

42 治山・砂防ダムの堆砂勾配の決定機構に関する考察

広島大学総合科学部 海堀正博

1. はじめに

治山・砂防ダムの堆砂勾配については、もとの河床勾配の $1/2$ として計画されることが多い。これを裏付けるように、堆砂勾配の調査データが元河床勾配の $1/2 \sim 2/3$ の範囲の値になったことが、これまで多数報告されている。これに対して、筆者らは、昭和63年7月の広島県加計町での土石流災害発生地域での治山・砂防ダムの調査から、この地域ではダム堆砂勾配が元河床勾配の $1/3$ 程度にしかならないことを報告した¹⁾²⁾³⁾。このダム堆砂勾配の元河床勾配に対する比が小さくなる原因として、①流域面積が 1 km^2 以下と小さい、②元河床勾配が $1/7$ 以上の急勾配である、③堆砂物質の粒径が比較的小さいものが多い、④土砂移動の頻度が小さい、といった4つの条件を可能性として示した。このうち、③の堆砂物質の粒径については、実際の河床においてどの場所の土砂の粒径を代表値としてとり上げるかがきわめて難しいこと、Egiazaroffの理論式を拡張した堆砂勾配の計算式においても、構成粒子の粒径については実際の堆砂勾配からの逆算によって求める以外に適当な値を得ることは不可能であることなどを示した。言い換えると、実際の河床堆積物の粒径調査により計算式中の代表粒径を見いだすことが簡単ではないことから、現状ではどのようなダム堆砂勾配で安定するのかの予測に使うことができない。

2. 鳥取県大山二の沢上流における調査

前出の広島県加計町の治山・砂防ダム調査地と条件的に類似点が多いということで、大山のいくつかの沢で調査を実施したが、ここではその結果の一部を紹介する。環状道路と二の沢との交点を基準点とする上流域は、その流域面積が 0.68 km^2 で、かつ国土地理院発行（昭和58年測量）の $1/2.5$ 万の地形図から求めた元河床勾配が $1/7$ 以上の急勾配であるというように、前節の①②の条件を満たしている。しかし、④の土砂移動の頻度という点では、大山の場合ははるかに激しく、毎年二の沢だけで約 $12,000\text{ m}^3$ もの流出土砂量があるとされている。ここには1992年11月の時点で林野庁倉吉営林署管轄の治山ダム17基が既設されており、さらに1基が施工中であった。そこで、これらのダムや堆砂地の状況調査を実施した。

3. ダム位置・施工順序と堆砂の状況

図1に示すように、二の沢の環状道路より上流のダムに下流側から順に番号をつけることにする。ただし、4番と5番の間に新たに1基施工中であったため、その影響が及ぶことが確実な4番のダムより下流側は調査しなかった。また、上流では2つの支川に分かれるため、図1に示すように便宜上①②Ⅱなどの番号をつけることにした。調べたダムの年度や大きさ及び堆砂地の状況等を表1に示す。これらのデータのうち、ダム堆砂勾配と元河床勾配との関係を示したものが図2である。これを見ると、堆砂勾配がダム施工基準のとおり元河床勾配のおおよそ $1/2 \sim 2/3$ の範囲に分布していることがわかり、従来の多くの調査結果と矛盾しないものとなった。ところが、このような結果になったにもかかわらず、底抜けを起こしているダム（表1中のダム番号に網かけのついたもの）が調査

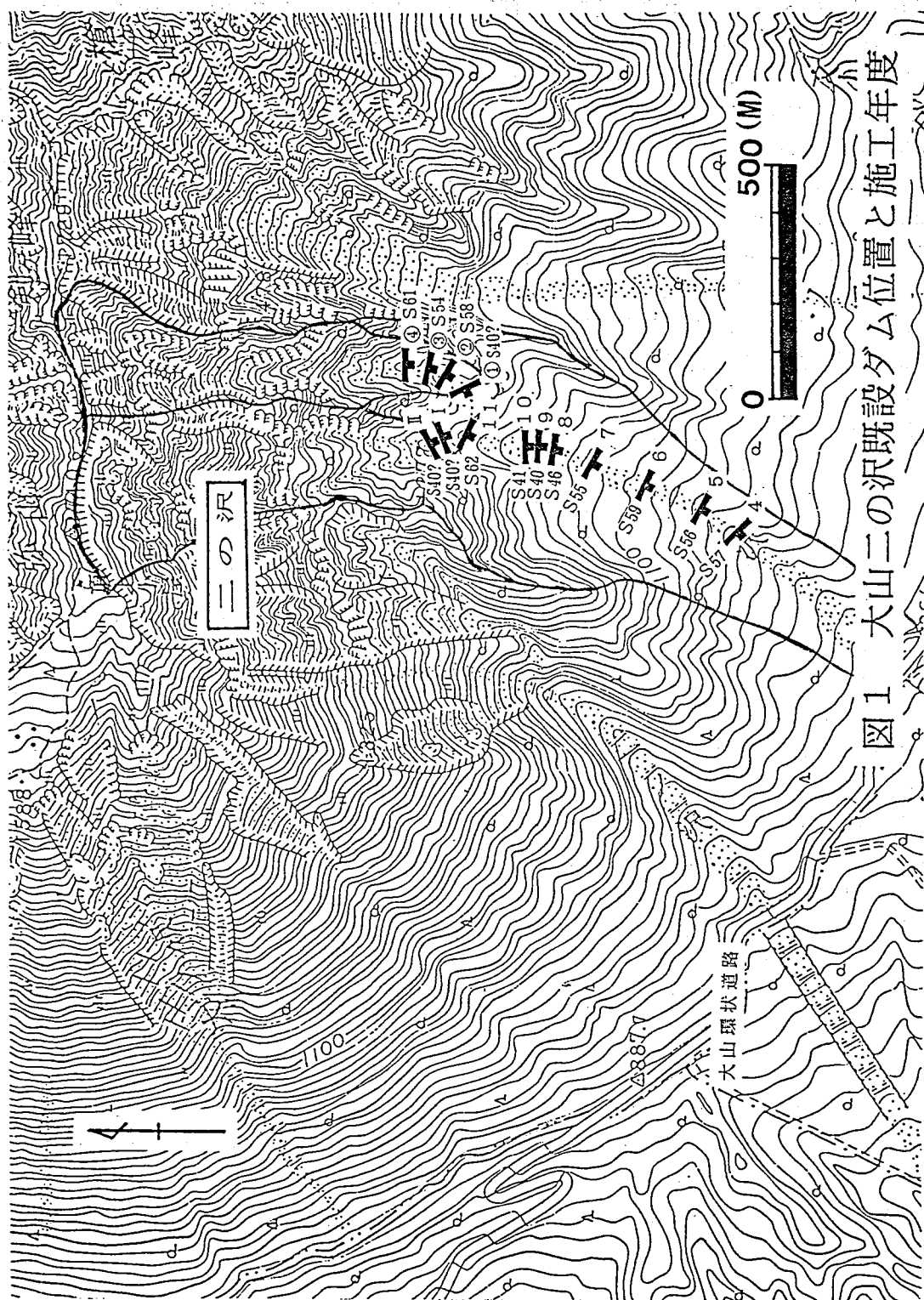


図1 大山二の沢既設ダム位置と施工年度

した14基中7基に見られたことをどのように考えるべきかという新たな疑問が出た。堆砂ラインとダムの関係から、水通し部からの越流水の局所的な衝撃による洗掘が原因というより、むしろ下流側のダムの実際の堆砂勾配が計画堆砂勾配よりも小さくなったのが原因ではないかと思われた。このことは、図2において△印がよりゆるやかなところに多く分布していることにも表れている。また、△印のうちの2つが、ダム堆砂勾配が元溪床勾配の $2/3$ という値で堆積している場合にも存在することから、ダムの設計時の計画堆砂勾配としては、元溪床勾配に対する比をより小さ目にとっておく方が安全側であるように思われた。図2の中で□印は最上流部に位置したダム堆砂地のデータを図示したものであるが、他の堆砂地とはかなり異なる結果となっている。これは、元溪床勾配の値が大きいことに加え、上流からの土砂の供給形態が全く異なることに起因している。すなわち、この堆砂地は大山の溶岩ドームの崩落物質が形成している崖錐から連続して存在し、崩落物質が新たに供給されるにつれて、少しずつ局所的に運搬される形態をとっている。遠方から見ると、崖錐の開始点付近はいわゆる安息角で堆積土砂はきわめて不安定な状態である。

4. ダム堆砂勾配の決定機構に関する考察

以上の状況から考えて、ダム堆砂勾配に最も大きな影響を与える因子は上流からの土砂の供給形態であると思われる。つまり、ふだんからたえず大量の土砂供給のあるところに施工されるダムの堆砂勾配は、元河床勾配により近くなる傾向があるが、その程度はダムが施工される位置が河川や溪流のどの部分であるかに依存する。中下流部においては、多くの場合、土砂移動の頻度は常に高いと考えられるので、従来どおり元河床勾配の $1/2 \sim 2/3$ で問題はないであろう。このことについては、多くの実証例がある。それに対して、上流部は多くの問題を含んでいる。二の沢の最上流部のダム堆砂地のように、堆砂ラインの上端が崩壊物質供給源（ここでは崖錐状堆積物）につながるような場合には、ダム堆砂勾配はかなり元溪床勾配に近くなる。上流にそのようなダムが存在する位置での（すなわち、上流のダムの影響を受けるような位置に存在する）ダムの堆砂地においては、その堆砂勾配は元溪床勾配の $1/2 \sim 2/3$ となる。ただし、これは上流からの土砂の供給頻度が高い場合であって、広島県加計町の例に見られるような、土砂供給の頻度が小さい場合には、発生した土石流土砂によって形成されるダム堆砂勾配は元溪床勾配の $1/3$ 程度にしかない。そして、これらの結果の差を生み出すメカニズムの違いは、崩れか流れかという土砂移動の形態に由来するものと考えられる。

5. おわりに

この程度の内容の研究は、すでに砂防学会発足当初に、谷 勲、鷲尾蟄龍、木村喜代治などの大先輩によってなされており、今回はこのむかしの研究をサポートするデータを与えるに過ぎなくなってしまった。しかし、どのようなメカニズムがダム堆砂に対するそれぞれの結果を生み出しているのかの理論的な問題は、定量的な側面を含めてまだ課題のまま残されているように思われる。

文献

1) 栃木・海堀：豪雨による土砂移動のあった砂防・治山ダムの堆砂の実態。平成2年度砂防学会研究発表会概要集，162-165。 2) 海堀他：満砂したダムの堆砂勾配と粒径との関係について。平成3年度砂防学会研究発表会概要集，138-141。 3) 海堀：小流域での流出土砂量とそれに対する砂防施設の役割、特にダム堆砂勾配について。広島大学総合科学部紀要Ⅳ，vol.18，19-34，1992。

表1 既設ダムと堆砂地のデータ

ダム番号	施工年度	水平累加距離 (m)	標高 (m)	ダム幅 (m)	ダム高 (m)	ダム厚 (m)	堆砂長 (m)	堆砂幅 (m)	堆砂勾配 (°)	元溪床勾配 (°)	最多粒径 (cm)
4	S57	446.7	1045	-	5.1	2.0	-	-	-	15.9	-
5	S56	533.4	1066	63.0	6.5	2.0	115.2	31.4	8.7	12.8	10~40
6	S59	616.7	1093	74.0	6.5	2.0	107.2	32.0	8.4	10.6	10~40
7	S55	786.7	1118	61.0	7.2	2.0	94.0	22.0	9.1	16.7	5~40
8	S46	866.7	1140	41.9	5.1	2.0	12.0	27.6	6.9	9.7	-
9	S40	926.7	1145	51.0	4.0	2.0	26.0	21.0	7.8	12.5	20~30
10	S41	1020.0	1150	50.0	6.0	2.0	22.0	22.0	8.1	11.7	-
11	S62	1070.0	1179	77.0	6.0	2.0	48.0	88.0	9.3	14.0	10~40
①	S40?	1126.0	1200	17.0	5.4	2.0	59.0	14.2	9.5	18.8	10~40
②	S58	1185.0	1212	62.0	8.0	2.0	67.8	21.0	7.9	14.0	-
③	S54	1252.0	1225	50.0	9.0	2.0	12.7	33.0	-	19.8	-
④	S61	1326.0	1233	69.0	7.8	2.0	150<	33.0	15.0	19.0	5~10
I	S40?	1067.0	1189	-	7.0	-	-	-	-	-	-
II	S40?	1092.0	1120	39.0	11.0	2.0	250<	39.6	17.4	18.2	-

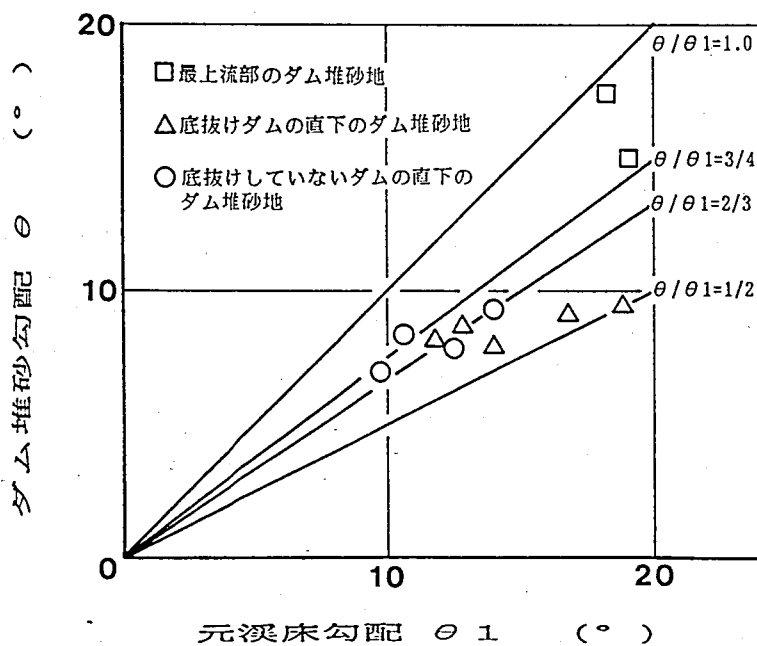


図2 ダム堆砂勾配と元溪床勾配との関係