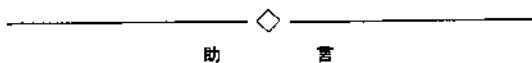


種子吹付工を採用し、良好な施工成果をあげることができた。

花崗岩の風化が進んだ崩壊地の多い当事業地では、今後の復旧に明るい見通しができた。

更に検討すべき問題点の解消を図りつつ、花崗岩地帯の山腹緑化に努めたい。



助 言

土壌条件等により線の緑地から面の緑地への切替えが必要である。

今後、施肥年数、土壌の変化、ネットを用いた吹付工との得失、木本と草本との関係についても突込んだ研究を継続されたい。

治山ダムの山脚固定効果についての一考察  
— 治山ダム堆積形を中心として —

三殿・三殿治山事業所 小林 清 美  
" 舟 島 守 男  
" 内 山 恒 志  
" 原 文 夫

はじめに

治山ダムの目的は、技術基準によれば「深床の縦横浸食を防止し山脚を固定して……」とあるが、これは端的にいえば、掃流力（流水の砂礫を押し流す力）の軽減をはかることであり、そのためには、治山ダムにより深床勾配を緩和して水深を減少することである。

今回これらの効果を判定するために、荒廃溪流の一例として与川の水源地を選び、そこに設置された治山ダムの凸状堆積に着目した。

この堆積現象の機構には種々なものが考えられるが、ここでは、おもに治山ダムの設置によって生じた川幅の拡大と、勾配の減少変化であり、いわゆる掃流力軽減効果が大きく影響していると考えられた。

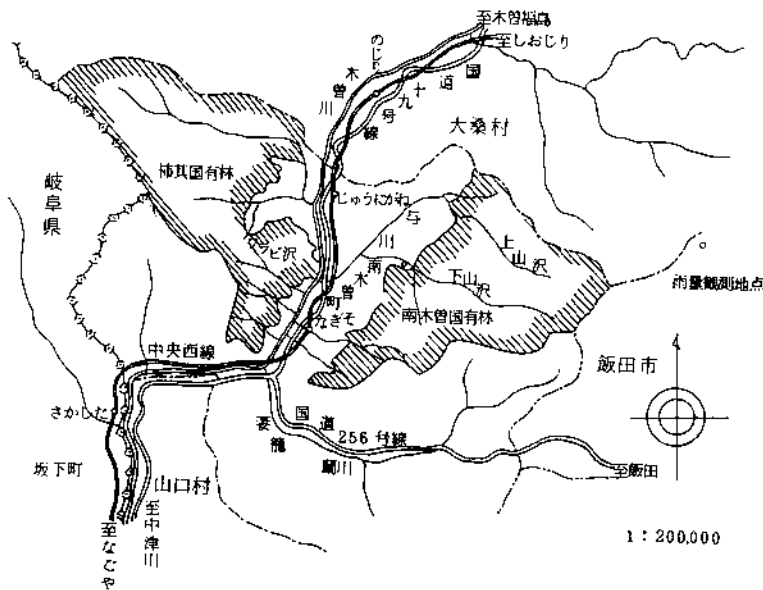
そこで、これら治山ダムの堆積上に占める凸状堆積の割合を山脚固定効果値（E）と呼ぶことにして、この効果値（E）を山脚固定（堆積）効果を評価する一指標と考え、それに影響を与える因子と、土石の堆積形態について調査及び解析を行い、治山ダムの設置点との関連から考察を試みたので発表する。

〔 調査地の概要 〕

1. 調査場所

本調査地は図-1に示すように、木曾郡南木曾町の木曾川左岸にある南木曾国有林に属しており、その支流である与川流域は、これを二分する上山沢と下山沢とからなっている。調査地は下山沢上流部の治山ダム設置点から中流部の砂防ダム設置点にかけてである。

図-1 位 置 図



流域の地形は、断層形成により一般に急しゅんで複雑な地形を呈している。地質は、後濃飛花崗岩類に属する3種（木曾駒Ⅱ、伊奈川、上松・苗木）の花崗岩が滑内断層の影響をうけ、これも複雑に分布している。岩質は節理等の発達が進んでおり一部にマサ化したところもある。

流域の荒廃は伊勢湾台風（昭和34.9.26）による大量の風倒木の発生に端を発しており、その後数度の集中豪雨等により溪流は極度に荒廃化が進んだものである。しかし、現在は各深流とも治山ダムの効果等により、局所を除いては大きな土石移動もなく、流域全体として終息に向いているといえる。（図-2・表-1参照）

2. 過去の豪雨災害と土石の移動及び確率日雨量

調査流域における過去の土石移動と雨量との関係については、はっきりした資料がないため詳細については不明であるが、一応南木曾町周辺での台風集中豪雨等による災害年表と、現地の状況についての聞きとり調査によって推定した。

また、確率日雨量は、当流域に近接した位置にあり、資料も比較的整備されている大原苗畑の過去35年間（昭和17～51年）の観測資料にもとづき、岩井法、により計算を行った。その結果を図

図-2 治山ダム調査位置図

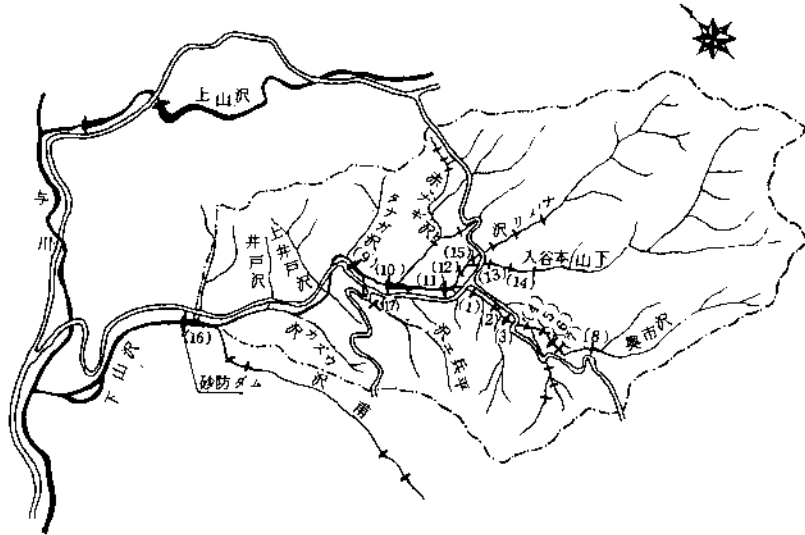


表-1 治山ダム堆積地の現況

No.	施工年度	位置	工種	規模				構造			堆積年	堆積地の状況
				堤長	堤高	有効高	体積	排水路幅	幅			
1	44	奥市沢	コンクリート谷止	31.0	8.0	4.5	570.5	18.0	2.0	50.7.7災	大部分が細砂	
2	47	〃	〃	30.6	6.0	4.2	450.0	18.0	2.0	50.7.7災	〃	
3	40	〃	玉石コンクリート谷止	48.0	5.5	4.0	527.3	18.0	1.5	44.8.5災	巨石群堆積一部木本群落形成	
4	48	〃	コンクリート谷止	27.0	6.0	4.0	387.3	12.0	1.5	50.7.7災	大部分が細砂	
5	47	〃	〃	26.0	6.0	4.0	362.0	12.0	1.5	〃	〃	
6	41	〃	玉石コンクリート谷止	18.0	7.0	5.5	314.4	12.0	1.5	44.8.5災	巨石群堆積一部木本群落形成	
7	40	〃	〃	23.0	5.5	4.0	249.7	12.0	1.5	〃	〃	
8	42	〃	コンクリート谷止	33.5	7.0	5.0	527.7	11.0	1.5	〃	巨石群堆積	
9	44	下山沢本流	〃	47.0	6.0	5.0	872.1	28.0	3.0	50.7.7災	比較的勾配が揃っている	
10	35	〃	護岸谷止	54.0	8.0	5.5	1,546.9	25.0	2.0	44.8.5災	巨石-礫混合堆積木本群落形成	
11	43	〃	コンクリート堰	49.5	9.0	8.0	1,210.8	23.0	2.5	〃	巨石-礫混合堆積一部木本群落形成	
12	40	〃	玉石コンクリート谷止	46.5	6.5	5.0	688.3	20.0	1.5	〃	巨石-礫混合堆積	
13	48	下山沢本谷	コンクリート床	46.0	5.0	4.0	730.3	16.0	2.0	50.7.7災	〃	
14	39	〃	玉石コンクリート谷止	25.0	6.0	4.5	360.7	11.0	1.5	44.8.5災	巨石群堆積木本群落形成	
15	32	ナメリ沢	護岸谷止	40.4	6.0	5.0	646.8	16.0	2.0	〃	巨石群堆積一部木本群落形成	
16	30	下山沢本流	護岸堰	62.0	15.0	8.0	4,140.0	22.5	3.0	〃	巨石-礫混合堆積木本群落形成	
17	47	平兵エ沢	コンクリート谷止	26.0	8.0	6.0	503.1	6.0	1.5	50.7.7災	巨石群堆積	
18	41	上山沢上流	玉石コンクリート谷止	40.0	8.5	5.5	898.4	18.0	2.0	44.8.5災	巨石群堆積一部木本群落形成	
19	38	ウラビ沢	護岸谷止	38.5	9.0	5.0	957.8	14.0	1.5	41.6.24災	巨石群堆積	

一3に示す。

伊勢湾台風以後の当調査流域における土石の移動については、まず、昭和40.7に発生した奥市沢の災害をあげることができる。このときの土石移動で既設治山ダム(疎濬)5個が破壊流出する被害をうけている。しかし、移動土石のほとんどは、本流との合流点付近で停止堆積したことが現状から推察できる。

その後、昭和44.8に台風7号による集中豪雨があり、このときは与川全流域に及んだ。特に、上山沢流域での出水が大きく下流保全に大きな被害を与えた。

今回調査した治山ダムの凸状堆積は、このときの出水により形成されたものが多く、移動土石の大半は、中流部の砂防ダム上で停止堆積したことが現状から推察できる。

また、このときの日雨量は、大原苗畑によると145.0mmと確率約4年程度で、ごく普通に起こりうる雨量であったが、これを1時間(3時~4時)雨量でみると、138mm(南木曾町周辺での災害年表)と驚異的なものであった。

次に、最近の豪雨(昭和50.7、日雨量230.2mm)の出水についてである。これは、昭和44災で土石移動が起こらなかった平兵エ沢が主であり、土石の移動も溪流の出口付近にある治山ダム上で、ほぼ完全に近い状態で停止堆積している。

【 治山ダム上での堆積状況

1. 堆積の形状

今回調査の対象にした治山ダムの堆積形を模式図により示すと図-4のとおりである。凸状堆積形(B線)は、昭和44年の異状出水により形成されたもの(昭和44年以前施工ダム)と、昭和50年の出水により形成されたもの(昭和44年以降施工ダム)とに分けられる。

また、平衡勾配である(A線)は、一般に大出水時に形成されたものがその後の出水により変動することが多く、本調査地においても、最近の出水である昭和50年災

図-3 大原苗畑観測資料による確率日雨量(岩井法)

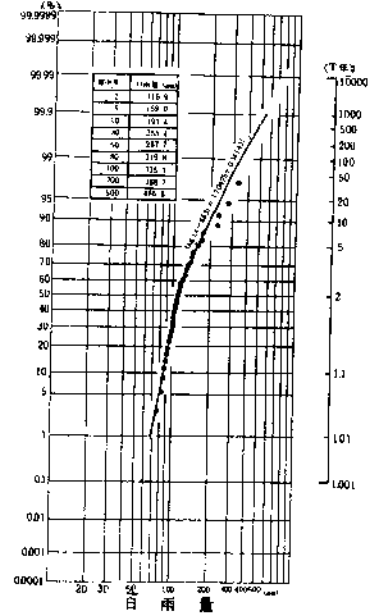
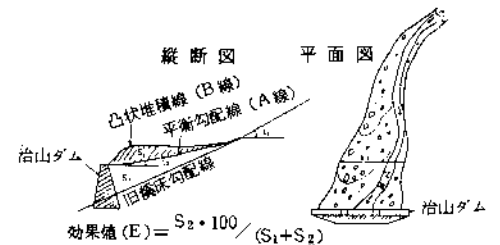


図-4 治山ダム堆積形模式図



治山ダム

$$\text{効果値}(E) = \frac{S_2 \cdot 100}{(S_1 + S_2)}$$

によりある程度固定化されたものと考えられ、現在はほぼ安定した状態にある。この堆積形について次のような調査を行った。

まず模式図に示すように、その堆積地の縦断方向をA線(平衡勾配線)とB線(凸状堆積線)に分け、それぞれ変化点ごとに堆積区間長と、その上流50~100m間のレベル測量を行った。川幅B<sub>1</sub>は堆積地上流部の川幅変化地点を選定し、また川幅B<sub>2</sub>は治山ダム堆積地のほぼ中央部を選び、それぞれ谷壁の痕跡等から判断して計測した。そして、これらの結果を各調査地ごとに縦断、平面、横断図等を作成し効果値(E)を計算した。

効果値(E)は次式により求めた。

$$(E) = S_2 \cdot 100 / (S_1 + S_2) \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

ここに(E)：効果値

S<sub>1</sub>：平衡勾配線(A線)以下

の堆積体の面積

S<sub>2</sub>：凸状堆積体の面積

次に、堆積地の石礫分布をみるため線格子法により、堆積地の縦断方向にメートル縄を張り、その堆積地の最大粒径に相当する間隔で、50個の礫のその三軸長(長軸a、中軸b、短軸c)を計測した。

その結果を三軸長からの求積式 $V=C^2 \cdot$

$(a \cdot b)^{\frac{1}{2}}$ により体積を求め、同流域の

花崗岩の比重 $\gamma=2.63$ を使って重量を計算し、対数確率紙にプロットしてd<sub>m</sub>、d<sub>max</sub>を推定した。その結果を表-2、図-5と、図-6に示す。

表-2 調査結果表

No.	位 置	流域面積 (km <sup>2</sup> )	山間固定 効果値 (E)	平均粒径 (dm)	最大粒径 (dmax)	上流川幅 (B <sub>1</sub> )	堆積川幅 (B <sub>2</sub> )	B <sub>2</sub> /B <sub>1</sub>	上流勾配 (I <sub>1</sub> )	堆積地勾配 (I <sub>2</sub> )	I <sub>1</sub> /I <sub>2</sub>	平均堆積厚 ( $\bar{h}$ )	最大堆積厚 (hmax)
1	奥市沢	3.0597	8.5	11.5	250	8.0	16.0	2.00	0.180	0.003	0.01	0.1825	0.46
2	〃	2.8141	10.9	12.3	300	7.0	13.0	1.86	0.181	0.012	0.07	0.2525	0.54
3	〃	2.0285	36.5	56.5	200.0	7.0	28.0	4.00	0.200	0.074	0.37	1.1514	2.55
4	〃	1.9741	24.8	25.3	800	7.0	15.0	2.14	0.205	0.030	0.15	0.5720	1.60
5	〃	1.3907	5.6	19.0	550	7.0	14.0	2.00	0.172	0.017	0.10	0.1425	0.30
6	〃	1.3546	38.6	62.3	180.0	5.0	18.0	3.60	0.111	0.076	0.68	1.2800	2.95
7	〃	1.2759	32.5	62.3	160.0	5.0	20.0	4.00	0.132	0.087	0.66	1.0000	2.27
8	〃	0.9957	53.8	88.0	280.0	5.0	16.0	3.20	0.179	0.089	0.50	1.635	3.14
9	下山沢本流	9.8944	29.9	42.0	120.0	15.0	33.0	2.20	0.123	0.050	0.41	0.830	1.99
10	〃	9.4751	54.3	65.0	150.0	15.0	75.0	5.00	0.073	0.052	0.68	1.810	3.75
11	〃	5.2950	28.4	69.0	200.0	32.0	58.0	1.81	0.140	0.055	0.39	1.478	2.62
12	〃	2.2378	33.8	36.0	123.0	10.0	34.0	3.40	0.087	0.056	0.64	1.084	2.09
13	下山沢谷入	2.3652	49.2	49.0	110.0	9.0	36.0	4.00	0.105	0.034	0.32	1.182	2.51
14	〃	2.2374	48.9	82.5	190.0	5.0	20.0	4.00	0.106	0.074	0.70	1.412	2.64
15	ナメリ沢	2.1983	44.2	72.4	170.0	10.0	40.0	4.00	0.165	0.102	0.62	1.196	3.17
16	下山沢本流	17.8359	4.18	115.0	260.0	30.0	62.0	2.07	0.087	0.047	0.54	2.261	4.42
17	平兵ヶ沢	0.5830	2.11	50.0	130.0	9.0	18.0	2.00	0.336	0.100	0.30	0.830	1.32
18	上山沢上流	—	31.1	57.0	160.0	16.0	36.0	2.30	0.123	0.076	0.62	1.567	2.60
19	アラビ沢	—	41.2	88.0	175.0	10.0	36.0	3.60	0.188	0.099	0.53	1.389	2.80

図-6・1-(1) 奥市沢No.3治山ダム堆積図

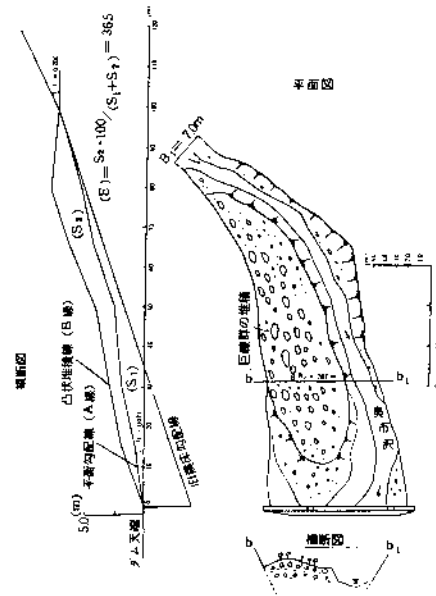


図-6・2-(1) 下山沢本流No10治山ダム堆積図

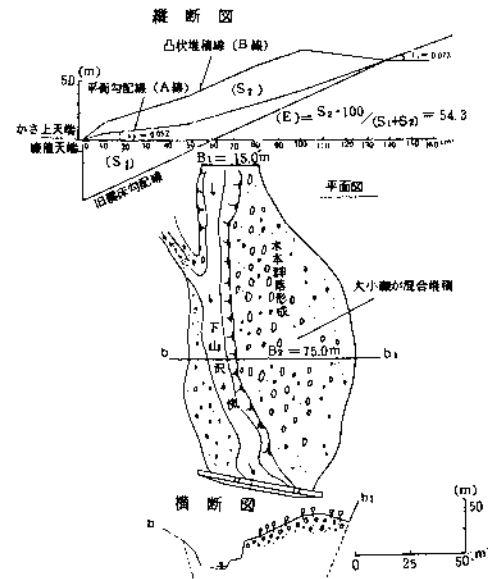


図-6・1-(2) No.3地点の粒度分布図

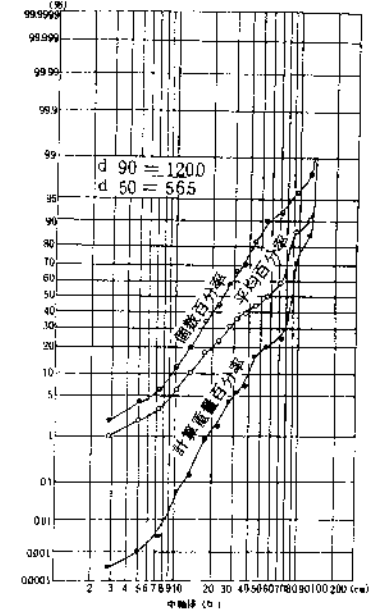


図-6・2-(2) No.10地点の粒度分布図

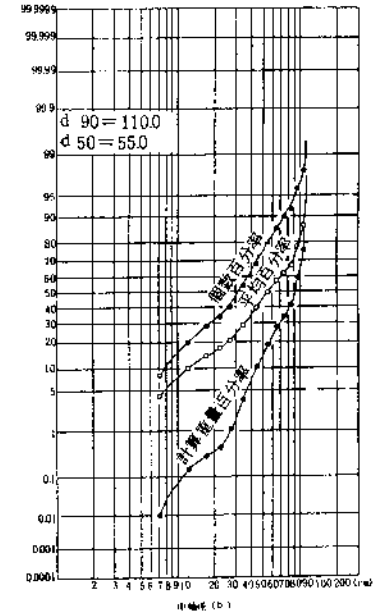


図-6・3-(1) 下山沢本流No.12治山ダム堆積図

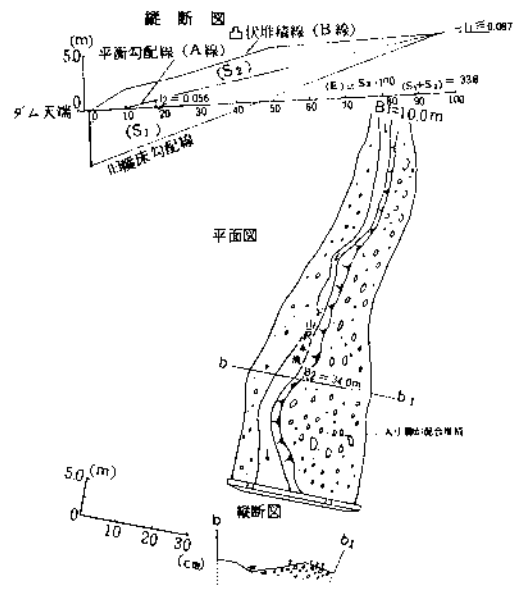


図-6・3-(2) No.12地点の粒度分布図

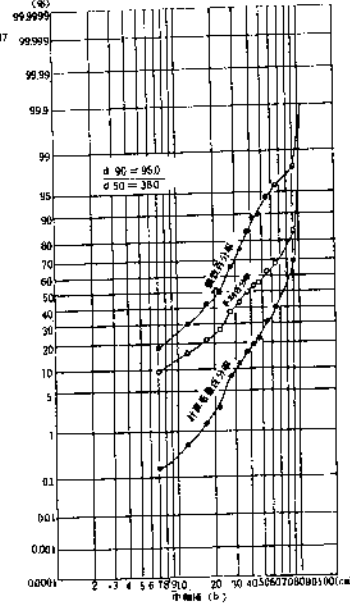


図-6・4-(1) 下山入本谷No.14治山ダム堆積図

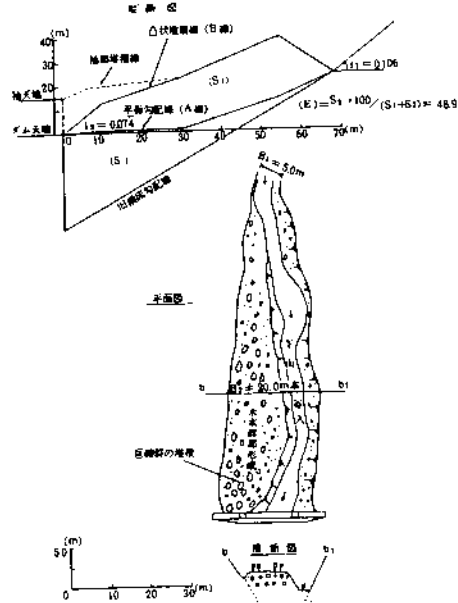
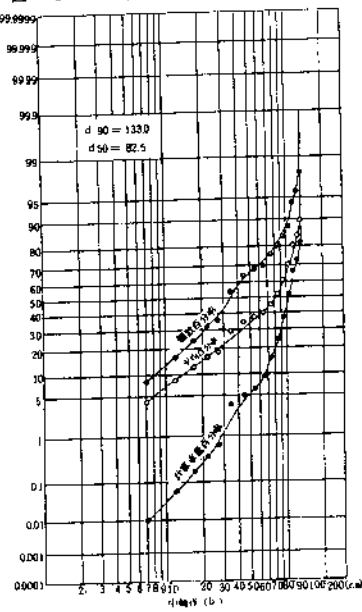


図-6・4-(2) No.14地点の粒度分布図



## 2. 土石流堆積と掃流堆積

土石の流送形態の推定方法には、従来から次の二つの方法が知られている。

① 堆積状況による方法

② 最大粒径による方法

①は、現地の堆積層から判別する。

②は、地点における最大粒径のもつ限界掃流力 $U_{*c}^2$ と、最大流量を有する時の掃流力 $U_*^2$ との比を地点ごとに明らかにして、その比 $(U_{*c}^2/U_*^2) \geq 2$ の範囲で土石流、または掃流として判別する。

今回、この二つの方法を対応して検討した結果両者はよく一致した。

各治山ダムごとにみると、奥市沢No. 3, 6, 7, 8, 下山入本谷No. 10, 11, ナメリ沢No. 12, 下山本流No. 13, 14, 15, 16, 平兵エ沢No. 17が土石流堆積と判別できた。図-7に結果を効果値(E)との関係で示すと、土石の堆積形態は効果値(E)がおおよそ30を越えれば土石流堆積になることがわかった。次にその効果値(E)が30を越えた試料について、その凸状堆積形の類似性を検討した。(図-8参照)

各治山ダムとも堆積条件の違いにもかかわらず、ダム天端より50mのところ勾配の遷移点があり、全体としてよく似た傾向がみられた。このことは、治山ダム土での土石流堆積の一つの特性ではないかと考えられた。

### ■ 治山ダムの山脚固定効果に影響する因子について

1. 治山ダムの山脚固定効果に影響する因子( $d_m$ ,  $B_2/B_1$ ,  $I_2/I_1$ )

山脚固定効果に影響する因子として

図-7 掃流力比と山脚固定効果値との関係

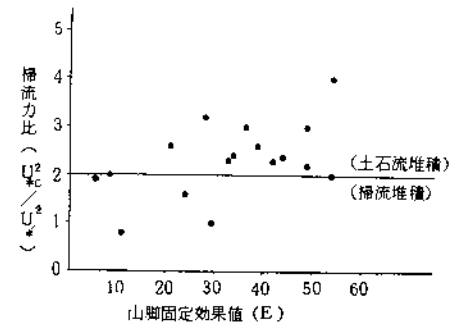


図-8 凸状堆積の勾配と距離との関係

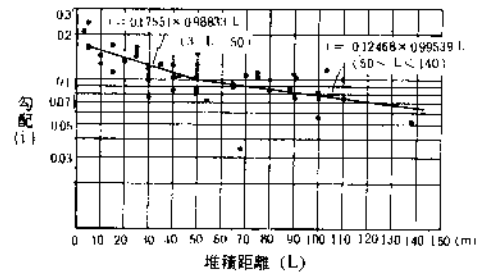
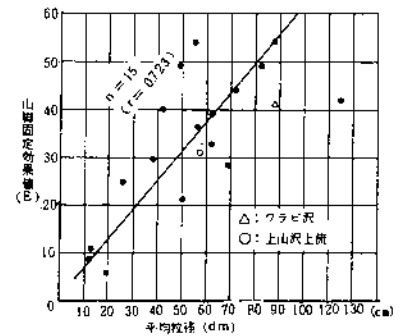


図-9 山脚固定効果値(E)と平均粒径( $d_m$ )との関係



は、流出土砂量、石礫粒径、流量、深床地形の変化等をあげることができるが、特に、深床の地形に変化を与える川幅変化と勾配変化、及び石礫粒径をとりあげその関係について調べてみた。

図-9, 10, 11は、効果値(E)と3因子の関係をプロットしたものである。これによれば、効果値(E)は平均粒径(dm), 川幅比( $B_2/B_1$ ), 勾配比( $I_2/I_1$ )がそれぞれ大きくなると増加する傾向を示した。なかでも、効果値(E)に対して川幅比は、 $2 < (B_2/B_1) < 5$ の範囲であることから、川幅拡大変化は勾配減少変化にくらべて、より大きな規制因子であるといえる。

以上、3因子についてその影響をみてきたが、治山ダムでは上流からの土石移動に対して、ダム自身の直接抑止と合わせて、それに伴うダムの堆砂により生じた川幅拡大と、勾配減少変化の両面の機能をもっていることから、この2因子(川幅拡大効果と勾配減少効果)のうち、土石堆積条件の一つである、掃流力減少をもたらす因子について検討してみた。

掃流力は

$$U_*^2 = g \cdot h \cdot I \dots \dots \textcircled{3}$$

$$h = n^{\frac{3}{5}} \cdot I^{-\frac{3}{10}} \cdot (Q/B)^{\frac{2}{5}}$$

を代入する

$$U_*^2 = g \cdot (Q \cdot n)^{0.6} \cdot I^{0.7} \cdot B^{-0.6}$$

$g \cdot (Q \cdot n)^{0.6} \dots \dots C$ とすれば

$$U_*^2 = C \cdot I^{0.7} \cdot B^{-0.6} \dots \dots \textcircled{4}$$

となる。

この④式を使って、各治山ダム堆積地断面から( $B_2 \cdot I_2$ )と、堆積地上流端断面から( $B_1 \cdot I_1$ )の掃流力を計算

図-10 山脚固定効果値(E)と川幅比( $B_2/B_1$ )との関係

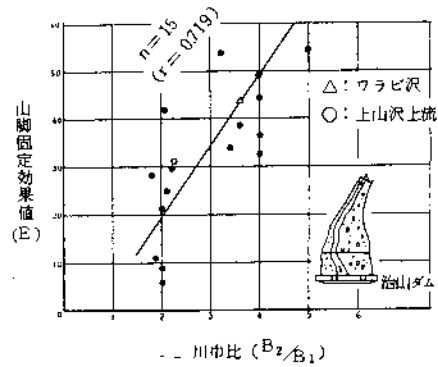


図-11 山脚固定効果値(E)と勾配比( $I_2/I_1$ )との関係

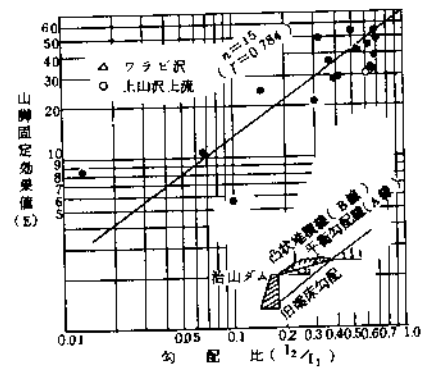
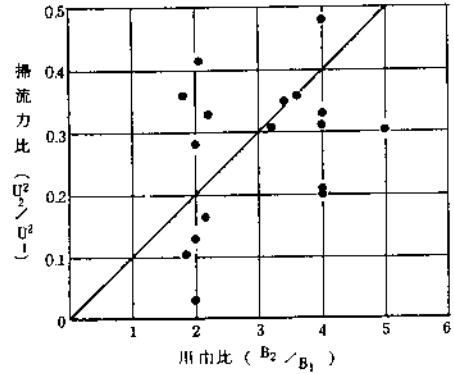


図-12 掃流力比( $U_2^2/U_1^2$ )と川幅比( $B_2/B_1$ )との関係



して、その比( $U_2^2/U_1^2$ )と川幅比( $B_2/B_1$ )、および勾配比( $I_2/I_1$ )の関係でプロットしたのが図-12, 13である。両図ともその点にはかなりのバラツキはあるが、全体としては、川幅比(川幅拡大効果)が勾配比(勾配減少効果)に対し、掃流力軽減効果の点で優れているといえる。

2. 治山ダムの山脚固定効果の評価  
治山ダムの山脚固定効果値(E)の影響因子として、凸状堆積地の石礫平均径(dm), 川幅比( $B_2/B_1$ ), 及び勾配比( $I_2/I_1$ )との関係をみてきたが、ここではこれらの相関関係について検討を行ってみた。その結果は表-3のとおりである。

表-3 効果値(E)と各因子の相関係

因子	石礫平均径(dm)	川幅比( $B_2/B_1$ )	勾配比( $I_2/I_1$ )
効果値(E)	0.723	0.719	0.784
有意水準	1.0%		

いずれも危険率1%で有意である。一般に、このような自然現象は多くの要因によって支配され、これらの現象と要因との関係は、多変量解析により検討されることが多い。そこで、これら3因子,  $dm, B_2/B_1, I_2/I_1$ を説明変数として、効果値(E)を目的変数とした多変量重回帰式の検討を行った。

この目的変数である効果値(E)と、3因子の説明変数との重回帰係数を算出すると、 $r = 0.888$ となり危険率0.1%で有意である。また、多重回帰式を計算すると、

$$E = 0.2900x_1 + 7.6384x_2 + 2.6668x_3 - 5.9944 \dots \dots \textcircled{5}$$

ここに E : 山脚固定効果値(%)

$x_1$  : 凸状堆積地の平均粒径(dm)

$x_2$  : 川幅比( $B_2/B_1$ )

$x_3$  : 勾配比( $I_2/I_1$ )

が得られた。

そこで、⑤式の信頼度をみるため、回帰線上的変動と、回帰線のまわりの変動との分散比を分散分析した。その結果を表-4に示すと、危険率0.1%で回帰関係高度に有意といえる。したがって、この回帰式がかなり信頼できるものと考えられる。

図-13 掃流力比( $U_2^2/U_1^2$ )と勾配比( $I_2/I_1$ )との関係

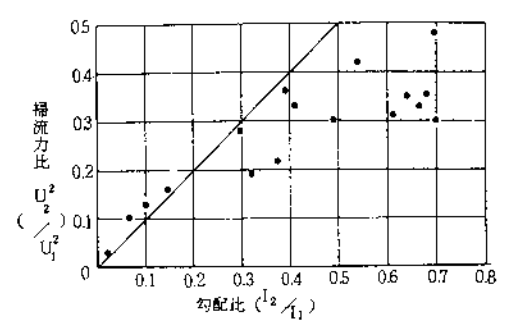


表-4 重回帰の分散分析表

変動因	自由度	平方和	分散	分散比 F
全体	16	3757.81		
回帰による	3	2960.91907	986.97303	
回帰線からの残差	13	796.8909	61.2993	16.100885

$$F(3, n-4, \alpha) = 10.21 < F_0 = 16.10$$

次に、説明変数である石礫平均径 $x_1$ と、川幅比 $x_2$ 、勾配比 $x_3$ の目的変数 $E$ の影響度をみるため、各説明変数の標準偏回帰係数を計算すると、

$b'x_1 = 0.5275$ ,  $b'x_2 = 0.5215$ ,  $b'x_3 = 0.0407$ となり、この値から、石礫平均径 $x_1$ と川幅比 $x_2$ の係数がほぼ等しいことから、効果値 $(E)$ への影響度も同程度といえる。また、勾配比 $x_3$ の効果値 $(E)$ への影響度を1とすると、 $x_1, x_2$ とも約1.3となり、 $(E)$ に対する影響度合の大きいことがわかった。

以上から、治山ダム堆積上の凸状堆積に影響する3因子のうち、特に、川幅拡大変化と石礫平均径が強い規制因子として働いていることがわかった。図-14に計算値と実測値の関係を示すと、両者は大体一致しており、現象が複雑な点を考えると十分といえる。また、効果値 $(E)$ の高い治山ダムほど、現地の状況から比較的安定した段丘面を形成しており、山脚固定効果もかなり高く評価できる。

### 3. 治山ダムの袖部に対する堆積厚の影響

川幅の拡大効果が2倍程度の治山ダムでは、土石の堆積が袖部に達し、ダムかん入部を洗掘している例がよくある。

今回の調査地でも奥市沢No.6, 7, 下山本流No.12, 下山入本谷No.14, ナメリ沢No.15等がそれに該当する。三重大学の渡辺先生は、治山えん堤放水路の決定のなかで袖高について、土石流の発生

図-14 効果値 $(E)$ の実測値と計算値の比較

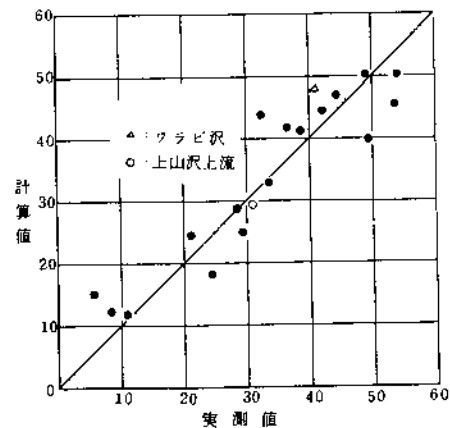
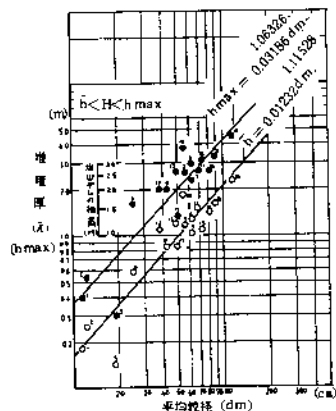


図-15 堆積厚 $(h)$  ( $h_{max}$ ) と平均粒径 $(dm)$ との関係



が予想される渓流においては、袖取付部を45°勾配程度にあげる必要があると指摘している。

このことから、袖高について堆積厚との関係で検討を行ってみた。図-15は凸状堆積の厚さと、石礫の平均径との関係を両対数紙にプロットしてみた。平均堆積厚 $(\bar{h})$ 、最大堆積厚 $(h_{max})$ とも直線関係が認められるので、最少二乗法により推定式を計算した。

$$\bar{h} = 0.01232 \cdot dm^{1.11528} \dots \dots \dots \textcircled{6}$$

$$h_{max} = 0.03186 \cdot dm^{1.06326} \dots \dots \dots \textcircled{7}$$

ここに  $\bar{h}$  : 平均堆積厚 (m)

$h_{max}$  : 最大堆積厚 (m)

6, 7式と、治山ダムの袖高の関係は、図-15から4例を除いておむね $\bar{h} < H < h_{max}$ の関係にある。ただし、 $H$ は袖高、

このことから、袖高はその背後の堆積厚より高くする必要があり、7式よりその高さを推定すると現地に合ってくる。

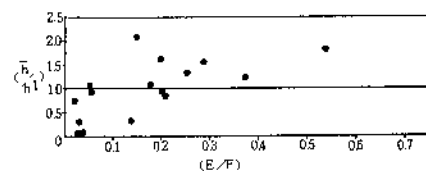
### IV 治山ダム堆積の安定期間

治山ダムの堆積について種々検討してきたが、このようにして形成された凸状堆積地は、山脚固定効果の一助を担っており、溪岸の保全、及び景観の確保等水害防備林造成の場として重要な位置を占めている。

そこで、これら堆積地の消長である、安定期間について知ることも重要であると考え、その検討を行ってみた。

この安定期間の目安として、一応日雨量を指標とした。この日雨量を確率何年にとるかは難しい問題であるが、今回は、過去の日雨量から、その最大日雨量であるS39.7.8の33.61%をとりあげ確率年をみると、約100年に相当することから、この2倍にあたる、200年確率日雨量38.8.7mmを用いて流量を計算し、懸案地点である、各治山ダム堆積地上流端の川幅から水深 $h'$ を計算して、堆積地の平均堆積厚 $(\bar{h})$ との比 $(\bar{h}/h') \geq 1.0$ の範囲で安定と流出を分類して、効果値 $(E)$ と集水面積 $(F)$ との比 $(E/F)$ との関係で図-16に示した。これより200年確率日雨量で残存する堆積地は、集水面積 $(F)$ に対する効果値 $(E)$ の割合が、約20%をこえると段丘として安定することになる。

図-16  $(\bar{h}/h')$  と  $(E/F)$  との関係



なお、この計算過程には多くの仮定を含んでいるが、異常豪雨の多い当流域では、一つの目安として一応200年確率日雨量に支配されるといえる。

### V まとめ

以上、凸状堆積地である山脚固定効果値について、それぞれの因子との調査解析を行ってきた結果を一応まとめると、次のようになる。

1. 治山ダム堆積によって生じた凸状堆積である効果値 $(E)$ は、溪床地形の変化である川幅拡大効果と勾配減少効果、及び石礫平均径が大きく影響していることがわかった。なかでも川幅拡大変化は、勾配減少変化より大きな規制因子であり、土石の堆積条件の一つである掃流力減少をもたらすものは、

勾配より川幅変化、すなわち、勾配の緩和ではなく、川幅の拡大であるといえる。

従来治山計画においては、渓床の縦断面側からの勾配変化を重要視してきたように思うが、下流に被害をもたらす有害土石の堆積は、実に川幅の拡大変化によりはかられるところが大きい。

今回の調査数値から効果値（E）は、多重回帰式により推定できる。

1. 治山ダムの堆積形態は、地点における最大礫の限界掃流力と、最大流量時の掃流力の比（ $U_{sc}^2 / U_*^2$ ） $\geq 2$ によって推定でき、掃流区域、土石流区域の分類に今後十分活用できる。
2. 治山ダム堆積による川幅拡大効果が2倍程度の溪流では、効果値（E）に対して袖部の影響が大きいことから、袖高は流量計算とあわせて、堆積厚の推定式により検討した方が現地に合わせている。
3. 治山ダム堆積により生じた凸状堆積地は、段丘として残存し、今回の調査流域では、その安定期間は200年確率日雨量に支配される。
4. 今後荒廃溪流での治山ダム計画は、今回の調査結果を検討した結果、効果値（E）を期待するうえから川幅のもつ意義は重要であり、ダム設置点として、川幅の広い箇所を選定の対象として、有効高4～5mの比較的低いダムを系列的に配置した方が、高いダムによる川幅拡大をはかるより、山脚固定（堆積）効果の点で優れているといえる。

#### おわりに

今回は、限られた調査流域のなかで、かなり割りきって考察を試みたために1、2の問題点を残した。一つとしては、川幅の拡大効果と勾配の減少効果、及び石礫平均径等各因子の相互依存性について、二つとして、川幅を重視した場合のダム間の堆砂勾配の従来の考え方の検討等をあげることができる。これらの点を含めて、今後他流域への対応というかたちで調査解析を進めていきたい。

---

#### 助 言

治山ダム等の設計のよりどころは「治山技術基準」等の基準化によって実施しており、ややもすると慣性的におちいり易いが、原点にかえて理論的に解析している点高く評価できる。今後、治山ダム堆積の安定期間に対する考察を、さらに研究されたい。