1
	湯沢砂防工事事務所	調査係長	田畑邦雄	1
		調査係長	白石吉信	3
	立山砂防工事事務所	調査課長	宮越英紀	2
		調査係長	地中浩	1
		技官	福田光生	3
	金沢工事事務所	河川調査係係長	古川正幸	3
		技官	西川一	2
	神通川水系砂防工事事務所	調査係長	佐藤義晴	4
	飯豊山系砂防工事事務所	調査課長	野田猛	4
		調査係長	佐々木重義	5
	黒部工事事務所	調査第一課係長	馬場和夫	2
中部地方建設局	河川計画課	建設専門官	南哲行	3
		調査第一係係長	山下武宣	1
		技官	加藤誠三	2
	天竜川上流工事事務所	建設専門官	岩下喜内	3
		調査課長	井良沢道也	2
		調査係長	永井健二	5
	静岡河川工事事務所	調査係長	堤博志	1
		技官	高橋正行	1

地建名	事務所名	官職	氏名	分科会
中部地方建設局	多治見工事事務所	建設専門官	志津和穂	3
		砂防調査係係長	田井中治	2
	沼津工事事務所	設計係長	吉岡善則	2
		技官	鈴木聡	3
	越美山砂防工事事務所	工務課長	浅井千秋	1
		技官	堀与四郎	2
	富士砂防工事事務所	調査係長	栗原淳一	3
		技官	福澤誠	4
		技官	真野隆	1
近畿地方建設局	河川計画課	建設専門官	蒲正行	4
		土石流対策係長	後藤宏二	3
	六甲砂防工事事務所	調査係長	谷口亨	2
	琵琶湖工事事務所	設計係長	南寅三	2
	木津川上流工事事務所	計画係長	村瀬靖典	3
	福井工事事務所	技官	松田晋次	1
	大和工事事務所	調査二係長	西真佐人	5
中国地方建設局	河川計画課	建設専門官	速水正辰	3
	倉吉工事事務所	調査二係長	中村正敏	3
四国地方建設局	河川計画課	建設専門官	星野和彦	5
	松山工事事務所	河川調査係係長	桑野修司	3
	吉野川砂防工事事務所	調査係長	奥野勉	2
九州地方建設局	河川計画課	建設専門官	増元四郎	2
		調査第二係係長	財津寿比古	3
		技官	永江純一郎	4
	川辺川工事事務所	調査係長	山元利廣	2

地建名	事務所名	官職	氏名	分科会
九州地方建設局	宮崎工事事務所	調査第一課主任	高野泰則	4
	大隅工事事務所	建設専門官	南畑幸一	1
		調査係長	長谷川辰己	3
沖縄総合事務局	河川課	調査係長	大月和義	2
砂防地すべり技術センター		技師長	安江朝光	
		技師	安養寺信夫	
土木研究所	砂防部	砂防部長	藤田寿雄	
	砂防研究室	室長	矢澤昭夫	
		主任研究員	安部宗平	4
		主任研究員	水山高久	2
		研究員	原義文	3
		部外研究員	藤田昇	3
		技官	下東久巳	3
		技官	鈴木浩之	4
		技官	大場章	1
		技官	福本晃久	2
	地すべり研究室	室長	中村浩之	
		研究員	船崎昌継	5
		研究員	久保田哲也	5
		研究員	石黒亙	5
		部外研究員	土屋智	5
		技官	吉田克美	5
	急傾斜地崩壊研究室	室長	浅井涌太郎	4
		主任研究員	三井宏人	3
		主任研究員	仲野公章	1
		部外研究員	船ヶ山敏彦	1
		技官	右近則男	1
		技官	工藤健二	1
		技官	大浦二郎	4

地建名	事務所名	官職	氏名	分科会
土木研究所	新潟試験所	研究員	酒井洋一	5
		技官	丸山清輝	5
		技官	横山正一	5

第7回砂防調査の成果活用に関する会議議事録

ＩＳＳＮ　0386－5878
土木研究所資料第 2437 号
昭和62年 3 月 (1987)

矢 澤 昭 夫

要 旨

昭和61年5月7日～8日に開催された全国砂防関係技術者による「砂防調査の成果活用に関する会議」の内容を取りまとめたものである。

会議は，昭和60年度に行われた代表的な砂防調査の成果報告を行うとともに，5つのテーマを取り上げ的をしぼった討論を行った。テーマについてはグループに分かれて討論を行い，各事務所から実例の報告や現在抱えている問題の提示があり，より具体的な討論内容となっている。

キーワード：砂防調査，大規模崩壊跡地対策，出産土砂調査，総合土石流対策，景勝地内砂防，地すべり計測

郵便はがき

切手をはって下さい

3 0 5 - □□

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

砂防研究室 御中

No.

No.

配布先氏名

配布先住所

○

土木研究所資料第2437号　　部

上記のとおり受領しました。

所　属（住 所）

氏　名　　㊞