

砂防ダム上流の縦断勾配の形成と変形に関する実験

眞 板 秀 二*

Flume Experiments on Slope Formation and Deformation behind a Check Dam

Hideji MAITA*

目 次

I. はじめに	175	2. 清水流の流下による	
II. 目 的	176	縦断勾配の変形	182
III. 方 法	176	3. 含砂(礫)流の流下による	
1. 実験装置	176	縦断勾配の変形	186
2. 実験条件	176	V. おわりに	187
3. 実験の手順と砂礫の流送状況	178	謝 辞	187
IV. 結果および考察	178	引用文献	188
1. 供給砂礫の量, 粒径および混合比と		Summary	188
縦断勾配の形成	178		

I. はじめに

近年の砂防に対する社会的要請は多様で, 土砂害を防止するだけでなく, 同時に景観および環境の保全を考慮した対応が迫られている。これまでの初めに砂防施設ありきという考え方は通用せず, 砂防施設はその必要性の検討から始められ, つぎに施設の機能との関連で配置が決められるという手順が要請されている。したがって, 砂防施設の機能は, これまで以上に明確に説明されるものでなければならない。

砂防ダムは土砂制御のための最も強力な施設であり, 土砂調節効果としてその機能の一つが評価されている。しかし, この効果は砂防計画上便宜的に取り扱われてきた傾向があり, 必ずしも明確ではない。すなわち, この効果は, 砂防ダム上流の洪水勾配と安定勾配を使って説明されている¹⁾が, 洪水勾配あるいは安定勾配とは何か, またそれらがどのように形成されるかが, 必ずし

*筑波大学農林工学系 Institute of Agricultural and Forest Engineering, University of Tsukuba

も明確になっているわけではない。そこで、本研究では砂防ダムの土砂調節効果を明確に評価するための第一歩として、混合砂礫流送下での砂防ダム上流の縦断勾配の形成と変形を水路実験を通して究明することにした。

Ⅱ. 目 的

著者らは、この10数年間大井川上流の東河内川を実験溪流に定め、現地観測によってそこでの土砂流送の実態および土砂流送と砂防ダム上・下流の縦断勾配形成との関係について究明してきている^{2), 3), 4)}。しかし、実験溪流では洪水時の諸種の条件を制御することは不可能であり、現象を反復することも困難である。したがって、実際溪流の調査のみで現象を解析し説明していくことには明らかに限界がある。ここに、実際溪流の土砂流送実態を認識した上での地形実験⁵⁾の必要性がある。本研究における水路実験は、この地形実験であって、現象の部分的動態の再現によって法則性を引き出し、現象の本質に迫ろうとする実験である。したがって、水理学の理論を検証するための実験や現実の忠実な再現をねらった水理模型実験とは趣を異にする。

以上のような認識のもと東河内川を想定し実験を行った。具体的には、流域面積が 10 km^2 程度、溪床勾配が $1/10 \sim 1/20$ にある砂防ダム地点上流区間を想定し、そこでの数十年確率洪水時の土砂流送を想定した。この想定のもとで、供給土砂の量、粒径および混合比が砂防ダム上流の縦断勾配形成とどのように関係しているか、また、既に形成されている縦断勾配が清水流の流下および含砂（礫）流の流下によってどのように変形するかを検討し、これによって、砂防ダムの土砂調節効果を的確に評価するための基礎的情報を得ることを目的とした。

Ⅲ. 方 法

1. 実験装置

実験水路は上流端に整流部を持つ幅 20 cm 、長さ 5 m 、深さ 23 cm の木製水路で下流端から 10 cm の位置に高さ 5 cm の堰が設置されている（図-1）。水路の側壁は水と砂礫の流送状況を見ることが出来るように一部アクリル板製となっている。水路を流れた水と砂礫は沈砂槽で水と砂礫に分離され、水は貯水槽を経て給水ポンプにより高水槽に吸い上げられる。吸い上げられた水は給水バルブの開度によって制御され、三角堰をもつ量水槽に流れ込み流量をチェックされたあと、再び水路を循環する。

給砂は長さ 1.5 m 、幅 0.3 m のベルトコンベアーで行われ、給砂量はその上に載せる砂礫量とその運転速度によって制御された。給砂地点は水路下流端から 4 m の地点である。

2. 実験条件

東河内川における砂防ダム地点（流域面積が 10 km^2 程度、溪床勾配が $1/10 \sim 1/20$ ）の数十年

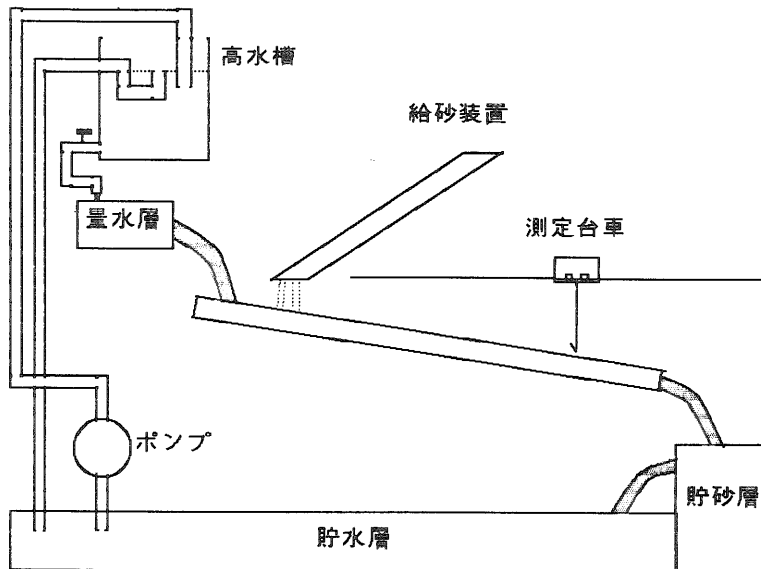


図-1 実験水路の概要

確率洪水時の土砂流送を想定し、フルード相似 ($L_r = 100$) と流砂の相似⁶⁾を考慮して実験条件を定めた。ここで、 L_r は実際溪流と実験水路の長さの比であり、また、流砂の相似とは、実際溪流と実験水路とのうえで掃流力 τ_0 と限界掃流力 τ_c の比 τ_0/τ_c を同じにすることである。以上から、実験水路の水路勾配を8.4% (1/12) に設定し、1000 cm³/s の流量を流した。また、砂礫の供給は、無供給から最大40 g/s まで段階的に行った (表-2, 表-3)。供給砂礫の粒度組成は表-1 のような分級の良い砂礫であり、中央粒径は砂が1 mm、礫が5.2 mm である。これらの条件は、実際溪流に換算すると、勾配8.4%の河床を100 m³/s の洪水が流れ、その中を60~70 mm と500 mm 前後の礫が運搬されている状況を与えることになる。これは、1982年8月に東河内川中流部で発生した約30年確率の洪水時の流れにほぼ相当することになる⁷⁾。しかし、この8月の洪水時は、十数 mm 以下の砂礫と数十~百数十 mm および500~1000 mm 程度の礫が流送していたと推定され^{7), 8)}、この実験では十数 mm 以下の流送砂礫の成分が欠けていることになる。また、ほかの粒径成分も実際の流送砂礫の忠実な再現になっているわけではないが、地形実験としての目的は達成できる。

表-1 実験用砂礫の粒度組成

	d_{16} (mm)	d_{50} (mm)	d_{84} (mm)
砂	0.84	1.0	1.2
礫	4.6	5.2	5.8

3. 実験の手順と砂礫の流送状況

実験は二つのケースからなる。一つのケースは供給砂礫の量、粒径および混合比の違いが堆積勾配の形成に及ぼす影響に関する実験である（表－2）。このケースの実験は、堰上流の水路床を空にしておいて水を流し、そこに砂礫を供給する給砂方式の実験である。水路床を流送する砂礫は、堰上流のプール部分に到達すると堆積を開始する。この堆積上面を流送してきた砂礫は先端部で崩落し水中安息角を形成しながら堆積先端部を堰に向かって前進させる。同時に堆積域は水路上流側へもひろがる。堆積先端部が堰に到達すると砂礫は堰の下流に流出する。その後、供給された砂礫を下流に流送するのにみあった勾配になるまで天端を支点とする回転的堆積 (rotational aggradation) がおこり、堆積域はさらに上流にひろがる。堆積域がある程度ひろがると、堆積の後端およびその上流の跳水の位置がほぼ固定してくる。この状態は、上流からの砂礫の供給量と堰下流への流出量がほぼみあう動的平衡状態が出現したためと考えられるので、この時点で給水・給砂を停止し各種測定を実施した。礫で供給量の多い場合は、上流に遡上した跳水の位置が下流に移動し、その後また遡上するということを繰り返しある幅で変動した。跳水の位置が盛んに上流に遡上している時は、堰下流への礫の流出が極端に少なくなっていた。逆にその位置が下流に移動する時は、流れが集中し反砂堆が形成され礫は急激に再移動し一部水路床を露出させた。この状態がある程度続いた後、跳水の位置が一時的に安定するので、この場合はこの時に給水・給砂を停止し、各種測定を実施した。

もう一つのケースは、堰上流に既に形成されている堆積地に砂あるいは礫を供給した場合に堆積地の勾配がどのように変化するかをみる実験である（表－3）。前記のケースと同じ手順で平衡状態を出現させ、その後に砂あるいは礫を供給した場合の堆積勾配の変化を調べた。このケースでも前記ケースの実験と同様、堆積域上流の跳水の位置がほぼ固定した時点で給水あるいは給砂を停止し、各種測定を実施した。

いずれのケースについても、給水・給砂停止後に、堆積勾配および形状の把握のために、堰から上流に 20 cm ごと（必要に応じては 10 cm ごと）の横断形をポイントゲージで測定した。また、堆積部の砂礫の分布状況をスケッチするとともに写真撮影をおこなった。一部の実験では堆積砂礫および堰からの流出砂礫の量を測定した。

IV. 結果および考察

1. 供給砂礫の量、粒径および混合比と縦断勾配の形成

表－2 にケース 1 の実験結果を示す。表中の平均堆積勾配は最小自乗法で定めた堆積地の平均河床高の勾配線であり、平均河床高は堆積の断面積を堆積幅で除して求めた。図－2 にこの勾配線と堆積の最大高と最小高を示す。砂の流送実験では、最大高および最小高はこの勾配線の近傍に位置するが、礫の流送実験ではこれらは大きく離れる。また、混合砂礫の流送実験でも砂の供給量が多い場合は、最大高および最小高は勾配線の近傍に位置するが礫の供給量が多くなると離れるように

表－２ ケース１（縦断勾配の形成に関する実験）の結果

土砂濃度 (重量%)		実験 RUN 名	流 量 (cm ³ /s)	給砂量 (g/s)		平均堆積 勾配 (%)	堆積長 (cm)
				砂	礫		
単一粒径	0.5	S05	1000	5	0	1.25	50
	1	S1	1000	10	0	1.42	58
	2	S2	1000	20	0	2.58	72
	4	S4	1000	40	0	4.11	103
	0.5	G05	1000	0	5	6.19	172
	1	G1	1000	0	10	6.97	200
	2	G2	1000	0	20	7.10	312
混合粒径	1.5	S05G1	1000	5	10	5.00	120
	2	S1G1a	1000	10	10	3.63	86
	2	S1G1b	1000	10	10	3.63	92
	3	S2G1	1000	20	10	3.50	95

注)水路勾配は8.4%

なる。前章で述べたように堆積域上流の跳水の位置はある幅で変動するが、跳水が下流に移動する際は礫の移動が盛んになり、洲が形成されるとともに流水は集中し洲を取り残す形で礫をさらに下流に流送するようになる。この取り残された洲が堆積の最大高となって残される。最大高および最小高が平均河床高の勾配線から大きく離れるのは、礫ではその流送が連続的に行われにくいということの反映とみることが出来る。

図－３は土砂濃度（重量濃度；％）と平均河床高の勾配との関係を示したものである。砂でも礫でも単一粒径の粒子が流送される場合は、土砂濃度が高いほど堰上流の堆積勾配が大きくなることを示している。また、同じ土砂濃度では礫は砂の場合の数倍以上の堆積勾配をとり、大粒径の粒子ほど大きな堆積勾配を形成することを示している。このことは、ほぼ均一な土砂が流送される場合は、砂防ダム上流の堆積勾配は上流からの供給土砂量に比例して大きくなること、また、供給土砂量が同じであれば、流送砂礫の粒径が大きいほど砂防ダム上流には大きな堆積勾配が形成されることを意味している。

以上のように単一粒径粒子の場合は、土砂濃度と堆積勾配あるいは粒径と堆積勾配との関係は単純であるが、砂礫が混合するとこれらの関係は、図－３の M 1, M 2, M 3 に示すように単純ではなくなる。すなわち、土砂濃度が 1％の礫の流れに供給レートが 5 g/s の砂を加え土砂濃度が 1.5％（礫に対する砂の混合比率は 33％）になるようにすると、濃度が 0.5％増加したにもかかわらず堆積勾配は約 7％から約 5％に減少する（M 1）。つぎに砂の供給レートを 10 g/s とし土砂濃度を 2％（混合比率は 50％）にすると、濃度は増加するが堆積勾配は約 3.6％といっそう減少する（M 2）。さらに砂の供給レートを増して 15 g/s とすると土砂濃度は 3％（混合比率が 75％）となるが堆積勾配は約 3.5％とやはり減少する（M 3）。この土砂濃度の変化に伴う堆積横断形の変化を鳥瞰的に示

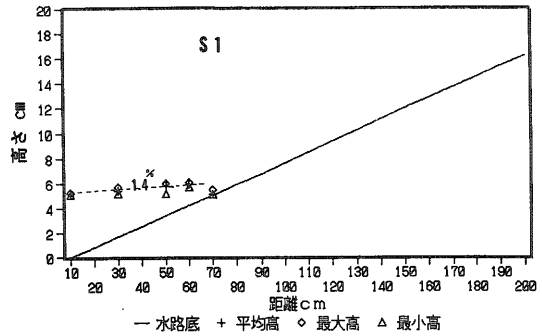
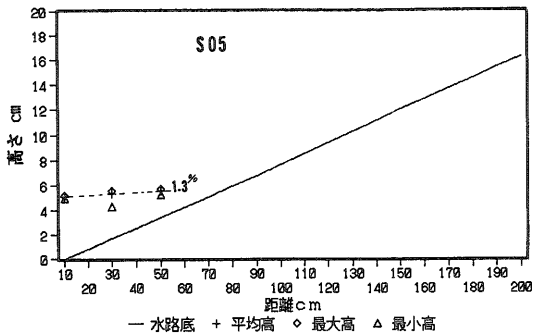


図-2a S05 (砂; 濃度0.5%) とS1 (砂; 濃度1%) 実験による堆積勾配

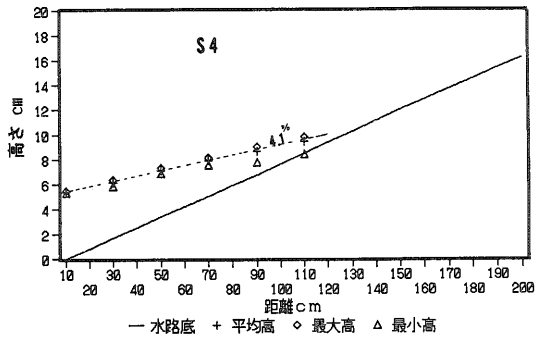
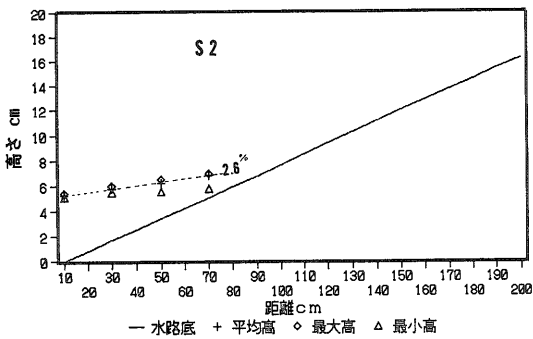


図-2b S2 (砂; 濃度2%) とS4 (砂; 濃度4%) 実験による堆積勾配

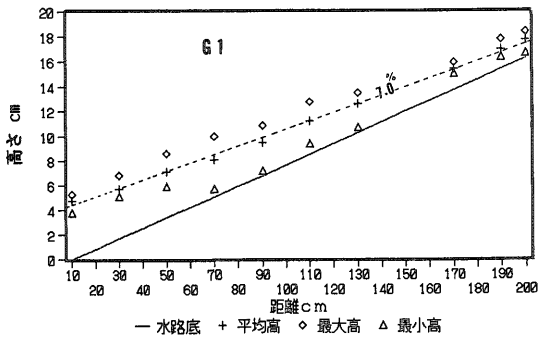
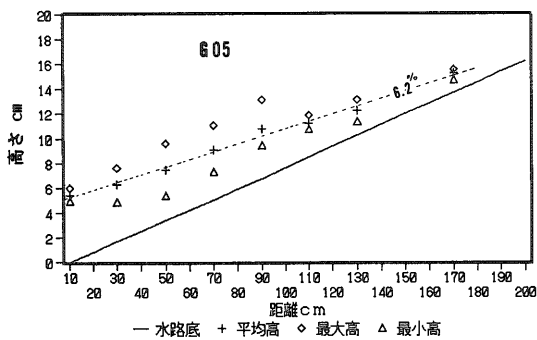


図-2c G05 (礫; 濃度0.5%) とG1 (礫; 濃度1%) 実験による堆積勾配

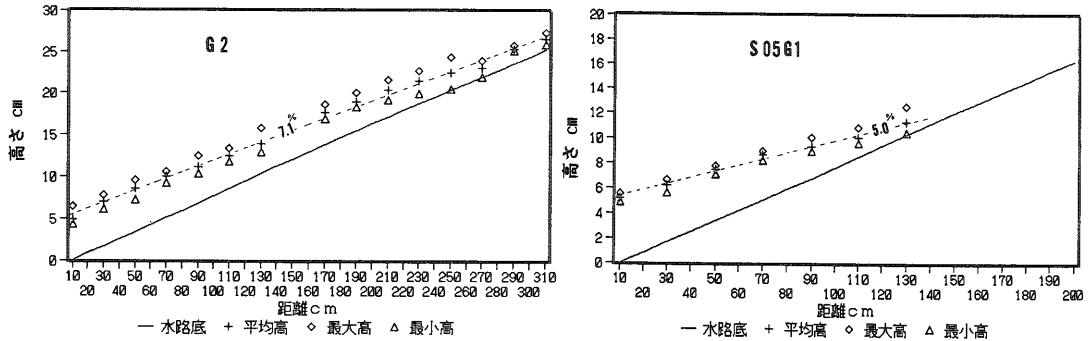


図-2d G2（礫；濃度2％）とS05G1（混合砂礫，砂：礫=0.5：1；濃度1.5％）
実験による堆積勾配

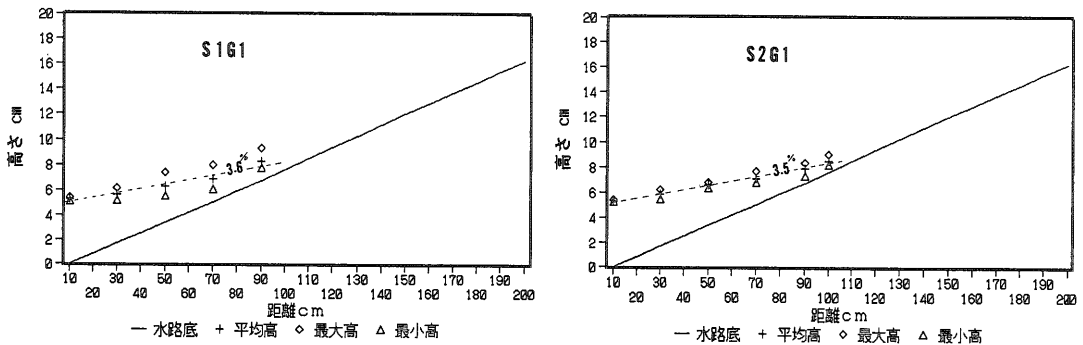


図-2e S1G1（混合砂礫，砂：礫=1：1；濃度2％）と
S2G1（混合砂礫，砂：礫=2：1；濃度3％）実験による堆積勾配

したのが図-4である。

このように混合砂礫では単一粒径の場合と違って，土砂濃度だけの条件で砂防ダム上流の堆積勾配の形成を考えることはできない。この実験では，礫に対する砂の混合割合が堆積勾配の形成に大きな役割を果たしており，単一粒径の砂の堆積勾配形成に対する役割がその混合比率を増すごとに顕在化することを示している。もしこの顕在化の程度が単一粒径の砂と礫の混合比率に応じて単純に決まるとするなら，単一粒径の砂あるいは礫の堆積勾配形成に対する役割を明らかにするだけで問題は解決する。しかし，今回の実験結果はそうに単純なものではないことを示している。図-3で土砂濃度と堆積勾配の関係が単一粒径の砂と礫の混合比率に応じて単純に決まる場合を考えるとそれはM1'，M2'，M3'で表わされることになる。しかし実際はM1，M2，M3とより小さい堆積勾配となっており，混合比率に応じて単純に足し合わせたという関係にないことを示している。このM1'，M2'，M3'と実際のM1，M2，M3との堆積勾配の差が，砂と礫が混合することによって生じる混合効果，すなわち減摩効果，突出効果，連行効果⁹⁾による砂礫の移動性（mobility）の

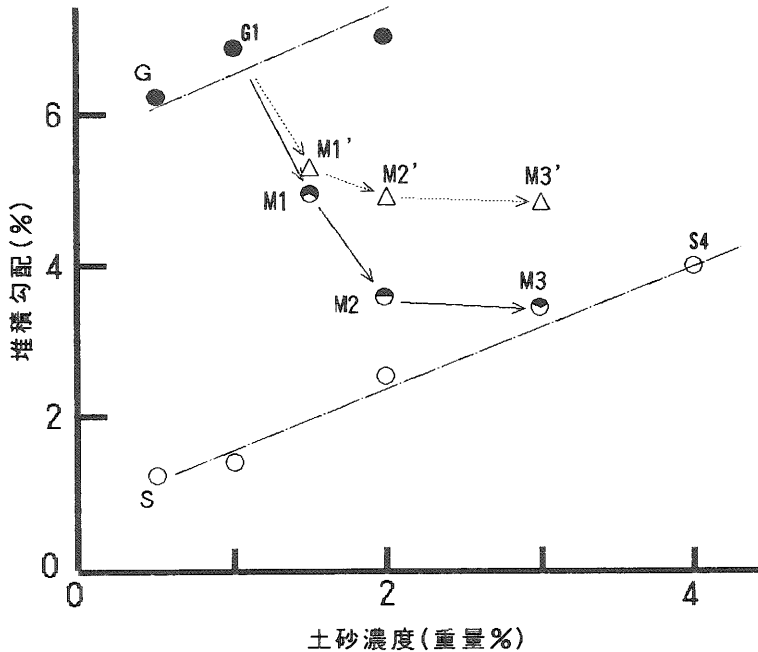


図-3 土砂濃度と平均河床高の勾配との関係

S; 砂, G; 礫

M1; 混合砂礫S0.5G1実験 (砂: 礫=0.5: 1) M2; 混合砂礫S1G1実験 (砂: 礫=1: 1)

M3; 混合砂礫S2G1実験 (砂: 礫=2: 1)

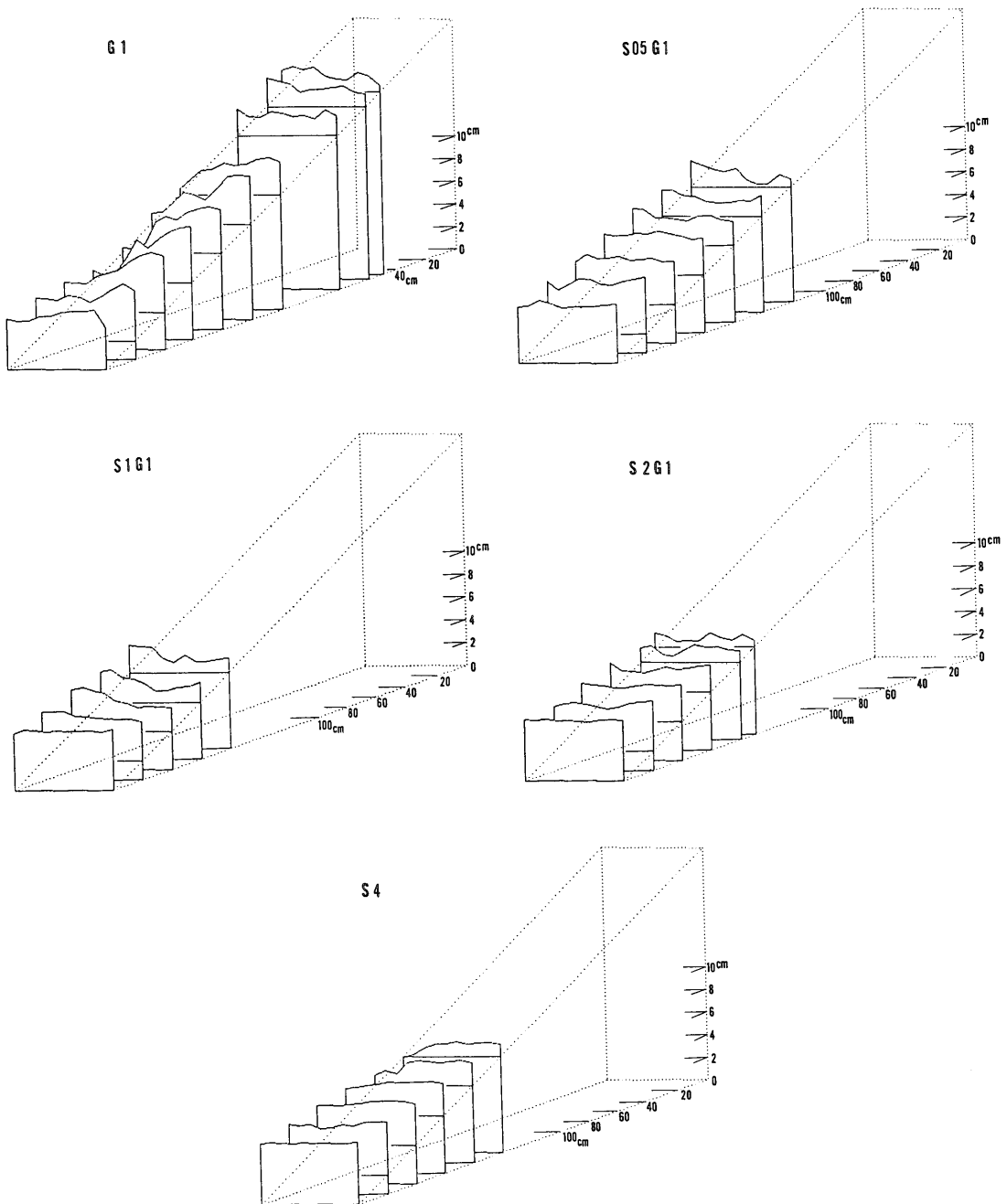
M1', M2', M3'; 混合砂礫の土砂濃度と堆積勾配の関係が単一粒径の砂と礫の混合比率に応じて単純に決まるとした場合

増加によってもたらされたといえ、混合効果が堆積勾配の形成にも大きな役割を果たしていることを示している。

以上のことは、これまで漠然と上流からの供給土砂量が多ければ、砂防ダム上流には大きな勾配が形成されると考えられてきた常識を破るものである。と同時に流送土砂の粒度分布、すなわち混合砂礫の流送についての知見の重要性を示している。これまでの砂防の土砂流送の見方は、単一粒径で得られた知見をもとに組み立てられてきたが、この実験はこのような見方の限界を示す結果となっている。したがって、砂防ダムの土砂調節効果も混合砂礫の流送機構という観点から見直す必要がある。

2. 清水流の流下による縦断勾配の変形

ケース1の実験 (表-2) で形成された堆積地に流量 $1000 \text{ cm}^3/\text{s}$ の清水流を流下した際の勾配の変形および含砂 (礫) 流を流下した際の変形についての実験結果を示したものが表-3である。砂の供給によって形成された堆積地に清水流を流下した実験では、絶対値は小さいが勾配の符号が負になり、逆勾配を示す結果となった。しかし、最大高を結ぶ勾配は0に近い正の勾配を示してい



図－４ G1（図－３のG1）、S05G1（図－３のM1）、S1G1（図－３のM2）、S2G1（図－３のM3）、S4（図－３のS4）の各実験によって形成された堆積形態の鳥瞰図

ること、堆積長が40 cm 以下では勾配を決めるための点が2～3点であることを考えると、この実験で正逆の勾配を議論することは困難で、この結果は清水流の流下により縦断勾配がほぼ平になったと解釈するのが妥当と考える。

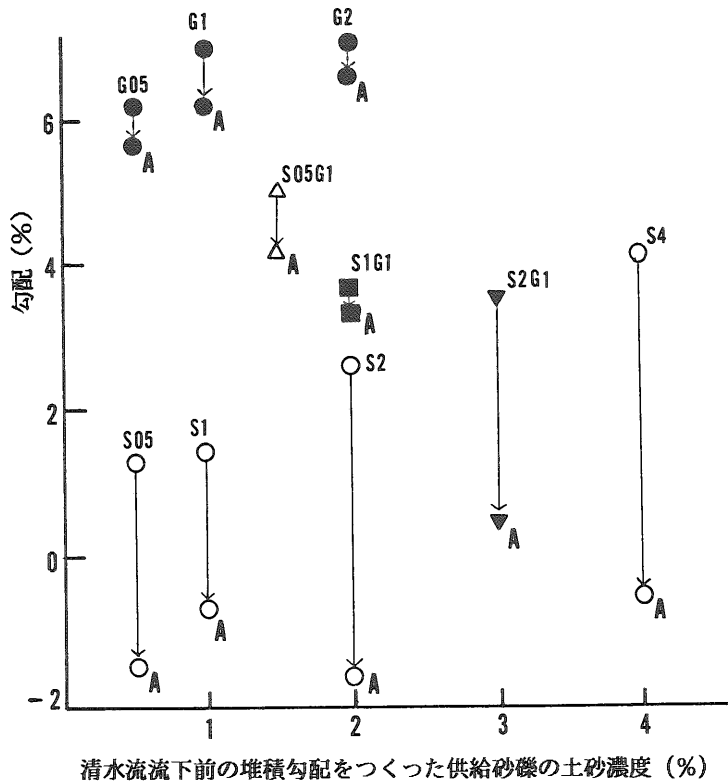
図-5は、既に形成されていた堆積地の勾配が清水流の流下によってどのように変化したかをみたものである。単一粒径であるか混合粒径であるかを問わず、砂礫を供給して平衡状態に達した後清水流を流下すると堆積勾配は減少する。この勾配の減少は砂礫の供給によって形成された動的平衡が清水流の流下により静的平衡に移行するためと考えられる。そして、この実験条件下では、この減少の程度は清水流を流下する前の堆積地が単一粒径の供給で形成されている場合は粒径によって、混合粒径の供給で形成されている場合は混合比率によって大きく異なる。すなわち、単一粒径の礫の供給によって形成された動的平衡勾配は、清水流の流下によって静的平衡勾配に変形されるが、その差はそれほど大きくない。これに対して砂の供給によって形成された動的平衡勾配は、清水流の流下によって大きく変形を受け極めて小さな（ほぼ平らな）静的平衡勾配を形成し、その差は非常に大きくなる。また、礫に対する砂の比率が50%までの混合砂礫の供給によって形成された堆積地に清水流を流下させる実験では、動的平衡勾配と静的平衡勾配の差は、単一粒径の礫の供給によって形成された堆積地に清水流を流下させる実験と同程度で小さい。しかし、砂の比率が67%の混合砂礫の供給によって形成された堆積地に対する実験になるとその差は一変して、単一粒径の砂供給によって形成された堆積地に対する実験と同程度となり非常に大きくなる。

この実験での動的平衡勾配を洪水勾配、静的平衡勾配を安定勾配とみなせば、この実験の結果は、砂防ダムの土砂調節効果についていくつかの知見を与えることができる。すなわち、上流からの供

表-3 ケース2（縦断勾配の変形に関する実験）の結果

	実験 RUN 名	実験前勾配 (%) (この勾配を形成した RUN 名)	流 量 (cm ³ /s)	給砂量 (g/s)		平均堆積 勾配 (%)	堆積長 (cm)
				砂	礫		
給 水 の み	S 05 W	1.25 (S 05)	1000	0	0	-1.47	37
	S 1 W	1.42 (S 1)	1000	0	0	-0.70	35
	S 2 W	2.58 (S 2)	1000	0	0	-1.59	40
	S 4 W	4.11 (S 4)	1000	0	0	-0.55	38
	G 05 W	6.19 (G 05)	1000	0	0	5.66	128
	G 1 W	6.97 (G 1)	1000	0	0	6.20	138
	G 2 W	7.10 (G 2)	1000	0	0	6.61	115
	S 05 G 1 W	5.00 (S 05 G 1)	1000	0	0	4.18	88
	S 1 G 1 a W	3.63 (S 1 G 1 a)	1000	0	0	3.35	73
	S 2 G 1 W	3.50 (S 2 G 1)	1000	0	0	0.48	56
給 砂	S 1 G 1 c WS	2.68 (S 1 G 1 c W)	1000	10	0	2.61	73
	S 1 G 1 d WG	2.83 (S 1 G 1 d W)	1000	0	10	6.30	167

注)水路勾配は8.4%



図－5 清水流の流下による縦断勾配の変形

- ；清水流流下前の堆積勾配（砂の単一粒径；S05, S1, S2, S4実験による）と清水流流下後の堆積勾配（A）
- ；清水流流下前の堆積勾配（礫の単一粒径；G05, G1, G2実験による）と清水流流下後の堆積勾配（A）
- △；清水流流下前の堆積勾配（混合砂礫；S05G1実験による）と清水流流下後の堆積勾配（A）
- ；清水流流下前の堆積勾配（混合砂礫；S1G1実験による）と清水流流下後の堆積勾配（A）
- ▼；清水流流下前の堆積勾配（混合砂礫；S2G1実験による）と清水流流下後の堆積勾配（A）

給土砂量がほぼ同じで、流送される土砂の粒径がほぼ均一な洪水で砂防ダム上流の堆積地が形成された場合を想定すると、その後の清水流の流下に対しては、堆積土砂粒子が小さいほど安定勾配は小さく土砂調節効果は大きいということになる。これに対してほかの条件は同じで混合砂礫が流送される洪水で堆積地が形成された場合を想定すると、堆積土砂における細粒な粒子の混合割合がある程度以上になると急激に安定勾配が小さくなり、土砂調節効果は急激に大きくなるということになる。以上のように上流から供給される土砂量は同じ（流量も同じ）であっても、土砂の質、すなわち、単一粒径の土砂か、混合粒径の土砂か、粒径の大きさは、混合割合は、等によって土砂調節効果は大きく変化する。このことは、砂防ダムの土砂調節効果を考えるうえで、これまであまり注意されていなかった供給土砂の質を考えることがいかに重要かを示している。

3. 含砂（礫）流の流下による縦断勾配の変形

図-6は土砂濃度2%の混合砂礫（砂：礫=1：1）の供給により動的平衡勾配をつくった後清水流を流下させ静的平衡勾配をつくり、そこに土砂濃度が1%の含砂流あるいは含礫流を流下し、この時に形成された勾配を示したものである。含砂（礫）流を流す前の堆積地の勾配と比較してみると興味深い結果が得られる。土砂濃度1%の含砂流の流下では、砂が供給されるにもかかわらずその形成勾配は2.6%ともとの堆積地の勾配とほぼ等しい。これに対して、土砂濃度1%の含礫流ではその形成勾配は6.3%ともとの堆積地の勾配の2倍以上になっている。この実験結果は、砂防ダム上流の勾配の変形に対して重要な視点を与えている。すなわち、もともと形成されている砂防ダム上流の堆積地勾配の土砂の供給による変形は、供給土砂量だけでは予測できず、どのような大

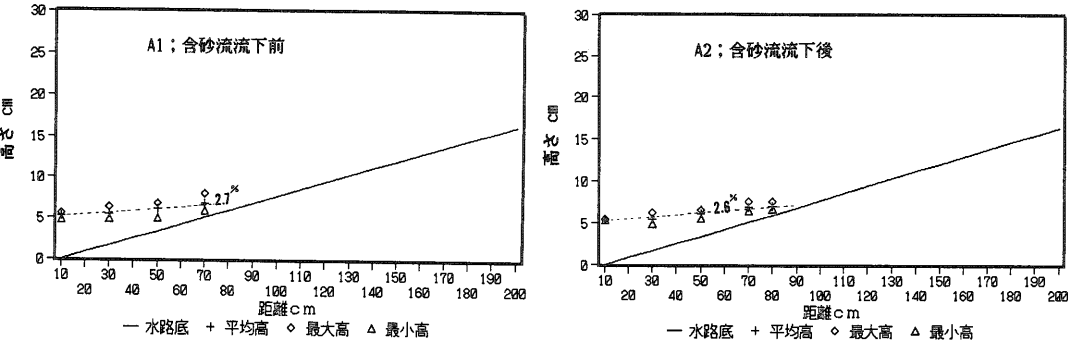


図-6a 含砂流の流下による縦断勾配の変形
A1；含砂流流下前の堆積勾配（土砂濃度2%（砂：礫=1：1）の混合砂礫を給砂し平衡に達したあと清水流を流下して形成された勾配（S1G1cW）実験）
A2；A1に土砂濃度1%の単一粒径の砂を供給した時に形成された勾配（S1G1cWS実験）

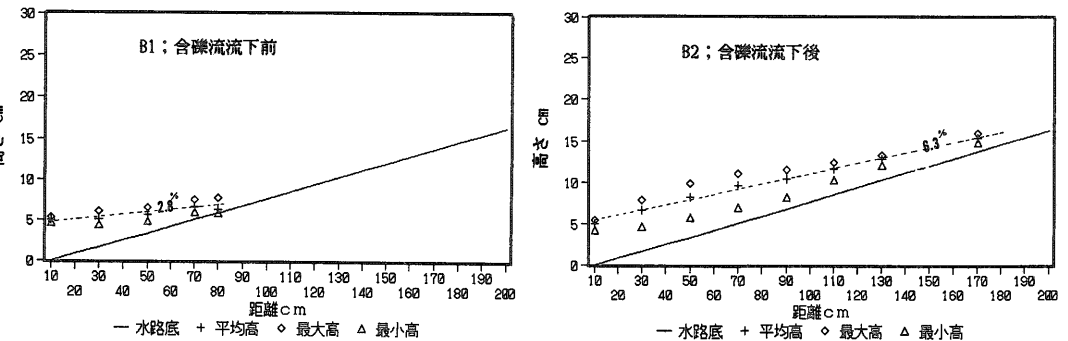


図-6b 含礫流の流下による縦断勾配の変形
B1；含礫流流下前の堆積勾配（土砂濃度2%（砂：礫=1：1）の混合砂礫を給砂し平衡に達したあと清水流を流下して形成された勾配（S1G1dW）実験）
B2；B1に土砂濃度1%の単一粒径の礫を供給した時に形成された勾配（S1G1dWS実験）

きさの粒子が供給されるかに大きく依存することを示している。ここでもまた、供給される土砂の質がいかに重要かを示している。

V. おわりに

今回の実験結果の解析は主として平均河床高の勾配を中心としたものであり、今後は最大高、最小高などの平均河床高のまわりの変動を含めた解析が必要になろう。しかし、供給される砂礫の量、粒径、混合比の違いが堰上流の堆積地の勾配の形成に、あるいはその変形に及ぼす影響についての主要部分は、今回ほぼ明らかになったと考える。すなわち、混合砂礫では単一粒径の粒子のように供給される土砂濃度が高くなれば堰上流の堆積勾配が大きくなるという単純な関係になく、混合砂礫の礫に対する砂の混合比率がその移動性を変化させ、これが堆積勾配決定に大きな役割を果たしている。

今回の実験における動的平衡勾配を洪水勾配として、また静的平衡勾配を安定勾配とみなして砂防ダムの土砂調節効果を検討すると、供給される土砂の量だけでなく土砂の質、すなわち、単一粒径の土砂か、混合粒径の土砂か、粒径の大きさは、混合割合は、等が重要であることが指摘された。さらに、堰上流に既に形成されている堆積地に対する含砂（礫）流の流下による縦断勾配の変化に関する実験によっても供給土砂の質の重要性が指摘された。

これまで砂防ダムの土砂調節効果を考えるうえで、供給される土砂の質については余り注意が払われてこなかった。しかし、この研究によって、供給土砂の量だけでなく質を考えることがいかに重要であるかが明らかになった。そして、土砂の質を考えると、結局は大小の粒子が混合して流送されるときにどのようなことが起こっているのかを明らかにすることであり、これによってはじめて勾配がどのように形成され、また変形されるかが明らかになる。この意味で、砂防ダムの土砂調節効果の検討にまず必要なことは、混合砂礫の流送機構に対する理解を深めることであるという結論に到達する。

謝 辞

本実験の構想は、河川における混合砂礫の流送機構の研究（文部省科研一般 B, 代表：高山茂美教授）への参加を契機に得られたものである。この研究への参加以後、筑波大学水理実験センターの池田宏助教授、小玉芳敬氏、上武大学の伊勢屋ふじこ助教授の各氏には、混合砂礫の流送に関して様々なご教示を頂いた、記して謝意を表したい。

なお、本研究は文部省科学研究費一般研究（C）（課題番号02660152、混合砂礫の流送特性と砂礫の砂砕・摩耗を考慮した砂防ダム機能の評価、代表：眞板秀二）の補助を受けて行われたものである。

引用文献

- 1) 塚本良則・小橋澄治編：新砂防工学，193 pp，朝倉書店，東京，1991
- 2) 眞板秀二：大井川東河内実験溪流における渓床堆積地の動的变化，水利科学 No.187：28-51，1989
- 3) Maita, H.: Sediment Dynamics of a High Gradient Stream in the Oi River Basin of Japan, USDA Forest Service General Technical Report PSW-130：56-64, 1991 (Proceedings of the IUFRO Technical Session on Geomorphic Hazards in Managed Forests)
- 4) 眞板秀二・砂坂元幸・遠藤 徹・和出昌典：大井川支流東河内川の河床変動と砂防ダム，文部省科学研究費（一般C）研究成果報告書「混合砂礫の流送特性と砂礫の破碎・摩耗を考慮した砂防ダム機能の評価」：9-41，1992
- 5) 池田 宏：混合砂礫の流送実験の経過，筑波大学水理実験センター報告 No.12：21-30，1988
- 6) 吉川秀夫編：流砂の水理学，543 pp，丸善株式会社，東京，1985
- 7) 眞板秀二：破碎帯流域における荒廃溪流の動態に関する砂防学的研究，筑波大学農林技術センター演習林報告 4号：21-127，1988
- 8) 伊勢屋ふじこ：東河内沢における1982年8月豪雨時に形成された堆積面の表面地形と堆積物，文部省科学研究費（一般B）研究成果報告書「河川における混合砂礫の流送機構の研究」：43-67，1990
- 9) 池田 宏：二粒径混合砂礫の流送に関する水路実験，筑波大学水理実験センター報告 No.8：1-15，1984

Summary

Now, in Japan, in planning for sediment control, we must pay special attention to the influence of check dams on the environment and landscapes. Therefore, it is necessary to further clarify the functions of check dams for control of sediment transportation. Flume experiments on the slope formation and deformation behind a check dam were carried out as a first step to clarify these functions.

As a result of flume experiments, it was clarified that the formation of slope behind a check dam depended on sediment concentration when homogeneous sediment was transported, but that its formation did not depend on it when heterogeneous sediment was transported. When heterogeneous sediment was transported, the superior mobility of it played an important role in slope formation. Also, it was clarified that the grain size of supplied sediment played an important role in slope deformation.

Therefore, we cannot solve the problem regarding the function of sediment control of a check dam without understanding of the characteristics of heterogeneous sediment during transportation.

7/30