HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	火山性荒廃地の土石流防止に関する研究：羊蹄山真狩ボチノ沢における1961年豪雨時の土石流について
Author(s)	橋本, 幸一郎; 宮下, 進治; 長崎, 信次郎
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 21(2), 465-477
Issue Date	1962-09
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/20811
Type	bulletin (article)
File Information	21(2)_P465-477.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

火山性荒廃地の土石流防止に関する研究

——羊蹄山真狩ボチノ沢における1961年豪雨時の土石流について——

橋本幸一郎*
宮下進治**
長崎信次郎***

A Study on Mud and Stone Flow Control in the Foot of Volcano

—at Bochi-no-sawa Gully in Mt. Yotei, July 25, 1961—

By

Kôichiro HASHIMOTO, Shinji MIYASHITA
and Shinjiro NAGASAKI

目　次

緒　言 …… 466
I　調査地の概況 …… 466
1) 気　象 …… 466
2) 地　質 …… 467
3) ガリー …… 467
4) ダム計画 …… 467
II　調査方法及び結果 …… 469
III　考　察 …… 471
1) 土石流の状況 …… 471
2) 渓床の変化 …… 472
3) ダムの構造 …… 472
4) 治山計画の方向 …… 474
結　言 …… 476
参考及び引用文献 …… 476
Summary …… 477

* 北海道　林務部　技師
** 〃　技師
*** 〃　技師

緒　　言

羊蹄山は沖積世初期にできたと推定されるきわめて若い山である。しかしながら現在すでに22本のガリーがあり，それらから押し出す土石は莫大な量になっている。したがって治山事業の一環として昭和32年からダムを築造し，押し出し土石の緩和につとめてきた。しかるに昭和36年7月24～26日の豪雨（連続降雨量276 mm）によって各沢に土石流が発生した。この土石流を現在治山事業を施行中の真狩ボチノ沢で目撃するという幸運にめぐまれ，その後調査の機会をもったのでここに報告する。

本調査に当って，市川正良氏（前倶知安林務署長），玉井憲治氏（同前土木課長），北大教授村井延雄氏並びに北大農学部理水砂防学教室の方々に御支援をうけた。ここに感謝の意をあらわすものである。

I　調査地の概況

1）気　　象

羊蹄山周辺は本道でも有数の多雪地帯である。特に日本海側に当るN～NE側は多く倶知安町での最高積雪深は234 cmが記録され，この積雪によるガリー両岸の崩落土石は土石流をおこす大きな素因の一つになっている。

過去倶知安町では昭和25年7月15日に119.9 mmという大豪雨の記録があり，その後昭和28年7月にもあったようだが記録は不明である。倶知安町での今回の降水は24日90.4 mm，25日105.4 mmとなっており，昭和28年以来8年目ということになるが，小規模のものは度々おこっている。今回の豪雨は道央，道南一帯にわたる広範囲なもので，豪

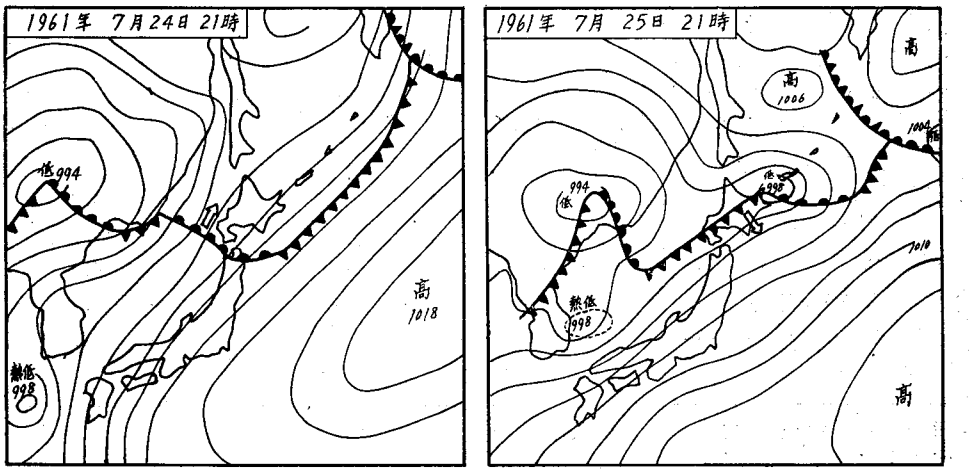

Fig. 1.　気 圧 配 置 図[5]

雨群は二つに分けられ，それらが続いておそったため特に被害が大きかった。第1のものは24日夜半から25日朝にわたったもので，奥羽南部にあった温暖前線の北上によってもらされた。第2のものは25日夕刻から26日午前中にわたって南下する寒冷前線によってもたらされた (Fig. 1)。ボチノ沢の標高370 m地点に林試北海道支場が設置した菅谷式簡易雨量計によると24～25日朝122 mm,25～26日午前中154 mm, が記録された。

2) 地　　質

羊蹄山は前後3回にわたって熔岩が噴出していることが明らかにされている。このうち最も大規模なものは第1回目の噴出で，その高さは1,600～1,700 mといわれている。第2回目はW側(狩太町)及びNE側(京極村)の二方向に流出した。このW斜面では山麓に到るまでそうとうの累積が認められるに反して，NE斜面は局部的にしか熔岩流が認められない。第3回目は熔岩は現在の火口周辺のみに見られ，遠くまで流出していない。これら3回に及ぶ噴出岩は何れも輝石安山岩であるが，一般に斑状構造の明瞭なものが多く，気泡痕を含み岩質は比較的軟弱である。この安山岩の下に火山砕屑物を取込んで凝固した凝灰質集塊岩がある。この凝灰質集塊岩はきわめて軟弱なもので，風化は非常に速くガリー発達の主因をなしている。

3) ガ リ ー

羊蹄山の標高600 m以上の平均勾配は約45°で，縦侵食が旺盛に発達しつつあるのは当然といわなければならない。現在ある22本のガリーの規模は延長600～3,000 m, 1本当り集水面積 43～210 ha，最深洗掘部 15～100 m の範囲である。真狩ボチノ沢は集水面積152 ha，総延長2,200 mで常流のない中規模のガリーである。橋本は仲野等と羊蹄山のガリーをA型—表土剝落型，B型—滝状侵食型 (集塊岩侵食型)，C型—階段状侵食型 (熔岩流侵食型)，D型—複合型の4種に分類したが，真狩ボチノ沢はB型に属している。標高600 m以下は砂礫，火山灰，火山砂，火山岩塊などの2次生産物が堆積しているが，600 m以上は火山砕屑物の上に20～40 mの節理の発達した熔岩がかぶさっている。また1,000 m附近のガリーの頂部は落差10 mの大きな滝になっている。この滝は上部に熔岩(第2回目の噴出のものと推定される)があり，その下部に凝灰質集塊岩がある。

4) ダ ム 計 画

真狩ボチノ沢の現況では標高400 m以下はほぼ堆砂地にあたるためガリーが小さくなり，幅，深さ共にダム築造には不適当なので，これ以上の地帯をねらった。一応堆砂勾配を6%と仮定しNo. 1～No. 22の22個の連続ダムを計画した。標高400～600 mの地帯は流過地と見なされ，この区間 (延長1,000 m) は流路固定と土石の再生産を押える目的で比較的低いダムを計画した。600 m以上の地帯は現在侵食の旺盛に行なわれている生産地に当るので比較的高いダムを計画した。これはガリーの深さ20～40 mもあることと，現在

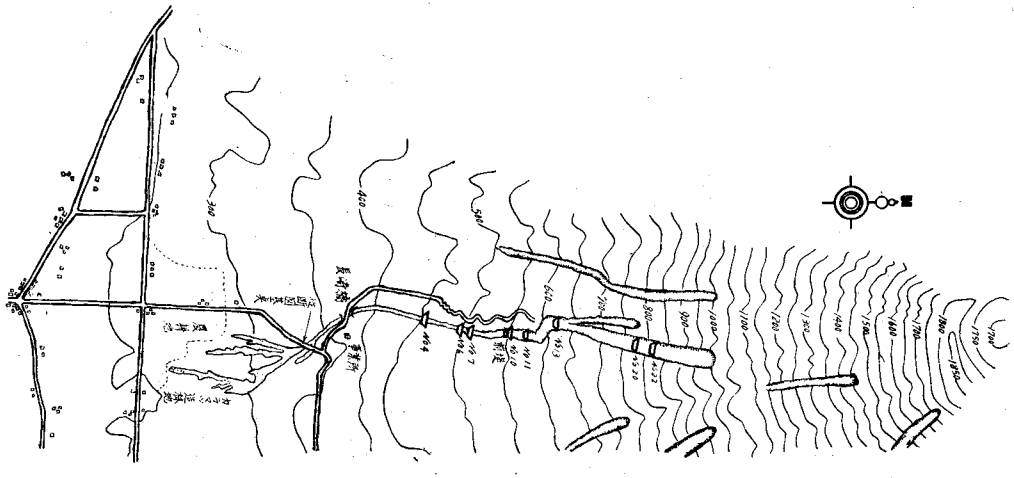

Fig. 2. 真狩ポチノ沢平面図

Table 1. 真狩ポチノ沢ダム一覧表

ダムNo.	標高 (m)	築造年度	名称	全高 (m)	放水路高 (m)	天場幅 (m)	堤底長 (m)	天場長 (m)	下流法 (分)	上流法 (分)	体積 (m³)	第1放水路 下幅 (m)	第1放水路 上幅 (m)	第1放水路 深さ (m)	第1放水路 面積 (m²)	第2放水路 下幅 (m)	第2放水路 上幅 (m)	第2放水路 深さ (m)	第2放水路 面積 (m²)	放水路面積計 (m²)
4	450	昭和32	玉石コンクリート床固工	6.0	4.0	1.0	10.5	16.0	2	1	90.98	5.5	8.5	1.5	10.50					10.50
6	500	33	練積床固工	7.6	5.5	1.5	10.0	21.0	2	2	211.10	6.0	9.0	1.5	11.25					11.25
7	520	33	練積床固工	9.15	7.0	1.6	11.0	22.0	3	2	361.39	6.0	9.0	1.5	11.25					11.25
10前堤	540	33	玉石コンクリート前堤工	5.0	3.5	1.45	10.0	14.0	3	直	87.38	6.0	9.0	1.5	11.25					11.25
10	550	32	練積床固工	9.35	7.0	1.3	10.0	24.0	3	2	311.49	6.0	9.0	1.5	11.25					11.25
11	580	34	玉石コンクリート床固工	11.4	9.0	1.5	13.0	27.0	3	2	588.65	9.0	12.0	1.5	15.75					15.75
13	620	34～35	玉石コンクリート床固工	12.5	9.5	1.25	13.0	28.0	3	2	705.50	9.0	12.0	1.5	15.75	12.0	18.0	1.5	22.50	38.25
20	780	36	玉石コンクリート床固工	11.5	9.0	1.5	14.0	25.0	3	2	586.69	9.0	12.0	1.5	15.75	12.0	17.0	1.0	14.50	30.25
22	820	35	玉石コンクリート床固工	14.0	11.0	1.5	15.0	36.5	3	2	1,048.58	9.0	12.0	1.5	15.75	12.0	20.0	1.5	24.00	39.75

なお縦侵食が行なわれていることを考え合わせると，第1にガリーの縦侵食防止，第2に渓床幅を拡げること（20 m を目標）に主力をおかねばならないと判断したからである。しかし No. 22 ダムが標高 820 m の地点にあり，820～1,000 m の区間にダム計画をしなかったのは必要を認めなかったからではない。この地点以上高所にダムを入れることは計画を進めた当時では事業の実行が困難であるとされたためである。したがって第2期計画にはこの事業困難地を対象にすべく計画作業を進めていたのである。以上の計画にもとづいて昭和32年よりダム築造に着手し，毎年1～2基を入れて現在に到った。No. 4 ダムより始め，No. 6, No. 7, No. 10, No. 11, No. 13, No. 20, No. 22 の8基のダムが完成した (Fig. 2)。これらはそれぞれ沢筋の危険状態を見て，その緊急性を考慮しながら入れたものである。ダムの構造は土石流の流過を考えて袖勾配をとり，天場幅 1.0～1.6 m，下流法 2～3 分，上流法 0～2 分と比較的ゆとりのある断面をとった。

II　調査方法及び結果

堆積量及び侵食量を測定するために渓床縦断を測量した。それを図に画き土石流以前の縦断図と照し合わせ，図上でその差を測り堆積深，侵食深をもとめた。なお体積計算には計算を簡略化するために深さを今回の測点で測り，その前後の平均深（和の 1/2）を用いた。ガリーの底幅はほぼ一定なので平均値 10 m を用いた。ガリー両岸の法勾配もほぼ1割を示しているので 45° と仮定した。そこで堆砂量は Fig. 3 におけるように各測点を A, B, C, D, ……とし，その測点における深度を a, b, c, d, ……とすると堆砂量は次の式によって求められる。

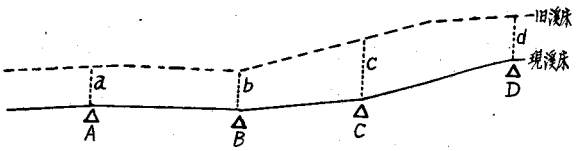

Fig. 3.　堆　積　部　略　図

$$
\begin{aligned}
\text{堆砂量} &= \left[\frac{10+\left\{10+2\left(\frac{a+b}{2}\right)\right\}}{2}\times\frac{a+b}{2}\times AB\right] \\
&\quad+\left[\frac{10+\left\{10+2\left(\frac{b+c}{2}\right)\right\}}{2}\times\frac{b+c}{2}\times BC\right] \\
&\quad+\left[\frac{10+\left\{10+2\left(\frac{c+d}{2}\right)\right\}}{2}\times\frac{c+d}{2}\times CD\right]+\cdots\cdots\cdots\cdots \\
&=\frac{1}{4}\left\{AB(20+a+b)(a+b)+BC(20+b+c)(b+c)+CD(20+c+d)(c+d)+\cdots\cdots\right\}
\end{aligned}
$$

次に侵食量についてはいくらか過少な値が出る危険はあるが 10 m の底幅で鉛直に下ったものと仮定し，次のように計算した (Fig. 3 が逆になった形と考える)。

$$侵食量=10\times\frac{a+b}{2}\times AB+10\times\frac{b+c}{2}\times BC+10\times\frac{c+d}{2}\times CD+\cdots\cdots$$

$$=5\left\{AB(a+b)+BC(b+c)+CD(c+d)+\cdots\cdots\right\}$$

このようにして算出したのが Table 2 である。ここで No. 20 ダムはこの調査時にはすでに竣工し堆砂していたので表中にかかげたが，土石流発生時には工事中でコンクリートは打設していなかった。したがって土石流時にはこの No. 20 ダムの堆砂は 0 と考えねばならない。

Table 2. ガリーの浸食・堆砂の算出量

区　　間	侵食量 (m³)	堆砂量 (m³)	差引量 (m³)
末　端～基　点		10,755	10,755
基　点～No. 4	− 4,088	102	− 3,986
No. 4～No. 6	− 1,507	128	− 1,379
No. 6～No. 7		1,298	1,298
No. 7～No. 10	− 8,333	2,536	− 5,797
No. 10～No. 11		1,709	1,709
No. 11～No. 13	− 852	3,281	2,429
No. 13～No. 22	− 5,918	3,622	− 2,296
No. 22～堆砂上端		2,474	2,474
計	−20,698	25,905	5,207

また下流の堆積地の堆砂量は Fig. 4 に示すように A, B, C, D と 4 つに分けてそれぞれについて実測した。なお A は複雑な形をしているので①，②，③の部分に分けて計算した。いま計算式を堆積量＝幅×長さ×厚さとすると各部分は次のように計算される。

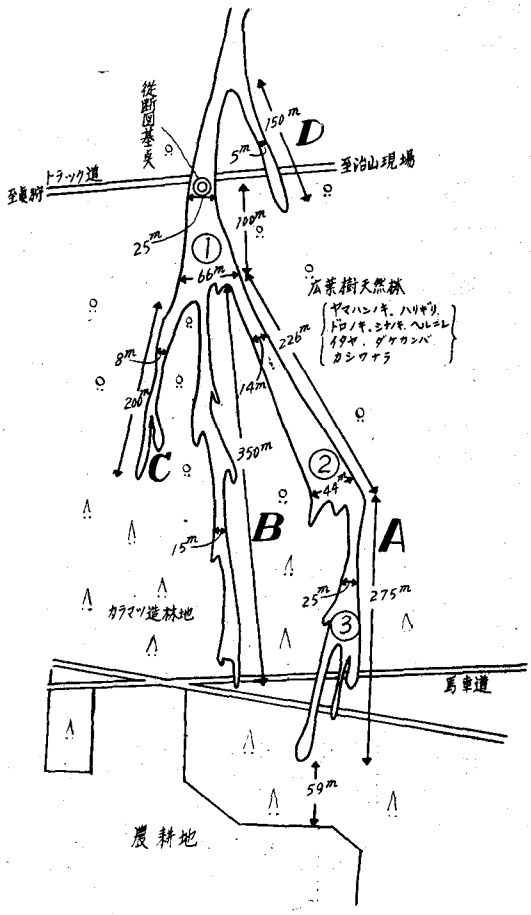

Fig. 4. 下流の堆積状況

$$A\begin{cases}① & \dfrac{25+66}{2}\times100\times0.7=3{,}185\ \mathrm{m}^3\\ ② & \dfrac{16+44}{2}\times226\times0.5=3{,}390\ \mathrm{m}^3\\ ③ & 25\times275\times0.2=1{,}375\ \mathrm{m}^3\end{cases}$$

$$B\quad 15\times350\times0.4=2{,}100\ \mathrm{m}^3$$

$$C\quad 8\times200\times0.3=480\ \mathrm{m}^3$$

$$D\quad 5\times150\times0.3=225\ \mathrm{m}^3$$

したがって $A+B+C+D=10{,}755\ \mathrm{m}^3$ となった。なお各ダムの堆砂勾配，堆砂量は Table 3 にしめすが，堆砂量は土石流以後のもので，それ以前に堆砂していた量は差引いてある。

Table 3. ダムの堆砂状況

ダム No.	堆砂延長（水平距離）(m)	堆砂勾配 (%)	堆砂量 (m^3)	堤底と溪床線の重なり (m)	流石による破壊痕	袖部越流
4	88.3	10.5	− 61	+ 0.10	少	有
6	62.1	8.7	1,298	+ 0.32	少	有
7	120.3	10.5	2,420	+ 1.35	無	有
10 前堤	9.9	13.2	72	+ 0.32	無	有
10	80.6	10.5	1,709	+ 1.77	少	有
11	96.9	12.3	3,281	+ 0.76	多	有
13	77.7	14.1	2,533	− 0.08	多	無
22	69.1	15.8	2,474	− 1.20	多	有

III 考　　察

1) 土石流の状況

No. 20 ダムの施工中であったので，長崎はその工事監督で現場にいた。25 日早朝工事現場に行ったところ，現場はきれいに掃流され床掘した場所は埋り，骨材類や，ウインチ，発動機，バイブレーターなどの器材類は破片すら残さずに流されていた。またその時まで堆砂していなかった No. 6, No. 7, No. 13, No. 22 ダムは全部満度に堆砂していたが，それより下流には達しなかった。翌 26 日は早朝現場を見廻りに出かけたところ，長崎橋のたもとでこれまで現状を見たことのない土石流に出合った。豪雨と濃霧で見通しがきかずフイルムに納めることができなかったが，粥状のどす黒い流れが 2〜3 分おきに 5〜6 回ピークを繰返した。最初の波頭は 4 m 位もり上り，その先端は巨石や樹木が転動しながら流れていた。この流れのすさまじさは橋のたもとまで運ばれたものに直径 2 m の巨石 (Photo. 1) があったことでも想像ができるであろう。土石流は遠望すると小豆粒のような飛沫を四方に飛び散らしながら物凄い轟音を立てて押出してきて，その振動を立っている地面から感じた。この小豆粒のように見える飛沫は，後ほど調べたところ拳大の礫であった。この土石流は農地の 59 m 手前で止まったので，農耕地に対する被害はなかった。土石流の末端は扇状地に出ると平面的に分散して広がるのが普通であるが，この場合も例外ではなかった。しかし立木などによって大きく 4 つに分流し，それぞれがまた数個の細流に分流している。そして分流するたびに流速を減じ，クマイザサの上に土石を堆積している。なお 4 つの大分流で流路のせまくなった所はクマイザサが掘り取られ，洗掘された跡

が歴然と認められる。これは扇状地における土石流の扱い方を暗示している。

2) 渓床の変化

この土石流はどこでどんな条件でおきたのだろうか。ある推論を試みる。標高1000 mの滝が根源であろうということは，滝の形状から見て想像される。熔岩の下部にある凝灰質集塊岩が風化侵食され，ここが空洞になると節理の発達した上部の熔岩が落下して滝の後退がおこる。この現象が豪雨時にのみ起るものでないことは昭和35年夏季に轟音を発し，土煙を上げてこの滝がくずれたことを筆者の長崎は見ている。このようにしてガリー内に大量の土石が堆積し，豪雨時にこの背後に一時的な水溜りができ，これが破れて動き出したのが土石流の発端となったものであろう。土石流発生以前は標高600～1,000 m区間のガリー内部に両岸から崩れた土石が各所に堆積していたが，それらもこんどの土石流にくわわる働きをしたものと推察される。なお土石流は両岸を削り容積を増しながら流下したものであろう。これを裏づけるものとしてTable 2をながめてみよう。まずNo. 4ダムから下流へ流出した土石は10,775 m^3 − 3,986 m^3 = 6,789 m^3 である。なおNo. 4ダムからNo. 22ダム，堆砂上端までは16,610 m^3 侵食され，13,959 m^3 貯溜されたことになる。この量はTable 3からもわかるようにその大部分がダムで，それ以外に堆積した量は242 m^3 にすぎない(No. 20ダムは無いものとして計算)。侵食量と堆砂量の比較によって2,651 m^3 がこの区間で生産され，No. 4ダムから下流に流出したことがわかる。したがってガリー頂部の滝附近から流下した土石量は6,789 m^3 − 2,651 m^3 = 4,138 m^3 となる。その規模の大きさはNo. 22ダムが最もはげしい損傷を受けていることからもうかがい知ることができる。若しダムがなかったら4,138 m^3 + 13,959 m^3 = 18,097 m^3 の土石が流下したことになる。なお土石流によって屈曲部の外曲部がそうとう削られており，標高400～600 m間の流過地帯がとくに著しい。この現象は標高600 m以上では渓床低下がはげしかったのと対照的である。

3) ダムの構造

土石流によってダムが隘流を受けるのは当初から予想はしていたが，今回7個のうち僅かNo. 13ダムだけがこの被害を免れたに過ぎなかった。しかもダム天場全長にわたって隘流したものが多く，土石流の最盛時は沢一杯になって奔流したものと考えられる。No. 11，No. 22ダムはいずれも全面的に隘流したばかりでなく，堤側の土層さええぐりとられた(Photo. 7)。しかしこれのみではなくNo. 11ダムのように山腹斜面を伝わって流れ落ちた水が袖部をえぐり，堤側露出を助長したものもみられた(Fig 5)。放水路の断面積はNo. 22ダムが最大で39.75 m^2，最小はNo. 4ダムの10.50 m^2 である。このように放水路の大きさを変えたのはその部分のガリーの大きさに従ったたからである。しかしこんどの土石流から見て放水路断面は上流は無論下流でも相当に下幅を拡げねばならないことがわか

った。土石流の削剝力は両岸の障害物に対してはきわめて強い作用を示すから，ある幅を持って流下してくる土石流を放水路で縮少することはできないとみなければならない。したがって放水路断面は面積よりはその下幅で論ずるべきである。土石流は多少の凹凸に関係なく直進する性質を有するから，放水路の深さの過不足はさして問題とならない。橋本規明氏は「土石流に対しては放水路幅を平時の洪水を流過しうる最小限にとどめ，袖を長く高くし，狭窄部をつくったような形にした方が良い」と述べているが，これはダムの抵抗をあまり過大評価したものと思われる。この直進する性質からガリー屈曲部の外曲部で大きくもり上り，はげしく岸をけずり取ることになる。したがって屈曲部に築造されるダムの袖は外曲部に大きな力が加わることになるので，強度，高さを増すよう工夫すべきである (Fig. 6)。土石流の激しい衝撃力によって天場面の角が上下流側共に欠けたものがかなりみられた。このことは一般の玉石川にもあてはまるが，直接石の衝突する部分は角をつけない工夫がいる。No. 11 ダムは放水路天場だけ張石してあるが，あまり損傷は受けていなかった。したがって張石によって角を保護することも考えてよい。ダムの下流法面でコンクリート粗面のままのものは Photo. 6 に示すように著しいザラメ肌になった。この現象は上流ほど顕著に見られ，土石流は上流ほど猛烈な流勢であったことを物語っている。下流面に石を張ってある練積ダムはあまり損傷は見受けられず，現状の2～3分の下流法を維持する限りこの工法は考慮に値いする。但し敢えて下流法面を2～3分にせず，断面は不経済になるが1～2分以内にして，その分の法を上流側にもっていくということも考えられる。このように下流法を小にすると水叩部の洗掘が問題になる。今回 No. 13, No. 22 ダムは堤趾が露出し，No. 4, No. 6 ダムは露出寸前となった。これらはいずれも下流に連続ダムが入っていないもので，下流に連続ダムがあるものは安全である。しかし土石流がダムから落下する力がそうとう大きいであろうと

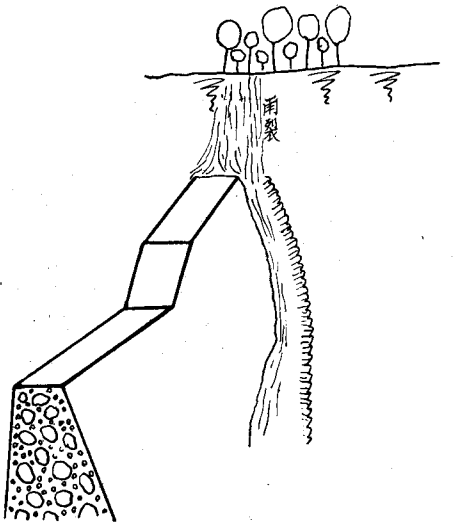

Fig 5. No. 11 ダム左岸袖部見取図

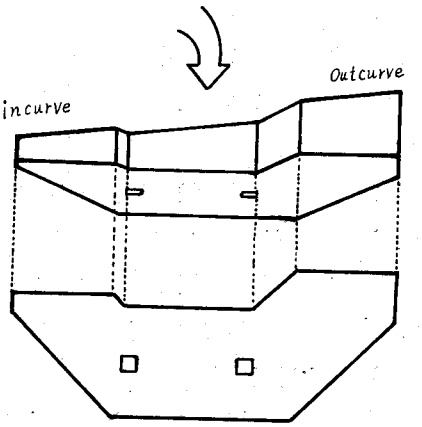

Fig. 6. 外曲部補強ダムの一例

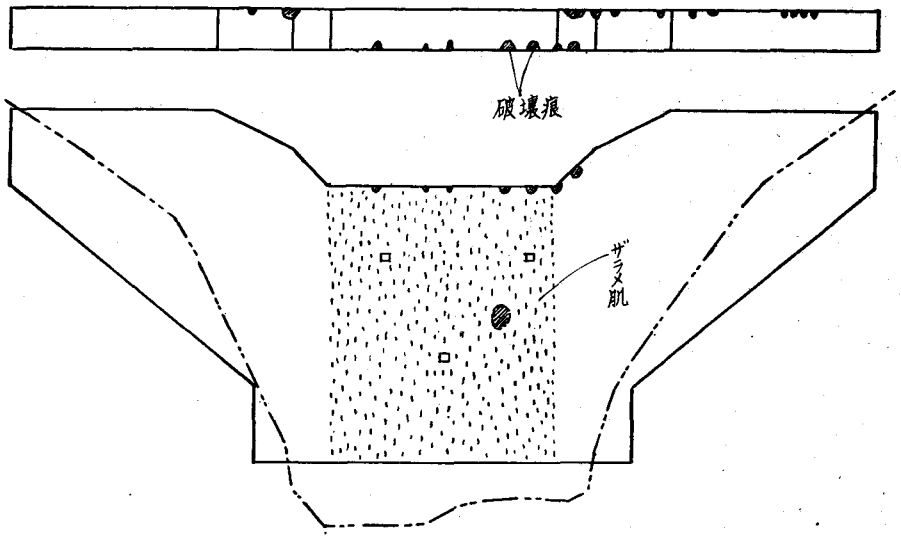

Fig. 8.　No. 22 ダム損傷状況図

とは想像されるので，流下時はそうとう深くえぐられるのではあるまいか。このえぐられた部分は上から供給される土石で埋められ，これが繰り返されるものと考えられないであろうか。これをある面で証明するものとして各ダムとも放水路下に円錐状に土砂が堆積している。これは勢力のおとろえた土石流が落下した時，流速をそがれたため堆積したものであろう。このような洗掘を防止することはおよそ無理なことでこの洗掘を考慮して重合高はたっぷりみるべきであろう。

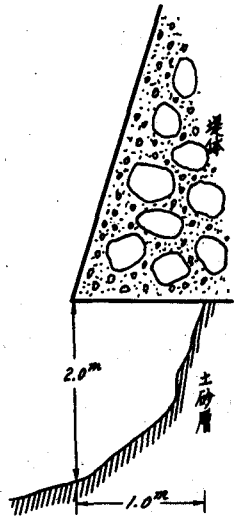

Fig. 7.　No. 22 ダムの洗掘

4）治山計画の方向

以上述べた観点に立つと，土石流の頻繁に起る真狩ポチノ沢のような所は，治山の目的と土石流の性質とから，一般山地の治山とはかなり計画設計を異にしたものを考えねばならない。Table 3 に示すように堆砂勾配は 10～16% とかなり大きな値が出ているが，かならずしもこの勾配を信用できないのではあるまいか。土石流の安定勾配は一時的なもので，平常の洪水時には再侵食を受けて 6% にはならずとも，それに近い勾配におちつく可能性が大きい。さらにダム工法は連続しても，ダム上流の渓床幅は広くなるが，ダム直下は依然として狭い元の渓床幅であるという欠点がある。したがって放水路幅を元の渓床幅より大きく広げるとダム下流の両岸が削られ，ダム下流のガリー幅が急に広がり，ダムを危険な状態にするという矛盾があらわれる。この場合ダムの袖部の突込みを多くして安全を計るのが最良の方法とおもわれるが，便法としてダムの直下

に護岸を入れて（溪床幅は放水路幅より小さくとってはならない）両岸の後退を防ぐことも考えられる。ガリーの屈曲部についてはそこに設けるダムの構造もさることながら，これを基礎とした堅牢な護岸工事を外曲部に入れる必要があり，これらの対策工事なしに放置することはきわめて危険である。

今回の土石流は外曲部を深くえぐり取った程度で終ったが，もっと規模の大きい大崩壊地が発生し，この部分が土石流発生の根源地とならないとはいえないだろう。またこの流動性のない土石流は方向転換の自由度が流水にくらべてきわめて小さいから，欠壊と同時に外曲部にのし上って大きく流路が変る危険性をもはらんでいる。この意味から真狩ポチノ沢では No. 4～No. 6 ダム間，No. 7～No. 10 ダム間，No. 11～No. 13 ダム間に危険箇所がある。こういう部分にはどうしても堅牢なコンクリート（表面を張石などで補強したもの）の護岸工を施こし，困難ではあるが，土石流を導くように計画しなければならない。流路の屈曲部に対する手当てがこのように困難なので，なるべく流路を直線にもっていくようにすべきである。即ち地形の許す限り屈曲部を無くするように，ダム放水路を片寄せたり，必要な所は掘削し流路を変更することが望ましい。

以上のように土石流が一旦起った場合はその処理がきわめて困難であるが，今度の調査で No. 22 ダムより上流が土石流の発端であることがわかったのであるから，その発生源に手当をすることが重要であろう。すなわち標高 1,000 m 附近の溪床の低下をおさえ，

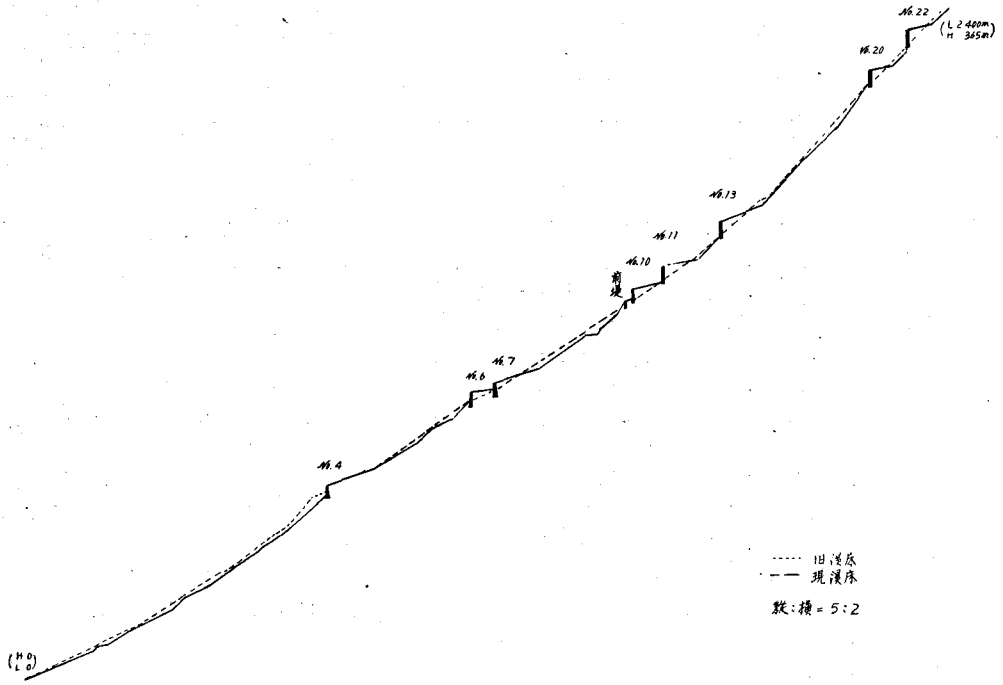

Fig. 9. 溪　床　縦　断　図

滝の下部にある凝灰質集塊岩の風化を防止することである。この凝灰質集塊岩に対する手当てとしては，その高さと等しいダムを近接して作るか，またはダムを階段状に数本入れその間を人工水路工でつなぎ，不安定部分をおさえれば良いことになる。しかし土石流発生の素因はここだけに限ったわけでなく，標高600 m以上は各部分とも大なり小なりはらんでいるといえるので，連続ダムの必要性はなくなるものではない。下流地域全体を保全するという治山の終局目的に反するうらみはあるが，羊蹄山という山の侵食輪廻を考えた時にはまた異なった考え方が生まれる。土石流が扇状地に出て幾条にも分流し，流速を減じて堆積する状況は前述したが，この現象を利用するのである。Fig. 3からもわかるように，このガリーは出口から農耕地に到るまでに約700 mの森林地帯がある。この森林地帯の経営をある面では犠牲にして，ここを人工的に堆砂地帯に作り上げることである。これは上流の手当をある程度にとどめ，出てきた砂礫を分散堆積させるのである。かくして最終的には現在の羊蹄山の傾斜を修正するという遠大な計画をもくろむのである。しかし土石流の分散工法に関しては過去に実績がないので即断しがたく，今後の研究に期待するところが大きい。

結　　言

土石流の勢力は巨大である。それが巨大であることから土石流については経験的，定性的に論じられるに止まり，定量的には何もわかっていないのが実情である。したがって治山事業を施行する場合，どうしても各沢毎に実態を調査研究し，適切な計画を樹立しなければならない。筆者等は真狩ポチノ沢についてこの機会にめぐまれ，改めて土石流の猛烈な削剝作用を再確認し，治山計画の方向を再検討したのでここに報告した次第である。

参考及び引用文献

1) 北海道林務部森林企画課：羊蹄山周辺の荒廃現況と治山対策について，1955.
2) 北海道林務部治山課：火山性荒廃地対策調査中間報告 [I]，羊蹄山，1959.
3) 北海道林務部治山課：火山性荒廃地対策調査中間報告 [II]，羊蹄山，1960.
4) 林業試験場北海道支場：羊蹄山雨量調査，1961.
5) 岩見沢測候所：空知地方大雨洪水調査報告（7月24日～26日）1961.
6) 北海道産業気象協会：北海道の気候，1953.
7) 村井延雄・東　三郎・藤原滉一郎：羊蹄山ガリー調査 (1)，標石の移動，日本林学会北海道支部講演集，1959.
8) 原　　勝：砂防造林，1951.
9) 鈴木恭介：実用砂防工学，1928.
10) 愛知県土木部砂防課：流出土砂量調査，第一輯，1954.
11) 柿　徳市：局地的豪雨による山地水害の特異性とその対策について，新砂防第14号，1954.
12) 山口伊佐夫：長野県北佐久郡小沼村土石流に関する一考察，演習林（東京大学），第9号，1952.
13) 伊吹正紀：砂防特論，1955.
14) 尾張安治：実用砂防工学，1956.
15) 林野庁論：治山計画と実行，1959.

Summary

Writers have built 8 check dams out of a planned 22, numbered No. 1 to No. 22, along Bochi-no-sawa gully as an erosion control project since 1957. These eight are No. 4, No. 6, No. 7, No. 10, No. 11, No. 13, No. 20, and No. 22 dams.

A heavy mud and stone flow occurred in this gully July 25, 1961 and many facts have become clear, which can be analysed as follows;

1) the dark viscid mud and stone flow ran down roaring and sending pebbles flying,

2) it greatly cut away both sides of the gully,

3) it was almost impossible to narrow the width of the flow which ran down over the crowns of every dam,

4) although the concrete body suffered many and large scratches, but a serious one,

5) the mud and stone flow originated from a place of 820～1,000 m above the sea level, and the volume of mud and stones was estimated about 4,138 m^3,

6) when divided into several flows, the mud and stone flow decreased its velocity and deposited mud and stones.

On the basis of these facts, attention should be paid to the following points in an erosion control plan against mud and stone flow;

1) to strengthen and heighten the wings of any dam at the out curve side, built at a curve in the gully,

2) to reinforce the out curve side of gully, lest it should be cut away,

3) to alter a curved point of gully to a straight line as far as possible,

4) to reinforce the concrete surface of dams against mud and stone flow,

5) not to make a sharp corner where a mud and stone flow may run against,

6) to make lower slope of floodway of dam high-pitched, or vertical, if possible,

7) to make the channel of a dam as wide as possible,

8) to make length of dam base be longer than upper width of diversion channel,

9) bed slope is 10～16% but it is not the equilibrium slope,

10) to insert the wings of dam into both sides of the gully as far as possible, for this affects the width of diversion channel,

11) to make a erosion control plan mainly for the area higher than 820 m above sea level,

12) to use the construction method by which a mud and stone flow can be dispersed to a safe area.

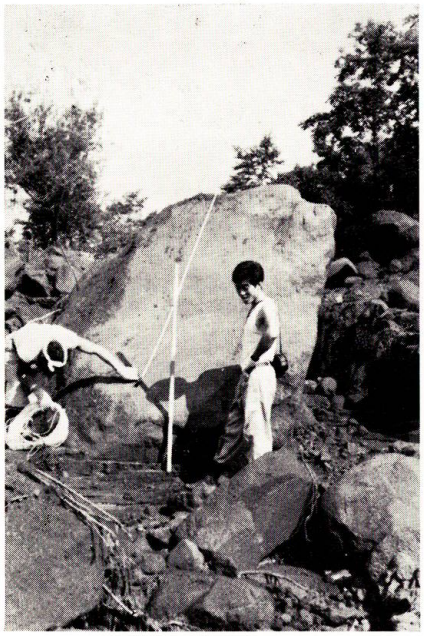

Photo. 1.
橋の附近に流れついた巨石
(2.0 m×2.5 m×1.0 m＝5.0m³)

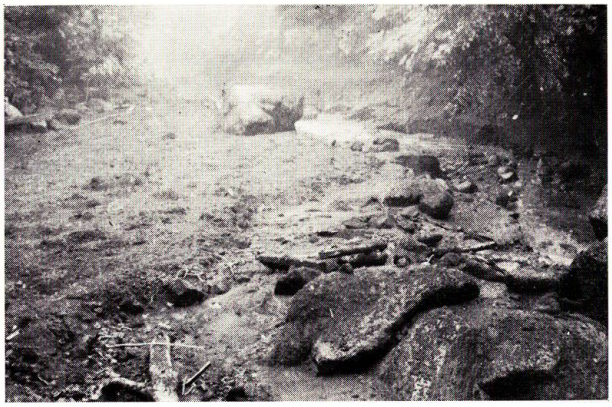

Photo. 2.
橋上流附近の土石流直後

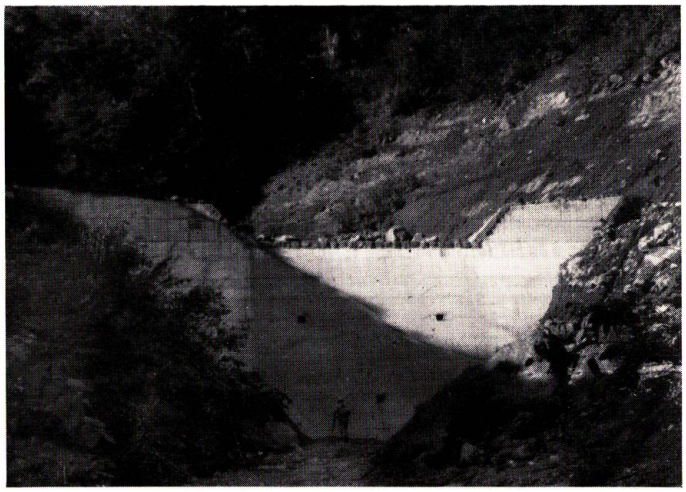

Photo. 3.
天冠に張石したために損傷が少ない
(No. 11 ダム)

Photo. 4.

土石流が天端を隘流し放水路袖部が欠き
取られた状況 (No. 22 ダム)

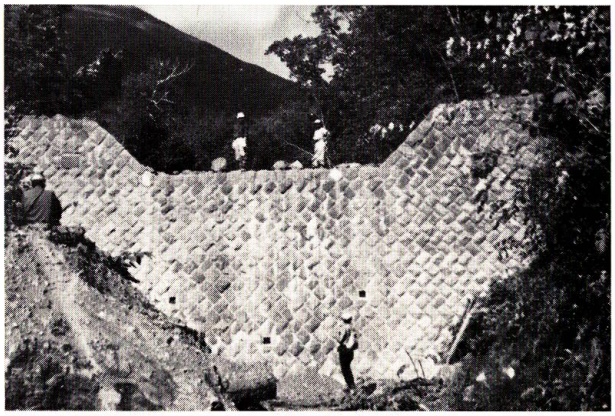

Photo. 5.

損傷のほとんどない練積ダム (No. 7 ダム)

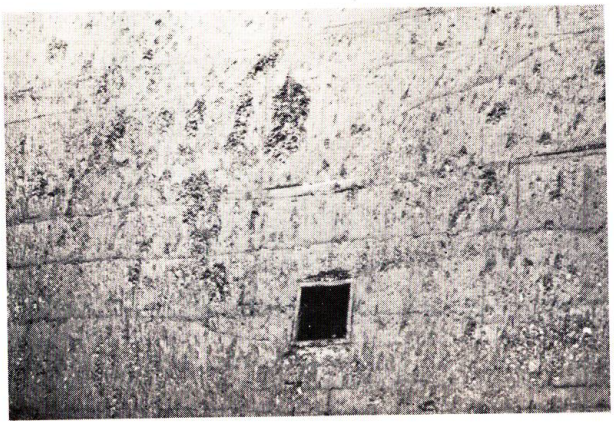

Photo. 6.

下流法面が土石流によって削取された (No. 13 ダム)

Photo. 7.
えぐり取られて堤側が露出した状況
(No. 11 ダム)

Photo. 8.
洗堀されて堤趾が露出した状況
(No. 22 ダム)

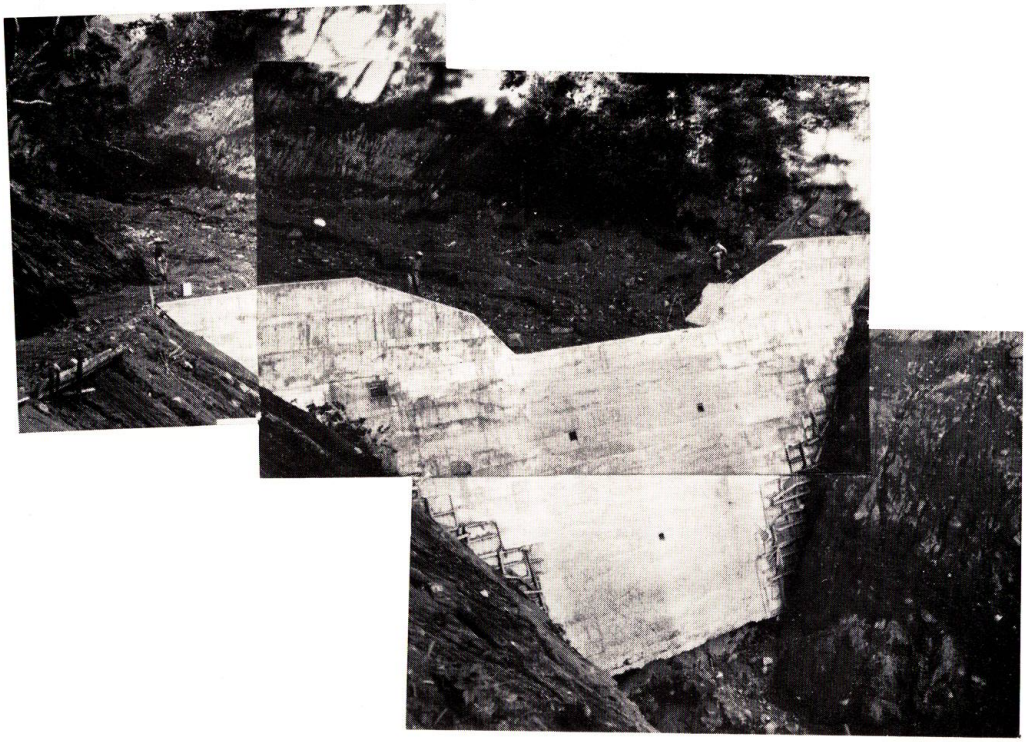

Photo. 9. 土石流を受けて傷つきながらもちこたえた No. 22 ダムの全景